
气象监测预警在线项目 可行性研究报告

申报单位：安徽省气象局

项目联系人：张雪晨

联系电话：18055108155

申报时间：2025 年 6 月

编制时间：2023 年 12 月

目录

第一章 项目概述	1
1.1 项目名称、性质	1
1.2 项目建设内容概述	1
1.2.1 项目主要内容	1
1.2.2 项目建设地点	1
第二章 项目建设需求分析	2
2.1 业务需求	2
2.1.1 我的气象台	2
2.1.2 天气为农事	19
2.1.3 流域气象	22
2.1.4 决策气象	25
2.1.5 生活气象	34
2.1.6 雷电防御	38
2.1.7 影响天气	40
2.1.8 生态环境气象	42
2.1.9 能源保供气象	46
2.1.10 旅游气象	48
2.1.11 交通气象	51
2.1.12 数据治理	53
2.2 功能需求	55

2.2.1 业务应用系统	55
2.2.2 数据资源建设	134
2.2.3 设备需求	136
2.2.4 云资源与安全资源需求	137
2.3 数据需求	138
2.3.1 我的气象台	138
2.3.2 天气为农事	139
2.3.3 流域气象	139
2.3.4 决策气象	140
2.3.5 生活气象	140
2.3.6 雷电防御	140
2.3.7 影响天气	141
2.3.8 生态环境气象	141
2.3.9 能源保供气象	141
2.3.10 旅游气象	141
2.3.11 交通气象	142
2.4 性能需求	142
2.4.1 我的气象台	142
2.4.2 天气为农事	144
2.4.3 流域气象	144
2.4.4 决策气象	146

2.4.5 生活气象	147
2.4.6 雷电防御	148
2.4.7 影响天气	148
2.4.8 生态环境气象	149
2.4.9 能源保供气象	149
2.4.10 旅游气象	150
2.4.11 交通气象	150
2.5 安全需求	151
2.5.1 信息安全保护需求	151
2.5.2 密码应用安全需求	151
2.5.3 政策相关要求	152
2.5.4 安全需求	154
2.6 其它需求	156
2.6.1 兼容性需求	156
2.6.2 易用性需求	156
2.6.3 可靠性需求	157
2.6.4 存储需求	158
2.6.5 网络需求	168
第三章 建设方案	177
3.1 建设原则	177
3.2 建设目标	178

3.3 建设内容	182
3.4 总体设计	184
3.4.1 业务架构	184
3.4.2 应用架构	186
3.4.3 技术架构	189
3.4.4 模块架构	190
3.4.5 数据架构	197
3.4.6 部署架构	198
3.4.7 与存量系统数据关系	202
3.4.8 运维运营规划	205
3.5 技术方案	206
3.5.1 硬件配置	206
3.5.2 成品软件配置	215
3.5.3 定制软件开发	218
3.5.4 数据治理开发	584
3.5.5 其他方案	629
3.5.6 网络安全设计	630
3.5.7 数据资源配置	692
3.5.8 沉淀组件	695
第四章 数据资源共享分析	697
4.1 数据资源共享需求	697

4.2 数据资源建设方案	702
第五章 附件	709
5.1 复用清单表	709
5.2 沉淀组件能力清单表*	709

第一章 项目概述

1.1 项目名称、性质

项目名称：气象监测预警在线

项目性质：为新建，属于场景创新工程

1.2 项目建设内容概述

1.2.1 项目主要内容

本项目是安徽省气象事业“十四五”发展规划项目。围绕信息基础设施需求，建设系统安全设备等。围绕气象业务信息化需求，建设气象监测预警在线场景，包括我的气象台、天气为农事、流域气象、决策气象、生活气象、雷电防御、影响天气、生态环境气象、能源保供气象、旅游气象、交通气象等 11 个应用。

1.2.2 项目建设地点

安徽省气象局。

第二章 项目建设需求分析

2.1 业务需求

为提高气象趋利避害能力，需要开展气象监测预警在线项目建设不断提升预报预警精准度，并同时为农业生产、流域防灾减灾、人们生活、雷电防御、人工影响天气、生态环境治理、能源保供等方面提供保障支撑。

2.1.1 我的气象台

为实现提升预报预测准确率这个根本目标，以及更方便快捷开展气象服务，围绕数据支撑环境、精准预报预警业务支撑、多波段天气雷达协同观测与应用、智能网格预报能力、多模式气候预测能力建设等业务开展建设。

2.1.1.1 数据支撑环境

加快推进气象数据资源的开发利用，是实现气象现代化更高目标的有效支撑。面对气象数据指数级爆发式增长，以及业务服务单位高时效、高质量的要求，迫切需要开展相关大数据支撑系统的建设，提升气象信息支撑保障能力。通过数据支撑环境的建设，为公共气象服务、决策气象服务等提供高质量、高精度的数据产品，满足气象灾害精准预报预警和社会生活生产需求。

以省级气象大数据云平台（“天擎”）为基础，整合已有硬件资源、数据资源，主动感知气象数据，快速搭建采集、解析、入库、加工、服务的业务流程；基于气象大数据环境实现行业数据、社会化数据和气象专业数据的充分结合，需要发展高速的分布式结构化和非结

构数据库集群，面向长三角气象部门内部用户、政府相关部门、重点行业的用户、社会公众等各类不同用户提供插件式数据共享服务。针对精准监测预报预警的应用需求，重点提升包括多源数据交换汇集、统一数据存储管理、插件式数据共享服务平台、综合业务监控管理、算法平台、汇聚展示和信息网络安全管理等方面的支撑能力。

2.1.1.2 精准预报预警业务支撑

安徽省气象局经过“十三五”气象信息化工程建设，形成了基本满足业务需求的天气探测、预报预测、公共服务等业务系统。这些系统在建设过程中独立建设，缺乏统一的整体规划，形成了各自为政、条块分割、系统烟囱林立的现象。在实际业务中出现系统功能重复建设、产品不一致、数据不一致、相互不兼容的情况。2022年，安徽省气象局启动气象业务数字化转型工作，力争到2024年，基本建成算力基础坚实、数据多源可靠、算法先进完备、产品丰富好用、服务智能智慧、管理科学高效的数字智能气象业务体系。为加快提升我省气象业务数字化转型，亟需建立统一的行业业务支撑系统解决系统低水平重复建设的问题。

本模块主要面向业务系统开发人员，对开发人员提供统一用户认证和权限管理、地理信息支撑、气象业务消息中心、工作流引擎、气象业务故障反馈中心、业务支撑能力开放平台以及服务产品发布支撑。主要业务流程为各模块前台调用业务支撑，业务支撑提供相应信息。气象业务故障反馈中心还提供前端插件式服务。

2.1.1.3 多波段天气雷达协同观测与应用

安徽省气象部门正逐步建成以新一代天气雷达(S/C 波段)为主, X 波段天气雷达协同, 风廓线雷达、测云雷达、激光雷达、探空雷达等补充的综合气象雷达观测网, 并连续多年在皖北地区, 组织开展多波段天气雷达协同观测试验。前期工作表明, 仅依靠现有业务运行系统和人工补充参与的方式, 远远不能满足多波段、多体制、多功能的组网雷达, 在协同观测过程中, 对于模式切换、数据处理、产品展示等方面更加集约高效的需求。因此, 有必要建立健全天气雷达协同观测和管理一体化机制, 针对天气过程监测、人影作业指导、生态环境治理等领域业务及服务需求, 将多部天气雷达相对独立的探测能力进一步转化为面向不同需求的组网监测预警预报能力。根据业务基础和发展方向, 多波段天气雷达协同观测与应用需求主要包括:

(1) 雷达协同控制与管理

经二十余年发展, 我省已建成以数十部 S/C/X 波段天气雷达为主的短临天气预警预报观测网络。多波段天气雷达在探测能力、性能指标、观测模式等方面均存在不同程度差异, 通过发展及应用协同观测技术, 能够控制多部雷达执行既定策略, 实现对天气过程全方位、精细化、立体化探测, 使多波段天气雷达互补短长, 充分发挥雷达组网建设效益。同时, 为确保多波段雷达协同观测方案和协同观测策略的科学性和可行性, 需通过大量观测试验进行效能分析、评估工作, 来确定最优方案, 达到提升协同观测能力的目的。

1) 业务对象

雷达协同控制与管理业务对象为涉及 S/X/C 波段天气雷达的协同控制的业务实体和事件，包括协同触发和退出机制及条件、协同策略、协同机制、雷达工作模式、人工干预协同事件、协同数据传输、协同记录、雷达站点信息管理等。

2) 业务流程

分别在省气象局和各雷达台站部署协同控制中心模块和协同子模块，建立协同化观测机制，实现对中小尺度强对流天气的跟踪观测和完整捕捉；通过气象专网实现协同控制中心和各雷达台站之间控制指令分发和数据产品的汇总；在协同控制中心部署高速服务器，适配多种路由和交换设备，由测报技术专家根据实时观测结果，分析评估协同控制效果，后续进一步优化雷达协同策略和工作模式。

3) 业务规则

在不影响各部天气雷达正常业务观测的前提下，由专业人员适度干预调整，以信息化手段实现多部多波段天气雷达对典型天气过程，特别是强对流天气过程的自适应观测，能够最大程度发挥雷达性能优势和建设效能。

4) 业务要求

通过协同控制中心，完成对各部天气雷达的快速、精准遥控；建立科学、高效的协同观测机制，实现对强降水、龙卷、雷暴大风、冰雹等强对流天气的精细化、快速化、自适应探测，实现对中小尺度天气的全方位扫描和追踪预警，充分发挥天气雷达在短临天气监测预警方面的“大国重器”作用。

5) 面向用户

主要面向的对象包括气象业务部门、雷达生产厂家以及专项科研人员。气象业务部门用户主要包括参与协同观测的 S/C/X 波段天气雷达以及参与本项工作的气象雷达操作、测报、应用和站网管理人员。

(2) 雷达观测数据质量控制和融合处理

着力提升多波段天气雷达观测数据融合应用能力和气象保障水平，以 X 波段雷达作为新一代天气雷达网的有效补充，在云和降水的遥感探测、短时天气预报以及冰雹、暴雨等灾害性天气预警和人工影响天气方面有着巨大的应用潜力，为小区域内强对流天气的有效捕捉、精细分析和及时预警提供了强有力的基础条件。

1) 业务对象

雷达观测数据质量控制和融合处理的业务对象主要是天气雷达多普勒和偏振数据产品、数据传输、数据分析、数据质量控制的多种技术方法、雷达数据组网融合以及数据存储等。

2) 业务流程

通过干扰抑制、地物抑制、杂波滤除、衰减订正等手段，对单部雷达进行初步数据质控处理；完成数据汇总后，通过比对处理和坐标转换方法，进行多部雷达数据进一步质控和组网产品融合。

3) 业务规则

在最大限度保障雷达探测数据真实性的前提下，完成数据质控，提高天气雷达，特别是 X 波段天气雷达数据可信度；数据融合应以时空范围内实际探测值为主、插值方式为辅，S/C 波段雷达为主、X 波

段雷达为辅，以期实现对天气过程更全面、更准确、更连续的综合观测。

4) 业务要求

提升省内多波段天气雷达数据质量，进一步生成区域性甚至覆盖省域的融合产品，用以实现天气雷达协同观测由单纯的多部设备联动到数据交互融合的转变。

5) 面向用户

气象雷达观测管理及业务人员、专项科研工作人员、相关厂家技术人员和公众。

(3) 强对流天气监测识别预警

多年短临预报实践表明，发生在安徽省的、能够造成重大损失的灾害主要是由极端大风引起的。极端大风能够造成树木、建筑物损毁，破坏力极大。另外短时强降水和冰雹也会造成城市积涝、山洪、农田腌渍、农作物损毁等灾害。因此强对流监测识别及预警需要将极端大风、短时强降水及冰雹作为主要的监测对象，开发相应的自动识别模块。有了强对流天气自动监测模块，可以实现多种灾害性天气的自动监测，这将有助于提高短时临近预报的业务技术水平。

1) 业务对象

强对流天气监测识别预警的业务对象包括体制机制雷达数据基数据和产品、雷达数据汇聚、对流天气智能客观识别、对流的强度、对流移动路径、强对流移动速度、预警信息生成及传输。

2) 业务流程

强天气监测预警识别模块自动快速获取各类雷达基础数据和产品数据，经过必要的快速质控后，在气象大数据云平台算法中台实时计算，在雷电数据入库后，强对流识别模型自行快速识别，将输出的强对流识别产品存入气象大数据云平台产品库，并建立索引，同时将索引发布到业务消息中心，供外部应用快速接入。

3) 业务规则

各种体制机制雷达产品第一时间进入气象大数据云平台，强对流天气监测预警算法需要能实时感知产品入库消息，并能快速检索最近时次的相关雷达数据，识别算法运行后，如果没有识别到强对流天气，应该输出无强对流标识，如果发生错误应该对接气象大数据云平台输出 EI 和 DI 消息，便于监控。如果识别到强对流应输出产品信息至业务消息中心。

4) 业务要求

输出的产品应能第一时间被其他应用感知到，识别的产品准确率应高于当前业务识别算法和中国气象局提供的基础产品，算法应能 7*24 小时运行，可靠性大于 99.999%。

5) 面向用户

面向用户主要为省市级预报预警业务人员和县级综合岗气象业务人员以及雷达厂家技术人员。

(4) 组网天气雷达终端应用

组网天气雷达布网密集，能够有效提高强对流天气的监测能力，但天气雷达网实时生成海量数据只有及时到达用户终端才能真正发

挥效益。目前气象部门使用的雷达终端分析软件由敏视达公司提供，主要兼容 CINRAD 雷达产品。组网雷达中雷达型号不一致，产品格式互不兼容，这给用户分析雷达数据造成困扰。目前业务上缺乏一款能够兼容各种天气雷达探测数据的终端软件，因此开发兼容各种组网天气雷达数据的终端软件是十分必要的。

1) 业务对象

组网天气雷达终端应用的业务对象包括体制机制雷达数据基数据和产品、雷达数据汇聚、雷达产品的展示、雷达数据的交互分析、雷达监测报警。

2) 业务流程

多波段多体制雷达产品以及强对流监测预警识别产品汇聚到气象大数据云平台后，雷达终端应用获取产品索引，用户点击产品索引即可实时展示任何产品，对于三维产品和多层次的产品，用户还可通过交互的方式进行剖面展示。

3) 业务规则

各种体制机制雷达产品第一时间进入气象大数据云平台，数据应是标准格式的产品，支持历史数据回溯功能，支持提取空间的地理信息，分析记录。

4) 业务要求

输出的产品应能第一时间被其他应用感知到。为了提高可扩展性，雷达终端应采用插件式开发，支持同时打开多种数据，支持四分屏、支持协同控制模块或接口接入，方便预报人员对协同进行干预。

5) 面向用户

面向用户主要为省级首席气象预报员、省市级预报预警业务人员和县级综合岗气象业务人员以及雷达厂家技术人员。

(5) 边界层观测和算法产品

量子气象雷达实现了对边界层风速、风向、湍流、散度、涡度和垂直速度等边界层关键动力参数的探测。而这些均是天气过程演变的重要驱动因子，实现这些边界层参数的高时空分辨率和高精度探测是实现中小尺度天气过程精准预报的基础。雷达卫星数据对短临预报的同化对短临预报系统预报的准确性至关重要，亟需建立雷达，卫星数据同化系统提升短临预报预警准确率。

1) 业务对象

边界层观测和算法产品的业务对象包括量子雷达产品、量子雷达产品的展示、雷达产品同化、卫星产品同化、短临预报系统建立。

2) 业务流程

收集量子雷达、常规气象雷达以及气象卫星数据，建立实时同化业务系统，输出可提供短临预报模式的同化产品，并通过检验评估过程提出短临系统改进方案和提出同化系统优化方案。

3) 业务规则

在雷达同化系统应用之前要开展敏感性试验，确保同化进预报系统的数据对预报有一定的改进。

4) 业务要求

输出的短临预报准确率和灾害性天气预报准确率较现行模式有

一定的提高，并对运行效率有一定要求，如需在 30 分钟内输出逐小时临近预报的产品。

5) 面向用户

面向用户主要为短临预报模式开发人员、省级首席气象预报员、省市级预报预警业务人员、县级综合岗气象业务人员以及雷达厂家技术人员。

2.1.1.4 智能网格预报能力建设

2.1.1.4.1 智能网格预报协同制作

智能网格预报协同制作是目前气象预报领域的核心业务之一。安徽省气象台已经在这方面取得了一些进展，先后建设了包括“安徽省市县预报预警一体化平台”和“智能网格预报编辑系统”在内的多个业务系统。这些系统为我们提供了从 0 到 240 小时的智能网格预报产品，一定程度上为广大用户提供了较为准确、长效的气象信息。

然而，随着社会经济的快速发展和城市化进程的加速，公众对于气象预报的精细化和实时化需求日益增强。特别是在近年的一些极端气候事件，如郑州的“720”暴雨事件后，各级政府都对气象服务的质量和准确性提出了更高的要求。为了满足这些需求，我们需要进一步加强技术研发和系统升级。

在当前大数据和人工智能技术的快速发展背景下，中国气象局对智能网格预报业务的标准和要求也在不断提高。我们需要与时俱进，根据中国气象局的建设指导方针，对现有的业务系统及其支撑环境进行持续的优化和改造，进一步提高智能网格预报产品的精细程度和预

报准确率，并为本省未来 3-5 年的智能网格预报业务需求提供坚实的技术支持。

在短时临近预报技术方面。近年来随着气象观测业务的快速发展，新型观测设备（双偏振雷达、风廓线雷达等）、高分辨率观测资料的投入使用，可为灾害性天气监测预警提供更准确、及时信息，从而更好地对突发性、局地性的灾害天气进行预警。同时，最新预警（信号）应快速、及时、准确地发送到各相关部门和责任人。

（1）业务对象

本模块业务对象包括网格预报数据解码、网格预报结构化存储、网格预报快速获取、网格预报背景场生成算法研发、网格预报数据主客观融合、网格预报多要素协同（要素和要素之间协同）、网格预报保存、网格预报显示、网格预报导出站点预报、地市级站点预报订正、站点网格融合、网格预报业务流程监控等。

（2）业务流程

每次网格预报业务流程启动时，中央气象台和省气象台均会基于多种方法生成一份或多份未来 10 天的网格预报背景场数据，该数据会被实时采集至网格预报气象大数据云平台 NoSQL 数据库中，省级网格预报编辑平台通过主客观融合的方式进行订正，订正后，市级预报员可在此基础上利用市级预报订正平台对网格预报进行再次编辑（或对站点预报进行编辑，协同到网格）。编辑完成后，省级预报员和首席预报员可对预报进行再次把关，并在规定时间内发布至中国气象局智能网格预报数据库和本省智能网格预报数据库中，供全国应用。

（3）业务规则

起报时间按照 3+N 次执行。3 次时间分别为：6:30, 10:30 和 16:30, N 为预报随时订正随时上传。省级完成订正后，应发送业务消息。

（4）业务要求

我省网格预报空间分辨率不低于 $0.025^{\circ} * 0.025^{\circ}$ ，上传中国气象局网格预报产品不低于 $0.05^{\circ} * 0.05^{\circ}$ ，预报的要素包括但不限于降水、温度、U 风速、V 风速、相对湿度、能见度、最低气温、最高气温、降水相态、天气现象，预报时间分辨率不低于 3 小时。

（5）面向用户

面向用户主要为网格预报产品开发人员、省级首席气象预报员、省市级预报预警业务人员。

2.1.1.4.2 预报预警质量检验评估

监测精密、预报精准、服务精细是实现高质量气象现代化的核心任务，构建“智能数字”气象预报新业态是实现精准预报的必要途径，而预报检验评估工作作为实现“智能数字”气象预报的关键落脚点，对预报服务进行评估订正和应用反馈，为进一步完成预报精准任务提供辅助，其重要性愈发显现。

现阶段的高分辨率数值预报模式在气象监测和天气预报中发挥着越来越重要的作用，优势也不断体现，但更精细、更全面的公里尺度模式预报预警评估方法滞后于模式系统的发展。在传统检验评估方法的基础上，多维度的空间检验评估方法也急需建立并融入预报预警

质量检验评估系统中，并从累计降水量的评估逐步向降水发展演变过程的评估转变，重点面向可用时效在 24 小时内的短临预报预警和无缝隙精细化气象预报业务需求，加快推进智能网格预报业务的发展。

（1）业务对象

本模块业务对象包括各类主客观预报（包括智能网格预报、各种数值预报以及短临预报）和预警信号数据的获取，实况的实时获取，检验规则的制定和解析、检验结果的存储、检验结果的统计、检验结果的展示、检验报告的生成和导出和上报中国气象局。

（2）业务流程

每日自动收集各类预报预警信号，对其进行逐项实时检验评分、评分结果实时存储于气象大数据云平台。每月利用质控后的实况数据进行再次检验，以提高检验正确性。每月底、每年底手动或自动生成成绩报表。

（3）业务规则

预警信号检验要求提供正确样本数、空报样本数、漏报样本数、预警准确率、虚警率、命中率、总的时间提前量以及 T1、T2、T3 等参数，检验的预警信号类型应包括但不限于暴雨、强对流、大风、大雾预警信号。网格类的短临预报和短期预报，应提供晴雨雪、小雨、中雨、大雨、暴雨、大暴雨、特大暴雨、暴雨及以上等量级的正确样本数、空报样本数、漏报样本数以及 TS、ETS、BIAS 等。对于降水气温类的预报应提供各量级 MAE、MSE 等误差。温度和降水需要开展逐 3 小时、12 小时和 24 小时检验。

（4）业务要求

要求进行检验的实况数据准确性大于 99.99%，检验结果的准确性大于 99.99%。逐日输出前一日的预报预警检验结果，月底 10 日前提供上月检验报表，12 月 10 日前提供 1-11 月检验报表，每年 1 月 10 日前提供前一年各縣市预报检验成绩。

（5）面向用户

面向用户主要为省、市、县预报预警业务人员以及预报业务管理人员。

2.1.1.4.3 灾害性天气过程复盘分析

近年来，我省灾害性天气气候事件多发频发、灾害影响极大。建立灾害性天气个例库，对重大的灾害性天气过程进行深入分析，是加深对天气气候过程理解认识、完善预报算法技术的重要方式，能够不断提升气象预报科技内涵和灾害性天气精准预报预警能力。

缺乏完整的灾害性天气过程历史资料和便捷的分析工具是现阶段制约我省重大天气过程复盘和客观预报技术研发的重要因素。主要存在五方面的问题：一是对灾害性天气过程的判识能力和针对过程量的历史数据不足：灾害性过程基本依靠人工研判，缺乏统一客观的系统支撑；现有的数据库多是以单一时间点的资料为数据单元，缺乏灾害性天气起止时间、影响范围、累积雨量等过程量；二是受以往系统承载力和数据存储能力限制，高频更新的观测资料和预报数据难以长久保存；三是对双偏振雷达、风雨四号卫星等新资料的综合分析能力不足；四是缺乏便捷的工具对历史数据进行可视化处理：数据种类繁多

杂，预报员往往花费大量时间精力解码数据、统计作图，重复劳动多，效率低下；五是尚未针对不同类型灾害性天气，建立个性化的物理参量、环流形势等预报着眼点的分析工具，人工智能等客观预报技术缺乏物理机制的支撑。

为了解决以上问题，急需针对极端性强、预报偏差大的灾害性天气建立重大灾害性天气过程分析系统，为重大灾害性天气过程的复盘和相关客观预报技术的研发提供完整全面的灾害性天气个例库和便捷的综合分析工具，以提高对灾害性天气过程发生发展规律的认识和预报能力，提升预报预警的精准度。此外重大灾害性天气过程分析系统还可为水库气象服务、山洪和地质灾害、城市内涝、决策服务、检验评估提供分类灾害性过程的历史数据，是相关客观预报产品研发必需的前期基础。

（1）业务对象

本模块业务对象包括各种灾害性天气个例的收集整理、灾害性天气过程的分析和存储、灾害性天气复盘的图表绘制。

（2）业务流程

当遇到灾害性天气时，管理人员启动数据收集，模块按照规则收集资料，并存放在专题库中，当数据收集完毕后，模块自动分析，提供必需的各类统计信息和图表。提供用户导出个例数据功能。

（3）业务规则

灾害性天气个例的灾害种类和时间由管理人员事先设定，模块从气象大数据云平台收集预先设定的各类数据。

（4）业务要求

数据收集及时率大于 99.9%，入专题库数据应提供实时查看页面，可手动补录相关数据，应建立个性化的物理参量、环流形势等预报着眼点的分析工具。

（5）面向用户

面向用户主要为省、市、县预报预警业务人员以及预报业务管理人员。

2.1.1.5 多模式气候预测能力建设

气候预测对于防灾减灾的前瞻性作用已经得到了越来越多的认识，各行各业对于预测的需求日益增长，因此目前省级气候预测业务的服务对象越来越广，气候预测服务的内容、形式也在不断地丰富和多样化。为了满足不断增长的服务需求和技术发展的需要，预测业务和技术也在快速发展，每年不断有新的业务加入，如近年加入的强降水、强降温过程和高温过程预测业务、本地特色农业关键期及农业气象灾害预测业务以及后续要加入气候年景预测业务。随着监测、诊断技术和模式预测水平的快速发展，预测业务的技术深入也需不断加强，对新业务的技术研发还需不断升级。然而，目前对于气象灾害发生机理和重要天气过程发生规律的认识还需加强，技术大数据的气候预测数据处理技术尚需完善，基于多模式数据的可预报性研究和解释应用方法缺乏，基于气候模式大数据和机器学习的智能化预测技术尚未业务应用，本地化的区域气候模式及产品适用技术缺乏，本地化特色化气候预测业务内容还需拓展，气候预测检验评估方法尚需完善。为了

满足不断增长的服务需求和技术发展的需要，仍需要大力提高预测业务系统的技术支撑能力，以不断提升工作效率和业务水平，使得安徽气候业务能够更上一个台阶，满足日益快速增长的气候预测服务需求。

（1）业务对象

月、季尺度气温、降水趋势；次季节尺度强降水、强降温 and 高温过程；梅雨、关键农时农事、农业气象灾害。

（2）业务流程

以省级气象大数据云平台（“天擎”）为基础，基于 EC、CFSv2、CSM、JMA 国内外主要气候预测业务模式和 S2S 多模式数据产品，对国内外主流业务气候模式进行预测检验评估；基于全球多源外强迫、大气再分析资料和本地气象观测数据，构建洪涝、干旱、连阴雨、高温、寒露风和低温雨雪等气象灾害发生发展规律的物理诊断模型，建立下垫面、大气环流季节内变率对次季节强降水、强降温等重要天气过程的影响机制概念模型；基于历史环流再分析数据和气候模式产品大数据集，构建环流相似年智能匹配模型；基于全球气候模式数据（CMA-CPSv3 或 CFSv2），选取主流区域数值模式，搭建江淮区域（覆盖安徽省及淮河流域）气候模式动力降尺度系统；研发多模式相似年集合预测算法、多模式等权重集成预测算法和多模式超级集成预测算法；研发月、季气候预测和延伸期强降水、强降温和高温过程预测检验技术，构建延伸期-月-季气候预测全流程检验业务链条。

（3）业务规则

以气象行业标准体系为基础，开展我省气候业务数字化转型工作。

配套业务需求制定气候预测业务标准规范和业务规则，开展月、季气候预测和延伸期强降水、强降温和高温过程预测，梅雨、关键农时农事、农业气象灾害预测业务。

（4）业务要求

提升我省气候预测能力和水平，进一步提高预测业务系统的技术支撑能力，以不断提升工作效率和业务水平，使得安徽气候业务能够更上一个台阶，满足日益快速增长的气候预测服务需求。

（5）面向用户

气象预报和服务业务人员，以及气象科研工作人员、相关技术人员和公众。

2.1.2 天气为农事

面向农业防灾减灾气象服务需求，构建天气为农事模块，形成气象助力农业科学抗灾田管保障能力。该模块涉及针对主要作物的农业气象监测、农业气象灾害监测预报和风险预警、农业气象资源分析、农用天气预报、作物产量预报以及遥感监测等业务功能需求，应面向各业务技术人员提供多源农业与气象数据汇集、农业气象关键技术集成应用及数据型产品的生产、农业气象服务产品的制作和发布等业务流程，最终面向农业经营主体、涉农部门和组织、农技人员等用户提供针对性农业气象服务。

（1）业务对象

该模块涉及水稻、小麦、油菜等主要作物耕、种、管、收全过程的气象为农服务有关的对象与内容：

农业气象监测服务：面向农业经营主体位置的天气预报预警服务，及按作物生育期的农业气象条件分析。

农业气象灾害风险预警服务：针对小麦、水稻等主要作物，实现农业干旱、涝渍、春霜冻害等主要农业气象灾害，及小麦赤霉病、小麦蚜虫、水稻稻瘟病等重大病虫害的气象风险评估与预报预警服务。

农用天气预报服务：从气象条件对播种、收获、灌溉、喷药等关键农时农事影响角度，实现关键农时农事气象适宜度分析与相关信息服务。

农情遥感监测服务。应用多源卫星遥感数据，实现主要作物种植分布及面积信息提取、苗情长势监测、关键生育期识别、作物旱涝灾害动态监测服务。

农业气候资源分析与应对气候变化服务。可对实现主要作物的光、温、水气候资源和气候适宜度的统计分析，可为主要作物种植气候适宜性区划、农业气象灾害风险区划产品提供技术支撑。

作物产量气象模拟评估：从光温水等农业气象条件对作物生长发育及产量形成的利弊影响，对作物产量的丰歉趋势进行动态预测，提供作物产量评估预报服务。

（2）业务流程

多源农情气象数据汇集。从涉农部门多源数据共享和融合应用需求出发，构建统一农业气象专题数据规范和数据系统，实现气象部门气象监测预报、农业气象观测、卫星遥感等数据和农业、农村有关部门的农业观测调查、统计数据的规范化汇集。

农业气象服务关键技术集成。面向农业防灾减灾气象保障服务需求，以精细化实况预报数据为输入，集成农业气候资源分析、农业气象灾害风险预警及农情遥感等气象为农服务关键技术，形成农业气象影响分析与智能诊断评估中间型数据产品支撑能力，为农业生产过程的农业气候资源高效利用、农业气象灾害的科学防控提供技术支撑。

农业气象服务产品智能化生产与加工。通过农业气象服务关键技术输出的农业气象数据产品、农情实况、农业知识库等数据与农业气象智能诊断、GIS 空间分析等技术的融合应用，实现针对性农业气象服务产品智能化生产加工。分用户、分场景进行智慧农业气象服务终端研发。分别研发面向乡镇、涉农部门、代种代管组织、农业生产“大托管”组织等农业生产管理场景的智慧农业气象辅助决策服务子系统，形成针对性、订阅式农业气象服务支撑能力。通过对新型农业经营主体进行用户画像分析，提升农业气象服务信息精准推送能力。

（3）面向用户

该模块集数据汇集、数据处理分析、产品制作和加工、服务信息发布与推送于一体。用户既包括气象部门的市、县级业务技术人员，也包括新型农业经营主体、涉农部门、组织和农技人员。

业务技术人员：通过该平台实现农业气象数据汇集和融合应用、主要作物气象服务关键技术集成和数据产品生成，同时可利用该模块制作、加工、发布农业气象专题服务产品。

新型农业经营主体、农技人员、涉农部门和组织等：通过该模块的插件式服务接口，获取农用天气预报、农业气象灾害风险预警等气

象为农服务信息，助力其科学抗灾田管。

2.1.3 流域气象

2.1.3.1 水库气象服务综合业务平台

安徽省水库湖泊众多，其中大别山区和皖南山区多中大型水库，如大别山区有梅山水库、响洪甸水库、佛子岭水库等大型；皖南山区有陈村水库、月潭水库、港口湾水库等。水库的作用既可以起到防洪作用，同时也是农业灌溉、人民生活用户的重要来源，此外，也对改善生态环境起到了重要作用，合理有效的利用水资源，不仅可以提升防汛抗旱气象服务能力，同时也可以更好的为经济生活生产服务。目前，我省并未建设面向重点水库的流域气象业务系统，但地方政府及水利部门对于重点水库气象精细化服务有着强烈的需求，需针对部门需求，结合自身能力，开展重点水库气象预报的技术研究和气象服务业务系统的建设。

（1）业务对象

本模块涉及的业务对象包括水库流域边界的划分、面雨量的计算、水库面雨量的监测与预警、水库面雨量预报模型的建立、水库气象服务产品制作与发布、面雨量的预报与检验评估。

（2）业务流程

水库气象服务综合业务平台具备水库流域边界提取、区划和后处理能力，支持面雨量实时计算、多模式面雨量预报计算、面雨量数据分析，并基于统一地理信息服务提供实况站点雨量、面雨量、雷达图、

卫星云图、土壤墒情等数据综合显示。具备面雨量、雨量格点订正和出图功能，支持各类主客观预报和面雨量预报检验，可支持水库气象服务周报、水库气象服务专报在线制作并智能归档。

业务人员通过水库气象服务综合业务平台实现对重点水库的面雨量实况监测、多模式面雨量预报查询及订正、主客观面雨量检验、水库气象服务产品制作及快捷共享等多种功能。

（3）业务规则

业务平台数据主要依托气象大数据平台，并在后台自动处理生成水库专业数据，业务人员根据需要通过业务平台对实况、预报及服务产品等进行操作、查询和制作，特别是在重要天气过程的气象服务中，业务平台可提供及时有效的水库数据。

（4）业务要求

业务平台通过后台数据自动处理，平台前端预报预警提示，完成对重点水库的面雨量实况监测、预报预警、多模式面雨量预报查询及订正、主客观面雨量检验、水库气象服务产品制作及快捷共享，充分发挥气象服务在水库调度和防汛抗洪等方面的作用。

（5）面向用户

水库气象服务管理及业务人员、专项科研工作人员。

2.1.3.2 山洪气象风险预警平台

安徽省时有山洪发生、威胁着人们的生命财产安全，山洪灾害多是由降水引起，因而安徽省气象局联合安徽省水利厅开展了山洪风险灾害预警业务，提供最新降水实况和降水预报，并联合发布相关预警。

但目前我省气象部门仍未建立专业的山洪气象风险预警平台，部门间的联动仍处于半自动状态，部门数据仍以非结构化方式传输，手动制作、人工邮件传递，部门业务系统互不相容，常需要切换系统发送相关预警。存在山洪气象风险预警准确率不高、业务智能化程度低、精细化不足、气象风险预报预警系统多部门联动支撑能力不足等核心问题。难以实现气象预报预警与水利、应急等部门业务的深度融合发展。

（1）业务对象

本模块涉及的业务对象包括：山洪沟边界的信息的提取、山洪沟面雨量的计算、山洪沟面雨量和极端雨量的监测、山洪气象风险预警模型的建立、山洪气象风险预警服务材料的制作与发布等。

（2）业务流程

山洪灾害风险预警平台具备实况监测报警功能，并实现根据实况降水、降水量预报融合生成山洪灾害风险预报产品；实现人机交互修正，并满足产品一键发布和共享；同时平台可实现实况和预报产品显示多样性和产品保存多样性功能，提供产品定时保存、主动备份等功能并智能归档；预留灾情上报和审核功能。

（3）业务规则

业务平台数据主要依托气象大数据平台，并在后台自动处理生成山洪灾害风险专业数据。业务人员根据需要通过业务平台对实况、预报及服务产品等进行操作、查询和制作，特别是在重要天气过程的气象服务中，业务平台可提供及时有效的山洪灾害风险数据。

（4）业务要求

业务平台通过后台数据自动处理，平台前端预报预警提示，完成对全省雨量实况监测、预报预警、多模式面雨量预报查询及订正、主客观面雨量检验、山洪灾害产品制作及一键发布，充分发挥气象服务在山洪灾害预防预警等方面的作用。

（5）面向用户

安徽省内参与山洪灾害服务以及参与本项工作的管理、业务和科研工作人员。

2.1.4 决策气象

为积极应对各类灾害性天气，按照“党委领导、政府主导、部门联动、社会参与”的气象防灾减灾体系，多部门有效联防联控的工作机制逐步完善。在实际业务中，应急、水利、自然资源等部门对气象预报预警和各类图文产品的需求不断增长。目前安徽省决策气象服务存在信息单薄，精细化程度不高，针对性不强，智能化程度不高，缺乏有效的科技支撑等问题。因此，在智能网格产品体系基础上，需开发更多定制化且实时更新的决策服务产品，针对消防应急救援、地质灾害风险等专业领域，强化防灾减灾应急联动的气象保障支撑作用。

2.1.4.1 气象灾害影响预测评估与风险管理

气象灾害预测能力仍需完善。对于气象灾害发生机理和重要天气过程发生规律的认识不足，基于大数据的气候预测数据处理技术尚需完善，基于多模式数据的可预报性研究和解释应用方法缺乏，基于气候模式大数据和机器学习的智能化预测技术尚未应用，本地化的区域气候模式及产品适用技术缺乏，本地化特色化气候预测业务内容还需

拓展，气候预测检验评估方法尚需完善。

气象灾害风险预估能力不足。气象灾害风险预估是一项全新业务，气象灾害风险普查成果在风险预估业务中的应用尚处于探索阶段，初步建立了分别从实况观测和预报预测，结合承灾体资料，到风险预估的业务链条。目前，灾害风险预估与实时业务相互衔接仍存在难点和堵点，技术支撑、业务流程、产品内容尚不完善，集“气候监测→灾前识别→风险预估→决策服务→灾后验证”为一体的风险预估业务体系和业务平台尚未建立；风险预估产品形式针对性不强、产品生成自动化程度不高。

（1）业务对象

本模块涉及的业务对象包括：暴雨、台风、干旱、高温、冰冻、春霜冻等各类气象灾害天气的强度指数计算、灾害危险性分析与计算、灾害风险预估、灾害影响及损失模型算法，以及各类图形和服务产品加工制作展示和发布等。

（2）业务流程

每日早 8 点，结合未来 10 天智能网格逐日预报和 S2S 延伸期模式逐日预测数据，实现多灾种、多时间尺度、精细到格点灾害风险预估，并形成包括实况监测、风险预估及影响、重点关注与建议等内容的决策服务产品。然后通过本模块进行加工处理，通过发布中台对外发布和服务。

（3）业务规则

风险预估产品内容包括气象灾害风险预估图、主要气象灾害影响

预估表（主要气象灾害，综合影响和可能造成的灾情，防灾减灾的策略建议等）两部分。**风险分级：**依据气象灾害风险指数，参考灾害损失特征，采用自然断点法、百分位数法或自定义等方法，将风险划分为三个等级，分别对应低风险、中风险、高风险。**风险制图：**气象灾害风险的低风险、中风险、高风险 3 个等级，分别用黄、橙、红三种颜色标示。

（4）业务要求

每日启动业务流程，整个流程不超过 2 小时。生成的产品服务业务规范。

（5）面向用户

本模块主要面向气候评价人员、气候预测和评价领班和首席，以及业务管理人员，产品发布至政府决策部门。

2.1.4.2 地质灾害气象风险预警

现阶段安徽省气象局联合安徽省自然资源厅，开展了地质灾害风险预警等业务，提供最新降水实况和降水预报产品，并联合发布相关预警。但风险预警产品仍较粗放，精细化程度不高，部门间联系仍需要手动绘图，人工发送邮件，切换系统发送相关预警等步骤，地质灾害风险预警业务智能化、精细化不足；气象风险预报预警系统多部门联动支撑能力不足，难以实现气象预报预警与自然资源部门业务的深度融合，部门融合发展亟待加强。

（1）业务对象

地质灾害气象风险预警业务对象包括：风险普查数据的分析与展

示、地质灾害点气象要素监测、地质灾害气象风险预警模型建立、地质灾害点气象要素查询展示、地质灾害产品制作与发布、灾情收集。

（2）业务流程

根据前期风险普查数据，制定地质灾害隐患点和气象风险预警模型；统计并显示前期雨量，显示最大雨强；对接智能网格预报数据，显示最新降水预报；显示各隐患点的气象风险时间序列产品和不同时段气象风险产品；实现常规产品自动生成和一键发布功能；业务流程全流程监控，实现灾情收集功能，预留灾情上报和审核功能。

（3）业务规则

业务平台数据主要依托气象大数据平台，并在后台自动处理生成山洪灾害风险专业数据。业务人员根据需要通过业务平台对实况、预报及服务产品等进行操作、查询和制作，特别是在重要天气过程的气象服务中，业务平台可提供及时有效的山洪灾害风险数据。

（4）业务要求

业务平台通过后台数据自动处理，平台前端预报预警提示，完成对全省雨量实况监测、预报预警、多模式面雨量预报查询及订正、主客观面雨量检验、地质灾害气象风险预警产品制作及一键发布，充分发挥气象服务在地质灾害预防预警等方面的作用。

（5）面向用户

安徽省内参与地质灾害气象风险预警服务以及参与本项工作的管理、业务和科研工作人员。

2.1.4.3 消防应急救援气象服务

“全灾种”“大应急”的应急救援队伍转型对消防应急救援工作的专业化、科学化、信息化提出了更高的要求，特别是在气候变化的大背景下，极端气象灾害事件发生的概率在不断的增加，针对恶劣天气的灾害应急救援任务需要更加细化的气象保障服务作支撑。但当前尚未开展对消防应急救援气象保障服务的系统梳理，缺乏针对性的服务产品，缺乏专业化的信息化平台支撑，难以有效发挥气象服务在消防应急救援中的价值。建立消防救援气象服务系统，面向我省消防部门的应急救援、物资调配、救援力量部署等场景提供气象服务，增加气象服务有效供给，提升气象保障服务能力。

（1）业务对象

消防应急救援气象服务的业务对象为消防作业场景的气象要素实况监测、作业气象条件预报、气象灾害风险预估、城市火险气象等级预报等产品输出模型，包括模型数据配置、模型调用、模型运行监控、模型输出设置等。

（2）业务流程

首先基于气象大数据平台，获取消防应急救援服务所需的气象数据，然后利用专业气象服务的模型和算法，实现面向消防应急救援力量部署、抢险资源调度、应急救援作业等应用场景的产品加工制作，最终向用户提供数据服务。

（3）业务规则

气象业务人员基于系统模块实现对消防救援气象数据的采集、产

品的加工、产品的发布，当数据、网络等环节出现异常，向业务人员提供告警提示。行业用户可查询、浏览、下载服务产品。

（4）业务要求

搭建消防应急救援气象服务模块，实现气象与行业数据的融合利用，最大化实现产品加工发布的流程化管理、产品制作的自动化实现及全流程的监控管理。实现基于算法管理基础上的模块升级和产品升级。

（5）面向用户

系统管理员：系统运营维护人员，进行用户管理、权限管理、角色权限分配、数据集配置等。

业务人员：消防应急救援气象服务业务人员，进行服务产品的加工、制作、发布

行业用户：消防应急救援管理、指挥人员，进行服务产品的查询、检索、获取。

2.1.4.4 重大活动气象保障

随着安徽经济社会的快速发展和国际地位的不断提升，我省举办或承办的国际性、全国性经济、文化等重大活动日益增多，作为各项重大活动组织实施和运行体系中不可或缺的重要内容，气象服务在其中的保障作用愈发凸显，而每次重大活动的举办也对气象保障服务提出了越来越高的要求，气象服务产品也必须由粗到精，不断满足重大活动定时、定点、定量、越来越精细的需求。

（1）业务对象

重大活动气象保障的业务对象为活动方案定制模块、立体观测监测报警模块、气象灾害预报预警模块、气象保障产品制作模块、应急联动模块、实时一体化气象服务保障平台等功能模块以及重大活动保障移动端。

（2）业务流程

首先根据重大活动保障的具体需求，定制个性化的气象服务方案，基于气象大数据平台，获取重大活动气象保障服务所需的气象数据，然后利用专业气象服务的模型和算法，实现面向重大活动筹备、设施搭建、彩排、演练到正式活动各环节的气象产品加工制作，最终向用户提供数据服务。

（3）业务规则

气象业务人员基于系统模块实现对重大活动气象服务数据的采集、产品的加工、产品的发布，当数据、网络等环节出现异常，向业务人员提供告警提示。决策用户可查询、浏览、下载服务产品。现场观众可通过 APP 实现查询、浏览，并获得推送的预警信息和防御建议。

（4）业务要求

搭建重大活动气象保障模块，实现气象数据的定制化处理，最大化实现定制产品加工发布的流程化管理、产品制作的自动化及靶向发布。

（5）面向用户

系统管理员：系统运营维护人员，进行用户管理、权限管理、角色权限分配、数据集配置等。

业务人员：重大活动气象保障业务人员，进行重大活动气象保障需求的调研、服务模块的个性化定制、服务产品的加工、制作、发布

决策用户：重大活动的组织人员，提供活动各阶段的活动需求，进行服务产品的查询、检索、获取。

现场观众：参加重大活动的观众，通过 APP 进行现场天气的查询，并获得推送的预警信息和防御建议。

2.1.4.5 电话叫应和 5G 发布能力建设

目前的预警信息的主要传播渠道无论是短信、微信、微博，均是以文字的形式传播，需要用户主动点击查看，在夜间、会议、驾驶等特殊场景下，预警信息的触达率不高，且对中老年等视障群体，存在阅读障碍，极大程度上影响了预警信息针对特殊场景及特殊人群传播的时效性。建立面向全省公众的 12379 电话叫应分系统，实现省市县及向基层延伸的多级应用，面向人群提供预警电话自动精准外呼服务，支持同时拨打 500 个电话号码，并能支持语音热线服务、预警传真服务等。

为形成更广的预警信息核心发布能力，预警发布辅助渠道作为 12379 短信、语音外呼等主要传播渠道的补充手段，使预警信息发布实现全手段、全范围的覆盖，运用 5G 消息发布等新技术全面提升我省预警信息发布渠道的传播覆盖面与发布速度。

（1）业务对象

本系统业务对象为安徽省气象局各级预警发布单位的决策气象服务产品，包括各类气象预警信息、地质灾害风险预警等。

（2）业务流程

本项目系统接收来自省突发事件预警信息发布系统等前端应用传输的预警信息和发布对象等数据，向其提供指定的目标群体进行12379电话外呼、5G消息等方式发布信息，同时提供发布结果的反馈数据。

（3）业务规则

“12379”是中国气象局在国家通信管理部申请并备案的预警信息发布专用号码，因此通过本系统发布的信息必须为预警信息。

（4）业务要求

实现省市县三级应用。12379电话叫应提供预警电话自动精准外呼服务，并能支持自动语音、传真、外呼的预警信息发布方式，不同方式对应的发布载体和发布方式不同；5G消息预警信息发布基于RCS富媒体消息模式，围绕定制化的信息推送和智能化的人机交互两条主线，打造形式更加丰富的预警信息服务模式，实现预警和天气信息的精准化推送、融媒体展示、智慧化服务。

（5）面向用户

系统管理员：主要为系统运营维护，包括用户管理、权限管理、角色权限分配、数据集配置等。

业务人员：业务人员分为业务管理用户、业务发布用户。业务管理用户负责预警信息在平台的策略配置、审核、签发等管理权限，业务发布用户负责预警信息的制作和具体发布工作。

运维人员：负责平台的运营维护、包括常规的系统巡检、故障处

置、系统漏洞修复等。

2.1.5 生活气象

生活气象是与公众日常生活密切相关的公众气象服务。是公共气象的重要组成部分。随着科技的发展和人们对气象服务的需求不断提高，公众对气象服务需求愈发旺盛，而现有的公众气象业务系统由于技术落后、设备老旧，不能满足社会公众高品质生活对气象服务个性化、精细化、多元化需求，需要大力促进气象服务数字化和智能化，建设省市气象融媒体制作发布系统、高清影视节目超融合制作系统、公众气象服务产品集成与服务定制系统、城市内涝气象风险预警系统、大城市气象保障服务系统和气象服务满意度调查，不断提高生活气象服务能力。

气象融媒体服务向公众提供更加精准、便捷、多样化的气象信息服务，是生活气象服务的主要体现。系统基于省市县三级联动的气象融媒体服务产品制作和发布，为公众提供高效、便捷的天气预报、突发气象灾害预警服务、重要天气事件专题深度报道和专家解读、多元化气象服务产品发布、气象科普宣传等服务主题策划、制作和发布。系统支持各类网络新媒体平台气象图文和短视频产品的制作，业务涵盖生活气象服务主题策划、信息采集、视频编辑、产品发布、效益评价、互动反馈等环节，形成业务生产的闭环。省市气象融媒体一体化制作系统为生活气象场景的内部支撑系统，服务社会公众、政府部门，使用用户为气象部门省市县从事公众气象服务的工作人员，设管理员权限和首席策划和普通编辑制作人员权限。

高清影视节目超融合制作系统充分考虑我省的气象影视传统制作系统功能单一、硬件老旧，场景设计、自动配音、自动节目合成等方面的不足，对高清节目制作系统在制式、格式、范围和适用性进行升级完善。通过优化传统高清影视节目制作系统流程，满足高标清、4K 等制式节目采集、IP 视频信号传输、网络资源管理器管理和多非编软件融合编辑，同时对气象站点音视频采集进行机构化、标准化分析，统一标准，实现节目自动合成，提升节目制作效率。高清影视节目制作系统超融合升级为生活气象场景的内部支撑系统，服务社会公众、政府部门。

公众气象服务产品集成与服务定制是在安徽省公共气象服务业务系统建成并实现各类公共气象服务产品加工制作一体化业务基础上，进一步完成公众气象产品的集成和定制服务，提高公共气象服务业务化水平。对接“皖事通办”“游安徽”等政务及便民服务平台、微博微信等新媒体信息发布传播平台及各类主流资讯平台，为生活气象接入政府及相关部门的各类政务、便民服务平台提供支撑。

近年来，由强降雨引起的城市内涝频繁发生，对城市的运行、管理和安全造成了严重影响，引起市政、防汛、路政等政府有关部门的高度关注，提升城市内涝灾害风险预警服务能力，最大程度地减轻内涝灾害造成的损失，保障人民群众的生命财产安全，促进经济社会发展，已经成为加强城市气象灾害防御工作的重要抓手和当务之急。城市内涝气象风险预警已成为城市重大活动组织实施和运行体系中不可或缺的重要内容，选取试点大城市建立城市内涝气象风险预警指

标，同时建立城市内涝气象风险预警系统，提供较为全面、精细的预警产品，可以为城市发展提供较好的气象保障，深化与各相关部门深入合作联动，提供更规范、更全面、更精细、更直观的服务保障，提升服务水平，增强服务效益。

伴随城市规模的不断扩大，人口和产业密集型的大型城市不断发展，一系列的公共安全和社会问题随之而来，大型城市的灾害性天气频发和影响广泛等问题也日益凸显。目前我省初步建立大城市气象保障的观测、预报和预警能力，但在气象精准预报能力、服务以及信息化等方面尚显不足，为此亟需提升大城市气象保障能力。

气象服务满意度调查系统基于皖事通建立，广泛征集公众气象满意度、公众气象服务现状与需求、防灾减灾服务现状、公众气象科普知识普及现状等内容，拓宽气象服务满意度信息获取渠道。

（1）业务对象

安徽省内参与生活气象服务的融媒体气象服务、城市内涝气象风险预警服务和大城市气象保障服务的气象服务产品开发、制作和发布人员。

研究对象：融媒体生活气象服务主题策划、信息采集、视频编辑、产品发布、效益评价、互动反馈等环节；高清影视节目超融合制作系统，创新传统视频节目制作流程，满足高标清、4K 等制式节目采集、IP 视频信号传输、网络资源管理器管理和多非编软件融合编辑；公众气象产品的集成和定制服务，对接“皖事通办”“游安徽”等政务及便民服务平台、微博微信等新媒体信息发布传播平台及各类主流资

讯平台；建立城市内涝气象风险预警指标，提供较为全面、精细的预警产品，可以为城市发展提供较好的气象保障；建立大城市气象保障的观测、预报和预警能力。

系统对象：生活气象服务中各类融媒体气象服务产品、气象高清节目产品、公众气象产品的集成和定制服务，城市内涝气象风险预警指标和预警产品，强对流天气预警、大气污染气象保障以及重大活动气象保障服务产品。

（2）业务流程

对接天擎多源资料数据库，并对数据接入监控、历史数据管理等功能。实现各类气象要素的监测与展示、数据查询和统计、数据质控、模式处理，根据多元生活气象服务方向开发融媒体气象数据图文、音视频制作算法、精细化预报服务通用算法、生活气象服务场景算法模型、内涝潜势预报模型算法、城市强对流天气预报算法、污染气象条件算法等算法，制作生成生活气象服务中各类融媒体气象服务产品、气象高清节目产品、公众气象产品的集成和定制服务，城市内涝气象风险预警指标和预警产品，强对流天气预警、大气污染气象保障以及重大活动气象保障服务产品。

（3）业务规则

在保障天擎多源资料数据库数据正常的前提下，由专业人员根据生活气象定制算法和流程制作和发布公众气象服务产品，实现社会公众高品质生活对气象服务个性化、精细化、多元化需求，促进气象服务数字化和智能化发展。

（4）业务要求

新建省市气象融媒体制作发布系统、高清影视节目超融合制作系统、公众气象服务产品集成与服务定制系统、城市内涝气象风险预警系统、大城市气象保障服务系统和气象服务满意度调查，利用天擎多源资料数据库数据，根据多元生活气象服务算法，不断提高生活气象服务能力。

（5）面向用户

系统管理员：主要为系统运营维护，包括用户管理、权限管理、角色权限分配、数据集配置等。

业务人员：业务人员分为业务管理用户、业务发布用户。业务管理用户负责预警信息在平台的策略配置、审核、签发等管理权限，业务发布用户负责预警信息的制作和具体发布工作。

运维人员：负责平台的运营维护、包括常规的系统巡检、故障处置、系统漏洞修复等。

2.1.6 雷电防御

为进一步提升安徽省闪电监测的精确性和强对流等天气过程的预警预报能力，解决现有闪电监测网在空间覆盖度明显不足（如皖北的亳州等地因缺少站点造成闪电缺测漏测）以及提高山区和省界边缘的闪电电磁波探测效率，同时为雷电灾害调查、雷电灾害风险评估和区划等基础业务和研究工作提供有效的技术支撑，实现安徽地区闪电活动和参数监测，提供雷暴的活动时间、位置等特征信息，以及从闪电的高度、频次、云地闪比例、正负闪比例等特征信息，监测雷暴活

动并对雷暴活动区域的移动与发展趋势预警预报。提高安徽省雷电灾害监测预报和预警业务能力，为雷电的防灾减灾提供有力的保障。为政府机关决策服务提供依据、为森林防火提供专业服务、为社区大众提供公众服务，为雷电灾害预报服务提供专业决策服务产品，为特定需求行业用户提供专业服务产品。

（1）业务对象

研究对象：雷暴的活动时间、位置、活动区域的移动与发展趋势，闪电的高度、频次、云地闪比例、正负闪比例等。系统对象：雷达数据、电场数据、雷电数据、历史数据产品、多源数据导报、多源数据监测预警。

（2）业务流程

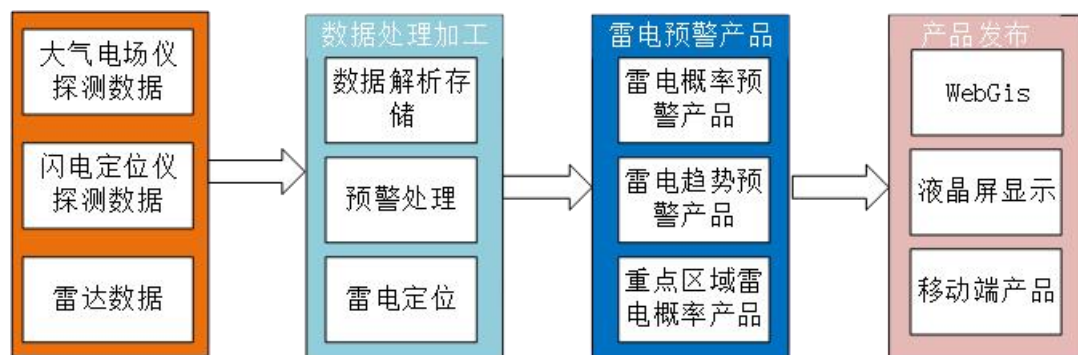


图 4.1.6-1 雷电防御业务流程图

（3）业务规则

1) 首先系统通过 UDP 通信协议，获取闪电定位仪探测数据，通过系统指定路径获取质控后的雷达组合反射率数据、大气电场分钟观测数据；

2) 对接收到的数据通过解析处理，在 GIS 地图上标注出实时的

电场强度、雷达组合反射率，另外通过雷电定位算法计算出闪电发生的具体经纬度信息，并标注在 GIS 地图上；

3) 通过雷电预警算法计算出指定区域或指定位置附近的雷点变化趋势，同时生成雷电预警产品；

4) 最后对于系统生成的雷电预警产品，业务人员通过网站提示、LED 显示屏、短信提醒等方式进行预警的发布。

(4) 业务要求

新建多源雷电监测数据处理应用平台，利用 DDW1 型全闪闪电定位仪和大气电场仪数据，融合周边新一代天气雷达数据，预留卫星闪电数据接入接口，基于机器学习的 AI 神经网络算法提供精细化的预警服务。

(5) 面向用户

本部门内业务研究人员，行业内预警信息发布人员，其它相关政府部门许可通过人员。

2.1.7 影响天气

生态环境保护与建设离不开水资源的合理开发，而空中云水资源的科学开发利用是合理利用水资源的重要途径。目前我省空中云水资源的开发利用尚且不足，尚不能满足我省河流湖泊水质净化、森林防火、旅游区生态保护、改善空气质量等多方面的需求，生态服务型人工影响天气能力需进一步提高。

建设一体化人工影响天气智能决策指挥系统，实现监测预警、条件分析、方案设计和效果评估等功能。准确发布作业各项指令，动态

监控作业全过程，及时调整订正作业方案，收集作业信息和作业外场天气实况变化，跟踪了解天气变化。通过系统监控作业情况。通过视频方式进行现场作业指挥，实现人工影响天气作业全流程触觉感知信息化、通信传输集约化、决策指挥智能化。感知信息化、通信传输集约化、决策指挥智能化。

建设一体化人工影响天气信息管理系统，收集飞机和地面作业信息，作业人员信息，弹药信息，装备信息等，实现所有信息的共享和规范化管理，提升人影作业安全和效率。

（1）业务对象

研究对象：人工影响天气目标云系的移动与发展趋势，云微物理量的实时变化情况、地面降水大小，污染物指标变化情况等。

系统对象：作业信息、作业历史数据、作业人员装备弹药信息等。

（2）业务流程

通过气象和生态环境观测数据，污染物预报预警产品、高时空遥感探测等多源数据进行综合分析，确定人影作业需求，进行人影作业条件分析，确定各个作业点的实时作业参数，通过物联网、流媒体视频系统和手机 APP 等多种方式全程跟踪作业情况，进行作业指挥。作业后收集整理作业信息和相关探测资料，实现人工影响天气作业全流程触觉感知信息化、通信传输集约化、决策指挥智能化。感知信息化、通信传输集约化、决策指挥智能化。

（3）业务规则

融合多源数据进行综合分析，精细化的确定作业需求和作业条件。

要根据天气实况变化并考虑作业点环境因素等情况进行作业指挥，尽量提高人工影响天气作业效果。

（4）业务要求

进一步提高省内人工影响天气作业方案设计的合理性、提升作业指挥效率、提高作业指导参数的精细化程度，加强作业安全管理的规范化，整体上提高全省人工影响天气作业能力。

（5）面向用户

省内人工影响天气作业指挥、作业实施和人员装备弹药管理等业务岗位工作人员和其他省内人工影响天气作业相关业务人员。

2.1.8 生态环境气象

为提高气象趋利避害能力，需要开展气象监测预警在线项目建设不断提升预报预警精准度，并同时为农业生产、流域防灾减灾、人们生活、雷电防御、人工影响天气、生态环境治理、能源保供等方面提供保障支撑。

2.1.8.1 环境气象监测评估与预报

安徽位于我国南北气候过渡带，天气气候复杂，受东亚季风影响显著，境内地形复杂，特殊的天气气候背景与复杂的局地环境耦合，产生更加复杂的气象条件，大气污染演变既受本地工农业排放的影响，又受区域污染源输送的影响。尽管“大气十条”实施以来，我省大气污染状况得到极大的改善，尤其是细颗粒物浓度显著下降，但受复杂地形和地理位置的影响，在冬季不利气象条件作用下，安徽省仍常出现重污染事件。为此，围绕我省生态文明建设的要求和十四五大气污

染治理目标，需要开展生态环境气象监测评估和预报技术等关键技术研究及应用服务。通过建立集数据资料共享、图形交互分析、监测评估和数据统计分析等一体的环境气象监测评估和预报业务系统，提供精细化的监测评估与预报产品，完善我省生态环境气象业务体系，提高大气污染治理能力和服务水平。

（1）业务对象

环境气象监测评估与预报业务对象涉及大气污染物浓度、霾、能见度等空气质量要素，以及常规气象要素、逆温、混合层厚度等污染气象条件，包括监测评估、预报预警、预报检验、数据统计分析等。

（2）业务流程

基于省级气象大数据云平台（“天擎”），归集空气质量监测数据、气象观测数据、空气质量模式数据、地理信息等多源数据，并进行数据质控处理。根据空气污染气象条件监测评估和预报指标，以及空气质量多模式集成预报释用技术，实现环境气象要素资料共享、图形交互分析、监测评估和预报制作、预报检验、数据统计分析等功能。

（3）业务规则

以气象、环保行业标准体系为基础，开展气象业务数字化转型标准化工作，配套业务需求制定环境气象相关业务标准规范，进行环境气象数据产品进行质量控制，利用空气污染气象条件监测评估和预报指标，开展环境气象要素监测评估、预报产品制作。

（4）业务要求

针对大气污染协同防治气象服务需求，提供精细化的监测评估与

预报产品，完善生态环境气象业务体系，提高大气污染治理能力和服务水平，减轻大气污染危害，为政府治理提供技术支撑。

（5）面向用户

大气污染防治管理人员，以及气象、生态环保部门从事大气污染防治气象保障服务业务、科研人员。

2.1.8.2 气候可行性论证

气候可行性论证是指在重大工程项目实施之前，从气候学的角度出发，对与气候条件密切相关的规划和建设项目进行气候适宜性、风险性以及可能对局地气候产生影响的分析、评估活动。其目的是合理开发利用风能、太阳能等气候资源，从源头上有效避免或者减轻规划和建设项目实施后遭受极端气象灾害、气候风险问题的不利影响，还可以定量评估规划和建设项目功能布局对当地及周边环境、局地气候的影响，对于城市规划建设和管理、重大项目工程建设、气候资源开发利用等具有前瞻性决策和现实指导意义。随着“双碳”、国土空间规划等国家新兴战略的推进，目前的论证评估技术已无法满足社会经济发展的新形势，欠缺精细化、跨领域的气候可行性论证评估技术，急需大力加强气候可行性论证服务能力建设。通过建立气候可行性论证系统，为重大规划、重点工程项目（风能太阳能、核电、机场、桥梁、建筑、化工、城市排水、国土空间规划等）提供气候可行性论证，强化重大工程建设气象服务保障。

（1）业务对象

工业/民用供暖通风系数、建筑节能气象参数、建筑采光日照参

数、人体舒适度以及关于核电气象参数的循环水系统设计参数、冻融交替次数参数、最终热阱气象参数、厂用水系统设计参数、机场工程气象参数；天文辐射推算、大气透明系数法水平辐射推算、直射比法水平辐射推算、朝向赤道倾斜面辐射量计算、倾斜面辐射量计算；风、温、雪三类要素的重现期；农业水资源、农业热量资源、农业气象灾害等农业生产评价指标；实现风能资源、太阳能资源、气候舒适度等气候资源指标；通风潜力、大气自净能力、最大冻土深度、城市内涝危险性、雷暴日数、大风日数、风暴潮等城镇建设评价指标。

（2）业务流程

以省级气象大数据云平台（“天擎”）为基础，基于气象要素观测、气象灾情和风险普查数据，开展气候可行性论证业务服务工作。根据建筑、核电等相关技术指南规范，计算包括工业/民用供暖通风系数、建筑节能气象参数、建筑采光日照参数、人体舒适度以及关于核电气象参数的循环水系统设计参数、冻融交替次数参数、最终热阱气象参数、厂用水系统设计参数、机场工程气象参数；通过《GBT 37525-2019 太阳直接辐射计算导则》《GBT 37526-2019 太阳能资源评估方法》，利用辐射经验模型 $Q=Q_0(a+bs)$ 对无辐射观测地区进行辐射计算，包括天文辐射推算、大气透明系数法水平辐射推算、直射比法水平辐射推算、朝向赤道倾斜面辐射量计算、倾斜面辐射量计算；利用极值分析方法计算风、温、雪三类要素的重现期；按照《省级国土空间规划气候可行性论证技术导则》行业标准规范，计算降雨侵蚀力、土地沙化敏感性等生态保护评价指标；农业水资源、农业热

量资源、农业气象灾害等农业生产评价指标；风能资源、太阳能资源、气候舒适度等气候资源指标；通风潜力、大气自净能力、最大冻土深度、城市内涝危险性、雷暴日数、大风日数、风暴潮等城镇建设评价指标。制作生成包含气候背景分析、高影响天气分析、供暖通风系数、重现期气象参数、污染气象参数、太阳能资源评估等的气候可行性论证产品。

（3）业务规则

以气象行业标准体系为基础，根据建筑、核电等相关技术指南规范，按照《GBT 37525-2019 太阳直接辐射计算导则》《GBT 37526-2019 太阳能资源评估方法》，《省级国土空间规划气候可行性论证技术导则》等行业标准规范，开展气候可行性论证业务。

（4）业务要求

通过建立气候可行性论证系统，为重大规划、重点工程项目（风能太阳能、核电、机场、桥梁、建筑、化工、城市排水、国土空间规划等）提供气候可行性论证，强化重大工程建设气象服务保障。

（5）面向用户

风能太阳能、核电、机场、桥梁、建筑、化工、城市排水、国土空间规划等重点工程项目相关技术人员。

2.1.9 能源保供气象

气象与能源的关系尤为密切，气象信息对能源的生产、调度、安全管理等决策有非常重要的参考作用，但目前能源气象服务产品加工能力不足、支持平台缺乏。一方面是能源管理部门的需求。气象与能

源密切相关，气象信息对能源的生产、调度、安全管理等科学决策有非常重要的参考作用，但目前由于缺乏服务平台支撑，服务方式以“纸质材料”为主，不能满足信息化发展的要求，不符合大数据辅助科学决策的发展方向。本项目拟搭建电网安全保障、电力调度决策气象服务系统，实现从场景化服务产品的高效加工、制作，以及“纸质材料”报送向精细化、数字化决策气象服务产品主动推送、便捷高效的在线服务发展。另一方面是能源企业的需求。能源企业的能源开发、生产、运输、存储、调配等多个方面以及风能、太阳能等可再生能源布局和调度运行受天气气候条件影响非常之大。本项目拟搭建风能太阳能资源开发利用服务系统，面向能源企业提供高影响天气的监测预报预警信息和服务产品，为能源企业对气象灾害的防范与应急处置、风光水资源的有效利用、电力资源的调度等提供信息支撑。

（1）业务对象

能源保供气象服务的业务对象为输电线路气象要素实况、强对流天气临近预报、覆冰预报、风舞动预报、火险气象等级预报等产品输出模型以及场站风能、太阳能发电气象条件等级预报等产品输出模型，包括模型数据配置、模型调用、模型运行监控、模型输出设置等。

（2）业务流程

首先基于气象大数据平台，获取能源保供服务所需的气象数据，然后利用能源保供专业气象服务的模型和算法，实现面向电网自然灾害监测预警、电网事故防范与应急处置、电力计划调度及能源发展中风能太阳能资源开发利用等应用场景的产品加工制作，最终向用户提

供数据服务。

（3）业务规则

气象业务人员基于系统模块实现对能源保供基础数据的采集、产品的加工、产品的发布，当数据、网络等环节出现异常，向业务人员提供告警提示。行业用户可查询、浏览、下载服务产品。

（4）业务要求

搭建能源保供气象服务模块，实现气象与行业数据的融合利用，最大化实现产品加工发布的流程化管理、产品制作的自动化实现及全流程的监控管理。实现基于算法管理基础上的模块升级和产品升级。

（5）面向用户

系统管理员：系统运营维护人员，进行用户管理、权限管理、角色权限分配、数据集配置等。

业务人员：能源保供气象服务业务人员，进行服务产品的加工、制作、发布。

行业用户：能源管理部门、能源企业人员，进行服务产品的查询、检索、获取。

2.1.10 旅游气象

气象条件是影响旅游安全的重要因素，随着公众出行需求的增长以及天气气候异常情况增加，因气象灾害导致游客伤亡事件时有发生，特别是受地理位置、地形等影响，山水旅游景点气象灾害频发、易发，灾害天气局地性明显，突发性强，气象灾害风险高，防御难度大。同时，气象条件也是影响旅游质量的重要因素，随着公众对旅途品质要

求的不断提高，开展旅游适宜度、气候舒适度、空气清新度以及天气气候景观观赏性等方面的旅游气象服务非常必要。

1. 景区管理经营部门安全管理的需求：景区安全管理中需要灾害性天气的精细、精准监测预报及预警，但目前面向景区气象防灾减灾的平台支撑能力不足，难以及时有效地面向安徽省境内不同类型的旅游景区景点的管理者、运营者提供景区的天气预报信息。

2. 政府、景区气候生态资源开发利用的需求：气象旅游资源具有焕新旅游品牌、重塑旅游业资源的潜力和能力，政府、景区对气候生态资源的挖掘、开发利用有着广泛的需求。但目前气象旅游资源的调查和评价工作、气候生态品牌创建工作均缺乏平台支撑。

3. 公众对精细化旅游气象服务的需求：面向公众的旅游气象服务产品的供给能力不足，一是旅游气象服务产品加工能力不足，二是面向文旅管理部门、经营企业的公众号、小程序、网站的旅游气象服务共享能力不足。

（1）业务对象

景区安全保障气象服务、公众旅游天气服务的业务对象为景区气象要素实况、景区高影响天气监测、强对流天气临近预报、雨雪冰冻天气预报、高影响天气风险预警、旅游指数预报等产品输出模型，包括模型数据配置、模型调用、模型运行监控、模型输出设置等。

气候生态品牌创建管理的业务对象为品牌创建申报表、申报地区评分表、品牌创建评审表、品牌创建结果表。

气象旅游资源调查评估的业务对象为气象旅游资源调查表、气象旅游资源评分表、气象旅游资源质量等级表等。

（2）业务流程

1) 景区安全保障气象服务

首先基于气象大数据平台，获取旅游安全保障气象服务所需的气象数据，然后利用暴雨、雷电、大风等灾害性天气监测预报的客观模型和算法，完成产品的加工制作发布，最终实现面向全省范围景区的灾害性天气监测预报预警的在线服务。

2) 气候生态品牌创建管理

气象、文旅部门通过该平台发布气候生态品牌创建的通知，申报地区通过该平台获取申报通知、申报要求等信息，并进行在线申报，气象、文旅部门通过该平台进行申报受理和创建结果发布。

3) 气象旅游资源调查评估

气象、文旅部门通过该平台实现气象旅游资源的调查结果入库和管理，对气象旅游资源单体发起评价任务，实现评价工作任务的分发、管理及评价结果管理。

4) 公众旅游天气服务支撑

首先基于气象大数据平台，获取公众旅游气象服务所需的气象数据，然后利用精细化天气、旅游指数、气象景观预报等的客观模型和算法，完成产品的加工制作，通过游安徽、皖事通、小程序等终端程序为公众提供旅游天气信息。

（3）业务规则

气象业务人员基于系统模块实现对旅游气象数据的采集、服务产品的加工、产品的发布、信息的发布、业务受理以及业务流程的监控。

用户可查询、浏览、上传、下载服务产品。

（4）业务要求

搭建旅游气象服务模块，实现气象与行业数据的融合利用，最大化实现产品加工发布的流程化管理、产品制作的自动化实现及全流程的监控管理，实现基于算法管理基础上的模块升级和产品升级。实现气象旅游、气候生态品牌创建活动的线上申报、受理。

（5）面向用户

系统管理员：系统运营维护人员，进行用户管理、权限管理、角色权限分配、数据集配置等。

业务人员：旅游气象服务业务人员，进行服务产品的加工、制作、发布。

行业用户：包括旅游管理部门、旅游从业部门。进行旅游气象服务产品的查询、检索、下载、定制等，品牌创建活动的线上申报、受理。

公众用户：旅游服务产品的查询、检索等。

2.1.11 交通气象

项目建设的目的是实现交通气象监测预警信息及交通管理信息资源的共享和融合，将交通气象服务从高速公路拓展至普通国省道、通航、铁路等综合交通，通过政务云实现交通气象行业之间、应用系统之间数据有机整合，为交通管理部门提供精细化的交通气象监测预警数据共享，实现从产品查阅到恶劣天气交通数字管控的跨越。同时，依托皖事通等客户端将服务用户拓展至公众，提高交通恶劣天气预警

信息覆盖面，保障人民生命财产安全。

公众出行需求。公众是交通出行的直接参与者，也是交通安全气象保障工作的出发点。然而目前缺少针对公众行程天气查询和交通恶劣天气预警的渠道。本项目通过皖事通、小程序等终端程序为公众提供路线天气规划、精细化交通天气监测预警预报信息，为公众提供更便捷的气象信息查询和更安全的出行保障。

交通管理需求。当前交通管理部门只能通过平台浏览的方式了解交通气象信息，各部门间的应用系统并未实现数据的互通。而公安交警的交通管控平台和交通部门的出行服务平台都有气象信息需求。为恶劣天气交通管控提供精准数据支撑，通过交通气象服务平台、情报板等前端设备提供多渠道的信息发布，公安、交通、气象等多部门通过数据共享互通，共同保障交通安全。

（1）业务对象

交通气象服务的业务对象为交通场景的恶劣天气协同管控和保障出行安全的业务实体和事件，包括分类交通天气管控条件，气象要素实况监测、气象条件预报、气象灾害风险预警、质量评估，因恶劣天气采取的交通管控措施，恶劣天气时发生的事故、拥堵事件，数据共享传输融合等。

（2）业务流程

首先基于气象大数据平台，获取交通气象服务所需的气象数据，然后利用专业气象服务的模型和算法，实现面向交通的恶劣天气监测预警、管控、处置、评估等应用场景的产品加工制作，最终向用户提

供数据服务。

（3）业务规则.

气象业务人员基于系统模块实现对交通气象数据采集、产品加工、发布，当数据、网络等环节出现异常，向业务人员提供告警提示。行业用户可查询、浏览、下载服务产品。

（4）业务要求

搭建综合交通气象服务模块，实现气象与行业数据的融合利用，最大化实现产品加工发布的流程化管理、产品制作的自动化实现及全流程的监控管理。实现基于算法管理基础上的模块升级和产品升级。

（5）面向用户

系统管理员：系统运营维护人员，进行用户管理、权限管理、角色权限分配、数据集配置等。

业务人员：省市县气象服务业务人员，进行服务产品的加工、制作、发布。

交管部门：公安交警、交通、运营企业等管理部门为恶劣天气管理提供精准预报预警信息查阅和管控提供支撑。

公众用户：为出行公众用户提供影响天气分析和防范提示。

2.1.12 数据治理

本项目涉及的数据治理工作需要基于气象大数据云平台“天擎·安徽”和安徽省一体化数据基础平台开展。在气象大数据云平台数据治理的主要工作包括补充完善气象数据标准、完善交换质控系统提升数据质量，健全气象大数据资源库。并在此基础上不断研发算法，

提升产品加工能力，开发大数据算法，提升数据挖掘分析能力，完善大数据管理功能，完善服务接口，建立业务监控系统，提升数据服务能力。在安徽省一体化数据基础平台数据治理的主要工作包括：建立气象专题数据库，完善大数据管理功能，建立数据监控系统，开发数据共享接口等。

2.1.12.1 气象大数据云平台

本项目需要对新增的雷达、卫星等数据进行统一存储管理。对智能网格预报产品利用 NoSQL 技术进行结构化存储，提升数据感知能力，降低数据业务应用复杂度和获取效率。对气象业务非结构化产品进行统一规范命名，建立数据标签和索引，提升数据感知和发现能力。对外部门提供的行政区划、高程、水系、道路交通、地质灾害隐患点、内涝隐患点、内涝实况、水库流域边界、海拔高度、监测站降水数据、自然灾害灾情、农作物受灾情况、用电负荷、水位及流量、森林面积及蓄积量、高精度 3D 城市信息、高速公路交通管控信息、旅游景区景点信息等进行存储和共享。

2.1.12.2 一体化数据基础平台

对在皖事通、皖政通、皖企通等开发前端时所必须的基础信息进行存储和共享，如高程、水系等。

对共享给外部门的数据，需要建立统一的命名规范、合理存储、高效的服务接口。对于沉淀组件所需要的数据，需要同时具备高可用性、高性能和一定的易用性，主要涉的数据有网格预报数据、预报预警数据以及农业气象服务等相关数据。由于网格预报数据气象要素多、

时空分布广、网格精度高、更新频次高，因而数据量巨大，需要采用 NoSQL 数据库进行存储，并提供基于二进制流的数据接口服务，以提高数据检索和传输效率。

2.2 功能需求

2.2.1 业务应用系统

2.2.1.1 我的气象台

为支撑气象预报预警以及相关服务，建立集约、高效、智能的业务系统，需要优化完善我省气象数据业务支撑环境，建立精准预报预警业务支撑，开展多波段天气雷达协同观测和应用，提升智能网格预报能力，并不断提升多模式气候预测能力。

2.2.1.1.1 数据支撑环境

加快推进气象信息化，提高气象业务集约化、标准化和规范化水平，已成为当前气象业务现代化建设中重要与迫切的任务，而信息化核心工作是气象数据资源的开发利用，也是实现更高目标气象现代的有效支撑。面对海量数据指数级爆发式增长，以及业务服务单位高时效、高质量的要求，迫切需要开展相关大数据支撑系统的建设，避免重复建设和数据孤立，提升气象信息支撑保障能力。通过数据支撑环境系统的建设，为公共气象服务、决策气象服务提供高质量、高精度的数据产品，满足气象灾害精准预报预警和社会生活生产需求。

以省级气象大数据云平台为基础，整合已有硬件资源、数据资源，能够主动感知气象数据，快速搭建采集、解析、入库、加工、服务的业务流程；基于气象大数据环境，将行业数据、社会化数据和气象专

业数据充分结合，发展高速的分布式结构化和非结构数据库集群，面向气象部门内部用户、政府相关部门、重点行业的用户、社会公众等各类不同用户提供插件式数据共享服务。针对精准监测预报预警的应用需求，重点提升包括多源气象数据汇集入库、统一数据存储管理、插件式数据共享服务、算法库及产品加工、统一业务监控管理、汇聚展示等方面的数据支撑能力。

2.2.1.1.2 精准预报预警业务支撑

为达到气象业务数字化转型，满足现阶段气象行业内部各单位共性业务需求，解决低水平重复，需要建立以下业务功能。

行业用户认证和权限管理：全省气象部门大量业务系统需要提供行业用户认证和权限管理功能，在一定程度上给用户的使用带来了困扰，造成了系统功能的重复建设，更给网络安全带来了隐患。而未来仍有大量的业务系统更新或新建，因此，亟需要一套统一行业用户认证和权限管理平台解决上述问题，并提供用户注册、实名验证、密码找回、单点登录、用户管理、机构管理、应用注册、应用审核、用户授权、授权监控、风险控制、日志管理等功能以及相应的接口。

行业统一地理信息服务：全省气象部门大部分业务系统存在与地理信息系统交互的情况，目前业务上大部分业务系统采用自主提供地理信息服务方式，这种模式带来的缺点非常明显。一是当地理信息与实际存在偏差时，系统需要更新维护，否则将影响系统的使用，严重时系统将无法使用。二是各系统地理信息不统一，对系统间数据和信息交互带来了困扰。为了避免重复建设，减轻系统维护量，亟需要建

立统一准确的地理信息服务。提供空间数据库构建、数据叠加交互展示、地理信息数据鉴权、地理数据处理、空间数据编辑、地理数据管理、数据更新、气象站网基础信息服务、站点空间从属、气候分区、流域归属接口、标准地图服务接口等功能。

气象业务消息中心：目前全省已建立的业务系统能够在独立领域内完成本职任务，但业务系统之间缺乏交互和通讯，业务系统消息难以精准快速触达业务及业务管理人员。现有系统之间的交互均是采用定时任务或轮询请求的方式去监测或触发，这种模式效率不高且不适应智能化场景。因而，亟需建立气象业务消息中心，为建立互联互通的业务系统打牢基础，建立具有消息配置、消息可视化、消息报表、消息运维管理、消息订阅、消息发布、消息转发等功能的消息中心。

气象业务 workflow 引擎：目前气象部门省、市、县三级业务单位多个业务岗位存在工作流程，而现有的部分业务系统尚未建立流程支持，另外部分系统仅是单独为某个特定岗位流程，存在重复建设和智能化程度不高的情况，因此需要建立一套 workflow 引擎，提供对固定流程、自由流程、协同流程的支持，开发具有待办提醒、督办与催办、消息提醒、可视化监控等功能的任务中心，全面提升对业务岗位 workflow 支持能力。

气象业务故障反馈中心：目前安徽省气象局尚未开展业务故障反馈支撑建设工作，但是随着近年来国省两级投入增多，观测设备、通信设备，业务系统的不断建设，需要依托统一消息支撑建设故障反馈中心支撑，实现全省观测、通信、预报、服务上下游各节点之间的故

障报送以及应对的消息机制，便于故障的及时发现、报送、解决和反馈，保障气象相关业务顺畅运行。

业务支撑能力开放平台：上述支撑能力建成后，需要对这些能力进行管理和对外共享。需要建立一套业务支撑能力开放平台，提供能力开放门户、能力集成管控、服务管控等功能模块。

服务产品发布支撑：为促进气象信息全领域高效应用，需构建气象服务大数据、智能化产品制作和融媒体发布平台，发展智能研判、精准推送的智慧气象服务。建立气象部门主动服务，与各类服务对象互动、联动机制，探索打造面向全社会的气象服务支撑平台和众创平台，提供短信、FTP、邮件、传真、电话等渠道发布入口能力以及留痕管理功能。

2.2.1.1.3 多波段天气雷达协同观测与应用

需提供全省 S/C/X 波段天气雷达的站网信息综合管理功能，并能根据业务、试验、专项服务保障等差异化需求，调度相应雷达进行组网协同观测。生成的观测策略应包括强降水、雷暴大风、龙卷、冰雹等强对流天气的回波识别和跟踪观测功能，并能在以预报为主导的前提下，对雷达观测策略和模式进行干预优化。同时，为提升雷达观测数据质量，应加入地物杂波滤除、雷达波束遮挡补偿、干扰过滤、衰减订正、速度退模糊等质量控制流程，并将质控后的数据导入天擎云存储，保障雷达（协同）观测数据产品具备良好的可用性，并为后续深度加工和应用提供基础前提。

利用单个量子测风雷达探测（风廓线雷达），研发风切变、大气

湍流廓线反演算法和产品。借助三台量子测风雷达风廓线雷达组网观测，研发垂直方向无缝隙全天候的散度、涡度和垂直速度等大气动力参数反演算法和产品。建立快速更新循环同化系统，实现天气雷达、卫星、风廓线、量子雷达资料快速循环同化。借助量子雷达和风廓线雷达形成的动力参数，结合云雷达和边界层耦合技术，以及微波辐射计、静止气象卫星、地面自动站观测，研发有云边界层关键热动力参数协同反演算法，发展基于卷积神经网络（CNN）等深度学习强对流预警预报模型，实现合肥地区提前 1 小时的强对流短临预警预报产品，提升强对流天气的预报预警能力。

2.2.1.1.4 智能网格预报能力建设

2.2.1.1.4.1 智能网格预报协同制作

智能网格预报协同制作需要提供不同的背景场，包括中央台指导、模式指导、上一预报时次制作的网格预报以及上述产品集成优选后的背景场。上述产品需要存储在气象大数据云平台，并提供实时应用服务。平台主观订正后的产品也需要直接存储到气象大数据云平台，一部分作为实时应用库提供接口服务，另外还要以标准格式存储到文件索引库，作永久保存。

为能输出符合业务规定的智能网格客观产品，并交叉取优形成输出集成优选的智能推荐预报产品。在背景场构建方面需要实现基于客观方法生成本省降水、温度、风场等网格预报产品、中央台 MOS 数据融合、短临背景场构建、前期预报融合背景场等。

为满足公众和各级政府对气象预报日益增强的精细化和实时

化需求，在预报协同算法方面进一步加强技术研发，需要实现降水时空协同算法、温度时空协同算法、降水相态和天气现象协同算法、基于概率匹配的降水量优化算法、全场频率调整算法、滤波调整算法、目标雨区调整算法、网格预报融合算法等。

为更快捷方便的精细化修改数据要素，尽可能融合各模式的优势在订正工具方面提供了画笔工具、等值线分析工具、数据筛查工具、权重法编辑工具、区域多模式权重工具、主客观融合工具等。

为兼顾市县预报智能网格制作需求，在市级智能网格预报平台方面需要实现模板定制生成产品、关键点订正、电视天气预报、智能周报制作、省市预报协同等。

为智能网格预报产品的快捷制作和发布，在预报发布子系统方面需要实现发布至省级格点库、预报消息发布、上下班预报发布、质控消息发布、发布至 NWFD 功能。

在短临预报方面，需要提供实时灾害天气监测及报警、预警（信号）编辑与发布、实时灾害天气监测及报警、短时临近预报产品可视化三方面功能。

实时灾害天气监测及报警，多种观测资料进行集约显示，并对当前发生的短时强降水、雷暴大风及相关雷达产品（如中气旋、TVS、大冰雹等）等进行报警提醒，以引起预报员及时关注。

预警（信号）编辑与发布。省台或市县预报员根据本区域已出现或即将出现的灾害天气，编辑、制作预警（信号），并一键推送至相关部门、责任人等。

短时临近预报产品可视化。省台或地市研发的诸多短临预报预警产品进行一体化显示，可帮助预报员快速制作短临预报预警产品。

为保障平台各类数据、算法的正常运行，在业务流程监控方面需要提供登录信息、订正消息、流程异常的监控功能，并在发现异常后通过短信、电话等方式通知业务人员，并做好留痕管理。产品发送 DI 和 EI 消息至天镜和系统资源实时发送。

2.2.1.1.4.2 预报预警质量检验评估系统

预报预警质量检验评估系统需要基于天擎系统，针对数值模式产品、智能网格预报、短临预报、短临落区预报、乡镇预报等的预报算法以及预警信号开展检验。检验规则需要符合中国气象局和我省气象业务规定，并实现第三方网格产品上传后自动检验。提供按人(产品)、按时间、按项目查询结果功能，并可输出标准的检验报告。

数值预报和各类网格预报产品应实现应检尽检。检验的要素包括降水、温度、风等要素。检验方法包括 TS、ETS、准确率等。降水方面应检验不同量级降水的位置、强度和落区面积偏差，检验标准有 MODE、SAL 和 CRA 等。

预警信号检验规则应遵循最新的检验评价办法，实现实时检验，需要提供检验的灾害天气有暴雨、强对流、大风、雾等预警。前端提供 TS、POD、FAR、T1、T2、T3、有效性等统计。

支持常见格式预报数据读取（MICAPS、NC 和 GRIB 等），实况应自动对接天擎。

2.2.1.1.4.3 灾害性天气过程复盘分析

重大灾害性天气过程分析应用为预报员提供一站式复盘分析平台，分为灾害性天气个例库和综合分析子应用两部分。

灾害性天气个例库旨在为天气过程复盘提供数据支撑。为满足预报员对多种实况分析和预报数据的需求，个例库具备多源数据批量获取和数据完整性检查功能；为了整合灾害性天气的关键信息，个例库具备暴雨、强对流、台风、大雾、高温、寒潮暴雪六类灾害性天气过程的判识和过程关键指标计算功能。为了从海量数据中快速提取天气分析所需的气象资料，需要构建灾害性天气过程数据索引和复盘数据检索模块。

综合分析子应用旨在通过实况、预报和物理量的综合分析绘图进行预报技术分析和机制分析。子应用对接用户统一认证和权限管理中台进行用户登录和权限管理。为了体现地形对灾害性天气的影响，子应用对接统一地理信息模块，接入和显示地理信息。为了评估过程的极端性，引入极端性评估模块和 20 种物理量分析算法。为了复盘利用多源实况，滚动更新预报预警的效果，构建短临监测预警融合分析模块；为了复盘对过程关键指标的预报情况，构建中短期可预报性融合分析模块；为了满足多种维度的绘图需求，子应用制作了水平图绘制组件、空间剖面组件和时空剖面组件；为了研究不同类型灾害性天气的发生机理，针对暴雨、强对流、台风、大雾、高温、寒潮暴雪六类灾害性天气，分别设置交互式分析绘图模块；为了归纳总结复盘结论，设置关键预报因子统计、多过程集成分析、个例分析报告

入库模块。

2.2.1.1.5 多模式气象预测能力建设

(1) 多模式预测性能评估模块

需对收集整理 EC、CFSv2、CSM、JMA 国内外主要气候预测业务模式和 S2S 多模式数据产品进行解码，对模式解码数据进行格式转换，形成统一的、便于程序读取处理的 NETCDF 格式规整数据，建立数据接口。分析 EC、CFSv2、CSM、JMA 国内外主要气候预测业务模式和 S2S 多模式数据的可预报性和不确定性，评估模式对气候异常及其对外强迫响应的预测能力。

(2) 气象灾害成因诊断分析模块

需构建洪涝、干旱、连阴雨、高温、寒露风和低温雨雪等气象灾害发生发展规律的物理诊断模型，建立下垫面、大气环流季节内变率对延伸期强降水、强降温等重要天气过程的影响机制概念模型，可结合再分析数据资料，对历史暴雨、干旱过程等气象灾害成因进行诊断。

(3) 环流相似年智能分析模块

需基于历史环流再分析数据和气候模式产品大数据集，利用机器学习中的聚类分析算法以及深度学习图分类算法处理环流数据，生成月、季典型环流分类数据，绘制典型环流分类图谱产品；按照极其相似、十分相似、相似、比较相似四个等级，生成前期环流相似年的年份序列及环流相似年合成图产品；根据生成的前期环流相似年的年份序列，利用降水、气温等气象要素历史数据集，生成前期环流极其相似、十分相似、相似、比较相似四个等级对应的降水、气温等气象要

素的原始值、距平、正距平频次等合成分析产品。

(4) 动力降尺度预测模块

需根据动力降尺度模式生成的模拟数据，利用气象专业软件按照逐日、逐候的时间分辨率和全省 77 站和 10KM 网格的空间分辨率对模式降尺度数据中的平均气温、最高气温、最低气温、降水量等要素产品进行解码和二次计算，生成延伸期时段内逐日、逐候的全省分县及 10KM 网格全要素、精细化的模式降尺度预测数据产品，构建要素丰富（温、压、湿、风等基本气象要素及生活气象指数、旱涝指数等二次衍生产品）、时间分辨率到候和日，空间分辨率到县和 10km 网格的延伸期客观化预测产品库。

(5) 智能气候预测技术集成模块

需基于 EC、CFSv2、CSM、JMA 国内外主要气候预测业务模式和 S2S 多模式数据产品，融合相似预报和集合预报的思路，研发多模式多方法相似年加权集合方案，利用模式和客观方法在历史相似年预报性能的优劣估计预报年权重，进行多模式多方法的最优集成，减小单一模式和方法预测的不确定性，构建基于模式大数据、多种动力统计方法和人工智能技术融合的智能气候预测集成算法。

(6) 气候预测检验评估模块

需基于距平相关系数（ACC）、时间相关系数（TCC）分、均方根误差（RMSE）、平均均方根误差技巧评分（MSSS）、风险评分（TS）、预报准确率（PC）和综合空间评分（IPS）等检验评估方法，建立延伸期-月-季气候预测检验平台，主要由梅雨预测检验评估、关键农时

农事预测产品检验评估、农业气象灾害预测产品检验评估、强降水过程预测产品检验评估、强降温过程预测产品检验评估、高温过程预测产品检验评估等模块组成。

我的气象台需要建设 5 大模块，具体功能列表如下。

表 4.2.1-1 我的气象台功能需求列表

模块	序号	功能	备注
数 据 支 撑环境	1	数据汇聚交换-数据源接入	
	2	数据汇聚交换-数据清洗、提取与转换	
	3	数据汇聚交换-任务流程管理	
	4	数据存储管理-数据入库与扩容	
	5	数据存储管理-数据库备份与恢复	
	6	数据存储管理-数据迁移与清除扩容	
	7	数据存储管理-数据跨区数据交换	
	8	数据存储管理-数据安全管控	
	9	数据共享服务-接口式共享服务	
	10	数据共享服务-图元式共享	
	11	数据共享服务-后台管理	
	12	综合业务监控管理-数据全流程监控	
	13	综合业务监控管理-业务应用系统运行监控	
	14	综合业务监控管理-网络信息基础资源	
	15	综合业务监控管理-网络安全监控及自动处置	

	16	算法平台-算法库	
	17	算法平台-加工流水线	
	18	算法平台-计算框架匹配	
	19	算法平台-产品算法	
	20	算法平台-仿真测试	
	21	汇聚展示-数据汇集展示	
	22	汇聚展示-低代码可视化开发	
精 准 预 报 预 警 业 务支撑	23	行业用户统一认证	
	24	行业用户统一权限管理	
	25	对外接口	
	26	气象行业地理信息空间数据库	
	27	气象行业地理信息数据鉴权	
	28	地理信息数据叠加交互展示	
	29	地理数据编辑	
	30	空间关系分析	
	31	气象空间数据前端组件	
	32	地理数据处理模块	
	33	数据更新与审核	
	34	标准地图服务接口	
	35	气象业务消息中心-消息配置	
	36	气象业务消息中心-消息推送	

	37	气象业务消息中心-消息订阅	
	38	气象业务消息中心-消息监控	
	39	工作流引擎-固定流程	
	40	工作流引擎-自由流程	
	41	工作流引擎-协同流程	
	42	工作流引擎-任务待办	
	43	工作流引擎-督办与催办	
	44	工作流引擎-消息提醒	
	45	工作流引擎-可视化监控	
	46	业务故障反馈中心-预案管理	
	47	业务故障反馈中心-故障处理发起	
	48	业务故障反馈中心-故障消息广播	
	49	业务故障反馈中心-故障处置	
	50	业务支撑能力开放平台-能力开放门户	
	51	业务支撑能力开放平台-能力集成管控	
	52	业务支撑能力开放平台-服务管控	
	53	服务产品发布支撑-数据处理	
	54	服务产品发布支撑-渠道适配器	
	55	服务产品发布支撑-基本传输接口	
	56	服务产品发布支撑-本地客户端	
	57	气象业务消息中心-消息报表	

多 波段天 气雷达 协同观 测与应 用模块	58	省级中心系统-雷达站网管理	
	59	省级中心系统-协同观测控制	
	60	省级中心系统-组网产品评估	
	61	省级中心系统-管理调度终端	
	62	雷达观测应用分系统-协同策略及算法	
	63	雷达观测应用分系统-数据解析传输	
	64	雷达观测应用分系统-组网产品	
	65	数据接入	
	66	遮挡订正	
	67	速度退模糊算法检测	
	68	回波孤立点检测	
	69	回波异常值检测	
	70	回波衰减订正	
	71	径向干扰订正	
	72	距离圈数据异常订正	
	73	弱回波处理	
	74	非降水回波滤除	
	75	双偏振通道一致性标校	
	76	差分反射率衰减订正	
	77	数据应用接口	
	78	雷达三维组网拼图	

79	多波段雷达融合	
80	雷达数据融合产品	
81	雷达产品检验评估	
82	致灾大风识别模块-阵风锋自动识别	
83	致灾大风识别模块-下击暴流模块	
84	致灾大风识别模块-超低空急流	
85	致灾大风识别模块-中尺度气旋	
86	致灾大风识别模块-龙卷	
87	短时强降水识别模块	
88	冰雹识别模块	
89	识别产品的入库	
90	组网天气雷达终端应用模块-产品查询	
91	组网天气雷达终端应用模块-产品及基本数据显示	
92	组网天气雷达终端应用模块-地理信息叠加	
93	组网天气雷达终端应用模块-垂直剖面	
94	组网天气雷达终端应用模块-强对流告警	
95	组网天气雷达终端应用模块-区域雷达拼图	
96	组网天气雷达终端应用模块-数据保存	
97	金字塔形边界层立体组网观测算法产品	
98	观测资料快速循环同化系统	
99	基于人工智能的强对流天气短临预报	

智能网格 预报能力 建设	100	本省降水 MOS 算法	
	101	本省温度 MOS 算法	
	102	本省风场 MOS 算法	
	103	中央台 MOS 数据融合	
	104	短临降水背景场	
	105	短临风场背景场	
	106	短临能见度背景场	
	107	模式预报背景场	
	108	前期预报融合背景场	
	109	集成优选生成算法	
	110	降水时空协同算法	
	111	温度时空协同算法	
	112	降水相态生成算法	
	113	降水相态和天气现象协同算法	
	114	基于概率匹配的降水量优化算法	
	115	全场频率调整算法	
	116	滤波调整算法	
	117	目标雨区调整算法	
	118	网格预报融合算法	
	119	用户权限接入	
	120	画笔订正工具	

121	等值线分析工具	
122	风向风速订正	
123	相态订正	
125	数据筛查模块	
126	区域拷贝模块	
127	时间序列面拷贝	
128	权重法编辑模块	
129	区域多模式权重	
130	要素协同模块	
131	主客观融合模块	
132	检验结论集成显示	
133	权限接入	
134	模板定制生成产品	
135	关键点订正模块	
136	电视天气预报 8	
137	智能周报制作	
138	基本预报产品制作	
139	省市预报协同	
140	预报上传与发布	
141	插件扩展	
142	发布至省级格点库	

143	预报消息发布	
144	上下班预报发布	
145	质控消息发布	
146	发布至 NWFD	
147	数据实时监控模块	
148	对接产品发布中台	
149	系统消息发送	
150	检验中间量数据库建设	
151	产品检验算法	
152	任务调度	
153	检验结果统计分析和结果展示	
154	其他功能和要求	
155	多源数据批量获取工具	
156	数据完整性检查	
157	灾害性天气判识算法	
158	过程关键指标算法	
159	灾害性天气过程数据索引构建	
160	复盘数据检索	
161	物理量分析算法	
162	极端性分析算法	
163	权限接入	

	164	地理信息接入和显示	
	165	短临监测预警综合分析	
	166	中短期可预报性综合分析	
	167	水平图绘制组件	
	168	空间剖面组件	
	169	时空剖面组件	
	170	暴雨过程交互式分析	
	171	强对流过程交互式分析	
	172	台风过程交互式分析	
	173	大雾过程交互式分析	
	174	高温过程交互式分析	
	175	寒潮暴雪过程交互式分析	
	176	关键预报因子配置	
	177	交互式集成分析	
	178	个例分析报告入库	
多 模 式 气 候 预 测 能 力 建 设	179	多模式预测性能评估	
	180	气象灾害成因诊断分析	
	181	环流相似年智能分析	
	182	动力降尺度预测	
	183	智能气候预测技术集成	
	184	气候预测检验评估	

2.2.1.2 天气为农事

农业气象业务平台建设。为满足农业气象“一张图”以及在线图形产品加工制作需求，系统需对接统一地理信息服务功能模块，具备气象监测预报和农业气象监测多源数据查询，实现冬小麦、一季稻、夏玉米、夏大豆、油菜的气候资源分析、气象灾害分析和病虫害气象等级预报、农用天气预报、产量预报、农情遥感监测等功能。支持网格化农业气象数值产品的在线显示、空间分析及业务指导产品（中间型业务产品）的生产加工与发布；制作、订正农业气象影响评估图；数据产品与农业基础数据、地理基础数据的叠加，业务指导产品制作发布等功能。同时满足农业气象服务产品在线编辑、协同编辑等功能需求，支持 PC 端、移动端主流浏览器及微信小程序接入，支持 Word、Excel、PPT 和 PDF 等主流文档的在线预览和协同编辑。另外提供卫星数据处理，形成作物种植等遥感产品。

能实时获取多源气象网格实况、智能网格预报数据，并具备融入天气预报预警服务插件、农业气象融入式服务插件以及农业资讯服务插件等能力。精细化农业气象数据产品的处理加工和分析，需要与农业农村部门的农业四情数据、调查统计部门的农业经济统计数据进行分析。产品输出时还需要与行政区划、土地利用等 GIS 信息叠加分析。在服务产品发布环节，需要种粮大户、家庭农场、农民合作社等服务对象基础信息。

具体功能需求见下表：

子模块	序号	功能	备注
农业气象监测	1	农业气象监测分析	气象监测预报和农业气象监测多源数据查询和统计分析
农业气候资源分析	2	冬小麦气候资源分析	小麦气候资源、光温水适宜度、气候生产潜力分析技术算法集成
	3	一季稻气候资源分析	水稻气候资源、光温水适宜度、气候生产潜力分析技术算法集成
	3	夏玉米气候资源分析	玉米气候资源、光温水适宜度、气候生产潜力分析技术算法集成
	4	夏大豆气候资源分析	大豆气候资源、光温水适宜度、气候生产潜力分析技术算法集成
	5	油菜气候资源分析	油菜气候资源、光温水适宜度、气候生产潜力分析技术算法集成
农业气象灾害分析	6	冬小麦气象灾害分析	小麦春霜冻害、干热风、干旱、涝渍、连阴雨等灾害监测和预报预警技术算法集成
	7	一季稻气象灾害分析	水稻高温热害、洪涝、干旱、冷害等灾害监测和预报预警技术算法集成
	8	夏玉米气象灾害分析	玉米高温热害、涝渍、干旱等灾害监测和预报预警技术算法集成
	9	夏大豆气象灾害分析	大豆高温热害、涝渍、干旱等灾害监测预报预警技术算法集成
	10	油菜气象灾害分析	油菜低温冻害、涝渍、干旱等灾害监测和预报预警技术算法集成
病虫害气象等级预报	11	冬小麦病虫害气象等级预报	冬小麦赤霉病、锈病气象等级预报技术算法集成
	12	一季稻病虫害气象等级预报	水稻稻飞虱、稻瘟病、稻曲病气象等级预报技术算法集成
	13	夏玉米病虫害气象等级预报	夏玉米草地贪夜蛾气象等级预报技术算法集成
	14	夏大豆病虫害气象等级预报	大豆食心虫气象等级预报技术算法集成
	15	油菜病虫害气象等级预报	油菜菌核病气象等级预报技术算法集成
农用天气预报	16	一季稻农用天气预报	水稻播栽、喷药、收获等农用天气预报技术算法集成

子模块	序号	功能	备注
	17	冬小麦农用天气预报	小麦播种、喷药、灌溉、收获等农用天气预报技术算法集成
	18	夏玉米农用天气预报	玉米播种、喷药、灌溉、收获等农用天气预报技术算法集成
	19	夏大豆农用天气预报	大豆播种、喷药、灌溉、收获等农用天气预报技术算法集成
	20	油菜农用天气预报	油菜播栽、喷药、收获等农用天气预报技术算法集成
作物气象产量模拟评估	21	一季稻产量预报	基于关键气象因子统计、农业气象适宜度、作物模型的水稻产量预报技术算法集成
	22	冬小麦产量预报	基于关键气象因子统计、农业气象适宜度、作物模型的小麦产量预报技术算法集成
	23	夏玉米产量预报	基于关键气象因子统计、农业气象适宜度的玉米产量预报技术算法集成
	24	夏大豆产量预报	基于关键气象因子统计、农业气象适宜度的大豆产量预报技术算法集成
	25	油菜产量预报	基于关键气象因子统计、农业气象适宜度的油菜产量预报技术算法集成
卫星遥感农情监测	26	卫星遥感监测分析-主要作物种植面积识别	基于卫星遥感数据，实现一季稻、冬小麦、夏玉米、油菜等作物种植分布及面积提取技术算法集成
	27	卫星遥感监测分析-主要作物苗情长势监测	基于卫星遥感数据，实现一季稻、冬小麦、夏玉米、油菜等作物苗情长势监测技术算法集成
	28	卫星遥感监测分析-主要作物关键生育期监测预测	基于卫星遥感数据，实现一季稻、冬小麦、夏玉米等作物开花期、成熟期等关键生育期识别预测技术算法集成
	29	卫星遥感监测分析-主要作物重大旱涝灾害监测	基于卫星遥感数据，实现一季稻、冬小麦、夏玉米、油菜等作物农业干旱、农田积涝等气象灾害监测技术算法集成。
农业气象产品分析	30	农业气象数据可视化分析	时空变化的数据统计和线图、柱图、空间图等查询展示

子模块	序号	功能	备注
工组件	31	服务产品智能化加工	数据产品的空间标注、插值、色斑图加工
	32	农业气象灾害影响评估	与农情、土地利用等叠加分析和分等级、分区域评估分析
	33	图表产品编辑制作	基于农业气象等级进行自定义绘图、图片素材产品二次加工
	34	图表产品共享对接	对接发布中台，实现图表产品储存与共享
	35	服务产品模板管理	多源服务产品模板定义与维护
	36	服务产品制作与发布	向导式服务产品制作
	37	消息编辑与对接	图文信息提取、编辑和消息制作，对接发布中台，提供提醒消息发布能力
	38	色标与出图样式	多源数据产品色标维护和管理
	39	用户、角色分类管理	服务对象角色权限管理，用户分类管理
	40	画像和日志管理	产品、用户画像和运行日志等维护
	41	业务功能运行管理	业务功能维护管理和设置
调度保障模块	42	农业气象及天气预报数据交互查询	基于用户类型及其他画像信息，实现农业气象、气象预报预警类等特定数据的查询统计功能。
	43	服务产品展示	对接中台共享接口，提供省市县气象服务产品共享
	44	关键天气信息提醒	基于实况监测和用户画像，实现关键天气信息提示功能
	45	调度保障气象信息编辑	气象信息二次加工，为服务对象提供向农业经营主体推送消息服务
	46	气象服务反馈评价	基于评价反馈页面，获取服务对象反馈评价，实现评分结果定量化分析
直通式服务模式	47	农情反馈和专家互动插件	为农业经营主体与农业技术、气象技术人员提供互动服务和农情反馈信息分析插件
	48	农业气象融入式服务插件	融入第三方的农业气象服务插件

子模块	序号	功能	备注
	49	农业资讯服务插件	融入第三方的农业资讯服务插件

2.2.1.3 流域气象

水库气象服务综合业务平台基于气象大数据云平台，针对安徽省佛子岭、梅山、陈村、龙河口等大中型重点水库的防汛救灾服务需求进行建设。为满足不同用户的具体服务需求，平台需对接用户统一认证和权限管理中台，实现不同用户的登录界面、数据使用权限、报警区域等更有针对性；为满足用户对任意时间段气象要素的查询显示，平台需基于自动站、CLDAS 等多种数据，实现各水库中子单元任意时间段雨量、面雨量、气温、日照等多要素的显示查询，历史同期排名及对比，色斑图、折线图、柱状图等多种形式的自动化生成；为满足对强降水的及时预警，平台需基于雨量、面雨量监测算法实现强降水的监测报警；为满足不同预报时效、不同预报时长等服务需求，平台需基于智能网格、多种模式预报实现短临、中短期预报的显示、查询、订正及统计等功能；为满足服务材料的快捷制作和发布，平台需实现各类水库决策服务产品的快捷制作，对接发布中台和消息中台实现服务产品的快速发布；为更好的了解预报产品的预报质量和效果，提高水库气象服务的科学性和有效性，平台需实现关键服务产品的质量检验评估；为保障平台各类数据、算法的正常运行，平台建设中将基于“天境”进行全流程的数据监控。

山洪气象风险普查数据是山洪灾害气象风险预警的基本数据，因

此需要对其进行处理，同时建立信息矩阵算法。山洪灾害气象风险预警需要基于阈值建立，阈值可通过 API 模型计算前期降水指数来进一步获得。山洪灾害气象风险预警需根据实况降水产品、雷达产品（包括雷达定量降水产品、强天气报警产品等）、降水量预报产品等作为参考，融合生成山洪灾害风险客观产品，因此需要对实况数据、多种模式预报数据进行接入并进行质量控制等处理、同时建立雷达定量降水估测算法。此外，为了更好对山洪风险进行预警和服务，需要对实况数据的时间变化特征和雷达产品进行可视化显示；并利用实况数据极值排序算法等，获得单站历史极值排序并显示。为了将模式预报产品更好的展示给预报员，实现单模式降水产品、单模式物理量产品、tlogp 产品等产品可视化；提供多模式降水对比、多模式物理量对比、多模式探空对比和多模式多时效降水评分产品并实现可视化；同时，为了评判智能网格主观预报的稳定性，提供最新时次和过去时次的智能网格预报产品，并实现智能网格预报多时效产品对比和可视化功能。为更好的服务不同用户需针对不同的用户需进行图形产品的个性化定制；为进一步提高预警准确率和发布的及时有效性，使用山洪灾害气象风险产品融合算法，生成山洪灾害气象风险客观产品，并进行主观订正相结合的主客观融合，并依托图形产品和文字产品智能加工算法智能生成山洪灾害气象风险产品，并对产品进行审核，再一键发布。为了保证产品按时上传，对当日未完成任务提醒。为保障平台的运行，需对接“天境”进行数据的全流程监控。

具体功能需求见下表：

表 4.2.1-3 流域气象功能需求表

子模块	序号	功能	备注
水库气象服务综合业务平台	1	流域地理信息处理对接中台地理信息	
	2	对接用户统一认证和权限管理中台	
	3	基础地理数据显示	
	4	数据接入	
	5	雷达显示组件开发和接入	
	6	卫星显示组件开发和接入	
	7	多时次实况面雨量算法	
	8	多模式预报面雨量算法	
	9	实况面雨量数据分析	
	10	预报面雨量数据分析	
	11	雨量格点数据绘图	
	12	面雨量数据绘图	
	13	雨量实况数据综合显示	
	14	雨量监测算法	
	15	面雨量实况数据综合显示	
	16	面雨量监测算法	
	17	水文数据接入及综合显示	
	18	土壤墒情数据处理及绘图	
	19	土壤墒情数据显示	
	20	温度、日照等气象要素绘图模块	
	21	温度、日照等气象要素显示	
	22	多模式格点预报综合显示	

山
洪 气 象
灾 害 风
险 预 警
平 台

23	多模式面雨量预报综合显示
24	雨量格点预报订正
25	面雨量预报订正
26	各类主客观网格预报检验
27	多模式面雨量预报检验
28	历史极值排序算法
29	雨量数据统计查询及可视化
30	面雨量数据统计查询及可视化
31	气温、日照数据统计查询及可视化
32	水库气象服务周报制作
33	水库气象服务专报制作
34	对接发布中台
35	对接消息中台
36	流程监控
1	山洪气象风险普查数据处理
2	山洪气象风险信息矩阵算法
3	API 模型计算降水指数
4	数据接入
5	雷达定量降水估测算法
6	雷达产品显示
7	实况数据叠加显示
8	实况数据时间演变显示
9	实况数据质量控制算法
10	实况数据极值排序算法

11	多模式降水数据接入
12	单模式降水可视化
13	单模式物理量可视化
14	tlogp 组件开发和接入
15	单模式稳定性可视化
16	多模式降水对比
17	多模式物理量对比
18	多模式探空对比
19	多模式多时效降水评分
20	智能网格预报可视化
21	智能网格预报多时效对比
22	山洪灾害风险产品融合算法及产品生成
23	山洪风险报警和数据可视化
24	图形产品个性化定制
25	山洪风险等级主客观融合
26	图形产品和文字产品智能加工算法
27	产品审核功能
28	产品一键发布功能
29	业务任务提醒
30	全流程监控

2.2.1.4 决策气象

2.2.1.4.1 气象灾害影响预测评估与风险管理

(1) 灾害强度指数算法功能

基于天擎大数据平台历史气象台站观测数据，开发暴雨过程、干旱过程、台风过程、高温过程、冰冻过程、春霜冻过程综合强度指数算法，形成 6 个灾种强度指数历史序列，实现实时计算功能。

（2）致灾危险性评估功能

基于实况和智能网格预报数据（取包含站点的格点值作为该站点的预估值），对所选时段逐站灾害过程进行识别，基于 ArcGis 等平台对灾害过程强度指数进行空间化处理，划分为高危险、中危险和低危险（高风险、中风险和低风险），绘制致灾危险性区划图。

（3）灾害风险预估功能

将致灾危险性（暴雨致灾危险性指数）和承灾体暴露度指数进行空间化处理（处理成统一空间分辨率和地理坐标系的栅格数据），再加权求积，建立暴雨灾害风险评估模型；预估暴雨灾害人口风险、GDP 风险、小麦风险、水稻风险、玉米风险，并绘制风险预估图。

（4）灾损模型算法功能

基于气象灾害风险预估结果，提取不同风险等级下的影响人口、GDP、农作物受影响的数量及主要影响行政区域。基于以往研究成果，利用历史灾情及灾害风险指数，构建灾害损失模型，开展气象灾害损失预估。在此基础上，开发灾害影响及损失预估。

（5）综合展示功能

开发上述算法和模型的可视化平台，实现各类算法和模型结果的实时检索、展示，提供可视化配置功能，支持产品的交互制作，对接发布服务，实现产品快速发布。

2.2.1.4.2 地质灾害气象风险预警

地质灾害风险普查数据是地质灾害气象风险预警的基本数据，因此需要对其进行处理，并建立地质灾害气象风险预警阈值。地质灾害气象风险预警需根据实况降水产品、雷达产品（包括雷达定量降水产品、强天气报警产品等）、降水量预报产品等作为参考，并能叠加地质灾害隐患点显示。地质灾害气象风险融合产品需要对实况数据、多种模式预报数据进行接入并进行质量控制、前期降水指数计算等处理，同时建立雷达定量降水估测算法。由于实况站点数量较多，数据量较大，减少人力投入，需提供地质灾害风险预警分级报警功能。此外，为了更好制作地质灾害气象风险预警和服务，需要对实况数据的时间变化特征和雷达产品进行可视化显示；并利用实况数据极值排序算法等，获得单站历史极值排序并显示。

为了将模式预报产品更好的展示给预报员，实现单模式降水产品、单模式物理量产品、tlogp 产品等产品可视化；提供多模式降水对比、多模式物理量对比、多模式探空对比和多模式多时效降水评分产品并实现可视化；同时，为了评判智能网格主观预报的稳定性，提供最新时次和过去时次的智能网格预报产品，并实现智能网格预报多时效产品对比和可视化功能。为更好的服务，提供地质灾害风险预警产品文字编辑、自动差错功能和人机交互订正功能，并针对不同用户需求进行图形产品的个性化定制；为进一步提高预警准确率和发布的及时有效性，使用地质灾害气象风险产品融合算法，生成地质灾害气象风险客观产品；并结合主观订正生成主客观融合产品；依托图形产品和文

字产品智能加工算法智能生成地质灾害气象风险分布图并绘制。融合产品生成后，需首席审核把关，需提供产品审核流转功能。为了提高产品发布效率，提供一键发布功能。为了保证产品按时上传，对当日未完成任务提前提醒。为保障平台的运行，需对接“天境”进行数据的全流程监控。

2.2.1.4.3 消防应急救援气象服务

基于“天擎”等平台，获取、汇集各类气象观测数据和观测产品、多源数值模式预报产品和智能网格预报产品，面向暴雨洪涝灾害、暴雪冰冻灾害、森林火灾等多种灾害应急救援，实现基于特定区域的气象监测预报产品的输出，建立天气形势对灾情的影响预报模型，实现天气影响等级预报产品的自动化输出，建立气象条件对不同灾害应急救援作业的影响预报模型，实现不同灾种作业气象条件等级预报产品的自动化输出。业务层主要包括数据处理、产品加工制作，服务层主要面向省、市、县三级消防部门的应急救援、物资调配、救援力量部署等多个应用场景，以数据接口调用、服务系统等多种方式，提供精细化、针对性的监测、预报、风险预警等气象服务，满足消防部门用户个性化的服务需求。

2.2.1.4.4 重大活动气象保障

不同类型的重大活动，其准备、排演、正式活动的各个阶段，对预报地点、预报要素、时效和分辨率有不同的需求，根据“一活动一方案”的要求，需量身定制重大会议、重大室外活动、重大赛事、其他重大活动的气象保障服务方案。为使新保障方案快速建立，可对已

有保障方案进行复制、编辑，并实现删除、查询和统计功能。在保障方案中，根据服务需求，定义重大活动的高影响天气，并设定气象要素阈值。实现重大活动责任人管理功能，可增加、编辑、删除责任人信息。

由于重大活动的精细化需求，在系统中需实现活动场馆和活动路线的精准定位，真实展示场景画面。实况观测对活动的顺利开展具有较大的影响，活动举办方对实况监测数据实时性要求较高，因此需在高分辨率地理信息上，叠加展示降水、气温、能见度等多要素、卫星数据、双偏振雷达定量估测降水，并实现多要素数据实时更新，监测更新时间。可根据活动举办方的需求，绘制定点观测数据时序图、实时观测数据累计或平均计算功能、根据 1961 年以来历史数据（降水、气温、风向风速）和百分位法评估观测数据的极端性、定制实况色斑图。当监测到实况数据达到阈值时，实现报警功能。

活动场馆、活动路线的不同预报时效的预报影响活动日程安排和应急处置，因此需展示活动所在地多要素精细化临近预报、多要素精细化短时预报、短期预报、中期预报要素，针对活动举办方的需求，定制生成定时定点要素预报、预报要素时间序列，并可根据 1961 年以来历史数据（降水、气温、风向风速）和百分位法预估短临、短期、中期预报要素的极端性。实时更新显示活动所在地的预警信号发布、继发、变更和解除情况，预报要素超过规定阈值时，启动声音文字报警，自动选择活动应急预案。

为保证重大活动保障产品的快速制作和发布，需开发人机交互订

正功能、气象保障产品自动制作模块、对策建议智能选取。对接发布中台，实现一建发布，对活动各环节负责人开展智能叫应，智能归档服务产品，并对整个制作发布流程进行监控。

重大活动气象保障服务需要和活动举办方工作人员、活动参加人员以及外部门实时共享监测、预报产品。因此需开发外部门实时共享功能，基于皖事通移动应用端，开发实况监测模块、预报模块、智能叫应、个性定制模块。

2.2.1.4.5 电话叫应和 5G 发布能力建设

目前的预警信息的主要传播渠道无论是短信、微信、微博，均是以文字的形式传播，需要用户主动点击查看，在夜间、会议、驾驶等特殊场景下，预警信息的触达率不高，且对中老年等视障群体，存在阅读障碍，极大程度上影响了预警信息针对特殊场景及特殊人群传播的时效性。建立面向决策用户的 12379 电话叫应系统，实现省市县及向基层延伸的多级应用，能有效提升预警信息传播时效性与覆盖面。

面向决策用户的 12379 电话叫应系统，需实现省、市、县三级应用，需提供预警电话自动精准外呼服务，并能支持自动语音、外呼和传真的预警信息发布方式，同时需具备一定的灾备能力，在业务中台故障的情况下，具备独立的录入发布能力。自动语音：支持文字语音智能合成，按照既定策略对用户进行外呼。外呼：通过电话呼出对预警相关政府应急责任人进行通知，保证信息确认传达。支持人工和自动同时呼出，支持交互式语音应答，并记录日志。呼出线路与呼入线路共享资源，且可灵活配置，并记录日志。传真：通过对接业务中台

传真发送功能对预警相关单位进行通知，可支持多路并发，支持多文件格式，支持多文件合并送达，可设定传真发送优先级，支持发送传真语音提示，支持群发、失败重发、传真语音提示等功能，可定制模板，并记录日志。可通过接口获取预警等信息，预警信息发布所处的各个节点均有记录监控并可页面进行展示，可对发布的信息进行查询和统计，支持统计报表下载。支持收集管理自动语音、外呼和传真的回执信息。在业务中台故障时独立发布子应用具备独立的预警信息录入、个性化策略定制、服务对象管理、基础信息管理等功能，针对各渠道指定播发策略，对传真号码、外呼号码进行管理包括预警、播发区域、运营商信息等基础信息的管理，支持接收外系统提供的预警信息，保证预警信息发布的稳定。

传统的预警短信作为目前主流的预警信息传播方式，有着一定的局限性，如发布速度不高，信号穿透能力不强，内容形式单一等。为形成更强的预警信息发布核心能力，基于 5G 消息的预警信息发布作为 12379 短信、语音外呼等主要传播渠道的补充手段，可全面提升我省预警信息发布渠道的传播速度、传播覆盖面与内容形式。

基于 5G 消息的预警信息发布系统，是在原有的 12379 预警短信产品的基础上实现集视频、音频、图片、网页于一体的富媒体消息推送。用户订阅后可自主选择需要定制的地区、产品和推送时间，并根据用户位置变化可实现预报预警地区的自动变更。

支持三大运营商的 5G 消息发布渠道，可通过短信模版和签名实现对应的普通短信的发送，可实现在线的发送视频短信，实现信息备

案接口对接、AIM 短信网关发布和反馈接口对接，对接 Maap 平台的用户鉴权接口，实现 5G 消息任务发布和任务反馈接口的对接，实现 CAP 消息包和运营商接口转换，主要包括 Split MAC 协议封装和 Split MAC 协议封装。支持与 5G 消息回落服务对接，通过定时的 5G 消息反馈统计哪些用户暂时不支持 5G 消息。定时检测发布对象是否支持 5G 消息进行标识，按照树形结构进行发布对象群组的管理，基于不同行业、以行政区划为基础进行发布对象进行管理，支持对群组进行发布对象的配置，按照不同预警信号类型、分等级、分发布状态进行预警消息发布的策略配置。运用白名单、黑名单等技术，实现对文字发布内容进行反季节、结构完整性、敏感词等业务审核。支持对发布的图片分辨率、格式进行合规性审核，实现对发布的音视频分辨率、码率、音频断档、格式进行审核，支持在文字图片、音视频等内容选择性加入安全水印的功能，基于可视化界面实现预警信息的 5G 消息发布的统计分析和反馈跟踪，支持对 5G 消息发布情况的统计，对接运营商提供的 UV 访问者的统计能力，对接运营商提供的 PV 页面访问量的统计能力，支持按照运营商、发布单位、时间段进行 5G 消息发布的汇总统计，支持预警富媒体消息内容排版编辑和发布，支持图片、视频、音频素材管理，提供分布式高并发内容缓存访问服务。支持根据用户位置获取对应的天气服务信息及预警详情信息。

决策气象具体功能需求见下表：

表 4.2.1-4 决策气象功能需求表

模块	序号	功能	备注
气象影响与 灾害风险评估 管理	1	强度指数算法-暴雨过程强度	气象监测预警在线可行性研究报告
	2	强度指数算法-干旱过程累积强度	
	3	强度指数算法-台风风雨综合强度	
	4	强度指数算法-高温过程综合强度	
	5	强度指数算法-冰冻过程综合强度	
	6	强度指数算法-春霜冻过程综合强度	
	7	致灾危险性评估-暴雨灾害	
	8	致灾危险性评估-干旱灾害	
	9	致灾危险性评估-台风灾害	
	10	致灾危险性评估-高温灾害	
	11	致灾危险性评估-冰冻灾害	
	12	致灾危险性评估-春霜冻	
	13	风险评估-暴雨灾害	
	14	风险评估-干旱灾害	
	15	风险评估-台风灾害	
	16	风险评估-高温灾害	
	17	风险评估-冰冻灾害	
	18	风险评估-春霜冻	
	19	灾损模型算法-暴雨灾害	
	20	灾损模型算法-干旱灾害	
	21	灾损模型算法-台风灾害	
	22	灾损模型算法-高温灾害	
	23	灾损模型算法-冰冻灾害	
	24	灾损模型算法-春霜冻	
	25	综合展示-数据浏览与查询	
	26	综合展示-空间范围检索	
	27	综合展示-多要素叠加展示	
	28	综合展示-可视化渲染引擎	
	29	综合展示-多层次瓦片预处理	
	30	综合展示-可视化参数配置	
	31	综合展示-图形制作	
	32	综合展示-灾害风险预估产品制作	
	33	综合展示-产品定制	
	34	综合展示-数据发布服务	
地质气象 灾害预警	1	地质灾害风险普查数据数字化和展示	
	2	雷达强天气产品报警	
	3	雷达定量降水估测算法	
	4	地质灾害隐患点实况数据叠加显示	
	5	地质灾害隐患点实况数据时间演变显示	
	6	实况数据质量控制算法	
	7	实况数据极值排序算法	
	8	多模式降水预报数据接入	
	9	单模式降水预报可视化	
	10	单模式物理量预报可视化	
	11	单模式探空可视化	
	12	模式预报稳定性判断	
	13	多模式降水预报对比	
	14	多模式物理量预报对比	

	15	多模式探空预报对比	
	16	多模式多时效降水评分	
	17	智能网格预报数据接入和可视化	
	18	智能网格预报多时效对比	
	19	前期降水指数	
	20	地质灾害风险产品融合算法	
	21	地质灾害气象风险分布图绘制	
	22	风险图定制功能	
	23	地质灾害风险分级别报警	
	24	地质灾害风险预警产品自动生成	
	25	地质灾害风险预警产品文字编辑和自动查错	
	26	人机交互订正功能	
	27	产品审核流转功能	
	28	对接消息中台和发布中台	
	29	地质灾害风险预警业务流程提示	
	30	全流程监控	
消息 应急响应 救援服务	1	暴雨洪涝区域降雨量监测	
	2	暴雨洪涝区域暴雨极端性分析	
	3	暴雨洪涝区域天气精细化预报	
	4	暴雨洪涝区域气象风险预报	
	5	暴雨洪涝区域救援作业气象条件预报	
	6	暴雪冰冻区域气象监测	
	7	暴雪冰冻区域低温雨雪冰冻极端性分析	
	8	暴雪冰冻区域天气精细化预报	
	9	暴雪冰冻区域气象风险预报	
	10	暴雪冰冻区域救援作业气象条件预报	
	11	森林火灾区域气象监测	
	12	森林火灾区域天气预报	
	13	森林火灾区域气象风险预报	
	14	森林火灾救援作业气象条件预报	
	15	应急救援气象服务材料产品的制作	
	16	应急救援类产品图形化显示	
	17	产品监控	
	18	阈值管理	
	19	产品接口管理	
重大 活动保障 气象	1	历史气温数据接入和再分析	
	2	历史降水数据接入和再分析	
	3	历史风向风速数据接入和再分析	
	4	重大赛事气象保障方案定制模块	
	5	重大会议气象保障方案定制模块	
	6	重大室外活动气象保障方案定制模块	

	7	自定义气象保障方案定制模块	
	8	气象保障方案管理功能	
	9	高影响天气定义及阈值设定	
	10	多要素叠加展示	
	11	场景画面管理	
	12	多要素数据实时更新及更新时间监测	
	13	卫星数据接入和叠加显示	
	14	双偏振雷达定量估测降水可视化	
	15	重大活动气象要素阈值监测报警功能	
	16	定点观测数据时序图	
	17	实时观测数据计算功能	
	18	实况色斑图定制	
	19	观测数据的极端性评估	
	20	多要素精细化临近预报	
	21	多要素精细化短时预报	
	22	短临预报要素的极端性预估	
	23	短期预报要素显示	
	24	短期预报要素极端性预估	
	25	中期预报要素显示	
	26	中期预报要素极端性预估	
	27	预警信号展示	
	28	定时定点要素预报临时定制功能	
	29	预报报警功能	
	30	预报要素时间序列算法	
	31	应急预案自动选择功能	
	32	气象保障产品自动制作模块	
	33	气象保障产品人机交互订正	
	34	气象保障产品实时共享模块	
	35	智能叫应	
	36	对接发布中台	
	37	智能提取	
	38	智能归档	
	39	流程监控	
	40	皖事通移动应用的实况监测模块	
	41	皖事通移动应用的预报模块	
	42	智能叫应功能	
	43	皖事通移动应用的个性定制模块	
	44	责任人管理功能	
电话叫应和5G能力建设	1	信息采编工具	
	2	语音合成	
	3	交互式语音应答	
	4	智能外呼	
	5	呼叫记录管理	
	6	系统状态监控	
	7	多文件格式支持	
	8	多文件合并送达	
	9	传真发送优先级支持	
	10	发送传真语音提示	

11	传真群发	
12	对接产品发布中台	
13	传真模版	
14	系统日志管理	
15	可视化发布任务监控	
16	外呼统计查询	
17	统计报表下载	
18	回执管理	
19	通信服务接口	
20	独立发布子应用-发布信息录入	
21	独立发布子应用-个性化策略定制	
22	独立发布子应用-服务对象管理	
23	独立发布子应用-基础信息管理	
24	运营商消息渠道配置	
25	普通短信对接	
26	视频短信对接	
27	AIM 短信对接	
28	5G 消息的发送接口对接	
29	CAP 消息包和运营商接口转换	
30	5G 消息回落服务对接	
31	5G 消息回落服务定时检测	
32	群组管理	
33	发布对象管理	
34	群组预警策略配置	
35	对接产品发布中台	
36	文字内容智能审核	
37	图片合规性审核	
38	音视频合规性审核	
39	文字图片水印	
40	AIM 消息反馈接收	
41	5G 消息发布反馈跟踪	
42	UV 访问者数量统计	
43	PV 页面访问量统计	
44	运营商对账结算统计	
45	富媒体消息模板管理	
46	高性能富媒体内容服务	
47	预警信号详情卡片	
48	定位气象服务卡片	

2.2.1.5 生活气象

4.2.1.5.1 省市气象融媒体制作发布

基于 BS 架构的省市气象融媒体一体化制作发布系统，打通省市气象部门融媒体传播渠道，实现资源共享与互通。满足气象融媒体业

务现代化流程需求的业务平台，实现新媒体、科普、预警等生产传播业务平台的集成化建设和联动配合。

具体功能包括：对气象实况、预报、历史等数据进行融合和数据挖掘，产出适应于气象融媒体服务的气象数据信息，并数据入库储存、热点提醒。实现对气温、降水、城市预报、排行榜等 5 类 12 项气象融媒体图形产品模板定制设计、编辑。通过融合实况、预报气象数据，针对不同场景图形模版库，实现气象图文产品的快速加工制作。实现基于时间与空间的实况、预报气象数据 2D/3D 可视化展示。对融媒体视频产品结构化分析，实现视频模版设计、制作和定制视频生成任务。通过人脸建模、图像处理建立虚拟形象，定制专属的个性化语音库，打造形象独有的 IP 声音。通过语义相似度分析大量气象数据、气象热点和语料库，进行包括气温、阴雨、旅游、节假日、24 节气等 20 多种主题文稿模版设计，通过文稿生成算法，自动生成具有一定逻辑性和连贯性的文章。通过爬虫、智能抓取等方式结构解析来自于互联网和大数据平台的热点数据，并异常报警。实现当前方案下气象热点事件查看，根据多条件组合筛选查看信息综合指数、晴朗指数、负面指数的趋势。从数据汇总、媒体类型占比、情绪走势、情绪分布、情感属性等十多个维度进行信息传播分析。根据设置的条件和选择的报告模板来筛选信息生成报告。自动抓取微信、微博、网页、App 等不同发布渠道的考核数据，通过设置考核项、权重等参数，分析考核基础数据，生成可视化的评估报告，对工作人员的工作量和工作效果进行评估和考核。通过融媒体气象服务产品上下载、编辑、共享、转发

等操作记录对工作人员业务业绩。记录用户操作和系统自动执行的各种操作，记录和保存所有访问系统的用户日志信息（如 IP 地址等信息），对日志进行管理和统计。对融媒体图文、视频文件上下载服务，实现省市媒体资料的共享。对媒资库中的资料进行编目和分类处理，实现媒资库中资料的发布并提供用户的检索浏览。通过配置可以实现回收站内容自动 7 天、半月、1 月回收策略，支持一键还原媒体资源。对接统一认证中心，实现用户的新建、修改、删除。支持用户账号的开通、停用。对各类融媒体气象服务产品进行版权管理。基于新媒体技术，实现直播引流，推流，多地同步协同直播。实现各类融媒体气象服务产品的推送皖事通 APP 定制。对接 workflow 引擎，实现针对业务人员值班、审核、预警、热点服务提醒。针对气象融媒体信息的集中展示，通过中心大屏显示系统实现融媒体业务信息汇聚功能。

4.2.1.5.2 高清影视节目超融合制作

对高清节目制作系统在制式、格式、范围和适用性进行创新开发，满足高标清、4K 等制式节目采集、IP 视频信号传输、网络化资源统一管理、多非编软件融合编辑和节目自动合成。系统包括视频转换模块、视频信号采集模块、网络资源管理器模块、信号监看模块、音视频自动合成等功能模块。

具体功能包括：转换 SDI 视频信号、HDMI 信号进行信号为 NDI 视频信号。对 NDI IP 流信号视频采集，完成视频采集、审核、打点、标记等工作流程。管理摄像机、录像机等 NDI 视频信号，实现视频信号的统一切换。建立基于 B/S 的网络资源管理器，支持实现视频文

件基本编目功能、转码功能、批处理上传功能和复制、移动、删除、下载、排序、筛选、检索等基础功能。定制主持人语音服务，通过获取标准报文格式和定制格式气象数据，实现高清融媒体节目文件自动生成。针对通用非编软件进行插件开发，实现 Adobe 非编网络资源管理插件。对节目片段进行标准化处理现实音量电平统一，响度匹配和均衡调整，对融媒体气象节目进行格式、画面内容，丢帧、黑场内容检查和元数据处理。对接统一认证中心，对地市服务对象用户进行管理。

4.2.1.5.3 公众气象服务产品集成与服务定制

搭建统一的公众气象服务集成与服务定制平台，以数据接口、插件服务的形式，实现全省气象服务产品集约、再整合，为政务及便民服务平台、微博微信等新媒体信息发布传播平台、各类主流资讯平台等提供内容自由组合、实时在线响应、可定制的整体气象信息接入服务。平台建设包括服务产品数据资源池、服务组件智能加工、多源数据处理转换引擎、组件智能加工引擎、服务组件自动化制作任务管理等功能模块。

具体功能包括：建设服务产品数据资源池，用于实现内外网数据纵横互通、集中统一和产品存储备份，确保数据的延续性和完整性，满足各种情况下业务平台的正常运行。从天擎气象大数据云平台接入气象监测预报预警数据等，包括站点监测、格点实况、格点预报、预警产品等。对实况历史数据进行规范化管理。对多源 GIS 数据，如 shp 矢量数据、Tif 栅格数据等栅格矢量数据相互转换、融合，对空

间 GIS 数据与业务数据分析（如插值、叠加、指标计算等），实现 GIS 空间数据、业务数据等数据的处理、转换、分析。实现分区域、分类型的服务产品制作，为用户提供可配置、可修正、可监控的一体化应用服务。提供精细化预报服务产品加工与应用所需通用插值算法、空间计算算法、格点转站点、图形产品绘图等工具管理，为多种场景服务提供统一的能力支撑。构建各种服务场景所需要的生活气象指数算法模型。对产品组件制作生成任务进行调度管理，通过任务名称、产品名称、重复频率等进行快速的配置，可按需新增任务。对已制作的服务组件进行审核发布或自动发布至相关渠道。通过可视化图表实现对服务组件制作、审核、发布的全流程节点监控，包括各节点的处置状态、处置人员和处置时间等。通过友好界面，为各个业务系统和第三方服务提供数据共享、支撑，保障业务数据的安全性，支撑数据访问多并发性，合理建设数据共享服务接口。对外部门接口访问的自动留痕处置，按不同维度进行统计分析。对系统、用户调用的次数、读取的数据类型等进行实时记录、展示、查询统计等功能。对外服务的应用接口和与第三方系统对接的数据接口。包括接口上线管理、更新管理和开发者视角等功能，支持文件接口和消息接口。制作气象监测预报产品插件；制作强对流、大雾、生活气象指数等精细化服务产品展示插件，实现各类气象服务插件形式的人机交互制作。自行配置精确化服务产品各场景产品要素、消息接收配置、产品内容、H5 页面布局。自行配置美好生活气象指数各场景产品要素、消息接收配置、产品内容、H5 页面布局。自行配置行业气象服务产品各场景产品要

素、消息接收配置、产品内容、H5 页面布局。自行配置融媒体气象服务产品各场景产品要素、消息接收配置、产品内容、H5 页面布局。对残障、老人等特殊人群进行服务产品定制并自行配置各场景产品要素、消息接收配置、产品内容、H5 页面布局。对通用产品插件进行在线管理，实现产品插件上线、下线、列表查询、分组管理等管理。为用户提供安徽气象灾害证明在线申请办理业务，实现业务人员权限管理、业务受理记录、已出具证明的存档等功能。根据用户反馈情况按服务产品类型、时间段进行反馈内容的统计分析。反馈统计分析结果可供优化模型和产品。

4.2.1.5.4 城市内涝气象风险预警

合肥是我国近二十年发展最快的城市，快速城市化和日益增多的暴雨使得城市内涝问题日益严重，因此需加强合肥市城市内涝风险预警能力，减轻内涝带来的经济损失和人员伤亡。城市遭受暴雨袭击后，易涝点由于受地势低洼、下垫面性质、排涝能力弱等影响，积涝频率高、积水深度大，而城区中的学校、医院、地铁等内涝高影响区，较易受内涝影响而出现较大的灾情损失。因此需将易涝点和内涝高影响区可视化以加强降水监测预报和内涝风险预估。

实况降水影响城市土壤含水量、地表径流大小和速度，是城市内涝风险预警中必须考虑的影响因素。而不同的观测仪器会造成不同的观测误差，因此多源降水观测数据可减少单一观测造成的误差，水文气象融合降水观测数据、雷达 QPE 产品、基于 CLDAS 的公里级网格降水实况、中尺度模式估测降水等实况降水数据空间分辨率高、更新频

率高，其可视化十分必要。当实况降水达到一定阈值时，出现城市内涝的风险高，因此需利用历史降水数据和内涝灾害实况计算阈值，并在监测到实况降水达到阈值后，启动声音文字报警。

未来一段时间内的短时强降水、持续降水是造成城市内涝的主要因素，因此精细化的降水预报产品是主观判断内涝风险的主要工具，其可视化非常重要。INCA 降水预报、WRFENKF 降水预报更新快，为短临时效预报产品，空间分辨率为 1 公里，有利于捕捉到局地短时强降水；EC 降水、智能网格预报为中短期预报产品，对大范围长时间的降水预报准确率高，因此选取这四种数值模式可视化。使用单模式降水预报累计值判断累计降水量大小、提取未来时段最大小时雨量判断是否有短时强降水，为消除单模式预报带来的较大误差，对多模式进行平均雨量计算，对单模式降水预报累计值和最大小时雨量值进行多模式对比。针对易涝点和内涝高影响区，进行降水预报统计和时序图，当用户需要精细下垫面降水预报时序图时，可定制。当短期时效内强降水超过阈值，未来出现内涝的可能性较大，业务值班人员需密切关注；当短临时效内强降水超过阈值，业务人员需及时发布预警，因此需实现短期时效强降水声音文字报警等功能，支持短临时效强降水声音文字报警功能，以提醒业务值班人员。

目前城市内涝风险客观预报方法主要是临界雨量法和内涝数值模型法。临界雨量法主要预测短期时效内的内涝潜势，利用 GIS 技术划分城市汇水区，接入外部门共享数据，收集历史上内涝发生时间、地点，计算对应的汇水区实况面雨量建立内涝个例库，利用客观方法

计算致灾临界雨量，将短期降水预报和临界雨量对比，判断出现内涝的潜势。将内涝潜势预报可视化，给业务人员提供参考。内涝风险预警模型主要是预测短临时效内涝风险，根据高程、水系等地理信息构建合肥市内涝数值模型，利用内涝个例库对内涝模型参数进行率定并验证其准确率，使之能准确模拟合肥城区的积水深度。利用水文气象耦合技术，将短临降水预报产品和内涝模型耦合，预估未来积水深度。为直观显示合肥各地的积水深度预报以及可能出现的最大积水深度，将积水深度预报的空间分布可视化，提取未来时效内每个格点最大积水深度，将其空间分布进行可视化处理，实现基于 GIS 的 2D 内涝淹没演进趋势的展示功能。为给某地区的防汛人员应急处置提供参考，需要绘制任何地区的积水深度预报时序，展示积水深度随时间的变化趋势。根据业务规范，预估内涝风险预警并可视化，自动提取内涝高风险区，实现自动告警。

内涝预警产品的快速制作有利于增加防灾减灾提前量，预报员根据经验对内涝风险人机相互订正，快速生成气象部门最终的内涝风险预警等级，内涝预警为气象部门和住建部门联合发布，因此在发布前需要多部门协商，需要文字协同会商模块，确定联合发布的内涝风险预警等级。通过内涝风险预警图形自动绘制、内涝风险预警要素表格自动制作、内涝风险产品文字自动生成等技术，在线编辑城市积涝天气报告，在 WORD 中自动生成报告模板，自动插入风险预警图、表格和文字描述，智能化制作内涝预警产品。

内涝风险预警的快速发布和叫应有利于气象部门和防汛部门以

及公共快速获取预警信息，及时采取相关行动。内涝风险预警联合审核签发功能使得多部门可共同修改、审核、签发，加快了预警发布速度。及时对接消息中台和发布中台，快速向政府部门和公众发布预警，并消息通知气象部门，对于防汛责任人进行靶向叫应。

后台管理模块包括业务产品配置、用户管理权限设置、系统功能设置等。业务产品配置包括内涝预警发布管理，对风险预警产品图、表、文字信息的设置，对制作人、审核人、签发人的信息管理；绘图格式和底图信息的自定义设置、易涝点管理辅助模块。用户管理权限设置包括内涝责任人信息管理和多部门用户权限管理，其他部门编辑、审核、签发和管理权限。系统功能设置包括内涝预警查询统计模块、风险预警产品档案管理、管理报警模式辅助模块。

4.2.1.5.5 气象服务满意度调查

基于皖事通，建立气象服务满意度调查系统，广泛征集公众气象满意度、公众气象服务现状与需求、防灾减灾服务现状、公众气象科普知识普及现状等内容，拓宽气象服务满意度信息获取渠道。系统功能包括调查问卷设计、调查提交与分析、气象服务评价反馈、气象科普知识、推送通知和后台管理等模块。

4.2.1.5.6 大城市气象保障服务

针对大型城市，基于多源资料监测，研发集合算法，形成面向行业服务产品类别，开展“气象+行业”大城市服务保障，建立大城市气象保障服务系统，提供强对流天气预警、大气污染气象保障以及重大活动气象保障等功能，提升大城市气象保障能力。主要功能包括：

对接天擎多源资料数据库，并补充完善数据，并实现对数据接入监控、历史数据管理等功能。实现各类气象要素的监测与展示、数据查询和统计、垂直探空数据质控、模式产品后处理，开发城市强对流天气预报算法、污染气象条件算法等算法。建立城市重大活动保障气象产品模板、实现图文产品快速智能加工，支持气象要素主观互动订正。提供大城市重大活动保障气象服务前台、大城市强对流天气气象服务前台、大城市大气污染防治气象服务前台提供数据大屏展示，用户交互功能。

生活气象场景的主要功能需求如下：

子 模 块	序号	功能	备 注
省市气象融媒体制作发布模块	1	基于融媒体服务的多源气象数据分析挖掘	
	2	图形产品加工-模板定制和自动化生成	
	3	图形产品加工-可视化展示及生成	
	4	视频产品加工-视频模板定制	
	5	视频产品加工-视频合成	
	6	视频产品加工-虚拟形象及语音定制服务	
	7	视频产品加工-模版文稿设计	
	8	视频产品加工-自动文稿定制服务	
	9	融媒体气象热点事件监控信息汇总	
	10	融媒体气象热点事件监控热点指数	
	11	融媒体气象热点事件监控传播分析	

12	融媒体气象热点事件 监控热点预警
13	融媒体气象热点事件 监控热点报表
14	融媒体气象热点事件 监控事件分析
15	融媒体气象热点事件 监控信源分析
16	融媒体气象热点事件 监控情绪分类
17	融媒体运营业绩管理
18	融媒体运营业绩留痕
19	融媒体业务人员管理
20	融媒体运营日志管理
21	服务产品共享上下载 服务
22	服务产品共享转码
23	服务产品共享编目
24	服务产品共享查询浏 览
25	服务产品共享存储管 理
26	服务产品共享监控清 理
27	服务产品共享服务对 象管理
28	产品共享版权管理
29	新媒体视频直播
30	手机客户端配套
31	业务提醒
32	融媒体综合信息可视 化
33	视频格式转换

高

清影视	34	视频信号采集和编辑
节目超	35	视频信号切换与管理
融合制	36	网络资源管理器
作模块	37	信号监看
	38	节目站点模版定制
	39	音视频自动合成
	40	音频定制服务
	41	通用非编插件开发
	42	音频标准化处理
	43	节目审核
	44	用户管理
	45	数据接入监控管理
	46	历史数据管理与规范
	47	多源数据处理转换包 装引擎
	48	组件智能加工引擎
	49	通用算法工具
	50	定制算法工具
	51	服务组件自动化制作 任务管理模块
	52	服务组件发布管理
	53	组件制作发布全流程 监控
	54	服务组件统一接口服 务网关
	55	接口调用监控

	56	服务接口管理
	57	气象监测预报服务插件
	58	精细化服务产品插件
	59	美好生活气象指数插件模块
	60	行业气象服务插件模块
	61	图文音视频产品插件
	62	无障碍服务产品插件
	63	插件服务管理
	64	天气实况在线证明
	65	服务产品用户反馈评价模块
	66	城市易涝点可视化
	67	内涝高影响区可视化
	68	水文气象降水观测数据融合算法及可视化
	69	雷达 QPE 产品可视化
城	70	公里级网格降水实况可视化
市内涝	71	快速同化的中尺度模式估测降水可视化
气象风	72	易涝点的降水实况统计
险预警	73	内涝高影响区的降水实况统计
模块	74	强降水报警阈值计算
	75	降水监测报警模块
	76	INCA 降水预报可视化
	77	WRFENKF 降水预报可视化

78	EC 降水预报可视化
79	城市区域智能网格预报的可视化
80	单模式降水预报累计和多模式对比
81	多模式平均雨量计算
82	最大小时雨量、3 小时雨量提取和对比
83	易涝点的降水预报统计和时序图
84	内涝高影响区的降水预报统计和时序图
85	精细下垫面降水预报时序图定制
86	短期时效强降水声音文字报警功能
87	短临时效强降水声音文字报警功能
88	外部门共享数据接入处理模块
89	内涝潜势预报模型算法—内涝个例库
90	内涝潜势预报模型算法—城市汇水区划分
91	内涝潜势预报模型算法—致灾临界雨量
92	内涝潜势预报可视化
93	内涝风险预警模型算法—构建内涝数值模型
94	内涝风险预警模型算法—内涝模型参数率定
95	内涝风险预警模型算法—内涝模型验证
96	内涝风险预警模型算法—水文气象耦合技术
97	积水深度预报可视化
98	最大积水深度预报可视化
99	积水深度预报时序

100	内涝风险预警等级分布图
101	内涝高风险自动告警
102	基于 GIS 的 2D 内涝淹没演变动画
103	多部门文字协同会商模块
104	内涝风险人机交互订正模块
105	内涝风险预警图形自动绘制
106	内涝风险预警要素表格自动制作
107	内涝风险产品文字自动生成
108	内涝风险产品制作模块
109	内涝风险预警联合审核签发
110	对接消息中台和发布中台
111	内涝预警靶向叫应模块
112	内涝预警发布管理模块
113	内涝预警查询统计模块
114	风险预警产品档案管理
115	多部门用户权限管理
116	内涝责任人信息管理
117	底图设置管理
118	管理易涝点辅助模块
119	管理报警模式辅助模块
120	绘图格式管理
121	调查问卷创建

气

象服务	122	调查提交与分析
满意度	123	调查报告生成
调查模	124	气象服务评价反馈
块	125	气象科普知识频道
	126	推送通知
	127	用户留言
	128	后台管理
	129	数据监控管理模块
	130	历史数据管理
	131	监测数据展示模块
大	132	数据查询和统计模块
城市气	133	强对流天气预报算法
象保障	134	污染气象条件算法模
服务模	135	气象要素订正模块
块	136	模式产品后处理模块
	137	图文产品加工模块
	138	重大活动保障气象产
	139	品模板
	139	大城市强对流天气预
	140	报预警插件
		大城市重污染天气监
		测预报插件

2.2.1.6 雷电防御

为实现雷电防御业务需求，开发多源雷电监测预警应用，需实现

如下功能：

4.2.1.6.1 实况监测

实现安徽省全省范围内已建雷达、电场、雷电等设备数据实时监测，多源数据的叠加显示，包括实况信息（含图例）。监测实况基于 GIS 系统，可实现地图缩放功能。

雷达实况监测：雷达平面图显示（基本反射率、组合反射率等类型拼图）及数据回放。

电场实况监测：雷暴发生、发展、消亡过程中大气电场值变化曲线、监测范围色斑图、格点数据等。

雷电实况监测：提供 3D 雷电实况监控多视角进行雷电数据的展示（包括高度、强度、数据回放等）。2D 雷电实况监控通过 GIS 系统直观的监测当前闪电移动趋势，显示形式分为雷电散点图、聚类图、闪电密度、电流强度。提供设备列序图统计设备数据到报情况。

4.2.1.6.2 雷电预警

基于 GIS 系统，整合地图、监测信息、预警信息等各类信息，实现业务数据的有效整合，并对信息进行深入分析和可视化展现，实现的雷电监测预报、决策指挥、效果评估更加科学和精确，更有助于提高雷电监测的工作效率。对雷达回波、地面电场值、闪电数据等资料进行融合分析，采用神经网络预警算法，基于机器学习的方式，主要以神经网络作为雷电判别模型。经过数据预处理、深度模型的构建、多要素融合模型的构建实现雷电极近预报预警为监测

区域内提供更加准确的预警结果。可以对预警范围（包括：圆形、矩形、不规则多边形等）、格点分辨率、每种资料的预处理有效时段、参与预警的有效资料及其相对权重、预警时间长度和预警时段等参数进行设置，预警模块将根据用户设置对相应的资料进行处理。

4.2.1.6.3 雷电统计分析

雷电产品对雷电数据进行差值与平滑分析，形成雷电密度、雷暴日、雷电强度、强度区划等四种雷电产品为决策服务提供依据。

4.2.1.6.4 雷电专项服务

雷电专项服务模块为政府机关、危化企业、社区大众、特定需求行业用户，提供雷电监测、雷电预警、雷电灾害评估等专业服务产品，产品形式为 word、pdf 文件。能够实现模板创建、文字编辑、格式调整、历史存储、发布及维护等功能。

雷电防御具体功能需求列表如下：

表 4.2.1-6 雷电防御功能需求

子模块	序号	功能	备注
数 据 接 入	1	雷达数据接入	
	2	电场数据接入	
	3	雷电数据接入	
	4	卫星及其他气象观测数据可扩展接入	
数 据 处 理	5	数据接收、显示、存储	
	6	数据预处理	
实 况 监	7	雷达实况监测	

控	8	电场实况监测	
	9	雷电实况监测	
	10	数据回放	
雷 电 预 警	11	预警区域定制	
	12	多数据融合机器学习神经网络预警	
雷 电 统 计 分 析	13	雷电频度分析	
	14	幅值分布分析	
	15	雷电轨迹	
	16	雷电数据产品	
	17	雷电数据到报统计	
预 警 发 布	18	预警信息推送	
	19	产品校验	
	20	发布状态监控	
雷 电 专 项 服 务	21	雷电监测、预警、灾害产品制作	
	22	雷电监测、预警、灾害产品发布	
	23	雷电监测、预警、灾害产品维护	
基 础 信 息 管 理	24	系统配置	
	25	用户认证和权限管理	
	26	服务对象信息管理	

2.2.1.7 影响天气

针对我省人工影响天气保障需求，基于我省气象和生态环境观测

数据以及高时空遥感探测数据，充分利用物联网、流媒体等技术，建设一体化智慧型人工影响天气保障平台，构建针对我省的人影作业需求、人影作业条件、实时作业参数、全程作业情况跟踪指导和作业效果评估等业务能力，实现人工影响天气作业全流程触觉感知信息化、通信传输集约化、决策指挥智能化，为我省人工影响天气保障提供技术支撑。通过影响天气场景的建设，为长三角人影气象服务中心等提供平台支撑。需要实现人影作业需求、人影作业条件、人影作业预警、人影作业指导和人影作业效果评估五大方面的功能。

2.2.1.7.1 人影作业需求

根据多源数据针对我省皖北地区多发的干旱冰雹等灾情，皖南山区多发的森林火灾等灾情进行抗旱防雹需求分析、森林火险气象等级分析、生态湿地植被土壤墒情分析以及空气质量预报分析，分别确定未来 1-3 天人影作业需求。根据多源数据进行综合分析，确定重大活动保障需求。支持作业方案产品制作、发布和作业方案历史产品查询统计分析等功能。

2.2.1.7.2 人影作业条件

根据不同来源的探测数据，分析相关人影数据，叠加统一的地理信息底图和人影信息点图层，结合多源数据资料进行交互分析，实现作业云系识别分析和作业潜力区识别分析，确定 24 小时内人影作业条件。根据雷达外推算法，计算未来 1-3 小时降水分布，确定各个作业点的作业条件。实现作业点定位、监控作业装备信息及变化情况展示分析，确定作业保障能力。支持作业条件产品制作、发布和作业条

件历史产品查询统计分析等功能。

2.2.1.7.3 人影作业预警

提供人影相关数据时间序列展示，实现根据时间序列回溯变化趋势进行分析等功能。实现实时对冰雹识别预警，对降水识别预警，支持设置监控区域及阈值，根据阈值设置生成预警信息产品。可将实时预警信息推送到终端用户，支持联系人设置和推送方式设置。支持作业预警历史产品查询统计分析等功能。

2.2.1.7.4 人影作业指导

提供安全射界图显示分析、作业方位角射线显示和作业发射预计轨迹三维显示等作业安全保障功能。结合多源数据资料进行零度层高度识别。根据 SWAN 拼图的雷达回波强度计算过冷水，再根据过冷水计算用弹量等作业参数产品。支持作业指导产品制作、发布和作业指导历史产品查询统计分析等功能。

2.2.1.7.5 人影作业效果评估

基于作业点作业信息、风速风向、扩散模型等信息，计算确定作业影响区和多个拟定对比区。结合多源数据资料交互分析确定作业对比区与影响区范围。对影响区与对比区进行统计分析，定量计算作业的影响面积、增雨量和增雨率等作业效果评估参数。利用风暴识别追踪（SCIT）技术，实现任意时段作业效果的定量统计评估和物理检验结果。支持作业效果评估产品制作、发布和作业效果评估历史产品查询统计分析等功能。

记录飞机和地面作业信息，根据指定的条件进行发布。提供作业

信息记录的相关标准文档的导入导出功能。接入国家局人影作业信息上报系统进行作业信息上报。基于天擎系统记录作业个例库，提供作业个例相关数据资料信息查询统计等功能。实现作业指导产品和实际作业执行情况的对比分析和统计。

记录单位信息、人员信息、作业点信息、安全射界图信息、360全景信息、作业点音视频信息、用户信息、角色信息等功能。记录物联网弹药出入库消息、弹药库存信息、弹药运输记录、出货单、采购审批信息等功能。提供记录装备信息、仓库信息、年检、维修信息等功能。

影响天气具体功能需求如下表：

表 4.2.1-7 影响天气功能需求表

子模块	序号	功能	备注
人影作业需求	1	抗旱需求分析	根据多源数据进行干旱灾情分析，确定未来 1-3 天人影作业需求。
	2	防雹需求分析	根据多源数据进行冰雹灾情分析，确定未来 1-3 天人影作业需求。
	3	森林火险气象等级分析	根据多源数据进行森林火险气象等级分析，确定未来 1-3 天人影作业需求。
	4	生态湿地植被土壤墒情分析	根据多源数据和生态湿地植被土壤墒情观测数据进行综合分析，确定未来 1-3 天人影作业需求。
	5	空气质量预报分析	根据多源数据进行空气质量预报分析，确定未来 1-3 天人影作业需求。
	6	重大活动保障需求分析	根据多源数据进行综合分析，确定重大活动保障期间人影作业需求。
	7	作业方案产品制作与发布	作业方案产品制作，接入发布中台进行推送。
	8	作业方案产品查询统计分析	实现作业方案历史产品查询统计分析等功能。
人影作	1	人影数据展示分析	人影相关数据展示分析。实现多源数据与统一的地理信息底图和人影信息点图

业条件			层叠加展示和分析功能。确定 24 小时内人影作业条件。
	2	作业云系识别分析	结合多源数据资料交互分析进行作业云系识别，确定 24 小时内人影作业条件。
	3	作业潜力区识别分析	结合多源数据资料交互分析进行作业潜力区识别，确定 24 小时内人影作业条件。
	4	雷达外推分析	根据雷达外推算法，计算未来 1-3 小时降水分布，确定各个作业点的作业条件。
	5	作业保障能力分析	作业点定位、监控作业装备信息及变化情况展示分析，确定作业保障能力。
	6	作业条件产品制作与发布	作业条件产品制作，接入发布中台进行推送。
	7	作业条件产品查询统计分析	实现作业条件历史产品查询统计分析等功能。
人影作业预警	1	人影相关数据时间序列分析	人影相关数据时间序列展示，可以根据时间序列回溯变化趋势进行分析。
	2	冰雹识别预警	冰雹识别预警。
	3	降水识别报警	降水识别预警。
	4	监控区域设置和预警信息产品生成	监控区域及人影相关数据阈值设置，根据阈值设置生成预警信息产品。
	5	预警信息推送方式及联系人设置	接入发布中台，设置预警信息推送联系人和推送方式设置。
	6	人影作业预警信息推送	接入发布中台，实现人影作业预警信息实时推送。
	7	作业预警产品查询统计分析	实现作业预警历史产品查询统计分析等功能。
人影作业指导	1	作业安全保障功能	安全射界图显示分析、作业方位角射线显示和作业发射预计轨迹三维显示等作业安全保障功能。
	2	零度层高度识别	结合多源数据资料进行零度层高度识别。
	3	人影作业指导产品算法	根据 SWAN 拼图的雷达回波强度计算过冷水，再根据过冷水计算用弹量等作业参数产品。
	4	作业指导产品制作与发布	作业指导产品制作，接入发布中台进行推送。
	5	作业指导产品查询统计分析	实现作业指导历史产品查询统计分析等功能。
人影作	1	作业对比区与影响区范围识别分析	基于作业点作业信息、风速风向、扩散模型等信息，计算确定作业影响区和多个拟定对比区。结合多源数据资料交互

业 效 果 评 估			分析确定作业对比区与影响区范围。
	2	影响区与对比区统计分析	定量计算作业的影响面积、增雨量和增雨率等作业效果评估参数，进行影响区与对比区统计分析。
	3	人影作业效果评估算法	利用风暴识别追踪（SCIT）技术，实现任意时段作业效果的定量统计评估和物理检验结果。
	4	作业效果评估产品制作与发布	作业效果评估产品制作，接入发布中台进行推送。
	5	作业效果评估产品查询统计分析	实现作业效果评估历史产品查询统计分析等功能。
	6	飞机和地面作业信息记录及发布	记录飞机和地面作业信息，根据指定的条件接入发布中台进行推送。
	7	作业信息上报	提供作业信息记录的相关标准文档的导入导出功能。接入国家局人影作业信息上报系统进行作业信息上报。
	8	作业个例库	基于天擎系统记录作业个例库，提供作业个例相关数据资料信息查询统计等功能。
	9	作业指导产品执行率分析评估	实现作业指导产品和实际作业执行情况的对比分析和统计。
	10	作业信息管理	记录单位信息、人员信息、作业点信息、安全射界图信息、360 全景信息、作业点音视频信息、用户信息、角色信息等功能。
	11	弹药信息管理	记录物联网弹药出入库消息、弹药库存信息、弹药运输记录、出货单、采购审批信息等功能。
	12	装备信息管理	记录装备信息、仓库信息、年检、维修信息等功能。

2.2.1.8 生态环境气象

2.2.1.8.1 环境气象监测评估与预报

（1）环境气象信息处理与显示。实现空气质量监测数据、气象观测数据、模式数据、地理信息等多源数据的归集，能够根据业务规范和质控算法对以上数据产品进行质量控制，并按照统一格式将数据产品存储到数据库中。能够在 WEBGIS 地图界面叠加展示空气质量监

测数据和环境气象相关的地面气象观测资料信息，实时监控空气质量状况，显示空气质量等级和首要污染物图标信息。

（2）环境气象监测评估。实现不同时间尺度及指定时间段的全省及分区域的环境气象要素统计分析功能，自动绘制相关要素的空间分布图和统计结果表格。根据业务产品模板，能够自动生成污染气象条件评估材料。

（3）环境气象预报。提供环境气象要素预报结果的查询显示功能，包括数值天气预报的常规气象要素、逆温、混合层厚度等特征物理量，以及空气质量数值模式预报的 6 种污染物浓度、AQI 等；基于业务指导产品，提供空气质量预报订正制作功能，实现空气质量预报产品的订正、上传和下发。

（4）预报检验。显示制定时间段内大气污染实况、指导预报、模式预报和订正预报信息。根据最新的检验评价办法，实现空气质量预报准确率和预报订正技巧评分，以及预报综合评分等。检验评分结果通过柱状图、曲线图和表格形式展示。

（5）数据查询统计。支持指定时间段各个城市首要污染物天数和不同空气质量等级天数的统计计算，实现对指定时间段的空气质量要素和气象要素的查询显示。

具体功能包括：支持地图、高程、水系等基础地理信息，以及空气质量和气象观测站点信息显示。在 WEBGIS 地图界面叠加展示空气质量监测数据和环境气象相关的地面气象观测资料信息，实时监控空气质量状况，当出现重度及以上污染时，提供报警提醒功能。实现各

类大气污染物浓度与不同高度气象要素场的动态图形化显示；统计计算不同时间尺度及指定时间段的全省及分区域的环境气象要素，自动绘制空间分布图，输出统计结果表格。基于环境气象要素统计分析结构及相关图表，并根据业务产品模板，可自动生成污染气象条件评估材料。可以查询显示未来 1-10 天的气象要素和大气污染物浓度，支持多层次、单要素、多要素叠加，以格点值、等值线、色板图显示，以及污染物浓度与气象要素的叠加显示。实现基于中国气象局下发的污染气象条件和空气质量预报产品，预报员根据本地污染状况和气象条件，订正制作省级预报产品。以曲线、柱状、色板图等形式，显示制定时间段内大气污染实况、指导预报、模式预报和订正预报信息；基于《国家级空气质量指导预报及检验评估业务规范（试行）》和中国气象局有关考核文件，开发空气质量预报检验算法，检验评分结果通过柱状图、曲线图和表格形式展示。对指定时间段的空气质量要素（包括 AQI、首要污染物和 6 种污染物浓度）和气象要素（包括气温、降水、风速、气压、能见度、相对湿度等）进行查询显示；实现指定时间段各个城市首要污染物天数和不同空气质量等级天数的统计计算，各要素以表格形式显示，并支持文件导出。

2.2.1.8.2 气候可行性论证

（1）数据统计查询显示。支持台站历史沿革记录，各气象要素的完整性、均一性分析，以及 MK 检验结果查询。建设“参证气象站比选”工具，实现 DEM 地形数据显示和分析、气象站点及工程区位置

等 GIS 分析功能。

(2) 工程气象参数计算。根据相关技术指南规范，实现任意气象站点的工程气象参数计算、报表输出。

(3) 太阳能资源评估。根据《GBT 37525-2019 太阳直接辐射计算导则》《GBT 37526-2019 太阳能资源评估方法》，实现对无辐射观测地区进行辐射计算。

(4) 重现期气象参数计算。利用极值分析方法，实现风、温、雪三类要素的重现期计算，支持可视化拟合曲线的调节以及不同重现期的频率输出。研发“设计气象参数推算工具箱”，为重现期气象参数计算提供工具支撑。

(5) 国土空间规划论证。按照《省级国土空间规划气候可行性论证技术导则》行业标准规范，提供生态保护评价、农业生产评价、气候资源评价、城镇建设评价等评价指标计算，以及未来气候变化预估及论证指标空间区划图绘制等功能。

(6) 气候可行性论证产品制作。基于 Office 组件编程技术、Echart 数据可视化技术、智能文字分析技术，汇总融合气候可行性论证服务报告所需材料，快速生成服务报告。

具体功能包括：实现再分析数据、区域站数据、不同深度低温、雷电数据、主要天气现象出现日数及起止期等的查询调用功能。实现对供暖通风系数、建筑节能气象参数、建筑采光日照参数、人体舒适度以及关于核电气象参数的循环水系统设计参数、冻融交替次数参数、最终热阱气象参数、厂用水系统设计参数、机场工程气象参数的分析

计算。实现天文辐射推算、大气透明系数法水平辐射推算、直射比法水平辐射推算、朝向赤道倾斜面辐射量计算、倾斜面辐射量等分析计算。开发“设计气象参数推算工具箱”，利用极值分析方法实现风、温、雪三类要素的重现期分析计算。支持降雨侵蚀力、土地沙化敏感性等生态保护评价指标的实时计算分析，支持农业水资源、农业热量资源、农业气象灾害等农业生产评价指标分析计算，支持风能资源、太阳能资源、气候舒适度等气候资源指标分析计算；支持通风潜力、大气自净能力、最大冻土深度、城市内涝危险性、雷暴日数、大风日数、风暴潮等城镇建设评价指标的分析计算。实现气候背景、高影响天气分析，以及供暖通风参数、重现期气象参数、污染气象参数和太阳辐射计算，快速生成气候可行性论证服务报告。

生态环境气象功能需求见下表：

表 4.2.1-8 生态环境气象功能需求表

子模块	序号	功能	备注
环境气象监测评估	1	环境气象信息综合显示	
	2	环境气象监测评估	
	3	环境气象预报	
	4	预报检验	
预报	5	数据查询统计	
气候可行性	6	数据统计查询显示	
	7	工程气象参数计算	
	8	太阳能资源评估	

论 证	9	重现期气象参数计算
	10	国土空间规划论证
	11	气候可行性论证产品制作

2.2.1.9 能源保供气象

一是能源保供气象服务业务支撑模块是一个集成了多种复杂算法与预报生成机制的综合模块，为后续模块提供技术铺垫。二是面向电网自然灾害监测、电网事故防范与应急处置等应用场景，构建电网安全保障气象服务系统，支撑业务人员进行产品的加工、制作和发布，实现面向能源部门安全监督管理以及企业运维所需的电网安全气象监测、预报及服务。三是面向电力生产调度、电力供需平衡、电力市场交易等应用场景，构建电力调度决策气象服务系统，支撑业务人员进行产品的加工、制作和发布，实现面向能源部门和电力企业的气象服务，更好地辅助电力调度科学决策。四是面向风能太阳能资源开发规划、项目评估、出力预测等应用场景，构建风能太阳能资源开发利用服务系统，支撑业务人员进行产品的加工、制作和发布，实现面向能源部门和能源企业的气象服务。五是能源保供气象服务全流程监控。基于业务流程，以任务节点为监控目标，囊括“数据采集-监测预警-任务提醒-产品制作-分发监控”各任务阶段，对数据更新情况、任务制作情况、产品发布情况、网络硬件情况进行实时监控，异常情况时告警通知值班人员进行处理，进一步保障系统的正常运行。同时按照业务规范要求，监控子系统需对接气象综合业务实时监控系统“天

镜”，实现集约化建设。

具体功能包括：电线覆冰厚度预报产品生成算法、电线舞动风险预报产品生成算法、重要输电通道林区火险气象等级短期预报产品生成算法、重要输电通道林区火险气象等级延伸期预报服务产品生成算法、电力负荷气象条件预报产品生成算法、辐射网格预报产品生成算法、风速网格预报产品生成算法、能源保供服务产品制作与发布、电网安全气象条件监测预警、关键位置气象灾害预测、重要输电通道气象风险预警、电网安全高影响天气预报预警、定制化服务产品加工制作、电网负荷气象影响告警、电力负荷预测产品显示、华东区域要素预报产品显示、服务专报制作、风速风向监测、辐射网格预报产品、风速网格预报产品、风能发电气象条件等级预报产品、太阳能发电气象条件等级预报产品、新能源类产品图形化、新能源类产品接口、风能太阳能资源年景评估、数据更新监控、业务流程监控、产品状态监控、网络硬件监控、监控对接“天镜”。

能源保供气象功能需求清单见下表：

子模块	序号	功能	备注
能源保供气象服务业务支撑	1	电线覆冰厚度预报产品生成算法	以覆冰增长基本物理原理和试验经验为依据，构建未来 7 天，逐日 1km×1km 电线覆冰厚度模型。
	2	电线舞动风险预报产品生成算法	通过历史舞动天气个例，划分舞动风险等级，构建 netCDF 格式的电线覆冰舞动风险等级预报模型。
	3	重要输电通道林区火险气象等级短期预报产品生成算法	基于气候特、气象要素预报、植物物候特征，构建未来 10 天逐日全省网格化森林火险气象等

			级预报模型。
	4	重要输电通道林区火险气象等级延伸期预报服务产品生成算法	基于前期气候特征、气象干旱监测数据、中长期天气预报，结合植物物候特征，构建 15-30 天逐日全省分片区森林火险气象等级形势预报模型。
	5	电力负荷气象条件预报产品生成算法	基于各地市电力负荷数据、同期气象要素等，利用机器学习方法，以市为单位建立电力负荷短期预测模型。
	6	辐射网格预报产品生成算法	利用 CMA-WSP 预报和辐射实况观测数据，利用多种机器学习方法建立辐射预报订正模型，并利用高精度地形数据实现降尺度订正。
	7	风速网格预报产品生成算法	基于 CMA-WSP 预报的风速、风速实况观测数据，利用多种机器学习方法建立风速预报订正模型，并对风速进行降尺度订正。
	8	服务产品制作与发布	用于制作常规气象服务产品、定制化气象服务产品、电网保供气象决策服务产品。系统对接产品发布中台，实现服务产品的一键发布。
电网安全保障气象服务	1	电网安全气象条件监测预警	提供常规气象要素监控、预警通知、雷达监测、卫星云图、闪电定位、台风路径等
	2	关键位置气象灾害监测	对电力系统重点关注区域（涵盖变电站、重要杆塔、发电厂站等）中出现的灾害性气象事件进行及时预警，同时根据实况信息的更新，自动调整告警级别和内容。
	3	重要输电通道气象风险预警	构建分灾种、分等级、量化的灾害风险预警模型机制，实现密集输电通道气象风险的实时监测和及时预报预警。
	4	电网安全高影响天气预报预警	实现时间提前量为 3 天的电网安全高影响天气自动预警服务，形成有别于传统气象的电力调度气象预警信号产品，产品包含高影响天气种类、预计发生时间、区域范围、强度等级、对电网安全影响程度、建议等。

	5	定制化服务产品加工制作	实现重点区域电线覆冰厚度、电线风舞动、森林火险气象等级等预报产品的图形化产品加工制作。
电力调度决策气象服务	1	电网负荷气象影响告警	建立电力负荷波动影响因子，并结合中短期天气预报产品实现电网负荷实况的自动判别和预警信息发布。
	2	电力负荷预测产品显示	以色斑图和打点方式在地图上展示未来 24 小时的电力负荷预测产品，可实现动画播放。同时以列表展示 16 个地市的电力负荷预测，可按单个时次和多时次累计进行正序或倒序排列。
	3	华东区域要素预报产品显示	提供未来 3-7 天华东区域逐日平均气温、最高和最低气温、降雨量等基本气象要素网格预报产品的显示。
	4	服务专报制作	制作常规气象专报、重要天气专报（如：梅雨间歇期、连续高温日、台风、寒潮过程、迎峰度夏、迎峰度冬、节假日、电力部门重大活动等）、气候专报等。
风能太阳能资源开发利用服务	1	风速风向监测	以色斑图和打点的方式显示全省范围内的风场网格实况、站点实况产品。支持对站点数据进行排序和筛选，筛选方式包括基于行政区划、多边形圈选、矩形和圆形范围。
	2	辐射网格预报产品	显示全省未来 7 天逐 15 分钟，1km×1km 太阳辐射预报产品，支持单点及多点时序显示，显示方式包括折线图、柱状图等。
	3	风速网格预报产品	提供全省未来 7 天逐 15 分钟，1km×1km 风速预报，支持单点及多点时序显示，显示方式包括折线图、柱状图等。
	4	风能发电气象条件等级预报产品	提供全省未来 7 天风能发电气象条件等级预报，支持单点及多点时序显示，显示方式包括折线图、柱状图等。
	5	太阳能发电气象条件等级预报产品	提供全省未来 7 天太阳能发电气象条件等级预报产品，支持单点及多点时序显示，显示方式包括折线图、柱状图等。

	6	风能太阳能资源年景评估	支持基于目标那的评估报告文档自动输出，报告文档包括并不限于数据汇总、分析过程、结论建议等部分。
	7	新能源类产品图形化	基于产品制作与发布能力实现风能太阳能实况监测、预报等七类产品的图形化产品制作与发布功能。
	8	新能源类产品接口	实现风能太阳能等新能源开发利用风能太阳能实况监测、预报等七类气象服务产品的接口访问功能。
能源保供气象服务全流程监控	1	数据更新监控	根据数据传输监控告警策略配置的每种数据的传输及时率阈值，某类资料未在指定时间阈值完成数据传输时，在监视界面予以告警显示。
	2	业务流程监控	以列表方式监控各业务流程点完成情况，包括任务项、计划完成时间、实际完成时间、是否故障等。通过列表显示各任务完成情况，红色表示未完成、绿色表示已完成、灰色表示未监测。
	3	产品状态监控	支持对所有的产品监控信息进行留痕管理，以列表格形式直观展示具体的发布时间、响应时间、发布次数、对外服务情况等信息。
	4	网络硬件监控	服务器监控、网络状态监控，上述监控内容可通过图形化方式直观展示监控数据。
	5	监控对接“天镜”	根据信息化集约要求，本项目业务监控需对接气象综合业务实时监控系统“天镜”，实现集约化建设。

2.2.1.10 旅游气象

一是搭建景区安全保障气象服务平台，综合旅游气象及业务观测系统、卫星遥感、天气雷达、区域模式预报产品等多源资料的融合，应用数据挖掘技术和机器学习算法，完成旅游气象高影响天气监测、

预报产品制作，实现针对景区的暴雨、雷电、大风等灾害性天气的有效监测、预警服务，提高景区防灾减灾气象服务能力。二是搭建气候生态品牌创建管理平台，支撑安徽省避暑旅游休闲目的地、天气气候观赏地、气候宜居地等气候生态品牌创建活动的开展。气象部门通过该平台受理各地申报，申报地区通过该平台获取申报通知、申报要求，了解进展和结果等。三是面向气象旅游资源的开发利用需求，搭建气象旅游资源调查与评估系统，实现气象旅游资源调查结果的入库、管理，实现气象旅游资源质量的评估，支持气象旅游资源开发利用动态入库，实现气象旅游资源综合信息的展示。四是开发公众旅游天气服务支撑平台，对接各类数据和产品库，开发功能支持模块，气象部门开展服务数据库管理运维、产品加工制作、服务推送管理、产品共享管理，实现面向公众提供旅游天气展示、查询、推介服务。通过旅游气象场景的建设，为长三角旅游气象服务中心等提供平台支撑。

具体功能包括：实现旅游景区及线路天气实况产品的加工制作功能。实现景区景点雷电、大风、暴雨、雨雪冰冻等旅游高影响天气实况监测产品加工制作功能。实现景区雷电临近、短时预报产品加工制作功能。实现景区大风临近、短时预报产品加工制作功能。支持景区暴雨临近、短时预报产品加工制作功能。实现景区高温临近、短时预报产品加工制作功能。实现景区景点雨雪冰冻等旅游灾害性天气短期、中期预报产品加工制作功能。实现景区景点雷电、大风、暴雨等高影响天气风险预警产品制作功能。实现景区安全保障各类气象服务产品的图形化加工。实现景区安全保障各类气象服务产品的接口访问功能。

实现景区安全保障各类气象服务产品制作监控、异常告警及日志功能。

实现气象部门和文旅部门面向景区开展 A 级旅游景区防雷安全管理工作支持功能。实现申报地区的注册、登录、材料提交、进展查询、结果查询、意见反馈等功能。实现气象部门的申报受理、省市县三级任务流转、进展反馈、结果公示等功能。实现用户管理、数据库管理、页面动态信息管理等功能。实现旅游资源调查结果的汇交、分类、存储、统计等功能。实现气象旅游资源评价、结果展示和分类统计等功能。实现开发利用信息的管理功能。实现气象旅游资源的多维度的统计、展示功能。实现旅游景区、景点、线路天气现象、气象要素、体感温度、舒适度等实况产品的制作功能。实现旅游景区、景点、线路天气现象、气象要素、体感温度、舒适度等预报产品的制作功能。实现登山指数、穿衣指数、赏花指数、摄影指数等旅游指数预报产品制作功能。实现花期、红叶、雪景、雾凇、云海等气象景观预报产品制作功能。实现文旅厅官方 APP “游安徽” 中气象专题产品制作功能。实现公众旅游气象服务各类产品的图形化加工功能。实现公众旅游气象服务各类产品的接口访问功能。实现公众旅游气象服务各类产品制作监控、异常告警及日志功能。

旅游气象功能需求见下表：

表 4.2.1-10 旅游气象功能需求列表

子模块	序号	功能	备注
景区安全保障气象服务	1	旅游天气实况产品	实现旅游景区、线路天气实况产品的加工制作功能。
	2	旅游高影响天气监测产品	实现景区景点雷电、大风、暴雨、雨雪冰冻等旅游高影响天

			气实况监测产品加工制作功能。
	3	景区雷电天气预报产品	实现景区雷电临近、短时预报产品加工制作功能。
	4	景区大风天气预报产品	实现景区大风临近、短时预报产品加工制作功能。
	5	景区暴雨天气预报产品	景区暴雨临近、短时预报产品加工制作功能。
	6	景区高温天气预报产品	实现景区高温临近、短时预报产品加工制作功能。
	7	景区雨雪冰冻天气预报产品	实现景区景点雨雪冰冻等旅游灾害性天气短期、中期预报产品加工制作功能。
	8	旅游高影响天气风险预警产品	实现景区景点雷电、大风、暴雨等高影响天气风险预警产品制作功能。
	9	景区气象安全保障类产品图形化及服务材料	实现景区安全保障各类气象服务产品的图形化加工及服务材料制作。
	10	景区气象安全保障类产品接口	实现景区安全保障各类气象服务产品的接口访问功能。
	11	景区气象安全保障类产品监控	实现景区安全保障各类气象服务产品制作监控、异常告警及日志功能。
	12	景区雷电防护管理	实现气象部门和文旅部门面向景区开展 A 级旅游景区防雷安全管理工作的支持功能。
气候生态品牌创建管理	1	申报	实现申报地区的注册、登录、材料提交、进展查询、结果查询、意见反馈等功能。
	2	受理	实现气象部门的申报受理、省市县三级任务流转、进展反馈、结果公示等功能。
	3	品牌创建管理	实现品牌库建设、数据分析与决策支持、品牌推广机制等功能。
	4	用户角色管理	实现用户角色划分与权限管理、个人信息管理等功能。
	5	模块维护	实现数据备份与恢复、系统更新与升级、日志记录与审计。
气象旅游资源调查评估	1	气象旅游资源调查管理	实现旅游资源调查结果的汇交、分类、存储、统计等功能。
	2	气象旅游资源评价	实现气象旅游资源评价、结果展示和分类统计等功能。

	3	气象旅游资源开发利用	实现开发利用信息的管理功能。
	4	气象旅游资源在线展示	实现气象旅游资源的多维度的统计、展示功能。
公众旅游天气服务支撑	1	公众旅游天气实况产品	提供旅游景区的体感温度以及舒适度等实时信息。
	2	公众旅游天气预报产品	提供旅游景区体感温度以及舒适度等预报信息
	3	旅游指数预报产品	实现登山指数、穿衣指数、摄影指数等旅游指数预报产品制作功能。
	4	气象景观预报产品	实现花期、红叶、雪景、雾凇、云海等气象景观预报产品制作功能。
	5	“游安徽”气象专题产品	实现文旅厅官方 APP “游安徽” 中气象专题产品制作功能。
	6	公众服务类产品图形化及服务材料	实现公众旅游气象服务各类产品的图形化加工及服务材料制作功能。
	7	公众服务类产品接口	实现公众旅游气象服务各类产品的接口访问功能。
	8	公众服务类产品监控	实现公众旅游气象服务各类产品制作监控、异常告警及日志功能。

2.2.1.11 交通气象

交通气象场景建设主要通过数据共享、业务支撑和前端信息显示等功能模块实现使用对象查询交通气象信息、获取交通气象服务，相关交通管理系统接入恶劣天气预警信息，有效保障交通安全。主要功能需求包括：

一是实现面向用户的综合交通气象服务功能，实现公众快速便捷查询出行路线天气状况，公安交警、交通、运营企业等管理部门查阅恶劣天气预警信息，辅助采取管理决策措施。公众、公安交管、交通、海事、通航机场等不同使用对象、不同交通行业管理者的预警阈值设

置、服务产品订阅、关注区域配置。开发移动服务端（皖事通端），实现使用对象多渠道查询交通气象信息。二是实现面向业务人员的交通气象服务业务支撑功能，包括交通点、线、面监测预报预警数字、图文产品生成发布管理，交通高影响天气、重大节假日专题气象服务产品制作发布管理。实现交通气象产品准确率和影响评估。交通基础设施、地理信息数据的自动更新。嵌入基于交通视频图像的低能见度、路面状态等交通高影响天气识别模块和浓雾临近、浓雾短期、路温、结冰、强对流等交通高影响天气预报模型应用模块。交通天气实况历史资料特征值、变化趋势等统计结果的可视化展示。交通气象服务全流程监控和异常告警。三是交通高影响天气精准预警。基于站点监测、视频图像识别、交通管控实现恶劣天气的综合数据，生成发布交通气象预警产品。通过使用对象管理区域、使用对象线路查询等信息精准提供位置、线路的交通气象预警信息。四是数据整合共享。整合交通气象站点监测、视频图像识别监测实况、智能网格预报数据，交通高影响天气预警和预报产品；整合交通相关视频、流量、路况、管制等交通相关业务数据；整合公路、通航机场、水运、铁路等交通基础地理数据。实现交通预警信息和恶劣天气影响的实时评估和统计分析，平台同时支持以数据或接口的方式供交通管理部门业务系统调取交通气象监测预警信息。

具体功能包括：网页服务端、移动服务端（皖事通端）的交通气象监测预报预警及共享发布功能；公众、高速、国省道、航运、通航机场、铁路等分类交通气象功能，使用对象管理及需求订阅功能；交

通气象服务数据分析，产品制作、发布、检验及预警信息发布等业务功能；雾、雨、雪、大风等交通高影响天气图像识别、客观预报、风险预警等功能；交通气象数据共享、交通地理信息更新、风险预警影响评估及数据、业务监控等功能。

交通气象功能需求见下表：

表 4.2.1-11 交通气象功能需求

子模块	序号	功能	备注
实况监测模块	1	天气实况显示	对接气象大数据云平台，调用气象监测站网数据，与安徽省行政区图叠加显示。支持站点历史数据查询功能。
	2	智能识别实况显示	对接中台，调用视频图像识别监测实况产品，与安徽省行政区划图一键叠加显示。支持更新智能识别监测产品。
智能预报模块	3	常规预报显示	对接气象大数据云平台，调用智能网格预报产品，与安徽省行政区图叠加显示。
	4	高影响天气预报显示	对接中台，调用智能网格产品，与安徽省行政区划图一键叠加显示。支持按照起报时间查阅预报产品。
综合交通气象服务模块	5	公众交通气象服务	对接中台，调用交通预警信息发布数据，在网页服务端天气实况界面一键叠加显示交通气象预警信息与关联的交通地理信息。支持公众查询出行路线天气时显示关联地理信息和预警信息。
	6	高速公路气象服务-实况预警子功能	在网页服务端综合交通界面，一键叠加显示高速公路网、关联站点天气实况和安徽省行政区图，自动进行高影响天气风险预警。
	7	高速公路气象服务-天气预报子功能	在网页服务端综合交通界面，一键叠加显示高速公路网、天气预报和安徽省行政区图，根据内置预警阈值体系分等级标色。
	8	国省道气象服务-实况预警子功能	在网页服务端综合交通界面，一键叠加显示国省道网、关联站点天气实况和安徽省行政区图，自动进行高影响天气风险预警。
	9	国省道气象服务-天气预报子功能	在网页服务端综合交通界面，一键叠加显示国省道网、天气预报和安徽省行政区图，根据内置预警阈值体系分等级标色。

	10	航运气象服务-实况预警子功能	在网页服务端综合交通界面，一键叠加显示港口、航道网、关联站点天气实况和安徽省行政区图，自动进行高影响天气风险预警。
	11	航运气象服务-天气预报子功能	在网页服务端综合交通界面，一键叠加显示港口、航道网、天气预报和安徽省行政区图，根据内置预警阈值体系分等级标色。
	12	通航机场气象服务-实况预警子功能	在网页服务端综合交通界面，一键叠加显示通航机场、关联站点天气实况和安徽省行政区图，自动进行高影响天气风险预警。
	13	通航机场气象服务-天气预报子功能	在网页服务端综合交通界面，一键叠加显示通航机场、天气预报和安徽省行政区图，根据内置预警阈值体系分等级标色。
	14	铁路气象服务-实况预警子功能	在网页服务端综合交通界面，一键叠加显示铁路网、关联站点天气实况和安徽省行政区图，自动进行高影响天气风险预警。
	15	铁路气象服务-天气预报子功能	在网页服务端综合交通界面，一键叠加显示铁路网、天气预报和安徽省行政区图，根据内置预警阈值体系分等级标色。
交通气象服务模块	16	交通气象服务产品显示	对接中台，显示各级气象部门发布的交通气象服务产品，支持往期调阅功能。
	17	交通气象服务产品制作发布	交通气象服务产品模板预设、高影响天气落区划片、产品制作、产品审核以及自动化的产品制作等功能。对接中台，发布交通气象服务产品，对已发送产品进行删除与覆盖。
	18	交通气象服务产品检验	通过交通天气实况对交通气象服务产品中高影响天气落区划片预报质量的自动检验，生成统计结果。
交通气象预警模块	19	交通气象预警显示	对接中台，调用交通预警信息发布数据，与关联的交通地理信息一键叠加显示。
	20	交通高影响天气风险预警	根据内置预警阈值体系，检测天气实况是否触发告警，支持自动启动高影响天气风险预警（声光告警，对接中控发送预警短信）。
	21	交通气象预警制作发布	预设交通预警信息模板，一键生成交通预警信息，对接中台，推送交通高影响天气预警信息。
	22	预警统计	统计交通气象预警的历史数据。
交通气象服务业务支撑模块	23	浓雾等级图像识别	利用交通视频图像数据，调用浓雾等级视频图像识别模型，生成浓雾等级智能识别监测实况产品，对接中台推送。
	24	路面状态图像识别	利用交通视频图像数据，调用路面状态视频图像识别模型，生成路面状态智能识别监测实况产品，对接中台推送。

	25	大雾临近预报	调用大雾临近预报模型，定时自动制作格点化大雾临近预报产品，对接中台推送发布。
	26	大雾短期预报	调用大雾短期预报模型，定时自动制作格点化大雾短期预报产品，对接中台推送发布。
	27	路温温度预报	调用路温预报模型，定时自动制作格点化路温预报产品，对接中台推送发布。
	28	道路结冰预报	调用道路结冰预报模型，定时自动制作格点化道路结冰预报产品，对接中台推送发布。
	29	强天气交通影响预报	调用强天气交通影响预报模型，定时自动制作格点化强天气交通影响预报产品，对接中台推送发布。
后台管理模块	30	需求订阅	使用对象对服务产品、预警信号、告警短信进行个性化订阅。
	31	风险阈值管理	使用对象对不同气象要素风险阈值进行个性化管理。
	32	区域配置	使用对象根据需求，通过勾选气象监测站配置关注区域，过滤预警信息。
	33	资料分析	实现交通天气实况历史资料特征值、变化趋势等统计结果的可视化展示。
	34	地理信息服务	对接气象行业统一地理信息模块，调用基础地理信息服务。
	35	交通地理信息服务	将路网、航道、港口、铁路网、机场等交通地理信息存入模块数据库，支持数据库更新。
	36	视频图像数据清洗处理	对交通摄像头图像数据开展质控和清洗。
	37	视频图像数据质量监控	按时间分析统计交通摄像头图像数据质量。
	38	恶劣天气交通影响评估	根据后台预设算法，按照时间段检索，评估恶劣天气交通影响情况，并输出评估报告。
	39	用户管理	对接气象行业使用对象认证与管理中台，根据使用对象采用的认证方式，系统为使用对象创建账号并分配身份。
交通气象数据接口	40	交通气象数据融合对接模块	将交通气象信息以接口形式推送至公安、交通等部门。
交通气象服务全流程监控	41	数据更新监控	通过列表方式分类显示各项数据到报情况、到报时间和处理情况。
	42	业务流程监控	对任务项、计划完成时间、实际完成时间、是否故障等业务流程开展监控。
	43	产品状态监控	针对系统发布常规气象服务产品、定制化气象服务产品、电网保供气象决策服务产品等的发布时间、响应时间、发布次数、对外服

			务情况等信息进行监控。
	44	网络硬件监控	监控服务器集群运行状态和资源池使用情况，一旦异常及时告警。
	45	监控对接“天镜”	监控信息接入“天镜”系统，实现业务监控信息的集约化管理。
移动端移植	46	皖事通端移植	将网页服务端的所有功能移植到皖事通服务端。

2.2.2 数据资源建设

本项目主要运行于气象大数据云平台，一方面依托一体化数据基础平台从外部门获取必须的基础数据，另一方面需要依托一体化数据基础平台和“皖事通办”系统开展气象服务和数据共享，因与一体化数据基础平台有大量的数据进行交换和共享。该部分工作在我省“数字政府”“数字安徽”的整体布局下，重点将气象服务、气象防灾减灾等信息接入“皖事通办”系统，推进公共服务数字化转型，提升数字公共服务能力。

为满足其他部门对气象数据的需求，需建立以下共享功能：

1. 提供海量网格类数据存储和共享能力，提供 NoSQL 存储和共享服务，可支持每日约 50 亿条气象数据的存储和服务需求（短临预报：144 次起报×60 个预报时间点×300000 个格点×5 个要素，智能网格预报：4 个起报时次×80 个预报时间点×300000 个格点×11 个要素，数值预：2 个起报时次×80 个预报时间点×40000 个格点×31 个要素×10 个层次×5 个模型，实况数据每日 24 个时次×300000 个格点×5 个要素）。提供网格类数据快速检索和计算能力：提供单点时间序

列查询输出功能，输入经纬度或站点信息，输出某时间段内各要素变化趋势信息。提供输入边界信息，提供可快速检索空间数据，并进行面雨量、平均雨量、平均气温、以及各种物理量参数计算。

2. 为各类气象预警类信息提供共享服务。对各类预警信号及灾害性天气监测和预报系信息提供数据接口服务和消息服务，必要时提供短信、电话等信息传输服务。

3. 为各类气象服务产品提供共享服务。针对非结构化或半结构化的气象服务产品，提供消息和接口服务，主要需求包括按时间、按产品类型检索，提供下载接口，提供产品更新消息。提供 Email、FTP 推送、传真等发送服务。

为提升预报预警准确率和服务能力，需要外部门提供共享功能：

1. 为包括行政区划、水系、高程、道路、建筑物、地铁、旅游景区景点、森林面积及蓄积量情况等地理信息数据提供文件共享接口服务。

2. 为实时监测数据提供库表或者接口服务，如水位、流量、用电负荷等实况数据，

3. 为结构化的基础数据提供稳定的库表或接口服务：如地质灾害隐患点、城市易涝点、水库信息、山洪隐患点信息、灾情损失、自然灾害灾情、农作物受灾情况信息等数据作为灾害风险预警的基础信息。

4. 为非结构化的数据提供文件共享服务，或提供文件推送服务。

2.2.3 设备需求

2.2.3.1 系统安全设备

目前在安全技术层面上，建立了基于气象广域网、行业用户网、电子政务外网以及互联网的安全防护体系，在安全责任和安全生产制度体系方面，建立了相关安全管理制度和操作规程，建立了业务系统运维管理制度，完成了重要业务系统的定级、备案和测评工作。但在一体化数据交互和业务互联上，需要考虑进一步的安全架构体系的建设。进一步完善气象网络安全防护及服务能力。

目前气象网络主要是由防火墙、入侵防御以及防毒软件等构建核心检测能力的传统安全防御机制。这类安全防御机制在高级可持续威胁攻击下缺乏必要的监测能力。还有一些勒索软件能够通过高级手段绕过传统防御方式，如防病毒、防火墙等，进入内网造成威胁。现有气象网络在高级威胁检测方面能力有所不足。需要强化气象网络的安全防护能力和对高级威胁的监测防御能力。

目前安徽省气象局已建设了网络安全态势感知平台，但在日常网络安全管理工作中仍旧存在告警过多，有效的告警被淹没；缺乏专业的安全攻防、分析、处置人员；安全响应、处置时间过长，效率低；在安全运营上缺少规范化的响应、处置流程；安全运营及处置效率缺乏可量化的指标等问题。需要建设安全编排自动化与响应系统，将人员、流程和技术集合在一起，简化安全流程，增强安全自动化以加速事件响应，覆盖整个事件的生命周期—警报的生成、验证、自动响应、策略分发、人工处置和报告等。

等保三级要求重要信息系统的外包软件需要建立代码规范，对第三方开发的外包软件上线前进行代码检查。需要加强代码审计能力。

综上，需要强化网络边界防护，网络安全监测能力，加强个人终端安全，提升业务安全和运维安全能力。按照网络安全等级保护合规性要求和业务安全保护需求，补充建设入侵防御、WAF（Web 应用防火墙）、数据库审计等安全产品。

2.2.4 云资源与安全资源需求

为支撑气象数据在一体化数据基础平台运行，需要提供 15 台 ECS 以及 20T 的云盘资源以及国产关系型数据库服务。为提高数据和应用的安全性，需要提供数据库加密服务以及安全运维服务资源。具体需求如下。

云资源类型	数量	配置	说明
ECS	6	4 核以上 CPU, 32GB 以上内存, 1T 以上硬盘空间	建立分布式网格预报共享系统，需要建立 Cassandra 集群，ECS 数量为 3 的倍数，为保障集群稳定性和信工至少需要 6 台 ECS。
ECS	3	2 核以上 CPU, 16GB 以上内存, 100GB 以上硬盘空间	建立网格预报、预警信号、网格实况等数据的服务接口。
ECS	6	2 核以上 CPU, 32GB 以上内存, 500G 以上硬盘空间	部署项目建设的 11 个应用
加密服务	1	数据库、登录、敏感	提供数据库加密服务对

云资源类型	数量	配置	说明
		信息等	数据库中敏感信息进行加密,对登录信息提供加解密服务
运维开发服务	1	—	开发运维过程中进行安全接入
云盘	1	20T	共享各类非结构化的气象服务产品
国产数据库服务	1	达梦等国产关系型数据服务	提供预警信号、城市预报等结构化关系型数据

2.3 数据需求

2.3.1 我的气象台

我的气象台建设需从省自然资源厅、测绘局、水利厅、水文局获取地理信息数据、水文气象站实况数据、地质灾害隐患点信息等数据作为智能网格预报的基本输入数据。需要省应急管理厅、农业农村厅、住建厅、能源局、水利厅、林业局等机构提供自然灾害灾情、农作物受灾情况、城市内涝等城市灾害、用电负荷、水位及流量、森林受灾等数据，提升强天气识别和预警准确性。

涉及省级台站网格预报产品的制作、部门间资料传递和对外服务产品的制作与发布等内容，后端数据供给方面，需要从天擎上获取各类气象观测数据、中央台指导预报、EC、GFS、CMA 等全球模式数据、华东和本省 WRF 等区域数值模式数据、本省智能网格天气预报数据。

2.3.2 天气为农事

农业气象服务有关关键技术算法、产品的集成需要从省级气象大数据云平台，实时获取多源气象网格实况、智能网格预报数据。精细化农业气象数据产品的处理加工和分析，需要与农业农村部门的农业四情数据、调查统计部门的农业经济统计数据进行分析。产品输出时还需要与行政区划、土地利用等 GIS 信息叠加分析。在服务产品发布环节，需要种粮大户、家庭农场、农民合作社等服务对象基础信息。

2.3.3 流域气象

2.3.3.1 水库气象服务综合业务平台

水库气象服务综合业务平台需要对接省水文局、所选取的重点水库管理处等部门，获取水库流域面积、下垫面类型、高程、水系等详细地理信息数据，以及水库流域内水文站站点信息、水位流量数据等，从而提升水库精细化预报服务能力。

2.3.3.2 山洪气象风险预警平台

需要对接省测绘局，获取省市县乡村 5 级详细行政区划图、地理信息数据，包括主要湖泊、公路、水系、土地利用、地形高度信息等。

部门外共享交换资料，包括水利厅交换的水文监测数据、降水观测数据，自然资源厅提供的山洪灾害隐患点数据。

历史灾情资料：历年或历次过程气象灾害造成的灾情数据和资料。

2.3.4 决策气象

地理信息，决策服务场景中重大活动气象保障服务系统、消防应急救援气象服务，需要对接省测绘局，获取高精度 3D 城市地理信息，包括城市米级下垫面类型、高程、水系、道路、建筑物、地铁等地理信息。省市县乡村 5 级详细行政区划图、地理信息数据，包括主要湖泊、公路、水系、土地利用、地形高度信息等。

部门外共享交换资料，包括水利厅交换的水文监测数据、降水观测数据，自然资源厅提供的地质灾害隐患点数据，农业农村厅监测的农业灾害、作物长势等农作物监测信息。

承灾体资料：安徽省 30" × 30" 的人口、GDP、农作物（小麦、水稻、玉米）播种面积及房屋、道路网格数据。

历史灾情资料：历年或历次过程气象灾害造成的灾情数据和资料。

2.3.5 生活气象

为了使业务人员更好的了解内涝的实时情况，需调用防洪办安装的水位监测摄像，进行内涝监测。城市站网信息，重要易涝风险点等基本信息，海拔、经纬度、类型等。试点大城市详细地理信息数据，包括城市百米级（重点区域米级）下垫面类型、地形高度、地下管网信息、城市河道或排水沟渠以及重要场所分布等。

在大城市气象保障方面需要提供试点大城市详细地理信息数据和大气污染监测历史数据。

2.3.6 雷电防御

雷达数据、电场数据、雷电数据、卫星及其他气象观测数据，以

及历史雷电灾情数据，省市县乡村 5 级详细行政区划图、地理信息数据。

2.3.7 影响天气

一体化人工影响天气智能决策指挥系统需要省农业农村厅、林业局等机构提供农作物受灾情况、森林火险等级等数据，用于人工影响天气作业需求分析。需对接生态环保部门，实时获取大气污染物浓度观测数据，以及空气质量监测站点信息和历史的空气质量监测数据，用于空气质量预报分析。

2.3.8 生态环境气象

环境气象监测评估和预报业务系统需对接生态环保部门，实时获取大气污染物浓度观测数据，以及空气质量监测站点信息和历史的空气质量监测数据。气候可行性论证业务系统需要对接省测绘局，获取 12.5 米分辨率 DEM 数据、城市建筑物轮廓及高度数据，以及获取中国气象局公服中心的 100 米高度风能资源数据。

2.3.9 能源保供气象

能源保供气象服务需要对接能源、电力部门，获取发电企业场站、输电线路等信息以及电力负荷等数据，用于开展能源保供高影响天气的监测预警及电力负荷预测。

2.3.10 旅游气象

旅游气象场景需要从气象大数据云平台获取天气实况信息、智能网格预报产品、雷达及卫星观测数据。需要对接文旅部门，获取景区名称、所属区域、点位的经纬度或范围区域信息，用于开展面向景区

的气象服务。

2.3.11 交通气象

交通气象场景需要的数据包括交通恶劣天气监测预警信息，公安部门的交通管控数据，交通管理部门的交通监控视频、前端发布设施、交通流量路况等信息，以及交通线路、关键点位基础地理信息。

2.4 性能需求

气象监测预警在线项目每个子应用的用户在线人数在 500-1500 之间，最大需要可承受 200 次/秒的并发。系统可用性最低要求 $\geq 99.99\%$ ，检索数据量在 10-50MB，检索时间 < 3 秒。

2.4.1 我的气象台

2.4.1.1 数据支撑环境

性能需求体现在数据采集传输速度、业务计算速度、人机交互及数据请求的响应时间等。指标具体要求如下：

2MB 以下数据传输时间 ≤ 1 秒；

数据整合入库时间： ≥ 5 千条记录/秒；

WEB 站点支持同时动态用户（在线用户）数 > 1500 人；

通过 API 接口和 Web Services 接口检索数据时间： ≥ 2 万条记录/秒，响应时延 ≤ 2 秒。

气象部门业务用户数目测算依据：2 人/台站*81 台站（全省市县级气象部门）+50 人（省级业务人员 50 人），共 150 人。皖事通等社会公众和互联网用户，设计同时在线 100000 人。

2.4.1.2 精准预报预警业务支撑

精准预报预警业务支撑的用户主要为气象部门内部用户，因此，需支持>800 用户在线，接口并发量超过 100 次/秒。

测算依据：安徽省气象部门以 80 个市县级气象业务单位计算，每单位 5 个用户，合计 400 用户，省级用户 100 人，周边江苏、山东、浙江、江西、湖北、河南 6 省气象部每单位 50 用户，共 300 用户。省内行业用户 200 人。上述合计需要 1000 用户，在灾害天气来临时有可能 1/10 的用户同时调用某个接口，因此系统需要承受超过 100 次/秒以上的并发。

2.4.1.3 雷达协同观测与应用系统

雷达数据的接收和处理对设备性能有着较高的要求，指标具体要求如下：

雷达协同观测与应用系统的用户主要为气象部门内部用户。支持>150 用户并发登录雷达协同观测与应用系统，通过内网用客户端访问系统进行产品查看。

用户数目测算依据：按照 55 台站（含已建、在建和规划共约 45 部，并预留 10 部扩容）计算，每台站 2 用户计算，省级业务人员 10 用户，（未建雷达）市县局测报人员 30 用户，共 150 用户。

2.4.1.4 智能网格预报能力建设

山洪和地质灾害风险预警模块前台，主要面向省气象局、省自然资源厅和省水文局等部门人员，部分产品发布到皖事通。以上政府各部门用户量在 500 人左右，强降水等强对流天气、灾害天气过程、应

急抢险期间会达到峰值，预计峰值在 300 人次/秒。强天气识等功能需要公众及政府相关部门提供包括短时强降水、雷暴大风、龙卷、冰雹等多个类型的强对流天气实况和预警。预计皖事通平台用户同时在线 100000 人，并发访问峰值在 5000 次/秒。

2.4.2 天气为农事

包括面向气象部门的业务模块和面向行业用户的服务模块。它的性能体现在业务计算速度、数据传输速度、人机交互及数据请求的响应时间等。

测算依据：安徽省气象部门以 80 个市县级气象业务单位计算，每单位 5 个用户，合计 400 用户，省级用户 20 人，共 500 用户；省内行业用户 300 人。上述合计需要 800 用户。在遇到重大农业气象灾害过程时有可能 1/4 的用户同时调用某个接口，因此系统需要承受超过 200 次/秒以上的并发。插件部分考虑皖事通用用户量较大，设计并发最大峰值为 5000 次/秒。

2.4.3 流域气象

2.4.3.1 水库气象服务综合业务平台

水库气象服务业务平台主要面向用户，它的性能体现在用户的并发访问，人机交互及数据请求的响应时间等方面。指标具体要求如下：

1. 用户访问量

WEB 站点支持同时动态用户（在线用户）数>50000 人。

2. 系统响应时间

1) WEB 页面一般响应时间要小于 3 秒，部分页面展示内容过多

时最长不超过 5 秒，并向请求者发出信息提示。

2) 在>10000 个并发用户访问时，WEB 页面响应时间<2 秒，最长不能超过 5 秒，由于某种原因请求失败应在 5-8 秒内向请求者发出信息提示。

3. 容灾用户访问量

系统能够在 500 个用户同时在线下运行 8 小时不出现崩溃和宕机的情况，同时保证系统能够提供故障转移和恢复功能。

4. 数据访问性能

数据检索接口，结构化资料，当数据量在 10M 之内，检索时间<1 秒，检索数据量在 10-50MB，检索时间<3 秒。数据服务接口支持美妙 1000 次并发调用能力。

2.4.3.2 山洪气象风险预警平台

山洪气象风险预警平台主要面向用户，它的性能体现在用户的并发访问，人机交互及数据请求的响应时间等方面。指标具体要求如下：

1. 用户访问量

WEB 站点支持同时动态用户（在线用户）数>50000 人。

2. 系统响应时间

1) WEB 页面一般响应时间要小于 2 秒，部分页面展示内容过多时最长不超过 5 秒，并向请求者发出信息提示。

2) 在>1000 个并发用户访问时，WEB 页面响应时间要小于 3 秒，最长不能超过 8 秒，由于某种原因请求失败应在 5-8 秒内向请求者发出信息提示。

3. 容灾用户访问量

系统能够在 50000 个用户同时在线下运行 8 小时不出现崩溃和宕机的情况，同时保证系统能够提供故障转移和恢复功能。

4. 数据访问性能

数据检索接口，结构化资料，当数据量在 10M 之内，检索时间<1 秒，检索数据量在 10-50MB，检索时间<3 秒。数据服务接口支持每秒 1000 次并发调用能力。

2.4.4 决策气象

决策气象服务主要是海量模式处理和面向用户，它的性能体现在数据处理和用户并发访问，人机交互及数据请求的响应时间等方面。指标具体要求如下：

1. 用户访问量

WEB 站点支持同时动态用户（在线用户）数>100000 人。

2. 系统响应时间

1) WEB 页面一般响应时间要小于 2 秒，部分页面展示内容过多时最长不超过 5 秒，并向请求者发出信息提示。

2) 在>1000 个并发用户访问时，WEB 页面响应时间要<2 秒，最长不能超过 5 秒，由于某种原因请求失败应在 5-8 秒内向请求者发出信息提示。

3. 容灾用户访问量

系统能够在 50000 个用户同时在线下运行 8 小时不出现崩溃和宕机的情况，同时保证系统能够提供故障转移和恢复功能。

4. 数据访问性能

数据检索接口，结构化资料，当数据量在 10M 之内，检索时间<1 秒，检索数据量在 10-50MB，检索时间<3 秒。数据服务接口支持 1000 次/秒并发调用能力。

2.4.5 生活气象

业务支撑的可靠性是系统优越的重要指标。业务支撑存在故障不仅影响使用，而且会造成业务系统无法运行、基础数据无法挽回等损失。指标具体要求如下：

- (1) 系统可用性 $\geq 99.99\%$;
- (2) 系统故障恢复时间不超过 1 小时。
- (3) WEB 站点支持同时动态用户（在线用户）数>200，满足省级部门 10 人，80 个市县（每市县 2-3 人）同时使用。
- (4) 在广播时，需要满足同时>200000 用户的并发广播能力。
- (5) 气象自动站报文采集及处理时间： ≥ 2 千个文件/秒。
- (6) 数据整合入库时间： ≥ 2 万条记录/秒；
- (7) 通过 API 接口和 Web Services 接口检索数据时间： ≥ 2 万条记录/秒，响应时效 ≤ 2 秒；
- (8) 数据从获取、入库到共享查询间隔不超过 10 秒，要素值统计分析达到秒级响应。
- (9) 其他要求：

每台工作站可以处理多层 4K 标准视频格式，并具备处理各种复杂特效的能力。

存储设备连接稳定，可以快速响应，避免编辑过程中出现卡顿、丢帧等现象，影响操作体验。

系统设计要满足各工作组之间素材甚至是时间线工程级别的交互需求。

优化流程设计，充分利用好采集工作站、服务器与编辑工作站之间的计算与传输资源，提高整体编辑效率。

支持任何格式、任何分辨率、任何帧速率的输入输出的制作能力，具备 4K 分辨率的编解码能力，编解码延迟为 80ms。

2.4.6 雷电防御

包括面向各级气象部门的业务模块和面向行业用户的服务模块。它的性能体现在业务计算速度、数据传输速度、人机交互及数据请求的响应时间等。指标具体要求如下：

系统可用性 $\geq 99.99\%$ ；

WEB 站点支持同时动态用户（在线用户）数 >100000 人。

数据整合入库时间： ≥ 2 万条记录/秒；

通过 API 接口和 Web Services 接口检索数据时间： ≥ 2 万条记录/秒，响应时效 ≤ 2 秒。

2.4.7 影响天气

包括面向气象部门的业务模块和面向行业用户的服务模块。它的性能体现在业务计算速度、数据传输速度、人机交互及数据请求的响应时间等。支持 >800 用户在线，接口并发量超过 100 次/秒。

测算依据：安徽省气象部门以 80 个市县级气象业务单位计算，

每单位 5 个用户，合计 400 用户，省级用户 20 人，共 500 用户；省内行业用户 300 人。上述合计需要 800 用户。在遇到大范围人工影响天气作业过程时有可能 1/5 的用户同时调用某个接口，因此系统需要承受超过 100 次/秒以上的并发。皖事通部分用户最大同时在线设计人数为 100000 人。

2.4.8 生态环境气象

主要面向气象部门、生态环保、发改、自然资源等部门人员。支持 >500 用户在线，接口并发量超过 100 次/秒。

测算依据：安徽省气象部门以 80 个市县级气象业务单位计算，每单位 5 个用户，合计 400 用户，省级用户 20 人，共 500 用户；省内行业用户 80 人。上述合计需要 500 用户。在遇到重污染天气过程时有可能 1/5 的用户同时调用某个接口，因此系统需要承受超过 100 次/秒以上的并发。皖事通部分用户最大同时在线设计人数为 100000 人。

2.4.9 能源保供气象

包括面向气象部门的业务模块和面向行业用户的服务模块。它的性能体现在业务计算速度、数据传输速度、人机交互及数据请求的响应时间等。指标具体要求如下：

系统可用性 $\geq 99.99\%$ ；

WEB 站点支持同时动态用户（在线用户）数 > 100000 人。

数据整合入库时间： ≥ 2 万条记录/秒；

通过 API 接口和 Web Services 接口检索数据时间： ≥ 2 万条记

录/秒，响应时效 ≤ 2 秒。

2.4.10 旅游气象

包括面向气象部门的业务模块和面向行业用户的服务模块。它的性能体现在业务计算速度、数据传输速度、人机交互及数据请求的响应时间等。指标具体要求如下：

系统可用性 $\geq 99.99\%$ ；

WEB 站点支持同时动态用户（在线用户）数 >500000 人。

数据整合入库时间： ≥ 2 万条记录/秒；

通过 API 接口和 Web Services 接口检索数据时间： ≥ 2 万条记录/秒，响应时效 ≤ 2 秒。

2.4.11 交通气象

包括面向气象部门的业务模块和面向行业用户的服务模块。它的性能体现在业务计算速度、数据传输速度、人机交互及数据请求的响应时间等。指标具体要求如下：

系统可用性 $\geq 99.99\%$ ；

WEB 站点每分钟支持同时动态用户（在线用户）数 >500000 人。

智能手机、智能终端的在线访问量每分钟不低于 4000 人次

数据整合入库时间： ≥ 2 万条记录/秒；

通过 API 接口和 Web Services 接口检索数据时间： ≥ 2 万条记录/秒，响应时效 ≤ 2 秒。

2.5 安全需求

2.5.1 信息安全保护需求

本项目系统信息遭到破坏后，所侵害的客体是社会秩序和公共利益，同时损害国家安全。

侵害的客观方面表现为：一旦该系统的业务信息遭到入侵、修改、增加、删除等不明侵害（形式可包括丢失、破坏、损坏等），会造成数据泄露，可能为不法分子策划恐怖事件等创造可乘之机，造成社会恐慌和公众利益受损。这会对社会秩序和公共利益造成影响和损害，同时对国家安全造成影响。

依据《信息安全技术网络安全等级保护定级指南》（GB/T 22240-2020），按照系统服务受到破坏时所侵害的客体，公民、法人和其他组织的合法权益及社会秩序、公共利益和国家安全系统等对相应客体的侵害程度，我的气象台为三级，其余安全保护等级为二级。

2.5.2 密码应用安全需求

本项目我的气象台应用为网络安全等保三级，其他应用为二级。根据《密码法》第二十七条：法律、行政法规和国家有关规定要求使用商用密码进行保护的关键信息基础设施，其运营者应当使用商用密码进行保护，自行或者委托商用密码检测机构开展商用密码应用安全性评估。如未及时开展密评的，根据《密码法》第三十七条：关键信息基础设施的运营者违反本法第二十七条第一款规定，未按照要求使用商用密码，或未按照要求开展商用密码应用安全性评估的，由密码管理部门责令改正，给予警告；拒不改正或者导致危害网络安全等后

果的，处十万元以上一百万元以下罚款，对直接负责的主管人员处一万元以上十万元以下罚款。

及时开展密评，是涉及国计民生的重要领域信息系统落实法律法规要求，履行网络安全义务的一项重要事项。

2.5.3 政策相关要求

根据中国气象局《气象网络空间安全行动计划》，到2025年，基本建立整体防护，纵深防御，联防联控的气象网络空间整体安全防护体系，完成基于“三库三平台”的安全运营中心建设，包括气象网络空间安全支撑库（基础信息库、威胁情报库、安全能力库）及支撑平台（监测处置平台、攻防对抗平台、指挥平台），构建国省联动、内外协同的安全运营体系。主要任务包括：

加强气象网络空间纵深防御能力。在各网络出口和区域边界部署网络访问控制设备和安全威胁监测设备，最小化开放访问策略，缩小暴露面，实时监测网络攻击行为。气象内网终端统一安装终端安全防护软件，保护终端环境安全，严格终端入网管控，发现和阻断不可信的终端接入。

推进透明气象网建设。集约各级气象部门互联网出口和专线出口管理。在国省两级气象内网DMZ区中，集中部署面向全国开放访问的气象应用系统，并与统一身份认证系统对接，应用访问权限由防火墙策略控制逐渐转变为由认证体系控制，实现上限即连通，认证再访问的安全透明访问效果。同时加强应用异常访问及威胁监测分析，主动发现安全风险。开展IPv6试点改造建设，配套建设针对IPv6的网络

安全监测及防护能力。

完善气象网络空间安全库。建立资产信息库，全面探测、采集气象网络空间资产信息，建立气象网络空间资产运营流程，规范气象网络空间资产动态化、清晰化全生命周期运营管理；建立风险情报库，自动采集网络安全监管单位和安全厂商发布的安全风险情报信息；建立安全能力库，整合各类网络安全服务能力，提供平时与战时安全服务能力支撑，健全网络审计、数据库审计、日志审计、运维审计、代码审计等安全合规服务能力，满足等保和关保要求。

建立气象网络安全平台。国省两级建立具有安全评估、预测预警、安全监测、响应处置能力的安全运营平台。建立安全监测处置子平台，实时收集多源的国省网络安全告警数据，加强气象网络空间安全风险和舆情监测，实现安全事件的精准定位和告警，具备完善的安全事件自动化通知和处置手段，实现对网络安全风险的高效处置；建立安全攻防对抗子平台，形成气象行业联防联控体系，提升各级气象部门协同防护能力，支撑战时气象网络安全的全貌监测处置、研判分析和攻防对抗。

构建联防联控的安全防护体系。构建与国家网络安全监管部门、漏洞平台、第三方威胁情报库等数据共享通道，实现多源威胁情报和预警通报的及时有效获取；建立国省间安全预警、情报、通报等网络安全信息共享通道，实现国省安全信息实时共享，安全事件协同处置，实现安全问题闭环管理。

2.5.4 安全需求

目前在安全技术层面上，建立了基于气象广域网、行业用户网、电子政务外网以及互联网的安全防护体系，在安全责任和安全制度体系方面，建立了相关安全管理制度和操作规程，建立了业务系统运维管理制度，完成了重要业务系统的定级、备案和测评工作。但在一体化数据交互和业务互联上，需要考虑进一步的安全架构体系的建设。

专线边界安全防护。专线边界安全防护是实现安全域边界隔离和计算环境之间安全保障的重要手段，是实现纵深防御的重要防护措施。通过边界防护、访问控制、入侵防范、恶意代码防范等措施，实现保护环境的区域边界安全。

高级威胁检测能力。现今主流的安全防御机制，往往由防火墙、入侵防御以及防毒软件等构建核心检测能力，这些产品依靠已知攻击特征码进行模式匹配来检测已知的网络攻击，在一些特定情况下，也可能检测针对已知漏洞的新型攻击，但传统安全防御机制在高级可持续威胁攻击下缺乏必要的监测能力。APT 攻击因没有特征码，故传统的防御机制无法检测攻击者在起始阶段所采取的攻击手段，最终导致网络攻击者可以任意的控制网络；勒索软件通过高级手段，尽量绕开传统防御方式，如防病毒、防火墙等，进入内网，加密文档后进行勒索。现网在高级威胁检测方面能力有所不足。

安全编排与自动化响应。目前省局已建设了网络安全态势感知平台，但在日常网络安全管理工作中常面临着以下挑战：告警过多，有效的告警被淹没，无法对安全运维及研判人员起到有效的帮助；缺乏

专业的安全攻防、分析、处置人员，且员工在安全分析研判上的经验难固化；安全响应、处置时间过长，效率低；在安全运营上缺少规范化的响应、处置流程；安全运营及处置效率缺乏可量化的指标。安全编排、自动化与响应可将人员、流程和技术集合在一起，通过集成多个系统和平台来调整不同的安全工具和技术的方法，以简化安全流程，增强安全自动化以加速事件响应，覆盖整个事件的生命周期—警报的生成、验证、自动响应、策略分发、人工处置和报告等。

代码审计。随着各个单位为了提升开发效率，应用开源技术成为主流选择，而开源组件在代码安全审计中的占比越来越多。第三方组件、开发工具、交付过程、运行过程等都可能受到漏洞威胁或者恶意软件攻击，导致信息安全事件的发生。随着国家、社会对于软件源代码安全的重视，各监管机构也针对代码安全领域有着明确的安全建设要求。等保三级也要求重要信息系统的外包软件需要建立代码规范，对第三方开发的外包软件上线前进行代码检查。

安全开发。传统网络安全工作中往往重视运维阶段产生的安全威胁，忽视开发阶段的安全。实际上解决安全漏洞威胁的本质，需要追溯到软件代码层面，只有从代码层面保证了安全，才能杜绝运维过程中的安全威胁。另外从安全资源投入产出比角度考虑，在软件开发生命周期中不同阶段修复安全漏洞的成本差距非常大，研发阶段与运行阶段的修复成本甚至能够相差数百倍。因此，将漏洞发现在萌芽状态，防止应用带病上线，将安全工作前移，非常具有价值。

为保护本项目建成的信息系统免受各种安全威胁，确保业务连续

性，并有效组织的网络安全策略。有必要开展安全运营服务，进一步完善气象网络安全防护及服务能力。

2.6 其它需求

2.6.1 兼容性需求

（1）共存性

在与其他产品共享通用的环境和资源的条件下，产品能够有效执行其所需的功能并且不会对其他产品造成负面影响。

（2）互操作性

两个或多个系统、产品或组件能够交换信息并可使用已交换的信息。

2.6.2 易用性需求

（1）可辨识性

用户在看到产品说明或者第一次使用软件后，应能确认产品或系统是否符合其需要。

（2）易学性

出自软件的消息应设计成使最终用户易于理解的形式；

屏幕输入格式、报表和其他输出对用户来说是清晰且易理解的。

（3）易操作性

借助用户接口、帮助功能或用户文档集提供的手段，最终用户应能够学习如何使用某一功能；

（4）用户界面舒适性

人机交互界面友好。

2.6.3 可靠性需求

(1) 持续运行能力：由于本项目对气象防灾减灾、指导工农业生产 and 人民生活等方面至关重要，因此本项目建成的应用需要具备 24 小时不间断运行的能力，以确保能随时提供最新的气象信息。

(2) 数据传输准确性和及时性：气象预报预警模型所需要的数据必须高度准确和迅速及时，这些数据直接影响到天气预报的准确性。任何数据错误和迟报都可能导致错误的预测，从而可能带来严重的后果。对于预警类数据从制作到发布完成应在 5 分钟内，对于常规预报服务类产品，从发布到用户端收到整个流程不应该超过 15 分钟。数据传输质量的可靠性应大于 99.9999%。

(3) 快速响应能力：监测预警在线应用应能快速响应突发气象事件，如强对流、暴雨等，及时提供警报和必要的指导信息。天气监测数据应在仪器探测到后 2 分钟内到达监测预警在线应用。监测预警系统对数据分析处理时间需在 3 分钟内完成。

(4) 系统安全性：监测预警在线应用需要有强大的安全保障措施，以防止数据被非法访问或破坏。这包括网络安全、数据加密等方面。

(5) 容错能力：监测预警在线应用应具备一定的容错能力，即在部分组件故障时，系统仍能继续运行，不会完全瘫痪，一般故障应在 15 分钟内处理完毕，重大故障应在 2 小时内处理完成。

(6) 数据备份和恢复：重要的气象数据需要有备份，并且系统应能在发生故障后迅速恢复，数据恢复时间不应超过 1 小时。

（7）用户界面友好性：监测预警在线应用应提供易于理解和操作的用户界面，使得气象工作人员能够高效地使用系统。

（8）适应性和可扩展性：监测预警在线应用应能适应不断变化的技术和需求，易于升级和扩展。

（9）日志管理能力：为了更好维护系统，因此需要提供尽可能详尽的操作日志，并提供日志管理、查询等功能。

（10）错误恢复能力：应就错误恢复能力做出说明，软件应具有从致命性错误中恢复的能力，并对用户是浅显易懂的。

2.6.4 存储需求

本项目涉及全省及长三角地区气象数据、相关行业资料等的数据汇集、加工处理、存储管理，并为其他业务系统提供大数据与算法支持，实现气象数据信息的便捷共享。目前数据中心 CTS 与 DPC 模块使用的共享存储性能较低，导致部分雷达数据同步接入积压，需配置性能较高的国产集中式盘阵或者 NAS 设备。

本项目需要实现多源气象观测数据的快速汇集，接入的新型探测雷达（相控阵雷达、云雷达、激光雷达等）、垂直观测系统、生态观测系统、社会化观测等新增气象观测数据每周数据量约 3.5TB。根据各应用需求测算可知，风云气象卫星观测资料及通过风云卫星反演的温室廓线、温度、水汽等各个反演产品每周增加约 5TB，新一代天气雷达基数据每周增加约 5TB，强对流天气监测识别产品每周增加约 3TB，精细化多时效预报产品每周增加约 3TB。上述应用每年新增数据约需 1014TB 存储空间。另外，预报预警质量检验评估及灾害天气

过程复盘再分析资料至少需要滑动存储 10 年，每年新增存储资源需求为 1.2TB，其他应用每年新增存储需求为 65.2TB。考虑意外情况，需要准备 15%的存储冗余。综上，本项目 5 年内存存储空间需求将增至 6PB，所以本项目所有应用存储空间至少需要 6PB。

表 4.6.4-1 存储需求汇总统计表

序号	应用	模块	功能	新增数据量	预计每年新增数据量（TB）	5年内所需存储资源	计划存储时间（年）
1	我的气象台	风云卫星观测资料		5TB/周	260	1300	10
2		多波段雷达立体观测		5TB/周	260	1300	10
3		多源气象观测数据汇聚		3.5TB/周	182	910	10
4		强天气识别		3TB/周	156	780	10
5		精细化多时效预报产品	智能网格预报协同制作	3TB/周	156	780	10
6			预报预警质量检验评估及灾害天气过程复盘再分析	1.2TB/年	1.2	6	10
7	天气为农事			2TB/年	2	10	10
8	流域	水库气象服务综合业务平台		0.5TB/年	0.5	2.5	10
9	气象	山洪气象风险预警平台		0.5TB/年	0.5	2.5	10
10	决策气象	气象灾害影响预测评估与风险管理		23.2TB/年	23.2	116	10
11		地质灾害气象风险预警		0.5TB/年	0.5	2.5	10
12		消防应急救援气象服务		5TB/年	5	25	10
13		重大活动气象保障		0.5TB/年	0.5	2.5	10
14		电话叫应和 5G 发布能力建设		2TB/年	2	10	10
15	生活气象			5TB/年	5	25	10
16	雷电防御			5TB/年	5	25	10
17	影响天气			5TB/年	5	25	10
18	生态环境气象			5TB/年	5	25	10
19	能源保供气象			1TB/年	1	5	10
20	旅游气象			5TB/年	5	25	10
21	交通气象			5TB/年	5	25	10
22	未来 5 年内新增存储资源需求					5402（TB）	
23	未来 5 年内新增存储资源需求（增加 15%冗余）					6212.3（TB）	

序号	应用	模块	功能	新增数据量	预计每年新增数据量 (TB)	5年内所需存储资源	计划存储时间 (年)
24			未来 5 年内新增存储资源需求 (取整)			6 (PB)	

安徽省气象局中心机房现有存储资源总容量达 7PB，目前已经使用 70%左右，剩余存储资源约 2PB，本次项目建设需增设存储设备 4PB。

Stat	ID ▲	Address	In b/s	Out b/s	Total b/s	HDD Used	HDD Size	%
	2	2 addresses	--	53 b	52 b	81.4 T	94.7 T	86
	3	2 addresses	206 M	32 b	206 M	81.3 T	97.4 T	84
	4	2 addresses	1.21 M	329 b	1.21 M	81.0 T	97.4 T	83
	5	2 addresses	--	80 b	79 b	79.4 T	94.7 T	84
	6	2 addresses	--	10.4 M	10.4 M	81.3 T	97.4 T	84
	7	2 addresses	171 b	396 b	567 b	81.6 T	97.4 T	84
	8	2 addresses	--	396 b	395 b	81.0 T	94.7 T	86
	9	2 addresses	6.46 K	48 b	6.51 K	81.0 T	94.7 T	86
	10	2 addresses	--	240 b	239 b	81.1 T	94.7 T	86
	11	2 addresses	2.66 M	238 K	2.90 M	81.6 T	97.4 T	84

图 4.6.4-1 某存储已使用空间超过 80%

2.6.4.1 我的气象台

2.6.4.1.1 风云卫星观测

风云气象卫星观测资料及通过风云卫星反演的温室廓线、温度、水汽等各个反演产品需要保存。以上数据时空分辨率较高，因此需要存储空间较大。目前在一体化基础平台上保存一周左右，预留存储空间约 5TB。长期保存资料，需要在“天擎”开展数据存放。

2.6.4.1.2 多波段雷达立体观测

本系统需要用到的数据源为标准数据格式的新一代天气雷达基数据，基数据从“天擎”中获取，在本系统中不做长时间保留，形成下击暴流、中气旋、龙卷、阵风锋、冰雹、超低空急流、短时强降水

等，每周约产生 5TB 数据，存放到一体化基础平台数据库中。

2.6.4.1.3 社会化观测

本系统接入的新型探测雷达(相控阵雷达、云雷达、激光雷达等)、垂直观测系统、生态观测系统、社会化观测等新增气象观测数据每周数据量约 3.5TB。

2.6.4.1.4 强天气识别

强对流天气监测识别预警主要依据卫星雷达及地面观测资料，分别面向雷暴大风、短时强降水、龙卷、冰雹等不同强对流天气设计自动识别算法，实现多种灾害性天气的定点定时监测。形成的算法产品类型多样，且均为高时空分辨率网格数据，保存时长为 7 天，需要空间 3TB，均保存在一体化基础平台中，更长时间序列的数据保存到“天擎”中。

2.6.4.1.5 精细化多时效预报

智能网格预报协同制作，需要存储的数据包括原始数据、中间数据、最终的智能网格融合数据以及订正应用元数据。原始数据包括一天两次、所有预报时效的中央台指导、EC 等全球模式、华东等区域模式的降水、温度、湿度、风等要素的预报产品。中间数据包括基于原始数据生成的智能网格背景场、用户订正、要素协同等数据。最终的智能网格融合数据为覆盖本省和周边省范围的未来 0-24 小时 1 小时分辨率、1-10 天逐 3 小时分辨率的降水、温度、湿度、风等要素的预报产品。包括格点和站点两种数据。订正应用元数据包括用户信息、岗位、权限、操作日志等数据。上述数据，为了存取方便，需要

使用 NoSQL 存储，并提供服务接口。采用 1 正本 2 副本方式备份存储，最终智能网格预报产品需要永久，其他网格数据需保存 1 周左右，合计约需要 3TB，存放在一体化基础平台中。

预报预警质量检验评估所需的数据需要包括实况数据、模式数据、实况产品等。实况数据主要有地面站逐小时降水数据、地面站温度数据，此类数据来源“天擎”不再单独建库，无需存储空间。模式数据主要有国内模式（CMA-GFS、CMA-MESO、CMA-SH9 等）、国外模式（ECMWF、NCEP）、主观预报（中央台最终产品、中央台底稿、省台预报）降水和温度数据。本数据来源于“天擎”或网格预报专题数据库，无需新增存储空间。实况产品主要有 CLDAS 降水和温度产品，本数据来源于“天擎”或网格预报专题数据库，无需新增存储空间。需要存储的中间数据主要有逐 24h、3h 和 1h 降水和温度预报二分位评分的中间量，包括：NA、NB、NC、ND 等评分中间结果；空间检验 MODE、SAL 和 CRA 等属性参数。此类数据需要长期存储。每年约 1TB。另外，为满足预报和实况落区展示功能和评分中间量计算，同时为尽量减少重复存储数据，节约资源，预报和实况数据库为临时数据库。临时数据库存储时长为 3 个月。本系统需建设需要滑动存储 10 年及以上数据，因而需要 10TB 存储空间。

灾害天气过程复盘需要存储灾害天气发生时段前后的各类观测数据、模式预报资料、主客观预报数据和再分析资料，其中观测数据来自“天擎”，不需要单独存储。其他各类数据则需要本系统自建专题库或者在原有专题库中扩展。本项目按每年存储 20 个灾害天气个

例计算，每个灾害天气个例需要 10GB 存储空间，则每年需要 200GB/年的存储空间，系统至少需要滑动存储 10 年，则本系统建设至少需要 2TB 存储空间。

2.6.4.2 天气为农事

主要面向农业生产者和企业，为主要粮油作物生产过程、区域特色农产品生产过程提供气象防灾减灾和气候资源开发利用服务。利用卫星遥感技术反演农业重要指标，开发农业气象作物生长指标遥感监测系统。针对作物种管收全链条，提供农用天气预报、农业灾害气象风险预警等信息服务，提升农业、气象两部门融合开展农业经营体科学抗灾田管气象服务能力。系统及其各个功能模块，需要存储通过气象专网、互联网和电子政务外网等获取的多源农情气象数据，主要包括作物实景与农业小气候数据、卫星遥感农情监测数据、农业“四情”、农业知识库、农业资讯等基础数据，以及农用天气预报、农业气象灾害评估与预报预警、作物产量预报等农业气象数据产品库，分别以数据库、文件格式存储。数据年增值量 2T，需要长期保存，文件存储根据项目实际需要分别存储在省级气象大数据云平台。

2.6.4.3 流域气象

2.6.4.3.1 水库气象服务综合业务平台

流域气象服务主要数据源“天擎”，主要使用数据为地面观测数据、雷达数据、卫星数据、数值预报产品等，另需通过资料交换获取安徽省重点水库相关水文站水位流量数据。需要存储的中间数据为各水库面雨量数据（1h、3h、6h、12h、24h 等多时次面雨量实况及多模式面雨量预报）、各重点水库基本信息数据（水库所在流域信息、

水库站号、水库类型、水库库容、汛限水位、设计水位等）、各水文站基本信息数据（水文站所在流域信息、水文站站号、警戒水位、保证水位、历史最高水位等）、水文站水文数据（逐时水位流量数据）等，上述数据需要长期保存，另外还要存储本系统制作的重点水库气象服务产品。按存储 10 年计算，本系统约需要存储空间 5TB。

2.6.4.3.2 山洪气象风险预警平台

山洪灾害风险预警系统主要使用数据为地面观测数据、CLDAS 地面再分析资料、雷达数据、数值预报产品和智能网格降水预报产品等，上述数据均来自“天擎”或专题库，无需本系统自建。本系统需要自行存储 POI 点的历史降雨、雨强数据（1h、3h、6h、12h、24h 等时段）及多模式多时效格点降水预报等中间数据以及地质灾害风险预警产品，中间数据保留时长为 1 年，地质灾害气象风险预警产品需要长期保存。按每年 500GB，存储 10 年计算，预计本系统需要存储空间 5TB。

2.6.4.4 决策气象

2.6.4.4.1 气象灾害影响预测评估与风险管理

气象灾害风险预估涉及气象、地理、承灾体、灾情四类数据：气象类包括历史气象台站观测资料、智能网格预报、气候预测产品；地理信息数据包括：省、市、县三级的行政区划图，地形高程图（30m×30m）、河网水系图、地质灾害隐患点信息、土地利用类型等；承灾体数据包括 30 弧秒人口、GDP、小麦、水稻、玉米、房屋、道路等栅格数据；灾情主要为 1978 年以来分县历史气象灾情数据。目前存储的数据量为 2T 左右，将来考虑接入用于风险预估提取的气候模

式数据、承灾体数据、灾情数据与预估结果存储滚动更新，每年增加1T。

延伸期气象灾害预测系统涉及全省地理信息、站网信息、实况观测信息、EC、CFSv2、CSM、JMA 国内外主要业务模式和 S2S 模式延伸期气候模式数据、各类气候预测服务产品，部门外的交换共享信息。目前存储的历史数据量为 138.5TB 左右，未来考虑新增数据信息接入，按 22.2T 每年计算增量，具体如下：

表 4.6.4.4-1 多模式气候预测系统信息量估算表

数据信息量	数据初始量 (单位: TB)	数据更新量(单 位: TB/年)	备注
S2S 模式数据	27.5	5.5	按初始量 20%更新
CFSv2 模式数据	30	6	按初始量 20%更新
EC 延伸期模式数据	18	3.6	按初始量 20%更新
BCC_CPSv3 模式数据	15	0.5	按每年 0.5TB 更新
DERF2.0 模式数据	20	4	按初始量 20%更新
JMA	18	0.6	按每年 0.6TB 更新
其他数据	10	2	按初始量 20%更新
合计	138.5	22.2	

2.6.4.4.2 地质灾害气象风险预警

地质灾害风险预警系统主要使用数据为地面观测数据、CLDAS 地面再分析资料、雷达数据、数值预报产品和智能网格降水预报产品等，上述数据均来自“天擎”或专题库，无需本系统自建。本系统需要自行存储 POI 点的历史降雨、雨强数据（1h、3h、6h、12h、24h 等时

次)及多模式多时效格点降水预报等中间数据以及地质灾害风险预警产品,中间数据保留时长为1年,地质灾害气象风险预警产品需要长期保存。按每年500GB,存储10年计算,预计本系统需要存储空间5TB。

2.6.4.4.3 消防应急救援气象服务

消防应急救援气象服务支撑系统涉及气象数据、行业信息、中间产品、面向用户气象服务产品等的存储,预计一年需要5TB存储空间。

2.6.4.4.4 重大活动气象保障

系统运行除了需要来自“天擎”的自动站、卫星、雷达、预报等数据外,还需要长期存储本系统生成的专题气象保障服务等各类气象服务产品。按存储10年计算,本系统约需要存储空间5TB。

2.6.4.4.5 电话叫应和5G发布能力建设

(1)“12379”电话叫应系统涉及预警信息、目标人群基础信息以及本系统生成的语音数据、传真文件,预计一年需要1TB存储空间。

(2)基于5G消息的预警信息发布系统涉及预警信息、目标人群基础信息以及本系统生成的文本数据、图文数据、传真文件,预计一年需要1TB存储空间。

2.6.4.5 生活气象

系统需要的气象数据包括实况数据、模式数据、卫星云图、雷达数据等。此类数据来源“天擎”不再单独建库,无需存储空间。其他各类图文、视频数据则需要本系统自建资源库或者在原有资源库中扩展。考虑到项目运行期间图文、视频资料、生活气象服务产品等数据,预计一年需要5TB存储空间。

2.6.4.6 雷电防御

雷电防御系统涉及雷电灾害防御、防雷检测、气象灾害风险评估，气候可行性论证、气象灾害调查等产品的存储，预计一年需要 5TB 存储空间。

2.6.4.7 影响天气

本系统的数据需要包括实况数据、模式数据、实况产品等。实况数据主要有多普勒雷达数据、遥感卫星探测数据和地面站逐小时降水数据等，此类数据来源“天擎”不再单独建库，无需存储空间。其他各类数据则需要本系统自建专题库或者在原有专题库中扩展。考虑到作业期间视频资料、空气质量站资料、人影指导产品等数据，预计一年需要 5TB 存储空间。

2.6.4.8 生态环境气象

环境气象监测评估和气候可行性论证系统涉及实况观测信息、气候模式和空气质量模式数据，以及地理信息、行业信息、中间产品、面向用户气象服务产品等的存储，预计一年需要 5TB 存储空间。

2.6.4.9 能源保供气象

能源保供气象服务系统涉及气象数据、行业信息、中间产品、面向用户气象服务产品等的存储，预计一年需要 1TB 存储空间。

2.6.4.10 旅游气象

旅游气象服务系统涉及气象数据、行业信息、中间产品、面向用户气象服务产品等的存储，预计一年需要 1TB 存储空间。

2.6.4.11 交通气象

交通气象服务系统涉及气象数据、行业信息、中间产品、面向用户气象服务产品等的存储，预计一年需要 5TB 存储空间。

2.6.5 网络需求

通过对各应用的网络需求分析，需要提供互联网出口采用双链路，主链路 300M 专线、备用链路 100M，气象专线 30M 网络保证系统正常运行。

2.6.5.1 我的气象台

2.6.5.1.1 风云卫星观测

外网：政务外网及发布系统对外发布卫星观测实时产品；

内网：卫星接收控制、风云卫星多波段数据及与“天擎”实时传输；

跨系统对接：风云卫星图、反演产品等数据与外部门传输；

与市县级气象局网络对接：与 16 地市气象台站 63 县级气象台台站、黄山气象管理处、九华山气象管理处连接，通过气象专网提供卫星数据服务。

具体带宽要求如下：

互联网出口采用双链路，主链路 300M 专线、备用链路 100M，气象专线 30M。

2.6.5.1.2 多波段雷达立体观测

外网：政务外网及发布系统对外发布雷达拼图实时产品；

内网：雷达远程控制、雷达基数据和产品与“天擎”实时传输；

跨系统对接：雷达拼图、产品等数据与外部门传输；

与市县级气象局网络对接：与 16 地市气象台站 63 县级气象台台站、黄山气象管理处、九华山气象管理处连接，通过气象专网提供雷达数据服务。

具体带宽要求如下：

互联网出口采用双链路，主链路 300M 专线、备用链路 100M，气象专线 30M。

2.6.5.1.3 社会化观测

本系统涉及的网络系统建设需求如下：

外网：可通过互联网获取气象灾害相关信息，并提供接口或平台向互联网公开收集实时发生的气象要素和气象灾害等；

内网：可实现接口上传数据到“天擎”及数字资源局一体化基础平台中；

跨系统对接：可与皖事通、其他厅局级单位平台对接，实现用户统一认证等；

与市县级气象局网络对接：与 16 地市气象台站 63 县级气象台台站、黄山气象管理处、九华山气象管理处连接，通过气象专网提供业务服务。

具体带宽要求如下：

互联网出口采用双链路，主链路 300M 专线、备用链路 100M，气象专线 30M。

2.6.5.1.4 强天气识别

本系统涉及的网络系统建设需求如下：

外网：政务外网、发布系统对外发布强天气识别预警产品；

内网：可实现数据到“天擎”及数字资源局一体化基础平台中；

跨系统对接：可与皖事通、其他厅局级单位平台对接，实现用户统一认证等；

与市县级气象局网络对接：与 16 地市气象台站 63 县级气象台台站、黄山气象管理处、九华山气象管理处连接，通过气象专网提供业务服务。

具体带宽要求如下：

互联网出口采用双链路，主链路 300M 专线、备用链路 100M，气象专线 30M。

2.6.5.1.5 精细化多时效预报

本系统涉及的网络系统建设需求如下：

外网：可通过互联网获取气象舆情相关服务，向互联网发布预报、预警等气象信息服务；

内网：可实现远程会商、视频会务和远程培训业务；

跨系统对接：可与皖事通、其他厅局级单位平台对接，实现用户统一认证等；

与市县级气象局网络对接：与 16 地市气象台站 63 县级气象台台站、黄山气象管理处、九华山气象管理处连接，通过气象专网提供业务服务。

具体带宽要求如下：

互联网出口采用双链路，主链路 300M 专线、备用链路 100M，气象专线 30M。

2.6.5.2 天气为农事

本系统要求市、县局分别到省级气象大数据云平台专网电信主线路带宽为 200M、100M，并提供备份线路；平台对外互联网出口带宽为 200M。涉及的网络系统建设需求如下：

（1）外网：用户能通过互联网访问农业气象业务服务平台的相关服务；

（2）气象专网：市县气象局可通过省级气象大数据云平台获取网络资源服务，并可通过气象专网实现数据交互。

（3）跨系统对接：通过政务云与农业农村等外部门平台对接。

2.6.5.3 流域气象

2.6.5.3.1 水库气象服务综合业务平台

外网：实现对各水库管理单位服务材料推送服务；

内网：与“天擎”连接，实现面雨量实况和预报的实时计算。

跨系统对接：向水库管理单位共享预报服务产品；

与市县级气象局网络对接：与重点水库所在市县局，通过气象专网提供水库气象综合服务。

具体带宽要求如下：互联网出口采用双链路，主链路 300M 专线、备用链路 100M，气象专线 30M。

2.6.5.3.2 山洪气象风险预警平台

外网：实现山洪气象风险预警平台用户可以访问应用上的相关服务产品；

内网：与“天擎”连接，实现面雨量实况、CLDAS 数据、雷达数据和预报数据的实时计算。

跨系统对接：可与省政府、水利等部门的系统对接，实时共享山洪气象风险预警产品。

与市县级气象局网络对接：与相关地市气象局连接，通过气象专网提供山洪气象风险预警数据服务。

具体带宽要求如下：互联网出口采用双链路，主链路 300M 专线、备用链路 100M，气象专线 30M。

2.6.5.4 决策气象

外网：决策用户能通过互联网访问地质灾害风险预警、强对流递进式服务、重大活动气象保障、体育赛事保障应用上的相关服务；

内网：可实现远程视频会议和远程培训业务；与地市气象台实现预报产品实时共享和城市气象插件服务、从“天擎”实时获取自动站数据；

跨系统对接：可与省政府、水利、农业、交通、自然资源等部门的系统以及安徽省气象台公众号、APP 等系统对接；自然资源、应急等部门实时共享决策气象服务产品；

省市县网络对接：全省各市县气象部门能通过专网访问决策气象服务；与相关地市气象局连接，通过气象专网提供城市灾害风险预警

数据服务。

具体带宽要求如下：

互联网出口采用双链路，主链路 300M 专线、备用链路 100M，气象专线 30M。

2.6.5.5 生活气象

本系统涉及的网络系统建设需求如下：

外网：NCEP、ECMWF 以及日本气象厅再分析数据，EC、CFSv2 等国外主要业务模式和 S2S 模式数据收集；

内网：可实现业务平台访问、远程视频会议和远程培训业务；

跨系统对接：与省气象信息共享平台和省台相关业务平台内网对接；

下属辖区网络对接：全省市县气象部门能通过气象专网访问该系统。

具体带宽要求如下：

全省气象专网电信主线路省到市带宽为 500M，市到县为 100M，移动备份线路升省到市到县均为 100M；全省气象部门互联网出口统一管理，互联网出口带宽为 2G，高速稳定的通信网络将有力保障气象各项业务的正常开展。

2.6.5.6 雷电防御

外网：公众能通过互联网访问城市内涝业务、重大活动气象保障应用上的相关服务；

内网：可实现远程视频会议和远程培训业务；与地市气象台实现

预报产品实时共享和城市气象插件服务、从“天擎”实时获取自动站数据；

跨系统对接：可与省政府、水利、农业、交通、自然资源等部门的系统以及安徽省气象台公众号、APP 等系统对接；住建等部门实时共享城市气象服务产品；

省市县网络对接：全省各市县气象部门能通过专网访问决策气象服务；与相关地市气象局连接，通过气象专网提供城市内涝风险预警数据服务。

具体带宽要求如下：

互联网出口采用双链路，主链路 300M 专线、备用链路 100M，气象专线 30M；

2.6.5.7 影响天气

智慧型人工影响天气保障平台，通过开通 DMZ 隔离区互联网通道保障外部生态环保数据、水利数据、道路交通数据、地理信息数据等数据的顺利接入；建设人影作业点实景监控视频的 4G/5G 物联网络，通过 DMZ 隔离区互联网通道接入；通过气象内网基于内部天擎系统实现气象观测资料（地面、探空、遥感等观测数据）、预报产品、指导产品等数据的接入；基于隔离区网闸防火墙等软硬件网络设备，对外开放提供基于互联网服务的能力。

具体带宽要求如下：

互联网出口采用双链路，主链路 300M 专线、备用链路 100M，气象专线 30M；

2.6.5.8 生态环境气象

本系统涉及的网络系统建设需求如下：

1. 外网：NCEP、ECMWF 以及日本气象厅再分析数据，EC、CFSv2 等国外主要业务模式和 CUACE 和 WRF-CHEM 模式产品模式数据收集；
2. 内网：可实现业务平台访问、远程视频会议和远程培训业务；
3. 跨系统对接：与省气象信息共享平台和省台相关业务平台内网对接；
4. 下属辖区网络对接：全省市县气象部门能通过气象专网访问该系统。

具体带宽要求如下：

互联网出口采用双链路，主链路 300M 专线、备用链路 100M，气象专线 30M。

2.6.5.9 能源保供气象

本系统涉及的网络系统建设需求如下：

1. 互联网：用户能通过互联网访问本系统的相关服务，带宽不低于 200M。
2. 气象专网：系统通过气象专网实现与省级气象大数据云平台的数据交互，省市县三级气象部门可通过气象专网访问本系统。
3. 政务外网：发改、能源等部门通过政务外网访问本系统，带宽不低于 200M。

2.6.5.10 旅游气象

本系统涉及的网络系统建设需求如下：

1. 互联网：用户能通过互联网访问本系统的相关服务，带宽不低于 200M。

2. 气象专网：系统通过气象专网实现与省级气象大数据云平台的数据交互，省市县三级气象部门可通过气象专网访问本系统。

3. 政务外网：文旅部门通过政务外网访问本系统，带宽不低于 200M。

2.6.5.11 交通气象

本系统涉及的网络系统建设需求如下：

1. 互联网：用户能通过互联网访问本系统的相关服务，带宽不低于 200M。

2. 气象专网：系统通过气象专网实现与省级气象大数据云平台的数据交互，省市县三级气象部门可通过气象专网访问本系统。

3. 政务外网：公安、交管部门通过政务外网访问本系统，带宽不低于 200M。

第三章 建设方案

3.1 建设原则

1. 顶层设计、分步实施

任何一个信息系统的建设都不可能是一蹴而就，气象监测预报预警工程信息化建设是一个庞大的、复杂的、长期的系统工程，更需要先做一个整体的规划，无论从战略上或从战术上，从硬件上或从软件上都必须先进行整体的调研和规划，才能为后续的建设指明道路和打下基础。同时，气象监测预报预警工程信息化建设过程是一个长期的过程，必须分成多个阶段来完成，以保证系统建设的可行性和可控性，因此我们必须在总体规划的指导下，对整个过程进行科学地划分多个实施阶段，逐步完成气象监测预报预警工程信息化各项工程的建设。

满足需求、适度冗余：根据国内诸多信息化建设情况，结合气象局以往信息化建设经验，气象监测预报预警工程信息化建设往往需要三到五年左右的时间，因此在进行数字化建设规划时应具有一定的前瞻性，适度超前，软件方面要考虑到今后技术的发展水平和成熟程度，硬件方面要根据规模化发展适度超前。

2. 标准先行、安全为本

现有各类预报系统、气象服务等系统无统一标准和数据基础，各系统之间互不联通、自成体系，自有数据环境，造成产品结果不同步、不一致的信息孤岛现象严重，后台处理算法各自运行，未实现统一调度和管理，与现有“云+端”气象技术体制不适应。气象监测预报预警工程信息系统建设应积极向统一的国家规范与标准靠拢，还没有标

准的，也要“不等不靠”，积极试点积累经验。只有这样，气象局信息系统才有持续发展的生命力，数据才能达到信息的整合、无障碍流动及共享利用。

同时，安全是气象监测预报预警工程信息化的基础，构建可靠、安全、稳定的基础硬件支撑体系（服务器、存储、网络等）已经成为信息化建设的第一需求，气象监测 7*24 小时工作的行业特点也对气象局 IT、基础设施建设提出了更为严格的要求。承载气象监测预报预警工程信息化系统的基础硬件支撑体系的性能、安全与稳定将会直接影响着气象监测预报预警业务的正常发展，所以要重视系统和数据上的容灾与备份机制。

3. 智能管理、科学发展

以智能型信息系统，提升管理可及性。同时注重发展——提升气象监测预报预警工程信息化体系的将来扩展能力的同时，满足与国家、省、市各级气象部门的资源协同共享能力，实现区域联动和协同发展。

3.2 建设目标

1. 政务目标

围绕水库、道路交通、消防、电力等安全生产风险重点领域，加快建设完善监测预警系统，汇聚各类基础数据、监测数据、预警数据、历史数据，开展灾害风险综合评估，实现对自然灾害易发多发频发地区和高危行业领域全方位、立体化动态监测、预警预报、趋势分析。实现重大风险隐患看得见、管得住、可追溯。强化信息动态监测，加大对重点部位的监测力度，加强数据分析，提高风险早期识别研判和

预报预警能力。

推动气象服务与气象敏感行业（交通、消防、电力等）深度融合，推进气象信息无缝嵌入用户决策指挥调度平台，为用户提供所需的气象影响预报，融入地方社会治理大数据管理系统，提高气象服务产品的针对性和实用性，为用户决策提供更好支撑。

建立基于互联网的用户行为和需求分析系统，根据用户查阅习惯，智能推送相关的气象服务产品。发展交通、旅游、健康、户外、运动等气象服务，满足不同用户多元化气象服务需求。大力发展网络定制气象服务。积极探索利用网络机器人自动应答开展定制气象服务。

充分利用全省各部门、各单位信息化基础和全省政务系统整合共享工作成果，坚持融合开放原则，通过省政务数据共享交换平台，加强各部门应急数据对接能力，推动跨部门、跨层级、跨区域的互联互通、信息共享。

2. 业务目标

到 2025 年，气象灾害监测站网布局更加优化，预报预警能力进一步提升，预警快速传播体系更加高效，气象服务美好安徽建设能力显著增强，气象服务自然风险防控、应急、救援能力和服务交通、电力、旅游、交通等行业能力达到全国领先水平。

构建标准化、一体化和开发协同的生态模式，云端“数据、算力、算法”服务能力显著提升，实现数据收集、存储、加工分析和应用服务高度集约，支撑“监测精密、预报精准、服务精细”，促进观测、预报、服务业务高效协同，全面支撑气象业务高质量发展。

精细化监测预报产品以及云计算、大数据、人工智能等信息技术在气象服务中得到充分应用，气象服务产品制作自动化、服务智能化、信息发布精准化水平显著提升。

气象防灾减灾第一道防线作用充分发挥。气象监测预报预警的智能化、自动化水平明显提升。预警精细到乡镇（街道），强对流天气预警时间提前量达 40 分钟。突发事件预警信息发布系统充分发挥，针对高影响地区、高风险人群开展基于位置的预警信息精准靶向发布、预警短信全网发布速率大幅提升。预警信息公众覆盖率达 95%。

3. 技术目标

发展多波段天气雷达协同观测技术，在重点区域实现三维空间气象多要素自适应组网观测。

发展高分辨率快速更新循环模式及其融合应用系统，提供公里至次公里尺度，0-12 小时逐 10 分钟更新的精细化监测预报预警产品，并建立相应的检验评估业务。

24 小时智能网格晴雨预报准确率达到 88%，最高、最低气温预报准确率分别达到 82%、85%。智能网格客观预报实现基本气象要素预报时效 10 天、空间分辨率 3 公里、时间分辨率 3 小时。

建立 11-30 天 25 公里分辨率、逐旬更新的强降温、强降水、夏季高温、台风等重要过程预测。逐日更新未来 3-10 天逐 3 小时、11-30 天逐日的中期和延伸期气候资源预报。

依托信息发布矩阵，为社会公众提供 24 小时内逐 1 小时的精细化气象服务。改进高清影视节目，实现每 3 小时精细化预报产品的动

画展示和气象灾害落区预报的应用展示。

发展水库气象服务，为重点水库提供更为专业和精细化的地面雨量预报和气象服务，将水库气象服务产品及山洪气象风险的预警由人工主观制作转为智能精细化制作，由邮件传真等传统方式转为实时数字化共享。

建立环境气象监测评估和预报业务系统，实现逐小时、逐日气象观测资料、空气质量观测数据的查询显示，以及污染气象条件的监测评估和预报业务。依托气候可行性论证系统，为城市及工业园区规划、国家重大工程项目建设、产业经济布局、能源保供提供专业化的气象灾害风险评估、气象工程参数计算及气候变化影响评估。

发展为农气象服务，通过构建智慧农业气象服务信息系统，形成主要粮食作物气象服务数字化流程、技术和产品，分不同应用场景，实现针对性、精细化、智慧化农业提质增效气象服务，为现代农业产业发展提供有力气象保障。

4. 预期成效

（1）社会效益

气象监测预警在线项目，实现对各类气象灾害性天气的全方位监测监控、快速响应、准确预测和快速预警；为各级政府应急部门面向突发事件的预测预警和决策调度提供科学支撑。本项目的建设有助于预防和减少灾害事故造成的损失，有助于保障公众生命财产安全和维护社会稳定，为全面建设现代化五大发展美好安徽创造安全稳定的环境。

（2）经济效益

气象监测预警在线项目本身不产生直接的经济效益，其效益体现在间接经济效益和降低灾害性天气造成的损失上。

通过气象监测预警在线项目，能够对突发事件（灾害性天气）进行及时有效地预测预警，从而进行事前防治，将灾害消除在萌芽状态或通过准备有效的减少灾害损失。通过气象监测预警在线项目，能够降低应急管理成本，节省应急管理费用支出。

气象监测预警在线项目将有效减少安徽省重点防范和处置的各级各类突发事件（灾害性天气）所造成的经济损失和人员伤亡等，为安徽省安全生产与防灾减灾救灾提供保障，确保安徽省经济朝着更全面、健康、有序、稳定、可持续发展的方向发展。

3.3 建设内容

本项目是安徽省气象事业“十四五”发展规划项目，主要建设内容为建设气象监测预警在线场景。项目总投资 4945 万元。

硬件建设方面，项目围绕信息基础设施需求，建设系统安全设备。

定制软件开发方面，建设包括我的气象台、天气为农事、流域气象、决策气象、生活气象、雷电防御、影响天气、生态环境气象、能源保供气象、旅游气象、交通气象等 11 个应用。

其中：我的气象台应用包括数据支撑环境、精准预报预警系统业务支撑、多波段天气雷达协同观测与应用、智能网格预报能力建设、多模式气候预测能力建设等五大模块，主要为提高气象预报预警能力服务，主要面向对象为气象专业技术人员，为数据存储和共享、算法

和系统运行、主客观预报融合、预报检验、灾害性天气过程预报复盘等提供支撑。天气为农事应用包含天气为农事应用业务模块、天气为农事调度保障服务模块、天气为农事直通式服务模块、粮食安全智慧服务标准规范建设四大模块。流域气象应用包含水库气象服务综合业务模块和山洪灾害风险预警模块。决策气象应用包括气象灾害影响预测评估与风险管理、地质灾害风险预警、消防应急救援气象服务、重大活动气象保障、电话叫应和 5G 发布能力建设五个功能模块，为气象决策服务提供技术支撑。生活气象包含省市气象融媒体制作发布模块、高清影视节目超融合制作模块、公众气象服务产品集成与服务定制模块、气象服务满意度调查模块、大城市气象保障服务模块等六大模块。雷电防御应用主要是建设雷电多源数据监测预警系统。影响天气应用主要是建设人工影响天气智能决策指挥应用、人工影响天气智慧平台算法和标准规范建设。生态环境气象应用包含环境气象监测评估预报模块、气候可行性论证模型及标准规范建设。能源保供气象应用面向电网自然灾害监测预警、电网事故防范、风能太阳能开发利用提供气象服务。旅游气象为景区防灾减灾与安全管理、气候生态资源开发利用、公众旅游提供气象服务。交通气象建设交通气象服务模块和交通气象业务模块。

本项目还将对气象大数据云平台相关数据做数据治理开发，以及对本项目在一体化平台存储和共享数据做数据治理，另外，本项目还将编制相关标准，并采购一套非编软件用于气象影视等服务产品的后期制作。

3.4 总体设计

3.4.1 业务架构

以业务人员、行业用户、公众用户、政府部门等群体为中心，以提高气象数字化服务能力、综合业务能力、综合决策能力、综合管理能力为目标，构建“整体协同、需求驱动”的业务架构，推动全省气象部门聚焦核心业务、加大协同力度。将气象数据作为创新发展的关键生产要素，推进数据业务化、业务数据化进程，实现气象数字化观测、数字化预报预测及数字化服务，赋能气象事业高质量发展，助力五大发展美好安徽建设。具体架构图如下：

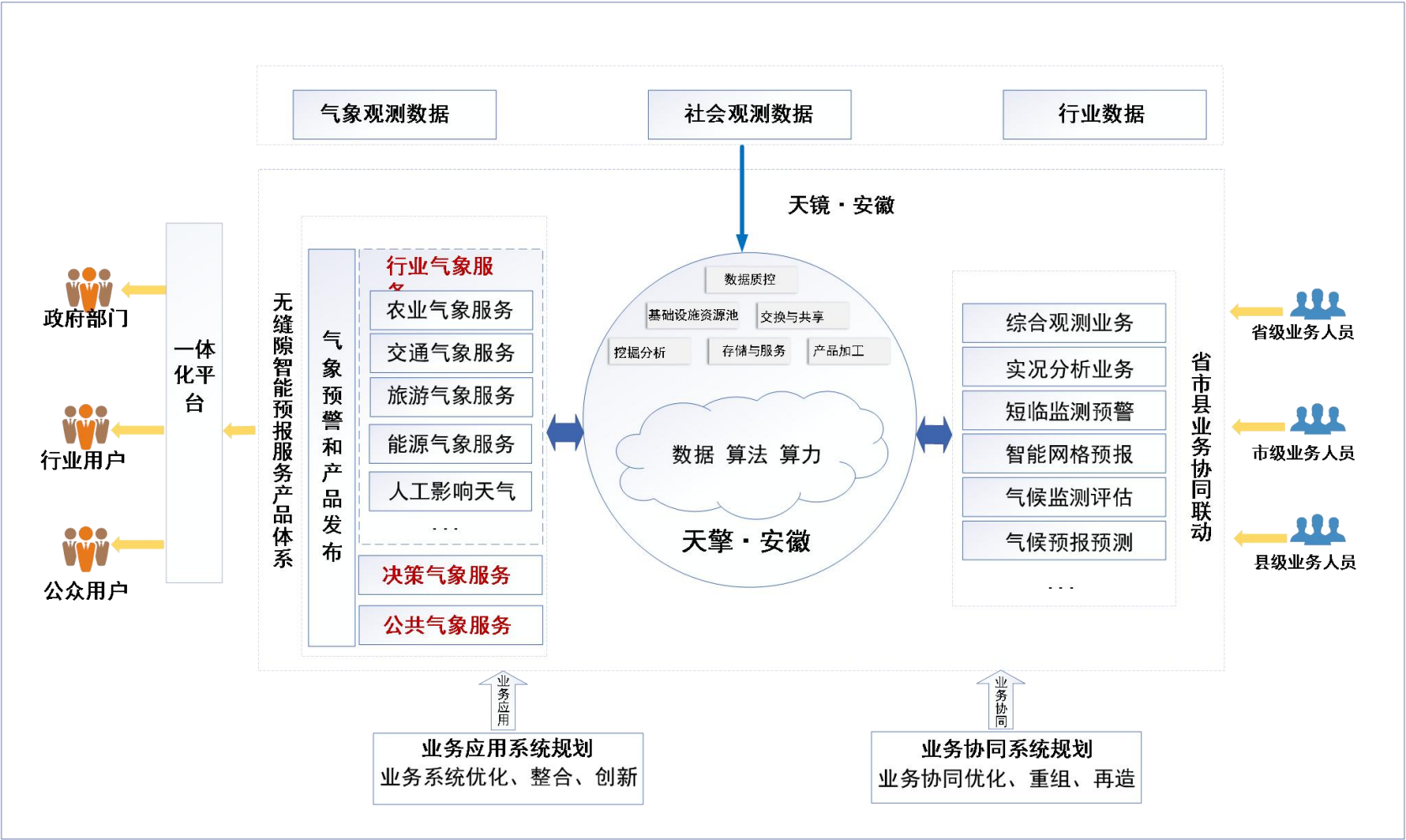


图 5.4.1-1 气象监测预警在线-业务架构图

气象部门在采集自身建设的观测系统数据外，同时归集社会观测、行业观测数据，在天擎系统中进行质控、存储和共享。气象部门省、市、县三级业务人员基于天擎协同开展综合观测、实况分析、短临监测预警、智能网格预报、气候预测等基础业务。气象部门服务人员依托天擎的数据、算法和算力，融合基础业务数据和行业需求以及行业特点，构建各类服务模型，开展气象服务，并通过产品发布中台集中统一发布。另一方面，气象业务专网的相关观测、预报和服务数据还将同步至一体化平台，并通过一体化平台对政府部门、行业用户、公众用户开展气象服务。

3.4.2 应用架构

本项目是对安徽省气象局气象业务“五横三纵”的数字智能气象分层架构的补充和完善。“五横”分别指数字化基础设施层、数据层、支撑层、应用层、用户层，“三纵”是指信息安全保障体系、气象标准规范体系业务规范管理系统。本项目将实现与一体化平台互联互通，实现服务数据、项目沉淀组件发布至一体化平台。具体架构图如下。

（橙色背景项为本次项目新建内容）

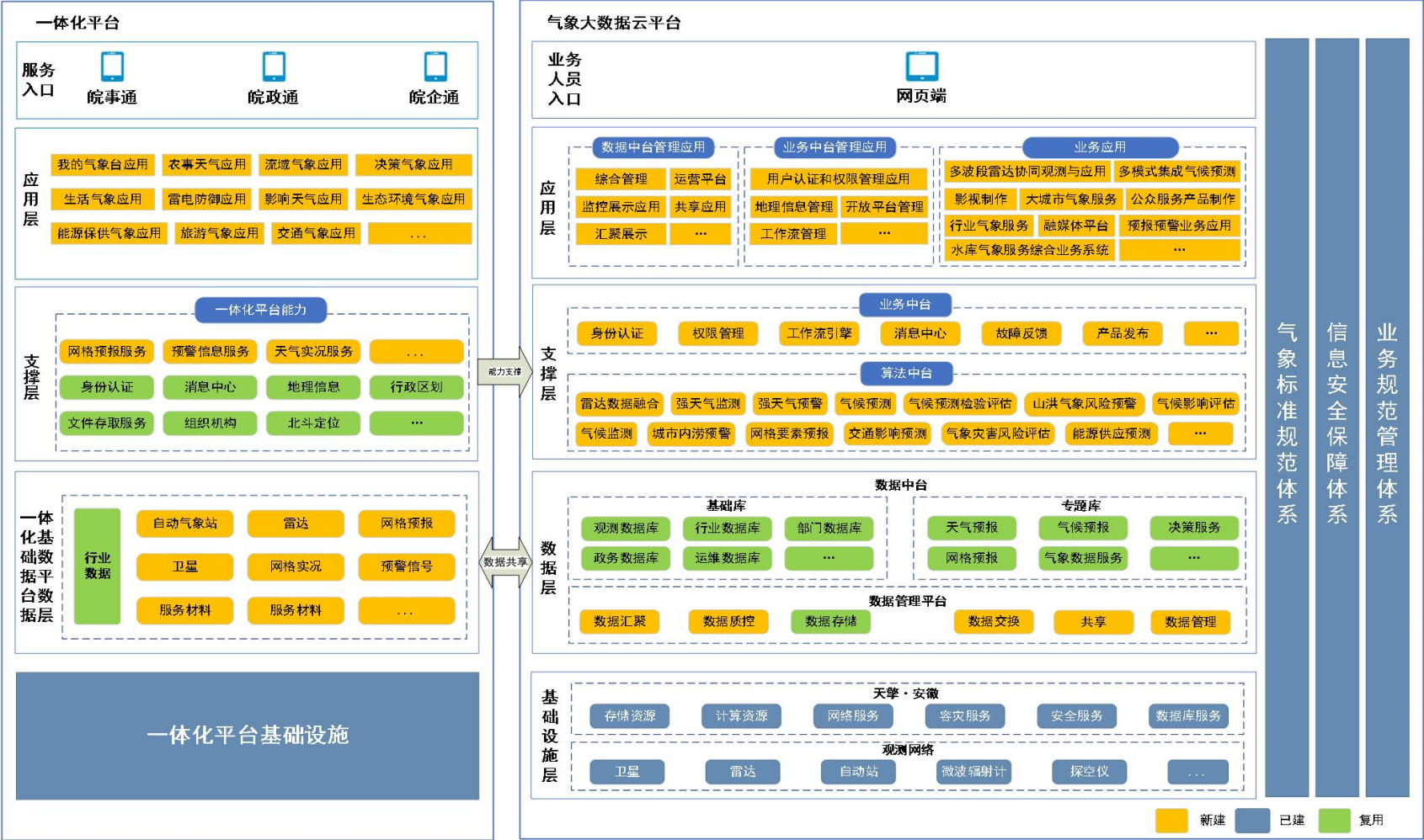


图 5.4.2-1 气象监测预警在线-应用架

服务入口。项目建成后电子政务外网部分部署至一体化平台，基于皖事通、皖政通、皖企通开展气象服务。面向业务人员相关应用发布在气象专网，为气象管理人员、业务人员、政府部门、行业及公众客户等用户对象提供统一、多端的交互服务，提升用户体验，增强用户获得感。

应用层。提供“横向到边，纵向到底”的数字气象应用体系，包括气象综合观测、气象预报、气象决策服务以及各类气象服务等应用。本项目应用根据需要分别部署在气象大数据云平台（安徽·天擎）和一体化平台。

支撑层。即业务支撑和算法平台，为各类应用提供公共支撑能力的平台。业务支撑包括在气象业务专网建设气象业务统一身份认证和权限管理、气象业务消息中心、工作流引擎、统一地理信息、故障反馈中心等公共业务能力；算法平台包括雷达监测预警算法、气象预报预测算法、山洪气象风险预警算法、地质灾害气象风险预警算法、气候预测算法、气候影响评估算法、气象服务算法等各类算法能力。

数据层。本项目数据层分为安徽气象大数据云平台和一体化数据支撑平台两个部分。安徽气象大数据云平台（天擎·安徽）建设在气象业务专网，包括基础库、专题库和数据管理平台。基础库包括观测数据（含中国气象局下发）、气象业务产品、政务信息、行业社会数据，以及多媒体、设备信息、监控日志和其他数据资源。专题库包括天气预报产品库、气候预报产品库、网格预报产品库、决策服务产

品库、气象服务产品库等。数据管理平台包括数据汇聚、数据质控、数据存储、数据传输、数据运维、共享交换和数据分析等功能。

一体化数据支撑平台建立在政务外网，为本项目提供气象主题库、专题库支撑。

基础设施层。支撑各类应用系统稳定运行的技术集成环境，包括网络与基础硬件。本系统的网络环境主要依托安徽省气象局已建业务网、互联网。基础硬件及设施包括服务器、网络设备、存储设备、安全设备、专业设备、机房设备等。为全省气象信息化建设提供一个稳定、集约、可靠的基础环境。

气象标准规范体系。包括总体标准、基础设施标准、应用支撑标准、气象服务标准、数据管理标准、安全标准、运行管理标准等。

信息安全保障体系。在安全管理机制、保障策略、技术支撑等方面，构建全方位、多层次、一体化的数字气象安全防护体系，保障数字气象技术架构各个层次的可靠、平稳、安全运行。

业务规范管理体系。对应用系统、基础设施、数据资源等方面的运营、运维和管理，包括对技术架构各个层次系统的运行维护，业务运营、质量管理等工作，有效提高气象部门内部运行效能。

3.4.3 技术架构

系统基于天擎虚拟化资源建立，数据层采用虚谷集群、大数据采用 Hbase、Cassandra 等 NoSQL 数据库协同，文件存储系统采用 HDFS。并建有任务发现、日志管理、消息、数据分析等服务。

业务服务部分是本项目建设的重点，根据场景建设的需要，提供

地理信息服务、用户及权限管理、产品发布等公共能力。更加业务需求建立业务模型，如雷达数据融合、山洪风险预警模型、地质灾害风险预警模型、气候影响评估模型等多个业务模型。

为保证应用系统的兼容性、稳定性、安全性采用 Nginx、Https、Firewall、VPN 以及 DNS、Keepalive 等技术。具体技术框架如下图：



图 5.4.3-1 气象监测预警在线-技术架构图

本项目将在业务服务层联通一体化基础数据平台，实现气象数据共享至一体化基础数据平台，并获得气象业务所需数据。

3.4.4 模块架构

本项目各模块之间存在相互依存关系，各个子应用相对独立，但子应用模块之间通过消息或通过气象大数据云平台传递数据。部分子应用依赖其他应用的算法和产品。具体架构如下：

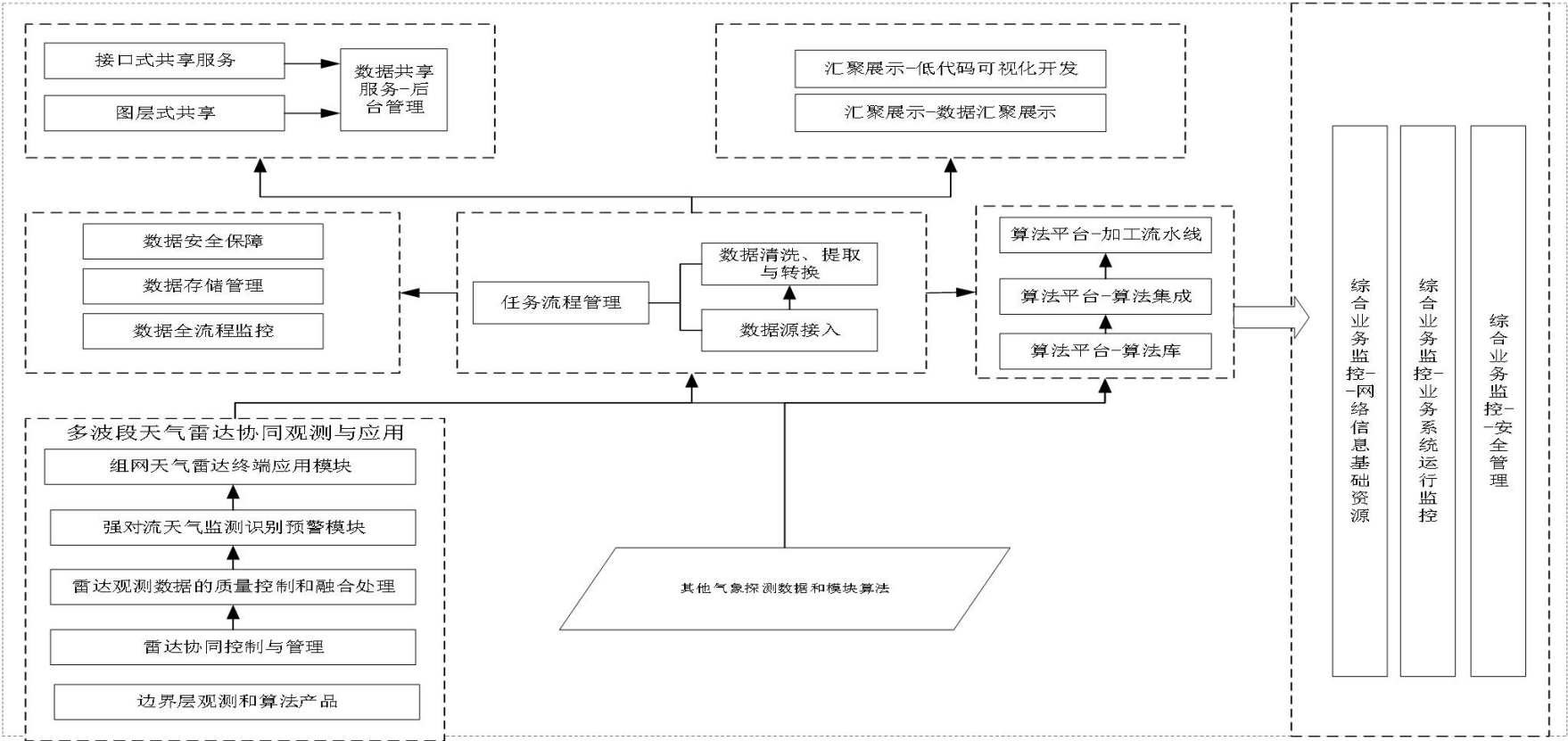


图 5.4.4-1 我的气象台数据基础环境模块架构

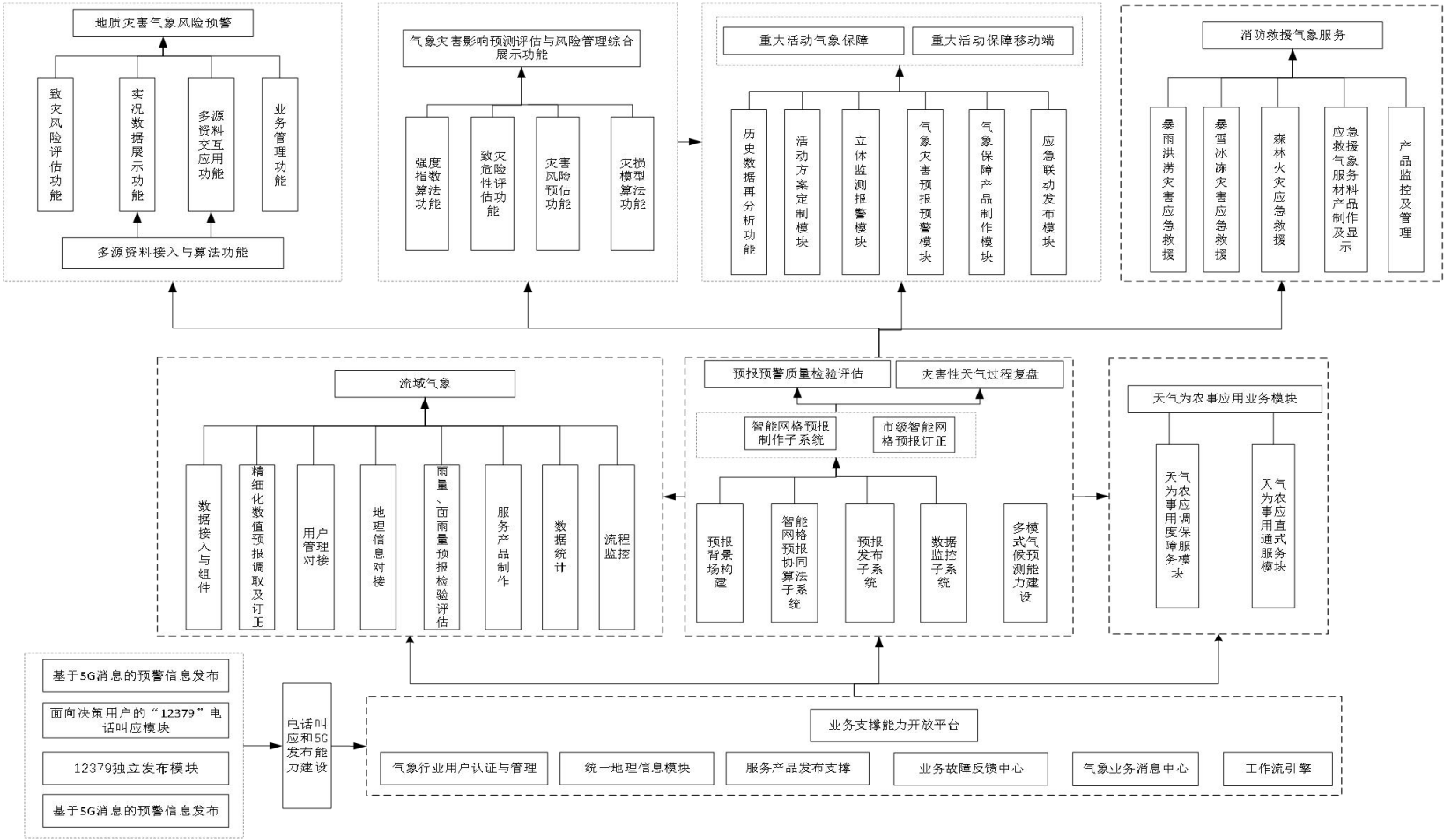


图 5.4.4-2 天气预报类模块架构

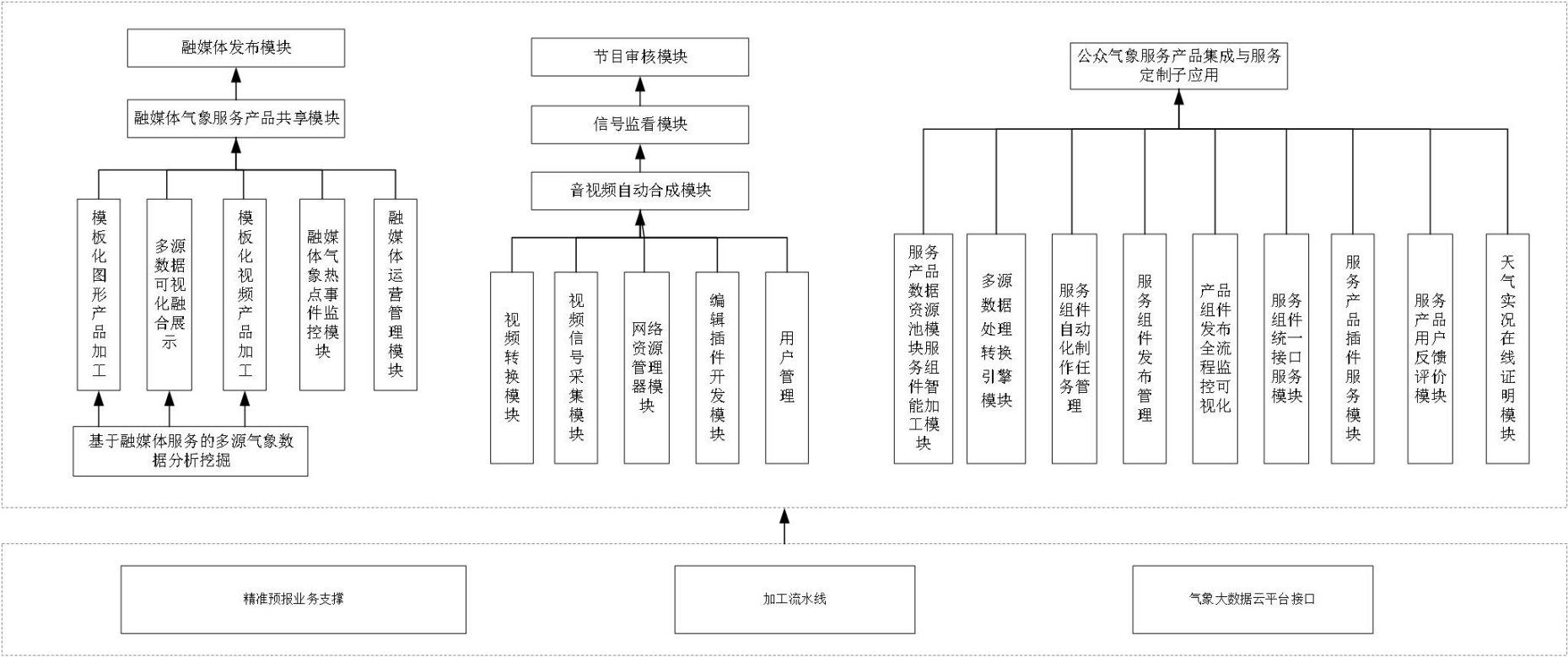


图 5.4.4-3 公众服务类模块架构

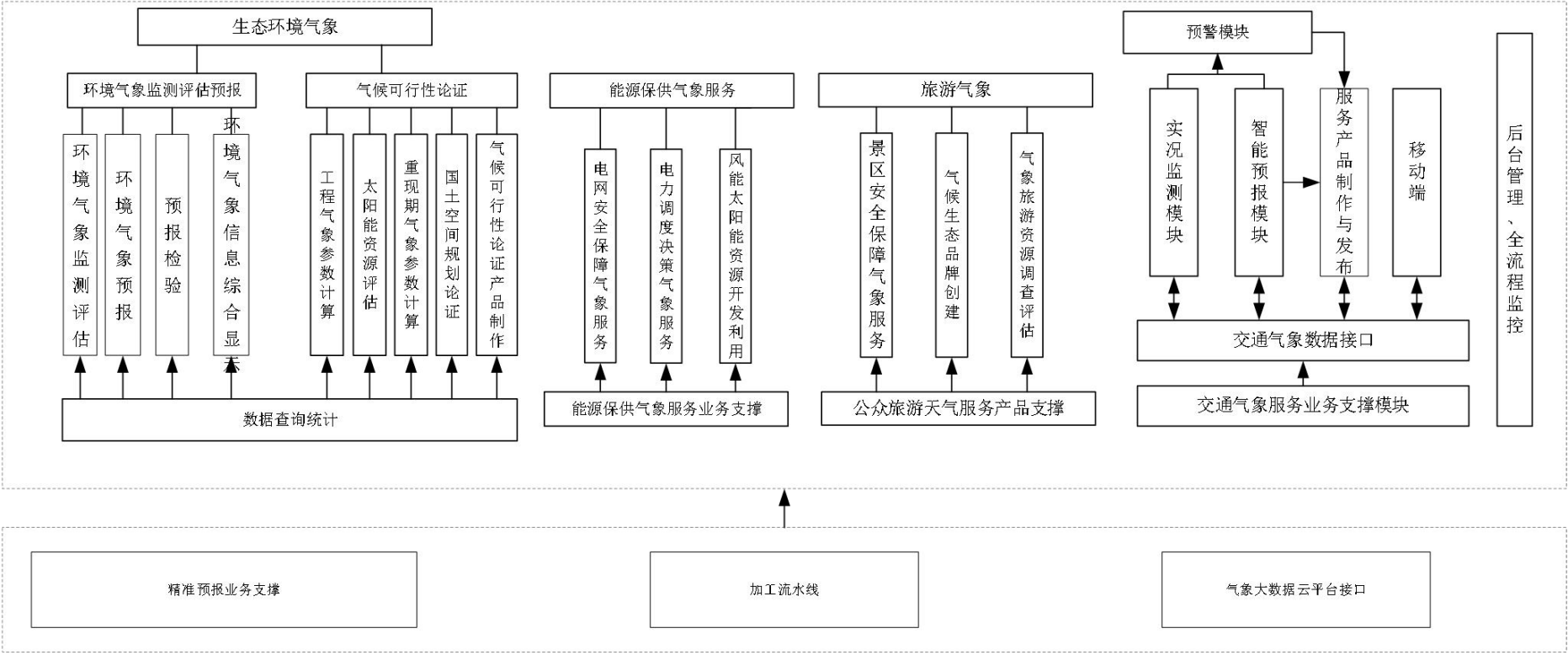


图 5.4.4-4 专业服务类模块架构

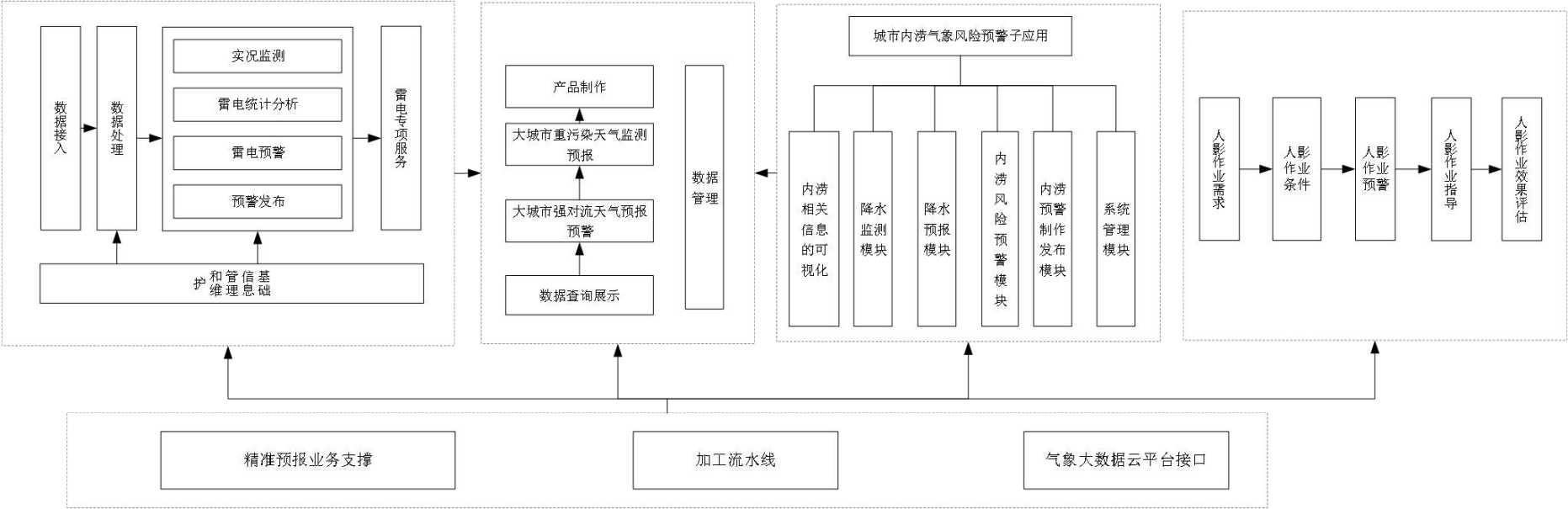


图 5.4.4-5 影响预报类模块架构

3.4.5 数据架构

本项目设计的数据主要包括两个方面，一是气象大数据云平台数据，二是一体化基础数据平台。

在气象大数据云平台上，本项目将梳理现有存量系统数据，并对存量数据进行治理，构建省气象部门数据湖。

数据来源：项目将集成卫星、雷达、自动气象站、闪电定位仪等多类观测系统数据，以及国内外天气气候数值预报系统、地面高空实况分析系统数据。

数据架构：本项目数据架构分为气象专网部分和政务外网部分。气象专网部分，根据数据类型以及业务需求，本项目形成的数据主要包括地面数据、高空数据、数值预报、雷达数据、卫星数据、农气数据，以及服务产品数据集。另外，依托本项目建设，根据业务需要形成专题库。

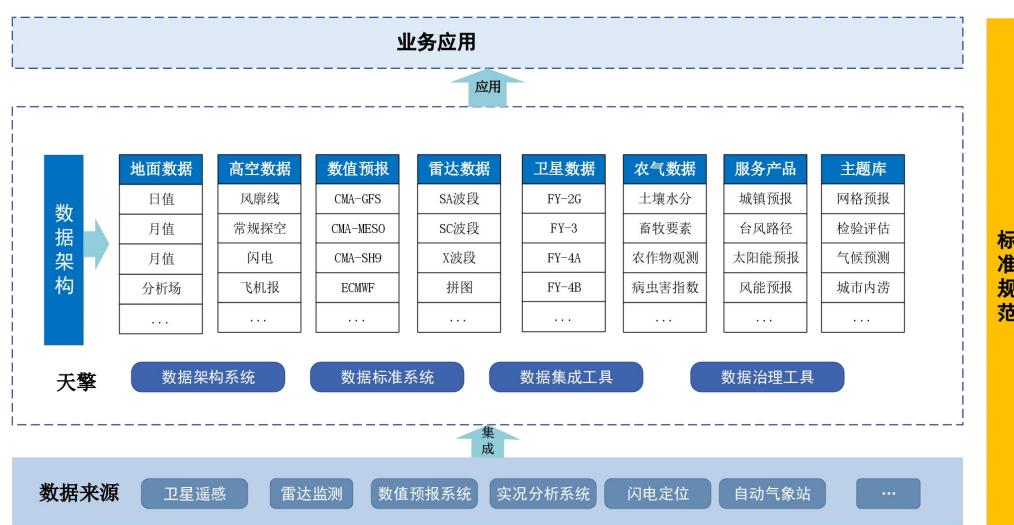


图 5.4.4-1 气象监测预警在线-气象专网数据架构图

根据服务需求，通过气象大数据云平台推送至一体化数据支撑平台，一体化数据支撑平台集成的数据主要包括地面数据、实况分析、预警数据、网格预报、服务产品数据。具体架构见下图。

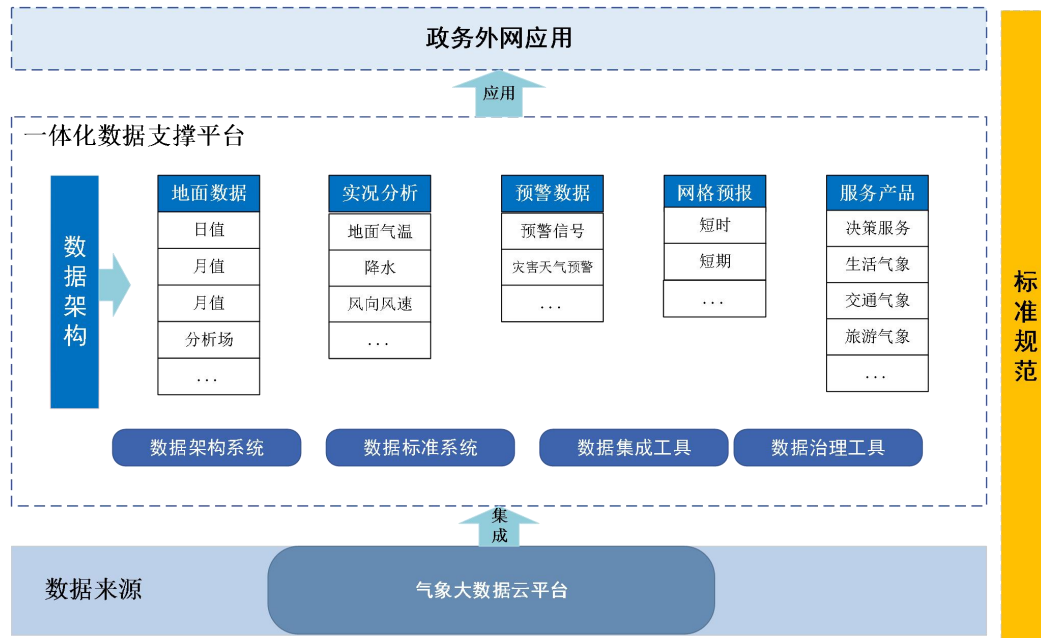


图 5.4.4-2 气象监测预警在线—一体化平台数据架构图

主题库建设：本项目主题库依托天擎系统和一体化平台建设，主要包括网格预报、检验评估、气候预测、城市内涝、山洪风险、地质灾害风险、人工影响天气等十余个主题库，并实现天擎系统和一体化平台数据同步。

3.4.6 部署架构

网络架构。安徽省气象局现有网络架构包括 8 个区域：

核心区：通过核心交换机集群经由出口安全设备上联至互联网及电子政务外网，作为省、市、县三级气象局部门访问互联网、国家气象局、电子政务外网及政务云平台网络资源的总出口，承担所有路由转发功能，核心区骨干采用全 10G 互联。

互联网区：通过安全设备联至互联网。

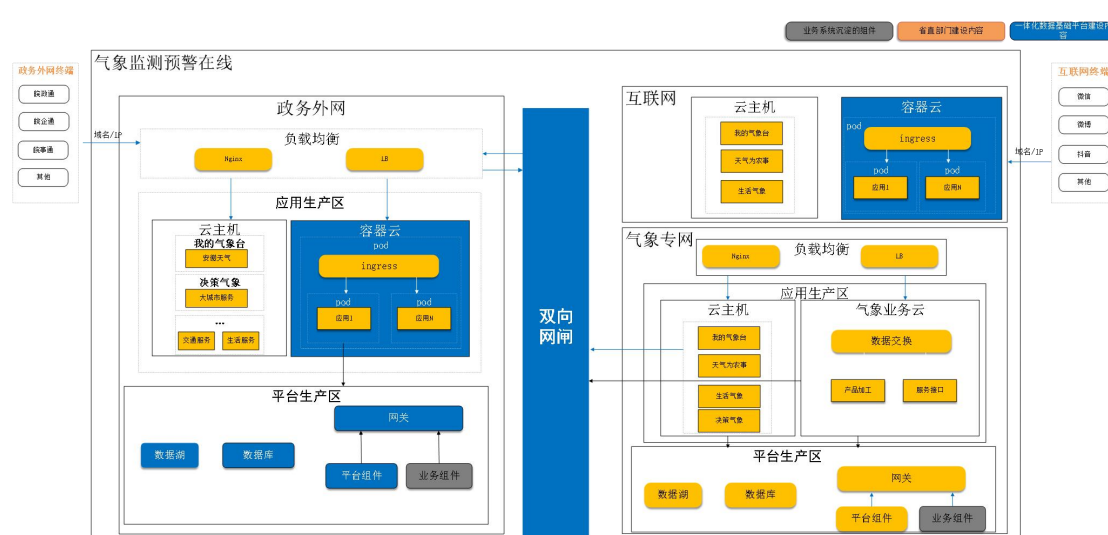


图 5.4.5-2 气象监测预警在线-部署架构图

在气象业务专网部分部署 11 个应用所需的数据支撑、算法和服务，以及面向气象业务人员的业务前台，形成业务专网生成和制作气象预报预警服务，一体化平台共享预报预警数据和产品的格局。在电子政务外网部署一体化数据支撑平台提供气象主题库、专题库数据支撑服务，以及 11 个应用所生成的产品共享服务，为公众和决策用户提供气象服务。气象专网通过 DMZ 区域互联网区通信，在互联网区域主要部署数据存储和共享服务，用于我的气象台、天气为农事、生活气象、旅游气象中面向公众服务的融媒体气象服务以及为专业用户提供气象服务。气象业务专网通过双向网闸与电子政务外网互联，为公众提供气象服务以及为政府部门和相关行业提供气象服务，电子政务外网与互联网无业务通信。

负责均衡。将任务分摊到多个操作单元上进行执行，调度者保证所有应用/服务器都将性能充分发挥，从而保持应用/服务器集群的整体性能最优，这就是负载均衡。本系统因需面向公众以及第三方应用提供数据服务，高并发、大数据业务处理是常见的业务场景，所以对

于分布式部署及负载均衡的需求是必不可少的。系统通过 Nginx 对网站服务反向代理并配置负载均衡策略，同时基于 SpringCloud 微服务框架，对系统内各项应用服务进行管理。

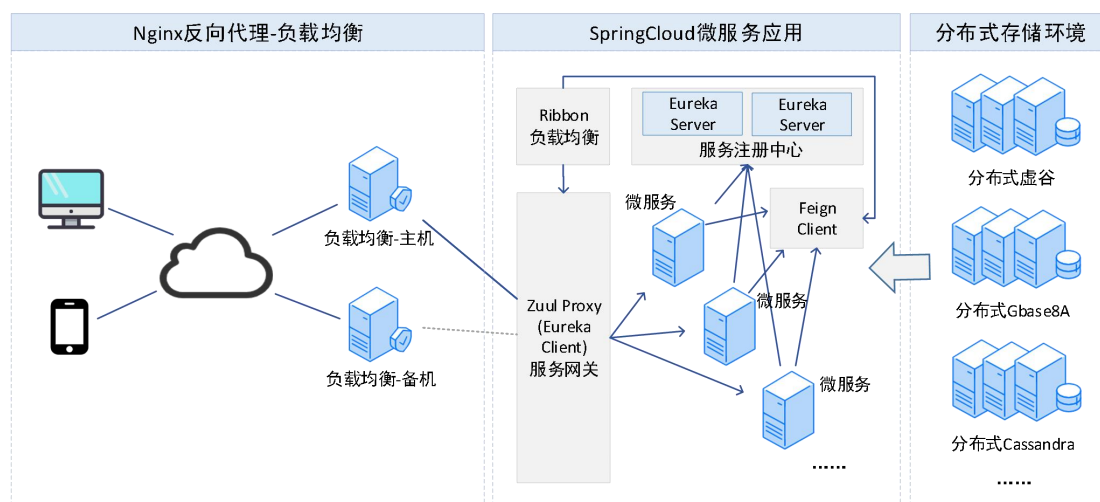


图 5.4.5-3 负载均衡架构图

运用大数据、移动互联等信息技术，拓展数据收集和交换手段，实现各类气象数据、行业数据的快速汇聚、便捷交换；采用分布式存储技术，形成规范一致，逻辑上统一，物理上分布的气象数据存储管理系统，实现数据资源的统一集约化存储，构建包括气象及相关行业的地球系统大数据资源，为数据资源在面向行业用户的共享奠定基础；依托省级气象大数据平台的“数算一体”功能，开展气象基础产品、气象特色产品、多行业融合产品算法研制和产品制作，不断丰富产品算法库，拓展产品种类，实现本省气象服务产品加工处理任务的统一调度、管理及集约化运行。

运行环境：采用分布式体系结构，多机构成群集系统，并实现负载均衡调度。核心服务器优先选用 LINUX 或 UNIX 系统，其他服务器

及客户端均采用 Linux、windows 系统。配置安全可靠的大容量分级存储系统（分在线、近线、离线），所有服务器通过主干交换机连接，同时通过十多条 SAN 高速光纤，共享 SAN 文件系统高速交换数据。采用异构平台，采用成熟、自主或开源的技术框架，包括分布式系统基础架构、文件存储系统、分布式服务、数据存储系统等系统所需平台。

容灾设计。为科学应对突发事件和重大故障，本项目依托气象大数据云平台和省一体化数据基础平台，建立应急响应机制。我省与国家级主中心之间建立互备后，支持对省级业务系统的应急备份，由国家级备份系统提供省级的气象数据服务备份。气象监测预警在线部分业务系统根据服务需求，在气象大数据云平台和一体化平台间实现应用备份。

3.4.7 与存量系统数据关系

3.4.7.1 现存系统情况

我的气象台场景中的数据支撑环境系统、精准预报预警系统业务支撑、雷达协同观测与应用系统以及生态环境气象、流域气象、决策气象场景的子系统均为新建。我的气象台应用建设基于“云+端”架构重新构建适合新型业务体制机制的业务系统，吸纳部分原有存量系统“安徽省智能网格气象预报编辑系统”“安徽预报检验平台”中的部分主客观产品融合、协同算法等算法，吸纳存量系统的人机交互方式优秀部分。充分利用大数据、人工智能等扩充、优化和新建算法，使得算法更集约、高效并满足精细化检验需求。

天气为农事应用原有存量系统是针对小麦、水稻等构建的基于

C/S 架构的安徽省农业气象服务系统，该系统初步实现主要作物农业气候资源评估、农业气象灾害预报和风险区划、作物产量气象预报等技术的集成、应用。天气为农事应用将基于气象大数据云平台建设，全面升级和建设天气为农事业务应用模块、天气为农事调度服务保障模块、天气为农事应用直通式服务模块，并将服务产品发布至政务外网。

流域气象应用的存量系统为流域综合气象服务系统，该系统可较好支撑长江流域安徽段和淮河流域的气象服务工作，对中小流域气象服务也有一定支撑作用，但该系统无法对水库更小的流域支撑。本项目主要从水库等更小流域单元服务需求出发，构建基于云平台的服务系统。

决策气象应用存量系统为突发事件靶向预警系统，该系统原来仅有短信发布渠道。决策气象应用将对突发事件预警靶向预警系统的预警发布能力进行升级，提高预警信息的发布途径和预警覆盖面，主要新建 5G 发布能力和电话叫应能力。其他部分无存量系统。

生活气象无存量系统。省市气象融媒体一体化制作平台为新建内容，高清影视节目制作系统升级工程是现有设备及软件的更新、替换，公众气象服务产品集成与服务定制平台是为适应“数字政府”“服务数字化转型”的需要而新建内容。

雷电防御、能源保供气象、消防应急救援气象、影响天气、生态环境气象、旅游气象服务此前尚未建立相关模块和系统，均属于新建内容。

交通气象包括道路交通、内河航运、铁路交通，其中内河航运、铁路交通属于新建内容，道路交通为业务升级，无对应的存量系统。

本项目涉及的硬件均为支撑上述系统运行而新建。

3.4.7.2 与原有业务系统的融合设计

新建业务系统与原有业务系统融合遵循以下关键原则以确保数据统一管理、业务高效协同，并保障系统的稳定性和安全性。

数据统一与安全原则：新的业务系统建设时，应考虑原有业务系统的算法和产品的可用性，如原有业务系统算法和产品存在缺陷，需要统一协调修改，统一部署至气象大数据云平台，并修改原有业务系统调用的算法和产品与新建的系统一致。如流域业务系统计算面雨量算法应该和新建系统一致。

业务协同原则：新建系统存的所有业务数据都应直接纳入气象大数据云平台，原有业务系统如需继续要使用则需要修改业务数据来源，以便于气象数据和产品在各业务组织中高效流转和协同，如无法进行改造的，应及时退出业务。如原基于自建库的 C/S 架构预报预警业务系统和农业气象服务系统，目前已经过了维护期的系统。

系统融合原则：在数字化转型过程中，需要将单体竖井架构进化为分布式微服务架构，以支持数据和应用的融合。对被本次新建系统替换的原有业务系统的优良算法进行剥离，形成微服务，如原有站点订正平台的多个订正工具。

数据集成：将来自不同数据源的数据整合在一起，形成一个统一的数据视图或数据仓库，方便对数据进行分析和利用。

业务流程集成：将不同的业务流程或业务系统整合在一起，实现业务的协同和优化。

接口集成：通过接口将多个独立的系统连接和通信，实现数据交换和功能调用。

服务集成：基于面向服务架构（SOA），将不同的服务组件整合在一起，形成一个可复用、可组合的服务体系。

风险管理：在需求管理、信息资源规划设计中，识别、分析、评估潜在的风险因素，并采取风险管理措施。

性能评估和调优：细化性能指标，测量、评估系统各项参数、运行数据，分析性能瓶颈，并采取技术手段优化系统性能。

系统安全性评估：明确系统安全性能指标，评测系统整体架构、安全体系等的风险、威胁、脆弱性，并制定风险应对策略和安全性能优化方案。

高端应用服务：提供新建系统与既有系统的无缝融合、跨平台或异构系统的移植、数据迁移等服务。

业务融合性评估：明确信息技术与业务融合的目标，评估信息技术与业务融合的差异，优化资源配置，实现信息技术支持的业务高效运行。

3.4.8 运维运营规划

项目建设完成后，由承建单位提供三年的免费运维期，免费运维期，承建单位需要提供必要的驻场运维和管理服务。

免费运维期过后,建议按项目建设工程费用的10%购买运维服务。

3.5 技术方案

3.5.1 硬件配置

随着全省气象现代化建设步伐的加快,省级业务系统网络资源需求迅速增长。为适应新发展需要,“十四五”期间将在省级已有信息网络基础设施和安全防护系统基础上,扩充必要的基础资源和安全系统,进一步提升算力资源、网络安全和数据安全等服务支撑能力,基本满足“十四五”期间省级气象部门网络资源、安全服务等需求。

建设内容主要包括网络安全防护能力建设、信息基础设施支撑能力建设和网络基础能力补充能力建设等方面,提升省级网络节点边界防护能力,提升全省网络态势感知能力和安全风险发现能力,增强网络安全服务与合规能力,提升信息基础设施和网络基础通信支撑保障能力。

表 5.5.1-1 硬件设备配置清单

序号	硬件名称	主要参数	数量	是否满足XC	理由依据
1	防火墙	标准 2U 机架,冗余电源,配置 ≥ 6 个千兆电口, ≥ 4 个千兆光口, ≥ 4 个万兆光口,网络层吞吐 $\geq 30\text{Gbps}$,最大并发连接数 ≥ 500 万,新建连接数 ≥ 50 万;实现网络访问控制及边界安全防护;应用协议库、URL、IPS 特征库级。	2	是	
2	负载均衡	万兆模块化应用交付系统,网络层整机吞吐不低于 10Gbps ,网络层并发连接数不低于400万,网络层每秒新建连接数不低于15万,标准机架式,1TB 硬盘,冗余电源,3个扩展插槽。配置不少于6个千兆电口、6个千兆光口、2个万兆 SFP+插槽,1个 Console 口,2个 USB 口。	2	是	

序号	硬件名称	主要参数	数量	是否满足XC	理由依据
3	网络准入	支持国产化终端的准入控制管理，包括，802.1X、IP 控制、合规评估、身份认证及入网控制等信创终端准入控制管理功能。 支持 20000 以下终端认证或 20G 网络流量处理能力。设备默认 1 个 Console 口，2 个千兆电口，2 个万兆光口，7 个扩展槽，64 核，4TB 硬盘，冗余电源，2U 设备。	1	是	
4	堡垒机	支持国产化多核硬件平台和操作系统。标准机架式，支持 6 个千兆电口，4 个千兆光口和 2 个万兆光口，支持 1 个扩展槽，内置 12TB 企业级硬盘，冗余电源。最大支持 800 路图形会话或 3000 路字符会话并发，800 资源授权许可。	1	是	
5	零信任 VPN	标准机架式，冗余电源，6*10/100/1000 电口，2 个扩展槽，标配 1T 工业级硬盘，并发用户数 1000 个授权	1	是	
6	日志审计	性能：综合日志处理性能 10000EPS。硬件规格：支持国产化操作系统，标准机架式，6 个千兆电口，2 个扩展插槽，1 个 Console 接口，冗余电源，64GB minisata+16TB 硬盘（1 块可插拔硬盘扩展槽位，可支持冷插拔硬盘扩容 16TB 硬盘）。不少于 130 个日志源授权。	1	是	
7	全流量威胁检测系统	标准机架式，双电源。CPU ≥ 20 核*2，内存 $\geq 256G$ ，系统盘 $\geq 480G$ SSD，存储盘 $\geq 24T$ ，至少 2 个千兆电口，2 个万兆光口。最大实时分析流量 $\geq 10Gbps$ 。包含威胁告警、文件检测沙箱、信息资产、系统管理、元数据检索、安全策略。支持 API 资产发现能力、API 攻击识别及 API 风险评估能力。支持 windows、linux 类型沙箱。	2	是	
8	安全编排自动化与响应系统	支持低代码或者无代码创建安全运营或响应流程的可视化安全剧本编排能力（动作、规则、虚拟、收集、子剧本、循环、收集、外链）；支持 API、Syslog、kafka 等方式接收上游安全事件接入，并自动触发安全剧本；提供离线 AI 能力允许工程师通过机器人调用安全能力；支持 200+国内外主流安全产品、网络设备、IT 系统和 SaaS 服务的能力调度；支持安全保障场景定义，允许一键切换重保场景；有完善的系统管理功能，内置案例模板。	1	是	

序号	硬件名称	主要参数	数量	是否满足XC	理由依据
9	安全域名解析	千兆电口不少于 4 个，内存不少于 8GB，不少于 2 个 1TB 硬盘，冗余电源。具备域名基础解析、安全防护、综合管理、联动对接、运营报表等功能。QPS（每秒查询数）不少于 12 万。兼容现有全国气象域名服务系统。	1	是	

3.5.1.1 系统安全设备

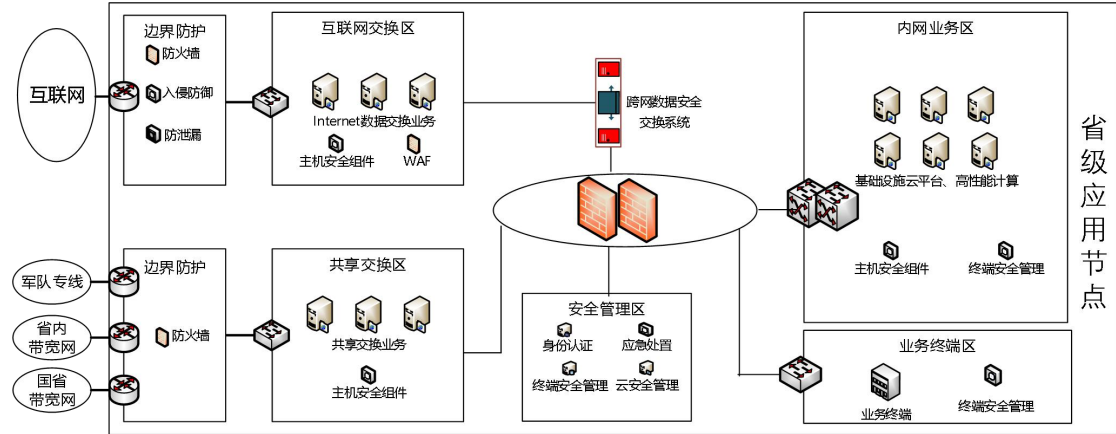


图 5.5.1-1 网络安全部署

省、市、县所有网络出口均需要部署防火墙，并进行白名单访问控制。同时，需对本地气象网络进行区域划分，不同区域间通过防火墙进行隔离和访问控制，气象内网和气象外网间逐步由防火墙过渡至跨网数据安全交换系统连接（市、县级单位如网络规模较大，应参考省局进行安全能力部署）。互联网出口需部署抗 DDoS 和上网行为管理设备，进行流量清洗、上网行为管理以及带宽管控。其他网络出口根据需求部署。防火墙需支持通过 SSH 或者 API 接口进行配置采集和策略下发。部署示意如上图，在省局现网基础上新增安全能力。

（1）网络边界防护。部署防火墙，支持通过 SSH 或者 API 接口进行防火墙配置采集和策略下发，实现网络区域隔离、白名单访问控制。

(2) 网络安全监测。部署网络威胁态势感知系统，加强对网络中的潜在威胁和高级威胁的识别和分析。监测网络攻击行为。网络威胁态势感知系统需支持与省级协同响应组件/省级安全运营平台对接、信息同步，提升省级安全感知和分析能力。网络威胁态势感知系统还需具备原始流量日志外发功能。

(3) 个人终端安全。部署网络准入系统，对个人终端接入网络进行双网分离改造建设，包括内部终端接入网络和互联网终端接入网络。内外网各建设终端入网控制系统，具备对终端使用人识别和合规性检查功能。

(4) 网络安全服务与合规。提升业务安全和运维安全能力，部署运维审计系统（堡垒机）、零信任 VPN、日志审计系统、安全域名解析系统、安全编排与自动化响应系统等。按照网络安全等级保护合规性要求和业务安全保护需求，对威胁事件持续监测，进行实时事件分析及研判，并将确认的攻陷/重点攻击事件等及时通知，提供事件处置建议，协助事件闭环管理。

网络边界防护能力（防火墙）在省、市、县所有网络出口及区域边界进行部署，默认进行双向访问，以白名单方式进行配置和使用。**负载均衡**在中心互联网出口区通过双机热备的方式部署以及在中心核心交换区通过旁路的方式部署。

跨网数据安全交换系统部署在气象内网和气象外网之间，用于两个网络间业务数据交换。可由防火墙连接逐步向跨网数据安全交换系统连接方式转变。**抗 DDoS 设备**部署在提供对外服务的互联网出口。**网络行为管理及流量控制能力**建设在省局互联网出口进行部署，用于

带宽管控以及网络行为管理（如禁止向日葵、TeamViewer 软件使用）。

3.5.1.2 网络安全硬件设置

项目购置的网络安全设备主要是为了维护项目建成的软件系统能够安全运行。主要安全设备采用如下设置。

1. 防火墙

业务内网防火墙是企业网络安全架构的关键组成部分，它帮助监控和控制进出内网的数据流，保护关键业务资产免受威胁。以下是设置业务内网防火墙时应遵循的一些基本原则：

最小权限原则：仅授予用户和系统执行其业务所必需的最小网络访问权限。

默认拒绝策略：除非明确允许，否则默认所有传入和传出的流量都应该被拒绝。

明确的安全策略：制定明确的安全策略，确保所有防火墙规则都与这些策略保持一致。

区域隔离：使用防火墙对内网的不同安全区域进行隔离，如将敏感数据与公共区域隔离。

访问控制列表（ACLs）：配置 ACLs 来精细控制哪些用户或系统可以访问特定的网络资源。

服务限制：限制只有必要的服务和端口可以对外开放，关闭不使用的服务和端口。

状态检查：使用状态相关的防火墙规则，确保只允许建立在合法

通信基础上的数据包通过。

入侵防御系统（IDS）集成：将防火墙与 IDS 集成，以监测和阻止潜在的攻击。

VPN 和加密：对于远程访问，使用 VPN 和加密技术来保护传输的数据。

日志记录和监控：配置防火墙以记录所有活动日志，并对关键事件实施实时监控。

定期更新和补丁管理：定期更新防火墙固件和规则集，应用安全补丁以修复已知漏洞。

测试和验证：定期测试防火墙规则以确保它们按预期工作，并进行渗透测试以验证其有效性。

响应计划：制定应对安全事件的响应计划，确保在发生安全事件时能够迅速采取行动。

用户教育和培训：对用户进行安全意识培训，让他们了解如何安全地使用网络资源。

合规性检查：确保防火墙配置符合相关的法律法规和行业标准。

透明性和非透明性模式：根据需求选择防火墙的部署模式，透明模式不影响网络流量路径，非透明模式则作为网络路径中的一个节点。

多因素认证：对于管理访问，实施多因素认证机制，增加安全性。

网络分段：通过子网划分和 VLAN 配置，减少潜在的攻击面。

出站过滤：除了入站过滤，也要对出站流量进行过滤，防止内部

威胁。

性能和可靠性：确保防火墙设备的性能和可靠性，以避免成为网络瓶颈或单点故障。

通过遵循这些原则，可以提高内网防火墙的安全性和有效性，保护企业网络不受未经授权访问和网络攻击的影响。

2. 堡垒机

气象业务内网堡垒机（是一种专门设计的安全措施，用于在开放的网络（如互联网）和私有网络（如公司内部网络）之间提供一个安全的管理接口。配置堡垒机时，采用以下原则进行配置。

账号管理：确保一人一账号，避免账号共享，以便在出现问题时能够精确定位责任人。

访问控制：限制维护人员对数据信息的访问能力和范围，以保证信息资源不被非法使用和访问。

指令审核：对运维人员的敏感指令进行审计，阻断或触发审核操作，确保敏感操作的合法性。

身份认证：实施多因子认证，如使用密码加短信验证码或微信确认，增强登录安全性。

资源授权：基于角色的访问控制模型，实现细粒度的权限控制，遵循最小权限原则。

审计录像：记录用户在堡垒机中的所有运维操作，以日志形式保存，便于事后审计。

网络隔离：将堡垒机放置在 DMZ 或其他隔离区域，以减少潜在的

攻击面。

安全更新：定期更新堡垒机的软件和安全补丁，以防止已知漏洞被利用。

监控和报警：实施实时监控，对异常活动设置报警机制，快速响应潜在的安全威胁。

物理安全：确保堡垒机物理设备的安全，防止未经授权的物理接触。

配置管理：使用自动化工具管理堡垒机配置，减少人为错误，提高配置的一致性和可复审性。

网络配置：正确设置堡垒机的网络访问控制，如内网访问控制和公网访问控制，确保只有授权的用户和系统可以访问。

主备配置：设置堡垒机的主备配置，以确保高可用性和故障转移能力。

登录限制：配置用户登录限制，如设置账号使用有效期、登录时段限制、IP 地址限制等。

文档和培训：制定详细的文档说明堡垒机的使用和配置，并定期对运维人员进行安全培训。

遵循这些原则有助于提高堡垒机的安全性，保护企业网络不受未经授权访问和网络攻击的影响。

3. 零信任 VPN

零信任网络模型强调的是在任何情况下都不假定网络内部或外部的任何人、设备或系统是可信的，而是要求对所有尝试接入网络的

请求进行验证。在设置零信任 VPN 时，应该遵循以下原则：

最小权限原则：仅授予用户完成其工作所必需的最小权限。

显式验证：始终根据所有可用的数据点进行身份验证和授权，不自动信任任何连接。

持续监控：持续监控网络活动，使用实时分析来提高可见性、驱动威胁检测并改善防御。

假定数据泄露：设计系统以假定数据泄露已经发生，通过分段限制影响范围，并使用端到端加密。

动态访问控制：基于用户的身份、设备状态、网络环境等多维因素动态调整访问权限。

身份管理：强化身份管理，确保所有用户和设备都经过严格的身份验证。

设备安全：确保所有访问企业资源的设备都满足安全要求，包括定期的安全评估和合规检查。

网络隔离：即使在 VPN 内部，也应通过微分段进一步隔离网络，减少潜在的攻击面。

信任评估：建立信任评估机制，实时评估用户和设备的信任等级，并据此调整访问权限。

安全审计：记录和监控所有网络活动，包括成功的和失败的访问尝试，以便进行安全审计和事后分析。

自动化和编排：利用自动化工具来简化 VPN 的管理和部署，提高

效率并减少人为错误。

适应性：零信任策略应能够适应不断变化的网络环境和威胁态势，灵活调整安全控制措施。

用户教育：对用户进行安全意识培训，提高他们对潜在安全威胁的认识，并教授安全最佳实践。

合规性：确保 VPN 配置和使用遵守相关的法律法规和行业标准，如《网络安全法》等。

透明性：确保安全策略对于用户是透明的，用户明白为何需要进行特定的验证和授权流程。

3.5.2 成品软件配置

本项目仅生活气象子模块中的省市气象融媒体一体化制作系统为成品软件。

序号	成品软件名称	主要功能	数量	是否满足 XC	理由依据
1	非线性编辑软件	非线性编辑软件专为广播和后期制作环境而设计，拥有完善的基于文件工作流程，提供了实时、多轨道、多格式混编、合成、色键、字幕和时间线输出功能。除了标准的 EDIUS 系列格式，还支持 Infinity™ JPEG 2000、DVCPR0、P2、VariCam、Ikegami GigaFlash、MXF、XDCAM 和 XDCAM EX 视频素材。同时支持所有 DV、HDV 摄像机和录像机	1	否	广播电视及后期制作领域中的专业编辑软件，也是国内最经济专业非编软件，暂无 XC 替代品。

省市气象融媒体一体化制作系统为成品软件利用云计算、大数据分析等新技术，建设基于云架构的省市气象融媒体一体化制作系统，打通省市气象部门融媒体传播渠道，实现资源共享与互通。打通省市气象媒体业务流，实现策划、采访、制作、编辑、发布的深度融合，实现“一次策划、一次采集、多种生成、多元传播、全天滚动、全省覆盖”。信息统一采集，视频、音频、图文等多种媒体格式的内容编辑和格式的适配，面向多渠道、多种终端的发布。完善集演播室、制作平台、直播平台、虚拟展示厅等功能一体的多区域综合平台，满足超高清全景节目制作和全省气象系统融媒体远程制作、发布的需求。

省市气象融媒体一体化制作系统采用云平台技术，实现集中部署，统一建设，平台总体架构如下：

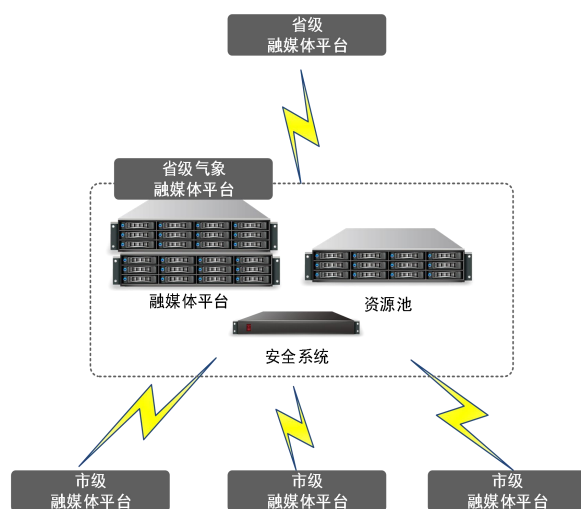


图 5.5.2-1 省市气象融媒体一体化制作系统架构图

系统采用全网互联模式与市气象局融媒体系统进行对接，并给各县气象局等提供使用权限，采用数据平台化、系统扁平化、资源共享化、稿件独立化、用户分配化，总体设计如下：

系统扁平化：省级可采用独立气象融媒体平台系统，市县级平台共用省级气象融媒体平台，通过互联网完成互联互通，并支持与国家公服中心平台的对接；

数据平台化：通过省级气象融媒体平台分发共享资源池，提供高效、安全、稳定的资源池，供各市县级融媒体平台分享资源。

资源共享化：市县级气象局提供视频、音频、图文等多种媒体内容，实现资源权限共享，完成多地区的气象服务信息发布。

稿件独立化：各市县气象局拥有独立的自产稿件系统，及审核、监管能力，还可以和其他市县融媒体系统传递分享。

用户分配化：各市县融媒体系统统一分配高级权限用户，也可独自创建普通权限用户使用。

省市气象融媒体一体化制作系统主要包括采集汇聚子系统、策划指挥子系统、协同生产子系统、融合发布子系统和数据分析子系统。

采集汇聚系统中的移动采编、远程回传、互联网数据汇聚、气象服务产品和气象大数据 API 接入等模块，实现聚合各种气象局域内网和互联网的全媒体资源，对各种资源进行统一的汇聚管理，并通过强劲的检索引擎和友好的展现形式为后续融合生产业务提供强大的内容支撑。

策划指挥系统中的气象线索汇聚、气象选题策划、省市通联协作等模块能够从多种渠道挖掘数据、分析透视热点事件，拓展报料渠道，为用户提供最具针对性、实时性、精准性的公众气象服务内容。

省级融媒体平台通过大屏幕展现完整业务流程的核心环节，对气

象热点线索、气象最新选题、任务调度、资源地图、信息发布等以数据可视化方式呈现,实现对气象大数据挖掘、气象服务媒体采编生产、媒体融合发布的统一策划、分发、业务状态管理与全程管控。

协同生产系统中的融合文稿、剪辑快编、新媒体内容编排、内容审核及转码、打包等产品,构成了立体化、多样化的内容生产体系,能够将传统节目制作与新媒体生产业务高效融合、协同生产,对传统节目生产和新媒体节目生产的各个环节提供完整的支持。

融合发布系统主要遵循移动优先的原则,实现省市县气象服务信息融合发布管理。全媒体内容多终端一站式发布,使得不同媒体渠道都能快速调用资源平台的媒体资源,充分利用移动传播技术,形成渠道丰富、覆盖广泛、传播有效、可管可控的移动传播矩阵。

数据分析系统中气象热点模块基于全网数据采集,经大数据分析与挖掘,提供天气事件分析服务,数据采集范围涵盖网站、微博、贴吧、论坛、微信公众号、新闻 APP、网络视频、外媒等多种网络媒体。传播分析模块基于网络平台传播数据,例如转赞数量、覆盖媒体、媒体分布等,及自有发布平台统计数据,例如评论数、访问终端等,刻画原创内容网络传播影响力。用户分析模块把分散的用户数据纳入统一管理体系,对用户数据进行采集、整合及分类,建立极富价值的数据资产,持续更新、清洗、整理,不断沉淀用户价值。

3.5.3 定制软件开发

气象监测预警在线项目共建设气象监测预警在线系统,系统包含 11 个应用,应用从一体化基础数据平台获取所需数据,结合气象部

门自有数据，在气象业务专网处理数据、运行模型和相关系统，并将相关数据和运行结果同步至一体化基础数据平台，开展气象服务。各应用分类和发布渠道见下表：

表 5.5.3-1 应用分类和发布渠道

序号	应用名称	应用分类	发布渠道
1	我的气象台	业务流程类、算法模型类、统计分析类	皖事通
2	天气为农事	业务流程类、统计分析类、算法模型类	皖事通及其他第三方平台
3	流域气象	业务流程类、统计分析类、算法模型类	皖事通
4	决策气象	业务流程类、统计分析类	皖事通
5	生活气象	业务流程类、算法模型类	皖事通
6	雷电防御	算法模型类	皖政通
7	影响天气	业务流程类、算法模型类	皖事通
8	生态环境气象	业务流程类、算法模型类	皖事通
9	能源保供气象	业务流程类	皖企通/皖政通
10	旅游气象	业务流程类	皖事通/皖企通
11	交通气象	业务流程类	皖事通

我的气象台应用为提升预报预警支撑能力，基于气象大数据云平台以及一体化平台，开展数据支撑环境、精准预报预警业务支撑、多波段天气雷达协同观测与应用、智能网格预报能力、多模式气候预测能力等方面开展建设。

3.5.3.1 我的气象台

3.5.3.1.1 数据支撑环境

(1) 数据汇聚交换

利用专网和公共云安全通道相结合的方式，依托省大数据平台，

开展自然资源、水文、交通、旅游、农业、生态等其他外部部门、事业单位数据交换，支持多源异构数据的标准化、快速动态接入，拓展数据收集和交换手段，敏捷响应内外部数据快速、透明交换的需求，提升数据感知和发现能力。

①数据源接入

首先，根据数据治理清单，梳理需要定义和接入各种数据源，主要包括关系型数据库、非关系型数据库、API、文件系统、实时数据流等。因此数据汇聚交换开发主要是数据库汇聚、数据流、文件系统、API 接口等多种方式来源信息接入，包括各类关系型数据库（Oracle、DB2、Microsoft SQL Server、Microsoft Access、MySQL 等）、非关系型数据库（Cassandra、Redis、HBase 等）、API 接口数据、文件系统、数据流等数据接入，形成各类型数据源接入组件。

根据数据来源与具体数据分类，建立对应的处理框架，包括结构化消息流式处理框架、结构化文件流式处理框架、结构化消息多线程处理框架、结构化文件多线程处理框架、非结构化多线程处理框架、半结构化多线程处理框架。其中针对雷达基数据流传输汇聚功能，主要包括雷达流传输连接、雷达流数据获取，建设雷达流处理框架，实现雷达基数据快速解析入库。

自然语言分析（Natural Language Analysis，NLA）是一种技术，它利用自然语言处理（NLP）的原理和方法，对人类语言进行深入的分析和理解。NLA 是将非结构化的自然语言文本转化为结构化、可计算的形式，以便进行后续的数据分析和挖掘。通过自然语言分析（NLA），

探索建设智能采集技术,实现从海量的文本数据中提取有用的信息和知识,为气象决策服务提供支持。实现以气象相关事件为关键词,通过 NLA 分析获取事件发生的时间、地点、人员情况、影响程度、对应的气象观测、预报、预警等多元信息。

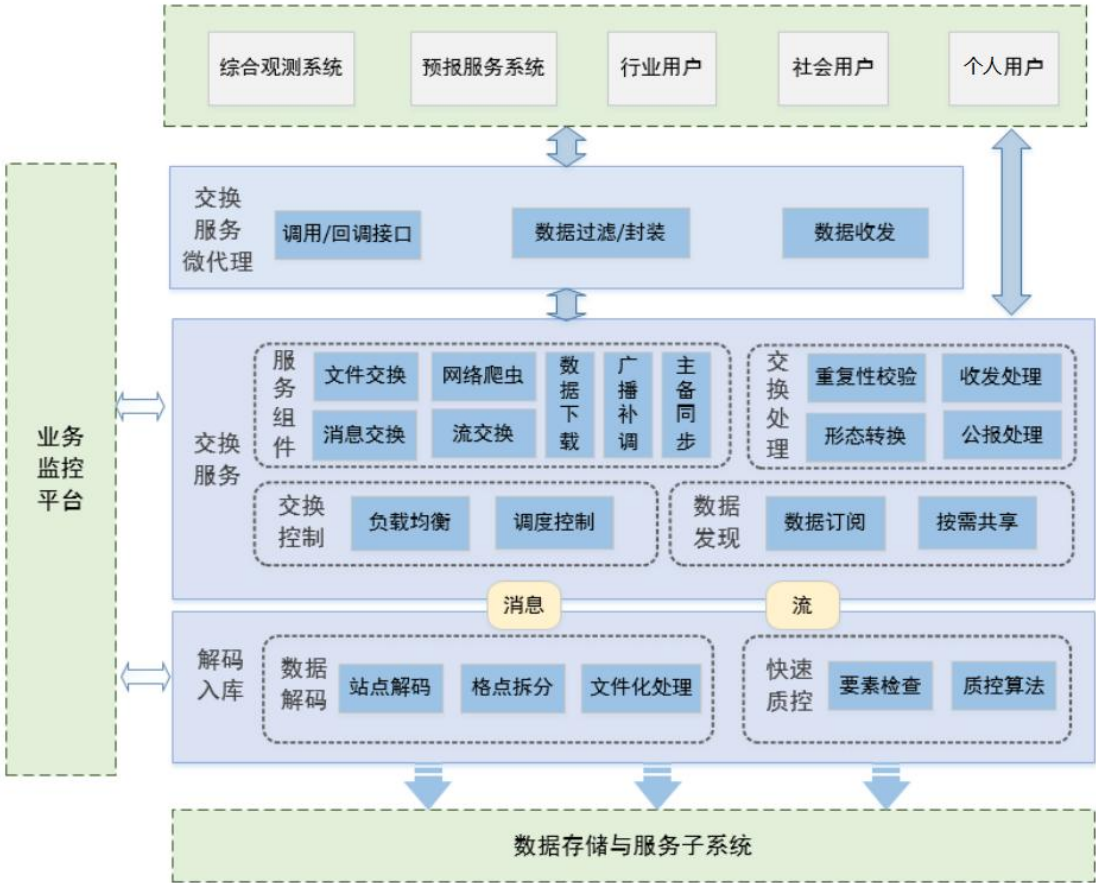
②数据清洗、提取与转换

由于现有的各个数据库存在一定差异,此外气象数据又具有多元化的特点,数据种类繁多,格式多样,需要对接入的数据进行清洗、提取与转换,开发相应转换引擎和组件,提供数据模型和数据结构的标准化转换工具,统一转换为标准格式,便于后续的数据解码和质控。

建立汇聚数据质量检测 and 质控处理流程,利用数据缺测、界限值、数据范围、数据内部一致性、空间一致性和时间一致性等质控方法提升汇聚数据的一致性和可用性。

③任务流程管理

建设任务流程管理模块,实现数据流通任务的定义和管理,支持任务间的相互依赖,实时查看数据交换的状态、流量、错误等信息,可根据业务实际需要调整流通任务策略,实现对任务的实时监测、报警等功能,保证数据交换的通畅。主要包括任务引擎、可视化任务编排、批量运行 ETL 转换、任务管理、任务监控、报警提醒、集群管理等。



④数据安全保障

在数据交换过程中，安全性是至关重要的。因此，数据汇聚交换方案采用了多重安全机制，包括建立基于密码、硬件信息等用户认证确保数据在传输、存储和处理过程中的安全性。

根据需要提供各种安全管理配置，通过专网和公共云安全通道相结合的方式，实现了对数据的加密传输和访问控制，有效防止了数据泄露和非法访问。

随着业务的发展和数据量的增长，用户可以根据需要扩展数据交换的规模和范围，在数据源类型不变的情况下，动态配置增加新的数

据源和接收方。定期形成数据汇聚交换报表，通过对汇聚的数据进行深入挖掘和分析，发现数据之间的关联和趋势，为业务稳定运行、保证数据完整性等提供支持。

（2）数据存储管理

采用扁平化设计理念，利用先进的云架构设计建立以分布式关系型数据库、分布式表格系统、分布式文件系统或分布式对象系统、NoSQL 数据库等多种技术相结合的高扩展性、高可用性、高安全性和高灵活性的“专有+公共”数据存储系统。依据数据库分类，开发实现分布式关系型、分布式分析型、分布式表格型（半结构化）、分布式对象存储多种类型数据库的入库模块，形成组件。与数据汇聚交换无缝衔接，快速实现不同数据来源数据的元数据管理和入库存储。

根据气象数据量大和长期应用的特点，数据库有分布式关系型、分布式分析型、分布式表格型（半结构化）、分布式对象存储等，分别开发各种数据库的扩容、备份与恢复、迁移与清除等模块。

根据监测预警项目交换共享需要，构建 DMZ 区数据库集群，开发同步中间件，实现跨区数据交换入库存储功能。根据业务管理需要，按周月年的方式实现数据资产管理

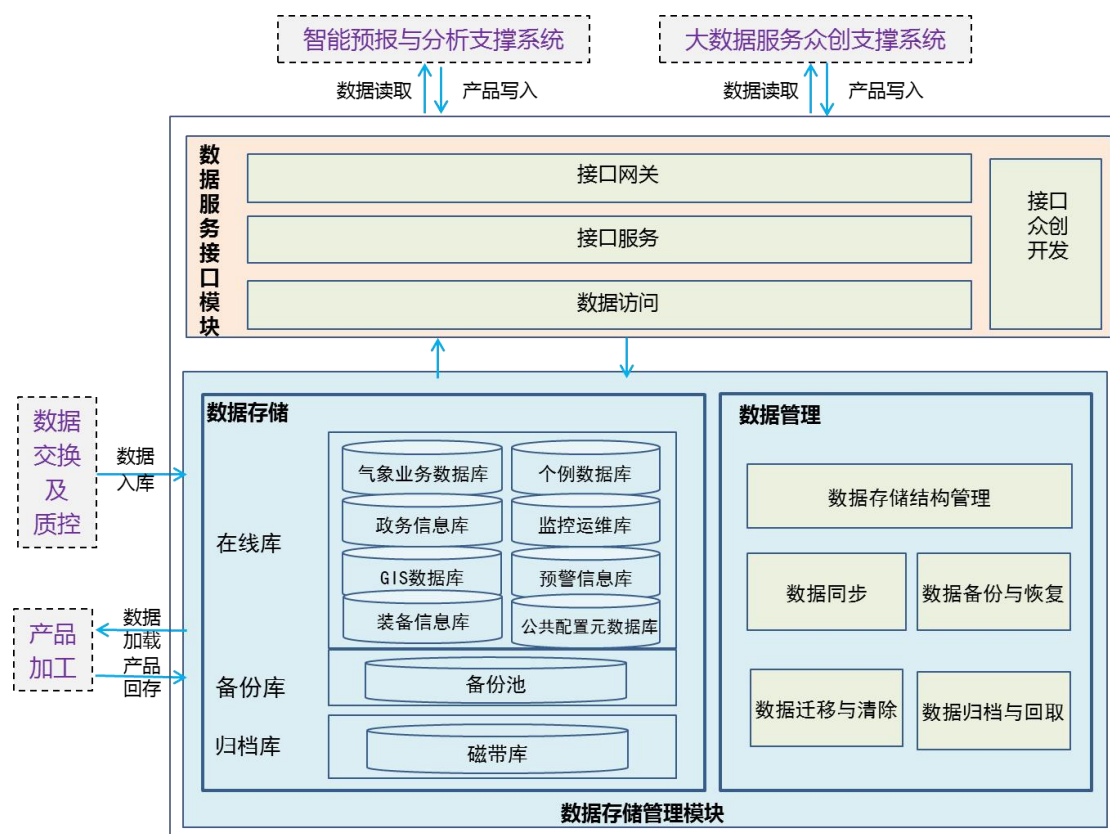


图 5.5.3.1- 2 数据存储管理功能结构图

（3）数据共享服务

建设专有云与公共云一体的气象数据统一服务接口（MUSIC），实现实时历史一体化的在线访问，开放存储能力，支持业务产品回写，支持分布式计算、挖掘分析、机器学习等新型计算框架的访问。配套相关用户认证与权限分配模块，提升数据库安全防护功能，实现严格的权限控制和全面的数据库日志管理。主要功能包括接口是共享服务、图层式共享服务和后台管理。

① 接口式共享服务

实现标准统一的数据服务接口，支持结构化数据和非结构化数据接口的定义和发布，为用户提供便捷准确的接口产品。

从扩展性来说，要实现与数据存储管理衔接，对增删改的数据资

料，自动调用该模块，生成对应新的数据接口。同时提供丰富的接口模板，设计开发不同类型数据接口模板，包括数据资源目录检索、时间检索、空间检索等，并可与数据接口生成模块对接，自动生成新的数据服务接口。

构建面向政务云的数据服务接口，政务云气象接口服务、政务云文件传输服务接口模块、政务云消息通信接口模块、政务云气象数据注册等模块，完成用户统一认证后端数据库的迁移和 DMZ 区接口封装，结合服务对象管理和跨网安全防护建设提升系统安全性。

②图层式共享

建设面向定位服务支持模块，以地图图层的方式，提供站点、格点数据的叠加显示功能等实况地图服务，以及台风路径地图服务、雷达产品地图服务、云图产品地图服务。支持多种标准坐标体系，满足用户不同底层地图服务需求。

③后台管理

数据分级分类安全管理。数据分级分类：首先，对气象数据进行分级分类。根据数据的重要性、敏感性、使用范围等因素，将数据划分为不同的级别和类别。例如，可以分为公开数据、内部数据和敏感数据等。不同级别的数据需要采取不同的安全措施进行管理。访问控制：根据数据的级别和分类，实施严格的访问控制策略。只有经过授权的用户或系统才能访问相应级别的数据。同时，需要定期审查和更新访问权限，确保数据的安全性。

在数据服务过程中，需要开发供用户查询数据的数据浏览与查询

页面、数据清单页以及数据申请单页面，获取数据服务特征信息。根据数据服务的内容、时间范围、空间范围、服务对象等特征，依据统一服务编码规则，形成数据服务标识码。具体是对接气象数据标识符MOID系统，调用标识符系统接口，获取对应数据服务的标识码，包括内网系统和DMZ区的数据服务对接。

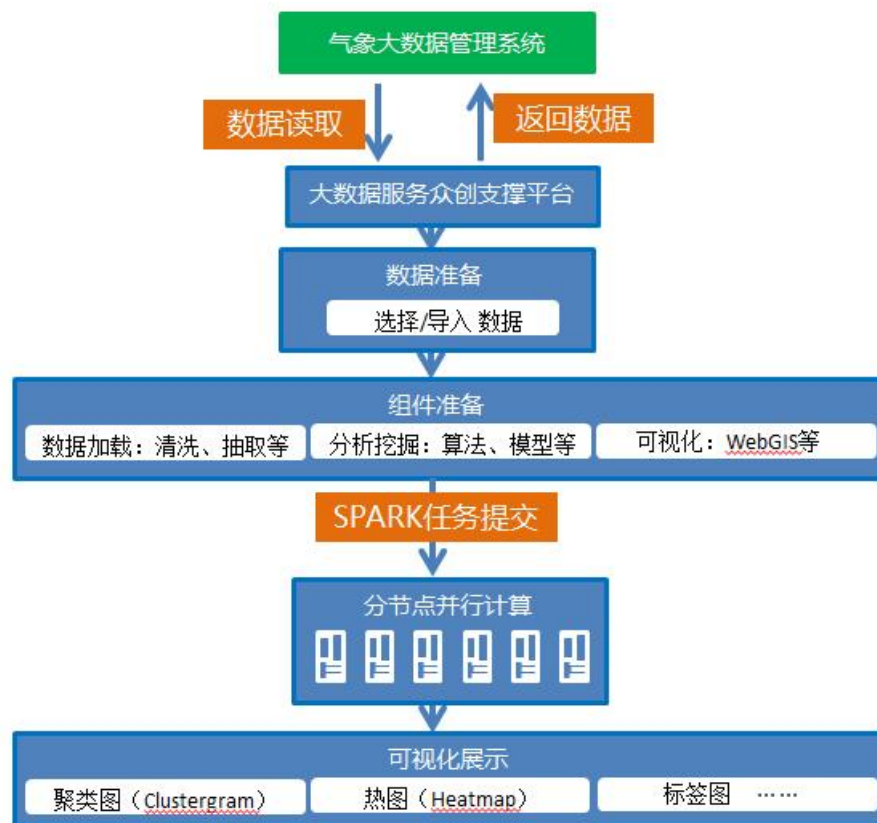


图 5.5.3.1- 3 共享服务展示流程图

（4）综合业务监控

综合业务监控管理实现对气象业务系统的综合性实时监视，就网络拓扑的概念，综合业务监控管理是监控整个拓扑中的“线”和“端”的各类监控信息，实现场地环境、网络基础资源、网络安全、基础资源、中间件、数据库、业务应用生产服务信息等，不同监控信息可组合为不同监控主题。

例如按照业务系统划分，可分为观测、传输、处理存储、服务、共享系统监控，各系统分别包括系统资源、数据库、中间件、应用程序等监控项；而以上下游系统中的业务数据流转来分，则形成数据全流程监控。将基础设施资源与信息网络拓扑、节点状态、连通质量、网络流量等组合，则可形成网络基础资源监控。就软件设计而言，所有监控信息汇聚、处理、存储、共享等功能可与前文中所述功能合并开发，针对不同监控主题，着重监控信息挖掘、分析，形成各类监控指标，判断识别提取各主题中异常，通过短信、语音、声音等各种方式进行告警。

①数据全流程

实时监视数据全流程各环节运行状态：

数据收集传输。数据收集传输交换主要指本省及周边省各类数据源的数据汇聚交换状态监控，主要是全流程数据收集传输信息进行分析，形成各类监控指标，通过阈值对比、时间比较等发现各类数据收集传输异常，通过短信、语音、声音等方式告警。

数据加工处理。监视气象基础数据产品、雷达拼图产品、MICAPS数据处理的完整性、处理时效、数据质量等。对数据加工处理环节信息进行分析，形成各类监控指标，通过阈值对比、时间比较等发现各类数据入库异常，通过短信、语音、声音等方式告警。

数据存储。对数据存储入库信息进行分析，通过阈值对比、时间比较等发现各类数据存储入库异常，通过短信、语音、声音等方式告警，主要包括各类资料入库完整性、入库时效等。

数据服务。对数据服务过程信息进行分析，实现数据服务分类统计、服务留痕可追溯的监控管理。监视数据服务接口实时用户访问情况，包括访问量和访问次数、数据量、访问资料、响应时效、访问成功率等。

② 业务应用系统运行监控

利用“数据汇聚交换存储”实时汇聚各类观测、传输、处理存储、服务、共享系统中系统资源、数据库、中间件、应用程序、生产情况等监控信息。针对各业务系统从底层到应用的监控信息以及上下游业务系统异常，重点挖掘分析信息间的内在联系，定位系统异常故障，生成对应系统运行告警信息，并及时告警。

③ 网络信息基础资源

信息基础设施资源包括集约化基础设施资源池、信息网络通信。基础设施资源池包括专有云虚拟化资源池、分布式物理资源池和存储池。监视范围包括基础设施资源池使用状态、设备运行状况，资源配置信息等。信息网络通信监控包括承载公共云、专有云上气象信息系统网络互联与通信的基础网络的总体运行情况。监视网络的拓扑、节点状态、连通质量、网络流量等信息。

④ 安全管理

监视跨网边界和专网范围内信息安全状况，监视安全攻击和安全事件告警，监视各业务系统漏洞情况。网络安全自动化运营对接，能够实时记录数据活动状况，对用户操作进行不同粒度审计的合规性管理，对数据遭受的风险行为进行告警，对攻击行为进行阻断。通过对

用户访问数据行为的记录、分析和汇报，用来帮助用户事后生成合规报告、事故追根溯源，同时加强内外部数据网络行为记录，提高数据资产安全。对接统一用户认证，实现用户身份认证。依据统一用户认证信息，提供用户权限增删改查等功能。

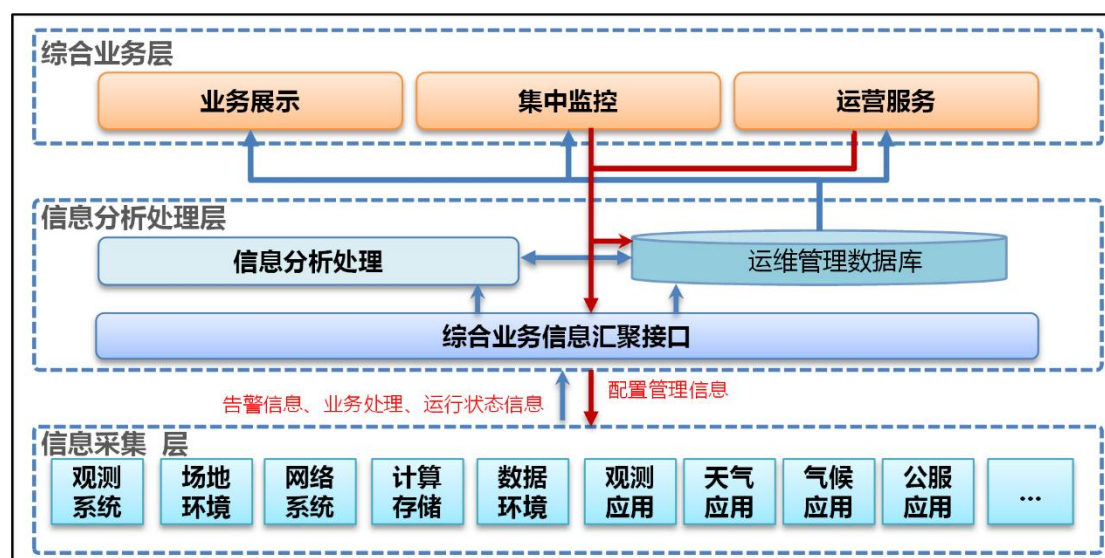


图 5.5.3.1-4 综合业务监控管理流程图

（5）算法平台

系统采用 J2EE 多层体系结构，由数据层、服务层和应用层三层构成，各层之间有机结合，提供完整的数据维护、发布和应用服务。

数据层以气象大数据平台数据环境为基础，采集、处理相关部门的行业数据，在大数据环境数据库系统的基础上，搭建行业数据环境；

服务层基于气象大数据平台建立对行业数据的数据管理、用户管理、数据查询检索、统计分析、系统监控等服务；

应用层提供以服务层为基础的对外 API 接口服务和接口服务网页功能，以满足不同行业、不同访问权限的数据接口访问需求和页面直接查询业务需求。

采用微服务架构。微服务架构将单一应用程序划分成一组小的服务，服务之间互相协调、互相配合，为用户提供最终价值。虽然微服务架构没有公认的技术标准和规范或者草案，但业界已经有一些很有影响力的开源微服务架构框架提供了微服务的关键思路，例如 Dubbo 和 Spring Cloud。

算法库通过算法管理界面对算法进行统一管理，包括算法注册、审核、发布、版本管理、下载服务等。算法库支持多语言代码和可运行算法注册，包括 C/C++、Java、Python、Fortran 等主流编程语言，并对算法代码进行管理和共享服务。对于注册的可运行算法提供多种调用方式，包含 Webservice 和 Restful 等。

算法管理功能通过服务接口的方式开放供外部系统调用。利用分布式集群中的并行计算能力，结合各类分布式计算框架，利用省级计算资源开展计算分析服务，所有计算执行过程统一利用接口封装，降低外部耦合度，增强运算的内聚。

算法集成开发如下：

气象要素（如能见度、降水等）质控算法，利用界限值、时间一致性、空间一致性检查并结合 SVM 等机器学习方法，实现对输入气象要素能见度、降水的质量控制。

天气现象视频智能观测仪图像数据质量控制算法，利用图像识别技术，对输入的天气现象视频智能观测仪图像进行清晰度、色彩、对比度、噪声和失真等识别，结合基于神经网络等方法，实现天气现象视频智能观测仪图像数据质量控制。

天气现象（如露、霜和结冰）实况产品判识算法，基于 Bayes 判别法、Logistic 回归、决策树等多种算法，建立逐站露、霜和结冰等天气现象的自动分析判识模型，并融入全国气象大数据云平台，定时生成可替代人工观测的判识产品，实现露、霜和结冰天气现象及时、连续的自动化观测。

基于地面、雷达、卫星的多源资料交互验证方法，实现综合质量质控和订正算法、网格产品研制算法、实况产品评估算法、天气分析相关的基础物理量产品加工算法、数据挖掘算法，以及多种图形产品算法和统计产品算法。

研制气象观测资料知识图谱模型构建算法。构建气象观测资料知识图谱模型涉及多个步骤，主要包括确定数据模型、收集具体数据、数据处理与整合、构建知识图谱。具体而言：在收集并处理好数据后，建立实体之间的关系，形成网络结构。在气象观测资料知识图谱中，实体可能包括气象观测站点、气象事件、气象参数等，关系可能包括观测站点与气象事件之间的关联、气象参数之间的关联等。

建设产品加工流水线，实现算法的加载和部署，按需选择计算框架，分配计算资源，支持 Storm、Spark、MPI、GPU、Docker、普通计算等，根据算法任务应用场景的不同，将算法模块部署到相应的计算框架下进行处理。

具体执行任务时，按照不同驱动，使用 Quartz 进行定时任务调度，当任务之间有关联时采用消息进行通信。

基于算法库，实现加工处理任务的定义生成，支持多算法的任务

流编排。基于消息服务总线的控制流对算法进行调度，由调度中心和每个计算节点上的调度代理交互完成；其中，控制流一般基于实时调度、定时调度、异常处理、人工干预等调度策略自动产生，对于多任务顺序调度，则由调度中心对上一任务执行产生的日志流进行流式处理，生成下一任务启动的控制流。人工干预同样以指令的形式实现对加工处理的人工调度。此外，对于已经自行部署的算法，通过在计算节点上部署调度代理，实现对其统一调度管理。

产品加工流水线的任务部署、任务调度、任务统计分析等管控功能通过任务调度界面进行。通过开放产品加工管理接口，实现流水线管理功能的开放调用。可根据不同的业务场景，在应用端适配多条产品加工流水线，但共用统一的流水线框架。完善算法库和加工流水线支持范围，构建仿真测试环境和气象应用仓库，提升开发效率和模块重用度。

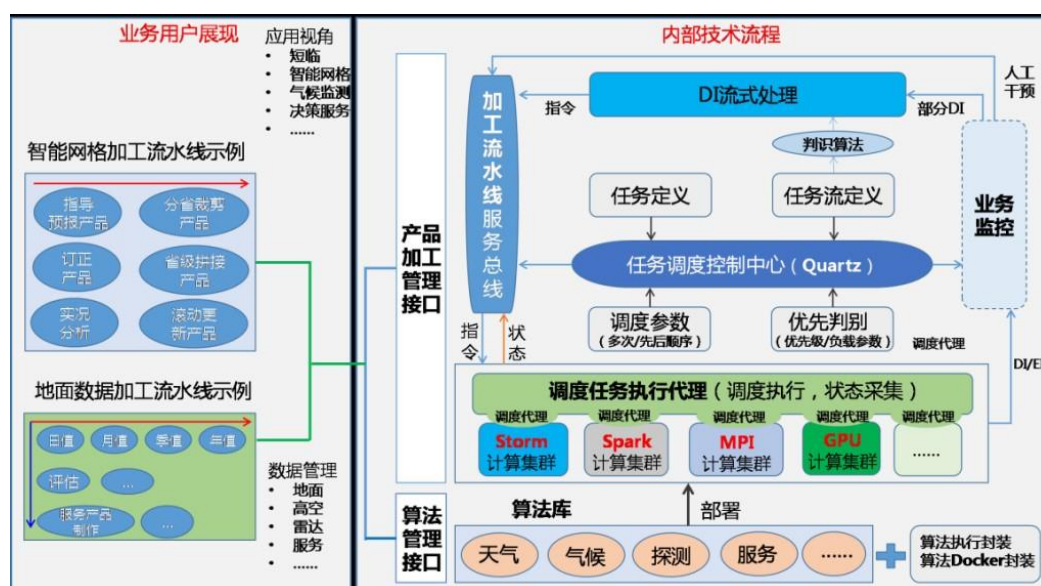


图 5.5.3.1- 5 算法平台加工流水线技术路线图

(6) 汇聚展示

① 数据汇聚展示

面向智慧气象保障数字安徽精细化治理及长三角一体化智慧气象保障服务的需求，构建各类气象数据汇聚展示，实现多源数据高度融合与智能展示，提供气象全量数据服务及基于位置和时间的气象信息服务，满足相关领域议事协调机构调用及气象相关展示需要。

主要包括预报预警数据展示页面、专题决策服务、城市运行影响场景、综合观测展示页面、数据共享服务展示页面、气象预报展示页面、流域气象展示页面、农业气象服务展示页面、重点行业气象服务展示页面、生态气象展示页面、人工影响天气展示页面、防灾减灾展示页面、气象信息发布展示页面等。

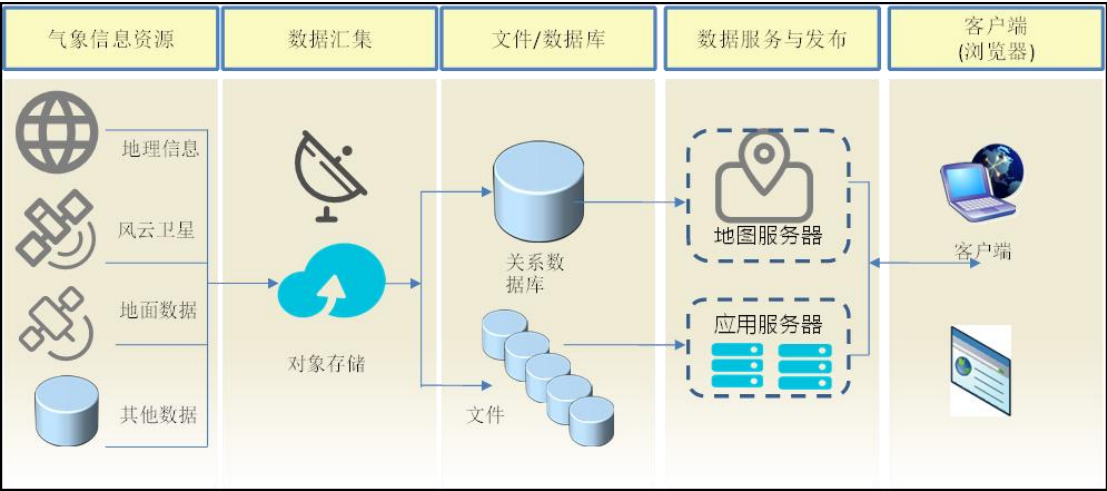


图 5.5.3.1- 6 大数据汇聚展示总体流程图

② 低代码可视化开发

根据业务需要，为实现数据可视化的灵活、便捷、丰富，开发低代码拖拽式开发模块，实现各类控件复用、统一 GIS、图形控件拖拽、场景管理。

控件库及可视化工具。建立气象数据展示常用的控件库，实现控

件复用、数据复用，统一的 GIS 服务调用，实现系统中 GIS 地图的数据展示。同时研发气象产品制作模块，可配置图形分析工具的应用，使得数据分析结果能够以更为简洁的方式进行展现。可视化工具能够绘制出常见的图形，如折线图、柱状图、条形图、饼状图、表格等。图形中的维度可以进行任意调整，图形中的被衡量的数据也可进行调整。

可视化图形拖拽，具备灵活的可视化设计、调整能力，具备纯 WEB 页面、拖拽式、所见即所得的可视化设计能力，而且可视化系统设计可通过参数进行配置，包含数据源，用户权限，系统菜单，界面布局、界面风格、展示内容、数据关联等。其中数据源，可配置不同的数据源，支持文本，数据库，xls 表格，数据接口 Api, WebSocket 等数据源的数据支持，实现可视化场景的快速设计与实现。

通过配置的方式能够构建出可视化展示页面，同时可以将可视化效果进行任意组合，并对接 GIS 服务，实现多层级瓦片预处理。建设可视化渲染引擎，实现多维度、多要素叠加分析，将多个可视化图形拖拽至同一画布中进行集中展现，方便快捷的以多角度进行分析结果监测。多个可视化图形间可采用不同时间周期，方便以多个时间维度进行分析监测。

场景管理。在可视化页面设计完成后，通过场景管理功能实现对开发场景画面管理功能，可以对场景进行添加，修改，删除，复制，导出等，并支持场景缩略图的上传与自动截取的功能。定制开发不同场景实时预览功能，可以实时预览场景中展示页面。

针对业务需求支持多场景版本管理，每个场景可以建立多个版本，并支持草稿功能。对不同业务场景发布不同场景版本，场景状态分为开发版与发布版。开发版只有开发人员才可访问查看。发布版普通用户可查看。发布时提供限制访问的功能，可配置是否加密，访问密码等功能。

表 5.5.3.1-1 数据支撑环境系统软件配置

序号	名称	用途	配置要求
1	ECS	弹性计算服务	
2	ACK	容器服务	
3	Redis	Web 缓存	
4	ElasticSearch	搜索	
5	虚谷	结构化数据存储	分布式关系型数据库，能实现海量数据存储的高性能数据库。
6	MongoDB	非结构化数据存储	分布式数据库
7	Cassandra	半结构化数据存储	分布式数据库
8	Gbase8A	结构化数据存储	分布式数据库，实现海量历史数据的高性能分析。
9	EDAS	分布式应用服务	能够实现集群配置、负载均衡功能。
10	Kafka	消息中间件	支持系统间消息数据的实时传递。

表 5.5.3.1-2 数据支撑环境系统运行环境要求

号	名称	选型要求
	操作系统	优选国产操作系统，除了具有高可用性、高可靠性、可维护性，方便的应用开发环境外，还应具有与其它系统软、硬件的兼容性，易用性、稳定性、支持的文件系统类型、对常用 C、C++、Java、IDL 等程序语言的支撑。

号	名称	选型要求
	数据库	虚谷、Cassandra 和南大通用等关系型及非关系型数据库， 能实现海量数据存储的高性能数据库。
	开发语言 (JDK)	JDK 1.8
	Web 容器	能够实现集群配置、负载均衡功能。
	中间件软件环境	Storm、Kafka 等满足高效流式计算要求。
	消息中间件	支持系统间消息数据的实时传递。
	网络负载均衡	Nginx 1.4.7
	浏览器	相关 web 系统支持并兼容 Chrome 等主流浏览器。

(7) 信息网络安全管理

在气象监测预报预警工程建设项目信息化部分建设中安全依据《信息系统等级保护安全设计技术要求》三级防护要求进行设计，将安全分解到物理、网络、主机、应用和数据等各个层面进行安全措施的落实。

安全运营平台是气象网络安全技术系统的核心，结合先进的软件定义安全技术，建立省市一体、内外协同的安全运营平台，整合孤岛化的安全防护、监测和服务能力，打造气象行业智慧安全大脑，绘制气象网络空间地理信息图谱，在面临网络空间安全“实战化、体系化、常态化”对抗的背景下，确保“资产清晰化、风险动态化、能力生态化”，满足“动态防御，主动防御，纵深防御，精准防护，整体防护，联防联控”的安全保障需求，实现一体化安全管理运营与指挥协同挂图作战。

融合关键安全数据作为重要输入，基于关键数据的接入、处理、融合分析，实现被保护对象的梳理、多维度态势的感知、攻击与风险感知、安全事件告警与通报等，进而提升对安全风险的分析与发现能力。以“业务+数据定义安全”为核心设计理念，从“合规+刚需”的安全需求角度出发，围绕核心被保护对象，实现不同层级、不同规模、不同场景的网络安全日常管理运营。运用威胁情报、文件虚拟执行、智能规则引擎等技术，建设高级威胁检测及分析系统，用于检测和发现高级网络攻击和新型网络攻击，涵盖：APT 攻击、勒索软件、WEB 攻击、远控木马、僵尸网络、窃密木马、间谍软件、网络蠕虫高级攻击，并基于可视化技术清晰的展示网络中的威胁；基于网络流量数据，运用大数据分析和机器学习技术建立网络异常行为检测模型，实现对新型攻击和内部违规的检测和发现；提供线索可视化图谱拓线分析能力，呈现网络攻击的完整过程，帮助完成攻击的回溯和深度分析。在此基础上，提供基于 ATT&CK 标签分析告警的能力，并支持单位现有下一代防火墙 NDR 联动与自动化编排处置，帮助安全运营人员快速研判和处置告警事件，进一步完成监测-响应-预测-防御的闭环运转以及安全智能化分析，为决策协同指挥提供智能分析信息与动力支撑，一体化开展网络安全对抗工作。

气象安全监测处置平台子系统包括核心保护对象安全监测、监控与告警、安全事件处置和安全知识库 4 个功能。

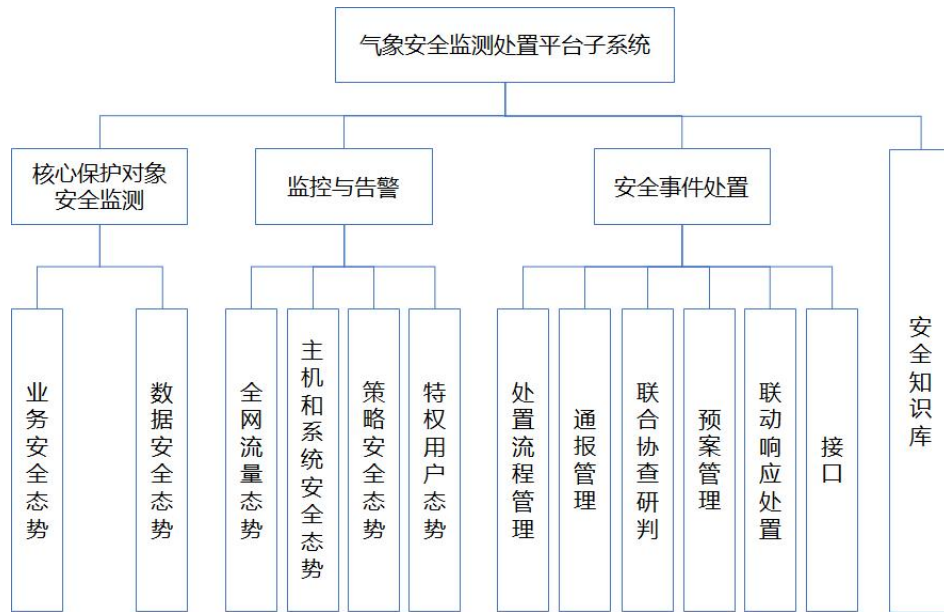


图 5.5.3.1- 7 气象安全监测处置平台子系统功能结构图

8) 相关标准规范编制

在全面提升气象业务数字化转型支撑保障水平，根据业务需求开展气象业务数字化转型标准化工作，配套工程建设需求制定《数据快速汇聚技术规范》《监控系统监视数据采集规范》《气象实况产品制图规范》《省级气象数据环境系统业务应用规范》和《气象网络安全等级保护定级指南》等。

3.5.3.1.2 精准预报预警业务支撑

3.5.3.1.2.1 气象行业用户认证与管理

建设统一用户认证和权限管理系统，实现统一用户数据平台、统一用户认证平台、统一用户权限平台以及统一用户审计平台，为所有前台应用提供的标准化的统一集中身份认证和权限管理服务。

(1) 行业用户统一认证

建设统一用户认证服务，面向用户提供多模式的身份认证服务和单点登录服务。基于用户的身份认证模式计算用户可信身份等级，保

障业务系统的安全性。

用户注册模块：用户根据注册向导功能，填写并提交相关基础信息或关联第三方平台，完成用户注册。基础信息包括但不限于用户姓名、手机号、所属机构等。

实名验证模块：向用户提供实名验证服务，同时限制同一实名信息对应的注册账号数。用户提交实名信息并验证的途径包括但不限于以下两种：一是在用户注册时提交并验证实名信息；二是在用户空间里提交实名信息，分离用户注册与实名验证环节。

用户找回模块：为用户提供账户或密码找回服务。可通过绑定的手机号或邮箱，发送、确认验证码，进行账号找回。忘记登录密码时，可通过绑定的手机号或邮箱，发送、确认验证码，或回答正确密保问题，进行密码重置。

身份认证服务模块：提供用户名/密码、手机号/短信码、扫码登录等认证方式。

单点登录服务模块：用户经过一次认证后，便可单点登录到各应用系统中进行相关业务办理。

用户空间服务模块：以用户为中心，提供个人身份信息维护、办理事项进度反馈、个性化服务推送等功能。

对接用户管理中台：用户进行注册时，系统对用户填写并提交的信息进行自动查重审核，审核通过后为用户创建账号，并将相关信息存储到用户账号库中。用户可通过用户空间对其信息进行修改、注销等操作。管理人员具有对用户信息查看、修改、禁用、解禁和注销等

操作权限，为用户提供后端管理服务。

机构管理模块：管理人员可以对机构信息进行查看、修改、禁用、解禁和注销等操作权限。

应用注册模块：开发者根据注册向导功能，填写并提交应用的类型、名称、地址、简介及回调地址等相关基础信息，完成应用注册。

应用管理模块：管理员对注册的应用进行查看、修改、禁用、解禁和注销等操作。

风险控制服务模块：根据用户登录位置、登录方式、登录时间、要访问的应用、设备、系统版本等风险要素，计算用户的风险值，不同的风险值要求不同的认证级别。认证级别可由系统方自行定义，可以是某一种认证方式，也可以是多种认证方式的组合。

（2）行业用户统一权限管理

为各前端应用提供统一的角色管理、权限管理、日志管理等功能，建立统一的授权与访问控制机制，同时对于不同权限级别的用户和管理员提供不同的系统功能和数据资源访问范围。

用户授权模块：给登录的用户赋予相应角色。包含用户信息、角色信息、用户角色信息等业务实体。

权限管理模块：对不同的角色分别设置权限，以划分清晰的职责界限，用户可以访问且只能访问自己被授权的资源。

日志管理服务模块：分别在粗粒度和细粒度两个层面对用户操作进行日志记录。粗粒度的日志记录是指针对用户登录、退出系统，对功能页面进行访问等数据查询操作进行记录。细粒度的日志是指用户

在系统对数据进行新增、修改、删除等功能以及系统发生异常时记录下来的日志。细粒度的日志能够记录数据发生变化前后的数据值信息，用户可以通过授权对日志信息进行查询操作。

（3）对外接口

用户鉴权接口：用户登录系统时调用此接口，验证用户名和密码，验证成功时可登录系统。

用户数据接口：包括但不限于按照所属组织机构、地区、级别、姓名、账号等条件进行动态查询，获取符合条件的用户信息。

组织机构数据接口：包括但不限于按照组织机构名称、级别、地区等条件进行动态查询，获取符合条件的所有组织机构信息。

获取接入系统所有资源接口：获取指定应用的用户、机构等信息，查询条件可动态组合。

获取接入系统所有权限接口：获取指定应用的角色及对应的权限，查询条件可以动态组合。

获取用户拥有的权限接口：获取指定用户可登录的应用及在各应用中的角色和拥有的权限。

单点登录接口：对通过鉴权的用户进行授权，通过调用应用的回调地址直接登录第三方应用。

3.5.3.1.2.2 气象行业统一地理信息模块

基础地理信息模块以可扩展性、可靠性、时效性、稳定性等设计原则，采用定时更新的机制建设地理信息数据服务系统，实现对气象信息进行查询订阅、分析模拟等功能。本模块将为相关专题气象数据

提供基础地理信息支持，以满足精细化气象服务的需求，进一步提高工作效率，向气象服务数字化转型迈进。

地理信息模块将采用分布式空间数据库技术用以支撑大量数据存储，依托 WebGIS 技术搭建 B/S 架构的用户展示分析界面，内置缓冲区分析，点面关系、感兴趣区选取等地学算法。常用的地图服务以接口方式，灵活地提供不同等级用户的数据查询、分析、下载等服务功能，提前考虑大用户量同步获取大数据量资料的应用场景，以消息队列、滑窗算法等限流技术、redis 合理负载均衡技术，搭建高效稳定的地图接口服务。

基础地理信息空间数据库。基础地理信息空间数据库在现有的基础上继续升级研发，至少包括：矢量数据、栅格数据、瓦片数据、站网数据。矢量数据主要为气象业务和服务中使用的国省市县乡镇等几级行政边界，气象站网信息，交通气象方面的高速公路、铁路等线性矢量数据，以及水文气象方面的湖泊、河流等基础信息。栅格数据包含卫星、高程、地表覆盖类型等。同时为满足支撑地图服务和产品绘图等需求，存储瓦片图资料，构建完整的空间数据库。

数据叠加交互展示模块。支持 GeoTIFF 等常用格式的栅格数据和 shp、wkt 等格式的矢量地图加载，实现各类图层叠加顺序的调整、可见性的控制、矢量填充效果及渲染颜色的选择、栅格数据拉伸方式的选择、图层属性浏览、图层的移除等功能。

地理信息数据鉴权。对各类各级地理信息数据进行鉴权，不同应用和用户登录后，拥有对数据、接口的独立授权，授权方式包括应用

许可、IP 限制、调用次数、使用日期、修改权限等。

地理数据编辑模块。数据叠加交互展示模块的基础上，在矢量数据的图层交互显示时研发编辑功能，用以修正可能的错误，包括点、线、面图层的增加、删除、修改、查询等，为用户提供真实工作环境下的矢量编辑工具，也可通过上传 Shp 文件进行覆盖更新。站网信息的更新同样可以在属性表手动编辑或者直接导入新的站网信息文件数据，同时预留数据更新接口。建立高效协调的数据更新机制，为后续的业务平台建设和气象服务产品提供准确的地理信息数据。此外，支撑为具有相应认证权限的用户提供数据下载功能。

空间关系分析。空间关系是 GIS 核心的地理分析模块。实现气象站点位置，行政区划归属，气候分区，子流域信息等各种量测分析（面积量测、距离量测等）、气象分析、位置分析、拓扑关系等空间分析功能。

气象空间数据前端组件。为避免前端重复建设，开发通用的气象空间数据前端组件。包括气象类各类图形图例，如风、天气现象、天气分析符号、Tlnp 图等，并具备各类地理信息数据的展示，以及基于后端分析能力提供缓冲区分析、叠加分析、路径分析、空间插值、统计分类分析等基础分析功能。

地理数据处理模块。地理数据处理模块支持投影转换，主要指对载入的地理信息数据进行坐标转换处理，使接入的地理信息数据与栅格数据处于相同的坐标系下。当需要从一种投影变换到另一种投影方式时，采用影像投影转换，支持的投影类型包括横轴墨卡托、高斯克

吕格、经纬度等；支持的椭球体有 WGS1984、北京 54、西安 80、CGCS2000 等，也可以通过导入方式获取投影字符串来进行投影定义。裁切功能，支持可以人工输入矩形坐标范围，也可以人机交互绘制 AOI，也可以输入 SHP 矢量文件，最后得到裁切后影像，或对矢量数据进行裁剪。

地理数据管理模块。实现对地理信息平台的所有数据的上线、下线、更新、是否能够下载的管理功能。

数据更新与审核。对气象兴趣点数据（POI）提供数据更新接口和前端界面，前端界面应该具有包括气象站点信息、灾害隐患点、桥梁等矢量点数据的位置显示和属性显示。更新后，系统具备审核功能，审核时应提供目标数据新增、修改、删除等重要标识，并具备数据版本的回滚功能。

标准地图服务接口。开发气象站点站网信息查询接口、行政矢量数据接口，位置关系查询接口、气候分区接口、水文信息接口等，统一以 GeoJSON 格式返回，用于各场景下的气象服务工作。提供基于 JavaScript 语言开发的地图应用编程接口。实现一套 API 兼容移动端、PC 端，提供了 2D、3D 地图模式，满足气象业务系统对地图展示、地图自定义、图层加载、点标记添加、矢量图形绘制的需求，同时也提供了 POI 搜索、路线规划、地理编码、行政区查询、定位等众多开放服务接口。

3.5.3.1.2.3 气象业务消息中心

消息中心收集各类业务产生的任务及消息数据，集中在消息中心查询、处理。同时支持移动和 PC 两种客户端。消息中心由消息配置、

消息推送、消息订阅、消息监控、消息报表四大模块组成。

消息中心主要由消息中间件集群、消息分发服务、消息服务网关、消息分层数据库等部分组成。

消息中心主要有消息配置、消息推送、消息监控、消息报表等功能。

（1）消息配置

消息配置模块主要对所涉及的配置相关数据进行统一维护管理，包含消息定义配置、消息模板配置、消息优先级配置、消息发送模式配置（规则配置）等。

消息定义的配置：定义的配置主要包含主要字段信息：消息类型、消息编码、消息描述、是否免打扰、消息优先级等。消息优先级的设置主要针对在推送时的优先程度，优先级越高就优先使用通道进行推送。

消息模板的配置：模板的配置主要包含主要字段信息：模板编码、模板名称、消息类型、模板消息标题、模板消息内容等。

发送规则配置：包括推送频次配置、失败重发规则配置、是否立即发送、是否允许手动触发、消息模板选择、发送渠道选择等。

（2）消息推送

消息推送模块主要负责消息端到端的具体执行，集成推送渠道向外提供统一推送接口并对各推送渠道进行统一维护与管理。推送模块的核心功能是消息推送分发功能，消息数据记录功能主要为消息报表的输出提供元数据源，包括回执数据、失效数据、时长数据等。

消息具有分时段推送功能，并具有业务系统、气象内部 APP、气政邮对等渠道能力。

（3）消息订阅

支持个人用户和系统用户进行消息订阅，可支持消息定时接收和指定时间接收功能。

（4）消息监控

消息监控模块除了消息队列相关资源监控之外还需要针对消息从接入到下发终端、消息回执业务链路的全监控，核心点也是在于业务属性的监控，能够支持告警阈值预警和告警通知等功能。提供丰富的可视化监控工具，并主动为统一监控系统提供监控信息。

（5）消息报表

消息报表模块主要功能是对各个维度指标进行统一查询、维护、管理功能。主要包括以下指标的查询：接口调用量指标（应用维度、时间维度）、消息发送人数指标（应用维度、时间维度）、消息发送次数以及人均次数（应用维度、时间维度）、消息发送分布统计指标（应用维度、时间维度）、消息已读、未读统计指标（应用维度、消息维度、时间维度）、消息发送进度统计指标、消息发送失败统计指标、消息发送时长统计指标、通道状态指标、优先通道与优先消息监控指标。

3.5.3.1.2.4 workflow引擎

workflow是指业务过程的部分或整体在计算机应用环境下的自动化，可根据一系列过程规则或任务在不同的执行者之间进行传递与执

行。用户可根据自身岗位的业务规范，定制出符合要求的工作流程，并可以根据需要修改、跟踪、管理、查询、统计、打印等，大大提高了系统的效率和灵活性，实现业务与协同无缝融合。

提供多种类型和流程节点，可精准订流程、自动提醒、多种视图展示，规划更方便，满足各种业务流程管理的需要。

（1）固定流程：是指流程可以按照管理员预定好的业务流程自动流转。采用固定流程时，业务人员不能更改业务流程，但可以在权限范围内进行添加、回退等操作。固定流程适用于业务操作流程比较严格、规范的事项，如气象台短临岗、决策服务岗、信息中心业务岗等，可以保证业务流程的规范运行。

（2）自由流程：业务人员可自行设置业务流程步骤。可解决在实际业务中，不固定的特殊业务流程，比如某个新增临时业务需求，可以通过自由流程让业务人员根据当前的业务需求自由选择业务流程。

（3）协同流程：对于需要不同业务部门多人沟通协作型的业务流程，可以通过协同流程完成，数据互联互通。使用时业务人员可以根据实际业务状况将流程转给相关的人员处理，支持对人的串发、并发和会签，并且能够在选中的流程节点处进行前加、后加步骤节点，大大的提高了使用的便利性。

在工作流平台中内置任务中心，并集成多种消息机制，完成流程的实时监控。

（1）待办任务：当系统产生某个用户的代办业务信息时，系统

会自动放到消息队列中。当该用户或该岗位值班人员登录后，系统会自动把该用户的待办事宜以列表的方式集中显示，用户可通过标题链接直接转入到相应的处理模块。可以跟“即时消息”“电子邮件”“手机短信”等功能结合在一起，完成多种方式的提醒功能。

（2）督办与催办：系统提供督办催办功能，既可以作为独立的功能使用，还可以和系统中其他模块相结合，完成对系统中各类办公事务的督办催办功能。同时系统可根据运行情况自动产生各类催办信息。

（3）消息提醒：可以跟即时消息、电子邮件等功能结合在一起，完成多种方式的提醒功能。

（4）可视化监控：在流程执行的过程中，有权限的用户可以实时查看当前流程的办理情况。为满足不同用户的使用与查阅习惯，支持多种视图一键切换。

3.5.3.1.2.5 业务故障反馈中心

（1）故障信息应对预案管理

基于气象大数据云平台，采用数据库及前端技术，建立应急预案管理子应用。由省局各业务单位业务管理人员录入本单位相关的故障信息类型，并录入故障信息的应对预案。预案内容需包括业务中所有的故障信息、关联的业务单位、业务岗位信息以及故障对应的处理节点。管理系统需要可以动态增、删、改、查所有的故障应对预案信息。

（2）故障处理发起

依托消息支撑，开发数据发起接口。采用标准化结构方式，实现

安徽省气象局不同业务单位的各类业务系统接入故障反馈支撑，通过统一接口，提供标准化的故障消息。发起机制包括客观监控、主观报送两种方式。客观监控即可以通过计算机技术实时自动将关键节点的运行状态发出，如气象自动站数据超出阈值、预报数据反季节监测。也可以在各个系统中。主观报送即通过人机交互的方式实现人工发起故障信息，指定下游部门接收故障广播，触故障发生处理流程，主观报送提供插件式前端组件，便于接入相关业务系统。

（3）故障消息广播

开发故障信息广播接口，根据应对预案，依托气象业务消息中心，实现不同故障信息在不同上下游业务系统之间的分级流转送达功能，所有系统均在醒目位置显示上游告知的故障信息，同时需要包含留痕管理功能，实现流转时间关键节点的记录功能。

（4）故障处置

用于实现故障响应单位对故障的响应记录及广播功能。在相关业务单位系统中，提供数据响应接口，实现运维人员对于故障的响应反馈。该接口也需进行留痕管理，实现关键节点的记录。同时响应的反馈信息，也需要根据预案实现针对下游用户业务系统的广播。

3.5.3.1.2.6 业务支撑能力开放平台

业务支撑能力开放平台基于气象大数据云平台，为气象业务开发人员提供用户认证和权限管理、工作流引擎、消息中心等能力 API 服务。

能力开放平台主要由能力开放门户、能力集成管控及服务管控三

部分构成。

能力开放门户：开发者视图是提供给开发者的统一服务入口，包括用户管理、应用管理、能力目录、统计查询等功能；运营者视图是提供给能力开放平台运营管理人员的统一入口，包括开发者管理、应用管理、能力管控、安全策略配置等功能。

能力集成管控：能力集成管控层作为上下层的能力管控枢纽，对下层系统实现接口的接入和集成，对上层系统实现服务的封装、提供和管理，通过对内部系统能力接口的统一管控，实现安全控制、策略控制、异常处理、服务管理、环境切换自助测试等功能。主要能力包括能力接入管理、能力基本信息管理、能力生命周期管理、流量控制、配额控制等功能。

服务管控：服务管控实现底层业务系统与能力开放平台的标准化对接，其内部提供服务接入、服务适配、服务编排与封装、服务注册及服务路由等功能。

3.5.3.1.2.7 服务产品发布支撑

服务产品发布支撑以消息中心为信息枢纽，以发布矩阵为发布渠道，以安徽省气象大数据云平台为数据中心，实现数据对气象部门内部以及其他政府部门的靶向发布功能。

发布支撑主要包含需要建设渠道配置管理中心以及靶向发布中心组成。

渠道配置中心采用 B/S 架构，采用订阅的方式，告知数据中心有哪些产品需要配置，需要通过何种渠道发布至何单位。上述信息均采

用数据库方式，进行标准化存储。通过网页界面，对消息渠道进行增、删、改、查功能。

靶向发布中心则通过消息支撑以及发布矩阵，实现对于目标单位的靶向发布，针对推送到发布中心的材料，采用安徽省气象局建设的发布矩阵，通过短信、FTP、邮件、传真、电话等渠道，实现材料的靶向发布。

（1）数据处理模块

负责接收、验证和格式化数据。并对数据进行脱敏处理和错误检查。

（2）渠道适配器

为每种分发渠道（TP、Email、短信、传真、语音电话）提供专门的适配器。

（3）基本传输接口

以附件方式传输文件接口：提供文件多方式传输接口包括传统的FTP、邮件、传真方式。参数为文件名。邮件应支持标题、副标题设定的多个重载接口。

以链接方式传输文件的接口：提供邮件、短信方式发布。文件链接以短地址的方式提供。文件提供两种可选格式，一是原始格式可修改，另一种是生成 pdf 或图片。

传输文本接口：提供短信、电话、邮件的方式传输，传输前对文本内容进行智能错误检查和敏感词汇检测。

上述接口都需要返回传输结果，如错误明确提醒错误信息，并提

供异步调用方式。针对靶向发布的关键节点，如数据到保时间、数据送达时间、数据送达状态进行存储查询，实现数据报送的留痕管理。

本地客户端：为满足不同业务需求，需要开发客户端版本。客户端版本为本地化传输提供解决方案，主要支持本地文件的发布，临时应急任务。提供如下功能：

① 支持定时连续多次自动文件、文本发布。具备设定开始时间，结束时间，时间频次，或制定每日、每周、每月、每年固定一个或多个时间点发布，并支持上述所有发布途径。

② 手动发布。支持临时手动一次发布，可自行配置或填写发布所需各项内容或参数，可指定在某个时间点自动发布。

③ 发布任务配置。提供发布任务配置功能，支持发布任务命名。任务可被自动或手动操作发布。

④ 在线升级。支持版本在线升级，有新版本时，提醒自动升级，支持版本回溯。

⑤ 授权。客户端需要在用户认证和权限管理中台认证和授权方可登录使用。

3.5.3.1.3 多波段天气雷达协同观测与应用模块

基于 S/C/X 多波段雷达资料，面向预报预警业务和科研、专项服务保障等多样化需求，通过应用开发，实现多部雷达协同观测，充分发挥多波段天气雷达各自优势；同时，构建雷达数据品质控、检验流程，优化数据质量；开展多雷达产品融合方法研究，实现组网雷达产品融合。在此基础上，完成强对流天气监测识别预警产品开发，提

升强对流天气智能识别、外推和灾害性天气监测预警精准度。此外，进行天气雷达与量子雷达、卫星和风廓线雷达等多源资料同化工作，进一步优化天气预报模型。

（1）雷达协同控制与管理

雷达协同控制与管理主要实现对省内 S/C/X 波段天气雷达的综合管理和统一调度。通过综合管理，实现多雷达站网规划化运维；通过统一调度，选择多部雷达按照预报需求的策略与模式，对天气过程进行协同观测，并将数据进行解析、质控、融合及后续开发等处理。

①雷达站网管理

目前全省气象部门已建、在建、待建天气雷达已达 50 部，鉴于各部雷达运行、建设、参数、地理位置等均有不同程度差异，可通过开发“站网管理”功能，便于对全省雷达站网进行综合管理。

根据全省天气雷达建设现状和规划，确保在开发“站网管理”功能过程中，充分考虑到差异性和可扩展性。应体现天气雷达不同波段（S/C/X）、不同建设方式（国家投资、地方投资、气象行业专项资金、其他行业共建）、不同考核要求（业务考核/非业务考核/无考核要求）等方面的差异化。同时，为保障雷达站网的后续发展变化，应可执行信息录入、站点增删、信息编辑和状态查询等操作。

站点信息录入主要是在配置站点名称、站号等基本信息后，按照规范要求，录入台站的雷达型号、工作频率（MHz）、无线电设台登记编号、站址（地理方位描述）、类型（新建/迁站等）、经纬度、海拔高度、塔楼基座海拔高度（米）、天线馈源海拔高度（米）及高

程系统等元数据信息。

站点增删是便于响应雷达站网的时间变化，会有部分台站的增加或减少。本操作是在站网雷达列表进行操作，当进行“新增”操作时，可直接调用模板或复制现有雷达信息，即新增雷达与站网已有雷达各项信息基本一致或大体相同，即可在已有基础上进行简单修改；当进行“删除”操作时，可选“彻底删除”，即一次性删除该部雷达全部信息；也可勾选“暂时删除”，即台站列表不再显示该雷达基本信息，但可在“已删除站点”中恢复台站，优先适用于迁站过程中，原有台站搬迁，新建站未运行的空窗期阶段。

站点编辑是充分考虑雷达建设周期长，雷达建设进度、运维方式、考核要求等关键内容均会有不定期变化，因此可在站点列表直接点击“编辑”菜单，即可对已入网的雷达信息进行快捷更新。

站点查询是在业务管理、运维及应用人员，根据需求可在列表直接翻找或在搜索栏查找站名/站号等关键字，来查询到需要目标站点，进而查询到该站点的各项信息，在查询过程中允许复制有关站点信息，并具备一键生成报表及导出功能。

雷达运维情况自动记录：监控雷达适配参数变更，记录雷达关键器件更换维修信息，记录雷达维护人员对雷达巡检/维护以后的测试记录，并自动存储。

实时监控

交互分析

皖北强对流协同观测控制中心

协同策略

系统管理

雷达名称

雷达站号

搜索

添加

雷达名称	雷达站号	经度(°)	纬度(°)	海拔 (m)	雷达类型	雷达频率 MHz	操作
颍上X	Z8888	116.97	33.63	20	X波段雷达	8	
淮南X	Z8006	117.0167	32.65	20	X波段雷达	6	
蚌埠雷达	Z9552	117.4469	32.9177	20	S波段雷达	5	
合肥X	Z8003	117.223	33.2232	20	X波段雷达	3	
芜湖X	Z8002	117.8667	31.95	3	X波段雷达	2	
合肥雷达	Z9551	117.282	31.86	20	S波段雷达	1	
宣城雷达	Z9558	115.7408	32.8788	20	C波段雷达	1	
黄山雷达	Z9559	118.1611	30.1449	20	S波段雷达	1	
安庆X	Z9556	116.7911	30.6149	20	X波段雷达	1	
潜山雷达	Z0001	115.98	35.69	50	S波段雷达	1	

<

1

>

第 1 页

共 11 条

10条/页

图 5.5.3.1- 8 雷达站网管理单元功能示例图

②组网雷达调度

提供人机交互途径，实现对需要协同观测的雷达进行统一组网控制，进而可发布扫描指令扫描模式。当有区域性天气过程，特别是需要特别关注的强降水、雷暴大风、龙卷、冰雹等易致灾性天气发生时，根据天气过程移动路径、趋势以及各部天气雷达扫描半径，找出站网内会观测到此次过程的雷达，并可在预报员主导下，进行人工干预或修正。当确定具备此次观测要求的雷达台站后，会默认这部分雷达进入“协同观测”状态，雷达的观测模式、策略均要响应后台统一发布的指令。鉴于参与“协同观测”的业务雷达（特别是 S/C 波段新一代天气雷达）通常不能改变工作模式，因此协同观测过程中，雷达调度主要针对是 X 波段天气雷达以及其他经允许改变观测模式的业务运行雷达。

在进行协同观测调度时，参与的各部雷达可根据图标颜色快速反馈雷达当前状态。点击图标时，实时、显示雷达工作状态及关键技术

参数，并具备在线分析能力：通过核心算法分析变化趋势、评估关键参数的可靠性、并对超限参数进行报警提示，显示告警信息。如图所示，当代表某一台站的图标为灰色时代表该部雷达处于“断联”或“故障”状态，需人工确认情况后进一步处理。雷达状态正常时，会显示不同颜色进而告知雷达当前运行模式。每一种观测模式都对应雷达不同的扫描仰角、扫描速度、观测层数等关键信息。通常，针对不同天气特征，均有相适应的预设观测模式。例如 VCP21（6 分钟内完成 9 个具体仰角的扫描）体扫模式，即新一代天气雷达目前应用最广泛的“降水”观测模式。此外，为满足差异化、特殊化需求，雷达除可以响应后台发布的观测指令外，也可以选择人工直接干预操作，比如对某一强天气过程，选择邻近雷达进行“扇扫”扫描，或自定义扫描模式由 1 部或多部雷达执行，以进行测试验证或更好的获取天气过程的立体结构信息。

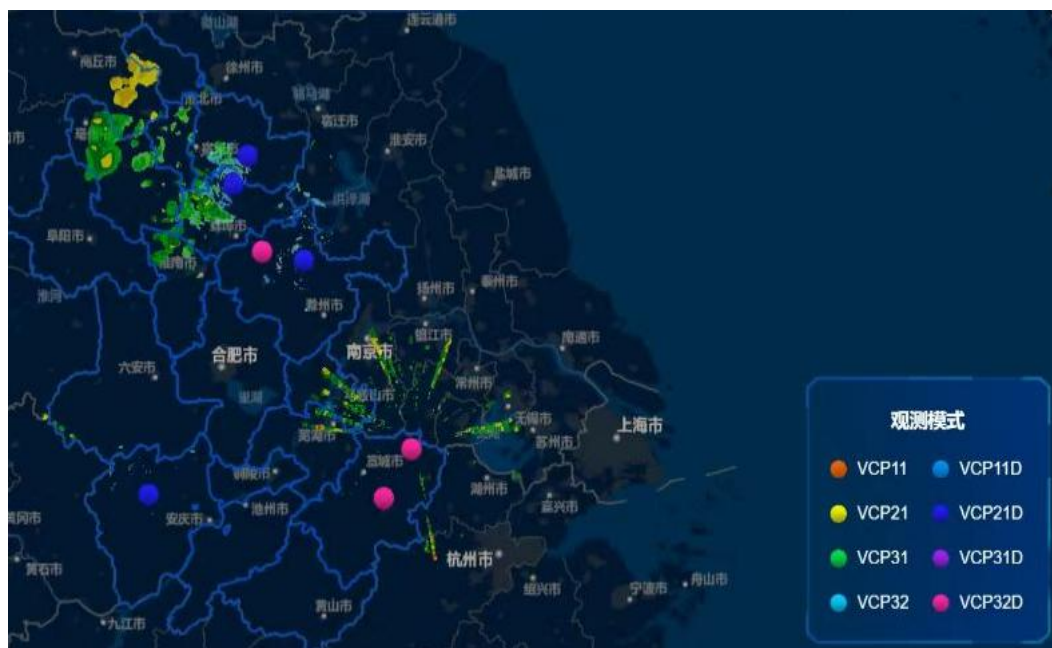


图 5.5.3.1- 9 协同观测控制单元架构图

此外，本功能会自动生成日志，记录协同观测过程中，各部雷达的实时运行状态、观测模式（策略）、数据传输情况等关键内容。

③协同策略及模式

基于数值预报潜势与天气雷达自适应扫描相结合的目标观测技术，并与新一代天气雷达警戒相结合，天气雷达协同控制中心统一控制 X 波段雷达的扫描方式。根据不同天气实况，制定科学、高效、快捷、可执行的扫描策略，发布观测指令，指挥相应天气雷达执行策略扫描，以实现天气雷达低空补盲、提高雷达观测时空分辨率、重点区域加密观测为目标，建立多部雷达观测不同天气的协同、智能观测。

优先将强降水、冰雹、龙卷等强对流天气最大回波中心设为最优目标回波，并探测和预报最大回波的位置，如果该位置在 X 波段天气雷达有效探测范围内，作为最优目标回波。目标回波移出雷达有效探测范围后，寻找下一最优目标回波。

以强对流天气为例：指挥组网雷达开机后，系统实时监测新一代天气雷达数据或组网雷达数据，当发现雷达观测范围内超过一定面积（ 10km^2 ）的强回波（超过 25dBZ）时，开始制定扫描策略：

当观测范围内发现回波超过 25dBZ，不超过 40dBZ 时，X 波段天气雷达默认进行连续体扫。在此情况下，人工可以干预，可以选择体扫结束后，进行一次最优目标回波的 RHI。人工通过雷达监测模块，观察回波分布，可以将连续全方位体扫改为一定方位角度的扇扫。

观测范围内发现回波超过 40dBZ 时，一般这种情况伴随着强对流的发生。需要至少有一部（或者多部）X 波段雷达作为主观测雷达，

进行连续体扫；或者选择体扫结束后，进行一次对雷达目标回波的 RHI。也可以人为选择一定方位角度的扇扫。其他临近雷达默认进行连续的最优目标回波 RHI（最大回波的方位角以及 $\pm 1^\circ$ 方位角）。

强对流天气（冰雹、龙卷、中尺度气旋）识别观测：当雷达产品识别到小雷达观测范围内有冰雹、龙卷、中尺度气旋时，根据冰雹、龙卷、中尺度气旋所在的风暴中心位置以及风暴预报位置，选择一部（或者多部）X 波段雷达作为主观测雷达，进行连续体扫，或者选择体扫结束后，进行一次对雷达目标回波的 RHI。也可以人为选择一定方位角度的扇扫。其他 X 波段雷达默认进行连续的最优目标回波 RHI（最大回波的方位角以及 $\pm 1^\circ$ 方位角）。当同时识别到多种强对流天气时，优先观测级别为龙卷、冰雹、中尺度气旋。同一类强对流天气，被识别到多个时，选择观测探测范围内所在风暴体单体 VIL 最大的强对流回波。

每部雷达的扫描策略制定完成后，控制中心将相应的扫描策略发送至系统中的每一部雷达，使雷达按指定的扫描策略进行工作。如下图所示，假设某次过程需三部雷达协同观测，那么三部雷达通过实践同步，开展目标区识别、扫描策略制定、目标跟踪观测等步骤。雷达中间的区域均处于三部雷达的观测量程内，进入或发生于该区域的龙卷等中小尺度天气系统可通过三部雷达同时进行观测，浅绿色区域为两部雷达协同观测区，参与协同观测的雷达数量越多，那么对单次天气过程内部结构的观测角度、层数、方位越全面，资料越丰富，可为预报预警业务、天气机理研究、重大活动保障提供更加精细化服务。

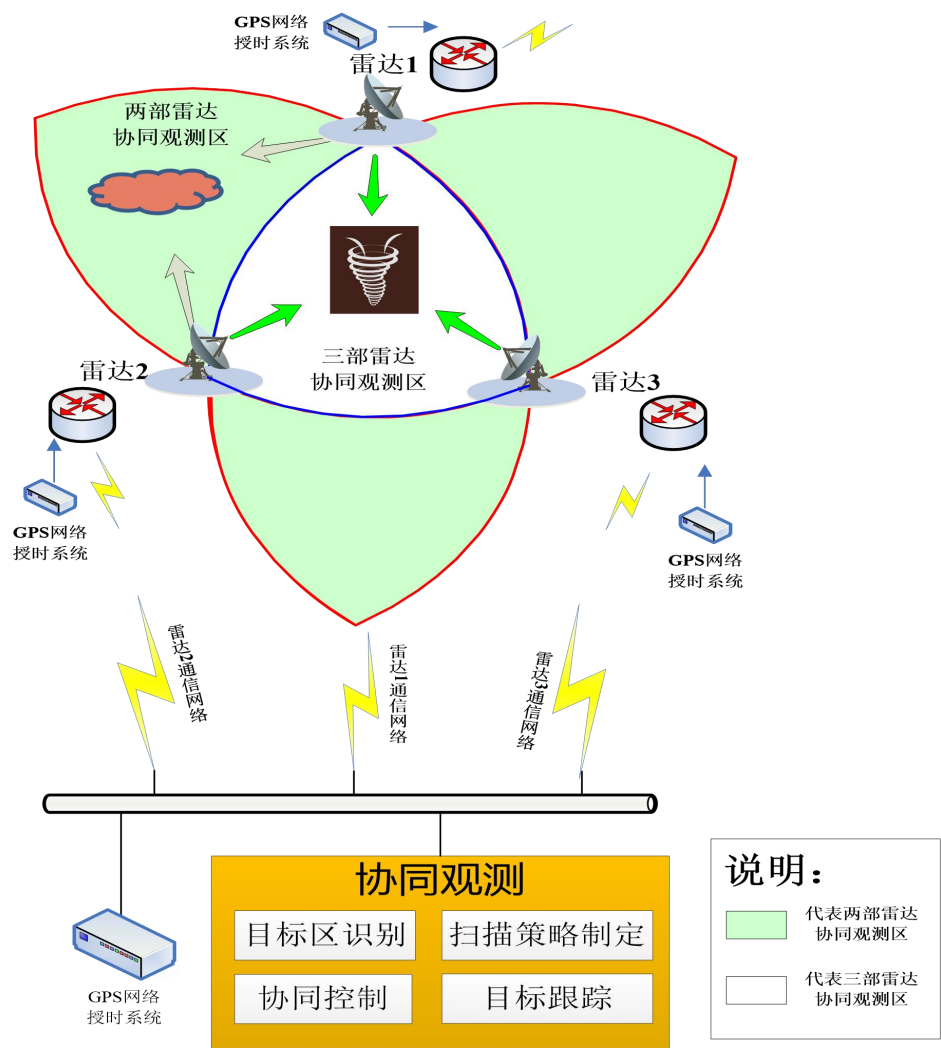


图 5.5.3.1- 10 协同观测示例图

④ 协同观测控制

对已建成 X 波段天气雷达进行物联化改造，实现基于物联网的远程综合控制。基于物联化通讯协议，可对协同观测中雷达进行远程控制，控制雷达扫描模式以及简单故障排除。主要在雷达台站客户端实现多波段雷达协同观测指令的具体执行，解析协同观测指令指挥雷达执行相应的扫描模式。观测模式按照协同观测指令自动化执行。同时，将雷达状态参数实时发送至天气雷达控制中心（部署于省级业务部

门)，传输方式为网络数据包传输，IP 地址为协同观测中心地址，设定各个雷达客户端网络端口。设立预报员协同交互策略，即预报员与雷达观测之间的交互策略。此策略可以由预报员根据探测强对流天气三维立体结构，结合经验，通过手动协同模式来自定义扫描模式和扫描区域，系统再通过智能锁定区域内的核心位置的方式，达成协同调度实现协同观测。

以雷达协同观测龙卷天气系统为例，各部雷达在收到扫描策略后，将其分解为各个分系统的工作指令，如何服系统的扫描方式，雷达发射系统、接收系统及信号处理器的工作参数等，分别送至雷达各个分系统执行，使雷达按指定的扫描策略进行工作。随着目标的移动，根据目标识别情况，重新制定扫描策略。雷达执行观测模式如下表所示：

表 5.5.3.1-3 VCP12（龙卷观测模式）配置表（窄脉冲，0.83 微秒，125 米）

扫描参数			监测模式		多普勒模式		
仰角 (°)	方位速率 (°/s)	模式	PRF (Hz)	采样数	PRF (Hz)	采样数	最大距离 (km)
0.48	18.56	CS	446	24	—	—	330
0.48	15.82	CD/SZ	—	—	1014	64	145
0.97	18.56	CS	446	24	—	—	230
0.97	15.82	CD/SZ	—	—	1014	64	145
1.45	26.81	CS	644	24	—	—	230
1.45	20.01	CD/SZ	—	—	1282	64	112
2.42	21.37	B	644	6	1282	48	230
3.34	26.65	CDX	1282	48	1282	48	112
4.31	26.65	CDX	1282	48	1282	48	112

⑤数据解析传输

主要实现多部雷达径向数据流的实时接收、转发、处理。台站按业务规范向控制中心上传天气雷达数据、产品，并向有关台站分发。雷达基数据和二次产品数据生成、解析、存储、检索和显示，包括：

基本数据产品：等高平面位置显示（CAPPI）、回波顶高分布显示（ETPPI）、回波底高分布显示（EBPPI）、组合反射率（CR）、分层组合反射率（LCR）、最大值显示（MAX）、最强回波高度分布显示（MEH）；

物理量产品：多普勒雨强（RZ）、一小时累积雨量（OHP）、三小时累积雨量（THP）、可选累积雨量（USP）、垂直液态累积含水量（VIL）、径向散度（RVD）、方位涡度（ARD）、合成切变（CS）；

风场反演产品：垂直风廓线（VWP）、速度方位显示（VAD）、二维风场（VAP）；

识别产品：暴雨（HR）、下击暴流（DB）、中尺度气旋（MC）、冰雹指数（HAIL）、龙卷涡旋（TVS）等；

双偏振产品： $Z-Z_{DR}-K_{DP}$ 雨强（PRZ1）、 $Z-Z_{DR}$ 雨强（PRZ2）、KDP 雨强（PRZ3）、相态识别（HC）。

同时，负责将质控后的雷达数据进行标准化处理和存储调用，拟采用多种数据库技术进行数据的管理。对于实时数据拟采用性能更好的 Redis 内存数据库，而历史数据则采用传统的 SQL 关系型数据库。

⑥雷达数据产品展示

为及时、准确查看天气实况，帮助预报人员、观测人员及其他受

众研判天气情势，及时了解雷达协同观测实时动态，需将单站及多站协同观测雷达的探测结果展示出来；单站显示项目可参考业务雷达常规数据产品。多站协同观测显示项目主要包括反射率因子（Z）、差分反射率因子（Z_{DR}）、径向速度（V）、相关系数（CC）等几类表征指向性最强的数据产品。

单站产品展示基本参考业务雷达基数据（或流传输数据）远程/异地解析、显示流程，天气雷达基数据数据格式均按照《天气雷达气象产品标准格式》进行生成、读取。具体到界面操作，如下图所示，当点击某个台站的图标时，会有新建窗口自动弹出，显示该雷达基本信息，同时该雷达的数据产品（具体类型可在下拉框勾选）会在地图上叠加显示。

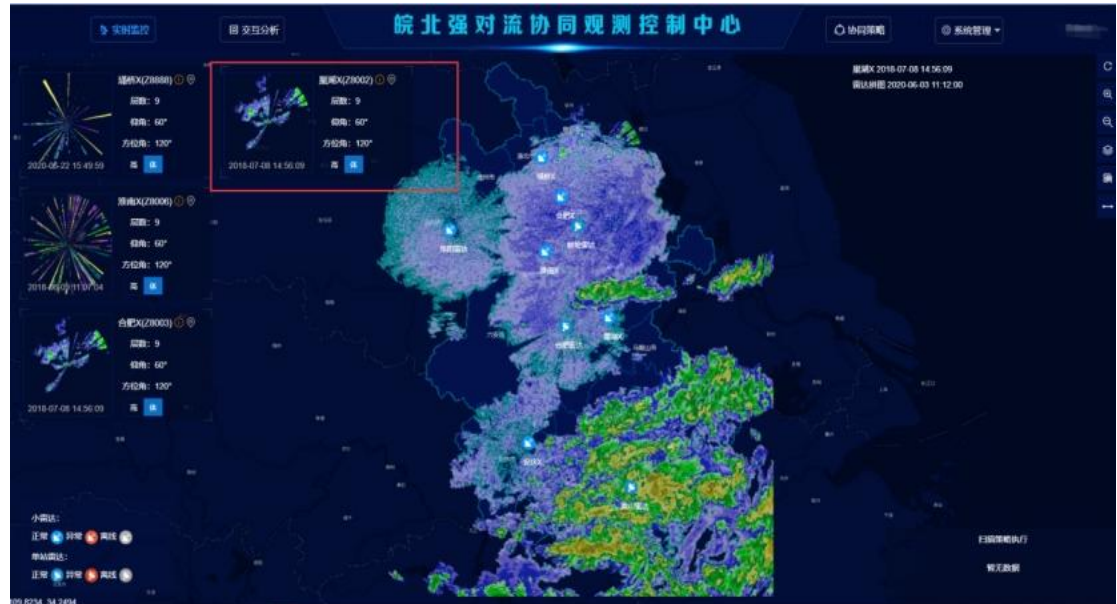


图 5.5.3.1- 11 单站雷达数据产品展示示例图

同时，为保证雷达在观测，特别是协同观测过程中的稳定性和数据可靠性，设置雷达“详情浏览”操作。通过本项操作，可点击进

入详情界面，查看雷达产品详情和观测模式，以便于测报人员第一时间评定当前观测模式的功能性和有效性；为后续优化观测策略和观测模式，以及调整协同观测方式均具有直观的助益。

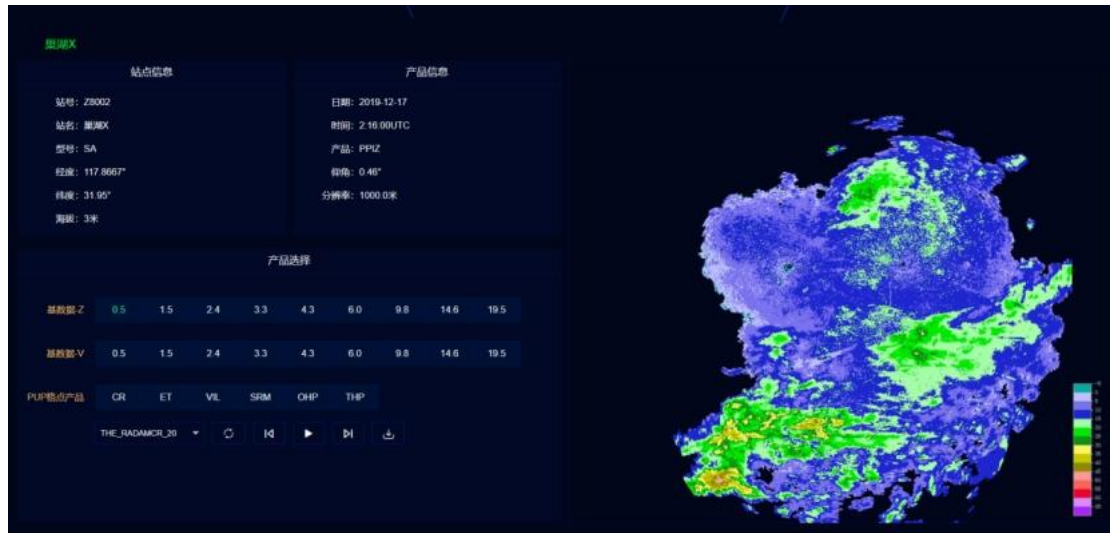


图 5.5.3.1- 12 单站雷达工作模式详情示例图

在前述工作基础上，设置时序查询条件，可对雷达历史（含临近时刻）数据进行查看。结果可以根据需要，自动播放，快速浏览天气变化过程；同时，为便于测报人员分析重点时次的产品，可根据雷达体扫时间（或实际扫描时间），按扫描时次（以天气雷达VCP21 模式为例，6 分钟一个时次）手动切换操作。同时，在该界面右侧可勾选、查看某部雷达扫描策略执行情况。

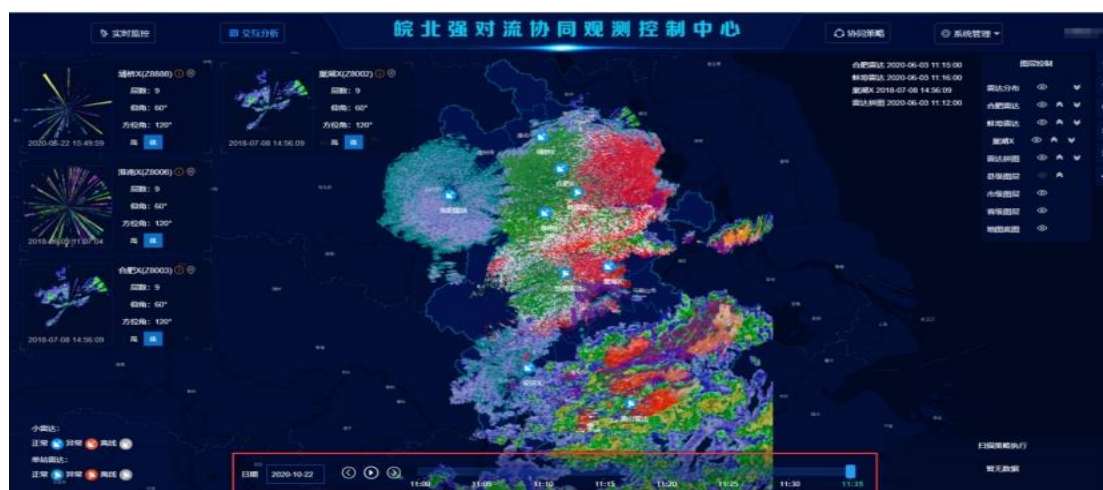


图 5.5.3.1- 13 雷达历史数据产品展示示例图

考虑到组网雷达基本在 3 部以上，在协同观测过程中，组网产品显示支持二维显示和三维数据叠加GIS互动显示，并且在分析天气实况或协同效能时，需要选择想查看雷达探测结果；通过支持“图层设置”功能，可根据不同应用人员的需求，在地图上显示的图层数据进行显示与隐藏。



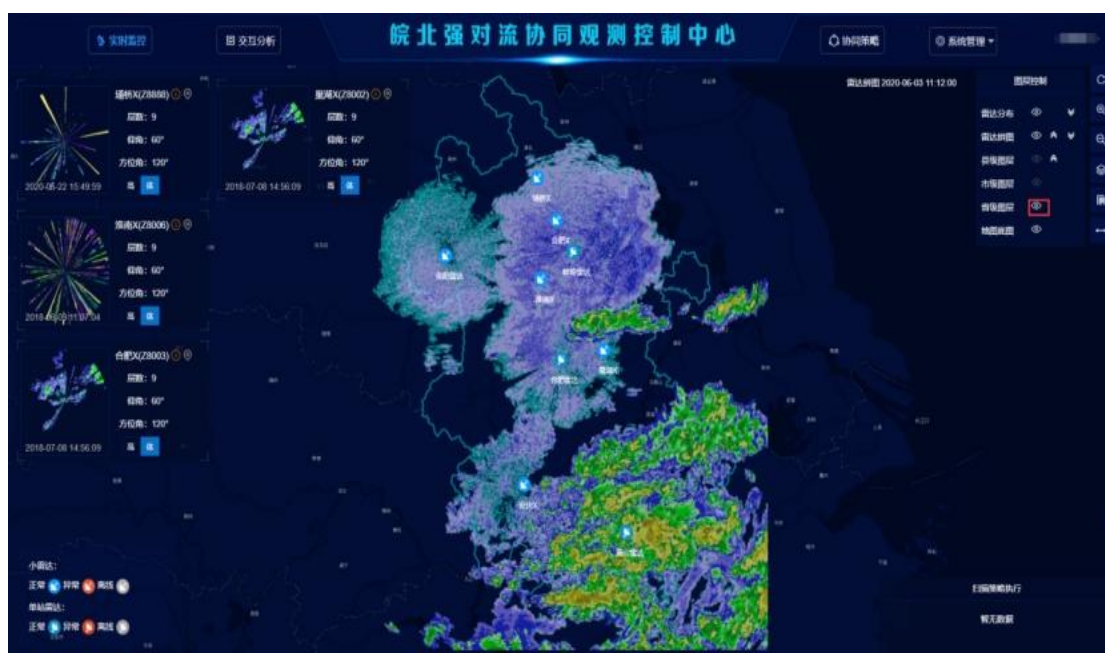


图 5.5.3.1- 14 雷达数据产品图层显示与隐藏操作示例图

(2) 雷达观测数据的质量控制和融合处理

综合运用多种质量控制算法，对雷达初始观测数据进行地物杂波滤除、雷达波束遮挡补偿、干扰过滤、衰减订正、速度退模糊等质量控制流程。为天气雷达业务应用和科学研究提供正确、可靠的数据产品。同时，建立融合模型，基于时间同步、坐标转换、重叠区处理等基本方式，对组网雷达产品进行融合处理，并生成降水、风场、三维温湿度等融合产品。

① 雷达观测数据接入

主要实现全省新一代天气雷达（S/C 波段）和协同观测天气雷达（X 波段，相控阵体制雷达除外）初始观测数据的接入。S/C/X 波段天气雷达数据可通过气象大数据天擎平台调用；非业务运行 X 波段天气雷达数据还可通过本地服务器开放 FTP 下载获取或气象专线传输。

系统拟采用多线程和非同步 IO 技术，确保 40 部以上雷达数据的实时处理。

②遮挡订正

遮挡识别是遮挡角下的回波订正的前提工作，使用雷达直接观测数据更加方便。所以采用根据高程数据识别雷达扫描区域的波束遮挡范围，小范围的波束遮挡可以通过算法拟合补充缺测数据。以下为遮挡订正方法：

a) 建立 VPR 模型

选用平均法生成 VPR，选取雷达波束非遮挡区近距离 $D(u, s)$ 内的观测值，通过分层计算反射率因子的均值建立 VPR，以 $ZD(h)$ 表示，计算公式如下：

$$Z_D(h) = \frac{\sum_{e(h-\Delta h/2)}^{e(h+\Delta h/2)} \sum_a^{360} \sum_{r(h-\Delta h/2)}^{r(h+\Delta h/2)} Z(e,a,r)}{\sum_{e(h-\Delta h/2)}^{e(h+\Delta h/2)} \sum_a^{360} \sum_{r(h-\Delta h/2)}^{r(h+\Delta h/2)} N} \quad (1)$$

式中， e 为仰角， r 为斜距， a 为方位角， h 为高度， h 为垂直分辨率，本文取 100 米， Z 为反射率因子值， N 为参与统计的有效反射率因子值的个数。

b) VPR 填补

利用 VPR 计算得到雷达波束完全遮挡区，及其上层仰角无遮挡区的回波强度—高度变化趋势，结合上层仰角无遮挡区的观测值，插值得到雷达波束完全遮挡区的反射率因子值。VPR 填补遮挡区反射率因子值示意图：

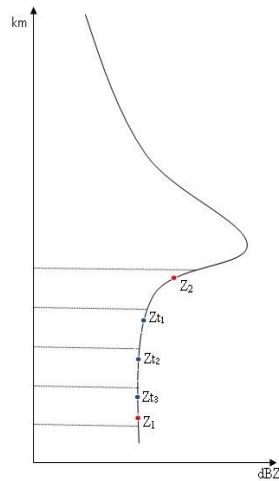


图 5.5.3.1- 15 VPR 填补遮挡区反射率因子

③速度退模糊算法检测

C/X 波段天气雷达相较于 S 波段雷达波长较短,已出现速度模糊,特别是 X 波段天气雷达, 1000Hz 重复率频率不模糊速度仅为 8ms/s, 很容易出现径向速度模糊。

基于雷达基数据的软件退速度模糊原理主要是根据风场变化的连续性原则, 设定控制阈值 C, 如果 $|V_i - V_a| \leq C$, V_a 为参考速度, 可认为待处理点速度 V_i 的变化在连续范围之内, 确认为正确点 (非模糊点); 如果 $|V_i - V_a| > C$, 则认为 V_i 出现异常突变, 可能出现模糊, 选择合适的整数 n, 调整 V_i , 使得 $|V_i - V_a| \leq C$, 退速度模糊公式如下:

$$V = |V_i| - 2nVN \quad \text{当 } V_i > 0, \quad (2-1)$$

$$V = 2nVN - V_i \quad \text{当 } V_i < 0, \quad (2-2)$$

2-3 和 2-4 用于 2 次模糊:

$$V = |V_i| - 2nVN \quad \text{当 } V_i < 0, \quad (2-3)$$

$$V = 2nVN - Vi \quad \text{当 } Vi > 0, \quad (2-4)$$

自动退速度模糊算法的流程图如下图所示：

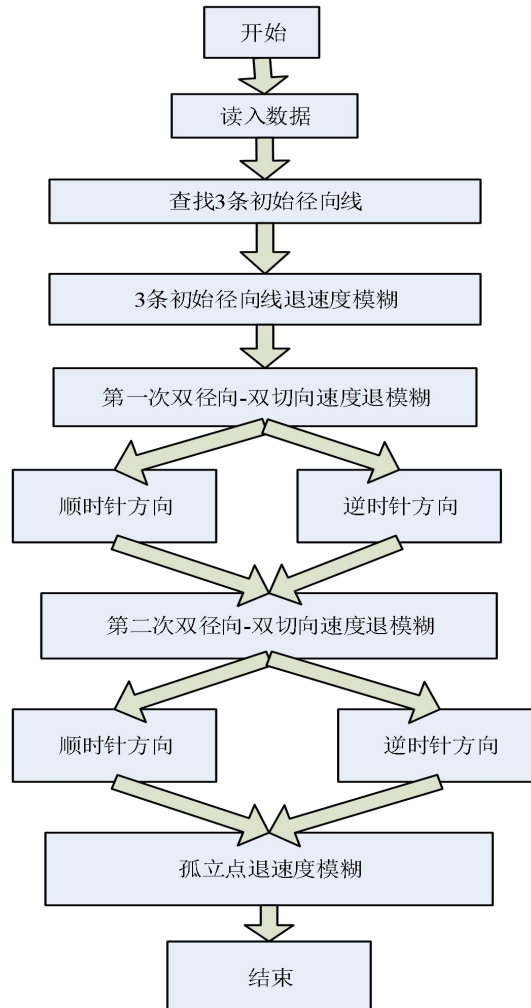


图 5.5.3.1- 16 自动退速度模糊算法流程

④回波孤立点检测

孤立点检测方法：统计各点周围 $N=8$ 个点的反射率值大于反射率阈值的个数，如果该点反射率值大于阈值，并且统计的个数小于 $M=2$ ，那么该点为孤立点，孤立点的值使用周围有效值取中值或平均的方法得到。经过该算法检测出孤立点后，对孤立点赋值为零，在最终处理时会滤除这些识别出来的点。通过调整阈值，可以对识别出的孤立点

进行改进。

⑤回波异常值检测

异常值检测方法：主要是标记异常值，并统计异常值的个数。如果某点为异常值，并且相邻 $N=8$ 个点无异常值，那么用相邻 $N=8$ 个点的反射率值的平均值来代替该点的反射率值，否则用反射率阈值（倾斜测试）来代替该点的值。

⑥回波衰减订正

衰减订正算法（逐库订正法）：它是沿径向依次外推对各库进行衰减订正，在完成对第 i 个库的衰减订正后，由前 i 个库的订正结果计算 τ_i ，再进而进行第 $i+1$ 个库的衰减订正，即：

$$Z_r(i) = [Z_m(i) / \tau_{i-1}] \exp \{ a [Z_m(i) / \tau_{i-1}]^b \Delta R \}$$

在计算 τ_i 是取各个库的离散数据，在积分中也是将各个离散数据求和来近似。

$$\tau_i = \begin{cases} 1, i = 0 \\ \exp \{ -2 \sum_{j=1}^i a Z_r^b(j) \Delta R \}, i \geq 1 \end{cases}$$

⑦径向干扰订正

在对径向干扰回波进行识别，确定其具体方位后，先将这些方位的回波剔除，然后对每一个区域单独处理。先对每一区域的边界进行处理，令每个干扰区域的第一个干扰径向为 fangw_1，最后一个干扰径向为 fangw_2，对径向 (fangw_1-4) 第 0 个距离库到最后一个距

离库有无反射率值进行判断，如果对某一距离库上径向 (fangw_1+4) 有值，则对同一距离库上径向 (fangw_1+3)、(fangw_1+2)、(fangw_1+1) 的值不做任何处理；如果对某一距离库上径向 (fangw_1-4) 有值，则对同一距离库上径向 (fangw_1-3)、(fangw_1-2)、(fangw_1-1) 的值直接赋值 -32dBZ 。对右边界 fangw_2 同样进行这样的预处理。这是对 PPI 数据进行预处理，能有效的对干扰区域边缘的毛刺进行剔除，同时又不影响大范围降雨的削弱。示意图为下图，图中有 2 个干扰方位，分别为 Z_{ij} 所在的方位和其下一个方位。

在对 PPI 数据进行预处理后进行干扰方位的处理。确定其具体干扰方位后，先将这些方位的回波剔除，然后对同一距离库 $Z_{i,j}$ 上每个区域的第一个干扰方位向的上一个方位 $Z_{i-1,j}$ 和最后一个干扰方位的下一个方位 $Z_{i+n,j}$ 有无反射率进行判断，如果这 2 个位置上都有反射率，即 $Z_{i-1,j}$ 和 $Z_{i+n,j}$ 都有值，则 $Z_{i,j}$ 按标准插值法公式 (2-3) 行插值；如果这 2 个位置上都没有反射率，即 $Z_{i-1,j}$ 和 $Z_{i+n,j}$ 都没有值，则 $Z_{i,j}$ 直接赋 -32dBZ ；如果这 2 个位置只有其中一个有反射率即 $Z_{i-1,j}$ 和 $Z_{i+n,j}$ 只有一个有值，则直接将这个值赋给 $Z_{i,j}$ 。

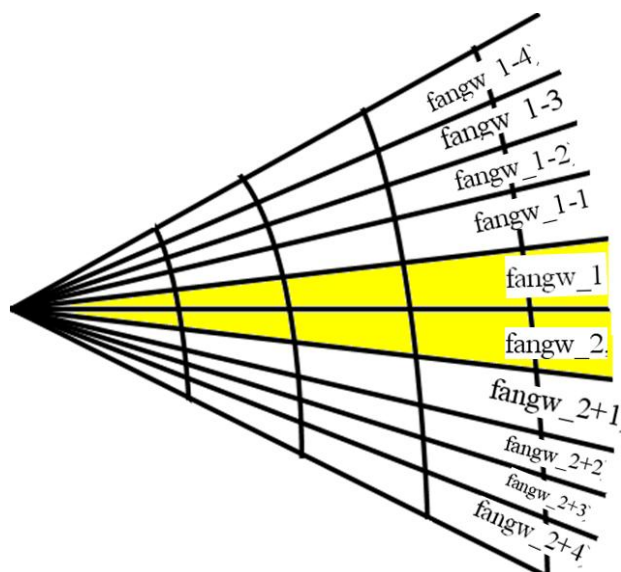


图 5.5.3.1- 17 径向干扰订正

⑧距离圈数据异常订正

通过数据判断，确定数据异常的距离，根据同一径向上，异常距离前后回波情况，对异常数据进行线性插值订正。

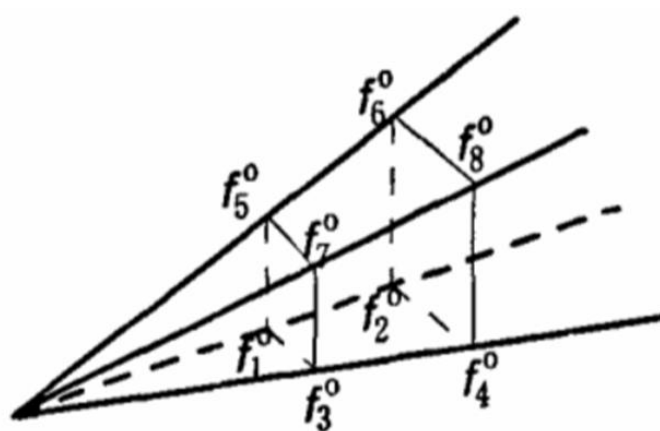


图 5.5.3.1- 18 网格内插空间示意图

如上图所示，当极坐标下的空间分辨率不均匀时，也通过插值算法实现笛卡尔坐标空间分辨率均匀分布。网格点位于 8 个雷达探测点组成的椎体内，则由这 8 个点的观测值进行双线性内插获得计算步骤如下：

$$f(r, a, e) = w_{e1}[(w_{r1}f_1 + w_{r2}f_2)w_{a1} + (w_{r1}f_3 + w_{r2}f_4)w_{a2}] \\ + w_{e2}[(w_{r1}f_5 + w_{r2}f_6)w_{a1} + (w_{r1}f_7 + w_{r2}f_8)w_{a2}]$$

其中： $f(r, a, e)$ 为空间缺失或异常点， f_1 - f_8 为周边插值参考点数据信息。

$$w_{r1} = (r_2 - r)/(r_2 - r_1)$$

$$w_{r2} = (r - r_1)/(r_2 - r_1)$$

$$w_{a1} = (a_2 - a)/(a_2 - a_1)$$

$$w_{a2} = (a - a_1)/(a_2 - a_1)$$

$$w_{e1} = (e_2 - e)/(e_2 - e_1)$$

$$w_{e2} = (e - e_1)/(e_2 - e_1)$$

⑨弱回波处理

弱回波处理基于雷达体扫数据，遍历所有仰角层的距离库，获取距离库对应的回波强度产品值，再将之与用户设置的弱回波阈值进行对比，若小于阈值，则将该处距离库值置为无效，反之，不做处理。本项功能功能开发难点在于：

——数据量非常大，特别是在雷达 360° 径向体扫时，每一层、每个角度均有数据，并且距离越远，由于探测距离受限，出现无效或者基本无实际意义的数据概率越大，因此需要在细致研读雷达产品数据格式，了解不同波段天气雷达探测效能的基础上，经反复测试，完成全面比对、分析。

——不同波段，同一波段的不同厂家（特别是 X 波段天气雷达），甚至是同一厂家不同批次的天气雷达，虽然数据产品格式整体符合统一标准规范，但在重叠区、边缘带等特殊位置的数据编码处理，也有

不同程度差异，因此，需要对每一部天气雷达的数据产品均要进行严谨、细致的格式分析和功能测试。

⑩非降水回波滤除

非降水回波滤除算法通过一系列子算法（冰雹识别、风暴识别、回波顶高计算、零度层计算、尖峰识别、相关系数纹理滤波、垂直梯度检查、水平平滑度检查、八点平均漏洞填补）识别出体扫文件每一层数据中的降水与非降水回波，将非降水回波滤除后使用降水回波填充滤除的部分。

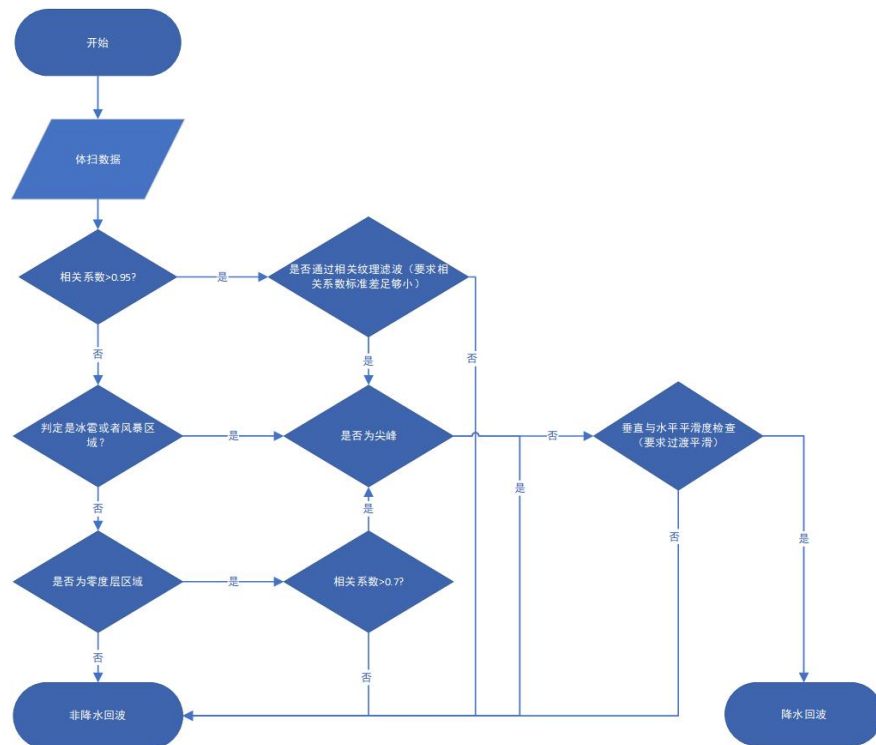


图 5.5.3.1- 19 非降水回波滤除流程图

具体实现：

冰雹识别与 NBF 区域识别

冰雹：回波顶高大于高度阈值且反射率大于反射率阈值；NBF：

回波顶高大于高度阈值且距离大于第一个风暴的外边界；

风暴识别：逐径向遍历，对单个径向进行由内向外的逐距离库遍历，查找连续长度内（大于最短长度）所有距离库反射率都大于最小反射率的部分，找到第一个则算法结束；

回波顶高：首先，基于雷达极坐标体扫数据，在每个方位-斜距库上从高仰角向低仰角寻找大于等于给定反射率因子阈值 T_z （缺省值为 18.5dBz）的最高仰角（该仰角记为 e_1 ），如果该仰角为体扫的最高仰角，则该处的回波顶高 h_{ET} 计算为该仰角波束轴线离地面的高度，否则记下该仰角的上一相邻仰角 e_2 ；然后，用标准大气条件下的雷达测高公式计算 e_1 、 e_2 对应的波束轴线距地面的高度 h_1 、 h_2 ；最后，用 e_1 、 e_2 对应的反射率因子 Z_1 、 Z_2 与 T_z 的差作为权重，通过线性内插获得 T_z 所对应的高度，即该方位-斜距库的回波顶高 h_{ET} 。

零度层计算：逐径向遍历，查找径向上的最大 z_{dr} 所在高度，分别向上向下查找最小值，两个最小值之间即为零度层。

尖峰识别：分别计算第一层、第二层仰角的径向数据中 dbz 大于 0 的数据占比，当满足 $percent1 > 0.7$ 且 $usenum2 < (0.1 * usenum1)$ 时判定为尖峰，同时当超过 30km 时 dBz 大于 0 但连续径向少于三个时也判定为尖峰。

相关系数纹理滤波：计算同一径向指定长度的距离库的相关系数标准差，大于阈值时判定为非降水回波。

垂直梯度检查：计算竖直方向上的 dBz 变化率，当变化率超过阈值时判定为非降水回波。

水平平滑度检查：统计指定范围内（6000m*3 个径向）的有效反

射率，当比例低于 50%或者平均反射率小于该库反射率的 25%时判定为非降水回波。

八点平均漏洞填补：如果当前库的反射率被判定为非降水回波则使用周围八个库的平均反射率作为当前库的反射率。

⑪双偏振通道一致性标校

双线偏振多普勒天气雷达通过交替或同时发射水平、垂直两种线偏振波，接收两个方向回波信号的方法，探测到目标物回波强度、差分反射率因子 Z_{dr} 、差分传播相位常数 K_{dp} 、相关系数 CC 等参量，可直接反映降水粒子相态、滴谱分布等微物理结构的变化规律。但在实际探测工作中，资料容易受到地物杂波、系统环境噪声、信号衰减等因素影响，因此在使用偏振雷达资料时需要首先对雷达数据资料进行质量控制。

a) 天顶扫描法

该方法假设小雨时雨滴形状是近似球形的，产生的水平和垂直极化后向散射功率几乎相等。验证时，将天线垂直 90° 指向天空并做 360° 扫描，理论上每个方位角下 Z_{dr} 的平均值应为 0dB ， CC 应接近于 1，此时 Z_{dr} 的测量值即为雷达硬件造成的系统偏差。对观测到的实际 Z_{dr} 值进行平均，减去平均偏差即可得到订制后的 Z_{dr} 参量。

b) 太阳法

太阳辐射是空间不同方向的椭圆偏振波的叠加，在不同极化方向上均保持稳定，因此可以用于雷达的定标。但地球的轨道是一个椭圆且自转轴有一定的倾斜角度，太阳的空间位置会在一年中每天不停地

改变。定标时需将我们日常使用的平太阳日转换为真太阳日，找出太阳的光学中心，该方法已用于 CINRAD 俯仰和方位的定标。当双偏振雷达天线对准太阳时，接收机的输出功率理论上是一致的，其差值反映了整个接收系统的 Zdr 标定误差。太阳法对于短波长的雷达只能在晴空条件下使用，降雨的衰减会影响标定的准确性。

c) 小雪/小雨法

Ryzhkov et. al. 的研究表明小雨和干雪区的 Zdr 参量近似于 0dB, CC 参量近似于 1。因此层状云中的小雨区和融化层以上的干雪区数据可以用来检验雷达的定标效果。

⑫差分反射率衰减订正

对输入的雷达数据 Zdr 进行预处理，数据预处理主要包括数据的衰减订正和径向平滑过程。首先要差分反射率 Zdr 进行衰减订正，订正量由平滑处理后的 Φ_{DP} 来确定，订正量公式如下：

$$\Delta Zdr_{att}(dB) = 0.004 \Phi_{DP}(^{\circ})$$

然后，将订正量与 Zdr 的测量值相加，则完成了对 Zdr 的降水衰减订正。最后对衰减订正后的 Zdr 进行径向平滑处理，该过程中 Zdr 使用 1.0km 的平均差。

⑬数据入云

将质控后的数据按照标准化流程，导入云存储（天擎气象大数据中心），为雷达产品融合、多样化展示、多功能应用及强对流天气识别预警等模块功能的实现提供高效、可靠的数据。首先，对质控后数

据产品进行数据注册,选择数据名称,在“资料名称”处填写附件《XXX产品列表》中资料的 M 编码,选择对应资料类型。然后,通过 DPC 配置进行数据入库,在此环节,需配置非结构化数据处理,上传私有配置和启停脚本,随后启动程序即可;此外,本步骤还具备日志存放和查询功能。最后,采用 MUSIC 配置,完成资料清单、接口管理系统元数据、数据湖等环节配置,为雷达数据产品的融合、二次处理和深度开发提供接口共享服务。

⑭雷达三维组网拼图

基于雷达单站的三维格点数据,即把来自多部雷达的反射率插值到统一的笛卡尔网格(经度、纬度和高度坐标)上之后,把来自多个雷达的格点反射率场拼接起来就可形成雷达网三维拼图反射率格点场。由于在拼图网格的很多区域,特别是在对流层中高层,有来自多个雷达的资料重叠区,所以对资料重叠区进行处理,使得拼图反射率场尽可能地保留其原有的细尺度结构和空间连续性。本系统采用多部雷达距离权重对重叠区域回波做平均处理,常用的平均方法有最近邻居法、最大值法和权重函数法。

在拼图网格中的每个网络单元 i 的反射率因子值可以通过下面公式得到:

$$f^m(i) = \frac{\sum_{n=1, N_{rad}} w_n f_n^a(i)}{\sum_{n=1, N_{rad}} w_n}$$

其中 $f^m(i)$ 是网络单元 i 的合成反射率, $f_n^a(i)$ 是在网络单元 i 处来自第 n 个雷达的分析值, w_n 是给分析值 $f_n^a(i)$ 的权重, N_{rad} 是在网络单

元 i 处有分析值的总的雷达个数。 $N_{rad} = 0$ 表示没有雷达在此网格点有值， $N_{rad}=1$ 表示网格单元的值等于那个雷达在该网格单元的值，如果 $N_{rad}>1$ ，就需要对多个雷达分析值的权重平均。

最近邻居法就是把来自最靠近网格单元的那个雷达的分析值的权重赋为 1，其它的权重全赋为 0，即把最靠近网格单元的那个雷达的分析值赋给网格单元。

最大值方法就是把覆盖同一网格单元的多个雷达反射率分析值中的最大值的权重赋为 1，其它的权重全赋为 0，即把覆盖同一网格单元的多个雷达反射率分析值中的最大值赋给网格单元。

根据已有研究结论，为了保证拼图中回波空间位置和强度的一致性，以及数据的连续性，本系统采用权重函数法，该方法的权重基于雷达网格与雷达位置之间的距离，常用的权重函数有指数权重函数和 cressman 权重函数。

在靠近各自雷达的区域，用距离指数权重方法比用 Cressman 权重方法得到的拼图反射率因子值更靠近用单雷达得到的反射率因子值，因此本方案采用距离指数权重（下式）。

$$w = \exp\left(-\frac{r^2}{R^2}\right)$$

其中， R 为影响半径，本系统选取的雷达有效观测半径为 230km，所以 $R=230$ ， r 为网格点到雷达的距离。

指数权重函数使得权重随距离快速下降，有效保留了原始雷达资料中近距离处的高分辨率特征，同时权重值是一个正值，确保雷达能

影响到它所覆盖的区域。指数权重法可以得到没有明显不连续现象的拼图结果。

⑮多波段雷达融合

● 建立融合模型

雷达融合的主要关键在于将大小雷达进行数据空间上的匹配,考虑小雷达短波段的反射率会出现衰减,选择将大雷达 S 波段反射率因子作为真值, X 波段雷达反射率数据作为输入,通过搭建并训练深度学习预测模型,进行小波段雷达的衰减订正,最终订正后 X 波段雷达数据。

● 模型推理

根据定时获取的雷达质控数据,对 X 波段数据进行数据归一化处理,通过建立的融合模型进行数据推理,初步获得 X 波段数据回波估测结果。

● 数据后处理

数据后处理模块负责对模型估测结果进行数据缩放,采用线性插值算法将数据还原原始大小。

● 大小雷达融合

将经过模型学习完成衰减订正的 X 波段雷达数据,与大雷达对应分辨率三维格点数据进行融合组网,得到大小雷达融合组网结果。

由于大小雷达在时间、空间数据维度上的差异性,考虑到融合数据需同时具备大小雷达的优势,故需要将大雷达数据插入到时间、空间分辨率与小雷达相同的“场”中,这样既能发挥大雷达“强度准确”

的优势，又能发挥小雷达“结构精确”的特点。但是区域内 S、C、X 波段雷达由于波段不同，回波强度的衰减程度不同、不同波长探测的 Zdr、Kdp 等参数不同，增加了拼图及数据融合的难度。因此，需要对 S、C、X 波段雷达数据开展一致性和归一化的处理，以便实现多雷达数据的融合。

各波段雷达的探测方式、探测层数、探测距离各不相同，为了将多型雷达的数据资料统一融合到一个时间、空间范围内，需要对各雷达数据资料进行时间、空间处理，主要需要坐标转换、数据插值、重叠区处理三个步骤。

a. 时间处理

S、C 波段雷达的探测距离相比 X 波段雷达偏大，探测时间偏长，为了进行多型雷达数据资料融合、提升拼图结果的时间精度，需要对 S、C 波段雷达的数据资料进行时间插值处理，选取相邻时间的雷达资料数据，使用光流法计算出各个回波单体的位移矢量并进行时间插值。

b. 坐标转换

每个雷达利用雷达站本身的经纬度和海拔高度，利用极坐标转经纬度公式，将数据插值到设定好的经纬度平面中。

$$\begin{cases} \phi = \arcsin(\cos \beta \sin \phi_r + \sin \beta \cos \phi_r \cos \theta) \\ \lambda = \arcsin\left(\frac{\sin \theta \sin \beta}{\cos \phi}\right) + \lambda_r \end{cases}$$

上式中为探测距离对应的地心角，为雷达站点经度，为雷达站点

纬度，为方位角。

c. 数据插值

插值处理就是将雷达探测得到的参数内插到笛卡尔坐标系下的经纬度高度网格点上。常用的插值方法有：最近邻居法，径向和方位上的最近邻居和垂直线性内插法，垂直水平线性内插法，8点插值法。

d. 重叠区处理

在多部雷达重复探测的空间区域内，综合考虑各种波段雷达资料的特征属性（雷达中心距离、空间分辨率、时间分辨率、反射率纹理），确定各波段雷达资料的质量等级并进行排序，排除掉杂波等对回波质量影响较大的不利因素，赋予各波段雷达资料不同的权重等级。

最后综合数据种类（反射率、降水、回波顶高、相态识别等）确定重复探测区域的数据融合策略（最值、权重均值）计算出融合结果。

基于天擎统一数据环境，通过对强天气相关要素进行分析，以雷达观测资料为主，以分钟级的地面气象观测资料为重要参考数据，综合利用卫星、天气雷达、风廓线雷达、高空观测等资料，研制气压、气温、湿度、风场、降水、能见度、天气状况等要素的综合集成产品。为气象雷达组网综合集成降水和风场产品提供数据支撑。

⑩ 雷达数据融合产品

降水反演。以天气雷达为主，基于多源观测数据发展降水综合观测产品，综合集成天气雷达、自动站、雨滴谱仪等形成降水产品。通过多源观测数据综合集成技术将天气雷达观测资料与其它气象观测资料进行快速更新，实现雷达回波、卫星云、降水等产品的验证和一

致性分析，构建雷达资料、地面资料、探空资料、卫星云（云量、云状、云高、云冰、云水含量）及降水产品之间的关系，基于多源资料综合集成系统，得到更适用于的区域雷达及降水观测结果；生成不同时段、不同地点、不同时间以及不同实况条件下综合后的雷达及降水产品。

风场反演。以天气雷达为主，基于多源观测数据发展风场综合观测产品，集成天气雷达、风廓线雷达、无线探空、飞机等测风要素，将多种观测风场数据进行综合集成，形成不同等压面三维观测风场产品。通过多源观测数据综合集成技术将天气雷达观测资料与其它气象观测资料进行快速更新，实现雷达回波、卫星云导风、风廓线、高空探测风等产品的验证和一致性分析，构建雷达资料、地面资料、探空资料、卫星云导风及风场产品之间的关系，基于多源资料综合集成分析系统，得到更适用于的区域雷达及风场观测结果；生成不同时段、不同地点、不同时间以及不同实况条件下综合后的雷达及风场产品。

其它产品。引进国家气象信息中心等单位的业务化多源数据融合格点产品，在此基础上，结合天气雷达数据、卫星数据、地面数据、高空数据、土壤水分、风廓线雷达等多种观测数据，在完善天气雷达降水和风场产品的基础上，研制气压、气温、湿度、能见度、天气现象等要素的综合产品。建立健全完善的三维要素场产品，使产品之间可以相互验证。

⑰ 雷达产品检验评估

a 基本产品检验子系统

基本产品检验子系统是对各类基本产品开展检验，包括基本产品检验、三维组网产品检验两个模块。开展雷达定量估测降水与自动站观测雨量的对比检验，有利于评估降水估测的准确性，完成后续的订正分析，提升定量估测降水资料在预报服务业中的贡献率。开展组网风场和 L 波段探空资料、模式资料的对比检验，可评估组网风场的正确率，为后续的数值预报和资料同化奠定基础。

通过选用不同的天气过程，计算并分析该天气过程中定量估测降水和组网风场评估的相关指标，检验产品对该天气过程的服务能力，为更准确的数据产品服务提供参考依据。

基本产品检验。定量降水估测检验是以全国 1min 自动雨量站数据为真值，在进行降水估测对比分析时需要在全国区域内提取出相应雷达组网拼图区域内的雨量站，采用雷达估测降水和对应雨量站观测值的比率。当比率值在 1.0 附近时，雷达定量估测降水和雨量站观测值的匹配度较高；当比率值距离 1.0 较远时，雷达定量估测降水高估或者低估。同时，继续发展完善雷达基本反射率、组合反射率、垂直积分液态水含量、回波顶高和水凝物识别等产品的检验算法。

三维组网产品检验。组网风场检验是将 L 波段探空资料作为真值，模式资料作为参照，评估组网风场的正确率。通过分析 L 波段探空资料与模式资料统计偏差，计算分析天气雷达反演风、风廓线雷达观测风与模式资料偏差在合理阈值以内的数据个数与参与评估总数的比值，得到组网风场数据正确率。并且，结合探空资料、飞机资料、风廓线雷达资料等三维数据源，建立发展分层三维 CAPPI 回波产品、任

意剖面雷达回波产品等产品的检验算法模型。

b. 综合产品检验子系统

综合产品检验子系统旨在客观评价综合产品质量，最终形成高质量的综合产品。本子系统通过将综合产品与实况进行对比，检验综合产品中尺度系统的性能，通过开展降水、风场，以及其它产品检验等来实现综合产品的定量化检验。综合产品检验子系统包括降水产品检验、风场产品检验和其它产品检验三个模块。

降水产品检验。降水产品检验采用降水分级检验的方法，将降水量分为 0.1~1.9mm、2~4.9mm、5~9.9mm、10~19.9mm、20mm 及以上五个级别，检验各级误差情况。建立基于等级均方根误差、TS 评分等检验指标的针对降水的分级检验方法，实现降水产品的定量化检验。

风场产品检验。风场产品检验采用数值误差检验的方法，对比均方根误差法、蒙特卡洛方法、定量对比分析法等多种技术方法，建立综合产品数值误差检验模型，对气温、相对湿度、风速和累积降水的数值误差分别进行检验。建立基于偏差、平均值误差、均方根误差、相关系数等检验指标的针对各要素的统计检验方法。

其它产品检验。针对在引进国家气象信息中心等单位多源数据融合合格点产品基础上所研制的其它要素综合实况数据，发展相应的产品检验方法，通过选用不同的天气过程，引入气候背景、槽线、环流等特征并建立形成定量化的检验指标，将其带入多种类型典型天气过程的检验案例中进行定量化的校验，以进一步提供产品应用能力。

(3) 强对流天气监测识别预警模块

1) 致灾大风识别模块

能够引起致灾大风的中小尺度天气系统主要有：阵风锋、下击暴流、超低空急流、中尺度气旋和龙卷，需要针对上述每个天气系统进行相应的识别模块开发。

a) 阵风锋自动识别

与下击暴流形成原理类似，阵风锋也是由风暴中强烈的下沉气流到达地面后向四周扩散而形成的。与下击暴流不同之处在于下击暴流的出流气流向四周扩散，而阵风锋出流主要向风暴移动方向扩散，在雷达低仰角反射率图上表现为在强风暴移动方向的前方有一条与风暴前缘大致平行的线状弱回波，在径向速度图上特征不明显。开发线状回波识别技术用于阵风锋的识别：通过识别低仰角反射率图上的线状弱回波可以间接实现对阵风锋的识别。

利用函数模板相关法 (Functional Template Correlation, FTC) 识别线状特征。FTC 是一种卷积滤波器，在图像处理中常用来进行模式识别和边缘检测。利用 FTC 进行线状特征识别的基本原理如下：给定一个输入图像 I ，对应的输出图像为 O ，匹配滤波器的模板 K 如下图所示。以 K 的中心点 o 为基准点，将模板 K 依次经过 I 的所有点。在经过 I 的每个点时，计算 K 旋转不同角度时的评分值，将最大评分值赋值给 O 中相应位置的点。

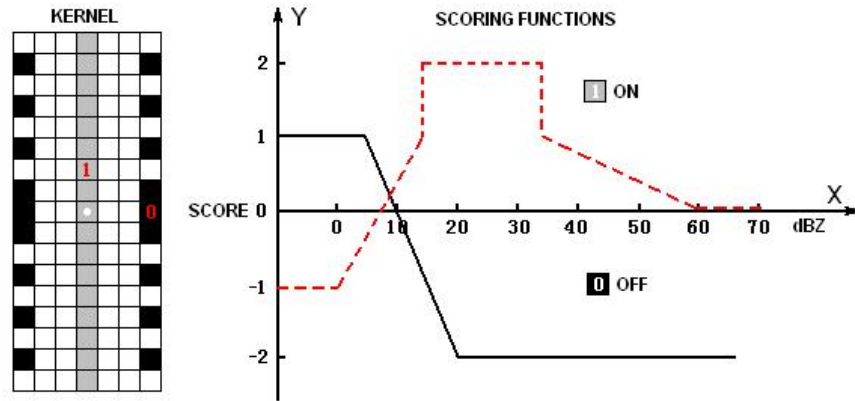


图 5.5.3.1- 20 匹配模板及评分函数

此处模板 K 可以认为是一个尺寸固定的矩形，图中所示的 K 大小为 17 X 7。K 中每个小正方形代表一个标志符，其中灰色对应评分函数 1，黑色对应评分函数 0，空白正方形在进行匹配计算时被忽略，不参加匹配计算。

模板 K 是根据阵风锋在强度图上的线状特征来设计的。阵风锋的强度特征表现为具有一定强度的线状回波，根据安徽省天气雷达探测到的多次阵风锋实例，阵风锋回波形态呈线状、强度较弱，在 15~35dBZ 之间，线状回波两侧的回波值要比线状回波主体略低。

评分函数 1 被用来识别线状回波中较大的反射率值，反射率在 [15, 35] 之间时得到最大评分值 2；当反射率小于 0 时，对应评分值为 -1；在 [0, 15] 之间评分值有一个陡增的过程；在 [35, 60] 之间，评分值有个缓慢下降的过程，归因于在阵风锋移动的前侧反射率梯度要比阵风锋后侧要大。评分函数 0 被用来识别线状回波前后缘的边界线。当反射率小于 5dBZ 时，评分函数为 1；在 [5, 20] 之间评分值有个下降的过程；大于 20dBZ 时评分函数为最小值 -2。

经过上述逐像素点的卷积处理后，具有阵风锋特征的像素点被突

出出来。滤除低阈值像素点后，将剩余部分的线状特征提取出来，即为识别出的阵风锋。

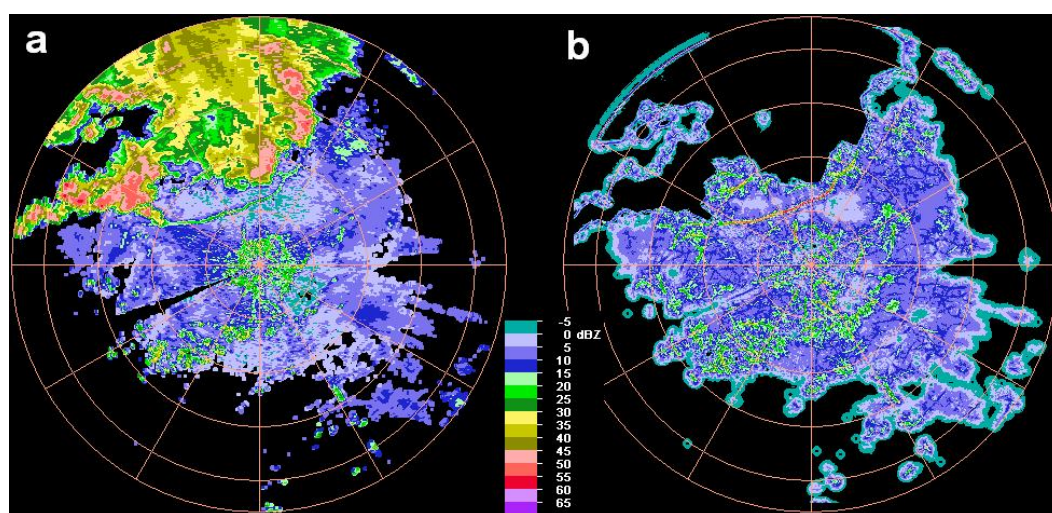


图 5.5.3.1- 21 合肥雷达反射率图及经模板卷积处理后的输出图像（2002 年 8 月 24 日 13:13）

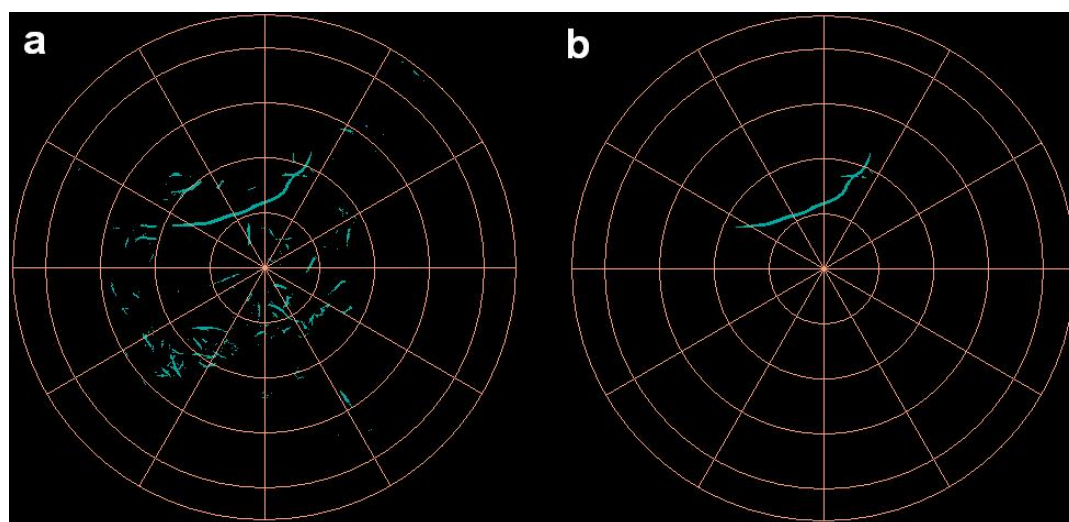


图 5.5.3.1- 22 阵风锋特征提取示意图

b) 下击暴流模块

下击暴流是强风暴发展到强盛阶段，风暴中强烈的下沉气流到达地面并向四周扩散而引发的，在雷达反射率图上往往表现为一个环型线状回波，在低仰角速度图上表现为沿径向方向的正负速度对。根据以上特征，利用阵风锋识别中开发的线状回波识别技术，基于雷达径向速度数据开发正负速度对识别技术，两种技术相结合可以实现下击

暴流的自动识别。

c) 超低空急流

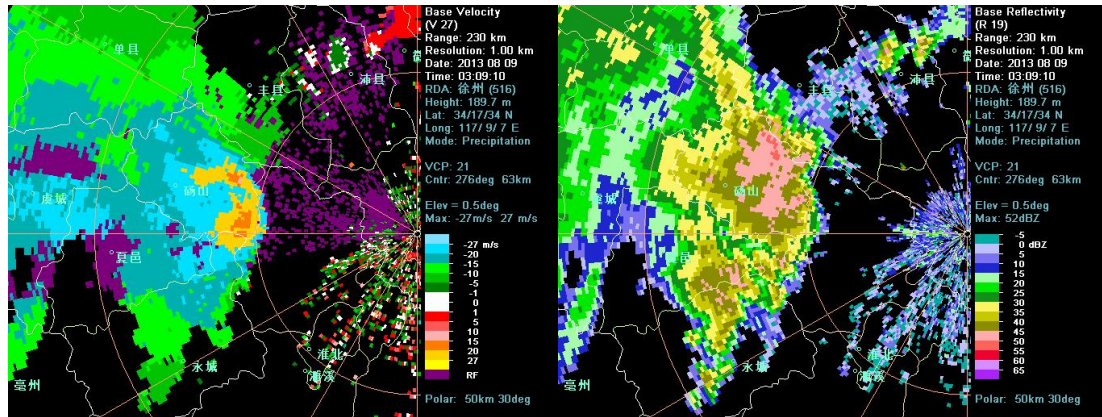


图 5.5.3.1- 23 2013 年 8 月 9 日徐州雷达 0.5 度反射率和速度

在实际的短临业务工作中发现：单纯的低空急流也可以造成严重的地面大风灾害，破坏力不亚于其他中小尺度天气系统。这种超低空急流无涡旋或辐合结构，仅仅表现为大范围风向一致的连续型风场，在 1.5km 高度以下风速可达 27m/s 以上，甚至出现速度模糊。这种风速极大的超低空急流由于动量下传的作用，往往会引起地面极大风速，从而造成地面大风灾害。

这种超低空急流反射率图上仅仅表现为普通雷暴或普通层积混合型降水型回波，在速度图上有极大的风速，甚至出现速度模糊。因此开发基于径向速度数据的大风速识别技术即可实现对超低空急流引发的地面大风的自动识别。

由于只有近地面的超低空急流才可以引发地面大风，在开发识别算法时将只使用最低仰角的径向速度数据。另外由于超低空急流速度大，可能导致速度模糊，这会对识别算法产生干扰，因此需要研发速度退模糊算法对原始速度数据进行质量控制，使其还原成真实速度值。

在对径向速度进行质量控制的基础上,可以采用图像处理技术中区域分离技术来实现大风速区的识别:首先确定大风速的阈值,仅保留阈值以上的数据点,大风速区将以孤立的块状区域存在。利用区域分离技术将每个孤立区域识别为一个数据集合,面积较小的数据集合认为是噪点加以删除,面积较大的区域认为是大风速区加以保留,以大风速区的风向风速和覆盖的行政区域作为最终识别结果。

d) 中尺度气旋

中尺度气旋是在发展强烈的强风暴中产生的中小尺度涡旋,北半球呈逆时针旋转,直径数公里至数十公里不等。发展强烈的中气旋旋转速度极快,及地的中气旋可能对地面造成严重破坏,甚至诱发龙卷。

中气旋在径向速度图上有较为明显的特征,表现在低层多个仰角的径向速度图上呈明显的以径向为对称轴的正负速度对。根据上述中气旋径向速度特征开发中气旋识别模块,具体识别算法以蓝金模式为基础,在多普勒径向速度场上寻找气旋式旋转的涡旋结构。这种涡旋结构表现为以径向方向对称的正负速度对,这些速度对可能在不同仰角上均可被发现。当在两个或以上仰角上探测到速度对,而且在垂直方向上这些速度对的中心之间的距离小于预先设定的阈值,那么认为这些速度对同属于同一个涡旋。计算涡旋的切变、角动量、顶高、底高等物理量,只有那些具有强切变、垂直伸展达一定高度、持续一定时间的涡旋才被认为是中气旋。

算法中涉及诸多约束条件和阈值,由于气候地域的差异,不同地区的中气旋尺度、结构可能有所不同。为了更加精确识别中气旋,需

要收集当地多年中气旋历史个例用于算法测试，以求确定识别效果最佳的参数配置。

e) 龙卷

与中气旋类似，龙卷也是由强风暴产生的一种及地的涡旋，比中气旋尺度更小，其径向速度特征也与中气旋类似，呈逆时针旋转的涡旋结构，但尺度更小。

算法首先从雷达的平均径向速度中识别出一维速度切变段，即大于指定的速度差阈值的距离库到距离库的速度切变。之后按从大到小设定 6 个速度差阈值，分别考察每个仰角的一维速度切变段，对超出相同速度差阈值并且在径向距离以及方位角上相接近的速度切变段，对其进行合并，并定义为二维特征。对得到的所有二维特征进行约束，使其在每个径向距离库处仅保留一个最具代表性的速度切变段，经过约束得到的二维特征，如果符合以下三个条件：（1）仍然包含足够数量（例如 3 个）的速度切变段；（2）长宽比不超过指定阈值；（3）不与其他二维涡旋重叠，那么就定义为一个新的二维涡旋。

随后再利用上述过程处理得到的所有二维涡旋考察构造三维特征，三维特征由一定距离内相邻高度角的二维涡旋构成，其中，由超过一定数量二维涡旋构造而成的三维特征，定义为三维涡旋。当一个体扫的所有仰角扫描上的二维涡旋都被识别后，开始在整个体扫范围内进行垂直连续性检验：一个三维特征至少由两个二维涡旋构成，两个二维涡旋之间最多相隔一个仰角。构成三维特征的二维涡旋质心之间的水平距离要求小于 2.5km。

最后，再对三维涡旋进行分类，最终生成 TVS（龙卷涡旋特征）和 ETVS（高架龙卷涡旋特征）两种产品。

2) 短时强降水识别模块

研究发现，降雨雨强 I 与雷达反射率 Z 之间存在一定的关系，雷达气象学上称为 Z/I 关系。利用这一关系可以利用雷达探测所获得的反射率因子 Z 估算出降雨雨强 I 。本模块首先利用雷达反射率因子估算出过程累积雨量，然后利用图像处理技术中的区域分离技术，将大于某阈值的强降水区域识别出来，作为最终识别结果加以输出。过程累积时间以一小时较为适宜。

在利用 Z/I 进行雷达定量估算降水时，系数 A 与 b 值较为关键，直接影响了估算降水的精度。为得到最合理参数 A 、 b ，设计了动态 $Z-I$ 关系方案。具体作法：假设由雷达每次观测的反射率因子 Z 值转换成雨强为 I ，则转换公式为 $Z = AI^b$ ，再将逐次得到的 I 值进行时间累计，以获得每小时降雨量的雷达估算值 H ，令每小时实测雨量为 G ，然后将二者进行比较。这里采用误差平方随机补偿法来保证雷达估测值误差最小，即选定判别函数 $CTF = \min \{ (H - G)^2 + (H - G) \}$ ，通过不断调整参数 A 和 b ，直到判别函数 CTF 达到最小为止。为节省计算时间，将 A 从 100 开始到 1000 之间以 5.0 为间隔（共 200 个 A 值）、 b 从 1.0 开始到 4.0 之间以 0.01 为间隔（共 300 个 b 值），共计算 200×300 组 $Z = AI^b$ ，同时计算 200×300 个判别函数 CTF ，认定判别函数 CTF 达到最小时的参数 A 和 b 所确定的 $Z-I$ 关系是最优的。最后，将上一时次获得的最优 $Z-I$ 关系应用到下一时次的雷达回

波反射率预报场中，将雷达回波反射率预报场反演为降水预报场。

3) 冰雹识别模块

目前有较为成熟的基于雷达反射率的冰雹探测算法，比如 WSR-88D 多普勒雷达产品算法集中包含的冰雹探测算法，目前我国气象部门应用的冰雹识别算法即为此算法，在业务中应用取得较好效果，但存在空报严重的现象。本项目借鉴成熟的 WSR-88D 冰雹探测算法，并对算法加以改进，在改进算法中引入实况探空的零度层高度，进一步降低空报率，提高识别结果。

4) 识别产品的入库

实时对接气象大数据云平台，产品实时上传，在气象大数据云平台提供快速获取识别产品接口，并提供根据雷达站号、时间段、类型等参数组合获取识别产品。对上传气象大数据云平台的数据索引需要立即发布至业务消息中心。

(4) 组网天气雷达终端应用模块

组网天气雷达终端单机版应用软件采用 C++/C#/java 语言编写，软件主界面采用 QT/开发框架开发。

系统分为以下主要功能：

1) 产品查询

设计产品查询对话框，提供雷达站、产品、时间、仰角等选择项，帮助用户精确选择所需雷达产品。

2) 产品及基本数据显示

设计产品显示对话框，用于雷达产品的图像化显示。

雷达产品中的数据均以二进制方式存储。程序将以二进制流形式读取雷达产品文件，将径向或栅格方式存储的数据插值到直角坐标系中，根据事先规定的分级区划对数据值进行等级化，然后用色标相对应的颜色值进行图像区域填色。通过以上处理流程将二进制文件转换为可视化的雷达图像。

3) 地理信息叠加

为帮助用户确定雷达回波的距离、方位及行政区位置，还要绘制以雷达站为中心的极射网格、范围环和地理信息，主要有行政区划界线、河流、地名等。

地理信息可采用正规测绘部门发布的我国行政区划 SHP 格式数据集。由于雷达回波采用的是水平日晷投影，为保证雷达回波与地理信息匹配，地理信息数据也要经过水平日晷投影转换，然后采用绘图语言中 drawline 函数将行政边界叠加绘制在雷达回波之上。

4) 垂直剖面

雷达垂直剖面在风暴结构分析中十分重要，有助于判断风暴垂直结构，帮助业务人员进一步对风暴的生消演变做出判断。

垂直剖面主要基于雷达体扫描数据来完成。剖面走向由用户在产品显示界面上确定：用户通过鼠标在雷达回波上画线段，系统将根据用户确定的回波走向进行垂直剖面运算，生成图像产品以新的图像显示窗口向用户展示。这里采用任意基线剖面算法进行剖面的生成。该算法技术成熟、插值准确、运算速度快，符合本项目的技术要求。

5) 强对流告警

系统接收到单站雷达强风暴识别产品后加以判断，当强风暴强度超过预先设定阈值时认为该强风暴发展强烈，将会带来严重灾害，系统将自动显示该产品图像，并在雷达基本反射率图像上叠加强风暴识别结果，并以声音告警方式发出警告，提醒业务人员注意并及时响应。强风暴类别以符号形式呈现，不同强风暴类型用不同符号来表示。

6) 区域雷达拼图

单站雷达探测距离有限，多部雷达组成区域拼图将拓展雷达监测范围，可以在大尺度上展现天气实况，有利于短时临近预报工作对于天气的实时把握。

系统首先读取多部雷达基数据，经过投影转换后统一到麦卡特投影下，然后绘制成图像在拼图产品窗口中显示。鉴于反射率产品在业务中得到普遍应用，系统选取雷达反射率进行拼图操作。

7) 数据保存

系统对接收到的各雷达站基数据及产品数据将自动保存。保存时按雷达站名\日期的目录结构存放，单雷达站一天数据放在一个目录下，目录以日期命名。为节省存储空间，利用压缩算法对数据目录进行压缩。

基于 web 技术的网页版终端应用系统，采用 javascript、html5 等语言编写。

(5) 边界层观测和算法产品

1) 金字塔形边界层立体组网观测算法产品

风速、风向、湍流、散度、涡度和垂直速度等边界层关键动力参

数是天气过程演变的重要驱动因子，实现边界层这些参数的高时空分辨率和高精度探测是实现中小尺度天气过程精准预报的基础。利用单个量子测风雷达探测（风廓线雷达），研发风切变、大气湍流廓线反演算法和产品。借助三台量子测风雷达风廓线雷达组网观测，研发垂直方向无缝隙全天候的散度、涡度和垂直速度等大气动力参数反演算法和产品。借助 5 个雷达站点构建与云相适应的 8 个动态三角形。该系统可根据云的大小和位置调用观测网络中任意三个点组成新的动态三角形网格，并利用三角形法计算三角形区域内的大气散度、涡度和垂直速度剖面。利用上述公式遍历 PLOTUS 系统 8 个三角形，可得到该区域上空任意高度上动态三角形网格内的水平散度和相对涡度，进而给出该区域上空时空连续的大气辐合、辐散和垂直速度等动力参数廓线产品。

2) 观测资料快速循环同化系统

a. 设计量子雷达资料观测算子，构建量子雷达资料同化模块。发展针对风云卫星辐射率资料的同化系统，包括适用于风云卫星辐射率资料预处理模块的设计及优化。研究风廓线雷达资料质量控制技术，开发风廓线雷达资料同化模块。发展卫星资料、风廓线雷达及量子雷达多尺度同化技术，实现天气雷达、卫星、风廓线、量子雷达资料快速循环同化。

b. 开展敏感区加密观测和已有观测资料同化更新模式初始场，评估适应性观测资料同化对模式初始场各要素的影响。开展常规业务气象观测资料的同化预报与增加移动观测的同化预报对比试验，对比分

析灾害性天气系统发生时刻和位置差异特征，综合评估适应性观测资料同化对灾害性天气预报的影响。

c. 基于适应性观测资料同化对灾害性天气预报影响评估，更新快速循环同化系统中量子雷达、天气雷达及卫星等资料观测误差，协调背景误差协方差矩阵控制变量，优化局地影响半径等同化系统参数，构建适用于江淮地区的快速循环同化系统。

3) 基于人工智能的强对流天气短临预报

借助量子雷达和风廓线雷达形成的动力参数，结合云雷达和边界层耦合技术，以及微波辐射计、静止气象卫星、地面自动站观测，研发有云边界层关键热动力参数协同反演算法，发展基于卷积神经网络（CNN）等深度学习强对流预警预报模型，实现合肥地区提前 1 小时的强对流短临预警预报产品，提升强对流天气的预报预警能力。

3.5.3.1.4 智能网格预报能力建设

5.5.3.1.4.1 智能网格预报协同制作

（1）预报底稿生成

预报底稿生成主要通过算法平台来实现。将中央台指导模式、EC 等数值模式产品按照全国智能网格气象预报业务规定的经纬度范围、空间和时间分辨率进行统一的降尺度处理、时间加密、资料补充、协同一致等加工处理，最终输出符合业务规定的智能网格背景场产品，并在此基础上将各种预报模式进行交叉取优形成输出集成优选的智能推荐预报产品。主要分为以下几个步骤：

①本省降水 MOS 算法。根据格点预报基本信息，通过数据接口调

用模式预报数据，利用降尺度程序和时间加密模块对数据时空分辨率进行统一，并根据缺失资料补充规则，对缺失资料进行补充，通过要素协同模块对数据进行一致性协同处理。收集 2017 年至今 ECMWF 模式和区域模式的逐 3h 多要素预报数据和同期安徽省实况降水站点观测数据（基于全省 973 个站点）。基于降水天气形势场客观识别算法，对历史逐 3h 降水预报进行形势场识别和分类，建立循环更新的历史多模式降水预报数据库。考虑到数值模式在不同天气形势下对强降水的落区预报可能存在系统性偏差，故对 2011 至 2021 年 ECMWF 模式 24h 降水预报量和对应时段实况观测降水量均在安徽省境内达到 50mm 以上的天气形势预报场进行识别和分类，统计不同形势场下模式强降水预报落区与实况落区的位置偏差，并结合模式其他气象要素预报开发基于天气形势分类的强降水预报落区订正算法。对当前最新的 ECMWF 模式逐 3h 降水预报进行客观形势场识别与分类。利用相同形势场的历史多模式降水预报数据，为不同模式分别设置相同范围的集成系数变化区间，通过遍历方法，对不同集成系数组合下的多模式降水集成预报进行 TS 评分检验，选取评分最高的系数组合作为当前最新预报的多模式集成方案。最后，利用强降水预报落区订正算法对多模式集成降水预报落区进行订正，生成最终的智能网格 3h 降水预报底稿。

②本省温度 MOS 算法。根据格点预报基本信息，通过数据接口调用模式预报数据，利用降尺度程序和时间加密模块对数据时空分辨率进行统一，并根据缺失资料补充规则，对缺失资料进行补充，通过要

素协同模块对数据进行一致性协同处理。收集 2017 年至今全球模式逐 3h 多要素预报数据和同时段实况高低温观测数据，并利用邻近插值方法插值到安徽省境内 293 个站点，分别形成高温、低温预报历史数据集。(2) 虑到模式高低温预报特征受地形因素影响较为明显，故初步考虑基于全省 293 个站点，选择合适的机器学习算法（包括随机森林、XGBoost、LightGBM 等）分别开发高温、低温预报模型。将高温、低温预报训练集数据按不同站点，分别带入对应的高温、低温预报模型进行训练。将高低温预报测试集数据（带入训练好的模型，生成智能网格 24h 高低温预报产品。

③本省风场 MOS 算法。根据格点预报基本信息，通过数据接口调用模式预报数据，利用降尺度程序和时间加密模块对数据时空分辨率进行统一，并根据缺失资料补充规则，对缺失资料进行补充，通过要素协同模块对数据进行一致性协同处理。对 2012 年至今全省逐个国家站的逐日实况极大风速数据和 WRF 模式预报的 10m 风极大风速数据进行统计，并建立实况数据和模式数据的联合概率密度分布函数作为该站点进行极大风速预报的参考。在建立联合概率密度分布函数时：首先将实况极大风速和模式模拟风速的值域均设置为 0-40m/s；然后以 0.25m/s 作为单个风速区间大小，将实况和模拟风速值域分别分为 160 个风速区间，由此形成一个规格为 160×160 的实况—模拟风速的联合分布网格；最后通过统计单站历史逐日实况和模拟极大风速在风速的联合分布网格中各个风速区间内所出现的记录数，并分别除以单站的历史总记录数，从而得到单站的实况数据和模式数据的联合概

率密度分布函数。在对逐个站点进行极大风速预报时，以模式输出的逐日 10m 风极大风速作为自变量，对比概率密度分布函数中模式风速所对应的概率密度值，选其最大值所对应的历史实况风速值作为该站点的逐日极大风速预报数据，生成风场智能网格预报产品。

④中央台 MOS 数据融合。根据格点预报基本信息，通过数据接口调用中央台指定数据，利用降尺度程序和时间加密模块对数据时空分辨率进行统一，并根据缺失资料补充规则，对缺失资料进行补充，通过要素协同模块对数据进行一致性协同处理，最终生成中央台指导背景场数据。

⑤短临降水背景场制作。根据格点预报基本信息，通过数据接口调用模式预报数据，利用降尺度程序和时间加密模块对模式时空分辨率进行统一，并根据缺失资料补充规则，对缺失资料进行补充，通过要素协同模块对数据进行一致性协同处理，根据最新的实况，评估检验 CMA-MESO、CMA-SH9 和 CMA-SH3 模式，首先利用时间滞后法和时间邻居法构建降水预报集合，然后利用 OTS 方法对其强度进行初步订正，利用最优百分位方法对初步订正后的成员进行集成，最终形成短临降水预报底稿。

⑥短临雷暴大风背景场制作。根据格点预报基本信息，通过数据接口调用模式预报数据，利用降尺度程序和时间加密模块对模式时空分辨率进行统一，并根据缺失资料补充规则，对缺失资料进行补充，通过要素协同模块对数据进行一致性协同处理，根据最新的实况，评估检验 CMA-MESO、CMA-SH9 和安徽本地 WRF 模式各区域模式的预报

效果，动态挑选出较优的模式成员，并不断对模式预报结果进行修正、拟合，从而形成高频滚动订正的短临雷暴大风天气预报底稿。

⑦短临大雾背景场制作。根据格点预报基本信息，通过数据接口调用模式预报数据，利用降尺度程序和时间加密模块对模式时空分辨率进行统一，并根据缺失资料补充规则，对缺失资料进行补充，通过要素协同模块对数据进行一致性协同处理，收集历史大雾天气数据集，通过相关性检验筛选与大雾预报相关性较高的要素。此外由于大雾发生样本属于小概率时间，通过随机抽样、上采样等方法处理数据集并保持样本均衡化。基于随机森林、LightGBM 分别构建大雾短临预报模型，最终生成短临大雾预报底稿。

⑧模式预报背景场制作。根据格点预报基本信息，通过数据接口调用模式预报数据，利用降尺度程序和时间加密模块对模式时空分辨率进行统一，并根据缺失资料补充规则，对缺失资料进行补充，通过要素协同模块对数据进行一致性协同处理，最终生成模式预报背景场数据。全球模式主要选用 EC 细网格、CMA-GFS 数据，区域模式主要选用省台 WRF、CMA-9KM 数据，集合预报主要选用 EC 全球集合预报系统多模式平均、70 百分位和 90 百分位数据。

⑨前期预报融合背景场制作。根据格点预报基本信息，通过数据接口调用前几个时次的起报时间的网格预报数据，对前几个时次的起报时间及时效进行偏移，生成当前起报时间的网格预报数据，根据缺失资料补充规则，对缺失资料进行补充，最终生成基于前期预报的背景场数据。

⑩集成优选生成算法。根据格点预报基本信息，通过数据接口调用各家背景场数据，利用检验数据查询接口调用检验评分结果，对各要素不同时次的数据优先使用评分高的模式，根据缺失资料补充规则，对缺失资料进行补充，最终生成集成优选背景场数据。

（2）数据存储和共享

数据存储和共享主要通过数据支撑环境来实现。智能网格预报协同制作模块融入省级气象大数据云平台，主要利用实时应用库（Cassandra）对背景场、订正数据和预报产品进行存储，利用气象大数据云平台的文件索引库和 NAS 对本省的融合预报服务产品的历史数据进行在线存储，利用应用支撑库（虚谷云库）进行订正应用元数据存储。各类产品和数据的存储策略如表所示。表空间设计为：BEHF_NWFD，BEHF 为安徽省区域标识码，NWFD 为智能网格预报产品的固定标识码。建设 3 个副本表，分布于不同物理节点，防止单点故障。

表 5.5.3.1- 3 数据与储存

分类	数据	物理存储位置
基础数据	CMA 数值天气模式、ECMWF、中央台指导报、客观预报、实况分析等	气象大数据云平台-NAS
网格预报背景场加工数据	订正背景场，参考资料	气象大数据云平台-实时应用库（Cassandra）
网格预报用户订正数据	用户订正数据，协同数据等	气象大数据云平台-实时应用库（Cassandra）
网格预报省级服务产品	本省融合预报服务产品，周边省级预报产品缓存	气象大数据云平台-实时应用库（Cassandra）
订正应用元数据	用户信息，订正边界，岗位，权限，操作日志等	气象大数据云平台-应用支撑库（虚谷云库）

分类	数据	物理存储位置
历史网格 预报服务产品	本省融合预报服务产品	气象大数据云平台-文件 索引库+NAS

智能网格预报服务接口集成在气象大数据云平台统一服务接口当中。按照新增资料的配置方式对预报服务资料进行数据服务接口的配置，并发布到省级气象大数据云平台提供应用访问。资料和接口的配置需要在省级气象大数据云平台 MUSIC 接口管理后台气象资料、访问接口和模式信息中配置。面向用户提供客户端、Rest 服务、脚本服务等服务方式，调用方法与接口使用流程与气象大数据云平台统一服务接口完全一致。

为了满足不同级别业务部门的需求，系统需要采用框架+插件的方式，实现不同需求不同组合。省级用户主要实现全省网格预报的加工制作、浏览功能；市级台站用户协同省台参与全省关键点的预报加工制作功能，实现全省网格预报浏览；县级台站用户主要实现预报浏览。

（3）算法实现

智能网格预报协同制作模块涉及的算法主要通过算法平台来实现，主要包括要素协同算法、主客观融合工具、网格预报融合算法。

①要素协同算法。订正降水、温度、云量、湿度、相态等要素时，协同与之相关的要素，保证要素之间的一致性。

降水时空协同技术：现有业务中，预报员通常主观订正制作逐 12h 或逐 24h 降水，再通过所选择背景场的时间拆分系数将其分配至逐 1、逐 3、逐 6h。统计结果显示，现有的智能网格逐 3h 降水准确

率尚有不足，PC 和 TS 评分均小于数值模式原始输出产品。为提高逐 3h 降水预报准确率，需改进智能网格降水协同关系，将数值模式逐 3h 降水作为背景场用于协同规则中，具体办法是：将预报员预报的逐 12 小时或 24 小时累计降水，按模式逐 3 小时降水的比例关系分配到各预报时段；若逐 12h 或逐 24h 时段内预报员预报了降水，而数值模式没有预报降水，则对地面湿度进行判断，如果地面湿度超过 80%，则按该站点的湿度比例进行降水分配，若预报时效内均没有湿度超过 80% 的站点，则将降水赋值到湿度最大的那个时次。

温度时空协同技术：原有的温度协同方案得到的逐 3h 预报准确率不高，有时低于数值模式原始输出预报，需要进行改进。主要方法是结合不同日较差下逐小时温度的气候变化曲率和逐 3 小时客观预报进行时间降尺度，并利用临近时刻实况温度来调整整点温度，滚动计算前 6 小时预报已知误差，再基于时间的衰减系数订正 001-006 预报时段逐小时气温。

降水相态生成技术：在有降水的前提下，根据地面、1000、925、850hPa 等高空温度作为指标。安徽降雪、雨夹雪一般判据为当地面温度小于 2°C 、1000hPa 温度小于 0°C 、925hPa 温度小于 -2°C 、850hPa 温度小于 -3°C 判断为雪；当地面温度在 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 、1000hPa 温度在 $2\sim -1^{\circ}\text{C}$ 、925hPa 温度在 $-1\sim 3^{\circ}\text{C}$ 、850hPa 温度在 $-1\sim -5^{\circ}\text{C}$ 判断为雨夹雪。但该指标不涉及高空湿度，有必要改善。还需参考高空湿度，从而判断该区域雨夹雪、雪、冻雨等相态。

降水相态和天气现象协同技术：原有的冬季相态协同方案只与智

能网格预报的地面气温和降水有关，在有降水的前提下，当地面气温降到一定指标，预报雨夹雪、雪等固态降水。该指标不涉及高空温度，业务预报中发现经常空报降雪，有必要改善。统计结果显示高空温、湿条件与冬季相态亦关系密切，可将统计出来的高空冬季相态温、湿特征值应用到业务中并进一步优化降雪指标。根据温度变化情况调整雨雪量级。根据云量、降水量协同天气现象。

②主客观融合工具。算法平台可提供概率匹配平均、全场频率调整、全场滤波调整、目标雨区调整、最优集合相似、类卡尔曼滤波递减平均等工具，预报员可根据近期模式预报能力检验结果，借助客观工具形成更具参考价值的主客观融合预报产品。

基于概率匹配的降水量优化算法：

由于降水为非高斯分布的变量，常规算法使得小量级降水范围扩大，大量级降水受到平滑而减弱，从而损失了有效的预报信息。为解决该问题，引入概率匹配技术，将具有较好空间分布和具有较好量级频率分布的两个 QPF 预报场合成起来。

首先将猜测场的 $W \times H$ 个格点按照从大到小顺序排列得到序列 A；预报员选取匹配场，可以是评估的降水概率分布误差最小的单个模式或客观预报场，按照从大到小顺序排列得到序列 B；用序列 B 的值替换 A 相同位置的猜测值；将序列 A 恢复到猜测场的原位置，即得到概率匹配猜测场。此外，为了避免全场概率匹配使得距离较远的降水区域相互影响，增加局地概率匹配选项，即对每个格点，以该格点为中心选取正方形区域（ $5^\circ \times 5^\circ$ ），计算该区域的概率匹配场，中心值

即为该格点的概率匹配猜测场值，依次循环每个格点得到概率匹配猜测场。

全场频率调整算法：全场频率调整技术用于将最优猜测场的频率分布曲线调整到预报员给定的频率分布曲线上，从而使全场降水量级得到改变。算法分为 3 个步骤：首先将降水量级按照间隔 5mm 分段，计算各段内出现的格点数量，之后利用局地多项式拟合得到猜测场频率分布曲线（虚线）；预报员按照预报经验主观给出调整场频率分布曲线（实线）；针对每个格点上的猜测值“RAW”可以通过猜测频率分布曲线（虚线）获得出现频率值，为保证猜测场与调整场具有相同频率分布，则在调整频率分布曲线（实线）上找到同样频率的位置，其对应的降水量即为调整后的预报值“CAL”。

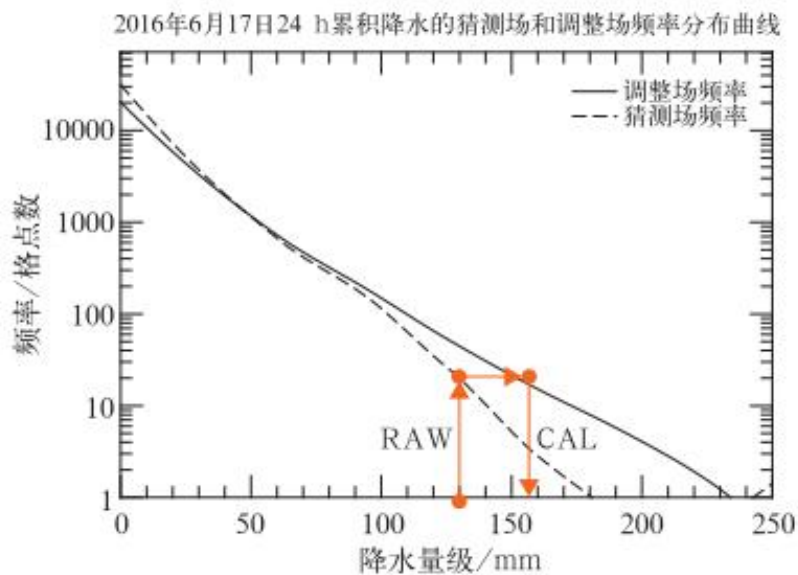


图 5.5.3.1- 19 全场频率调整示意图

滤波调整算法：全场滤波调整技术主要用于滤除降水场的噪音分布，应用情景包括最优猜测场主要来自高分辨率中尺度模式预报，或者集成成员之间差别较大而造成明显噪音。滤波调整技术算法通常分

为 3 个步骤：对于每个格点，搜寻周围领域点，可以是矩形范围内，或者半径为 R 的圆形范围；对该格点及其领域点赋予权重值，不同的滤波方法采取不同的权重策略（如表）；最后求权重平均，得到滤波值。

方法名称	权重系数	参数说明
9 点平滑滤波	选取格点及其周围点,中心点为 1,东西南北方向上 4 个点为 0.5,斜对角方向上 4 个点为 0.3	
Gauss 滤波方法	$w_i = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{d_i^2}{2\sigma^2}}$	d_i 为领域点到格点的距离, σ 为影响半径
Cressman 滤波方法	$w_i = \frac{(R^2 - d_i^2)}{(R^2 + d_i^2)}$	R 为搜索半径, d_i 为领域点到格点的距离
Circular 滤波方法	$w_i = \frac{\text{Bessel}(3, 8317d_i/R)}{3, 8317d_i/R}$	$\text{Bessel}()$ 为贝塞尔函数, R 为搜索半径, d_i 为领域点到格点的距离
Rectangular 滤波方法	$w_i = \frac{\sin(\pi x/R)}{\pi x/R} \times \frac{\sin(\pi y/R)}{\pi y/R}$	x 和 y 为经向和纬向上的距离, R 为搜索半径

图 5.5.3.1-20 全场滤波调整方法列表

目标雨区调整算法：单点和目标雨区的值域调整技术主要用于最优猜测场的局部调整。单点值域调整即在预报员指定格点上增加或减少预报值 ΔQ ，同时为了防止与周围格点的不连续性，其领域点值增减用 $\Delta Q_i = \Delta Q \cdot \frac{d_i^2}{2R^2}$ 计算，这里 d_i 为领域点到单点的距离， R 为指定的影响半径。目标雨区调整技术首先需要识别降水场上所有雨区对象，这里每个对象为降水值大于指定阈值且空间连通的格点集，然后针对选定的单个或者多个目标对象进行值域调整。目标雨区识别采用图像处理中的 Blob 分析方法由两个步骤组成：首先依据指定降水阈值 Q_t ，将降水场变换为二值图像，即 $\geq Q_t$ 的格点值设为 1，其余格点值设为 0；然后进行二值图像的连通区域标记识别得到一定量级的雨区，

中心标记出雨区的序号；识别出雨区之后，可以进行值的增减，或者

极值调整，其计算公式为：
$$Q'_i = \frac{Q'_{\max} - Q_{\min}}{Q_{\max} - Q_{\min}}(Q_i - Q_{\min}) + Q_{\min} \quad i \in S$$

式中， $Q_{\max}$ 和 $Q_{\min}$ 为雨区 S 的最高和最低值， $Q'_{\max}$ 为调整后的雨区最大值， Q_i 为雨区内格点降水值，而 Q'_i 为调整后降水值。

目标雨区位置调整技术将降水中心或雨带进行任意方向移动，从而实现对位置偏差的订正。若将雨区进行整体平移，则会造成原区域格点的降水值空缺，而新区域与周围格点值不连续。为解决该问题，引入图像处理中的图像变形技术设计针对雨区移动的变形算法。

③网格预报融合算法。市级站点数据根据邻近网格最优先原则，融合至省台格点预报；市级格点数据根据行政边界进行融合拼接，省外网格使用省台网格预报；利用实况数据及快速循环更新预报数据，实现网格预报滚动订正更新。

（4）交互订正

①用户权限接入。根据用户登录信息，获取用户的所在单位、岗位、值班信息。根据系统后台录入的业务工作流程，自动加载工作流程所需模块。用户可在智能网格预报协同制作模块的前台实现预报产品的交互订正功能。订正工具主要包括以下几种：

②画笔订正工具。用户通过鼠标点击圈选区域的方式订正任意闭合区域的格点值，包括设置任意值或者区域内数值的整体增减。

表 5.5.3.1- 4 画笔工具

用例名	画笔工具

功能说明	在网格预报将模块中订正任意闭合区域的格点值	
输入输出参数（I/O）		
	参数名称	参数类型
输入	修改方式	字符
	修改区域范围	字节流
	修改数值	数值
	当前背景场数据	字节流
输出	修改结果	字节流
处理过程		
基本处理过程	1. 启动画笔修改工具 2. 用户选择画笔工具修改方式（定值或增减） 3. 用户输入修改值 4. 用户在 GIS 中通过鼠标左键点击划选区域 5. 右键松开后形成闭合区域，订正区域内格点数据 6. 记录日志	
是否发送消息	否	

③等值线分析工具。用户通过对等值线的修改分析实现对格点数据的订正。包括增加等值线、增加中心点、修改等值线值（鼠标移动到要修改的等值线，高亮显示后，可修改等值线值、修改等值线形状、移动等值线、删除等值线、清除所有等值线等操作），将调整后

的等值线转换为格点数据，应用到格点场。

表 5.5.3.1- 5 等值线分析工具

用例名	等值线分析工具	
功能说明	实现对格点场中等值线的修改分析	
输入输出参数（I/O）		
	参数名称	参数类型
输入	修改方式	字符
	修改值	字符
	等值线范围	字节流
	当前背景场数据	字节流
输出	修改结果	字节流
处理过程		
基本处理过程	1. 启动等值线订正 2. 系统根据背景场数据绘制等值线并显示控制点 3. 选取等值线操作方式，包括增加等值线、增加中心点、修改等值线值（鼠标移动到要修改的等值线，高亮显示后，可修改等值线值、修改等值线形状、移动等值线、删除等值线、清除所有等值线等） 4. 将调整后的等值线转换为格点数据应用到格点 5. 记录日志	
是否发送消息	否	

④风向风速订正。用户通过鼠标点击选中风向杆的方式旋转订正任意闭合区域的风向，通过鼠标滚轮前后滑动或者设置任意值订正风速大小。

表 5.5.3.1- 6 风向风速订正

用例名	风向风速订正	
功能说明	实现对格点场中风向和风速的修改	
输入输出参数（I/O）		
	参数名称	参数类型
输入	修改方式	字符
	修改区域范围	字节流
	修改数值	数值
	当前背景场数据	字节流
输出	修改结果	字节流
处理过程		
基本处理过程	1. 启动风向风速修改工具 2. 用户在 GIS 中通过鼠标左键点击划选区域，右键松开后形成闭合区域。 3. 移动鼠标旋转订正区域内的风向 4. 鼠标滚轮前后滑动或者设置任意值订正风速大小。 6. 记录日志	
是否发送消	否	

息	

⑤相对湿度订正。用户通过鼠标点击圈选区域的方式订正任意闭合区域的相对湿度值，包括设置任意值或者区域内数值的整体增减。

表 5.5.3.1- 7 相对湿度订正

用例名	相对湿度订正	
功能说明	订正网格预报中任意闭合区域的相对湿度值	
输入输出参数（I/O）		
	参数名称	参数类型
输入	修改方式	字符
	修改区域范围	字节流
	修改数值	数值
	当前背景场数据	字节流
输出	修改结果	字节流
处理过程		
基本处理过程	1. 启动相对湿度修改工具 2. 用户选择相对湿度工具修改方式（定值或增减） 3. 用户输入修改值 4. 用户在 GIS 中通过鼠标左键点击划选区域 5. 右键松开后形成闭合区域，订正区域内格点相对湿度 6. 记录日志	
是否发送消	否	

息	

⑥相态订正。用户通过鼠标点击圈选区域的方式订正任意闭合区域的温度、湿度、降水等值，自动协同出不同的雨雪相态。

表 5.5.3.1- 8 相态订正

用例名	相态订正	
功能说明	订正网格预报中任意闭合区域的相态	
输入输出参数（I/O）		
	参数名称	参数类型
输入	修改方式	字符
	修改区域范围	字节流
	修改数值	数值
	当前背景场数据	字节流
输出	修改结果	字节流
处理过程		
基本处理过程	1. 启动画笔修改工具 2. 用户选择画笔工具修改方式（定值或增减） 3. 用户输入修改值 4. 用户在 GIS 中通过鼠标左键点击划选区域 5. 右键松开后形成闭合区域，订正区域内格点温度、湿度、降水等值 6. 自动协同出相态	

	7. 记录日志
是否发送消息	否

⑦数据筛查工具。订正所有满足给定阈值范围内的格点数值。用户通过选择固定区域或所有网格点，输入给点阈值范围后筛查出满足条件的格点，输入修改值后，将区域内符合数值阈值范围内的格点订正为修改值。

表 5.5.3.1- 9 数据筛查工具

用例名	数据筛查工具	
功能说明	在网格预报将模块中订正任意闭合区域的格点值	
输入输出参数（I/O）		
	参数名称	参数类型
输入	修改方式	字符
	被订正数据阈值	数值
	修改数值	数值
	修改区域范围	字节流
	当前背景场数据	字节流
输出	修改结果	字节流
处理过程		
基本处理过	1. 启动数据筛查工具	

程	2. 用户输入被订正数据阈值范围 3. 选择数据筛查工具修改方式（定值或增减） 4. 用户输入修改值 5. 用户在 GIS 中选取闭合区域 6. 将闭合区域内符合数值阈值范围的数据订正为修改值 7. 记录日志
是否发送消息	否

⑧区域拷贝工具。用户在地图上左键绘制区域，属性检视器中会给出选中区域内各家模式预报结果，选中所需要的模式，将该模式的预报结果应用到选定区域的格点上。

表 5.5.3.1- 10 区域拷贝工具

用例名	区域拷贝工具	
功能说明	实现对指定区域格点数据的模式应用	
输入输出参数（I/O）		
	参数名称	参数类型
输入	边界值	字符
	所需模式	字符流
	闭合区域	字节流
	当前背景场数据	字节流
输出	修改结果	字节流

处理过程	
基本处理过程	1. 启动区域拷贝工具 2. 用户在地图上左键绘制区域，属性检视器中会给出选中区域内模式预报结果 3. 选中所需要的模式，将该模式的预报结果应用到选定区域的格点上 4. 记录日志
是否发送消息	否

⑨时间序列面拷贝工具。用户在地图上左键绘制区域，在工具栏输入所需要的预报时间段，属性检视器中会给出选中区域内所选时间段的各家模式预报结果，选中所需要的模式，将该模式的预报结果应用到选定区域选定预报时次的格点上。

表 5.5.3.1- 11 时间序列面拷贝工具

用例名	时间序列面拷贝工具	
功能说明	实现对指定区域指定预报时次的格点数据的模式应用	
输入输出参数（I/O）		
	参数名称	参数类型
输入	边界值	字符
	所需模式	字符流
	闭合区域	字节流

	预报时次	字节流
	当前背景场数据	字节流
输出	修改结果	字节流
处理过程		
基本处理过程	1. 启动时间序列面拷贝工具 2. 用户在地图上左键绘制区域，在工具栏输入所需要的预报时间段，属性检视器中会给出选中区域内所选时间段的模式预报结果 3. 选中所需要的模式，将该模式的预报结果应用到选定区域选定预报时次的格点上 4. 记录日志	
是否发送消息	否	

⑩权重法编辑工具。用户在地图上左键绘制区域，属性检视器中会给出选中区域内的最小值和最大值，地图上根据绘制线条的距离自动计算出中心点。根据实际需求修改起始值后，选中区域内所有格点将按照中心点和线的距离分配相应的数值。

表 5.5.3.1- 12 权重法编辑工具

用例名	权重法编辑工具
功能说明	实现对格点场中指定闭合区域调整区域内权重中心修改

输入输出参数（I/O）		
	参数名称	参数类型
输入	边界值	字符
	权重的值	字符
	闭合区域	字节流
	当前背景场数据	字节流
输出	修改结果	字节流
处理过程		
基本处理过程	1. 启动权重编辑工具 2. 用户在地图上左键绘制区域，属性检视器中会给出选中区域内的最小值和最大值 3. 地图上根据绘制线条的距离自动计算出中心点 4. 根据实际需求修改起始值后，选中区域内所有格点值将按照中心点和线的距离变化 5. 记录日志	
是否发送消息	否	

⑪区域多模式权重工具。用户在地图上左键绘制区域，根据多个模式气象要素不同季节、不同预报时段的统计特征属性检视器中会给出选中区域内的各模式的权重系数，再将各模式集成加权得到的结果应用到选定区域的格点上。

表 5.5.3.1- 13 区域多模式权重工具

用例名	区域多模式权重工具	
功能说明	实现对指定区域格点数据的多模式集成加权	
输入输出参数（I/O）		
	参数名称	参数类型
输入	边界值	字符
	多模式权重的值	字符流
	闭合区域	字节流
	当前背景场数据	字节流
输出	修改结果	字节流
处理过程		
基本处理过程	1. 启动区域多模式权重工具 2. 用户在地图上左键绘制区域，属性检视器中会给出选中区域内多个模式的权重系数 3. 将选中区域内的格点数据进行集成加权，形成最优模式配比下的多模式最优预报数据 4. 记录日志	
是否发送消息	否	

⑫要素协同工具。用户通过鼠标点击圈选区域的方式订正任意闭合区域的温度、降水等值，自动协同出不同的天气现象要素等。

表 5.5.3.1- 14 要素协同工具

用例名	要素协同工具	
功能说明	订正网格预报中任意闭合区域的天气现象等要素	
输入输出参数（I/O）		
	参数名称	参数类型
输入	修改方式	字符
	修改区域范围	字节流
	修改数值	数值
	当前背景场数据	字节流
输出	修改结果	字节流
处理过程		
基本处理过程	1. 启动画笔修改工具 2. 用户选择画笔工具修改方式（定值或增减） 3. 用户输入修改值 4. 用户在 GIS 中通过鼠标左键点击划选区域 5. 右键松开后形成闭合区域，订正区域内格点温度、降水等值 6. 自动协同出天气现象等要素 7. 记录日志	
是否发送消息	否	

⑬主客观融合工具。用户通过启动主客观融合订正工具，选择固定区域或所有网格点，选择所需融合的客观产品，将区域内的主观产

品通过概率匹配的方式与客观产品融合。

表 5.5.3.1- 15 主客观融合工具

用例名	主客观融合工具	
功能说明	通过概率匹配的方式融合主客观产品	
输入输出参数（I/O）		
	参数名称	参数类型
输入	修改方式	字符
	修改区域范围	字节流
	修改数值	数值
	当前背景场数据	字节流
输出	修改结果	字节流
处理过程		
基本处理过程	1. 启动主客观融合订正工具 2. 用户选择想要融合的客观产品 3. 用户在 GIS 中选取主观产品的闭合区域 4. 闭合区域内显示出通过概率匹配的方式融合主客观产品 5. 记录日志	
是否发送消息	否	

⑭检验结论集成显示工具。用户通过启动检验结论集成显示工具，选择固定区域或所有网格点或站点，选择所需检验的数据要素和时间，将区域内的数据检验结果进行展示，给出总体结论。

表 5.5.3.1- 16 检验结论集成显示工具

用例名	检验结论集成显示工具	
功能说明	对数据要素的检验结果进行融合，给出总体结论	
输入输出参数（I/O）		
	参数名称	参数类型
输入	修改方式	字符
	修改区域范围	字节流
	修改数值	数值
	当前背景场数据	字节流
输出	修改结果	字节流
处理过程		
基本处理过程	1. 启动检验结论集成显示工具 2. 用户选择需要检验的数据要素 3. 用户在 GIS 中选取所需检验的闭合区域或单个站点或所有网格点 4. 用户在工具栏中选择所需检验的时间 5. 闭合区域内显示出不同检验时间下的检验结果图像，单个站点能显示出随检验时间变化的折现或柱状图 6. 记录日志	
是否发送消息	否	

（5）市级智能网格预报订正平台

①权限接入。根据用户登录信息，获取用户的所在单位、岗位、值班信息，将市级用户权限接入地市级智能网格预报订正平台。地市级智能网格预报订正平台主要具备以下功能：

②模板定制生成产品。根据模板制作 12 小时、3 天、7 天等天气预报文字产品。提供编码替换法气象要素自动填充功能，对气象要素编码和数据进行一对一绑定，用户在文本模板内填入相应的编码，在前端模板加载时，系统自动将编码转换成相应的气象要素，从而完善预报文字产品初稿。

③关键点订正模块。用户通过鼠标点击圈选区域的方式订正任意闭合区域或关键点的气象要素的格点值，包括设置任意值或者区域内数值的整体增减。

④制作电视天气预报。内容包括：省内城市天气预报、省内主要风景区天气预报、外省城市天气预报，电视天气预报可分为数值格式和文本格式两种。

⑤制作智能周报（168 小时预报）。输出 word 格式文档，采用 word 自动化技术，采用 word 模板自动填充技术，实现常规气象要素的自动填入，并提供前期以及同期天气周报参考。

⑥基本预报产品输出。自动绘制未来 24、48 和 72 小时降水、气温预报图，图形方式包括站点时序图、区域图，提供复制、粘贴等功能。格式化预报文本可通过模板信息从智能网格预报数据中提取生成。

⑦省市预报协同。在市级网格预报订正平台对省级平台的网格预

报订正功能进行简化，并增加符合地市级需要的订正功能和省市协同功能。站点到格点的反馈。温度订正：采用“站点订正系数向格点场传递”方法，本方法分为四步：①采用双线性插值方法将格点上的网格预报气温产品插值到站点上；②逐站点建立订正网格预报气温的一元线性回归方程，得到站点上的订正系数 a 和 b ；③通过反距离权重插值方法，将站点上的订正系数 a 和 b 分配到格点上；④利用订正系数的格点场对网格气温的格点场进行订正。降水订正：预报对站点降水进行订正时，降水数据影响所在网格。并将消息发送至省级预报员，省级预报员以主观的方式进行协同方案选择。

⑧预报上传与发布。提供接口上传至省级智能网格预报库，实现预报一键上传，提供 ftp、接口上传等方式将预报上传到本地服务器。对接产品发布中台，实现预报对外一键发布。

⑨插件扩展。每个地市的需求预报订正和制作需求不尽相同，因而需要提供插件式框架，地市气象台站可根据业务服务需要开发和完善相关接口或模块，以满足地市级气象业务服务需求。

（6）短临监测预警子系统

①权限接入。根据用户登录信息，获取用户的所在单位、岗位、值班信息，根据用户信息提供始化配置。

②多源气象观测资料实时显示。将近 24 小时内观测站、雷达、卫星等气象观测资料接入；实时显示温度、压、湿、风、降水等多类气象要素。提供快速的历史气象数据检索功能，分钟级历史数据检索时段不少于 2 年滑动，检索数据包括安徽省内所有气象站点温度、降

水、极大风、瞬时风、能见度、相对湿度等。

③短临预报产品制作与显示。实现短临落区产品制作、保存、下发等功能。省级制作界面可叠加地形、省市县乡四级行政区等数据，可调阅多模式网格预报和客观预报产品，包括短临降水（累加降水）、风、气温等客观网格预报产品，雷达外推等。用户可自定义落区样式，如填充样式、填色值、透明度、边界样式等。用户并可对落区进行标注文字，文字大小字体可调，图像可导出。

④预警信号监控。对省、市、县发布的预警信号进行实时监控，对关注的区域内即将到期的预警信号进行语音提醒和图像闪烁。区域以预警信号的最高级别颜色填充，同一区域发布多个预警信号时应该在行政区中央并列显示预警信号图标。具有实时统计生效预警信号的类型和颜色功能，提供查询一段时间内预警信号，输入参数包括单位、时间段、预警类型、预警等级等。

⑤预警（信号）预设置和发布。为预警信号提供发布的模板以及签发人、发布单位等信息。设置完成后具有预览模板的功能，可查看各类预警信号发布的样例内容。预报人员可对预警信号内容进行编辑，通过省突接口发布至省突。

⑥实况监控报警提醒。对各个气象要素进行监控，监控的要素至少包含各类预警信号达标条件，如 1 小时降水量、6 小时雨量、极大风速、平均风速、能见度、气温等，并提供站点数目阈值报警功能，具备与已发布的预警信号过滤报警功能，对已发布相应级别预警信号并且预警信号正在生效的区域不进行报警。

⑦报警阈值设置。对上述报警阈值有较友好的设置界面。设置完成后，系统实时更新配置。

⑧报警记录查询。对报警可以分时段、分类型、分区域进行查询。数据存储时间不少于 2 年。

⑨预警叫应联动功能。预警信号与原叫应系统进行关联，在监控到用户发布高级别预警或预警信号后，实时通知报送叫应信息，如长时间未报送叫应信息，系统将进行提醒。

⑩灾情直报。具备与中国气象局公共气象服务中心灾情直报库对接功能，可按要求实时上传灾情。

⑪日志查询。对短临系统的超阈值报警、关键操作，如登录系统、启动预警信号发布、解除预警信号、浏览相关数据等进行记录。

（7）预报发布子系统

①发布至省级格点库。提供接口将预报产品上传至省级智能网格预报库，实现预报一键上传。提供 ftp、接口上传等方式将预报上传到本地服务器，实现网格产品本地格点库保存。

②预报消息发布。提供接口将智能网格预报产品和格式化预报文本对接产品发布中台，广播业务消息。

③制作上下班预报（短临预报）。基于短临文字预报生成技术，自动生成实况描述和预报落区，并提供在线落区编辑功能，实现落区图自动插入。

④质控消息发布。如果未完成任务或完成过程中出现任何异常，则以声音，闪烁形式报警，超过一定时间后，则通过短信、电话方式

提示。

⑤发布至 NWFD。提供接口将预报产品上传至中国气象局 NWFD 库，实现预报一键上传发布。

（8）业务流程与监控

智能网格预报协同制作模块根据用户登录信息，获取用户的所在单位、岗位、值班信息。根据系统后台录入的业务工作流程，自动加载工作流程所需模块。并且在智能网格预报协同制作模块中提供相关业务流程索引界面，索引界面提供所需完成的任务卡片集。点击对应的业务流程卡片，则自动跳转至业务流程页面，方便用户快速执行任务。每个任务卡片内容包括任务名称、完成时间段以及当前时间点完成情况。

①数据实时监控模块。模块基于业务流程以及登录信息实现全流程监控功能，实时监控预报制作完成情况。通过相关功能也可实现省市两级预报制作的制作留痕，可以将不同时间智能网格预报制作关键过程中的预报结论、异常情况等信息作为日志存储在数据库中，并且可以查询不同阶段预报制作的详细信息。

②对接产品发布中台。提供接口将预报产品发送 DI 和 EI 消息至天镜。

③系统消息发送。基于业务流程从消息中心实时获取智能网格平台消息，如登录用户个数、资料到报率等并将系统资源消息实时发送至前端界面显示和后台天镜。

（9）建设标准

建立温度、降水、风等气象要素网格预报产品的加工和制作规范，满足公众气象服务和专业气象服务的需求；将日常工作流程、应急流程形成统一的标准，保障国家、省、市县三级智能网格预报业务的正常运转。

3.5.3.1.4.1 预报预警质量检验评估应用模块

基于“天擎”建设新一代预报预警质量检验评估应用模块。针对数值模式产品、智能网格预报、短临预报、短临落区预报、乡镇预报以及预报算法和预警信号开展检验，检验方案包括中国气象局规定的预报预警产品质量检验方法以及非常规检验方法。针对网格预报产品，提供临时检验功能，制定标准的预报检验接口，实现第三方网格产品上传后自动检验，并输出标准的检验报告。检验结果统计分析需满足预报业务管理单位考核需求以及实际预报业务支撑需求。通过对长时间预报检验结果的统计分析，提供预报员个人、数值模式、单位用户画像刻画功能，发现和掌握弱项和强项，便于改进。本系统建设包括预报检验算法实现、中间量数据库建设、评分任务调度、智能检验、预报和实况落区展示、统计结果展示和预报质量报表展示等模块。

①检验中间量数据库建设

针对落区展示功能，需要搭建多个模式预报和实况数据库，数据库资料量大，需实现快速高效访问。针对检验检索功能，需基于气象大数据云平台搭建检验中间量数据库，实现检验结果的快速统计。支持后期模式增加的功能，若后期有新模式，通过接口配置，可实现检

验模式的新增。

②产品检验算法要求

采用中国气象局开发的Python检验包Meteva计算出常规评分和空间检验评分的中间量和位置参数等数据，并建立高效数据库保存在数据库中，此为固定数据库。

各类主客观网格预报检验。检验的要素包括降水、温度、风。检验时间精度和空间精度符合《中国气象局全国智能网格预报业务产品检验评估办法》要求，并提供同类产品的技巧成绩，具备分单位和个人等成绩统计功能。主客观预报的起报时间和预报时效存在12小时的偏差，系统中需分别清楚体现主客观预报的起报时间和预报时效，同时将两类起报时间做对齐。支持实况检验站点扩展功能。

乡镇、城镇等站点预报检验。针对乡镇、城镇等站点预报检验，检验的要素包括降水、温度、风，检验方法包括TS、ETS、准确率等。支持实况检验站点扩展功能。

预警信号检验规则应该尽量遵循《气象灾害预警信号检验办法（试行）》以及预警信号有效性评价办法，并实现实时检验，需要提供检验的灾害天气有暴雨、强对流、大风、雾等预警。前端提供TS、POD、FAR、T1、T2、T3、有效性等统计。

主客观预报应检验不同量级降水的位置、强度和落区面积偏差，检验标准有MODE、SAL和CRA等。

实况网格产品的检验评估。检验对象为中国局下发的实况网格常规要素产品，检验要素为降水、温度等产品。检验标准包括准确率、

TS 评分、平均绝对误差和均方根误差等。支持实况检验站点扩展功能。

主客观预报空间检验。检验主客观预报不同量级降水的位置、强度和落区面积偏差，检验标准有 MODE、SAL 和 CRA 等。搭建检验结果的固定数据库。并实现不同量级降水位置预报和实况的落区展示功能。

个性化智能检验。支持常见格式预报数据读取（MICAPS、NC 和 GRIB 等），用户通过批量上传预报数据，快速输出预报检验结果，并反馈给用户所需的检验报告。

短临降水预报实时检验。对快速更新模式，检验模式的降水位置和强度偏差。强降水的点对点 and 点对面检验的空报率和漏报率，实现模式预报和实况的实时显示功能。

③任务调度

检验算法部署在“天擎”加工流水线上，系统根据设定参数运行。对于预警信号检验，将在系统服务中常驻，进行实时检验。

④检验结果统计分析和结果展示

主、客观网格预报和实况落区对比展示。主、客观预报的降水落区和实况降水落区叠加展示功能，且可任意调整展示的区域位置。

预报质量统计和排名

对城镇预报、格点预报和预警信号，分单位和个人统计预报质量和预警信号准确性、提前量等，并提供明细检索功能。

在 Web 展示的同时，提供业务常规检验产品的报文文件，每月按时上传中国气象局。

⑤其他功能和要求

为满足预报和实况落区展示功能和评分中间量计算，在保证效率的情况下，尽量减少重复存储数据，节约资源，预报来源于智能网格预报数据库，实况来源于“天擎”，本系统尽量只保存评分结果及中间结果。

数据存储和共享。为满足预报和实况落区展示功能和评分中间量计算，同时为尽量减少重复存储数据，节约资源，预报和实况数据库为临时数据库。数据采用共享方式为 WEB 共享，通过访问 web 接口可以共享评分统计数据 and 3 个月内的预报和实况图。

评分算法。采用中国气象局开发的 python 检验包 Meteva 计算出常规评分和空间检验评分的中间量和位置参数等数据，并建立高效数据库保存在数据库中，此为固定数据库。

对接用户认证和权限管理系统。按照用户级别制定用户权限，制定三种权限的用户，最高级别为管理员账户，权限为系统账号管理、参数设置、模块重启计算；次高级别为高级账户，权限为账号管理、评分查功能、上传检验报告功能；最低级别账户为普通账户，权限为评分查阅功能。

主客观预报时间对齐处理。数据库存储时按照客观预报时间来存储，在算法层需要考虑主客观预报时间相差 12h 的问题。在前端显示层需要分别显示主观预报的时间和客观预报的时间，以免混乱。

评分汇总。按照年、季度、月、旬定期汇总固定数据库的中间数据，最后形成评分的汇总。实现了评分的快速统计和检索，通过统计

展示模块实现检索结果的快速展示。

预报质量排名计算。预报质量排名展示模块通过录入预报员和单位信息表，匹配预报质量到单位和个人，实现单位和个人预报预警质量的统计和展示。

流程监控。建立全流程的监控，从数据搜集、算法实现、中间数据库录入、临时数据库录入、绘图程序完成情况、评分汇总、预报排版录入、预报质量计算、预警信号数据录入、预警信号检验算法完成情况等开展全面监控。

智能检验。智能检验模块集约整合目前常规的检验算法，通过批量计算，实现用户的定制化检验需求。

模式删除和增加。建立模式智能删除和增加端口，通过配置模式名称、主客观预报类型、检验的要素及其名称、模式资料格式、路径等，能实现系统增加和删除模式的功能，通过该模块建设，去除一些不常用或者淘汰的模式，增加新开发的模式检验评估。

评估报告自动生成功能。用户通过查阅评估结果，可以定制评估结果下载的显示方式，支持图形、表格、曲线图、添加值、颜色选取等多种显示方式，并生成评估报告模板，模板中包括关键字段：评估时间、模式名称、要素、评分项和评分结果。

评分计算和显示实时启动。为了满足早间会商的时效性要求，可能会提前启动模式和资料录入、评分计算和显示等功能，启动时需要以此进程为最优先级别。

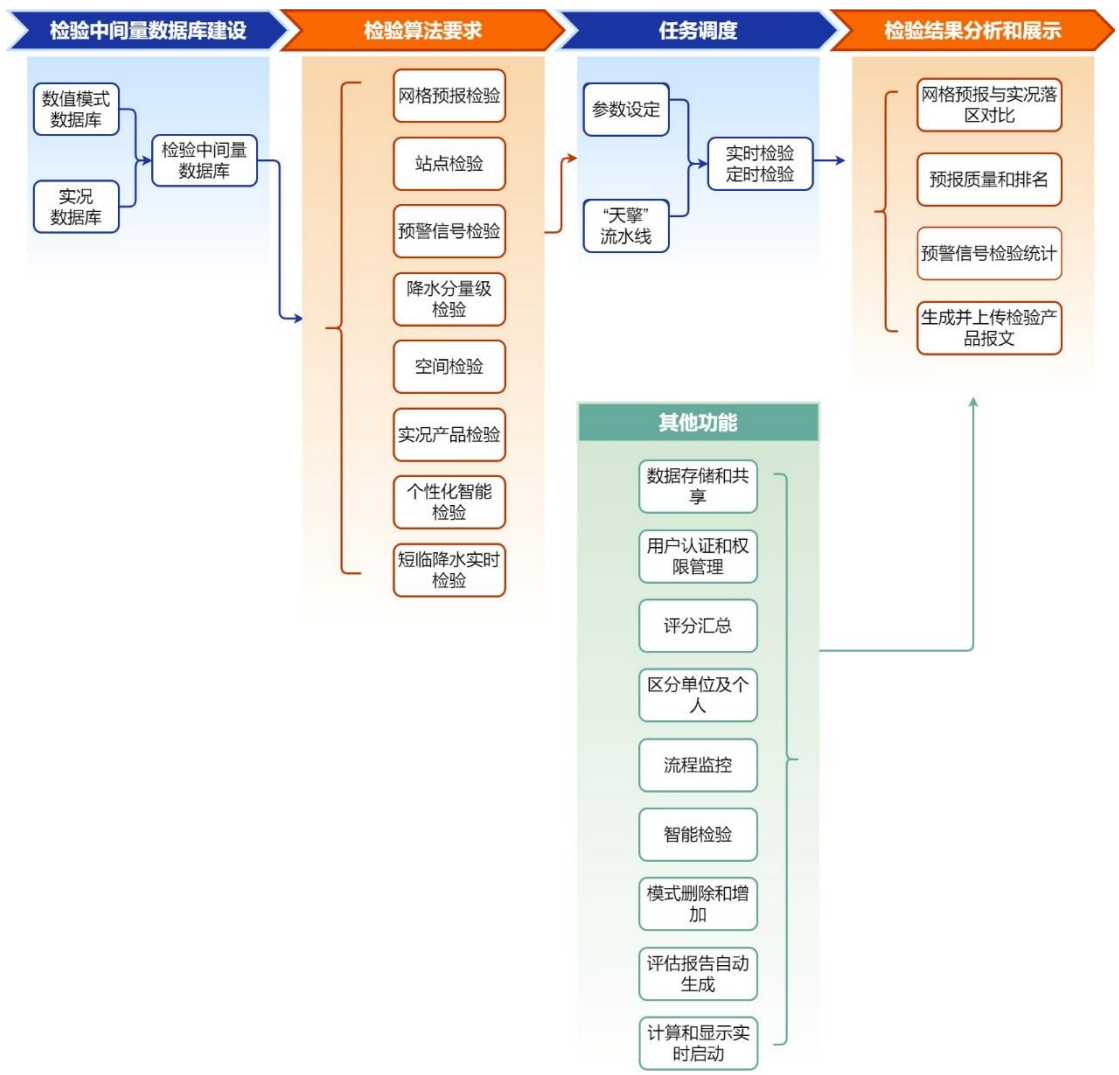


图 5.5.3.1- 25 检验流程图

3.5.3.1.4.2 灾害性天气过程复盘分析应用模块

针对极端性强、影响大的灾害性天气过程建立灾害性天气过程分析应用模块。包括灾害性天气个例库和综合分析平台两大部分。应用架构如下图：

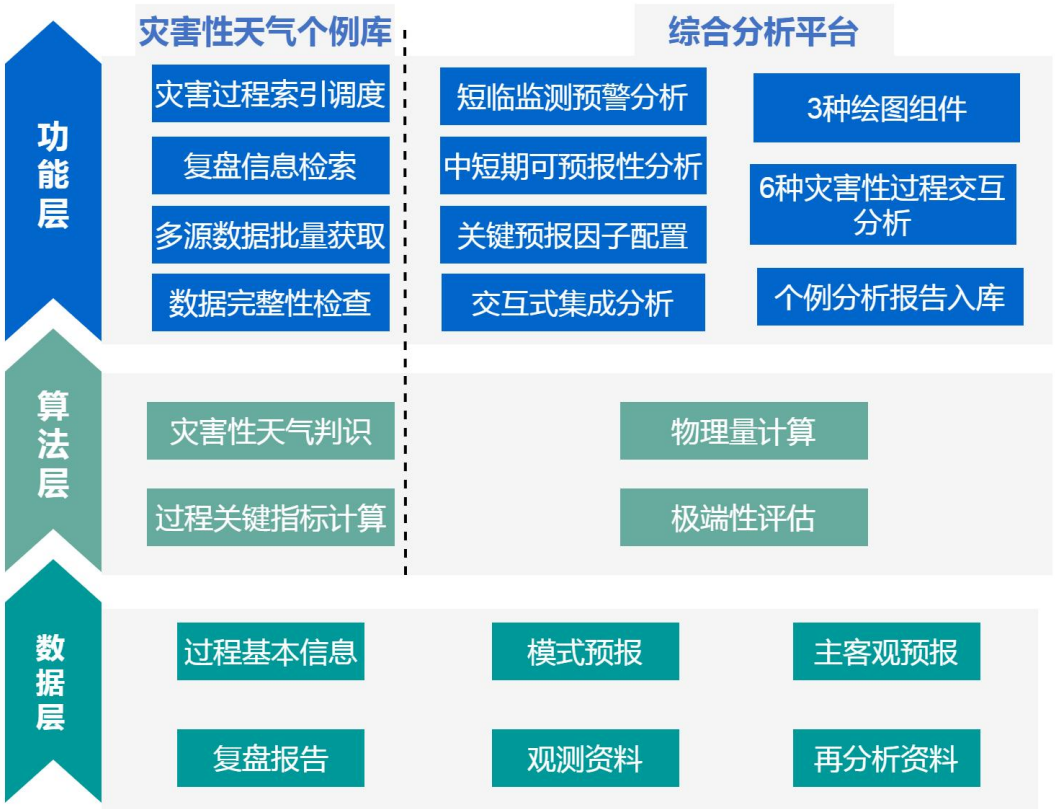


图 5.5.3.1- 26 灾害性天气过程复盘分析系统架构

（1）灾害性天气个例库：

灾害性天气个例库通过自动判识+人工订正的方式判识灾害性天气过程类型和时段，依托天擎环境，搜集整理完整的观测、模式、预报产品和再分析资料数据集，并根据标准计算和输出过程的强度、影响范围等过程关键指标。具体技术方案如下：

① 数据层：

● 多源数据批量获取模块。根据用户提供的天擎账号获取数据。数据分为过程基本信息、模式预报资料、主客观预报数据、观测资料、再分析资料、复盘报告五类，具体信息如下表：

表 5.5.3.1- 9 重大天气过程分析系统数据层结构

数据类型	数据源	数据内容
过程基本	人工输入	灾害性天气类型、起止时间、强度、影响

数据类型	数据源	数据内容
信息		范围
模式预报资料	天擎	EC、EC_EPS、CMA_GFS、CMA_3KM、CMA_SH9、CMA_SH3、WRF、WRF_ENKF
主客观预报数据	天擎	智能网格预报、国家指导预报、INCA、强对流预警产品、ahmos 24 小时降水短期预报、ahmos 1 小时滚动更新预报。
观测资料	天擎	雷达（基本产品、基于组网天气雷达终端应用模块的监测产品）、卫星（云顶亮温、云导风）、风廓线雷达、雨滴谱、地面观测站
再分析资料	欧洲气象中心、中国气象信息中心	ERA5、CLDAS
复盘报告	人工输入	PDF 格式灾害性天气复盘报告、半结构化数据的复盘信息（包含灾害类型、报告题目、摘要）

● 数据完整性检查。连接“多源数据批量获取模块”模块，监控灾害性天气过程期间数据的完整性并用图表形式表达。图表包含需要获取的数据名称、站点列表、时间区间及总数、层次区间及总数、缺失的数据名称、站点列表、时间区间及总数、层次区间及总数。

② 算法层

灾害性天气判识算法模块。基于观测数据，判定灾害性天气（如：暴雨、强对流、台风、大雾、高温、寒潮暴雪）的类别。判别标准参考气象国家、行业、地方、团队等标准，具体方案如下：

暴雨：基于全省 81 个国家观象站判断，暴雨持续至少 2 天，至少 1 天有 10 个县（市）降水量超过 50 毫米。

强对流：基于全省 974 个国家观象站和区域骨干站判断，全省 10 个及以上县（市）出现以下强对流天气：8 级以上雷暴大风，最大风力达到 10 级；或者 40 毫米/小时以上强度的短时强降水。

台风：基于全省 81 个国家观象站判断，受台风影响（需人工设置台风模式下），全省 10 个及以上县（市）日降水量超过 50 毫米，且受影响地区阵风风力 7 级以上。

大雾：基于全省 81 个国家观象站判断，连续 2 天全省 40 个以上县（市）出现能见度 500 米以下浓雾，且根据全省所有能见度站判断，至少 20 个以上县（市）出现 200 米以下强浓雾。

高温：基于全省 81 个国家观象站判断，连续 5 天 30 个以上县（市）出现超过 37℃ 的高温天气；或连续 3 天 10 个以上县（市）出现超过 40℃ 高温天气。

寒潮暴雪：基于全省 81 个国家观象站判断，全省 30 个以上县（市）降雪量超过 10 毫米，积雪深度超过 10 厘米，其中 10 个以上县（市）降雪量超过 20 毫米，且积雪深度超过 20 厘米。暴雪过程常伴随寒潮（48 小时内 40 个以上县（市）最低气温下降 12℃ 并伴有 6 级以上阵风，最低气温降至 0℃ 以下。），因此将暴雪和寒潮作为一个个例分析。

过程关键指标算法。基于安徽省内所有国家站和区域站，统计灾害性天气起始和结束时间、强度级别分布、影响区域等过程关键指标。关键指标分为所有灾害性天气的“共性指标”和每种灾害性天气的“特有指标”。共性指标包括：起始时间、结束时间、影响区域（总站数、

所在市列表)。“特有指标”具体如下:

暴雨: 50 毫米以上暴雨总站数及其占比、100 毫米以上大暴雨总站数及其占比、250 毫米以上特大暴雨总站数及其占比、20 毫米/小时以上短时强降水总站数及其占比、最大降水量及其所在站点、最大小时雨强及其所在站点。

强对流: 8 级以上雷暴大风站数及其占比、10 级以上雷暴大风站数及其占比、最大风力及其所在站点; 20 毫米/小时以上短时强降水总站数及其占比、40 毫米/小时短时强降水总站数及其占比、最大小时雨强及其所在站点; 龙卷和冰雹发生地、龙卷强度、冰雹直径(人工录入)。

台风: 50 毫米以上暴雨总站数及其占比、100 毫米以上大暴雨总站数及其占比、250 毫米以上特大暴雨总站数及其占比、20 毫米/小时以上短时强降水总站数及其占比、最大降水量及其所在站点、最大小时雨强及其所在站点; 7 级以上大风站数及其占比、9 级以上大风站数及其占比、最大风力及其所在站点。台风编号、路径数据(人工录入)。

大雾: 500 米以下浓雾总站数及其占比、200 米以下强浓雾总站数及其占比、500 米以下超强浓雾总站数及其占比。

高温: 出现 35℃ 以上高温的国家站数及其持续时间(平均值、25 百分位、75 百分位)、出现 37℃ 以上高温的国家站数及其持续时间(平均值、25 百分位、75 百分位)、出现 37℃ 以上高温的国家站数及其持续时间(平均值、25 百分位、75 百分位)。过程最高气温

及其所在站点、37℃以上高温持续时间最长的站点、40℃以上高温持续时间最长的站点。

寒潮暴雪：全省 81 个国家站最低气温降幅（平均值、25 百分位、75 百分位）、最大气温降幅及其站点、过程最低气温（平均值、25 百分位、75 百分位）；最大阵风风力（平均值、25 百分位、75 百分位）、阵风风速最大值及其所在站点；10 毫米以上暴雪总站数及其占比、20 毫米以上大暴雪总站数及其占比、30 毫米以上大暴雪总站数及其占比、最大降雪量及其所在站点、最大积雪深度及其所在站点。

③ 功能层

灾害性天气过程索引构建模块。基于灾害性天气判识算法和过程关键指标算法，构建天气个例库结构化部分，包括天气个例数据索引表和天气个例描述表。天气个例数据索引表包含灾种、起始时间、结束时间、个例编号、个例名称、个例描述表路径、地面观测数据参数（要素、时间、区域）、雷达数据参数（要素、时间、站号）、卫星数据参数（要素、时间、区域）、雨滴谱数据参数（要素、时间、区域）、预报参数（产品来源、要素、层次、起报时间、预报时效、区域）、再分析资料参数（产品来源、要素、时间、层次、区域）。天气个例描述表包含过程的所有关键指标和后期经人工分析录入的影响系统和“关键预报因子计算”功能模块录入的关键预报因子。

复盘数据检索。基于天气个例库，根据灾害性天气的类型、区域、时间等检索相关复盘数据，包括复盘报告、关键预报因子等。

（2）综合分析子应用

综合分析平台具有实现综合多源观测资料、数值模式、预报产品调阅显示功能。根据灾种、预报时效，灾害性天气过程，提供预报着眼点和物理量特征分析功能，支持多过程的比较分析、极端性评估。

① 数据层

综合分析子应用所需数据根据天气个例库的数据索引表从天擎中接入。

② 算法层

物理量分析算法模块。根据《天气分析预报物理量计算基础》，调用基于 python 的气象软件包 metdig，计算暴雨、强对流、台风、大雾、高温、寒潮暴雪相关的物理量 20 余个，以及每个量的时间变化率和空间梯度。计算结果可存入指定路径。

极端性分析评估模块。对同一类灾害性天气的不同过程按强度、影响范围、持续时间等排序，接入历史数据库，对比历史平均值、最大值等评估要素的极端性。

③ 功能层

权限接入。对接统一用户认证和权限管理平台，进行用户登录。

地理信息接入和显示。对接统一地理信息模块，为短临监测预警综合分析模块和中短期可预报性综合分析模块提供地理背景。可根据用户需求显示行政区划、河流湖泊、海拔高度、站点位置等。

短临监测预警综合分析模块。该功能模块可根据用户需求，以图形的形式综合显示多种实况观测数据、短临预报预警产品和预警检验

产品。支持指定点各类数据时间序列的导出。支持地理信息的叠加显示。

实况观测图包括：卫星红外云顶亮温、闪电定位，地面站小时降水、极大风、温度、变温、变压等要素的水平分布图。单站点多要素时间序列图、多站点单要素序列图。对接雷达数据融合处理模块，绘制雷达组合反射率拼图，获取各类三维反演产品，绘制垂直剖面。单站雨滴谱分析图、风廓线时间剖面、温度-对数压力图。

短临预报预警产品图包括：特定时段、特定灾种的预警发布图；特定时段暴雨和强对流的客观指导图；特定时间段、特定要素的客观产品（多种数值模式、中央台指导预报 SCMO、安徽台短时滚动指导预报 ahmos_1h）对比图。

检验产品：对接“智能网格预报能力建设-预报检验子系统”，获取特定时段预警检验、客观产品检验结果图表。

中短期可预报性综合分析模块。根据用户选择的数据源、时间、关键指标、显示方式、地理信息，显示实况和预报的空间分布。通过邮票图实现多模式与实况的对比和预报稳定性评估。通过动画图等方式描述系统演变。

（a）数据源选项：实况观测、数值模式（ECMWF、CMA_GFS、CMA_MESO、CMA_SH9、CMA_SH3、WRF）、预报产品（SPCC、中央台 MOS、安徽省 MOS）。

（b）时间选项：起始时间、结束时间、起报时间（可多选）

（c）关键指标选项：累积降水量、降雪量、最大小时雨强、最大

阵风风速（风力）、最小能见度、最高温度、最低温度、最低温度降幅、最大积雪深度、各级别暴雨持续日数、各级别高温持续日数、各级别低温持续日数、各级别浓雾持续时间、短时强降水持续时间、台风路径、强对流类型等。

（d）站点-格点选项：站点（以站点圆圈图的方式显示，格点数据将插值到站点）、格点（以色斑图的方式显示，站点数据将插值到网格）

（e）地理信息选项（可多选）：省界、市界、县界、市名、县名、河流、海拔高度、外省消隐。

（f）邮票图工具：跳出对话框，设置行数、列数、经纬度范围，选择每个子图的数据源和起报时间，支持整行、整列的批量选择。根据以上设置绘制邮票图。

（g）动画工具：跳出对话框，设置起始时间、结束时间、时间步长、经纬度范围，绘制每个时间步长内关键指标的空间分布并组合成 GIF 动画。

（h）图像下载：将绘制的图像下载保存至指定目录。

水平图绘制组件。从天擎中提取所需数据并绘制地面或等压面上要素的水平分布图。输入参数：数据源（ERA5、CLDAS、雷达三维组网产品、特定路径下的物理量）、时间参数（瞬时量时间点、累积量时间段）、空间参数（经纬度范围、等压面范围）、要素或物理量名称、地理信息（省界、市界、县界、河流、海拔高度）、绘图形式（色斑图、等值线、风羽图、矢量箭头）、配色方案、输出形式（图层：

存入缓存；独立图片：存入指定位置）。输出：叠加地理信息的要素水平分布图。

空间剖面组件。从天擎中提取所需数据并绘制空间两点间要素或物理量垂直剖面。输入参数：数据源（ERA5、CLDAS、雷达三维组网产品、特定路径下的物理量）、时间参数（瞬时量时间点、累积量时间段）、空间参数（起点经纬度、终点经纬度）、要素或物理量名称、绘图形式（色斑图、等值线、风羽图、矢量箭头）、配色方案、输出形式（图层：存入缓存；独立图片：存入指定位置）。输出：空间两点间要素或物理量垂直剖面。

时空剖面组件。从天擎中提取所需数据并绘制空间指定点要素或物理量垂直剖面，以表征垂直廓线随时间的变化情况。输入参数：数据源（ERA5、CLDAS、雷达三维组网产品、特定路径下的物理量）、时间参数（瞬时量时间点、累积量时间段）、空间参数（指定点经纬度）、要素或物理量名称、绘图形式（色斑图、等值线、风羽图、矢量箭头）、配色方案、输出形式（图层：存入缓存；独立图片：存入指定位置）、时间轴方向（从左至右、从右至左）。输出：空间两点间要素或物理量时空剖面，横坐标为时间轴，纵坐标为气压层。

暴雨过程交互分析模块。分析要素：位势高度、温度、湿度、平均风、降水量、散度、位涡、假相当位温、水汽通量、涡度平流温度平流、CAPE、K 指数等。调用“水平图绘制”组件，绘制指定要素或物理量的水平分布图，可作为底图图层，也可输出为独立图片。交互式绘制切变线、槽线、冷槽、暖脊、低涡中心、湿轴、急流、强降水

落区等，可作为新图层覆盖在底图图层上，也可输出为独立图像。调用“空间剖面”和“时空剖面”组件，绘制水平风、涡度、散度、位涡、假相当位温、水汽通量的空间剖面 and 时空剖面。提供图像下载功能。

强对流过程交互分析模块。分析要素：组合反射率、雷达反演风场、极大风、温度、湿度、降水量、云量、涡度、散度、假相当位温、变压、变温、垂直风切、垂直速度、CAPE、K 指数、抬升指数、SI 指数等。调用“水平图绘制”组件，绘制指定要素或物理量的水平分布图，可作为底图图层，也可输出为独立图像。交互式绘制切变线、槽线、低涡中心、等变压线、等变温线、爬线、湿舌、干舌、强天气落区等，可作为新图层覆盖在底图图层上，也可输出为独立图像。调用“空间剖面”和“时空剖面”组件，绘制垂直环流、涡度、散度、假相当位温、湿度、云量的空间剖面 and 时空剖面。提供图像下载功能。

台风过程交互分析模块。分析要素：位势高度、海平面气压场、温度、湿度、平均风速风向、垂直风速风向、极大风、降水量、涡度、散度、假相当位温、水汽通量、CAPE 等。调用“水平图绘制”组件，绘制指定要素或物理量的水平分布图，可作为底图图层，也可独立输出为图像。交互式绘制台风中心及其路径、高度槽、冷槽、暖脊、假相当位温、暴雨落区等，可作为新图层覆盖在底图图层上，也可独立输出为图像。调用“空间剖面”和“时空剖面”组件，绘制垂直环流、涡度、散度、温度、湿度的空间剖面 and 时空剖面。提供图像下载功能。

大雾过程交互分析模块。分析要素：云量、逆温、能见度、湿度、

平均风力风向、海平面气压场、温度平流。调用“水平图绘制”组件，绘制指定要素或物理量的水平分布图，可作为底图图层，也可独立输出为图像。交互式绘制锋面、高压中心等，可作为新图层覆盖在底图图层上，也可独立输出为图像。调用“空间剖面”和“时空剖面”组件，绘制风、湿度、温度平流的空间剖面和时空剖面。提供图像下载功能。

高温过程交互分析模块。分析要素：位势高度、温度、涡度、风。调用“水平图绘制”组件，绘制指定要素或物理量的水平图，可作为底图图层，也可独立输出为图像。交互式绘制副高脊线、暖脊、暖中心等，可作为新图层覆盖在底图图层上，也可独立输出为图像。调用“空间剖面”和“时空剖面”组件，绘制位势高度、温度、涡度、风的空间剖面和时空剖面。提供图像下载功能。

寒潮暴雪交互分析模块。分析要素：降水相态、海平面气压、温度、湿度、平均风力风向、极大风力、24 小时变温、24 小时变压。调用“水平图绘制”组件，绘制指定要素或物理量的水平图，可作为底图图层，也可独立输出为图像。交互式绘制冷锋、显著流线，西伯利亚高压中心、冷中心、强降雪落区等，可作为新图层覆盖在底图图层上，也可独立输出为图像。调用“空间剖面”和“时空剖面”组件，绘制温度、湿度、风的空间剖面和时空剖面。提供图像下载功能。

关键预报因子配置模块。根据预报员需求，配置关键预报因子的时空范围、阈值和图像参数。支持人工录入关键预报因子：过程类型、编号、因子名称、层次、阈值、影响时间、影响区域等。支持根据预

报员需求计算特定区域、时段关键因子的百分位分布、平均值、梯度、趋势等统计量。以上信息录入天气个例库的天气个例描述表。

交互式集成分析模块。包含多种集成分析算法，对同一类灾害性天气过程中的不同个例的对比分析，用于总结各物理量的预报指导意义。根据预报员的参数设置（要素、时间、高度层次、区域范围等），实现一键出图，分析物理量的分布差异。

个例分析报告入库模块。个例分析报告录入天气个例库的非结构化产品表，编码信息录入非结构化产品索引表，以备日后下载调阅。非结构化产品表包括种、起始时间、结束时间、个例编号、个例名称、复盘摘要、PDF 格式的复盘报告。非结构化产品索引表包括灾种、起始时间、结束时间、个例编号、个例名称。

3.5.3.1.5 多模式气候预测能力建设

多模式气候预测能力建设模块主要包括多模式预测性能评估、气象灾害成因诊断分析功能、环流相似年智能分析、动力降尺度预测、智能气候预测技术集成和气候预测检验评估等 6 大业务功能模块，共涉及 S2S 模式气候模式预测评估，国内外主流业务模式气候模式预测评估，暴雨洪涝物理诊断算法，干旱物理诊断算法，连阴雨物理诊断算法，高温物理诊断算法，寒露风物理诊断算法，低温雨雪物理诊断算法，延伸期强降水物理诊断算法，延伸期强降温过程物理诊断算法，延伸期高温过程物理诊断算法，环流相似年智能分析算法、多模式等权重集成预测算法，多模式超级集成预测算法，EOF 误差订正算法，

SVD 误差订正算法，多模式相似年集合预测算法，匹配域投影降尺度预测算法，基于可预测模态分析的多模式组合预测算法，多模式集成预测算法，动力降尺度预测算法，统计降尺度预测算法，多模式误差订正算法，循环神经网络深度学习算法，卷积神经网络深度学习算法，基于模式大数据和人工智能技术融合的智能气候预测算法，月气候预测检验，季气候预测检验，梅雨期副高指数模式预测检验，生态气候预测检验，干旱气候预测检验，秋种期干旱预测检验，夏收期连阴雨预测检验，春播期低温阴雨预测检验，延伸期逐日降水预测检验，延伸期逐日气温预测检验，延伸期逐日最高气温预测检验等 37 项算法和功能。

多模式预测性能评估、气象灾害成因诊断分析功能、环流相似年智能分析、动力降尺度预测、智能气候预测技术集成和气候预测检验评估等 6 大业务功能建设内容如下：

（1）多模式预测性能评估功能

收集整理 EC、CFSv2、CSM、JMA 国内外主要气候预测业务模式和 S2S 多模式数据产品进行解码，对模式解码数据进行格式转换，形成统一的、便于程序读取处理的 NETCDF 格式规整数据，建立数据接口。分析 EC、CFSv2、CSM、JMA 国内外主要气候预测业务模式和 S2S 多模式数据的可预报性和不确定性，评估模式对气候异常及其对外强迫响应的预测能力。

（2）气象灾害成因诊断分析功能

构建暴雨洪涝、干旱等气象灾害发生发展规律的物理诊断模型。

基于全球多源外强风、大气再分析资料和本地气象观测数据，构建洪涝、干旱、连阴雨、寒露风和低温雨雪等气象灾害发生发展规律的物理诊断模型，建立下垫面、大气环流季节内变率对延伸期强降水、强降温、高温等重要天气过程的影响机制概念模型，结合再分析数据资料，对历史暴雨、干旱过程等气象灾害成因进行诊断。

（3）环流相似年智能分析功能

基于历史环流再分析数据和气候模式产品大数据集，利用机器学习中的聚类分析算法以及深度学习图分类算法处理环流数据，生成月、季典型环流分类数据，绘制典型环流分类图谱产品；通过历史环流相似识别技术，采取近期环流数据与历史环流数据，构建环流相似年智能匹配模型，使用卷积神经网络等深度学习算法，挖掘前期环流相似特征，按照极其相似、十分相似、相似、比较相似四个等级，生成前期环流相似年的年份序列及环流相似年合成图产品；根据生成的前期环流相似年的年份序列，利用降水、气温等气象要素历史数据集，生成前期环流极其相似、十分相似、相似、比较相似四个等级对应的降水、气温等气象要素的原始值、距平、正距平频次等合成分析产品。

（4）动力降尺度预测功能

基于全球气候模式数据（CMA-CPSv3 或 CFSv2），选取主流 WRF 区域数值模式，搭建江淮区域（覆盖安徽省及淮河流域）气候模式动力降尺度系统。根据动力降尺度模式生成的 wrfout 模拟数据，研发动力降尺度预测算法，利用 NCL 气象计算绘图专业软件按照逐日、逐候的时间分辨率和全省 77 站和 10KM 网格的空间分辨率对模式降尺度

数据中的平均气温、最高气温、最低气温、降水量等要素产品进行解码和二次计算，生成延伸期时段内逐日、逐候的全省分县及 10KM 网格全要素、精细化的模式降尺度预测数据产品，构建要素丰富（温、压、湿、风等基本气象要素及生活气象指数、旱涝指数等二次衍生产品）、时间分辨率到候和日，空间分辨率到县和 10km 网格的延伸期客观化预测产品库。

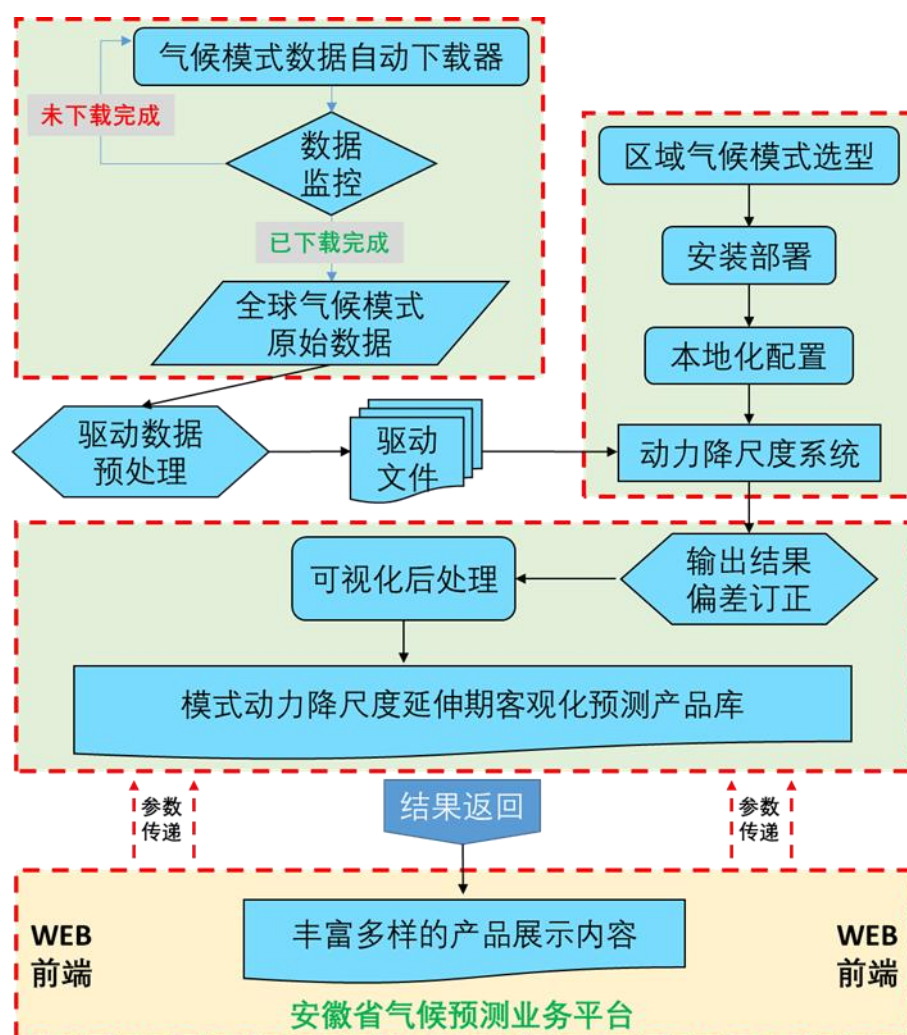


图 5.5.3.1- 27 动力降尺度预测模块技术路线

(5) 智能气候预测技术集成功能

基于 EC、CFSv2、CSM、JMA 国内外主要气候预测业务模式和 S2S

多模式数据产品，引入国内外多种先进成熟的动力统计相结合的预测方法，进行本地化改进应用，大力发展本地化气候客观预测技术。

研发多模式相似年集合预测算法、多模式等权重集成预测算法和多模式超级集成预测算法，将可预测模态分析的预测方法由单模式扩展为多模式组合，尽可能地挖掘多模式对主要空间模态的可预报信息；

研发统计降尺度预测算法、EOF 误差订正算法和 SVD 误差订正算法，改进年际增量预测算法，采用年际增量法建立观测降水与模式环流的统计降尺度模型，在多种拟合方案中选择最优方案，以降低年代际信号、上一年气候异常以及不可分辨预报模态对建模的影响；

研发匹配域投影降尺度预测算法，利用匹配函数构建滑动窗口，在多种大尺度环流场中寻找最佳预测因子，以减少单一要素环流降尺度预测模型的不确定性；

研发基于可预测模态分析的多模式组合预测算法，利用匹配函数构建滑动窗口，在多种大尺度环流场中寻找最佳预测因子，以减少单一要素环流降尺度预测模型的不确定性；

开展人工智能技术在气候预测中的应用，研发基于注意力机制的卷积神经网络预测技术和循环神经网络深度学习算法的气候预测技术，提升模型特征提取能力，对数据进行样本增广提高模型泛化能力，尝试在经度方向引入周期卷积，使模型更符合气象数据应用场景。

融合相似预报和集合预报的思路，研发多模式多方法相似年加权集合方案，利用模式和客观方法在历史相似年预报性能的优劣估计预报年权重，进行多模式多方法的最优集成，减小单一模式和方法预测

的不确定性，构建基于模式大数据、多种动力统计方法和人工智能技术融合的智能气候预测集成算法。（多模式指的是气候预测模式或气候预测模型）

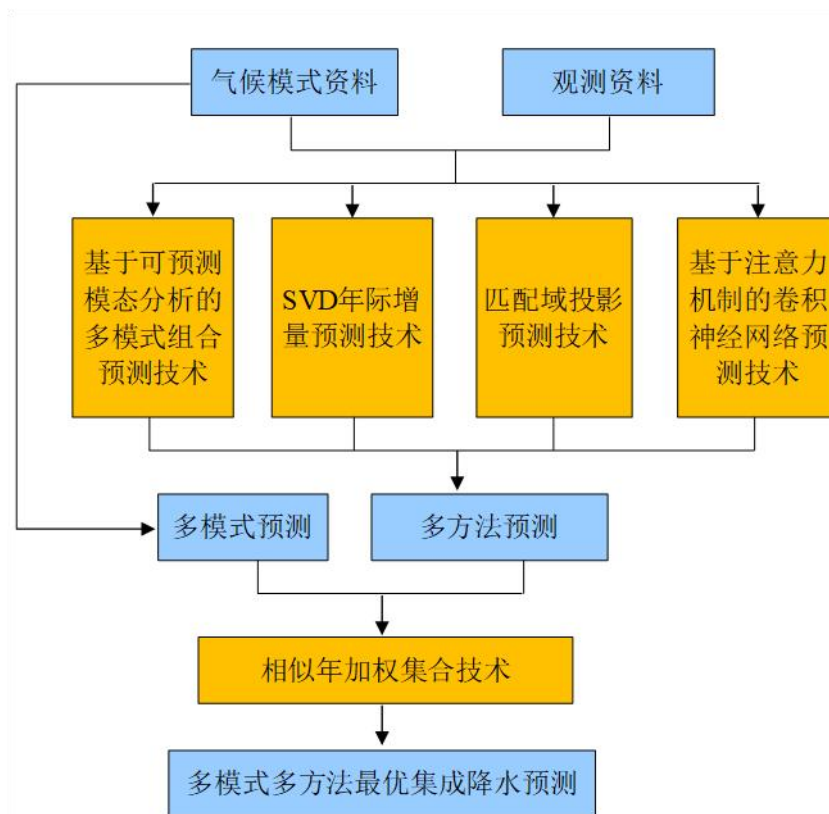


图 5.5.3.1- 28 智能气候预测技术集成模块技术路线

（6）气候预测检验评估功能

建立和完善气候预测检验评估业务，基于距平相关系数（ACC）、时间相关系数（TCC）分、均方根误差（RMSE）、平均均方根误差技巧评分（MSSS）、风险评分（TS）、预报准确率（PC）和综合空间评分（IPS）等检验评估方法，研发月、季气候预测和延伸期强降水、强降温 and 高温过程预测检验技术，构建延伸期-月-季气候预测检验平台，主要由梅雨预测检验评估、关键农时农事预测产品检验评估、农业气象灾害预测产品检验评估、强降水过程预测产品检验评估、强降

温过程预测产品检验评估、高温过程预测产品检验评估、延伸期逐日降水预测检验、延伸期逐日气温预测检验、延伸期逐日最高气温预测检验等模块组成。

① 强降水过程预测产品检验评估

通过以下三种评估指标对强降水过程预测产品进行实时检验评估：

(a) 根据安徽省强降水日定义（1/3 以上站点日降水量为中雨 10mm 或大雨 25mm 以上量级），计算预测时段内强降水日的命中率、空报率和漏报率；

(b) 根据预报司下发的《月内强降水过程预测检验评分方法》，采用 ZS 评分考核预测正确的过程数量及是否预测出月内 11-30 天的 2 个最强降水日，采用 CS 评分考核所有强降水过程预测正确的天数；

(c) 根据延伸期过程预报检验方法（PPS 方法）检验评估延伸期时段内强降水过程预报效果。以上强降水过程预测检验评估产品实时生成，并以检验评估报告 word 产品以及图表的形式在系统中展示。

② 强降温过程预测产品检验评估

通过以下三种评估指标对强降温过程预测产品进行实时检验评估：

(a) 根据安徽省强降温日定义（1/3 以上站点日降温幅度达到或超过一定阈值（2.0℃、3.0℃或 4.0℃）），计算预测时段内强降温日的命中率、空报率和漏报率；

(b) 根据预报司下发的《月内强降温过程预测检验评分方法》，

采用 ZS 评分考核预测正确的过程数量及是否预测出月内 11-30 天的 2 个 24 小时最强降温日，采用 CS 评分考核所有强降温过程预测正确的天数；

(c) 根据延伸期过程预报检验方法（PPS 方法）检验评估延伸期时段内强降水过程预报效果。以上强降温过程预测检验评估产品实时生成，并以检验评估报告 word 产品以及图表的形式在系统中展示。

③ 高温过程预测产品检验评估

通过以下两种评估指标对高温过程预测产品进行实时检验评估：

(a) 按照《延伸期高温过程预测业务试验方案》中规定的高温过程计算定义，按照 35℃、37℃、39℃ 分阈值计算预测时段内强降温日的命中率、空报率和漏报率；

(b) 根据延伸期过程预报检验方法（PPS 方法）检验评估延伸期时段内高温过程预报效果。以上高温过程预测检验评估产品实时生成，并以检验评估报告 word 产品以及图表的形式在系统中展示。

④ 梅雨预测检验评估

利用命中率、空报率和漏报率评估指标，对沿江江南和江淮之间梅雨区雨日预测产品进行实时检验评估，利用距平符号一致性和趋势异常综合评分对梅雨量进行检验评估，利用相关系数对副高脊线、平均气温等梅雨特征量进行检验评估，并生成梅雨预测检验评估产品。

⑤ 关键农时农事预测产品检验评估

制定一种兼顾趋势和量级预测准确性的分级评分检验方法。春播期、午收期和秋种期气候条件预测评分根据气候条件等级对应情况进

行判定；单站评分满分均为 100 分，根据预测与实况的等级差异逐级扣分，生成关键农时农事气象条件等级预测的分县和区域平均评分图。

⑥农业气象灾害预测产品检验评估

制定一种兼顾趋势和量级预测准确性的分级评分检验方法。春霜冻、连阴雨预测的评分对象为强度等级指数，寒露风预测评分对象为日期距平，对于实况和预测分别为该年强度指数/日期减去各自的多年平均值；单站评分满分均为 100 分，根据预测与实况的等级差异逐级扣分，生成农业气象灾害预测的分县和区域平均评分图。

延伸期逐日降水预测产品检验评估

根据《次季节网格气候预测检验方法》规定的延伸期逐日降水预报风险评分方法（TS）和综合 TS 评分，来检验评估延伸期时段内逐日降水预报效果。以上逐日降水预测检验评估产品实时生成，并以检验评估报告 word 产品以及图表的形式在系统中展示。

延伸期逐日气温预测产品检验评估

根据《次季节网格气候预测检验方法》规定的延伸期逐日气温预报准确率评分（PC），来检验评估延伸期时段内逐日气温预报效果。以上逐日气温预测检验评估产品实时生成，并以检验评估报告 word 产品以及图表的形式在系统中展示。

延伸期逐日最高气温预测产品检验评估

根据《次季节网格气候预测检验方法》规定的预报准确率评分（PC），来检验评估延伸期时段内逐日最高气温预报效果。以上逐日最高气温预测检验评估产品实时生成，并以检验评估报告 word 产品

以及图表的形式在系统中展示。

3.5.3.2 天气为农事

面向粮食安全精细化气象保障服务需求，研发“天气为农事应用”，基于粮食安全智慧气象服务数字化流程，实现主要粮食作物关键技术指标、方法的集成和数据产品构建，提供农业气象产品显示、分析、加工和服务产品制作、发布共享等基础功能支撑，构建面向不同农业主体针对性农业气象服务应用终端，形成长三角现代农业气象服务一体化平台支撑能力。主要包括面向各级气象部门的天气为农事应用业务模块、面向涉农部门和服务组织的天气为农事应用调度保障服务模块、面向新型农业经营主体的天气为农事应用直通式服务模块，各模块间数据关系和数据流程见下图。

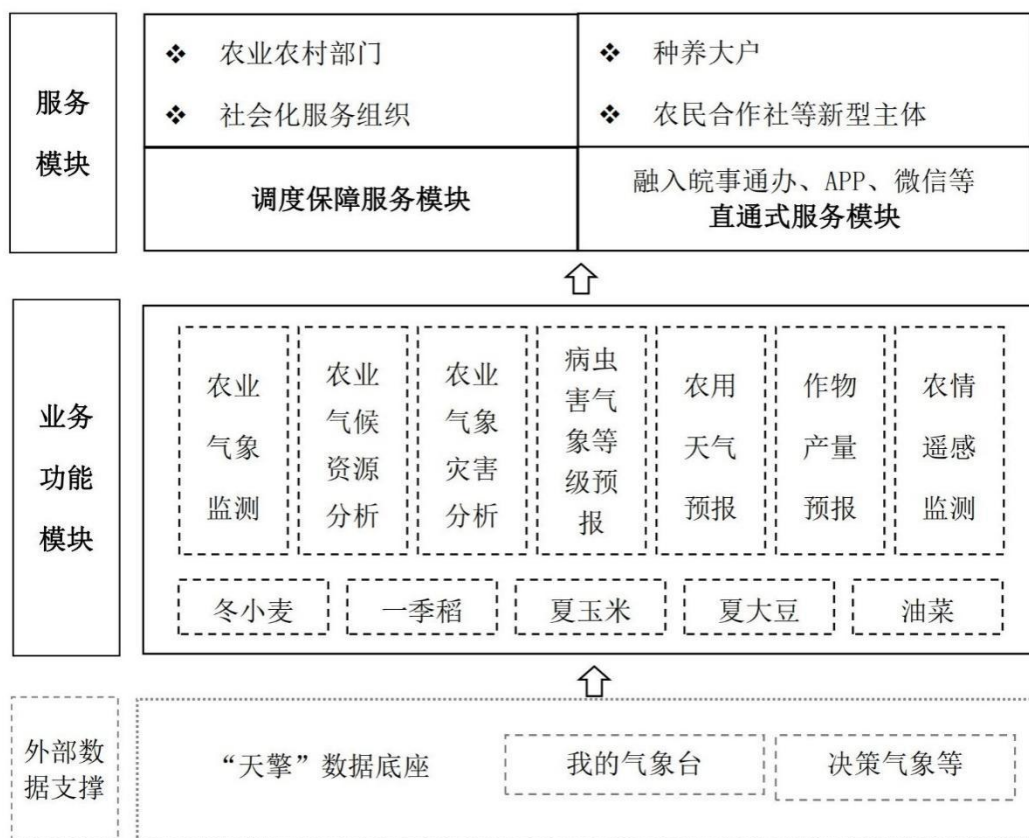


图 5.5.3.2-1 天气为农事应用模块间数据关系和数据流程

天气为农事应用业务数据治理、模型计算、业务流程等均在安徽气象大数据云平台建设，对外服务产品通过政务网存储于一体化数据基础平台，并向外部门和“三端”提供数据服务。

3.5.3.2.1 天气为农事应用业务模块

(1) 业务功能设计

针对一季稻、冬小麦、夏玉米、夏大豆、油菜等主要作物，分作物实现农业气候资源分析、农业气象灾害分析、重大病虫害气象影响等级预报、作物产量预报、卫星遥感农情监测等气象服务关键业务技术的算法集成与应用。主要业务技术算法功能包括：

① 农业气象监测分析

地面气象要素：实现地面气象观测站点实况数据，以及降水、温度、湿度、风等要素的天气气候预报等网格预报数据实时查询，以及自选时段的统计分析。

作物观测：基于“天擎”平台，获取作物发育期、苗情、株高、县产量水平等生育状况观测数据，接入农业小气候和作物实景智能观测系统观测数据，实现作物观测数据的查询。

土壤水分：实现自动土壤水分观测数据、CLDAS 土壤水分监测数据等的查询统计，其中 CLDAS 土壤水分监测通过“天擎”下发的国家级农业气象相关数据产品的接入、显示和分析；自动土壤水分数据需要通过人工交互订正功能实现质量控制和订正后再入库。

② 农业气候资源分析

通过分旬、月、季、年、作物发育期、自定义时段等多种方式，

结合作物光温水气象指标，实现分作物的光、温、水农业气候资源评估，光、温、水农业气象适宜度分析，光合、光温和农业气候生产潜力分析。

输入数据：地面气象观测、天气气候预报等历史实况和预报数据；冬小麦、一季稻、玉米、大豆、油菜等作物不同发育期不同区域模型参数数据（界限温度、物候期、作物系数、水分敏感系数等）。

方法模型：

基于常用农业指标温度 0°C 、 5°C 、 10°C 、 15°C 和 20°C 等，以及作物不同生育时期内界限温度的有效积温、活动积温模拟模型；对应不同生育期上下限温度 A 和 B, 采用线性假设计算有效积温。

基于淮河流域内的辐射台站太阳辐射资料和日照时数资料进行参数改进太阳总辐射、光合有效辐射、直射辐射和散射辐射模拟模型。

基于 Penman-Monteith 方法的参考作物蒸散、不同发育期潜在作物蒸散模拟模型；其中潜在作物蒸散模型中作物系数由各农业气象观测站点不同发育阶段确定。

基于作物生理生态特征的日尺度和旬尺度冬小麦、一季稻、夏玉米、夏大豆和油菜等作物光照适宜度、温度适宜度、水分适宜度和气候适宜度模型。

基于各生育期三基点温度、作物系数和水分敏感系数的“逐渐订正法”的冬小麦、一季稻、夏玉米、夏大豆和油菜等作物光合生产潜力、气候生产潜力计算模型。

生成的数据/产品：

冬小麦气候资源分析。通过该功能算法可获取冬小麦日、旬、月尺度以及苗期、分蘖期、越冬期、返青期、拔节孕穗期、抽穗扬花期、灌浆成熟期等不同生育期的有效积温、冬前活动积温、太阳总辐射、光合有效辐射、直接辐射、散射辐射、冬小麦潜在作物蒸散等光温水资源站点数据表，冬小麦日和旬尺度的光照适宜度、温度适宜度、水分适宜度和气候适宜度站点数据表，冬小麦光合生产潜力、气候生产潜力站点数据表。通过各类数据产品的动态调用接口，可作为冬小麦生育期气候评价、农业气象情报等产品的数据支撑。

一季稻气候资源分析。通过该功能算法可获取一季稻日、旬、月尺度以及秧苗期、分蘖期、幼穗分化期、抽穗扬花期、灌浆成熟期等不同生育期的有效积温、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温、 $\geq 22^{\circ}\text{C}$ 活动积温、太阳总辐射、光合有效辐射、直接辐射、散射辐射、一季稻潜在作物蒸散等光温水资源站点数据表，一季稻日和旬尺度的光照适宜度、温度适宜度、水分适宜度和气候适宜度站点数据表，一季稻光合生产潜力、气候生产潜力站点数据表。通过各类数据产品的动态调用接口，可作为一季稻生育期气候评价、农业气象情报等产品的数据支撑。

夏玉米气候资源分析。通过该功能算法可获取夏玉米日、旬、月尺度以及苗期、分蘖期、拔节期、抽雄期、灌浆期和成熟期等不同生育期的有效积温、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温、太阳总辐射、光合有效辐射、直接辐射、散射辐射、夏玉米潜在作物蒸散等光温水资源站点数据表，夏玉米日和旬尺度的光照适宜度、温度适宜度、水分适宜度和气候适宜度站点数据表，夏玉米光合生产潜力、气候生产潜力站点数据表。

通过各类数据产品的动态调用接口，可作为夏玉米生育期气候评价、农业气象情报等产品的数据支撑。

夏大豆气候资源分析：通过该功能算法可获取夏大豆日、旬、月尺度以及苗期、开花期、结荚期、鼓粒成熟期等不同生育期的有效积温、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温、太阳总辐射、光合有效辐射、直接辐射、散射辐射、夏大豆潜在作物蒸散等光温水资源站点数据表，夏大豆日和旬尺度的光照适宜度、温度适宜度、水分适宜度和气候适宜度站点数据表，夏大豆光合生产潜力、气候生产潜力站点数据表。通过各类数据产品的动态调用接口，可作为夏大豆生育期气候评价、农业气象情报等产品的数据支撑。

油菜气候资源分析：通过该功能算法可获取油菜日、旬、月尺度以及苗期、蕾薹期、开花期、角果发育成熟期等不同生育期的有效积温、 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温、太阳总辐射、光合有效辐射、直接辐射、散射辐射、油菜潜在作物蒸散等光温水资源数据，油菜日和旬尺度的光照适宜度、温度适宜度、水分适宜度和气候适宜度数据，油菜光合生产潜力、气候生产潜力数据。通过各类数据产品的动态调用接口，可作为油菜生育期气候评价、农业气象情报等产品的数据支撑。

③ 农业气象灾害分析

基于气象网格实况和预报数据，实现主要作物气象灾害全过程监测评估和预报预警。

冬小麦气象灾害分析：

输入数据：接入地面气象监测、天气气候预报等站点和网格实况

预报数据；作物潜在蒸散、太阳辐射、积温等冬小麦农业气候资源分析数据；冬小麦作物观测、土壤水分数据。

方法模型：

基于 Q_w 指数的冬小麦涝渍害模型。选择降水量、降雨日数、日照时数，构建冬小麦涝渍 Q_w 指数，依据冬小麦生育期内逐旬涝渍指数，确定冬小麦涝渍等级指标，根据指数判断冬小麦涝渍灾害程度分为轻度、中度、重度等级。

基于 SAPEI 指数的冬小麦干旱灾害模型。选择降水量、冬小麦潜在蒸散量，构建日尺度前期累积降水与蒸散差值 SAPEI 指数，根据指数判断冬小麦干旱灾害程度分为正常、轻度干旱、中度干旱、重度干旱和严重干旱等级。

冬小麦霜冻害指标模型。选择日最低气温，根据冬小麦生育期观测数据和不同生育期霜冻害等级指标判断冬小麦苗期、越冬期、返青-分蘖期霜冻灾害程度为轻度、中度和重度。

冬小麦干热风灾害模型。选择逐日最高气温、14 时相对湿度、14 时风速等要素构建干热风指标判定干热风日，根据冬小麦生育期观测统计冬小麦扬花至灌浆时期干热风日等级天数判定过程等级为轻度或重度。

冬小麦连阴雨灾害模型；选择阴雨日数、过程累计雨量和日照时数构建冬小麦灌浆成熟期连阴雨灾害指数，根据冬小麦生育期观测和灾害指数判断冬小麦灌浆成熟期间连阴雨灾害等级为轻、中、重或严重等级。

生成的数据/产品：根据模型算法实现冬小麦农业气象灾害监测分析和预报预警功能，可获取空间分辨率为 5km*5km 的格点化冬小麦涝渍、干旱、霜冻害、干热风、连阴雨等逐日灾害指数、强度等级，灾害起始日、终止日，灾害过程天数、过程等级等数据，且数据产品可通过动态调用接口获取。

一季稻气象灾害分析：

输入数据：接入地面气象监测、天气气候预报等网格实况预报数据；作物潜在蒸散、太阳辐射、积温等一季稻农业气候资源分析数据；一季稻作物观测、土壤水分数据。

方法模型：

基于危害积温的一季稻穗期高温热害模型。根据国家标准《水稻热害气象等级》（GB/T 37744-2019）技术方法选择日最高温度 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 作为高温判定阈值，统计日最高气温和持续时间作为致灾因子指标，统计最高温度和界限温度的差值—危害积温作为过程高温热害指标，根据水稻作物观测，根据水稻孕穗至成熟期内逐日致灾因子强度等级、根据热害过程危害积温判定高温热害发生强度等级分别为轻度、中度和重度等级。

基于 SAPEI 指数的一季稻干旱灾害模型。选择降水量、一季稻潜在蒸散量，构建日尺度前期累积降水与蒸散差值 SAPEI 指数，根据指数判断一季稻干旱灾害程度分为正常、轻度干旱、中度干旱、重度干旱和严重干旱等级。

基于洪涝指数的一季稻洪涝灾害模型。选择日降水量、雨日构建

洪涝指标，根据指数和分级标准判断一季稻汛期洪涝灾害程度分为轻度、中度和重度等级。

一季稻“寒露风”低温冷害模型。根据国家局寒露风影响预报与评估业务规定，选择日平均气温及日平均气温 $\leq 22^{\circ}\text{C}$ （中度和重度为 20°C ）日最低温度 $\leq 17^{\circ}\text{C}$ 持续天数判定迟熟型水稻“寒露风”发生日，划定寒露风过程等级为轻度、中度和重度

生成的数据/产品：根据模型算法实现一季稻农业气象灾害监测分析和预报预警功能，可获取空间分辨率为 $5\text{km}\times 5\text{km}$ 格点化一季稻高温热害、干旱、洪涝和“寒露风”灾害逐日灾害指数、强度等级，灾害起始日、终止日，灾害过程天数、过程等级等数据，且数据产品可通过动态调用接口获取。

夏玉米气象灾害分析：

输入数据：接入地面气象监测、天气气候预报等网格实况预报数据；作物潜在蒸散、太阳辐射、积温等夏玉米农业气候资源分析数据；一季稻作物观测、土壤水分数据。

方法模型：

夏玉米花期高温热害模型。选择日最高温度 $\geq 32^{\circ}\text{C}$ 作为高温判定高温热害发生日，结合夏玉米作物观测，统计夏玉米开花期内危害积温判定高温热害发生强度等级分别为轻度、中度和重度等级。

基于 SAPEI 指数的夏玉米干旱模型。选择降水量、夏玉米潜在蒸散量，构建日尺度前期累积降水与蒸散差值 SAPEI 指数，根据指数判断夏玉米干旱灾害程度分为正常、轻度干旱、中度干旱、重度干旱和

严重干旱等级。

夏玉米涝渍灾害模型。根据气象行业标准《夏玉米涝渍等级》（QX/T583-2020），选择 0~50cm 土壤相对湿度平均值 $\geq 90\%$ 的持续天数确定夏玉米出苗-拔节，拔节-抽雄、抽雄-成熟等不同发育阶段的涝渍过程等级为轻度、中度和重度。

生成的数据/产品：根据模型算法实现夏玉米农业气象灾害监测分析和预报预警功能，可获取空间分辨率为 5km*5km 格点化夏玉米花期高温热害、干旱、涝渍等灾害指数、强度等级，灾害起始日、终止日，灾害过程天数、过程等级等数据，且数据产品可通过动态调用接口获取。

夏大豆气象灾害分析：

输入数据：接入地面气象监测、天气气候预报等网格实况预报数据；作物潜在蒸散、太阳辐射、积温等一季稻农业气候资源分析数据；一季稻作物观测、土壤水分数据。

方法模型：

夏大豆高温热害模型。选择日最高温度 $\geq 38^{\circ}\text{C}$ 作为高温判定高温热害发生日，结合夏大豆作物观测，统计夏大豆开花结荚期内高温日数判定高温热害发生强度等级分别为轻度、中度和重度等级。

夏大豆涝渍模型。依据 0~50cm 土壤相对湿度、日降雨量和 5 日累计降雨量指数确定大豆涝渍气象等级为一级、二级、三级和四级。

基于 SAPEI 指数的夏大豆干旱模型。选择降水量、夏大豆潜在蒸散量，构建日尺度前期累积降水与蒸散差值 SAPEI 指数，根据指数和

夏大豆分级标准判断夏大豆干旱灾害程度分为正常、轻度干旱、中度干旱、重度干旱和严重干旱等级。

生成的数据/产品：根据模型算法实现夏大豆农业气象灾害监测分析和预报预警功能，可获取空间分辨率为 5km*5km 格点化夏大豆高温热害、涝渍、干旱逐日灾害指数、强度等级，灾害起始日、终止日，灾害过程天数、过程等级等数据，且数据产品可通过动态调用接口获取。

油菜气象灾害分析：

输入数据：接入地面气象监测、天气气候预报等网格实况预报数据；作物潜在蒸散、太阳辐射、积温等一季稻农业气候资源分析数据；一季稻作物观测、土壤水分数据。

方法模型：

油菜越冬期低温冻害和春霜冻灾害模型。选择日最低温度根据不同生育期低温指标判定低温冻害发生日，结合油菜越冬期、现蕾抽薹期观测，统计不同低温冻害发生日数，根据日数和低温强度组合判定过程强度。

基于 Q_w 指数的油菜涝渍害模型。选择降水量、降雨日数、日照时数，构建油菜涝渍 Q_w 指数，依据油菜生育期内逐旬涝渍指数，确定油菜涝渍等级指标，根据指数判断油菜涝渍灾害程度分为轻度、中度、重度等级。

基于 SAPEI 指数的油菜干旱模型。选择降水量、油菜潜在蒸散量，构建日尺度前期累积降水与蒸散差值 SAPEI 指数，根据指数和油菜分

级标准判断夏大豆干旱灾害程度分为正常、轻度干旱、中度干旱、重度干旱和严重干旱等级。

生成的数据/产品：根据模型算法实现油菜农业气象灾害监测分析和预报预警功能，可获取空间分辨率为 5km*5km 格点化低温冻害、干旱、涝渍逐日灾害指数、强度等级，灾害起始日、终止日，灾害过程天数、过程等级等数据，且数据产品可通过动态调用接口获取。

④ 病虫害气象等级预报

作物病害气象等级预报可根据病害发生发展气象条件的定量评价和预测模型，实现在病害防治关键期或猖獗期前分析、诊断和预报病害发生发展环境气象条件的适宜程度，从而定量预估作物病害发生发展的气象风险。该功能主要实现冬小麦、一季稻、夏玉米、夏大豆、油菜等作物病虫害气象等级预报技术的集成应用。

冬小麦病虫害气象等级预报：

输入数据：地面气象监测、天气气候预报等网格实况预报数据；冬小麦发育期监测数据。

方法模型：

小麦赤霉病发生气象等级预报模型。选择雨日和雨量的综合降水指数构建小麦赤霉病综合气象指数，结合冬小麦发育期监测和基于综合气象指数的预报公式，计算不同站点或格点小麦赤霉病气象等级。

小麦锈病发生气象等级预报模型。基于促病指数预报技术，以气温为主导指标，综合考虑湿度和降水构建小麦锈病促病指数；通过以日为单位的气象条件适宜达标单元，判断气象条件促进或抑制病害侵

染流行的累积效应，结合小麦发育监测计算小麦关键发育期逐日促病指数，通过生育期过程累积指数，判定小麦锈病发生气象等级。

生成的数据/产品：固定时段生成空间分辨率为 5km*5km 逐旬滚动小麦赤霉病发生气象等级和小麦锈病发生气象等级预报格点数据，同时可根据关键生育期内的预报数据更新动态计算同步更新病虫害发生气象等级数据。数据产品提供动态调用接口。

一季稻病虫害气象等级预报：

输入数据：地面气象监测、天气气候预报等网格实况预报数据；一季稻发育期监测数据。

水稻稻飞虱发生气象等级预报模型。选择关键期日平均气温和平均相对湿度的比值温湿比作为稻飞虱气象等级监测预警指标，依据水稻稻飞虱发生关键期触发阈值指标，判定水稻稻飞虱气象等级

水稻稻瘟病发生气象等级预报模型。选择日空气相对湿度 $\geq 90\%$ 、日照时数 $\leq 1h$ 、降水量 $\geq 1mm$ 、日平均气温 20~30℃同时满足作为稻瘟病促病日判定标准，依据持续日数影响系数表，计算水稻关键生育期稻瘟病促病指数，根据分级标准判定水稻稻瘟病发生气象等级。

水稻稻曲病发生气象等级预报模型。根据稻曲病大发生对适温高湿环境的需求及不同降水等级和温度对稻曲病发生程度的影响不同，以稻曲病发生关键期降水日数为基础，引入雨量系数和温度系数，形成稻曲病发生综合气象条件指数，结合水稻发育期监测和基于综合气象指数的预报公式，计算不同站点或格点水稻稻曲病气象等级。

生成的数据/产品：固定时段生成空间分辨率为 5km*5km 逐旬滚

动水稻稻飞虱发生气象等级、水稻稻瘟病发生气象等级以及水稻稻曲病发生气象等级预报数据，同时可根据关键生育期内的预报数据更新动态计算更新气象等级数据。数据产品提供动态调用接口。

夏玉米病虫害气象等级预报：

输入数据：地面气象监测、天气气候预报、气候预测等网格实况预报数据；夏玉米发育期监测数据。

玉米草地贪夜蛾发生气象等级预报模型。依据国家局下发的《作物病虫害气象等级预报技术指南》，通过草地贪夜蛾繁育为害阶段生理气象指标确定冬季的平均气温、3月的平均气温、4月的平均气温、5月的平均气温、6月的平均气温、7月日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的天数等关键气象影响因子，依据气象适宜度综合指数预报模型在4-8月逐月计算草地贪夜蛾繁育为害气象适宜度综合指数，按照指数分级判定发生气象等级。

生成的数据/产品：固定时段生成空间分辨率为5km*5km逐旬滚动玉米草地贪夜蛾发生气象等级预报数据，同时可根据关键生育期内的气候预测以及天气预报数据更新动态计算更新气象等级数据。数据产品提供动态调用接口。

夏大豆病虫害气象等级预报：

输入数据：地面气象监测、天气气候预报等网格实况预报数据；夏大豆发育期监测数据。

方法模型：

大豆食心虫发生气象等级预报模型。选择降水量和土壤相对湿度

构建大豆食心虫发生气象判别指标，根据发生等级的气象指标阈值，结合大豆发育期观测和判断关键生育期大豆食心虫发生气象等级。

生成的数据/产品：固定时段生成空间分辨率为 5km*5km 逐旬滚动大豆食心虫发生气象等级预报数据，同时可根据关键生育期内的气候预测以及天气预报数据更新动态计算更新气象等级数据。数据产品提供动态调用接口。

油菜病虫害气象等级预报：

输入数据：地面气象监测、天气气候预报等网格实况预报数据；油菜发育期监测数据。

方法模型：

油菜菌核病发生气象等级模型。选择雨日和雨量，并引入平均温度作为订正系数构建油菜菌核病综合气象指数，结合油菜发育期监测和基于综合气象指数的预报公式，计算各区域发病关键不同站点或格点油菜菌核病气象等级。

生成的数据/产品：固定时段生成空间分辨率为 5km*5km 逐旬滚动油菜菌核病发生气象等级预报数据，同时可根据关键生育期内的气候预测以及天气预报数据更新动态计算更新气象等级数据。数据产品提供动态调用接口。

⑤ 农用天气预报

农用天气预报是根据农业生产过程中主要农事活动以及相关技术措施对天气条件的需要而制作发布的一种针对性较强的专业气象预报，可为农业生产提供指导性服务的农业气象专项业务。该业务功

能应用智能网格预报数据，基于春耕春播、夏收夏种、秋收秋种等关键农时农事气象适宜度方法指标，实现冬小麦、一季稻、夏玉米、夏大豆和油菜等主要农作物关键农时农事气象适宜度动态预报。

输入数据：地面气象监测、天气气候预报等智能网格实况预报数据；物候期、生长发育状况等作物观测数据；土壤相对湿度数据；作物农业气象灾害分析数据。其中，日尺度格点化天气预报数据采用 08 时次起报格点预报产品。

方法模型：

一季稻播种气象适宜度预报模型。依据《全国春耕春播气象服务方案》，选择降水量和温度作为一季稻播种判别指标，判断播种适宜度为适宜、次适宜或不适宜，播种气象适宜度计算时段为 3 月下旬至 5 月上旬。

冬小麦、油菜收获气象适宜度预报模型。依据《全国夏收夏种气象服务方案》，选择降水量和 10cm 土壤相对湿度，平均风速作为冬小麦、油菜收获判别指标，依据冬小麦和油菜指标阈值分别判断收获适宜度为适宜、次适宜或不适宜，冬小麦、油菜收获气象适宜度计算时段为 5 月中旬至 6 月上旬。

夏大豆、夏玉米播种气象适宜度预报模型。依据《全国夏收夏种气象服务方案》，选择降水量和 10cm 土壤相对湿度以及是否具备灌溉能力作为夏大豆和夏玉米播种判别指标，依据指标阈值分别判断收获适宜度为适宜、次适宜或不适宜，夏大豆和夏玉米播种气象适宜度计算时段为 6 月中下旬。

一季稻、夏玉米、夏大豆收获气象适宜度预报模型。据《全国秋收秋种气象服务方案》，一季稻选择降水和平均风速，夏大豆和夏玉米选择降水量、10cm 土壤相对湿度和平均风速作为收获判别指标，依据指标阈值分别判断收获适宜度为适宜、次适宜或不适宜，一季稻、夏大豆和夏玉米收获气象适宜度计算时段为 9 月中旬至 10 月中旬。

冬小麦、油菜播种气象适宜度预报模型。依据《全国秋收秋种气象服务方案》，选择降水量和 10cm 土壤相对湿度作为冬小麦、油菜播种判别指标，依据指标阈值分别判断播种适宜度为适宜、次适宜或不适宜，夏大豆和夏玉米播种气象适宜度计算时段为 10 月中旬至 11 月上旬。

灌溉气象适宜度等级预报模型。依据《全国农用天气预报业务服务暂行规定》，当作物出现农业干旱时（根据作物干旱灾害监测判断），选择作物干旱灾害强度等级和降水量作为判别指标，根据指标阈值分别判断灌溉适宜度为适宜、次适宜或不适宜等级。灌溉气象适宜度等级预报主要针对冬小麦、夏玉米和夏大豆。

喷药气象适宜度等级预报模型。根据作物生育期监测，在作物病虫害防控关键期，选择降水、风、最高气温作为判别指标，根据指标阈值分别判断喷药适宜度为适宜、次适宜或不适宜等级。

生成的数据/产品：

一季稻农用天气预报。包括规定服务期内逐日生成未来 3~7d 的空间分辨率为 5km*5km 一季稻播种（露地育秧）气象适宜度等级预报格点化数据产品；一季稻收获气象适宜度等级预报格点化数据产品；

一季稻穗期“两病”病虫害防控期（破口期）喷药适宜度等级预报格点化数据产品。数据产品提供动态调用接口。

冬小麦农用天气预报。包括规定服务期内逐日生成未来 3~7d 的空间分辨率为 5km*5km 冬小麦播种气象适宜度等级预报格点化数据产品；冬小麦收获气象适宜度等级预报格点化数据产品；干旱发生时期冬小麦灌溉气象适宜度等级预报格点化数据产品；冬小麦赤霉病、条锈病等病虫害防控期喷药适宜度等级预报格点化数据产品。数据产品提供动态调用接口。

夏玉米农用天气预报。包括规定服务期内逐日生成未来 3~7d 的空间分辨率为 5km*5km 夏玉米播种气象适宜度等级预报格点化数据产品；夏玉米收获气象适宜度等级预报格点化数据产品；干旱发生时期夏玉米灌溉气象适宜度等级预报格点化数据产品；夏玉米病虫害防控期喷药适宜度等级预报格点化数据产品。数据产品提供动态调用接口。

夏大豆农用天气预报。包括规定服务期内逐日生成未来 3~7d 的空间分辨率为 5km*5km 夏大豆播种气象适宜度等级预报格点化数据产品；夏大豆收获气象适宜度等级预报格点化数据产品；干旱发生时期夏大豆灌溉气象适宜度等级预报格点化数据产品；夏大豆病虫害防控期喷药适宜度等级预报格点化数据产品。数据产品提供动态调用接口。

油菜农用天气预报：包括规定服务期内逐日生成未来 3~7d 的空间分辨率为 5km*5km 油菜播种气象适宜度等级预报格点化数据产品；

油菜收获气象适宜度等级预报格点化数据产品；油菜病虫害防控期喷药适宜度等级预报格点化数据产品。数据产品提供动态调用接口。

⑥ 作物产量气象模拟评估

农业气象产量预报是各级政府制定宏观调控政策、合理安排农业生产所需要的重要信息，是气象为农服务的主要产品之一。本功能基于统计、农业气象适宜度、作物模型等三种方法，实现分作物的产量动态预报技术的集成应用。

输入数据：地面气象监测、天气气候预报等实况预报数据；作物观测产量结构数据、县产量统计数据等；农业气候适宜度等农业气候资源分析数据和农业气象灾害分析数据。

方法模型：

基于关键气象因子一季稻、冬小麦、夏玉米、夏大豆和油菜产量动态预报模型。模型选择与作物气象产量显著相关的关键气象因子基于多元线性回归方法构建产量预报模型，实现作物趋势产量和绝对产量的定量预报。

基于农业气象适宜度一季稻、冬小麦、夏玉米、夏大豆和油菜产量动态预报模型。模型选择作物生育期内逐旬气候适宜度指数建立产量预报模型，综合考虑作物生物学特性，实现作物趋势产量定量预报

相似年计算分析算法。计算预报年预报时刻之前的逐日气候适宜度与历史上所有年份相同起止时段气候适宜度的相关系数与欧氏距离的比值，按照比值从大到小排序确定。

基于作物模型的冬小麦和一季稻作物产量动态预报模型。分别基

于 Wofost 和 ORYZA 作物生长模型模拟冬小麦和一季稻生长发育过程，可结合后期气候趋势预测信息，采用历史相似类比方法从历史观测资料中寻找与后期气候趋势接近的样本序列进行替代，实现作物产量和相对产量趋势（丰歉年）的预报。

产量预报准确率评价模型。依据县产量统计数据，分别计算三种产量预报模型算法的历史拟合及预报准确率，实现预报准确率统计和分析。

生成的数据/产品：

一季稻产量预报。依据预报产品更新的逐月滚动一季稻产量年景预报、相似年站点数据表；8-9 月逐旬滚动更新的基于数理统计、农业气象适宜度、作物模型的一季稻趋势产量（或相对产量）预报站点数据表和一季稻单产、总产量预报站点数据表；一季稻各主产县（沿淮、江淮、沿江）单产和总产量、省级单产和总产量预报站点数据表。

冬小麦产量预报。依据预报产品更新的逐月滚动冬小麦产量年景预报、相似年站点数据表；5-6 月逐旬滚动更新的基于数理统计、农业气象适宜度、作物模型的冬小麦趋势产量（或相对产量）预报站点数据表和冬小麦单产、总产量预报站点数据表；冬小麦各主产县（沿淮淮北、江淮）单产和总产量、省级单产和总产量预报站点数据表。

夏玉米产量预报。依据预报产品更新的逐月滚动夏玉米产量年景预报、相似年站点数据表；8-9 月逐旬滚动更新的基于数理统计、农业气象适宜度的夏玉米趋势产量（或相对产量）预报站点数据表和夏玉米单产、总产量预报站点数据表；夏玉米（沿淮淮北）各主产县单

产和总产量、省级单产和总产量预报站点数据表。

夏大豆产量预报。依据预报产品更新的逐月滚动夏大豆产量年景预报、相似年站点数据表；8-9月逐旬滚动更新的基于数理统计、农业气象适宜度的夏大豆趋势产量（或相对产量）预报站点数据表和夏大豆单产、总产量预报站点数据表；夏大豆（沿淮淮北）各主产县单产和总产量、省级单产和总产量预报站点数据表。

油菜产量预报。依据预报产品更新的逐月滚动油菜产量年景预报、相似年站点数据表；5-6月逐旬滚动更新的基于数理统计、农业气象适宜度的油菜趋势产量（或相对产量）预报站点数据表和油菜单产、总产量预报站点数据表；油菜（淮河以南）各主产县单产和总产量、省级单产和总产量预报站点数据表。

⑦ 卫星遥感农情监测

卫星农情遥感可基于多源卫星遥感数据，利用空间信息技术动态监测，实现主要作物种植面积、作物布局、作物长势、农业灾害发生与发展等农情遥感监测技术的集成应用。

输入数据：基于风云、高分、MODIS等卫星遥感数据集；地面气象监测、天气气候预报等智能网格实况预报数据；物候期、生长发育状况等作物观测数据；作物潜在蒸散量等农业气候资源分析数据。

方法模型：

卫星遥感监测分析-主要作物种植面积识别。基于地面调查数据以及人机交互和目视解译选择，利用高分辨率影像进行作物分类，采取混合像元分解以保证部分混合像元过于集中地区的提取质量；将分

类结果进行区域统计，获取与输入卫星遥感数据同像元大小的作物组分结果；将基于卫星遥感数据提取的时间序列 NDVI 数据集与多光谱数据、高分辨率生成的作物数据进行比较，建立神经网络模型；利用神经网络模型进行全影像外推，实现可业务化的基于多时序遥感数据的冬小麦、一季稻、夏玉米和油菜种植分布和面积提取。

卫星遥感监测分析-主要作物苗情长势监测。基于多源卫星遥感数据图像的处理和分析，提取 NDVI 指数，构建冬小麦、一季稻、夏玉米和油菜等遥感监测指标。通过 LAI 等长势数据和苗情的反演算法，实现大面积的苗情分类实时监测和过程监测。实时监测可通过当年指数与常年比对分级，统计和显示区域的作物苗情类别；过程监测可利用时序 NDVI 图像来构建作物生长过程，统计生长过程曲线的特征参数包括上升速率、下降速率、累计值等各种特征参数，通过生长过程的年际间的对比来反映作物生长的状况。

卫星遥感监测分析-主要作物关键生育期监测预测。基于卫星影像数据，重构 NDVI 数据集，获取高时间分辨率的 NDVI 时间序列，分析冬小麦、夏玉米、一季稻等抽穗（抽雄）、成熟期在遥感影像上 NDVI 时序曲线变化特征，通过和地面作物观测数据比对，利用深度学习算法结合网格实况数据构建关键生育期遥感识别模型和成熟期预测模型，基于历史序列实现区域冬小麦、一季稻、夏玉米等作物穗期和成熟期的遥感识别，以及成熟收获期预测。

卫星遥感监测分析-主要作物旱涝灾害监测。基于卫星遥感反演的地表温度数据（LST）、土壤含水量、NDVI 指数构建作物缺水指数，

结合作物蒸散、地面土壤水分观测数据和作物观测数据建立作物遥感旱涝灾害监测模型。综合应用遥感和地理信息技术，定期生成高时间分辨率、高光谱分辨率的格点化作物缺水指数数据，用以实时评估区域旱涝发生程度。

生成的数据/产品：

与输入卫星遥感数据相同的空间分辨率冬小麦、夏玉米、一季稻、油菜等作物种植分布格点数据产品；冬小麦、夏玉米、一季稻、油菜关键生育期苗情分类数据产品；固定时段生成的冬小麦、夏玉米、一季稻穗期遥感识别产品，以及成熟收获期预测格点数据产品；冬小麦、夏玉米、一季稻、油菜等作物定期旱涝等级和旱涝指数格点数据产品。其中种植分布产品应用于各类产品制图功能可实现空间叠加和提取分析，农情遥感监测数据提供动态调用接口。

以上 7 类业务功能中农业气象监测功能为通用业务功能，其他六类业务功能的气象指标方法均有差异，需根据实际情况分作物实现：

表 5.5.3.2-1 分作物功能布局

序号	模块名称	分作物功能模块设计				
		一季稻	冬小麦	夏玉米	夏大豆	油菜
1	农业气象监测	√	√	√	√	√
2	农业气候资源分析	√	√	√	√	√
3	农业气象灾害分析	√	√	√	√	√
4	重大病虫害气象影响等级预报	√	√	√	—	√

序号	模块名称	分作物功能模块设计				
		一季稻	冬小麦	夏玉米	夏大豆	油菜
5	农用天气预报	√	√	√	√	√
6	作物产量气象模拟评估	√	√	√	√	√
7	卫星遥感农情监测	√	√	√	—	√
8	国家级农业气象数据产品	√	√	√	—	—

注：“√”表示当前作物具有该功能模块。

(2) 农业气象产品分析加工组件设计

以上业务功能实现后产生的数据产品，交由统一的农业气象产品分析加工组件处理。农业气象数据产品处理分析组件通过农业数据产品、农业气象指标方法配置文件（style.xml）与中台地理信息模块功能融合，实现以下功能：

农业气象数据可视化分析：对各类站点数据文本进行表格显示，同时可选定某要素，按站点、时间进行分类汇总，绘制线图、柱状图；单时次表格数据，可选定某要素，按市、气候分区进行分类汇总，绘制线图、柱状图。格点数据产品可选定色标库内默认产品色标或自定义色标，结合地理信息数据制作自选区域、市、县区、主要作物遥感种植分布区色斑图。

服务产品智能化加工：针对站点数据产品，对当前选定的要素、时次数据，进行空间数据标注、分类标注（支持多要素），可选择

IDW、克里金等方法进行插值，输出为栅格数据或色斑图产品；栅格数据产品和农业气象格点数据产品可按照自选掩膜、作物种植分布、土地利用类型、卫星遥感作物面积识别数据等进行叠加制图，生成图片产品，可直接通过发布中台发布或提供文字材料配图。

农业气象灾害影响评估：将农业气象格点数据产品通过地理信息系统的网格计算功能，按区域、指标等级进行面积统计，其中区域要素设定市、县等行政区，地理气候分区，自定义掩膜区域；指标等级可从色标库选择各类产品算法的默认指标等级，或由业务人员自行设定，实现农业气象数据的影响评估分析。

图表产品编辑制作：对当前选定产品形成的图片或表格，通过分析，形成图片+文字说明或表+文字说明的业务产品报告，在数据描述分析功能的编辑窗口中提交报告，并提供功能协同编辑功能，经内部审核、校验后签发。

图表产品对接共享：将审核、校验后的图表产品签发对接至中台，由中台统一管理发布，且形成可共享的调用数据接口，供其他模块和功能调用。

（3）农业气象服务产品制作功能设计

业务功能数据产品经农业气象产品分析加工组件处理分析后，主要应用于不同对象的农业气象服务产品制作加工。主要功能设计如下：

农业气象服务产品模板库构建：按照《安徽省气象局图形产品规范（试行）》和《安徽省气象局现有业务服务产品清单》，构建春耕春播、夏收夏种、秋收秋种等农用天气预报，低温霜冻、高温热害、

干旱、涝渍等主要作物气象灾害监测评估和风险预警，小麦赤霉病、水稻稻瘟病等重大病虫害气象等级预报等多类农业气象服务产品模板库。

农业气象服务产品智能化制作：关键农时农事气象影响预报、主要作物气象灾害风险预警和重大病虫害气象等级预报等农业气象专题服务产品模板。以农业气象实时数值产品和农业气象知识库为支撑，研发融合机器学习、智能图文编辑技术的农业气象服务产品制作前台，实现服务消息、H5 页面、图文文档等多类型服务产品的线上智能化生产加工。提供人工干预修改、审核、签发功能，完成后按照既定约束条件发布本应用的调度保障服务模块、直通式服务模块。

消息编辑与对接：根据当前图、表，编辑农业气象影响分析消息文本，按照区域、农业类型、用户类型选定用户，经审核、签发后，与发布中台对接，提供推送至用户手机终端的发布功能，同时内部可通过接口推送至符合用户条件的本应用的调度保障服务模块、直通式服务模块。

（4）维护管理功能设计

地图维护管理：对接地理信息系统模块，对市县、乡镇名称及边界、河流、水系等行政区划与基础地理信息；国家气象观测站、区域站、土壤水分观测站、农业物联网观测站等站点信息；农业气象数据产品图可以与土地利用、作物遥感识别、作物种植区划、地形图等图层数据；高标准农田、农业三园三区、新型农业经营主体等空间信息图层维护管理，支持在地图上通过新型农业经营主体类型、作物区域、

行政分区等选项筛选用户进行信息推送。

色标与出图样式管理：依据国家局业务要求提供各算法产品的指标、色标维护管理功能，可对任一指数等级划分的起止值、等级名称、色斑图颜色等进行维护；已定义的色标与出图样式可分类进行维护管理、选择调用。

用户、角色分类管理：可服务对象（产品分发和接口使用用户）角色进行分类：农技人员、涉农部门、乡镇或街道社区部门、城市大脑有关部门、农业生产“大托管”组织、代种代管社会化组织等。按角色进行功能分配权限：可按角色分类分配功能模块，形成订阅式服务功能。

画像和日志管理：平台中各业务模块或产品、外部门用户均是实体对象，可设置以下属性标签：产品的名称、简介、适用时段、适用作物、各输出要素及关联的色标；用户 ID、角色类型、关注种养对象名称、种养规模、手机号、简介等。用户登录、各产品访问情况等信息实时记录存档，作为用户画像基础信息储备。

业务功能运行管理：各业务功能的实时运行作业，符合“天擎”数据算法底座要求，基于统一的协议接口以农业气象动态链接库（DLL）进行集成，并提供模型输入参数设置、运行计划和日志查询、数据情况质量监控、可视化产品加工等级色标维护等管理功能。

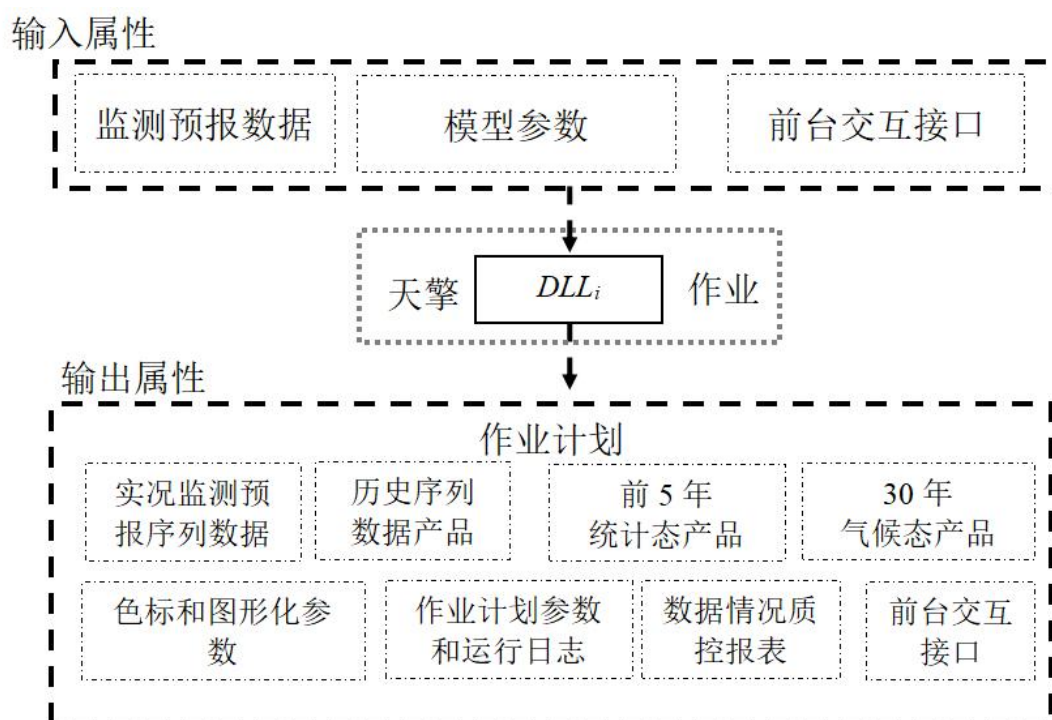


图 5.5.3.2-2 业务功能子模块运行管理数据流程及性能需求示意图

(5) 各模块的关系、数据流程与界面效果

功能（1）-（4）在用户端按上下两栏进行主页面设计。上栏为应用系统的 LOGO、业务功能选择菜单，可分作物选择农业气象灾害风险预警、农情遥感、农业气候资源分析等具体功能模块。确定功能模块后的数据分析、产品制作等功能在下栏由农业气象产品分析加工组件实现。

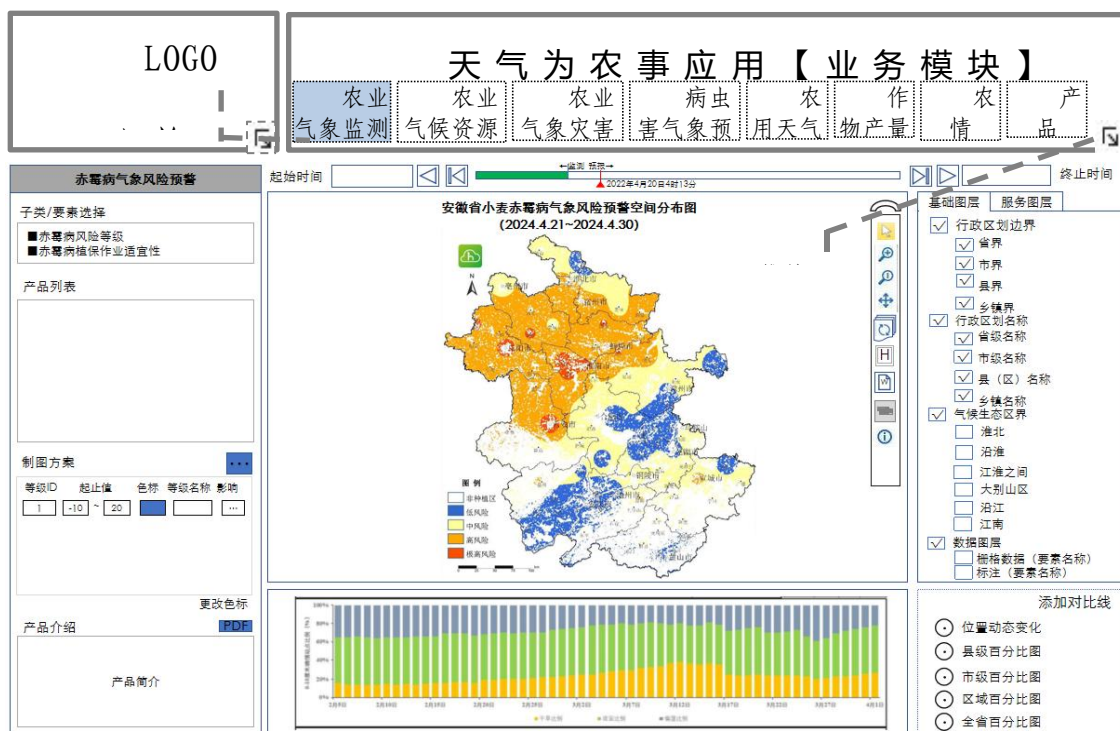


图 5.5.3.2-3 天气为农事应用业务模块主界面实现效果设计图

3.5.3.2.2 天气为农事应用调度保障服务模块

面向涉农部门、农业托管组织等农业生产调度管理保障，研发基于桌面浏览器的应用终端，实现“我的气象台应用”“决策气象应用”及本应用业务模块输出、发布的气象监测、天气气候预报、农业气象、农情遥感等信息与农业科技工作者的互联互通，提供农技人员农情、农事建议反馈接口，提升农业生产管理调度部门指导新型农业经营主体开展抗灾田管的气象服务能力。

农业气象及天气预报数据交互查询：提供农业干旱、涝渍监测分布，小麦、水稻主要农业灾害气象风险预警及基于卫星遥感的作物种植分布、土壤墒情、苗情长势监测等农业气象监测信息查询；提供雷达拼图显示，未来 3 小时、6 小时、12 小时、24 小时、未来第 2、3

天的降水预报图，今天、明天、后天的最高、最低气温分布图等预报产品的交互查询；提供预警信号产品，可查看卫星云图，不同时段의降水和气温统计分析及风向、风速等气象实况产品查询。用户可按照固定旬、月等时间段查询。

服务产品展示：根据用户类型和区域提供接口，为服务对象提供省气象台、省气候中心、市县局的气象预报的天气气候预报服务产品，以及省农业气象中心、特色农业气象分中心、市县局农业气象专题服务图片和文字产品信息服务。

关键天气信息提醒：通过农业气象灾害分析功能实时监测各类作物农业气象灾害实况，在发生站点或格点面积达到固定占比，触发预警等级时，根据服务对象关注的作物和区域，实现关键天气信息弹窗提示功能。

调度保障气象信息编辑：以本系统提供的农情气象信息为基础，为用户提供农业生产提醒消息编辑功能，按照区域、种养类型、用户类型选定用户，经审核、签发后，对接中台向相关农户、农业经营主体发送提醒消息。

气象服务反馈评价：根据国家局下发的农业气象服务效益评估办法设计网页反馈表单，在其中设置相关字段包括各项服务反馈内容和评分选项，并确保用户在使用服务后可以填写他们的意见、建议和评价。收集整理反馈信息，可实现根据反馈内容的类型对信息进行分类，以便更好地改进服务内容。可定期对收集到的反馈信息进行分析统计，形成图表等可视化展示，直观了解气象服务满意度和改进情况。

以上业务功能模块集成后示意效果见下图。

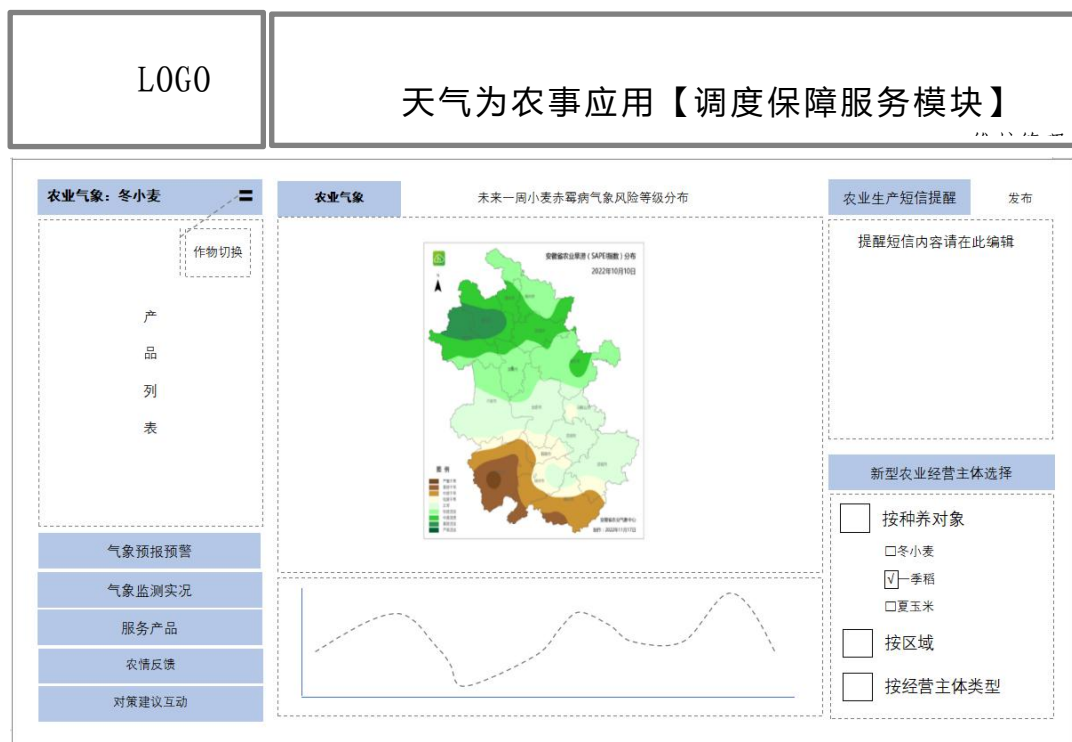


图 5.5.3.2-4 天气为农事应用调度保障模块主界面实现效果设计图

3.5.3.2.3 天气为农事应用直通式服务模块

面向新型农业经营主体在生产管理中对于气象信息方面的需求，研发多种可融入惠农气象移动端、“皖事通办”等现有涉农移动终端应用直通式服务插件，实现“我的气象台应用”、“决策气象应用”及本应用业务模块和天气为农事应用调度保障服务模块输出和发布的气象监测、天气气候预报、农业气象、农情遥感、防灾减灾等信息，与新型农业经营主体的互联互通、数据共享，基于多源渠道形成订阅式、针对性直通式服务能力。

农情反馈与对策建议互动插件：依托涉农部门、农业大托管组织专家与气象为农服务人员建立为农服务专家库，提供农情反馈与农事

建议互动窗口，服务对象通过编辑或从外部导入方式，将文字、图片、视频等信息留言或者定向发给对口技术专家，进行技术咨询，实现专家库技术人员与新型农业经营主体之间农情反馈、信息互动、共享。同时为服务对象提供反馈接口，可通过视频、文字、问答、图片方式实时可视化反馈农情灾情。同时提供生育期、灾害农情反馈信息的后台管理分析，形成分作物、分区域报表。该功能嵌入农业气象融入式服务插件。



图 5.5.3.2-5 农情反馈与对策建议互动功能实现效果示意图

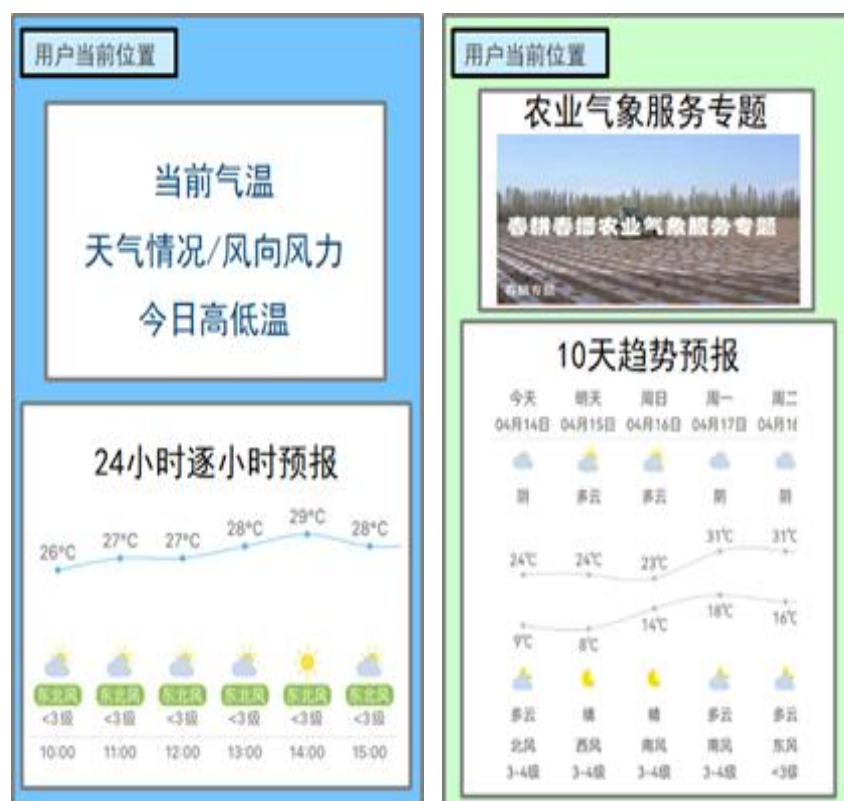


图 5.5.3.2-6 天气为农事应用直通式服务模块天气预报预警服务插件实现效果示意图

农业气象融入式服务插件：

天气气象服务功能。采用智能网格化预报和基于 LBS 的位置服务技术，把用户实时地理位置信息与天气实况、逐时预报、逐日滚动预报、农业气象预报情报等进行格点叠加处理，形成分时、分区的精细化气象信息产品，通过移动互联网技术进行推送。实现基于用户位置，对当前实况、气象预警，预报信息的精准化推送。

农业气象服务功能。采用 POI 搜索定位、LBS 位置服务、物联网智能传感等移动互联网交互技术，满足新型农业经营主体基于位置和生产环节的实时农情、灾情和气象数据，并进行汇集加工、处理。实现基于位置的农业气象灾害风险预警、农用天气预报病虫害气象等级

预报数字化产品定位推送与服务，且根据用户位置提供相关区域的各种农业气象服务产品的查询服务以及数据接口。

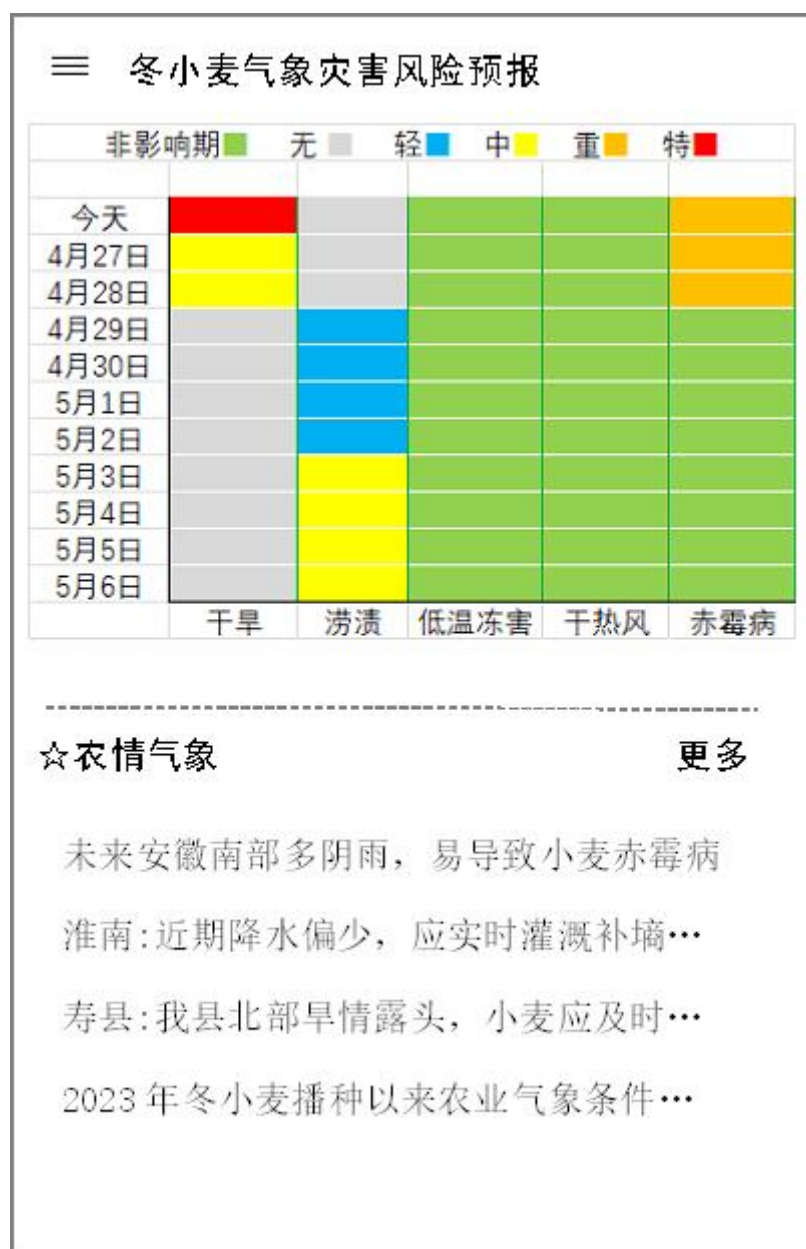


图 5.5.3.2-7 天气为农事应用直通式服务模块农业气象融入式服务插件实现效果示意图

农业资讯服务插件：基于农业经营主体个性化标签实现农业行情、科技、政策、农业对策建议等信息的精准推送服务。采用云计算、大数据技术对用户信息进行挖掘处理，形成新型农业经营主体的行业、

区域、生产种类、关注点、年龄、使用习惯和轨迹等用户画像，通过人工智能技术进行文本处理，根据农业气候资源分析和农业气象灾害分析产品对农业气象指导建议、农业综合信息等进行分众化智能推送。



图 5.5.3.2-8 天气为农事应用直通式服务模块农业资讯服务插件实现效果示意图

3.5.3.3 流域气象

流域气象应用业务数据治理、模型计算、业务流程等均在安徽气象大数据云平台开展建设，对外服务产品在存储于一体化数据基础平台，并外部门和“三端”提供数据服务。

3.5.3.3.1 水库气象服务综合业务平台

为了提升安徽省重点水库气象服务能力，针对佛子岭水库、梅山

水库、陈村水库、龙河口水库等安徽省大中型水库的防汛救灾等服务需求，开发安徽省流域气象服务场景，研发面向重点水库服务的一体化服务产品，为重点水库防汛救灾提供精细化面雨量实况和预报等服务产品。

水库流域气象服务综合业务平台主要由数据层、算法层、前端应用层等部分组成，水库气象服务综合业务平台架构如图所示：

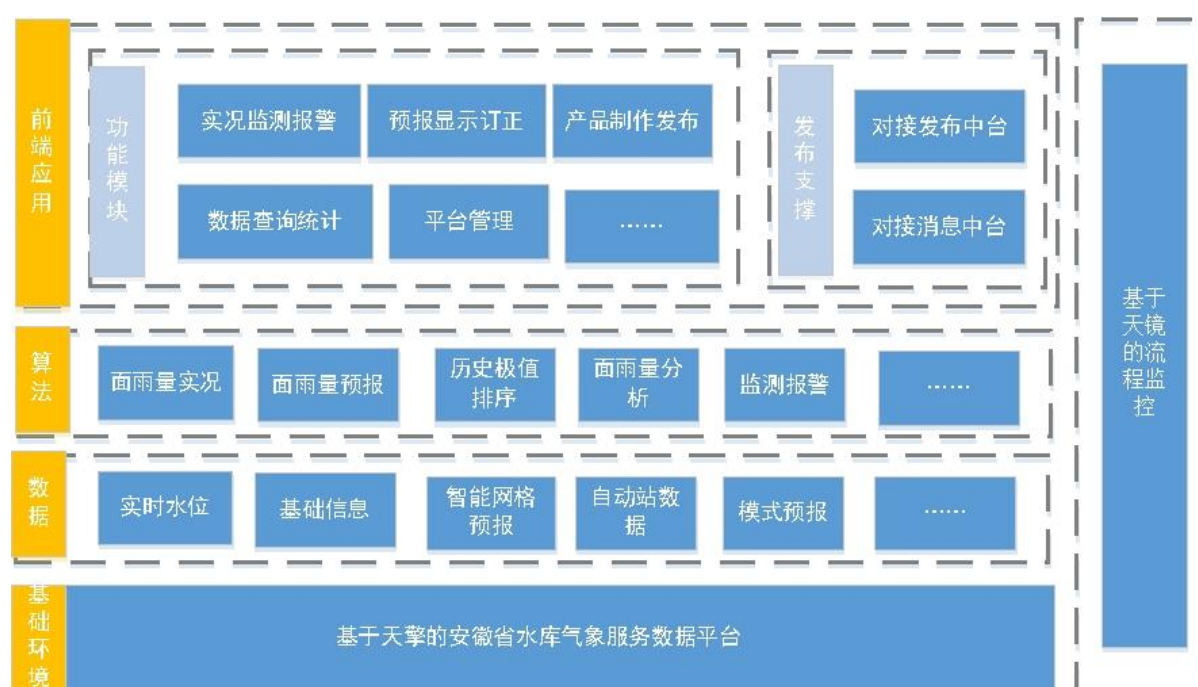


图 5.5.3.3- 1 水库气象服务综合业务平台系统架构图

3.5.3.3.1.1 数据接入与处理

（1）对接中台地理信息获取基础地理信息。基于高分辨率 DEM 数据、水库流域数据，提取河流流向数据、汇水累积量数据、河流等级数据，通过资料收集、图像配准、阈值确定、河网提取、汇水区生成等处理过程，针对佛子岭、梅山、陈村、龙河口等水库生成流域边界，实现水库流域边界区划，并接入平台中。

(2) **数据接入。**对接气象大数据云平台获取地面自动站数据、CLDAS、智能网格等多种数据，通过共享获取水文数据，接入水库气象服务综合业务平台。

(3) **开发雷达显示组件。**雷达显示组件可实现雷达拼图、单站雷达的基本反射率、组合反射率、垂直积分液态水含量、回波顶高和水凝物识别等产品的显示，可支持二维显示和三维数据叠加 GIS 互动显示，可对非降水回波进行滤除，并支持单站雷达历史资料回放、显示图层控制等功能，接入平台后实现水库流域内雷达数据的显示、回放、保存，同时可选定时间段动画显示雷达图及下载保存。

(4) **开发卫星显示组件。**卫星显示组件可支持风云系列卫星的红外、可见光、水汽等多种产品的显示，接入平台后实现水库流域制定范围图的显示，支持卫星数据的显示、回放、保存，同时可选定时间段动画显示卫星图及下载保存。

3.5.3.3.1.2 水库气象服务算法

(1) 多时次实况面雨量算法

实况面雨量算法是针对各水库细化的子流域，从气象大数据平台中读入监测区域基本信息，基于地理信息支撑数据，自动提取网格化监测产品中相应的降水数据，采用客观分析方法，实时更新计算相应的面雨量数据。对过去 1 小时降水、过去 3 小时降水、过去 6 小时降水、过去 12 小时降水、过去 24 小时降水、任意时段累计降水等进行面平均雨量计算，生成中小流域面雨量。

面雨量计算方法有格点法、三角形法等雨量法、网格算术平均法、

泰森多边形法等，常见使用的主要有泰森多边形法、网格算术平均法等。

泰森多边形法又称垂直平分法或加权平均法。该方法的要点是首先求得各测站的面积权重系数，即将流域内各相邻测站用直线相连，作各连线的垂直平分线，把流域划分为若干个多边形，每个多边形内都有一个测站，由此可计算得到每个多边形的面积 ΔA_n ，若小流域的总面积为 A ，则每个测站的权重系数 f_n 为：

$$f_n = \frac{\Delta A_n}{A} \quad n=1, 2, 3, 4 \dots\dots$$

若某流域内测站某日的降水为 R_n ，则该流域的面雨量为：

$$\bar{R} = R_1 f_1 + R_2 f_2 + R_3 f_3 + \dots\dots$$

网格算术平均法。其基本思路是将一个有密度的固定网格覆盖在流域面上，通过计算网格的雨量平均值来确定流域面上的平均雨量。若站点密度较低且分布不均时，泰森多边形方法计算简单，且效果优于其他方法。若站点有一定密度，则使用网格平均法更为简单。

(2) 多模式预报面雨量算法。根据各水库分片，针对 ECMWF、CMA-MESO、CMA-SH9、全国智能网格等数值模式，开展面雨量计算。数值预报模式降水预报产品，采用网格算术平均法估算流域面雨量预报。为计算方便，对于预报产品先对低分辨率数值模式格点产品进行空间插值，使其与高分辨率数值模式格点产品的格距一致，再采用网格算术平均法估算流域面雨量预报。

(3) 面雨量实况分析。针对 1 小时降水、3 小时降水、6 小时降

水、12 小时降水、24 小时降水、任意时段累计面雨量根据需求进行分析，实现数据存储、数据更新、数据备份、配置服务接口等功能；支持水库流域子流域面雨量快速统计分析；支持产品存储、共享和快速检索。提供多流域基础数据、长序列实况、预报、服务产品等高效存储与共享服务，支撑水库气象服务业务系统运行，支撑与水文等相关部门数据共享交换，并支持水库数量扩展。

（4）面雨量预报分析。针对 ECMWF、CMA-MESO、CMA-SH9、全国智能网格等数值模式面雨量预报根据需求进行分析，实现数据存储、数据更新、数据备份、配置服务接口等功能，支持水库流域子流域面雨量快速统计分析；支持产品存储、共享和快速检索。提供多流域基础数据、长序列实况、预报、服务产品等高效存储与共享服务，支撑水库气象服务业务系统运行，支撑与水文等相关部门数据共享交换，并支持水库数量扩展。

（5）雨量监测算法。针对智能网格等降水数据，根据阈值，对不同预报时长降水进行实时监测报警提醒，如预报达到阈值，则报警，平台上可以用不同颜色来显示不同等级。

（6）面雨量监测算法：针对多种面雨量预报数据，根据阈值，对不同预报时长降水进行实时监测报警提醒，如预报达到阈值，则报警，平台上可以用不同颜色来显示不同等级。

（7）历史极值排序算法：针对雨量、面雨量、气温、日照等不同要素开发极值排序算法。用户根据需求可选择年、月、季及任意时段进行数据查询，查询时可快速的显示出历史同期该要素的历史排序，

并以时序图、柱状图、折线图等多种方式显示、下载。

3.5.3.3.1.3 业务功能

前端应用主要包括基础地理数据显示、实况监测、预报调取及订正、服务产品制作、数据统计、雨量面雨量预报检验评估等模块。

实况监测：该模块实现各水库雨水情监测报警，显示方式多样性、可完成任意时段格点雨量、面雨量、土壤墒情、气温、日照等多种气象要素的显示、绘图。满足图片可导出、站点可分级勾选、流域可分片勾选，可实现所选时间段、站点、子流域等条件的极端值、历史同期等统计，并以色斑图、柱状图、折线图等多种形式输出。可显示水库流域雷达拼图、卫星图，根据时间选项提供流域雷达拼图、卫星数据展示，包括提供基础反射率等多种雷达产品、红外等多种卫星产品的显示，提供时间轴选项，允许用户查询时间轴任意时间点雷达拼图数据，并提供自动播放功能，并可对动画进行保存。该模块涉及的功能点主要包含雨量格点数据绘图、面雨量数据绘图、面雨量实况数据综合显示、面雨量实况数据综合显示、水文数据接入及综合显示、土壤墒情数据处理及绘图、土壤墒情数据显示、温度日照等气象要素绘图模块、温度日照等气象要素显示。

精细化数值预报调取及订正：为精细化预报订正提供多种数值预报，包括 ECMWF、CMA-MESO、CMA-SH9、全国智能网格等相关降水预报数据，提供起报时间、预报时间选择，对相关数据进行网格化查询显示。结合精细化降水客观订正技术，完成雨量、面雨量订正，完成水库精细化降水主观订正产品的制作：主要包括系统设置、数值预

报调取、产品订正、产品输出等功能模块，产品加工均后台处理，该模块涉及的功能点主要包括：雨量格点数据绘图、面雨量数据绘图、面雨量实况数据综合显示、面雨量实况数据综合显示、雨量格点预报订正、面雨量预报订正。

服务产品制作：实现对所选水库气象服务周报、专报等服务材料的快捷制作，服务产品制作过程所需的图片、表格及文本格式系统自动生成，具体文字内容由值班人员根据实际天气描写，对接发布中台和消息中台，实现服务产品的快速发布和消息通知。该模块涉及到的功能点主要为水库气象服务周报制作、水库气象服务专报制作、对接发布中台、对接消息中台。

数据统计：基于历史数据，针对雨量、面雨量、日照、气温等多种要素，根据需要统计查询年、月、旬及任意时间段该要素数据，绘制色斑图、柱状图、折线图等产品，并可视化显示在平台中。该模块涉及到的功能点主要为雨量数据统计查询及可视化、面雨量数据统计查询及可视化、气温、日照数据统计查询及可视化。

雨量、面雨量预报检验评估：针对流域中心预报员主观雨量、面雨量预报产品、中央气象台下发指导面雨量预报产品、全国智能网格预报产品、ECMWF、CMA-MESO、CMA-SH9 等模式预报产品开展检验，参照《全国七大江河流域面雨量监测和预报业务规定（试行）》要求，根据安徽省各中小流域特色开展降水量预报评估（晴雨预报评分、TS 评分），面雨量预报评估（模糊评分、绝对误差、TS、ETS），暴雨灾害预报评估（准确率、空报率、漏报率）等多种检验，该模块可提

供图表、文字等多种形式文件的前台展示、保存等功能。该模块主要涉及到的功能点为各类主客观网格预报检验、多模式面雨量预报检验。

具体功能点介绍如下：

(1) 基础地理数据显示。平台可显示佛子岭、梅山、龙河口等水库基础地理信息，具体包括水系、流域边界、子流域边界、站点、省市县边界等多种基础地理信息，同时地理数据可支持水库的扩充和显示。

(2) 雨量格点数据绘图。针对实况及预报的不同雨量格点数据，根据需要绘制 1 小时、3 小时、6 小时、12 小时、24 小时等多时次、多时长、各实况及预报色斑图、等值线图，并可输出 JPG、bmp、png 等多种格式。

(3) 面雨量数据绘图。针对自动站面雨量实况、CLDAS 面雨量实况、多种模式面雨量预报数据，根据需要绘制多时次、多时长、各类实况及预报面雨量图，并可输出 JPG、bmp、png 等多种格式。

(4) 雨量实况数据综合显示。针对雨量实况数据，可以色斑图、等值线图等多种形式显示，同时可根据需要以折线图、柱状图等多少形式显示站点时序图。

(5) 面雨量实况数据综合显示。针对自动站、CLDAS 等面雨量，根据需要显示各水库面雨量实况数据，包括面雨量色斑图、水库各片时序图等。

(6) 水文数据接入及综合显示。接入水文数据并处理，并可在平台上实时显示，并根据需要可实现任意时次、时间段的查询，并以

柱状图、折线图等多种形式对水位流量等数据进行显示。

(7) 土壤墒情数据处理及绘图。处理佛子岭、梅山、陈村等水库土壤墒情数据，可实现绘制多时次、多时长土壤墒情分布图，站点土壤墒情时序图，并可输出多种格式产品。

(8) 土壤墒情数据显示。可在平台上显示各水库的土壤墒情数据，，包括 10cm、20cm、30cm、40cm、50cm 等各地面深度的数据显示功能，可对相关数据进行填色显示。

(9) 温度、日照等气象要素绘图模块。针对各水库区域，根据业务需要可对平均气温、最高气温、最低气温、日照等气象要素进行多时次、多时长的色斑图、等值线图等多种形式图形的绘制，同时可以绘制站点的时序图。。

(10) 温度、日照等气象要素显示。可在平台上根据业务需要显示各水库的平均气温、最高气温、最低气温、日照，其中包括年、季、月等任意时间段的选择，根据需要对相关数据进行填色显示。

(11) 多模式格点预报综合显示。针对 ECMWF、CMA-MESO、CMA-SH9 等多种模式，平台可进行多预报时效、多预报时长等多种方式的格点预报显示，同时可选择不同水库的不同子片。

(12) 多模式面雨量预报综合显示。利用多模式面雨量预报算法得到 ECMWF、CMA-MESO、CMA-SH9 等多种模式和全智能网格面雨量预报数据，平台可进行多预报时效、多预报时长等多种方式的面雨量预报显示，同时可选择不同水库的不同子片。

(13) 雨量格点预报订正。平台可调用各类雨量格点预报，用

户采用面订正、点订正、索套工具等多种方式对雨量预报进行订正，并对订正结果进行保存和下载。

(14) 面雨量预报订正。平台可调用各类面雨量预报数据，用户采用面订正、点订正、索套工具等多种方式对面雨量预报进行订正，并对订正结果进行保存和下载。

(15) 各类主客观网格预报检验。针对流域中心预报员主观雨量预报、全国智能网格预报等开展检验，该模块可提供图表、文字等多种形式文件的前台展示、保存等功能。该模块主要涉及到的功能点为各类主客观网格预报检验、多模式面雨量预报检验。

(16) 多模式面雨量预报检验。针对 ECMWF、CMA-MESO、CMA-SH9 等模式面雨量预报产品开展检验，参照《全国七大江河流域面雨量监测和预报业务规定（试行）》要求，根据安徽省各中小流域特色开展降水量预报评估（晴雨预报评分、TS 评分），面雨量预报评估（模糊评分、绝对误差、TS、ETS），暴雨灾害预报评估（准确率、空报率、漏报率）等多种检验，该模块可提供图表、文字等多种形式文件的前台展示、保存等功能。该模块主要涉及到的功能点为各类主客观网格预报检验、多模式面雨量预报检验。

(17) 雨量数据统计查询及可视化。用户可通过平台根据需要选择查询年、季、月季任意时间段雨量数据，平台以色斑图、等值线图等多种形式进行可视化显示，同时可针对站点进行柱状图、折线图、等时序图形式显示。

(18) 面雨量数据统计查询及可视化。用户可通过平台根据需

要选择查询年、季、月季任意时间段面雨量数据，平台以色斑图、等值线图等多种形式进行可视化显示，同时可针对水库及子片进行柱状图、折线图等时序图形式显示。

（19）气温、日照数据统计查询及可视化。用户可通过平台根据选择查询年、季、月季任意时间段平均气温、最高气温、最低气温、日照等数据，平台以色斑图、等值线图等多种形式进行可视化显示，同时可针对站点、水库及子片进行柱状图、折线图等时序图形式显示。

（20）水库气象服务周报制作。水库气象服务周报涉及到实况数据、未来 7 天降雨预报、关注重点等多个方面，用户可通过平台实现所选水库实况、预报等所需的图片、表格及文本格式的自动生成，具体文字内容由值班人员根据实际天气进行描写，从而实现服务周报的快捷制作。

（21）水库气象服务专报制作。根据用户需要，在关键天气过程时，启动水库气象服务专报制作，水库气象服务专报涉及到所选水库的实况数据、未来 3 天降雨预报、关注重点等多个方面，用户可通过平台实现所选水库实况、预报等所需的图片、表格及文本格式的自动生成，具体文字内容由值班人员根据实际天气进行描写，从而实现服务专报的快捷制作。

（22）对接发布中台。对接发布平台，实现水库气象服务周报、水库气象服务专报等材料及时的发布，发布渠道包括邮箱、短信、传真等多种渠道。

(23) 对接消息中台。对接消息中台，实时广播至水库管理部门、水文局、应急厅等相关单位，使其及时得到服务材料广播消息，从而获取到水库气象服务产品。

3.5.3.3.1.4 流程管理

为更好的对平台的数据等进行管理，保证平台的平稳运行，平台对接“天镜”，实现水库综合业务平台的数据监控。主要包括数据采集监控、产品状态监控、网络监控、进程监控等。

3.5.3.3.1.5 用户认证

不同水库用户在使用平台时，需求略有不同，登录界面略有不同，使用的数据也有差异，统一的登录界面和数据管理无法满足不同用户的具体服务需求，因此平台需对接统一用户认证和权限管理中台，对不同用户进行权限和设置和认证，实现不同用户登录界面、数据使用权限、报警区域的差异，从而服务更具有针对性。

3.5.3.3.2 山洪灾害风险预警平台

山洪灾害风险预警首先使用风险普查数据建立山洪灾害信息矩阵，使用 P-III 型频率分析法获得降雨经验曲线，查算不同时间尺度的经验频率的重现期降水量，从而获得不同山洪预警级别的阈值；根据实况降水产品、雷达定量降水产品、强天气报警产品、模式预报降水产品、模式物理量预报产品、智能网格预报产品等融合生成山洪灾害风险客观产品；再应用人机交互系统进行修正，并实现产品一键发布和共享；提供实况和预报产品显示多样性和产品保存多样性功能，并提供产品定时保存、主动备份等功能；预留灾情上报和审核功能。

全流程监控显示系统的资料到报、产品存储、产品发布、资源利用率和报警等，并显示日常业务提醒等功能。框架图如下：

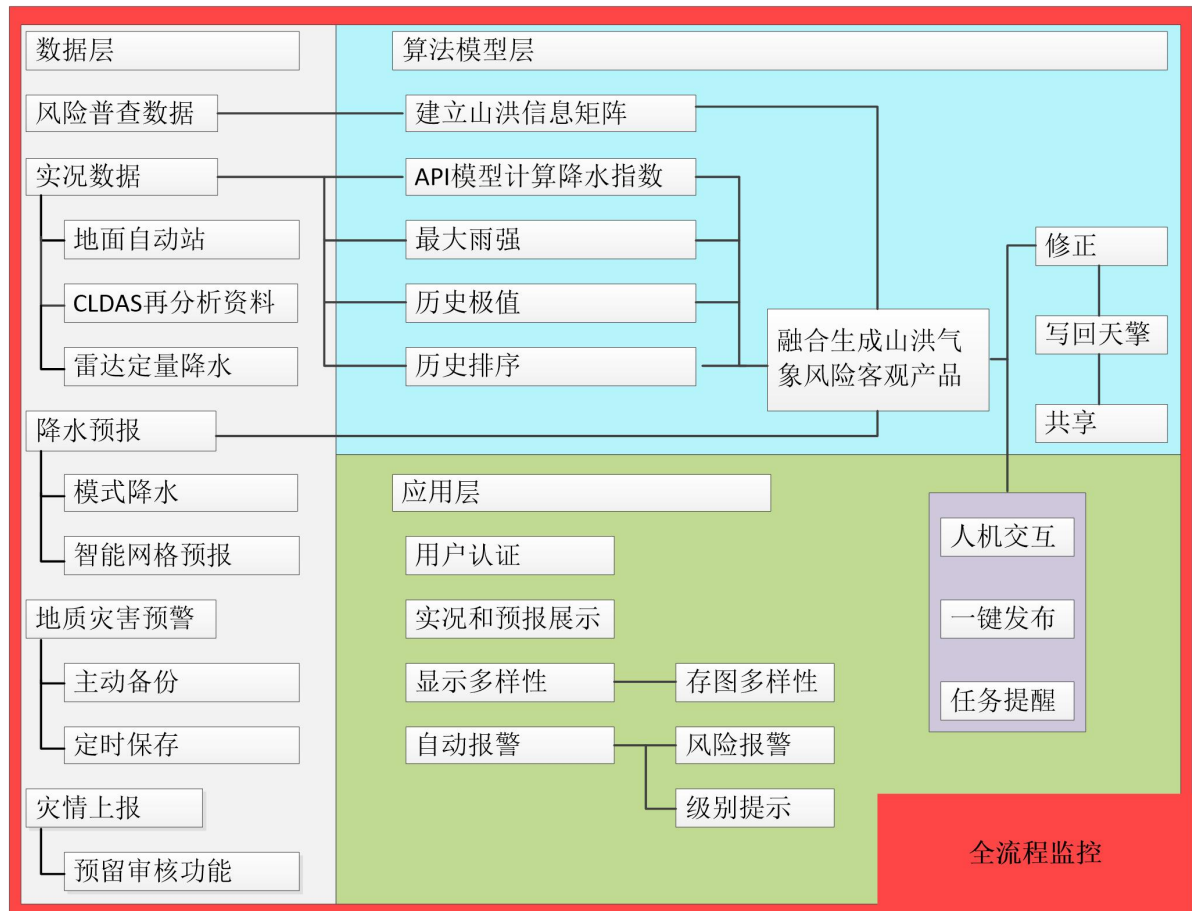


图 5.5.3.3-2 山洪灾害风险预警平台框架图

3.5.3.3.2.1 数据接入与处理

（1）基于山洪气象风险普查数据，建立山洪风险预警与区域前期土壤含水量饱和度和不同时间尺度降水量的信息矩阵，确定不同区域山洪的预警判据，分区、分类评估山洪灾害隐患点。

（2）高密度雨量站时间分辨率为分钟级的降水数据、CLDAS 空间分辨率为公里级的格点降水数据和双偏振雷达空间分辨率公里级，时间分辨率为分钟级的定量降水估测拼图数据。

（3）雷达组合反射率拼图、回波顶高拼图、差分相移率拼图、

差分反射率拼图、融化层高度、强天气报警产品拼图等数据，时空分辨率为公里级，时间分辨率 10 分钟以内。

（4）山洪风险预警产品基于多模式多时效的模式降水预报资料 and 智能网格预报确定性降水预报资料，空间分辨率达到公里级，时间分辨率上 INCA 为十分钟，WARMS 和 WFR-RUC 为 1 小时，GRAPES-GFS、GRAPES-MESO、ECWMF 和 NCEP 模式为 3 小时。

（5）山洪风险预警产品多渠道并做备份保存，制作时定期保存为临时文件，并通过接口或文件接收和共享最终数据。

（6）灾情数据收集上报，设置市县管理员审核上报功能

3.5.3.3.2.2 山洪风险算法模型

（1）基于山洪灾害气象风险普查数据，建立地质灾害风险预警等级与区域前期不同时间尺度降水量的信息矩阵。

（2）采用年最大值法计算不同时间尺度（1, 3, 6, 12, 24h）的降水量进行独立选样后，使用 P-III 型频率分析法得出降雨经验曲线，根据经验频率（20%、5%、2%）分别查算对应重现期（5、20、50a）的降雨量，进而得出不同时间尺度降雨量重现期不同的等级，从而获得不同山洪预警级别的阈值。

（3）实况数据处理，使用高密度雨量站站点插值、CLDAS 格点降水和双偏振雷达定量降水估测资料和雷达强天气观测资料，使用 API 模型，对前期不同时段雨量按折算系数累加计算前期影响降雨指数（ P_a ），将洪水经验方案中最大降雨（ I_m ）作为上限， P_a 与 I_m 的比值作为土壤含水量饱和度。其中：

$$Pa, t = K_1 \times P_{t-1} + K_2 \times P_{t-2} + K_3 \times P_{t-3} + \dots + K_n \times P_{t-n}$$

式中, Pa, t 为 t 日的前期降雨指数; n 为影响本次径流的前期降雨天数, 常取 30d; K 为折算系数, 湿润地区一般可取 8.5 左右。为便于计算, 上式常以如下递推形

$$Pa, t+1 = K \times P_t + K_2 \times P_{t-1} + K_3 \times P_{t-2} + \dots + K_n \times P_{t-n+1}$$

$$= K \times P_t + K \times P_{t-1} + K_2 \times P_{t-2} + \dots + K_{n-1} \times P_{t-n}$$

$$\approx K \times P_t + K \times Pa, t$$

$$= K \times (P_t + Pa, t)$$

$$\text{对无雨日, } Pa, t+1 = K \times Pa$$

获取多模式多时效的模式降水预报数据和智能网格降水预报数据, 包括短临 (0-6 小时) 和短期 (12-24 小时) 降水数据; 根据前期降雨指数、不同级别的山洪风险预警阈值和降水预报数据, 自动生成山洪风险预警客观产品。

(4) tlogp 组件开发和接入, tlogp 的主要功能是, 分析单点及其附近区域上空大气水汽条件, 大气稳定度, 抬升条件, 风切变等, 从而判定单点及其周边区域的降水, 强对流等天气的潜势预报, 开发 tlogp 组件并接入平台, 显示其各种功能。

(5) 模式稳定性客观指数算法, 功能是利用客观算法, 定量计算单模式多时效的稳定性。

(6) 雷达定量估测算法, 对接雷达组件, 获得雷达基数据、雷达产品等, 统计获得雷达在降水中的反演方法参数; 使用双偏振雷达的反射率因子 (Z)、差分反射率 (ZDR) 和差分相移率 (KDP) 等参

量，针对不同的降水类型使用不同雷达参量进行组合，选取最优降水估计算法，形成多参量分类型估测定量降水算法。

3.5.3.3.2.3 前端应用功能

（1）对接气象行业用户认证和权限管理，支持值班预报员独立用户登录和操作，发布预警时可选个人用户或公共账户；设置操作权限受限的访问者用户。

（2）支持单模式降水、单模式物理量和单模式稳定性的显示功能，支持多模式降水和多模式物理量显示和对比。支持单点时间序列产品和区域平均时间序列的单模式或多模式叠加山洪预警产品查询；支持多时次多模式的空间山洪风险预报组合查询；支持自定义区域和时间的山洪风险预警查询；不同级别山洪预警分级显示。

（3）降水实况和预报产品展示。实现过去不同时段降水量、雨强和前期降水指数显示功能，显示方式多样性、图片可导出、图片样式多样性（色板图、等值线图、站点图等）、站点可分级勾选。降水量来源可选，包括双偏振雷达定量降水估测拼图、CLDAS 格点降水图等。

（4）任务提示和自动报警功能。对当日未完成任务提醒，到时未上传产品则自动上传客观产品。监测最新时次和过去不同时段的降水实况，根据不同地区山洪预警分级阈值，生成山洪实况估测产品，对于未预警区域或预警级别偏低区域，实施自动报警和提示功能。

（5）人工交互订正功能，提供订正工具（包括单点、面、平移、权重等功能）；落区订正工具可选按地区绘制或按格点绘制；设置临

时保存文件，每隔固定时段自动保存；产品自动生成，包括发布抬头、发布单位、发布日期、发布时效、发布内容、风险落区等，后台记录订正方式、订正时间等。

（6）一键发布功能，调用发布中台“发布矩阵”功能，智能一键发布，发布渠道包括传真、邮件、短信和 FTP 等；发布产品自动上传至天擎系统。

（7）全流程监控功能，基于“统一监控”模块，实现山洪风险预警日常工作流的定制、监控、预报保存状态、存储状态、信息发送状态、异常情况提示及工作场景智能提示功能；监控业务主机 I/O 状况、CPU 使用情况、内存使用情况、磁盘使用率等，同时根据业务需求配置 CPU 使用率、内存使用率、磁盘使用率的告警阈值，通过友好界面展示监控信息，同时对超过告警阈值的数据进行短信及文字告警。

（8）灾情收集功能，基于灾情直报、网络等方式收集灾情，便于评估；设置市县级预报员审核功能，对部分灾情审核后上报。

3.5.3.4 决策气象

决策气象应用业务数据、业务算法、模型计算等均在安徽气象大数据云平台开展建设，对外服务产品在存储于一体化数据基础平台，并对“三端”提供数据服务。

3.5.3.4.1 气象灾害影响预测评估与风险管理

利用智能网格预报及次季节客观化预测产品（CMA-CPSv3、

NCEP-CFSv2、CMMEv2.0 及本省动力降尺度次季节预测产品），计算分灾种致灾危险性指数。将致灾危险性和承灾体暴露度指数进行空间化处理（处理成统一空间分辨率和地理坐标系的栅格数据），再加权求积，建立风险预估模型，并确定高、中、低三个分灾害风险等级，形成多时间尺度（过程、月、季、年）、多灾种（暴雨、干旱、高温、低温、台风）、无缝隙、一体化的气象灾害风险评（预）估算法模块，制作风险预估产品；经领班/首席审核、分管领导签发后发布产品。风险预估信息包括：涉及的县（市、区）人口、GDP、区域面积等预估。

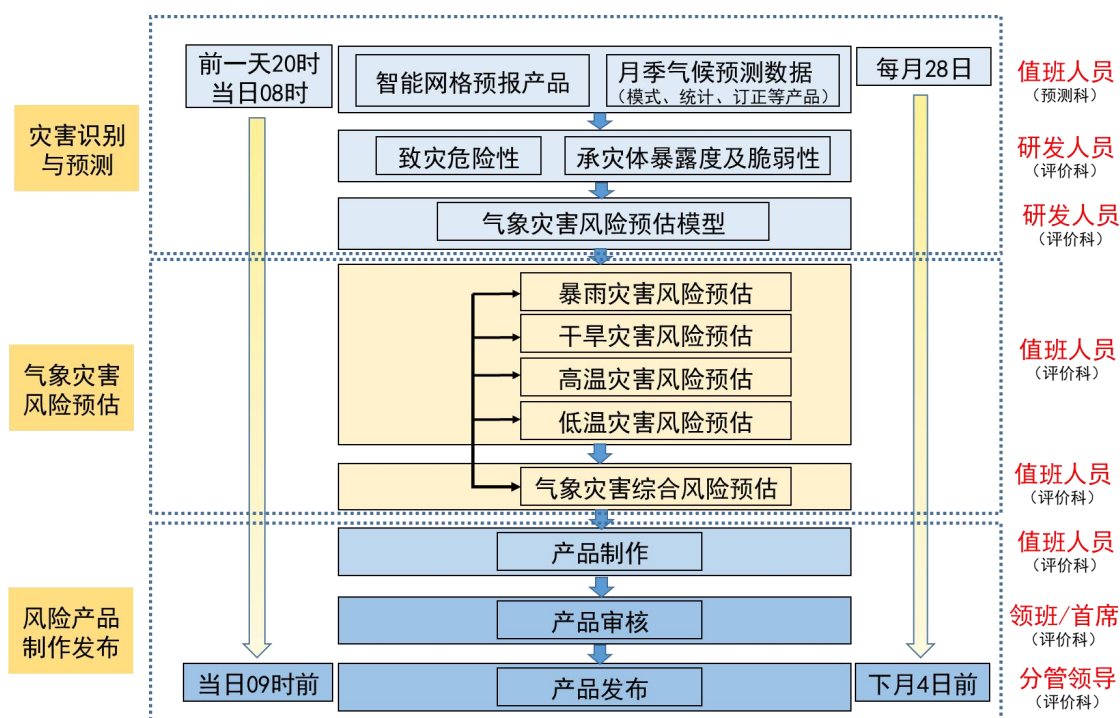


图 5.5.3.4- 1 气象灾害风险预估业务流程

灾害类别：气象灾害风险预估灾害类别包括暴雨、干旱、高温、低温、台风等气象灾害。不同季节考虑的种类不同。夏半年（5-10月）风险预估的灾种确定为暴雨、高温、干旱、台风；冬半年（11

月-次年4月)为干旱、低温。

预估时效：包括短期(基于智能网格预报产品)、月季尺度(月季气候预测产品)两类。根据气象灾害时效特点，短期风险预估灾种主要为暴雨、台风、高温、低温；月季尺度风险预估灾种主要为暴雨、干旱、高温、低温。

产品内容：包括气象灾害风险预估图、主要气象灾害影响预估表(主要气象灾害，综合影响和可能造成的灾情，防灾减灾的对策建议等)两部分。

气象灾害风险预估模块包括**灾害强度指数算法、致灾危险性评估、灾害风险评估、灾损模型算法及综合展示**等5大功能。

(1) 灾害强度指数算法功能

基于天擎大数据平台历史气象台站观测数据，开发暴雨过程、干旱过程、台风过程、高温过程、冰冻过程、春霜冻过程综合强度指数算法，形成6个灾种强度指数历史序列，实现实时计算。

1) 暴雨灾害

以单站暴雨过程强度作为暴雨灾害致灾危险性指标。

单站暴雨过程：单站暴雨持续天数 ≥ 1 天的或者间断日仅1天且出现中雨以上的降雨过程。

利用安徽省所有国家级气象观测站的降水资料，选择以下3个指标来计算单站暴雨过程强度：

最大日降水量 I_{24pre} （暴雨过程日降水量最大值）；过程累积降水量 I_{pre} （整个暴雨过程累积降水量）；暴雨持续天数 I_{day} （暴雨过程开始至结束日总天数）。单站暴雨过程强度指数的计算式：

$$H = A \times I_{24pre} + B \times I_{pre} + C \times I_{day}$$

式中： H 为单站暴雨过程强度指数； I_{24pre} 、 I_{pre} 和 I_{day} 分别是经归一化处理后的3个评估指标数值； A 、 B 、 C 为权重系数。权重系数采用等权重考虑（针对权重，系统作为参数设置，可修改）。目前暂用等权重，即1/3。

采用特征值对暴雨过程特征量按下式进行归一化（该特征值为全省所有站历史暴雨过程的最大、最小值，设为参数可调）。

$$x' = 0.5 + 0.5 \times \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

式中：

- x' ——归一化后的数据；
- x ——样本数据；
- x_{min} ——样本数据中的最小值；
- x_{max} ——样本数据中的最大值。

表 暴雨过程特征指标最大、最大值

特征值	最大日降水量	过程累积降水量	暴雨持续天数
最大值	493.1 毫米	934.4 毫米	9 天
最小值	50.0 毫米	50.0 毫米	1 天

以安徽省所有国家级气象观测站 1961-2020 年所有暴雨过程的强度指数为样本，采用百分位数法，将全省暴雨过程强度划

分为高、中、低 3 个等级。

2) 干旱灾害

过程识别方法识别所选站点干旱过程。

确定月尺度和季尺度的危险性指标分别为累积干旱强度（中旱及以上强度）和干旱过程强度，根据历史数据确定各指标分级阈值。以安徽省所有国家级气象观测站 1961-2020 年所有干旱过程的强度指数为样本，采用百分位数法，将全省干旱过程强度划分为高、中、低 3 个等级。

3) 台风过程监测

以单站台风风雨综合指数作为台风致灾危险性指标。

基于气象观测资料，建立台风过程最大风速、过程累积降雨量、过程最大日雨量评价指标库。对各评价指标进行归一化处理，加权综合得到台风风雨综合指数。单站台风风雨综合指数的计算见下式。

$$H = A * AP + B * MP + C * MW$$

式中：AP为经归一化处理的台风过程累积降雨量，MP为经归一化处理的台风过程最大日雨量，MW为经归一化处理的台风过程最大风速；A、B和C为对应的权重系数，取等权重，即均为1/3。

由于国家站最大风观测大多始于 1980 年，故采用 1980 年以来历次台风过程特征值进行归一化（该特征值为全省所有站历史台风过程的最大、最小值）。

表 台风过程特征指标最大、最大值

特征值	过程最大日	过程累积雨	过程最大风速

	雨量	量	
最大值	493.1 毫米	573.2 毫米	26 米/秒
最小值	0 毫米	0 毫米	2 米/秒

以1980-2020年历次台风过程的风雨综合指数为样本，采用百分位数法，将其划分为低、中、高3个等级。

4) 高温过程监测

以高温过程综合指数作为高温灾害致灾危险性指标。为方便业务使用，我省将高温危险性指数简化为累积高温强度（高温过程中超过35℃的累积温度）。将国家气候中心使用的高温危险性指数和进行对比分析，发现两者存在极高的相关关系。

针对不同时间尺度（月、季），采用该时段内最强过程的累积高温强度作为危险性指标，并根据历史序列确定各等级阈值。

以 1961-2020 年全省所有站的高温过程综合指数为样本，采用百分位数法，将过程划分为低、中、高 3 个等级。

5) 冰冻过程监测

基于气象观测资料，建立 11 月-次年 2 月的单站低温过程评价指标库，对各评价指标进行归一化处理，加权综合得到 11 月-次年 2 月的单站低温过程强度指数，如下式所示：

$$I_f = D_f \times w_f + T_{af} \times w_{af} + T_{mf} \times w_{mf} + A_{rs} \times w_{rs}$$

式中：

I_f ——11月-次年2月的单站低温过程强度指数；

D_f 、 T_{af} 、 T_{mf} 、 A_{rs} ——经归一化处理的低温危险性评价指标；

w_f 、 w_{af} 、 w_{mf} 、 w_{rs} ——各评价指标对应的权重系数，权重系数采用等权重考虑（权重设为参数可调，可从外部导入）。用等权重，即1/4。

计算单站冰冻过程强度指数，统计单站冰冻过程各特征量及强度指数历史排位。

6) 春霜冻过程监测

基于气温资料，构建单站春霜冻过程监测指标。统计春霜冻过程持续日数、平均日平均气温、最低日最低气温，计算单站春霜冻过程强度指数，统计单站春霜冻过程各特征量及强度指数历史排位。

3-4月的单站低温过程强度指数选择3个指标：春霜冻过程持续日数、春霜冻过程平均日平均气温、春霜冻过程最低日最低气温。

基于气象观测资料，建立3-4月的单站低温过程评价指标库，对各评价指标进行归一化处理，加权综合得到3-4月的单站低温过程强度指数，如下式所示：

$$I_{sf} = D_{sf} \times w_{sf} + T_{asf} \times w_{asf} + T_{msf} \times w_{msf}$$

式中：

I_{sf} ——3-4月的单站低温过程强度指数；

D_{sf} 、 T_{asf} 、 T_{msf} ——经归一化处理的低温危险性评价指标；

w_{sf} 、 w_{asf} 、 w_{msf} ——各评价指标对应的权重系数，权重系数采用等权重考虑（权重设为参数可调，可从外部导入）。目前暂用等权重，即1/3。

(2) 致灾危险性评估功能

1) 暴雨灾害

基于实况和智能网格预报数据（取包含站点的格点值作为该站点的预估值），识别暴雨过程，基于 ArcGis 等平台对暴雨过程强度指数进行空间化处理，划分为高危险、中危险和低危险（高风险、中风险和低风险），绘制致灾危险性区划图。

2) 干旱灾害

使用前期已有实况+未来预估的逐日 MCI 指数，根据单站干旱过程识别方法识别所选站点干旱过程。根据已识别出的干旱过程，计算过程期间的干旱过程强度、累积干旱强度（中旱及以上）、持续日数、中旱及以上干旱日数、降水量及距平百分率等。根据累积干旱强度划分致灾危险性等级为高危险、中危险和低危险，绘制致灾危险性区划图。

3) 台风灾害

基于智能网格预报数据（取包含站点的格点值作为该站点的预估值），基于 ArcGis 等平台对台风过程强度指数进行空间化处理，根据表 2.1 划分为高危险、中危险和低危险（高风险、中风险和低风险），绘制致灾危险性区划图。

4) 高温灾害

基于实况和预估数据（取包含站点的格点值作为该站点的预估值），根据 4.1 对所选时段逐站高温过程进行识别，基于 ArcGis 等平台对高温过程强度指数进行空间化处理，根据表 4.2 划分为高危险、中危险和低危险（高风险、中风险和低风险），绘制致灾危险性区划

图。

5) 冰冻灾害

基于实况和预估数据（取包含站点的格点值作为该站点的预估值），识别冰冻过程，基于 ArcGis 等平台对冰冻过程强度指数进行空间化处理，划分为高危险、中危险和低危险（高风险、中风险和低风险），绘制致灾危险性区划图。

6) 春霜冻

基于实况和预估数据（取包含站点的格点值作为该站点的预估值），识别春霜冻过程，基于 ArcGis 等平台对春霜冻过程强度指数进行空间化处理，划分为高危险、中危险和低危险（高风险、中风险和低风险），绘制致灾危险性区划图。

（3）灾害风险预估功能

基于实况和智能网格预报数据（取包含站点的格点值作为该站点的预估值），基于极端气候事件监测模块开展灾害过程识别，基于 ArcGis 等平台对灾害过程强度指数进行空间化处理，得到致灾危险性指数预估值。将致灾危险性和承灾体暴露度指数进行空间化处理（处理成统一空间分辨率和地理坐标系的栅格数据），再加权求积，建立灾害风险评估模型如下：

$$R = H^{W_H} \times E^{W_E} \times V^{W_V} R = H^{W_H} \times E^{W_E} \times V^{W_V}$$

式中：H 为致灾危险性指数，E 为承灾体暴露度，V 为承灾体脆弱性， W_H 、 W_E 、 W_V 为致灾危险性指数、承灾体暴露度和脆弱性的权重系数。预估灾害人口风险、GDP 风险、小麦风险、

水稻风险、玉米风险，并绘制风险预估图。

1) 暴雨灾害

将致灾危险性和承灾体暴露度指数进行空间化处理（处理成统一空间分辨率和地理坐标系的栅格数据），再加权求积，建立暴雨灾害风险评估模型。基于智能网格预报及次季节气候预测产品，开展暴雨灾害风险预估，预估暴雨灾害人口风险、GDP 风险、小麦风险、水稻风险、玉米风险，并绘制风险预估图。

2) 干旱灾害

将致灾危险性和承灾体暴露度指数进行空间化处理（处理成统一空间分辨率和地理坐标系的栅格数据），再加权求积，建立旱灾风险评估模型。基于智能网格预报及次季节气候预测产品，开展旱灾风险预估，预估旱灾人口风险、GDP 风险、小麦风险、水稻风险、玉米风险，并绘制风险预估图。

3) 台风灾害

将致灾危险性和承灾体暴露度指数进行空间化处理（处理成统一空间分辨率和地理坐标系的栅格数据），再加权求积，建立台风灾害风险评估模型。基于智能网格预报及次季节气候预测产品，开展台风灾害风险预估，预估台风灾害人口风险、GDP 风险、小麦风险、水稻风险、玉米风险，并绘制风险预估图。

4) 高温灾害

将致灾危险性和承灾体暴露度指数进行空间化处理（处理成统一空间分辨率和地理坐标系的栅格数据），再加权求积，建立高温灾害

风险评估模型。基于智能网格预报及次季节气候预测产品，开展高温灾害风险预估，预估高温灾害人口风险、GDP 风险、小麦风险、水稻风险、玉米风险、道路风险、房屋风险，并绘制风险预估图。

5) 冰冻灾害

将致灾危险性和承灾体暴露度指数进行空间化处理（处理成统一空间分辨率和地理坐标系的栅格数据），再加权求积，建立冰冻灾害风险评估模型。基于智能网格预报及次季节气候预测产品，开展冰冻灾害风险预估，预估冰冻灾害人口风险、GDP 风险、小麦风险，并绘制风险预估图。

6) 春霜冻

将致灾危险性和承灾体暴露度指数进行空间化处理（处理成统一空间分辨率和地理坐标系的栅格数据），再加权求积，建立春霜冻风险评估模型。基于智能网格预报及次季节气候预测产品，开展春霜冻风险预估，预估春霜冻人口风险、GDP 风险、小麦风险，并绘制风险预估图。

（4）灾损模型算法功能

基于气象灾害风险预估结果，提取不同风险等级下的影响人口、GDP、农作物受影响的数量及主要影响行政区域。基于以往研究成果，利用历史灾情及灾害风险指数，构建灾害损失模型，开展气象灾害损失预估。在此基础上，开发灾害影响及损失预估。

1) 暴雨灾损模型构建：利用历史灾情及暴雨灾害风险指数，构建暴雨灾害损失模型，开展暴雨灾害损失预估。

2) **干旱灾损模型构建**: 利用历史灾情及早灾风险指数, 构建旱灾损失模型, 开展旱灾损失预估。

3) **台风灾损模型构建**: 利用历史灾情及台风灾害风险指数, 构建台风灾害损失模型, 开展台风灾害损失预估。

4) **高温灾损模型构建**: 利用历史灾情及高温灾害风险指数, 构建高温灾害损失模型, 开展高温灾害损失预估。

5) **冰冻灾损模型构建**: 利用历史灾情及冰冻灾害风险指数, 构建冰冻灾害损失模型, 开展冰冻灾害损失预估。

6) **春霜冻灾损模型构建**: 利用历史灾情及暴雨灾害风险指数, 构建暴雨灾害损失模型, 开展暴雨灾害损失预估。

(5) 综合展示功能

1) **数据浏览与查询**: 基于 WebGIS 和 Echarts 图表可视化技术, 对事件实况进行不同维度、不同空间范围的精细化展示。

2) **空间范围检索**: 数据支撑环境-插件式数据共享服务, 数据浏览与查询。

3) **多要素叠加展示**: 开发实现气象多要素叠加展示功能。

4) **可视化渲染引擎**: 可视化渲染引擎, 实现多维度、多要素叠加分析, 将多个可视化图形拖拽至同一画布中进行集中展现, 方便快捷的以多角度进行分析结果监测。

5) **多层次瓦片预处理**: 分析人员通过配置的方式能够构建出满意的可视化展示风格, 同时可以将可视化效果进行任意组合, 并对接 gis 服务, 实现多层次瓦片预处理。

6) **可视化参数配置**：定制开发可视化参数配置功能。

7) **图形制作**：对多源 GIS 数据，如 shp 矢量数据、Tif 栅格数据等栅格矢量数据相互转换、融合，对空间 GIS 数据与业务数据分析（如插值、叠加、指标计算等），实现 GIS 空间数据、业务数据等数据的处理、转换、分析。

8) **灾害风险预估产品制作**：产品可定制化存图（平面图、时序图、区域、大小、格式等）

9) **产品定制**：产品自动生成，包括发布抬头、发布单位、发布日期、发布时效、发布内容、风险落区等。

10) **数据发布服务**：基于不同行业、以行政区划为基础进行发布对象进行管理。

3.5.3.4.2 地质灾害气象风险预警

地质灾害气象风险预警首先使用风险普查数据建立地质灾害风险判据；根据实况降水产品、雷达定量降水产品、强天气报警产品、降水量预报产品等融合生成地质灾害风险客观产品和融合产品；再应用人机交互系统进行修正，提供文字编辑和自动差错功能，并实现产品审核流转、一键发布和共享等功能；提供实况和预报产品显示多样性和产品保存多样性功能，并提供产品定时保存、主动备份等功能；提供地质灾害风险分级报警功能；提供业务流程提示和默认产品上传功能，预留灾情上报和审核功能。全流程监控显示系统的资料到报、产品存储、产品发布、资源利用率和报警等，并显示日常业务提醒等功能。框架图如下：

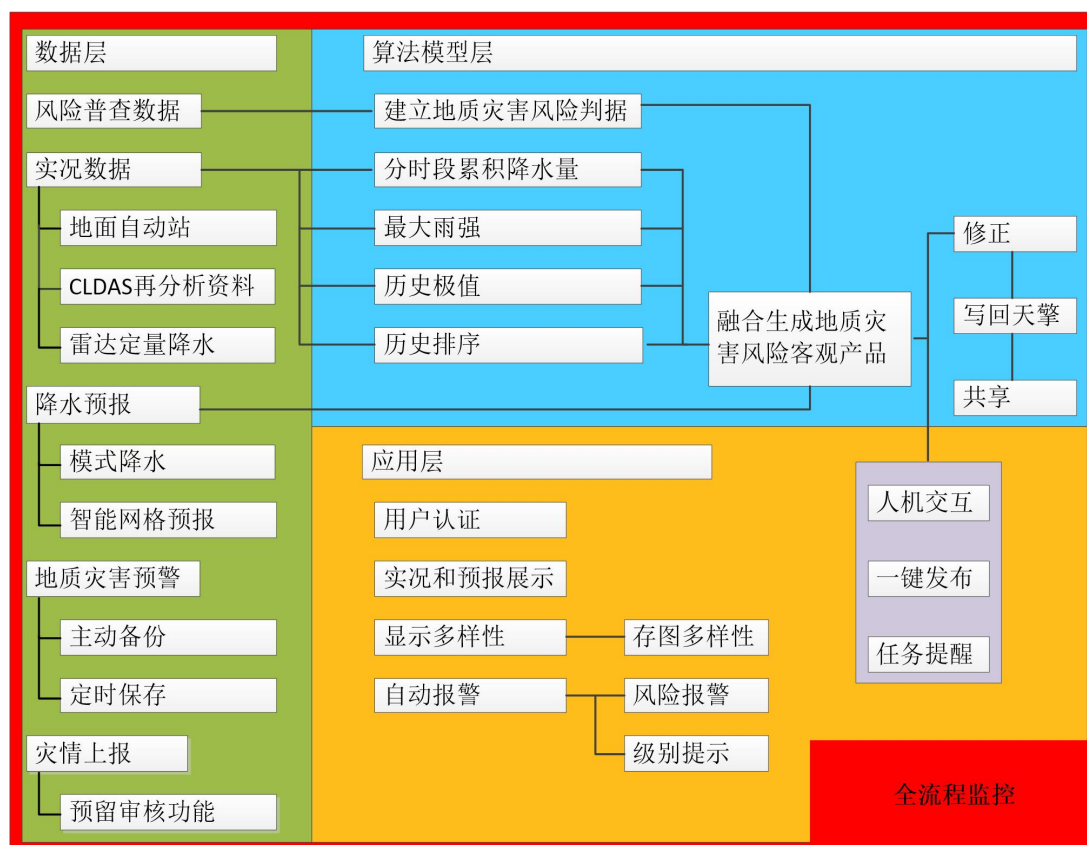


图 5.5.3.4- 2 地质灾害气象风险预警功能框架图

(1)数据层

基于地质灾害气象风险普查数据，建立地质灾害风险预警等级预警判据。

单站雷达基数据和产品数据，时间分辨率约 6 分钟，空间分辨率为 $1^{\circ} \times 250\text{m}$ ；雷达强天气识别产品数据。

雷达组合反射率拼图、回波顶高拼图、差分相移率拼图、差分反射率拼图、融化层高度、强天气报警产品等数据，时空分辨率为公里级，时间分辨率 10 分钟以内。

高密度雨量站时间分辨率为分钟级的降水数据、CLDAS 空间分辨

率为公里级的格点降水数据和双偏振雷达空间分辨率公里级，时间分辨率为分钟级的定量降水估测拼图数据。

地质灾害风险预警产品基于多模式多时效的模式降水预报资料 and 智能网格预报确定性降水预报资料，空间分辨率达到公里级，时间分辨率上 INCA 为十分钟，WARMS 和 WFR-RUC 为 1 小时，GRAPES-GFS、GRAPES-MESO、ECWMF 和 NCEP 模式为 3 小时。

地质灾害风险预警产品多渠道并做备份保存，制作时定期保存为临时文件，并通过接口或文件接收和共享最终数据。

灾情数据收集上报，设置市县管理员审核上报功能

(2) 算法模型层

基于地质灾害气象风险普查数据，建立地质灾害风险预警判据。

实况数据处理，使用高密度雨量站站点插值或 CLDAS 格点降水资料，对前期不同时段雨量累加；并提供前期最大雨强数据、历史极值数据和历史排名等。

获取多模式多时效的模式降水预报数据和智能网格降水预报数据，包括短临（0-6 小时）和短期（12-24 小时）降水数据；根据前期降雨指数、不同级别的地质灾害风险预警阈值和降水预报数据，自动生成地质灾害风险预警客观产品。

地质灾害风险预警产品定时写回天擎并共享。

(3) 应用层

用户认证和权限管理，支持值班预报员独立用户登录和操作，发布预警时可选个人用户或公共账户；设置操作权限受限的访问者用户。

支持雷达数据空间剖面、时间剖面分析等；VWP 风场时间序列查询、空间分层查询、多层垂直风切变显示等；强天气识别预警警报和短信提示功能。

支持单点时间序列产品和区域平均时间序列的单模式或多模式叠加地质灾害预警产品查询；支持多时次多模式的地质灾害风险预报组合查询；支持自定义区域和时间的地质灾害风险预警查询；不同级别地质灾害预警分级显示。

降水实况和预报产品展示。实现过去不同时段降水量、雨强和前期降水指数显示功能，显示方式多样性、图片可导出、图片样式多样性（色板图、等值线图、站点图等）、站点可分级勾选。降水量来源可选，包括双偏振雷达定量降水估测拼图、CLDAS 格点降水图等。

地质灾害风险预警分级报警功能。监测最新时次和过去不同时段的降水实况，根据不同地区地质灾害预警分级阈值，生成地质灾害实况估测产品，对于未预警区域或预警级别偏低区域自动报警和提示。

人工交互订正功能，提供订正工具（包括单点、面、平移、权重等功能）；落区订正工具可选按地区绘制或按格点绘制；设置临时保存文件，每隔固定时段自动保存；产品自动生成，包括发布抬头、发布单位、发布日期、发布时效、发布内容、风险落区等，后台记录订正方式、订正时间等。

地质灾害风险预警产品文字编辑和自动查错，根据地质灾害气象风险产品自动识别、生成文本，并提供文字编辑和自动差错功能。

对接消息中台和发布中台。对接发布中台，实现产品一键发布传

真、邮件、短信和 FPT 等功能，并自动上传至天擎系统。对接消息中台，使其他系统及时获取地质灾害风险预警产品。

地质灾害风险预警业务流程提示。根据设定的常规业务时间，提示常规业务完成与否；业务截止时间检查产品，若无产品则上传默认产品。

全流程监控功能，基于“统一监控”模块，实现地质灾害风险预警日常工作流的定制、监控、预报保存状态、存储状态、信息发送状态、异常情况提示及工作场景智能提示功能；监控业务主机 I/O 状况、CPU 使用情况、内存使用情况、磁盘使用率等，同时根据业务需求配置 CPU 使用率、内存使用率、磁盘使用率的告警阈值，通过友好界面展示监控信息，同时对超过告警阈值的数据进行短信及文字告警。

3.5.3.4.3 消防应急救援气象服务

面向消防应急救援力量部署、抢险资源调度、应急救援作业等场景的气象服务需求，搭建消防应急救援气象服务模块，支撑消防救援气象服务产品的加工、定制、分发等功能，实现面向消防应急部门的专业气象服务。

（1）暴雨洪涝灾害应急救援

①暴雨洪涝区域降雨量监测

基于国家级气象站、区域气象站，实现过去任意时段的降雨实况累积量数据、同时段降雨的全省排位、地区排位、受超阈值影响的区县乡镇统计、各量级覆盖面积计算。提供网格化的降水实况，分辨率 $1\text{km} \times 1\text{km}$ 。实现基于用户自定义阈值的气象要素监控告警。

数据获取：从数据中台获取任意时段降雨量数据，数据应包括时间戳、降雨量、位置信息（经纬度或站点名称）等。

算法：使用统计方法计算同时段降雨的全省排位和地区排位。分析受超阈值影响的区县乡镇，并进行统计。根据降雨量级，计算各量级的覆盖面积。基于网格实况产品和站点实况数据，结合地形订正，融合形成特定区域的精细化网格实况，输出分辨率为 $1\text{km} \times 1\text{km}$ 的网格化降水实况图，存储于大数据云平台文件库。

可视化展示：以色斑图和打点的方式显示受灾区域内的降雨量网格实况、站点实况产品。支持对站点数据进行排序和筛选，筛选方式包括基于行政区划、多边形圈选、矩形和圆形范围。支持过去 10 分钟、过去 30 分钟、过去 1 小时气象要素值变化值排行，实现要素变化情况监控。各类统计图存储于大数据云平台文件库，站点实况产品存储于大数据云平台的虚谷专题库。

告警设计：允许用户自定义阈值，如降雨量、持续时间等。设计监控机制，定期检查气象数据是否超过用户定义的阈值。一旦检测到超过阈值的气象条件，立即触发告警，并通过邮件、短信或其他方式通知用户。提供友好的用户界面，方便用户查看分析结果、设置告警阈值和管理告警通知。

②暴雨洪涝区域暴雨极端性分析

显示强降水在小时强度、日降水量、过程累计降水量极值的历史排位。以图表和打点的方式显示受灾区域内的站点实况产品。支持对站点数据进行排序和筛选，筛选方式包括基于行政区划、多边形圈选、

矩形和圆形范围。

数据获取：从数据中台中获取受灾区域的气象站点历史降水数据，包括小时降水量、日降水量和过程累计降水量。确保数据包含时间戳、站点位置、降水量以及其它必要的气象参数。

算法：利用统计方法计算每个站点的小时强度、日降水量和过程累计降水量的极值。对极值进行历史排序，确定它们在历史数据中的排位。

可视化展示：a) 表格展示：创建站点雨量极值表：创建一个包含站点名称、雨量极值（可能包括最大值、最小值、平均值等）以及该极值出现的时间和日期的表格。允许用户根据雨量极值的大小对表格进行排序，并且可以根据行政区划、站点名称或其他标准进行筛选。b) 图表展示：柱状图：为每个站点创建一个柱状图，展示其雨量极值。柱状图的高度可以代表雨量的大小，不同颜色或标记可以区分最大值、最小值等。箱线图：使用箱线图来展示站点雨量的分布情况，包括中位数、四分位数、最大值和最小值等统计信息。c) 地图展示：打点图：在地图上为每个站点打点，点的大小或颜色可以表示雨量极值的大小。通过鼠标悬停或点击，可以显示站点的详细信息。热力图：使用热力图来展示雨量极值的空间分布，颜色越深表示雨量越大。图表产品存储于大数据云平台文件库

③暴雨洪涝区域天气精细化预报

提供未来 7 天逐 3 小时气温、风、降水的网格化预报数据，分辨率 $1\text{km} \times 1\text{km}$ 。

数据获取：从数据中台中获取智能网格数据（气温、风、降水）。

算法：对于 $5\text{km} \times 5\text{km}$ 分辨率的气温、风、降水等要素，使用空间插值方法（如克里金插值、反距离权重插值等），将数据插值到 $1\text{km} \times 1\text{km}$ 的网格上。数据格式为 GRIB、NetCDF 等。

可视化展示：a) 气温数据：为每个气温值选择一个颜色，创建一个颜色映射表（colormap）。b) 风数据：风向表示：使用箭头或风向标来表示每个网格点的风向。风速表示：可以使用颜色的深浅或箭头的长度来表示风速的大小。c) 降水数据：降水量表示：使用颜色来表示每个网格点的降水量，颜色越深表示降水量越大。累积降水：可以展示每个时间步的降水量，也可以展示累积降水量。可以色斑图形式进行展示，存储于大数据云平台文件库。

④暴雨洪涝区域气象风险预报

综合考虑气象因素、地形地貌因素和历史灾情因素，采用统计方法、机器学习算法等技术手段，建立暴雨洪涝区域气象等级预报模型，对暴雨洪涝区域的气象风险进行预测和评估。实现暴雨洪涝区域气象等级预报产品的输出，制作未来 3 天逐 3 小时暴雨气象等级预报产品，分辨率 $3\text{km} \times 3\text{km}$ 。

数据获取：从数据中台中获取以下数据。a) 气象数据：受灾区域的气象实况数据，未来 3 天逐 3 小时的精细化气象要素预报数据，包括降雨量、风速、风向、气温、湿度等。b) 地理信息数据：受灾区域的地理信息数据，包括地形、地貌、水系、城市基础设施等。c) 历史灾情数据：历史暴雨灾害的相关数据，包括受灾范围、灾情等级、

损失情况等。

算法：提取与暴雨洪涝风险相关的特征，如降雨量、风速、风向、地形坡度、河流密度等。采用机器学习和统计分析方法，构建暴雨洪涝区域气象等级预报模型，将风险等级划分为低、较低、较高、高、极高。算法的主要目标是预测暴雨洪涝可能导致的受灾区域、风险等级以及潜在的灾害影响。

可视化展示：将风险预报结果以图表、文字等形式进行输出，以使用户直观了解暴雨洪涝受灾区域未来的气象风险情况。预报结果可以包括风险等级、受影响区域、可能发生的灾害类型、影响时间等信息。图表存储于大数据云平台文件库，风险等级、受影响区域、可能发生的灾害类型、影响时间等文字信息存储于大数据云平台的虚谷专题库。

⑤暴雨洪涝区域救援作业气象条件预报

基于气象条件对抗洪抢险救援作业的影响预报模型，根据抗洪区域及周边的气象实况数据、精细化要素预报数据，实现救援作业气象条件等级预报产品的自动化输出，制作未来 3 天逐 3 小时暴雨洪涝救援作业气象条件等级预报产品，分辨率 $3\text{km} \times 3\text{km}$ 。

数据获取：从数据中台中获取以下数据。a) 气象数据：抗洪区域及周边地区的气象观测站数据，未来 3 天逐 3 小时的精细化气象要素预报数据，包括降雨量、风速、风向、气温、湿度等。b) 地理信息数据：受灾区域的地理信息数据，包括地形、地貌、水系、城市基础设施等。c) 历史灾情数据：历史暴雨灾害的相关数据，包括受灾

范围、灾情等级、损失情况等。

算法：基于实时和预报的气象数据，利用机器学习和统计分析方法，对救援作业所需的气象条件进行精细化评估。该算法通过数据预处理、特征选择与权重分配、模型建立与训练、风险预测与评估以及结果输出与可视化等步骤，实现未来 3 天逐 3 小时，分辨率 $3\text{km} \times 3\text{km}$ 洪涝救援作业气象条件等级预报产品的自动化输出。根据救援作业的实际需求和气象条件的影响程度，将预报结果划分为不同的等级，并将气象条件划分为有利、一般、不利。

可视化展示：将暴雨洪涝区域救援作业气象条件预报结果以图表、文字等形式进行输出，以使用户直观了解开展暴雨洪涝区域救援作业时气象条件的有利性。预报结果可以包括气象条件影响等级、受影响区域、可能发生的灾害类型、影响时间等信息。在可视化展示中加入交互功能，例如，允许用户通过点击或拖动来查看不同区域的气象条件，或者通过筛选功能来选择特定的时间段或气象要素。图表存储于大数据云平台文件库，气象条件影响等级、受影响区域、可能发生的灾害类型、影响时间等文字信息存储于大数据云平台的虚谷专题库。

（2）暴雪冰冻灾害应急救援

①暴雪冰冻区域气象监测

实现国家级气象站过去任意时段的降雪量、积雪深度、最低气温、降水相态转换监测。受超阈值影响的区县乡镇统计、各量级覆盖面积计算。实现基于用户自定义阈值的气象要素监控告警。

数据获取：从数据中台中获取国家级气象站的实时数据，包括降

雪量、积雪深度、最低气温、降水相态转换等关键气象要素。数据应包括时间戳、降雪量、位置信息（经纬度或站点名称）等。

算法：设定不同的气象要素阈值，这些阈值可以根据历史数据、专家经验和实际需求进行自定义。实时监测各个气象站的数据，当某个站点的数据超过设定的阈值时，触发告警机制。根据触发的告警信息，统计受超阈值影响的区县乡镇。利用地理信息系统（GIS）技术，绘制受灾区域的分布图，展示各量级的覆盖面积。

可视化展示：以色斑图和打点的方式显示受灾区域内的降雪量、气温、积雪深度等要素站点实况产品。支持对站点数据进行排序和筛选，筛选方式包括基于行政区划、多边形圈选、矩形和圆形范围。支持过去 10 分钟、过去 30 分钟、过去 1 小时气象要素值变化值排行，实现要素变化情况监控。各类统计图存储于大数据云平台文件数据库。

②暴雪冰冻区域低温雨雪冰冻极端性分析

实现任意时段（1 小时、3 小时、6 小时等）最大积雪深度、最低气温、导线覆冰厚度、过程累计降水量极值的历史排位。以表格、图表和打点的方式显示受灾区域内的站点实况产品。支持对站点数据进行排序和筛选，筛选方式包括基于行政区划、多边形圈选、矩形和圆形范围。

数据获取：从数据中台中获取受灾区域的气象站点历史数据，包括最大积雪深度、最低气温、导线覆冰厚度、日降水量、过程累计降水量等关键要素。确保数据包含时间戳、站点位置以及其它必要的气象参数。

算法：利用统计方法计算最大积雪深度、最低气温、导线覆冰厚度、日降水量、过程累计降水量的极值。对极值进行历史排序，确定它们在历史数据中的排位。

可视化展示：如折线图、柱状图、散点图等。以表格形式展示站点实况产品。实现打点功能，在地图上标记站点位置。允许用户通过界面选择时间范围、站点筛选条件等。实现排序和筛选功能，如基于行政区划、多边形圈选、矩形和圆形范围。提供数据导出功能，允许用户将筛选和排序后的数据导出为 CSV 或 Excel 文件。图表存储于大数据云平台文件数据库。

③暴雪冰冻区域天气精细化预报

提供未来 7 天逐 3 小时天气现象、气温、风、降水相态（降雨、降雪、混合相态、冻雨）的网格化预报，分辨率 $1\text{km} \times 1\text{km}$ 。

数据获取：从数据中台中获取省气象台提供的智能网格数据（天气现象、气温、风、降水相态（降雨、降雪、混合相态、冻雨））。

算法：对于 $5\text{km} \times 5\text{km}$ 分辨率的天气现象、气温、风、降水等要素，使用空间插值方法（如克里金插值、反距离权重插值等），将数据插值到 $1\text{km} \times 1\text{km}$ 的网格上。数据格式为 GRIB、NetCDF 等。

可视化展示：使用色斑图展示预报数据，包括天气现象、气温、风向风速、降水相态等。提供交互式功能，如缩放、平移、查询特定地点和时间的预报信息等。色斑图存储于大数据云平台文件数据库。

④暴雪冰冻区域气象风险预报

气象风险预报算法基于实时气象数据、地理位置数据以及历史灾

害数据，通过数据预处理、特征提取和机器学习模型训练，实现对暴雪冰冻受灾区域的气象风险进行准确预测和等级划分。制作未来 3 天逐 3 小时暴雪冰冻区域气象等级预报产品，分辨率 $3\text{km} \times 3\text{km}$ 。

数据获取：从数据中台中获取以下数据。a) 实时气象数据：包括温度、湿度、风速、风向、降水量、雪深等。b) 地理位置数据：包括海拔、地形、水体分布等。c) 历史气象与灾害数据：包括过去的暴雪、冰冻事件及其影响。

算法：提取与暴雪、冰冻相关的气象参数，如温度、风速、湿度等。采用机器学习和统计分析方法，构建暴雪冰冻区域气象等级预报模型，将风险等级划分为低、较低、较高、高、极高。算法的主要目标是预测暴雪冰冻可能导致的受灾区域、风险等级以及潜在的灾害影响。

可视化展示：将风险预报结果以色斑图、文字等形式进行输出，以使用户直观了解暴雪冰冻受灾区域未来的气象风险情况。预报结果可以包括风险等级、受影响区域、可能发生的灾害类型、影响时间等信息。色斑图存储于大数据云平台文件数据库，文字存储于大数据云平台的虚谷专题库。

⑤暴雪冰冻区域救援作业气象条件预报

基于气象条件对暴雪冰冻救援作业的影响预报模型，根据暴雪冰冻受灾区域及周边的气象实况数据、精细化要素预报数据，实现救援作业气象条件等级预报产品的自动化输出，制作未来 3 天逐 3 小时暴雪冰冻救援作业气象条件等级预报产品，分辨率 $3\text{km} \times 3\text{km}$ 。

数据获取：从数据中台中获取以下数据。a) 气象数据：暴雪冰冻区域及周边地区的实时和历史气象数据，未来 3 天逐 3 小时的精细化气象要素预报数据，包括温度、风速、风向、降水相态、雪深等。b) 地理信息数据：受灾区域的地理信息数据，包括地形、地貌、水系、城市基础设施等。d) 救援数据：获取救援作业的相关信息，如除冰除雪作业的效率、所需的气象条件等。

算法：基于实时和预报的气象数据，使用历史气象数据和救援作业数据对模型进行训练，使其能够预测不同气象条件下救援作业的效果。该算法通过数据预处理、特征选择与权重分配、模型建立与训练、风险预测与评估以及结果输出与可视化等步骤，实现未来 3 天逐 3 小时暴雪冰冻救援作业气象条件等级预报产品的自动化输出。根据救援作业的实际需求和气象条件的影响程度，将预报结果划分为不同的等级，并将气象条件划分为有利、一般、不利。

可视化展示：将暴雪冰冻区域救援作业气象条件预报结果以色斑图、文字等形式进行输出，以使用户直观了解开展暴雪冰冻区域救援作业时气象条件的有利性。预报结果可以包括气象条件影响等级、受影响区域、可能发生的灾害类型、影响时间等信息。在可视化展示中加入交互功能，例如，允许用户通过点击或拖动来查看不同区域的气象条件，或者通过筛选功能来选择特定的时间段或气象要素。色斑图存储于大数据云平台文件数据库，文字存储于大数据云平台的虚谷专题库。

(3) 森林火灾应急救援

利用多种监测、预警手段，对林区的火灾环境和实况进行系统的监测、分析、预警和评价，实现面对森林火灾的精细化监测预报服务，为森林防火指挥部门的防火决策提供技术支撑。

①森林火灾区域气象监测

实现基于国家级气象站、区域自动站、便携式自动气象站降雨、气温、湿度、风向、风速、气象等要素实况的实时综合显示，更新频率不低于 10 分钟。

数据获取：从数据中台中获取国家级气象站、区域自动站、便携式自动气象站收集任意时段气温、湿度、风向、风速数据，数据应包括时间戳、气象要素信息、位置信息（经纬度或站点名称）等。

实况排行：实现站点数据的气温、湿度、风向、风速、气压、降水等要素的当前值的排行，支持过去 10 分钟、过去 30 分钟、过去 1 小时气象要素值变化值排行，实现要素变化情况监控。

超标告警：基于用户设置的要素监控阈值，分别进行气象要素的实况告警；支持告警提示方式设置，支持多用户阈值差别化设置。

多站查询：可进行多站点数据对比查询，并通过图形化方式进行展示。

统计展示：实现站点数据的气温、湿度、风向、风速、气压等要素的平均值、极大值、极小值的统计，包括小时、自然日、周、旬、月，还包括过去 24 小时、过去 3 天、过去 7 天、过去 15 天，支持面上的统计结果展示和数据表格展示、下载。

历史查询：实现某个站点过去一年内的任意时段的数据曲线查询

及报表下载。

站点管理：实现关注区域内添加或更改站点。

网格化实况合成：基于网格实况产品和站点实况数据，结合地形订正，融合形成特定区域的精细化网格实况，分辨率 $1\text{km}\times 1\text{km}$ 。

网格化文件（nc、grib 等）、各类统计图表存储于大数据云平台文件数据库。

②森林火灾区域天气预报

气象要素预报：提供受灾地区的未来 7 天逐日天气现象、气温、风、降水量的站点预报产品。

高影响天气精细化预报：提供火灾区域及周边未来 3 天逐 3 小时的降水、风向、风速、湿度、气温的网格预报，分辨率 $1\text{km}\times 1\text{km}$ 。叠加受灾区域地形，绘制气象要素空间分布图。

降水临近预报输出：基于降水临近预报算法，根据降水实况和雷达回波数据，实现火灾区域及周边降水临近预报产品输出，包括确定性预报和降水概率预报，预报时效 1 小时，时间分辨率逐 6 分钟，空间分辨率 $1\text{km}\times 1\text{km}$ 。

雷电落区临近预报输出：基于雷电落区临近预报算法，根据闪电定位、大气电场实况和雷达回波数据，实现火灾区域及周边雷电临近预报产品输出，预报时效 1 小时，时间分辨率逐 6 分钟，空间分辨率 $1\text{km}\times 1\text{km}$ 。

降水临近预报输出：基于降水临近预报算法，根据降水实况和雷达回波数据，实现火灾区域及周边降水临近预报产品输出，包括确定

性预报和降水概率预报，预报时效 1 小时，时间分辨率逐 6 分钟，空间分辨率 $1\text{km} \times 1\text{km}$ 。

大风临近预报输出：基于大风临近预报算法，根据站点大风实况和雷达回波数据，实现火灾区域及周边大风临近预报产品输出，预报时效 1 小时，时间分辨率逐 6 分钟，空间分辨率 $1\text{km} \times 1\text{km}$ 。

可视化展示：以色斑图等形式进行输出，以使用户直观了解森林火灾区域未来的天气情况。图存储于大数据云平台文件库。

③森林火灾区域气象风险预报

基于森林火险气象等级预报算法，根据火灾区域及周边的气象实况数据、精细化要素预报数据，实现森林火险气象等级预报产品的输出，制作未来 3 天逐 3 小时森林火险气象等级预报产品，分辨率 $3\text{km} \times 3\text{km}$ 。

算法：以历史火情、遥感高温异常点、植被类型、地形等数据为基础，结合人类活动轨迹、雷电分布等特征，综合考虑高温、干燥、大风等因素与火灾发生、传播和控制相关的气象条件，采用机器学习方法，构建森林火险气象等级精细预报模型，将风险等级划分为低、较低、较高、高、极高。

可视化展示：将风险预报结果以色斑图、文字等形式进行输出，以使用户直观了解暴雪冰冻受灾区域未来的气象风险情况。预报结果可以包括风险等级、受影响区域、可能发生的灾害类型、影响时间等信息。色斑图存储于大数据云平台文件数据库，文字存储于大数据云平台的虚谷专题库。

④森林火灾救援作业气象条件预报

基于气象条件对灭火救援作业的影响预报模型，根据火灾区域及周边的气象实况数据、精细化要素预报数据，实现救援作业气象条件等级预报产品的自动化输出，制作未来 3 天逐 3 小时灭火救援作业气象条件等级预报产品，分辨率 $3\text{km} \times 3\text{km}$ 。

算法：收集与灭火救援相关的气温、湿度、风速、风向、降水等气象数据，选择统计分析、机器学习等建模方法，将气象数据与对应的等级进行拟合和训练，根据验证结果，对模型进行评估和优化。根据实际情况和专家经验，确定影响灭火救援作业的关键气象指标，并将气象条件划分为有利、一般、不利。

可视化展示：将森林火灾救援作业气象条件预报结果以色斑图、文字等形式进行输出，以使用户直观了解开展森林火灾区域救援作业时气象条件的有利性。预报结果可以包括气象条件影响等级、受影响区域、可能发生的灾害类型、影响时间等信息。在可视化展示中加入交互功能，例如，允许用户通过点击或拖动来查看不同区域的气象条件，或者通过筛选功能来选择特定的时间段或气象要素。色斑图存储于大数据云平台文件数据库，文字存储于大数据云平台的虚谷专题库。

（4）应急救援气象服务材料产品制作及显示

①应急救援气象服务材料产品制作

服务材料模板设计：支持基于数据库、产品库、素材库等的服务材料模板设计，支持多模板的生成，可进行服务材料模板增加、修改、

删除等管理。

自动化制作：实现救援气象服务专报、气象服务周报等服务材料的自动化加工制作。

人机交互制作：支持人机交互，对服务材料的图文进行修改操作。

服务材料分发：支持向系统、邮件、微信等渠道的服务材料的定制化推送。

②应急救援类产品图形化显示

图形化产品加工：实现应急救援各类气象服务产品的图形化显示，支持色斑图、时序图（柱状图、折线图等）、饼图、排序图、数据表的等图形、表格的生成。

可视化与决策支持：结合救援场景，将各类气象服务产品结果以直观的方式呈现，以便救援人员能够快速理解和做出决策。

交互功能：a)时间控制：允许用户选择特定的时间步或播放/暂停动画。b)数据查询：允许用户点击地图上的网格点，查看该点的详细气象数据。c)缩放和平移：允许用户缩放地图以查看更详细的区域，或平移地图以查看不同区域的数据。

（5）产品监控及管理

①产品监控

实现应急救援各类气象服务产品制作全流程监控并接入天镜系统。实现异常告警及日志查询管理等功能。利用流程管理工具或工作流引擎，监控气象服务产品从数据收集、处理、分析到最终产品生成的每一步。记录每一步的执行时间、执行人员、结果等信息，确保流

程的透明性和可追溯性。在天镜系统中实现数据的可视化展示，如制作流程状态、异常事件统计等。

②阈值管理：实现灾害性天气监测指标、作业条件指标的阈值管理功能。设定不同灾害性天气的监测指标和阈值。实时监控气象数据，当达到或超过阈值时，触发告警。实现分用户的告警阈值管理功能。允许不同用户根据自己的需求设定个性化的告警阈值。系统根据用户的阈值设置，发送相应的告警信息。

③产品接口管理：实现应急救援各类气象服务产品的接口访问功能。提供 RESTful API、SOAP 或其他类型的接口，允许用户通过编程方式访问气象服务产品。确保接口的安全性和稳定性，如使用认证机制、限流措施等。提供详细的接口文档，包括接口地址、请求参数、返回结果等。提供接口使用示例，帮助用户快速上手。显示监控接口的调用情况，如调用次数、响应时间等。记录接口调用的日志信息，方便问题追踪和调试。

3.5.3.4.4 重大活动气象保障

重大活动气象保障包括数据层、标准层、算法层和应用层四个层级。数据层包括高精度地理信息、1961 年以来历史气温降水风观测数据、双偏振雷达数据、加密自动站实时观测资料、不同预报时效的智能网格预报等。主要的再分析数据包括：

（1）历史气温数据接入和再分析

对接天擎云数据平台，接入安徽省国家站 1961 年以来逐日最高、最低、平均气温数据，区域气象站 2010 年以来逐小时气温数据，并

计算历史均值、极端值和各百分位数值。

（2）历史降水数据接入和再分析

接入安徽省国家站 1961 年以来月降水量、旬降水量、日降水量数据，区域气象站 2010 年以来 1 小时降水量，并计算历史均值、极端值和各百分位数值。

（3）历史风向风速数据接入和再分析

接入安徽省国家站 1961 年以来逐日极大风、最大风、平均风数据，接入区域气象站 2010 年以来逐时极大风、最大风、平均风数据，并计算历史均值、极端值和各百分位数值。

标准层包括重大活动的标准化需求；根据天气对活动的影响分析，确定的敏感要素阈值；保障服务的流程规范及应急规范。

算法层包括根据标准层开展智能服务方案的定制；实现基于雷达卫星及高密度自动站的监测产品的风险报警功能；对中短期、短临时效的预报进行分析研判，预估对重大活动的影响；保障服务产品的智能制作和自动分发；和其他各相关部门的应急联动等。

应用层主要是基于实时一体化保障平台和皖事通移动应用端，对活动组织方和活动参加人员开展全方位、定制化的服务。

整个场景实现重大活动流程和方案的标准化和个性化，建立立体观测监测数据网，建立百米级、分钟级降水、风力、温度短临预警系统。基于智能网格预报，建立重大活动从筹备、设施搭建、彩排、演练到正式活动无缝隙、全流程、精细化的预报预警体系，保障服务产品快速融合、生成和智能发布。

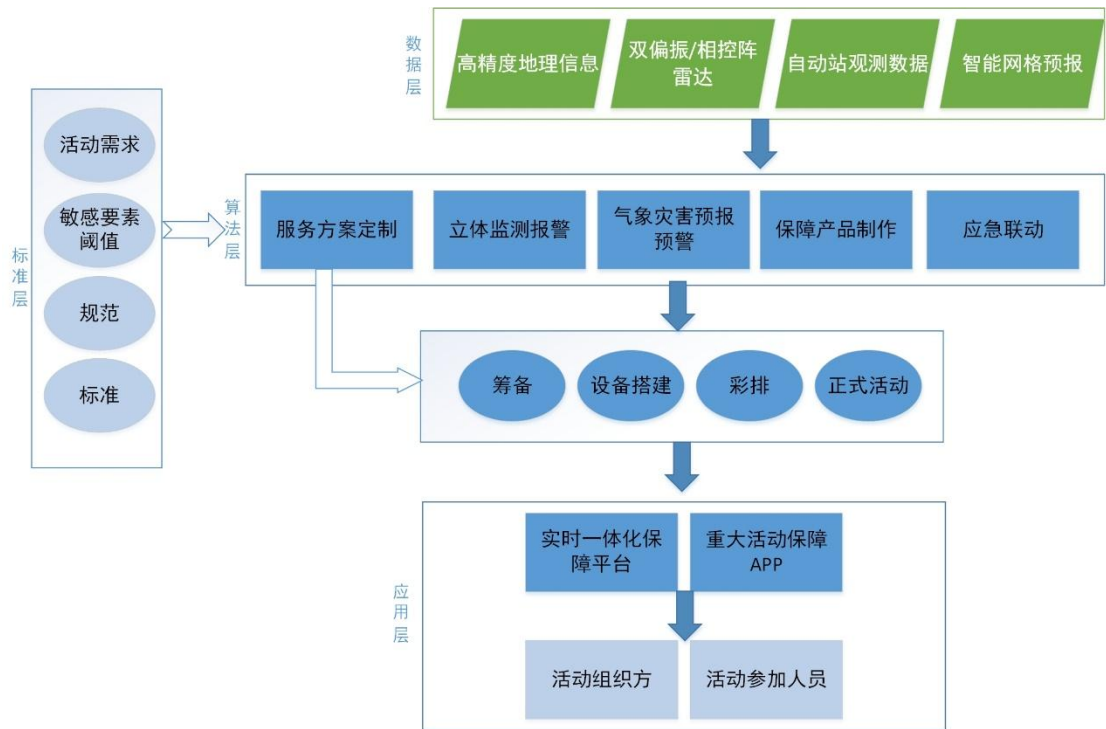


图 5.5.3.4 3 重大活动气象保障架构图

建设具体内容包括活动方案定制模块、立体观测监测报警模块、气象灾害预报预警模块、气象保障产品制作模块、应急联动发布模块，并建立皖事通移动应用端。

(1) 活动方案定制模块

①重大赛事气象保障方案定制模块

选择新建重大赛事气象保障方案，选择比赛路线、比赛地点，关注时间段、时间点，选择服务气象要素的种类、时间间隔、更新频次，并规定服务产品的表格格式。

②重大会议气象保障方案定制模块

选择新建重大会议气象保障方案，根据重大会议举办、返程等阶段的具体需求，设置活动阶段、会议地点、时间段，设置该阶段服务

气象要素的种类、时间间隔、更新频次及服务产品的表格格式。

③重大室外活动气象保障方案定制模块

选择新建重大室外活动气象保障方案，根据重大活动筹备、设施搭建、彩排、演练、正式活动等阶段的具体需求，设置活动阶段、活动路线或地点、时间段、时间点，设置该阶段服务气象要素的种类、时间间隔、更新频次及服务产品的表格格式。

④自定义气象保障方案定制模块

除赛事、会议和室外活动外的其他重大活动的气象保障方案的自定义。新建活动阶段，添加该阶段活动路线、地点、时间段、时间点、气象要素的种类、时间间隔、更新频次及服务产品的表格格式。

⑤气象保障方案管理功能

实现对已有保障方案的复制、编辑、删除功能，可统计保障方案的个数，根据关键字或类型查询某一个具体的保障方案。

⑥高影响天气定义及阈值设定

重大活动敏感要素阈值设定，根据活动需求，判定影响活动的敏感要素和阈值，模块中设置保障方案名称、敏感时间段、敏感要素类型、量级等。

⑦责任人管理功能

活动方案中包括责任人管理功能，可增加、编辑、删除活动各环节责任人信息。

(2) 立体观测监测报警模块

展示高分辨率地图和地理信息，实现活动场馆和活动路线的精准

定位。展示基于卫星、双偏振雷达定量估测降水、加密气象站（降水、气温、风向风速、相对湿度、能见度等）等立体观测数据，可叠加显示并实时更新，生成精细到活动场地、活动路线、室内场馆的分钟级定时定点实况监测产品。并可按照用户需求，定制活动所在地的观测要素平均、累计值、时序图、色斑图，评估观测数据的极端性。根据重大活动的实际需求，建立各气象要素的告警阈值库，如监测达到阈值的敏感要素，则报警提醒，在系统离线状态下，仍可向责任人发送短信提醒。具体功能点如下：

①场景画面管理

展示高分辨率地理信息，实现活动场馆和活动路线的精准定位，在地图上突出或高亮显示活动所在地或路线。

②多要素叠加展示

设置地面实况数据子菜单，设置要素选择按钮，可选择降水、气温、能见度、风向风速、相对湿度、气压等气象要素。屏幕默认显示过去 1 小时的区域站降水，在用户选择其他要素时叠加显示。同时在右侧以列表的方式显示活动所在地和活动路线的气象要素值。设置时间选择按钮，可查询任意时段的气象要素值。

③多要素数据实时更新及更新时间监测

设置实时更新关闭和启用功能，当启用时，实时对接天擎云平台，实现降水、气温、能见度、风向风速、相对湿度等气象要素的实时更新，监测并显示最新的更新时间。

④卫星数据接入和叠加显示

设置卫星数据子菜单，实时对接天擎云平台，获取 FY4B 红外、可见光和水汽卫星数据。设置卫星产品选择、色标选择等选项。

⑤双偏振雷达定量估测降水可视化

双偏振雷达基数据处理，利用定量估测降水算法计算过去 1 小时降水并显示空间分布图，同时在右侧以列表的方式显示活动所在地和活动路线的过去一小时定量估测降水值。

⑥重大活动气象要素阈值监测报警功能

读取已经制定的高影响天气及阈值，实时判断区域站监测到的敏感气象要素值是否达到阈值，如达到则报警提醒，系统离线时可短信提醒责任人。

⑦定点观测数据时序图

当点击时序图按钮后，鼠标移动到活动场地、活动路线或室内场馆的位置，左键单击即可绘制当地的气象要素实况观测时序图。设置起止时间、时间间隔、是否标注等选项。

⑧实时观测数据计算功能

当点击时序图按钮后，弹出起止时间对话框，选择起止时间后，计算任意时段内活动场地、活动路线、室内场馆的气象要素的累计值和平均值。

⑨实况色斑图定制

当展示多要素时，用户点击制图按钮，绘制任意时段实况观测数据色斑图。色标、图标、比例尺、指北针等要素可自定义。

⑩观测数据的极端性评估

通过和历史数据的对比，评估实况 1 小时降水、24 小时降水、平均气温、最高气温、最低气温的排名，基于百分位法评估观测数据的极端性。

(3) 气象灾害预报预警模块

对智能网格预报进行再分析，展示活动场地或路线百米级、分钟级降水、风力、温度等要素的短时临近预报，展示 3 公里分辨率的多要素短期和中期预报，并利用历史数据预估要素预报的极端性。根据用户需求可临时定制定时定点要素预报、时序图。实时更新并显示活动所在地的预警信号发布、继发、变更和解除情况。根据最新的自动站、雷达监测及智能网格预报，精准预估重大活动所在地未来 0-2 小时的天气情况，如预报要素达到阈值，则启动声音文字报警，智能预估可能对重大活动产生的影响，智能提取相关的决策建议和防御指南，提示启动相关应急预案。具体功能点如下：

①多要素精细化临近预报和短时预报

根据最新的自动站、雷达监测及外推数据，精准预估重大活动所在地未来 0-2 小时的降水、气温、风向风速等要素。根据多模式集合预报，精准预估重大活动所在地未来 3-12 小时的降水、气温、风向风速等要素预报。

②短临预报要素的极端性预估

设置要素选择，可选择未来 0-12 小时时效最大 1 小时降水、最高气温、最低气温的要素预报。选择历史同期的类型，旬、月、年。和历史同期气候数据相比，利用百分位法预估要素预报的极端性。输

出表格数据，1 小时降水量、最高气温、最低气温排名，未来预报在历史中所占的百分位值。

③短期预报要素显示和极端性预估

利用插值方法将短期时效（1-3 天）格点预报插值至活动场地并显示。设置要素选择，可选择未来 24-72 小时时效最大日降水量、最高气温、最低气温、累计降水量的要素预报。选择历史同期的类型，旬、月、年。和历史同期气候数据相比，利用百分位法预估要素预报的极端性。输出表格数据，24 小时降水量、最高气温、最低气温排名，未来预报在历史中所占的百分位值。

④中期预报要素显示和极端性预估

利用插值方法将中期时效（4-10 天）格点预报插值至活动场地并显示。设置要素选择，可选择未来 84-240 小时时效最大日降水量、最高气温、最低气温、平均气温、累计降水量的要素预报。选择历史同期的类型，旬、月、年。选择极端性评价方式，为排名、百分位、距平。和历史同期气候数据相比，输出表格数据，24 小时降水量、最高气温、最低气温排名，未来预报在历史中所占的百分位值。累计降水量、平均气温、最高最低气温和历史同期的距平百分率。

⑤预警信号展示

实时更新显示活动所在地的预警信号发布、继发、变更和解除情况。

⑥定时定点要素预报临时定制功能

根据用户临时需要，定制指定地点在一定时间范围内的天气预报。

鼠标选取所在地或输入经纬度位置，输入起止时间、气象要素、预报时间间隔，选择输出表格格式。点击完成即可生成定制预报表格，可下载、保存表格。

⑦预报报警功能

当短临时效内的预报值超出规定阈值，启动声音文字报警，系统离线时可短信提醒责任人。

⑧预报要素时间序列算法

默认显示活动场地或路线短临时效预报（0-12 小时）逐小时降水、气温、风向风力叠加显示的时序图，中短期预报时效（1-10 天）逐日的降水、风向风力、最高最低温度的时序图。用户也可根据需要，选择起止时间段、时间间隔、要素类型。

⑨应急预案自动选择功能

结合标准化方案和 0-2 小时的临近预报结果，判断气象要素是否超过阈值，自动选择应急预案。

(4) 气象保障产品制作模块

基于观测数据、网格预报产品和已经制定的保障方案，在规定时间内快速制作生成所需预报要素的定制产品，具体功能如下：

①智能提取

根据活动方案中制定的高影响天气和阈值，智能提取未来时段内对重大活动有影响的高影响天气、灾害性天气，自动生成提醒文档和防御指南。

②气象保障产品自动制作模块

一键生成气象保障专报模板的 WORD 文档，根据预报地点和时间自动生成标题，自动插入根据活动方案定制生成的预报表格，可自动识别表中的降水等级，在表格中填入相应的色斑，突出显示高影响天气。自动插入根据智能提取生成的风险防御指南。

③气象保障产品人机交互订正

预报员可根据自身的经验对预报进行人机交互订正，生成最终的气象保障产品。

(5) 应急联动发布模块

①气象保障产品实时共享模块

通过对接用户认证和权限管理中台，赋予活动举办方以及应急、教育、住建、能源、电力等部门浏览、编辑权限，实现信息共享和联动。

②智能叫应

当高影响天气和灾害性天气已经发生或即将发生时，对重大活动中各个环节责任人进行叫应。

③对接发布中台

通过对接发布中台，实现重大活动气象保障产品短信、传真、邮件的一键信息发布。

④智能归档

对已发布的保障产品进行实时归档管理，可通过制作发布时间、关键词、服务对象、发布人等信息进行查询和统计。

⑤流程监控

通过流程监控模块，对保障服务产品的发布、叫应进行全流程监控和记录，并自动归档已发布的产品。

(6) 重大活动保障移动端

在手机上展示各类实况和预报产品。还可根据用户定制，提供定点或者路线的分钟级监测及气象要素预报产品，实时分析风险和提醒，并根据定位，对参加重大活动的用户具有叫应功能。具体功能点如下：

①皖事通移动应用的实况监测模块

用户通过授权可在皖事通移动应用端实时展示活动地气温、降水、风向、风速、能见度等实况监测数据，点击可绘制时序图。也可通过定位授权，显示手机用户所在地的气温、降水、风向、风速、能见度等实况监测数据。

②皖事通移动应用的预报模块

在皖事通 APP 中显示活动场地短临、短期、中期时效降水、气温、能见度、相对湿度、风向风速预报产品，点击可绘制时序图。显示活动所在地预警信号发布情况。

③智能叫应功能

显示活动所在地预警信号发布情况，气象要素实况或预报超过阈值时，向手机用户推送消息并发布防御指南。可根据用户需求，开启或关闭智能叫应功能。

④皖事通移动应用的个性定制模块

在皖事通移动应用中可根据用户需要定制气象要素预报，实现预报要素、预报地点、预报时间、时间间隔、推送时间等自定义设置。

(7) 标准建设

建立一系列的业务应用标准，一是服务产品标准，规范化重大活动气象保障服务产品的内容、格式。二是决策服务流程标准。针对各类重大天气，将工作流程、应急流程建立统一的规范和标准。

3.5.3.4.5 电话叫应和 5G 发布能力建设

电话叫应和 5G 发布能力建设，包含了面向决策用户的“12379”电话叫应模块，基于 5G 消息的预警信息发布等项目建设内容。

(1) 面向决策用户的“12379”电话叫应模块

新建面向决策用户的 12379 电话叫应系统，实现省市县三级应用，提供预警电话自动精准外呼服务，并能支持自动语音、传真、外呼的预警信息发布方式，不同方式对应的发布载体和发布方式不同。

①应用模块功能

信息采编工具：对采集的预警信息进行编制，支持文字转语音并对音频文件编辑，支持 MP3、MP4、AVI、MOV、MKV 等音频文件格式互转、人工录音等语音编辑功能。

语音合成：支持按预定策略录音的方式，在夜间等特定时间段按照预警发布策略对相关责任人等特定号码进行语音合成外呼，如“尊敬的 XXX 信息员，XX 市气象台在 XX 时发布 XX 预警，请及时做好预警传播及防御工作”，提供录音文件管理工具，对合成内容进行定义。

交互式语音应答：通过 IVR 附带语音流程编辑软件开发，多级目录结构，被叫号码与呼入号码可根据导航按键和语音提示，直接输入

信息，自助快速获取更多预警信息。

智能外呼：通过电话呼出对预警相关政府应急责任人进行通知，通知内容由采编工具和语音合成，支持人工和自动同时呼出，保证信息确认传达。呼出线路与呼入线路共享资源，且可灵活配置呼入与呼出线路资源。

呼叫记录管理：能详细记录每次外呼的详情日志，包括时间、预警内容、对象等，并且可以按时间、预警内容、级别、地理位置、电话号码、人员姓名等不同条件进行查询。

系统状态监控：实时监控各线路情况，当出现系统故障、线路中断或者离线等情况时，在系统进行弹窗提示、声电报警等手段对值班人员进行告警，告警内容为故障疑似发生点。

多文件格式支持：支持针对文档（word、txt、pdf）、excel 表格、图片（jpg、png、gif、tif）等不同格式文件的传真发送。

多文件合并送达：可以同时发送多个预警文件的传真，单次发布任务最多可同时发送 20 项文件。

传真发送优先级支持：针对预警信息的级别，设置预警信息的优先级，传真发送时优先发送优先级别高的预警。

发送传真语音提示：当发送传真电话被对方人工接听时，自动播放对应的预警语音内容，语音内容由采编工具与语音合成制作，挂断后可进行传真重发。

传真群发：支持向多个号码发送传真，单次传真发送任务最低可同时并发 100 个号码。

对接产品发布中台：对接产品发布中台，提供外呼发布能力，丰富中台发布渠道，同时调用中台自身能力，如电子邮件传真、失败重发等功能。

传真模版：可定制针对不同级别、类型预警信息的传真模版，预警信息发布时系统调用相应模版和内容自动对目标进行发布。

系统日志管理：系统的操作日志、接口的调用日志全部写入数据库，并可根据日志类型、时间等信息进行查询，便于系统故障的快速排查。

可视化发布任务监控：预警信息发布所处的各个节点均有监控记录，包括信息的采集、编制合成、播发的信息详情及反馈信息等，并在页面进行可视化展示。

外呼统计查询：对预警信息的发布结果进行各项形式的统计，包括时间、发布单位、行政区划、预警类型、预警级别、人员姓名、单位名称、外呼次数、外呼反馈数据等各尺度统计查询。外呼反馈数据的查询统计包括推送成功数、接收成功数、失败反馈数等各类型数据。

所有查询统计结果可自动生成表格及柱状图、折线图、玫瑰图、饼状图、趋势图等图表。

统计报表下载：统计查询的结果可下载。根据时间尺度、空间尺度、地理信息、任务相关等统计形式的不同，可下载对应的图、表。

回执管理：收集运营商外呼和传真的回执信息，并可以进行统计查询，便于判断发布任务的进度状态和成果或失败原因。

通信服务接口：该接口用于接收外系统提供的预警信息，接口参

数要求健全，包括预警标题、发布时间、发布单位、预警内容等，系统对接时对数据进行加密、解密，保证数据安全，接口数据要求遵循国家突发事件预警数据统一规范要求，提供系统安全保障功能。

独立发布子应用-发布信息录入：在中台故障等应急条件下可独立制作或者通过接口接收其他系统预警信息，包括预警标题、内容、预警类型、级别、发布时间等。

独立发布子应用-个性化策略定制：针对用户和预警制定播发策略，例如在不同时间段对不同级别和类型的预警配置不同的传真号码，不同的预警配置不同的语音或者传真模版，不同的号码配置不同的关联预警等。

独立发布子应用-服务对象管理：对传真号码、外呼号码进行管理，可增、删、改、查。

独立发布子应用-基础信息管理：包括发布账号、发布流程、预警类型、预警级别、行政区划、播发区域、运营商信息等基础信息的管理。

②核心业务流程

自动语音预警信息发布业务流程。面向目标人群的 12379 电话叫应分系统将自动语音预警信息的内容、发布对象范围、预警级别、发布时间等参数通过系统接口提交给 12379 电话叫应，12379 电话叫应将接收到的参数进行解析，根据参数的要求将预警信息发布到自动语音应答（IVR），并在预警信息过期时结束此次发布，发布过程中的关键状态变化通过接口返回给全流程监控分系统的发布渠道监控子

系统，实现全程监控自动语音预警信息的发布情况。

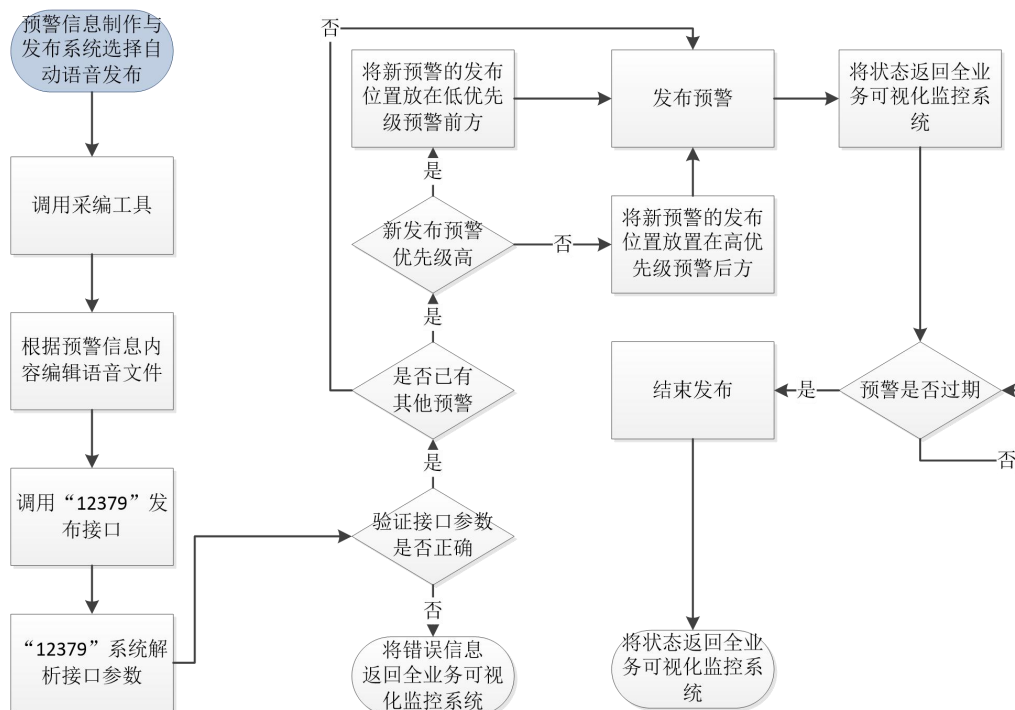


图 5.5.3.4- 4 自动语音预警信息的发布流程

传真预警信息发布业务流程。面向目标人群的 12379 电话叫应分系统将传真预警信息的内容、发布对象、预警类别、预警级别、发布时间等参数通过系统接口提交给 12379 电话叫应，12379 电话叫应将接收到的参数进行解析，根据参数的要求调用相应的传真模版生成传真文件，并调用传真接口进行传真发布，发布过程中的关键状态变化通过接口返回给全流程监控分系统的发布渠道监控子系统，实现全程监控传真预警信息的发布情况。

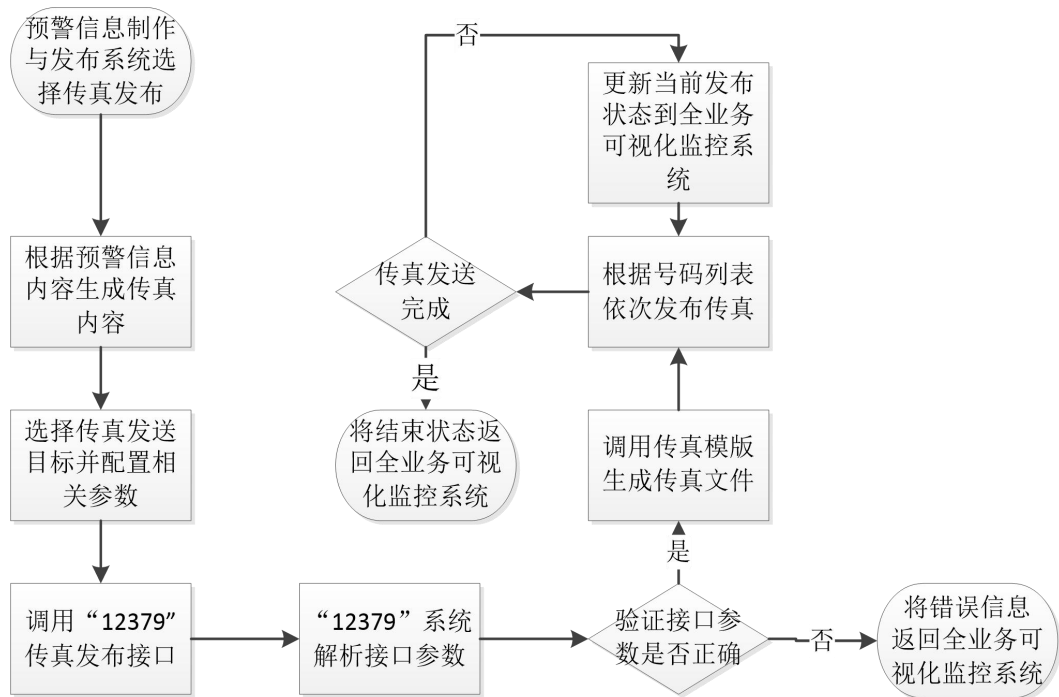


图 5.5.3.4- 5 传真预警信息发布流程

外呼预警信息发布业务流程。面向目标人群的 12379 电话叫应分系统将外呼预警信息的内容、发布对象、预警类别、预警级别、发布时间等参数通过系统接口提交给 12379 电话叫应，12379 电话叫应将接收到的参数进行解析，并通过 IVR 自动拨打的方式执行，也可以由呼叫中心执行。管理员可将任务通过自动或者手动调整的方式分配给 IVR 系统或执行任务的人工坐席进行外呼预警，每次外呼后的外呼状态变化将通过接口返回给全流程监控分系统的发布渠道监控子系统，实现全程监控外呼预警信息的发布情况。

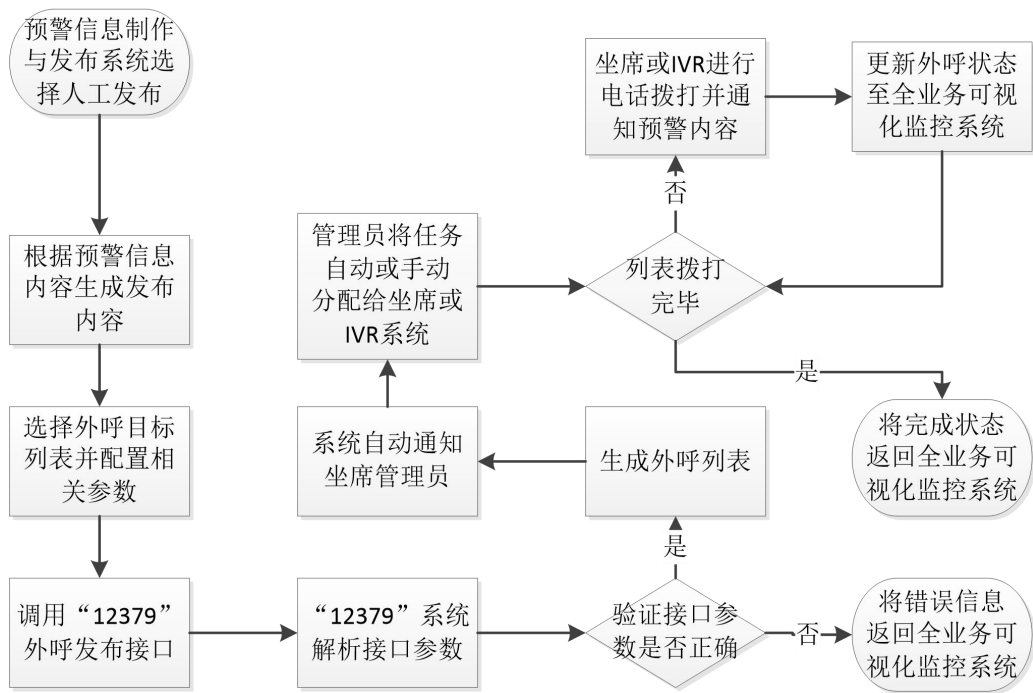


图 5.5.3.4- 6 外呼预警信息发布流程

③数据模型设计

号	业务对象名称	表名称	核心字段名称	核心字段类型	核心字段规则	说明
	自动语音预警信息发布业务	t_robo calls	yj_dec ription	nvarchar (1000)	必填	语音内容
	自动语音预警信	t_robo calls	yj_reg ion	nvarchar (max)	必填	该预警针对的播

号	业务对象名称	表名称	核心字段名称	核心字段类型	核心字段规则	说明
	息发布业务					发区域
	自动语音预警信息发布业务	t_robo calls	yj_eff ectivetime	datetime	必填	该预警播发的有效时间
	自动语音预警信息发布业务	t_inco mingcall	phone_ number	nvarchar (12)	必填	来 电号码
	自动语音预警信息发布业务	t_inco mingcall	phone_ region	nvarchar (12)	必填	来 电号码 的行政 区域

④接口服务设计

12379 电话叫应的系统接口包括对系统内部接口、与外部系统对

接接口两种，系统内部接口有以下几种：PSTN 接入语音网关、传真发送采用 E1 接口；IVR、CTI、TTS、采编模块开发接口；电话录音接口；IP 坐席接口；电话外呼接口；对外的接口协议为 HTTP 协议、数据格式为 JSON、编程语言 JAVA、错误码如下：

错误码	说明
1**	临时响应，表示临时响应并需要请求者继续执行操作的状态代码
2**	响应成功，表示成功处理了请求的状态代码
3**	接口重定向
4**	请求错误，表示请求可能出错，妨碍了服务器的处理

● 安全防护措施：

请求限制：对于 API 的每个请求，通过 IP 地址、用户 ID、时间戳等信息对请求进行限制以防止嗅探等方式获取 API 访问权限，设置接口调用频率限制以防止恶意攻击者通过大量的 API 请求来消耗服务器资源；

权限控制：设置只有经过认证的用户才能访问接口，并设置用户权限，不同用户访问不同的接口以实现更为精准的接口保护；

输入验证：对接口的请求参数进行验证，如客户端向服务器请求用户信息的 API 接口时验证传入的用户名是否属于该用户；

防止 SQL 注入：API 开发过程中不使用动态 SQL，同时对于获取数据的 API 接口，将所有的查询参数进行参数化；

防止跨站脚本攻击：在 API 开发过程中，对输入的数据进行过滤和转义；

记录 API 请求日志：对于 API 接口的请求，记录请求的 IP 地址、请求的接口、请求的时间以及请求的用户信息等以便于监控和溯源。

（2）基于 5G 消息的预警信息发布

基于 5G RCS 富媒体消息模式，围绕定制化的信息推送和智能化的人机交互两条主线，打造形式更加丰富的预警信息服务模式，实现预警和天气信息的精准化推送、融媒体展示、智慧化服务，提升预警服务覆盖面和影响力。

①5G 预警消息应用模块功能

在原有的 12379 预警短信产品的基础上，设计推送 5G 预警消息产品，打破传统短信纯文本内容的限制，实现集视频、音频、图片、网页于一体的富媒体消息推送，预警信息发送更加智能化、定制化。用户订阅后可自主选择需要定制的地区、产品和推送时间，并根据用户位置变化可实现预报预警地区的自动变更。

基于 AI 智能和机器学习技术，对用户需求、使用习惯进行数据采集和智能分析，通过文字、语音、图片等形式实现人机交互，为用户提供更精准化、人性化的智能气象管家服务。向用户提供实时天气预报、预警信息等气象信息交互式查询服务。

具体功能如下：

- 5G 消息发布渠道对接。通过接入三大运营商的 5G 消息发布渠道，对接普通短信、视频短信、AIM 短信、5G 消息的发送接口，实现

CAP 消息包和运营商接口的转换。

运营商消息渠道配置：支持三大运营商的 5G 消息发布渠道，包括视频短信、AIM 短信、5G 消息的对接服务地址、账号和 IP 白名单的渠道信息配置管理。

普通短信对接：对接 12379 预警短信发布平台，通过短信模版和签名实现对应的普通短信的发送。普通短信对接主要包括用户鉴权接口、短信模版、短信发布任务、短信发布反馈等接口的对接。

视频短信对接：视频短信主要包括账号鉴权接口、视频短信 API 接口的对接，可实现在线的发送视频短信。

视频短信需要进行视频短信平台账号注册，通过签订视频短信服务协议、购买合适的短信套餐才能实现视频短信的对接。

AIM 短信对接：AIM 短信是通过短信网关向手机用户发送一条带有智能短信解析链接的文字短信。当用户收到这样的短信后，手机会从服务器自动拉取报备的信息并解析成富媒体消息。这种方式使得短信展示效果更加丰富和多样，包括图片、视频等内容。AIM 短信还支持打开 APP，跳转 H5 等十余种交互方式，实现智能交互。使得短信展示效果更加丰富和多样，可有效提升了用户体验。

AIM 短信对接主要包括信息备案接口对接、AIM 短信网关发布和反馈接口对接。

5G 消息的发送接口对接：5G 消息的发送接口对接需要基于 IP 技术和 GSMA RCS Universal Profile 进行，这是一项由运营商提供的基础电信服务。为了实现对接，终端及运营商网络需要支持 GSMA

RCS Universal Profile 2.4 版及后续版本。

接口对接的方式包括使用 RESTful API 接口连接 5G 消息中心与 MaaP 平台之间，为行业客户提供行业消息（可包含普通多媒体消息）的接入和上下行消息能力。除此之外，将 RCS 的高级消息传送功能与标准接口整合于 Chatbot 和插件中，能够以无应用程序模式，使用户在消息窗口即可完成搜索、分享、聊天、支付等交互体验，实现消息即服务。同时，5GMC 作为提供 5G 消息业务的核心网元，具备短消息中心的处理能力和外部接口，能够统一提供针对短消息和基础多媒体消息的处理、发送、存储和转发等功能。

5G 消息的发送接口对接主要包括 Maap 平台的用户鉴权接口、5G 消息任务发布和任务反馈接口的对接。

CAP 消息包和运营商接口转换：CAP 是一种异步消息通信方式，为微服务架构提供了分布式事务的解决方案，保障了数据的一致性。运营商接口一般支持两种协议模式：Split MAC 和 Local MAC，为实现高效、可靠的信息传输，需要对 CAP 预警消息包进行 CAPWAP 协议封装后进行数据传输和接口调用。主要包括 Split MAC 协议封装和 Split MAC 协议封装。

● 5G 消息回落流程支持。

5G 消息回落流程主要涉及到被叫用户终端不支持 5G 消息的情况。在这种情况下，5G 消息需要回落到传统的短信网络进行发送。对于文本消息，其将直接以短信形式发送；而对于多媒体消息，由于传统短信不支持多媒体内容展示，因此需要先将其转为带有短链接的文本

短信，然后通过短信形式发送。围绕 5G 消息的强入口、富媒体、智能交互的特点，全媒体传播更加触达精准化、内容个性化、传播互动化、应用服务化。

5G 消息回落服务对接：通过定时的 5G 消息反馈统计哪些用户暂时不支持 5G 消息，修改发布对象的 5G 消息支持字段，后续发送预警消息时自动转为传统的短信消息。

5G 消息回落服务定时检测：设定固定的时间对不支持 5G 消息的发布默认进行 5G 预警消息发布，定时检测发布对象是否支持 5G 消息进行标识。

● 特定发布对象群组管理

实现不同行业、不同预警信息、不同防御对象的预警接收用户群组管理，支持首选/次选预警消息类型配置、不同群组用户回调富媒体消息内容的鉴权等功能。

特定发布对象群组管理主要包括创建群组管理、发布对象管理、群组发布对象管理和群组预警消息策略配置管理。

群组管理：群组管理主要实现不同行业的发布对象的分组，按照树形结构进行发布对象群组的管理，包括新增、删除、查询、修改和排序等操作。

发布对象管理：对全省不同行业的防御对象进行登记，基于不同行业、以行政区划为基础进行发布对象进行管理。发布对象的信息包括姓名、手机号码、所属行政区划、所属行业、所属企业、人员类型等、主要包括发布对象的新增、删除、修改、批量上传、批量删除、

Excel 导出等操作。包括发布对象群组的配置，如发布对象添加、删除、批量添加和批量删除等操作。

群组预警策略配置：支持按照预警信号进行发布群组的预警策略配置，按照不同预警信号类型、分等级、分发布状态进行预警消息发布的策略配置。

同时支持按照群组配置对应的预警信号类型、支持不同等级、不同状态的配置。

对接产品发布中台：对接产品发布中台，提供 5G 消息发布能力，丰富中台发布渠道。

- 预警消息内容智能审核，对发布内容结构准确性、合理性、合规性等进行审核。

文字内容智能审核：运用白名单、黑名单等技术，实现对文字发布内容进行反季节、结构完整性、敏感词等业务审核。

图片合规性审核：实现对发布的图片分辨率、格式进行合规性审核。

音视频合规性审核：实现对发布的音视频分辨率、码率、音频断档、格式进行审核。

文字图片水印：支持在文字图片、音视频等内容选择性加入安全水印的功能，确保平台的信息安全可靠。

- 发布与反馈跟踪：

支持对 5G 消息发布情况的统计，结合运营商提供的能力，捕获

用户访问富媒体内容的点击行为，实现 UV 和 PV 统计，支持分市区县用户输出统计报表。支持与运营商进行对账结算。

AIM 消息反馈接收：基于可视化界面实现预警信息的 AIM 消息发布的统计分析和反馈跟踪。支持按照单条预警消息进行 AIM 消息发布统计，包括各运营商发布的总发布数量、AIM 消息发布数量、短信消息发布数量、发布失败数量。同时支持按照行政区划、时间段、预警类型、预警等级和预警状态进行消息发布的反馈统计

5G 消息发布反馈跟踪：基于可视化界面实现预警信息的 5G 消息发布的统计分析和反馈跟踪。支持按照单条预警消息进行 5G 消息发布统计，包括各运营商发布的总发布数量、5G 消息发布数量、短信消息发布数量、发布失败数量。同时支持按照行政区划、时间段、预警类型、预警等级和预警状态进行消息发布的反馈统计。

UV 访问者数量统计：对接运营商提供的 AIM 消息与 5G 消息 UV 访问者的统计能力，将各预警消息发布的 UV 访问信息进行提取，可支持按照行政区划、时间段、预警类型、预警等级和预警状态进行 UV 访问者数量的统计，为预警效益评估提供数据支撑能力。

PV 页面访问量统计：对接运营商提供的 AIM 消息与 5G 消息 PV 页面访问量的统计能力，将各预警消息发布的 PV 页面访问信息进行提取，可支持按照行政区划、时间段、预警类型、预警等级和预警状态进行 PV 页面访问数量的统计，为预警效益评估提供数据支撑能力。

运营商对账结算统计：支持按照运营商、发布单位、时间段进行 5G 消息发布的汇总统计，支持配置运营商 5G 消息和普通短信的费率

计算公式，自动生成月报、季报和年报，支持 Excel 导出，为运营商对账结算提供数据支撑。

● 富媒体消息内容管理：

富媒体消息模板管理：支持预警富媒体消息内容排版编辑和发布，包括图片、视频、音视频等内容的排版编辑。主要包括模版新增、删除、编辑、预览和发布、版本管理等操作。

高性能富媒体内容服务：支持图片、视频、音频素材管理，提供分布式高并发内容缓存访问服务。

预警信号详情卡片：可查看单条预警信息的详细内容，包括预警发布单位、发布时间、预警类型、预警等级、预警标题、预警内容、防御措施等预警信息。

定位气象服务卡片：根据用户定位获取天气实况及预报信息，包括天气实况、预警信号。

②核心业务流程

5G 预警消息业务流程图如下：

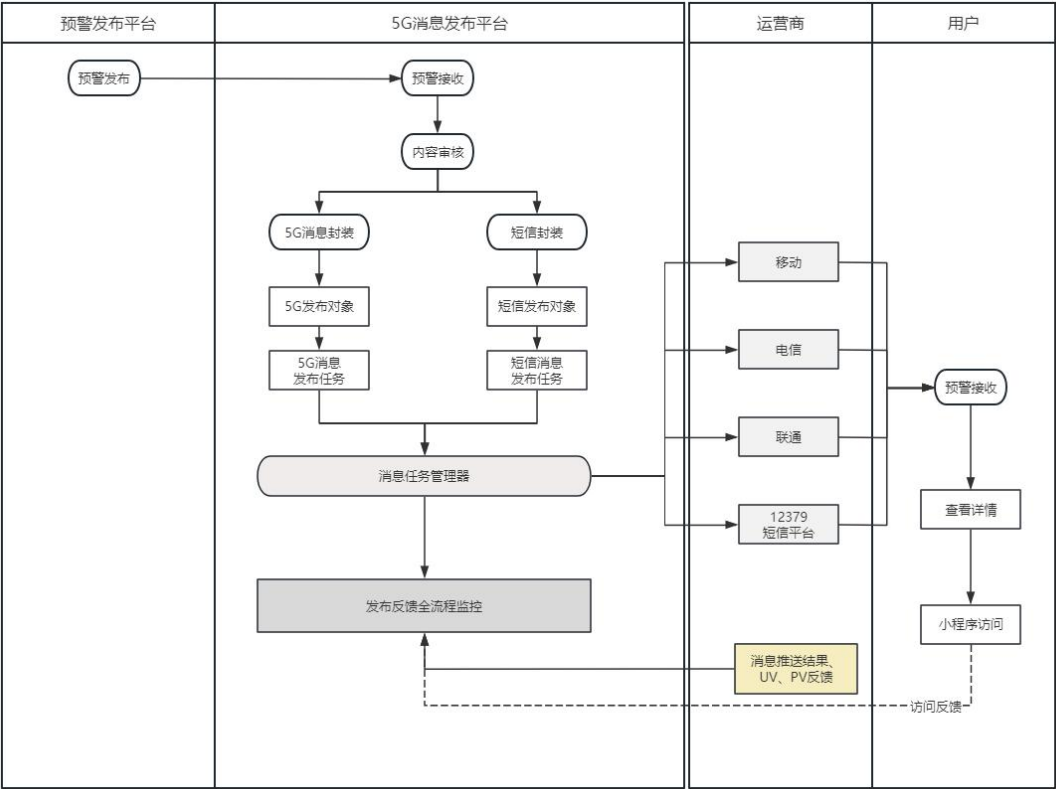


图 5.5.3.4- 7 5G 预警消息业务流程图

③5G 预警消息数据模型设计表：

序号	业务对象名称	表名称	核心字段名称	核心字段类型	核心字段规则	说明
1	预警信息	bds_yujing_info	msg_id	guid	长度 32	预警 ID
2	运营商	bds_channel_info	channel_id	guid	长度 32	渠道 ID

	渠道 信息				为	

④接口服务设计

5G 发布能力的系统接口包括对系统内部接口、与外部系统对接接口两种，系统内部接口有以下几种：

- 预警业务系统接口
- IVR、CTI、TTS、采编模块开发接口
- 图片传输接口
- 音视频传输接口
- 对外的接口协议为 HTTP 协议、数据格式为 JSON、编程语言

言 JAVA、错误码如下：

错误码	说明
1**	临时响应，表示临时响应并需要请求者继续执行操作的状态代码
2**	响应成功，表示成功处理了请求的状态代码
3**	接口重定向
4**	请求错误，表示请求可能出错，妨碍了服务器的处理

- 安全防护措施：

请求限制：对于 API 的每个请求，通过 IP 地址、用户 ID、时间戳等信息对请求进行限制以防止嗅探等方式获取 API 访问权限，设置接口调用频率限制以防止恶意攻击者通过大量的 API 请求来消耗服

务器资源；

权限控制：设置只有经过认证的用户才能访问接口，并设置用户权限，不同用户访问不同的接口以实现更为精准的接口保护；

输入验证：对接口的请求参数进行验证，如客户端向服务器请求用户信息的 API 接口时验证传入的用户名是否属于该用户；

防止 SQL 注入：API 开发过程中不使用动态 SQL，同时对于获取数据的 API 接口，将所有的查询参数进行参数化；

防止跨站脚本攻击：在 API 开发过程中，对输入的数据进行过滤和转义；

记录 API 请求日志：对于 API 接口的请求，记录请求的 IP 地址、请求的接口、请求的时间以及请求的用户信息等以便于监控和溯源。

3.5.3.5 生活气象

生活气象是与公众日常生活密切相关的公众气象服务。是公共气象的重要组成部分。随着科技的发展和人们对气象服务的需求不断提高，公众对气象服务需求愈发旺盛，而现有的公众气象业务系统由于技术落后、设备老旧，不能满足社会公众高品质生活对气象服务个性化、精细化、多元化需求，需要大力促进气象服务数字化和智能化，建设省市气象融媒体制作发布系统、高清影视节目超融合制作系统、公众气象服务产品集成与服务定制系统、城市内涝气象风险预警系统、大城市气象保障服务系统和气象服务满意度调查，不断提高生活气象服务能力。

气象融媒体服务向公众提供更加精准、便捷、多样化的气象信息服务，是生活气象服务的主要体现。省市气象融媒体制作发布系统为生活气象场景的内部支撑系统，服务社会公众、政府部门，业务涵盖生活气象服务主题策划、热点采集、产品制作、产品发布、效益评价等环节，为公众提供高效、便捷的天气预报、突发气象灾害预警服务、重要天气事件专题深度报道和专家解读、多元化气象服务产品发布、气象科普宣传等服务主题策划、制作和发布。

近年来，由强降雨引起的城市内涝频繁发生，对城市的运行、管理和安全造成了严重影响，引起市政、防汛、路政等政府有关部门的高度关注，提升城市内涝灾害风险预警服务能力，最大程度地减轻内涝灾害造成的损失，保障人民群众的生命财产安全，促进经济社会发展，已经成为加强城市气象灾害防御工作的重要抓手和当务之急。城市内涝气象风险预警已成为城市重大活动组织实施和运行体系中不可或缺的重要内容，选取试点大城市建立城市内涝气象风险预警指标，同时建立城市内涝气象风险预警系统，提供较为全面、精细的预警产品，可以为城市发展提供较好的气象保障，深化与各相关部门深入合作联动，提供更规范、更全面、更精细、更直观的服务保障，提升服务水平，增强服务效益。

气象服务满意度调查基于皖事通建立，广泛征集公众气象满意度、公众气象服务现状与需求、防灾减灾服务现状、公众气象科普知识普及现状等内容，拓宽气象服务满意度信息获取渠道。

高清影视节目超融合制作是鉴于省级气象影视制作系统功能单

一、硬件老旧，自动配音、节目合成等方面的不足，对高清节目制作系统在制式、格式、范围和适用性进行创新开发。系统设计全新的高清影视节目采编流程，实现高标清、4K 等制式节目采集、IP 视频信号传输、网络资源管理器管理和多非编软件融合编辑，同时定制站点播报模版，统一数据标准，实现节目自动合成，提升节目制作效率。高清影视节目超融合制作为生活气象场景的内部支撑系统，全年不间断制作生成各类天气预报节目和发布气象预警、气象惠农、气象科普等服务信息，服务社会公众、政府部门。

公众气象服务产品集成与服务定制系统是在安徽省公共气象服务业务系统建成并实现各类公共气象服务产品加工制作一体化业务基础上，进一步完成公众气象产品的集成和定制服务，提高公共气象服务业务化水平。对接“皖事通办”“游安徽”等政务及便民服务平台、微博微信等新媒体信息发布传播平台及各类主流资讯平台，为生活气象接入政府及相关部门的各类政务、便民服务平台提供支撑。

伴随城市规模的不断扩大，人口和产业密集型的大型城市不断发展，一系列的公共安全和社会问题随之而来，大型城市的灾害性天气频发和影响广泛等问题也日益凸显。目前我省初步建立大城市气象保障的观测、预报和预警能力，但在气象精准预报能力、服务以及信息化等方面尚显不足，为此亟需提升大城市气象保障能力。

生活气象应用外部数据均采集于互联网或通过政务网从一体化数据基础平台获取。应用运行所需的业务数据治理、模型计算、业务流程等均在安徽气象大数据云平台建设，对外服务产品通过政务网存

储于一体化数据基础平台，并外部门和“三端”提供数据服务。

3.5.3.5.1 省市气象融媒体制作发布模块

基于 BS 架构的省市气象融媒体制作发布模块，打通省市气象部门融媒体传播渠道，实现资源共享与互通。满足气象融媒体业务现代化流程需求的业务平台，实现融媒体制作传播业务平台的集成化建设。多源气象数据的接入融媒体气象数据分析模块实现各类气象数据监控与统计分析；模板化的智能图形产品加工模块实现多模板图文气象服务产品制作；模板化的智能视频产品加工模块针对不同场景的服务需求搭建视频模版库，完成气象短视频产品的快速加工制作；融媒体气象热点事件监控模块实现热点信息汇总、传播分析、报告中心等功能，整合传统媒体、门户网站、微信、微博、论坛等气象热点信息，实现热点信息实时追踪。

省市气象融媒体制作发布利用大数据分析等新技术，建设基于 BS 架构的省市气象融媒体一体化制作系统，打通省市气象部门融媒体传播渠道，实现资源共享与互通。满足气象融媒体业务现代化流程需求。

（1）基于融媒体服务的多源气象数据分析挖掘模块。对接多源气象数据（Micaps 数据、天擎大数据平台数据、历史气象数据和其他实况监测数据），并在本地进行数据缓存和数据库建设。对实况、预报、指数、历史等数据统计分析和数据挖掘产生适应于气象融媒体服务的气象数据信息，建立气温、雨量、等 8 类天气状况和舒适度、紫外线等延伸要素的统计模型和 500 多阈值数据生成规则，根据触发

机制进行气象热点提醒。汇聚省气象局，国家局公共气象服务中心等单位发布的气象资讯文件，包括天气公报、每日天气提示、气象灾害预警、强对流天气预报、中期天气预报等气象融媒体资讯，实现文件的集中显示、下载存储和访问记录登记入库。

（2）模板化图形产品加工模块。本模块包含气温预报模板产品、7天城市天气预报模板产品、城市实况模板产品、降水排行榜模板产品、气温排行榜模板产品等5类12项气象融媒体图形产品模板进行定制设计、编辑。生成可用于网站、手机、电视、微信、微博等媒体端发布的16:9, 9:16以及长图片类图形图像服务产品。图表产品加工系统包含制图基础样式、模板编辑、交互制图、一键出图等模块，提供图表样式、背景选择、图标应用、坐标轴设置、地图编辑、文本等在线编辑工具，丰富的制图模板库，实现丰富多样的气象图形产品加工制作。

（3）对不可定制的气象文图产品进行基于地理信息的多源数据融合展示，数据包括实况数据、精确化预报数据、风流场数据、雷达云图数据、台风数据、气象指数数据等，进行基于时间或空间的2D/3D可视化展示。可定制不少于2套地图配色、实时循环显示基于时间维度的所以数据信息、可选范围文件生成常规图片和动画（包括带通道的），满足融媒体产品制作和直播要求。

（4）模板化的智能视频产品加工模块。融媒体气象服务短视频加工模块通过融合实况、预报气象数据，针对不同场景的服务需求搭建视频模版库，分析融媒体视频产品结构化要素，实现至少5中常规

融媒体产品视频基本位置、大小，logo 等内容标准化编辑。依据视频结构化内容进行模板版面设计、转场特效、内容定制和数据对接。完成气象短视频产品的快速加工制作。能够快速、批量加工标准化气象类短视频，保障产出内容标准的一致性、气象信息的准确性与时效性，有效提升短视频制作效率。基于模板的天气实况、天气预报短视频的自动渲染合成功能，实现视频自动化生产。模块包括模版设计、模板管理，模板参数设置、自定义城市、时间信息等，视频生成后形成产品列表并支持下载、在线审查。

（5）融媒体气象热点事件监控模块。气象热点事件模块包含事件信息汇总、传播分析、报告中心等功能，以全网数据分析、智能语义分析为技术支撑，整合传统媒体、门户网站、微信、微博、论坛等信息，可实时追踪热门气象热点信息。业务小编可实时进行气象热点事件分析、阶段性热点研判、专题性热点分析等操作。

（6）融媒体运营管理模块。自动抓取微信、微博、网页、App 等不同发布渠道的考核数据，考核数据包括作者、编辑信息、阅读量、评论量、转发量、点赞量、转载量等。通过设置考核项、权重等参数，分析考核基础数据，生成可视化的评估报告，对工作人员的工作量和工作效果进行评估和考核，形成基于量化数据的智能考核体系。搭建省市县三级气象新媒体矩阵，实现内容全聚合，传播全覆盖。支持对矩阵的日常管理，包括矩阵内账号的添加、地市信息的通联上传、省级指导产品和服务信息的交换共享，相关考核数据的统计分析、全国融媒体数据统计、自动生成榜单排名。模块对接用户认证和权限管理

中台，实现支持用户管理、权限管理和日志管理功能。

（7）融媒体气象服务产品共享模块。本模块的功能主要是提供数字化视频文件上下下载服务、转码、基本编目、检索浏览、后台管理等功能。具体功能包括：对融媒体图文、视频文件上载，管理客户的下载请求，提交所需的视频资料。根据筛选整理提供的任务信息，检索浏览模块提供的回迁任务信息，对指定的资料集进行转码。对媒资库中的资料进行编目和分类。实现媒资库中资料的发布并提供用户的检索浏览。作为资料归档，检索和调用的存储中心，为各种业务数据提供安全可靠的集中保存空间。提供在线任务管理，分配，审核功能，提供音视频检索存储访问。对各类融媒体气象服务产品进行版权管理。对用于发布的图片、视频等融媒体气象服务产品进行水印、二维码版权管理。

（8）融媒体发布模块。搭建融媒体视频流服务器，实现 rtmp、srt、ndi 等协议直播引流，推流，多地同步协同直播，同时分发到各新媒体终端。实现实况、文图、音视频等融媒体气象服务产品的推送皖事通 APP 定制。对接 workflow 引擎，实现针对业务人员值班、审核、预警、热点服务提醒。针对气象融媒体信息的集中展示，通过中心大屏显示系统实现实时气象数据信息、气象热点数据分析信息、气象媒体发布信息、融媒体气象服务产品等汇聚业务功能。

3.5.3.5.2 高清影视节目超融合制作模块

对高清节目制作系统在制式、格式、范围和适用性进行创新开发，建设一个基于 IP 化高清制作新系统，满足高标清、4K 等制式节目采

集、IP 视频信号传输、网络化资源统一管理、多非编软件融合编辑和音视频节目自动合成。系统包括视频转换模块、视频信号采集模块、网络资源管理器模块、信号监看模块、音视频自动合成等功能。

（1）视频转换模块。对传统 SDI 视频信号、HDMI 信号进行信号转换，统一转换为适用于网络传输的 IP 流信号，IP 信号流符合 Full NDI 传输协议，画面质量最高支持 2160P60 的格式。

（2）视频信号采集模块。兼容 SDI 信号和 IP 流信号视频采集，依照气象影视服务业务流程，完成采集、审核、打点、标记等工作流程，模块采集环节包含视频回显、音频音量表显示、存储列表位置等内容。审核界面显示视频和音频波形信息，以及视频长度、出入点信息等信息。标记是对视频内容中选中部分的记录，适合于非编后期编辑的拖拽选择。

（3）网络资源管理器。网络资源管理器具备良好的多媒体资源的管理能力，资源种类包括图片、音频、视频等，可以为现有或未来的相关业务提供内容支撑，资源支持基本编目功能、转码功能、批处理上传功能和多样化管理功能，可以实现资源的复制、移动、删除、下载、排序、筛选、检索等功能。建设统一用户认证服务，合理设计资源上传、下载、发布等各级管理的权限分配，三级权限分配机制。能够有效解决多用户并发冲突，并发用户量 50。转码功能对视频文件进后台多格式转换，使其适应于多种通用非编软件的编辑编码格式。

（4）信号监看模块。信号监看模块支持自定义多画面/多窗口显示，单窗口可监看 8 路视频流，可实现多窗口、多屏幕预览+切换。

（6）音视频自动合成模块。根据实际需要自定制站点播报版面，定义展示内容，图标形式，字幕信息、循环底动画和宣传画等，通过气象数据接口，实现版面完整展现和气象信息自动获取。音视频自动合成模块通过读取 168/240 小时标准报文格式和定制格式气象数据，对照报文编码对照表、天气符号库制作任意二、三维图文和字幕。模块根据城市镜头的内容和长度建立各类模板，气象模板可自动读取气象数据替换到字幕模板中对应的字段数据（比如城市名称、温度、气象描述文字等）、气象动画文件等。模块要求提供友好的图形配置界面，方便用户自定义扩展信息，包括气象指数扩展，增减播报城市，增减气象数据等，降低用户操作的复杂度。模块符合气象影视节目自动化制作流程，为每档节目设置专属的气象模板、图片库、路径和系统参数，迅速实现多档节目输出；支持 4K 超高分辨率的节目文件生成；支持在线/离线语音转换和语音库智能转换功能，可将气象数据结合用户自定义的文本格式，转换为标准播报的语音文件。主持人音频定制通过机器学习训练实现 4 位主持人语音定制服务。

（7）编辑插件开发。针对通用非编软件进行插件开发，实现 Adobe 非编网络资源管理插件和气象字幕插件。

（8）节目审核。对融媒体气象节目进行格式、画面内容，丢帧、黑场内容检查和元数据处理。对节目文件进行标准化处理现实音量电平统一，响度匹配和均衡调整。

（9）用户管理。对接统一认证中心，对地市服务对象按全部、用户名或真实姓名检索用户信息，可按已开通、未开通、已停用三种

状态查看用户列表。实现用户的新建、修改、删除。支持用户账号的开通、停用。

3.5.3.5.3 公众气象服务产品集成与服务定制模块

搭建统一的公众气象服务集成与服务定制平台，以数据接口、插件服务的形式，实现全省气象服务产品集约、再整合，为“皖事通办”“游安徽”等政务及便民服务平台、微博微信等新媒体信息发布传播平台、各类主流资讯平台等提供内容自由组合、实时在线响应、可定制的整体气象信息接入服务。平台建设包括服务产品数据资源池、服务组件智能加工、多源数据处理转换引擎、组件智能加工引擎、服务组件自动化制作任务管理等功能。

（1）服务产品数据资源池模块。建设服务产品数据资源池，用于实现内外网数据纵横互通、集中统一和产品存储备份，从天擎气象大数据云平台接入气象监测预报预警数据等，包括站点监测、格点实况、格点预报、预警产品等。通过与省气象台业务系统的对接，获取本项目所需预报数据和预报产品。主要包括短临预报、短时精细化预报、中短期精细化预报、流域风险预报预警风险产品、各类气象风险预警产品、灾害性天气概率和不确定性指标预报、省市县预报指导文件、精细化预报图片产品。通过与省公服中心的业务系统的对接，获取本项目所需要的各类生活指数产品、行业服务产品、行业短临预报预警数据，智能识别数据产品等。提供公共气象服务业务的信息发布服务体系，为政府应急管理和资讯服务平台、政务服务平台以及微博、微信等新媒体等各部门提供平台应用，提升用户体验，增强用户获得

感。通过与省农网中心的业务系统的对接，获取本项目所需要的各类服务数据和服务产品。通过与省气候中心的业务系统的对接，获取本项目所需要的各类服务数据和服务产品。数据接入监控管理对接入的数据或文件进行监控，出现异常则标色自动警告。历史数据管理根据月使用进行历史数据的多维统计和数据检索，开放管理等。

（2）服务组件智能加工模块。实现分区域、分类型的服务产品制作提供统一架构的业务支持，为用户提供可配置、可修正、可监控的一体化应用服务，最终实现向专业用户发布准确、简要、及时、全面的预报预警信息。

（3）多源数据处理转换引擎模块。提供精细化预报服务产品加工与应用平台所需通用插值算法、空间计算算法、格点转站点、图形产品绘图等工具管理，为多种场景服务提供统一的能力支撑。通过对多源 GIS 数据，如 shp 矢量数据、Tif 栅格数据等栅格矢量数据相互转换、融合能力；提供空间 GIS 数据与业务数据的分析（如插值、叠加、指标计算等）能力；实现 GIS 空间数据、业务数据等数据的处理、转换、分析。构建各种服务场景所需要的指数算法模型，主要包括：晨练指数、旅游指数、晾晒指数、洗车指数、紫外线指数、蓝天指数、穿衣指数、一氧化碳中毒、体感温度、舒适度指数、闷热天气、中暑气象等级、城市火险气象等级、森林草原火险气象等级等生活指数。对分析模型所需要的各种参数及阈值进行管理，为用户提供一个集成环境来根据具体情况修改和调整分析模型中的各项参数指标。

（4）组件智能加工引擎模块。基于数据计算基础框架，自动进

行数据处理，结合指标模型、业务模板，完成业务专题图产品制作、常规服务产品制作、灾害监测预警判断等。

（5）服务组件自动化制作任务管理。对产品组件制作生成任务进行调度管理，可通过任务名称、产品名称、重复频率等进行快速的配置，可按需新增任务，包括：产品名称、生效时间、生效频率、产品类型等。支持定制化管理产品触发机制，包括每日、逐小时、指定时段、事件触发。

（6）服务组件发布管理。对已制作的服务组件进行审核发布或自动发布至相关渠道。根据服务产品配置的发布渠道及自动发布流程进行自动发布。提供发布异常反馈和告警。

（7）产品组件发布全流程监控可视化。通过可视化图表实现对服务组件制作、审核、发布的全流程节点的监控，包括各节点的处置状态、处置人员和处置时间等。

（8）服务组件统一接口服务模块。通过友好界面，提供数据共享教程，为各个业务系统和第三方服务提供数据共享、支撑，保障业务数据的安全性，支撑数据访问多并发性，合理建设数据共享服务接口。系统提供 API 服务网关的创建、管理、维护等功能；将所有 API 的调用统一接入 API 网关层，由网关层负责接入和输出。API 服务网关的基本功能包含了统一接入、协议适配、流量管理与容错以及安全防护。

（9）服务产品插件服务模块。为省市县三级业务人员和行业用户提供通用产品插件，通过产品插件列表查询、产品插件分组管理、

产品插件安装/卸载来实现产品插件管理。制作气象监测预报产品插件；制作强对流、大雾、生活气象指数等精细化服务产品展示插件，实现各类气象服务插件形式的人机交互制作。根据业务需求，平台管理人员和业务人员可以自行配置，包括各场景数据和产品、产品要素（时间、要素、频次等）、消息接收配置（接收频次、规则）、产品内容（消息推送模板）、H5 页面布局（产品服务天气插件配置及页面布局）均可根据实际需求随时更改配置信息。提供通用产品插件在线管理功能，支持产品插件上线、下线、列表查询、分组管理等实现产品插件管理。

（10）服务产品用户反馈评价模块。实时收集用户反馈信息并进行可视化展示和在线分析，为生活气象服务优化提供参考，提升精细化预报水平。系统人员可根据用户反馈情况按服务产品类型、时间段进行反馈内容的统计分析，以作为公共气象服务满意度调查分析基础。

（11）天气实况在线证明。搭建气象灾害证明开具平台，为用户提供安徽气象灾害证明在线申请办理业务，用户提交申请，按照属地化原则，分配至相应业务人员进行受理。平台对接“天擎”进行数据查询统计，并形成气象灾害证明电子版，经业务人员审核后给用户出具。平台实现业务人员权限管理、业务受理记录、已出具证明的存档等功能。

3.5.3.5.4 城市内涝气象风险预警模块

针对合肥市城区，基于精细化多源降水监测、短时智能网格预报，建立城市内涝积水气象风险预报预警系统，提供降水监测、降水预报、

内涝风险预警、内涝风险预警产品制作发布、系统管理等功能。

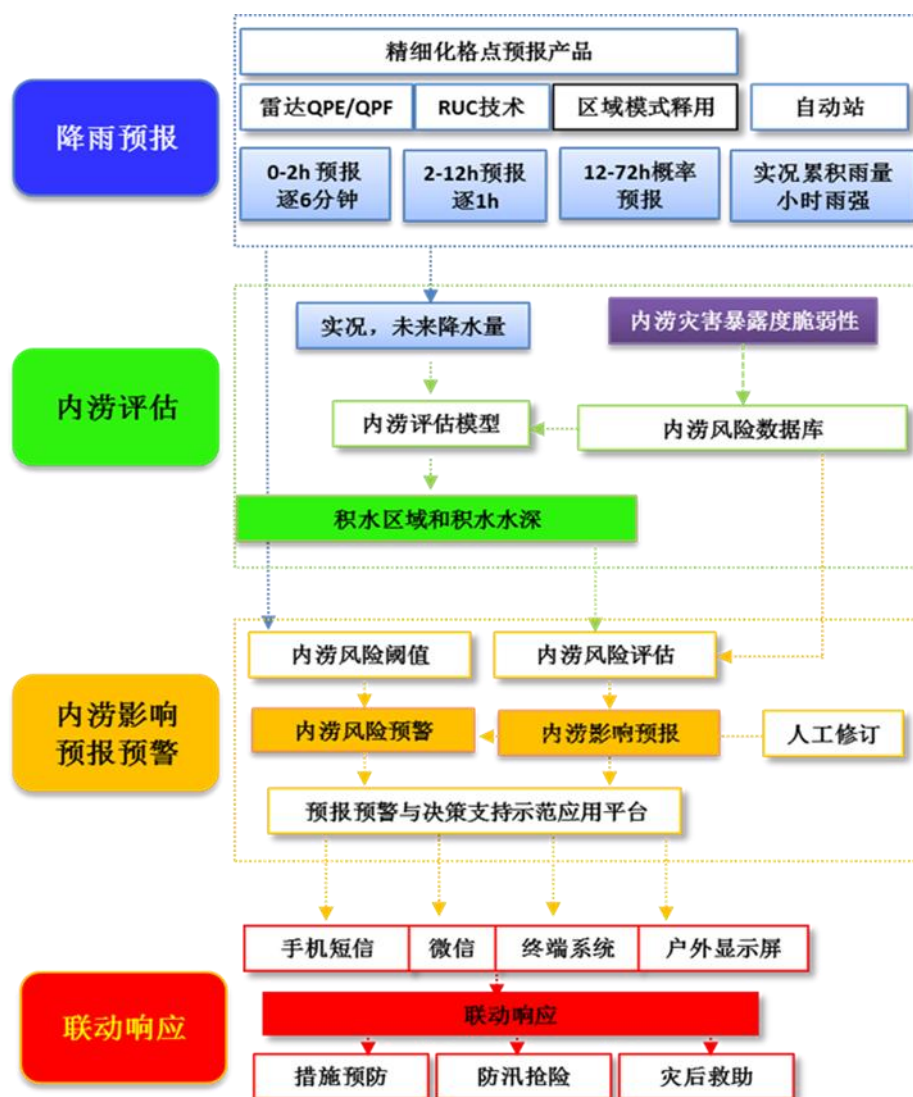


图 5.5.3.5- 1 城市内涝气象风险预警系统架构示意图

本系统采用四层体系结构的实现方式，即算法层、用户层、数据层、功能层，在具体实现细节上，用户层又分为服务对象层和业务技术层。

5.5.3.5.4.1 数据层

数据分为气象监测数据、主客观预报数据、城市内涝风险预报数据、内涝相关信息数据四类，具体信息如下表：

表 5.5.3.5- 1 城市内涝风险预警系统数据层结构

数据类型	数据源	数据内容
气象观测资料	天擎	雷达 QPE、水文雨量观测数据、降水观测数据、公里级网格降水实况、中尺度模式估测降水
主客观预报数据	天擎	主客观融合智能网格预报、INCA 降水预报、WRFENKF 降水预报、快速同化的数值模式预报
城市内涝风险预警	省气象台	积水深度预报、淹没分布预报、内涝风险等级预报
内涝相关信息数据	数据资源局	易涝点、内涝高风险区、高程、水系、道路、建筑物、医院、学校等地理信息，外部门共享内涝实况数据

数据在平台展示前，需进行一系列的前处理程序：

(1) 水文气象降水观测数据融合算法

将相同时间段内的水文站降水数据和气象站观测降水转换成统一格式，并写入数据库。

(2) 实况监测数据的格式转换处理。对公里级网格降水实况 CLDAS 产品和中尺度模式估测降水进行解码和格式转换处理。

(3) 雷达产品的处理。读取并处理雷达 QPE 产品的基数据文件，转换投影坐标系，文件名格式为 yyyyymmddhhmm.000。

(4) 主客观预报数据的处理。对主客观融合智能网格预报、INCA 降水预报、WRFENKF 降水预报、快速同化的数值模式预报等数据进行解码并转换格式，按照起报时刻，预报时效建立文件。

(5) 内涝相关信息数据处理。将城市易涝点、内涝高影响区数

字化，转换为统一的投影坐标系，将各类属性信息，包括易涝点和内涝高影响区的经纬度、名称、所属街道等信息写入数据库。

（6）外部门共享数据接入处理模块。处理外部门共享的历史内涝监测数据，包括内涝发生时间、地点、积水深度。

（7）城市汇水区划分。利用城市高程数据，ArcMap 里的水文工具箱，对高程数据进行填洼处理，完成城市汇水区的划分。

（8）内涝个例库。读取已处理的外部门共享的历史内涝监测数据，并计算内涝出现前 48-12 小时、前 12 小时内的临近雨量站累计降水量实况、最大 1 小时降水量实况、所在汇水区面雨量累计值和最大 1 小时面雨量实况，写入数据库。

5.5.3.5.4.2 算法层

①强降水报警阈值算法

根据历史降水观测数据，计算 100 年 1 遇、50 年 1 遇、20 年一遇、10 年一遇的降水量，再根据合肥市城市规划的排水管网防涝标准设置，报警 1 小时、3 小时、6 小时降水报警阈值。

②致灾临界雨量算法

统计内涝发生地所在汇水区历史 3 小时、6 小时、12 小时面雨量及最大 1 小时面雨量、临近气象站历史 3 小时、6 小时、12 小时雨量及最大 1 小时雨量、地势低洼程度与积水深度之间的统计关系，拟合曲线从而确定该地点的致灾临界降水指标。

在历史灾情数据不全的情况下，可以考虑在不同内涝发生时间段、对内涝点的历史积水深度进行从小到大排序，采用插值的方法对不全

的数据进行补充，则从小到大每一降水深度对应雨量值和积水面积。当预报未来某一段时间将出现某一量级降水时，通过查表可以获得积水深度及积水面积。每年对灾情信息进行更新修订。

③内涝风险预警算法

构建内涝数值模型，融合城市的地形特征、降水、径流、排水等因素，基于水动力学方程建立城市内涝数值模型。

内涝模型参数率定，使用历史内涝个例，对内涝模型的参数进行率定，调整参数使模型模拟误差减少，能较准确模拟内涝过程。

内涝模型验证，使用另一个历史内涝个例，对率定后的模型参数进行验证，评估模型本地化的效果。

水文气象耦合技术，耦合智能网格降水预报产品和城市内涝模型，输出未来 6 小时逐小时的积水深度预报值。

5.5.3.5.4.3 功能层

(1) 内涝相关信息的可视化

对接数据中台，读取合肥市地理信息，转换投影坐标，基于 WebGIS 显示城市高程、道路、水系、社区等信息。同时展示易涝点和内涝高影响区。具体功能点如下：

城市易涝点可视化

读取内涝相关信息数据，提取城市易涝点的经度、纬度、名称、所属辖区等信息，转换成 WGS1984 投影坐标，在地图上叠加显示，左键点击易涝点，出现悬浮框显示易涝点的属性信息。

内涝高影响区可视化

读取内涝相关信息数据，提取地铁、医院、学校等城市内涝高影响区的经度、纬度、名称、所属辖区等信息，转换成 WGS1984 投影坐标，在地图上叠加显示，点击城市内涝高影响区，出现悬浮框显示易涝点的属性信息。

（2）降水监测模块

在首页工具栏中显示“降水监测”下拉菜单，菜单中包括水文气象降水观测数据、雷达 QPE 产品、公里级网格降水实况、中尺度模式估测降水，主要实现以下功能点：

①水文气象降水观测数据可视化

默认四分屏显示过去 12 小时、6 小时、3 小时、1 小时合肥市及周边区域的水文气象降水观测数据的色斑图，并在右侧从大到小列出各站过去 1 小时降水量。用户根据需求选择两个时间点，可查询任意时间段的降水分布图和数据列表。

②雷达 QPE 产品可视化

默认显示过去 1 小时合肥区域及周边区域的雷达 QPE 产品观测数据的色斑图，提取区域雨量站所在的格点值，并在右侧从大到小列出各站过去 1 小时降水量。可根据时间轴选择显示任意时次的雷达 QPE 产品。

③公里级网格降水实况可视化

默认四分屏显示过去 12 小时、6 小时、3 小时、1 小时合肥市及周边区域的网格降水实况数据的色斑图，提取区域雨量站所在的格点值，并在屏幕右侧从大到小列出各区域站过去 1 小时降水量。用户可

查询任意时间段的网格降水分布图和数据列表。

④快速同化的中尺度模式估测降水

默认显示过去 1 小时合肥区域及周边区域的中尺度模式估测降水色斑图，提取区域雨量站所在的格点值，并在屏幕右侧从大到小列出各区域站过去 1 小时降水量。用户可查询任意时间段的估测降水分布图和数据列表。

⑤易涝点的降水实况统计

利用插值算法，计算四类实况监测产品中易涝点降水量实况，在地图上显示过去 1 小时降水分布图，生成数据表格并排序。可查询任意时段的易涝点累计雨量并显示。

⑥内涝高影响区的降水实况统计

利用插值算法，计算四类实况监测产品中内涝高影响区降水量实况，在地图上显示过去 1 小时降水分布图，生成数据表格并排序。可查询任意时段的内涝高影响区累计雨量并显示。

⑦降水监测报警模块

根据强降水报警阈值，当实况 1 小时、3 小时、6 小时降水量任意一个达到报警阈值时，则闪烁显示降雨量，弹出文字报警框并启动声音报警，系统离线时仍可短信通知责任人。

（3）降水预报模块

主要功能为显示高分辨率数据模式，对降水预报数据进行再分析，定制易涝点和内涝高影响区的降雨预报产品，实现强降水预报报警功能。

①INCA 降水预报可视化

默认六分屏显示未来 6 小时逐小时 INCA 降水预报产品，产品使用色斑图绘制，当点击某一时次的预报产品时，则全屏显示该时次降水预报图。

②WRFENKF 降水预报可视化

默认六分屏显示未来 6 小时逐小时 WRFENKF 降水预报产品，产品使用色斑图绘制，当点击某一时次的预报产品时，则全屏显示该时次降水预报图。

③EC 降水预报可视化

设置时间间隔选项，为 24 小时、12 小时、6 小时、3 小时。在屏幕上方设置时间轴。默认显示未来 24 小时 EC 降水预报产品，时间轴为 24 小时间隔，如用户需要查看其他时间段的预报，则点击时间轴上相应的时段即可。当用户需要查看其他时间间隔的预报，则选择时间间隔，时间轴也会相应变化。

④城市区域智能网格预报的可视化

和 EC 降水预报产品界面相似，默认显示未来 24 小时智能网格降水预报产品，时间轴为 24 小时间隔，如用户需要查看其他时间段的预报，则点击时间轴上相应的时段即可。设置时间间隔选项，为 24 小时、12 小时、6 小时、3 小时。当用户需要查看其他时间间隔的预报，则选择时间间隔，时间轴也会相应变化。

⑤单模式降水预报累计和多模式对比

设置降水预报累计和多模式对比功能按钮，点击降水预报累计按

钮时，选择模式产品类型、累计时段，点击计算按钮即可进行雨量累加计算，在屏幕展示累计雨量预报的格点分布图。点击多模式对比按钮时，选择两个以上模式产品类型、时间间隔，点击模式对比，则屏幕同时展示相同预报时段的多模式降水预报，并可选择时间轴切换到其他预报时段。

⑥多模式平均雨量计算

设置多模式平均雨量功能按钮，选择模式产品类型、累计时段、时间间隔，点击计算按钮即可将 2 个以上的模式降水预报雨量累加计算平均值，在屏幕展示平均雨量预报的格点分布图，并可选择时间轴切换到其他预报时段。

⑦最大小时雨量、3 小时降雨量提取和对比

设置最大小时雨量、3 小时降雨量提取按钮，点击最大小时雨量提取按钮，分屏显示 INCA 和 WRFENKF 未来 6 小时最大小时雨量分布图，显示最强降水出现的时间，并闪烁显示最大格点值。点击最大 3 小时雨量提取按钮，分屏显示 EC 和网格预报未来 24 小时内最大 3 小时雨量分布图，显示最强降水出现的时间段，并闪烁显示最大格点值。

⑧易涝点、内涝高影响区的降水预报统计和时序图

选择下拉菜单中易涝点降水预报统计，选择累加、起止日期、数值模式，则利用插值算法计算被选模式预报中易涝点在起止日期内的降水累计值，并生成数据表格。点击某一易涝点，则生成降水量随时间变化的柱状图。内涝高影响区的降水预报统计和时序图为相同的设计。

⑨精细下垫面降水预报时序图定制

按照用户选择时间间隔和地点，绘制各个模式降雨预报产品的时序图。

⑩短期时效、短临时效强降水声音文字报警功能

降水预报文字报警功能为默认开启，当未来 1-3 天内模式 24 小时降水预报超过阈值时，当未来 6 小时内模式 1 小时降水预报超过阈值时，自动编辑文字，包括强降水时间段、最大降水量，超过阈值的格点数等，屏幕弹出文本框报警，启动声音报警，系统离线时短信通知责任人。

（4）内涝风险预警模块

该模块主要有内涝潜势预报、积水深度预报、内涝风险预警等功能，具体如下：

①内涝潜势预报可视化

利用智能网格预报和临界致灾雨量算法，计算得出未来三天逐日内涝潜势的格点分布图，有内涝出现可能的格点使用红色圆圈展示。并统计易涝点和内涝高影响区的内涝潜势。

②积水深度预报可视化

利用水文气象耦合技术，计算得出未来 6 小时逐小时的积水深度分布预报。可使用时间轴选择积水深度预报展示的时间段。并展示易涝点和内涝高影响区积水深度预报表格，按照从高到低排序。

③最大积水深度预报可视化

逐格点比较未来 6 小时逐小时的积水深度预报值，提取该格点的

最大积水深度预报，展示最大积水深度的空间分布图，分别用蓝、黄、橙、红色标注 $5\text{cm} < D \leq 20\text{cm}$ 、 $20\text{cm} < D \leq 45\text{cm}$ 、 $45\text{cm} < D \leq 80\text{cm}$ 、 $D \geq 80\text{cm}$ 的积水值，小于 5cm 的积水值用黑色标注。并展示易涝点和内涝高影响区最大积水深度预报表格，按照从高到低排序。

④积水深度预报时序

鼠标选中某格点，则绘制未来 6 小时小时间隔的积水深度时序图，可选择柱状图或折线图。

⑤基于 GIS 的 2D 内涝淹没演变动画

利用二维动画技术，根据积水深度逐小时预报结果，展示合肥城区未来积水深度演变趋势的二维动画。可选择播放、暂停、下载动画。

⑥内涝风险预警等级分布图

根据未来 6 小时最大积水深度预报确定风险等级，分别用蓝、黄、橙、红四种颜色表现不同风险等级，绘制内涝风险预警等级分布图。

城市暴雨内涝风险等级分为四级：

分别为 I 级（特别严重内涝），积水深度大于 80 厘米；II 级（严重内涝），积水深度大于 45 厘米且小于等于 80 厘米；III 级（中度内涝），积水深度大于 20 厘米且小于等于 45 厘米；IV 级（一般性内涝）大于 5 厘米且小于等于 20 厘米。

表 5.5.3.5- 2 城市内涝等级标准

分级判别 标准 (cm)	I 级	II 级	III 级	IV 级
积水深度	$D \geq 80\text{cm}$	$45\text{cm} < D \leq 80\text{cm}$	$20\text{cm} < D \leq 45\text{cm}$	$5\text{cm} < D \leq 20\text{cm}$

分级判别 标准 (cm)	I 级	II 级	III级	IV级
描述	特别 严重内涝	严重内涝	中度内涝	一般性内 涝
交通影响	车辆 无法通行， 交通中断	大型客、 货车通行困 难，对交通造 成严重影响	中小型车 辆通行困难， 对交通造成一 定影响	行人通行 较困难

⑦内涝高风险自动告警

当预报将出现 III 级及以上的预警等级时，启动声音文字报警功能，文字显示最大风险等级、出现时间段。

(5) 内涝预警制作发布模块

①多部门文字协同会商模块

该模块有发送文字消息功能，可存储通讯录，气象、住建、水利等部门的业务人员可通过该模块进行文字会商，可群发消息也可@某个指定的人。

②内涝风险人机交互订正模块

显示内涝风险预警分布图，设置工具栏，包括画圈、选点、多边形等，预报员可根据主观经验和会商结果，逐点对风险等级进行人工订正，也可通过选择多边形、圈等区域对区域内的风险等级批量调整。

③内涝风险预警图形自动绘制

在人机交互订正结束后，点击保存、绘制图形，可自动绘制内涝风险预警图。

④内涝风险预警要素表格自动制作

根据主客观融合后的等级预报数据，自动统计各易涝点和内涝高影响区的内涝等级，分别进行排序，制作表格。

⑤内涝风险产品文字自动生成

根据主客观融合后的等级预报数据，自动在 **WORD** 文档中生成相关文字描述。

⑥内涝风险产品制作模块

点击在线编辑城市内涝天气报告，可在 **WORD** 中自动生成报告模板，自动插入风险预警图、内涝风险预警要素表格和文字描述，自动填写制作日期、发布单位、审核签发人等信息，智能化制作内涝预警产品。可由用户选择保存、下载或者进入发布流程。

⑦内涝风险预警联合审核签发

当用户选择进入发布流程后，设置多部门共同修改、审核、签发功能，当某部门有修改意见时，可选择驳回并返回修改意见。

⑧对接消息中台和发布中台

对接发布中台，向各单位和防汛责任人发布城市内涝风险预警产品，可选择短信、传真、邮件等发送方式的一种或多种。

⑨内涝预警靶向叫应模块

当发布城市内涝风险预警产品时，根据防汛责任人名单，向防汛责任人进行靶向叫应，显示叫应状态。

5.5.3.5.4.4 用户层

①内涝预警发布管理模块

风险预警产品图大小设置，表、文字信息的字体、字号、行间距

设置，对制作人、审核人、签发人的信息管理。

②内涝预警查询统计模块

对已发布的内涝预警可按照时间、等级、区域、签发人等要素进行查询统计。统计预警次数、颜色等级个数等信息。

③风险预警产品档案管理

对已发布内涝预警进行归档，建立数据库进行存储。

④多部门用户权限管理

对水利、应急、气象、自然资源等相关部门的业务人员和管理人员的用户进行管理，对各职能部门设置不同的编辑、审核、签发和管理权限。对系统登录用户进行添加用户、修改用户、删除用户等操作管理。

⑤内涝责任人信息管理

可实时添加、编辑、删除内涝责任人信息，信息包括姓名、单位、手机号码、邮箱、传真、需要警报的产品类型等。

⑥底图设置管理

可根据用户需求，选取白色、黑色作为底色，可选择叠加地形图、河流、湖泊、县界、区界、市界、道路等信息。

⑦管理易涝点辅助模块

设置易涝点管理功能，可实时添加、删除、编辑易涝点信息，包括经纬度、地名、所属辖区、历史最大积涝深度等信息。

⑧管理报警模式辅助模块

设置报警模式管理功能，可设置实况降水、降水预报、风险等级

的报警阈值、报警模式、重复时间等要素，对文本报警框的内容和格式进行设置。

⑨绘图格式管理

编辑、添加色斑图的色标，并和绘图要素关联。站点、标注数值字体字号设置。题头、发布单位、比例尺、指北针、LOGO 的选择和编辑功能。

3.5.3.5.5 气象服务满意度调查模块

基于皖事通，建立气象服务满意度调查系统，广泛征集公众气象满意度、公众气象服务现状与需求、防灾减灾服务现状、公众气象科普知识普及现状等内容，拓宽气象服务满意度信息获取渠道。系统功能包括调查问卷设计、调查提交与分析、气象服务评价反馈、气象科普知识、推送通知和后台管理等模块。

（1）调查问卷创建：设计并创建各类调查问卷，涵盖公众对气象服务满意度及需求，气象科普知识等多方面。创建各类调查问卷，可视化或拖放式构建器，支持一次在网站上进行多项民意调查。超过 6 个调查模板问卷。支持单项选择、多项选择以及问答等多种方式。

（2）调查提交与分析：用户可以填写调查问卷，并将结果提交到系统。系统自动分析数据，生成统计报表和分析报告。统计报表支持柱状图、饼图、折线图等多种可视化展示方式。

（3）调查报告生成：根据调查报告，自动化形成分析报告。分析报告包含问卷调查的总数、有效问卷数量、发布地区和人群等基本信息，报告内容包含问卷题型分析、问卷结果的总体结果及人群、地

区等多种维度的分项结果分析。

（4）气象服务评价反馈：让用户实时评价现有的各类气象服务产品。提供反馈和建议，帮助改进现有服务。

（5）气象科普知识频道：展示通俗易懂的气象科普知识，帮助公众更好地理解气象服务和预报产品。

（6）推送通知：向用户发送调查问卷、气象科普知识更新等通知，提高用户的关注度和参与度。

（7）用户留言：允许用户在平台上进行讨论、分享意见和经验，促进气象服务满意度的提高。

（8）后台管理：管理员后台管理功能，方便管理用户、调查问卷、系统信息等。

3.5.3.5.6 大城市气象保障服务模块

针对大型城市，基于多源资料监测，研发集合算法，形成面向行业服务产品类别，开展“气象+行业”大城市服务保障，建立大城市气象保障服务模块，提供强对流天气预警及重大活动气象保障等功能，提升大城市气象保障能力。大城市气象保障服务模块由数据分析和产品服务两个子应用组成，实现了大数据处理、算法集成以及智能网格预报、强对流灾害性天气临近智能预警应用服务等功能。

5.5.3.5.6.1 数据建设

运用云计算、大数据等技术，依托现有省局气象大数据平台等优势资源，开展基础产品和特色产品制作，优化数据汇聚、加工、服务和应用支撑全流程，完成区域内气象数据、城市数据、服务产品等有

效汇交，实现产品加工、挖掘分析、数据存储和服务接口等数据全流程高效管理，实现大气探测信息资源共享基础支撑。

（1）数据管理

通过对多源数据进行详细梳理，汇集各种历史探测数据、业务数据和服务产品，升级系统架构，实现国家地面气象站点、区域气象站点、环巢湖流域气象站点和交通专项观测站等地面气象观测，各类高空大气探测，雷达观测数据的实时监控和历史数据管理等功能。

（2）数据查询展示

开发建设智能化、可视化的数据汇聚工具，以信息要素、业务模型等多种形式提供数据查询和统计功能，实现多样化、可视化的全域实时多要素地面气象观测、各类高空大气探测、雷达等监测数据智能展示及动态演示。

5.5.3.5.6.2 强对流天气预报预警

（1）基于人工智能的模式及算法

①**建立智能网格多要素预报的主客观融合算法：**基于最优百分位方法的多模式降水集成预报技术、基于 SCTP-RF 算法的多模式定量降水预报技术、0-24 小时内逐小时分辨率的频率匹配降水预报技术以及基于 LPSC-ABR 算法的温度预报技术等多种智能网格要素客观预报方法，建立智能网格多要素预报的主客观融合算法。

②**建立气象决策气象服务模式：**实现决策服务图形、图表产品智能加工，历史数据统计分析，产品在线编辑脚本绘图和在线交互绘图技术。提供多样式的决策服务图形，实现用户选定要素、选择时期后

的图表产品智能加工；实现多角度的历史数据统计分析，包括同比环比、极值统计等；提供基于模板的产品在线多人编辑功能，提供在线交互绘图技术，提供多种绘图工具。

③建立雷达、自动站等多源观测资料融合技术算法：实现强对流天气识别预警，利用快速更新同化技术、WRF 模式、ADAS 同化系统、及 MET 评估工具，着重开展了雷达资料、地面观测等多源观测资料在 ADAS 同化系统的应用研究和数值对比试验，建立适用于合肥同化方案、参数配置和业务流程，建立快速更新同化数值预报业务算法。

④建立人工智能技术算法：实现短临降水预报外推，引入大数据分析技术，对海量天气数据进行过滤与分析，结合雷达外推方法与机器学习，实现短临降水预报外推，提高短临降水预报的效率及准确性。

（2）基于数据融合的智能网格预报

优化完善合肥市智能网格预报系统架构，提高灾害性天气过程的研判能力，提升网格预报的智能化水平，为气象预报提供强大的线上沟通和预报协同制作模块。

①资料实时获取模块：升级系统架构，实现与“天擎”系统融合。对接“天擎”系统，实现多源资料实时获取，实现快速参考多类型数值模式资料功能，提高预报制作智能化水平。

对接天擎获取数据：申请“天擎”账户与天擎系统对接，通过 API 接口获取多源异构气象数据，包括地面气象数据、高空气象数据、雷达基数据以及雷达拼图数据等，存储入库，为制作精确的预报产品提供参考资料。

数值模式资料可视化：对从天擎获取的各类数值模式资料进行分类展示，提供包含时间、范围等的查询功能，供预报员制作参考。

②系统检索模块：利用切变、波动等系统检索模块，筛选出相似过程的关键气象要素时空分布特征，为预报服务提供数据支撑，提高中短期重大天气过程的研判能力。

系统智能检索：收集合肥市历史气象重大事件，整理入库，设计实现系统智能检索模块，可按时间、类型（切变、波动）、地区等进行筛选，筛选出相似过程的关键气象要素时空分布特征。

检索结果展示：针对筛选后的结果，提供多样化的展示方式，为预报服务提供数据支撑，提高中短期重大天气过程的研判能力。

③智能网格预报协同订正模块：满足市县远程沟通的线上预报制作讨论需求，支持在多平台协同订正各类气象要素预报、高清会商、多人在线协同编辑等功能。

在线协同编辑订正：基于 WebGIS 平台，叠加多种气象数据进行直观显示，通过人机交互方式进行网格预报和站点预报的制作。基于 WebSocket 技术实现文档在线协同编辑功能，结合不同级别用户产品需求，提供不同预报模板。

高清会商：基于基础网络和前端设备（电话、监控）的支撑，建设高清会商模块，实现语音沟通、视频会商、相关人员定位管理、消息推送等多媒体综合指挥调度功能，满足日常值班、气象应急等多种工作场景，提升效率和信息化管理程度，缩短面临气象灾害和突发情况的决策周期。

（3）灾害性天气临近智能预警业务

融合多种新型观测资料，利用深度学习等人工智能技术，集成优化现有外推预报和数值预报，建设覆盖全市的网格化、精细化、快速化的多要素短时临近预报产品体系，提升气象监测预警服务及时性和精准度。建设内容主要包括三个方面：

①新型观测资料处理模块：对双偏振雷达、风廓线雷达、风云卫星等观测资料进行规范化处理，建立双线偏振的雷达组网产品，冰雹识别产品、格点化闪电实况监测产品体系。

观测资料规范化处理：使用极值控制等多种质控方法，对双偏振雷达、风廓线雷达、风云卫星等观测资料进行规范化处理，质控后以二进制格式入库。

监测产品：基于质控后的新型观测资料数据，将进一步生成可视化 GIS 数据及成果图片，包括闪电、雷达专题图等监测产品体系。

②灾害性天气预报模块：结合灾害性天气个例库和智能网格要素预报，智能校正灾害性天气的强度和落区，形成快速更新的短时强降水、雷暴大风、闪电、大雾等高影响天气的短临预报模块。

灾害性天气个例库：建立灾害性天气个例库，收集合肥市灾害性天气事件，整理灾害性天气数据、影响范围、相关气象信息和服务信息等，并实现入库。

灾害性天气智能校正：基于灾害性天气个例库和智能网格要素预报结果，采用自动站质控 QPE 技术、雷达及卫星外推算法、临近外推与数值预报融合技术，进行灾害性天气预报订正，包括强度和落区范

围。

短临预报产品制作：基于智能订正结果，制作短临预报产品，包括短时强降水、雷暴大风、闪电、大雾，针对未来 0-6 小时内的任意点的灾害天气预报制作所需产品图，制作短临预报、短时市县精细化预报、高影响天气专项落区预报等。

③预警检验评估模块：开展灾害性天气临近智能预警检验及时性评估业务，建立防御极端气象灾害的预警检验评估技术体系，实现灾害性天气实况和预警发布的实时查询、快速统计分析以及评估业务产品生成等功能。

灾害性天气临近智能预警：基于 3 级警戒圈和雷达、自动气象站、闪电定位仪等综合监测资料，建立监测指标概念模型，针对暴雨、冰雹、雷雨大风、雪暴等实现 3 级监测警戒区短临灾害性天气实时监测警戒功能，实现音频、短信等的报警功能。

灾害性天气检验评估：针对 0-6h 逐小时间隔全预报要素进行检验，检验结果提供多样化的展示形式。实现短临灾害性天气初评估。根据实时观测资料自动判断灾害性天气的发生，将关键要素存入数据库。制作短临预报时，将灾害性天气预报存入数据库。利用数据库的运算功能生成短临灾害性天气评估数据。

灾害性天气查询：基于常规监测资料、自动气象站资料、天气雷达资料、卫星云图、闪电定位等资料，密切监视天气变化，实现逐时区域自动站滚动显示，针对灾害性天气实况，提供多要素的实时查询、多维度的快速统计；实现预警产品的查询、统计，可按照气象灾害的

属性信息查询，根据模型输出数据，可查询灾害过程中任意时刻的风险要素专题值。进行灾害过程中任意时刻的影响分析与统计，支持模拟要素与地图叠加，定位感兴趣的要素，对影响要素进行统计，以饼图或柱状图进行表达。

5.5.3.5.6.3 重污染天气监测和预报

（1）空气质量监测

①空气质量监测数据显示。在 WEBGIS 地图界面叠加展示空气质量监测数据和环境气象相关的地面气象观测资料信息，实时监控空气质量状况，显示空气质量等级和首要污染物图标信息。

②重污染天气阈值报警。根据设置的区域污染物浓度预警标准，建立自动预警算法，实现区域重污染天气预警自动识别。

（2）重污染天气预报

基于气溶胶激光雷达、微波辐射计、风廓线雷达等新型地基遥感资料和空气质量监测数据以及多模式产品，开展污染物浓度、AQI 指数的动力统计释用方法研究，建立合肥市环境气象客观预报模型，实现 1-7 天的市县环境气象客观预报产品的共享，提高空气质量、霾天气精细化预报技术和水平，为区域内重大活动空气质量保障、秋冬季大气污染精准治理、重污染天气应急预警提供更有效的产品支撑。

3.5.3.6 雷电防御

雷电防御主要建设内容为雷电监测预警应用的开发和建设，安徽省全闪雷电定位监测网包括闪电定位仪和多源雷电监测数据处理应用。该系统实现从仪器数据的采集，存储以及基于 web 的监控、预警及发布、数据产品、数据统计分析等功能。系统功能架构如下：

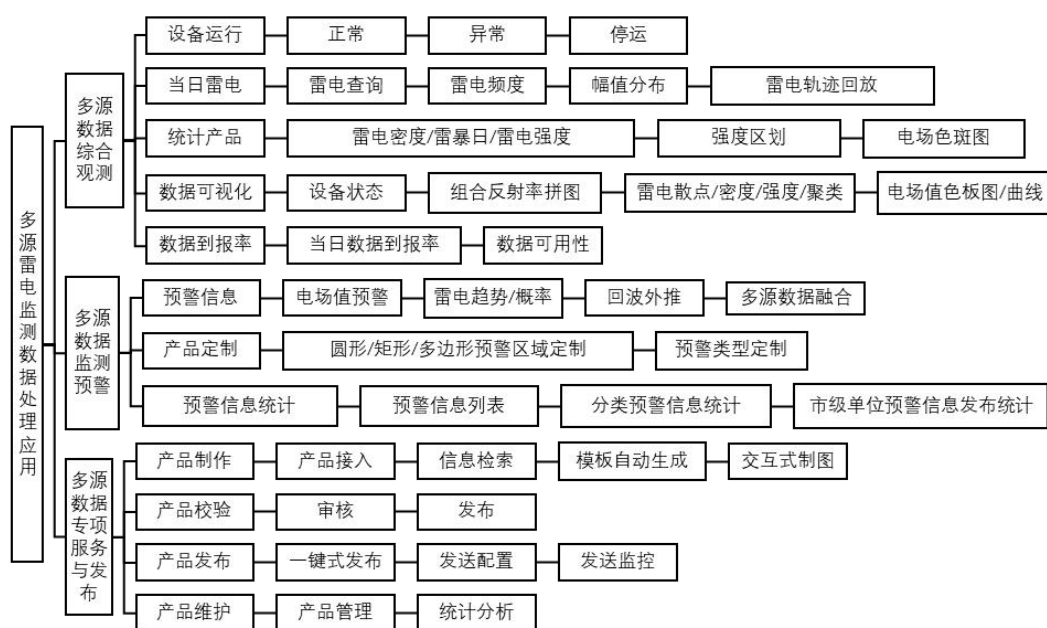


图 5.5.3.6- 1 全闪雷电定位监测网应用功能架构

雷电监测预警应用建成后，实现安徽省区域重点雷电灾害监测预警范围全覆盖，精确监测区域内雷暴发生发展以及消亡的全生命周期过程，从雷暴的活动时间、位置特征信息，以及闪电的高度、频次、云地闪比例、正负闪比例等特征进行精准刻画。同时对雷达回波、闪电数据等资料进行融合分析，采用神经网络预警算法，基于机器学习的方式，为监测区域内提供更加准确的预警结果。最终达到每 10 分钟循环预报一次未来 1h~2h 雷电活动情况，并自动预警。提供区域内格点预报，格点大小为 5km（可根据实际情况调整），根据用户所

在区域提供定制化的预警信息，设定服务对象所在经纬度范围推送服务并基于发布中台定向推送雷电预警信息。

建立雷电预警应用可有效提供雷电预警服务，通过雷电数据的统计、分析，可实现对雷电灾害风险程度进行评价和等级划分，并结合不同经济区划和防灾减灾能力，对雷电灾害防御进行分区，给出各分区的地理位置、经济位置、雷电灾害类型、分布现状、危害对象、危害程度等基本情况，通过雷电预警系统可分析出闪电频率、雷暴日数、闪电和雷电灾情，通过建立权重，得到雷电致灾因子等级。确定雷电灾害防御布局重点。可为政府机关为决策服务提供依据、为森林防火提供专业服务、为社区大众提供公众服务，为雷电灾害预报服务提供专业决策服务产品，为特定需求行业用户提供专业服务产品。雷电监测预警服务应用功能详细列表见下表。

序号	模块名称	功能
1	数据接入	雷达数据接入
		电场数据接入
		雷电数据接入
		卫星及其他气象观测数据可扩展接入
2	数据处理	数据接收、显示、存储、定位计算
		数据预处理
3	实况监控	雷达实况监测
		电场实况监测
		雷电实况监测
		数据回放
4	雷电预警	预警区域定制
		多数据融合机器学习神经网络预警
5	雷电统计分析	雷电查询
		雷电频度分析
		幅值分布分析

		雷电轨迹
		雷电数据产品
		雷电数据到报统计
6	预警发布	预警信息推送（手机终端、短信、邮件、传真）
		产品校验
		发布状态监控
7	雷电专项服务	雷电监测、预警、灾害产品制作
		雷电监测、预警、灾害产品发布
		雷电监测、预警、灾害产品维护
8	基础信息管理	系统配置
		用户认证和权限管理
		服务对象信息管理

表 5.5.3.6- 1 雷电监测预警应用功能详细列表

5.5.3.6.1 数据接入模块

数据接入模块将实现基于天擎的雷达数据接入、电场数据接入、雷电数据接入和卫星及其他气象观测数据可扩展接入等功能，由信息中心开通网络并提供数据获取 API 接口，应用通过接口获取数据，其中电场数据接入由大气电场数据服务器提供数据。数据源说明见下表。

表 5.5.3.6- 2 数据源说明

数据类型	数据分类	时效	数据获取方式
天气雷达	质控后的雷达组合反射率拼图数据	6 分钟	基于天擎
大气电场	分钟电场数据	1 分钟	基于天擎
	预警数据	实时	基于天擎
闪电定位仪	仪器状态数据	1 分钟	天擎推送
	定位结果数据	实时	天擎推送

应用的数据均采集于天擎获取。应用运行所需的业务数据治理、模型计算、业务流程等均在台建设，对外服务产品通过政务网存储于一体化数据中台，并为外部门和“三端”提供数据服务。

5.5.3.6.2 数据处理模块

数据处理模块包括数据接收、显示、存储、定位计算，和数据预处理。数据接收、显示、存储就是通过天擎获取闪电定位仪探测数据，通过系统指定路径获取质控后的雷达组合反射率数据、大气电场分钟观测数据等，并进行数据处理、显示和存储。具体完成的功能如下：

（1）接收闪电定位仪的探测数据和状态数据，并将数据存入数据库；

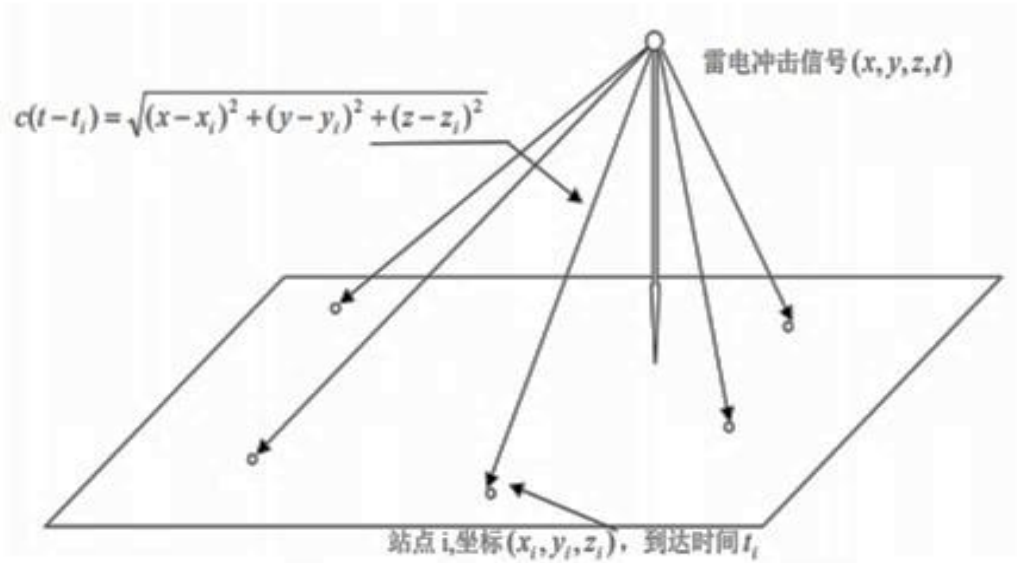
（2）能够以文件的形式存储闪电定位仪数据、状态数据和错误日志，以天为单位，每天一个数据文件；

（3）能够通过软件界面实时显示接收到的数据，以便系统管理人员能够及时监测数据接收情况；

（4）软件能够将接收到的数据以一定的方式进行数据转发。

（5）以日志方式记录系统运行状态，如果接收到错误数据或者系统运行发生异常，能够通过错误日志进行查看。

（6）定位计算过程的模型原理主要采用时差法（TOA）。定位计算模型如下所示： x ， y ， z 为雷电冲击信号的三维位置信息， t 为时间信息。根据雷电冲击信号到不同站点的时间差，需要至少 5 个站点参与计算，输出五站及以上定位结果。定位算法原理如下：



通过定位计算可求得一个初解定位结果。由于地形、仪器差异等各种干扰因素存在，初解定位结果存在较大的误差，因此需要对初解定位结果进行优化。

LM 算法具有查找快，收敛迅速的特点。提高了最优结果的计算效率，提高定位成功的概率。

当有雷电定位结果数据时，会将数据实时存储到天擎中，
雷电定位结果表结构如下：

名称	类型	注释
id	Int (11)	主键 ID
longitude	decimal (8, 4)	经度
latitude	decimal (8, 4)	纬度
intens	decimal (8, 4)	强度
slope	decimal (8, 4)	陡度
error	decimal (8, 4)	定位误差

location	varchar(40)	定位方式
datetime	datetime	日期
hour	Int(11)	时
province	varchar(50)	省份
district	varchar(50)	市（区）
country	varchar(50)	县
minute	int(11)	分
second	int(11)	秒
minisecond	int(11)	秒
inputtime	datetime	入库时间
processflag	int(11)	处理标记位
usdids	varchar(30)	参与计算的站点号
Height	Int(2)	高度

数据预处理功能对闪电定位仪的处理能力达到 4 万条/小时。能处理短时、突发的闪电定位仪大数据量情况，同时保证数据的完整性。对网络上可能接收到的垃圾数据进行剔除，避免干扰，提供各种容错处理。在预处理中，每一个处于预处理有效时段内的数据文件，包括雷达、电场、闪电资料等都根据用户设置的预警范围和格点分辨率进行重新格点化处理。对于全省多普勒天气雷达、闪电定位仪、地面大气电场仪等探测数据进行质量控制，以应用于雷电预警、统计分析、产品制作等服务。

5.5.3.6.3 实况监测模块

实况监测模块用于实现安徽省全省范围内已建雷达、电场、闪电等仪器数据的实时监测，多源数据的叠加显示，包括实况信息（含图例）。监测实况基于 GIS 系统，可实现地图缩放功能。

雷达实况监测：雷达平面图显示（基本反射率、组合反射率等类型拼图）及数据回放。

电场实况监测：雷暴发生、发展、消亡过程中大气电场值变化曲线、监测范围色斑图、格点数据等。

雷电实况监测：提供 3D 雷电实况监控多视角进行雷电数据的展示（包括高度、强度、数据回放等）。2D 雷电实况监控通过 GIS 系统直观的监测当前闪电移动趋势，显示形式分为雷电散点图、聚类图、闪电密度、电流强度。提供仪器列序图统计仪器数据到报情况。

数据回放：实现基于 GIS 地图数据可视化显示图层的数据回放功能，包括：雷达的组合反射率拼图、雷电散点图、雷电聚类等。

应用可以切换多视角进行雷电过程的监控。

等待实时数据的接收，并按照时间顺序依次显示在地图上，新接收到的闪电数据会在地图上闪现 5 秒，之后再 5 分钟内逐渐消失。

选择开始和结束日期后，在时间轴中显示点闪电事件段，点击不同时间段的播放按钮即在地图中显示对应数据。

可点击播放速度按钮选择相应的播放速度，同时还可以点击旁边的按钮选择时间轴基础时间。

GIS 地图显示大气电场仪和闪电定位仪的各个仪器的工作状态以

及当天雷电数据。

应用根据大气电场仪仪器的经纬度信息，在 GIS 地图的相应位置上显示该仪器的状态图标。大气电场仪有三种工作状态，绿色的图标，表示仪器数据正常；蓝色的图标表示仪器数据异常；红色的图标表示没有收到仪器的数据；闪烁的绿色图标表示该仪器收到雷电预警数据。用户点击某个仪器的图标，则显示该仪器的当前详细情况提示信息框，

应用根据闪电定位仪仪器的经纬度信息，在 GIS 地图的相应位置上显示该仪器的状态图标。闪电定位仪有五种种工作状态，绿色的图标，表示仪器数据正常；红色的图标表示没有超过 6 小时没有收到仪器的数据，仪器处于停运状态；蓝色的图标表示仪器数据异常，晶振偏大；浅蓝色的图标表示仪器数据异常，自检出错；黄色的图标表示传输中断，5 分钟-6 小时内都没有收到仪器的数据；。用户点击某个闪电定位仪仪器的图标，则显示该仪器的当前详细情况提示信息框。

实时显示当天的雷电数据信息。雷电数据根据雷电极性用不同的图标表示。如果雷电极性为正闪，则用“+”图标表示。如果雷电极性为负闪，则用“-”图标表示。另外雷电图标根据雷电发生的时间段以不同的颜色来表示。

提供实时监控的图例和状态统计信息，并提供大气电场仪最近 1 小时仪器电场数据曲线图。

实时监控页面的右侧为图例图标以及状态统计信息。

模块可实现多源数据可视化、雷达、大气电场和闪电实时数据查询、历史数据统计分析等功能：获取实时雷达、闪电和电场数据，可

监测和比较不同地区的雷暴活动变化；灵敏探测雷暴发生、发展、消亡过程中大气电场的变化；监测当前的电场变化曲线图；通过电子地图直观的监测闪电的发生位置等信息；通过电子地图直观的监测当前闪电移动趋势；通过电子地图直观的监测当前的雷达回波情况；在地图上显示。雷达的组合反射率、雷电的分布信息，监测区域内的电场强度信息等。

（1）雷达数据

雷达拼图可视化包括雷达平面图显示及雷达动画两部分内容。平面图显示包括：组合反射率、质控后的组合反射率拼图等类型拼图。

雷达拼图动画在绘制单张图片的基础上，顺序读取给定时间的雷达图片序列，将读取的数据按照时间顺序进行正序排列，然后在地理信息模块上定时依次叠加读取的雷达拼图内容形成动画。

（2）电场数据

站点监控根据仪器运行情况分为：正常（绿色）、异常（蓝色）、停运（灰色）。预警（红色）。点击站点图标显示仪器详情。

雷电数据叠加显示：可在电场曲线上，叠加雷电散点（正闪+，负闪-，云闪●）数据综合显示。

（3）雷电数据

站点监控根据仪器运行情况分为：正常（绿色）、异常（蓝色）、停运（灰色）。点击站点图标显示仪器详情。

①散点图：获取数据基于 GIS 地图显示雷电发生情况，展示形式为：正闪+，负闪-，云闪●。点击单个闪电显示详情：时间、经纬度、强度、闪电类型、高度、定位方式等信息。

②聚类图：获取雷电数据，区域内雷电散点数据较多，位置如重叠后，显示区域内的雷电发生个数，进行聚类显示。根据地图的缩放等级，放大后显示该区域内散点分离后显示雷电散点。

③数据显示时间：GIS 地图显示历史雷电的数据范围，时间间隔：60min。同步关联，散点图、聚类图等图层的数据获取范围。

（4）数据回放时间轴

时间刻度时间轴：显示当前时刻向前 24 小时，时间刻度为 1 小时。

历史数据时间轴：显示当前选择日，0 时-23 时，时间刻度为 1 小时。

时间选择控件：以天为最小选择单位，如当天有雷电发生，在时间选择控件上做明确标识，便于用户更快捷的查询历史雷电过程。

数据播放时间间隔：60min。

5.5.3.6.4 雷电预警模块

在整个应用中，雷电预警模块是雷电业务处理的重点内容，因此在建设过程中重点关注雷电业务需求分析、雷电预警算法、雷电预警产品发布等重要作业过程的重点任务，搭建符合安徽省地区天气特点和业务要求的预警算法。同时通过数据采集、产品分发、数据存储管理、业务监控等方面的建设为实现关键业务流程提供基础支撑。

预警区域定制功能可以配置用户预警信息，预警区域选择，预警类型选择，匹配特定用户。预警区域三类：圆形区域、矩形区域、多边形区域，省市地区。圆形区域：根据圆心的经纬度提供10KM, 15KM, 20KM三个预警范围。多边形区域预警根据上传的边界信息文件获取经纬度范围。可控制预警信息的发送方式：自动、审批。

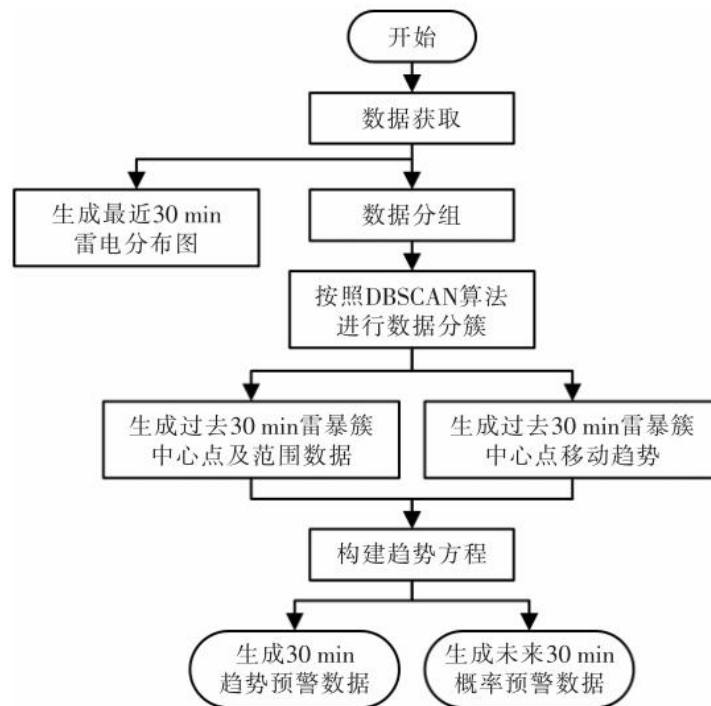
基于GIS系统，整合地图、监测信息、预警信息等各类信息，实现业务数据的有效整合，并对信息进行深入分析和可视化展现，实现的雷电监测预报、决策指挥、效果评估更加科学和精确，更有助于提高雷电监测的工作效率。提供雷电、电场单数据的预警以及雷达、雷电、电场的预警具体要求如下：

雷电数据预警：雷电趋势预警特定算法推测出未来雷电发展趋势并显示在GIS系统中。趋势预警信息通过算法处理形成区域概率预警。大气电场数据预警：大气电场仪的观测值通过算法处理形成格点预报产品。用户可以对预警范围（包括：圆形、矩形、不规则多边形等）、格点分辨率、每种资料的预处理有效时段、参与预警的有效资料及其相对权重、预警时间长度和预警时段等参数进行设置，雷电预警模块将根据用户设置对相应的资料进行处理。

多数据融合机器学习神经网络预警：对雷达回波、地面电场值、闪电数据等资料进行融合分析，采用神经网络预警算法，基于机器学习的方式，主要以神经网络作为雷电判别模型。其输入特征主要来自三个方面：大气电场仪数据、雷达回波特征、闪电定位仪数据。其中大气电场仪数据给出当前监测范围内电场值大小。雷达回波特征包括：

回波顶高、组合反射率强度、特定高度回波强度、特定高度超过<设定阈值>的回波面积、特定高度水平回波梯度、最大反射率高度。闪电定位仪数据包括：出现<设定阈值>回波处附近半小时内是否发生雷电、雷电发生频率、雷电平均强度。上述资料数据和特征量的综合提取运用实现了雷电临近预报预警为监测区域内提供更加准确的预警结果。最终达到每 10 分钟外推一次 1h~2h 预警，预警准确性达 70% 以上。提供区域内格点预报，格点大小为 5km(可根据实际情况调整)。经过数据预处理、深度模型的构建、多要素融合模型的构建实现雷电临近预报预警为监测区域内提供更加准确的预警结果。

搭建基于 DBSCAN 的雷电预警模型，采用 DBSCAN 算法对雷电数据进行聚类外推分析。其算法应用流程如下：



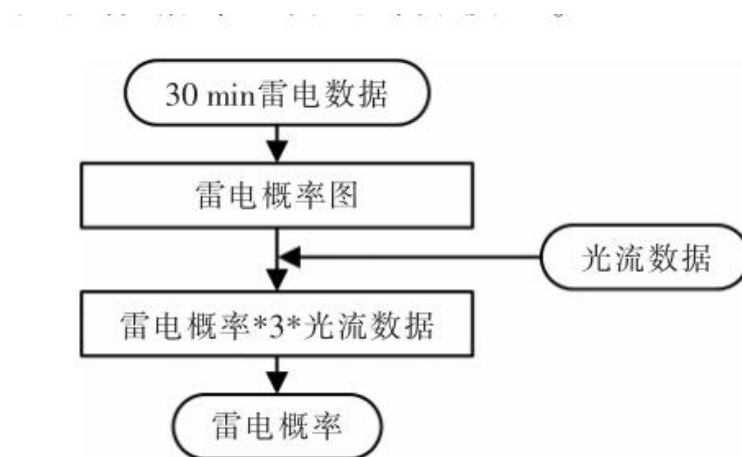
首先获取最近 1h 雷电数据, 将数据分为前 30 min 和后 30 min 两

组,然后分别对两组数据按照 DBSCAN 算法进行分簇,分别找到前后两组数据中对应的聚类簇,最后按照前后两组数据簇的移动趋势构建趋势方程进行聚类外推。

按照流程对 DBSCAN 算法在雷电预警系统中的应用效果进行分析。分析选取具有明显的 20 次雷电过程,每间隔 2~3h 对 60min, 30 min, 20 min 三个时效共 280 个预警个例的预警效果进行个例抽查分析。

建立电场模型时,每次训练采集过去每个站 30min 的电场秒数作为模型输入数据。首先采集经过处理后的大气电场数据进行卷积和池化等处理,然后对一维数据进行升维得到二维矩阵,最后通过反卷积和上采样得到电场的特征向量。

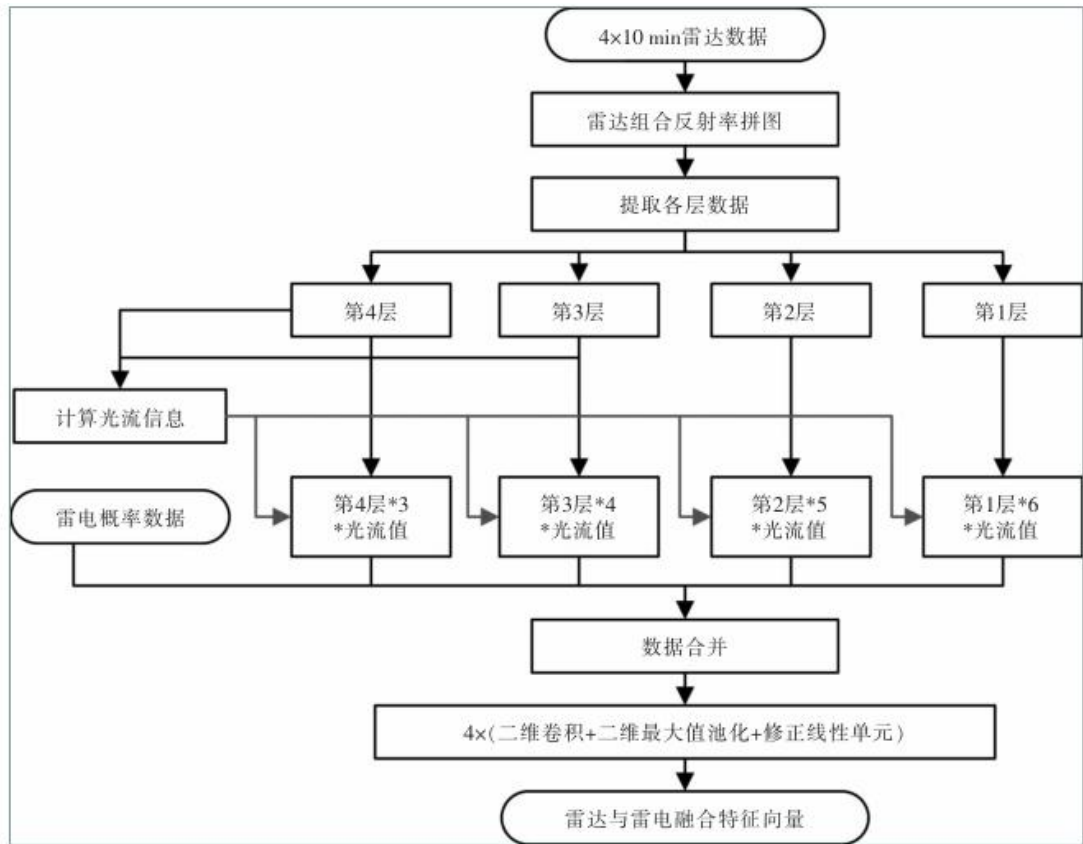
建立雷电模型时,雷电概率图作为输入数据乘以 n (n 取决于预警时效) 倍的光流数据得到外推雷电概率。



首先提取 30min 雷电数据得出雷电概率,然后将雷电概率乘以 3 倍的光流数据矩阵得到未来雷电概率。

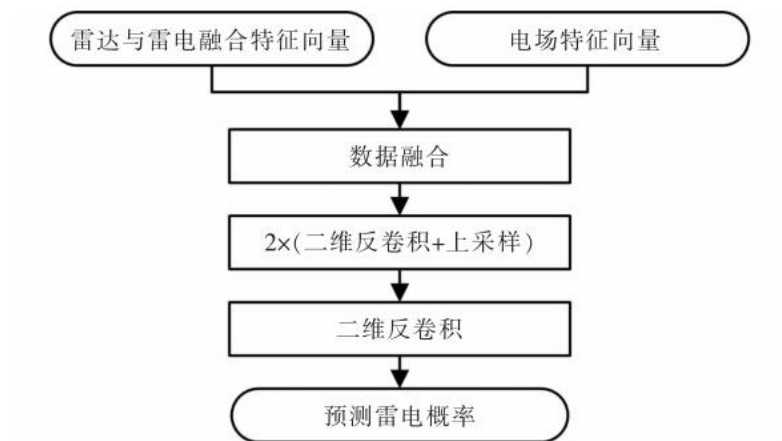
建立雷达模型时,对深度学习在雷达演变中的应用效果进行评估,评估结果表明深度学习能够捕获雷达强度的演变的特征信息。根据对

评估模型的数据分析，创建的雷达模型如下：



首先对 4 个时次雷达组合反射率拼图数据按照光流法计算未来雷达演变情况，然后结合雷电概率数据采用卷积、池化等变换提取雷达与雷电融合特征向量。

建立多要素融合模型时，融合后的特征向量采用反卷积和上采样等变换得到预测雷电概率。



5.5.3.6.5 雷电统计分析模块

雷电统计分析模块包括雷电查询、雷电频度、幅值分布、雷电轨迹和雷电产品统计等功能。

统计当日、当前小时雷电发生次数，正闪、负闪、云闪，点击进入数据统计分析界面。

(1) 雷电查询

根据安徽省地区雷电发生情况的，建设基于特定区域的雷电查询方式，提供基于圆形范围内、矩形范围的雷电数据查询功能，在特定区域发生雷击事故后，根据雷击事故的范围能够快速查询区域内雷电发生的情况。查询条件包括：时间、数据类型、发生区域：矩形、圆形、省市县。

(2) 雷电频度

根据安徽省地区历史观测的雷电数据进行统计分析，分析雷电在时间上的分布情况，统计年雷电高发月，高发日、等雷电高发期，形成历史数据的统计分析材料为雷电预警服务提供数据支持，决策依据。

可以根据省市县的查询条件统计雷电数据正闪、负闪、云闪总闪个数得到的查询结果以柱状图的形式显示在页面上可以清晰的看出这段时间内雷电的个数。

（3）幅值分布

根据安徽省地区历史观测的雷电数据进行统计分析，分析安徽省地区雷电强度的分布情况，统计正负雷电强度的分布，雷电放电量的统计、形成历史数据的统计分析材料为雷电预警服务提供数据支持，决策依据。幅值分布查询某一个行政区域内根据年统计、月统计、日统计来统计幅值步长内的雷击条数。

（4）雷电轨迹

对安徽省地区历史发生雷电得过程进行数据得回放，准确得捕捉雷电移动方向和趋势得全国把控，为灾害事故分析提供历史数据的依据，雷电轨迹功能主要是获取一次雷暴过程所有的雷电数据信息，通过对历史数据的统计分析，进行雷电数据的动画播放。方便用户查看一次雷暴过程内的雷电发生的走向。其输入包括下面几个方面：

- ①数据库中雷电定位历史数据；
- ②查询起止时间段；
- ③雷电轨迹动画播放的时间分辨率；
- ④雷电轨迹动画的播放速度；
- ⑤雷电轨迹动画的呈现方式：覆盖显示、叠加显示两类。

（5）雷电数据产品和到报统计

雷电数据产品对雷电数据进行差值与平滑分析，形成雷电密度、

雷暴日、雷电强度、强度区划等四种雷电产品为决策服务提供依据。应用主页显示上一日、月、年雷电密度图-滚动轮播，点击进入仪器统计分析及产品制作界面。包括：雷电密度、雷暴日分布、电流强度、强度区划、电场区域色斑图。根据所选的时间，区域进行数据查询，通过反距离加权差值算法进行氏故居格点化处理，并进行基于 GIS 图层的显示。产品制作进度条提示。

对数据采集到报情况的统计包括：雷电状态数据、电场分钟数据、雷达组合反射率拼图数据。每十分钟统计一次如十分钟内存在一条状态数据，认为数据到报、当日数据到报率以仪器序列图形式展示：按到报率站点由高到低排序。点击进入历史统计界面，统计历史数据到报情况。按日统计、月统计、年统计仪器的数据到报率和可用性，图表的显示方式是柱状图，可以比对多个站的数据到报率和可用性的信息。

5.5.3.6.6 预警发布模块

预警发布模块包括预警信息推送、产品校验和发布状态监控功能。对接发布中台，等实现预警信息向雷电灾害敏感单位进行定点精准推送，即根据监测预报预警结果和专项服务产品内容，自动筛选服务对象库的用户，并以用户认可的方式向其发送。对气象服务产品、气象预警信息，可“一键式”全网发布，实现面向安徽省地区的全覆盖，为政府、企业、公众提供优质的气象服务产品。产品校验就是通过多次测试运行，对雷电产品的准确度和完整度进行检查核实，模块设置专门词条进行自动校对，再配合人工检查。发布状态监控功能实现根

据不同用户权限提供相应服务，包括：运行状态的显示、数据监控、预警信息接收等。

5.5.3.6.7 雷电专项服务模块

雷电专项服务模块包括雷电监测、预警、灾害产品的制作、发布和维护功能。模块为政府机关、危化企业、社区大众、特定需求行业用户，提供雷电监测、雷电预警、雷电灾害评估等专业服务产品，在产品制作过程中，根据所选的时间，区域进行数据查询，通过反距离加权差值算法进行氏故居格点化处理，并进行基于 GIS 图层的显示和产品制作进度条提示。雷电监测、预警、灾害发布时需对接发布中台，实现预警信息及时高效得对公众发布。雷电监测、雷电预警、雷电灾害评估等专业服务产品形式多为 word、pdf 等文件，能够实现模板创建、文字编辑、格式调整、历史存储、发布及维护等功能。

5.5.3.6.8 基础信息管理和维护模块

信息管理功能主要通过人机交互界面，实现对于系统所有配置文件的管理。基础信息管理和维护模块主要包括系统配置、用户认证和权限管理、服务对象信息管理等功能。

（1）系统配置方面，主要是配置数据的 IP 地址，端口，数据库名称，以及登陆用户名和密码。配置界面设有测试按钮，用户可以点击测试按钮测试输入的信息是否有效。接收数据时，主要是配置数据接收的 IP，端口，接收方式和数据类型。存储数据时，对于一些统计分析得出的结果图表和产品制作完成以后的保存路径进行设置。用户通过自行设置可以快速地找到相关结果。仪器的信息需要显示在模块页面上，并且可以进行仪器信息的修改、添加和删除。

（2）用户认证和权限管理方面，对接中台进行不同用户应用资源的使用或访问权限的管理，不同用户对模块功能的需求不同，出于安全等考虑，关键的、重要的模块功能需限制部分用户的使用，处于便利性考虑，模块功能指定时需要根据不同的用户而确定。对拥有相似权限的用户进行管理并定义角色，还要对用户进行分组归类，划分权限等级。

（3）服务对象信息管理方面，主要功能是对服务对象信息进行管理，把服务对象信息显示在页面上，管理员角色可以对普通用户进行添加，修改或删除。

3.5.3.7 影响天气

针对我省人工影响天气保障需求，基于我省气象和生态环境观测数据以及高时空遥感探测数据，充分利用物联网、流媒体等技术，建设一体化智慧型人工影响天气保障平台，构建针对我省人影作业需求、人影作业条件、实时作业参数、全程作业情况的跟踪指导和作业效果评估等业务能力，实现人工影响天气作业全流程触觉感知信息化、通信传输集约化、决策指挥智能化，为我省人工影响天气保障提供技术支撑。

影响天气应用外部数据均采集于互联网或通过政务网从一体化数据基础平台获取。应用运行所需的业务数据治理、模型计算、业务流程等均在安徽气象大数据云平台建设，对外服务产品通过政务网存储于一体化数据基础平台，并外部门和“三端”提供数据服务。

应用建设包含 5 部分：人影作业需求模块、人影作业条件模块、

人影作业预警模块、人影作业指导模块和人影作业效果评估模块，模块结构见下图。

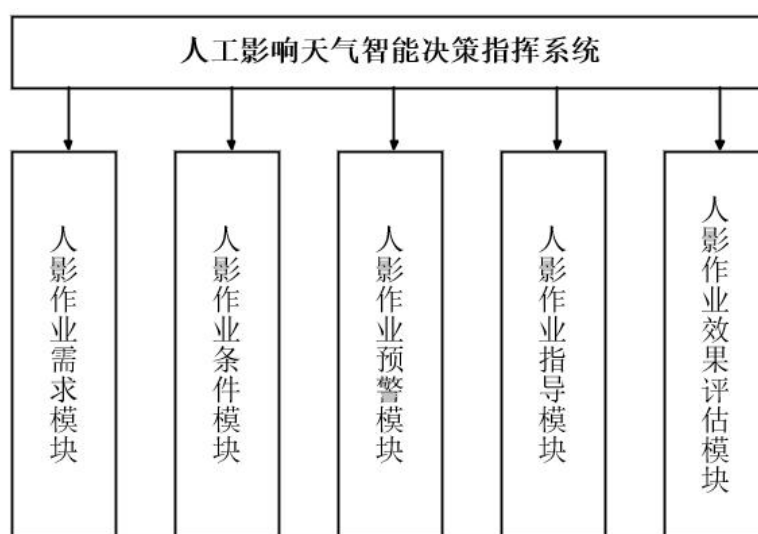


图 5.5.3.7- 1 人工影响天气智能决策指挥应用结构示意图

3.5.3.7.1 人影作业需求模块

根据多源数据针对我省皖北地区多发的干旱冰雹等灾情，皖南山区多发的森林火灾等灾情进行抗旱防雹需求分析、森林火险气象等级分析、生态湿地植被土壤墒情分析以及空气质量预报分析，分别确定未来 1-3 天人影作业需求。根据多源数据进行综合分析，确定重大活动保障需求。支持作业方案产品制作、发布和作业方案历史产品查询统计分析等功能。

模块包括的具体功能如下：

（1）抗旱需求分析：

接入数据中台，获得干旱灾情数据、天气预报产品、土壤墒情、高时空遥感探测等相关数据。根据干旱灾情变化情况，结合多源数据资料进行分析，确定未来 1-3 天人影作业需求。支持干旱灾情数据、天气预报产品、土壤墒情、

高时空遥感探测等相关数据接入统一的地理信息底图，叠加人影信息点图层进行展示、交互分析和抗旱需求分析结果导出等功能。

（2）防雹需求分析：

接入数据中台，获得冰雹灾情数据、天气预报产品、探空资料、高时空遥感探测等相关数据。根据冰雹灾情变化情况，结合多源数据资料进行分析，确定未来 1-3 天人影作业需求。支持冰雹灾情数据、天气预报产品、探空资料、高时空遥感探测等相关数据接入统一的地理信息底图，叠加人影信息点图层进行展示、交互分析和防雹需求分析结果导出等功能。

（3）森林火险气象等级分析：

接入数据中台，获得森林火险气象等级数据、降水预报产品、高时空遥感探测等相关数据。根据空气质量预报变化情况，结合多源数据资料进行分析，确定未来 1-3 天人影作业需求。支持森林火险气象等级数据，降水预报产品、高时空遥感探测等相关数据接入统一的地理信息底图，叠加人影信息点图层进行展示、交互分析和森林火险气象等级分析结果导出等功能。

（4）生态湿地植被土壤墒情分析：

接入数据中台，获得生态湿地植被土壤墒情观测数据，降水预报、高时空遥感探测等相关数据。根据生态湿地植被

土壤墒情变化情况，结合多源数据资料进行分析，确定未来 1-3 天人影作业需求。支持生态湿地植被土壤墒情观测数据，降水预报产品、高时空遥感探测等相关数据接入统一的地理信息底图，叠加人影信息点图层进行展示、交互分析和生态湿地植被土壤墒情分析结果导出等功能。

(5) 空气质量预报分析：

接入数据中台，获得生态环境观测数据，污染物预报预警产品、降水预报产品、高时空遥感探测等相关数据。根据空气质量预报变化情况，结合多源数据资料进行分析，确定未来 1-3 天人影作业需求。支持生态环境观测数据，污染物预报预警产品、降水预报产品、高时空遥感探测等相关数据接入统一的地理信息底图，叠加人影信息点图层进行展示、交互分析和空气质量预报分析结果导出等功能。

(6) 重大活动保障需求分析：

接入数据中台，获得生态环境观测数据，污染物预报预警产品、降水预报产品、高时空遥感探测等相关数据。根据重大活动保障方案，结合多源数据资料进行分析，确定重大活动保障期间人影作业需求。支持生态环境观测数据，污染物预报预警产品、降水预报产品、高时空遥感探测等相关数据接入统一的地理信息底图，叠加人影信息点图层进行展示、交互分析和重大活动保障需求分析结果导出等功能。

(7) 作业方案产品制作与发布：

接入抗旱需求分析、防雹需求分析、森林火险气象等级分析、生态湿地植被土壤墒情分析、空气质量预报分析和，重大活动保障需求分析结果，针对天气系统变化情况，结合作业需求，对多源数据进行综合分析，制作作业方案产品。作业方案产品制作完成后接入发布中台进行推送。支持产品模板设置，推送参数设置，作业方案产品导出等功能。

(8) 作业方案产品查询统计分析：

实现作业方案历史产品查询（可根据作业时间、作业区域等参数或手动选择特定作业方案产品进行查询），支持查询产品详情查看，支持查询结果导出等功能。

实现作业方案历史产品统计分析（可根据时间、作业区域等参数或手动选择特定作业方案产品进行统计），统计结果可用表格和直方图、饼图、曲线图等多种图形方式显示，支持统计分析结果导出功能。

3.5.3.7.2 人影作业条件模块

根据不同来源的探测数据，分析相关人影数据，叠加统一的地理信息底图和人影信息点图层，结合多源数据资料进行交互分析，实现作业云系识别分析和作业潜力区识别分析，确定 24 小时内人影作业条件。根据雷达外推算法，计算未来 1-3 小时降水分布，确定各个作业点的作业条件。实现作业点定位、监控作业装备信息及变化情况展

示分析，确定作业保障能力。支持作业条件产品制作、发布和作业条件历史产品查询统计分析等功能。

模块包括的具体功能如下：

（1）人影数据展示分析：

接入数据中台，获得滴谱数据、能见度数据、雷达回波、地面降水、卫星云图、探空和高时空遥感探测等人影相关数据。接入统一的地理信息底图，实现多源数据与统一的地理信息底图和人影信息点图层叠加展示和分析功能。确定 24 小时内人影作业条件。支持多源数据色斑图显示、地理信息底图、行政区划、人影信息点图层叠加显示、地图放大、缩小、复位、当前位置定位显示、比例尺显示、测距、测面、三维/二维切换和多源数据分析结果导出等功能。

（2）作业云系识别分析：

接入数据中台，获得雷达回波、卫星云图、探空和高时空遥感探测等相关数据。根据作业云系识别算法，分析目标区域内作业云系类型。根据作业云系分布、作业时段、作业方式，结合多源数据资料进行分析，确定 24 小时内人影作业条件。支持作业云系色斑图、雷达回波、卫星云图、探空和高时空遥感探测等相关数据接入统一的地理信息底图，叠加人影信息点图层进行展示、交互分析和作业云系识别分析结果导出等功能。

（3）作业潜力区识别分析：

接入数据中台，获得雷达回波、地面降水、探空和高时空遥感探测等相关数据。根据作业潜力区识别算法，分析目标区域内作业潜力。根据潜力区分布、作业时段、作业方式，结合多源数据资料进行分析，确定 24 小时内人影作业条件。支持潜力区色斑图、雷达回波、地面降水、探空和高时空遥感探测等相关数据接入统一的地理信息底图，叠加人影信息点图层进行展示、交互分析和作业潜力区识别分析结果导出等功能。

（4）雷达外推分析：

接入数据中台，获得雷达回波、地面降水等相关数据。根据雷达外推算法，分析雷达回波变化趋势。根据回波分布、作业时段、作业方式，结合多源数据资料进行分析，计算未来 1-3 小时降水分布，确定各个作业点的作业条件。支持雷达回波显示，拼图显示，雷达外推数据，1 小时降水分布，3 小时降水分布等相关数据接入统一的地理信息底图，叠加人影信息点图层进行展示和雷达外推分析结果导出等功能。

（5）作业点、作业装备、作业保障能力展示分析：

接入数据中台，获得作业信息、装备信息和弹药信息等相关数据。接入统一的地理信息底图，叠加人影信息点图层，包括作业点、飞机基地、装备弹药仓库、安全帽定位点、作业飞机、作业装备定位和作业空域情况等人影相关信息。

可以跟踪监控作业装备弹药人员等信息及变化情况进行展示分析，确定作业保障能力。支持作业点定位、作业点类型和状态，作业装备弹药人员情况、空域显示和切换、飞机飞行航线显示、飞行实时监控信息及变化情况地图展示等功能。

(6) 作业条件产品制作与发布：

接入多源数据分析、作业云系识别分析、作业潜力区识别分析和雷达外推分析结果，针对云系结构、潜力区分布、降水分布、结合作业时段、作业方式，作业保障能力信息等资料进行综合分析，制作作业条件产品。作业条件产品制作完成后接入发布中台进行推送。支持产品模板设置，推送参数设置，作业条件产品导出等功能。

(7) 作业条件产品查询统计分析：

实现作业条件历史产品查询（可根据作业时间、作业区域、作业潜力和降水等参数或手动选择特定作业条件产品进行查询），支持查询产品详情查看，支持查询结果导出等功能。

实现作业条件历史产品统计分析（可根据作业时间、作业区域、作业潜力和降水等参数或手动选择特定作业条件产品进行统计），统计结果可用表格和直方图、饼图、曲线图等多种图形方式显示，支持统计结果导出功能。

3.5.3.7.3 人影作业预警模块

提供人影相关数据时间序列展示，实现根据时间序列回溯变化趋势进行分析等功能。实现实时对冰雹识别预警，对降水识别预警，支持设置监控区域及阈值，根据阈值设置生成预警信息产品。可将实时预警信息推送到终端用户，支持联系人设置和推送方式设置。支持作业预警历史产品查询统计分析等功能。

模块包括的具体功能如下：

（1）人影相关数据时间序列分析：

接入数据中台，获得污染物浓度、能见度数据、探空、闪电频次和地面降水等人影相关数据。实现人影相关数据时间序列展示，可以根据时间序列回溯变化趋势进行分析。支持时间序列图，曲线图和直方图等多种图形方式显示，支持时间序列分析结果导出功能。

（2）冰雹识别预警：

接入数据中台，获得雷达回波、探空和闪电频次等相关数据。计算探空数据的有关冰雹指数或计算闪电频次变化做出是否发生冰雹、发生区域的判断，进行冰雹识别预警。支持冰雹预警区色斑图等相关数据接入统一的地理信息底图，叠加人影信息点图层进行展示和冰雹识别预警结果导出等功能。

（3）降水识别报警：

接入数据中台，获得自动站地面降水等相关数据。计算降

水数据的变化做出是否发生降水、发生区域的判断，进行降水识别报警。支持降水识别区域色斑图等相关数据接入统一的地理信息底图，叠加人影信息点图层进行展示和降水识别报警结果导出等功能。

（4）监控区域设置和预警信息产品生成：

接入数据中台，获得污染物浓度、能见度数据、探空、闪电频次和地面降水等人影相关数据。通过对相关数据进行阈值设置，结合冰雹识别预警和降水识别报警结果，制作预警信息产品。预警信息产品制作完成后接入发布中台进行推送。支持产品模板设置，推送参数设置，预警信息产品导出等功能。

（5）预警信息推送方式及联系人设置：

实现预警信息推送联系人和推送方式设置功能。联系人设置包括单位信息、人员信息、用户信息、角色信息等相关信息设置。推送方式设置包括邮件、短信、声音、地图闪烁等多种推送方式设置。

（6）人影作业预警信息推送：

接入预警信息产品，根据预警信息推送方式及联系人设置参数，通过发布中台将实时预警信息及时的推送到联系人。

（7）作业预警产品查询统计分析：

实现作业预警历史产品查询（可根据预警时间、预警区域、预警阈值等参数或手动选择特定作业预警产品进行查询），

支持查询产品详情查看，支持查询结果导出等功能。

实现作业预警历史产品统计分析（可根据预警时间、预警区域、预警阈值等参数或手动选择特定作业预警产品进行统计），统计结果可用表格和直方图、饼图、曲线图等多种图形方式显示，支持统计结果导出功能。

3.5.3.7.4 人影作业指导模块

提供安全射界图显示分析、作业方位角射线显示和作业发射预计轨迹三维显示等作业安全保障功能。结合多源数据资料进行零度层高度识别。根据 SWAN 拼图的雷达回波强度计算过冷水，再根据过冷水计算用弹量等作业参数产品。支持作业指导产品制作、发布和作业指导历史产品查询统计分析等功能。

模块包括的具体功能如下：

（1）作业安全保障功能：

实现作业点定位，以作业点为中心，显示公里圈。在统一的地理信息底图上显示作业安全区域、安全方位角仰角，进行作业安全射界图展示分析。根据预计作业方位角仰角，显示作业方位角射线。计算预警作业弹药落区，支持作业发射预计轨迹三维显示。

（2）零度层高度识别：

接入数据中台，获得雷达回波、探空和高时空遥感探测等相关数据。根据探空数据计算零度层高度，结合多源数据资料进行零度层高度识别。支持零度层高度识别结果图形

展示和零度层高度识别分析结果导出等功能。

(3) 人影作业指导产品算法：

根据 SWAN 拼图的雷达回波强度计算过冷水，再根据过冷水计算用弹量等作业参数产品。接入度层高度识别结果，得到零度层高度位置，从该高度开始进行垂直液态水含量的累积。由于过冷水含量的比例与温度有关。因此，每层计算得到的液态水含量需要乘以一个系数，最后在垂直方向上进行累积。得到过冷水含量后，根据最大过冷水的空间位置和作业点的相对位置，考虑作业安全区域、安全方位角仰角范围，计算作业方位、仰角，根据其位置一定范围的过冷水总量计算用弹量。

用弹量=过冷水总量/(弹药催化剂含量*成核率*可催化液态水含量)。

通过对全省所有作业点进行计算得到针对每个作业点的作业方位、仰角和用弹量等人影作业参数产品。

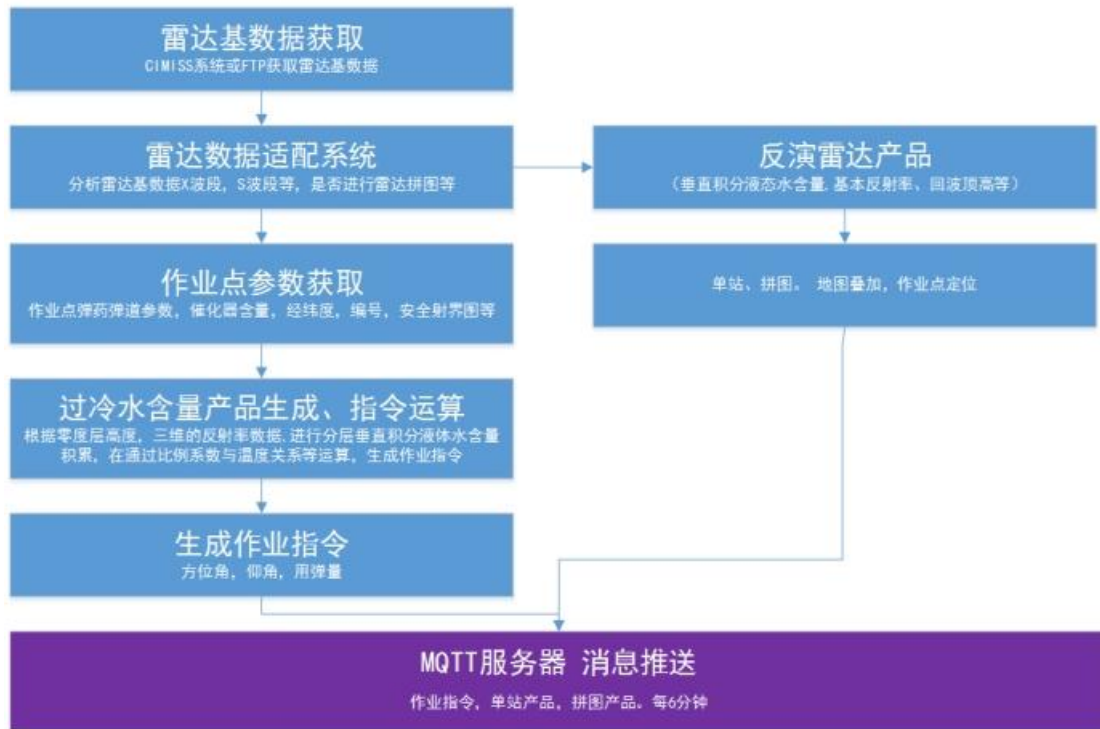


图 5.5.3.7- 2 人影作业指导产品算法架构

(4) 作业指导产品制作与发布：

接入零度层高度识别结果，考虑作业安全区域范围，根据每 6 分钟一次的 SWAN 拼图数据，使用人影作业指导产品算法计算全省每个作业点的作业方位、仰角和用弹量等人影作业参数产品。使用自动化程序每 6 分钟生成一个包括全省所有作业点的作业指导产品。作业指导产品制作完成后接入发布中台进行推送。支持产品模板设置，推送参数设置，作业指导产品导出等功能。

(5) 作业指导产品查询统计分析：

实现作业指导历史产品查询（可根据作业时间、作业区域、作业仰角、方位角和用弹量等参数或手动选择特定作业指

导产品进行查询），支持查询产品详情查看，支持查询结果导出等功能。

实现作业指导历史产品统计分析（可根据作业时间、作业区域、作业仰角、方位角和用弹量等参数或手动选择特定作业指导产品进行统计），统计结果可用表格和直方图、饼图、曲线图等多种图形方式显示，支持统计结果导出功能。

3.5.3.7.5 人影作业效果评估模块

基于作业点作业信息、风速风向、扩散模型等信息，计算确定作业影响区和多个拟定对比区。结合多源数据资料交互分析确定作业对比区与影响区范围。对影响区与对比区进行统计分析，定量计算作业的影响面积、增雨量和增雨率等作业效果评估参数。利用风暴识别追踪（SCIT）技术，实现任意时段作业效果的定量统计评估和物理检验结果。支持作业效果评估产品制作、发布和作业效果评估历史产品查询统计分析等功能。

记录飞机和地面作业信息，根据指定的条件进行发布。提供作业信息记录的相关标准文档的导入导出功能。接入国家局人影作业信息上报系统进行作业信息上报。基于天擎系统记录作业信息个例库，提供作业个例相关数据资料信息查询统计等功能。实现作业指导产品和实际作业执行情况的对比分析和统计。

记录单位信息、人员信息、作业点信息、安全射界图信息、360全景信息、作业点音视频信息、用户信息、角色信息等功能。记录物

联网弹药出入库消息、弹药库存信息、弹药运输记录、出货单、采购审批信息等功能。提供记录装备信息、仓库信息、年检、维修信息等功能。

模块包括的具体功能如下：

（1）作业对比区与影响区范围识别分析：

接入数据中台，获得作业点作业信息、风速风向等相关数据。根据扩散模型，结合作业时段、作业方式和作业区域风速风向，计算确定作业影响区和多个拟定对比区。结合多源数据资料交互分析确定作业对比区与影响区范围。支持作业对比区与影响区范围显示、接入统一的地理信息底图，叠加人影信息点图层进行展示、交互分析和作业对比区与影响区范围识别分析结果导出等功能。

（2）影响区与对比区统计分析：

接入数据中台，获得自动站地面降水等相关数据。根据作业对比区与影响区范围识别分析结果，对指定作业影响区和对比区进行定量计算，包括作业的影响面积、增雨量和增雨率等作业效果评估参数，进行影响区与对比区统计分析。支持作业对比区与影响区面积显示、增雨量和增雨率统计结果接入统一的地理信息底图，叠加人影信息点图层进行展示、交互分析和影响区与对比区统计分析结果导出等功能。

（3）人影作业效果评估算法：

利用风暴识别追踪（SCIT）技术，实时计算作业云雷达回波的移速移向，根据雷达回波变化情况客观确定作业影响区和待选对比区。通过计算待选对比区与作业区回波的相似性，确定最佳对比区，定量计算单次作业的影响面积、增雨量和增雨率，实现任意时段作业效果的定量统计评估，并可给出作业影响区对比区雷达参量的物理检验结果。

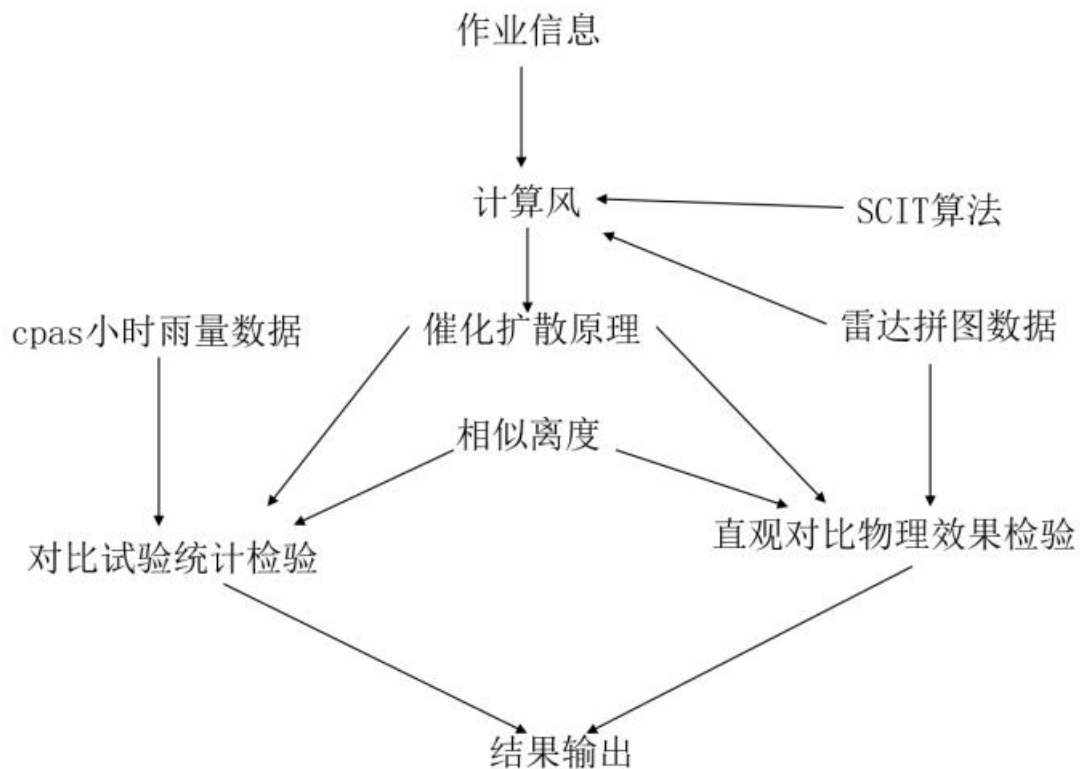


图 5.5.3.7- 3 人影作业效果评估算法架构

（4）作业效果评估产品制作与发布：

接入作业对比区与影响区范围识别分析结果，影响区与对比区统计分析结果，根据人影作业效果评估算法，对任意

时段作业效果进行定量统计评估，得到作业影响区对比区雷达参量的物理检验结果。结合作业时段、作业方式、作业对比区与影响区面积显示、增雨量和增雨率统计结果等资料进行综合分析，制作作业效果评估产品。作业效果评估产品制作完成后接入发布中台进行推送。支持产品模板设置，推送参数设置，作业效果评估产品导出等功能。

(5) 作业效果评估产品查询统计分析：

实现作业效果评估历史产品查询（可根据作业时间、作业区域、增雨量和增雨率等参数或手动选择特定作业效果评估产品进行查询），支持查询产品详情查看，支持查询结果导出等功能。

实现作业效果评估历史产品统计分析（可根据作业时间、作业区域、增雨量和增雨率等参数或手动选择特定作业效果评估产品进行统计），统计结果可用表格和直方图、饼图、曲线图等多种图形方式显示，支持统计结果导出功能。

(6) 飞机和地面作业信息记录及发布：

接入数据中台，获得飞机和地面作业信息等数据。根据指定的条件接入发布中台进行推送。实现作业信息推送条件和推送方式设置功能。作业信息推送条件设置包括作业时间、作业区域、作业用弹量等相关信息设置。推送方式设置包括邮件、短信、声音、地图闪烁等多种推送方式设置。

(7) 作业信息上报：

接入数据中台，获得飞机和地面作业信息等数据。按照给定格式对相关作业信息记录进行文档标准化，接入国家局人影作业信息上报系统进行作业信息上报。支持作业信息记录的相关标准文档的导入导出功能。

(8) 作业个例库：

基于天擎系统建立作业个例库，提供作业个例相关数据资料信息查询统计等功能。支持根据作业时间，作业范围等参数，对作业前后人影相关产品和指定数据资料进行打包生成作业个例库。支持个例库的出库入库，参数设置、查询统计等功能。

(9) 作业指导产品执行率分析评估：

接入数据中台，获得作业信息和作业指导产品等相关数据。对作业指导产品和实际作业执行情况进行对比分析和统计，计算作业指导产品执行率。可根据作业时间、作业区域等多种参数统计作业指导产品执行率结果，可用表格和直方图、饼图、曲线图等多种图形方式显示统计结果并进行分析评估，支持作业指导产品执行率分析评估结果导出功能。

(10) 作业信息管理：

接入数据中台，记录作业单位信息、人员信息、作业点信息、安全射界图信息、360 全景信息、作业点音视频信息、用户信息、角色信息等人影作业相关信息。支持信息批量导入导出、查询，修改，删除等功能。

(11) 弹药信息管理：

接入数据中台，记录物联网弹药出入库消息、弹药库存信息、弹药运输记录、出货单、采购审批信息等人影弹药管理相关信息。支持信息批量导入导出、查询，修改，删除等功能。

(12) 装备信息管理：

接入数据中台，记录装备信息、仓库信息、年检、维修信息等装备管理信息。支持信息批量导入导出、查询，修改，删除等功能。

3.5.3.8 生态环境气象

生态环境气象应用外部数据均采集于互联网或通过政务网从一体化数据基础平台获取。应用运行所需的业务数据治理、模型计算、业务流程等均在安徽气象大数据云平台建设，对外服务产品通过政务网存储于一体化数据基础平台，并为外部门和“三端”提供数据服务。

生态环境气象场景应用包括环境气象监测评估预报、气候可行性论证两个子应用。

3.5.3.8.1 环境气象监测评估预报

针对大气污染协同防治气象服务需求，基于天擎系统，归集空气质量监测数据、气象观测数据、空气质量模式数据、地理信息等多源数据，根据空气污染气象条件监测评估和预报指标，以及空气质量多

模式集成预报释用技术，建立集合数据资料共享、图形交互分析、监测评估和预报制作、数据统计分析等一体的环境气象监测评估和预报业务应用。主要包括环境气象信息综合显示、环境气象监测评估、环境气象预报、预报检验、数据查询统计等功能模块。

（1）环境气象信息综合显示

①地理数据和站点信息显示。对接地理信息系统，显示地图、高程、水系等基础地理信息，以及空气质量和气象观测站点信息。

②空气质量和气象观测数据显示。在 WEBGIS 地图界面叠加展示空气质量监测数据和环境气象相关的地面气象观测资料信息，以及空气质量等级和首要污染物图标信息。在显示功能方面，可勾选显示地理信息，包括市界、市名、县界、县名等；可显示国控站、城市不同级别站点的观测信息，支持色斑图、等值线显示方式；支持显示区域的切换，切换视图包括全国地区、长三角地区以及当前地区显示。

③大气污染状况监控及报警提醒。实时监控空气质量状况，当出现重度及以上污染时，提供报警提醒功能（声音报警、弹出提示框、站点的图标 / 数字闪烁等）。

④环境气象要素时间变化图绘制。点击某一城市，可查看不同要素的详细监测数据，并以曲线图/柱状图形式直观展示空气质量、气象要素的时间变化趋势信息，支持小时、日尺度。

（2）环境气象监测评估

①大气污染物浓度与气象要素场动态图形化显示。支持气象要素和空气质量要素组合定制，实现各类大气污染物浓度与不同高度气象

要素场的动态图形化显示,如“相对湿度&能见度&PM2.5 实况”“500hPa 高度差&850hPa 风场&PM10 实况”等组合的空间分布图显示。

②环境气象要素统计分析及图表绘制。可统计生成逐小时、逐日的安徽、全国区域空气质量监测分布图,并以色斑图、等值线显示;可统计计算不同时间尺度(月、季度、年)及指定时间段的全省及分区域的大气污染物浓度、污染日数、霾日数、平均能见度,以及同期污染气象条件(包括降水日数、降水量、平均风速、小风日数、平均相对湿度、混合层厚度等),自动绘制上述要素的空间分布图和统计结果表格(包括上一年同期的统计分析结果),支持图表文件导出。

③污染气象条件评估材料制作。根据污染气象条件监测评估指标,实现环境气象要素统计分析,并根据业务产品模板,自动将分析结果和相关图表插入到业务材料相应位置。支持业务人员修改和文件导出,并通过产品发布中台进行共享发布。

(3) 环境气象预报

①数值天气预报、空气质量预报结果显示。可以查询显示数值天气预报的未来 1-10 天的风、温度、相对湿度、降水,气压场、高度差、逆温、混合层厚度等特征物理量,支持多层次、单要素、多要素叠加,以格点值、等值线、色板图显示;显示 1-10 天空气质量数值模式预报的 6 种污染物浓度、AQI、能见度等的空间分布,以及污染物浓度与气象要素的叠加显示,支持曲线图形式展示单个城市污染物浓度的时间变化。

②环境气象预报产品订正、制作。基于中国气象局下发的污染气

象条件和空气质量预报产品，业务人员根据本地污染状况和气象条件，订正制作省级预报产品，支持格点、站点订正，可实现不同要素的协同处理。订正工具包括画笔、落区工具、站点编辑、图表编辑等，支持操作步骤的撤销和重做。订正后的产品通过共享渠道下发，供市级气象部门参考。市级用户订正后产品发送至指定路径，系统在规定时间内自动合成地市订正结果，形成最终预报结论上传至国家气象中心。

（4）预报检验

①大气污染实况、预报结果显示。以曲线、柱状、色板图等形式，显示指定时间段内大气污染实况、指导预报、模式预报和订正预报信息。

②空气质量预报检验算法及评分结果显示。基于《国家级空气质量指导预报及检验评估业务规范（试行）》和中国气象局有关考核文件，统计计算不同时间段不同预报时效的空气质量预报评分情况，检验结果需满足预报业务管理单位考核需求以及实际预报业务支撑需求。检验要素包括 AQI 等级、首要污染物、PM_{2.5} 平均浓度、臭氧最大 8 小时浓度等；检验方法包括 AQI 预报综合评分（S1）和预报订正技巧评分（S2），其中 $S1=0.2f1+0.2f2+0.2f3+0.2f4+0.2f5$ （f1、f2、f4、f5 分别为首要污染物、AQI 级别、臭氧等级、PM_{2.5} 等级预报正确性评分，f3 为 AQI 数值预报误差评分）； $S2=0.2f6+0.4f7+0.2f8+0.2f9$ （f6-f9 分别为首要污染物、AQI 级别、臭氧等级、PM_{2.5} 等级预报订正技巧评分）。检验评分结果通过柱状

图、曲线图和表格形式展示（包括上一年同期的统计分析结果），并支持文件导出。可以实现不同业务人员不同时间尺度（月、季、年）预报评分情况的查询显示。

（5）数据查询统计

①空气质量、气象要素查询显示。可以对指定时间段、制定区域的空气质量要素（包括 AQI、首要污染物和 6 种污染物浓度）和气象要素（包括气温、降水、风速、气压、能见度、相对湿度等）进行查询显示，支持站点和城市区域，小时和日时间尺度切换。

②大气污染状况统计及显示。可以统计指定时间段各个城市的首要污染物天数和不同空气质量等级天数，并与历史同期进行对比。上述各要素以表格形式显示，并支持文件导出。

3.5.3.8.2 气候可行性论证

结合气象要素观测、气象灾情和风险普查数据，提升跨领域融合的气候可行性论证服务能力，为城市及工业园区规划、国家重大工程项目建设、产业经济布局、能源保供提供专业化的气象灾害风险评估、气象工程参数计算及气候变化影响评估，充分发挥气象在防灾减灾第一道防线的基础支撑作用。主要包括数据统计查询显示、工程气象参数计算、太阳能资源评估、重现期气象参数计算、国土空间规划论证、产品制作等功能模块。

（1）数据统计查询显示

可查询台站历史沿革记录，各气象要素的完整性、均一性分析，以及 MK 检验结果。支持对地面观测站小时、日、月、年尺度数据的

多要素记录查询功能；支持数据的在线编辑与外部导出，再分析数据、区域站数据、不同深度低温、雷电数据、主要天气现象出现日数及起止期等的查询调用功能。开发“参证气象站比选”工具，具备 DEM 地形数据显示和分析、气象站点及工程区位置等 GIS 分析功能。

（2）工程气象参数计算

根据建筑、核电等相关技术指南规范，实现任意气象站点的工程气象参数计算、报表输出功能。包括工业/民用供暖通风系数、建筑节能气象参数、建筑采光日照参数、人体舒适度以及关于核电气象参数的循环水系统设计参数、冻融交替次数参数、最终热阱气象参数、厂用水系统设计参数、机场工程气象参数等。

（3）太阳能资源评估

根据《GBT 37525-2019 太阳直接辐射计算导则》《GBT 37526-2019 太阳能资源评估方法》，利用辐射经验模型 $Q=Q_0(a+bs)$ 对无辐射观测地区进行辐射计算。实现天文辐射推算、大气透明系数法水平辐射推算、直射比法水平辐射推算、朝向赤道倾斜面辐射量计算、倾斜面辐射量计算等功能，相关计算结果可一键插入到 word 报表。

（4）重现期气象参数计算

利用极值分析方法：开发“设计气象参数推算工具箱”，包括多种较为主流的极值推算方法，如皮尔逊 III 型分布、极值 I 型分布（矩法、耿贝尔法、极大似然法等）、威布尔分布函数等。实现风压、极端降水、冻土深度等要素的重现期计算，支持可视化拟合曲线的调节以及不同重现期的频率输出。

（5）国土空间规划论证

按照《省级国土空间规划气候可行性论证技术导则》行业标准规范，实现降雨侵蚀力、土地沙化敏感性等生态保护评价指标，农业水资源、农业热量资源、农业气象灾害等农业生产评价指标，风能资源、太阳能资源、气候舒适度等气候资源指标，通风潜力、大气自净能力、最大冻土深度、城市内涝危险性、雷暴日数、大风日数、风暴潮等城镇建设评价指标的分析计算。同时实现未来气候变化预估及论证指标空间区划图绘制等功能。

（6）气候可行性论证产品制作

基于 Office 组件编程技术、Echart 数据可视化技术、智能文字分析技术汇总融合气候可行性论证服务报告所需材料，包含气候背景分析、高影响天气分析、供暖通风系数、重现期气象参数、污染气象参数、太阳能资源评估等。基于相关数据、图表，可快速生成气候可行性论证报告，文字图表自动插入，排版美观。

3.5.3.9 能源保供气象

面向电网自然灾害监测预警、电网事故防范与应急处置、电力计划调度及能源发展中风能太阳能资源开发利用等应用场景，提供气象服务。

能源保供气象应用所需外部数据均通过政务网从一体化数据基础平台获取。应用运行所需的业务数据治理、模型计算、业务流程等均在安徽气象大数据云平台建设，对外服务产品通过政务网存储于一体化数据基础平台，并外部门和“三端”提供数据服务。

3.5.3.9.1 能源保供气象服务业务支撑

(1) 能源保供气象服务算法

①**电线覆冰厚度预报产品生成算法**：以覆冰增长基本物理原理和试验经验为依据，构建雨淞、雾淞等多种覆冰增长模型，基于高精度地形数据、天擎平台欧洲细网格数值预报数据制作未来 7 天逐日，1km×1km 电线覆冰厚度预报产品，其中 1-3 天时间分辨率 3 小时，4-7 天时间分辨率 6 小时。产品输出格式为 netCDF，存入气象大数据云平台文件专题库。

②**电线舞动风险预报产品生成算法**：将电线覆冰厚度预报产品结合欧洲细网格风速预报，通过历史舞动天气个例，划分舞动风险等级制作未来 7 天逐日，1km×1km 电线覆冰舞动风险等级预报。1-3 天时间分辨率 3 小时，4-7 天时间分辨率 6 小时。产品输出格式为 netCDF，存入气象大数据云平台文件专题库。

③**重要输电通道林区火险气象等级短期预报产品生成算法**：基于前期气候特征、降水实况、降水预报、湿度预报、风速预报、温度预报，结合植物物候特征，构建森林火险气象等级预报模型，输出未来 10 天逐日全省网格化森林火险气象等级预报，空间分辨率 5 km×5km。产品输出格式为 netCDF，存入气象大数据云平台文件专题库。

④**重要输电通道林区火险气象等级延伸期预报服务产品生成算法**：根据前期气候特征、气象干旱监测数据、中长期天气预报，结合植物物候特征，输出未来 15-30 天逐日全省分片区森林火险气象等级形势预报。产品输出格式为 netCDF，存入气象大数据云平台文件专

题库。

⑤电力负荷气象条件预报产品生成算法: 基于安徽省各地市电力负荷数据、同期气象要素等观测数据, 利用机器学习方法, 以市为单位建立电力负荷短期预测模型。生成未来 24 小时内的 16 个地市逐时电力负荷预测产品。产品为库表记录, 写入气象大数据虚谷数据库。

⑥辐射网格预报产品生成算法: 利用中国气象局风能太阳能气象预报系统 (CMA-WSP) 预报的地表太阳辐射、辐射实况观测数据, 对比辐射预报值与观测值, 分析该系统对太阳辐射的预报能力。凝练预报因子, 利用多云逐步回归、多种机器学习方法 (如 BP 神经网络、随机森林、梯度提升回归树等) 建立辐射预报订正模型, 对比分析, 选取最优方法对地表太阳总辐射进行订正, 建立 9km 分辨率的地表太阳辐射预报订正模型。将 9km 分辨率辐射预报订正格点数据插值成 1km 分辨率, 利用地形因素对 1km 分辨率太阳辐射进行订正, 生成未来 7 天 1km×1km 逐 15 分钟太阳辐射。产品输出格式为 netCDF, 存入气象大数据云平台文件专题库。

⑦风速网格预报产品生成算法: 利用中国气象局风能太阳能气象预报系统 (CMA-WSP) 预报的风速、风速实况观测数据, 对比风速预报值与观测值, 分析该系统对风速的预报能力。利用多种机器学习方法 (如 BP 神经网络、随机森林、梯度提升回归树等) 建立风速预报订正模型, 并对风速进行降尺度订正, 生成未来 7 天 1km×1km 逐 15 分钟风速。产品输出格式为 netCDF, 存入气象大数据云平台文件专题库。

（2）服务产品制作与发布

①服务产品制作与发布：为业务人员提供可自动化智能统计制作图形和文字产品的加工制作工具，在明确服务产品定制模板的基础上，有效集成专业气象信息展示和分析功能，加快推进人机交互处理和预报服务产品融合，提高服务产品的制作能力。根据不同的产品属性设定自动或者手动制作权限，自动制作的产品根据设定的制作条件自动生成。根据产品任务制作类型可分为定时任务、模板制作任务、条件触发任务，用于制作常规气象服务产品、定制化气象服务产品、电网保供气象决策服务产品。系统对接产品发布中台，实现服务产品的一键发布。

3.5.3.9.2 电网安全保障气象服务

面向电网自然灾害监测、电网事故防范与应急处置等应用场景，构建电网安全保障气象服务模块，支撑业务人员进行产品的加工制作和发布，实现面向能源部门安全监督管理以及企业运维所需的电网安全气象监测预报服务。

面向电网自然灾害监测、电网事故防范与应急处置等应用场景，构建电网安全保障气象服务模块，支撑业务人员进行产品的加工制作和发布，实现面向能源部门安全监督管理以及企业运维所需的电网安全气象监测预报服务。

（1）电网安全气象条件监测预警

①常规气象要素监控：气温、降水、湿度、风向、风速、能见度历史格点数据回溯、实况格点数据实时监测、预报格点数据滚动更新，要素数据支持叠加地图展示。**②预警通知：**当前生效的预警信号、历

史预警信号回溯、短临预警滚动通知等功能。③雷达监测：包括雷达组网拼图、外推路线叠加展示。④卫星云图：风云 4 号卫星遥感影像叠加地图展示。⑤闪电定位：包括闪电位置、正负闪类型、闪电强度等信息叠加地图展示。⑥台风路径：包括历史台风路径回溯、当前生效台风实时路径及各地模式预报路径查看，同时提供台风风圈半径（7 级、10 级、12 级）、台风移动方向、移动速度、中心压强等详细信息。

（2）关键位置气象灾害监测

实时对接常规气象站点、气象灾害实景站、闪电仪等气象监测数据，结合电力行业标准设定阈值，对电力系统重点关注区域（涵盖变电站、重要杆塔、发电厂站等）中出现的灾害性气象事件进行及时预警，同时根据实况信息的更新，自动调整告警级别和内容。

（3）重要输电通道气象风险预警

建立不同灾害性天气下电力设施的事故发生概率及电网各等级安全风险综合阈值，构建分灾种、分等级、量化的灾害风险预警模型机制。结合气象监测预报基础数据，绘制密集输电通道气象风险预警等级地图，根据风险阈值实时监测和提醒，实现密集输电通道气象风险的实时监测和及时预报预警。

（4）电网安全高影响天气预报预警

利用电线覆冰厚度预报产品、电线舞动风险预报产品、森林火险气象等级等网格预报产品，叠加电力设施位置，实现基于位置的精细化预报信息展示。根据行政区划、任意多边形范围、矩形、圆形等方

式展示预报结果。自定义统计时间范围、气象要素阈值，智能提取气象条件影响区域（如 35℃ 以上影响区域、8 级及以上大风影响区域）。针对单点，可显示预报时效内任期时间段的时序预报结果。结合电力系统重点关注区域，基于预报结果，实现时间提前量为 3 天的电网安全高影响天气自动预警服务，形成有别于传统气象的电力调度气象预警信号产品，产品包含高影响天气种类、预计发生时间、区域范围、强度等级、对电网安全影响程度、建议等。

（5）定制化服务产品加工制作

基于能源保供服务产品制作的基础能力，实现重点区域的强对流（雷雨大风、雷电等）、暴雨等高影响天气以及气象要素（温度、能见度、风向风速）的实况监测图形化产品制作功能。实现重点区域电线覆冰厚度、电线风舞动、森林火险气象等级等预报产品的图形化产品加工制作。

3.5.3.9.3 电力调度决策气象服务

面向电力生产调度、电力供需平衡、电力市场交易等应用场景，构建电力调度决策气象服务模块，支撑业务人员进行产品的加工制作和发布，实现面向能源部门和电力企业的气象服务，更好地辅助电力调度科学决策。

（1）电网负荷气象影响告警

建设电网负荷影响告警模块，对影响电网负荷的气候变化因素，包括夏季连续高温天气、冬季寒潮降温过程天气、日照、相对湿度等进行归集分析，建立电力负荷波动影响因子，并结合中短期天气预报

产品实现电网负荷实况的自动判别和预警信息发布。

（2）电力负荷预测产品显示

以色斑图和打点方式在地图上展示未来 24 小时的电力负荷预测产品，可实现动画播放。同时以列表展示 16 个地市的电力负荷预测，可按单个时次和多时次累计进行正序或倒序排列。支持以点击的方式，显示单站未来 24 小时的电力负荷预测结果。

（3）华东区域要素预报产品显示

提供未来 3-7 天华东区域逐日平均气温、最高和最低气温、降雨量等基本气象要素网格预报产品的显示。

（4）服务专报制作

①常规气象专报。通过接口定时调用省气象台制作的中短期（未来 3 天、7 天、10 天）预报内容，结合数值模式预报产品（EC、CMA、GFS 等）及天气实况信息（格点实况数据）进行智能分析，根据设定模板自动制作生成常规气象服务专报。②重要天气专报。聚焦电力行业特点和实际业务应用需求，结合电力调度计划的时间节点、特殊天气气候事件过程（如：梅雨间歇期、连续高温日、台风、寒潮过程等）、特殊时间段（如迎峰度夏、迎峰度冬、节假日等）、电力部门重大活动等工作需求，及时调用相应产品模板，实现服务专报的在线智能分析和快速产品制作、分发，形成与电力调度关键节点贴合的定制化服务产品。③气候专报。模块调用解析气候中心每月（季、年）底制作的次月（季、年）气候预测信息，结合电力行业特点和需求，配置预报模板和产品制作任务，系统支持自动制作生成图文并茂的电网气候

预测专报。

3.5.3.9.4 风能太阳能资源开发利用服务

面向风能太阳能资源开发规划、项目评估、出力预测等应用场景，构建风能太阳能资源开发利用服务模块，支撑业务人员进行产品的加工制作和发布，实现面向能源部门和能源企业的气象服务。

（1）风速风向监测

以色斑图和打点的方式显示全省范围内的风场网格实况、站点实况产品。支持对站点数据进行排序和筛选，筛选方式包括基于行政区划、多边形圈选、矩形和圆形范围。

（2）辐射网格预报产品

显示全省未来 7 天逐 15 分钟， $1\text{km}\times 1\text{km}$ 太阳辐射预报产品，支持按照行政区划、多边形圈选、矩形和圆形范围突出显示。可根据辐射值的范围突出显示影响区域。支持单点及多点时序显示，显示方式包括折线图、柱状图等。

（3）风速网格预报产品

提供全省未来 7 天逐 15 分钟， $1\text{km}\times 1\text{km}$ 风速预报，支持按照行政区划、多边形圈选、矩形和圆形范围突出显示。可根据风速值的范围突出显示影响区域。支持单点及多点时序显示，显示方式包括折线图、柱状图等。

（4）风能发电气象条件等级预报产品

提供全省未来 7 天风能发电气象条件等级预报，支持按照行政区划、多边形圈选、矩形和圆形范围突出显示。可根据气象条件等级的

范围突出显示影响区域。支持单点及多点时序显示，显示方式包括折线图、柱状图等。

（5）太阳能发电气象条件等级预报产品

提供全省未来 7 天太阳能发电气象条件等级预报产品，支持按照行政区划、多边形圈选、矩形和圆形范围突出显示。可根据等级的范围突出显示影响区域。支持单点及多点时序显示，显示方式包括折线图、柱状图等。

（6）新能源类产品图形化

基于产品制作与发布能力实现风能太阳能实况监测、预报等七类产品的图形化产品制作与发布功能。

（7）新能源类产品接口

实现风能太阳能等新能源开发利用风能太阳能实况监测、预报等七类气象服务产品的接口访问功能。

（8）风能太阳能资源年景评估

主要包括对 10 米和 70 米高度的年平均风速、平均风功率密度，年平均水平面总辐照量、最佳斜面总辐照量等风能太阳能资源情况和相对过去 10 年、30 年平均资源量变化情况进行分析；分析结果包含文字和图形产品（如风速分布图、辐照量变化图等，表现形式包括饼状图、列表、柱状图、折线图、空间分布图等）。支持基于目标那的评估报告文档自动输出，报告文档包括并不限于数据汇总、分析过程、结论建议等部分。

3.5.3.9.5 能源保供气象服务全流程监控

基于业务流程，以任务节点为监控目标，囊括“数据采集-监测预警-任务提醒-产品制作-分发监控”各任务阶段，对数据更新情况、任务制作情况、产品发布情况、网络硬件情况进行实时监控，异常情况时告警通知值班人员进行处理，进一步保障系统的正常运行。同时按照业务规范要求，监控子系统需对接气象综合业务实时监控系统“天镜”，实现集约化建设。

（1）数据更新监控

通过列表方式分类显示各项数据到报情况、到报时间和处理情况。数据发送状态有及时、逾限、超时、缺发四种，即绿色为及时、黄色为逾限、橘色为超时，红色为缺发；根据数据传输监控告警策略配置的每种数据的传输及时率阈值，某类资料未在指定时间阈值完成数据传输时，在监视界面予以告警显示。

（2）业务流程监控

以列表方式监控各业务流程点完成情况，包括任务项、计划完成时间、实际完成时间、是否故障等。通过列表显示各任务完成情况，红色表示未完成、绿色表示已完成、灰色表示未监测。

（3）产品状态监控

针对系统发布的服务产品进行监控，包括常规气象服务产品、定制化气象服务产品、电网保供气象决策服务产品等。定时制作发布的产品通过平台列表展示，迟到未发显示红色、已发显示绿色。临时性产品列表显示产品最新发布文件名及时间；支持对所有的产品监控信

息进行留痕管理，以列表格形式直观展示具体的发布时间、响应时间、发布次数、对外服务情况等信息。

（4）网络硬件监控

网络硬件监控模块主要目的是监控服务器集群运行状态和资源池使用情况，一旦异常及时告警。

服务器监控的内容包括：服务器基础信息（如 IP、机器名、操作系统、CPU 信息等）、CPU 及内存使用率、磁盘状态、进程状态等。

网络状态监控包括：网络拥挤程度、网络保障报警、文件的 FTP 服务监控、相关站点的 Web 服务监控等，以及访问本平台用户的监控。

上述监控内容可通过图形化方式直观展示监控数据。

（5）监控对接“天镜”

根据信息化集约要求，本项目业务监控需对接气象综合业务实时监控系系统“天镜”，实现集约化建设。

3.5.3.10 旅游气象

面向景区防灾减灾与安全管理、气候生态资源开发利用、公众旅游气象服务等应用场景，提供气象服务。

旅游气象应用所需外部数据均通过政务网从一体化数据基础平台获取。应用运行所需的业务数据治理、模型计算、业务流程等均在安徽气象大数据云平台建设，对外服务产品通过政务网存储于一体化数据基础平台，并外部门和“三端”提供数据服务。

3.5.3.10.1 景区安全保障气象服务

面向景区防灾减灾与安全管理等应用场景，搭建景区安全保障气

象服务模块，支撑针对景区的暴雨、雷电、大风等灾害性天气的监测预报预警等产品的加工制作和发布，实现面向旅游部门及旅游景区的专业化气象服务。

（1）旅游天气实况产品

旅游天气实况产品是一个为旅游者提供即时、准确的旅游景区及线路天气情况的服务。它整合了多源的气象数据，通过高效的数据处理算法和直观的可视化技术，为用户提供最新的天气信息，帮助他们更好地安排旅游行程，确保旅行的安全和舒适。

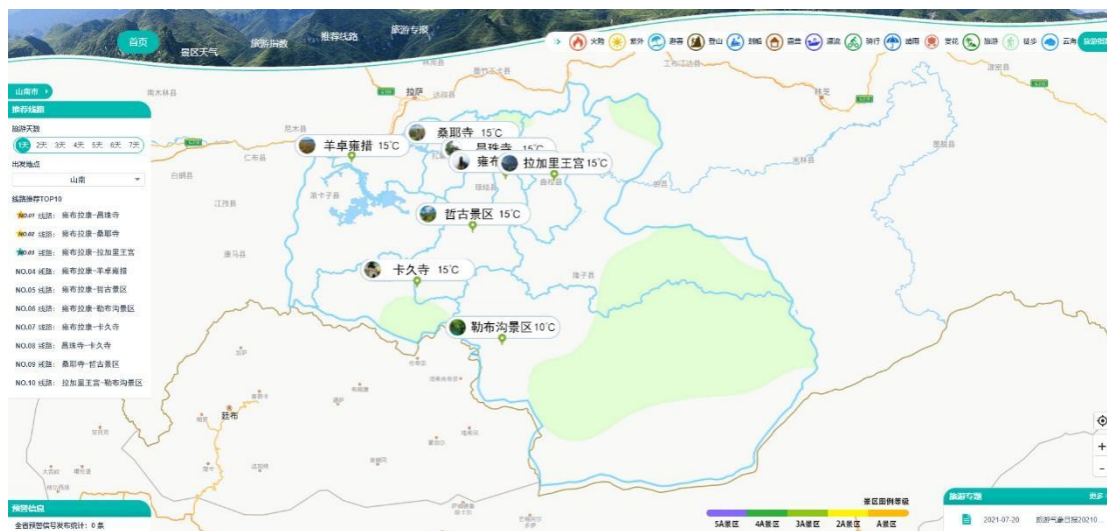


图 5.5.3.10- 1 旅游天气实况产品展示示意图

利用 GIS 地图数据的支撑，通过 GIS 形式查看旅游景点并实时显示旅游景区及旅游线路的天气情况，包括温度、湿度、风速、风向、天气状况（晴天、多云、雨、雪等）。用户可以随时查看景区的当前天气情况，以便做出合适的出行决策。

（2）旅游高影响天气监测产品

通过实时收集、处理和分析气象数据，该系统能够准确监测和预

警雷电、大风、暴雨、雨雪冰冻等可能对旅游活动和游客安全造成显著影响的天气现象。其目标是为旅游管理部门、景区运营商和广大游客提供及时、有效的天气信息，以保障旅游活动的顺利进行和游客的人身安全。

接入雷达拼图数据，通过高分辨率的雷达图像，实现对降雨、风场等气象要素的实时监测和分析。接入卫星云图数据，通过卫星遥感技术获取大范围的云层分布和演变信息。接入大气闪电仪数据，实时监测雷电发生。通过 GIS 形式制作景区雷电、大风、暴雨、雨雪冰冻等旅游高影响天气实况监测产品。

（3）景区雷电天气预报产品

景区雷电天气预报产品专注于为旅游景区提供未来 0-60 分钟雷暴大风落区预报产品。通过集成先进的气象探测设备、数据处理技术和预报算法，能够实现对景区雷电活动的实时监测、预警和预报，为游客和管理人员提供及时、准确的雷电天气信息，从而保障旅游活动的安全和顺利进行。

方法：利用机器学习多种算法，基于气象部门 6 分钟 1 公里分辨率的多普勒天气雷达资料，结合气象探空数据，获取雷暴云起电层的雷暴云雷达特征，输入模型，建立客观的精细化最优雷电落区预报模型。

产品：未来 0-30 分钟雷电预报和雷电风险等级预警产品。

特点：时空精细化，空间分辨率 1km，逐 6 分钟自动滚动修正预报，可有效避免漏报。

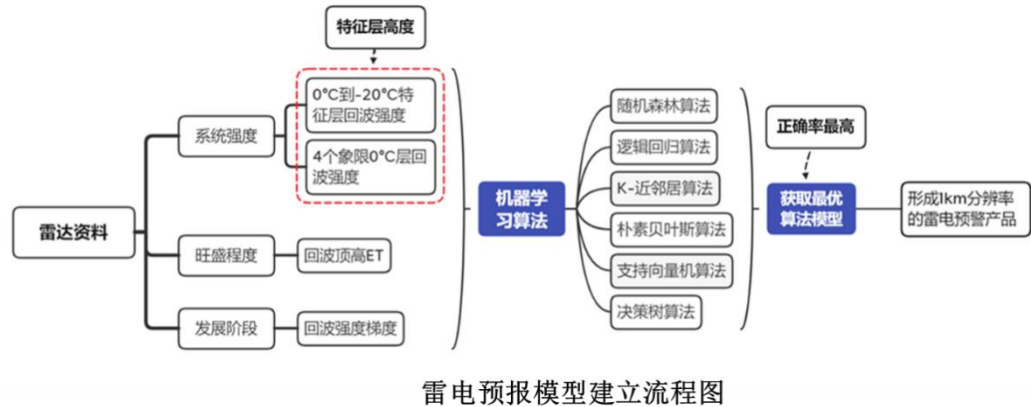


图 5.5.3.10- 2 雷电预报模型建立流程示意图

（4）景区大风天气预报产品

景区大风天气预报产品专注于为旅游景区提供未来 0-60 分钟雷暴大风落区预报产品。结合了先进的气象探测设备、数据处理技术和预报算法，确保能够实时监测、预警和预报景区内的大风天气，为游客和管理人员提供及时、准确的大风天气信息，以保障旅游活动的安全和顺利进行。

方法：基于全省高密度分钟级极大风实时监测数据，采用雷暴大风与雷达回波的动态匹配方法，识别可能出现雷暴大风的区域，再通过雷达回波外推技术对可能产生雷暴大风的区域进行外推。

产品：未来 0-60 分钟雷暴大风落区预报产品。

特点：时空精细化，空间分辨率 1km，逐 6 分钟自动滚动修正预报，可有效避免漏报。

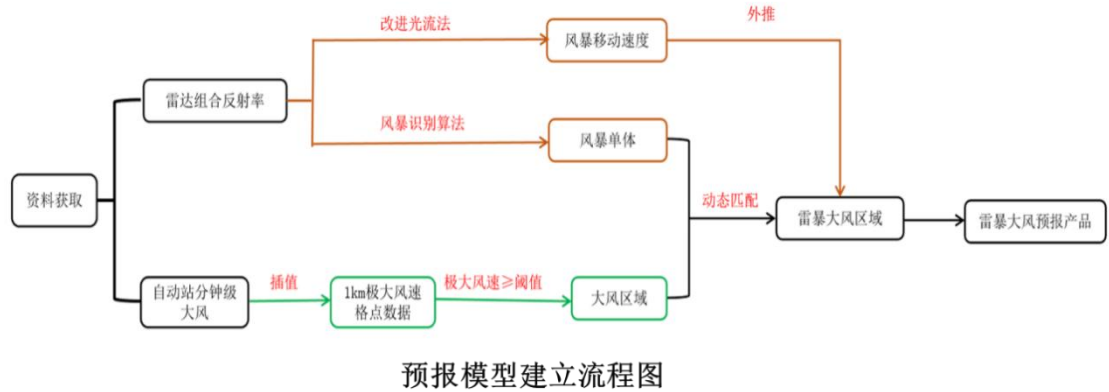


图 5.5.3.10- 3 雷暴大风预报模型建立流程示意图

（5）景区暴雨天气预报产品

旅游景区暴雨天气预报产品旨在为旅游景区提供准确、及时的暴雨天气信息，帮助游客和管理人员做好防范和应对措施。

模块通过接入高分辨率的气象雷达数据、卫星云图以及景区内部署的气象站观测数据，实时监测景区内的降雨情况，包括降雨量、降雨强度、雨带移动等。利用机器学习算法，通过对实时监测数据、历史气象数据和数值预报模式结果的综合分析，实现对暴雨天气的预警和短时预报。预报结果包括未来 3 小时内的降雨概率、降雨强度、雨带移动趋势等，为用户提供精细化的暴雨天气预报服务。

（6）景区高温天气预报产品

旅游景区高温天气预报产品通过实时监测、高温预警和短时预报功能，结合先进的数据融合与校准算法以及预警与预报算法，为旅游景区提供及时、准确的高温天气信息，帮助游客和管理人员做好防暑降温措施，确保游客的安全和健康。

通过接入气象站观测数据、卫星遥感数据等，实时监测景区内的气温、湿度、风速等气象要素，获取最新的高温天气信息。基于实时

监测数据和高温预警算法，系统能够自动判断高温天气的发生概率和强度，并发布相应的高温预警信息。预警信息包括预警等级、预计高温持续时间、最高气温预测等，帮助旅游管理、旅游企业等相关部门及时采取措施应对高温天气。

算法：利用物理过程模型、统计方法和机器学习技术，对气温变化进行预测，并给出未来 3 小时内最高气温和气温变化趋势。结合历史气象数据、机器学习方法，构建高温预警模型，对气温、湿度、风速等气象要素进行综合分析，判断高温天气的发生趋势，并发布相应的预警信息。

（7）景区雨雪冰冻天气预报产品

景区雨雪冰冻天气预报产品基于实时监测数据以及机器学习算法，提供未来 2 小时内逐 5 分钟的雨雪状态及降水量预报，空间分辨率高达 $1\text{km} \times 1\text{km}$ ，确保旅游景区内的管理人员和游客能够及时、准确地了解雨雪冰冻天气的发生和发展情况，从而做好相应的防范和应对措施。

（8）旅游高影响天气风险预警产品

本产品旨在为旅游景区景点提供雷电、大风、暴雨等高影响天气的风险预警服务，能够提供实时的天气监测、短临预警，为景区管理方和游客提供及时、准确的安全信息和避险建议。

雷电风险预警模型在雷电临近预报基础上，增加雷达组合反射率因子，利用决策树方法构建雷电风险预警模型。

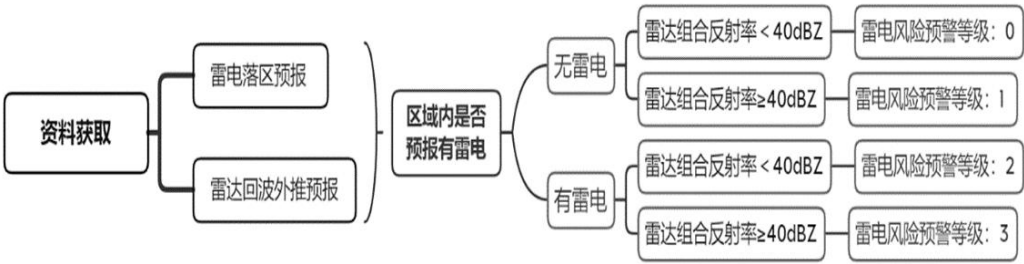


图 5.5.3.10- 4 雷电风险等级预警模型建立流程示意图

（9）景区气象安全保障类产品图形化及服务材料

实现景区气象安全保障类产品的图形化加工功能，需要依赖现代技术如大数据分析、地理信息系统（GIS）、可视化工具等。

图形化加工：使用 GIS 技术和可视化工具，将分析结果以图形的形式展现出来。这可以包括各种图表、地图、动画等。

产品集成：将图形化的气象服务产品集成到一个统一的平台或应用中。确保用户可以方便地访问和使用这些产品。

通过制作、发布和交互订正景区气象安全保障类产品服务材料，构建一个实时、高效、互动性强的气象安全保障体系。这将有助于提升游客的安全感知和满意度，减少气象事件对景区运营的影响，同时增强景区的吸引力和竞争力。

（10）景区气象安全保障类产品接口

为了确保景区气象安全保障类产品能够高效地与各类服务系统集成，实现信息的实时传递和交互，将详细规划并实现景区气象安全保障类产品的接口功能。这些接口将提供标准的数据格式和通信协议，以便不同的系统可以无缝对接，共同为景区提供准确、及时的气象安

全保障服务。

接口功能：提供旅游天气实况产品、旅游高影响天气监测产品、景区雷电天气预报产品、景区大风预报产品、景区高温天气预报产品、景区雨雪冰冻天气预报产品、旅游高影响天气风险预警产品等产品接口。

数据格式：采用 JSON 或 XML 格式，确保数据的可读性和易解析性。

通信协议：支持 HTTP、HTTPS、WebSocket 等通信协议，确保数据的稳定传输。

接口实现：编写详细的 API 文档，包括接口地址、请求参数、返回数据格式等信息，方便开发人员理解和使用。根据接口文档进行接口开发，确保接口功能的实现和性能的稳定。对接口进行严格的测试，包括单元测试、集成测试和压力测试等，确保接口的可用性和可靠性。

接口部署与发布：将接口部署到安全、稳定的服务器上，确保接口的稳定运行。通过 API 网关或接口管理平台对外发布接口，提供统一的访问入口。

接口安全性与权限管理：采用 OAuth、API Key 等身份验证机制，确保只有授权的用户或系统能够访问接口。实施基于角色的权限管理，对不同用户或系统分配不同的访问权限。对敏感数据进行加密处理，如使用 HTTPS 协议进行数据传输。定期进行安全漏洞扫描和风险评估，确保接口的安全性和稳定性。

（11）景区气象安全保障类产品监控

完成从数据到业务的全流程的监控以及对基础环境的监控，综合监控包含统计监控、数据传输监控、服务器资源监控、网络监控、进程监控、传输业务监控、数据流程监控、系统日志等，确保模块健康、高效运行，及时发现并处理潜在问题。

统计监控：对气象数据进行统计分析，监控数据的完整性、准确性和时效性。数据传输监控

数据传输监控：监控气象数据的传输过程，确保数据准确、完整地传输到旅游景区等目标系统。

服务器资源监控：监控服务器的 CPU、内存、磁盘空间等资源使用情况，确保服务器在高负载下稳定运行。监控服务器的负载均衡情况，避免单点故障和资源瓶颈。

网络监控：监控网络带宽、延迟和丢包率，确保网络连接的稳定性和可靠性。监控网络设备的运行状态，及时发现并处理网络故障。

进程监控：监控系统关键进程的运行状态，确保进程不会因为异常而崩溃或停止。监控进程的 CPU 和内存占用情况，及时发现性能瓶颈和资源泄露。

传输业务监控：监控气象数据的安全传输业务，确保数据的机密性、完整性和可用性。监控传输业务的稳定性和可靠性，确保数据在传输过程中不会丢失或损坏。

数据流程监控：监控气象数据的处理流程，确保数据经过正确的处理步骤和算法。监控数据流程的性能和效率，发现流程中的瓶颈和优化点。

系统日志监控：收集并分析系统日志，监控系统的运行状态和异常情况。通过日志监控及时发现并处理系统错误、安全事件和性能问题。

监控实施：选择合适的监控工具，如 Prometheus、Grafana、ELK Stack 等，部署在关键节点上。配置监控工具，确保能够收集并分析所需的监控数据。配置数据收集策略，确保监控数据能够实时、准确地收集到。利用数据分析工具对监控数据进行处理和分析，提取有价值的信息。设置报警规则，当监控数据超出阈值时触发报警。配置通知方式，如邮件、短信、钉钉等，确保相关人员能够及时收到报警通知。根据监控数据和报警信息定位问题原因。制定相应的处理方案并执行，确保问题能够得到及时解决。

（12）景区雷电防护管理

实现气象部门和文旅部门面向景区开展 A 级旅游景区防雷安全管理工作的支持功能。文旅、气象部门通过该模块提供防雷安全培训，通过该模块实现防雷科普宣传图文产品、视频产品等科普内容的管理及安全培训课程课件的管理；查看、审核景区上传的各类文档报告，如：景区雷电防护装置设计、防雷设施巡查和维护记录、防雷装置定期检测及整改记录。景区管理经营单位通过该模块上传景区防雷安全隐患自查报告并查看文旅、气象部门的审核结果，上报景区雷电灾害报告、景区开展监测预警系统建设情况，支持景区防雷安全责任人的登记、变更等。

防雷安全培训与科普宣传管理：文旅、气象部门通过模块提供防

雷安全培训，包括线上课程、视频教程等。模块支持上传和管理防雷科普宣传图文产品、视频产品等科普内容。提供安全培训课程课件的上传、编辑和发布功能。

文档报告审核与管理：景区管理经营单位通过模块上传景区雷电防护装置设计、防雷设施巡查和维护记录、防雷装置定期检测及整改记录等文档报告。文旅、气象部门通过系统查看、审核景区上传的各类文档报告，确保防雷安全工作的合规性和有效性。

景区防雷安全隐患自查与上报：景区管理经营单位通过系统上传景区防雷安全隐患自查报告，包括隐患的发现、整改措施及整改结果等。文旅、气象部门查看并审核景区自查报告，提供反馈意见和指导建议。

雷电灾害报告与监测预警系统建设情况上报：景区管理经营单位通过模块上报景区雷电灾害报告，包括灾害发生的时间、地点、影响范围、损失情况等。模块支持景区上报监测预警系统的建设情况，包括系统的安装、调试、运行状态等。

景区防雷安全责任人管理：模块支持景区防雷安全责任人的登记、变更等操作，确保责任人信息的准确性和时效性。提供责任人的信息查询和统计功能，方便文旅、气象部门对景区防雷安全责任人进行管理和监督。

3.5.3.10.2 气候生态品牌创建管理

气候生态品牌创建管理模块涵盖了线上申报、线上受理、品牌创建管理、用户管理和系统维护等多个方面。

（1）申报

实现申报地区的注册、登录、材料提交、进展查询、结果查询、意见反馈等功能。

申报界面设计：提供一个用户友好的界面，允许申请人在线填写关于气候生态品牌创建的相关信息。界面设计简洁直观，确保用户能够轻松理解并完成申报流程。

资料上传与预审：申请人可以在申报过程中上传必要的文件资料，如项目计划、证明材料等。系统会对上传的资料进行初步审核，确保资料的完整性和合规性，避免在后续审核过程中出现不必要的延误。

进度查询与通知：申请人可以随时登录系统查询申报进度，了解当前审核状态。同时，系统会通过邮件或短信等方式及时通知申请人关于申报进度的更新，确保信息的实时性和准确性。

（2）受理

实现气象部门的申报受理、省市县三级任务流转、进展反馈、结果公示等功能。面向安徽境内气候生态品牌的创建工作，通过搭建气候生态品牌创建管理模块，支撑“安徽避暑旅游休闲目的地”等气候生态品牌创建活动的开展，实现地区的线上申报、气象部门的线上受理。

受理界面：气象部门通过专用界面接收申请人提交的申报材料。界面会显示所有待受理的申请，方便气象部门工作人员进行管理和操作。

详细审核机制：气象部门工作人员会对接收到的申报材料进行详

细审核。审核内容包括材料的真实性、完整性、合规性等方面，确保申报项目符合气候生态品牌创建的标准和要求。

反馈与互动：审核完成后，系统会生成审核结果，并通过线上方式反馈给申请人。如果申请通过，系统会提供相应的证书或标识；如果申请未通过，系统会说明原因并提供改进建议。同时，申请人可以通过系统与气象部门进行互动，解答疑问或提出申诉。

（3）品牌创建管理

实现品牌库建设、数据分析与决策支持、品牌推广机制等功能。

品牌库建设：系统建立了一个气候生态品牌库，用于存储已成功创建的品牌信息。品牌库包括品牌名称、创建时间、创建单位、品牌标识等信息，方便用户查询和了解已成功创建的品牌情况。

数据分析与决策支持：系统利用大数据技术，对品牌创建活动进行数据分析。通过收集和分析申报数量、通过率、品牌影响力等数据指标，为决策提供支持，帮助相关部门制定更加科学合理的品牌创建政策和策略。

品牌推广机制：系统通过多种渠道对成功创建的品牌进行推广，提高品牌的知名度和影响力。推广渠道可以包括官方网站、社交媒体、旅游推广活动等，确保品牌能够得到更广泛的传播和认可。

（4）用户角色管理

对接统一认证模块，获取用户的基本注册信息。在此基础上实现用户角色划分与权限管理、个人信息管理等功能。

角色划分与权限管理：系统支持多种角色划分，包括申请人、审

核员、管理员等。每个角色都有相应的权限范围，确保系统的安全性和合规性。管理员可以对角色和权限进行配置和管理，确保不同用户只能访问和操作其权限范围内的内容。

个人信息管理：用户可以在系统中管理自己的个人信息，包括基本资料、联系方式等。这些信息对于申报和受理过程中的沟通联系非常重要，确保双方能够及时准确地获取所需信息。

（5）模块维护

实现数据备份与恢复、系统更新与升级、日志记录与审计。

数据备份与恢复：系统定期对重要数据进行备份，以防止数据丢失或损坏。同时，系统也提供了数据恢复功能，可以在需要时快速恢复数据到之前的状态，确保数据的完整性和可用性。

系统更新与升级：随着业务需求和技术发展的变化，系统需要不断更新和升级以适应新的要求。系统维护功能包括定期更新系统版本、修复漏洞、添加新功能等，确保系统的稳定性和先进性。

日志记录与审计：系统记录所有用户的操作日志，包括登录、申报、审核等操作。这些日志可以用于问题追踪和排查，也可以用于审计和合规性检查，确保系统的安全性和合规性。

3.5.3.10.3 气象旅游资源调查评估

面向旅游+气象的融合发展需求，搭建气象旅游资源调查评估模块，用于气象旅游资源的调查、评估、管理、统计及在线展示。该模块通过集成数据库技术、地理信息系统、多媒体展示工具等，实现气象旅游资源的高效管理、评价和利用，为地方政府、行业部门和景区

提供科学决策和优质服务。

（1）气象旅游资源调查管理

实现普查资料录入、审核入库、管理等角色的功能分配功能，实现对气象旅游资源有关的各类文字描述资料（地方志、旅游区与旅游点介绍、旅游规划与专题报告等）、各类图件资料（旅游资源专题图、反映旅游环境的专题图等）、照片、影像资料及其它有关资料的汇交、分类、存储功能，并实现基于数据库的气象旅游资源的统计（分类型、分地区）和展示功能。

资料录入与分类：支持各类文字描述资料（如地方志、旅游区介绍等）、图件资料（如专题图、环境图等）、照片、影像资料等的录入和分类。

审核与入库：提供资料审核机制，确保数据的质量和准确性，并将审核通过的资料存入数据库。

资料存储与管理：实现资料的分类存储，提供便捷的查询和检索功能。

统计与展示：基于数据库，实现气象旅游资源的分类型、分地区统计，并以图表、报告等形式展示。

（2）气象旅游资源评价

实现专家评价工作的发起、评价任务的分发、专家打分反馈、评价的工作或业务的流程监控、管理功能；实现气象资源的客观、主观相结合的综合评价及评价结果的管理功能，实现资源综合评价、分区评价、分类评价功能。实现气象旅游资源评价结果展示和统计功能。

评价任务发起：允许管理员或专家发起评价任务，设定评价目标和要求。

评价任务分发：系统将评价任务自动分发给相应的专家或评价团队。

专家打分与反馈：专家通过系统对资源进行打分，并提供评价意见和建议。

流程监控与管理：实时跟踪评价任务的进度，确保评价工作的高效进行。

综合评价与结果管理：结合主观和客观评价数据，进行资源的综合评价，并管理评价结果。

评价结果展示与统计：以图表、报告等形式展示评价结果，并提供统计分析功能。

（3）气象旅游资源开发利用

基于气象旅游资源单体，实现开发利用信息的管理功能，包括相关旅游产品、旅游线路、品牌建设及效益评估等信息的管理。

开发信息管理：记录和管理与气象旅游资源开发利用相关的旅游产品、旅游线路、品牌建设及效益评估等信息。

利用策略分析：基于资源评价和开发信息，进行资源利用策略的分析和优化。

效益评估与反馈：对开发利用效果进行定期评估，收集用户反馈，为后续开发提供指导。

（4）气象旅游资源在线展示

实现气象旅游资源的图片资料、视频资源的接入和展示功能，实现气象旅游资源的多维度的统计、展示功能。

多媒体资源接入：支持图片、视频等多媒体资源的上传和接入。

多维度展示：通过地图、虚拟现实等技术，实现气象旅游资源的多维度展示。

互动与查询：提供用户互动功能，如评论、分享等，并允许用户通过关键词、地理位置等方式查询资源信息。

3.5.3.10.4 公众旅游天气服务支撑

面向公众对旅游气象信息的需求，开发公众旅游天气服务支撑模块，支撑公众旅游气象服务产品的加工制作、服务推送管理、产品共享管理，实现面向公众的专业化、精细化气象服务。

（1）公众旅游天气实况产品

这一功能旨在提供旅游景区的体感温度以及舒适度等实时信息，以便公众在规划旅游行程时能够充分了解旅游目的地当前的天气状况，从而做出更合理的安排。

体感温度：结合气温、湿度、风速等因素，计算并发布体感温度信息，让公众更直观地了解当前的体感温度。实时提供体感温度，空间分辨率 $5\text{km} \times 5\text{km}$ 。基于插值法插值至景区，得到景区实时体感温度。

舒适度指数：结合气温、湿度、风速等因素，计算并发布舒适度指数，为公众提供穿衣、活动等方面的建议。实时提供舒适度指数，空间分辨率 $5\text{km} \times 5\text{km}$ 。基于插值法插值至景区，得到景区实时舒适

度指数。

（2）公众旅游天气预报产品

这一功能旨在提供旅游景区体感温度以及舒适度等预报信息，以便公众在规划旅游行程时能够充分了解旅游目的地未来的天气状况，从而做出更合理的安排。

体感温度：未来 7 天逐 3 小时体感温度预报，空间分辨率 $5\text{km}\times 5\text{km}$ ，每日更新 2 次。

舒适度指数：未来 7 天逐 3 小时舒适度指数预报，空间分辨率 $5\text{km}\times 5\text{km}$ ，每日更新 2 次。

（3）旅游指数预报产品

为了满足公众在旅游过程中对各类活动的特定需求，公众旅游天气服务支撑模块需要提供多样化的旅游指数预报产品。这些产品根据特定的气象条件和活动需求设计，帮助公众在规划旅游活动时做出更加明智的决策。以下是几种关键的旅游指数预报产品及其功能描述：

登山指数预报：登山指数预报产品旨在评估在特定天气条件下的登山活动的适宜性。该指数考虑风速、降水概率、气温、能见度等因素，构建登山指数，给出登山适宜性分级。提供未来 7 天逐 3 小时登山指数预报，空间分辨率 $5\text{km}\times 5\text{km}$ ，每日更新 2 次。

穿衣指数预报：根据对天气状况、气温、湿度、风等气象要素的分析研究，从中总结出的一种旨在提醒人们看天穿衣的气象指数。穿衣指数共分 8 级，指数越小，穿衣的厚度也就越薄。1—2 级：为夏季着装，指短款衣类，衣服厚度在 4 毫米以下；3—5 级：为春秋过

渡季节着装，从单衣、夹衣、风衣到毛衣类，服装厚度约在 4-15 毫米；6—8 级：为冬季着装，主要指棉服、羽绒服类，其服装厚度在 15 毫米以上。提供未来 7 天逐 3 小时穿衣指数预报，空间分辨率 5km×5km，每日更新 2 次。

摄影指数预报：摄影指数预报产品为摄影爱好者提供在不同天气条件下的拍摄建议。这包括最佳的拍摄时间、地点、光线条件等，帮助摄影爱好者捕捉到最美的瞬间。



图 5.5.3.10- 5 摄影指数预报示意图

高温中暑指数预报：中暑指数，是综合了气温、空气湿度、光照等天气因素对人体热承受力的影响进行的评述，以帮助人们注意防暑降温，提示人们避免在易中暑的环境下工作。提供未来 7 天逐 3 小时高温中暑指数预报，空间分辨率 5km×5km，每日更新 2 次。

紫外线强度指数预报：紫外线强度指数预报是一种重要的气象预报服务，它可以帮助人们了解未来一段时间内紫外线的强度，从而做

好防晒措施，保护皮肤和眼睛。根据您提供的信息，提供未来 7 天逐 3 小时紫外线强度指数预报，空间分辨率 $5\text{km} \times 5\text{km}$ ，每日更新 2 次。

漂流指数预报：漂流指数预报通常用于评估特定水域的漂流条件，如河流、湖泊或海洋，帮助人们了解在这些水域进行漂流活动的适宜性和安全性。提供未来 7 天逐 3 小时漂流指数预报，空间分辨率 $5\text{km} \times 5\text{km}$ ，每日更新 2 次。

（4）气象景观预报产品

研发花期、红叶、雪景、雾凇、云海等气象景观预报模型，制作花期、红叶、雪景、雾凇、云海预报产品。

云海预报：采用黄山光明顶气象站视频监控图片资料，根据云海图像识别模型构建云海观测历史时序数据集，同时结合地面观测气象要素资料和 NCEP/NCAR 再分析资料，提取影响云海的多元气象因子，通过多种深度学习算法，定量分析出相对湿度、降水、温度、风速等多元气象因子对云海条件形成的影响，建立基于深度学习的云海景观预报模型。



图 5.5.3.10- 6 黄山光明顶气象站视频监控云海图片

雾凇预报：选取 1-2 个代表地区，收集典型雾凇过程作为研究对象，分析雾凇发生、发展及演变规律。基于不同类型雾凇的形成机理和气象条件，分别选取雾凇预报因子，采用多种机器学习算法，分别建立代表地区的雾凇预报模型，形成客观化未来 1-7 天雾凇短期预报产品。开展雾凇预报模型泛化能力检验和模型优化，形成具有一定通用性的雾凇景观预报模型。

花期预报：选取 1-2 个代表地区，收集油菜花生育期资料和同期气象资料，筛选影响油菜花生长的关键气象因子。选取油菜花预报气象因子，基于油菜花历史气象资料，利用多种机器学习算法建立油菜花预报模型，



图 5.5.3.10-7 油菜花期预报

(5) “游安徽” 气象专题产品

推送旅游实况产品：基于旅游景区位置推送气象实况、气象预警信息。

推送旅游指数产品：基于现有房车营地位置推送露营指数、观星指数等信息。

推送旅游气象专题产品：推送冬季赏雪、夏季避暑等旅游气象专题产品。赏雪专题包括雪景推荐地点、赏雪最佳时机、高山雪景概率预报、雪天旅游建议等。避暑专题包括避暑最佳时机、避暑胜地推荐、体感温度预报、避暑旅游建议等。



图 5.5.3.10- 8 冬季赏雪专题



图 5.5.3.10-9

夏季避暑专题

推送旅游交通安全服务信息：结合交通气象条件影响预报，推送旅游交通安全服务信息。

图 5.5.3.10-10 旅游交通安全服务信息

实现公众旅游气象服务各类产品的图形化加工功能，需要依赖现代技术如大数据分析、地理信息系统（GIS）、可视化工具等。

产品集成: 将图形化的气象服务产品集成到一个统一的平台或应用中。确保用户可以方便地访问和使用这些产品。

通过制作、发布和交互订正公众服务类产品服务材料，有助于提升游客的体验感知和满意度，通过图形化加工功能，这种可视化展示方式可以提高用户的使用体验，使他们更快速地获取和理解信息。

（7）公众服务类产品接口

实现公众旅游气象服务各类产品的接口访问功能，意味着需要构建一个稳定、安全且易于集成的接口，使得第三方开发者、应用提供商或终端用户能够便捷地获取并使用这些气象服务产品。

接口定义与规范：明确公众旅游气象服务产品需要提供的接口功能，确定接口返回的数据格式，如 JSON、XML 等，以便于数据解析和集成，设计安全机制，如 API 密钥、OAuth 等，确保只有授权用户能够访问接口。使用如 Python、Java、Node.js 等后端语言开发 API，确保能够稳定、快速地响应请求。为气象数据设计数据库结构，确保数据的高效存储和查询。考虑接口的并发访问量，进行必要的性能优化，如使用缓存、负载均衡等。

接口测试与调试：对接口进行单元测试，确保每个功能都能正常工作。与其他系统或应用进行集成测试，确保接口在实际环境中的稳定性。模拟大量用户并发访问，测试接口的性能和稳定性。

接口文档：编写详细的接口文档，包括接口地址、请求参数、返回数据格式、错误码等，便于第三方开发者理解和使用。示例代码：提供示例代码，展示如何调用接口、处理返回数据等。

接口发布与推广：将接口部署到公网或私有云环境，确保外部用户能够访问。与其他旅游、交通、户外等相关行业进行合作，推广气

象服务接口，扩大用户群体。

接口监控与维护：使用监控工具对接口进行实时监控，及时发现并处理潜在问题。

维护：定期对接口进行更新和优化，修复已知问题，添加新功能。

（8）公众服务类产品监控

为了实现公众旅游气象服务各类产品的制作监控、异常告警及日志功能，能够自动检测服务的运行状态、识别异常情况，并记录相关日志以便于问题追踪和排查。

制作监控：设置定时任务，定期检查各类产品的制作状态，如是否按时完成、数据是否完整等。通过 API 或脚本定期检查服务的运行状态，如服务是否在线、响应时间等。使用如 Cron（Linux）或 Task Scheduler（Windows）来设置定时任务。使用如 curl、ping 等工具或自定义脚本进行状态检测。

异常告警：为各类监控指标设定阈值，如响应时间超过多少毫秒、服务宕机时间等。当监控指标超出阈值时，触发告警机制，如发送邮件、短信或推送通知到相关责任人。使用如 Zabbix、Prometheus 等监控工具进行阈值设定和告警。集成邮件、短信或推送通知服务，如 SendGrid、Twilio 等。

日志功能：收集各类产品的制作日志、服务运行日志、异常告警日志等。将日志存储到集中的日志存储系统中，如 Elasticsearch、Graylog 等。提供日志查询与分析功能，方便开发者或运维人员查看和分析日志。使用如 Logstash、Fluentd 等工具进行日志收集。使用

如 Elasticsearch 进行日志存储和查询。使用如 Kibana 进行日志的可视化展示和分析。

整合与展示：将制作监控、异常告警和日志功能整合到一个统一的界面中，提供直观的展示和操作。使用前端框架如 React、Vue 或 Angular 构建监控界面。使用后端框架如 Django、Flask 或 Node.js 提供后端支持和数据处理。

3.5.3.11 交通气象

交通气象场景建设主要通过实况监测与智能预报数据展示、综合交通气象服务、高影响天气预警、交通气象预警、交通气象服务业务支撑和后台管理等功能模块实现使用对象查询交通气象信息、高影响天气预警信息、交通气象服务产品和需求订阅，管理用户进行交通气象业务支撑和全流程监控报警，有效保障交通安全。建设功能包括分气象要素分高影响天气的数据展示，分行业、分渠道的交通气象服务，交通气象预警产品、服务产品的制作发布、历史数据统计分析、后台管理和业务监控等。

交通气象应用所需外部数据均通过政务网从一体化数据基础平台获取。应用运行所需的业务数据治理、模型计算、业务流程等均在安徽气象大数据云平台建设，对外服务产品通过政务网存储于一体化数据基础平台，并向外部门和“三端”提供数据服务。

5.5.3.11.1 实况监测模块

天气实况显示。设置实况监测界面，对接气象大数据云平台，调

用气象监测站网数据，与交通地理信息、安徽省行政区图叠加显示。调用的站点气象信息包括温度、湿度、能见度、降水、风向风速等要素的逐 10 分钟监测信息，支持点击不同气象要素按钮切换实况数据显示功能，支持点击站点查询历史数据功能。调用的站点基础信息包括站点名称、经纬度坐标、高速公路桩号、行业类别等，支持点击不同行业按钮切换行业站点显示功能，支持不同行业站点使用不同图标显示。

智能识别实况显示。对接中台，调用视频图像识别监测实况产品，与交通地理信息、安徽省行政区划图叠加显示。目前有浓雾等级智能识别监测产品和路面状态智能识别监测产品，支持点击不同高影响天气按钮切换不同智能识别实况产品显示。

5.5.3.11.2 智能预报模块

常规预报显示。设置智能预报界面，对接气象大数据云平台，调用智能网格预报，将温度、湿度、能见度、降水、风向风速等要素的逐 3 小时预报结果，与交通地理信息、安徽省行政区图叠加显示，支持点击不同气象要素按钮切换预报数据显示功能，支持点击不同行业按钮切换预报数据与地理信息显示功能，支持通过时间轴预报选取预报时次功能。

高影响天气预报显示。对接中台，调用高影响天气预报产品，与交通地理信息、安徽省行政区划图叠加显示。目前有大雾临近预报产品、大雾短期预报产品、路温预报产品、道路结冰预报产品和强天气交通影响预报产品，支持点击不同高影响天气按钮切换不同预报产品

显示，支持通过时间轴预报选取预报时次功能。

5.5.3.11.3 综合交通气象服务模块

公共交通气象服务。支持公众在实况监测界面，查询出行路线天气时显示关联地理信息和交通预警信息，即公众点击路段、航道或通航机场时，高亮显示选择的路段、航道或通航机场与关联的交通预警信息标志，支持点击标志显示具体交通预警信息。

高速公路气象服务—实况预警子功能。支持在实况监测界面，通过点击“高速公路”按钮，一键叠加显示高速公路网、关联站点天气实况和安徽省行政区图，自动进行高影响天气风险预警。

高速公路气象服务—天气预报子功能。支持在智能预报界面，通过点击“高速公路”按钮，一键叠加显示高速公路网、智能网格预报结果和安徽省行政区图，根据内置预警阈值体系分等级对高速公路标色显示。

国省道气象服务—实况预警子功能。支持在实况监测界面，通过点击“国省道”按钮，一键叠加显示国省道网、关联站点天气实况和安徽省行政区图，自动进行高影响天气风险预警。

国省道气象服务—天气预报子功能。支持在智能预报界面，通过点击“国省道”按钮，一键叠加显示国省道网、智能网格预报结果和安徽省行政区图，根据内置预警阈值体系分等级对国省道标色显示。

航运气象服务—实况预警子功能。支持在实况监测界面，通过点击“航运”按钮，一键叠加显示港口、航道网、关联站点天气实况和安徽省行政区图，自动进行高影响天气风险预警。

航运气象服务-天气预报子功能。支持在智能预报界面，通过点击“航运”按钮，一键叠加显示港口、航道网、智能网格预报结果和安徽省行政区图，根据内置预警阈值体系分等级对航道、港口标色显示。

通航机场气象服务-实况预警子功能。支持在实况监测界面，通过点击“通航机场”按钮，一键叠加通航机场、关联站点天气实况和安徽省行政区图，自动进行高影响天气风险预警。

通航机场气象服务-天气预报子功能。支持在智能预报界面，通过点击“通航机场”按钮，一键叠加显示通航机场、智能网格预报结果和安徽省行政区图，根据内置预警阈值体系分等级对通航机场标色显示。

铁路气象服务-实况预警子功能。支持在实况监测界面，通过点击“铁路”按钮，一键叠加铁路线、关联站点天气实况和安徽省行政区图，自动进行高影响天气风险预警。

铁路气象服务-天气预报子功能。支持在智能预报界面，通过点击“铁路”按钮，一键叠加显示铁路线、智能网格预报结果和安徽省行政区图，根据内置预警阈值体系分等级对铁路标色显示。

5.5.3.11.4 交通气象服务产品模块

交通气象服务产品显示。设置服务产品界面，对接中台，调用交通气象服务产品，支持按服务产品种类（日报、专报、节假日专报等）、按发布部门（省、市、县级）显示所有已发布的交通气象服务产品，同时支持往期调阅功能，按时间段检索展示调阅结果。

交通气象服务产品制作发布。在服务产品界面点击产品制作按钮，进入产品制作子界面。支持通过内置 WORD 编辑器进行交通气象服务产品模板预设（产品类别、标题、期数时间、发布单位、发布时间等）、高影响天气落区划片（调用交通地理信息、安徽省行政区图输出高影响天气落区图）、产品编辑（支持输入文字、调整字体字号、排版、上传插入图片、段落布局等功能）、产品审核以及自动化的产品制作等功能。对接中台，将制作好的交通气象服务产品推送发布，支持对已发送产品进行删除与覆盖操作。

交通气象服务产品检验。对接中台，调用交通气象服务产品和天气实况历史数据，在服务产品界面点击产品检验按钮，进入产品检验子界面，支持通过内置检验算法，利用天气实况（包括气象监测站实况和智能识别监测实况）对交通气象服务产品中高影响天气落区划片预报质量的自动检验，统计准确率、空报率、漏报率，支持一键生成统计结果进行预报质量评分，以图表形式展示。

5.5.3.11.5 交通气象预警模块

交通气象预警显示。对接中台，调用交通预警信息发布数据，在实况监测界面通过点击“交通预警”按钮与关联的交通地理信息一键叠加显示。支持点击交通气象预警按钮，即显示目前生效的具体预警内容同时显示受影响交通设施、位置等信息，并根据预警等级进行标色。

交通高影响天气风险预警。支持根据内置预警阈值体系，每 10 分钟轮寻检测天气实况（包括气象监测站实况和智能识别监测实况）

是否触发告警阈值。支持自动启动高影响天气风险预警（预警点位进行声光告警，同时对接中台向订阅对象发送预警短信）。

交通气象预警制作发布。对接中台，调用实况数据、预报数据和交通高影响天气风险预警启动情况，按照内置算法和预设交通预警信息模板，支持全省各级交通气象预警信息的制作。对接中台，一键生成、发布、解除交通预警信息。

预警统计。设置预警历史界面，对接中台，支持按时间段、分灾种、分等级统计交通气象预警的历史数据，统计结果显示发布个数和具体条目，以图表形式展示在该界面显示。

5.5.3.11.6 交通气象服务业务支撑模块

浓雾等级图像识别。调用交通视频图像识别数据，通过内置浓雾等级视频图像识别模型，生成浓雾等级智能识别监测实况产品，对接中台推送，支持在天气实况界面与交通地理信息、安徽省行政区图叠加显示。点击点位图标可显示当前时次视频图像、识别能见度数值、浓雾等级、站点名称、位置等信息。

路面状态图像识别。调用交通视频图像数据，通过内置路面状态视频图像识别模型，生成路面状态智能识别监测实况产品，对接中台推送，支持在天气实况界面与交通地理信息、安徽省行政区图叠加显示。点击点位图标可显示当前时次视频图像、识别路面状态（路面积雪、路肩积雪、积水、潮湿、干燥）、站点名称、位置等信息。

大雾临近预报。调用天气实况和智能网格预报数据，通过大雾临近预报模型，定时自动制作格点化大雾临近预报产品（未来 1 小时全

省最低能见度，更新频率每小时整点），对接中台推送发布，支持在天气预报界面与交通地理信息、安徽省行政区图叠加显示。

大雾短期预报。调用智能网格预报数据，通过大雾短期预报模型，定时自动制作格点化大雾临近预报产品（未来 24 小时全省最低能见度，更新频率每天），对接中台推送发布，支持在天气预报界面与交通地理信息、安徽省行政区图叠加显示。

路面温度预报。调用天气实况和智能网格预报数据，通过路温预报模型，定时自动制作格点化路温预报产品（未来 3 小时全省最高温度和最低温度，逐 3 小时更新），对接中台推送发布，支持在天气预报界面与交通地理信息、安徽省行政区图叠加显示。

道路结冰预报。调用天气实况和智能网格预报数据，通过道路结冰预报模型，定时自动制作格点化道路结冰预报产品（未来 3 小时全省道路结冰风险等级，逐 3 小时更新），对接中台推送发布，支持在天气预报界面与交通地理信息、安徽省行政区图叠加显示。

强天气交通影响预报。调用天气实况和智能网格预报数据，通过强天气交通影响预报模型，定时自动制作格点化强天气交通影响预报产品（未来 3 小时全省强天气交通影响等级，逐 3 小时更新），对接中台推送发布，支持在天气预报界面与交通地理信息、安徽省行政区图叠加显示。

5.5.3.11.7 后台管理模块

①公众、行业用户后台管理

需求订阅。在后台管理界面，支持使用对象对综合交通不同行业

服务产品、预警信号、告警短信进行单项个性化订阅，仅在用户订阅的产品、预警更新时进行提醒。

风险阈值管理。在后台管理界面，支持使用对象对不同气象要素风险阈值进行个性化管理，包括调整高影响天气阈值上下限、分级级别数与子阈值、各级颜色及描述等。

区域配置。在后台管理界面，支持使用对象根据需求，通过勾选气象监测站配置关注区域，过滤预警信息，仅在用户订阅的区域有产品、预警更新时进行提醒。

资料分析。在后台管理界面，支持按时间段、分气象要素种类进行交通天气实况历史资料特征值、变化趋势等统计结果的可视化展示。

②管理用户后台管理

地理信息服务。对接气象行业统一地理信息模块，调用基础地理信息服务，在进行部分功能显示时使用安徽省行政区划图作为底图。

交通地理信息服务。将路网、航道、港口、铁路网、机场等交通地理信息存入模块数据库，在进行部分功能显示时叠加安徽省行政区划图作为底图，支持输入经纬度坐标和点位类型进行数据库更新。

视频图像数据清洗处理。支持根据内置算法结合气象监测站数据对交通摄像头图像数据开展质控，将质控不合格和明显具有质量问题的图像剔除数据库，不予显示和进行智能识别。符合质控的视频图像向中台推送供其他模块调用。

视频图像数据质量监控。在后台管理界面，点击图像质控按钮，支持分析统计交通摄像头图像数据质量（分地市图像采集数量、识别

有雾图像比例、图像采集正常摄像头比例)，统计结果按时间段输出，以图表形式展示。

恶劣天气交通影响评估。在后台管理界面，点击影响评估按钮，支持根据交通恶劣天气监测预警强度、范围、持续时间等信息，结合影响路段范围、流量、管制、事故等信息评估恶劣天气交通影响情况，评估结果可按时间段统计输出，以图表形式展示。

用户管理。在后台管理界面，对接气象行业使用对象认证与管理中台，根据使用对象采用的认证方式，系统对使用对象填写并提交的信息进行自动审核，审核通过后为使用对象创建账号。公众用户仅提供实况监测、智能预报、交通气象预警和服务产品显示、查阅功能，不显示综合交通交通相关内容；行业用户在公众用户的基础上增加显示综合交通气象服务相关内容；管理员可使用全部功能，除各项显示、查阅功能外，还可进行交通气象预警、服务产品制作发布、统计分析等其他各项功能。在后台管理界面，支持管理员对其他用户进行修改、注销等操作，支持管理员对使用对象信息查看、修改、禁用、解禁和注销等操作。

5.5.3.11.8 交通气象数据接口

为了确保监测预报预警信息和交通气象服务产品能够高效地与公安、交通等部门服务系统集成，实现信息的实时传递和交互，将详细规划并实现监测预报预警信息和交通气象服务产品的接口功能。接口将提供标准的数据格式和通信协议，以便不同的系统可以无缝对接，共同为景区提供准确、及时的气象安全保障服务。

接口功能：提供旅游天气实况产品、旅游高影响天气监测产品、景区雷电天气预报产品、景区大风预报产品、景区高温天气预报产品、景区雨雪冰冻天气预报产品、旅游高影响天气风险预警产品等产品接口。

数据格式：采用 JSON 或 XML 格式，确保数据的可读性和易解析性。

通信协议：支持 HTTP、HTTPS、WebSocket 等通信协议，确保数据的稳定传输。

接口实现：编写详细的 API 文档，包括接口地址、请求参数、返回数据格式等信息，方便开发人员理解和使用。根据接口文档进行接口开发，确保接口功能的实现和性能的稳定。对接口进行严格的测试，包括单元测试、集成测试和压力测试等，确保接口的可用性和可靠性。

接口部署与发布：将接口部署到安全、稳定的服务器上，确保接口的稳定运行。通过 API 网关或接口管理平台对外发布接口，提供统一的访问入口。

接口安全性与权限管理：采用 OAuth、API Key 等身份验证机制，确保只有授权的用户或系统能够访问接口。实施基于角色的权限管理，对不同用户或系统分配不同的访问权限。对敏感数据进行加密处理，如使用 HTTPS 协议进行数据传输。定期进行安全漏洞扫描和风险评估，确保接口的安全性和稳定性。

5.5.3.11.9 交通气象服务全流程监控

基于业务流程，以任务节点为监控目标，囊括“数据采集-监测

预警-任务提醒-产品制作-分发监控”各任务阶段，对数据更新情况、任务制作情况、产品发布情况、网络硬件情况进行实时监控，异常情况时告警通知值班人员进行处理，进一步保障系统的正常运行。同时按照业务规范要求，监控子系统需对接气象综合业务实时监控系统“天镜”，实现集约化建设。

数据更新监控。通过列表方式分类显示各项数据到报情况、到报时间和处理情况。数据发送状态有及时、逾限、超时、缺发四种，即绿色为及时、黄色为逾限、橘色为超时，红色为缺发；根据数据传输监控告警策略配置的每种数据的传输及时率阈值，某类资料未在指定时间阈值完成数据传输时，在监视界面予以告警显示。

业务流程监控。以列表方式监控各业务流程点完成情况，包括任务项、计划完成时间、实际完成时间、是否故障等。通过列表显示各项任务完成情况，红色表示未完成、绿色表示已完成、灰色表示未监测。

产品状态监控。针对系统发布的服务产品进行监控，包括常规气象服务产品、定制化气象服务产品、电网保供气象决策服务产品等。定时制作发布的产品通过平台列表展示，迟到未发显示红色、已发显示绿色。临时性产品列表显示产品最新发布文件名及时间；支持对所有的产品监控信息进行留痕管理，以列表格形式直观展示具体的发布时间、响应时间、发布次数、对外服务情况等信息。

网络硬件监控。网络硬件监控模块主要目的是监控服务器集群运行状态和资源池使用情况，一旦异常及时告警。服务器监控的内容包括：服务器基础信息（如 IP、机器名、操作系统、CPU 信息等）、CPU

及内存使用率、磁盘状态、进程状态等。网络状态监控包括：网络拥挤程度、网络保障报警、文件的 FTP 服务监控、相关站点的 Web 服务监控等，以及访问本平台用户的监控。上述监控内容可通过图形化方式直观展示监控数据。

监控对接“天镜”。根据信息化集约要求，本项目业务监控需对接气象综合业务实时监控系统“天镜”，实现集约化建设。

5.5.3.11.10 移动端移植

皖事通端移植。将网页服务端的所有功能移植到皖事通服务端，使使用对象可在移动设备上获取网页服务端所有交通气象服务功能，支持个性化订阅、配置等操作。

3.5.4 数据治理开发

数据治理开发旨在持续完善数据管理体系，打通信息链和数据流，提升数据质量，实现数据“清洁”，以支撑运营效率提升和经营结果的真实呈现，实现智慧数据驱动有效增长，充分实现数据资产价值。

本项目在开展气象监测预警业务能力建设时，基于安徽省一体化数据基础平台和气象大数据云平台“天擎·安徽”开展建设，补充完善气象数据标准、完善交换质控系统提升数据质量，健全气象大数据资源库。并在此基础上不断研发算法，提升产品加工能力，开发大数据算法，提升数据挖掘分析能力，完善大数据管理功能，完善服务接口，建立业务监控系统，提升数据服务能力。

数据治理开发工作结束，形成如下交付成果：

（1）与项目相关的数据目录。提供一个组织中所有数据资产的详细目录，包括数据的来源、存储位置、负责人以及如何访问这些数据。

（2）数据质量报告。分析与项目相关数据的质量，包括准确性、完整性、一致性和可靠性等指标的报告，以及提出改进数据质量的措施。

（3）提供数据标准设计报告。包括数据项标准、数据集标准以及数据质量标准。数据项标准定义每个数据项的标准，如数据类型、长度、允许的值、格式等。数据集标准描述数据集的组成，包括数据项的组合和数据集的结构。数据质量标准设定数据质量的标准，包括准确性、完整性、一致性、及时性等指标。

（4）数据架构规划报告。对我省气象业务数据采集、存储、服务提供规划，提出建设性意见和建议。

（5）主题库。在相关数据标准基础上，建成业务内网和一体化平台两个主题库，提供数据传输和数据监控服务。

3.5.4.1 数据治理

本项目新增数据治理和存量数据治理所涉及的系统为气象监测预警在线项目建设的业务应用。相关的数据主要包括气象观测实况数据、气象预报产品以及服务产品，另外依托本项目建设，根据业务需要形成专题库。

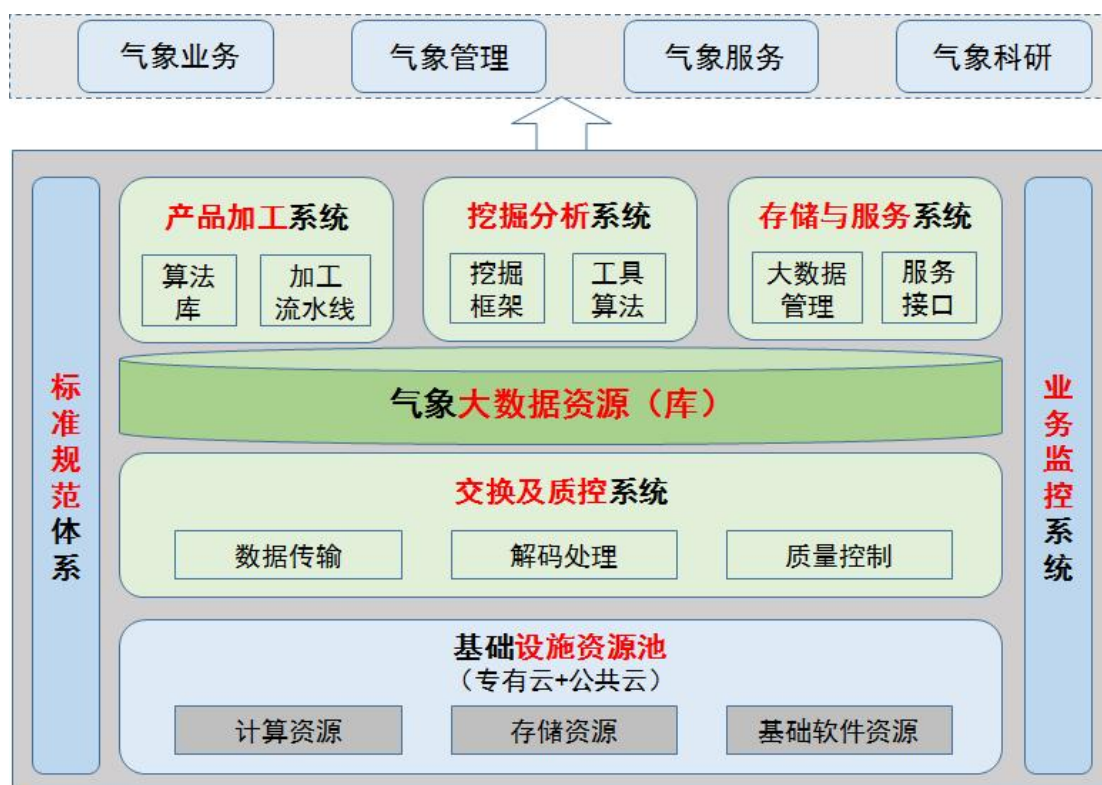


图 5.5.4.1-1 气象大数据云平台数据存储架构图

3.5.4.1.1 数据标准设计

数据标准管理是数据资产管理的基础性工作，提供统一的数据标准定义，是衡量数据资产运营和管理水平的评估依据。通过数据标准管理的实施，实现数据的规范性、开放性和共享性管理，提高数据管理水平。气象大数据云平台“天擎·安徽”已经建立了数据标准管理功能，气象监测预警在线项目主要是在一体化平台建立数据标准和管理功能，提供以下功能：

（1）标准字典管理：提供标准字典的编辑、新增、导入和删除等功能，用于业务数据的标准化管理。提供多层次分类的树状目录，用于分类展示标准字典，实现标准字典目录的快速检索。

（2）数据元管理：提供数据元的新增、编辑、删除、导入、导出和查看等功能，用于标准化管理业务字段信息。数据元信息主要包

括数据元名称、内部标识符、英文名称、中文全拼、数据元目录、字段列名、字段类型、字段长度、参考标准、值域等，同时，支持以目录方式展示数据元。

（3）数据源字典管理：提供数据源字典的新增、编辑、删除和查看等功能，用于管理和维护各业务系统未进行标准化之前的字典。数据源字典信息主要包括数据库名称、schema、字典表名称、字典名称、所属分类、是否树状结构以及字典项信息等，同时，支持以目录方式展示数据源字典。

3.5.4.1.2 数据架构设计

数据架构设计通过数据治理将零散的数据进行治理，实现多源异构大数据汇聚的跨界融合，形成统一的数据资源并存储，气象数据架构如下图所示。本项目需要在气象大数据云平台建立支撑各个模型和各业务系统的主题库和共享接口，在一体化平台建设支持组件沉淀需求的数据和接口服务，为“皖事通办”三端提供天气类数据支撑。

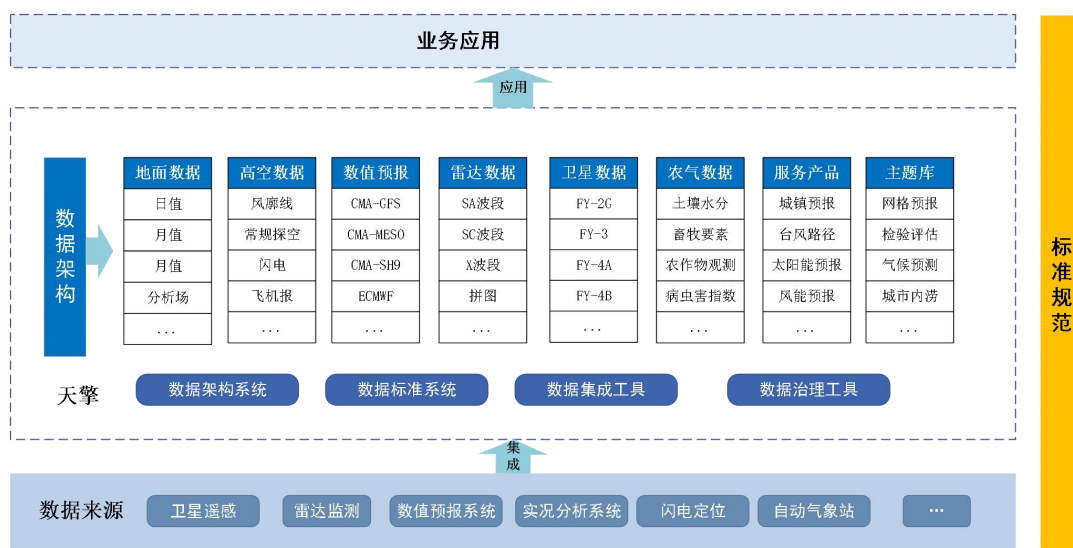


图 5.5.4.1-2 气象数据架构图

L1 业务域为安徽省气象监测预警业务，主要描述气象部门数据

管理；L2 主题域主要分为精细化网格天气实况、精细化网格天气预报、实时天气预警等三个方面；L3 业务对象是数据架构的核心层，其中精细化网格天气实况的业务对象主要包括实时天气的观测实况数据，网格分辨率为 1 公里；L4 逻辑实体主要有网格降水、温度、风、相对湿度等数据，包括小时降水、日降水、小时温度、日最高/最低温度、风向风速和小时相对湿度等要素。

本项目需要治理 15 个（类）数据库 314 张表，具体如下：

表 5.5.4.1-1 数据治理库表明细表

数据库	序号	主要数据表	说明
地面气象站点实况	1	站点信息表	
	2	站点信息变更表	
	3	常规要素日值表	
	4	常规要素月值表	
	5	常规要素年值表	
	6	水文降水数据表	
	7	自然资源降水数据表	
	8	暴雨灾害风险预估数据表	
	9	干旱灾害风险预估数据表	
	10	高温灾害风险预估数据表	
	11	低温灾害风险预估数据表	
	12	气象灾害综合风险预估表	
	13	台风实况数据表	
高空数据	14	站点探空数据表	
	15	站点对流参数表	
	16	闪电定位数据表	
	17	风廓线雷达数据表	
	18	飞机报数据表	
	19	GPS 探空数据表	

智能网格预报库	20	ahmos 湿度表	
	21	ahmos 降水表	
	22	ahmos 最高温表	
	23	ahmos 最低温表	
	24	ahmos 温度	
	25	ahmos 东西风	
	26	ahmos 南北风	
	27	cfsv2 降水表	
	28	cfsv2 最高温表	
	29	cfsv2 最低温表	
	30	cfsv2 温度表	
	31	cmah9 上海 9 降水	
	32	cmpa 降水表	
	33	cpsv3 高度表	
	34	cpsv3 降水表	
	35	cpsv3 最高温表	
	36	cpsv3 最低温表	
	37	cpsv3 温度	
	38	cpsv3 东西风	
	39	cpsv3 南北风	
	40	ecmwf 对流有效位能	
	41	ecmwf 降水表	
	42	ecmwf 能见度	
	43	ecmwf 云量	
	44	ecmwf 温度	
	45	ecmwf 东西风	
	46	ecmwf 南北风	
	47	ecmwf 模式 k 指数	
	48	ecmwf 湿度表	
	49	ecmwf 高度表	
	50	edds 降水表	
	51	edds 最高温表	

52	edds 最低温表	
53	edds 温度	
54	edds 东西风	
55	edds 南北风	
56	edds 高云	
57	edds 低云	
58	edds 中云	
59	eddssh 降水表	
60	eddssh 最高温表	
61	eddssh 最低温表	
62	eddssh 温度	
63	eddssh 东西风	
64	eddssh 南北风	
65	eddssh 高云	
66	eddssh 低云	
67	eddssh 中云	
68	hrcl das 湿度表	
69	hrcl das 最高温表	
70	hrcl das 最低温表	
71	hrcl das 风速	
72	hrcl das 东西风	
73	hrcl das 南北风	
74	inca 阵风	
75	inca 冰雹	
76	inca 闪电	
77	inca 降水	
78	s2sbabj 高度表	
79	s2sbabj 降水表	
80	s2sbabj 最高温表	
81	s2sbabj 最低温表	
82	s2sbabj 温度	
83	s2sbabj 东西风	

	84	s2sbabj 南北风	
	85	s2secmf 高度表	
	86	s2secmf 降水表	
	87	s2secmf 最高温表	
	88	s2secmf 最低温表	
	89	s2secmf 温度	
	90	s2secmf 东西风	
	91	s2secmf 南北风	
	92	scmoc 云量	
	93	scmoc 湿度表	
	94	scmoc 风暴	
	95	scmoc 相态	
	96	scmoc 降水表	
	97	scmoc 最高温表	
	98	scmoc 最低温表	
	99	scmoc 温度	
	100	scmoc 能见度	
	101	scmoc 东西风	
	102	scmoc 南北风	
	103	sfpc 云量	
	104	sfpc 湿度表	
	105	sfpc 风暴	
	106	sfpc 相态	
	107	sfpc 降水表	
	108	sfpc 最高温表	
	109	sfpc 最低温表	
	110	sfpc 温度	
	111	sfpc 能见度	
	112	sfpc 东西风	
	113	sfpc 南北风	
	114	smerge 云量	
	115	smerge 湿度表	

	116	smerge 相态	
	117	smerge 降水表	
	118	smerge 最高温表	
	119	smerge 最低温表	
	120	smerge 温度	
	121	smerge 东西风	
	122	smerge 南北风	
	123	spcc 云量	
	124	spcc 湿度表	
	125	spcc 风暴	
	126	spcc 相态	
	127	spcc 降水表	
	128	spcc 最高温表	
	129	spcc 最低温表	
	130	spcc 温度	
	131	spcc 能见度	
	132	spcc 东西风	
	133	spcc 南北风	
	134	spcc 天气现象	
预报及检验数据库	135	预警信号检验记录表	
	136	自定义预报检验记录表	
	137	预报参与人员信息表	
	138	预报参与单位信息表	
	139	临近降水预报表	
	140	临近温度预报表	
	141	临近风速预报表	
	142	临近雷电预报表	
	143	临近冰雹预报表	
	144	站点常规预报表	
	145	智能网格预报表	
	146	数值预报检验表	
	147	台风预报数据库	

	148	预警信号表	
	149	临近降水预报对应实况表	
	150	临近温度预报对应实况表	
	151	临近风速预报对应实况表	
	152	临近雷电预报对应实况表	
	153	临近冰雹预报对应实况表	
	154	站点常规预报对应实况表	
	155	智能网格预报对应实况表	
	156	数值预报检验对应实况表	
	157	延伸期气候预测预报表	
	158	月气候预测结果表	
	159	季气象预警结果表	
	160	延伸期气候检验结果表	
	161	月气候预测检验结果表	
	162	季气候预测检验结果表	
雷达数据库	163	S 波段雷达产品索引表	
	164	S 波段雷达产品	
	165	S 波段雷达基数据索引表	
	166	S 波段雷达基数据	
	167	X 波段雷达产品索引表	
	168	X 波段雷达产品	
	169	X 波段雷达基数据索引表	
	170	X 波段雷达基数据	
	171	雷达拼图产品索引表	
	172	雷达拼图产品	
	173	雷达风暴信息表	
	174	雷达短时强降水识别产品	
	175	雷达下击暴流识别产品	
	176	雷达低空急流识别产品	
	177	雷达龙卷识别产品	
	178	雷达阵风锋识别产品	
卫星数据库	179	FY-2E 卫星产品索引表	

	180	FY-2E 卫星产品	
	181	FY-2F 卫星产品索引表	
	182	FY-2F 卫星产品	
	183	FY-2G 卫星产品索引表	
	184	FY-2G 卫星产品	
	185	FY-3A 卫星产品索引表	
	186	FY-3A 卫星产品	
	187	FY-3B 卫星产品索引表	
	188	FY-3B 卫星产品	
	189	FY-3C 卫星产品索引表	
	190	FY-3C 卫星产品	
	191	FY-3D 卫星产品索引表	
	192	FY-3D 卫星产品	
	193	FY-4A 卫星产品索引表	
	194	FY-4A 卫星产品	
	195	FY-4B 卫星产品索引表	
	196	FY-4B 卫星产品	
农业气象数据库	197	农业气象资料原始报表	
	198	土壤水分日值表	
	199	土壤水分旬值表	
	200	土壤水分月值表	
	201	土壤水分年值表	
	202	农业气象畜牧要素资料表	
	203	小麦观测表	
	204	水稻观测表	
	205	油菜观测表	
	206	大豆作物观测表	
	207	病虫害指数表	
	208	农田小气候仪观测数据表	
	209	农田小气候和作物实景观测	
	210	干旱综合产品索引表	
	211	干旱综合产品	

	212	安徽水稻稻曲病综合气象条件	
	213	安徽省小麦赤霉病综合气象条件	
	214	安徽省油菜菌核病综合气象条件	
	215	安徽省日尺度标准化前期降水综合指数	
	216	安徽逐日参考作物蒸散量	
	217	安徽农用天气预报订正产品	
	218	农业气象灾害要素资料	
生态气象库	219	生态气象原始报表	
	220	生态气象大气要素数据时值	
	221	生态气象大气要素数据日值	
	222	生态气象大气要素数据旬值	
	223	生态气象大气要素数据月值	
	224	生态气象大气要素数据年值	
	225	大气污染气象条件预报	
	226	空气质量预报	
	227	重现期气象参数表	
	228	工程气象参数表	
服务产品库	229	天气情况快报	
	230	气象信息专报	
	231	农业气象监测报告	
	232	农业气象灾害风险预警服务	
	233	农用天气预报	
	234	农情遥感监测服务	
	235	农业气候资源分析与应对气候变化服务	
	236	作物产量气象模拟评估报告	
	237	流域气象专报	
	238	淮河流域气候公报	
	239	中小河流洪水气象风险预警	
	240	水库洪水气象风险预警	
	241	气象灾害影响评估报告	
	242	地质灾害气象风险预警	
	243	消防应急气象服务	

244	重大活动气象服务	
245	城市内涝气象风险预警	
246	气象旅游资源调查评估产品	
247	输电线路暴雨预报产品	
248	电线覆冰预报产品	
249	电线风舞动预报产品	
250	输电线路火险气象等级预报产品	
251	输电线路巡检气象指数预报产品	
252	安徽省城镇精细化实况产品	
253	安徽省精细化要素预报产品	
254	华东区域要素预报产品	
255	体感温度预报产品	
256	气候趋势预测预报产品	
257	调度决策类产品	
258	风实况产品	
259	太阳辐射实况产品	
260	太阳辐射精细化预报产品	
261	风精细化预报产品	
262	风能发电气象条件等级预报产品	
263	太阳能发电气象条件等级预报产品	
264	安徽风能太阳能资源年景评估产品	
265	旅游天气实况产品	
266	旅游高影响天气监测产品	
267	景区雷电天气预报产品	
268	景区大风天气预报产品	
269	景区暴雨天气预报产品	
270	景区高温天气预报产品	
271	景区雨雪冰冻天气预报产品	
272	旅游高影响天气风险预警产品	
273	气象旅游资源调查评估产品	
274	公路路段影响等级预警产品	
275	通用航空天气预报和预警产品	

	276	综合交通气象服务产品	
	277	人影作业指导产品	
影响天气业务库	278	人影作业方案	
	279	作业信息报表	
	280	人影作业条件表	
	281	人影作业效果评估表	
	282	人影作业点作业记录	
生活气象业务库	283	生活气象指数预报	
	284	森林火险气象指数预报	
	285	多源雷电预警表	
	286	城市内涝气象风险预警	
	287	城市内涝实况信息	
气象风险预警库	288	气象灾害灾情信息	
	289	地质灾害实况信息	
	290	中小河流洪水实况信息	
	291	山洪灾害实况表	
	292	山洪灾害气象风险预警信息表	
	293	中小河流洪水气象风险预警表	
	294	地质灾害气象风险预警表	
天气个例库	295	天气个例描述表	
	296	天气个例数据索引表	
	297	天气个例非结构化产品索引表	
	298	天气个例非结构化产品	
气象灾害风险预估库	299	暴雨灾害风险预估数据表	
	300	干旱灾害风险预估数据表	
	301	高温灾害风险预估数据表	
	302	低温灾害风险预估数据表	
	303	气象灾害综合风险预估表	
流域气象库	304	流域属性表	
	305	流域面雨量阈值表	
	306	流域面雨量预警数据表	
	307	流域面雨量实况表	

	308	流域面雨量预报表	
	309	流域面雨量预报订正表	
	310	流域面雨量区间值预报表	
	311	流域气象要素实况日值表	
	312	流域气象要素实况旬值表	
	313	流域气象要素实况月值表	
	314	流域气象要素实况年值表	

3.5.4.1.3 数据集成实施

本项目数据集成实施的主要对象是精细化网格天气实况、精细化网格天气预报、实时天气预警和气象服务产品等气象数据，将生产的气象数据按照不同的类型实时的同步到数据湖的贴源层。

针对网格天气实况和天气预报等结构化数据采用标准 json 格式提供对接入湖。针对预报的二进制文件或海量网格数据采用 grpc 接口服务接收或通过 FTP 传输方式推送，而对服务材料等非结构化的数据采用文件接口下载共享方式入湖。另外，针对重要的更新或者气象预警等数据采用消息方式服务。

在数据治理过程中，实施规整的日志管理，以支持根据任务名称、日期等信息查询数据集成任务的执行情况。支持查看规整任务的执行情况详细内容，主要展示任务名称、耗时、开始时间、结束时间、读取数据总量、插入数据总量、删除数据总量、更新数据总量、拒绝数据总量、错误个数、状态以及错误信息等。

3.5.4.1.4 数据质量实施

数据质量实施主要是参考各类国家标准、行业标准和地方标准，

以及相关业务流程和规定，建立相应治理规则，对汇集到的气象数据进行标准化处理，通过建立数据质量评估标准和管理规范，解决数据在各阶段可能出现的数据质量问题，通过标准化和规范化的数据治理为数据共享建立基础。

气象数据质量控制，主要是对气象实况数据进行时间一致性、空间一致性分析，对于降水等数据还需要进行多种资料融合质控，对不符合要求的数据给予不同的质控码，并提供人工质控的功能。

对气象预报及服务材料类产品，主要是进行统一编码管理，并提取其中主题、摘要等内容，便于数据搜索。

根据数据质量任务生成质量监控报告，支持数据质量监控报告查看。数据质量监控报告除数据质量报告外，还应支持查看问题数据详情，便于对数据进行修改。数据质量报告主要展示核查数据量、核查记录数、问题记录数、问题条数占比、问题数据量、问题数据占比、按字段分问题数据量统计等。

3.5.4.1.5 数据标准实施

依托于前期开展的数据标准及数据架构设计，按照本项目治理的数据范围，开展数据标准转换、映射等实施工作。主要开展气象实况数据、预报数据和预警信息等的的数据等治理，支持数据目录分类的新增、修改、删除等功能，支持将数据目录按多层次分类配置形成树状结构，用于分类展示数据资源，实现数据资源的快速检索。支持在数据目录分类节点下新增数据目录，通过梳理数据资源目录，形成层次清晰的数据资源目录。支持目录的批量添加功能，编制完成后数据目

录将展示在信息列表中，可导出查看，同时支持数据目录的启用与停用功能。

3.5.4.1.6 数据治理成效

根据本项目治理的数据范围主要是精细化网格天气实况、精细化网格天气预报、实时天气预警等气象数据。本项目数据入湖的最终成效是提升气象数据质量、促进数据融合、规范数据流程和挖掘数据价值，通过数据治理提升核心数据能力，提升系统开发和维护的质量，减少系统建设、实施及运维等各方面成本。在一体化平台建立气象数据中心，将分散的气象信息按照主题类别进行整合，进而丰富数据资源。

3.5.4.2 主题库建设

本项目主题库依托气象内网的气象大数据云平台“天擎·安徽”建设，在一体化平台上，本项目将建立精细化网格天气实况、精细化网格天气预报、实时天气预警和气象服务材料四个主题库，并提供数据发现能力。

3.5.4.2.1 数据模型设计

精细化网格实况主题库主要存储和共享实时天气，包括网格降水、温度、风、相对湿度等，网格分辨率为1公里；数据来源部门为安徽省气象局，数据资源包括安徽省气象观测数据、实况产品和三十年整编日数据等资料，数据资源格式包括数据库类、电子文件和图形图像等，数据库类型为国产化数据库虚谷，表名称为安徽地面实况小时表、日值表等，主要信息项用来记录地面要素逐小时数据（气温、气压、

风等) 等内容。

精细化网格天气预报主题库主要存储和共享 1 公里分辨率的短时临近网格预报、未来 10 天逐 3 小时网格预报、延伸期预报以及气候预测产品。

实时天气预警主题库主要存储和共享实时发布的预警信号以及客观监测和客观预测方法提供重要天气信息。

气象服务材料主题库主要共享气象服务材料, 包括天气情况快报、气象信息专报、每日天气等各类气象服务产品。

3.5.4.2.2 数据服务设计

四个主题库建成后, 可以提供相关数据的共享, 共享类型为有条件共享, 共享条件为依申请共享, 共享方式为数据接口、数据文件等。气象数据服务名称为安徽省气象数据共享接口, 简称 MUSIC。服务类型主要根据数据类型区分, 主要有结构化数据、半结构化数据和非结构化数据。服务协议也相应区分, 对结构化气象数据通过采用标准 json 格式提供服务, 对半结构化的二进制文件、网格数据提供 grpc 接口服务, 对非结构化的资料提供文件服务, 对重要的气象预警等数据提供消息服务。主要的数据服务接口如下:

表 5.5.4.2-1 数据服务设计表

序号	服务名称	服务类型	协议类型	主要信息项
1	接口访问权限	网络接口	gRPC	输入: 用户凭据 输出: 判断权限编码并返回 token

序号	服务名称	服务类型	协议类型	主要信息项
2	实况要素编码查询	网络接口	gRPC	输入：无 输出：返回所有可查实况要素的编码及要素说明
3	网格降水实况服务	网络接口	gRPC	输入：经度、纬度、时间 输出：降水量值
4	网格气温实况服务	网络接口	gRPC	输入：经度、纬度、时间 输出：气温值
5	网格湿度实况服务	网络接口	gRPC	输入：经度、纬度、时间 输出：湿度值
6	网格风向风速实况服务	网络接口	gRPC	输入：经度、纬度、时间 输出：风向、风速
7	其他要素实况服务	网络接口	gRPC	输入：经度、纬度、时间、要素名 输出：实况要素值
8	预报要素编码查询	网络接口	webAPI	输入：无 输出：返回所有可查预报要素的编码及要素说明
9	单要素单点预报服务	网络接口	gRPC	输入：经度、纬度、时间、要素名 输出：预报要素的时刻值
10	单要素网格预报时间序列服务	网络接口	gRPC	输入：经度、纬度、开始时间、结束时间、要素名 输出：预报要素的时间序列值
11	单要素网格预报查询	网络接口	gRPC	输入：开始经度、结束经度、开始纬度、结束纬度、时间要素名 输出：预报要素所有网格值
12	预警信号编码查询	网络接口	webAPI	输入：无 输出：所有类型预警信号编码及说明
13	实时预警信号查询	网络接口	webAPI	输入：地区编码 输出：正在生效的预警信号
14	历史预警查询	网络接口	webAPI	输入：地区编码、开始时间、结束时间

序号	服务名称	服务类型	协议类型	主要信息项
				输出：时段类该地区发布的所有预警类型的预警信号
15	单类型历史预警查询	网络接口	webAPI	输入：地区编码、开始时间、结束时间、预警类型 输出：时段类该地区发布的该类型的预警信号
16	预警消息服务	消息	Rabbitmq/kafka	预警信号发布单位、时间、内容、防御指南等
17	服务材料编码服务	网络接口	webAPI	输入：无 输出：所有服务材料类型编码
18	服务材料列表服务	网络接口	webAPI	输入：材料编码、开始时间、结束时间 输出：指定时段内材料、发布时间及地址列表
19	服务材料查询	网络接口	webAPI	输入：最新材料数、材料编码 输出：最新的数据的材料、发布时间及地址列表
20	服务材料下载	网络接口	http	输入：材料地址 输出：下载材料服务

3.5.4.2.3 数据指标设计

精细化网格实况主题库包含安徽气象地面观测实况小时表、日值表和高空表等，主要字段包括：字符型 C、数值型 N、日期型 D、日期时间型 T、逻辑型 L、双精度型 B、整型 I、浮点型 F 等。精细化网格实况主题库数据每小时更新，数据来源为安徽省气象部门各级观测站。数据表结构设计如下：

字段名称	字段注释	字段类型	字段长度	是否非空	是否主键
D_DATETIME	资料时间	DATETIME	/	是	是

V01301	区站号/观测平台标识（字符）	VARCHAR	9	是	
V01300	区站号/观测平台标识（数字）	NUMERIC	6	否	否
V10004	本站气压	NUMBER	10	否	否
V12001	气温	NUMBER	10	否	否
V13003	相对湿度	NUMBER	10	否	否
V13019	1 小时降水量	NUMBER	10	否	否
V11290	2 分钟平均风向	NUMBER	10	否	否
V11291	2 分钟平均风速	NUMBER	10	否	否

3.5.4.3 气象云平台数据治理开发

为确保本项目顺利实施，需要对个子应用建立单独的专题库。

3.5.4.3.1 我的气象台

（1）数据支撑环境

数据支撑环境数据治理主要工作是在气象大数据云平台开展综合库管理工作，综合汇聚的数据资源，建设符合“三省一市”基础和特色业务统一数据、产品、服务资源的综合库管理子系统。构建基础产品和特色产品业务库集群及管理平台，实现多种类型数据库的入库、迁移、同步、备份和清除等功能，开发实现业务流程定义、全流程监控、算法资源管理等功能；并基于流式计算、分布式处理，实现数据处理的流程化和标准化调度应用。

采用扁平化设计理念，利用先进的云架构设计建设气象信息数据库，气象监测预警在线项目集约化存储需求。基于基础设施资源池，建立以分布式关系型数据库、分布式表格系统、分布式文件系统或分布式对象系统、NoSQL 数据库等多种技术相结合的高扩展性、高可用

性、高安全性和高灵活性的“专有+公共”数据存储系统，对气象观测数据、气象业务和服务产品、行业和社会数据等进行规范化和高效的同步、存储、备份和归档管理。

以气象信息化标准体系为基础，面向区域各省优势资源，按照“场景服务、气象要素、综合地图、历史回溯”四个城市精细化管理的气象服务需求，接入生态观测系统、新型探测雷达（相控阵雷达、云雷达、激光雷达等）、垂直观测系统、社会化观测等新增气象观测数据，建立全省预报预警、气象服务产品、智能网格预报以及灾害个例 4 个专题库，支持多源数据的标准化处理、格式转换和存储，实现数据业务全流程定义管理。完善和建设气象数据统一服务接口（MUSIC），实现实时历史一体化的在线访问，开放存储能力，支持业务产品回写，支持分布式计算、挖掘分析、机器学习等新型计算框架的访问。

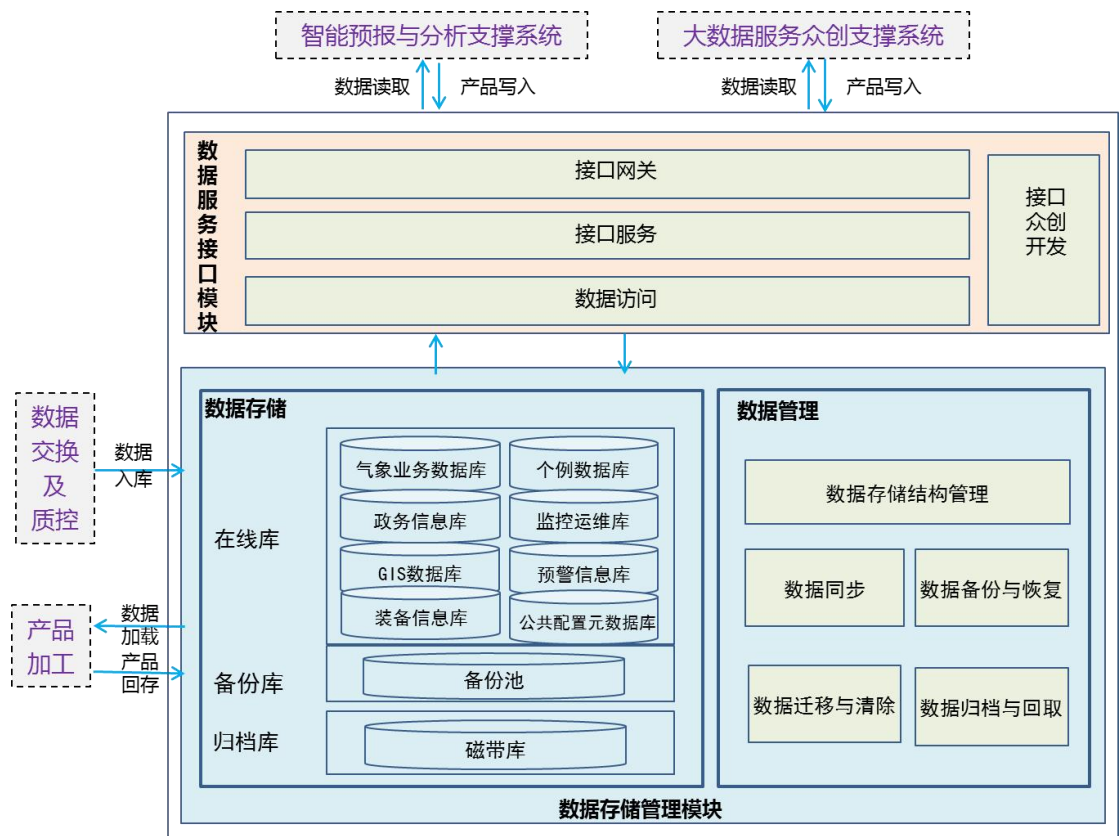


图 5.5.4.3- 1 综合库管理功能结构图

（2）精准预报预警业务支撑

精准预报预警业务支撑主要为气象预报预警业务提供地理信息、业务消息、业务流程等支撑。本模块的数据治理开发主要包括地理信息数据的处理如：精细到乡镇的地理信息边界信息、气象台站信息、气候分区、流域边界等信息。

（3）多波段天气雷达协同观测与应用

数据处理模块对“天擎”中各类观测资料根据业务需求进行实时同步或非实时解析、采集，系统对采集的数据进行初步校验与预评估，确保进入系统的观测数据的有效性。

数据获取负责根据获取数据的类型、方式、时间等数据获取策略配置信息，通过 http、ftp 等各种协议下载方式，以及 WebService、

数据获取 API、数据接口目录等数据接口，定时从各个数据源获取、更新业务所需的各类数据，将天气雷达、风廓线雷达等各类气象观测资料自动录入到系统数据库或文件目录中。

数据获取可以完成信息寻址、信息获取，首先按照预先制定的任务时间表遍历网络所有存储节点并自动完成对各类信息源的访问，再对各个访问有效的信息源信息进行获取并传输到数据存储管理服务器。

在数据获取成功后，对数据进行基础信息数据检验（检验观测数据与观测目标的符合状况，标识数据质量）、数据格式/参数检验（检验观测数据与观测规范的一致性，标识数据质量）、数据获取时间检验（检验观测数据获取是否符合规定要求，标识数据质量）。

针对基础信息校验结果通过统计分析（观测数据的获取率、准时率、缺测率）、对比分析（单变量时间、空间一致性，多变量的时空可比较性）、评估分析（单/多变量与初估场偏差量）等手段进行数据预评估。

同时还提供针对采集手段、校验方式、预评估手段的动态配置管理功能。

（4）智能网格预报能力建设

智能网格预报能力建设包括智能网格预报协同制作、预报预警质量检验评估应用模块以及灾害性天气复盘应用模块三个部分。

● 智能网格预报协同制作

网格预报协同制作模块需要存储网格预报产品，网格预报数据量

较大，不能单一采用传统的关系型数据库进行存储和共享。利用气象大数据云平台的文件索引库和 NAS 对本省的融合预报服务产品的历史数据进行在线存储，利用应用支撑库（虚谷云库）进行订正应用元数据存储。各类产品和数据的存储策略如下表所示。

表 5.5.4-3 智能网格预报产品和数据存储策略

分类	数据	物理存储位置
基础数据	CMA 数值天气模式、ECMWF、中央台 指导报、客观预报、实况分析等	气象大数据云平台-NAS
网格预报背景场加工 数据	订正背景场，参考资料	气象大数据云平台-实时应用库 (Cassandra)
网格预报用户订正数 据	用户订正数据，协同数据等	气象大数据云平台-实时应用库 (Cassandra)
网格预报省级服务产 品	本省融合预报服务产品，周边省级预 报产品缓存	气象大数据云平台-实时应用库 (Cassandra)
订正应用元数据	用户信息，订正边界，岗位，权限， 操作日志等	气象大数据云平台-应用支撑库 (虚谷云库)
历史网格预报服务产 品	本省融合预报服务产品	气象大数据云平台-文件索引库 +NAS

(a) 实时应用库设计

表空间设计为：BEHF_NWFD 副本数设计为 3 个副本或以上，分布于不同物理节点，防止单点故障。

1. 背景场网格数据存储结构设计

表名设计为：NAFP_NWFD_[产品或模式编号]_[分辨率]_[区域]_[自定义]_[时间尺度]。其中产品或模式编号比如：EC、NCEP、SCMOC 等，分辨率采用：0P01, 0P025, 0P05 等，时间尺度为：HOR、3HOR、DAY 等，区域为简称，安徽为 BEHF。

比如 1KM 的小时尺度指导预报参考资料，表名设计为：

NAFP_NWFD_SCMOC_OP01_BEHF_HOR.

表 5.5.4-4 背景场网格类信息表

序号	字段编码	中文简称	数据类型	是否主键	说明
1	procode	要素代码	text	是	
2	time	资料时间	bigint	是	
3	level	层次高度	int	是	
4	validtime	预报时效	int	是	
5	data	数据	SliceMethod: 2:map<text, text >	否	
6	valuebytenum	字节占用位数	int	否	
7	valueprecision	精度	int	否	
8	compress	压缩	int	否	
9	slicex	横向分片数	int	否	
10	slicey	纵向分片数	int	否	
11	blocksize	块字节数	bigint	否	
12	slicemethod	分片方法	int	否	
13	gridproject	格点投影类型	int	否	
14	gridunits	格点单位类型	int	否	
15	startx	开始经度	float	否	
16	starty	开始纬度	float	否	
17	endx	结束经度	float	否	
18	endy	结束纬度	float	否	
19	xcount	经度格点数	int	否	
20	ycount	纬度格点数	int	否	
21	xstep	经度间隔	float	否	
22	ystep	纬度间隔	float	否	
23	heightcount	高度值数量	int	否	
24	heights	高度值	list<float>	否	
25	heighttype	高度类型	int	否	

序号	字段编码	中文简称	数据类型	是否主键	说明
26	iymdhm	入库时间	text	否	
27	dataid	四级编码	text	否	
28	missingdata	无效值	float	否	
29	productcenter	加工中心	text	否	
30	productdescription	产品描述	text	否	
31	productmethod	制作方法	text	否	
32	eventtime	操作事件时间	datetime	否	
33	reserveattributes	扩展属性	map<text, text >	否	

2) 网格类分块表

注：表名：网格表名+ ‘_Data’

表 5.5.4-5 网格类分块表

序号	字段编码	中文简称	数据类型	是否主键	说明
1	datakey	复合主键（ProdCode、Time、Level、ValidTime 复合值）	Text	是，分片键	
2	dataindex	块序号	int	是	
3	datavalue	数据	blob	否	

2. 用户订正数据存储结构设计

表名设计为：NAFP_FOR_FTM_SPCC_[分辨率]_[区域]_[自定义]_[时间尺度]。其中分辨率采用：0P01, 0P025, 0P05 等，时间尺度为：HOR、3HOR、DAY 等，区域为简称，安徽为 BEHF。比如 1KM 的小时尺度用户订正临时数据，表名设计为：NAFP_FOR_FTM_SPCC_0P01_BEHF_TEMP_HOR

表 5.5.4-6 用户订正网格类信息表

序号	字段编码	中文简称	数据类型	是否主键	说明
1	prodcode	要素代码	text	是，分片键	
2	time	资料时间	bigint	是	
3	level	层次高度	int	是	
4	validtime	预报时效	int	是	
5	updatetime	订正发送时间	Int	是	
6	cccc	市县区域标识	text	是	
7	data	数据	SliceMethod: 2:map<text, text >	否	
8	usrid	订正用户 id	text	否	
9	valuebytenum	字节占用位数	int	否	
10	valueprecision	精度	int	否	
11	compress	压缩	int	否	
12	slicex	横向分片数	int	否	
13	slicey	纵向分片数	int	否	
14	blocksize	块字节数	bigint	否	
15	slicemethod	分片方法	int	否	
16	gridproject	格点投影类型	int	否	
17	gridunits	格点单位类型	int	否	
18	startx	开始经度	float	否	
19	starty	开始纬度	float	否	
20	endx	结束经度	float	否	

序号	字段编码	中文简称	数据类型	是否主键	说明
21	endy	结束纬度	float	否	
22	xcount	经度格点数	int	否	
23	ycount	纬度格点数	int	否	
24	xstep	经度间隔	float	否	
25	ystep	纬度间隔	float	否	
26	heightcount	高度值数量	int	否	
27	heights	高度值	list<float>	否	
28	heighttype	高度类型	int	否	
29	iydmhm	入库时间	text	否	
30	dataid	四级编码	text	否	
31	missingdata	无效值	float	否	
32	productcenter	加工中心	text	否	
33	productdescription	产品描述	text	否	
34	productmethod	制作方法	text	否	
35	eventtime	操作事件时间	datetime	否	
36	reserveattributes	扩展属性	map<text, text >	否	

网格类分块表

注：表名：网格表名+ ‘_Data’

表 5.5.4-7 用户订正网格类信息表

序号	字段编码	中文简称	数据类型	是否主键	说明
1	datakey	复合主键	Text	是，分片键	

序号	字段编码	中文简称	数据类型	是否主键	说明
		(ProdCode、Time、Level、ValidTime 复合值)			
2	dataindex	块序号	int	是	
3	datavalue	数据	blob	否	

3. 预报服务产品设计

表名设计为：NAFP_FOR_FTM_SMERGER_HIGH_CHN_[时间尺度]。时间尺度为：HOR、3HOR、DAY 等。按照设计要求每个省级至少 3 个数据表，小时尺度、3 小时尺度，日值尺度的网格预报服务产品表，分别定义为：

小时尺度网格预报服务表：

NAFP_FOR_FTM_SMERGER_HIGH_CHN_HOR

3 小时尺度网格预报服务表：

NAFP_FOR_FTM_SMERGER_HIGH_CHN_3HOR

日值尺度网格预报服务表：

NAFP_FOR_FTM_SMERGER_HIGH_CHN_DAY

表 5.5.4-8 预报服务网格信息表

序号	字段编码	中文简称	数据类型	是否主键	说明
1	prodcode	要素代码	text	是，分片键	
2	time	资料时间	bigint	是	

序号	字段编码	中文简称	数据类型	是否主键	说明
3	level	层次高度	int	是	
4	validtime	预报时效	int	是	
5	cccc	省级区域标识, 见附录 1	text	是	
6	data	数据	SliceMethod: 2:map<text, text >	否	
7	valuebytenum	字节占用位数	int	否	
8	valueprecision	精度	int	否	
9	compress	压缩	int	否	
10	slicex	横向分片数	int	否	
11	slicey	纵向分片数	int	否	
12	blocksize	块字节数	bigint	否	
13	slicemethod	分片方法	int	否	
14	gridproject	格点投影类型	int	否	
15	gridunits	格点单位类型	int	否	
16	startx	开始经度	float	否	
17	starty	开始纬度	float	否	
18	endx	结束经度	float	否	
19	endy	结束纬度	float	否	
20	xcount	经度格点数	int	否	
21	ycount	纬度格点数	int	否	
22	xstep	经度间隔	float	否	

序号	字段编码	中文简称	数据类型	是否主键	说明
23	ystep	纬度间隔	float	否	
24	heightcount	高度值数量	int	否	
25	heights	高度值	list<float>	否	
26	heighttype	高度类型	int	否	
27	iymdhm	入库时间	text	否	
28	dataid	四级编码	text	否	
29	missingdata	无效值	float	否	
30	productcenter	加工中心	text	否	
31	productdescription	产品描述	text	否	
32	productmethod	制作方法	text	否	
33	eventtime	操作事件时间	datetime	否	
34	reserveattributes	扩展属性	map<text, text >	否	

2) 网格类分块表

注：表名：网格表名+ ‘_Data’。

表 5.5.4-9 预报服务网格分块表

序号	字段编码	中文简称	数据类型	是否主键	说明
1	datakey	复合主键 (ProdCode、 Time、Level、 ValidTime、CCCC 复合值)	Text	是，分片键	

序号	字段编码	中文简称	数据类型	是否主键	说明
2	dataindex	块序号	int	是	
3	datavalue	数据	blob	否	

(b) 文件索引库设计

为支持对网格预报进行省、市分单位的检验评估，需要定期对网格预报产品制作为文件存储在气象大数据云平台 NAS，并将索引存储于气象大数据云平台的文件索引库（虚谷）USR_SOD 模式下的索引表中。文件索引表名设计为：NAFP_PRODUCT_NWFD_FILE_TAB。

表结构设计如下：

表 5.5.4-10 文件索引库设计表

序号	字段名称	字段编码	数据类型	是否 可空	说明
1	文件标识	D_FILE_ID	NUMBER(19)	N	系统自动生成的流水号，可为文件名
2	资料标识	D_DATA_ID	VARCHAR2(30)	N	资料的 4 级编码
3	入库时间	D_IYMDHM	DATETIME	N	入库时的系统时间，格式：yyyy-mm-dd hh:mm:ss
4	收到时间	D_RYMDHM	DATETIME	Y	数据消息生成时间或数据收到时间，格式：yyyy-mm-dd hh:mm:ss
5	资料时间	D_DATETIME	DATETIME	N	数据的起报时间，格式：yyyy-mm-dd hh:mm:ss
6	文件大小	D_FILE_SIZE	NUMBER(10)	N	以字节的文件大小
7	存储路径	D_STORAGE_SITE	VARCHAR2(250)	N	文件入库时的存储路径
8	编报（加工）中心	V_CCCC	CHAR(4)	N	国家级：BABJ 省级：CCCC
9	资料生成时间（字符型）	V_MAKETIME	CHAR(14)	N	数据产品的制作时间，格式：yyyymmddhhmmss

10	产品类别	V_PROD_SORT	VARCHAR2(10)	N	产品类别或模式类型
11	生产系统	V_PROD_SYSTEM	VARCHAR2(20)	Y	生产系统名称
12	产品内容	V_PROD_CONTENT	VARCHAR2(10)	N	要素名称
13	数据区域范围	V05310	VARCHAR2(20)	N	产品区域范围
14	产品层次	V40410_1	VARCHAR2(20)	Y	模式的高度层次
15	产品图形分类	V40410_2	VARCHAR2(20)	Y	非图形可为空，图形默认值 P9。Pn 为产品图形分类代码，其中：P 为固定代码，n 为图形分类指示码，有效代码值为：9（缺省值），B（填充图）；
16	空间分辨率	V40410_3	VARCHAR2(20)	Y	数据场的分辨率，如：0P05
17	资料时间（字符型）	V_FNTIME	CHAR(14)	N	资料时间的字符串类型，格式：yyyymmddhhmmss
18	预报时效	V04320_C	VARCHAR2(8)	N	最大预报时效值，如：072，表示未来 72 小时
19	时效间隔	V_INTERVAL	VARCHAR2(8)	N	时效间隔，如：03，表示间隔 3 小时
20	文件格式	V_FILE_FORMAT	VARCHAR2(6)	N	文件格式或文件名后缀
21	文件名	V_FILE_NAME	VARCHAR2(100)	N	产品文件名，不带路径
22	保留字段 1	V_RETAIN1_C	VARCHAR2(20)	Y	默认“缺省”，可用于补充字段属性
23	保留字段 2	V_RETAIN2_C	VARCHAR2(20)	Y	默认“缺省”，可用于补充字段属性
24	保留字段 3	V_RETAIN3_C	VARCHAR2(20)	Y	默认“缺省”，可用于补充字段属性
25	存储状态	D_FILE_SAVE_HIERARCHY	int	N	默认是 0。 代码表 0：高端 1：大容量 2：磁带 3：回迁
26	数据来源	D_SOURCE_ID	varchar	N	资料的上游四级编码，如 DPC 的上游为 CTS 的编码，用于数据追溯

唯一索引：D_DATA_ID+D_DATETIME+V_FILE_NAME

数据表分区：以 D_DATETIME 按月分区。

数据 NAS 存储目录为气象大数据云平台数据湖

/CMADAAS/DATA/NAFP/NWFD2/[HOR|3HOR|DAY]/YYYY/YYYYMMDD。

- 预报预警质量检验评估应用模块预报质量检验模块评估产生的检验中间数据较多，需要在气象大数据云平台统一存储，存储年限为 5 年。对于站点预报检验结果表结构设计如下：

表 5.5.4-11 站点类预报质量表结构

序号	字段名称	字段编码	数据类型	是否 可空	说明
1	数据标识	ID	NUMBER(19)	N	系统自动生成
2	入库时间	D_IYMDHM	DATETIME	N	入库时的系统时间，格式： yyyy-mm-dd hh:mm:ss
3	预报起报时间	D_INITTIME	DATETIME	N	预报起报时间，格式为 yyyy-mm-dd hh:mm:ss
5	预报时间	D_FCSTTIME	DATETIME	N	预报时间点，格式： yyyy-mm-dd hh:mm:ss
6	预报时长	D_TIMELEN	INT	N	预报时长，单位小时
7	站号	D_STATION_ID	VARCHAR2(10)	N	预报站点站号
8	预报员号 (产品号)	V_PROD_ID	VARCHAR2(14)	N	产品编号或者预报员标识
9	预报值	V_FCST_VALUE_1	INT	Y	预报要素值 1
10	真实值	V_OBS_VALUE_1	DECIMAL	Y	真实值 1
11	评分值	V_GRADE_VALUE_1	INT	N	评分结果 1
12	预报值	V_FCST_VALUE_2	INT	Y	预报要素值 2

13	真实值	V_OBS_VALUE_2	DECIMAL	Y	真实值 2
14	评分值	V_GRADE_VALUE_2	INT	Y	评分结果 2
15	预报值	V_FCST_VALUE_3	INT	Y	预报要素值 3
16	真实值	V_OBS_VALUE_3	DECIMAL	Y	真实值 3
17	评分值	V_GRADE_VALUE_3	INT	Y	评分结果 3
18	预报值	V_FCST_VALUE_4	INT	Y	预报要素值 4
19	真实值	V_OBS_VALUE_4	DECIMAL	Y	真实值 4
20	评分值	V_GRADE_VALUE_4	INT	Y	评分结果 4

按月分表。

网格预报和站点预报质量日报表均以站点类预报质量日统计表进行存储。

表 5.5.4-12 站点类预报质量日统计表结构

序号	字段名称	字段编码	数据类型	是否 可空	说明
1	数据标识	ID	NUMBER(19)	N	系统自动生成
2	起报时间月	D_INITTIME	DATETIME	N	预报起报时间，格式为 yyyy-mm-dd hh:mm:ss
3	起报时长	D_TIMELEN	INT	N	预报时长，单位小时
4	预报员号(产品号)	V_PROD_ID	VARCHAR2 (14)	N	产品编号或者预报员标识
5	样本总数	D_STATION_ID	INT	N	预报站点站号
6	预报项目编码	D_PROD_ELEMENT	VARCHAR(12)	N	预报要素编码
7	正确样本数	V_NA	INT	N	正确样本数
8	空报样本数	V_NB	INT	N	空报样本数
9	漏报样本数	V_NC	INT	N	漏报样本数
10	正确无效样本	V_ND	INT	Y	ND 样本数

11	平均误差	ME	DECIMAL	N	平均绝对样本
12	平均绝对误差	MAE	DECIMAL	N	平均绝对误差
13	预报偏差	BIAS	DECIMAL	N	预报误差

● 灾害性天气复盘应用模块

灾害性天气个例库通过自动判识+人工订正的方式判识灾害性天气过程类型和时段，依托天擎环境，搜集整理完整的观测、模式、预报产品和再分析资料数据集，并根据标准计算和输出过程的强度、影响范围等。过程量复盘数据尽量以结构化方式存储于气象大数据云平台，如大数据云平台长期存储的数据，本应用模块不再单独存储。个例数据分为过程基本信息、模式预报资料、主客观预报数据、观测资料、再分析资料、复盘报告五类，具体信息如下表：

表 5.5.4.3- 13 重大天气过程分析系统数据层结构

数据类型	数据源	数据内容
过程基本信息	人工输入	灾害性天气类型、起止时间、强度、影响范围
模式预报资料	天擎	EC、EC_EPS、CMA_GFS、CMA_3KM、CMA_SH9、CMA_SH3、WRF、WRF_ENKF
主客观预报数据	天擎	智能网格预报、国家指导预报、INCA、基于强对流天气监测识别预警模块的产品、集成优选短时降水预报、客观技术方法大赛产品
观测资料	天擎	雷达（基本产品、基于组网天气雷达终端应用模块的监测产品）、卫星（云顶亮温、云导风）、风廓线雷达、雨滴谱、地面观测站
再分析资料	欧洲气象中心、中国气象信息中心	ERA5、CLDAS
复盘报告	人工输入	PDF 格式灾害性天气复盘报告

1. （5）多模式气候预测能力建设

从欧洲气象中心、美国气象局、日本气象厅、中国气象局等全球

区域气象中心收集整理 EC、CFSv2、CSM、JMA 国内外主要气候预测业务模式和 S2S 多模式数据产品，通过 ECcode、gribapi 等解码程序对各模式数据进行解码，利用 Python、NCL 等处理软件对模式解码数据进行格式转换，形成统一的、便于程序读取处理的 NetCDF 格式规整数据，完善模式解释应用数据接口。基于中国、美国、欧洲中心等国内外主要气候模式和高时空分辨率观测大数据，开展气候多模式可预报性和不确定性分析，评估模式对气候异常及其对外强迫响应的预测能力。开发多模式数据资料处理和产品可视化平台，为气候预测模式解释应用提供支撑。

3.5.4.3.2 天气为农事

天气为农事应用数据来源为气象大数据云平台，围绕农业气象专项服务，建立天气为农事专题库。

3.5.4.3.3 流域气象

提取水库、流域边界信息的文件的编辑信息，存储至精准预报预警业务支撑中的地理信息中台，并按照业务需求，开发数据更新和数据共享接口。建立流域专题库，存储流域水文和气象融合信息。

3.5.4.3.4 决策气象

为快速、精准响应决策气象服务需求，本项目基于我省气象大数据云平台建立决策服务专题库。专题库实时动态从气象大数据云平台提取、处理相关数据，并利用 webAPI 接口提供数据服务。

（1）气象灾害影响预测评估与风险管理

包括基础地理信息矢量数据和人口、GDP、道路、房屋、玉米、

水稻、小麦等 30 弧秒栅格数据增量数据、历史灾情文件数据、历史气象台站观测数据及多源融合资料、实时气象要素、灾情数据、智能网格预报、延伸期气候模式等数据汇聚分析处理；数据质量控制、可视化平台管理、空间范围检索、数据浏览与查询和数据处理任务监控等功能。

（2）地质灾害气象风险预警

收集并入库山洪风险普查数据以及山洪风险区域信息，如山洪沟等信息，以主题库的形式建设。

（3）消防应急救援气象服务

消防救援气象服务数据来源为气象大数据云平台，所需数据符合数据治理现行要求，本部分不做数据治理开发。

（4）重大气象活动保障

为重大活动气象保障服务工作，基于决策气象专题库，收集处理全省各站 1961 年以来最高、最低、平均气温，建立历史气象数据库；收集处理全省各站 1961 年以来日降水量、1 小时降水量，建立历史雨量数据库；收集处理全省各站 1961 年以来风向风速数据，建立历史风向风速数据库。上述数据库均以主题库的形式建设。

（5）电话叫应和 5G 发布能力建设

电话叫应和 5G 发布能力建设数据来源为气象大数据云平台，所需数据符合数据治理现行要求，所存储的信息均为结构化信息，将以关系型数据存储于气象大数据云平台。

3.5.4.3.5 生活气象

根据生活气象服务需求，基于大数据云平台建立生活气象专题库。专题库建设主要包括以下内容：

（1）本模型需要对气象站点数据采集处理。基于“天擎·安徽”气象大数据云平台，在全国范围内，实现根据区域、站点、时间段、要素类型的日值数据和小时数据的多维度组合采集及基础统计分析（均值、极值、出现时间等）。

（2）气象服务专题材料采集处理。基于安徽省气象信息共享平台、中国气象局业务内网等，获取省局各直属单位、中央气象台、中国气象局公共气象服务中心等单位发布的气象服务材料文件，包括天气公报、每日天气提示、气象灾害预警、强对流天气预报、中期天气预报等。

（3）图形化气象服务产品采集处理。基于安徽省气象信息共享平台、中国气象局业务内网等获取各类图形化气象服务产品，如全国天气实况图、天气及气象要素预报图，卫星云图，雷达拼图等，支持图形产品的下载，支持多张图形合成 GIF 或视频并下载入库。

（4）专题数据库建设

分别建立气象站点数据关系型数据库、专题服务材料文件及索引库、图形化产品文件及索引库，实时更新融媒体气象服务所需的支撑数据。

（5）城市内涝气象风险预警数据质量。城市内涝需要或产生的数据分为实况监测数据、网格预报数据、内涝风险等级预报数据、地

理信息数据、外部门接入数据五类，各类数据的内容及相关治理工作如下表：

表 5.5.4-12 城市内涝风险预警应数据治理说明

数据类型	数据源	数据内容	数据治理说明
观测资料	天擎	雷达、卫星、双偏振雷达、水文雨量观测、地面气象观测（气温、降水、风、湿度、能见度）	本模块不对本部分做数据治理，只在应用端质控
主客观网格预报数据	天擎	主客观融合智能网格预报（气温、降水、风、湿度、能见度）、基于强对流天气监测识别预警模块的产品，快速同化的数值模式预报	由智能网格预报协同制作应用治理，本模块应用数据。
城市内涝风险预警	本模块产生	积水深度、淹没分布、内涝风险等级	大数据云平台主题库中创建数据表进行规范存储
地理信息数据	相关部门提供	高程、水系、道路、建筑物、医院、学校等	精准预报预警业务支撑模块统一地理信息子模块
外部门数据	防洪办、数据资源局	积水深度监测数据、内涝承灾体数据	在主题库中创建数据表，并进行规范存储

数据在应用前，需对国家站、区域站自动观测降水数据需实时进行质量监控，使用质控算法自动判断观测异常值，自动剔除以保证观测数据的准确性。

3.5.4.3.6 雷电防御

根据雷电防御应用开发要求，建立雷电防御专题库存储雷电防御所需和产生数据。雷电防御应用所需和所产生的数据主要包括：天气雷达数据、大气电场数据、闪电定位仪数据以及本应用产生的数据四

大类，本部分需要做的数据治理工作如下：

表 5.5.4.3- 11 雷电防御应用数据治理说明

数据类型	数据分类	时间分辨率 /时效	数据获取 方式	数据治理说明
天气雷达	质控后的雷达组合 反射率拼图数据	6 分钟	FTP	以文件形式存放于气象 大数据云平台数据湖，存 储至网格预报库
大气电场	分钟电场数据	1 分钟	FTP	大气电场数据服务器提 供，大数据云平台实时采 集，并录入雷电专题库。
	预警数据	实时	FTP	大气电场数据服务器提 供，大数据云平台实时采 集，并录入雷电专题库。
闪电定位仪	设备状态数据	1 分钟	UDP 实时 推送	闪电定位服务器配置数 据转发规则将数据推送 至系统 6001 端口
	定位结果数据	实时	UDP 实时 推送	闪电定位服务器配置数 据转发规则将数据推送 至系统 6001 端口
雷电预报预 警	本应用算法模型产 生	实时	webAPI 接 口	在数据云平台创建主题 库，将数据写入主题库数 据表

本应用还需对全省多普勒天气雷达、闪电定位仪、地面大气电场仪等探测数据进行接收和融合，并通过数据快速预处理后进行数据预处理和质量控制，以应用于雷电预警、统计分析、产品制作等服务。

3.5.4.3.7 影响天气

影响天气应用数据来源为气象大数据云平台，应用新产生的数据以主题库的形式在气象数据云平台。围绕影响天气业务需要，建立人工影响天气专题库，存储人工影响业务运行所提取的天气环境参数和

作业参数。

3.5.4.3.8 生态环境气象

为确保生态环境子应用开发和运行，本项目需要建立生态环境专题库，存储各类大气环境参数以及各类统计信息。

生态环境数据来源为气象大数据云平台或环境部门共享数据，应用新产生的数据以主题库的形式在气象数据云平台，本应用主要数据治理方案设计如下。

(1) 环境气象信息采集处理。实时收集处理环境气象业务相关数据资料，一是气象观测资料（包括国家站和区域站的小时（日）气温、湿度、风向、风速、降水、能见度等地面观测，以及高空观测资料），该数据来自天擎，系统直接调用；二是生态环保部门发布的空气质量数据（包括 PM2.5、PM10、O3、SO2、CO、NO2 浓度），气象部门观测的大气成分资料（大气污染物浓度、酸雨等）；三是中国气象局和区域气象中心下发的环境气象相关客观预报指导产品和模式预报产品（包括中国气象局下发的 AQI、空气污染气象条件等级预报指导产品和 CUACE 模式产品，华东区域中心下发的 wrf-chem 模式产品）；四是数值天气预报产品（CMA 数值天气预报产品、欧洲中心细网格数据产品等）；以及其他渠道（环保气象共享或生态环保网站上）获取的环境气象业务相关资料或产品。根据业务规范和质控算法对以上数据产品进行质量控制，对异常数据进行标记（质控码）、剔除、修正等操作，并生成质控日志记录。最后按照本项目规定的统一存储格式，将数据产品存储到数据库中。

(2) 气候可行性论证相关数据采集处理。开发多源数据接口，支持气象大数据云平台、地面资料归档 A 文件、指定 Excel 模板进行数据导入与补录，建立标准、完整的气象数据集。具备对原始观测数据的分析处理和指标计算等功能。包含差值法、拟合法、比值法 3 种数据均一化方法，以及三次样条函数插值、湿球温度计算、历史序列延长等数据处理功能。同时增加“均一化检验”功能，将 SNHT、TPR、Buishand、Pettitt、MASH、von Neumann 等均一化检验方法。另外实现潜在蒸散量、干燥度或湿润度、不同界限积温、极端气温及降水、各等级降水量及日数、不同等级风速出现日数及起止期等的计算统计功能。

3.5.4.3.9 能源保供气象

能源保供应用所需数据来源为气象大数据云平台或电力部门共享数据，目前均已经融入气象大数据云平台。应用新产生的数据以主题库的形式在气象数据云平台。

为确保能源保供气象应用开发和运行，本项目需要建立能源保供专题库，存储气象与能源需求关系参数以及各类统计信息。

3.5.4.3.10 旅游气象

旅游应用所需数据来源为气象大数据云平台或文旅部门共享数据，景区地理信息等数据从精准预报预警业务支撑应用地理信息支撑模块数据治理融入气象大数据云平台。本应用新产生的数据以主题库的形式在气象数据云平台。

为确保旅游气象应用开发和运行，本项目需要建立旅游气象专题库，存储旅游气象所需基本参数、存储气象与出行人数、旅游安全、旅游舒适度关系参数以及各类统计信息。

3.5.4.3.11 交通气象

交通气象应用所需数据来源为气象大数据云平台或交通部门共享数据，道路信息等数据从精准预报预警业务支撑应用地理信息支撑模块数据治理融入气象大数据云平台。本应用新产生的数据以主题库的形式在气象数据云平台。

（1）交通共享数据采集

共享交通管理部门、运营企业交通相关视频、流量、路况、管制等交通相关业务数据；整合公路、通航、水运、铁路等交通基础地理数据。

（2）专题数据库建设

分别建立气象监测、预报、预警及交通气象服务产品库，交通气象服务用户数据库。建立交通业务数据库，实时更新交通管制、流量、视频数据库。

（3）数据匹配

根据经纬度信息对交通、气象数据进行地图匹配，并进行相应的融合质控分析，挖掘恶劣天气影响交通关键点、线路和区域，提供基于位置的精准交通气象预警信息。

3.5.5 其他方案

3.5.5.1 标准规范建设方案

根据项目建设需要，在现有标准的基础上，围绕气象信息、天气预报预警、农业气象服务、决策气象服务、公众气象服务、雷电防御、人工影响天气、生态环境气象和能源保供气象等业务，拟补充编制 29 项标准和业务规范。

表 5.5.5.1-1 标准编制清单

序号	标准名称	依托应用	备注
1	气象业务消息分类标准	我的气象台	
2	气象业务消息编码规范	我的气象台	
3	数据快速汇聚技术规范	我的气象台	
4	监控系统监视数据采集规范	我的气象台	
5	气象实况产品数据应用规范	我的气象台	
6	省级气象数据环境系统业务应用规范	我的气象台	
7	气象网络安全等级保护定级指南	我的气象台	
8	延伸期气候预测技术规范 强降温过程	我的气象台	
9	延伸期气候预测技术规范 强降水过程	我的气象台	
10	智能网格预报降水相态协同标准	我的气象台	
11	安徽省气象灾害预警信号检验标准	我的气象台	
12	预报员综合预报质量评价标准	我的气象台	
13	气象为农服务标准 冬小麦	天气为农事	
14	一季稻稻曲病发生气象等级	天气为农事	

15	决策气象服务产品制作规范	决策气象	
16	安徽全省温度图形产品规范	决策气象	
17	安徽风速图形产品规范	决策气象	
18	安徽省市县级温度图形产品规范	决策气象	
19	消防应急救援作业气象条件等级预报标准	决策气象	
20	公众预报服务材料制作发布规程	生活气象	
21	专业气象服务类材料制作发布规程	生活气象	
22	雷电活动分区划分技术规范	雷电防御	
23	对流云水平结构分类标准	影响天气	
24	人影作业指导产品发布标准	影响天气	
25	人影作业条件预警发布标准	影响天气	
26	人工影响天气联合作业调度指挥业务流程标准	影响天气	
27	飞机人工增雨（雪）作业方案设计规范	影响天气	
28	污染气象条件监测评估规范	生态环境气象	
29	能源保供决策气象服务流程及产品规范	能源保供气象	

3.5.6 网络安全设计

进一步完善气象网络安全防护及服务能力，在气象业务中应用数据加密、访问控制、安全审计、数据溯源和全流量态势感知等技术，统一规划通信网络、区域边界、计算环境、安全运营等，构建安全数据环境，建成面向全省气象业务的信息安全运营平台。强化项目规划、设计到建设阶段的全过程安全保障，开展系统等保测评、风险评估和

安全运营等服务。

3.5.6.1 信息安全设计

3.5.6.1.1 安全系统总体要求

根据《GB/T22240—2020 信息安全技术网络安全等级保护定级指南》，信息系统的安全保护等级分为五级：

第一级，等级保护对象受到破坏后，会对公民、法人和其他组织的合法权益造成损害，但不损害国家安全、社会秩序和公共利益；

第二级，等级保护对象受到破坏后，会对公民、法人和其他组织的合法权益产生严重损害，或者对社会秩序和公共利益造成损害，但不损害国家安全；

第三级，等级保护对象受到破坏后，会对公民、法人和其他组织的合法权益产生特别严重损害，或者对社会秩序和公共利益造成严重损害，或者对国家安全造成损害。

第四级，等级保护对象受到破坏后，会对社会秩序和公共利益造成特别严重损害，或者对国家安全造成严重损害。

第五级，等级保护对象受到破坏后，会对国家安全造成特别严重损害。

信息系统的安全保护等级由两个定级要素决定：等级保护对象受到破坏时，所侵害的客体和对客体造成侵害的程度。

受侵害的客体包括三个方面：

- (1) 公民、法人和其他组织的合法权益；
- (2) 社会秩序、公共利益；

(3) 国家安全。

等级保护对象受到破坏后对客体造成损害的程度归结为以下三种：

- (1) 造成一般损害；
- (2) 造成严重损害；
- (3) 造成特别严重损害。

定级要素与信息系统安全保护等级的关系如下表所示：

表 5.5.6.1-1 定级要素与信息系统安全保护等级关系表

受侵害的客体	对客体的侵害程度		
	一般损害	严重损害	特别严重损害
公民、法人和其他组织的合法权益	第一级	第二级	第三级
社会秩序、公共利益	第二级	第三级	第四级
国家安全	第三级	第四级	第五级

根据本工程系统服务对象和业务应用功能需求，结合定级要素与信息系统安全等级保护之间的关系，深入分析本系统工程建设内容对公民、法人、社会秩序、公共利益等方面的影响，确定本工程的运行监控数据、应急资源数据、突发事件数据等，具有一定的保密要求，一旦信息泄露或者系统被破坏，有可能会对公民、法人和其他组织的合法权益产生非常严重损害，或者对社会秩序和公共利益造成严重损害，对国家安全造成一般损害。因此，建议在系统安全上均应满足信息系统安全等级第三级的相关要求。

3.5.6.1.2 安全隐患分析

信息系统具有系统开放性、资源共享性、介质存储高密性、数据

互访性、信息聚生性、保密困难性、介质剩磁效应性、电磁泄露性、通信网络的脆弱性等特性。信息系统的上述特性对其安全构成了潜在的危险。本工程信息系统安全隐患可以划分为四个层面，即物理环境风险、网络通信风险、区域边界风险、计算环境风险、数据安全风险。而安全管理制度是各类安全保障措施的前提，也是其他安全保障措施的实施的基础，在建立了健全的安全管理制度后才能从制度上保障各类安全措施贯彻实施。

（1） 物理环境风险

系统物理上主要部署于省气象“天擎”云，面临的主要物理环境风险包括：机房场地如果遭受到破坏，如人为、地震、盗窃、破坏设备等，会对系统造成不可逆转的伤害；机房的基础设施故障如动力系统故障、机房空调故障、消防系统故障等，会对系统的业务安全运行带来隐患。

（2） 网络通信风险

本工程需在省市县之间通过网络通信传输相关信息，其通信链路为交通专网链路，如果链路受到攻击，如DDOS攻击、流量攻击、关键节点存在恶意代码等，可能会导致数据交换业务中断，造成用户无法获取数据。如果链路在通信传输过程中被监听，则可能导致数据发生泄漏。

（3） 区域边界风险

区域边界控制中遇到的风险包括：内外部网络之间未授权的连接、黑客攻击、网络病毒、恶意代码等，可能导致重要数据泄露、业务系

统瘫痪、资源和应用不可访问等。如果本工程部署的内网区域和对外服务区域各自边界及两个区域之间的边界防护被攻击破坏，可能造成系统无法提供服务，还可能造成业务数据泄露的后果。

(4) 计算环境风险

设备和计算操作过程中遇到的风险包括：用户口令遭到恶意破解，导致系统被入侵；系统遭到入侵后，删除账户、恶意分配账户权限、通过修改用户权限获取更高级别信息；对设备漏洞发动攻击；恶意调用系统资源，虚拟机逃逸，应用系统资源访问控制信息被篡改；日志记录被篡改等，除可能造成应用系统用户权限被恶意修改、恶意调用系统资源之外，还可能影响机房部署的其他应用系统和软硬件资源。

(5) 数据安全风险

数据安全风险主要来自黑客攻击、网络故障、数据泄露等方面。本项目需要处理大量的气象数据，如果数据泄露或者网络故障，可能会导致项目受到严重影响。《“十四五”气象信息网络业务发展规划》则明确提出建设“国省统一建立部署气象数据服务监管平台，实现数据来源回溯、数据确权、流通追溯。”研发的全国气象数据服务监管平台在 2020 年 12 月全国推广应用，通过运行情况看体系建设还存在不少短板弱项。后期将根据《中华人民共和国数据安全法》等法律和制度要求，进一步建立健全数据安全治理体系，提高数据安全保障能力，在外网络出口部署数据防泄漏系统，建设可信气象数据安全传输系统和可信实况服务应用平台，从数据分级分类到风险评估、身份鉴权到访问控制、行为预测到追踪溯源、应急响应到事件处置，全面建

设有效防护机制。

（6） 安全管理中心

目前省气象“天擎”云根据业务系统与使用边界建立了不同的安全域，从整体的安全视角来看，每个安全域是独立的，没有实现对系统资源和运行配置、安全审计、安全策略配置、安全标记的集中管理，缺少对各类网络链路、网络安全设备、服务器、恶意代码、补丁升级等方面的集中管控。当出现外部安全攻击事件时，需要对每个安全域分别进行安全策略调整，总体效率较低。

因此，需要在省气象“天擎”云上建立安全管理中心，实现日志审计、安全态势感知、终端安全管理等功能。安全管理中心应作为整体业务区域的安全大脑，在安全威胁感知，安全威胁匹配威胁资产，安全威胁应对处置，安全威胁问题回溯，安全威胁应对等方面进行防护，形成安全威胁的可知、可控、可追溯，达到全面的安全威胁态势感知的目的，应对网络安全威胁的不断升级与变化。

（7） 安全管理

除了技术管理措施外，安全管理是保障安全技术手段发挥具体作用的最有效手段。安全管理体系依赖于国家相关标准、行业标准、国际安全标准等规范和标准来指导，形成可操作的体系。主要包括安全管理制度、安全管理机构、安全管理人员、安全建设管理、安全运维管理等方面。需要根据等级保护的要求在上述方面建立一系列的管理制度与操作规范，并明确执行。

3.5.6.1.3 安全设计原则

针对以上安全风险，为了达到系统安全控制的目标，我们认为应在系统规划、建设、运行维护的整个生命周期中，按照以下安全原则，指导系统的安全工作：

1. 起点进入原则

从系统建设开始就考虑安全问题，防止在系统设计的早期没有考虑安全性，导致因为错误的选择留下基础安全隐患，以致在系统运行期为保证系统安全付出更大的代价。

2. 长远安全预期原则

对安全需求要有总体设计和长远打算，包括为安全设置一些可能不会用到的潜在功能。

3. 遵照业界通行准则原则

完全遵循国际上有关的数据安全标准；采用当前先进的数据安全技术 and 产品，并确保系统达到所设计的安全强度。

4. 公认原则

参考当前在基本相同的条件下通用的安全防护措施，据此做出适合本系统的选择，系统所采用的产品是成熟、可靠的，系统能安全、稳定地运行。

5. 最小特权原则

不给用户超出任务所需权力以外的权利。

6. 最小开放原则

先禁止所有服务，只有限开放需要使用服务。

7. 适度复杂与经济原则

在保证安全强度的前提下，考虑安全机制的经济合理性，尽量减少安全机制的规模和复杂度，使之具有可操作性。

8. 系统效率与安全性平衡原则

由于安全程度与效率成反比，在设计安全系统时，应尽可能地兼顾系统效率的需求。

3.5.6.1.4 安全设计方案

本系统部署在省气象“天擎”云，系统安全由安徽省气象局负责。

省气象局均应制定信息安全工作管理制度，阐明机构安全工作的总体目标、范围、原则和安全框架等。

此外，结合《GB/T 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》的相关要求，本项目系统安全建设如下。

(1) 安全通信网络

本项目将采用政务外网、互联网及气象专网进行网络安全数据传输和采集。本项目采用密码技术在通信双方建立连接之前进行会话初始化验证，并对通信过程中的整个报文或会话过程进行加密。保证云计算平台不承载高于其安全保护等级的业务应用系统，同时实现不同云服务客户虚拟网络之间的隔离。

(2) 安全区域边界

1. 访问控制

(1) 在网络边界或区域之间根据访问控制策略设置访问控制规则，默认情况下除允许通信外受控接口拒绝所有通信；

(2) 删除多余或无效的访问控制规则，优化访问控制列表，并保证访问控制规则数量最小化；

(3) 对源地址、目的地址、源端口、目的端口和协议等进行检查，以允许/拒绝数据包进出；

(4) 根据会话状态信息为进出数据流提供明确的允许/拒绝访问的能力。

2. 入侵防范

基于已有的入侵检测系统实现对关键网络节点处的监视。

3. 恶意代码防范

病毒防护系统通过在服务器、个人电脑上安装防病毒软件的方式，提高主机对各类恶意代码和网络攻击的发现预警和防护能力。本项目将在政务外网选用政务云提供的病毒防护服务。

4. 安全审计

基于政务云的安全审计服务实现对网络边界、网络节点的审计。

(3) 安全计算环境

1. 身份鉴别

在政务外网选用国密加密软件，采用国密算法，对用户名和密码进行加密存储。

2. 访问控制

(1) 对登录的用户分配账户和权限；

(2) 重命名或删除默认账户，修改默认账户的默认口令；

(3) 及时删除或停用多余的、过期的账户，避免共享账户的存在；

(4) 授予管理用户所需的最小权限，实现管理用户的权限分离；

(5) 当虚拟机迁移时，访问控制策略随其迁移；

(6) 可设置不同虚拟机之间的访问控制策略。

3. 安全审计要求

实现服务器日志信息地集中存储、分析和审计；利用新增的数据库审计系统，对数据库操作信息进行检测和分析，及时发现数据库违规操作和非法访问情况，提高数据库系统安全防护能力，实现数据库管理系统的安全审计。

数据库审计系统功能如下：

数据库审计系统对系统的重要数据操作信息进行审计，通过记录、分析数据库的操作、应用信息，及时、有效分析出数据库系统中发生的安全事件。本项目经过配置可对其重要数据进行监控审计。本项目将在政务外网区选用数据库审计服务。

数据库审计系统包括监测审计、统计查询、安全报警等 3 大功能。

4. 入侵防范要求

选用政务云已有的入侵检测服务，检测到虚拟机对宿主机物理资源的异常访问，通过对主机操作系统进行加固，仅安装需要的组件和应用程序，仅开放业务需要的服务端口，删除默认的共享路径；利用已有的漏洞扫描系统及时发现系统安全漏洞，并通过终端管理系统补丁分发功能保证系统补丁及时更新。利用新增的网络防泄漏系统和终

端防泄漏系统保证数据的防泄漏。

(4) 数据安全监管

基于数据安全风险分析，为本项目数据安全设计了防御体系，有效保护数据在全生命周期过程中的安全，达到合法采集、合理利用、静态可知、动态可控的防护目的。

合法采集：利用大数据分拣技术，使各单位在法律约束范围内合法采集敏感数据；合理利用：通过建立数据模型，以及对数据的敏感级别进行划分，设立不同的访问层级，在数据被开发利用前做好防护措施，杜绝非法滥用；静态可知：对存储中的静态数据进行扫描发现，并展示数据的分布；动态可控：对流动的数据进行监控，防止数据在交互、共享中有意无意的泄露。

1. 数据汇聚交换环节

数据汇聚交换环节，需要进行数据分类标记，特别是敏感数据的分类标记。还要相应进行数据安全等级标记、数据来源验证等操作。

以业务为单元的敏感数据分类，敏感数据集合作为一个独立于数据库之外的访问控制单元，按照应用程序进行归类，应用程序可以自动访问敏感数据而无需管理。

2. 数据流动共享环节

数据流动使用环节，涉及向各级单位提供数据、对外披露数据等不同业务场景。对于传统边界网络安全，数据共享环节要进行数据接受方身份确认，数据完整性保证，必要的敏感数据脱敏和隐藏，以及通过统一的数据分发平台进行共享。本环节安全防护的目标是保障数据在

授权范围内被访问、处理，防止数据遭窃取、泄漏、损毁。为实现这一目标，除了防火墙、入侵检测、防病毒、防 DDoS、漏洞检测等网络安全防护技术措施外，还需要对数据库帐号管理、数据库操作、数据第三方共享使用等环节和过程进行针对性的安全防护。

账号安全管理系统。通过统一的账号权限管理系统，如统一身份认证、堡垒机，对信息系统中各类业务系统、数据库等账号实现统一管理，是保障信息数据在授权范围内被使用的有效方式，也是落实信息账号权限管理及审批制度必需的技术支撑手段。通过统一账号管理系统，对数据共享账户、应用程序、主机名、IP 地址、登陆时间、操作行为等相关信息进行认证。基于气象数据服务监管平台实施数据安全监管。

数据库安全审计。在数据库使用中，恶意操作或误操作会直接导致数据的泄露、删除等严重后果。因此，需要对数据库使用行为进行全面的安全审计，这包括：对所有外部或是内部用户访问数据库的各种操作行为、内容，进行实时监控；对高危操作实时告警；对入侵和违规行为进行预警和告警，并能够指导管理员进行应急响应处理；对于所有行为能够进行事后查询、取证、调查分析。

数据脱敏和防泄漏。数据分享系统需要具备数据脱敏功能，实现部分敏感信息的脱敏。并且脱敏技术需要能在分享的大量数据中自动扫描发现敏感信息，实现高效、方便、准确的信息脱敏。数据防泄漏系统（DLP）含有多对敏感数据定位的策略手段，包括结构化数据和非结构化数据的定位，可以全方位的对敏感信息进行定位，如源代

码，技术文档，运营资料等，分析到敏感信息的存在，以此来进行有效的防护控制。

(5) 安全管理中心

1. 系统管理

对系统管理员进行身份鉴别，实现对系统资源和运行的配置、控制和管理。

2. 审计管理

对审计管理员进行身份鉴别，实现对审计记录的分析 and 处理。

3.5.6.1.5 安全管理保障方案

(1) 安全管理中心

1. 系统管理

对系统管理员进行身份鉴别，实现对系统资源和运行的配置、控制和管理。

2. 审计管理

对审计管理员进行身份鉴别，实现对审计记录的分析 and 处理。

基于以上分析，本工程在现有安全设施基础上补充数据库审计系统和病毒防护系统。

(2) 安全管理制度

1. 安全策略

应制定信息安全工作的总体方针和安全策略，阐明机构安全工作的总体目标、范围、原则和安全框架等。

2. 管理制度

建设单位需要结合本单位的实际情况，完成自身的安全管理制度文件的编制及落地工作。

①应对安全管理活动中的各类管理内容建立安全管理制度；

②应对要求管理人员或操作人员执行的日常管理操作建立操作规程；

3. 制定和发布

①应指定或授权专门的部门或人员负责安全管理制度的制定；

②安全管理制度应通过正式、有效的方式发布，并进行版本控制；

4. 评审和修订

应定期对安全管理制度的合理性和适用性进行论证和审定，对存在不足或需要改进的安全管理制度进行修订。

(3) 安全管理机构

1. 岗位设置

①建设单位应设立专门的网络安全管理工作的职能处室。同时设立安全主管人、安全管理各个方面的负责人，定义各负责人的职责；

②应设立系统管理人员、网络管理人员、安全管理人员岗位，定义各个工作岗位的职责；

2. 人员配备

应配备一定数量的系统管理人员、网络管理人员、安全管理人员等；

3. 授权和审批

①应根据各个部门和岗位的职责明确授权审批事项、审批部门和批准人等；

②应针对系统变更、重要操作、物理访问和系统接入等事项执行审批过程；

4. 沟通和合作

①应加强各类管理人员和组织内部机构和网络安全管理部门之间的合作与沟通，定期召开协调会议，共同协助处理信息安全问题；

②应加强与网络安全职能部门、各类供应商、业界专家及安全组织的合作与沟通；

③应建立外联单位联系列表，包括外联单位名称、合作内容、联系人和联系方式等信息；

5. 审查和检查

应定期进行常规安全检查，检查内容包括系统日常运行、系统漏洞和数据备份等情况。

(4) 安全管理人员

1. 人员录用

①应指定或授权专门的部门或人员负责人录用；

②对被录用人员的身份、安全背景、专业资格或资质等进行审查

2. 人员离岗

应及时终止离岗人员的所有访问权限，取回各种身份证件、钥匙、徽章等以及机构提供的软硬件设备。

3. 安全意识教育和培训

应对各类人员进行安全意识教育、岗位技能培训和相关安全技术培训。

4. 外部人员访问管理

①外部人员对重要区域（如访问主机房、重要服务器或设备、保密文档等）的访问，须提出书面申请，批准后由专人全程陪同或监督，并记录备案（记录第三方人员访问重要区域的进入时间、离开时间、访问区域、访问设备或信息及陪同人等信息）；

②外部人员对受控网络的访问，需提出书面申请，批准后由专人开设账号、分配权限，并登记备案；

③外部人员离场后应及时清除所有的访问权限。

（5） 安全建设管理

系统建设管理包括对信息系统建设各环节进行安全管理。根据信息系统的等级划分情况，统一考虑安全保障体系的总体安全策略、安全技术框架、安全管理策略、总体建设规划和详细设计方案，并形成配套文件。信息系统建设管理应在省气象局的统一领导之下，依托有关规定制定符合各系统具体实际情况的管理制度。

国家等级保护政策对系统建设管理主要有定级备案、软件开发、工程实施、测评、选择服务商等环节。根据国家有关定级的要求，系统建设安全管理的要点是信息系统生命周期安全管理，提出信息系统定级的基本规范，提出定级的依据、流程、方法；提出方案编制的基本流程及评审要求，规范各信息系统的等级保护方案编制工作；提出产品采购的基本要求及流程规范。

信息系统建设管理制度中对工程实施、验收和系统交付管理的具体流程、表单、部门权限进行了要求，规范工程实施验收工作。并对加强信息系统的测评管理、服务商选择管理，确保符合国家关于相关安全资质的要求等作出相应的安全规范。

信息系统建设管理制度中还包括应用系统软件开发的安全规范要求，对自行软件开发及外部软件开发提出具体的安全要求，应用系统软件安全评估指标。

（6） 安全运维管理

制定相关制度对终端计算机、便携机、系统和网络等设备的操作和使用进行规范化管理，利用安全管理中心对网络设备、安全设备等进行管理。本方案仅列出基本的服务内容及要求，其服务费用不在本工程考虑。

1. 环境管理

①应指定专门的部门或人员负责机房安全，对机房出入进行管理，定期对机房供配电、空调、温湿度控制、消防等设施进行维护管理；

②应对机房的安全管理作出规定，包括物理访问、物品进出和环境安全等；

③应不在重要区域接待来访人员，不随意放置含有敏感信息的纸质文件和移动介质等。

2. 资产管理

应编制并保存与保护对象相关的资产清单，包括资产责任部门、重要程度和所处位置等内容。

3. 介质管理

①应将介质放在安全的环境中，对各类介质进行控制和保护，实行存储环境专人管理，并根据存档介质的目录清单定期盘点；

②应对介质在物理传输过程中的人员选择、打包、交付等情况进行控制，并对介质的归档和查询等进行登记记录；

4. 设备维护管理

a. 应对各种设备（包括备份和冗余设备）、线路等指定专门的部门或人员定期进行维护管理；

b. 应对配套设施、软硬件维护管理作出规定，包括明确维护人员的责任、维修和服务的审批、维修过程的监督控制等；

5. 漏洞和风险管理

应采取必要的措施识别安全漏洞和隐患，对发现的安全漏洞和隐患及时进行修补或评估可能的影响后进行修补。

6. 网络和系统安全管理

①应划分不同管理员角色进行网络和系统的运维管理，明确各个角色的责任和权限；

②应指定专门的部门或人员进行账户管理，对申请账户、建立账户、删除账户等进行控制；

③应建立网络和系统安全管理制度，对安全策略、账户管理、配置管理、日志管理、日常操作、升级与打补丁、口令更新周期等方面做出规定；

④应制定重要设备的配置和操作手册，依据手册对设备进行安全配置和优化配置等；

⑤应详细记录运维操作日志，包括日常巡检工作、运行维护记录、参数的设置和修改等内容。

7. 恶意代码防范管理

①应增强所有用户的防恶意代码意识，对外来计算机或存储设备接入系统前进行恶意代码检查等；

②应对恶意代码防范要求做出规定，包括防恶意代码软件的授权使用、恶意代码库升级、恶意代码的定期查杀等；

③应定期检查恶意代码库的升级情况，对截获的恶意代码进行及时分析处理。

8. 配置管理

应记录和保存基本配置信息，包括网络拓扑结构、各个设备安装的软件组件、软件组件的版本和补丁信息、各个设备或软件组件的配置参数等。

9. 密码管理

①应遵循密码相关国家标准和行业标准；

②应使用国家密码管理主管部门认证核准的密码技术和产品。

10. 变更管理

应明确变更需求，变更前根据变更需求制定变更方案，变更方案经过评审，审批后方可实施；

11. 备份与恢复管理

- ①应识别需要定期备份的重要业务信息、系统数据及软件系统等；
- ②应规定备份信息的备份方式、备份频度、存储介质、保存期等；
- ③应根据数据的重要性和数据对系统运行的影响，制定数据的备份策略和恢复策略、备份程序和恢复程序等。

12. 安全事件处置

- ①应及时向安全管理部门报告所发现的安全弱点和可疑事件；
- ②应制定安全事件报告和处置管理制度，明确不同安全事件的报告、处置和响应流程，规定安全事件的现场处置、事件报告和后期恢复的管理职责等；
- ③应在安全事件报告和响应处理过程中，分析和鉴定事件产生的原因，收集证据，记录处理过程，总结经验教训。

13. 应急预案管理

- ①应制定重要事件的应急预案，包括应急处理流程、系统恢复流程等；
- ②应定期对系统相关人员进行应急预案培训，并进行应急预案的演练。

14. 外包运维管理

- ①应确保外包运维服务商的选择符合国家有关规定；
- ②应与选定的外包运维服务商签订相关的协议，明确约定外包运维的范围、工作内容。

3.5.6.1.6 安全资源要求

根据本工程建设安全需求以及安全建设方案，需要的安全资源由

省气象“天擎”云提供服务。

表 5.5.6.1-2 安全资源需求表

编号	名称	主要功能与规格要求	单位	数量
1	云防火墙	提供云内租户级的访问控制能力,保障租户与租户之间的安全隔离。	套	1
2	云入侵防御	可对由内向外发起的网络攻击行为和由外向内发起的网络攻击行为均进行检测和防护。	套	1
3	云应用防火墙	为政务应用提供 web 应用层防火墙能力,具备防护 Web 通用攻击、协议规范性检查、抗 Web 扫描器扫描等能力。	套	1
4	云防护	通过云防护形式为政务互联网应用提供抵御 DDoS 攻击能力(如 cc、SYN Flood、UDP Flood 等)。	套	1
5	云主机防护	通过病毒防护、访问控制、入侵检测/入侵防护、虚拟补丁、主机完整性监控等功能实现物理主机和虚拟主机的全面防护。	套	1
6	运维安全审计	基于 IP 地址、账号、命令进行控制,防止越权操作,实现全程的审计记录。	套	1
7	综合日志审计	通过收集云用户所有资产的日志信息,实现信息资产的统一管理、资产运行状况的统一监控。	套	1
8	综合漏洞扫描	为用户提供脆弱性扫描能力,包含漏洞扫描、基线核查等。	套	1
9	云安全态势	通过采集云租户流量和日志,基于机器学习能力,对海量安全数据进行智能分析,实现云租户威胁感知、风险预警能力的可视化展示。	套	1
10	数据库审计系统	支持网络审计,可定期获知数据库服务器是否存在非数据库的访问通讯;对数据库的常见漏洞和攻击手法进行检测,如 SQL 注入,存储过程攻击,版本检测攻击,缓冲区溢出攻击等;	套	2
11	数据库加密	采用加密技术对数据进行加密存储,防止可能会发生授权的数据被窃取、伪造和篡改等安全风险,非授权用户无法访问加密数据,有效防止管理员越权访问及黑客拖库	套	1

编号	名称	主要功能与规格要求	单位	数量
12	病毒防护系统	具备多种病毒查杀引擎包括云查杀引擎,支持多引擎的协同工作对病毒、木马、恶意软件、引导区病毒、BIOS 病毒等进行查杀,提供主动防御系统防护等功能。客户端系统默认支持 Windows XP/VISTA/WIN7/WIN8/WIN10,含三年升级服务;	套	1
13	密码安全服务平台	符合国家密码局商密检测标准的软件系统,提供密钥管理、对称/非对称密码算法、密码设备集成管理等基础密码安全服务,支持 SM2、SM3、SM4 国密算法及各国际算法,为多应用提供标准安全服务接口,保护数据机密性、完整性、不可抵赖性。并能够扩展支持多种密码应用安全功能,能够按业务系统需求提供定制开发服务。支持系统安全监控。支持 5000 用户接入,可扩容。支持 5 个应用接入,可扩容。	套	1
14	数据脱敏系统	系统支持替换、截断、隐藏、随机、加密、屏蔽等多种脱敏方式;支持 Oracle、SQL、DB2 等多种数据库类型	套	1

3.5.6.2 密码应用安全设计

3.5.6.2.1 密码应用需求分析

3.5.6.2.1.1 风险控制需求

根据 GB/T39786-2021《信息安全技术信息系统密码应用基本要求》(以下简称“基本要求”),从物理和环境安全、网络和通信安全、设备和计算安全、应用和数据安全等层面,对本系统进行风险分析,得出本系统密码应用需求。

1. 物理和环境安全

系统所在机房应部署基于非接触式国密智能 IC 卡的国密门禁系

统,对进出机房人员进行身份鉴别和进出记录数据的存储完整性保护。

2. 网络和通信安全

(1) 风险分析

用户通过 PC 终端使用浏览器以 HTTPS 方式访问智慧交通大数据中心平台,如不采用密码技术实现通信前双方的身份鉴别、通信链路上数据机密性和完整性保护,存在通信数据被非授权截取和篡改的风险。

运维管理人员通过浏览器,采用 HTTPS 协议访问堡垒机,实现设备远程运维管理,如不采用密码技术实现通信前双方的身份鉴别、数据机密性和完整性保护,存在通信数据在信息系统外部被非授权截取和篡改的风险。

(2) 密码应用需求

云平台部署符合密码相关国家、行业标准要求的应用安全网关,用户终端 PC 上部署国密浏览器,基于 SM2 密码技术构建 SSL 加密传输通道,通过密码技术实现在通信前的身份鉴别,保证通信链路上数据传输的机密性和完整性。

云平台部署符合密码相关国家、行业标准要求的 SSLVPN 网关,运维管理人员通过 SSLVPN 客户端访问,基于国密 SSL 构建加密传输通道,基于密码技术实现通信实体的身份鉴别,保证通信实体的身份真实性、通信链路上数据传输的机密性和完整性。

通过部署具备商用密码产品认证证书的应用安全网关、SSLVPN 网关,通过网关自身实现网络边界访问控制信息完整性保护。

3. 设备和计算安全

(1) 风险分析

运维管理人员通过浏览器以 HTTPS 访问堡垒机，采用账户名+口令方式实现用户登录堡垒机的身份鉴别，不采用密码技术实现运维管理人员登录堡垒机的身份鉴别，存在非授权人员登录的风险。

目前系统资源访问控制信息、日志记录、重要程序完整性及来源真实性不使用密码技术进行完整性保护，存在系统资源访问控制信息、日志记录、重要程序完整性及来源真实性被篡改风险。

(2) 密码应用需求

云平台部署数字证书认证系统，为运维管理人员颁发数字证书，数字证书存储于智能密码钥匙中，并与后台签名验签服务器进行对接，基于数字签名技术，实现运维管理人员登录 SSLVPN 网关、堡垒机身份的真实性，防止非授权人员登录。

云平台部署符合密码相关国家、行业标准要求的 SSLVPN 网关，运维管理人员使用 SSLVPN 客户端，基于国密 SSL 构建安全的信息传输通道。

对于具备商用密码产品认证证书的密码产品，通过密码产品自身实现系统资源访问控制信息完整性保护；对于通用设备的系统资源访问控制信息，通过正确配置部署云堡垒机，作为通用设备系统资源访问控制信息完整性保护的缓解措施。

对于具备商用密码产品认证证书的密码产品，通过密码产品自身实现日志记录完整性保护；通过部署日志审计系统，作为通用设备日

志记录完整性保护的缓解措施。

对于具备商用密码产品认证证书的密码产品，通过密码产品自身实现重要可执行程序完整性、重要可执行程序来源真实性；对于通用设备，需登录堡垒机后才可以访问相关重要可执行程序，作为通用设备的重要可执行程序完整性、重要可执行程序来源真实性保护的缓解措施。

4. 应用和数据安全

（1）风险分析

PC 端用户登录智慧交通大数据中心平台时，通过账号+口令方式登录应用系统，不使用密码技术对本系统应用用户访问控制权限进行完整性保护，存在应用资源被非授权用户获取的风险。

系统用户登录身份鉴别信息、在系统中流转的重要数据明文传输、存储，不使用密码技术进行传输、存储机密性、完整性保护，存在身份鉴别数据、重要数据被窃取和非授权篡改风险。

（2）密码应用需求

云平台部署符合国家、行业标准要求的数字证书认证系统，通过数字证书认证系统为用户颁发数字证书，数字证书存储于智能密码钥匙中，在业务服务区部署符合国家、行业标准要求的签名验签服务器，基于数字签名技术，实现 PC 端业务人员登录业务系统身份的真实性，防止非授权登录。

云平台部署符合密码相关国家、行业标准要求的服务器密码机，签名验签服务器，基于 HMAC-SM3 密码技术，对业务系统用户访问权

限控制列表以及业务数据进行完整性保护，防止应用资源被非授权用户篡改。

5. 安全管理

(1) 风险分析

本系统在建设阶段，未依据密码相关国家、行业标准，制定密码应用方案，规划建设密码保障系统，未依据最新的《基本要求》中安全管理要求，制定密码相关管理制度，不利于落实密码相关国家政策要求，发挥密码在信息系统安全中的基础支撑作用。

(2) 密码应用需求

依据《基本要求》，制定本系统密码应用方案，并委托密评机构对密码应用方案进行评估，评估通过后，建设密码保障系统，制定密码相关的管理制度，系统改造完成后，对相关系统进行密码应用安全性评估，落实密码相关国家政策，确保国产密码在业务系统中发挥支撑作用。

3.5.6.2.1.2 需求分析

表 5.5.6.2-1 密码应用安全需求表

安全层面	指标要求	系统密码应用要求	不适用说明
物理和环境安全	身份鉴别	确保进入机房人员的身份真实性，防止假冒人员进入。	无
	电子门禁记录数据存储完整性	保护电子门禁系统进出记录的完整性，防止被非授权篡改。	无
	视频监控记录数据存储完整性	采用密码技术保证视频监控音像记录数据的存储完整性。	无
	密码产品	应达到 GB/T37092 二级及以上安全要求	无

安全层面	指标要求	系统密码应用要求	不适用说明
网络和通信安全	身份鉴别	确保 PC 终端到业务系统之间通信实体的身份真实性，防止与假冒实体进行通信。	无
	通信数据完整性	保护通信过程中数据的完整性，防止数据被非授权篡改。	无
	通信过程中重要数据的机密性	保护通信过程中数据的机密性，防止敏感数据泄露。	无
	网络边界访问控制信息的完整性	通过密码技术确保访问控制信息的完整性。	无
	安全接入认证	不适用。	无外部设备接入本系统需求。

3.5.6.2.2 设计目标及原则

3.5.6.2.2.1 设计目标

围绕《国家政务信息化项目建设管理办法》中关于政务信息系统在系统规划阶段的密码应用要求，综合考虑智慧交通大数据中心平台的物理和环境、网络和通信、设备和计算、应用和数据、管理制度、人员管理、建设运行、应急处置等层面的密码应用需求，设计合规、正确、有效的业务系统密码应用方案，满足《基本要求》中三级指标要求，并为通过密码应用安全性评估奠定基础。

3.5.6.2.2.2 设计原则

本系统设计应遵循以下原则：

总体性原则。通过从整体层面，对本系统的密码应用开展顶层设计，明确密码应用需求和预期目标，并与本系统网络安全保护等级相结合，通过系统的设计形成涵盖技术、管理、实施保障的整体方案，

为在本系统中落实密码应用相关要求奠定基础。

科学性原则。通过成体系、分层次的设计，形成包括密码支撑体系总体架构、密码基础设施建设部署、密钥管理体系构建、密码产品部署及管理等内容总体方案。通过密码应用方案设计，为实现《基本要求》在具体信息系统上的落地创造条件。

完备性原则。要按照《基本要求》对密码技术应用（包括物理和环境安全、网络和通信安全、设备和计算安全、应用和数据安全四个层面）、密钥管理和安全管理的相关要求，组成完备的密码支撑保障体系。

可行性原则。在保证信息系统业务正常运行的同时，综合考虑信息系统的复杂性、兼容性及其他保障措施等因素，保证方案切合实际、合理可行。并科学评估密码应用解决方案和实施方案，并结合实际情况制订项目组织实施计划。

3.5.6.2.2.3 设计依据

- （1）《中华人民共和国密码法》；
- （2）《中华人民共和国网络安全法》；
- （3）《中华人民共和国电子签名法》；
- （4）《国家密码管理局关于组织开展金融和重要领域密码应用专项检查的通知》；
- （5）《关于金融和重要领域密码应用专项检查重点抽查有关工作安排的通知》；
- （6）《国家密码管理局关于请进一步加强国家政务信息系统密

码应用与安全性评估工作的函》国密局函〔2020〕119 号；

(7) 《国家政务信息化项目建设管理办法》国办发〔2019〕57 号；

(8) 《商用密码应用安全性评估管理办法（试行）》；

(9) 《政务信息系统政府采购管理暂行办法》标准规范；

(10) 《信息系统密码应用高风险判定指引》；

(11) 《信息系统密码应用测评要求》；

(12) 《信息系统密码应用测评过程指南》；

(13) 《商用密码应用安全性评估量化评估规则》；

(14) 《政务信息系统密码应用与安全性评估工作指南》；

(15) GB/T39786-2021《信息安全技术信息系统密码应用基本要求》；

(16) GB/T32907-2016《信息安全技术 SM4 分组密码算法》；

(17) GB/T32918.1-2016《信息安全技术 SM2 椭圆曲线公钥密码算法第 1 部分：总则》；

(18) GB/T32918.2-2016《信息安全技术 SM2 椭圆曲线公钥密码算法第 2 部分：数字签名算法》；

(19) GB/T32918.3-2016《信息安全技术 SM2 椭圆曲线公钥密码算法第 3 部分：密钥交换协议》；

(20) GB/T32918.4-2016《信息安全技术 SM2 椭圆曲线公钥密码算法第 4 部分：公钥加密算法》；

(21) GB/T32918.5-2017《信息安全技术 SM2 椭圆曲线公钥密码

算法第 5 部分：参数定义》；

(22) GB/T32905-2016《信息安全技术 SM3 密码杂凑算法》；

(23) GB/T32915-2016《信息安全技术二元序列随机性检测方法》；

(24) GB/T33560-2017《信息安全技术密码应用标识规范》；

(25) GB/T35276-2017《信息安全技术 SM2 密码算法使用规范》；

(26) GB/T35275-2017《信息安全技术 SM2 密码算法加密签名消息语法规范》；

(27) GB/T29829-2013《信息安全技术可信计算密码支撑平台功能与接口规范》；

(28) GB/T20518-2018《信息安全技术公钥基础设施数字证书格式》；

(29) GB/T35291-2017《信息安全技术智能密码钥匙应用接口规范》；

(30) GB/T36322-2018《信息安全技术密码设备应用接口规范》；

(31) GB/T38556-2020《信息安全技术动态口令密码应用技术规范》；

(32) GB/T38636-2020《信息安全技术传输层密码协议(TLCP)》；

(33) GB/T37092-2018《信息安全技术密码模块安全要求》；

(34) GB/T38629-2020《信息安全技术签名验签服务器技术规范》；

(35) GB/T38540-2020《信息安全技术安全电子签章密码技术规范》；

(36) GB/T25056-2018《信息安全技术证书认证系统密码及其相

关安全技术规范》；

(37) GB/T38625-2020《信息安全技术密码模块安全检测要求》；

(38) GB/T38625-2020《信息安全技术密码模块安全检测要求》；

(39) GB/T38629-2020《信息安全技术签名验签服务器技术规范》；

(40) GB/T38636-2020《信息安全技术传输层密码协议(TLCP)》；

(41) GB/T38647.1-2020《信息技术安全技术匿名数字签名第1部分：总则》；

(42) GB/T38647.2-2020《信息技术安全技术匿名数字签名第2部分：采用群组公钥的机制》；

(43) GM/T0008-2012《安全芯片密码检测准则》；

(44) GM/T0014-2012《数字证书认证系统密码协议规范》；

(45) GM/T0017-2012《智能密码钥匙密码应用接口数据格式规范》；

(46) GM/T0019-2012《通用密码服务接口规范》；

(47) GM/T0020-2012《证书应用综合服务接口规范》；

(48) GM/T0025-2014《SSLVPN网关产品规范》；

(49) GM/T0026-2014《安全认证网关产品规范》；

(50) GM/T0027-2014《智能密码钥匙技术规范》；

(51) GM/T0030-2014《服务器密码机技术规范》；

(52) GM/T0032-2014《基于角色的授权与访问控制技术规范》；

(53) GM/T0033-2014《时间戳接口规范》；

(54) GM/T0036-2014《采用非接触卡的门禁系统密码应用技术

指南》；

(55) GM/T0037-2014《证书认证系统检测规范》；

(56) GM/T0038-2014《证书认证密钥管理系统检测规范》。

3.5.6.2.3 密码安全技术方案

3.5.6.2.3.1 密码应用总体思路

在满足总体性、科学性、完备性、可行性原则的基础上，通过复用“天擎”云提供的国产密码服务，以满足本项目的密码应用需求。

数字证书认证系统：提供证书申请、签发、下载、更新、废止、查询等管理功能。

服务器密码机：提供根密钥安全存储和管理，提供对称、非对称加密服务。

SSLVPN 网关：提供远程安全运维，建立基于国密的集中安全运维管理通道。

安全认证网关：用户终端接入认证和传输加密服务。

签名验签服务器：提供基于 PKI 体系和数字证书的数字签名、验证签名，重要数据加解密等运算功能，保证用户身份的真实性以及重要数据的完整性，机密性。

智能密码钥匙：主要提供签名验签、杂凑等密码运算服务，实现信息的完整性、真实性保护，同时提供一定的存储空间，用于存放数字证书等用户数据。身份鉴别 Key 中存放标识用户身份的数字证书，主要用于对用户身份真实性的鉴别。

3.5.6.2.3.2 密码应用总体框架

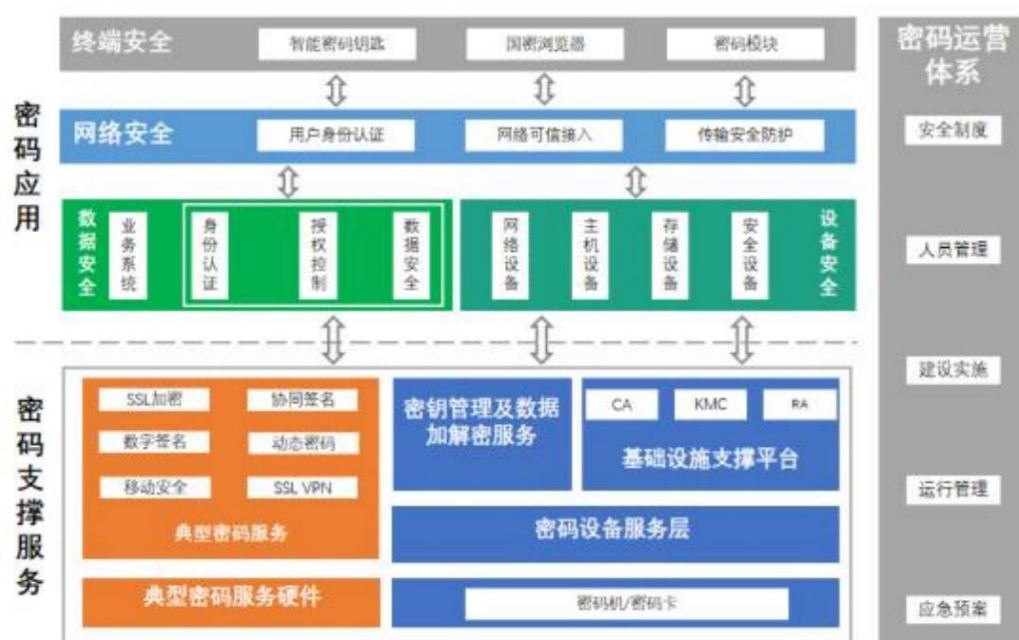


图 5.5.6.2-1 密码应用总体架构

商用密码应用总体架构上包括密码支撑服务、系统密码应用和密码运营体系。密码支撑服务架构上主要包括典型密码服务、通用密码服务和密码基础设施。典型密码服务一般是用专用的密码硬件，部署典型密码服务。通用密码服务一般包括密钥管理和数据加解密服务，密码基础设施是数字证书认证系统，通用密码服务和密码基础设施调用服务器密码机提供密码计算服务，服务器密码机可以提供密钥生成、存储、运算、周期管理等。

业务系统属于密码服务的使用者，业务系统可以调用密码服务完成业务应用层的身份认证、数据完整性校验、数据存储加密等功能。

业务系统的接入层属于密码服务的使用者，在网络的接入层调用密码服务完成网络层的身份认证、传输通道的加密、网络可信准入等

功能。

业务系统的终端用户使用 PC 端接入，配合使用的包括符合商用密码要求的国密浏览器、智能密码钥匙等密码配套设施。

3.5.6.2.3.3 网络和通信安全

在“天擎”云平台互联网区和政务外网区部署国密 SSLVPN 网关，对网络传输的数据进行加密保护并对访问控制信息进行完整性保护。

在政务互联网区和政务外网区分别部署国密 IPSecVPN，建立安全的数据传输通道，对网络间传输的数据进行加密和完整性保护，并对接入 VPN 进行安全身份验证。

为 VPN 配备国家密码管理部门认可的国密数字证书，在通信前进行身份鉴别，保障 VPN 设备通信双方身份的可靠。

3.5.6.2.3.4 设备和计算安全

设备管理员通过堡垒机和智能密码钥匙（USBKey）经 SSLVPN 网关通道安全接入相应“天擎”云平台资源远程管理时，对管理员用户进行身份鉴别。

“天擎”云平台互联网区和政务外网区部署统一密码服务平台，使用 HMAC-SM3 在访问控制信息、日志记录写入时进行完整性保护，并在读取和使用时进行验证其完整性。

3.5.6.2.3.5 应用和数据安全

在“天擎”云平台互联网区和政务外网区的平台服务区分别部署统一密码服务平台，依托服务器密码机和签名验签服务器生成 HMAC-SM3 或数字签名，为关键或敏感数据进行存储的完整性保护。

在重要数据传输时，通过“网络和通信安全”层面符合要求的密码技术保障数据传输的机密性、完整性。

（1）在本系统管理员的 PC 机部署国密安全浏览器并向其配发 USBKey，使用具备电子认证服务资质的 CA，通过证书认证系统向用户 USBKey 配置国密数字证书，保证用户身份唯一性标识及身份信息的安全存储。本系统管理员通过国密安全浏览器和 USBKey 登录，实现用户安全身份鉴别，防止非授权人员登录。统一密码服务平台使用服务器密码机生成 HMAC-SM3 对访问云平台的访问权限信息进行完整性保护，防止应用资源被非授权用户获取。

（2）依托云平台部署的符合 GM/T0029-2014《签名验签服务器技术规范》的签名验签服务器，采用 HMAC-SM3 密码技术，实现对业务系统访问权限控制信息进行完整性保护，防止应用资源被非授权用户篡改。

（3）依托云平台部署的服务器加密机对客户端产生的重要数据等实现传输机密性和完整性保护。在使用数据时，通过调用后台的签名验签服务器，确认数据的完整性和机密性。

（4）依托云平台部署的服务器加密机，基于 SM4 算法实现应用系统重要数据、敏感信息的加密存储，确保应用相关重要数据在存储过程中的机密性。

（5）对 PC 端产生敏感信息、重要信息，通过终端密码模块调用 USBKey 中私钥对相关数据进行签名，确保数据的完整性，然后将数据发送给后台业务系统，后台在需要使用时，通过调用签名验签服务

器进行验签，确保数据在传输过程中的完整性。

(6) 依托云平台部署的符合 GM/T0029-2014《签名验签服务器技术规范》的签名验签服务器，采用 HMAC-SM3 密码技术，在应用系统重要数据存储时进行完整性校验，确保重要数据存储的完整性，实现重要数据防篡改保护。

3.5.6.2.3.6 密钥管理

本次将通过“天擎”云平台提供的商用密码服务，保证密钥等信息和系统的部署、使用安全。

不同的密钥有不同的生命周期：签名密钥对可能有数年的生命周期；而一些临时密钥（如 SSL 协议中的会话密钥）的生命周期为单次会话，使用完毕后立即销毁。一般而言，使用频率越高的密钥要求其生命周期越短。单个密钥的生命周期也不是固定的，如果密钥泄露，其生命周期应立即终止并销毁密钥。

此外，有些与安全相关的敏感参数也应该视同密钥进行安全防护，包括但不限于用户口令、密钥生成和密码计算过程中使用的随机数或中间结果（如 SM2 签名算法中使用的随机数和密钥协商过程中生成的共享秘密）。

密钥在其生命周期内涉及到生成、存储、导入和导出、分发、使用、备份和恢复、归档、销毁等环节，本次项目密钥管理具体设计如下表 2 所示：

表 5.5.6.2-2 系统密钥管理表

SSL 签名私钥	
生命周期	实现机制

SSL 签名私钥	
密钥生成	在 SSL 服务端的密码卡中生成
密钥存储	以密文形式存储在密码卡中
密钥分发	不涉及
密钥导入	支持导入
密钥导出	以密文的方式导出
密钥使用	在应用安全网关或 SSLVPN 网关中进行签名运算
密钥更新	证书到期或撤销时更新
密钥备份	以加密方式在硬件设备本地备份
密钥恢复	支持密钥恢复
密钥归档	不涉及
密钥销毁	SSL 签名证书作废或更新时同步销毁

SSL 签名公钥	
生命周期	实现机制
密钥生成	在 SSL 服务端的密码卡中生成
密钥存储	在 SSL 签名证书中存储
密钥分发	随证书分发
密钥导入	随证书导入
密钥导出	随证书导出
密钥使用	在 SSL 客户端中进行验签运算
密钥更新	证书到期或撤销时更新
密钥备份	随证书备份
密钥恢复	随证书恢复
密钥归档	不涉及
密钥销毁	SSL 签名证书作废或更新时同步销毁

SSL 加密私钥	
生命周期	实现机制
密钥生成	在签发 SSL 加密证书的 KMC 中产生
密钥存储	以密文形式存储在 SSL 服务端中

SSL 加密私钥	
密钥分发	不涉及
密钥导入	支持导入
密钥导出	以密文的方式导出
密钥使用	在应用安全网关或 SSLVPN 网关中进行解密运算
密钥更新	证书到期或撤销时更新
密钥备份	以加密方式在硬件设备本地备份
密钥恢复	支持密钥恢复
密钥归档	在 KMC 中归档
密钥销毁	SSL 加密证书作废或更新时同步销毁

SSL 加密公钥	
生命周期	实现机制
密钥生成	在签发 SSL 加密证书的 KMC 中产生
密钥存储	在 SSL 加密证书中存储
密钥分发	随证书分发
密钥导入	随证书导入
密钥导出	随证书导出
密钥使用	在 SSL 客户端中进行加密运算
密钥更新	证书到期或撤销时更新
密钥备份	随证书备份
密钥恢复	随证书恢复
密钥归档	不涉及
密钥销毁	SSL 加密证书作废或更新时同步销毁

临时会话密钥	
生命周期	实现机制
密钥生成	国密 SSL 协商产生
密钥存储	不涉及
密钥分发	不涉及
密钥导入	不涉及

临时会话密钥	
密钥导出	不涉及
密钥使用	分别在 SSL 客户端和 SSL 服务端
密钥更新	会话恢复时更新
密钥备份	不涉及
密钥恢复	不涉及
密钥归档	不涉及
密钥销毁	会话终止时销毁

网络传输完整性密钥	
生命周期	实现机制
密钥生成	由临时会话密钥派生产生
密钥存储	不涉及
密钥分发	不涉及
密钥导入	不涉及
密钥导出	不涉及
密钥使用	在 SSL 客户端和 SSL 服务端中进行 MAC 运算
密钥更新	随临时会话密钥更新而更新
密钥备份	不涉及
密钥恢复	不涉及
密钥归档	不涉及
密钥销毁	会话终止时销毁

访问控制信息完整性保护密钥	
生命周期	实现机制
密钥生成	在签名验签服务器中密码卡中生成
密钥存储	以密文形式存储在签名烟服务器中
密钥分发	不涉及
密钥导入	支持导入
密钥导出	以加密方式导出
密钥使用	在签名验签服务器中进行签名运算

访问控制信息完整性保护密钥	
密钥更新	根据安全管理策略定期更新
密钥备份	以加密方式在硬件介质中备份
密钥恢复	解密恢复
密钥归档	不涉及
密钥销毁	不涉及

运维管理人员签名私钥	
生命周期	实现机制
密钥生成	智能密码钥匙中产生
密钥存储	以密文方式存储在智能密码钥匙中
密钥分发	不涉及
密钥导入	不涉及
密钥导出	不涉及
密钥使用	在智能密码钥匙中进行签名运算
密钥更新	证书到期或撤销时更新
密钥备份	不涉及
密钥恢复	不涉及
密钥归档	不涉及
密钥销毁	证书到期或作废时销毁

运维管理人员签名公钥	
生命周期	实现机制
密钥生成	智能密码钥匙中产生
密钥存储	以密文形式存储在签名证书中
密钥分发	不涉及
密钥导入	随证书导入
密钥导出	随证书导出
密钥使用	在签名验签服务器中进行验签运算
密钥更新	证书到期或撤销时更新
密钥备份	不涉及

运维管理人员签名公钥	
密钥恢复	不涉及
密钥归档	不涉及
密钥销毁	证书到期或作废时销毁

运维管理人员加密私钥	
生命周期	实现机制
密钥生成	在 KMC 中产生
密钥存储	以密文方式存储在智能密码钥匙中
密钥分发	不涉及
密钥导入	不涉及
密钥导出	不涉及
密钥使用	在智能密码钥匙中进行解密运算
密钥更新	证书到期或撤销时更新
密钥备份	不涉及
密钥恢复	不涉及
密钥归档	在 KMC 中归档
密钥销毁	证书到期或撤销时更新

运维管理人员加密公钥	
生命周期	实现机制
密钥生成	在 KMC 中产生
密钥存储	以密文形式存储在加密证书中
密钥分发	不涉及
密钥导入	随证书导入
密钥导出	随证书导出
密钥使用	在服务端中进行加密运算
密钥更新	证书到期或撤销时更新
密钥备份	不涉及
密钥恢复	不涉及
密钥归档	在 KMC 中归档

运维管理人员加密公钥	
密钥销毁	证书到期或撤销时更新

访问控制信息完整性保护密钥	
生命周期	实现机制
密钥生成	由签名验签服务器密码卡产生
密钥存储	以密文形式存储在签名验签服务器中
密钥分发	不涉及
密钥导入	不涉及
密钥导出	不涉及
密钥使用	在签名验签服务器中进行 HMAC 运算
密钥更新	根据安全管理策略定期更新
密钥备份	不涉及
密钥恢复	不涉及
密钥归档	不涉及
密钥销毁	不涉及

日志记录完整性保护密钥	
生命周期	实现机制
密钥生成	由签名验签服务器密码卡产生
密钥存储	以密文形式存储在签名验签服务器中
密钥分发	不涉及
密钥导入	不涉及
密钥导出	不涉及
密钥使用	在签名验签服务器中进行 HMAC 运算
密钥更新	根据安全管理策略定期更新
密钥备份	不涉及
密钥恢复	不涉及
密钥归档	不涉及
密钥销毁	不涉及

业务系统用户加密私钥

业务系统用户加密私钥	
生命周期	实现机制
密钥生成	在 KMC 中生成
密钥存储	以密文形式存储在智能密码钥匙中
密钥分发	不涉及
密钥导入	以加密方式导入
密钥导出	无法导出
密钥使用	实现数据的加密操作
密钥更新	证书到期或作废时更新
密钥备份	通过 KMC 集中加密备份
密钥恢复	通过 KMC 集中解密恢复
密钥归档	通过 KMC 进行归档
密钥销毁	证书到期或作废时销毁

业务系统用户加密公钥	
生命周期	实现机制
密钥生成	在 KMC 中生成
密钥存储	以密文形式存储在加密证书中
密钥分发	不涉及
密钥导入	随证书导入
密钥导出	随证书导出
密钥使用	实现数据的加密操作
密钥更新	证书到期或作废时更新
密钥备份	不涉及
密钥恢复	不涉及
密钥归档	不涉及
密钥销毁	证书到期或作废时销毁

业务系统解密私钥	
生命周期	实现机制
密钥生成	在签名验签服务器中密码卡上生成
密钥存储	以密文形式存储在签名验签服务器中

业务系统解密私钥	
密钥分发	不涉及
密钥导入	支持导入
密钥导出	加密导出
密钥使用	实现数据的签名操作
密钥更新	证书到期或作废时更新
密钥备份	不涉及
密钥恢复	不涉及
密钥归档	不涉及
密钥销毁	证书到期或作废时销毁

业务系统加密公钥	
生命周期	实现机制
密钥生成	在签名验签服务器中密码卡上生成
密钥存储	以密文形式存储在签名证书中
密钥分发	不涉及
密钥导入	随证书导入
密钥导出	随证书导出
密钥使用	实现数据的验签操作
密钥更新	证书到期或作废时更新
密钥备份	不涉及
密钥恢复	不涉及
密钥归档	不涉及
密钥销毁	证书到期或作废时销毁

存储完整性密钥	
生命周期	实现机制
密钥生成	在签名验签服务器的密码卡中生成
密钥存储	以密文形式存储在签名验签服务器中
密钥分发	不涉及
密钥导入	不涉及

存储完整性密钥	
密钥导出	不涉及
密钥使用	在签名验签服务器中实现 HMAC 运算
密钥更新	不涉及
密钥备份	不涉及
密钥恢复	不涉及
密钥归档	不涉及
密钥销毁	根据安全策略进行销毁

3.5.6.2.3.7 密码应用部署

本次国产密码应用建设部署，均复用全省一体化数据基础平台提供的商用密码服务，系统密码应用部署拓扑如下图所示。

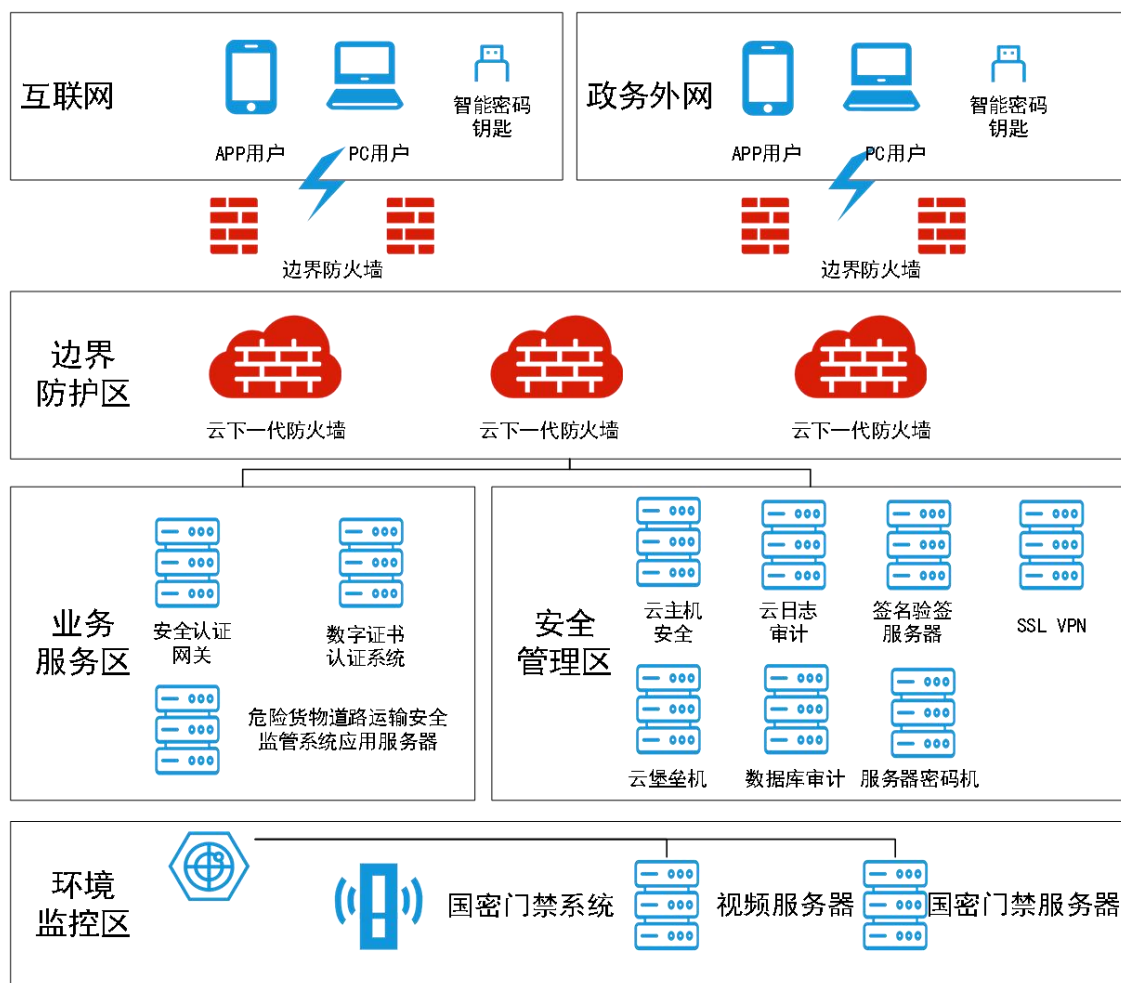


图 5.5.6.2-2 系统密码应用部署拓扑图

3.5.6.2.3.8 商用密码应用测评方案

本项目建设的系统名为气象监测预警在线系统，由安徽省气象局统筹建设，单位地址：合肥市蜀山区史河路16号，所属密码管理部门为安徽省密码管理局。本系统“我的气象台”应用拟定网络安全等级三级，其他应用拟定网络安全等级二级。

信息系统密码测评工作遵循 GB/T 22239-2019《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》、GB/T 39786-2021《信息安全技术信息系统密码应用基本要求》。密码应用技术评测的四个技术基线包含物理和环境安全、网络和通信安全、设备和计算安全、应用和数据安全。评测管理基线包含管理制度、人员、建设运营和应急处置等方面。

指标要求		一级	二级	三级	四级
物理和环境安全	身份鉴别	可	宜	应	应
	电子门禁记录数据完整性	可	宜	应	应
	视频记录数据完整性	--	--	应	应
	密码模块实现	--	宜	宜	应
网络和通信安全	身份鉴别	可	宜	应	应
	访问控制信息完整性	可	宜	应	应
	通信数据完整性	可	宜	应	应
	通信数据机密性	可	宜	应	应
设备和计算安全	集中管理通道安全	--	--	应	应
	密码模块实现	--	宜	宜	应
	身份鉴别	可	宜	应	应
	访问控制信息完整性	可	宜	应	应
应用和数据安全	敏感标记的完整性	可	宜	应	应
	日志记录完整性	可	宜	应	应
	远程管理身份鉴别信息机密性	--	宜	应	应
	重要程序或文件完整性	--	--	应	应
应用和数据安全	密码模块实现	--	宜	宜	应
	身份鉴别	可	宜	应	应
	访问控制	可	宜	应	应
	数据传输安全	可	宜	应	应
应用和数据安全	数据存储安全	可	宜	应	应
	日志记录完整性	可	宜	应	应
	重要应用程序的加载和卸载	--	--	应	应
	抗抵赖	--	--	--	应
应用和数据安全	密码模块实现	--	宜	宜	应

图 5.5.6.2-3 商用密码应用测评方案

因本项目主要基础环境利旧，部分扩充，在物理和环境安全、网络和通信安全、设备和计算安全、安全管理制度等方面都利旧现有密码防护条件。

在应用和数据安全方面，本系统通过数字证书或用户名+口令的

方式登录应用系统，对登录系统的人员进行身份鉴别。系统的访问控制信息未采用密码技术进行访问控制信息完整性保护。系统用户访问应用系统使用 HTTPS 协议进行通信，采用的 SSL 证书算法为国密密码技术保证重要数据传输的机密性，密码算法合规性。系统使用代码实现国密加密算法对重要数据进行机密存储，采用了密码技术保证重要数据存储的机密性保护，其使用的加密算法合规。系统重要数据采用密码技术实现重要数据存储完整性保护。系统为可能涉及法律责任认定的应用，采用电子签章系统，并支持验签功能，保证数据原发行为和接收行为的不可否认性。

3.5.6.2.4 密码安全管理方案

3.5.6.2.4.1 制度管理

根据《基本要求》中安全管理制度方面的要求，制定与本系统相适应的密码安全管理制度和操作规程，内容至少包含密码设计、建设、运维、人员、设备、密钥等 6 个方面，并同步在单位现有的制度发布流程中补充密码相关管理制度发布流程，待新制定的密码安全管理制度和操作规程内部评审通过后，按照密码相关管理制度发布流程予以发布并遵照执行。

密码安全管理制度和操作规程发布后，每年年底，在内部组织专家和密码相关人员对密码安全管理制度和操作规程在使用过程中的合理性和适用性进行论证和审定，对存在不足或需要改进的安全管理制度进行修订。

1、 制度文件生命周期管理

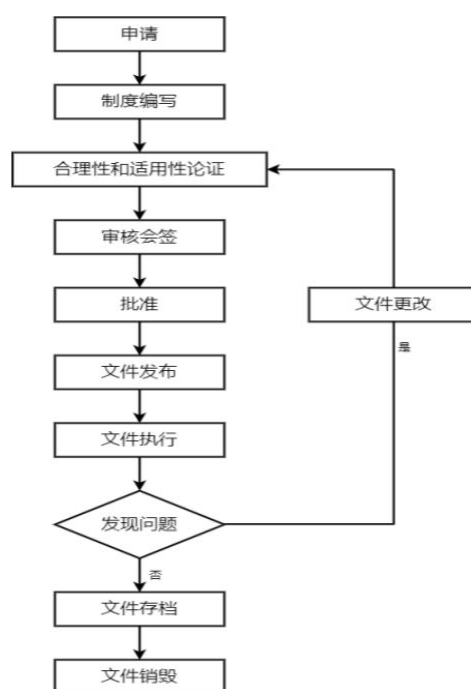


图 5.5.6.2-4 制度文件生命周期

2、 制度文件策划

密码应用安全工作小组组织相关人员，根据 GB/T39786-2021《信息安全技术信息系统密码应用基本要求》的要求，结合实际的职责和 workflows，策划制定密码应用安全管理制度文件，并形成《密码应用安全管理制度文件框架》（以下简称“文件框架”）。

密码应用安全工作小组将制度的文件汇报安全领导小组，密码应用安全领导小组对文件进行审核确认。

3、 制度文件架构与编写

密码应用安全工作小组根据审批后的文件框架及清单，负责组织编写各级文件。总策略文件为《密码应用安全领导机构组成与职责》它定义了安全管理的组织框架和职责划分等。程序规范类文件主要包括《安全管理制度修订及发布流程》《密码应用岗位责任制度》《人员日常管理操作规程》《上岗人员培训制度》《安全岗位人员考核制

度》《关键岗位人员保密制度和调离制度》《密钥管理规则及策略》《建设运行中方案设计规范》《密码产品采购管理制度》《安全事件报告和处置》《信息系统应急预案管理》《密码软硬件管理制度》《介质安全管理制度》等管理标准文件，主要规定了各个领域的安全管理的基本原则和目标。记录类文件主要是各个领域安全管理的过程文档，是整个安全管理体系有效执行和落地的主要手段，也是安全管理体系的过程记录，可作为对外的密码应用安全质量保证。

4、 制度文件标识及编写规范

(1) 文件的编码方式如下：

“XXX 部门拼音首字母”+“制度文件序号码-文件名称-版本号”
如：《XXX05-密码应用安全领导机构组成与职责-V1.0》， “XXX05”表

示 XXX 单位和第 5 个管理文件，“密码应用安全领导机构组成与职责”为制度文件名称，“V1.0”代表文件版本号。

(2) 制度文件借鉴 ISO/27001 标准要求，分总体策略、程序规范、记录文件，各类文件级别示意如下：

1 级文件-----总方针、总策略

2 级文件-----管理制度与操作规范

3 级文件-----记录、表单

文件序号码由阿拉伯数字按从小到大顺序组成，整个安全管理制度文件统一编码。

(3) 文件版本

文件经过修改后需更换版本。使用 1、2、3、4…表示文件的版本，用 0、1、2、3…表示修改的次数。

如：1—表示第一版；2—表示第二版；3—表示第三版…0—未经过修改

改；1—修改过第一次；2—修改过第二次…以此类推。

则 2.1 表示第二版本修改过一次的文件。

（4）文件的每次修改，以修改次数来表示，当文件的大部分需修改或修改过了许多次时则需要更换文件的版本。

（5）文件不需要每次修改后重新发布，但如版本发生变化（如从 ver1.3 变成 ver2.0）时需要重新发布。

5、 制度文件的评审

密码应用安全工作小组应定期发起对制度文件的合理性和适用性的论证和审定。对制度文件的评审应至少每年进行一次。评审流程如下：

（1）密码应用安全工作小组发起对制度文件的评审申请，密码应用安全领导小组审核确认后批准评审要求。

（2）密码应用安全工作小组制定评审计划。计划中应确定各文档对应的评审责任人以及实施评审的时间计划。

（3）文件的评审应每年进行一次。

（4）各评审责任人根据时间计划，评估现有文件的有效性和充分性。如果确定文档有必要进行修改，应填写《制度文件修订记录》。

（5）如果修改的内容只涉及网络安全部，则由密码应用安全工

作小组组长进行审批，在审批同意后，由文档评审责任人进行修改。

（6）如果修改的内容涉及到网络安全部以外的部门，需要所有涉及部门的会签。会签后，由文档评审责任人进行文档修改。

（7）修改完毕之后，各责任人将《制度文件评审记录》和完善后的制度文件版本一并报送密码应用安全工作小组，由密码应用安全工作小组进行标识和保存。

（8）密码应用安全工作小组最终对评审结果向密码应用安全领导小组进行汇报。

6、 制度文件的作废

（1）在制度文件的评审过程中，如果评审责任人认为文件应当作废，则填写《制度文件作废申请表》，由密码应用安全工作小组审批后，报密码应用安全领导小组进行审批。

（2）密码应用安全领导小组审批完成后，密码应用安全工作小组负责通知所有相关人员，并对《密码应用安全管理制度文件框架》进行更新。

3.5.6.2.4.2 人员管理

根据《基本要求》中安全管理人员方面的要求，对本系统现有的人员管理制度进行补充和完善。

一是设置内部密码专题培训机制，每年组织一次，由内部人员或聘请外部专家担任培训讲师，内容涉及密码相关法律法规和标准规范、商用密码应用、商用密码应用安全性评估等多个方面，使相关人员了解密码相关的法律和法规，掌握密码基本原理，并遵照执行；

二是在本系统完成密码应用改造后，安排项目建设单位、相关密码设备厂商对本系统部署使用的所有密码产品进行操作培训，确保相关人员能够正确配置使用本系统中部署的密码产品；

三是结合本系统情况，分别设立密钥管理员、密码安全审计员、密码操作员等岗位，明确各岗位职责，其中密码安全审计员、密钥管理员及密码操作员分别安排不同的人员担任。

四是在现有的安全管理制度中，补充密码相关人员考核、奖惩、保密、调离制度，每年对密钥管理人员、安全审计人员、密码操作人员组织一次考核，对考核成绩优异的予以表扬和奖励，考核成绩不合格者，进行批评教育；密钥管理人员、安全审计人员、密码操作人员与单位签订保密协议，承担保密义务，相关人员若要调离岗位时，按照制定的人员调离制度承担相应的保密义务。

1、 密钥管理员

（1）密钥管理员必须是 XXX 人员（如有明确指定在编），密钥管理员与密码应用安全审计员分人负责。

（2）密钥管理员必须定期参加岗位培训。

（3）密钥管理员要有高度的责任感，要充分认识到涉密工作的重要性 and 关键性。

（4）密钥管理员不得将密钥以明文的方式暴露在设备之外。

（5）密钥管理员需保证密钥导入与导出的安全，以及密钥的正确性。

（6）密钥管理员要防止密钥泄露和替换。密钥泄露时，应立即

停止密钥使用，启动相应的应急处理和响应措施。

（7）对密钥的借出和归还做好登记记录，记入《综合业务登记本》。

（8）严格按照密钥管理规则，对不同类型的密钥的全生命周期进行规范管理。

（9）密钥管理员按照密钥更换周期要求更换密钥，更换时，应采取有效的安全措施。

（10）密钥管理员要制定密钥备份策略。

（11）密钥管理员对密钥的备份或恢复进行记录，并生成审计信息。

（12）对密钥的归档进行记录，并生成审计信息。

（13）密码密钥存档，由密钥管理员统一保密保存。密码密钥和密码设备必须异地存放。

2、 密码应用安全审计员

（1）密码应用安全审计员必须定期参加岗位培训。

（2）密码应用安全审计员要有高度的责任感，要充分认识到涉密工作的重要性和关键性。

（3）密码应用安全审计员要对密钥的审计信息包括：种类、长度、拥有者信息、使用起始时间、使用终止时间等进行审查。

（4）密码应用安全审计员要针对系统的登入情况、用户识别号、登入尝试的日期和具体时间、退出的日期和时间、所使用的设备、登入后运行程序等事件信息进行审查。

(5) 密码应用安全审计员要对应用程序的活动信息，如打开和关闭数据文件，读取、编辑、删除记录或字段等特定操作进行审计，以及打印报告等。

(6) 密码应用安全审计员要审计用户的操作活动信息，如用户直接启动的所有命令，用户所有的鉴别和认证操作，用户所访问的文件和资源等信息。

(7) 对可能存在的潜在攻击者起到威慑和警示作用，核心是风险评估。

(8) 测试系统的控制情况，及时进行调整，保证与安全策略和操作规程协调一致。

(9) 对已出现的破坏事件，作出评估并提供有效的灾难恢复和追究责任的依据。

(10) 对系统控制、安全策略与规程中的变更进行评价和反馈，以便修订决策和部署。

(11) 协助系统管理员及时发现网络系统入侵或潜在的系统漏洞及隐患。

3、 密码操作员

(1) 密码操作员必须定期参加岗位培训。

(2) 密码操作员要有高度的责任感，要充分认识到涉密工作的重要性 and 关键性。

(3) 密码设备必须上锁，并由专人操作，无关人员不得接触。

(4) 密码操作员要熟悉设备的使用，了解设备在网络中的作用。

(5) 密码密钥操作人员每次对设备的操作均要登记备案，并填写《综合业务登记本》。

(6) 每次向密钥管理员借用密钥要登记记录，并填写《综合业务登记本》，使用后立即归还，并登记注销。

(7) 操作员要定期更换保密设备的密码，并做好登记备案。

(8) 密码操作员要爱护设备，定期检查设备的工作状态，确保设备正常工作。

3.5.6.2.4.3 实施管理

依据密码相关标准完成密码应用方案编制，并委托密评机构对方案进行评估，评估通过后，将本系统密码应用改造方案向安徽省密码管理局备案，并同步对本系统进行密码应用改造，选用通过检测认证合格的密码产品、密码模块（一级）以上、密码服务，合规、正确、有效的建设密码保障系统。

依据评估通过的密码应用方案改造完成后，委托密评机构对本系统进行密评，密评通过后上线运行，上线运行后，每1年对本系统进行一次密码应用安全性评估，并根据评估意见进行整改。当本系统在运行过程中发现重大密码应用安全隐患时，将停止系统运行，制定整改方案，按照整改方案对系统进行整改和密码应用安全性评估，评估通过后重新上线运行。

1、 安全管理要点

工程实施阶段的主要目的是将所有的模块（软硬件）集成为完整的系统，并且检查确认集成以后的系统符合密码应用安全相关法律法

规要求。

本阶段应完成以下具体密码应用安全工作：

（1）由单位内部授权或指定专职人员代表负责信息系统密码应用安全建设实施过程的管理；

（2）由信息系统密码应用建设实施方根据具体项目情况制定详细的《信息系统密码实施方案》来控制实施过程，并监督实施单位认真执行安全工程过程；

（3）找出并描述实现密码应用实施方案后系统和模块的安全要求和限制，以及相关的系统验证机制及检查方法；完善系统的运行程序和全生命期支持的安全计划，如密钥的分发等；对项目参与人员进行密码应用安全意识培训；

（4）对参加项目建设的安全管理和技术人员的安全职责进行检查。

2、 工程实施和管理

信息系统规划阶段，责任单位应依据密码应用相关国家标准和行业标准，制定密码应用方案，组织专家进行评审，评审意见作为项目规划立项的重要材料。通过专家审定后的方案应作为建设、验收和测评的重要依据。应按照国家相关标准，制定实施方案，方案内容应包括但不少于信息系统概述、安全需求分析、密码系统设计方案、密码产品清单（包括产品资质、功能及性能列表和产品生产单位等）、密码系统安全管理与维护策略、密码系统实施计划等。应选用经国家密码管理部门核准的密码产品和许可的密码服务。信息系统投入运行前，

应经测评机构进行安全性评估，评估通过方可投入正式运行。信息系统投入运行后，责任单位每年应委托测评机构开展密码应用安全性评估，并根据评估意见进行整改；有重大安全隐患的，应停止系统运行，制定整改方案，整改完成并通过评估后方可投入运行。

3、 工程监理

为保证建设工程的安全和质量，信息系统安全建设和整改工程可以实施监理。监理内容包括对工程实施前期安全性、采购外包安全性、工程实施过程安全性、系统环境安全性等方面的核查。

3.5.6.2.4.4 应急管理

根据《基本要求》中安全管理应急方面的要求，对现有的应急管理制度进行完善，补充制定密码相关应急处置预案，并做好应急资源准备，明确密码安全事件处理流程及其它管理措施。

1、 信息系统应急预案故障分类

根据密码应用与密码应用安全突发事件可控性、严重程度和影响范围的不同，分为以下四级：

I 级（特别重大）：本单位信息系统密码应用发生全单位性瘫痪，对本单位正常工作造成特别严重损害，且事态发展超出本单位控制能力的安全事件；

II 级（重大）：本单位密码应用与信息系统发生大规模瘫痪，对本单位正常工作造成严重损害，事态发展超出本单位单一部门自身控制能力，需本单位各部门协同处置的安全事件；

III 级（较大）：本单位某一区域的密码应用与信息系统瘫痪，

对本单位正常工作造成一定损害，但网络安全部可自行处理的安全事件；

IV 级（一般）：某一局部密码应用或信息系统受到一定程度损坏，对本单位某些工作有一定影响，但不危及本单位整体工作的安全事件。

2、 信息系统应急预案的启动

当各部门发现计算机访问数据库速度迟缓、不能进入相应程序、不能保存数据、不能访问网络、应用程序非连续性工作、关键数据被泄密、关键数据遭到恶意篡改时，要立即向网络安全部报告。网络安全部工作人员对各工作站提出的问题必须高度重视，做好记录，经核实后及时给各工作站反馈故障信息，同时召集有关人员及时进行讨论，如果故障原因明确，可以立刻恢复的，应尽快恢复工作；如故障原因不明、情况严重、不能在短期内排除的，应立即报告单位领导，在密码应用系统不能运转的情况下由单位领导协调全单位各部门工作，以保障全单位本单位工作的正常运转。但是否启动应急预案需要参照以下描述执行：

（1）机房主服务器发生不可抗拒因素（不可预知的突发故障）导致全单位信息系统停止运行 15 分钟以上时。

（2）突发供电系统大范围停电，供电系统不能及时修复，并且备用电源亦不能提供电源，造成全部电脑不能运行。

（3）遇地震、火灾、水灾等不可抗拒因素且对信息系统造成大面积影响，业务信息系统不能访问，或基础网络系统不能访问。

一旦发生上述情况之一，应迅速启动信息系统应急预案，但须遵守以下流程：网络安全部在第一时间汇报单位领导，如遇夜间或节假日有关使用部门立即上报总值班，总值班通知网络安全部人员，网络安全部人员到场后做出初步结论，汇报单位领导，由单位主管领导决定启动应急预案，并通知各部门相关责任人。部门开展相应的处理，如发生不能自行处理的因素，立即通知签约的服务商、其他部门派人员到场处理。

3、 网络安全部应急预案响应办法

（1）应急预案故障响应基本原则

(1) IV 级故障由网络安全部完成应急响应工作；

(2) III 级故障由密码应用安全领导小组牵头，依靠本单位自身信息技术人员、供应商完成应急响应；

(3) I 级、II 级故障协调第三方服务机构、密码应用安全应急响应中心等完成应急响应；

（2）故障的处置方法

故障的处置要根据密码应用与密码应用安全事件分类采取不同应急处置方式。

当密码服务设备发生故障时，将导致相关业务系统的密码服务无法使用，系统管理员联系设备供应商，现场查看设备状况并进行返修流程。数字证书管理员应立即联系设备供应商，由设备供应商立即执行本地备机服务，提供一台临时备机到现场，恢复系统的正常运行。临时恢复密码服务系统后开始执行设备故障返修流程。

当系统环境发生严重的紧急故障时，由保障组进行问题排除，当故障导致设备损坏，系统管理员应立即联系设备供应商，立即启动本地备机服务，尽快派遣人员携带有关设备赶到现场。到达现场后，寻找安全可靠的地点，重新构建系统服务，同时通知值班人员启动现场地控流程。

表 5.5.6.2-3 常见故障处置方法表

应急事件	造成影响	处置方法
用户登录设备（如：手机）、口令、密钥丢失或发生故障	用户无法登记业务系统。	根据证书管理规范流程，由用户向证书管理员提出密钥恢复申请、解锁或证书重发操作，恢复密钥介质的可用性。
密钥泄漏	对服务器、业务系统安全造成影响。	根据密钥管理流程，上报安全管理员，作废并更换密钥。
密码设备发生故障	业务系统、服务器无法正常使用。	自动或手动切换到备机，由备份设备提供服务，当两台设备均无法使用时，管理员应立即联系设备供应商，由设备供应商立即执行本地备机服务，启动现场控制流程。
系统配套环境发生故障，如发生网络瘫痪、停电、水灾、地震等情况	造成业务系统、服务器、密码设备均无法使用。	启动现场控制流程，快速恢复配套环境。 供电系统断电处置： 在通知供电系统进行检修的同时，随时观察注意 UPS 不间断电源的运行情况，停电时间接近 4 小时，必须停止服务器的运行。待电源恢复后，再按正常操作步骤恢复系统运行。 灾害性事件处置： 根据实际情况，在保障人身安全的前提下，保障数据安全和设备安全。具体方法包括：硬盘的拔出与保存，设备的断电与拆卸、搬迁等。

其他不确定安全事件处置：

可根据总的的原则，结合具体情况，做出相应处理。不能处理的及时咨询网络安全公司或顾问。

（3）应急预案的撤销与恢复

（1）观测与网络处确认本单位信息系统恢复正常。

(2) 各业务部门确认本单位秩序恢复正常。

(3) 信息系统正常运行 10 分钟以上, 观测与网络处上报局领导, 由省局业务主管领导批准撤销“信息系统应急预案”。

(4) 在“信息系统应急预案”撤销后 24 小时内, 观测与网络处整理有关故障经过, 填报《信息系统应急响应报告》, 上报密码应用安全领导小组和单位领导, 必要时上报上级有关主管部门。

(4) 应急预案的善后

信息系统恢复正常, 信息系统应急预案撤销后, 信息系统预案应急小组还需要开展以下善后工作:

(1) 查找事件发生原因, 总结经验教训;

(2) 如事件由人为引起, 追究相关人员责任, 如触犯法律, 可直接报告公安机关处理;

(3) 如事件因为管理疏忽引起, 除追究当事人责任之外, 还需要追究相关主管领导责任;

(4) 根据事件危害程度, 在部门范围内或全单位范围内就密码应用安全事件处理情况进行通报;

(5) 如有必要, 在相关部门或全单位范围内开展教育培训, 增强人员安全意识, 杜绝类似事件发生。

4、 应急预案演练

(1) 应定期对应急计划中各种安全事件的应急恢复方案进行演练和测试, 确保应急恢复方案的可行性和可靠性, 锻炼应急恢复人员的应急响应速度和熟练程度, 每次应急恢复演练和测试均应当做详细

的记录。

(2) 各部门负责组织编制应急预案演练指南，提出规范各类突发事件应急预案演练的组织与实施的方法，指导相关应急预案演练活动。

(3) 应急预案应每年至少演练一次，密码应用安全领导小组开展演练评估工作，总结分析应急预案存在的问题。

(4) 应急预案应列入应急知识宣传教育培训内容，其中涉及公众生命安全保障的部分应作为重点。各部门应制作有关应急预案宣传普及材料，并向公众免费发放。

5、 应急资源保障

(1) 资源保障是实现突发事件快速响应、高效处置的基础和先决条件，各部门应充分考虑日常与应急两个方面，范围包括人员、技术、联络协调、物资和资金保障等内容，涉及事前和事中环节。

(2) 各部门应建立应急人员保障机制，配备足够的应急保障人员，包括落实主备岗并定期进行互换，配备专职灾备管理人员等，并通过应急培训和演练，确保应急处置人员具备应急工作必要的技术资质，提高人员应急处置的熟练度。

(3) 信息中心应建立有效的技术保障机制，提高监测预警与应急处置的技术水平，应与通信运营商、重要设备服务商、系统集成服务商以及其他外包服务商签订服务水平协议，确保相关厂商应急处置过程中能够及时提供有效的技术服务支持。

(4) 各部门应建立应急物资和资金保障机制，储备一定数量应

急设备或物资，建立应急响应专项资金预算，保证应急储备。

本项目将采用政务外网、气象专网、互联网进行网络安全数据传输和采集。本项目采用密码技术在通信双方建立连接之前进行会话初始化验证，并对通信过程中的整个报文或会话过程进行加密。保证云计算平台不承载高于其安全保护等级的业务应用系统，同时实现不同云服务客户虚拟网络之间的隔离。

3.5.7 数据资源配置

1. 网络资源需求

根据本项目部署架构和网络安全设计需求，本项目在电子政务外网、专网和互联网均有部署。在气象业务专网部分部署应用的算法和服务，以及面向气象业务人员的业务前台。在政务外网部署数据和应用所生成的产品共享服务，并提供为公众和决策用户提供气象服务。在互联网区域部署对专业用户提供的服务。在电子政务外网规划 VLAN 号 1100-1200，增加 32 个 IP，在互联网使用 5 个 IP 地址提供专业气象服务。

表 5.5.7-1 网络资源需求表

序号	网络位置	VLAN 规划	IP 地址需求
1	气象业务专网	/	/
2	电子政务外网	VLAN 号 1100-1200	需增加 32 个 IP
3	互联网		5 个 IP

2. 云资源需求

为在电子政务外网提供网格实况数据和预报预警数据服务共需

要 12 台云主机。其中 6 台云主机提供网格预报及实况类数据分布式服务，2 台云主机搭建气象预警服务，4 台云主机部署应用和农业气象服务组件。

表 5.5.7-2 云资源需求表

序号	资源类型	资源规模	部署说明
1	云主机	4 核 vCPU/32GB 内存/500GB SSD 12 台，	6 台用于提供网格数据服务数据服务，2 台用于预警服务，4 台用于部署应用和农业气象服务组件。
2	达梦数据库	多个场景用于气象类关系型数据存储，如预警信号，站点观测数据等。	

3. 组件资源需求

项目开发、测试、运行、运维过程中需要多种技术组件和业务组件。具体需求见下表。

表 5.5.7-3 组件资源需求表

序号	组件类型	组件名称	使用频率和使用量	使用场景
1	技术组件	UI 库	开发时使用	应用于皖事通移动端应用快速开发
2	技术组件	消息中心（皖政通）	每天约 1000 次	应用于实现皖政通消息推送通知
3	技术组件	消息中心（皖事通和皖企通）	每天约 50000 次	应用于实现皖事通和皖企通消息推送通知
4	技术组件	文件存取服务	每天约 1000 次	应用于系统中电子文件、附件、图片等上传、查询场景
5	技术组件	网页埋点组件	对约 30 个页面进行埋点，合计约 150 个	应用于数据看板展示分

			埋点。	析数据
6	技术组件	北斗高精度增强定位	峰值约为每天2000000 万人次访问，按 50%用户使用该组件，约 100000 次	应用于基于地理位置的气象服务
7	业务组件	政务人员统一认证	每天约 1000 次	应用于政务网个人身份认证登录
8	业务组件	互联网统一认证组件	每天约 10000 次	应用于互联网个人认证登录
9	业务组件	应用于政务外网和互联网统一组织机构获取	每天约 2000 次	用于政务外网和互联网统一组织机构获取
10	业务组件	运维监控服务	每天约 1000 次	保障用户的业务系统安全高效运行
11	技术组件	可视化分析	对十余类气象数据进行可视化分析	各类气象及相关数据的可视化分析
12	技术组件	数据治理服务	对 13 大类，上百余种气象数据进行治理	对各类数据

4. 安全资源需求

根据系统安全运行和维护需要，需要提供如下表所示安全资源。

表 5.5.7-4 一体化组件能力复用和资源配置

序号	安全服务分类	安全服务名称	说明
1	基础安全服务	防病毒服务	
2	高级安全服务	安全态势分析	
3	基础安全服务	数据库加密服务	对数据库中敏感信息进行加密
4	基础安全服务	加解密服务	对登录信息提供加解密服务
5	基础安全服务	运维开发接入服务	系统运维开发过程中进行安全接入

3.5.8 沉淀组件

本项目沉淀的组件分为两类，一类是沉淀在气象云的内部组件，包括业务消息组件、预警信息发布、业务用户统一认证和权限管理、统一气象地理信息等组件。另一类是一体化数据基础平台暂无法提供的组件能力，可供其他部门使用，包括省内天气预报查询组件、天气实况查询组件、气象预警信号组件。

3.5.8.1 天气预报查询组件

该组件为数据服务类型，以接口方式提供，在全省范围开放。

功能简介：用户提供任意点的经纬度位置，可获取未来 2 小时降水量和雷电、冰雹等天气，可获取未来 10 天逐 3 小时间隔的降水、温度、风、相对湿度等气象要素预报、未来 15 天逐日降水和温度预报数据。

应用场景：应用于旅游、交通、政务服务等网站进行天气预报服务。

性能指标：响应时间小于 1 秒。

3.5.8.2 天气实况查询组件

该组件为数据服务类型，以接口方式提供，在全省范围开放。

功能简介：用户提供任意点的经纬度位置，可获取最近的降水、温度、风、相对湿度实况。

应用场景：应用于旅游、交通、导航等提供天气实况服务。

性能指标：响应时间小于 1 秒。

3.5.8.3 气象灾害预警信号组件

该组件为数据服务类型，以接口或消息方式提供，在全省范围开放。

功能简介：用户通过行政区消息，可获取或组件推送最新发布的各类气象预警信号。

应用场景：应用于旅游、交通、导航等提供天气预警服务。

性能指标：响应时间小于 1 秒。

3.5.8.4 农业气象融入式服务组件

该组件为 UI 插件，在全省范围内开放。

功能简介：提供基于位置的农业气象灾害风险预警、农用天气预报病虫害气象等级预报数字化产品定位推送服务，提供省、市、县局各类农业气象服务产品的查询服务。

应用场景：应用于农业或相关部门网站、APP 等提供农业气象预报。

性能指标：响应时间小于 1 秒。

3.5.8.5 农业咨询服务插件

该组件为 UI 插件，在全省范围内开放。

功能简介：基于农业经营主体个性化标签实现农业行情、科技、政策、对策建议等信息的精准推送服务。

应用场景：应用于农业或相关部门网站、APP 等提供直通式农业气象咨询和信息推送服务

性能指标：响应时间小于 1 秒。

第四章 数据资源共享分析

为保证各类社会用户，方便快捷、准确地获取各类权威气象信息资源，安徽省气象局已建成包含预报、预测、监测和服务资源在内的气象信息资源共享系统，实现国、省、市、县一级气象部门气象信息资源互联互通；定期不定期制作发布各类预报服务、决策服务产品、专业气象产品，通过专线实现与水文、自然资源、生态环境、城建等部门的互联互通实现行业数据的交换共享；通过在微博、公众号、APP等自媒体平台向公众发布，实现各类气象服务产品在全区域的精准发布、广泛发布和权威发布。

4.1 数据资源共享需求

提升安徽省气象监测预报预警能力，需要综合全方位的信息资源，因此需要跨气象局内部多部门与省内其他委办局实现信息资源共享。目前，各行业内外各类观测资料共享不足，各类特色数据的共享能力还有待进一步提高。

智能气象预报预警能力建设需从省测绘局、水文局、水利厅、自然资源厅获取地理信息数据、水文气象站实况数据、地质灾害隐患点信息等数据作为智能网格预报的基本输入数据。

流域气象服务需要对接省水文局、测绘局与自然资源局等，获取水库站点信息、观测数据与时间、灾情损失等，提升水库精细化预报与风险预警评估能力。

生态环境服务需要省应急管理厅、农业农村厅、能源局、水利厅、林业局等机构提供自然灾害灾情、农作物受灾情况、用电负荷、水位

及流量、森林面积及蓄积量等数据，提升气候监测和气象灾害风险评估模型，优化气候预测数据处理能力。

决策气象服务需要对接省测绘局、省住建厅，获取高精度 3D 城市地理信息，包括高程、水系、道路、建筑物、地铁等地理信息，以及城市易涝点信息、内涝实况数据等，优化完善内涝气象风险预警模型。

多行业气象服务场景应用需要对接省交通厅、文旅厅，获取高速公路交通管控信息、旅游景区景点信息等基本信息，完善分场景数据规范化整理及气象服务支撑模块的建设工作；需内部对接气象台、气科所、气候中心等，提取气象观测数据、格点数值预报、卫星遥感数据、地图服务引擎、气候资源数据等，实现农业气象栅格数据分析工作；需要从国家人影中心调用天气预报、模式产品、潜势预报、人影作业参数、Laps 等数据，用于生成人影作业指导产品，从天擎数据中心获取森林/城市火险等级数据，辅助森林城市火险等级分析。

表 6.1-1 数据资源共享需求表

序号	来源部门	L3 业务对象名称	L4 逻辑实体名称	共享资源类型	共享周期	数据用途	备注
1	省自然资源厅	监测站降水量数据	时间、站点信息、降水量	√ 库表 √ 接口	√ 实时	弥补气象站空间密度的不足	
2	省环保厅	大气环境数据	时间、站点信息、监测数据	√ 库表 √ 接口	√ 实时	弥补气象站空间密度的不足	
3	省水文局	全省主要江河湖泊	时间，站点信息，观测	√ 接口 √ 文件	√ 实时	用于开展流域气象服务	

序号	来源部门	L3 业务对象名称	L4 逻辑实体名称	共享资源类型	共享周期	数据用途	备注
		流量水位	数据				
4	省应急管理厅	自然灾害灾情	按年月分县、分灾种、分受灾对象数据	√ 文件	√ 每月	用于发现自然灾害规律，针对性开展气象服务	
5	省农业与农村厅	农作物播种面积、受灾情况	按年月分县耕地面积、播种面积、受灾面积等	√ 文件	√ 每月	用于跟踪农作物情况，适时开展气象服务	
6	省能源局	用电负荷及用电量	分县的年、月、日、时用电量及用电负荷	√ 接口	√ 每日	用于开展能源保供气象预报和服务	
7	安徽省林业局	森林面积及蓄积量	全省分县森林面积、蓄积量	√ 文件	√ 每年	用于开展森林防火气象预报和服务	
8	省测绘局	地理信息数据	安徽省内省市、县、乡镇行政区划、边界、高程等	√ 文件	√ 每年	针对个行政区开展气象服务	
9	省水文局	水文气象站实况数据	时间、站点信息、观测数据	√ 库表 √ 接口	√ 实时	弥补气象站空间密度不足	
10	省自然资源厅	地质灾害隐患点信息	地市位置、类型、受影响人口等	√ 文件	√ 每年	开展地质灾害气象风险预警服务	
11	省水利	山洪隐患	面积, 边界	√ 文件	√ 每年	开展山洪气	

序号	来源部门	L3 业务对象名称	L4 逻辑实体名称	共享资源类型	共享周期	数据用途	备注
	厅	点/区域信息	信息、受影响人口等			象风险预警服务	
12	省测绘局	重点水库地理信息	水库高程数据、水库流域边界等	√ 文件	√ 每年	开展重点水库气象服务	
13	省水文局、省自然资源厅等	洪水灾情数据	时间、灾情损失	√ 文件	√ 每年	开中中小河流洪水气象服务	
14	省测绘局	高精度 3D 城市地理信息	合肥市高程、水系、道路、建筑物、地铁、下穿桥、地下通道等地理信息	√ 文件	√ 每年	开展城市内涝气象预警模型构建	
15	省住建厅	城市易涝点信息	易涝点经纬度信息	√ 文件	√ 每年	开展城市内涝气象预警服务	
16	省住建厅	内涝实时监测信息	视频图像	√ 接口	√ 实时	开展城市内涝气象预警模型验证	
17	省住建厅	内涝实况数据	时间、站点信息、积水深度	√ 接口	√ 实时	开展城市内涝气象预警模型构建和验证	
18	省公安厅/省公安厅	高速公路交通管控信息	管控时间、地点、等级、原因	√ 接口 √ 文件	√ 每日	开展交通气象服务	

序号	来源部门	L3 业务对象名称	L4 逻辑实体名称	共享资源类型	共享周期	数据用途	备注
19	省文旅厅	旅游景区景点信息	景区经纬度、等级、海拔高度等	√ 文件	√ 每年	开展旅游气象服务	

4.2 数据资源建设方案

（1）数据资源架构

本项目运行于气象大数据云平台，与外部系统有一定量的数据交换和产品共享工作。该部分工作在我省“数字政府”“数字安徽”的整体布局下，重点将气象服务、气象防灾减灾等信息接入“皖事通办”系统，推进公共服务数字化转型，提升数字公共服务能力。其中精准预报预警系统业务支撑建设了用户统一认证模块，将对接“皖事通办”用于开展社会公众用户登录认证；长三角一体化智慧气象保障服务平台（数据支撑环境系统）研发的插件式数据共享服务平台、公众气象服务形成的公众服务产品、决策气象服务生成的城市内涝气象风险预警信息、智能气象预报预警能力建设形成的水库气象服务信息、多行业气象服务场景应用中形成的电力保供、消防应急和交通预警等产品，这些预警信息、服务产品、基础平台均将接入“皖事通办”系统，面向社会公众提供服务。同时相关系统还面向社会、高校、研究所等企事业单位，相关行业厅局，政府部门相关应急系统提供接口调用服务，满足道路交通、地质灾害、森林火灾、防汛抗旱、消防等应急系统对气象数据、服务产品共享服务的需求，提升气象公共服务水平和行业数据的共享能力。

公共气象服务产品制作能力建设，可实现融媒体公共气象服务产品实时共享与服务，其中包括天气预报音视频产品、“两微一端”气象信息产品、短视频产品、直播服务和灾防宣传服务产品；综合观测数据和产品、统计整编加工处理气候资料和安徽省气象台、气候中心、

公共气象服务中心、农网中心可提供决策服务材料、天气周报、旬报、指导预报、农业气象情报、气候影响评价、重要气候公报、灾害风险评估快报等资料再加工制作音视频产品；面向“皖事通办”“游安徽”等政务及便民服务平台、各类主流资讯平台的可定制的整体气象信息接入服务产品。

电力保供领域场景插件式服务可实现面向电力部门提供覆盖全省电网的气象实况、天气预报、专业预报、强天气监测预警、服务材料等多种气象服务产品。其中，气象实况产品，包括气温、风速、风向、相对湿度、气压、小时降雨量、雷达观测和卫星资料等实况产品；天气预报产品，包括城镇预报、数值预报等预报产品；专业预报产品，包括电线覆冰、辐射日照、多频次长时效气温等预报产品；强天气监测预警，包括，雷电、雷雨大风、暴雨等风险预警产品；服务材料包括天气周报、气象信息专报、电力气象服务专报、资源年景分析报告等服务产品。

消防救援领域场景插件式服务可实现面向消防应急救援提供气象实况、台风实况与预报、气象灾害影响预估服务等气象服务产品。其中，气象实况产品，包括温度、气压、风速、相对湿度、高空、雷达和卫星观测资料等实况产品；台风实况与预报，包括台风实时路径、台风路径预报、台风快讯与报文等服务产品；气象灾害影响预估服务，包括精细化灾害性天气预报、气象灾害风险等级预估等服务产品。

决策气象服务可提供大城市的未来数小时内的积水深度、用户定制的精细化定时定点预报等信息资源，并通过气象插件向省政府、省

水利厅、省农业农村厅等各相关部门，零时差提供卫星、雷达监测数据、自动站雨量数据、智能网格预报数据、各类决策服务产品等资源。

具体数据架构清单见下表。

表 6.2-1 项目数据架构清单

序号	L1 业务域	L2 主题域	L3 业务对象 名称	L4 逻辑实体名 称	数据源 (来源业务系统)	备注
1	气象观测	环境气象观测	霾观测产品	霾观测等级信息	生态环境气象-环境气象监测评估预报	
2	气象预报	环境气象预报	污染气象条件等级预报	污染气象天气条件等级信息	生态环境气象-环境气象监测评估预报	
3	气象服务	气候资源评估	太阳能资源评估	太阳能资源丰富程度信息	生态环境气象-气候可行性论证	
4	气象服务	气候资源评估	舒适度评估	舒适度等级信息	生态环境气象-气候可行性论证	
5	气象服务	城镇建设评价指标	雷暴日数	雷暴日数信息	生态环境气象-气候可行性论证	
6	气象观测	雷达探测实况	雷达组合反射率	雷达组合反射率信息	我的气象台-多波段天气雷达协同观测与应用模块	
7	气象观测	观测实况评估	雷达产品检验评估	雷达产品评估结果信息	我的气象台-多波段天气雷达协同观测与应用模块	
8	气象服务	决策气象服务	决策服务产品	地质灾害气象风险预警服务材料	决策气象-地质灾害气象风险产品	
9	气象服务	流域气象服务	流域气象服务产品	山洪灾害气象风险预警服务材料	流域气象	
10	气象服务	决策气象服务	决策服务产品	重大活动气象保障服务材料	决策气象-重大活动气象保障	
11	气象服务	流域气象服务	流域气象服务产品	水库气象服务周报	水库气象服务综合业务平台	
12	气象服务	流域气象服务	流域气象服务产品	水库气象服务专报	水库气象服务综合业务平台	
13	气象预报	气象要素预报	气象要素网格预报	降水网格预报产品	我的气象台智能网格预报协同制作	
14	气象预报	气象要素预报	气象要素网格预报	气温网格预报产品信息	我的气象台智能网格预报协同制作	

15	气象预报	气象要素预报	气象要素网格预报	风向网格预报产品信息	我的气象台智能网格预报协同制作	
16	气象预报	气象要素预报	气象要素网格预报	风速网格预报产品信息	我的气象台智能网格预报产品	
17	气象预报	气象要素预报	气象要素网格预报	相对湿度网格预报产品信息	我的气象台智能网格预报产品	
18	气象服务	气象预警服务	预警信号	暴雨预警信号信息	我的气象台	
19	气象服务	气象预警服务	预警信号	强对流预警信号信息	我的气象台	
20	气象服务	气象预警服务	预警信号	寒潮预警信号信息	我的气象台	
21	气象服务	气象预警服务	预警信号	大风预警信号信息	我的气象台	
22	气象服务	气象预警服务	预警信号	大雾预警信号信息	我的气象台	
23	气象服务	气象预警服务	预警信号	高温预警信号信息	我的气象台	
24	气象服务	气象预警服务	预警信号	台风预警信号信息	我的气象台	
25	气象观测	气象要素实况	网格气象要素数控	降水网格实况信息	我的气象台	
26	气象观测	气象要素实况	网格气象要素数控	温度网格实况信息	我的气象台	
27	气象观测	气象要素实况	网格气象要素数控	风速网格实况信息	我的气象台	

（2）数据库关系

本项目的数据库主要分为三种类型，均基于气象大数据云平台和一体化平台建设。

站点观测类数据库以站点信息库为纽带，将各个数据库联系起来。其关系如下图。

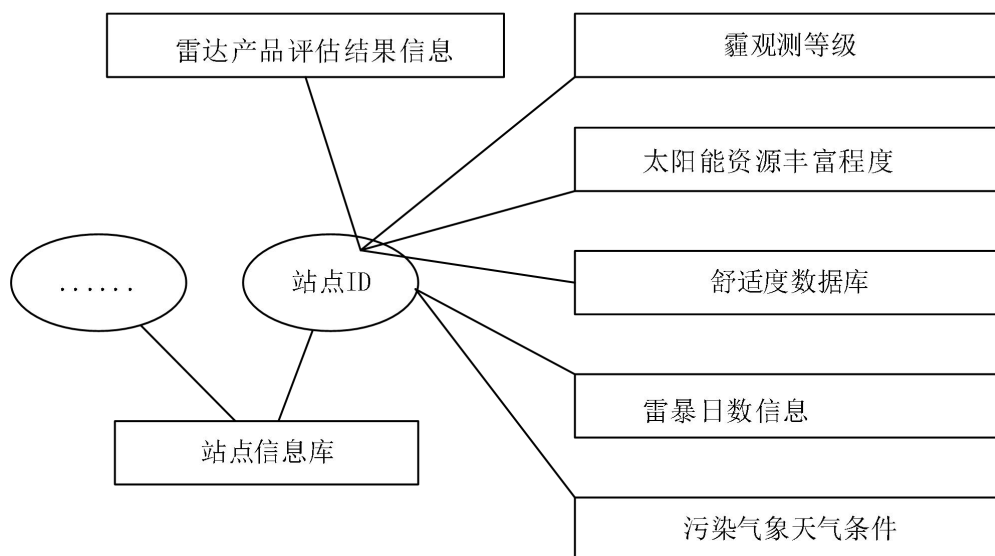


图 6.2-1 观测类数据库关系图

网格类产品需要使用 NoSQL 数据库集群进行存储，各类产品均需要建立自身网格坐标系。网格预报产品之间的相互关系如下图所示：

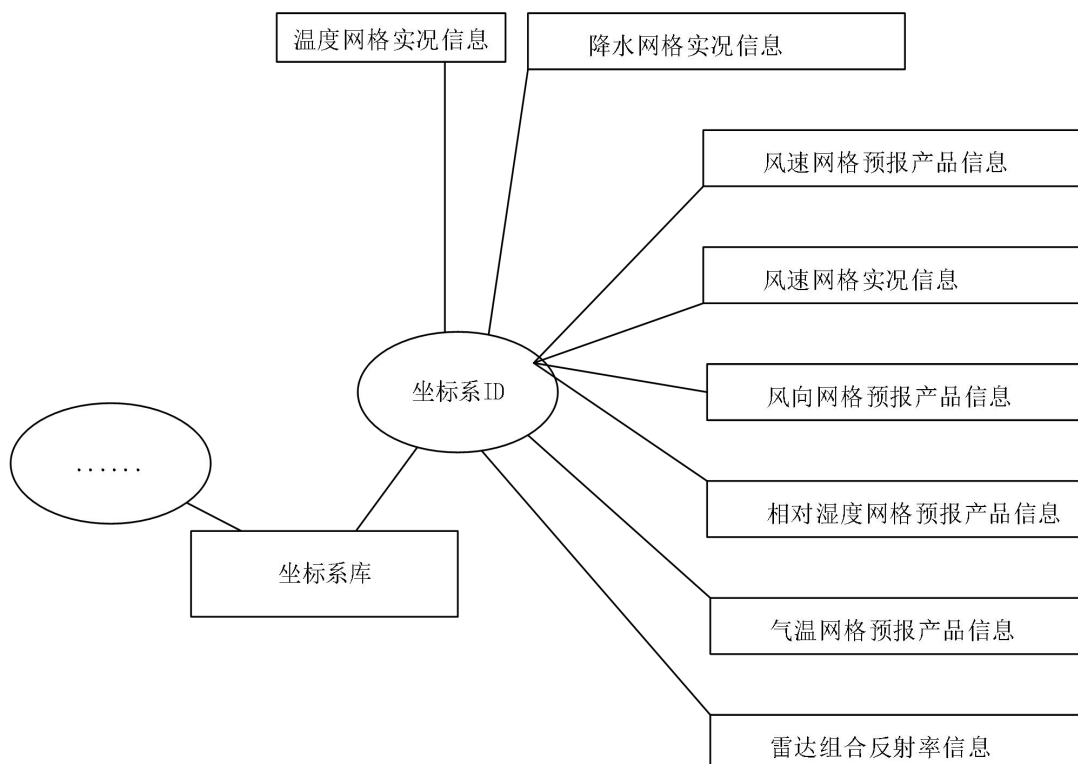
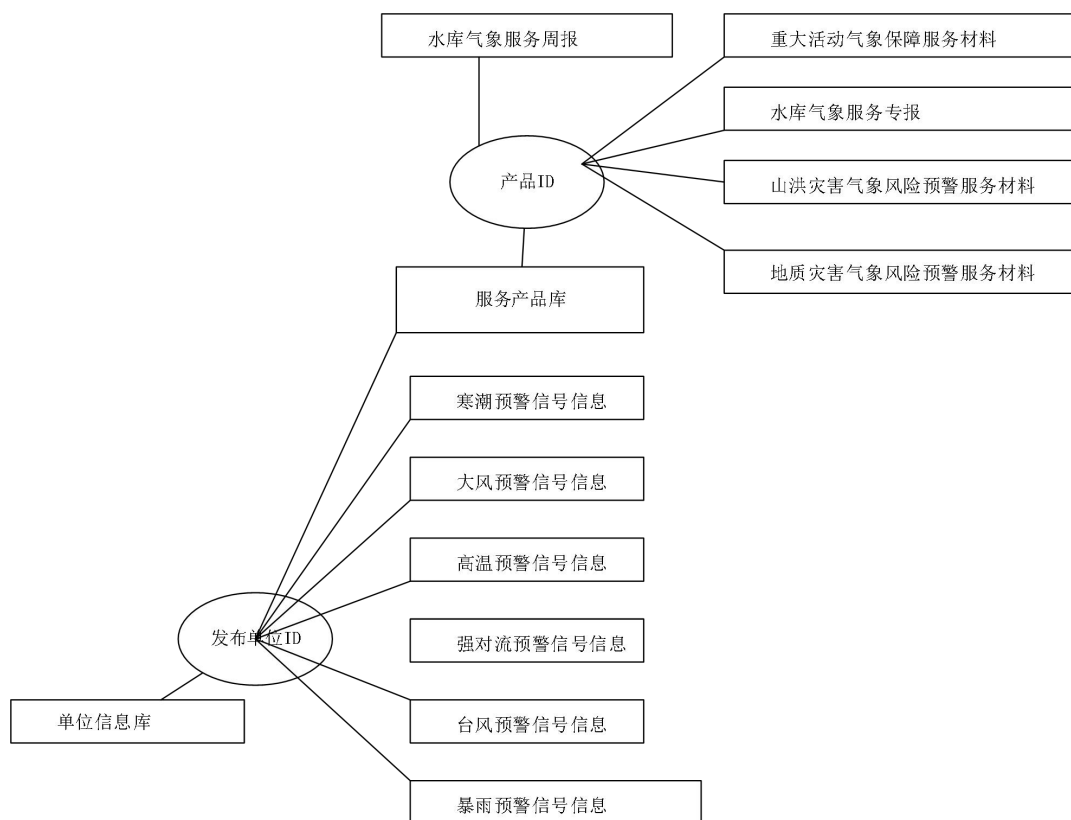


图.6.2-2 网格预报产品数据库关系

除预警信号外，预警服务类产品主要以文件形式存在，其通过产品 ID 和产品关系和发布单位 ID 进行关联，其关系图如下：



6.2-3 预警服务类产品数据库关系

(3) 共享接口建设

接口类型主要包括授权接口、服务材料文件传输接口、站点类数据接口、网格预报和实况类接口。

1. 授权接口：文件传输类接口主要包括授权接口。授权接口用户登录后，在参数中传入用户信息，获得 token，并在检索和获取数据接口中进行权限控制。

2. 服务材料文件传输接口：服务材料文件传输接口主要包括检索接口和文件下载接口。检索接口输入的参数有材料类型、发布单位、

发布日期等。

3. 站点类数据接口：站点类接口主要包括查找范围类站点信息和数据获取接口两类。输入参数可为一组矩形信息、多边形信息或者行政区信息。获取数据接可输入的参数包括日期、气象要素、范围等。

4. 网格预报和实况类接口：

网格预报和实况接口：主要包括输入参数包括产品类型、预报时效（实况时效为 0）、起报时间点、预报时效、预报范围（矩形）、要素名称等。

第五章 附件

5.1 复用清单表

序号	组件类型	组件名称	应用场景及对应章节	备注
1	技术组件	UI 库	5.5.3 应用于系统移动应用服务快速开发	
2		消息中心	5.5.3 应用于实现三端消息推送通知	
3		网页埋点组件	5.5.3 应用于数据看板展示分析数据	
4		可视化分析	5.5.3 应用于快速分析和诊断分布式应用架构下的性能瓶颈	
5		北斗高精度增强定位	5.5.3 应用于基于地理位置的气象服务	
6		音视频通信组件	5.5.3 用于应急会商和预报会商业务	
7	业务组件	政务人员统一认证	5.5.3 应用于政务网个人身份认证登录	
8		互联网个人认证	5.5.3 应用于互联网个人认证登录	
9		行政区划	5.5.3 应用于政务外网和互联网统一行政区划获取	
10		组织机构	5.5.3 应用于政务外网和互联网统一组织机构获取	
11		运维监控服务	保障用户的业务系统安全高效运行	
12	工具类	数据治理服务	5.5.4 用于气象类数据治理	
13		可视化分析	5.5.3 各类气象及相关数据的可视化分析	

5.2 沉淀组件能力清单表*

序号	组件名称	简介及适用场景	使用形式	备注
1	天气预报	用户提供任意点的经纬度位置,可获取未来 2 小时	接口	应用

	查询组件	降水量和雷电、冰雹等天气，可获取未来 10 天逐 3 小时间隔的降水、温度、风、相对湿度等气象要素预报、未来 15 天逐日降水和温度预报数据。		组件
2	天气实况查询组件	用户提供任意点的经纬度位置，可获取最近的降水、温度、风、相对湿度实况。	接口	应用组件
3	气象预警组件	用户通过行政区消息，可获取或组件推送最新发布各类气象预警信号。	接口	应用组件
4	农业气象融入式服务组件	提供基于位置的农业气象灾害风险预警、农用天气预报病虫害气象等级预报数字化产品定位推送服务，提供省、市、县局各类农业气象服务产品的查询服务。	UI 插件	插件
5	农业咨询服务插件	基于农业经营主体个性化标签实现农业行情、科技、政策、对策建议等信息的精准推送服务。	UI 插件	插件