

第三章 采购需求

1. 总体说明

1.1 本章所提出的技术要求是对本次招标货物及伴随服务的基本要求，并未涉及所有技术细节，也未充分引述有关标准、规范的全部条款。投标人应保证其提供的货物及伴随服务除了满足本技术要求外，还应符合中国国家、行业、地方或设备制造商所在国的有关强制性标准、规范。当上述标准、规范的有关规定之间存在差异时，应以要求高的为准。

1.2 本章中提及的工艺、材料、设备的标准及品牌或型号（如有）仅起说明作用，并没有强制性。投标人在投标中可以用替代工艺、材料、设备的标准及品牌或型号，但这种替代须实质上满足、等同或优于本章技术要求，同时须提供相关证明材料，否则可能被评标委员会认定为负偏离。

1.3 除非有特别说明，本章中所列的具体参数或参数范围，均理解为采购人可接受的最低要求。

1.4 根据《关于规范政府采购进口产品有关工作的通知》及政府采购管理部门的相关规定，下列采购需求中标注进口产品的货物均已履行相关论证手续，经核准采购进口产品，但不限制满足招标文件要求的国内产品参与竞争。未标注进口产品的货物均为拒绝采购进口产品。进口产品的认定按照财政部文件《关于政府采购进口产品管理有关问题的通知》（财办库〔2008〕248号）规定，整机设备内元器件不做限制。

1.5 采购需求如包含属于《节能产品政府采购品目清单》中政府强制采购的节能产品，则投标人所投产品须具有市场监管总局公布的《参与实施政府采购节能产品认证机构目录》中的认证机构出具的、处于有效期内的节能（节水）产品认证证书。

2. 采购内容及范围

2.1 采购内容

安徽水利水电职业技术学院建筑工程虚拟仿真实训中心设备更新项目(双高计划)，具体详见技术要求表。

2.2 采购范围

包括所有货物的供货、包装运输(包括卸车及就位至采购人指定的安装地点)、安装、调试、技术服务、培训、售后服务等所有内容。

3. 商务要求

除非有特别说明，本条为实质性要求。

交付（实施）的时间（期限）	合同签订后 150 个日历日内，完成供货安装及调试。 是否接受负偏离： ☒ 不接受 ☐ 接受： 允许偏离的幅度：/
交付（实施）的地点（范围）	安徽水利水电职业技术学院，采购人指定地点
付款方式	预付款支付比例：预付款为合同金额的 70%。 中标人需提供预付款保函，预付款在合同、担保措施生效以及具备实施条件后 5 个工作日内支付。在签订合同时，中标人书面明确表示无需预付款或者主动要求降低预付款比例的，采购人可不适用前述规定。 预付款保函要求： （1）中标人提供保函的受益人和收取单位须为采购人，担保期限不少于合同履约期限。 （2）保函形式：☒银行保函☒担保机构担保☒保证保险☒电子保函 （3）保函递交要求： ①如采用银行保函，银行保函应为见索即付无条件独立保函，且应将原件交至采购人保管。 ②采用担保机构担保的，应为依法取得融资担保业务经营许可证的融资担保机构出具的不可撤销、不可转让的见索即付独立保函。 ③采用保证保险的，应为保险公司出具的不可撤销、不可转让的见索即付保证保险。 ④采用电子保函的，可访问安徽省政府采购网“融资/保函”

	栏目进行申请。 余款支付方式：项目最终完工验收后支付剩余款项。付款前中标人需开具相应增值税发票给采购人。 是否接受负偏离：☒不接受 ☐接受： 允许偏离的幅度：/
质量保证期	质量保证期：自验收合格之日起3年，更换后的零部件质保期从更换之日起计算。货物需求中另有要求的，按货物需求执行。 是否接受负偏离：☒不接受 ☐接受： 允许偏离的幅度：/

4. 技术要求

4.1 标识符号

标识类型	标识符号	标识符号含义
核心产品	▲	标的属于核心产品
重要参数	★	评分项
关键参数	无标识	(1) 无标识项为关键性技术参数, 必须无条件满足, 如有一项不能满足, 视为未实质性响应采购需求。 (2) 投标人须在投标文件中提供承诺, 承诺无标识项完全满足招标文件要求, 投标文件中未提供相应承诺或承诺的内容不满足要求的, 作无效响应处理。 (3) 如合同签订或履约验收期间发现所投产品不满足招标文件要求, 招标人有权解除合同并追究违约责任, 中标人承担由此产生的一切后果及责任。
注: (1) 标识条款中如包含多条子项技术参数或要求, 则需满足或优于该标识条款内所有子项技术参数或要求方能得分。 (2) 须按照第六章投标文件格式, 提供技术要求偏离表和技术响应资料。		

4.2 技术要求表

序号	设备名称	技术参数	单位	数量	所属行业
1	▲虚拟仿真VR实训系统设备	1. 内存: $\geq 12\text{GB}$; 闪存: $\geq 256\text{GB}$; WiFi: Wi-Fi7, 802.11 a/b/g/n/ac/ax/be, 2.4GHz/5GHz; 蓝牙: 5.3; 分辨率: 总分辨率 $\geq 4320 \times 2160$; 支持 6Dof 定位、MR 透视能力和手势识别。至少可以进行 41 工位实训。 2. 具有施工导流功能: 2.1 建立施工导流三维模型, 包括围堰、导流明渠、导流隧洞、临时渡槽、抽水泵站等设施, 支持导流方案比选与施工工序演示。 2.2 模拟围堰施工过程 (填筑、振沉、灌浆等)。 2.3 完成导流明渠/隧洞水力计算与过流能力分析, 模拟不同流量条件下的水流形态、流速分布与冲刷特性, 优化渠道断面与衬砌结构。	套	1	工业

	3. 具有基坑开挖与支护施工功能： 3.1 构建闸站基坑开挖三维模型，包括地质剖面、土层分布、地下水位、周边建筑物等环境因素，支持开挖方案比选与风险评估。 3.2 实现基坑支护结构设计与施工仿真，包括钢板桩、地下连续墙、土钉墙、锚杆支护等工艺，展示打桩、成槽、浇筑、张拉等施工过程。 3.3 实现基坑降排水系统模拟，配置井点降水、管井降水、深井降水等方案，实时监测水位变化、渗流场分布与周边沉降影响。 3.4 实现基坑施工监测训练，布置位移监测点、沉降观测点、支撑轴力计、孔隙水压力计等，采集数据并生成监测预警报告与应急响应方案。 4. 具有下层水工结构混凝土施工与智能养护功能： 4.1 建立闸站水工结构三维模型，包括底板、闸墩、闸室边墩、翼墙、胸墙、消能防冲设施、工作桥等构件，支持钢筋绑扎、模板安装、止水预埋、闸槽预埋等工序演示，展示水工混凝土施工的特殊性要求。 4.2 实施水工混凝土配合比设计与性能仿真，针对抗冲刷、抗渗、抗冻等特殊性能要求，完成原材料选择（掺合料、外加剂优选）、配比计算、坍落度控制、强度预测、抗渗等级验算等操作，输出水工混凝土配合比试验报告。 4.3 完成大体积水工混凝土浇筑仿真，包括分层分块浇筑方案、振捣工艺、温控措施（埋设冷却水管、控制浇筑温度）、裂缝预防、施工缝与后浇带处理等，实时显示水化热温度场分布与温度应力变化曲线。 4.4 实现智能养护管理系统，配置自动喷淋、温湿度传感器、物联网监控设备等，基于环境条件（气温、湿度、风速）自动调整养护策略，生成养护记录、强度增长曲线与抗渗试验报告。 5. 具有上层管理用房建筑基础施工功能：构建管理用房建筑基础三维模型，包括独立基础、条形基础、筏板基础、箱形基础、桩基础等常见基础类型，支持基础方案比选与施工工序演示。实现桩基础施工仿真，包括钻孔灌注桩、预制桩、人工挖孔桩等工艺，展示钢筋笼制作与吊装、混凝土灌注、泥浆循环、接桩等施工过程。完成地基处理方案模拟，配置强夯、振冲、CFG 桩、高压旋喷桩等地基处理工艺，模拟处理效果与质量检测。进行基础施工质量控制训练，布置沉降观测点、分层沉降仪、孔隙水压力计等，采集数据并生成质量控制报告。			
--	---	--	--	--

	6. 具有管理用房建筑主体结构施工功能，构建管理用房主体结构三维模型，包括框架柱、框架梁、楼板、屋面结构等构件，支持钢筋绑扎、模板安装、混凝土浇筑等主体结构施工工序演示，展示建筑工程与水利建筑施工工艺的差异性。 7. 具有管理用房建筑屋面工程施工功能，实施屋面防水与保温施工仿真，完成找平层施工、防水卷材铺贴、保温层施工、屋面排水系统配置，生成屋面工程施工方案与蓄水试验报告。 8. 具有管理用房建筑装饰工程施工功能，实施建筑装饰装修工程施工仿真，涵盖外墙装饰（涂料、干挂石材、玻璃幕墙）、内墙装修（抹灰、涂料、墙砖）、吊顶工程（轻钢龙骨石膏板吊顶、铝扣板吊顶）、地面工程（地砖铺贴、环氧地坪）等典型工艺，完成工艺流程学习与质量控制训练。 9. 具有工程质量检测功能： 9.1 设计水利建筑质量检测场景，包括混凝土强度回弹、抗渗试验、钢筋保护层厚度、止水焊缝探伤、闸门启闭精度测试、几何尺寸测量等水利专项检测项目。 9.2 设计建筑工程质量检测场景，包括砌体砂浆强度检测、楼板厚度检测、门窗气密性与水密性检测、外墙饰面粘结强度检测、屋面淋水试验等建筑专项检测项目。 9.3 提供智能检测设备操作训练，使用虚拟回弹仪、超声波探伤仪、全站仪、激光扫描仪、红外热像仪、裂缝宽度测量仪等设备，完成现场数据采集与分析判定。 10. 具有 AI 智能教学评估功能： 10.1 操作评分：实时评估施工方案合理性、工艺流程规范性、质量控制准确性，分别评估水利建筑与建筑工程施工的专业技能水平。 10.2 知识薄弱点分析：基于错误类型推荐水利混凝土施工工艺、建筑装饰装修工艺、机电安装规范、质量验收标准等针对性学习内容。 10.3 自动考核：智能生成针对性的施工组织设计、水利建筑工艺方案编制、建筑装饰方案设计、质量检测判定测试题目。 11. 具有 AI 虚拟导师功能： 11.1 3D 角色互动：支持语音/文本双模交流，解答水利施工工艺、建筑装饰装修工艺、质量标准疑问 11.2 个性化指导：根据用户技能水平动态调整施工任务难度与操作引导深度，提供水利建筑与民用建筑施工的差异性对比讲解			
--	---	--	--	--

	12. 具有 AI 智能报告生成功能：自动生成水利建筑施工工艺实训总结报告。 13. 能展示装配式混凝土结构典型常用的节点类型及建筑建筑结构与构造等关键场景。 14. 教学大厅基本功能，用户登录后可加载配套后台上传的教学资源（图片、视频、3D 模型、三维课件、AI+3D 课件）然后在 VR 环境中查看教学资源管理、内容支持飞屏投射功能，可将教学大厅内的虚拟屏幕内容投射到 VR 空间、3D 模型可进行空间标注及动画查看、三维课件可查看标注信息动画内容等，动画可按步骤控制播放； 14.1 大厅界面管理：提供统一的教学大厅入口界面，支持用户登录认证；显示用户基本信息、3D 形象查看和选择功能；支持房间列表展示，显示房间名称、人数、状态；支持房间搜索功能，按房间名称快速查找；支持快速加入房间，输入房间号直接进入。 14.2 教学资源下载：支持多种教学资源下载（图片、视频、3D 模型、PDF 文档）；支持资源分类浏览，按类型查看可用资源；支持资源预览功能，图片、视频、3D 模型在线预览；支持本地缓存功能，已下载资源离线可用；支持断点续传和批量下载功能。 14.3 多媒体内容查看：支持主流 3D 格式加载（FBX、OBJ 等）；支持图片格式加载（JPG、PNG、GIF 等）；支持视频格式播放（MP4、AVI、MOV 等）；支持 PDF 文档查看和翻页功能；支持多种内容格式同时加载和切换。 14.4 交互控制功能：支持鼠标/VR 手柄操作（旋转、缩放、平移）；支持 3D 模型动画播放控制（播放、暂停、重置）；支持视频播放控制和进度调节；支持多内容窗口管理和切换。 14.5 VR 飞屏功能：支持一键飞出功能，将屏幕内容投射到 VR 空间；支持飞回功能，将浮动内容返回原始屏幕位置；支持浮动面板在 3D 空间中自由移动；支持面板尺寸调节。 14.6 VR 空间标记：支持 VR 手柄在 3D 空间中绘制标记；支持标记的实时绘制和即时显示；支持标记删除和清除功能；支持多个标记同时存在和管理。 14.7 虚拟形象系统：提供多种预设 3D 角色模型；支持角色分类浏览；提供实时 3D 预览功能，360 度查看效果；基于 VR 设备手柄和头盔位置算法，实时显示手部位置；基于位置算法显示全身动作和姿态（胳膊、下肢、整体姿态）；支持多用户形象同时显示，最多支持 50 个用户形象；支持形象动			
--	--	--	--	--

		作同步，实时反映用户真实动作。 14.8 虚拟白板功能：支持大厅内虚拟白板显示，类似传统黑板功能；支持教师使用虚拟画笔在白板上绘画和书写；支持白板内容实时同步，学生端同步显示教师绘制内容；支持学生授权使用功能，经教师授权后学生可操作白板。 15. 支持 VR 多人在线协作的虚拟教学环境，允许用户创建/加入房间，在 VR 环境中可查看房间内数字人形象支持语音沟通，同步人物动作、3D 模型操作（模型位置，动画播放等）。在 VR 环境中同步操作虚拟白板，白板可用 VR 手柄进行画笔设定与绘制，白板内容需同步： 15.1 支持教师创建虚拟教学房间，可自定义房间名称；支持设置房间最大用户数量，可动态调整；支持房间密码保护功能，可设置进入密码；支持房间时长设置；支持房间状态管理。 15.2 支持教师端和学生端不同权限级别，教师可控制学生麦克风开关状态，全体静音、解除静音功能，用户踢出、禁言等管理功能，支持白板操作权限分配，可授权学生使用。 15.3 支持高清音频通话，支持 3D 空间音频定位，根据用户位置调整音量，支持多人同时语音，智能混音处理。 15.4 协作互动功能，支持共享白板协作，多人同时操作，支持 3D 模型共同观看，同步视角操作，支持多人实时标注功能，在 3D 空间中添加协作标记，支持教学内容同步展示，所有用户查看相同内容，支持多人同时操作 3D 模型，协同探索学习。 16. 智能 AI 辅助教学系统，包含 AI 数字人和 AI 课件讲解两大核心模块，提供个性化互动式教学体验，AI 数字人可实现语音、文字、图片等多模态识别及答复功能，支持语音回复。AI 辅助教学系统可直接加载 AI 智能 3D 编辑器输出的 AI+3D 课件资源，驱动数字人完成 AI+3D 课件的展示及讲解： 16.1 AI 数字人，支持 AI 数字人主动对话功能，用户进入大厅后自动触，支持语音唤醒功能，通过特定唤醒词激活 AI 数字人；支持连续语音对话功能，实现自然流畅的语音交互，支持 AI 数字人视线跟踪功能，全程面向用户，支持语音识别（ASR）和语音合成（TTS）技术，支持多语言识别和语音交互，支持空间截图智能识别功能，自动识别截图内容，支持智能识别图片内容并进行讲解说明，支持多模态讲解输出（文字显示、语音播放），支持自然语言处理和智能对话。			
--	--	---	--	--	--

		16.2 AI 课件讲解系统，支持智能服务推荐功能，询问用户课程需求，支持双模式选择（自主探索模式、AI 引导教学模式），支持后台 AI 课程数据动态拉取功能，支持分步骤结构化教学内容展示，支持 3D 模型部件智能高亮和定位显示，支持智能手势指向功能，精确定位讲解内容，支持多步骤教学流程管理和序列控制。 17. AI 智能 3D 内容创作工具，支持用户加载 3D 模型资源，读取 3D 模型结构树、材质、动画等，可实现模型层级编辑、模型动画编辑、模型标注添加。在完成 3D 课件编辑后可通过输入教学目标，教学对象等基本元素通过 AI 直接生成 AI+3D 课件，AI+3D 课件支持文本介绍、自动搜索想对应图片介绍、自动识别三维标注点介绍、自动高亮、自动对焦、自动识别并播放动画等功能、提供多种音色进行配音选择。AI+3D 课件支持网页播放、VR 播放； 17.1 基础能力：支持批量上传、进度显示、断点续传、格式校验；支持分类管理与自定义标签；支持预览与缩略图（图片、视频、三维模型）；支持元数据自动采集与自定义字段；支持三级权限（个人、校内、平台公共）。 17.2 高级功能：支持回收站、版本管理与重复检测；支持配额限制与统计报表。 17.3 三维模型能力：支持模型导入、标准化与优化（压缩、延迟加载）；支持在线预览、旋转、分层显隐；支持异常检测与结构摘要导出。 17.4 安全管理：支持拖拽上传与冲突处理；支持跨单位隔离与操作审计。 17.5 课件管理：支持新建、复制、导入导出；支持自动保存、版本标签与发布下线。 17.6 模型与结构树：支持层级展示、搜索定位与折叠展开；支持对象选中、高亮、显隐、重命名与锁定；支持按条件过滤与统计。 17.7 标注功能：支持创建标注、设置锚点位置与样式；支持点击联动（自动对焦与高亮）；支持批量导入导出。 17.8 动画与时间线：支持多动画管理与步骤设置；支持关键帧轨道（相机、显隐、高亮、变换）；支持片段编辑与播放控制。 17.9 渲染与性能：支持场景设置与性能优化；支持跨端一致性与无损导入导出。 17.10 基础管理：支持列表搜索、筛选与状态显示；支持课程信息设置（名称、主题、受众、时长、音色等）；支持完整性校验。			
--	--	--	--	--	--

		17.1 1 关联与生成: 支持关联三维课件与一致性校验; 支持一键生成大纲与脚本 (文字、图片、三维动作); 支持多版本对比与时长估算。 17.1 2 脚本编辑: 支持章节树形结构与拖拽排序; 支持富文本编辑与术语高亮; 支持三维动作配置 (相机、显隐、高亮、动画); 支持图片讲解与热点区域; 支持字幕与时序设置。 17.1 3 语音与预览: 支持语音合成、音色选择与试听; 支持联动预览与音频清单管理。 17.1 4 发布与安全: 支持版本管理与增量处理; 支持发布配置与分享链接; 支持版权合规与内容校验; 支持操作审计。 17.1 5 访问与控制: 支持公开访问与访问控制; 支持播放、暂停、倍速、进度拖动与段落跳转; 支持自动播放与连播。 17.1 6 内容播放: 支持音频分段播放与字幕同步; 支持图片讲解与热点显示; 支持三维联动 (相机、显隐、高亮、动画); 支持容错机制与跨端一致性。 17.1 7 性能优化: 支持预加载、缓存与弱网降级; 支持多终端自适应布局。 17.1 8 设备支持: 支持 VR 设备; 支持 PC 端; 支持主流浏览器; 支持分辨率 1920×1080 至 4K。 17.1 9 技术规格: 基于 WebGL 2.0 与 WebXR API; 支持 PWA、离线功能与多语言。 18. 具有施工现场危险源识别与风险评估功能: 18.1 构建水利工程施工现场全场景三维模型, 包括基坑作业区、高空作业区、起重吊装区、临边洞口区、机械作业区、临时用电区、狭窄空间区、水上水下作业区等典型危险区域。 18.2 危险源智能识别, 支持第一人称 VR 视角在施工现场漫游, 识别并标注高处坠落、物体打击、机械伤害、触电、坍塌、火灾爆炸、淹溺、中毒窒息等 8 大类危险源, 完成危险源清单编制。 18.3 实施风险等级评估训练, 对识别的危险源进行作业条件危险性评价、风险矩阵评价等定量评估, 划分重大风险、较大风险、一般风险、低风险四个等级, 生成风险分布热力图。 18.4 完成安全防护措施配置, 针对不同等级风险设计工程控制措施、管理控制措施、个体防护措施、应急处置措施, 输出分级管控方案与隐患排查清单。 19. 具有高空作业安全体验与防护训练功能: 19.1 构建多场景高空作业 VR 体验环境, 包括脚手架作业、吊篮作业、移动平台作业、攀爬作业等典		
--	--	---	--	--

		型场景。 19.2 实施高空作业安全装备穿戴训练，正确佩戴安全帽、安全带、防滑鞋等个人防护用品，完成安全带挂点选择、双钩交替使用、自锁器连接等关键操作，系统实时检测穿戴规范性与挂点安全性。 19.3 设计高空作业风险场景体验，模拟脚手架失稳、吊篮倾斜、踏板断裂、安全绳脱落等危险情况，让学生在 VR 环境中真实感受高空坠落的恐惧感与冲击力，强化安全意识与自我保护本能。 19.4 进行高空坠落应急救援演练，完成高空被困人员安全转移、坠落人员紧急救援、伤员固定与转运等操作，学习心肺复苏、创伤包扎、骨折固定等现场急救技能，评估救援时效与处置规范性。 20. 具有基坑坍塌与边坡失稳应急演练功能： 20.1 建立基坑与边坡工程三维场景，包括深基坑开挖、支护结构施工、高边坡开挖、土方堆载等作业环境，配置支撑体系、降水系统、监测设备、警戒标识等安全设施。 20.2 实施基坑边坡监测训练，布置位移监测点、沉降观测点、倾斜监测仪、裂缝观测标记等，使用全站仪、水准仪、测斜仪等设备采集监测数据，绘制位移-时间曲线并进行趋势分析与预警判定。 20.3 设计坍塌事故场景模拟，注入支护结构失效、边坡滑移、土体坍塌等突发险情，展示坍塌发展过程、人员被困状态、设备掩埋情况，实时显示险情扩展范围与影响区域。 20.4 完成坍塌应急处置演练，执行人员紧急撤离、警戒区域划定、二次坍塌风险评估、被困人员搜救、临时支护加固等应急操作，生成应急响应时间轴、人员伤亡统计与处置效果评估报告。 21. 具有起重吊装作业安全与事故防范功能： 21.1 构建起重吊装作业全流程 VR 场景，包括塔吊吊装、汽车吊作业、履带吊作业、人工吊装等典型工况。 21.2 实施吊装方案审查与安全验算训练，完成吊装重量核算、吊点位置选择、吊索具选型、吊装半径验证、地面承载力校核、防碰撞分析等关键计算，输出吊装方案与安全技术交底。 21.3 设计吊装作业危险源识别训练，检查吊索具破损、超载作业、斜拉斜吊、违章指挥、无证上岗、交叉作业、恶劣天气作业等违规行为，标注安全隐患并提出整改要求。 21.4 进行吊装事故应急演练，模拟吊物坠落、吊车倾覆、钢丝绳断裂、人员挤压等事故场景，完成事		
--	--	--	--	--

	故现场保护、人员抢救、设备紧急制动、次生灾害防控等应急操作，评估应急处置能力与安全意识。 22. 具有触电事故预防与电气安全演练功能： 22.1 建立施工现场临时用电系统三维模型，包括总配电箱、分配电箱、开关箱、线路敷设、接地保护、漏电保护器、用电设备等完整电气系统，支持三级配电、两级保护、TN-S 接零保护系统的可视化展示。 22.2 实施电气安全检查训练，识别电缆破损、私拉乱接、一闸多机、缺少漏保、接地缺失、配电箱破损、雨天用电、水中作业带电等典型隐患，完成临时用电专项检查表与隐患整改通知单。 22.3 设计触电事故场景体验，模拟直接接触触电、间接接触触电、跨步电压触电、高压电弧触电等不同类型触电事故，通过 VR 手柄震动反馈、视觉特效、音效渲染等多感官刺激，让学生深刻体验触电危害。 22.4 完成触电急救技能训练，掌握切断电源、脱离电源、现场心肺复苏、人工呼吸、AED 除颤仪使用等急救技能，系统实时评估按压深度、按压频率、人工呼吸潮气量等操作质量指标。 23. 具有施工现场爆破安全、水流冲刷、地下洞室安全与事故防范功能： 23.2 设计多场景危险源识别训练，检查爆破作业、水流冲刷、地下洞室等违规行为，标注安全隐患并明确整改标准与时限要求。 23.3 进行多类型安全事故应急演练，模拟爆破事故、水流冲刷事故、地下洞室事故等场景，完成事故现场警戒、人员搜救转移、设备紧急撤离、次生灾害阻断等应急操作，评估应急处置能力与安全管控水平。 24. 具有火灾爆炸事故应急疏散与灭火演练功能： 24.1 建立施工现场消防安全管理系统，包括消防器材配置、疏散通道设置、应急照明、安全标识、动火作业管理、易燃易爆物品存储等消防要素的三维呈现。 24.2 实施消防安全检查训练，识别电焊动火无监护、可燃物堆放不规范、消防器材被遮挡、疏散通道堵塞、灭火器过期失效等火灾隐患，完成消防安全专项检查与隐患整改闭环。 24.3 设计火灾爆炸事故场景模拟，注入电气火灾、焊接火灾、油料火灾、气体爆炸等典型火灾场景，真实呈现火势蔓延、浓烟扩散、高温辐射、爆炸冲击波等危险效果。 24.4 完成火灾应急疏散与灭火演练，掌握火灾报			
--	--	--	--	--

	警、人员疏散、灭火器使用、消火栓操作（两人协同）等技能，评估疏散时间、灭火效果与自救能力。 25. 具有突发汛情与水上水下应急救援功能： 25.1 构建水利工程汛期施工场景，包括围堰施工、导流明渠、截流作业、涉水基坑、跨河施工栈桥等涉水作业环境，模拟暴雨、洪水、河水暴涨等极端气象与水文条件。 25.2 实施防汛安全管理训练，完成汛期施工方案编制、气象水文监测、预警响应机制、物资储备检查、撤离路线规划等防汛准备工作，建立三级响应机制。 25.3 设计突发汛情应急场景，模拟围堰溃决、基坑进水、人员落水、设备被淹、栈桥冲毁等突发险情，展示洪水冲击力、水位上涨速度、人员被困状态，通过水流冲击、视听觉沉浸感受汛期危险。 25.4 完成水上水下救援技能训练，掌握救生衣与救生圈使用、抛绳救援技术、救生艇操作、落水自救、溺水人员心肺复苏等技能，进行水下被困人员搜救、潜水作业应急上浮等特殊场景演练。 26. 具有机械伤害事故预防与应急处置功能： 26.1 施工机械安全管理，包括挖掘机、装载机、推土机、压路机、混凝土搅拌车、泵车、钻机等常用施工机械的三维模型与作业场景，支持机械性能参数、安全操作规程、检查保养要求的可视化展示。 26.2 实施机械安全检查训练，检查机械安全装置、操作人员资质、机械检验合格证、维护保养记录等，识别机械老化、带病作业、违章操作等安全隐患。 26.3 设计机械伤害事故场景模拟，注入机械倾覆、人员挤压、碾压、卷入、撞击、夹击等典型机械伤害事故，通过第一人称与第三人称双视角呈现事故发生过程与伤害后果，强化机械作业安全意识。 26.4 完成机械伤害应急救援演练，掌握机械紧急制动、被困人员解救、创伤止血包扎、骨折固定、伤员搬运等急救技能，评估应急处置规范性。 27. 具有 AI 智能教学评估功能： 27.1 风险识别评分：评估危险源识别准确率、风险等级判定正确性、防护措施配置合理性。 27.2 应急操作评分：评估应急响应时效、处置流程规范性、急救技能标准性、团队协作有效性。 27.3 安全意识评分：通过 VR 场景中的自主决策行为分析学生安全意识强度与自我保护本能。 27.4 知识薄弱点分析：基于错误类型推荐安全规范、应急处置、急救技能等针对性学习内容。 27.5 自动考核：智能生成多场景、多灾种、多角色			
--	---	--	--	--

	的综合应急演练考核任务。 28. 具有 AI 虚拟导师功能： 28.1 3D 角色互动：支持语音/文本双模交流，解答安全法规、风险防控、应急处置、急救技能疑问。 28.2 实时安全提示：在 VR 场景中检测违规行为（未戴安全帽、进入危险区域、操作不规范等），即时语音预警与纠正。 28.3 个性化指导：根据学生安全意识水平与应急能力，动态调整场景难度、险情复杂度、应急任务要求。 28.4 心理辅导：针对 VR 高危场景体验引发的恐惧、紧张等心理反应，提供心理疏导与应激管理指导。 29. AI 智能报告生成：具有自动生成个人安全能力评估报告的功能（含危险源识别统计、风险评估热力图、应急演练时间轴、急救技能评分曲线、VR 场景行为轨迹分析、安全知识掌握度雷达图、能力短板与改进建议），支持多维度、可视化呈现，为安全资格认证与岗位能力评价提供客观依据。 30. VR 沉浸式体验增强技术： 30.1 多感官反馈系统：集成 VR 手柄震动反馈（模拟触电、爆炸冲击、机械碰撞）、空间音效（警报声、呼救声、爆炸声）、视觉特效（火焰、浓烟、水流、坍塌）、场景交互（拾取灭火器、操作急救设备、开关阀门）。 30.2 生理数据监测：支持心率监测设备接入，实时采集学生在高危场景中的心率变化、应激反应，评估心理承受能力与应急心理素质。 30.3 团队协同演练：支持多人 VR 联机模式，实现应急指挥员、现场救援员、医疗救护员等多角色协同演练，培养团队沟通与协作能力。 30.4 动态场景生成：基于 AI 算法随机生成事故场景要素，增强训练不确定性与真实性。 31. 功能适配 PC 版和 VR 版。 32. 虚拟仿真实训平台资源对接要求： 32.1 支持 CS 架构资源的对接：CS 架构资源需支持 URL Protocol 协议或指定启动路径唤起本地应用。 32.2 数据对接技术要求：同步汇总数据、实训启动程序接口、同步任务数据、同步步骤数据、同步结果数据、同步实训报告。所有接口需遵循签名规则。 32.3 业务对接资源录入：需在平台录入资源基本信息（名称、链接、封面图、介绍等），生成唯一的应用识别码和应用密钥。CS 架构资源需明确启动参数或路径。参数传递：平台跳转资源时需追加动态参数，厂商需解析并回传。			
--	--	--	--	--

	32.4 数据上报范围：需支持三类数据同步，上报公共服务平台的数据、实训操作数据、权限与用户数据。 33. 智能教学工作台：共 8 组，每组 5 个工位，每个工位配备 1 台≥ 23.8 英寸显示终端；工作台具备屏幕自动统一升降硬件功能，配套 5 把移动式旋转滚轮椅。 34. 专用计算终端：5 套/组，内置$\geq 2\text{G}$ 内存、$\geq 16\text{G}$ 闪存，配备不少于 1 个 HDMI 接口、3 个 USB 接口、1 个电源接口，满足基础数据处理与外设连接需求。 35. 渲染服务设备：数量 5 台，硬件配置支持双路 CPU，最大支持 4 个双宽 GPU，16 根内存插槽，最大支持 4T 容量；配备 2700W(1+1)冗余电源；CPU 为 2*单颗 60 核 120 线程，主频 2.6GHz，睿频 4.0GHz，385W，共 120 核 240 线程；显卡 4 块，显存$\geq 24\text{G}$；系统盘 1*2TB NVME M.2 SSD；数据盘 4*18T SAS 7200 转；内存 16*64G DDR5 RECC 4800MHz（共 1024G）。 36. 硬件功能：支持 Unreal、Unity 等多种引擎输出的应用，支持 WebGL、Three.js、H5 等 Web 端三维引擎和 Web 应用，且支持在国产信创等系统下的离屏多进程渲染；渲染服务程序可通过硬件自动搜索局域网内中央管理服务器，无需手动配置服务器地址；支持端口合并转发硬件功能，仅开放映射 2 个内网端口，即可支持几十路、上百路并发使用，无需外网服务器数据中转；支持机房多台渲染器串流数据从指定机器的单个端口转发，适配可开放端口不足场景；硬件支持多国语言机制，根据用户系统默认语言选择不同语言界面显示，至少支持简体中文、繁体中文、英文，可提供语言包扩展翻译为其他多国语言；支持根据内容外观特点通过后台自定义设置菜单位置，防止操作区域遮挡；支持 H.264/H.265 视频流编码，支持 8K 等超高分辨率；支持 P2P 技术、断点续传，通过管理平台将 3D 应用向多台渲染机统一分发部署和自动更新（静默、提示更新多种方式可选），硬件显示节点连接信息、P2P 分享信息及上传数据信息，支持设定任务生效时间，对分发进行私有加密；具备对启动慢的应用进行预启动配置硬件功能，设置预启动数量；支持在单台/多台物理服务器内，跨多张 GPU 显卡的自动化任务调度与动态负载均衡硬件能力；网页端推流具备鸟瞰图硬件功能，支持大画面应用根据前端显示需要动态获取局部画面，拖动滑动条选择查看内容，减少带宽消耗，提升画面质量。 37. 渲染应用统计概览硬件功能：			
--	--	--	--	--

		37.1 资源概览：硬件屏幕展示系统占用资源情况，渲染机器总量，云应用、流路数量，CPU、GPU 等预警记录。 37.2 应用统计：硬件支持对应用总体情况概览，显示总使用次数、总使用时长、昨日峰值人数、访问人数、当前在线人数，可按时间段查询峰值在线人数、访问人数、访问时长、访问次数等数据并在硬件屏幕呈现。 37.3 用户统计：硬件分析用户使用情况，显示应用连接时间、下线时间、累计时长、访问 IP、访问设备等信息。 38. 渲染应用应用管理硬件功能： 38.1 添加应用时，硬件支持 zip、rar、7z 等多种压缩格式。 38.2 硬件菜单列出已上传应用相关信息：应用 ID、应用名称、服务器数量、最大流路数授权方式及发布的 web 链接和客户端链接地址。 38.3 支持禁用、编辑、删除等硬件操作。 38.4 可通过服务器数量、最大流路数、授权方式点击排序进行快速排查的硬件菜单功能。 38.5 创建应用可选择游客模式和登录模式的硬件设置。 38.6 访问流路可选择随机分配、优先使用上次流路两种访问机制，对优先使用上次流路占用时，可设置排队或访问其他空闲流路两种策略的硬件配置。 38.7 设置应用是否离屏渲染、自动重启、自动关闭闲置流路及缓冲时间等的硬件参数设定。 38.8 针对移动端可选择鼠标模式或触摸模式的硬件操作适配。 38.9 针对 PC 端可定义手柄 WASD/上下左右两种组合方向键选择的硬件按键配置。 38.10 针对移动端具备强制横屏硬件功能。 39. 渲染应用服务管理硬件功能： 39.1 可创建服务器所在区域的硬件菜单设置。 39.2 硬件屏幕展示服务器列表，显示服务器区域、名称、上架状态、在线状态、创建时间等信息。 39.3 可设置服务器 CPU、GPU 最大使用率，限制加载过多流路影响机器性能的硬件参数配置。 39.4 可设置服务器预警规则，对 CPU、GPU、内存、磁盘设置预警规则，超出预警硬件自动提醒。 40. 预启动配置硬件功能：针对启动慢的应用支持预启动配置，通过硬件设置实现。 41. 终端管理硬件功能： 41.1 支持对选择的终端设备进行启动/停止等硬件			
--	--	--	--	--	--

		操作。 41.2 支持根据 IP 和状态对终端进行查询的硬件搜索功能。 41.3 支持查看浏览器渲染的网络传输详细参数，包括延迟时间、帧率、码率、丢包率等，在硬件屏幕显示。 41.4 支持使用软键盘操作的硬件输入功能。 41.5 支持画质流畅、高清及自适应选项的硬件显示设置。 41.6 支持适应屏幕大小，铺满、适应宽度、高度等选项的硬件显示适配。 41.7 支持自定义分辨率的硬件参数调节。 41.8 支持选择全景模式、鸟瞰模式显示的硬件显示模式切换。 41.9 配备声音、全屏、刷新及退出硬件按钮。 42. 用户管理硬件功能： 42.1 创建用户及分配相应授权应用的硬件权限设置。 42.2 硬件菜单列出当前已有用户账号、用户名称、用户状态、创建时间等信息，对用户进行管理。 42.3 支持增、删、改、查、禁用等硬件操作。 42.4 支持 XR 设备、Pico 等多种 VR 设备的硬件兼容性。 42.5 支持 Foveated Rendering 注视点渲染模式的硬件图形处理，有效降低 GPU 使用，降低网络带宽。 42.6 支持 VR 应用在同一 GPU 上可实例多开的硬件运行能力。 43. 流路硬件功能： 43.1 支持设置最大旁观人数及不限制数量的硬件参数配置。 43.2 支持选择是否多人操控的硬件功能设置。 43.3 可设置流路是否独占访问的硬件权限设定。 43.4 针对流路可设置是否预启动的硬件配置。 44. 数据库备份与安全功能：具备数据库备份功能，可选择备份计划，设置备份周期、备份时间，支持手动备份的硬件操作。系统安全硬件提供详细访问日志；应用统一存储在服务端硬件，终端仅显示实时交互的视频流，实现用户与应用数据的隔离。 45. 系统需求功能点 45.1 支持 Unreal、Unity 等多种引擎输出的应用；支持 WebGL、Three.js、H5 等 Web 端三维引擎和 Web 应用，并且支持以上这些应用，在国产信创等系统下的离屏多进程渲染；支持渲染服务程序在局域网自动搜索中央管理服务器，无需手动配置服务器地		
--	--	--	--	--

		址，使用更便捷； 支持端口合并转发功能：只需要开放映射 2 个内网端口，就能支持几十路、上百路并发使用。该模式无需外网服务器数据中转，节省成本、效率高。 45.2 ★支持机房多台渲染器串流数据从指定机器的单个端口转发，适配可开放端口不足的场景；(投标文件中需提供所投产品的实际运行截图) 45.3 系统须支持多国语言机制，根据用户系统的默认语言，选择不同的语言界面显示。至少支持简体中文、繁体中文、英文三种不同语言；并且可提供语言包，支持扩展翻译为其它多国语言。 45.4 支持根据内容外观特点通过后台自定义设置菜单位置，防止操作区域遮挡。 45.5 需支持 H. 264/H. 265 视频流编码，支持 8K 等超高分辨率。 45.6 ★支持 P2P 技术，断点续传，通过管理平台将 3D 应用向多台渲染机，统一分发部署和自动更新（静默、提示更新多种方式可选），该过程需显示节点连接信息、P2P 分享信息及上传数据信息，支持设定任务生效时间。需对分发进行私有加密，确保传输安全。(投标文件中需提供所投产品的实际运行截图) 45.7 ★需具备对启动慢的应用进行预启动配置，设置预启动数量，达到极速访问目的。(投标文件中需提供所投产品的功能截图) 45.8 ★系统须具备在单台/多台物理服务器内，跨多张 GPU 显卡的自动化任务调度与动态负载均衡能力。(投标文件中需提供所投产品的实际运行截图) 45.9 网页端推流具备鸟瞰图功能，支持大画面应用可根据前端显示需要支持动态获取局部画面，拖动滑动条来选择想看的具体内容，减少带宽消耗，提升画面质量； 46. 云端管理统计概览硬件功能： 46.1 资源概览：硬件屏幕展示系统占用资源情况，服务端机器总量，云应用、流路数量，CPU、GPU 等预警记录。 46.2 应用统计：硬件支持对应用总体情况概览，显示总使用次数、总使用时长、昨日峰值人数、访问人数、当前在线人数，可按时间段查询峰值在线人数、访问人数、访问时长、访问次数等数据。 46.3 用户统计：硬件分析用户使用情况，显示应用连接时间、下线时间、累计时长、访问 IP、访问设备等信息。 47. 云端管理服务器管理硬件功能：		
--	--	---	--	--

		47.1 可创建服务器所在区域的硬件菜单设置。 47.2 硬件屏幕展示服务器列表，显示服务器区域、名称、上架状态、在线状态、创建时间等信息。 47.3 可设置服务器 CPU、GPU 最大使用率，限制加载过多流路影响机器性能的硬件参数配置。 47.4 可设置服务器预警规则，对 CPU、GPU、内存、磁盘设置预警规则，超出预警硬件自动提醒。 48. 云端管理专用终端管理硬件功能： 48.1 支持按需创建专用终端的硬件配置功能。 48.2 硬件菜单展示专用终端列表相关信息，支持禁用、编辑、删除等操作。 49. 云端管理用户管理硬件功能： 49.1 创建用户，硬件菜单列出当前已有用户账号、用户名称、用户状态、创建时间等信息，对用户进行管理。 49.2 支持增、删、改、查、禁用等硬件操作。 50. 云端管理专用终端绑定硬件功能： 50.1 设置用户固定使用某个专用终端的硬件权限绑定。 50.2 设置用户随机使用一个空闲专用终端的硬件分配功能。 50.3 支持创建云端专用终端账户的硬件账户管理。 51. 数据库备份硬件功能：具备数据库备份功能，可选择备份计划，设置备份周期、备份时间，支持手动备份的硬件操作。 52. 云端管理系统硬件功能需求： 52.1 集成低延迟交互式视频流硬件技术，实时自适应 RTC 传输+智能视频编解码算法，从底层结构优化提升传输性能。 52.2 硬件支持最高 8K@60hz 超清画质，支持智能无损模式，提供 4:4:4 真色彩模式供专业级场景使用。 52.3 端到端延时低至 30ms，确保键鼠操作流畅的硬件响应速度。 52.4 支持内网纯私有化部署，保障数据安全不泄露的硬件部署模式。 52.5 系统安全硬件可限制用户的文件传输权限，杜绝文件传输到终端设备；因数据存储于云端服务器硬件，用户无法插拔硬盘，杜绝文件直接复制风险。 52.6 可部署用户为非管理员账户，减少用户误操作风险的硬件账户权限设定。 52.7 结合系统盘镜像等技术，统一集中在云端服务器硬件进行维护管理，机器出现故障时，在云端			
--	--	--	--	--	--

		直接修复，实现集中运维的硬件管理能力。 52. 8 具备高性能多 GPU 负载均衡调度硬件能力；支持网页化管理运维后台的硬件访问功能；支持管理员权限、数据备份、机器管理等基础硬件功能；支持设置清晰度、设置服务端同终端文件收发权限等硬件参数配置。 52. 9 具备弱网优化硬件能力，支持 UDP 和 TCP 两种传输模式，根据网络条件在建立会话前自动选择传输模式，无需用户手动调整；支持配置压缩质量、帧率等网络优化技术，保障优质稳定连接；支持设置码率、分辨率等画质质量，避免带宽被抢占，优先保证用户体验；支持云端终端导航条显示网络状态，实时查看网络状态和时延，网络状态以不同显示方式呈现并根据网络情况评级。 52. 1 0 支持分布式部署、集中管理模式的硬件部署架构，在多分支场景中，云端服务器部署在各个分支本地数据中心，总部通过一套集中管理平台硬件实现对分支云端终端的统一管理；支持用户自助配置并发终端，一台服务器支撑的用户数量可灵活配置变化的硬件资源分配功能。 52. 1 1 VR 眼镜终端硬件：运行在 VR 头显设备中，实现与云端实时渲染系统的数据交互与画面接收；支持画面同步数据流输出至终端设备。 52. 1 2 同步显示硬件模块：负责接收、解析 VR 眼镜端输出的实时画面流；支持视频帧同步、画面矫正及低延迟渲染输出；兼容多分辨率与多帧率显示模式的硬件适配能力 52. 1 3 为了保障带宽不会被某个用户抢占，产品需支持设置码率、分辨率等画质质量，以避免带宽被抢占，优先保证用户体验； 52. 1 4 支持云电脑导航条显示网络状态，支持导航条显示当前终端（瘦终端）与云电脑控制台之间的网络状态，用户可以实时查看网络状态和时延，网络状态会以不同的显示并且根据网络情况评级； 52. 1 5 集中管理能力：在多分支场景的部署中，支持分布式部署、集中管理模式，即云电脑服务器部署在各个分支本地数据中心，总部通过一套集中管理平台实现对分支云电脑的统一管理 52. 1 6 ★支持用户可自助配置并发终端，在不同需求场景下，一台服务器支撑的用户数量可以进行灵活配置变化；（投标文件中需提供所投产品的实际运行截图） 53. 教学显示硬件整机采用 98 英寸超高清 LED 液晶屏，屏幕图像分辨率 3840*2160；全金属外壳一体		
--	--	---	--	--

	设计，无外露连接线，外观简洁。 54. 采用红外触控技术 55. 内置系统检测硬件模块，支持对 CPU 温度、触摸系统、光感系统、环境系统、内置存储等硬件模块检测，显示安卓系统内存、存储、CPU 使用率，系统检测功能支持以悬浮窗口呈现，悬浮窗口可自行开启或关闭。 56. 内置无线网络硬件模块，支持双频 2.4G 和 5G WiFi 无线上网连接和 AP 无线热点发射，支持 IEEE 802.11a/b/g/n/ac 协议。 57. 内置无线传屏接收硬件模块，无需外接接收部件，无线传屏设备与整机匹配后即可实现传屏功能，将外部设备屏幕画面通过无线方式传输到整机显示。 58. 采用插拔式模块架构，插入结构稳固且具有防震功能，内置$\geq 8\text{G}$ DDR4 内存、$\geq 256\text{G}$ SSD 固态硬盘，无单独接线。 59. 具有 6 个互动终端。 60. 运算主硬件配置$\geq 32\text{GB}$ 内存、1TB 固态存储、$\geq 8\text{GB}$ 显存独立显卡，显卡为 4060，配备≥ 23 英寸副屏、数量 2 台；4 个专业音箱、2 台多媒体功放机、2 个无线话筒，集成话筒呼叫控制硬件模块。配套 51 套交互工作台。 61. 3D 教学显示终端硬件： 61.1 显示区域对角线尺寸不小于 86 英寸。 61.2 ★采用偏光式 3D 液晶显示技术，物理分辨率$\geq 3840*2160$；支持左右格式、上下格式的 3D 内容。 （投标文件中需提供本部件具有 CMA 或 CNAS 标识的第三方机构出具的检测报告扫描件） 61.3 兼容偏光式 3D 眼镜，无需电池，即戴即用，便携轻巧，免维护。 61.4 整机背光亮度$\geq 300\text{cd}/\text{m}^2$，对比度$\geq 5000:1$；寿命$\geq 30000$ 小时。 61.5 整机可视角度$\geq 178^\circ$（水平）/178°（垂直）。 61.6 配备不少于 1 个 HDMI 输入口、1 个 HDMI 输出接口，支持 4K@60Hz 信号源输入及输出功能；配备不少于 1 个 DP 信号源输入口，支持 4K@60Hz 信号源输入。 61.7 内置$\geq 8\text{GB}$ DDR4 内存、$\geq 64\text{GB}$ 存储。 61.8 采用红外识别触摸技术，支持最大 20 点触摸，可实现对象拖动、放大缩小旋转等操作；具备触摸感应功能，使用触摸时自动降低亮度，保护使用者视力；一个触摸框可在多个信号源下切换使用，根据当前信号源自动切换对应触摸接口。 61.9 书写屏表面硬度$\geq 7\text{H}$。			
--	---	--	--	--

	61.10 具备自动识别信号源硬件功能，有信号源接入时自动跳转到插入的信号源通道。 61.11 采用多功能一体化设计：集运算、电子白板、功放音响和教学资源存储为一体。 61.12 ★配备防眩光玻璃；具备按键式一键切换 2D/3D 功能。（投标文件中需提供本部件具有 CMA 或 CNAS 标识的第三方机构出具的检测报告扫描件） 61.13 ★支持 RS232 串口智能控制 2D/3D 显示模式，配置无线发射单元及无线接收单元硬件，实现对本机 2D 与 3D 工作状态的无线智能化控制。（投标文件中需提供本部件具有 CMA 或 CNAS 标识的第三方机构出具的检测报告扫描件） 62. 无线设备（8 台）： 62.1 支持 2.4 GHz（4x4 MIMO）、5 GHz（4x4 MIMO）和 6 GHz*（4x4 MIMO）三频，整机最大支持 12 条空间流，整机速率$\geq 18.67\text{Gbps}$。 62.2 整机最大射频数≥ 3 个，满足高密场景下的接入需求。 62.3 支持 802.3bt 以太网供电标准，具备双 PoE in 热备功能；配备 USB 接口，可对外供电或用于存储。 62.4 内置动态变焦智能天线，支持全向和高密覆盖模式。 62.5 支持 AP 本地转发时的应用识别和 QoS 分类，针对 Skype、QQ、微信等常用应用，显著提升语音质量的硬件优化能力；基于 WMM(Wi-Fi Multimedia)标准的映射及优先级调度规则，实现基于优先级的数据处理和转发，支持自动和手动两种速率调节方式，默认方式为自动速率调节。 62.6 支持 WLAN 信道管理和信道速率调整的硬件设置功能。 62.7 具备信道自动扫描硬件功能，自动规避干扰。 63. 智能能源支持设备： 63.1 UPS 主机容量不低于 40KVA，采用独立的数字化 DSP 控制硬件，三电平逆变技术，三进三出。 63.2 UPS 输入功率因数≥ 0.998（100%非线性负载），输入电流谐波$\leq 2.2\%$（100%非线性负载），整机效率$\geq 96.4\%$（100%阻性负载）。 63.3 支持不少于 4 台并机，共用电池组，满足后期扩容需求。 63.4 采用独立风道设计，风扇安装在机器前端，提高进风量；单个风扇故障带载 60%，2 个风扇故障带载 30%，延长 UPS 使用寿命。			
--	--	--	--	--

	63.5 输出可承受 100%三相不平衡负载，负载任一相缺相时系统可继续运转，提升使用便利性。 63.6 具备蓄电池标称电压$\pm 180\sim\pm 300\text{VDC}$（30~50 节 12V）可调节硬件功能，提高电源系统供电安全性，减少后期设备维护成本。 63.7 UPS 标配电池冷启动硬件功能，无市电情况下可启动 UPS 供电，提升使用灵活性，验收时支持现场验证。 63.8 具备电池单体浮充电压、均充电压、放电终止电压最高和最低点可设置硬件功能，电池组最大充电电流、最大电池放电时间及最大均充时间可设置，根据设置值实现告警。 63.9 具有独立控制系统，配备≥ 4.3 寸 LCD 全触摸液晶显示屏，支持中文英文切换，采用图形化界面显示，内容包括：主路电压/电流/频率/功因，输出电压/电流/功率/负载率，电池电压/电流/后备时间/容量率，运行状态，告警信息等。 63.10 配置标准 RS232/RS485 通信接口，提供开放的通信协议及配套平台，具备并机、LBS、远程通讯、干节点等接口，满足后续系统监控及扩容需求。 63.11 所有电路板采用三防工艺，确保在恶劣环境下的使用寿命。 63.12 配置输入、旁路、输出、维修旁路开关，便于操作和维护。 63.13 配备不少于 40 个蓄电池，单个蓄电池电压 12V，容量 100AH。 63.14 配备 1 套定制尺寸机柜，主要材料：方孔条与安装梁为耐指纹敷铝锌板，其余为优质冷轧板，防护等级 IP20；配备非标定制 PDU，带电源指示灯。 64. 数据交换设备（2 台）： 64.1 交换容量：交换容量$\geq 2.4\text{Tbps}$；包转发率：包转发率$\geq 480\text{Mpps}$。 64.2 业务端口类型：千兆电口≥ 48 个，25G 光口（SFP28）≥ 8。 64.3 电源：设备支持可插拔双电源模块，支持 1+1 电源备份。 64.4 散热：风冷散热，风扇支持智能调速。 64.5 二层功能：支持 MAC 地址$\geq 32\text{K}$，支持 4K VLAN，支持 Voice VLAN；支持 MUX VLAN 功能，支持基于 MAC/协议/IP 子网/策略/端口的 VLAN，支持基本 QinQ 和灵活 QinQ。 64.6 以太环网保护：支持 ERPS 以太环保护协议			
--	---	--	--	--

		(G.8032); 支持 STP (IEEE 802.1d), RSTP (IEEE 802.1w) 和 MSTP (IEEE 802.1s) 协议; 支持跨设备链路聚合 M-LAG。 64.7 三层功能: 支持静态路由; 支持策略路由; 支持 IPv6 Ping、IPv6 Tracert、IPv6 Telnet。 64.8★投标文件需提供本部件原厂针对本项目的售后服务承诺函。			
2	虚实结合安全施工仿真系统实训设备	- 施工进度虚拟仿真子模块支持 WBS 工作分解, 可将泵站施工分解至 6-8 级工序, 最小周期 1 天; - 内置排涝泵站 (120 天)、灌溉泵站 (90 天) 2 类标准进度模板, 支持自定义修改; - 具备甘特图可视化功能, 时间刻度可设为天/周/月, 支持拖拽调整工序时间; - 自动识别关键工序 (如深基坑开挖、水泵安装), 关键路径用特殊颜色标注; - 支持人员与工序联动, 按工序需求分配具备对应资质的施工人员, 资质不达标时预警; - 支持施工设备虚拟调度, 模拟挖掘机、起重机等设备的位置与工作时长, 设备不足时提示; - 自动生成材料需求计划, 根据进度推送材料清单 (如 “第 10 天需 C30 混凝土 50m³”); - 可对比实际进度与计划进度, 偏差超 5% 时自动预警, 推送纠偏建议; - 支持进度报表自动生成, 可导出日报、周报、月报 (Excel/PDF 格式); ★施工方案虚拟仿真子模块内置深基坑支护、高支模搭设、水泵吊装等 6 类标准方案模板; (投标文件中需提供所投产品的实际运行截图) - 支持方案在线编制, 可插入图纸、流程图, 支持多人协同编辑 (≥8 人); - 方案可导入 BIM 模型进行虚拟推演, 模拟工序实施过程, 识别施工碰撞; - 自动预判方案风险点 (如深基坑未降水), 风险等级分低/中/高, 附应对措施; - 支持方案审核流程仿真, 包含 “编制-审核-审批-监理复核” 四级环节, 记录审批意见; - 方案可导出 Word/PDF 格式, 导出后方案完整性 ≥99%; - 施工重难点技术要点虚拟仿真子模块支持深基坑支护虚拟, 至少含土钉墙、排桩 2 种类型; - 土钉墙虚拟需展示土钉长度 (6-12m)、直径 (100-150mm)、间距 (1.5-2.0m) 参数; - 排桩支护虚拟需展示桩径 (600-1000mm)、桩间距	套	1	工业

	(1.2-1.8m)、嵌入深度 ($\geq$ 基坑 1.5 倍); 19. 高支模虚拟需明确立杆间距 ($\leq 1.2\text{m}$)、水平杆步距 ($\leq 1.8\text{m}$)、剪刀撑布置角度 ($45^\circ - 60^\circ$); 20. 水泵安装虚拟需模拟基础平整度 (偏差 $\leq 0.1\text{mm/m}$)、泵轴同心度 (径向 $\leq 0.05\text{mm}$) 检测; 21. 施工安全虚拟仿真子模块支持施工人员定位 (精度 $\leq 5\text{m}$), 危险区域人员进入时预警; 22. 内置深基坑、高空作业等 4 类安全培训课程, 培训时长达标 (≥ 8 小时/月) 方可进入现场; 23. 支持安全隐患上报 (附照片/位置), 隐患分一般/较大/重大, 整改时限明确; 24. 施工设备安全监测虚拟, 起重量力矩超限、用电漏电时自动停机, 记录故障原因; 25. 施工质量虚拟仿真子模块内置 SL234-2013、GB50204-2015 等 5 项行业标准; 26. 支持混凝土强度检测虚拟, 回弹值 $\geq$ 设计值 95% 为合格, 不合格时提示返工; 27. 钢筋质量检测虚拟, 展示直径 (偏差 $\leq \pm 5\%$)、间距 (偏差 $\leq \pm 10\text{mm}$) 检测过程; 28. 支持分部分项验收流程, 包含“自检-互检-专检-监理验收”, 验收记录附照片; 29. 建立“材料-工序-人员-验收”追溯链, 可查询任意环节信息; 30. 深基坑虚拟监测子模块支持水平位移 (预警值 30mm)、沉降 (预警值 20mm) 监测; 31. 高支模虚拟监测子模块支持立杆轴力 (阈值 $\leq 20\text{kN}$)、水平位移 (阈值 $\leq 10\text{mm}$) 监测; 32. 施工管理各子模块数据互通, 进度、方案、安全质量数据可联动分析。 33. 渗流监测虚拟仿真子模块支持振弦式渗压计数据导入, 量程 $0-500\text{kPa}$, 精度 $\pm 0.1\%\text{FS}$; 34. 支持量水堰数据对接 (三角堰/矩形堰), 测量范围 $0.1-10\text{L/s}$, 数据传输延迟 ≤ 5 分钟; 35. 渗流采样频率可自定义 (正常 1 次/小时, 雨天 1 次/10 分钟), 数据完整性 $\geq 99\%$; 36. 自动生成渗流监测台账, 包含监测点、时间、渗压值 (kPa)、渗流量 (L/s), 支持 Excel 导出; 37. 大屏模型中以蓝色流动色条展示渗流路径, 超限时色条变红闪烁预警; 38. ★支持渗流趋势分析, 自动生成日/周/月变化曲线, 标注峰值与超标点; (投标文件中需提供所投产品的实际运行截图) 39. 渗流预警可通过平台弹窗、短信、APP 推送, 推送时效 ≤ 30 秒;			
--	--	--	--	--

	40. 位移监测虚拟仿真子模块支持 GNSS 位移计（平面 $\pm 3\text{mm}$）、倾角传感器（$\pm 0.01^\circ$）数据导入； 41. 监测范围含泵站主体、基坑边坡、附属结构，数据滤波后稳定性 $\geq 98\%$； 42. 位移预警分级：蓝色（10-15mm）、黄色（15-20mm）、红色（$>20\text{mm}$），对应响应措施明确； 43. 大屏模型以红色箭头标注位移方向，箭头长度对应位移大小； 44. 支持位移趋势预测（线性回归），24 小时预测误差 $\leq 10\%$； 45. 应力监测虚拟仿真子模块支持振弦式应变计（$\pm 1\mu\epsilon$）、钢筋应力计（$\pm 0.5\%FS$）数据导入； 46. 监测部位含泵站底板、墙体、管道接口、水泵基础，采样频率可设（1 分钟-1 小时）； 47. 应力值超材质限值（如 C30 混凝土 20.1MPa）时自动预警，预警方式可自定义； 48. 支持应力分布云图展示，颜色梯度对应应力大小，云图可导出图片； 49. 设备状态监测虚拟仿真子模块支持水泵电机电流（$\pm 5\%$额定值）、电压（$\pm 10\%$额定值）监测； 50. 电机绕组温度 $\geq 120^\circ\text{C}$、泵体振动速度 $> 4.5\text{mm/s}$ 时预警； 51. 自动诊断水泵常见故障（叶轮堵塞、轴承磨损等），诊断准确率 $\geq 90\%$； 52. 阀门状态监测含开关状态（精度 $\leq 1\%$行程）、泄漏量（$\leq 0.1\%$设计流量）监测； 53. 配电设备监测含电压（$\pm 5\%$）、电流、功率因数（≥ 0.9）监测，漏电时自动跳闸； 54. 水质监测虚拟仿真子模块支持进水口浊度（$\leq 10\text{NTU}$）、pH（6.5-8.5）、COD（$\leq 100\text{mg/L}$）监测； 55. 3.23 出水口水质需符合 GB18918-2002，COD $\leq 50\text{mg/L}$、氨氮 $\leq 5\text{mg/L}$，超限时停止排水； 56. 水质采样频率可设（1 次/小时-1 次/天），自动生成水质台账，支持 PDF 导出； 57. 各监测数据可与模型联动，点击构件查看实时数据与历史曲线； 58. 支持移动端查看监测数据，移动端加载速度 ≤ 5 秒，支持图表/台账切换； 59. 监测数据保留 ≥ 5 年，支持历史数据回溯查询与趋势分析。 60. 无人机巡检虚拟仿真子模块支持工业级无人机虚拟模型； 61. 搭载虚拟可见光相机（像素 ≥ 2000 万，变焦 20			
--	---	--	--	--

	倍)、红外热成像仪 (测温-20~500℃); 62. 支持沿泵站周界巡航 (覆盖率≥99%)、重点区域低空巡航 (高度 5-10m); 63. 具备虚拟避障功能, 识别障碍物后自动绕行 (距离≥2m), 避障准确率≥98%; 64. 自动识别结构缺陷 (墙体裂缝≥0.2mm)、设备缺陷 (电机温度超 120℃), 识别率≥90%; 65. 巡检报告自动生成, 含缺陷位置、类型、等级, 导出 PDF 格式; 66. 无人船巡检虚拟仿真子模块支持无人船虚拟模型; 67. 搭载虚拟水质传感器 (监测 pH、浊度、溶解氧)、声呐 (测深 0.5-50m, 精度±0.1m); 68. 支持水域水深测量, 自动生成水下地形图, 标注危险区域 (水深<1m); 69. 可实时测量外河/前池水位, 对比设计水位, 超限时提示 “泵站无法开机”; 70. 支持水质自动采样 (100-500ml/点), 超标时增加采样频率 (1 次/30 秒); 71. 巡检数据可与 GIS 系统联动, 叠加至周边地图, 直观展示水域状况; 72. ★管道检测机器人虚拟仿真子模块支持管道机器人虚拟模型; (投标文件中需提供所投产品的实际运行截图) 73. 搭载虚拟高清摄像头(360° 全景, 像素≥800 万)、激光测距仪 (精度±1mm); 74. 自动识别管道腐蚀 (壁厚减少比例)、裂纹 (长度/宽度)、堵塞 (面积占比), 分级标注; 75. 管道泄漏检测 (泄漏量≥0.1L/min 可识别), 定位精度±0.5m; 76. 自动生成管道检测报告, 含缺陷位置、修复建议, 导出 PDF 格式; 77. 支持检测路径规划, 可设定从入口至出口路线, 支持断点续检; 78. ★无人机、无人船、管道机器人数据可互通, 巡检结果同步至运管监测模块; (投标文件中需提供所投产品的实际运行截图) 79. 支持巡检任务调度, 设定巡检频率 (1 次/天/周), 自动生成任务清单; 80. 巡检数据保留≥1 年, 支持历史数据对比, 分析缺陷发展趋势; 81. 具备巡检操作培训功能, 内置教程与考核题库, 支持自动判分; 82. 模拟不同天气 (雨天、大风) 下的巡检效果, 提		
--	--	--	--

	示避险措施； 83. 支持巡检范围自定义，可扩大至泵站周边 500m 范围； 84. 巡检故障模拟（如无人机信号丢失、机器人电机故障），展示应急处理流程； 85. 巡检数据可与运管预警模块联动，缺陷超限时触发预警。 86. 数据处理虚拟仿真子模块支持多源数据融合（监测、气象、水文），采用加权平均+卡尔曼滤波； 87. 数据融合后异常值去除率$\geq 98\%$，数据标准化为 0-100 分标准值，便于对比； 88. 支持静态对比（实时 vs 设计/历史）、动态趋势分析（滑动平均+线性回归）； 89. 预警触发方式：数据超阈值、变化速率超阈值、趋势预测超阈值； 90. 预警分级：一般（蓝色）、较大（黄色）、重大（红色），推送方式可自定义； 91. 自动生成预警事件台账，含触发时间、数据值、处理结果，支持 Excel 导出； 92. 数据保留≥ 5 年，本地+云端双备份，恢复时间≤ 30 分钟； 93. 气象系统联动虚拟仿真子模块支持对接国家/地方气象数据，更新频率 1 次/15 分钟； 94. 覆盖降雨（暴雨$\geq 50\text{mm}/24\text{h}$）、干旱、台风（风力$\geq 8$ 级）、高温（$\geq 35^\circ\text{C}$）等气象类型； 95. 暴雨蓝色预警：加强前池监测（1 次/10 分钟），准备开 1-2 台泵； 96. 暴雨红色预警：满负荷开泵，启动应急排水，人员 24 小时值守； 97. 台风红色预警：关闭设备，切断非应急电源，人员撤离安全区域； 98. 气象预警提前量：暴雨 6-12 小时、台风 24-48 小时、干旱 7-15 天； 99. 前池来水模拟虚拟仿真子模块支持输入流域特征（面积、坡度、土壤类型）； 100. 模拟流域暴雨（5/10/百年一遇）、正常来水、干旱、突发水污染 4 类场景； 101. 输出前池水位变化曲线、来水量峰值、是否溢流，结果可导出图表； 102. 支持模拟参数实时调整（如暴雨等级），结果更新响应≤ 1 分钟； 103. 出水渠道和外河水位关系模拟子模块支持潮汐（半日潮/全日潮）、流域来水模拟； 104. 短期（1-24 小时）水位模拟步长 10 分钟，误差			
--	--	--	--	--

	≤5%；长期（1-7 天）步长 1 小时，误差≤8%； 105. 外河水位≤设计排水水位时提示“可开机”，超限时提示“等待落潮”； 106. 模拟应急调控（开启泄洪闸门）、泵站协同，预测水位下降效果； 107. 应急联动预案虚拟仿真子模块支持应急响应分级，对应不同处置流程； 108. 自动调度应急人员（含联系方式、职责），调度响应≤5 分钟； 109. 应急资源台账管理（移动泵车、沙袋等），资源不足时提示采购； 110. 支持应急演练，自定义场景（基坑坍塌、水质污染），自动生成脚本与考核； 111. 应急报告自动生成，含预警原因、处置措施、复盘结果，导出 PDF； 112. 预案优化功能，根据复盘结果调整应急阈值、处置步骤； 113. 各预警子模块数据互通，监测数据、气象数据联动支撑预警决策。 114. 整体尺寸：长 7000mm×宽 4000mm×高 800-1200mm（高度含底座，可微调），沙盘比例 1:20~1:50（适配展示与细节还原）； 115. 底座采用钢结构+防火板封装，承重≥500kg/m²，表面防滑处理，四周设 100mm 高防护边； 116. 泵站主体建模：1:1 比例还原泵房（含主厂房、副厂房），墙体采用透明有机玻璃+ABS 板，可透视内部机组布局； 117. 水泵机组：配置 3-4 台仿真水泵（含轴流泵/离心泵，按实际泵站类型适配），泵体材质为金属质感 ABS，转轮可手动旋转； 118. 进水系统：含进水池（长 1500-2000mm×宽 800-1000mm）、引水钢管（管径≥80mm，不锈钢材质）、进水闸门（电动/手动启闭，开度可视）； 119. 出水系统：含出水池、出水管道（管径≥100mm）、消能装置（消力池/扩散管），管道采用透明材质，可展示水流路径； 120. 管路连接：采用法兰+橡胶密封连接，支持拆卸，管道表面标注管径、材质等参数铭牌； 121. 控制系统：仿真控制室（尺寸 600mm×400mm），配备模拟操作面板（含按钮、指示灯、仪表盘），可联动演示机组启停； 122. 辅助设施：含变压器、配电柜、检修平台（高度≥200mm，带护栏）、行车（可手动移动，起吊行程≥300mm）；			
--	---	--	--	--

	123. 地质层展示: 底座剖切展示 3-5 层岩土层(黏土、砂土、卵石层), 每层采用不同颜色材质区分, 标注土层名称及渗透系数; 124. 防渗/排水设施: 建模防渗墙(厚度$\geq 30\text{mm}$, 高度贯穿地质层)、排水孔(间距$\geq 100\text{mm}$)、截渗沟, 材质为 ABS 板; 125. 水位模拟: 进水池、出水池配备可调节水位装置(手动加水/排水), 水位刻度最小单位$\leq 10\text{mm}$; 126. 动态演示: 水泵机组支持低噪音电动旋转(转速$\leq 60\text{r/min}$), 闸门电动启闭响应时间≤ 5 秒; 127. 参数标注: 所有核心构件(水泵、阀门、管道、设备)均粘贴金属铭牌, 标注型号、尺寸、关键技术参数; 128. 材质要求: 主体结构采用 ABS 工程塑料、不锈钢、透明有机玻璃, 防腐防潮, 表面耐磨处理; 129. 色彩还原: 构件色彩与实物一致(如水泵金属色、管道银灰色、墙体浅灰色), 地质层色彩区分明显; 130. 照明系统: 配置 LED 灯带(防水等级 IP65), 分别照亮泵站主体、管路系统、地质层, 亮度可调节; 131. 便携性: 底座底部安装万向轮(带刹车), 方便移动, 整体重量$\leq 300\text{kg}$; 132. 维护性: 核心构件(水泵、闸门)支持快速拆卸更换, 管路接口易清洁; 133. 适配场景: 满足展示、教学培训需求, 可直观演示泵站进水-抽水-出水全流程及结构组成。 134. 基于实体沙盘 1:1 三维建模, 模型尺寸与实体沙盘偏差$\leq 0.5\%$, 核心构件(水泵、闸门、管路)结构细节还原度$\geq 99\%$; 135. 支持实体沙盘与数字模型实时联动, 实体沙盘上的物理操作(如闸门启闭、水泵旋转)在数字孪生系统中同步显示, 响应延迟$\leq 100\text{ms}$; 136. 数字模型可独立运行, 模拟实体沙盘全流程(进水$\rightarrow$抽水$\rightarrow$出水), 运行状态与实体沙盘物理规律一致; 137. 支持实体沙盘与数字模型双向控制, 可通过数字孪生系统远程操控实体沙盘的电动部件(如闸门、水泵), 控制准确率$\geq 99\%$。 138. 配备传感器系统, 实时采集实体沙盘关键参数: 水泵转速($0\sim 60\text{r/min}$, 精度$\pm 1\text{r/min}$)、闸门开度($0\sim 100\%$, 精度$\pm 1\%$)、模拟水位($0\sim 300\text{mm}$, 精度$\pm 1\text{mm}$); 139. 传感器数据与数字孪生模型实时融合, 数字模型中动态显示参数数值(如水泵转速仪表盘、闸门开度百分比), 数据更新频率$\geq 10\text{Hz}$;			
--	--	--	--	--

	140. 支持历史数据存储，可记录≥ 30天的运行参数（时间戳+数值），数据存储精度$\leq \pm 0.5\%FS$； 141. 具备数据异常监测功能，当实体沙盘参数超出正常范围（如闸门卡涩导致开度异常），数字孪生系统自动报警（声光提示+高亮标注）。 142. 数字孪生系统支持多视角展示：全景视角（匹配实体沙盘整体布局）、局部放大视角（如水泵内部结构）、剖面视角（展示地质层与防渗设施），视角切换响应时间$\leq 500ms$； 143. 支持实体沙盘与数字模型同步标注，可在数字孪生系统中添加构件说明（如“轴流泵：流量$100m^3/h$”），标注内容与实体沙盘铭牌一致； 144. 内置操作指引功能，数字孪生系统可显示实体沙盘标准操作步骤（如开机流程），步骤动画与实体沙盘操作位置对应； 145. 支持虚拟剖切，可自定义剖切平面查看实体沙盘内部结构（如泵房内机组布局），剖切效果与实体沙盘实际构造一致。 146. 支持实体沙盘未包含的扩展场景仿真（如暴雨工况水位骤升、水泵故障停机），仿真逻辑贴合泵站实际运行规律； 147. 可在数字孪生系统中模拟参数调整对实体沙盘的影响（如调整水泵转速预测出水量变化），预测误差$\leq 5\%$； 148. 具备对比分析功能，可对比实体沙盘实测数据与数字模型仿真数据，生成偏差曲线（如闸门开度实测值与模拟值对比）； 149. 支持多人协同查看，用户可同时访问数字孪生系统，同步观看实体沙盘实时状态与操作过程。 150. 支持初级工设备认知实训，三维交互式展示泵站水泵、阀门、控制柜等核心设备，标注名称及基础功能； 151. ★初级工模块含基础操作实训，模拟泵站机组手动启停流程，步骤引导与操作反馈同步；（投标文件中需提供所投产品的实际运行截图） 152. 初级工可虚拟读取压力表、流量计等仪表数据，学习基础参数（压力、流量）识别与记录； 153. 初级工模块内置泵站安全规范教学，含劳保穿戴、危险区域警示等互动实训； 154. 中级工模块支持机组正常工况参数调节实训，可调节导叶开度、闸门开度，观察负荷变化； 155. 中级工可模拟常见故障（如水泵振动超标、管道轻微泄漏）排查与处置，含故障现象识别； 156. 中级工模块含泵站巡检流程实训，按规范路线虚			
--	---	--	--	--

	拟检查设备运行状态，记录巡检结果； 157. 中级工支持多机组联动操作实训，学习负荷分配与协同运行调节方法； 158. 高级工模块模拟复杂故障（如机组过速、励磁系统故障、水位异常联锁停机）处置； 159. 高级工可进行泵站应急处置实训，如暴雨洪水、停电等突发场景的应对流程演练； 160. 高级工支持系统参数优化实训，通过调整调速器、励磁系统参数提升机组运行效率； 161. 高级工模块含设备检修后调试实训，模拟部件更换后的开机测试与参数校准； 162. 支持三级工技能考核功能，自动生成对应级别考核任务（初级侧重操作、高级侧重故障与应急）； 163. 考核过程自动记录操作步骤、时间及参数，生成含得分与改进建议的评估报告； 164. 支持自定义考核场景，教师可添加故障类型、操作要求，适配不同培训需求； 165. 模拟泵站实时监控界面，三级工均可通过界面查看电流、电压、转速等关键参数； 166. 初级工模块含设备拆卸与组装基础实训，熟悉核心部件结构与安装顺序； 167. 中级工可进行润滑油、冷却系统维护实训，学习油位检查、水质更换等操作； 168. 高级工支持泵站自动化系统调试实训，如 PLC 控制逻辑修改与联动测试； 169. 内置典型事故案例库，三级工可按级别学习对应难度的案例处置经验； 170. 支持虚拟工具使用实训，如初级工用万用表测电压、高级工用示波器排查电气故障； 171. 初级工模块含泵站工艺流程动画演示，直观展示水流路径与发电原理； 172. 中级工可模拟不同工况（正常来水、枯水、暴雨）下的泵站运行调节； 173. 高级工模块含跨系统协同实训，如与气象预警系统联动的泵站调度操作； 174. 支持操作失误提示与纠错指导，初级工侧重步骤引导，高级工侧重故障原因分析； 175. 三级工均可进行报表填写实训，学习运行日志、故障记录等规范填写方法； 176. 支持多人协同实训，模拟泵站值班团队分工（操作、监控、记录）配合流程； 177. 高级工模块含设备故障预判实训，通过参数趋势分析提前识别潜在问题； 178. 支持实训进度跟踪，记录三级工各模块完成情			
--	---	--	--	--

	况，生成个人技能提升档案； 179. 内置知识库查询功能，三级工可按级别检索设备手册、操作规程、故障处置指南。 180. 支持 1:1 参数化建模，可自定义泵站类型（供水/污水/灌溉）、泵型（轴流/离心/潜水泵）及核心构件尺寸，模型精度达 LOD400； 181. 集成专业 CFD 流体力学模型，支持泵站流场（蜗壳、导叶、管道）数值仿真，可输出流速、压力分布云图； 182. 支持湍流模型切换（$k-\varepsilon$、$RNGk-\varepsilon$、$SSTk-\omega$），适配不同流态科研分析需求； 183. 可自定义介质属性（密度、粘度、含沙量），模拟污水、含沙水等特殊介质对泵站运行的影响； 184. 支持工况参数连续可调（流量 0~150%额定值、扬程 0~200%额定值、转速 0~120%额定值）； 185. 模拟极端工况科研场景（暴雨洪水、枯水、寒潮冰冻、电网波动），支持自定义工况触发条件； 186. 集成热力学仿真模块，可分析泵站设备（电机、轴承）温度场分布及散热效率； 187. 支持多机组联动仿真，可设置机组数量、并列运行模式，研究负荷分配优化算法； 188. 提供控制算法验证接口，支持导入自定义控制策略（PID、模糊控制、模型预测控制）并对比效果； 189. 可模拟复杂故障耦合场景（如电机过载+管道泄漏、励磁故障+水位异常），研究故障传播机制； 190. 支持泵站能耗优化科研，可分析不同运行参数（导叶开度、机组组合）对能耗的影响规律； 191. 内置水质迁移扩散模型，可研究泵站排水对受纳水体水质（COD、氨氮）的影响； 192. 支持水文-泵站耦合仿真，导入流域降雨、来水数据，研究水文响应与泵站调度的关联性； 193. 数据采集频率$\geq 100\text{Hz}$，可采集流场、压力、温度、能耗等 20+类科研数据，采样精度$\leq \pm 0.1\%\text{FS}$； 194. 支持数据导出为 MATLAB、Python、Excel 兼容格式，含原始数据、计算结果及仿真日志； 195. 提供参数敏感性分析功能，可设置单一变量或多变量组合，自动生成影响因子分析报告； 196. 支持模型校准功能，导入实测数据（如泵站效率曲线、流场数据），自动修正仿真参数； 197. 模拟泵站自动化系统（PLC、SCADA）科研验证，可修改控制逻辑、联动阈值并测试响应效果； 198. 支持新型设备（变频调速泵、智能阀门）科研仿真，可自定义设备特性曲线； 199. 提供流固耦合仿真功能，分析水流冲击对泵轴、			
--	---	--	--	--

	导叶的应力应变影响； 200. 支持泵站群协同调度科研，模拟多泵站区域联网运行，研究优化调度策略； 201. 内置科研模板库（能耗优化、故障诊断、调度策略），可快速生成标准化仿真方案； 202. 支持自定义仿真步长(0.01s~10s)，适配瞬态（如开机冲击）、稳态不同科研场景； 203. 提供可视化分析工具，可生成流场轨迹动画、参数趋势曲线、数据相关性热力图； 204. 可模拟不同地理条件（平原/山区/沿海）对泵站运行的影响，自定义地形、水文参数； 205. 支持多用户协同科研，可共享仿真项目、同步修改参数、对比分析结果； 206. 内置泵站效率计算模型，可研究不同工况下泵站装置效率、水力效率变化规律； 207. 支持应急调度科研演练，如泵站事故停机、突发水污染等场景的处置方案优化； 208. 提供仿真结果可信度评估功能，输出误差分析报告（与理论值/实测值对比）。 209. 内置泵站典型构筑物模板（防渗墙、排水孔、截渗沟、前池），支持结构尺寸自定义，偏差$\leq 0.1\%$，可进行布尔运算（合并/切割/偏移）； 210. 网格划分支持结构化与非结构化网格，最大网格数量≥ 200万，渗流梯度$> 8\text{m/m}$区域可自适应加密，加密后计算精度提升$\geq 15\%$； 211. 支持非均质各向异性地质建模，x/y/z 向渗透系数独立设置，取值范围$1\text{e-}11 \sim 1\text{e-}2\text{m/s}$，可模拟层理、断层等复杂地质构造； 212. 内置饱和渗流（达西定律）与饱和-非饱和渗流（理查兹方程）模块，支持一键切换，满足不同含水状态计算需求； 213. 支持瞬态（时间步长$1\text{s} \sim 100\text{d}$）与稳态渗流分析，可模拟降雨入渗、外河水位骤变、泵站运行水位波动等动态场景； 214. 包含孔隙水压力消散模型，可模拟地基固结过程，固结度计算误差$\leq 2\%$，支持绘制固结时间-沉降曲线； 215. 支持复杂边界条件设置：恒定水头、变水头、单位流量、自由面（浸润线自动追踪）、渗透面边界，边界参数可按时间序列导入； 216. 内置抗滑稳定计算模块，支持瑞典条分法、毕肖普法、杨布条分法，可计算总应力法与有效应力法结果； 217. 支持抗倾覆稳定验算，自动计算抗倾覆力矩、倾			
--	--	--	--	--

	覆力矩及稳定安全系数，安全系数限值可按规范自定义； 218. 集成地基承载力验算功能，兼容《建筑地基基础设计规范》GB50007，自动判断地基是否满足承载要求； 219. 模拟渗透破坏（管涌、流土、接触冲刷），内置临界水力梯度计算模型，超标区域自动高亮标注并预警； 220. 材料参数库含≥ 80种典型岩土体（黏土、砂土、碎石土、灰岩等），可自定义添加新材料（15+项参数：渗透系数、黏聚力、内摩擦角等）； 221. 支持多工况对比分析，可同时设置≥ 15组参数（如防渗墙深度、降雨强度、排水孔间距），自动生成工况差异报告； 222. 降雨工况支持导入小时雨强数据（Excel 格式），模拟不同降雨历时、雨型对渗流场及稳定性的影响； 223. 水位边界可关联外河/水库水位过程线，模拟季节性水位波动、潮汐影响下的渗流与稳定响应； 224. 输出渗流关键指标：水头分布、渗透流速矢量、孔隙水压力、总渗流量/单位渗流量，计算精度$\leq 1.5\%$； 225. 输出稳定关键指标：抗滑安全系数、抗倾覆安全系数、地基承载力特征值、最危险滑动面位置及埋深； 226. 可视化功能：等势线图、水头云图、流速矢量图、滑动面示意图、稳定安全系数云图，支持动画导出（.mp4 格式，帧率$\geq 30\text{fps}$）； 227. 可提取任意断面/点位数据，生成渗流参数沿程变化曲线、稳定安全系数敏感性曲线，支持数据平滑处理； 228. 支持导入实测数据（渗压计、沉降计、量水堰读数，.csv/.txt 格式），与仿真结果时空对比，生成均方根误差（$\leq 4\%$）分析报告； 229. 处理器：≥ 10核心 20 线程，基础主频$\geq 3.6\text{GHz}$，最大睿频$\geq 5.0\text{GHz}$，三级缓存$\geq 20\text{MB}$； 230. 显卡：中高端独立显卡，显存$\geq 8\text{GBGDDR6X}$，位宽$\geq 256\text{bit}$，核心频率$\geq 1700\text{MHz}$； 231. 主板：主流芯片组，支持 PCIe4.0，配备≥ 4个 USB3.2 接口、2 个 Type-C 接口、≥ 2个 M.2 插槽； 232. 内存：32GB（16GB$\times 2$）双通道，DDR5 规格； 233. 存储 1：1TB 固态硬盘； 234. 存储 2：2TB 机械硬盘； 235. 电源：额定功率$\geq 750\text{W}$；			
--	--	--	--	--

	236. 屏幕：11 英寸，2.5K 分辨率，120Hz 自适应刷新率 236.1 处理器：高性能八核，支持多任务流畅运行 236.2 存储：8GB+128GB 起，支持存储可扩展 236.3 电池：$\geq 7500\text{mAh}$，支持 40W 以上快充 236.4 手写笔：支持 4096 级压感，延迟$\leq 2\text{ms}$，支持倾斜感应 236.5 交互：适配键盘，支持多屏协同、分屏多任务 236.6 摄像头：前置≥ 800 万像素，后置≥ 1300 万像素 236.7 无线：WiFi6、蓝牙 5.2，支持高速文件传输 236.8 接口：Type-C 全功能接口，支持反向充电 236.9 数量：2 套 237. 显示面积：$8\text{m} \times 2.88\text{m} = 23.04 \text{ m}^2$。 237.1 像素间距：$\leq 1.25\text{mm}$；像素密度：$\geq 640000$ 点/m^2。 237.2 对比度：$\geq 10000:1$；刷新率：$\geq 3840\text{Hz}$；LED 整屏平整度$\leq 0.02\text{mm}$。 237.3 LED 显示屏的发光模块面色一致，并且是哑光的，反光有效系数在 5%以内。 237.4 控制系统的信号发送/转接/接收卡支持环路冗余备份，信号支持双回路热备份自动转换 237.5 LED 显示屏具有防静电、抗震动、防电磁干扰、防雷击等功能，具有电源过压、过流、断电保护、分布上电措施，具有实时监控温度、故障报警功能 237.6 信号传输链路采用冗余设计，信号线支持热插拔功能； 237.7 LED 屏幕要求支持 N+1、N+2 电源冗余备份，在某一电源出现故障后，冗余电源可自动切换，使屏体可以继续正常工作 238. 结合实训室整体情况，制作文化墙 239. 实训平台工作台 4 套指标：输入电源：适配器输入 AC 220V$\pm 10\%$ 50Hz，适配器输出 DC 12V 6A；整机尺寸：不小于 480*350*150mm； 240. 工作台包含传感器模块、视觉云平台、主板、展示设备、键盘等硬件设备，平台应配备建筑物联网感知类传感器、执行类传感器、工地应用模拟、无线通信模拟、建筑 AI 实验功能，可实现各类传感器实验接入； 240.1 应支持单传感器实验、AI 实验，并支持多传感器与 AI 计算法综合设计实验； 240.2 可运行 TensorFlow, Pytorch, Caffe/Caffe2, Keras 和 MXNet 等各种深度学习高级网络模型框架，实现图像识别、目标检测、车牌识别、语义分割、姿			
--	--	--	--	--

	态估计、表单文件 OCR 识别、人脸识别、建筑安全隐患识别、施工物料识别等智能图像分析； 240.3 应配备激光传感器、烟雾传感器、红外避障传感器、倾斜传感器、温度传感器、声音传感器等； 240.4 应配备双色传感器、有源蜂鸣器、步进电机、控制继电器等； 240.5 应具备工地应用吊钩可视化模拟（含称重）； 240.6 应具备蓝牙通信、ZigBee 通信等无线通信； 240.7 应具备建筑安全隐患视频识别、物料表单 OCR 识别、进出车辆车牌识别、劳务人脸识别、物料识别、卷积 CNN 图像识别等 AI 识别功能。 241. 建筑物联网应支持以下实验 241.1 烟雾传感实验 241.2 红外避障实验 241.3 温度检测实验 241.4 声音感知实验 241.5 双色 LED 实验 241.6 有源蜂鸣器实验 241.7 步进电机控制实验 241.8 继电器实验 241.9 模拟吊钩可视化实验 241.10 蓝牙通信实验 241.11 ZigBee 通信实验 241.12 建筑安全隐患视频识别实验 241.13 物料表单 OCR 识别实验 241.14 进出车辆车牌识别实验 241.15 劳务人脸识别实验 241.16 物料识别实验 241.17 卷积 CNN 图像识别实验 241.18 激光传感测距实验 241.19 倾斜检测实验 242. 实现物联网功能： 242.1 支持使用物联网设备监测的数据，进行实时监测、预警报警、趋势分析等功能； 242.2 提供各实验 Python 编程源代码，学生可直接修改优化代码，实现新的功能，并支持一键还原； 242.3 开放式编程设计，学生可根据应用场景自行设计 AI+IoT 产品方案，并通过开放式编程的方式在实训台形成软硬一体的产品雏形，例如物料智慧称重系统雏形； 242.4 投标时提供该产品对应彩页、手册、技术资料； 243. 其他 243.1 应配套《建筑工程物联网》教材（根据教材内容应支持烟雾传感实验、倾斜传感实验、激光传感实验、			
--	--	--	--	--

	建筑安全隐患视频识别实验等教学讲解),提供建筑人工智能物联网实训台授课课件一套,操作指导书一套,需包括技术概述、业务案例、传感器模块认知、线路连接到控制编程等详细步骤指引介绍。 243.2 系统配套软件具备软件著作权登记证书。 243.3 应支持参与建筑类物联网创新大赛。 243.4 应具有依托数字教学平台的物联网教学资源,教师教学可以布置理论题和实操题,且软件能自主控制评分标准,发布考试学生收到教师任务进行作答后,提交作答结果 5 秒左右即可返回评分结果,支持查看和下载提交的作业文件与标准答案的差距。 244. 劳务管理: 244.1 设备须基于 IoT 开发。 244.2 设备应集实名制、考勤、行为管理、教育等于一体。 244.3 设备应具有人脸识别等方式通行功能。 244.4 设备应具有身份证阅读器进行人员身份验证功能。 244.5 设备应具有管理人员通过现场的 USB 相机进行人脸实时采集功能。 244.6 前期录入的人脸均可设定为合法授权的通行人员。非录入人员不具备通行授权条件,当有非录入人员靠近人员闸机设备时,系统可根据该人并未在录入的授权人员库而拒绝执行放行,起到人员控制作用。 244.7 设备具有人员出入信息记录存储、统计、分析功能。所有人员的通行记录都以文本形式保存,当后续需要调用、查阅该记录时,可实现查询功能。 244.8 设备应具有安全培训、考勤数据记录存储功能。 244.9 设备应具有人员打卡考勤,并可将人员进、出信息导出功能。 244.10 设备可自由设置上下班时间,当同一人在设置的上下班时间内,系统应具备自动识别第一条记录为打卡时间。 244.11 设备应具有快捷统计项目实际出工人员、预警工程进度、科学安排人力等功能。 244.12 设备应支持 Web 端/APP 端录入人员基本信息,Web 端扩展登记健康数据、特殊工种证件等其他信息。 244.13 设备应具有人员进退场、考勤明细筛选并导出功能。 244.14 设备应具有数据远程云存储功能。 244.15 设备应应具有多用户登录功能。 244.16 人脸识别仪器技术要求: 244.16.1 处理器:双核处理器+1G、内存+8G、闪存。 244.16.2 操作系统:支持 Linux 操作系统。			
--	--	--	--	--

	244.16.3 存储：支持 TF 卡存储。 244.16.4 摄像头：双目，≥210 万有效像素，≥1920*1080。 244.16.5 识别高度：1.2~2.2 米，角度可调。 244.16.6 识别距离：0.5~1.5 米，视镜头可变。 244.16.7 人脸角度：左右 30 度，上下 30 度。 244.16.8 识别时间：小于 0.5 秒。 244.16.9 工作温度：-30℃—+60℃。 244.16.10 工作湿度：0~90%相对湿度，无冷凝。 245. 翼闸技术要求： 245.1 双通道翼闸（2 台单翼闸）。 245.2 尺寸：≥1000x200x800mm。 245.3 解锁时间：≤0.2s。 245.4 通行速度：≤35 人/分。 245.5 通道宽：≤550mm。 245.6 电压输入：220V,50HZ。 245.7 环境温度：-25℃—+70℃。 246. 塔机智能监测功能 246.1 设备由动臂塔机、平臂塔机、摄像头、控制盒等组成，模拟真实塔机工作环境，实现塔吊运行的安全可视化监管，该设备需具备实时观测与监控功能。 246.2 设备应含有二台塔吊模型，塔机模型参数(尺寸)包装箱：不小于 1700*800*400mm 平头塔：起重臂长：不小于 1500mm，平衡臂：不小于 600mm，标准节高：不小于 1450mm 动臂塔：起重臂：不小于 1450mm，平衡臂：不小于 550mm，标准节高：不小于 1100mm，支持附加回转控制模块，变幅控制模块，起升控制模块等。 246.3 提供一个多功能手提箱，内嵌塔机监控彩屏触控显示器和控制器，控制盒具有两组操作手柄，可实时控制塔机工作。 246.4 设备应具有防碰撞监控功能，对工作区域存在干涉的相邻塔机，任何部位间存在碰撞趋势，立即发出报警信号。 246.5 设备应具有区域保护功能，可以设置禁行区域功能，吊钩即将进入禁行区域上方时发出语音报警信号。可设限制区域不少于 5 个，每个区域不少于 3 个点。 246.6 设备应具有设置障碍功能，塔臂、钢丝绳以及吊钩与障碍物存在碰撞趋势时发出语音报警。 246.7 设备应具有超载保护功能，对起重量达到额定起重量的 90%以上不足 100%时发出语音预警信号，超过 100%后发出语音报警信号。 246.8 设备应具有系统平台权限分级管理功能，能够实现市、县和施工单位、施工现场等多级管理，根据用户的权限级别进行层级与权限管理。			
--	---	--	--	--

	246.9 投标产品需具有良好的适应能力，可满足在-20℃~60℃环境温度条件下正常工作要求。 246.10 设备应具有数据存储功能：能实时采集并记录塔机的工作参数，自动累积存储工作信息，记录至少应存储最近工作循环的运行数据及对应时间点。同时能实时记录塔机运行的实时数据，记录间隔不大于2s，记录容量不小于72小时，支持记录U盘下载。 246.11 设备应具有远程监管功能，通过监控功能对塔机运行情况可以进行远程实时监控，支持4G在线监控远程智能升级模式，塔机全部运行记录、运行轨迹和违规操作报警信息能够在监控功能里完整显示、存储和下载，支持实时查看塔吊运行视频。 246.12 设备应配置智能化变焦高清摄像头，实时追踪吊钩位置，实时显示吊钩运行画面，协助塔吊吊装作业。 246.13 吊钩可视化设备和信息传输处理需符合《安全防范视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》(GB/T28181-2022)的标准相关要求。 246.14 设备应具有自动检测软硬件运行状态的功能，在系统发生异常时及时感知，通知驾驶员失效状态。 246.15 设备应具有多路视频接入功能，可将塔机驾驶室、主卷扬机、回转中心等位置的画面实时传回显示屏，协助塔机司机全面了解塔机主卷扬机钢丝绳盘绳。 246.16 设备应具有实时采集并记录塔机的工作参数，自动累积存储工作信息功能。同时能实时记录塔机运行的实时数据，记录间隔不大于2s，记录容量不小于72小时，支持记录U盘下载。 246.17 塔吊安全监控管理功能需获得相关认证。 246.18 设备应同时具备塔机防碰撞监控功能和吊钩可视化监控功能，不得由多台设备组成。设备数据显示和视频需融合为一体，便于操作在查看报警数据的同时，可监控吊钩视频画面。 246.19 设备应采用模块化设计：能根据工作需要快速进行功能扩展和升级。 246.20 设备应具有塔机安全监管实践教学功能，包括但不限于： 246.20.1 塔机操作安全规范。 246.20.2 塔机组成运行原理。 246.20.3 塔机数据传输、采集、分析原理。 246.20.4 能辨别方向的传感器。 246.20.5 能感受高度的传感器。 246.20.6 授课PPT。提供项目实际应用案例和实训指导手册。设备应具有塔吊运行模拟功能，用于塔吊设			
--	--	--	--	--

	备型号分析、吊运范围分析和碰撞模拟分析。设备中塔吊运行模拟功能需支持多种样式包括平臂动臂，塔吊基础需包含桩基础、格构式基础、外爬式基础、内爬式基础等，支持设置塔吊吊运范围及吊重并可在三维显示，便于决策分析。塔吊运行模拟功能应包含支持智能分析塔吊、吊车、履带吊覆盖范围内的装配式构件或材料设备是否能够被吊起；可自动根据构件总量和需要吊重的构件进行设备型号推荐；自动根据需要吊装构件及设备型号推荐设备满足吊装要求的位置。塔吊运行模拟功能可进行塔吊碰撞检查，分硬碰撞和软碰撞，主要检查塔吊与塔吊之间，塔吊与建筑物、安全防护、族构件和主要设备等构件之间碰撞。 247. 高支模监测功能： 247.1 应具有盘扣式高支模模型架体，尺寸：$\geq 2\text{m} \times 2\text{m} \times 1.8\text{m}$。 247.2 设备应具有实现模拟脚手架浇筑时的加压、泄压、沉降、倾斜等变形的功能。 247.3 设备应具备模拟采用水泵抽放水方式实现加压、泄压功能。 247.4 设备应具备设置展示混凝土浇筑和监测全过程功能。 247.5 设备应包含智能无线数据采集主机、智能无线数据采集终端、轴压传感器、高精度拉绳位移计、定向天线、三脚架、储水罐等设备。 247.6 设备应具有与触摸一体机搭配使用功能，具有搭载高支模模型控制演示功能，通过操作界面可以控制水泵、电磁阀，实现分区浇筑，同时会显示当前的浇筑状态。 247.7 高支模模型架体上配备不少于 5 组监测点，每个监测点各包含沉降、轴力、倾斜三项监测。 247.8 设备应具有支持监测点上的实时数据在启动后实时上传到控制界面的功能。 247.9 设备应满足学生进行高支模实训的要求：通过在高支模模型中放置加载卸载设备，模拟混凝土浇筑过程，并设置高支模信息化监测设备，让学生们学习高支模相关知识、监测设备布置以及规范规定相关知识、产生数据在设备上的识读与分析，数据传输到平台，超过限值会预警。 247.10 设备应具有虚拟仿真实训功能： 247.10.1 支持使用移动端扫描高支模模型加载出虚拟仿真高支模，仿真功能能同步展示高支模的基本构造、监测设备、检测原理等相关知识点。 247.10.2 具有塔机安全监控实训功能，不少于认知学习、场景模拟和实战演练三个部分。			
--	--	--	--	--

	247.10.3 具有高支模传感器认知实训功能，包含对高支模传感器的介绍（须包含轴压传感器、无线倾角仪、位移传感器 3 个传感装置）、工作原理和参数是如何设置的进行详细讲解。 247.10.4 具有场景模拟功能，包括高支模传感器的安装模拟、参数设置的模拟和现场监测作业的模拟。 247.10.5 支持实战演练，结合现场的硬件产品进行，设备内须包含实训步骤和操作视频，整个实训操作需在现场完成。 247.10.6 支持模拟高支模模型的加载装置改变荷载，展示不同受力情况下所有监测设备产生的数据变化，实时进行预警报警等。 248. 深基坑监测功能： 248.1 应包含深基坑模型，大小：$\geq 2\text{m} \times 1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$。 248.2 模型中至少包含 2 种支护方式，能展示基坑的剖面构造。 248.3 实训台深基坑模型上须布置 2 套深基坑监测设备，每套监测设备须包含静力水准仪、倾角计、水位计、土压力计、测斜仪、应变计六种传感器，能满足至少两组学生同时开展实训。 248.3.1 静力水准仪通过仪器内硅压传感器电阻值的变化 来判断沉降变化量。 248.3.2 倾角计采用电容微型摆锤原理测得水平位移量。 248.3.3 投入式水位计是基于所测液体静压与该液体的高度成比例的原理测量当前地下水位的高度。 248.3.4 所有监测设备均须保证学生能自主快速反复安装与拆卸，传感器线路通过对接端子连接，可以直接插拔。 248.3.5 设备与主机之间通过有线连接的方式，主机可以采用有线与无线两种方式上传数据到平台，可同时采集数字信号和正弦信号，可解析换算采集的信号，输出最终监测数值。 248.3.6 设备中应包含动态加载模拟装置，并满足以下功能： 248.3.7 能通过加载装置动态模拟基坑沉降和水平位移、土压力、地下水位及深层水平位移的变化。 248.3.8 至少包含但不限于 3 处语音讲解知识点，辅助知识教学。 248.4 设备具有报警功能：监测数据达到预设定临界值时，触发平台报警。 248.5 设备应具有在客户端对传感器单独配置的功能，支持进行监测临界值（阈值）与报警方式的设置。 248.6 设备应具有直接对接至智慧工地云平台的功能，			
--	--	--	--	--

	该功能应满足： 248.6.1 具有大屏看板功能：支持大屏看板的展示，可查看各物联传感设备的实时监测数据、预警状态和趋势图等。 248.6.2 工程管理：面向安全监测项目，实现实施过程的管理，包含工程基础信息、使用设备、危大工程信息、监测项目、监测点等。 248.6.3 设备管理：用于自动化安全监测设备的管理，包含设备基础信息、设备安装位置、设备状态等。 248.6.4 系统管理：提供系统设置功能，包含用户权限管理、规则和参数配置、菜单管理、登录页设置、操作日志、宣传栏设置等。 248.7 设备应具备虚拟仿真教学功能： 248.7.1 能通过移动端设备扫描深基坑模型加载出三维仿真模型，仿真系统能同步展示深基坑的基本构造、布置的智能监测设备以及智能监测工作原理等不少于15个知识点。 248.7.2 虚拟仿真教学功能须包含深基坑监测、高支模监测、塔机监测三种不同类型智能监测仿真实训任务，能支持《物联技术应用》、《工程项目安全管理》、《智慧工地管理》等课程的教学实训。 248.7.3 深基坑安全智能监测虚拟仿真实训包含且不少于认知学习、场景模拟和实战演练三个部分。 248.7.4 深基坑安全智能监测虚拟仿真实训包括深基坑智能监测传感器的认知（须包含轴力计、静力水准仪、测斜仪等三个传感装置）、场景综合认知和随堂测试等内容。 248.7.5 深基坑安全智能监测虚拟仿真功能认知实训部分，包含对深基坑传感器的介绍、工作原理和参数设置等内容进行详细讲解。 248.7.6 深基坑安全智能监测虚拟仿真功能支持模拟深基坑监测场景，可展示所有监测设备产生的数据变化，实时进行预警报警等。 248.7.7 深基坑安全智能监测虚拟仿真功能支持实战演练，结合现场的硬件产品进行实训，支持实训过程图文资料的记录与上传。 248.7.8 深基坑安全智能监测虚拟仿真功能须支持教师端对学生单独生成实训报告，并支持人工打分；报告应包含实训目标、实训内容、实训成果、实训得分等内容。 248.7.9 提供1套完整的教学资料，包括任务书、实训指导书、产品操作手册等。 249. BIM+智慧工地决策终端 249.1 系统为数据集成平台，统一账号登陆，支持第三			
--	--	--	--	--

	方系统接入。 249.2 系统支持大屏、Web 端和移动 APP 端多端同时应用。 249.3 系统包含但不限于数字工地、人员管理、设备管理、AI 管理、进度管理、质量管理、安全管理、环境管理、现场视频、党建风采等可视化看板，整体呈现各要素的实时状态和关键数据，支持自定义编辑看板以及风格设计等。 249.4 数字工地模块：支持导入 ifc、nwd、nwc、dwg、skp、rfa、rte 等格式文件；支持导入 GIS 信息，且与 BIM 模型整合在线浏览；支持 360°视角切换、单构件属性查看、三维模型进行剖切、场景内漫游、显隐控制、标高切换等操作。支持在 2D/3D 模型上关联设备及图片、视频、文本等资料，查看该项目监控设备位置、全过程监测数据，支持监控预警快速定位，建立数字孪生工地。 249.5 系统支持通过移动端对安全质量问题发起整改任务，并可指派相关责任人进行整改；支持移动端与平台端数据互通，管理人员可通过平台端查看安全质量问题整改全过程，形成问题整改闭环，支持查看历史记录。 249.6 系统支持摄像头、闸机、塔机（或塔机模型）、施工升降机（或升降机模型）、环境监测、临边防护监测、水电监测、深基坑监测、高支模监测等物联传感设备的接入，支持在看板中查看各物联传感设备的实时数据和状态。 249.7 系统支持各子应用系统的数据统一呈现，实现信息互联，形成数据中心。支持对劳务、进度、质量、安全等相关数据进行多维度展示与分析，支持查看项目预警信息，支持全链路预警跟踪处置。 249.8 系统须包含安全设施计算模块，含有包含脚手架工程、模板工程、临时工程、基坑工程、降排水工程、塔吊计算、垂直运输设施、起重吊装、混凝土工程、钢结构工程、土石方工程、冬期施工、施工图、桥梁支模架、临时围堰、地基处理、顶管施工、智绘施工图等 18 个计算模块，可对危大工程进行安全专项方案的编制与审核，并进行实施管理。 249.9 安全设施计算模块中，拥有“搁置主梁验算”、“脚手架对楼盖影响验算”、“模板支架对楼盖影响验算”、“梁模板（斜立杆）”、“多排悬挑架主梁验算”、“盘扣式脚手架”、“碗扣式脚手架”、“满堂脚手架”、“满堂支撑架”、“附着升降脚手架”、“HR 重型门架”、“塔吊格构式钢平台基础”等计算模型。 249.10 系统支持现场人员实名制数据与安全教育、无			
--	--	--	--	--

		线 WiFi 安全教育、施工 AI 安全监控系统等进行人员信息互通。 249.11 系统支持通过地磅及配套智能硬件，采集物资过磅信息，通过拍摄实时过磅照片、运单，相互印证验证过磅数据真实性，同时支持过磅单据打印、模板自定义配置、数据导出等。 249.12 系统支持在平台端和移动端发布测量任务，移动端可与智能测量设备互联，自动采集测量数据，智能判断测量结果。支持智能测量设备须包括智能机器人、靠塞一体尺、角尺、低强度回弹仪、高强回弹仪、水平仪、卷尺、激光测距仪、楼板厚度仪、钢筋扫描仪等不少于 10 个。 274.1 249.13 系统支持包括但不限于安全帽、反光衣、明火识别、烟雾检测、吸烟识别、AI 数钢筋等智能识别算法，自动发现不安全因素并主动报警。			
3	工程构造与识图虚实结合仿真系统实训设备	1. 系统箱型：结实耐用、方便开启封合，内部设分隔档并粘贴材料及工具铭牌标签；底部装可移动轮子，可在实训场地推动，停放后能固定，保障使用和教学安全。 2. 实训配套材料：钢筋采用螺纹三级钢且表面做防锈处理，模板为 1.5cm 厚覆膜胶合板，方木规格 40mm×60mm，按具体设计下料，满足实训要求。 3. 实训配工器具：含铁锤 2 把、线钳 2 把、扎丝 1 捆、卷尺 1 把、墨斗 1 个、扎钩 2 把、工具箱 1 个，每个梁配置 4 个操作支架，附带系统内材料/工具清单表。 4. 实训集成系统配套教学资源载体：①实训任务书（含实训目的、基本要求、准备、流程、注意事项、成果）；②实训指导书（含实训目标、业内计算规定、钢筋与模板下料计算方法指导、成果汇报与答辩、施工方案、质量检查与验收、工完料清、实训总结）；③实训指导视频载体（适配每个主体实训构件，真人按标准工艺演示，含配音、剪辑及 FLASH 动画讲解施工原理，为对应项目实景影像制作）；④实训配套图纸（每种构件均配备，规范指导实训及检查验收）；⑤BIM 模型载体（每个构件配套，实现平面图纸立体化）；⑥教学二维码载体（每个构件配备，支持扫码调取学习资源）；⑦授课配套载体（含概叙、图纸识读、钢筋与模板下料计算解读、实训操作指导、任务安排与分组、成果提交指导相关内容）。 5. 梁实训集成：包含楼层梁（抗震、普通框架梁）、楼层梁（抗震、二肢四肢箍、底座钢筋不伸入支座）、楼层梁（抗震、辅助钢筋）、楼层梁（抗震、四肢	套	1	工业

	箍, 架立筋)、楼层梁(抗震、梁上起柱)、楼层梁(抗震、一端悬挑变截面)、屋面(抗震、架立筋)、屋面梁(不抗震)、斜梁各一种, 每种按不同构造要求设计且符合规范; 设计尺寸$\geq 3\text{m}$(长)$\times 0.40\text{m}$(高)$\times 0.25\text{m}$(宽), 每种构件做不同标记, 方便归类整理。 6. 基础实训集成: 独立基础项目化实训集成系统含锥型基础、阶梯型基础、杯型基础、钢柱基础、伸缩缝双柱基础、沉降缝双柱基础各一个, 每种按不同构造要求设计且符合规范; 设计尺寸$\geq 1.20\text{m}$(长)$\times 1.00\text{m}$(宽), 每种构件做不同标记, 方便归类整理。 7. 剪力墙实训集成: 剪力墙项目化实训集成系统含 GBZ(端柱)、GBZ(转角墙)、GBZ(边缘翼墙)、YBZ(边缘翼墙)、YBZ(边缘暗墙)、FBZ(扶壁柱)各一种, 每种按不同构造要求设计且符合规范; 墙身设计厚度 250mm, 设计高度 1.0m, 每种构件做不同标记, 方便归类整理。 8. 楼梯实训集成: 楼梯项目化实训集成系统含板式 AT 型、板式 BT 型、板式 CT 型、板式 DT 型各一种, 每种按不同构造要求设计且符合规范; 梯段设计宽度$\geq 1\text{m}$, 长度≥ 1.5 米, 每种构件做不同标记, 方便归类整理。 9. 建筑个性化实训集成: 9.1 包含框架结构、剪力墙结构离散后的独立基础(含柱)、剪力墙、框架梁、楼梯、楼板五大类实训项目, 每类依据 22G101 图集设置若干类型: 框架梁 12 种、剪力墙 10 种、独立基础(含柱) 10 种、楼梯 10 种、楼板 2 种, 分别构成对应实训集成系统。 9.2 每个实训项目配套任务书、指导书、教学指导视频载体、识图、算量、施工工艺流程演示、虚拟仿真操作、考核、习题练习相关功能载体。 9.3 任务书载体含实训目的、实训工具书、实训方式、实训内容; 指导书载体含规范依据出处说明、计算规则说明等。 9.4 指导书载体含构件规范基本规定、钢筋与模板下料计算指导说明, 每根钢筋详细计算规则, 项目图纸设计以 22G101 图集为基础。 9.5 教学指导视频载体含对应项目实景影像、构件基本介绍、图纸识读讲解、规范讲解、施工工艺讲解, 按《建筑施工手册》第五版施工工艺、101 系列图集制作, 含同步配音和字幕。 9.6 施工工艺流程载体支持流程学习、排序及排序			
--	--	--	--	--

		考核。 10.1 虚拟仿真操作载体支持工具与材料自主选择，依据选择进行仿真操作（含构件图纸仿真），可随时暂停，暂停后可缩放视角，重点难点通过不同演示区分，节点细部构造重点展现，不同类型钢筋区分展示，每个施工工艺步骤均有对应仿真操作。 9.7 考核功能载体含钢筋算量下料表、模板下料表、施工工艺流程相关考核题，针对本施工工艺流程知识体系，具备自动打分功能，对下料表错误数值进行不同颜色区分。 9.8 习题练习载体每个构件的施工工艺步骤均有对应练习，具备一题变多题、防作弊功能，助力学生加深对节点知识体系的理解。 9.9 单个构件仿真实训结束后，具备整个项目评分功能，显示相应成绩，对答案进行详细分析，有错误和正确提示，支持错误答案返回修改并重新计分。 10. 终端显示设备 2 套： 10.1 尺寸为 86 英寸，分辨率：$\geq 3840 \times 2160$；刷新率$\geq 60\text{Hz}$；对比度$\geq 8000:1$；最大可视角度 178° 10.2 为使使用简单便捷，整机电视开关、电脑开关等键四合一，息屏状态下节能不低于 96%，支持实体按键一键调整屏幕分辨率、调整画面图像比例 10.3 上电初始化不高于 500ms。 10.4 为保证软硬件系统兼容性稳定可靠以及风格一致性，要求互动教学系统的平台厂家和整机厂家为同一品牌； 10.5 应用管理，不用远程控制桌面，也能掌握电脑中应用的开启与关闭，实时监控应用状态。 10.6 快速录制屏幕，支持同时录制屏幕，麦克风声音以及摄像头人像画面。录制画面可以自定义区域，摄像头画面可设定 3 种模式大小。 10.7 微课录制完成后视频支持选择存储在本地或者云空间，并修改录制文件的名称，保存在云空间时，自动弹出云空间网站，支持文件分享，可将云空间的视频下载至本地。 10.8 白板平台内嵌 AI 人工智能平台，可一键访问 AI 平台，方便用户使用。 10.9 PPT 助手：把手机变成 PPT 翻页笔，支持 PPT 的播放、退出、翻页功能，且能锁定操作、触感震动反馈等。 10.10 用户通过售后小程序可以快速查询产品使用指南，支持填写申请，预约售后服务人员。		
--	--	---	--	--

		11. 满足以下功能： 11.1 具备智能评价与评分记录功能，保障考核公平性，考核记录可后台导出（含得分、操作记录、评分记录等）。构件生产部分各岗位模块支持单人单岗训练、一人多岗综合训练与考核，均满足 50 名以上班级学生使用。 11.2 支持管理员、教师、学生三种角色操作适配。具备理论教学和仿真实训功能：支持在线理论考核（适配教师自主出题、导入试题，学生在线答题及考核报表生成，融入教学资源及配套课程教材）；仿真实训分为练习和实训两种模式。 11.3 仿真实训工艺模块分为构件生产和装配化施工模块，所有模块操作步骤和录入数据均可评分，自动生成含所有操作步骤得分情况和详细扣分情况的 excel 成绩记录表。 11.4 构件生产模块含建筑材料试验、模具摆放、钢筋绑扎与埋件固定、混凝土浇筑、构件预处理与养护、构件起板与质检入库等岗位工艺，生产任务包括剪力墙外墙板、剪力墙内墙板、叠合板、预制楼梯等。 11.5 虚拟试验岗位及生产准备模块：试验内容含砂的含水率实验、碎石的含泥率实验、砂的筛分析实验、碎石的筛分析实验、水泥胶砂强度检测实验、钢筋的拉拔实验、灌浆套筒的拉拔实验、混凝土试块的抗压实验、水泥胶砂抗折实验等；生产准备模块含劳保用品穿戴、工厂卫生检查、设备检查等。 11.6 模具摆放岗位模块：①支持根据图纸输入对应参数领取模具，验收合格后投入使用，实现模具三维场景随意摆放；②融入后台计算数字模型，控制模具摆放规格，通过测量数据判断校正位置，校正操作受数字模型控制，点击模具内矫正或外矫正时，模具对角线数据随矫正变化；③领取模具模块支持根据对应图纸手动录入模具长度、厚度、企口类型等数据；④主要工艺流程：划线（录入外页板宽度、外页板高度、内模宽度、内模高度、内页板宽度和内页板高度）→领取脱模剂（录入脱模剂桶数）→喷油→领取模具（录入模具固定端、非固定端、固定端左模具、固定端右模具及内模的长度、厚度、企口类型等数据，二层模具需录入对应数据）→摆放模具→模具初固定→模具测量（显示每个模具边长和对角线数据）→模具校正（通过内矫正或外矫正调整对角线数据）→模具终固定→领取脱模剂/缓凝剂→粉刷脱模剂/缓凝剂→提交成绩。 11.7 钢筋绑扎与埋件固定模块：①钢筋领取模块		
--	--	--	--	--

		支持根据图纸及规范要求手动录入钢筋编号、直径、钢筋等级、加工尺寸、钢筋根数及埋件距左、距底等数据，录入错误有提示；②主要工艺流程（以外墙板为例）：领取垫块（录入垫块数量）→摆放垫块（录入水平间距和竖向间距）→领取钢筋（录入钢筋编号、直径、钢筋等级、加工尺寸、钢筋根数等信息）→摆放外叶板钢筋（录入排布方式、布距规则、起配距离、终配距离、距边、间距、两侧外伸、两端内缩、套筒类型）→外叶板钢筋绑扎→摆放内叶板钢筋（录入相关排布及尺寸参数）→内叶板钢筋绑扎→领取埋件→摆放埋件（录入每个埋件距左距底数据）→领取封堵材料（录入封堵材料包数）→封堵→摆放固定架→提交成绩。 11.8 混凝土浇筑岗位模块：①领取混凝土时支持通过砂、石子、水泥和水的干料用量结合粗砂和卵石含水率计算湿料用量并录入；②包含布料机等设备操控面板（含设备启动按钮、至少四个方向移动控制杆、混凝土实时余量和阀门等）；③浇筑时混凝土外浇有显示下料口编号的提示，浇筑完成后直观展示浇筑均匀情况，系统自动判断并给出提示；④主要工艺流程（以外墙板为例）：领取混凝土（根据图纸录入数量）→外叶板混凝土浇筑（动态显示布料机内混凝土余量）→人工平整→外叶板混凝土振捣（动态显示振捣时间）→领取保温板（录入保温板面积）→铺设保温板→领取拉结件（录入拉结件数量）→摆放拉结件（录入距构件边缘数据、拉结件间距和距洞口边缘距离，及垫块水平间距和竖向间距）→内叶板混凝土浇筑（动态显示布料机内混凝土余量）→人工整平→内叶板混凝土振捣（动态显示振捣时间）→提交成绩。 11.9 构件预处理与养护岗位模块：预养库或蒸养库模块显示当前环境温度、动态显示养库温度、入库时间、出库时间、构件强度，支持手动录入养护温度，提供加速倍速选择。 11.10 构件起板与质检入库岗位模块：主要工艺流程：拆模→水洗粗糙面→起吊入库→构件检验（手动填写审核人名字和审核时间）→清扫模台→提交成绩。 11.11 装配化施工模块含构件吊装、构件灌浆、现浇连接等岗位工艺。 11.12 构件吊装模块：①塔机操作台面板含前变幅、后变幅、左转、右转、上升、下降和加速等按钮；②主要流程：构件检查与确认→划线（录入控制线范围及领取垫块数量）→结合面处理→钢筋处			
--	--	--	--	--	--

		理→标高控制（录入水准仪前视读数和后视读数，及垫块 A 和垫块 B 的高差，判断是否更换垫块）→接缝处理（录入橡塑棉条数量、长度和宽度）→吊装（全程手动控制塔机，构件碰撞有提示，实时显示构件距楼面和地面距离）→斜支撑固定与调整（录入长短支撑角度，实时显示垂直度和与控制线距离）→提交成绩。 11.13 构件灌浆模块：主要工艺流程：温度测量→填写施工记录表（录入温度）→灌浆孔处理→填写施工记录（计算并录入制作料总量）→封浆缝料制作（录入第一次和第二次搅拌所需封缝料、冰和水的数量及搅拌时间）→分仓→填写施工记录→封仓→填写施工记录（录入分仓宽度和封缝宽度数据）→灌浆料制作→填写施工记录（录入第一次和第二次搅拌所需灌浆料、冰和水的数量及搅拌时间）→灌浆料检测→填写施工记录（录入流动度、静置时间和搅拌时间）→灌浆（实时显示剩余灌浆料，支持慢速或快速压力调控，录入保压时间）→提交成绩。 11.14 现浇连接模块：主要工艺流程：材料领取（录入保温板、橡塑棉条和钢筋连接接头数量）→结合面处理→钢筋处理→墙缝处理→钢筋连接（计算并录入钢筋编号、直径、钢筋等级、尺寸、根数、水平箍筋间距、扎丝熟料、保护层卡子数量、模板尺寸、脱模剂数量等数据）→测量放线→模板处理→模板安装→混凝土浇筑（测量实时温度、计算并录入领取混凝土数量，分层浇筑时显示分层高度）→混凝土振捣（显示振捣时间）→洒水养护→提交成绩。 11.15 装配式建筑实训操作箱：实体仿真构件生产及施工过程中设备控制台，接入适配设备即可连接并控制虚拟设备操作（含模台流线控制、布料机控制台、拉毛赶平控制台、蒸养库控制台、立起机控制台、行车控制台、塔机控制台等），便携易收纳。 11.16 操作箱需包含以下功能按钮或开关：①布料机阀门 1 到阀门 8 开关；②运料仓或运料车位置前/后开关；③运料仓下翻/上翻或运料车卸料/复位开关；④模台振动（或震动）/停止按钮；⑤布料机四个方向移动开关；⑥模台前进/后退开关；⑦模台上升和下降开关。 11.17 配套正规出版社出版的教材，教材内容与操作内容对应。 11.18 具备全局功能模块（含工程设置、楼层设			
--	--	---	--	--	--

		置、构件复制、钢筋显隐、过滤选择、BOM 表、整理图纸、图纸管理等功能)。 11.19 支持预制叠合板容重、吊装动力系数、脱模动力系数、脱模吸附力设置，可一键导出叠合板脱模吊装验算说明书(含叠合板底板示意图、基本参数、截面属性、荷载计算、预制板及桁架钢筋脱模吊装容许应力验算等信息)。 11.20 支持预制构件参数化设计，参数设计与图形在同一窗口展示且实时联动，保留设计参数修改过程信息数据方便反查。 11.21 支持图纸布局视口模板导入，明细表可设置图纸字体，可根据构件属性设置图层与颜色，自定义标注字体与大小，选择断面剖切位置，对单个视口内图元(钢筋、混凝土、预埋件等)进行显隐控制。 11.22 混凝土预制构件(柱、梁、板、墙、楼梯、阳台板)的深化设计应具备一键自动编号功能；预制叠合板的编号能支持多种编号方式自由选择，至少支持识别分层、整栋、共模、按户型、镜像 5 种一键自动编号； 11.23 支持构件自由布置，预置多种构件类型设计模板：墙含预制墙、飘窗、填充墙及其他可自由设置的预制墙体类型；梁含凹口截面框架梁、矩形截面叠合非框架梁、矩形截面叠合框架梁、全预制框架梁、主梁预留后槽口模板；楼梯含高端固定铰支低端滑动铰支、高端固定支座低端固定支座、高端固定支座低端滑动支座；选择模板可快速显示构件左右视图、正视图、俯视图，通过参数修改完成深化。 11.24 具备梁与板批量生成功能：梁批量生成可进行拾取设置、钢筋设置、键槽设置、吊点设置及支持多种交接梁节点做法；板批量生成可进行提取设置、钢筋排布规则设置、钢筋避让设置、桁架设置、吊点设置；完成后可将二维平面布置图批量生成三维模型，进行物料统计。 11.25 板批量生成时可提取 CAD 底图中的非矩形板构件(如非平行四边形、三角形板底图)。 11.26 支持板信息校对，在板构件平面上显示外形尺寸、板厚度、板体积、板重量、板钢筋规格间距、洞口尺寸、板加强筋、板桁架、板埋件等信息，方便快速浏览校验。 11.27 具备板批量修改功能，可对所有板构件的洞口、支座处钢筋节点做法、钢筋及桁架型号、吊件、倒角、吊装方向、板厚等进行统一批量修改。			
--	--	---	--	--	--

		11.28 自由构件参数设置支持对实体与钢筋分别单独控制显隐与锁定；可自定义钢筋形状（曲线、三角形等），绘制后可阵列、标注、统计。 11.29 支持拉筋单根布置与成组布置，成组布置支持矩形、梅花等多种排布规则，可一键批量生成或删除所有拉筋。 11.30 支持防腐木砖、牛担板、限位盲孔、内墙减重块、焊接预埋钢板等附属埋件快速布置、定位、删除。 11.31 支持线盒、保温拉结件、通管、手孔、槽口阵列布置。 11.32 内置并可查看物料统计计算规则（含构件含钢量（含损耗）、构件不含桁架筋含钢量（含损耗）、洞口键槽企口结算用体积筛选、混凝土生产用体积（含损耗）、扎丝用量、脱模剂、钢筋保护层垫块、垫木、堵浆条、喷漆等）。 11.33 支持变更记录功能，可记录有变化的构件。 11.34 支持预制墙支撑布置等功能并能出图。 11.35 支持钢筋校核功能，对未注释钢筋进行检核检查。 11.36 支持预制空心柱、预制空心墙、桁架空心墙深化设计及出图。 11.37 支持预制墙支撑平面布置图、预制墙、预制柱插筋布置图。 11.38 支持碰撞检查功能（如梁柱节点碰撞、梁—梁碰撞），可自定义避让参数。 11.39 深化设计数据能对接工厂 mes 系统。 11.40 可输出 pxml 格式，对接相关设备。 11.41 为 40 节点网络版适配设备。 12. 打印机技术参数： 12.1 设备外形尺寸约为 2630mm×2320mm×2455mm（长×宽×高）。 12.2 ★有效打印尺寸约为 1700mm×1900mm×1420mm（长×宽×高）。（投标文件中需提供所投产品的彩页或官网截图等证明材料） 12.3 重量≤400kg。 12.4 使用存放温度：0-45℃。 12.5 机械控制精度：0.1mm。 12.6 打印喷嘴配有 15mm、20mm、30mm 三种类型。 12.7 打印速度：0-150mm/s。 12.8 X/Y/Z 轴运动速度：0-200mm/s。 12.9 支持中文操作界面。 12.10 支持网络传输更新，提供免费更新服务。 13. 混凝土 3D 打印控制参数：			
--	--	--	--	--	--

		13.1 打印模型导入后,可自动计算打印材料用量、预估打印时间及检查打印模型缺陷;支持三维模型(stl格式)、CAD二维路径图形(dwg、dxf、svg格式)、Rhino参数化设计建模路径(gcode)及第三方切片Gcode数据直接导入、打印。 13.2 支持螺旋切片功能,可设置断点位置,实现不间断挤料打印,打印速度、宽度、高度可实时调整,打印头具备预挤料功能且搅拌速度可实时调整。 13.3 模型填充方式含环绕填充、线段填充、中轴波折线填充、层内交叉填充、层间交叉填充多种模式;填充率0-100%可设置;具备打印成型路径预览功能。 13.4 配套混凝土材料配合比设计适配功能:①智能计算混凝土配合比,自动生成混凝土配合比计算报告和计算书;②支持配合比试配、调整,自动生成3个水胶比配合比、试配报告和强度-水胶比曲线;③生成的所有文档可通过适配方式编辑打印,便于准备工程材料。 13.5 可设定框架缩进圈数,增加壁厚。 13.6 具备平滑移动控制模块,转角防颤动。 13.7 供货时配备产品专用砂浆干混料$\geq 120\text{kg}$,砂浆干混料水泥胶砂抗压强度$3\text{d}\geq 40\text{MPa}$,$7\text{d}\geq 50\text{MPa}$,$28\text{d}\geq 60\text{MPa}$;氯离子含量$\leq 0.02\%$;28d收缩率$\leq 0.060\%$。 13.8 具有双轴调平功能,可任意调整双轴水平度。 13.9 具备在打印起始点预先挤出材料的功能,在线条或模型打印结束点有提前停止挤料的功能,避免启停点缺料或堆积料。 13.10 具备轴状态监控功能,自动监控各个运动轴当前位置、负载情况及工作状态是否正常。			
4	建筑 施工 智能 建造 虚实 结合 仿真	1. 激光安全等级:一级激光,符合IEC 60825-1人眼安全标准。 2. 最大扫描半径不低于100米。 3. 单站点扫描时间不超过3分钟。 4. 测距精度:误差小于± 2毫米。 5. 激光雷达视场角不低于水平360度、垂直290度。 6. 全景相机视场角不低于水平360度、垂直290度。 7. 暗环境下具备LED补光功能。 8. 存储器不低于16G。 9. 支持离线工作,无网络环境下可正常运行。 10. 支持自动找平功能,无需人工调平。	套	1	工业

系统实训设备	11. 续航时间不低于 8 小时。 12. 设备重量不超过 5.5 公斤。 13. 具备精度校准证书。 14. 光机电算云一体化 3D 扫描深度优化并行异构算力，内置嵌入式边缘加速，一键操作，无需值守。 15. 测量数据实时输出，无需网络，即时生成测量结果。 16. 可测量墙面平整度、墙面垂直度、开间进深、室内净高、房间方正度、阴阳角方正、顶板水平度极差、地面水平度极差、地面平整度、门窗洞口尺寸、墙面地面面积。 17. 支持手机、PAD、PC、云端多端协同共享数据，实时分享一线真实数据。 18. 可识别混凝土面、砌筑面并针对性测量。 19. 具备全墙面等高线爆点图显示功能，帮助快速锁定墙面爆点位置。 20. 可自动识别梁墙柱、门窗等构件，实现自动下尺。 21. 支持扩展外立面智能检测功能：楼宇外立面平整度、垂直度、合格率分析、自动生成报表； 22. 支持点云拼接、坐标录入、空间语义建模、自动输出 BIM 模型、自动输出 CAD 图。 23. 可生成与查看自动化多空间连续语义模型，具备墙顶板地板门窗等 BIM 语义信息。 24. 通过人工智能算法，可将点云自动语义化，生成 BIM 设计工具所需的语义 BIM 模型。 25. 可识别现场轴线、控制线及一米线，并在可视化模型上展示。 26. 空间扫描后结合墙面凹凸情况，自动输出房间内最大化语义找方模型，可通过轴线或中线展示规方位置。 27. 在自动 BIM 模型中结合最大化找方功能，依照施工材料厚度，精确定位并显示现场施工完成面。 28. 具备放线指导功能（结合自动输出 BIM 模型、自动找方、施工完成面线呈现功能）。 29. 支持空间渲染建模（彩色纹理信息），可进行深化设计协同作业、查看房间内部细节及第一视角空间内漫游。 30. 支持 BIM 格式（IFC 格式）生成与下载。 31. 可将点云指定高度的截面点云置于同一个平面，使所有点云的 Z 坐标均变为 0，提高出图效率。 32. 可沿剖立面方向剖切点云，自动输出对应切面的 DXF 文件；支持点云转正（将点云自身 x、y 坐标与 CAD 设计工具中 x、y 坐标方向自动旋转一致）。 33. 可通过点云自动输出的现场轮廓图，开展自动描			
--------	---	--	--	--

	线工作，自动输出现场平面图。 34. 可设置顶部截面、中部截面、地板截面等截面效果并确认。 35. 支持下载可编辑的空间 IFC 模型（包括原始模型、找方模型、完成面模型的叠加与平面图）。 36. 感知范围：支持两种测距模式一键热切换。模式 A：最小测距 0.4m，最大测距 200m（80%反射率）。模式 B：最小测距 0.4m，最大测距 500m（80%反射率）。 37. 测量精度：±1.5mm，重复精度：±1mm。 38. 回波模式：自适应多回波/单回波 39. 角分辨率：0.06° /0.03° /0.015° 。 40. 扫描视场角：水平 360° *垂直 300° 。 41. 激光参数：一级安全激光。波长：1550nm。发散角：0.3mrad。7. 扫描速度：每秒不低于 30 万点。 42. 工作时间：单电池不低于 2.5 小时，标配 2 块电池。 43. 防护等级：≥IP54。 44. 工作温度：-20℃~+50℃。 45. 重量：≤4kg。 46. 彩色点云支持。 47. 全景相机像素：≥7200 万。 48. 彩色点云与激光反射强度点云精准重合精度优于 1mm。 15. 可智能化单点拼接；可实现点云数据于全景影像，一键赋色。 49. 点云数据信息查询，绝对坐标、相对坐标、点云强度；支持输出点云精度拼接报告。 50. 支持多测站点云分幅、合并导出；具备参考地理坐标转换功能。 51. 可导入导出 LAS/XYZ 等点云数据。 52. RTK：静态定位精度：平面±(2.5mm + 0.5×10⁻⁶D)，高程±(5mm + 0.5×10⁻⁶D)；防护等级 IP67；支持蓝牙 4.2、NFC、WiFi 通信方式；工作温度范围 -45° C 到+75° C。 53. 全站仪：操作系统适配 Android；测角精度 1″；免棱镜测距 1500m；免棱镜测量时间 0.3~3 秒；工作温度范围-20℃~60℃。 54. 无人机系统包括飞行器、激光相机、建模软件 54.1 飞行器：裸机重量（含电池）<10 千克；尺寸：展开尺寸<1000mm * 800 mm* 500 mm（含脚架）；最大载重≥6 千克；对角线轴距≤1100 mm；具备飞行器自检功能，具备信号丢失自动返航功能；飞行辅助影像，需支持前、后、左、右四个方向的彩色飞行辅助影像；需支持在返航、绕障及飞			
--	--	--	--	--

	向目标点的过程中，实时显示无人机的路线规划。降落时还需显示无人机近地投影，帮助操作人员确认目标降落位置 54.2 激光相机：支持激光打点及测距功能，且测距距离不低于 500m；遥控器上需支持：可见光、点云、点云/可见光分屏三种实时显示模式，且支持显示方式需包含：真彩色、反射率、距离高度等不同方式进行点云着色；遥控器端支持点云模型实时预览：预览当前所录制的点云 3D 模型，帮助用户实时感知作业进程；预览过程中支持切换模型观察视角及着色模式 54.3 倾斜相机：相机等效角度范围大于 8 到 24 度；最短连续拍照间隔可达 0.6 秒/次；支持 1080p 高清图传 54.4 可支持实时三维建模，边飞边出三维点云，实时建模延迟不超过 1 分钟；支持一个任务同时输出二维和三维成果；支持 POS 数据导入，可自定义 POS 精度 54.5 其它要求：配备一张不低于 256G 的内存卡，三块无人机原厂飞行电池，三对原厂桨叶 55. 数字系统开发平台具有自主知识产权，支持老师、学生通过账户登录使用平台；平台具有三维数字化场景还原和数据集成应用看板设计等能力。满足不少于 30 人同时使用的条件。 55.1 平台具备公共场景库，内置智慧城市、智慧工地、智慧交通、智慧水务、智慧乡村、智慧校园、智慧园区等各类三维场景案例，支持用户调用编辑。 55.2 平台具备私有场景库，支持用户自定义场景标签，支持新建场景时调用编辑；平台支持对场景进行回收站管理，具备一键删除、一键恢复、批量删除、批量恢复等功能。 55.3 平台支持场景内三维旋转查看，通过使用鼠标在场景中进行自由移动、可在任意角度、距离对模型 360 度无死角自由观察。 55.4 平台支持查看模型的基本属性内容，支持自定义属性编辑，可自由新增属性名称及属性内容，支持对模型进行移动、缩放、删除、剖切、测距、显示控制等操作。平台支持通过对模型构件的 X\Y\Z 的位置及角度数值的输入实现模型的精确定位，支持对模型物体进行画线批量布置。 55.5 平台具有公共模型库和个人模型库，公共模型		
--	---	--	--

		库包含室内、交通、建筑、施工、园林、生物、其他七大类百余种模型，个人模型库支持用户自定义分类、模型上传、删除等管理操作。 55.6 平台支持模型材质调整，通过透明度设置、颜色替换及贴图选择等进行在线的模型材质编辑，贴图材质支持用户本地上传。平台支持基于模型的孪生体标注，可自定义标注信息及标注内容，孪生体标注板可选择不同样式类别，包括透明度等进行设置。 55.7 平台支持环境气象模拟包含下雨、下雪、雷电、大雾、阴天等。日照模拟可设定时间进行光照模拟。天空盒可自主选择，支持用户自定义上传背景图。 55.8 平台支持场景内进行可视化漫游，通过预设路径以提供全方位、多角度的建筑信息展示，支持锁定场景内任一模型构件为漫游对象。平台支持路径线管理功能，支持对路径线进行名称、定位反查、锁定、隐藏、漫游速度、删除等管理功能。 55.9 平台支持行为模拟，通过提前规划行为模拟路径，仿照实际街景、城市等现场及周边环境进行人员及车辆的移动演示。支持支持快速划定区域进行水体等河流、池塘场景形成。 55.10 平台支持进行工程进度计划编辑与管理功能，支持进度任务名称、计划开始时间、计划结束时间、实际开始时间、实际结束时间等进度编辑，支持将进度任务与场景内模型进行关联绑定，支持播放进度模拟动画。平台具备生长模拟功能，支持对模型进行生长动画模拟。 55.11 平台支持上传本地图纸、照片和文档等资料，支持将资料与模型进行绑定，并支持选择模型查看预览资料，实现工程数据的可视化存档和查找。平台支持创建多层级企业或项目组织架构，场景工程与组织架构相匹配关联，支持基于当前场景视口的 BI 看板编辑发起功能。 55.12 平台支持 3dtiles 格式的倾斜摄影数据导入，支持在倾斜摄影模型基础上接入动态天空渲染视效和自定义模型融合。平台支持标准 wms 和 wmts 底图接入。 56. 数字系统开发平台支持实现多层次的面板设计，支持通过主视图和子视图，来实现数据面板视图切换逻辑，支持创建与编辑管理全屏子视图和窗口子视图。支持对 BI 面板组件设置为公共组件和指定所属视图，公共组件在主视图、子视图均可显示。子视图支持与三维模型绑定关联，实现点选模型查看子视图内容。			
--	--	---	--	--	--

		56.1 平台简单易上手，无需代码能力，拖拉拽加上简单的配置和关联即可搭建可视化大屏并完成数据联动配置。 56.2 平台具有丰富的可视化 BI 面板组件，包含图表、信息、列表、小组件、图标等专业面板组件百余种，包含柱状图、折线图、饼图、散点图、地图、热力图、雷达图、漏斗图、文本、控件、列表、边框、装饰、三维、标题、按钮、动画、天气等组件。支持根据名称搜索 BI，支持各类数字化集成应用看板大屏的搭建。 56.3 平台支持对 BI 面板自定义配置组件效果，包含强调动画、移入动画等几十种展示效果选择。同时支持用户自定义上传格式为 mp4、webm、ogg 的项目预览开场动画视频。 56.4 平台具备 BI 看板应用模板库，内置红色数据大屏、交通可视化大屏、智慧工地、智慧园区、智慧校园等看板模板，用户可调用编辑即可快速生成使用。 56.5 平台支持项目背景和屏幕尺寸设置，项目背景为二维和三维两种选择，支持用户上传二维图片作为项目背景图，支持用户选择发布的三维场景工程作为项目背景。屏幕尺寸支持常规的 1920*1080、1680*1050 和自定义尺寸设置。 56.6 平台分为白天和夜晚 2 种主题，支持修改平台背景颜色。平台支持多种标题和菜单按钮样式，可分一级标题、二级标题，支持标题按钮的名称、背景色、字体、字号、字体色、透明度、字体位置等自定义设置。 56.7 平台支持对面板组件进行滤镜设置，可调整包括色相、饱和度、对比度、亮度、透明度、旋转、倾斜等。同时可自定义面板组件的名称、颜色、尺寸、图例文字、图例颜色。支持调整整体看板组件的主题颜色，支持用户自定义创建主题颜色。 56.8 平台支持对引用的 BI 看板组件进行图层管理，支持对组件进行锁定、隐藏、创建分组、删除、复制粘贴、置顶置底、上下层移动等。 56.9 平台支持对面板组件的数据进行编辑接入，提供静态、动态和公共数据三种数据请求方式，支持面板组件的展示数据直接输入编辑。支持对面板组件进行交互设置。平台支持引用文档组件，支持上			
--	--	---	--	--	--

	传图纸、图片、报告等文档文件到组件中，并支持将文档与三维场景模型进行关联绑定。 56.1 0 平台支持看板项目一键保存，支持对看板项目进行预览、复制、保存等，构建私有看板库。支持看板项目一键共享，支持生成分享和读取密码，实现网页版孪生看板项目快捷共享。 56.1 1 平台支持将项目导出为项目包之后在网络公开环境和局域网环境进行本地化独立部署。 57. 数据处理终端 57.1 轻便式处理终端 1 台：运行内存$\geq 32\text{GB}$，存储容量$\geq 2\text{TB}$ 固态硬盘，屏幕色彩不低于 10.7 亿色，双层 OLED（柔性显示屏），展开态屏幕尺寸不小于 18 英寸、分辨率不低于 3296×2472，折叠态屏幕尺寸不大于 13 英寸、分辨率不低于 2472×1648，显示屏采用圆角设计，支持多点触控（最少 10 点）。 57.2 移动处理终端 2 台：CPU 为 U9 档次及以上，内存不低于 64G，硬盘不低于 2TB 高速固态硬盘，显卡显存不低于 8G 独立显存，屏幕尺寸 15 英寸及以上。 58. 终端操作台 58.1 教师操作台 1 套：长约 1400mm，宽约 600mm，高约 750-780mm（具体根据实际环境适配）。 58.2 学生操作台 7 套：6 桌拼接，直径 1.6 米（具体根据实际环境适配）。 58.3 配套显示操作设备：尺寸：≥ 86 英寸，分辨率$\geq 3840 \times 2160$；刷新率$\geq 60\text{Hz}$；对比度$\geq 8000:1$；最大可视角度 178°。操作便捷，整合电视开关、设备开关等功能键，息屏状态下节能不低于 96%，支持实体按键一键调整屏幕分辨率、画面图像比例。上电初始化不高于 500ms。 59. 船只可实现 GNSS 自主导航行驶，能够自动返航，具备浅水提醒并自主驶离； 59.1 搭载仪器后，能自动按系统软件事先编辑好的工作位置、行驶路线、行驶速度进行工作； 59.2 按任务要求可随时将检测的数据及图形、图像传回地面基站显示、存储，当任务完成后能够按预定位置自动返航； 59.3 三体船，重心低，航行稳； 59.4 采用双层船体，分隔封闭内舱设计，具有			
--	---	--	--	--

		防沉、防颠覆、防水特性； 59.5 具备毫米波雷达避障和 360° 高清全向视频摄像头，可实时监控船只周围环境，保障船只安全； 59.6 具备自适应水流直线技术，支持悬停技术； 59.7 采用纳米碳纤维材料制成。硬度高、重量轻，具有防撞、防腐、防磨损特性； 59.8 尺寸：不大于 1m（长）×0.5m（宽）×0.4m（高）； 59.9 搭载设备：单波束测深仪； 59.10 空载重量：≤6kg； 59.11 吃水深度：≤9cm； 59.12 抗风浪等级：不低于：3 级风、2 级浪。 60. 数据通信系统 60.1 数据通讯：4G/5G 全网通、网桥、电台； 60.2 遥控通讯：4G/5G 全网通、网桥、2.4GHz 电台； 60.3 视频通讯：4G/5G 全网通、网桥、2.4GHz 电台； 60.4 通讯距离：开阔地段智能遥控最小通信距离 2 公里； 60.5 通信范围内可进行数据传输和视频监控，可远程监控船只动态及工作。 61. 智能遥控器 61.1 不小于 7.2 英寸高清显示屏，支持不同存储空间； 61.2 遥控器功能：控制船体、采集数据、视频监控、切换工作模式、航线规划、任务进度统计、返航点设置等； 61.3 遥控器屏幕显示无人船信息；即船体电量、速度、经纬度、通信信道、遥控器电量、航行轨迹、测深数据、波形、实时视频； 61.4 随时监控，可随时中断或改变无人船工作任务；			
--	--	--	--	--	--

		61.5 遥控器防水防尘等级：不低于 IP64； 61.6 电池续航时间：不小于 8h； 61.7 遥控距离：$\geq 2.5\text{Km}$； 61.8 摇杆方式：电阻式； 61.9 摇杆范围：360 度； 61.10 内置无线通讯模块，调制方式支持 GFSK； 61.11 充电接口：支持 Type-C 充电接口。 62. 供电系统 62.1 船体自带数码电量显示 62.2 续航能力：不少于 7 小时 62.3 电池保护：具有过充、过放电、防水及电池过热保护； 63. 推进系统 62.1 高效涵道长寿命无刷电机 2 组，无舵机差速转向，可倒车（浅水提醒并自主倒车驶离）； 62.2 单马达功率$\geq 850\text{W}$； 62.3 最大航速$\geq 7\text{m/s}$； 62.4 马达安装方式：模块式插拔设计、易拆换、易维护； 62.5 推进器嵌入式安装设计，标配防水草罩。 64. 无人船软件 64.1 按测量规范定制，支持导入百度地图、天地图、天地图卫星影像、dxf/dwg 图形等数据； 64.2 具有回波显示功能，能够显示水深数据波形； 64.3 船端、服务端、遥控器存储原始数据，确保数据安全； 64.4 实时显示测量信息和船只状态，软件可直接操控船只，可实现低电量返航和一键自动返航； 64.5 集船只操控、测量导航、数据显示、数据			
--	--	---	--	--	--

	采集多功能于一体； 65. 测深仪 65.1无人船体内置测深仪，主机换能器一体化高度集成； 65.2工作频率：200kHz； 65.3波束角：$\leq 5^{\circ}$； 65.4测深范围：0.15~100m； 65.5测深精度：$\pm 1\text{cm} \pm 0.1\%D$（D 为水深值）； 65.6分辨率：$\leq 1\text{cm}$； 65.7重量：$\leq 1\text{kg}$。 66. 定位 GNSS 66.1不少于 965 通道； 66.2卫星信号跟踪：支持 BDS-3 全球信号，BDS-2、GPS、GLONASS、Galileo、IRNSS、QZSS、SBAS、支持 L-Band、支持北斗精度； 66.3实时动态差分精度：H：$\pm (8+10^{-6} \times D)\text{mm}$，V：$\pm (15+10^{-6} \times D)\text{mm}$，D 为基线长度(单位：km)； 66.4测速精度：$\leq 0.02\text{m/s}$； 66.5姿态精度：航向精度$\leq 0.15^{\circ}$ @1m 基线, 姿态精度$\leq 0.25^{\circ}$ @1m 基线； 66.6PPP 北斗精度（可选）：$\leq 10\text{cm}$； 66.7失锁重捕时间：$< 1\text{s}$； 66.8RTK 初始化时间：$< 5\text{s}$； 66.9测速精度：$\leq 0.02\text{m/s}$。 67. 成果数据成图软件 67.1成果数据成图软件基于 AutoCAD 平台； 67.2成果数据成图软件图形结构采用图形编辑效率高骨架线技术、编组技术，须具有工程施工图编制、测量计划线编图、水深测量数据展点、水深图编绘、等深线勾绘、水下三维地形图绘制、水深图框编制、航道断面绘制和土方计算等功能； 67.3成果数据成图软件支持 CELL 技术，使界面操作、数据浏览管理、系统设置更加直观和方便；			
--	---	--	--	--

		67.4成果数据成图软件提供多种工程模型供用户计算土方或库容； 67.5成果数据成图软件支持本软件基础上的ARX 二次开发； 68. 实验平台整体要求： 68.1工作台指标： 输入电源：单相三线~220V±10% 50Hz； 平台占地尺寸：≥1920mm×1300mm（为方便拆装搬运，整体实训台为三部分拼接而成）； 安全保护：具有漏电保护，安全符合国家标准； 68.2工作台要求：工作台包含钢筋绑扎、砌体砌筑、墙面喷涂、幕墙装饰等施工工艺功能，可以实现 PLC 控制实训，所有功能集成于实训平台。 68.2.1 钢筋绑扎实训：通过两个机器人协同完成钢筋拾取、定位及绑扎任务； 68.2.2 1. 墙体砌筑实训：通过两个机械臂协作完成砌体拾取、模拟砂浆涂抹、砌筑成形任务； 68.2.3 墙面喷涂实训：通过机器人实现墙面喷涂的任务； 68.2.4 幕墙装饰实训：通过两个机械臂协作，完成装饰板抓取、胶漆模拟涂抹、墙体贴片等任务； 68.2.5 PLC 控制实训：配套了一套高性能 PLC 和彩色触摸屏，模块化电气实训面板，提供了多种类型输入输出接口和总线通信接口，可以更加直观的体现 PLC 的电气方面的综合应用。PLC 采用 24VDC 供电，晶体管类型输入输出点。采用一个彩色触摸屏作为人机交互界面，用来切换操作模式和监控实训工作台相关参数，提高工作站的易用性，也为工作站的个性化定制和二次开发提供平台和接口。 69. 平台系统主要软硬件设备要求： 69.1协作机器人，数量：2 台； 69.1.1 本体参数：机械臂臂长：1000mm；工作半径：880mm；最大负载：5kg；机械臂重量：≤24kg；重复定位精度：≤±0.02mm；工具端线速度：≤2.8m/s；可扩展的工具端 I/O 端口，直流供电；各轴旋转范围均需：±360°；J1~J3 最大转速速度：≥150°/s；J4~J6 最大转速速度：		
--	--	--	--	--

		≥180° /s；机械臂末端至少含有 4 个数字量接口，2 个模拟量接口；数字量接口可按需求配置为输入或输出；机械臂末端支持 DC12V 和 DC24V 输出； 69.1.2 控制系统：通讯接口：Ethernet、ModBusRTU/TCP、RS485、USB 等；IO 接口：DI 不少于 8 个，DO 不少于 8 个；AI 不少于 2 个，AO 不少于 2 个；示教器：≥10 寸、彩色、触控屏； 69.1.3 机器人功能：支持通过在示教器中点击按钮的方式，对机器人动作进行示教和在线编程；支持拖动示教，在按住力控按钮后，可用手拖动机器人本体的方式对机器人位姿进行示教；支持轨迹记录功能，在拖动示教时自动记录轨迹，可对轨迹进行编辑，并可将轨迹插入到在线编程逻辑中；支持碰撞防护功能，提供 10 个等级的碰撞防护等级，机器人检测到碰撞后自动停止；提供基于 ROS 平台的配套环境开发包；提供多种平台 SDK 开发包，支持 Linux 下 C++编程、Lua 脚本语言编程、Windows VC++、Python 脚本编程、QT 跨平台编程开发； 69.2模块化工作台 3 台，模块化工作台拼接构成；单台尺寸：≥640mm×1300mm×855mm；拼接尺寸：≥1920mm×1300mm×855mm；结构：前后开门、控制面板；材料：标准宽铝型材台面和钣金主体；地脚：福马轮×12；功能：人机交互控制触摸屏；按钮控制面板（包含各设备启动，停止、急停等）；柔性平台面，支持各模块自定义位置、可以进行快速拆装固定； 69.3末端快换工具功能：机器人通过自动快换盘可快速自动更换工具，配套工具不少于 7 种，配套多工位工具支架，用于存放快换工具； 69.3.1 钢筋夹具：气缸缸径：≥20mm；运动方式：往复型；复动行程：≥10mm； 69.3.2 钢筋自动捆扎机：捆扎铁丝直径：0.8mm；捆扎口径：6-25mm；工作电压：12V； 69.3.3 砌体夹具：气缸缸径：≥10mm；运动方式：往复型；复动行程：≥20mm； 69.3.4 水泥浇筑枪：材质：铝合金；外形：圆柱形，末端鸭嘴； 69.3.5 吸盘工具：吸盘数量：≥4 个；吸盘直径：≥20mm；吸盘形式：单层；配套数显气压传感器和真空发生器； 69.3.6 模拟胶枪：材质：铝合金；外形：120°		
--	--	---	--	--

		尖端弯曲； 69.3.7 自动喷漆枪：送料方式：压送式；喷嘴口径：0.3mm；可手动调节喷射气压和雾气形状，配套 2L 压力压力桶，用于储存喷涂原料； 69.4 建筑工艺应用模块功能应实现： 69.4.1 钢筋送料仓储：送料方式：重力滑落；仓储容量：≥10 根；容纳钢筋长度：300mm； 69.4.2 钢筋捆扎浇筑盒：钢筋直径：8mm；钢筋定位容量：8 根；带有自动定位压板机构； 69.4.3 旋转墙体：墙体包括喷涂面和装饰面两个功能面，气动驱动，可自动控制切换墙面；喷涂墙面镶嵌特殊面料，喷涂水后可自动消失，并且支持面料更换，环保清洁，无污染； 69.4.4 装饰板仓储：仓储容量：9 块；定位方式：仿形定位；装饰板材质：蓝色半透明亚克力，厚度≥8mm； 69.4.5 红砖仓储：分为整砖和半砖存放区，可实现气动控制，自动弹出送料；仓储容量：≥9 块；砌体物料：整砖≥9 块，半砖≥4 块； 69.5 智能视觉检测功能 65.5.1 视觉硬件系统：传感器类型：CMOS，卷帘快门；分辨率：≥3072×2048；快门模式：支持自动曝光、手动曝光、一键曝光模式；黑白/彩色：彩色；配套镜头、光源及支架； 65.5.2 视觉算法平台： 65.5.3 ★集成机器视觉多种算法组件，适用多种应用场景，可快速组合算法，实现对工件或被测物的查找、测量、缺陷检测等；拥有强大的视觉分析工具库，包括采集、定位、测量、识别、标定、图像处理、颜色处理、缺陷检测、逻辑工具和通信等工具可简单灵活的搭建机器视觉应用方案；（投标文件中需提供所投产品的实际操作截图，） 69.6 电气控制模块，PLC 可编程控制器：数字输入：≥8 个；数字输出：≥8 个；电源：DC 24V；HMI：触摸屏：≥7 寸，电阻式，彩色；分辨率：≥800×480；输入电压：10.5~28VDC；内存：≥128M；背光灯：LED；串行接口：COM1 (RS232)，COM2 (RS485)； 69.7 空气压缩机，实训台配套小型静音空气压缩机，为实训任务提供气源动力；匹配功率：≥800W；额定压力：0.7Mpa；储气容量：≥30L；		
--	--	---	--	--

		69.8★能满足智能建筑实训适用于本实训平台，可实现建筑任务的管理下达，任务状态显示；实训平台任务模块运动控制和状态监视；机器人通讯交互管理，状态查询等；并且系统高度开放，支持用户进行功能再次扩展开发。（投标文件中需提供所投产品的实际操作截图） 69.9能提供以下教学资源及服务 69.9.1 提供机器人实训指导书一套，该指导书包括从机械安装到线路连接再到控制编程、实际应用等详细步骤指引介绍； 69.9.2 提供配套机器人基础操作教学微课视频，可通过该教学视频学习机器人基础操作使用，微课不少于 25 节； 70. 参考教材，可提供参考教材作为学习资料，教材为国内科学技术类出版社公开发行教材，教材 ISBN 序号可查，内容涵盖《工业机器人技术及应用》、《工业机器人操作与编程》、《工业机器人集成与应用》、《机器人 Python 编程与开发》、《智能协作机器人技术及应用》等 5 门相关课程。 71. 机器人功能应实现体：水上坝体巡检机器人应具备稳定爬行、高清图像采集、三维点云损伤建模、裂缝自动识别与尺寸测量、红外测温及数据分析能力，适用于拱坝、混凝土坝、建筑物、桥塔、风电塔筒等垂直或倾斜结构物的无人化巡检。 71.1 机器人应支持以下检测功能模块： 71.1.1 坝面图像采集：搭载双目立体视觉系统，支持 RGB 图像与深度图像同步采集，可自动解算三维点云； 71.1.2 裂缝识别与测量：具备自动识别裂缝功能，可探测宽度$\leq 0.2\text{mm}$的微细裂缝，并具备裂缝尺寸测量能力； 71.1.3 红外测温：集成红外测温模块，支持坝体表面温度监测与渗水识别； 71.1.4 数据回传与存储：支持图像、机器人工作状态例如续航、驱动器状态、定位等数据的实时回传，支持温度数据、RGB 图像数据、深度图像数据、定位数据的存储。 71.2 机器人应具备以下控制与安全功能： 71.2.1 具备自动巡航模式，支持全过程数据自动采集； 71.2.2 具备报警与自主恢复功能； 71.2.3 具备紧急制动功能，整机可急停；		
--	--	--	--	--

		71.2.4 具备空中完全断电自锁防坠机制，确保设备不坠落； 71.2.5 具备障碍跨域能力，越障能力≥ 10 厘米； 72. 机器人须搭载智能控制系统，并通过控制终端界面进行控制；支持远程无线作业与自动作业模式。机器人内置锂电池，摆脱电线束缚、方便移动作业；在全功率工作状态下，单次电池续航时间≥ 70 分钟，并支持电池热插拔更换，无缝恢复作业。机器人须具备良好的壁面适应性，可在混凝土、石材、金属等任意垂直表面稳定附着与爬行。实时数据传输采用点对点 AP 方式，有效距离≥ 300 米。机器人具备高精度定位系统，定位精度误差$\leq 10\text{cm}$。质保期内支持两次以上算法升级。 73. 硬件性能指标 73.1 机器人最大可爬升高度≥ 100 米，可跨越不小于 10 厘米的表面障碍物。 73.2 爬升速度≥ 10 米/分钟。吸附方式采用负压吸附机构，配合单绳索爬升系统。 73.3 失效保护机制：具备在空中完全断电情况下自动保护功能，确保设备不坠落。 73.4 续航时间：在全功率工作状态下，单次电池续航时间≥ 70 分钟。 73.5 换电方式：支持电池热插拔更换，无缝恢复作业。 73.6 云台相机视野覆盖半径：≥ 3 米 73.7 检测作业效率：≥ 60 平方米/分钟（3600 平方米/小时） 73.8 功能载荷：配备双目立体视觉相机系统，红外测温机芯，滑轨式测缝仪。 73.9 成像能力：可同步采集 RGB 图像及对应区域的三维损伤点云数据。 73.10 点云数据输出率≥ 92 万点/秒，云台扫描旋转角度 $0-180^\circ$，云台扫描速度：10 秒/圈，速度可调。 73.11 尺寸测量精度：具备尺寸测量能力，双目相机 1 米距离内测量误差小于 0.7 毫米。 73.12 裂缝探测能力：高清相机可探测宽度小		
--	--	---	--	--

	于 0.2 毫米的微细裂缝，测缝仪裂缝尺寸测量精度 0.02mm。 73.13 机器人具备高精度定位模组，定位精度误差$\leq 10\text{cm}$。 73.14 红外摄像头支持标准 UVC 协议，高灵敏度氧化钒非制冷探测器。 73.15 测温精度：$\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$，支持全屏测温，红外分辨率 640×512。 73.16 电池续航时间：≥ 70 分钟。 74. 软件性能指标 74.1 兼容操作至少两个系统平台，支持二次开发，具备 API 开发接口。 74.2 应具备视觉检测算法（如 YOLO、OPENCV 等），支持目标识别、裂缝检测，并具备可更换检测模型的能力。 74.3 应具备图形化控制界面（如 QT5、VS2022），支持远程控制、实时监控； 74.4 应具备数据分析与管理功能，支持： 74.4.1 一键导入与处理图像、点云、定位数据； 74.4.2 自动识别裂缝并在正射影像上自动标注位置； 74.4.3 支持裂缝尺寸测量（宽度、长度）； 74.4.4 点云三维成像与裂缝三维解算； 74.5 能生成并导出检测报告。 75. 大坝移动巡检机器人： 75.1 望远镜放大倍率：$\geq 30\times$；镜筒长度：不超过 160mm；视场角：$1^{\circ} 30'$；分辨率：3"；最短视距：1.2m 75.2 角度测角精度：0.5"；最小显示读数：0.1" / 1" 可选；探测方式：四路探测（水平盘、垂直盘）；补偿器：双轴液体光电式 75.3 测距 测距精度：$\pm (1\text{mm} + 1 \times 10^{-6} \cdot D)$；测程：单棱镜$\geq 3500\text{m}$，反射片和免棱镜$\geq 1000\text{m}$；测量时间：精测$\leq 0.3\text{s}$，跟踪$\leq 0.1\text{s}$ 75.4 自动照准测程：3-2000m 标准棱镜；定位精度：0.5"；搜索时间：典型 3-5s；搜索范围：$\pm 1.5^{\circ}$，支持自定义窗口搜索，支持锁定过程中			
--	---	--	--	--

		实时测距 75.5超级搜索测程：3-500m；搜索时间：3-5s；搜索范围：±18° 75.6配套系统 75.6.1 导线平差：具备导线测量及导线平差功能，能实现各等级导线观测记录及精度判断，可以导出原始测量表数据或平差结果数据。 75.6.2 数据导入导出：可导入*.txt/*.dat 点数据格式文件。可导出原始数据、边角数据、坐标数据（导出格式为*.txt/*.dxf/*.dat/*.csv）。 75.6.3 具备参考线和参考弧放样功能。并具有放样罗盘指针显示，并显示放样偏差值。 75.6.4 支持*.dwg/*.dxf 格式数据导入，实现CAD 放样功能。CAD 放样能够在图上选中独立点及线上点直接放样，支持背景色调整、炸开实体、线地物逐桩放样、间隔放样、偏距放样等。且可将图上的放样点坐标值提取到测绘之星数据库中。 75.6.5 具备实体按键，按键可自定义快捷功能。 75.6.6 建站方式：支持任意建站和免控建站。 75.6.7 测量：多种测量方法，包括：平面偏心、距离偏心、圆柱中心点、对边测量、线和延长点、线和角点测量、悬高测量。 75.6.8 内置计算器：坐标正反算、面积周长计算、夹角换算、求平均值、计算等距点、三角形计算等计算器功能。 75.6.9 软件在线更新：联网自动提醒软件更新，一键更新并保留原有的工程文件。 75.6.10 多测回测角功能：具备测回法和全圆观测法自动观测功能，可自定义测量限差、测量顺序和测量周期，可根据监测周期对基准点列表进行有效管理为观测的精度基准提供维护。 75.6.11 半自动监测成果数据可以实时查看，同一观测周期内的观测数据可以直接导出为数据文件（.txt、.dat 两种文件格式可自选）进行处理，软件根据监测数据可以生成.csv 文件格式的监测报表进行数据分析，报表包含当前观测周期采集点坐标、观测过程中超限差情况汇总、采集点平均位移量等。 75.7自动升降保护罩 75.7.1 保护罩可适配南方、徕卡、索佳、拓普康等全站仪机器人。 75.7.2 可通过指令远程控制保护罩升降。		
--	--	--	--	--

		75.7.3 顶部原顶结构采用顶部塑料厚板吸塑成型。 75.7.4 采用三防布外罩，防水，防火，防霉。 75.7.5 采用内升降结构，系统最大高度不超过600mm 75.7.6 低功耗，功耗不超过 5W 75.7.7 保护罩重量小于 15kg 75.7.8 顶部自带雨量传感器，可实时监测雨量情况，反馈当前是否处于下雨期间，测量周期不启动或关闭，可人为开启。 75.8监测平台 71.8.1 支持大量传感器同时上传数据，使用前后端分离技术提高平台的扩展性，可直接使用 IE 或其他浏览器即可使用支持 web 登录查询监测情况。 71.8.2 配套工程监测 APP 软件使用，APP 兼容市场上主流型号的全站仪、水准仪完成信息交互，可实现全站仪的半自动化采集以及水准仪的信息化采集。工程监测 APP 可与平台数据进行实时互动，在线查询工程和监测设备，查看监测数据和预警信息。 71.8.3 数据采集及处理：平台可接入基坑、高支模、桥梁、隧道、路基等监测项目常用监测设备；平台支持全自动、半自动和人工采集的采集方式，方便现场选择和使用。 71.8.4 数据查询：具有统计查询功能，可对任意工程采集的实时数据、历史数据、历史预警信息按时间、时间段、项目、设备类型、设备状态、数据状态进行查询。 71.8.5 数据成果报表：平台支持数据导出，报表生成，报表导出。 71.8.6 报警设置：平台可根据规范和现场实际情况设置报警和报警联系人，出现报警时会及时通知相关人员。 71.8.7 设备管理：支持多家传感器数据上传，平台上可以查看设备类型、编号、检定日期、电量以及经纬度等信息。 71.8.8 远程控制：设备安装之后，可在平台上进行工作参数配置、工作状态配置，主要包括采样间隔时间、上传数据频率设置。 71.8.9 权限管理：根据不同用户角色，设置相应权限，用户的所有操作都记录对应的操作日志，没有权限的用户禁止使用系统。 71.8.10 重要数据加密：系统对一些重要的数据			
--	--	---	--	--	--

		按一定的算法进行加密，如用户口令、重要参数等。同时可对系统的接口进行安全性处理，防止被攻击。 75.9监测终端 75.9.1 内置测量控制采集系统，支持在线和离线运行。 75.9.2 具有 1 个全站仪通讯接口，1 个 RS485 传感器通讯接口，1 个全站仪升降保护罩通讯接口。 75.9.3 接口采用供电与传输数据一体化插头模块与仪器的连接采用快速自锁插头 75.9.4 硬件软件心跳包识别功能：软件与硬件实时进行心跳包互发及时确定当前网络状态，有效判别整套系统各故障点问题反馈 75.9.5 电源管理功能：对输入、输出电压进行稳定的电源管理，在异常断电、电流不稳定等变化时对仪器进行有效保护。 75.9.6 远程管理功能，可通过 APP 或网页远程配置采集参数。 75.9.7 支持无线透明传输模式，内置 TCP/UDP 传输协议，支持双通道数据传输。 75.10配套用电设计系统： 75.10.1 单机版。 75.10.2 系统完全兼容 CAD，并且提供了大量图例。 75.10.3 系统采用先画配电装置平面布置图再出施工方案书。 75.10.4 系统基于 CAD 平台开发，可将现在的 .dwg 格式的施工现场平面布置图导入系统加以利用，避免重复劳动，同时可借用 Autocad 的绘图功能，功能更强大，操作更简便。 75.10.5 系统内置“临时设施库”和“配电装置图例库”，找到预布置的临时设施或图例放置在之前导入的平面布置图中即可。 75.10.6 系统具有负荷计算功能，一键生成计算书，计算书内容包括施工现场机械设备计划表，总配电箱、变压器、导线、开关电器元件的选择等。 75.10.7 系统提供配电系统接线图，提供整个施工现场配电系统的走向和箱体开关电器元件配置图。 75.10.8 系统提供避雷保护计算、接地装置设计、外电防护计算、施工组织设计方案书、技术交底一键生成等功能。		
--	--	---	--	--

		75.10.9 可在 CAD 图纸上直接布置变压器、配电箱、干线、用电机具等。 75.10.10 系统提供编制用电方案的整套流程，初学者即使不懂，根据流程也能编制出方案。 75.10.11 系统能输出计算书、施工组织设计方案、配电系统接线图、避雷设计、接地装置设计、外电防护、技术交底、临时用电安全管理常用表格等成果。			
--	--	--	--	--	--

4.3 安装调试、培训、质保及售后服务要求

1、人员培训要求：中标人应提供现场系统运维培训服务，详细讲解相关系统的实现技术原理与运维注意事项，针对各用户的实际生产环境与部署场景，设计个性化的、关键性的巡检、运维内容，以提高用户对系统的掌握程度和运维能力，并提供完整的培训方案，直至采购人掌握基本操作原则，能够定期安排培训，及时为采购人解决操作过程中的问题，并随时提供技术支持等。

2、自验收合格后开始计算保修期起始时间，对本项目提供不少于 3 年原厂整体免费保修（包含本项目采购的所有内容以及本项目安装调试过程中涉及的所有设施、设备、线材、辅材、软硬件测试调试等一切内容），该部分内容涉及的所有费用均包含在本项目报价中，不单独列项。

3、根据采购人现场情况将本项目所有设备安装到位，并提供本项目设备安装调试所需的所有线材（包含但不限于电源线、网线、音箱线等内容）、所有辅材（包含但不限于各种规格型号的线槽、线卡、膨胀螺丝等内容）及施工中的道路开挖修复等内容，此部分内容涉及的所有费用均包含在本项目报价中，不单独列项，投标人需自行踏勘现场，投标后不得以现场环境不明等原因要求增加工程量或提出经济变更。

4、提供本项目涉及的各子系统之间的连接与调试（包含但不限于各类物理连接、软件测试与调试等内容），此部分内容涉及的所有费用均包含在本项目报价中，不单独列项。

5、本项目报价包含实施本项目过程中所需要的所有设施设备的采购、运输、保险、安装、调试、培训、税费等一切内容。本项目报价包含实施本项目过程中所需要的所有设施设备的采购、运输保险、安装、调试、培训、税费等一切内容。

6、本项目涉及所有软硬件产品需终身免费提供数据接口，以便于满足采购人后续采购其他系统平台的对接需求。费用包含在报价中，不单独列项。

7、项目实施过程中参与人员必须严格遵守学校及施工相关的安全管理规定。中标人应制定避免人身伤害、伤亡和财产损失相关预案，同时提供劳动保护、意外补偿和相关保障措施，相关费用包含在本项目报价中。如发生人员人身伤害或伤亡、财产损失的，中标人应及时处理并承担相关经济和道义上的责任。

8、现场具体情况由各投标人自行勘测，由于投标人对项目的理解偏差，造成成本偏差或损失，由投标人自行承担。

4.4 质量要求与验收标准

本项目为交钥匙工程，按照施工工艺及标准进行施工，所有软硬件均需安装调试到正常使用状态，满足学校使用要求。

4.5 质量保证期服务要求

1、产品质量要求：所投产品需为全新产品，符合国家技术规范和质量标准；质保期内资源及软件免费升级至最新版本。

2、服务热线要求：在质保期内投标人必须为最终用户提供技术服务热线（7*24 小时），负责解答用户在设备使用中遇到的问题；

3、远程服务要求：远程技术支持时间应为 7*24 小时，响应时间应在 1 小时内。现场支持服务：如发生远程技术支持无法解决的问题，接到采购人通知后应 2 小时内到达现场进行服务，一般性故障应在 24 小时内解决，复杂性问题的解决应在 48 小时内解决。如在规定的时间内不能修复，则应提供同类型同规格产品给用户方作为代替使用，并确保系统的正常运作和使用；

4、定期巡检及技术支持：在合同货物正式投入运行使用后，中标人应成立不少于 2 人的售后服务团队，会根据采购人实际使用情况，通过定期巡检、上门面访、电话回访等方式，对系统使用情况进行定期总结，并及时提供技术培训、咨询服务和技术支持等。

5. 其他

1、本项目报总价，报价为完成本项目所产生的一切费用，包括但不限于所

有货品、安装调试、售后服务、运输、搬运上楼、人工、利润、税金、政策性文件规定及合同包含的所有风险、责任、义务等产生的所有费用，报价时已知悉并充分综合考虑风险。

2、投标文件中提供第三方有权机构出具的具有 CNAS 或 CMA 标识的检测报告，且采购人保留在中国国家认证认可监督管理委员会官网查询权限，若提供虚假检测报告，则按中标人违约处理，由此引起的一切责任及后果由中标人承担。

3、中标人需要结合设备实际使用需求，完成实验室的网络、供电的综合布线和系统集成。综合布线和系统集成完成后，需由包括采购人和中标人在内的测试团队，进行实际应用测试，以确保整个系统可以正常使用。若测试不合格，则按中标人违约处理，由此引起的一切责任及后果由中标人承担。