

安徽省政府采购项目 公开招标文件示范文本（货物类） （2024 年版）

项目名称：安徽理工大学2025年教学仪器设备购置项目（六）
项目编号：FSSD34000120257205号/ZB202509072
采购人：安徽理工大学
采购代理机构：鼎信数智技术集团股份有限公司



2025 年 10 月

目 录

第一章 投标邀请 3

第二章 投标人须知 6

第三章 采购需求 22

第四章 评标方法和标准（综合评分法） 107

第五章 政府采购合同 112

第六章 投标文件格式 112

第七章 政府采购供应商询问函和质疑函范本 135

第一章 投标邀请

一、项目基本情况

1. 项目编号：FSSD34000120257205 号/ZB202509072
2. 项目名称：安徽理工大学 2025 年教学仪器设备购置项目（六）
3. 预算金额：610 万元
4. 最高限价：610 万元
5. 采购需求：本项目主要为安徽理工大学 2025 年教学仪器设备购置项目（六），具体详见附件招标文件。
6. 合同履行期限：合同签订后 30 日内。供应商应完成全部货物的供货、安装、调试和培训工作，**采购需求另有规定的，以采购需求为准。**
7. 本项目不接受联合体投标。

二、申请人的资格要求

1. 满足《中华人民共和国政府采购法》第二十二条规定；
2. 落实政府采购政策需满足的资格要求：
 - 2.1 本项目不专门面向中小企业预留采购份额。
3. 本项目的特定资格要求：
 - （1）无
 - （2）投标人不得存在以下不良信用记录情形之一：
 - ①投标人被人民法院列入失信被执行人名单的；
 - ②投标人被税务部门列入重大税收违法案件当事人名单的；
 - ③投标人被政府采购监管部门列入政府采购严重违法失信行为记录名单的；
 - ④被工商行政管理部门列入企业经营异常名录的。

三、获取招标文件

时间：2025 年 10 月 17 日至 2025 年 10 月 24 日，每天上午 0:00 到 12:00 ，下午 12:00 到 23:59（北京时间，法定节假日除外）

地点：“徽采云”电子交易系统

方式：供应商登录“徽采云”电子交易系统（<https://login.anhui.zcygov.cn/user-login/#/login>）在线申请获取采购文件（进入“项目采购”应用，在获取采购文件菜单中选择项目，申请获取采购文件）。登录须持有电子交易系统兼容的数字证书，详情参见“安徽省政府采购网-徽采学院-电子交易系统学习专题-供应商-操作手册”

四、提交投标文件截止时间、开标时间和地点

2025 年 11 月 7 日 10 点 00 分（北京时间）；

地点：“徽采云”电子交易系统。

五、公告期限

自本公告发布之日起 5 个工作日。

六、其他补充事宜

1. 项目采用全流程电子化采购方式，相关操作说明详情参见“安徽省政府采购网-徽采学院-电子交易系统学习专题-供应商-操作手册”

2. 本项目落实节能环保、中小微型企业扶持等相关政府采购政策；

3. 本次招标公告在安徽省政府采购网上发布；

4. 潜在投标人应合理安排招标文件获取时间，特别是网络速度慢的地区防止在系统关闭前网络拥堵无法操作。如果因计算机及网络故障造成无法完成招标文件获取，责任自负。采购文件获取过程中有任何疑问，请在工作时间（09：00-17:30，节假日休息）拨打技术支持热线（非项目咨询）：95763。项目咨询请拨打代理机构项目联系人电话：0551-65860136-8635，15656515096。

5. 本项目符合财政部、工业和信息化部制定的《政府采购促进中小企业发展管理办法》第六条第二款第 3 项之规定，为非专门面向中小企业采购项目。具体原因如下：按照本办法规定预留采购份额无法确保充分供应、充分竞争，可能影响政府采购目标实现。如对此项内容有疑问，可通过采购文件约定的方式进行质疑。

七、对本次招标提出询问，请按以下方式联系

1. 采购人信息

名 称：安徽理工大学

地 址：淮南市泰丰大街 168 号

联系人：孙老师

联系方式：0554-6634216

2. 采购代理机构信息

名 称：鼎信数智技术集团股份有限公司

地 址：安徽省合肥市经济技术开发区翡翠路港澳广场 A 座 17-20 层

联系人：张春梅、许振文、宋立壮

联系方式：0551-65860136-8635、15656515096

3. 政府采购监督管理部门信息

名 称：安徽省财政厅

地 址：合肥市阜南西路 238 号

联系方式：0551-68150309

第二章 投标人须知

一、投标人须知前附表

注：本表是本项目的具体要求，是对投标人须知的具体补充和修改，如有不一致，以本表为准。

条款号	条款名称	内容、说明与要求
5.2	现场考察或标前答疑会	☒ 不组织或不召开 ☐ 统一组织或统一召开 时间：____年__月__日__时__分 地点：_____ 联系人及联系电话：_____ 注：如投标人未参加采购人统一组织的现场考察或采购人统一召开的标前答疑会，视同放弃现场考察或标前答疑会，由此引起的一切责任由投标人自行承担。
6.1	网上询问截止时间	2025年11月4日17时00分
7.1	包别划分	☒ 不分包 ☐ 分为__个包 投标人参加多个包投标的，应按包别分别制作投标文件。 投标人参加多个包投标的中标包数规定：/
10.1	投标保证金	不收取
11.1	投标有效期	120 日历日
13.1	投标文件解密时间	投标截止时间后 60 分钟内
14.1	资格审查	☒ 采购人审查 ☐ 采购人出具委托函委托采购代理机构进行审查
17.2	评标方法	☐ 最低评标价法 ☒ 综合评分法
17.3	报价扣除 (非专门面向中小企业采购项目适用)	(1) 小型和微型企业价格扣除：10%。 (2) 监狱企业价格扣除：同小型和微型企业。 (3) 残疾人福利性单位价格扣除：同小型和微型企业。 (4) 符合条件的联合体价格扣除：4%。 (5) 符合条件的向小微企业分包的大中型企业价格扣除：

		<u>4%</u> 。（允许大中型企业向小微企业分包的项目适用）
21.1	评标委员会推荐中标候选人数量	1-3 家
21.2	确定中标人	☒ 采购人委托评标委员会确定 ☐ 采购人确定
23.3	随中标结果公告同时公告的内容	(1) 中小企业声明函；（如有） (2) 残疾人福利性单位声明函；（如有） (3) 中标（成交）供应商的评审总得分 (4) 招标文件中规定进行公示的其他内容。（如有）
24.1	中标通知书发出的形式	☒ 书面 ☐ 数据电文
25.1	告知招标结果的形式	☒ 投标人自行登录电子交易系统查看 ☐ 评标现场告知
26.1	履约保证金	(1) 金额： ☐免收 ☒合同价的 <u>2.5</u> % ☐定额收取：人民币_____元 (2) 支付方式： ☒转账/电汇 ☒支票 ☒汇票 ☒本票 ☒保险 ☒保函 (3) 收取单位：<u>安徽理工大学</u> (4) 收取账号： 账户名称：安徽理工大学 开户银行：工商银行淮南市洞山支行 账号：1304002709024950996 (5) 退还时间：<u>验收合格后，中标人提交退还申请一次性退还履约保证金</u> 注意事项： (1) 以上各类机构出具的以担保函、保证保险承担责任的方式均须满足无条件见索即付条件。 (2) 以担保函、保证保险形式缴纳履约保证金的，受益人和收取单位须为采购人。

		(3) 如采用担保机构出具的保函（担保机构担保），应执行“安徽省财政厅关于推广使用政府采购电子保函业务的通知”从“徽采云”平台全流程线上电子保函服务功能窗口进行保函办理或经采购人同意后从经安徽省地方金融监督管理局审查批准，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无条件保函。
27.1	签订合同和合同公告时间	(1) 采购人与中标人应当自发出中标通知书之日起 7 个工作日内签订合同，采购合同签订之日起 2 个工作日内完成政府采购合同公开。 (2) 采购人与中标人不得擅自变更合同，依照政府采购法确需变更政府采购合同内容的，采购人应当自合同变更之日起 2 个工作日内在安徽省政府采购网发布政府采购合同变更公告，但涉及国家秘密、商业秘密的信息和其他依法不得公开的信息除外。
28.1	代理费用	(1) 收费对象：☐ 采购人 ☒ 中标人 (2) 收取方式：转账/电汇 (3) 收费标准：<u>代理服务费由中标人支付，含在投标人的投标报价中，不得单列。每包按国家计委关于印发《招标代理服务收费管理暂行办法》的通知（计价格[2002]1980号）规定收取，其中中标（成交）金额 100 万元（含）以上部分按标准的 70%收取，中标（成交）金额 35 万元（含）以上至 100 万元以下部分的货物、服务项目及中标（成交）金额 45 万元（含）以上至 100 万元以下部分的工程项目按标准的 80%收取，如出现首次招标发生流标、废标等异常终止情形的，则再次招标时按照标准的 100%收取；中标（成交）金额 35 万元以下的货物、服务项目及中标（成交）金额 45 万元以下的工程项目按 3500 元固定费用收费。</u> (4) 收取单位：鼎信数智技术集团股份有限公司 户名：鼎信数智技术集团股份有限公司

		开户银行：中国工商银行股份有限公司合肥包河支行 账号：1302010519200219520
31.3	质疑函递交方式、 接收部门、联系电话和通讯地址	提交方式：书面形式 接收部门：鼎信数智技术集团股份有限公司 联系电话：0551-65860136-8635、15656515096 电子邮箱：xzw@dxsz.cn 通讯地址：合肥市经济技术开发区翡翠路 188 号港澳广场 A 座 18 层 1801 室
32	其他内容	1、解释权： （1）构成本招标文件的各个组成文件应互为解释，互为说明； （2）同一组成文件中就同一事项的规定或约定不一致的，以编排顺序在后者为准； （3）如有不明确或不一致，构成合同文件组成内容的，以合同文件约定内容为准，且以专用合同条款约定的合同文件优先顺序解释； （4）除招标文件中有特别规定外，仅适用于招标投标阶段的规定，按招标公告、投标邀请、投标人须知、评标方法和标准、投标文件格式的先后顺序解释； （5）按本款前述规定仍不能形成结论的，由采购人负责解释。 2、“政采贷”融资指引：有融资需求的中标人在取得政府采购中标或成交通知书后，可访问安徽省政府采购网“政采贷”栏目，查看和联系第三方平台或者金融机构，商洽融资事项，确定融资意向。中标人签署政府采购中标（成交）合同后，登录“徽采云”金融服务模块，选择意向产品进行申请，并填写相关信息，“徽采云”金融服务模块将中标人融资申请信息推送第三方平台、意向金融机构。 3、电子保函指引：中标人可访问安徽省政府采购网“融资/保函”栏目，申请办理电子保函（包括：履约保函、

		预付款保函）。
--	--	---------

二、投标人须知正文

1. 采购人、采购代理机构及投标人

1.1 采购人：是指依法开展政府采购活动的国家机关、事业单位、团体组织。

1.2 采购代理机构：是指集中采购机构或从事采购代理业务的社会中介机构。

1.3 政府采购监督管理部门：各级人民政府指定的有关部门依法履行与政府采购活动有关的监督管理职责。

1.4 投标人：是指向采购人提供货物、工程或者服务的法人、其他组织或者自然人。分支机构不得参加政府采购活动，但银行、保险、石油石化、电力、电信等特殊行业除外。本项目的投标人须满足以下条件：

1.4.1 具备《中华人民共和国政府采购法》第二十二条关于供应商条件的规定，遵守本项目采购人本级和上级财政部门政府采购的有关规定。

1.4.2 以采购代理机构认可的方式获得了本项目的招标文件。

1.4.3 若采购需求中写明允许采购进口产品，投标人应保证所投产品可履行合法报通关手续进入中国关境内。

若采购需求中未写明允许采购进口产品，如投标人所投产品为进口产品，其投标将被认定为**投标无效**。

1.5 若招标公告中允许联合体投标，对联合体规定如下：

1.5.1 两个以上供应商可以组成一个投标联合体，以一个投标人的身份投标。联合体投标的，招标文件获取手续由联合体中任一成员单位办理均可。

1.5.2 联合体各方均应符合《中华人民共和国政府采购法》第二十二条规定的条件。

1.5.3 采购人根据采购项目对投标人的特殊要求，联合体中至少应当有一方符合相关规定。

1.5.4 联合体各方应签订联合协议，明确约定联合体各方承担的工作和相应的责任，并将联合协议作为投标文件的一部分提交。

1.5.5 大中型企业、其他自然人、法人或者非法人组织与小型、微型企业组成联合体共同参加投标，联合协议中应写明小型、微型企业的协议合同金额占到联合协议投标总金额的比例。

1.5.6 联合体中有同类资质的供应商按照联合体分工承担相同工作的，应当按照资质等级较低的供应商确定资质等级。

1.5.7 以联合体形式参加政府采购活动的，联合体各方不得再单独参加或者与其他供应商另外组成联合体参加本项目投标，否则相关投标将被认定为**投标无效**。

1.5.8 对联合体投标的其他资格要求见申请人的资格要求。

2. 资金落实情况

2.1 本项目的采购人已获得足以支付本次招标后所签订的合同项下的资金。

3. 投标费用

不论投标的结果如何，投标人应承担所有与准备和参加投标有关的费用。

4. 适用法律

本项目采购人、采购代理机构、投标人、评标委员会的相关行为均受《中华人民共和国政府采购法》、《中华人民共和国政府采购法实施条例》及本项目本级和上级财政部门、政府采购监督管理部门的政府采购有关规定的约束，其权利受到上述法律法规的保护。

5. 招标文件构成

5.1 招标文件包括下列内容：

第一章 投标邀请

第二章 投标人须知

第三章 采购需求

第四章 评标方法和标准

第五章 政府采购合同

第六章 投标文件格式

第七章 政府采购询问函和质疑函范本

5.2 现场考察（标前答疑会）及相关事项见投标人须知前附表。

5.3 原则上采购人、采购代理机构不要求投标人提供样品。仅凭书面方式不能准确描述采购需求，或者需要对样品进行主观判断以确认是否满足采购需求等特殊情况除外。

如需提供样品，对样品相关要求见采购需求，对样品的评审方法及评审标准见招标文件第四章。

5.4 投标人应认真阅读招标文件所有的事项、格式、条款和技术规范等。

6. 招标文件的澄清与修改

6.1 投标人如对招标文件内容有疑问，必须在投标人须知前附表规定的网上询问截止时间前以网上提问形式（电子交易系统）提交给采购代理机构。

6.2 采购人可主动地或在答复投标人提出的询问时对招标文件进行澄清与修改。采购代理机构将在安徽省政府采购网以发布更正公告的方式，澄清或修改招标文件，更正公告的内容作为招标文件的组成部分，对投标人起约束作用。投标人应主动上网查询。

采购代理机构不承担投标人未及时关注相关信息引发的相关责任。

6.3 任何人或任何组织向投标人提供的任何书面或口头资料，未经采购代理机构在网上发布或书面通知，均作无效处理，不得作为招标文件的组成部分。采购代理机构对投标人由此而做出的推论、理解和结论概不负责。

6.4 对于没有提出疑问又参与了本项目投标的投标人将被视为完全认同本招标文件（含更正公告的内容）。

7. 投标范围及投标文件中标准和计量单位的使用

7.1 项目有分包的，投标人可对招标文件其中某一个或几个分包进行投标，除非在投标人须知前附表中另有规定。

7.2 投标人应当对所投分包招标文件中“采购需求”所列的所有内容进行投标，如仅响应所投包别中的部分内容，其所投包别的投标将被认定为**投标无效**。

7.3 无论招标文件中是否要求，投标人所投货物及伴随的服务和工程均应符合国家强制性标准。

7.4 投标人与采购代理机构之间与投标有关的所有往来通知、函件和投标文件均用中文表述。投标人随投标文件提供的证明文件和资料可以为其它语言，但必须附中文译文。翻译的中文资料与外文资料出现差异时，以中文为准。

7.5 除招标文件中有特殊要求外，投标文件中所使用的计量单位，应采用中华人民共和国法定计量单位。

8. 投标文件构成

8.1 投标人应完整地按招标文件提供的投标文件格式及要求编写投标文件，具体内容详见本项目投标文件格式的相关内容。

8.2 投标人应提交招标文件要求的证明文件，证明其投标内容符合招标文件规定，该证明文件是投标文件的一部分。证明文件形式可以是文字资料、图纸和数据等。

8.3 为保证公平公正，除非另有规定或说明，投标人对同一项目投标时，不得同时提供备选投标方案。

9. 投标报价

9.1 投标人的报价应当包括满足本次招标全部采购需求。除招标文件另有规定外，所有投标均应以人民币报价。投标人的投标报价应遵守《中华人民共和国价格法》。

9.2 投标人报价超过招标文件规定的预算金额或者分项、分包最高限价，其投标将被认定为**投标无效**。

9.3 投标报价在合同履行过程中是固定不变的，不得以任何理由予以变更。任何包

含价格调整要求的投标，其投标将被认定为**投标无效**。

9.4 评标委员会认为投标人的报价明显低于其他通过符合性审查投标人的报价，有可能影响产品质量或者不能诚信履约的，应当要求其在合理的时间内提供书面说明，必要时提交相关证明材料；投标人不能证明其报价合理性的，其投标将被认定为**投标无效**。

9.5 采购人不接受具有附加条件的报价。

10. 投标保证金

10.1 本项目不收取投标保证金。

11. 投标有效期

11.1 投标有效期为从投标截止之日算起的日历天数，投标有效期详见**投标人须知前附表**。

11.2 在投标有效期内，投标人的投标保持有效，投标人不得要求撤销或修改其投标文件。投标有效期不满足要求的投标，其投标将被认定为**投标无效**。

11.3 因特殊原因，采购人或采购代理机构可在原投标有效期截止之前，要求投标人延长投标文件的有效期。接受该要求的投标人将不会被要求和允许修正其投标。投标人也可以拒绝延长投标有效期的要求，且不承担任何责任。上述要求和答复都应以书面形式提交。

12. 投标文件的递交、修改与撤回

12.1 投标人应当在招标公告规定的投标截止时间前，将加密的投标文件在电子交易系统上传。

12.2 投标人应当在投标截止时间前完成投标文件的传输递交（以接收到电子签收凭证为准），并可以补充、修改或者撤回投标文件。投标截止时间前未完成投标文件传输的，视为撤回投标文件。未按规定加密或投标截止时间后送达的投标文件，电子交易系统应当拒收。

13. 开标

13.1 开标时，各投标人应在**投标人须知前附表**规定的解密时间前对其投标文件进行解密。

13.2 开标时，采购代理机构将通过网上开标系统公布开标结果，公布内容包括投标人名称、投标价格及招标文件规定的内容。

13.3 采购人或采购代理机构将对开标过程进行记录，由参加开标的各投标人代表和相关工作人员签字确认，并存档备查。

投标人未派代表参加开标的，视同投标人认可开标结果。

13.4 投标人代表对开标过程和开标记录有疑义，以及认为采购人、采购代理机构相关工作人员有需要回避的情形的，应当场提出询问或者回避申请。

14. 资格审查及组建评标委员会

14.1 采购人或采购代理机构依据法律法规和招标文件中规定的内容，对投标人资格进行审查，未通过资格审查的投标人不进入评标。

14.2 采购人或采购代理机构将在投标截止时间后至评审结束前通过“信用中国”网站(www.creditchina.gov.cn)、中国政府采购网(www.ccgp.gov.cn)查询相关投标人信用记录，并对投标人信用记录进行甄别，对列入“信用中国”网站(www.creditchina.gov.cn)失信被执行人名单、重大税收违法案件当事人名单、中国政府采购网(www.ccgp.gov.cn)政府采购严重违法失信行为记录名单及其他不符合《中华人民共和国政府采购法》第二十二条规定条件的供应商，其投标将被认定为**投标无效**。

以联合体形式参加投标的，联合体成员存在以上不良信用记录的，联合体投标将被认定为**投标无效**。

以上信用查询记录，采购人或采购代理机构将下载查询结果页面后与其他采购文件一并保存。投标人不良信用记录以采购人或采购代理机构查询结果为准。在本招标文件规定的查询时间之外，网站信息发生的任何变更均不作为资格审查依据。投标人自行提供的与网站信息不一致的其他证明材料亦不作为资格审查依据。

14.3 按照《中华人民共和国政府采购法》、《中华人民共和国政府采购法实施条例》及本项目本级和上级财政部门、政府采购监督管理部门的有关规定依法组建的评标委员会，负责本项目评标工作。

15. 投标文件符合性审查与澄清

15.1 符合性审查是指依据招标文件的规定，从投标文件的有效性和完整性对招标文件的响应程度进行审查，以确定是否对招标文件的实质性要求做出响应。

15.2 如一个分包内只有一种产品，不同投标人所投产品为同一品牌的，按如下方式处理：

15.2.1 如本项目使用最低评标价法，提供相同品牌产品的不同投标人以其中通过资格审查、符合性审查且报价最低的参加评标；报价相同的，由采购人或者采购人委托评标委员会按照招标文件中评标方法和标准规定的方式确定一个参加评标的投标人；未规定的采取随机抽取方式确定，其他投标将被认定为**投标无效**。

15.2.2 如本项目使用综合评分法，提供相同品牌产品且通过资格审查、符合性审查的不同投标人，按一家投标人计算，评审后得分最高的同品牌投标人获得中标人推荐资

格；评审得分相同的，由采购人或者采购人委托评标委员会按照招标文件中评标方法和标准规定的方式确定一个投标人获得中标人推荐资格；未规定的采取随机抽取方式确定，其他同品牌投标人不作为中标候选人。

15.3 如一个分包内包含多种产品的，采购人或采购代理机构将在采购需求中载明核心产品，多家投标人提供的核心产品品牌相同的，按第 15.2 款规定处理。

15.4 投标文件的澄清

15.4.1 为有助于投标文件的审查、评价和比较，在评标期间，评标委员会将以书面方式（询标）要求投标人对其投标文件中含义不明确、对同类问题表述不一致或者有明显文字和计算错误的内容，以及评标委员会认为投标人的报价明显低于其他通过符合性审查投标人的报价，有可能影响履约的情况作必要的澄清、说明或补正。投标人的澄清、说明或补正应在评标委员会规定的时间内以书面方式进行，并不得超出投标文件范围或者改变投标文件的实质性内容。

如有询标，投标人授权代表（或法定代表人）可通过远程登录的方式接受网上询标，也可凭本人有效身份证明参加询标。因投标人授权代表联系不上、没有及时登录系统等情形而无法接受评标委员会询标的，投标人自行承担相关风险。

15.4.2 投标人的澄清、说明或补正将作为投标文件的一部分。

15.4.3 评标委员会对投标人提交的澄清、说明或补正有疑问的，可以要求投标人进一步澄清、说明或补正，直至满足评标委员会的要求。

15.5 投标文件报价出现前后不一致的，按照下列规定修正：

（1）投标文件中开标一览表内容与投标文件中相应内容不一致的，以开标一览表为准；

（2）大写金额和小写金额不一致的，以大写金额为准；

（3）单价金额小数点或者百分比有明显错位的，以开标一览表的总价为准，并修改单价；

（4）总价金额与按单价汇总金额不一致的，以单价金额计算结果为准。

同时出现两种以上不一致的，按照前款规定的顺序修正。修正后的报价按照第 15.4 条的规定经投标人确认后产生约束力，投标人不确认的，其投标将被认定为**投标无效**。

对不同文字文本投标文件的解释发生异议的，以中文文本为准。

16. 投标无效

16.1 根据本招标文件的规定，评标委员会要审查每份投标文件是否实质上响应了招标文件的要求。投标人不得通过修正或撤销不符合要求的偏离，从而使其投标成为实质

上响应的投标。

评标委员会决定投标的响应性只根据招标文件要求和投标文件内容。

无论何种原因，即使投标人投标时携带了证书材料的原件，但投标文件中未提供与之内容完全一致的扫描件的，评标委员会视同其未提供。

16.2 如发现下列情况之一的，其投标将被认定为**投标无效**：

- （1）投标文件未按照招标文件规定要求签署、盖章的；
- （2）不具备招标文件中规定的资格要求的；
- （3）报价超过招标文件中规定的预算金额或者最高限价的；
- （4）投标文件含有采购人不能接受的附加条件的；
- （5）法律、法规和招标文件规定的其他无效情形。

17. 比较与评价

17.1 经符合性审查合格的投标文件，评标委员会将根据招标文件确定的评标方法和标准，对其投标文件作进一步的比较与评价。

17.2 评标严格按照招标文件的要求和条件进行。根据实际情况，在**投标人须知前附表**中规定采用下列一种评标方法，详细评标方法和标准见招标文件第四章：

（1）最低评标价法，是指投标文件满足招标文件全部实质性要求，且投标报价最低的投标人为中标候选人的评标方法。

（2）综合评分法，是指投标文件满足招标文件全部实质性要求，且按照评审因素的量化指标评审得分最高的投标人为中标候选人的评标方法。

17.3 根据《政府采购促进中小企业发展管理办法》（财库〔2020〕46号）、《三部门联合发布关于促进残疾人就业政府采购政策的通知》（财库〔2017〕141号）和《财政部司法部关于政府采购支持监狱企业发展有关问题的通知》（财库〔2014〕68号）的规定，对满足价格扣除条件且在投标文件中提交了《中小企业声明函》、《残疾人福利性单位声明函》或省级以上监狱管理局、戒毒管理局（含新疆生产建设兵团）出具的属于监狱企业的证明文件的投标人，其投标报价按照**投标人须知前附表**中规定的标准扣除后的价格参与评审。对于同时属于小微企业、监狱企业或残疾人福利性单位的，不重复进行投标报价扣除。

接受大中型企业与小微企业组成联合体或者允许大中型企业向一家或者多家小微企业分包的，对于联合协议或者分包意向协议约定小微企业的合同份额占到合同总金额30%以上的，可给予联合体或者大中型企业的投标报价按照**投标人须知前附表**中规定的标准扣除后的价格参与评审。组成联合体或者接受分包的小微企业与联合体内其他企业、

分包企业之间存在直接控股、管理关系的，不享受价格扣除优惠政策。

以联合体形式参加政府采购活动，联合体各方均为中小企业的，联合体视同中小企业。其中，联合体各方均为小微企业的，联合体视同小微企业。

18. 废标、重新招标与变更采购方式

18.1 出现下列情形之一，将导致项目废标：

（1）符合专业条件的供应商或者对招标文件做实质性响应的供应商不足规定数量的；

（2）出现影响采购公正的违法、违规行为的；

（3）投标人的报价均超过了采购预算，采购人不能支付的；

（4）因重大变故，采购任务取消的。

18.2 公开招标数额标准以上的采购项目，投标截止后投标人不足 3 家或者通过资格审查或符合性审查的投标人不足 3 家的，除采购任务取消情形外，按照以下方式处理：

（1）招标文件存在不合理条款或者招标程序不符合规定的，采购人、采购代理机构改正后依法重新招标；

（2）招标文件没有不合理条款、招标程序符合规定，需要采用其他采购方式采购的，采购人应当依法报政府采购监督管理部门批准。

19. 保密要求

19.1 评标将在严格保密的情况下进行。

19.2 有关人员应当遵守评标工作纪律，不得泄露评标文件、评标情况和评标中获悉的国家秘密、商业秘密。

20. 中标候选人的确定原则及标准

20.1 评标委员会依据本项目招标文件所约定的评标方法，对实质上响应招标文件的投标人按下列方法进行排序，确定中标候选人：

（1）采用最低评标价法的，除了算术修正和落实政府采购政策需进行的价格扣除外，不对投标人的投标价格进行任何调整。评标结果按修正和扣除后的投标报价由低到高顺序排列。修正和扣除后的投标报价出现两家或两家以上相同者，则所投产品为节能产品、环境标志产品、不发达地区或少数民族地区产品者优先；若报价相同且所投产品同为节能产品、环境标志产品、不发达地区或少数民族地区产品的，则采取评标委员会随机抽取的方式确定中标候选顺序。

（2）采用综合评分法的，评标结果按评审后得分由高到低顺序排列。得分相同的，按投标报价由低到高顺序排列。得分与投标报价均相同的，则所投产品为节能产品、环

境标志产品、不发达地区或少数民族地区产品者优先；若得分与投标报价均相同且所投产品同为节能产品、环境标志产品、不发达地区或少数民族地区产品的，则采取评标委员会随机抽取的方式确定中标候选人顺序。

21. 确定中标候选人和中标人

21.1 评标委员会将根据评标标准,按投标人须知前附表中规定数量推荐中标候选人。

21.2 按投标人须知前附表中规定，由评标委员会或采购人确定中标人。

21.3 因重大变故采购任务取消时，采购人有权拒绝任何投标人中标，且对受影响的投标人不承担任何责任。

22. 编写评标报告

评标报告是根据全体评标委员会成员签字的原始评标记录和评标结果编写的报告，评标报告由评标委员会全体成员签字。对评标结论持有异议的评标委员会成员可以书面方式阐述其不同意见和理由。评标委员会成员拒绝在评标报告上签字且不陈述其不同意见和理由的，视为同意评标结论。

23. 中标结果公告

23.1 除投标人须知前附表规定由评标委员会直接确定中标人外，在评标结束后 2 个工作日内，采购代理机构将评标报告送采购人。采购人应当自收到评标报告之日起 5 个工作日内，在评标报告确定的中标候选人名单中按顺序确定中标人。中标候选人并列的，由采购人或者采购人委托评标委员会按照招标文件规定的方式确定中标人；招标文件未规定的，采取随机抽取的方式确定。

23.2 自中标人确定之日起 2 个工作日内，采购代理机构将在安徽省政府采购网（www.ccgp-anhui.gov.cn）上发布中标结果公告。

23.3 中标结果公告内容应当包括采购人及其委托的采购代理机构的名称、地址、联系方式，项目名称和项目编号，中标人名称、地址和中标金额，主要中标标的的名称、规格型号、数量、单价、服务要求，中标公告期限、评审专家名单以及投标人须知前附表中约定进行公告的内容。中标公告期限为 1 个工作日。

24. 中标通知书

24.1 采购代理机构发布中标结果公告的同时以投标人须知前附表规定的形式向中标人发出中标通知书。

24.2 中标通知书对采购人和中标人具有同等法律效力。中标通知书发出以后，采购人改变中标结果或者中标人放弃中标，应当承担相应的法律责任。

24.3 中标通知书是合同的组成部分。

25. 告知中标结果

25.1 在公告中标结果的同时，采购代理机构同时以投标人须知前附表规定的形式告知未通过资格审查的投标人未通过的原因；采用综合评分法评审的，还将告知未中标人本人的评审得分和排序。

26. 履约保证金

26.1 中标人应按照投标人须知前附表规定缴纳履约保证金。

26.2 如果中标人没有按照上述履约保证金的规定执行，将视为放弃中标资格。在此情况下，采购人可确定下一中标候选人为中标人，也可以重新开展采购活动。

27. 签订合同

27.1 采购人与中标人应当按照投标人须知前附表规定的时间内完成政府采购合同签订及合同公告。

27.2 招标文件、中标人的投标文件及其澄清文件等，均为签订合同的依据。

27.3 中标人拒绝与采购人签订合同的，采购人可以按照评审报告推荐的中标候选人名单排序，确定下一中标候选人为中标人，也可以重新开展政府采购活动。

27.4 依据《政府采购促进中小企业发展管理办法》（财库〔2020〕46号）规定享受扶持政策获得政府采购合同的，小微企业不得将合同分包给大中型企业，中型企业不得将合同分包给大型企业。

28. 代理费用

28.1 本项目代理费用的收取按投标人须知前附表的规定执行。

29. 廉洁自律规定

29.1 采购代理机构工作人员不得以不正当手段获取政府采购代理业务，不得与采购人、供应商恶意串通。

29.2 采购代理机构工作人员不得接受采购人或者供应商组织的宴请、旅游、娱乐，不得收受礼品、现金、有价证券等，不得向采购人或者供应商报销应当由个人承担的费用。

30. 人员回避

投标人认为采购人员及其相关人员有法律法规所列与其他供应商有利害关系的，可以向采购人或采购代理机构书面提出回避申请，并说明理由。

31. 质疑的提出与接收

31.1 投标人认为招标文件、招标过程和中标结果使自己的权益受到损害的，可以在知道或者应知其权益受到损害之日起七个工作日内，以书面形式向采购人或其委托的采

购代理机构提出质疑。

31.2 质疑供应商应按照财政部制定的《政府采购供应商质疑函范本》格式（详见招标文件）和《政府采购质疑和投诉办法》的要求，在法定质疑期内以书面形式提出质疑，超出法定质疑期提交的质疑将被拒绝。针对同一采购程序环节的质疑应一次性提出。

31.3 采购代理机构质疑函接收部门、联系电话和通讯地址，见投标人须知前附表。

注：上述条款中所要求的书面形式包含通过电子交易系统递交方式。

32. 需要补充的其他内容

需要补充的其他内容，见投标人须知前附表。

第三章 采购需求

前注：

1. 根据《政府采购进口产品管理办法》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。

2. 政府采购政策（包括但不限于下列具体政策要求）：

（1）如属于《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产品认证证书。

（2）如涉及商品包装和快递包装，投标人应当执行《关于印发〈商品包装政府采购需求标准（试行）〉、〈快递包装政府采购需求标准（试行）〉的通知》（财办库〔2020〕123号）、《安徽省财政厅关于贯彻落实政府绿色采购有关政策的通知》（皖财购〔2023〕853号）的要求，提供符合需求标准的绿色包装、绿色运输，同时，采购人将对包装材料和运输环节作为履约验收条款进行验收。

一、采购需求前附表（采购需求前附表中规定的内容不允许负偏离）

序号	条款名称	内容、说明与要求
1	付款方式	合同签订生效并具备实施条件后采购人根据项目实际情况于 5 个工作日内支付合同价款的 70%作为预付款（中标人须提交银行、保险公司、担保公司等金融机构出具的预付款保函或其他担保措施，以上各类机构出具的以担保函、保证保险承担责任的方式均须满足无条件见索即付条件），验收合格后支付剩余合同价款。（采购人若须提供发票，必须开具增值税专用发票，除法律法规约定情形外）
2	供货及安装地点	安徽理工大学或采购人指定地点。
3	供货及安装期限	合同签订后 30 日内。供应商应完成全部货物的供货、安装、调试和培训工作，采购需求另有规定的，以采购需求为准。
4	免费质保期	本项目免费质量保证期为验收合格之日起，不低于 2 年。若投标人所投产品质保承诺超过 2 年，质保期按投标人所投产品质保承诺时间计算，货物需求表另有规定的，以货物需求表为准。
5	所属行业	工业

二、项目概况

本项目主要为安徽理工大学 2025 年教学仪器设备购置项目（六），采购内容主要为满足学校公共基础课程和专业课程实验教学需要，拟购置一批教学实验仪器设备。设备包括电力电子新能源综合实验平台、永磁同步发电机型风电逆变器、微网逆变器、电力调节系统、三相光伏逆变器、电力电子开发模块、快速原型控制器、工频无局放变压器子系统、冲击电压发生器子系统、移动高频信号采集与分析系统、多机电力系统监控实验平台、现代电机系统教学实验装置、电力系统继电保护综合试验台等。要求货物质量符合行业标准。

三、货物需求

（一）货物指标重要性表述

标识重要性	标识符号	代表意思
重要指标项	★	作为评分项，详见“第四章评标方法和标准”中评分细则。

一般技术指标 (无标识项)	无	无标识项为基础指标项，全部满足得 8 分，有 1 条未响应（或负偏离）的得 6 分，有 2 条未响应（或负偏离）的得 4 分，有 3 条未响应（或负偏离）的得 2 分，超过 3 条未响应（或负偏离）的不得分。 注：以投标响应表及采购需求中要求提供的证明材料作为评审依据。
注：针对表中标注★的指标项须按下列要求在投标文件中提供证明材料予以佐证。 1.采购需求中明确要求提供相关材料的按采购需求要求提供对应证明材料； 2.采购需求中未明确要求提供证明料的，投标人须自行提供证明材料，包括产品彩页（产品功能截图）、厂家（制造商）官网截图、第三方机构出具的带有 CMA 标识的检测报告，提供其中之一即可。未按以上要求提供证明材料的视为负偏离或未响应（为便于评审，建议投标人对证明材料中的关键参数进行标注）。中标后采购人有权针对上述材料真实性进行核实，若发现与投标文件响应内容不一致的，将上报财政主管部门，由此产生的一切后果，由投标人自行承担。		

（二）货物需求清单

序号	仪器设备名称	主要技术参数	单位	数量	是否允许进口
一、电力电子新能源实训系统（编号 1-8）					
1	电力电子新能源综合实验平台	一、技术要求 系统要求 25U 机架式结构，要求系统不得超过 L*W 0.60M*0.70M。需备配有实验指导书，提供新能源光伏实验模组、单相逆变器开发模组、降压式 DC-DC 转换器、三相逆变器开发模组、电机控制模组等项目开源的电路图、原理图及仿真设计源代码；提供可自动生成源代码的数字控制学习平台来完成电力转换器的设计。投标文件中须提供产品彩页或照片验证。 二、主要参数 系统支持单相逆变器模组、降压式转换器模组、三相逆变器模组、电机控制模组、PWM 发波模组、三相逆变控制模组、PWM 驱动模组、DC/DC 模组、单相 DC/AC 模组、三相 DC/AC 模组、隔离型半桥整流模组、数字控制模组、正桥主电路模组、数控触发模组、信号隔离与控制模组、单向光伏逆变器模组、永磁同步发电机型风电逆变器模组、微网逆变器模组、电力调节系统模组、三相光伏逆变器模组、功率检定模块、光伏模拟器、电网模拟器、工作站、交流负载、上位机数字控制平台及监控软件等组成。 1、光伏模拟器：电压：160V，电流：7.2A；编程精度：电压：0.1%+10mV，电流：0.1%+40mA；编程分辨率（PC 远程控制模式）：电压：2mV，电流：3mA；	台	3	否

	多量程操作，定功率输出；前面板显示精度（4 位）：电压：0.1% ± 20mV；C.V/C.C 优先，电源输出打开瞬间优先运行在 C.C 模式；内置分压电阻；具有电压输出延时时间；须至少配备接口：LAN、USB、模拟控制接口；USB Host 接口方便存储数据和测试脚本编程，USB device 接口与 PC 机相连，可以远程控制或记录电源的 I&V 输出记录；高效率和高功率密度；负载瞬间恢复时间：不高于 1ms。须具光伏阵列模拟功能。 2、电网模拟器：输入电压：交流 230 V ± 10%，50/60 Hz；额定功率：单相两线式 600VA；单相三线式 400VA；三相四线式 600VA；输出电压：0.00 ~ 60.00 Vrms；输出频率：45Hz~1KHz；最大电流：单相两线式 12.0 Arms（48Apeak）；单相三线式 8 Arms（32Apeak）；三相四线式每相 4 Arms（16Apeak）；电压测量精度：±（0.5% 读数 + 2 字）；电流测量精度：±（0.5% 读数 + 5 字）；功率测量精度：±（0.6% 读数 + 5 字）；功率因数测量精度：±（2% 读数 + 2 字）；具备 OCP, OPP, OHP 保护与报警；投标文件中须提供以上功能截图不少于 5 张验证。 3、可编程直流电子负载：操作电压（DC）：1V~150V；最大电流：60A；至少 7 种操作模式可调节：CC, CV, CR, CP, CC+CV, CR+CV, CP+CV；至少 3 种动作方式，可模拟各种负载模式：静态功能，动态功能，序列功能；高速可调斜率（最大不低于 60A/uS）；高效负载模拟：序列功能（包含快速序列和正常序列）；编程功能（Go/NoGo 测试）；须提供触发信号输出，须提供电流监控输出信号；须具有动态（开关）功能：0.0166Hz-20kHz；软启动功能、短路功能、计时功能、定时功能：1s-999h 59min 59s, 关闭；外部通道控制/模拟控制功能、OPP/OCP/OVP/UVF 设置可调；≥3.5" TFT LCD 显示； 4、工作站：内置双通道电源输出，电压不低于 5V，0.1V 连续调节，输出电流不低于 1A；纹波不小于 50mVrms. 数据记录器功能，至少可连续记录 96 小时波形图像或数据，四个隔离通道；通过模拟通道可进行串行总线的触发、解码功能，支持 I2C、SPI 和 UART/CAN/LIN。等性能双通道任意波，频率不低于 25MHz，采样率不低于 200MSa/s，垂直分辨率不低于 16 位。不低于 4000 位独立数字显示，可以独立直接测试交流电压，交流电流，直流电压，直流电流，电阻，二极管，温度等参数。至少 16 通道数字逻辑分析功能，每通道采样率不低于 1GSa/s，带宽不低于 200MHz；记录长度每通道不低于 8M，总存储不低于 2G；输入电压不低于±40V，最小驱动电压不低于±250mV，垂直分辨率不低于 1bit；具有 Edge, Pattern, Pulse Width, Serial bus（I2C, SPI, UART, CAN, LIN）, Parallel Bus 多种触发类型。投标文件中须提供以上功能截图不少于 5 张验证。 5、交流负载：具有单相及三相接口，单相两线式 150W；三相四线式			
--	---	--	--	--

	300W；交流负载输入电压：0 ~ 50Vrms。数据观测控制系统：含系统设计仿真软件，可打开提供的多种单相、三相电力电子系统等项目的电路原理仿真设计图，可提供数字控制的学习平台来完成电力转换器的设计；完成电路的模拟设计与数字转换，可自动生成 C 代码，支持快速完成数字电路的转换；可在线监控 DSP 模块内的波形参数等。 6、升压式转换器：输入电压：40-60V，最大输入电流：5A；输出电压：90-110V，最大输出电流：2A；最大输出功率：180W；三相逆变器：三相逆变器：输入电压：90-110V；最大输入电流：不低于 2A；输出电压：三相 50V；最大输出电流不低于 1.8A；最大输出功率：不低于 150W；DSP 控制模块：须具备隔离的 RS-232 通讯接口，可在实验过程中将模块内部信号传回观测。辅助电源模块：输入电压范围 100~250Vac，须支持提供+15V，-15V，12V，5V 等多组隔离电源输出，电压电流隔离采样模块：测试带宽：0-6KHz；电压衰减倍数：*10、*100；精度：不低于 2.5%；电压输入范围：≤59VP-P（*10 档）；≤590VP-P（*100 档）；输入阻抗：>40kΩ；电压模块，总输出最高不低于 23W，须具备米勒效应的保护电路以避免误动作。隔离保护烧录装置。 7、电力电子软件 7.1 软件须包含常用的机电模型、机械负载模型、以及控制模块(至少包括最大扭矩-电流控制以及弱磁控制模块)，能够进行电机控制回路稳定性分析； 7.2 能够快速实现微控制器/DSP 数字控制器验证，支持将 S 域控制器转换为 Z 域的数字控制器，可以快速的设计各种功率转化器的控制器； 7.3 软件具备简单易用的器件数据库编辑器，能够根据制造商器件手册快速计算器件功率损耗； 7.4 软件具备锂电池模型、MPPT 模型、风力涡轮机模型、带温度和光电效应的太阳能模型以及完备的风电系统仿真示例； 7.5 软件支持与 Matlab/Simulink 进行协同仿真； 7.6 支持 HEV 动力系统的多种工作模式及工作模式组合，包括充电模式，电池驱动模式，发动机和电机驱动模式，发动机驱动及充电模式，全动力模式，制动能源回收模式等； 7.7 支持从控制原理框图一键式生成产品级 C 代码，直接运行在 F2833x、F2803x、F2806x、F2802x、F28004 的 DSP 处理器上； 7.8 须提供 DSP 示波器功能，允许实时显示 DSP 波形和更改参数； 7.9 软件须能够进行系统级仿真、算法仿真，同时具备通过模块扩展支持 SPICE 电路仿真的能力，能够接受来自其他软件的标准 SPICE 网络列表并进行仿真求解；			
--	--	--	--	--

		7.10 软件须支持 SiC 和 GaN 设备； 7.11 须支持 TI 的 InstaSPIN 电机控制算法； 7.11.1 支持实现与 ModelSim 协同仿真，支持 Verilog/VHDL 代码； 7.11.2 支持实现与有限元分析软件 JMAG 协同仿真； 7.11.3 支持实现在 TI DSP 硬件上运行代码的处理器在环仿真； 7.11.4 提供电机控制系统设计套件，支持面向 PMSM 和感应电机驱动系统的内部电流环、外部速度环的自动控制器设计。			
2	永磁同步发电机型风电逆变器	1、性能指标 永磁同步电机逆变器：DC Input: 130~150V 2.6A; AC output: 45~65V 3A 不低于 300W 尺寸：(L×W×H)≤(310*410*110mm) 永磁同步发电机变换器+并网逆变器：AC Input: 45~65V 0~3A; DC Input: 90~110V 0~3A 不低于 270W; AC output: 50V 0~2.9A 不低于 250W 尺寸：(L×W×H)≤(310*270*110mm) 2、电机规格 3 PhaseAC, 0.4kW; 3、支持实验 (1) 三相逆变器实验 提供三相 SPWM 及 SVPWM 的原理，提供电压及电流的测量方法，提供 DSP IC 脚位、PWM 及 A/D 硬件设置，支持利用 RS-232 进行 DSP 内部信号的控制与测量。 (2) 三相并网逆变器实验 提供三相并网逆变器基本原理及结构，提供三相并网逆变器的锁相回路设计方法，并学习电压回路及电流回路控制器设计，支持网逆变器进行规划后透过 SimCoder 进行程序撰写。 (3) PMSM（永磁同步电动机）转速与转矩控制实验 永磁同步电动机工作原理、编码器及转速计算方法、向量控制原理、电流及转速控制器设计，并学习建立仿真电路并针对 DSP 数字控制电路规划，支持 SimCoder 进行程序撰写。 (4) PMSG（永磁同步电动机）转速控制实验 永磁同步发电机工作原理、向量控制原理、电流及转速控制器设计，支持建立仿真电路并支持 DSP 数字控制电路规划，支持 SimCoder 进行程序撰写。 (5) 风力机仿真系统（emulator） 风力机工作原理及建立风力机模型，马达仿真风力机的工作原理并建	台	3	否

		立风力机仿真系统的仿真电路及进行仿真，以 DSP 数字控制电路规划风力机仿真系统。 （6）最佳风能捕获实验 风机在不同风速下有不同的功率曲线，为充分利用风能必须随风速改变工作点（即调整转速）使操作点一直保持在曲线的最高点，称为最大功率点追踪（MPPT），本实验将依据风机特性找到 MPP 曲线，再根据 MPP 曲线设计 MPPT 控制器，提供 DSP 数字控制电路实现。 （7）PMSG 风力发电系统实验 整合 MPPT 发电机驱动器、并网逆变器与风力机仿真器等系统，建立整合系统的仿真电路及进行全系统仿真验证。 （8）PMSG 低电压穿越实验 提供电网对风力发电机的频率运行要求与无功要求，提供风力发电机对电网电压的适应性要求，提供 PMSG 风力发电机的低压穿越（low voltage ride through, LVRT）方法，并建立 LVRT 的 DSP 数字控制程序规划并实验验证 LVRT 功能。			
3	微网逆变器	微网逆变器模块须由两台三相全桥逆变器（Three Phase Inverter）组成，其为全数字控制系统，旨在提供电力转换器采用数字控制的学习平台，除以模拟方式学习电力转换器的原理、分析及设计外，亦可将控制电路转换为数字控制程式，并可实际将以 DSP 取代电路再作一次模拟，最后并可透过模拟验证过的控制程式烧录于 DSP 中，再透过 DSP 进行控制及通讯，以验证所设计电路及控制器的正确性。 1. 性能指标 三相逆变器一主：DC Input：90~110V 1.5A；AC output：50V 0~1.25A 不低于 125W； 三相逆变器一从：DC Input：90~110V 1.5A ；AC output：50V 0~1.45A 不低于 125W； 2. 尺寸 $(L \times W \times H) \leq (310 \times 410 \times 110 \text{mm})$。 3. 实验支持 （1）三相 SPWM，SVPWM 及逆变器电路 提供三相 SPWM 及 SVPWM 的原理，通过模块了解电压及电流测量方法，学习 TI F28335 DSP IC 脚位、PWM 及 A/D 硬件的设定，利用 RS-232 进行 DSP 内部信号的控制与测量。 （2）三相双死循环电压控制孤岛运行逆变器 提供三相逆变器建模方法，并学习电压回路及电流回路控制器的设计，针对硬件进行规划后通过 SimCoder 进行程序撰写。	台	3	否

		(3) 三相并网逆变器 三相市电并联逆变器基本原理及结构，锁相回路设计方法，电压回路及电流回路控制器设计，实现市电并联逆变器进行规划后透过 SimCoder 进行程序撰写。 (4) 三相并网逆变器 PQ 控制 恒功率 (PQ) 控制的实质是将有效功率和无效功率解耦后分别进行控制，支持 PQ 控制进行规划后透过 SimCoder 进行程序撰写。 (5) 三相孤岛运行逆变器 P-ω 及 Q-V 下垂控制法 学习 P-ω 及 Q-V 下垂控制法，支持通过程序撰写来实现。 (6) 多组逆变器孤岛运行的并联控制（虚拟阻抗下垂法） 了解三相逆变器的并联控制方法，并将二组逆变器进行并联控制，利用 PEK-530 进行规划后透过 SimCoder 进行程序撰写，支持微电网逆变器的双模式控制与无缝切换，提供虚拟同步发电机。			
4	电力调节系统	1. 性能指标 双向直流—直流转换器：DC Input：50~80V 6A；DC output：90~110V，3A，不低于 270W 三相逆变器：DC Input：90~110V 3A；AC output：50V 0~2.9A 不低于 250W 2. 尺寸 $(L \times W \times H) \leq (310 \times 310 \times 110 \text{mm})$ 3. 实验支持 (1) 交错式降压式转换器 主要认识交错式降压转换器电路，学习电压及电流双回路控制法，透过 PEK-540 模块了解 DSP 数字控制电路规划及学习数字控制程序化方法，同时学习并熟悉实验设备及软件操作。 (2) 交错式升压式转换器 主要认识交错式升压转换器电路，学习电压及电流双回路控制法，支持 DSP 数字控制电路规划及学习数字控制程序化方法。 (3) 双向直流至直流转换器 主要认识双向直流至直流转换器电路，学习其控制法，支持 DSP 数字控制电路规划及学习数字控制程序化方法。 (4) 三相四线式独立型逆变器 前级升降式转换器搭配三相逆变器整合形成的三相四线升压式独立型逆变器，学习逆变器的控制。 (5) 三相四线式并网型光伏逆变器 PV 模块特性及各式 MPPT 方法，藉由 SimCoder 学习扰动观察法的	台	3	否

		程序撰写，通过升压式转换器来实现 MPPT，同时整合后级三相并网逆变器来完成三相光伏并网逆变器的实验。 （6）三相蓄电池储能系统 通过三相四线蓄电池储能系统的原理及结构，并将双向直流转换器与三相逆变器结合，进行规划后进行程序撰写。 （7）三相混合型（PV+Battery）微电网系统 以光伏发电系统再整合电池储能系统结合型成的混合型微电网系统，支持进行程序撰写。			
5	三 相 光 伏 逆 变 器	三相光伏逆变器模块前级须为升压式转换器(Boost Converter)架构，后级须为三相三线全桥逆变器(Three Phase Three Wire Inverter)架构，其为全数字控制系统，支持模拟方式学习的原电力转换器理、分析及设计外，支持将控制电路转换为数字控制程式，并可以 DSP 电路作模拟，支持将模拟验证过成功的程序烧录于 DSP 芯片中，支持 DSP 进行控制及通讯，以验证所设计电路及控制器的正确性。 1. 性能指标 升压式转换器：DC Input：60~80V 5A；DC output：90~110V 3A 不低于 270W 三相逆变器：DC Input：90~110V 3A ； AC output：50V 2.9A 不低于 250W 2. 尺寸 $(L \times W \times H) \leq (310 \times 265 \times 110 \text{mm})$ 3. 实验支持 （1）三相 SVPWM 逆变器 可通过本实验主要认识三相逆变器主电路，学习三相 SPWM、SVPWM 及三相轴转换，了解 DSP 数字控制电路规划及学习数字控制程序化方法，同时学习并熟悉实验设备及软件操作。包括 a. 不同负载时输出电压变动情形 b. 开回路下 Duty 调整与观测。 （2）三相双闭环电压控制逆变器 可通过本实验主要学习三相逆变器的建模，并学习电压回路及电流回路控制器的设计，针对硬件进行规划后透过 SimCoder 建行程序撰写。包括 a. 不同负载下，观测输出电压变动情形 b. 不平衡载下，观测输出电压变动情形。 （3）三相并网逆变器 通过本实验了解三相并网逆变器基本原理及结构，同时学习三相并网逆变器的锁相回路设计方法，并学习电压回路及电流回路控制器设计，针对并网逆变器进行规划后透过 SimCoder 进行程序撰写。包括 a. 熟悉三相	台	3	否

		并网逆变器的并网操作 b. 并网建立后, 藉由改变负载来观测系统功率变化。 (4) 光伏阵列最大功率点跟踪控制 通过本实验了解 PV 模块特性及各式 MPPT 方法, 学习扰动观察法的 SimCoder 程序撰写, 并通过升压式转换器来确认实验结果。包括 a. 利用 SAS 软件控制 PSW 以仿真光伏模块行为 b. 利用扰动观察法完成最大功率点跟踪。 (5) 三相逆变器的孤岛保护 通过本实验了解孤岛保护的目及孤岛测试验证的方法, 并针对硬件进行规划后透过 SimCoder 进行程序撰写。包括 a. 建立并网系统在电网移除后的孤岛现象 b. 利用 AFD 方法, 使逆变器能在孤岛状态下跳脱。 (6) 双级式光伏并网逆变器系统控制 通过本实验了解三相光伏并网逆变器的原理及结构, 并将升压式转换器与三相逆变器结合形成三相光伏并网逆变器的实验, 进行规划后透过 SimCoder 进行程序撰写, 学习两级 PV Inverter 全系统工作。			
6	电力电子开发模块	一、PWM 发波模组 1. 性能指标: DC Input: 18~30V 0.5A; Signal Output: 0~5V; DC/DC 的 PWM 1 路控制信号; DC/AC 的 PWM 4 路控制信号; 2. 尺寸: $(L \times W \times H) \leq (175 \times 125 \times 75 \text{mm})$。 二、三相 SPWM 发波模组 1. 性能指标: DC Input: 18~30V 0.5A; Signal Output: 0~5V; 三相 DC/AC 的 PWM 6 路控制信号; 2. 尺寸: $(L \times W \times H) \leq (175 \times 125 \times 75 \text{mm})$。 三、PWM 驱动模组 1. 性能指标: DC Input: 18~30V 0.5A; Signal Input: 0~5V; DC/DC 的 PWM 1 路控制信号; 单相 DC/AC 的 PWM 4 路控制信号; 三相 DC/AC 的 PWM 6 路控制信号; Signal Output: 0~15V; DC/DC 的 PWM 1 路功率管驱动信号; 单相 DC/AC 的 PWM 4 路功率管驱动信号; 三相 DC/AC 的 PWM 6 路功率管驱动信号; 2. 尺寸: $(L \times W \times H) \leq (175 \times 125 \times 75 \text{mm})$。 四、DC/DC 功率模组 1. 性能指标: DC Input: 18~30V 3A; Signal Input: 0~15V; DC/DC 的 PWM 1 路功率管驱动信号; DC Output: $V_{out}(\text{Buck})$ 0~16.8V ; $V_{out}(\text{Boost})$ 0~80V; $V_{out}(\text{Cuk})$ 0~56V; I_{out} 0~0.5A; 2. 尺寸: $(L \times W \times H) \leq (175 \times 125 \times 75 \text{mm})$。 五、单相 DC/AC 功率模组	套	3	否

	1. 性能指标：DC Input：18~30V 3A；Signal Input：0~15V；单相 DC/AC 的 PWM 4 路功率管驱动信号；AC Output：15V 35~70Hz；Wave form 1. Sine；2. Square； 2. 尺寸：(L×W×H)≤(175*125*75mm)。 六、三相 DC/AC 功率模组 1. 性能指标：DC Input：18~30V 3A；Signal Input：0~15V；三相 DC/AC 的 PWM 6 路功率管驱动信号；AC Output：12V 50Hz； 2. 尺寸：(L×W×H)≤(175*125*75mm)。 七、隔离半桥功率模组 1. 性能指标：DC Input：18~30V 2A；DC Output：48V 0.5A； 2. 尺寸：(L×W×H)≤(175*125*75mm)。 八、数字控制讯号模组 1. 性能指标：DC Input：18~30V 0.5A；Signal Input/Output：隔离半桥整流控制和采样信号；三相 DC/AC 控制信号； 2. 尺寸：(L×W×H)≤(175*125*75mm)。 九、晶闸管功率模组 1. 性能指标：DC Input：0~60V 2.5A；Signal Input：单相 AC/AC 的晶闸管（VT1、VT4）2 路触发脉冲信号（15V）；三相 AC/DC 的晶闸管（VT1~VT6）6 路触发脉冲信号（15V）；AC Output：0~60V 50Hz；DC Output：0~141V 50~300Hz； 2. 尺寸：(L×W×H)≤(175*125*75mm)。 十、数字控制触发模组 1. 性能指标：：AC Input：0~60V 2.5A；DC Input：9~36V 0~1.333A；Signal Output：单相 AC/AC、三相 AC/DC 的电源同步信号（5V）；单相 AC/AC 的晶闸管（VT1、VT4）2 路触发脉冲信号（5V）；单相 AC/AC 的晶闸管（VT1、VT4）2 路触发脉冲信号（15V）；三相 AC/DC 的晶闸管（VT1~VT6）6 路触发脉冲信号（5V）； 2. 尺寸：(L×W×H)≤(245*175*75mm)。 十一、信号隔离与测量模组 1. 性能指标：DC Input：22.8~25.2V 0.4A；Signal Input：单相 AC/AC、三相 AC/DC 的电源同步信号（5V）；单相 AC/AC 的晶闸管（VT1、VT4）2 路触发脉冲信号（5V）；三相 AC/DC 的晶闸管（VT1~VT6）6 路触发脉冲信号（5V）；Signal Output：单相 AC/AC、三相 AC/DC 的电源同步信号（5V）；单相 AC/AC 的晶闸管（VT1、VT4）2 路触发脉冲信号（5V）；三相 AC/DC 的晶闸管（VT1~VT6）6 路触发脉冲信号（5V）；单相 AC/AC、三相 AC/DC 的晶闸管相控给定信号（0~5V）；DC Output：0~141V 50~300Hz；			
--	--	--	--	--

		2. 尺寸：(L×W×H) ≤ (175*125*75mm)。			
7	虚 拟 仿 真 模 块	提供电力电子系统设计的仿真平台，须具有仿真高速、波形解析等功能，为电力电子电路的解析、控制系统设计、电机驱动等有效提供强有力的仿真环境。提供电力电子模组虚拟仿真实验环境，包括六种仿真模块：三相逆变桥模块、三相逆变控制模块、PWM 发波模块、PWM 驱动模块、DC/DC 模块、单相 DC/AC 模块。 可完成 DC/DC 实验、H 桥逆变实验、三相逆变实验等虚拟仿真实验。 1. 平台架构 平台采用 B/S 结构，服务器端负责处理仿真模型、数据存储和用户管理等功能，而客户端则通过网页浏览器访问服务器，进行仿真实验和数据分析。 2. 仿真模块 1) 平台包含六种仿真模块，涵盖了电力电子系统中的常见电路拓扑和控制策略，具体如下： 2) 三相逆变桥模块：模拟三相逆变桥的运行过程，可设置不同的控制参数，观察输出电压和电流波形； 3) 三相逆变控制模块：仿真三相逆变器的控制算法，包括 SVPWM、空间矢量控制等，可分析不同控制策略的性能差异； 4) PWM 发波模块：生成不同占空比的 PWM 波形，用于控制电力电子器件的开关状态； 5) PWM 驱动模块：模拟 PWM 驱动电路，将 PWM 波形驱动电力电子器件； 6) DC/DC 模块：仿真 DC/DC 转换器，包括升压、降压、隔离型等不同类型，可分析其效率和稳定性； 7) 单相 DC/AC 模块：模拟单相 DC/AC 逆变器，可用于研究单相逆变器的控制和输出波形。 3. 实验内容 平台提供丰富的实验功能，满足不同教学需求，具体如下： 1) DC/DC 实验：仿真 DC/DC 转换器的基本特性，如电压转换效率、电流波形等； 2) H 桥逆变实验：仿真 H 桥逆变器的输出波形，分析不同控制策略的影响； 3) 三相逆变实验：模拟三相逆变器的运行过程，观察输出电压和电流波形，并分析其谐波含量； 4) 隔离性 DC/DC 实验：仿真隔离型 DC/DC 转换器，分析其隔离特性和效率。	套	3	否

		4. 用户管理 平台支持学生列表管理和成绩查询，方便教师进行教学管理。同时，平台支持教师对学生操作过程的复查及评价，保证教学质量。 5. 协同仿真 平台支持协同仿真，即多个用户可以同时使用平台进行仿真实验，并共享实验结果和数据。 6. 仿真结果可视化 平台提供直观的波形图显示功能，可实时显示仿真结果，并支持波形分析和数据导出。 7. 安全警示 平台具备安全警示功能，模拟了真实实验环境，可在虚拟环境中学生实验接线或操作错误，会通过声光等模式，展示模块烧毁事故现象，起到警示学生注意接线安全的作用。			
8	可 编 程 三 相 交 流 电 源	1. 可提供单相两线（600VA），单相三线（400VA），三相四线（600VA）三种输出模式； 2. 1P2W（L1 - N）最大输出电压：不低于 60 Vrms；最大输出电流：不低于 12 Arms；最大峰值电流：不低于 48A； 3. 1P3W（L1 - L2）最大输出电压：不低于 120 Vrms；最大输出电流：不低于 4 Arms（L1-N：60 Vrms；L2-N：60 Vrms）；最大峰值电流：不低于 32A； 4. 3P4W（L1 - N；L2 - N；L3 - N）最大输出电压：不低于 60 Vrms；最大输出电流：不低于 4 Arms；最大峰值电流：不低于 16A（各相）； 5. 输出电压 0~60.0Vrms，分辨率 0.01V； 6. 设定分辨率 0.01V，精度：±（设定值的 0.5% + 2 个计数）； 7. 输出频率 45.00~500.00Hz，分辨率 0.01/0.1/ Hz 精度 设定的±0.02%； 8. 总谐波失真（THD），≤0.5%在 40~70Hz（电阻性负载）； 9. 回读参数 电压(r.m.s)范围 0.10~60.00 Vrms；分辨率 0.01V；精度 ±（读值的 0.5% + 20mV）； 电流(r.m.s)范围 0.020~12.60A；分辨率 0.01/0.1A；±（读值的 0.5% + 5mA）； 功率(W) 分辨率 0.1 W；精度 ±（读值的 0.6% + 0.5W）； 功率因素 范围 0.000~1.000；分辨率 0.001；精度 ±（读值的 2% + 0.002）； 10. 波峰因素 ≥ 4；	台	7	否

		11. 输出起始相位角可调（0~359.9°）； 12. 提供电压斜率可调，频率扫描控制功能； 13. 可显示测量功能：电压、电流、功率(W)、功率因数； 14. 具有 OCP / OPP / OHP 保护； 15. 提供面板锁功能； 16. 可以模拟电网环境，提供并网功能。			
二、多电平变换器开发与实训系统（编号 9-16）					
9	快速原型控制器	1. 控制器须采用双 DSP+FPGA 双核结构，主 CPU 须采用 DSP 作为核心控制器，多个 FPGA 作为辅助控制器。 2. 基本配置：至少配置 CPU 板卡、模拟采集 ADC 板卡（≥64 路）、模拟输出 DAC 板卡（≥16 路）、数字输出 DO 板卡（≥32 路）、数组输入 DI 板卡（≥32 路）、脉宽调制 PWM 板卡（≥64 路）、正交编码 QEP 板卡（≥8 通道）。 3. 具备将图形化高级语言编写的控制算法转换成 DIO、AIO 量的功能，完成实际硬件控制。 4. 采用组态式架构，具备随意拖拉控件自主搭建监控界面。至少具备 5 类控件，包含且不限于遥控按钮控件、遥信指示控件、遥调控件、遥测静态框控件以及遥测多用表控件等。 5. 具备 CPU 板卡、模拟采集 ADC 板卡、模拟输出 DAC 板卡、数字输出 DO 板卡、数组输入 DI 板卡、脉宽调制 PWM 板卡、正交编码 QEP 板卡等。 6. 提供驱动库，可直接在软件中拖动相应的硬件元件库，将模型中的数据直接与硬件对接。 7. 将模型与快速原型控制器硬件结合，下载到控制器中执行。控制器运行中，可查看并修改各类控制量，实现在线仿真。 8. 在线仿真运行界面，采用组态方式，可添加控件，具备实时录波功能，完整录制整体系统运行的波形数据，数据可以保存为 mat 格式，波形数据可通过软件直接打开查看。 9. 可设置通信 IP、板卡数量。 10. 组态化软件需具备遥控、遥调、遥信、遥测、多用表等控件。 （1）遥控控件：若 DO 控制源由 RCP 软件控制，可以通过此控件控制 DO 信号，OFF 表示 DO 输出低，ON 表示 DO 输出高。 （2）遥调控件：浮点型控件，可在线随时修改此控件值，传递给仿真机，此控件与 GetData 驱动配合使用。 （3）遥信控件：可监测仿真机外扩的 DI 信号，灯亮表示 DI 接收为高电平信号，灯灭表示 DI 接收为低电平信号。 （4）遥测控件：可查看仿真机上传的数据值，此值为慢速数据，不	台	1	否

		需要实时观察的变量，可以用此控件来显示。此控件与 Static 驱动配合使用。 （5）多用表控件：可查看实时变化的数据，可控制采集深度，与 Scope 驱动配合使用。 11. 系统需具备以下配置功能： （1）通讯设置：通信 IP 地址； （2）PWM_A 设置：对 PWM_A 板卡的 PWM 进行设置，含频率值、死区值、倍频值、互补设置、相位使能等； （3）PWM_B 设置：对 PWM_B 板卡的 PWM 进行设置，含频率值、死区值、倍频值、互补设置、相位使能等； （4）DO 设置：对 DO 的控制源进行设置，通过模型控制或者软件控制； （5）QEP 设置：主要设置编码器精度。 （6）开始通信：仿真机与 RCP 建立通信关系； （7）停止通信：仿真机与 RCP 断开通信关系； （8）复位：对仿真机整体进行复位操作； （9）保护：通过保护界面设置值，辅助仿真机按极限值进行保护； （10）启动仿真：通知仿真机运行模型； （11）开始录播：保存仿真机上传的数据。			
10	模块化多电平 MMC 变流模块 (CHB)	1. 最大功率：$\geq 15\text{kW}$，最大电流：$\geq 30\text{A}$； 2. 最大母线电压：不低于 600V； 3. 最大交流电流：不低于 30A； 4. 600V/50AIGBT； 5. 至少 50kHz 最大开关频率； 6. 至少 800ns 硬件死区； 7. 不低于 4 光纤输入/1 光纤输出； 8. 不低于 1 网口输入/1 网口输出； 9. 2 路/4 路 PWM 选择； 10. 电压/电流采样； 11. 软关断保护； 12. 过压/过流/过温/短路保护。	台	15	否
11	CHB 快速开发模型系统	1. 提供此系统配套的 matlab 的 Simulink 控制模型，可直接运行，满足系统控制要求。 2. Simulink 模型需完全开放，涉及到到的各类核心算法封装库也需完全开放提供。 3. Simulink 控制模型需包括顶层功率控制、中间均压控制以及底层谐	套	1	否

		波控制组成。			
		4. 提供模型开放承诺书，并逐项列出模块开放列表。			
12	柜体及配件	1. 含输出电抗、电容等提高电力系统的安全性和稳定性； 2. 所有模块封装放置在 3U 开放式机箱、增加散热设备； 3. 需具备专门配套的转接板，转接板具备 1 控多接口、辅助电源、信号调理电路，可直接对插。 4. 所有模块可与控制器连接，提供线缆配件； 5. 每相含子模块个数为 N=5，共 15 个子模块； 6. 模块需同时具备半桥/全桥拓扑（软件设置）来使用； 7. 模块内部集成了驱动及采样电路； 8. 模块板载硬件、软件双重保护，过压、过流保护； 9. 子模块为插拔式，配套 3U 开放式机箱，方便组柜，美观大方； 10. 子模块电容和桥臂电感的取值可以灵活调整；关键测量点引出； 11. 模块能输出母线电压值、交流侧电流值，FB 故障信号； 12. LED 灯指示电源、运行、故障等状态； 13. 提供模块电路板硬件原理图（PDF）； 14. 需具备常用快速原型控制器硬件接入接口，支持 RCP 控制器实时控制； 15. 集成柜体，柜体尺寸：$\geq 2000 \times 800 \times 650 \text{mm}$。	套	1	否
13	三相三电平 DC-AC 变流模块 (NPC)	1. 控制板、采集板、功率板、电容板采用模块化设计，外壳材质须采用透明的亚克力板。 2. 开放硬件原理图、硬件设计说明、软件模块底层驱动、控制板的 debug 接口等。 3. 安全：软件具备过压保护、欠压保护、过流保护等；硬件具备短路保护等。 4. 人机交互：配置 ≥ 7 寸触控屏，可查询模块的状态信息、电压电流数据和波形。 5. 需具备独立的 DSP 控制板，可独立运行，可外接快速原型控制器。 6. 参数： （1）主控制器：≥ 32 位浮点型，$\geq 150 \text{MHz}$ 主频； （2）电流采集：≥ 8 通道，支持霍尔电流传感器（$\pm 60 \text{A}$）； （3）电压采集：≥ 8 通道，支持交流电压（$\pm 720 \text{V}$）、直流电压（$0 \sim 960 \text{V}$）采集； （4）PWM：≥ 12 通道； （5）RS485：≥ 2 通道，支持 MODBUS 通信协议； （6）具备 100M LAN 网口、过流保护电路、过压保护电路、外扩模拟接	台	1	否

		口、外扩数字接口； (7) 继电器：≥3 个； (8) LCD：≥7 寸工业触摸屏。 7. 三电平功率模块，最大功率：≥10kW，直流电压≥700V，直流电流≥15A；交流电压≥400V，交流电流≥16A。 8. 需提供且不限于以下资料： (1) 所有硬件图纸，包含原理图和 PCB 图（PDF 格式）； (2) 内部布线图； (3) DSP 运行源代码，包含但不限于程序主框架、硬件驱动功能、硬件配置功能、通讯功能、保护功能、编码器功能、采样功能、滤波函数、控制算法等； (4) 设备操作说明书； (5) 硬件开发设计说明； (6) 软件开发设计说明。			
14	多 功 能 可 编 程 双 向 直 流 电 源	1. 直流输出电压：≥750V，输出电流：≥30A。 2. 具备可编程实现双向电源模式、有源负载模式、电池模拟模式、光伏电池(PV)模拟模式。 3. 各个功能模式下参数需满足在线实时调节。 4. 内置 RS485 接口。 5. 配置≥5 英寸彩色液晶屏。 6. 电源模式： (1) 具备两象限运行能力； (2) 可输出电压、输出正负电流、输出正负功率，可在线实时调节； (3) 自动刷新显示数据； (4) 实时显示运行模式； (5) 能量回馈至电网。 7. 有源负载模式： (1) 可实时调节电流限制值和功率限制值； (2) 可运行于恒电阻模式、恒流模式、恒功率模式； (3) 自动刷新显示数据； (4) 实时显示运行模式； (5) 能量回馈至电网。 8. 电池模拟器模式： (1) 具备模拟电池的输出特性； (2) 具备两象限运行能力； (3) 电池参数可在线设置；	台	2	否

		(4) 可输出电压、电流和功率； (5) 自动刷新显示数据； (6) 可实时显示电池电量与电压的关系曲线以及电池当前动态工作点； (7) 主页面显示电池类型及电池设置参数； (8) 能量回馈至电网。 9. 光伏电池模拟器模式： (1) 可模拟光伏电池的输出伏安特性； (2) 实时显示输出电压、输出电流和输出功率； (3) 实时显示光伏电池的 I-V 曲线及当前 I-V 动态工作点； (4) 实时显示光伏电池的 P-V 曲线及当前 P-V 动态工作点； (5) 主页面显示光伏电池设置参数。 10. 主要技术参数 (1) 交流输入特性 ①输入电压：AC380V； ②输入电流：≥AC23A（每相）； ③功率因数：≥0.96； ④频率范围：AC45～65Hz； ⑤接线方式：交流三相三线制。 (2) 基本输出特性 ①输出电压范围：0～750V； ②输出电流范围：0～±30A； ③输出功率范围：0～±15000W。			
15	硬件在环实时仿真器	1. 具备高效的建模和数值迭代算法，运行步长≤0.4μs。 2. 需具备至少 64 种多种电力电子变流器的实时仿真模型，包含且不限于：直流-直流变流器≥16 种，交流-直流变流器≥20 种，电机控制变流器≥4 种，新能源并网发电变流器≥4 种，可控硅晶闸管变流器≥20 种。 3. 需具有≥16 路 PWM 输入、≥6 路数字输入和输出、电机转速编码器输出以及≥16 路模拟信号输出。 4. 采用 62 芯接口与控制电路连接和高速网络与上位机连接，上位机可设置各个模拟通道增益可编程，支持通道动态分配，具有两次阶跃动态输入功能，支持动态特性观测。 5. 可实现且不限于以下实验： (1) 晶闸管整流与调压变换实验 1) 单相半波整流控制实验 2) 三相半波整流控制实验 3) 单相桥式半控整流控制实验	台	1	否

		4) 三相桥式半控整流控制实验 5) 单相桥式全控整流控制实验 6) 三相桥式全控整流控制实验 7) 单相交流调压控制实验 8) 三相交流调压控制实验 (2) 直流-直流 DC-DC 变换实验 1) Buck 斩波控制实验 2) Boost 斩波控制实验 3) Buck-Boost 斩波控制实验 4) Cuk 斩波控制实验 5) Sepic 斩波控制实验 6) Zeta 斩波控制实验 7) 双向半桥 DC/DC 斩波控制实验 8) 四开关管 Buck-Boost 斩波控制实验 (3) 直流-交流 DC-AC 变换实验 1) 单相正弦波脉宽调制 (SPWM) 整流控制实验 2) 三相空间电压矢量 (SVPWM) 整流控制实验 3) 单相正弦波脉宽调制 (SPWM) 独立逆变控制实验 4) 单相正弦波脉宽调制 (SPWM) 并网逆变控制实验 5) 三相空间电压矢量 (SVPWM) 独立逆变控制实验 6) 三相空间电压矢量 (SVPWM) 并网逆变控制实验 (4) 电机驱动控制实验 1) 有刷直流电机的开环控制实验 2) 有刷直流电机的速度闭环控制实验 3) 无刷直流电机的开环控制实验 4) 无刷直流电机的速度闭环控制实验 5) 永磁同步电机的开环 V/F 控制实验 6) 永磁同步电机的电流闭环控制实验 7) 永磁同步电机的速度电流双闭环控制实验			
16	电机控制实验模块	1. 三相永磁同步马达驱动开发套件须包括含 DSP 控制单元的马达驱动的变频器模组，永磁同步马达组(电动机及发电机)； 2. 模组可实现电机拖动各实验，包括 (1) PMSM 的向量控制；(2) 转子初始位置检测及启动；(3) PMSM 参数线上两侧与估测；(4) 无位置传感器的速度控制(传统滑模观测器法)；(5) 无位置传感器的速度控制(自适应滑模观测器法)；(6) 无位置传感器的速度控制(模型参考自适应法)； 3. 硬件电路上的测试点，提供真实波形呈现，可与原理、仿真相互验	台	3	否

		正； 4. 提供电力电子的分析、设计、仿真与实作验证； 5. 可与 PC 端联机，实时观测 DSP 内部波形、并可实时控制内部参数； 6. 可让 DSP 代码撰写的基础学员能轻松完成程序撰写，快速进入数字控制领域； 7. 提供完备的实验教材、教具各电路图档、DSP 硬体规划方法、设定及程序烧录方法、详尽的实验电路原理与设计。			
三、轻型高电压技术实训系统（编号 17-44）					
17	工频无局放变压器子系统	一、基本要求 该子系统须满足《高电压技术》《发电厂电气》等课程实验教学的要求，运行环境为低于 1000 米海拔的室内环境。主要用于检验各种绝缘材料、绝缘结构以及电工产品在工频电压下的绝缘水平，同时也作为变压器、互感器、避雷器等试品的无局部放电工频试验电源。工频无局放试验变压器应具备自动化程度高、抗干扰能力强的特点，可采用自动控制技术，实现对试验过程的精确控制，从而提高试验效率和准确性。设备配备快速电子保护装置，能够在发生异常情况时迅速切断电源，保障试验人员和设备的安全。系统可长期安全可靠运行，保证教学实验的安全，并可作为局部放电教学实验的工频无局放电压源。 二、设备参数要求 1、 本子系统须由以下设备组成：10kVA/100kV 工频无晕试验变压器 1 台；耦合电容分压器 1 套；阻波器 1 套；接触调压器 1 台；隔离变压器 1 台；低压滤波器 1 台；交流控制台 1 台。具体要求如下： 2、 工频无晕试验变压器额定容量 10kVA，输出电压 100kV，输入电压 0.22kV。结绝型式为绝缘圆桶、可移动式；单相，频率不低于 50Hz；冷却方式 ONAN；低压侧电流约 45.5A，高压侧电流约 0.1A；波形畸变率＜3%，阻抗电压＜6%；介质损耗＜0.3%（20℃）；绝缘水平符合国家标准。运行时间在 100%额定电压电流下不低于 60 分钟，绕组温升≤65K，油面温升≤55K。 3、 耦合电容分压器额定电压 100kV，标称电容量 1000pF，标称分压比 1000:1；冷却方式 ONAN，频率不低于 50Hz；介质损耗＜0.2%（20℃），测量误差＜±1%；高低压臂须采用同种介质材料以保证分压比稳定；结构形式须为油浸电容器结构，具备均压罩，顶部元件须采用 LY2 铝板亚弧焊接并热镀锌处理以防止氧化放电。须具备局部放电检测接口和峰值电压测量接口，满足 120kV 电压下不发生异常放电。 4、 隔离变压器额定容量 10kVA，输入输出电压均为 0.22kV；支持 1.2 倍额定负载连续运行不低于 4 小时；冷却方式自然风冷。 5、 阻波器额定电压 100kV，电流 0.1A，频率不低于 50Hz；冷却方	套	1	否

		式干式自然冷却；在 100%额定电流下运行不低于 60 分钟，电阻表面温升不超过 60K。 6、 接触调压器单相，额定容量 10kVA；输入电压 0.22kV，输出电压 0~0.25kV；电流 0~45.5A；波形畸变率≤3%，起始电压≤1%，噪声≤60dB（测距点 1 米）；冷却方式干式自然冷却；须设有上、下限位保护、电动调节升降电压功能。 7、 电源噪声滤波器额定电压 0.22kV，容量 10kVA，电流约 45.5A，频率不低于 50Hz；双路线路设计；衰减特性：40kHz~100kHz>40dB，100kHz~1MHz>50dB。 8、 交流控制台控制回路电压 220V/5A，具备手动控制功能；计时范围 1s—99 小时，电流可设定，过流动作时间≤10ms；配备电容分压器电压表（精度不低于 1 级）、试验变压器输入电压电流表（精度不低于 1.5 级）；支持手动升压、降压、耐压记时、过流保护、自动复零、调压器限位、开关分合操作、闭锁功能、故障显示、紧急断电、声光报警、门连锁功能等。 三、可进行的实验（作为电源） 交流耐压特性实验；气体击穿特性实验；典型结构（针-板、棒-板、板-板）介质阻挡放电特性实验；气体组分及流速变化对放电特性的影响；介质损耗角正切值的测量；局部放电演示实验；电弧放电与真空度的影响实验。 四、供货与服务要求 投标人或厂家须负责到校安装调试该系统，并提供不少于 3 小时的设备使用技术培训，确保设备可以正常使用，教师和实验人员能够熟练、安全地进行操作和教学使用。			
18	直流高压发生器系统	一、基本要求 该系统须满足《高电压技术》《发电厂电气》等课程实验教学的要求，运行环境为低于 1000 米海拔的室内环境。直流高压发生器用于绝缘强度测试、泄漏电流试验以及作为其他高压试验设备的电源。具备以下功能要求：输出电压的脉动系数不大于 3%；在被试品发生闪络时，应能维持电弧不熄灭；设备应具备良好的校准维护性能，能进行电压和电流示值误差的定期校准；具备多重安全保护措施，如低压过流、低压过压、高压过流、高压过压及零位保护；环境适应性良好，能在-10℃~40℃、相对湿度不超过 90%（无凝露）的条件下稳定运行。该设备须支持多功能用途，不仅适用于基础的绝缘强度测试，还须支持交联电缆的直流耐压试验、氧化锌避雷器检测等应用。 二、技术参数要求	套	1	否

	1、 直流高压发生器子系统须包括高压倍压体主机 1 只、控制箱 1 台、电源线 1 根、高频输出七芯电缆 1 根、输出线 1 根、高压屏蔽数显微安表 1 只、保险管 2 只，以及产品出厂试验报告和使用说明书各 1 份。设备输出额定电压为 120kV，输出电流 2mA，倍压体尺寸约为 $\Phi 120 \times 450\text{mm}$，重量约 5.5kg。工作电源为 $220\text{V} \pm 10\%$，约 50Hz 工频供电，电压和电流的数字显示误差均为满度 $1\% \pm 1$ 个字。设备电源变化 $\pm 10\%$ 时，输出稳定度优于 0.5%；纹波系数不大于 0.5%（满度值）。工作方式为间断使用，在额定负载条件下连续工作不低于 60 分钟。 2、 控制系统以 PLC 为核心，须采用光电隔离与开关隔离技术，使控制器 I/O 接口始终工作在隔离、低电压状态下。模拟量采集与处理采用不低于 12 位分辨率的高速、高精度数字模块，并通过软硬件冗余设计提升抗干扰性能。系统可有效应对高压试验环境中的空间干扰、地电位干扰和电源干扰问题。 3、 设备支持直流输出电压的设定范围为 0~150.0kV，调节精度不高于 1kV；耐压时间设定范围为 1 秒至 9999 小时，调节精度不高于 1 秒。耐压电压的不重复性不大于 $\pm 1\%$，不准确度不大于 $\pm 1\%$，须能够满足对耐压特性严格要求的实验需求。 4、 设备须具备完善的控制功能，可完成升压、耐压、降压及接地等完整流程操作。控制台设有多功能界面，具备互锁功能，同时配有紧急停止按钮，一旦发生异常情况可立即切断电源。设有钥匙开关，未授权人员无法操作升压。 5、 操作系统可设定电压值，并实时显示试验电压的高压侧与低压侧读数；具备升压、降压、自动回零、调压器原边合闸控制、升降速率调节、预设电流/电压保护值、故障判断与报警等功能。系统须支持设定调压程序，按百分比设定调压速度；定时器支持时间设定和倒计时功能，计时结束后自动降压至零位。 6、 测量显示须包括调压器副边电压（准确度$\leq 1\%$）、副边电流（准确度$\leq 1\%$）及高压直流输出电压（准确度$\leq 1\%$）。状态提示功能须包括开关柜合切状态、调压器升压/降压限位状态、过压过流提示、保护器件动作提示及紧急停止按钮未复位提示等。 三、可进行的实验项目（作为电源） 直流耐压特性实验；气体击穿特性实验；典型结构（针-板、棒-板、板-板）介质阻挡放电特性实验；气体组分及流速变化对放电特性的影响；泄漏电流测试实验。 四、供货与服务要求 投标人或厂家须负责到校安装调试设备，并提供不少于 3 小时的设备			
--	--	--	--	--

		使用技术培训，确保设备能够正常运行，教师及实验人员能够熟练、安全地开展各项试验教学活动。			
19	冲击电压发生器系统	一、基本要求 该子系统须满足《高电压技术》《发电厂电气》等课程实验教学的要求，运行环境为低于 1000 米海拔的室内环境。冲击电压发生器是实验室中用于产生高幅值脉冲波的高电压发生装置，主要功能须包括模拟大气过电压和操作过电压下的绝缘性能测试，以及实验条件下高压冲击下的绝缘强度验证。 设备能够产生高幅值脉冲波，以模拟电力设备在实际运行中可能遇到的各种过电压情况，尤其包括雷击产生的大气过电压与设备操作过程中的操作过电压。通过生成标准雷电冲击电压波形、雷电截波波形、标准操作冲击电压波形等形式，全面测试电气设备的绝缘性能，确保其在高压条件下的稳定性与安全性。设备在设计上应具备良好的稳定性与可靠性，其转换装置、传输系统与测量仪器均应在额定工况下维持稳定运行，确保测试数据的准确性与重复性。 设备须可进行线性度试验，要求在不同电压下的刻度因数变化不超过平均值的±1%。短期稳定性应满足在连续施加额定电压条件下，前后刻度因数变化不超过±1%。长期稳定性方面，考虑到环境温度变化，设备应具备温度补偿机制或经过温度效应试验验证，确保在不同环境条件下长期稳定运行。系统所有部件须能承受被试品破坏性放电带来的影响，并保证其电气特性不发生劣化，确保整个系统的可靠性与试验安全性。 设备设计、测试与数据记录应符合以下标准要求：GB7449《电力变压器和电抗器的雷电冲击和操作冲击的试验导则》、GB1094.3-03《电力变压器 第三部分：绝缘水平和绝缘试验》、GB/T 311.1-1997《高压输变电设备的绝缘与配合》、GB/T 16927.1-1997《高电压试验技术 第一部分：一般试验要求》、GB/T 16927.2-1997《高电压试验技术 第二部分：测量系统》、GB/T 16896.1《高电压冲击试验用数字记录仪》及 DL/T 848.5《高压试验装置通用技术条件 第 5 部分：冲击电压发生器》等。 二、技术参数要求 1、设备额定标称电压为±400kV，至少采用 4 级结构，每级额定电压±100kV，冲击总电容不低于 0.25 μF，系统总能量不低于 10kJ。冲击波形符合国家标准，标准雷电冲击电压波形为 1.2±30% μs/50±20% μs，波形幅值误差不大于 3%，峰值处振荡不超过 5%。操作冲击波形为 250±20% μs/2500±60% μs，雷电截波时间为 2~6 μs。级电压同步范围为 10%~100%，正负极性同步控制误差不超过 20%。点火范围覆盖 10%~100%，同步放电失控率低于 2%，最低输出电压不高于额定值的 10%，充电电压不稳	套	1	否

		定度不超过±1%。 2、 设备运行节奏为在 70%以上额定电压时可每 90 秒充放电一次连续运行，70%以下时可每 45 秒充放电一次持续运行。直流充电系统采用双边不对称式可控硅恒流充电方式，额定输出电压±100kV，电流 30mA。充电系统集成高压整流硅堆、油浸式变压器、恒流控制与分压器于一体，具备自动接地、极性自动倒换、恒流调节精度不低于 1%、充电电压稳定性优于±1%的特性，整体安装于可移动底盘，便于实验室部署与移动。 3、 本体结构内部为封闭式放电系统，采用油浸式脉冲电容器、波头电阻、波尾电阻和球隙触发装置等组成。波头和波尾电阻采用板形结构、无感绕制，可互换并联调节，连接方式为弹簧压接式。各级球隙由电机驱动调节，定位准确，支持实时显示球隙距离与对应放电电压，第一极采用脉冲触发方式，二至四级为椭圆球隙，动作同步性误差低于 2%。整机支持移动操作，带有轮架，结构尺寸约为 2.4m×2.0m×2.9m，柱体材料为环氧树脂丝缠绕，并采取电晕与老化防护措施。 4、 须配备 300kV 多级截断装置，且为移动式结构，截波电压范围为 20%~100%，时间可调为 2~6 μs，分散性标准偏差小于 0.1 μs，具备电子触发与远程控制功能。球隙调整由电动机构控制，误差不超过 1mm，显示分辨率优于 0.5mm。配有 600pF/150kV 均压电容器两台，三间隙截波球隙两对，电阻值为 20 Ω~40 Ω 可调，须具备稳定可靠的截波性能。 5、 电压测量系统配套弱阻尼电容分压器，高压臂标称电压 400kV，电容量 400pF，低压臂电容量为 0.4 μF，满足 GB311-97 对方波响应特性的要求，尺寸约为 Φ0.8m×1.8m，须具备良好的动态测量性能。 三、可进行的实验内容 气体击穿特性实验；气体组分及流速变化对放电特性的影响；冲击电压特性实验。 四、供货与服务要求 投标人或厂家须负责到校安装调试该系统，并提供不少于 3 小时的设备使用技术培训，确保设备稳定运行，保障教师与实验人员能够安全、高效地完成教学与试验任务。			
20	冲击电压发生器控制台	一、基本要求 该系统须满足《高电压技术》《发电厂电气》等课程实验教学的要求，运行环境为低于 1000 米海拔的室内环境。系统设计须具有高精度、可靠性和操作便捷性，适用于冲击电压和电流特性的测量与分析实验。整套系统须支持自动化控制，具备多种实验参数设定功能，同时具备良好的抗电磁干扰性能与多重安全保护机制，确保实验的精确性、安全性与可重复性。	套	1	否

	二、技术参数 1. 系统须采用计算机控制测量架构，由工业控制计算机、PLC 调压装置、点火脉冲放大器、PLC 操作控制柜、数字示波器、打印机构成。通过光纤通信与 PLC 连接，配套专业测控软件，实现参数设定、数据采集、波形分析、控制操作于一体。计算机端可实时显示运行参数与测量结果，完成充电电压、充电时间、放电球隙、触发方式等设定与控制，实现全面自动化管理，同时具备应急手动控制能力。 2. 系统充电电压整定范围为 0.0 - 100kV，工作电压范围 15 - 100kV，调节精度不低于 0.1kV，充电电压不稳定性$\leq \pm 1\%$；升压时间设定范围为 30 - 180 秒，调节精度不低于 1 秒，具备报警延时功能；冲击试验次数可设定为 0 - 99 次，精度为 1 次。 3. 控制系统具备以下功能： 1）动作控制：自动控制放电球距并跟踪充电电压，显示球距值；试验结束后自动接地；支持冲击次数预设和极性自动转换；具备故障报警、球距调节等功能； 2）充电控制：智能恒流充电，根据整定电压偏差自动切换快充和慢充模式，支持自动/手动充电，具备恒压控制功能； 3）触发控制：具备手动、自动和报警触发电火功能； 4）安全联锁控制：具备门联锁、自动接地联锁、过压过流保护、紧急停止与故障报警显示功能； 5）扩展功能：可通过串口与其他计算机进行数据交换，与测量分析系统构建一体化平台，具备应急手动操作功能与充电装置接力控制功能，支持手动调节点火球隙与输出电压，具备状态指示、输入电流/电压/充电电压/球隙位置等全信息显示功能。充电电源输入为 AC 380V。 4. 测量系统以数字示波器为核心，前端连接专用高压衰减器，将分压器或分流器信号无失真地衰减至低压信号输入至示波器，测量数据通过光纤传输至计算机端进行分析与记录。测量软件具备自动记录、分析、波形恢复与报告输出功能，支持两个通道同步测量、移相触发显示及波形比较，波形窗口支持放大、缩小、移动与重叠分析。示波器须具备以下性能：垂直分辨率至少 8 位，带宽不低于 100MHz，最大采样率不低于 2.5GS/s，记录长度不低于 10k，最大捕获时长不低于 2ms，最大输入电压不低于 300V。系统须能实现示波器参数自动配置、采样特性调节、波形文件存储、实时分析与图形输出。 5. 系统基本配置须包括：高配置电脑终端、功能电路板、恒流调压装置、点火脉冲放大器、数字示波器、专业分析控制软件、隔离净化电源、PLC 控制柜、工作站。系统所有关键器件（PLC、继电器、接触器等）均选			
--	--	--	--	--

		用高质量产品，整体须具备长期稳定运行能力与强抗干扰能力，满足国家标准对高压测控系统的技术要求。控制系统与测量系统须集成于一体化控制台内。 三、可进行的实验项目 可以完成对冲击电压发生器子系统的控制。系统支持冲击电压特性实验、多极性放电实验和球隙放电实验，能够满足高电压教学课程实验需求。 四、供货与服务要求 投标人或厂家须负责到校完成设备安装与调试工作，并为使用人员提供不少于 3 小时的技术培训，确保系统可安全高效运行，便于教学与研究工作的持续开展。			
21	静电放电模拟与测量子系统	本子系统包含静电放电模拟器与静电电位计两部分，适用于《高电压技术》《发电厂电气》等课程的实验教学需求。系统支持静电放电特性的模拟、局部放电演示及静电电位检测，运行环境为低于 1000 米海拔的室内实验室，满足对静电放电及其相关现象的系统教学与工程训练。 1、 静电放电模拟器须具备完整的静电放电发生与控制能力，支持 IEC 61000-4-2、GB/T 17626.2、GB/T 18595 等标准要求。 2、 设备由静电放电发生器与配套试验台构成，可模拟接触放电与空气放电两种模式，支持单次、连续、编程、自动等多种触发方式，具有 IEC 等级、电压渐升、用户自定义等多种工作模式。 3、 设备储能电容至少为 150pF，放电电阻至少为 330Ω，典型放电电流上升时间为 0.6 - 1ns，放电间隔可设定为 0.05 - 9.99 秒，最大放电次数支持至 9999 次。系统须具备≥7 英寸触控屏，支持多语言界面，须具备内置环境检测、标准参数库、可更换放电模块、PC 远程控制与 USB 数据导出等功能。放电平台须包含参考接地板、水平/垂直梅合板、绝缘衬垫、电阻电缆等，平台尺寸不少于 1700×900×800mm，接地板不小于 2700×1800×1.5mm。 4、 本系统须支持开展气体击穿特性实验、气体组分与流速变化对放电特性的影响实验、以及局部放电演示实验。设备运行电源为 AC 220V ±10%，适应温度范围为 15℃ - 35℃，湿度范围 30% - 60%。 5、 要求系统须具备完善的接地保护措施及电磁兼容性能，确保放电过程安全可控，不对周边设备造成干扰。 6、 配套的静电电位计须满足国家及行业相关标准，具备高精度、高灵敏度，适合在空间受限环境下操作，采用至少 180 度可旋转测量头结构以适应不同角度。设备须配备激光测距指示功能，支持高精度测量模式（±2kV）和宽量程测量模式（±50kV），测量精度分别为±10V 和±100V，采样周期约 1.4ms。	套	1	否

		7、静电电位计须具备大屏 LCD 显示屏，支持数据存储与 USB 传输功能，可导出 CSV 数据格式；同时应内置静电消除监控功能，支持离子平衡测量与静电消除时间测量，支持±1400V 充电与 0 - 99 秒定时测量，具备 1V/0.1s 分辨率。 8、电位计须内置温湿度测量模块，温度范围 0 - 40℃，湿度范围 10% - 85%RH，分别支持至少 0.1℃与 1%分辨率；整机由电池供电，支持连续工作至少 8 小时以上。 9、该系统须支持独立开展静电电位测量实验，适用于静电防护、静电干扰识别、静电消除器性能验证等内容。 10、投标人须承诺中标后由厂家负责本项目的设备整体供货、到校运输、现场安装、调试运行，并提供不少于 3 小时的系统操作与技术服务，确保教师与实验员能够独立掌握设备使用、故障排查与数据采集分析等基本操作技能。所有设备需提供合法合规的质保与售后服务方案，附带完整的操作手册与合格证。厂家应确保设备各项技术指标满足标准要求，具有良好的工程适用性与教学稳定性。（投标文件中须提供承诺函，格式自拟）			
22	微秒脉冲与调制脉冲等离子电源系统	该系统须包含微秒脉冲等离子体电源和调制脉冲等离子体电源两类设备，适用于《高电压技术》《发电厂电气》等课程中关于气体放电和等离子体应用实验的教学需要，运行环境为海拔 1000 米以下的室内实验室环境。 1、微秒脉冲等离子体电源主要用于低温等离子体放电实验，要求具备至少 25 kV 级高压输出，脉冲频率范围覆盖 10 - 15000 Hz，具备优异的负载适应性，适合在各种气体放电场景中使用。其结构应紧凑、便于部署，具备高可靠性，可连续稳定运行，满足教学演示与科研实验双重需求。该电源须支持脉冲频率调制与放电模式切换，如电晕放电、弥散放电、类滑动放电等，能够有效适配不同类型的气体放电实验条件。配套的电路结构须采用磁压缩技术以实现快速上升与下降沿，典型脉冲宽度约为 10 μs，上升/下降时间控制在 3 μs 以内，中心频率约 10 kHz，可调范围为 7 - 15 kHz，输出电压幅值为 0 - 25 kV。设备须具备内部电压、电流检测端口，支持瞬时电流与积分电流的精确检测，并能通过实时监测放电波形和图像进行状态诊断与特性分析。 2、调制脉冲等离子体电源则强调高灵活性的脉冲调制控制，适用于更复杂的实验环境。电源输出须支持 0 - 30 kV 高压，并可提供 0 - 500 W 的功率，须具备脉冲频率调节能力（1 - 1000 Hz），占空比范围可调至 1% - 99%。该设备须配备高效阻抗匹配网络，实现对不同负载的有效能量传输，并具备过流、过压、过热等多重保护机制。支持射频、微波、介质阻挡等多种	套	1	否

		放电模式，并具备外部触发与同步控制功能，适用于多个电源联动工作。 系统须内置状态监控模块，对电压、电流、频率等参数进行实时反馈调节，同时提供友好的人机交互界面，可通过面板或上位机进行操作，并能记录与导出实验关键参数。 以上两种电源均须支持开展介质阻挡放电特性、气体组分与流速变化对放电影响、局部放电演示、放电等离子体射流特性、放电光谱特性、以及烟气处理等演示与分析实验。其应用场景覆盖电气工程教学、等离子体材料表面处理、环保气体净化等多个领域。 3、投标人须承诺中标后由厂家负责提供本项目的整套设备的运输、到校安装与现场调试服务，并进行不少于 3 小时的操作与维护培训。所有设备应随附完整的产品说明书、操作手册、测试报告与校验合格证，具备良好的稳定性、安全性和教学适应性，确保实验过程可靠、参数可控、数据可重复。同时须承诺提供厂家软件升级服务与售后技术支持，确保设备长期稳定运行与维护便利。（投标文件中须提供承诺函，格式自拟）			
23	实验室接地系统	1、 实验室接地系统是高电压试验与电气工程实验教学的基础保障，其建设要求须确保实验人员和设备的安全运行，同时为实验数据的准确性与重复性提供良好支撑。接地系统的主要功能须包括：保护接地、防雷接地、工作接地、屏蔽接地与防静电接地。其中，保护接地用于避免设备故障时外壳带电对人员造成伤害；工作接地保障系统电压稳定性与设备正常运行；防雷接地为雷电提供安全泄放通道；屏蔽接地与防静电接地则用于抗电磁干扰与静电释放，提升系统的电磁兼容性和安全性。 2、 该系统须采用紫铜接地网与镀锡铜排结合的方式构建接地主干。具体材料要求为：使用直径不小于 20 mm、长度不低于 25 m 的紫铜棒构成地下接地网，每根铜棒入地深度不少于 3 米，确保接地电阻低且稳定。从接地点引至实验室内部的接地连接材料至少采用厚度 10 mm、宽度 50 mm、长度 50 m 的镀锡紫铜排，沿实验室靠近地面三面墙体均匀布设，保障 80 平方米以上实验空间内各设备均能获得有效接地连接。所有接地导体之间须电气连接牢固，构成低阻抗接地通道，整体布置应严格依据国家标准《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》（GB 50169-2016）执行，确保接地系统安装质量合格、安全有效。 3、 现场施工须由专业人员负责完成，并配合提供全套材料、安装、调试与测试服务。要求在设备进场前完成全部接地布局，并出具相关接地电阻测试报告。施工完成后，投标人或厂家须进行接地系统的使用说明及维护培训，确保管理人员具备基本的巡检与维护能力。 4、 该接地系统须能为实验室内所有电气设备、局部放电实验装置、等离子体电源系统、信号采集仪器等提供稳定可靠的接地通道，保障各类	套	1	否

		高压试验与电磁环境敏感性实验的安全顺利开展。 5、 实验室接地系统施工完成后，必须满足严格的技术性能、安全标准和验收规范，以保障高电压实验设备运行的安全性与数据的准确性。首先，接地电阻是评估接地效果的核心指标。主接地电阻应控制在 1.0 欧姆以内，优选值不高于 0.5 欧姆，以满足精密电气实验的低阻抗接地需求。实验室内各设备与主接地网之间的连接电阻需小于 0.2 欧姆，所有连接应具有良好的电气连续性，并通过防腐处理确保长期稳定。 6、 结构方面，应采用紫铜材质接地棒直径不小于 20 毫米，垂直打入地下不低于 3 米，总长度覆盖 25 米以上。实验室墙体内部沿近地面处铺设至少厚度 10 毫米、宽度 50 毫米的镀锡紫铜排，长度不少于 50 米，沿三面墙体布置，形成完整接地环网。所有接头须使用压接或焊接工艺，并加装防腐涂层和标识牌。 7、 接地系统完成后须开展电气性能测试，测试项目包括主接地电阻值、等电位连接完整性、接地电压降、电位分布等，测试方法可采用三点法、电桥法或等效认证手段。所有测试应由具备资质的专业人员执行，并出具完整的测试报告，包括测试设备型号、环境条件、测点编号及数值数据。此外，接地系统应具备抗电磁干扰能力，保证实验数据的信噪比和电磁兼容性。特别是在高压实验中，应避免任何形式的杂散电位干扰和电流反灌现象。 8、 施工周期方面，从合同签订起 10 个工作日内应完成全部施工与调试工作。如遇复杂地形或特殊要求，整体周期不得超过 15 个工作日。施工应避免影响现有设备运行，若涉及破土或动火操作，需提前报备并落实安全措施。所有铜排应提前预留标准接线接口，便于后续设备增设。 施工完成后，承建方应提供完整的交付资料。包括接地系统布置图、电气连线图、接地点编号图、材料使用清单、所有电气测试报告、焊接/压接记录、防腐处理说明以及后期维护建议书。还需提供《竣工报告》和《接地系统质量承诺函》，由项目负责人签字确认，并盖章归档。所有资料以纸质版+电子版形式移交。 9、本项目质保期为三年。在此期间，如因施工原因造成接地性能下降、接口氧化、阻值异常或安全隐患，施工单位应无偿维护更换。接到报修通知后，应在 24 小时内响应，72 小时内安排到场处理。 10、整体施工与验收应符合《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》（GB 50169-2016）等国家标准，确保实验室具备独立、稳定、低阻抗、高可靠性的电气接地系统，全面保障实验教学与科研工作的安全运行。			
24	实验样	1、 电子天平一台，须具备高精度称重能力，适用于材料分析与样	套	1	否

	品制作与后处理系统	品制备工作。称量范围不低于 50g，读取精度至少达到 0.01mg；称量范围不低于 500g 时，读取精度至少达到 0.1mg。稳定时间不超过 3 秒，预热时间为 30-60 分钟，具备全自动校准、RS-232 接口及 GLP/GMP/ISO 校准记录功能。显示方式为 LCD 液晶屏，支持多种单位切换与数据直通视窗输出，满足实验室高灵敏度称重要求。 2、 恒温箱一台，要求具备宽温区范围（-60℃至 150℃），容积不少于 80L，温度分辨率不低于 0.01℃，波动度不大于±0.5℃，均匀性不超过±2℃。支持快速升降温（最高至少可达 5℃/min），配备 USB 和 RS232 接口实现远程控制。具有多重安全保护机制（如压缩机超压、风机过载、缺水保护等），执行 GB/T 2423 及 GJB 150 系列环境试验标准，适用于电气元器件老化测试及恒温保存等实验场景。 3、 真空干燥箱一台，用于湿敏材料及绝缘材料干燥处理，应具备精准温控和高效真空系统。控温范围 RT+10~200℃，真空度至少可达 133Pa，须配备 PID 控制系统与机械指针真空表。内胆尺寸不小于 415×370×345mm，采用冷轧钢板制造，满足 GB/T 29251-2012 规范要求。 4、 搅拌器一台，要求具备至少 50L 液体搅拌能力，最大粘度至少可达 50000mPas，转速范围 30~2200rpm，误差控制在±3rpm 内，采用无刷直流电机驱动，具备 LCD 显示屏及过载/故障保护功能。适用于高粘度化学试剂制备与恒温搅拌实验。 5、 离心机一台，需支持高速分离操作，最大转速不低于 16600r/min，最大相对离心力不小于 19200g，容量不低于 400ml。整机噪声小于 65dB，配备液晶屏及编程功能，具备转速精度±50r/min，具备超速保护、门锁保护等多重安全保障措施，符合 GB 19815-2021 标准，适用于样品提纯与材料分离。 6、 超声波清洗机一台，用于实验器件与精密零部件的深层清洗，容积不小于 75L，超声功率可调（最大至少 1200W），加热功率至少 3000W，超声波频率不低于 40kHz，内槽采用 304 不锈钢，内槽尺寸不小于 550×400×350mm，具备自动定时、温度控制、能量转换效率≥99.6%。适配化学溶剂与水基清洗剂。 7、 旋转蒸发器一台，配置至少 10L 旋转瓶和至少 5L 收集瓶，具备恒温水浴锅、冷却循环系统和真空装置，真空度至少达到 0.095MPa，温控范围室温至 180℃，控温精度不低于 1℃。电机为无刷减速增力型，转速 0~120rpm，密封系统采用 PTFE+氟橡胶复合材质，整机具备升降保护、超温断电、干烧保护等安全措施。适用于溶剂回收、样品浓缩及高纯度溶液制备。 8、以上设备到货后，投标人或厂家须在合同签订后的规定时间内完			
--	-------------------------	--	--	--	--

		成送达，并在 5 个工作日内完成现场安装调试与用户培训。培训内容包括设备基本操作、安全使用、常见故障判断与维护方法等，确保实验教学与科研工作顺利开展。			
25	多 功 能 动 态 配 气 仪	1、 多功能动态配气仪须能够同时支持单组份与多组份标准气体的自动化配制，输出的标准气体可直接用于气体分析仪、纯度仪、可燃气体检测报警器、气体检漏仪及各类气体传感器的检定、检测、校准与性能评价，也可用于分析方法的校验。设备须兼具配气与流量控制功能，可按被检设备所需流量对所配标准气进行精确控制与分流，在系统中同时充当高精度质量流量控制器。标准气体输入通道可任选一路或多路接入 NO₂、SO₂、O₂ 等纯气或高浓度标准混合气，稀释通道接入与平衡气一致的高纯 N₂（或选配空气），经比例控制输出任意低浓度单组分标样；当需模拟复杂混合源时，可分别接入多路高浓度标准气（如 NO、SO₂、O₂ 等），再以高纯 N₂ 稀释，经独立质量流量控制器调节各路流量后均匀混合，实现多组分、可编程浓度阶梯的输出。设备除自动程控模式外，还应提供手动单通道/多通道操作模式；在关闭排空、打开样气输出时，可作为标准流量计用于其它仪器流量校准；通道允许独立或多路、多步骤、不同流量连续输出；程控配气程序可预设浓度序列与时间间隔并存储调用。 2、 仪器配置≥8 存（不低于 1024×768）真彩工业触摸液晶屏；内置高精度质量流量控制器，多路（至少 4 通道，须支持扩展）独立控制，输出精度 ±0.5%F.S，流量线性误差 ≤±0.5%F.S；最大总输出流量不低于 5000 mL/min，最大稀释比不低于 500:1。具备自动校准与连续零点校准功能；自动检测输入端气源流量并在无流量时停止运行以保护核心部件；支持恒定流量或恒定浓度方式输出，并可设定多步骤时间序列实现不同浓度连续输出；实时颜色状态指示配气工况；一键多通道清洗；支持 MODBUS 通讯协议并可远程联机控制；配备 SD 卡接口用于固件/软件升级。 3、 系统响应时间 <5 s，预热时间约 15 min；工作温度 15~50℃，环境湿度 15~85%RH，无冷凝；大气压力 86~106 kPa。电源输入 AC100~240V，50/60 Hz，自适应宽电压；额定功率 <100 W。整机尺寸约 500×360×230 mm，重量约 14.2 kg；配套拉杆箱尺寸约 650×440×340 mm，重量约 9.5 kg，便于携带外场标定。为降低对钢瓶空气的依赖，仪器须提供内置微型空气压缩泵组件，进气端设空气净化干燥器以去除水分与杂质，可在需要以空气为稀释或 21%O₂ 标准背景时直接供气。所有气路输入端均须采用快速插接结构，便于更换标准气体钢瓶或转换实验方案。 4、 须至少两路质量流量控制器（至少 1 路标准气 + 1 路稀释气，须支持扩展多路）按设定流量比例混合，实现从高浓度气源到目标低浓度	台	1	否

		标样的快速、可重复、可追溯制备；输出样气既可直接实时供被检仪器使用，也可充入钢瓶或采样气袋备用。系统须采用高性能数字处理芯片与嵌入式数据算法平台，结合触摸屏人机交互实现参数设定、自动运行监控、浓度计算、报警管理与结果存储；自动零点校准保障长期稳定；既能作为动态配气平台，也能充当高精度流量控制子系统。 5、投标人或厂家须负责整机运输、到校安装与现场调试，并开展不少于 3 小时的操作与维护技术培训，培训内容应涵盖气路连接规范、通道标定、程控程序设定、浓度计算、流量校准、数据导出、常见故障诊断与安全操作要求。交付时需提供完整技术资料，包括操作手册、出厂检验报告、校准证书、接口定义、维护周期建议及软件升级说明。设备投入使用后应支持远程技术咨询与备件服务，以保障教学、标定与科研实验的连续性。需要配备配套的标准氮气与氧气气瓶各一个。 6、拟提供的配气仪须支持用于气体混合比例校准实验、气体传感器校准实验、气体检测仪功能与线性测试、多组分气体动态混合实验、流量控制与响应实验、以及实验条件模拟（变浓度、变背景、序列暴露）等多类教学应用。			
26	气体增压系统	1、该设备须采用高效活塞式增压泵作为核心部件，适用于压缩空气、六氟化硫、氮气、氧气、氦气、氩气、二氧化碳等大多数惰性气体的增压操作，支持用于实验室中各类检测设备和实验平台的尾气回收、气体增压、气源回充及现场注入等任务。 2、本系统最大增压压力须至少可达 0.7 MPa，增压过程中的输出流量依压力递减而变化，如在 0 MPa 时至少可达 19.5 L/min，在 0.7 MPa 时至少须维持 2.8 L/min。设备须具备真空功能，最大真空度至少可达 -880 mbar，抽气速率约 7.2 m³/h，极限真空至少可达到 2 Pa，支持用于需要负压预处理或抽真空密封的实验流程。供电为 AC220V，50Hz，整机尺寸约为 211×342×258 mm，适合实验室桌面使用，并配备与动态配气仪接口匹配的专用连接装置，保障系统整体协同运行。 3、该增压系统须具有智能自动保压功能，在回路压力下降时可自动启动进行补压，确保系统输出压力稳定可靠。设备设计中须采用高性能活塞泵结构，压力建立后自动减速直至停止。须支持带压启动，具备不受启停次数限制的特点，满足高频次实验切换与多样化实验场景的需要。 4、投标人或厂家须提供整机运输、现场安装调试、配件组装等完整服务，并开展不少于 3 小时的设备使用技术培训，培训内容应涵盖增压系统操作流程、气路连接规范、保压调节设置、真空抽气控制、常见故障处理与安全操作规范等方面，确保教师与技术人员掌握设备的使用与维护。 5、该气体增压系统须支持应用于以下实验项目：一是气体增压性能	台	1	否

		测试，评估不同气体在特定压力下的流量输出稳定性与增压效率；二是压力调控实验，通过自动保压功能实现实验环境中的稳态压力控制；三是真空抽气实验，结合动态配气或密封实验装置开展负压气路建立、空气抽除、气密性验证等操作，为高精度气体传感器标定、浓度控制和气体环境模拟提供基础支撑。			
27	真空抽气及测量系统	1、系统须采用干泵与脂润滑分子泵联合抽气的方式，配合电动插板阀、压差阀、放气阀及真空测量组件，形成完整的抽气通道与闭环压力控制系统，可实现真空环境下精确、稳定的气体控制和实验需求。 2、该系统的核心技术须满足一下要求。分子泵抽速至少可达 1200 L/s，极限压强优于 5×10^{-6} Pa，对氮气的极限压强优于 1×10^{-7} Pa，转速至少高达 24000 rpm，启动时间小于 10 分钟，支持任意角度安装。干泵抽速不低于 8.7 L/s，极限真空优于 1 Pa，运行噪音低于 61 dB，整体尺寸约为 515×325×355 mm 左右，整机重量约为 35 kg。所有泵体采用风冷设计，避免复杂冷却系统带来的不便。 3、电动插板阀须采用 304 不锈钢制造，CF200 接口，支持电动与手动双控制。压差阀采用铝合金与氟橡胶密封。手动放气阀须采用 304 不锈钢结构，配备高真空密封波纹管接口。系统整体漏率优于 1×10^{-7} Pa L/s。 4、真空监测系统方面，须配备一台薄膜压力规（测量范围不低于 0.1 Torr），具有 $\pm 0.5\%$ 读数精度与 0.03%FS 分辨率，带 RS485 通讯接口，可输出 0 - 10V 模拟信号。须另提供一台真空计用于宽范围压力监测，覆盖从大气压至 1×10^{-5} Pa 的真空状态，具有 $\pm 50\%$ 读数精度，重复性为 $\pm 2\%$，可适应不同安装方向。 5、整套系统的极限真空度至少须达到 6.7×10^{-5} Pa，并具备在 10^{-2} 至 10 Pa 范围内的自动闭环压力控制功能，适用于需要精确气压调节与维持的实验流程，如真空中电离放电、局部放电、薄膜沉积前处理等。 6、投标人或厂家须提供完整的现场安装、调试服务，并进行不少于 3 小时的使用技术培训。培训内容应包括真空泵系统的开关机操作流程、真空度测量与校准方法、闭环控制设定、常见故障诊断与维护建议，确保实验人员能够安全、高效地使用本设备。该设备须支持开展真空环境放电实验。	套	1	否
28	真空室装置	1、该设备整体结构须采用高标准不锈钢制造，须适用于开展高真空条件下的放电实验、材料处理、电离过程研究等多类教学科研任务。设备须包括主真空腔体、高压电极腔体、观察系统及连接电缆系统，能够与抽气系统（如分子泵、干泵等）及测量系统（如压力规、CCD 监控）组成完整实验平台。 2、主真空腔体须采用立式结构，腔体尺寸约为 500×460 mm，须采	台	1	否

		用 304 不锈钢制造，前开门设计，门体为铝合金材质，配有铅玻璃观察窗用于高压放电过程的可视化监测，腔体后部还设有导电玻璃大视窗，预装 CCD 接口，可调节高度，满足不同视角的观测需求。整个腔体密封设计严谨，除前门和高压接口外，均采用全金属密封结构，关键法兰接口均符合 GB/T6070-95 标准，漏率优于 $1 \times 10^{-7} \text{ Pa} \cdot \text{L/s}$，具备优良的热稳定性和抗放气性能，支持高温烘烤处理。 3、侧壁接口配置包括离子源接口、压力规接口、进气阀、放气阀、高压电极接口、备用法兰等，支持多类型仪器扩展与实验通道管理。其中 CF200 法兰安装电动插板阀，可与分子泵及干泵高效对接，形成完整抽气系统。接口连接采用快速法兰或波纹管连接。高压电极腔体尺寸约为 $\phi 350 \times 180 \text{ mm}$，与主腔体之间采用氟橡胶圈密封。腔体内安装 $\geq 120 \text{ kV}$ 绝缘样品平台，焊接方式须采用内外氩弧焊，内部表面经过机械与电解抛光处理，光洁度优于 $1.6 \mu\text{m}$，须做到有效降低放电尖端效应。 4、设备外部须安装有高压电缆连接件，并配备四氟绝缘件与耐高压胶封装结构，配置至少 5 米长度的高压连接电缆，满足实际布线需求。前门经喷砂氧化处理，提升耐腐蚀性与绝缘强度，同时保证实验时的操作安全性。 5、该系统整机技术指标须包括：系统漏率优于 $1 \times 10^{-7} \text{ Pa} \cdot \text{L/s}$；腔体内壁光洁度不低于 $1.6 \mu\text{m}$；观察窗口须具备导电涂层；所有法兰焊口无明显划伤与缺陷，具备高压电极备用接口。适配各类高压测试与气体放电实验需求。 6、投标人或厂家须提供现场安装与调试服务，并完成设备使用技术培训，培训内容涵盖腔体使用注意事项、密封检验、接口扩展、高压接入规范及放电实验操作流程，确保使用人员掌握系统运行方式。本系统要求须支持配合真空抽气及测量系统使用。 7、本设备须支持开展真空环境放电实验，适用于真空条件下的气体击穿、电场增强效应、等离子体形成过程及电极间绝缘行为等。			
29	高压电极及绝缘样品台	1、系统须具备优异的电气绝缘性能、结构稳定性以及流量控制功能，能够满足多种高电压真空实验的要求。 2、系统须至少配备一套 120kV 高压电极，安装于真空腔体底部，同时在腔体侧壁预留至少两个 2kV 电极接口，便于多点供电或测试引出。高压电极主体采用 99 瓷材料，设计为波纹结构。电极须采用中空设计，顶部设有电极法兰，用于连接实验样品，底部通过 PEEK 绝缘支座固定，并配合氟橡胶圈实现严密密封，漏率优于 $1 \times 10^{-7} \text{ Pa} \cdot \text{L/s}$，满足高真空环境下的使用需求。整套电极组件的同轴度优于 0.1，结构紧凑可靠。 3、配套绝缘样品台须采用高强度 PEEK 工程材料制造，尺寸约为 ϕ	套	1	否

		200×240 mm，结构设计主电极同轴，保证电场均匀性，整体耐压能力至少可达 120 kV，台面可拆卸设计，便于更换实验样品或电极组合。 4、系统须具备一套精密气体进气系统，支持 0 - 20 sccm 的微量气体输入，包含高精度流量计和游标微调针型阀，具备±0.5%控制精度，配合真空抽气系统可实现稳定的闭环气压调控。所有接头均须采用 316L 不锈钢材质与 6mm 双卡套接口，保证气密性和化学兼容性，整套进气组件可调节工作压力至 1 MPa，适应不同气体种类与实验工况。针阀须采用游标式手柄，最大调节圈数至少可达 11 圈，最大流量至少 0.15 L/min，确保气体进样的可重复性与精度。 5、设备设计须具备高低压电源隔离功能，有效避免高压干扰弱电信号，提升实验信号纯净度与检测精度。整套系统的电极耐压不低于 120 kV，并至少须提供两路 2kV 法兰接口，具备多工位供电或扩展接口能力。 6、投标人或厂家须提供完整的现场安装、系统调试及操作培训服务，确保使用人员掌握高压接线规范、气体流量控制方法、样品布置技巧及安全操作规程，培训时间不得少于 3 小时。要求支持配合真空室装置、真空抽气及测量系统使用。 7、本装置须支持用于真空环境下的电场击穿实验、表面放电现象观测、气体击穿特性研究、高压绝缘材料性能评估及放电等离子体形成等多个科研或教学实验项目。			
30	真 空 室 辅 助 及 电 控 系 统	1、系统须包括升降样品台、CCD 视频监控装置、电控系统与整体支撑台架。 2、升降样品台采用丝杆光轴导向结构，配合波纹管密封，行程范围为 0 - 50 mm，可实现手动升降操作，适用于多种尺寸样品的安装。升降机构须由 PEEK 绝缘材料构成，具备良好的电气绝缘性，保障 2kV 离子源在升降过程中的电气安全及与样品之间的同轴性。 3、视频监控装置须安装于真空室后侧，通过 CF 法兰接口连接 CCD 及高分辨率手动调焦镜头。CCD 分辨率不低于 2592×1944，接口为 GiGE 工业接口，供电电压 12 - 24V，功率<3W，光学接口为 C 型，具备 RJ45 数据输出口及屏蔽 I/O 工业接口。前端镜头焦距约为 50 mm，适用于最高 1000 万像素相机，光圈范围 F2.8 - F16，聚焦范围 0.3 m 至无穷远，支持 8.7×6.5°视场角，螺纹接口为 M30.5×0.5。视频监控系统须配有软件，支持图像抓拍、视频实时监测和记录存储，能够精准捕捉放电辉光现象和实验状态。 4、系统支撑台架整体尺寸约为 1800 mm × 900 mm × 970 mm，须采用不小于 80×80 mm 铝合金型材搭建，台面为阳极氧化铝板，侧面为喷塑处理钢板，须设有带锁门板便于维护。内部集成流量计、高压电源（自	套	1	否

		备)与相关控制元件,高低压电路分离布置,防止高压干扰。台架配备万向脚轮及调平支脚,方便设备移动与稳定放置。 5、 电控系统整体须集成在一台不大于 1.6 米标准电控柜内,须采用 A3 喷塑金属材质。控制方式支持自动与手动切换,主控接口为不小于 10 英寸彩色触摸屏,并安装于支架上以适应不同视角。系统配套设备包括真空显示仪、流量显示仪、压力规显示仪、CCD 显示屏、电源控制器等;须预留标准 19 英寸机柜位置便于后期拓展。电控柜底部设有脚轮,支持快速移动及固定。 6、 整套系统须支持高集成度自动化控制,样品台升降控制精度为 $\pm 0.5\text{ mm}$, CCD 图像可实时存储与抓拍。 7、投标人或厂家须提供完整的现场安装、系统调试及操作培训服务,培训时间不得少于 3 小时。确保设计可以正常工作,要求可配合真空室装置、真空抽气及测量系统使用、高压电极及绝缘样品台使用。 8、本系统须支持真空环境下的放电实验,特别适用于局部放电、电极辉光、气氛放电等实验场景中样品台精密调节与放电现象视频记录分析。			
31	252 千伏 GIS/GIL 母线段罐体	一、基本要求 1、 252 千伏 GIS/GIL 母线段罐体基本要求如下:尺寸与材料参照真型 252kV 六氟化硫高压 GIS/GIL,母线段总体长度不少于 1800mm,母线段中配置主回路导体,配置至少 2 个 252kV 盆式绝缘子,配置有六氟化硫充、放气阀门。罐体预留 4 个拔口接口安装法兰位置。 2、 尺寸参数: 252kV (单相): 导体直径不小于 88mm; 壳体外径不小于 376mm, 内径不小于 364mm, 壳体厚度不低于 6mm; 额定工作压频率(Hz) 50/60 Hz ; 额定气体压力 0.4 Mpa。 3、 可靠性要求: 降低漏气问题,六氟化硫气体年泄露率$\leq 0.05\%$/年。 外壳须采用铝合金板焊接结构,必要时部分采用钢-不锈钢拼接焊接结构,并按压力容器有关标准设计、制造与检验。应牢固接地并能承受在运行中出现的正常和瞬时压力。 4、 外壳应能使设备安全地进行下述各项工作:正常运行、检查和维护性操作。生产厂家应对 GIS 罐体焊缝进行无损探伤检测,保证罐体焊缝 100%合格,并按设备投产后不能复查的条件要求进行设计、制造,以确保材料、结构、焊接工艺、检验等的安全性。 5、 螺栓与壳体接触的位置应接触可靠,确保良好的金属连接,要求接触面无刷漆。GIS 各气室应能长期承受内部至少 10Pa 真空度。自带不少于两个透明观察窗,可观察内部放电模块的位置与可视的放电特征。 6、 充气压力检测满足 0—0.5MPa, 额定工作压力 0.4 MPa, 最大工作压力至少可达到 0.45 MPa。配置密度继电器与安全阀,设置合理的安全	套	1	否

	阈值。 7、 每个隔室应单独安装一个具有密度和压力指示功能合一的 SF6 气体监测设备，不同隔室不允许用 SF6 气体管道连成一个封闭压力系统。SF6 气体监测设备应采用就近隔室布置的方式。SF6 气体监测设备的安装位置应便于运行人员读取数据和试验维护。 8、 SF6 气体系统应尽量简单且便于安装和维修。SF6 气体监测设备与 (H)GIS 本体之间应设置带手动隔离阀门的三通阀，可切断与本体的气路，并配有充放气的自封接头或阀门，具备不拆卸校验功能。 9、 充气接头材质须采用黄铜或 6 系铝，连接管道材质应采用紫铜、304(L) 或 316(L) 不锈钢，充气阀底座材质应采用 6 系铝。充气接头应采用 DN20 的充气接头或提供转接头。各气室取气口宜引至便于作业的高度和位置，取样口设置朝向外面并留有足够维护及操作空间，禁止朝向 SF6 密度继电器二次线。 10、 各气室的压力监测装置宜引至方便巡视、维护的位置，应让人员与带电部位保持足够的安全距离。六氟化硫快速充放气接口； 母线段上配置接地位置；为保证维护工作的安全性，需要触及或可能触及的主回路的所有部件应能够接地。 11、 另外，在外壳打开以后的维修期间，应能将主回路连接到接地极。接地可用以下方式实现： a) 如果连接的回路有带电的可能性，应采用关合能力等于额定峰值耐受电流的接地开关； b) 如能预先确定回路不带电，可采用不具有关合能力或关合能力低于相应的额定峰值耐受电流的接地开关； c) 仅在制造厂和用户取得协议的情况下，才能采用可移动的接地装置。 12、 螺栓强度应不小于 8.8 级。直径 8mm 及以下的螺栓、螺钉等应采用不锈钢（A2-70）制成，直径 10mm 及以上的暴露在大气中的螺栓应采用热镀锌材料。直径 10mm 及以上 GIS 内部用螺栓应优先选用磷化、发蓝（发黑）及不锈钢工艺，且尺寸公差、镀层厚度、化学成分、机械性能满足 GB/T3098。 13、 所有暴露在大气中的金属部件须具有防锈层或采用不锈钢材料制成。外壳须采取有效的防腐、防锈措施，确保在使用寿命内不出现涂层剥落、表面锈蚀的现象。GIS/GIL 的钢支架之间以及钢支架与设备本体之间联接采用螺栓固定。当 GIS/GIL 为全单相式结构（单相一壳）时，钢支架与固定金具不能形成闭合磁路。 14、 GIS/GIL 的所有支撑不得妨碍正常维修巡视通道的畅通。观察窗至少应达到对外壳规定的防护等级。观察窗应具有完备的密封、防紫外线和运行老化等措施，并不得降低设备气密性、绝缘、防爆、燃弧和开合等			
--	---	--	--	--

		关键性能指标。 15、 观察窗应该使用机械强度与外壳接近的透明板遮盖（应保证气体不泄漏）。同时，应有足够的电气间隙或静电屏蔽等措施（例如在观察窗的内侧加一个适当的接地金属编织网），防止形成危险的静电电荷。 二、技术参数 ★1、电气参数：额定电压不低于 252kV；额定电流不低于 3150A；额定短时耐受电流及时间不低于 50kA/3s；额定峰值耐受电流不低于 125kA；额定短时工频耐受电压（对地）不低于 460kV；额定雷电冲击耐受电压（对地）不低于 1050kV；无线电干扰水平$\leq 500 \mu V$。 ★2、材料参数：外壳材质须采用铝，导体对接面材质须采用镀银 观察窗清晰观察内部，不引入外部照明设备的条件下，通过自然光可清晰可见；正常运行局部放电量小于等于 10pC。绝缘子材料环氧树脂一次浇筑，外设铝法兰。 3、符合标准：IEC 62271-1：2017 高压开关设备和控制设备共用技术要求；GB/T 311.1-2012 高压输变电设备的绝缘配合；GB 7674-2020 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备；GB/T 8905-2012 六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则；GB/T 11022-2020 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求。 注意：场地为普通双开门，无吊装机械，要求投标人或厂家散件发货，到校现场安装、调试设备并进行设备使用技术培训，确保设备与人员可以进行相关的实验教学。可进行实验：内部局部放电实验。			
32	252 千伏 GIS/GIL 局 部 放 电 控 制 装 置	一、 基本要求 252 千伏 GIS/GIL 局部放电控制装置功能要求： 1、 控制装置服务并配合真型 252 kV 六氟化硫高压 GIS/GIL 母线段罐体，配置至少 4 个拔口接口，以适用于不同类型和规格传感器的安装（如 HFCT、超声、UHF 等局放检测传感器）。 2、 在法兰上须设置局部放电模型，通过模型的切换可以实现对局部放电起始放电电压、放电类型、放电位置、放电大小等。 3、 配置架空套管，可以通过架空套管外接电源，对实验平台引入电压源。实验平台可设置不同模拟故障，包含尖端放电、沿面放电等。通过调节试验电压和故障模块，实现放电类型的切换和放电强度的调节。 4、 避免漏气等问题，六氟化硫气体年泄露率$\leq 0.05\%$/年。外壳应是铝合金板焊接结构，必要时部分采用钢-不锈钢拼接焊接结构，并按压力容器有关标准设计、制造与检验。应牢固接地并能承受在运行中出现的正常和瞬时压力。 5、 外壳应能使设备安全地进行下述各项工作：正常运行、检查和	套	1	否

	维护性操作。 6、 生产厂家应对 GIS 罐体焊缝进行无损探伤检测，保证罐体焊缝 100%合格，并按设备投产后不能复查的条件要求进行设计、制造，以确保材料、结构、焊接工艺、检验等的安全可靠性。 7、 螺栓与壳体接触的位置应接触可靠，确保良好的金属连接，要求接触面无刷漆。 8、 GIS 各气室应能长期承受内部至少 10Pa 真空度。自带不少于两个透明观察窗，可观察内部放电模块的位置与可视的放电特征。配置支撑结构，实现母线段稳定支撑，保证平台稳定运行。GIS/GIL 的钢支架之间以及钢支架与设备本体之间联接采用螺栓固定。当 GIS/GIL 为全单相式结构（单相一壳）时，钢支架与固定金具不能形成闭合磁路。 9、 GIS/GIL 的所有支撑不得妨碍正常维修巡视通道的畅通。配置直角三通，用来连接架空套管与 GIS 母线故障段，设置充气阀与密度继电器。配置架空套管，外接电源，将电源引入 GIS 母线段。架空套管额定电压不低于 30 千伏。配置封堵母线，用来封堵 GIS 故障母线段，同时承担高悬浮电位，也可以作为故障平台的扩展接口。 二、技术参数 ★1、充气压力检测满足 0—0.5MPa，额定工作压力 0.4 MPa，最大工作压力至少可达到 0.45 MPa。 2、表阀及气体检测：密度继电器须具备温度补偿功能，不拆卸密度继电器情况下可对实验设备进行充放气操作。 3、每个隔室须单独安装一个具有密度和压力指示功能合一的 SF6 气体监测设备，不同隔室不允许用 SF6 气体管道连成一个封闭压力系统。SF6 气体监测设备应采用就近隔室布置的方式。SF6 气体监测设备的安装位置应便于运行人员读取数据和试验维护。 ★4、SF6 气体系统须尽量简单且便于安装和维修。SF6 气体监测设备与 (H)GIS 本体之间应设置带手动隔离阀门的三通阀，可切断与本体的气路，并配有充放气的自封接头或阀门，具备不拆卸校验功能。充气接头材质应采用黄铜或 6 系铝，连接管道材质应采用紫铜、304(L)或 316(L) 不锈钢，充气阀底座材质应采用 6 系铝。充气接头应采用 DN20 的充气接头或提供转接头。各气室取气口宜引至便于作业的高度和位置，取样口设置朝向外面并留有足够维护及操作空间，禁止朝向 SF6 密度继电器二次线。 5、各气室的压力监测装置宜引至方便巡视、维护的位置，应让人员与带电部位保持足够的安全距离。 6、放电模型的局部放电起始电压须低于 20 千伏；至少可以实现尖端放电与沿面放电。			
--	---	--	--	--

		7、尺寸参数如下： 1) 252kV（单相）：导体直径不小于 88mm；壳体直径不小于 376mm；额定工作压频率(Hz) 50/60 Hz ；额定气体压力 0.4 Mpa。 2) 套管须采用防爆非瓷材质；套管污秽等级的选择：对于 d 级以下污秽等级的地区统一按 d 级防污选取设备的爬电距离，d 级外绝缘统一爬电比距离按不小于 43.3mm/kV。 3) 湿度条件：在 24h 内测得的最大相对湿度的平均值 100%。最大月相对湿度平均值 100%。应考虑凝露的影响。连接套管与故障实验段垂直布置，须通过直角三通过渡。 8、符合标准：IEC 62271-1：2017 高压开关设备和控制设备共用技术要求；GB/T 311.1-2012 高压输变电设备的绝缘配合；GB 7674-2020 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备；GB/T 8905-2012 六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则；GB/T 11022-2020 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求。 注意：252 千伏 GIS/GIL 局部放电控制装置须可以配合 252 千伏 GIS/GIL 母线段罐体使用。场地为普通双开门，无吊装机械，要求投标人或厂家散件发货，到校现场安装、调试设备并进行设备使用技术培训，确保设备与人员可以进行相关的实验教学。可进行实验：内部局部放电实验。			
33	等 离 子 体 反 应 装置	1、该设备须为成套装置，包括低温等离子体空气常压反应器一个，空气常压等离子体实验反应器一个，单介质 DBD 同轴反应器一个。 2、低温等离子体空气常压反应器一个：须具备良好的电源适配性，能够适应多种低温等离子体实验电源，用于介质阻挡放电、辉光放电等不同气体放电方式实验。反应器需在常压或低气压环境下稳定运行，确保等离子体生成和维持的稳定性。电极及介电材料应具备优异的耐腐蚀性和耐热性，以延长设备寿命并保障使用安全。 该设备须具备多功能实验能力，能够满足气相、气液相、气固相等多种等离子体反应实验需求，操作简洁、易于维护。其基本功能包括气体净化与等离子体稳定生成，具备调节放电功率、频率和气体流速等功能，保证实验过程的可控性和长期运行的安全性。 技术参数方面，放电面直径为不低于 $\phi 50$，电极间距可调范围为 0~10mm，电极材质至少为 304 不锈钢，具备优良散热与电腐蚀防护性能；配备介质夹具固定装置，高压端具有良好绝缘性能与便于连接的接头接口。设备须由投标人或厂家提供上门安装、调试，并完成设备使用的技术培训。 该设备须可用于低温等离子体放电实验。 3、空气常压等离子体实验反应器一个：须具备通用电源适配能力，支持介质阻挡放电、辉光放电等多种等离子体实验形式，适应常压或低气	套	1	否

		压实验环境。电极和介电材料选择标准须具备良好的耐蚀性与耐热性，确保安全与稳定。反应器结构设计合理，便于操作和多功能使用，满足气相、气液相与气固相等离子体反应。 设备须具备稳定的等离子体生成能力，支持关键参数如放电功率、频率和气体流速的调节，确保实验过程的安全性及优化空间。结构包括高压接线柱、上高压电极、石英反应釜、地线接线柱、下低压电极、石英玻璃夹紧装置、导套、定位螺钉、导柱等。 技术参数包括：有效放电宽度 10 - 50mm，单边放电间隙 10 - 30mm，介质外径范围 20 - 65mm，材料须刚玉或陶瓷。内电极为齿形或平滑柱状结构，凹槽直径 5 - 10mm，凸台直径不低于 12mm，材料为 316 不锈钢（或钛或铜等材质）。外电极须采用 304 不锈钢密网结构，网目数 80 - 100 目。整体结构须具备进出气口、温度测量接口、电参数连接端口等，并具备耐高温物料支撑结构。设备须由投标人或厂家负责安装、调试并提供技术培训。 该反应器须适用于空气常压等离子体实验。 4、单介质 DBD 同轴反应器一个：须采用介质阻挡放电方式，适用于大气压下低温等离子体生成，支持关键参数（如放电功率、频率与气体流速）调节，保障实验安全与可重复性。设备兼容多种放电电源，适应常压或低气压工作条件，电极与介电材料具备良好耐蚀与耐热性能，可支持气相、气液相与气固相等离子体实验。 技术参数包括：有效放电宽度不低于 100mm，单边放电间隙不低于 4mm。外介质为外径不低于 25mm、内径不低于 20mm 的刚玉陶瓷介质管，内电极为齿形 316 不锈钢电极，凹槽直径不低于 8mm，凸台直径不低于 12mm。气体进出口接口为外径不低于 3mm 聚四氟乙烯管道，放电部分可通过管式加热炉加热。设备主体材料均须为 304 不锈钢，放电区域长度为不低于 150mm，间隙不低于 3mm，钢玉管外径不低于 $\phi 25\text{mm}$，内径不低于 $\phi 20\text{mm}$，齿形电极芯不低于 $\phi 10\text{mm}$，凸台直径不低于 14mm。 整体结构须由出气口、上集气口、浮动定芯板、电极、钢玉管、高压接线端子、接地线柱、密封压板、下集气口、进气口和支架等组成。投标人或厂家需完成现场安装调试及使用技术培训。 该反应器须适用于单介质同轴 DBD 反应实验。 5、设备交付须投标人或厂家提供完整的现场安装、系统调试及操作培训服务，培训时间不得少于 3 小时，确保设备可以正常工作。			
34	针 / 棒 / 板-板实验电极	一、基本要求 材料选择：实验电极应选用具有良好导电性和抗氧化性的材料，如不锈钢、铝或铜。同时，电极表面应光滑，以减少表面粗糙度对放电特性的	台	1	否

		影响。 机械稳定性：电极系统需要具备足够的机械稳定性，以承受实验过程中可能产生的机械应力和热应力。同时，电极的安装应保持稳固，避免因振动或移动而影响实验结果。 温度适应性：根据不同实验的需求，电极可能需要在不同温度下工作。因此，电极材料应具有良好的温度适应性，能够在实验所需的温度范围内保持稳定的性能。 实验腔体设计：腔体应采用透明且具有良好绝缘性能的材料，如石英玻璃，以便观察实验过程并防止外部干扰。腔体的设计应保证密封性，能够维持实验所需的气压环境。 观察窗设计：观察窗应具备足够的透明度和抗划伤性，确保在实验过程中能够清晰地观察放电现象。同时，观察窗应便于清洁，以保证观察的准确性。 基本功能包括放电特性研究：通过调整电极间距和施加不同的电压，可以研究针/棒/板-板电极结构下的放电特性，如电晕放电和击穿电压。 参数可调：实验装置应允许调节电极间距、施加电压、气体成分和压力等关键参数，以便模拟不同的实验条件并优化放电过程。 安全保护：确保长时间运行的安全性和稳定性。同时，应设计紧急停止机制，以便在突发情况下迅速切断电源，保障实验人员和设备的安全。 二、技术参数 用于观测物理放电过程，涉及高压强电场特殊场合，需定制。实验环境为常温常压下进行。反应器的温度范围：常温~200℃；电极为针-板、棒-板、板-板可更换结构；电极外围要包含充气腔体，腔体上设置有清晰的观察窗，可以明显观察到放电现象。外围有良好的屏蔽、散热、观察窗等；针电极数量可调；放电高度可调：0-50mm。 可用气源：惰性气体或其它空气，氧气，氮气等混合气体，配备必要的标准高压气瓶； 结构包括：出气口、上集气口、电极、高压接线端子、接地线柱、密封压板、下集气口、进气口、支架等组成。 要求厂家或投标人到校安装、调试设备并进行设备使用技术培训。确保设备可正常工作，达到实验教学目的。 3. 可进行实验 各类典型放电实验。			
35	气体检测装置 (氢气、	1. 便携式气体成分分析仪应满足放电气体成分分析实验及汽车尾气检测等多种应用需求，具备测量 CO、HC、CO₂、NO 及 O₂ 等五种主要气体组分的能力。	台	1	否

	二氧化碳、氧气等)	2. 设备应符合 ISO 3930/OIML Class 0 国际标准，采用非分散红外法（NDIR）进行 CO、HC、CO₂ 测量，具备同步测量怠速工况下 CO、HC、CO₂ 及空燃比（AFR）或过量空气系数（λ）的功能，并支持 O₂、NO、发动机转速（RPM）和机油温度（TEMP）的检测。 3. 仪器响应速度应不超过 15 秒，预热时间不大于 5 分钟。 4. 其中一氧化碳测量线性度应不高于 0.03% vol 或读数 3%，重复性应优于 0.01% vol 或读数 1.7%；碳氢化合物测量误差不超过 10ppm vol 或读数 5%，重复性不超过 3.3ppm vol 或读数 1.7%；二氧化碳误差控制在 0.3% vol 或读数 5%以内，重复性不超过 0.17% vol 或读数 1.7%；并具备良好的预热稳定性和低漂移特性。 5. 可以用于汽车尾气分析，同时测量怠速工况下的 CO，HC，CO₂（非分散红外法：NDIR）和空燃比（AFR）或过量空气系数（λ）。可以测量 O₂，NO，发动机转速（RPM）和机油温度（TEMP）。 6. 设备分辨率要求须为 CO 不低于 0.01% vol，HC 1 ppm vol（0 - 2000 ppm）/10 ppm vol（2000 - 10000 ppm），CO₂ 不低于 0.02% vol，空燃比 AFR 不低于 0.1，过量空气系数 λ 0.001，O₂ 不低于 0.01% vol，NO 不低于 1 ppm vol。 7. 设备工作温度范围应为-30℃至 55℃，整机结构紧凑，重量轻，配备清晰的 LCD 显示屏，主机支持 RS-232 标准通信接口。 8. 设备交付时，投标人或厂家须提供整机安装、调试服务，并承担现场技术培训任务，以确保设备能顺利投入使用并满足放电气体成分分析实验需求。			
36	高频 LCR 数字电桥	一、基本要求 高频 LCR 数字电桥的基本要求与功能主要包括确保测量的精准性、可靠性和适应性。测量精准性：高频 LCR 数字电桥应具备高精度的测量能力，基本精度需至少达到 0.05%。能够提供稳定和可靠的数据。 频率范围须广泛，以支持不同频率下的精确测量。显示与操作界面：采用≥7 英寸或以上显示器，保证测量结果的精度。多功能性：须支持多种测量参数。具备自动平衡电桥功能，能在更宽的频率范围内保证更高的频率精度。 高功率测试条件：支持 2V 交流测试信号和 10V 直流偏置的高功率测试条件。须具有广泛的应用领域，包括压电器件分析、阻抗分析、等效电路分析和介电材料介电常数分析等。操作温度范围为 0℃-40℃，相对湿度为 90%RH，确保在不同环境下仪器能够正常工作。 二、技术参数 高频 LCR 数字电桥主要技术参数如下：	台	1	否

		高频 LCR 数字电桥应具备宽频率范围、高精度及高分辨率的阻抗测量能力，适用于电感、电容、电阻等无源元件的参数精密测试。仪器的测试频率范围应覆盖 20 Hz 至 2 MHz，具体包括：20.0000 Hz 至 99.9999 Hz，频率灵敏度为 1 mHz；100.000 Hz 至 999.999 Hz，频率灵敏度为 10 mHz；1.00000 kHz 至 9.99999 kHz，频率灵敏度为 100 mHz；10.0000 kHz 至 99.9999 kHz，频率灵敏度为 1 Hz；100.000 kHz 至 999.999 kHz，频率灵敏度为 10 Hz；1.00000 MHz 至 2.00000 MHz，频率灵敏度为 100 Hz。信号源输出阻抗应为 1000 Ω，精度为 $\pm 1\%$（在 1 kHz 下）。 电压输出范围应覆盖 5 mVrms 至 2 Vrms，其中 5 mVrms 至 0.2 Vrms 的电压灵敏度为 100 μ Vrms，0.2 Vrms 至 0.5 Vrms 灵敏度为 200 μ Vrms，0.5 Vrms 至 1 Vrms 灵敏度为 500 μ Vrms；在 1 Vrms 至 2 Vrms 范围内，灵敏度为 1 mVrms；2 Vrms 至 5 Vrms 的灵敏度为 2 mVrms；5 Vrms 至 10 Vrms 的灵敏度为 5 mVrms；在 AC 信号范围 10 Vrms 至 20 Vrms 时，灵敏度应达到 10 mVrms。 仪器的电流输出范围为 50 μ Arms 至 20 mArms，其中，50 μ Arms 至 2 mArms 的灵敏度为 1 μ Arms，2 mArms 至 5 mArms 为 2 μ Arms，5 mArms 至 10 mArms 为 5 μ Arms；10 mArms 至 20 mArms 的灵敏度为 10 μ Arms，20 mArms 至 50 mArms 为 20 μ Arms，50 mArms 至 100 mArms 为 50 μ Arms。 该高频 LCR 数字电桥须具有良好的测试稳定性、可调节信号输出电平和丰富的测量功能，适用于教学与科研中对无源元件的精密参数测量需求。 要求厂家或投标人到校安装、调试设备并进行设备使用技术培训。 三、可进行实验 各类电桥测量实验			
37	光谱仪	1、光纤光谱仪共计须配置三台，分别用于不同波段的校准与检测实验。三台设备的校准光谱范围分别为 340 - 560 nm、380 - 700 nm、500 - 1000 nm，覆盖紫外、可见光及近红外区域。光谱仪采用线阵 CMOS 相机，至少具备 2048 有效像素，像元尺寸不低于 14 μ m $\times$ 200 μ m，感光面积不低于 28.7 mm $\times$ 0.2 mm。光学设计采用高分辨率的 M 型 C-T 光路结构，支持 0.15 - 2 nm 的光学分辨率，须配备可定制的入射狭缝（10 μ m、25 μ m、50 μ m），并配有 SMA905 标准光纤接口及自由空间入射口。 2、设备积分时间范围为 1 ms 至 60 s，信噪比在 4 ms 积分时间下可达 650:1，须具备高灵敏度低噪声 CMOS 信号处理电路。数据输出支持 USB 2.0 及串口（UART）通讯方式，ADC 位深至少为 16 位，供电电源为 DC 4.5 V 至 5.5 V，工作电流小于 500 mA。工作温度范围为 10° C 至 40° C，存储温度为 -20° C 至 60° C，工作湿度小于 90%RH（不结露）。设备整体尺寸约为 110 mm $\times$ 95 mm $\times$ 43 mm，重量约为 310 g，可用于实验教学与现场应用。	台	3	否

		3、设备须为通用型多用途微型光谱分析设备，支持调节光路以定制 200 - 1100 nm 内的光谱范围。须具备高分辨率、高信噪比、低噪声特性，适用于多种实验与检测任务，包括激光器波长及稳定性分析、拉曼散射检测、光源检测、反射/透射/吸收光谱测试等。其典型应用领域须包括：LIBS 激光诱导击穿光谱测量，如土壤和矿物成分分析，用于地质勘测与矿产检测；烟气及水质在线环保监测，如对环境水体中有机物、含氧量和烟气成分的识别分析；以及激光中心波长及功率稳定性检测等。 4、设备交付时，投标人或厂家须到校完成全部设备的安装与调试任务，并提供现场使用技术培训服务，确保教学实验人员能够熟练掌握仪器操作与数据采集分析方法，从而充分发挥光谱仪在科研与教学中的功能价值。			
38	高压探头	1、高压探头系统须具备高精度测量能力与安全防护设计，适用于实验电压的精准测量与示波器信号捕捉等场景。设备须达到工业标准的无源高压探头性能要求，具备衰减比例至少为 1000:1 的信号处理能力，输入阻抗至少为 900 MΩ，输入电容至少为 2 pF。最大输入范围为 DC+AC Peak 39 kV（CAT II）与 AC 27 kV（CAT II），最大负载电流不超过 45 μA。探头带宽应满足 DC 至 220 MHz（-3 dB），具备 1.6 ns 的上升时间，可捕捉快速高压脉冲信号，满足高性能示波测量需求。设备噪声抑制性能优异，在 1 kHz 频率下噪声抑制能力大于 60 dB，在 1 MHz 下大于 50 dB。 2、直流电压测量精度应控制在$\leq 3\%$全量程范围内，交流电压测量精度在 1 kHz 下亦应满足$\leq 3\%$。温度系数不高于 200 ppm/$^{\circ}$C，补偿电容范围为 10 pF 至 35 pF，适应不同信号路径的匹配需求。安全认证方面，设备需符合 EN61010-031 CAT I 安全规范，具备防电击、防短路、防闪弧等多项防护设计，确保操作者在实验中使用的安全性。探头线缆长度应为 2 m $\pm$ 0.2 m，满足实验环境中多样化连接的需求，工作温度范围为-10°C至+55°C，相对湿度环境最高至少为 85%RH。设备必须能适用于以地为参考的电压信号测量，具备与大多数数字示波器的兼容性，读数选项应直接显示实际信号的电压幅度值。 3、系统校准周期为 12 个月，确保探头长期使用后的精度稳定性，须采用期间核查比对法对两台高压探头进行一致性检测。整套系统应配备多通道数据采集模块，支持实时高压信号采集与分析。传感器与数据采集系统之间建议采用光纤传输方式，以最大限度降低电磁干扰，提升系统数据传输的稳定性和电气隔离安全性。 4、设备须具备至少 75 MHz 带宽支持选项，满足实际应用中对快速瞬态高压信号的捕获需求，支持用于教学演示、实验研究及高压测试等场景。 5、交付时，投标人或厂家应提供设备的上门安装、调试及使用技术	台	2	否

		培训服务，确保使用单位能熟练掌握高压探头及采集系统的操作流程、安全规范与数据处理方法，有效支持实验电压的精确测量任务。			
39	电 流 探 头	1、电流探头系统须具备高精度、高带宽和良好环境适应性的性能指标，能够满足复杂实验环境下的电流测量需求。设备应具备优异的测量精准性，分辨率不低于 10 mA，最小测试电流至少为 20 mA，确保在微小电流检测中的准确性。探头应提供多量程选择，如 150 A（100×）和 30 A（10×），以满足不同测试工况下对大电流与小电流测量的灵活要求。 2、电流探头带宽须覆盖 DC 至 20 MHz，适用于直流与交流混合信号测试，最大支持交流电流至少 60 A（峰-峰值）、直流电流至少 30 A，额定有效值电流至少为 20 A rms。设备精度应保证在 3%以内，典型测量精度至少可达 1%，系统噪声水平不高于 6 mA rms，具备 17.5 ns 的快速上升时间，满足高频瞬态信号的准确捕捉要求。信号输出变比为 0.1 V/A，输出信号稳定，便于示波器或数据采集系统的直接读取与分析。探头钳口内径不低于 5 mm，长度约为 1.48 m，适用于各种线缆与导体尺寸的测量应用。 3、设备应符合 CISPR 16-1-2 等相关电磁兼容与安全标准，具备防电击、防机械损伤与耐应力结构设计。工作温度范围为 0° C 至 50° C，存储温度范围为-20° C 至 80° C；在 0 - 40° C 下，允许湿度范围为 5% - 95% RH（无凝露），在 40 - 50° C 下湿度范围为 5% - 65% RH（无凝露），适应复杂实验室或工业现场条件。 4、系统须支持实时测量数据的采集与处理，适用于差模与共模干扰的分析与 EMC 问题诊断，建议采用光纤传输方式以提升电磁隔离性与数据传输的稳定性。设备应定期进行校准维护，以保障在长时间运行及环境波动条件下的测量同步性与稳定性。 5、设备须适用于电流测量类实验，尤其适合于高频、高速、大电流测试任务，支持与各类示波器和数据采集系统配套使用。 6、设备交付时，投标人或厂家需提供完整的上门安装、调试服务，并进行操作培训，确保用户能够高效掌握电流探头的使用方法与注意事项，有效支撑实验教学与科研任务的开展。	台	2	否
40	成 像 系 统	1、成像系统须采用便携式高性能相机，专为实验现象记录与图像采集设计，须具备优异的图像感应性能与灵活的对焦控制。设备须配备双卡槽存储系统，支持 SD、SDHC、SDXC 存储卡，兼容高速 UHS-II 卡，确保大容量实验图像与视频数据的高速存储与可靠保存。图像感应器尺寸为约 22.3 mm × 14.8 mm，采用 CMOS 图像感应器技术，支持全像素双核 CMOS 自动对焦（Dual Pixel CMOS AF），有效像素不低于 3250 万，图像长宽比为 3:2，适用于高分辨率成像和多场景实验应用。 2、设备镜头系统兼容 EF 与 EF-S 镜头，并配备 RF 卡口，可实现更丰	台	1	否

		富的镜头扩展与成像控制。取景器为 OLED 彩色电子取景器，具备至少 236 万点分辨率，视野率在垂直与水平方向均约为 100%，放大倍率约为 1.15 倍（在$-1m^{-1}$，3:2 长宽比，RF50mm F1.2L USM 对无限远对焦时），眼点为约 22 mm，具备屈光度调节范围（约-4.0 至$+2.0m^{-1}$）与 5 级亮度手动或自动调节功能，便于不同环境与视力条件下的清晰观察。 3、自动对焦系统功能丰富，须采用相差检测方式的全像素双核 CMOS AF，具备定点、单点、扩展（上下左右/周围）及灵活区域（模式 1、2）和全区域自动对焦等多种对焦模式，最大至少支持 5915 个可用对焦点与 651 个自动选择对焦区域，确保对焦精准灵活。支持触摸及拖拽式自动对焦操作，可实现约 5 倍、10 倍放大显示进行细节确认。对焦覆盖范围广泛，当检测到拍摄对象时可覆盖画面约 100%（纵向）$\times$100%（横向）区域，未检测时亦可达约 90%$\times$100%。具备完整的手动对焦（MF）模式，配备峰值显示与对焦向导功能，增强手动精细对焦体验。 4、整机设计便于携带，适用于各类实验场景中的图像与视频记录任务。投标人或厂家应提供完整的到校安装、设备调试与使用培训服务，确保操作人员能够熟练掌握拍摄控制、对焦模式切换、数据存储与图像回放等功能，支持记录各类实验现象的高清图像与视频数据，为教学与分析提供精准图像资料保障。			
41	高 压 介 损 测 试 仪 器	一、基本要求 仪器须适用于车间、试验室、科研单位测量高压电器设备的 $tg\delta$ 及电容量；以及对绝缘油的损耗测试。 该仪器支持使用正、反接线方法测量不接地或直接地的高压电器设备，还可以测量电容式电压互感器的 $tg\delta$ 及主电容 C1、C2 电容量。 仪器内部须装备高压升压变压器，并采取过零合闸、防雷击等安全保护措施。试验过程中输出 0.5kV~10kV 不同等级的高压。 仪器须设有以下保护功能：高压短路保护；CVT 过压保护；仪器接地不好保护。 启动测量后高压设定值送到变频电源，变频电源用 PID 算法将输出缓慢调整到设定值，测量电路将实测高压送到变频电源，微调低压，实现准确高压输出。根据正/反接线设置，测量电路根据试验电流自动选择输入并切换量程，测量电路采用傅立叶变换滤掉干扰，分离出信号基波，对标准电流和试品电流进行矢量运算，幅值计算电容量，角差计算 $tg\delta$。反复进行多次测量，经过排序选择一个中间结果。测量结束，测量电路发出降压指令变频电源缓慢降压到 0。 二、仪器主要技术参数要求： 本仪器为高压电容及介质损耗因数测试设备，须适用于电力系统中对	台	1	否

		电力设备绝缘介质的电容量（Cx）和介质损耗因数（tg δ）的高精度测量。设备须具备 0.5 kV 至 10 kV 的高压输出能力，电压分档间隔至少为 500 V，共设二十档，额定容量至少为 1500 VA。测量准确度方面，介质损耗因数 tg δ 的测量误差为±（读数×1%+0.06%），电容量 Cx 的测量误差为±（读数×0.5% + 5 pF），满足高可靠性测试需求。 设备分辨率高，介质损耗因数 tg δ 最小可显示至 0.001%，电容量 Cx 最小可显示至 0.001 pF。测量范围覆盖广泛，tg δ 测量范围为 0.001%~100%；在内施高压模式下，支持 3 pF~60000 pF/10 kV 与 60 pF~1 μF/0.5 kV 的测试范围；在外施高压模式下，可测量 3 pF~1.5 μF/10 kV 与 60 pF~30 μF/0.5 kV 的对象。 供电电源要求为 AC 220 V ±10%，50 Hz ±1 Hz。测量频率支持单频模式（45 Hz、50 Hz、55 Hz、60 Hz、65 Hz）与自动异频模式（45/55 Hz、55/65 Hz、47.5/52.5 Hz 双变频），适应多种测试需求。仪器对电源谐波的适应能力为≤3%。工作环境条件要求温度范围为-15℃至 50℃，相对湿度<80%。设备外型尺寸约为 460 mm（长）×345 mm（宽）×345 mm（高），便于现场使用和搬运。 本设备须采用傅立叶变换与复数运算技术实现测量计算，并具备量程自动切换与变频电源控制功能。控制面板集成打印机、键盘、显示屏与通信模块，实现人机交互与数据输出。变频电源部分采用 SPWM 开关电路，输出大功率正弦波并保持稳压，升压变压器可将变频电压升至测量所需高压，最大无功输出能力至少为 2 kVA（1 分钟）。 内部须配置标准电容器 Cn 作为测量基准，Cn 电流检测范围为 10 μA~1 A，输入电阻小于 2 Ω。对于被测电容 Cx，正接线与反接线均配有独立的电流检测单元，检测范围为 10 μA~1 A，输入电阻亦小于 2 Ω。反接线配置高压数字隔离通信装置，采用高精度 MPPM 调制解调器技术，将电流信号安全传输至低压侧，隔离耐压能力至少达 20 kV。 仪器成套性完整，包含：主机 1 台、高压 HVx 测试电缆（红色）1 根、低压 Cx 测试电缆（黑色）1 根、低压 Cn 测试电缆（黑色）1 根、CVT 低压输出线 1 根、220 V 电源线 1 根、地线 1 根、使用说明书 1 份、出厂合格证 1 份、保险管与打印纸（备用）、出厂检验报告 1 份。 本设备交付时，投标人或厂家须完成设备的安装、调试，并提供详尽的操作技术培训，确保用户能熟练掌握测量操作、频率切换、数据读取、绝缘监测等功能，从而在实验教学或电力检测中发挥稳定可靠的作用。 三、可进行实验 高压介损测量实验。			
42	高 采 样	一、基本要求	台	2	否

	率示波器 须至少具有 256 级辉度等级色温显示，数字触发系统，触发灵敏度高，触发精度至少达到 10ps；支持至少 12 种高级触发、12 种串行总线触发和解码；支持频谱分析、电源分析、直方图、波形录制、增强分辨率、通过测试、搜索和导航等高级功能和分析模式；须具备丰富的测量和数学运算功能。须采用≥ 10. 英寸电容式触摸屏，支持多种手势实现对波形的常用操作，以及 WebServer 实现远程操控一款功能全、性能强大的仪器设备。 二、 技术参数 示波器要求至少具有： ★（1）不低于 350MHz 模拟带宽，至少 4 个通道； （2）不低于 5 GS/s 实时采样率； （3）不低于 500Mpts 最大储存深度； （4）不低于 2000000wfms/s 最高波形捕获率； （5）多功能高性能数字示波器须具备强大的模拟采集能力与多种集成测量功能，适用于复杂波形分析、高速信号测量及电源、总线协议等多场景实验。仪器模拟带宽至少为 500 MHz，提供至少 4 个模拟通道和 16 个数字通道，实时采样率至少高达 5 GS/s，数字通道采样率至少达 1. 25 GS/s，最大存储深度至少为 500 Mpts，波形捕获率至少可达 800, 000 wfms/s（顺序模式最高 2, 000, 000 wfms/s），满足快速信号捕获与长时间波形记录需求。 （6）设备须配备≥10. 英寸不低于 1280×800 高清电容多点触控屏，支持点击、拖动、缩放、编辑等多种手势操作，具备优秀的交互体验，同时保留传统的旋钮和按键输入方式，并支持鼠标和键盘操作，增强用户操作的多样性与效率。示波器内置功能丰富，集成 9 种仪器功能于一体，包括：数字示波器、逻辑分析仪、函数/任意波形发生器、频谱分析仪、数字电压表（DVM）、频率计、协议分析仪、波特图分析仪和电源分析仪，极大拓展了其在教学与科研中的适用性。 （7）函数/任意波形发生器至少为双通道 50 MHz，支持将示波器屏幕波形数据实时加载至任意波形输出端，并内置多种预设波形；具备波特图环路测试分析功能，可用于系统稳定性分析。具备至少可达 200, 000 帧的实时波形硬件不间断录制与分析功能，支持数据导出至 USB 设备。增强型 FFT 功能支持最大至少 4M 点×4 通道频谱分析，具备频率设置、瀑布图、检波设置与标记功能，频率分析范围为 0~1 GHz，支持至少 4 种迹线类型、4 种检波方式与自动/手动/阈值等多种标记设置，便于频谱趋势观察与瞬态信号分析。 （8）数字电压表功能支持至少 4 位 DC、AC RMS 及 DC+AC RMS 测量，			
--	--	--	--	--

		并具备限值报警功能。硬件频率计至少为 7 位精度，支持刷新时间与有效位数可调，具备累加计数功能。支持+、-、×、÷等基本数学运算及高通、低通、带通、带阻等数字滤波器，并支持自定义函数运算，涵盖模拟通道与参考波形处理。 （9）触发功能丰富，支持边沿、脉宽、视频、斜率、欠幅/超幅脉冲、延迟、超时、持续时间、建立保持、第 N 边沿、码型触发等多种基本触发类型。还支持多种协议触发与解码功能，涵盖 RS232/UART、I2C、SPI、CAN、CAN-FD、LIN、FlexRay、Audio、MIL-STD-1553B、Manchester、SENT、ARINC429 等多种总线协议。设备还具备区域触发功能，适用于捕捉偶发信号或复杂波形特征。 （10）显示引擎至少支持高达 256 级灰度的荧光显示效果，提升波形细节表现能力。Multi-Windows 多窗口界面可支持同时显示多个通道或分析视图。仪器配备丰富接口，包括 USB Host、USB Device、LAN、EXT Trig、AUX Out（Trig Out、Pass/Fail、DVM 输出）、信号源输出接口（Gen）、HDMI 等。支持 SCPI 标准命令控制协议，内嵌 WebServer 模块可实现浏览器访问与远程控制，适用于 PC 和手机端跨平台操作，支持系统在线升级，提升长期使用的灵活性与可维护性。 （11）要求投标人或厂家到校安装、调试设备并进行设备使用技术培训。确保设备正常运行。 三、可进行实验 各类实验的数据测量与记录			
43	局 部 放 电 测 试 仪	一、局部放电测试系统须基于标准脉冲电流法原理，满足 IEC 60270 和 DL/T 846 等国家及行业标准，适用于高压变压器、GIS、断路器、电缆、互感器等电力设备的局部放电检测与实验，具备完善的主机采集系统与配套组件。 二、仪器箱使用耐磨防尘防护箱。功能需求：1. 须采用脉冲电流法测量电气设备局部放电量；2. 须具有内、外两种同步方式；3. 超宽动态范围自动增益调节；4. 须具有椭圆、直线、正弦域图，方便观察放电发生的相位和时间，高速数据处理不丢帧；5. 任意组合带通滤波器设计，确保选择最佳通带；6. 绘制放电量与试验电压关系曲线，可以准确判断放电起始电压以及熄灭电压；7. 须具有 PRPS 图谱，将放电量、放电相位以及放电时间在时间轴上呈现；8. 须具有 PRPD 图谱。放电相位、放电重复率在时间上做长时间的积累，降低判断放电类型的难度，可切换为对数轴，增加了微小放电量分析的容易度；9. 须具有实时频域分析（RTSA）功能。可切换量程 1MHz 或 10MHz，用于准确判断放电发生的频率范围，以及干扰信号频率范围；10. 内置紧急备用电池，断电自动启动关机程序，保护计算机主板；	台	1	否

		11. 内嵌工业金属全键盘及触摸鼠标；12. 大于等于 13.3 寸全彩 LED 高亮工业显示屏，低温性能良好；13. 可自动生成 word 格式试验报告。 三、技术参数（可优于下列参数，不可降低）： 1. 采集通道：至少独立 2 通道； 2. 采样率：各通道 12~50MSPS，可设置； 3. 采样精度：不低于 16 位； 4. 采样时基准确度：不低于 50ppm； 5. 增益范围：-40~60dB，自动/手动调节； 6. 放电测量范围：0.1pC~1000nC； 7. 检测灵敏度：≤0.1pC； 8. 线性度误差：≤ ±3%； 9. 滤波频带：高通（20kHz，40kHz，80kHz，1MHz）； a) 低通（150kHz，400kHz，1MHz，OFF）； b) 各通道独立滤波调节； 10. 试品电容量范围：6pF~250 μF； 11. 传感器：检测阻抗；高频电流传感器（HFCT）； 12. 试验电源频率：20~500Hz； 13. 通信接口：2×USB，RJ45，Wi-Fi； 14. 操作系统：Windows7 及以上系统； 15. 内部存储：120GB 及以上； 16. 显示屏：≥13.3 寸 LED 彩色显示屏，分辨率不低于 1280×720； 17. 工作电源：90~264V；AC，47~63Hz； 18. 工作条件：温度-10℃~50℃，湿度：≤90%RH； 19. 尺寸：≤500×400×300mm； 20. 重量：≤20kg。 四、专用安全接地线与接地夹具：确保系统接地完整性与人身安全，长度≥3 米，带软铜编织层。 五、设备电源适配器与充电器：与主机兼容，含稳压保护与过温报警，满足连续测试条件下的稳定供电需求。 六、运输及防护包装箱：提供高强度航空箱或硬质泡棉保护箱，适用于实验室保存与短途运输。 七、要求厂家或投标人到校安装、调试设备并进行设备使用技术培训。确保设备正常运行。并承诺提供≥3 年质量保修与终身技术服务，上门调试与人员培训。			
44	移动高频信号	一、基本要求 该移动高频信号采集与分析系统须满足《高电压技术》《发电厂电气》	套	1	否

	采集与分析系统	等课程实验教学要求，主要用于测试各种高电压与绝缘设备的高频信号数据采集与分析。 二、设备性能参数要求 要求该系统须采用移动车形式，配套高频信号采集与分析系统与工作电源接入端，便于实时对高电压与绝缘现场设备的参数进行测量、记录与分析，技术指标要求如下： 1. 带宽：≥1 GHz，上升时间≥415ps，≥4 个模拟通道 2. 实时采样率：≥10 GS/s（所有通道同步），RIS 模式下采样率 50G/s 3. 存储深度：≥16 Mpts/ch（32 Mpts 总存储） 4. 时基范围：200 ps/div - 1000s/div；分段存储器：≥10,000 段 5. 垂直灵敏度范围：50Ω：1 mV/div - 1 V/div，1MΩ：1 mV/div - 10 V/div； 6. 垂直分辨率：≥8bit，增强分辨率（ERES）模式≥11bit；DC 增益精度：≤±(1%)全标； 7. 显示系统：屏幕分辨率不低于 1280x800 像素，带触摸屏功能，尺寸≥10.4 英寸 TFT-LCD 彩色显示器。 8. 自带不低于 windows 7 操作系统，高性能处理器 CPU（不低于 4 核），内存 8GB 或以上，≥256G 固态 SSD 硬盘。 9. 波形自动测量功能：同时显示统计测量参数≥6 组，标配测量参数的直方图和趋势图显示 10. 至少 13 个数学函数运算功能：函数至少包括：加，减，乘，除，平均值（加总或连续），导数，包络，增强分辨率（至 11bit），Floor，积分，反转，倒数，Roof，平方，平方根和 FFT（高达 1Kpts，支持功率频谱输出和矩形，VonHann 和 FlatTop 窗口）。一次可以定义一个数学函数，两个函数可以连接起来。 11. 需配备波形搜索与扫描工具，能够对波形中的毛刺、欠幅、非单调、脉冲宽度、占空比、上升/下降时间、频率、周期等参数进行搜索，并且在搜索到结果之后自动进行触发和数据保存。 12. 电源功率分析 PWR 软件。 13. 频谱分析 Spectrum 软件。 14. 协议分析软件 I2C，SPI。 15. MAUI 用户交互界面、LabNoteBook 归档和报告生成工具 16. 分段存储器的顺序模式，WaveScan 高级波形搜索和查找工具 17. 输入输出接口 AUX，输出 USB，以太网 18. 逻辑分析功能：可选配数字信号处理模块（最高 250 MHz 频率） 三、要求厂家或投标人到校安装、调试设备并进行设备使用技术培训。			
--	-----------------------	--	--	--	--

		确保设备正常运行。并承诺提供≥3 年质量保修与终身技术服务，上门调试与人员培训。			
四、电力系统自动化实验系统（编号 45-49）					
45	▲ 电力系统自动化实验装置	一、基本要求 该平台须满足《电力系统自动装置原理》、《电网监控及调度自动化》、《电力系统自动化》、《电力系统分析》等课程实验教学的要求，要求该平台由发电机组、控制装置组成，要求该平台搭载基于 Matlab/Simulink RTW 实验模块，可以实时采集实际线路中各节点的各类信号，实现 Simulink 中虚拟仿真线路与平台实际线路的虚实联动，适用于电力系统相关新模式的探求与新实验的开发，可适应现代化电力系统对宽口径复合型高级技术人才的需要的电力类专业新型综合型实验平台。 二、产品规格指标： 1. 输入电源：三相 380V±5% 50Hz；工作环境：温度-10℃—+40℃；相对湿度≤85%；海拔≤4000m；系统容量：≤15kVA。 2. 系统的结构要求：控制柜（长×宽×高）：不小于 1800mm×600mm×2000mm；投标文件中须提供此实验装置的结构设计图和设备实物图片。 三、主要技术指标要求： 1. 实验平台要求采用高性能 STM32(STM32F103VET6) 作为控制核心芯片。 2. 要求采用运行 windows CE 图形化系统的触摸屏技术完成准同期系统、调速系统和励磁系统的控制功能。每个分系统采用两块处理器，一块作为主控制处理按照输入指令和输入量实现功能，另一块通过触摸屏实现功能和输入量的控制。在电力网络发电系统中配有微机保护系统进行线路保护，并且每个分系统都设有以太网接口，通过 modbus 协议同上位机通信，上位机采用组态软件进行控制，可以单独控制每个分系统，也可以控制整个电力网络发电系统，还可以实现多个系统组网的控制，并可以进行潮流分析等实验。 ★3. 要求装置搭载 FPGA 模块和数据采集板卡，可对电网侧、输电线路和电机侧中最多 64 个采集点的电压、电流信号进行 1000Hz 频率的实时采集。在计算机中可对以各个测试点的电压、电流读数进行保存并显示，还可观测实时波形变化。投标文件中须提供电力系统自动化实验装置设置信号采集点的位置图和实物图片。 4. 要求能使用 Matlab 的 Simulink 软件中的 GUI 模块，让学生可以非常简便地使用 Simulink 的模块对线路中的实际信号进行观察、处理，也给后续的自主功能开发预留了空间，教师和学生可以根据自己的需要搭建所需的电力系统模型，例如继电保护等，对从动模平台模拟线路中采集到的	套	8	否

	信号进行处理和动作指令输出等。 5. 要求可进行设计性的实验 上位机软件采用力控监控组态软件进行编程，屏幕界面可模拟电力系统实际使用的控制器界面，使实验装置与工业现场实际使用的设备实现了无缝连接，便于学生毕业后能够在短时间内熟练地操作现场设备。 6. 采用与实际线路相符的输电线路 须采用双回路远距离输电线路模型，输电线路分成两条，各使用 3 段 π 型等效电路，并设置中间开关站，使发电机与系统之间可构成四种不同线路阻抗，可以模拟双回路电路的动态参数和结构的变化，便于实验分析比较。通过电流互感器、电压互感器，使一次回路和二次回路分开，同时引出观察点的电压、电流信号进行数据采集、控制和波形分析。投标文件中须提供实物面板图。 7. 可拓展性功能 要求设备留有局域网接口，两台或两台以上设备可以构建 1 个简单的局域网，在设备数量扩充增加后，还可通过网络平台进行多人单台或多人的联机控制方式和异地控制实验。 设备的容量可根据需要迅速得到改变，增加或减小。可与变电站自动化系统、线路保护实验台、线路保护及变压器保护实验台、工厂供电实验台等同时多台实验装置可通过网络连在一起，组成一个局部的模拟电网，可满足电网调度、潮流分析监控等课程的实验需要等课程的实验需要。 四、主要配置要求： 1. 交流电源要求： 要求无穷大电源指内阻抗为零，频率、电压及相位都恒定不变的一台同步发电机，在本电力网络发电系统中，要求由 15kVA 调压器自耦调压器组成，通过调压器改变母线电压（0-430V 连续可调），交流电源输出要求接有高灵敏度的电子线路过流保护和保险丝双重保护功能，相间电源、线间电源过电流或直接短路均能自动保护。同时带有三只指针式交流电压表监视三相交流电压输出。 2. 仪表测量和短路故障模拟单元 由发电机侧测量仪表、电网侧和线路测量仪表及其切换开关、各种带灯操作按钮和各种类型的短路故障操作等部分组成。 3. 微机准同期装置要求： 微机准同期装置要求：该装置软件核心控制部分要求是基于 UCOSII 的实时操作系统编写而成，要求采用双 CPU 结构，人机交互界面要求为不小于 7 寸彩色触摸屏，基于 UCOSII 操作系统和 UCGUI 图形界面的软件编写而成。须具有完整的硬件和软件保护功能。同时要求具有同期线路电量数			
--	--	--	--	--

	据测量显示功能，作为发电机数据监测显示、数据录波追忆功能，追忆显示同期线路电量数据的变化曲线。主回路要求采用单相可控硅整流电路方式，全数字微机调速控制，设有手动、自动运行方式，附加转速、频率显示等功能。 （1）微机准同期系统技术指标：工作电源：3AC220V, 功耗<10W；发电机频率：40~60Hz；同期启动信号：电平型；同期复归信号：电平型；开关量输入信号：无源空接点；开关量输出信号：继电器空接点；同期对象：不少于1个；频率差整定范围：±0.5Hz；电压差整定范围：±5V；合闸精度：频差≤0.3Hz。 （2）软件功能： ①具有远程控制和本地控制两种功能；要求投标文件中提供软件功能截图。 ②控制方式：参数设置、自动并网、半自动并网、手动并网、手动合闸；投标文件中须提供软件界面截图。 ★③要求软件的半自动并网控制和全自动并网控制能够测量以下功能参数：电网电压、电网频率、并网标志、压差、允许压差、总功角、线路功角、发电电压、发电频率、控制回读、频差、允许频差、导前时间和内功角。投标文件中须提供软件界面截图。 4. 微机励磁系统要求： （1）软件核心控制部分要求是基于 UCOSII 的实时操作系统编写而成，保证软件的稳定性和实时性，采用双 CPU 结构，人机交互界面要求由不小于 7 寸的彩色 TFT 触摸屏构成，界面基于 UCOSII 操作系统和 UCGUI 图形界面的软件编写而成。要求具有完整的硬件和软件保护功能。 （2）须采用以太网通信，STM32 作为控制核心，采用全数字化设计，要求可实现功角的自动测绘，该系统要求用来控制同步电机励磁电流大小，从而改变发电机输出端电压大小（在并网前）或调节输出无功功率大小（在并网后）。上位机励磁方式要求为自并励，在触摸屏操作的时候至少有他励和自并励两种；控制方式可选择恒 U_g、恒 I_L 等两种；设有定子过电压保护和励磁电流反时限过励限制、最大励磁电流瞬时限制、欠励限制、伏赫限制等励磁限制功能；可以实现功角曲线的自动测绘。 （3）主要技术指标：输入电源：3AC220V 50Hz；电枢输出：DC 0~250V / 20A；运行方式：不可逆；控制方式：开环、电压闭环、转速闭环可选；控制算法：PID 控制；速度反馈方式：编码器输入；控制精度：编码器 $\Delta n=0.5\%$。 （4）软件功能： ①他励模式下不少于以下工作方式选择：恒 a 励磁、电压闭环励磁、			
--	---	--	--	--

	电流闭环励磁；投标文件中须提供软件功能截图。 ②自并励电流闭环工作模式可测量至少含以下参数：U 相电压、U 相电流、励磁电压、三相有功、V 相电压、V 相电流、励磁电流、三相无功、W 相电压、W 相电流、电机转速和并网标志。投标文件中须提供软件功能截图。 5. 微机调速系统技术指标要求 微机调速器须采用全数字化设计，输入为三相交流电源，经全控整流向直流电动机的电枢供电，最大电流不低于 20A，为不可逆调速。须适用于大多数直流电动机的驱动。该装置软件核心控制部分要求基于 UCOSII 的实时操作系统编写而成，保证软件的稳定性和实时性，该装置要求采用双 CPU 结构，人机交互界面由不小于 7 寸触摸屏构成，人机交互界面是基于 UCOSII 操作系统和 UCGUI 图形界面的软件编写而成。该套装置要求具有完整的硬件和软件保护功能。要求采用以太网通信。 该装置要求具有以下指标： （1）要求采用 STM32 作为控制核心，所有的采集、控制、调节、监视及附加功能都由微处理器来实现，有丰富的软件功能模块、完善的检测和保护功能。 （2）要求采用不小于 7 寸的彩色 TFT 触摸屏来完成人机界面，操作界面包含控制调节、参数设定、显示监测数据等。 （3）具有标准通讯接口及通讯协议，上位机也可对其电压、电流、转速信号实时显示和控制。 （4）具有三相电源相序判断、电源欠压、电源过压、电源过流、电枢过压、电枢过流、过速、失磁 8 种保护措施。 （5）PID 参数和闭环控制方式可由用户自行修改和选择。 （6）回路间的电气隔离采用脉冲变压器、光电耦合隔离和线性光耦隔离，抗干扰能力强。 （7）微机调速系统装置技术指标： 输入电源：3AC 220V 50Hz 电枢输出：DC 0~250V/20A 运行方式：不可逆 控制方式：开环、电压闭环、转速闭环可选 控制算法：PID 控制 速度反馈方式：编码器输入 控制精度：编码器$\Delta n=0.5\%$ （8）软件功能： ①控制方式：参数设置、自动并网、恒 α 控制，转速闭环，电压闭环。			
--	---	--	--	--

	投标文件中须提供软件功能截图。 ②恒转速控制模式：U 相电压、V 相电压、W 相电压、U 相电流、V 相电流、电机转速、电枢电压、电枢电流、控制回读等。投标文件中须提供软件功能截图。 ★（9）投标文件中须提供电力系统微机调速器类的计算机软件著作权证书扫描件。 6. 微机线路保护装置要求： （1）适用范围：主要适用于 220kV 以下电压等级的不带有距离保护的线路保护，且具有测量、控制、远动、通讯功能，既可集中组屏，也可分散放于开关柜内。 （2）技术参数要求：使用高性能 STM32 (STM32F103VET6) 作为控制核心芯片，每个分系统采用两块处理器，一块做为主控制处理按照输入指令和输入量实现功能，另一块通过不小于 7 寸彩色液晶触摸屏实现功能和输入量的控制。采用运行 ucgui 图形化系统的触摸屏技术完成微机线路保护的 control 功能。采用不小于 7 寸彩色触摸屏实现人机对话，设有以太网接口，通过 modbus 协议同上位机通信，上位机要求采用电力版工业组态监控软件，学生可以进行二次开发。 （3）微机线路保护具体参数要求如下：电流速断定值 1~5A；限时速断定值：1~5A 限时速断延时：1~5s 过电流定值：1~5A 过电流延时：1~5s 重合闸检无流定值：1~5A 检同期允许角度；0~30 负序电压：5~40V 零序过流定值：0~5A 零序过流延时 1~5s。 （4）微机线路保护教学系统监控管理软件功能要求： ①要求主界面上具备主控设置、保护使能、波形记录、参数校正、运行监控、历史记录等功能模块。投标文件中须提供软件功能截图。 ★②保护功能要求：能够实现电流速断、限时电流速断、定时限过流、电流反时限、电流过负荷、过电压、低电压、功率方向、重合闸、后加速、复合电压过电流、断线告警等多种保护。投标文件中须提供软件功能截图。 （5）二次开发功能：核心模块要求采用 ARM 芯片 STM32F103VET6，开发软件采用不低于 Keil_MDK4-12，使学生学习的嵌入式知识和具体的工程应用相接轨。要求直接深入底层芯片级，要求采用 C 语言或者 C++ 编程。 ★（6）投标文件中须提供微机线路保护教学系统监控管理类软件的计算机软件著作权登记证书扫描件。 7. TCP/IP 以太网系统： 要求设备可以以太网通信，通过串行全双工 DMA 方式与微机调速系统、微机励磁系统、准同期控制系统进行通信，实现并网状态、有功功率、转速等参数的协调控制，实现有功闭环及全自动并网功能。			
--	---	--	--	--

		五、上位机软件要求： 要求采用专业电力版监控平台软件。系统不仅拥有一个专业的、稳定可靠的、完善的电力 SCADA 平台(四遥数据采集与处理、数据的二次实时统计分析计算、事件报警实时/历史记录、专业报表、打印管理、监控界面、实时历史负荷曲线/棒图，电力操作习惯(遥控、遥调)，且拥有专业的实时及历史数据库的定义及表达工具,系统具有多种独立的功能模块,如保护设备定值在线管理、事件报警管理、电能量实时采集管理、关系数据接口模块，生产报表等，为电力监控系统提供极大的便利。系统的数据采集及转发模块内置多种行业通用标准。 六、波形测试终端： 1. 模拟通道带宽：不低于 120MHz。 2. 不少于 2 个模拟通道。 3. 实时采样率不低于 1GSa/s。 4. 标配存储深度不低于 24Mpts；所有波形点可以用 excel 格式导出在电脑打开分析。 5. 波形捕获率不小于 30,000wfms/s；不低于 60000 帧的硬件实时波形不间断录制和回放功能；。 6. 低底噪声，垂直档位 500uV/div~10 V/div；（投标文件中须提供官方彩页证明材料）。 7. 丰富的接口：USB Host&Device、LAN（LXI）、AUX。 8. ≥7 英寸 WVGA（不低于 800×480）TFT 液晶屏，多级波形灰度显示。 9. 须具有丰富的触发和总线解码功能；（支持 RS232/UART，SPI，I²C）（投标文件中须提供功能截图证明材料）；具有示波器波形和状态实时监控功能，支持多仪器多窗口显示，支持虚拟面板功能，支持多接口远程控制（投标文件中须提供功能截图证明材料）。 七、配套实验台 1. 台体骨架承重：承压≥5.0KN（即约 500KG）。 2. 结构组成：铝合金型材和全钢制框架拼装组合结构，前方带挡板。 3. 尺寸要求：≥1500×750×770mm（长×宽×高），尺寸可根据实验室布局做适当调整；台面距离地面高度 770±5mm。 4. 材质要求： ★（1）型材立柱：须采用 4 根铝型材立柱；截面尺寸≥70×70mm，四角圆弧≥R15mm 工业级铝型材，表面阳极氧化成本色；型材立柱拉伸强度≥350Mpa，规定非比例延伸强度≥300Mpa，断后伸长率≥8%；（投标文件中需提供由第三方检测机构出具的带有 CMA 标识的检测报告扫描件）。		
--	--	---	--	--

		(2) 铝压铸连接件：采用左右对称的 4 只铝压铸连接件，固定于铝型材立柱上，用以连接围框框架，铝压铸连接件表面抛丸后喷塑处理。 (3) 台面板：≥25±2mm 灰白双饰面中密度纤维板，黑色 PVC 封边带。 (4) 围框框架：截面尺寸≥30×30mm 冷轧电镀锌方钢管拼装焊接制作，表面喷塑处理。 (5) 底部拉杆：截面尺寸≥20×80mm 冷轧电镀锌方钢管拼装焊接制作，表面喷塑处理。 (6) 前挡板：钢制材质，密布小方孔，表面喷塑处理。 (7) 底部需设有可调节高度支撑脚。 5. 每个实验台配套实验凳 5 个。 八、要求完成实验项目 1. 发电机组的起动与运转 (1) 恒 α 角调速 (2) 电压闭环调速 (3) 转速闭环调速 2. 同步发电机励磁控制实验 (1) 微机励磁装置基本操作实验 (2) 不同 α 角（控制角）励磁电压波形观测实验 (3) 典型方式下的同步发电机起励实验 (4) 控制方式及其相互切换实验 (5) 伏赫限制实验 (6) 欠励限制实验 (7) 调差实验 3. 同步发电机准同期并列运行 (1) 微机准同期装置基本操作实验 (2) 自动准同期条件测试 (3) 线性整步电压形成（相敏环节）测试 (4) 压差、频差和相差闭锁与整定 (5) 手动准同期并网实验 (6) 半自动准同期并网实验 (7) 自动准同期并网实验 4. 单机一无穷大系数稳定运行方式实验 (1) 单回路稳态对称运行实验 (2) 双回路和单回路的稳态对称运行比较实验 (3) 单回路稳态非全相运行实验 5. 单机带负荷实验			
--	--	--	--	--	--

		(1) 投、切不同负荷的实验 (2) 甩负荷实验 6. 电力系统功率特性（功角）和功率极限（静态稳定性）实验 (1) 无调节励磁时，功率特性和功率极限的测定 (2) 微机他励时（恒 UG），功率特性和功率极限的测定 (3) 单回路、双回路输送功率与功率角关系实验 7. 电力系统暂态稳定性实验 (1) 单相接地短路/B 相短路/相间短路的暂态波形观察（RTW 模式） (2) 电力系统静态稳定性研究实验 8. 同步发电机实验 (1) 同步发电机空载实验 (2) 同步发电机外特性实验 (3) 同步发电机 V 形曲线及零功率因数测定实验 9. 同步发电机静态安全运行极限测定实验			
46	同步电机机组	一、同步电机机组要求: 1. 直流电动机(原动机)参数: 不小于 PN=3KW, UN=220V, nN=1500r/min; 2. 三相发电机参数: 不小于 PN=2KW, UN=400V, nN=1500r/min; 3. 测速、功角测量装置: 要求须采用高精度采样光电码盘和功角测量装置, 完成转速测量和功角测量功能。 4. 提供配套的钢制电机底座; 要求直流原动机、同步发电机经弹性联轴器对轴联结后组装在一个电机活动底盘上, 构成可移动式机组。 5. 同步电机机组: 不小于 1100mm×300mm×500mm。 二、配套电机实验开发教学系统软件 1. 要求在该教学系统软件上, 可以仿真 2kW 及以上的三相同步发电机、直流电动机的特性和三相异步电机等实验功能。 2. 电机实验开发教学系统软件要求基于 MATLAB 设计, 便于学生二次开发设计。用户可以通过填写发电机和直流电动机的运行的相关参数, 运行仿真计算即可自动生成各种电机特性曲线, 学生可自己研究和设计, 既满足基本教学同时也可作为研究创新平台使用。 ★3. 便于配合实际教学的要求, 针对仿真软件实验中的三相同步发电机的运行特性, 要求包含三相同步发电机的空载特性实验、短路特性实验、负载特性实验, 投标文件中须提供该实验基于 MATLAB 设计的仿真模型图和自动生成空载、短路和负载特性三个实验的曲线图软件界面截图。 ★4. 投标文件中须提供电机实验开发教学系统类软件的计算机软件著作权证书扫描件。	套	8	否
47	基 于	一、总体要求	套	8	否

MATLAB RTW 模式 电力系统 开发 平台	1. 可在 Matlab 平台下，用户通过上位机 matlab/simulink 界面进行输入程序代码，由它内部的实时操作系统将 Simulink 库搭建的算法转换成机执行文件。 2. 通过台式电脑或工业控制机，使主机内的 Matlab 软件运行在实时操作系统 RTW 模式下，并由此实时操作系统管理和操作设备。 ★3. 实时采集控制系统是硬件部分由计算机、PCIe 高速串行通信卡以及数据采集控制板三部分组成。提供基于 RTW 模式下的动模数据通讯软件，在外部 A/D 转换模块中，通过信号调理电路，A/D、D/A 转换电路，高速信号隔离电路和低压差分电路，对输入的信号进行模拟量到数字量的转换和传输，同时将数字量转换成模拟信号进行输出，通过 PCIe 高速串行通信卡和基于 RTW 模式下的动模数据通讯软件，实现计算机与数据采集控制板之间的动模数据通讯。投标文件中须提供基于 RTW 模式下的动模数据通讯类软件的计算机软件著作权登记证书扫描件。 ★4. 基于 MATLAB RTW 微机保护实时控制系统软件功能要求：该软件基于 Matlab/Simulink 的 RTW 模式，是构建于 Matlab 实时视窗 RTW 模式，使用 Simulink 提供的动态系统建模、仿真和综合分析的集成环境引擎，开发出微机保护装置的控制算法，封装成可视化的软件模块组件，包括上位机 Matlab/Simulink 的界面、实时运动控制板卡、外部模数转换模块、外部脉宽调制模块及开关量模块等。投标文件中须提供基于 MATLAB RTW 微机保护实时控制系统类软件的计算机软件著作权登记证书扫描件。 二、硬件参数要求 实时采集控制板要求包含不少于 8 路模拟量输入：输入电压 0-±10V 可选；不少于 6 路模拟量输出：输出电压 0-±10V 可选；不少于 3 路数字量输入：12-24V；不少于 3 路数字量输出：0-5V。投标文件中须提供实物图片。 三、要求可实现“实-虚-实”的实验模式： ★“实-虚-实”的实验模式：基于 Matlab/Simulink RTW 模式下电力系统实验中，实验的线路是真实的，微机保护装置是虚拟的（保护的逻辑功能可自主编辑的，通过使用库模块搭建自己所需的逻辑保护电路），执行具体保护动作的模块也是真实的，是一种“实-虚-实”的实验方式。实时采集实际线路中各节点的各类信号，实现 Simulink 中虚拟仿真线路与平台实际线路的虚实联动，要求可适用于电力系统相关新模式的探求与新实验的开发。投标文件中须提供基于 MATLAB RTW 模式的线路保护实验流程图。 四、要求可实现“虚-实-虚”的实验模式： “虚-实-虚”的实验模式：要求线路是虚拟的，微机保护装置是实际			
--	--	--	--	--

	的，动作模块是虚拟的。在 Simulink 中搭建虚拟的输电电路，对虚拟的输电线路进行二次侧的电压电流信号采集，并将信号送入 DA 输入，通过对送出的模拟信号进行功率放大，达到实物微机装置能动作的等级水平。虚拟的输电线路发生故障后，实验台配置的实物微机装机进行保护动作（保护信号的输出），将保护动作信号经过 A/D 转换后送回 PC 中的虚拟电路，从而控制虚拟输电线路里的保护装置动作。虚拟线路产生虚拟的短路信号-D/A 转换送出 PC-动作信号 A/D 转换送回虚拟线路。投标文件中须提供“虚-实-虚”实验实现流程图。 要求签订合同后 3 个工作日内，提供基于 MATLAB RTW 电力系统开发平台到校进行功能演示。 五、开发平台人机交互终端（内嵌于设备平台中）： 1. CPU：不低于 8 核的高性能处理器。 2. 内存：≥16G DDR4 内存。 3. 硬盘：≥256G 固态硬盘+1T 机械硬盘。 4. 显卡：集成显卡。 5. 音频：集成 5.1 声道声卡，具有至少 5 个音频接口。 6. 键盘、鼠标：抗菌键盘、抗菌鼠标。 7. 电源：不低于 310W 节能电源，转换效率≥92%。 ★8. 机箱：机箱体积≤13.6L，具有顶置提手方便搬运，顶置电源开关、强力散热风扇，能够达到有效降解甲醛、净化空气的效果。 9. 接口：至少 10 个 USB 接口(前置 6 个 USB 3.2 Gen1，后置 4 个 USB 2.0)、1 组 PS/2 接口、1 个串口、VGA+HDMI 接口（VGA 非转接）。 10. 显示器：≥23.8 寸 LED 显示器，分辨率不低于 1920x1080，响应时间≤2ms，双接口（其中一个是 VGA），亮度≥250cd/m²，色域≥72% NTSC，显示器与主机同品牌。 11. 扩展槽：≥1 个 PCIe 16x，≥2 个 PCIe 1x 插槽。 ★12. 支持国产终端电脑 SSD 硬盘和机械硬盘双硬盘保护模式和进行同传操作； ★13. 支持隐藏底层操作系统选单，有多个操作系统时，可设置默认进入某个操作系统，自定义进入系统的时间（时间可设置到秒）； 六、基于 Matlab/Simulink RTW 模式下的电力系统开发实验 （1）变压器低电压启动过流保护实验 （2）主线路电流闭锁电压速断保护实验 （3）主线路三段式保护实验 （4）双回路备用线路自动投入实验 （5）限时电流速断保护实验			
--	---	--	--	--

		(6) 虚拟仿真线路与实际线路联动实验（可拓展设计）			
48	多机电力系统监控实验平台	（6）虚拟仿真线路与实际线路联动实验（可拓展设计） 一、主要技术指标： 1. 产品组成：要求由实验操作台、无穷大系统等部分组成。 2. 技术先进性要求：整个平台各种控制器及每条输电线路和负荷都配有数据采集装置，并且可以通过现场总线与计算机通讯，可支持多台客服机（从站）访问管理服务器（主站）。计算机可以对观察点的电压、电流等信号进行数据采集、控制和波形分析。可以在计算机软件当中实时显示电力系统的运行状况，以及各开关的动作情况，实验过程中的各种波形具有数据存储功能。整个系统采用环行网络结构，可以改变电力网潮流的分布。具有能改变网络结构和系统联络阻抗等功能。 3. 资源共享性要求：用户可以共享监控权，具体体现在以下几个方面，可以同步显示各发电厂的运行状态，同步显示各开关站的电量参数，多机监视各断路器的位置，保护动作出口状态，存储和打印电力网络的电量参数，同步监视电力网络的潮流分布，进行复杂电力系统的潮流计算，保存历史数据、绘制历史曲线、还具有遥控、遥测、遥信、遥调等四遥功能。 二、设备完成的实验项目要求： 1. 电力系统运行实验： 1) 电力系统运行方式实验 2) 电力系统负荷调整实验 2. 电力系统分析实验： 1) 电力系统潮流计算分析实验 2) 电力系统故障计算分析实验 3) 切机、切负荷等稳定实验 3. 电力系统调度自动化实验： 1) 电力系统实时监控 2) 电力网的电压和功率分布实验 3) 电力系统有功功率调整实验 4) 电力系统无功功率调整实验 5) 电力系统运行方式变化 6) 电力系统调度运行实验 7) 遥控、遥测、遥信、遥调四遥实验 三、工作条件要求： 1. 输入电源：三相 380V±5% 50Hz。 2. 工作环境：温度-10℃—+40℃ 相对湿度≤85% 海拔≤4000m。 3. 装置容量：<3kVA。 4. 外形尺寸（长宽高）：不小于 1800mm×750mm×1600mm。	套	2	否

	四、安全保护功能要求 人身安全保护和设备安全保护功能要求： 1. 设有电流型漏电保护器和安全实验导线双重人身保护功能。 2. 仪表带有过量程保护功能，交直流电源具有短路保护。 3. 控制屏电源由接触器通过启、停按钮进行控制。 五、主要配置要求： 实验操作台：要求由输电线路单元、联络变压器和负荷单元、仪表测量单元、过流警告单元以及短路故障模拟单元、PLC 主机及扩展单三相智能监测仪(9 块)等组成。 1. 三相交流电源要求： 提供的三相交流电源为 0-220V 连续可调输出，额定电流为 10A，输出功率大于 20kVA，设有短路保护功能。 2. 一次系统构成要求： 开放式多机电力网综合实验系统由 N 台相当于实际电力系统中发电厂的“电力系统动态模拟实验平台”、1 台相当于实际电力系统调度通信局的“多机电力系统监控实验平台”、多条不同长短的输电线路和可改变功率大小的负荷等组成。整个一次系统构成一个可变的环型电力网络，便于进行理论计算和实验分析。 3. 电力网的构成及说明要求： “多机电力系统监控实验平台”，可将多台“电力系统自动化实验平台”的发电机组及其控制设备作为各个电源单元组成一个环网。 4. 电力系统主网要求按 500kV 电压等级来模拟，WB4 母线为 220KV 电压等级，每台发电机按 600MW 机组来模拟，无穷大电源短路容量至少为 6000MVA。 5. 电力网要求具有多个接点的环形电力网，通过投切线路，能灵活的改变接线方式，在不改变网络主结构前提下，通过分别改变发电机有功、无功来改变潮流的分布，可以通过投、切负荷改变电力网潮流的分布，也可以将双回路线改为单回路线输送来改变电力潮流的分布，还可以调整无穷大母线电压来改变电力网潮流的分布。 6. 主电气设备的设计参数要求： 输电线路： XL1=XL2=4∠86°（Ω）（2.5∠85.2°、4∠86°、5.5∠86.4°） 功率：50VA；电流：3.02A XL3=2.5∠85.2°（Ω）（2.5∠85.2°、4∠86°、5.5∠86.4°） 功率：50VA；电流：3.02A XL4=XL5=12∠86（Ω）（9∠85.6°、12∠86°、15∠86.2°）			
--	---	--	--	--

	功率：150VA；电流：3.16A $XL6 = 8\angle 86^\circ \quad (\Omega) \quad (6\angle 85.5^\circ、8\angle 86^\circ、10\angle 86.2^\circ)$ 功率：100VA；电流：3.16A 7. 联络变压器： 变压器容量 $S_n=3kVA$。接线组别 Y0/Y-12/Δ-11。短路阻抗 $U_k=13\%$。变比为 380V、$380\pm 2.5\%V$、$380\pm 5\%V/380V/380V$。 8. 模拟负荷要求： $LD1=(125+j95)\Omega$。$Z=157(1.5A)$ $S=340VA$ $R(300W) \times (250W)$。 $LD2=160\Omega、(160+j105)\Omega、j105\Omega$。 $Z=191$ $S=333VA/280VA/508VA$ $R(400W) \times (600W)$。$LD3=(120+j125)\Omega$。$Z=173$ $S=308VA$ $R(250W) \times (250W)$ 9. 电源开关的操作要求： 操作台的“操作面板”上要求有模拟接线图、操作按钮以及指示灯和多功能电量表。操作按钮与模拟接线图中被操作的对象结合在一起，并用灯光颜色表示其工作状态，具有直观的效果。红色灯亮表示开关在合闸位置，绿色灯亮表示开关在分闸位置。 10. 电源监测保护装置： ★1. 支持防雷击防浪涌功能，最大放电电流 $I_{max}(8/20\mu s) \geq 40kA$，电压保护水平 $U_p \leq 1.7kV$，支持监测功能至少包含：电流、电压、功率、接地通断、断电、漏电监测、雷击浪涌次数、防雷器状态、防雷器温度、防雷器寿命、环境温湿度、水浸、烟雾等监测；（投标时提供具有 CMA 标识的检测报告证明） ★2. 可显示监测指标信息，屏显内容包括：电压、电流、频率、功率、雷击浪涌次数、防雷器状态、防雷器温度、防雷器寿命、接地通断、漏电监测、漏电流、温湿度、烟雾、水浸、安装单位、联系人、联系电话，可通过手机扫描屏显电子二维码进行关注、查询、故障报修； ★3. 设备内置告警扬声器 ≥ 1 个，具有系统、网络、入网、RS485 状态指示灯，告警方式支持本机扬声器告警、手机微信告警、管理平台告警； ★4. 支持供电 BYPASS 功能，即使本机系统出现问题或者系统重启也不影响正常输出供电，以保障用电设备稳定运行； 11. 无穷大系统： 要求无穷大系统由不低于 20kVA 的自耦调压器构成，通过调整自耦调压器电压可以改变无穷大母线电压。无穷大系统的操作要求：无穷大电源可以看作是内阻抗为零，频率、电压以及相位都恒定不变的一台同步发电机。在本试验系统中要求将交流 380V 市电经不低于 20KVA 自耦调压器，通过监控台输电线路与试验用的同步发电机构成“一机-无穷大”或“多机无			
--	--	--	--	--

		穷大-无穷大”的电力系统。 六、配套控制终端： 1. CPU：不少于8核的高性能处理器。 2. 内存：≥16G DDR4 内存。 3. 硬盘：≥256G 固态硬盘+1T 机械硬盘。 4. 显卡：集成显卡。 5. 音频：集成 5.1 声道声卡，具有至少 5 个音频接口。 6. 键盘、鼠标：抗菌键盘、抗菌鼠标。 7. 电源：不低于 310W 节能电源，转换效率≥92%。 8. 机箱：机箱体积≤13.6L，具有顶置提手方便搬运，顶置电源开关、强力散热风扇。 9. 接口：至少 10 个 USB 接口(前置 6 个 USB 3.2 Gen1，后置 4 个 USB 2.0)、1 组 PS/2 接口、1 个串口、VGA+HDMI 接口（VGA 非转接）。 10. 显示器：≥23.8 寸 LED 显示器，分辨率不低于 1920x1080，响应时间≤2ms，双接口（其中一个是 VGA），亮度≥250cd/m²，色域≥72% NTSC，显示器与主机同品牌。 11. 扩展槽：≥1 个 PCIe 16x，≥2 个 PCIe 1x 插槽。			
49	互 联 电 力 系 统 教 学 平 台 监 控 管 理 软 件	一、互联电力系统教学平台监控管理软件要求： 1. 互联电力系统教学平台监控管理软件须包含发电厂 AGC、AVC 系统；线路的 SCADA 系统，调度系统和分布式能量管理系统系统软件等，须采用电力组态软件设计而成，各分站把采集到的数据，通过转发功能，发送到总的能量管理系统计算机上，然后再对数据进行分析 and 处理，接着通过 WEB 发布，发送到监控电脑上。WEB 发布，支持局域网连接方式的网络结构，从而实现长距离异地控制。并且实现调度员培训仿真（Dispatcher Training Simulator, DTS）与监控管理软件相连，实时地使用监控管理软件数据，可以进行网络拓扑、动态潮流和动态频率计算、电力系统全动态过程仿真、继电保护仿真、数据采集系统仿真等完整的计算模块，可设常见事故及复杂事故，并计算出假想事故发生后继电保护的联锁动作和电网潮流的变化，显示越限设备的报警提示等。 2. 软件界面要求有潮流分布、一次系统图、电网功能图、各个设备一次系统图、模拟屏、曲线分析、遥调列表、事件记录、打印选择站点、用户管理等。 3. 发电厂嵌入式操作系统要求通过控制器实现教学平台电力系统自动化实验装置的控制、调节、监视，有丰富的软件功能模块、完善的检测和保护功能，并采用运行 Window CE 图形化系统的触摸屏技术完成准同期系统、调速系统和励磁系统的控制功能。	套	1	否

		4. 发电厂嵌入式系统软件要求由微机调速系统软件、微机励磁系统软件和微机准同期系统软件组成。同时还具有将三个控制系统软件进行协调工作的功能，三个控制系统软件传送数据至 Modbus-TCP 数据采集转发器，转发器解析三个系统各自传送的数据，数据整合成 Modbus 数据包，最后由 TCP 协议发送数据给电力调速 SCADA 功能模块，SCADA 下行指令通过 Modbus-TCP 协议送至教学平台上位机监控管理软件，由上位机软件将数据包发送给各个控制器，完成系统的统一协调，实现电力系统自动化综合控制。 ★5. 投标文件中须提供互联电力系统教学平台监控管理类软件的计算机软件著作权登记证书扫描件 二、配套电力系统继电特性及继电保护实训装置 3D 动画教学虚拟仿真软件 要求电力系统特性及继电保护虚拟仿真教学软件以 Unity3D 为基础软件，作为仿真工具开发而成。要求含有仪表及电源各种功能模块，完全满足电气类专业相关课程的虚拟仿真实验，让学生了解并熟悉虚拟仿真实验电路的设计、搭建、测试等环节。 1. 软件技术要求： （1）加密方式：提供文本解密，安全可靠。 （2）系统配置：可以对软件一些参数进行配置。 （3）考试模式：输入姓名及学号等信息。开始考核，按照教学中实验接线图进行操作。在考核界面右下角，会有考核计时及每个考核点的倒计时，按照设置的考核时间，完成后，点击交卷。点击确认按钮，界面会给出成绩。在电脑桌面上，会生成一个 EXCEL 表格将考核成绩记录其中。 ★2. 投标文件中须提供电力系统继电特性及继电保护实训装置 3D 动画教学虚拟仿真类软件的计算机软件著作权证书扫描件。 3. 虚拟仿真实验要求： 要求通过软件的教学模式可以完成以下实验项目的学习，并且学生可通过软件的练习模式，可完成不少于以下实验： （1）实验台特性及线路保护实验装置使用说明；（2）电流继电器和电压继电器；（3）电磁型时间继电器实验；（4）信号继电器实验；（5）中间继电器实验；（6）功率方向继电器实验；（7）三相一次重合闸实验；（8）反时限过流继电器特性实验；（9）闪光继电器构成的闪光装置实验；（10）微机无时限电流速断保护；（11）6-10KV 线路过流保护实验；（12）自动重合闸前加速保护实验。			
五、电机及电气控制教学实验室（编号 50）					
50	现代电	一、教学整体要求	套	10	否

	机 系 统 教 学 实 验 装 置	要求实验装置能满足《电机学》、《电机与拖动》、《电力拖动》和《工厂电气控制》等课程教学要求。要求配备直流电动机电枢电源、励磁电源、直流发电机/同步电机励磁电源、交直流仪表、变压器、可调电阻负载、转矩转速控制及电机导轨、电机自动测试系统以及配套的教学辅助软件等相关实验组件。 二、实验装置技术要求 （一）实验装置结构要求 1. 台子尺寸的长×宽×高要求不小于1.64m×0.75m×1.60m规格。 2. 实验装置须采用平台式设计，要求实验装置结构钣金采用先进的喷塑工艺，线条平整无毛边。功能模块采用固定式和挂箱式结构设计。 3. 实验桌为铁质喷塑结构，线条平整无毛边，桌面采用进口高密度防腐防火板。设有两只抽屉及存放柜，实验桌设有四个轮子，便于实验室布置。 4. 实验装置采用平台式设计，考虑到安全导电性，要求实验挂箱面板不采用任何金属材料。签订合同后3个工作日内提供样机给用户核验。 5. 安全保护功能：本装置要求具有完善的人身安全和设备安全保护功能。 人身安全保护包含：三相隔离变压器的浮地保护、三相电源输入端设有电流型漏电保护器、强电实验导线采用全塑封闭型手枪式导线； 设备安全保护须包含：电源主回路要求具备电子线路过流保护系统三相交流电源输出设有过流保护功能，其输出电流大于3A即可断开电源，并告警指示；晶闸管的门阴极和各触发电路的观察孔设有高压保护功能；实验台采用三种实验导线，相互间不能互插；实验台交直流电源设有过流保护功能。 （二）实验装置电源要求 1. 实验装置采用三相380V交流供电； 2. 交流实验电源技术要求 要求提供三相0—430V连续可调的交流电源，同时可得到0—250V单相可调电源。配有三只指针式交流电压表，通过开关切换，可在电压表上指示三相电网电压和三相调压器的输出电压，并有断相指示； 3. 直流电动机电枢电源： 提供40V—240V连续可调的直流稳压电源，供直流电动机电枢绕组使用，输出最大电流为2A，电压纹波系数≤2%，电压变化率≤1%。带有过流和短路保护，一旦发生短路，可自动封锁电压输出，从而可有效地防止学生误操作对电源的破坏。带有三位半数字直流电压表指示输出电压；要求配置的设备其中1套具有远程控制和本地控制两种功能，其他设备可升级扩			
--	---	--	--	--	--

	展远程控制功能。签订合同后3个工作日内，到校进行远程控制功能演示。 4. 直流电动机励磁电源： ★须提供0~200mA连续可调的直流稳流电源两组；供直流电动机励磁绕组使用，最大输出电压为240V，带三位半数显监视输出电流，并具有开路保护功能；提供直流电动机励磁电源自动控制系统软件，通过该软件结合励磁电源控制硬件系统，实现直流电动机励磁电源远程自动控制和本地控制两种功能，要求此实验室其中1套具备此功能，其他设备可升级扩展远程自动控制功能。投标文件中须提供直流电动机励磁电源自动控制系统类软件的计算机软件著作权登记证书扫描件。 5. 同步发电机励磁电源和直流发电机励磁电源： 须提供0~2.5A连续可调的直流稳流电源一组；供同步发电机励磁绕组及直流发电机励磁绕组使用，最大输出电压为30V，带三位半数显监视输出电流，并具有开路保护功能；要求配置的设备其中1套具有远程控制和本地控制两种功能，其他设备可升级扩展远程控制功能。签订合同后3个工作日内，提供远程控制功能到校演示。 6. 以上电源均要求带有仪表监视，并具有过流、短路及自动告警保护功能。 （三）实验装置仪表要求 1. 交流仪表（要求具有远程采集和本地采集功能）：该仪表要求采用ARM芯片设计，包含3只数字交流电压表、3只数字交流电流表、3只数字功率和功率因数表；交流数字电压表测量范围0-500V，量程自动切换，精度0.5级；交流数字电流表测量范围0-3A，量程自动切换，精度不低于0.5级；单相功率和功率因素表测量范围0-500V，0-3A，量程自动切换，精度不低于0.5级；可通过仪表两侧的开关切换可显示电压、电流、功率和功率因素等4个电量。 2. 直流仪表（要求具有远程采集和本地采集功能）：直流数字电压表（1只）：要求采用ST0芯片设计的智能程控仪表，测量范围0—750V，量程200mV、2V、20V、200V、750V五档切换，切换方式可手动和自动，超量程告警保护，4位半数字显示；直流数字电流表（2只）：采用ST0芯片设计的智能程控仪表，测量范围0—3A，2mA、20mA、200mA、3A四档量程切换，切换方式可手动和自动，超量程告警保护，4位半数字显示；所有交直流测量仪表均要求具备超量程告警切断总电源功能，精度要求不低于0.5级；投标文件中须提供实物面板图片。 3. 转矩表：要求3位半数字显示，测量范围0-±2N.m，可测正负转矩值；（要求具有远程采集和本地采集功能） 4. 转速表：要求6位数字显示，测量范围0-±2000rpm，可测正负转速			
--	--	--	--	--

	值。（要求具有远程采集和本地采集功能） （四）实验装置挂件要求 1. 可调电阻箱：提供单相可调电阻360Ω-2160Ω/0.5A一组；0、2Ω、5Ω、15Ω、∞五档可调绕线电机起动电阻；三相可调电阻180Ω-780Ω/0.5A两组；90Ω/200W和900Ω/200W各一组；投标文件中须提供实物面板图片，需能够清晰反映以上技术参数。 2. 须提供三组开关，分别为一组单刀双掷和二组三刀双掷及三相旋转指示灯。 3. 要求提供电机导轨及涡流测功机一套：该套测功系统包含有编码器、涡流测功机及固定电机的安装导轨，涡流测功机功率不小于150W。 ★4. 要求提供转矩转速测量及加载组件一套：要求提供“转速计”和“转矩计”，通过智能调节负载控制系统，与电机导轨及测功机配合完成实验电机加载，并能检测实验电机的转速和转矩测量的测量值。另外加载方式选择有：“M-S测绘”和“转矩加载”，通过扭子开关实现两种加载方式切换，分别进行无转速反馈时有转速反馈时的加载，前者用于一般的负载实验中，后者用于电机的M-S曲线绘制。要求投标文件中提供实物面板图片。转矩转速测量及加载组件要求具有远程控制和本地控制功能。投标文件中须提供智能调节负载控制系统类软件的计算机软件著作权登记证书扫描件。 5. 要求提供继电接触控制组件，能够完成电气控制的相关实验。须提供交流接触器，按钮开关，时间继电器，热继电器、保险丝、行程开关、指示灯等，用于完成继电接触控制的实验。 （五）电机网络化管理平台技术要求（整个实验室配1套） 1. 该平台要求采用不小于10寸触摸屏作为人机界面、嵌入式芯片作为控制核心，并包含至少2只直流表，以及以电能采集芯片构成的交流采集电路，分别采集电压、电流等信息。投标文件中须提供产品实物硬件图片。 2. 该平台作为控制核心要求具有多个通讯接口，分别为串口1以串口通讯协议主站工作模式采集下位机多个仪表的值。串口2要求采用串口-通讯协议的从站工作模式和触摸屏进行通讯，向触摸屏传送采集到的各个信息，以及接收触摸屏下发的控制命令。串口4和交流功率表进行通讯，采集相关交流电机的测量的相关数据，并作为绘制曲线用。 ★3. 数据采集远控模块及软件：要求和直流电动机电枢电源、励磁电源、直流发电机励磁电源、转矩、转速测量组件配合使用，同时配备转矩转速测量数据采集分析软件，将采集到的各类数据通过串口-通讯协议从机的模式发送给主控制器，另外该模块要求采用标准的串口-通讯协议通讯接口，不仅能和本系统的控制器进行通讯，而且还能够直接和遵循工业标准			
--	---	--	--	--

	的组态软件进行采集。投标文件中须提供转矩转速测量数据采集分析类软件的计算机软件著作权登记证书扫描件。 4. 通过该平台，直流电动机电枢电源、测功机的加载控制可以实现远程控制和本地两种控制模式。签订合同后3个工作日内，投标人须到采购人处进行设备远程控制功能演示。 （六）基于以太网技术的电机学网络化管理平台软件要求： ★1. 要求该软件具有数据采集功能、状态监视功能、数据图形功能、参数整定功能、防误操作功能、异步电机自动测试功能、直流电机自动测试功能、网络通信功能等。投标文件中须提供基于以太网技术的电机学网络化管理平台软件的评测报告扫描件，要求评测报告中能体现以上软件功能。 2. 平台软件主界面：至少含主控设置、实验选择、远控模式等功能模块，投标文件中须提供软件主界面截图。 3. 平台软件可完成直流电机实验项目：他励电动机电枢调速、他励电动机励磁调速、他励电动机工作特性、他励发动机空载特性、他励发动机外特性、并励发动机外特性等功能，投标文件中须提供软件界面截图。 4. 平台软件可完成交流电机实验项目：异步机电气测试、异步机M-S曲线等，投标文件中须提供投标文件中提供软件界面截图。 ★5. 投标文件中须提供电机教学网络化管理实验平台类软件的计算机软件著作权登记证书扫描件。 （七）数字电机控制开发系统：基于 STM32 电机控制开发实验系统（含软件），整个实验室配 1 套。 1. 硬件配置： 要求系统采用性能不低于32位8核的高性能内核CPU，驱动板采用IPM模块驱动电机。须提供主控制板（带TFT液晶屏）、两个驱动板、永磁同步电机、BLDC无刷电机、J-LINK编程器和控制软件。 采用模块化结构，核心板+主控板+功率板结构；电压输入：DC 18V～300V，含不低于24V电源；IPM功率模块配置:600V/2KW； 电机1：24V 永磁同步电机带编码器； 电机2：24V 无刷电机带位置传感器；反电动势侦测，多种有/无传感器控制方式； 人机界面：TFT液晶显示、按键、电位器、LED灯、通信接口； 软件资料：供货时提供实验用到的基础软件、驱动，以及安装、配置过程的详细说明。 2. 实验项目： 2.1 STM32基础实验			
--	--	--	--	--

	1) LED流水灯；2) 按键控制LED实验；3) 外部中断实验；4) 定时器实验；5) AD、DA转换实验；6) TFT显示实验；7) 串口通讯实验；8) PWM输出实验。 2.2 有感BLDC电机方波控制实验 1) 无刷直流电机换相控制；2) 无刷直流电机调压策略；3) PID控制原理；4) 方波速度开环、闭环控制实验。 2.3 永磁同步电机磁场定向控制实验 1) 软件库功能；2) FOC驱动及资料介绍；3) FOC软件库的下载；4) 基于编码器传感的磁场定向控制实验。 3. 投标文件中须提供实物图片、软件界面截图，供货时提供详细的实验指导书等资料。 （八）发电机组的微机调速控制实验系统（整个实验室提供1套，供课程设计及创新设计用） 1. 微机调速系统要求：要求采用全数字化设计，输入为三相电源，电枢回路要求采用单相全控桥（晶闸管）结构；智能嵌入式芯片作为控制核心，所有的采集、控制、调节、监视及附加功能都由微处理器来实现，要求具有丰富的软件功能模块、完善的检测和保护功能；要求能与上位机之间采用以太网通信。 2. 微机调速系统人机交互界面：要求采用7寸工业彩色触摸屏，控制板可对其电压、电流、转速等信号实时显示和控制、LED数码显示。控制方式：恒α角调速，电压闭环调速，电流闭环调速。具有标准通讯接口及通讯协议，上位机也可对其电压、电流、转速信号实时显示和控制，学校可以进行二次开发。 3. 发电机组微机调速监控系统上位机软件 要求采用组态监控软件，利用7寸彩色触摸屏或计算机进行人机操作，可对电压、电流、转速等信号的采集和控制，完成恒α角，电压闭环，电流闭环三种方式对发电机的微机调速控制。 4. 软件功能要求： ①恒α控制方式，软件界面要求包含：U相、V相、W相的电压和电流、电机转速、电枢电压、电枢电流等参数的采集显示窗口、实时曲线、数据表、α角度调节等功能模块单元。投标文件中须提供的软件界面截图； ②电压闭环控制方式，软件界面要求包含：U相、V相、W相的电压和电流、电机转速、电枢电压、电枢电流等参数的采集显示窗口，实时曲线、数据表、电压设置等功能模块单元。投标文件中须提供的软件界面截图； ③电流闭环控制方式，软件界面要求包含：U相、V相、W相的电压和电流、电机转速、电枢电压、电枢电流等参数的采集显示窗口，实时曲线、			
--	---	--	--	--

	数据表、转速设置等功能模块单元。投标文件中须提供的软件界面截图。 （九）实验装置电机技术要求 1. 实验变压器： 1）三相组式变压器（三组）：原边220V/0.4A、副边110V/0.8A； 2）三相芯式变压器（三组）：提供220V/0.4A/Y、63.8V/1.38A/Δ、55V/1.6A/Y，要求其性能可以模拟中小型变压器特性。 2. 实验电机： 1）提供直流复励发电机：额定功率不低于$P_N=100W$，额定电压不低于$U_N=200V$，额定电流不低于$I_N=0.5A$，额定转速不低于$n_N=1600r/min$。E级绝缘； 2）直流并励电动机（1只）：额定功率不低于$P_N=185W$，额定电压不低于$U_N=220V$，额定电流不低于$I_N=1.1A$，额定励磁电流$I_{fN}<0.16A$，额定转速$n_N=1600r/min$。E级绝缘； 3）三相鼠笼式异步电动机：额定功率$P_N=100W$，额定电压$U_N=220V$，额定电流$I_N=0.48A$，额定转速不低于$n_N=1420r/min$，Δ接法，E级绝缘； 4）三相同步发电机：发电机：$P_N=170W$，$U_N=220(Y)$，$I_N=0.45A$，$n_N=1500$转/分；电动机：$P_N=90W$，$U_N=220(Y)$，$I_N=0.35A$，$n_N=1500$转/分； 5）三相绕线式异步电动机：额定功率$P_N=100W$，额定电压$U_N=220V$，额定电流$I_N=0.55A$，额定转速$n_N=1420r/min$。定、转子三相绕组均为Y接法，E级绝缘； 实验用的电机功率在100W-200W左右，电机的转轴的同心度与测功机导轨的转轴的同心度不超过± 5丝，所有电机E级绝缘。 6）三相鼠笼式异步电机旋转指示仪，整个实验室1套 ①对三相鼠笼式异步电机旋转磁场工作原理形象化教学，采用软硬件结合的模式，通过观察实验装置的发光二极管、角度指针等方式，可直观的观察电机电流及磁场变化； ②要求三相旋转指示仪虚拟仿真软件能实现以下功能：能设置启动、停止、单步正转、初始位置、单步反转等多种模式控制，并要求软件包含电流进、出指示和电机参数说明等功能（投标文件中须提供软件界面截图，能体现以上软件功能）； 7）电路安全防护仪，整个实验室1套 ★①支持防雷击防浪涌功能，最大放电电流$I_{max}(8/20\mu s) \geq 40kA$，电压保护水平$U_p \leq 1.7kV$，支持监测功能至少包含：电流、电压、功率、接地通断、断电、漏电监测、雷击浪涌次数、防雷器状态、防雷器温度、防雷器寿命、环境温湿度、水浸、烟雾等监测；（投标时提供第三方检测机构出具的带有CMA标识的检测报告）			
--	---	--	--	--

	★②显示监测指标信息，屏显内容包括：电压、电流、频率、功率、雷击浪涌次数、防雷器状态、防雷器温度、防雷器寿命、接地通断、漏电监测、漏电流、温湿度、烟雾、水浸、安装单位、联系人、联系电话，可通过手机扫描屏显电子二维码进行关注、查询、故障报修； ★③设备内置告警扬声器≥ 1个，具有系统、网络、入网、RS485状态指示灯，告警方式支持本机扬声器告警、手机微信告警、管理平台告警； ★④支持供电BYPASS功能，即使本机系统出现问题或者系统重启也不影响正常输出供电，以保障用电设备稳定运行； 三、电机控制综合创新设计实训： 1. 直流电机调速系统综合创新设计项目（整个实验室配2套） 1）要求利用PWM信号发生电路模块、直流电机驱动电路模块、倍频电路模块、F/V转换电路模块、PI调节器模块、转速显示电路（含频率计）模块等设计一个直流电机调速系统； 2）投标文件中须提供直流电机调速系统实物图片、工作原理和系统设计框图，并在实物图片上对每个电路模块进行标记注解。 3）要求通过设计该系统可掌握以下知识： ①熟悉并掌握矩形波-三角波发生方法； ②学习用脉宽调制控制直流电机方法及工作原理； ③掌握锁相环与分频器，并掌握由其构成倍频器的工作原理； ④熟悉并掌握集成F/V转换器件典型应用电路； ⑤掌握PI控制技术及其闭环控制原理； ⑥了解并掌握频率显示计的结构与工作原理。 4）要求提供的实验指导书包含直流电机的认识、PWM信号产生电路、直流电机驱动电路、倍频电路、F/V转换电路、PI调节技术、频率计、转速闭环控制系统、显示电路等知识点的讲解和实训操作流程等内容。 5）要求该项目可通过成品接线调试和测试完成实训，也可通过提供的图纸和元件清单，自行准备线路板和元器件焊接调试完成实训，并支持学生自行设计电路完成以上功能。 2. 直流无刷电机控制器创新设计项目（整个实验室配2套） 1）项目设计背景：直流无刷电机广泛地应用于家用/商用电器、医疗设备、工业控制、汽车和电动车行业等领域。直流无刷电机控制器设计项目是电机控制综合训练的典型应用案例。 2）直流无刷电机控制器创新设计要求利用三角波发生器、电压比较器（PWM发生器）、速度检测电路、电流检测电路、速度调节器、电流调节器、驱动脉冲逻辑分配器、三相逆变桥及其驱动等电路，设计一个直流无刷电机控制器系统。			
--	--	--	--	--

	★3) 通过无刷电机控制器设计, 使学生对无刷电机结构、工作原理、霍尔位置检测等有深入了解, 学习双闭环控制系统的工作原理。投标文件中须提供直流无刷电机控制器创新设计项目实物图片, 并在实物图片上对以上要求的电路进行标记注解。 4) 要求该项目可通过成品接线调试和测试完成实训, 也可通过提供的图纸和元件清单, 自行准备线路板和元器件焊接调试完成实训, 并支持学生自行设计电路完成以上功能。 四、软件资源库: (一)电机实验开发教学系统软件, 技术要求如下: 1. 要求在该装置设备上, 可以仿真模拟电机的运行特性实验, 具体实验如下: 单相变压器特性实验、三相变压器特性实验、三相变压器连接组实验、直流发电机实验、直流电动机实验、三相鼠笼异步电动机工作特性实验、三相异步电机变频调速实验、三相同步发电机运行特性实验、三相同步发电机的并联运行实验等, 满足了大功率电机学的主要课程实验教学。 2. 虚拟仿真软件要求基于MATLAB设计, 便于学生二次开发设计。采购人通过填写电机运行的相关参数, 运行仿真计算即可自动生成各种电机特性曲线, 学生可自己研究和设计, 既满足基本教学同时也可作为研究创新平台使用。 3. 供货时向采购人提供系统使用说明文件, 向采购人提供的使用说明文件和功能截图应包含软件整体界面以及每个实验的操作界面、基于MATLAB的仿真模型图以及仿真软件的每个实验操作步骤等信息。具体要求如下: ①需提供不少于以下模型图及结构图: 单相变压器空载、负载实验; 三相变压器短路、负载、联接组Yy12实验; 直流他励、并励、直流发电机实验; 三相鼠笼异步电动机实验; 三相异步电机变频调速实验; 三相同步发电机实验; ②需提供不少于以下实验运行结果界面: 单相变压器空载、短路实验; 三相变压器空载实验、短路实验、负载特性、联接组实验; 他励发电机空载实验、负载实验; 直流电动机负载实验; 并励电动机降压调速、弱磁调速实验; 三相鼠笼异步电机空载、短路实验、负载实验; 三相异步电动机变频调速实验; 三相同步发电机运行特性、并联运行实验。 ③投标文件中须提供电机实验开发教学系统类软件的计算机软件著作权登记证书扫描件。 (二)电机系统实验台3D虚拟仿真软件 要求该仿真软件是以Unity3D为基础软件, 作为仿真工具开发而成。含有仪表及电源各种功能模块, 完全满足电机相关课程的虚拟仿真实验, 让			
--	---	--	--	--

	学生了解并熟悉不同电机实验的目的，实验方法及实验内容等环节，具体功能模块及可实现的实验技术要求如下： 1. 软件指标要求： （1）运行环境：单平台模式，电机教学虚拟现实仿真系统软件在同一台电脑或笔记本（WINDOWS）上运行； （2）软件界面：隐匿式菜单或工具条，软件界面上看不到菜单、功能图标，全部用于显示场景和虚拟设备，以保持界面的纯净； （3）整屏展示：使用完整的屏幕显示场景，而不是将屏幕切割成若干区域； （4）部件认知：引出线，引出线将同时显示各部件名称。 ★（5）可对多个操作系统自动分配不同网段的IP地址； ★（6）可在现有安装好的操作系统下面复制出一个同样的频道系统，无需重新分区，该频道系统可以安装不同的应用软件。 2. 虚拟装备 （1）虚拟电机实验设备：外形尺寸与真实电机实验台完全相同，并拥有高度逼真的外观。表面可见结构、零部件与真实设备一致； （2）虚拟场景：软件启动后，即进入逼真的实验室环境，其中包括：电机实验台主体结构，交流电源、直流电机电枢电源、直流电机励磁电源、同步电机/直流电机励磁电源、变压器等下组件，以及转矩转速测量及加载、可调电阻箱等实验挂箱，营造出真实的实验氛围； （3）项目化案例教学：可直接用于实验课程前的仿真教学实训； （4）即学即练：可选择不同的实验项目，一步步演示电机实验的真实操作实验步骤，并同步伴随操作说明； （5）加密方式：提供文本解密，安全可靠； （6）系统配置：可以对软件一些参数进行配置，例如可通过系统配置功能开关语音提示； （7）自主开发：所有能够由采购人自定义的参数均向采购人开放，如所有的说明文字、配置参数均应采用EXCEL表或TXT文件驱动，甚至一些软件功能参数也可用EXCEL表驱动。 3. 虚拟实验要求： （1）要求通过软件的教学模式可以完成电机实验项目的学习，并且学生可通过软件的练习模式，通过鼠标完成各个实验项目的实验接线的连接。 （2）可完成不少于以下实验项目： 1）电机实验台的介绍；2）直流电机认识实验；3）单相变压器实验；4）三相鼠笼式异步电机工作特性；5）三相同步发电机的并联运行实验。 （3）投标文件中须提供电机系统实验台3D虚拟仿真类软件的计算机软			
--	---	--	--	--

	件著作权登记证书扫描件。 五、电机远程控制实验室功能要求（整个实验室配1套）： 1. 利用互联网，云计算等IT技术，要求可通过PC端实现远程控制实验设备，完成实验项目。 2. 专业实验设备搭建，完美契合课程设计； 3. 高清图像采集装置整个实验室配置1台、足够的运算资源，告别程序运行时的长时间等待和卡顿； 4. 降低个人设备需求，客户端PC只需满足运行windows系统自带远程桌面的资源即可便捷的接入云主机操作； 5. 接入方便灵活，不受地域限制。只要能接入互联网，就能直接接入实际的实验设备进行学习，开发，调试测试； 6. 预置虚拟机和实验项目，节约学员时间； 7. “电机远程控制实验室实验”，是为应对学生无法到实验室集中开设实验的特殊情况而设计开发的。需安装“电机远程控制系统监控软件”，登录；打开“远程控制软件”界面，在右侧“控制远程设备”下面输入远程指令以及验证码后，便可进入远程PC进行操控。 8. 投标文件须中提供电机远程控制系统监控类软件的计算机软件著作权登记证书扫描件。 六、能完成以下实验功能： 1. 直流电机实验： 1) 直流电机的认识实验（模拟、数字控制）；2) 复励直流发电机实验（模拟、数字控制）；3) 直流电动机实验（模拟、数字控制）；a. 直流电动机的工作特性b. 直流电动机的机械特性c. 直流电动机的调节特性。 2. 变压器实验： 1) 单相变压器；2) 三相变压器实验；3) 三相变压器的连接组和不对称短路；4) 三相三线圈芯式变压器；5) 单相变压器的并联运行 3. 异步电机实验： 1) 三相鼠笼型异步电动机的工作特性（模拟、数字控制）；2) 三相异步电动机的起动与调速（模拟、数字控制）；3) 三相鼠笼电机的M—S曲线的测绘（模拟、数字控制）；4) 三相绕线式异步电机的M—S曲线的测绘（模拟、数字控制）。 4. 同步电机实验： 1) 三相同步发电机的运行特性；2) 三相同步发电机的并联运行；3) 三相同步发电机的并联运行；4) 三相同步发电机参数的测定。 5. 电机拖动实验： 1) 直流他励电动机四象限机械特性；2) 三相异步电机在各种运行状			
--	--	--	--	--

	态下的机械特性。 6. 工厂电气控制实验（继电接触控制、电力拖动实验） 1) 三相异步电动机点动和自锁控制线路实验； 2) 三相异步电动机的正反转控制线路实验； 3) 三相异步电动机Y/△降压起动控制线路实验； 4) 能耗制动控制实验。 7. 有感BLDC电机方波控制实验 1) 无刷直流电机换相控制；2) 无刷直流电机调压策略；3) PID控制原理；4) 方波速度开环、闭环控制实验。 8. 永磁同步电机磁场定向控制实验 1) 软件库功能；2) FOC驱动及资料介绍；3) FOC软件库的下载；4) 基于编码器传感的磁场定向控制实验。 9. 直流电机调速系统综合创新设计项目实训 1) 直流电机认识实训； 2) PWM信号产生实训； 3) 倍频电路实训； 4) F/V转换电路实训； 5) 频率计实训； 6) 直流电机驱动电路实训； 7) 直流电机转速闭环控制实训。 10. 直流无刷电机控制器创新设计项目实训： 1) 无刷电机的认识实验； 2) 霍尔位置检测实训； 3) PWM信号发生电路实训； 4) 换相逻辑控制电路实训； 5) 无刷电机驱动实训； 6) 转速检测实验（F/V转换器）实训； 7) 电流检测实训； 8) 直流无刷电机双闭环控制系统实训。 11. 电机实验开发教学系统仿真实验： 1) 单相变压器特性实验；2) 三相变压器特性实验；3) 三相变压器连组实验；4) 直流发电机实验；5) 直流电动机实验；6) 三相鼠笼异步电动机工作特性实验；7) 三相异步电机变频调速实验。 12. 电机系统实验3D教学虚拟仿真软件： 1) 电机实验台的介绍；2) 直流电机认识实验；3) 单相变压器实验； 4) 三相鼠笼式异步电机工作特性；5) 三相同步发电机的并联运行实验。			
--	--	--	--	--

		13. 电机学远程控制实验不少于： ①直流电机的认识实验；②复励直流发电机实验；③并励直流电动机实验；④三相笼型异步电动机的工作特性（空载、短路、负载实验）（模拟、数字）；⑤三相异步电动机的M—S曲线的测绘（模拟、数字）；⑥三相同步发电机的运行特性（模拟、数字）。 14. 同步发电机组的微机调速(可进行二次开发)： 1) 恒α角调速；2) 电压闭环调速；3) 转速闭环调速。 七、其他要求 要求供货时每套设备提供一本以该设备为蓝本编写的配套教材。			
六、电力系统继电保护实验室（编号 51）					
51	电力系统继电保护综合试验台	一、基本要求 （1）实验台壳体 1. 所有装置均应嵌在实验台体上，保证实验台的紧凑与功能多样性。台体应包含电力系统一次模拟图、电源和完善的人身安全防护措施。 2. 电力系统一次模拟图面板上包含一次系统模型图、转换开关、断路器分合闸控制信号插孔、断路器辅助触点信号插孔及保护安装处的电流电压互感器二次侧信号插孔及短路按钮等。 3. 常规继电器和多功能微机保护实验装置可直接从电力系统一次模拟图面板上取信号进行成组继电保护实验。 4. 测量测试系统内置双通道电源输出，电压不低于 5V，0.1V 连续调节，输出电流不低于 1A；纹波不小于 50mVrms。具备数据记录器功能，至少可连续录 96 小时波形图像或数据，四个隔离通道；通过模拟通道可进行串行总线的触发、解码功能，支持 I2C、SPI 和 UART/CAN/LIN。等性能双通道任意波，频率 25MHz，采样率 200MSa/s，垂直分辨率 14 位，输出电压范围 20mV~5 Vpp。双通道具有耦合、跟踪、相位、AM/FM/FSK/SWEEP 等组合功能。标准波形正弦波，方波，脉冲波，三角波，直流，噪声波，内建 Sinc, Gaussian, Lorentz, Exponential Rise, Exponential Fall, Haversine, Cardiac 等多种波形；测试带宽不低于 200MHz，4000 位独立数字显示，可以独立直接测试交流电压，交流电流，直流电压，直流电流，电阻，二极管，温度等参数。16 通道数字逻辑分析功能，带宽不低于 200MHz；总存储不低于 2G；输入电压不低于$\pm 40V$，最小驱动电压不低于$\pm 250mV$。 （2）继电保护试验测试仪 1. 本装置即可以作为系统的信号源，又可以单独做为继电保护测试用； 2. 应具有丰富的组态功能:不但可进行实时潮流分析计算,而且可进行任意设定点的故障分析运算,并能控制测试仪实时输出设定选配点在正	套	4	否

	常运行和故障情况下的二次电流、电压信号； 3. 具备联网功能:多台测试仪可联网构成二次信号源网络,在上位 PC 机设计组态和电力系统分析计算软件完成各个电压等级的一次输配电网络的真实组态； 4. 在系统中任意点设置故障类型 4 相电流 (0-40A), 4 相电压 (0-100V), 8 个开入 (24V), 8 个开出 (24V)", 测试容量 500VA; 7" LCD 彩色显示屏; True RMS 电流量测; 主要测试功能有 (AC 5KV/100mA)、(DC 6KV/20mA)、绝缘测试 (DC 50V~1200V/50G Q2 max)、接地测试 (AC 32A/650m 2 max)、测量分辨率 (交流: 1 μ A; 直流: 0.1 μ A; 绝缘: 0.1MQ; 接地: 0.1mQ;); 电容负载测试能力高达 47 μ F; 提供统计分析/扫描功能; 上升/下降时间可调; 测试数据 U 盘储存功能; 提供后面板输出; 过零启动操作; 接口:RS-232C, USB host/device, Signal I/O, GPIB。 (3) 多功能微机保护实验装置 具有数字式继电器、10kV-35kV 馈线成组微机保护测控装置、110kV 线路成组微机保护测控装置、变压器主保护装置、变压器后备保护测控装置、电容器微机保护测控装置、电动机微机保护测控装置等多种微机保护测控功能,可通过菜单选择不同的功能模块灵活实现。 二、设备参数要求 1. 工作环境条件 环境温度: -10℃~40℃; 相对湿度: 5%~95%; 交流电源电压: 220V$\pm$10%, 50Hz$\pm$1%。 2. 可调交流电压输出 输出范围: 三相, 每相 0~70V (有效值); 输出功率: 每相 20VA; 响应速度: <300us; 输出电压精度: $\leq$0.5%。 3. 可调交流电流输出 输出范围: 三相, 每相 0~20A (有效值); 输出功率: 每相 100VA; 响应速度: <300us; 输出电流精度: $\leq$0.5%。 4. 电压输出通道: 不少于 4 路, 0-70V; 任意波形; 5. 电流输出通道: 不少于 4 路, 0-30A; 任意波形;			
--	---	--	--	--

		开入通道：8 路，空节点。			
七、电网变电站综合实训系统（编号 52-53）					
52	电网调度仿真系统	一、基本情况 系统可以对调度员、运行人员进行独立和联合反事故演练，使得调度员、运行人员能够掌握在各种事故下，准确判断和快速应变的处理能力，模拟电网中各种故障和事故的发生过程，以培养和提高专业教师、学生、现场人员正确判断分析异常现象的能力，正确处理各种事故的应变能力。 二、系统功能与参数 1. 运行监盘：设备状态监视、负荷水平监视、过负荷处理、电压水平监视、电容器投切、变压器分接头调整、汇报等； 2. 正常调度技能教学：训练调度专业调度学员在电网正常时的调度能力，迅速熟悉 SCADA/EMS 系统应用的各种操作； 3. 反事故演习：模拟电网的独立反事故演习、网站联合反事故演习、使学员学习电网的实际演习情况； 4. 运行方式分析：学员可以分析各种运行方式，制定出合理安全的系统运行方式，研究电网的特殊运行方式。 三、系统仿真规模参数及软件模块 1. 电网调度仿真包括 3 个 110kV 变电站，10 个左右 35kV 变电站及由若干外网电源点及一些小火电，小水电的组成的虚拟电网； 2. 电源和负荷模型应符合本仿真系统精度的要求，满足负荷的电压特性和频率特性； 3. 系统软件模块： （1）电网仿真模块； （2）调度仿真模块； （3）教练员台软件模块； （4）观摩台软件模块。 四、系统的技术性能参数 1. 开发的系统应满足变电站仿真机规范； 2. 故障潮流精度：障状态下潮流精度达到功率误差标么值<0.00001； 3. 画面调出时间$<1s$； 4. 发电机出力及电压调节$\leq 0.1s$； 5. 开关或分接头操作$\leq 0.1s$； 6. 故障模拟$\leq 0.1s$； 7. 系统工作站基本参数要求： （1）主板：不低于市场主流高性能主板（例如 Intel H770 或者 Intel Q670 系列等）；	套	25	否

	(2) CPU：不低于 8 核高性能处理器； (3) 内存：≥16G DDR5DIMM， ≥2 个 DIMM，系统最多支持 64G 及以上； (4) 硬盘：≥512GB SSD 硬盘， 硬盘具有 SMART 故障前预警及 NCQ 全速队列命令高速传输技术（投标文件中须提供产品技术说明书）； (5) 显卡：显存频率：≥5012MHz；显存带宽：≥40GB/s； (6) 声卡：集成高清音频声卡； (7) 网卡：主板集成千兆及以上网卡； (8) 键盘鼠标：USB 抗菌键盘鼠标； (9) 机箱电源：不大于 16L 塔式机箱，免工具拆卸机箱，≥500W 高效稳定性电源； (10) 接口：不少于 8 个 USB 端口，其中前置 2 个 SuperSpeed USB Type-A 10Gbps 信率端口和 1 个 USB Type-C，1 个串口；主板标配 3 个视频接口，包括 1 个 HDMI, 1 个 DP，1 个 VGA； (11) 插槽：1 个全高 PCI；2 个 M.2；1 个 PCIe 3 x1；1 个 PCIe 4 x16； (12) 系统要求：出厂预装正版操作系统； (13) 管理软件：出厂自带 BIOS 版还原卡，支持系统自动还原、同时支持 GPT 分区和 MBR 分区、自动修改 IP 和计算机名、硬盘保护、网络同传、增量拷贝、断点续传、远程唤醒、远程重启、远程锁定、远程关机、支持传输中对数据进行 AES 256Bit 加密、千兆网络传输速度最大可以达到 6.5GB/分钟或以上（百兆网络平均传输速度>1GB/分钟）、支持多硬盘、可以从底层控制 U 盘和光驱等设备的使用，支持任意机器作为主机对整个机房维护，支持数据加密传输（提供加密传输功能截图），支持 DHCP 网传环境传输，支持不同的系统分配不同的 IP，禁止 USB 或者光驱启动，支持网络传输故障定位（投标文件中须提供故障定位功能截图）； (14) 显示器：同品牌≥ 23.8"宽屏 16:9 LED 背光 VA 液晶显示器,VGA,HDMI 1.4 接口,HDMI 线缆,250 nits,3000:1, 5ms, 100Hz, 1920x1080,可视角度为水平 178 度/垂直 178 度, 100x100 壁挂标准,通过 TUV 低蓝光认证； (15) 质保要求：整机（含显示器）原厂三年有限保修及上门服务；为保证产品质量，投标人投标文件中须承诺中标后提供上述原厂售后服务承诺函，承诺函格式自拟； (16) 品质要求：主机产品通过 120 万小时或以上平均无故障运行认证、双防雷技术认证；噪音测试小于 11 分贝；电磁兼容性认证。 五、可开展的实验			
--	---	--	--	--

		1. 110kV、35kV 及 10kV 系统电网正常时的调度，SCADA/EMS 系统应用的各种操作； 2. 110kV、35kV 及 10kV 系统电网的独立反事故演习、网站联合反事故演习； 3. 110kV、35kV 及 10kV 系统电网的特殊运行方式研究，制定出合理安全的系统运行方式； 4. 电网故障汇报处理。 六、授权要求 电网调度仿真系统软件授权安装不少于 50 台客户端。			
53	110kV 变电站综合仿真系统	一、基本情况 系统应可以针对电网为电力专业学生进行变电运行、继电保护、自动化等专业培训建立综合培训平台，为电力专业学生对上述方向从理论知识到专业技能进行全范围、全过程、全场景的仿真培训。 二、系统功能与参数 1. 运行监盘：设备状态监视、负荷水平监视、过负荷处理、电压水平监视、电容器投切、变压器分接头调整、汇报等； 2. 设备巡视：发现设备异常，采取相应的安全措施，汇报调度； 3. 正常倒闸操作：按照调度下达的操作任务，填写操作票，完成各种操作； 4. 设备异常和事故处理：系统能够设置各种异常、故障现象，提高事故判断和处理能力； 5. 保护定值整定、保护操作：能够对保护定值整定，保护操作符合现场操作方式。 三、系统仿真规模参数及软件模块 1. 变电站综合仿真对电网调度网架中的 1 个 110kV 变电站进行全功能仿真，包括综自监控、五防开票、保护盘、一次设备 3D 场景等； 2. 仿真程度：能完整地反映操作票所涉及的电网实时特性、全部操作、表记数据、各种信号反应等； 3. 系统软件模块： （1）保护屏仿真模块； （2）综自监控仿真模块； （3）五防两票仿真模块； （4）三维场景仿真模块； （5）教练员台软件模块。 四、系统的技术性能参数 1. 开发的系统应满足变电站仿真机规范；	套	20	否

	2. 故障潮流精度：障状态下潮流精度达到功率误差标么值<0.00001; 3. 画面调出时间< 1s; 4. 发电机出力及电压调节≤0.1s; 5. 开关或分接头操作 ≤0.1s; 6. 故障模拟≤ 0.1s; 7. 系统工作站基本参数要求: (1) 主板: 不低于市场主流高性能主板（例如 Intel H770 或者 Intel Q670 系列等）; (2) CPU: 不低于 8 核高性能处理器; (3) 内存: ≥16G DDR5DIMM, ≥2 个 DIMM, 系统最多支持 64G 及以上; (4) 硬盘: ≥512GB SSD 硬盘, 硬盘具有 SMART 故障前预警及 NCQ 全队列命令高速传输技术（投标文件中须提供产品技术说明书）; (5) 显卡: 显存频率: ≥5012MHz; 显存带宽: ≥40GB/s; (6) 声卡: 集成高清音频声卡; (7) 网卡: 主板集成千兆及以上网卡; (8) 键盘鼠标: USB 抗菌键盘鼠标; (9) 机箱电源: 不大于 16L 塔式机箱, 免工具拆卸机箱, ≥500W 高效稳定性电源; (10) 接口: 不少于 8 个 USB 端口, 其中前置 2 个 SuperSpeed USB Type-A 10Gbps 信率端口和 1 个 USB Type-C, 1 个串口; 主板标配 3 个视频接口, 包括 1 个 HDMI, 1 个 DP, 1 个 VGA; (11) 插槽: 1 个全高 PCI; 2 个 M.2; 1 个 PCIe 3 x1; 1 个 PCIe 4 x16; (12) 系统要求: 出厂预装正版操作系统; (13) 管理软件: 出厂自带 BIOS 版还原卡, 支持系统自动还原、同时支持 GPT 分区和 MBR 分区、自动修改 IP 和计算机名、硬盘保护、网络同传、增量拷贝、断点续传、远程唤醒、远程重启、远程锁定、远程关机、支持传输中对数据进行 AES 256Bit 加密、千兆网络传输速度最大可以达到 6.5GB/分钟或以上（百兆网络平均传输速度>1GB/分钟）、支持多硬盘、可以从底层控制 U 盘和光驱等设备的使用, 支持任意机器作为主机对整个机房维护, 支持数据加密传输（提供加密传输功能截图）, 支持 DHCP 网传环境传输, 支持不同的系统分配不同的 IP, 禁止 USB 或者光驱启动, 支持网络传输故障定位; (14) . 显示器: 同品牌≥23.8"宽屏 16:9 LED 背光 VA 液晶显示器, VGA, HDMI 1.4 接口, HDMI 线缆, 250 nits, 3000:1, 5ms, 100Hz,			
--	--	--	--	--

		1920x1080, 可视角度为水平 178 度/垂直 178 度, 100x100 壁挂标准, 通过 TUV 低蓝光认证; (15) 质保要求: 整机(含显示器)三年免费保修及上门服务; 为保证产品质量, 投标人投标文件中须承诺中标后提供上述原厂售后服务承诺函, 承诺函格式自拟; (16) 品质要求: 主机产品通过 120 万小时或以上平均无故障运行认证、双防雷技术认证; 噪音测试小于 11 分贝; 电磁兼容性认证。 五、 可开展的实验 1. 110kV、35kV 及 10kV 系统设备区域异常巡视; 2. 110kV、35kV 及 10kV 系统倒闸操作及工作票制度; 3. 110kV 主变停电、送电倒闸操作; 4. 110kV、35kV 及 10kV 电压等级断路器异常、故障事故处理; 5. 主变压器故障原因分析及汇报处理。 六、 授权要求 110kV 变电站综合实训仿真系统软件授权安装不少于 50 台客户端。			
--	--	--	--	--	--

四、报价要求

本项目报总价，报价即完成本项目所需内容的所有费用，中标后采购人不再另行支付任何费用，投标分项报价表中须明确列出所投产品所含货物名称、品牌、型号规格、原产地及生产厂商，否则可能导致投标无效。

第四章 评标方法和标准（综合评分法）

一、总则

本项目将按照招标文件第二章 投标人须知的相关要求及本章的规定评标。

二、评标方法

2.1 资格审查

资格审查表			
序号	审查因素	审查内容	格式要求
1	营业执照等证明文件	(1) 投标人为企业（包括合伙企业）的，应提供有效的营业执照； (2) 投标人为事业单位的，应提供有效的事业单位法人证书； (3) 投标人是非企业机构的，应提供有效的执业许可证或登记证书等证明文件； (4) 投标人是个体工商户的，应提供有效的个体工商户营业执照； (5) 投标人是自然人的，应提供有效的自然人身份证明。	提供材料扫描件或电子证照，应完整的体现出材料或电子证照全部内容。联合体投标的联合体各方均须提供。
2	中小企业声明函（本项目不适用）	符合投标人资格中落实政府采购政策需满足的资格要求	详见第六章投标文件格式。
3	投标人资格声明书	提供符合招标文件要求的《投标人资格声明书》。	详见第六章投标文件格式。
4	投标人信用记录	投标人不得存在投标人须知正文第 14.2 条中的不良信用记录情形	无须投标人提供，由采购人或采购代理机构查询。
5	其他特定资格要求	如有，见第一章《投标邀请》	提供材料扫描件或电子证照，应完整的体现出材料或电子证照全部

			内容。
--	--	--	-----

资格审查指标通过标准：投标人必须通过资格审查表中的全部评审指标。

2.2 符合性审查

评标委员会对通过资格审查的投标人的投标文件进行符合性审查，以确定其是否满足招标文件的实质性要求。符合性审查表如下：

符合性审查表			
序号	审查指标	审查标准	格式要求
1	开标一览表	格式、填写要求符合招标文件规定并加盖投标人电子签章	详见第六章投标文件格式。
2	投标函	格式、填写要求符合招标文件规定并加盖投标人电子签章	详见第六章投标文件格式。
3	授权书	格式、填写要求符合招标文件规定并加盖投标人电子签章	法定代表人参加投标的无需此件，提供身份证明即可。详见第六章投标文件格式。
4	投标报价	符合招标文件投标人须知正文第 9 条要求	详见第六章投标文件格式。
5	商务响应情况	符合招标文件采购需求中对付款方式、供货及安装期限、供货及安装地点、免费质保期等实质性要求	详见第六章投标文件格式。
6	技术响应情况	符合招标文件采购需求中货物技术参数等实质性要求	详见第六章投标文件格式。
7	其他要求	符合法律、行政法规规定的其他条件或招标文件列明的其他实质性要求	

符合性审查指标通过标准：投标人必须通过符合性审查表中的全部评审指标。

2.3 详细审查

2.3.1 评标委员会按照下表对投标文件进行详细审查和评分。

2.3.2 本项目综合评分满分为 100 分，其中：技术资信分值占总分值的权重为 70 %，价格分值占总分值的权重为 30 %。具体评分细则如下：

类别	评分内容	评分标准	分值范围
技术资信分（ <u>70</u> 分）	所投产品技术参数及要求响应情况	评委会根据投标人所投产品技术参数及要求的响应情况进行评分： 1.标注★号的条款，每满足一项得 1 分，共 37 项，满分 37 分； 2.无标识项为基础指标项，全部满足得 8 分，有 1 条未响应（或负偏离）的得 6 分，有 2 条未响应（或负偏离）的得 4 分，有 3 条未响应（或负偏离）的得 2 分，超过 3 条未响应（或负偏离）的不得分。 注： （1）如某项标识中包含多条技术参数或要求，则该项标识所含内容均需满足或优于招标文件要求，否则不予认可。 （2）以投标响应表和“货物需求表”中要求提供的证明材料作为评审依据。 （3）为便于评审，建议投标人对证明材料中的关键参数进行标注并标注页码。	0-45
	产品选型	根据所供产品选型、配置、技术先进性及性能价格比等进行评分： 1、产品选型、配置与项目匹配度高，技术先进（产品使用行业最新技术或自身技术优势明显），性能好价格低得 5 分； 2、产品选型、配置与项目匹配，无明显技术优势，性价比适中得 3 分； 3、产品选型、配置与项目匹配度低，无技术优势，价格偏高得 1 分。	1-5
	供货安装调试及技术方	根据投标人针对本项目的配送措施、安装实施方案、技术方案等进行评审。	0-11

	案	（1）配送方案：安排技术能力强且经验丰富的人员进行配送，配送时间及时，配送物流有保障，有具体详细的配送实施计划得 4 分；安排人员配送，承诺配送时间满足要求，有配送实施计划得 2 分；有人员配送，但承诺配送时间、实施计划简陋有待完善得 1 分；否则不得分。 （2）安装实施方案：安排技术能力强且经验丰富的人员进行安装实施，承诺按要求安装完整，有具体详实的安装计划得 5 分；安排人员安装，承诺按要求安装完整，有安装实施计划得 3 分；有人员安装，但安装实施计划不完善有待加强得 1 分；否则不得分。 （3）技术方案：所供产品有自己的技术优势，有具体详实的技术方案（包含对自己产品的介绍，相对于其他产品在硬件、软件、设计原理、系统功能等方面的优势等）得 2 分；所供产品无技术优势，技术方案简陋有待完善得 1 分；否则不得分。	
	售后服务方案	根据售后服务承诺、培训方案情况进行打分。 （1）售后服务承诺：有持续的备品备件，产品故障维修响应时间短（在满足采购需求的基础上），配备经验丰富的专业维修人员等得 3 分；有备品备件，产品故障维修响应时间能够满足采购需求，配备维修人员等得 2 分；无备品备件，产品故障维修响应时间、配备维修人员有待完善加强得 1 分，否则不得分。 （2）培训方案：培训方案具体详细可行，满足采购需求得 3 分（承诺免费提供培训，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）；有培训方案，能够满足采购需求得 2 分；培训方案简陋，有待完善得 1 分，否则不得分。	0-6
	免费质保期	投标人承诺在采购需求要求的 2 年免费质保期的基础上（部分产品质保期有例外要求的，按例外要求计算）	0-1

		每增加一年的得 1 分，满分 1 分，部分设备增加或增加不足 1 年的不得分。 注：以投标响应表中投标人承诺的免费质保期作为评审依据，部分产品质保期有例外要求的须列出。	
	业绩	投标人或制造商自 2022 年 1 月 1 日至今（以合同签订时间为准）每具有一份本包采购需求中▲产品供货及安装业绩的，每个得 1 分，满分 2 分。 注：1. 项目业绩中供货产品的品牌须与本项目所投标注▲的产品一致，否则该业绩不予认可； 2. 投标文件中须提供业绩合同及验收报告的扫描件或复印件，如合同或验收合格证明材料中无法体现时间或项目内容的，须另附业主盖章的相关证明文件。	0-2
价格分 (30 分)	价格分统一采用低价优先法，即满足招标文件要求且投标价格最低的投标报价为评标基准价，其价格分为满分 30 分。其他供应商的价格分统一按照下列公式计算： $\text{投标报价得分} = (\text{评标基准价} / \text{投标报价}) \times 30\% \times 100$		

2.3.3 分值汇总

(1) 评标委员会各成员应当独立对每个有效投标人的投标文件进行评分，并汇总每个投标人的得分。取各位评委评分之平均值，四舍五入保留至小数点后两位数，得到该投标人的技术资信分。

(2) 将投标人的技术资信分加上根据上述标准计算出的价格分，即为该投标人的综合总得分。

第五章 政府采购合同

(本合同格式仅供参考，具体由合同甲乙双方商定)

采购人（甲方）：安徽理工大学

供货人（乙方）：

签订地点：安徽省淮南市山南新区安徽理工大学

项目名称: 安徽理工大学 2025 年教学仪器设备购置项目 (六)

分包号及名称:

项目编号: FSSD34000120257205 号/ZB202509072

财政任务书编号: _____

合同编号:

本项目经批准采用公开招标采购方式，由鼎信数智技术集团股份有限公司采购代理，经本项目评审委员会认真评审，决定将本项目采购合同授予乙方。为进一步明确双方的责任，确保合同的顺利履行，根据《中华人民共和国政府采购法》、《中华人民共和国民法典》等之规定，经甲乙双方充分协商，特订立本合同，以便共同遵守。

第一条 产品的名称、品种、规格、数量和价格：详见乙方投标文件投标报价汇总表，后附。乙方提供的备品备件见乙方投标文件。

第二条 产品的技术标准（包括质量要求），按下列第（④）项执行：

①按国家标准执行； ②按部颁标准执行； ③若无以上标准，则应不低于同行业质量标准； ④有特殊要求的，按甲乙双方在合同中商定的技术条件、样品或补充的技术要求执行；

乙方提供和交付的货物技术标准应与招标文件规定的技术标准相一致。若技术标准中无相应规定，所投货物应符合相应的国际标准或原产地国家有关部门最新颁布的相应的正式标准。

进口产品的质量标准 合格。

乙方所提供的货物应是全新、未使用过的，是完全符合以上质量标准的正品；相关的施工安装是由持有有权部门核发上岗证书的安装调试人员按照国际或国家现行安装验收规范来实施的；乙方所提供的货物在正确安装、正常使用和保养条件下，在其使用寿命内应具有满意的性能。

第三条 产品的包装标准和包装物的供应与回收按国家或业务主管部门相关技术规定执行。（国家或业务主管部门有技术规定的，按技术规定执行；国家与业务主管

部门无技术规定的，由甲乙双方商定。）【注：合同中约定的包装标准应与乙方在投标文件中承诺的一致，且投标文件应作为合同附件与合同具有同等法律效力。】

第四条 产品的交货方法、到货地点和交货期限

1.交货方法，按下列第（①）项执行：

①乙方送货上门；

②乙方代运；

③甲方自提自运。

2.到货地点：执行招投标文件（甲方指定的任何地点，安装并调试。）

3.产品的交货期限：合同签订后 30 日内。供应商应完成全部货物的供货、安装、调试和培训工作，采购需求另有规定的，以采购需求为准。

第五条 合同总价款

合同总价款（大小写）：人民币 xxxxxxxxx 元整（¥xxxxxxx.00 元）

注：合同总价款包括了含采购设备价款、运输、装卸、保险、安装调试费、税费（含进口从属税费等）、技术服务费、售后服务、人员培训及其他等一切相费用。

第六条 付款条件 执行招投标文件

1.本合同以人民币付款。

2.具体付款方式：合同签订生效并具备实施条件后采购人根据项目实际情况于 5 个工作日内支付合同价款的 70%作为预付款（中标人须提交银行、保险公司、担保公司等金融机构出具的预付款保函或其他担保措施，以上各类机构出具的以担保函、保证保险承担责任的方式均须满足无条件见索即付条件），验收合格后支付剩余合同价款。（采购人若须提供发票，必须开具增值税专用发票，除法律法规约定情形外）

3.发票开具方式：开具增值税专用发票（除法律法规约定情形外）

第七条 验收方法

1.乙方安装调试后，在3天内通知甲方组织验收验收不合格的，乙方应负责重新提供达到本合同约定的质量要求的产品。

2.甲、乙双方应严格履行合同有关条款，如果验收过程中发现乙方在没有征得采购人同意的情况下擅自变更合同标的物，将拒绝通过验收，由此引起的一切后果及损失由乙方承担。

3.甲方验收时，应成立验收小组，明确责任，严格依照采购文件、中标（成交）通知书、政府采购合同及相关验收规范进行核对、验收，形成验收结论，并出具书面验收报告。

涉及安全、消防、环保等其他需要由质检或行业主管部门进行验收的项目，必须邀请相关部门或相关专家参与验收。

第八条 对产品提出异议的时间和办法

1.甲方在验收中，如果发现产品不符合合同约定的，应一面妥为保管，一面在 10 个工作日内向乙方书面提出异议。具体说明产品不符合规定的内容并附相关验收材料，同时提出不符合规定产品的处理意见。

2.甲方因使用、保管、保养不善等造成产品质量下降的，不得提出异议。

3.乙方在接到甲方异议后，应在 10 个工作日内负责处理，否则，即视为默认甲方提出的异议和处理意见。

第九条 乙方应提供完善周到的技术支持和售后服务，否则甲方在进行事实调查的基础上，视情节轻重从乙方的履约保证金中扣除部分或全部补偿甲方。对应招标质保要求（若乙方投标文件中承诺的优于招标文件要求，按照乙方投标文件中的承诺执行）。

第十条 乙方的违约责任

1. 乙方不能交货的，甲方有权解除合同。

2.乙方所交产品不符合合同规定的，如果甲方同意利用，应当按质论价；如果甲方不能利用的，应根据产品的具体情况，由乙方负责包换或包修，并承担修理、调换或退货而支付的实际费用,同时，乙方应按规定，对更换件相应延长质量保证期，并赔偿甲方相应的损失。 乙方不能修理或者不能调换的，按不能交货处理。

3.乙方因产品包装不符合合同规定，必须返修或重新包装的，乙方应负责返修或重新包装，并承担支付的费用。甲方不要求返修或重新包装而要求赔偿损失的，乙方应当偿付甲方该不合格包装物低于合格包装物的价值部分。因包装不符合规定造成货物损坏或灭失的，乙方应当负责赔偿。 每件货物包装箱内应附一份详细装箱单和质量证书。为进口件的，应出具报关手续和原产地、原产工厂证明、报关手续和商检证明等。

4.如果乙方没有按照规定的时间交货、完成货物安装和提供服务，应向甲方支付违约金，违约金从货款中扣除。**迟供货一天（含双休）将扣除履约保证金金额的 5%。**如果**履约保证金全部扣除**，甲方应考虑终止合同， 由此给甲方造成的损失由乙方承担。**因迟交货给甲方造成经济损失的，乙方负全部责任并赔偿甲方的经济损失及承担法律责任。**乙方在安装施工过程中出现任何安全事故，责任由乙方自负。

5.乙方提前交货的产品、多交的产品和不符合合同规定的产品，甲方在代保管期内实际支付的保管、保养等费用以及非因甲方保管不善而发生的损失，应当由乙方承担。

6.乙方应对其所提供的货物承担所有权担保责任，并应保证甲方在中华人民共和国

内使用该货物时不侵犯第三人的知识产权。否则乙方应承担由此引起的一切法律责任及费用。

7.任何一方未经对方同意而单方面终止合同的，应向对方赔偿相当于本合同总价款50%违约金。

第十一条 甲方的违约责任

1.甲方无故退货，应向乙方偿付退货部分货款20 %（通用产品的幅度为1%-5%，专用产品的幅度为 15%-30%）的违约金。

2.甲方违反合同规定拒绝接货的，应当承担由此造成的损失。

第十二条 不可抗力

1.如果双方任何一方由于受诸如战争、严重火灾、洪水、台风、地震等不可抗力事故，致使影响合同履行时，履行合同的期限应予以延长，延长的期限应相当于事故所影响的时间。不可抗力事故系指买卖双方在缔结合同时不能预见的，并且它的发生及其后果是无法避免和无法克服的事故。

2.甲乙双方的任何一方由于不可抗力的原因不能履行合同时，应及时向对方通报不能履行或不能完全履行的理由，在取得有关主管机关证明以后，允许延期履行、部分履行或者不履行合同，并根据情况可部分或全部免于承担违约责任。

第十三条 履约保证金

1.本项目履约保证金为 ¥xxxxxx.00 元 (人民币: xxxxx 元整),收受人为 安徽理工大学，期限: 验收合格后，中标人提交退还申请一次性退还履约保证金。

2.乙方提供的履约保证金按规定格式以银行保函形式提供的，与此有关的费用由卖方承担。

3.如乙方未能履行其合同规定的任何义务，甲方有权从履约保证金中取得补偿。

第十四条 转让与分包

1.除甲方事先书面同意外，乙方不得部分转让或全部转让其应履行的合同义务。

2.乙方应在投标文件中或以其他书面形式对甲方确认本合同项下所授予的所有分包合同。但该确认不解除乙方承担的本合同下的任何责任或义务。意即在本合同项下，乙方对甲方负总责。

第十五条 合同文件及资料的使用

1.乙方在未经甲方同意的情况下，不得将合同、合同中的规定、有关计划、图纸、样本或甲方为上述内容向乙方提供的资料透露给任何人。

2.除非执行合同需要，在事先未得到甲方同意的情况下，乙方不得使用前款所列的

任何文件和资料。

第十六条 其他

1.按本合同规定应该偿付的违约金、赔偿金、保管保养费和各种经济损失，应当在明确责任后 10 天内，按银行规定的结算办法付清，否则按逾期付款处理。但任何一方不得自行扣发货物或扣付货款来充抵。

2.本合同如发生纠纷，当事人双方应当及时协商解决，协商不成时，任何一方均可请采购管理机关调解，调解不成，按以下第（①）项方式处理：

①根据《中华人民共和国仲裁法》的规定向淮南仲裁委员会申请仲裁。

②向合同签订地有级别管辖权的人民法院起诉。

第十七条 下列关于 安徽理工大学 2025 年教学仪器设备购置项目（六）（项目编号：FSSD34000120257205 号/ZB202509072）第 xx 包的采购文件及有关附件是本合同不可分割的组成部分，与本合同具有同等法律效力，这些文件包括但不限于：①招标文件；②乙方提供的投标文件；③服务承诺；④甲乙双方商定的其他文件。

本合同一式 7 份，甲乙双方各执 3 份，交招标代理机构留存 1 份用于档案资料归档，自双方当事人签字盖章之日起生效。

采购人（甲方）：安徽理工大学（公章） 供货人（乙方）：（公章）

地址：淮南市泰丰大街 168 号 地址：

法定代表人： 法定代表人：

委托代理人： 委托代理人：

电话： 电话：

开户银行：工行淮南市洞山支行 开户银行：

账号：1304002709024950996 账号：

统一社会信用代码：12340000485319959Y 统一社会信用代码：

年 月 日 年 月 日

见证方：鼎信数智技术集团股份有限公司(盖章)

年 月 日

第六章 投标文件格式

投
标
文
件

项目名称：_____

项目编号：_____

投 标 人：_____

____年__月__日

一、开标一览表

项目名称	
投标人全称	
投标范围	全部
投标报价	大写：_____ 小写：_____
其他	

投标人电子签章：_____
日 期：_____

注：

- 1. 此表用于开标唱标之用。
- 2. 表中投标报价即为优惠后报价，并作为评审及定标依据。任何有选择或有条件的投标报价，或者表中某一包别填写多个报价，均为无效报价。
- 3. 表中大写金额与小写金额不一致的，以大写金额为准。

二、投标函

致：采购人

根据贵方的招标公告和投标邀请，我方兹宣布同意如下：

1. 我方根据招标文件的规定，严格履行合同的责任和义务, 并保证于买方要求的日期内完成，并通过买方验收。
2. 我方已详细审核全部招标文件，包括招标文件附件及更正公告（如有），我方正式认可并遵守本次招标文件，并对招标文件各项条款、规定及要求均无异议。
3. 我方同意从招标文件规定的开标日期起遵循本招标文件，并在招标文件规定的投标有效期之前均具有约束力。
4. 我方声明投标文件所提供的一切资料均真实无误、及时、有效，企业运营正常。由于我方提供资料不实而造成的责任和后果由我方承担。我方同意按照贵方提出的要求，提供与投标有关的任何证据、数据或资料。

投标人电子签章：_____

日 期：_____

三. 投标人资格声明书

致：采购人

在参与本次项目投标中，我单位承诺：

- （一）具有良好的商业信誉和健全的财务会计制度；
- （二）具有履行合同所必需的设备和专业技术能力；
- （三）有依法缴纳税收和社会保障资金的良好记录；
- （四）参加政府采购活动前三年内，在经营活动中没有重大违法记录（重大违法记录指因违法经营受到刑事处罚或者责令停产停业、吊销许可证或者执照、较大数额罚款等行政处罚，不包括因违法经营被禁止在一定期限内参加政府采购活动，但期限已经届满的情形）；
- （五）我单位不存在为采购项目提供整体设计、规范编制或者项目管理、监理、检测等服务后，再参加该采购项目的其他采购活动的情形（单一来源采购项目除外）；
- （六）与我单位负责人为同一人、存在直接控股及管理关系的单位如下表：

我单位名称（全称）		
我单位法定代表人 /单位负责人	姓 名	
	身份证号	
单位负责人为同一人的单位	单位名称： _____	
存在直接控股关系的单位	直接控股我单位的单位	全称： _____， 出资比例： _____ %
	我单位直接控股的单位	全称： _____， 出资比例： _____ %
存在直接管理关系的单位	直接管理我单位	管理单位全称： _____， 管理单位全称： _____， • • •
	我单位直接管理	单位全称： _____， 单位全称： _____， • • •
备注：		

注：（1）直接控股关系是指出资比例在 50%以上，或者出资比例不足 50%，但享有公司股东会/董事会控制权的投资方（含单位或者个人，以下同）。

（2）直接管理关系单位是指与不具有出资持股关系的其他单位之间存在直接管理与被管理关系的单位。

（3）如未有相关情况，请在相应栏填写“无”。

本单位对上述声明的真实性负责。如有虚假，将依法承担相应责任。

投标人电子签章：_____

日 期：_____

四、授权书

本授权书声明：_____（投标人名称）授权_____（投标人授权代表姓名）代表我方参加本项目采购活动，全权代表我方处理投标过程的一切事宜，包括但不限于：投标、参与开标、谈判、签约等。投标人授权代表在投标过程中所签署的一切文件和处理与之有关的一切事务，我方均予以认可并对此承担责任。投标人授权代表无转委托权。特此授权。

本授权书自出具之日起生效。

授权代表身份证明扫描件：

授权代表联系方式：_____（请填写手机号码）

特此声明。

投标人电子签章：_____

日 期：_____

注：

- 1. 本项目只允许有唯一的投标人授权代表，提供身份证明扫描件；
- 2. 法定代表人参加投标的无需提供授权书，提供身份证明扫描件。

五、投标分项报价表

序号	货物名称	品牌、型号	原产地及生产厂商	单位	数量	单价（元）	小计（元）	备注
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
	其他费用							
	...							
	...							
	...							
合计（元）								

投标人电子签章：_____

日 期：_____

注：

- 1. 表中所列货物为对应本项目需求的全部货物及所需附件购置费、包装费、运输费、人工费、保险费、安装调试费、各种税费、资料费、售后服务费及完成项目应有的全部费用。如有漏项或缺项，投标人承担全部责任。
- 2. 表中须明确列出所投产品的货物名称、品牌、型号规格、原产地及生产厂商，否则可能导致**投标无效**。

六、投标响应表

6.1 商务响应表

序号	商务条款	招标文件要求	投标人承诺	偏离说明
1	付款方式			
2	供货及安装地点			
3	供货及安装期限			
4	免费质保期			
...				

6.2 技术响应表

序号	货物名称	招标文件规定的技术参数及要求	所投产品的品牌、型号及技术参数	偏离说明
1				
2				
3				
4				
...				

投标人电子签章：_____

日 期：_____

七、联合协议

（不允许联合体投标或未组成联合体投标，不需此件，请删去“联合协议”；允许联合体投标且投标人为联合体投标的，请将此件制成扫描件上传，同时删去本提示内容）

联合体成员一名称：_____；

联合体成员二名称：_____；

.....

上述各成员单位经过友好协商，自愿组成联合体，共同参加本项目的投标，现就联合体投标事宜订立如下协议：

1. _____（成员单位名称）为联合体牵头人。

2. 在本项目投标阶段，联合体牵头人负责投标项目的一切组织、协调工作，并授权代理人以联合体的名义参加项目的投标，代理人在投标、开标、评标、合同签订过程中所签署的一切文件和处理与本次招标有关的一切事务，联合体各方均予以承认并承担法律责任。联合体中标后，联合体各方共同与采购人签订合同，就本项目对采购人承担连带责任。

3. 联合体各成员单位内部的职责分工及各方负责内容的合同金额占总合同金额的百分比如下：

联合体成员一名称：_____，承担_____工作，负责内容的合同金额占总合同金额的百分比：_____%；

联合体成员二名称：_____，承担_____工作，负责内容的合同金额占总合同金额的百分比：_____%；

.....

4. 投标工作和联合体在中标后项目实施过程中的有关费用按各自承担的工作量分摊。

5. 联合体中标后，本联合协议是合同的附件，对联合体各成员单位有合同约束力。

6. 本协议书自签署之日起生效，联合体未中标或者合同履行完毕后自动失效。

联合体成员一：_____（公章）

法定代表人：_____（签字或盖章）

联合体成员二：_____（公章）

法定代表人：_____（签字或盖章）

.....

签订日期：____年__月__日

八. 拟分包情况说明及分包意向协议

（不允许合同分包或未采用合同分包的，不需此件，请删去“拟分包情况说明及分包意向协议”；允许合同分包且投标人采用合同分包的，请将此件制成扫描件上传，同时删去本提示内容）

（一）拟分包情况说明

致：采购人

我单位参加本项目投标，拟签订分包合同的单位情况如下表所示，我单位承诺一旦在该项目中获得采购合同将按下表所列情况进行分包，同时承诺分包承担主体不再次分包。

序号	分包承担主体名称	分包承担主体类型（选择）	资质等级	拟分包合同内容	拟分包合同金额（人民币元）	占合同金额的比例（%）
1		☐ 中型企业 ☐ 小微企业 ☐ 其他				
2		☐ 中型企业 ☐ 小微企业 ☐ 其他				
...						
合计：						

投标人电子签章：_____

日 期：_____

注：

- 1. 拟分包情况说明仅需加盖投标人电子签章。
- 2. 如招标文件载明本项目分包承担主体应具备的相应资质条件，则投标人须在本表中列明分包承担主体的资质等级，并后附材料扫描件或电子证照，否则**投标无效**。

（二）分包意向协议

投标人名称：_____；

接受分包企业一名称：_____；

接受分包企业二名称：_____；

.....

依据《政府采购促进中小企业发展管理办法》（财库〔2020〕46号）第八条规定，现就分包意向事宜订立如下协议：

1. 本项目投标人为本项目总承包单位。

2. 在本项目投标阶段，总承包单位负责投标项目的一切组织、协调工作，并授权代理人参加项目的投标，代理人在投标、开标、评标、合同签订过程中所签署的一切文件和处理与本次招标有关的一切事务，总承包单位与采购人签订本项目采购合同，分别与各分包企业签订分包合同，就本项目对采购人承担连带责任。

3. 各单位内部的职责分工及各方负责内容的合同金额占总合同金额的百分比如下：

投标人名称：_____，承担_____工作，负责内容的合同金额为_____，占总合同金额的百分比：_____％；

接受分包企业一名称：_____，承担_____工作；负责内容的合同金额为_____，占总合同金额的百分比：_____％；

接受分包企业二名称：_____，承担_____工作，负责内容的合同金额为_____，占总合同金额的百分比：_____％；

.....

4. 中标后，本分包意向协议是合同的附件，对分包各成员单位有合同约束力。

5. 本协议书自签署之日起生效，未中标或者合同履行完毕后自动失效。

6. 接受分包的中小企业与总承包单位不存在直接控股、管理关系。

投标人：_____（公章）

法定代表人：_____（签字或盖章）

接受分包企业一：_____（公章）

法定代表人：_____（签字或盖章）

接受分包企业二：_____（公章）

法定代表人：_____（签字或盖章）

.....

签订日期：____年__月__日

注：

分包意向协议中须约定向中小企业分包的项目内容及分包内容占合同金额比例。

九、中小企业声明函

（非中小企业投标，不需此件，请删去“中小企业声明函”）

本公司（联合体）郑重声明，根据《政府采购促进中小企业发展管理办法》（财库〔2020〕46号）的规定，本公司（联合体）参加（单位名称）的（项目名称）采购活动，提供的货物全部由符合政策要求的中小企业制造。相关企业（含联合体中的中小企业、签订分包意向协议的中小企业）的具体情况如下：

1. （标的名称），属于（采购文件中明确的所属行业）行业；制造商为（企业名称），从业人员____人，营业收入为____万元，资产总额为____万元，属于（中型企业、小型企业、微型企业）；

2. （标的名称），属于（采购文件中明确的所属行业）行业；制造商为（企业名称），从业人员____人，营业收入为____万元，资产总额为____万元，属于（中型企业、小型企业、微型企业）；

.....

以上企业，不属于大企业的分支机构，不存在控股股东为大企业的情形，也不存在与大企业的负责人为同一人的情形。

本企业对上述声明内容的真实性负责。如有虚假，将依法承担相应责任。

投标人电子签章：_____

日 期：_____

注：

1. 从业人员、营业收入、资产总额填报上一年数据，无上一年数据的新成立企业可不填报。
2. 投标人应根据《政府采购促进中小企业发展管理办法》（财库〔2020〕46号）和《关于印发中小企业划型标准规定的通知》（工信部联企业〔2011〕300号）相关规定，如实填写中

小企业声明函。如有虚假，将依法承担相应责任。投标人自行登录工业和信息化部官网进行中小企业规模类型自测（查询网址 <https://www.miit.gov.cn/>）。

3. 上述“标的名称”，详见第三章采购需求中明确的“货物名称”。

4. 上述“采购文件中明确的所属行业”，详见第三章采购需求中明确的“所属行业”。

5. 填写示例：某设备，属于（填写第三章采购需求中对应货物的“所属行业”，如工业）行业；承接企业为某企业，从业人员 100 人，营业收入为 10000 万元，资产总额为 5000 万元，属于小型企业 [投标人自行登录工业和信息化部官网进行中小企业规模类型自测（查询网址 <https://www.miit.gov.cn/>）]。

十、残疾人福利性单位声明函

（非残疾人福利性单位投标，请删去“残疾人福利性单位声明函”）

本单位郑重声明，根据《财政部 民政部 中国残疾人联合会关于促进残疾人就业政府采购政策的通知》（财库〔2017〕141号）的规定，本单位为符合条件的残疾人福利性单位，且本单位参加_____单位的_____项目采购活动提供本单位制造的货物（由本单位承担工程/提供服务），或者提供其他残疾人福利性单位制造的货物（不包括使用非残疾人福利性单位注册商标的货物）。

本单位对上述声明的真实性负责。如有虚假，将依法承担相应责任。

投标人电子签章：_____

日 期：_____

十一、诚信履约承诺函

致：采购人

如我单位被确定为本项目中标人，我单位承诺在合同签订及履约过程中将严格执行《中华人民共和国政府采购法》、《中华人民共和国政府采购法实施条例》及本项目采购文件中关于合同签订及履约的相关规定，不出现以下情形：

- （1）中标或者成交后无正当理由拒不与采购人签订政府采购合同；
- （2）未按照采购文件确定的事项签订政府采购合同；
- （3）将政府采购合同转包；
- （4）提供假冒伪劣产品；
- （5）擅自变更、中止或者终止政府采购合同。

本单位知悉如出现上述情形，将会被依法追究法律责任，可能的处理结果有：处以采购金额千分之五以上千分之十以下的罚款，列入不良行为记录名单，在一至三年内禁止参加政府采购活动，有违法所得的，并处没收违法所得，情节严重的，由工商行政管理机关吊销营业执照；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

投标人电子签章：_____

日 期：_____

十二、其他相关证明材料

提供符合投标邀请、采购需求及评标方法和标准规定的相关证明文件。

特别提示：

投标人在投标文件制作时可在此栏内上传招标文件要求上传的证明资料，如营业执照、证书等，应将上述证明材料制作成扫描件上传。

第七章 政府采购供应商询问函和质疑函范本

询问函范本

（如为对采购文件或采购程序的询问或疑问，请按询问函范本或电子交易系统中网上询问格式附件进行提交）

致：采购人

我单位拟参与_____（项目名称、编号）的采购活动，现有以下内容(或条款)存在疑问(或无法理解)，特提出询问。

一、（事项一）

1、（内容或条款）

2、（说明疑问或无法理解原因）

3、（建议）

二、（事项二）

...

随附相关证明材料如下：

联 系 人：_____

联系电话：_____

日 期：_____

质疑函范本

一、质疑供应商基本信息

质疑供应商：

地址： 邮编：

联系人： 联系电话：

授权代表：

联系电话：

地址： 邮编：

二、质疑项目基本情况

质疑项目的名称：

质疑项目的编号： 包号：

采购人名称：

采购文件获取日期：

三、质疑事项具体内容

质疑事项 1：

事实依据：

.....

法律依据：

.....

质疑事项 2

.....

四、与质疑事项相关的质疑请求

请求：

签字(签章)：

公章：

日期：

质疑函制作说明：

1. 供应商提出质疑时，应提交质疑函和必要的证明材料。
2. 质疑供应商若委托代理人进行质疑的，质疑函应按要求列明“授权代表”的有关内容，并在附件中提交由质疑供应商签署的授权委托书。授权委托书应载明代理人的姓名或者名称、代理事项、具体权限、期限和相关事项。
3. 质疑供应商若对项目的某一分包进行质疑，质疑函中应列明具体分包号。
4. 质疑函的质疑事项应具体、明确，并有必要的事实依据和法律依据。
5. 质疑函的质疑请求应与质疑事项相关。
6. 质疑供应商为自然人的，质疑函应由本人签字；质疑供应商为法人或者其他组织的，质疑函应由法定代表人、主要负责人，或者其授权代表签字或者盖章，并加盖公章。