郑州电力高等专科学校数字化电力控制与维护实训室建设项目采购合同

合同编号（买方）：

合同编号（卖方）：

项目名称： 郑州电力高等专科学校数字化电力控制与维护实训室建设项目

买　　方： 郑州电力高等专科学校

卖　　方： 河南宁志科技有限公司

签订日期： 2026.7.20

签订地点： 郑州电力高等专科学校

售后服务和其他服务，包括原厂商服务和代理商服务。

1.8 “现场”指合同软件安装、运行的地点，即买方指定地点。

1.9 “质保期”指按合同的相关约定，卖方免费修复或更换有缺陷的软件产品，以保证合同软件正常运行的期间。

1.10 “日（天）、月、年”指公历的日、月、年；“日（天）”是指24小时；“周”是指7天。

1.11 除本合同另有约定外，“以上”、“以下”、“以内”、“×日内”、“届满”，均包括本数；“不满”、“以外”，不包括本数；“×日前”“×日后”不包括当日。按照日、月、年计算期间的，开始的当天不算入，从下一天开始计算。期间的最后一天不是工作日的，该期间应于下一个工作日终止。

2. 合同标的

2.1 买方向卖方采购的合同软件等货物的名称、数量如下：

2.1.1 合同软件名称：详见附件2：分项价格表。

2.1.2 合同软件数量：详见附件2：分项价格表。

2.1.3 软件数量的计算方式：以附件 2：分项价格表列明的各单品采购数量累加为准。

2.2 卖方提供的合同软件的技术规范、技术条件、性能和卖方对合同软件的技术保证，详见《技术规范》(附件1)。卖方应保证所提供的合同软件是完整的、全新的、技术上先进和成熟的，并在性能、质量和设计方面满足合同约定的安全、可靠和高效运行与维护的全部要求。

2.3 卖方应按照合同的相关约定，向买方提供技术文件。卖方应保证其提供的技术文件是完整的、清晰易读的、准确无误的，能够满足本合同软件的检验、安装、调试、测试、验收、运行和维护的需要。

2.4 卖方承诺所提供的合同软件不含有任何安全隐患，并在软件使用期内承担全部责任（包括但不限于消除安全隐患、退款、赔偿损失等）。发生任何由于合同软件安全引起的事故时，卖方应赔偿买方及相关用户因此所发生的全部损失。

2.5 在本合同生效之日起至合同软件通过验收、投入正常运行后 6 月内，卖方应负责免费向买方提供与合同软件有关的新的和/或改进的运行经验、技术开发和安全方面的所有资料及信息。

2.6 卖方保证其依照本合同向买方交付的合同软件没有任何权利瑕疵，合同软件上不存在任何抵押、质押、留置等担保物权、任何第三方知识产权，不存在任何性质的附属或者限制性权益，也不存在被任何政府机关或者司法机关查封、扣押、冻结的情形。卖方对合同软件享有合法完整的所有权、知识产权及其他相应的权利。卖方依照本合同交付合同软件、提供服务及履行其他本合同项下的义务不会违反其组织章程，不会超越经营范围和方式，并不会违反与任何第三方达成的协议、承诺、任何政府部门或者司法/仲裁机构对其的要求。卖方保证买方不会因为合同软件侵犯任何知识产权而被提起索赔、指控或请求，否则，卖方应当就买方因此遭受的损失（包括但不限于直接损失、间接损失、律师费、诉讼费或仲裁费等）承担全部赔偿责任。

3. 交付

3.1 卖方应按下述进度计划交付合同软件等全部货物：合同签订后 30 日历天内完成供货、安装。

3.2 交付地点：郑州电力高等专科学校。

3.3 卖方如未能按照上述进度计划交付合同软件的，应按合同约定承担违约责任。

4. 安装、调试及验收

4.1 合同软件的安装由卖方根据合同约定及技术文件规定的标准、方法和程序进行。卖方应对合同软件的调试和性能及合同约定的质量、安全和各项保证值负全部责任。

4.2 合同软件安装完毕后，卖方应负责调试。

4.3 合同软件安装调试完毕且试运行结束后，符合合同约定的技术标准和功能要求的，买方将向卖方签发合同软件验收证书。买方向卖方签发合同软件验收证书并不减轻或免除后续使用过程中卖方的相关责任。

4.4 如果经验收，合同软件未能达到约定保证值或功能要求的，卖方应按照合同约定承担违约责任。

5. 技术服务

5.1 卖方应在合同执行期间，指定技术服务负责人：程晶华 负责与买方协调处理与本合同有关的执行工作。当发现技术问题或就技术问题发生争议时，双方应分析原因、分清责任并协商解决方案。自合同软件的调试、试运行到验收期间的工作进度、每天的主要工作、发现的问题及解决方法均须记录在工作日志上。工作日志经双方项目负责人（买方项目负责人：杜刚，卖方项目负责人：程晶华）签字后各自保留一份。

5.2 卖方应派遣有工作经验、身体健康和称职的技术人员按照合同的相关约定到现场提供合同软件安装、调试、测试、运行、维护及买方人员培训等技术服务，技术服务详细内容见《技术规范》（附件1）。卖方应负责买方参加培训人员的食宿、往返和当地交通费用以及培训教材费用等所有相关费用。

5.3 卖方应负责协调、配合系统设备及相关软硬件的安装调测工作，并解决发现的质量及性能等有关问题。合同软件测试和验收应符合卖方作出的质量承诺，并满足合同约定的测试及验收标准。

5.4 卖方应在合同生效后 5 个工作日内向买方提交执行合同约定的技术服务工作的组织计划一式 两 份。

5.5 卖方派到现场服务的技术人员名单应在本合同生效后 3 个工作日内提交买方确认。买方有权提出更换不符合要求的卖方现场技术人员，卖方应根据买方要求，重新选派买方认可的技术人员。卖方应在买方提出该项要求 3 个工作日内答复。

5.6 卖方有义务在必要时邀请买方参与卖方的技术设计工作，并向买方解释技术设计。在执行合同过程中，卖方应及时答复买方提出的有关合同软件技术上的问题，并免费为买方提供有关资料。

5.7 对于买方选购的与本合同软件有关的相关系统软件及设备，卖方有提供技术配合的义务，并承担由此发生的任何费用。

6. 软件升级

6.1 卖方承诺在质保期内对合同软件提供及时的免费升级服务。升级程序应满足安全要求并能经过测试验证。卖方有义务确保买方软件升级成功，且不影响依赖于本合同软件运行的业务应用的正常使用；如果升级不成功，买方有权要求卖方将系统恢复原样。如果合同软件升级，卖方保证买方免费获得新软件的许可使用权。

6.2 卖方对合同软件提供终身技术支持。如在免费升级期限后，买方要求对合同软件进行升级，卖方应按不高于该产品当时面向市场的大客户统一升级价格收取费用。

6.3 如果合同软件在将来进行再次扩容，卖方应确保其可能在再扩容工程中提供的合同软件与其在本合同中所提供的合同软件兼容或为本合同中所提供的软件提供免费升级。

7. 质量保证

7.1 如果合同软件在质保期内出现不符合合同或产品说明书所述软件功能标准、或软件介质出现工艺或质量等问题，卖方应免费更换软件介质或修复软件缺陷。对于缺陷软件，买方有权要求卖方采用补丁软件进行修复或提供升级软件予以更换或以退款方式进行处理。

7.2 本合同下软件产品的质保期为自合同软件经验收合格之日起 36 月。因卖方责任需要修复或更换有缺陷软件产品，使合同软件停运或推迟安装时，则质保期按实际修复或换货所延误的时间相应延长。

7.3 合同软件质保期结束后，买方要求修复、更换有缺陷软件产品或提供其他维护保修服务的，卖方不得拒绝，但可按不高于该产品当时面向市场的大客户的统一服务费价格收取费用。

7.4 在质保期内合同软件出现一般故障时，卖方应在接到买方通知后的 1 小时内作出响应，确定故障情况，就如何排除故障做出决定并立即书面通知买方，保证合同软件在接到通知后 2 小时内恢复正常。如果合同软件出现重大故障，卖方应在接到买方通知后 1 小时内作出响应，提供解决方案，并立即派遣工程技术人员用最快捷的

交通工具前往现场，使合同软件在 2 小时内恢复正常。

7.5 在质保期内，如果卖方对合同软件在功能、运行维护等方面进行了技术改进，卖方应积极向买方推广，并应免费向买方提供与上述技术改进有关的详细技术资料。

8. 合同价格

8.1. 合同价格为人民币（¥ 2818000.00 ）（大写 人民币贰佰捌拾壹万捌仟元整）（含税），其中，不含税价人民币（¥ 2790099.01 ）（大写 人民币贰佰柒拾玖万零玖拾玖元零壹分 ），增值税税率 1 %，增值税税额 27900.99 元。若国家出台新的税收政策，合同约定税率与国家法律法规及税务机关规定的税率不一致时，对于尚未完成结算且未开具增值税税率发票的部分，按照国家法律法规及税务机关规定的增值税税率调整含税价格，价格调整以不含税价为基准。具体价格构成见《分项价格表》（附件 2）。

（1）卖方提供本合同范围内完整的合同软件、技术文件的费用以及所发生的相应的运费；

（2）软件永久许可使用费（包括第三方软件许可使用费）；

（3）根据合同提供的安装、调试等技术服务的费用；

（4）质保期内的服务费用；

（5）技术培训费用，包括但不限于场地、教材、食宿、卖方及接受培训人员交通费；

（6）卖方就本合同履行依据法律应缴纳的全部税费；

（7）卖方为完成合同义务所需支付的其他费用。

8.2 合同价款的支付

8.2.1 买方应以电汇/汇票/支票方式向卖方支付合同价款。

8.2.2 买方应按照下述比例向卖方支付合同价款：

（1）合同价格为人民币 10 万元（含本数）及以下的，卖方凭货物交接单、100%合同价格的增值税专用发票办理支付申请手续，买方在申请手续办理完毕后 30 个工作日内（境外支付的，延长 30 个工作日）支付全部合同价款。

（2）合同价格为人民币超过10万元的，卖方凭货物交接单、100%合同价格的增值税专用发票办理支付申请手续，买方在申请手续办理完毕后30个工作日内（境外支付的，延长30个工作日）支付95%的合同价款。

合同价款的5%作为结清款。合同软件质量保证期满，并无质量问题或质量问题及时解决后，卖方凭质量保证期届满证书或结清款支付函办理支付申请手续。买方在申请手续办理完毕后30个工作日内（境外支付的，延长30个工作日）支付5%的结清款。卖方仍应在质量保证期内承担质量保证责任。

合同软件等全部货物验收合格后，卖方可向买方提交结清款保函（保险）（格式见附件），申请等额替代结清款。结清款保函应为中国注册的具有担保经营业务资格的银行或有关金融机构开具的保函。买方在收到结清款保函后应向卖方支付结清款。银行或有关金融机构保函有效期应与质量保证期保持一致。

双方一致同意，卖方在质量保证期内，未按本合同约定或买方要求及时解决合同货物质量问题，买方有权扣除结清款，或兑付结清款保函（保险）。

8.3 买方有权从任何一笔应向卖方支付的款项中扣除卖方按照本合同约定需向买方支付的违约金或赔偿金。

9. 履约保证金

9.1 卖方应在合同签订后15日内向买方提交金额为合同价格10%的履约保证金。履约保证金可为由中国注册的具有担保经营业务资格的银行或有关金融机构开具的保函（格式参考附件3《履约保函格式》），或者为现金、汇票、支票，或向具有保证保险经营业务资格的保险公司投保履约保证保险，该履约保证保险产品应经银行保险监管部门审批或备案。与提供履约保证金有关的费用由卖方负担。

9.2 履约保证金有效期自卖方履约保证金提交买方之日起至合同软件全部交付并经试运行验收合格后5个工作日止。采用现金方式提供履约担保的，履约保证金有效期届满并无索赔（有索赔待索赔完

成）之日起10个工作日内，买方向卖方退还履约保证金。卖方以汇票或支票形式提交履约保证金的，如果票据期限短于合同约定的履约保证金有效期的，买方有权在票据期限届满前兑现票据项下的全部款项，作为卖方履行合同义务的担保；卖方以履约保函形式提交履约保证金的，如果履约保函的实际担保期限短于合同约定的履约保证金有效期，卖方应于担保期限到期日15个工作日前重新提供履约保函，履约保函提交时间每延期一日，卖方应向买方支付合同价格1‰且不超过5000元的违约金；同时，买方有权提取履约保函项下的全部款项，作为卖方履行合同义务的担保。卖方以履约保证金保证保险形式提交履约保证金的，如果保险期限短于合同约定的履约保证金有效期的，卖方应于保险期限到期日15个工作日前办理延期或续保，并重新向买方提交保险单，保险单提交时间每延期一日，卖方应向买方支付合同价格1‰且不超过5000元的违约金，且买方有权要求卖方以其他形式重新提交履约保证金；保险责任需满足招标文件规定的履约保证金保证保险要求。

9.3 履约保证金是卖方履行合同义务的担保，如卖方未能履行本合同项下的任何义务，买方有权根据卖方所需承担的违约责任扣除相应的履约保证金。

9.4 低于人民币 50 万元的采购合同不适用本条有关履约保证金的规定。

10. 知识产权

10.1 卖方应保证拥有合同软件及其所包含的软件（含第三方软件）的永久使用权和销售权，确保买方及用户能够在中国境内合法正常地运行合同软件。

10.2 卖方所提供的合同软件不应存在任何权利瑕疵，卖方应保证买方免于遭受因第三方提起侵权索赔而产生的任何损失。如果任何第三方向买方提起侵权索赔，卖方应负责与之进行交涉，并承担由此引起的一切责任。

10.3 因卖方提供的合同软件侵犯第三方知识产权，导致买方无

法使用合同软件的，卖方应按买方要求退还已收取的所有的合同价款，并赔偿买方因此发生的全部损失。

10.4 本条约定在本合同终止后仍然继续有效，且不受合同解除、终止或无效的影响。

11. 保密

11.1 卖方及其工作人员应对在履行本合同过程中获悉的买方的有关数据机密、文档资料、商业秘密及买方要求保密的其他信息（以下简称“保密信息”）严格保密，并采取相应的保密措施。卖方应承担的保密义务包括但不限于：

11.1.1 未经买方书面同意，不得将上述保密信息披露给任何第三人；

11.1.2 不得将上述保密信息用于本合同以外的其他目的；

11.1.3 在本合同解除或解除后或买方要求时，及时将上述保密信息返还买方或按买方要求作适当处理。

11.2 上述保密义务的期限至保密信息正式向社会公开之日或买方书面解除卖方本合同项下保密义务之日止。

11.3 卖方违反保密义务的，应承担一切法律责任并赔偿买方因此遭受的全部损失。

11.4 本条约定在本合同终止后仍然继续有效，且不受合同解除、终止或无效的影响。

12. 违约责任

12.1 卖方不履行本合同义务或者履行义务不符合约定的，买方有权要求卖方承担继续履行、赔偿损失和/或支付违约金等违约责任。

12.1.1 如由于卖方原因，未能在合同约定时间内交付合同软件或使合同软件通过验收的，每延迟 1 周，卖方应向买方支付相当于合同价格 1%的违约金，不足 1 周的按 1 周计算。上述违约金的支付不解除卖方继续交付合同软件的责任。逾期超过 30 天时，买方有权解除合同，此等解除并不影响买方要求卖方支付上述违约金的权利。

12.1.2 卖方未能在约定时间内到达现场提供服务、未在约定时

间内作出反应或解决问题，则每推迟24小时卖方应向买方支付相当于合同价格1%的违约金，不足24小时的按比例计算。

12.1.3 如因卖方原因造成合同软件或系统出现重大故障，每发生一次，卖方应向买方支付合同价格10%的违约金。

12.1.4 卖方按合同约定应支付的违约金低于给买方造成的损失的，并应就差额部分向买方进行赔偿。

12.1.5 如因合同软件质量问题造成买方或与买方有关的任何第三方损失的，卖方应承担由此发生的全部责任。如任何第三方因合同软件质量问题受到损失而向买方追索的，卖方应参加该诉讼或索赔，并承担全部责任及由此产生的全部费用。

12.1.6 在质量保证期内，合同软件出现质量问题的，除本合同已有约定外，卖方还应按照买方要求提交质量问题整改报告并通过买方验收，整改报告内容应包括公司内部管理方案、归责程序、整改措施、责任落实情况等具体内容。如卖方未能提供整改报告或整改报告未能通过买方验收的，买方有权要求卖方支付合同价格5%的违约金并要求赔偿损失。

12.1.7 质量保证期内，卖方合同软件技术指标不满足“技术规范书”要求，或合同软件发生质量问题，卖方按以下约定承担违约责任：

（1）卖方应按合同要求，对合同软件进行免费修理、更换，否则，买方有权直接扣除结清款。

（2）造成合同软件无法正常运行的，卖方应按合同要求，对合同货物进行免费修理、更换，因此影响电网正常运行的，卖方应赔偿由此导致的全部损失，且买方有权直接扣除结清款。

（3）存在损害买方其他设备、财物等加害给付情形的，卖方应赔偿由此导致的全部损失，且买方有权直接扣除结清款。

（4）以上卖方对合同软件的修理、更换，实施方式由买卖双方协商确定，除双方另有约定外，费用由卖方承担，包括但不限于合同软件及组部件的更换、重新运输、重新安装、调试等费用。

（5）结清款不足以覆盖买方实际损失的，买方有权要求卖方另行支付，或者直接从本合同或买方与卖方签订其他合同的未付款项中扣除。

卖方对买方根据本合同约定提出的索赔如有异议，应在接到买方索赔通知后7日内书面提出，否则视为接受买方的索赔要求。

质量保证期的届满不能免除卖方因严重缺陷或家族性缺陷应承担的损害赔偿责任。

12.2 买方违反合同约定迟延支付合同价款的，应就逾期部分向卖方支付按合同订立时全国银行间同业拆借中心公布的 1 年期贷款市场报价利率计算的逾期付款违约金。

13. 合同中止履行与解除

13.1 合同中止履行

卖方有违反或拒绝执行合同约定的行为时，买方有权书面通知卖方，卖方应在接到通知后 5 个工作日内对违反或拒绝执行合同的行为进行纠正，如果认为在 5 个工作日内来不及纠正时，应在此期限内向买方提出纠正计划。如果卖方未在上述期限内对违反或拒绝执行合同的行为进行纠正，亦未提出纠正计划，买方有权中止履行本合同。对于此种中止履行，买方无需另行通知卖方，由此而发生的一切费用、损失由卖方承担。买方行使中止履行合同权利后，有权停付到期应向卖方支付的中止履行部分的合同价款，并有权索回已支付给卖方的中止履行部分的合同价款。

13.2 合同解除

13.2.1 除本合同已有约定的合同解除情形外，若发生下述任何一种情况，则买方有权解除合同，并可要求卖方立即退还买方已支付的合同价款，同时买方有权要求卖方按照合同价款的20%支付违约金。卖方应支付的违约金低于给买方造成的损失的，并应就差额部分向买方进行赔偿。

（1）卖方未能在合同约定的期限内及买方认可的任何延期内交付部分或全部合同软件；

（2）卖方未能履行合同项下的任何其他义务，且在收到买方发出的按约履行合同的通知后 15 日以内仍未能采取纠正措施。

13.2.2 买方依本合同约定单方解除合同时，买方应书面通知卖方，解除合同的通知自到达卖方时生效。

14. 不可抗力

14.1 本合同中不可抗力是指不能预见、不能避免并不能克服的客观情况，包括但不限于自然灾害、战争、武装冲突、社会动乱、暴乱或按照本条的定义构成不可抗力的其他事件。

14.2 任何一方由于不可抗力而影响合同义务履行时，可根据不可抗力的影响程度和范围延迟或免除履行部分或全部合同义务。但是受不可抗力影响的一方应尽量减小不可抗力引起的延误或其他不利影响，并在不可抗力影响消除后，立即通知对方。任何一方不得因不可抗力造成的延迟而要求调整合同价格。

14.3 受到不可抗力影响的一方应在不可抗力事件发生后2周内，取得有关部门关于发生不可抗力事件的证明文件，并以传真等书面形式提交另一方确认。否则，无权以不可抗力为由要求减轻或免除合同责任。

14.4 如果不可抗力事件的影响已达120天或双方预计不可抗力事件的影响将延续120天以上时，任何一方有权终止本合同。由于合同终止所引起的后续问题由双方友好协商解决。

15. 适用法律

本合同的订立、解释、履行及争议解决，均适用中华人民共和国法律。

16. 争议解决

双方发生争议时，应首先通过友好协商解决；协商不成的，向买方所在地有管辖权的人民法院提起诉讼。

17. 合同生效

本合同经双方法定代表人（负责人）或其授权代表签署并加盖双方公章或合同专用章之日起生效。合同签订日期以双方中最后一方签

署并加盖公章或合同专用章的日期为准。

18. 份数

本合同一式 陆 份，买方执 肆 份，卖方执 贰 份，具有同等效力。

19. 特别约定

本特别约定是合同各方经协商后对合同其他条款的修改或补充，如有不一致，以特别约定为准。

/。

（以下无正文）

签 署 页

买方：郑州电力高等专科学校	卖方：河南宁志科技有限公司
（盖章）	（盖章）
法定代表人（负责人）或	法定代表人（负责人）或
授权代表（签字）：	授权代表（签字）：
签订日期：	签订日期：
地址：郑州市郑东新区凤栖街 296 号	地址：河南自贸试验区郑州片区(经开)金祥路 61 号 6 号楼 9 层 904 号
联系人：杜刚	联系人：程晶华
电话：15517161936	电话：15936255929
传真：	传真：
Email：	Email:2191926447@qq.com
开户银行：中国工商银行股份有限公司郑州东区支行	开户银行： 华夏银行郑州分行营业部
账号：1702021619217077791	账号：15550000005216378
统一社会信用代码：12410000416047531G	统一社会信用代码：91410100MA9GM0WH0Y
开户行联行号：	开户行联行号：304491011469
执行单位：	执行单位：河南宁志科技有限公司
执行人：	执行人：程晶华
电话：	电话：15936255929
物资调配中心受理电话：	客服电话：
需求单位：	

附件 1：

技术规范

序号	货物名称	技术规范
1	现代电力系统智能控制综合实训平台	一、技术性能要求 1.输入电源：三相五线（或三相四线）； 2.工作环境：温度-10℃～+40℃；相对湿度＜85%（25℃）； 3.装置外形尺寸：≥1620mm×870mm×1550mm（±50mm）； 网孔板尺寸：≥600mm×700mm（±50mm）； 工作台面净深度宽度：≤500mm。 4.安全保护要求：须具有漏电压、漏电流保护装置，电流型漏电保护器（漏电保护动作电流：≤30mA；漏电保护动作时间：≤0.1s）及电压型漏电保护器等。 二、配置及功能要求 1.实训桌要求 需采用铁质喷塑，底部需安装万向轮。台面须具有防火、防水、耐磨等特性要求，网孔板需配有导轨式滑槽，伸缩杆支撑，可平铺台面或升降； 2.电源控制屏要求 （1）输入电源：三相五线制 380V±10% 50Hz； （2）输出电源： 三相四线：380V±10% 10A 50Hz； 单相交流：220V±10% 10A 50Hz； 直流电源：+24V/2A，+5V/1A； 直流可调：0-15V，0-20mA。 三位半直流数字电压表/电流表 （3）元件库要求：需提供不少于 2 个 10KΩ可调电位器，不少于 1 个 1KΩ可调电位器，不少于 1 个 10KΩ电阻，不少于 6 个单刀双掷钮子开关；

		（4）交换机要求：提供不低于五口千兆交换机，用以完成设备之间的组网，交换机网络接口全部引到台体面板正面，方便组网使用； （5）智能设备管理系统要求 系统需自带不小于 4.5 寸人机界面，触摸控制： 1）开机自检要求：开机时即可检查设备电源状况，如设备电源异常可切断设备电源，提醒设备异常； ▲2）电源控制要求：由漏电保护器控制电网输入设备的总电源，通过钥匙开关（或急停按钮）、启动按钮、停止按钮控制设备总电源的启停，可实现远程电源管理，如 APP 远程控制电源开关等；（在投标文件中提供此项功能截图） 3）漏电保护要求：工业级电流型漏电保护器、三相五线制接地保护，当设备存在任何漏电情况时，可瞬间断开设备总电源； ▲4）电压保护要求：不低于 1 路电压保护，可在交流 90V～400V 范围内任意设置所需工作电压范围，当超出设定范围时，自动切断设备总电源，同时发出报警并记录此报警信息；（在投标文件中提供此项功能截图） 5）电流保护要求：不低于 1 路电流保护，可在交流 0.1A～3A 范围内任意设置所需工作电流阈值，系统自动切断设备总电源，同时发出报警并记录此报警信息； 6）过载保护要求：不低于 1 路过载保护，可在交流有功功率 20～1500W 范围内任意设置所需功率阈值，当功率值大于设定值，系统自动切断设备总电源，同时发出报警并记录此报警信息； 7）图形化界面要求：可与实验设备对应的设备管理界面，点击图像中对应的设备单元，即可显示该单元电路的基本信息以及工作状态，比如点击电源单元，可查看该电源系统电流电压信息等；（在投标文件中提供此项功能截图） 8）时间管理要求：至少具有设置当前日期、时间，同时提供设置定时提醒功能； ▲9）环境管理要求：配备温湿度传感器，实时监控设备内部环境，避免因潮湿、过热等带来设备的损坏，选配器件实现照明控制、通风控制；（在投标文件中提供此项功能截图） 10）实验单元管理要求：需提供各单元配套实验内容简介，提供详细使用简介及注意事项，提供接口管脚信息、配套完成实验内容； ▲11）辅助功能要求：九宫格界面显示，至少可查看设备基本信息、使用记录、维护保养、账户管理、冗错管理（设备管理系统损坏，但确保设备可工作于失效保护状态）；（在投标文件中提供功能截图）

		12）预留拓展功能要求：具备用于功能拓展的预留接口，用于拓展使该系统具有如影音通讯、数据采集、程控源以及故障考核功能。 ▲13）智能设备管理系统需为已开发的成熟正版软件，需提供相关软件著作权证书扫描件以佐证。 3.实训模块要求 （1）可编程控制器模块要求： 模块尺寸≥300mm*500mm（±10mm），主机单元：不低于西门子 CPU1215C，DC/DC/DC,14 输入/10 输出，集成 2AI/2AO。 数字量扩展单元：不低于 DI/DO：SM1223 数字量输入输出模块，不低于 8 输入 24V DC/ 8 输出 24V DC，所有器件均使用专用的安全护套插座引到面板正面。 （2）单片机控制器模块要求： 模块尺寸≥300mm*500mm（±10mm），主机模块提供可更换式主控制器插座，标配不低于 MCS-51 单片机核心板（STC8051 单片机）、不低于 ARM 芯片 Cortex-M3 单片机（STM32F103C8T6），USB 在线仿真下载，实验主控单元和各实验电路 IO 口全部开放式引出，内部均未连接，实验时通过标准排线即可将各单元与实验模块连接，开放式的 IO 接口，可任意拓展其他实验内容。 1）显示单元要求：至少提供 1 个不低于 LCD12864 点阵液晶屏，1 个不低于 LCD1602 点阵液晶屏，可完成常见点阵液晶屏驱动实验。 2）指令单元要求：独立按键不低于 8 个，4*4 矩阵键盘不低于 1 个，可完成独立按键实验和矩阵键盘接口实验。 3）AD/DA 单元要求：不低于集成 1 路 8 位并口模数转换电路；不低于集成 1 路 8 位并口数模转换电路，需完成 AD/DA 实验。 4）串并转换单元要求：集成不低于 74HC595D 驱动的 8 个数码管显示单元，集成不低于 74LS245 驱动的 8 个 LED，实现串行数据转到并行数据的转换；此单元集成 8 位移位寄存器不低于 74HC165 芯片，实现并行数据到串行数据的转换。此模块可完成跑马灯实验，动态数码管实验。 5）IIC 单元要求：至少包括：IIC 模块包括实时时钟单元，IC 卡单元和 EEPROM 单元。 a.实时时钟单元要求：此单元需集成一片实时时钟/日历芯片 PCF8563，此芯片使用 IIC 总线传递数据，配合显示模块可完成时钟/日历显示实验。

		b.IC 卡单元要求：此单元需集成一片 RC522，通过 IIC 总线实行操作和通信（可配置 SPI 通信），供学生掌握 IIC 总线的基本结构和通信协议和 IC 卡的工作原理。 c.EEPROM 单元要求：此单元集成一片不低于 EEPROM 芯片，此 EEPROM 通过 IIC 总线进行操作，可供学生掌握 IIC 总线的基本结构和通信协议和可擦写存储器的原理。 6）扩展单元要求：扩展模块集成基于 IIC 总线的 IO 口拓展芯片，使用此模块可以使学生掌握 IO 口扩展方法，并完成单片机 IO 口扩展实验。 7）继电器及驱动模块要求：继电器模块集成≥5V 驱动的继电器至少 2 个，实现弱电控制强电的隔离控制，集成无源蜂鸣器至少 1 个，带驱动扬声器至少 1 个。 8）通信单元要求：至少包含 RS232、RS485 通信，提供内置 USB 转串口的程序下载接口。 9）步进电机要求：至少包含 28BYJ48 步进电机及配套驱动电路，步进电机角度、转速，转向可控。 10）直流电机要求：至少包含 R300C 直流电机及配套驱动，带霍尔转速反馈，可完成直流电机 PWM 调速实验。 11）应用拓展接口要求：至少包含 HT11 温湿度传感，无线传感单元，微波传感单元，雨滴传感单元，红外收发器单元，超声波单元等实验。 ▲投标文件中提供单片机控制器模块设计文件（包含但不限于 PCB 原理图、程序样例、BOM 清单）等。 （3）触摸屏控制模块要求： 模块尺寸不低于 300mm*500mm（±10mm），不低于 Cortex-A8 CPU（主频 600MHz）的嵌入式一体化触摸屏。需采用不低于7英寸高亮度TFT液晶显示屏(分辨率≥800×480),四线电阻式触摸屏(分辨率≥4096×4096)。需预装不低于 MCGS 嵌入式组态软件（运行版）。 （4）模拟控制对象模块要求： PLC 模拟模块尺寸≥150×125mm，反面工程塑料开模底盒无缝保护，颜色至少采用三色便于实验室管理。需配备不低于 4 个专用供电及固定插座，与实训台配套使用； 模拟控制对象包括但不限于：通用元件控制模块（基本指令练习）、数码显示控制模块、天塔之光控制模块、交通信号灯控制模块、机械手控制模块、四节传送带控制模块、装配流水线控制模块、五相步进电机控制模块 ▲投标文件中提供上述至少 8 种 PLC 模块的清晰实物彩图、PCB 制版图，以佐证满足招标要求。 （5）变频器模块要求：

		模块尺寸：不低于 300mm*500mm（±10mm），配备不低于西门子 V20 变频器，额定功率不低于 0.55kW，额定电流 LO 不低于 1.7I，额定功率 HO 不低于 0.37kW，额定电流 HO 不低于 1.3I，所有器件均使用专用的安全护套插座引到面板正面。 （6）网孔板实操模块要求： 网孔板尺寸不小于 600mm*500mm（±10mm），需提供交流接触器不少于三只，热过载继电器不少于一只，数字时间继电器不少于一只，变压器（220V/26V/6.3V）不少于一只，整流电路、能耗制动电阻（100Ω/25W×3）各一组，按钮不少于四只（红、绿各两只），中间继电器不少于四只。提供三相鼠笼式异步电动机不少于一个，带 4#护套插座。 （7）基于工业互联网+PLC 远程数据监控单元要求： 模块尺寸不低于 600mm*500mm（±10mm），需配备 PLC 数据采集管理系统，系统无线通讯模块可使用移动设备应用公网实现远程控制功能，信息数据通过以太网汇总到数据传输设备，通过无线通讯方式将运行数据传输到云平台进行处理、记录和展示。 可实现数字量 I/O 远程控制，模拟量 I/O 远程控制。软件界面及实验数据监控界面：需要包括软件的主监控界面，历史曲线界面，数据读写界面，历史数据界面，报警记录界面等，界面功能详细要求如下： 1）主监控界面包括实验设备图片、设备编号、数字量输入状态一览表、数字量输出状态一览表、其他副界面的按钮选项等；（在投标文件中提供截图以佐证满足招标要求） 2）历史曲线界面包括 I/O 点选择栏、开始时间选择、结束时间选择、曲线显示窗口、搜索按钮等；（在投标文件中提供截图以佐证满足招标要求） 3）数据读写界面包括 I/O 点状态显示、读取功能按钮、写入功能等；（在投标文件中提供截图以佐证满足招标要求） ▲4）历史数据界面包括开始时间选择、结束时间选择、搜索按钮、历史数据表格、数据导出功能等；（在投标文件中提供功能截图） 5）报警记录界面包括开始时间选择、结束时间选择、未解除报警勾选功能、报警记录详情表格等； ▲PLC 远程数据管理系统需为已开发的成熟正版软件，需提供相关软件著作权证书复印件以佐证。 （8）工业网络单元： 需提供工业以太网、MODBUS 通信协议等单元，配合 PLC 和触摸屏等，完成常用通信组态实验。

		需提供导轨式 RS485 串口服务器 USR-DR301 模块，用以完成 RS485 转以太网功能的实验内容； 需提供两组 LoRa 数据传输模块，用以完成无线数据传输功能，可实现 RS485 数据通过 LoRa 数据传输模块完成无线传输的实验。 4.电力系统控制对象模型要求 （1）发电机闭环控制及典型的互为备用控制系统（PLC 控制）要求： 需采用嵌入式微控制器控制，所有测量及控制参数通过液晶显示，可通过软件自动校正测量参数，测量参数可通过模拟端口输出，或者通过串口通讯输出到其他控制器或上位机。 1）电机固定导轨：至少可同时安装 2 个发电机组。 2）转速测量：测量转速范围 n= -3000~3000 转/分，传感器对应输出电压为 nf= -10～10V（比例关系可设置）；针对所有电动机，默认的正转方向为顺时针方向转动，若电机转动方向与标准不符，需通过调整电机接线以调整电机正确的转动方向。 3）转矩测量：测量转矩范围 T=-5～5N·M，传感器对应输出电压为 Ut=-10～10V（比例关系可设置），需提供转矩闭环控制功能。 4）模拟加载：需采用磁粉制动器作为电机模拟负载，负载大小既可通过模拟电位器开环调整，亦可通过微控制器 PID 闭环控制，也可通过外部 PLC 或者上位机的模拟量输出控制。 （2）电力系统常用器件 PLC 控制展示系统（PLC 控制）要求： 需提供电力系统中常用智能电量检测仪、电子多功能式三相电能表、断路器、隔离开关等器件，用于电力系统中 PLC 对器件的控制及使用操作。 （3）低压供配电演示控制系统（MCU 控制）要求： 该低压供配电演示模块面板需绘制彩色供配电主接线图，采用嵌入式控制器采集各隔离开关以及断路器开关的信号，通过指示灯模拟低压配电操作动作，完成低压供配电作业培训及考核。系统主要功能是将两路 10kV 供电通过两座变电站降为普通市电，提供两座低压配电站的供电电源，两座低压配电站内主要是各种照明箱（柜）、动力箱（柜）、电容补偿柜、联络柜、应急供电设备、计量设备等组成。在设备的主接线图上通过智能故障考核系统控制设置不少于 8 路故障，故障考核系统分权限设置，教师登录可手动或者随机设置故障，学生登录后可排除故障，排故过程断电可保存，通电可继续排故，教师在排故障过程中可随时查看排故状况，如已设置的故障点号，学生操作的故障点号，排故操作总次数等内容，排故完成，学生可手动提交排故结果，

		系统根据排故数量、排故次数，误排次数，总操作次数自动计算考核成绩。 ▲投标文件中提供低压供配电演示控制系统高清实物图及 PCB 原理图。 （4）高压供配电演示控制系统（MCU 控制）要求： 该高压供配电演示模块面板需绘制彩色供配电主接线图，采用嵌入式控制器采集各隔离开关以及断路器开关的信号，通过指示灯模拟高压配电操作动作，完成高压供配电作业培训及考核。系统主要功能将 35kV 供电通过两座变电站分别为各低压供配电站提供 10kV 母线电源，图中主要是给两座低压配电站供电，高压配电站的进线采用主、备两路进线，以提高供电的可靠性，10kVI 段和Ⅱ段配置联络开关，任意一段线路供电出现异常，均可临时通路另外一路母线段提供供电。在设备的主接线图上通过智能故障考核系统控制设置不少于 8 路故障，故障考核系统分权限设置，教师登录可手动或者随机设置故障，学生登录后可排除故障，排故过程断电可保存，通电可继续排故，教师在排故障过程中可随时查看排故状况，如已设置的故障点号，学生操作的故障点号，排故操作总次数等内容，排故完成，学生可手动提交排故结果，系统根据排故数量、排故次数，误排次数，总操作次数自动计算考核成绩。 ▲投标文件中提供高压供配电演示控制系统高清实物图及 PCB 原理图。 三、实验实训内容 （1）可编程控制器需至少实现的实验内容 1.可编程控制器基础知识简介；2.PORTAL 软件的使用；3.位逻辑指令实验；4.定时器指令实验；5.计数器指令实验；6.比较指令实验；7.数学函数指令实验；8.移动指令操作实验；9.程序控制指令实验；10.字逻辑指令实验；11.位移指令实验；12.字符串指令实验；13.脉冲指令实验；14.PID 指令实验；15.数码显示控制实验；16.机械手控制实验；17.交通灯模拟控制实验；18.四节传送带控制实验；19.天塔之光控制实验；20.五相步进电机控制实验；21.PLC 控制三相鼠笼式异步电动机点动控制和自锁控制；22.PLC 控制三相鼠笼式异步电动机延时正反转控制；23.PLC 控制三相鼠笼式异步电动机联锁正反转控制；24.PLC 控制的三相鼠笼式异步电动机星三角换接启动控制；25.PLC 控制的三相鼠笼式异步电动机反接制动控制；26.PLC 控制的三相鼠笼式异步电动机能耗制动控制；27.PLC 控制的三相鼠笼式异步电动机串电阻启动控制；28.PLC 控制的自动往返控制；29.PLC 控制的两地启动停止控制；30.PLC 控制的三相鼠笼式异步电动机顺序启动控制等 （2）单片机需至少实现的实验内容 1.跑马灯独立按键输入；2.矩阵键盘输入；3.光电耦合隔离输入输出；4.继电器隔离控制；5.静态数码管显

		示；6.动态数码管显示；7.蜂鸣器演奏；8.液晶显示模块控制；9.点阵 LED 屏汉字显示；10.A/D 转换；11.D/A 转换；12.串并转换扩展；13.并串转换扩展；14.IIC 总线 IC 卡存储；15.EEPROM 芯片 24 系列存储；16.IIC 总线实时时钟；17.芯片扩展 IO 口；18.LM35 温度传感器采集；19.单总线温度传感器采集；20.RS232 通信；21.直流电机闭环实验；22.步进电机驱动实验；23.超声波测距；24.红外收发编码解码测试；25.雨滴传感器测试；26.无线传感器测试；27.微波传感器测试；28.恒温室控制系统；29.数字电子秤设计等 （3）综合控制需至少实现的实训内容 1.基于 PLC 控制的发电机闭环控制及典型的互为备用控制系统应用；2.基于 PLC 控制的电力系统常用器件的 PLC 控制展示系统；3.基于单片机控制的低压供配电演示控制系统；4.基于单片机控制的高压供配电演示控制系统；5.变频调速技术；6.变频器控制低速运行启动；7.变频器控制中速运行启动；8.变频器控制高速运行启动；9.变频器控制正转运行启动、调速；10.变频器控制反转运行启动、调速；11.变频器控制正反转启动运行、调速；12.电位器控制变频器外部电压调速；13.PLC 控制变频器外部电压调速；14.变频器外部端子配 PLC 控制电机正反转；15.PLC 控制变频器多级调速；16.基于工业互联网+的远程数据监控实验；17.RS485 转以太网通信实验；18.基于 LoRa 模块的物联网基础实验；19.工业以太网及 MODBUS 通信实验；20.混合现实交互式教学培训创新实验
2	现代电力系统智能控制综合实训平台扩展模块	一、技术性能要求 1.输入电源：三相五线（或三相四线）； 2.工作环境：温度-10℃～+40℃；相对湿度＜85%（25℃）； 3.装置外形尺寸：≥1620mm×870mm×1550mm（±50mm）； 网孔板尺寸：≥600mm×700mm（±50mm）； 工作台面净深度宽度：≤500mm。 4.安全保护要求：须具有漏电压、漏电流保护装置，电流型漏电保护器（漏电保护动作电流：≤30mA；漏电保护动作时间：≤0.1s）及电压型漏电保护器等。 二、配置及功能要求 1.实训桌要求 需采用铁质喷塑，底部需安装万向轮。台面须具有防火、防水、耐磨等特性要求，网孔板需配有导轨式滑槽，伸缩杆支撑，可平铺台面或升降；

		2.电源控制屏要求 （1）输入电源：三相五线制 380V±10% 50Hz； （2）输出电源： 三相四线：380V±10% 10A 50Hz； 单相交流：220V±10% 10A 50Hz； 直流电源：+24V/2A，+5V/1A； 直流可调：0-15V，0-20mA。 三位半直流数字电压表/电流表 （3）元件库要求：需提供不少于 2 个 10KΩ可调电位器，不少于 1 个 1KΩ可调电位器，不少于 1 个 10KΩ电阻，不少于 6 个单刀双掷钮子开关； （4）交换机要求：提供不低于五口千兆交换机，用以完成设备之间的组网，交换机网络接口全部引到台体面板正面，方便组网使用； （5）智能设备管理系统要求 系统需自带不小于 4.5 寸人机界面，触摸控制，需用于管理实验设备各项信息： 1）开机自检要求：开机时即可检查设备电源状况，如设备电源异常可切断设备电源，提醒设备异常； 2）电源控制要求：由漏电保护器控制电网输入设备的总电源，通过钥匙开关（或急停按钮）、启动按钮、停止按钮控制设备总电源的启停，可实现远程电源管理，如 APP 远程控制电源开关等； 3）漏电保护要求：工业级电流型漏电保护器、三相五线制接地保护，当设备存在任何漏电情况时，可瞬间断开设备总电源； 4）电压保护要求：不低于 1 路电压保护，可在交流 90V～400V 范围内任意设置所需工作电压范围，当超出设定范围时，自动切断设备总电源，同时发出报警并记录此报警信息； 5）电流保护要求：不低于 1 路电流保护，可在交流 0.1A～3A 范围内任意设置所需工作电流阀值，系统自动切断设备总电源，同时发出报警并记录此报警信息； 6）过载保护要求：不低于 1 路过载保护，可在交流有功功率 20～1500W 范围内任意设置所需功率阀值，当功率值大于设定值，系统自动切断设备总电源，同时发出报警并记录此报警信息； 7）图形化界面要求：可与实验设备对应的设备管理界面，点击图像中对应的设备单元，即可显示该单元电

		路的基本信息以及工作状态，比如点击电源单元，可查看该电源系统电流电压信息等； 8）时间管理要求：至少可设置当前日期、时间，同时提供设置定时提醒功能； 9）环境管理要求：配备温湿度传感器，实时监控设备内部环境，避免因潮湿、过热等带来设备的损坏，选配器件实现照明控制、通风控制； 10）实验单元管理要求：需提供各单元配套实验内容简介，提供详细使用简介及注意事项，提供接口管脚信息、配套完成实验内容； 11）辅助功能要求：九宫格界面显示，至少可查看设备基本信息、使用记录、维护保养、账户管理、冗错管理（设备管理系统损坏，但确保设备可工作于失效保护状态）； 12）预留拓展功能要求：具备用于功能拓展的预留接口，用于拓展使该系统具有如影音通讯、数据采集、程控源以及故障考核功能。 3.实训模块要求 （1）可编程控制器模块要求： 模块尺寸≥300mm*500mm（±10mm），主机单元：不低于西门子 CPU1215C，DC/DC/DC,14 输入/10 输出，集成 2AI/2AO。 数字量扩展单元：不低于 DI/DO：SM1223 数字量输入输出模块，不低于 8 输入 24V DC/ 8 输出 24V DC，所有器件均使用专用的安全护套插座引到面板正面。 （2）单片机控制器模块要求： 模块尺寸≥300mm*500mm（±10mm），主机模块提供可更换式主控制器插座，标配不低于 MCS-51 单片机核心板（STC8051 单片机）、不低于 ARM 芯片 Cortex-M3 单片机（STM32F103C8T6），USB 在线仿真下载，实验主控单元和各实验电路 IO 口全部开放式引出，内部均未连接，实验时通过标准排线即可将各单元与实验模块连接，开放式的 IO 接口，可任意拓展其他实验内容。 1）显示单元要求：至少提供 1 个不低于 LCD12864 点阵液晶屏，1 个不低于 LCD1602 点阵液晶屏，可完成常见点阵液晶屏驱动实验。 2）指令单元要求：独立按键不低于 8 个，4*4 矩阵键盘不低于 1 个，可完成独立按键实验和矩阵键盘接口实验。 3）AD/DA 单元要求：不低于集成 1 路 8 位并口模数转换电路；不低于集成 1 路 8 位并口数模转换电路，需

		完成 AD/DA 实验。 4）串并转换单元要求：集成不低于 74HC595D 驱动的 8 个数码管显示单元，集成不低于 74LS245 驱动的 8 个 LED，实现串行数据转到并行数据的转换；此单元集成 8 位移位寄存器不低于 74HC165 芯片，实现并行数据到串行数据的转换。此模块可完成跑马灯实验，动态数码管实验。 5）IIC 单元要求：至少包括：IIC 模块包括实时时钟单元，IC 卡单元和 EEPROM 单元。 a. 实时时钟单元要求：此单元需集成一片实时时钟/日历芯片 PCF8563，此芯片使用 IIC 总线传递数据，配合显示模块可完成时钟/日历显示实验。 b. IC 卡单元要求：此单元需集成一片 RC522，通过 IIC 总线实行操作和通信（可配置 SPI 通信），供学生掌握 IIC 总线的基本结构和通信协议和 IC 卡的工作原理。 c. EEPROM 单元要求：此单元集成一片不低于 EEPROM 芯片，此 EEPROM 通过 IIC 总线进行操作，可供学生掌握 IIC 总线的基本结构和通信协议和可擦写存储器的原理。 6）扩展单元要求：扩展模块集成基于 IIC 总线的 IO 口拓展芯片，使用此模块可以使学生掌握 IO 口扩展方法，并完成单片机 IO 口扩展实验。 7）继电器及驱动模块要求：继电器模块集成≥5V 驱动的继电器至少 2 个，实现弱电控制强电的隔离控制，集成无源蜂鸣器至少 1 个，带驱动扬声器至少 1 个。 8）通信单元要求：至少包含 RS232、RS485 通信，提供内置 USB 转串口的程序下载接口。 9）步进电机要求：至少包含 28BYJ48 步进电机及配套驱动电路，步进电机角度、转速，转向可控。 10）直流电机要求：至少包含 R300C 直流电机及配套驱动，带霍尔转速反馈，可完成直流电机 PWM 调速实验。 11）应用拓展接口要求：至少包含 HT11 温湿度传感，无线传感单元，微波传感单元，雨滴传感单元，红外收发器单元，超声波单元等实验。 （3）触摸屏控制模块要求： 模块尺寸不低于 300mm*500mm（±10mm），不低于 Cortex-A8 CPU（主频 600MHz）的嵌入式一体化触摸屏。需采用不低于 7 英寸高亮度 TFT 液晶显示屏（分辨率≥800×480），四线电阻式触摸屏（分辨率≥4096×4096）。需预装不低于 MCGS 嵌入式组态软件（运行版）。 （4）模拟控制对象模块要求： PLC 模拟模块尺寸≥150×125mm，反面工程塑料开模底盒无缝保护，颜色至少采用三色便于实验室管理。需

		配备不低于4个专用供电及固定插座，与实训台配套使用； 模拟控制对象包括但不限于：通用元件控制模块（基本指令练习）、数码显示控制模块、天塔之光控制模块、交通信号灯控制模块、机械手控制模块、四节传送带控制模块、装配流水线控制模块、五相步进电机控制模块 （5）变频器模块要求： 模块尺寸：不低于300mm*500mm（±10mm），配备不低于西门子V20变频器，额定功率不低于 0.55kW，额定电流LO不低于 1.7I，额定功率HO不低于 0.37kW，额定电流HO不低于 1.3I，所有器件均使用专用的安全护套插座引到面板正面。 （6）网孔板实操模块要求： 网孔板尺寸不小于600mm*500mm（±10mm），需提供交流接触器不少于三只，热过载继电器不少于一只，数字时间继电器不少于一只，变压器（220V/26V/6.3V）不少于一只，整流电路、能耗制动电阻（100Ω/25W×3）各一组，按钮不少于四只（红、绿各两只），中间继电器不少于四只。提供三相鼠笼式异步电动机不少于一个，带4#护套插座。 （7）基于工业互联网+PLC远程数据监控单元要求： 模块尺寸不低于600mm*500mm（±10mm），需配备PLC数据采集管理系统，系统无线通讯模块可使用移动设备应用公网实现远程控制功能，信息数据通过以太网汇总到数据传输设备，通过无线通讯方式将运行数据传输到云平台进行处理、记录和展示。 可实现数字量I/O远程控制，模拟量I/O远程控制。软件界面及实验数据监控界面：需要包括软件的主监控界面，历史曲线界面，数据读写界面，历史数据界面，报警记录界面等，界面功能详细要求如下： 1）主监控界面包括实验设备图片、设备编号、数字量输入状态一览表、数字量输出状态一览表、其他副界面的按钮选项等；（在投标文件中提供截图以佐证满足招标要求） 2）历史曲线界面包括I/O点选择栏、开始时间选择、结束时间选择、曲线显示窗口、搜索按钮等；（在投标文件中提供截图以佐证满足招标要求） 3）数据读写界面包括I/O点状态显示、读取功能按钮、写入功能等；（在投标文件中提供截图以佐证满足招标要求） 4）历史数据界面包括开始时间选择、结束时间选择、搜索按钮、历史数据表格、数据导出功能等；

		5）报警记录界面包括开始时间选择、结束时间选择、未解除报警勾选功能、报警记录详情表格等。 （8）工业网络单元： 需提供工业以太网、MODBUS 通信协议等单元，配合 PLC 和触摸屏等，完成常用通信组态实验。 需提供导轨式 RS485 串口服务器 USR-DR301 模块，用以完成 RS485 转以太网功能的实验内容； 需提供两组 LoRa 数据传输模块，用以完成无线数据传输功能，可实现 RS485 数据通过 LoRa 数据传输模块完成无线传输的实验。 4. 电力系统控制对象模型 （1）发电机闭环控制及典型的互为备用控制系统（PLC 控制）要求： 需采用嵌入式微控制器控制，所有测量及控制参数通过液晶显示，可通过软件自动校正测量参数，测量参数可通过模拟端口输出，或者通过串口通信输出到其他控制器或上位机。 1）电机固定导轨：至少可同时安装 2 个发电机组，导轨平整度好，无应力变形，加工精细，同心度好，互换性好，能保证电机与电机、电机与测控装置之间连接的同心度，电机运行噪声小，实验参数优良，能较好满足实验要求。 2）转速测量：测量转速范围 n= -3000~3000 转/分，传感器对应输出电压为 nf= -10～10V（比例关系可设置）；针对所有电动机，默认的正转方向为顺时针方向转动，若电机转动方向与标准不符，需通过调整电机接线以调整电机正确的转动方向。 3）转矩测量：测量转矩范围 T= -5～5N·M，传感器对应输出电压为 Ut= -10～10V（比例关系可设置），提供转矩闭环控制功能。 4）模拟加载：采用磁粉制动器作为电机模拟负载，负载大小既可通过模拟电位器开环调整，亦可通过微控制器 PID 闭环控制，也可通过外部 PLC 或者上位机的模拟量输出控制。 （2）太阳能逐日的闭环控制系统（PLC 控制）要求： 太阳能逐日系统的目的是在有阳光的天气时，全天候使太阳能电池板垂直于太阳，这样大大提高了太阳能电池板的发电量。本平台需采用太阳光跟踪定位传感器、跟踪控制器及传动执行机构，并采用工业级微低功耗设计，需降低跟踪系统本身的能耗。 通过 PLC 的闭环控制可实现太阳能自动跟踪，同时兼容光控方式和时控方式，可模拟太阳东升西落的连续现象。接口以开放形式展现给学生，学生可自主进行连接或搭建。

		（3）风力发电机的闭环控制系统（PLC 控制）要求：需模拟工业级风力发电系统的组成，可展现风能发电原理，发电过程检测、控制、电能转换及运用，还可进行基于 PLC 控制的风力发电系统的实训接线设计和装调。 （4）电力系统常用器件 PLC 控制展示系统（PLC 控制）要求： 需提供电力系统中常用智能电量检测仪、电子多功能式三相电能表、断路器、隔离开关等器件，用于电力系统中 PLC 对器件的控制及使用操作。 （5）低压供配电演示控制系统（MCU 控制）要求： 该低压供配电演示模块面板需绘制彩色供配电主接线图，采用嵌入式控制器采集各隔离开关以及断路器开关的信号，通过指示灯模拟低压配电操作动作，完成低压供配电作业培训及考核。系统主要功能是将两路 10kV 供电通过两座变电站降为普通市电，以提供两座低压配电站的供电电源，两座低压配电站内主要是各种照明箱（柜）、动力箱（柜）、电容补偿柜、联络柜、应急供电设备、计量设备等组成。在设备的主接线图上通过智能故障考核系统控制设置不少于 8 路故障，故障考核系统分权限设置，教师登录可手动或者随机设置故障，学生登录后可排除故障，排故过程断电可保存，通电可继续排故，教师在排故障过程中可随时查看排故状况，如已设置的故障点号，学生操作的故障点号，排故操作总次数等内容，排故完成，学生可手动提交排故结果，系统根据排故数量、排故次数，误排次数，总操作次数自动计算考核成绩。 （6）高压供配电演示控制系统（MCU 控制）要求： 该高压供配电演示模块面板需绘制彩色供配电主接线图，采用嵌入式控制器采集各隔离开关以及断路器开关的信号，通过指示灯模拟高压配电操作动作，完成高压供配电作业培训及考核。系统主要功能将不低于 35kV 供电通过两座变电站分别为各低压供配电站提供不低于 10kV 母线电源，图中主要是给两座低压配电站供电，高压配电站的进线采用主、备两路进线，以提高供电的可靠性，10kVⅠ段和Ⅱ段配置联络开关，任意一段线路供电出现异常，均可临时通路另外一路母线段提供供电。在设备的主接线图上通过智能故障考核系统控制设置不少于 8 路故障，故障考核系统分权限设置，教师登录可手动或者随机设置故障，学生登录后可排除故障，排故过程断电可保存，通电可继续排故，教师在排故障过程中可随时查看排故状况，如已设置的故障点号，学生操作的故障点号，排故操作总次数等内容，排故完成，学生可手动提交排故结果，系统根据排故数量、排故次数，误排次数，总操作次数自动计算考核成绩。 三、混合现实交互式教学培训创新实践开发平台要求：

		系统需提供备课和授课功能，支持二次开发，可根据后期教学需求开发 1:1 建模的虚拟仿真实训、精品课程、配套教材等内容，至少包括虚拟现实头盔数据包、PDF 课程教案资源、网站文件资源、3D PPT 课件资源、移动端数据包等资源； （1）教师备课系统功能要求 1）数据组织功能要求：需支持课程的新建和导入；需支持三维数据重新组织；需支持标签文字和热点文字的建立；需支持对三维模型的多视角查看。需支持在教案里增加动态三维效果和可交互实验内容。 2）模型编辑功能要求：支持通用格式的三维模型导入，支持的通用格式至少包括 IVE、STP、FBX、Wrl、Obj、E3D；支持实时对三维模型添加、删除操作；支持模型材质信息修改并提供常用的材质模板；支持对模型节点的组织结构进行划分；支持对模型编辑的撤销和回退操作。支持实体化构造可分解查看；支持设备切面深入解析。 3）仿真课件制作功能要求：须支持 PPT 文档导入，可根据导入的 PPT 自动生成培训流程；须支持根据三维模型视角生成至少包含 JPG、PNG、BMP 图片；支持三维模型动态生成二维原理图；支持将二维原理图存储为 CGM 文件；支持动态建立培训步骤和培训单元，支持步骤嵌套；支持系统提供预制动画，预制动画数量不少于 14 种；支持系统提供预制工具集，支持自定义工具集支持实时调整动画参数，改变动画效果；支持将预制动画和三维模型仿真过程关联；支持流程内容的实时放映。支持让静态知识动态化；支持让平面的认知空间化、实体化；支持由表及里学习深层原理。 实时发布功能要求：实时发布到增强现实 MR 头盔，支持 HOLOLENS2 头盔和国产头盔；实时发布到移动 PAD 端；实时发布到移动手机端；支持实时发布为 DDN 数据包，DDN 数据包符合 S1000D 5.0 要求；支持实时整本书内容发布为多文档 PDF 教案和课程网站；支持实时章节发布为单文档 PDF 教案和动态网站；支持实时章节发布为带三维功能的 PPT 课件。制作课件支持发布到 PC、手机、VR 眼镜、裸眼 3D 设备等； （2）教师授课系统功能 1）多模式 MR 交互功能：支持手势流程控制，手势响应时间不大于 1s；支持语音流程控制，语音响应时间不大于 1s；支持以四面屏的方式展示内容，支持通过语音或者手势进行四面屏的控制；支持徒手操控虚拟零件，可操控的零件最小可达到毫米级别；支持手势和语音控制的无缝切换；支持模型爆炸图和零件图解目录信息展示。 2）多模式数据生成功能：支持实时生成头盔数据包；支持实时生成 PDF 课程教案；支持实时生成网站文件；

		支持实时生成 3D PPT 课件；支持实时生成移动端数据包。 3）多模式教学授课功能：支持 3D 实时直播教学模式；虚拟现实头盔模式下的教学效果及实训效果；支持多人共享三维场景查看；支持实时生成 PDF 教案；支持实时生成网站文件；支持实时生成 3D PPT 课件。 （3）三维交互与专业仿真能力 1.专业三维查看器：内置高性能 Web 三维渲染引擎，支持主流 3D 格式（至少包括 STEP，FBX，GLB，OBJ，STL 等）免插件直接导入与在线解析。 2. 深度交互工具：须具备智能爆炸图拆解、多方向剖面切割、精确测量（点/线/面距离）、自动上色/高亮标注、视角同步对照等交互功能，支持对复杂机械结构进行直观解析。 3. 垂直学科仿真引擎（液压/气动类）： A.内置国际标准液压/气动图符库，支持二维原理图绘制与动态流向动画制作。 B.支持线路颜色、粗细、虚实等属性自定义，可制作二维图符联动动画。 C、须具备二维原理图与三维动态油路模型联动仿真能力，可直观展示油路走向、阀芯动作与执行机构运动逻辑。 （4）AI 赋能与智能化辅助 1. AI 代码/交互组件嵌入：平台须深度适配 AI 辅助创作，支持直接粘贴或导入 AI 生成的 HTML/JS 交互代码（如参数化建模系统、物理原理演示动画），并实现实时预览与运行。 2. 智能出题引擎：支持基于已结构化的教学内容，一键 AI 生成配套测验试题（含单选、判断、填空及解析），支持 Markdown/标准格式复制粘贴，自动完成题库构建与答案匹配。 （5）3D PPT 与多场景融合演示 1. 3D 幻灯片制作：须具备“3D PPT”创作与演示功能，支持在标准幻灯片页面中无缝嵌入可交互三维模型。 2. 免切换实时操要求：演示端支持无需退出或切换软件，即可在 PPT 播放模式下对三维模型进行实时旋转、缩放、爆炸拆解、局部高亮与步骤指引。 （6）全终端兼容与沉浸式交付 1. 多终端统一兼容：须支持 PC 桌面端、Pad 移动端、MR 设备、裸眼 3D 显示设备等多种终端的同一套内容无缝运行。 2. 混合现实（MR）指导模式：须提供 MR 阅读器/交互模式，支持在真实物理环境中叠加三维模型，显示步

		骤化拆装指引、虚拟手势交互与空间锚定，适用于现场实训与设备维保。 3. 跨端同步与自适应：内容在不同终端间保持交互逻辑一致，支持离线缓存与在线同步。 （7）数字资产中枢与系统集成 1. 统一资产管控：须内置数字资产管理中心，对 3D 模型、视频、图片、文档、试题、代码等所有数字资源进行集中存储、分类检索、版本管理与权限控制，确保制作成果非一次性素材，而是可持续复用的高价值数字资产。 2. SDK/API 开放能力：须提供标准 SDK 开发包与 RESTful API 接口，支持将平台核心能力（如 3D 查看器、交互组件、内容编辑器）无缝集成至第三方业务系统。 3. 多端交付与分享：支持生成独立访问链接、二维码或嵌入式 H5，支持密码保护、有效期设置与访问数据统计。 ▲提供开发平台备课和授课系统 7 大功能（含每项子功能）至少各 2 张关键功能截图证明其功能性； 四、课程设计控制模块要求 （1）步进电机控制及故障排除开发模块 ：模块使用非工业步进驱动器，允许学生自行设计和搭建，具有 UL 认证的实验底板，尺寸不小于 290mm*200mm*10mm，方便设计电路的安装与调试；万能 PCB 板设计，用于学生设计控制和安装步进电机控制器；调速和换向模块，步进电机、360 分度的刻度盘，指针及其指针支架；故障设置模块，可以设置两路故障，要求故障设置器件能够起到良好的保密性和方便性，即按压即可实现设置和排除功能的切换，但是学生无法直接看到两者差异。 ▲投标文件中需提供满足要求的步进电机控制及故障排除开发模块实物清晰图片及设计方案（设计方案含步进电机选型、驱动板设计图、故障排除开关的选择、角度指示板设计图、电机转盘设计图、电机连接轴设计图、整体布局及安装图、接线图等）。 （2）舵机控制开发模块：舵机控制开发模块使用非工业步进驱动器，允许学生自行设计和搭建，具有 UL 认证的实验底板，尺寸不小于 290mm*200mm*10mm，方便设计电路的安装与调试；万能 PCB 板设计，用于学生设计控制和安装舵机控制器；调速，舵机、调速模块、360 分度的刻度盘，指针及其指针支架。 ▲投标文件中需提供满足要求的舵机控制开发模块清晰实物图片及设计方案（设计方案含舵机选型、驱动板设计原理图、线路板设计图、角度指示板设计图、电机转盘设计图、电机连接轴设计图、整体布局及安装图、接线图等）

		（3）上拉式磁悬浮系统要求 实验装置采用典型的上拉式磁悬浮系统，使用不低于 51 单片机 STC8HEK17 作为控制器，以钢球（或磁球）为控制对象，受控物理量为钢球的位移，由可控电磁力来控制钢球在空气中的自由悬浮（如不同阻尼状态下悬浮的调节过程），垂直位移跟踪控制（如线性跟踪，正弦跟踪）等。通过软件编程（C 语言，MATLAB 语言等）实现各种控制算法，可以完成更为复杂的控制要求（如非线性特性的研究，状态空间法研究，变结构控制研究等），并可以通过 LabView 软件以视窗方式在计算机屏幕上完成控制操作、参数调整与设置，通过还可通过上位机界面观察控制对象的动态的过程值，如控制电压、电流，球体位置等实时曲线，实验对象基本参数如下： 1）采用桌面式控制对象尺寸要求：≥150×125×150mm（长×宽×高）； 2）钢球：铁磁性材料，直径 10～15mm 之间，不少于 3 种； 3）电磁铁：DC12V/3.6W，吸力 15Kg，通电带磁； 4）条形光源：红外光源，波长≥940nm，功率≥12V/1W，可避免自然光干扰； 5）位置传感器：基于 PSD 视觉传感器，探测位移最大 0~10mm，对应 0~10V 输出（Φ15mm 球体）； 6）工业镜头：高清无畸变，≥6mm 焦距（可微调），带≥940nm 窄带滤光片； 7）控制器：采用嵌入式微控制器，配套高精度 ADC，采样速率不低于 10kHz；外部输入 0~10V 对应占空比 0～100%PWM 输出；控制系统既可以独立运行，也可以通过 USB 接口（Modbus 通讯协议）通过上位机进行控制。 ▲投标文件中需提供满足要求的上拉式磁悬浮控制系统设计文件（包含但不限于系统高清实物图、上位机控制界面高清截图、原理图、PCB 制版图、控制面板开孔及丝印 CAD 设计图等） （4）二阶液位控制对象 该系统由两个串联的水箱组成。下水箱液位是系统的主要控制量，上水箱液位为辅助控制量。该系统的控制目的不仅是使下水箱的液位等于给定值，而且是要在系统发生扰动时，扰动所产生的影响已通过内回路的控制及时地被消除。为了实现系统在阶跃设定和阶跃扰动作用下的静态无误差控制，系统的主调节器应为 PI 或 PID 控制。因为辅助控制电路的输出要求能够快速准确地再现主调节器的输出信号的变化规律对二次参数的动态性能和残余误差没有特殊要求，因而副调节器采用 P 或 PI 调节器。 控制对象由二阶水箱模型、控制模块组成，具体参数如下： 1.主体结构主要由≥5mm 蓝色有机玻璃组成，包括上水箱、中水箱、下水箱，上、下水箱尺寸相同，容量约

		0.5 升（长×宽×高=≥1.15dm*0.5dm*0.6dm）；2.压力型液位传感器：电压范围：0~80mm 液位对应 0~10V 输出，带调零功能； 3.进水阀：电磁阀及驱动：0~10V 输入对应 0～100%开度；注*1 4.水泵控制及驱动：0~10V 输入对应起始转动～满转速；注*1 5.2 个排水阀（其中一个为干扰源）、溢流孔等内容；储水箱容积约 1.72 升（长×宽×高=1.7dm*1.25dm*0.8dm），内置潜入型水泵，流量约 300 升/时； ▲投标文件中需提供满足要求的二阶液位控制对象设计文件（包含但不限于系统高清实物图、上位机控制界面高清截图、原理图、PCB 制版图、水箱 CAD 设计图、控制面板开孔及丝印 CAD 设计图等） （5）NE555 内部电路设计模块要求 模块上具有 2 种电源供电方式及指示单元，既可以通过四个固定插脚给模块供电，也可以通过接线孔外部供电；提供与 NE555 芯片数据手册对应的内部工作原理电路，包括阈值比较器电路、触发比较器电路、Flip-Flop 翻转电路以及输出电路，各电路均通过直插式分立元器件搭建而成，工作原理图清晰明了地绘制在面板表面，与芯片对应的管脚通过接线孔引出，使用时可直接替代原 NE555 集成芯片；提供基于 Multisim 软件的与该硬件电路配套的仿真测试电路，可任意修改电路参数，完成该芯片的测试及应用电路的搭建。 ▲投标文件中提供 NE555 内部电路原理模块实物图、PCB 效果图、PCB 制版文件截图、关键物料清单及与该硬件电路配套的仿真测试电路截图 （6）uA741 内部电路设计模块要求 模块上至少具有 2 种电源供电方式及指示单元，既可以通过四个固定插脚给模块供电，也可以通过接线孔外部供电；提供与 uA741 芯片数据手册对应的内部工作原理电路，包括差分输入电路、多路电流镜电路、增益电路以及输出电路，各电路均通过直插式分立元器件搭建而成，工作原理图清晰明了地绘制在面板表面，与芯片对应的管脚通过接线孔引出，使用时可直接替代原 uA741 集成芯片；提供基于 Multisim 软件的与该硬件电路配套的仿真测试电路，可任意修改电路参数，完成该芯片的测试及应用电路的搭建。 ▲投标文件中提供 uA741 内部电路原理模块实物图、PCB 效果图、PCB 制版文件截图、关键物料清单及与该硬件电路配套的仿真测试电路截图 五、实验实训内容 （1）可编程控制器需至少实现的实验内容

		1.可编程控制器基础知识简介；2.PORTAL 软件的使用；3.位逻辑指令实验；4.定时器指令实验；5.计数器指令实验；6.比较指令实验；7.数学函数指令实验；8.移动指令操作实验；9.程序控制指令实验；10.字逻辑指令实验；11.位移指令实验；12.字符串指令实验；13.脉冲指令实验；14.PID 指令实验；15.数码显示控制实验；16.机械手控制实验；17.交通灯模拟控制实验；18.四节传送带控制实验；19.天塔之光控制实验；20.五相步进电机控制实验；21.PLC 控制三相鼠笼式异步电动机点动控制和自锁控制；22.PLC 控制三相鼠笼式异步电动机延时正反转控制；23.PLC 控制三相鼠笼式异步电动机联锁正反转控制；24.PLC 控制的三相鼠笼式异步电动机星三角换接启动控制；25.PLC 控制的三相鼠笼式异步电动机反接制动控制；26.PLC 控制的三相鼠笼式异步电动机能耗制动控制；27.PLC 控制的三相鼠笼式异步电动机串电阻启动控制；28.PLC 控制的自动往返控制；29.PLC 控制的两地启动停止控制；30.PLC 控制的三相鼠笼式异步电动机顺序启动控制； （2）单片机需至少实现的实验内容 1.跑马灯独立按键输入；2.矩阵键盘输入；3.光电耦合隔离输入输出；4.继电器隔离控制；5.静态数码管显示；6.动态数码管显示；7.蜂鸣器演奏；8.液晶显示模块控制；9.点阵 LED 屏汉字显示；10.A/D 转换；11.D/A 转换；12.串并转换扩展；13.并串转换扩展；14.IIC 总线 IC 卡存储；15.EEPROM 芯片 24 系列存储；16.IIC 总线实时时钟；17.芯片扩展 IO 口；18.LM35 温度传感器采集；19.单总线温度传感器采集；20.RS232 通信；21.直流电机闭环实验；22.步进电机驱动实验；23.超声波测距；24.红外收发编码解码测试；25.雨滴传感器测试；26.无线传感器测试；27.微波传感器测试；28.恒温室控制系统；29.数字电子秤设计； （3）综合控制需至少实现的实训内容 1.基于 PLC 控制的发电机闭环控制及典型的互为备用控制系统应用；2.基于 PLC 控制的太阳能逐日的闭环控制系统应用；3.基于 PLC 控制的风力发电机的闭环控制系统应用；4.基于 PLC 控制的电力系统常用器件的 PLC 控制展示系统；5.基于单片机控制的低压供配电演示控制系统；6.基于单片机控制的高压供配电演示控制系统；7.变频调速技术；8.变频器控制低速运行启动；9.变频器控制中速运行启动；10.变频器控制高速运行启动；11.变频器控制正转运行启动、调速；12.变频器控制反转运行启动、调速；13.变频器控制正反转启动运行、调速；14.电位器控制变频器外部电压调速；15.PLC 控制变频器外部电压调速；16.变频器外部端子配 PLC 控制电机正反转；17.PLC 控制变频器多级调速；18.基于工业互联网+的远程数据监控实验；19.RS485 转以太网通信实验；20.基于 LoRa 模块的物联网基础实验；21.工业以太网及 MODBUS 通信实验；22.混合现实交互式教学培训创新实验；

		（4）创新设计控制需至少实现实训内容 1.步进电机控制及故障排除开发实训；2.舵机控制开发实训；3.上拉式磁悬浮系统实训；4.二阶液位控制对象实训；5.NE555 内部电路设计实训；6.uA741 内部电路设计实训。 六、配备精益智造与协作机器人模块（包含：配置三维成型设备）。 要求：需至少满足 CIMC“西门子杯”中国智能制造挑战赛 智能制造工程设计与应用类赛项—精益智造与协作机器人方向设备使用要求。 七、配备教师控制终端 1.不低于 CPU：Intel i7-11700F； 2.内存要求：≥DDR4 16G 内存，≥2 个 DIMM 插槽； 3.硬盘要求：≥512G 固态硬盘，需支持 M.2 SSD + 3.5″机械双硬盘； 4.显卡要求：≥GTX 5050 8G 独立显卡； 5.显示器要求：不小于 23.8 寸显示器，分辨率≥1920*1080，接口 VGA+HDMI。 八、根据此设备所能够实现的教学内容，供应商需制作一套配套精品课程： 建设范围包含：不少于 1 份课程标准、不少于 1 套教案、不少于 1 套教学课件、不少于 5 个教学微课、不少于 10 个二维动画、不少于 1 套任务工单、不少于 1 套题库、不少于 1 个课程概述视频。
3	控制终端	1.处理器要求：不低于英特尔 I5 十代处理器； 2.内存要求：≥16G DDR4 2666MHZ，不少于 2 个 DIMM 插槽，最大支持 32G； 3.硬盘要求：≥512G M.2 SSD，原厂支持 M.2 SSD+SATA 双硬盘位； 4.主板要求：Intel B560 及以上芯片组，不接受 AMD 芯片组；集成 10/100M/1000M 自适应以太网卡，内置 802.11 ax 无线网卡+蓝牙 5.1 模块，满足高速、稳定上网需求，集成声卡； 5.显卡要求：集成显卡； 6.接口：≥6*USB3.2 Gen1、≥1*HDMI-out、≥1*RJ-45 接口、≥1*串口、≥1*耳机插孔、≥1*麦克风插孔； 7.电源要求：≤125W 110V/220V 外置电源适配器； 8.键鼠：同品牌 USB 抗菌防水键盘，USB 光电鼠标； 9.需配备控制终端多功能移动桌及椅子，需现代电力系统智能控制综合实训平台线控一致； 10.配置统一端点安全管理系统

		▲（1）提供勒索病毒整体防护体系入口，直观展示最近七天勒索病毒防护效果，包括已处置的勒索病毒数量、已阻止的勒索病毒行为次数、已阻止的未知进程操作次数、已阻止的暴力破解攻击次数 （需提供产品功能截图证明） （2）支持对系统账号信息进行梳理，了解账号权限分布概况以及风险账号分布情况，可按照隐藏账号、弱密码账号、可疑 root 权限账号、长期未使用账号、夜间登录、多 IP 登录进行账号分类查看，支持统计最近一年未修改密码的账户。 （3）支持跳转链接至云端威胁情报中心，针对已发生的威胁提供详细的分析结果，包含威胁分析、网络行为、静态分析、分析环境和影响分析。（需提供产品功能截图证明） （4）支持勒索可疑行为检测，通过行为 AI 能力对勒索信息、命令行、修改文件等多种躲避式投放勒索病毒的高危高频场景进行精准告警和自动拦截（需提供产品功能截图证明） ▲（5）针对 Windows 系统，支持开发环境智能识别和调整，动态识别开发环境，安全的开发编译软件所使用的文件产生的风险支持设置成仅告警、不处置、不弹窗，规避开发场景编译软件拉取文件和代码卡顿、延时过久的问题（需提供产品功能截图证明） 11.须与现代电力系统智能控制综合实训平台适配。
4	可再生能源智能微电网系统平台	可再生能源智能微电网系统平台（一） 一、设备要求： 实验设备集成能量控制系统（PCS）、电池管理系统（BMS）、分布式发电系统（DG）、交直流负荷、能量管理系统（EMS）与监控系统（SCADA）等。 二、技术参数要求： 1.系统接入与能量管理单元： 1）PLC：不低于 S7-1200 可编程控制器（CPU）及扩展模块；≥14 点数字量输入；≥10 点数字量输出；≥2 点模拟量输入；需支持 Profinet、I/O 通讯； 2）能量管理系统（EMS）要求：CPU：不低于 ARM9 400MHz；操作系统：嵌入式 Linux；SDRAM：不低于 128M；FLASH：不低于 128M；支持不低于 8G SD 卡；RS485 接口：不低于 4 个；网口：10/100M 自适应；软件：内置能量管理调度软件，基于 C 语言，实现智能微电网分布式能源、储能、负荷、无穷大电网等模块之间的能量互补、配给；数据库：内置 SQLite 关系数据库；

		3）工业交换机要求：网络标准：IEEE 802.3、IEEE 802.3u、IEEE 802.3x；端口：不低于 8 个 10/100Mbps RJ45 端口；指示灯：每端口至少具有 1 个 Link/Ack、Speed 指示灯/每设备至少具有 1 个 Power 指示灯；性能要求：存储转发/支持 3.2Gbps 背板带宽/支持 8K 的 MAC 地址表深度。 4）工业触摸屏（HMI）要求：内核：不低于 Cortex-A8 CPU（主频≥600MHz）；内存：128M；触摸类型：四线电阻式触摸屏；串行接口：RS232/RS485；以太网口：10/100M 自适应；电磁兼容：工业三极；监测内容：对微电网的实时运行和报警信息进行全面监控，并对微电网进行统计和分析，实现对微电网参数的监控。 5）浪涌保护器要求：最大持续运行电压 Uc：≥275V；标称放电电流 In（8/20us）：20KA；最大放电电流 Imax（8/20us）：≥40KA；保护水平 Up（8/20us）：<1.8KV 响应时间：≤25ns； 6）交流接触器要求：主触点数量：≥3 对；额定电流：≥25A；线圈电压：AC220V；带辅助触点； 7）单相计量仪表要求：电流、电压测量精度：≤0.2 级；功率、有功电能测量精度：≤0.5 级；无功电能：≤1 级； 8）智能微机低压线路保护装置要求：测量参数：电流、电压、频率等电能参数监测；过流保护；欠压保护；过压保护；零序保护、联动保护；通讯接口：RS485/Modbus-RTU 通讯；开关量输入：≥5 路；继电器输出：≥4 路； 9）开关电源要求：输入电压：AC220V；输出电压：DC24V；额定输出电流：2.5A； 10）ModbusTCP 网关≥：集成服务器网关，RS485 转 TCP，网关关口 10M/100M 自适应，寄存器映射功能，可在线配置映射寄存器，支持并发访问，可支持≥16 个终端同时访问。网关作为工业通讯协议转换核心设备，实现 Modbus RTU/ASCII（串行总线）与 ModbusTCP（以太网）协议双向转换，构建串行设备与以太网网络的通讯桥梁；支持多端口并发数据采集，对串行侧设备（如传感器、PLC、仪表）的寄存器数据进行实时读取与解析，通过 TCP/IP 协议封装后传输至以太网侧上位机（如 SCADA、MES 系统），同时将上位机控制指令解包为串行协议指令下发至从站设备；具备数据缓存、帧过滤及错误重传机制，保障数据传输完整性与实时性；支持设备地址映射、波特率 / 校验位配置及网络参数（IP、子网掩码）设定，实现工业现场异构设备的统一联网管理与数据交互。 11）系统材质与尺寸：钢板厚度≥2mm；前门采用透明钢化玻璃设计，带缓冲器；后门采用双开门设计，底部装置过滤网；两边侧板可拆卸；柜体尺寸≥800×800×1956（mm）； 2.系统储能与稳定控制单元要求：

		▲1）微电网储能双向变流稳定控制器（PCS）：最大并网功率：≥3.6kW；输入直流电压：DC48V；最大充电功率：≥3600W（可设定）；充电电压：可设定；集成温度补偿功能；保护功能：接反保护，欠压保护，过压保护，过充保护，过载保护，短路保护等；额定输出电压：220V(180Vac-280Vac)；额定电网频率：50/60HZ，±5HZ；最大交流电流：≥16A；功率因素：0.8 超前～0.8 滞后；THDI：<1.5%；交流连接类型：单相；设备保护：直流极性反接保护，直流输入开关保护，交流输出过流保护，交流输出过压保护，接地故障监测，电网孤岛监测，残余电流检测；通讯接口：隔离 RS485；（需提供储能双向变流稳定控制器实验实训装置检测报告） 2）储能蓄电池：铅酸电池；电池容量：12V/85AH（≥4 块）；电池连接方式：串联；电池保护：末端接熔断器； 3） 电池管理系统（BMS）：电源电压：AC/DC220V；输入功率：≤10W；电池单体电压检测：24 节；电池电流采集：≥1 路；电池温度采集：≥1 路；单体电压测量范围：0.5V～16V；单体电压测量精度：≤±0.3%；通讯端口：RS485；可检测蓄电池组的电压、电流；单体电池电压、内阻；蓄电池工作温度，估测蓄电池的 SOC。 ▲4）配套 BMS 管理开发平台：采用实物锂电池，电芯电压≥3.2V，容量≥15AH，通过安全实验导线进行串联连接。电池组由≥16 节电芯组成。BMS 主控模块，采用 MCU 控制，原理开放，集成电源管理、电压电流采集、输出控制、绝缘检测、隔离 CAN 通讯接口、隔离 RS485 通讯接口，程序烧写接口。BMS 从控模块，采用 MCU 控制，原理开放，电池组由 2 个从控模块串联而成，每个从控模块管理≥8 节串联电芯，从控模块集成电源管理、电芯电压检测、电池温度检测、均衡管理、隔离 CAN 通讯接口，程序烧写接口。直流电源：60V5A 可调直流电源，具有恒压、恒流、恒功率输出功能，模拟对电池进行充电实验。可编程直流电池负载：单通道，150V/400W/40A，具备多模式电池放电测试，可以模拟电池组放电输出，测试 BMS 检测与保护功能。（需提供 BMS 管理开发平台产品功能截图） 5） 智能微机低压线路保护装置：测量参数：电流、电压、功率、功率因素、频率、电能监测；过流保护；欠压保护；过压保护；零序保护、断相保护、联动保护、不平衡保护；通讯接口：RS485/Modbus-RTU 通讯；开关量输入：≥5 路；继电器输出：≥4 路； 6）交流接触器：主触点数量：≥3 对；额定电流：≥25A；线圈电压：AC220V；带辅助触点； 7）通讯网关：集成服务器网关，标准 ModbusRTU 转 ModbusTCP 协议，网口 10M/100M 自适应，具备寄存器映

		射功能，可在线配置映射寄存器，支持并发访问，最大可支持 16 个终端同时访问，内置不低于 1 路隔离 RS485 通讯端口，支持不低于 7 路干接点输出，标配铁电实时数据存储，数据不丢失，供电电源 9—36V，预留编程接口，基于嵌入式 uCOS-III实时操作系统编程，可进行二次开发。 8）配套锂电池生产虚拟仿真系统：提供单机版及网络版各不少于 40 工位。锂电池生产虚拟仿真系统采用次世代 PBR 全流程技术，结合真实法线+高光贴图，提供逼真的材质表现，确保虚拟场景的高度真实感和沉浸感。系统需包含但不限于以下模型场景：行星球磨机、真空行星搅拌机、自动涂膜烘干机、超声波点焊机、分条机、加热对辊机、手动卷绕机、圆柱负极点焊机、半自动圆柱电池滚槽机、真空干燥箱、电池短路测试仪、单面单工位手套箱、注塞泵精密注液、真空静置箱、八通道电池测试仪、手动圆柱电池封装机、电池内阻测试仪、电池检测系统等内容；可实现模型场景中，针对单一设备进行详细功能讲解。 9）系统材质与尺寸：钢板厚度≥2mm；前门采用透明钢化玻璃设计，带缓冲器；后门采用双开门设计，底部装置过滤网；两边侧板可拆卸；柜体尺寸≥800×800×1956（mm）； 3.系统分布式能源接入单元要求： 1）发电机要求：额定功率：≥500W；额定电压：≥48V；发电机类型：三相交流永磁发电机；调速方式：变频电机拖动；工作温度：-40℃～80℃； 2）变频拖动电机要求：额定电压：AC220V；额定频率：50HZ；额定功率：1000W； 3）太阳能光伏模拟器要求：额定输出 600W，可模拟太阳能电池板输出特性；可模拟不同光照和温度下 I-V 曲线；通过填充因子可模拟多种太阳能电池的输出特性；可模拟太阳能电池板被遮罩时的 I-V 曲线； 4）光伏控制器要求：额定系统电压：≥48V；空载损耗：≤1.2W；光伏最大输入电压：150V；最大充电电流：≥30A（可设置）；转换效率：≤98%；具有 MPPT 追踪功能；温度补偿系数：-3mv/℃/2V（默认值）；保护功能：接反保护，欠压保护，过压保护，过充保护，过载保护，短路保护，反充保护等； 5）风力控制器要求：额定风机输入功率：≥500W；最大风机输入功率：≥600W；蓄电池额定电压：≥48V；风机刹车电流：≥10A；卸荷开始电压：54V；完全卸荷电压：≥58V；蓄电池过放保护电压：≥43.2V；蓄电池过放恢复电压：≥48V；输入过压保护电压：≥64V；充电方式：PWM；静态电流：≦30mA；保护功能：接反保护，欠压保护，过压保护，过充保护，过载保护，短路保护，反充保护等；通讯方式：RS485； 6）直流功率表要求：电压测量范围：DC0-100V；电压测量精度：≤0.5 级；电流测量范围：0-50A；电流测量精度：≤0.5 级；

		7）智能汇流箱装调与检测模块精度：尺寸：≥500×400×180mm，采用可拆卸式模块化设计，≧IP54 防护等级；内置熔断器、防反二极管、断路器、浪涌保护器、监控等模块；支持汇流箱装调实训，包括元器件安装、标识标志粘贴、整机调试等；支持通讯装调实训，包括监控模块安装、通讯参数设置和调试等； 8）光伏组件精度：太阳能光伏电池组件：组件类型：单晶；功率：≥30W；组件效率：≥18%；功率偏差：2.0%；工作温度：-40℃～85℃；边框材质：铝合金； 9）光伏支架：钢构件采用金属保护层的防腐方式。钢结构支架、连接板及拉条均采用热浸镀锌涂层，热浸镀锌满足（金属覆盖层钢铁制件热浸锌层技术要求及试验方法）（GB/T13912-2002）的相关要求。电池板组件安装完成后尺寸为 2000*1600*1400 左右（长*宽*高），倾斜角可调。 10）通讯网关精度：集成服务器网关，标准 ModbusRTU 转 ModbusTCP 协议，网口 10M/100M 自适应，具备寄存器映射功能，可在线配置映射寄存器，支持并发访问，可支持≥16 个终端同时访问，内置 1 路隔离 RS485 通讯端口，支持多达 7 路干接点输出，标配铁电实时数据存储，数据不丢失，供电电源 9—36V，预留编程接口，基于嵌入式 uCOS-Ⅲ实时操作系统编程，可进行二次开发。 ▲11）光伏电站系统设计仿真软件要求（需提供下述内容的功能截图） 软件主要功能：光伏电站和光伏发电应用系统的辅助设计和仿真，要求如下： 1.1 多样化的光伏系统设计 能够建立不同类型的光伏系统，主要包含：光伏路灯、光伏水泵、离网、并网等系统。 1.2 完善的地理信息数据 选定某城市后，软件能自动给出所选城市的经纬度、海拔、当地的气象数据等。 1.3 强大的数据信息管理 预留了自定义更改数据库权限，可手动更改已知某地区的气象数据库内容。 1.4 丰富的选型体系结构 提供知名厂商的选型资料库，自动展示该产品的详细技术参数。 1.5 节能减排环保性能分析 提供详细的环保效益分析，并给出温室气体减排量以及标准煤节约量等。 1.6 全面的方案报告分析 根据所填参数，自动生成系统方案报告（支持输出。doc 文档）。

		1.7 电站性能分析 根据给定信息计算出光伏电站的发电量与整体收益，并对电站的整体投资价值进行估算。 1.8 提供中文版软件界面，该软件界面友好、操作简单、数据结果可信、运行稳定可靠，可作为高校教学或相关研发人员的光伏电站设计与仿真工具，仿真及优化结果与国际主流光伏仿真软件的差异较小。 12）系统材质与尺寸：钢板厚度≥2mm；前门采用透明钢化玻璃设计，带缓冲器；后门采用双开门设计，底部装置过滤网；两边侧板可拆卸；柜体尺寸≥800×800×1956（mm）； 4.交直流负荷管理单元： 1）模拟直流Ⅰ级负荷：直流 LED 灯：额定 DC48V/20W； 2）模拟直流Ⅱ级负荷：直流电阻负载：≥500W/10Ω； 3）模拟交流Ⅰ级负荷：交流白炽灯：AC220V/100W； 4）模拟交流Ⅱ级负荷： 交流电阻负载：≥800W/96Ω； 感性负载：额定电压：220V；工作频率：≥50HZ；工频耐压：≥3000V 额定电感：≥380mH 容性负载：额定容量：30μF±5%；额定电压：450VAC 50/60HZ 5）直流功率表：电压测量范围：DC0-100V；电压测量精度：≤0.5 级；电流测量范围：≤0-50A；电流测量精度：≤0.5 级； 6）单相交流功率表：电流、电压测量精度：≤0.2 级；功率、有功电能测量精度：≤0.5 级；频率测量误差：±0.05HZ；无功电能：≤1 级；供电电压：AC85-265V/DC100-300V；功耗：≤10VA。 7）通讯网关：集成服务器网关，标准 ModbusRTU 转 ModbusTCP 协议，网口 10M/100M 自适应，具备寄存器映射功能，可在线配置映射寄存器，支持并发访问，最大可支持 16 个终端同时访问，内置不少于 1 路隔离 RS485 通讯端口，支持不少于 7 路干接点输出，标配铁电实时数据存储，数据不丢失，供电电源 9—36V，预留编程接口，基于嵌入式 uCOS-III实时操作系统编程，可进行二次开发。 8）防静电发生装置：电气防护：过流过压保护；输出电流：0-500uA；输出功率：225W；环境温度：-15-50℃；接地标准：按行业标准进行接地。 9）系统材质与尺寸：钢板厚度≥2mm；前门采用透明钢化玻璃设计，带缓冲器；后门采用双开门设计，底部

		装置过滤网；两边侧板可拆卸；柜体尺寸≥800×800×1956（mm）； 5、SCADA 电力能源监控单元： 1）数据终端：处理器：不低于 Intel Pentium 双核 E5300；内存：≥8GB；硬盘：≥250G 固态；液晶显示器：屏幕尺寸≥21.5 英寸；分辨率：≥1920×1080；操作台：可放置监控主机；板材：优质冷轧钢板，厚度≥2（mm）。 2）电力数据采集监控系统（SCADA）：具有用户及权限管理功能；支持主机加多从机功能；具有历史数据储存、数据库查询；在线实时监测系统数据、状态数据；实时曲线与历史曲线动态显示；在线设置和修改系统参数；通过以太网连接能量管理系统，具备快速遥信、遥测、遥控、遥调功能；具备模拟微电网自动化电力调度控制管理功能。 3）智能微电网虚拟仿真系统，提供单机版及网络版各不少于 40 工位。 a.实验原理说明：需采用计算机 3D 建模技术和数字仿真技术模拟碳中和系统，根据各种能源系统、电网的不同拓扑结构，各地区不同的能源供需关系，以及各传输线路的传输限制，通过操作计算机来虚拟进行能源输送线路搭建、实时功率平衡、多能源能量平衡等实验过程，完成规定的碳中和操作任务。 b.可实现碳中和系统主要能源转换设施的 3D 巡游与浏览、实现地区碳中和系统的虚拟配置与运行仿真。对教学大纲要求的碳中和系统网架构建原理、电力网的实时功率平衡原理、综合能源系统的能量平衡原理与能源替代作用等知识点均能完成虚拟仿真实验。 c.系统包含但不限于：认知学习、场景模拟、模拟考核；设备场景系统包含但不限于以下场景模型 1#柜、2#柜、3#柜、4#柜、浪涌保护器、开关电源、网关、能量调度控制器、PLC、继电器、电池巡检单元、双向变流器、电源模拟变流器等；设备场景交互包含但不限于以下交互内容：对 1#柜、2#柜、3#柜、4#柜供电、急停、空开、打开系统接入开关，就地、分闸、合闸、接入单元、储能单元、电返模拟、风机模拟、直流负荷、交流负荷等场景控制。 d. 系统接入 DeepSeekAI 大模型的答疑模块，能够为用户提供实时的在线答疑服务。用户在学习过程中遇到的问题可以通过该模块获得快速解答，提升学习效率。 4）光伏电站运行与维护大数据分析系统：具有端侧为主、云上智能共同协同集互联网能源数据采集、存储、量化、掘金任务为一体的“云合智慧+”功能，软硬件子系统分为物理层到网络层上的互联桥模块及数据中心、应用层上的数据采集和管理模块、应用人工智能技术的大数据分析模块和架设在软硬件协同网络互联框

		架上的数据可视化模块。 a.内置预测模型，可以采用包括 sigmoid、ReLU、tanh 等不同预设模式激活函数及其组合曲线进行匹配，通过本地或分布式数据库中采集的传感器数据预测未来一定时间内包括负载用电情况、天气作用下风光系统功率随时间变化情况等多种数据。 b.基于历史数据库和设备传感器情况，结合大数据预测结果，为用户提供设备可行性建议，包括历史与预测运营图表报告、清洁能源供应占比饼状图报告、能源利用流式报图（动态更新）及文本化增减或维护时间分配建议。 c.数据采集采用 MODBUS RTU/TCP 信号接入，至少具备 1 个 RS485 接口和 2.5GbpsLAN 数据接口，数据存储使用 SQL 数据库且设备具有至少 480GB 的本地 HDD 存储。 5）AI 智能交互监控系统：具有自然语言识别和指令执行模块，能够实时或分时侦听和处理管理员的语音命令，并具有数据链路层上的设备保护功能。 a.基于自训练模型和开源 chatglm4 的 tokenizer，融入专业方向识别优化，采用唤醒词命令也能保持接近文本对话的响应率。 b.与语音采集模块采用 XLR 通信，与设备控制器采用 MODBUS/TCP 信号接入，采用 16bit 校验和检查，并具有数据链路层上的命令筛选器和物理层熔断机制双保险，确保命令传递和执行安全可靠。 c.自然语言处理采用 cuda 支持的 Volt 架构或更优设备，至少具有 32GB 统一存储空间，视情况也可采用 Ascend 设备实现。 6.可完成的实验内容至少包含以下： （1）光伏电站设计与建设：光伏电站设计计算、电站规划、组件选型、支架安装、发电量的预测、收益评估、成本的核算等。 （2）光伏电站检测与运维：电池组件的检修、汇流箱检修、仪表检修、控制器逆变器检修、监控软件运维。 （3）光伏 MPPT 原理与测试：了解 MPPT 原理、测试 MPPT 对发电效率的提升。 （4）风力发电测试与维护：了解风力发电原理，测试风力发电机的输出，风力发电机检修。 （5）储能双向变流器（PCS）原理与控制：了解变流器的原理与功能，学会变流器的参数整定与运行控制，常见故障的排查与维护。 （6）蓄电池储能测试（BMS）：了解蓄电池的串并结构，学会蓄电池的安装与接线，了解蓄电池 BMS 管理的

		原理，学会 BMS 的接线与调试。 （7）组态软件编程与调试：学会组态软件的编程与下载，学会组态软件的前端界面设计，学会组态软件的通讯与编程，学会组件软件的常用组件的使用，学会组态组件的脚本编程。 （8）能量管理系统（EMS）算法编程：了解 EMS 的原理与功能，了解嵌入式 Linux 系统的编程与下载，学会基于电气、电力组态软件的脚本编程。 （9）工业 CAD 电气原理图绘制：学会 CAD 制图软件的操作，了解电气原理制图规范，学会电气一次线、二次线电气图设计。 （10）工业通讯驱动与调试：了解工业常用的通讯协议，了解各协议物理层标准，掌握 ModbusTCP/ModbusRTU 通讯协议格式与驱动编程，学会常见的通讯故障排查。 （11）电能质量的测试与操作：学会使用电能测试仪表或仪器，了解电能质量的相关参数。 （12）系统的运行控制与调试：了解微电网的拓扑结构，了解微电网各模块的功能与作用，掌握系统的运行控制，学会对电气、电力监控软件的二次编程，学会排查常见的系统故障。 （13）继电保护参数整定与调试：了解电气、电力综保仪表的功能与作用，学会综保的参数整定。 （14）PLC 软件安装与编程：了解 PLC 的原理，掌握 PLC 的编程与下载，掌握 PLC 的通信与控制，学会 PLC 常见故障的排查。 （15）数据库的操作与编程：学会电气、电力组态软件的编程，掌握对数据库的操作，学会建立历史数据库，学会历史报表的相询与处理。 （16）智能电力继电保护与控制：学会对继电综保的参数整定，掌握综保的通讯规范与远程参数调设。 （17）SCADA 软件安装与编程：学会电气、电力组态软件的安装与编程，掌握电力相关的通讯协议驱动，学会电气、电力组态界面的设计，学会数据库的操作，学会报表的处理。
	可再生能源智能微电网系统平台	可再生能源智能微电网系统平台（二） 一、设备要求： 由电解装置、电功率测量、产氢流量测量等几个部分组成，可监测产氢流量、电解装置输入的电功率等参数。储氢系统由奥氏体材料储氢罐、气体输送管路、控制阀等组成，该储氢系统可监测储氢压力、温度，并可智能化设定和控制储氢压力上下限。上述过程，光伏发电经过 DC/DC 变流，经直流母线储存于蓄电池组中（蓄电池仅做稳定调控功能），然后蓄电池经 DC/AC 逆变成交流电，给电解装置供电以产生氢气，氢气储存在储

		氢系统中，需要时供给氢氧燃料电池装置，产生电能，电池堆反应后的尾气进入尾气分析装置，可进行气体成分分析 。 实训系统表面需绘制了制储氢原理结构，需采用安全接插座。系统内置了模拟氢气泄露的仿真系统，需模拟贴近真实的工业现场气体泄露情况。内置了氢能管理软件。制氢、储氢、氢能利用过程的各项数据可通过上位机软件实时监测和记录。 二、技术参数要求 1.可调光伏模拟装置： 输出功率：≤60W/路；共≤4 路； 总输出功率：≤240W； 每一路均可以在触摸屏独立设定模拟输出的功率值； 2.控制装置： 额定系统电压：12V/24V 自适应； 空载损耗：≤1.2W； 光伏最大输入功率：400W/12V；800W/24V 最大充电电流：≥30A； 额定负载电流：≥20A； 转换效率：≤98%； MPPT 追踪效率：99%； 保护功能：接反保护，欠压保护，过压保护，过充保护，过载保护，短路保护，反充保护等； 3.稳压逆变系统： 电池类型：铅酸免维护； 电池容量：12V45AH； 电池连接方式：并联； 电池保护：末端接保险丝； 离网逆变器； 额定输出容量：≥600VA；

		额定输入电压：≥DC12V； 输入电压保护：≥DC15V； 输入电压恢复：≥DC13V； 输入欠压保护：≥DC10V； 输入欠压恢复：≥DC12V； 空载电流：≦0.5A； 额定输出电压：AC220V； 额定输出频率：50/60HZ±0.5HZ； 输出波形：纯正弦波； 波形畸变率：≦4%； 动态响应：≥5%； 功率因素：≧0.8； 过载能力：≥120%/1 分钟，≥150%/10 秒钟； 逆变效率：≥90%； 绝缘强度：≥1500VAC.1 分钟； 逆变器结构：工频隔离； 设备保护：逆变器输入过压保护、蓄电池过放电保护、蓄电池反接保护、输出过载保护、输出短路保护、过热保护等； 工作温度：-25℃～60℃； 4.电解制氢系统： 输入 220V/50Hz，≥150W， 氢气发生器采用去离子水（即纯水）电解，流量可控； 氢气纯度：不低于 99.99%； 输出流量：不低于 500ml/min； 输出压力：≤0.4MPa； 最大功率达：≥180W；

		5.氢缓冲稳定系统： 储氢罐： 材质：采用奥氏体不锈钢材料； 耐压：不低于 1.25MPa，使用寿命不低于 10 年，可缓冲、稳定氢气流量； 体积：≥10L，采用并联分压的连接方式，配合自动储氢管理程序。 配置精密压力表，精密压力传感器，modbusRTU/RS485 或模拟量 4—20mA 输出； 独特的氢能管理系统，可实现自动监测管理氢气压力，氢气输出，氢气关断等，增强氢气使用的安全性和提高氢气使用的效率。 6.氢气泄露仿真系统： 系统耐压：不低于 1MPa； 工作压力：不高于 0.4MPa； 气体控制阀：最小开合时间 50ms；工作开合时间 300ms-500ms； 气体泄露仿真模型：可随机设定组合不低于 7 种； 包括点泄露，长泄露，过压泄露等； 7.燃料电池堆： 额定输出：≥100W，14V/7.2A； 单电池数：≥24 片； 反应物质：氢气、空气； 供氢品质：干燥，纯度 99.99%； 供氢压力：5.8-6.5psi； 供氢流量：满负荷运转时 1.4L/min； 起动时间：<30S； 输出电压：DC13-23V； 增湿类型：自增湿； 冷却类型：空冷； 环境温度：5-35℃；

		电堆工作温度：<65℃； 8.自动控制及监测系统： 1）环境检测传感器：温度检测范围：-40℃～85℃；温度检测精度：±0.5℃ 压力监测范围：0-1MPA；传感器供电：DC24V；传感器通讯接口：隔离 RS485 或模拟量输出； 2）人机界面：内置氢能管理软件现场端；触摸屏尺寸：≥10″；屏幕类型：TFT 液晶显示屏；分辨率：≥1024×600；内存：≥128M；串行接口：RS232/RS485；供电电压：24±20%VDC； 3）自动控制系统：主控模块：AC220V/50HZ 输入；≥14 数字量输入，≥10 数量输出，≥2 模拟量输出；支持 TCP/IP 标准通信和 MODBUS RTU 通讯协议，可实现高速运算和复杂逻辑控制； 9.尾气分析系统： 温度检测范围：-40℃～85℃； 温度检测精度：±0.5℃； 湿度检测范围：0—99.9%RH； 湿度检测精度：±3%RH； 氢气浓度检测范围：0-40000PPM 氢气浓度检测精度：±3%FS 传感器通讯接口：隔离 RS485 或模拟量输出； 10.碳通量模拟系统： 每个模拟系统点位拥有高速数字量接入和 MODBUS/RTU 信号接入，至少具备 1 个 RS485 接口和 LAN 数据接口； 11.上位机控制单元：（支持二次开发） 11.1 内置氢能管理软件上位机端：可远程控制负压系统工作，并切换清扫/通风模式；可远程控制电解装置启动和停止；可远程控制电堆启动和停止；可实现自动/手动储氢模式切换；可显示分布能源模拟装置接入参数、储能电压，并对储能系统电压阈值进行提醒；上位机具有分布式发电、电解制氢、储氢等系统全流程结构显示，并可对关键节点进行远程控制；上位机具有燃料电池工作温度监测和散热控制、燃料电池尾气分析系统，可实时显示燃料电池尾气，氢浓度、湿度、温度等关键信息。 11.2 新能源制储氢及发电技术仿真实训系统：①理论学习模块：学员可以通过音频与文字的设备讲解学习

		储氢及发电技术的基础信息，包括储氢设备原理、电解装置构成、发电原理等。 ②模拟实训模块：1）学员模拟在实际环境中操作储氢设备的启停流程，包括增压气密性检测和正压通风与负压清扫操作等。 2）学员模拟进行电解质溶液的制备、使用与排空流程，学习实际操作中的注意事项和技巧。3）学员在三维仿真环境中进行发电实验，模拟开路电压、极化特性和功率特性等实验，以加深对发电技术的理解。 ③评估与反馈：系统内置配套评分系统，自动进行步骤评分，并上传成绩到管理平台。学员可以通过模拟实训模块的评估结果，及时了解自己的学习进展，并根据反馈进行针对性地学习调整和提高。 系统包含但不限于模块内容： 1）设备送电模块：包含但不限于：设备送电流程的图文演示、音频讲解或三维仿真内容。 2）蓄电池和新能源接入与切出模块：包含但不限于：蓄电池和新能源接入与切出流程的图文演示、音频讲解或三维仿真内容。 3）电解质溶液的制备、使用与排空模块：包含但不限于：电解质溶液制备、使用与排空流程的图文演示、音频讲解或三维仿真内容。 4）电解装置的启停模块：包含但不限于：电解装置启停流程的图文演示、音频讲解或三维仿真内容。 5）储氢装置的增压气密性检测模块：包含但不限于：储氢装置增压气密性检测流程的图文演示、音频讲解或三维仿真内容。 储氢装置的正压通风与负压清扫操作模块：包含但不限于：储氢装置正压通风与负压清扫操作流程的图文演示、音频讲解或三维仿真内容。 6）模拟泄露的仿真模块：包含但不限于：模拟泄露仿真的图文演示、音频讲解或三维仿真内容。 7）燃料电池的启停模块：包含但不限于：燃料电池启停流程的图文演示、音频讲解或三维仿真内容。 8）燃料电池分析实验模块： 分为三个子模块： 实验一（开路电压）：包含但不限于开路电压实验流程的图文演示、音频讲解或三维仿真内容。 实验二（极化特性）：包含但不限于极化特性实验流程的图文演示、音频讲解或三维仿真内容。 实验三（功率特性）：包含但不限于功率特性实验流程的图文演示、音频讲解或三维仿真内容。 9）储氢管路制作模块：

		包含但不限于：储氢管路制作流程的图文演示、音频讲解或三维仿真内容。 带有上位机和集中控制部分的脚本动作模块： 包含但不限于：上位机和集中控制部分脚本动作的图文演示、音频讲解或三维仿真内容。 12.柜体材质与尺寸： 板材：热镀锌处理； 板材表面烤漆工艺； 钢板厚度：≥2mm； 13.可完成课题项目至少包含： 1）新能源发电氢储能系统的原理组成； 2）燃料电池控制系统的组成和控制； 3）电堆的Ⅳ极化特性曲线； 4）电堆的功率特性曲线； 5）环境改变对电堆性能的影响； 6）电解制氢效率测量实验； 7）电解制氢流量计量控制实验； 8）氢储能系统参数测量和控制； 9）电堆输出和尾气分析实验； 10）基于 PLC 的模拟量输入和控制； 11）人机界面和 PLC 的通讯控制；
5	交互式智慧终端	一、整机要求 1.整机屏幕采用≥100 英寸液晶面板（对角线）；采用全金属外壳设计，三拼接平面一体化设计，边角采用弧形设计，表面无尖锐边缘或凸起。 2.整机采用 UHD 超高清 A 规液晶屏，显示比例 16:9，分辨率≥3840*2160，对比度 5000:1，可视角度≥178°，屏幕灰度等级≥256 级，NTSC 色域覆盖率≥85%，在 SRGB 模式下可做到高色准ΔE≤1。 3.整机最大屏幕亮度≥300cd/㎡，使用时屏幕亮度不大于 400cd/㎡。 4.整机支持全通道 4K 显示，全通道 OSD 菜单及整机内置系统均支持 4K 图像显示。

		▲5.整机画面对比度及色彩还原真实，画面细节及 Gamma 无损失，确保师生观看画面不会因显示损耗导致视觉偏差。（提供具有国家相关认证的第三方检测机构出具的检测报告） 6.整机屏幕采用 DC 直流背光源及硬件低蓝光背光技术，保证显示画面无频闪，在源头减少有害蓝光波段能量，有效避免视觉疲劳。 7.整机支持纸质护眼模式，可以在任意通道任意画面和任意软件所有显示内容下实现画面纹理的实时调整；支持纸质纹理：牛皮纸、素描纸、水彩纸、水纹纸、宣纸；支持透明度调节；支持色温调节。 ▲8.整机表面采用全物理防眩光钢化玻璃，钢化玻璃采用低反射防眩光（AGLR）技术，吸光率 7%，钢化玻璃厚度≤4mm，表面硬度≥9H 或者≥莫氏 7 级，有效防止眩光的同时还能吸收部分环境光，进一步降低环境光对显示的干扰，保障在明亮教室中暗场画面的清晰显示。（提供具有国家相关认证的第三方检测机构出具的检测报告） 9.整机具备至少 6 个前置物理按键，包括三合一电源按键，设置、音量加、音量减、录屏、护眼、主页、信源通道，其中包含至少 2 个可自定义功能按键。 10.整机前置 3 路 USB 输入接口（包含 1 路 Type-C、2 路 USB），侧置输入接口具备 2 路 HDMI、1 路 RS232、1 路 USB、1 路 RJ45 接口，侧置输出接口具备 1 路音频输出、1 路触控 USB 输出，所有接口具备明显的丝印标识。 11.前置 Type-C 接口支持 65W 快充，可以给教学平板、教学笔记本、手机等进行快速充电。 12.整机采用电容触控技术，支持 Windows 系统中进行不低于 40 点触控，支持在 Android 系统中进行 40 点或以上触控，触摸响应时间≤4ms，触摸书写延迟≤15ms。 13.摄像头拍摄像素数≥3200 万，对角角度≥145 度，水平角度≥125 度，摄像头运行时，有工作状态提示。支持输出 4:3、16:9 比例的图片和视频，支持输出 7600×4275 分辨率的照片和视频，支持画面畸变矫正功能。 14.整机支持 AI 人脸识别，通过摄像头获取多种使用场景内的图像，并自动识别所有在图像内的人员（教师和学生），随机地从中选出一个人，整机通过摄像头拍摄多种使用场景内的图像，自动识别人员并计算图像内人员总数。 15.整机内置 8 阵列麦克风，麦克风拾音距离≥12 米，拾音角度≥180°。 16.整机内置不低于 2.2 声道音响系统，额定总功率≥60W，有效满足课堂视听需求。

		17.整机内置双 Wi-Fi6 无线网卡，在 Android/Windows 下可实现 Wi-Fi 连接、AP 热点发射及 BT 蓝牙连接功能。支持蓝牙 Bluetooth 5.4 标准。 18.Wi-Fi 及 AP 热点支持连接带无线模块功能的学生终端，在 Android 下支持无线设备同时连接数量≥32 个，在 Windows 系统下支持无线设备同时连接>8 个。 19.整机内置的蓝牙及 Wi-Fi 模块支持便捷拆除及恢复，确保特殊应用场景下的信息安全。 20.整机具备分级降屏（1/3、1/2）功能，用户可以根据使用情况自行选择降 1/3 或者 1/2 屏。 21.整机嵌入式安卓系统版本不低于 Android 14，内存≥4GB，存储空间≥32GB。 22.整机教学桌面支持画报轮播功能，通过主页快捷入口可自定义轮播内容、轮播间隔、播放时间等，助力校园文化建设。（提供具有 CMA 或 CNAS 认证标识的第三方检测机构权威检测报告） 23.整机支持与 AI 数字人开启任意话题的对话，包括但不限于：学科问答、故事接龙、猜谜语。 24.整机支持进行成语接龙游戏，在接龙过程中会讲解成语的意思和使用方式，支持指定关键字，进行飞花令游戏。 ▲25.嵌入式 Android 操作系统下，内置电子视力表软件，支持通过触摸方式进行视力检测。支持护眼百科内容浏览播放，包含专家视频、护眼动画资源，不少于 30 个护眼视频。（提供具有国家相关认证的第三方检测机构出具的检测报告） ▲26.须提供内置电子视力表软件相关的计算机软件著作权登记证书。 二、OPS 模块要求 1.采用不低于 Intel 通用标准 80pin 接口，主板不低于 Intel 酷睿 12 代 I5 系列 CPU，内存：不低于 8GB DDR4 笔记本内存或以上配置，硬盘：256GB 或以上 SSD 固态硬盘。 2.具有独立非外扩展的视频输出接口：≥1 路 HDMI，≥1 路 DP。具有独立非外扩展的电脑 USB 接口：≥3 路 USB3.0，≥1 路 USB2.0。 3.整机与电脑模块连接采用万兆级接口，传输速率≥10Gbps。 三、教学白板软件要求 1.教学软件采用备授课一体化设计，具有备课模式及授课模式，且操作界面根据备课和授课使用场景不同而区别设计。支持老师个人账号注册登录使用。教师可根据教学场景自由切换类 PPT 界面的备课模式与触控交互教学模式，适用于教室、办公室等不同教学环境，便于教师教学使用。

		2.教学软件支持课件云存储，不需要使用外接存储设备，老师联网登录账号便可使用云课件；提供具有可扩展性，易于学校管理，安全可靠的云存储空间，所有老师注册即可免费使用不小于300G的个人云空间； 3.教学软件支持课件重命名、移动文件、删除文件、课件下载、创建副本、按名称/更新时间进行排序；支持课件搜索和查看最近打开的课件； 4.教学软件支持任意界面的悬浮工具栏，支持在桌面等界面自由快速批注、擦除、清空以及放大镜、聚光灯、截图等功能，支持返回授课；支持通过截图并插入至课件或板中模式。 5.授课模式下支持调用智能搜索工具快速搜索笔迹相关资源，支持调用浏览器根据识别出搜索词条呈现搜索。 四、配备音箱要求 1.采用进口全频扬声器； 2.喷漆高密度中纤板箱体、钢网回音吸收布沙罩； 3.二路二单元全频音箱，≥6.5寸低音单元、≥3寸高音单元； 4.配置原厂可调角度安装支架； 5.输出功率：60W—200W； 6.阻抗：≥8Ω； 7.最大声压级：≥123dB； 8.灵敏度：105dB(±2dB)； 9.频率响应：20 Hz -18kHz。 五、配备一拖二无线话筒要求 1.双通道一拖二无线麦克风系统； 2.具有不少于2个独立通道；每台机有不少于200个频点可选； 3.液晶显示屏，使接收机及发射器的信号强度、音频动态、工作ID、工作频率等状态可显示； 4.频率范围：UHF 640-690MHz； 5.可调频点数：100×2CH； 6.频率响应 ：50Hz~18KHz； 7.信噪比：≥98dB；

		六、其他：需配备多功能讲台
6	实训六角桌椅	一、六角桌参数要求 1.尺寸要求：正六边形（边长≥600mm），桌面厚≥25mm，桌高≥750mm。 2.材质要求：E1 级环保板材（表面耐磨防火），桌架为优质冷轧钢管（管径≥30mm），桌脚带防滑橡胶垫。 3.工艺要求：桌面边缘圆角封边（防磕碰），桌架焊接牢固、表面喷塑防锈。 二、配套座椅参数 1.尺寸要求：座宽≥450mm、座深≥400mm、座高≥450mm。 2.材质要求：环保 PP 塑料椅面 / 椅背，椅架为冷轧钢管（管径≥22mm），椅脚带防滑垫。 3.工艺要求：椅面与椅架固定牢固，承重≥150kg，无尖锐边角。
7	综合环境提升	一、总体要求 专业实训室室内文化建设、实训室配套设备线路改造、墙面处理、顶面处理及灯光升级。实训室尺寸约：长12m×宽 7m，整体设计风格统一、专业主题突出。 二、技术要求 1.设计要求：整体布局规整大气，色调适配实训场地工业风，内容涵盖专业介绍、安全操作、规章制度、工匠精神、专业科普、职业素养等，画面高清、文字规范、排版美观。 2.材质要求：所有文化产品采用环保阻燃、无异味、防刮耐磨、防潮防腐材料；线路改造所有线缆、辅材、配电箱均为国标合格产品，阻燃耐火、绝缘性强。 三、技术参数要求 1.布线系统：按现代电力系统智能控制综合实训平台等设备用电需求，重新规划强弱电回路，采用国标阻燃铜芯线缆，强弱电分槽敷设，杜绝干扰。 2.配电箱及回路改造 升级更换国标防水防尘配电箱，分路设置空气开关、漏电保护器、过载保护，单设备单回路独立控制，接地保护系统完善，符合工业实训用电安全标准。 3.插座及点位布设 按实训设备布局新增、调整工业插座、网络信息点位，插座采用防水防溅工业级款式，安装高度规范，布线接地可靠。

		4.线路整理与安全防护 对原有老旧线路梳理、更换废弃线路，所有接线端子绝缘包裹，金属部件可靠接地，整体满足长期连续实训用电、设备安全运行要求，为竣工提供线路布局图纸。 雨淋、抗紫外线。 6.同时实训环境还需对墙面、顶面及灯光进行改造升级，满足设备使用环境要求。

附件 2：

分项价格表

产品名称	版本	数量	单价（元）		税率（%）	小计
			不含税	含税		
现代电力系统智能控制综合实训平台	GL3106A1	10 套	1732673.27	1750000.00	1%	1750000.00
现代电力系统智能控制综合实训平台扩展模块	GL3106A2	1 套	330693.07	334000.00	1%	334000.00
控制终端	VeritonA 850	10 套	34653.47	35000.00	1%	35000.00
可再生能源智能微电网系统平台	NZ-7000	1 套	277227.72	280000.00	1%	280000.00
可再生能源智能微电网系统平台	NZ-8000	1 套	277227.72	280000.00	1%	280000.00
交互式智慧终端	BH100PFA	1 套	40594.06	41000.00	1%	41000.00
实训六角桌椅	BY-673	6 套	17821.78	18000.00	1%	18000.00
综合环境提升	定制	1 项	79207.92	80000.00	1%	80000.00
总计（元）	大写：人民币贰佰捌拾壹万捌仟元整 小写：¥2818000 元					

附件 3：履约保函格式（以银行出具的保函为例）

履约保函格式

履约保函

致：_____（买方）

鉴于_____（卖方名称）（以下简称卖方）将根据___年___月__日签订的编号为_____的_____软件采购合同（以下简称合同）向贵方提供_____软件。

根据合同约定，卖方应向贵方提交由指定银行出具的相当于合同价格 10%的履约保函，金额为人民币大写_____(¥_____)，作为卖方履行合同义务的担保。

为此，根据卖方申请，我行同意出具此保函，并声明如下：

（1）我行作为保证人并以卖方的名义向贵方出具总额为人民币（大写）_____（小写）_____的保函；我行在收到贵方关于卖方违反合同义务的书面通知后，将无条件向贵方支付保函限额之内的一笔或数笔款项，贵方无须提供有关卖方违约的证明文件。

（2） 按上述约定承付的金额，将是净数，不得扣除现在或将来应付的任何税费、手续费或任何性质的其他费用。

（3） 本保函的约定是我行无条件的不可撤销的直接义务。合同条款的修改不免除我行在本保函下的义务。

（4） 本保函自签发之日起至_____年___月___日止的期间内有效。

银行名称：（盖章）

负责人：_____

日期：_____年__月__日

附件 4：结清款保函格式（以银行出具的保函为例）

银行保函替代结清款申请函

致：_____（买方）

_____公司（卖方）与贵公司（买方）签订了关于向_____工程供货合同（合同编号_____），合同金额¥（人民币）_____元。其中：合同结清款¥（人民币）_____元，占合同总金额的_____ %。

现申请以合同结清款同等金额的银行保函替代合同结清款，并承诺如下：

一、我公司提供的银行保函真实有效，保函有效期不短于原合同约定的质保期限。

二、我公司严格履行合同约定的各项质量保证义务，银行保函的提供不影响合同原有义务的履行。

三、我公司同意如贵公司在兑付该银行保函过程中产生任何延迟、不能足额兑现等情况时，贵公司可以在其他我公司与贵公司签订合同中应付款项中扣除同等金额的合同结清款。

四、如在银行保函有效期内，合同货物出现因我公司原因造成的质量问题，需要延长合同质保期的，我公司承诺按要求提供新的银行保函。

_____ 年__ 月__ 日（公章）

结清款保函

致：_____（买方）

鉴于_____（卖方名称，以下简称卖方）与贵方（买方）于____年___月___日签订了买方合同编号为_____ 的__采购合同（以下简称采购合同），卖方将根据采购合同向买方供应合同货物。

鉴于贵方根据采购合同，要求卖方提供与合同结清款同等金额即人民币_____（大写）___（小写）、占合同价格的__%的结清款保函，作为卖方履行质保期义务的担保。

为此，根据卖方的申请，本银行_____（银行名称及法定地址），特向贵方出具上述金额的结清款保函，并在此声明：

1. 本结清款保函为无条件的不可撤销的银行保函；

2. 如果由于卖方在履行采购合同质保期责任中的作为或不作为、故意、疏忽或过失、过错等原因，使贵方遭受或可能遭受任何损失时，贵方即可向本行发出要求支付的书面通知。本行在收到该通知后将立即按该书面通知所要求的支付金额和时间进行支付。贵方在发出此类通知时无需随附任何证据或证据性材料，也无需说明任何理由；

3. 本结清款保函项下的任何支付均为免税和净值，对于现有或将来的税收、关税、收费、费用扣减或预提税款，不论这些款项是何种性质和由谁征收，都不从本结清款保函项下的支付中扣除；

4. 本行特此放弃所有因贵方与卖方之间发生争议或相互索赔而享有的任何抗辩权；

5. 本行进一步同意，如果采购合同发生任何情况的修改、修订、补充或其他变化，本行在本结清款保函中的责任将不会发生任何变化，采购合同的前述变化也无须通知本行；

6. 本结清款保函自__年_月_ 日起至__年__月__日止有效。

银行名称：（盖章）

负责人：

日期：____年___月___日