

**职业学校电力技术类专业实训
教学条件建设标准**

（征求意见稿）

目 录

1	范围	1
1.1	概述	1
1.2	具体适用专业	1
2	实训教学场所及功能	2
3	实训教学场所要求	12
3.1	供电	12
3.2	采光	13
3.3	照明	13
3.4	通风	13
3.5	防火	13
3.6	安全与卫生	13
3.7	网络环境	14
3.8	实训场所布置	14
4	实训教学设备要求	15
4.1	电力技术类专业基础技能实训场所设备要求	16
4.2	电力技术类专业核心技能实训场所设备要求	28
4.3	电力技术类专业拓展技能实训场所设备要求	57
5	实训教学管理与实施	80
6	参考文献及标准	81

职业学校电力技术类专业 实训教学条件建设标准

1 范围

1.1 概述

为贯彻落实党的二十大精神，落实《关于深化现代职业教育体系建设改革的意见》文件要求，围绕产业的数字化转型升级，坚持绿色环保低碳发展，强化安全意识，培养适应现代化产业体系发展的技术技能人才制定本标准。

本标准依据国家《职业教育专业目录(2021)》、《职业教育专业简介》和电力技术类专业教学标准制定。用于指导职业学校电力技术类专业校内实训教学场所及设备的建设，达成中职-高职专科-高职本科以及高职专业硕士电力技术类专业人才培养目标和规格应配备的基本实训教学设施要求。职业学校相关专业及有关培训机构可参照执行。

1.2 具体适用专业

本标准适用于职业学校能源动力与材料大类电力技术类专业（含中职、高职专科、高职本科），其中：

中职：发电厂及变电站运行与维护（630101）、水电厂机电设备安装与运行（630102）、电力系统自动化装置调试与维护（630103）、输配电线路施工与运行（630104）、供用电技术（630105）。

高职专科：发电厂及电力系统（430101）、水电站机电设备与自动化（430102）、水电站与电力网技术（430103）、分布式发电与智能微电网技术（430104）、电力系统自动化技术（430105）、电力系统继电保护技

术（430106）、输配电工程技术（430107）、供用电技术（430108）、农业电气化技术（430109）、机场电工技术（430110）、电力客户服务与管理（430111）。

高职本科：电力工程及自动化（230101）、智能电网工程技术（230102）。

2 实训教学场所及功能

职业教育电力技术专业实训教学条件建设标准与该专业类教学标准相对应，为满足该专业类人才培养目标与技术技能训练要求，设置专业类基础技能实训、专业类核心技能实训、专业类拓展技能实训（包括专业类综合实训、专业类新技术实训与专业发展的数字化技术实训）等三类实训场所。实训教学场所面积按满足 40 人/班同时开展实训教学的基本要求设定。在实训场所及功能设计中，紧跟国家电力发展，践行“双碳”目标，确保安全第一，强化学生创新创业能力的培养。在实训场所配备安全工器具，张贴实训安全须知和实训场所准入制度，陈列技术发展沿革、主要工艺流程、操作规范，并加入电力工匠、专业知名人物事迹等课程思政教育资料。实训教学场所分类、主要功能与面积如下表 2.1 所示。

表 2.1 电力技术专业实训教学场所分类、主要功能与面积

实训教学类别	实训场所名称	功能		实训场所最小面积/m ²	实训场所设备特征	实训场所的类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科 科/高职本科	主要实验实训项目			
专业类基础技能实训	金工实训场所	电力技术类中职、高职专科、高职本科所有专业	中职开设： 1. 常用钳工工具、量具的认识； 2. 常用钳工工具、量具的使用技能训练； 3. 锉削、锯割、钻孔、攻丝等基本钳工操作技能； 高职专科开设： 1. 凿削、套扣、划线技能训练； 2. 台式钻床基本操作训练； 3. 钳工常用工具、量具的保养训练； 4. 装配图识读； 5. 零件测绘技能训练； 6. 工件加工技能训练； 高职本科开设： 1. 机械产品的装配、调试； 2. 机械零件故障解决及处理； 3. 复杂金属零件的设计与加工流程优化	120	真实实验实训装备	

实训教学类别	实训场所名称	功能		实训场所最小面积/m ²	实训场所设备特征	实训场所的类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/高职本科	主要实验实训项目			
专业类 基础技能实训	电工实训场所	电力技术类中职、高职专科、高职本科、专业硕士所有专业	中职开设: 1. 电工测量仪表的使用; 2. 电气元件伏安特性测量; 3. 直流回路电位、电压测量; 4. 单相、三相交流电路电压、电流、功率测量; 5. 基尔霍夫定律的验证实验; 6. 叠加定理的验证实验; 高职专科开设: 1. 伏安特性验证实验; 2. 戴维南定理和诺顿定理验证实验; 3. 用三表法测量交流电路等效参数; 4. RLC 串联电路频率特性研究; 高职本科开设: 1. 有源二端网络的研究实验; 2. 功率因数的测量与改善实验; 3. 正弦稳态交流电路相量研究; 高职专业硕士开设: 1. 最大功率传输条件的研究实验; 2. R、L、C 串联谐振电路的研究	120	真实实验实训装备	
	电工工艺实训场所	电力技术类中职、高职专科、高职本科所有专业	中职开设: 1. 低压电工安全操作规程、常用电工材料认知; 2. 常用电工工具及仪表使用; 3. 导线连接基本技能实训; 4. 室内照明电路综合布线安装与检修; 5. 三相电机启停、正反转、顺序控制等控制电路的安装、调试与检修; 6. 三相电机降压启动、制动控制线路安装、调试与检修; 高职专科开设: 1. 三相四线电能表接线; 2. 低压综合配线, 含三级漏保; 3. 三相电机调速控制电路安装、调试与检修; 4. 工厂配电线路故障排查; 高职本科开设: 1. 多台联动三相异步电动机控制方案的分析、选择、设计; 2. 电气接线图的测绘及分析	120	真实实验实训装备	
	电子实训场所	电力技术类中职、高职专科、高职本科所有专业	中职开设: 1. 常用电子仪器仪表的使用; 2. 常用电子元件的识别与检测; 3. 单管放大电路测试; 4. 集成运算放大电路测试; 5. 直流稳压电路测试; 6. 组合逻辑电路设计; 7. 时序逻辑电路等实验; 高职专科开设: 1. 常用电子元件的焊接与调试; 2. 实用电子产品设计、装配与调试; 高职本科开设: 1. PCB 设计制板	80	真实实验实训装备	

实训教学类别	实训场所名称	功能		实训场所最小面积/m ²	实训场所设备特征	实训场所的类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/高职本科	主要实验实训项目			
专业类基础技能实训	电力安全技术实训场所	电力技术类中职、高职专科、高职本科所有专业	中职开设: 1. 电力生产安全标识的识别; 2. 电力安全工器具的使用; 3. 电力生产安全装备的穿戴; 4. 触电急救过程中脱离电源与心肺复苏训练; 5. 电力生产现场消防灭火及逃生训练; 6. 人体触电风险体验; 高职专科开设: 1. 电力生产安全标识的布置; 2. 电力安全组织措施的实施; 3. 电力安全技术措施的实施; 4. 电力生产现场违章纠错与安全隐患排查; 5. 10kV 配电系统运维作业风险体验; 6. 输配电架空线路高处作业风险体验; 高职本科开设: 1. 电力生产工作环境中的应急处置	160	企业真实装备/虚拟仿真设备	
	工程制图与CAD实训场所	电力技术类中职、高职专科、高职本科所有专业	中职开设: 1. CAD 基本使用方法; 2. 基本三视图的识读与绘制; 3. 电气设备符号的识读与绘制; 4. 简单机械零部件的识读与绘制; 5. 简单电气接线图的识读与绘制; 高职专科开设: 1. CAD 绘图环境的设置; 2. 复杂机械零部件的识读与绘制; 3. 电气主接线图的识读与绘制; 高职本科开设: 1. 电力工程图的识读与绘制	120	真实实验实训装备/虚拟仿真软件	
专业类核心技能实训	电机实训场所	中职: 发电厂及变电站运行与维护、水电厂机电设备安装与运行、电力系统自动化装置调试与维护、供用电技术 高职专科: 发电厂及电力系统、水电站机电设备与自动化、水电站与电网技术、电力系统自动化技术、电力系统继电保护技术、输配电工程技术、供用电技术 高职本科: 电力工程及自动化专业、智能电网工程技术专业	中职开设: 1. 单相变压器的参数测定; 2. 单相变压器的并联运行; 3. 三相变压器连接组别的判定; 4. 三相鼠笼式异步电动机的起动和调速; 高职专科开设: 1. 三相变压器的参数测定; 2. 三相变压器的并联运行; 3. 三相同步发电机运行特性的测试; 4. 三相同步发电机投入电网并联运行; 5. 三相鼠笼式异步电动机的参数测定; 6. 三相绕线式异步电动机的起动和调速; 高职本科开设: 1. 电动机起动控制编程、接线与调试; 2. 智能电动机保护实验	120	真实实验实训装备	

实训教学类别	实训场所名称	功能		实训场所最小面积/m ²	实训场所设备特征	实训场所的类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/高职本科	主要实验实训项目			
专业类 核心技能实训	电气设备检修与维护实训所	<p>中职: 发电厂及变电站运行与维护、供用电技术、电力系统自动装置调试与维护。</p> <p>高职专科: 发电厂及电力系统、水电站机电设备及自动化、水电站与电力网技术、电力系统自动化技术、电力系统继电保护技术、供用电技术</p> <p>高职本科: 电力工程及自动化、智能电网工程技术</p>	<p>中职开设:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 低压开关柜设备结构认知; 2. 低压开关柜一次设备检修与维护; 3. 高压开关柜一次设备结构认知; <p>高职专科开设:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 高压开关柜检修与维护; 2. 防雷接地装置检修与维护; 3. 高压隔离开关检修与维护; 4. 真空断路器检修与维护; <p>高职本科开设:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 高压互感器检修与维护; 2. SF₆断路器检修与维护 	200	真实实验实训装备(企业真实装备)/虚拟仿真设备	
	高电压技术实训场所	<p>高职专科: 发电厂及电力系统、电力系统自动化技术、输配电工程技术</p> <p>高职本科: 电力工程及自动化、智能电网工程技术</p>	<p>高职专科开设:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 变压器(互感器)或其他电气设备绝缘电阻、吸收比和极化指数的测量; 2. 电气设备直流泄漏电流的测量; 3. 电气设备介质损耗因数(tanδ)和电容量的测量; 4. 避雷针、杆塔、接地网接地电阻的测量; <p>高职本科开设:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 变压器、互感器、电缆的交直流耐压试验; 2. 高压电气设备的局部放电测量及定位; 3. 变压器、互感器的感应耐压试验 	200	真实实验实训装备	
	继电保护与自动装置实训所	<p>中职: 发电厂及变电站运行与维护、电力系统自动装置调试与维护</p> <p>高职专科: 发电厂及电力系统、水电站机电设备及自动化、水电站与电力网技术、电力系统自动化技术、电力系统继电保护技术、供用电技术</p> <p>高职本科: 电力工程及自动化、智能电网工程技术</p>	<p>中职开设:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 继电保护与自动装置设备认知; 2. 继电保护试验仪器仪表的操作; 3. 电磁型继电器动作特性测试; 4. 线路保护调试; <p>高职专科开设:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 继电保护二次回路检查; 2. 继电保护定值清单的编写; 3. 自动重合闸功能调试; 4. 备自投功能逻辑判断与调试; 5. 电容器微机保护调试; 6. 线路微机保护调试; 7. 变压器微机保护调试; 8. 母线微机保护调试实训; <p>高职本科开设:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 继电保护装置检修作业指导书的编制; 2. 线路保护调试检验; 3. 变压器保护调试检验; 4. 故障录波数据分析; 5. 发变组保护调试检验; 6. 发电机同期装置检验; 7. 发电机励磁调节装置检测 	160	真实实验实训装备	

实训教学类别	实训场所名称	功能		实训场所最小面积/m ²	实训场所设备特征	实训场所的类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/高职本科	主要实验实训项目			
专业类 核心技能实训	二次接线实训场所	中职: 电力系统自动装置调试与维护、水电厂机电设备安装与运行、发电厂与变电站运行与维护 高职专科: 发电厂及电力系统、水电站机电设备及自动化、水电站与电力网技术、电力系统自动化技术、电力系统继电保护技术、供用电技术	中职开设: 1. 配电柜、保护柜的识图; 2. 根据图纸完成柜内导线的下线、排线和接线; 3. 根据图纸完成柜间控制电缆的施放、剥线、下线、排线和接线; 4. 控制电缆电缆头的制作、挂电缆标签; 5. 配电柜、保护柜的孔洞的封堵; 高职专科开设: 1. 电气二次接线图的设计与绘制; 2. 电气二次接线的正确性检查及故障排除; 3. 完成二次回路及相关二次设备的调试与校验	160	真实实验实训装备	专业类综合
	电气运行仿真实训场所	中职: 发电厂及变电站运行与维护、电力系统自动化装置调试与维护、供用电技术 高职专科: 发电厂及电力系统、电力系统自动化技术、电力系统继电保护技术、供用电技术、分布式发电与智能微电网技术 高职本科: 电力工程及自动化、智能电网工程技术	中职开设: 1. 发电厂、变电站一次主设备巡视; 2. 线路的倒闸操作; 高职专科开设: 1. 常规变电站和智能变电站的认识; 2. 二次设备巡视; 3. 母线、变压器、站用电、开关柜的倒闸操作; 4. 线路、变压器、母线、站用电异常及故障处理; 5. 厂用电送电、切换操作; 6. 发变组升压并网、解列停机操作(选做); 高职本科开设: 1. 组合电器倒闸操作; 2. 电容器、电抗器及消弧线圈的巡视、异常及故障处理; 3. 站用(厂用)交、直流系统异常及故障处理; 4. 发变组异常及故障处理	120	虚拟仿真设备	
	水电站运行仿真	中职: 水电厂机电设备安装与运行 高职专科: 水电站机电设备及自动化、水电站与电力网技术	中职开设: 1. 水电站全系统认知; 2. 水电站运行监视及操作; 3. 水电站操作票的书写训练; 4. 水电站简单电气倒闸操作; 高职专科开设: 1. 水电站引水系统快速闸门(或主阀)、检修闸门手动/自动操作; 2. 水电站渗漏排水、检修排水系统手动/自动操作; 3. 水电站发电机制动系统、技术供水、调速器油压装置手动/自动操作; 4. 水电站励磁系统、调速系统手动/自动操作; 5. 水电站发电机、主变、母线、厂用电系统倒闸操作; 6. 水电站机组开机并网操作; 7. 水电站机组大修安全措施操作及大修后安全措施恢复操作; 8. 水电站典型事故处理演练	120	虚拟仿真设备	

实训教学类别	实训场所名称	功能		实训场所最小面积/m ²	实训场所设备特征	实训场所的类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/高职本科	主要实验实训项目			
专业类核心技能实训	水力机组及辅助设备安装与检修实训场所	中职: 水电厂机电设备安装与运行 高职专科专业: 水电站机电设备及自动化、水电站与电力网技术	中职开设: 1. 水轮发电机组及辅助设备结构认知; 2. 辅助设备的安装、检修等; 3. 常用检修工量具的使用; 高职专科开设: 1. 水力发电机安装; 2. 水力发电机检修; 3. 水轮机安装; 4. 水轮机检修; 5. 机组中心测量与调整	200	真实实验实训装备/虚拟仿真设备	
	线路基本工艺实训场所	中职: 输配电线路施工与运行、供用电技术 高职专科: 输配电工程技术、供用电技术 高职本科: 电力工程及自动化	中职开设: 1. 金具和线材识别; 2. 钢丝绳索扣和绳结制作训练; 3. 绝缘子绑扎技能训练; 高职专科开设: 1. 导线压接训练; 2. 绝缘子组装与检测; 3. 放线紧线操作; 4. 拉线制作; 5. 导线修补训练; 6. 电缆附件制作; 7. 电缆故障查找; 高职本科开设: 1. 输配电架空线路运行、试验方案设计; 2. 电力电缆工程运行、试验方案设计	160	真实实验实训装备	专业类综合
	输配电技能实训场所	中职: 输配电线路施工与运行、供用电技术 高职专科: 输配电工程技术、供用电技术 高职本科: 电力工程及自动化、智能电网工程技术	中职开设: 1. 输电线路巡视及缺陷查找; 2. 配电线路巡视缺陷查找; 3. 配电变压器、柱上断路器、箱变、环网柜等设备的认识及停电电操作; 4. 配电自动化终端设备的认识; 高职专科开设: 1. 输电线路登塔作业; 2. 配电线路登杆作业; 3. 配电带电作业; 高职本科开设: 1. 架空线路工程施工验收; 2. 配电工程施工验收; 3. 起重吊装工程专项施工方案编制; 4. 线路工程施工和检修方案编制	1000(室内外)	真实实验实训装备	专业类综合
	工程测量实训场所	中职: 输配电线路施工与运行 高职专科: 输配电工程技术 高职本科: 电力工程及自动化	中职开设: 1. 经纬仪基本操作; 2. 全站仪基本操作; 3. 水准仪的认识与基本操作; 4. 控制点坐标测量; 5. 水准测量; 6. 弧垂观测与检查; 高职专科开设: 1. 平断面图外业测量并用专业软件进行内业绘制; 2. 交叉跨越测量; 3. 分坑测量及复测; 4. 杆塔尺寸测量及结构变形测量; 5. GNSS 设备测绘和测绘专业软件使用; 高职本科开设: 1. 输配电工程工程测量方案编制; 2. 无人机摄影测量; 3. 电力 GIS 系统数据采集及应用	160	真实实验实训装备	专业类综合

实训教学类别	实训场所名称	功能		实训场所最小面积/m ²	实训场所设备特征	实训场所的类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/高职本科	主要实验实训项目			
专业类核心技能实训	电能计量实训场所	中职： 供用电技术 高职专科： 供用电技术、输配电工程技术、电力系统自动化技术、电力客户服务与管理专业 高职本科： 智能电网工程技术	中职开设： 1. 计量装置的认识； 2. 单相电能计量装置的安装接线； 3. 单相电能计量装置的错误接线检查； 4. 低压电能计量装置的安装接线； 5. 低压电能计量装置错误接线检查； 高职专科开设： 1. 高压电能计量装置的安装接线； 2. 电能计量装置的错误接线分析； 3. 电能计量装置现场校验； 4. 不停电更换电能表； 5. 用电信息采集设备的安装； 6. 智能电能表与用电信息采集终端的联调； 7. 智能电能表远程抄读； 8. 终端抄表异常消缺； 9. 用电信息采集系统构成与通讯方式实训； 10. 窃电查处方法； 高职本科开设： 1. 客户用电信息采集数据的分析； 2. DL/T645-2007 通讯规约实训； 3. DL/T698.45 电能信息采集与管理系统一面向对象的数据交换协议通信实训； 4. 供电台区线损计算与反窃电排查、数据分析定位	120	真实实验实训装备	
专业类拓展技能实训	电力系统综合自动化实训场所	高职专科： 发电厂及电力系统、电力系统自动化技术、电力系统继电保护技术、供用电技术 高职本科： 电力工程及自动化、智能电网工程技术	高职专科开设： 1. 变电站综合自动化系统运行、维护和故障处理； 2. 发电厂励磁控制系统、同期并列、储能电站并网控制系统等自动装置实验； 3. 发电厂电气自动化系统运行、维护和故障处理； 4. AGC、AVC 系统功能实验以及运行、维护； 5. 调度自动化系统运行、维护和故障处理； 6. 继电保护装置运行与维护 高职本科开设： 1. 变电站或储能电站自动化系统组态； 2. 变电站或储能电站自动化系统测试； 3. 变电站或储能电站自动化系统设计	200	虚拟仿真环境	专业类综合
	智能变电站运行实训场所	高职专科： 发电厂及电力系统、电力系统自动化技术、电力系统继电保护技术 高职本科： 电力工程及自动化、智能电网工程技术	高职专科开设： 1. 一体化二次系统的原理、结构、功能等方面的培训； 2. 智能变电站保护、测控、智能终端、合并单元等智能电子设备（IED）调试、故障分析及处理实训； 3. 智能变电站监控系统运维、调试、故障分析及处理实训； 4. 光纤参数测试； 5. 智能变电站监控系统对时测试； 高职本科开设： 1. 智能变电站 SCD 文档的编制实训； 2. 智能电子设备（IED）的 CID 文件生成和下装实训； 3. 网络交换机的 VLAN 划分和测试实训； 4. 智能变电站网络报文分析实训	200	真实实验实训装备	专业类综合/专业类数字化技术

实训教学类别	实训场所名称	功能		实训场所最小面积/m ²	实训场所设备特征	实训场所的类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/高职本科	主要实验实训项目			
专业类拓展技能实训	水电站综合自动化实训场所	中职专业： 水电厂机电设备安装与运行 高职专科专业： 水电站机电设备及自动化、水电站与电力网技术	中职开设： 1. 水电站自动化元件接线； 2. 水电站计算机监控系统运行； 3. 水轮发电机组运行简单故障处理； 高职专科开设： 1. 水电站自动化设备调试； 2. 水电站自动化设备运维； 3. 水轮发电机组手/自动开停机操作； 4. 水轮发电机组运行综合故障处理	160	真实实验实训装备	专业类综合
	电力工程造价实训场所	中职： 输配电线路施工与运行、供用电技术 高职专科： 输配电工程技术、供用电技术 高职本科： 电力工程及自动化、智能电网工程技术	中职开设： 1. 工程图纸识读； 2. 工程量计算； 3. 预算定额套用； 4. 施工图预算软件编制； 高职专科开设： 1. 建筑安装工程费用计算； 2. 设备费用计算； 3. 其他费用计算； 4. 基本预备费计算； 5. 总投资计算； 高职本科开设： 1. 造价分析	120	真实实验实训装备, 可选配虚拟仿真软件	专业类综合/专业类数字化技术
	电气控制实训场所	中职专业： 发电厂及变电站运行与维护、水电厂机电设备安装与运行、供用电技术 高职专科专业： 发电厂及电力系统、水电站机电设备及自动化、水电站与电力网技术、电力系统自动化技术、电力系统继电保护技术、供用电技术、分布式发电与智能微电网技术 高职本科专业： 电力工程及自动化、智能电网工程技术	中职开设： 1. 常用低压电器设备选用和检测； 2. 电动机连续、正反转等常用控制电路安装与调试； 3. PLC 及其外围电路连接； 4. PLC 基本逻辑指令、功能指令编程； 5. PLC 内置模拟量模块的使用； 6. 变频器运行与操作（选配）； 7. 触摸屏组态控制（选配）； 8. 步进驱动装置安装与调试； 9. PLC 逻辑控制综合应用； 高职专科开设： 1. 电动机制动控制、调速控制电路安装与调试； 2. PLC 模拟量扩展模块配置、选用、安装与调试； 3. PLC 网络通信； 4. PLC 组态应用； 5. 伺服控制系统安装与调试； 6. PLC、触摸屏、伺服控制器综合应用； 高职本科开设： 1. 电气控制线路设计与调试； 2. PLC、触摸屏、变频器工业网络通信； 3. PLC 控制系统设计与调试	120	真实实验实训装备	专业类数字化技术

实训教学类别	实训场所名称	功能		实训场所最小面积/m ²	实训场所设备特征	实训场所的类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/高职本科	主要实验实训项目			
专业类拓展技能实训	智能供配电技术实训场所	中职: 发电厂及变电站运行与维护、供用电技术 高职专科: 供用电技术 高职本科: 智能电网工程技术	中职开设: 1. 配电系统电气设备的认知; 2. 配电室电气设备的巡视检查; 3. 配电系统停送电及检修倒闸操作; 4. 仪器仪表的接线和使用; 高职专科开设: 1. 高压电气设备的巡视检查与运行维护; 2. 低压电气设备的巡视检查与运行维护; 3. 配电室运行值班流程; 4. 智能配电设备参数设置及通讯调试; 5. 配电系统典型事故分析与处理; 高职本科开设: 1. 供配电系统一次主接线、二次回路、通讯系统及网络构架设计; 2. 通讯程序的开发	160	真实实验实训装备和虚拟仿真设备	专业类新技术
	无人机应用技术实训场所	高职专科: 输配电工程技术、供用电技术 高职本科: 电力工程及自动化、智能电网工程技术	高职专科开设: 1. 无人机拆装训练; 2. 无人机操作仿真; 3. 无人机实机操作; 4. 无人机实机输配电线路巡检; 5. 无人机航测基本操作; 高职本科开设: 1. 变电站无人机巢运维与自动巡检作业; 2. 无人机电力巡检报告编制	160	真实实验实训装备,可选配虚拟仿真软件	专业类新技术
	高压试验虚拟仿真实训场所	中职: 发电厂及变电站运行与维护、供用电技术、输配电线路施工与运行 高职专科: 发电厂及电力系统、水电站机电设备及自动化、水电站与电力网技术、电力系统自动化技术、电力系统继电保护技术、输配电工程技术、供用电技术 高职本科: 电力工程及自动化、智能电网工程技术	中职开设: 1. 电气试验相关设备认知; 2. 安全工器具的选择; 3. 绝缘电阻及吸收比试验; 4. 介质损失角正切值的测量; 5. 交流耐压试验; 6. 试验数据分析与判断; 高职专科开设: 1. 泄漏电流及直流耐压试验; 2. 绝缘油试验; 3. 变压器综合特性试验; 4. 互感器综合特性试验; 5. 断路器综合特性试验; 高职本科开设: 1. 绝缘子电压分布测量; 2. 局部放电试验; 3. GIS 试验; 4. 电气设备在线监测	120	虚拟仿真设备	专业类数字化技术

实训教学类别	实训场所名称	功能		实训场所最小面积/m ²	实训场所设备特征	实训场所的类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/高职本科	主要实验实训项目			
专业类拓展技能实训	电力系统虚拟仿真实训场所	高职专科： 发电厂及电力系统、水电站机电设备与自动化、水电站与电力网技术、电力系统自动化技术、电力系统继电保护技术、输配电工程技术、供用电技术 高职本科： 电力工程及自动化、智能电网工程技术	高职专科开设： 1. 火力发电厂典型设备及生产过程认知； 2. 风力发电场典型设备及生产过程认知； 3. 太阳能发电场典型设备及生产过程认知； 4. 交流高压输电线路典型设备及工作场景认知； 5. 常规变电站典型设备及工作场景认知； 6. 智能变电站典型设备及工作场景认知； 高职本科开设： 1. 抽水蓄能电站典型设备及生产过程认知； 2. 特高压直流输电线路典型设备及工作场景认知； 3. 电网调度过程认知	120	虚拟仿真设备	专业类数字化技术
	源网荷储一体化仿真实训场所（选配）	高职专科专业： 分布式发电与智能微电网技术专业、供用电技术专业 高职本科专业： 电力工程及自动化专业、智能电网工程技术专业	高职专科开设： 1. 微型燃气轮机系统的运行仿真操作； 2. 风力发电机组的运行仿真操作； 3. 光伏发电系统的运行仿真操作； 4. 电解水制氢和氢燃料电池系统的运行仿真操作； 5. 电化学储能系统的运行仿真操作； 6. 垃圾发电厂的运行仿真； 高职本科开设： 1. 微电网运行特性仿真操作； 2. 微电网能量管理系统仿真操作； 高职研究生开始： 1. 源网荷储整体一体化运行模式研究	120	虚拟仿真设备	专业类数字化技术
	电力系统计算机辅助设计实训场所（选配）	高职专科： 发电厂及电力系统、水电站机电设备与自动化、水电站与电力网技术、电力系统自动化技术、电力系统继电保护技术、输配电工程技术、供用电技术 高职本科： 电力工程及自动化、智能电网工程技术	高职专科开设： 1. 电网参数计算； 2. 潮流计算分析和静态安全分析； 3. 短路计算； 4. 继电保护及自动装置整定计算 5. 电力工程施工图预算； 6. 输配电线路参数计算； 高职本科开设： 1. 电力系统稳定计算； 2. 输配电线路设计； 3. 继电保护配置计算及故障暂态计算； 4. 电力工程设计概算	120	电脑、虚拟仿真设备	专业类数字化技术

实训教学类别	实训场所名称	功能		实训场所最小面积/m ²	实训场所设备特征	实训场所的类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/高职本科	主要实验实训项目			
专业类拓展技能实训	输配电施工运检仿真实训场所 (选配)	中职: 输配电线路施工与运行、供用电技术 高职专科: 输配电工程技术、供用电技术 高职本科: 电力工程及自动化、智能电网工程技术	中职开设: 1. 线路结构认识; 2. 线路故障模拟认识; 3. 线路运维常见工器具使用与检测仿真; 4. 配电设备认识; 高职专科开设: 1. 线路巡视仿真; 2. 线路停电检修; 3. 线路带电检修; 4. 配电台区施工; 5. 配电自动化设备运检; 6. 输配电线路施工; 高职本科开设: 1. 配电站房施工安装仿真; 2. 输配电线路运行实验仿真; 3. 无人机输配电巡检作业仿真	120	虚拟仿真设备	专业类综合/专业类数字化技术
	分布式发电与微电网技术实训场所 (选配)	高职专科: 分布式发电与智能微电网技术、供用电技术 高职本科: 电力工程及自动化、智能电网工程技术	高职专科开设: 1. 分布式发电设备安装与调试; 2. 分布式发电设备检测; 3. 分布式发电系统运行巡检; 4. 分布式发电系统维护检修; 5. 分布式发电系统设计; 6. 微电网系统故障检测; 7. 微电网系统监测; 高职本科开设: 1. 微电网系统规划与设计; 2. 微电网系统运行控制; 3. 微电网系统运行维护; 4. 微电网系统能量管理与调度	120	真实实验实训装备	专业类新技术

3 实训教学场所要求

3.1 供电

各种仪器设备的安装使用都应符合有关国家或行业标准，接地应符合 GB 16895.3 的要求。需接入电源的仪器设备，应满足国家电网规定接入要求，电压额定值为交流 380V（三相）或 220V（单相），并应具备过流、漏电保护功能；需要插接线的，插接线应绝缘且通电部位无外露。

专业特殊要求：

各实训场所应配备低压三相五线制电源，并根据各实训场所设备容量等因素确定电源容量，合理布线。正确选配实训场所低压网络系统中各低压空气断路器和电线（电缆）的载流量，选配的低压空气断路器应具备过

流和漏电保护功能，上下级保护应配合合理，必要时应有浪涌保护功能。

3.2 采光

应符合 GB/T 50033 的有关规定。

专业特殊要求：

采光设计应注意光的方向性，避免在工作过程中产生遮挡和不利的阴影；需要识别颜色的场所，应采用不改变自然光光色的采光材料。

3.3 照明

应符合 GB 50034 的有关规定。

专业特殊要求：

人工照明光源应选择接近自然光色温的光源；实训教学场所的照明应根据教学内容对识别物体颜色的要求和教学场所特点，选择相应显色指数的光源，一般显色指数不低于 Ra80。

3.4 通风

应符合 GB 50019 和工业企业通风的有关要求。

3.5 防火

应符合 GB 50016 有关厂房、仓库防火的规定。

专业特殊要求：

实训场所应为一、二级耐火等级的建筑，至少应设有 2 个安全出口，安全疏散门应向疏散方向开启，不得设置门槛。实训场所内使用的各种电气设备都应具有防爆、隔爆功能，实训装置的周围不应放置任何与实训教学无关的物品。在有日光照射的房间必须安装窗帘。实训场所内应配备适用的灭火器材，特别是适用于电气火灾的灭火器材。

3.6 安全与卫生

应符合 GBZ 1 和 GB/T 12801 的有关要求。安全标志应符合 GB 2893 和

GB 2894 的有关要求。

专业特殊要求：

实训场所安全管理工作应遵守国家及电网公司《电力安全工作规程》等文件的相关规定。

实训条件和安全设施等应符合有关标准、规范的要求，按规定设置安全遮栏、标示牌、安全信号灯及警铃，电气控制柜前应铺设橡胶绝缘垫，备齐合格的劳动防护用品和急救用品。实训场所雷电防护和电气装置接地应分别符合 GB 50057—2010 和 GB/T 50065—2011 的有关规定。

对易燃、易爆或放电后可能产生有毒物质的设备应做好防火、防爆、防毒措施。

实训教师应具备必要的电力安全生产知识，学会并熟练运用紧急救护法和消防灭火方法，特别要学会触电急救和电气火灾的扑救方法。被培训人员应接受相应的安全生产教育，明确实训场所和操作工位存在的危险因素并制定具体的安全防范措施及事故紧急处理措施。在进行高压电气试验时，试验人员不得少于 2 人，并指定其中一人负责监护工作，试验人员与试验设备间应留出足够的电气安全距离。

3.7 网络环境

网络环境应保证实训教学软件及设备的正常运行，要满足线上实践指导、线上虚拟仿真实训及信息化管理所需网络环境要求。鼓励探索运用全过程智慧化实训教学管理平台与管理手段。

3.8 实训场所布置

应在实训场所墙壁、地面、设备的显著位置等布置有关实训场所安全标识：如实训场所准入制度、安全注意事项、实验实训工艺要求等，同时

应布置有关专业实训技术沿革、专业前沿新技术及电力工匠典范事迹等相关内容。

4 实训教学设备要求

电力技术类专业实训场所分成专业类基础技能实训场所、专业类核心技能实训场所、专业类拓展技能实训场所三个部分，各实训场所充分满足专业类大多数专业培养培训需求。各实训场所的实验实训设备配备数量要满足 40 人/班同时开展实验实训的教学要求。在保证实验实训教学目标要求的前提下，各职业学校可根据本专业的实际班级人数和教学组织模式对实验实训课程进行合理安排，配备相应的仪器设备数量。各学校还可根据地域特点和行业/企业对从业人员的具体要求，优先选择具有 ISO 标准管理体系认证等国家质量监督管理部门认可的企业所生产的相应规格、型号的仪器设备，优先选择企业所用真实设备，优先选择专业新技术实验实训装备，应推荐使用替代性强、实验实训开出率高、便于更新换代、节约建设成本的虚拟仿真实训资源，建立数字化、智能化、网络化的新技术基地。

4.1 电力技术类专业基础技能实训场所设备要求

电力技术类专业基础技能实训场所应满足该类专业金工操作、电工电子实验、电工基础工艺、电气识绘图及电力安全防护技能的基础能力实验实训要求。

4.1.1 金工实训场所设备要求

金工实训场所应满足电力技术类专业钳工常用工量具的保养、零件测绘、工件加工等专业基础能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.1.1。

表 4.1.1 金工实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
1	钳工工作台	<p>主要功能: 用于钳工加工、各种机械零部件的装配实训。</p> <p>技术要求: 1. 应包含操作区、机械装调区、隔离防护网、台虎钳; 2. 钳工作业台采用全钢结构, 材料厚度 $\geq 1.5\text{mm}$, $750\text{mm} \leq \text{整体高度} \leq 850\text{mm}$; 3. 操作区由操作台、橡胶垫组成, 台面厚度 $\geq 40\text{mm}$, 面积 $\geq 0.4\text{m}^2$; 4. 机械装调区采用铸件台面, 面积 $\geq 0.7\text{m}^2$; 5. 防护网采用不锈钢材质, 密度 ≥ 30 目, 位于操作台面上, 高度 $\geq 500\text{mm}$, 防护面积 $\geq 0.4\text{m}^2$; 6. 台虎钳钳口宽度: $\geq 150\text{mm}$</p>	工位	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
2	加工工具	<p>主要功能: 进行工件的锯割、锉削、钻孔、攻丝、修整等加工实训。</p> <p>技术要求: 应包含锯弓、锯条、扁锉刀、半圆锉、三角锉、板牙架、板牙、麻花钻、丝锥扳手、丝锥等</p>	台	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
3	台钻	<p>主要功能: 进行钻通孔、盲孔、扩孔、攻丝等加工实训。</p> <p>技术要求: 1. 最大钻孔直径: $\geq 12\text{mm}$; 2. 主轴最大行程: 100mm; 3. 主轴转速: 5 级, $300 \sim 200\text{r/min}$</p>	台	6	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
4	台式砂轮机	<p>主要功能: 进行金属件的磨削加工实训。</p> <p>技术要求: 1. 砂轮尺寸: $200\text{mm} \times 25\text{mm} \times 32\text{mm}$; 2. 砂轮安全线速度: 35m/s; 3. 电动机额定工作方式 (%): 断续 40%</p>	台	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
5	划线平板	<p>主要功能: 检验机械零件平面、平行度、直线度等形位公差的测量基准等。</p> <p>技术要求: 尺寸: $\geq 1000\text{mm} \times 800\text{mm}$</p>	块	12	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
6	划线方箱	<p>主要功能: 用于零部件的平行度、垂直度等的检验和划线。</p> <p>技术要求: 尺寸: $\geq 250\text{mm} \times 250\text{mm} \times 250\text{mm}$</p>	个	12	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
7	操作工具	<p>主要功能: 进行工件的安放、划线、划圆、划圆弧等分线段、钻孔、定位、敲击、固定、旋紧、松退、夹持、剪断、拆卸等。</p> <p>技术要求: 应包含划针、划线盘、划规、样冲、平口凿子、锤子、橡皮锤、紫铜棒、开口扳手、活动扳手、扭力扳手、一字批橡胶柄、十字批橡胶柄、尖嘴钳、钢丝钳等</p>	套	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
8	测量工具	主要功能: 进行工件的长度、宽度、高度、深度、外径、内径、孔距和角度等尺寸测量。 技术要求: 应包含钢直尺、直角尺、游标卡尺、外径千分尺、内径千分表、游标万能角度尺等	套	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

4.1.2 电工实训场所设备要求

电工实训场所应满足电力技术专业伏安特性验证、诺顿定理的验证、RLC 串联电路频率特性研究等专业基础能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.1.2。

表 4.1.2 电工实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿 真环境	适用层次	特殊说明
1	电工技术综合实验装置	主要功能: 提供电源输入和交直流电源输出,有表计能指示输入电压。 技术要求: 1. 输入电源: 三相五线 380V \pm 10%, 50Hz; 2. 装置容量: <1.5kVA; 3. 可输出三相交流 380V、单相 220V 电压、0-450V 可调电压; 4. 可输出两路 0-30V/0.5A 的可调直流电压, 具有短路保护; 5. 可输出一路 0-2.5A 的可调直流电流, 具有开路保护; 6. 电源接入漏电保护器(漏电保护动作电流 $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$ 、分断时间 $\leq 0.1\text{s}$), 由接触器通过起、停按钮进行操作; 7. 含短路、过载保护	套	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科/ 专业硕士	
2	交流电压表	主要功能: 测量交流电压。 技术要求: 1. 测量范围为 0~500V, 分 10V、30V、100V、300V、500V 五档, 直键开关切换; 2. 测量误差不高于 1%; 3. 具有超量程报警功能	只	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科/ 专业硕士	
3	交流电流表	主要功能: 测量交流电流。 技术要求: 1. 测量范围为 0~5A, 分 0.3A、1A、3A、5A 四档, 直键开关切换; 2. 测量误差不高于 1%; 3. 具有超量程报警功能	只	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科/ 专业硕士	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
4	数字直流电压表	主要功能: 测量直流电压。 技术要求: 1. 数显式直流电压表, 测量范围为 0~1000V, 分 2V、20V、200V、1000V 四档, 直键开关切换; 2. 测量误差不高于 1%; 3. 具有超量程报警功能	只	20	是/否	适用中职/高职专科/高职本科/专业硕士	
5	数字直流电流表	主要功能: 测量直流电流。 技术要求: 1. 数显式直流电流表, 测量范围 0~5A ; 2. 测量误差不高于 1%; 3. 具有超量程报警功能	只	20	是/否	适用中职/高职专科/高职本科/专业硕士	
6	功率、功率因数表	主要功能: 测量负载的有功功率、无功功率、功率因数及判断负载的性质。 技术要求: 1. 功率的测量精度不低于 0.5 级, 电压、电流量程分别为 450V、5A; 2. 可以贮存、记录 15 组功率和功率因数的测试结果数据, 并可逐组查询	只	20	是/否	适用中职/高职专科/高职本科/专业硕士	
7	数显直流稳压电源	主要功能: 提供稳压电源。 技术要求: 1. 2 路直流稳压电源 0~30V 可调; 2. 12 种电阻阻值可选	个	20	是/否	适用中职/高职专科/高职本科/专业硕士	
8	数显直流电流源	主要功能: 提供稳流电源。 技术要求: 1. 1 路直流稳流电源 0~2.5A 可调	个	20	是/否	适用中职/高职专科/高职本科/专业硕士	
9	电工基础实验箱挂件	主要功能: 配合开展电工基础实验。 技术要求: 1. 模块式结构, 各模块间相互独立, 通过不同模块组合, 可组成多种实验电路; 2. 可配合开展中职、高职专科、高职本科、专业硕士所有实验项目	套	20	是/否	适用中职/高职专科/高职本科/专业硕士	
10	数字示波器	主要功能: 显示数据波形。 技术要求: 1. 双通道数据显示; 2. 频率 ≤ 2MHz	个	20	是/否	适用高职专科/高职本科/专业硕士	

4.1.3 电工工艺实训场所设备要求

电工工艺实训场所应满足电力技术类导线连接、照明电路综合布线、电机启停、电机正反转等专业基础能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.1.3。

表 4.1.3 电工工艺实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
1	钳形电流表	<p>主要功能: 测量交流电流。</p> <p>技术要求: 1. 交流电流: 0-200A 及以上, 档位 3 档以上或自动量程; 2. 可选功能: 交流电压、直流电压、电阻、频率测量、温度、电容、通断及零火线识别等; 3. 具有数据保持、过载保护、开机测电压、全自动量程</p>	套	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
2	绝缘电阻表	<p>主要功能: 测试电气设备的绝缘电阻。</p> <p>技术要求: 1. 电压等级: 500V; 2. 测量范围: 0Ω-500MΩ</p>	套	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
3	接地电阻测试仪	<p>主要功能: 测量各种接地装置的接地电阻和接地电压。</p> <p>技术要求: 1. 测量范围: 0-1Ω, 0-10Ω, 0-100Ω</p>	套	20	是/否	适用高职专科/ 高职本科	
4	漏电电流检测仪	<p>主要功能: 测量漏电电流。</p> <p>技术要求: 1. 交流漏电流测量范围: 0-500mA 及以上, 档位 3 个以上; 2. 精度: ±2.5%; 3. 可选功能: 交流电压、直流电压等</p>	套	10	是/否	适用高职本科	
5	低压配线及三相异步电动机接线安装实训台	<p>主要功能: 主要用于低压配线及室内照明电路安装操作实训、三相异步电动机控制电路安装接线。</p> <p>技术要求: 1. 供电电源: AC 380V ± 10%, 50Hz; 2. 功耗: ≤ 1kW; 3. 电压、电流指示; 工作状态指示; 4. 汉英双语标注; 5. 断电时, 要有明确的断开点; 6. 双工位; 7. 结构上应满足各功能模块的快速更换且牢固; 8. 具有漏电保护、过流保护、过载保护、接地保护功能</p>	台	20	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
6	低压配线及室内照明电路安装模块	<p>主要功能: 用于低压配线及室内照明电路安装实训。可开展单控照明电路安装与检修,双控照明电路安装与检修,声控电路安装操作实训,室内照明电路综合布线安装与检修,低压配线安装与检修。</p> <p>技术要求: 1. 额定电压 AC220V; 2. 能与低压配线及三相异步电动机接线安装操作屏配套使用,可快速更换且牢固安装; 3. 汉英双语标注</p>	套	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
7	三相交流异步电动机控制电路接线安装模块	<p>主要功能: 用于三相异步电动机控制电路接线安装实训。可开展常见低压电器检测,电动机连续运动及顺序控制线路的安装、调试与检修,电动机正反转及位置控制线路安装、调试与检修,电动机降压启动、制动及调速控制线路安装、调试与检修,多台联动三相异步电动机控制。</p> <p>技术要求: 1. 额定电压 AC220V; 2. 电源开关采用带漏电保护的自动空气断路器; 3. 能与低压配线及三相异步电动机接线安装操作屏配套使用,可快速更换且牢固安装; 4. 汉英双语标注</p>	套	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
8	三相交流异步电动机	<p>主要功能: 用于三相异步电动机启停、正反转控制、顺序控制、减压启动及制动控制控制等控制电路的安装、调试、检修实训。</p> <p>技术要求: 1. 额定电压 Y/Δ AC220/380V; 2. 功率<200W; 3. 能与三相异步电动机接线安装操作屏配套使用</p>	套	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
9	双速三相交流异步电动机	<p>主要功能: 用于电动机调速控制电路的安装、调试、检修实训。</p> <p>技术要求: 1. 额定电压 AC380V; 2. 功率<200W; 3. 能与三相异步电动机接线安装操作屏配套使用</p>	套	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

4.1.4 电子实训场所设备要求

电子实训场所应满足电力技术类所有专业电子元器件识别与应用、电子元器件安装检测等专业基础能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.1.4。

表 4.1.4 电子实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	电子实验台	<p>主要功能: 为常见模拟电子电路、数字电子电路原理验证实验和电子产品安装、调试和检测提供实验平台。</p> <p>技术要求: 1. 提供 0V~250V 低压可调交流电源和 0V~30V 低压直流稳压电源等, 且均有仪表指示; 2. 具有功能模块扩展区, 可扩展支持简单的综合实验项目; 3. 含短路过载保护装置</p>	套	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
2	函数信号发生器	<p>主要功能: 发出常见函数信号, 具有调幅、调频、调相等功能。</p> <p>技术要求: 1. 函数信号类型: 正弦波、三角波、方波、锯齿波与脉冲波; 2. 频率范围: 0.1Hz~2MHz</p>	套	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
3	交流毫伏表	<p>主要功能: 精确测量交流电压大小。</p> <p>技术要求: 1. 测量范围: 0.2mV~600V; 2. 频率范围: 10Hz~600kHz; 3. 电压测试不确定度: $\pm 2\%$; 4. 输入阻抗: $1M\Omega$</p>	套	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
4	数字示波器	<p>主要功能: 直流信号、交流信号的基础测量。</p> <p>技术要求: 1. 带宽: $\geq 100MHz$; 2. 实时采样率: $1GSa/s$; 3. 垂直档位: $1Mv/div \sim 10mV/div$; 4. 多通道显示</p>	套	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
5	电子产品套件	<p>主要功能: 作为电子焊接元件。</p> <p>技术要求: 焊接装配并经调试完成后, 能实现成品应有的功能, 如收音机、万用表、调光台灯、光控门铃等电子产品</p>	套	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
6	电子焊接工具	<p>主要功能: 电子焊接工器具。</p> <p>技术要求: 包括万用表、剥线钳、尖嘴钳、斜口钳、螺丝刀、小镊子、剪刀、电烙铁、焊锡丝、吸锡器、电烙铁支架等。其中 1. 电烙铁: 功率 $\geq 30W$; 2. 吸锡器: 吸锡器嘴直径 1.2mm 或者 1.4mm</p>	套	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
7	数字式万用表	主要功能: 具有电压、电流和电阻、电容量、电感量及半导体参数测量功能。 技术要求: 1. 直流电压量程应包含 220mV/2V/20V/200V/500V; 2. 交流电压量程应包含 200V/500V; 3. 电流量程应包含 2mA/20mA/200mA/10A; 4. 电阻量程应包含 200Ω/2kΩ/20kΩ/200kΩ/2MΩ; 5. 电容档 0~100F; 6. 电感档 0~20H	套	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
8	计算机	主要功能: 用于运行电子设计软件, 进行电路仿真和 PCB 设计。 技术要求: 1. CPU: 主频 ≥ 3GHz, 核数 ≥ 4 2. 内存: ≥ 8GB; 3. 硬盘: ≥ 500GB; 4. 网卡: 不低于 100Mb; 5. 显示器: ≥ 22"	套	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	选配
9	电子设计软件	主要功能: 能进行电路仿真, PCB 设计。 技术要求: 1. 电子设计软件: 可进行电子电路设计与仿真; 2. PCB 设计软件: 可进行印制电路板设计与校验	套	1	否/可	适用高职专科/ 高职本科	选配
10	PCB 系统	主要功能: 进行 PCB 电子电路板制作。 技术要求: 1. 最大加工 PCB 尺寸 30cm*30cm 2. 最小钻孔尺寸 0.3mm 3. PCB 板层数: 单或双面板 4. 最小线径: 8mil 5. 最小过孔/焊盘: 0.3mm 6. 最小线宽/线隙: 0.2mm/0.2mm	套	1	是/否	适用高职本科	选配

4.1.5 电力安全技术实训场所设备要求

电力安全技术实训场所应满足电力技术类所有专业严格遵守电力安全生产规程、正确使用电力安全工器具等专业基础能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.1.5。

表 4.1.5 电力安全技术实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
1	标识牌	<p>主要功能: 用于对电力生产现场工作人员进行安全提示。可用于开展电力生产安全标识的识别、电力生产安全标识的布置等实训项目。</p> <p>技术要求: 1. 每套应配置以下标识牌：“禁止合闸，有人工作！”、“禁止合闸，线路有人工作！”、“禁止分闸！”、“在此工作！”、“从此上下！”、“禁止操作，有人工作！”、“有电危险！”、“停电！”、“送电！”、“已接地！”、“禁止操作！”、“禁止合闸！”、“设备在运行！”、“设备在检修！”； 2. 标识牌尺寸符合GB 2894—2008《安全标志及其使用导则》要求</p>	套	4	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB 2894— 2008 《安全标志及其使用导则》
2	绝缘手套	<p>主要功能: 用于电力、电器设备带电作业时穿戴于手部使用，防止手部直接接触带电体。用于开展电力安全工器具的使用、电力安全技术措施实施等实训项目。</p> <p>技术要求: 1. 电压等级：≥10kV； 2. 类型：分指型复合绝缘手套； 3. 长度：≥360mm</p>	双	8	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T 17622— 2008 《带电作业用手套》
3	绝缘靴	<p>主要功能: 使人体与地面保持绝缘，防止跨步电压和接触电压对人体造成伤害。用于开展电力安全工器具的使用、电力安全技术措施实施等实训项目。</p> <p>技术要求: 1. 电压等级：≥25kV； 2. 尺码：37~45 码； 3. 高度：≥260mm</p>	双	8	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB 21148-20 20 《足部防护安全鞋》
4	核相仪	<p>主要功能: 用于探测和指示在相同的额定电压和频率下，两个已带电部位之间的正确相位关系。用于开展电力安全工器具的使用、电力安全技术措施实施等实训项目。</p> <p>技术要求: 1. 核相电压范围：200V~220kV； 2. 测试相位：0.0°~360.0°； 3. 测试频率：45.0~65.0Hz</p>	套	4	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	DL/T 971—2017 《带电作业用便携式核相仪》
5	整体式验电器	<p>主要功能: 验证电气设备是否存在电压。用于开展电力安全工器具的使用、电力安全技术措施实施等实训项目。</p> <p>技术要求: 1. 组成：手柄、护手、绝缘部件、限度标记指示器、接触电极； 2. 电压等级：≥10kV； 3. 手柄长度：≥115mm； 4. 护手高度：≥20mm； 5. 绝缘部件的最小长度：10kV 等级不小于700mm，35kV 等级不小于900mm，110kV 等级不小于1300mm</p>	套	4	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	DL/T 740—2014 《电容型验电器》

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
6	绝缘操作杆	<p>主要功能: 用于分合高低压开关、拉合电闸及用于带电作业线夹。用于开展电力安全工器具的使用、电力安全技术措施实施等实训项目。</p> <p>技术要求: 1. 电压等级: 10kV; 2. 结构: 采用固定式绝缘接头, 内、外表面及端部必须进行防潮处理, 并对两端进行封堵; 3. 尺寸: 有效绝缘长度 $\geq 700\text{mm}$, 端部接头长度 $\leq 100\text{mm}$, 手持部分长度 $\geq 600\text{mm}$, 总长度 $\geq 3\text{m}$; 4. 材质: 玻璃树脂</p>	支	4	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB 13398—2008 《带电作业用空心绝缘管、泡沫填充绝缘管和实心绝缘棒》
7	携带型短路接地线	<p>主要功能: 将停电设备三相短路后接地, 以防停电设备突然带电引发安全事故。用于开展电力安全工器具的使用、电力安全技术措施实施等实训项目。</p> <p>技术要求: 1. 电压等级: $\geq 10\text{kV}$; 2. 组成: 绝缘操作杆、导线夹、接地短路线、接地线夹及接地棒; 3. 绝缘操作杆长度: $\geq 1000\text{mm}$; 4. 接地短路线截面: $\geq 25\text{mm}^2$; 5. 接地棒长度: $\geq 500\text{mm}$</p>	副	4	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	DL/T 879—2021 《便携式接地和接地短路装置》
8	安全围栏	<p>主要功能: 电气检修和试验时包围隔离工作场所。用于开展电力安全工器具的使用、电力安全技术措施实施等实训项目。</p> <p>技术要求: 1. 结构: 可采用立杆围栏、网式围栏、带式围栏、伸缩式围栏; 2. 高度: 1000~1250mm; 3. 每组至少应包含同种结构的围栏 4 个, 每个展开长度不小于 2.5 米; 4. 立杆围栏用绝缘管表面应涂有红白相间反光漆; 网式围栏用麻绳、尼龙绳, 红白两色相间; 伸缩式围栏用塑料棒和塑料块, 可延展伸缩; 带式围栏用涤纶布带</p>	组	4	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
9	安全帽	<p>主要功能: 防护人头部受坠落物及其他特定因素引起的伤害。用于开展电力安全装备的穿戴、电力安全技术措施实施等实训项目。</p> <p>技术要求: 1. 帽箍尺寸可调, 前额区有吸汗性织物或吸汗带, 系带用软质纺织物; 2. 不得用有毒、有害或引起皮肤过敏的材料; 3. 帽壳留通气孔; 4. 帽壳内侧与帽衬之间应有软垫; 5. 冲击测试, 头模上的力 $\leq 4900\text{N}$, 帽壳不得有碎片脱落; 6. 穿刺测试, 钢锥不接触头模表面, 帽壳不得有碎片脱落; 7. 下颏带发生破坏的拉力值在 150~250N 之间; 8. 质量: $\leq 430\text{g}$</p>	顶	44	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB 2811—2019 《头部防护 安全帽》

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
10	防坠落悬挂安全带	<p>主要功能: 防止高处作业人员发生坠落或发生坠落后将作业人员安全悬挂。用于开展电力安全装备的穿戴、输配电架空线路高处作业风险体验等实训项目。</p> <p>技术要求: 1. 安全带与身体接触的一面不应有突出物; 2. 安全带不应使用回料或再生料,使用皮革; 不应有接缝; 3. 安全带的安全绳同主带的连接点应固定于佩戴者的后背、后腰或胸前; 4. 整体静拉力 $\geq 15\text{kN}$, 冲击作用力峰值 $\leq 6\text{kN}$; 5. 主带应是整根, 不能有接头, 宽度 $\geq 40\text{mm}$; 6. 辅带宽度 $\geq 20\text{mm}$</p>	套	4	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB 6095—2021 《坠落防护安全带》
11	坠物打击风险体验装置 (选配)	<p>主要功能: 体验高空坠物打击的危害性,认识到做好高空安全防护的重要性,避免高空坠物伤害。用于开展电力安全装备的穿戴等实训项目。</p> <p>技术要求: 1. 模拟坠物坠落高度 ≤ 2.5 米, 重量 ≤ 2.5 公斤; 2. 应有相应的限位缓冲装置; 3. 使用遥控开关控制坠物坠落,遥控开关应有闭锁装置; 4. 应配合标准规范的安全帽进行使用; 5. 可使用虚拟仿真软件构建电力生产现场坠物打击场景</p>	套	1	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
12	安全穿戴规范识别系统 (选配)	<p>主要功能: 通过图像识别系统判断包括安全帽、工作服、安全带等安全装备穿戴是否规范。用于开展电力安全装备的穿戴等实训项目。</p> <p>技术要求: 1. 可根据选择的具体工作内容判断选择穿戴的装备是否齐全; 2. 可根据选择的角色判断选择穿戴的装备种类是否规范; 3. 可判断安全帽、工作服、安全带等安全装备穿戴是否规范; 4. 可根据识别结果对穿戴者进行语言或文字提示。</p>	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	采用机器视觉新技术进行精确的图像识别
13	触电急救模拟实训装置	<p>主要功能: 用于模拟实施触电急救过程中的脱离电源和心肺复苏操作训练实训项目。</p> <p>技术要求: 1. 应搭建模拟人体触电环境,可实施急救过程中的脱离电源训练,并对操作进行考核评价; 2. 使用模拟假人模拟人体部分体征(包含呼吸和心跳); 3. 可进行人工呼吸和心外按压训练; 4. 可使用传感器对操作进行数据采集,并由软件系统进行考核评价; 5. 每套装置应配置显示控制器一台,显示操作数据和模拟假人体征</p>	套	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	应急管理部特种作业(电工)操作证考核要求; 《2020 美国心脏协会(AHA)心肺复苏及心血管急救指南》

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
14	消防灭火模拟实训装置	<p>主要功能: 用于模拟实施电气设备或者电力工作环境中发生火灾以后的消防灭火训练。</p> <p>技术要求: 1. 可使用仿真灭火器,应包含干粉/水基/二氧化碳灭火器,其外观应该与实际灭火器完全一致; 2. 实训装置可通过虚拟仿真软件构建多个电气设备或电力工作环境发生火灾的场景; 3. 实训装置须能识别灭火器种类,识别和记录灭火器操作动作,并对相应操作进行考核评价; 4. 每套装置应配置显示控制器一台,显示火灾环境和相关操作数据</p>	套	2	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	应满足中华人民共和国应急管理部特种作业(电工)操作证考核要求。
15	人体触电风险体验设备(选配)	<p>主要功能: 体验交流触电、直流触电、跨步电压触电及逃生。用于开展人体触电风险体验实训项目。</p> <p>技术要求: 1. 跨步电压体验平台: AC220V\pm10%, 50Hz; 行走距离\geq2.2米; 脚步感应间距\leq15cm; 长方形行走平台,电压为安全电压,0-36V可调节; 落地点弧光模拟可调节; 步长检测精度\geq5cm; 触电体验延迟\leq15S; 漏电保护: \leq10mA; 2. 交直流触电体验平台: 单相220V\pm10%, 50Hz; 功率: $<$2kW; 漏电保护装置动作值: \leq30mA, 0.1s; 人体电流保护值: $<$6mA; 3. 应配置显示控制器一台,显示体验触电类型及具体电流(电压)数值</p>	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
16	10kV 配电故障体验设备(选配)	<p>主要功能: 模拟10kV 配电线路的各种故障。用于开展10kV 配电系统运维作业风险体验、电力安全技术措施的实施等实训项目。</p> <p>技术要求: 1. 至少可演示带负荷拉刀闸、线路短相、安全距离不足和带电挂接地线四种故障; 2. 真实设备要求: (1) 配置实物10kV 配电线路一条; (2) 应配置显示器及计算机一套,满足画面显示、配套软件安装及应用; (3) 应在距离设备至少0.7米远设置固定式围栏保证安全; 3. 虚拟仿真软件要求: 能通过仿真软件进行三维展示负荷拉刀闸、线路短相、安全距离不足和带电挂接地线四种故障现象</p>	套	1	是/可	适用高职专科/高职本科	可参照GB 26860-2011《电力安全工作规程》;

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
17	高空作业安全体验设备 (选配)	<p>主要功能: 可模拟高空作业场景和标准化作业内容。用于开展输配电架空线路高空作业风险体验实训项目。</p> <p>技术要求: 1. 虚拟仿真软件应包含现场勘察、工器具选择、安措布置、现场作业、作业终结等内容; 2. 高空体验平台: 采用仿真斗臂车方式; 上升下降$\geq 40\text{cm}$; 小臂旋转$\geq 120^\circ$; 大臂旋转$\geq 200^\circ$; 模拟坠落响应时间$\leq 1\text{s}$; 称重$\geq 200\text{kg}$; 尺寸$\leq 2\text{m} \times 2\text{m}$; 3. 配备 VR 眼镜及计算机, 满足配套软件安装及应用, 计算机要求如下: (1) CPU: 主频$\geq 3\text{GHz}$, 核数≥ 4; (2) 内存: $\geq 16\text{GB}$; (3) 硬盘: $\geq 500\text{GB}$; (4) 显卡: 独立显卡, 显存$\geq 8\text{GB}$; (5) 网卡: 不低于100Mb; (6) 显示器: $\geq 24''$</p>	套	1	否/可	适用高职专科/高职本科	
18	“两票”测评实训系统 (选配)	<p>主要功能: 解析“两票”工作内容, 进行典型工作票和操作票的模拟操作训练。用于开展电力安全管理措施实施实训项目。</p> <p>技术要求: 1. 场景选择: 应包含变电、线路、配电等典型岗位的基础工作任务; 2. “两票”编制: 能提供标准(错误)的填写条目供学员选择; 3. 测评系统: 能根据学员编制的“两票”进行解析评价</p>	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	可参照 GB 26860-20 11 《电力安全工作规程》
19	电力违章纠错测评系统 (选配)	<p>主要功能: 训练电力生产过程中按照安全工作规程实施操作的能力。用于开展电力生产现场违章纠错与安全隐患排查实训项目。</p> <p>技术要求: 1. 应包含电力违章事故典型案例(可采用视频、图片等方式展示)不少于50个; 2. 可以通过客观选择勾选违章的设备/操作/环节, 由系统进行记录和考核评价; 3. 可以通过客观选择勾选位置的设备/操作/环节的正确操作方法/方式/顺序, 由系统进行记录和考核评价; 4. 需配置至少一台计算机, 作为软件操作终端: (1) CPU: 主频$\geq 3\text{GHz}$, 核数≥ 4 (2) 内存: $\geq 8\text{GB}$; (3) 硬盘: $\geq 500\text{GB}$; (4) 网卡: 不低于100Mb; (5) 显示器: $\geq 22''$</p>	套	1	是/可	适用高职专科/高职本科	可参照 GB 26860-20 11《电力安全工作规程》

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
20	电力应急处置实训系统 (选配)	主要功能: 模拟实施电力工作环境中的应急处置训练。用于开展电力生产工作环境中的应急处置实训项目。 技术要求: 1. 可用软件模拟电力生产环境中发生地震、台风等自然灾害,火灾、爆炸、事故等突发情况,并训练进行正确的应急处置; 2. 实训系统须能识别和记录处置流程,并对相应操作进行考核评价; 3. 需配置至少一台计算机,作为软件操作终端: (1) CPU: 主频 ≥ 3GHz, 核数 ≥ 4 (2) 内存: ≥ 8GB; (3) 硬盘: ≥ 500GB; (4) 网卡: 不低于 100Mb; (5) 显示器: ≥ 22"	套	1	是/可	适用高职本科	参照 国务院 2011年 599号令 《电力安 全事故应 急处置和 调查处理 条例》

4.1.6 工程制图与 CAD 实训场所设备要求

工程制图与 CAD 实训场所应满足专业类机械图样的识读与绘制、电气图样的识读与绘制等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.1.6。

表 4.1.6 工程制图与 CAD 实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿 真环境	适用层次	特殊说明
1	计算机	主要功能: 运行 CAD 制图软件 and 多媒体教学。 技术要求: 1. 操作系统: 正版操作系统; 2. 内存: ≥ 8G; 3. 显示器: ≥ 23"; 4. 硬盘: ≥ 1TB HDD; 5. 显卡: ≥ 2GB 独立显卡	台	41	是/否	适用中职/高 职专科/高职 本科	GB/T 9813.1-2016 GB/T9361-2011
2	CAD 软件	主要功能: 用于机械图、电气图的绘制与标注等。 技术要求: 正版单机软件,建议 AUTOCAD2008 版本及以上	套	1	否/是	适用中职/高 职专科/高职 本科	GB/T 4458.1 — 2002
3	电力系统 工程图解 虚拟仿真 教学系统 (选配)	主要功能: 用于常用电气设备和电力系统典型间隔的实物、图形符号及功能的认知、电气主接线实地场景及电气一次图认知等。 技术要求: 1. 仿真对象: 110kV 及以上的变电站;	套	1	否/是	适用中职/高 职专科/高职 本科	DL/T 1023—2015

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
		2. 仿真范围: 变电站所有的电气设备; 3. 仿真程度: 按 1:1 比例仿真电力系统典型电气设备、常见间隔及电气主接线设备, 嵌入电气设备图形符号和电气主接线图; 4. 其他说明: 预留接口, 对接大数据等信息化管理平台					

4.2 电力技术类专业核心技能实训场所设备要求

电力技术类专业核心技能实训场所应满足该类专业常用电气设备运行维护、电力系统继电保护调试、高压电气试验、水电站运行维护、输配电线路运行维护等专业核心能力实验实训要求。

4.2.1 电机实训场所设备要求

电机实训场所应满足专业类发电厂、变电站各类电机等效参数测定、运行特性分析、起动调速等专业核心能力的培养培训要求。电机实训场所主要设备要求见表 4.2.1。

表 4.2.1 电机实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
1	电机实验装置	主要功能: 具备变压器、同步发电机和异步电动机的实验功能。 技术要求: 1. 输入电源: 三相五线, 380V ± 10% 50Hz; 2. 输出交流电源: 三相 380V (± 10%) 且 0 ~ 450V 可调和单相 220V (± 10%) 且 0 ~ 250V 可调, 设多个单相与三相电源插座; 3. 输出直流电源: 220V (0.5A) 励磁电源及 40 ~ 250V (3A) 连续可调稳压电源; 4. 配有交直流电压表、电流表、功率表、转速表、电阻箱、旋转灯、并网开关、励磁电源、可调电阻器、电抗器、可调电容器、整步表; 5. 设有漏电、过压及过流保护功能	套	10	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	GB14050-2016 《系统接地的形式及安全技术要求》 GB21746—2008 《教学仪器设备安全要求》 GB/T 12116-2012 《电子电压表通用规范》

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
2	万用表	主要功能: 具备电压、电流和电阻、电容量、电感量及半导体参数测量功能。 技术要求: 1. 直流电压量程: 200mV/2V/20V/200V/500V; 2. 交流电压量程: 250V/500V; 3. 直流电流量程: 2mA/20mA/200mA/10A; 4. 电阻量程: 200Ω/2kΩ/20kΩ/200kΩ/2MΩ	只	10	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	《GB/T 13978-2008 数字多用表》
3	三相组式变压器	主要功能: 由三只相同的单相变压器组成, 具备单相变压器参数测定的实验功能。 技术要求: 1. 容量: ≥ 230VA; 2. 电压: AC 220V/55V; 3. 电流: ≥ 0.35/1.5A; 4. 接线方式: 高、低绕组均可接为 Y 或 Δ	台	10	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	GB1094.11-2022《电力变压器》
4	三相心式变压器	主要功能: 具备三相变压器参数测定、并联运行和连接组别判定的实验功能。 技术要求: 1. 容量: ≥ 152VA; 2. 电压: AC 220V/55V; 3. 电流: ≥ 0.4/1.6A; 4. 接线方式: 高、低绕组均可接为 Y 或 Δ	台	10	是/否	适用高职专科/高职本科	GB1094.11-2022《电力变压器》
5	三相鼠笼式异步电动机	主要功能: 具备三相鼠笼式异步电动机的参数测定、起动、调速的实验功能。 技术要求: 1. 电压: AC 380V/220V; 2. 功率: ≥ 100W; 3. 电流: ≥ 0.5A; 4. 转速: ≥ 1420r/min; 5. 接线方式: Y/Δ; 6. 绝缘等级: E 级及以上	台	10	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	JB/T 10391-2008 Y 系列 (IP44) 三相异步电动机技术条件
6	三相绕线式异步电动机	主要功能: 具备三相绕线式异步电动机的起动、调速的实验功能。 技术要求: 1. 电压: AC 220V; 2. 功率: ≥ 120W; 3. 电流: ≥ 0.6A; 4. 转速: ≥ 1380r/min; 5. 接线方式: Y; 6. 绝缘等级: E 级及以上	台	10	是/否	适用高职专科/高职本科	JB/T 10391-2008 Y 系列 (IP44) 三相异步电动机技术条件

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
7	三相同步发电机	主要功能: 具备三相同步发电机的空载、短路实验、运行特性测定、并列运行、功率调节的实验功能。 技术要求: 1. 电压: AC 220V; 2. 功率: $\geq 170\text{W}$; 3. 电流: $\geq 0.45\text{A}$; 4. 转速: $\geq 1500\text{r/min}$; 5. 励磁电压: $\geq 14\text{V}$; 6. 励磁电流: $\geq 1.2\text{A}$; 7. 接线方式: Y; 8. 绝缘等级: E级及以上	台	10	是/否	适用高职专科/高职本科	JB/T 10747-2007 《整体凸极式无刷三相同步发电机技术条件》
8	直流电动机(选配)	主要功能: 具备驱动三相同步发电机的功能。 技术要求: 1. 电压: DC 220V; 2. 功率: $\geq 350\text{W}$; 3. 电流: $\geq 2.0\text{A}$; 4. 转速: $\geq 1500\text{r/min}$; 5. 绝缘等级: E级及以上	台	10	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	JB/T 5276—2017
9	智能综合保护装置(选配)	主要功能: 具备对电动机进行全面的保护监测和控制。 技术要求: 1. 电源: AC220V, 2P3A 空开控制; 2. DI/DO 模块: 提供 12DI/8DO 接口; 3. SOE 记录: 记录至少 200 次故障相关参数和信息; 4. 微机保护图形化编程软件: 可实现画面编辑、输出配置、逻辑编程、系统调试、故障录波等功能, 符合 IEC-61131-3 图形编程标准的 PLC 逻辑可编程功能	台	10	是/否	适用高职本科	

4.2.2 电气设备检修与维护实训场所设备要求

电气设备检修与维护实训场所应满足专业类电气一次设备检修与维护等专业核心能力的培养培训要求。电气设备检修与维护实训场所主要设备要求见表 4.2.2。

表 4.2.2 电气设备检修与维护实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	户外油浸式降压变压器（选配）	<p>主要功能： 变压器主要结构认知、巡检、维护、检修。</p> <p>技术要求： 1. 户外油浸式，高压侧额定电压 35kV 及以上； 2. 低压侧额定电压为 10kV； 3. 连接组别为 Y, d11； 4. 带有载或无励磁分接开关； 5. 短路阻抗、额定频率、冷却方式、空载损耗、负载损耗、空载电流、额定雷电冲击耐受电压、额定工频耐受电压等参数符合技术规范</p>	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	GB/T 25301-2021；GB/T 17468-2019；GB/T 6451-2015
2	户外高压六氟化硫断路器（选配）	<p>主要功能： 户外高压六氟化硫断路器结构认识、操作、检修与维护。</p> <p>技术要求： 1. 户外，额定电压 35kV 及以上； 2. 额定频率、额定电流、额定短路开断电流、一分钟工频耐受电压、雷电冲击耐受电压、固有分闸时间、合闸时间、全开断时间、三相分闸不同期、断路器内 SF₆ 气体允许的含水量、SF₆ 气体泄漏率等参数符合技术规范； 3. 操作机构的型式为弹簧型或液压型，操作机构的分、合闸电源电压为 DC220V</p>	组	1	是/否	适用高职专科/高职本科	GB/T 11022-2020
3	户外双柱式隔离开关	<p>主要功能： 户外高压隔离开关结构，操作、检修与维护。</p> <p>技术要求： 1. 户外，额定电压 35kV 及以上； 2. 主闸刀电动（手动）操作机构，操作电压 220V，带接地刀，接地刀为手动操作机构； 3. 额定电流、额定短时耐受电流、额定短路持续时间、额定峰值耐受电流、1min 工频耐受电压（有效值）对地、断口电压、额定雷电冲击耐受电压（峰值）对地、断口电压、机械寿命、电动机分闸时间等参数符合技术规范</p>	组	2	是/否	适用高职专科/高职本科	GB/T 1985-2014
4	户外高压电压互感器（选配）	<p>主要功能： 户外电压互感器内部结构认知、检修与维护。</p> <p>技术要求： 1. 户外，额定电压 35kV 及以上； 2. 二次基本额定电压为 $100/\sqrt{3}$，辅助开口三角绕组额定电压为 100/3； 3. 额定输出（VA）准确度为：50/0.2，50/0.5，50/3P； 4. 最高电压、工频耐压、雷电耐压、爬电比距等参数符合技术规范</p>	台	3	是/否	适用高职专科/高职本科	GB/T 20840.3-2011；GB/T 20840.5-2013
5	户外高压电流互感器（选配）	<p>主要功能： 户外电流互感器内部结构认知、检修与维护。</p> <p>技术要求： 1. 户外，额定电压 35kV 及以上； 2. 额定二次电流 1A（5A），组合 0.2S/0.5/5P/5P/，额定输出 40/40/40/40； 3. 额定频率、最高电压、额定一次电流、全波冲击耐压、截波冲击耐压、闪络距离、爬电距离、额定动稳定电流、额定短时热稳定电流等参数符合技术规范</p>	台	3	是/否	适用高职专科/高职本科	GB/T 20840.2-2014

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
6	户外氧化锌避雷器(选配)	主要功能: 避雷器结构认知、检修与维护。 技术参数要求: 1. 户外, 持续运行电压 35kV 及以上; 2. 直流 1mA 参考电压、额定电压等参数符合技术规范	只	3	是/否	适用高职专科/高职本科	GB/T 11032-2020 ; GB/T 28547-2012
7	中置式高压开关柜(进线柜、出线柜)	主要功能: 进(出)线柜内部结构认知、规范操作、检修与维护。 技术要求: 1. 额定电压 12kV; 2. 配置 10kV 真空断路器 1 台, 控制电压 220V; 3. 接地开关 1 台, 手动机械式操作方式, 接地开关与工作开关间有可靠的相互闭锁; 4. 避雷器 1 套; 5. 带电显示器 1 台; 6. 按钮指示灯 1 套; 7. 电流互感器 1 套: 保护、测量双绕组; 8. 微机综合保护装置 1 台, 能实现过流一段保护、过流二段保护、过流三段保护等保护功能; 9. 智能三相多功能仪表 1 台, 3*57.7V/100, 3*5A	台	2	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	GB/T 3906-2020
8	中置式高压开关柜(计量柜)	主要功能: 计量柜内部结构认知、规范操作、检修与维护。 技术要求: 1. 额定电压 12kV; 2. 配置高压熔断器 3 套; 3. 电压互感器 1 套, VV 接法, 10/0.1; 4. 电流互感器 1 套; 5. 智能三相多功能仪表 1 台, 3*57.7V/100, 3*5A	台	1	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	GB/T 3906-2020
9	中置式高压开关柜(母线 PT 柜)	主要功能: PT 柜结构认知、规范操作、检与维护。 技术要求: 1. 额定电压 12kV; 2. 配置负荷开关 1 台, 额定电压 12kV, 控制电压 220V; 3. 接地开关 1 台, 额定电压 12kV、手动机械式操作方式, 接地开关与工作开关间有可靠的相互闭锁; 4. 避雷器一套; 5. 电压互感器 1 台; 6. 电流互感器 1 套; 7. 微机综合保护装置 1 台, 能实现过流一段保护、过流二段保护、过流三段保护等保护功能; 8. 智能三相多功能仪表 1 台, 3*57.7V/100, 3*5A	台	1	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	GB/T 3906-2020
10	变压器柜	主要功能: 干式变压器结构认知、检修与维护。 技术要求: 1. 类型: 干式变压器; 2. 额定容量: 30-100kVA; 3. 调压方式: 无励磁调压; 4. 电压变比: $10 \pm 2 \times 2.5\%/0.4$ kV; 5. 连接组别: Dyn11	台	1	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	GB/T 1094.11-2022

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
11	低压开关柜（进线柜）	<p>主要功能： 低压配电装置结构认知、规范操作、检修与维护。</p> <p>技术要求： 1. 智能框架断路器 1 台，结构为框架抽出式，3 极，断路器额定电流 630A，额定电压 400V，合闸线圈控制电压 AC220V，断路器带电流、电压监测、有过流保护、欠电压保护、过电压保护； 2. 智能三相多功能仪表 1 台，额定电流 5A，额定电压 400V，采集三相电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、电网频率、有功电能、无功电能</p>	台	2	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	GB/T 24275-20 19
12	低压开关柜（补偿柜）	<p>主要功能： 补偿柜结构认知、无功补偿的容量计算、检修与维护。</p> <p>技术要求： 1. 额定电压 400V； 2. 补偿容量 125kVAR； 3. 配置智能三相多功能仪表 1 台，额定电流 5A，额定电压 400V，采集三相电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、电网频率、有功电能、无功电能； 4. 无功补偿控制器 1 台，中文液晶显示屏，可实时监测电网数据，显示设置参数，工作状态。手动和自动投切运行，每组电容容量自由设定； 5. 低压刀熔开关 1 套</p>	台	2	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	GB/T 24275-20 19
13	低压开关柜（出线柜）	<p>主要功能： 低压配电装置结构认知、规范操作、检修与维护。</p> <p>技术要求： 1. 额定电压 400V； 2. 配置智能三相多功能仪表 6 台，额定电流 5A，额定电压 400V，采集三相电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、电网频率、有功电能、无功电能； 3. 抽屉单元 6 个，额定电流 20A、50A、80A、250A、350A、400A，额定电压 400V，断路器 6 台、电流互感器 18 台</p>	台	2	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	GB/T 24275-20 19
14	智能回路电阻测试仪	<p>主要功能： 断路器、隔离开关回路电阻测试。</p> <p>技术要求： 1. 工作电流：50A、100A、150A、200A； 2. 测量范围：1-9999 $\mu\Omega$； 3. 最小分辨率：0.01 $\mu\Omega$； 4. 准确度：0.5% \pm 0.5 $\mu\Omega$； 5. 输出电压：最大 5V； 6. 工作方式：可设置输出时间； 7. 电源：AC220V \pm 10% 50Hz； 8. 消耗功率：\leq 500W； 9. 使用温度：$-20^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$； 10. 相对湿度：$\leq$ 80%RH，不结露； 11. 接口：可支持 RS232、USB 等； 12. 其他要求：配套两套连接线缆</p>	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	DL/T 845.4-20 04

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
15	高压开关动特性测试仪	主要功能: 开关动作特性测试。 技术要求: 1. 最大速度: 20m/s, 分辨率: 0.01m/s; 测试准确度为: $\pm 1.0\%$ 读数 ± 0.05 ; 2. 行程测试范围: 6mm ~ 700mm; 3. 行程最小分辨率: 0.01mm; 4. 测试准确度为: $\pm 1.0\%$ 读数 ± 0.01 mm; 5. 时间测试范围: 10ms ~ 15s; 6. 时间分辨率: 0.01ms; 时间测试准确度为: $\pm 0.5\%$ 读数 ± 0.02 ms; 7. 最小动作同期差分辨率: 0.01ms; 测试准确度为: $\pm 0.5\%$ 读数 ± 0.01 ms; 8. 测试通道 8 路: 6 路断口时间, 1 路速度, 1 路线圈电流; 9. 电源: AC220V $\pm 10\%$; 50Hz ± 1 Hz; 10. 其他要求: 配套两套连接线缆	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	DL/T 1694.3-2 017
16	互感器综合特性测试仪	主要功能: 互感器综合特性测试。 技术要求: 1. 工作电源: AC220V $\pm 10\%$ 、50Hz; 2. 设备输出: 0 ~ 2500V (0-20A); 3. 输出电流: 0 ~ 600A (0-5V); 4. 二次绕组电阻测量: 范围: 0.1 ~ 300 Ω , 精度: 0.5% ± 1 m Ω ; 5. 二次实际负荷测量: 范围: 5 ~ 300VA 精度: $\leq 0.5\%$; 6. CT/PT 角差测量: 精度: $\leq 0.05\%$, 分辨率: 0.1; 7. CT 变比测量: 范围: 5-25000A/5A (5000A/1A), 精度: $\leq 0.5\%$; 8. PT 变比测量: 范围: 1-10000, 精度: $\leq 0.5\%$; 9. 工作环境: 温度: -10 $^{\circ}$ C ~ 40 $^{\circ}$ C, 湿度: $\leq 90\%$, 海拔高度: ≤ 1000 m; 10. 其他要求: 配套两套连接线缆	台	2	是/否	高职本科	DL/T 1221-201 3
17	便携式 SF ₆ 露点仪	主要功能: SF ₆ 断路器露点测试。 技术参数: 1. 测量范围 (SF ₆): 0.01ppm ~ 500ppm (体积比); 2. 响应时间: 不大于 3 秒; 3. 指示方式: 液晶数字显示和声、光讯号报警; 4. 报警设定范围: 0.01ppm ~ 500ppm (体积比); 5. 真空泵抽速: 0.5 升/秒; 6. 真空管道长度: 4 米; 7. 连续工作时间: 不大于 4 小时; 8. 工作条件: 交流电源 220V, 频率 50Hz, 环境温度 7 $^{\circ}$ C-40 $^{\circ}$ C, 相对湿度不大于 85%; 9. 功率: 约 180W; 10. 其他要求: 配置测试线	台	2	是/否	高职本科	GB/T 28537-20 12

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
18	绝缘电阻表	主要功能: 电气设备的绝缘电阻测试。 技术要求: 1. 输出电压: DC500V、DC1000V、DC2500V、DC5000V 各 2 台; 2. 测量范围: $5M\Omega \sim 5000M\Omega$; 3. 整流源式绝缘电阻表, 自动计算吸收比和极化指数 (选配); 4. 其他要求: 配备测试线	只	8	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	DL/T 845.1-2004
19	接地电阻测试仪	主要功能: 电气设备接地电阻测试。 技术要求: 1. 接地电阻测量: 测量范围: $0 \sim 2000\Omega$; 2. 地电压测量: 测量范围: $0 \sim 200V$; 3. 其他要求, 配备测试线	台	4	是/否	适用高职专科/高职本科	GB/T 28030-2011; DL/T 845.2-2004
20	计算机 (选配)	主要功能: 用于多媒体及仿真教学。 技术要求: 1. CPU: 主频 $\geq 3GHz$, 核数 ≥ 4 ; 2. 内存: $\geq 16GB$; 3. 硬盘: $\geq 500GB$; 4. 显卡: 独立显卡, 显存 $\geq 8GB$; 5. 网卡: 不低于 $100Mb$; 6. 显示器: $\geq 24"$	台	41	是/否	适用高职专科/高职本科	GB/T 9813.1-2016
21	变电站电气设备检修三维仿真实训系统 (选配)	主要功能: 进行变压器、开关等设备可视化的检修仿真操作, 系统学习设备结构、检修操作工艺流程、常见故障及处理。 技术要求: 1. 采用全三维建模, 对仿真对象实现全方位三维建模, 构建与实体变电设备一致的三维仿真模型; 2. 开发与实训相结合的 3D 变电检修仿真, 实现对检修技能作业的真实演示和模拟互动操作; 3. 实现系统功能配置与“大检修”机构设置完全一致, 并支持在线升级功能	套	1	否/可	适用高职专科/高职本科	

4.2.3 高电压技术实训场所设备要求

高电压技术实训场所应满足专业类常规电气试验项目的原理和接线、各类试验设备的使用方法、试验数据的分析处理等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.2.3。

表 4.2.3 高电压技术实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求 (200字)	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿 真环境	适用层次	特殊说明
1	绝缘电阻表	<p>主要功能: 测试电气设备的绝缘电阻、吸收比和极化指数。</p> <p>技术要求: 1. 输出电压: DC500V、DC1000V、DC2500V、DC5000V; 2. 测量范围: $5M\Omega \sim 200G\Omega$; 3. 整流源式绝缘电阻表: 自动计算吸收比和极化指数(选配); 4. 手摇式绝缘电阻表: 摇柄额定转速 120r/min; 5. 配备测试线</p>	台	4	是/否	适用高职 专科/高职 本科	DL/T 474.1 — 2018 JJG 622—1997 SJ/T 11385 — 2008
2	直流高压发生器	<p>主要功能: 用于对氧化锌避雷器、变压器等电气设备的直流泄露电流测量和直流耐压试验, 可测量氧化锌避雷器 $0.75U_{1mA}$ 下的泄漏电流。</p> <p>技术要求: 1. 输出电压: 200kV; 2. 输出电流: 2mA; 3. 工作电源: AC 220V $\pm 10\%$, 50Hz; 4. 全量程平滑调压, 电压调节精度 $\leq 0.2\%$, 稳定度 $\leq 0.2\%$, 电压电流误差 $\leq 0.2\% \pm 1$ 个字; 5. 纹波系数 $\leq 3\%$; 6. 配备过压保护、过流保护, 保护值可整定, 有零位启动功能; 7. 含保护电阻, 高压微安表; 8. 配备测试线</p>	套	2	是/否	适用高职 专科/高职 本科	DL/T 848.1—2004 DL/T 474.2— 2018
3	介损测试仪	<p>主要功能: 全自动测试电气设备的介损和介质电容。</p> <p>技术要求: 1. 全自动抗干扰技术; 2. 测量范围: 电容 $4\mu F \sim 60000\mu F$, 介损 $0 \sim 100\%$; 3. 高压输出: 45Hz 和 55Hz, 电压 0.5 kV $\sim 10kV$, 电流 $\leq 200mA$; 4. 低压输出: 电压 3 $\sim 50V$, 电流 3 $\sim 30A$; 5. 供电电源: AC220V(1 $\sim 10\%$)50 Hz; 6. 配备测试线</p>	台	4	是/否	适用高职 专科/高职 本科	DL/T 962—2005 DL/T 474.3 — 2018
4	接地电阻测试仪	<p>主要功能: 测量各种接地装置的接地电阻和地电压, 还可测量土壤电阻率及低阻导体电阻值。</p> <p>技术要求: 1. 接地电阻测量: 测量范围: $0 \sim 2000\Omega$; 2. 地电压测量: 测量范围: $0 \sim 200V$; 3. 手摇式接地电阻表: 摇柄额定转速 120r/min; 4. 配备测试线</p>	台	4	是/否	适用高职 专科/高职 本科	DL/T 845.2 — 2004 GB/T 17949.1— 2000

序号	设备名称	主要功能和技术要求 (200字)	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
5	工频交流耐压试验装置	<p>主要功能: 控制试验变压器输出电压,用于工频交流耐压试验和直流高压试验。</p> <p>技术要求: 1.容量: ≥5kVA; 2.输入: 220/380V; 3.高压输出: ≥50kV; 4.配备高压分压器,直接测量交直流高压; 5.配备放电保护球隙(≥50kV),间隙距离可调,用于球隙放电演示和过电压保护; 6.配备测试线</p>	套	2	是/否	适用高职 本科	DL/T 846.1 — 2004
6	串联谐振耐压设备	<p>主要功能: 用于变压器、电力电缆等设备的交流耐压试验</p> <p>技术要求: 1.含变频控制电源、激励变压器、高压电抗器、电容分压器,电抗器可串可并,配置灵活。 2.具备过压、过流、零位启动、系统失谐等保护功能; 3.谐振电压波形:正弦波,波形畸变率≤1%; 4.额定电压: ≥54kV 5.额定容量: ≥54kVA 5.品质因数Q≥30; 6.输入工作电源: 380/220V±10%, 50Hz; 7.工作频率: 30~300Hz; 8.运行时间: 额定容量下可连续60min; 9.配备测试线</p>	套	1	是/否	适用高职 本科	GB 50150-2016 DL/T 849.6-2016 DL/T 474.4-2018
7	多倍频感应耐压装置	<p>主要功能: 用于互感器等设备的感应耐压试验。</p> <p>技术要求: 1.具有自动、手动两种工作模式,电子式; 2.容量: ≥5kVA; 3.输入电压: 380V±10%, 50Hz; 4.输出电压: 0~400V(加升压变压器可变高,另配); 5.输出频率: 50Hz, 100Hz, 150Hz, 200Hz, 可自定义; 6.波形畸变率: <3%; 7.配备测试线</p>	套	1	是/否	适用高职 本科	DL/T 848.4 — 2004

序号	设备名称	主要功能和技术要求 (200字)	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
8	无局放感应耐压试验装置	主要功能: 变压器、互感器等高压设备的感应耐压及局部放电检测试验,可考核绝缘水平、检测局部放电及定位等,对绝缘状态做出评估。 技术要求: 1. 含无局放变频电源、无局放变压器、无局放抗器、无局放分压器等; 2. 无局放变频电源额定输出功率: $\geq 150\text{kW}$; 3. 高压输出: $2 \times \pm 10/35\text{kV}$, 低压: $2 \times 300/350\text{V}$; 4. 局放量: $\leq 10\text{pC}$; 5. 输出电压波形: 标准正弦波, 波形畸变率 $\leq 1.0\%$; 6. 具有输入电压保护、过电压保护、过流保护、击穿闪络保护、零位保护、掉电保护、过载保护等功能; 7. 可选配手持式局部放电测试仪; 8. 配专用测试线	套	1	是/否	适用高职 本科	DL/T 846.4-2016 DL/T 846.11-2016
9	配电变压器	主要功能: 绝缘试验被试品。 技术要求: 1. 额定电压: $10/0.4\text{kV}$; 2. 容量: $\geq 50\text{kVA}$; 3. 绝缘类型: 低损耗油浸式三相变压器、干式各 2 台	台	4	是/否	适用高职 专科/高职 本科	DL/T 846.3-2017
10	避雷器	主要功能: 绝缘试验被试品。 技术要求: 1. 型号: (HY) YH5WZ-51/134; 2. 额定电压: 51kV ; 3. 标称放电电流下最大残压: 134kV ; 4. 使用场所: 电站型	台	4	是/否	适用高职 专科/高职 本科	GB 11032—2000
11	绝缘子	主要功能: 绝缘试验被试品。 技术要求: 1. 形式: 套管绝缘子、针式绝缘子、悬式绝缘子等任选, 可满足试验需求; 2. 材料: 瓷、玻璃、复合绝缘子等任选。 3. 电压等级: $\geq 10\text{kV}$	套	4	是/否	适用高职 专科/高职 本科	

4.2.4 继电保护与自动装置实训场所设备要求

继电保护与自动装置实训场所应满足专业类元件继电保护、电力系统自动装置认知、接线、测试及调试等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.2.4。

表 4.2.4 继电保护与自动装置实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
1	万用表	<p>主要功能: 能测量直流电压电流、交流电压电流、电阻、电容、电感、音频电平等。</p> <p>技术要求: 1. 直流电压量程: 200mV/2V/20V/200V/500V 2. 交流电压量程: 20V/200V/500V 3. 直流电流量程: 2mA/20mA/200mA/1A/20A; 4. 交流电流量程: 200mA/1A/20A 5. 电阻量程: 200Ω/2kΩ/20kΩ/200kΩ/2MΩ</p>	块	20	是/否	适用中职 /高职专 科/高职 本科	JB/T 9283-1999 GB/T 13978-2008
2	继电保护测试仪	<p>主要功能: 对电流、时间等常用继电器进行测试; 模拟简单故障、多态模拟、系统振荡、故障再现等; 测试保护装置的保护功能。</p> <p>技术要求: 1. 交流电流: 输出电流 (RMS): 单相 0-30A, 三相并 联 0-90A ; 输出精度: ± 0.1%; 2. 直流电流: 输出电流: 单相 0-15A ; 输出精度: ± 0.5%; 3. 交流电压: 输出电压 (RMS): 单相 0-125V, 二相串 联 0-250V; 输出精度: ± 0.1% (2-125V); 4. 直流电压: 输出 4 × 0-150V/相; 精度: ± 0.5%; 5. 具有开路、过载自动检测、报警、保护 功能</p>	台	10	是/否	适用中职 /高职专 科/高职 本科	DL/T 317-2010 DL/T 624-2010 DL/T 1153-2012 JJG 1112-2012 DL/T 5506-2015
3	电磁型继电器	<p>主要功能: 电磁型继电器动作特性测试。</p> <p>技术要求: 1. 电流继电器: 整定电流 0-20A, 返回系数 ≥ 0.8, 电寿 命 500 次, 机械寿命 5000 次; 2. 电压继电器: 整定电压 0-160V, 过电压继电器返回系 数 ≥ 0.8, 低电压继电器返回系数 ≤ 1.25, 电寿命 500 次, 机械寿命 5000 次; 3. 中间继电器: 交直流 220V, 触点容量 220V5,, 电寿命 5 万次, 机械寿命 30 万次</p>	只	60	是/否	适用中职 /高职专 科	GJB2888A-201 1
4	10kV 线路 保护测控 屏	<p>主要功能: 用于 10kV 线路保护、自动重合闸功能调 试检验。</p> <p>技术要求: 1. 直流回路: 额定电压: 220V、110V; 开入电压: 弱电开入 24V, 强电开入 220V 或 110V; 2. 交流回路: TA 二次额定电流: 5A 或 1A;</p>	面	4	是/否	适用中职 /高职专 科/高职 本科	DL/T667 — 1999 DL478-2013 GB/T 14285-2016 GB/T 15145-2017

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
		TV 二次额定电压: 57.7V 或 100V; 3. 输入输出接点: 遥信输入: 空接点, DC220; 遥控输出: 空接点, 8A; 4. 保护配置: 三段式方向过电流保护; 复合电压闭锁方向过流保护; 反时限电流保护; 加速段保护; 过负荷保护; 重合闸; 过电压保护; 低周减载					
5	110kV 线路保护屏	主要功能: 用于 110kV 线路保护、自动重合闸功能调试检验。 技术要求: 1. 直流回路: 额定电压: 220V、110V; 开入电压: 弱电开入 24V, 强电开入 220V 或 110V; 2. 交流回路: TA 二次额定电流: 5A 或 1A; TV 二次额定电压: 57.7V; 线路抽取电压: 57.7V 或 100V; 3. 光纤接口: 单模, FC 型; 4. 保护配置: 光纤纵联差动保护; 三段式相间及接地距离保护; 三段式方向过电流保护 两段零序方向过流保护; 后加速保护; 过负荷保护; 三相一次重合闸	面	4	是/否	适用高职 专科/高 职本科	DL/T667 — 1999 DL478-2013 GB/T 14285-2016 GB/T 15145-2017
6	变压器保护屏	主要功能: 用于变压器微机保护调试、VQC 无功控制检测等。 技术要求: 1. 直流回路: 额定电压: 220V、110V; 开入电压: 弱电开入 24V, 强电开入 220V 或 110V; 2. 交流回路: TA 二次额定电流: 5A 或 1A; TV 二次额定电压: 57.7V、100V; 3. 保护配置: 比率差动及差动速断保护; CT 断线闭锁保护; 高压侧复合电压闭锁过流保护; 高压侧间隙保护; 低压侧复合电压闭锁过流保护; 过负荷保护; TV、TA 断线告警或闭锁保护; 非电量保护	面	4	是/否	适用高职 专科/高 职本科	GB/T 14285-2016 DL/T 770-2012

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
7	电容器保护测控装置(选配)	主要功能: 用于电容器保护、VQC 无功控制检测等。 技术要求: 1. 直流回路: 额定电压: 220V、110V; 开入电压: 弱电开入 24V, 强电开入 220V 或 110V; 2. 交流回路: TA 二次额定电流: 5A 或 1A; TV 二次额定电压: 57.7V 或 100V; 3. 输入输出接点: 遥信输入: 空接点, DC220; 遥控输出: 空接点, 8A; 4. 保护配置: 三段式复合电压闭锁方向过流保护; 零序/不平衡电源过压保护; 不平衡电压保护; 过电压保护; TV 断线监视	面	2	是/否	适用高职 专科/高 职本科	DL/T667 — 1999 DL478-2013 GB/T 14285-2016 GB/T 15145-2017
8	发电保护保护屏	主要功能: 用于发电机保护调试检验、同期检验。 技术要求: 1. 直流回路: 额定电压: 220V、110V; 开入电压: 弱电开入 24V, 强电开入 220V 或 110V; 2. 交流回路: TA 二次额定电流: 5A 或 1A; TV 二次额定电压: 100V; 3. 保护配置: 完全纵差保护; 高灵敏单元件横差保护; 复合电压过流保护; 定子接地保护; 转子接地保护; 定子绕组过负荷; 定子过压保护; 逆功率保护; 频率异常保护、TV、TA 断线监视; 非电量保护	面	2	是/否	适用高职 专科/高 职本科	DL/T667-1999 GB/T 14285-2016 DL/T 770-2012
9	准同期装置	主要功能: 用于机组的自动准同期、差频线路的捕捉同期、同频线路的检同期、以及无压合闸功能。 技术要求: 1. 直流回路: 额定电压: 220V、110V; 开入电压: 弱电开入 24V, 强电开入 220V 或 110V; 2. 交流回路: TA 二次额定电流: 5A 或 1A; TV 二次额定电压: 100V	套	2	是/否	适高职本 科	DL/T667-1999 GB/T 14285-2016 DL/T 770-2012

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
10	励磁调节器(选配)	主要功能: 用于机组励磁调节检测。 技术要求: 具备现地增/减磁、建压/逆变、PSS投/退功能;机端电压闭环调节(AVR)、转子电流闭环调节(FCR)、恒无功调节、恒功率因数调节及定角度调节功能	套	2	是/可	适高职业本科	DL/T491 — 2008
11	备自投装置屏	主要功能: 用于备自投功能逻辑判断与调试。 技术要求: 1.直流回路: 额定电压:220V、110V; 开入电压:弱电开入24V,强电开入220V或110V; 2.交流回路: TA二次额定电流:5A或1A; TV二次额定电压:57.7V或100V 3.输入输出接点: 遥信输入:空接点,DC220; 遥控输出:空接点,8A; 4.保护配置: 实现两条互为备用的进线、母联、桥开关等多种备自投形式; 三段式复压过流保护; 过电流闭锁备投; 过负荷联切	面	2	是/否	适用高职专科/高职本科	DL/T667 — 1999 DL478-2013 GB/T 14285-2016 GB/T 15145-2017
12	110kV母线保护屏(选配)	主要功能: 用于母线微机保护调试。 技术要求: 1.直流回路: 额定电压:220V、110V; 开入电压:弱电开入24V,强电开入220V或110V; 2.交流回路: TA二次额定电流:5A或1A; TV二次额定电压:57.7V; 3.保护配置: 母线差动保护; 母联充电保护; 母联死区保护; 母联失灵保护; 母联过流保护; 断路器失灵保护	面	2	是/否	适用高职专科/高职本科	GB/T 14285-2016 DL/T 670-2010
13	110kV故障录波屏	主要功能: 用于故障录波及故障故障分析。 技术要求: 1.直流回路: 额定电压:220V、110V; 开入电压:弱电开入24V,强电开入220V或110V; 2.交流回路: TA二次额定电流:5A或1A; TV二次额定电压:57.7V; 3.保护配置: 记录系统大扰动发生后的有关系统电参数的变化过程及继电保护与安全自动装置的动作行为	面	2	是/可	适用高职本科	GB/T 14285-2016 DL/T 663-1999 DL/T 553-2013

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
14	直流屏	主要功能: 用于给继电保护装置提供直流电源。 技术要求: 1. 组屏方式: 充馈电一体化柜, 整流模块采用 2+2 冗余方式配置, 自主均流运行; 2. 交流输入电压: 380V, 50Hz; 3. 直流输出电压: 180~320V; 4. 额定输出电流: >100A; 5. 精度: 输出电流在 (0.1~1.0) I _e 范围内变化, 输出电压在额定值的 (0.9~1.30) U _e 范围内任一点保持稳定, 其稳压精度应不超过 ±0.5%	面	1	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	DL/T459-2017 DL/T637-2019
15	模拟断路器屏	主要功能: 模拟跳、合闸操作电气操作过程; 检测跳、合闸保持线圈是否符合《反措》相关内容要求; 检测防跳继电器是否符合要求; 模拟开关偷跳, 试验重合闸; 模拟弹簧操作机构储能状态; 在保护装置的整组实验中联切故障电流和起停毫秒计。 技术要求: 工作电压: DC220V、DC110V	面	2	是/可	适用中职/高职专科/高职本科	
16	220kV 线路保护屏 (选配)	主要功能: 用于 220kV 线路保护调试检验。 技术要求: 1. 直流回路: 额定电压: 220V、110V; 开入电压: 弱电开入 24V, 强电开入 220V 或 110V; 2. 交流回路: TA 二次额定电流: 5A 或 1A; TV 二次额定电压: 57.7V; 线路抽取电压: 57.7V 或 100V; 3. 基于 DL/T 860 (IEC 61850) 协议; 4. 保护配置: 双重化保护配置; 光纤纵联差动保护具备弱相选相跳闸功能; 三段式相间及接地距离保护; 三段式方向过电流保护 两段零序方向过流保护; 单相重合闸; TV、TA 断线监视	面	2	是/否	适用高职本科	(Q/GDW-383-2009 Q/GDW441-2010 Q/GDW-396-2009 DL478-2013 GB/T 14285-2016 GB/T 15145-2017
17	光数字式继电保护测试仪 (选配)	主要功能: 采样值报文收发、GOOSE 报文收发 SMV 及 GOOSE 接口配置采样模式数字化保护、自动装置和仪器仪表的参数整定和测试, 又能用于传统模拟保护及自动装置的参数整定和测试保护装置的保护功能。 技术要求: 1. 输入的电压、电流可以是模拟小信号, 也可以是纯数字量 (IEC61850-9-1/2、FT3), 还可以是它们的混合方式; 而跳、合闸等状态量采用 GOOSE 传递、开入开出硬接点连接或混合方式; 2. 具有开路、过载自动检测、报警、保护功能	台	4	是/否	适用高职本科	Q/GDW-383-2009 Q/GDW441-2010 Q/GDW-396-2009 DL/T 1153-2012 DL/T 5506-2015

4.2.5 二次接线实训场所设备要求

二次接线实训场所实训场所应满足专业类保护及电气设备测量、信号、控制等二次回路的安装、调试等能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.2.5。

表 4.2.5 二次接线实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	高压配电柜	<p>主要功能: 适用于 3.6~12kV 三相交流 50Hz 工作电流 630A 及以下电网, 作为接受和分配电能, 具有控制、监测和保护功能。</p> <p>技术要求: 1. 额定电压: AC10kV (三相三线制); 2. 电压频率: 50Hz; 3. 额定工作电流: 630A; 4. 额定热稳定电流: 25kA-4s; 5. 额定短路开断电流: 25kA; 6. 额定动稳定电流: 63kA; 7. 额定短路关合电流: 63kA; 8. 额定雷电冲击耐受电压: 75kV; 9. 额定 1min 工频耐受电压: 42kV; 10. 柜体尺寸: 高 2300mm*宽 800mm*深 1500mm</p>	台	10	是/否	适用中职/ 高职专科	GB/T 11022—2011 GB 1984—2014
2	高压保护柜	<p>主要功能: 对非正常运行状态和故障运行状态进行实时判断并发出跳闸或告警信号。</p> <p>技术要求: 1. 至少包含如下八类常用保护功能: 过电流保护; 复合电压闭锁过电流保护; 反时限过电流保护; 过负荷保护; 过电压保护; 低电压保护; 负序过流保护; 非电量保护等; 2. 通讯功能: 支持常用通讯协议, 可以实现远程数据采集; 3. 柜体尺寸: 高 2200mm*宽 800mm*深 800mm</p>	台	10	是/否	适用中职/ 高职专科	DL/T624-1997 GB/T16435.1-1996
3	PT 柜 (选配)	<p>主要功能: 将一次电压转换成二次电压, 用于保护和测量采集。</p> <p>技术要求: 1. 高压 PT 柜主要安装有 PT 手车、电压互感器、高压熔断器、带电显示器、高压避雷器等。 2. 电压互感器: 选用国标符合 GB20840.1.3 标准; 3. PT 手车: 绝缘电压 40.5kV, 配有三个高压熔断器; 4. 柜体尺寸: 高 2300mm*宽 800mm*深 1500mm</p>	台	10	是/否	适用中职/ 高职专科	GB 20840.3—2013 GB 20840.1—2010

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
4	直流电源屏	主要功能: 为保护装置及控制回路、操作回路等提供直流电源。 技术要求: 1. 输入电压: 380V/220V ± 15% AC; 2. 频率: 50Hz ± 10%; 3. 输出电压: 180-280V DC 连续可调; 4. 稳压精度: ≤ ± 0.5%; 5. 纹波电压: ≤ ± 0.5%; 6. 噪声: ≤ 45dB; 7. 功率因数: > 0.92	面	1	是/否	适用中职/ 高职专科	DL/T459-2017 DL/T637-2019
5	线号机	主要功能: 配线实训时, 打印号码管, 便于区分电缆功能和用途。 技术要求: 1. 供电电压: AC220V; 2. 显示模式: 带 LCD 或 LED 显示屏; 3. 支持断电记忆功能, 可适配不同类型号码管	套	10	是/否	适用中职/ 高职专科	
6	数字式万用表	主要功能: 具有电压、电流和电阻、电容量、电感量及半导体参数测量功能。 技术要求: 1. 直流电压量程: 200mV/2V/20V/200V/500V; 2. 交流电压量程: 200V/500V; 3. 电流量程: 2mA/20mA/200mA/10A; 4. 电阻量程: 200Ω/2kΩ/20kΩ/200kΩ/2MΩ	只	20	是/否	适用中职/ 高职专科	GB/T 13978—2008
7	电工常用工具	主要工具包括: 钢丝钳、尖嘴钳、剥线钳、一字螺丝刀、十字螺丝刀、活动扳手、电工刀、电工包等	套	20	是/否	适用中职/ 高职专科	
8	变压器冷控二次回路故障模拟装置 (选配)	主要功能: 变压器冷控二次回路故障排查和处理实训。 技术要求: 1. 供电电压: AC220V; 2. 需配置 PLC, 用于设置相关故障; 3. 模拟变压器冷控二次回路典型开路故障数量 ≥ 20 个; 4. 模拟的典型开路故障既可以通过手动排除又可以通过 PLC 统一排除	套	4	是/否	适用中职/ 高职专科	
9	隔离开关二次回路故障模拟装置 (选配)	主要功能: 隔离开关二次回路故障排查和处理实训。 技术要求: 1. 供电电压: AC220V; 2. 需配置 PLC, 用于设置相关故障; 3. 模拟隔离开关二次回路典型开路故障数量 ≥ 20 个; 4. 模拟的典型开路故障既可以通过手动排除又可以通过 PLC 统一排除	套	4	是/否	适用中职/ 高职专科	

4.2.6 电气运行仿真实训场所设备要求

电气运行仿真实训场所应满足专业类发电厂、变电站电气设备巡视监控、倒闸操作、异常及事故处理等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.2.6。

表 4.2.6 电气运行仿真实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
1	计算机	主要功能: 用于运行三维虚拟仿真系统和多媒体教学。 技术要求: CPU: 主频 $\geq 3\text{GHz}$, 核数 ≥ 4 ; 内存: $\geq 16\text{GB}$; 硬盘: $\geq 500\text{GB}$; 显卡: 独立显卡, 显存 $\geq 8\text{GB}$; 网卡: 不低于 100Mb 显示器: $\geq 24"$	台	41	是/否	中职/高职 专科/高职 本科	
2	220kV 变电站仿真培训系统	主要功能: 220kV/110kV/10kV 综合自动化变电站的三维仿真及运行操作仿真。 技术要求: 1. 按 1:1 比例仿真 220kV/110kV/10kV 综合自动化变电站内所有一、二次设备及综合自动化系统; 2. 可进行变电站巡视和操作, 实时反映变电站各项正常工况、异常现象和事故状态, 能真实反映电力系统实际物理过程及继电保护内部逻辑和动作原理; 3. 预留接口, 对接大数据等信息化管理平台	套	1	否/可	中职/高职 专科/高职 本科	DL/T 1023—2015
3	火电机组电气运行仿真培训系统	主要功能: 300MW 及以上火电机组电气运行仿真。 技术要求: 1. 按 1:1 的比例仿真 300MW 及以上火电机组所有主辅设备; 2. 能开展发电厂厂用电系统停送电操作、发电厂厂用电电源切换、发电厂直流系统停送电操作、发电厂事故保安电源系统停送电操作、工作保安系统送电、发电机有功无功调整、发变组升压并网和解列停机操作; 3. 预留接口, 对接大数据等信息化管理平台	套	1	否/可	中职/高职 专科/高职 本科	选配

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
4	220kV 智能变电站 VR 培训系统	主要功能: 220kV 智能变电站漫游和设备巡视。 技术要求: 1. 硬件部分 具备能支持 VR 显示的专用图像计算机、VR 头显、VR 体验台、VR 专用移动图形计算终端、屏幕比例不小于 65 寸的大尺寸显示设备； 2. 软件部分 (1) 构建 220kV 智能变电站三维场景，能够 360° 无线漫游； (2) 系统可将虚拟场景投射到大屏幕，使未佩戴 VR 设备的同学也可从中同步观看； (3) 构建异常和缺陷库，教师可对虚拟场景的异常和缺陷种类及数量进行设置，给学生制定差异化的巡视任务	套	1	否/可	高职专科/ 高职本科	选配

4.2.7 水电站运行仿真实训场所设备要求

水电站运行仿真实训场所应满足专业类水电站运行操作、事故处理等生产过程操作的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.2.7。

表 4.2.7 水电站运行仿真实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
1	计算机	主要功能: 用于运行二维（三维）虚拟仿真系统和多媒体教学。 技术要求: 1. 操作系统：正版操作系统； 2. 内存：≥16GB； 3. 显示器：≥23"； 4. 硬盘：≥1TB HDD； 5. 显卡：≥4GB 独立显卡	台	41	是/否	适用中职/ 高职专科	GB/T9813.1-2016， SL 692-2014
2	水电站运行仿真系统	主要功能: 水电站机组、辅助设备及电气设备仿真操作。 技术要求: 1. 仿真对象：水电站电气主接线电压等级 ≥110kV 或总装机容量 ≥50MW； 2. 仿真范围：水电站内所有生产设备； 3. 仿真程度： (1) 1:1 仿真水电站内所有生产设备； (2) 所有生产设备的运行、监视、状态变化、操作和事故过程与实际被仿真水电站相同； 4. 其他说明：预留接口，对接大数据等信息化管理平台	套	1	否/可	适用中职/ 高职专科	DL/T1024-2015， DL/T1023-2015， DL/T710-2018， DL/T751-2014， DL/T792-2013， DL/T491-2008， DL/T1009-2016， DL/T587-2019， GB8566-2007， GB/T8567-2006

4.2.8 水力机组及辅助设备安装与检修实训场所设备要求

水力机组及辅助设备安装与检修实训场所应满足专业类水电机组及辅助设备结构认知、安装与检修等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.2.8。

表 4.2.8 水力机组及辅助设备安装与检修实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	水力发电 机定转子	主要功能: 用于水力发电机定转子结构认知, 定子中心、水平、高度测量等。 技术要求: 1. 应包含定子、转子等部件; 2. 定子铁心内径: $\geq 1.5\text{m}$	套	1	是/可	适用中职/ 高职专科	GB/T 7894-2009
2	水轮机主 要部件	主要功能: 用于水轮机结构认知。 技术要求: 1. 应包含蜗壳、导水机构、尾水管、顶盖、转轮等配套部件; 2. 转轮型式应包含常规混流式、轴流式、斜流式、可逆式、灯泡贯流式、水斗式等多种形式; 3. 转轮直径: $\geq 0.5\text{m}$	套	1	是/可	适用中职/ 高职专科	GB/T 15468-2020 GB/T 10969-2008
3	导轴承 (选配)	主要功能: 用于水轮发电机组导轴承结构认知, 导轴承间隙测量与调整等。 技术要求: 1. 导瓦类型可采用抗重螺栓式、楔子板式或垫片调整式; 2. 导瓦内径: $\geq 1\text{m}$	套	1	是/可	适用中职/ 高职专科	SD288-88
4	机组中心 测量装置 (选配)	主要功能: 用于机组中心测定、调整等。 技术要求: 1. 工量具应包括: 调整机构、钢琴线、重锤、耳机等。 2. 座环内径: $\geq 0.8\text{m}$; 3. 钢琴线直径 0.3-0.4mm, 其拉应力应不小于 1200MPa, 不能有折痕	套	1	是/可	适用高职专 科	GB/T 8564-2003
5	辅助设备	主要功能: 用于水泵、阀、仪器仪表等辅助设备结构认知、安装及检修。 技术要求: 1. 水泵流量: $\geq 5\text{m}^3/\text{h}$; 2. 阀公称通径 DN: $\geq 0.1\text{m}$; 3. 仪器仪表应包括磁翻板液位计、行程开关、流量计、压力表计等	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科	DL/T 5066-2010

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
6	安装检修工具量具	主要功能: 用于常见安装、检修用工具及量具使用及保养。 技术要求: 1. 水电站安装及检修工具应包括扳手、铜锤等; 2. 水电站安装及检修量具应包括百分表及磁力表座、游标卡尺、内径千分尺、外径千分尺、塞尺、框式水平仪等; 3. 水电站安装及检修保养耗材	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科	
7	水电站水力机械安装与检修仿真软件(选配)	主要功能: 用于机组主要部件展示、安装及检修等操作。 技术要求: 1. 仿真对象: 常规水电站或抽水蓄能电站; 2. 仿真范围: 水轮发电机组整机设备及辅助设备等等; 3. 仿真程度: (1) 按 1:1 比例仿真水力发电机、水轮机、辅助设备等等; (2) 设备外观仿真应包括设备整体结构、外观标识及功能描述等, 设备结构仿真应包括设备主要零部件结构等, 设备拆装仿真应包括设备零部件装配步骤及工艺流程且拆装工艺应符合现场实际作业流程; 4. 其他说明: 预留接口, 对接大数据等信息化管理平台	套	1	否/可	适用中职/ 高职专科	DL/T 1024-2015

4.2.9 线路基本工艺实训场所设备要求

线路基本工艺实训场所实训场所应满足专业类线路结构认识、金具和导线安装与检修、电力电缆运维等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.2.9。

表 4.2.9 线路基本工艺实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	线路金具	主要功能: 金具类型、型号的认识和金具组装。 技术要求: 1. 各电压等级用线路连接金具包括球头挂环、碗头挂板、直角挂板、联板等; 2. 各电压等级用线路接续金具、保护金具和固定金具, 包括压管、液压管、防振锤、均压环、拉线等; 3. 各电压等级用悬垂线夹与耐张线夹	套	2	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T 2315-2017 、 GB/T 5075-2016

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
2	线路绝缘子	主要功能: 绝缘子类型、型号认识和绝缘子串组装。 技术要求: 各电压等级线路绝缘子包括瓷质绝缘子、钢化玻璃绝缘子和复合绝缘子等	套	2	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T 1000-2016 GB/T 1001.1-2021
3	导线、地线与电力特种光缆	主要功能: 输配电导线认识与组装。 技术要求: 1. 各电压等级线路钢芯铝绞线、钢绞线、铝包钢线等; 2. OPGW、ADSS、OPPC 等电力特种光缆	套	2	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T 1179-2017 GB/T 7424.4-2003 GB/T 18899-2002
4	金具压接工具	主要功能: 导地线的钳压与液压。 技术要求: 1. 钳压机; 2. 导线液压机; 3. 钳压管、液压管等接续金具	套	2	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	DL/T 689-2012 DL/T 5285-2018
5	辅助工器具	主要功能: 常用工器具的使用。 技术要求: 主要工器具包括放线滑车、紧线工具、绞磨、手扳葫芦、手摇葫芦、链条葫芦、卡线器、双钩紧线器等	套	2	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	DL/T 371-2010
6	电力电缆	主要功能: 各种电压等级和类型电缆结构认识。 技术要求: 1. 各电压等级的油纸绝缘、塑料绝缘和橡胶绝缘电缆样件; 2. 热缩、冷缩和预制三头样件	套	1	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
7	电缆故障测试仪	主要功能: 电缆故障测试和定位。 技术要求: 1. 测试方法: 低压脉冲、高压闪络、速度测量; 2. 冲击高压: 低于 35kV 电力电缆; 3. 数据采样速率: 10Hz ~ 80MHz; 4. 测试距离: > 30km; 5. 读数分辨率: 1m; 6. 系统测试精度: 小于 50cm; 7. 测试电缆脉宽设有: “0.05 ~ 8” 微秒; 8. 具有测试波形储存功能; 9. 自动判断故障距离	套	2	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	DL/T 849.1 — 2004 DL/T 849.3 — 2004
8	电缆分支箱	主要功能: 电缆分支箱的认识和设备安装。 技术要求: 1. AC10kV, 不带开关, 一进二出, 630A; 2. 电缆进线装设避雷器; 3. 有带电显示器; 4. 电缆出线装设故障指示器	套	5	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	JB/T 10840 — 2008

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
9	电缆头制作工具	主要功能: 用于电缆中间接头、终端接头等电缆头制作。 技术要求: 主要工具包括喷灯、压接钳、钢卷尺、钢直尺、钢锯、电烙铁、电工刀、美工刀、钢丝钳、扁平锉、平口螺丝刀、十字螺丝刀、电缆切剥专用工具等	套	5	是/可	适用中职/高职专科/高职本科	

4.2.10 输配电技能实训场所设备要求

输配电技能实训场所应满足专业类输配电线路施工与运维、配电设备运维等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.2.10。

表 4.2.10 输配电技能实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	110kV 架空线路 (选配)	主要功能: 模拟 110kV 线路的巡视、检修和维护。 技术要求: 1. 建议 1 个耐张段, 共 3 基塔的架空线路; 2. 导线水平排列; 3. 塔型为简单的终端、耐张塔; 4. 可在 10 米以下的矮塔进行安装操作	回	1	是	适用中职/高职专科/高职本科	GB/T 2694-2018
2	10kV 架空线路	主要功能: 模拟 10kV 线路的巡视、施工作业、检修和维护, 了解配电线路的构成、掌握线路基本工艺要求。 技术要求: 1. 建议至少 7 档距的 10kV 架空线路; 2. 导线: 采用绝缘线、水平排列; 3. 杆型: 包含直线杆、分支、转角、终端、耐张、变压器台、开关台; 4. 电杆: 12 米非预应力混凝土电杆	回	1	是	适用中职/高职专科/高职本科	DL/T 5220—2021
3	0.4kV 架空线路	主要功能: 模拟 0.4kV 线路的巡视、施工作业、检修和维护。 技术要求: 1. 建议设计为至少 4 档距的线路; 2. 导线: 采用绝缘导线、水平排列; 3. 可与 10kV 线路同杆架设	回	1	是	适用中职/高职专科/高职本科	DL/T 5220—2021

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
4	10kV 变压器台架	<p>主要功能: 展示 10kV 变压器台架的结构组成, 实现对变压器台架仿真运行操作、检修和试验。</p> <p>技术要求: 1. 变压器: 低损耗油变, 10kV/0.4kV; 2. 低压综合配电箱: 1 回进线、3 回馈线、计量、无功补偿、配电智能终端等功能模块, 采取悬挂式安装; 3. 开关: 10kV 选用跌落式熔断器, 0.4kV 进线选用熔断式隔离开关, 出线采用断路器; 4. 避雷器: 氧化锌避雷器; 5. 台架: H 型标准化变压器台架</p>	座	1	是	适用中职/高职专科/高职本科	DL/T5759-2017
5	10kV 柱上断路器台架	<p>主要功能: 展示 10kV 柱上断路器的结构组成, 实现对断路器的仿真运行操作、检修维护, 断路器自动化终端 FTU 的认识。</p> <p>技术要求: 1. 断路器: 真空断路器; 2. 隔离开关: 10kV 高压户外、GW 系列; 3. 自动化终端: FTU; 4. 台架: H 型标准化开关台架</p>	组	1	是	适用中职/高职专科/高职本科	GB 1984 — 2014
6	10kV 箱式变电站	<p>主要功能: 展示 10kV 箱式变电站的结构组成, 实现对箱式变电站的仿真运行操作、检修维护, 自动化终端 TTU 的认识。</p> <p>技术要求: 1. 型式: 欧式、终端型; 2. 外壳: 不锈钢; 3. 变压器: 100kVA; 4. 功能单元室: 高压单元室、低压单元室、变压器室; 5. 配变监测终端: TTU</p>	座	1	是	高职专科/高职本科	GB/T 17467-2020
7	10kV 环网箱(柜)	<p>主要功能: 展示 10kV 环网箱(柜)的结构组成, 实现对 10kV 环网箱(柜)的仿真运行操作、检修维护, 自动化终端 DTU 的认识。</p> <p>技术要求: 1. 环网箱(柜)为户外型、全密封、全绝缘; 2. 外壳: 不锈钢; 3. 绝缘介质: SF6 气体; 4. 组合方案: 2 进 2 出, 进线负荷开关、出线断路器; 5. 自动化终端: 集中式 DTU; 6. 配置带电显示器、电缆故障指示器</p>	座	1	是	高职专科/高职本科	GB / T 3906-2020

4.2.11 工程测量实训场所设备要求

工程测量实训场所应满足专业类基本测量技能、输配电线路设计测量和施工测量等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.2.11。

表 4.2.11 工程测量实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	经纬仪	主要功能: 水平角度测量、垂直角度测量和视距测量。 技术要求: 1. 仪器精度: 2" 以上; 2. 望远镜成像: 正像; 3. 最短视距: 2 m 以内	套	10	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T 3161—2015 配件包括脚架及配套的棱镜、对中杆等
2	全站仪	主要功能: 角度测量、距离测量、坐标测量和施工放样。 技术要求: 1. 望远镜: 正像; 2. 测距精度: $(2\text{mm}+2 \times 10^{-6} \cdot D)$; 3. 测角精度: 2" 以上; 4. 补偿范围: 3' 以上	套	10	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T 27663—2011 配件包括脚架及配套的棱镜、对中杆等
3	GNSS 接收机	主要功能: 地形图测量、控制网测量和施工放样。 技术要求: 1. 信号跟踪: 可接收多个通用通道; 2. 能够适应全国各地极端气温; 3. RTK 定位精度: 平面 $8 \text{ mm}+0.5 \times 10^{-6} \cdot D$ 以上, 高程 $15 \text{ mm}+0.5 \times 10^{-6} \cdot D$ 以上	套	10	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T 3161—2015 配件包括脚架等
4	电子水准仪	主要功能: 水准高程测量。 技术要求: 满足国家一、二等水准测量精度要求	套	10	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T 10156—2009 配件包括脚架及配套的塔尺、尺垫等
5	测绘专业软件	主要功能: 平断面图绘制和 GIS 数据管理。 技术要求: 1. 正版软件; 2. 处理全站仪、GNSS 设备外业数据进行内业工作; 3. 对采集数据进行 GIS 数据输入与管理	套	41	是	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
6	测绘无人机	主要功能: 无人机测绘采集影像数据和飞行数据。 技术要求: 1. 智能规划拍摄航线; 2. 像片控制测量和像片调绘; 3. 飞行数据记录	套	4	是/可	适用高职本科	GB 19517—2009

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
7	无人机摄影测量软件	主要功能: 无人机摄影数据用于平断面图绘制和GIS数据管理。 技术要求: 1. 自主行业规划; 2. 二维正射投影重建; 3. 三维模型重建	套	41	是	适用高职本科	
8	台式计算机	主要功能: 运行平断面图绘制、GIS数据管理和无人机摄影测量等软件。 技术要求: 1. CPU: 主频 $\geq 3\text{GHz}$, 核数 ≥ 4 ; 2. 内存: $\geq 16\text{GB}$; 3. 硬盘: $\geq 500\text{GB}$; 4. 显卡: 独立显卡, 显存 $\geq 8\text{GB}$; 5. 网卡: 不低于 100Mb ; 6. 显示器: $\geq 24''$	套	41	是	适用高职专科/高职本科	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011

4.2.12 电能计量实训场所设备要求

电能计量实训场所应满足专业类电力高、低压计量装置接线、现场校验等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表4.2.12。

表4.2.12 电能计量实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
1	电能计量智能实训装置	主要功能: 可模拟电能表与采集终端的各种接线组合, 模拟高、低压计量装置接线, 模拟带电调换电能表, 模拟各种窃电手段及防窃电方法。 技术要求: 1. 设备应包含互感器、电能表、专变终端、集中器、采集器等设备; 2. 可设置各种故障; 3. 支持载波、RS485等通讯方式; 4. 虚负荷电源: 1) 电压: $3 \times 100\text{V}$ 、 $3 \times 220\text{V}$ 、 $1 \times 220\text{V}$, 连续可调; 2) 电流量程: $0 \sim 5\text{A}$, 连续可调 3) 输出相位: $0.0^\circ \sim 359.9^\circ$; 4) 输出频率: $45\text{Hz} \sim 65\text{Hz}$; 5) 供电电源: $220\text{V} \pm 10\%$, 交流 50Hz	套	4	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	实训设备可根据实训项目选配

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真环境	适用层次	备注
2	用电信息采集系统仿真软件	主要功能: 设置、读取、检测终端设备的各种数据,实现数据信息的存储、分析。 技术要求: 1. 可对实训设备、电源、装置状态进行管理; 2. 能够设置用户参数、设置并下发终端参数,查询用户和终端的实时数据、历史数据、事件数据等,具有数据统计、异常分析、线损分析等功能; 3. 可通过展示虚拟场景,实现电力设备、运维消缺工具,用电现场的仿真(选配); 4. 主站与现场作业终端通信、采集终端、实训装置控制系统通讯接口管理,现场作业终端与外设接口管理,仿真应用软件与平台主站接口管理	套	1	否/可	适用高职专科/高职本科	虚拟仿真实训装备
3	计算机	主要功能: 用于安装用电信息采集系统仿真软件。 技术要求: 1. CPU: 主频 ≥ 3GHz, 核数 ≥ 4; 2. 内存: ≥ 8GB; 3. 系统硬盘: ≥ 100GB 固态硬盘; 4. 数据硬盘: ≥ 1TB; 5. 网卡: 不低于 100Mb; 6. 显示器: ≥ 24"	台	4	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	真实实验实训装备
4	电流互感器现场检定实训装置	主要功能: 按规程对电流互感器进行检定。 技术要求: 1. 标准电流互感器: 1) 额定变比: 至少应具有 (50、75、100、150、200、300) A/5A、1000A/5A (穿心)、1500A/5A (穿心) 等变比; 2) 准确度等级: 0.05S 级; 2. 互感器校验仪: 1) 额定工作电流: 1A、5A; 2) 准确度等级: 2 级; 3) 误差视值范围: 比值差 (0 ± 10%)、相位差 (0 ± 100'); 4) 极性错误指示; 3. 2500V 绝缘电阻表	套	2	是/否	适用高职专科	真实实验实训装备
5	电压互感器现场检定实训装置	主要功能: 按规程对电压互感器进行检定。 技术要求: 1. 10-35kV 标准电压互感器: 1) 额定变比: 10kV/100V、35kV/100V; 2) 准确度等级: 0.05S 级; 2. 互感器校验仪: 1) 额定工作电压: 100/√3 V、100V; 2) 准确度等级: 2 级; 3) 误差视值范围: 比值差 (0 ± 10%)、相位差 (0 ± 100'); 3. 2500V 绝缘电阻表	套	2	是/否	适用高职专科	真实实验实训装备

4.3 电力技术类专业拓展技能实训场所设备要求

电力技术类专业拓展技能实训场所的设置主要满足专业类厂站综合自动化、新型电力系统、电力无人机等综合技能、新技术运用、数字化技术培养培训要求。该类场所或设备的配置非所有职业学校、所有专业必须配备的要求，系引导各职业学校达标认证建设的标准，各职业学校可结合本地本校的基础与发展要求，按该类场所设置标准选择配置，形成自身特色。

4.3.1 电力系统综合自动化实训场所设备要求

电力系统综合自动化实训场所应满足专业类电力系统综合自动化系统运行等专业能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.3.1。

表 4.3.1 电力系统综合自动化实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	电力系统调度自动化仿真软件	<p>主要功能: 仿真地区电网及其调度自动化系统;进行调度自动化系统运行、维护和故障处理实训;电力系统稳定性实验;电力系统分析实验;AGC、AVC 系统功能实验以及运行、维护实训。</p> <p>技术要求: 1. 仿真 220kV 电网,电压等级包括 220kV、110kV 和 10kV。220kV 变电站的数量≥ 2;110kV 变电站的数量≥ 4;火力发电厂的数量≥ 1;水力发电厂的数量≥ 1; 2. 仿真 220kV 电网调度自动化系统; 3. 仿真 AGC 和 AVC 主站,并能与发电厂电气综合自动化仿真系统的 AGC 和 AVC 主子站配合</p>	套	1	否/是	适用高职专科/高职本科	
2	变电站综合自动化仿真软件	<p>主要功能: 仿真变电站及变电站综合自动化系统;变电站综合自动化系统设计、组态、调试、运行、维护和故障处理实训;继电保护装置运行与维护。</p> <p>技术要求: 1. 详细仿真 220kV 仿真电网中 110kV 降压变电站及其综合自动化系统,能与电力系统调度自动化仿真系统进行配合,开展相关实训; 2. 110kV 变电站主接线要求:110kV 线路≥ 4回,110kV 接线采用双母线接线,110/10.5kV 变压器 2 台; 3. 按真实继电保护装置功能、内部逻辑、外观、操作和信号进行仿真</p>	套	1	否/是	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
3	发电厂电气综合自动化仿真软件	主要功能: 仿真发电厂及发电厂电气综合自动化系统; 发电厂励磁控制系统、同期并列、储能电站并网控制器等自动装置实验; 发电厂电气自动化系统运行、维护和故障处理 AGC、AVC 系统功能实验以及运行、维护。 技术要求: 1. 详细仿真 220kV 仿真电网中发电厂及其电气自动化系统, 能与电力系统调度自动化仿真系统进行配合, 开展相关实训; 2. 按真实发电机的同期系统、励磁系统的功能、内部逻辑、外观、操作和信号进行仿真; 3. 仿真发电厂 AGC、AVC 子站, 电力系统调度自动化仿真系统中的 AGC、AVC 仿真主站配合	套	1	否/是	适用高职专科/高职本科	
4	计算机	主要功能: 运行相关仿真软件的硬件平台。 技术要求: 1. CPU: 主频 ≥ 3GHz, 核数 ≥ 4; 2. 内存 ≥ 16GB; 3. 硬盘 ≥ 500GB; 4. 显卡: 独立显卡, 内存 ≥ 8GB; 5. 网卡: 不低于 100Mb; 6. 显示器: ≥ 24"	台	42	否/是	适用高职专科/高职本科	

4.3.2 智能变电站运行实训场所设备要求

智能变电站运行实训场所应满足专业类智能电网技术等新技术/数字化能力的培养培训要求。智能变电站运行实训场所实训场所主要设备要求见表 4.3.2。

表 4.3.2 智能变电站运行实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	智能变电站监控系统	主要功能: 智能变电站监控系统组态实训; 智能变电站监控系统“四遥”功能调试实训; 智能变电站监控系统运行与维护实训; 智能变电站一体化二次系统的原理、结构、功能等方面的培训。 技术要求: 1. CPU: 主频 ≥ 3GHz, 核数 ≥ 4; 2. 内存 ≥ 16GB; 3. 硬盘 ≥ 1TB; 4. 监控系统软件功能指标: 画面整幅调用响应时间: 实时画面 ≤ 1s, 其他画面 ≤ 2s; 画面实时数据刷新周期 ≤ 3s; 实时数据库容量: 模拟量 ≥ 2000 点, 状态量 ≥ 5000 点, 遥控 ≥ 500 点, 计算量 ≥ 2000 点	套	10	是/否	适用高职专科/高职本科	DL/T 860-2018 Q/GDW 383-2017 Q/GDW 213-2008 DL/T5149-2020 GB/T 15532-2016

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
2	智能变电站保护屏	<p>主要功能: 智能变电站保护装置调试实训、故障分析及处理实训; 保护装置的 CID 文件下装; 网络报文分析实训。</p> <p>技术要求: 1. 具备三段相间和接地距离保护、四段零序方向过电流保护、三相一次重合闸。 2. 直流回路: 额定电压: 220V 或 110V; 开入电压: 220V 或 110V; 3. 交流回路: 纯数字量 (IEC61850-9-2、FT3); TA 二次额定电流: 5A 或 1A; TV 二次额定电压: 100V; 4. ICD、CID 文件符合统一的模型要求</p>	面	10	是/否	适用高职专科/高职本科	GB/T 14285-2016 DL/T 860-2018 Q/GDW 383-2017 Q/GDW 213-2008
3	智能变电站测控屏	<p>主要功能: 智能变电站测控装置调试实训、故障分析及处理实训; 测控装置的 CID 文件下装; 网络报文分析实训; 配合监控系统进行“四遥”功能测试。</p> <p>技术要求: 1. 配置智能变电站测控装置和站控层交换机; 2. 直流回路: 额定电压: 220V 或 110V; 开入电压: 220V 或 110V; 3. 交流回路: 纯数字量 (IEC61850-9-2、FT3) TA 二次额定电流: 5A 或 1A; TV 二次额定电压: 100V; 4. ICD、CID 文件符合统一的模型要求</p>	面	10	是/否	适用高职专科/高职本科	DL/T 860-2018 Q/GDW 383-2017 Q/GDW 213-2008 DL/T5149-2020
4	智能终端与合并单元屏	<p>主要功能: 智能终端、合并单元等智能电子设备 (IED) 调试、故障分析及处理实训实训; 网络交换机的 VLAN 划分和测试实训; 智能变电站网络报文分析实训。</p> <p>技术要求: 1. 配置智能终端、合并单元、过程层交换机; 2. 直流回路: 额定电压: 220V 或 110V; 开入电压: 220V 或 110V; 3. 交流回路: TA 二次额定电流: 5A 或 1A; TV 二次额定电压: 100V; 3. ICD、CID 文件符合统一的模型要求; 4. 通信接口: 智能终端: GOOSE 接口 ≥ 2; 合并单元: SV 点对点接口 ≥ 2; 过程层交换机接口 ≥ 8</p>	面	10	是/否	适用高职专科/高职本科	DL/T 860-2018 Q/GDW 383-2017 Q/GDW 213-2008 DL/T5149-2020 Q/GDW 429-2016

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
5	模拟断路器(选配)	主要功能: 智能变电站保护、测控、智能终端调试实训; 智能变电站监控系统运维与调试实训。 技术要求: 1. 供电电源: 220V ± 15%AC; 2. 跳合闸操作电源电压: DC 48-220V; 3. 跳合闸线圈电流选择: 0. 25A、0. 5A、1. 0A、1. 5A、2. 0A、2. 5A; 4. 合闸时间选择: 40-600ms 任意设置; 5. 跳闸时间选择: 20-120ms 任意设置; 6. 模拟断路器常闭/常开接点容量: AC 250V/8A, DC 250V /2A	台	10	是/否	适用高职专科/高职本科	
6	同步时钟屏	主要功能: 用于智能变电站实训系统对时。 技术要求: 1. 采用北斗对时; 2. 对时模式: 网络对时、B 码对时; 3. B 码对时口: 48 个; 4. 支持 1588 对时	面	1	是/否	适用高职专科/高职本科	DL/T5149-2016 DL/T860-2016 (IEC61850)
7	直流屏	主要功能: 智能变电站运行实训场所实训设备供电电源。 技术要求: 1. 组屏方式: 充馈电一体化柜, 整流模块采用 N+2 冗余方式配置, 自主均流运行; 2. 交流输入电压: 380V, 50Hz; 3. 直流输出电压: 180-320V; 4. 额定输出电流: ≥100A; 5. 精度: 输出电流在 (0. 1~1. 0) Ie 范围内变化, 输出电压在额定值的 (0. 9~1. 30) Ue 范围内任一点保持稳定, 其稳压精度应不超过 ± 0. 5%	面	1	是/否	适用高职专科/高职本科	DL/T459-2017 DL/T637-2019
8	继电保护测试仪	主要功能: 智能变电站合并单元、智能终端、继电保护整组调试与故障分析处理实训。 技术要求: 1. 交流电流: 输出电流 (RMS): 单相 0-30A, 三相并联 0-90A; 输出精度: ± 0. 1%; 2. 直流电流: 输出电流: 单相 0-15A ; 输出精度: ± 0. 5%; 3. 交流电压: 输出电压 (RMS): 单相 0-125V, 二相串联 0-250V; 输出精度: ± 0. 1% (2-125V); 4. 直流电压: 输出 4 × 0-150V/相; 精度: ± 0. 5%; 5. 具有开路、过载自动检测、报警、保护功能	台	5	是/否	适用高职专科/高职本科	DL/T 317-2010 DL/T 624-2010 DL/T 1153-2012 JJG 1112-2012 DL/T 5506-2015

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
9	光数字式继电保护测试仪	<p>主要功能: 智能变电站保护、测控调试与故障分析处理实训; 智能变电站监控系统联调与故障分析处理实训。</p> <p>技术要求: 1. 输出的电压、电流可以是模拟小信号, 也可以是纯数字量 (IEC61850-9-1/2、FT3), 还可以是它们的混合方式, 而跳、合闸等状态量采用 GOOSE 传递、开入开出硬接点连接或混合方式; 2. 具有开路、过载自动检测、报警、保护功能</p>	台	5	是/否	适用高职本科	(Q/GDW-383-2009 Q/GDW441-2010 Q/GDW-396-2009 DL/T 1153-2012 JJG 1112-2012 DL/T 5506-2015
10	手持式光数字信号分析仪	<p>主要功能: 模拟合并单元 (MU) 输出 IEC61850-9-1/2、IEC60044-7/8 光数字报文, 对智能变电站合并单元、保护、测控、智能终端等进行测试; 实时侦听网络合并单元光数字报文, 显示和记录数据波形, 并实时统计输出中的丢帧与乱码, 进行接收离散度分析。</p> <p>技术要求: 1. 具备光以太网口, 支持 IEC61850-9-1/2 SMV 报文及 GOOSE 发送。IEC60044-7/8 SMV 报文发送和接收和光 IRIG-B 码接收; 2. 遥测量电压、电流、频率计量等级: 0.2 级, GOOSE 分辨率 $\leq 1\text{ms}$; 3. 采用 IRIG-B 码 (DC) 或 PPS 对时</p>	台	5	是/否	适用高职本科	IEC61850-9-1/9-2/9-2LE、GOOSE、IEC60044-7/8 FT3、FT3LE
11	光纤测试仪	<p>主要功能: 网络光纤参数测试。</p> <p>技术要求: 1. 波长范围: 800nm~1700nm 单模多模; 2. 功率测量范围 (dBm): -70~+10; 3. 不确定度 $\pm 5\%$; 4. 内置可充电电池</p>	台	5	是/否	适用高职本科	GB/T50312-2016
12	调试系统	<p>主要功能: SCD 文档的编制实训; CID 文件生成和下装实训; 网络交换机的 VLAN 划分和测试实训; 智能变电站网络报文分析实训。</p> <p>技术要求: 1. 具备 SCD 文件编写功能; 2. 具备 CID 文件生成和下装功能; 3. 具备交换机的 VLAN 划分和测试功能; 4. 具备网络报文捕获与分析功能; 5. CPU: 主频 $\geq 3\text{GHz}$, 核数 ≥ 4; 6. 内存 $\geq 16\text{GB}$; 7. 硬盘 $\geq 1\text{TB}$</p>	套	10	是/否	适用高职高职本科	DL/T 860-2018 GB/T 15532-2016

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
13	合并单元测试仪 (选配)	主要功能: 合并单元测试实训, 测试合并单元比差、报文固定延时。 技术要求: 1. 准确度等级: 比差<0.05%, 角差<2'; 2. 谐波测试精度: 比差 0.1%Un 或者 0.1%In, 角差 10'; 3. 波形离散型测试精度: 精度<0.1us; 4. 通讯协议: IEC61850 9-1、9-2、9-2LE; IEC60044 FT3、FT3LE; 5. 光纤通信接口: LC 口 ≥ 8 对; FT3 接口 ≥ 8 个; 6. 功放输出 交流电流输出: 6 路, 每路 30A/150VA; 交流电压输出: 6 路, 每路 120V/80VA; 交流输出精度: 0.05%; 直流电流输出: 6 路, 每路 ± 10A/120VA; 直流电压输出: 6 路, 每路 ± 160V/80VA; 直流输出精度: 0.05%	台	5	是/否	适用高职 本科	(Q/GDW-383-2009 9 Q/GDW441-2010 Q/GDW-396-2009 DL/T 1153-2012 JJG 1112-2012 DL/T 5506-2015

4.3.3 水电站综合自动化实训场所设备要求

水电站综合自动化实训场所应满足专业类水电厂运行实操、事故处理等专业能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.3.3。

表 4.3.3 水电站综合自动化实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	水电站监控系统操作站	主要功能: 用于机组运行监视与控制。 技术要求: 1. CPU: 主频 ≥ 3GHz, 核数 ≥ 4; 2. 内存: ≥ 8GB; 3. 系统硬盘: ≥ 100GB 固态硬盘; 4. 数据硬盘: ≥ 1TB; 5. 网卡: 不低于 100Mb; 6. 显示器: ≥ 24"	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科	GB/T9813.1-2016 SL 692-2014
2	LCU 屏	主要功能: 机组监测与控制。 技术要求: 1. 电源: (1) 额定电压: AC220V, DC220V 或 110V; (2) 开入电压: DC24V; 2. 人机界面: 智能操作屏; 3. 交换机: 百兆或千兆, 24 口	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科	DL/T 822-2012 GB50171-2012 GB50093-2019

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
3	负载装置	<p>主要功能: 用于模拟单网（小网）运行。</p> <p>技术要求: 1. 可调节式负载功率与成套发电机组额定功率相匹配； 2. 功率因数可调范围：0.7~0.95； 3. 配套散热装置（选配）； 4. 录波装置（频率、电压、电流）（选配）； 5. 人机界面：智能操作屏</p>	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科	
4	发电机保护装置	<p>主要功能: 发电机组保护试验及整定值校验。</p> <p>技术要求: 1. 直流电源： 开入电压：弱电开入 24V，强电开入 220V 或 110V； 2. 采样回路： （1）采样电流：5A； （2）采样电压：100/$\sqrt{3}$V； 3. 通讯接口：串口或网口； 4. 保护配置： （1）发电机差动保护； （2）发电机过压保护； （3）发电机过流保护； （4）发电机过负荷保护</p>	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科	GB 14285- 2006
5	微机励磁屏	<p>主要功能: 励磁电流、电压的调整及励磁系统试验。</p> <p>技术要求: 1. 电源要求： （1）额定电压：AC380V、AC220V，DC220V 或 DC110V，50Hz； （2）开入电压：DC24V； 2. 调节器模式：电压调节模式、电流调节模式及无功调节模式； 3. 人机界面：智能操作屏； 4. 电压、电流显示仪表采用机械指针式； 5. 功率整流方式：三相全控整流桥； 6. 励磁方式：自并励； 7. 通讯接口：串口或网口</p>	面	1	是/否	适用中职/ 高职专科	DL/T583-2018

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
6	同期装置	主要功能: 发电机组并网同期操作及试验。 技术要求: 1. 电源要求: 弱电开入 DC24V; 2. 采样回路: (1)待并侧采样电压: $100/\sqrt{3}$ V; (2)母线侧采样电压: $100/\sqrt{3}$ V; 3. 微机自动准同期装置: 压差、频差、相位差可调整; 4. 手动准同期装置: 包括同期表、手自动切换开关、分合闸旋钮、同步检查继电器; 5. 通讯接口: 串口或网口	面	1	是/否	适用中职/ 高职专科	DL/T710-2018
7	发电机组	主要功能: 能够配合完成转速调整、电压调整、功率调整等功能。 技术要求: 1. 额定电压: 400V; 2. 频率: 50Hz; 3. 转速 $\leq 1500\text{r/min}$	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科	GB/T 2900.25-2008
8	水轮机微机调速器(选配)	主要功能: PID 参数调整及接力器行程测定试验等。 技术要求: 1. 电源要求: (1) DC220V 或 DC110V; (2) AC380V、AC220V; 2. 油压装置油压 $\geq 2.5\text{Mpa}$; 3. 调节器采用 PLC 型; 4. 人机界面: 智能操作屏 5. 电液转换装置: 步进电机/伺服电机/比例阀/数字阀等 6. 组合式调速器(建议): 油泵自动控制; 7. 通讯接口: 串口或网口	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科	DL/T 563-2016 GB/T 9652.1-2007

4.3.4 输配电施工运检仿真实训场所设备要求

输配电施工运检仿真实训场所应满足专业类输配电线路施工与运行、配电设备运行、模拟无人机电力测绘和运检等新技术/数字化能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.3.4。

表 4.3.4 输配电施工运检仿真实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	输配电工程运行检修管理虚拟仿真系统	<p>主要功能: 实现输配电工程运行与管理、停电检修、不停电检修等实训项目仿真操作。</p> <p>技术要求: 1. 输配电线路结构和配电设备认识; 2. 线路运维常见工器具使用与检测仿真; 3. 10kV 不停电作业; 4. 等电位带电作业; 5. 实现对输电线路工程运行管理模拟; 6. 输配电线路运行实验; 7. 环网柜、箱变、柱上设备等配电设备运行管理; 8. 无人机输配电设备巡检</p>	套	41	否/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T 32673-2016
2	输配电工程施工虚拟仿真系统	<p>主要功能: 输配电工程施工流程和工艺仿真, 包括各电压等级输配电线路施工, 配电设备安装施工。</p> <p>技术要求: 1. 输配电线路基础施工流程; 2. 电杆与铁塔架设; 3. 电力电缆敷设与附件安装; 4. 导线与地线架设; 5. 配电台区施工; 6. 配电变电站房施工; 7. 施工设备和机械使用</p>	套	41	否/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T 32673-2016
3	台式计算机	<p>主要功能: 运行输配电工程专业运行检修管理软件、输配电工程施工仿真软件。</p> <p>技术要求: 1. CPU: 主频 $\geq 3\text{GHz}$, 核数 ≥ 4; 2. 内存: $\geq 16\text{GB}$; 3. 硬盘: $\geq 500\text{GB}$; 4. 显卡: 独立显卡, 显存 $\geq 8\text{GB}$; 5. 网卡: 不低于 100Mb 6. 显示器: $\geq 24''$</p>	套	41	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T 9813.1 —2016 GB/T 9361— 2011

4.3.5 电气控制实训场所设备要求

电气控制实训场所应满足专业类电气控制系统程序设计、通信组态等数字化能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.3.5。

表 4.3.5 电气控制实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	现代电气控制实训平台	<p>主要功能: 平台集 PLC、变频器、触摸屏、步进驱动器、伺服驱动器、低压电器模块等于一体,可进行电气控制线路安装、调试、组态、通信组网。</p> <p>技术要求: 1. 电源: AC 380V/220V、DC 24V; 2. 带断路器、接触器、继电器、传感器、主令电器等低压电器; 3. PLC (I/O 点 ≥ 20) 与变频器、触摸屏等具备通信组网能力; 4. 配三相异步电机、双速电机、步进电机驱动系统、伺服电机驱动系统,可与 PLC、变频器、触摸屏等实现集成应用; 5. 有漏电、过载、过流、接地保护功能</p>	台	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	变频器、触摸屏、伺服电机驱动系统中职选配
2	普通计算机	<p>主要功能: 满足电气控制系统编程、监控、仿真模拟、组态应用及多媒体教学等需要。</p> <p>技术要求: 1. CPU: 主频 $\geq 3\text{GHz}$, 核数 ≥ 4; 2. 内存: $\geq 8\text{GB}$; 3. 硬盘: $\geq 500\text{GB}$; 4. 网卡: 不低于 100Mb; 5. 显示器: $\geq 22"$</p>	台	21	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
3	数字式万用表	<p>主要功能: 具有电压、电流和电阻测量功能,以及电容量、电感量及半导体参数测量功能。</p> <p>技术要求: 1. 直流电压量程: 200mV/2V/20V/200V/500V; 2. 交流电压量程: 200V/500V; 3. 电流量程: 2mA/20mA/200mA/10A; 4. 电阻量程: 200Ω/2kΩ/20kΩ/200kΩ/2MΩ</p>	只	11	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

4.3.6 智能供配电技术实训场所设备要求

智能供配电技术实训场所应满足专业类配电设备巡视检查与运行维护、配电系统典型事故分析与处理等专业能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.3.6。

表 4.3.6 智能供配电技术实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
1	中置式进线柜	<p>主要功能: 10kV 高压电源接入控制, 可实现开关设备状态数据采集与远程控制。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 额定电压: 12kV; 2. 额定频率: 50Hz; 3. 额定电流: $\geq 630\text{A}$; 4. 额定短时耐受电流(有效值): $\geq 20\text{kA}$; 5. 额定短路持续时间: 4s; 6. 额定峰值耐受电流: $\geq 50\text{kA}$; 7. 额定短路开断电流: $\geq 25\text{kA}$; 8. 额定电流开断次数: ≥ 10000 次; 9. 额定短路电流开断次数: ≥ 30 次; 10. 额定短路关合电流(峰值): $\geq 50\text{kA}$; 11. 继电保护装置带标准通信接口 	面	2	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
2	中置式出线柜	<p>主要功能: 10kV 高压电源输出控制, 可实现开关设备状态数据采集与远程控制。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 额定电压: 12kV; 2. 额定频率: 50Hz; 3. 额定电流: $\geq 630\text{A}$; 4. 额定短时耐受电流(有效值): $\geq 20\text{kA}$; 5. 额定短路持续时间: 4s; 6. 额定峰值耐受电流: $\geq 50\text{kA}$; 7. 额定短路开断电流: $\geq 25\text{kA}$; 8. 额定电流开断次数: ≥ 10000 次; 9. 额定短路电流开断次数: ≥ 30 次; 10. 额定短路关合电流(峰值): $\geq 50\text{kA}$; 11. 继电保护装置带标准通信接口 	面	2	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
3	中置式计量柜	<p>主要功能: 10kV 用户用电量采集。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 额定电压: 12kV; 2. 电压互感器: 10/0.1kV; 3. 电流互感器: $\geq 10/5\text{A}$; 4. 智能电能表: 3*100V、3*1.5(6) A; 5. 需具备基于电能量采集和负荷控制的智能终端, 上行通信采用以太网 	面	2	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
4	中置式 PT 柜	<p>主要功能: 10kV 高压变换。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 额定电压: 12kV; 2. 额定频率: 50Hz; 3. 电压互感器: $\frac{10}{\sqrt{3}}/\frac{0.1}{\sqrt{3}}/\frac{0.1}{3}$ 	面	2	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
5	中置式联络柜	主要功能: 10kV 高压母线联络, 可实现开关设备状态采集与远程控制。 技术要求: 1. 额定电压: 12kV; 2. 额定频率: 50Hz; 3. 额定电流: $\geq 630\text{A}$; 4. 额定短时耐受电流(有效值): $\geq 20\text{kA}$; 5. 额定短路持续时间: 4s; 6. 额定峰值耐受电流: $\geq 50\text{kA}$; 7. 额定短路开断电流: $\geq 25\text{kA}$; 8. 额定短路电流开断次数: ≥ 30 次; 9. 额定短路关合电流(峰值): $\geq 50\text{kA}$; 10. 继电保护装置带标准通信接口; 11. 通信控制器支持多种标准通信协议	面	1	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
6	中置式隔离柜	主要功能: 隔离电源便于检修。 技术要求: 1. 额定电压: 12kV; 2. 额定频率: 50Hz; 3. 额定电流: $\geq 630\text{A}$	面	1	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
7	变压器柜	主要功能: 变换电压, 变压器保护需要具备测控功能。 技术要求: 1. 类型: 干式变压器; 2. 额定频率: 50Hz; 3. 额定电压: 10kV/0.4kV; 4. 调压方式: 无励磁调压; 5. 连接组别: Dyn11; 6. 电压变比: $10\text{kV} \pm 2 \times 2.5\%/0.4\text{kV}$; 7. 容量: $\geq 30\text{kVA}$	面	1	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	建议干式、油浸式变压器各一台
8	变压器柜	主要功能: 变换电压, 变压器保护需要具备测控功能。 技术要求: 1. 类型: 油浸式变压器; 2. 额定频率: 50Hz; 3. 额定电压: 10kV/0.4kV; 4. 调压方式: 无励磁调压; 5. 连接组别: Dyn11; 6. 电压变比: $10\text{kV} \pm 2 \times 2.5\%/0.4\text{kV}$; 7. 容量: $\geq 30\text{kVA}$	面	1	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	建议干式、油浸式变压器各一台
9	低压进线柜	主要功能: 低压进线的控制, 可实现电能计量远程通信采集, 开关设备状态采集与远程控制。 技术要求: 1. 额定电压: AC400V; 2. 额定频率: 50Hz; 3. 额定绝缘电压: $\geq 600\text{V}$; 4. 额定电流: $\geq 630\text{A}$; 5. 母线额定短时耐受电流: $\geq 50\text{kA}/1\text{s}$; 6. 母线额定峰值耐受电流: $\geq 105\text{kA}/0.1\text{s}$; 7. 带标准通信协议的低压智能断路器与智能电能表; 8. 通信控制器支持多种标准通信协议	面	2	是/可	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
10	低压出线柜	主要功能: 低压出线的控制,出线开关可实现设备状态数据通信采集与远程控制。 技术要求: 1. 额定电压: AC400V; 2. 额定频率: 50Hz; 3. 额定绝缘电压: 660V; 4. 额定电流: $\geq 630\text{A}$; 5. 母线额定短时耐受电流: $\geq 50\text{kA}/1\text{s}$; 6. 母线额定峰值耐受电流: $\geq 105\text{kA}/0.1\text{s}$; 7. 带标准通信协议的低压智能断路器	面	2	是/可	适用中职/高职专科/高职本科	建议配备封闭抽屉式交流低压配电柜和固定式交流低压配电柜等多种柜型
11	无功补偿柜	主要功能: 作为供电电源电容补偿用。 技术要求: 1. 额定电压: AC400V; 2. 额定频率: 50Hz; 3. 额定绝缘电压: 660V; 4. 额定电流: $\geq 630\text{A}$; 5. 母线额定短时耐受电流: $\geq 50\text{kA}/1\text{s}$; 6. 母线额定峰值耐受电流: $\geq 105\text{kA}/0.1\text{s}$; 7. 支持标准通信协议的智能功率因数补偿控制器	面	2	是/可	适用中职/高职专科/高职本科	
12	低压联络柜	主要功能: 400V 低压母线联络。 技术要求: 1. 额定电压: AC400V; 2. 额定频率: 50Hz; 3. 额定绝缘电压: 660V; 4. 额定电流: $\geq 630\text{A}$; 5. 母线额定短时耐受电流: $\geq 50\text{kA}/1\text{s}$; 6. 母线额定峰值耐受电流: $\geq 105\text{kA}/0.1\text{s}$; 7. 支持标准通信协议的低压智能断路器	面	1	是/可	适用中职/高职专科/高职本科	
13	直流电源柜	主要功能: 提供仿真直流操作电源。 技术要求: 1. 交流输入电压: 380V, 3相, 50Hz 双回路自动切换; 2. 控制要求: 可进行手自动切换; 3. 直流输出: $\text{DC}220\text{V} \pm 10\%$; 4. 电池容量: $\geq 80\text{Ah}$	面	1	是/可	适用中职/高职专科/高职本科	
14	配套软件系统	主要功能: 实现高低压配电系统远程监控仿真操作。 技术要求: 1. 展示与实训场所高低压配电柜设备网络架构保持一致的供配电一次拓扑图; 2. 具有模拟供电远程操作、三遥、报警、五防演练功能,可提供多种主接线方式; 3. 可模拟整套配电系统的启动、停止、动作指令的下发和恢复运行; 4. 可模拟各种故障设置和各种保护功能实现; 5. 可设定高低压开关柜相应的工作状态和模拟系统负荷运行参数; 6. 可设置二次回路故障状态	套	1	否/可	适用中职/高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
15	配电编程开发软件系统	主要功能: 实现高低压配电监控系统编程开发。 技术要求: 1. 具有 Modbus 等常见电力通信协议接口, 可提供与上层管理系统或云服务的 API 通信接口; 2. 可开展模块化通信编程, 采集、存储带通信接口的高低电压智能配电运行与设备数据, 可控制配电设备的启动、停止、动作; 3. 可开展高低压配电系统人机界面、报表等组态与编程; 4. 支持 C/Python 等高级语言编程; 5. 可开展负荷预测、预测性运维、远程运维应用与开发	套	1	否/可	适用高职 专科/高职 本科	选配

4.3.7 无人机应用技术实训场所设备要求

无人机应用实训场所应满足专业类无人机组装与驾驶、输配电线路无人机巡检等新技术/数字化能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.3.7。

表 4.3.7 无人机应用技术实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	多旋翼无人机装配专用飞机散件	主要功能: 用于组装多旋翼无人机实训。 技术要求: 1. 具有 450 或以上轴距碳纤维多旋翼无人机套件; 2. 专用航空铝箱; 3. 专用装配工具	套	30	是/可	适用高职 专科/高职 本科	
2	多旋翼无人机配件	主要功能: 用于多旋翼无人机实机飞行实训。 技术要求: 配备多旋翼无人机备用电池(每套 5 块), 充电宝、螺旋桨叶(每套 5 组)	套	5	是/可	适用高职 专科/高职 本科	
3	无人机编程应用平台	主要功能: 1. 能支持图形化编程、Python 编程, 支持移动端与电脑端编程; 2. 支持通用串行总线; 3. 支持多机协同功能; 4. 支持队形设计、动态调整、航迹规划、编队飞行控制策略研究等(选配)。 技术要求: 1. 有外设拓展功能, 可外置组件预留接口包括: 激光雷达、相机云台、探照灯、抓手、喊话器、简易投放装置等; 2. 无人机可操控其他设备	套	1	是/可	适用高职 专科/高职 本科	GB 19517-2009

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
4	多功能无人机	主要功能: 1. 无人机实机飞行; 2. 巡检相关实训; 3. 测绘相关实训; 4. 用于无人机拓展功能模块研究。 技术要求: 1. 规划巡检路径; 2. 控制云台角度; 3. 支持双光吊舱; 4. 自动/手动拍照/录像; 5. 照片/视频远程下载播放; 6. 智能规划测区拍摄航线; 7. 根据分辨率自动计算航线高度与宽度; 8. 兼容正摄和倾斜摄影; 9. 位置点自动记录	套	10	是/可	适用高职专科/高职本科	GJB 5434—2005, GJB 5433—2005
5	多功能无人机配件	主要功能: 用于多功能无人机实机飞行。 技术要求: 多功能无人机备用电池(每套3块), 充电宝、螺旋桨叶(每套3组)	套	5	是/可	适用高职专科/高职本科	GB 19517—2009
6	飞行区域(室内)	主要功能: 用于划限室内飞行训练区域。 技术要求: 包含训练网、圆圈障碍树和拱形障碍门	套	1	是/可	适用高职专科/高职本科	
7	超视距自主飞行地面站系统(选配)	主要功能: 1. 实现无人机超视距飞行; 2. 实现无人机联网控制、视频和控制指令的远程传输; 3. 实时监控飞控状态、全球定位系统(GNSS)信号状态、电池余量、飞行器的速度与位置; 4. 故障实时警告; 5. 自动生成相关数据报表; 6. 完成航路点飞行和相关任务, 可实现自主飞行。 技术要求: 1. 可与无人机远程控制软件对接; 2. 可在PC端或移动端装载远程控制软件	套	1	是/可	适用高职专科/高职本科	GJB 5434—2005 GJB 5433—2005
8	装配工具套装	主要功能: 用于实训教学中设备的拆、装等。 技术要求: 1. 内六角起子: 耐油防滑; 2. 充电手电钻; 3. 合金钻头、小型套筒扳手、热熔胶枪等满足使用需求; 4. 大功率热风枪; 5. 插头焊接固定工具	套	20	是/可	适用高职专科/高职本科	
9	台式计算机	主要功能: 1. 用于运行无人机模拟专业软件; 2. 用于运行无人机操作仿真软件; 3. 用于运行无人机通道巡检仿真软件。 技术要求: 1. 操作系统: 正版操作系统; 2. CPU: 主频 $\geq 3\text{GHz}$, 核数 ≥ 4 ; 3. 内存: $\geq 8\text{GB}$; 4. 系统硬盘: $\geq 100\text{GB}$ 固态硬盘; 5. 数据硬盘: $\geq 1\text{TB}$; 6. 网卡: 不低于 100Mb ; 7. 显示器: $\geq 24''$	套	40	是	适用高职专科/高职本科	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
10	专业模拟软件	主要功能: 用于无人机模拟飞行、无人机巡检实训。 技术要求: 1. 能实现各类型无人机模拟飞行; 2. 能模拟无人机电力巡检作业	套	40	是/可	适用高职专科/高职本科	
11	机巢(选配)	主要功能: 实现飞行巡检全过程无人操控。 技术要求: 1. 具备飞行平台,能自动返航; 2. 内置调频数传电台、黑匣子; 3. 飞控系统,地面站系统; 4. 可携带正射相机	套	1	是	适用高职专科/高职本科	

4.3.8 高压试验虚拟仿真实训场所设备要求

高压试验虚拟仿真实训场所应解决高电压技术试验因安全等因素不能进行时的技能需求。实训场所主要设备要求见表 4.3.8。

表 4.3.8 高压试验虚拟仿真实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	计算机	主要功能: 用于运行三维虚拟仿真系统和多媒体教学。 技术要求: 1. 内存: ≥ 16GB; 2. 显示器: ≥ 23"; 3. 硬盘: ≥ 1TB HDD; 4. 显卡: ≥ 4GB 独立显卡	台	41	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	
2	电气设备高压试验三维仿真系统	主要功能: 变压器、断路器等电气设备高压试验。 技术要求: 1. 仿真对象: 变电站、电气设备、试验仪器设备; 2. 仿真范围: 常规电气试验、在线监测、GIS 试验、事故分析、数据分析与设备评价; 3. 仿真程度: (1) 按 1:1 比例仿真; (2) 可进行绝缘电阻等试验项目; (3) 可进行安全工器具选择; (4) 可进行在线测试; 4. 预留接口,对接大数据等信息化管理平台	套	1	否/是	适用中职/高职专科/高职本科	

4.3.9 电力系统虚拟仿真实训场所设备要求

电力系统虚拟仿真实训场所应满足专业类发电厂生产过程认知、电力

系统认知等专业能力的培养培训要求。实训场所主要设备应符合表 4.3.9 的要求。

表 4.3.9 电力系统虚拟仿真实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	计算机	主要功能: 用于运行三维虚拟仿真系统和多媒体教学。 技术要求: 1. CPU: 主频 ≥ 3GHz; 2. 核数 ≥ 4; 3. 内存: ≥ 8GB; 4. 系统硬盘: ≥ 100GB 固态硬盘; 5. 数据硬盘: ≥ 1TB; 6. 网卡: 不低于 100Mb; 7. 显示器: ≥ 24"	台	40	否/是	适用高职专科/高职本科	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011
2	VR 一体机 (选配)	主要功能: 通过 VR 眼镜以虚拟现实技术展示发电厂、输电线路及变电站的场景、主要生产过程等。 技术要求: 1 显示屏: 2.5K 柔光护眼屏; 2 分辨率: ≥ 2560*1440; 3 视场角: ≥ 96 度; 4. 硬盘: ≥ 32GB; 5. 内存: ≥ 3GB	套	40	否/是	适用高职专科/高职本科	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011
2	投影仪 (选配)	主要功能: 用于多媒体课件演示、视频播放等。 技术要求: 1. 亮度: ≥ 3600lm; 2. 标准分辨率: ≥ 1024*768 像素; 3. 对比度: ≥ 2000: 1	套	1	否/是	适用高职专科/高职本科	GB/T 28037—2011
3	电力系统虚拟仿真系统	主要功能: 满足电力技术类专业学生对发电、输电、变电及电力调度等环节典型设备及工作场景认知和实训。 技术要求: 1. 仿真内容: (1) 发电厂认知 火电、风电、太阳能发电及抽水蓄能电站典型设备及生产过程认知。 (2) 输电线路认知 交流高压、超高压和直流特高压等典型输电线路工作场景与核心设备结构认知; (3) 变电站认知 常规变电站和智能变电站典型设备和工作过程认知; (4) 电网调度认知 电网调度中心调度模拟认知 2. 仿真程度: 1:1	套	1	否/是	适用高职专科/高职本科	DL/T 1023—2006 GB/T 40601-2021

4.3.10 源网荷储一体化仿真实训场所设备要求

源网荷储一体化仿真实训场所应满足专业类分布式能源系统运行操作、储能系统运行操作、微电网系统控制和管理等新技术/数字化能力的培养培

训要求。实训场所主要设备要求见表 4.3.10。

表 4.3.10 源网荷储一体化仿真实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
1	微型燃气轮机仿真实训系统	<p>主要功能: 利用微型燃气轮机仿真实训系统,进行微型燃气轮机系统的操作实训。</p> <p>技术要求: 1.具备并网运行模式(P/Q模式); 2.并网运行模式,P和Q的指令可通过通信设置,控制精度$\leq 1\%$; 3.通过远程设置,可选择相应的运行模式; 4.在独立模式具备三相不平衡运行能力; 5.交流电压幅值、频率和电流保护门槛值可设置; 6.微型燃机关键参数的稳态精度不低于1%,主要参数的稳态精度不低于2%,一般参数的稳态精度不低于5%</p>	套	1	否/可	高职专科/ 高职本科	
2	风力发电系统仿真实训系统	<p>主要功能: 模拟风电机组的运行操作。</p> <p>技术要求: 1.应包括直驱型、双馈型风力机; 2.应可以对风速和风向进行模拟设置; 3.风机应可以根据风速和风向的变化自动调节桨距角和偏航位置; 4.风机应具有保护功能; 5.应可以将风机切至维护模式; 6.风力发电机组模型关键参数的稳态精度不低于1%,主要参数的稳态精度不低于2%,一般参数的稳态精度不低于5%</p>	套	1	否/可	高职专科/ 高职本科	
3	光伏发电系统仿真实训系统	<p>主要功能: 模拟光伏发电系统的运行操作。</p> <p>技术要求: 1.应可以对影响光伏发电的主要环境因数进行模拟设置; 2.光伏逆变器可以根据日照强度的变化自动并网或离网; 3.光伏组件的跟踪系统应根据太阳光线的入射角度自动调节跟踪系统角度; 4.光伏发电装置模型关键参数的稳态精度不低于1%,主要参数的稳态精度不低于2%,一般参数的稳态精度不低于5%</p>	套	1	否/可	高职专科/ 高职本科	
4	燃料电池系统仿真实训系统	<p>主要功能: 模拟电解水制氢和氢燃料电池系统的运行操作。</p> <p>技术要求: 1.能够详细反映电解水制氢和氢燃料发电的工艺流程; 2.系统部件模型应考虑气相和液相的状态变化; 3.氢燃料电池系统应包括:阳极供氢系统、阴极供气系统、电堆液冷系统、进气加试系统、电堆反应系统; 4.燃料电池设备模型关键参数的稳态精度不低于1%,主要参数的稳态精度不低于2%,一般参数的稳态精度不低于5%</p>	套	1	否/可	高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
5	电化学储能系统仿真实训系统	<p>主要功能: 模拟系统功率过剩或不足时, 蓄电池的充放电运行操作。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 可以对充电和放电电流进行限制; 2. 可以对蓄电池组参数进行设置, 如电源切除 SOC 值、电源回归 SOC 值、负荷切除 SOC 值、负荷回归 SOC 值等; 3. 可以根据需要设定储能系统的额定功率和容量; 4. 可实时显示蓄电池组的实时荷电状态 (SOC)、充电电流、放电电流、当前可充电容量、当前可放电容量等参数; 5. 电化学储能系统模型关键参数的稳态精度不低于 1%, 主要参数的稳态精度不低于 2%, 一般参数的稳态精度不低于 5% 	套	1	否/可	高职专科 /高职本科	
6	微电网仿真实训系统	<p>主要功能: 各电源点、储能点、负荷点组成一个区域电网系统, 可全面模拟区域能源的生产运行过程。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 配备微电网和主网的联络开关, 实现微电网的独立运行和与主网的联网运行两种模式的切换; 2. 可实时显示电网中的电压、电流、功率和频率等参数; 3. 可实现分布式电源并网逆变器的恒压/恒频控制、恒功率控制和下垂控制; 4. 当微电网独立运行时, 可选择采用主从控制模式或对等控制模式来控制微电网频率和电压的稳定; 5. 具有能量管理系统, 可对分布式电源、储能装置以及相关负荷进行管理 	套	1	否/可	高职本科	
7	电力负荷仿真实训系统	<p>主要功能: 对各种电力负荷进行模拟。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 可对电力系统各类负荷进行模拟; 2. 可对负荷有功部分和无功部分进行模拟; 3. 可以根据需要对负荷模拟进行加速设置; 4. 可以根据需要跳到指定时间点开始模拟运行; 5. 可实时显示负荷的实时电压、电流、功率、频率等参数 	套	1	否/可	高职本科	
8	计算机	<p>主要功能: 提供仿真系统运行环境和局域网环境。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 操作系统: 正版操作系统; 2. 内存: ≥ 16 GB; 3. 显示器: ≥ 21"; 4. 硬盘: ≥ 1 TB HDD; 5. 显卡: ≥ 2 GB 集成显卡 	台	41	是/可	高职专科 /高职本科	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011

4.3.11 电力系统计算机辅助设计实训场所设备要求

电力系统计算机辅助设计实训场所应满足专业类电力系统潮流分析、短路电流计算等专业能力的培养培训要求。电力系统计算机辅助设计实训场所主要设备应符合表 4.3.11 的要求。

表 4.3.11 电力系统计算机辅助设计实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真环境	适用层次	备注
1	电力系统运行及稳定性分析计算软件	<p>主要功能: 设计电力系统的网络结构, 计算潮流分布; 进行稳定性分析, 确定系统临界切除故障时间。</p> <p>技术要求: 1. 可自由搭建电力系统的网络结构, 最大节点数 ≥ 1000; 2. 电气设备至少包括发电机、输电线路、母线、变压器、负荷、断路器, 可设置设备参数; 3. 支持常规潮流、交直流混合潮流、动态潮流分析, 可设置各算法的参数, 导出迭代过程的数据; 4. 支持稳定性分析, 可投切负载、设置故障类型, 导出系统功角、频率及电压的计算结果</p>	套	1	否/可	适用高职 专科/高职 本科	GB/T 40581-2021
2	电力系统短路电流计算软件	<p>主要功能: 基于发电厂、变电站的电气主接线, 计算各设备在不同短路点及短路故障类型下的电流值。</p> <p>技术要求: 1. 可在各母线、输电线路设置短路点; 2. 可在短路点上设置三相对称或非对称短路、接地或非接地短路的故障类型; 3. 支持实用运算曲线法, 分析三相对称短路故障, 可显示系统的等值网络及化简图, 并输出短路电流的计算结果; 4. 支持复合序网法, 分析三相不对称短路故障, 可显示系统的各序等值网络图, 并输出短路电流的计算结果</p>	套	1	否/可	适用高职 专科/高职 本科	GB/T 15544.1-2023
3	输配电线路设计软件(选配)	<p>主要功能: 针对不同电压等级对输配电线路进行设计。完成线路的电气和力学参数计算、设备选择及校核等。</p> <p>技术要求: 1. 根据电力负荷和气象条件进行导线选取与参数计算; 2. 导线应力弧垂曲线和安装曲线计算;</p>	套	1	否/可	适用高职 专科/高职 本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真环境	适用层次	备注
		3. 线路路径选择和杆塔定位; 4. 基础和杆塔荷载与强度计算; 5. 柱上设备与配网自动化终端配套装置选择; 6. 电力工程电缆载流量计算、线芯短路电流计算、断面配筋计算、地基承载力计算、附件及附属设备的选择; 7. 工程设备与材料统计					
4	工程概预算编制软件(选配)	主要功能: 实现电力工程设计方案导入、造价方案编制、工程管理功能。 技术要求: 1. 具备工程造价方案认知功能; 2. 可导入设计工程, 自动挂接概预算; 3. 可实现费率维护、材料价格维护功能; 可实现多项目概预算合并功能; 4. 可实现投资估算、设计概算、施工图预算	套	1	否/可	适用高职 专科/高职 本科	
5	继电保护及自动装置整定计算软件(选配)	主要功能: 对电力系统进行仿真, 在异常事故情况下调控系统信息, 检验设计的继电保护动作情况。 技术要求: 1. 配置保护种类与参数; 2. 可进行发电机保护整定、变压器保护整定、线路保护整定、母线保护整定; 3. 根据网络结构设置异常事故, 自由搭建保护逻辑并验证; 4. 能进行故障暂态计算, 并显示故障前后线路、母线电压、电流等, 仿真精度 $<1e-5$; 5. 能进行故障录波, 动作事件记录和数据导出	套	1	否/可	适用高职 专科/高职 本科	
6	计算机	主要功能: 用于电力系统计算机辅助设计教学 技术要求: CPU: 主频 $\geq 3\text{GHz}$, 核数 ≥ 4 ; 内存: $\geq 16\text{GB}$; 硬盘: $\geq 500\text{GB}$; 显卡: 独立显卡, 显存 $\geq 8\text{GB}$; 网卡: 不低于 100Mb 显示器: $\geq 24"$	台	41	是/否	适用高职 专科/高职 本科	

4.3.12 电力工程造价实训场所设备要求

电力工程造价实训场所应满足专业类各种工程造价编制等数字化能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.3.12。

表 4.3.12 电力工程造价实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	电力工程专业造价软件	主要功能: 软件可实现对电力工程可研估算、初设概算、施工图预算等造价文件的编制,满足教学使用。 技术要求: 1. 软件严格执行电力工程建设定额体系中预算编制与计算规定内容,成果文件全面符合预规编制要求; 2. 软件数据库包含电力建设工程概预算定额体系数据; 3. 学校根据本校专业设置情况,可选择性配置变电、输电、配电等专业模块; 4. 清单计价模式可根据学校专业建设需要自行选配	点位	41	是	适用中职/高职专科/高职本科	GB 50545-2010 DL/T5205-2016 DL/T5745-2016
2	台式计算机	主要功能: 运行电力工程专业造价软件。 技术要求: CPU: 主频 $\geq 3\text{GHz}$,核数 ≥ 4 ; 内存: $\geq 8\text{GB}$; 硬盘: $\geq 500\text{GB}$; 网卡: 不低于 100Mb ; 显示器: $\geq 22''$	套	41	是	适用中职/高职专科/高职本科	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011

4.3.13 分布式发电与微电网技术实训场所设备要求

分布式发电与微电网技术实训场所应满足专业类分布式发电设备安装与调试、分布式发电系统运行与维护、微电网系统运行控制等新技术/数字化能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.3.13。

表 4.3.13 分布式发电与微电网技术实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	光伏发电系统实训平台	主要功能: 测试光伏组件的输出特性,分析光伏组件发电影响因素,实现光伏组件双轴跟踪控制等功能。 技术要求: 1. 光伏组件个数 ≥ 2 ,组件效率 $\geq 18\%$; 2. 模拟光源光照度可调; 3. 运动机构可双轴跟踪; 4. 配光照度、温度、角度传感器及数据采集模块,支持 RS485、ModBus 传输协议; 5. 配蓄电池、可调电阻; 6. 具备 PLC 控制功能; 7. 具有漏电保护、过流保护、过载保护、接地保护功能; 8. 配备光伏组件特性监控软件,光伏电站仿真与设计软件	套	6	是/否	适用高职专科/高职本科	GB/T29320-2012

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
2	风力发电系统实训平台	<p>主要功能: 测试风力发电输出特性, 模拟风向、风速变化, 实现偏航控制等功能。</p> <p>技术要求: 1. 水平轴永磁同步风力发电机输出(整流)电压 > +12V; 2. 模拟风场配备风场运动机构、测风仪、变频器; 3. 模拟风源风速、风向可调; 4. 具备 PLC 控制风场运动和侧风偏航功能; 5. 配风速、风向传感器及数据采集模块, 支持 RS485、ModBus 传输协议; 6. 配蓄电池、可调电阻; 7. 具有漏电保护、过流保护、过载保护、接地保护功能</p>	套	6	是/否	适用高职专科/高职本科	
3	储能系统实训平台	<p>主要功能: 完成储能元件的充放电管理, 实现微电网的持续功率输出, 提供微电网与市电的 PCC 节点。</p> <p>技术要求: 1. 储能元件: 铅酸蓄电池, 锂电池, 超级电容; 2. 电池管理模块: 监测与采集储能系统运行信息、储能元件的电压、内阻、温度等参数, 支持 RS485、ModBus 传输协议; 3. 双向储能变流器: 具备接反保护、过/欠压保护、过充/载保护、短路保护等功能, 支持 RS485、ModBus 传输协议; 4. 配低压线路保护器、交流接触器</p>	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	GB/T34131-2023
4	负载系统实验平台	<p>主要功能: 模拟对不同等级负载的自动调度控制, 模拟微电网负载投切控制和带载运行参数分析。</p> <p>技术要求: 1. 负载模块: 阻性负载, 感性负载, 容性负载, I 级负载, II 级负载; 2. 能源监测模块: 实时监测采集直流电压、直流电流、交流电压、交流电流、有功/无功/视在功率、功率因数、频率、电能计量等; 3. 通讯方式: RS485</p>	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
5	分布式电源接入平台	<p>主要功能: 完成分布式电源接入、分布式发电的计量与保护。</p> <p>技术要求: 1. 光伏控制器: 具有 MPPT 追踪和接反保护、过/欠压保护、过充保护、过载保护、短路保护、反充保护等功能; 2. 风机控制器: 充电方式 PWM, 具有接反保护、过/欠压保护、过充保护、过载保护、短路保护、反充保护等功能; 3. 能源监测模块: 实时监测采集直流电压、直流电流、交流电压、交流电流、有功/无功/视在功率、功率因数、频率、电能计量等; 4. 通讯方式: RS485</p>	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
6	微电网能量管理系统	主要功能: 对分布式电源、储能、交直流负载等进行能量管理与调度,实现微电网平滑稳定、经济高效运行。 技术要求: 1. 电源: 单电源供电, UPS 正常工作时间 ≥ 2h; 2. 以太网交换机: ≥6 个 RJ45 端口; 3. 串口服务器: ≥6 个隔离 RS485 串口; 4. 组态触摸屏: 串行接口 RS232/485, 以太网口, 支持 ModBus 传输协议; 5. 配交流浪涌保护器、低压线路保护器、交流接触器、开关电源、单相双向计量仪表; 6. 内置微电网能量管理软件和数据库	套	1	是/可	适用高职本科	GB/T 36274-2018
7	微电网监控平台	主要功能: 完成对微电网系统运行监测与控制。 技术要求: 1. 工控计算机前置系统状态监测模块; 2. SCADA 电力监控软件: 支持远程数据传输, 在线设置、修改系统参数, 能通过以太网连接能量管理系统, 具备遥信、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	套	1	是/可	适用高职本科	

5 实训教学管理与实施

5.1 实训基地需建立健全实验实训场所和实践教学设备管理制度,规范仪器设备采购、租赁、使用、维护、报废等运行环节,切实提高实验实训项目开出率、实验实训设备的使用率、完好率。

5.2 实验实训基地需建立基于大数据、人工智能等智慧化信息化管理平台,或运用其他信息化管理手段对实验实训教学实施全过程管理,确保专业实验实训基地的规范化运行,实现学员的个性化学习分析与实践指导,达成技术技能型人才培养目标。

5.3 配备相应职称的专/兼职管理人员,并担任设备维护、保养责任人,明确相应的岗位职责,定期培训和考核。

5.4 制定安全管理制度和安全教育制度,并贯穿在日常实验实训教学中。

5.5 制定安全事故报告及处理、重大火灾事故应急预案、用电安全事故应急

预案等实验实训教学突发事件应急预案与处理措施。

5.6 鼓励结合专业特点和学校实际，建设虚拟仿真、远程模拟训练等多种形式的实训环境，开展三教改革，实施理实一体化教学。

5.7 在实训项目设计及实训实施中，要结合相关行业要求，融入课程思政内容，坚持立德树人，注重历史文化遗产。实验实训活动需组织召开课前布置会、课后总结会等，组织学生参与实验实训等真实的生产劳动和服务性劳动，培育不断探索、精益求精、追求卓越的工匠精神和爱岗敬业的劳动态度。

6 参考文献及标准

中职、高职专科、高职本科电力技术类专业简介(《职业教育专业目录(2021年)》)

中职、高职专科电力技术类专业教学标准

中职、高职专科、高职本科电力技术类专业对应的职业技能等级标准

中华人民共和国国家标准 GB/T 16895.3-2017 低压电气装置

中华人民共和国国家标准 GB/T 50033-2013 建筑采光设计标准

中华人民共和国国家标准 GB 50034-2020 建筑照明设计标准

中华人民共和国国家标准 GB 50016-2022 建筑设计防火规范

中华人民共和国国家标准 GB 50019-2015 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范

中华人民共和国国家职业卫生标准 GBZ 1 工业企业设计卫生标准

中华人民共和国国家标准 GB/T 12801 生产过程安全卫生要求总则

中华人民共和国国家标准 GB/T14285-2016 继电保护和安全自动装置技术规程

中华人民共和国国家标准 GB 2894—2008 安全标志及其使用导则

中华人民共和国国家标准 GB 26860-2021 电力安全工作规程

中华人民共和国国家标准 GB1094.11-2022 电力变压器

中华人民共和国国家标准 GB 50545-2010 110kV ~ 750kV 架空输电线路设计规范

中华人民共和国国家标准 GB 3906—2020 3.6kV ~ 40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备

中华人民共和国国家标准 GB/T 11022—2020 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求

中华人民共和国国家标准 GB 1984—2014 交流高压断路器

电力行业标准 DL/T 822-2012 水电厂计算机监控系统试验验收规程

电力行业标准 DL/T578-2008 水电厂计算机监控系统基本技术条件