

# 高等职业学校电力系统自动化技术专业 实训教学条件建设标准

2021年11月

# 目 录

1	范围	1
2	实训教学场所及功能	1
3	实训教学场所要求	4
3.1	供电	4
3.2	采光	4
3.3	照明	4
3.4	通风	4
3.5	防火	4
3.6	安全与卫生	5
3.7	网络环境	5
3.8	实训场所布置	5
4	实训教学设备要求	5
4.1	电气制图实训室设备要求	6
4.2	电工实训室设备要求	7
4.3	电子技术实训室设备要求	9
4.4	电机技术实训室设备要求	11
4.5	电气设备安装与调试实训室设备要求	12
4.6	电站仿真实训室设备要求	16
4.7	PLC 综合实训室设备要求	18
4.8	继电保护实训室设备要求	20
4.9	电力系统通信实训室设备要求	23
4.10	电力系统综合自动化实训室设备要求	26
4.11	高级电工实训室设备要求	29
4.12	高压试验实训室设备要求	31
4.13	风光互补发电系统实训室设备要求	35
4.14	电能计量综合实训室设备要求	38

4.15	电力安全技术实训室设备要求	42
<b>5</b>	<b>实训教学管理与实施</b>	<b>48</b>
5.1	管理制度	48
5.2	管理人员	48
5.3	安全措施	48
5.4	应急处置	49
5.5	一体化教学	49
5.6	信息化管理	49
5.7	立德树人	49
<b>6</b>	<b>引用标准名录</b>	<b>49</b>

## 1 范围

本标准适用于高等职业学校电力系统自动化技术专业（专业代码：430105），依据国家《职业教育专业目录（2021年）》与电力系统自动化技术专业教学标准制定，用于指导高等职业院校电力系统自动化技术专业校内实训教学场所及设备的建设，达成电力系统自动化技术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。高等职业学校相关专业及有关培训机构可参照执行。

## 2 实训教学场所及功能

高等职业学校电力系统自动化技术专业实训教学条件建设标准与该专业教学标准对应，为满足专业人才培养目标与技术技能训练要求，按专业教学标准的电工基础、电子技术等专业基础课程，发电厂变电站电气设备、电力系统继电保护等专业核心课程，高电压技术、电力安全生产及防护等专业拓展课程的培养要求，设置专业基础技能实训、专业核心技能实训、专业拓展技能实训三类实训场所。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。表 1 为实训教学场所分类、主要功能与面积。

表 1 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	主要功能		实训场所面积/m <sup>2</sup>	对应技术类型或实训装备特殊说明
		对应的主要课程	主要实训项目		
专业基础技能实训	电气制图实训室	1. 电气制图与 CAD; 2. 发电厂变电站电气设备; 3. 电力系统二次设备	1. CAD 基本绘图方法; 2. 基本三视图的绘制; 3. 典型电气设备装配图的绘制; 4. 电气控制图绘制; 5. 电力工程图绘制	100	专业基础技术/ 仿真实训装备
	电工实训室	1. 电工实训; 2. 电机技术; 3. 电力安全生产及防护	1. 电工安全操作规程认知; 2. 常用电工工具、仪表的使用及电工材料的认知; 3. 电工的基本技能操作; 4. 低压配线及室内照明电路安装操作; 5. 低压控制电路安装操作	120	专业基础技术/ 真实实训装备、 虚拟仿真设备
	电子技术实训室	1. 电子实训; 2. 电子技术	1. 常用电子测量工具的使用; 2. 常用电子元件的识别与检测; 3. 常用材料、工具及焊接; 4. 电子安装与调试; 5. 实用电子产品设计、装配与调试	80	专业基础技术/ 真实实训装备

续表

实训教学类别	实训场所名称	主要功能		实训场所面积/m <sup>2</sup>	对应技术类型或实训装备特殊说明
		对应的主要课程	主要实训项目		
专业基础技能实训	电机技术实训室	电机技术	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能进行电机基本控制回路安装与调试实训；</li> <li>2. 能进行直流电动机启动、调速与制动实验；</li> <li>3. 能进行三相交流电动机启动、调速与制动实验；</li> <li>4. 能进行三相异步电动机Y-△降压启动与调速实验；</li> <li>5. 能进行三相异步电动机正反转控制实验；</li> <li>6. 具有漏电保护和过载保护功能</li> </ol>	100	专业基础技术/ 真实实训装备
专业核心技能实训	电气设备安装与调试实训室	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 发电厂变电站电气设备；</li> <li>2. 电力系统二次设备</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 高、低压开关柜一次系统设备的安装；</li> <li>2. 高、低压开关柜二次系统接线；</li> <li>3. 高、低压开关柜调试；</li> <li>4. 变电站后台组态；</li> <li>5. 高、低压开关柜故障分析与处理；</li> <li>6. 变压器柜安装与调试</li> </ol>	120	专业核心技术/ 真实实训装备、 虚拟仿真设备
	电站仿真实训室	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 发电厂变电站自动化技术；</li> <li>2. 电力系统继电保护</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 发电厂变电站认识；</li> <li>2. 发电厂变电站倒闸操作仿真；</li> <li>3. 发电厂变电站巡检仿真；</li> <li>4. 发电厂变电站事故处理仿真</li> </ol>	120	专业核心技术/ 虚拟仿真设备
	PLC综合实训室	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. PLC 电气控制技术；</li> <li>2. 组态软件技术</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. PLC 位逻辑指令编程；</li> <li>2. PLC 功能指令编程；</li> <li>3. 基本顺序控制、定时器的应用；</li> <li>4. 三相异步电动机的控制；</li> <li>5. 变频器控制电路的设计与调试；</li> <li>6. PLC网络组态及通信；</li> <li>7. 触摸屏组态应用技术；</li> <li>8. 工业组态软件应用</li> </ol>	100	专业核心技术/ 真实实训装备、 虚拟仿真设备
	继电保护实训室	电力系统继电保护	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 继电保护装置认识；</li> <li>2. 10 kV 线路保护调试；</li> <li>3. 110 kV 线路保护调试；</li> <li>4. 110kV 变压器保护调试；</li> <li>5. 母线保护调试</li> </ol>	120	专业核心技术/ 真实实训装备、 虚拟仿真设备

续表

实训教学类别	实训场所名称	主要功能		实训场所面积/m <sup>2</sup>	对应技术类型或实训装备特殊说明
		对应的主要课程	主要实训项目		
专业核心技能实训	电力系统通信技术实训室	1. 电力系统通信技术； 2. 智能电网技术； 3. 组态软件技术	1. 交换机命令及远程控制操作； 2. 路由器终端配置命令与操作； 3. 拓扑网络连接与调试； 4. 局域网与外网连接； 5. 电网自动化通信系统运维操作	80	专业核心技术/真实实训装备、虚拟仿真设备
	电力系统综合自动化实训室	1. 发电厂变电站自动化技术； 2. 电力安全生产及防护	1. 高压电源输入输出控制操作； 2. 变压器运维操作； 3. 电气主接线倒闸操作； 4. 直流电源控制操作； 5. 厂用电控制系统运行与操作	100	专业核心技术/真实实训装备、虚拟仿真设备
专业拓展技能实训	高级电工实训室	1. 电机技术； 2. PLC 电气控制技术	1. 各类电气设备选型及电气设备安装； 2. 典型电机控制线路设计与接线； 3. 典型电机控制线路安装与检修； 4. 机床电气电路综合考核	120	专业新技术/企业真实装备
	高压试验实训室	1. 高电压技术； 2. 电机技术	1. 绝缘电阻、吸收比和极化指数试验； 2. 直流高电压和泄漏电流测量试验； 3. 介质损耗因数试验； 4. 交流耐压试验； 5. 接地电阻试验	120	专业新技术/企业真实装备
	风光互补发电系统实训室	新能源发电技术	1. 光伏发电系统实训； 2. 风力发电系统实训； 3. 风光互补发电系统（逆变）实训； 4. 风光互补监控系统实训	100	专业新技术/企业真实装备
	电能计量综合实训室	1. 电力系统二次设备； 2. 发电厂变电站电气设备	1. 电能计量装置及相关仪器、仪表应用的认识； 2. 电能表检定实训； 3. 互感器检定实训； 4. 装表接电实训； 5. 错误接线实训	100	专业新技术/企业真实装备、虚拟仿真设备
	电力安全技术实训室	1. 电力安全生产及防护； 2. 电力系统通信技术	1. 触电急救； 2. 电力安全工器具的使用； 3. 用电安全风险防范； 4. 电力工程安全仿真	120	专业新技术/企业真实装备、虚拟仿真设备

### 3 实训教学场所要求

#### 3.1 供电

3.1.1 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/T 16895.3—2017 的有关要求。需接入电源的仪器设备，应满足国家电网规定的接入要求，电压额定值为交流 380 V（三相）或 220 V（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。具有执行机构的各类仪器设备，应具备急停功能，遇紧急情况可随时切断电源、气源、压力，并令设备停止动作。

3.1.2 各实训室应配备低压三相五线制电源，并根据各实训室设备容量等因素确定电源容量，合理布线。正确选配实训室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

3.2.1 采光应符合 GB/T 50033—2013 的有关规定。

3.2.2 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

照明应符合 GB 50034—2019 的有关规定。当自然光光线不足时，应配置人工照明。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  $R_a80$ 。

#### 3.4 通风

通风应符合 GB 50016—2014 和工业企业通风规定标准的有关要求。

#### 3.5 防火

3.5.1 防火应符合 GB 50016—2014 中有关厂房、仓库防火的规定和要求。

3.5.2 实训室应为一、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。实训室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。实训室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

3.6.1 安全与卫生应符合 GBZ1—2010、GB/T 12801—2008、GB 21746—2016 和 GB 21748—2008 的有关要求。安全标志应符合 GB 2893.5—2020、GB 2894—2017 和 GB/T 29481—2013 的有关要求。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。

3.6.2 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—2016 和 GB/T 50065—2011 的有关规定。

3.6.3 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，明确实训场地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，要满足顺利进行线上实践指导、线上虚拟仿真实训及信息化管理所需网络环境要求。

### 3.8 实训场所布置

实训室内空间布局要合理，除实训操作区、工器具和耗材存放区外，还应规划学习讨论区，以满足现实一体化教学的需要。应在实训场所的墙壁、地面上等区域布置实训室简介、相关专业技术发展历史、实训教学人员职责、学生实训守则、实训工艺要求、专业新技术规范、设备安全操作规范、科学家及大国工匠头像、标语口号与警句、优秀学生所取得的标志性实训成果等体现课程思政教育的内容。

## 4 实训教学设备要求

电力系统自动化技术专业各实训场所的实训设备配备数量要满足 40 人/班同时开展实训的教学要求。在保证实训教学目标要求的前提下，各职业学校可根据本专业的班级实际人数和教学组织模式对实训课程进行合理安排，配备相应的仪器设备数量。鼓励学校建立数字化、智能化、网络化的新技术实训基地。各学校还可根据所处地域特点和行业/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训装备，应推荐使用替代性强、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设备资源，建立数字化、智能化、网络化的新技术基地。

#### 4.1 电气制图实训室设备要求

电气制图实训室设备应符合表 2 的要求。

表 2 电气制图实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	CAD 制图软件	<b>主要功能：</b> 电气 CAD 制图软件平台 <b>技术要求：</b> 正版单机软件	套	41	GB/T 4458.1—2002	是	
2	计算机	<b>主要功能：</b> 运行电气 CAD 制图软件的载体和多媒体教学 <b>技术要求：</b> 1. 操作系统：正版操作系统； 2. 内存：≥8 GB； 3. 显示器：≥20 in； 4. 硬盘：≥1 TB HDD； 5. 显卡：≥2 GB 独立显卡	台	41	GB/T 9813.1—2017 GB/T 9361—2011	否	
3	交换机	<b>主要功能：</b> 连接局域网计算机 <b>技术要求：</b> 1. 48 端口千兆； 2. 背板带宽 48 GB/s 以上，支持背板升级； 3. 转发速率 10 MB/s 以上	台	1	GB/T 30094—2013	否	
4	投影仪	<b>主要功能：</b> 多媒体课件演示、视频播放投影等 <b>技术要求：</b> 1. 亮度：≥3 600 lm； 2. 标准分辨：≥1 024×768 像素； 3. 对比度：≥2 000 : 1	套	1	GB/T 28037—2011	否	

## 4.2 电工实训室设备要求

电工实训室设备应符合表 3 的要求。

表 3 电工实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	电工工艺实训成套装置	<p><b>主要功能：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 电工布线工艺实训；</li> <li>2. 电测仪表安装接线实训；</li> <li>3. 三相异步电动机典型控制线路训练</li> </ol> <p><b>技术要求：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 技术性能：               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 由实训桌、元件储存柜、网孔板组成；</li> <li>(2) 外形尺寸： 1 500 mm×1 400 mm×1 700 mm；</li> <li>(3) 工作电源：三相五线制 380 V，5%，50 Hz；</li> <li>(4) 装置容量：≤1.5 kVA；</li> <li>(5) 重量：≤200 kg；</li> <li>(6) 保护功能：接地保护、漏电保护；</li> </ol> </li> <li>2. 实训台配置：               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 每一面设有启动、停止、急停功能，由单片机程序全程监控实训台过载和短路情况；</li> <li>(2) 每个工位设有一个总电源开关，具备漏电保护功能；</li> <li>(3) 提供单相、三相插座每组各 1 只；</li> <li>(4) 每个工位提供一路直流稳压电源：电压 0~30 V，电流 3 A，采用内置式继电器自动换挡，多圈电位器连续调节；</li> <li>(5) 每个工位配置交流 5 A 电流表 3 只，精度 1.5 级；</li> <li>(6) 每个工位配置智能型功率及功率因数表 1 只；</li> <li>(7) 实训桌：采用铁质双层亚光密纹喷塑结构，桌面为防火、防水、耐磨的高密度板，并配有元器件储存柜及抽屉</li> </ol> </li> </ol>	套	40	GB 4793.1—2007 GB 14048.1—2016 GB/T 16935.1—2008 GB 21746—2016 JY 0001—2003	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
2	电工技能与基本工艺虚拟仿真实训软件	<p><b>主要功能：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 电工布线工艺虚拟仿真；</li> <li>2. 电测仪表安装接线虚拟仿真；</li> <li>3. 三相异步电动机典型控制线路虚拟仿真</li> </ol> <p><b>技术要求：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 电工安全常识软件模块：               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 电工安全操作规程；</li> <li>(2) 安全标志；</li> <li>(3) 触电急救的操作方法</li> </ol> </li> <li>2. 电工基本技能软件模块：               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 常用电工工具的使用；</li> <li>(2) 常用电器仪表的使用；</li> <li>(3) 常用电动工具的使用；</li> <li>(4) 单股导线的连接方法；</li> <li>(5) 七股导线的连接方法；</li> <li>(6) 导线种类和截面大小的选用；</li> <li>(7) 导线绝缘的恢复；</li> </ol> </li> <li>3. 照明电路的安装和维修软件模块：               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 白炽灯照明线路安装和维修；</li> <li>(2) 荧光灯照明线路安装和维修；</li> <li>(3) 碘钨灯、高压汞灯照明线路安装和维修；</li> <li>(4) LED 灯、高压钠灯照明线路安装和维修；</li> </ol> </li> <li>4. 预留接口，对接大数据等信息化管理平台</li> <li>5. 室内照明线路的配线软件模块               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 塑料护套线的配线方法；</li> <li>(2) 线槽配线的配线方法；</li> <li>(3) 线管配线的配线方法；</li> <li>(4) 桥架配线的配线方法；</li> <li>(5) 拖链带配线的配线方法；</li> <li>(6) 低压配电盘的安装方法</li> </ol> </li> </ol>	节点	40		是	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
3	电工常用工具常用电工仪表	<b>主要工器具：</b> 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	40		否	
4		万用表	只	40	GB/T 13978—2008	否	
5		兆欧表	只	40	JJG 622—1997	否	
6		钳形电流表	只	40	JB/T 9285—1999	否	
7	计算机	<b>主要功能：</b> 用于多媒体教学 <b>技术要求：</b> 1. 操作系统：正版操作系统； 2. 内存：≥8 GB； 3. 显示器：≥20 in； 4. 硬盘：≥1 TB HDD； 5. 显卡：≥2 GB 集成显卡	台	1	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011	否	
8	投影仪	<b>主要功能：</b> 多媒体课件演示、视频播放的投影等 <b>技术要求：</b> 1. 亮度：≥3 600 lm； 2. 标准分辨：≥1 024×768 像素； 3. 对比度：≥2 000 : 1	套	1	GB/T 28037—2011	否	

### 4.3 电子技术实训室设备要求

电子技术实训室设备应符合表 4 的要求。

表 4 电子技术实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	电子实训台	<b>主要功能：</b> 1. 电子元件识别与检测训练； 2. 电路板焊接训练； 3. 电子产品装配与调试训练 <b>技术要求：</b> 1. 输入电源：单相三线 220 V，50 Hz 2. 输出电源： (1) 直流稳压电源：二路 0~30 V 稳压直流电源输出，内置式继电器自动换挡；	套	40	GB 4793.1—2007 GB 14048.1—2016 GB 21746—2016 JY 0001—2003 JY 0002—2003		

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	电子实训台	(2) 低压交流电源输出: 3~24 V 交流电压输出、电流 $\geq 2$ A; (3) 函数发生器: 输出正弦波、三角波、方波, 频率范围为 5 Hz~550 kHz; (4) 单次脉冲输出: 每拨一次开关即可输出一组正负脉冲; (5) 音频功率放大器: 内置喇叭, 音频可调	套	40	GB 4793.1—2007 GB 14048.1—2016 GB 21746—2016 JY 0001—2003 JY 0002—2003		
2	电子产品套件	<b>主要功能:</b> 作为电子焊接原件 <b>技术要求:</b> 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、调光台灯、光控门铃等电子产品	套	40			
3	电子焊接工具	<b>主要功能:</b> 电子焊接工具 <b>技术要求:</b> 主要工具包括万用表、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。 1. 电烙铁: 功率 $\geq 30$ W; 2. 吸锡器: 功率 $\geq 30$ W, 吸锡器嘴直径 1.2 mm 或者 1.4 mm	套	40		...	
4	数字式万用表	<b>主要功能:</b> 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 <b>技术要求:</b> 1. 直流电压量程: 2. 200 mV/2 V/20 V/200 V/500 V; 3. 交流电压量程: 200 V/500 V; 4. 电流量程: 2 mA/20 mA/200 mA/10 A; 5. 电阻量程: 200 $\Omega$ /2 k $\Omega$ /20 k $\Omega$ /200 k $\Omega$ /2 M $\Omega$	只	40	GB/T 13978—2008		
5	计算机	<b>主要功能:</b> 用于多媒体教学 <b>技术要求:</b> 1. 操作系统: 正版操作系统; 2. 内存: $\geq 8$ GB; 3. 显示器: $\geq 20$ in; 4. 硬盘: $\geq 1$ TB HDD; 5. 显卡: $\geq 2$ GB 集成显卡	台	1	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011		

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
6	投影仪	<b>主要功能：</b> 多媒体课件演示、视频播放的投影等 <b>技术要求：</b> 1. 亮度： $\geq 3\ 600$ lm； 2. 标准分辨： $\geq 1\ 024 \times 768$ 像素； 3. 对比度： $\geq 2\ 000 : 1$	套	1	GB/T 28037—2011	否	

#### 4.4 电机技术实训室设备要求

电机技术实训室设备应符合表 5 的要求。

表 5 电机技术实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	电机控制实训装置	<b>主要功能：</b> 1. 电机基本控制回路的安装与调试实训； 2. 直流电动机启动、调速与制动实验； 3. 三相异步电动机Y- $\Delta$ 降压启动与调速实验； 4. 三相异步电动机正反转控制实验； 5. 具有漏电保护和过载保护功能 <b>技术要求：</b> 1. 提供交流三相 380 V 和单相 220 V 两种电源，设多个单相与三相电源插座； 2. 提供能耗制动电路与降压启动电路； 3. 配有熔断器、钮子开关、交流接触器、时间继电器、直流接触器、按钮开关、信号指示灯、热继电器等； 4. 配有工具及元器件存放柜等	套	10	GB 14050—2016 GB 21746—2016 GB 21748—2008 GB/T 12116—2012	否	
2	直流电动机	<b>主要功能：</b> 具备直流电动机启动、调速与制动的实验功能 <b>技术要求：</b> 1. 电压： $\leq DC\ 220\ V$ ； 2. 功率： $\leq 1\ kW$	台	10	JB/T 5276—2017	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
3	三相异步电动机	<b>主要功能：</b> 具备三相异步电动机启动、调速、制动与正反转等实验功能 <b>技术要求：</b> 1. 电压：AC 380 V； 2. 功率：≤1 kW； 3. 连接组别：△/Y	台	10	JB/T 10391—2008	否	
4	接触器	<b>主要功能：</b> 能进行接触器拆装与电动机启动控制实训操作等 <b>技术要求：</b> 1. 直流接触器(110 V 或 220 V)； 2. 交流接触器(220 V 或 380 V)	个	各20个	GB 14048. 4—2016	否	
5	数字式万用表	<b>主要功能：</b> 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 <b>技术要求：</b> 1. 直流电压量程： 200 mV/2 V/20 V/200 V/500 V； 2. 交流电压量程：200 V/500 V； 3. 电流量程： 2 mA/20 mA/200 mA/10 A； 4. 电阻量程： 200 Ω/2 kΩ/20 kΩ/200 kΩ/2 MΩ	只	10	GB/T 13978—2008	否	
6	台式计算机	<b>主要功能：</b> 用于多媒体教学 <b>技术要求：</b> 1. 操作系统：正版操作系统； 2. 内存：≥8 GB； 显示器：≥20 in； 硬盘：≥1 TB HDD； 显卡：≥2 GB 集成显卡	台	1	GB/T 9813. 1—2016 GB/T 9361—2011	否	
7	投影仪	<b>主要功能：</b> 多媒体课件演示、视频播放的投影等 <b>技术要求：</b> 1. 亮度：≥3 600 lm； 2. 标准分辨：≥1 024×768 像素； 3. 对比度：≥2 000 : 1	套	1	GB/T 28037—2011	否	

#### 4.5 电气设备安装与调试实训室设备要求

电气设备安装与调试实训室设备应符合表 6 的要求。

表 6 电气设备安装与调试实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	高压配电装置	<p><b>主要功能:</b> 高压配电装置规范操作及继电保护整定</p> <p><b>技术要求:</b> 1. 高压开关 1 只, 额定电压 10 kV, 控制电压 220 V; 2. 接地刀闸 1 台, 避雷器 1 套、带电显示器 1 台、按钮指示灯 1 套; 3. 微机综合保护装置 1 台, 电压测量范围: 0~120 V, 电流测量范围 0~5 A, 带 485 通信接口</p>	面	4	GB 3906—2006 GB/T 11022—2011 GB 1984—2014	否	
2	变压器柜	<p><b>主要功能:</b> 高压 380 V 变为低压 36 V</p> <p><b>技术要求:</b> 1. 类型: 10 kV 配电变压器(无油); 2. 电压: 380 V/36 V</p>	面	4	GB 1094.11—2007 GB/T 10228—2015 GB/T 17211—1998	否	
3	低压配电装置	<p><b>主要功能:</b> 低压配电装置接线安装及故障排查</p> <p><b>技术要求:</b> 1. 万能式断路器 1 台, 控制电压 AC 36 V; 2. 塑壳电动断路器 1 台, 控制电压 AC 36 V; 3. 智能三相多功能仪表 1 台, 工作电压 AC 36 V; 4. 具备故障设置和故障排查功能; 5. 低压系统一次和二次电压均为 AC 36 V; 6. 装置内预留元器件安装空间, 装配包括断路器、智能电压表、智能电流表、互感器、按钮、指示灯、一次线和二次线等</p>	面	4	GB 7251.1—2016 IEC 439—1	否	
4	电气设备安装与调试虚拟仿真	<p><b>主要功能:</b> 详细仿真与 10 kV 高压开关柜、0.4 kV 低压开关柜等装置相关的设备, 具备 3D 设备模型、物理结构、设备描述、功能参数、安装说明、接线说明、通信端子等内容; 对于结构原理复杂的设备, 可通过爆炸图分解元件内部结构, 帮助学生学习元件内部结构原理</p>	节点	40		是	



续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
4	电气设备 安装与调 试虚拟 仿真	<b>技术要求：</b> 1. 10 kV 高压开关柜： (1) 对 10 kV 高压真空断路器的 认知与操作仿真； (2) 对高压电流互感器的认知与 接线仿真； (3) 对高压电压互感器的认知与 接线仿真； (4) 对 10 kV 高压开关柜的认知 与操作仿真 2. 0.4 kV 低压开关柜： (1) 低压万能断路器的认知与操 作仿真； (2) 低压开关的认知与操作仿真； (3) 低压电流互感器的认知与接 线仿真； (4) 低压电压互感器的认知与接 线仿真； (5) 0.4 kV 低压开关柜的认知与 操作仿真； 3. 预留接口，对接大数据等信 息化管理平台	节点	40		是	
5	运行管理 装置	<b>主要功能：</b> 运行管理装置安装调试与规范操作 <b>技术要求：</b> 1. 具有双电源自动投切功能； 2. 具有手动无功补偿和自动无功 补偿功能，最少补偿 3 路电容，电 容的容量不低于 15 kVar； 3. 装置应配备多路感性负载和阻 性负载，要求负载具有就地手动加 载和远程计算机控制加载功能； 4. 根据负载数量配置塑壳电动操 作断路器，控制电压：AC 36 V； 5. 具有负荷统计功能； 6. 具有单级负荷管理和区域负荷 管理功能，如报警记录查询、远方 抄表、参数报表、负荷曲线监测； 7. 预留接口，对接大数据等信 息化管理平台	面	4	GB 7251.1—2016 IEC 439—1	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
6	智能电力监控装置	<b>主要功能:</b> 智能电力监控系统编程调试 <b>技术要求:</b> 1. 嵌入式计算机: 1 台, 显示器 $\geq 20$ in, 电容触摸屏操作; 2. 监控系统: 配置电力监控软件和移动终端 App 软件; 3. 网络传输设备: 1 台, 支持手机、平板与电力监控装置直连 App 远程监控; 4. 继电保护信号模拟装置: 1 套, 能模拟输出保护信号; 5. 预留接口, 对接大数据等信息化管理平台	面	4	GB 7251.1—2016 IEC 439—1 GB/T 28172—2011	否	
7	安全工器具柜	<b>主要功能:</b> 储存输电、配电、变电检修及带电作业用绝缘工器具、安全工器具 <b>技术要求:</b> 1. 工具柜内应设置专用存放位置和设施(如隔板、挂钩、搁置架等), 可同时存放以下所述安全工器具; 2. 具有防尘、防损、防潮的综合性功能; 3. 外壳防护等级不低于 IP54; 4. 柜体材料为钢化玻璃和冷轧钢板	面	2	GB/T 18037—2008	否	
8	安全工器具	绝缘操作杆: 10 kV, 长度 3 m	支	2	GB 13398—2008	否	
9		验电器: 10 kV, 有效绝缘长度 840 mm, 节数 5	支	2	DL/T 740—2014	否	
10		短路接地线: 10 kV, 携带型, 1.5 m $\times$ 3+4 m, 25 mm <sup>2</sup>	套	2	DL/T 879—2004	否	
11		放电棒: 10 kV, 40 M $\Omega$ , 1 m, 3 节	支	2	Q/TL 012—2019	否	
12		绝缘靴: 35 kV, 天然橡胶	双	4	GB 12011—2009	否	
13		绝缘手套: 12 kV, 特殊橡胶	双	4	GB/T 17622—2008	否	
14		安全帽: 高强度 ABS, 黄色	顶	4	GB 2811—2019	否	
15		安全标志牌: “禁止合闸, 有人工作!” 等标志牌不少于 20 张	套	1	GB/T 18037—2008 GB 2893—2008 GB 2894—2008	否	
16		安全围栏: 小旗绳、网式围栏、伸缩式围栏、带式围栏、吸附式围栏任选一组共 4 副, 每副尺寸建议 1.2 m (高) $\times$ 2.5 m (长)	副	4	Q/GDW 11—144—2012—10701	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
17	安全工具	门型吊装装置及相应的接线夹、导线与工具	套	1	GB 6067 GB 16179	否	
18	计算机	<b>主要功能：</b> 用于多媒体教学 <b>技术要求：</b> 1. 操作系统：正版操作系统； 2. 内存：≥8 GB； 3. 显示器：≥20 in； 4. 硬盘：≥1 TB HDD； 5. 显卡：≥2 GB 集成显卡	台	1	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011	否	
19	投影仪	<b>主要功能：</b> 多媒体课件演示、视频播放的投影等 <b>技术要求：</b> 1. 亮度：≥3 600 lm； 2. 标准分辨：≥1 024×768 像素； 3. 对比度：≥2 000 : 1	套	1	GB/T 28037—2011	否	

#### 4.6 电站仿真实训室设备要求

电站仿真实训室设备应符合表 7 的要求。

表 7 电站仿真实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	计算机	<b>主要功能：</b> 用于运行三维虚拟仿真系统和多媒体教学 <b>技术要求：</b> 1. 操作系统：正版操作系统； 2. 内存：≥8 GB； 3. 显示器：≥23 in； 4. 硬盘：≥1 TB HDD； 5. 显卡：≥2 GB 独立显卡	台	41	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011	否	
2	投影仪	<b>主要功能：</b> 多媒体课件演示、视频播放的投影等 <b>技术要求：</b> 1. 亮度：≥3 600 lm； 2. 标准分辨率：≥1 024×768 像素； 3. 对比度：≥2 000 : 1	套	1	GB/T 28037—2011	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
3	220 kV 变电站仿真培训系统	<p><b>主要功能:</b> 220 kV/110 kV/10 kV 综合自动化变电站的三维仿真及运行操作仿真</p> <p><b>技术要求:</b> 1. 仿真对象: 220 kV/110 kV/10 kV 综合自动化变电站; 2. 仿真范围: 变电站内所有一、二次设备及综合自动化系统全面仿真; 3. 仿真程度: (1) 按 1:1 比例仿真主要电气设备、主控室、保护室、户外设备等; (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; 4. 预留接口, 对接大数据等信息化管理平台</p>	套	1	DL/T 1023—2015	是	
4	水电站仿真培训系统	<p><b>主要功能:</b> 1. 水轮机系统仿真及运行操作仿真(引水系统、调速系统、冷却系统); 2. 发电机系统仿真及运行操作仿真(制动系统、调速系统、冷却系统); 3. 励磁系统仿真及运行操作仿真; 4. 电气一次系统仿真及运行操作仿真(主变压器、开关站、测量系统、同期系统、厂用电系统); 5. 电气一次系统仿真及运行操作仿真(直流系统、继电保护控制、监控系统、中央信号系统)</p> <p><b>技术要求:</b> 1. 仿真对象: 220 kV/110 kV/10 kV 水电站; 2. 仿真范围: 水电站内所有水机设备, 一、二次设备及运行操作全面仿真; 3. 仿真程度: (1) 按 1:1 比例仿真主要水轮机、发电机、电气设备、主控室、保护室、户外设备等; (2) 可进行水电站巡视和操作, 实时反映水电站各种正常工况、异常现象和事故状态; 4. 预留接口, 对接大数据等信息化管理平台</p>	套	1		是	

#### 4.7 PLC 综合实训室设备要求

PLC 综合实训室应符合表 8 的要求。

表 8 PLC 综合实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	PLC 与组态技术成套实训装置	<p><b>主要功能：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. PLC 位逻辑指令编程实训；</li> <li>2. PLC 功能指令编程实训；</li> <li>3. 基本顺序控制、定时器的应用；</li> <li>4. 三相异步电动机控制操作实训；</li> <li>5. 交通灯的 PLC 控制实训；</li> <li>6. 变频器控制技术实训</li> </ol> <p><b>技术要求：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 工业常用 PLC(I/O 点&gt;20)、人机界面及编程软件；</li> <li>2. 具有可供开放式连接按钮及旋转编码器等数字量输入变频器：               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 支持 ProfiNet；</li> <li>(2) 输出电压：三相 220 V~240 V；</li> <li>(3) 电源输入：三相 380 V, 50 Hz/60 Hz；</li> <li>(4) 模块化结构设计，可自由组合与存储；</li> <li>(5) 数字量输入/输出匹配，模拟量输入/模拟量输出匹配；</li> </ol> </li> <li>3. 步进电动机、三相异步电动机、简单的 PLC 被控机构采用三相异步（鼠笼）电动机，支持星三角启动；</li> <li>4. 触摸屏：               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 显示屏：TFT 真彩液晶屏，64 K 色；</li> <li>(2) 分辨率：至少 800×400 像素；</li> <li>(3) 用户内存：≥10 MB；</li> <li>(4) 可用组态软件；</li> <li>(5) 接口：ProfNet（以太网）；</li> <li>(6) 模块化结构设计，可自由组合与存储；</li> </ol> </li> <li>5. 电气元件：               <p>含断路器、熔断器、直流开关电源（DC 24 V 5 A）、小继电器按钮（DC 24 V）、交流接触器（AC 220 V）、热继电器、开关、急停、指示灯等电气控制元件等；</p> </li> </ol>	套	10	GB 14050—2016 GB 21746—2016 GB 21748—2008 GB/T 15969.2—2008	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	PLC 与组态技术成套实训装置	6. 可进行操作安装、编程、调试与维护实训，人机界面设计与调试实训； 7. 具有漏电保护功能； 8. 预留接口，对接大数据等信息化管理平台	套	10	GB 14050—2016 GB 21746—2016 GB 21748—2008 GB/T 15969.2—2008	否	
2	按钮板	<b>主要功能：</b> PLC 与控制电路的连接，控制模块电路 <b>技术要求：</b> 1. 用于电源输入输出与过载保护； 2. 输入电压：三相四线，AC 380 V±10% 50 Hz； 3. 工作电压：AC 380 V、AC 220 V、DC 24 V； 4. 配置电源开关、熔断保护装置，电源锁、启动/停止按钮； 5. 过载保护：装置具有漏电保护功能、通道过载保护，带熔断器	套	10		否	
3	数字式万用表	<b>主要功能：</b> 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 <b>技术要求：</b> 1. 直流电压量程： 200 mV/2 V/20 V/200 V/500 V； 2. 交流电压量程：200 V/500 V； 3. 电流量程： 2 mA/20 mA/200 mA/10 A； 4. 电阻量程： 200 Ω/2 kΩ/20 kΩ/200 kΩ/2 MΩ	只	10	GB/T 13978—2008	否	
4	常用电工工具	<b>主要工器具包括：</b> 尖嘴钳、剥线钳、斜口钳、压线钳、螺钉旋具、镊子、螺丝刀等	套	10		否	
5	电气控制与 PLC 应用技术虚拟仿真教学软件	<b>主要功能：</b> 集电气控制技术虚拟仿真训练、PLC 应用技术虚拟仿真训练、变频控制技术虚拟仿真训练以及过程评价考核于一体，培养学生及设备认知、系统组合设计、设备安装接线、参数设置与调试、组合电路控制、编程与组态监控、运行与维护、故障排除等方面的专业技术能力	套	11		是	10 套实训用软件，1 套教师用软件

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
5	电气控制与PLC应用技术虚拟仿真教学软件	<b>技术要求:</b> 1. 电气控制技术虚拟仿真实训; 2. PLC 应用技术虚拟仿真实训; 3. 变频控制技术虚拟仿真实训; 4. PLC 技术考核; 5. 预留接口, 对接大数据等信息化管理平台	套	11		是	10 套实训用软件, 1 套教师用软件
6	计算机	<b>主要功能:</b> 用于 PLC 编程和组态编程及多媒体教学 <b>技术要求:</b> 1. 操作系统: 正版操作系统; 2. 内存: $\geq 8$ GB; 3. 显示器: $\geq 20$ in; 4. 硬盘: $\geq 1$ TB HDD; 5. 显卡: $\geq 2$ GB 集成显卡	台	11	GB/T 9813. 1—2016 GB/T 9361—2011	否	10 台实训用计算机, 1 台教师用
7	投影仪	<b>主要功能:</b> 多媒体课件演示、视频播放的投影等 <b>技术要求:</b> 1. 亮度: $\geq 3\ 600$ lm; 2. 标准分辨: $\geq 1\ 024 \times 768$ 像素; 3. 对比度: $\geq 2\ 000 : 1$	套	1	GB/T 28037—2011	否	

#### 4.8 继电保护实训室设备要求

继电保护实训室设备应符合表 9 的要求。

表 9 继电保护实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	110 kV 线路保护屏	<b>主要功能:</b> 用于被调试对象 <b>技术要求:</b> 1. 直流电源: (1) 额定电压: 220 V、110 V; (2) 开入电压: 弱电开入 24 V, 强电开入 220 V 或 110 V; 2. 交流回路: (1) 交流电流: 1 A 或 5 A;	面	4	GB/T 14285—2016 GB/T 15145—2017	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	110 kV 线路保护屏	(2) 交流电压: $100/\sqrt{3}$ V; (3) 线路抽取电压: $100/\sqrt{3}$ V; 或 100 V; 3. 光纤接口: 单模, FC 型; 4. 保护配置: (1) 光纤纵联电流差动保护; (2) 相间及接地距离保护; (3) PT 断线后过电流保护; (4) 重合闸; (5) 过负荷保护; (6) 故障测距	面	4	GB/T 14285—2016 GB/T 15145—2017	否	
2	10 kV 线路保护测控屏	<b>主要功能:</b> 用于被调试对象 <b>技术要求:</b> 1. 直流电源: (1) 额定电压: 220 V、110 V; (2) 开入电压: 弱电开入 24 V, 强电开入 220 V 或 110 V; 2. 交流回路: (1) 交流电流: 1 A 或 5 A; (2) 交流电压: $100/\sqrt{3}$ V; (3) 线路抽取电压: $100/\sqrt{3}$ V 或 100 V; 3. 保护配置: (1) 三段过电流保护, 带方向; (2) 两段零序过流保护, 不带方向; (3) PT 断线后过电流保护; (4) 重合闸; (5) 低周减载; (6) 过负荷保护	面	4	GB/T 14285—2016 GB/T 15145—2017	否	
3	110 kV 双绕组变压器保护屏	<b>主要功能:</b> 用于被调试对象 <b>技术要求:</b> 1. 直流电源: (1) 额定电压: 220 V、110 V; (2) 开入电压: 弱电开入 24 V, 强电开入 220 V 或 110 V; 2. 交流回路: (1) 交流电流: 1 A 或 5 A; (2) 交流电压 $100/\sqrt{3}$ V; 3. 保护配置: (1) 比率差动及差动速断保护; (2) 高压侧复合电压闭锁过流保护; (3) 高压侧间隙零流、零压保护;	面	4	GB/T 14285—2016 DL/T 770—2012	否	



续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
3	110 kV 双绕组变压器保护屏	(4) 高压侧中性点零流方向保护; (5) 低压侧复合电压闭锁过流保护; (6) 低压侧一段电流保护; (7) 低压侧三段零序过流保护; (8) 高压侧过负荷保护	面	4	GB/T 14285—2016 DL/T 770—2012	否	
4	110 kV 母线保护屏	<b>主要功能:</b> 用于被调试对象 <b>技术要求:</b> 1. 直流电源: (1) 额定电压: 220 V、110 V; (2) 开入电压: 弱电开入 24 V, 强电开入 220 V 或 110 V; 2. 交流回路: (1) 交流电流: 1 A 或 5 A; (2) 交流电压: $100/\sqrt{3}$ V; 3. 保护配置: (1) 母线差动保护; (2) 母联充电保护; (3) 母联死区保护; (4) 母联失灵保护; (5) 母联过流保护; (6) 断路器失灵保护	面	4	GB/T 14285—2016 DL/T 670—2010	否	
5	继电保护测试仪	<b>主要功能:</b> 用于测试继电保护产品的保护功能 <b>技术要求:</b> 1. 交流电压源: 相电压额定值 125 V; 2. 交流电流源: 相电流额定值不低于 30 A; 3. 直流电压输出: 最大值不低于 250 V; 4. 直流电流输出: 最大值不低于 20 A	台	8	DL/T 1153—2012 DL/T 624—2010	否	
6	直流屏	<b>主要功能:</b> 给继电保护装置提供直流电源 <b>技术要求:</b> 1. 组屏方式: 充馈电一体化柜; 2. 交流输入电压: 380 V, 50 Hz; 3. 直流输出电压: 180~320 V; 4. 额定输出电流: $\geq 100$ A	面	1	DL/T 459—2017	否	
7	电工常用工具	<b>主要工器具包括:</b> 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、万用表、电工包等	套	20		否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
8	计算机	<b>主要功能：</b> 用于多媒体教学 <b>技术要求：</b> 1. 操作系统：正版操作系统； 2. 内存：≥8 GB； 3. 显示器：≥20 in； 4. 硬盘：≥1 TB HDD； 5. 显卡：≥2 GB 集成显卡	台	1	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011	否	
9	投影仪	<b>主要功能：</b> 多媒体课件演示、视频播放的投影等 <b>技术要求：</b> 1. 亮度：≥3 600 lm； 2. 标准分辨：≥1 024×768 像素； 3. 对比度：≥2 000：1	套	1	GB/T 28037—2011	否	

#### 4.9 电力系统通信实训室设备要求

电力系统通信实训室设备应符合表 10 的要求。

表 10 电力系统通信实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	一二次融合柱上开关穿透式通信培训装置	<b>主要功能：</b> 1. 智能馈线终端 FTU 与 SCADA 的通信测试及异常试验； 2. 配电智能终端配置通信模块支持光纤、无线等通信方式与主站进行通信，实现故障信息上报和三遥信息的实时上传； 3. 配电智能终端至少使用 2 个 RJ45 以太网接口，用于智能分布式对等通信，一个用于与主站通信，另一个与其他智能设备通信； 4. 支持通过硬连线或通信方式采集站端或所端各类运行数据，用于多模配电组网试验 <b>技术要求：</b> 1. 支持电网 DL634.5.101—2002、DL634.5.104—2002 远动协议实施细则规定的通信协议；	台	5	GB 21748—2008	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	一二次融合柱上开关穿透式通信培训装置	<p>2. 进行系统通信正常及异常工况模拟, IEC104/101 的规约仿真培训, 针对报文源码要详细解析, 对每帧报文的起始报文、可变结构限定词、数据单元公共地址、传送原因信息体地址做详细解析; 针对链路初始化、总召、对时; 可以修改规约通信参数, 观察其对规约通信功能的影响;</p> <p>3. 预留接口, 对接大数据等信息化管理平台</p>	台	5	GB 21748—2008	否	
2	一二次融合环网柜穿透式通信培训装置	<p><b>主要功能:</b></p> <p>1. 环网柜测控单元 DTU 与 SCADA 的通信测试及异常试验;</p> <p>2. 配电智能终端配置通信模块支持光纤、无线等通信方式与主站进行通信, 实现故障信息上报和三遥信息的实时上传;</p> <p>3. 配电智能终端至少使用 2 个 RJ45 以太网接口, 用于智能分布式对等通信, 一个用于与主站通信, 另一个与其他智能设备通信;</p> <p>4. 支持通过硬连线或通信方式采集站端或所端各类运行数据, 用于多模配电组网试验</p> <p><b>技术要求:</b></p> <p>1. 支持电网 DL634. 5. 101—2002、DL634. 5. 104—2002 运动协议实施细则规定的通信协议;</p> <p>2. 进行系统通信正常及异常工况模拟, IEC104/101 的规约仿真培训, 针对报文源码要详细解析, 对每帧报文的起始报文、可变结构限定词、数据单元公共地址、传送原因信息体地址做详细解析; 针对链路初始化、总召、对时; 可以修改规约通信参数, 观察其对规约通信功能的影响;</p> <p>3. 预留接口, 对接大数据等信息化管理平台</p>	台	5	GB 21748—2008	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
3	电力系统运动通信仿真系统	<b>主要功能:</b> 1. SCADA 主站集中式监控智能配电终端, 实现四遥功能、多模组网通信联调功能; 2. 实现 HSR 组网方式, 当任何一段网络连接中断, 无须等待网络恢复, 满足数据通信零切换时间, 确保可靠通信, 可通过级联方式自身组建通信环网 <b>技术要求:</b> 1. 支持设备加电自动上线、线路保持; 2. 具备远程遥调功能, 静态 IP 地址、用户名/密码/SIM 卡号/设备序列号或 mac 地址的绑定认证、远程管理和异常警告等功能; 3. 本地管理具备实训环境设备配置管理、安全管理、故障管理以及性能管理等功能; 4. 预留接口, 对接大数据等信息化管理平台	套	1	GB 9361—2011	是	
4	交换机	千兆网络交换机 24 口	台	1		否	
5	电脑	<b>主要功能:</b> 台式电脑, 用于通信测试 <b>技术要求:</b> 1. 操作系统: 版本不低于 Windows 10; 2. 内存: $\geq 8$ GB; 3. 显示器: $\geq 20$ in; 4. 硬盘: $\geq 1$ TB HDD; 5. 显卡: $\geq 2$ GB 集成显卡; 6. 有线键盘鼠标	台	2		否	
6	投影仪	<b>主要功能:</b> 具有多媒体课件演示、视频播放等教学功能 <b>技术要求:</b> 1. 亮度: $\geq 3\ 600$ lm; 2. 标准分辨: $\geq 1\ 024 \times 768$ 像素; 3. 对比度: $\geq 2\ 000 : 1$	套	1	GB/T 28037—2011	否	
7	计算机	<b>主要功能:</b> 用于多媒体教学 <b>技术要求:</b> 1. 操作系统: 版本不低于 Windows 10; 2. 内存: $\geq 8$ GB; 3. 显示器: $\geq 20$ in; 4. 硬盘: $\geq 1$ TB HDD; 5. 显卡: $\geq 2$ GB 集成显卡	台	1	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011	否	

#### 4.10 电力系统综合自动化实训室设备要求

电力系统综合自动化实训室设备应符合表 11 的要求。

表 11 电力系统综合自动化实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	中置式进线柜	<b>主要功能：</b> 10 kV 高压电源接入控制 <b>技术要求：</b> 1. 额定电压：12 kV； 2. 额定频率：50 Hz； 3. 额定电流：≥630 A； 4. 额定短时耐受电流（有效值）：≥25 kA； 5. 额定短路持续时间：4 s； 6. 额定峰值耐受电流：≥50 kA； 7. 接地开关 4 s 短时耐受电流：≥25 kA； 8. 额定电流开断次数：≥10 000 次； 9. 额定短路电流开断次数：≥30 次； 10. 额定短路关合电流：≥50 kA	面	2	GB/T 11022—2020 GB 1984—2014	否	
2	中置式出线柜	<b>主要功能：</b> 10 kV 高压电源输出控制 <b>技术要求：</b> 1. 额定电压：12 kV； 2. 额定频率：50 Hz； 3. 额定电流：≥630 A； 4. 额定短时耐受电流（有效值）：≥25 kA； 5. 额定短路持续时间：4 s； 6. 额定峰值耐受电流：≥50 kA； 7. 接地开关 4 s 短时耐受电流：≥25 kA； 8. 额定电流开断次数：≥10 000 次； 9. 额定短路电流开断次数：≥30 次； 10. 额定短路关合电流：≥50 kA	面	2	GB/T 11022—2020 GB 1984—2014	否	
3	中置式 PT 柜	<b>主要功能：</b> 10 kV 高压变换 <b>技术要求：</b> 1. 额定电压：12 kV； 2. 额定频率：50 Hz； 3. 额定电流：≥630 A； 4. 额定短时耐受电流（有效值）：≥25 kA； 5. 额定短路持续时间：4 s； 6. 额定峰值耐受电流：≥50 kA； 7. 接地开关 4s 短时耐受电流：≥25 kA	面	2	GB/T 11022—2020 GB 1984—2014	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
4	中置式联络柜	<b>主要功能：</b> 10 kV 高压母线联络 <b>技术要求：</b> 1. 额定电压：12 kV； 2. 额定频率：50 Hz； 3. 额定电流：≥630 A； 4. 额定短时耐受电流（有效值）： ≥25 kA； 5. 额定短路持续时间：4 s； 6. 额定峰值耐受电流：≥50 kA	面	1	GB/T 11022—2020 GB 1984—2014	否	
5	中置式隔离柜	<b>主要功能：</b> 隔离电源便于检修 <b>技术要求：</b> 1. 额定电压：12 kV； 2. 额定频率：50 Hz； 3. 额定电流：≥630 A； 4. 额定短时耐受电流（有效值）： ≥25 kA； 5. 额定短路持续时间：4 s； 6. 额定峰值耐受电流：≥50 kA	面	1	GB/T 11022—2020	否	
6	变压器柜	<b>主要功能：</b> 变换电压 <b>技术要求：</b> 1. 类型：干式变压器； 2. 额定频率：50 Hz； 3. 额定电压：10 kV/0.4 kV； 4. 调压方式：无励磁调压； 5. 连接组别：Dyn11； 6. 电压变比：10 kV 2×2.5%/0.4 kV	面	2	GB 1094.11—2007 GB/T 10228—2015 GB/T 17211—1998	否	
7	低压开关柜	<b>主要功能：</b> 低压出线的控制 <b>技术要求：</b> 1. 额定电压：380 V； 2. 额定频率：50 Hz； 3. 额定绝缘电压：220 V； 4. 额定电流：≥1 000 A； 5. 母线额定短时耐受电流：≥50 kA/1 s； 6. 母线额定峰值耐受电流：≥105 kA； 7. 配低压智能断路器	面	2	GB 7251.1—2013 IEC 439—1	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
8	直流电源柜	<b>主要功能：</b> 提供直流操作电源 <b>技术要求：</b> 1. 交流输入电压：380 V，三相，50 Hz 双回路自动切换； 2. 控制要求：可进行手动与自动的切换； 3. 直流输出：DC 220 V， $\geq 80$ Ah； 4. 接线方式：单母线分段； 5. 蓄电池型式：GFM 型	面	1	DL/T 459—2000	否	
9	转运小车	<b>主要功能：</b> 检修转运小车	台	2		否	
10	绝缘工具柜	<b>主要功能：</b> 储存输电、配电、变电检修及带电作业用绝缘工器具、安全工器具 <b>技术要求：</b> 1. 工具柜内应设置专用存放位置和设施（如隔板、挂钩、搁置架等），可同时存放以下所述安全工器具； 2. 具有防尘、防损、防潮的综合性功能； 3. 柜体外壳防护等级要求：不低于 IP54；材料：钢化玻璃，冷轧钢板	个	1	DL/T 1475—2015 DL/T 1145—2009	否	
11	安全工器具	绝缘操作杆：10 kV，长度 3 m	支	2	GB 13398—2008	否	
12		验电器：10 kV，有效绝缘长度 840 mm，节数 5	支	2	DL/T 740—2014	否	
13		短路接地线：10 kV，携带型， $1.5\text{ m}\times 3+4\text{ m}$ ， $25\text{ mm}^2$	套	2	DL/T 879—2004	否	
14		放电棒：10 kV，40 M $\Omega$ ，1 m，3 节	支	2	DL/T 740—2014	否	
15		绝缘靴：35 kV，天然橡胶	双	4	GB 12011—2009	否	
16		绝缘手套：12 kV，特殊橡胶	双	4	GB/T 17622—2008	否	
17		安全帽：高强度 ABS，黄色	顶	4	GB 2811—2019	否	
18		安全标志牌：“禁止合闸，有人工作！”等标志牌不少于 20 张	套	1	GB/T 18037—2008 GB 2893—2008 GB 2894—2008	否	
19		安全围栏：小旗绳、网式围栏、伸缩式围栏、带式围栏、吸附式围栏任选一组共 4 副，每组尺寸建议 1.2（高） $\times$ 2.5m（长）	副	4	Q/GDW 11—144—2012—10701	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
20	投影仪	<b>主要功能：</b> 具有多媒体课件演示、视频播放等教学功能 <b>技术要求：</b> 1. 亮度：≥3 600 lm； 2. 标准分辨：≥1 024×768 像素； 3. 对比度：≥2 000：1	套	1	GB/T 28037—2011	否	
21	计算机	<b>主要功能：</b> 用于多媒体教学 <b>技术要求：</b> 1. 操作系统：版本不低于 Windows 10； 2. 内存：≥8 GB； 3. 显示器：≥20 in； 4. 硬盘：≥1 TB HDD； 5. 显卡：≥2 GB 集成显卡	台	1	GB/T 9813. 1—2016 GB/T 9361—2011	否	

#### 4.11 高级电工实训室设备要求

高级电工实训室设备应符合表 12 的要求。

表 12 高级电工实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	通用电工技能实训考核装置	<b>主要功能：</b> 1. 用于电工工艺实训及维修电工中级技能资格考核； 2. 完成三相异步电动机至少 20 种继电器接触器典型控制线路的安装与调试操作实训； 3. 至少能完成 CZ3040 摇臂钻床电路、CA6140 车床电路故障设置与排查操作实训 <b>技术要求：</b> 1. 组成：实训台、网孔板、实训元器件； 2. 技术参数： (1) 工作电源：AC 380 (1~10%) V； (2) 装置容量：<1.5 kVA； (3) 安全保护：漏电动作电流 ≤30 mA、过流保护、熔断器保护； 3. 实训台主要设备的配置要求： (1) 三相异步电动机： 380 V/220 V、1 kW、Y-△接线，2 台；	套	20	GB 4793. 1—2007 GB 14048. 1—2016 GB/T 16935. 1—2008 GB 21746—2008 GB 21748—2008 JY 0001—2003 JY 0002—2003	否	



续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	通用电工技能实训考核装置	(2) 根据功能要求配足相应的电气设备和其他必要的设备; 4. 预留接口, 对接大数据等信息化管理平台	套	20	GB 4793.1—2007 GB 14048.1—2016 GB/T 16935.1—2008 GB 21746—2008 GB 21748—2008 JY 0001—2003 JY 0002—2003	否	
2	室内低压综合配电实训装置	<b>主要功能:</b> 1. 电动机Y-△降压启动控制故障排查实训; 2. 电动机正反转控制故障排查实训; 3. 三级剩余电流保护试验实训; 4. 无功补偿控制器控制调节试验实训; 5. 照明控制回路故障排查实训; 6. 低压计量反窃电试验实训。 <b>技术要求:</b> 1. 工作电源: AC 380 (1~10%) V; 2. 装置容量: <3.5 kVA; 3. 安全保护: 漏电动作电流 ≤ 30 mA、过流保护、熔断器保护	套	20	GB 4793.1—2007 GB 14048.1—2016 GB/T 16935.1—2008 GB 21746—2008 JY 0001—2003 JY 0002—2003	否	
3	数字式万用表	<b>主要功能:</b> 具有电压、电流和电阻测量功能, 电容量、电感量及半导体参数测量功能 <b>技术要求:</b> 1. 直流电压量程: 200 mV/2 V/20 V/200 V/500 V; 2. 交流电压量程: 200 V/500 V; 3. 电流量程: 2 mA/20 mA/200 mA/10 A; 4. 电阻量程: 200 Ω/2 kΩ/20 kΩ/200 kΩ/2 MΩ	只	20	GB/T 13978—2008	否	
4	电工常用工具	<b>主要工器具包括:</b> 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		否	
5	计算机	<b>主要功能:</b> 用于多媒体教学和用于室内低压配电装置设置故障 <b>技术要求:</b> 1. 操作系统: 正版操作系统; 2. 内存: ≥8 GB; 3. 显示器: ≥20 in; 4. 硬盘: ≥1 TB HDD; 5. 显卡: ≥2 GB 集成显卡	台	21	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
6	投影仪	<b>主要功能:</b> 多媒体课件演示、视频播放的投影等 <b>技术要求:</b> 1. 亮度: $\geq 3\ 600$ lm; 2. 标准分辨: $\geq 1\ 024 \times 768$ 像素; 3. 对比度: $\geq 2\ 000:1$	套	1	GB/T 28037—2011	否	

#### 4.12 高压试验实训室设备要求

高压试验实训室设备应符合表 13 的要求。

表 13 高压试验实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	绝缘电阻测试仪	<b>主要功能:</b> 测试电气设备的绝缘电阻 <b>技术要求:</b> 1. 输出电压: DC 500 V、DC 1000 V、DC 2000 V、DC 2500 V; 2. 测量范围: $5\ M\Omega \sim 100\ G\Omega$ ; 3. 自动计算吸收比和极化指数	台	4	DL/T 474.1—2018 JJG 622—1997 SJ/T 11385—2008	否	
2	介损测试仪	<b>主要功能:</b> 全自动测试电气设备的介损和介质电容 <b>技术要求:</b> 1. 全自动抗干扰技术; 2. 测量范围: 电容 $4\ \mu\text{F} \sim 60\ 000\ \mu\text{F}$ , 介损 $0 \sim 100\%$ ; 3. 高压输出: 45 Hz 和 55 Hz, 电压 $0.5\ \text{kV} \sim 10\ \text{kV}$ , 电流 $\leq 200\ \text{mA}$ ; 4. 低压输出: 电压 $3 \sim 50\ \text{V}$ , 电流 $3 \sim 30\ \text{A}$ ; 5. 供电电源: AC 220V ( $1 \sim 10\%$ ) 50 Hz	台	4	DL/T 962—2017 DL/T 474.3—2018	否	
3	绝缘油击穿全自动测试仪	<b>主要功能:</b> 测试变压器油的绝缘强度 <b>技术要求:</b> 1. 输入电压: AC 220 V, 50 Hz; 2. 输出电压: $0 \sim 60\ \text{kV}$ ; 3. 电压测量精度: 2%; 4. 击穿电压显示分辨率: $0.01\ \text{kV}$ ; 5. 升压速度: $(2\ 000 \pm 200)\ \text{V/s}$	台	2	DL/T 846.7—2016	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
4	绝缘油介损测试仪	<b>主要功能：</b> 测试变压器油的介质损耗 <b>技术要求：</b> 1. 交流高压输出：400 V ~ 2 500 V； 2. 直流高压输出：200 V ~ 600 V； 3. 温控感应炉：最大功率 500 W； 4. 温度控制范围：<110 °C	台	2	DL/T 962—2017 DL/T 474.3—2018	否	
5	工频交直流试验变压器	<b>主要功能：</b> 输出交直流高压试验电压，用于工频交流耐压试验和直流高压试验 <b>技术要求：</b> 1. 容量：1.5/5/10/20 kVA 各 1 台 2. 输出：AC/DC 为 50/70 kV，100/45 mA； 3. 阻抗电压：<10%； 4. 空载电流：<4%； 5. 变比：250； 6. 测量变比：500； 7. 连接组别：I，I0； 8. 测量精度：1.5 级； 9. 冷却方式：油浸式； 10. 配备水阻、放电棒、高压滤波电容等附件	台	4	DL/T 848.3—2019	否	
6	工频交直流试验控制箱	<b>主要功能：</b> 控制试验变压器的输出电压，用于工频交流耐压试验和直流高压试验 <b>技术要求：</b> 1. 容量：25 kVA； 2. 输入：220/380 V； 3. 输出：0~250 V 或 0~430 V	台	4	DL/T 848.3—2019	否	
7	交直流高压分压器	<b>主要功能：</b> 测试交直流高压，用于交直流耐压试验 <b>技术要求：</b> 1. 测量精度：1%； 2. 量程范围：AC 50~300 kV，DC 70~424 kV； 3. 分压比 1 000 : 1	台	4	DL/T 846.1—2019	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
8	直流高压毫安表	<b>主要功能:</b> 测量直流泄漏电流和电导电流,用于直流高压试验 <b>技术要求:</b> 1. 测量范围: 0~20 mA; 2. 分辨率: 0.01 mA; 3. 液晶数码显示	只	4	GB/T 7676.2—2017	否	
9	直流高压微安表	<b>主要功能:</b> 测量直流泄漏电流和电导电流,用于直流高压试验 <b>技术要求:</b> 1. 测量范围: 0~2 000 $\mu$ A; 2. 分辨率: 0.01 mA; 3. 液晶数码显示	只	4	GB/T 7676.2—2017	否	
10	放电保护球隙	<b>主要功能:</b> 用于球隙放电和过电压保护 <b>技术要求:</b> 1. 球径: 100 mm; 2. 电压等级: 100 kV 及以下; 3. 间隙可调距离: 0~45 mm; 4. 遥控距离: 30 m 以上; 调节分辨率: 0.1 mm	组	4	DL/T 846.1—2016	否	
11	励磁变压器	<b>主要功能:</b> 升高变频电源电压,用于变频串联谐振交流耐压试验 <b>技术要求:</b> 1. 额定容量: 25 kVA; 2. 输入电压: 500 V; 3. 输出电压: 3 kV、5 kV、10 kV、15 kV 各一台; 4. 工作频率范围: 30~300 Hz; 5. 结构: 干式结构	台	4	JB/T 9641—1999	否	
12	变频控制电源	<b>主要功能:</b> 输出交流变频电源,用于串联谐振交流耐压试验 <b>技术要求:</b> 1. 额定输出容量: 25 kW; 2. 工作电源: 交流 220 V/380 V、50 Hz; 3. 输出电压: 0~500 V 可调; 4. 最大输出电流: 50 A; 5. 输出波形: 正弦波; 6. 频率调节范围: 30~300 Hz; 7. 连续运行时间: 大于 1 h	台	4	GB 4793—2007	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
13	高压电抗器	<b>主要功能:</b> 提供电抗以满足谐振条件,用于变频串联谐振交流耐压试验 <b>技术要求:</b> 1. 额定容量: $\geq 80$ kVA; 2. 额定电压: $\geq 30$ kV; 3. 额定电流: $\geq 2.5$ A; 4. 品质因素: $Q \geq 30$ ; 5. 类型: 干式电抗器	台	4	GB 10229—1988	否	
14	电容分压器	<b>主要功能:</b> 测量交流高压,用于变频串联谐振交流耐压试验 <b>技术要求:</b> 1. 额定电压: 200 kV; 2. 工作频率: 30~300 Hz; 3. 分压比: 1 000 : 1	台	4	IEC 358—1990	否	
15	接地电阻测试仪	<b>主要功能:</b> 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 <b>技术要求:</b> 1. 接地电阻测量: 测量范围: 0~2 000 $\Omega$ ; 2. 地电压测量: 测量范围: 0~20 V	台	2	DL/T 845. 2—2020 GB/T 17949. 1—2016	否	
16	配电变压器	<b>主要功能:</b> 绝缘试验被试品 <b>技术要求:</b> 1. 额定电压: 10/0. 4 kV; 2. 容量: $\geq 50$ kVA; 3. 绝缘类型: 低损耗油浸式三相变压器	台	6	GB 1094. 1—2017 GB/T 6451—2015	否	
17	电压互感器	<b>主要功能:</b> 绝缘试验被试品 <b>技术要求:</b> 1. 型号: JDZW-35 电压互感器; 2. 极限输出: $\geq 1 000$ VA	台	6	GB 20840. 3—2013 GB 20840. 1—2010	否	
18	避雷器	<b>主要功能:</b> 绝缘试验被试品 <b>技术要求:</b> 1. 型号: (HY) YH5WZ-51/13; 2. 额定电压: 51 kV; 3. 雷电冲击电流下残压: 134 kV; 4. 使用场所: 电站型	台	6	GB 11032—2016	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
19	安全工器具	接地线：10 kV，1.5 m×3+4 m，25 mm <sup>2</sup>	套	4	DL/T 879—2017	否	
20		放电棒：10 kV，0 MΩ，1 m，3 节	支	4	Q/TL 012—2018	否	
21		绝缘靴：35 kV，天然橡胶	双	4	GB 12011—2009	否	
22		绝缘手套：12 kV，特殊橡胶	双	4	GB/T 17622—2008	否	
23		安全帽：高强度 ABS，黄色	顶	4	GB 2811—2019	否	
24		安全标志牌：“止步，高压危险！”等标志牌不少于 20 张	副	4	GB/T 18037—2008 GB 2893—2008 GB 2894—2008	否	
25		安全围栏：小旗绳、网式围栏、伸缩式围栏、带式围栏、吸附式围栏任选一组共 4 副，每副尺寸建议 1.2 m（高）×2.5 m（长）	副	4	Q/GDW 11—144—2012—10701	否	
26	计算机	<b>主要功能：</b> 用于多媒体教学 <b>技术要求：</b> 1. 操作系统：正版操作系统； 2. 内存：≥8 GB； 3. 显示器：≥20 in； 4. 硬盘：≥1 TB HDD； 5. 显卡：≥2 GB 集成显卡	台	1	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011	否	
27	投影仪	<b>主要功能：</b> 多媒体课件演示、视频播放的投影等 <b>技术要求：</b> 1. 亮度：≥3 600 lm； 2. 标准分辨：≥1 024×768 像素； 3. 对比度：≥2 000 : 1	套	1	GB/T 28037—2011	否	

#### 4.13 风光互补发电系统实训室设备要求

风光互补发电系统实训室设备应符合表 14 的要求。

表 14 风光互补发电系统实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	风光互补发电系统装置	<b>主要功能：</b> 1. 光伏发电、供电系统安装与调试操作； 2. 风力发电、供电系统安装与调试操作； 3. 逆变与负载系统操作；	套	4		否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	风光互补发电系统装置	<p>4. 风光互补发电监控系统操作技术要求:</p> <p>1. 光伏发电供电装置:</p> <p>(1) 电池组件: 功率: 20 W, 误差: <math>\pm 5\%</math>, 输出电压: 17.2 V, 输出电流: 1.17 A</p> <p>(2) 追日传感器: 输出电压: 0~5 V, 跟踪精度: 1度;</p> <p>(3) 投射灯: 电压: 220 V, 频率: 50 Hz, 电流: 1.36 A, 最大功率: 300 W;</p> <p>(4) 追日机构: 蜗轮蜗杆结构, 直流电机;</p> <p>2. 风力发电装置:</p> <p>(1) 水平轴永磁同步风力发电机;</p> <p>(2) 风速仪: 输出电压: 0~5 V, 风碗数: 3个;</p> <p>(3) 轴流通风机: 流量: 2100 m<sup>3</sup>/h, 电压: 380 V (由变频器控制), 频率: 50 Hz;</p> <p>(4) 风向控制电机: 减速比: 1:40, 电压: AC 220 V;</p> <p>3. 风力供电系统</p> <p>(1) 电源控制单元: 含漏电保护断路器, AC 220 V 和 DC 24 V 状态指示灯;</p> <p>(2) 触摸屏: 7 in, 彩色;</p> <p>(3) 直流输入单元: 电流表: DC 0~5 A, 电压表: DC 0~500 V, 接口: RS485;</p> <p>(4) PLC: S7-1 200, CPU224;</p> <p>(5) 变频器: MM420-0.37 kW;</p> <p>(6) 可调电阻: 0~1000 <math>\Omega</math>, 无级可调 (有刻度);</p> <p>4. 光伏供电系统:</p> <p>(1) 电源控制单元: 含漏电保护断路器, AC 220 V 和 DC 24 V 状态指示灯;</p> <p>(2) 触摸屏: 7 in, 彩色;</p> <p>(3) 直流输入单元: 电流表: DC 0~5 A, 电压表: DC 0~500 V, 接口: RS485;</p> <p>(4) PLC: S7-1 200, CPU226;</p> <p>(5) 可调电阻: 0~1000 <math>\Omega</math>, 无级可调 (有刻度);</p> <p>5. 逆变与负载系统</p> <p>(1) 逆变装置;</p> <p>输入电压: DC 12 V;</p>	套	4		否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	风光互补发电系统装置	输入电压范围: DC 9.5 V~15.5 V; 输出电压: AC 180~220 V; 可调±5%; 额定输出电流: 1.4 A; 输出频率: 50 Hz~60 Hz 可调±0.5 Hz; 额定功率: 300 W; 输出波形: 正弦波; 波形失真: <5%; 转换效率: >85%; (2) 变频器: MM420-0.37 kW; (3) 电机负载: 功率: 25 W, 电压: AC 220 V, 转速: 1 300 rpm; (4) 蓄电池: 容量 12 V 18 Ah/20 HR; 6. 监控系统 (1) 工控机: 6 个串口; (2) 组态软件: 力控 6.1; 7. 网孔板: 尺寸: 800 mm(长)×600 mm(宽)×2 000 mm(高); 8. 预留接口, 对接大数据等信息化管理平台	套	4		否	
2	常用电工工具	<b>主要工器具包括:</b> 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、万用表、电工包等	套	4		否	
3	计算机	<b>主要功能:</b> 用于多媒体教学 <b>技术要求:</b> 1. 操作系统: 正版操作系统; 2. 内存: ≥8 GB; 3. 显示器: ≥20 in; 4. 硬盘: ≥1 TB HDD; 5. 显卡: ≥2 GB 集成显卡	台	1	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011	否	
4	投影仪	<b>主要功能:</b> 多媒体课件演示、视频播放的投影等 <b>技术要求:</b> 1. 亮度: ≥3 600 lm; 2. 标准分辨: ≥1 024×768 像素; 3. 对比度: ≥2 000 : 1	套	1	GB/T 28037—2011	否	



#### 4.14 电能计量综合实训室设备要求

电能计量综合实训室设备应符合表 15 的要求。

表 15 电能计量综合实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	用户三相计量装置	<p><b>主要功能:</b> 内置进线总隔离开关与用户空气开关, 6 只三相智能电能表(载波)</p> <p><b>技术要求:</b> 1. 供电电压: 3×220 V、3×380 V; 2. 红外通信: 1 200 bit/s; 3. RS485 通信: 2 400 bit/s; 4. 时钟精度: ≤0.5 s/d</p>	台	4	Q/GDW 1827—2013 DL/T 448—2016	否	
2	用户单相计量装置	<p><b>主要功能:</b> 内置进线总隔离开关与用户空气开关, 12 只单相智能电能表(载波)</p> <p><b>技术要求:</b> 1. 供电电压: 220 V; 2. 红外通信: 1 200 bit/s; 3. RS485 通信: 2 400 bit/s; 4. 时钟精度: ≤0.5 s/d</p>	台	4	Q/GDW 1364—2016 DL/T 448—2016	否	
3	双钳数字相位伏安表	<p><b>主要功能:</b> 测量电压、电流有效值及相位、功率、阻抗和相序, 检查电度表接线的正确与否</p> <p><b>技术要求:</b> 1. 显示位数: 三位半; 2. 采样速率: 3 次每秒; 3. 电源: 单个 9 V 电池、电源电流小于 5 mA</p>	台	4	JJF 1491—2014	否	
4	台区用电检查仪	<p><b>主要功能:</b> 挂接到用电台区现场, 实现台区电能表档案信息核对(户变关系检查)和窃电嫌疑用户检查</p> <p><b>技术要求:</b> 1. 工作电源: AC 220 V 或 8.4 V 锂电池; 2. 绝缘电阻: &gt;10 MΩ; 3. 工频耐压: &gt;AC 2 000 V/10 mA/1 min</p>	台	4	Q/GDW 1376.1—2018 Q/GDW 1376.2—2013 DL/T 645—2007	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
5	三相智能电能表检定装置	<p><b>主要功能：</b> 具有误差校验、启动试验、潜动试验、标准偏差、校核常数等基本功能及其他辅助功能</p> <p><b>技术要求：</b> 1. 装置等级：0.1 级； 2. 标准表等级：0.05 级； 3. 电压量程：3×100 V、3×57.7 V、3×100 V、3×380 V、3×220 V、3×380 V； 4. 电流量程：3×(0.1 A~100 A)； 5. 输出相位：0.00~359.99°； 6. 输出频率：45.00 Hz ~ 65.00 Hz</p>	台	2	GB/T 11150—2001 JJG 597—2018 DL/T 448—2016	否	
6	单相智能电能表检定装置	<p><b>主要功能：</b> 具有误差校验、启动试验、潜动试验、标准偏差、校核常数等基本功能及其他辅助功能</p> <p><b>技术要求：</b> 1. 装置等级：0.1 级； 2. 标准表等级：0.05 级； 3. 电压量程：220 V，0 ~ 120%UN； 4. 电流量程：0.1 A~100 A； 5. 相位调节范围：0.00 ~ 359.99°； 6. 频率调节范围：45 Hz~65 Hz</p>	台	2	GB/T 11150—2001 JJG 597—2018 DL/T 448—2016	否	
7	电能表检定模拟实训理论教学考核系统	<p><b>主要功能：</b> 进行电能表检定模拟实训理论教学考核</p> <p><b>技术要求：</b> 1. 利用软件实现对虚拟电能表各种功能的模拟检定； 2. 检定规程的形象化、具体化解读； 3. 计量理论和技能知识考核系统软件； 4. 可以实现远程考试； 5. 预留接口，对接大数据等信息化管理平台</p>	套	2	Q/GDW 1354—2013 JJG 596—2012 Q/GDW 1364—2013 Q/GDW 359—2009	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
8	互感器校验装置	<p><b>主要功能:</b> 用于电压互感器和电流互感器的离线校正</p> <p><b>技术要求:</b> 1. 精度等级: 1.0 级; 2. 工作参数范围: (1) 电流: 1%~120%IN; (2) 电压: 20%~120%UN; 3. 工作电源: AC 220 V</p>	台	4	JJG 313—2010 JJG 314—2010	否	
9	电压互感器现场校验装置	<p><b>主要功能:</b> 自动完成对电压互感器测量点的误差测量</p> <p><b>技术要求:</b> 1. PT 变比: 一次测 6 ~ 110 KV, 二次测 <math>100/\sqrt{3}</math> V, 100 V; 2. 同分量 (%): 0.000 1 ~ 19.99; 3. 正交分量 (%): 0.001 ~ 500; 4. 实际负荷 (VA): 0.01 ~ 300; 5. 功率因数: 0.1 L ~ 1.0 ~ 0.1 C; 6. 准确度: 比差 0.05%, 角差 2'; 7. 实际负荷: <math>\pm (3\%+1 \text{ VA})</math>; 8. 电源: AC 220 V</p>	台	2	JJG 169—2010 JJG 314—2010	否	
10	电流互感器现场校验装置	<p><b>主要功能:</b> 用来现场测试 1 级至 0.2 s 级互感器</p> <p><b>技术要求:</b> 1. 测量变比范围: 5~2 500 A/5 A 和 5~5 000 A/1 A; 2. 功率因数: 0.1 L ~ 1.0 ~ 0.1 C; 3. 准确度: 0.05 级; 4. 二次负荷容量: 5~100 VA; 5. 电源: AC 220 V</p>	台	2	JJG 169—2010 JJG 313—2010 JJG 1021—2007	否	
11	高压计量实训装置	<p><b>主要功能:</b> 模拟 10 kV 高压计量现场接线、故障排查、错误接线的判断</p> <p><b>技术要求:</b> 1. 虚负荷电源电压: 0~100 V, 连续可调;</p>	台	4	GB/T 16934—2013 DL/T 448—2016	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
11	高压计量实训装置	2. 虚负荷电源电流：0~5 A，连续可调； 3. 虚负荷电源频率：45 Hz~65 Hz，连续可调； 4. 虚负荷电源相位：0~359.5°，连续可调； 5. 虚负荷电源供电电源：单相220 V，50 Hz	台	4	GB/T 16934—2013 DL/T 448—2016	否	
12	低压计量实训装置	<b>主要功能：</b> 模拟低压计量现场接线、故障排查、错误接线的判断 <b>技术要求：</b> 1. 电压：三相0~220 V连续可调； 2. 二次电流：三相0~5 A连续可调； 3. 频率：45 Hz~65 Hz，连续可调； 4. 相位：负载相位三相0~359.5°连续可调； 5. 供电电源：单相220 V±10%，50 Hz	台	4	GB/T 16934—2013 DL/T 448—2016	否	
13	电能表接线智能仿真系统	<b>主要功能：</b> 实现 PT 接地、CT 接地与不接地的智能仿真试验、智能考核评判。 <b>技术要求：</b> 1. 电压档位：57.7 V、100 V、220 V； 2. 电流档位：1 A~5 A； 3. 预留接口，对接大数据等信息化管理平台	台	4	GB/T 16934—2013 DL/T 448—2016	是	
14	计算机	<b>主要功能：</b> 用于多媒体教学 <b>技术要求：</b> 1. 操作系统：正版操作系统； 2. 内存：≥8 GB； 3. 显示器：≥20 in； 4. 硬盘：≥1 TB HDD； 5. 显卡：≥2 GB 集成显卡	台	1	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011	否	
15	投影仪	<b>主要功能：</b> 多媒体课件演示、视频播放的投影等 <b>技术要求：</b> 1. 亮度：≥3 600 lm； 2. 标准分辨：≥1 024×768 像素； 3. 对比度：≥2 000 : 1	套	1	GB/T 28037—2011	否	

#### 4.15 电力安全技术实训室设备要求

电力安全技术实训室设备应符合表 16 的要求。

表 16 电力安全技术实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
1	绝缘手套	<p><b>主要功能：</b> 用于进行电力、电器设备带电作业时戴用，防止以手部直接接触带电体</p> <p><b>技术要求：</b> 1. 电压等级：10 kV； 2. 类型：分指型复合绝缘手套； 3. 长度：≥360 mm； 4. 颜色：棕褐色</p>	双	4	GB/T 17622—2014	否	
2	绝缘靴	<p><b>主要功能：</b> 使人体与地面之间保持绝缘，防止跨步电压和接触电压对人体造成伤害</p> <p><b>技术要求：</b> 1. 电压等级：25 kV； 2. 尺码：36~42（欧码）； 3. 主要材料：橡胶； 4. 高度：≥260 mm</p>	双	4	GB 12011—2009	否	
3	标识牌	<p><b>主要功能：</b> 用于对现场工作人员，安全提示</p> <p><b>技术要求：</b> 1. 至少应配置以下安全标识牌：“禁止合闸，有人工作！”等安全通用标识牌； 2. 材质：PVC</p>	套	1	Q/GDW 434. 1—2010 Q/GDW 434. 2—2010 GB 2894—2008	否	
4	安全帽	<p><b>主要功能：</b> 对人头部受坠落物撞击及其他特定因素引起的对头部的伤害起防护作用</p> <p><b>技术要求：</b> 1. 帽箍尺寸可调整，对应前额的区域应有吸汗性织物或增加吸汗带，系带应采用软质织物； 2. 帽体内侧与帽衬之间存在的凸出物应有软垫覆盖其上； 3. 做冲击测试，传递到头模上的力不得超过 4 900 N，且帽壳不得有碎片脱落； 4. 做穿刺测试，钢锥不得接触头模表面，帽壳不得有碎片脱落； 5. 下颏带发生破坏时的拉力值应介于 150 N~250 N 之间； 6. 质量：不超过 430 g</p>	顶	8	GB 2811—2019	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
5	核相器	<p><b>主要功能:</b> 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</p> <p><b>技术要求:</b> 1. 核相电压范围: 220 V ~ 220 kV 电压自动核相; 2. 测试相位: 0.0~360.0°; 3. 测试频率: 45.0 Hz~65.0 Hz</p>	副	2	DL/T 971—2017	否	
6	防坠落悬挂安全带	<p><b>主要功能:</b> 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</p> <p><b>技术要求:</b> 1. 安全带与身体接触的一面不应有凸出物; 2. 安全带不应使用回料或再生料, 使用皮革且不应有接缝; 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. 整体静拉力不应小于 15 kN, 冲击作用力峰值不应大于 6 kN; 5. 主带应是一整条, 不能有接头, 宽度不应小于 40 mm; 6. 辅带宽度不应小于 20 mm</p>	套	4	GB 6095—2021	否	
7	整体式验电器	<p><b>主要功能:</b> 验证电气设备是否存在电压</p> <p><b>技术要求:</b> 1. 组成: 手柄、护手、绝缘部件、限度标记、指示器、接触电极; 2. 绝缘部件的最小长度: 10 kV 不小于 700 mm, 35 kV 不小于 900 mm, 110 kV 不小于 1 300 mm; 3. 手柄长度: ≥115 mm; 4. 护手高度: ≥20 mm; 5. 电压等级: 10 kV、35 kV、110 kV 各 1 只</p>	支	3	DL/T 740—2014	否	
8	绝缘操作杆	<p><b>主要功能:</b> 用于分合高低压开关、拉合电闸及用于带电作业线夹</p> <p><b>技术要求:</b> 1. 电压等级: 10 kV; 2. 结构: 宜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≥700 mm, 端部接头长度≤100 mm, 手持部分长度≥600 mm, 总长度≥3 m; 4. 材质: 玻璃树脂</p>	支	4	GB 13398—2008	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
9	携带型短路接地线	<p><b>主要功能：</b> 将停电设备三相短路后接地，以防停电设备突然通电引发安全事故</p> <p><b>技术要求：</b> 1. 电压等级：10 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：1 000 mm； 4. 接地短路线截面：25 mm<sup>2</sup>； 5. 接地棒长度：500 mm</p>	副	2	DL/T 879—2017	否	
10	安全围栏	<p><b>主要功能：</b> 用于在进行电气检修和试验时，将工作场所包围隔离</p> <p><b>技术要求：</b> 1. 形式：小旗绳、网式围栏、伸缩式围栏、带式围栏、吸附式围栏等每一组，每组 4 副； 2. 材质及技术要求： （1）围栏立杆宜采用绝缘管或不锈钢管制作，高度为 1 000～1 220 mm，立杆表面应涂有红白相间反光漆； （2）小旗绳由绳子和三角小旗组成，绳子为白色，红、白两色小旗相间悬挂； （3）网式围栏宜用麻绳或尼龙绳编织，由红、白两色相间组成； （4）伸缩式围栏宜用塑料棒和塑料块组成，可进行自由伸缩，底座宜用金属材料制作； （5）带式围栏的带子宜采用涤纶布料，布带宽 50 mm； （6）吸附式围栏吸附体的吸附力应不小于 2 kg，收纳壳体宜采用绝缘性能较好的 ABS，布料宜用尼龙防水红白相间布带，宽 50 mm，长 3 500 mm，其上印有“止步，高压危险”字样，吸附式围栏间连接宜采用防滑插槽； 3. 尺寸：每副建议 1.2 m（高）× 2.5 m（长）</p>	组	5	Q/GDW 11—144—2012—10701	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
11	触电心肺复苏模拟人	<p><b>主要功能：</b> 用于模拟人触电后进行心肺复苏急救操作训练</p> <p><b>技术要求：</b> 1. 执行标准：美国心脏学会（AHA）2010 国际心肺复苏（CPR）&amp;心血管急救（ECC）指南标准； 2. 可模拟生命体征； 3. 可进行人工呼吸和心外按压学习训练； 4. 可进行标准模式考核和教师设定考核； 5. 每具模拟人应配置显示控制器 1 台</p>	具	4		否	
12	电力安全工程培训考试 3D 仿真软件	<p><b>主要功能：</b> 对电力安全资料和工具进行学习、训练和测试</p> <p><b>技术要求：</b> 1. 组成：教师管理系统和学生个人中心系统； 2. 教师管理系统功能：班级管理、学生信息管理、试题管理、成绩查询、电力安全资料管理、管理员管理； 3. 学生个人中心系统功能：电力安全法律法规学习、电力安全管理、电力安全事故分析、电力安全现场急救、电力安全理论考试等； 4. 预留接口，对接大数据等信息化管理平台</p>	套	1		是	
13	绝缘工具柜	<p><b>主要功能：</b> 储存输电、配电、变电检修及进行带电作业时使用的绝缘工器具、安全工器具</p> <p><b>技术要求：</b> 1. 工具柜内应设置专用存放位置和设施（如隔板、挂钩、搁置架等），可同时存放绝缘杆、验电器、接地线、绝缘手套、绝缘靴、安全带、防毒面具、绝缘绳、绝缘挡板、屏蔽服等工具用品； 2. 具有防尘、防损、防潮的综合性功能； 3. 外壳防护等级要求：不低于 IP54； 4. 柜体材料：钢化玻璃，冷轧钢板</p>	个	1	DL/T 1475—2015 DL/T 1145—2009	否	



续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
14	10 kV 成套固定式进线柜	<p><b>主要功能：</b> 固定式开关柜运行转检修风险体验</p> <p><b>技术要求：</b> 1. 额定电压：10 kV； 2. 额定电流：≥630 A； 3. 额定短路开断电流：≥25 kA； 4. 热稳定电流：≥25 kA，4 s； 5. 动稳定电流：≥50 kA； 6. 断路器：真空断路器，弹簧操动； 7. 一次系统风险点最少设定：带负荷拉刀闸； 8. 二次系统风险点最少设定：CT 开路、PT 短路、外接电源进入 PT 回路、校验线路保护误跳开关、通信地址错误导致开关误动； 9. 风险体验最少模拟效果：声、光、电、烟雾 4D 效果</p>	面	1	GB/T 11022—2020 GB 1984—2014	否	
15	10 kV 成套移开式出线柜	<p><b>主要功能：</b> 移开式开关柜运行转检修风险体验</p> <p><b>技术要求：</b> 1. 额定电压：10 kV； 2. 额定电流：≥630 A； 3. 额定短路开断电流：≥25 kA； 4. 热稳定电流：≥25 kA，4 s； 5. 动稳定电流：≥50 kA； 6. 断路器：真空断路器，弹簧操动； 7. 一次系统风险点最少设定：误入带电间隔、验电步骤不符合规范、挂接接地线操作顺序错误、向有人工作的设备送电； 8. 二次系统风险点最少设定：CT 开路、PT 短路、外接电源进入 PT 回路、校验线路保护误跳开关、通信地址错误导致开关误动； 9. 风险体验最少模拟效果：声、光、电、烟雾 4D 效果</p>	面	1	GB/T 11022—2020 GB 1984—2014	否	
16	10 kV 成套移开式进线柜	<p><b>主要功能：</b> 移开式开关柜检修转运行风险体验</p> <p><b>技术要求：</b> 1. 额定电压：10 kV；</p>	面	1	GB/T 11022—2020 GB 1984—2014	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
16	10 kV 成套移开式进线柜	<p>2. 额定电流: <math>\geq 630</math> A;</p> <p>3. 额定短路开断电流: <math>\geq 25</math> kA;</p> <p>4. 热稳定电流: <math>\geq 25</math> kA, 4 s;</p> <p>5. 动稳定电流: <math>\geq 50</math> kA;</p> <p>6. 断路器: 真空断路器, 弹簧操动;</p> <p>7. 一次系统风险点最少设定: 带地刀合闸、挂接地线合闸、拆除接地线顺序错;</p> <p>8. 二次系统风险点最少设定: CT 开路、PT 短路、外接电源进入 PT 回路、校验线路保护误跳开关、通信地址错误导致开关误动;</p> <p>9. 风险体验最少模拟效果: 声、光、电、烟雾 4D 效果</p>	面	1	GB/T 11022—2020 GB 1984—2014	否	
17	风险体验微机监控柜	<p><b>主要功能:</b> 运行电力安全风险体验软件管理平台, 设置并运行各 10 kV 成套中压柜风险点</p> <p><b>技术要求:</b></p> <p>1. 机柜类型: 4U 或可定制;</p> <p>2. 工控机: 机箱规格: 4U 机架式; 处理器: 酷睿 Core i5 及以上; 内存类型: Non-ECC; 操作系统: 版本 Windows 10 以上; 显卡类型: 集成显卡; 内存总容量: <math>\geq 8</math> GB; 硬盘: SATA, 500 G;</p> <p>3. 显示器: <math>\geq 20</math> in;</p> <p>4. 功率放大器: (1) 输出功率: <math>\geq 200</math> W; (2) 输入灵敏度: 线路输入 <math>\leq 250</math> MV; 话筒输入 <math>\leq 20</math> MV; (3) 额定电源: 220 V, 50 Hz; (4) 输入接口: 至少双话筒输入; (5) 附加功能: 蓝牙, USB;</p> <p>5. 大功率音柱: (1) 额定功率: <math>\geq 30</math> W; (2) 灵敏度: 92 dB; (3) 频响范围: 200 Hz~10 kHz; (4) 额定电压: 70~100 V</p>	面	1	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011 SJ/T 10406—2016	否	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	是否采用虚拟仿真环境	备注
18	计算机	<b>主要功能：</b> 用于运行 3D 仿真软件和多媒体教学 <b>技术要求：</b> 1. 操作系统：正版操作系统； 2. 内存：≥8 GB； 3. 显示器：≥20 in； 4. 硬盘：≥1 TB HDD； 5. 显卡：≥2 GB 独立显卡	台	41	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011	否	40 台实训用电脑，1 台教师用电脑
19	投影仪	<b>主要功能：</b> 多媒体课件演示、视频播放的投影等 <b>技术要求：</b> 1. 亮度：≥3 600 lm； 2. 标准分辨：≥1 024×768 像素； 3. 对比度：≥2 000 : 1	套	1	GB/T 28037—2011	否	

## 5 实训教学管理与实施

### 5.1 管理制度

5.1.1 建立和健全实训室岗位责任制，实行分级管理。

5.1.2 建立仪器设备采购、使用、维护、报损和报废管理制度、实训室仪器设备的材料和低值耐用品、易耗品管理制度、仪器设备损坏、丢失的赔偿制度、实训室教学管理制度、实训室安全卫生管理制度、实训设备定期检查与试验制度等，编制实训项目符合电力规范的标准化作业指导书，项目实训过程依照电力生产标准化作业流程开展，切实提高实训项目的开出率和有效性，保证实训设备的使用率和完好率，确保实训室设施合理、安全、高效地运行。

### 5.2 管理人员

5.2.1 实训室应配备专（兼）职管理人员，管理人员应掌握其所管设备性能、结构及原理，能进行实训指导、实训设备检修与维护、触电急救和消防灭火。

5.2.2 应定期对实训室管理人员进行业务技能培训和考核，切实提高实训室工作人员的思想素质、业务能力和电力安全意识。

### 5.3 安全措施

5.3.1 严格执行“安全第一，预防为主”的原则，牢固树立“禁止违章带电作业”的意识，合理配置防触电措施和防电气火灾消防设施，制定并悬挂安全作业规章制度、

安全操作标准化规程，进行安全普及教育和安全操作规程教育。

5.3.2 定期检查防火、防爆、防盗、防触电、防事故等安全措施。

5.3.3 严格恪守保密制度，不得泄露保密信息资料与数据。

#### 5.4 应急处置

5.4.1 正确辨认和评估实训室可能存在的潜在危险、可能发生的事故类型、过程、后果及影响程度，制定电力安全急救、灾害逃生及其他实训教学突发事件应急预案。

5.4.2 应定期进行应急预案演练。

5.4.3 在进行特殊作业时，必须由有作业资格的老师指导，实训前集中学习有关防护知识，实训时应佩戴相关防护设备。

#### 5.5 一体化教学

5.5.1 结合电力系统自动化技术专业的职业环境特点，部分设备可采用仿真设备，可采用真实设备与智能考核设备相结合的方式进行考核；条件成熟的，可逐步推广网上虚拟实训或基于 VR/AR 技术的虚拟仿真实训。

5.5.2 开展理论结合实践的一体专业实训室建设，合理设计实训空间，可在专业实训室内设置教学讨论区，开展学训一体的专业教学与实训。

#### 5.6 信息化管理

实训基地需建立基于大数据等的信息化管理平台，或运用其他信息化管理手段，对实训教学实施全过程进行管理，确保专业实训基地的规范化运行；实现每个学员的个性化学习分析与实践指导，满足技术技能人才培养目标。

#### 5.7 立德树人

实训活动应参照电力行业标准化作业要求开展，培育学生不断探索、精益求精、追求卓越的工匠精神和爱岗敬业的劳动态度。在实训准备阶段，组织召开班前会，检查实训准备，布置实训任务，学习实训流程和工艺标准。在实训结束阶段，召开班后会，检查实训质量，总结实训经验和教训。

## 6 引用标准名录

GB 7251.1—2005 低压成套开关设备和控制设备

GB/T 19749.1—2016 耦合电容器和电容分压器

GB/T 16895.3—2017	低压电气装置 第5—54部分：电气设备的选择和安装 接地配置和保护导体
GB 50016—2019	建筑设计防火规范
GBZ 1—2010	工业企业设计卫生标准
GB/T 12801—2008	生产过程安全卫生要求总则
GB/T 2893.5—2020	安全色
GB 50057—2010	建筑物防雷设计规范（新）
GB/T 50065—2011	交流电气装置的接地设计规范
GB/T 28037—2011	投影机规范
GB/T 13978—2008	数字多用表
GB 4793.1—2007	测量、控制和实验室用电气设备的安全要求
GB 14048.1—2016	低压开关设备和控制设备
GB 1094.1—2017	电力变压器第1部分：总则
GB/T 10228—2015	干式电力变压器技术参数和要求
GB/T 17211—1998	干式电力变压器负载导则
GB/T 6451—2015	油浸式电力变压器技术参数和要求
GB 7251.1—2013	低压成套开关设备和控制设备
GB/T 18037—2008	带电作业工具基本技术要求与设计导则
GB 2811—2019	安全帽
GB/T 17622—2014	带电作业用绝缘手套
GB 12011—2009	足部防护电绝缘鞋标准
GB/T 28172—2011	嵌入式软件质量保证要求
GB/T 9813.1—2016	计算机通用规范 第1部分：台式微型计算机
GB/T 16934—2013	电能计量柜
GB/T 15969.2—2008	可编程序控制器 第2部分：设备要求和测试基本信息
GB/T 7676.2—2017	直接作用模拟指示电测量仪表及其附件 第2部分：电流 表和电压表的特殊要求
GB/T 17949.1—2016	接地系统的土壤电阻率、接地阻抗和地面电位测量导则 第1部分：常规测量
GB 14050—2016	系统接地的形式及安全技术要求

GB 20840.3—2013	互感器 第3部分电磁式电压互感器的补充技术要求
GB 11032—2016	交流无间隙金属氧化物避雷器
GB/T 14285—2016	继电保护和安全自动装置技术规程
GB/T 15145—2017	输电线路保护装置通用技术条件
GB 2894—2016	安全标志及使用导则
GB/T 17622—2014	带电作业用绝缘手套
DL/T 1475—2015	电力安全工器具配置与存放技术
DL/T 740—2014	电容型验电器
DL/T 879—2004	携带型短路接地线
DL/T 1023—2015	变电站仿真机技术规范
DL/T 459—2017	电力系统直流电源柜订货技术条件
DL/T 474.1—2018	现场绝缘试验实施导则 第1部分：绝缘电阻、吸收比和极化指数试验
DL/T 474.3—2018	现场绝缘试验实施导则 介质损耗因数 $\tan\delta$ 试验
DL/T 846.7—2016	高电压测试设备通用技术条件 第7部分：绝缘油介电强度测试仪
DL/T 848.3—2019	高压试验装置通用技术条件 第3部分：无局放试验变压器
DL/T 770—2012	变压器保护装置通用技术条件
DL/T 670—2010	母线保护装置通用技术条件
DL/T 1153—2012	继电保护测试仪校准规范
DL/T 624—2010	继电保护微机型试验装置技术条件
DL/T 1475—2015	电力安全工器具配置与存放技术要求
DL/T 1145—2009	绝缘工具柜
DL/T 971—2017	带电作业用交流 1 kV~35 kV 便携式核相仪
DL/T 740—2014	电容型验电器
DL/T 879—2004	带电作业用便携式接地和接地短路装置
DL/T 448—2016	电能计量装置技术管理规程
Q/GDW 1364—2013	单相智能电能表技术规范
Q/GDW 1827—2013	三相智能电能表技术规范
Q/GDW 434.1—2010	国家电网公司安全设施标准

Q/GDW 11—144—2012—10701	变电站安全围栏技术标准
Q/TL 012—2019	高压放电棒
JB/T 9285—1999	钳形电流表
JY 0001—2003	教学仪器设备产品一般质量要求
JY 0002—2003	教学仪器设备产品的检验规则
JJF 1491—2014	教学式交流电参数测量仪校准规范
JJG 596—2012	电子式交流电能表
JJG 313—2010	测量用电流互感器
JJG 314—2010	测量用电压互感器检定规程
JJG 169—2010	互感器校验仪
JJG 1021—2007	电力互感器检定规程
JJG 622—1997	绝缘电阻表（兆欧表）检定规程
JB/T 9641—1999	试验变压器
GB/T 4458. 1—2002	机械制图 图样画法 视图
GB/T 9813—2017	计算机通用规范
GB/T 9361—2011	计算机场地安全要求
GB/T 30094—2013	工业以太网交换机技术规范
GB/T 16935. 1—2008	低压系统内设备的绝缘配合 第 1 部分：原理、要求和试验
GB 21746—2008	教学仪器设备安全要求 总则
GB 21748—2008	教学仪器设备安全要求 仪器和零部件的基本要求
GB/T 12116—2012	电子电压表通用规范
JB/T 5276—2017	小功率直流电动机 通用技术条件
JB/T 10391—2008	Y 系列（IP44）三相异步电动机. 技术条件（机座号 80~355）
GB 14048. 4—2016	低压开关设备和控制设备 机电式接触器和电动机起动器
GB 3906—2006	3. 6 kV~40. 5 kV 交流金属封闭开关设备和控制设备
GB/T 11022—2011	高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求

GB 1984—2014	高压交流断路器
GB 7251.1—2016	低压成套开关设备和控制设备 第1部分：型式试验和部分型式试验成套设备
IEC 439—1	低压成套开关设备和控制设备
GB/T 17622—2008	带电作业用绝缘手套
GB 2893—2008	安全色
GB 2894—2008	安全标志及其使用导则
GB 6067	起重机械安全规程
GB 16179	安全标志使用导则
GB/T 9361—2011	计算机场地安全要求
GB/T 11022—2020	高压交流开关设备和控制设备标准的共用技术要求
GB 1094.11—2007	电力变压器 第11部分：干式变压器
DL/T 459—2000	电力系统直流电源柜订货技术条件
SJ/T 11385—2008	绝缘电阻测试仪通用规范
DL/T 962—2017	高压介质损耗测试仪通用技术条件
DL/T 846.1—2019	高电压测试设备通用技术条件 第1部分：高电压分压器测量系统
DL/T 846.1—2016	高电压测试设备通用技术条件 第1部分：高电压分压器测量系统
GB 4793—2007	测量、控制和实验室用电气设备的安全要求
GB 10229—1988	电抗器
IEC 358—1990	耦合电容器和电容分压器
DL/T 845.2—2020	电阻测量装置通用技术条件 第2部分：工频接地电阻测试仪
GB 20840.1—2010	互感器 第1部分：通用技术要求
DL/T 879—2017	带电作业用便携式接地和接地短路装置
Q/TL 012—2018	高压放电棒企业标准
Q/GDW 1364—2016	单相智能电能表技术规范
Q/GDW 1376.1—2018	电力用户用电信息采集系统通信协议 第1部分：主站与采集终端通信协议



Q/GDW 1376.2—2013	电力用户用电信息采集系统通信协议 第2部分：集中器 本地通信模块接口协议
DL/T 645—2007	多功能电能表通信协议
GB/T 11150—2001	电能表检验装置
JJG 597—2018	交流电能表检定装置检定规程
Q/GDW 1354—2013	智能电能表功能规范
Q/GDW 359—2009	0.5S级三相费控智能电能表（无线）技术规范
Q/GDW 434.2—2010	国家电网公司安全设施标准 第2部分：电力线路
GB 6095—2021	坠落防护 安全带
SJ/T 10406—2016	声频功率放大器通用规范