

职业学校新能源发电工程技术类专业 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
2	实训教学场所及功能	2
3	实训教学场所要求	16
3.1	供电	16
3.2	采光	17
3.3	照明	18
3.4	通风	19
3.5	防火	19
3.6	安全与卫生	20
3.8	实训场所布置	22
4	实训教学设备要求	22
4.1	新能源发电工程类专业基础技能实训场所设备要求	22
4.2	新能源发电工程类专业核心技能实训场所设备要求	42
4.3	新能源发电工程类专业拓展技能实训场所设备要求	114
5	实训教学管理与实施	126
6	参考文献及标准	128

职业学校新能源发电工程技术类 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，面向行业高端领域，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发展体系需求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》、专业教学标准制定。用于指导职业学校新能源发电工程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-高职本科新能源发电工程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新能源发电工程类专业（含中职、高职专科、高职本科）。

高职本科：新能源发电工程技术（230301）

高职专科：光伏工程技术（430301）、风力发电工程技术（430302）、生物质能应用技术专业（430303）、氢能技术应用（430304）、工业节能技术（430305）、节电技术与管理（430306）、新能源材料应用技术（430307）

中职：光伏工程技术与应用（630301）、风力发电设备运行与维护

(630302)

2 实训教学场所及功能

职业学校新能源发电工程类专业实训教学条件建设标准与该类专业教学标准相对应，为满足该专业人才培养目标与技术技能训练要求，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（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。在实训场地布置专业发展历史、技术沿革、操作规范、主要工艺流程、大国工匠精神、专业知名人物等课程思政教育资料。图2.1为实训场所地图（需补充）。表2.1为实训教学场所分类、面积与主要功能。

表 2.1 新能源发电工程类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/ 高职本科	主要实验实训项目			
专业基础技能实训	安全教育素养实训室	中职专业： 光伏工程技术与应用、风力发电设备运行与维护 高职专科： 光伏工程技术、风力发电工程技术、生物质能应用技术专业、氢能技术应用、工业节能技术）、节电技术与管理、新能源材料应用技术 高职本科： 新能源发电工程技术	中职开设： 1. 实训室安全； 2. 个人防护； 3. 灭火与紧急逃生； 4. 电气安全知识 5. 实验材料和化学品的安全使用； 6. 安全操作规范； 7. 管理与监督 高职开设： 1. 实训室安全； 2. 个人防护； 3. 灭火与紧急逃生； 4. 电气安全知识； 5. 实验材料和化学品的安全使用； 6. 安全操作规范； 7. 管理与监督 高职本科开设： 1. 实训室安全； 2. 个人防护； 3. 灭火与紧急逃生； 4. 电气安全知识； 5. 实验材料和化学品的安全使用； 6. 安全操作规范； 7. 管理与监督	100	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			
专业基础技能实训	电工电子实训室	<p>中职专业：光伏工程技术与应用、风力发电设备运行与维护</p> <p>高职专科：光伏工程技术、风力发电工程技术、生物质能应用技术专业、氢能技术应用、工业节能技术)、节电技术与管理、新能源材料应用技术</p> <p>高职本科：新能源发电工程技术</p>	<p>中职开设：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 常用电工电子材料与元器件的识别； 2. 电工电子工具、仪器仪表的使用； 3. 低压单相电路的安装与调试； 4. 三相交流电路的安装与调试； 5. 电子电路安装与调试 <p>高职专科开设：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 电路基本原理的验证； 2. 三相交流电路的检测与排除； 3. 电子电路的检测与排除 <p>高职本科开设：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 三相交流电路的设计与开发； 2. 电子电路的设计与开发 	120	真实实验实训装备	专业类综合
专业基础技能实训	电力电子技术实训室	<p>高职专科：光伏工程技术、风力发电工程技术、生物质能应用技术专业、氢能技术应用、工业节能技术、节电技术与管理、新能源材料应用技术</p> <p>高职本科：新能源发电工程技术</p>	<p>高职专科开设：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 电力电子器件特性测试和主要参数测量； 2. 整流电路连接与测试； 3. 逆变电路连接与测试； 4. 交流调压电路连接与测试； 5. 直流变换电路连接与测试 <p>高职本科开设：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 整流电路设计与仿真； 2. 逆变电路设计与仿真； 3. 交流调压电路设计与仿真； 4. 直流变换电路设计与仿真 	120	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			
专业基础技能实训	电气与机械制图实训室	中职专业: 光伏工程技术与应用、风力发电设备运行与维护 高职专科专业: 光伏工程技术、风力发电工程技术、生物质能应用技术、氢能技术应用、工业节能技术)、节电技术与管理、新能源材料应用技术 高职本科专业: 新能源发电工程技术	中职开设: 1. CAD 基本使用方法; 2. 基本三视图的识图与绘制; 3. 零件图的识读与绘制; 4. 电气设备符号的识读与绘制 高职专科开设: 1. CAD 绘图环境的设置; 2. 装配图的识读与绘制; 3. 电气接线图的识读与绘制 高职本科开设: 1. 工程图绘制; 2. 电气图纸绘制; 3. 零部件三维建模	80	真实实验实训装备/虚拟仿真软件	专业类综合
专业基础技能实训	电力系统分析实训室	高职专科: 光伏工程技术、风力发电工程技术、工业节能技术、节电技术与管理	高职专科开设: 1. 变压器特性试验; 2. 单机-无穷大系统稳态运行方式实验; 3. 电力系统功率特性和功率极限实验	80	实验实训装备/虚拟仿真软件	专业类综合
	电气控制与PLC应用技术实训室	中职专业: 光伏工程技术与应用、风力发电设备运行与维护 高职专科: 光伏工程技术、风力发电工程技术、生物质能应用技术专业、氢能技术应用、工业节能技术)、节电技术与管理、新能源材料应用技术 高职本科: 新能源发电工程技术	中职开设: 1. PLC 结构与原理; 2. 基本指令的学习; 3. 灯光与工业场景逻辑控制等程序的编写与接线; 4. 电力拖动电路的 PLC 自动控制 高职专科开设: 1. 常见低压电器认知、PLC 认知及其外围电路连接实训, 2. PLC 指令编程实训; 3. 工业传感器检测实训; 4. 步进电机控制实训 5. 触摸屏组态应用技术实训; 6. 变频器控制技术实训; 7. 伺服电机控制实训 高职本科开设: 1. 电机控制回路安装与调试; 2. PLC 网络通信控制; 3. 变频器通信与调速; 4. 触摸屏组态应用; 5. 工业监控组态软件组态应用	120	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			
专业基础技能实训	电机与电力拖动实训室	<p>高职专科： 风力发电工程技术、生物质能应用技术专业、氢能技术应用</p> <p>中职专业： 风力发电设备运行与维护</p>	<p>中职开设：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 直流电动机及驱动系统构成及使用方法； 2. 步进电动机及驱动系统的构成及使用方法； 3. 三相鼠笼异步电动机的工作原理； 4. 交流电动机的基本电气原理与控制方法 5. 离心泵特性串联并联实验； 6. 离心泵与风机拆装； 7. 流体输送管路拆装 <p>高职专科开设：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 交流电动机的基本电气原理与控制方法以及电动机一般故障的产生原因与故障排除方法； 2. 交流变频调速与直流调速的原理及系统组成； 3. 调速控制系统连接与调试、调速系统参数设置与调整方法； 4. 直流电动机及驱动系统的构成、调整及使用方法； 5. 步进电动机及驱动系统的构成、调整及使用方法； 6. 交流伺服电动机及驱动系统的构成原理与调试方法； 1. 直流电机结构及其控制； 7. 三相鼠笼异步电动机的工作特性； 8. 三相异步电动机的起动与调速； 9. 单相电容起动异步电动机； 10. 三相异步电动机点动和自锁控制线路； 11. 三相异步电动机的正反转控制； 12. 三相异步电动机的Y—Δ降压起动控制； 13. 离心泵特性串联并联实验； 14. 离心泵与风机拆装； 15. 流体输送管路拆装 	200	专业基础技术/企业真实实验实训装备	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			
专业基础技能实训	热工与流体实验室	高职专科：工业节能技术、节电技术与管理、生物质能应用技术	高职专科开设： 1. 工程热力学状态参数及关系测定； 2. 传热传质实验与测试； 3. 流体力学定理与定律验证与探究	100	真实实验装备/ 虚拟仿真设备	专业类综合
	基础化学与化工原理实验室	氢能技术应用	1. 溶液的配制； 2. 溶解、过滤、蒸发、干燥基本操作训练； 3. PEM 电解水制氢演示实验； 4. 分析天平的使用； 5. 变压吸附分离气体实训练习； 6. 流化床干燥实训练习	120	真实实验实训装备 虚拟仿真设备	专业类综合
专业类核心技能实训	风力发电机组原理及控制技术实训室(风力发电机组运行维护实训室、风电机组故障排除实验实训室、风电机组变桨控制实验实训室、风电机组偏航控制实验实训室、登高实训室、风电运维综合性教学平台)(选配)	高职专科：风力发电工程技术专业	高职专科开设： 1. 风力发电机组变桨控制； 2. 完成风力发电机组偏航控制、变流器定期维护； 3. 主控系统定期维护； 4. 塔架系统定期维护； 5. 传动系统定期维护； 6. 整机运行分析； 7. 发电机组八大系统运行与监控	400	真实实验实训装备	专业类综合
	风力发电机组原理及控制技术实训平台	高职专科：风力发电工程技术专业	高职专科开设： 1. 双馈、永磁直驱和中速永磁风力发电机特性测试； 2. 和并网型风力发电实验系统组建、调试与运行	200	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	风力发电机组装配与调试虚拟仿真实训室	中职专业： 风力发电设备运行与维护 高职专科： 风力发电工程技术专业	中职开设： 1. 能完成风力发电机组吊装、风力发电机组零部件安装与调整、常用工器具的使用和保养等实训内容； 2. 能够完成主流风力发电机的装配和现场安装与调试实训； 高职专科开设： 1. 理解永磁直驱风力发电机工作原理； 2. 理解双馈异步发电机组工作原理； 3. 完成风力发电机组变桨控制； 4. 完成风力发电机组偏航控制； 5. 完成风力发电机组发电及并网控制； 6. 能够完成主流风力发电机的装配和现场安装与调试实训； 7. 能够完成主变、断路器、隔离开关、互感器等电气主设备的工作原理和内部结构安装与调试； 8. 能完成风力发电机组吊装、风力发电机组零部件安装与调整、常用工器具的使用和保养等实训内容； 9. 风力发电机组零部件吊装、装配、检验实训； 10. 常用工器具的使用和保养； 11. 发电机组主体机构、风速风向检测模块、变桨系统、偏航系统、电控系统安装与调试	200	真实实验实训装备、虚拟仿真设备	专业类新技术/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			
专业类核心 技能实训	风电场变电站自动化技术实训室	高职专科：风力发电工程技术专业	高职专科开设： 风力发电机组电气设备、风电场电气设备的安装、维护与检修实训	120	真实实验实训装备	专业类综合
	风电场运行与管理与维护仿真实训室	高职专科：风力发电工程技术专业	高职专科开设： 1. 安全文明生产情况检查与分析； 2. 保养与现场调试； 3. 状态监测与异常情况分析、处理； 4. 票/操作票制定，检修计划制定实训； 5. 虚拟场景中进行故障处理、维修维护； 6. 机组操作进行风机启动、停机、急停等控制实验	120	真实实验实训装备、虚拟仿真设备	专业类综合
	风电场建设规划设计实训室施工与虚拟仿真实训室（选配）	高职专科：风力发电工程技术专业	高职专科开设： 1. 地形风电场宏观选址； 2. 地形风电场微观选址； 3. 地形风力发电机组的布置、等级划分； 4. 场风资源的统计计算、评估； 5. 风电项目前期调研分析； 6. 系统设计； 7. 设备选型； 8. 项目工程量与经济性评估； 9. 项目设计变更处理； 10. 风电场项目施工图纸绘制和土建； 11. 项目机械、监控系统、电气和设备施工安装； 12. 项目施工管理、质量检查和资料整理	200	真实实验实训装备、虚拟仿真设备	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	电力系统继电保护技术与风电场变电站自动化技术实训室	高职专科: 风力发电工程技术专业	高职专科开设: 1. 继电保护装置认识; 2. 10kV 线路保护调试; 3. 110kV 线路保护调试; 4. 110kV 变压器保护调试; 5. 母线保护调试; 6. 能完成风力发电机组电气设备、风电场电气设备的安装、维护与检修	120	电力电气及二次部分实训设备	专业类综合
	光伏装备及光伏电站生产实训室	高职专科: 新能源材料应用技术 中职专业: 光伏工程技术与应用	中职开设: 1. 常用电工仪表的使用; 2. 常用电子元器件的识别与检测; 3. 线路板的焊接; 4. 调光灯、收音机套件的组装与焊接 高职专科开设: 1. 光伏电池片分选; 2. 光伏电池片焊接; 3. 组件敷设层压工艺; 4. 组件装框工艺; 5. 组件 EL 检测工艺; 6. 光伏小产品制备工艺; 7. 光伏电站设计; 8. 光伏电站施工; 9. 光伏电站检测; 10. 光伏电站运行调试; 11. 光伏电站智能化运维	140	真实实验实训装备	专业类综合
专业类核心技能实训	储能装备与储能技术综合实训室	高职本科: 新能源材料应用技术、工业节能技术专业	高职专科开设: 1. 储能电池设计; 2. 储能材料与电池生产过程控制实训; 3. 储能电池生产; 4. 储能系统制; 5. 锂离子储能电池制备; 6. 电池阻抗测试与分析; 7. 电池容量测试与分析; 8. 电池充放电性能测试与分析; 9. 小型储能系统设计; 10. 储能系统项目集成设计; 11. 储能系统电气设计选型及验证; 12. 储能系统的安装、调试和分析; 13. 储能系统维护	90	真实实验实训装备/虚拟仿真设备	专业类新技术/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			
专业类核心技能实训	智能充换电与能源计量检测实训室	高职专科: 节电技术与管理专业	高职专科开设: 1. 交流充电桩的拆装; 2. 直流充电桩的拆装; 3. 充电桩检测仪器的测试与使用; 4. 新能源汽车充电结构的检修与调试; 5. 新能源汽车充电操作规范应用; 6. 充电站的运维与检修; 7. 充电线缆的接线与调试; 8. 超声波流量计的使用; 9. 照度侧脸与分析评价实训; 10. 热电偶检定实训; 11. 流量计检定实训; 12. 通用风机性能测试; 13. 泵机组液体输送系统能效测试; 14. 热泵系统能效测试; 15. 中央空调系统能效测试。	150	企业真实实训装备	专业类新技术/专业类数字化技术
专业类核心技能实训	多能互补发电综合实训室	高职专科: 工业节能技术专业 高职本科: 新能源发电工程技术	高职专科开设: 1. 燃煤锅炉实操考核实训; 2. 燃油(气)锅炉实操考核实训; 3. 房间空调器安装与维修; 4. 中央空调制冷系统和空气处理系统的操作与调试; 5. 中央空调系统常见综合故障处理; 6. 冷库制冷系统的操作与调试; 7. 冷库系统常见综合故障处理; 8. 空压机设备拆装; 9. 空压机运行操作; 10. 压缩空气站智能联控测试; 11. 空气压缩机组及供气系统节能监测 12. 电机系统变频控制技术实训; 13. 无功补偿控制器参数设置及操作; 14. 电力变压器经济运行;	120	真实实验实训装备/虚拟仿真设备	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			
专业类核心技能实训	多能互补发电综合实训室	高职专科： 工业节能技术专业 高职本科： 新能源发电工程技术	15. 能量管理系统组网和操作； 16. 空压机系统节能能量核算； 17. 热电联产机组智慧节能运维仿真实训； 18. 企业智慧能源管理实训； 19. 燃料电池发电系统热管理和水管理； 20. 燃料电池堆特性曲线； 21. 燃料电池堆性能优化； 22. 燃料电池堆性能评价； 23. 光伏发电对储能电池充电实验； 24. 风力发电对储能电池充电实验； 25. 风光互补发电对储能电池充电检测与实验； 高职本科开设： 1. 光伏发电系统结构认知、模块功能描述与设备选型； 2. 光伏供电装置组装与光伏发电系统搭建； 3. 光伏电池组件光源跟踪 PLC 控制； 4. 光伏发电系统触摸屏组态设计； 5. 光储充放电特性测试； 6. 模拟风场装置、侧风偏航组装与风力发电系统搭建； 7. 模拟风场和偏航装置 PLC 控制； 8. 风力发电系统触摸屏组态设计； 9. 风储充放电特性测试； 10. 逆变与负载系统搭建； 11. 逆变器基波、SPWM、死区等波形测试； 12. 上位机组态监控系统通信线路搭建； 13. 上位机组态设计与多能互补运营； 14. 多能互补云组态设计与运营监控	120	真实实验实训装备/虚拟仿真设备	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			
专业类核心技能实训	绿色照明节电与供配电系统实训室	高职专科：节电技术与管理专业	高职专科开设： 1. 三相多功能电力仪表接线安装及参数设置； 2. 无功补偿控制器参数设置及操作； 3. 高压配电装置停送电操作； 4. 电力监控系统编程设计； 5. 电力监控系统通讯组网和远程操作； 6. 能量管理系统组网和操作； 7. 电力变压器的运行维护，巡视检查，安全操作； 8. 变电站一次系统模拟操作 9. LED 照明光电性能测试； 10. LED 封装技术实训； 11. 照明工程设计与应用实施	200	企业真实实验实训装备（虚拟仿真设备）	专业类新技术/ 专业类数字化技术
	新能源材料检测实训室	高职专科：新能源材料应用技术	高职专科开设： 1. 晶硅组件性能测试； 2. 薄膜组件性能测试； 3. 储能电池电化学性能测试	120	真实实验实训装备	专业类新技术/ 专业类数字化技术
	电力系统能源计量分析及电力安全实训室	高职专科：风力发电工程技术专业	高职专科开设： 1. 认识电力系统物理模拟电气设施； 2. 发电机单机带负载实验； 3. 电力系统稳固运转实验	80	专业基础技术/真实实训装备	专业类新技术/ 专业类数字化技术
	制氢实训室	高职专科：氢能技术应用	高职专科开设： 1. 碱性电解水制氢设备操作与运行维护； 2. PEM 电解水制氢设备操作与运行维护； 3. 氢气传感器和报警器使用练习	120	企业真实实验实训装备	专业类新技术/ 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			
专业类核心技能实训	燃料电池实训室	高职专科：氢能技术应用	高职专科开设： 1. 质子交换膜燃料电池单电池的组装和测试； 2. 质子交换膜燃料电池电堆的组装和测试； 3. 质子交换膜燃料电池关键部件的功能认识； 4. 固体氧化物燃料电池组装测试动画演示	120	企业真实实验实训装备	专业类新技术/ 专业类数字化技术
	氢储运实训室	高职专科：氢能技术应用	高职专科开设： 1. 高压储氢瓶结构认识； 2. 高压阀组及高压储氢瓶关键部件的功能、检修和维护	120	企业真实实验实训装备	专业类新技术/ 专业类数字化技术
	加氢实训室	高职专科：氢能技术应用	高职专科开设： 1. 集成槽式运输车、卸气柱、氢气储罐、压缩机、加氢机、控制室的使用及功能模拟实训； 2. 加氢站消防安全技能训练	120	按照企业真实设备尺寸1:1定制模型	专业类新技术/ 专业类数字化技术
	氢安全实训室	高职专科：氢能技术应用	高职专科开设： 1. 防静电服的正确穿戴； 2. 氢传感器、氢报警器的结构认识、使用和维护； 3. 防火毯、灭火器的使用； 4. 氢安全事故应急处理	80	企业真实实验实训装备	专业类新技术/ 专业类数字化技术
专业类拓展技能实训	能源信息化技术实训室	高职本科：新能源发电工程技术	高职专科开设： 1. 发电系统信息化监控管理，企业收益分析管理； 2. 能源监控系统运行分析监测管理； 3. 光伏电站生产系统运行分析监测管理； 4. 光伏电站营维系统运行分析监测管理； 5. 仿真能源系统运行全过程实时监测、操作、分析及故障处理	100	专业类综合/企业真实实验实训装备	专业类新技术/ 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	智能电网与能源信息技术实训室	高职专科： 风力发电工程技术专业 高职本科： 风力发电工程技术	高职专科开设： 1. 电网自动化通信系统 2. 运维操作； 3. 信息化监控、管理企业发电量； 4. 仿真能源系统运行的状态进行全过程的实时监测、分析及处理，测试企业能源系统的运行变化状况 高职本科开设： 1. 电网自动化通信系统 2. 运维操作； 3. 信息化监控、管理企业发电量； 4. 仿真能源系统运行的状态进行全过程的实时监测、分析及处理，测试企业能源系统的运行变化状况	100	安装能源管理仿真系统的计算机	专业类新技术/ 专业类数字化技术
	电力传感器定检实训室	中职专业： 风力发电设备运行与维护专业	中职开设： 1. 电压互感器运行维护； 2. 电流互感器运行维护； 3. 编码器运行维护； 4. 风速风向仪运行维护； 5. 温度传感器运行维护	60	企业真实实验实训装备	专业类综合
	新能源场站集控实训室 (选配)	中职专业： 光伏工程技术与应用、风力发电设备运行与维护 高职本科： 新能源发电工程技术	中职开设： 1. 新能源场站监控； 2. 新能源机组故障识别； 3. 新能源场站发电量统计 高职本科开设： 1. 新能源场站认知； 2. 新能源场站倒闸操作仿真； 3. 新能源场站巡检仿真； 4. 新能源场站事故处理仿真	60	企业真实实验实训装备	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			
	智慧新能源与碳资产管理实训室	高职本科: 新能源发电工程技术	高职本科开设: 1. 新能源发电电子系统智能控制实训; 2. 智能储能电子系统控制实训; 3. 智能微电网系统控制实训; 4. 智慧新能源管理与调度实训; 5. 碳资产管理实训	200	真实实验实训装备	专业类综合
专业类拓展技能实训	新能源发电项目营销与管理实训室	高职本科: 新能源发电工程技术	高职本科开设: 1. 新能源发电市场分析报告以及营销方案制定; 2. 新能源发电市场销售发展方向和销售计划制定; 3. 新能源发电项目投标资料技术方案设计编制; 4. 招投标书编制; 5. 可行性分析报告、项目建议书、项目申请报告编写	80	真实实验实训装备	专业类综合
	风电机组装配实训室	中职专业: 风力发电设备运行与维护	中职开设: 1. 风机风轮装配; 2. 风机机舱装配; 3. 电源配电箱安抚与接线; 4. 塔筒照明线路的安装接线; 5. 电气控制柜的安装接线	100	企业真实实验实训装备	专业类综合
	工业物联网实训室 (选配)	高职专科: 工业节能技术专业	高职专科开设: 工业物联网能效监管实训	60	真实实验实训装备/虚拟仿真设备	专业类综合 / 专业类数字化技术
	节电低碳管理实训室 (选配)	高职专科: 节电技术与管理专业	高职专科开设: 1. 节能量审核; 2. 电力变压器经济运行; 3. 电动机节能计算; 4. 能源审计指标计算; 5. 绿色照明改造方案; 6. 能源审计报告编写	150	专业类综合数字化技术/ (综合能源管理软件系统)	专业类新技术/ 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			
	燃料电池实训室 (选配)	高职专科: 氢能技术应用	高职专科开设: 1. 燃料电池发电系统热管理和水管理; 2. 燃料电池堆特性曲线; 3. 燃料电池堆性能优化; 4. 燃料电池堆性能评价	120	真实实验实训装备	专业类综合
专业类拓展技能实训	氢能应用实训室 (选配)	高职专科: 氢能技术应用	高职专科开设: 1. 小型氢能无人机、燃料电池汽车、氢能观光车的展示; 2. 燃料电池汽车的组装、故障分析和事故处理	120	企业真实实验实训装备	专业类综合
	氢能源动力应用实训室 (选配)	高职专科: 氢能技术应用	高职专科开设: 1. 小型氢能无人机、燃料电池汽车、氢能观光车的展示; 2. 燃料电池汽车的组装、故障分析和事故处理	120	企业真实实验实训装备	专业类综合/专业类数字化技术

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：

工业节能技术专业（高职专科）、节电技术与管理专业（高职专科）：
具有执行机构的各类仪器设备，应具备急停功能，遇紧急状况可随时

切断电源、气源、压力，并令设备停止动作。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

应符合 GB/T 50033 的有关规定。

专业特殊要求：

新能源发电工程技术（高职本科）、风力发电工程技术（高职专科）、风力发电设备运行与维护（中职）、光伏工程技术与应用（中职）、光伏工程技术（高职专科）、新能源材料应用技术（高职专科）：

采光设计应注意的方向性，避免对工作产生遮挡和不利阴影。

需要识别颜色的场所，应采用不改变天然光材料。

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。

工业节能技术专业（高职专科）、节电技术与管理专业（高职专科）：

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。

氢能技术应用（高职专科）、生物质能应用技术专业（高职专科）：

对实际生产、储存或使用氢气的实训设备，应尽量设置在阴面，避免太阳光直射。

3.3 照明

应符合 GB 50034 的有关规定。

专业特殊要求：

光伏工程技术与应用（中职）、光伏工程技术（高职专科）、新能源材料应用技术（高职专科）：

当天然光线不足时，应配置人工照明，人工照明光源应选择接近天然光色温的光源。

实验室和实训室的照明应根据教学内容对识别物体颜色的要求和场所特点，选择相应显色指数的光源，一般显色指数不低于 Ra80。

进行精细操作实训（如：划线、金属精加工、间隙调整等）工作台、仪器、设备等的工作区域的照度不应低于 500lx。照度不足时应增加局部补充照明，补充照明不应产生有害眩光。

工业节能技术专业（高职专科）、节电技术与管理专业（高职专科）：

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 Ra80。

氢能技术应用（高职专科）、生物质能应用技术专业（高职专科）：

当天然光线不足时应配置人工照明。人工照明光源应选择接近天然光色温的光源。实训场所的照明应根据教学内容对识别物体颜色的要求和场所特点，选择相应显色指数的光源，一般显色指数不低于 Ra 80。进行精细操作实训工作台、仪器、设备等的工作区域的照度不应低于 500 lx。照度

不足时应增加局部补充照明。补充照明不应产生有害眩光。计算机房照明符合 GB 50174—2008 C 级机房规范要求。

3.4 通风

应符合 GB 50016 和工业企业通风的有关要求。

专业特殊要求：

工业节能技术专业（高职专科）、节电技术与管理专业（高职专科）：

空压机系统节能实训室需设计排气管道，将空气排向室外。针对采用制冷剂的制冷空调装置操作、维修，实训室应采用与可燃性级别相对应的防爆通风设备和采取相关的安全措施。

氢能技术应用（高职专科）、生物质能应用技术专业（高职专科）：

按照《通风与空调工程施工规范》GB50738-2011、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 和 GB 50016 和工业企业通风的有关要求。对实际生产、储存或使用氢气的实训室，同时设置强制通风设备。

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：

工业节能技术专业（高职专科）、节电技术与管理专业（高职专科）：

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。

氢能技术应用（高职专科）、生物质能应用技术专业（高职专科）：

实训室应为一、二级耐火等级的建筑，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应具有防爆隔爆性能，实验台的周围不应放置任何与实验工作无关的物品。在日光照射的房间必须安装窗帘，在日光照射的地方不应放置遇热易蒸发的物品。实训室内应配备适用的灭火器材。

对实际生产、储存、使用氢气实训室内和周围十米区域严禁烟火。

3.6 安全与卫生

符合 GBZ 1—2010、GB/T 12801—2008 和 GB 21746—2008、GB 21748—2008 的有关要求。安全标志应符合 GB 2893—2008 和 GB 2894—2008 的有关要求。

专业特殊要求：

氢能技术应用（高职专科）、生物质能应用技术专业（高职专科）：

涉及氢气制备、存储、应用实训室按照《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》GB 50493-2019；

遵守国家《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》《危险化学品安全管理条例》、《易制毒化学品管理条例》《病原微生物实验室生物安全管理条例》《病原微生物实验室生物安全环境管理办法》等文件的相关要求。

危险化学品应当储存在专用场所并由专人负责管理；剧毒化学品、储存数量构成重大危险源的其他危险化学品及危害较大的病原微生物，应当在专用仓库内单独存放，并实行双人收发、双人保管制度；建立危险化学

品出入库核查、登记制度。利用易致病或有害微生物进行实训时，接触这类微生物的物品使用后必须进行灭菌处理，倾倒使用过的或被污染这类微生物的培养基必须进行灭菌之后按规定处理。使用化学药品的实训室内应张贴易燃易爆、危险化学品的性质介绍，同时配置有相应劳动防护措施、不同性质废液收集器，设置有应急洗眼及喷淋装置等。单元操作技术实训中心的各类实训装置如果独立安装在不同操作室，实训时如果有释放易燃易爆气体，电器开关及插座应设为防爆。无菌操作实训室应分为缓冲间和操作间两部分，缓冲间与操作间之间有隔断，设有服装及鞋更换设施。

废弃物处理：实训室产生的废弃物应根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》《废弃危险化学品污染环境防治办法》《国家危险废物目录》及各省相关管理办法等有关法律、法规规定，结合各个学校实际情况，制定本校的废弃物处理制度，按照学校规定进行处理。

工业节能技术专业（高职专科）、节电技术与管理专业（高职专科）：

实训时制冷剂的排放必须进行回收处理。使用易燃易爆制冷剂的实训室内应张贴易燃易爆、危险化学品的性质介绍，同时配置有相应劳动防护措施、不同性质制冷剂收集器，设置有应急洗眼及喷淋装置等。在使用易燃易爆制冷剂的实训室，其电器开关及插座应设为防爆。

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。

专业特殊要求：无

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专业技术发展历史、实验实训工艺要求、专业新技术规范、安全操作要求与安全标识、大国工匠精神等课程思政教育内容。

专业特殊要求：无

4 实训教学设备要求

新能源发电工程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 新能源发电工程类专业基础技能实训场所设备要求

新能源发电工程类专业基础技能实训场所应满足该类专业基本仪器仪表使用、电子器件识别测量、模数电路分析、三维视图、电子电路制图、电气图绘制、电动机控制与调速等专业基础能力实验实训要求。

4.1.1 安全教育素养实训室设备要求

安全教育素养实训室应满足该类专业实训室安全、个人防护、灭火与紧急逃生、电气安全知识、实验材料和化学品的安全使用、安全操作规范、管理与监督等实训教学任务。实训室主要设备要求见表 4.1

表 4.1 安全教育素养实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	特殊说明
1	安全教育数字屏幕	主要功能: 进行安全教育视频与动画的播放 技术要求: 1. 输入电源: 220V, 50Hz; 2. 可播放视频与声音; 3. 屏幕 ≥ 60 寸	台	1	是	中职、高职 专科、高职 本科	
2	灭火器虚拟仿真设备	主要功能: 模拟各类场景下火灾发生后使用不同类型灭火器灭火的操作。 技术要求: 1. 具备模拟灭火器装置; 2. 具有场景演示屏幕; 3. 具有虚拟灭火人体姿态视觉检测与互动功能; 4. 可判定人员操作是否规范	台	5	是	中职、高职 专科、高职 本科	

4.1.2 电工电子技术实训室设备要求

电工电子实训室应满足该类专业万用表、示波器及信号发生器、交流电源设备、各类电缆、空开、单相调压器、三相调压器等仪器与仪表的使用，掌握交直流电路、三相交流电路原理，掌握电子元器件接插件的识别与测量方法，理解模拟电路、数字电路的原理等专业基础能力的培养培训要求，完成电缆头的制作与连接，按钮与指示灯的接线，空开的使用，照明电路的安装接线、电力拖动线路的接线控制，各种常用电机进行拆装与维修，常用低压电器及配电装置的安装与维修等实训教学任务。实训室主要设备要求见表 4.2。

表 4.2 电工电子实训室主要设备要求

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	电工实训 装置	主要功能: 交直流电路的安装调试 技术要求: 1. 输入电源: 三相五线 380V ± 10%, 50Hz; 2. 可输出三相交流 380V、单相 220V 电压; 3. 含缺相、漏电、过载、短路等保护及报警功能。 4. 平台能支持电气元件安装	台	20	是	中职、高职 专科、高职 本科	
2	电子实训 装置	主要功能: 模拟电路、数字电路的安装调试 技术要求: 1. 输入单相交流 220V 电源、低压可调交流电源和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, 可扩展支持综合实训项目, 如放大电路模块、负反馈模块、逻辑电路模块等; 3. 具有灵活的测试端, 电路连接可通过连接线连接; 4. 含漏电、过载、短路等保护及报警功能	台	20	是	中职、高职 专科、高职 本科	
2	万用表	主要功能: 测量电压、电流、电阻、电容、晶体管等参数 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	台	20	是	中职、高职 专科、高职 本科	GB 50034— 2013
3	信号 发生器	主要功能: 用于产生正弦波、方波、三角波、脉冲波等信号 技术要求: 1. 频率范围: 0.1Hz ~ 1MHz; 2. 输出波形: 正弦波、方波、三角波、脉冲波; 3. 输出信号类型: 单频、调频、调幅等; 4. 外测频灵敏度: 100mV; 5. 外测频范围: 1Hz ~ 10MHz; 6. 数字显示, TTL/CMOS 输出	台	20	是	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
4	数字双踪示波器	主要功能: 用于信号、波形的显示、分析、测量 技术要求: 1. 频宽: $\geq 100\text{MHz}$; 2. 双通道数据显示; 3. 触发方式: 自动、常态、TV-H、TV-V; 4. 具延迟扫描功能	台	20	是	中职、高职 专科、高职 本科	
5	交流毫伏表	主要功能: 测量毫伏级的交流信号 技术要求: 1. 测量范围: $0.2\text{mV} \sim 600\text{V}$; 2. 频率范围: $10\text{Hz} \sim 600\text{kHz}$; 3. 电压测试不确定度: $\pm 1\%$; 4. 输入阻抗: $1\text{M}\Omega$	台	20	是	中职、高职 专科、高职、 本科	
6	接地电阻测试仪	主要功能: 测量电气设备接地装置的接地电阻值和土壤电阻率 技术要求: 1. 工作温度: $10 \sim 50^\circ\text{C}$; 2. 存放温度: $-30 \sim 60^\circ\text{C}$; 3. 防护类型: 壳体防护等级为 IP56; 电池盖防护等级为 IP40; 4. 最大电压: 250V	台	20	是/否	中职、高职 专科、高职 本科	JJG 366 JJG 1054
7	数字型钳形电流表	主要功能: 在不切断电路的情况下测量电流 技术要求: 1. 测试电流: $40\text{A}/400\text{A AC/DC}$; 2. 电阻/蜂鸣功能; 3. 数字显示; 4. 数据保持功能; 5. 自动回零功能	个	20	是/否	中职、高职 专科、高职 本科	JB/T 9285
8	兆欧表	主要功能: 测量各种绝缘材料及家用电器等电气设备的绝缘电阻 技术要求: 1. 测试电压: DC $500\text{V}/1000\text{V}$; 2. 测量范围: $1\text{M}\Omega \sim 2000\text{M}\Omega$	个	20	是/否	中职、高职 专科、高职 本科	JJG 622
9	电工电子工具包	主要功能: 用于线路的拆装、焊接等 技术要求: 1. 尖嘴钳、剥线钳、斜口钳、测电笔、镊子等拆装工具; 2. 电烙铁、吸锡器等焊接工具	套	20	是/否	中职、高职 专科	GB/T 15289 —2013 GB/T7157— 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
10	直流稳压电源	主要功能: 提供稳定直流电源。 技术要求: 1. 双路 0~30 V, 0~3 A 双电表显示, 双组独立可调, 恒压、恒流输出; 2. 稳压与稳流状态能够自动转换并分别由器件指示状态; 3. 短路、限流双重保护	台	20	是/否	中职、高职 专科	GB/T17478 —2004 GB/T19826 —2014

电力电子技术实训室应满足该类专业了解电力电子器件的特性及主要参数、会连接与测试整流、逆变、交流调压、直流变换四种电路, 并理解其工作原理等基础能力的培养培训要求。实训室主要设备要求见表 4.3。

表 4.3 电力电子技术实训室主要设备要求

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	电力电子实训装置	主要功能: 1. 具有可靠的漏电保护功能; 2. 可进行单相、三相不可控整流电路连接与测试实训; 3. 可进行单相、三相可控整流电路连接与测试实训; 4. 可进行单相桥式有源逆变电路实训; 5. 可进行单相交流调压电路实训; 6. 可进行三相交流调压电路实训; 7. 可进行六种直流斩波电路 (Buck、Cuk、Boost、Sepic、Buck-Boost、Zeta) 的电路实训; 8. 可进行单相交直交变频电路实训; 9. 可进行正弦波 (SPWM) 逆变电路实训; 10. 可进行全桥 DC/DC 变换电路实训 技术要求: 具有漏电保护功能	台	25	是	中职、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
2	万用表	主要功能: 测量电压、电流、电阻等参数 技术要求: 1. 直流电压: (0~25)V; 20000Ω/V (0~500)V; 5000Ω/V; ±2.5%; 2. 交流电压: (0~500)V; 5000Ω/V; ±5.0%; 3. 电阻: 量程, 0~4kΩ~40kΩ~400kΩ~4MΩ~40MΩ; 25Ω中心; ±2.5%	台	20	是/否	高职专科	GB 50034—2013

4.1.3 电力电子技术实训室设备要求

电力电子技术实训室应满足该类专业了解电力电子器件的特性及主要参数、会连接与测试整流、逆变、交流调压、直流变换四种电路,并在理解其工作原理的基础上进行设计和仿真等基础能力的培养培训要求。实训室主要设备要求见表 4.4。

表 4.4 电力电子技术实训室主要设备要求

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	电力电子实训装置	主要功能: 1. 可进行单相、三相不可控整流电路连接与测试实训; 2. 可进行单相、三相可控整流电路连接与测试实训; 3. 可进行单相桥式有源逆变电路实训; 4. 可进行单相交流调压电路实训; 5. 可进行三相交流调压电路实训; 6. 可进行六种直流斩波电路(Buck、Cuk、Boost、Sepic、Buck-Boost、Zeta)的电路实训; 7. 可进行单相交直交变频电路实训; 8. 可进行正弦波(SPWM)逆变电路实训; 9. 可进行全桥 DC/DC 变换电路实训 技术要求:	台	20	是	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
		1. 具有漏电保护; 2. 输入电压: 三相四线 ~ 380V ± 10%50Hz; 3. 提供三相可调交流电源 (范围单相: 0~250V; 三相 0~450V), 自带过流保护和漏电保护, 设有隔离变压器; 4. 提供功率二极管、晶闸管、双向晶闸管、GTR、MOSFET、IGBT 等各类电力电子器件; 5. 提供变压器、负载、电抗器、交流电表、直流电表; 6. 提供各类触发(驱动与保护)单元电路; 7. 提供各类整流、逆变、交流调压、直流变换电力电子电路					
2	万用表	主要功能: 测量电压、电流、电阻等参数 技术要求: 1. 直流电压: (0~25)V; 20000Ω/V(0~500)V; 5000Ω/V; ±2.5%; 2. 交流电压: (0~500)V; 5000Ω/V; ±5.0%; 3. 电阻: 量程, 0~4kΩ~40kΩ~400kΩ~4MΩ~40MΩ; 25Ω中心; ±2.5%	台	20	是/否	高职专科、 高职本科	GB50034-2013
4	双踪示波器	主要功能: 用于信号、波形的分析、测量 技术要求: 1. 频宽: 20MHz; 2. 偏转因数: 5mV/div~20V/div; 3. 上升时间: ≤17ns; 4. 垂直工作方式: CH1、CH2、ALT、CHOP、ADD; 5. 扫描时间因数: 0.2s/div~0.5s/div; 6. 触发方式: 自动、常态、TV-H、TV-V; 7. 触发源: 内(CH1、CH2, 交替)、外电源; 8. 触发灵敏度: 内触发不小于1div, 外触发不小于0.5Vp-p	台	20	是	高职专科、 高职本科	

4.1.4 电气与机械制图实训室设备要求

电气与机械制图实训室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。实训室主要设备要求见表 4.5。

表 4.5 电气与机械制图实训室主要设备要求

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: 运行工程制图相关软件和多媒体教学 技术要求: 1. 操作系统: 正版操作系统; 2. 内存: $\geq 8G$; 3. 显示器: ≥ 23 英寸; 4. 硬盘: $\geq 1TBHDD$; 5. 显卡: $\geq 2GB$ 独立显卡	台	40	是/否	中职、高职 专科、高职 本科	GB/T9813.1 -2016 GB/T9361-2 011
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: 正版软件	套	40	否/是	中职、高职 专科、高职 本科	GB/T4458.1 -2002
3	交换机	主要功能: 连接局域网计算机 技术要求: 1. 48 端口千兆; 2. 背板带宽 48GB/s 以上, 支持背板升级; 3. 转发速率 10MB/s 以上	台	1	是/否	中职、高职 专科、高职 本科	GB/T30094- 2013
5	电气制图软件 (选配)	主要功能: 用于常用电气原理图的绘制 技术要求: 正版软件	套	40	否/是	中职、高职 专科、高职 本科	DL/T1023-2 006

4.1.5 电力系统分析实训室设备要求

电力系统分析实训室应满足该类专业变压器特性试验, 单机一无穷大系统稳态运行方式实验, 电力系统功率特性和功率极限试验培训要求。实训室主要设备要求见表 4.6。

表 4.6 电力系统分析实训室主要设备要求

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	变压器特性试验装置	<p>主要功能: 可以分别模拟理想变压器模型的空载运行;理想变压器模型的负载运行;非理想变压器模型的空载运行。非理想变压器模型带额定负载运行以及变压器短路等运行情况</p> <p>技术要求: 1. 电源: 三相四线制 380V ± 10%, 50Hz; 2. 使用环境温度: -5℃ ~ 40℃; 3. 使用环境湿度: <85%; 4. 输入单相交流 220V 电源、低压可调交流电源和低压直流稳压电源等,且均有仪表指示; 5. 可显示变压器的变比、组别、直流电阻、空载电流、空载损耗、阻抗电压、负载损耗、容量及绕组变形等</p>	台	10	是	高职 专科	
2	电力系统调差特性实验装置	<p>主要功能: 使并列运行的各台机组之间合理分配无功负荷,维持系统某一点电压恒定</p> <p>技术要求: 1. 输入电压: 三相四线制 380V ± 10%, 50Hz; 2. 工作环境: 环境温度范围为 -5℃ ~ +40℃ 相对湿度: < 85% (25℃) 海拔 < 4000m 3. 装置容量: < 15kVA; 4. 含缺相、漏电、过载、短路等保护及报警功能</p>	台	10	是	高职 专科	

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	单机一无穷大系统稳态运行方式实验装置	<p>主要功能:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 对称稳态工况下, 输电系统的各种运行状态与运行参数的监测; 2. 不对称稳态工况下, 输电系统的各种运行状态与运行参数的监测; 3. 输电系统网络结构和运行方式变化可变, 并可监测运行参数; 4. 实验平台提供的测量仪表可以方便的测量电压、电流、有功、无功、频率等 <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 输入电压: 三相四线制 380V ± 10%, 50Hz; 2. 工作环境: 环境温度范围为 -5℃ ~ + 40℃ 相对湿度; < 85% (25℃) 海拔 < 4000m 3. 装置容量: < 15kVA; 4. 三相同步发电机模型采用工业现场标准的小型发电机; 5. 变压器模型采用的是 380:380 的干式变压器来模拟升压变, 变压器采用的是 Δ-Y 型接法; 6. 输电线路模型采用多个接成链型的电抗器线圈; 7. 含缺相、漏电、过载、短路等保护及报警功能 	台	10	是	高职专科	
4	电力系统功率特性和功率极限实验装置	<p>主要功能:</p> <p>功率特性和功率极限的测定</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 输入电压: 三相四线制 380V ± 10%, 50Hz; 2. 工作环境: 环境温度范围为 -5℃ ~ + 40℃ 相对湿度; < 85% (25℃) 海拔 < 4000m 3. 装置容量: < 15kVA; 4. 含缺相、漏电、过载、短路等保护及报警功能 	台	10	是	高职专科	

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	MATLAB 电力系统建模与仿真分析	主要功能: 1. 电力系统分析计算; 2. 电力系统潮流计算; 3. 电力系统短路故障仿真分析 技术要求: 1. PC 机 2. MATLAB 软件, Simulink 仿真环境; 1. 输入电压: 220V ± 10%, 50Hz; 2. 工作环境: 环境温度范围为 -5℃ ~ + 40℃ 相对湿度 < 85% (25℃) 海拔 < 4000m	台	30	否	高职专科	

4.1.6 电气控制与 PLC 应用技术实训室设备要求

电气控制与 PLC 应用技术实训室应满足该类专业常见低压电器认知、PLC 认知及其外围电路连接实训, 掌握按钮、指示灯、交流接触器、时间继电器、热继电器、中间继电器等工作原理、安装接线方法、PLC 位指令编程实训、PLC 功能指令编程实训、PLC 网络组态及通信实训、变频器控制技术实训、触摸屏组态应用技术实训、工业组态软件应用实训等基础能力的培养培训要求。实训室主要设备要求见表 4.7。

表 4.7 电气控制与 PLC 应用技术实训室主要设备要求

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	PLC 与组态技术实训装置	主要功能: 1. 配置工业常用 PLC (I/O 点 > 20) 人机界面及组态软件; 2. 具有可供开放式连接按钮及旋转编码器等数字量输入传感器; 3. 配置步进电动机、三相异步电动机、简单的 PLC 被控机构或仿真演示装置等; 4. 可进行 PLC 安装、编程、调试与维护实训, 人机界面设计与调试实训 技术要求: 具有漏电保护功能	台	20	是/可	中职、高职专科	GB 14050—2016; GB 21746—2016; GB 21748—2008; GB/T 15969.2—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
2	计算机	主要功能: 运行编程软件, 进行 PLC 程序编写、下载 技术要求: 1. CPU: 主频 $\geq 3.5\text{GHz}$, 核数 ≥ 4 ; 2. 内存 $\geq 16\text{GB}$; 3. 硬盘 $\geq 500\text{GB}$	台	20	是/可	中职、高职专科	
3	万用表	主要功能: 测量电压、电流、电阻等参数 技术要求: 1. 直流电压: (0~25)V; 20000 Ω/V (0~500)V; 5000 Ω/V ; $\pm 2.5\%$; 2. 交流电压: (0~500)V; 5000 Ω/V ; $\pm 5.0\%$; 3. 电阻: 量程, 0~4k Ω ~40k Ω ~400k Ω ~4M Ω ~40M Ω ; 25 Ω 中心; $\pm 2.5\%$	台	20	是/否	中职、高职专科	GB 50034—2013
4	电工工具	主要功能: 线路的拆装等 技术要求: 包含尖嘴钳、剥线钳、斜口钳、测电笔、镊子等	套	20	是	中职、高职专科	GB/T 15289—2013

4.1.7 电机与电力拖动实训室设备要求

电机与电力拖动实训室应满足该类专业进行电机基本控制回路安装与调试实训、进行直流电动机启动、调速与制动实验、进行三相交流电动机启动、调速与制动实验、进行三相异步电动机 Y- Δ 降压启动与调速实验、进行三相异步电动机正反转控制实验等基础能力的培养培训要求。实训室主要设备要求见表 4.8。

表 4.8 电机与电力拖动实训室主要设备要求

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	电机控制实训装置	<p>主要功能:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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-Δ 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 <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 提供交流三相 380V 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、断路器等; 4. 配有工具及元器件存放柜等。 5. 直流电动机电压: \leq DC 220 V, 功率: \leq 1 kW。 6. 三相异步电动机电压: AC 380 V, 功率: \leq 1 kW, 连接组别: Δ/Y。 7. 直流接触器 (110 V 或 220 V), 交流接触器 (220 V 或 380 V)。 8. 断路器各项参数满足国标要求。 9. 数字式万用表: <ol style="list-style-type: none"> 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: 2mA/20 mA/200 mA/10 A; 4). 电阻量程: 200 Ω/2 kΩ/20 kΩ/200 kΩ/2 MΩ 	台	25	是/可	高职专科	

4.1.8 热工与流体实验室设备要求

热工与流体实验室应满足工业节能技术专业热力、传热与换热设备、流体设备应用等相关基础能力的培养培训要求。实训室主要设备要求见表 4.9。

表 4.9 热工与流体实验室主要设备要求

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	气体定压比热测量实验装置	<p>主要功能: 测量气体的定压比热</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 可测量在定压条件下不同温度的定压比热; 2. 被测气体温度范围: 室温 ~ 200℃; 3. 可进行恒温控制, 控制精度不低于 $\pm 0.1^\circ\text{C}$; 4. 温湿度显示精度不低于 $\pm 0.01^\circ\text{C}$; 5. 电功率测量精度不低于 $\pm 0.01\text{W}$; 6. 气体流量测量精度不低于 $\pm 1\%$; 7. 供电电源为 $\text{AC}220\text{V} \pm 5\%$, 功率不低于 1kW 	台	4	是/可	高职专科、 高职本科	
2	饱和蒸汽温度压力及超临界相态实验装置	<p>主要功能: 观测工质超临界相态和临界乳光现象; 测量工质饱和蒸汽压力与温度的关系</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 具有可视化观测视窗; 2. 可适用于不少于三种工质的实验测量; 3. 具有加热和冷却功能, 加热温度最高不低于 150°C, 冷却温度最低不高于 5°C, 可恒温控制, 控制精度不低于 $\pm 0.1^\circ\text{C}$; 4. 压力测量精度不低于 $\pm 0.25\%$; 5. 温度显示精度不低于 $\pm 0.01^\circ\text{C}$, 功率测试精度不低于 $\pm 0.001\text{W}$; 6. 供电电源为 $\text{AC}220\text{V} \pm 5\%$, 功率不低于 2kW 	台	4	是/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	备注
3	球体法测粒状材料的导热系数实验台	主要功能: 固体导热系数的测定 技术要求: 1. 工作电压: 220V 功率: 500W; 2. 热源球体直径: 60mm, 加热功率 $\leq 100W$; 3. 内球体内直径 150mm; 内球体外直径 200mm; 外恒温球体内直径 250mm; 外恒温球体外直径 300mm; 4. 实测发热盘温度稳定度: $\pm 0.1^{\circ}C \pm 1\%$; 5. 测量材料: 颗粒状固体材料	台	4	是/否	高职专科、 高职本科	
4	中温法向辐射率测量仪	主要功能: 物体黑度的测定 技术要求: 1. 工作电压: 220V, 功率: 100W; 2. 温度范围: $0 \sim 80^{\circ}C$; 3. 温度波动幅度 $< 0.8^{\circ}C / 30$ 分钟 4. 高精度 PT100 型热电阻; 5. AI 智能温度控制器: 控制热源温度、受体温度、传导腔一温度、传导腔二温度	台	4	是/否	高职专科、 高职本科	
5	换热器综合实验台	主要功能: 换热器性能的测试 技术要求: 1. 电源 AC220V、50Hz, 单相三线制、功率 6kW; 2. 换热器换热: 换热器类型 ≥ 3 种; 3. 装置工作环境: 常温、常压下运行; 4. 保护: 具有接地保护、漏电保护、过流保护	台	4	是/否	高职专科、 高职本科	
6	离心泵性能测试综合实训装置	主要功能: 离心泵主要参数的测定方法; 泵串、并联操作; 泵气缚产生原因及去除操作 技术参数: 1. 电源: 220V/50Hz; 2. 离心泵采用 20SG2.5-15G 型管道离心泵, 额定功率: 0.37kW, 转速: 2800r/min, 吸程: 8m, 效率: 34%, 流量: $2.5m^3/h$, 扬程: 15m;	套	4	是/否	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. 配备压力表和流量计; 4. 蓄水箱: 不锈钢材质; 5. 电控箱, 装有开关指示灯、功率表, 对其中泵的功率进行显示					
7	流体静力学综合实验仪	主要功能: 测量静水压强, 验证流体静力学基本方程; 观察测压管水头线; 判别等压面; 观察真空现象 技术要求: 1. 采用有机玻璃标尺管, 标尺精度不低于 $\pm 0.01\text{mm}$; 2. 应设置直接显示真空度的测管装置	套	4	是/可	高职专科、 高职本科	
8	伯努利方程实验仪	主要功能: 测量流体在管道中流动的各种能量水头, 验证伯努利方程; 观察流体在圆管内流动总水头沿程变化规律 技术要求: 1. 具有自循环水系统, 贮水箱水头稳定; 2. 实验管路采用透明材质; 3. 实验管路至少有三种不同直径圆管连接而成, 连接处应光滑过渡; 4. 测压管和皮托管测点均应位于管路的恒流区	套	4	是/可	高职专科、 高职本科	

4.1.9 基础化学与化工原理实验室设备要求

基础化学与化工原理实验室应满足该专业基础能力实验实训要求。实训室主要设备要求见表 4.10。

表 4.10 基础化学与化工原理实验室主要设备要求

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	变压吸附分离实验装置	主要功能: 混合气体中提纯氢气 技术要求: 1. 压力范围: 0.3-6.0MPa; 2. 环境温度适宜; 3. 冷却水压 0.15-0.35MPa	套	2	是/否	高职专科	

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
2	流化床	主要功能: 干燥过程中速率曲线的测定 技术要求: 1. 孔板流量计压差: 3kPa; 2. 加热器表面温度: 80-100℃	套	2	是/可	高职 专科	
3	实验台	主要功能: 实验操作平台 技术要求: 1. 台面材质耐腐蚀、耐酸碱要求; 上带试剂架, 两端带水池, 带电源插座; 2. 台面可承重大于 300 kg/m ² , 可调脚; 3. 水龙头、水槽为实验室专用产品; 4. 带洗眼喷淋头; 5. 中央实验台的尺寸一般为长×宽×高=7200mm×1500mm×800mm	套	4	是/否	高职 专科	可根据实训室结构确定中央实验台的尺寸, 但应保障至少 20 组学生(每组 2 人)使用, 每套实验台 2 组学生使用时, 台面尺寸长×宽不少于 2400mm × 1500mm; 另外实训室应设置必要边台, 边台的尺寸一般为宽×高=750mm×800mm, 长度结合使用空间进行确定
4	通风橱	主要功能: 使用有毒有害易挥发物质时的专门空间 技术要求: 1. 外壳: 表面耐腐蚀性强; 2. 内壳: 采用耐酸碱、有机溶剂之实训室专用抗蚀材质; 设有可拆卸维修孔, 便于维修电路、水路、气路; 3. 日光灯: 日光灯隐藏于面板上, 不与通风柜内气流接触, 易更换; 4. 窗口: 采用安全玻璃。 5. 调整脚: 防震、防潮、耐腐蚀; 6. 导流板: 采用耐酸碱、有机溶剂之实训室专用抗蚀材质, 通风效率高, 以不低于操作表面风速 0.5 m/s 的速度将空气排出; 7. 工艺说明: 所有水、电、气路要求安全、适用	套	1	是/否	高职 专科	根据实训室大小确定通风橱长度

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	托盘天平	主要功能: 称量试样 技术要求: 1. 量程 0~200g; 2. 精度 0.1g	架	20	是/否	高职 专科	
6	称量瓶	主要功能: 差减法称量固体试样 技术要求: 40mm×25mm	只	80	是/否	高职 专科	
7	烧杯	主要功能: 称量、溶解试样 技术要求: 50mL、100mL、250mL、500mL	只	各 80	是/否	高职 专科	
8	试管	主要功能: 盛装液体试样 技术要求: 18mm×180mm	支	160	是/否	高职 专科	
9	试管架	主要功能: 存放试管 技术要求: 12 孔	台	20	是/否	高职 专科	
10	干燥器	主要功能: 存放干燥试样 技术要求: 400mm	台	4	是/否	高职 专科	
11	酸、碱滴 定管	主要功能: 滴加和计量液体试样 技术要求: 25mL、50mL	支	各 40	是/否	高职 专科	
12	滴定台架	主要功能: 固定滴定管 技术要求: 153mm×198 mm	台	40	是/否	高职 专科	
13	pH 计	主要功能: 测量 pH 值 技术要求: 1. 温度测量范围: 0~60℃; 2. mV 精度: 1mV, pH 精度 : 0.01pH; 3. mV 测 量 范 围: -1999~ +1999mV, pH 测量范围: 0.00~ 14.00	台	4	是/否	高职 专科	

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
14	移液管	主要功能: 定量移取液体 技术要求: 25 mL、50 mL	支	各 40	是/否	高职 专科	
15	移液管架	主要功能: 存放移液管。 技术要求: 10 孔	个	20	是/否	高职 专科	
16	刻度吸管	主要功能: 定量移取液体 技术要求: 1mL、2mL、5mL、10mL	支	各 80	是/否	高职 专科	
17	调温电炉	主要功能: 加热。 技术要求: 1000W	台	20	是/否	高职 专科	
18	量筒	主要功能: 定量移取液体 技术要求: 25mL、50mL、100mL	只	各 80	是/否	高职 专科	
19	容量瓶	主要功能: 定量配制溶液 技术要求: 100mL、250mL	只	各 80	是/否	高职 专科	
20	锥形瓶	主要功能: 盛放液体用于滴定分析 技术要求: 100mL、250mL	只	各 120	是/否	高职 专科	
21	碘量瓶	主要功能: 盛放液体用于碘量分析 技术要求: 100mL、250mL	只	各 80	是/否	高职 专科	
22	试剂瓶	主要功能: 盛放液体 技术要求: 250mL、500mL 无色和棕色	个	各 40	是/否	高职 专科	
23	滴瓶	主要功能: 盛装实验时需按滴数加入的液体 技术要求: 30 mL 无色和棕色	个	各 40	是/否	高职 专科	

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
24	洗瓶	主要功能: 盛装蒸馏水用于洗涤 技术要求: 500mL	个	40	是/否	高职 专科	
25	研钵	主要功能: 研磨固体 技术要求: 9cm	套	40	是/否	高职 专科	
26	比色管	主要功能: 液体显色对比 技术要求: 50mL、25mL	支	各 80	是/否	高职 专科	
27	漏斗	主要功能: 过滤。 技术要求: 09cm 长颈、短径	支	各 40	是/否	高职 专科	
28	下口瓶	主要功能: 盛装溶液 技术要求: 10000mL、20000mL	个	各 2	是/否	高职 专科	
29	玻璃仪器 烘干机	主要功能: 烘干玻璃仪器 技术要求: 1. 调温范围: 40~120℃; 2. 调温精度: ±2℃; 3. 适用数量: 30 孔	台	4	是/否	高职 专科	
30	恒温水浴 锅	主要功能: 恒温加热 技术要求: 1. 温 控 范 围 : 室 温 +5℃ ~ 99.9℃; 2. 控温精度 ≤ ± 0.5℃; 3. 四孔智能控制	台	20	是/否	高职 专科	
31	鼓风干燥 箱	主要功能: 干燥固体试样。 技术要求: 1. 控温范围: 80℃ ~ 200℃; 2. 容积: 35L	台	2	是/否	高职 专科	

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
32	紫外可见 分光光 度计	主要功能: 分光光度法分析试样。 技术要求: 1. 波长范围: 190nm ~ 900nm; 2. 波长准确度: $\pm 0.3\text{nm}$; 3. 波长重复性: $\leq 0.1\text{nm}$; 4. 光度方式: 透过率、吸光度、 能量; 5. 光源转换: 自动切换(可在 320nm ~ 380nm 波段范围内任 意设定)	台	2	是/否	高职 专科	

4.2 新能源发电工程类专业核心技能实训场所设备要求

新能源发电工程类专业核心技能实训场地应满足该类高职本科: 新能源发电工程技术专业, 高职专科: 风力发电工程技术专业、工业节能技术专业、节电技术与管理专业、光伏工程技术专业、新能源材料应用技术专业、氢能技术应用专业、生物质能应用技术专业, 中职专业: 风力发电设备运行与维护专业、光伏工程技术与应用专业等的专业核心能力实验实训要求。

4.2.1 风力发电机组原理及控制技术实训室 (风力发电机组运行维护实训室、风电机组故障排除实验实训室、风电机组变桨控制实验实训室、风电机组偏航控制实验实训室、登高实训室、风电运维综合性教学平台) (选配) 设备要求

风力发电机组原理及控制技术实训室 (风力发电机组运行维护实训室、风电机组故障排除实验实训室、风电机组变桨控制实验实训室、风电机组偏航控制实验实训室、登高实训室、风电运维综合性教学平台、风电机组机械设备定检实训室、风电机组电气设备定检实训室、风电机组监控

实训室) (选配) 应满足该类专业理解永磁直驱风力发电机工作原理、理解双馈异步发电机组工作原理、完成风力发电机组变桨控制、完成风力发电机组偏航控制、完成风力发电机组发电及并网控制、叶轮定期维护、发电机定期维护、变流器定期维护、偏航系统定期维护、液压系统定期维护、主控系统定期维护、塔架系统定期维护、传动系统定期维护、物资管理、变流器故障处理、偏航系统故障处理、液压系统故障处理、主控系统故障处理、传动系统故障处理、塔架故障处理、大部件更换、机组重要部件检测、整机运行分析、登高实训、风力发电机组偏航系统定检、风机液压系统定检, 风机齿轮箱定检, 变桨、偏航轴承定检, 以及其它机械传动部件的定检、风电机组升压变压器定检、高低压断路器定检、继电保护设备定检、风力发电机组八大系统运行与监控等专业核心能力的培养培训要求。实训室主要设备要求见表 4.11。

表 4.11 风力发电机组原理及控制技术实训室主要设备要求

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	大容量永磁直驱风力发电机组实训装置	主要功能: 用于永磁直驱风力发电机组的主控、变桨、偏航、故障诊断处理等实训项目的开展 技术要求: 2.0MW 机组, 具备完整系统, 包含场站中央监控系统、机舱、叶轮等关键模组, 可实现现场大部分真机具备的功能	套	1	是	高职本科、 专科	
2	双馈大容量风力发电机实训装置	主要功能: 用于双馈风力发电机组的主控、变桨、偏航、传动系统、对中、故障诊断处理等实训项目的开展 技术要求: 机组, 具备完整系统, 包含场站中央监控系统、机舱、叶轮等关键模组, 可实现现场大部分真机的功能	套	1	是	高职本科、 专科	

4.2.1.1 风力发电机组原理及控制技术实训平台设备要求

风力发电机组原理及控制技术设备应满足该类专业双馈、永磁直驱和中速永磁风力发电机特性测试，离网和并网型风力发电实验系统组建、调试与运行等专业核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.12。

表 4.12 风力发电机组原理及控制技术实训平台主要设备要求

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	风力发电机原理实验平台	主要功能: 通过真实模拟设备和虚拟仿真系统的深度结合,还原风力发电机的组件构成、工作过程和工作场景,帮助理解永磁直驱风力发电机工作原理,理解永磁直驱变流设备工作原理,理解双馈异步发电机组工作原理,理解双馈异步变流器工作原理	套	8	是/可	高职本科	
1	风力发电机原理实验平台	技术要求: 1. 永磁直驱风力发电机 额定功率: $\geq 0.5\text{kW}$ 三相交流输出: 380V 额定转速: $\leq 1000\text{r/min}$ 工作温度: $-400\text{C} \sim +800\text{C}$ 防护等级: IP54 2. 全功率变流设备 电机侧交流输入电压: $\leq 600\text{V}$ 电机侧频率: $\leq 100\text{Hz}$ 网侧输出电压与电网一致 网侧输出频率: $50\text{Hz} \pm 0.3\text{Hz}$ 3. 双馈异步发电机 额定功率: $\geq 0.5\text{kW}$ 额定电压: 380V 转速范围: $1000\text{r/min} \sim 2000\text{r/min}$ 绝缘等级: F 级 防护等级: IP54 4. 双馈异步发电机变流实训装置 5. 风力发电机运行过程与工作场景虚拟仿真系统	套	8	是/可	高职本科	
2	计算机	主要功能: 用于多媒体教学 技术要求: 1. 正版操作系统; 2. 内存 $\geq 8\text{ GB}$; 3. 显示器 $\geq 23\text{ in}$; 4. 硬盘 $\geq 1\text{ TB HDD}$; 5. 显卡 $\geq 2\text{ GB}$ 独立显卡	台	1	是/否	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
3	投影仪	主要功能: 多媒体课件演示、视频播放的投影等 技术要求: 1. 亮度 ≥ 3600 lm; 2. 标准分辨 $\geq 1024 \times 768$ 像素; 3. 对比度: $\geq 2000: 1$	台	1	是/否	高职本科	GB/T 28037—2011

4.2.1.2 风力发电机组装配与调试虚拟仿真实训室设备要求

风力发电机组装配与调试虚拟仿真实训室设备应满足该类专业风力发电机组吊装、轮毂、变桨电机、轴承、叶片、轮毂、机舱、塔筒等零部件的装配和检验、常用工器具的使用和保养、风力发电机组主体结构、风速风向检测模块、变桨系统、偏航系统、电控系统安装与调试，能够完成主变、断路器、隔离开关、互感器等电气主设备的工作原理和内部结构展示与线路分析诊断等专业核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.13。

表 4.13 风力发电机组装配与调试虚拟仿真实训室主要设备要求

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: 运行风力发电机组装配虚拟仿真软件，进行风力发电机的装配和现场安装与调试虚拟仿真 技术要求: 1. CPU: 主频 ≥ 3.5 GHz, 核数 ≥ 4 ; 2. 内存 ≥ 16 GB; 3. 硬盘 ≥ 500 GB; 4. 安装风力发电机组装配虚拟仿真软件	台	50	虚拟仿真环境	高职本科、专科	
2	风力发电机组零部件装配实训平台	主要功能: 借助真实设备和虚拟仿真系统，辅助学习风力发电机组零部件的装配和检验工艺 技术要求: 1. 风力发电机组结构模型，可完成模拟偏航、变桨动作零部件能够反复拆装; 2. 风力发电机组设备构成和工作过程数字化展示系统; 3. 风力发电机组运行和调控虚拟仿真系统	套	8	是/可	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	投影仪	主要功能: 多媒体课件演示、视频播放的投影等 技术要求: 1. 亮度 ≥ 3600 lm; 2. 标准分辨 $\geq 1024 \times 768$ 像素; 3. 对比度: $\geq 2000: 1$	台	1	是/否	高职本科	GB/T 28037 —2011
4	风轮部件	主要功能: 可进行轮毂、变桨轴承、变桨电机等组件的具体实训项 技术要求: 各组件结构完整, 功能正常	套	8	是/可	高职本科	
5	发电机部件	主要功能: 用于发电机实训 技术要求: 组件结构完整, 功能正常	套	8	是/可	高职本科	
6	机舱部件	主要功能: 用于开展机舱底盘、偏航轴承、偏航摩擦盘、偏航制动器、偏航电机等实训项目 技术要求: 组件结构完整, 功能正常	套	8	是/可	高职本科	
7	叶片部件	主要功能: 用于叶片实训 技术要求: 组件结构完整, 功能正常	套	8	是/可	高职本科	
8	塔筒部件	主要功能: 用于下塔筒、中塔筒和上塔筒实训 技术要求: 组件结构完整, 功能正常	套	1	是/可	高职本科	
9	底座部件	主要功能: 用于底座实训项目 技术要求: 组件结构完整, 功能正常	件	1	是/可	高职本科	
10	工装部件	主要功能: 用于机舱工装、风轮工装的实训 技术要求: 组件结构完整, 功能正常	台	8	是/可	高职本科	
11	双馈风力发电机传动装置	主要功能: 用于齿轮箱传动结构实训 技术要求: 组件结构完整, 功能正常	台	8	是/可	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
12	小型龙门吊	主要功能: 用于设备的起重 技术要求: 组件结构完整, 功能正常	台	1	是/可	高职本科	
13	力矩扳手	主要功能: 用于螺丝螺栓螺母等螺纹预紧件的力矩预紧 技术要求: 功能正常, 部件完整	件	8	是/可	高职本科	

4.2.1.3 风电场变电站自动化技术设备要求

风电场变电站自动化技术设备应满足该类专业风力发电机组电气设备、风电场电气设备的安装、维护与检修等专业核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.14。

表 4.14 风电场变电站自动化技术主要设备要求

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	风电场变电站维护与检修实训装置	主要功能: 可进行线路保护类、线路设计性实训(自行设计、接线、动作试验)、动重合闸、线路综合保护、变压器保护、变压器设计性实训(自行设计、接线、动作试验)、10kV 电容器组保护、自动装置、一次系统倒闸操作、变电站综合自动化系统等多种实训项目 技术要求: 1. 系统最大容量 遥测量 2048 个; 遥信量 4096 个; 遥控量 256 个; 遥调量 128 个; 电度量 128 个; 2. 测控精度 2.1 模拟量测量准确度 交流电流电压量 0.2% 直流电流电压量 0.2%, 功率电度量 0.5%	台	5	是	高职专科	

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
		频率 0.02Hz; 2.2 脉冲输入量 允许脉冲宽度 10ms 允许脉冲电平 30V; 2.3 事故顺序记录 记录分辨率 2ms; 2.4 遥控动作成功率 遥控动作成功率 100%; 3. 有实时数据的画面整幅调出响应时间; 画面调入 2s 数据刷新 1s(可设定); 4. 数据处理速度 从数据采集到主站显示 3s, 遥调命令传输时间 2s(可设定) 遥控命令选择执行或撤销传输时间 1s(可设定); 5. 数据通信					
1	风电场变电站综合实训装置	5.1 站内通信 以太网结构网络、ModBus-RTU; 5.2 远方转发 主备信道自动切换速率 300 ~ 64000 bps; 6. 历史数据存档 测量数据存档最小时间间隔为 1Min, 生存周期为 2 年; 保护信息事件记录超限记录等生存周期为 1 年; 7. 系统可用率 系统可用率 99.98%; 8. 平均无故障时间 平均无故障时间 (MTBF) 50000h; 9. 使用环境 环境温度: 间隔层设备-20℃ ~ +60℃; 相对湿度: 32%	台	5	是	高职专科	

4.2.1.4 风电场运行与管理与维护仿真实训室设备要求

风电场运行与管理与维护仿真实训室设备应满足该类专业风电场安全文明生产情况检查与分析, 设备保养与现场调试, 电站状态监测与异常情

况分析、处理，工作票和操作票制定、VR 虚拟场景中进行机组故障处理、维修维护、VR 机组操作进行风机启动、停机、急停等控制实验，检修计划制定等专业核心能力的培养培训要求等专业核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.15。

表 4.15 风电场运行与管理与维护仿真实训室主要设备要求

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: 运行仿真系统进行风电机组运行与维护仿真实训 技术要求: 1. CPU: 主频 ≥ 4GHz, 核数 ≥ 8; 2. 内存 ≥ 16GB; 3. 硬盘 ≥ 1TB; 4. GTX3060 独立显卡及以上	台	50	是/否	高职专科、高职本科	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011
2	投影仪	主要功能: 多媒体课件演示、视频播放的投影等 技术要求: 1. 亮度 ≥ 3600 lm; 2. 标准分辨 ≥ 1024 × 768 像素; 3. 对比度: ≥ 2000: 1	台	1	是/否	高职专科、高职本科	GB/T 28037—2011
3	VR 虚拟设备套件	主要功能: 接入系统进行显示与交互 技术要求: 画面清晰流畅，不出现卡顿情况，散热良好，重量适中，便于穿戴与握持	台	50	是/是	高职专科	

4.2.1.5 风电场建设规划设计实训室施工与虚拟仿真实训室设备要求（选配）

风电场建设规划设计实训室施工与虚拟仿真实训室设备应满足该类专业在平坦地形风电场宏观选址、平坦地形风电场微观选址、复杂地形风电场宏观选址、复杂地形风电场微观选址、平坦地形风力发电机组的布置、复杂地形风力发电机组的布置、风能资源的等级划分、风电场风资源的统计计算、风电场风资源的评估、我国风能资源的分布情况、风电场项目施

工图纸绘制和土建，项目机械、监控系统、电气和设备施工安装，项目施工管理、质量检查和资料整理、风电项目前期调研分析、系统设计、设备选型，项目工程量与经济性评估，项目设计变更处理等专业核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.16。

表 4.16 风电场建设规划设计实训室施工与虚拟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	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	我国风能资源分布图	主要功能: 用于展示我国风能资源分布情况 技术要求: 分布图面积大小 $\geq 2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$	幅	1	真实装备	高职专科	
2	风机整机制造厂商分布图	主要功能: 用于展示我国风机整机制造厂商分布情况 技术要求: 分布图面积大小 $\geq 2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$	幅	1	真实装备	高职专科	
3	风资源丰富地区已建风电场分布沙盘	主要功能: 用于展示风资源丰富地区已建风电场分布情况 技术要求: 沙盘面积大小 $\geq 4\text{m} \times 3\text{m}$	台	1	真实装备	高职专科	
4	风力发电系统 VR 训练系统	主要功能: 进行风力发电机组交互操作 技术要求: 1. 场景动态抓取、拆装、移动等相关交互。 2. 风电机组模型包括风轮、机舱、塔架及其内部部件。其中包括：叶片、变桨柜、变桨轴承、轮毂、导流罩及支架、主轴、齿轮箱、发电机、联轴器、制动器、偏航轴承、偏航驱动、主机架、液压系统、电控系统、风速风向仪、上塔筒、中塔筒、下塔筒、爬梯、塔门、电缆架、电缆、助爬器及其他辅助零部件； 3. 虚拟现实头盔系统 2K 分辨率、配备操控手柄和定位器；在 VR 实训项目中可通过手柄可在三维空间随意抓取。	套	1	是/可	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	计算机	主要功能: 用于运行风力发电系统 VR 训练系统等软件 技术要求: 1. 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	是/否	高职本科	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011
6	投影仪	主要功能: 多媒体课件演示、视频播放的投影等 技术要求: 1. 亮度 ≥ 3600 lm; 2. 标准分辨 $\geq 1024 \times 768$ 像素; 3. 对比度: $\geq 2000: 1$	台	1	是/否	高职本科	GB/T 28037—2011
7	风电场数字化规划设计实训平台	主要功能: 学习风电场项目前期调研、勘测与业主需求分析相关知识,学习系统设计、机组选型和选址相关知识,学习工程量、预算和效益计算方法等知识 技术要求: 1. 根据机组选型确定机组性能 2. 根据机组选址确定机组运行环境 3. 风电项目经济性计算	套	1	是/可	高职本科	

4.2.2 电力系统继电保护技术与风电场变电站自动化技术实训室主要设备要求

电力系统继电保护技术与风电场变电站自动化技术实训室应满足该类专业继电保护装置认识、10 kV 线路保护调试、110 kV 线路保护调试、110 kV 变压器保护调试、母线保护调试等专业核心能力的培养培训要求。实训室主要设备要求见表 4.17。

表 4.17 电力系统继电保护技术与风电场变电站自动化技术实训室主要设备要求

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	110 kV 线路保护屏	<p>主要功能: 用于被调试对象</p> <p>技术要求:</p> <p>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;</p> <p>2. 交流回路: (1) 交流电流: 1 A 或 5 A; (2) 交流电压: 100 / 3 V; (3) 线路抽取电压: 100 / 3 V; 或 100 V;</p> <p>3. 光纤接口: 单模, FC 型;</p> <p>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</p>	面	4	是	高职专科	
2	10 kV 线路保护测控屏	<p>主要功能: 用于被调试对象</p> <p>技术要求:</p> <p>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;</p> <p>2. 交流回路: (1) 交流电流: 1 A 或 5 A; (2) 交流电压: 100 / 3 V; (3) 线路抽取电压: 100 / 3 V 或 100 V;</p> <p>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</p>	面	4	是	高职专科	

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	110 kV 双绕组变压器保护屏	<p>主要功能: 用于被调试对象</p> <p>技术要求:</p> <p>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;</p> <p>2. 交流回路: (1) 交流电流: 1 A 或5 A; (2) 交流电压 100 / 3 V ;</p> <p>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; (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</p>	面	4	是	高职专科	
4	110 kV 母线保护屏	<p>主要功能: 用于被调试对象</p> <p>技术要求:</p> <p>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;</p> <p>2. 交流回路: (1) 交流电流: 1 A 或5 A; (2) 交流电压: 100 / 3 V ;</p> <p>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</p>	面	4	是	适用 高职专科	

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	继电保护测试仪	主要功能: 用于测试继电保护产品的保护功能 技术要求: 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	是	高职专科	
6	直流屏	主要功能: 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; 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: ≥100 A	面	1	是	高职专科	
7	电工常用工具	主要功能: 用于设备维护 技术要求: 需包含钢丝钳、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	是	高职专科	
8	计算机	主要功能: 用于多媒体教学 技术要求: 1. CPU: 主频 ≥ 3.5GHz, 核数 ≥ 4; 2. 内存 ≥ 16GB; 3. 系统硬盘 SSD ≥ 120GB; 4. 数据硬盘 ≥ 500GB	台	1	是	高职专科	
9	投影仪	主要功能: 多媒体课件演示、视频播放的投影等 技术要求: 1. 亮度: ≥ 3600lm; 2. 标准分辨: ≥ 1024*768像素; 3. 对比度: ≥ 2000 : 1	套	1	是	高职专科	

4.2.3 光伏发电系统原理及控制技术实训室设备要求

光伏发电系统原理及控制技术实训室应满足该类专业光伏电池组件特性测试、离网和并网型光伏发电实验系统的组建、调试与运行等专业核心能力的培养培训要求。

4.2.3.1 光伏发电系统原理及控制技术实训室主要设备要求见表

4.18。

表 4.18 光伏发电系统原理及控制技术实训室主要设备要求

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	日光模拟装置	<p>主要功能: 通过真实模拟设备和虚拟仿真系统,模拟日光运动、模拟光伏电池组件运动、模拟光伏电池组件遮挡等多种情况,通过虚实结合手段,还原光伏电站真实运行场景</p> <p>技术要求: 1.单、多晶硅电池组件 峰值功率: 20W 峰值电压: 30V 峰值电流: 0.67A 开路电压: 36V 短路电流: 0.8A 尺寸: 430mm*430mm*17mm</p> <p>2.模拟光源 工作电压: AC220V 输入功率: >200W(连续可调) 色温: 约 6000K 出光口角度: 可调节</p> <p>3.水平、俯仰运动减速箱 4.光源支架减速箱 5.光伏电站运行场景虚拟系统</p>	套	8	是/可	高职专科、 高职本科	
2	光伏组件特性测试实验平台	<p>主要功能: 控制日光运动、控制光伏电池组件运动、测试光伏电池组件特性参数,或通过虚拟仿真手段实现上述功能</p>	套	8	是/可	高职专科、 高职本科	GB 50034— 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
2	光伏组件特性测试实验平台	技术要求: 1. 配置电源模块、氙灯电源模块、组件负载特性测试模块、能源监测模块、负载电阻模块、通讯管理模块、智能控制模块、阵列仿真模块、上位机 2. 负载电阻模块 可调电阻阻值: 0~1000Ω 功率: 900W 3. 阵列仿真模块 输入电压: 单相 AC220V 输出电压: 0~65VDC 输出电流: 0~12A 4. 光伏电站运行操控与特性测试虚拟仿真系统	套	8	是/可	高职专科、 高职本科	GB 50034— 2013
3	光伏发电系统实训平台	主要功能: 模拟光伏发电系统实际运行场景和调控过程, 能完成光伏发电系统调试和并网发电实训项目。或通过虚拟仿真手段实现上述功能 技术要求: 1. 自动跟踪太阳能发电系统实训装置 2. 光伏发电和逆变装置 3. 并网控制系统 4. 各子系统及部件相对独立, 可根据实训要求连接电路, 光源可模拟太阳运动轨迹, 光伏电池组件具有单轴、双轴跟踪功能 5. 具备电压、电流、频率、谐波、功率和能量、闪变和三相不平衡度检测功能等 6. 光伏电站运行和并网虚拟仿真系统	套	8	是/可	高职专科、 高职本科	太阳模拟器性能应符合 GB/T6495. 9-2006、 光伏系统安全应符合 GB/T20047 .1-2006 光伏发电系统应符合 GB/T 29319-201 2、光伏逆变系统应符合 UL1741-20 01、

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	离网/并网系统	<p>主要功能: 保护光伏系统中连接光伏电站和电网的配电装置,计量光伏发电量,方便故障检修管理,提高发电系统安全性和经济效益,具备检失压分闸、检有压合闸、过流保护、过电压保护、孤岛保护、防逆流保护、谐波治理、无功补偿等多项保护功能,同时具备显示光伏发电系统运行参数和状态指示,被广泛运用于光伏发电系统,与光伏并网逆变器配套使用可组成一套完整的光伏发电系统解决方案。借助数字化手段辅助学习上述功能的实现原理和过程</p> <p>技术要求: 1. ≤1KV 电压等级分布式发电; 2. 工作电源 85V-265V (AC/DC); 3. 过流,过负载,过压,低电压保护; 4. RS485 总线; 5. 额定功率 ≤100Hz. 6. 离网/并网系统工作过程数字化讲解与展示软件</p>	套	1	是/可	高职专科、 高职本科	
5	太阳能电池模拟器	<p>主要功能: 模拟真实的太阳能光伏板在各种不同情况下的输出特性,基于电力电子变换技术,融合软件仿真与测控技术的高精度、高动态特性的直流源,光伏逆变器的基本性能及认证测试中测试逆变器 MPPT 效率的重要工具,解决了大功率光伏逆变器 MPPT 跟踪及其效能满载测试的难题,是太阳能光伏系统良好的实验电源</p> <p>技术要求: 1. 电压精度: ± (0.1%F. S+5dgt); 2. 电流精度: ± (0.1%F. S+5dgt); 3. 电网电压: 380V ± 15%; 4. 电网频率: 50Hz ± 5Hz; 5. 单曲线包含点数: ≤ 4096 点</p>	台	1	是/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
6	太阳能光伏组件 I-V 曲线功率测试仪	主要功能: 维护于故障排除的多功能仪器 单相光伏系统的效率测量, 测量一个组串或组串的 I-V 曲线, 测量开路电压于短路电流 技术要求: 1. 测试电压: $\leq 1000V$; 2. 测试电流: $\leq 15A$; 3. 128 个点 I-V 曲线; 4. STC 转化; 5. 通过平台创建测试报告	台	1	是/可	高职专科、 高职本科	
7	计算机	主要功能: 用于多媒体教学 技术要求: 1. 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	1	是/否	高职专科、 高职本科	GB/T 9813.1— 2016 GB/T 9361 —2011
8	投影仪	主要功能: 多媒体课件演示、视频播放的投影等 技术要求: 1. 亮度 ≥ 3600 lm; 2. 标准分辨 $\geq 1024 \times 768$ 像素; 3. 对比度: $\geq 2000: 1$	台	1	是/否	高职专科、 高职本科	GB/T 28037 —2011

4.2.3.2 光伏关键零部件制造设备要求

光伏关键零部件制造设备应满足该类专业光伏组件、逆变器等部件的制造、装配、测试、选型和参数整定, 逆变器嵌入式软件开发与调试等专业核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.19

表 4.19 光伏关键零部件制造主要设备要求

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	光伏硅材料	<p>主要功能: 可以展示各种光伏电池使用的硅材料实物, 配备文字与动画展示各种材料的生产工艺与使用方法</p> <p>技术要求: 1. 材料要求配置有机玻璃隔板; 2. 安全保护: 具有接地, 漏电压, 漏电流保护等国家安全标准保护; 3. 柜内材料: 硅粉, 硅块, 硅锭, 硅棒, 硅片</p>	套	1	是/可	高职专科、 高职本科	
2	光伏材料检测实验平台	<p>主要功能: 教学硅片的外观特性检测、利用冷热探针法测量半导体类型、利用四探针电阻率测量法对半导体材料电阻率及薄层电阻进行检测、单晶硅和非晶硅的非平衡少数载流子寿命的测量、对硅片制绒时的绒面和丝网印刷时的栅线宽度等进行检测、根据单晶硅和多晶硅太阳能电池的电性能参数进行分选</p> <p>技术要求: 1. 可进行 mm 级尺寸测量; 2. 可进行翘曲度测量; 3. 可进行 P-N 型测试; 4. 可进行四探针电阻率测试; 5. 可进行半导体少子寿命测量; 6. 可进行精密称重; 7. 具备晶相显微镜; 8. 具备太阳能电池分选机; 9. 具备椭圆测量功能</p>	套	8	是/可	高职专科、 高职本科	
3	光伏电池片	<p>主要功能: 可以展示各种光伏电池片, 配备文字和动画展示各种电池片的生产工艺和使用方法</p> <p>技术要求: 1. 材料要求钢结构, 配置有机玻璃隔板; 2. 规格尺寸不小于 1200*700*1500mm 3. 安全保护: 具有接地, 漏电压, 漏电流保护等国家安全标准保护; 4. 单晶电池片, 多晶电池片, 薄膜电池片, 燃料敏化电池</p>	套	1	是/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
4	光伏组件	<p>主要功能: 可以展示各种光伏组件, 配备文字和动画展示各种电池片的生产工艺和使用方法</p> <p>技术要求: 1. 材料要求钢结构, 配置有机玻璃隔板; 2. 规格尺寸不小于1200*700*1500mm; 3. 安全保护: 具有接地, 漏电压, 漏电流保护等国家安全标准保护; 4. 单晶硅光伏组件, 多晶硅光伏组件, 薄膜电池组件, 光伏组件展示与讲解系统</p>	套	1	是/可	高职专科、 高职本科	
5	光伏组件 附属材料	<p>主要功能: 可以展示各种光伏组件附属材料, 配备文字和动画展示各种电池片的生产工艺和使用方法</p> <p>技术要求: 1. 光伏组件对支架铝型材, 对EVA封胶, 对TPT的具体要求, 光伏焊带, 光伏电池片展示与讲解系统</p>	套	1	是/可	高职专科、 高职本科	
6	光伏组件 加工实训 平台	<p>主要功能: 通过真实模拟设备和虚拟仿真系统的结合, 学习光伏组件的组成, 光伏组件的生产工艺流程, 光伏组件光电性能的检测方法, 掌握异常情况下的处理方法。通过真实设备和操作平台学习电池片切割、测试、焊接、串接、敷设、组件层压、修边、装框、接线盒安装等操作方法</p>	套	1	是/可	高职专科、 高职本科	
6	光伏组件 加工实训 平台	<p>技术要求: 具备以下设备 1. 激光划片机 2. 焊接工作台 3. 光伏电池组件层压机 4. 光伏电池组件测试仪 5. 光伏电池装框机 6. 焊带裁剪机 7. 裁剪台 8. 光伏组件分选台 9. 电池阵列铺设检测台 10. 观测架(观察镜) 11. 光伏组件生产工艺、工作过程、性能监测、故障处理虚拟仿真系统</p>	套	1	是/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
7	光伏组件 参数测试 实验平台	<p>主要功能: 了解和学习光伏各组件的主要参数、物理意义、测量方法</p> <p>技术要求: 配置电源模块、氙灯电源模块、组件参数测试模块、能源监测模块、负载电阻模块</p>	套	8	是/可	高职专科、 高职本科	GB 50034— 2013
8	光伏逆变器	<p>主要功能: 把直流电能（电池、蓄电池）转变成定频定压或调频调压交流电（一般为 220V, 50Hz 正弦波），实现对组件的智能监控。借助数字化手段，辅助学习逆变器工作原理</p> <p>技术要求: 1. 最大输入直流功率 51500W; 2. 最大输入电压 1100V; 3. MPPT 最大输入电流 22A; 4. 最大工作电压 200V; 5. 额定输出功率 46000W; 6. 光伏发电并网过程解析与实景展示软件</p>	台	8	是/可	高职专科、 高职本科	
9	高精度功率分析仪	<p>主要功能: 光伏逆变器单、三相产品功率、效率、谐波分析,老化前后测试。借助数字化手段辅助学习上述分析和操作技能</p> <p>技术要求: 1. 电流规格: 20A; 2. 接线方式: 1P3W(单相 3 线)、3P3W (三相 3 线 2 电压 2 电流)、3V3A(三相 3 线, 3 电压 3 电流)、3P4W (三相 4 线) 3. 满量程峰值因数: 3; 4. 电压/电流: 精度范围: (1% ~ 110%) × 量程 * 电压 1000V 量程、电流 20A 量程 精度范围为 (1% ~ 100%) × 量程; 5. 功率因数范围: ± (0.001 ~ 1.000); 6. 光伏系统参数测量与性能分析模拟系统</p>	台	1	是/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
10	计算机	主要功能: 用于逆变器嵌入式软件安装与使用, 系统软件开发与调试, 运行各应用软件, 以及多媒体教学 技术要求: 1. 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	9	是/否	高职专科、 高职本科	GB/T 9813.1— 2016 GB/T 9361 —2011
11	投影仪	主要功能: 多媒体课件演示、视频播放的投影等 技术要求: 1. 亮度 ≥ 3600 lm; 2. 标准分辨 ≥ 1024 × 768 像素; 3. 对比度: ≥ 2000: 1	台	1	是/否	高职专科、 高职本科	GB/T 28037 —2011

4.2.3.3 光伏电站建设与施工虚拟仿真设备要求

光伏电站建设与施工虚拟仿真设备应满足该类专业光伏电站项目施工图纸绘制和土建, 项目机械、监控系统、电气和设备施工安装, 项目施工管理、质量检查和资料整理等专业核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.20

表 4.20 光伏电站建设与施工虚拟仿真主要设备要求

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 VR 训练系统	主要功能: 设备内置电源管理系统, 可与互联网相连, 可方便教师通过 wifi 获 4G/5G 网络的 Android 系统平板手机登录 app 随时随地控制设备运行情况和监控设备故障信息 技术要求: 1. 具有电源键管理, 设备信息采集, 考核定时, 故障报警, 切断电源等功能; 2. 具有控制模式可选择远程本地控制;	套	8	否/可	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. 设备报修功能; 4. 光电效应模块, 光热效应模块, 温差效应模块, 光纤特性与照明模块, 环境控制和安防模块, 环境测试和温室控制模块, 采集系统, 显示系统, 相关软件, 仪器说明					
2	光伏智能安规综合分析仪	主要功能: 用于光伏组件、逆变器、开关电源等各类具有交直流输入和输出特点, 具有智能化、高速度、高精度的特点, 功能包括交(直)流耐压、绝缘电阻、交(直)流接地测试, 以及电弧侦测、开短路侦测、触电防护等多种功能组合 技术要求: 1. 操作接口: 安卓系统; 2. 直流耐压: 10kVDC/20mA; 3. 绝缘电阻: 10kVDC/50GΩ; 3. 直流接地: 40ADC/600mΩ; 4. 交流接地: 无; 5. 尺寸: 426*132*520	台	1	是/可	高职本科	
3	计算机	主要功能: 用于运行光伏 VR 训练系统等软件以及多媒体教学 技术要求: 1. 正版操作系统; 2. 内存 ≥ 8 GB; 3. 显示器 ≥ 23 寸; 4. 硬盘 ≥ 1 TB HDD; 5. 显卡 ≥ 2 GB 独立显卡	台	9	是/否	高职本科	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011
4	投影仪	主要功能: 多媒体课件演示、视频播放的投影等 技术要求: 1. 亮度 ≥ 3600 lm; 2. 标准分辨 ≥ 1024 × 768 像素; 3. 对比度: ≥ 2000: 1	台	1	是/否	高职本科	GB/T 28037—2011

4.2.3.4 光伏电站智能运行维护与管理设备要求

光伏电站智能运行维护与管理设备应满足该类专业光伏电站安全文明生产情况检查与分析, 设备保养与现场调试, 电站状态监测与异常情况分析、处理, 工作票和操作票制定, 检修计划制定等专业核心能力的培养培

训要求。主要设备要求见表 4.21

表 4.21 光伏电站智能运行维护与管理主要设备要求

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	光伏仿真运维实训系统	<p>主要功能: 发电量,事故,各附件永久地关联至模型中各设备,提供明确的本地化和即时访问,特别适用于大型电站。功能模型与传感器或卫星数据相结合,可以准确计算预期产量。集成 3D 阴影效果,可用于精确检测低产量和有效损失</p> <p>技术要求: 1. 适用于所有逆变器和数据记录器; 2. 全 3D PV BIM 模型; 3. 基于产量模型和装置对比的精确的低产量检测; 4. 多种配置仪表盘; 5. 综合报警和状态区分数据问题</p>	套	1	否/可	高职本科	
2	中央控制系统	<p>主要功能: 可实现资源共享、影音互传和相互监控。协同控制计算机视频展台等现代视听设备,通过大屏幕投影,营造出一个高清晰、高保真、受控声光背景的现代化多媒体视听教学环境</p> <p>技术要求: 1. VGA 电脑信号切换; 2. 设备电源管理模块; 3. 电动屏幕控制模块; 4. 控制接口处理模块,网络模块等构成。中央控制系统除可以完成以上各模块特定的功能外,还可以通过编程方式,增加其它控制或通讯功能</p>	套	1	是/可	高职本科	
3	光伏系统智能电网配电调试平台	<p>主要功能: 为多电源环形配电网络提供计算、选型和仿真解决方案,智能电网管理同时管理复杂的高压和低压电力系统。它的潮流计算算法支持多电源输入的潮流定义,多源环网系统管理</p> <p>技术要求: 1. 测试电压: DC 500V/1000V; 2. 测量范围: 1MΩ ~ 2000MΩ; 3. 数字显示; 4. 内置可充电电池; 5. 可交直两种供电</p>	套	1	是/可	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
4	光伏智能安规综合分析仪	<p>主要功能: 用于光伏组件、逆变器、开关电源等各类具有交直流输入和输出特点,具有智能化、高速度、高精度的特点,功能包括交(直)流耐压、绝缘电阻、交(直)流接地测试,以及电弧侦测、开短路侦测、触电防护等多种功能组合</p> <p>技术要求: 1. 操作接口:安卓系统; 2. 直流耐压:10KVdc/20mA; 3. 绝缘电阻:10kVdc/50GΩ; 3. 直流接地:40Adc/600mΩ; 4. 交流接地:无; 5. 尺寸:426*132*520</p>	台	1	是/可	高职本科	
5	智能设故排故系统	<p>主要功能: 根据图纸使用万用表测量查找出具体的故障点,确认故障后进行排故</p> <p>技术要求: 1. 光伏电池组件开路; 2. 光伏电池组件短路; 3. 防雷模块损坏; 4. 逆变器无直流输入; 5. 光伏逆变器通信故障,智能仪表通信故障</p>	套	1	是/可	高职本科	
6	计算机	<p>主要功能: 用于运行光伏仿真运维实训系统、中央控制系统、光伏系统智能电网配电调试平台等软件以及多媒体教学。</p> <p>技术要求: 1. 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</p>	台	41	是/否	高职本科	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011
7	投影仪	<p>主要功能: 多媒体课件演示、视频播放的投影等</p> <p>技术要求: 1. 亮度≥3600 lm; 2. 标准分辨≥1024×768 像素; 3. 对比度: ≥2000: 1</p>	台	1	是/否	高职本科	GB/T 28037—2011

4.2.3.5 光伏发电系统数字化设计设备要求

光伏发电系统数字化设计设备应满足该类专业光伏电站项目前期调研分析、系统设计、设备选型，项目工程量与经济性评估，项目设计变更处理等专业核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.22。

表 4.22 光伏发电系统数字化设计主要设备要求

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	光伏设计计算与能效分析系统	<p>主要功能: 包含所有类型的光伏装置：屋顶、地面电站、渔光互补并网光伏发电系统、独立光伏发电系统、分布式光伏发电系统。能够实现从光伏电站系统的 3D 仿真至可行性研究、收益研究、计算选型及控制文档的生成</p> <p>技术要求: 1. 需内置全球地表日照数据,全球气象站数据; 2. 能够利用软件进行 3D 建筑建模设计, 3D 设备模型设计 (根据 I (V) 曲线对光伏模板和阵列建模, 精确计算附近阴影); 3. 具有 3D 轮廓和布线仿真; 4. 具备产量计算功能,按投资方式计算经济收益; 5. 设置自用率最大化获得投资回报最大化方案支持多种方案优化比较</p>	套	40	否/可	高职本科	
2	光伏应用产品	<p>主要功能: 配备文字和动画展示各种光伏应用产品</p> <p>技术要求: 1. 光伏路灯 (路灯, MPPT 控制器); 2. 光伏车棚; 3. 光伏用逆变器; 4. 光伏用胶体蓄电池; 5. 太阳能充电器</p>	套	1	是/可	高职本科	
3	计算机	<p>主要功能: 用于运行光伏设计计算与能效分析系统等软件 and 多媒体教学</p> <p>技术要求: 1. 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</p>	台	41	是/否	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
4	投影仪	主要功能: 多媒体课件演示、视频播放的投影等 技术要求: 1. 亮度 ≥ 3600 lm; 2. 标准分辨 $\geq 1024 \times 768$ 像素; 3. 对比度: $\geq 2000: 1$	台	1	是/否	高职本科	GB/T 28037—2011

4.2.4 储能装备与储能技术综合实训室

4.2.4.1 储能技术设备要求

储能技术应满足该类专业储能电池制造生产管理、性能测试与比较和安全使用, 储能电池异常情况分析, 储能实验系统组建、调试与运行等专业核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.23

表 4.23 储能技术主要设备要求

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	储能系统实验平台	主要功能: 通过真实模拟设备和虚拟仿真系统, 讲解储能系统构成、工作原理, 模拟不同负荷场景下的储能系统运行过程, 帮助学习储能系统的控制、监测与维护技能 技术要求: 1. 需要配置电源模块、通讯管理模块、智能控制模块、直流负载模块、铅酸蓄电池充放电模块、锂电池充放电模块、超级电容充放电模块、铅酸蓄电池模块、锂电池模块、超级电容模块、上位机、实验台架等; 2. 智能控制模块主要由 PLC、以太网接口 LAN 及接线端子组成, PLC 配置有 18 路输入、12 路输出、继电器型输出、AC220V 供电; 3. 储能系统运行过程与工作场景虚拟仿真系统	套	8	是/可	适用高职本科	

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
2	切片机	主要功能: 对隔膜和极片等进行冲切 技术要求: 1. 冲切压力 MAX: 200kg ; 2. 冲头行程 MAX. 16mm ; 3. 可冲材料 0. 01 ~ 0. 5mm 厚片; 材, 锂电池隔膜和极片均可冲切	台	2	真实装备	高职专科/ 高职本科	
3	小型液压 纽扣电池 封口机	主要功能: 对 CR20 系列纽扣电池进行封装 技术要求: 1. 范围, 直径 $\Phi 5. 0-\Phi 35\text{mm}$ /高度 MAX: 10mm; 2. 封口压力, 不同直径的电池压力 可调; 3. 封口行程 20mm; 4. 纽扣电池封口操作手柄压力小 于 6kg	台	2	真实装备	高职专科/ 高职本科	
4	电化学工 作站测试 系统	主要功能: 对储能电池进行电化性能测试 技术要求: 1. 零阻电流计 2, 3, 4 电极结构; 2. 浮动地线或实地; 3. 最大电位范围: $\pm 10\text{V}$; 4. 最大电流: $\pm 250\text{mA}$ 连续, \pm 350mA 峰值; 5. 测量电流范围: $\pm 10\text{pA}$ 至 \pm 0. 25A, 12 量程; 6. 配备台式计算机一套	台	4	真实装备	高职专科/ 高职本科	
5	充放电测 试系统	主要功能: 对储能电池进行充放电性能测试 技术要求: 1. 1/2/5/10mA-5V; 2. 单元通道: 8 通道, 通道之间完 全独立 (独立编程) 编程工步: 电 流充放电、恒电压充电以及恒功率 放电、恒阻放电、静置等工作模式 限制条件: 时间、电压、电流、容 量, $-\Delta\text{V}$ 等近 20 种保护条件: 过 压、欠压、过流、欠流、过充容量、 过放容量等等编程; 3. 步数: 不限 (不少于 200 步); 4. 供电电源: AC 220V 50Hz; 5. 配备台式计算机一套	台	4	真实装备	高职专科/ 高职本科	

4.2.4.2 储能系统零部件制造与装配设备要求

储能系统零部件制造与装配设备应满足该类专业储能电池、充放电控制器等零部件的生产工艺流程和装配，充放电控制器硬件选型、开发与装配，充放电控制器嵌入式软件、系统软件开发与调试，储能电池、充放电控制器制造异常情况处理等专业核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.24

表 4.24 储能系统零部件制造与装配主要设备要求

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	储能系统零部件制造与装配实训平台	主要功能: 通过真实模拟设备和虚拟仿真系统,讲解储能电池、充放电控制器主要零部件的加工生产与装配工艺,储能电池、充放电控制器制造过程中的常见异常情况及其处理方法 技术要求: 1. 可存放手套; 2. 可进行冲片操作; 3. 可进行封口操作; 4. 可真空烘干; 5. 可进行加热型涂覆; 6. 可进行加热对辊; 7. 可进行超声波焊接; 8. 可进行圆柱电池半自动滚槽	套	1	是/可	高职本科	
2	充放电控制器软件开发调试平台	主要功能: 能够实现系统软件开发与调试 技术要求: 1. 安装有充放电控制器嵌入式软件	套	1	是/可	高职本科	
2	计算机	主要功能: 用于运行充放电控制器嵌入式软件、系统软件开发与调试平台 技术要求: 1. 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	是/否	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
3	投影仪	主要功能: 多媒体课件演示、视频播放的投影等 技术要求: 1. 亮度 ≥ 3600 lm; 2. 标准分辨 $\geq 1024 \times 768$ 像素; 3. 对比度: $\geq 2000: 1$	台	1	是/否	高职本科	GB/T 28037—2011

4.2.4.3 储能系统安装调试设备要求

储能系统安装调试设备应满足该类专业储能电池模块、BMS、预制舱式储能电站安装与调试等专业核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表

4.25

表 4.25 储能系统安装调试主要设备要求

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	储能 DC-AC 双向变流器	主要功能: 调控电力资源, 平衡用电差异, 调剂余缺, 保障电网安全 技术要求: 1. 能够实现微电网正常运行状态下的功率跟踪, 实现电池的充放电管理及指定的微电网与主网的功率交换; 2. 孤岛运行方式下的标准源, 实现各电源间的功率平衡分配, 保证孤岛系统的稳定运行, 提供抗短时冲击能力, 平滑供电, 储能, 消峰填谷; 3. 实现同期并网, 微电网由孤岛转为并网时, 支撑单元能够跟踪主网电压与频率, 带动微电网系统无缝并入主电网; 4. 可根据当地负载对逆变器进行相应的时隙控制, 直流软起功能, 保证储能装置的稳定运行, 恒功率放电和恒流、恒压充电策略; 5. 能够根据微电网控制系统的指令输出有功和无功功率; 6. 能完成由孤岛运行模式向并网运行模式的转换, 转换过程造成的脱网时间 $\leq 20\text{ms}$; 当公共电网掉电或者异常时, 自动切换至孤岛运行模式, 完成由并网运行模式向孤岛运行模式的转换, 该模式转换时间 $\leq 20\text{ms}$	台	1	是/否	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
2	磷酸铁锂电池模组	<p>主要功能: 充放电电源</p> <p>技术要求: 128 组 3.2v-50AH 锂电池模块组成, 一共分为 1 组, 由 128 个电池串联。共 20kWh, 直流电压 400V;</p> <p>1. 单体额定容量: $\geq 3.2V, 50AH$;</p> <p>2. 额定能量: $\geq 160Wh$;</p> <p>3. 工作电压范围: 2.6V-3.6V;</p> <p>4. 充电电压范围: 3.4-3.6V;</p> <p>5. 标准充电电流: 50A;</p> <p>6. 可持续放电电流: 50A;</p> <p>7. 最大负载电流: 55A</p>	组	1	是/否	高职本科	GB/T 36276-2018
3	电池 BMS 管理系统	<p>主要功能: 防止电池出现过度充电和过度放电, 延长电池的使用寿命, 监控电池的状态, 同时将电池组的各种检测数据传输给 PCS</p> <p>技术要求:</p> <p>1. 能检测母线电压、母线电流, 电池组电量等基本信息;</p> <p>2. 有模拟量测量功能;</p> <p>3. 均衡功能: 保证储能电池的一致性, BMS 具有电池模块内部单节电池间的均衡;</p> <p>4. 电池系统运行报警功能;</p> <p>5. 电池系统保护功能: 在电池系统运行时, 如果电池的电压, 电流, 出现超过安全保护门限的紧急情况时, 可切断故障, 保护电池;</p> <p>6. 与 PCS 通讯交互;</p> <p>7. 可以实时显示每块电池的电压, 温度采集等参数;</p> <p>8. 蓄电池组的电气保护: 过压保护、低压保护、过流保护、高温保护</p>	套	1	是/否	高职本科	GB/T 40090-2021
4	超级电容模组	<p>主要功能: 孤岛运行时, 可为系统提供瞬间功率支撑</p> <p>技术要求:</p> <p>1. 容量: 额定容量 $\leq 165 F$, 容量公差 10%;</p> <p>2. 电压: 额定电压 $\leq 48 V_{DC}$, 浪涌电压 $52 V_{DC}$, 最高串联电压 $750 V_{DC}$;</p> <p>3. 内阻: 等效内阻 $6.5m\Omega$;</p> <p>4. 温度: 工作温度范围 $-40-65^{\circ}C$;</p> <p>5. 寿命: $65^{\circ}C$, 额定电压下, 工作 $\geq 1500 h$ 后, 容量变化 $< 20\%$;</p> <p>6. 电流: 漏电流 $\leq 5.2mA$, 最大连续电流 $\leq 50A$</p>	组	1	是/否	高职本科	
5	双向 DC-DC 变流器	<p>主要功能: 将磷酸铁锂电池组和超级电容组的直流电进行升/降压, 使其接入到 400V~800V 直流母线上, 实现能量的双向流动, 完成储能系统的充放电</p> <p>技术要求:</p> <p>1. 各种参数及信号全部数字化处理运行;</p> <p>2. 能工作于恒流、恒压、MPPT 和压控电光源等多种工作模式, 并可在线快速频繁地切换工作模式;</p> <p>3. 模块带有液晶屏显示, 可实时显示各种参数;</p> <p>4. 带 RS485 串口通信功能, 遵循 MODBUS-RTU 协议;</p> <p>5. 各种异常情况保护功能: 带有过压, 过流, 过热, 短路保护功能, 故障撤销后自动恢复工作</p>	台	1	是/否	高职本科	

4.2.4.4 储能系统智能运维管理实训室设备要求

储能系统智能运维管理设备应满足该类专业储能电站安全文明生产情况检查与分析，设备保养与现场调试，电站状态监测与异常情况分析、处理，工作票和操作票制定，检修计划制定等专业核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.26

表 4.26 储能系统智能运维管理主要设备要求

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	储能系统智能运维管理实训平台	<p>主要功能: 通过真实模拟设备和虚拟仿真系统，讲解学习储能电站安全规范、运行状态监测、设备投运和保养、无人巡检、工作票和操作票编制和执行、紧急事故处理方案等运维知识</p> <p>技术要求: 1. 储能电池舱:内部包含多个电池柜放置连接成组的蓄电池; 2. 变流器舱:包含 PCS 变流器与变流器控制柜; 3. 汇流舱:将各个电池舱逆变的电能汇集到 10kV 母线; 4. 智能总控舱:放置继电保护装置与通信设备等,负责全站的信息采集与汇总并与调度中心联系; 5. 变压器:负责储能电站 10kV 母线与 35kV 电网侧进行电压等级变换; 6. SVG 设备:无功补偿设备,提高电能质量; 7. 监控舱:包含监控后台,可监测报警信息,站内各开关的状态</p>	套	8	是/可	高职本科	
2	计算机	<p>主要功能: 用于多媒体教学</p> <p>技术要求: 1. 正版操作系统; 2. 内存 ≥ 8 GB; 3. 显示器 ≥ 23 寸; 4. 硬盘 ≥ 1 TB HDD; 5. 显卡 ≥ 2 GB 独立显卡</p>	台	41	是/否	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
3	投影仪	主要功能: 多媒体课件演示、视频播放的投影等 技术要求: 1. 亮度 ≥ 3600 lm; 2. 标准分辨 $\geq 1024 \times 768$ 像素; 3. 对比度: $\geq 2000: 1$	台	1	是/否	高职本科	GB/T 28037—2011

4.2.4.5 储能系统数字化设计设备要求

储能系统数字化设计设备应满足该类专业储能电站项目前期调研分析、系统设计、设备选型，项目工程量与经济性评估，项目设计变更处理等专业核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.27

表 4.27 储能系统数字化设计主要设备要求

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	储能系统数字化设计实训室平台	主要功能: 学习储能电站前期调研、勘测与业主需求分析相关知识,学习系统选型、容量设计、BMS 选型相关知识,学习工程量、预算和效益计算方法等知识 技术要求: 1. 根据系统选型确定系统性能; 2. 储能电站项目经济性计算	套	1	是/可	高职本科	
2	计算机	主要功能: 用于多媒体教学 技术要求: 1. 正版操作系统; 2. 内存 ≥ 8 GB; 3. 显示器 ≥ 23 寸; 4. 硬盘 ≥ 1 TB HDD; 5. 显卡 ≥ 2 GB 独立显卡	台	41	是/否	高职本科	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011
3	投影仪	主要功能: 多媒体课件演示、视频播放的投影等 技术要求: 1. 亮度 ≥ 3600 lm; 2. 标准分辨 $\geq 1024 \times 768$ 像素; 3. 对比度: $\geq 2000: 1$	台	1	是/否	高职本科	GB/T 28037—2011

4.2.4.6 制氢实训室设备要求

制氢实训室应满足该专业核心能力的培养培训要求。制氢主要设备要求见表 4.28

表 4.28 制氢实训室主要设备要求

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	碱性电解水制氢设备	主要功能: 碱性电解水制取氢气 技术要求: 1. 电源: 220V 交流电; 2. 功率: 2.1kW; 3. 产氢速率: 3000ml/min; 4. 接氢气排空	台	2	是/否	高职专科	
2	PEM 电解水制氢设备	主要功能: 纯水电解制取氢气 技术要求: 1. 电源: 380V, 三相交流电; 2. 功率: 5kW; 3. 产氢速率: 300ml/min	台	2	是/否	高职专科	
3	纯水机	主要功能: 提供电解用原料水 技术要求: 1. 电源: 220V 交流电; 2. 功率: 30W; 3. 接自来水	台	2	是/否	高职专科	
4	制氢实训台架	主要功能: 直观展示电解水制氢过程和电解水制氢设备内部关键部件 技术要求: 1. 电源: 220V 交流电; 2. 接氢气排空; 3. 产氢速率: 300ml/min	台	5	是/否	高职专科	
5	氢气报警器	主要功能: 制氢过程氢气浓度安全监测 技术要求: 1. 电源: 220V 交流电; 2. 催化燃烧型	台	13	是/否	高职专科	
6	人体静电消除桩	主要功能: 消除人体静电 技术要求: 1. 直径 90*1100mm; 2. 主体: 采用 304 不锈钢; 3. 球体: 采用亚导电防爆 PE 材质; 4. 指示灯提示; 5. 含 3 米接地导线, 5 米弹簧线	件	1	是/否	高职专科	

4.2.4.7 燃料电池实训室主要设备要求

燃料电池实训室主要设备要求应满足专业燃料电池发电系统热管理和水管理、燃料电池堆特性曲线、燃料电池堆性能优化、燃料电池堆性能评价的培养培训要求。主要设备要求见表 4.29。

表 4.29 燃料电池实训室主要设备要求

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	实验台	主要功能: 实训操作平台 技术要求: 1. 防静电台面	米	8	是/否	高职专科	
2	燃料电池实训台架	主要功能: 直观展示燃料电池工作原理及内部关键部件 技术要求: 1. 电源: 220V 交流电; 2. 氢气用量: 65L/min; 3. 尺寸: 1800 × 1600 × 1700mm; 4. 空气由空压机提供; 5. 接氢气排空	台	5	是/否	高职专科	
3	燃料电池测试仪	主要功能: 燃料电池性能测试 技术要求: 1. 电源: 380V 交流电; 2. 氢气流速: 0.8 ~ 80L/min; 3. 去离子水: 60L/min; 4. 尺寸: 2500 × 2200 × 3000mm; 5. 接氮气吹扫, 1 ~ 50L/min; 6. 功率: 50kW	台	1	是/否	高职专科	
4	电化学工作站	主要功能: 燃料电池性能测试过程参数设置、数据分析 技术要求: 1. 多通道; 2. 槽压: $\geq \pm 20V$; 3. 电位测量范围: $\geq \pm 10V$; 4. 最大输出电流: $\geq \pm 10A$, 最小电流: $\leq 1nA$; 5. 电流精度: $\geq \pm 0.2\%$	台	5	是/否	高职专科	

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	电子负载	主要功能: 作为负载使用 技术要求: 1. 电源: 220V 交流电; 2. 功率: 3kW	个	1	是/否	高职专科	
6	人体静电消除桩	主要功能: 消除人体静电 技术要求: 1. 直径 90×110mm; 2. 主体: 采用 304 不锈钢; 3. 球体: 采用亚导电防爆 PE 材质; 4. 指示灯提示; 5. 含 3 米接地导线, 5 米弹簧线	件	1	是/否	高职专科	
7	点胶机	主要功能: 电池组装黏合双极板和膜电极 技术要求: 1. 加工范围: 400/400/100mm; 2. 最大负载: 10 kg / 5 kg; 3. 重复精度: ±0.01 mm	台	1	是/否	高职专科	
8	组装压机	主要功能: 燃料电池组装加压 技术要求: 1. 压机类型: 三板四柱式; 2. 工作方式: 手轮; 3. 压力范围: ≥600KG; 4. 有效行程: ≥250mm; 5. 压板平行度: <0.5mm	台	1	是/否	高职专科	
9	气动压力机	主要功能: 单电池封装 技术要求: 1. 压机类型: 三板四柱式; 2. 工作方式: 气动; 3. 气源压力: 0.7MPa; 4. 压力范围: ≥3500kg; 5. 有效行程: ≥100mm; 6. 工作有效尺寸: 350×350 mm; 7. 压板平行度: <0.5mm	台	1	是/否	高职专科	
10	封边机	主要功能: 电池组装膜电极封边 技术要求: 1. 电源: 220V 交流电; 2. 功率: 600W; 3. 过塑宽度: 330mm; 4. 过膜速度: 500mm/min; 5. 预热时间: 3~5min; 6. 反转功能: 有	台	1	是/否	高职专科	

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
11	气密测试仪	主要功能: 单电池气密性测试 技术要求: 1. 气源: 高纯氮气; 2. 流量精度: $\pm 2\%$; 3. 压力精度: $\pm 1.5\%$; 4. 流量量程: 30L/H	台	1	是/否	高职专科	
12	金属双极板风冷电堆(带系统)	主要功能: 电堆性能测试用产品 技术要求: 1. 接 99.99%高纯氢源; 2. 氢气进口压力 1bar; 3. 工作温度: $0^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$; 4. 工作湿度: 30%~90%; 5. 燃料效率: $\geq 42\%$	个	1	是/否	高职专科	
13	石墨双极板风冷电堆(带系统)	主要功能: 电堆性能测试用产品 技术要求: 1. 接 99.99%高纯氢源; 2. 氢气进口压力 1bar	个	1	是/否	高职专科	
14	石墨双极板水冷电堆(裸堆)	主要功能: 水冷堆实物展示 技术要求: 功率: 10kW	个	1	是/否	高职专科	
15	氢气报警器	主要功能: 氢气浓度安全监测 技术要求: 1. 电源: 220V 交流电; 2. 催化燃烧型	个	8	是/否	高职专科	
16	金属双极板	主要功能: 质子交换膜燃料电池关键部件实物展示 技术要求: 带流场结构	个	5	是/否	高职专科	
17	石墨双极板	主要功能: 质子交换膜燃料电池关键部件实物展示 技术要求: 带流场结构	个	5	是/否	高职专科	

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
18	膜电极	主要功能: 质子交换膜燃料电池关键部件实物展示 技术要求: 1. 尺寸: $50 \times 50 \times 0.027\text{mm}$; 2. 质子交换膜厚度: 0.012mm ; 3. 铂含量: An $0.1\text{mg}/\text{cm}^2$ 、Ca $0.3\text{mg}/\text{cm}^2$; 4. 功率密度: $\geq 1\text{W}/\text{cm}^2$	片	5	是/否	高职专科	
19	碳纸	主要功能: 质子交换膜燃料电池关键部件实物展示 技术要求: 1. 厚度: 220V 交流电; 2. 尺寸: $100 \times 100 \times 0.25\text{mm}$; 3. 电阻率: $\leq 10\text{m}\Omega \cdot \text{cm}^2$; 4. PTFE 含量: $10 \pm 5\%$; 5. 气体渗透性: $2.0 \pm 1\text{cc}/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$	片	5	是/否	高职专科	
20	催化剂	主要功能: 质子交换膜燃料电池关键部件实物展示 技术要求: 1. 系列: Pt/C; 2. 性状: 黑色粉末; 3. 铂含量: 40%; 4. 铂粒子粒径: $1.5\text{--}3.5\text{nm}$; 5. 电化学活性面积: $60\text{--}110\text{m}^2/\text{gPt}$; 6. 比质量活性: $\geq 0.2\text{A}/\text{mg}@0.9\text{V}$	克	10	是/否	高职专科	
21	自吸式 PEM 燃料电池堆	主要功能: 将氢瓶供给的氢气转换成电能, 供负载使用 技术要求: 1. 电池功率: $\geq 50\text{W}$; 2. 开路电压为 $15 \sim 30\text{V}$; 3. 工作电压为 11V 时, 电流为 4.15A , 电池温度为 41.5°C ; 5. 风机电压 $\geq 10.5\text{V}$; 6. 尾气排放阀排气间隔为 12 秒, 每次排气时间为 0.3 秒; 7. 安装要注意通风, 确保空气顺畅流通, 有助与反应空气的吸入和电池	套	1	是/否	高职专科	

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
22	金属氢化物氢瓶及其组件	主要功能: 给燃料电池供应燃料 技术要求: 1. 贮氢容量 (20℃): ≥10L; 2. 放氢流速 (20℃): >10L/min; 3. 放氢压力 (20℃): ≥0.3MPa; 4. 使用环境温度: 0~60℃; 5. 产品氢纯度: 99.99% ~ 99.9999%; 6. 原料氢: ≥98% (普通工业氢); 7. 充氢压力: 2.0~3.0MPa; 8. 充氢环境温度: 0~40℃; 9. 热交换方式: 空气自然对流或强制对流	套	1	是/否	高职专科	GB 4962-85
23	高纯氢气发生器	主要功能: 产生氢气 技术要求: 1. 输出流量: 0~300ml/min; 2. 功率: ≥150W; 3. 输出压力: 0~0.4 MPa; 4. 电源电压: 交流 220V ± 10%; 50Hz ± 5%; 5. 工作条件: 温度: 5~42℃ 相对湿度: ≤85%	套	1	是/否	高职专科	
24	仪表	主要功能: 系统电流、电压、温度、时间监测 技术要求: 1. 电流表: 2个电流表, 量程和误差分别为 AC 5A 和 DC 20A ± 0.2%; 2. 电压表: 2个电压表, 量程和误差分别为 AC 500V 和 DC 50V ± 0.2%; 3. 计时器: 1个计时器, 量程为 100 小时; 4. 温度表: 有 1 个温度表, 量程和误差分别是 -19.9~99.9℃ 和 ±1%	套	1	是/否	高职专科	
25	紧急停止开关和漏电保护器	主要功能: 保护教学平台的重要部件, 避免一些由于人为的操作失误而导致的重大事故的发生 技术要求: 在电源前端重要部件前加入了紧急停止开关和漏电保护开关	套	1	是/否	高职专科	

4.2.4.8 氢储运实训室设备要求

表 4.30 氢储运实训室主要设备要求

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	三型储氢瓶（完整）	主要功能： 高压储氢容器认识 技术要求： 1. 35MPa； 2. 容积 9L	个	1	是/否	高职专科	
2	三型储氢瓶（剖开）	主要功能： 高压储氢容器内部结构认识 技术要求： 可完整展示储氢瓶内部结构	个	1	是/否	高职专科	
3	四型储氢瓶（完整）	主要功能： 高压储氢容器认识 技术要求： 1. 35MPa； 2. 容积 9L	个	1	是/否	高职专科	
4	四型储氢瓶（剖开）	主要功能： 高压储氢容器内部结构认识 技术要求： 可完整展示储氢瓶内部结构	个	1	是/否	高职专科	
5	碳纤维	主要功能： 储氢关键材料实物展示 技术要求： T700、T800	份	2	是/否	高职专科	T700和T800碳纤维材料各一份
6	氢瓶内胆材料	主要功能： 储氢关键材料实物展示 技术要求： 6061 铝合金材料和聚乙烯塑料材料	份	2	是/否	高职专科	6061 铝合金材料和聚乙烯塑料材料各一份
7	瓶口阀组	主要功能： 储氢瓶控制阀门组件结构认识 技术要求： 35MPa	套	1	是/否	高职专科	
8	机车阀组	主要功能： 机车阀组结构认识 技术要求： 35MPa	套	1	是/否	高职专科	
9	高压加氢枪	主要功能： 加氢枪结构认识 技术要求： 工作压力：35MPa	个	1	是/否	高职专科	

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	氢气压缩机	主要功能: 氢气加压 技术要求: 1. 电源: 380V; 2. 功率: 3kW	台	1	是/否	高职专科	
11	多媒体教学设备	主要功能: 播放数字资源 技术要求: 1. 智慧黑板; 2. 一体机; 3. 投影仪	台	1	是/否	高职专科	

4.2.4.9 加氢实训室设备要求

表 4.31 加氢实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
1	集成槽式运输车模型	主要功能: 集成槽式运输车结构认识 技术要求: 根据实物大小按比例制作	台	1	是/可	高职专科	
2	卸气柱模型	主要功能: 卸气柱结构认识 技术要求: 根据实物大小按比例制作	台	1	是/可	高职专科	
3	氢气储罐模型	主要功能: 加氢站储氢罐结构认识 技术要求: 根据实物大小按比例制作	个	1	是/可	高职专科	
4	压缩机模型	主要功能: 加氢站压缩机结构认识 技术要求: 根据实物大小按比例制作	台	1	是/可	高职专科	
5	加氢机模型	主要功能: 加氢机结构认识 技术要求: 根据实物大小按比例制作	台	1	是/可	高职专科	

4.2.4.10 氢安全实训室设备要求

表 4.32 氢安全实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真环境	适用层次	备注
1	氢传感器	主要功能: 氢传感器结构认识 技术要求: 1. 测量范围: 0.1%~10%; 2. 工作温度: -30~80℃; 3. 响应时间: <1s; 4. 准确性: 误差小于满量程的 5%; 5. 气体环境: 相对湿度 10%~98% 的空气环境	台	1	是/否	高职专科	
2	氢报警器	主要功能: 氢报警器结构认识 技术要求: 1. 电源: 220V 交流电; 2. 催化燃料型	台	1	是/否	高职专科	
3	防静电服	主要功能: 实训安全防护服 技术要求: 包括防静电帽、防静电鞋	套	1	是/否	高职专科	
4	灭火器	主要功能: 氢安全事故应急处理练习 技术要求: 1. 手提式干粉灭火器; 2. 重量 4kg	台	5	是/否	高职专科	
5	防火毡	主要功能: 氢安全事故应急处理练习 技术要求: 1. 规格尺寸: 1200×1200mm	台	5	是/否	高职专科	
6	多媒体教学设备	主要功能: 播放数字资源 技术要求: 需包含: 智慧黑板、一体机、投影仪	台	1	是/否	高职专科	

4.2.4.11 电厂环境保护设备要求

表 4.33 环境保护设备要求

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	生活污水处理系统	<p>主要功能:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能通水或加药演示各处理单元的作用过程; 2. 能通水开展生活污水处理系统的调试运行; 3. 能培养活性污泥; 4. 能进行污泥脱水; 5. 系统最终出水达到排放标准 <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 涵盖典型生活污水处理系统的物理、生化、化学处理单元; 2. 具有自动控制系统 	套	1	是/可	中职、高职 专科、高职 本科	GB 21748—2008 GB 14050—2016
2	工业废水处理系统	<p>主要功能:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能够通水或加药演示各处理单元的作用过程; 2. 能通水开展典型工业废水处理系统的调试运行; 3. 系统最终出水达到相应排放标准 <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 涵盖典型工业废水处理系统的物理、化学处理单元(氧化、还原、混凝沉淀、气浮等); 2. 具有自动控制系统 	套	1	是/可	中职、高职 专科、高职 本科	GB 21748—2008 GB 14050—2016
3	布袋除尘器	<p>主要功能:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能进行滤袋的拆装; 2. 能检测除尘前后的粉尘浓度, 测定其设备的除尘效率; 3. 能进行袋式除尘器构造与机理的认知 <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 电源电压: 220 V/380 V 三相四线制功率 1200 W; 2. 气体流动动力装置布置宜采用负压式; 3. 除尘效率: 98%及以上, 气体含尘浓度: 8~30 mg/m³; 4. 设备阻力低于 1200 Pa 	套	2	是/可	中职、高职 专科、高职 本科	(填写样例) GB 新能源发电工程类 50034—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
4	静电除尘器	主要功能: 1. 能进行电除尘器的开机运行和关机; 2. 能进行电除尘器主要部件的安装 技术要求: 1. 额定供电电源: 三相 380 V AC , 50 Hz; 2. 额定输入电流: 0~5 A; 3. 工作调整电压: 0~220 V AC; 4. 额定输出直流高压: 0~20 kV DC; 5. 额定输出直流电流: 0~15 mA DC	套	2	是/可	中职、高职 专科、高职 本科	
5	吸收法处理二氧化硫装置	主要功能: 1. 能完成吸收碱液的制备; 2. 能进行二氧化硫吸收实训 技术要求: 1. 常温、常压下运行; 2. 电源电压: AC 220 V; 3. 装置密闭性好	套	2	是/可	中职、高职 专科、高职 本科	
6	活性炭吸附有机废气装置	主要功能: 能开展活性炭吸附有机废气实训 技术要求: 1. 常温、常压下运行; 2. 装置密闭性好; 3. 活性炭便于更换	套	2	是/可	中职、高职 专科、高职 本科	
7	固体废物填埋模型	主要功能: 1. 能进行卫生填埋场或安全填埋场构造和防渗系统的认知; 2. 能进行填埋场防渗层模拟铺设实训 技术要求: 1. 根据功能特点选择合适的模型材料; 2. 模型按功能分区: 填埋区、封场区、在建区、沼气收集利用区、渗滤液收集处理区等; 3. 防渗系统能清晰展示其构造及主要防渗衬层; 4. 配置透明有机玻璃箱, 规格满足模拟防渗层铺设高度需求	套	1	是/可	中职、高职 专科、高职 本科	
8	生活垃圾焚烧模拟装置	主要功能: 1. 用于了解生活垃圾焚烧炉的结构和特点; 2. 能进行生活垃圾焚烧模拟实训 技术要求: 模拟装置包括焚烧炉(机械炉排炉或流化床等)、鼓风机设备和温控设备等	套	1	是/可	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
9	固体废物预处理模型(破碎和分选设备模型)	主要功能: 1. 用于了解预处理设备的结构和特点; 2. 能进行固体废物破碎、分选模拟实训 技术要求: 根据实际情况选择破碎、分选设备的类型	套	1	是/可	中职、高职专科、高职本科	

4.2.5 智能充换电与能源计量检测实训室实训室主要设备要求

4.2.5.1 能源计量和能源检测设备要求

能源计量和能源检测设备应满足工业节能技术专业流体、压力、光照、温度、电能等能源计量和能源检测核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.34

表 4.34 能源计量和能源检测实训室主要设备要求

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	便携式超声波流量计	主要功能: 测试各种流体流量 技术要求: 1、测量精度 $\pm 1\%R$, 流速 $> 0.2m/s$; 2、外夹式/支架式安装; 3、信号输出 $4 \sim 20mA$ 输出; 4、工作电源: 220V 供电	台	4	是/否	高职专科、高职本科	
2	照度计	主要功能: 进行照度测试 技术要求: 1. 测量范围: $1 \sim 200000Lux$; 2. 测量精度: $\pm 3Lux$; 2. 操作温度: $0^{\circ}C \sim 50^{\circ}C$; 3. 取样频率: 2 次/秒; 4. 电池类型: 2AAA 电池	台	5	是/否	高职专科、高职本科	JJG245-2005
3	温湿度仪	主要功能: 测量温度、湿度 技术要求: 1. 可以同时测量温度、湿度; 2. 测量范围: 相对湿度 $10\% \sim 95\%$	台	5	是/否	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
4	钳形电流表	主要功能: 电流检测 技术要求: 1. 数字式, 含交流电压、交流电流、电阻等检测功能; 2. 最大量程: 电压 600V, 电流 200A	台	5	是/否	高职专科、 高职本科	
5	电能质量分析仪	主要功能: 进行电力运行中的谐波分析及功率品质分析 技术要求: 1、工作温度: $-10^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$; 2、电压范围: 100V ~ 600V; 3、功耗: 最大 40VA; 4、输入数量: 4 路输入	台	1	是/否	高职专科、 高职本科	
6	热电偶校验仪	主要功能: 热电偶校验 技术要求: 1. 输入电源: 单相 AC220V $\pm 10\%$ 50Hz; 2. 工作环境: 温度 $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ 检定温度范围: 热电偶 $100^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$; 3. 检定热电偶: 工作用热电偶: K、E、J、N、T 型; 4. 安全保护: 具有接地保护、漏电保护功能, 安全符合国家标准	台	5	是/否	高职专科、 高职本科	
7	流量检定装置	主要功能: 流量计检定 技术要求: 1、装置准确度等级: 静态质量法 0.2 级; 标准表法 0.5 级; 2、流量范围: 12 ~ 9000L/h; 3、工作压力: 0.2 ~ 0.5MPa; 4、工作温度: 常温; 5、气源压力: 0.4 ~ 0.6Mpa; 6、工作介质: 清洁水; 7、装置自动化: 由计算机自动控制, 对数据自动采集、计算、判断、打印、保存和查询	台	1	是/否	高职专科、 高职本科	

4.2.5.2 智能充换电设备要求

智能充换电设备应满足该类专业交流充电桩和直流充电桩的拆卸与安装能力、能依据充电装置工作原理以及充电桩(站)的通信技术地完成充

电桩的安装、调试以及充电桩的维护和故障处理，具备高压安全防护、对充电设施及充电系统维护与故障排除的能力等专业核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.35

表 4.35 智能充换电主要设备要求

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	交流充电桩电站	<p>主要功能: 各种不同功率的交流充电桩,交流充电桩内部结构的安装与维修,交流充电桩的操作与应用</p> <p>技术要求: 1. 测试电压: AC 220V/380V; 2. 输出功率: 7KW-110KW; 3. 数字显示; 4. 远程监控</p>	套	10	是/否	高职专科	GB/T 34657
2	直流充电桩电站	<p>主要功能: 各种不同功率的直流充电桩,直流充电桩内部结构的安装与维修,直流充电桩的操作与应用</p> <p>技术要求: 1. 测试电压: AC 220V/380V; 2. 输出功率: 30kW-200kW; 3. 输出电压: 200-2000VDC; 4. 数字显示; 5. 远程监控</p>	套	10	是/否	高职专科	GB/T 20234.3—2015
3	交直流充电桩测试仪器	<p>主要功能: 充电接口实时监控,包括充电电压、CC1 连接状况等;充电机的充电过程监控及故障检测;BMS 充电需求参数动态设置</p> <p>技术要求: 1. 电源: 三相四线制 380V; 2. 输入端口: 枪座(DC1000V 250A) 2PCS; 3. 负载功率: 200KW</p>	套	10	是/否	高职专科	
4	新能源电动汽车	<p>主要功能: 具有蓄电池及配套充电部件,能够完成交直流充电功能,控制器、BMS 管理器、功率变化器等拆装功能</p> <p>技术要求: 1. 输入电压: 220V、380V</p>	辆	5	是/否	高职专科	

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	充电桩综合实训设备;	主要功能: 可开展充电桩使用操作实训 技术要求: 具有充电桩安装基础技术,对充电技术、通信技术有较高认识,能依据充电装置工作原理以及充电桩(站)的通信技术完成充电桩的安装、调试以及充电桩的维护和故障处理,具备高压安全防护、对充电设施及充电系统维护与故障排除的能力	台	5	是/否	高职专科	JJG 1148-2018, NB/T 33002-2018
6	光伏充电站	主要功能: 统采用三层控制架构,风光互补发电系统总体输出功率 50kW,储能阵列最大储能达到 150kW/60kWh,充电站充电桩总体输出功率达到 120kW 技术要求: 150kW 逆变器的交流侧并联接入 220V 的交流母线上,直流侧并联接入 216V 的双向 DC/DC 变换器,50kW DC/DC 变换器高压侧接入逆变器的直流端	个	2	是/否	高职专科	

4.2.5.3 新能源电源变换实训室设备要求

新能源电源变换设备应满足该类专业熟悉新能源发电类型、理解储能系统构成,完成光伏电源变换器件的识别与检测、光伏电源整流器的安装与调试、光伏直流变换器的安装与调试、智能离网微逆变系统的安装与调试的培训要求。主要设备见表 4.36

表 4.36 新能源电源变换主要设备要求

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	光伏发电系统	主要功能: 提供微电网直流电源,可根据微电网需求调整直流电压和直流电流,为微电网完成能量管理和调度,实现微电网正常运行 系统参数: (1)太阳能电池板组件:	套	4	是/可	高职专科	

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
1	光伏发电系统	<p>额定功率：20W；额定电压：17.2V； 额定电流：1.17A；开路电压：21.4V； 短路电流：1.27A；尺寸：430×430×28mm；</p> <p>(2) 固定支架：材质为铝合金，壁厚不低于1.5mm，颜色为银白色，通过不锈钢螺栓固定，可拆卸；</p> <p>(3) 防反二极管，通断电流不小于1.27A，电压不低于21.4V；</p> <p>(4) 直流电缆：直流电压等级不低于90V，电缆载流量不低于DC 6A，直流电缆需防潮、防暴晒、耐寒、耐热、抗紫外线等，光伏直流的损耗不能超过2%；</p> <p>(5) 工具：电烙铁30s快速升温焊接，可调控温度，额定电压：AC220V；额定频率：50Hz；额定功率：60W；配套有线径0.8mm焊锡丝，电烙铁固定支架、松香膏。7寸多功能剥线钳，1.5mm~6mm 7件套球头加长内六角扳手</p>	套	4	是/可	高职专科	
2	能源存储及管理系统	<p>主要功能： 可进行能量管理、储能、汇流、控制、电压与电流测量等功能</p> <p>技术要求：</p> <p>(1) PLC及扩展模块：12点数字量输入；8点数字量输出；2模拟量输入；支持Profinet、I/O通讯；</p> <p>(2) 能量管理系统：直流电压采集模块、直流电流采集模块、温度采集模块、MOSFET驱动模块、继电器驱动模块、通信模块、LCD人机对话模块、CPU模块、控制主电路单元；</p> <p>(3) 蓄电池（阀控密封式铅酸蓄电池）主要参数：容量：12V 18Ah/20HR；重量：19kg；尺寸：345×195×20mm；</p> <p>(4) 直流电压表：电压测量范围：DC0-100V；电压测量精度：0.2级；</p> <p>(5) 直流电流表：电流测量范围：0-10A；电流测量精度：0.2级；</p> <p>(6) 断路器：直流2P断路器，额定电流不低于10A；</p> <p>(7) 可调电阻：单圈1K-100K；</p> <p>能量转换控制存储系统是将太阳能电池板发出的电量提供给直流负载或存储到蓄电池中，并且可以输送给逆变器使用。该系统具有温度检测、充、放电检测、PWM脉宽调制、最大功率点跟踪（MPPT）功能以及过冲、过放等保护功能</p>	套	4	是/可	高职专科	

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	Buck-Boost 系统搭建及检测	<p>主要功能: 可进行 BUCK-BOOST 电路调试与测试</p> <p>技术要求: (1) 输出电压为负电压; (2) 输出电压的大小可高于或低于输入电压; (3) 输入端与输出端的电流波形都是脉波形式</p>	套	8	是/可	高职专科	
4	智能离网逆变系统	<p>主要功能: 离网逆变负载系统由母线单元、直流单元、断路器、交流单元、交流互感器、变压器单元、电源组件、直流电压采集模块、交流电压采集模块、交流电流采集模块、IGBT 驱动模块、继电器驱动模块、LCD 人机对话模块、通信模块、CPU 模块、逆变器主电路模块、频率采集模块、直流电压表、直流电流表、交流电压表、交流电流表、交流谐波表、交流负载和端子排等组成</p> <p>技术要求: 该系统将太阳能电池方阵产生的直流电或蓄电池释放的直流电通过逆变器进行 SPWM 调制, 逆变为单相 220V 交流电, 供交流负载使用。系统具有输入过、欠压保护, 输出过载、短路保护, 过热保护等功能。具有逆变输出的电压幅度、频率、功率因数、谐波检测和调整功能</p>	套	4	是/可	高职专科	
5	微网监控系统	<p>主要功能: 监控系统主要完成显示充电电压、充电电流、功率、运行状态; 显示蓄电池电压、蓄电池放电电流、蓄电池放电功率、蓄电池运行状态; 显示负载电压、负载电流、负载功率、负载状态; 显示当前温度、温度补偿系数等; 各种参数保护、实时数据显示与处理、详细事故记录、报警参数设定、对用户权限管理、密码登录等</p> <p>技术要求: (1) 系统应做到能够高效稳定地运行, 具备数据备份和恢复功能; (2) 具备串口、以太网等方式与远程现场设备进行通讯, 实现对设备数据的采集; (3) 具备对采集来的数据进行一些运算处理, 并提供报警、历史数据存储、统计等功能; (4) 能提供丰富的二次开发工具, 可组态的配置环境, 通过与实时数据库的交互, 实现对现场设备的监控; (5) 具备编译及运算引擎, 应用程序、数据改变、条件、自定义函数等多事件脚本; (6) 多语言资源在线切换, 支持中、英等多种语言资源包; (7) 支持使用环境, 支持 Window10 等主流操作系统上运行</p>	套	4	是/可	高职专科	

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
6	并网逆变安调及测试平台	<p>主要功能: 并网逆变器由直流供电侧, 控制电路、直流电压表、直流电流表、低压线路保护器、电流互感器、交流电压表、交流电流表、交流功率表、测试段子等组成; 主要实现不同时段, 或者不同装机容量下, 光伏逆变器的输出功率, 转换效率、发电量等情况, 可以通过并网逆变器进行实时监控运行状态</p> <p>技术要求: (1) 并网逆变器: 最大允许输入功率不低于 3kW; 最大输入电压: 600V; 额定输入电压: 330V 启动电压: 120V; MPPT 电压范围: 90-520V; 最大输入电流: 11A; 最大输入短路电流: 17.2A; MPPT 数量/最大输入组串路数: 2/2; 额定电网电压: 1/N/PE, 220V; 额定电网频率: 50Hz; 额定电网输出电流: 18.2A; 最大输出电流: 21.0A; 功率因素: >0.99 (0.8 超前 ... 0.8 滞后); 总电流谐波畸变率: <3%; 最大效率: 98.1%; 中国效率: 97.3%; 具备交流短路保护; 具备交流输出过电流保护; 具备浪涌保护; 具备电网监测; 具备孤岛保护; 具备温度保护; 具备集成直流开关; 工作环境湿度: 0~100%; 工作环境温度: -25~60℃; 防护等级: IP65; 冷却方式: 自然冷却; 最高工作海拔: 4000m; 并网标准: NB/T 32004; 安规 /EMC 标准: IEC 62109-1/-2, IEC 61000-6-2/-3, NB/T 32004; 直流端口: MC4 连接器; 交流端口: 快速连接器; 显示屏: LCD; 通讯方式: RS485、GPRS;</p> (2) 直流电压表: 电压测量范围: DC0~100V; 电压测量精度: 0.2 级; (3) 直流电流表: 电流测量范围: 0~10A; 电流测量精度: 0.2 级; (4) 低压线路保护器: 测量参数: 电流、电压、功率、功率因素、频率、电能监测; 过流保护; 欠压保护; 过压保护; 零序保护、断相保护、联动保护、不平衡保护; 通讯接口: RS485/Modbus-RTU 通讯; 开关量输入: 5 路; 继电器输出: 4 路; (5) 交流电压表: 电压测量范围: AC70-500V; 电压测量精度: 0.2 级; (6) 交流电流表: 电流测量范围: 0~30A; 电流测量精度: 0.2 级	套	4	是/可	高职专科	

4.2.6 多能互补发电综合实训室主要设备要求

4.2.6.1 风光互补发电系统安装与调试设备要求

风光互补发电系统安装与调试设备应满足该类专业模拟光源跟踪装置调试、风能装置调试、模拟能源系统控制、能源转换储存系统控制、并网逆变控制系统和能源监控管理等专业核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.37

表 4.37 风光互补发电系统安装与调试主要设备要求

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	风光互补发电系统安装与调试实训装置	<p>主要功能: 可进行风光互补发电系统安装、调试技能训练等的实训教学内容</p> <p>技术要求: 1. 输入电压: ~ 380V@50Hz; 2. 装置容量: < 3kVA; 3. 太阳能电池板: 20W*4, 调节高度: 300mm; 4. 模拟光源功率: 1000W; 5. 风力发电机: 额定功率: 300W; 6. 蓄电池容量: 12V/24Ah*4。 7. 并网逆变器额定输出电压: 220V ± 10%、50Hz ± 1Hz; 额定功率: 200VA</p>	台	4	是/可	中职、高职 专科、高职 本科	
2	逆变与负载系统	<p>主要功能: 结合真实模拟设备和虚拟仿真系统, 了解逆变与负载系统操作系统的安装与调试步骤, 学习操作技能</p> <p>技术要求: 1. 逆变装置输入电压 DC 12V; 2. 输入电压范围 DC 9.5V ~ 15.5V; 3. 逆变装置输出电压 AC 180 ~ 220V; 可调 5%; 4. 逆变装置额定输出电流 1.4 A; 5. 逆变装置输出频率 50Hz ~ 60Hz 可调 ± 0.5 Hz; 6. 逆变装置额定功率 300 W; 7. 逆变装置输出波形正弦波; 8. 逆变装置波形失真 < 5%; 9. 逆变装置转换效率 > 85%; 10. 变频器 MM420-0.37kW; 11. 电机负载功率 25W 电压 AC 220V 转速 1300 rpm; 12. 蓄电池容量 12V 18Ah/20HR; 13. 逆变与负载系统安装与调试虚拟操作系统</p>	套	4	是/可	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	监控系统与信息化管理平台	主要功能: 监控风光互补发电系统的运行性能和运行状态 技术要求: 1. 监控系统工控机 6 个串口组态软件力控 6.1; 2. 信息化管理平台智能终端支持 4G 无线上云, WAN 口, LAN 口, 串口, 云平台支持智能设备添加, 通信网络模块化组建, 云组态开发; 3. 预留大数据对接接口	套	4	是/否	高职本科	
4	电工工具	主要功能: 线路的拆装等 技术要求: 包含尖嘴钳、剥线钳、斜口钳、测电笔、镊子等	套	20	是/否	中职、高职专科、高职本科	GB/T 15289—2013
5	用电安全工器	主要功能: 保障用电安全 包含: 绝缘操作杆、短路接地线、放电棒、安全帽、绝缘手套、安全标志牌: “禁止合闸, 有人工作!” 技术要求: 字迹清晰, 颜色鲜明	套	1	是/否	中职、高职专科、高职本科	GB13398-2008; GB12011-2009; GB/T17622-2008; GB2811--2019; GB/T18037-2008; GB2893-2008; GB2894-2008;

4.2.6.2 热电联供系统节能设备要求

热电联供系统节能设备应满足工业节能技术专业热电联供系统能效监测及节能诊断、热负荷计算、热经济性分析、节能量计算等核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.38。

表 4.38 热电联供系统节能实训室主要设备要求

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	燃煤锅炉 实操考核 机	主要功能: 工作系统的演示、练习、考核、数据库维护 技术要求: 1. 实训装置要求有锅炉本体、电控操作台(含触摸屏)、安全附件、阀门、连接管路、考核服务器组成等实训模块; 2. 输入电源: AC220V ± 10% 50Hz; 3. 设备功率: < 1000W	台	1	是/可	高职专科、 高职本科	
2	燃油(气) 锅炉实操 考核实训	主要功能: 分为四个功能。分别是工作系统演示、练习、考核、数据库维护 技术要求: 1. 实训装置要求有锅炉本体、电控操作台(含触摸屏)、安全附件、阀门、连接管路、考核服务器组成等实训模块; 2. 输入电源: AC220V ± 10% 50Hz; 3. 设备功率: < 1000W	台	1	是/可	高职专科、 高职本科	

4.2.6.3 制冷和热泵系统节能实训室设备要求

制冷和热泵系统节能设备应满足工业节能技术专业制冷和热泵系统能效监测及节能诊断、节能运维等核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.39。

表 4.39 制冷和热泵系统节能主要设备要求

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	制冷空调系 统安装与维 修实训平台	主要功能: 空调制冷系统及电气系统故障设置、检测和维修,变频空调安装 技术要求: 1. 工作电源: AC 220V; 2. 额定输入功率 ≤ 1.5kW; 3. 具有漏电保护、过载保护等保护功能	套	8	是/可	中职、高职 专科、高职 本科	GB 19517 GB/T 7725 LD/T 81.4 GB 21746

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	空气源热泵热机实训考核装置	<p>主要功能: 热泵热水系统安装及维修</p> <p>技术要求: 1. 输入电源: AC 220V, 额定输入功率 2kW ~ 4kW; 2. 低噪声循环水泵参数: 流量 10L/min, 扬程 10m; 3. 不锈钢水箱, 有盖密封, 配有液位显示装置; 4. 额定水温 55℃, 最高水温 60℃; 5. 加热方式: 循环式, 工作环境: -20℃ ~ 43℃</p>	套	8	是/可	中职、高职专科、高职本科	GB/T 23137 LD/T 81.4 GB 21746 GB 21748
3	中央空调实训考核装置	<p>主要功能: 中央空调操作、调试与故障处理训练。</p> <p>技术要求: 1. 工作电源: 三相五线 380V ± 10%, 50Hz; 2. 安全保护: 具有接地保护, 漏电保护, 过流保护; 3. 额定功率: <5kW; 4. 系统包括制冷机组、冷却水系统、冷冻水系统、制热系统、空气调节系统(风管组件)、模拟房间、电控柜、计算机等部分组成, 并配有集水器、分水器、膨胀水箱</p>	套	2	是/可	高职专科、高职本科	GB/T 18430 GB 21746 GB 21748 LD/T 81.4
4	小型冷库制冷系统实训装置	<p>主要功能: 小型冷库工程设计、整体系统调试、运行管理操作</p> <p>技术要求: 1. 电源: 三相四线制 380V; 2. 一机双温, 高温库温度 0℃ ~ 10℃, 低温库温度 ≤ -18℃; 3. 高温库蒸发器采用排管式, 低温库蒸发器采用冷风机; 4. 配套风冷制冷机组、电气控制箱、拼装式冷库库体; 5. 具备电力拖动控制及 PLC 或 DDC 控制功能; 6. 配温度传感器及采集模块, 可进行数据采集; 7. 具有电压型漏电保护、电流型漏电保护、过流保护、过载保护、接地保护功能</p>	套	1	是/可	适用中职、高职专科、高职本科	GB 19517 GB 21746 GB 21748 LD/T 81.4

4.2.6.4 空压机系统节能实训室设备要求

空压机系统节能设备应满足工业节能技术专业空压机系统的智慧化监测、管理和运维等核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.40。

表 4.40 空压机系统节能主要设备要求

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	螺杆式空气压缩机	主要功能: 拆装训练 技术要求: 包含有空气过滤器、电机、机头、油气分离器、油过滤器、冷却器、进气阀、最小压力阀、管路	台	4	是/否	高职专科、 高职本科	GB/T 4975 GB 22207 GB 21746 GB 21748
2	空压机站内-喷油螺杆空气压缩机	主要功能: 为压缩空气系统提供气源,进行系统运行、操作、维护 技术要求: 1. 功率: 7.5kW; 2. 排气量: $\geq 0.88\text{m}^3/\text{min}$; 3. 额定排气压力: 0.8MPa; 4. 比功率: $\leq 10.2\text{kW}/(\text{m}^3/\text{min})$; 5. 电源: 380V/50Hz; 6. 工频机 1 台、变频器 1 台	台	2	是/否	高职专科、 高职本科	JB/T 6430 JB/T 10972 GB 21746 GB 21748
3	空压机站内-储气罐	主要功能: 为压缩空气系统提供缓冲、降温、除水功能的稳定存储气源,进行系统运行、维护 技术要求: 1. 公称容积: 0.3m^3 ; 2. 工作压力: $\geq 0.8\text{MPa}$; 3. 压力容器类别: I 类	个	2	是/否	高职专科、 高职本科	JB/T 8867 GB 21746 GB 21748
4	空压机站内-过滤器	主要功能: 为压缩空气系统除去油、尘、水,进行系统运行、维护 技术要求: 1. 流量 $1.0\text{m}^3/\text{min}$, 最大压 1.6MPa, 温度 80; 2. 精密过滤器 (2 个) 过滤精度 $1\mu\text{m}$, 含油量 $\leq 1\text{mg}/\text{m}^3$; 高精密过滤器 (2 个) 过滤精度 $0.1\mu\text{m}$, 含油量 $\leq 0.1\text{mg}/\text{m}^3$; 超级过滤器 (1 个) 过滤精度 $0.01\mu\text{m}$, 含油量 $\leq 0.01\text{mg}/\text{m}^3$	个	5	是/否	高职专科、 高职本科	JB/T 7664 JB/T 13346 GB 21746 GB 21748

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	空压站内-冷干机	主要功能: 为压缩空气系统除水, 进行系统运行、维护 技术要求: 1. 压力露点: 2~10℃; 2. 工作压力: 0.4~1.0MPa; 3. 电源 220V, 50Hz	个	2	是/否	高职专科、 高职本科	JB/T 7664 JB/T 10526 GB 21746 GB 21748
6	空压站内-吸干机	主要功能: 为压缩空气系统除水, 进行系统运行、维护 技术要求: 1. 压力露点: -20℃~-40℃; 2. 工作压力: 0.4~1.0MPa; 3. 电源 220V, 50Hz	个	2	是/否	高职专科、 高职本科	JB/T 7664 JB/T 10532 GB 21746 GB 21748
7	空压站内-管道管件	主要功能: 连接各设备, 控制、处理管道内空气的流动, 进行系统操作、维护 技术要求: 1. 供气管路采用镀锌管; 2. 工作压力: ≥0.8MPa; 3. 管路阀件及其他附件根据系统配套需要而定	套	2	是/否	高职专科、 高职本科	GB 50029 GB 21746 GB 21748
8	压缩空气智能无线管控系统	主要功能: 带人机界面的空压机联控柜控制空压机站房内的空压机+后处理设备, 采用无线模块连接设备和监控柜, 实现设备联控, 进行系统监测控制运行、维护 技术要求: 1. 智能管控柜: 无线主机模块、智能黑匣子、PLC、开关电源等, 功率 3kW, 220/50Hz; 2. 压力传感器: 压力范围 0~1.6MPa, 4~20mA; 3. 涡街流量计: 流量范围 150m ³ /h, 压力 1.0MPa, RS485; 4. 智能电表(带互感器): 3×220/380V, 50Hz, RS485; 5. 露点传感器: 测量范围-20~50℃、压力 0~2.0MPa, 4~20mA; 6. 电脑: intel i5、4G+16G Optane 1T, 液晶显示器	套	1	是/否	高职专科、 高职本科	GB/T 16665 GB 21746 GB 21748

4.2.6.5 电气系统节能实训室设备要求

电气系统节能设备应满足工业节能技术专业供配电、电机、照明等系统能效监测及节能诊断、节能方案比选等核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.41。

表 4.41 电气系统节能主要设备要求

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	智能供配电实训平台	<p>主要功能: 对变电所、工厂、企业及住宅小区的高低压供电设备,供电系统以及电力集中监控调度管理系统等教学内容进行实际操作实验</p> <p>技术要求: 包括高压配电装置、低压配电装置、运行管理装置、智能电力监控装置、变压器、电源箱和电力系统综合自动化监控软件、变电站一次系统模拟操作软件、能量管理系统软件、智能供配电实训平台 VR 全景软件等</p>	套	4	是/可	高职专科、 高职本科	
2	电子控制及变频调速电子实验系统	<p>主要功能: 电机系统变频控制技术实训、变频器的正反转、点动、频率调节</p> <p>技术要求: 1. 变频器: 变频器; 2. 三相异步电机; 3. 输入电源: 三相四线(或三相五线) ~ 380V ± 10% 50Hz</p>	套	2	是/否	高职专科、 高职本科	
3	PLC 电气控制综合实训平台	<p>主要功能: PLC 基本指令练习类实训;电动机 PLC 控制类实训;数码管、指示灯 PLC 控制类实训;变频器与 PLC 联合控制类实训;新能源系统 PLC 编程调试类实训</p> <p>技术要求: 1. 包括电源指示和控制单元、时间管理器(含电源保护)单元、指示灯和按钮单元、选择开关和蜂鸣器及继电器单元、仪表单元、直流电源单元,电源控制屏的左右两侧分别装有一个两插插座(采用航空插连接结构); 2. 交流电源: 单相 AC 220V ± 10% 50Hz; 3. 控制电源: DC 24V@6A</p>	台	20	是/可	高职专科、 高职本科	

4.2.7 绿色照明实训室设备要求

绿色照明实训室应满足该类专业照明系统节电设计、设备选型、安装调试及运维能力等专业核心能力的培养培训要求。实训室主要设备要求见表 4.42。

表 4.42 绿色照明实训室主要设备要求

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	LED 积分球测试仪	<p>主要功能: 测量 LED 灯具的光色电参数,测量参数包括色品坐标、色温、显色指数、色容差、峰值波长、主波长、色纯度、半宽度、色比、相对光谱功率分布、光通量、光辐射功率等</p> <p>技术要求: 1. 波长范围: 380~780nm(标准); 2. 波长准确度: $\pm 0.5\text{nm}$; 3. 测试时间: 快 0.1mS~2S; 4. 杂散光: $< 0.015\%$ (600nm), $< 0.03\%$ (435nm); 5. 色坐标准确度: ± 0.0015, ± 0.0005(标准 A 光源下); 6. 光度线性: $\pm 0.5\%$; 7. 光通量范围: 10m1m-500001m(视积分球大小); 8. 相关色温测量范围: 1000~100000k; 9. 相关色温准确度: $\pm 0.3\%$(标准 A 光源下); 10. 显色指数测量误差: $\pm (0.3\% \pm 0.3)$</p>	套	2	是/否	高职专科	<p>GBT17262-2008 单端荧光灯性能要求</p> <p>GB/T17263-2008 普通照明用自镇流荧光灯性能要求 CIE 15-2004 Colorimetry</p> <p>GB/T7922 照明光源颜色的测量方法</p> <p>GB/T 5702 光源显色性评价方法</p>
2	全自动平面固晶机	<p>主要功能: 用于 LED 固晶工艺实训</p> <p>技术要求: 1. 吸晶头: 表面吸取式; 2. 吸晶臂: 90° 旋转; 3. 吸晶力度: 30-100g 可调; 4. XY: $\pm 1\text{mi}$; 5. 最大行程: 120×120mm; 6. 分辨率: $\pm 0.01\text{mm}$; 7. 重复定位精度: $\pm 0.02\text{mm}$; 8. 晶环尺寸: 6" ($\phi 152\text{mm}$) 外径; 9. 顶针高度行程: 2.2mm; 10. 晶片尺寸范围: 4mil×4mil-100mil×100mi</p>	套	2	是/否	高职专科	

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	全自动金丝球焊机	主要功能: 用于 LED 焊线工艺实训 技术要求: 1. 使用电源: 220VAC ± 10%, 50Hz, 可靠接地; 2. 消耗功率: 50W; 3. 超声波功率: 0~5W 连续可调; 4. 焊接时间: 0~100ms; 5. 焊接压力: 第一、第二焊点可分别设定, 20~100g; 6. 最小焊线时间: 0.28 秒/线 (跨度设为 1mm 时); 7. 一焊至二焊最大自动跨度: 不小于 6mm; 8. 焊线跨度记忆数: 瞄准高度 + 焊线跨度 + 弧度高度 1-80 条或 1-30 条	套	2	是/否	高职专科	
4	全自动荧光粉点粉机	主要功能: 用于 LED 封胶工艺实训 技术要求: 1. 计量方式: 精密螺杆容积计量式; 2. 显示方式: LCD3.8 英寸高清晰显示屏; 3. 控制方式: 微电脑控制方式; 4. 点胶量设定: 0.01~169u1; 5. 回吸功能设定: 可自由设定回吸量; 6. 适用液体粘度: 1~50,000Mpa, S(CpS) ; 7. 液体供给压力: 0.001~0.5Mpa; 8. 外部通讯: IO 接口 (8Inputs/40Outputs) ; 9. 电源功率: AC100~240V25W 外形尺; 寸: (W×D×H) 251×311×102mm; 10. 点胶部: 46×31×204mm 重量控制器: 5100g; 11. 点胶部: 700g (不含针筒及胶水)	套	2	是/否	高职专科	
6	全自动一切机	主要功能: 用于 LED 半切、全切工艺实训 技术要求: 1. 工作介质: 液压油; 2. 主轴行程: 0mm-125mm; 3. 正常使用最大工作压力: 70kg; 4. 适用范围: 02 支架、04 支架、09 支架	...套	2	是/否	高职专科	

4.2.8 新能源材料检测实训室设备要求

新能源材料检测实训室应满足该专业晶硅组件性能测试、薄膜组件性能测试、储能电池电化学性能测试的培养培训要求。实训室主要设备要求见表 4.43。

表 4.43 新能源材料检测实训室主要设备要求

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	四探针测试仪	<p>主要功能: 测量半导体的电阻率</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 范围: 电阻率 6~14 欧姆·厘米, 分辨率为 10⁻⁴ 欧姆·厘米方块电阻 7~15 欧姆, 最小分辨率为 7 欧姆; 2. 可测量材料: 半导体材料硅锗棒、块、片、导电薄膜等; 可准确测量的半导体尺寸: 直径 ≥ 20mm; 可测量的半导体尺寸: 直径 ≥ 8mm; 3. 测量方式: 平面测量; 4. 电压表: 双数字电压表, 可同时观察电流、电压变化; 5. 灵敏度: 10 μv 和 1 μv; 6. 基本误差 ± (0.004%读数+0.01%满度); 7. 输入阻抗 > 1000MΩ; 8. 恒流源: 电流输出: 直流电流 0.003~100 mA 连续可调, 量程: 0.01、0.1、1、10、100 (mA) 五档 	台	10	是/否	高职专科	GB/T 1551-2021
2	P/N 型号测试仪	<p>主要功能: 检测半导体材料 P、N 型号</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. PN 鉴定范围: ρ = 0.01 ~ 1000 Ω-cm; 2. 重掺判别界限: ρ = 0.01 ~ 0.2 Ω-cm 可调; 3. 工作电源: 220V ± 10%, f=50Hz ± 4%, PW ≤ 5W 	台	10	是/否	高职专科	
3	少子寿命测试仪	<p>主要功能: 测量半导体的少子寿命</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 测试硅单晶电阻率范围: ρ > 2 Ω·cm; 2. 可测材料: 硅棒、硅芯、检磷棒、检硼棒、硅块、硅片等; 3. 可测单晶少子寿命 τ 范围: 5 μs ~ 10000 μs; 4. 红外光源配置: 波长 1.06 ~ 1.09 μm, 光脉冲关断时间: 0.2~1 μs, 余辉 < 1 μs; 脉冲电流: 5A ~ 20A; 	台	2	是/否	高职专科	

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. 前置放大器: 放大倍数 ≥ 30 , 频宽 2Hz-2MHz; 6. 检波电压显示: 0.01-10V; 7. 仪器测量重复误差: $< \pm 25\%$; 8. 配数字示波器					
4	硅片厚度检测仪	主要功能: 测量硅片厚度 技术要求: 1. 光学结构: Δ 范围为 $0-360^\circ$; 2. 测量方式: 计算机控制下自动测量; 3. 波长 635 nm(半导体激光器) ; 4. 膜厚测量范围: 透明薄膜: 1-4000 nm, 吸收薄膜则与材料性质相关; 5. 折射率范围: 1.3-10; 6. 偏振器最小步进角: 0.014° ; 7. 偏振器方位角范围: $0-360^\circ$; 8. 载物台: 圆形样品直径 120 mm, 矩形样品可达 120 mm*160 mm; 9. 样品方位调整: Z 轴高度调节 16mm; 10. 配品牌一体机电脑	台	1	是/否	高职专科	
5	电池片 IV 测试仪	主要功能: 测试电池片 IV 特性曲线 技术要求: 1. 可测试单体电池片 ≥ 200 mm*200 mm) ; 2. 可检测单体电池类型: 单晶硅/多晶硅/非晶硅/CIGS/PERC/Sun Power /N/BIC/HIT/异质结/柔性薄膜电池等; 3. 可测量(显示)参数: IV 曲线, P-V 曲线, 短路电流 I_{sc} , 开路电压 V_{oc} , 峰值功率 P_m , 最大功率点电压 V_m , 最大功率点电流 I_m , 填充因子 FF, 电池效率 Eff , 测试温度 T, 串联电阻 R_s , 并联电阻 R_{sh} , 逆电流 I_r . 同时还可以通过鼠标显示曲线上任意点对应的电流、电压和功率参数; 4. 配备高能脉冲氙灯; 5. 光强 $100mW/ C m^2$ ($70-120mW/ C m^2$ 连续可调); 6. 光强不均匀度 $\leq \pm 2\%$ 【A 级】; 7. 辐照不稳定性 $\leq \pm 2\%$ 【A 级】; 8. 结果一致性 $\leq \pm 0.5\%$; 9. 测试电压: 单体电池: 0-1V (分辨率 1mV) ; 10. 配置: 测试机+专用测试软件 + PC 机	台	1	是/否	高职专科	

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
6	热红外成像仪	<p>主要功能: 检测光伏组件的隐裂、热斑、PID 效应</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 温度范围: $-20^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$; 2. 测量精度: $\pm 2\% \text{ mV}$, $\pm 2^{\circ}\text{C}$; 3. 热灵敏度: $< 0.08^{\circ}\text{C}$; 4. 测量显示: 中心点测量、可移动双点测量、自动冷热电测量; 5. 探测器尺寸: $160 \times 120 \text{ mm}$; 6. 最小可测物体直径: 10 mm (距离 1M); 7. 波长范围: $8 \sim 14 \mu\text{m}$; 8. 拍摄像素: $\geq 640 \times 480$ 像素; 9. 图片可存储量: 大于 1300 	台	1	是/否	高职专科	
7	蓄电池内阻测试仪	<p>主要功能: 测量蓄电池内阻</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 测量范围: 内阻: $0.0\text{m}\Omega \sim 100\text{m}\Omega$, 电压: $0.000\text{V} \sim 16\text{V}$; 2. 最小测量分辨率: 内阻: $0.01 \text{ M}\omega$, 电压: 1mV ; 3. 测量精度: 内阻: $\pm 2.0\% \text{rdg}$, 电压: $\pm 0.2\% \text{rdg} \pm 6\text{dgt}$; 4. 显示屏: 不低于 $240 \times 320 \text{ 24bit}$ 5. 内存容量: $\geq 16 \text{ M}$ 字节 FLASH; 6. 工作电源: 可充电锂电池, 充满可工作 5-6 小时; 7. 外接电源: $\text{AC}100\text{-}240\text{V/DC}$; 8. $4\text{V-}1\text{A}$ 电源适配器/充电 	台	5	是/否	高职专科	
8	电池检测仪	<p>主要功能: 电池电压、电流、电阻、容量等检测</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 电压测量精度: $\pm (\text{结果} \times 0.1\% + 3\text{mV})$ (电压 $0\text{-}9.99 \text{ V}$); 2. 电流测量精度: $\pm (\text{结果} \times 2.0\% + 3\text{mA})$ (电流 $0\text{-}1.99\text{A}$) $\pm (\text{结果} \times 0.5\% + 3\text{mA})$ (电流 $2.00\text{-}12.00\text{A}$); 3. 内阻测量精度: $\pm (\text{结果} \times 1\% + 1\text{m}\Omega)$; 4. 识别电阻测量精度: $10\text{K}\Omega \pm 1\%$; 5. 电池容量测量精度: $10\text{AH} \pm 2\%$; 6. 输出最高电压: 10V (RG-2002); 7. 输出最大电流: 2A; 8. 纹波电压: $< 20\text{mV}$; 	台	5	是/否	高职专科	

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
		9. 负载调整率: <10%; 10. 响应时间: <1S; 11. 内部数控电子负载指标: (1) 最高电压: 10V(RG-2002); (2) 最大电流: 2A(连续) 10A(10秒); (3) 最大功率: 40W(连续) 80W(10秒) 电源电压: 220V ± 10% 50Hz 消耗功率: 最大 50W					
9	刮板细度计	主要功能: 测定电池浆料及杂质颗粒大小和分散程度 技术要求: 1. 量程: 0~150 μm; 2. 分度值: 0.5~10 μm	个	5	是/否	高职专科	
10	旋转粘度计	主要功能: 测定电池浆料粘度 技术要求: 1. 测量范围: 1~2 × 10 ⁶ MPa·s; 2. 转子规格: 可测低粘度 0.1MPa·s; 3. 转子转速: 0.3、0.6、1.5、3、6、12、30、60 转/分; 4. 测量精度: ±2%(牛顿液体); 5. 供电电源: 交流 220V ± 10% 50Hz ± 10%; 6. 工作环境: 温度 5℃-35℃, 相对湿度不大于 80%	个	5	是/否	高职专科	

4.2.9 电力系统能源计量分析及电力安全实训室设备要求

4.2.9.1 电力安全技术设备要求

电力安全技术设备应满足专业类安全生产素养与用电安全能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.44。

表 4.44 电力安全技术实训室主要设备要求

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	绝缘手套	主要功能: 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 技术要求: 1. 电压等级: 10 kV; 2. 类型: 分指型复合绝缘手套; 3. 长度: ≥ 360 mm	副	4	是/否	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
2	绝缘靴	<p>主要功能: 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>技术要求: 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	是/否	高职本科	
3	安全帽	<p>主要功能: 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>技术要求: 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	是/否	高职本科	
4	标识牌	<p>主要功能: 用于对现场工作人员,安全提示</p> <p>技术要求: 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	是/否	高职本科	
5	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</p> <p>技术要求: 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,</p>	套	4	是/否	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
		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					
6	核相器	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 技术要求： 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	副	2	是/否	高职本科	
7	整体式验电器	主要功能： 验证电气设备是否存在电压 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. 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 1300 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	支	3	是/否	高职本科	
8	绝缘操作杆	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 技术要求： 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	支	4	是/否	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
9	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,以防停电设备突然通电引发安全事故</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 000mm; 4. 接地短路线截面: 25 mm²; 5. 接地棒长度: 500 mm 	副	2	是/否	高职本科	
10	安全围栏	<p>主要功能: 用于在进行电气检修和试验时,将工作场所包围隔离</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 形式: 小旗绳、网式围栏、伸缩式围栏、带式围栏、吸附式围栏等各一组, 每组 4 副; 2. 材质及技术要求: <ul style="list-style-type: none"> (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) 	组	5	是/否	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
11	触电心肺复苏模拟人	<p>主要功能: 用于模拟人触电后进行心肺复苏急救操作训练</p> <p>技术要求: 1. 执行标准: 美国心脏学会 (AHA) 2010 国际心肺复苏 (CPR) & 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	是/否	高职本科	
12	绝缘工具柜	<p>主要功能: 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>技术要求: 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>	套	1	是/否	高职本科	
13	10 kV 成套固定式进线柜	<p>主要功能: 固定式开关柜运行转检修风险体验</p> <p>技术要求: 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, 4s; 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	是/否	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
14	10 kV 成套移开式出线柜	<p>主要功能: 移开式开关柜运行转检修风险体验</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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, 4s; 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 	面	1	是/否	高职本科	
15	10 kV 成套移开式进线柜	<p>主要功能: 移开式开关柜检修转运行风险体验</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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: 带地刀合闸、挂接地线合闸、拆除接地线顺序错; 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 	面	1	是/否	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
16	风险体验 微机监控 柜	<p>主要功能: 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>技术要求: 1. 机柜类型: 4U 或可定制; 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: ≥ 8 GB; 硬盘: SATA, 500 G; 3. 显示器: ≥ 20 in; 4. 功率放大器: (1) 输出功率: ≥ 200 W; (2) 输入灵敏度: 线路输入 ≤ 250 MV; 话筒输入 ≤ 20mV; (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; 5. 大功率音柱: (1) 额定功率: ≥ 30 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	是/否	高职本科	
17	电力安全 工程培训 考试 3D 仿真软件	<p>主要功能: 对电力安全资料 and 工具进行学习、训练和测试</p> <p>技术要求: 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	否/可	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
18	计算机	主要功能: 用于运行 3D 仿真软件和多媒体教学 技术要求: 1. 操作系统: 正版操作系统; 2. 内存: ≥ 8 GB; 3. 显示器: ≥ 20 寸; 4. 硬盘: ≥ 1 TB HDD; 5. 显卡: ≥ 2 GB 独立显卡	台	41	是/否	高职本科	

4.2.9.2 电能计量技术设备要求

电能计量技术设备应满足该类专业电能表和互感器检定、装表接电、接线排故等专业基础能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.45。

表 4.45 电能计量技术实训室主要设备要求

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	用户三相计量装置	主要功能: 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) 技术要求: 1. 供电电压: $3 \times 220/380V$; 2. 红外通信: 1200bps; 3. RS485 通信: 2400bps; 4. 时钟精度: $\leq 0.5s/d$	台	4	是/否	高职本科	
2	用户单相计量装置	主要功能: 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) 技术要求: 1. 供电电压: 220V; 2. 红外通信: 1200bps; 3. RS485 通信: 2400bps; 4. 时钟精度: $\leq 0.5s/d$	台	4	是/否	高职本科	
3	双钳数字相位伏安表	主要功能: 测量 U、I 有效值及相位、功率、阻抗和相序,检查电度表的接线正确与否 技术要求: 1. 显示位数: 三位半; 2. 采样速率: 3 次/s; 3. 电源: 单个 9V 电池、电源电流小于 5mA	台	4	是/否	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
4	台区用电检查仪	<p>主要功能: 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>技术要求: 1. 工作电源: AC220V 或 8.4V 锂电池; 2. 绝缘电阻: >10MΩ; 3. 工频耐压:>AC2000V/10mA/1min</p>	台	4	是/否	高职本科	
5	三相智能电能表检定装置	<p>主要功能: 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>技术要求: 1. 装置等级: 0.1 级; 2. 标准表等级: 0.05 级; 3. 电压量程: 3×100/57.7V、3×100V、3×380/220V、3×380V; 4. 电流量程: 3×(0.1A~100A); 5. 输出相位: 0.00°~359.99°; 6. 输出频率: 45.00Hz~65.00Hz</p>	台	2	是/否	高职本科	
6	单相智能电能表检定装置	<p>主要功能: 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>技术要求: 1. 装置等级: 0.1 级; 2. 标准表等级: 0.05 级; 3. 电压量程: 220V, 0~120%Un; 4. 电流量程: 0.1A~100A; 5. 相位调节范围: 0.00°~359.99°; 6. 频率调节范围: 45.00Hz~65.00Hz</p>	台	2	是/否	高职本科	
7	电能表检定模拟实训理论教学考核系统	<p>主要功能: 电能表检定模拟实训理论教学考核</p> <p>技术要求: 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</p>	台	2	是/否	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	互感器校验装置	主要功能: 用于电压互感器和电流互感器的离线校正 技术要求: 1. 精度等级: 1.0 级; 2. 工作范围: (1) 电流: 1%~120%I _n ; (2) 电压: 20%~120%U _n ; 3. 工作电源: AC 220V	台	4	是/否	高职本科	
9	电压互感器现场校验装置	主要功能: 自动完成对电压互感器测量点的误差测量 技术要求: 1. 同分量(%): 0.0001~19.99; 2. 正交分量(%): 0.001~500; 3. 实际负荷(VA): 0.01~300; 4. 功率因数: 0.1L~1.0~0.1C; 5. 准确度: 比差 0.05%, 角差 2'; 6. 实际负荷: (3%+1VA); 7. 电源: AC220V	台	2	是/否	高职本科	
10	电流互感器现场校验装置	主要功能: 用来现场测试 1 级至 0.2s 级互感器 技术要求: 1. 测量变比范围: 5~2500A/5A 和 5~5000A/1A; 2. 功率因数: 0.1L~1.0~0.1C; 3. 准确度: 0.05 级; 4. 二次负荷容量: 5~100VA; 5. 电源: AC220V	台	2	是/否	高职本科	
11	高压计量实训装置	主要功能: 模拟 10kV 计量现场接线、故障排查、错误接线的判断 技术要求: 1. 虚负荷电源电压: 0~100V, 连续可调; 2. 虚负荷电源电流: 0~5A, 连续可调; 3. 虚负荷电源频率: 45~65Hz, 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 220V, 50Hz	台	4	是/否	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
12	低压计量实训装置	主要功能: 模拟低压计量现场接线、故障排查、错误接线的判断 技术要求: 1. 电压: 三相 0~220V 连续可调; 2. 二次电流: 三相 0~5A 连续可调; 3. 频率: 45~65.0Hz; 4. 相位: 负载相位三相 0~359.5° 连续可调; 5. 供电电源: 单相 220V 10%, 50Hz	台	4	是/否	高职本科	
13	电能表接线智能仿真系统	主要功能: 实现 PT、CT 接地与不接地的智能仿真试验、智能考核评判 技术要求: 1. 电压档位: 57.7V、100V、220V; 2. 电流档位: 1A~5A	台	4	是/否	高职本科	
14	计算机	主要功能: 用于多媒体教学 技术要求: 1. 正版操作系统; 2. 内存 ≥ 8 GB; 3. 显示器 ≥ 23 寸; 4. 硬盘 ≥ 1 TB HDD; 5. 显卡 ≥ 2 GB 独立显卡	台	1	是/否	高职本科	
15	投影仪	主要功能: 多媒体课件演示、视频播放的投影等 技术要求: 1. 亮度 ≥ 3600 lm; 2. 标准分辨 ≥ 1024 × 768 像素; 3. 对比度: ≥ 2000: 1	台	1	是/否	高职本科	

4.3 新能源发电工程类专业拓展技能实训场所设备要求

新能源发电工程类专业拓展技能实训场所的设置主要满足该专业类信息化监控、管理发电量、仿真能源系统运行的状态进行全过程的实时监测、分析及处理,掌握能源系统的运行状况监测、氢能源终端产品应用等综合技能、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 能源信息化技术实训室设备要求

能源信息化技术实训室应满足专业类信息化监控、管理发电量、仿真能源系统运行的状态进行全过程的实时监测、分析及处理，掌握能源系统的运行变化状况等新技术/数字化能力的培养培训要求。实训室主要设备要求见表 4.46。

表 4.46 能源信息化技术实训室主要设备要求

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: 运行能源信息化管理系统仿真软件，进行相关实训项目 技术要求: 1. CPU: 主频 ≥ 3.5GHz, 核数 ≥ 4; 2. 内存 ≥ 16GB; 3. 硬盘 SSD ≥ 500GB	台	25	是	高职专科	

4.3.2 智能电网实训室设备要求

智能电网实训室应满足专业类电网自动化通信系统运维操作等新技术/数字化能力的培养培训要求。实训室主要设备要求见表4.47。

表 4.47 智能电网实训室主要设备要求

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	电力系统运行通信仿真系统	主要功能: 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	台	25	是	高职专科 高职专科	

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
1	电力系统运行通信仿真系统	技术要求: 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	台	25	是	高职专科 高职专科	
2	智能微电网系统	主要功能: 用于熟悉智能微电网系统组成; 技术要求: 可完成交流微电网并网与孤岛运行、分布式电源运行、报警监控、电能计算与电能质量检测、系统继电保护、智能变电站仿真操作与训练等	套	1	否/是	高职专科 高职专科	
3	计算机	主要功能: 运行能源信息化管理系统仿真软件, 进行相关实训项目 技术要求: 1. CPU: 主频 $\geq 3.5\text{GHz}$, 核数 ≥ 4 ; 2. 内存 $\geq 16\text{GB}$; 3. 硬盘 $\geq 500\text{GB}$	台	25	是	高职专科 高职专科	

4.3.3 电力传感器实训室设备要求

配备投影设备、白板、扩音系统、计算机、电压互感器、电流互感器、温度传感器、风速风向仪等各类新型传感器, 能够开展电压互感器检修维护, 电流互感器检修维护, 编码器检修维护, 风速风向仪检修维护, 温度传感器检修维护等实训教学工作。实训室主要设备要求见表 4.48。

表 4.48 电力传感器实训室主要设备要求

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	电工操作平台	<p>主要功能: 电工操作台</p> <p>技术要求: 电工操作台尺寸: 1200mm*750mm*1660mm 平台的板材的各种指标必须符合国家的有关要求, 承重不低于 200Kg。 柜体要求采用符合国家标准的热轧钢板。依据实验平台使用环境及维护条件, 要求各板面均可配 M6x20 接地柱</p>	张	4	是/否	中职、高职专科、高职本科	
2	万用表	<p>主要功能: 满足测试电阻、交直流电压、电流、频率、电容、等信号要求</p> <p>技术要求: 1. 交流电压量程: $\leq 1000V$, 最佳分辨率: 0.01mV; 2. 直流电压量程: $\leq 1000V$, 最佳分辨率: 0.01mV</p>	个	10	是/否	中职、高职专科、高职本科	
3	电压互感器	<p>主要功能: 电压测量</p> <p>技术要求: 1. 供 35kV 电力系统中作电气测量和继电保护之用, 户外型; 2. 式全密封结构</p>	台	4	是/否	中职、高职专科、高职本科	
4	电流互感器	<p>主要功能: 电流测量</p> <p>技术要求: 1. 供 35kV 电力系统中作电气测量和继电保护之用, 户外型; 2. 式全密封结构</p>	台	4	是/否	中职、高职专科、高职本科	
5	超声波风速风向仪	<p>主要功能: 风速风向测量</p> <p>技术要求: 风速量程: 0~60m/s (可定制); 风向量程: 0~359°; 风速精度: $\pm (0.2m/s \pm 0.02*v)$ (v 为真实风速); 风向精度: $\pm 3^\circ$; 风速分辨率 0.01 m/s; 风向分辨率: 1°</p>	个	4	是/否	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	编码器	主要功能: 角度、转速测量 技术要求: 增量式光电编码器; 分辨率: 每转2500次脉冲。安全调试: 反极性保护和短路保护	个	10	是/否	中职、高职专科、高职本科	
7	温度变送器	主要功能: 温度测量 技术要求: PT100电阻温度变送器; 三线制, 精度等级: 0.2级; 测温范围: -200~450℃	个	10	是/否	中职、高职专科、高职本科	

4.3.4 新能源场站实训室设备要求

配备投影设备、白板、扩音系统、计算机、配电柜, 监控大屏, 风力发电仿真软件, SCADA 监控软件, 能够完成新能源场站运行调度; 新能源机组故障诊断等实训教学工作。实训室主要设备要求见表 4.49。

表 4.49 新能源场站实训室主要设备要求

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	新能源场站运行与监控仿真实训系统	主要功能: 可实现风电场、光伏运行数据的分析和显示; 可实现故障的远程诊断功能 技术要求: 仿真软件应包括: 仿真支撑平台、图形化建模工具、模块资源库、仿真实时图形系统等	套	1	是/可	中职、高职专科	该系统能够模拟新能源场站真实的运行工况, 系行业普遍采用新技术装备
2	学员工作站	主要功能: 风电场运行与监控仿真软件运行平台 技术要求: CPU: ≥ i7-9700; 内存: ≥ 8G; 硬盘: ≥ 1TB 内置无线蓝牙; 显示器: ≥ 23 寸; 显卡: 集成显卡	台	40	是/否	中职、高职专科	

4.3.6 智慧新能源与碳资产管理实训室设备要求

智慧新能源与碳资产管理实训室应满足专业类新能源发电项目运营和

管理能力，以及数字技能和信息技术能力的培养培训要求。实训室主要设备要求见表 4.50。

表 4.50 智慧新能源与碳资产管理实训室主要设备要求

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	新能源发电系统	主要功能: 多类型新能源发电系统安装与调试 技术要求: 1. 日光模拟装置: 1000W; 2. 光伏组件: 20W*4, 支持多种类型安装方式; 3. 光伏阵列仿真模块: 600W; 4. 汇流箱: 8入2出, 含防雷器、防反二极管; 5. 光照度传感器: 测量范围 0~1500 W/m ² 6. 水平轴永磁同步风力发电机: 400W; 7. 风源模拟系统通过转速、转矩调节模拟风机输出	套	4	是/否	高职本科	
2	微源智能控制系统	主要功能: 多类型能源控制与能源接入操作 技术要求: 1. 微源智能控制器; 2. 智能数显仪表; 3. 人机界面: 7寸	套	4	是/否	高职本科	
3	储能与管理系统	主要功能: 储能与管理系统设置与操作 技术要求: 1. 储能元件: 12V/20Ah/20HR; 2. BMS 电池管理系统: 单体电压、单体电流、表面温度、内阻、充放电电流、荷电量 SOC、电池健康度 SOH 等参数进行实时采集与监测; 3. 能量转化系统: (1) 光伏控制器 500W; (2) 风力控制器 500W; (3) 双向 DC/DC 变流器 500W	套	4	是/否	高职本科	
4	智能微电网系统	主要功能: 智能微电网系统搭建、调试与操作 技术要求: 1. PSC 储能双向逆变器: 2kW, 支持并网、孤网模式切换; 2. 光伏并网逆变器: 500W; 3. 风力并网逆变器: 500W; 4. 智能数显仪表; 5. 并网接口单元	套	4	是/否	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	负载单元	主要功能: 模拟用户不同种类的负载接入 技术要求: 电阻、LED 灯、电动机等不同类型负载	套	4	是/否	高职本科	
6	数字化监控与智能调度系统	主要功能: 实现系统的数字化监控、智慧新能源调度与碳排放管理 技术要求: 1. 调度软件: 新能源发电系统、储能系统与智能微电网系统数字化监控等功能,接收电网调度中心下发的调度指令,实现智能运营调度; 2. 工业交换机: 8 口; 3. 碳中和云平台: 实现云端数字化碳资产管理	套	4	否/可	高职本科	
7	计算机	主要功能: 用于多媒体教学 技术要求: 1. 正版操作系统; 2. 内存 ≥ 8 GB; 3. 显示器 ≥ 20 寸; 4. 硬盘 ≥ 1 TB HDD; 5. 显卡 ≥ 2 GB 集成显卡	台	1	是/否	高职本科	GB/T9813.1-2016 GB/T9361-2011
8	投影仪	主要功能: 多媒体课件演示、视频播放的投影等 技术要求: 1. 亮度 ≥ 3600 lm; 2. 标准分辨 ≥ 1024 × 768 像素; 3. 对比度: ≥ 2000: 1	台	1	是/否	高职本科	GB/T28037-2011

4.3.7 新能源发电项目营销与管理实训室设备要求

新能源发电项目营销与管理实训室应满足专业类新能源发电项目在线远程运行等数字化能力的培养培训要求。实训室主要设备要求见表 4.51。

表 4.51 新能源发电项目营销与管理实训室主要设备要求

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	新能源发电项目信息化营销管理平台	主要功能: 电力政策查询, 市场信息收集, 数据辅助分析, 客户信息管理, 营销策略建议, 招投标书、可行性分析报告、项目建议书、项目申请报告辅助编制 技术要求: 1. 电力政策数据库; 2. 网络信息自动抓取; 3. 信息管理; 4. 文档模板生成	台	41	是/否	高职本科	
2	计算机	主要功能: 用于运行新能源发电项目信息化营销管理平台和多媒体教学 技术要求: 1. 正版操作系统; 2. 内存 ≥ 8 GB; 3. 显示器 ≥ 23 寸; 4. 硬盘 ≥ 1 TB HDD; 5. 显卡 ≥ 2 GB 独立显卡	台	41	是/否	高职本科	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9361—2011
3	投影仪	主要功能: 多媒体课件演示、视频播放的投影等 技术要求: 1. 亮度 ≥ 3600 lm; 2. 标准分辨 ≥ 1024 × 768 像素; 3. 对比度: ≥ 2000: 1	台	1	是/否	高职本科	GB/T 28037—2011

4.3.8 风电机组装配实训室

配备投影设备、白板、扩音系统、计算机, 交流电源设备、风电机组装配实训系统, 能够进行风力发电机组的装配, 调试等工作。实训室主要设备要求见表 4.52。

表 4.52 风电机组装配实训室主要设备要求

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	风力发电机组安装与调试实训装置	主要功能: 1. 风轮安装与调试; 2. 机舱安装与调试; 3. 整机吊装; 4. 整机调试与运行 技术要求: 风力发电机组主要由风轮、机舱、发电系统、塔筒等组成,各个部分均可独立进行机械拆装并可以进行分步吊装,如塔筒吊装、机舱吊装、发电机吊装、风轮吊装、叶片吊装等,各机械部件的材质及规格、数量须符合相关国家或行业标准	套	2	是/可	中职、高职专科	

4.3.9 工业物联网实训室设备要求

工业物联网实训室应满足专业类能源互联网和工业物联网等新技术/数字化能力的培养培训要求。工业物联网实训室主要设备要求见表 4.53。

表 4.53 工业物联网实训室主要设备要求

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	工业物联网能效监管平台	主要功能: 可进行工业物联网的产品科研、课程实训 技术要求: 1. 传感器 (1) 大气压传感器; (2) 光照度传感器; (3) 温湿度传感器; (4) 天然气传感器(甲烷); (5) 气压传感器; (6) 电量能耗监测模块; (7) 灯光控制; (8) PLC 控制器; (9) 继电器模组; 2. 网络通信模组 (1) zigBee 模组; (2) LoRa 模组; (3) WiFi 模组;	套	4	是/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	备注
		(4) NB-IOT 模组; 3. 终端平台 边缘计算终端-RK3399PRO; 4. PC 电脑终端 处理器: intel i5-9400F 6 核以上; 内存: 8G 以上; 硬盘: 256GSSD+1T 机械以上; 系统: windows10 以上; 显卡: GTX1660Ti 以上					

4.3.10 节电低碳管理实训室设备要求

节电低碳管理实训室应满足专业类能效监测与管理、节电减碳咨询服务等电力产业新技术/数字化能力的培养培训要求。实训室主要设备要求见表 4.54。

表 4.54 节电低碳管理实训室主要设备要求

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	综合能源管理软件系统	主要功能: 工厂主要设备能效计算,输入基础数据,立刻得到结果 技术要求: 1. 利于节能效果分析,针对数据判断,可得出节能方案; 2. 数据生成后形成 PDF 报告长期保持; 3. 适应范围:能源审计、节能评估、清洁生产、工业节能诊断等项目应用; 4. 减少报告周期以及计算失误,能提升报告质量	个	50	否/可	高职专科	

4.3.11 燃料电池实训室设备要求

燃料电池实训室应满足专业燃料电池发电系统热管理和水管理、燃料电池堆特性曲线、燃料电池堆性能优化、燃料电池堆性能评价的培养培训

要求。主要设备要求见表 4.55。

表 4.55 燃料电池实训室主要设备要求

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	自吸式 PEM 燃料电池堆	<p>主要功能: 将氢瓶供给的氢气转换成电能, 供负载使用</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 电池功率: $\geq 50W$; 2. 开路电压为 15 ~ 30V; 3. 工作电压为 11V 时, 电流为 1.5A, 电池温度为 41.5℃; 4. 1.5A, 电池温度为 41.5℃; 5. 风机电压 $\geq 10.5V$; 6. 尾气排放阀排气间隔为 12 秒, 每次排气时间为 0.3 秒; ; 7. 安装要注意通风, 确保空气顺畅流通, 有助与反应空气的吸入和电池 	套	1	是/否	高职专科	
2	金属氢化物氢瓶及其组件	<p>主要功能: 给燃料电池供应燃料</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 贮氢容量 (20℃): $\geq 10L$; 2. 放氢流速 (20℃): $>10L/min$; 3. 放氢压力 (20℃): $\geq 0.3MPa$; 4. 使用环境温度: 0 ~ 60℃; 5. 产品氢纯度: 99.99 % ~ 99.9999 %; 6. 原料氢: $\geq 98%$ (普通工业氢); 7. 充氢压力: 2.0 ~ 3.0MPa; 8. 充氢环境温度: 0 ~ 40℃; 9. 热交换方式: 空气自然对流或强制对流 	套	1	是/否	高职专科	GB 4962-85
3	高纯氢气发生器	<p>主要功能: 产生氢气</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 输出流量: 0 ~ 300ml/min; 2. 功率: $\geq 150W$; 3. 输出压力: 0 ~ 0.4 MPa; 4. 电源电压: 交流 220V $\pm 10%$; 50Hz $\pm 5%$; 5. 工作条件: 温度: 5 ~ 42℃ 相对湿度: $\leq 85%$ 	套	1	是/否	高职专科	

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
4	仪表	主要功能: 系统电流、电压、温度、时间监测 技术要求: 1. 电流表: 2 个电流表, 量程和误差分别为 AC 5A 和 DC 20A \pm 0.2%; 2. 电压表: 2 个电压表, 量程和误差分别为 AC 500V 和 DC 50V \pm 0.2%; 3. 计时器: 1 个计时器, 量程为 100 小时; 4. 温度表: 有 1 个温度表, 量程和误差分别是-19.9~99.9℃和 \pm 1%	套	1	是/否	高职专科	
5	负载	主要功能: 用电模块 技术要求: 1 个线性负载, 1 个感性负载	套	1	是/否	高职专科	
6	紧急停止开关和漏电保护器	主要功能: 保护教学平台的重要部件, 避免一些由于人为的操作失误而导致的重大事故的发生 技术要求: 在电源前端重要部件前加入了紧急停止开关和漏电保护开关	套	1	是/否	高职专科	

4.3.12 氢能源动力应用实训室设备要求

氢能源动力应用实训室应满足该专业产品应用等新技术能力的培养培训要求。实训室主要设备要求见表 4.56。

表 4.56 氢能源动力应用实训室主要设备要求

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	燃料电池汽车	主要功能: 燃料电池车组装、应用和维护 技术要求: 1. 含燃料电池发动机系统, 净输出功率不低于 30kW; 2. 供氢系统由高压储氢瓶组构成, 含高压阀组、传感器, 管线等	台	1	是/否	高职专科	
2	燃料电池汽车实训台架	主要功能: 燃料电池汽车应用操作台 技术要求: 包含燃料电池汽车的主要功能模块: 燃料电池发动机系统、供氢系统、电动机与电控系统	台	1	是/否	高职专科	

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	小型氢能无人机	主要功能: 氢能源产品实物展示 技术要求: 1. 多旋翼或固定翼无人机, 配置燃料动力系统, 无人机专用储氢系统; 2. 悬停续航 1~2 个小时	台	1	是/否	高职专科	
4	小型氢能源船舶	主要功能: 氢能源产品实物展示 技术要求: 1. 燃料电池为主输出, 配置燃料电池、供氢系统、电推与控制系统; 2. 续航时间 1~2 小时	只	1	是/否	高职专科	
5	氢能摩托车	主要功能: 氢能源产品实物展示 技术要求: 1. 燃料电池为主输出, 配置燃料电池、供氢系统; 2. 供氢系统可为高压储氢瓶、合金储氢瓶等方式	台	1	是/否	高职专科	

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室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。

5.5 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。

5.6 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。

5.7 建立健全实训室和实训教学设备管理制度，如仪器设备管理制度、低值耐用品易耗品管理制度、危险品管理制度、仪器设备损坏丢失赔偿制度、实训室教学管理制度、实训室安全卫生管理制度等，规范仪器设备采购、使用、维护、报废等运行环节，切实提高实训项目的开出率、实训设备的使用率、完好率，确保实训室合理、安全、高效地运行。

5.8 严格遵守国家颁布的《危险化学品安全管理条例》《易制毒化学品管理条例》《病原微生物实验室生物安全管理条例》《病原微生物实验室生物安全环境管理办法》《国家危险废物名录》等文件要求，及时登记、记录全流向、闭环化的危险源信息数据，条件允许者可建设教学实验室安全管理信息化系统。

5.9 实训室应有醒目的安全警示标识，实训教师在实训前应向学生交代清楚每次实训的危险环节和注意事项，教学过程中要加强安全管理。

5.10 实训室要制定学生实训守则，要加强学生日常教学管理，学生进入实训室前应先进行安全教育。

5.11 制定实训教学突发事件应急预案与处理措施，成立应急处置工作领导小组，制定突发事件应急预案程序，定期开展演练，做好记录，以“快速、

有序、高效”地应对和处理好学生实训中出现的突发事件，确保师生的人身安全，尽最大努力减少损失和负面影响，维护学校正常的教学秩序，构建平安、稳定、和谐的校园。

5.12 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。实训教学活动中应合理设置任务分工、岗位模拟、项目总结、反思提升等必要活动环节，将生物质能应用技术专业职业素养融入实训项目，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、高职本科新能源发电工程类专业简介（《职业教育专业目录（2021年）》）

中职、高职专科、高职本科新能源发电工程类专业教学标准

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 4975-2018 容积式压缩机名词术语 总则

GB 22207-2008 容积式空气压缩机 安全要求

JB/T 6430-2014 一般用喷油螺杆空气压缩机

JB/T 10972-2010 一般用变频喷油螺杆空气压缩机

JB/T 8867-2015 《固定的往复式空气压缩机储气罐》

JB/T 7664-2020 压缩空气净化 术语

JB/T 13346-2017 一般用压缩空气过滤器

JB/T 10526-2017 一般用冷冻式压缩空气干燥器

JB/T 10532-2017 一般用吸附式压缩空气干燥器

GB 50029-2014 压缩空气站设计规范

GB/T 16665-1996 空气压缩机组及供气系统节能监测方法

GB/T 3797—2016 电气控制设备

JJG245-2005 光照度计

JJG 366—2004 接地电阻表检定规程

JJG 1054—2009 钳形接地电阻仪

JB/T 9285—1999 钳形电流表

JJG 622—97 绝缘电阻表（兆欧表）检定规程

GB 19517—2009 国家电气设备安全技术规范

GB/T 7725—2004 房间空气调节器

LD/T 81.4—2006 空调机装配工（制冷工）职业技能实训和鉴定设备技术规范

GB/T 23137—2008 家用和类似用途热泵热水器基本信息

GB/T 18430.2—2016 蒸气压缩循环冷水（热泵）机组 第 2 部分：户用及类似用途的冷水（热泵）机组

GB 50072—2017 冷库设计规范

GB/T 9237—2017 制冷系统及热泵 安全与环境要求

GB 50033—2013 建筑采光设计标准

GB 50034—2013 建筑照明设计标准

GB 50016—2014 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 2893—2008 安全色

GB 2894—2008 安全标志及其使用导则

GB 16895.3—2004 建筑物电气装置

JB/T 9283—1999 万用电表

QB/T 2440.1—2007 夹扭钳 尖嘴钳

QB/T 2207—2017 剥线钳

QB/T 2733—2005 电线连接工具 手动机械压线钳

GB 5171—2016 小功率电机通用技术条件

GB/T 32705—2016 实验室仪器及设备安全规范 仪用电源

YY/T 0646—2015 小型蒸汽灭菌器 自动控制型

GB/T 21747—2008 教学实验室设备实验台(桌)的安全要求及试验方法

JG/T 222—2007 实验室变风量排风柜

GB/T 26497—2011 电子天平

GB/T 12805—2011 实验室玻璃仪器 滴定管

GB/T 27500—2011 pH 测定用复合玻璃电极

HJ 925—2017 便携式溶解氧测定仪技术要求及检测方法

GB/T 28212—2011 实验室玻璃仪器 冷凝管

HJ/T 375—2007 环境空气采样器技术要求及检测方法

GB 21748—2008 教学仪器设备安全要求 仪器和零部件的基本要求

JB/T 11510—2013 电动搅拌器

GB/T 2609—2015 显微镜 物镜

JBT 8941.1—2014 一般用途罗茨鼓风机 第 1 部分：技术条件

GB/T 16907—2014 离心泵技术条件

GB/T 9361—2011 计算机场地安全要求

GB/T 9813.1—2016 计算机通用规范 第 1 部分：台式微型计算机

JB/T 6830—2013 投影仪

JJG 188—2017 声级计检定规程

GB18918—2002 城市污水处理厂污染物排放标准

CJJ/T228—2014 城镇污水处理厂运营质量评价标准

GB/T31962—2015 污水排入城镇下水道水质标准

CJJ60—2011 城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程

NY/T3442—2019 畜禽粪便堆肥技术规范

CJJ52—2014 生活垃圾堆肥处理技术规范

GB/T 15283 - 1994 0.5、1 和 2 级交流有功电度表

GB/T 2346 - 2003 流体传动系统及元件 公称压力系列

GB/T 6585 - 2013 阴极射线示波器通用规范

JJG 622 - 1997 绝缘电阻表(兆欧表) 检定规程

JJG 984 - 2004 接地导通电阻测试仪 检定规程

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/T 50065—2011 交流电气装置的接地设计规范

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 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 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 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

Q/GDW 434.1—2010 国家电网公司安全设施标准

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

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/T 17622—2008 带电作业用绝缘手套

GB/T 9361—2011 计算机场地安全要求

GB 2297—1989 太阳能光伏能源系统术语

GB/T 19939—2005 光伏系统并网技术要求

GB/T 20046—2006 光伏(PV)系统 电网接口特性

GB/T 20514—2006 光伏系统功率调节器效率测量程序

GB/T 11010—1989 光谱标准太阳能电池

GB/T 9535—1998 地面用晶体硅光伏组件设计鉴定和定型

GB/T 18210—2000 晶体硅光伏(PV)方阵 I-V 特性的现场测量

GB/T 6495.1—1996 光伏器件 第 1 部分：光伏电流 - 电压特性的测量

GB/T 6495.2—1996 光伏器件 第 2 部分：标准太阳能电池的要求

GB/T 6495.3—1996 光伏器件 第 3 部分：地面用光伏器件的测量原理及标准

光谱辐照度数据

GB/T 6495.4-1996 晶体硅光伏器件的 I-V 实测特性的温度和辐照度修正方法

GB/T 6495.5-1997 光伏器件第 5 部分：用开路电压法确定光伏 (PV) 器件的等效电池温度 (ECT)

GB/T 6495.8-2002 光伏器件第 8 部分：光伏器件光谱响应的测量

GB/T 18911-2002 地面用薄膜光伏组件设计鉴定和定型

GB/T 20047.1-2006 光伏 (PV) 组件安全鉴定第 1 部分：结构要求

GB/T 18912-2002 光伏组件盐雾腐蚀试验

GB/T 19394-2003 光伏 (PV) 组件紫外试验

GB/T 19394-2003 光伏 (PV) 组件紫外试验

GB/T 6497-1986 地面用太阳电池标定的一般规定

中职、高职专科、高职本科新能源发电工程类专业对应的职业技能等级标准《氢能与燃料电池产业标准汇编》(上、下册)(2020年版)

压力容器作业人员 (R1、R2) 和气瓶作业人员 (P) 考证要求

化工危险与可操作性分析 (HAZOP) 职业等级技能证书考证要求