

职业学校有色金属材料类专业实训

教学条件建设标准

（征求意见稿）

目 录

1 范围	1
1.1 概述	1
1.2 具体适用专业	1
2 实训教学场所及功能	2
3 实训教学场所要求	12
3.1 供电	12
3.2 采光	12
3.3 照明	12
3.4 通风	12
3.5 防火	12
3.6 安全与卫生	13
3.7 网络环境	13
3.8 实训场所布置	13
4 实训教学设备要求	14
4.1 有色金属材料类专业基础技能实训场所设备要求	15
4.2 有色金属材料类专业核心技能实训场所设备要求	44
4.3 有色金属材料类专业拓展技能实训场所设备要求	112
5 实训教学管理与实施	117
5.1 管理制度	124
5.2 信息化	124

5.3 管理人员	125
5.4 安全教育	125
5.5 应急预案	125
5.6 实训环境	125
5.7 思政元素	126
6 参考文献及标准	126

职业学校有色金属材料类专业 实训教学条件建设标准

1 范围

1.1 概述

为贯彻落实党的二十大精神，落实《关于深化现代职业教育体系建设改革的意见》文件要求，围绕产业的数字化转型升级，培养适应现代化产业发展体系需求的高级职业人才制定本标准。

本标准依据国家《职业教育专业目录(2021)》、《职业教育专业简介》、《职业教育专业教学标准》。用于指导职业学校有色金属材料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-高职本科有色金属材料类专业人才培养目标和规范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有色金属材料类专业（含中职、高职专科、高职本科）。

高职本科：材料化冶金应用技术（230501）、金属智能成型技术（230502）、储能材料工程技术（230503）

高职专科：有色金属智能冶金技术（430501）、金属智能加工技术（430502）、金属精密成型技术（430503）、储能材料技术（430504）、稀土材料技术（430505）

中职：有色金属冶炼技术（630501）、金属压力加工（630502）

2 实训教学场所及功能

职业学校有色金属材料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，为满足该专业类人才培养目标与技术技能训练要求，设置专业类基础技能实训、专业类核心技能实训、专业类拓展技能实训（包括专业类综合实训、专业类新技术实训与专业发展的数字化技术实训）等三类实训场所。实训教学场所面积按满足 40 人/班同时开展实训教学的基本要求设定。在实训场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。表 2.1 列出了实训教学场所分类、实训项目、主要功能与面积等。

表 2.1 有色金属材料类专业类实训教学场所分类、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	实训场所类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/高职本科	主要实验实训项目			
专业类基础技能实训	金工实习实训场所 (校内共用)	有色金属材料类专业中职、高职专科、高职本科所有专业	中职开设: 1. 钳工工具、量具的认识; 2. 常用钳工工具、量具的使用技能训练; 3. 锉削、锯割、钻孔、攻丝等基本钳工操作技能。 高职专科增设: 1. 凿削、套扣、划线技能训练; 2. 台式钻床基本操作训练; 3. 钳工常用工具、量具的保养训练; 4. 装配图识读; 5. 零件测绘技能训练; 6. 工件加工技能训练。 高职本科增设: 1. 机械产品的装配、调试; 2. 机械零件故障解决及处理; 3. 复杂金属零件的设计与加工流程优化。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所

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	实训场所类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/高职本科	主要实验实训项目			
专业类基础技能实训	机械基础与制图实训场所 (校内共用)	有色金属材料类专业中职、高职专科、高职本科所有专业	中职开设: 1. 机械工程图基础画法与识读; 2. 机械制图规范训练; 3. 机械零件图绘制。 高职专科增设: 1. 典型机械部件的装配图绘制; 2. 典型机械装配体测绘; 3. 典型机械装配体拆画零件图; 4. 计算机辅助绘图。 高职本科增设: 1. 复杂机械装配体测绘; 2. 复杂机械装配体拆画零件图; 3. 计算机辅助绘图。			
	基础化学实训场所 (校内共用)	中职专业: 有色金属冶炼技术 高职专科专业: 有色金属智能冶金技术、储能材料技术高职专科、稀土材料技术高职专科 高职本科专业: 材料化冶金应用技术、储能材料工程技术高职本科	中职开设: 1. 常用化学仪器装置的使用; 2. 全自动分析天平的使用和药品称量; 3. 标准溶液的配制与标定; 4. 水溶液的 pH 测定。 高职专科增设: 1. 滴定分析的基本操作; 2. 重量分析法测定组分含量; 3. EDTA 溶液的配制与标定; 4. 金属离子性质及活泼性验证。 高职本科增设: 1. 特定溶液浓度测定; 2. 氧化、还原化学反应验证; 3. 金属离子置换反应实验; 4. 比色法测定组分含量; 5. 光度法测定组分含量。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
	金属材料博物馆 (根据专业建设)	有色金属材料类专业中职、高职专科、高职本科所有专业	中职开设: 金属材料发展历程、金属材、工艺流程、设备模型等认知。 高职专科增设: 工艺原理、设备结构的探索。 高职本科增设: 工艺发展总结、工艺优化、工艺开发、设备设计等。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
	冶金原理实训场所	有色金属材料类专业高职专科、高职本科所有专业	高职开设: 传热、传输实训实验及 DCS 模拟操控。 高职本科增设: 精馏、萃取、反应釜实训实验及 DCS 模拟操控。	480	真实装备+虚拟仿真设备	专业类综合实训场所

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	实训场所类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/高职本科	主要实验实训项目			
专业类 基础技能实训	电子电工实训场所	有色金属材料类专业中职、高职专科、高职本科所有专业	中职开设： 电工工具、常用仪器仪表的使用。 高职专科增设： 1. 温度、压力、电位值、电压值等的测定； 2. 常用仪表元件拆卸及组装。 高职本科增设： 1. 常用低压电器设备的识别与测量； 2. 常用电路的安装、调试及故障诊断。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
	热工仪表实训场所	有色金属材料类专业中职、高职专科、高职本科所有专业	中职开设： 1. 热工仪表整理与常规检查； 2. 热工仪表绝缘电阻检查； 3. 热工仪表检查性校验； 4. 热工仪表调校。 高职专科增设： 1. 热工仪表运行维护； 2. 单体检测仪表的误差分析与调校； 3. 热工仪表计量检定。 高职本科增设： 测量系统综合的误差分析与调校。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
	自动控制实训场所	有色金属材料类专业中职、高职专科、高职本科所有专业	中职开设： 1. 自动装置常规检查； 2. 自动装置绝缘电阻检查； 3. 自动装置调校； 4. DCS 系统认识； 5. 简单PLC 程序的识读。 高职专科增设： 1. 自动装置运行维护； 2. 自动装置的误差分析与调校； 3. 自动装置联调试验； 4. DCS 控制回路组态、调试及维护； 5. PLC 系统组态及程序编写。 高职本科增设： 1. 监控系统组态； 2. 触摸屏控制组态； 3. 电气控制线路设计及调试； 4. 自动装置的故障处理。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所

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			
	安全生产实训场所	有色金属材料类专业中职、高职专科、高职本科所有专业	中职开设: 1. 安全生产标识的识别; 2. 安全工器具的选择与使用; 3. 安全生产应急处置。 高职专科增设: 1. 生产危险源辨识; 2. 生产安全标识的布置; 3. 安全生产技术措施的实施。 高职本科增设: 1. 生产危险点分析; 2. 安全生产措施制定。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
	智能生产与管控实训场所	有色金属材料类专业高职专科、高职本科所有专业	高职专科开设: 1. 物料信息跟踪管理; 2. MES 网络参数设置及工装刀具初始设置; 3. MES 与智能装备的运行调试; 4. 生产工艺流程虚拟调试; 5. 生产排程及生产线调度。 高职本科增设: 1. 在线质量检测与数据管理; 2. 订单追踪管理; 3. 智能制造系统信息化管控软件的综合应用。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
专业类核心技能实训	机械测量实训场所	有色金属材料类专业中职、高职专科、高职本科所有专业	中职开设: 1. 检验原理与量具维护保养; 2. 尺寸误差检测; 3. 几何误差检测; 4. 零件表面加工质量检测。 高职专科增设: 1. 三坐标精密测量与数据处理; 2. 几何量综合检测。 高职本科增设: 产品加工质量综合评价与加工质量管理。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
	机械加工实训场所	有色金属材料类专业中职、高职专科、高职本科所有专业	中职开设: 1. 钳工基本操作与零部件装调; 2. 普通机械切削加工; 3. 数控车削机床加工。 高职专科增设: 数控铣削机床加工。 高职本科开设: 同高职专科。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所

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			
	电气控制实训场所	有色金属材料类专业高职专科、高职本科所有专业	高职专科开设: 1. 常用电气器件的识别、选型与性能测试; 2. 常用电机控制线路安装与调试; 3. 常用电气控制电路安装与调试; 4. 电气控制线路检修; 5. 可编程控制器的基本逻辑指令与应用。 高职本科增设: 1. 典型机床电气控制系统分析、设计与装调; 2. 可编程控制器系统软件编程、系统设计与安装调试。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
专业类 核心技能实训	火法冶金实训场所	有色金属材料类专业中职、高职专科、高职本科所有专业	中职开设: 冶金实验炉检查、装料、升温保温、卸料实验操作。 高职专科增设: 1. 熔炼实验实训操作; 2. 精炼实验实训操作。 高职本科增设: 气氛炉氧化、还原、惰性气体保护实验实训操作。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
	湿法冶金实验场所	中职专业: 有色金属冶炼技术 高职专科专业: 有色金属智能冶金技术、储能材料技术高职专科、 稀土材料技术高职专科 高职本科专业: 材料化冶金应用技术、储能材料工程技术高职本科	中职开设: 1. 溶解实验实训操作; 2. 固液分离实验实训操作; 3. 电解实验装置组装; 4. 水溶液电解实验实训操作。 高职专科增设: 1. 浸出实验实训操作; 2. 净化实验实训操作; 3. 沉积实验实训操作; 4. 铜电解实验实训操作; 5. 锌电积实验实训操作。 高职本科增设: 1. 萃取实验实训操作; 2. 离子交换实验实训操作; 3. 电化学测试。	240	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
	特种冶金实训场所	有色金属材料类专业高职专科、高职本科所有专业	高职专科开设: 特种冶金设备操作使用及维护。 高职本科增设: 使用特种冶金设备生产金属材料及开发探索。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
	粉末冶金实训场所	有色金属材料类专业高职专科、高职本科所有专业	高职专科开设: 粉末冶金设备操作使用及维护。 高职本科增设: 使用粉末冶金设备生产金属材料及开发探索。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所

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	冶金与材料虚拟仿真实训场所	有色金属材料类专业中职、高职专科、高职本科所有专业	中职开设: 虚拟仿真操作。 高职专科增设: 1. 常用有色金属生产仿真操作实训; 2. 有色金属材料类 VR、MR 增强现实实训。 高职本科增设: 有色金属材料类虚拟仿真创新开发实训。	600	真实实验实训装备+虚拟仿真设备	专业类数字化实训场所
	冶金机电设备点检专题实训场所	有色金属材料类专业中职、高职专科、高职本科所有专业	中职开设: 机电设备认知及操作。 高职专科、本科增设: 1+X 证书培训项目。	80	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
	金属材料热处理实训场所	有色金属材料类专业中职、高职专科、高职本科所有专业	中职开设: 金属材料热处理认知。 高职专科增设: 1. 常用热处理炉使用; 2. 退火、正火、淬火、回火实验操作。 高职本科增设: 1. 热处理前后性能测定分析; 2. 热处理工艺设计; 3. 表面热处理及性能分析。	120	真实实验实训装备+虚拟仿真设备	专业类综合实训场所
	金相实训场所	有色金属材料类专业高职专科、高职本科所有专业	高职专科开设: 1. 金属显微试样的制备; 2. 金相显微镜的使用; 3. 合金平衡组织观察。 高职本科增设: 1. 合金的显微组织观察与分析; 2. 显微组织标本制作。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
	力学性能检测实训场所	有色金属材料类专业高职专科、高职本科所有专业	高职专科开设: 1. 金属拉伸性能检测实验; 2. 金属冲击性能检测实验; 3. 工程材料常见硬度实验; 4. 金属压缩性能检测实验; 5. 金属弯曲性能检测实验。 高职本科增设: 1. 工程材料检测制样; 2. 应力-应变动态性能检测操作实验。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所

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			
	金属材料分析检测实训场所	有色金属材料类专业高职专科、高职本科所有专业	高职专科开设: 1. 材料表征观测的制样; 2. 光学体视显微镜下材料宏、微观形貌表征; 3. 材料宏、微观形貌分析。 高职本科增设: 1. 材料物相分析与表征观测的制样; 2. 电子显微镜下材料微观组织表征; 3. 材料形貌与组织综合分析; 4. 材料物相检测与分析。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
专业类核心技能实训	铸造实训场所	中职: 金属压力加工 高职专科专业: 金属智能加工技术、金属精密成型技术 高职本科专业: 金属智能成型技术	中职开设: 1. 铸造认知实训; 2. 砂型铸造造型。 高职专科增设: 1. 铸造工艺设计; 2. 型砂性能检测与材料配方优化; 3. 合金熔炼及浇注; 4. 铸造成型。 高职本科增设: 1. 型砂性能检测; 2. 铸造缺陷分析与工艺优化。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
	压力成型实训场所	中职: 金属压力加工 高职专科专业: 金属智能加工技术、金属精密成型技术 高职本科专业: 金属智能成型技术	中职开设: 1. 冲压设备认知与安全生产教育; 2. 冲压模具结构认知与拆装; 3. 锻造设备认知与安全生产教育; 高职专科增设: 1. 冲压设备操作与成型; 2. 锻前准备与自由锻造成型; 高职本科增设: 1. 自由锻工艺设计; 2. 模锻工艺与工装设计; 3. 模锻技能实训。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
	焊接实训场所	中职: 金属压力加工 高职专科专业: 金属智能加工技术、金属精密成型技术 高职本科专业: 金属智能成型技术	中职开设: 1. 焊接安全与防护训练; 2. 焊条电弧焊实训; 3. 二氧化碳气体保护焊实训; 高职专科增设: 1. 氩弧焊实训; 2. 埋弧焊实训; 3. 气焊气割实训; 高职本科增设: 1. 焊接性能检测与金相观察; 2. 焊接构件变形控制实验; 3. 焊接件边缘加工与结构装配训练; 4. 焊接机器人焊接实训。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所

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	材料成型仿真实训场所	高职专科专业：金属智能加工技术、金属精密成型技术 高职本科专业：金属智能成型技术	高职专科开设： 1. 典型材料成型 VR/AR 虚拟仿真（铸造、锻压、焊接等）； 2. 材料铸造成型数值模拟与后处理分析； 3. 材料注塑成型数值模拟与后处理分析； 4. 材料热（冷）锻数值模拟与后处理分析； 高职本科增设： 1. 材料热处理过程数值模拟与后处理分析； 2. 材料成型工艺（铸造、注塑成型、锻造等）方案优化。	120	虚拟仿真设备	专业类综合实训场所
	材料表面处理与测试实训场所	有色金属材料类专业高职专科、高职本科所有专业	高职专科开设： 1. 材料预处理工艺实训； 2. 材料表面氧化处理操作与维护实训； 高职本科增设： 1. 材料表面涂（镀）层测试实训； 2. 先进表面处理设备操作与维护、工艺制订、涂层制备实训； 3. 材料表面涂（镀）层测试与分析实训。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
	增材制造实训场所	有色金属材料类专业高职专科、高职本科所有专业	高职专科开设： 1. 增材制造模型数据处理、材料准备与设备预设置； 2. 增材制造设备操作与成形制造； 3. 增材制造制件后处理； 4. 典型增材制造设备结构认知、拆装与调试； 5. 典型增材制造设备维护与保养。 高职本科增设： 1. 增材制造正逆向建模与数据处理； 2. 增材制造工艺方案制订与成形准备； 3. 多种类增材制造设备零部件拆装； 4. 多种类增材制造设备调试； 5. 增材制造数据处理。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所

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	精密成型实训场所	高职专科专业：金属智能加工技术、金属精密成型技术 高职本科专业：金属智能成型技术	高职专科开设： 1. 识读精密成型图纸； 2. 选择精密成型工艺； 3. 精密成型操作。 高职本科增设： 1. 精密成型方法选择； 2. 精密成型参数设定。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
	精密加工实训场所	高职专科专业：金属智能加工技术、金属精密成型技术 高职本科专业：金属智能成型技术	高职专科开设： 1. 超精密加工机床认知； 2. 数控编程与加工仿真； 3. 超精密加工工具和工装安装； 4. 线切割机床操作与零件加工； 5. 电火花成型机操作与零件加工。 高职本科开设： 1. 精密加工机床加工操作； 2. 零件加工质量检测。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
	精密焊接实训场所	高职专科专业：金属智能加工技术、金属精密成型技术 高职本科专业：金属智能成型技术	高职专科、本科开设： 1. 管道自动化焊接设备操作与实施； 2. 特种焊接（等离子弧焊、激光焊接、电阻焊、钎焊等）。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
	储能材料制备实训场所	高职专科专业：储能材料技术 高职本科专业：储能材料工程技术	高职专科开设： 1. 储能系统仿真实训； 2. 储能材料与电池生产过程控制实训； 3. 储能材料制备。 高职专科增设： 1. 储能材料设计； 2. 储能材料应用； 3. 储能电池设计； 4. 小型储能系统设计； 3. 储能系统项目集成设计； 5. 储能系统电气设计选型及验证。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所
	新能源材料检测实训场所	高职专科专业：储能材料技术 高职本科专业：储能材料工程技术	高职专科、本科开设： 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； 4. 电池阻抗测试与分析； 5. 电池容量测试与分析； 6. 电池充放电性能测试与分析。	120	真实实验实训装备	专业类综合实训场所

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	燃料电池实训场所	高职专科专业：储能材料技术 高职本科专业：储能材料工程技术	高职专科、本科开设： 1. 质子交换膜燃料电池的组装和测试； 2. 质子交换膜燃料电池关键部件的功能认识； 3. 固体氧化物燃料电池组装测试模拟仿真。	120	真实实训装备+虚拟仿真设备	专业类综合实训场所
	稀土材料制备实训场所	高职专科专业：稀土材料技术	1. 稀土材料制备方法选择； 2. 稀土材料制备； 3. 稀土材料制备设备操作与维护。	120	真实实训装备	专业类综合实训场所
	稀土材料检测实训场所	高职专科专业：稀土材料技术	1. 稀土材料检测方法选择； 2. 稀土材料检测； 3. 稀土材料检测设备操作与维护。	120	真实实训装备	专业类综合实训场所
专业类 拓展技能实训	矿物加工及备料实训场所（选配）	有色金属材料类专业高职专科、高职本科所有专业	高职专科开设： 1. 破碎、磨矿、分级、重选、浮选、磁选、配料、制粒、造块实验实训。 高职本科增设： 1. 焙烧实验实训； 2. 物料性能检测实验实训。	240	真实实训装备	专业类拓展实训场所
	金属材料数字化实训场所	有色金属材料类专业高职专科、高职本科所有专业	高职专科开设： 1. 有色金属生产增强现实仿真； 2. 有色金属生产数字化。 高职本科增设： 有色金属生产数字化仿真开发。	120	真实装备+虚拟仿真设备	专业类新技术实训场所
	能源综合利用实训场所	有色金属材料类专业高职专科、高职本科所有专业	高职专科开设： 1. 能源分类及热值转化计算； 2. 燃烧特性分析； 3. 余热利用实验实训。 高职本科增设： 能源储存及转化实验实训。	120	真实实训装备	专业类新技术实训场所
	三废治理实训场所	有色金属材料类专业高职专科、高职本科所有专业	高职专科开设： 1. 三废来源及分类； 2. 三废特性分析； 3. 三废处理方法。 高职本科增设： 三废处理及资源化应用。	120	真实实训装备	专业类新技术实训场所
专业类 拓展技能实训	工业机器人实训场所（选配）	有色金属材料类专业高职专科、高职本科所有专业	高职专科开设： 1. 工业机器人系统认知、基本操作与手动操控； 2. 工业机器人运动与动作控制实训； 3. 智能产线单元安装与调试。 高职本科增设： 1. 工业机器人视觉系统应用； 2. 工业机器人应用系统工艺包配置。 3. 智能产线整体调整与运行综合实训； 4. 智能车间物联网与互联网组网。	120	真实实训装备+虚拟仿真设备	专业类拓展实训场所

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 GB16895.3 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，应绝缘且无外露。

3.2 采光

应符合 GB/T50033 的有关规定。设计应注意光的方向性，应避免对工作产生遮挡和不利的阴影。对于需要识别颜色的场所，应采用不改变自然光光色的材料。

3.3 照明

应符合 GB50034 的有关规定。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 Ra80。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 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。

3.4 通风

应符合 GB50016 和工业企业通风的有关要求。应有良好的通风条件，对于有毒有害物质的使用应配有通风橱或通风设备。

3.5 防火

应符合 GB50016 有关厂房、仓库防火的规定。化工、冶金实训场所应

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。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。实训场所内使用的各种电气设备应具有防爆隔爆性能，实训台周围不应放置任何与实训工作无关的物品。实训场所内应配备灭火器材。

3.6 安全与卫生

应符合 GBZ1 和 GB/T12801 的有关要求。安全标志应符合 GB2893 和 GB2894 的有关要求。应遵守国家《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》的相关要求，对相关人员进行安全教育培训。危险化学品应当由专人负责管理，室内应张贴易燃易爆、危险化学品的性质介绍；剧毒化学品以及储存数量构成重大危险源的其他危险化学品，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；同时建立危险化学品出入库核查、登记制度。实训场所内配置相应劳动防护设施，如应急洗眼、喷淋装置及急救箱等，不同性质废液收集器。

3.7 网络环境

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

3.8 实训场所布置

应在实训场所墙壁、地面、设备的显著位置等布置有关专业技术发展历史、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。配备的仪器设备产品质量应符合相关的国家标准或行业标准，并具有相应的质量保证证明。

各种仪器设备的安装使用都应符合有关国家标准或行业标准，接地应符合 GB16895.3—2017 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），并应具备过电流、漏电保护功能；需要插接线的，插接线应绝缘且通电部位无外露。具有执行机构的各类仪器设备，应具备急停功能，紧急状况可切断电源、气源、压力，并令设备动作停止。

专业特殊要求：实训场所墙壁挂实训简介、实验实训步骤

4 实训教学设备要求

有色金属材料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 有色金属材料类专业基础技能实训场所设备要求

有色金属材料类专业基础技能实训场所应满足该类专业中职、高职专科、高职本科的专业基础能力、课程教学配套训练等专业基础能力实验实训要求。

4.1.1 金工实习实训场所设备要求

金工实习实训场所应满足有色冶金材料类专业完成金工实习基础能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.1。

表 4.1 金工实习实训场所主要设备要求 (校内共用)

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	适应层次	特殊说明
1	钳工工作台	<p>主要功能: 用于钳工加工、各种机械零部件的装配实训。</p> <p>技术要求: 1. 应包含操作区、机械装调区、隔离防护网、台虎钳; 2. 钳工作业台采用全钢结构, 材料厚度 $\geq 1.5\text{mm}$, $750\text{mm} \leq$ 整体高度 $< 850\text{mm}$; 3. 操作区由操作台、橡胶垫组成, 台面厚度 $\geq 40\text{mm}$, 面积 $\geq 0.4\text{m}^2$; 4. 机械装调区采用铸件台面, 面积 $\geq 0.7\text{m}^2$; 5. 防护网采用不锈钢材质, 密度 ≥ 30 目, 位于操作台面上, 高度 $\geq 500\text{mm}$, 面积 $\geq 0.4\text{m}^2$; 6. 台虎钳钳口宽度: $\geq 150\text{mm}$。</p>	工位	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
2	加工工具	<p>主要功能: 进行工件的锯割、锉削、钻孔、攻丝、修整等加工实训。</p> <p>技术要求: 应包含锯弓、锯条、扁锉刀、半圆锉、三角锉、板牙架、板牙、麻花钻、丝锥扳手、丝锥等。</p>	套	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
3	台钻	<p>主要功能: 进行钻通孔、盲孔、扩孔、攻丝等加工实训。</p> <p>技术要求: 1. 最大钻孔直径: $\geq 12\text{mm}$; 2. 主轴最大行程: 100mm; 3. 转速: $300\sim 200\text{r/min}$。</p>	台	6	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
4	台式砂轮机	<p>主要功能: 进行金属件的磨削加工实训。</p> <p>技术要求: 1. 砂轮尺寸: $200\text{mm} \times 25\text{mm} \times 32\text{mm}$; 2. 砂轮安全线速度: 35m/s; 3. 电动机额定工作方式 (%): 断续 40%。</p>	台	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
5	划线平板与方箱	<p>主要功能: 检验机械零件平面、平行度、直线度、垂直度等形位公差的测量基准等及划线。</p> <p>技术要求: 平板: $\geq 1000\text{mm} \times 800\text{mm}$; 方箱: $\geq 250 \times 250 \times 250$</p>	块	12	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
6	操作工具	<p>主要功能: 进行工件的安放、划线、划圆、划圆弧等分线段、钻孔、定位、敲击、固定、旋紧、松退、夹持、剪断、拆卸等。</p> <p>技术要求: 应包含划针、划线盘、划规、样冲、平口凿子、锤子、橡皮锤、紫铜棒、开口扳手、活动扳手、扭力扳手、一字批橡胶柄、十字批橡胶柄、尖嘴钳、钢丝钳等。</p>	套	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
7	测量工具	<p>主要功能: 进行工件的长度、宽度、高度、深度、外径、内径、孔距和角度等尺寸测量。</p> <p>技术要求: 应包含钢直尺、直角尺、游标卡尺、外径千分尺、内径千分表、游标万能角度尺等。</p>	套	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

4.1.2 机械基础与制图实训场所设备要求

机械基础与制图实训场所应满足有色冶金材料类专业完成机械基础认知、识图、计算机辅助绘图等基础能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.2。

表 4.2 机械基础与制图实训场所主要设备要求(校内共用)

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	机械零件陈列柜	<p>主要功能: 用于展示各类常用机械零件及常见运动副的类型与功用。</p> <p>技术要求: 1. 展示螺纹、键、销类型与连接、滚动轴承、联轴器、离合器、减速器等; 2. 柜顶装有照明日光灯, 柜背设有对开门, 柜下部设有柜箱, 柜底装有万向轮</p>	套	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
2	机械原理演示柜	<p>主要功能: 用于展示常见传动机构(四杆机构、曲柄滑块、凸轮机构、齿轮机构、间歇运动机构、齿轮传动、带传动、链传动等)的功能; 用于传动机构的传动及受力情况展示; 用于传动机构的创新性实验; 用于典型连接组件的拆解与装配实验, 如螺纹连接、键连接等; 用于典型机械零件设计与强度校核。</p> <p>技术要求: 柜顶装有照明日光灯, 柜背设有对开门, 柜下部设有柜箱, 柜底装有万向轮</p>	套	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
3	各种常用机构套装	<p>主要功能: 用于展示典型机械结构的功能与传动演练; 用于典型机械结构的拆装实验; 用于结构部件运动极限位置测绘及计算, 绘制运动简图。</p> <p>技术要求: 1. 至少包括飞机起落架机构、牛头刨床机构、汽车差速转向机构各一套; 2. 各运动副灵活、结构可靠</p>	套	10	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
4	工程绘图桌	主要功能: 机械制图基础画法训练; 机械工程图(零件图、装配图)绘制。 技术要求: 1. 桌面可调节倾角; 2. 配套图板、丁字尺	套	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
5	测绘工作台	主要功能: 机械装配体测绘与拆画零件图。 技术要求: 1. 配套圆柱齿轮减速器、平口虎钳; 2. 配套活动扳手、改锥等拆装工具; 3. 配套钢尺、游标卡尺等测量工具。	套	4	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
6	展示柜	主要功能: 教学模型。 技术要求: 1. 模型应与教材配套; 2. 安装照明装置(选配)	件	若干	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
7	丁字尺	主要功能: 主要用于机械工程图中长直线绘制; 主要用于工程图框规范绘制。 技术要求: 最小测量范围大于60cm	把	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
8	A0图板	主要功能: 用于工程图规范绘制; 主要用于A1、A0尺寸的机械零件图、装配图绘制。 技术要求: 1. 长度不小于1189mm; 2. 宽度不小于841mm	块	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
9	A2图板	主要功能: 用于工程图规范绘制; 用于A2、A3、A4尺寸机械零件图、装配图绘制。 技术要求: 1. 长度不小于594mm; 2. 宽度不小于420mm	块	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
10	游标卡尺	主要功能: 测量零件内径、外径及深度。 技术要求: 1. 测量范围: 0~125mm; 2. 分度值: 0.02mm	把	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
11	螺纹样板	主要功能: 用于机械零件中的螺纹测绘; 用于机械装配体拆画零件图。 技术要求: 具有常见公制螺距	把	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
12	圆角规	主要功能: 用于机械零件中的小圆角测绘; 用于机械装配体拆画零件图。 技术要求: 可测量圆角范围为小尺 1mm~6.5mm, 大尺 25mm~50mm。	把	20	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
13	万能角度尺	主要功能: 用于机械零件的角度测绘。 技术要求: 1. 测量范围: 0~320° ; 2. 分度值: 2' ; 3. 组合使用。	把	20	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
14	电脑	主要功能: 用于计算机辅助设计中的二维制图实训; 用于计算机辅助设计中的三维建模实训; 用于三维模型装配、机械结构分析等实训。 技术要求: 满足机械设计与制图要求。	台	41	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
15	计算机辅助设计二维软件	主要功能: 计算机辅助二维设计和制图 (包括零件图和装配图)。 技术要求: 能够创建 2D 图纸 (包括零件图和装配图)。	套	41	否/可	适用高职 专科/高职 本科	
16	计算机辅助设计三维软件	主要功能: 计算机辅助三维建模、装配、仿真等。 技术要求: 1. 草图与特征建模; 2. 模型装配与零件拆装分析; 3. 运动仿真; 4. 工程图导出。	套	41	否/可	适用高职 专科/高职 本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
17	CAD图纸评分软件	主要功能: 实现 dwg 格式抄绘图、补绘图 的快速计算机评分。 技术要求: 1. CAD 二次开发模块; 2. 可人工设定评分标准; 3. 批量选择学生 dwg 图纸进行 对比; 4. 在 CAD 中显示比对结果输出 成绩单。	套	41	否/可	适用高职 专科/高职 本科	

4.1.3 基础化学实训场所设备要求

基础化学实训场所应满足有色冶金材料类专业完成化学实验、培养化学思维等基础能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.3。

表 4.3 基础化学实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
1	实验台	主要功能: 实验操作平台。 技术要求: 1. 台面材质完全符合实训场所耐腐蚀、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 300kg/m ² , 可调脚; 3. 水龙头、水槽为实验场所专用产品; 4. 带洗眼喷淋头。	套	4	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
2	通风橱	主要功能: 使用有毒有害易挥发物质时的强制通风空间。 技术要求: 1. 采用耐酸碱、有机溶剂之实训场所专用抗蚀材质, 电路、水路、气路便于维修; 2. 照明充足, 易更换; 3. 窗口采用玻璃便于观察; 4. 易于调整、防震、防潮; 5. 以不低于操作表面风速 0.5m/s 的速度将空气排出; 6. 工艺说明: 所有水、电、气要求安全、适用, 并隐藏式安装。	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
3	干燥箱	主要功能: 干燥样品,也可以提供实验所需的温度环境。 技术要求: 控温范围:室温~300℃;温度波动:±0.5℃。	台	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
4	电子台秤	主要功能: 称量样品。 技术要求: 范围0~300g,精度10mg。	台	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
5	纯水制备设备	主要功能: 制备实验用纯水。 技术要求: 所配置的设备能满足实训场所对水纯度的要求。	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
6	滴定管	主要功能: 滴定分析用。 技术要求: 1.规格:50mL,分度0.1mL; 2.类型:酸式、碱式。	根	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
7	碘量瓶	主要功能: 1.碘量法分析用; 2.产生挥发性物质的反应容器。 技术要求: 250mL或500mL,磨口具有良好的密封性。	只	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
8	冷凝管	主要功能: 蒸馏或合成实验中冷凝或回流样品的装置。 技术要求: 1.形状:直形、球形; 2.规格:400mm或其他; 3.材质:硼硅酸盐玻璃。	只	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
9	单头或多头水浴锅	主要功能: 物体加热器件。 技术要求: 1.控温范围:室温~99℃;温2.温度波动:±0.5℃。	套	4	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
10	研钵	主要功能: 研磨固体样品。 技术要求: 玻璃或陶瓷材质,直径40~60mm。	只	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
11	循环水真空泵	主要功能: 过滤时抽真空。 技术要求: 功率 180W, 流量 60L/min, 单头抽气量 10L/min。	台	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
12	电动搅拌器	主要功能: 液体混合搅拌的器件。 技术要求: 转速 50~1500r/min。	只	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
13	电子分析天平	主要功能: 称量物质。 技术要求: 1. 最大称量: 100~200g; 2. 可读性: 0.1mg; 3. 重复性: 同一载荷多次称量结果之间的差值, 不应大于天平在该载荷下示值的最大允许误差的绝对值。	台	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
14	抽滤瓶	主要功能: 配合布氏漏斗、循环水真空泵负压下抽滤溶液。 技术要求: 1. 玻璃材质, 可承受真空压力; 2. 容积: 500/1000mL。	只	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
15	磁力搅拌器	主要功能: 液体混合搅拌的器件。 技术要求: 应能满足搅拌速度, 并可进行速度调节。	台	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
16	离心机	主要功能: 分离液体与固体颗粒或液体与液体的混合物中各组分。 技术要求: 1. 最大处理量: $\geq 40\text{m}^3/\text{h}$; 2. 最小分离点: $5\sim 7\mu\text{m}$; 3. 转速 $0\sim 22000\text{r}/\text{min}$ 。	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
17	折光仪	主要功能: 测定物质折光率。 技术要求: 1. 测量范围: 1.3~1.7; 2. 准确度: $\pm 0.0002\text{nD}$; 3. 分辨率: 0.0001nD 。	台	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
18	可见光谱仪	主要功能: 测定物质对光的吸收情况进行定性和定量分析。 技术要求: 1. 波长范围: 紫外可见区域; 2. 波长准确度: $\pm 1\text{nm}$; 3. 波长重复性: $\leq 0.5\text{nm}$; 4. 杂散光: $< 0.5\%$; 5. 噪声: $\leq 0.15\%T$ (500nm) 开机预热 0.5h 后; 6. 基线漂移: $\leq 0.35\%/h$ (500nm) 开机预热 2h 后; 7. 配置: 含 1cm 石英比色皿 2 只。	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	选配
19	原子吸收光谱仪	主要功能: 测定物质原子对光的吸收从而进行定量分析。 技术要求: 1. 带有火焰原子化器和石墨炉原子化器; 2. 波长示值误差: $\leq \pm 0.5\text{nm}$; 3. 波长重复精度: $\leq 0.3\text{nm}$; 4. 光谱带宽偏差: $\leq \pm 0.02\text{nm}$; 5. 瞬时基线漂移: $\leq 0.006\text{A}$; 6. 背景校正能力: ≥ 30 倍; 7. 根据实验内容配相应元素灯。	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	选配

4.1.4 金属材料博物馆实训场所设备要求

金属材料博物馆实训场所应满足有色金属材料类专业完成对金属材料生产制造、加工、应用的原理、工艺、设备等认知能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.4。

表 4.4 金属材料博物馆实训场所主要设备要求 (各有侧重)

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	适应层次	特殊说明
1	工艺流程挂图	主要功能: 展示生产制造工艺流程。 技术要求: 1. 准确无误; 2. 细节突出。	幅	若干	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
2	生产设备模型	主要功能: 展示生产设备结构和原理。 技术要求: 1. 模型比例适当; 2. 便于拆卸, 关键部位展示清楚。	套	若干	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
3	数字资源	主要功能: 提供数字化资源展示。 技术要求: 1. 简洁明了; 2. 国内先进。	套	若干	否/是	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

4.1.5 冶金原理实训场所设备要求

冶金原理实训场所应满足有色冶金材料类专业完成冶炼、加工、制造过程原理分析、实验等专业基础能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.5。

表 4.5 冶金原理实训场所主要设备要求

传热

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	适应层次	特殊说明
1	换热器	主要功能: 1. 认识换热器结构; 2. 配合系统管路实现各种冷热媒体系的换热操作及切换; 3. 实现换热器内的逆、并流操作, 及换热器间串联及并联操作。 技术要求: 1. 铜或不锈钢材质; 2. 换热良好, 温度显示准确。	台	4	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
2	冷却器	主要功能: 1. 实现冷却换热; 2. 配合系统管路实现各种冷热媒体的换热操作及切换; 技术要求: 1. 高导热材质; 2. 密封好, 管路通畅。	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
3	蒸汽发生器	主要功能: 1. 提供蒸汽; 2. 配合系统管路实现各种冷热媒体的换热操作及切换; 技术要求: 1. 不锈钢材质; 2. 压力显示准确, 有压力报警和泄压阀。	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
4	空气加热器	主要功能: 1. 加热空气; 2. 配合系统管路实现各种冷热媒体的换热操作及切换。 技术要求: 高效适用。	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
5	冷热风机	主要功能: 提供冷热介质热空气。 技术要求: 1. 实现开停车及变频调节; 2. 能实现远程控制; 3. 高效适用。	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

传输 1

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	适应层次	特殊说明
6	离心泵	主要功能: 输送流体, 实现气缚、汽蚀现象。 技术要求: 离心清水泵, 机泵一体	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
7	齿轮泵	主要功能: 输送流体。 技术要求: 吸上高度 5~33m	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
8	真空泵	主要功能: 抽真空。 技术要求: 真空度 $P_{max} = -0.06\text{kPa}$	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
9	空气压缩机	主要功能: 压缩空气实现流体输送。 技术要求: 1. 流量 $Q_{max}=0.5m/min$ 2. 能用 DCS 实现流量调节	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
10	吸收塔	主要功能: 能配合空压机、缓冲罐，通过真空度调节实现液体输送。 技术要求: 1. 罐体抗压设计，大于 110L； 2. 有液位计、排气及排污口	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
11	缓冲罐	主要功能: 配合空压机进行气液混合效果操控、控制系统气体压力。 技术要求: 立式结构、材质为不锈钢或硬质塑料；容积不小于 60L；罐体应为抗压设计；有排污口	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
12	高位槽	主要功能: 能配合管路实现流体输送操作。 技术要求: 1. 立式或卧式，容积自定； 2. 有液位计、溢流装置； 3. 材质为不锈钢或硬质塑料； 4. 罐体应为抗压设计，能实现液位高位报警； 5. 能通过 DCS 进行液位调节控制	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

传输 2

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	适应层次	特殊说明
13	流体静力学综合实验仪	主要功能: 1. 测量静水压强，验证流体静力学基本方程； 2. 观察测压管水头线； 3. 判别等压面； 4. 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 $\pm 0.01mm$ ； 2. 能直接显示真空度	套	1	是/否	适用 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
14	伯努利方程 实验仪	主要功能: 1. 测量流体在管道中流动的各种能量水头, 验证伯努利方程; 2. 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管径连接而成, 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	1	是/否	适用 高职专科/ 高职本科	
15	雷诺 实验仪	主要功能: 1. 观察层流和紊流的流动特性及其转变情况; 2. 测定层流向紊流转变的临界雷诺数。 技术要求: 1. 实验管路采用透明材质; 2. 具有自循环水系统, 贮水箱水头稳定; 3. 示踪剂颜色辨识度高, 且能自动消失	套	1	是/否	适用 高职专科/ 高职本科	
16	局部阻力 综合实验仪	主要功能: 测定流体流经突扩和突缩管件时的局部阻力系数。 技术要求: 1. 实验管路采用透明材质; 2. 具有自循环水系统, 贮水箱水头稳定	套	1	是/否	适用 高职专科/ 高职本科	

精馏

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	适应层次	特殊说明
17	精馏塔	主要功能: 混合液分离发生的设备。 技术要求: 1. 能满足气液接触的工艺要求; 2. 具有放空与排尽及了望塔内情况的视镜等功能; 3. 各段的温度具备远程测控; 4. 塔顶和塔釜的压力能现场指示和远程测控;	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
18	塔釜	主要功能: 存放物料和收集重组分。 技术要求: 1. 能满足工艺操作要求, 有放空与排尽装置; 2. 压力能现场指示和远程测控; 3. 液位能实现现场指示、远程测控和高低位报警; 4. 不锈钢材质	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
19	再沸器	主要功能: 给塔釜物料提供热源。 技术要求: 1. 能满足工艺操作要求; 2. 温度具备远程控制和指示, 并与液位具有连锁功能; 3. 不锈钢	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
20	塔顶 冷凝器	主要功能: 冷凝塔顶出来的气体。 技术要求: 1. 能配合系统, 满足工艺的换热要求; 2. 不锈钢材质	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
21	真空 缓冲罐	主要功能: 收集系统气体。 技术要求: 1. 有就地压力指示和放空与排尽装置; 2. 能配合真空泵满足减压精馏操作工艺要求; 3. 不锈钢材质	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

萃取

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	适应层次	特殊说明
22	萃取塔	主要功能: 完成萃取操作的设备 技术要求: 1. 能满足气液接触要求; 2. 各段的温度具备远程显示; 3. 玻璃主体硬质玻璃; 上、下扩大段不锈钢; 填料为不锈钢规整填料、转盘萃取塔等	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
23	轻、重相 储槽	主要功能: 储存轻、重相液。 技术要求: 1. 能满足工艺操作要求,有放空与排尽装置; 2. 液位能现场指示、远程测控; 3. 不锈钢	个	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
24	萃取相、萃 余相储槽	主要功能: 储存萃取相液和萃余相液。 技术要求: 1. 能满足工艺操作要求,有放空与排尽装置; 2. 液位能现场指示、远程测控; 3. 不锈钢	个	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
25	轻、重相泵	主要功能: 为输送轻、重相液提供机械能。 技术要求: 1. 能满足工艺操作要求; 2. 具备远程控制和计量; 3. 计量泵, 60L/h	台	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
26	空气 缓冲罐	主要功能: 能实现压缩空气储存、缓冲。 技术要求: 1. 能满足工艺操作要求; 2. 不锈钢, 抗压	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
27	萃余分 相罐	主要功能: 能实现轻、重相分离。 技术要求: 1. 能满足工艺操作要求; 2. 玻璃材质	个	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

反应釜

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	适应层次	特殊说明
28	反应釜	主要功能: 工艺物料反应的容器。 技术要求: 1. 能满足工艺操作要求; 2. 具备安全保护功能	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
29	中和釜	主要功能: 工艺物料反应的容器。 技术要求: 1. 能满足工艺操作要求; 2. 具备安全保护功能	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
30	进料泵	主要功能: 为输送物料提供机械能。 技术要求: 1. 能满足工艺操作要求; 2. 具备远程控制运行、流量调节和变频调节	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
31	冷凝器	主要功能: 冷凝塔顶出来的气体。 技术要求: 1. 能配合系统, 满足换热要求; 2. 不锈钢	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
32	玻璃转子流量计	主要功能: 测量单相非脉动(液体或气体)流体的流量。 技术要求: 能配合系统, 满足工艺的要求	个	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
33	中和液高位槽	主要功能: 储存中和液。 技术要求: 1. 能满足工艺操作要求, 有放空与排尽装置; 2. 液位能实现现场指示、远程测控和高低位报警; 3. 不锈钢	个	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
34	产品罐	主要功能: 存放产品。 技术要求: 1. 能满足工艺操作要求, 有放空与排尽装置; 2. 液位能现场指示、远程控制	个	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

4.1.6 电工电子实训场所设备要求

电工电子实训场所应满足该类专业电工操作、电路应用、电路调试与分析等专业基础能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.6。

表 4.6 电工电子实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	维修电工实训装置	<p>主要功能: 电工仪表、电工接线工艺、电子电路、电工照明配电、电力拖动、PLC 综合训练、触电急救等。</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℃; 3. 装置容量: < 1kVA; 4. 安全保护: 漏电动作电流 ≤ 30mA 过流保护、熔断器保护。</p>	套	10	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
2	万用电表	<p>主要功能: 使用常用电工、电子仪表对电位、电压、电流、相位、有功和无功功率及功率因数等基本电参数进行测量;</p> <p>技术要求: 1. 直流电压: 0~1000V; 2. 交流电压: 0~750V; 3. 直流电流: 0~20A; 4. 交流电流: 0~20A; 5. 电阻: 0~200MΩ; 6. 电容: 0~20 μF; 7. 可测量二极管、晶体管。</p>	台	20	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
3	电路焊接工具	<p>主要功能: 焊机电器元件及导线。</p> <p>技术要求: 1. 电烙铁功率: ≥ 30W; 2. 吸锡器功率: ≥ 30W; 3. 吸锡器嘴直径为 1.4mm。</p>	套	20	是/否	适用高职 专科/高职 本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
4	电工工具	主要功能: 电子元器件操作处理。 技术要求: 尖嘴钳、剥线钳、斜口钳、压线钳、螺钉旋具、镊子等	套	20	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
5	热风枪	主要功能: 拆卸和焊接各类封装形式的电子元器件。 技术要求: 1. 热风风量: 0~24L/min; 2. 风嘴温度: 100~420℃连续恒温可调	台	20	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
6	兆欧表	主要功能: 具有电气设备、家用电器或电气线路对地及相间的绝缘电阻测量功能。 技术要求: 最低配置: 500(1000)V, 500MΩ	块	20	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
7	接地电阻测量仪	主要功能: 具有电气装置的接地电阻、低电阻的导体电阻值测量功能, 土壤电阻率及地电压测量功能。 技术要求: 1. 准确度等级: ≥2.0级; 2. 电阻测量范围: 1~2000Ω或0.01~20Ω	台	20	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
8	钳形电流表	主要功能: 具有电路交流电流测量功能。 技术要求: 1. 钳口最大直径: ≥30mm; 2. 电流分辨率: ≤10mA; 3. 交流电压分辨率: ≤1mV; 4. 直流电流分辨率: ≤0.1mV; 5. 电阻测量分辨率: ≤0.1Ω	块	20	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
9	电子综合实验装置	主要功能: 具有电子学基本定理的验证功能; 包括常用电子元器件, 可以满足对电子元器件进行识别与测量; 具有基本放大器电路、稳压电源电路、基本逻辑门电路实验。 技术要求: 具有漏电保护功能	台	20	是/可	适用高职 专科/高职 本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
10	电工综合实验装置	<p>主要功能: 具有电工学基本定理的验证功能; 具有常用电工、电子仪表的使用及 测量功能; 可完成 R、L、C 等电路元件的特性 分析及电路实验; 可进行与教学要求相关的单相、三相交流电路的应用实验。</p> <p>技术要求: 1. 具有缺相、漏电、过流、相间和对地短路等报警、保护功能; 2. 可交直两种供电</p>	台	20	是/可	适用高职 专科/高职 本科	
11	信号发生器	<p>主要功能: 电路激励信号的产生。</p> <p>技术要求: 1. 最高频率: 20MHz; 2. 输出波形: 正弦波、方波、脉冲波、任意波形; 3. 调制方式: AM、FM、PM; 4. 输出阻抗: 50Ω</p>	台	10	是/可	适用高职 专科/高职 本科	
12	数字示波器	<p>主要功能: 电路信号监测与采集。</p> <p>技术要求: 1. 带宽: 200MHz; 2. 通道数: 双通道+一个外部触发通道; 3. 采样率: 每通道: 1GSa/s; 4. 时基范围: 5ns/div ~ 50s/div; 5. 垂直灵敏度: 2mV/div ~ 10V/div</p>	台	10	是/可	适用高职 专科/高职 本科	

4.1.7 热工仪表实训场所设备要求

热工仪表实训场所应满足该类专业热工仪表认识、检定、校验、检修和运行维护等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.7。

表 4.7 热工仪表实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
1	压力表校验台	主要功能: 检验和校准压力表的测量精度和稳定性。 技术要求: 1. 校验压力范围: -0.1 ~ 6MPa; 2. 传压介质: 气体或液体; 3. 调节细度: ≤10Pa;	套	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
2	压力自动检定系统	主要功能: 自动校准压力表和报告生成。 技术要求: 1. 测量范围: -0.1 ~ 6MPa; 2. 精度等级: 0.05 级; 3. 目标压力稳定时间: >5min; 4. 工作介质: 气体或液体; 5. 电源: 内置可充电电池或外部直流电源供电两种方式; 6. 校验记录: 实时存储校验数据, 生成 PDF 或 Excel	套	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
3	温度自动检定系统	主要功能: 自动测量、校准温度传感器和生成报告。 技术要求: 1. 测量范围: -40 ~ 1300℃; 2. 检定结果不确定度: 热电偶小于 0.7℃; 热电阻小于 0.05℃; 3. 控温稳定性: 恒温优于 0.2℃/10min; 4. 外部传感器接口: 支持多种类型接口, 包括 RTD、热电偶; 5. 数据显示: 彩色液晶显示; 7. 记录方式: 实时存储校验数据, 生成 PDF 或 Excel	套	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
4	电磁流量计	主要功能: 测量流量。 技术要求: 法兰连接	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
5	孔板流量计	主要功能: 测量流量。 技术要求: 法兰连接, 配差压变送器	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
6	涡轮流量计	主要功能: 测量流量。 技术要求: 直流供电, 螺纹或法兰连接	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
7	金属管浮子流量计	主要功能: 测量流量。 技术要求: 直流供电, 螺纹连接	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
8	热电阻	主要功能: 检测温度并将温度变化转换为热电阻阻值的变化。 技术要求: 1. 铂电阻, 分度号, Pt100 三线制; 测量范围, 0~100℃; 螺纹连接, 配保护管; 2. 铜电阻, 分度号, CU50; 测量范围, 0~100℃; 螺纹连接, 配保护管	套	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
9	热电偶	主要功能: 检测温度并将温度变化转换为热电势的变化。 技术要求: 测量范围, 0~100℃; 配热电偶温度变送器和保护管	个	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
10	双金属片 温度计	主要功能: 测量温度。 技术要求: 测量范围 0~100℃, 精度 1 级, 螺纹固定	个	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
11	磁翻板 液位计	主要功能: 测量液位。 技术要求: 满足工艺要求, 就地显示或带远传	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
12	玻璃板液 位计	主要功能: 测量液位。 技术要求: 满足工艺要求, 就地显示	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
13	浮筒 液位计	主要功能: 测量液位。 技术要求: 满足工艺要求, 就地显示和远传	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
14	超声波 物位计	主要功能: 测量液位。 技术要求: 满足工艺要求, 就地显示和带远传	个	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
15	隔膜式 弹簧管 压力表	主要功能: 测量压力。 技术要求: 满足工艺要求, 就地显示	块	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
16	直通式 弹簧管 压力表	主要功能: 测量压力。 技术要求: 满足工艺要求, 就地显示	块	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
17	电接点式 弹簧管压 力表(带报 警)	主要功能: 测量压力。 技术要求: 满足工艺要求,就地现实	块	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
18	电容式压 力变送器	主要功能: 测量压力。 技术要求: 满足工艺要求,就地显示和带远传	块	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
19	通用示 波器	主要功能: 测试各种不同的电量。 技术要求: 符合国家相关标准规定	套	10	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
20	万用表	主要功能: 多用途电子测量仪器,主要测量电流、电 压、电阻。 技术要求: 符合国家标准	只	20	是/否	适用高职 专科/高职 本科	

4.1.8 自动控制实训场所设备要求

自动控制实训场所应满足该类专业自动控制校验、检修和运行维护等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.8。

表 4.8 自动控制实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
1	DCS 组态软 件	主要功能: DCS 系统配置,控制逻辑与监 控画面组态、调试、维护。 技术要求: 1. 工程设计软件一般包括数据库 组态软件、过程控制策略组态软 件、图形组态软件、报表组态软 件,以及趋势组态软件等; 2. 其他辅助性通用软件包括办公 软件和数据库系统软件等	套	41	否/是	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
2	PLC 实训系统	主要功能: PLC 安装接线、编程调试、通讯测 试,变频器调试,触摸屏调试。 技术要求: 1. 中型或小型 PLC, CPU 带有 Profinet 接口和 PROFIBUS-DP 接口,至少自带 24 点	套	41	否/是	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	3

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	适应层次	特殊说明
		输入、16点数字量输出; 2. 分布式输入输出模块及接口模块, 或紧凑型输入输出模块, 带有 DP 接口或 PN 接口; 3. 变频器及通信模块; 4. 工业级彩色触摸屏, 带 PN 接口或 DP 接口; 5. 以太网交换机					
3	温度 变送器	主要功能: 量程校验、测量误差校验。 技术要求: 1. 测量范围: 根据输入信号类型合理选择测量范围; 2. 精度: 高于 0.5 级; 3. 输出信号: DC4~20mA、DC1~5V; 4. 温度: 可自动进行温度补偿	套	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
4	压力(差 压)变送器	主要功能: 零位及满量程校验、基本误差及回程误差校验、阻尼时间调整。 技术要求: 1. 精度: 高于 0.5 级; 2. 调整方式: 精密电位器或按钮实现零点、量程的调整; 3. 输出信号: DC4~20mA、DC1~5V	套	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
5	智能 变送器	主要功能: 手操器设置智能变送器零点、量程及校验。 技术要求: 1. 精度: 高于 0.2 级; 2. 输出信号: DC4~20mA、总线(选配); 3. 配标准仪表: 精度高于 0.05 级	套	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
6	气动 执行器	主要功能: 定位器参数设置, 气动调节阀校验。 技术要求: 1. 类型: 直行程调节型; 2. 配电-气定位器; 3. 工作气源: 0.2~0.4MPa; 4. 输入信号: DC4~20mA; 5. 控制方式: 现场控制、DCS 远程控制	套	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
7	电动 执行器	主要功能: 伺服放大器调整、位置反馈电流调整、执行机构校验。 技术要求: 1. 工作电源: 220VAC; 2. 类型: 直行程调节型; 3. 输入信号: DC4~20mA; 4. 位置反馈信号: DC4~20mA 5. 基本误差限: ≤1%; 6. 控制方式: 现场控制、DCS 远程控制	套	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
8	智能气动 执行器	主要功能: 智能定位器参数设置,智能执行器 校验。 技术要求: 1. 类型: 直行程调节型; 2. 配智能电-气定位器; 3. 工作气源: 0.2~0.4MPa; 4. 输入信号: DC4~20mA、总线(选 配); 5. 位置反馈信号: DC4~ 20mA、总线(选配); 6. 控制方式: 现场控制、DCS 远程控制、FCS 远程控制(选 配)	套	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
9	智能电动 执行器	主要功能: 智能执行器参数设置,智能执行器 校验。 技术要求: 1. 类型: 直行程调节型; 2. 工作电源: 220/380VAC; 3. 输入信号: DC4~20mA、总线(选 配); 4. 位置反馈信号: DC4~ 20mA、总线(选配); 5. 基本误差限: ≤1%; 6. 控制方式: 现场控制、DCS 远程控制、FCS 远程控制(选配)	套	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
10	多功能 校准仪	主要功能: 测量和校准多种类型的仪器,包括 温度计、热电偶、热电阻、电流表、 电压表、频率计、压力表等。 技术要求: 1. 测试范围: 支持电压、电流、电	套	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
		阻、频率、温度、压力等多种物理量的测试和校准; 2. 测试精度: 电压测试精度 $\geq 0.05\%$, 电流测试精度 $\geq 0.05\%$, 电阻测试精度 $\geq 0.02\%$; 3. 输出模式: 支持电压输出、电流输出、模拟量输出、数字量输出等; 4. 通讯接口: 配备 USB、RS232C 等多种通讯接口					
11	电动调节阀	主要功能: 阀门安装及液位控制。 技术要求: 1. 直行程调节阀; 2. 法兰式安装; 3. 电动执行器为一体式结构	套	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
12	气动调节阀	主要功能: 阀门安装及液位控制。 技术要求: 1. 直行程调节阀; 2. 法兰式安装; 3. 气气定位装置	套	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

4.1.9 安全生产实训场所设备要求

安全生产实训场所应满足该类专业安全生产认识、学习和运用等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.9。

表 4.9 安全生产实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
1	安全标志	主要功能: 安全警示。 技术要求: 包含禁止、警告、提示和指令四大类安全标志, 符合国家标准	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
2	安全展示	主要功能: 安全标识及工艺展示。 技术要求: 1. 现场安全标识挂图及实物; 2. 各类设备、工艺操作规程挂图; 3. 工厂典型事故挂图; 4. 劳保用品及安全防护设备(如有毒有害气体探测器)实物展示柜	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
3	安全测试	主要功能: 完成安全测试。 技术要求: 1. 可燃烧物的闪点、燃点测试系统(包括化学试剂和仪器); 2. 易爆品的危险指数测定系统; 3. 工作环境温度测试记录系统; 4. 工作环境湿度测试记录系统; 5. 工作环境噪声测试记录系统; 6. 气体成分分析系统	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
4	安全系统演示	主要功能: 安全系统演示。 技术要求: 1. 现场模拟报警系统; 2. 超温熔断实训系统; 3. 接地保护实训系统; 4. 设备过载自动断电实训系统; 5. 漏电保护实训系统	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
5	事故模拟及鉴定	主要功能: 事故模拟与鉴定。 技术要求: 1. 生产现场事故模拟处理实训系统(模拟各类典型事故处理过程); 2. 生产现场事故鉴定处理实训系统	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
6	急救模拟人	主要功能: 心肺复苏急救训练。 技术要求: 1. 执行国家标准; 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	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	耗材: 消毒纱布面巾或一次性吹气膜; 消毒酒精及纱布。
7	消防器材训练系统	主要功能: 消防灭火器的选择与使用训练。 技术要求: 1. 灭火器: 干粉灭火器、水基型灭火器、二氧化碳灭火器三种; 2. 可设置不同火灾类型; 3. 可进行体感灭火操作	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
8	创伤包扎训练系统	主要功能: 创伤包扎训练。 技术要求: 1. 可模拟成人创伤手臂; 2. 配有模拟血浆, 可模拟真实大动脉出血, 可模拟桡动脉搏动; 大、中、小三种出血流速; 3. 可练习止血带加压包扎止血, 不同止血压力具有不同的止血效果、出血速度及远端动脉脉率; 4. 实时动态显示止血压力值, 可检测 0~350mmhg 的止血压力; 5. 可进行标准模式考核和教师设定考核	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
9	包扎、止血用具	主要功能: 外伤出血急救练习。 技术要求: 常用纱布、三角巾、绷带、橡皮管止血带、胶带、剪刀等	套	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
10	安全帽	主要功能: 对人头部受坠落物及其他特定因素引起的伤害起防护作用。 技术要求: 符合国家标准	顶	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
11	防护手套	主要功能: 对不同工况下的手部防护。 技术要求: 带电作业用绝缘、机械危害防护、织物浸渍胶乳防护、化学品及微生物防护, 符合国家标准/推荐标准	套	10	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
12	防护服	主要功能: 防静电, 防止酸碱类化学品沾染。 技术要求: 符合国家标准	套	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
13	安全鞋	主要功能: 防滑、防砸、防穿刺、防静电等。 技术要求: 符合国家标准	双	10	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
14	呼吸防护用品	主要功能: 不同工况条件下呼吸防护。 技术要求: 种类有自吸过滤式防微粒口罩、自吸过滤式防毒面具、动力送风过滤式呼吸器和自给开路式压缩空气呼吸器, 符合国家标准/推荐标准	套	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
15	防护眼镜	主要功能: 防止飞溅物伤害眼部。 技术要求: 有普通、半封闭和全封闭三类, 镜面具有一定强度	套	10	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
16	安全绳	主要功能: 登高防坠落使用。 技术要求: 纤维绳式, 符合国家标准	根	10	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
17	安全带	主要功能: 高处作业防止坠落。 技术要求: 五点双钩式, 符合国家标准	件	10	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
18	气体 检测仪	主要功能: 具有浓度显示和报警功能。 技术要求: 四合一(氧气、一氧化碳、硫化氢、可燃气体)	个	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
19	噪声 测试仪	主要功能: 测量环境声音强度。 技术要求: 测量范围 30~130 分贝, 显示 4 位数	个	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
20	紧急喷 淋装置	主要功能: 身上着火或沾染化学品紧急处理。 技术要求: 冲淋洗眼组合, 坚固防酸碱, 冲淋流量 120~180L/min, 洗眼流量 12~18L/min	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
21	能源隔 断装置	主要功能: 能进行加料、卸料、冲洗、吹扫(气、液)、机械隔离操作。 技术要求: 1. 离心泵和储罐组成的物料循环系统, 带有电气控制和物料工艺参数控制; 2. 离心清水泵, 功率 $P=0.5\text{kW}$ 、 $U=380\text{V}$; 3. 储罐立式或卧式, 容量由场地大小而定, 符合国家标准; 4. 设备管件不锈钢材质	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
22	VR 体验仿真 软件	主要功能: 感受触电、火险逃生、高空坠落、坠物伤害。 技术要求: 1. 能够进行触电的体感体验; 2. 能够进行火电厂火海逃生模拟; 3. 能够模拟高空坠落体感体验; 4. 能模仿坠物伤害体感体验	套	1	否/是	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

4.1.10 智能生产管控实训场所设备要求

智能生产管控实训场所应满足该类专业生产物料管理、MES 系统应用、生产排产与调度等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.10。

表 4.10 智能生产管控实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	智能制造理实一体化平台	<p>主要功能: 控制仿真场景中虚拟模型进行加工运动、智能产线数字孪生、评分、考核与学生管理。</p> <p>技术要求: 1. 智能制造单元理实一体化实训平台, 包含数控车床系统、加工中心系统、数字化料仓、中央控制系统、MES 系统管理软件和电子看板等; 2. 可对仿真教学活动过程进行评分、考核与学生管理; 3. 在不使用实际产线设备的环境下能够进行安装调试、设备操作、编程控制等多种教学、训练、比赛项目; 4. 每套平台能提供不少于三工位进行教学, 包含“智能产线装调与编程应用实训教学”和“智能产线综合应用自由训练”两个模块; 5. 能够进行 PLC 编程调试、智能产线 MES 派单生产加工、RFID 读写应用等智能产线装调与运维综合实训教学考核项目</p>	套	6	是/可	适用高职专科/高职本科	
2	智能化信息管理平台	<p>主要功能: 物料信息跟踪管理、生产计划安排管理、生产调度管理、生产过程控制、底层数据分析、在线质量检测与数据管理、订单追踪管理、智能制造系统信息化管控软件的综合应用。</p> <p>技术要求: 1. 配备服务器或云平台; 2. 配备信息管理显示终端; 3. 具有 MES (制造执行系统); 4. 具有物料跟踪系统 (标签识别等); 5. 具有二次开发接口, 能与第三方软件 (PDM、ERP、PLM 等) 对接</p>	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
3	智能产线数字孪生虚拟调试软件	<p>主要功能: 智能制造单元和产线布局搭建功能、装备间通信与信号配置功能、实时切削仿真功能、机器人编程运行功能。</p> <p>技术要求: 1. 可以进行总体 PLC 编程运行联调; 2. 能够进行虚实映射联调</p>	节点	40	否/可	适用高职专科/高职本科	
4	生产设备	<p>主要功能: 可开展连续性生产、成批生产等生产设计、运行与管理实训, 防错防呆功能设计, 机器人应用与仿真实训, 数控编程与加工实训, 产品质量管理与控制实训等。</p> <p>技术要求: 根据专业配备</p>	台	视现场确定	是/可	适用高职专科/高职本科	设备具有柔性, 可根据不同类型的产品或零件生产要求进行组合、重构, 进行多种生产类型与生产工艺的融合生产。

4.2 有色金属材料类专业核心技能实训场所设备要求

有色金属材料类专业核心技能实训场地应满足该类专业中职、高职专科、高职本科的专业核心能力实验实训要求。

4.2.1 机械测量实训场所设备要求

机械测量实训场所应满足该类专业尺寸误差检测、几何误差检测、表面加工质量检测、三坐标精密检测等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.11。

表 4.11 机械测量实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	游标卡尺	主要功能: 测量轴套类、箱体类零件、叉架类零件的几何尺寸。 技术要求: 0~150mm 或 0~200mm	把	40	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
2	游标深度卡尺	主要功能: 测量轴套类、箱体类零件、叉架类零件的几何尺寸。 技术要求: 0~150mm 或 0~200mm	把	20	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
3	游标高度卡尺	主要功能: 测量轴套类、箱体类零件、叉架类零件的几何尺寸。 技术要求: 0~300mm	把	10	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
4	游标万能角度尺	主要功能: 测量轴套类、箱体类零件、叉架类零件的几何尺寸。 技术要求: 0~320°	把	10	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
5	外径千分尺	主要功能: 测量轴套类、箱体类零件、叉架类零件的几何尺寸。 技术要求: 0~125mm	把	20	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
6	内测千分尺	主要功能: 测量轴套类、箱体类零件、叉架类零件的内尺寸。 技术要求: 5mm~100mm、	把	20	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
7	螺纹千分尺	主要功能: 测量测量外螺纹中径。 技术要求: 0~25mm、25mm~50mm	把	10	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
9	百分表	主要功能: 测量轴套类、箱体类零件、叉架类零件的几何尺寸。 技术要求: 0~10mm	把	10	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
10	磁性表座和表杆	主要功能: 磁性吸附,对普通的百分表、杠杆表等进行夹持	套	20	是/否	适用高职 专科/高职 本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
11	数显测高仪	主要功能: 测量轴套类、箱体类零件、叉架类零件的几何尺寸。 技术要求: 1. 工作行程规格: 0~500mm; 2. 分度值: 0.001mm	台	5	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
12	刀口形直角尺	主要功能: 用于检验直角、垂直度和平行度误差。 技术要求: 100mm×63mm, 精度 1 级	把	20	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
13	铸铁平板	主要功能: 用作机械工件检验测量中的基准面。 技术要求: 400mm×400mm	块	20	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
14	标准 V 形块	主要功能: 用于轴类检验、校正、划线、检验工件垂直度, 平行度等。 技术要求: 60mm×60mm	块	20	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
15	长度量块	主要功能: 作为长度标准, 传递尺寸量值, 用于检定测量器具的示值误差。 技术要求: 规格: 83 块组、精度 1 级	套	5	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
16	螺纹环规/ 螺纹塞规	主要功能: 用于测量内、外螺纹尺寸。 技术要求: M5~M30	套	10	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
17	框式水平仪	主要功能: 用于检验各种机床及其他设备的平直度, 安装的水平位置和垂直位置的正确性, 并可检验微小倾角。 技术要求: 分度值: 0.02mm/m	个	10	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
18	表面粗糙度比较样块	主要功能: 用于检查机械零件加工表面粗糙度。 技术要求: Ra12.5 μm~0.05 μm	套	5	是/否	适用高职 专科/高职 本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
19	粗糙度测量仪	主要功能: 用于检查机械零件加工表面粗糙度。 技术要求: 1. 被测件范围: 平面、外圆、内孔等零件表面粗糙度; 2. 满足实训要求	台	2	是/否	适用高职 专科/高职 本科	

4.2.2 机械加工实训场所设备要求

机械加工实训场所应满足该类专业钳工、普通机械切削加工、数控车铣加工等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.12。

表 4.12 机械加工实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	普通车床	主要功能: 普通车床的操作及零件的车削加工。 技术要求: 满足实训要求	台	10	是	适用高职 专科/高职 本科	
2	台式砂轮机	主要功能: 金属件(刀具)的刃磨; 技术要求: 满足实训要求	台	2	是	适用高职 专科/高职 本科	
3	立式万能铣床	主要功能: 普通铣床的操作及零件的车削加工。 技术要求: 满足实训要求	台	10	是	适用高职 专科/高职 本科	
4	万能磨床	主要功能: 机械零件磨削加工。 技术要求: 满足实训要求	台	10	是	适用高职 专科/高职 本科	
5	钳工工作台	主要功能: 钳工基本操作与零件装调。 技术要求: 满足实训要求	工位	40	是	适用高职 专科/高职 本科	
6	台钻(配工作台)	主要功能: 工件的钻孔、扩孔、攻丝等作业。 技术要求: 满足实训要求	套	5	是	适用高职 专科/高职 本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
7	数控车床	主要功能: 数控车削机床加工。 技术要求: 满足实训要求	台	10	是/可	适用高职 专科/高职 本科	
8	立式数控铣床	主要功能: 数控铣床的操作及零件的铣削加工。 技术要求: 满足实训要求	台	10	是/可	适用高职 专科/高职 本科	
9	刀柄、工具、辅具	主要功能: 加工支持。 技术要求: 按机床与使用要求配置	套	20	是/否	适用高职 专科/高职 本科	

4.2.3 数控编程实训场所设备要求

数控编程实训场所应满足该类专业数控编程、刀路仿真与优化、零件数控加工等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.13。

表 4.13 数控编程实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	教学用综合控制平台	主要功能: 用于数控编程与刀路仿真教学演示;用于发送各类教学指导性文件。 技术要求: 1. 安装有常用 CAD/CAM 软件,能实现三维建模、CAM 编程等,运行流畅; 2. 能够通过网络与控制其他电脑终端和发送文件;	台	1	是/可	适用高职 专科/高职 本科	
2	电脑	主要功能: 用于 CAD 建模、CAM 编程与刀路仿真。 技术要求: 1. 安装有常用 CAD/CAM 软件,能够实现三维建模、CAM 编程等功能,且运行流畅; 2. 设备配置高于常用 CAD/CAM 软件使用要求; 3. 能兼容数控加工仿真; 4. 能够通过网络与教师端口自由发送文件	台	41	是/可	适用高职 专科/高职 本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
3	CAD/CAM 软件(含四轴及以上加工模块)	主要功能: 能进行数字化样机三维创新设计;能进行产品运动仿真与功能验证。 技术要求: 1.具备三维建模功能; 2.具备数据交换及CAM功能,有刀轨的仿真、四轴及以上数控加工自动编程功能	套	50	否/可	适用高职 专科/高职 本科	
4	数控加工仿真系统	主要功能: 对数控程序进行校验和实境加工仿真。 技术要求: 1.常见数控系统的人机界面面板操作; 2.常见数控车削系统仿真操作; 3.常见数控铣削系统仿真操作; 4.常见数控系统的多轴加工仿真操作; 5.设立机床加工虚拟仿真环境	套	50	否/可	适用高职 专科/高职 本科	
7	加工中心	主要功能: 零件综合加工。 技术要求: 满足实训要求	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	

4.2.4 火法冶金实训场所设备要求

火法冶金实训场所应满足该类专业完成火法焙烧、熔炼、精炼、加工等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.14。

表 4.14 火法冶金实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
1	管式电阻炉	主要功能: 完成需加热的实验实训。 技术要求: 1.三相电源 380V/50Hz; 2.最高加热温度 $1200 \pm 2^{\circ}\text{C}$; 3.加热功率 3~5KW; 4.升温速率 $3^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$; 5.温控程序准确、易操作; 6.可通控制气氛,气密性良好	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
2	高温箱式电阻炉	<p>主要功能: 完成如金属熔炼、陶瓷的烧结、金属材料热处理等实验。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 最高加热温度: 1600℃ 2. 炉膛尺寸: 大于 400×200×160mm; 3. 升温时间: ≤80min 4. 电源要求: 三相 380V 5. 控温精度: ≤±1℃ 6. 温控程序准确、易操作; 7. 配套工具、硅钼棒一套和易损件 	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
3	坩埚电炉	<p>主要功能: 金属试样加热。</p> <p>主要参数:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 电源: 三相 380V; 2. 额定温度: 1200℃; 3. 炉膛尺寸: 大于Φ250×300mm; 4. 控温方式: PID 智能控温; 5. 控温精度: ±1℃ 	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
4	高频感应炉	<p>主要功能: 金属感应加热、金属表面淬火。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 电源: 三相 380V; 2. 震荡频率: 30~100KHz; 4. 水冷, 水压 0.1MPa, 水温低于 35℃; 5. 输出功率 10%~100%可调 	台	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
5	小型真空气氛炉	<p>主要功能: 设备结构和原理认知, 完成需真空加热处理的真空蒸馏、真空干燥、真空精炼等实验实训。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 电源电压: 380V/50Hz, 真空炉加热功率 15~20kW。 2. 炉子最高真空度: 2~15Pa; 3. 最高加热温度 1400℃; 4. 冷却水压力 ≥ 0.1MPa; 5. 配套真空泵、气氛装置; 6. 温控程序准确、易操作; 	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
6	通风管	<p>主要功能: 使用有毒有害易挥发物质时的强制通风空间。</p> <p>技术要求:</p> <p>1. 材质: 采用耐酸碱、有机溶剂之实训场所专用抗蚀材质, 便于拆装维修;</p> <p>2. 导流板: 采用耐酸碱、有机溶剂之实训场所专用抗蚀材质, 通风效率高, 以不低于操作表面风速 0.5m/s 的速度将空气排出</p>	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
7	控制柜	<p>主要功能:</p> <p>1. 集成本单元操作所有控制仪表及动设备启动、关闭功能;</p> <p>2. 能对物料流向与工艺参数进行实时数据采集和过程监控;</p> <p>3. 能通过控制面板实现各岗位的基本操作;</p> <p>4. 具备报警、联锁、紧急停车等安全管理功能;</p> <p>5. 能实施单回路、串级控制和比值控制等控制方案。</p> <p>技术要求:</p> <p>1. 钢质防腐结构、操作控制界面美观、紧凑, 符合操作习惯;</p> <p>2. 有防潮、漏电保护装置, 有防鼠网;</p> <p>3. 所有电、气线路要求安全、适用, 并隐藏式安装</p>	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

4.2.5 湿法冶金实训场所设备要求

湿法智能冶金实训场所应满足有色冶金材料类专业完成溶解、浸出、净化、沉积、萃取、固液分离等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.15。

表 4.15 湿法冶金实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
1	纯水机	主要功能: 提供纯净水混。 技术要求: 1. 流量范围: 40~2400m ³ /h; 2. 过滤精度: 100~2000 μm; 3. 工作压力: 0.1~1.6MPa 4. 电阻率 18.2MΩ·cm (25℃) 5. 排污阀口径: DN50mm	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
2	真空泵	主要功能: 认识真空泵结构、现场及远程控制 真空泵抽送气体、液体。 技术要求: 旋片式, P=0.37kW, 真空度 P _{max} =-0.06kPa, U=220V	台	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
3	磁力搅拌器	主要功能: 设备原理和结构认知, 实现搅拌实验实训。 技术要求: 1. 不锈钢加热盘; 2. 温度范围: 室温~320℃; 3. 搅拌量 (H ₂ O): 10L; 4. 速度显示: 刻度 (0~6); 5. 速度范围: 100~2000rpm;	套	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
4	浸出装置	主要功能: 设备原理和结构的认知, 实现浸出实验实训。 技术要求: 1. 材质完全符合实训场所耐酸碱盐腐蚀、耐用可靠要求; 2. 有搅拌、进液、出液、排渣装置; 3. 与企业现用装置类似; 4. 双层叶轮, 每层三片桨叶, 桨叶耐腐, 耐磨性能好; 5. 便于拆解、清洗、操作等;	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
5	浓缩槽	主要功能: 设备原理和结构的认知, 实现浓缩实验实训。 技术要求: 1. 材质完全符合实训场所耐酸碱盐腐蚀、耐用可靠要求;	台	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
		2. 有刮泥、进液、出液、排泥装置; 3. 与企业现用装置类似; 4. 便于拆解、清洗、操作等;					
6	过滤装置	主要功能: 设备原理和结构的认知, 实现浓缩实验实训。 技术要求: 1. 材质完全符合实训场所耐酸碱盐腐蚀、耐用可靠要求; 2. 有加压或抽吸装置; 3. 与企业现用装置类似; 4. 便于拆解、清洗、操作等	台	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
7	净化装置	主要功能: 设备原理和结构的认知, 实现净化实验实训。 技术要求: 1. 材质完全符合实训场所耐酸碱盐腐蚀、耐用可靠要求; 2. 有搅拌、进液、出液、排渣装置; 3. 与企业现用装置类似; 4. 便于拆解、清洗、操作等	套	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
8	铜电解实验装置	主要功能: 进行铜电解原理、工艺、设备认知, 实现铜电解实验实训操作。 技术要求: 1. 电源: 单相 220V/50Hz; 2. 控制电源由 PLC 控制系统、触摸屏及加热系统等构成; 3. 电解液温度: 室温~80℃可调, 电解液可自动循环; 4. 电解电流、电压、电解液温度、循环流量及时间可调可控; 5. 电解槽耐温耐蚀 PP 或 PVC 材料, 容量 10~30 升;	台	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
9	锌电积实验装置	主要功能: 进行锌电积原理、工艺、设备认知, 实现锌电积实验实训操作。 技术要求: 1. 电源: 单相 220V/50Hz; 2. 控制电源由 PLC 控制系统、触摸屏及加热系统等构成; 3. 电解液温度: 室温~80℃可调, 电解液可自动循环; 4. 电解电流、电压、电解液温度、循环流量及时间可调可控; 5. 电解槽耐温耐蚀 PP 或 PVC 材料, 容量 10~30 升;	台	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
10	Zeta 电位测定仪	主要功能: 材料的稳定性表征。 技术要求: 1. 流动电位测量范围: 优于-2000~2000mV; 2. 流动电流测量范围: 优于-200~200uA; 3. 测量单元电阻: 优于 5~20MΩ; 4. 压力范围: -1000~1000mbar; 5. pH 值: 优于 pH2~12; 6. 电导率: 优于 10~1000mS/m	台	1	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	选配
11	电化学工作站	主要功能: 电化学测量系统的简称, 是电化学研究和教学常用的测量设备, 应用于电化学机理、物质定性定量分析、常规电化学测试、电池研究等。 技术要求: 1. 多通道, 可扩展功能模块; 2. 槽压: $\geq \pm 20A$; 3. 最大输出电流: $\geq \pm 10A$; 4. 最小电流: $\leq 1nA$; 5. 电流精度: $\geq \pm 0.2\%$ 范围	台	1	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	选配

4.2.6 特种冶金实训场所设备要求

特种冶金实训场所应满足该类专业特种冶金、特种材料制备的专业核心能力的培养培训要求。实验场所主要设备要求见表 4.16。

表 4.16 特种冶金实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	真空冶炼炉	主要功能: 完成真空冶炼及加工。 技术要求: 1. 高温: 1800℃; 2. 电源及功率: AC380V/15KW; 3. 测温精度: $\leq 0.5\%$; 4. 控温精度: $\pm 1^\circ C$ (精密程序控温); 5. 发热元件: 石墨; 6. 空炉真空度: 冷态: $\leq 0.6Pa$, 热态 (1500℃): $\leq 200Pa$; 7. 真空测量: $10^5 \sim 10^{-1}Pa$;	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
2	微波冶金炉	主要功能: 微波冶炼及加工。 技术要求: 1. 微波频率: 2.45GHz ± 50MHz; 2. 加热方式: 纯微波加热、传统电加热、混合加热; 3. 最高工作温度/℃: 1600; 4. 温度测试元件: 微波场专用传感器; 5. 温度分辨率/℃: 0.1; 6. 温度偏差/℃: ±1; 7. 磁控管冷却方式: 风冷; 8. 熔体容量: 0.5~5 公斤; 9. 加热腔(材质): 陶瓷纤维; 10. 升温速率(标配): 0~80℃/min;	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
3	高频感应加热炉	主要功能: 用于金属材料的冶炼及加工。 技术要求: 1. 工作电源: 380V 三相; 2. 输出功率: 45kw; 3. 振荡频率: 30kHz ~ 80kHz; 4. 输出电流: 400 ~ 2000A	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
4	真空高压气淬炉	主要功能: 用于金属材料的冶炼及加工。 技术要求: 1. 最高温度: 1320℃; 2. 加热功率: 75kW; 3. 控温精度: ±1℃; 4. 冷却压力: 0.2MPa ~ 1MPa; 5. 炉温均匀性: ±2℃; 6. 工作真空度: ≤ 6.67 × 10 ⁻² Pa	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

4.2.7 粉末冶金实训场所设备要求

粉末冶金实训场所应满足该类专业粉末冶金、粉末材料制备的专业核心能力的培养培训要求。实验场所主要设备要求见表 4.17。

表 4.17 粉末冶金实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	高能球磨机	<p>主要功能: 用于制备纳米粉末、合金、复合材料和其他材料结构的改进。</p> <p>技术要求: 1. 研磨罐规格 (ML): 50~500; 2. 研磨罐数量 (个): 4; 3. 研磨罐材质: 可选尼龙、玛瑙、刚玉、不锈钢、聚四氟、氧化锆、等; 4. 磨介材质: 氧化铝、氧化锆、不锈钢、玛瑙球; 5. 每罐最大装料: 物料和磨介不超过容积的三分之二; 6. 进料粒度: 松散物料小于 10 毫米, 其它小于 3 毫米; 7. 出料粒度: 最小可至 0.1 微米; 8. 转速: 公转 50~350r/min, 自转 100~670 r/min; 9. 转速比 (公: 自): 1:2; 10. 调速方式: 变频调速; 11. 传动方式: 齿轮传动</p>	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
2	多辊道卧式实验球磨机	<p>主要功能: 用于粉末冶金、材料科学研究、纳米材料合成和其他相关领域的实验和研究工作</p> <p>技术要求: 1. 胶辊最大间距 260mm; 2. 变频控制可无极调速, 可变换运转方向, 可设定时间, LED 数显直观, 使用简单; 3. 胶辊材质: 聚氨酯; 4. 连续自动研磨; 5. 球磨罐转速: 480r/min</p>	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	选配
3	金属粉末真空雾化装置	<p>主要功能: 用于金属材料雾化。</p> <p>技术要求: 1. 容量功率: 10~25kg; 2. 中频功率: 60kw; 3. 中频频率: 2500Hz; 4. 真空压升率: 0.01pa/min; 5. 熔化炉温度: 1200℃; 6. 冷却塔压力: 0.3mpa; 7. 冷却水流量: 8~12T/h;</p>	台	1	是/否	适用高职 专科/高 职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
4	粉末成型压机	主要功能: 金属粉末材料成型。 技术要求: 1. 伺服机锁模力: $\geq 10T$, 成型机高约 2.3m; 2. 供料方式: 自动定量进粉; 3. 安全功能: 设备安装有防护光栅, 自动感应; 4. 自动清洁残粉功能; 5. 粉料不足报警, 防止模具型腔受损; 6. 模具精度: $\pm 0.005mm$	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
5	粉末烧结炉	主要功能: 金属粉末材料烧结。 技术要求: 1. 电源: 380V、50Hz; 2. 工作温度: 室温+10~250℃, 任意温度可设; 3. 外壳材质: 热扎钢板, 表面涂装油漆; 4. 内胆系统材质: 耐高温不锈钢板, 碳化硅结合氮化硅; 5. 加热器: 不锈钢管螺旋丝电加热器, 硅碳棒; 6. 加热器位置: 上下两层加热; 7. 隔热材料: 1260 硅酸铝棉碳; 8. 温度控制: PID 温控仪, LED 数显, 自动恒温; 9. 感温元件: S 型高温热电偶; 10. 安全保护: 短路、过载等	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

4.2.8 冶金与材料虚拟仿真实训场所设备要求

冶金与材料虚拟仿真实训场所应满足有色冶金材料类专业完成数字化资源学习、仿真操作、仿真开发等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.18。

表 4.18 冶金与材料虚拟仿真实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
1	服务器	主要功能: 支持虚拟仿真应用与开发。 技术要求: 1. 响应迅速; 2. 安全可靠	台	1	是/是	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
2	AI 行为分析 系统主机及 软件	主要功能: 完成操作行为分析。 技术要求: 1. 响应迅速; 2. 安全可靠	台	1	是/是	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
3	常见有色金属 冶炼及加工仿 真软件及主机	主要功能: 实现常见有色金属冶炼及加工 等仿真实训。 技术要求: 1. CPU: 主频 ≥ 3GHz, 核数 ≥ 4; 2. 内存 ≥ 4GB, 硬盘 SSD ≥ 120GB; 3. 实训软件功能指标优良;	套	待定	是/是	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	根据专业 选配
4	VR、MR 头盔或 眼镜	主要功能: 实现虚实交互。 技术要求: 主流配置, 功能良好, 最新装备	套	10	是/是	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
5	VR、MR 手柄	主要功能: 实现虚实交互。 技术要求: 主流配置, 功能良好, 最新装备	套	10	是/是	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
6	VR、MR 主机	主要功能: 构建高度接近现实的有色金属 材料生产场景, 学员身临其境进 行生产现场漫游、操控、检修等, 牢固掌握生产设备布置、设备结 构及生产过程。 技术要求: 1. 真实还原生产现场, 使学员在 生产现场中进行沉浸式观看与 认知; 2. 通过 3D 动画结合语音详细介 绍各系统包含的主要设备、设施, 全面了解各系统设备设施原理及 其在生产场景中的相对位置; 3. 以各个系统工艺原理为依据, 采用 3D 动画形式, 辅以相应虚 拟生产场景, 将文字性的流程生 动化、形象化、趣味化展现; 4. 采用 3D 动画形式将主要设备 进行拆装认知, 详细介绍设备结 构以及设备工作原理, 使学员能 够直观了解设备; 5. 以实际生产为原型构建高度 仿真的生产场景, 学员身临其境 进行生产现场漫游, 了解生产过 程; 6. 身临其境观看主要设备动作 过程	套	10	是/是	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

4.2.9 冶金机电设备点检专题实训场所设备要求

冶金机电设备点检专题实训场所应满足有色冶金材料类专业完成冶金机电设备点检专业核心能力的培养培训要求及考取 1+X 证书的训练要求。

主要设备要求见表 4.19。

表 4.19 冶金机电设备点检专题实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
1	行车电气设备检修模拟仿真系统	主要功能： 行车模拟操作，故障检修。 技术要求： 1. 环境温度：-10℃ ~ 40℃； 2. 相对湿度 < 85%rh； 3. 整机容量：≤ 8KW 4. i7以上CPU，硬盘100GB，存16GB以上，显存独立2GB以上，网卡1000MB以上	套	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
2	控制柜	主要功能： 1. 集成本单元操作所有控制仪表及动设备启动、关闭功能； 2. 能对物料流向与工艺参数进行实时数据采集和过程监控； 3. 能通过控制面板实现各岗位的基本操作； 4. 具备报警、联锁、紧急停车等安全管理功能； 5. 能实施单回路、串级控制和比值控制等控制方案。 技术要求： 1. 钢质防腐结构、操作控制界面美观、紧凑，符合习惯； 2. 有防潮、漏电保护装置，有防鼠网； 3. 所有电、气线路要求安全、适用，并隐藏式安装	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

4.2.10 金属材料热处理实训场所设备要求

金属材料热处理实训场所应满足该类专业金属材料热处理、的专业核心能力的培养培训要求。实验场所主要设备要求见表 4.20。

表 4.20 金属材料热处理实验场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	中温箱式电阻炉	主要功能: 金属试样加热。 技术要求: 1. 额定功率: 8kW; 2. 额定电压: 380v 三相; 3. 额定温度: 1000℃; 4. 控温精度: ±1℃	台	4	是/否	适用高职专科/高职本科	
2	坩埚电炉	主要功能: 金属试样加热。 技术要求: 1. 额定功率: 7.5kW; 2. 额定电压: 380v 三相; 3. 额定温度: 1200℃; 4. 控温方式: PID 智能控温; 5. 控温精度: ±1℃	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
3	不锈钢冷却容器	主要功能: 存储冷却液。 技术要求: 尺寸自定	个	2	是/否	适用高职专科/高职本科	
4	高频感应加热电源	主要功能: 用于轴类、盘类、销类、齿轮类等零件的表面感应加热淬火。 技术要求: 1. 工作电源: 380V 三相; 2. 输出功率: 45kw; 3. 振荡频率: 30kHz~80kHz; 4. 输出电流: 400~2000A	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
5	高频淬火机床	主要功能: 用于表面高频感应加热淬火工件进行夹持送料。 技术要求: 满足实训实验要求	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
6	真空高压气淬炉	主要功能: 用于模具钢、高速钢、合金结构钢、轴承钢、弹性合金材料等的淬火(油淬及气淬)、回火、退火处理。 技术要求: 1. 最高温度: 1320℃; 2. 加热功率: 75kW; 3. 控温精度: ±1℃; 4. 冷却压力: 0.2MPa~1MPa; 5. 炉温均匀性: ±2℃; 6. 工作真空度: ≤6.67×10 ⁻³ Pa	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

4.2.11 金相实训场所设备要求

金相实训场所应满足该类专业金属材料金相观察、组织分析等专业核心能力的培养培训要求。实验场所主要设备要求见表 4.21。

表 4.21 金相实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	金相试样切割机	主要功能: 金相试样切割。 技术要求: 1. 最大切割截面: 50mm × 50mm; 2. 砂轮片规格: 300mm × 2mm × 32 mm; 3. 转速: 2800r/min; 4. 有冷却系统	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	
2	金相试样镶嵌机	主要功能: 金相试样镶嵌。 技术要求: 1. 试样压制规格: ϕ 30mm × 15mm; 2. 加热器规格: 650W, 220V, 50Hz; 3. 装有安全防护盖板	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	加热温度由数字温度计控制, 各种性能稳定可靠。
3	金相试样预磨机	主要功能: 金相试样粗磨。 技术要求: 1. 磨盘直径: 双 230mm; 2. 砂纸直径: 230mm; 3. 转速: 400 ~ 500r/min; 4. 装有磨片用供水系统	台	2	是/可	适用高职专科/高职本科	能完全除去试样切割过程中产生的塑性变形和表面加热痕迹。
4	金相试样抛光机	主要功能: 金相试样抛光。 技术要求: 1. 抛盘直径: 双 230mm; 2. 盘转速: 650 ~ 800r/min; 3. 装有抛光用供水系统	台	6	是/可	适用高职专科/高职本科	转动平稳、噪声小。
5	双目倒置金相显微镜	主要功能: 金相组织观察。 技术要求: 1. 观察镜筒: 双目镜筒; 2. 瞳距: 55 ~ 75mm; 3. 目镜、物镜满足实训实验要求	台	20	是/可	适用高职专科/高职本科	清楚鉴别和分析各种金属及其合金的组织结构。

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	数码体视显微镜系统	主要功能: 宏观形貌观察。 技术要求: 1.横轴连续变倍, 变倍比 1: 6.5; 2.物镜变倍范围: 0.8×~5×, 连续变倍	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	观察结果可进行编辑、保存和打印。
7	倒置式研究级金相显微	主要功能: 金相组织观察。 技术要求: 1.放大倍数: 50~1000×; 2.目镜、物镜满足实训实验要求	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	通过明场、暗场、偏光装置, 清楚鉴别和分析各种金属及其合金的组织结构。

4.2.12 力学性能检测实验场所设备要求

力学性能检测实验场所应满足该类专业常见工程材料力学性能检测等专业核心能力的培养培训要求。实验场所主要设备要求见表 4.22。

表 4.22 力学性能检测实验场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	微机控制电子万能试验机	主要功能: 测试常用金属材料的拉伸力学性能、压缩力学性能、弯曲力学性能及剪切力学性能 技术要求: 1.容量: 200kN; 2.试验机精度等级: 0.5 级/1 级; 3.行程分辨率: 0.005mm; 4.试验速度: 0.5mm/min~500mm/min	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
2	微机控制仪器化冲击试验机	主要功能: 测试常用金属材料的冲击吸收能量、冲击力-变形曲线、韧脆转变温度。 技术要求: 1.最大冲击能量: 300J、450J; 2.角度最小分辨率: 0.025°; 3.摆轴中心至试样中心距离: 750mm; 4.最大冲击速度: 5.24m/s; 5.具备位移传感器和速度传感器同步采样功能; 6.A/D 采样分辨率: 16bits; 7.最大采样频率: 500kHz; 8.试验动态误差: <2%	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
3	摆锤冲击试验机	<p>主要功能: 测定金属材料在动负荷下抵抗冲击的性能,以便判断材料在动负荷下抵抗冲击的能力、韧脆转变温度。</p> <p>技术要求: 1.最大冲击能量: 300J; 2.摆锤中心到打击中心的距离: 750mm; 3.冲击速度: 0.5~5m/s</p>	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
4	断口分析仪	<p>主要功能: 检验冲击试样缺口形貌;测试冲击试样断口面积及拉伸试样断口面积、延伸率;进行宏观断口分析、布氏硬度压痕测试等。</p> <p>技术要求: 1.载物台行程: 250×150mm; 2.试验空间: 200mm; 3.测量的重复性: ≤2μm; 4.镜头: 0.7×~4.5×; 5.最小放大倍数: ≥10倍</p>	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
5	夏比冲击试样缺口自动拉床	<p>主要功能: 加工标准V型、U型缺口试样。</p> <p>技术要求: 1.试样尺寸: 10mm×10(7.5/5/2.5)mm×55mm; 2.试样硬度要求: ≤40HRC; 3.拉刀行程: 340±10mm; 4.拉削速度: 2~3m/min; 5.润滑系统: 润滑油循环、油量可调; 6.拉刀材质: 高速钢; 7.主机电源: 交流三相五线; 8.可同时装V型, U型拉刀, 双刀同时使用, 自动化加工; 加工试样缺口满足国标要求</p>	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
6	冲击试验低温仪	<p>主要功能: 与冲击试验机配套使用,对碳素钢、普通合金钢、铸铁、焊缝等低温冲击韧性测试及材料低温性能分析等。</p> <p>技术要求: 1.控温范围: +30~-60℃; 2.恒温精度: ±0.5℃; 3.有效工作空间: 250mm×160mm×120mm; 4.可装试样数量: ≥60; 5.数显计时器: 1~999min, 分辨率1分; 6.冷却介质: 乙醇或其它不冻液; 7.配置双极压缩机</p>	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
7	布氏硬度计	主要功能: 测试常用金属材料的布氏硬度。 技术要求: 1. 测量范围: 8~650HBW; 2. 实验力: 612.9~29400N; 3. 试样允许最大高度: 225mm; 4. 压头中心至机壁最大距: 135mm; 5. 主要附件: 大、小、V型试台各一台	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
8	洛氏硬度计	主要功能: 测试常用金属材料的拉伸力学性能、压缩力学性能、弯曲力学性能及剪切力学性能。 技术要求: 1. 初试验力: 98N; 2. 总试验力: 588N、980N、1471N; 3. 试件允许最大高度: 170mm; 4. 压头中心到机身距离: 165mm	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
9	维氏硬度计	主要功能: 测试常用材料的维氏硬度。 技术要求: 1. 配置 $\phi 5\text{mm}$ 、 $\phi 10\text{mm}$ 硬质合金钢球各一个; 2. 试验力: 49.03N、98.07N、196.1N、294.2N、490.3N (1Kg、5Kg、10Kg、20Kg、30Kg、50Kg); 3. 试样最大高度: 180mm; 4. 压头中心至机壁距离: 125mm; 5. 光学测微计放大倍数: 125倍、50倍; 6. 最小检测单位: $1\mu\text{m}$; 7. 电源: 交流 220V; 8. 测量范围: 5~2900HV	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
10	显微维氏硬度计	主要功能: 测试材料的显微硬度。表面渗碳层、渗氮层、镀层的硬度。 技术要求: 1. 配置 $\phi 5\text{mm}$ 、 $\phi 10\text{mm}$ 硬质合金钢球各一个; 2. 试验力: 0.098N、0.246N、0.49N、0.98N、1.96N、2.94N、4.90N、9.80N; 3. 试验力加卸载控制: 全自动(加载/保荷/卸载); 4. 测量显微镜放大倍率: 400倍; 5. 试验力保荷时间: 5~60s; 6. 测微鼓轮最小分度值: $0.0625\mu\text{m}$; 7. 测量范围: 1~2967HV;	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
11	材料扭力实验机	主要功能: 金属材料扭力实验。 技术要求: 1. 用于金属材料、非金属材料在扭转时的力学性能实验; 2. 扭矩量程: 0~300Nm; 3. 扭矩最小读数: 0.5Nm	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

4.2.13 金属材料分析检测实验场所设备要求

金属材料分析检测实验场所应满足该类专业光谱检测、红外检测、电化检测、成分分析等专业核心能力的培养培训要求。实验场所主要设备要求见表 4.23。

表 4.23 金属材料分析检测实验场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	光电直读光谱仪	主要功能: 应用光电转换接收方法作多元素同时分析的发射光谱仪器。 技术要求: 1. 适用于铁、铝、铜、镍等金属样品的成分分析; 2. 多 CCD: 平场; 3. 波长范围: 175nm ~ 420nm; 4. 焦距: 300mm; 5. 线色散率倒数: 1.75nm/mm 一级色散; 6. 光学覆盖范围: 长达 671nm; 7. 基本配电要求: 交流供电 220VAC, 三线, 单相, 50Hz, 无电磁干扰, 输入电流为 16 安培; 8. 氩气纯度: $\geq 99.999\%$	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
2	氧氮分析仪	主要功能: 以热导检测器技术为依托, 使用惰性气体熔融法快速测量钢铁、稀土材料、合金、铜、铅、钛、陶瓷、粉末材料及其他无机材料中的氧氮含量。 技术要求: 1. 氧氮测量范围: 低氧: 0.00005% ~ 2.0%, 高氧: 2.0% ~ 20%, 低氮: 0.00005% ~ 2.0%, 高氮: 2.0% ~ 20%, 氢: 0.00002% ~ 0.1%; 2. 仪器精度: 氧: 1ppm 或 $RSD \leq 1.0\%$	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	选配 需配备光谱纯超级高纯及三高石墨坩埚: TC-436 内坩埚

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
		氮：1ppm 或 RSD≤1.0%； 氢：0.2ppm 或 RSD≤2.0%； 3.最小读数：0.00001%； 4.分析时间：120~240s； 5.电子天平称量精度：0.0001g； 6.电极脉冲炉：220V AC，8kVA； 7.气体要求： （1）载气：高纯氮气(高氧样品时可以用氩气)99.999%，0.20Mpa； （2）动力气：普通氮气(或净化压缩空气)，0.35Mpa； 8.工作环境：15~35℃，20~80%相对湿度； 9.电源：220V，50Hz					
3	高频红外碳硫分析仪	主要功能： 用于冶金、机械、化工等行业中的黑色金属、有色金属、稀土金属、无机物、矿石、煤、焦炭、陶瓷等物质中的碳、硫元素含量分析。 技术要求： 1.分析范围：碳和硫 0.0001~100%； 2.分析准确度：碳和硫 1ppm 或 RSD ≤0.5%； 3.灵敏度：0.01ppm； 4.校正：可用标样进行单点或多点校正； 5.分析时间：40秒； 6.样品称重：0.5克； 7.检测方法：非色散红外分析法检测 CO ₂ 和 SO ₂ ； 8.化学试剂：高效变色干燥剂，高效二氧化碳吸收剂； 9.所需气体：氧气 ≥99.95%纯度，动力气为压缩空气或氮气； 10.自动清扫，载气净化	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	选配 需配备碳硫分析专用瓷坩埚（一次性）
4	电子分析天平	主要功能： 称量，外置砝码，自动校准，全部线性四点校准，超载保护。 技术要求： 1.量程：110g； 2.可读性：0.0001g； 3.重复性：0.0001g； 4.线性误差：0.0002g； 5.准确度级别：I； 6.校准：自动外部校准，标配砝码；	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
5	可见分光光度计	<p>主要功能: 进行定量测量（标准曲线测量，可对物质进行浓度直读），光谱扫描（可以对某一种物质进行全波段扫描，分析物质的特征波长，判断实验过程的误差）。</p> <p>技术要求: 1. 波长驱动：手动； 2. 透射比范围：0.0~125%T； 3. 吸光度范围：-0.301~1.999A； 4. 波长范围：325nm~1000nm； 5. 浓度显示范围：0~1999； 6. 波长准确度：±2nm； 7. 杂散光：≤0.5%T@360nm； 8. 波长重复性：1nm； 9. 稳定性：±0.003A/小时； 10. 光谱带宽：4nm； 11. RS232 通讯接口有； 12. 透射比准确度：±0.5%T； 13. 透射比重复性 0.2%T</p>	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	
6	激光粒度仪	<p>主要功能: 对材料的粒径分布情况进行表征</p> <p>技术要求: 1. 粒度范围：0.1~2000μm； 2. 准确性误差：<±0.5%； 3. 搅拌速度：0~2500rpm</p>	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
7	比表面积与孔径分析仪	<p>主要功能: 对材料的比表面和孔径分布进行表征。</p> <p>技术要求: 1. 比表测试范围：>0.0005 m²/g； 2. 孔径测试范围：0.35~500nm； 3. 测试精度：比表面积、孔径、孔体积、吸附量≤1%RSD（标准样品）</p>	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
8	无损扫描检测系统	<p>主要功能: 检测材料的内部缺陷、裂纹、气泡、焊接质量以及结构的完整性。</p> <p>技术要求: 1. 系统扫描方式：反射式和穿透式，系统耦合方式是水浸耦合； 2. 系统具备多轴联动扫描功能，针对回转体曲面工件进行自动化扫描； 3. 配置转盘夹持棒材直径范围下限≤Φ10mm，上限>Φ1200mm，棒材高度范围不小于100mm~500mm，系统承重≥1000kg； 4. 配置单通道自动探头架能实现单回转体曲面（如圆柱）纵波和</p>	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
		横波（角度任意可调）检测功能； 能实现双回转体曲面（如球）纵波检测功能； 5. 原装进口多通道超声波探伤仪，通道数≥4通道； 6. 超声性能细节AD分辨率≥9位； 7. 采样率：AD分辨率达最高时，采样率最高≥100M； 8. 仪器具备DAC曲线和TCG曲线功能，底波衰减功能					
9	热重分析仪	主要功能： 用于研究材料的热性质、热分解、氧化稳定性、吸附性能、降解温度等。 技术参数： 1. 温度范围：室温~1200℃； 2. 温度分辨率：0.01℃； 3. 温度波动：±0.1℃； 4. 升温速率：0.1~80℃/min； 5. 降温速率：0.1℃/min~30℃/min（100℃以上等速降温）； 6. 恒温温度：室温~1000℃； 7. 恒温时间：0~500min； 8. 控温方式：PID温度调节； 9. 天平测量范围：0.01mg~2g（可选量程10g, 50g等）； 10. 热重解析度：0.01mg（可选分辨率1μg, 0.1μg等）； 11. 恒温时间：0~300min； 12. 气体控制：氮气、氧气两路气体控制（仪器自动切换），密封炉体，可完全实现氮气保护，提供密封性检验样品	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	选配
10	便携式金属分析仪	主要功能： 便携式金属分析仪是一种用于快速和非破坏性地分析金属样品成分的仪器。这些仪器通常用于金属合金的质量控制、金属检测等应用。 技术要求： 1. X射线管：40kV or 50kV； 2. 滤光片：单一； 3. 检测器：大面积SDD； 4. 样本温度：100℃或通过HERO耐热窗户400℃； 5. 符合IP54等级； 6. 可选窗口防护罩：预防检测器的窗口损坏进行保护； 7. 校准：基本参数法； 8. 针对所有元素（从镁到铀）进行优先分析的六位滤光片	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
11	测量型高精度显微镜	<p>主要功能: 测量型高精度金相显微镜是一种兼顾影像与目视两用的高精度、高效率测量仪器。它具有电视成像和目视光学两套瞄准系统,是集光电、电、算、影像于一体的测量性镜像显微镜,广泛应用于电子组件、精密模具、精密刀具、塑料加等。</p> <p>技术参数: 满足实训实验要求</p>	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

4.2.14 铸造实训场所设备要求

铸造实训场所应满足该类专业铸造工艺设计、型砂检测与造型、砂型铸造等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.24。

表 4.24 铸造实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	叶片式树脂砂混砂机	<p>主要功能: 物料的混制和树脂覆膜砂的覆膜。</p> <p>技术要求: 1. 叶片转速(顺时针): 137r/min; 2. 叶片转速(逆时针): 65r/min</p>	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	
2	树脂砂制样机	<p>主要功能: 树脂砂的标准试样的制备。</p> <p>技术要求: 1. 参震部分自重: 25kg; 2. 震击高度: 35mm; 3. 震击次数: 3次; 4. 适用范围: 抗拉试样、抗压试样、热稳定性试样; 5. 附加重块重量: 抗压试样 1250g, 抗拉试样 800g, 热稳定性试样 120g</p>	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
3	液压式万能强度试验机	<p>主要功能: 测定型(芯)砂,在常温下的抗压、抗剪、抗弯、抗拉强度。</p> <p>技术要求: 1. 活塞产生最大推力: 240kg; 2. 手轮推进行程: 50mm; 3. 低压表(D)测定范围: 0~12MPa(抗压值); 4. 高压表(G)测定范围: 0~12MPa(抗压值)</p>	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
4	电子天平	主要功能: 称量试验样品。 技术要求: 1. 最大称量: 200g; 2. 分度值: 0.01g	台	1	是/否	适用高职 专科/高 职本科	
5	锤击式制样机	主要功能: 粘土型砂强度测试所需各类标准试样的制备及其紧实率的测定。 技术要求: 1. 重锤重: 6670±10g; 2. 下落高度: 50±0.5mm; 3. 施于试样上的功: 10J;	台	1	是/否	适用高职 专科/高 职本科	
6	箱式电炉	主要功能: 测定型砂的灼减率、灰分、挥发物含量等重要特性。 技术要求: 1. 额定温度: 1300℃; 2. 空炉升温时间: <200min。	台	1	是/否	适用高职 专科/高 职本科	
7	智能发气性测定仪	主要功能: 测定各种型砂涂料及其它造型材的发气性并可测量型砂中有效煤粉量。 技术要求: 1. 测量范围: 0~200ml; 2. 测量精度: 1%FS; 3. 炉内温度: 800~1000℃, 精度±1%; 4. 测量系统温度: 室温~120℃, 精度±0.5%; 5. 工作环境温度: -5~45℃, 湿度85%, 周围环境应相对稳定	台	1	是/否	适用高职 专科/高 职本科	
8	双盘红外线烘干机	主要功能: 铸造用原砂、型(芯)砂含水量的测定。 技术要求: 1. 承砂盘表面温度: 110~170℃; 2. 烘干时间: 6~10min; 3. 定时器范围: 0~15min	台	1	是/否	适用高职 专科/高 职本科	
9	电磁微震式筛砂机	主要功能: 颗粒状物料粒度测定与分析。 技术要求: 1. 振幅: 3±0.5mm; 2. 频率: 25Hz; 3. 数字定时范围: 15Min; 4. 筛分时间: 10Min	台	1	是/否	适用高职 专科/高 职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
10	涡洗式洗砂机	主要功能: 测定原砂或旧砂中的含泥量的百分率。 技术要求: 1. 洗砂杯容量: 600mL; 2. 电动机转速: 4000r/min; 3. 加热功率: 160W	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
11	碾轮式混砂机	主要功能: 型(芯)砂的混制。 技术要求: 1. 垂直主轴转速: 30~32r/min; 2. 转速: 1380r/min	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
12	湿型表面硬度计	主要功能: 湿型型(芯)砂表面硬度检测。 技术要求: 1. 精度: $\pm 2.5\%$;	个	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
13	干燥箱	主要功能: 检测原砂的干燥、烘焙。 技术要求: 1. 温度范围: 室温+10~250℃; 2. 温度波动度: $\leq \pm 1^\circ\text{C}$; 3. 温度均匀度: $\pm 1\%$	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
14	涂料耐磨试验仪	主要功能: 涂料的表面耐磨性能和湿型砂型砂的耐磨性。 技术要求: 1. 试样尺寸: $\phi 50 \times (55 \pm 1) \text{mm}$; 2. 转速: 78r/min; 3. 圈数范围及精度: 0~999圈, ± 0.5 圈	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
15	树脂砂高温性能测试仪	主要功能: 树脂砂高温抗压强度。 技术要求: 1. 高温抗压强度的量程 4.5MPa, 测量精度为满量程的 $\pm 1\%$; 2. 受限热膨胀力的量程为 500N, 测量精度为满量程的 $\pm 1\%$; 3. 条件热稳定性的量程为 300s, 测量精度为 1s; 4. 使用温度: 500~1200℃	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
16	中频感应电炉	主要功能: 熔炼铸铁、铸钢、金属合金。 技术要求: 1. 电炉容量: 150kg; 2. 额定功率: 100kw; 3. 感应圈电压: 1000V; 4. 相数: 3相; 5. 频率: 2500Hz; 6. 功率消耗: $0.66 \text{kw} \cdot \text{kg}^{-1}$; 7. 工作温度: 1600℃; 8. 熔炼时间: 75min	台	1	是/是	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
17	电阻坩埚炉	主要功能: 熔炼铝合金、锌合金。 技术要求: 1. 额定温度: 900℃; 2. 工作电压: 3相 380V; 3. 装铝量: 150kg; 4. 功率: 33kw; 5. 坩埚尺寸: ϕ 530mm \times 510mm	台	1	是/否	适用高职 专科/高 职本科	
18	连续式树脂砂混砂机	主要功能: 树脂砂混砂和旧砂再生。 技术要求: 1. 混砂电机功率: 4kw; 2. 减速机功率: 2.2kw; 3. 回转半径: 4.8m; 4. 生产率: 5t/h	台	1	是/否	适用高职 专科/高 职本科	
19	辗轮式混砂机	主要功能: 粘土砂、水玻璃砂型砂混制。 技术要求: 1. 盘径: 1000mm; 2. 混砂量: 1.5~2t/h; 3. 加料量: 110kg; 4. 功率: 4kw	台	1	是/否	适用高职 专科/高 职本科	
20	抛丸清理机	主要功能: 清除铸件表面氧化皮和粘砂。 技术要求: 1. 处理能力: $\leq 0.1\text{m}^3$ 且 $\leq 200\text{kg}$; 2. 单件最大重量: 10kg; 3. 抛丸量: 120kg/min; 4. 端盘直径: ϕ 650mm; 5. 除尘风量: 2000m ³ /h; 6. 初装弹丸量: 200kg	台	1	是/否	适用高职 专科/高 职本科	
21	浇包	主要功能: 转运金属液, 完成浇注过程。 技术要求: 1. 容量: 25kg; 2. 包口直径: 200mm; 3. 包体高度: 230mm; 4. 包壳材料: 碳钢	台	1	是/否	适用高职 专科/高 职本科	
22	砂箱	主要功能: 用于砂型铸造造型。 技术要求: 1. 砂箱形式: 手抬式砂箱; 2. 砂箱内框: $\leq 500\text{mm}$; 3. 砂箱高度: 100~300mm; 4. 空砂箱重量: $\leq 40\text{kg}$; 5. 有无箱带: 无箱带	套	30	是/否	适用高职 专科/高 职本科	
23	木模	主要功能: 用于砂型铸造造型。 技术要求: 1. 规格: 小型; 2. 材料: 硬杂木	台	30	是/否	适用高职 专科/高 职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
24	芯盒	主要功能: 用于砂型铸造制芯。 技术要求: 1. 规格: 小型; 2. 材料: 硬杂木	台	30	是/否	适用高职专科/高职本科	
25	熔炼用数字式测温仪	主要功能: 测量液体金属温度。 技术要求: 1. 测量范围: 200~2600℃; 2. 物距比: 80: 1; 3. 发射率: 0.10~1.00, 可调, 具有多功能测量功能; 4. 测量误差: ±1.5°	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
26	铸造工艺设计系统	主要功能: 铸造工艺设计系统实现基于 3D 打印铸造工艺的集成设计和数据管理; 实现铸造产品的工艺参数、技术文档、过程控制参数等关键控制要素统一管理; 与 ERP 系统、生产过程管控系统、LIMS 系统等实现集成。 技术要求: 满足实验实训要求	套	1	是/可	适用高职专科/高职本科	可对接特种铸造实训场所设备条件进行配套建设

4.2.15 压力成型实训场所设备要求

压力成型实训场所应满足该类专业压力成型工艺设计、冲压成型、锻造成型等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.25。

表 4.25 压力成型实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	冲床	主要功能: 通过模具, 可以实现落料、冲孔、成型、拉深、修整、精冲、整形、铆接及挤压等。 技术要求: 公称压力 ≥ 400kN	台	2	是/可	适用高职专科/高职本科	每台设备需配备安全光栅传感器
2	剪板机	主要功能: 通过运动的上刀片和固定的下刀片, 对各种厚度的金属板材施加剪切力, 使板材按所需要的尺寸断裂分离。 技术要求: 可剪板厚 ≥ 4mm	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
3	辅具	<p>主要功能: 主要起到辅助夹紧、定位、清洁等作用。</p> <p>技术要求: 常用的有: 活络扳手、内六角扳手、压板螺丝、铜棒、防锈剂、抹布等</p>		若干	是/可	适用高职专科/高职本科	
4	切边压机 (曲柄压力机)	<p>主要功能: 用于切除终锻件的飞边与连皮; 用于模锻工艺实训教学、锻压设备实训教学、锻造工艺实训教学等。</p> <p>技术要求: 1. 机型: 闭式单点; 2. 公称压力: 250T; 3. 公称压力行程: 13mm; 4. 滑块行程: 315mm; 5. 滑块行程次数: 20次/min; 6. 最大装模高度: 500mm; 7. 装模高度调节量 250mm; 8. 导轨间距 1080mm; 9. 滑块底面: 900mm × 1000mm;</p>	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	
5	油压机	<p>主要功能: 进行拉深模的安装操作、油压机的调整操作及拉深等冲压操作。</p> <p>技术要求: 公称压力 ≥ 400kN</p>	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	
6	锻造温度 红外线测温仪	<p>主要功能: 测量锻件金属温度。</p> <p>技术要求: 1. 测量范围: 50 ~ 2600℃; 2. 测量精度: ± 0.5%; 3. 重复精度: ± 0.1%</p>	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
8	箱式电阻炉	<p>主要功能: 用于坯料的锻前加热; 用于热处理要求不高的锻件锻后热处理加热; 用于锻造工艺实训教学、锻压设备实训教学等配套。</p> <p>技术要求: 1. 炉膛尺寸(深 × 宽 × 高): 600mm × 280mm × 300mm; 2. 炉温范围: 最高 1250 ~ 1350℃; 3. 控温精度: ± 1℃; 4. 额定功率: 25kW</p>	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
9	电液锤	主要功能: 用于自由锻件的锻造。 技术要求: 1. C型结构, 全液压驱动; 2. 打击能量 30KJ~110KJ; 3. 落下部分质量 1300kg~5100kg; 4. 最大行程 1000mm~1300mm; 5. 打击频次: 60~110次/min; 6. 下砧面高度 750mm;	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	
10	空气锤	主要功能: 进行自由锻的各种加工工序, 如: 锻粗、拔长等。 技术要求: 1. 锤身底座水平安装; 2. 上下砧块工作面的硬度在 40HRC-45HRC 范围; 3. 空打时上下砧块不可出现打击现象; 4. 上砧楔铁打入后, 局部不接触面积不大于 10%	台	5	是/否	适用高职专科/高职本科	
11	常规量具	主要功能: 用于自由锻件的锻造。 技术要求: 卡尺、高度尺、深度尺、角规等	套	4	是/否	适用高职专科/高职本科	
12	自由锻工辅具	主要功能: 辅助自由锻工艺实施。 技术要求: 棒子、卡钳、锤子等	套	4	是/否	适用高职专科/高职本科	
13	锻造铁砧	主要功能: 锻锤不能或不便操作的自由锻工序锻制, 如局部修整等。 技术要求: 1. 铁砧安装牢固; 2. 铁砧表面光滑、平整; 3. 砧铁表面硬度应在 40~45HRC 范围	只	5	是/否	适用高职专科/高职本科	
14	模锻液压机	主要功能: 用于各种黑色金属、有色金属小型模锻件(成型载荷小于 10MN)的模锻与精整, 以及锻粗、拔长、冲孔等自由锻制坯工作; 用于模锻工艺实训教学、锻压设备实训教学、锻造工艺实训教学等; 技术要求: 1. 压机形式: 四柱上传式; 2. 传动方式: 泵直接传动; 3. 公称压力: 10MN; 4. 行程: 1000mm; 5. 立柱中心距: 2100mm×1300mm; 6. 工作台面尺寸: 1200mm×1400mm; 7. 锻造工作速度 80mm/s; 8. 回程速度: 50~150mm/s; 9. 工作台移动速度: 50~150mm/s; 10. 活动横梁、移动工作台定位精度: ≤1mm; 11. 锻造次数: ≤35次/min	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
15	锻造操作机	<p>主要功能: 用于夹持坯料,以完成锻造工序的主要动作,如坯料送进、翻转、上料、出料、摆料等;用于夹持模具、工具,以辅助完成模具、工具的安装与拆卸;减少模锻过程中的劳动强度、提高坯料转运的安全性与便捷性;用于模锻工艺实训教学、锻压设备实训教学、锻造工艺实训教学等。</p> <p>技术要求: 1.行走方式:有轨直移式,满足五个基本动作:钳口启闭、钳杆旋转、钳杆平行升降、钳杆倾斜和大车行走; 2.公称载重量:0.6t; 3.力矩: $0.3 \times 10^4 \text{Nm}$; 4.夹持棒料尺寸 90mm ~ 380mm; 5.钳杆中心线距轨面距离: 650mm ~ 1040mm; 6.钳杆伸出量: 12000mm; 7.轨距: 12000mm; 8.大车运行速度: 45m/min; 9.钳头转速 30r/min; 10.钳头旋转直径 750mm; 11.电机功率 >20kW</p>	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	
16	锻造模具	<p>主要功能: 典型模锻工艺成形。</p> <p>技术要求: 1.圆盘类模具; 2.带预锻、终锻模膛等</p>	套	2	是/可	适用高职专科/高职本科	
17	传送装置(单轨)	<p>主要功能: 用于坯料从料堆到加热炉的转运;用于加热过程中,坯料从加热炉中的送进与取出;用于加热后的坯料从加热炉转送到模锻压机或锻造操作机上;用于坯料在锻压设备之间的转运;用于模锻工艺、锻压、锻造工艺等实训教学;</p> <p>技术要求: 1.夹持坯料重量 $\leq 0.6\text{t}$; 2.滚轮直径 $\geq 80\text{mm}$; 3.单轨坡度 1:100 ~ 1:200 4.配有坯料夹钳,夹钳夹持直径 0 ~ 380mm; 5.配有气缸可调节夹钳的升降高度</p>	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	

4.2.16 焊接实训场所设备要求

焊接实训场所应满足该类专业焊接操作、性能检测、焊件加工等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.26。

表 4.26 焊接实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	交流弧焊机	<p>主要功能: 用于了解交流焊条电弧焊机的结构、原理和性能特点; 焊接参数调节及技能操作实训。</p> <p>技术要求: 1. 额定焊接电流 $\geq 315\text{A}$; 2. 应有 BX3 和 BX1 两个系列焊机, 且每系列不少于 3 台</p>	台	5	是/否	适用高职专科/高职本科	
2	直流弧焊机	<p>主要功能: 用于了解直流焊条电弧焊机的结构、原理和性能特点; 焊接参数调节及技能操作实训。</p> <p>技术要求: 1. 焊接额定电流 $\geq 315\text{A}$; 2. 至少 1 台焊接额定电流 $\geq 500\text{A}$, 可作为碳弧气刨电源; 3. 应有 ZX5 和 ZX7 两个系列焊机, 且每系列不少于 3 台</p>	台	5	是/否	适用高职专科/高职本科	
3	熔化极气体保护电弧焊机	<p>主要功能: 用于了解熔化极气体保护电弧焊机的结构、原理和性能特点; 焊接参数调节及技能操作实训。</p> <p>技术要求: 1. 输入三相 380V, 50Hz, 额定焊接电流 $\geq 315\text{A}$; 2. 具备实芯焊丝 MIG/MAG (含CO₂) 焊接以及药芯焊丝气体保护焊接功能</p>	台	5	是/否	适用高职专科/高职本科	
4	钨极氩弧焊机	<p>主要功能: 用于了解钨极氩弧焊机的结构、原理和性能特点; 焊接参数调节及技能操作实训。</p> <p>技术要求: 1. 输入三相 380V, 50Hz, 额定焊接电流 $\geq 315\text{A}$; 2. 同时具备焊条电弧焊/钨极氩弧焊功能</p>	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
5	埋弧焊机	<p>主要功能: 用于了解埋弧焊机的结构、原理和性能特点; 焊接参数调节及技能操作实训。</p> <p>技术要求: 1. 输入三相 380V, 50Hz, 额定焊接电流 $\geq 630\text{A}$; 2. 含配套的焊接小车及轨道</p>	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	
6	空气等离子弧切割机	<p>主要功能: 低碳低合金钢、不锈钢的切割。</p> <p>技术要求: 1. 电源电压: 220V, 380V; 2. 相数/频率: 1, 3/50Hz; 3. 切割电源外特性: 直流下降特性; 4. 控制电源电压: 220V, 380V; 5. 引弧电流: 5~50A; 6. 切割厚度: 等于或大于额定值; 7. 压缩空气供气方式: 瓶装、管道、空气压缩</p>	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
7	碳弧气刨机	<p>主要功能: 坡口制备; 清除焊缝缺陷。</p> <p>技术要求: 1. 气刨机的额定气刨电流应优先采用 R10 数系; 2. 额定负载持续率: 手工碳弧气刨机为 60%; 3. 半自动、自动碳弧气刨机为 60%(工作周期 10min)、100%; 4. 气刨电流的调节范围: 最大; 5. 气刨电流应大于或等于额定气刨电流; 6. 自动气刨机气刨速度应在 0.3~1.5m/min 范围内连续可调</p>	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
8	剪板机	<p>主要功能: 金属板料的剪切。</p> <p>技术要求: 1. 可剪厚度: 12mm; 2. 剪切角: 2° ; 3. 剪板机应有可靠的润滑装置, 润滑管路和润滑点应有对应的标志</p>	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
9	金属锯床	主要功能: 金属型材的锯割。 技术要求: 1. 最大锯削直径: 320mm; 2. 最大锯削宽度: >320mm; 3. 最小带锯宽度: 31.5mm; 4. 最高带锯条速度: ≥ 60m/min;	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
10	坡口机	主要功能: 碳素钢、不锈钢、铸铁等金属板料坡口加工。 技术要求: 1. 切削规格: 长度大于 300mm、宽度大于 60mm、厚度大于 6mm; 2. 加工范围(内径): 30mm~159mm; 3. 进刀方式: 自动	台	3	是/可	适用高职专科/高职本科	
11	焊接变位机	主要功能: 用于大型构件翻转。 技术要求: 1. 最大承载质量: 600kW; 2. 旋转速度: 0.05~0.5 r/min; 3. 翻转速度: 0.75r/min; 4. 翻转角度: 0~120° ;	台	5	是/否	适用高职专科/高职本科	
12	滚轮架	主要功能: 用于筒体构件环焊缝焊接。 技术要求: 1. 最大承载重量: 5000kg; 2. 适应筒体直径: 250mm~2300mm;	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
13	焊接虚拟仿真实训软件	主要功能: 焊接虚拟仿真实训。 技术要求: 1. 能实现焊条电弧焊平、立、横、仰位置焊接运条训练; 2. 能实现 CO ₂ 气体保护焊参数调节及技能训练; 3. 能实现氩弧焊全位置焊接技能训练	套	41	否/可	适用高职专科/高职本科	

4.2.17 材料成型虚拟仿真实训场所设备要求

材料成型虚拟仿真实训场所应满足专业类材料成型过程建模、虚拟仿

真、后处理分析与优化等新技术/数字化能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.27。

表 4.27 材料成型虚拟仿真实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	计算机	主要功能: 流畅运行主流 CAD/CAM/CAE 软件。 技术要求: 1. 满足实训要求; 2. 配备电子教室及实训场所管理软件	台	40	是/否	适用高职专科/高职本科	
2	二维 CAD 软件	主要功能: 计算机辅助二维绘图。 技术要求: 1. 图形绘制; 2. 图形编辑; 3. 图形标注; 4. 图层管理; 5. 图形输出与打印; 6. 数据交换, 具有其他主流软件文档转换接口	套	40	是/可	适用高职专科/高职本科	
3	三维 CAD 软件	主要功能: 计算机辅助三维绘图。 技术要求: 1. 草图绘制; 2. 三维建模; 3. 钣金设计; 4. 工程图设计; 5. 模具设计; 5. 运动仿真; 6. 数据交换	套	40	是/可	适用高职专科/高职本科	
4	铸造 CAE 软件	主要功能: 支持砂型铸造、熔模铸造、重力铸造、高压铸造、低压铸造等铸造方法的充型、凝固过程模拟分析, 预测铸造过程中可能产生的卷气、夹渣、冲砂、浇不足、冷隔、缩孔、缩松等缺陷。 技术要求: 软件包括以下基础模块: 1. 前处理模块; 2. 网格划分模块; 3. 后处理模块; 4. 计算求解模块; 5. 数据库模块	套	40	否/可	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
5	注塑工艺分析软件	<p>主要功能: 针对注塑成形工艺过程进行数值模拟,解决注塑成形过程中产品设计外形、功能性、强度是否合理、浇口设计是否恰当等。</p> <p>技术要求: 软件包括以下基础模块: 1.前处理模块; 2.网格划分模块; 3.后处理模块; 4.计算求解模块; 5.数据库模块</p>	套	40	否/可	适用高职专科/高职本科	
6	材料热处理过程数值模拟软件	<p>主要功能: 针对材料热处理工艺过程进行数值模拟,解决热处理过程中温度场、应力场、变形及相变计算或预测等。</p> <p>技术要求: 1.模拟正火、退火、淬火、回火、渗碳等工艺过程; 2.预测硬度、晶粒组织成分、扭曲和含碳量; 3.专门的材料模型用于蠕变、相变、硬度和扩散; 4.可以分析材料晶相</p>	套	40	否/可	适用高职本科	
7	锻造数值模拟分析软件	<p>主要功能: 针对材料锻造工艺过程进行数值模拟。</p> <p>技术要求: 1.锻造、拉深、挤压、轧制、旋压、热处理等多种塑性成形工艺; 2.进行模具应力、弹性变形、残余应力、部分回弹、及破损分析; 3.冷、温、热塑性成形和热传导耦合分析问题; 4.多工步塑性成形问题; 5.剪切和裁边以及更为复杂的机加工也可以进行模拟; 6.刚性、塑性及弹性金属材料,粉末烧结体材料,玻璃及聚合物材料均可适用</p>	套	40	否/可	适用高职本科	
8	砂型铸造成型虚拟仿真装置	<p>主要功能: 进行铸造成型技能训练与工艺模拟学习。</p> <p>技术要求: 1.仿真铸件为工业领域普遍使用的减速器结构件,包括端盖、套筒和箱体; 2.成形方法包括砂型铸造、消失模铸造。学生在实验过程中,将完成铸造工艺设计、液态金属充型模拟、凝固过程模拟、铸造工艺效果分析等任务,力求使其对铸造成形过程建立全</p>	套	20	是/可	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
		方位认知; 3. 学生可模拟在真实的铸造车间自由穿行, 熟悉所用仪器设备, 当鼠标指向某设备, 该设备轮廓变为高亮显示, 并自动显示该设备名称; 4. 学生进行铸造工艺设计、铸造成型、浇注、落砂清理、铸造工艺分析; 5. 在线撰写实验报告					
9	VR 眼镜	主要功能: VR 实训用。 技术要求: 1. 两个 $\geq 1400 \times 1600$ 分辨率的 AMOLED 显示屏, 组合分辨率为 $\geq 2800 \times 1600$; 2. 内置前置摄像头 ≥ 2 个, 双麦克风和可拆卸耳机 ≥ 1 个; 3. 内置加速度计、距离传感器、陀螺仪、IPD 传感器 ≥ 1 个; 4. 内置 Lighthouse 2.0 基站 IR 发射器 ≥ 4 个; 5. 内置 Vive 无线适配器 ≥ 1	套	4	是/可	适用高职专科/高职本科	
10	KW 自动造型线虚拟系统 (VR/AR 虚拟仿真)	主要功能: 应实现 KW 自动造型线结构展示、功能描述、工作原理动画展示、虚拟生产过程展示。 技术要求: 1. 结构及原理展示: 以 KW 自动造型线为原型, 包括砂处理系统、砂箱输送辊道、自动分箱机、自动造型机及其模具、翻箱机、合箱机、浇注机、落砂机、输送带、抛丸机、中央控制台及机、电、液、气控制系统等部分组成; 生产线中的重要设备及其机构清晰展示; 2. 各机构功能、原理展示: 以结构图、透视图、工作动画的形式展示自动造型机、翻箱机构、合箱机构、浇注机、落砂机、抛丸机、砂处理线、自动分箱机构、中央控制台等部分的结构、原理, 以及机、电、液、气控制系统结构, 作用, 工作动画; 展示工作原理动画时应与控制面板、系统按键等按键联动; 3. 虚拟生产过程展示: 展示启动、模样安装与调试、自动造型、人工下芯、翻箱、合箱、浇注、冷却、落砂、振动筛分、铸件抛丸清理、砂处理线砂处理、空箱自动分箱等部分的生产过程动画, 带配音讲解, 展示工作动画时应与控制面板、系统按键等按键联动	套	1	是/可	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
11	树脂砂处理线虚拟系统 (VR/AR 虚拟仿真)	<p>主要功能: 以三维形式实现树脂砂处理线结构展示、功能描述、工作原理动画展示、虚拟生产过程展示。</p> <p>技术要求: 1.结构及原理展示:以树脂砂处理线为原型,包括振动筛、提升机、离心机械处理机、风选磁化机构、气动输送机构、砂库、新沙提升机、除尘系统、一次混砂、树脂及固化剂添加机构、二次混砂等组成部分,具有生产线结构图、以机构为基础的爆炸图等展示功能; 2.各机构功能、原理展示:以结构图、透视图、工作动画的形式展示振动筛、提升机、离心机械处理机、风选磁化机、气动输送机、除尘系统、混砂机构、树脂及固化剂添加机构的结构和工作原理; 3.虚拟生产过程展示:展示旧砂加入振动筛、筛分处理、提升机提升、离心机械处理、提升、风选磁化处理、提升、气动输送系统、新砂提升、除尘、一次混砂、加树脂及固化剂、二次混砂、砂处理过程中的除尘效果等部分的生产过程动画,带配音讲解,展示工作动画时应与控制面板、系统按键等按键联动</p>	套	1	是/可	适用高职专科/高职本科	
12	电阻炉熔炼铝合金虚拟仿真系统 (VR/AR 虚拟仿真)	<p>主要功能: 以三维形式实现电阻炉熔炼铝合金结构展示、功能描述、工作原理动画展示、虚拟生产过程展示和虚拟实训功能。</p> <p>技术要求: 1.结构及原理展示:以电阻炉为原型,包括炉体、坩埚、炉盖、电热元件、控温仪表、热电偶、电器温度控制系统和控制柜等部分组成,具有三维设备结构图、设备机构爆炸图等功能; 2.各机构功能、原理展示:以结构图、透视图、工作动画的形</p>	套	1	是/可	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
		<p>式展示炉体结构、测温机构、控制面板结构等部分的结构组成和工作原理以及含气量测试方法及原理;</p> <p>3.虚拟生产过程展示: 展示检查炉体及坩埚是否正常、设备供电是否正常、坩埚、工具刷涂料及烘干、开炉, 正确开炉顺序、加料熔炼、加底料、熔炼等部分的生产过程动画, 带配音讲解, 展示工作动画时应与控制面板、系统按键等按键联动。补充料应注意预热除气精炼、测温、含气量测试、出炉;</p> <p>4.虚拟实训: 实现在线虚拟实训, 具备适时交互、报错、打分、汇总功能, 并以文件形式存入服务器。虚拟实训主要包括以下部分: 检查炉体及坩埚是否正常, 设备供电是否正常, 坩埚、工具刷涂料及烘干, 开炉, 正确开炉顺序, 加料熔炼, 加底料、熔炼, 补充料应注意预热, 除气精炼, 测温, 含气量测试, 出炉</p>					
13	金属材料锻压成形虚拟仿真实训装置	<p>主要功能: 金属材料热模锻压力机虚拟仿真教学、练习和实训考核。</p> <p>技术要求: 1. 满足实训要求; 2. 实训软件功能指标: (1) 全方位、多角度认识功能部件, 使学生认识中频感应炉的主要结构及各部分功能、它们之间的装配关系; 要求模拟JM31-200 热模锻压力机全部结构; 要模拟声音; 场景中有工作人员。 (2) 模拟操作流程; (3) 支持典型故障诊断和解决</p>	套	20	是/可	适用高职专科/高职本科	
14	冷压室压铸生产虚拟实训系统 (VR/AR 虚拟仿真)	<p>主要功能: 三维形式实现冷压室压铸机的结构展示、功能描述、工作原理动画展示、虚拟生产过程展示和虚拟实训功能。</p> <p>技术要求: 1. 结构及原理展示: 展示冷压室</p>	套	1	是/可	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
		<p>压铸机、工业机器人、快速熔铝炉、自动浇汤机、自动喷雾机、自动模温机、取件输送带等结构；具备生产线结构图、以机构为基础的爆炸图功能；</p> <p>2.各机构功能、原理展示：展示压射机构内部结构、液压系统结构、模具安装前结构、工业机器人结构、快速熔铝炉结构、自动浇汤机结构、自动喷雾机结构、自动模温机机构结构的内部结构、爆炸图和工作原理，对于结构内部需要表述的内容应以透明图或剖面图展示；</p> <p>3.虚拟生产过程展示：生产线生产过程动画，带配音讲解，展示工作过程时应与控制面板、系统按键等按键联动。主要包括以下部分：快速熔铝炉熔炼铝合金、模具安装与调试、开压铸机、模具预热、自动喷雾、合模、自动浇汤、压射保压、开模、顶杆顶出、机器人取件；</p> <p>4.虚拟实训：实现在线虚拟实训，具备适时交互、报错、打分、汇总功能，并以文件形式存入服务器。虚拟实训主要包括以下部分：模具安装与调试、模具预热、自动喷雾、合模、自动浇汤、压射保压、开模、顶杆顶出、机器人取件</p>					
15	熔模铸造生产线虚拟系统 (VR/AR 虚拟仿真)	<p>主要功能</p> <p>以三维形式实现熔模铸造生产线结构展示、功能描述、工作原理动画展示、虚拟生产过程展示和虚拟实训功能。</p> <p>技术要求</p> <p>1.结构及原理展示：以传统的熔模铸造生产线为原型，具体组成为：自动气动注蜡机（包括化蜡、搅蜡和注蜡功能）、压型、L型粘浆机、淋砂机、涂料搅拌机、沸腾床、固化槽、蒸汽脱蜡釜、焙烧炉、震动脱壳机、静置桶、蜡处理桶；具有生产线结构图、以机构为基础</p>	套	1	是/可	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
		<p>的爆炸图等功能;</p> <p>2.各机构功能、原理展示:以结构图、透视图、工作动画的形式展示自动压蜡机、L型粘浆机、淋砂机、搅拌桶、沸腾床、振动脱壳机的结构和工作原理;</p> <p>3.虚拟生产过程展示:动画展示生产线生产过程,带配音讲解。主要包括以下部分:自动注蜡机生产准备、压型准备、蜡模及浇口棒压制、修模、模组组焊;硅溶胶-锆英砂涂料配制、沾面层涂料、撒砂、自然干燥、水玻璃-上店土涂料配制、挂涂料、沸腾床撒砂、自然干燥半小时后放入固化剂固化一段时间取出干燥、开浇冒口、脱蜡、焙烧、浇注、清理;</p> <p>4.虚拟实训:实现在线虚拟实训,具备适时交互、报错、打分、汇总功能,并以文件形式存入服务器。虚拟实训主要包括以下部分:自动压蜡机准备及参数设置;压型准备:拆型、刷分型剂、合型;压制蜡模及浇口棒;修模;组焊;配硅溶胶-锆英粉涂料;制备面层型壳(2层);配水玻璃-上店土涂料;制背层型壳(3-5层);脱蜡;焙烧</p>					

4.2.18 金属材料表面处理与性能测试实验场所设备要求

金属材料表面处理与性能测试实验场所应满足该类专业材料预处理、表面处理、表面分析与测试等专业核心能力的培养培训要求。实验场所主要设备要求见表 4.28。

表 4.28 金属材料表面处理与性能测试实验场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	前处理水槽	主要功能: 试样前处理。 技术要求: 1. 满足酸洗、水洗、碱洗等工序; 2. 耐高温 200℃; 3. 水槽尺寸自定	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
2	高效喷砂机	主要功能: 样前处理和喷丸强化处理。 技术要求: 1. 罐内容积不小于 0.75M ³ ; 2. 空气压力 0.6MPa; 3. 自动控制方式	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
3	高温烘烤箱	主要功能: 试样前处理后烘干。 技术要求: 1. 温度范围 RT(常温) +10~300℃ 2. 温度分辨率 0.1℃; 3. 温度波动度 ±1.0℃; 4. 温度均匀性 ≤ ±1.5% 5. 容积自定	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	
4	超声波清洗机	主要功能: 试样前处理。 技术要求: 1. 容量>10L; 2. 超声功率 400W; 3. 温度控制范围 20~80℃; 4. 功率可调节 40%~100%; 5. 定时: 1min~480min	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	
5	磁力搅拌器	主要功能: 搅拌溶液浓度均匀。 技术要求: 1. 搅拌量高达 20 升; 2. 非加热型; 转速范围 100~1400rpm; 3. 转速缓慢上升, 直到达到设定值; 4. 面板由铝制成, 带有陶瓷涂层, 具有耐化学性、防刮擦性, 直径为 145mm 以上	台	3	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
6	真空干燥箱	主要功能: 干燥热敏性、易分解和易氧化。 技术要求: 1. 控温范围: RT+10~250℃、RT+5℃~65℃; 2. 工作室材料: 优质不锈钢板(或冷扎板)化物质	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	
7	去离子纯水机	主要功能: 除水中阴阳离子。 技术要求: 1. 可溶性有机物: 截留率>99%; 2. 颗粒: 截留率>99%; 3. 微生物: 截留率>99%; 4. 脱盐率: 近100%; 5. 容量: 15升; 6. 微生物/细菌: <1CFU/ml; 7. TDS(总固水体溶解度): RO水, 5~10ppm	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
8	高速离心机	主要功能: 分离液体与固体颗粒或液体混合物中各组分。 技术要求: 100~3000r/min	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
9	分析天平	主要功能: 称量药品。 技术要求: 1. 显示方式: LCD液晶显示屏; 2. 分度值: 0.1mg	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	
10	恒温水浴锅	主要功能: 试样前处理和氧化处理。 技术要求: 1. 2孔和4孔; 2. 耐高温200℃;	个	2	是/否	适用高职专科/高职本科	
11	集热式油浴锅	主要功能: 试样前处理和氧化处理。 技术要求: 1. 油浴锅直径 ϕ 250mm; 2. 耐高温300℃	个	2	是/否	适用高职专科/高职本科	
12	阳极氧化电源	主要功能: 阳极氧化膜层制备。 技术要求: 1. 工作电压100V; 2. 工作电流50A; 3. 正脉冲0~100%连续可调; 4. 负脉冲0~100%连续可调; 5. 频率50~2500Hz	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
13	微弧氧化电源	主要功能: 微弧氧化膜层制备。 技术要求: 1. 工作电压 700V; 2. 工作电流 50A; 3. 正脉冲 0~100%连续可调; 4. 负脉冲 0~100%连续可调; 5. 频率 50 ~ 2500Hz; 6. 触摸屏控制; 7. 冷却系统采用风冷方式。	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
14	盐雾腐蚀试验箱	主要功能: 试样耐蚀性测试。 技术要求: 1. 630*500*450mm以上; 2. 温度范围: RT+5°C~55°C; 3. 温度均匀度: ≤2°C; 4. 温度波动度: ±0.5°C (恒定状态时间); 5. 温差: ±2°C (空载); 6. 盐雾沉降量: 1~2ml/80cm ² ·h	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	
15	电化学工作站	主要功能: 试样耐蚀性测试。 技术要求: 1. 中英文操作界面; 2. 数据实时显示; 3. 数据及图形处理功能; 4. 提供线性扫描伏安、循环伏安等电化学方法; 5. 恒电势和恒电流; 6. 电势范围: 10V(可扩展至13.2V); 7. 恒电势槽压: 30V(可至60V); 8. 扫描速度: 0.000001~10V/s; 9. 电流范围: ±250mA; 10. 阻抗测量范围: 0.000001Hz~100kHz	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	
16	球坑仪	主要功能: 镀层厚度测试。 技术要求: 1. 膜厚测试范围: 0.5~100 μm; 2. 膜厚测试精度: 0.1 μm; 3. 磨球: 标配 GCr15 钢球 φ30mm; 4. 转速 100~1400r/min连续可调	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
17	膜层测厚仪	主要功能: 膜层厚度测量。 技术要求: 1. 厚度范围: 0~2000 μm ; 2. 侧面和上面双屏显示; 3. 介质保护膜、有机薄膜、无机薄膜、金属膜、涂层等薄膜测量; 附件标准配置	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	
18	维氏硬度计	主要功能: 测试涂层维氏硬度。 技术要求: 满足实训实验要求	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
19	洛氏显微硬度计	主要功能: 测量产品涂层洛氏硬度。 技术要求: 满足实训实验要求	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
20	恒温恒湿试验箱	主要功能: 测试涂层耐高温、耐低温、耐潮湿及循环试验性能。 技术要求: 1. 温度范围: +10~150 $^{\circ}\text{C}$, 波动 $\leq\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, 精度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$; 2. 湿度范围(RgH): 85~95%, 波动 $\pm 2.5\%$, 精度 ± 0.1 ; 3. 升温速率: 1.0~3.0 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
21	拉伸-压缩万能试验机	主要功能: 测量产品涂层力学性能。 技术要求: 1. 最大试验力: 100kN; 2. 试验力市值相对误差 $\leq\pm 0.5\%$; 3. 位移速度调节范围: 0.005~500mm/min; 4. 有效空间 1200, 有效拉伸宽度 600	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
22	粗糙度仪	主要功能: 测量产品涂层粗糙度。 技术要求: 1. 背光彩色大触摸屏; 2. USB 高速通信; 3. 多种语言对应; 4. 数据存储	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
23	摩擦磨损测量仪	主要功能: 测量产品涂(镀)层耐磨性能。 技术要求: 1. 法向力范围最高达 60N; 2. 摩擦力范围最高达 20N; 3. 摩擦力分辨率 0.06mN; 4. 测试速度 0.2~2000rpm; 5. 最大扭矩 450mN.m; 6. 在线磨损深度-2mm~2mm; 7. 真空度最低至 10 ⁻⁷ mbar	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	
24	吸尘器	主要功能: 吸收磨损物。 技术要求: 功率、风量、噪音、寿命与耐磨试验机配套,性能达到使用要求。	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	
25	物理气相沉积系统	主要功能: 硬质涂层真空沉积。 技术要求: 1. 真空腔室: 450℃温度下稳定工作,工件的3维公自转; 2. 满足实训实验要求	套	1	是/可	适用高职专科/高职本科	
26	漆膜划格器	主要功能: 测量产品涂层结合力。 技术要求: 1. 切割线之间的距离有1毫米、2毫米和3毫米; 2. 1毫米间距-11个刀齿,8个切割面;2毫米间距-12个刀齿,8个切割面	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	
27	紫外光加速老化试验箱	主要功能: 采用荧光紫外灯模拟阳光对材料的老化。 技术要求: 可设定紫外光照强度和潮湿循环,用来模拟自然老化环境	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
28	材料表面性能测试仪	主要功能: 测量产品涂层表面性能。 技术要求: 可完成 1. 压痕试验; 2. 划痕试验; 3. 往复摩擦; 4. 粗糙度; 5. 弹性模量检测	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
29	材料表面形貌测试仪	主要功能: 测量产品涂层表面形貌。 技术要求: 1. 轮廓形状测量 2. 粗糙度测量	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
30	电镀、氧化仿真技术软件系统及综合试验线	主要功能: 电镀、氧化生产线仿真技术软件应用、后处理数据读取以及工艺模拟。 技术要求: 满足实训实验要求	套	1	是/可	适用高职专科/高职本科	

4.2.19 增材制造实训场所设备要求

增材制造实训场所应满足该类专业增材制造前置处理、增材制造成形、后处理、设备维护等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.29。

表 4.29 增材制造实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	计算机	主要功能: 用于增材制造专业软件以及增材制造设备的运行。 技术要求: 满足实训场所配备的增材制造专业软件及增材制造设备运行要求	台	41	是/否	适用高职专科/高职本科	
2	增材制造数据处理软件	主要功能: 读取及编辑模型文件、完成切片及路径规划，输出打印设备识读的机器打印文件。 技术要求: 1. 文件读取: 能读取常规的 STL、obj、3mf 文件格式读取; 2. 模型简单编辑: 三角面标识及编辑、模型文件的移动、旋转、缩放、抽壳、打洞、标签等功能; 3. 支撑功能: 打印位姿的分析对比、支撑形状、大小等参数的设计及编辑功能; 4. 切片功能: 切片厚度、路径规划、打印温度、冷却时间等打印过程参数的设置; 5. 文件输出: 通用输出功能	点位	41	否/可	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
3	熔融沉积成形设备	主要功能: 支持熔融沉积打印。 技术要求: 1. 能够支持材料 PLA、ABS、PETG、HIPS、PC 等; 2. 成型体积 $\geq 200\text{mm} \times 200\text{mm} \times 200\text{mm}$; 3. 具备设备机身设计可保证持续恒温打印; 4. 具备防护装置, 避免烫伤; 5. 具备断电续打、中途可换料等	台	2	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
4	光固化成形设备	主要功能: 支持光敏树脂打印。 技术要求: 1. 能够断电续打; 2. 成型空间 $\geq 150\text{mm} \times 100\text{mm} \times 200\text{mm}$	台	2	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
5	金属材料增材制造设备	主要功能: 用于金属粉末的激光。选区熔化。 技术要求: 1. 能够支持不锈钢、钛合金、镍合金等材料; 2. 成型空间: $\geq 100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 150\text{mm}$ 或 $\geq \Phi 100\text{mm} \times 150\text{mm}$; 3. 光纤激光器: $\geq 200\text{W}$; 4. 可配备金属材料增材制造虚拟仿真实训装备	台	2	是/可	适用高职 专科/高职 本科	或配备金属材料增材制造虚拟仿真实训装备
6	电动打磨工具	主要功能: 增材制造产品表面打磨。 技术要求: 1. 具备 1 个电动打磨主机; 2. 打磨头不少于 50 个; 3. 电动主机转数 8000~20000r/min 可调	套	5	是/否	适用高职 专科/高职 本科	需要设置单独隔间
7	电火花线切割机	主要功能: 增材制造产品从基板上线切割分割。 技术要求: 1. 工作台尺寸 $\geq 480\text{mm} \times 700\text{mm}$; 2. 工作台行程 $\geq 320\text{mm} \times 400\text{mm}$; 3. 最大承载工作重量 $\geq 300\text{kg}$; 4. 加工精度: 直线 $\leq \pm 0.006\text{mm}$; 5. 最佳加工面粗糙度: 二次切割 $R_a \leq 1.6\mu\text{m}$, 三次切割 $R_a \leq 1.0\mu\text{m}$; 6. 电极丝直径范围 $\Phi 0.15\text{mm} \sim 0.22\text{mm}$	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	需要设置单独隔间

4.2.20 精密成型实训场所设备要求

精密成型实训场所应满足该类专业精密成型专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.30。

表 4.30 精密成型实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟环境	适应层次	特殊说明
1	数控加工中心	主要功能: 用于制造各种零部件和工件。 技术要求: 1. 重复定位精度: $\pm 0.003/300\text{mm}$; 2. 定位精度: $\pm 0.005/300\text{mm}$; 3. 轴承 NSK 精密滚珠丝杆专用轴承; 4. x/y/z行程: $800 \times 720 \times 350\text{mm}$; 5. 精度:精密加工; 6. 系统分辨率 0.001mm ; 7. 导轨丝杆: 台湾/日本 THK 精密级滚珠导轨丝杆; 8 加工类型:铣削	套	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	选配
2	高速数控雕铣机	主要功能: 适用于制造复杂的零件、模具、雕刻品和雕塑等。 技术要求: 1. 控制系统:西门子/三菱/新代; 2. 主轴转速范围:18000rpm; 3. 运动方式:点位控制; 4. 控制方式:闭环控制; 5. 布局形式:立式; 6. 动力类型:电动; 7. 工作台面积:800*600mm; 8. 三轴行程:800*700*330; 9. 定位精度: $\pm 0.005/300$; 10. 龙门宽度:760mm	套	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
3	电火花放电加工机	主要功能: 通常用于制造复杂、精密的金属零件,尤其是模具和工具 技术要求: 1. 加工精度:0.005 2. 动力类型:电动 3. 工作形式:电火花 4. 控制形式:数控 5. 最大加工速度:500 6. 最大加工电流:50 7. 最小电极消耗比:0.2% 8. 表面粗糙度:0.18	套	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟环境	适应层次	特殊说明
4	真空热压炉	<p>主要功能: 通常用于处理高温、高压和真空环境下的材料和工件。这种设备在多个领域中具有广泛的应用,包括材料研究、材料加工、热处理、粉末冶金、陶瓷制造和半导体工业等。</p> <p>技术要求: 1. 设备总功率: 20Kw, 3相, 380V, 50Hz; 2. 温度: 2000℃; 3. 额定温度: 0~1800℃; 4. 工作区: 120*120; 5. 压力: 5 吨; 6. 压力行程: 0~80mm; 7. 冷态极限真空度: $6.67 \times 10E^3Pa$; 8. 压升率: $\leq 2pa/h$</p>	套	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	

4.2.21 精密加工实训场所设备要求

精密加工实训场所应满足该类专业线精密加工等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.31。

表 4.31 精密加工实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	线切割机床	<p>主要功能: 通过数控装置发出的指令运动,利用脉冲放电腐蚀作用对工件进行切割加工,可加工出任意曲线轮廓的工件。</p> <p>技术要求: 1. 工作台行程 $\geq 360mm \times 250mm \times 210mm$; 2. 切割最大厚度 $\geq 200mm$; 3. 最小加工面粗糙度 $Ra \leq 0.4\mu m$; 4. 具备 USB 和以太网接口</p>	台	2	是/可	适用高职 专科/高 职本科	
2	电火花机床	<p>主要功能: 通过均匀一致放电现象,从而达到加工物被加工,使之成为合乎要求之尺寸大小及形状精度的产品。</p> <p>技术要求: 1. 工作台尺寸: $\geq 400mm \times 200mm$; 2. 最佳加工面粗糙度: $Ra \leq 0.4\mu m$</p>	台	2	是/可	适用高职 专科/高 职本科	1. 每台设备须配备灭火器; 2. 每台设备须配备烟雾收集器

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
3	辅具	<p>主要功能: 在放电加工中起到辅助夹紧、定位、清洁等作用。</p> <p>技术要求: 常用辅具含有: 内六角扳手、开口扳手、铜皮、铜棒、橡胶榔头、压板及螺栓、精密平口钳、502 胶水、电极连接杆、抹布等</p>		若干	是/否	适用高职专科/高职本科	
6	三坐标测量仪	<p>主要功能: 零件加工精度检测。</p> <p>技术要求: 1. 能够实现微米级精度的接触式测量; 2. 能够精确地测量出被测件表面的形貌误差, 包括平面、球面、柱面或者自由曲面等; 3. 无尘车间恒温恒湿, 温度 $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$, 湿度 $50 \pm 3\%$</p>	台	4	是/可	适用高职专科/高职本科	
5	慢走丝线切割机	<p>主要功能: 用于加工各种形状复杂和精密细小的工件, 可加工高硬度材料。</p> <p>技术要求: 1. 工作液槽尺寸(mm): $1050 \times 765 \times 560$; 2. 工作台尺寸 (mm): 700×480; 3. 最大工件尺寸 (mm): $900 \times 680 \times 250$; 4. 最大工件重量: 400kg; 5. X/Y/Z 轴行程(mm): $350 \times 250 \times 250$; 6. U/V 轴行程 (mm): 90×90; 7. 最大切割角度/厚度: $\pm 25^{\circ} / 80\text{mm}$; 8. 轴最小分辨率 0.1$\mu\text{m}$; 9. 穿丝机构: 半自动穿丝; 10. 加工精度: $\leq 0.005\text{mm}$; 11. 最大加工速度: $\leq 220\text{mm}^2/\text{min}$; 12. 最佳加工表面粗糙度: $Ra \leq 0.4 \mu\text{m}$</p>	台	2	是/可	适用高职专科/高职本科	<p>1. 恒温恒湿; 2. 室内环境温度 $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$, 湿度 $50 \pm 3\%$</p>

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	镜面电火花成型机	<p>主要功能: 加工具有复杂形状型孔和型腔的模具和零件; 加工各种导电材料, 如硬质合金和淬火钢等; 加工深细孔、异形孔、深槽、窄缝和切割薄片等; 加工各种成形刀具、样板和螺纹环规等工具。</p> <p>技术要求: 1. 行程 (X×Y×Z): 450mm × 300mm × 320mm; 2. 工作液槽内尺寸: 800mm × 550mm × 350mm; 3. 工作台面积: 600mm × 450mm; 4. 较大电极重量: 50kg; 5. 较大加工电源容量: 60A; 6. 较大工件重量: 800kg; 7. 刀库容量: 8(选配); 8. 快移速度: 5000mm/min; 9. 表面粗糙度: 0.3μm; 10. 放电公差 ± 2 μm, 微米级的高精度摇动放电</p>	台	2	是/可	适用高职专科/高职本科	1. 每台设备须配备灭火器; 2. 每台设备须配备烟雾收集器; 3. 恒温恒湿室内环境温度 20 ± 1℃, 湿度 50 ± 3%
7	激光切割机	<p>主要功能: 可以对亚克力、木板、布料、皮革、金属等进行切割, 根据功率幅面的大小可以用在不同的行业。</p> <p>技术要求: 1. X、Y 工作范围: 1300mm × 2500mm; 2. 切割聚焦镜头: F=80mm; 3. 最大激光输出功率: 500W; 4. 调脉冲频率: 300Hz; 5. 电源脉冲宽度: 0.5ms ~ 2ms; 6. 激光器: 双灯镀金聚光腔; 7. 切割接口卡: CNC 3000 控制卡; 8. 切割软件: 适应 PLT、DXF 等格式; 9. 制冷功率: 4W; 10. 重复定位精度: ± 0.03/300mm; 11. 空程速度: 0~20000mm/min; 12. 切割速度: 0~15000mm/min</p>	台	5	是/可	适用高职专科/高职本科	
8	激光打标机	<p>主要功能: 激光打标是用激光束在各种不同的物质表面打上永久的标记。</p> <p>技术要求: 1. 输入电源 220V (AC50Hz); 2. 激光打标机推荐参数: (1) 激光输出功率 0 ~ 50W;</p>	台	1	是/可	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
		(2)打标频率 0.5kHz~50kHz; (3)整机功率 1500W; (4)打标线宽 0.02mm; (5)标刻深度≤3毫米(视材料可调); (6)标刻速度≤7000mm/s; (7)最小字符 0.2mm; (8)打标范围标准: 110mm×110mm					
2	超精密加工中心	主要功能: 超精密加工机床认知;超精密加工机床加工操作;超精密加工刀具和工装安装;超精密加工机床加工操作;零件加工质量检测。 技术要求: 1. 纳米级精度; 2. 可以用于生产军工陀螺仪、手表、航空、航天、医疗设备等精密零件加工; 3. 可以配置成三轴至五轴机床,可加工结构复杂,薄壁等难加工零件; 4. 有配套的通用超精密工装夹具; 5. 无尘车间恒温恒湿,温度 20±1℃,湿度 50±3%	台	2	是/可	适用高职专科/高职本科	

4.2.22 精密焊接实训场所设备要求

精密焊接实训场所应满足该类专业精密焊接专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.32。

表 4.32 精密焊接实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟环境	适应层次	特殊说明
1	真空钎焊系统	主要功能: 通常用于对材料进行高温处理、合金制备、连接不同材料、制备高纯度材料等应用 技术要求: 1. 额定功率 40Kw; 2. 额定温度 700℃; 3. 电源 380V、50Hz、三相; 4. 工作区尺寸Φ500×600 mm; 5. 冷态极限真空度 6.67×10^{-3} Pa; 6. 压升率 2pa/h; 7. 控温精度 ±1℃	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	选配

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟环境	适应层次	特殊说明
2	固体激光焊机	<p>主要功能: 用于进行激光焊接和切割工艺。使用高能量密度的激光束来熔化和连接金属材料，适用于多种应用领域。</p> <p>技术要求: 1. 激光功率 600W; 2. 激光波长 1064nm; 3. 激光工作介质 ND: YAG; 4. 频率范围 1Hz~200Hz; 5. 光斑调节范围 0.1mm~3mm; 6. 脉冲宽度 0.1ms~20ms; 7. 定位系统 CCD/红光; 8. 整机功率 8KW; 9. 工作温度 15° C~35° C; 10. 供电要求: AC380V、50Hz</p>	套	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
4	等离子弧焊机	<p>主要功能: 了解等离子弧工作原理; 等离子弧焊机操作技能训练。</p> <p>技术要求: 1. 穿孔型等离子弧焊机: (1) 焊机类型: 逆变式; (2) 输入电压: 3P~380V (3) 额定负载持续率: ≥80%; (4) 引弧方式: 高频; (5) 冷却方式: 水冷; (6) 电极类型: 非熔化极; (7) 送丝方式: 手工</p>	套	2	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
5	中压电子束焊机	<p>主要功能: 一种高精度的焊接设备, 利用中等电压的电子束来进行金属材料的焊接, 通常用于要求高质量、高强度和低残余应力的应用。</p> <p>技术要求: 1. 加速电压: 60KV; 2. 电子枪功率: 0~15KW; 3. 真空焊接室: 标准尺寸或非标定制; 4. 真空度范围: 10⁻²~10⁻³Pa 范围; 5. 反射电子技术成像系统; 6. 反射电子技术焊缝发现系统; 7. 自动聚焦和合轴, 分束焊接等先进工艺</p>	套	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	

4.2.23 储能材料制备实训场所设备要求

储能材料制备与检测实训场所应满足有色冶金材料类专业完成储能材料制备等专业核心能力的培养培训要求。主要设备要求见表 4.33。

表 4.33 储能材料制备实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟环境	适应层次	特殊说明
1	精密电子天平	主要功能: 实现精确称量。 技术要求: 1. 精度: 万分之一 (0.1mg); 2. 重复性: $\pm 0.1\text{mg}$; 3. 线性误差: $\pm 0.2\text{mg}$; 4. 操作温度范围: $13\sim 25^{\circ}\text{C}$; 5. 湿度范围: $10\%\sim 70\text{RH}$	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	
2	真空管式气氛炉	主要功能: 实现真空加热。 技术要求: 1. PID 智能控温调节, LED 数显; 2. 气流控制: 可采用浮子流量计、质子流量计、多路混气系统, 控制气体流量; 3. 法兰: 采用双环密封技术, 法兰上预留多个接头, 可接电阻真空计、KF25 波纹管、可通多种气体等; 4. 额定温度: $\leq 1350^{\circ}\text{C}$; 5. 控制精度: 温控精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$; 6. 泄漏率: $< 5\text{mtorr}/\text{min}$; 7. 升温速率: $10^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}/\text{Min}$; 8. 真空度: 可达 100Pa ; 9. 可充气氛: 氮气、氧气和氩气及其它惰性气体、混合气体; 10. 炉膛材料: 高纯氧化铝微晶体纤维, 不掉粉, 温场均匀, 保温性能好; 11. 加热元件: 高端加热元件, 双面加热, 能耗低, 工艺先进, 经久耐用	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
3	真空干燥箱	主要功能: 实现物料干燥。 技术要求: 1. 控温要求: PID 智能数显仪表; 2. 温度控制范围 ($^{\circ}\text{C}$): 环境温度 ~ 300 ; 3. 温度分辨精度 ($^{\circ}\text{C}$): 0.1 ; 4. 温度波动度 ($^{\circ}\text{C}$): $\leq \pm 1$; 5. 温度均匀度 (%): $\leq \pm 2.5$ 6. 容量 (L): $100\sim 150$; 7. 搁板数量 (块): $2\sim 4$	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟环境	适应层次	特殊说明
4	扣电极片冲压机	<p>主要功能: 实现电极片冲压。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 适用于 AG、CR、LIR 纽扣电池; 2. 冲切行程: 25mm; 3. 材质为优质模具钢, 热处理至 HRC60 硬度; 4. 模具精度: $\pm 0.01\text{mm}$; 5. 机身采用铝合金, 防锈美观; 6. 配备工具 1 套 	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
5	纽扣电池封装机	<p>主要功能: 实现电池封装。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 封口压力: $50\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 65\text{kg}/\text{cm}^2$; 2. 封口行程: 20mm; 3. 操作手柄: 操作手柄压力小于 6K; 4. 封口模具、拆壳模具配备齐全; 6. 安全油阀设置合理; 	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
6	小型液压纽扣电池封口机	<p>主要功能: 对 CR20 系列纽扣电池进行封装。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 范围, 直径 $\Phi 5.0 \sim \Phi 35\text{MM}$/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 	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
7	切片机	<p>主要功能: 对隔膜和极片等进行冲切。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
8	自动涂膜烘干机	<p>主要功能: 实现涂膜烘干。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 涂膜速度: 0~100mm/秒; 2. 最大行程: 250mm; 3. 真空板: 带真空铝平板; 4. 刮刀可调范围: 0.02~0.5mm; 5. 加热烘干系统: 室温 ~ 200℃, 数显温度控制器, 精度 $\pm 1^\circ\text{C}$; 6. 电源: 220V $\pm 10\%$, 50Hz 	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟环境	适应层次	特殊说明
9	真空手套箱	<p>主要功能: 实现真空操作。</p> <p>技术要求: (一)箱体 不锈钢箱体; 可拆卸的安全玻璃视窗; 安全阀, 保护设备和手套箱内材料; 预留电源接口;</p> <p>(二)过渡舱 不锈钢材质, 厚度约 3mm; 位于箱体右侧; 没有泄漏, 传送方便; 具有自动抽气和充气功能;</p> <p>(三)气体纯化系统 高性能的铜催化剂和分子筛, 用于除水(2Kg)和除氧(60L); 用 5%氢气/95%氮气混合气作为再生气; 循环风机流量 88m³/h; 溶剂吸附柱含活性炭颗粒吸附材料并且添加 HF 等酸性气体吸附材料; 吸附饱和后更换新材料; 动控制的循环主阀, KF40标准接口; 都由电磁阀控制, 净化柱再生完全实现自动控制; 2 个过滤灰尘的过滤器, 采用符合 HEPA 标准的 0.3 微米孔径滤网的高效过滤器;</p> <p>(四)控制系统 采用触摸操控, 界面简洁; 用户可以在+15 至-15 毫巴之间任意设定工作压力区间, PLC 将自动调控箱体压力和过载保护;</p> <p>(五)技术指标 1. 泄露率 < 0.01vol%/h; 2. H₂O < 1ppm, O₂ < 1ppm</p>	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
10	储能系统实验平台	<p>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。</p> <p>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;</p> <p>2. 智能控制模块主要由 PLC S7-200 SMART SR30、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;</p> <p>3. 储能系统运行过程与工作场景虚拟仿真系统</p>	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	选配

4.2.24 新能源材料检测实训场所设备要求

新能源材料检测实训场所应满足该专业组件性能测试、储能电池电化
学性能测试的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.34。

表 4.34 新能源材料检测实训场所设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟环境	适应层次	特殊说明
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 $10^{-4} \sim 10^{+4}$ 欧姆·厘米, 分辨率为 10^{-4} 欧姆·厘米, 电阻 $10^{-3} \sim 10^{+5}$ 欧姆, 最小分辨率为 10^{-3} 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 ≥ 20 mm; 可测量的半导体尺寸: 直径 ≥ 8 mm; 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: $10 \mu\text{V}$ 和 $1 \mu\text{V}$; 6. 基本误差 $\pm (0.004\% \text{读数} + 0.01\% \text{满度})$; 7. 输入阻抗 $> 1000\text{M}\Omega$; 8. 电流输出: 直流电流 $0.003 \sim 100\text{mA}$ 连续可调, 量程 (0.01、0.1、1、10、100mA) 	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	
2	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: $\rho > 2 \Omega\text{cm}$; 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: $5 \mu\text{s} \sim 10000 \mu\text{s}$; 4. 红外光源配置: 波长 $1.06 \sim 1.09 \mu\text{m}$, 光脉冲关断时间: $0.2 \sim 1 \mu\text{s}$, 余辉 $< 1 \mu\text{s}$; 脉冲电流: $5\text{A} \sim 20\text{A}$; 5. 前置放大器: 放大倍数 ≥ 30, 带宽 $2\text{Hz} \sim 2\text{MHz}$; 6. 检波电压显示: $0.01 \sim 10\text{V}$; 7. 仪器测量重复误差: $< \pm 25\%$; 8. 配数字示波器 	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟环境	适应层次	特殊说明
3	电池片 IV 测试仪	<p>主要功能: 测试电池片 IV 特性曲线</p> <p>技术要求:</p> <p>1. 可测试单体电池片 $\geq 200\text{mm} \times 200\text{mm}$;</p> <p>2. 可检测单体电池类型: 单晶硅/多晶硅/非晶硅/CIGS/PERC /SunPower/N/BIC/HIT/异质结/柔性薄膜电池等。</p> <p>3. 可测量(显示)参数: V 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 E_{ff}, 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。</p>	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
4	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> <p>1. 温度范围: $-20^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$;</p> <p>2. 测量精度: $\pm 2\text{mV}$, $\pm 2^{\circ}\text{C}$;</p> <p>3. 热灵敏度: $< 0.08^{\circ}\text{C}$;</p> <p>4. 测量显示: 中心点测量、可移动双点测量、自动冷热电测量;</p> <p>5. 探测器尺寸: 160×120</p> <p>6. 最小可测物体直径: 10mm (距离 1M);</p> <p>7. 波长范围: $8 \sim 14\ \mu\text{m}$;</p> <p>8. 拍摄像素: $\geq 640 \times 480$ 像素;</p> <p>9. 图片可存储量: 大于 2G</p>	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
5	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> <p>1. 测量范围: 内阻: $0.0\text{m}\Omega \sim 100\text{m}\Omega$, 电压: $0.000\text{V} \sim 16\text{V}$;</p> <p>2. 最小测量分辨率: 内阻: $0.01\ \text{M}\omega$, 电压: 1mV;</p> <p>3. 测量精度: 内阻: $\pm 2.0\% \text{rdg}$, 电压: $\pm 0.2\% \text{rdg} \pm 6\text{dgt}$</p>	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟环境	适应层次	特殊说明
6	电化学工作站	<p>主要功能: 完成电化学测试。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 最大电位范围: $\pm 10V$; 2. 最大电流: $\pm 250mA$ 连续, $\pm 350mA$ 最大; 3. 槽压: $\pm 13V$; 4. 恒电位仪上升时间: 小于 $1ms$, 通常 $0.8ms$; 5. 恒电位仪带宽 (-3 分贝): $1MHz$; 6. 电位范围: $\pm 10mV$、$\pm 50mV$、$\pm 100mV$、$\pm 650mV$、$\pm 3.276V$、$\pm 6.553V$、$\pm 10V$, 准确度: $\pm 1mV$; 8. 测量电流范围: $\pm 10pA$ 至 $\pm 0.25A$; <p>准确度: 满量程的 $\pm 0.01\%$</p>	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
7	充放电测试仪	<p>主要功能: 完成充放电测试。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $100V/100A$ 或 $50V/50A$; 2. 工作模式: 恒流充放电、恒压充电、恒功率放电、恒阻放电、直流内阻测试; 3. 限制条件: 时间、电压、电流、容量, $-\Delta V$ 等近 20 种; 4. 保护条件: 过压、欠压、过流、欠流、过充容量、过放容量等; 5. 电压精度: $0.1\%RD \pm 0.1\%FS$; 6. 电流精度: $0.1\%RD \pm 0.1\%FS$ 	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	
8	电池测试仪	<p>主要功能: 完成电池测试。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 满足电压为 $0 \sim 5V$, 电流为 $10mA/20mA$ 的单体电池测试; 2. 输入阻抗: $\geq 10G\Omega$; 3. 恒压电压范围控制: $25mV \sim 5V$; 4. 最低放电电压: $0V$; 5. 电压精度: $\pm 0.05\%$; 6. 电压稳定度: $\pm 0.05\%$; 7. 电流精度: $\pm 0.05\%$; 8. 恒压截止电流: $0.02mA$; 9. 电流稳定度: $\pm 0.05\%$ 	台	5	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟环境	适应层次	特殊说明
9	电池分容柜 5V6A(含中位机)	<p>主要功能: 完成电池的化成分容与检测及循环寿命测试。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 输入电源：AC220V、50Hz； 2. 输入阻抗：$\geq 1M\Omega$ 3. 电压每通道输出范围：充电 10mV ~ 5V，放电 0.8V ~ 5V； 4. 精度及稳定度：$\pm 0.1\%$； 5. 电流每通道输出范围：充电 6mA ~ 3000mA，放电 6mA ~ 3000mA； 6. 精度及稳定度：$\pm 0.1\%$； 7. 循环测试范围：1 ~ 65535 次； 8. 单循环工步数：254； 9. 具有嵌套循环功能，大支持3层嵌套； 10. 有安全保护设施 	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
10	变压器直流电阻测试仪	<p>主要功能: 完成电阻测试。</p> <p>技术要求: 量程 0.0001R ~ 30.00R，分辨率 0.0001</p>	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	
11	刮板 细度计	<p>主要功能: 测定电池浆料及杂质颗粒大小和分散程度。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 量程：0 ~ 150 μm； 2. 分度值：0.5 ~ 10 μm 	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	
12	旋转 粘度计	<p>主要功能: 测定电池浆料粘度。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 测量范围：1 ~ 2 $\times 10^6$ 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：$\pm 2\%$(牛顿液体)； 5. 供电电源：交流 220V $\pm 10\%$ 50Hz $\pm 10\%$； 6. 工作环境：温度 5℃ ~ 35℃，相对湿度不大于 80% 	台	2	是/否	适用高职专科/高职本科	

4.2.25 燃料电池实训场所主要设备要求

燃料电池实训场所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 4.35。

表 4.35 燃料电池实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟环境	适应层次	特殊说明
1	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: 18×16×17cm; 4. 空气由空压机提供; 5. 接氢气排空	台	2	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
2	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. 接氮气吹扫, 1~50L/min; 5. 功率: 50kW	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
3	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	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
4	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	适用高职 专科/高职 本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟环境	适应层次	特殊说明
5	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	适用高职 专科/高职 本科	
6	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: $\geq 42\%$	套	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
7	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; 3. 最高电压: 10V; 4. 最大电流: 连续 2A, 10 秒 10A 5. 最大功率: 连续 40W, 10 秒 80W 6. 电源电压: $220\text{V} \pm 10\%$ 50Hz 7. 消耗功率: 最大 50W	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
8	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	台	5	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
9	配套材料及工具	主要功能: 配合完成电池组装测试 技术要求: 满足实验、实训要求	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	

4.2.26 稀土材料制备实训场所设备要求

稀土材料制备实训场所应满足该类专业稀土材料专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.36。

表 4.36 稀土材料制备实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟环境	适应层次	特殊说明
1	真空感应炉	<p>主要功能: 熔炼钕铁硼合金。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 额定中频功率:250kw; 2. 额定中频频率:1000~2500Hz; 3. 最高温度:1700℃; 4. 额定容量:200Kg; 5. 抽气速率:≤45分钟(从大气状态到冷态极限真空) 	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
2	氢碎炉	<p>主要功能: 钕铁硼合金破碎。</p> <p>技术要求: 满足实训实验要求</p>	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
3	气流磨	<p>主要功能: 制备钕铁硼合金粉。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 主轴转速:7000转/分; 2. 工作噪音: <85分贝; 3. 粉碎细度:10~120目; 4. 进料极限:5×5×5mm; 5. 功率:1.1KW/380V 	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
4	混料机	<p>主要功能: 合金粉以及放氧化剂和润滑剂均匀化。</p> <p>技术要求: 搅拌装置耐碱腐蚀和磨损,搅拌罐内壁装有磨耐腐内衬,拌刀采用合金钢制成。混合搅拌机壳体采用整块钢板压制成型,使壳体具有较高的刚性和平整度,壳体上开有密封型检查门供应急检修用。所有结合面均采用橡胶密封板加以密封,具有良好的密封性。叶片采用合金钢制成,具有高耐磨性,硬度高,使用寿命长。</p>	套	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
5	磁场成型压机	<p>主要功能: 在磁场下磁粉致密化。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 标称压力:25T; 2. 液压系统压力:21MPa; 3. 最大供油量:37L/min+28L/min; 4. 上缸行程:250mm; 5. 下缸行程:150mm 	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟环境	适应层次	特殊说明
6	冷等静压机	主要功能: 增加致密化程度。 技术要求: 1. 电动压力机压力范围: 0~110T; 2. 电源: 220V 50Hz; 3. 功率: 1.5KW; 4. 保压时间: 0~999 分钟; 5. 活塞直径: $\phi 200\text{mm}$; 6. 活塞最大行程: 50mm; 7. 压力腔: $\phi 60 \times 150\text{mm}$	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
7	烧结炉	主要功能: 进行烧结和时效热处理。 技术要求: 满足实训实验要求	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
8	线切割机	主要功能: 磁体取样。 技术要求: 1. 机床控制柜集计算机、机床电气、脉冲电源为一体; 2. 微机控制系统采用双 CPU 结构, 编程和加工可同时进行; 3. 刚性好、运行平稳、功能强、操作方便可靠; 4. 全封闭床身、 旋转工作台面; 5. 适合加工齿轮等圆形等分产品及模具; 6. 可加工平面、斜面、上下异形面, 大大地扩展了线切割机床的加工范围	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

4.2.27 稀土材料检测实训场所设备要求

稀土材料检测实训场所应满足该类专业稀土材料专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.37。

表 4.37 稀土材料检测实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟环境	适应层次	特殊说明
1	永磁材料测试系统	主要功能: 磁性能测试。 技术要求: 满足实训实验要求	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
2	磁通量测量仪	主要功能: 测试磁体磁通量。 技术要求: 1. 测量范围: 0~200mWb; 2. 测量分辨率: 0.01mWb; 3. 测量精度: $\pm 2.5\%$; 4. 线圈阻抗: $\leq 8\Omega$	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟环境	适应层次	特殊说明
3	振动样品磁强计	主要功能: 粉末及片状磁性能测试。 技术要求: 1. 测量磁矩范围(磁极间距 30mm 时): $1 \times 10^{-3} \text{emu} \sim 300 \text{emu}$ (灵敏度: $5 \times 10^{-5} \text{emu}$); 2. 相对精度: 优于 $\pm 1\%$; 3. 稳定性(量程 30emu 时): 连续 4 小时工作优于 1%; 4. 温度范围: 室温到 500 摄氏度以及室温到液氮温区; 5. 磁场强度: $0 \sim \pm 3.8 \text{T}$ 之间	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
4	激光粒度仪	主要功能: 粉末粒度测试。 技术要求: 1. 粒度范围: $0.2 \sim 1000 \mu \text{m}$; 2. 扫描速度: 1000 次/秒, 扫描速度在软件上有具体显示, 用户可自由设置测量时间; 3. 光源: 高稳定长寿命 He-Ne 激光, 波长为 $630 \pm 50 \text{nm}$	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
5	电感耦合等离子原子发射光谱仪	主要功能: 成分测试。 技术要求: 1. 动态范围: 同时准确分析出实际样品的中量 (1% 以上)、常量 (0.01%) 和微量 ($< 1 \text{ppm}$) 元素; 2. 精密度: 1ppm 混合多元素溶液; 3. 稳定性: $\text{RSD} < 2\%$ (4h)	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
6	碳硫分析仪	主要功能: 测试碳硫含量。 技术要求: 1. 碳硫测量范围: C: ($0 \sim 10.0$) %S: ($0 \sim 1.0$) % 样品称重: $0.2 \text{g} \sim 0.5 \text{g}$; 2. 重复性: 碳 $\text{RSD}: \leq 0.5\%$, 硫 $\text{RSD}: \leq 1.5\%$; 3. 天平称量范围 $0.001 \text{g} \sim 100 \text{g}$; 4. 分析时间: $30 \text{s} \sim 60 \text{s}$	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
7	氧氮分析仪	主要功能: 测试氧氮含量。 技术要求: 1. 测定范围: 氧 $0.1 \sim 1000 \text{ppm}$, 氮 $0.1 \sim 5000 \text{ppm}$; 2. 分析时间: 每样 3min; 3. 仪器具有大功率 (8kw) 惰性气体保护电极炉, 炉温高达 3500°C 强劲的 4 步脱气功能; 4. 分析精度 O、N 均为 0.2ppm	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟环境	适应层次	特殊说明
8	电阻测试仪	主要功能: 测试样品电阻率。 技术要求: 1. 环境温度: 0℃~40℃; 2. 环境湿度: 不大于 80%; 3. 电源: 单相 220(±10%)V 50Hz	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

4.3 有色金属材料类专业拓展技能实训场所设备要求

有色金属材料类专业拓展技能实训场所的设置主要满足该专业类金属冶炼、材料加工、材料成型、新材料制备等综合技能、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 矿物加工及备料实训场所设备要求

矿物加工及备料实训场所应满足有色冶金材料类专业完成矿物加工及备料实验实训等专业拓展技能的培养培训要求。主要设备要求见表 4.38。

表 4.38 矿物加工及备料实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
1	鄂式破碎机	主要功能: 破碎设备原理和结构认知,完成破碎实验。 技术要求: 1. 设备运行稳定,噪音低,破碎效果好,功率适当; 2. 进料粒度: 30~80mm; 3. 出料粒度: 5~15mm; 4. 缩分比: 1: 8; 4. 处理能力: 0.3~0.6t/h	台	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
2	圆锥破碎机	<p>主要功能: 破碎设备原理和结构认知,完成破碎实验。</p> <p>技术要求: 1.设备运行稳定,噪音低,破碎效果好,功率适当; 2.给料口尺寸(mm):10~50; 3.排料口尺寸(mm):5~13; 4.生产能力(t/h):0.2~0.5</p>	台	1	是/否	适用高职专科 /高职本科	
3	对辊破碎机	<p>主要功能: 破碎设备原理和结构认知,完成破碎实验。</p> <p>技术要求: 1.设备运行稳定,噪音低,破碎效果好,功率适当; 2.加工能力0.5~1t/h</p>	台	1	是/否	适用高职专科 /高职本科	
4	击打式破碎机	<p>主要功能: 破碎设备原理和结构认知,完成破碎实验。</p> <p>技术要求: 1.设备运行稳定,噪音低,破碎效果好,功率适当; 2.进料粒度(mm)50~100; 3.出料粒度(mm)5~10; 4.处理能力(t/h)0.5~1</p>	台	1	是/否	适用高职专科 /高职本科	
5	球磨机	<p>主要功能: 球磨原理和设备结构认知,实现磨矿实验实训。</p> <p>技术要求: 1.设备运行稳定,噪音低,破碎效果好,功率适当; 2.筒体转速为5~40r/min,装球量为1.5t; 3.进料粒度为5~20mm; 4.出料粒度为0.075~0.89mm; 5.产量0.65~1.2t/h</p>	台	1	是/否	适用高职专科 /高职本科	
6	振动筛	<p>主要功能: 筛分原理和设备结构认知,实现物料筛分实验实训。</p> <p>技术要求: 1.筛面倾斜角度20度,转速每分钟730转,振动频率730r/min,筛网1~8层; 2.给料尺寸不能过400毫米,通过量是每小时20~50吨</p>	台	1	是/否	适用高职专科 /高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
7	螺旋分级机	主要功能: 分级原理和设备结构认知,实现螺旋分级实验实训。 技术要求: 1.螺旋直径100~300mm,螺旋转速10~30r/min; 2.每小时的处理量按返砂量50~80吨	台	1	是/否	适用高职专科 /高职本科	
8	标准检验筛	主要功能: 筛分检验原理和设备结构认知,实现物料筛分实验实训。 技术要求: 1.标准筛体(层):8;筛体直径(mm): $\Phi 200$ 、 $\Phi 100$ 、 $\Phi 75$; 2.筛分粒度(mm)0.038~3; 3.噪音:dB ≤ 50 ; 4.投料量(一次性) $\leq 200g$; 5.振幅(mm) ≤ 5 ,震动频率转速(r/min)1420	套	2	是/否	适用高职专科 /高职本科	
9	摇床	主要功能: 摇床结构和工作原理认知,实现物料分级实验实训。 技术要求: 1.整机占地10~15平方; 2.粗颗粒矿(0.75~2mm)的物料处理量1吨/小时左右; 3.0.15mm以下物料0.5吨/小时	台	1	是/否	适用高职专科 /高职本科	
10	磁选机	主要功能: 认识真空泵结构、现场及远程控制真空泵抽送气体、液体。 技术要求: 1.圆筒转速 $<35r/min$; 2.给料粒度20~100mm,产量20~45t/小时; 3.磁感强度1200mT	台	1	是/否	适用高职专科 /高职本科	
11	浮选机	主要功能: 浮选机结构和工作原理认知,实现矿物浮选实验实训。 技术要求: 1.槽体容积 $0.2m^3 \sim 0.5m^3$,叶轮直径300mm~500mm,处理能力 $0.2m^3/min \sim 0.5m^3/min$; 2.槽体采用前倾式,双叶轮,配有导流管和假底装置,槽内矿浆按固定的流动方式进行上、下双循环,有利于粗颗粒矿物的悬浮,可自吸空气,自吸矿浆,不需泡沫泵。	套	4	是/否	适用高职专科 /高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
12	圆盘造球机	主要功能: 实现物料造球。 技术要求: 1. 成球盘直径在 1m ~ 4.2m; 2. 成球盘倾角 35 ~ 55° ; 3. 转速 7 ~ 25 (r/min); 4. 配套电机功率 5.5 ~ 30KW; 5. 可配有动力刮刀和无动力刮刀	套	4	是/否	适用高职专科 /高职本科	

4.3.2 金属材料数字化实训场所设备要求

金属材料数字化实训场所应满足有色冶金材料类专业完成数字化升级、虚拟仿真开发等专业拓展能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.39。

表 4.39 金属材料数字化实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备 /虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
1	服务器	主要功能: 支持虚拟仿真应用与开发。 技术要求: 1. 响应迅速; 2. 安全可靠	台	1	是/是	适用高职专科/高职本科	
2	仿真开发软件及主机	主要功能: 实现仿真软件开发功能。 技术要求: 1. CPU: 主频 ≥ 3GHz, 核数 ≥ 4; 2. 内存 ≥ 4GB, 硬盘 SSD ≥ 120GB; 3. 实训软件功能指标优良;	套	1	是/是	适用高职专科/高职本科	

4.3.3 能源综合利用实训场所设备要求

能源综合利用实训场所应满足有色冶金材料类专业完成能源综合利用实验、实训等专业拓展技能的培养培训要求。主要设备要求见表 4.40。

表 4.40 能源综合利用实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
1	燃烧效率分析仪	<p>主要功能: 测量 CO、CO₂、O₂含量和烟气温度,完成燃烧效率分析。</p> <p>技术要求: 1. 测量范围 O₂: (0~21)%; CO: (0~5000)ppm; CO₂: (0~25)%; 排烟温度: (0~1200)℃; 2. 工作温度: (0~50)℃; 3. 相对湿度: (5~85)%; 4. 加热功率 3~5KW</p>	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
2	焚烧炉	<p>主要功能: 设备结构和原理认知,完成物料焚烧的实验实训。</p> <p>技术要求: 1. 焚烧炉温度/℃: ≥1100; 2. 烟气停留时间/s: ≥20; 3. 燃烧效率/%: ≥99.9; 4. 焚毁去除率/%: ≥99.9; 5. 焚烧残渣热灼减率/%: <5;</p>	台	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	选配
3	余热回收装置	<p>主要功能: 设备结构和原理认知,完成预热回收实验实训。</p> <p>技术要求: 1. 热介质: 蒸汽锅蒸汽; 2. 介质入口温度: 180~220℃; 3. 介质出口温度: 150~160℃; 4. 冷介质: 水; 2. 介质入口温度: 室温; 3. 介质出口温度: 80~90℃;</p>	套	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	选配
4	硫元素测定仪	<p>主要功能: 用于燃料中全硫测定。</p> <p>技术要求: 1. 适应燃料: 所有煤种、燃料油; 2. 测硫范围: 0.1%~20%; 3. 工作炉温: 1150℃(煤、焦炭)、920℃(油); 4. 控温精度: ±5℃; 5. 功率: ≤4kW</p>	套	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适应层次	特殊说明
5	热量仪	<p>主要功能: 用于燃料的发热量测定。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 适应燃料: 煤、燃料油、生活污水等; 2. 外筒恒温控制、热量计的精密密度、准确度符合标准要求; 3. 热容量波动: 一年内 $\leq 0.20\%$; 4. 实验时间: $\leq 20\text{min}$; 	套	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	
6	传热测控仪	<p>主要功能: 设备结构和原理认知, 完成预热回收实验实训。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 线性热传导模块, 8路K型热电偶温度测量通道; 2. 加热电压调节范围 $0 \sim 240\text{V}$, 电压真有效值测量精度 $\pm 0.1\%$; 3. 加热电流调节范围 $0 \sim 3\text{A}$, 电流真有效值测量精度 $\pm 0.1\%$; 4. 热电偶测温范围 $-260^\circ\text{C} \sim 1370^\circ\text{C}$, 温度测量精度 $\pm 1^\circ\text{C}$; 5. 风机电压调节范围 $0 \sim 240\text{V}$, 电压真有效值测量精度 $\pm 0.1\%$ 	套	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	选配
7	火焰传播及特性测量实验台	<p>主要功能: 火焰传播与燃烧特性测量。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本生灯法测量层流火焰传播速度, 验证预混火焰理论; 2. 测量扩散火焰高度与燃料流量关系, 验证扩散火焰理论; 3. 燃烧型 Rijke 管特征频率测量, 验证热声不稳定性理论; 4. 层流预混火焰管内传播演示及火焰速度测量; 5. 层流预混火焰变径管内稳定燃烧及火焰速度测量; 6. 预混火焰速度误差小于 10%; 7. 扩散火焰高度误差小于 10%; 8. 热声震荡频率误差小于 5% 	套	1	是/否	适用高职 专科/高职 本科	选配

4.3.4 三废治理实训场所设备要求

三废治理实训场所应满足该类专业三废治理专业拓展能力的培养培训要求。实验场所主要设备要求见表 4.41。

表 4.41 三废治理实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	溶解氧测定仪	<p>主要功能: 用于水样中溶解氧的测定。</p> <p>技术要求: 1. 测量探头: 原电池型(例如铅/银)或极谱型(例如银/金), 探头上宜附有温度补偿装置; 2. 仪表: 直接显示溶解氧的质量浓度或饱和百分率</p>	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
2	恒温培养箱	<p>主要功能: 用于试样培养。</p> <p>技术要求: 1. 控温精度: $\pm 1^{\circ}\text{C}$ (制冷运行状态), $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (加热运行状态); 2. 控温范围: $4\sim 50^{\circ}\text{C}$; 3. 温度均匀度: $\leq 2^{\circ}\text{C}$ (37°C 时), $\leq 3^{\circ}\text{C}$ (其他工作温度时)</p>	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
3	采样器	<p>主要功能: 用于采集环境空气样品。</p> <p>技术要求: 1. 测温范围: $-30\sim 70^{\circ}\text{C}$; 2. 适用范围: 适用于监测大气 TSP、PM10、PM2.5、SO₂、NO_x; 3. 采样流量范围: $0.1\sim 1.2$ (L/min)</p>	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
4	湿式静电除尘器	<p>主要功能: 进行除尘操作与实验。</p> <p>技术要求: 1. 阳极管阻燃效果好, 单管阻值低, 模块阻值小于 10Ω, 导电效果好, 除尘效果好。 2. 适应性强, 可满足各种烟气工况下湿法脱硫、湿电的运行, 实现达标排放。可用于建材、热电、矿山、水泥、冶金、陶瓷、焦化、化工等行业。</p>	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
		<p>3. 结构紧凑、新颖、可实现设备与控制分离，全程为自动控制，实现一键式操作。</p> <p>4. 除重金属效率：Hg、As 等重金属蒸汽可冷凝于雾滴一同被除去，去除率达 75%；</p> <p>5. 低水耗，冲洗水可设集水盘收集经膜过滤循环使用或直接作为脱硫塔工艺补水。</p> <p>6. 装置可用率：相对于脱硫(脱硝)运行时间的可用率不低于 95%</p>					
5	脱硫装置	<p>主要功能： 实验场所脱硫。</p> <p>技术要求：</p> <p>1. 基本要求就是在脱硫的过程中，应当保证气液间具有较大的接触面积以及一定的接触时间；同时，尽可能使气液间扰动强烈，减少吸收阻力，这样可以提升对 SO₂ 的吸收效率；</p> <p>2. 所制作的脱硫脱硝设备在结构设计上应尽可能做到简单方便，这样可以节省成本，并且减低操作难度；</p> <p>3. 在运行期间，应当保持稳定的状态，并且具有一定的操作弹性；在能耗方面应做到尽可能低，且不产生二次污染</p>	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
6	污水处理装置	<p>主要功能： 用于实验场所污水净化和高纯水生产。</p> <p>技术要求：</p> <p>1. 占地面积小，集成度高，操作简便，可根据实际处理水量情况设计定做；</p> <p>2. 具有多种作用，如降解 COD/氨氮/硝态氮等，消毒、去色度、除臭和异味等作用；</p> <p>3. 模块化的设计，可根据处理水量来选择组合搭配使用，可通过改变外加电流、电压等条件随时调节反应条件，灵活操作；</p>	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
		4. 电化学水处理技术，不用添加其他药剂，利用电解槽电极板直接对废水进行电解；也可配合化学处理方法实现对重金属废水的处理； 5. 可作为高浓度有机废水预处理工艺中使用，提高废水可生化性；又可应用于深度处理中，对难降解有机物进行深度降解，以达到出水指标					
7	固废挥发焙烧装置	主要功能： 用于固废的火法处理。 技术要求： 对焚烧物适应性强；热利用率较高；费用低；传动机理简单，设备维修简单；良好的密封措施和炉膛负压，保证有害气体不外泄；具有常温出渣、密闭锁风等综合功能。	套	1	是/否	适用高职专科/高职本科	
8	脱硫脱硝仿真软件	主要功能： 1. 脱硫脱硝系统状态设置； 2. 脱硫脱硝系统运行操作； 3. 脱硫脱硝系统工艺参数调整。 技术要求： 1. 对脱硫脱硝系统进行全范围、全过程仿真； 2. 对脱硫脱硝系统常见典型故障进行模拟仿真； 3. 仿真系统性能指标满足实训要求	套	1	否/是	适用高职专科/高职本科	

4.3.5 工业机器人技术实训场所设备要求

工业机器人技术实训场所应满足该类专业工业机器人手动操作、示教与仿真编程、运动控制等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.42。

表 4.42 工业机器人技术实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	微型计算机(图形工作站)	<p>主要功能: 满足软件运行、图像计算以及联网的功能。</p> <p>技术要求: 1. 处理器: 流畅运行主流软件; 2. 内存: $\geq 8\text{GB}$; 3. 硬盘: $\geq 1\text{T}$可用空间; 4. 显卡: 显存 $\geq 2\text{GB}$; 5. 显示器: ≥ 22 寸; 6. 操作系统: Windows10 64 位</p>	台	40	是/可	适用高职专科/高职本科	
2	视觉综合实训装置	<p>主要功能: 对摄取图像进行识别、分析、处理。</p> <p>技术要求: 1. 可提供满足标准传感器工作的各类信号源的电源; 2. 具备漏电保护功能; 3. 必须具备视觉类、器位置类、安全类传感; 可选择力、速度、加速度、温度、流量等传感器; 4. 具备常用传感器的信号采集、处理、传输等功能; 5. 识别精度 $\geq 1\text{mm}$; 6. 适用于物体判别、3D 视觉、字符识别等场景; 7. 环境温度 $-5 \sim 40^{\circ}\text{C}$; 8. 最大相对湿度 90%; 9. 电源电压偏差不超过额定值的 15%; 10. 大气压力 $86\text{kPa} \sim 106\text{kPa}$、工作区域无显著振动, 无腐蚀性气体</p>	套	1	是/可	适用高职本科	
3	工业机器人综合实训装置	<p>主要功能: 工业机器人系统认知、常用指令的使用、基本操作与手动操控、示教与仿真编程、控制电路设计和编程、调试 PLC 程序、运动与动作控制、I/O 指令控制、应用系统工艺包配置。</p> <p>技术要求: 满足实训要求</p>	套	8	是/否	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
4	工业机器人虚拟仿真软件	<p>主要功能: 虚拟仿真、验证、输出。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 支持导入主流 CAD 格式的数据, 可进行工业机器人的模型导入、轨迹规划、运动仿真和控制代码输出, 实现离线编程; 2. 可利用实体模型、曲面或曲线直接生成运动轨迹; 3. 可实现工业机器人多种编程模式, 支持第 7 轴扩展增加机器人可用范围, 支持快换工具实现多工序编程仿真应用; 4. 包含优化工具包, 如碰撞检查、工业机器人可达性、姿态奇异点、轴超限、节拍估算、轨迹自动调整优化等功能; 5. 包含工艺应用工具包, 如焊接、喷涂、码垛工艺包等 (可选) 	套	21	否/可	适用高职专科/高职本科	
5	智能制造虚拟仿真实训平台	<p>主要功能: 通过虚拟仿真实现上料单元、输送单元、加工单元、检测单元、装配单元等调装功能。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 软件基于 3D 虚拟互动仿真平台开发, 具有教师、学生角色, 基于工业 3D 模拟柔性制造生产线; 2. 单机虚拟控制, 包括自动化立体仓储系统、传输线、工业机器人行走系统、工业机器人、装配站等虚拟操控, 并能实现 PLC 控制系统、MES、仓储管理系统等软件通信并进行控制; 3. 具有二次扩展接口, 能与 PLC、MES、ERP 等实现数据对接, 方便二次开发和扩展; 4. 具有操作步骤、帮助及提示功能, 按照任务、等级、学时及技能进行虚拟仿真教学; 5. 具有任务考核和发布系统, 能 	节点	41	否/可	适用高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
		<p>在教师机服务器上自动推送实训任务和目标，系统自动完成学习信息记录与任务考核，采用B/S结构，依托校园网络构建系统，具有二次拓展接口；</p> <p>6. 具备任务管理、添加、修改功能，并实现成绩管理、学生实训信息管理等与柔性化制造虚拟仿真系统数据对接，任务完成后进行数据存档；</p> <p>7. 软件能集成门禁管理、教务管理、视频监控等功能</p>					
6	MES系统	<p>主要功能： 为操作人员提供计划的执行、跟踪以及所有资源(人、设备、物料、客户需求等)的当前状态。实现生产过程的可视化、可控化。</p> <p>技术要求： 1. MES系统模块有：基础数据、状态监控、生产执行、设备保全、报表管理、系统设置； 2. MES系统能映射出功能完全相同的8套子系统且能完全独立运行，数据相互无干扰，实现数据隔离，常规数据共用</p>	节点	41	否/可	适用高职专科/高职本科	
7	工业机器人自动化生产线	<p>主要功能： 能够完成不少于焊接、打磨、抛光、喷涂；搬运、分拣、装配、检测、码垛、上下料、加工、去毛刺、检测等工序中的三道工序生产任务。</p> <p>技术要求： 1. 配备控制系统； 2. 能实现与其他设备互联互通； 3. 配备安全装置，配套可视化系统(可选)； 4. 配备服务器或云平台； 5. 配备信息管理显示终端； 6. 具有物料跟踪系统； 7. 具有二次开发接口，能与第三方软件对接</p>	套	1	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
8	工业大数据和云平台软件	主要功能: 智能装备工况感知与健康监测、智能装备预防性维护、数据分析与生产质量管理。 技术要求: 1. 具有大数据计算软件, 大数据数据库软件; 2. 云平台能够进行远程故障诊断与预防性维护、工艺参数优化等	套	40	否/可	适用高职本科	
9	工业软件	主要功能: 智能装备运行数据采集、数据开发调试及管理、工艺流程和工艺参数优化、融合储存。 技术要求: 1. 多通道混合流数据同步及融合存储; 2. 可进行边缘计算	套	40	否/可	适用高职本科	主要以数字化、可视化形式进行实训, 包括数据采集分析、质量优化、智能传感、界面开发等

5 实训教学管理与实施

5.1 管理制度

建立健全实训场所和实训教学设备管理制度, 如仪器设备管理制度、低值易耗品管理制度、仪器设备损坏丢失赔偿制度、实训场所教学管理制度、实训场所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, 确保实训场所合理、安全、高效地运行。

5.2 信息化

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 管理人员

配备相应职称的专/兼职管理人员并明确相应的岗位职责，定期培训和考核。管理人员认真做好实训场所仪器设备运行情况的日常记录，同时做好仪器设备的维护和保养工作，确保仪器设备能正常运行。实训场所实行主任负责制，并根据学校的工作目标和专业要求，制定实训场所各相应规章制度。

5.4 安全教育

制定安全教育制度并贯穿在日常实训教学中。学生进入实训场所前应先进行安全教育。实训场所应有醒目的安全警示标识，实训教师在实训前应与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。

5.5 应急预案

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，定期开展应急演练，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。

5.6 实训环境

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

5.7 思政元素

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

6 参考文献及标准

[1] 高职本科有色金属智能冶金技术专业简介(《职业教育专业目录(2021年)》);

[2] 高职本科有色金属智能冶金技术专业教学标准;

[3] 场地(环境)、设备相关的国家标准、行业标准等;

[4] 职业技能鉴定标准化工总控工国家职业技能鉴定标准;