

职业学校黑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	1
3	实训教学场所要求	7
3.1	供电	7
3.2	采光	8
3.3	照明	8
3.4	通风	8
3.5	防火	9
3.6	安全与卫生	9
3.7	网络环境	10
3.8	实训场所布置	10
4	实训教学设备要求	10
4.1	黑色金属材料类专业基础技能实训场所设备要求	10
4.2	黑色金属材料类专业核心技能实训场所设备要求	23
4.3	黑色金属材料类专业拓展技能实训场所设备要求	36
5	实训教学管理与实施	40
6	参考文献及标准	44

职业学校黑色金属材料类专业 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，坚持绿色环保低碳发展，强化安全意识，培养适应现代化产业发展体系需求的技术技能人才制定本标准。

本标准依据国家《职业教育专业目录(2021)》、《职业教育专业简介》、《职业教育专业教学标准》制定。用于指导职业学校黑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-高职本科黑色金属材料类专业人才培养目标和规格应配备的基本实训教学设施要求。职业学校相关专业及有关培训机构可参照执行。

1.2 具体适用专业

本标准适用于职业学校能源动力与材料大类黑色金属材料类专业（含中职、高职专科、高职本科）：

高职本科：钢铁智能冶金技术（230401）

高职专科：钢铁智能冶金技术（430401）、智能轧钢技术（430402）、钢铁冶金设备维护（430403）、金属材料检测技术（430404）

中职：钢铁冶炼技术（630401）、钢铁装备运行与维护（630402）

2 实训教学场所及功能

职业学校黑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，为满足该类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 为实训教学场所分类、主要功能与面积。

表 2.1 黑色金属材料专业类实训教学场所分类、主要功能与面积

实训教学类别	设备名称	实训场所名称	功能	实训场所最小面积 (/m ²)	实训场所设备特征	实训场所的类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/ 高职本科	主要试验实训项目			
专业类基础技能实训	金工实训场所	中职专业： 钢铁冶金技术 高职专科专业： 钢铁智能冶金技术、智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护、金属材料检测技术 高职本科专业： 钢铁智能冶金技术	中职开设： 1. 常用工量具的使用和保养； 2. 钳工工艺基本操作； 3. 工件加工； 高职专科开设： 配合件加工； 高职本科开设： 1. 零部件加工及组装； 2. 车削加工；	160	真实试验实训装备	专业类综合
	CAD 制图实训场所	中职专业： 钢铁冶金技术 高职专科专业： 钢铁智能冶金技术、智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护、金属材料检测技术 高职本科专业： 钢铁智能冶金技术	中职开设： 1. 工艺图绘制； 2. 机械零件图的识图； 高职专科开设： 1. 系统图绘制； 2. 机械零件图绘制； 3. 装配图绘制； 高职本科开设： 1. 工程图绘制； 2. 三维图绘制	80	真实试验实训装备	专业类综合
	电工电子实训场所	中职专业： 钢铁冶金技术 高职专科专业： 钢铁智能冶金技术、智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护、金属材料检测技术 高职本科专业： 钢铁智能冶金技术	中职开设： 1. 电工测量仪表基本操作训练 2. 常用元件识别与检测 高职专科开设： 1. 常用电子电路的组装及调试 2. 电动机正反转控制实训 高职本科开设： 电工综合实训 电气线路故障诊断与维修	110	真实试验实训装备	专业类综合

实训教学类别	设备名称	实训场所名称	功能	实训场所最小面积 (/m ²)	实训场所设备特征	实训场所的类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/ 高职本科	主要试验实训项目			
专业类基础技能实训	热处理实训场所	中职专业: 钢铁冶金技术 高职专科专业: 钢铁智能冶金技术、智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护、金属材料检测技术 高职本科专业: 钢铁智能冶金技术	中职开设: 1. 常用箱式加热炉的使用 2. 钢材淬火操作 高职专科开设: 1. 常用热处理工艺操作 2. 真空、气氛加热炉的使用 3. 热处理前后性能测定分析 高职本科开设: 1. 不同钢材的热处理工艺设计 2. 表面热处理及性能分析	110	真实试验实训装备	专业类综合
	金相实训场所	中职专业: 钢铁冶金技术 高职专科专业: 钢铁智能冶金技术、智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护、金属材料检测技术 高职本科专业: 钢铁智能冶金技术	中职开设: 1. 金属显微试样的制备 2. 金相显微镜的使用; 高职专科开设: 1. 观察和分析铁碳合金平衡组织 2. 观察热处理后的显微组织 高职本科开设: 1. 扫描电子显微镜的使用 2. 金属微观组织的观察与分析	110	真实试验实训装备	专业类综合
	化学分析实训场所	中职专业: 钢铁冶金技术 高职专科专业: 钢铁智能冶金技术、智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护、金属材料检测技术 高职本科专业: 钢铁智能冶金技术	中职开设: 1. 全自动分析天平的使用和药品的称量 2. 标准溶液的配制与标定 3. 盐中元素含量的测定 高职专科开设: 1. 重量分析法测定组分含量 2. 滴定分析法测定组分含量 高职本科开设: 1. 比色法测定组分含量 2. 光度法测定组分含量	110	真实试验实训装备	专业类综合
	力学性能实训场所	中职专业: 钢铁冶金技术 高职专科专业: 钢铁智能冶金技术、智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护、金属材料检测技术 高职本科专业: 钢铁智能冶金技术	中职开设: 1. 常用金属拉伸试验操作 2. 常用金属硬度试验操作 高职专科开设: 1. 常用金属拉伸试验数据分析 2. 常用金属压缩试验数据分析 3. 常用金属冲击试验数据	100	真实试验实训装备	专业类综合

实训教学类别	设备名称	实训场所名称	功能	实训场所最小面积 (/m ²)	实训场所设备特征	实训场所的类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/ 高职本科	主要试验实训项目			
专业类 核心技能实训			分析 4. 常用金属硬度试验数据分析 高职本科开设: 1. 疲劳试验及疲劳曲线绘制 2. 金属系列冲击试验 3. 金属高温蠕变试验及持久强度测定 4. 金属的断裂韧性测定			
	液压实训场所	中职专业: 钢铁冶金技术 高职专科专业: 钢铁智能冶金技术、智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护、金属材料检测技术 高职本科专业: 钢铁智能冶金技术	中职开设: 1. 液压元件结构拆装 2. 液压基本回路平台搭建 3. 液压基本回路仿真 高职专科开设: 1. 液压设备结构分析 2. 液压回路仿真设计 高职本科开设: 1. PLC 控制实训 2. 传感器应用实训 3. 液压系统仿真设计	80	虚实结合 试验实训 装备	专业类新技术/专业类数字化技术
	冶金虚拟仿真实训场所	中职专业: 钢铁冶炼技术 高职专科专业: 钢铁智能冶金技术 高职本科专业: 钢铁智能冶金技术	中职开设: 1. 高炉炼铁虚拟仿真实训 2. 转炉炼钢虚拟仿真实训 高职专科开设: 1. 烧结生产虚拟仿真实训 2. 球团生产虚拟仿真实训 3. 电炉炼钢虚拟仿真实训 4. 炉外精炼虚拟仿真实训 5. 连续铸钢虚拟仿真实训 6. 金属材料及热处理虚拟仿真试验 高职本科开设: 1. 铁矿石高温冶金性能虚拟仿真试验 2. 冶金传输虚拟仿真试验 3. 冶金物化虚拟仿真试验	110	虚拟仿真 设备	专业类新技术数字化技术
	轧钢虚拟仿真实训场所	中职专业: 钢铁装备运行与维护 高职专科专业: 智能轧钢技术	中职开设: 1. 热连轧带钢生产虚拟仿真实训 2. 冷轧生产虚拟仿真实训 高职专科开设: 1. 棒材生产虚拟仿真实训 2. 高速线材生产虚拟仿真实训 3. 中厚板生产虚拟仿真实训 4. 无缝钢管生产虚拟仿真实训	110	虚拟仿真 设备	专业类数字化技术

实训教学类别	设备名称	实训场所名称	功能	实训场所最小面积 (/m ²)	实训场所设备特征	实训场所的类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/ 高职本科	主要试验实训项目			
	冶金物理模拟实训场所	高职本科专业: 钢铁智能冶金技术	高职本科开设: 1. 高炉布料器机电一体化试验教学模型 2. 高炉机电一体化试验教学模型 3. 铁水预处理机电一体化试验模型 4. 转炉机电一体化试验模型 5. LF 机电一体化试验模型 6. RH-MFB 机电一体化试验模型 7. 连铸机电一体化试验模型	200	真实试验实训装备	专业类综合
	冶金原理实训场所	中职专业: 钢铁冶金技术 高职专科专业: 钢铁智能冶金技术、智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护、金属材料检测技术 高职本科专业: 钢铁智能冶金技术	中职开设: 1. 铸坯、钢材性能及缺陷的检验 高职专科开设: 1. 铸坯、钢材性能及缺陷的检验 2. 烧结矿、球团、焦炭、煤粉、石灰性能测定 高职本科开设: 1. 铸坯、钢材性能及缺陷的检验 2. 烧结矿、球团、焦炭、煤粉、石灰性能测定 3. 冶金辅料性能的测定	110	真实试验实训装备	专业类综合
	冶金原料实训场所	中职专业: 钢铁冶金技术 高职专科专业: 钢铁智能冶金技术、智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护、金属材料检测技术 高职本科专业: 钢铁智能冶金技术	中职开设: 1. 铸坯、钢材性能及缺陷的检验 高职专科开设: 1. 铸坯、钢材性能及缺陷的检验 2. 烧结矿、球团、焦炭、煤粉、石灰性能测定 高职本科开设: 1. 铸坯、钢材性能及缺陷的检验 2. 烧结矿、球团、焦炭、煤粉、石灰性能测定 3. 冶金辅料性能的测定	110	真实试验实训装备	专业类综合
	冶金传输实训场所	高职专科专业: 钢铁智能冶金技术、智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护、金属材料检测技术 高职本科专业: 钢铁智能冶金技术	高职专科开设: 1. 流体粘度的测定 2. 流体动力学综合实验 高职本科开设: 1. 对流换热实验 2. 辐射换热实验 3. 综合传热实验	110	真实试验实训装备	专业类综合

实训教学类别	设备名称	实训场所名称	功能	实训场所最小面积 (/m ²)	实训场所设备特征	实训场所的类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/ 高职本科	主要试验实训项目			
	冶金设备及自动化实训场所	中职专业: 钢铁冶金技术、钢铁装备运行与维护 高职专科专业: 钢铁智能冶金技术、智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护、金属材料检测技术 高职本科专业: 钢铁智能冶金技术	中职开设: 1. PLC 基本指令实训 2. 触摸屏实训 高职专科开设: 1. PLC 基本项目实训 2. 变频器运行试验 高职本科开设: 1. 自动设备控制 2. 变频器智能控制	100	真实试验实训装备	专业类综合
	感应熔炼实训场所	中职专业: 钢铁冶金技术 高职专科专业: 钢铁智能冶金技术、智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护、金属材料检测技术 高职本科专业: 钢铁智能冶金技术	中职开设: 1. 感应炼钢炉装料操作。 2. 感应炼钢炉出钢操作。 高职专科开设: 1. 感应炼钢炉加料计算 2. 钢水温度测定。 高职本科开设: 1. 脱碳、脱氧及取样测温 2. 合金化计算与操作。	110	真实试验实训装备	专业类综合
	综合轧制实训场所	中职专业: 钢铁装备运行与维护 高职专科专业: 智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护	中职开设: 1. 咬入角的测定 2. 轧制裂纹模拟 3. 宽展的测定 高职专科开设: 1. 影响咬入因素的分析与改进 2. 浪型问题的模拟、分析 3. 裂纹问题的模拟、分析 4. 轧制压力问题的影响因素分析 5. 轧后宽度问题的影响因素分析 6. 轧后厚度问题的影响因素分析 7. 轧件速度问题的影响因素分析 8. 影响的摩擦因素分析	110	二辊试验轧机	专业类综合
专业类拓展技能实训	增材制造实训场所	中职专业: 钢铁冶金技术 高职专科专业: 钢铁智能冶金技术、智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护、金属材料检测技术 高职本科专业: 钢铁智能冶金技术	中职开设: 1. 3D 扫描实训 2. 3D 打印实训 高职专科开设: 1. 逆向设计实训 2. 金属材料 3D 打印实训 高职本科开设: 1. 3D 打印产品设计 2. 3D 打印工艺设计	300	真实试验实训装备	专业类综合
	冶金数字博物馆	中职专业: 钢铁冶金技术 高职专科专业: 钢铁智能冶金技术、智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护、金属材料检测技术 高职本科专业: 钢铁智能冶金技术	中高开设: 1. 钢铁产业发展历史 2. 钢铁生产概况 高职开设: 1. 钢铁企业生产新设备 2. 钢铁企业新工艺应用 高职本科开设: 1. 钢铁企业数字化转型升级 2. 钢铁绿色生产、节能环保	110	虚拟仿真设备	专业类数字化技术

实训教学类别	设备名称	实训场所名称	功能	实训场所最小面积 (/m ²)	实训场所设备特征	实训场所的类别说明
		适用专业名称 中职/高职专科/ 高职本科	主要试验实训项目			
	冶金铸轧实训场所	中职专业: 钢铁冶金技术 高职专科专业: 钢铁智能冶金技术、智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护、金属材料检测技术 高职本科专业: 钢铁智能冶金技术	中职开设: 1. 双辊铸轧装料操作 2. 双辊铸轧出钢操作 高职开设: 1. 双辊铸轧温度控制 2. 双辊铸轧辊缝调节 高职本科开设: 1. 双辊铸轧工艺设计 2. 双辊铸轧板型控制	110	真实试验实训装备	专业类新技术
	粉末冶金实训场所	中职专业: 钢铁冶金技术 高职专科专业: 钢铁智能冶金技术、智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护、金属材料检测技术 高职本科专业: 钢铁智能冶金技术	中职开设: 1. 模具装料操作 2. 压制成形操作 高职开设: 1. 配料、混料操作 2. 注射成形操作 高职本科开设: 1. 成形工艺设计 2. 真空炉烧结操作	110	真实试验实训装备	专业类新技术
	材料检测实训场所	中职专业: 钢铁冶金技术 高职专科专业: 钢铁智能冶金技术、智能轧钢技术、钢铁冶金设备维护、金属材料检测技术 高职本科专业: 钢铁智能冶金技术	中职开设: 1. 连铸坯表面质量测量 2. 连铸坯内部缺陷测量 高职开设: 1. 加热后棒材、板材的表面裂纹、划伤、折叠等缺陷测量 高职本科: 1. 钢材制品内部裂纹、发纹、白点、等缺陷测量	110	真实试验实训装备	专业类新技术

3 实训教学场所要求

3.1 供电

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

专业特殊要求：

各实训场所应配备低压三相五线制电源，并根据各实训场所设备容量等因素确定电源容量，合理布线。

3.2 采光

应符合 GB/T 50033 的有关规定。

专业特殊要求：

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

3.3 照明

应符合 GB 50034 的有关规定。

专业特殊要求：

常规试验室，应考虑保证足够的照度，一般试验区域不应小于 300Lx；对于称重、分析等区域照度不应低于 500Lx，仓库储存室不应小于 200Lx，休息室不低于 150Lx，办公、会议区域一般不应低于 300Lx。

3.4 通风

应符合 GB 50016 和工业企业通风的有关要求。

专业特殊要求：

试验室房间的最低通风量一般为 6 次/h ~ 8 次/h。规定试验室总换气次数应由以下风量确定：局部排风设备或其他房间排风排出的总风量；带走房间热负荷所需的冷却空气量；所需的最少换气次数。在使用的情况下，试验室换气的最低次数应保持在 6 次/h 至 10 次/h。

化学试验室通风标准参照 EN14175 及 ASHRAE110 进行设计。针对试验室要求，标准一般包括：

1) 通风柜面风速：控制目标 0.5m/s，验收标准 $0.5 \pm 20\%$ ，不建议在 0.3m/s 以下操作通风柜，任何时候，操作状态的通风柜面风速均不应接近或超过 0.75m/s。通风柜前无扰流及无人操作时，面风速可适当降低为 0.3m/s。

2) 通风柜气体泄漏浓度: 验收标准中, ASHRAE110 及 EN14175 均规定验收时通风柜泄漏浓度不应高于 0.05ppm。中国国家标准为 0.5ppm。德国 DIN 标准为 0.6ppm。

3) ASHRAE110 及 EN14175 标准均规定通风柜前气流干扰应低于面风速的 30%, 优选上限为 20%。如面风速为 0.5m/s, 则通风柜前扰流应低于 0.15m/s。否则则会影响控制效果。控制系统应能应对通风柜前扰流。

4) 通风柜就地监视报警。通风柜作为化学试验室危险操作设施, 各国规范均要求必须对通风柜面风速进行就地监视及报警。当通风柜面风速低于 0.3m/s 时, 一定要产生就地报警, 提示使用者谨慎使用或停止使用。

5) 通风柜最小排风量。在任何时候通风柜排风量均不应低于 460 立方米/小时/平方米柜内操作面积或 280 立方米/小时/米通风柜操作宽度。

6) 房间最小换气次数为 6-12 次。具体选择按照试验室类型及试验危害程度确认。

7) 化学试验室要求采用全新风系统设计。任何室内气体不得回用。

8) 除非能够证实, 否则任何情况下, 均应保证排风中污染浓度降至安全值之内, 否则均需保证最小 15.2m/s 的射流速度。为保障人员在屋顶安全, 应保持尾气排放点距离屋顶平面最高点至少 3m 距离。

3.5 防火

应符合 GB 50016 有关厂房、仓库防火的规定。

专业特殊要求:

试验实训场所必须配有灭火器等防火工具, 下班前要切断电源, 关窗锁门。试验实训场所电器设备和电源线路必须按规定装设, 禁止超负用电。

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 GB 2893 和 GB

2894 的有关要求。

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、试验实训工艺要求、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。

4 实训教学设备要求

黑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。各实训场所的试验实训设备配备数量要满足 40 人/班同时开展试验实训的教学要求。在保证试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试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试验实训装备，应推荐使用替代性强、试验实训开出率高、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 黑色金属材料类专业基础技能实训场所设备要求

黑色金属材料类专业基础技能实训场所应满足该类专业专业技术能

力、创新创业能力、分析解决问题能力、信息技术应用能力、团队合作能力等专业基础能力试验实训要求。

4.1.1 金工实训场所设备要求

金工实训场所应满足该类专业钳工操作、零部件加工及组装、车削加工等专业基础能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.1。

表 4.1 金工实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
1	台虎钳	主要功能： 具有夹紧、固定待加工工件的功能。 技术要求： 钳口宽度： $\geq 150\text{mm}$	台	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T 1558.1
2	钳工工作台	主要功能： 能固定台虎钳，可存放钳工所需工具、量具，能进行钳工加工与机械零部件的装配工作。 技术要求： 1. 硬质木板或钢材制成，要求坚实、平稳，台面尺寸 $> 1200\text{mm} \times 600\text{mm}$ ，高度约 $800\text{--}900\text{mm}$ ； 2. 承载重量 $> 200\text{kg}$ ； 3. 台面上装台虎钳和防护网； 4. 配套满足工件加工需要的工量具。	工位	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
3	台钻	主要功能： 主要用于工件的钻孔、扩孔、攻丝等。 技术要求： 1. 最大钻孔直径： $\geq 12\text{mm}$ ； 立柱直径 $\geq 74\text{mm}$ ，主轴最大行程 $\geq 110\text{mm}$ ，电动机功率 $\geq 550\text{W}$ ； 2. 台钻的平台要求稳固性好，结实、抗振，平台高度以台钻安装后手柄距地面约为 1300mm 为宜	台	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	JB/T 5245.1
4	画线平板	主要功能： 能用于平面度、直线度等形位公差测量基准；可供零件划线研磨加工与设备安装等。 技术要求： 1. 平板规格： $\geq 600\text{mm} \times 400\text{mm}$ ； 2. 工作面硬度： $170\text{--}240\text{HB}$ ； 3. 平板精度等级： ≥ 2 级 台	块	40	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T 22095

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
5	画线方箱	主要功能： 能进行零部件平行度、垂直度的校验和划线等。 技术要求： 1. 规格：>200 mm×200 mm×200 mm； 2. 工作面的平面度：>0 级； 3. 工作面的垂直度、平行度及 V 型槽对底面和侧面的平行度：≥1 级	个	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	JB/T 3411.56
6	砂轮机	主要功能： 具有金属件磨削加工功能。 技术要求： 1. 砂轮直径：>200mm； 2. 台式或落地式	台	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	JB/T 3770
7	车床	主要功能： 具有车外圆、镗孔、切断、车螺纹功能。 技术要求： 1. 最大工件回转直径 >320mm； 2. 最大工件长度 ≥750mm； 3. 刀具要求：包括 90° 外圆车刀；内镗孔车刀；内、外切槽刀；切断刀；内、外螺纹车刀等	台	20	是/否	适用高职 本科	GB/T 4020

4.1.2 CAD 制图实训场所设备要求

CAD 制图实训场所应满足该类专业工艺图、系统图及工程图绘制、零件图及装配图绘制、三维图绘制等专业基础能力的培养培训要求。实训场所主要设备应符合表 4.2 的要求。

表 4.2 CAD 制图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： CAD 软件运行环境。 技术要求： 1. CPU：主频 >3GHz； 2. 内存：>16GB； 3. 硬盘：>500GB； 4. 显卡：独立显卡，显存 >8GB； 5. 显示器：>24"； 6. 网卡：不低于 100Mb。	台	41	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
2	CAD 绘图软件	主要功能： 1. 二维绘图； 2. 三维绘图； 3. 图形编辑； 技术要求： 1. 正版软件； 2. 至少满足 41 个机位的节点；3. 符合 GB / T 15242.1-2017 《计算机辅助设计软件通用技术要求》	套	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
3	高拍仪(选配)	主要功能 将实物生成图形。 技术要求： 1. 分辨率 > 2592 × 1944； 2. 可调精确聚焦； 3. 手动、自动变焦； 4. 高清 CMOS > 1800 像素	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

4.1.3 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常用电工工具和仪器仪表的使用、低压照明电路接线、电动机接线与控制、低压控制电器故障处理及低压控制电路设计与安装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 4.3。

表 4.3 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	电工综合实验台	主要功能： 电工基本技能操作。技术要求： 1. 由实训桌、元件储存柜、网孔板组成； 2. 工作电源：三相五线制，380V ± 10%、50 Hz；3. 装置容量：< 1.5 kVA；4. 保护功能：接地保护、漏电保护； 2. 实训台配置： (1) 每一面设有启动、停止、急停功能，由单片机程序全程监控实训台过载和短路情况； (2) 每个工位设有一个总电源开关，具备漏电保护功能； (3) 提供单相、三相插座每组各 1 只；	台	15	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
		<p>(4) 提供三相同轴联动调压器 1 台, 规格为 1.5kVA/0-450V;</p> <p>(5) 每个工位提供 0~500mA 连续可调恒流源一组, 分三档可调, 调节精度 1%, 负载稳定度 $< 5 \times 10^{-4}$, 额定变化率 $< 5 \times 10^{-4}$, 配有数显直流毫安表指示输出电流, 具有输出开路、短路保护功能。</p> <p>(6) 每个工位配置智能型功率及功率因数表 1 只;</p> <p>(7) 实训桌: 铁质双层亚光密纹喷塑结构, 桌面为防火、防水、耐磨的高密度板, 并配有元器件储存柜及抽屉</p>					
2	电工综合虚拟仿真软件	<p>主要功能: 电工基本技能模拟仿真操作。</p> <p>技术要求: 1. 能够进行常用工具模拟仿真体验; 2. 能够进行导线连接及绝缘恢复模拟训练; 3. 能够进行照明电路的搭接模拟控制; 4. 能够进行电工仪表模拟操作; 5. 可进行典型电工基础实验模拟训练; 6. 能够进行常用低压电器模拟拆装; 7. 能够进行典型电力拖动控制电路的模拟搭建和仿真训练。</p>	套	15	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
3	电工常用工具	<p>主要功能: 电工常用工具。</p> <p>技术要求: 钢丝钳、尖嘴钳、剥线钳、一字螺丝刀、十字螺丝刀、活动扳手、电工刀、电工包等。</p>	套	15	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

4.1.4 热处理实训场所设备要求

热处理实训场所应满足该类专业金属材料性能分析与研究、新产品的开发与研制、产品质量分析与控制、热处理设备的使用与维护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 4.4。

表 4.4 热处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	箱式炉	主要功能： 金属试样加热。 技术要求： 1. 炉膛尺寸：高 120mm×宽 200mm×长 300mm 2. 电源：220V 3. 功率：5KW 4. 结构：采用优质 U 型硅碳棒炉膛左右加热，炉膛采用高温莫来石，能耐 1600℃ 高温，长期使用炉膛不会出现裂纹不会坍塌 5. 温度：额定温度 1300℃，工作使用温度不超过 1250℃	台	5	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	GB/T 10067.4-2005
2	真空气氛箱式炉	主要功能： 金属试样加热。 技术要求： 1. 电源：220V 2. 功率：5KW 3. 炉膛尺寸：高 120mm×宽 200mm×长 300mm 4. 结构：一体式结构，线全部接好，免安装，陶瓷纤维炉膛，S 型热电偶，采用优质 U 型硅碳棒左右加热 5. 温度：最高温度 1400℃，工作使用温度不超过 1350℃ 6. 仪表：可编程仪表，可控硅控温，新型电流电压表	台	2	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	JB/T 10550-2006
3	坩埚电炉	主要功能： 金属试样加热。 主要参数： 1. 额定功率：7.5 kW 2. 额定电压：380 V/三相 3. 额定温度：1 200 ℃ 4. 炉膛尺寸：Φ250mm×300 mm; 5. 控温方式：PID 智能控温 6. 控温精度：±1℃	台	2	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	GB/T 10067.4-2005
4	高频感应淬火装置	主要功能： 金属感应加热、金属表面淬火。 技术要求： 1. 电源：220v, 50Hz 2. 输入功率：8000w 3. 震荡频率：30~100KHz 4. 水冷，水压 0.1MPa, 温水低于 35℃ 5. 输出功率 10~100%无极可调	台	2	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	JB/T 9204-1999

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	特殊说明
5	不锈钢冷却容器	主要功能： 存储冷却液。 技术要求： 长 400 mm；宽 400 mm；高 300mm	个	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T 12603-2005
6	热处理淬火介质	水、盐水、油类	-	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	JB/T 6955-2008

4.1.5 金相实训场所设备要求

金相实训场所应满足该类专业金相试样制备、常用金属材料及常见热处理组织的金相评定、判断产品的组织缺陷及其主要的形成原因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 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	备注
1	金相试样切割机	主要功能： 金相试样制作。 技术要求： 1. 最大切割截面：50mm×50mm 2. 砂轮片规格：300mm×2mm×32mm 3. 转速：2800r/min 4. 有冷却系统	台	2	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
2	镶样机	主要功能： 金属试样的镶嵌。 技术要求： 1. 磨盘直径：标配 Φ203mm(其它规格定制) 2. 磨盘转速：左盘：450r/min 右盘：600r/min 3. 电源：电压：220V 频率：50HZ 4. 电机：0.37KW 5. 外形参考尺寸：730mm×765mm×320mm	台	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
3	金相试样预磨机	主要功能： 金相试样制作。 技术要求： 1. 磨盘直径：双盘 230mm 2. 砂纸直径：230mm 3. 转速：400~500r/min 4. 装有磨片用供水	台	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	适用层次	备注
4	金相磨抛机	<p>主要功能： 用以磨抛金相试品充足除去试品的损害层,做到显微镜剖析的试品制备规定。</p> <p>技术要求： 1. 结构双盘台式 2. 磨抛直径 $\Phi 230\text{mm}$ 3. 抛盘直径 $\Phi 200\text{mm}$ 4. 磨抛盘直径 $\Phi 200\text{mm}\Phi 230\text{mm}$ 5. 磨盘转速 450r/min (定速) 6. 抛盘转速 600r/min (定速) 7. 抛盘跳动值 $\leq 2\%$ 8. 电动机 YC7124、370W 9. 工作电压 220V 50HZ 10. 外形尺寸 690mm \times 715mm \times 310mm 11. 净重 40kg</p>	台	10	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
5	金相显微镜	<p>主要功能： 观察金属和矿物等不透明物体金相组织的显微镜</p> <p>技术要求： 1. 光学系统: RIG 无限远色差校正光学系统 2. 放大倍数范围: 50~1000X 3. 目镜: 10\times 大视野、高眼点平场目镜, 视场数 $\Phi 20\text{mm}$ 4. 长工作距离无限远平场金相物镜: 5\times /10\times /20\times /40\times 或 50\times 5. 物镜转换器: 内定位五孔转换器 6. 粗微调焦装置: 粗微同轴调焦, 粗调行程 12mm, 每圈 0.2mm, 格值 2μm, 粗调带松紧调节; 细调焦精度 2μm 7. 照明系统: 科勒照明, 6V30W 卤素灯或 5W 暖色 LED 高寿命灯, 亮度连续可调</p>	台	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T 19864-2013
6	光学视频显微镜	<p>主要功能： 金相试样组织观察</p> <p>技术要求： 1. 结构: 倒置式, 三目镜筒, 倾角 30$^\circ$, 瞳距和屈光度可调 4 物镜转换器 2. 总放大倍数: 100~1000\times 3. 平场消色差物镜: 10\times, 20\times, 40\times, 100\times 4. 平场目镜: 10\times 5. 双层机械载物台: 200 mm \times 152 mm, 移动范围 15 mm \times 15 mm 6. 调焦机构: 同轴粗微动, 限位保护, 升降范围 30 mm, 微调 0.002 mm 7. 照明系统: 亮度可调, 卤素灯 20W/6V 带滤色片 8. 电源: 220VAC (50Hz) /110VAC (60Hz)</p>	台	10	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T 19864-2013

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
7	扫描电子显微镜	主要功能： 材料断口分析、微区成分分析、层厚测量、显微组织形貌以及钢铁产品质量与缺陷分析等 技术指标： 1. 图像输出分辨率：6144×4096 像素，8/16/24 位深度 BMP、JPG 2. 光栅扫描：驻留时间 25ns 到 25ms/像素 3. 智能扫描和漂移补偿：SmartSCAN（256 帧平均或积分、线积分和平均法、隔行扫描），DCF1（漂移补偿帧积分） 4. 扫描方式：正常扫描、缩小光栅、定点、线扫描、扫描旋转、倾斜校正	台	2	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	JY/T 010-1996

4.1.6 化学分析实训场所设备要求

化学分析实训场所应满足该专业类冶金原料化学成分的检测与分析、冶金产品化学成分检测与分析、常规化学分析检测仪器的调试与操作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 化学分析实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
1	试验台	主要功能： 试验操作平台 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 300 kg/m ² ，可调脚 3. 水龙头、水槽为试验室专用产品 4. 带洗眼喷淋头 5. 中央试验台的尺寸一般为长×宽×高=7200mm×1500mm×900mm	套	8	是/否	中职/高职专科/高职本科	GB/T 21747—2008； 根据实训场所结构确定采用中央试验台或边台及长度
2	通风橱	主要功能： 使用有毒有害易挥发物质时的专门空间 技术要求： 1. 外壳：表面耐腐蚀性强 2. 内壳：采用耐酸碱、有机溶剂之实训场所专用抗蚀材质；设有可拆卸维修孔，便于维修电路、水路、气路 3. 日光灯：日光灯隐藏于面板上，不与通风柜内气流接触，易更换 4. 窗	套	2	是/否	中职/高职专科/高职本科	JB/T 6412—1999； 根据实训场所大小确定通风橱长度

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
		口:采用安全玻璃 5. 调整脚:防震、防潮、耐腐蚀 6. 导流板:采用耐酸碱、有机溶剂之实训场所专用抗蚀材质,通风效率高,以不低于操作表面风速 0.5 m/s 的速度将空气排出 7. 工艺说明:所有水、电、气路要安全、适用,并隐藏式安装					
3	电炉或恒温电热套	主要功能: 物体加热器件。 技术要求: 800~1000W,可调温,表面温度最高 350℃	只	20	是/否	中职/高职专科/高职本科	
4	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℃ 2.温度波动:±0.5℃	只	20	是/否	中职/高职专科/高职本科	YY 91037—1999;单头 20 只,多头水浴锅数量可减少
5	电子台秤	主要功能: 称量样品 技术要求: 范围 0~300g,精度 10mg	台	1	是/否	中职/高职专科/高职本科	GB/T26497—2011
6	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	中职/高职专科/高职本科	JB/T 7255—2007
7	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	20	是/否	中职/高职专科/高职本科	JB/T11510—2013
8	分光光度计	主要功能: 1.测定钢中元素含量 2.测定冶金原料中的元素含量 技术要求: 1.波长范围:320~1000nm 2.光谱带宽:4nm 3.杂散光:≤0.5%(在 360nm 处) 4.波长准确度:优于 ±2nm 5.透射比准确度:≤±1nmT	台	2	是/否	高职本科	
9	直读光谱仪	主要功能: 1.黑色金属及有色金属成分的快速定量分析 2.进行炼炉前的快速分析以及中心实验室的产品检验 3.可以用于多种基体分析:Al, Pb, Mg, Zn, Sn, Fe, Co, Ni, Ti, Cu 等 技术要求: 1.适用于多种金属基体 2.稳定性好 3.分析速度快 4.运行成本低、操作维护方便	台	1	是/否	高职专科/高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
10	氧氮氢分析仪	主要功能： 1. 各种无机材料、钢铁、有色金属、硬质合金陶瓷材料中宽范围的氧氮氢同时测定 技术要求： 1. 能够快速准确地进行氧氮氢分析 2. 能够轻松切换氧、氮、氢分析 3. 分析结果有较高的重现性	台	1	是/否	高职专科/高职本科	
11	碳硫分析仪	主要功能： 1. 冶金原料碳硫元素进行定量分析 2. 钢材碳硫分析 技术要求： 1. 测量范围：碳：0.005~10.0000%，硫：0.0005~0.5000% 2. 分析误差： 碳优于国标 GB/T223.69-1997 标准；硫优于国标 GB/T223.68-1997 标准 3. 称量范围： 0~120g 读数精度：0.001g 4. 分析时间： 一般在 35s 左右	台	2	是/否	高职专科/高职本科	
12	X 射线荧光光谱仪	主要功能： 1. 铁矿、铁合金、烧结矿、球团矿、石灰、白云石、炉渣、生铁等原料化学成分的定量检测 技术要求： 1. 测量元素范围：可测量元素周期表中绝大多数元素，如：从硼（B）到铀（U） 2. 元素含量分析范围：ppm~100% 3. 同时分析元素：一次性可测几十种元素 4. 测量时间：30~200s	台	1	是/否	高职专科/高职本科	

4.1.7 力学性能实训场所设备要求

力学性能实训场所应满足该专业类检验金属材料硬度、抗拉强度、屈服点、断后伸长率、断面收缩率、冲击吸收功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 4.7。

表 4.7 力学性能实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
1	微机控制电液伺服万能试验机	<p>主要功能：主要用于金属材料的拉伸、压缩、弯曲等力学性能试验，</p> <p>技术要求：</p> <p>主机参数：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 立柱数：6 柱（4 立柱、2 丝杠）； 最大压缩/拉伸间距（mm）：650/900 2. 立柱中心间距（mm）：500 3. 立柱直径（mm）：Φ62 4. 丝杠螺距（mm）：Tr70×8 5. 工作台距地面垂直高度（mm）：650 6. 活塞直径（mm）：Φ180 7. 活塞最大行程（mm）：250 8. 加荷速率范围：0.02%~2%FS 9. 活塞空载移动最大速度（mm/min）：150 10. 横梁调整最大速度（mm/min）：约 220 11. 横梁移动电机功率（kW）：0.4 <p>测量参数：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 最大试验力（kN）：600 2. 试验机级别：1 级 3. 试验力有效测量范围：2%~100%F.S 4. 试验力分辨率：满量程的 1/500000（全量程只有一个分辨率，不分档） 5. 试验力测量精度：±1%以内 6. 位移测量分辨率：0.01mm 7. 位移测量精度：±0.5%以内 8. 变形测量范围：1%~100%FS 9. 变形测量分辨率：满量程的 1/500000（全量程只有一个分辨率，不分档） 10. 变形测量精度：±0.5%以内 11. 位移控制速度范围：0.1~150mm/min 12. 位移控制速度控制精度：±0.2%以内 13. 位移控制保持精度：±0.02mm 以内 	台	2	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	
2	微机控制低温半自动冲击试验机	<p>主要功能：</p> <p>测定金属材料在夏比冲击试验中（V 型和 U 型缺口试样），动负荷下抵抗冲击的性能，以便判断材料在动负荷下的性质</p> <p>技术要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 最大冲击能量：300J 150J 2. 最小读数值：1J 3. 冲击速度：5.2m/s 4. 摆锤预扬角：150° 5. 角度准确度：±0.1° 	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	适用层次	备注
		6. 试样支座跨距: 40mm 7. 支座钳口圆角: R1.0~1.5mm 8. 冲击刀刃圆角: R2.0~2.5mm (R8mm) 9. 冲击刀刃厚度: 16mm 10. 试样盒容量: 20 个 11. 制冷范围: 室温~-60℃ 12. 控温精度: ±0.5℃ 13. 制冷方式: 压缩机制冷 14. 摆锤中心至冲击点距离: 750mm 15. 标准试样尺寸: 10mm×10mm(7.5mm或5mm)×55mm 16. 冲击摆锤配置: 150J/300J 各一个					
3	数显电子布氏硬度计	主要功能: 测定材料的硬度 技术要求: 1. 硬度测量范围: 8~650HBW 2. 试验力: 1839N, 2452N, 7355N, 9800N, 29400N 试验力: 187.5kgf, 250kgf, 750kgf, 1000kgf, 3000kgf 3. 硬质合金球直径: 2.5mm, 5mm, 10mm 4. 试验力保持时间: 5~99s 可调 5. 试样允许最大高度: 230mm 6. 压头中心至机壁距离: 125mm 7. 电源: AC220V, 0.3A, 50Hz 8. 外形尺寸: 560mm×210mm×910mm 9. 砝码净重: 120Kg	台	5	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	
4	触摸屏数显洛氏硬度计	主要功能: 测定材料的硬度 技术要求: 1. 初试验力: 98.07N (10kgf) 总试验力: 588.4N (60kgf) 980.7N (100kgf) 1471N (150kgf) 2. 压头规格: 金刚石洛氏压头, φ 1. 588mm 球压头 3. 试件最大高度: 加丝杠保护套时为 100mm, 不加丝杠保护套时为 175mm 4. 压痕中心至机壁距离: 128mm 5. 硬度读取: 触摸屏获取硬度值 6. 保荷时间: 0~60s 7. 试验力施加方法: 自动	台	5	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	
5	数显显微维氏硬度计	主要功能: 测定材料的硬度 技术要求: 1. 硬度测量范围: 5~3000HV 2. 试验力 (N): 0.09807、0.2452、0.4904、0.9807、1.961、2.942、4.904、9.807 试验力 (gf): 10、25、50、100、200、300、500、1000 3. 硬度标尺: HV0.01 HV0.025		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	适用层次	备注
		HV0.05 HV0.1 HV0.2 HV0.3 HV0.5 HV1 4. 保荷时间: 1~60s 可调 5. 试验力加载方式: 自动 6. 试样最大高度: 90mm 7. 物镜放大倍数: 10 倍 (观察) / 40 倍 (测量) 8. 总放大倍数: 100 倍 (观察) / 400 倍 (测量)					

4.1.8 液压实训场所设备要求

液压实训场所应满足该专业类液压系统的操作、液压设备的选择与组装、系统故障排除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 4.8。

表 4.8 液压实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
1	液压传动实训台	主要功能: 常用液压元件的性能测试、液压传动基本回路实验、可编程序控制器 (PLC) 电气控制实验、机电液一体化控制实验 技术要求: 1. 实训台为琴台式结构,分为上下两部分。主体为 2.0mm 钢板,装置尺寸: 1.46m×0.8m×1.6m 2. 配套电源信号源单元、按钮继电器单元、可编程序控制单元、液压虚拟负载接口单元、液压泵站、油箱、液压模块、传感器模块、专用虚拟液压教学实训仿真软件、Fluidsim 软件、实训器材、电脑	台	10	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	

4.2 黑色金属材料类专业核心技能实训场所设备要求

黑色金属材料类专业核心技能实训场地应满足该类中职钢铁冶炼技术专业、钢铁装备运行与维护专业, 高职专科钢铁智能冶金技术专业、智能轧钢技术专业、金属材料检测技术专业、钢铁冶金设备维护专业, 高职本科钢铁智能冶金技术专业等的专业核心能力试验实训要求。

4.2.1 冶金虚拟仿真实训场所设备要求

冶金虚拟仿真实训场所应满足该类专业设备操作、岗位生产操作、事故处理等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.9。

表 4.9 冶金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	备注
1	冶金虚拟仿真设备	<p>主要功能： 虚拟仿真生产实训与虚拟仿真试验系统配合声音、图像、动画、视频及互动视景设备，达到以下功能：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能展示烧结生产、球团生产、高炉炼铁、转炉炼钢、电炉炼钢、炉外精炼、连续铸钢各工序设备组成、设备机构、工作原理及作用 2. 能展示冶炼生产各工序工艺生产过程与生产场景 3. 能进行冶炼生产各主体岗位生产操作与事故处理操作 4. 能进行金属金属材料与热处理、冶金物理化学、冶金传输原理、冶金原料高温冶金性能检测等虚拟仿真试验操作 <p>技术要求： 硬件要求：（推荐配置） CPU: P4 2.0 以上 内存: 1GB 硬盘: 500GB 显卡: 独立显卡 100Mb 网卡 软件要求：（推荐配置） 操作系统: Windows 10 及兼容操作系统 管理软件: oracle 客户端、可提供杀毒服务</p>	套	1	否/是	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

4.2.2 轧钢虚拟仿真实训场所设备要求

轧钢虚拟仿真实训场所应满足该类专业设备操作、岗位生产操作、事故处理等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.10。

表 4.10 轧钢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	备注
1	轧钢虚拟仿真设备	<p>主要功能： 虚拟仿真生产实训与虚拟仿真试验系统配合声音、图像、动画、视频及互动视景设备，达到以下功能：</p> <p>技术要求：</p> <p>1.能展示棒材生产、高线生产、中厚板生产、热连轧带钢生产、冷轧带钢生产、无缝钢管生产所需要的设备结构及其作用</p> <p>2.能展示棒材生产、高线生产、中厚板生产、热连轧带钢生产、冷轧带钢生产、无缝钢管生产各工序工艺生产过程与生产场景</p> <p>3.能进行棒材生产、高线生产、中厚板生产、热连轧带钢生产、冷轧带钢生产、无缝钢管生产过程模拟操作</p> <p>4.能对棒材生产、高线生产、中厚板生产、热连轧带钢生产、冷轧带钢生产、无缝钢管生产随机设定生产事故，并进行事故处理</p> <p>硬件要求：（推荐配置） CPU: P4 2.0 以上 内存: 1GB 硬盘: 500GB 显卡: 独立显卡 100Mb 网卡</p> <p>软件要求：（推荐配置） 操作系统: Windows 10 及兼容操作系统 管理软件: oracle 客户端、可提供杀毒服务</p>	套	1	否/是	适用中职/ 高职专科	

4.2.3 冶金物理模拟实训场所设备要求

冶金物理模拟实训场所应满足该类专业测量高炉布料工艺参数、测量高炉内物料运动以及气流分布、测量铁水预处理工艺参数、转测量炉工艺参数、测量连铸工艺参数、测量 LF 炉工艺参数、研究 RH-MFB 冶金反应器内钢液环流特性、混合特性、传质特性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 冶金物理模拟实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	备注
1	高炉布料器机电一体化试验教学模型	<p>主要功能： 测量不同工艺操作参数下高炉布料料面形状、结构等信息</p> <p>技术要求： 1. 软件部分： PLC 控制站、计算机操作站</p> <p>2. 机械设备： 液压装置，振动给料机，称量漏斗</p> <p>3. 溜槽旋转：β角运动 溜槽倾动：α角运动 摆角范围 $3^{\circ} \sim 53^{\circ}$，可完全满足更换溜槽操作和工艺布料的要求。四缸同步由托圈与箱体上的对称布置的八组竖向滑道来保证，α角误差小于 $\pm 0.1^{\circ}$</p> <p>4. 一体化电控柜体。</p>	台	1	是/否	适用高职本科	需根据尺寸缩小比例制作模型
2	高炉机电一体化试验教学模型	<p>主要功能： 测定不同操作参数以及生产条件对高炉内物料运动以及气流分布的影响</p> <p>技术要求： 1. 机械部分： 高炉制作半周模型，模型面板用 10mm 有机玻璃制作，模型炉喉部分及风口部分利用 3mm 钢板制作。要求有机玻璃与不锈钢之间利用法兰连接</p> <p>2. 数据检测及采集部分： 质量流量计：量程 60m³/h； 压力变送器：精度 0.01Pa，量程：0 ~ 5000Pa</p> <p>3. 电气部分： 微电机：功率：60W 变频器：螺旋排料器转数调节在 1 ~ 100 转之间</p> <p>4. 软件部分： PLC 控制站、计算机操作站</p>	台	1	是/否	适用高职本科	需根据尺寸缩小比例制作模型

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	备注
3	铁水预处理机电一体化试验模型	<p>主要功能： 测定不同铁水包在不同工艺参数下的均混时间；测定不同工艺参数下的粉剂停留时间；测定不同工艺参数下的粉剂穿透比</p> <p>技术要求： 1. 铁水包本体 有机玻璃；铁水包尺寸可调 2. 喷枪 尺寸：可根据实际调整 材质：无缝钢管 3. 变频可调喷枪升降装置 提升方式：交流电动机拖动丝杠联结 提升速度：400~1920mm/min 4. 喷粉罐 15L（压力容器，耐受压力 1MPa， 喷粉速度：300g/min~3000g/min， 喉口直径：3mm、4mm、5mm、6mm 5. 三电控制系统 仪表检测、智能调节、PLC 等设备</p>	台	1	是/否	适用高职本科	需根据尺寸缩小比例制作模型
4	转炉机电一体化试验模型	<p>主要功能： 演示转炉工艺过程；测定转炉不同工艺参数下的均混时间；测定不同氧枪结构及顶吹参数下的冲击深度、冲击面积；测定不同工艺参数下的溅渣效果。</p> <p>技术要求： 1. 机械部分 转炉模型：有机玻璃制作，中心使用不锈钢 转炉轴套：不锈钢制作。整体可承受扭矩 3000 牛顿米 氧枪：不锈钢加有机玻璃套头，长为 1500mm 2. 数据检测及采集部分 质量流量计：量程 0~5L/min 和 0~80m³/h 电导率测定仪 3. 转炉倾动装置： 转炉的倾动速度分为向前和向后各四档。各档速度值如下：一档 0.1 转/min；二档 0.4 转/min；三档 0.7 转/min；四档 1.16 转/min 氧枪升降行程 700mm，精度 0.02mm 4. 软件部分 PLC 控制站、计算机操作站</p>	台	1	是/否	适用高职本科	需根据尺寸缩小比例制作模型

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	备注
5	LF 机电一体化试验模型	<p>主要功能： 测定不同工艺参数下钢包的均混时间；测定不同工艺参数下的对渣层的影响</p> <p>技术要求： 1. 钢包本体 有机玻璃制作 2. 电极 中空电极吹入气体 3. 电极升降装置 提升方式：交流电动机拖动丝杠联结 提升速度：400mm/min 4. 框架主结构采用方管钢搭建 5. 三电控制系统 仪表检测、智能调节、PLC、IPC 等设备 压力变送器：量程 0~1MPa，精度为千分之一 质量流量计：量程 0~5L/min，精度为千分之一，带现场指示功能 电导率测定仪</p>	台	1	是/否	适用高职本科	需根据尺寸缩小比例制作模型
6	RH-MFB 机电一体化试验模型	<p>主要功能： 研究 RH-MFB 冶金反应器内钢液环流特性、混合特性、传质特性等技术要求：</p> <p>1. RH 炉本体 压力容器，有机玻璃制作；厚度：10mm，真空室直径 350mm；插入管直径 92mm；长度 275mm（尺寸可根据实际调整） 2. 钢包模型 有机玻璃制作 3. 钢水包升降装置 提升方式：交流电动机拖动丝杠联结 提升速度：400mm/min 4. 氧枪及变频可调氧枪升降装置 5. 三电控制系统 三电系统为仪表检测、智能调节、PLC、IPC 等设备</p>	台	1	是/否	适用高职本科	需根据尺寸缩小比例制作模型

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	备注
7	连铸机电 一体化试 验模型	主要功能： 测定不同中间包不同工艺参数下的停留时间、死区大小；测定不同结晶器不同工艺参数下的流型及卷渣；测定非等温情况下中间包流型；测定非稳态过程流动状态。 技术要求： 1. 有机玻璃模型 根据小方坯、薄板坯、方坯等连铸机参数按比例制作中间包、结晶器以及钢包模型。 2. 不锈钢框架 制作三层模型支架。上层放钢包、中层放中间包、底层放结晶器 3. 热水器 提供热水 4. 三电控制系统 仪表检测、智能调节、PLC等	台	1	是/否	适用高职本科	需根据尺寸缩小比例制作模型

4.2.4 冶金原理实训场所设备要求

高温冶金实训场所应满足该类专业测定铁矿石还原性、熔点粘度测定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 冶金原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	备注
1	全自动炉渣熔点熔速测定仪	主要功能： 1. 测定高炉渣、保护渣、冶金辅助材料等熔点熔速 2. 研究各组分对渣系熔化性能的影响 技术要求： 1. 熔点测试范围：800~1600℃ 2. 升温速度：1~20℃/min 3. 自动采集试验图像，自动记录试验条件和试验结果	台	2	是/否	高职专科/ 高职本科	
2	铁矿石还原度测定系统	主要功能： 测烧结矿、球团矿的还原性 技术要求： 1. 还原炉正常使用最高温度 1100℃ 2. 总功率 12KW 3. 定值炉温控制波动率：900℃±10℃	台	2	是/否	高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
3	溶解热测定仪	主要功能： 采用电热补偿法测定物质溶解于溶剂过程的热效应。 技术要求： 1. 温度范围：-50~200℃ 2. 分辨率：温度 0.01℃，温差 0.001℃，时间 1s 3. 能够数据采集、加热、定时同步进行	台	10	是/否	高职专科/ 高职本科	
4	液体饱和蒸气压测定仪	主要功能： 测定在一定温度下，液体处于平衡状态时的蒸气压力。 技术要求： 1. 测量范围：0~-101.3KPa 2. 分辨率：0.01KPa 3. 缓冲储气罐能够进行微调	台	10	是/否	高职专科/ 高职本科	
	电极电势测定仪	主要功能： 测定电极电势 技术要求： 1. 测量范围：±3.0V 2. 分辨率：10μV 3. 具有电位差计、光电检流计	台	10	是/否	高职专科/ 高职本科	

4.2.5 冶金原料实训场所设备要求

冶金原料实训场所应满足该类专业检测冶金物料性能、检测冶金物料缺陷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 物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/虚拟仿真环境	适用层次	备注
1	铁矿石高温软熔滴落测定仪	主要功能： 测定铁矿石的软化开始温度、软化终止温度和软化温度区间 技术要求： 高温电炉：20KW 工作电压：AC220V±10%，50HZ±5% 控温精度：1600℃±5℃，分辨率 1 使用温度：≤1600℃ 控温范围：0~1600℃	台	2	是/否	高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
2	焦炭反应性及反应后强度测定仪	主要功能： 测定焦炭反应性 CRI 及反应后强度 CSR 技术要求： 工作电压：380V 加热方式：电热丝加热 工作温度：1100℃±2℃ 恒温区：>200mm 双炉，一体化三段式加热炉，试验过程全自动，控温精度高	台	2	是/否	高职专科/ 高职本科	满足国标 GB/T4000-2017《焦炭反应性及反应后强度测定方法》
3	煤粉爆炸性测定仪	主要功能： 测定煤粉爆炸性 技术要求： 1. 电压：AC220V 50Hz 2. 试样量：1g/次 3. 试样粒度：0.075mm 4. 工作环境：温度：0~50℃ 相对湿度≤85% 5. 加热器温度：800~1000℃	台	2	是/否	高职专科/ 高职本科	
4	煤粉粒度分析仪	主要功能： 测量金属、非金属、煤粉等粉体的粒度 技术要求： 测试范围：0.1~300 μm; 探测器通道数：40 激光器：高性能 He-Ne 激光器 测试速度：<1min/次	台	2	是/否	高职专科/ 高职本科	ISO13320-1:1999, GB/T19077.1-2008, Q/0100JWN001-2013
5	自动量热仪	主要功能： 测定煤粉发热量 技术要求： 1. 热容量(水当量)：约 10500 J/K (合 2500cal/K) 2. 氧弹:工作压力(充氧气):2.8~3.2Mpa 耐压试验(水压)：20Mpa 容积：300ml 重量：2.5Kg 4. 内筒装水量：约 2100mL 5. 外套筒装水量:约 20L 6. 精密度：≤0.1% 7. 测量范围：5~40° C	台	2	是/否	高职专科/ 高职本科	GB213—87
6	微波马弗炉	主要功能： 加热、灰化、烧结 技术要求： 1. 微波频率：2450MHz 2. 供电源：50Hz(220V/380v) 3. 微波功率：2000w 4. 输入视在功率：2600w 5. 空间：4L 6. 工作温度范围：0~1600℃	台	2	是/否	高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
7	球团数显压力机	主要功能: 测球团的抗压强度 技术要求: 最大试验力: 10N~50KN 位移速度控制范围: 1~500mm/min	台	2	是/否	高职专科/ 高职本科	
8	冶金石灰活性度测定仪	主要功能: 测定石灰的活性度 技术要求: 1. 满足 YB/T105-2014 的工艺技术要求 2. 水溶液定量自动控制 3. 水温加热、搅拌浆均自动控制 4. 盐酸自动滴定 5. PH 计探头自动升降	台	2	是/否	高职专科/ 高职本科	YB/T 105

4.2.6 冶金传输实训场所设备要求

冶金传输实训场所应满足该类专业流体粘度的测定、对流换热、辐射换热、综合传热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 冶金传输实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
1	旋转粘度计	主要功能: 测定液体的粘度 技术要求: 1. 测量范围: 1~100000mPa.s 2. 测量误差: $\pm 1\%$ 3. 能保存 30 组以上数据(含粘度、温度、转子、转速、剪切速率、剪切应力、时间、密度、运动粘度等)	台	5	是/否	高职专科/ 高职本科	
2	流体力学综合实验台	主要功能: 可测定雷诺、伯努力、沿程阻力系数和突扩、突缩、阀门局部阻力系数、可进行孔板、文丘里和皮托管流量系数的实验 技术要求: 实验台配置有储水箱、雷诺测试管、伯努力测试管、沿程阻力系数测试管、突扩突缩测试管、阀门局部阻力系数测试管、孔板流量计测试管、文丘里流量计测试管、和皮托管测试管、测压板直接显示总水头线和测压管水头线等	台	5	是/否	高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
3	热管换热器实验台	主要功能： 进行对流换热实验，计算换热器的换热量和传热系数 技术要求： 实验台具备实验台由翅片热管、热段风道、冷段风道、冷段和热段风机、电加热器、0~1KW 调温、调温旋钮、热电偶、测温切换琴键开关、热球风速仪（独立仪表）、支架等	台	5	是/否	高职专科/ 高职本科	
4	综合传热实验台	主要功能： 进行导热、对流和辐射实验，以及部分与传热相关的应用模块的实验教学 技术要求： 1. 可提供多达 10 种以上实验模块，彼此之间可分别独立进行实验 2. 可研究传热的三种基本方式，以及稳态和非稳态传热现象 3. 可研究理想气体定律以及饱和水的温度和压力变化关系	台	5	是/否	高职专科/ 高职本科	

4.2.7 冶金设备及自动化实训场所设备要求

冶金设备及自动化实训场所应满足该类专业硬件设计、绘图、工程应用、数字应用、信息处理等专业核心能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.15。

表 4.15 冶金设备及自动化实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
1	工学结合 PLC 实训台	主要功能： PLC 在工厂中的应用和 PLC 的理论教学、技能实训、教学方法、能力测评有机的融合在一起，采用软硬结合的方式，实现了理论模块教学、技能培训，达到了直接上岗工作的目的。 技术要求： 1. 设备外形 实训台及实训挂箱	台	10	是	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
		2. 电源 三相五线交流电源 三相电源总开关带漏电保护 I $\Delta n \leq 30\text{mA}$, 时间 $\leq 0.1\text{s}$ 380V 三相四线输出电源 220V 市电输出 事故急停按钮, 电源指示, 供电指示 3. 设备包括: 实训台、电源控制屏、PLC 主机挂箱、变频器挂箱、触摸屏挂箱、虚拟负载挂箱、点击控制带院、小车运行实训装置、三相异步电动机					
2	行车电气设备实训平台	主要功能: 行车操作, 故障检修。 技术要求: 1. 环境温度: -10°C - 40°C ; 2. 相对湿度 $< 85\% \text{rh}$; 3. 设备包括: 电源柜、起升柜、平移柜、操作机构、模拟运行机构及计算机	套	1	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	
3	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; 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	

4.2.8 感应熔炼实训场所设备要求

感应熔炼实训场所应满足该类专业知识的感应炼钢工艺设计、脱碳、脱氧及取样测温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 4.16。

表 4.16 专业类综合实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
1	感应炼钢炉	主要功能： 利用感应电热效应加热、熔化金属来炼钢 技术要求： 1. 最大输入功率：15KW~160KW 2. 振荡频率：1~20KHZ 根据客户工件加热要求而定 3. 输出电流：3~243A 4. 输出电压：70~550V 5. 输入电压：三相 380V，50 或 60HZ 6. 冷却水要求：压力 ≥ 0.2 Mpa，流量 ≥ 3 L/min 7. 负载持续率：100% 8. 体积 (CM)：46 长 \times 27 宽 \times 45 高 9. 重量：26KG	台	4	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	
2	钢水测温仪	主要功能： 测定钢水温度 技术要求： 1. 测温准确度： $\pm 0.2\%FS \pm 1$ 字 (0.2 级) 2. 显示方式：LED 3. 供电方式：AC 220V $\pm 10\%$ 50HZ 4. 4~20mA 电流输出接口 5. BCD 码并行口	台	4	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

4.2.9 综合轧制实训场所设备要求

综合轧制实训场所应满足该类专业轧制操作、设备安装与调试、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 4.17。

表 4.17 综合轧制实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
1	BKD 二辊试验轧机	主要功能： 计算机检测轧钢各种工艺参数：轧制压力、轧制转距、轧辊转速、电机功率、电压、电流等 技术要求： 1. 轧制力 (KN) 200(400) 2. 轧制扭矩 (轧辊接轴) 4 KN-M (6 KN-M) 3. 轧辊直径 (MM) 130(150) 4. 最大辊缝 20MM 5. 辊身宽度 (MM) 260 6. 电机功率 (KW) 7.5(11) 7. 轧辊转速 (rpm) 6 ~ 30 8. 压下方式：手动	台	4	是/否	适用中职/ 高职专科	

4.3 黑色金属材料类专业拓展技能实训场所设备要求

黑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材料成型等综合技能、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 增材制造实训场所设备要求

增材制造实训场所应满足专业类材料成型等新技术/数字化能力的培养培训要求。实训场所主要设备要求见表 4.18。

表 4.18 材料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	备注
1	鼓风干燥箱	主要功能： 快速蒸发坯料中多余的水分，固化坯料 技术要求： 1. 温度范围：RT+10~200℃ /RT+10~250℃ 2. 温度波动度：±1.0℃ 3. 温度分辨率：0.1℃ 4. 输入功率：≥850w 5. 容积：≥30L	台	2	是/否	适用中职/高职专科/高职本科	ISO13485-2016/ISO9001/HACCP/GMP
2	粘结剂喷射 3D 打印机	主要功能： 生产金属材料 3D 打印产品 技术要求： 1. 基础参数： 打印尺寸：≥250×150×150mm 打印层厚：0.1~0.3mm 可调 供粉比：100%~300% 可调 1.4 分辨率：300/600/1200dpi 可调 1.5 电压：220V，功率：≥1.1KW 2. 运动系统： X、Y、Z 方向运动速度：0~150mm/s，X、Y、Z 方向打印精度：0.05mm 铺粉速度：5~180mm/s 可调 定位精度：0.01mm 重复定位精度：0.005mm 3. 喷头系统： 喷头参数：4 通道 3200 孔压电	台	5	是/是	适用高职专科/高职本科	GB/T39252-2020

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
		式喷头 喷头孔径: 20um 喷射频率: 1~9K 可调 喷头高度可调: 0~80mm 喷头速度性能: 可实现 3-PASS 高速打印, 单喷头平面打印速度 可达 30m ² /h 喷射液体体积: 2.5pl 可辨点打 印 支持打印液体粘度: 1~4cp 支持打印液体类型: 水性、油性 工艺调试: 根据需求定制进行打 印材料的调试					
3	微波窑炉	主要功能: 烧结 3D 打印产品 技术要求: 温度: ≥1000℃ 内胆参考尺寸: ≥75×90mm 外部参考尺寸: ≥130×120mm 可以直接放入窑炉, 使用简单, 安全便捷	台	10	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/24849-20 17
4	硅钼棒高温炉	主要功能: 烧结 3D 打印产品 技术要求: 1. 电源 220 伏, 功率 ≥3 千瓦 2. 一体式结构, 加热元件和线全 部接好, 免安装, 陶瓷纤维炉膛, 可编程仪表, 可控硅控温, 采用 优质硅钼棒左右加热 3. B 型热电偶, 额定温度 1800℃	台	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	JC/T2014-20 10
5	FDM 3D 打印机	主要功能: 熔融沉积成型 3D 产品 技术要求: 1. 打印技术: 熔融沉积成型无模 直写 2. 层厚: 0.4~1mm 3. 挤出方式: 螺杆挤出+电动推杆 4. 喷嘴直径: 1.6mm 5. 打印速度: 10~40mm/s 6. 打印材料: 金属, 陶瓷等粘滞 流体 7. 软件: 操作系统: windows、Mos、 Linux, 切片软件: cura、Slic3r、 simplify3D, 导入格式: STL、OBJ, 导出格式: Gcode, 连接方式: 全 彩触摸屏、SD 卡、USB 8. 电流: DC 12V 10A	台	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T39328-2 020

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
6	微波炉	主要功能： 微波烧结 技术要求： 1. 控制方式：机械式 2. 内腔容量：≥20L 3. 分类：光波 4. 底盘类型：平板式 5. 微波炉功率：≥700W	台	10	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/24849-2017
7	手持式 3D 扫描仪	主要功能： 精确扫描产品模型 技术要求： 1. 测量精度：≤0.1mm 2. 最大测量范围：转台全自动扫描：≤200mm×200mm×200mm；自由扫描：≤700mm×700mm×700mm 3. 扫描时间：转台全自动扫描：<2min；自由扫描：<8s(单面)；手持扫描：实时 4. 点距：0.17~0.2mm 5. 拍摄距离：290~480mm 6. 拼接模式：同时具备转台自动拼接、特征拼接及手动拼接模式 7. 扫描模式：全自动转台扫描、自由扫描及手持式实时扫描模式 8. 手持式实时扫描功能：无须贴点，手持操作方式，实时扫描物体，实时获取物体三维信息 9. 分辨率：≥131万像素 10. 光源：白光 LED 11. 设备重量：≤2.5kg	台	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T23698-2009
7	手持式 3D 扫描仪	12. 单片测量范围(自由扫描模式下)：≥200×150mm 13. 数据输出格式：STL, ASC, OBJ, PLY 14. 彩色扫描功能：具备彩色纹理扫描，真实还原物体真彩 15. 输出数据是否可直接打印：无须借助第三方软件，直接输出完整 STL 模型，直接进行 3D 打印 16. 移动终端实时显示功能：在扫描过程中，借助移动终端设备，可实现扫描状态在计算机与移动终端的同步分屏显示，实时监测扫描进程，更便利地观察扫描实况 17. 数据分享：扫描模型可一键式上传至 Sketchfab 数据平台，进行数据分享及保存 18. 产品配置清单，不少于以下要	台	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T23698-2009

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
		求： 三维测量主机 1 个 支架套件 1 套 全自动转台 1 个 固定支架 1 个 USB 线 2 根 电源适配器 1 个 电源线 1 根 标定板套件 1 套 设备安装指南 1 套。					
8	三维扫描仪	主要功能： 扫描产品模型 技术要求： 1. 单幅扫描精度：0.3mm 2. 深度分辨率：≥64 万点/秒 3. 体积精度：0.55mm/m 4. 深度图像大小：≤640×400px 5. 单幅扫描范围：≤210mm×130mm 6. 彩色图像大小：≤1920px×1080px 7. 工作距离：200mm~800mm 8. 光源等级：1 级红外激光（人眼安全） 9. 最小扫描体积：≤50mm×50mm×50mm 10. 拼接方式：特征拼接；标记点拼接，最大扫描体积：无限制，输出可直接打印数据 11. 扫描速度：10FPS 12. 输出格式：STL、PLY、OBJ 13. 纹理扫描：支持，系统支持：windows8/10, 64-bit	台	5	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T23698-2 009
9	桌面级塑料 3D 打印机	主要功能： 打印塑料产品 技术要求： 1. 喷头数量：1 2. 打印精度：±0.1mm 3. 定位精度：X/Y 轴：0.011 mm； Z 轴：0.0025mm 4. 打印层厚：0.05 ~ 0.4mm 5. 成型尺寸：≥150×150×150mm 6. 喷嘴口径：0.4mm 7. 打印速度：10~100mm/s 8. 最高喷头温度：230℃ 9. 耗材线径：1.75mm（±0.07mm） 10. 支持耗材类型：PLA, ABS 或以 PLA 为基料的其他耗材 11. 电源 Input: 100V~240VAC, 47~63Hz Power: 150W	台	20	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	GB/T39328-2 020

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
		12. 设备参考尺寸: 388 × 340 × 405mm 13. 匹配软件: Flashprint, 文件格式输入: 3MF/STL/OBJ/FPP/BMP/PNG/JPG/JPEG 文件; 输出 GX/G 文 14. 连接方式: U 盘/WIFI/以太网 15. 工作温度: 20~30℃ 16. 兼容的系统: Winxp/Vista/7/8/10、Mac OS、Linux 17. 特色功能要求: 平台加热全封闭机身无需调平断丝提醒平台简易更换 超静音设计远程监控支持 WIFI, 云平台打印					

4.3.2 冶金数字博物馆设备要求

冶金数字博物馆应满足该类专业钢铁产业发展历史、钢铁企业生产新设备、新工艺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 4.19。

表 4.19 冶金数字博物馆主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/虚拟仿真环境	适用层次	备注
1	VR 设备	主要功能: 以光学空间定位动作捕捉系统为核心, 多维度了解冶金发展历程、冶金新技术, 将复杂、抽象的冶金工艺流程在虚拟现实环境中呈现 技术要求: 1. 组合分辨率不低于 2160 × 1200 像素 2. 刷新频率不低于 90Hz 3. 视场角不低于 110 度 4. 配套电脑主机 5. 配套显示大屏	台	4	否/是	高职专科/ 高职本科	

4.3.3 冶金铸轧实训场所设备要求

冶金铸轧实训场所应满足该类专业设备使用操作、综合问题分析、技术创新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 4.20。

表 4.20 冶金铸轧实训场所主要设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	备注
1	双辊铸 轧机	主要功能： 轧制 HRC40 以内材料 技术要求： 1. 工作辊：Φ90×150 2. 支承辊：Φ150×150 3. 轧机转速线速度： 0-30rpm=0-14m/min=0-235mm/s 可调 4. 轧机外形尺寸： 1300*500*1500（长*宽*高） 5. 轧机重量： 650kg 6. 电压： AC380V 7. 轧制最大厚度： 3mm 8. 轧制最薄厚度： 0.01mm（按 照金箔测试）-0.08mm	台	1	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

4.3.4 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混料、压制、烧结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 4.21。

表 4.21 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	备注
1	粉末成形 液压机	主要功能： 用于粉末压制成形 技术要求： 1. 压力：10~30 吨 3. 配套圆柱、圆环、立方体等多种 形状金属模具 4. 能够电动控制、方便调压 5. 液压工作台高度可调	台	6	是/否	中职/高职 专科/高职 本科	
2	真空烧结 炉	主要功能： 应用于陶瓷及金属粉末材料在 真空、还原性、保护性气氛下的 烧结、退火热处理及钎焊，也可 以用于特殊材料的热处理 技术要求： 1. 最高工作温度不低于 1600℃ 2. 真空度小于 10 Pa 3. 温度可进行编程控制，不低于 30 段程控 4. 外封闭式真空罐并带水冷系 统 5. 可直接通入氮气冷却		1	是/否	中职/高职 专科/高职 本科	

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	真实装备/ 虚拟仿真 环境	适用层次	备注
3	真空管式炉	主要功能： 应用于陶瓷及金属粉末材料在高真空、还原性、保护性气氛下的烧结。 技术要求： 1. 最高工作温度不低于 1400℃ 2. 真空度小于 10 ⁻³ Pa 3. 炉膛采用 99 瓷刚玉管 4. 可通氮气、氩气等多种气体 5. 温度可进行编程控制，不低于 30 段程控		2	是/否	中职/高职 专科/高职 本科	
4	滚筒式卧式球磨机	主要功能： 用于多种金属或陶瓷粉末的混合。 技术要求： 1. 转速：60~600r/min 可调 2. 滚轴有效长度大于 200mm，滚轴间距可调，可使用金属或塑料等多种材质及规格的球磨罐。		2	是/否	中职/高职 专科/高职 本科	

4.3.5 材料检测实训场所设备要求

冶金铸轧实训场所应满足该类专业设备使用操作、综合问题分析、技术创新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 4.22。

表 4.22 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/ 虚拟仿真 环境	适用层次	备注
1	磁粉探伤仪	主要功能： 检测铁磁性材料中裂纹、发纹、白点；折叠等缺陷。 技术要求： 1. 提升力：18.2 kg 以上 3. 磁场强度：3,158 (A/T) 4. 磁间距：130.0 mm 5. 加磁循环：10 秒钟开/10 秒钟关	台	20	是/否	中职/高职 专科/高职 本科	
2	超声波检测仪	主要功能： 检测铸造件、锻件、焊接件等表面质量、内部结构以及缺陷 技术要求： 1. 可直观显示缺陷的位置、形状、大小等信息 2. 可与计算机连接输出探伤报告 3. 能够自动判断缺陷长度	台	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	备注
3	红外热成像仪	主要功能： 对加热后的棒材、板材表面裂纹、划伤、折叠等缺陷质量进行检测 技术要求： 1. 测温范围：-20℃~+600℃ 2. 测温精度：±2℃ 3. 信号数字分辨率：不低于14Bit 4. 响应波长：不窄于8~14 μm	台	10	是/否	适用中职/ 高职专科/ 高职本科	

5 实训教学管理与实施

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

5.2 试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，对试验实训教学实施全过程管理，确保专业试验实训基地的规范化运行；实现学员的个性化学习分析与实践指导，达成技术技能型人才培养目标。

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

5.4 制定安全管理制度和安全教育制度，并贯穿在日常试验实训教学中。

5.5 制定安全事故报告及处理、重大火灾事故应急预案、用电安全事故应急预案等试验实训教学突发事件应急预案与处理措施。

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

5.7 在实训项目设计及实训实施中，要结合相关行业要求，融入课程思

政内容，坚持立德树人，注重历史文化遗产。试验实训活动需组织召开课前布置会、课后总结会等，组织学生参与试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] 中华人民共和国教育部《职业教育专业目录（2021）》2021.3.
- [2] 中华人民共和国教育部《职业教育专业简介》2022.9 .
- [3] 中华人民共和国教育部《教育部关于职业院校专业人才培养方案制订与实施工作的指导意见》（教职成〔2019〕13号）2019.
- [4] 吕庆功，牟仁玲.钢铁生产全流程虚拟仿真实实践教学平台的建设与应用[J]. 实验室研究与探索,2006.
- [5] 王卫国,胡今鸿.国外高校虚拟仿真实验教学现状与发展[J]. 实验室研究与探索,2006.
- [6] 李义兵,孟征兵.冶金工程虚拟仿真教学实训平台建设[J].中国冶金教育,2018.
- [7] 余宇楠.高职冶金技术专业校内实训基地建设实践与思考[J].昆明冶金高等专科学校学报,2012.
- [8] 李家薪,秦思.新形势下职业院校实验实训室建设与管理问题的思考[J].科技风,2023.