

增材制造设备操作员 国家职业技能标准

(征求意见稿)

1 职业概况

1.1 职业名称

增材制造设备操作员

1.2 职业编码

6-20-99-00

1.3 职业定义

从事增材制造设备的安装、调试、维护、保养、生产操作和运行管理等工作的人员。

1.4 职业技能等级

本职业共设五个等级，分别为：五级/初级工、四级/中级工、三级/高级工、二级/技师、一级/高级技师。

1.5 职业环境条件

室内，常温。

1.6 职业能力特征

具有一定的学习、表达和计算能力，具有较强的空间感和形体知觉，听力、色觉正常，两眼裸视力或者矫正视力达到对数视力表 4.9 以上，手指、手臂灵活，动作协调性强。

1.7 普通受教育程度

高中毕业（或同等学力）。

1.8 培训参考学时

五级/初级工、四级/中级工、三级/高级工 160 标准学时，二级/技师 120 标准学时，一级/高级技师 80 标准学时。

1.9 职业技能鉴定要求

1.9.1 申报条件

——具备以下条件之一者，可申报五级/初级工：

(1) 累计从事本职业或相关职业^①工作 1 年（含）以上。

(2) 本职业或相关职业学徒期满。

——具备以下条件之一者，可申报四级/中级工：

(1) 累计从事本职业或相关职业工作 4 年（含）以上。

(2) 取得本职业或相关职业五级/初级工技能等级证书后，累计从事本职业或相关职业工作 3 年（含）以上。

(3) 取得技工学校本专业或相关专业^②毕业证书（含尚未取得毕业证书的在校应届毕业生）；或取得经评估论证、以中级技能为培养目标的中等及以上职业学校本专业或相关专业^③毕业证书（含尚未取得毕业证书的在校应届毕业生）。

——具备以下条件之一者，可申报三级/高级工：

(1) 累计从事本职业工作 8 年（含）以上。

(2) 取得本职业四级/中级工技能等级证书后，累计从事本职业或相关职业工作 4 年（含）以上。

(3) 取得本职业四级/中级工技能等级证书，并具有高级技工学校、技师学院毕业证书（含尚未取得毕业证书的在校应届毕业生）；或取得本职业或相关职业四级/中级工技能等级证书，并具有经评估论证、以高级技能为培养目标的高等职业学校本专业或相关专业^④毕业证书（含尚未取得毕业证书的在校应届毕业生）。

^①相关职业（下同）：模具工、铸造工、焊工、电工、汽车零部件再制造工、电子产品制版工、通讯系统设备制造工、工程机械维修工、机床装调维修工、硬质合金成型工、口腔修复体制作工、陶瓷装饰工、石膏制品生产工、土木建筑、米面主食制作工、纸制品制作工、工艺美术品制作工、工艺美术品设计师、玩具设计师、首饰设计师、陶瓷工艺师、灯具设计师、广告设计师、文物修复工、殡仪服务员等。

^②技工学校本专业或相关专业（下同）：3D 打印技术应用、工业机械与自动化装调、数字化设计与制造、智能制造技术应用、焊接技术。

^③中等职业教育本专业或相关专业（下同）：增材制造技术应用、机械制造技术、机械加工技术、机电技术应用、数控技术应用、模具制造技术、智能设备运行与维护、工业产品质量检测技术、焊接技术应用、康复辅助器具技术及应用、艺术设计与制作、文物保护技术、无人机操控与维护、工艺美术、等。

^④高等职业教育本专业或相关专业（下同）：机械设计与制造、数字化设计与制造技术、数控技术、机械制造及自动化、工业设计、工业工程技术、材料成型及控制技术、现代铸造技术、工业材料表面处理技术、增材制造技术、模具设计与制造、特种加工技术、机械装备制造技术、工业产品质量检测技术、理化测试与质检技术、智能制造装备技术、机电设备技术、机电一体化技术、航空材料精密成型技术、航空复合材料成型与加工技术、金属精密成型技术等、飞行器数字化制造技术、飞行器维修工程技术、汽车制造与试验技术、康复辅助器具技术、产品艺术设计、焊接技术与自动化、首饰设计与工艺、工艺美术、工艺美术品设计、建

(4) 具有大专及以上学历或相关专业^⑤毕业证书，并取得本职业四级/中级工技能等级证书后，累计从事本职业或相关职业工作 2 年（含）以上。

——具备以下条件之一者，可申报二级/技师：

(1) 取得本职业三级/高级工技能等级证书后，累计从事本职业工作 4 年（含）以上。

(2) 取得本职业三级/高级工技能等级证书的高级技工学校、技师学院毕业生，累计从事本职业或相关职业工作 3 年（含）以上；或取得本职业或相关职业预备技师证书的技师学院毕业生，累计从事本职业或相关职业工作 2 年（含）以上。

——具备以下条件者，可申报一级/高级技师：

取得本职业二级/技师技能等级证书后，累计从事本职业工作 4 年（含）以上。

1.9.2 鉴定方式

分为理论知识考试、技能操作考核以及综合评审。理论知识考试以闭卷笔试、机考等方式为主，主要考核从业人员从事本职业应掌握的基本要求和相关知识要求；技能考核主要采用现场操作、模拟操作等方式，主要考核从业人员从事本职业应具备的技能水平；综合评审主要针对技师和高级技师，通常采取审阅申报材料、答辩等方式进行全面评议和审查。

理论知识考试、技能考核和综合评审均实行百分制，成绩皆达 60 分（含）以上者为合格。

1.9.3 监考人员、考评人员与考生配比

理论知识考试的监考人员与考生配比不低于 1:15，且每个考场不少于 2 名监考人员；技能考核的考评人员与考生配比不低于 1:15，且考评人员为 3 人（含）以上单数；综合评审委员为 3 人（含）以上单数。

1.9.4 鉴定时间

筑设计、口腔医学康复辅助器具技术等。

^⑤大专及以上学历或相关专业（下同）：增材制造工程、金属智能成型技术、材料科学与工程、金属材料工程、无机非金属材料工程、高分子材料与工程、复合材料与工程、粉体材料科学与工程、机械工程、焊接技术与工程、机械设计制造及其自动化、材料成型及控制工程、机械电子工程、智能制造工程、自动化、飞行器设计与工程、飞行器制造工程、智能制造工程、康复工程、产品设计、工艺美术、智慧建筑与建造、口腔医学、口腔医学技术等。

理论知识考试时间：五级/初级工、四级/中级工、三级/高级工不少于 45min，二级/技师和一级/高级技师不少于 90min；技能考核时间：五级/初级工、四级/中级工、三级/高级工不少于 240min，二级/技师和一级/高级技师不少于 180min；综合评审时间不少于 30min。

1.9.5 鉴定场所设备

理论知识考试在标准教室、计算机教室或具备智能考核系统的教室进行，配置能够覆盖全部考生范围的监控设备。

技能考核在实训基地或作业现场进行。技能考核需配置能够覆盖全部考生和工位范围的监控设备，并且具备增材制造设备、计算机、工具量具、耗材和安全防护设备等条件。

综合评审可在配有教学设备的标准教室或实训场所进行。

2 基本要求

2.1 职业道德

2.1.1 职业道德基本知识

2.1.2 职业守则

- (1) 遵纪守法，讲究公德。
- (2) 热爱劳动，努力工作。
- (3) 讲究质量，注重信誉。
- (4) 积极主动，团结协作。
- (5) 严谨规范，文明生产。
- (6) 爱护设备，安全操作。

2.2 基础知识

2.2.1 通用基础知识

- (1) 机械制图标准与识图、绘图的方法。
- (2) 机械原理与机械零件基本知识。
- (3) 工装、工具、模具设计与制造基本知识。
- (4) 公差配合的基本知识、标注与测量方法。
- (5) 机械加工常用设备和加工工艺。
- (6) 材料与力学基本知识。
- (7) 电工、电子基本知识。
- (8) 数字化技术基础知识。
- (9) 机电设备维修相关知识。
- (10) 安全用电知识。

2.2.2 安全生产与环境保护基础知识

- (1) 劳动保护基础知识。
- (2) 安全生产基础知识。
- (3) 环境保护基础知识。

2.2.3 法律法规知识

- (1) 《中华人民共和国劳动法》相关知识。
- (2) 《中华人民共和国劳动合同法》相关知识。
- (3) 《中华人民共和国消费者权益保护法》相关知识。

- (4) 《中华人民共和国消防法》相关知识。
- (5) 《中华人民共和国知识产权法》相关知识。
- (6) 《中华人民共和国安全生产法》相关知识。
- (7) 《中华人民共和国产品质量法》相关知识。

3 工作要求

本标准对五级/初级工、四级/中级工、三级/高级工、二级/技师、一级/高级技师等五个等级的技能要求和相关知识要求依次递进进行阐述，高级别技能要求涵盖低级别。

3.1 五级/初级工

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 数据处理与参数设置	1.1 模型基础优化	1.1.1 能使用增材制造设备配套软件实现缩放、旋转、摆放三维模型操作 1.1.2 能使用三维建模软件对格式不符的三维模型格式进行转换 1.1.3 能使用三维建模软件导出三维数据模型并保存为符合增材制造设备要求的格式	1.1.1 增材制造设备配套软件进行缩放、旋转、摆放的方法 1.1.2 增材制造设备对三维模型格式的要求 1.1.3 主流三维建模软件的文件格式导入与导出方法
	1.2 模型适用性评估	1.2.1 能评估三维模型的打印范围 1.2.2 能使用增材制造设备配套软件生成支撑结构 1.2.3 能选用适当的增材制造设备	1.2.1 不同类型增材制造设备允许的打印成形尺寸要求 1.2.2 不同类型增材制造设备对模型支撑结构的要求 1.2.3 不同类型增材制造设备的成型原理
	1.3 切片参数基础设置	1.3.1 能使用增材制造设备切片软件 1.3.2 能保存、导出切片程序文件并导入存储设备 1.3.3 能在切片软件中导入模型并根据要求进行选择机器型号、打印耗材、打印温度、打印速度、支撑等参数设置	1.3.1 增材制造设备常见切片软件的操作要领 1.3.2 切片参数设置的注意事项 1.3.3 增材制造设备的参数设置路径与方法
2. 设备检查调试	2.1 设备检查	2.1.1 能检查增材制造设备的完整性 2.1.2 能检查增材制造设备是否存在报错等情况 2.1.3 能检查增材制造设备归零、材料数量等方面状态	2.1.1 增材制造设备的结构 2.1.2 增材制造设备运行和检测方法 2.1.3 增材制造设备初始化和材料数量等方面要求
	2.2 材料装载	2.2.1 能对增材制造设备材料容器等进行预处理 2.2.2 能将符合打印要求的材料装入增材制造设备中	2.2.1 增材制造耗材的预处理要求 2.2.2 不同类型增材制造设备材料的装卸方法

	2.3 打印测试	<p>2.3.1 能对增材制造设备进行预备性操作</p> <p>2.3.2 能查看并预估打印时间</p> <p>2.3.3 能基于测试文件运用增材制造设备打印出测试样件</p>	<p>2.3.1 不同类型增材制造设备基本操作方法</p> <p>2.3.2 不同类型增材制造设备打印预览方法</p> <p>2.3.3 增材制造设备操作方法</p>
3.3 D 打印成型	3.1 3D 打印准备	<p>3.1.1 能识读增材制造设备使用说明书</p> <p>3.1.2 能对增材制造设备制件依附平台进行调平</p> <p>3.1.3 能根据指示信号对打印材料进行补充或更换</p>	<p>3.1.1 增材制造设备使用说明书知识</p> <p>3.1.2 制件依附平台调平原理</p> <p>3.1.3 打印材料补充与更换方法</p>
	3.2 设备操控与参数设定	<p>3.2.1 能制订一种材料单制件增材制造成型工艺。</p> <p>3.2.2 能操作增材制造设备打印由卡槽、销轴等连接的具有摆动功能类产品</p> <p>3.2.3 能进行增材制造设备开机后的预热、打印温度、打印速度等参数设定</p>	<p>3.2.1 相关增材制造打印件的加工工艺要领</p> <p>3.2.2 相关增材制造设备操作方法</p> <p>3.2.3 相关增材制造设备开机后等打印参数设定方法</p>
	3.3 数字模型输出	<p>3.3.1 能将切片后的模型导入到增材制造设备中</p> <p>3.3.2 能对导入到增材制造设备中的数字模型进行打印操作</p> <p>3.3.3 能观察并记录增材制造设备温度、湿度环境因素等对成型情况的影响</p> <p>3.3.4 能观察并记录增材制造设备成型情况</p> <p>3.3.5 能观察并记录增材制造设备打印件附着情况</p>	<p>3.3.1 相关增材制造设备切片软件模型导入方法</p> <p>3.3.2 相关增材制造设备切片软件模型输出方法</p> <p>3.3.3 不同类型增材制造设备成型方面要求</p>
4. 后期处理	4.1 清除支撑和残留物	<p>4.1.1 能使用工具把制件从其依附平台上取离</p> <p>4.1.2 能使用工具对制件去除支撑</p> <p>4.1.3 能使用工具清理附着在制件的残留物</p> <p>4.1.4 能将制件依附平台装回增材制造设备</p>	<p>4.1.1 制件取离注意事项</p> <p>4.1.2 制件取离工具的使用方法</p> <p>4.1.3 支撑和残留物去除工具的使用方法</p> <p>4.1.4 制件残留物清理注意事项</p> <p>4.1.5 制件依附平台恢复注意事项</p>
	4.2 打磨和组装	<p>4.2.1 能准备和挑选打磨工具</p> <p>4.2.2 能使用打磨工具对制件进行手工打磨</p> <p>4.2.3 能组装各制件</p>	<p>4.2.1 打磨工具选用的方法</p> <p>4.2.2 打磨工具的使用方法</p> <p>4.2.3 制件组装相关方法</p>

5. 设备 维护 与 保养	5.1 设备日常保养	<p>5.1.1 能识别增材制造设备需要日常保养的重要零部件</p> <p>5.1.2 能根据增材制造设备说明书进行日常保养</p> <p>5.1.3 能清楚记录增材制造设备日常保养的内容并存档</p>	<p>5.1.1 增材制造设备日常保养注意事项</p> <p>5.1.2. 增材设备保养方法</p> <p>5.1.3 文件整理归档方法</p>
	5.2 设备故障记录	<p>5.2.1 能停止出现故障的增材制造设备</p> <p>5.2.2 能准确记录增材制造设备产生故障的状态</p>	<p>5.2.1 增材制造设备出现故障时的停止方法</p> <p>5.2.2 增材制造设备常见的故障状态</p>
	5.3 设备维护	<p>5.3.1 能根据故障状态联系增材制造设备维修人员</p> <p>5.3.2 能准确描述增材制造设备的故障状态</p> <p>5.3.3 能根据维修人员的指示预处理增材制造设备</p>	<p>5.3.1 增材制造设备出现故障时的预处理方法</p> <p>5.3.2 增材制造设备故障排查方法</p> <p>5.3.3 增材制造设备事故处理方法</p>

3.1 四级/中级工

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 数据处理与参数设置	1.1 模型适用性评估	1.1.1 能根据工程图纸的要求判断三维模型是否符合制造要求 1.1.2 能评估三维模型数据的完整性 1.1.3 能评估三维模型数据适用的增材制造设备类型	1.1.1 三维建模软件的基础操作方法 1.1.2 三维模型数据的浏览与检查方法 1.1.3 不同类型增材制造设备能达到的尺寸精度和表面质量要领
	1.2 模型基础优化	1.2.1 能操作增材制造设备配套软件将模型调整至待打印状态 1.2.2 能根据工件复杂程度与大小，做模型合理拆分，并设计拆分结构 1.2.3 能独立完成扫描设备的连接和初始化 1.2.4 能完成扫描设备的操作、点云处理和模型的封装	1.2.1 增材制造设备配套软件在打印操作前需要确认的事项 1.2.2 增材制造设备对三维模型格式的要求 1.2.3 增材制造设备配套软件对三维模型的分割、组合的方法 1.2.4 三维扫描仪的连接和标定方法 1.2.5 点云的处理和封装方法
	1.3 切片参数基础设置	1.3.1 能使用增材制造设备切片软件进行优化操作 1.3.2 能根据成型要求和设备特点优化选择切片参数 1.3.3 能自行优化设置层高和打印模式等基础参数	1.3.1 增材制造设备常见切片软件的操作优化调整策略 1.3.2 切片参数优化设置方法 1.3.3 增材制造设备相应程序的保存和存储
2. 设备检查调试	2.1 设备检查	2.1.1 能调整增材制造设备达到正常使用状态 2.1.2 能检查增材制造设备的重要部件损耗情况	2.1.1 调整增材制造设备使用状态方法 2.1.2 检查增材制造设备的重要部件损耗方法
	2.2 材料装载	2.2.1 能进行材料的日常保管与维护 2.2.2 能将符合打印要求的旧材料回收处理	2.2.1 增材制造耗材保管方法 2.2.2 不同类型增材制造设备旧材料的处理要求
	2.3 打印测试	2.3.1 能有效识别设备安全及安全区域标识，并做处置 2.3.2 能基于测试文件运用增材制造设备打印出测试样件	2.3.1 不同类型增材制造设备操作安全要求 2.3.2 保障增材制造制造设备安全生产的方法
3.	3.1 3D	3.1.1 能根据产品特点，结合成型	3.1.1 三维数字化模型拆分的

3 D 打 印 成 型	打印准备	工艺进行合理的模型拆分并切片 3.1.2 能根据模型外部尺寸的大小选择增材制造设备的型号	方法 3.1.2 增材制造设备型号选择的方法
	3.2 设备操控与参数设定	3.2.1 能制订一种材料多组制件增材制造成型工艺。 3.2.2 能操作增材制造设备打印由螺纹、销等连接的通过手动控制具有直线和旋转运动功能类产品 3.2.3 能对增材制造设备配套切片软件中的高级参数进行设置	3.2.1 相关增材制造设备操作手册 3.2.2 3D 打印参数设定方法 3.2.3 螺纹连的方法
	3.3 数字模型输出	3.3.1 能安装增材制造设备配套切片软件 3.3.2 能使用增材制造设备在打印件依附平台上同时制作多个数字模型 3.3.3 能分析增材制造设备温度、湿度等参数变化对打印质量影响等原因 3.3.4 能根据增材制造设备打印件附着情况判断支撑设置的合理性 3.3.5 能用量具测量打印件, 判断打印件尺寸合格性	3.3.1 切片软件安装的要领 3.3.2 增材制造设备多个模型调用方法 3.3.3 不同类型增材制造设备温度、湿度等方面要求 3.3.4 不同类型增材制造设备支撑设置要求 3.3.5 手工量具的使用方法
4. 后 期 处 理	4.1 研磨与抛光	4.1.1 能使用抛光工具对打印件进行手工抛光 4.1.2 能使用研磨膏对打印件进行手工研磨	4.4.1 抛光工具使用方法 4.4.2 研磨膏的使用方法
	4.2 组装与调试	4.2.1 能使用安装工具按照设计要求把各制件组装在一起 4.2.2 能对组装在一起的产品进行调试, 使其满足功能要求	4.2.1 零件装配图的识读相关知识 4.2.2 零件装配要求相关知识
5. 设 备 维 护 与 保 养	5.1 部件损耗评估	5.1.1 能检查增材制造设备部件损耗情况 5.1.2 能根据增材制造设备部件损耗及备用部件存量提出合理解决方案	5.1.1 增材制造设备部件损耗评估方法 5.1.2 增材制造设备备用部件存量的要求
	5.2 设备故障排查	5.2.1 能根据增材制造设备常见故障手册排查故障 5.2.2 能根据增材制造设备故障状态提出合理解决方案	5.2.1 增材制造设备故障排查方法 5.2.2 增材制造设备故障处理方案拟定注意事项
	5.3 零部件维护	5.3.1 能判断增材制造设备故障处理的重要和紧急程度 5.3.2 能对增材制造设备的一般故障进行简单部件更换	5.3.1 增材制造设备故障处理的重要和紧急程度 5.3.2 增材制造设备简单部件更换方法

3.2 三级/高级工

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 数据处理与参数设置	1.1 模型的优化	1.1.1 能修复三维模型数据存在的缺陷 1.1.2 能根据要求,完成三维模型的创建 1.1.3 能根据形状特点、受力要求等对模型进行优化	1.1.1 主流建模软件进行三维模型常见缺陷及修复方法 1.1.2 三维模型的创建方法 1.1.3 三维模型进行结构优化的方法
	1.2 切片参数设置	1.2.1 能根据需求对切片参数进行调整与设置 1.2.2 能根据需求设置回抽、裙摆、冷却、填充、支撑、压边、底垫和修复等参数 1.2.3 能识读并编辑切片程序代码 1.2.4 能通过辅助软件完成修补重构、摆放布置、添加支撑等数据前处理工作	1.2.1 切片参数高级设置的注意事项 1.2.2 支撑结构的优化 1.2.3 预览和仿真切片结果的方法 1.2.4 增材制造设备程序代码的结构 1.2.5 使用配套软件模型支撑优化的方法
	1.3 扫描设备操作	1.3.1 能准确设定三维扫描参数 1.3.2 能对扫描数据进行除杂、降噪、平滑、填补等操作 1.3.3 能完成各种曲面、实体模型的重构 1.3.4 能运用软件对扫描数据及原始数据进行比对	1.3.1 三维扫描仪扫描策略 1.3.2 能对扫描数据进行除杂、降噪、平滑、填补等操作 1.3.3 各种曲面、实体模型的逆向建模方法 1.3.4 使用软件对扫描数据及原始数据进行比对的方法
2. 设备检查调试	2.1 设备环境检查	2.1.1 能检查增材制造设备周边温度并预估可能引发的问题 2.1.2 能检查增材制造设备周边湿度并预估可能引发的问题 2.1.3 能检查增材制造设备周边易燃易爆源并预估可能引发的问题 2.1.4 能检查增材制造设备所在场所电力负荷情况并预估可能引发的问题 2.1.5 能检查增材制造设备所在场所网络覆盖情况并预估可能引发的问题	2.1.1 增材制造设备周边温度要求 2.1.2 增材制造设备周边湿度要求 2.1.3 增材制造设备周边消防要求 2.1.4 增材制造设备电力负荷要求 2.1.5 增材制造设备网络信号要求

	2.2 材料数量测算	<p>2.2.1 能根据增材制造设备材料特点进行更换或添加处理</p> <p>2.2.2 能根据三维模型测算增材制造设备材料装载的高度</p>	<p>2.2.1 不同增材制造设备新旧材料的比例要求</p> <p>2.2.2 不同三维模型对增材制造设备材料装载高度的要求</p>
	2.3 测试问题分析	<p>2.3.1 能发现增材制造设备测试打印件存在的问题</p> <p>2.3.2 能分析增材制造设备测试打印件存在问题的原因</p>	<p>2.3.1 不同增材制造设备测试打印件可能存在的问题</p> <p>2.3.2 不同增材制造设备测试打印件存在问题的原因</p>
3.3D打印成型	3.1 选择打印设备	<p>3.1.1 能根据模型功能要求不同选择成型设备</p> <p>3.1.2 能对打印过程中可能遇到的问题提前做出判断和备置处理方案</p> <p>3.1.3 能根据相关手册选择电机和电池</p>	<p>3.1.1 产品的结构和功能要求</p> <p>3.1.2 相关增材制造设备打印中问题及处理办法</p> <p>3.1.3 电机和电池选择方法</p>
	3.2 设备操控与参数设定	<p>3.2.1 能制订两种材料多组配合制件增材制造成型工艺。</p> <p>3.2.2 能操作增材制造设备打印由螺纹、键等连接方式，利用电池供电使电机转动，实现可调速旋转运动功能类产品</p> <p>3.2.3 能根据制件工艺需求调整设备工艺参数</p> <p>3.2.4 能根据增材制造设备的信号异常状况进行处理</p> <p>3.2.5 能使用装配工具对打印的制件组合装配，实现可调速转动</p> <p>3.2.6 能根据增材制造打印件的异常原因调整模型数据或切片参数</p>	<p>3.2.1 相关增材制造设备操作方法及注意事项</p> <p>3.2.2 相关增材制造设备的工艺参数选用的方法</p> <p>3.2.3 相关增材制造设备信号异常处理的方法</p> <p>3.2.4 组合件装配工艺的要求</p> <p>3.2.5 相关增材制造设备模型数据或切片参数调整注意事项</p>
	3.3 质量评价	<p>3.3.1 能对打印件的质量进行监控</p> <p>3.3.2 能综合评价打印件的质量</p> <p>3.3.3 能对打印件的缺陷提出改进措施</p>	<p>3.3.1 增材制造打印件质量分析方法</p> <p>3.3.2 增材制造打印件质量管理方法</p> <p>3.3.3 打印件缺陷的改进方法</p>
4.后期处理	4.1 清除残余和支撑	<p>4.1.1 能处理打印件上的残余物质及辅助支撑结构</p> <p>4.1.2 能剥离模型上的包覆物质</p>	<p>4.1.1 打印模型上的包覆物质剥离方法</p> <p>4.1.2 清除工具的使用方法</p>
	4.2 制件后期制作	<p>4.2.1 能选择增材制造打印件后处理的环境</p> <p>4.2.2 能根据需求进行机械打磨、机械抛光、喷砂、钻孔等物理方法后处理</p> <p>4.2.3 能根据需求进行电镀、喷漆、蒸发等化学方法后处理</p> <p>4.2.4 能对增材制造造型存在缺陷进</p>	<p>4.2.1 增材制造打印件后处理环境要求</p> <p>4.2.2 打印件后处理的方法</p> <p>4.2.3 打印件后处理的物理方法</p> <p>4.2.4 打印件后处理的化学方法</p>

		<p>行修复</p> <p>4.2.5 能对打印过程进行跟踪分析总结，完善设计及成型工艺</p> <p>4.2.6 能按照图纸要求组装产品，保证装配精度要求</p> <p>4.2.7 能处理增材制造打印件后处理过程中产生的有害物</p>	<p>4.2.5 打印件后处理常用设备的使用方法</p> <p>4.2.6 产品装配精度的要求</p> <p>4.2.7 增材制造打印件后处理过程中产生的有害物处理方法</p>
5. 设备维护与保养	5.1 设备异常原因分析	<p>5.1.1 能分析判断增材制造设备温度、湿度等出现异常的原因</p> <p>5.1.2 能分析判断增材制造设备成型情况出现异常的原因</p> <p>5.1.3 能分析判断增材制造设备打印件附着情况出现异常的原因</p>	<p>5.1.1 增材制造设备温度、湿度等出现异常的常见原因</p> <p>5.1.2 增材制造设备成型情况出现异常的常见原因</p> <p>5.1.3 增材制造设备打印件附着情况出现异常的常见原因</p>
	5.2 打印件异常原因分析	<p>5.2.1 能分析判断影响打印件力学性能的原因</p> <p>5.2.2 能分析判断打印件尺寸误差的原因</p>	<p>5.2.2 增材制造设备打印件出力学性能的方法</p> <p>5.2.2 增材制造设备打印件出现异常的注意事项</p>
	5.3 故障排查指导	<p>5.3.1 能拟定增材制造设备常见故障清单</p> <p>5.3.2 能编写增材制造设备常见故障手册</p> <p>5.3.3 能指导他人根据设备常见故障手册排查故障</p>	<p>5.3.1 增材制造设备常见故障</p> <p>5.3.2 增材制造设备常见故障手册编写方法</p>
	5.4 设备护养指导	<p>5.4.1 能参与编写增材制造设备故障维修手册</p> <p>5.4.2 能指导他人对增材制造设备的一般故障进行简单部件更换</p> <p>5.4.3 能参与处理存在故障的增材制造设备</p>	<p>5.4.1 增材制造设备维修手册编写注意事项</p> <p>5.4.2 增材制造设备复杂故障处理方法</p> <p>5.4.3 有关设备维护方法</p>

3.3 二级/技师

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 成型材料选定	1.1 产品材料分析与选择	1.1.1 能判断各种打印材料的特性与优缺点 1.1.2 能根据产品综合要求, 选用打印材料 1.1.3 能分析新材料打印不良的原因, 并提出相应解决问题的办法	1.1.1 打印材料的成分组成及材料特性 1.1.2 各种打印材料成型物的性能 1.1.3 各种打印材料出现打印缺陷的表现形式及对策
	1.2 材料成型方案制订	1.2.1 能根据成型材料的特性制定打印件成型方案 1.2.2 能制定异形件支撑设置方案 1.2.3 能根据新材料特性, 制定打印参数优化方案	1.2.1 打印材料对成型方案影响的要求 1.2.2 异形件支撑设置方法 1.2.3 材料特性对打印参数影响的要求
2. 专业化成型方案制订	2.1 选择设备	2.1.1 能从产品需求出发, 结合成型工艺选择设备 2.1.2 能根据后期处理要求的不同, 选择成型设备	2.1.1 各种增材制造设备打印件功能分析方法 2.1.2 相关增材制造设备后期处理工艺要领
	2.2 设备操控与参数设定	2.2.1 能制订多种材料一体化制件增材制造成型工艺。 2.2.2 能操作增材制造设备打印由带螺纹薄壁弯管等零件组成的产品或由至少 3 个零件组成具有确定相对运动免组装一体化产品 2.2.3 能进行模拟仿真操作, 优化支撑结构 2.2.4 能调整参数, 使用开发包进行参数设置	2.2.1 增材制造加工工艺制定的方法 2.2.2 薄壁弯件曲或一体化产品支撑设置的方法 2.2.3 模拟仿真优化支撑设计的方法 2.2.4 增材制造一体化打印工艺的要求 2.2.5 使用开发包参数设置的方法
	2.3 质量评价	2.3.1 能根据质量管理体系要求提出完善质量的方案 2.3.2 能按质量管理体系要求分析增材制造打印件存在的差距 2.3.3 能综合评价打印件的质量 2.3.4 能分析打印件出现缺陷产生等原因, 并提出改进措施 2.3.5 能根据质量管理体系指导他人对增材制造打印件进行质量分析	2.3.1 质量方案制定的方法 2.3.2 质量管理体系的相关内容和保证质量的措施 2.3.3 增材制造设备打印件的缺陷及改进的措施 2.3.4 打印件质量评价方法 2.3.5 增材制造设备打印件质量分析的方法
	2.4 收集客户反馈意见和建议解决疑难问题	2.4.1 能收集汇总客户对增材制造设备的反馈意见和建议 2.4.2 能收集增材制造设备前沿技术发展信息 2.4.3 能根据客户反馈意见结合增材制造设备前沿技术发展趋势提出技	2.4.1 增材制造设备客户反馈意见收集方法 2.4.2 增材制造设备前沿技术发展信息收集方法 2.4.3 增材制造设备技术改进路径

		术改进措施	
3. 设备运行与打印件处理	3.1 总体规划	3.1.1 能制定打印物件的制作流程 3.1.2 能制定打印件制作方案及详细要求 3.1.3 能处理增材制造设备精度与打印件精度要求之间的关系 3.1.4 能根据材料特性制定的后处理方案	3.1.1 增材制造打印件制作流程的方法 3.1.2 增材制造打印件制作方案及要求 3.1.3 增材制造设备精度调整与打印件精度之间的关系的方法 3.1.4 不同材料的后处理方法
	3.2 制件后期制作	3.2.1 能制订减材制造加工方案,指导相关技术人员对制件进行加工 3.2.2 能对非金属材料提出表面处理的方法 3.2.3 能对金属材料提出热处理的方法 3.2.4 能提出免组装一体化打印产品后处理的方法	3.2.1 相关减材设备操作方法 3.2.2 相关表面处理知识 3.2.3 相关热处理方法知识 3.2.4 免组装一体化打印产品后处理方法相关知识
	3.3 效果评价	3.3.1 能对增材制造产品的整体评价 3.3.2 能制定最终产品评价表 3.3.3 能通过识读增材制造产品检测报告, 判别最终产品是否合格	3.3.1 产品评价方法 3.3.2 机械产品检测方法 & 检测报告分析 3.3.3 全面质量评估方法
4. 互联网+3D打印	4.1 远程操作	4.1.1 能利用多终端设备, 实施对增材制造全过程的远程监控 4.1.2 能利用互联网+技术, 实施对增材制造设备的远程控制与操作	4.1.1 多终端设备操作方法 4.1.2 远程监控方法
	4.2 远程定制	4.2.1 能利用互联网+技术, 实现用户远程制作三维数据模型的需求 4.2.2 能利用互联网+技术, 实现用户远程定制打印件的需求	4.2.1 互联网文件传输的方法 4.2.2 互联网收发方法
5. 培训与管理	5.1 设备操作培训	5.1.1 能制定增材制造设备操作培训方案 5.1.2 能对增材制造设备操作人员进行技术培训 5.1.3 能制作对增材制造设备操作人员培训使用的 PPT 等教学文件	5.1.1 教学策略与教学方法 5.1.2 增材制造设备操作培训方案策划要领 5.1.3 各种增材制造设备操作的方法
	5.2 技术管理	5.2.1 能定期对增材制造设备进行日常维护和保养 5.2.2 能按照标准化要求, 对增材制造设备进行管理 5.2.3 能管理增材制造设备所使用的材料和技术文件	5.2.1 增材制造设备维护和保养方法 5.2.2 企业标准化知识 5.2.3 增材制造材料保管及文件管理方法

3.4 一级/高级技师

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 成型材料选定	1.1 产品材料分析与选择	1.1.1 依据制件要求, 选定成型材料与工艺设备 1.1.2 能对带有悬臂或大角度斜面等零件进行结构分析, 选择支撑材料、支撑结构及支撑去除方法	1.1.1 工程材料与增材制造成型工艺 1.1.2 支撑材料与支撑结构的要求
	1.2 材料成型方案制订	1.2.1 能选定分层方案, 设定增材制造工艺参数, 组织实施优化多工序批量化成型方案 1.2.2 能组织实施含高阶曲面零件的材料成型工艺方案 1.2.3 能分析估算成型时间, 预估成型效率	1.2.1 机械制造工艺规程制订方法 1.2.2 增材制造设备: 工艺参数设定方法 1.2.3 分层时间计算方法、成形时间计算方法
2. 专业化成型方案制订	2.1 特种案例解决方案	2.1.1 能用手持扫描仪等仪器完成大型覆盖件(如汽车车体)数据采集, 对产品逆向造型二次开发设计提出实施方案 2.1.2 能操作增材制造设备, 完成各领域所需特种案例工艺加工 2.1.3 能用添加支撑技术, 完成3个以上运动件一体化打印件方案制订 2.1.4 能协助相关技术人员, 完成智能制造生产系统的增材制造设备单元操作与调试	2.1.1 数据采集技术与逆向建模的要求 2.1.2 增材制造技术成形工艺方法 2.1.3 一体化增材制造工艺 2.1.4 智能制造生产系统的增材制造设备单元操作与调试方法
	2.2 鉴定与评估	2.2.1 能对 STL 文件数据的错误提出修正建议 2.2.2 能根据增材制造技术验收标准, 完成对 3D 打印产品的质量评价 2.2.3 能完成 3D 打印产品的成本评估	2.2.1 增材制造数据处理方法 2.2.2 机械加工零件质量分析方法 2.2.3 产品成本评估方法
3. 设备运行与打印件处理	3.1 设备运行中止	3.1.1 能判断运行状态下增材制造设备可能存在的故障 3.1.2 能中止运行状态下可能存在故障的增材制造设备 3.1.3 能恢复中止运行的增材制造设备	3.1.1 不同增材制造设备运行状态下中止方法 3.1.2 不同增材制造设备恢复运行注意事项
	3.2 表面后处理	3.2.1 能制作手工工具对增材制造制件后处理 3.2.2 能指导制作后处理工装或工具对增材制造制件进行表面处理	3.2.1 增材制造后处理工具的制作方法 3.2.3 增材制造制件表面处理方法
	3.3 打	3.3.1 能应用专业检测工具的结果,	3.3.1 增材制造设备打印件

	印件质量分析	提出增材制造制件加工高质量改进方案 3.3.2 能指导相关人员根据质量管理体系对增材制造打印件进行质量分析	高质量的分析方法 3.3.2 质量管理体系的要求
4. 互联网+3D打印	4.1 远程操作	4.1.1 能利用网络终端远程监控、实施增材制造设备的操作 4.1.2 能利用互联网+技术,规划并指导用户对本地增材制造设备的远程控制与操作	4.1.1 网络终端控制操作方法 4.1.2 互联网协议的要求
	4.2 跨界定制和云技术服务	4.2.1 能应用网络技术接受新的客户或产品要求,实现3D打印工艺跨界结合、远程定制需求 4.2.2 能指导技术人员协同网络人员实施增材制造云端设计、打印、后处理、检测等服务制造 4.2.3 能提供云端增材制造技术材料成型工艺、工艺设备操作咨询服务	4.2.1 互联网操作方法 4.2.2 增材制造资源案例 4.2.3 增材制造云存储、云技术的要求
5. 培训与管理	5.1 设备操作培训	5.1.1 能根据增材制造技术进步,对增材制造设备操作学员技术培训进行优化培训模式 5.1.2 能编写增材制造设备操作培训教材	5.1.1 增材制造发展与新技术新工艺 5.1.2 增材制造设备操作培训教材编写方法
	5.2 新技术应用	5.2.1 能快速接受新技术、新设备、新材料、新成型方法,推广最新增材制造技术成果 5.2.2 能指导增材制造设备操作员开展工艺技术改进项目	5.2.1 技术应用推广组织模式 5.2.2 增材制造工艺技术改进经典案例
	5.3 生产管理	5.3.1 能按照生产计划提出调度技术人员和设备的工作方案 5.3.2 能根据设备运行标准和相关法律法规制订安全操作规范	5.3.1 生产计划要领 5.3.2 常见设备安全生产技术资料

4 权重表

4.1 理论知识权重表

项目 \ 技能等级		五级/ 初级工 (%)	四级/ 中级工 (%)	三级/ 高级工 (%)	二级/ 技师 (%)	一级/ 高级技师 (%)
基本要求	职业道德	5	5	5	5	5
	基础知识	20	15	15	10	5
相关知识要求	数据处理与参数设置	20	20	20	-	-
	设备检查调试	10	10	10	-	-
	3D 打印成型	25	30	30	-	-
	后期处理	10	10	10	-	-
	设备维护与保养	10	10	10	-	-
	成型材料选定	-	-	-	15	20
	专业化成型方案制订	-	-	-	15	20
	设备运行与打印件处理	-	-	-	30	25
	互联网+3D 打印	-	-	-	15	15
	培训与管理	-	-	-	10	10
合计		100	100	100	100	100

4.2 技能要求权重表

项目 \ 技能等级		五级/ 初级工 (%)	四级/ 中级工 (%)	三级/ 高级工 (%)	二级/ 技师 (%)	一级/ 高级技师 (%)
技能 要求	数据处理与参数 设置	10	15	20	-	-
	设备检查调试	20	20	20	-	-
	3D 打印成型	40	35	30	-	-
	后期处理	15	15	15	-	-
	设备维护与保养	15	15	15	-	-
	成型材料选定	-	-	-	20	25
	专业化成型方案 制订	-	-	-	25	30
	设备运行与打印 件处理	-	-	-	30	20
	互联网+3D 打印	-	-	-	10	10
	培训与管理	-	-	-	15	15
合计		100	100	100	100	100

5 附录

5.1 专业术语

[1] 增材制造又称 3D 打印，是以三维模型数据为基础，通过材料堆积的方式制造零件或实物的工艺。

[2] 增材制造设备 增材制造系统中用于完成零件或实物生产过程中一个成型周期的必要组成部分，包括硬件、设备控制软件和设置软件。

[3] 熔融沉积成型 是将丝状热熔性材料加热融化，通过带有一个微细喷嘴的喷头挤喷出来。热熔材料融化后从喷嘴喷出，沉积在制作面板或者前一层已固化的材料上，温度低于固化温度后开始固化，通过材料的层层堆积形成最终成品。

[4] 光聚合成型 光聚合成型（SLA/DLP）又称光固化，用特定波长与强度的激光聚焦到光固化材料表面，使之由点到线，由线到面顺序凝固，完成一个层面的绘图作业，然后升降台在垂直方向移动一个层片的高度，再固化另一个层面，这样层层叠加构成一个三维实体。

[5] 粉末床熔融成型 粉末床熔融成形是金属 3D 打印中广泛使用的一门技术。在一个典型的成形过程中，基于一个离散化的三维数字模型，高功率激光快速扫过一层金属粉末颗粒（厚度为几十到一百微米），有选择性地将粉末颗粒熔化和融合。

5.2 参考标准

- [1] GB/T37463-2019 增材制造 塑料材料粉末床熔融工艺规范
- [2] GB/T37698-2019 增材制造 设计 要求、指南和建议
- [3] GB/T35021-2018 增材制造 工艺分类及原材料
- [4] GB/T35022-2018 增材制造 主要特性和测试方法 零件和粉末原材料
- [5] GB/T35351-2017 增材制造 术语
- [6] GB/T35352-2017 增材制造 文件格式
- [7] GB/T37461-2019 增材制造 云服务平台模式规范
- [8] GB/T39251-2019 增材制造 金属粉末性能表征方法
- [9] GB/T39328-2020 增材制造 塑料材料挤出成形工艺规范
- [10] GB/T39252-2020 增材制造 金属材料粉末床熔融工艺规范

5.3 参考文献

- [1] 魏青松. 增材制造技术原理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2017.
- [2] 王永信. 快速成型机真空注型技术与应用[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2014. 04