

专业技术技能人才培养标准

3D 打印-激光烧结应用工程师

说明

为了进一步完善行业技术技能人才培养标准体系，为专业技术技能人才教育和培训提供科学、规范的依据，工业和信息化部教育与考试中心依据当前 3D 打印行业发展的实际情况，结合激光烧结技术对应用人才需求迫切的现状，组织有关专家，进行《3D 打印-激光烧结专业技术技能人才培训标准》（以下简称“标准”的编写制定）。

一、本《标准》以客观反映现阶段行业技术应用的水平和对从业人员的要求为目标，在考虑经济发展、科技进步和产业结构变化对本专业影响的基础上，对本专业从业人员的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平都作了明确规定。

二、本《标准》的修订遵循了有关技术规程的要求，既保证了标准体例的规范化，又体现了以专业活动为导向、以专业技能为核心的特点，同时也使其具有根据科技发展进行调整的灵活性和实用性，符合培训和人才队伍建设工作的需要。

三、本《标准》依据有关规定将本培训标准分为三个等级，每个等级包括专业概况、基本要求、工作要求和比重表四个方面的内容。

四、本《标准》编制工作在工业和信息化部教育与考试中心的指导下，委托北京恒创增材制造技术研究院有限公司、云上动力（北京）数字科技有限公司组织编写，工作过程中

得到了国家增材制造创新中心、教育部快速成形工程研究中心、西安增材制造国家研究院有限公司、河南豫创增材制造技术研究院有限公司、山西增材制造研究院有限公司、航天三院、西安交通大学、北京城市学院、天津职业大学、广东中山火炬职业技术学院、吉林电子信息职业技术学院、全国增材制造（3D 打印）产业技术创新战略联盟等单位的大力支持。参加编审修订工作的主要人员有：王建文、谭志彬、牛洁红、王慧、钱程、赵新、徐杰、高扬、李腾飞、梁吉祥、赵进炎、张永强、毕晓臣、王琳、贾一斌、李向丽、边艳华、武轶申、葛菁菁、王晶、赵纪元、杨锋、薛彦芳、谢峰林、尚奕彤、张苗苗、杨奇龙、南阳瑞、于欢、杨楚、黄勇、李建国、沈兴东、马跃新、王志刚、李奎、李志勇、雷利宾、官涛、光琿、苗志强，在此对有关单位和专家表示感谢。

五、本《标准》经过工业和信息化部教育与考试中心审定，自 2018 年 8 月 4 日起施行。

目录

1.专业技术概况	
1.1 专业技术编码.....	7
1.2 专业技术名称.....	7
1.3 专业技术定义.....	7
1.4 专业技术等级.....	7
1.5 环境条件.....	7
1.6 专业技术能力倾向	7
1.7 普通受教育程度.....	7
1.8 专业技术培训要求	7
1.9 专业技术考核要求	8
2.基本要求	
2.1 职业素养.....	10
2.2 基础知识.....	11
3.工作要求	
3.1 初级技能.....	12
3.2 中级技能.....	17
3.3 高级技能.....	21
4.比重表	
4.1 理论知识.....	25
4.2 技能操作.....	25

3D 打印-激光烧结应用工程师 专业技术技能人才培养标准

1. 专业技术概况

1.1 专业技术编码

PTS11101080101-01

1.2 专业技术名称

3D 打印-激光烧结应用工程师

1.3 专业技术定义

能够操作激光烧结（选择性激光熔融、选择性激光烧结）设备，加工、制作 3D 打印产品的人员。

1.4 专业技术等级

本专业共设三个等级，分别为：初级技能、中级技能、高级技能。

1.5 环境条件

室内，工作环境为温湿度恒定、排气通风房间。

1.6 专业技术能力倾向

具有一定的学习和动手操作能力；具有一定的空间感和形体直觉；动作协调。

1.7 普通受教育程度

初中毕业（或相当文化程度）。

1.8 专业技术培训要求

1) 晋级培训期限

初级技能不少于 120 标准学时；中级技能不少于 160 标准学时；高级技能不少于 200 标准学时。注：机械工程相关专业、计算机相关专业、设计学相关专业等学科（或申请经工信部教育与考试中心认可的专业）在校生专业课学时可作为部分标准学时。

2) 培训教师

培训初、中、高级技能的教师应具有本专业或相关专业中级及以上专业技术职务任职资格。

3) 培训场所设备

理论知识培训：满足理论知识培训要求的标准教室和必备的教学仪器设备；

操作技能培训：满足激光烧结工程师操作技能培训所需要的材料、工具和设施设备，如激光烧结设备、空压机、制氮机、喷砂机等；材料如 316L 不锈钢、钛合金、铝合金等。

1.9 专业技术考核要求

1) 申报条件

——具备以下条件之一者，可申报初级技能：

(1) 经本专业技术初级正规培训达到规定标准学时数，并能够提供相关证明材料。

(2) 从事本专业技术工作 1 年以上。

(3) 本专业技术学徒期满。

——具备以下条件之一者，可申报中级技能：

(1) 取得初级证书后，连续或累积从事本专业技术工作 1 年以

上，经本专业技术中级正规培训达到规定标准学时数，并能够提供相关证明材料。

(2) 取得初级证书后，连续或累积从事本专业技术工作 2 年以上。

(3) 连续或累积从事本专业技术工作 4 年以上。

(4) 取得技工学校毕业证书；或取得以中级技能为培养目标的中等及以上职业学校或同等学力毕业证书（含尚未取得毕业证书的在校生）。

——具备以下条件之一者，可申报高级技能：

(1) 取得中级证书后，连续或累积从事本专业技术工作 2 年以上，经本专业技术高级正规培训达到规定标准学时数，并能够提供相关证明材料。

(2) 取得中级证书后，连续或累积从事本专业技术工作 4 年以上。

(3) 取得中级证书，并具有高级技工学校、技师学院毕业证书；或取得中级证书，并具有以高级技能为培养目标的高等职业学校或同等学力毕业证书（含尚未取得毕业证书的在校应届毕业生）。

(4) 具有大专及以上学历或同等学力毕业证书，并取得中级证书，连续或累积从事本专业技术工作 2 年以上（需提供 2 年以上工作经历证明）。

2) 考核方式

分为理论知识考试和操作技能考核。理论知识考试采用闭卷笔试

方式，操作技能考核采用现场实际操作或模拟操作方式。理论知识考试和操作技能考核均实行百分制，成绩皆达 60 分以上者为合格。

3) 监考及考评人员与考生配比

理论知识考试中的监考人员与考生配比为 1:20，每个标准教室不少于 2 名监考人员；操作技能考核中的考评人员与考生配比为 1:5，且不少于 3 名考评人员；综合评审委员不少于 5 人。

4) 考核时间

根据专业等级的不同，初级、中级、高级理论知识考试时间不少于 90 分钟，初级、中级操作技能考核不少于 180 分钟，高级操作技能考核不少于 240 分钟。

5) 考核场所设备

理论知识考试在标准教室进行；操作技能考核在工厂生产现场、实验室或实训室进行，按各工种等级的考核要求不同配备相应的设备、工具和材料。

2. 基本要求

2.1 职业素养

2.1.1 职业素养基本知识

2.1.2 专业守则

- (1) 遵守国家法律，遵守企业规章制度与劳动纪律。
- (2) 遵守工作规程，能保质保量按时完成工作任务。
- (3) 工作认真负责，不断提高业务水平和工作效率。
- (4) 平等待人，相互协作，在团队内发挥积极作用。

2.2 基础知识

2.2.1 化学基础

- (1) 化学元素知识。
- (2) 化学反应知识。
- (3) 酸碱盐知识。
- (4) 化合物知识。

2.2.2 材料基础

- (1) 非金属材料知识。
- (2) 金属材料知识。

2.2.3 电工基础

- (1) 电气知识。
- (2) 电子技术知识。

2.2.4 钳工与识图

- (1) 常用工具的使用和维护知识。
- (2) 常用量具的使用和维护保养知识。
- (3) 常用设备的使用和维护知识。
- (4) 机械制图的一般知识。

2.2.5 质量管理知识

- (1) 企业的质量方针。
- (2) 岗位的质量要求。
- (3) 岗位的质量保证措施与责任。

2.2.6 安全卫生环境保护知识

- (1) 化学品安全知识。
- (2) 环境保护知识。
- (3) 有毒有害物防护知识。
- (4) 劳动保护知识。
- (5) 设备操作安全知识。
- (6) 电气安全知识。
- (7) 消防安全知识。

2.2.7 相关法律、法规知识

- (1) 《中华人民共和国劳动法》的相关知识。
- (2) 《中华人民共和国质量法》的相关知识。
- (3) 《中华人民共和国劳动合同法》的相关知识。

3. 工作要求

本标准对初级、中级、高级的要求依次递进，高级别包括低级别的要求。

3.1 初级技能

专业技术功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 打印前设备准备	1.1 附属设备识别与准备	1.1.1 能选择防护用品种类并正确佩戴，做好个人安全防护 1.1.2 能识别并能开、关水冷机 1.1.3 能识别集尘器并能解锁、关闭集尘器腔门 1.1.4 能识别并能开、关防爆吸尘器	1.1.1 设备操作过程中的个人安全防护要求 1.1.2 附属设备操作规程及使用过程中的注意事项

		<p>1.1.5 能识别并能开、关制氮机</p> <p>1.1.6 能识别并能开、关空压机</p> <p>1.1.7 能识别并能开、关喷砂机</p> <p>1.1.8 能识别并能开、关筛粉机</p>	
	1.2 打印机准备	<p>1.2.1 能识别打印机并能开、关打印机电源</p> <p>1.2.2 能解锁、关闭打印机腔门</p> <p>1.2.3 能识别打印机建造软件与控制软件</p> <p>1.2.4 能手动移动刮刀运动</p> <p>1.2.5 能手动控制成型缸、供粉缸运动</p> <p>1.2.6 能检查基板的种类、表面质量是否符合工艺要求</p> <p>1.2.7 能将金属粉末装入供粉缸</p> <p>1.2.8 能检查激光窗口镜的表面清洁度是否完好,是否符合工艺要求</p> <p>1.2.9 能检查待用的刮刀是否完好并符合工艺要求</p> <p>1.2.10 能判断成型缸是否清理干净并能进行清理</p> <p>1.2.11 能将基板放到成型缸的正确位置上并使用固定螺丝固定</p> <p>1.2.12 能对基板进行加热</p> <p>1.2.13 能借助塞尺调节基板前、后、左、右位置至水平,并</p>	<p>1.2.1 选择性激光熔融(SLM)原理</p> <p>1.2.2 烧结系统组成模块及工作原理</p> <p>1.2.3 打印机操作规程及使用过程中的注意事项</p> <p>1.2.4 烧结基板的选择原则 基板调平过程中的操作规程及注意事项</p>

		<p>能检查基板的平面度</p> <p>1.2.14 能将基板移动至第一层位置</p> <p>1.2.15 能铺设第一层粉末</p> <p>1.2.16 能对工作腔充入惰性气体</p>	
2. 工作包准备与打印	2.1 工作包建立	<p>2.1.1 能识别激光烧结工艺所需要的数据格式</p> <p>2.1.2 能将数据导入建造软件</p> <p>2.1.3 能旋转零件角度</p> <p>2.1.4 能通过不同视角观察零件</p> <p>2.1.5 能按比例缩放零件</p> <p>2.1.6 能复制零件</p> <p>2.1.7 能检查和移动零件位置</p> <p>2.1.8 能导入零件支撑</p> <p>2.1.9 能对零件进行打印排序</p> <p>2.1.10 能将零件保存成工作包</p> <p>2.1.11 能对零件进行碰撞检测</p> <p>2.1.12 能导出工作包</p>	<p>2.1.1 烧结工艺的数据类型要求</p> <p>2.1.2 打印机建造编辑软件使用方法与注意事项</p>
	2.2 打印条件判定	<p>2.2.1 能查看加热平台当前温度</p> <p>2.2.2 能查看当前成型室内氧含量</p> <p>2.2.3 能开启循环系统</p>	2.2.1 打印机控制软件使用方法与注意事项
	2.3 工作包导入与开始打印	<p>2.3.1 能返回建造软件主界面并进入打印界面</p> <p>2.3.2 能导入工作包</p> <p>2.3.3 能开启激光器</p>	2.3.1 打印机控制软件使用方法与注意事项

		<p>2.3.4 能开始打印</p> <p>2.3.5 能查看打印用时和完成时间等信息</p>	
3. 打印完取包	3.1 清粉	<p>3.1.1 能准备齐全清粉用的工具</p> <p>3.1.2 能将成型缸下降至工作平面以下</p> <p>3.1.3 能将刮刀移至右极限</p> <p>3.1.4 能放置粉末挡板并借助隔热手套将成型缸粉末刷到溢粉缸</p> <p>3.1.5 能在清粉过程中逐渐上升成型缸</p> <p>3.1.6 能借助防爆吸尘器将残留粉末刷至溢粉缸</p> <p>3.1.7 能使用防爆吸尘器将基板螺钉孔及其他死角处的粉末清理干净</p> <p>3.1.8 能将基板固定螺钉旋出，并将基板取出</p>	<p>3.1.1 清粉过程中个人防护要求</p> <p>3.1.2 清粉过程中的安全注意事项</p> <p>3.1.3 清粉过程中的打印机的操作与注意事项</p> <p>3.1.4 吸尘器的操作规程及使用过程中的注意事项</p> <p>3.1.5 打印机控制软件使用方法与注意事项</p>
	3.2 筛粉	<p>3.2.1 能安装和卸载溢粉缸</p> <p>3.2.2 能借助防爆吸尘器将溢粉缸中的粉末在筛粉机中进行筛分</p> <p>3.2.3 能将过筛后的粉末储存于干燥密封容器中</p>	<p>3.2.1 筛粉机的操作规程及使用过程中的注意事项</p> <p>3.2.2 粉末储存和使用要求</p>
4. 设备维护与保养	4.1 故障处理	<p>4.1.1 能识别打印机的开关、急停等按钮，并可以判断其是否处于正常工作状态</p>	<p>4.1.1 常用电器的图形符号和文字符号相关知识</p> <p>4.1.2 打印机各个指示灯含</p>

		<p>4.1.2 能识别打印机激光指示灯,并根据指示灯判断激光器是否开关</p> <p>4.1.3 能识别打印机使能指示灯,并根据指示灯判断机器的运行情况</p>	义的相关知识
	4.2 设备 保养	<p>4.2.1 能在打印完成后及时清理工作缸和供粉缸</p> <p>4.2.2 能够在设备使用后及时清理工作腔内壁并及时筛粉保存材料</p>	<p>4.2.1 吸尘器的操作规程及使用过程中的注意事项</p> <p>4.2.2 打印机日常维护和保养方法及注意事项</p>

3.2 中级技能

专业技术功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 打印前设备准备	1.1 附属设备准备	1.1.1 能放出空压机积水 1.1.2 能调节制氮机气体流量并能放出积水 1.1.3 能加入和放出喷砂机用砂 1.1.4 能检查吸尘器内水量并能清理吸尘器沉积物 1.1.5 能查看水冷机内水量并能进行加水和除尘 1.1.6 能查看集尘器内压力并能对集尘器滤芯进行振动除尘 1.1.7 能更换筛粉机筛网并能进行惰性气体保护下筛粉	1.1.2 制氮机、喷砂机、吸尘器等附属设备的操作规程及使用过程中的注意事项
	1.2 打印机准备	1.2.1 能使用控制软件控制刮刀运动 1.2.2 能使用控制软件控制成型缸、供粉缸运动至指定位置 1.2.3 能使用控制软件控制成型缸、供粉缸运动指定高度 1.2.4 能根据打印的粉末种类选择正确的基板并对基板进行喷砂和清洁 1.2.5 能使用无水乙醇清洁激光窗口镜 1.2.6 能更换刮刀	1.2.1 打印机控制软件的操作规程及注意事项 1.2.2 刮刀更换过程中的操作规程及注意事项 1.2.3 窗口镜表面清洁的操作规程及注意事项

2. 工作包 准备与打 印	2.1 数据 准备	<p>2.1.1 能将零件导入模型处理软件</p> <p>2.1.2 能使用模型处理软件自动修复零件错误</p> <p>2.1.3 能导出修复完成的零件</p> <p>2.1.4 能借助模型处理软件对零件进行切割、布尔运算</p> <p>2.1.5 能借助模型处理软件旋转零件、调整零件比例、位置</p> <p>2.1.6 能借助模型处理软件测量零件尺寸</p> <p>2.1.7 能使用模型处理软件对零件自动添加支撑</p> <p>2.1.8 能使用模型处理软件观察零件多截面</p> <p>2.1.9 能使用模型处理软件导出支撑并设置支撑格式</p>	<p>2.1.1 模型处理软件基本知识</p> <p>2.1.2 模型摆放的原则与方法及注意事项</p> <p>2.1.3 模型错误检查与修复方法及注意事项</p> <p>2.1.4 支撑的添加方法及注意事项</p>
	2.2 建立 工作包	<p>2.2.1 能对工作包零件进行打印过程预览，并根据预览的情况调整零件参数</p> <p>2.2.2 能估算打印时间</p> <p>2.2.3 能使用建造软件编辑开始打印的温度</p> <p>2.2.4 能使用建造软件编辑每层打印的层厚</p> <p>2.2.5 能使用建造软件编辑智能送粉系数</p>	<p>2.2.1 打印机建造编辑软件的使用方法与注意事项</p>

	2.3 打印	<p>2.3.1 能暂停打印</p> <p>2.3.2 能在铺粉不足时加粉</p> <p>2.3.2 能计算成型缸每层送粉厚度</p> <p>2.3.3 能监测打印过程中的粉末高度、建造高度以及氧含量等信息</p> <p>2.3.4 能查看建造包的三维视图</p> <p>2.3.5 能查看当前打印截面</p> <p>2.3.6 能删除损坏的零件并能继续打印</p>	2.3.1 打印机控制软件使用方法与注意事项
3. 零件表面处理	3.1 支撑去除	3.1.1 能使用不同工具去除零部件上的支撑	3.1.1 去除支撑工具的使用方法及注意事项
	3.2 打磨	<p>3.2.1 能操作角磨机对零部件的表面进行处理</p> <p>3.2.2 能使用电磨机对零部件的表面进行打磨</p> <p>3.2.3 能操作喷砂机对零部件的表面进行处理</p> <p>3.2.4 能使用布轮抛光机对零件表面进行处理</p>	<p>3.2.1 打磨工具的使用方法及注意事项</p> <p>3.2.2 喷砂机等设备的操作规程及使用过程中的注意事项</p>
4. 设备维护与保养	4.1 故障处理	<p>4.1.1 能够解除打印过程中的供粉缸粉量不足、氧含量过高、溢粉缸已满等警报并明确警报解除后的操作</p> <p>4.1.2 能够识别充氮时间过长的原因并进行处理</p> <p>4.1.3 能够识别伺服电机异响</p>	4.1.1 常见故障的处理方法

		的原因并处理	
	4.2 设备 保养	4.2.1 能定期检查打印机及附属设备的运行状况是否良好 4.2.2 能够定期清理成型缸与供粉缸密封圈 4.2.3 能够定期清理溢粉缸，保证传感器正常运行	4.2.1 烧结设备日常维护和保养方法及注意事项

3.3 高级技能

专业技术功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 打印前设备设备	1.1 打印机准备	1.1.1 能安全更换集尘器滤芯，并妥善处理废弃的滤芯 1.1.2 能安全、妥善清理和处置集尘器内沉积物 1.1.3 能更换建造软件和控制软件内置材料文件 1.1.4 能借助无尘布、酒精、吸尘器等工具清理成型室内与待打印材料不同的粉末残留 1.1.5 能清洗溢粉管道及溢粉缸 1.1.6 能调节打印机充氮流量 1.1.7 能根据材料文件的不同切换打印机充气管路	1.1.1 集尘器清理安全与注意事项 1.1.2 材料更换相关知识与注意事项
2. 工作包准备与打印	2.1 数据准备	2.1.1 能使用修复软件对模型手动修复模型缺陷 2.1.2 能使用修复软件增加模型的加工余量，保证零部件的打印精度 2.1.3 能根据零件的复杂程度合理旋转、摆放零件 2.1.4 能编辑支撑参数 2.1.5 能保存并导出支撑参数标准文件 2.1.6 能设计不同类型的支撑	2.1.1 模型处理软件基本知识 2.1.2 支撑设计相关知识

	<p>2.1.7 能判断需要添加更强支撑的位置</p> <p>2.1.8 能测量零件壁厚、距离等参数</p>	
2.2 工件参数配置	<p>2.2.1 能对不同零件设计轮廓数量并调整轮廓偏置</p> <p>2.2.2 能调整不同零件轮廓的激光功率和扫描速度</p> <p>2.2.3 能对不同零件调整填充扫描参数并添加参数行</p> <p>2.2.4 能开启分区扫描并设定开启分区扫描的高度及扫描参数</p> <p>2.2.5 能对不同零件设定不同的上下表面扫描参数</p> <p>2.2.6 能修改支撑扫描参数</p> <p>2.2.7 能保存修改过的工件参数</p>	<p>2.2.1 工件配置参数的相关知识</p> <p>2.2.3 打印机建造编辑软件的使用方法与注意事项</p>
2.3 建造参数在线修改	<p>2.3.1 能在线修改基板加热温度并添加参数行</p> <p>2.3.2 能识别采用较小送粉系数和较大送粉系数的高度，并能在线修改智能送粉系数、添加参数行</p> <p>2.3.3 能在线修改粉层厚度并能添加参数行</p>	<p>2.3.1 烧结主设备控制软件使用方法与注意事项</p>

	2.4 工件参数在线修改	2.4.1 能在线修改任一工件的打印参数 2.4.2 能为任一工件在任一指定位置施加特定打印参数	2.4.1 打印机控制软件使用方法与注意事项
	2.5 打印与分析	2.5.1 能在打印过程中更换溢粉缸,并能防止空气进入 2.5.2 能分析打印过程中出现球化的原因 2.5.3 能分析打印过程中翘曲变形的原因 2.5.4 能分析工件表面粗糙度大的原因 2.5.5 能对待加工零件进行报价	2.5.1 选区激光熔融理论知识 2.5.2 打印机建造编辑软件相关知识 2.5.3 打印机操作规程及使用过程中的注意事项
3. 设备常见故障处理	3.1 激光故障报警排除	3.1.1 能确定设备报警的内容并关闭报警 3.1.2 能根据设备报警的原因解除警报并恢复设备的正常工作状态	3.1.1 激光器相关知识 3.1.2 激光扫描系统的组成及工作原理
	3.2 打印过程卡刀故障排除	3.2.1 能使用打印机软件控制系统终止打印过程 3.2.2 能降低成型缸和送粉缸,并把刮刀移到左或右极限位置 3.2.3 能判断刮刀状态决定是否更换 3.2.4 能根据实际打印过程中分析卡刀的原因并避免下次再出现此问题	3.2.1 打印机操作规程及使用过程中的注意事项 3.2.2 刮刀更换过程中的操作流程及注意事项

	<p>3.3 打印过程送粉缸缺粉故障排除</p>	<p>3.3.1 能使用打印机软件控制系统暂停并终止打印过程</p> <p>3.3.2 能加入金属粉末并对未完成的表面进行铺粉</p> <p>3.3.3 能对未完成的模型续接打印</p>	<p>3.3.1 打印机控制软件的基本知识及操作方法</p>
	<p>3.4 烧结过程开始始终未进入打印故障排除</p>	<p>3.4.1 能检查刮刀是否已经移到左右极限,如果没有可以移动刮刀到左右极限</p> <p>3.4.2 能检查工作腔内的氧气含量是否降到指定的含量</p> <p>3.4.3 能开启循环风,若不能开启能找到原因</p> <p>3.4.4 能检查惰性气体的流量是否达到规定值</p> <p>3.4.5 能检查基板加热温度是否到达规定值</p>	<p>3.4.1 打印机控制软件的使用方法与注意事项</p> <p>3.4.2 惰性气体流量计的使用方法及注意事项</p>
	<p>3.5 成型室氧气含量长时间无法下降故障排除</p>	<p>3.5.1 能检查是否开启充气开关</p> <p>3.5.2 能检查惰性气体的量是否充足及其流量是否达到规定值</p> <p>3.5.3 能调整制氮机及打印机流量表保证氮气纯度且快速充气</p>	<p>3.5.1 惰性气体流量计的使用方法及注意事项</p>

4. 比重表

4.1 理论知识

项目 \ 技能等级		技能等级		
		初级技能 (%)	中级技能 (%)	高级技能 (%)
基本要求	职业素养	10	10	10
	基础知识	10	10	10
技能要求	打印前设备准备	25	25	25
	工作包准备与打印	20	25	30
	打印完取包	20	-	-
	零件表面处理	-	15	-
	设备维修与保养	15	15	25
合计		100	100	100

4.2 技能操作

项目 \ 技能等级		技能等级		
		初级技能 (%)	中级技能 (%)	高级技能 (%)
技能要求	打印前设备准备	30	30	30
	工作包准备与打印	25	30	35
	打印完取包	25	-	-
	零件表面处理	-	20	-
	设备维修与保养	20	20	35
合计		100	100	100

附件 2:

专业技术技能人才培养标准

3D 打印-立体光固化应用工程师

说明

为了进一步完善行业技术技能人才培养标准体系，为专业技术技能人才教育和培训提供科学、规范的依据，工业和信息化部教育与考试中心依据当前 3D 打印行业发展的实际情况，结合立体光固化成型工艺，组织有关专家，进行《3D 打印-立体光固化应用工程师专业技术技能人才培养标准》（以下简称“标准”）的编写制定。

一、本《标准》以客观反映现阶段行业技术应用的水平和对从业人员的要求为目标，在考虑经济发展、科技进步和产业结构变化对本专业影响的基础上，对本专业从业人员的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平都作了明确规定。

二、本《标准》的修订遵循了有关技术规程的要求，既保证了标准体例的规范化，又体现了以专业活动为导向、以专业技能为核心的特点，同时也使其具有根据科技发展进行调整的灵活性和实用性，符合培训和人才队伍建设工作的需要。

三、本《标准》依据有关规定将本培训标准分为三个等级，包括专业概况、基本要求、工作要求和比重表四个方面的内容。

四、本《标准》编制工作在工业和信息化部教育与考试中心的指导下，委托北京恒创增材制造技术研究院有限公司、云上动力（北京）数字科技有限公司组织编写，工作过程中

得到了国家增材制造创新中心、教育部快速成形工程研究中心、西安增材制造国家研究院有限公司、陕西恒通智能机器有限公司、河南豫创增材制造技术研究院有限公司、山西增材制造研究院有限公司、西安交通大学、北京城市学院、佛山职业技术学院、北京工贸技师、全国增材制造(3D打印)产业技术创新战略联盟等单位的大力支持。参加编审修订工作的主要人员有：王建文、谭志彬、牛洁红、王慧、钱程、赵新、徐杰、高扬、李腾飞、梁吉祥、赵进炎、张永强、毕晓臣、王琳、贾一斌、李向丽、边艳华、武轶申、葛菁菁、王晶、赵纪元、杨锋、薛彦芳、谢峰林、尚奕彤、张苗苗、杨奇龙、南阳瑞、于欢、杨楚、黄勇、支浩、牛磊磊、冯安平、赵正伟、赵海英、王国强、刘玉龙、尚建伟、雷利宾、官涛、光琿、苗志强，在此对有关单位和专家表示感谢。

五、本《标准》经过工业和信息化部教育与考试中心审定，自 2018 年 8 月 4 日起施行。

目录

1.专业技术概况	
1.1 专业技术编码.....	30
1.2 专业技术名称.....	30
1.3 专业技术定义.....	30
1.4 专业技术技能等级	30
1.5 环境条件.....	30
1.6 专业技术能力倾向	30
1.7 普通受教育程度.....	30
1.8 专业技术培训要求	30
1.9 专业技术考核要求	31
2.基本要求	
2.1 职业素养.....	33
2.2 基础知识.....	34
3.工作要求	
3.1 初级技能.....	36
3.2 中级技能.....	40
3.3 高级技能.....	44
4.比重表	
4.1 理论知识.....	50
4.2 技能操作.....	50

3D 打印-立体光固化应用工程师

专业技术技能人才培训标准

1. 专业技术概况

1.1 专业技术编码

PTS11101080101-02

1.2 专业技术名称

3D 打印-立体光固化应用工程师

1.3 专业技术定义

能操作立体光固化成形设备，加工、制作 3D 打印产品的人员。

1.4 专业技术技能等级

本专业共设三个等级，分别为：初级技能、中级技能、高级技能。

1.5 环境条件

室内，工作环境为温湿度恒定、排气通风房间。

1.6 专业技术能力倾向

具有一定的学习和动手能力；具有一定的计算机操作和模型设计能力；具有一定的空间感和立体感。

1.7 普通受教育程度

高中毕业（或相当文化程度）。

1.8 专业技术培训要求

1) 晋级培训期限

初级技能不少于 120 标准学时；中级技能不少于 160 标准学时；高级技能不少于 200 标准学时。注：机械工程相关专业、计算机相关专业、设计学相关专业

等学科（或申请经工信部教育与考试中心认可的专业）在校生专业课学时可作为部分标准学时。

2) 培训教师

培训初、中、高级技能的教师应具有本专业或相关专业中级及以上专业技术职务任职资格。

3) 培训场所设备

理论知识培训：满足理论知识培训要求的标准教室和必备的教学仪器设备；
操作技能培训：满足 3D 打印制作操作技能培训所需要的材料、工具、仪器和设施设备。培训场所应保证温湿度恒定、排气通风、无尘无震，配备立体光固化成形设备，具有满足立体光固化成形工艺的制件后处理室并配备标准的后处理工具，废液、废料处理室；材料应包括立体光固化成形工艺的液态树脂等打印原材料、后处理材料。

1.9 专业技术考核要求

1) 申报条件

——具备以下条件之一者，可申报初级技能：

(1) 经本专业技术初级正规培训达到规定标准学时数，并能够提供相关证明材料。

(2) 从事本专业技术工作 1 年以上。

(3) 本专业技术学徒期满。

——具备以下条件之一者，可申报中级技能：

(1) 取得初级证书后，连续或累积从事本专业技术工作 1 年以上，经本专业技术中级正规培训达到规定标准学时数，并能够提供相关证明材料。

(2) 取得初级证书后，连续或累积从事本专业技术工作 2 年以上。

(3) 连续或累积从事本专业技术工作 4 年以上。

(4) 取得技工学校毕业证书；或取得以中级技能为培养目标的中等及以上职业学校或同等学力毕业证书（含尚未取得毕业证书的在校生）。

——具备以下条件之一者，可申报高级技能：

(1) 取得中级证书后，连续或累积从事本专业技术工作 2 年以上，经本专业技术高级正规培训达到规定标准学时数，并能够提供相关证明材料。

(2) 取得中级证书后，连续或累积从事本专业技术工作 4 年以上。

(3) 取得中级证书，并具有高级技工学校、技师学院毕业证书；或取得中级证书，并具有以高级技能为培养目标的高等职业学校或同等学力毕业证书（含尚未取得毕业证书的在校应届毕业生）。

(4) 具有大专及以上学历或同等学力毕业证书，并取得中级证书，连续或累积从事本专业技术工作 2 年以上（需提供 2 年以上工作经历证明）。

2) 考核方式

分为理论知识考试和操作技能考核。理论知识考试采用闭卷笔试方式，操作技能考核采用现场实际操作或模拟操作方式。理论知识考试和操作技能考核均实行百分制，成绩皆达 60 分以上者为合格。

3) 监考及考评人员与考生配比

理论知识考试中的监考人员与考生配比为 1:20，每个标准教室不少于 2 名监考人员；操作技能考核中的考评人员与考生配比为 1:5，且不少于 3 名考评人员；综合评审委员不少于 5 人。

4) 考核时间

根据专业等级的不同，初级、中级、高级理论知识考试时间不少于 90 分钟，初级、中级操作技能考核不少于 180 分钟，高级操作技能考核不少于 240 分钟。

5) 考核场所设备

理论知识考试在标准教室进行；操作技能考核在工厂生产现场、实验室或实训室进行，按各工种等级的考核要求不同配备相应的设备、工具和材料。

2. 基本要求

2.1 职业素养

2.1.1 职业素养基本知识

2.1.2 专业守则

- (1) 遵守国家法律，遵守企业规章制度与劳动纪律。
- (2) 遵守工作规程，能保质保量按时完成工作任务。
- (3) 工作认真负责，不断提高业务水平和工作效率。
- (4) 平等待人，相互协作，在团队内发挥积极作用。

2.2 基础知识

2.2.1 化学基础

- (1) 化学元素知识。
- (2) 化学反应知识。
- (3) 酸碱盐知识。
- (4) 化合物知识。

2.2.2 材料基础

- (1) 光敏树脂材料的成分及分类

2.2.3 电工基础

- (1) 电气知识。
- (2) 电子技术知识。
- (3) 常用电器元件的名称和用途。

2.2.4 钳工与识图

- (1) 常用工具的使用和维护知识。
- (2) 常用量具的使用和维护保养知识。
- (3) 常用设备的使用和维护知识。
- (4) 机械制图的一般知识。

2.2.5 质量管理知识

- (1) 企业的质量方针。
- (2) 岗位的质量要求。
- (3) 岗位的质量保证措施与责任。

2.2.6 安全卫生环境保护知识

- (1) 化学品安全知识。
- (2) 环境保护知识。
- (3) 有毒有害物防护知识。
- (4) 劳动保护知识。
- (5) 设备操作安全知识。
- (6) 电气安全知识。
- (7) 消防安全知识。

2.2.7 相关法律、法规知识

- (1) 《中华人民共和国劳动法》的相关知识。
- (2) 《中华人民共和国质量法》的相关知识。
- (3) 《中华人民共和国劳动合同法》的相关知识。

3. 工作要求

本标准对初级、中级、高级的要求依次递进，高级别包括低级别的要求。

3.1 初级技能

行业技术功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 数据获取与处理	1.1 打印数据检查	1.1.1 能识别常见模型数据格式 1.1.2 能识别常见三维设计软件种类 1.1.3 能识读简单产品（如手机壳、茶壶等）的二维图、三维图 1.1.4 能判定模型尺寸是否满足当前设备加工要求	1.1.1 常用的数据格式知识 1.1.2 常用三维软件的应用知识 1.1.3 设计类软件分类知识 1.1.4 3D 打印数据基础知识
	1.2 打印工艺处理	1.2.1 能打开数据处理软件并导入相应的三维数据 1.2.2 能根据模型特征选取合适的工艺类型 1.2.3 能根据模型尺寸选择合适的设备型号 1.2.4 能判断模型的基本摆放位置 1.2.5 能对简单模型进行排版 1.2.6 能对模型自动生成支撑 1.2.7 能输出打印需要的数据格式	1.2.1. 数据处理软件基本知识 1.2.2 工艺支撑设计的相关知识 1.2.3 常用立体光固化成形设备接口数据格式知识 1.2.4 激光快速成型设备相关配置知识
2. 打印	2.1 打印前准备	2.1.1 能熟悉光敏树脂材料的种类及用途	2.1.1 光敏树脂的相关知识（物性状态、种类及用

	<p>2.1.2 能识别设备及附属机器的主要部件</p> <p>2.1.3 能按操作规程完成设备的开关机操作</p> <p>2.1.4 能判断激光功率是否处于正常状态</p> <p>2.1.5 能根据液位检测结果完成树脂添加操作，并能添加树脂</p> <p>2.1.6 能检查网板表面并清理网板</p> <p>2.1.7 能对设备进行移动工作台、搅拌树脂、试验涂铺等操作</p> <p>2.1.8 能完成制作数据的拷贝和加载</p> <p>2.1.9 能对加载的数据进行仿真</p> <p>2.1.10 能确定工作台、树脂温度等是否满足打印条件</p>	<p>途)</p> <p>2.1.2 设备开关机操作规程</p> <p>2.1.3 液位检测方法及时树脂添加方法</p> <p>2.1.4 数据加载方法</p> <p>2.1.5 网板清理方法</p> <p>2.1.6 设备控制软件的相关操作</p> <p>2.1.7 设备打印需求相关条件</p>
2.2 打印	<p>2.2.1 能导入已有的打印工艺参数进行打印操作</p> <p>2.2.2 能判断打印状态是否正常并作出暂停、取消、继续等控制操作</p>	<p>2.2.1 立体光固化成形设备操作规程</p>
2.3 打印后操作	<p>2.3.1 能取出打印完成的模型，并保证模型完整</p> <p>2.3.2 能将成形设备的平台清理干净，表面无杂物</p> <p>2.3.3 能将成形过程中的废</p>	<p>2.3.1 工件取件流程</p> <p>2.3.2 光敏树脂废料处理方法</p> <p>2.3.3 光敏树脂材料存放规程</p>

		料进行收集并置于指定位置 2.3.4 能将成形后添加完的树脂进行妥善保存	2.3.4 立体光固化工艺设备的清理规程
3. 工件后处理	3.1 辅料及支撑清理	3.1.1 能去除成形件的表面支撑并将去除的支撑收集归纳到指定位置 3.1.2 能使用酒精等清洗液对立体光固化打印工件表面进行清洗 3.1.3 能将工件后处理产生的废液等排入指定设备或设施	3.1.1 立体光固化成形件支撑去除方法 3.1.2 立体光固化成形件表面粘连树脂的清洗方法 3.1.3 常用后处理工具的使用方法 3.1.4 酒精性能及使用规范
	3.2 表面处理	3.2.1 能确定工件需要打磨的部位并进行打磨，消除表面层阶纹 3.2.2 能检查工件表面并确定需要修补的区域	3.2.1 工件表面质量的判定方法 3.2.2 抛光原理与方法
	3.3 原型精度检验	3.3.1 能使用常用检测工具（游标卡尺等）对打印件进行测量 3.3.2 能根据图纸精度要求，使用铲刀、手工刀、锉刀等工具对打印件进行表面处理 3.3.3 能完成打印件产品质量检验（表面光洁度、内外尺寸、配合公差等）	3.3.1. 常用测量工具使用知识 3.3.2. 常用工具（如铲刀、手工刀、锉刀等）的选用方法 3.3.3. 检测工具（如游标卡尺等）的使用方法
4. 设备维修与保养	4.1 故障处理	4.1.1 能识别按钮、开关等常用低压电器的图形符号	4.1.1 常用低压电器的图形符号和文字符号相关知

	<p>和文字符号</p> <p>4.1.2 能识别设备状态是否处于报错状态</p> <p>4.1.3 能检查激光器是否出光</p>	<p>识</p> <p>4.1.2 万用表、电流表、电压表选用及使用方法</p> <p>4.1.3 常见光路故障判断方法</p>
4.2 设备保养	<p>4.2.1 能对立体光固化成形设备的成形工作台进行清理</p> <p>4.2.2 能对立体光固化成形设备刮刀导轨进行日常添加润滑油操作</p> <p>4.2.3 能对各机械运动轴进行添加润滑油操作</p>	<p>4.2.1 立体光固化成形设备的清洁及日常保养规程</p>

3.2 中级技能

行业技术功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1、数据准备	1.1 打印数据检查	1.1.1 能识别多种模型数据格式 1.1.2 能识读复杂产品(如汽车缸体、电器壳体等)的二维图、三维图 1.1.3 能对装配图进行拆分 1.1.4 能操作一种三维设计软件 1.1.5 能将模型转换打印工艺需要的数据类型 1.1.6 能调整模型大小与设备成形尺寸是否相匹配 1.1.7 能判断模型数据是否存在缺陷	1.1.1 常用软件数据格式知识 1.1.2 常用三维软件的使用方法 1.1.3. 机械设计基础知识 1.1.4. 三维建模基础知识
	1.2 打印工艺及数据处理	1.2.1 能完成数据处理软件的安装 1.2.2 能在数据处理软件里设置加工平台参数(加工尺寸、分层厚度、光斑补偿等) 1.2.3 能修复简单的三角面片错误(三角面片反向、重叠、缺失) 1.2.4 能通过剖视图查看模型实体情况 1.2.5 能根据模型特征选	1.2.1 数据处理软件的安装方法 1.2.2 数据处理软件的设置方法 1.2.3 立体光固化设备性能参数知识 1.2.4 立体光固化成形工艺优化方法 1.2.5 立体光固化成形支撑处理方法 1.2.6 数据处理软件操作知识

		<p>择合适的摆放位置和方向</p> <p>1.2.6 能计算模型的重量及打印成本</p> <p>1.2.7 能通过模型抽壳、内部结构、壁厚分析等功能优化制作成本</p> <p>1.2.8 能完成复杂模型(汽车缸体、电器壳、医疗数据等)的自动支撑生成并可进行手动支撑编辑</p> <p>1.2.9 能完成模型排版、输出、平台切换等操作</p> <p>1.2.10 立体光固化成型工艺对光敏树脂材料的性能要求</p>	1.2.7 光敏树脂材料性能知识
2、模型打印	2.1 立体光固化成型设备的调试	<p>2.1.1 能使用清洗液(如水、酒精)清洗树脂槽,达到表面清洁、无污物</p> <p>2.1.2 能添加光敏树脂到使用状态</p> <p>2.1.3 能进行树脂加热和搅拌操作,并能判断加热状态</p>	<p>2.1.1 树脂槽清洗方法</p> <p>2.1.2 光敏树脂添加方法</p> <p>2.1.3 树脂加热控制和搅拌的操作方法</p>
	2.2 立体光固化设备操作	<p>2.2.1 能通过仿真模式检查模拟打印过程,并分析打印过程可能出现的问题</p> <p>2.2.2 能通过观察网板表面液位状态确定并调整液面高度</p>	<p>2.2.1 电器控制相关常识</p> <p>2.2.2 设备强弱电控制相关知识</p> <p>2.2.3 控制软件参数含义</p> <p>2.2.4 平台水平位置的定义</p> <p>2.2.5 激光功率与扫描参数的搭配方式</p>

		<p>2.2.3 能通过涂覆系统移动消除液体表面气泡</p> <p>2.2.4 能刷新激光器功率并判别激光器功率状态</p> <p>2.2.5 能根据指示灯(电源指示灯、伺服指示灯、激光器指示灯等)判断设备处于的工作状态</p> <p>2.2.6 能根据激光功率快速优化工艺参数(扫描速度、扫描间距、轮廓扫描速度等)</p> <p>2.2.7 能根据标准液位高度校准工作台的零位</p>	
3、产品后处理	3.1 表面处理	<p>3.1.1 能确定形态复杂零件的打磨方案并制定表面处理等级</p> <p>3.1.2 能对原型产品表面进行精细打磨、抛光、喷漆等处理</p> <p>3.1.3 能对形态复杂零件的喷涂工艺进行合理性分析</p> <p>3.1.4 能使用超声波清洗机对立体光固化工件进行处理</p> <p>3.1.5 能使用美工刀、镊子等工具去除工件支撑结构</p> <p>3.1.6 能使用喷枪等工具对三维印刷工艺打印模型进行深度清理</p>	<p>3.1.1 表面喷涂工艺规程</p> <p>3.1.2 超声波清洗机的使用规程</p> <p>3.1.3 复杂立体光固化成形工件支撑的去除方法</p> <p>3.1.4 常用去支撑工具的使用方法</p> <p>3.1.5 喷枪、烘箱的使用规程</p>

		3.1.7 能使用烘箱对三维印刷工艺成形工件进行干燥	
	3.2 产品拼装及精度检验	3.2.1 能根据装配图组装复杂产品 3.2.2 能拼接复杂产品的拆件并粘接牢固 3.2.3 能进行形态复杂零件的质量检验（表面光洁度、内外尺寸、配合公差等）	3.2.1 产品装配图知识 3.2.2 精密量具的使用方法
4. 设备维护与保养	4.1 故障判断与处理	4.1.1 能使用常用电子仪表判断设备的电路故障 4.1.2 能调整立体光固化成形过程中的卡刀问题 4.1.3 能调整立体光固化工艺设备的刮刀水平位置 4.1.4 能处理立体光固化设备在制作过程中的限位报错问题	4.1.1 常见故障的处理方法
	4.2 设备保养	4.2.1 能按设备保养规程对设备功能部件、运动部件、连接紧固件进行定期保养	4.2.1 立体光固化设备的功能部件、运动部件、连接紧固件的定期保养规程

3.3 高级技能

行业技术功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1、数据准备与设计	1.1 打印数据检查	1.1.1 能分析大型复杂产品的零件图、装配图，并制定打印方案 1.1.2 能通过三维建模软件根据二维图纸绘制三维模型 1.1.3 能根据产品、部件功能需求，结合立体光固化成形工艺特征，提出模型优化的方向和原因	1.1.1 三维建模软件操作知识 1.1.2 产品优化设计基础知识
	1.2 数据处理	1.2.1 能对大尺寸数据进行分割，制定数据打印方案 1.2.2 能手动修复复杂的三角面片错误（三角面片反向、重叠、缺失）以及孔洞、缝隙 1.2.3 能修复模型存在的破损面、曲面异常、实体面重叠问题 1.2.4 能修改模型特征尺寸以适应组装模型（如滚动轴承、运动丝杠等）的一次性打印 1.2.5 能使用布尔运算的并、交、差功能对模型进行修改	1.2.1 数据处理软件操作知识 1.2.2 立体光固化成形工艺支撑添加方法及优化方法

		<p>1.2.6 能快速判断复杂模型（如医疗骨骼、概念楼盘等）的支撑添加方向</p> <p>1.2.7 能手动优化复杂产品的支撑</p> <p>1.2.8 能优化立体光固化成形打印工艺中的层厚、壁厚、填充密度等工艺参数</p> <p>1.2.9 能优化立体光固化面打印工艺中的层厚、扫描时间、Z轴运动高度等工艺参数</p> <p>1.2.10 能在打印工艺软件中优化模型支撑</p> <p>1.2.11 能分析模型的不同处理方式对打印过程及质量的影响及原因</p>	
<p>2、模型打印</p>	<p>2.1 立体光固化设备的调试</p>	<p>2.1.1 能检查设备 Z 轴、B 轴、F 轴限位开关是否正常</p> <p>2.1.2 能检查 Z 轴、B 轴、F 轴的运动方向以及运动距离设置</p> <p>2.1.3 能完成 F 轴初始位置与临界位置的设定</p> <p>2.1.4 能按照液位当量计算方法测量实际当量值并修改配置文件</p> <p>2.1.5 能检查光路系统的状态并能熟练调整设备的</p>	<p>2.1.1 机械装配常识，电器安装常识，光学反射原理知识</p> <p>2.1.2 水平仪使用知识</p> <p>2.1.3 电器控制原理、限位开关工作原理知识</p> <p>2.1.4 设备刮平高度调整方法</p> <p>2.1.5 初始位置、临界位置的基本含义，控制软件的操作方法</p> <p>2.1.6 真空吸附工作原理，</p>

	<p>光路系统</p> <p>2.1.6 能分析设备不同参数条件下对成形质量的影响及原因</p>	<p>压差开关调节方法</p>
2.2. 立体光固化设备操作	<p>2.2.1 能自定义修改指定层的工艺参数（如涂铺速度、涂铺时间、填充速度、轮廓速度等）</p> <p>2.2.2 能对打印过程中的错误进行预判、对打印过程中的终止情形进行操作</p> <p>2.2.3 能分析打印参数对打印过程及结果的影响</p> <p>2.2.4 能分析打印过程错误产生的原因</p>	<p>2.2.1 激光器操作知识</p> <p>2.2.2 条式水平仪、高度尺的使用方法</p> <p>2.2.3 程序配置文件的修改方法</p> <p>2.2.4 常见问题故障排查方法及维修方法</p>
2.3 立体光固化设备维护	<p>2.3.1 能使用万用表检查设备、伺服电机、电脑、激光器、扫描器等供电是否正常</p> <p>2.3.2 能判断液位传感器、真空吸附、温控系统的故障，并能独立更换</p> <p>2.3.3 能判断光路系统出现的异常故障(如异常噪音、异常扫描、无激光输出等)</p> <p>2.3.4 能将 RCT 卡安装到工控机主板上，并安装驱动程序</p> <p>2.3.5 能给 Z 轴、B 轴、F</p>	<p>2.3.1 万用表的使用规程</p> <p>2.3.2 液位传感器、真空吸附、温控系统的工作原理</p> <p>2.3.3 设备常见故障的诊断方法</p> <p>2.3.4 电脑硬件维护知识，驱动程序安装方法</p>

		轴导轨和丝杠涂抹润滑油 2.3.6 能使用活动扳手调节 B 轴皮带的松紧度	
3、产品后处理	3.1 表面处理	3.1.1 能对含有内腔(如气道等)的模型提出打磨方案 3.1.2 能对原型产品表面进行精细打磨、抛光、喷漆等处理 3.1.3 能根据要求提出合适的工艺(如真空镀膜、电镀等)改善模型的性能 3.1.4 能根据打磨需求制作、修复对应的打磨工具 3.1.5 能分析多孔等异形结构模型内部清洗不净等问题产生的原因并提供解决办法 3.1.6 能根据支撑在后处理过程中去除的难易程度、对打印工件表面质量的影响等因素优化支撑的后处理方式	3.1.1 表面处理常用的工艺知识 3.1.2 刀具制作常识,磨刀常识,砂轮机使用规程
	3.2 产品拼装及精度检验	3.2.1 能处理 1 米以上大型模型的拼装 3.2.2 能使用多种测量工具(如千分尺、高度尺、手持扫描仪等) 3.2.3 能对光固化打印中模型的打印水纹及残缺、	3.2.1. 大型、复杂、异形产品装配图知识 3.2.2 测量工具使用方法 3.2.3 光固化打印中工件的修复方法

		浸泡脱皮、后处理划伤、 细节打印缺失等缺陷进行 修复	
4 设备维 护与保养	4.1 故障 处理	<p>4.1.1 能根据实际状况排 查立体光固化成形工艺设 备、机械运动设备相关控 制器的外围开关、传感器、 步进电机、激光器等设备 故障</p> <p>4.1.2 能根据实际状况排 查立体光固化设备相关控 制器的输入输出模块、通 信模块、电机控制模块、 温控模块等控制系统故障</p> <p>4.1.3 能按照电路图设计 要求对步进电机驱动系 统、限位开关、温度传感 器等进行安装、接线、调 试</p> <p>4.1.4 能分析立体光固化 设备运行后出现的一系列 机械故障产生的原因</p> <p>4.1.5 能分析打印无法正 常成形的原因</p> <p>4.1.6 能解决打印工艺设 备软件系统异常问题</p>	<p>4.1.1 立体光固化成形设备 相关控制器的常见故障类型 及排除方法</p> <p>4.1.2 步进电机驱动系统、 限位开关、温度传感器等元 件的安装、调试方法</p> <p>4.1.3 机械常见故障的解决 方法</p> <p>4.1.4 打印工艺软件维护调 试办法</p>
	4.2 设备 保养	<p>4.2.1 能对打印工艺设备</p>	<p>4.2.1 光路清洁方法</p>

		机械结构与光路系统深度 清洁与保养	
--	--	----------------------	--

4. 比重表

4.1 理论知识

技能等级		初级技能 (%)	中级技能 (%)	高级技能 (%)
项目				
基本要求	职业素养	5	5	5
	基础知识	10	10	10
技能要求	数据准备与设计	30	20	15
	模型打印	20	30	20
	产品后处理	20	15	20
	设备维修与保养	15	20	30
合计		100	100	100

4.2 技能操作

技能等级		初级技能 (%)	中级技能 (%)	高级技能 (%)
项目				
技能要求	数据准备	30	20	20
	打印	30	30	20
	模型处理	20	20	30
	设备维修与保养	20	30	30
合计		100	100	100

附件 3:

专业技术技能人才培养标准

3D 打印-逆向工程应用工程师

说明

为了进一步完善行业技术技能人才培训标准体系，为专业技术技能人才教育和培训提供科学、规范的依据，工业和信息化部教育与考试中心依据当前 3D 打印行业发展的实际情况，组织有关专家，进行《3D 打印-逆向工程应用工程师专业技术技能人才培训标准》（以下简称“标准”的编写制定）。

一、本《标准》以客观反映现阶段行业技术应用的水平和对从业人员的要求为目标，在考虑经济发展、科技进步和产业结构变化对本专业影响的基础上，对本专业从业人员的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平都作了明确规定。

二、本《标准》的修订遵循了有关技术规程的要求，既保证了标准体例的规范化，又体现了以专业活动为导向、以专业技能为核心的特点，同时也使其具有根据科技发展进行调整的灵活性和实用性，符合培训和人才队伍建设工作的需要。

三、本《标准》依据有关规定将本培训标准分为三个等级，包括专业概况、基本要求、工作要求和比重表四个方面的内容。

四、本《标准》编制工作在工业和信息化部教育与考试中心的指导下，委托北京恒创增材制造技术研究院有限公司、云上动力（北京）数字科技有限公司组织编写，工作过程中

得到了国家增材制造创新中心、教育部快速成形工程研究中心、西安增材制造国家研究院有限公司、陕西恒通智能机器有限公司、河南豫创增材制造技术研究院有限公司、山西增材制造研究院有限公司、西安交通大学、北京城市学院、深圳技师学院、内蒙机电职业技术学院、北京市工贸技师学院、全国增材制造（3D 打印）产业技术创新战略联盟等单位的大力支持。参加编审修订工作的主要人员有：王建文、谭志彬、牛洁红、王慧、钱程、赵新、徐杰、高扬、李腾飞、梁吉祥、赵进炎、张永强、毕晓臣、王琳、贾一斌、李向丽、边艳华、武轶申、葛菁菁、王晶、赵纪元、杨锋、薛彦芳、谢峰林、尚奕彤、张苗苗、杨奇龙、南阳瑞、于欢、杨楚、黄勇、支浩、牛磊磊、袁军、焦钰、丰洪微、张宇、张惠、张浩、雷利宾、官涛、光瑋、苗志强，在此对有关单位和专家表示感谢。

五、本《标准》经过工业和信息化部教育与考试中心审定，自 2018 年 8 月 4 日起施行。

目录

1.专业技术概况	
1.1 专业技术编码.....	55
1.2 专业技术名称.....	55
1.3 专业技术定义.....	55
1.4 专业技术技能等级	55
1.5 环境条件	55
1.6 专业技术能力倾向	55
1.7 普通受教育程度	55
1.8 专业技术培训要求	55
1.9 专业技术考核要求	56
2.基本要求	
2.1 职业素养.....	58
2.2 基础知识.....	58
3.工作要求	
3.1 初级技能	60
3.2 中级技能	63
3.3 高级技能	67
4.比重表	
4.1 理论知识.....	71
4.2 技能操作.....	71

3D 打印-逆向工程应用工程师 专业技术技能人才培训标准

1. 专业技术概况

1.1 专业技术编码

PTS11101080101-03

1.2 专业技术名称

3D 打印-逆向工程应用工程师

1.3 专业技术定义

能操作逆向工程设备(三维扫描仪),进行逆向建模的技术人员。

1.4 专业技术技能等级

本职业共设三个等级,分别为:初级技能、中级技能、高级技能。

1.5 环境条件

室内; 常温; 工作环境为温湿度恒定,具有良好的遮光环境。

1.6 专业技术能力倾向

具有一定的学习和动手操作能力;具有一定的空间感和形体直觉;
动作协调;具有一定的设计基础和三维建模基础。

1.7 普通受教育程度

高中毕业(或相当文化程度)。

1.8 专业技术培训要求

1) 晋级培训期限

初级技能不少于 120 标准学时; 中级技能不少于 160 标准学时;

高级技能不少于 200 标准学时。注：机械工程相关专业、计算机相关专业、设计学相关专业等学科（或申请经工信部教育与考试中心认可的专业）在校生专业课学时可作为部分标准学时。

2) 培训教师

培训初、中、高级技能的教师应具有本专业或相关专业中级及以上专业技术职务任职资格。

3) 培训场所设备

理论知识培训：满足理论知识培训要求的标准教室和必备的教学仪器设备；

操作技能培训：满足三维扫描、逆向设计操作技能培训所需要的材料、工具、仪器、设施设备和软件。培训场所应保持温湿度恒定、具有良好的遮光环境，配备三维扫描设备，具有满足数据处理和逆向设计的计算机和专用软件；配备有扫描操作过程所需的标志点、显影剂等辅助材料。

1.9 专业技术考核要求

1) 申报条件

具备以下条件之一者，可申报初级技能：

(1) 经本专业技术初级正规培训达到规定标准学时数，并能够提供相关证明材料。

(2) 从事本专业技术工作 1 年以上。

(3) 本专业技术学徒期满。

——具备以下条件之一者，可申报中级技能：

(1) 取得初级证书后，连续或累积从事本专业技术工作 1 年以上，经本专业技术中级正规培训达到规定标准学时数，并能够提供相关证明材料。

(2) 取得初级证书后，连续或累积从事本专业技术工作 2 年以上。

(3) 连续或累积从事本专业技术工作 4 年以上。

(4) 取得技工学校毕业证书；或取得以中级技能为培养目标的中等及以上职业学校或同等学力毕业证书（含尚未取得毕业证书的在校生）。

——具备以下条件之一者，可申报高级技能：

(1) 取得中级证书后，连续或累积从事本专业技术工作 2 年以上，经本专业技术高级正规培训达到规定标准学时数，并能够提供相关证明材料。

(2) 取得中级证书后，连续或累积从事本专业技术工作 4 年以上。

(3) 取得中级证书，并具有高级技工学校、技师学院毕业证书；或取得中级证书，并具有以高级技能为培养目标的高等职业学校或同等学力毕业证书（含尚未取得毕业证书的在校应届毕业生）。

(4) 具有大专及以上学历或同等学力毕业证书，并取得中级证书，连续或累积从事本专业技术工作 2 年以上（需提供 2 年以上工作经历证明）。

2) 考核方式

分为理论知识考试和操作技能考核。理论知识考试采用闭卷笔试方式，操作技能考核采用现场实际操作或模拟操作方式。理论知识考试和操作技能考核均实行百分制，成绩皆达 60 分以上者为合格。

3) 监考及考评人员与考生配比

理论知识考试中的监考人员与考生配比为 1:20，每个标准教室不少于 2 名监考人员；操作技能考核中的考评人员与考生配比为 1:5，且不少于 3 名考评人员；综合评审委员不少于 5 人。

4) 考核时间

根据职业等级的不同，初级、中级、高级理论知识考试时间不少于 90 分钟；初级、中级操作技能考核不少于 180 分钟。

5) 考核场所设备

理论知识考试在标准教室进行；操作技能考核在工厂生产现场、实验室或实训室进行，按各工种等级的考核要求不同配备相应的设备、工具和材料。

2. 基本要求

2.1 职业素养

2.1.1 职业素养基本知识

2.1.2 职业守则

- (1) 遵守国家法律，遵守企业规章制度与劳动纪律。
- (2) 遵守工作规程，能保质保量按时完成工作任务。
- (3) 工作认真负责，不断提高业务水平和工作效率。
- (4) 平等待人，相互协作，在团队内发挥积极作用。

2.2 基础知识

2.2.1 光学知识

- (1) 光学测量知识。
- (2) 三维成像知识。

2.2.2 计算机基础

点云数据知识。

计算机辅助设计知识。

2.2.3 安全卫生环境保护知识

- (1) 化学品安全知识。
- (2) 环境保护知识。
- (3) 有毒有害物防护知识

2.2.4 电工基础

- (1) 电气知识。
- (2) 电子技术知识。
- (3) 常用电器元件的名称和用途。
- (4) 常用设备使用与维护知识。

2.2.5 识图与设计

机械制图知识。

设计基础知识。

2.2.6 质量管理知识

- (1) 企业的质量方针。
- (2) 岗位的质量要求。

(3) 岗位的质量保证措施与责任。

2.2.7 安全卫生环境保护知识

(1) 化学品安全知识。

(2) 环境保护知识。

(3) 有毒有害物防护知识。

(4) 劳动保护知识。

(5) 设备操作安全知识。

(6) 电气安全知识。

(7) 消防安全知识。

2.2.8 相关法律、法规知识

《中华人民共和国劳动法》的相关知识。

《中华人民共和国劳动法》的相关知识。

《中华人民共和国劳动合同法》的相关知识。

3. 工作要求

本标准对初级、中级、高级的要求依次递进，高级别包括低级别的要求。

3.1 初级技能

专业技术功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 扫描设备调整与维护	1.1 扫描前准备	1.1.1 能识别扫描仪、标定板、标记点、显影剂、工作台 1.1.2 能检查扫描环境的温度、湿度、光线是否满	1.1.1 逆向工程基本知识 1.1.2 标定原理及方法 1.1.3 扫描仪使用环境知识

		足工作要求	
	1.2 扫描设备调整	<p>1.2.1 能检查三维扫描仪与计算机的连接状态，判断是否正常</p> <p>1.2.2 能启动三维扫描仪硬件与软件</p> <p>1.2.3 能根据软件中的视频显示调整摆放目标物体，并调整三维扫描仪与目标物体的距离、角度关系</p>	<p>1.2.1 扫描仪分类、应用领域及基本原理等知识</p> <p>1.2.2 三维扫描仪结构知识</p> <p>1.2.3 三维扫描仪软件安装流程</p> <p>1.2.4 相机工作状态检测规程</p> <p>1.2.5 投影光栅工作状态检查规程</p> <p>1.2.6 数据线连接检查规程</p> <p>1.2.7 硬件参数设置检查方法</p>
2. 数据采集	2.1 扫描对象前处理	<p>2.1.1 能检查扫描对象表面是否达到扫描要求</p> <p>2.1.2 能检查扫描对象表面标记点粘贴是否符合模型特征要求</p> <p>2.1.3 能判断扫描对象是否需喷显影剂</p>	<p>2.1.1 扫描仪工作原理知识</p> <p>2.1.2 文物保护知识</p>
	2.2 点云获取	<p>2.2.1 能根据扫描对象特征确定放置方向</p> <p>2.2.2 能旋转工作台到恰当角度进行拍摄，使得重叠部分足以完成拼接</p> <p>2.2.3 能操作软件进行单帧及多帧拍照，采集点云</p> <p>2.2.4 能选择保存路径、保存名称及保存文件格式</p>	<p>2.2.1 三维扫描仪软件操作规程</p> <p>2.2.2 光学扫描成像原理知识</p> <p>2.2.3 三维数据表达及显示基础知识</p> <p>2.2.4 彩色点云、黑白点云三维数据格式相关基础知识</p>

		<p>(包括彩色、黑白等选择)</p> <p>2.2.5 能保存点云数据并查看结果。</p> <p>2.2.6 能导出数据到任意指定目录</p>	
3. 数据处理	3.1 点云处理	<p>3.1.1 能将点云数据导入逆向软件</p> <p>3.1.2 能旋转、移动点云视图的位置，改变点云视图大小</p> <p>3.1.3 能查看点云数据量</p> <p>3.1.4 能对多帧点云数据进行合并</p> <p>3.1.5 能使用网格医生和自动修补工具对数据进行封闭处理</p>	<p>3.1.1 逆向工程概念及基础知识</p> <p>3.1.2 逆向工程软件分类知识</p>
	3.2 数据输出	3.2.1 能选择保存路径、保存名称及保存文件格式	3.2.1 STL、OBJ 文件格式基础知识
4. 逆向建模	4.1 数据参考逆向建模	<p>4.1.1 能将扫描处理后的数据导入建模软件</p> <p>4.1.2 能对扫描数据模型进行空间位置摆放</p> <p>4.1.3 能通过参照模型数据进行线条绘制</p> <p>4.1.4 能通过参照模型数据进行形体绘制</p> <p>4.1.5 能将建模完成的模型导出为3D打印所需的格式</p>	<p>4.1.1 NURBS 建模软件基本知识</p> <p>4.1.2 3D 打印数据格式标准知识</p>

3.2 中级技能

专业技术功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 扫描设备调整与维护	1.1 扫描前准备	1.1.1 能调整扫描环境的温度、湿度、光线以满足工作要求	1.1.1 扫描仪使用环境要求
	1.2 扫描设备调整	1.2.1 能按使用手册检查三维扫描仪硬件（包括相机、光栅投影、连线等）是否工作正常 1.2.2 能连接三维扫描仪与计算机 1.2.3 能摆放标定板,并对三维扫描仪进行标定 1.2.4 能调整相机及光栅投影角度,使扫描对象位于相机图像及光栅投影的中心区域 1.2.5 能调整相机光圈、曝光时间、光栅投影亮度、环境光强,使光线在最适宜拍摄状态 1.2.6 能设置光栅投影仪分辨率、投影光强等参数 1.2.7 能转换彩色/黑白设置,调整相应参数。	1.2.1 相机成像基础知识 1.2.2 相机标定基础知识,相机坐标系知识 1.2.3 相机标定方法,标定板位置摆放知识,相机、标定板、目标物的位置关系知识 1.2.4 相机镜头调整方法 1.2.5 光栅投影仪调整方法 1.2.6 相机曝光时间、帧率调整方法 1.2.7 三维扫描仪工作环境要求 1.2.8 彩色/黑白三维扫描原理知识
2. 数据采集	2.1 扫描对象前处	2.1.1 能清洁模型表面以达到扫描要求	2.1.1 扫描仪成像原理及光学反射、透射原理知识

	理	<p>2.1.2 能根据扫描对象特征喷涂显影剂</p> <p>2.1.3 能根据扫描对象特征粘贴标记点</p>	<p>2.1.2 显影剂、清洁剂化学危害知识</p> <p>2.1.3 显影剂喷涂操作方法</p> <p>2.1.4 标记点光学成像知识</p> <p>2.1.5 三维数据拼接知识</p>
	2.2 点云获取	<p>2.2.1 能根据扫描对象的特征选择景深、定位面</p> <p>2.2.2 能针对复杂结构物体进行多角度拍摄，完成拼接</p>	<p>2.2.1 标记点与点云数据的关系知识</p> <p>2.2.2 点云数据拼接方法知识</p>
	2.3 模型后处理	<p>2.3.1 能去除模型表面的标记点</p> <p>2.3.2 能去除模型表面显影剂</p>	<p>2.3.1 显影剂去除方法</p>
3. 数据处理	3.1 点云处理	<p>3.1.1 能通过用户定义视图保存模型的视图方向</p> <p>3.1.2 能将点云着色</p> <p>3.1.3 能选择非连接项，并删除非连接点云</p> <p>3.1.4 能去除体外孤点</p> <p>3.1.5 能对点云数据数据减少噪音</p> <p>3.1.6 能对点云数据统一采样</p> <p>3.1.7 能根据特征点对点云数据进行拼接</p> <p>3.1.8 能封装数据</p> <p>3.1.9 能调整参数对点云数据进行网格化，得到数据量适当、平滑度适当的</p>	<p>3.1.1 点云数据的噪音分类知识</p> <p>3.1.2 点云数据的平滑原理知识</p> <p>3.1.3 点云数据转化为网格数据的原理知识</p>

		网格数据	
	3.2 网格处理	<p>3.2.1 能对多边形网格做修补操作，以修复点云网格化过程出现的网格错误</p> <p>3.2.2 能对多边形网格做平滑操作</p> <p>3.2.3 能对多边形网格做填充孔操作，包括全部填充和填充单个孔</p> <p>3.2.4 能对网格做合并、曲面片、联合、布尔、平均值操作</p> <p>3.2.5 能对多边形网格做雕刻、抽壳、偏移操作</p> <p>能对网格做边界编辑操作</p> <p>3.2.6 能对边界锐化，并提取边界</p> <p>3.2.7 能将多边形对象转换为点云对象</p> <p>3.2.8 能对网格数据进行拓扑诊断</p>	<p>3.2.1 多边形网格修补原理知识</p> <p>3.2.2 多边形网格平滑原理知识</p> <p>3.2.3 多边形网格孔填充方法</p> <p>3.2.4 多边形网格边界锐化原理知识</p> <p>3.2.5 拓扑结构基础知识</p>
	3.3 数据输出	3.3.1 能输出多边形网格数据	3.3.1 多边形网格数据格式标准知识
4. 逆向建模	4.1 数字雕刻逆向建模	<p>4.1.1 能将 obj、stl 格式的数据导入数字雕刻软件</p> <p>4.1.2 能对数据进行缩放、旋转、移动等操作</p> <p>4.1.3 能通过选择不同类</p>	<p>4.1.1 数字雕刻软件操作方法</p> <p>4.1.2 3D 打印数据格式标准知识</p>

		<p>型的笔刷对数据进行雕刻处理</p> <p>4.1.4 能对数据进行遮罩、选取、裁切处理</p> <p>4.1.5 能对数据进行网格划分、增面或减面处理</p> <p>4.1.6 能对数据进行添加形体处理</p> <p>4.1.7 能通过布尔运算功能对数据进行修剪、合并处理</p> <p>4.1.8 能对数据进行上色处理</p> <p>4.1.9 能将数据导出为不同3D打印设备所需的数据格式</p>	
--	--	---	--

3.3 高级技能

专业技术功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 扫描设备调整与维护	1.1 扫描前准备	1.1.1 能分析扫描环境对扫描结果影响的原因 1.1.2 能分析标定对扫描结果的影响 1.1.3 能分析三维扫描仪标定的原理及过程。 1.1.4 能分析扫描光线调整的意义和方式。 1.1.5 能分析光栅投影仪分辨率、投影光强等参数对扫描结果的影响 1.1.6 能分析彩色/黑白设置及相应参数对扫描结果的影响。	1.1.1 光学成像原理知识 1.1.2 三维扫描原理知识
	1.2 扫描设备调整	1.2.1 能根据根据三维扫描仪型号和拍摄要求调整基本参数，包括相机数量、结构光模式选择等。 1.2.2 能根据拍摄距离和拍摄幅面选择更换标定板，并调整软件参数 1.2.3 能拆装检查硬件设备，更换镜头、相机、光栅投影仪等，并在软件中做参数调整。 1.2.4 能分析景深、定位面	1.2.1 单目、双目结构光三维成像技术原理、彩色贴图原理知识 1.2.2 扫描仪标定方法

		<p>的选取情况对不同特征模型的扫描结果的影响</p> <p>1.2.5 能分析复杂结构物体拼接的原理</p>	
2. 数据采集	2.1 扫描对象前处理	<p>2.1.1 能分析标记点的粘贴方式对扫描结果影响的原因</p> <p>2.1.2 能分析扫描对象表面质量对扫描结果影响的原因</p> <p>2.1.3 能对复杂结构、文物原物粘贴标记点</p>	<p>2.1.1 扫描仪工作原理知识</p> <p>2.1.2 光学成像原理知识</p> <p>2.1.3 文物保护知识</p>
	2.2 点云获取	<p>2.2.1 能结合手动注册的拼接方式规划扫描方案</p> <p>2.2.2 能分析扫描过程中数据拼接错位问题产生的原因，并解决</p>	<p>2.1.1 扫描仪工作原理知识</p> <p>2.1.2 光学成像原理知识</p>
3. 数据处理	3.1 曲线处理	<p>3.1.1 能通过截面创建,从边界创建建立自由曲线,并进行拟合和编辑</p> <p>3.1.2 能对自由曲线进行分析</p> <p>3.1.3 能对两个以上的自由曲线进行合并</p> <p>3.1.4 能将曲线投影到多边形上,生成投影曲线,并对投影曲线进行绘制、抽取、重新采样、删除、转为自由曲线等操作</p>	<p>3.1.1 逆向建模技术知识</p> <p>3.1.2 正向建模技术基础知识</p> <p>3.1.3 曲面拟合原理知识</p>

	3.1.5 能进行参数交换,将自由曲线发送到正向设计软件,以草图的形式在正向软件中创建,	
3.2 曲面处理	<p>3.2.1 能通过自动化曲面操作自动生成 NURBS 曲面</p> <p>3.2.2 能进行探测轮廓线、探测曲率操作,并对轮廓线及曲率进行编辑</p> <p>3.2.3 能进行构造曲面片和绘制曲面片布局图</p> <p>3.2.4 能修理曲面片</p> <p>3.2.5 能进行删除曲面片、删除退化角点、删除延伸操作</p> <p>3.2.6 能对多边形模型构造格栅、创建有序的 UV 网格</p> <p>3.2.7 能对格栅网格线进行编辑修改和松弛网格</p> <p>3.2.8 能拟合曲面、合并曲面、修改曲面</p> <p>3.2.9 能将 NURBS 曲面对象转为 CAD 对象</p> <p>3.2.10 能对曲面片进行偏差分析</p> <p>3.2.11 能输出 NRRBS 曲面</p>	<p>3.2.1 逆向建模技术基础知识</p> <p>3.2.2 UV 网格知识</p> <p>3.2.3 建模方式基础知识</p>
3.3 参数曲面处理	3.3.1 能对模型进行区域划分	<p>3.3.1 参数化建模基础知识</p> <p>3.3.2 曲线生成知识</p>

		<p>3.3.2 能对划分的区域拟合参数化曲面，并进行曲面编辑</p> <p>3.3.3 能对多组参数曲面进行曲面连接</p> <p>3.3.4 能对拟合曲面进行裁剪、缝合，并输出 CAD 格式文件</p>	3.3.3 曲面拟合知识
4. 逆向建模	4.1 NURBS 曲面建模	<p>4.1.1 能通过参数化建模软件对接受的曲线数据进行参数化曲面建模</p> <p>4.1.2 能建立基准点</p> <p>4.1.3 能通过基准点拟合曲线</p> <p>4.1.4 能通过曲线拟合得到单一曲面</p> <p>4.1.5 能对单一曲面编辑或获取完整封闭的曲面模型</p> <p>4.1.6 能对曲面模型进行实体化</p>	<p>4.1.1 参数化建模技术原理知识</p> <p>4.1.2 曲线逆向知识</p> <p>4.1.3 曲面拟合知识</p>
	4.2 多边形建模	<p>4.2.1 能对导入的多边形数据进行细化处理</p> <p>4.2.2 能通过遮罩选取多边形</p> <p>4.2.3 能对数据进行雕刻处理</p>	<p>4.2.1 多边形网格建模技术基础知识</p> <p>4.2.2 多边形网格建模方法</p>
	4.3 建模数据输出	4.3.1 能输出符合 3D 打印要求的格式	4.3.1 软件格式基础知识

4. 比重表

4.1 理论知识

技能等级		初级技能 (%)	中级技能 (%)	高级技能 (%)
项目				
基本要求	职业素养	5	5	5
	基础知识	10	10	10
相关知识要求	扫描设备调整与维护	30	20	10
	数据采集	25	35	15
	数据处理	20	20	30
	逆向建模	10	20	30
合计		100	100	100

4.2 技能操作

技能等级		初级技能 (%)	中级技能 (%)	高级技能 (%)
项目				
相关知识要求	扫描设备调整与维护	25	15	15
	数据采集	30	30	15
	数据处理	25	30	35
	逆向建模	20	25	35
合计		100	100	100

附件 4:

专业技术技能人才培养标准

3D 打印-桌面级 3D 打印设备应用工程师

说明

为进一步完善行业技术技能人才培养标准体系，为专业技术技能人才教育和培训提供科学、规范的依据，工业和信息化部教育与考试中心依据桌面级 3D 打印技术的实际发展情况，本着从桌面级 3D 打印技术应用推广、普及的角度，组织有关专家，进行《3D 打印-桌面级 3D 打印设备应用工程师技术技能人才培养标准》（以下简称“标准”）的编写制定。

一、本《标准》以客观反映现阶段行业技术应用的水平和对从业人员的要求为目标，在考虑经济发展、科技进步和产业结构变化对本专业影响的基础上，对本专业从业人员的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平都作了明确规定。

二、本《标准》的修订遵循了有关技术规程的要求，既保证了标准体例的规范化，又体现了以专业活动为导向、以专业技能为核心的特点，同时也使其具有根据科技发展进行调整的灵活性和实用性，符合培训和人才队伍建设工作的需要

三、本《标准》依据有关规定将本培训标准分为三个等级，每个等级包括专业技术概况、基本要求、工作要求和比重表四个方面的内容。

四、本《标准》编制工作在工业和信息化部教育与考试中心的指导下，委托北京恒创增材制造技术研究院有限公司、

云上动力（北京）数字科技有限公司组织编写，工作过程中得到了国家增材制造创新中心、教育部快速成形工程研究中心、西安增材制造国家研究院有限公司、河南豫创增材制造技术研究院有限公司、山西增材制造研究院有限公司、西安交通大学、北京城市学院、北大方正软件技术学院、北京市大兴区第一职业学校、淄博信息工程学校、太原机械高级技工学校、全国增材制造（3D 打印）产业技术创新战略联盟等单位的大力支持。参加编审修订工作的主要人员有：王建文、谭志彬、牛洁红、王慧、钱程、赵新、徐杰、高扬、李腾飞、梁吉祥、赵进炎、张永强、毕晓臣、王琳、贾一斌、李向丽、边艳华、武轶申、葛菁菁、王晶、赵纪元、杨锋、薛彦芳、谢峰林、尚奕彤、张苗苗、杨奇龙、南阳瑞、于欢、杨楚、黄勇、张巍、孙海曼、马文钊、安柯、宋涛、要斌、李萍、雷利宾、官涛、光琿、苗志强，在此对有关单位和专家表示感谢。

五、本《标准》经过工业和信息化部教育与考试中心审定，自 2018 年 8 月 4 日起施行。

目录

1. 专业技术概况	
1.1 专业技术编码.....	76
1.2 专业技术名称.....	76
1.3 专业技术定义.....	76
1.4 专业技术技能等级	76
1.5 环境条件.....	76
1.6 专业技术能力倾向	76
1.7 普通受教育程度.....	76
1.8 专业技术培训要求	76
1.9 专业技术考核要求	77
2. 基本要求	
2.1 职业素养.....	80
2.2 基础知识.....	80
3. 工作要求	
3.1 初级技能.....	82
3.2 中级技能.....	87
3.3 高级技能.....	91
4. 比重表	
4.1 理论知识.....	95
4.2 技能操作	95

3D 打印-桌面级 3D 打印设备应用工程师 专业技术技能人才培养标准

1. 专业技术概况

1.1 专业技术编码

PTPTS11101080101-04

1.2 专业技术名称

3D 打印-桌面级 3D 打印设备应用工程师

1.3 专业技术定义

能够操作桌面级打印机（熔融沉积成形三维打印机、面曝光固化成形三维打印机、三维印刷成形打印机），加工、制作 3D 打印产品的人员。

1.4 专业技术技能等级

本专业共设三个等级，分别为：初级技能、中级技能、高级技能。

1.5 环境条件

室内，工作环境为温湿度恒定、排气通风房间。

1.6 专业技术能力倾向

具有一定的学习和动手操作能力；具有一定的空间感和形体直觉；动作协调。

1.7 普通受教育程度

初中毕业（或相当文化程度）。

1.8 专业技术培训要求

1) 晋级培训期限

初级技能不少于 120 标准学时；中级技能不少于 160 标准学时；高级技能不少于 200 标准学时。注：机械工程相关专业、计算机相关专业、设计学相关专业等学科（或申请经工信部教育与考试中心认可的专业）在校生专业课学时可作为部分标准学时。

2) 培训教师

培训初、中、高级技能的教师应具有本专业或相关专业中级及以上专业技术职务任职资格。

3) 培训场所设备

理论知识培训：满足理论知识培训要求的标准教室和必备的教学仪器设备；

操作技术培训：满足 3D 打印操作技术培训所需要的场所、材料、工具、仪器和设施设备。培训场所应保证温湿度恒定、排气通风，配备熔融沉积成形三维打印机、面曝光固化成形三维打印机、三维印刷成形打印机，具有满足熔融沉积成形工艺、面曝光固化成形工艺、三维印刷成形工艺的制件后处理室并配备标准的后处理工具，废液、废料处理室；材料应包括适用于熔融沉积成形工艺的线材、面曝光固化成形工艺的液态树脂、三维印刷成形工艺的粉末材料等打印原材料、后处理材料及打印过程中的耗材。

1.9 专业技术考核要求

1) 申报条件

——具备以下条件之一者，可申报初级技能：

(1) 经本专业技术初级正规培训达到规定标准学时数，并能够提供相关证明材料。

(2) 从事本专业技术工作 1 年以上。

(3) 本专业技术学徒期满。

——具备以下条件之一者，可申报中级技能：

(1) 取得本专业技术初级证书后，连续或累积从事本专业技术工作 1 年以上，经本专业技术中级正规培训达到规定标准学时数，并能够提供相关证明材料。

(2) 取得本专业技术初级证书后，连续或累积从事本专业技术工作 2 年以上。

(3) 连续或累积从事本专业技术工作 4 年以上。

(4) 取得技工学校毕业证书；或取得以中级技能为培养目标的中等及以上职业学校或同等学力毕业证书（含尚未取得毕业证书的在校生）。

——具备以下条件之一者，可申报高级技能：

(1) 取得本专业技术中级证书后，连续或累积从事本专业技术工作 4 年以上，经本专业技术高级正规培训达到规定标准学时数，并能够提供相关证明材料。

(2) 取得本专业技术中级证书后，连续或累积从事本专业技术工作 4 年以上。

(3) 取得中级证书，并具有高级技工学校、技师学院毕业证书；

或取得中级证书，并具有以高级技能为培养目标的高等职业学校或同等学力毕业证书（含尚未取得毕业证书的在校应届毕业生）。

（4）具有大专及以上学历或同等学力毕业证书，并取得中级证书，连续或累积从事本专业技术工作2年以上（需提供2年以上工作经历证明）。

2) 考核方式

分为理论知识考试和操作技能考核。理论知识考试采用闭卷笔试方式，操作技能考核采用现场实际操作或模拟操作方式。理论知识考试和操作技能考核均实行百分制，成绩皆达60分以上者为合格。

3) 监考及考评人员与考生配比

理论知识考试中的监考人员与考生配比为1:20，每个标准教室不少于2名监考人员；操作技能考核中的考评人员与考生配比为1:5，且不少于3名考评人员；综合评审委员不少于5人。

4) 考核时间

根据专业等级的不同，初级、中级、高级理论知识考试时间不少于90分钟，技师与高级技师理论知识考试时间不少于120分钟；初级、中级操作技能考核不少于180分钟，高级操作技能考核不少于240分钟。

5) 考核场所设备

理论知识考试在标准教室进行；操作技能考核在工厂生产现场、实验室或实训室进行，按各工种等级的考核要求不同配备相应的设备、工具和材料。

2. 基本要求

2.1 职业素养

2.1.1 职业素养基本知识

2.1.2 专业守则

- (1) 遵守国家法律，遵守企业规章制度与劳动纪律。
- (2) 遵守工作规程，能保质保量按时完成工作任务。
- (3) 工作认真负责，不断提高业务水平和工作效率。
- (4) 平等待人，相互协作，在团队内发挥积极作用。

2.2 基础知识

2.2.1 化学基础

- (1) 化学元素知识。
- (2) 酸碱盐知识。
- (3) 化合物知识。

2.2.2 电工基础

- (1) 电气知识。
- (2) 电子技术知识。
- (3) 常用电器元件的名称和用途。

2.2.3 钳工与识图

- (1) 常用工具的使用和维护知识。
- (2) 常用量具的使用和维护保养知识。
- (3) 常用设备的使用和维护知识。
- (4) 机械制图的一般知识。

2.2.4 质量管理知识

- (1) 企业的质量方针。
- (2) 岗位的质量要求。
- (3) 岗位的质量保证措施与责任。

2.2.5 安全卫生环境保护知识

- (1) 化学品安全知识。
- (2) 环境保护知识。
- (3) 有毒有害物防护知识。
- (4) 劳动保护知识。
- (5) 设备操作安全知识。
- (6) 电气安全知识。
- (7) 消防安全知识。

2.2.6 相关法律、法规知识

- (1) 《中华人民共和国劳动法》的相关知识。
- (2) 《中华人民共和国质量法》的相关知识。
- (3) 《中华人民共和国劳动合同法》的相关知识。

3 工作要求

本标准对初级、中级、高级技能的要求依次递进，高级别包括低级别的要求。

3.1 初级技能

专业技术功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 数据获取	1.1 三维模型数据获取	1.1.1 能识别熔融沉积成形工艺、面曝光固化成形工艺、三维印刷成形工艺需要的数据类型 1.1.2 能导入模型到数据处理软件 1.1.3 能识别模型大小与设备成形尺寸是否相匹配	1.1.1 熔融沉积成形工艺、面曝光固化成形工艺、三维印刷成形工艺需要的数据类型基本知识 1.1.2 三维数据的获取方法 1.1.3 数据处理软件的基本操作方法 1.1.4 熔融沉积成形设备、面曝光固化成形设备、三维印刷成形设备的成形尺寸基本知识
	1.2 切片数据获取	1.2.1 能导入模型到打印工艺软件 1.2.2 能在打印工艺软件中以不同的视角观察模型 1.2.3 能在熔融沉积成形、面曝光固化成形工艺软件中设置自动添加模型支撑并进行切片 1.2.4 能预览熔融沉积成形、面曝光固化成形工艺模型数据的切片参数	1.2.1 熔融沉积成形、面曝光固化成形工艺软件的基本操作方法 1.2.2 熔融沉积成形、面曝光固化成形工艺软件中支撑的类型及其自动添加方法

	2.1 材料准备	<p>2.1.1 能识别不同类型的材料并将其装入熔融沉积成形设备</p> <p>2.1.2 能识别不同用途的光敏树脂材料并将其加入面曝光固化成形设备的树脂槽内</p> <p>2.1.3 能识别三维印刷成形工艺的粉末、墨水等材料并加入设备</p>	<p>2.1.1 熔融沉积成形工艺用丝状耗材的基本知识</p> <p>2.1.2 线材装入熔融沉积成形设备的方法</p> <p>2.1.3 光敏树脂材料的基本知识</p> <p>2.1.4 面曝光固化成形设备材料的添加方法</p> <p>2.1.5 三维印刷成形设备材料添加方法</p> <p>2.1.6 打印材料等化学品安全技术说明书</p>
2 打印	2.2 设备准备	<p>2.2.1 能检查熔融沉积成形设备操作面板、打印平台、打印头、运动电机等零部件是否处于正常状态</p> <p>2.2.2 能检查熔融沉积成形、面曝光固化成形工艺软件中构建尺寸是否与机器相匹配</p> <p>2.2.3 能检查面曝光固化成形设备是否能够正常开机</p> <p>2.2.4 能检查面曝光固化成形设备的料池离形膜是否完整</p> <p>2.2.5 能使用酒精等清洗剂将料池清洗干净</p> <p>2.2.6 能将料池固定在指定位置</p> <p>2.2.7 能够检查打印初始位置打印台与料池底面的相对位置是否处于误差允许范围内</p>	<p>2.2.1 检查熔融沉积成形、面曝光固化成形工艺软件中构建尺寸是否与机器相匹配的方法</p> <p>2.2.2 熔融沉积成形设备、面曝光固化成形设备、三维印刷成形设备的基本组成及原理</p> <p>2.2.3 熔融沉积成形设备的限位开关、连接件、电源开关、操作面板等零部件的检查方法</p> <p>2.2.4 熔融沉积成形设备的打印平台状态的判定标准</p> <p>2.2.5 熔融沉积成形设备的打印头送丝的方法</p> <p>2.2.6 面曝光固化成形设备的开机注意事项</p> <p>2.2.7 离形膜的基本知识</p> <p>2.2.8 酒精等化学用品的安全使</p>

	<p>2.2.8 能检查光机聚焦平面为料池底面</p> <p>2.2.9 能通过面曝光固化成形设备的上位机软件控制打印机运动、遮光板开合</p> <p>2.2.10 能检查三维印刷成形设备是否能够正常开机</p> <p>2.2.11 能清理三维印刷成形设备台面及各个部件</p> <p>2.2.12 能检查三维印刷成形设备喷头的喷墨状态</p> <p>2.2.13 能识别三维印刷成形设备的送粉系数、喷墨量等参数是否正常</p>	<p>用规程</p> <p>2.2.9 面曝光固化成形设备的上位机软件的基本操作方法</p> <p>2.2.10. 三维印刷成形设备、控制软件的基本操作方法</p>
2.3 打印	<p>2.3.1 能按设备操作规程启动设备进行打印</p> <p>2.3.2 能查看熔融沉积成形设备的上位机软件中打印速度、打印温度、热床温度等参数</p> <p>2.3.3 能查看打印过程中制件效果、材料剩余量、打印剩余时间等参数</p> <p>2.3.4 能读懂三维印刷成形设备运行时打印软件提供的反馈信息</p>	<p>2.3.1 熔融沉积成形、面曝光固化成形设备、三维印刷成形设备的操作规程</p> <p>2.3.2 熔融沉积成形设备的上位机软件中打印速度、打印温度、热床温度等参数的查看方法</p> <p>2.3.3 打印过程中制件效果、材料剩余量、打印剩余时间等参数的查看方法</p> <p>2.3.4 三维印刷成形工艺软件界面信息的查看方法</p>

	2.4 打印后操作	<p>2.4.1 能按操作规程取出模型，并保证模型完整</p> <p>2.4.2 能查看熔融沉积成形设备的打印平台状态</p> <p>2.4.3 能将熔融沉积成形过程中产生的废料进行收集并置于指定位置</p> <p>2.4.4. 能将面曝光固化成形后剩余光敏树脂材料排入指定的容器，并清洗料池</p> <p>2.4.5 能按线材的存放规程对线材进行保存</p> <p>2.4.6 能按光敏树脂材料保存规范对光敏树脂材料进行保存</p> <p>2.4.7 能将三维印刷成形完成后剩余粉末材料置入指定的容器，并清理、关闭设备</p>	<p>2.4.1 熔融沉积成形、面曝光固化成形、三维印刷成形工艺打印后模型取出的方法</p> <p>2.4.2 废料的处理方法</p> <p>2.4.3 面曝光固化成形后剩余光敏材料的处理方法</p> <p>2.4.5 线材、树脂材料的存放规程</p> <p>2.4.6 三维印刷成形设备的清理方法</p>
3 制件后处理	3.1 清理辅料及支撑	<p>3.1.1 能去除熔融沉积成形制件的表面支撑并将去除的支撑收集归纳到指定位置</p> <p>3.1.2 能使用酒精等清洗液对面曝光固化成形制件表面进行清洗</p> <p>3.1.3 能将制件后处理产生的废液等排入指定设备或设施</p> <p>3.1.4 能使用常用后处理工具对三维印刷成形工艺制件表面进行清理</p>	<p>3.1.1 简单支撑的去除方法</p> <p>3.1.2 面曝光固化成形制件表面粘连树脂的清洗方法</p> <p>3.1.3 常用后处理工具的使用方法</p>
	3.2 表面	3.2.1 能确定制件需要打磨的部	3.2.1 制件表面质量的判定原则

	处理	位 3.2.2 能检查制件表面并确定需要修补的区域	
4 设备维修与保养	4.1. 故障处理	4.1.1 能识别继电器、交流接触器、按钮、开关等常用低压电器的图形符号和文字符号 4.1.2 能根据熔融沉积成形设备、面曝光固化成形设备、三维印刷成形设备的测量要求选择电子仪表 4.1.3 能识别设备是否出现异常噪音 4.1.4 能检查熔融沉积成形设备打印头是否堵丝 4.1.5 能识别熔融沉积成形设备打印头加热功能是否异常 4.1.6 能检查熔融沉积成形设备风扇是否处于正常状态 4.1.7 能检查面曝光固化成形设备的光机是否能够正常出光	4.1.1 常用低压电器的图形符号和文字符号相关知识 4.1.2 万用表、电流表、电压表选用及使用方法 4.1.3 常见故障判断方法
	4.2 设备保养	4.2.1 能按设备保养规程对设备进行清洁及日常保养	4.2.1 熔融沉积成形设备、面曝光固化成形设备、三维印刷成形设备的清洁及日常保养规程

3.2 中级技能

专业技术功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1 数据获取	1.1 三维模型数据获取	1.1.1 能转换打印工艺需要的数据类型 1.1.2 能调整模型大小与设备成形尺寸是否相匹配 1.1.3 能判断模型数据是否存在缺陷	1.1.1 模型数据格式的转换方法 1.1.2 模型大小的调整方法 1.1.3 模型数据存在缺陷的主要形式的基本知识
	1.2 切片数据获取	1.2.1 能在熔融沉积成形、面曝光固化成形工艺软件中对模型进行移动、放缩、旋转、镜像等操作 1.2.2 能在熔融沉积成形、面曝光固化成形工艺软件中手动添加模型支撑 1.2.3 能在熔融沉积成形工艺软件中设置层厚、壁厚、填充密度等参数 1.2.4 能在面曝光固化成形工艺软件中设置层厚、曝光时长、Z轴抬升高度等参数 1.2.5 能在面曝光固化成形工艺中根据模型特征确定是否需要模型进行加基板操作 1.2.6 能在三维印刷成形设备软件中设置层厚、模型加工区间等操作	1.2.1 模型摆放的原则与方法 1.2.2 打印工艺软件的操作方法 1.2.3 熔融沉积成形、面曝光固化成形中的主要工艺参数及其设置原则 1.2.4 支撑的手动添加方法 1.2.5 面曝光固化成形工艺中基板作用及其添加原则 1.2.6 三维印刷成形工艺层厚、模型加工区间设置方法

	2.1 材料准备	<p>2.1.1 能检查材料是否变质</p> <p>2.1.2 能使用滤网等工具去除光敏树脂材料中的残渣</p> <p>2.1.3 能使用烘箱等工具干燥粉末材料</p> <p>2.1.4 能使用筛粉机等工具去除粉末材料中的杂质</p>	<p>2.1.1 熔融沉积成形工艺、面曝光固化成形工艺、三维印刷成形工艺对打印材料的要求</p> <p>2.1.2 去除光敏树脂中残渣的方法</p> <p>2.1.3 使用烘箱去潮、筛粉机去杂质的方法</p>
2 打印	2.2 设备准备	<p>2.2.1 能调整熔融沉积成形设备操作面板、打印平台、打印头、运动电机等零部件至正常状态</p> <p>2.2.2 能设置熔融沉积成形、面曝光固化成形设备构建尺寸与机器打印幅面一致</p> <p>2.2.3 能调整面曝光固化成形设备的上位机系统、光机、控制系统、机械硬件系统处于正常状态</p> <p>2.2.4 能通过弹簧调整料池与打印台处于相对水平位置</p> <p>2.2.5 能通过光机聚焦功能使料池底面为光机聚焦平面</p> <p>2.2.6 能调整粉缸、喷头移动组件等机构至待打印状态</p> <p>2.2.7 能设置送粉系数、打印起始位置、喷墨量等工艺参数</p>	<p>2.2.1 熔融沉积成形、面曝光固化成形设备构建尺寸的设置方法</p> <p>2.2.2 熔融沉积成形设备、面曝光固化成形设备的使用规程及其部件状态调整方法</p> <p>2.2.3 面曝光固化成形工艺中料池的调平方法</p> <p>2.2.4 调节面曝光固化成形工艺中光机曝光面的方法</p> <p>2.2.5 三维印刷成形设备送粉系数的设置方法</p> <p>2.2.6 三维印刷成形设备粉缸、喷头的调整方法</p> <p>2.2.7 三维印刷成形工艺软件参数的设置原则</p>
	2.3 打印	2.3.1 能检查并调整熔融沉积成形设备的上位机软件中打印速度、打印温度、热床温度等参数是否正	2.3.1 熔融沉积成形中打印速度、打印温度、热床温度等参数的判定及调整方法

		<p>常</p> <p>2.3.2 能根据制件效果进行实时调整熔融沉积成形设备打印平台</p> <p>2.3.3 能判断熔融沉积成形、面曝光固化成形工艺中材料剩余量是否满足制件需求并适量添加材料</p> <p>2.3.4 能根据模型打印中实际情况、软件反馈信息操作三维印刷成形设备</p>	<p>2.3.2 熔融沉积成形设备打印平台实时调整的方法</p> <p>2.3.3 打印中材料使用量的计算方法</p> <p>2.3.4 三维印刷成形工艺软件界面信息、参数设置方法</p>
	2.4 打印后操作	<p>2.4.1 能修整熔融沉积成形设备打印平台表面</p> <p>2.4.2 能检查面曝光固化成形工艺离型膜是否损坏</p> <p>2.4.3 能检测制件尺寸精度、粗糙度等是否符合要求</p>	<p>2.4.1 熔融沉积成形设备打印平台的修整方法</p> <p>2.4.2 面曝光固化成形工艺离型膜状态的判断标准</p> <p>2.4.3 常用测量工具的使用方法</p>
3 制件后处理	3.1 清理辅料及支撑	<p>3.1.1 能使用超声波清洗机对面曝光固化成形制件进行处理</p> <p>3.1.2 能使用美工刀、镊子等工具去除制件支撑结构</p> <p>3.1.3 能使用喷枪等工具对三维印刷成形工艺打印模型进行深度清理</p> <p>3.1.4 能使用烘箱对三维印刷成形工艺成形制件进行干燥</p>	<p>3.1.1 超声波清洗机的使用方法</p> <p>3.1.2 熔融沉积成形制件复杂支撑的去除方法</p> <p>3.1.3 面曝光固化成形制件支撑的去除方法</p> <p>3.1.4 常用去支撑工具的使用方法</p> <p>3.1.5 喷枪、烘箱的使用方法</p>

	3.2 表面处理	<p>3.2.1 能利用粗细砂纸、锉刀等工具对制件存在的凸痕、毛边等缺陷进行打磨处理</p> <p>3.2.2 能对制件进行抛光处理</p> <p>3.2.3 能使用后处理胶水对三维印刷成形工艺制件进行渗胶处理</p>	<p>3.2.1 制件的打磨方法</p> <p>3.2.2 制件的表面抛光处理方法</p> <p>3.2.3 三维印刷成形工艺模型渗胶处理的方法</p>
4 设备维护与保养	4.1 故障判断与处理	<p>4.1.1 能使用常用电子仪表判断设备的电路故障</p> <p>4.1.2 能进行异常噪音排查</p> <p>4.1.3 能调整熔融沉积成形设备打印头至正常吐丝状态</p> <p>4.1.4 能调整面曝光固化成形设备离型膜的损伤</p> <p>4.1.5 能处理三维印刷成形设备信号带、胶管、墨囊等部件损坏的故障</p>	<p>4.1.1 常见故障的处理方法</p>
	4.2 设备保养	<p>4.2.1 能按设备保养规程对设备功能部件、运动部件、连接紧固件进行定期保养</p>	<p>4.2.1 熔融沉积成形设备、面曝光固化成形设备、三维印刷成形设备的功能部件、运动部件、连接紧固件的定期保养规程</p>

3.3 高级技能

专业技术功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1 数据获取	1.1 三维模型数据获取	1.1.1 能建立打印需要的数据模型 1.1.2 能修复模型存在的破损面、曲面异常、实体面重叠等问题	1.1.1 模型建立的基本方法 1.1.2 模型修复的基本原则和方法
	1.2 切片数据获取	1.2.1 能在工艺软件中设置打印机构建尺寸参数 1.2.2 能优化熔融沉积成形工艺中的层厚、壁厚、填充密度等工艺参数 1.2.3 能优化面曝光固化成形工艺中的层厚、曝光时长、抬升高度等工艺参数 1.2.4 能在打印工艺软件中优化模型支撑 1.2.5 能在三维印刷成形工艺软件中优化色彩还原度、层厚、喷墨量等参数	1.2.1 熔融沉积成形、面曝光固化成形工艺软件的高级操作方法 1.2.2. 熔融沉积成形、面曝光固化成形制件质量的影响因素及其影响规律 1.2.3 熔融沉积成形、面曝光固化成形工艺软件中支撑的优化方法及原则 1.2.4 三维印刷成形工艺软件色彩还原度、层厚、喷墨等工艺参数的优化方法
2 打印	2.1 材料处理	2.1.1 能使用粘度检测设备检测光敏树脂材料性能 2.1.2 能根据模型用途、性能要求等指标选择材料类型 2.1.3 能分析材料变质的原因	2.1.1 粘度仪使用方法 2.1.2 线材、石膏粉末等材料基本的物理化学性能特征 2.1.3 变质的原因及其预防措施
	2.2 设备准备	2.2.1 能通过光电开关位置调整料池与面曝光固化成形台处于相对水平位置	2.2.1 熔融沉积成形工艺、面曝光固化成形的精度的基本知识 2.2.2 光电开关的工作原理

	<p>2.2.2 能按机器成形尺寸调整面曝光固化成形设备光机成形幅面和清晰度</p> <p>2.2.3 能根据熔融沉积成形、面曝光固化成形设备的打印精度补偿打印误差</p> <p>2.2.4 能分析并调整三维印刷成形设备工艺参数至模型打印效果符合制件精度、色彩要求</p> <p>2.2.5 能优化喷墨、喷胶效果、送粉系数等至符合打印规程</p>	<p>2.2.3 熔融沉积成形、面曝光固化成形误差的补偿方法</p> <p>2.2.4 三维印刷成形工艺参数对与制件效果的影响规律及调整方法</p>
2.3 打印	<p>2.3.1 能通过制件效果优化熔融沉积成形设备上位机软件中的打印速度、打印温度、热床温度等参数</p> <p>2.3.2 能分析熔融沉积成形过程中脱丝、错层、断层等现象的原因并提供解决方案</p> <p>2.3.3 能分析面曝光固化成形中树脂未固化、打印模型脱落、打印模型与料池粘接等打印失败的原因并提供解决方案</p> <p>2.3.4 能根据面曝光固化成形模型的状态操作设备</p> <p>2.3.5 能分析三维印刷成形工艺中打印中模型着色效果不良、成形效果不佳等打印失败的原因并提供解决方案</p>	<p>2.3.1 打印速度、打印温度、热床温度等参数对熔融沉积成形模型成形效果的影响规律</p> <p>2.3.2 熔融沉积成形过程中脱丝、错层、断层、翘曲等现象出现的原因及解决方案</p> <p>2.3.3 面曝光固化成形中打印失败的主要类型及原因</p> <p>2.3.4 三维印刷成形工艺打印中打印失败的主要类型及原因</p>

	2.4 打印后操作	<p>2.4.1 能分析熔融沉积成形、面曝光固化成形制件翘曲变形等制件变形的原因并提供解决方案</p> <p>2.4.2 能分析制件尺寸精度低、粗糙度大等问题产生的原因</p> <p>2.4.3 能根据制件的异常状态优化打印工艺和流程</p>	<p>2.4.1 熔融沉积成形、面曝光固化成形中制件变形的基本形式、发生的原因及其预防的基本措施</p> <p>2.4.2 打印工艺和流程优化方法</p>
3 制件后处理	3.1 表面处理	<p>3.1.1 能分析多孔等异形结构模型内部清洗不净等问题产生的原因并提供解决办法</p> <p>3.1.2 能根据支撑在后处理过程中去除的难易程度、对打印制件表面质量的影响等因素优化支撑的后处理方式</p>	3.1.1 支撑后处理的优化方法
	3.2 制件修复	3.2.1 能对面曝光固化成形中模型的打印水纹及残缺、浸泡脱皮、后处理划伤、细节打印缺失等缺陷进行修复	3.2.1 面曝光固化成形中制件的修复方法

4 设备维护与保养	4.1 故障处理	<p>4.1.1 能根据实际状况排查熔融沉积成形设备、面曝光固化成形设备、三维印刷成形设备相关控制器的外围开关、传感器、步进电机、投影仪等设备故障</p> <p>4.1.2 能根据实际状况排查熔融沉积成形设备、面曝光固化成形设备、三维印刷成形设备相关控制器的输入输出模块、通信模块、电机控制模块、温控模块等控制系统故障</p> <p>4.1.3 能按照电路图设计要求对步进电机驱动系统、限位开关、温度传感器等进行安装、接线、调试</p> <p>4.1.4 能分析面曝光固化成形设备运行后出现的离型膜损伤、光机过热等问题产生的原因</p> <p>4.1.5 能分析异常噪音产生的原因</p> <p>4.1.6 能分析熔融沉积成形设备打印头无法正常吐丝的原因</p> <p>4.1.7 能分析熔融沉积成形设备操作面板出现白屏的原因</p> <p>4.1.8 能解决三维印刷成形设备喷头出墨异常问题</p> <p>4.1.9 能解决三维印刷成形设备软件系统异常问题</p>	<p>4.1.1 熔融沉积成形设备、面曝光固化成形设备、三维印刷成形设备相关外围设备的常见故障类型及排除方法</p> <p>4.1.2 熔融沉积成形设备、面曝光固化成形设备、三维印刷成形设备相关控制器的常见故障类型及排除方法</p> <p>4.1.3 步进电机驱动系统、限位开关、温度传感器等元件的安装、调试方法</p> <p>4.1.4 三维印刷成形设备喷头调试方法</p> <p>4.1.5 三维印刷成形工艺软件维护调试办法</p>
	4.2 设备保养	4.2.1 能对三维印刷成形设备喷头的深度清洁与保养	4.2.1 三维印刷成形设备喷头的深度清洁与保养方法

4 比重表

4.1 理论知识

技能等级		初级技能 (%)	中级技能 (%)	高级技能 (%)
项目				
基本要求	专业道德	5	5	5
	基础知识	15	10	10
技能要求	数据获取	20	10	5
	打印	30	30	20
	制件后处理	15	20	25
	设备维修与保养	15	25	35
合计		100	100	100

4.2 技能操作

技能等级		初级技能 (%)	中级技能 (%)	高级技能 (%)
项目				
技能要求	数据获取	25	20	15
	打印	30	30	30
	制件后处理	25	25	20
	设备维修与保养	20	25	35
合计		100	100	100