

ICS 37.100.10
N 40

PEIAC

团 体 标 准

T/PEIAC *****—2021

增材制造（3D 打印）技术应用师 职业评价规范

Occupational evaluation of Additive manufacturing technician

（征求意见稿）

2021-**-**发布

2021-**-**实施

中国印刷及设备器材工业协会

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	2
5 晋级培训要求	3
6 评价方式及相关要求	3
7 等级申报条件	4
8 等级设置及各等级工作要求	4
9 晋级考试权重表	13
附 录 A（规范性附录）职业道德基本要求	15

前 言

本标准按照GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草。

本文件由中国印刷及设备器材工业协会、机械工业职业技能鉴定指导中心提出。

本文件由机械工业职业技能鉴定指导中心归口。

本标准起草单位：机械工业职业技能鉴定指导中心、北京企学研教育科技有限公司、清华大学基础工业训练中心、北京现代汽车有限公司、北京教育科学研究院、武汉高德信息产业有限公司、南京机电职业技术学院、宜宾职业技术学院、仪征技师学院、安徽机电职业技术学院、杭州职业技术学院、中国印刷及设备器材工业协会。

本标准主要起草人：付宏生、王佐、常锋、孟献军、金磊、李路娜、曾欣、刘静、李庆、陈莉、楼晓春、史仲光、孙颐、何勇、郭一娟、程振宁。

本标准曾于2019年10月以《增材制造（3D打印）技术应用师》名称首次发布。

现以《增材制造（3D打印）技术应用师职业技能评价规范》名称、并按照GB/T1.1-2020对编写格式做了调整第二次修订。

引 言

根据《中华人民共和国劳动法》的有关规定，为进一步完善机械工业职业技能标准体系，满足职业培训、职业教育、职业技能等级认定和评价工作的需要，机械工业职业技能鉴定指导中心组织行业企业、相关专业院校制定了《增材制造（3D 打印）技术应用师》职业技能标准。该标准于 2018 年 6 月启动，2018 年 12 月初审，2019 年 6 月终审，2019 年 10 月由机械工业职业技能鉴定指导中心正式发布并在行业中试行。根据《中华人民共和国标准化法》团体标准管理规则，机械工业职业技能鉴定指导中心按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求，在内容等同的前提下，对文件格式进行了调整，现以 T/PEIAC**—2021《增材制造（3D 打印）技术应用师职业技能评价规范》团体标准形式再次发布。

《增材制造（3D 打印）技术应用师职业技能评价规范》以《机械工业职业（工种）分类目录》为依据，以职业活动为导向，以职业技能为核心，充分考虑了经济发展、科技进步对本职业的影响，客观地分析现阶段增材制造行业从业人员的需求。该标准将增材制造（3D 打印）技术应用师职业分为四个等级，明确规定了职业概况，包括职业定义、职业能力特征、职业评价要求等；职业基本要求，包括职业道德和必备的基础知识等；工作要求，包括职业功能、工作内容、技能要求和相关知识要求等，以及理论知识权重表和操作技能权重表等内容。本标准同时遵循和满足《国家职业技能标准编制规程》的体例规范，符合整体性原则、等级性原则、规范性原则、实用性原则、可操作性原则。

本标准未经授权不得翻印、传播或做他用。版权所有，侵权必究。

增材制造（3D 打印）技术应用师职业技能评价规范

1 范围

本文件规定了增材制造（3D 打印）技术应用师职业技能基本要求、培训和评价要求、等级设置和申报条件、各等级理论知识考试和操作技能考核的内容和权重。

本标准适用于从事数字模型设计及增材制造技术应用,使用 3D 打印机等增材制造设备进行产品成型加工人员的职业技能等级教育培训和评价考试。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本标准必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本标准;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本标准。

国家职业技能标准编制技术规程(人社厅发[2018]26号)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

增材制造 Additive manufacturing/AM

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。

[GB/T 35351-2017]

3.2

3D 打印 3D printing

利用打印头、喷嘴或其他打印技术,通过材料堆积的方式来制造零件或实物的工艺。

注:此术语通常作为增材制造的同义词。[GB/T 35351-2017]

3.3

FDM Fused Deposition Molding

熔融沉积成型。

3.4

SLA Stereo Lithography Apparatus

光固化成型。

3.5

SLS Selective Laser Sintering

选择性激光烧结。

3.6

SLM Selective Laser Melting

选择性激光熔化。

3.7

增材制造（3D 打印）技术应用师 Additive manufacturing technician

从事数字模型设计及增材制造技术应用，并使用 3D 打印机等增材制造设备进行产品成型加工等工作的人员。

注：依据《机械工业职业（工种）分类目录》，增材制造（3D 打印）技术应用师的职业编码为 JX04-24-07。

3.8

晋级培训要求 training requirements

从业人员达到一定等级技能所需要接受的理论知识和操作技能培训的基本要求。

3.9

工作要求 job requirements

在分析、细化职业活动的基础上，对从业人员完成本职业具体工作所应具备的技能要求和相关知识要求的描述。包括职业功能、工作内容、技能要求、相关知识要求四项内容。

4 基本要求

4.1 增材制造（3D 打印）技术应用师应具有较强的创新意识、学习能力、计算能力和空间感、形体知觉及色觉，手指、手臂灵活，动作协调性强。

4.2 增材制造（3D 打印）技术应用师最低学历为高中毕业（或同等学力）。

4.3 增材制造（3D 打印）技术应用师应具备附录 A 规定的职业道德基本要求。

4.4 增材制造（3D 打印）技术应用师应掌握的通用基础理论知识：

- a) 机械制图标准与识图、绘图的方法；
- b) 机械原理与机械设计基本知识；
- c) 工具、模具设计与制造基本知识；
- d) 公差配合的基本知识、标注与测量方法；
- e) 机械加工常用设备和加工工艺；
- f) 材料基础知识；
- g) 力学基础知识；
- h) 电工、电子基本知识；
- i) 计算机基础知识。

4.5 增材制造（3D 打印）技术应用师应掌握的专业基础知识：

- a) 增材制造的应用范围；
- b) 三维设计软件的种类及使用方法；
- c) 三维扫描设备的种类及测量原理；

- d) 三维扫描设备及软件的使用方法；
- e) 三维扫描后数据处理软件知识；
- f) 逆向设计的基本原理及产品设计方法；
- g) 产品的三维设计与建模知识；
- h) 3D 打印成型技术的种类及原理；
- i) 3D 打印成型设备的使用方法；
- j) 增材制造产品的后期处理方法。

4.6 增材制造（3D 打印）技术应用师应掌握的质量管理知识：

- a) 企业质量方针、质量管理的性质与特点等质量管理体系基础知识；
- b) 现场质量管理的要求；
- c) 增材制造产品质量控制的保证措施与质量检验方法。

4.7 增材制造（3D 打印）技术应用师应掌握的安全生产和环境保护知识：

- a) 现场文明生产要求；
- b) 安全操作与劳动保护知识；
- c) 环境保护知识。

4.8 增材制造（3D 打印）技术应用师应掌握的相关法律、法规知识：

- a) 《中华人民共和国劳动法》相关知识；
- b) 《中华人民共和国劳动合同法》相关知识；
- c) 《中华人民共和国消费者权益保护法》相关知识。

5 晋级培训要求

5.1 晋级培训时限

全日制职业学校教育，根据其培养目标和教学计划确定。晋级培训期限：中级不少于 360 标准学时；高级不少于 360 标准学时；技师不少于 280 标准学时；高级技师不少于 240 标准学时。

5.2 培训教师要求

培训中、高级的教师应具有本职业技师或以上技能等级证书或相关专业中级及以上专业技术职务任职资格；培训技师的教师应具有本职业高级技师技能等级证书或相关专业高级专业技术职务任职资格；培训高级技师的教师应具有本职业高级技师技能等级证书 2 年以上或相关专业高级专业技术职务任职资格。

5.3 培训场地设备

配备有教学投影仪、计算机及三维建模、3D 打印、逆向工程等软件的标准教室和具有 3D 打印、三维扫描相应设备及材料、工具、工装,照明、通风条件良好，安全措施完善的场所。

6 评价方式及相关要求

6.1 评价方式

分为理论知识考试、技能考核以及综合评审。理论知识考试以笔试、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方式进行，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。

6.2 监考及考评人员与考生比例

理论知识考试监考人员与考试配比为 1:15，每个标准教室不少于 2 名考评人员；技能操作考核考评员与考生配比为 1:5，且不少于 3 名考评员；综合评审委员不少于 5 人。

6.3 评价时间

理论考试时间不少于 120 分钟。技能操作考核：中级不少于 180 分钟，高级、技师、高级技师均不少于 240 分钟。综合评审时间不少于 30 分钟。

6.4 评价场所设备

理论知识考试在标准教室进行。技能操作考核在配备有计算机及三维建模、3D 打印、逆向工程等软件的标准教室和具有 3D 打印、三维扫描相应设备及材料、工具、工装,照明、通风条件良好安全措施完善的场所进行。

7 等级申报条件

增材制造（3D 打印）技术应用师各等级申报应符合《国家职业技能标准编制技术规程》附录 E 规定的条件。

8 等级设置及各等级工作要求

本职业环境条件为室内、常温。

8.1 工种等级设置

增材制造（3D 打印）技术应用师职业技能等级分为四级/中级工、三级/高级工、二级/技师和一级/高级技师 4 个等级。

注：本职业对中级工、高级工、技师和高级技师的技能要求依次递进，高级别涵盖低级别。

8.2 四级/中级工工作要求

增材制造（3D 打印）技术应用师四级/中级工能够运用基本技能独立完成增材制造中设计准备、产品设计、3D 打印成型（FDM）、制件后期处理、设备保养（FDM）等常规工作，具体要求见表 1。

表 1 四级/中级工的工作要求

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
设计准备	产品资料收集	——能查阅产品种类、结构特征等资料 ——能检索、收集和整理产品结构设计和规范 ——能检索、收集相关技术专利 ——能识读产品设计文件及资料	——国家、行业及企业产品设计标准 ——信息及文献检索方法 ——专利检索及利用知识 ——产品设计相关知识

表 1（续）

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
设计准备	产品材料分析	<ul style="list-style-type: none"> ——能收集、查阅制品材料的加工成型特性 ——能选用增材制造产品材料 ——能区分不同材料对增材制造产品成形工艺和性能的影响 	<ul style="list-style-type: none"> ——制件成型的基础知识 ——增材制造产品材料的性能特点 ——增材制造产品材料的应用范围
	产品结构分析	<ul style="list-style-type: none"> ——能对不同产品结构功能进行对比分析 ——能提出产品结构对生产工艺的技术要求 ——能进行产品结构工艺性审查 	<ul style="list-style-type: none"> ——可加工性设计知识 ——可装配性设计知识 ——常见塑料及钣金件结构知识
产品设计	手工绘图	<ul style="list-style-type: none"> ——能绘制各种标准件和常用件 ——能测绘零件的基本尺寸并标注公差 ——能识读和绘制支架类零件图 ——能识读和绘制箱体类零件图 ——能绘制正等轴测图 ——能绘制螺纹连接的装配图 	<ul style="list-style-type: none"> ——产品设计草图的绘制方法 ——产品测绘方法 ——截交线的绘制方法 ——相贯线的绘制方法 ——组合体的绘图知识 ——正等轴测图的绘制知识 ——螺纹连接装配图相关知识
	数字建模	<ul style="list-style-type: none"> ——能使用如 Maya、Rhino、3DOnePlus、SolidWorks、Catia、3Dmax、Pro/E、UG 等相关 CAD 软件进行基于外观特征的建模 ——能使用相关 CAD 软件创建单一曲面零件的三维模型 ——能使用相关 CAD 软件创建单一曲面的三维模型 ——能使用相关 CAD 软件渲染三维模型 ——能在相关 CAD 软件中进行基于系统的建模和产品装配建模 ——能制作产品结构爆炸图 	<ul style="list-style-type: none"> ——三维模型创建知识 ——三维模型渲染知识 ——建模相关软件的装配知识 ——产品虚拟装配相关知识 ——产品结构爆炸图的绘制方法
	模型格式互换	<ul style="list-style-type: none"> ——能将三维模型保存为相关 CAD 软件格式数据 ——能将三维模型导出成.stl、.obj 等 3D 打印切片软件可识别的文件格式 	<ul style="list-style-type: none"> ——相关 CAD 软件三维模型的保存知识 ——切片软件应用的知识
3D 打印成型 (FDM)	3D 打印准备	<ul style="list-style-type: none"> ——能识读 3D 打印机产品使用说明书 ——能使用工具安装 3D 打印机主、配件 ——能使用相关软件修复优化 3D 模型, 分析零件或直接在.stl 模型上做 3D 模型设计及优化, 并形成报告 ——能安装和拆卸打印耗材 ——能进行 3D 打印平台的调平 ——能选用、粘贴耐高温胶带到 3D 打印机平台上 	<ul style="list-style-type: none"> ——3D 打印机使用说明书识读知识 ——常用 3D 打印机安装工具的使用知识 ——常用关于模型检查的软件使用知识 ——选用粘贴耐高温胶带的操作方法 ——常用 3D 打印机配套后处理工具的选用和使用知识 ——胶带的选用方法

表 1 (续)

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
3D 打印成型 (FDM)	数字模型输出	<ul style="list-style-type: none"> ——能安装 3D 打印机配套切片软件 ——能在切片软件中导入模型并进行选择机器型号、打印耗材、温度、速度、支撑等参数设置 ——能将切片处理后的模型数据导出并保存 	<ul style="list-style-type: none"> ——相关 3D 打印机切片软件的安装、参数设置使用知识 ——相关 3D 打印机切片软件模型输出知识 ——数据格式知识
	参数设定	<ul style="list-style-type: none"> ——能进行 3D 打印机开机后的预热、进丝等参数设定 ——能将切片后的模型导入到 3D 打印机中 ——能选择并调用导出的数字模型, 并能用 FDM 类型 3D 打印机操作 	<ul style="list-style-type: none"> ——相关 3D 打印机参数设置知识 ——数字模型参数调用方法
后期处理	清除残余和支撑	<ul style="list-style-type: none"> ——能使用铲刀等工具从 3D 打印机取出产品 ——能使用美工刀、尖嘴钳、镊子等工具去除产品支撑 ——能使用锉刀、砂纸等打磨工具打磨产品 ——能使用抛光工具和研磨膏精磨产品 	<ul style="list-style-type: none"> ——铲刀、美工刀等刀具使用知识 ——尖嘴钳、镊子等工具的操作技能 ——锉刀、砂纸等后处理工具的使用知识 ——使用抛光工具与研磨膏的方法
	喷涂和组装	<ul style="list-style-type: none"> ——能使用颜料笔为模型涂色 ——能使用塑料粘接剂(如 502 胶水、AB 胶)等粘接组装产品 	<ul style="list-style-type: none"> ——颜料、颜料笔使用知识 ——塑料粘接剂的使用方法
设备保养 (FDM)	3D 打印机调试	<ul style="list-style-type: none"> ——能对 3D 打印机本体进行外观检查 ——能完成 3D 打印机启动、调平、进丝、退丝、回参考点等操作 ——能检查并更换 3D 打印机平台上的耐高温胶带 ——能判断断丝并对断丝进行处理 ——能定期对各个轴承和丝杆涂抹润滑脂或润滑油来保持各个部件的润滑度 ——能在打印完毕后, 清理 3D 打印机及周围环境 ——能填写调试、运行使用记录 	<ul style="list-style-type: none"> ——功能部件空运转的试验方法 ——断丝后拆装及更换方法 ——润滑油、润滑脂的使用方法 ——3D 打印工作室环保相关知识 ——3D 打印机调试、运行记录填写方法 ——3D 打印机日常保养知识
	喷嘴的保养	<ul style="list-style-type: none"> ——能辨识 3D 打印机常用喷嘴类型 ——能检查 3D 打印机喷嘴有无磨损 ——能在常温下将喷嘴拆下放入丙酮等溶液中清洁 ——能在加热状态下清理喷头表面的残留料 ——能清空喷头内残余打印材料 	<ul style="list-style-type: none"> ——3D 打印机常用喷嘴类型知识 ——润滑、清洁等常规保养方法 ——喷嘴残留料的清理方法 ——喷头清理方法 ——喷头保养方法

8.3 三级/高级工工作要求

增材制造（3D 打印）技术应用师三级/高级工能够运用基本技能独立完成增材制造中正向建模设计、数据采集、逆向建模设计、3D 打印成型（SLA 和 SLS 等）等设备调试、保养、更换部件、维修和一般故障排除等常规工作，具体要求见表 2。

表 2 三级/高级工的工作要求

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
正向建模设计	特殊曲面设计	<ul style="list-style-type: none"> ——能使用三维软件构建特殊曲面的三维模型 ——能根据产品外观及功能需求进行结构设计，尤其是不规则曲面的设计 	<ul style="list-style-type: none"> ——曲线、曲面的构形及其投影 ——工业产品造型的方法
	多组件装配设计	<ul style="list-style-type: none"> ——能识读机械装配图 ——能用计算机辅助绘图的方法绘制多组件装配图，包括视图、尺寸标注、技术要求、明细表等 ——能根据功能需求，设计满足配合精度要求的多组件配合 ——能从多组件装配图中拆分零件 ——能分析机构的干涉性 	<ul style="list-style-type: none"> ——装配图相关知识 ——尺规作图、计算机辅助绘图 ——互换性与公差的概念 ——尺寸精度及配合的选择及其图样上的标注方法 ——机构干涉相关知识
数据采集	扫描仪选择	<ul style="list-style-type: none"> ——能根据扫描件的结构特征、材料及造型工艺选择合适的扫描设备 ——能根据扫描环境、场地、光线等外界因素选择合适的扫描设备 ——能根据特殊要求（色彩、精度、细节特征等）选择合适的扫描设备 	<ul style="list-style-type: none"> ——光学基础知识 ——扫描系统的构建知识 ——扫描仪的特性及产品结构造型的相关知识
	扫描前准备	<ul style="list-style-type: none"> ——能标定扫描仪、确定扫描件的正确位置 ——能根据需要对扫描件表面喷涂显像剂和粘贴标志点 ——能使用扫描配件（转台、辅助夹具等），以保证扫描件的位置精度 	<ul style="list-style-type: none"> ——扫描仪标定知识 ——标定精度的影响因素 ——扫描件表面特性和处理工艺及位置摆放的方法和技巧
	扫描设备的操作	<ul style="list-style-type: none"> ——能连接扫描仪与软件系统 ——能对扫描仪进行标定校准 ——能扫描精度要求高、表面特征复杂的产品 ——能扫描装配产品的分区域数据和拆分件三维数据 ——能多设备配合使用，进行多组件曲面造型数据采集 	<ul style="list-style-type: none"> ——扫描软件使用方法 ——产品表面工艺知识 ——扫描物品的检测 ——扫描数据拼接与融合 ——数据采集相关知识

表 2（续）

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
逆向建模设计	处理	<ul style="list-style-type: none"> ——能运用点云处理软件修复扫描的点云数据 ——能对点云数据进行正确取舍,能进行剔除噪点和冗余点等基础数据的处理 ——能对大型工件点云数据分块处理,并能精准合并数据 	<ul style="list-style-type: none"> ——点云数据的概念 ——点云处理软件 ——点云处理的方法和技巧
	模型修复	<ul style="list-style-type: none"> ——能通过三维检测软件对所采集的数据进行检查分析 ——能根据检测软件的分析结果,二次修正模型数据 ——能使用软件修复逆向模型 	<ul style="list-style-type: none"> ——三维检测软件的基础知识 ——修复软件的基础知识 ——模型修复技巧和方法
3D 打印成型 (SLA 和 SLS 等)	选择设备	<ul style="list-style-type: none"> ——能根据构建的三维模型预测打印时间 ——能在打印之前预测打印中可能出现的影响产品质量和打印进度的问题,并能提出预防措施 ——能在保证产品质量的前提下,通过调整模型和工艺参数提高打印速度 ——能根据成型材料的特性判断模型最适宜的成型方式 ——能从产品需求出发,结合成型工艺选择合适的设备 ——能根据后期处理要求的不同,选择合适的成型设备 	<ul style="list-style-type: none"> ——质量管理知识 ——进度管理知识 ——增材制造工艺基础知识 ——SLA 和 SLS 等成型原理及特点 ——SLA 和 SLS 设备组成 ——SLA 和 SLS 等的成型设备参数以及后期处理工艺知识
	操控打印设备	<ul style="list-style-type: none"> ——能根据产品特点,结合快速成型工艺进行模型拆分和切片 ——能根据指示信号补充或更换打印材料 ——能启动 SLA 和 SLS 打印设备打印模型 ——能操作光固化、粉末烧结、激光烧结等不同类型的快速成型设备,进行 3D 打印成型 ——能辨识设备的故障信号并能处理异常状况 	<ul style="list-style-type: none"> ——3D 打印组合件的结构相关知识 ——三维建模数字化设计相关知识 ——SLA 和 SLS 的控制系统相关知识 ——设备操作手册 ——设备故障诊断相关知识
	参数的调节	<ul style="list-style-type: none"> ——能根据需求调整 SLA、SLS 设备激光束功率、扫描速度等工艺参数 ——能根据实际需求优化技术方案 	<ul style="list-style-type: none"> ——SLA 和 SLS 类型 3D 打印机的原理 ——打印设备工艺参数

表 2 (续)

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
3D 打印成型（SLA 和 SLS 等）	质量评价	<ul style="list-style-type: none"> ——能对设计产品的质量进行监控 ——能综合评价打印件的质量 ——能对打印件的缺陷提出改进措施 	<ul style="list-style-type: none"> ——质量分析相关知识 ——产品质量管理相关知识 ——打印件的缺陷及改进措施相关知识
后期处理及装饰	清除残余和支撑	<ul style="list-style-type: none"> ——能处理不同设备打印模型的残余物质及辅助支撑结构 ——能剥离模型上的包覆物质 ——能对光固化成型模型进行二次固化 	<ul style="list-style-type: none"> ——工艺成型中影响质量的因素 ——材料特性的知识 ——清除工具（酒精和丙酮）的使用
	制作后期制作	<ul style="list-style-type: none"> ——能根据需求进行钻孔、切割等后处理 ——能根据需求选用电镀、喷漆、着色、蒸发等后处理方法 ——能对 3D 打印造型存在的缺陷进行修复 ——能对打印过程进行跟踪分析总结，完善设计及成型工艺 ——能按照图纸要求组装产品 	<ul style="list-style-type: none"> ——打印件后处理的技巧 ——后处理的物理方法 ——后处理的化学方法 ——后期制作常用工具的使用 ——产品组装相关知识
设备维修	扫描设备维修	<ul style="list-style-type: none"> ——能依据扫描仪的安装说明书、维修说明书等技术文件诊断打印机故障部位，故障原因 ——能解决扫描移位、噪音太大、空间不足、无响应等基础问题 ——能进行扫描设备的日常维护 	<ul style="list-style-type: none"> ——扫描设备光学原理 ——扫描设备故障诊断方法 ——机电设备维修基础
	增材制造设备维修	<ul style="list-style-type: none"> ——能依据 3D 打印机的安装说明书、维修说明书等技术文件诊断打印机故障部位，故障原因 ——能更换打印机的相关组件，排除故障 ——能排除送粉管道堵塞、平台不平、激光系统无响应、托板升降失灵等故障 ——能进行打印设备的日常维护 	<ul style="list-style-type: none"> ——SLS 系统的组成：高能激光系统、光学扫描系统、加热系统、供粉及铺粉系统 ——SLS 控制系统的基本原理 ——SLA 系统的组成：光源系统、光学扫描系统、托板升降系统、涂覆刮平系统、液面及温度控制系统、控光快门系统 ——SLA 控制系统技术的基本原理

8.4 二级/技师工作要求

增材制造（3D 打印）技术应用师二级/技师能够运用基本技能独立完成增材制造中金属制件正向设计、金属制件逆向设计、3D 打印成型（SLM，金属打印）、制件后期处理、金属打印机维修、培训与管理等工作，具体要求见表 3。

表 3 二级/技师的工作要求

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
金属制件正向设计	数字模型	——能运用绘图软件设计符合金属 3D 打印要求的零件 ——能对零件进行拓扑优化、点阵结构等优化设计	——三维设计软件相关知识 ——CAE 软件、拓扑优化软件相关应用知识
	材料分析	——能选用新材料，优化打印参数 ——能分析新材料打印不良的原因，并提出相应解决方法	——材料学应用知识 ——3D 打印机的参数调整（扫描策略、扫描速度、打印层厚、惰性气体流量、零件摆放姿态、刮刀材质）、材料学相应知识
金属制件逆向设计	多组合配合件逆向设计	——能设计多组合配合件的装配图 ——能设计各类组合件制作工艺 ——能选择组合件之间的连接方式	——多组合配合件的装配公差设计理论 ——各类组合件的设计制作相关知识 ——组合件之间连接要求的内容知识
	产品创新设计	——能根据客户要求，进行产品外观和内部结构创新设计 ——能对原有数字模型进行修改 ——能对产品进行测试和检验	——产品造型设计相关知识 ——产品开发建模相关知识 ——产品的测试、后期投入流程等相关知识
3D 打印成型（SLM，金属打印）	材料分析与设备选择	——能判断各种打印材料的特性与优缺点 ——能选择成型材料 ——能针对不同材料选择 3D 打印成型设备并设定参数 ——能使用金属打印机进行成型加工	——材料力学，各种打印金属的力学及特性知识 ——材料各种成分相关的知识 ——设备使用方法，各种材料针对的设备要求特性相关知识 ——金属 3D 打印机的工作原理相关知识
	整体规划	——能制定目标物件的打印流程 ——能制定物件制作方案及详细要求 ——能调整打印机精度与物件要求精度之间的关系	——3D 打印整体物件流程规划能力相关知识 ——物件制作方案及详细要求相关知识 ——打印机精度调整与物件要求精度之间的关系
	工艺与操作	——能对零件进行嫁接打印 ——能调用参数开发包	——零件嫁接操作知识 ——参数开发包调用知识
	质量评价	——能检测质量相关的参数 ——能对产品质量评价以及对相关内容提出要求 ——能编制质量评价表，对产品进行综合品评	——质量相关的检测参数相关知识 ——产品质量评价体系相关知识 ——质量评价表的包含内容，质量参数相关要求

表 3（续）

职业	工作内容	技能要求	相关知识要求
----	------	------	--------

功能			
制件后期处理	艺术设计	<ul style="list-style-type: none"> ——能对金属打印件进行精磨、调整、去除毛刺等操作 ——能进行艺术设计,对打印品进行美化 ——能根据材料特性,做出金属制件除去应力、去掉支撑、抛光等后期处理 	<ul style="list-style-type: none"> ——精磨、调整、去除毛刺等相关技能知识 ——打印初品的艺术设计相关知识,美术技能知识 ——金属打印后处理工艺
	效果评价	<ul style="list-style-type: none"> ——能对增材制造产品进行整体评价 ——能制定产品评价表 ——能判别产品是否合格 	<ul style="list-style-type: none"> ——产品评价方法的相关知识 ——最终产品判别与质量判别等相关知识 ——全面质量评估的知识
金属打印机维修	金属 3D 打印机故障诊断	<ul style="list-style-type: none"> ——能判断的故障现象和故障代码 ——能根据故障代码查询设备故障点 	<ul style="list-style-type: none"> ——金属 3D 打印机的运行原理 ——金属 3D 打印机故障判断相关知识
	金属 3D 打印机维修	<ul style="list-style-type: none"> ——能分析打印机出现的故障原因,对不良的零部件进行更换和调整 ——能确定打印机各项参数的标准值 	<ul style="list-style-type: none"> ——设备故障维修等相关知识 ——金属 3D 打印机标准参数、机械构造相关知识
培训与管理	培训	<ul style="list-style-type: none"> ——能对中、高技能等级学员讲授打印机的使用方法及参数设置 ——能对中、高技能等级学员进行理论及操作相关的培训 ——能制定培训计划及培训安排 	技能培训及理论培训相关知识与培训课程设计知识
	管理	<ul style="list-style-type: none"> ——能定期对打印机进行保养和维护 ——能制定标准化的使用流程及常见故障应对方法 ——能管理 3D 打印机相关技术文件及材料 	<ul style="list-style-type: none"> ——定期管理相关内容知识 ——标准化管理材料与 ISO 审查所需材料等相关知识
	技术总结	<ul style="list-style-type: none"> ——能将不同物品的打印方法进行总结分类管理 ——能总结打印过程中常见的问题与解决方法 ——能总结打印机使用及维护遇到的问题与解决方案 	设备的使用方法、故障解决、常见问题的技术总结归档等知识

8.5 一级/高级技师工作要求

增材制造（3D 打印）技术应用师一级/高级技师能够运用基本技能独立完成增材制造中成型

材料分析、特种成型件的方案制定、3D 打印+互联网、培训与管理等工作，具体要求见表 4。

表 4 一级/高级技师的工作要求

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
成型材料分析	产品材料分析与选择	<ul style="list-style-type: none"> ——能选用和设置支撑结构 ——能运用去支撑，打磨，涂装与上色等后处理方法 ——能根据产品要求，选用和订制增材制造材料 ——能根据产品要求，选用和订制材料属性成分，包括以塑料，金属，复合材料等为主的增材制造工艺 	<ul style="list-style-type: none"> ——增材制造材料相关知识 ——材料成型后的后处理工艺相关知识 ——材料成分、状态与组织性能知识 ——液体、固体和粉末三种材料为主的常见增材制造材的制造工艺 ——成型材料的基本制作工艺知识
	成型方案制定	<ul style="list-style-type: none"> ——能根据增材制造产品的硬度、表面粗糙度、尺寸大小选用增材制造成型方案 ——能根据增材制造产品的功能和结构，选用增材制造成型方案 	<ul style="list-style-type: none"> ——常用的成型工艺方案（SLA、SLS、FDM、DLP、LOM、SLM、3DP 等）的相关知识 ——增材制造成型相关知识
特种成型件的方案制定	特种案例解决方案	<ul style="list-style-type: none"> ——能在产品逆向造型的基础上进行二次开发设计 ——能提出优化设计和创新设计方案 ——能解决企业所需特种案例的要求 ——能独立完成试制件的增材制造，包括成型工艺方案和制造参数的设置 	<ul style="list-style-type: none"> ——创新思维、创新技法等相关知识 ——工程制图的知识 ——绘图建模相关知识 ——正逆向软件建模的方法
	评价与评估	<ul style="list-style-type: none"> ——能完成增材制造产品的质量评价 ——能完成增材制造产品的成本评估 	<ul style="list-style-type: none"> ——增材制造产品的成本分析的知识 ——增材制造产品的评价相关知识
3D 打印 + 互联网	制定方案	<ul style="list-style-type: none"> ——能利用多终端远程监控、实施增材制造设备的操作 ——能利用互联网+技术实现对增材制造设备的远程控制 	<ul style="list-style-type: none"> ——网络远程调试和联机的相关知识 ——网络远程信息的采集、设备的操控的相关知识

表 4（续）

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
------	------	------	--------

3D 打印 + 互联网	实施	——能指导多终端数据采集 ——操控的方案具体实施	——多终端在线监控的知识 ——操作实施的方案
	推广与应用	——能对新的客户或产品要求， 通过互联网进行推广 ——解决客户或产品生产问题	——增材制造各个领域应用现状 知识 ——工艺生产的方法
培 训 与 管 理	培 训	——能撰写培训方案、总结 ——能够编写培训教案 4.1.3 能对技师及以下技能等级学 员进行理论及操作相关的培训	——撰写培训方案、总结要求的 方法 ——指导学员能够独立完成简单 产品的建模、打印、后处理等流 程的方法
	管 理	——能对增材制造设备的日常维 护与管理 ——能快速接受适应新技术、新 设备、新材料、新成形方法等 ——能进行工作计划、调度及人 员的管理	——增材制造设备的日常维护相 关知识 ——制定合理的生产管理方案， 高效率利用打印设备相关知识 ——设备管理和人员管理相关知 识

9 晋级考试权重表

9.1 理论知识权重表

各个等级要求中基本知识和各等级职业功能对应的相关知识要求在培训和评价中所占的权重，具体内容见表5。

表5. 增材制造（3D打印）技术应用师理论知识权重表

项 目		中级工/%	高级工/%	技师/%	高级技师/%
基本 要求	职业道德	5	5	5	5
	基础知识	10	10	5	5
相关 知识	设计准备	20	20	—	—
	产品设计	30	15	15	20
	数据采集	—	10	—	—
	逆向设计	—	10	15	—
	3D打印成型	20	15	30	—
	制件后期处理	10	10	10	—
	设备维修	5	5	—	—
	培训指导	—	—	10	15

表5（续）

项 目	中级工/%	高级工/%	技师/%	高级技师/%
-----	-------	-------	------	--------

相关知识	材料分析	—	—	—	20
	3D打印+互联网	—	—	—	15
	管理	—	—	10	20
合计		100	100	100	100

9.2 操作技能考核要求权重表

各个等级要求中职业功能对应技能要求在培训和评价中所占的权重，具体内容见表6。

表6. 增材制造（3D打印）技术应用师操作技能权重表

项 目		中级工/%	高级工/%	技师/%	高级技师/%
相关知识	设计准备	25	20	—	—
	产品设计	35	20	20	—
	数据采集	—	15	10	—
	逆向设计	—	10	15	—
	3D打印成型	20	15	20	—
	制件后期处理	15	10	15	—
	设备维修	5	10	—	—
	培训指导	—	—	10	25
	管理	—	—	10	15
	成型材料分析	—	—	—	15
专业成型件的方案制定	—	—	—	35	
合计		100	100	100	100

附 录 A
(规范性附录)
职业道德基本要求

A.1 职业守则要求

- A.1.1 忠于职守，爱岗敬业。
- A.1.2 讲究质量，注重信誉。
- A.1.3 积极进取，团结合作。
- A.1.4 遵纪守法，讲究公德。
- A.1.5 着装整洁，文明生产。
- A.1.6 爱护设备，安全操作。

A.2 职业素质要求

- A.2.1 能条理清晰、结构合理地描述完成任务后的结果。
 - A.2.2 满足任务要求，实现功能指标。
 - A.2.3 职业行动、行动过程、工作过程和工作任务始终能以顾客为导向。
 - A.2.4 职业工作受到经济成本的影响，能考虑各种成本因素，估算经济性。
 - A.2.5 能以企业生产流程为导向，考虑跨越每个人的工作领域的部门间的合作。
 - A.2.6 能考虑劳动安全、事故防范以及解决方案对社会环境造成的影响和社会接受度。
 - A.2.7 能考虑到环保性对所有工作过程和生产流程的要求。
 - A.2.8 能够在任务解决过程中体现出创新性。
-