

2023年全省技工院校增材制造项目 师生技能竞赛技术文件

2023年 4月

一、技术描述

(一) 项目概要

增材制造技术是融合了计算机辅助设计、材料加工与成型技术、以数字模型文件为基础，通过软件与控制系统将专用的金属材料、非金属材料以及医用生物材料，按照挤压、烧结、熔融、光固化、喷射等方式逐层堆积，制造出实体物品的制造技术。与传统的、对原材料切削去除、组装的加工模式不同，增材制造技术是一种“自下而上”通过材料累加从无到有的制造方法。这使得过去受到传统制造方式的约束，而无法实现的复杂结构件制造变为可能。

增材制造项目需要参赛选手通过完成结构优化设计及 SLM 制造、三维数据采集技术、三维模型重构等一系列任务。

(二) 基本知识与能力要求

增材制造是工程领域中最新、发展最快的分支之一，已应用于所有重要行业，例如能源、交通、航空航天、机械工程等，增材制造在大部分国家和主流工程行业中均表现出稳定而快速增长。在 2022 年 2 月 22 日，人力资源和社会保障部在例行新闻发布会上，发布了 2021 年第四季度全国招聘大于求职“最缺工”的 100 个职业排行，其中包括了增材制造设备操作员，该行业的技能型人才缺口已经出现。该项目所需掌握的知识、理解力和具体技能，反映了全球范围内从事增材制造行业工作或职位的理解，并遵循技能竞赛的目的既是展现世界技能组织标准规范

(WSSS) 所述的技能在世界上的最高水平，或至少在某种程度上它能够对此予以展示的理念，以达到在技能大赛上有关赛项技能的知识理解将通过选手的技能表现予以考核的目的，进而实现推广增材制造技术技能的效果。

选手需要具备的能力一览表

相关要求		权重比例 (%)
1	工作组织和管理	
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> — 现行的和增材制造行业相关的健康与安全条例 — 正确使用维护个人安全防护装备及服装 — 由产品和设备供应商或制造商公布的推荐规范及信息 — 维护和使用专业设备的流程 — 增材制造相关的术语和符号 — 三维扫描相关的术语和符号 	
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> — 应用职业健康与安全条例于增材制造行业 — 正确使用并维护个人防护服装及装备 — 设定、使用、调节及维护所有专业设备 — 在工作场所推广安全与健康操作 — 应用由产品和设备供应商或制造商公布的推荐规范及信息 — 遵循制造商的安全技术说明书 	
2	数字建模、结构优化设计及金属 3D 打印	
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> — 三维建模软件的正确使用。 — 设计结构合理性及力学稳定性。 — 零件3D 打印切片及合理添加支撑的方法。 — 设置3D 打印机参数。 — 金属3D 打印成形原理 — 正确设置打印参数与支撑的合理方法 — 安全操作打印机的工艺流程 — 正确监控打印过程与打印质量 — 在规定时间内完成的重要性 	

	——打印件后处理的步骤和流程	
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> — 准确识读零件图纸并使用软件绘制三维模型。 — 能够通过结构优化设计减少零件重量、减少加工时间与成本。 — 能够利用软件设置打印工艺、添加合理的支撑。 — 正确设置打印机参数。 — 正确操作金属3D 打印设备 — 安全使用需要的惰性气体、金属粉末 — 正确设置打印参数与支撑 — 正确将打印件从基板上取下，确保打印件的安全与完整 — 采用正确的方法进行后处理 	
3	数字建模、创新设计及光固化3D 打印	
基本知识	<p>数字建模软件的正确使用； 工业产品的设计与分析能力； 通过优化设计使结构更合理，符合人体工学要求； 竞赛设备安全使用流程的重要性； 光固化3D 打印成型原理； 正确设置打印参数和支撑的合理方法； 打印件后处理的步骤和流程。</p>	
工作能力	<p>正确理解 CAD 图； 使用软件构建三维模型； 解读和工业设计有关的技术规范； 通过优化设计，使结构更合理，便于加工； 正确操作光固化3D 打印设备； 正确设置打印参数与支撑； 正确进行零件的后处理。</p>	
4	数据采集与逆向工程	
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> — 三维扫描设备操作原理。 — 各种类型的三维扫描仪的优缺点。 — 三维扫描仪的校准及校准的方法。 — 扫描数据处理的方法和技巧。 — 应用逆向建模软件对扫描的数据建模。 	

	<ul style="list-style-type: none"> —制图基础。 —使用检测量具进行测绘工作 —破损零件修复符合机械设计要求。 	
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> — 能够利用三维扫描仪采集的数据点云处理。 — 能够利用三维逆向设计软件逆向建模。 — 能够生成符合国标的零件图纸。 — 能够正确标注符合国标要求的常规尺寸和形位公差。 	
5	安全与交付	
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> —关于安全建议 —后处理的工艺和程序 —在其能力范围内按照要求标准完成工件的重要性 —应转交给其他适当人员处理的情况 	
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> —安全处理每个制造环节 —清洁零件 —根据机构要求将零件交付至适当的位置或人员 	
合计		100

二、试题及评判标准

(一) 试题 (样题)

1. 试题 (样题) 结构、考核内容及时间分配

模块编号	模块	子模块	竞赛时间 (分钟)	分数
A	结构优化设计及 SLM 制造	数字建模、结构优化	40	30
		金属打印、后处理		
B	产品创新设计及3D打印制造	数字建模、创新设计	100	30

		3D打印、后处理		
C	数据采集与逆向工程	扫描、逆向	100	25
		工程图		
	职业素养			5
	理论考核部分			10
	合计		240	100

模块 A+模块B+模块 C 总时长 240 分钟，模块A中的金属打印SLM制造单独时间完成。

理论考核90分钟，单独安排考核，赛前7天公布试题库。

(2) 试题

本赛项包括结构优化设计及 SLM 制造；产品创新设计及 DLP 制造；数据采集与逆向工程三个模块，单人赛。

模块 A：结构优化设计及 SLM 制造

该模块包括数字建模、工业设计等考核内容，要求参赛者根据所提供的 CAD 图进行三维数字化建模，并根据任务要求进行结构优化设计，在保证部件结构的可靠性与稳定性的前提下，进行轻量化。同时要求参赛者做好打印准备工作，根据模块 A 的输入文件在金属 3D 打印设备上完成打印，正确选择和使用工具将打印件与基板完整取出。

模块 B：产品创新设计及 3D打印制造

该模块包括数字建模、工业设计、FDM打印机操作、光固化 3D 打印设备操作、打印件后处理等考核内容，要求参赛者根据所提供的工程图进行数字化建模，并根据使用条件，在主要功能、主要原理、人体工学

、方案创意及实用性与加工合理性等方面进行创新设计，并且利用赛场提供的切片软件，正确设置打印参数与支撑，完成打印及其后处理工序。

模块 C：数据采集与逆向工程

该模块包括三维数字化扫描、数据处理、逆向工程、机械制图、机械机构、机械设计等考核内容，要求参赛者根据赛场提供的扫描件实物，操作扫描仪获取三维数据，能够正确的处理点云数据，并进行数据的逆向建模；并根据任务进行分析与设计；生成 GB 标准的二维工程图。

（二）命题方式和命题方案

1. 命题方式

本项目为可提前公布试题的项目，赛前 30 天公布技术文件，赛前 1 周公布（包括试题、素材、评判标准）。为了遵循公平、公正原则，竞赛试题在赛前由裁判长结合赛场设施设备、材料等实际情况，按照技术工作文件确定的试题调整工作流程和方法，对已公布的试题进行不超过 30% 的修改，并对最终比赛试题签字确认，决赛试题于赛前执裁专家组培训时公布。

2. 命题方案

本次竞赛以第一届全国技能大赛增材制造项目比赛内容为基础，涵盖全国技能大赛增材制造项目所涉及的部分技能要点，尽可能保留全国技能大赛的技术难度，缩短竞赛时间，以检验参

赛选手专业理论知识、实操技能。

(三) 评判标准

1. 分数权重

分数权重表

编号	模块名称	分数		
		评价分	测量分	合计
A	结构优化设计及 SLM 制造	2	28	30
B	产品创新设计及 3D打印制造	2	28	30
C	数据采集与逆向工程	2	23	25
	职业素养	5	0	5
	总计			

注：最终试题的配分比例现场可进行适当调整。

2. 评判方式

(1) 评价分（主观评分）

评价分（Judgement）打分方式：3名裁判为一组，采用回避所在参赛队选手的原则评分。3名裁判各自单独评分，计算出平均权重分，除以3后再乘以该子项的分值计算出实际得分。裁判相互间分差必须小于等于1分否则需要给出确切理由并在小组长或裁判长的监督下进行调分。权重表如下：

评价分值描述表

权重分值	要求描述
0分	各方面均低于行业标准，包括“未做尝试”
1分	达到行业标准

2分	达到行业标准，且某些方面超过标准
3分	达到行业期待的优秀水平

(2) 测量分（客观评分）

测量分（Measurement）打分方式：按模块设置若干个评分组，每组由3名及以上裁判构成。每个组所有裁判一起商议，在该选手在该项中的实际得分达成一致后最终只给出一个分值。若裁判数量多，也可以另定分组模式，测量分打分方式为满分或零分。

测量分评分准则

类型	示例	最高分值	正确分值	不正确分值
满分或零分	某打印件的完整性，配分为1分，选手得分只有两种可能，要么满分要么零分	1	1	0
从满分中扣除	某打印件共有10个关键尺寸，最大分2分，一处未达到要求扣0.2分，选手4处未达到要求	2	1.2	0.8
从零分开始加	某数字模型修复，最大分值2分，完整修复一处得0.4分，选手完整修复2处	2	0.8	1.2

(3) 成绩并列排序方法

依次比对四个模块成绩。如总分相同，比对模块A成绩，成绩高者排名靠前。若总分相同模块A成绩相同，比对模块B成绩，成绩高者排名靠前，依次类推。

(4) 评分流程

● 过程评分

现场裁判依据现场打分表，对参赛队的操作规范、现场表现等进行评分，如果出现违纪、违规等行为，扣除职业素养分值并由选手、裁判员签字确认。

- 结果评分

对选手提交的竞赛成果，依据赛项评价标准进行评价与评分。

- 违规扣分

选手竞赛中有下列情形者将予以扣分：

- 在完成工作任务的过程中，因操作不当导致事故，扣总分10~15%，情况严重者取消竞赛资格。

- 因违规操作损坏赛场提供的设备，污染赛场环境等严重不符合职业规范的行为，视情节扣总分5~10%，情况严重者取消竞赛资格。

- 扰乱赛场秩序，干扰裁判员工作，视情节扣总分5~10%，情况严重者取消竞赛资格。

- 没有按照竞赛规程和任务书要求，比赛现场工具摆放不整齐、作业流程混乱、着装不规范、资料归档不完整，视情节扣总分5~10%。

- 抽检复核

为保障成绩统计的准确性，监督组对赛项总成绩排名前10名的所有参赛队伍的成绩进行复核；对其余成绩进行抽检复核，抽检覆盖率不得低于15%。监督组将复检中发现的错误通过书面

方式及时告知裁判长，由裁判长更正成绩并签字确认。错误率超过 5%的，则认定为非小概率事件，裁判组需对所有成绩进行复核。

三、竞赛细则

(一)赛前准备规则

1. 选手工作规则

(1) 选手统一有序的熟悉竞赛场地和设备，允许试运行设备、使用电脑软件、不允许拆装设备、不允许修改软件、设备参数等。

(2) 熟悉场地时，不得携带手机、相机等设备，不得对赛场及赛场设备拍照。

(3) 试运行过程由选手独立完成，场内裁判与场外人员均不得提供任何指导。

(4) 熟悉场地时不发表没有根据以及有损大赛整体形象的言论。

(5) 熟悉场地时严格遵守大赛各种制度，严禁拥挤、喧哗，以免发生意外事故。

2. 裁判员工作规则

(1) 裁判员赛前培训

裁判员需在赛前参加裁判工作培训，掌握与执裁工作相关的尺度要求和竞赛规则，具体包括：竞赛技术规则、竞赛技术平台、评分方式、评分标准、成绩管理流程、安全注意事项和安全应急

预案等。

（2）裁判员分工

在裁判长的安排下，对裁判员进行分组，并明确组内人员分工及工作职责、工作流程和工作要求等。

裁判长根据比赛需要将裁判员分为检录裁判、加密裁判、现场裁判、评分裁判和统分裁判。

检录裁判：负责对参赛队伍（选手）进行点名登记、赛场场次及赛位抽签、选手身份核对等工作。

加密裁判：负责组织对参赛队信息、抽签代码等进行加密；每场赛事结束后及时对选手管理平台上提交的资料、作品（U盘、加工的零件）进行加密，送交评分组；评分结束后，成绩公布前对以上加密的内容进行解密。

现场裁判：按规定做好赛场记录，维护赛场纪律，评定参赛队的现场得分。

评分裁判：负责对参赛队伍（选手）的比赛作品、技能展示按赛项评分标准进行成绩评定。

统分裁判：负责在监督人员监督下完成统分工作，统分表须由统分裁判、裁判长、监督仲裁组成员共同签字确认。

（二）正式比赛规则

1. 选手工作规则

（1）选手比赛当日违规携带物品进入赛场，一经发现，将取消选手参赛资格。

(2) 选手在赛前 60 分钟（以竞赛日程为准），凭参赛证和身份证进入赛场检录进行工位抽签。

(3) 竞赛开始后 15 分钟，还未到达赛场的选手自动取消其参赛资格，比赛结束前 15 分钟禁止提前交卷。

(4) 选手在竞赛过程中，必须带安全罩（安全帽），穿工作服、佩戴护目镜。

(5) 竞赛过程中如遇电脑异常，选手可向裁判提出，由现场裁判将实际情况向裁判长汇报，由裁判长进行裁定。

(6) 选手在竞赛过程中不得擅自离开赛场，如有特殊情况，需经裁判同意后作特殊处理，但因此引起的休息、饮水或去洗手间等所消耗的时间计算在操作时间内。

(7) 竞赛过程中，选手须严格遵守相关安全操作规程，禁止不安全操作和野蛮操作，确保人身及设备安全，并接受裁判员的监督和警示，若因选手个人因素安全保护不到位，则按照相关规定在考试的总成绩中扣除相应分值。若造成人身安全事故和设备故障，不予延时，情节特别严重者，由大赛裁判组视具体情况做出处理决定（最高至终止竞赛），并由裁判长上报大赛监督仲裁组；若因非选手个人因素造成设备故障，由大赛裁判组视具体情况做出延时处理并由裁判长上报大赛监督仲裁组。

(8) 如果选手提前结束竞赛，应报现场裁判员批准，竞赛终止时间由裁判员记录在案，选手提前结束竞赛后不得再进行任何竞赛相关工作。选手提前结束竞赛后，需原地等待，不得离开

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/325212104212011242>