

第一届山东省职业技能大赛 增材制造项目技术工作文件

第一届山东省技能大赛组委会办公室技术工作组

2023年5月

目 录

一、技术描述	4
(一) 项目概要	4
(二) 基本知识与能力要求	4
二、试题及评判标准	8
(一) 试题 (样题)	8
(二) 比赛时间及试题具体内容	8
(三) 评判标准	10
三、竞赛细则	14
(一) 赛前准备规则	14
(二) 正式比赛规则	16
(三) 项目特别规定	18
四、竞赛场地、设施设备等安排	19
(一) 赛场规格要求	19
(二) 场地布局图	19
(三) 基础设施清单	20
五、安全、健康要求	25
(一) 选手安全防护措施要求	25
(二) 有毒有害物品的管理和限制	26

（三）赛场通道.....	26
（四）医疗设备和措施.....	27
（五）健康安全.....	27
（六）绿色环保.....	27
附件	28

一、技术描述

（一）项目概要

增材制造技术是融合了数据采集、计算机辅助设计、材料加工与成型技术等，通过软件与控制系统将专用的金属材料或非金属材料等，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，是一种“自下而上”通过材料累加的制造方法，从无到有。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。

增材制造技术人员需要通过三维扫描设备或数字建模的方式来获取数字模型，继而进行正逆向设计，并在 3D 打印零件之前对数字模型进行建立支撑、设置打印参数等环节的工艺处理，打印结束后需要对打印件进行后处理等全部制造过程。

（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，已应用于很多重要行业，例如能源、交通、航空航天、机械工程等。增材制造在主要行业应用中均表现出稳定而快速的增长，这使我们有理由相信，随着增材制造技术应用领域的快速发展，急需掌握相关技能的人才，其所需掌握的知识、理解能力和具体技能，反映了全球范围对该项技术工作或职位能力的理解。

技能比赛的目的是展现世界技能组织标准规范（WSSS）所述的本项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。因此该标准规范是该技能备赛和培训的指导。

在技能大赛上,有关该项技能的知识 and 理解将通过选手的技能表现予以呈现,比赛要求如下表所示。

相关要求		权重比例 (%)
1	工作组织和管理	5
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 — 正确使用并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、调节及维护所有的专业设备 — 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	优化设计与 SLM 3D 打印	26
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> — 数字建模软件的正确使用 — 工业产品的设计与分析能力 — 通过优化设计降低加工成本与加工时间的分析能力 — 保证部件结构的可靠性与稳定性,使载荷均匀分布的重要性 — 在保证安全性的前提下,使结构重量占比可大幅下降 — 遵循制造商推荐的设备安全使用流程的重要性 — 正确设置打印参数与支撑的合理方法 	

	<ul style="list-style-type: none"> — 安全操作打印前的工艺流程 — 正确监控打印过程与打印质量 — 正确提取打印工件与停止打印设备 — 在规定时间内完成的重要性 — 打印工件后处理的步骤和流程 	
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> — 正确识读工程图 — 使用软件构建三维模型 — 解读和工业设计有关的技术规范 — 通过结构优化设计减少重量、减少加工时间与成本 — 判断载荷分布，保证部件结构的可靠性与稳定性 — 正确使用打印设备 — 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 — 根据制造商的后处理设备后进行后处理工艺 — 采用正确的装配方法装配与验证 	
3	夹具设计与 FDM 3D 打印	
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> — 三坐标检测的原理和方法 — 检测夹具设计原理 — 检测夹具制造工艺知识 — 检测夹具的装配 — FDM 3D 打印工艺原理 — FDM 3D 打印工艺制造特点 — FDM 3D 打印工艺制造影响因素 	22
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> — 检测夹具数字化设计与装配 — 正确完成 FDM 3D 打印机操作 — 正确设置打印参数与支撑 — FDM 3D 打印工艺优化 — 遵守 FDM 3D 打印安全事项 — 根据赛场工具进行 FDM 3D 打印制件后处理 	
4	模型修复与 LCD 3D 打印	
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> — 数字化模型设计方法 — 零件的结构分析 	20

	<ul style="list-style-type: none"> — 零件材料基本性能 — 装配技术要求 — LCD 3D 打印工艺原理 — LCD 3D 打印工艺制造特点 — LCD 3D 打印工艺制造影响因素 	
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> — 破损模型数字化修复 — 模型结构优化 — 装配操作 — LCD 3D 打印工艺优化 — 遵守 LCD 3D 打印安全事项 — 根据赛场工具进行 LCD 3D 打印制件后处理 	
5	三维扫描与逆向设计	
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> — 三维数字化扫描设备操作原理 — 各种类型的三维扫描数字化设备的优缺点及其基础技术 — 光学三维数字化扫描的精度和速度的设备技术特征，以及确保工作可行性和声明的精度要求设备校准的重要性以及对校准和数字化条件的要求 — 逆向设计方法技术 — 机械制图基础 — 机械结构基础，模型修复部分符合机械设计要求 	
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> — 进行设备的调整和校准 — 做出预处理工作相关的决定（拆卸、清洗等） — 进行亚光涂层的预处理工作 — 涂上亚光涂层 — 进行光学标记 — 扫描数据进行后续数字化处理 — 正确保存结果 — 逆向设计流程 — 工量具使用技巧 — 从缺损实体零件的扫描数据中，重新设计缺少的对象元素的数据 — 生成 ISO 标准的工作图以及相关的书面说明 	22

	— 应用符合 ISO 标准要求的常规尺寸和公差以及几何尺寸和公差	
6	安全与交付	5
基本知识	— 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	— 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和/或人员	
合计		100

二、试题及评判标准

（一）试题（样题）

本赛项包括优化设计与 SLM 3D 打印、夹具设计与 FDM 3D 打印、模型修复与 LCD 3D 打印和三维扫描与逆向设计等四个模块。单人赛。

专家组根据本选拔赛规程的要求组织命题，竞赛采用不公开比赛题的方式进行，专家组指定专人负责赛题印刷、加密保管、领取和回收工作。

样题随技术文件公布，展示比赛的任务结构、评分标准等，样题见附件。

（二）比赛时间及试题具体内容

1. 比赛时间安排:

比赛时间安排如下表所示。

模块	模块名称	比赛时间/h
A	优化设计与SLM 3D打印	2.5
B	夹具设计与FDM 3D打印	2.5
C	模型修复与LCD 3D打印	2.5
D	三维扫描与逆向设计	2.5
总计		10

比赛预计两天完成。C1 天完成模块 A 设计和打印及取件、模块 B 和模块 C; C2 天完成模块 D 和模块 A 打印件后处理工作。SLM 3D 打印时间不计入考核时间,非考核时间不允许操作设备。

比赛详细日程根据选手人数、场次安排等因素调整。

2. 试题:

试题主要包括的基本内容:

模块 A: 优化设计与 SLM 3D 打印 (2.5 小时)

该模块根据提供零部件的图纸及设计条件,要求选手重新设计该部件,并进行优化处理,选手还需要正确切片与设置打印参数。选手需要进行 SLM 3D 打印设备操作的各项前期准备工作、打印操作、取件操作和后处理等任务。除洗气和打印时间之外,其余均算入比赛时间,每位选手打印时间不超过 2 小时。

模块 B: 夹具设计与 FDM 3D 打印 (2.5 小时)

该模块根据一批需要在三坐标上进行批量检测的零件来设

计一套夹具，并在 FDM 3D 打印机上完成打印等考核内容。要求选手根据考核题要求进行数字化建模，并根据使用条件及应用领域进行设计，并正确设置打印参数。设计、打印及后处理在竞赛时间内完成。选手提交相关数据后，需要进行 FDM 3D 打印设备操作的各项前期准备工作、打印、后处理并在三坐标机上或者设定的环境中，进行三次以上批量验证等任务。

模块 C：模型修复与 LCD 3D 打印（2.5 小时）

该模块要求选手根据现场提供的给定破损的数字模型和实物，结合手工测绘工量具，完成破损模型的修复，并在 LCD 3D 打印机上完成该模型的打印等考核内容。选手应根据任务书要求进行模型修复，并运用结构设计知识和方法进行结构与优化，并正确设置打印参数。设计、打印及后处理在竞赛时间内完成。选手打印完成后，需进行后处理和实物功能验证等任务。

模块 D：三维扫描与逆向设计（2.5 小时）

该模块要求选手根据现场给定物理实物做出预处理操作，结合现场设备进行合理摆放，保证摆放位置处于产品变形最小状态。利用现场提供的固定式三维光学扫描，进行设备的调整和校准，完成模型三维数据扫描及扫描数据的封装处理等。同时要求选手通过量具及零件的物理实物，使用扫描、逆向、测绘及机械设计技术等手段进行零件的三维建模的绘制，并恢复标称尺寸和规定余量。绘制符合 GB 标准的工程图。

（三）评判标准

赛项专家组、裁判组本着“公平、公正、公开、科学、创新”的原则，负责赛项成绩的评定工作。从设计、设备操作到文明生产等方面，对选手多方面进行综合评价。

1. 分数权重：

分数权重如下表所示。

模块	模块名称	分数		
		评价分	测量分	合计
A	优化设计与SLM 3D打印	2	23	25
B	夹具设计与FDM 3D打印	2	23	25
C	模型修复与LCD 3D打印	2	23	25
D	三维扫描与逆向设计	2	23	25
总计		8	92	100

2. 评判方法：

本赛项采用基于测量和评价的评分规则，具体评分是根据评分表进行的，实际评分时由裁判长组织全部裁判按小组进行评分。

（1）评判方式

评价分 (Judgement) 打分方式：3 名裁判为一组，3 人评分。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：

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	基本达到行业标准
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

评价评分样例：

权重分值	要求描述
0 分	未按照技术规范标准操作，并有安全隐患，会带来人员和设备的不安全性，使比赛进程不能继续进行
1 分	个别操作流程不完全符合技术规范标准，但不会产生安全隐患，比赛可以顺利进行
2 分	操作流程完全符合技术规范标准
3 分	操作流程完全符合或优于技术规范标准，并具有非常完美的可观赏性

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。

测量评分样例：

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
-------	---	---	-----	-----

（2）评判流程

● 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。评分结果由选手、裁判员签字确认。

● 结果评分

对选手提交的比赛成果，依据赛项评价标准进行评价与评分。

● 违规扣分

选手比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%，情况严重者取消比赛资格。

- 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%，情况严重者取消比赛资格。

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

- 没有按照比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，监督组对成绩进行复核；抽检覆

盖率不得低于 30%。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。

（3）统分方法

选拔赛评分流程采用世界技能大赛的评分方法进行。

各评分小组分别对各自分管的模块进行评分，过程评分与事后结果评分相结合，应对选手当天完成的工件当天完成评分。U 盘数据存储后任何人不得修改，并必须封存提交给裁判长妥善保存。评价评分表和测量评分表应由每一个参与评判的裁判签字确认后提交给裁判长妥善保存。

3. 成绩并列：

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。

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，必须戴安全罩（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,不得离开赛场,直至本场竞赛结束。

(9) 竞赛结束后,由现场裁判员和选手检查确认提交的内容(U 盘和作品等),现场裁判员当选手面封装上交赛件作品,选手在收件表确认,现场裁判员签字确认。

(10) 竞赛结束,选手应立即清理现场,包括设备及周边卫生并恢复设备原始状态等。经现场裁判员和现场工作人员确认后,方可离开工位。经裁判长统一确认后,选手统一离开赛场。清理现场工作是对选手职业素养评判的内容之一。

(11) 选手离开竞赛场地时,不得将草稿纸等与竞赛相关的物品带离竞赛现场,同时也不得将赛场提供的其他物品带离赛场。

2. 裁判工作规则

(1) 裁判在工作期间不得使用手机、照相机、录像机等通

信和数据存储设备。在竞赛、评分过程中，不得拍照赛题、图纸、竞赛作品。在正式公布竞赛成绩之前，任何人员不得泄露评分结果。

（2）监督仲裁人员不得干扰裁判工作，对于执裁评分的质疑应向裁判长提出。

（3）过程评分要由至少三位裁判共同执裁。

（4）现场裁判应及时响应选手提出的问题 and 合理要求。

（5）现场裁判发现选手不当操作可能产生安全问题，应及时提醒，并做好记录。

（6）现场裁判不得在竞赛选手附近评论或讨论任何问题。

（7）职业素养评判时不得相互讨论，不得引导他人判断，并由裁判长视相关问题做出解释和解决。

（8）裁判长有权对评判不当造成不良影响等情况的裁判人员做出终止其裁判工作的处理。

（9）裁判员有纠正选手违规行为的义务和权利。对拒不服从的选手可暂停其比赛直至改正为止。

（三）项目特别规定

1. 工具箱检查规定：每位选手携带工具箱检查之后和比赛期间，所有工具、设备、纸张、零部件、手册、图纸或数字存储设备都不得带出或带入比赛场地。

2. 关于赛场内拍照规定：在比赛进行过程中，在赛场内任何裁判未经裁判长允许不能对选手的工作内容（图纸，动画，屏

幕)进行拍照;如果发现场外有观众长时间对某位选手进行拍照或摄像,裁判要对其进行劝阻和制止,如对方不听劝阻请报告场地经理或裁判长。

3. 裁判回避原则: 比赛过程中裁判不能和自己所带的选手有任何交流,如有选手举手示意提问,选手本单位的裁判不能前去解答问题,仅能由其他裁判解答或处理;在所有判断分评判环节,每名裁判要回避自己选手的评判。

4. 关于评分争议: 评分过程中遇到争议,可以由裁判长负责调解,如调解无效,采取全部裁判投票表决方式仲裁,超过半数同意即为通过。如仍无法解决,则可向组委会申诉。

四、竞赛场地、设施设备等安排

(一) 赛场规格要求

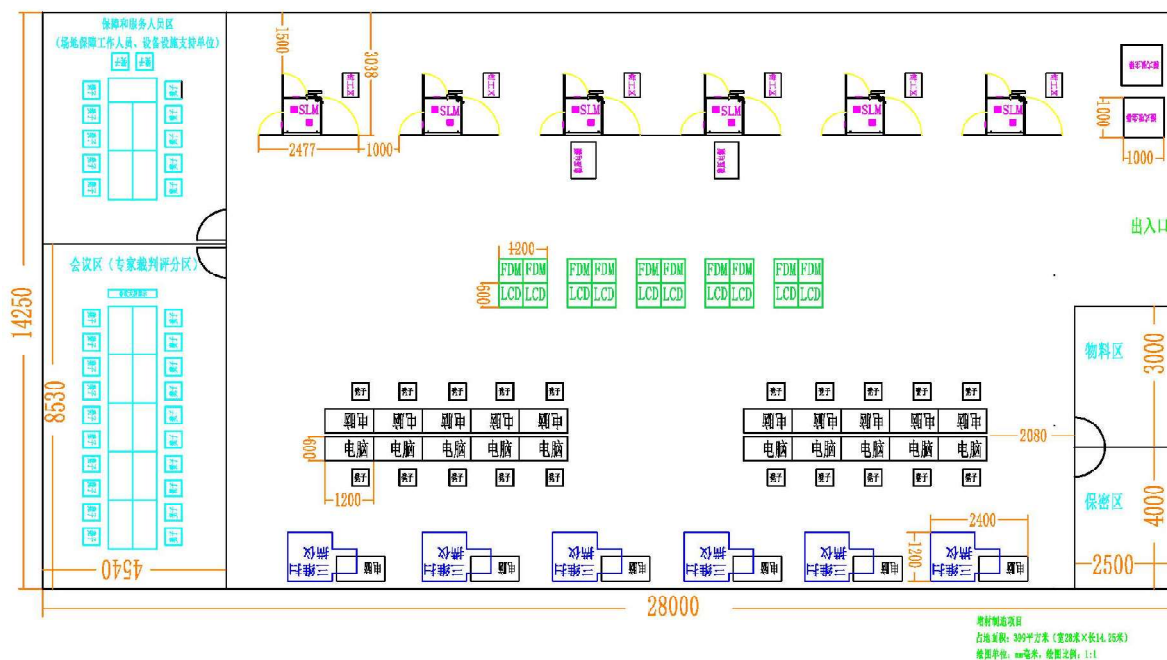
本竞赛项目场地由大赛执委会统一安排。赛场预计长 28 米,宽 14 米,长方形,占地约 400 平方米。比赛工位数 18 个,每个设计工位长 2.4 米,宽 2.1 米,面积约 5 平方米,工位间隔开。

整个赛场根据竞赛需要分为“三区四室”,个性的有设计加工区、扫描区、3D 打印与后处理区;共性的有裁判长室、评分室、选手休息室、储物室等。

赛场实施垃圾分类环保措施,赛场配备相应的分类垃圾桶,选手及现场所有人员需按照环保要求进行垃圾分类。

(二) 场地布局图

场地布局如下图所示。



(三) 基础设施清单

增材制造项目赛场提供设施、设备清单表:

序号	名称	单位	数量	技术规格 (参数、性能、品牌型号)
1	三维光学扫描仪	台	6	品牌: 瑞康 REACOM; 型号: REACOMSCAN 鼎睿 1M-16L 1. 扫描方式: 非接触光学拍照式; 2. 投影单元: 蓝光光栅扫描技术; 3. 分辨率: 2048 × 1536; 近距离 300 范围: 135 × 100 × 100mm; 中距 500 范围: 320 × 250 × 220mm; 远距 900 范围: 520 × 400 × 400mm; 4. 相机镜头: 对称工业级 CCD 相机; 5. 单幅扫描精度: 0.01mm; 6. 基准距离: 500 mm; 7. 扫描转台: 系统自动控制, 360° 旋转; 8. 扫描转台: 盘面直径 300mm; 9. 拼接方式: 标志点拼接、特征手动拼

				接、转台自动拼接; 10. 输出格式: STL、ASC; 11. 其他: 校准板, 扫描系统能进行点云处理和优化。
2	SLM 3D 打印机	台	6	品牌: 铂力特; 型号: BLT-A100+ 1. 技术: 激光选取熔化设备; 2. 材料支持: 铝合金、不锈钢、钛合金、高温合金; 3. 成型尺寸: $160 \times 160 \times 100\text{mm}$ ($W \times D \times H$), 不包括基板尺寸; 4. 激光器功率: 500W; 5. 分层厚度: 10um-40um; 6. 最大扫描速度: 7m/s; 7. 成型效率: $15\text{cm}^3/\text{h}$; 8. 光学部件: F- θ 镜头; 9. 光束质量: $m^2 < 1.1$; 10. 铺粉机构: 变速同步铺粉; 11. 最低氧含量: $\leq 100\text{ppm}$; 12. 气体支持: Ar/N ₂ ; 13. 功耗: 4KW/台; 14. 供电电压: AC220V 1ph/N/PE; 15. 含必备各类辅机物品; 16. 每台设备配有软件 BLT-BP V2 和 BLT-MCS V3, 提供打印预处理软件 Magics 26, 含工艺包和工艺平台等与设备匹配。
3	FDM 3D 打印机	台	9	品牌: 德荃; 型号: HotPoint-I 1. 打印技术: 熔融堆积; 2. 平台温度: 80℃; 3. 平台材质: 柔性软磁吸板; 4. 喷嘴直径: 0.4mm; 5. 喷嘴温度: 240℃; 6. 喷头数量: 1 个; 7. 触摸屏: 3.5 寸, 中文; 8. 打印尺寸: $210 \times 210 \times 200\text{mm}$; 9. 层高: 0.05-0.4mm 可调; 10. 打印方式: 支持 USB 连接或 SD 卡脱

				机打印, 每台设备配套读卡器(含卡); 11. 打印速度: 10-150mm/s 可调; 12. 耗材直径: 1.75mm; 13. 具备暂停换料, 一键进料, 一键退料功能, 断电续打功能; 14. 功耗约 230W/台, 电压 220V ± 5%; 15. 每台设备配套 FDM 切片软件, 安装在设计区所有工位电脑中。
4	LCD 3D 打印机	台	9	品牌: 德荟; 型号: MFaster-X 1. 成型空间: 216 × 135 × 248mm; 2. XY 分辨率: 2K 屏; 3. Z 轴精度: 0.0125mm; 4. 成型材料: 光固化树脂; 5. 打印速度: 20mm/h; 6. 数据读取方式: USB, 每台设备配套读卡器(含卡)或 U 盘; 7. 操作界面: 3.5 寸电阻触摸屏; 8. 打印层厚: 0.01-0.2mm; 9. 工艺参数包、过滤系统、调平系统 10. 配套固化装置, 单台配防护用品及工具箱一套和必备附件; 11. 功耗约 260W/台, 电压 220V ± 5%, 必须严格接地, 频率 50Hz, 建议环境温度 20℃ ± 5℃, 相对湿度小于 60%; 12. 每台配套切片软件, 安装在设计区所有工位电脑中。
5	台式电脑	台	18	1. 处理器: 酷睿 i5 2. 内存: 16GB 3. 硬盘: 256G SSD 固态 4. 显卡: 2GB 独显 5. 显示器: 21.5 英寸 6. 预装 64 位 Win10 专业版, 预装 AdobePDF, Office 2016, 配有键盘和鼠标。
6	软件平台	套	18	正向和逆向设计, 预装软件 NX 2212; Geomagic Design X 2019
7	PLA 耗材	卷	18	线径 1.75mm
8	LCD 光敏树脂 耗材	KG	若干	

9	金属粉末	KG	若干	
10	反光标记点	只	若干	
11	显影剂	瓶	18	
12	虎钳工作台	只	9	
13	U 盘	只	40	

备注：根据实际情况调整，以赛场最终提供为准。

增材制造项目选手自带工具、材料清单表：

序号	设备设施名称		单位	数量	技术规格
1	FDM 打印区用	手套	双	2	一次性硅胶手套
		水口钳	把	1	5 英寸
		砂纸	片	1	300 目左右
		手铲	把	1	3 英寸
		美工刀	把	1	18mm 塑料壳美工刀
2	LCD 打印区用	取件铲刀	只	1	平口刀, 宽 16mm 左右
		镊子	把	1	长度 140mm 左右
		擦手纸	包	1	
		水口钳	把	1	5 英寸
		砂纸	片	1	300 目左右
		砂纸	片	1	1000 目左右
		手套	双	2	一次性硅胶手套
3	SLM 打印和后处理用	擦手纸	包	1	
		无尘纸	包	1	
		静电手环	只	1	
		手套	双	2	一次性硅胶手套
		防尘口罩	只	1	防金属粉尘
		防护镜	只	1	防溅入式防护镜
		打磨机	套	1	充电式电动打磨机, 含钻头, 用于金属材料加工
		铜皮	只	1	
		锯弓	把	1	含锯条 2 支
		什锦锉	套	1	

		锉刀	把	1	平板锉刀,6 寸或 8 寸
		斜嘴钳	把	1	
		水口钳	把	1	
		镊子	套	1	
		手锤	套	1	
		砂纸	片	1	300 目左右
		砂纸	片	1	1000 目左右
		剪刀	把	1	大剪刀
4	三维扫描 区用	橡皮泥	块	1	工业油泥或蓝丁胶
		擦手纸	包	1	
		镊子	只	1	长度 140mm 左右
		手套	双	2	一次性硅胶手套
5	其他	工作服	套	1	工作服必须紧身不松垮,达到三紧要求
		劳保鞋	双	1	必须防滑、防砸、防穿刺
		游标卡尺	把	1	0-150mm/0.02mm,普通或数显
		钢直尺	吧	1	0-200mm
电器及电动工具具备安全认证					

增材制造项目选手禁止自带使用的设备和材料清单表:

序号	设备和材料名称
1	上述列表以外的材料、工具等二类工装夹具、各类板材、型材
2	U 盘等存储设备、含存储介质的电子设备及拍照设备
3	危险化学品
4	技术资料、笔记本及多余纸张
5	私自打印的图纸

注:表中设备的型号数量可能随着报名情况和赛场筹备情况发生变化,以上设备设施及型号配置以现场实际提供设备设施情况为准。

通常情况下：未明确在选手携带工具清单中的，一律不得带入赛场。另外，赛场配发的各类工具、材料，选手一律不得带出赛场。

五、安全、健康要求




















(一) 选手安全防护措施要求

1. 劳保用品

名称	图例	要求
防护镜		必须是防溅入式防护镜 近视镜不能代替防护镜
安全鞋		必须防滑、防砸、防穿刺
防护服		1、必须是长裤 2、防护服必须紧身不松垮，达到三紧要求 3、女性必须带工作帽、长发不得外露
防护手套		机床操作时不得配带
防尘口罩		金属 3D 操作时、零件后处理

表中图例为示例

2. 佩戴要求

时段	要 求	备注
设计	 必须穿防护鞋  必须穿工作服	
扫描	 必须戴防护手套  必须戴防护眼镜  必须戴防护帽  必须穿防护鞋  必须穿工作服	
SLM 3D 打印操作	 必须戴防护手套  必须戴防护眼镜  必须戴防护帽  必须穿防护鞋  必须穿工作服  必须戴防尘口罩	
后处理零件	 必须戴防护手套  必须戴防护眼镜  必须戴防护帽  必须穿防护鞋  必须穿工作服  必须戴防尘口罩	

注：比赛过程中对未按要求佩戴相应防护用品的现象将进行制止，选手未更正前不得进入比赛现场，比赛过程中对违反安全与防护、违反操作规程者将阻止其比赛，但对违反者不扣分。

(二) 有毒有害物品的管理和限制

选手禁止携带有毒有害及易燃易爆物品。

(三) 赛场通道

赛场须确保足够的场地和空间放置设备、计算机和相关工位，并有符合工业标准要求的自然或人工光线照明，场地需配置消防设施，标识出安全通道。

由于赛场面积狭小，教练员可在赛场区域外观赛，不得进入比赛区域。

经比赛领导小组允许的赞助商和负责宣传的媒体记者，按比赛规则的要求进入赛场相关区域。上述相关人员不得妨碍、烦扰选手比赛，不得有任何影响比赛公平、公正的行为。

(四) 医疗设备和措施

赛场必须配备医护人员和必须的药品。

(五) 健康安全

一切用到的化学物品必须附有安全操作说明。在使用危险化学物品之前，务必认真了解这些说明。佩戴必要的安全防护设备，例如手套、护目镜和防毒面具。

选手在进行设备操作时必须穿防砸防穿刺劳保鞋，服装要求紧身不松垮；在操作设备时需佩戴安全护目镜及佩戴防尘口罩；长发选手在操作时需戴帽子。

地板和通道上必须保持没有不必要的杂物、导线和垃圾。滴溅在地板上的冷却液、油污和其它液体都必须清理干净。

(六) 绿色环保

比赛在不影响比赛日程安排的前提下，采取合理安排比赛场次、将选手分组交替使用比赛设备等措施，减少比赛设备的使用，降低能耗和污染。

回收所有的切屑和废料，供循环利用。

附件



第一届山东省技能大赛增材制造项目 (样题)

任 务 书 (150 分钟)

模块 A 优化设计与 SLM 3D 打印

竞赛时间: _____

组别: _____ 工位号: _____

注意事项

1. 参赛选手在比赛过程中应该遵守相关的规章制度和安全守则，如有违反，则按照相关规定在考试的总成绩中扣除相应分值。
2. 参赛选手的比赛任务书用参赛证号、组别、场次、工位号标识，不得写有姓名或与身份有关的信息，否则视为作弊，成绩无效。
3. 比赛任务书当场启封、当场有效。比赛任务书按一人一份分发，竞赛结束后当场收回，不允许参赛选手带离赛场，也不允许参赛选手摘录有关内容，否则按违纪处理。若出现恶意破坏赛场比赛用具或影响他人比赛的情况，取消竞赛资格。在提交的电子文档上不得出现与选手有关的任何信息或特别记号，否则将视为作弊。
4. 请在比赛过程中注意实时保存文件，由于参赛选手操作不当而造成计算机死机、重新启动、关机等一系列问题，责任自负。
5. 请参赛选手仔细阅读任务书内容和要求，竞赛过程中如有异议，可向现场裁判人员反映，不得扰乱赛场秩序。遵守赛场纪律，尊重考评人员，服从安排。
6. 所有电子文件保存在电脑中的 D 盘根目录文件夹内，文件夹命名为“A-组别-工位号”，文件夹复制到赛场提供的 U 盘移动存储器中，装入信封封好，选手和裁判共同签字确认。所有数据操作均在比赛时间内完成，超时酌情扣分。
7. 不按照规定位置存放及命名规则保存文件，该项不得分。

一、任务描述

为了提升某草莓采摘机车轮支架部件载荷承受能力并降低重量，现需对该部件结构优化与减重。根据提供的车轮支架各零件二维工程图，进行三维建模和装配，并用一个零件替代原支架部件的所有功能，在满足承重的前提下，对替代零件进行轻量化设计并 SLM 3D 打印制作，已知打印材料为 316L，材料属性见表 1：

表 1 316L 材料属性

密度 Kg/m ³	弹性模量 Mpa	泊松比	抗拉强度 Mpa	屈服强度 Mpa
7980	195000	0.3	480	177

二、任务实施

任务一：正向设计与优化

任务要求：根据提供的车轮支架二维工程图，进行三维建模；根据图中采摘机静止状态时，车轮支架受力情况，进行受力分析；在保证安装孔位、装配位及受力面不变的前提下，将车轮支架部件用一个零件替代，并通过拓扑优化进行轻量化设计，完成减重 20%-40%，优化结构适用于 SLM 3D 打印，并进行受力分析。

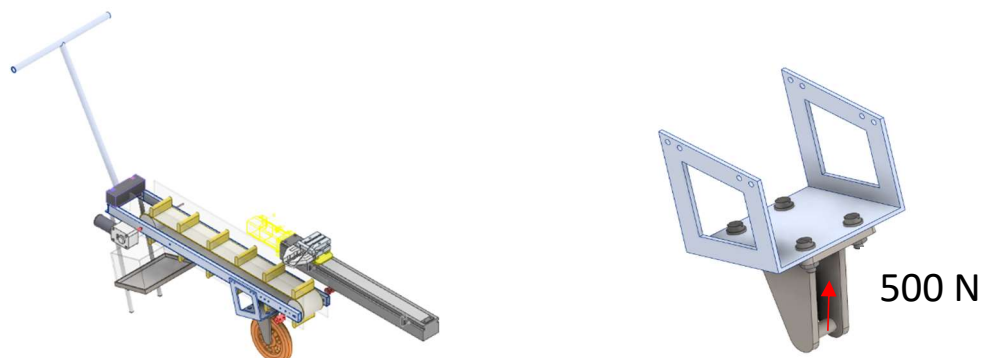


图 1 车轮支架

提交材料:

- (1) 车轮支架零件文件, 文件命名为 A-1-1。
- (2) 车轮支架装配文件, 文件命名为 A-1-2。
- (3) 车轮支架替代零件, 文件命名为 A-1-3。
- (4) 车轮支架拓扑优化设计零件, 文件命名为 A-1-4。
- (5) 拓扑优化零件, 文件命名为 A-1-5。
- (6) 提交优化前、后的应力云图, 文件命名为 A-1-6-1、A-1-6-2。

任务二: 金属 3D 打印

任务要求:

根据任务一所设计的优化后模型进行金属增材制造, 对模型进行位置摆放、支撑设计、打印制件 (设备状态调试、打印准备、打印设置、打印制件和制件取出)。

提交材料:

- (1) 模型的支撑设计文件, 文件命名为 A-2-1;
- (2) 模型的切片文件, 文件命名为 A-2-2;

(3) 打印完成的金属制件 1 件（含基板）。

任务三：打印件后处理

任务要求：

1. 打印完成后，按照金属 3D 打印件后处理工艺要求，将打印件从基板分离。

2. 根据实际赛场设备情况，对打印零件进行合理化后处理，包括：去除支撑和表面打磨等。

提交材料：

提交后处理打印件 1 件。

所有文件都存放于以“A-组别-工位号”命名的文件夹中，文件夹分别存放于 U 盘与 D 盘根目录中，其他地方不允许存放。

评分标准：

指标	三维建模	优化设计及受力分析	打印数据前处理	打印零件完整性	后处理	总分
分值	4	5	3	8	5	25



第一届山东省技能大赛增材制造项目 (样题)

任 务 书 (150 分钟)

模块 B 夹具设计与 FDM 3D 打印

竞赛时间: _____

组别: _____ 工位号: _____

注意事项

1. 参赛选手在比赛过程中应该遵守相关的规章制度和安全守则，如有违反，则按照相关规定在考试的总成绩中扣除相应分值。
2. 参赛选手的比赛任务书用参赛证号、组别、场次、工位号标识，不得写有姓名或与身份有关的信息，否则视为作弊，成绩无效。
3. 比赛任务书当场启封、当场有效。比赛任务书按一人一份分发，竞赛结束后当场收回，不允许参赛选手带离赛场，也不允许参赛选手摘录有关内容，否则按违纪处理。若出现恶意破坏赛场比赛用具或影响他人比赛的情况，取消竞赛资格。在提交的电子文档上不得出现与选手有关的任何信息或特别记号，否则将视为作弊。
4. 请在比赛过程中注意实时保存文件，由于参赛选手操作不当而造成计算机死机、重新启动、关机等一系列问题，责任自负。
5. 请参赛选手仔细阅读任务书内容和要求，竞赛过程中如有异议，可向现场裁判人员反映，不得扰乱赛场秩序。遵守赛场纪律，尊重考评人员，服从安排。
6. 所有电子文件保存在电脑中的 D 盘根目录文件夹内，文件夹命名为“B-组别-工位号”，文件夹复制到赛场提供的 U 盘移动存储器中，装入信封封好，选手和裁判共同签字确认。所有数据操作均在比赛时间内完成，超时酌情扣分。
7. 不按照规定位置存放及命名规则保存文件，该项不得分。

(2) 根据提供的零件模型，完成检测夹具的设计，原理正确。

(3) 完成检测件与检测夹具装配与展示（三维模型与二维工程图）。

(4) 打印准备及打印：

1) 将设计的数字模型转换为 stl 格式；

2) 准备打印程序（确定打印方向、建立支撑、切片）；

3) 打印使用材料为 PLA；

4) 要考虑 FDM 3D 打印技术的精度限制，打印接触面时需要进行加强。

(4) 完成 FDM 3D 打印取件、去支撑和表面处理等后处理操作。

(5) 利用赛场提供装置进行检测夹具实践验证。

提交材料：

(1) 被测件数字模型，文件命名为 B-1。

(2) 夹具设计源文件，文件命名为 B-2-1、B-2-2……。

(3) 检测件与检测辅具装配图（三维模型和二维工程图），文件命名为 B-3-1、B-3-1。

(4) 用于 FDM 3D 打印的文件，文件命名为 B-4-1、B-4-2……。

(5) FDM 3D 打印件若干。

所有文件都存放于以“B-组别-工位号”命名的文件夹中，

文件夹分别存放于 U 盘与 D 盘根目录中，其他地方不允许存放。

评分标准：

指标	检查辅 具设计	装配关 系展示	打印数据 前处理	打印零件 完整性	后处 理	验证	总分
分值	9	4	2	4	3	3	25



第一届山东省技能大赛增材制造项目 (样题)

任 务 书 (150 分钟)

模块 C 模型修复与 LCD 3D 打印

竞赛时间: _____

组别: _____ 工位号: _____

注意事项

1. 参赛选手在比赛过程中应该遵守相关的规章制度和安全守则，如有违反，则按照相关规定在考试的总成绩中扣除相应分值。
2. 参赛选手的比赛任务书用参赛证号、组别、场次、工位号标识，不得写有姓名或与身份有关的信息，否则视为作弊，成绩无效。
3. 比赛任务书当场启封、当场有效。比赛任务书按一人一份分发，竞赛结束后当场收回，不允许参赛选手带离赛场，也不允许参赛选手摘录有关内容，否则按违纪处理。若出现恶意破坏赛场比赛用具或影响他人比赛的情况，取消竞赛资格。在提交的电子文档上不得出现与选手有关的任何信息或特别记号，否则将视为作弊。
4. 请在比赛过程中注意实时保存文件，由于参赛选手操作不当而造成计算机死机、重新启动、关机等一系列问题，责任自负。
5. 请参赛选手仔细阅读任务书内容和要求，竞赛过程中如有异议，可向现场裁判人员反映，不得扰乱赛场秩序。遵守赛场纪律，尊重考评人员，服从安排。
6. 所有电子文件保存在电脑中的 D 盘根目录文件夹内，文件夹命名为“C-组别-工位号”，文件夹复制到赛场提供的 U 盘移动存储器中，装入信封封好，选手和裁判共同签字确认。所有数据操作均在比赛时间内完成，超时酌情扣分。
7. 不按照规定位置存放及命名规则保存文件，该项不得分。

一、任务描述

如图 1 所示为手压风扇，其手柄不慎摔坏。现已通过扫描获得破损手柄的 STL 数据，请结合手压风扇结构特点，通过手工测绘与逆向设计，完成破损手柄的三维模型修复，并对手压部位结构优化。将修复和优化后手柄模型进行 LCD 3D 打印制作，后处理完成后，进行手压风扇装配和功能验证。



图 1 手压风扇及破损盖板

二、任务实施

根据给定的手压风扇、破损手柄 STL 数据及赛场设备情况，按其结构和功能要求，完成破损手柄修复和优化设计。手柄应具有一定强度、不易变形、操作方便等特点。设计后采用增材制造（LCD 3D 打印）方式加工，手柄制造偏差应小于 0.2 毫米。

1. 任务要求：

（1）根据 stl 模型完成破损手柄逆向建模。

(2) 根据手压风扇结构和工作要求, 结合手工测绘, 完成手柄的修复并优化结构, 原理正确。

(3) 打印准备及打印:

1) 将设计的参数化模型转换为 stl 格式;

2) 准备打印程序 (确定打印方向、建立支撑、切片);

(4) 完成 LCD 3D 打印件取件、去支撑、表面清洗和固化等后处理操作。

(5) 利用赛场提供手压风扇, 进行装配和功能验证。

提交材料:

(1) 破损手柄逆向建模并修复文件, 文件命名为 B-1。

(2) 手柄优化模型文件, 文件命名为 B-2。

(3) 优化后手柄 LCD 3D 打印文件, 含摆放、支撑等, 文件命名为 B-3。

(4) 优化后手柄 LCD 3D 打印件 1 件。

所有文件都存放于以 “B-组别-工位号” 命名的文件夹中, 文件夹分别存放于 U 盘与 D 盘根目录中, 其他地方不允许存放。

评分标准:

指标	检查辅具设计	装配关系展示	打印数据前处理	打印零件完整性	后处理	验证	总分
分值	10	5	3	5	4	3	30



第一届山东省技能大赛增材制造项目 (样题)

任务书 (150 分钟)

模块 D 三维扫描与逆向设计

竞赛时间: _____

组别: _____ 工位号: _____

注意事项

1. 参赛选手在比赛过程中应该遵守相关的规章制度和安全守则，如有违反，则按照相关规定在考试的总成绩中扣除相应分值。
2. 参赛选手的比赛任务书用参赛证号、组别、场次、工位号标识，不得写有姓名或与身份有关的信息，否则视为作弊，成绩无效。
3. 比赛任务书当场启封、当场有效。比赛任务书按一人一份分发，竞赛结束后当场收回，不允许参赛选手带离赛场，也不允许参赛选手摘录有关内容，否则按违纪处理。若出现恶意破坏赛场比赛用具或影响他人比赛的情况，取消竞赛资格。在提交的电子文档上不得出现与选手有关的任何信息或特别记号，否则将视为作弊。
4. 请在比赛过程中注意实时保存文件，由于参赛选手操作不当而造成计算机死机、重新启动、关机等一系列问题，责任自负。
5. 请参赛选手仔细阅读任务书内容和要求，竞赛过程中如有异议，可向现场裁判人员反映，不得扰乱赛场秩序。遵守赛场纪律，尊重考评人员，服从安排。
6. 所有电子文件保存在电脑中的 D 盘根目录文件夹内，文件夹命名为“D-组别-工位号”，文件夹复制到赛场提供的 U 盘移动存储器中，装入信封封好，选手和裁判共同签字确认。所有数据操作均在比赛时间内完成，超时酌情扣分。
7. 不按照规定位置存放及命名规则保存文件，该项不得分。

一、任务描述

现有几个产品零件（如图 1 所示）需要进行扫描数据采集，其中件 3 需要逆向设计。要求使用三维扫描仪扫描获取数据，继而进行模型逆向重构，最后绘制该零件工程图。



图 1 产品零件

二、任务要求

（1）根据赛场提供的三维扫描仪，选择所需的工具和设备，对扫描模型做出预处理相关工作。

（2）完成零件三维数据扫描及扫描数据的封装处理等工作。

（3）进行逆向模型重构设计，保证逆向模型精度，**禁止使用自动生成面片功能，违反者本模块不得分。**

（4）按照 GB 国家标准，根据逆向重构模型绘制该零件工程图，选用合理的视图表达方案，标注零件尺寸信息、配合位置尺寸公差、形位公差、表面粗糙度、编写技术说明、标题栏等。

提交材料：

（1）三维扫描源文件，文件命名为 D-1-1、D-2-1、D-3-1。

(2) 零件数据处理文件，文件命名为 D-1-2、D-2-2、D-3-2

(3) 对齐后的文件。文件名命名未 “D-3-3” 。

(4) 逆向建模源文件。文件命名为 “D-3-4” 。

(5) 模型实体文件, 文件命名为 “D-3-5” 。

(6) 完整工程图文件，格式为 “. pdf” ，文件命名为 “D-3-6” 。

所有文件都存放于以 “D-组别-工位号” 命名的文件夹中，文件夹分别存放于 U 盘与 D 盘根目录中，其他地方不允许存放。

评分标准:

指标	三维扫描	扫描数据处理	逆向重构	工程图	总分
分值	10	2	8	5	25