



2024

金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能和技术挑战赛）

增材制造

BRICS-FS-04-RU

技术规程（全国选拔赛）

2024 年 05 月



目 录

1 简介	1
1.1 技能竞赛名称及说明	1
1.2 本文件的相关性和重要性	1
2 技能标准	2
2.1 技能标准的一般说明	2
2.2 技能标准	2
3 评分方案	5
3.1 评分方法	5
3.2 评分规则	6
3.3 评测依据	7
4 测试项目	7
4.1 常见注意事项	7
4.2 测试项目格式/框架	7
4.3 测试项目时间分配及分值权重	7
4.4 各模块作业内容及要求	8
4.5 测试项目公布	11
4.6 测试项目改动	11
5 技能管理与沟通	11
5.1 专家组	11
5.2 讨论论坛	11
6 安全要求	12
7 材料和设备	12
7.1 基础设施列表	12
7.2 参赛选手的工具箱	17
7.3 在技能区域内禁止使用的材料和设备	17
7.4 建议的比赛区域和 workstation 布局	17
8 技能特定的规则	17

1 简介

1.1 技能竞赛名称及说明

1.1.1 技能竞赛的名称

增材制造（Additive manufacturing）

1.1.2 技能竞赛描述

2024 年金砖国家职业技能大赛增材制造赛项国家选拔赛一是基于给定某一零件，利用手持式三维扫描仪获取其外形的点云数据，完成逆向建模；给定某一有缺陷零件的点云数据，完成其缺陷修复，使其恢复设计状态；给定某零件的三维扫描点云数据和该产品的 CAD 数模及其零件图纸的 PDF 文件，完成其三维数字化检测，并出具检测报告。二是根据给定的情景，设计某一产品，通过金属打印设备和光固化 3D 打印设备打印组成产品的所有零件，并把所有打印件进行实物装配。选手将完成三维扫描与建模；缺陷修复；三维数字化检测；方案设计；产品内部运动机构设计；产品外观造型设计；产品 3D 打印与后处理七个模块竞赛的任务内容，本赛项的竞赛是个人赛。

增材制造岗位专业人员需要具备以下的工作技能：

- （1）能够使用三维激光扫描仪获取给定产品的三维点云数据。
- （2）能对扫描数据进行除杂、降噪、平滑、填补等操作，完成各种曲面、实体模型的重构，运用软件对扫描数据及原始数据进行比对。
- （3）能够对有缺陷零件进行修复，在修复中排除生产、运行、故障、维修（刻痕、毛刺、焊接、钎焊、芯片等）过程中造成的原物体缺陷，恢复原几何形状。
- （4）能够使用三维设计软件设计给定情景的某一产品，画出零件图、装配图，制作运动仿真。
- （5）能操作金属打印设备、光固化 3D 打印设备，打印组成产品的所有零件，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，并能对打印件进行组装。
- （6）能处理增材制造打印件后处理过程中产生的有害物，分析判断增材制造设备成型情况出现异常的原因。
- （7）能够按照设备操作规程进行设备操作，并注重养成良好的职业素养。

1.2 本文件的相关性和重要性

本文件包含本次技能竞赛所需的标准，以及管理竞赛的评测原则、方法和程序的信息。

每位专家和选手都必须了解和理解本技术规程。

2 技能标准

2.1 技能标准的一般说明

技能标准规定了知识、理解和特定技能，这些技能是国际上在技术和职业表现方面的最佳实践。它将反映全球对相关工作角色或职业在工业和企业中代表什么的全球共识。技能竞赛旨在反映该技能标准所描述的国际最佳实践，以及它所能达到的程度。

该标准包含带有标题和参考编号的内容。

每个部分被分配总分的百分比，以表明其在标准中的相对重要性。这通常被称为“权重”。所有百分比的总和分值为 100。权重决定在评分标准中分值的分配。

通过测试项目，评分方案只对标准中列举的技能进行评测。他们将在技能竞赛的约束下尽可能全面地反映标准。

评分方案将在实际可能的范围内按照标准中分配的分值进行。允许有 5% 的变动，但不得改变标准规范分配的权重。

2.2 技能标准

部分	权重 (%)
三维数据采集与逆向建模	20
选手需要了解和理解： ----三维扫描仪使用方法和使用技巧； ----扫描模型的数据处理的要求； ----使用软件对扫描数据进行除杂、降噪、平滑、填补等操作的方法；	
----从多边形模型提取基本单元进行逆向建模的方法； ----各种曲面、实体模型的逆向建模方法。	

选手应能够： ----使用三维扫描仪获取给定产品的三维数据模型； ----能对扫描数据进行数字处理； ----能从多边形模型的有效数据中重构模型，创建可编辑 CAD 模型。	
缺陷修复	10
选手需要了解和理解： ----三维模型缺陷的修复相关知识和方法； ----扫描模型的数据处理的要求； ----使用软件对扫描数据进行除杂、降噪、平滑、填补等操作的方法； ----从多边形模型提取基本单元进行逆向建模的方法； ----各种曲面、实体模型的逆向建模方法。	
选手应能够： ----能对扫描数据进行数字处理； ----能从多边形模型的有效数据中重构模型，创建可编辑 CAD 模型； ----从多边形模型的可用数据中恢复重新设计对象元素的缺失数据，恢复到产品的设计状态。	
三维数字化检测	10
选手需要了解和理解： ----扫描模型的数据处理相关知识； ----机械制图和图纸基础相关知识； ----机械测量技术相关知识。	
选手应能够： ----能对扫描数据进行后续数字化处理； ----能在三维数字化检测软件进行多边形模型与 CAD 模型坐标系对齐； ----能进行数据分析测量（如：3D、2D、形位公差等）。	
方案设计	10

选手需要了解和理解： ----机械原理与机械零件相关知识； ----机械制图基本知识； ----公差配合相关知识； ----计算机绘图的基本知识； ----数字建模软件相关知识。	
选手应能够： ----能绘制机构运动简图，判断机构具有确定的相对运动； ----根据产品的功能要求确定总体方案； ----能解读和工业设计有关的技术规范； ----能使用计算机绘图软件绘制零件工程图和二维装配图； ----能使用三维建模软件绘制零件的数字模型。	
产品内部运动机构设计	10
选手需要了解和理解： ----机械传动类型、原理及应用相关知识； ----零件的结构设计相关知识； ----3D 打印一体化结构设计相关知识。	
选手应能够： ----能解读和工业设计有关的技术规范； ----能根据机构的原理方案进行机构的结构设计； ----能根据 3D 打印制造工艺特点进行几个零件组合后一体化结构设计。	
产品外观造型设计	10
选手需要了解和理解： ----人机工程学相关知识； ----产品美学设计相关知识； ----产品装配的技术规范； ----三维装配图绘制相关知识； ----制作动画仿真相关知识。	

选手应能够： ----能运用人机工程学、美学等相关知识设计产品的外形； ----能正确绘制产品的装配图； ----能制作产品的动画仿真； ----采用符合 ISO 标准的常规尺寸和公差、几何尺寸和公差的标准。	
3D 打印成型及后处理	30
选手需要了解和理解： ----3D 打印切片软件使用的相关知识； ----遵循制造商推荐的设备安全使用流程的重要性； ----打印前的工艺流程； ----监控打印过程与打印质量的方法； ----提取打印工件与停止打印设备的方法； ----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。	
选手应能够： ----能对三维模型进行切片处理； ----能使用打印设备打印三维模型； ----根据成型方式不同，能选用打印材料； ----能将打印件从平台上取下，确保打印件的安全与完整； ----能对打印件进行后处理； ----能对打印件进行装配与验证。	

3 评分方案

3.1 评分方法

(1) 评价分（主观）

评价分（Judgement）打分方式：裁判各自单独评分，裁判相互间分差必须小于等于 1 分。

裁判的评估按照 0-3 四个等级给出。这样的评估用于对评估对象的素质做出主观判定，需 3 个专家参与评估。每个专家做出自己的评估，在这种情况下，专家评定的等级之间差异不应超过 1 分。如果超过 1 分，则评估无效，裁判应进行适当的协商。权重表如表 1 所示。

表 1 评价分权重分值表

权重分	要求描述
0 分	各方面均低于行业标准，包括“未做尝试”或不可接受
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，完美

2. 测量分（客观）

测量分（Measurement）打分方式：所有裁判一起商议，在对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。测量分评分样例见表 2。

表 2 客观评分样例

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
从零分开始加	某逆向建模关键的5个尺寸，最大分值5分，符合要求一处得1分，选手符合要求2处	5	2	3

本次竞赛评分由裁判组现场完成评分。如果选手在比赛过程中存在作弊或其他违规行为，裁判员将根据选手的违规情况进行处理，情节严重者取消成绩。

3.2 评分规则

1. 总成绩高者名次在前；

2. 总成绩相同者，按模块 G、模块 A、模块 F、模块 E、模块 D、模块 B、模块 C 的次序，模块成绩高者名次在前，各模块内容详见本文 4.2。

按以上两项规则无法排出先后时，根据产品打印、装配后完成的功能情况好的名次在前。

3.3 评测依据

在赛项设计过程中，将通过评分方案和测试项目来决定标准和评测方法的选择。

评测依据，包含但不限于：

- 正向建模和逆向建模的准确性与规范性
- 缺陷修复的准确性与规范性
- 设备操作的正确性与规范性
- 打印产品的完整度和功能性
- 使用软件的熟练度
- 部件组装的工艺、完整度和正确情况
- 故障处理的结果
- 个人防护情况

4 测试项目

4.1 常见注意事项

无论是单个模块或者是一系列独立的或相关联的模块，测试项目可以对标准（Skill Specification）中定义的知识、技能和行为的应用情况进行评测。

结合评分方案，测试项目的目的是为针对标准的评测和评分提供全面的、均衡的及真实的机会。测试项目和评分方案与标准之间的关系将是质量的一个关键指标，就如同标准和实际工作表现的关系一样。

测试项目不包括标准以外的方面，也不影响标准内评分的平衡。

测试项目对知识和理解的评测，仅通过实际工作中对其应用而进行的。

4.2 测试项目格式/框架

测试项目内容是由逆向工程与检测与正向设计与 3D 打印两部分内容组成，其中逆向工程与检测中包含有三个相对独立的模块，和正向设计与 3D 打印中四个相关联的模块组成：

模块 A：三维数据采集与逆向建模

模块 B：缺陷修复

模块 C：三维数字化检测

模块 D: 方案设计

模块 E: 产品内部运动机构设计

模块 F: 产品外观造型设计

模块 G: 产品 3D 打印与后处理

4.3 测试项目时间分配及分值权重

(1) 测试项目分值权重

竞赛内容	模块	分值权重 (%)
逆向工程与检测	模块 A: 三维数据采集与逆向建模	20
	模块 B: 缺陷修复	10
	模块 C: 三维数字化检测	10
正向设计与 3D 打印	模块 D: 方案设计	10
	模块 E: 产品内部运动机构设计	10
	模块 F: 产品外观造型设计	10
	模块 G: 产品 3D 打印与后处理	30

(2) 测试项目时间分配 (建议比赛赛程按照内容分两天进行)

竞赛内容	模块	时长 (min)
逆向工程与检测	模块 A: 三维数据采集与逆向建模	240min
	模块 B: 缺陷修复	
	模块 C: 三维数字化检测	

正向设计与 3D 打印	模块 D：方案设计	360min
	模块 E：产品内部运动机构设计	
	模块 F：产品外观造型设计	
	模块 G：产品 3D 打印与后处理	
合计		600min

4.4 各模块作业内容及要求

增材制造赛项由七个模块组成，包括：三维数据采集与逆向建模；缺陷修复；三维数字化检测；方案设计；产品内部运动机构设计；产品外观造型设计；产品 3D 打印与后处理，综合考查参赛选手的产品设计与 3D 打印技术能力。

模块 A 三维数据采集与逆向建模：是利用指定的扫描仪对某产品进行三维扫描，获取产品外形的点云数据，选手进行数据处理和三维数字化建模，制作的 CAD 模型应排除生产、运行、故障、维修（刻痕、毛刺、焊接、钎焊、芯片等）过程中造成的原物体缺陷，恢复原几何形状为考核重点；

模块 B 缺陷修复：是利用给定某产品的点云数据，选手进行从多边形模型的可用数据中恢复重新设计对象元素的缺失数据，制作的 CAD 模型应排除生产、运行、故障、维修（刻痕、毛刺、焊接、钎焊、芯片等）过程中造成的原物体缺陷，恢复原几何形状为考核重点；

模块 C 三维数字化检测：是利用给定某产品的点云数据，选手进行与其给定 CAD 数模进行比对，按照图纸要求检测其尺寸误差，出具三维数字化检测报告为考核重点；

模块 D 方案设计：是根据给定的情景或者任务要求，设计解决问题的产品方案，利用大赛组委会指定的绘图软件完成产品外部（已给定外部零件图除外）、内部所有零件的二维工程图（二维零件图及二维装配图）及组成产品的所有零件数字模型，零件数字模型为考核重点；

模块 E 产品内部运动机构设计：根据任务书要求，利用机械原理、机械设计等专业知识，结合 3D 打印制造工艺特点设计出可在提供技术平台进行 3D 打印加工的产品传动机构，要求至少有一处可进行金属打印一体化结构（零件集成制造）设计，此处为

考核重点；

模块 F 产品外观造型设计：是选手外观设计符合人机工程学、美学、方便使用的要求，进行产品的外观造型设计，要求绘制产品外观的三维数字模型及产品的三维装配图，制作产品的模拟运动仿真及运动实际匹配为考核重点；

模块 G 产品 3D 打印与后处理：要求使用金属打印机、光固化打印机，选手需要打印组成产品的所有零件，对打印件进行后处理，最后把处理好的打印件进行装配，满足产品实现其功能要求为考核重点。

模块编号	模块名称	作业范围
A	三维数据采集与逆向建模	(1) 使用扫描仪扫描工件； (2) 数据处理； (3) 坐标对齐； (4) 建模； (5) 布尔运算； (6) 导出模型数据。
B	缺陷修复	(1) 导入点云数据； (2) 数据处理； (3) 坐标对齐； (4) 建模； (5) 缺陷修复； (6) 布尔运算； (7) 导出模型数据。
C	三维数字化检测	(1) 导入点云数据； (2) 对齐数据； (3) 3D 比较； (4) 2D 比较； (5) GD&T； (6) 创建报告。
D	方案设计	(1) 正确使用设计软件； (2) 按照任务书设计方案，完成数字化模型设计； (3) 绘制二维装配图； (4) 绘制二维零件图。

E	产品内部运动机构设计	(1) 制定内部运动机构方案； (2) 一体化结构设计； (3) 绘制组成内部运动机构的三维零件图； (4) 制作产品的模拟运动仿真动画。
F	产品外观造型设计	(1) 完成产品外观方案； (2) 外观造型设计； (3) 绘制外观三维零件图； (4) 绘制产品三维装配图。
G	产品 3D 打印与后处理	(1) 导入模型； (2) 设定参数； (3) 设置支撑； (4) 导出切片数据； (5) 切片数据导入打印机； (6) 操作打印机打印制件； (7) 打印件后处理； (8) 打印件装配。

4.5 测试项目公布

测试项目将会通过网站公布。

4.6 测试项目改动

正式比赛前，测试项目会进行 30%的改动。

5 技能管理与沟通

5.1 专家组

技能专家组由首席专家、副首席专家和专家成员组成，负责共同进一步修订本赛项远程决赛技术文件以及日常技能管理。

5.2 讨论论坛

比赛前有关软硬件准备、考试环境部署等相关疑问，参赛方可进入增材制造平台技术培训竞赛平台中的论坛版块进行反馈。本赛项的训练交流，比赛前，比赛中以及比赛后交流等也将通过论坛开展。

线上交流将使用即时通讯工具微信进行，线下讨论论坛召开方式将由组委会统一发布会议时间。

6 安全要求

6.1 安全培训

赛前设备管理人员对选手进行安全操作培训，选手应严格依照设备安全使用说明进行操作。如发现选手进行违规设备操作，裁判及考务人员应及时通报裁判长并中止比赛。如选手发现设备出现操作安全问题，应及时通报考务人员及裁判长，进行安全处理。

6.2 安全设施

赛场必须留有安全通道，比赛前必须明确告诉选手和裁判员安全通道和安全门位置，赛场必须配备灭火设备，并置于显著位置。

6.3 有毒有害物品的管理和限制

禁止选手及所有参加赛事的人员携带任何有毒有害物品进入竞赛现场。

6.4 医疗设备与措施

赛场必须配备相应医疗人员和急救人员，并备有相应急救设施。

7 材料和设备

7.1 基础设施列表

7.1.1 竞赛技术平台标准

竞赛技术平台采用社会上典型和通用的软硬件设备组成，主要包含电脑、操作系统、文字处理软件、设计软件、逆向设计软件、三维检测软件、三维扫描仪、光固化 3D 打印机、金属 3D 打印机，以及后处理工具等。

7.1.2 环境要求

- (1) 要求具有不小于 1500 m²的室内场地，地面平整无遮挡；
- (2) 具备良好通风条件，无强光直照；温度 10~30℃之间，湿度 45~75%之间。

7.1.3 设备清单

- (1) 技术平台

技术平台	软硬件支持单位
计算机： 最低配置为：Windows 10-64，i7 双核处理器/32G DDR 内存/500G SSD+2T HDD 机械硬盘/显卡：NVIDIA Quadro P1000 含 4GB GDDR5 独显/千兆网口 操作系统： MS-Windows 10 文字处理软件： MS-Office 2010 设计及检测软件： DESIGNER REcreate 2024.1 逆向设计软件 Inspire 2023.3 三维检测软件 DESIGNER 2024.1 三维设计软件 SolidWorks 2021sp5 三维设计软件 三维扫描仪： 型号 ZY-HALOSCAN 光固化 3D 打印机： 型号 MIRACLE 3D-S150GT 金属 3D 打印机： 型号 LiM-X150A 型激光选区熔化设备	金属 3D 打印机： 型号 LiM-X150A 型激光选区熔化设备--天津镭明激光科技有限公司 光固化 3D 打印机： 型号 MIRACLE 3D-S150GT 昆山市奇迹三维科技有限公司 三维扫描仪： 型号 ZY-HALOSCAN--海克斯康制造智能技术（青岛）有限公司 SolidWorks 2021sp5 三维设计软件--微辰三维（北京）技术开发有限公司 DESIGNER 2024.1 三维设计软件--海克斯康制造智能技术（青岛）有限公司 REcreate 2024.1 逆向设计软件--中优智能科技有限公司 Inspire 2023.3 三维检测软件--中优智能科技有限公司

（2）硬件规格参数

① 三维扫描仪主要参数及附品（型号：ZY-HALOSCAN）

名称	智能手持式激光 3D 扫描仪	
型号	ZY-HALOSCAN	
技术简介	该设备具有计量级精度，测量高效、适应性强，精度最高可达 0.01mm，精细模式扫描细小特征，真实还原工件表面细节。测量速率最高达每秒 250 万次，GPU 并行处理能力增强，扫描速率及后处理速度均大幅提升。同时，产品应用纯蓝光技术，抗干扰性强，扫描速度更快，采集数据更精准。标准和精细双蓝光模式，自由切换使用不同工件特征。	
设备参数	测量速率-标准模式	2,500,000 次测量/秒

	测量速率-精细模式	1,260,000 次测量/秒
	扫描区域	最大 600×550mm
	激光光源	26 条蓝色激光线+1 条扫描深孔+7 条扫描细节
	扫描精度	±0.1mm
	分辨率	最高 0.02mm
	精度-标准模式	最高 0.02mm
	精度-精细模式	最高 0.01mm
	基准距离-标准模式	300mm
	基准距离-精细模式	150mm
	景深-标准模式	450mm
	景深-精细模式	150mm
	最大景深	550mm
	重量	1kg
	尺寸	300*150*70mm
	传输方式	USB 3.0
	工作温度	-10~40℃
	工作湿度（非冷凝）	10~90%

附品表

序号	名称	规格
1	快速标定板	400mm
2	反光标记点	6mm
3	反光标记点	3mm
4	游标卡尺（自备）	0-200mm

②光固化 3D 打印机主要参数（型号：奇迹 MIRACLE 3D-S150GT）

型号	奇迹 MIRACLE 3D-S150GT
技术类型	下沉式 SLA 激光固化

成型尺寸	150mm(X) × 150mm(Y) × 150mm(Z)
激光波长	405nm
定位精度	3 μ m
激光器	激光发生器（光斑直径 30 μ m）
扫描速度	最快 15000mm/s
打印层厚	0.03-0.15mm 可调
操作系统	Windows
刮刀类型	真空涂覆刮刀
网板类型	复合涂层网板
连接方式	USB
控制方式	远程智联集群控制
数据格式	.qiji_（可以兼容标准格式）
耗材管理	耗材恒温系统
环境控制	空气调节系统
外形尺寸	310mm×320mm×650mm
设备毛重	25Kg
使用耗材	水洗光敏树脂

③金属 3D 打印机主要参数（型号：LiM-X150A 型激光选区熔化设备 G）

成型尺寸	150mmx150mmx180mm
------	-------------------

洗气时间	20min
激光功率	500w
打印层厚	30-60 μ m
光斑直径	40-60 μ m
扫描速度	≥4m/s
成形速度	≥30cm ³ /h
氧浓度	≤100ppm
成形气氛	氩气/氮气
打印精度	±0.1mm
铺粉方式	单向变速铺粉
可打印材料	钛合金、铝合金、高温合金、不锈钢
供电电源	AC220V, 50Hz
支持系统	Windows
支持语言	中/英文

附品表

序号	名称	规格
1	金属粉末	铝合金 (AlSi10Mg)
2	刮刀	标配
3	基板	标配
4	标准配件包	标配

标准配件包	名称	规格	数量	单位
-------	----	----	----	----

	小号平底铲	250mm	1	把
	毛刷	2in	1	把
	擦镜纸	4*4	1	包
	乳胶手套	XL	1	盒
	擦手纸	2060	1	包
	防尘口罩	9001	10	个
	分体防静电服	XXL	1	套
	防静电手环	PX-SW01	1	个
	塞尺	0.02~1mm	1	个
	六角扳手套装	DL230009	1	套

7.2 参赛选手的工具箱

大赛提供的工具包括：丁腈手套、镊子、砂纸（120 目、800 目）、锉刀、尖嘴钳（6 寸）、斜口钳（6 寸）、防护服、防护眼镜等。参赛选手自行携带规格 0-150mm，分度值为 0.02 的游标卡尺，其他自带后处理工具经由大赛工作人员审查后方可带入赛场。

7.3 在技能区域内禁止使用的材料和设备

参赛者不得携带比赛场外设备和材料。专家可禁止使用与执行任务无关或可能给竞争对手带来不公平优势的任何物品。

7.4 建议的比赛区域和工作站布局

建议增材制造赛场比赛区域面积根据比赛人数确定，每人平均 30 平米，每个赛位 6 平米，赛场需配备有钳工装备。增材制造赛场里每个赛位布局见图 1 和图 2。

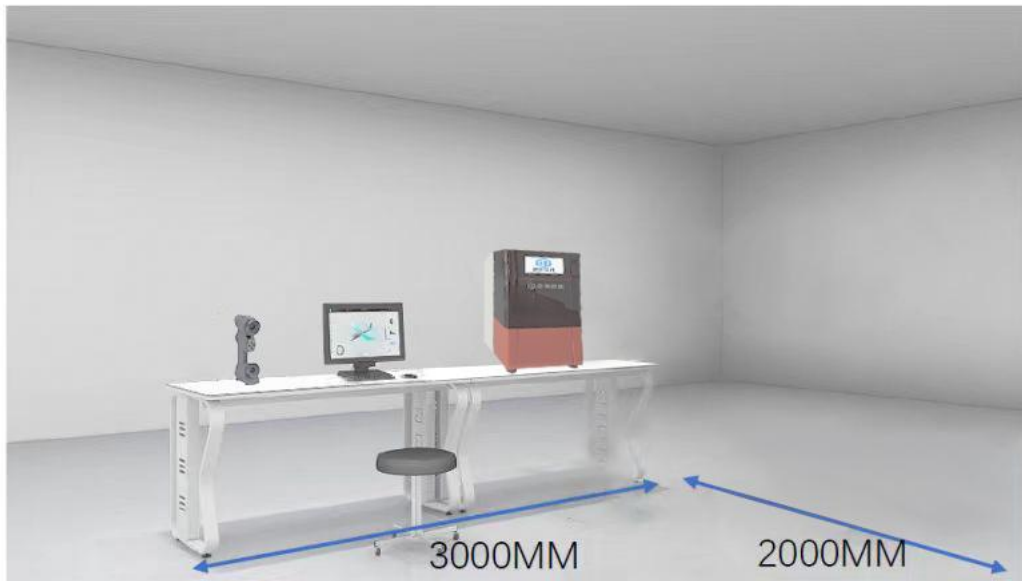


图 1 扫描及非金属 3D 打印赛位布局图

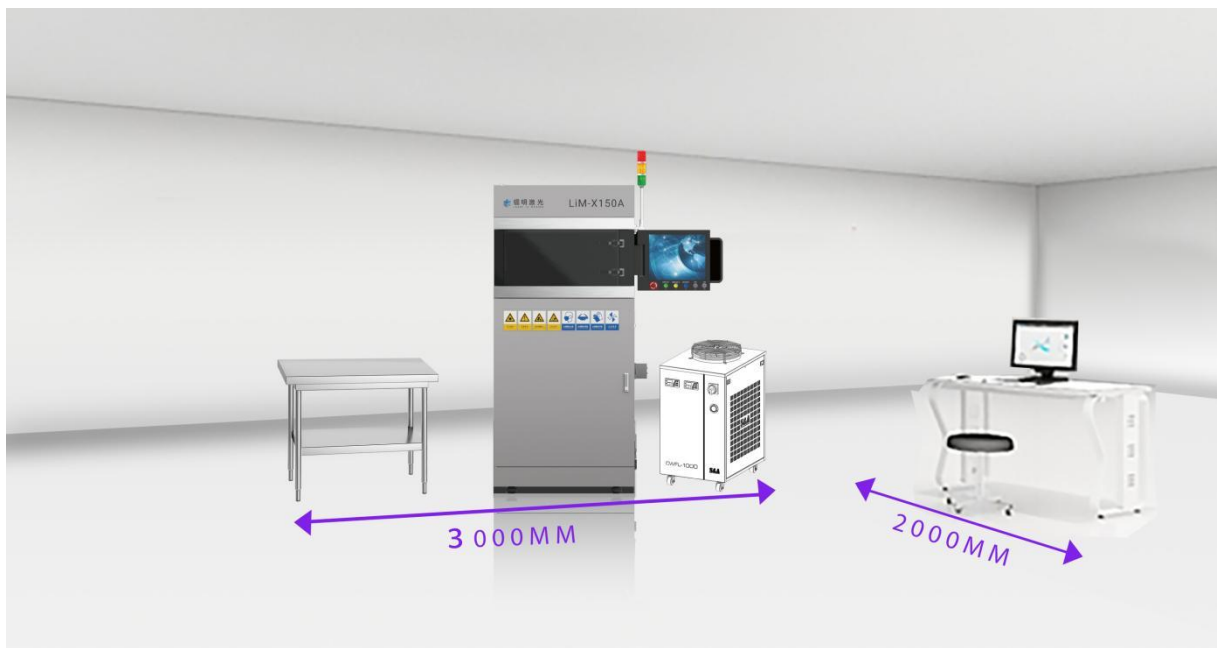


图 2 金属 3D 打印工位布局图

8 技能特定的规则

技能特定的规则不能与比赛规则相矛盾或优先于比赛规则。它们将提供不同方面的具体细节和清楚说明，这些方面因技能竞赛而异。它们包括但不限于计算设备、数据存储设备、工作程序以及文档管理和分发。

专题/任务	技能专用的规则
-------	---------

使用技术 — USB	(1) 禁止将 USB 存储卡带出车间。 (2) 存储卡必须在每天结束时 (3) 交给首席专家或副首席专家安全存放。
使用技术：个人笔记本电脑、平板电脑和手机	(1) 专家和口译人员可以使用个人笔记本电脑、平板电脑和手机。 (2) 参赛者不得将个人笔记本电脑、平板电脑或手机带入车间。
使用技术 – 个人相机	只有在测试项目完成后或经首席专家同意后，参赛者、专家和口译人员才可以在车间使用个人拍照和录像设备。
测试项目的评估	(1) 对于每个工作站（模块），由首席专家指派在该领域具有最高专业水平的主管专家。在参赛者完成测试项目期间，该专家控制 OHS 合规性、测试项目点的完成或未完成情况，这些情况只能在参赛者完成任务期间进行评估。指定的专家对参赛者评估的公平性负全部责任。 (2) 如果在工作站上，参赛者和专家来自同一组织，则模块持续期间可更换一次专家。
在测试项目中进行 30% 的更改	在引入 30% 的更改期间（在第 C-2 天），专家必须执行以下工作： (1) 根据三维扫描仪采集的数据-更新样题的点云数据； (2) 根据样题格式，更新设计产品。
参赛者在完成任务期间出现技术问题	(1) 如果在测试项目的实施过程中出现技术问题（不是由于参赛者的过错），参赛者将获得额外的时间，该时间等于从发现缺陷到完全消除缺陷的时间。 (2) 如果发现技术问题是由于参赛者的过错引起的，参赛者将不会获得额外的时间。
PPE（个人防护）	金属打印防护安全服、防护口罩、手套等个人防护用品由大赛提供。

附录：金属 3D 打印机安全防护需知

1.1 注意激光

在调试设备时，设备安装工程师会对光学系统进行调节。在调节时会打开光学系统舱门，激光安全等级 4 级。非专业人员切勿调试光学系统。不可见激光照射具有极大危险，直接照射眼睛会致盲，照射皮肤会导致皮肤烧伤。



设备所使用的激光为IV类激光器，属于高功率激光，危险！因此请勿随意打开机器的上盖板，以防激光灼伤或辐射伤害！机器上盖板只允许技术支持工程师操作。

- 不要直视激光点；观察激光时必须佩戴护目镜（防辐射防紫外）
- 遵循激光器的操作规则，保证激光器在我方提供的工作环境要求下运行；
- 遵循设备的操作规则及后续的注意事项；
- 当机器在工作时，严禁打开观察窗。



警告：未经安全培训人员不得单独操作！

1.2 注意粉尘

在加料、取件、粉末筛分和后处理过程中均有一定的粉尘污染。操作者应戴好防尘口罩（N95 级别以上）或防毒面具（防止粉尘的吸入及与眼部的接触），同时注意通风排尘。



1.3 注意防滑

室内粉尘较多，由于粉末颗粒较细且多为球形颗粒，散落地面的粉体易致滑，注意穿防滑鞋（防止滑倒和机械损伤），以及及时清理地面粉尘。



1.4 穿戴防静电服

防止人体静电的产生及防止金属粉末与人体接触。



穿全套防护服

1.5 注意通风

设备工作过程中，会向外排放惰性气体，及时通风可以防止局部低氧的出现，同时降低空气中的粉尘浓度。



1.6 防止触电

切勿自行打开电控柜及主机内部维修线路。



1.7 注意静电

粉末上料、加工过程中及人体会产生静电，可能会引起粉末爆炸，厂区必须配备静电消除器，操作人员在操作设备之前先消除身上静电。



1.8 注意高温

成形舱基板加热开启后，切勿用手触摸。成形过程中，加热包及成形室底板、背板、成形缸整体温度较高，切勿用手触摸，以免烫伤；成形完毕后，待系统温度冷却至室温后，再进行取件处理。



1.9 注意易燃物

加工原料如钛粉、铝粉等易燃物，必须氩气罐装或真空保存。



1.10 注意爆炸气氛

粉末上料、加工、清理过程中会产生扬尘，达到一定浓度时可能会产生爆炸。



1.11 当心机械损伤

使用设备时当心舱门开关夹手，成形缸、料缸、刮刀在运动过程中，禁止用手触碰。



1.12 严禁烟火

加工过程中涉及乙醇、金属粉末等易燃易爆品，杜绝明火的出现。



1.13 机器运转中严禁打开此门

加工过程中严禁打开成形室舱门破坏无氧环境发生爆燃。





2024金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能和技术挑战赛）

