

重庆市新职业竞赛标准

增材制造项目技术工作文件

2021 年 06 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，按光聚合、材料挤出、粉末床熔融、定向能量沉积等方式逐层堆积，制造出实体物品的制造技术。相对于传统的、对原材料切削去除、组装的加工模式不同，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，在打印零件之前还需要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去除支撑及关键尺寸精加工的后处理。

(二) 技能标准与规范

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，增材制造在所有国家和所有行业中均表现出稳定而快速的增长，这使我们有理由相信，未来该行业将需要劳动力，其所需的知识、理解力和具体技能，对于该项行业这份工作或职位的理解。

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。

标准规范	
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- 正确使用并维护个人防护装备及服装- 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	三维数字化扫描与数据处理
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的要求 (灰尘、底座振动、杂散光源、物体移动性、热膨胀等) - 设备校准的重要性以及对校准和数字化条件的要求 - 光学 3D 数字化 (松散、平滑、透明、半透明、光泽等) 对象的表面特征要求 - 为光学三维扫描 (清洗、消光等) 表面准备方法和手段 - 扫描模型的数据处理的要求
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
3	零件模型修复及工程图的绘制
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> - 技术制图和图纸基础 - 机械结构基础, 模型修复部分符合机械设计要求 - 用于增材制造、后处理和后续使用的 CAD 模型的要求
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> - 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 (例如, 齿轮只有一颗轮齿、螺纹只有局部、或者法兰盘只有 1/3) - 生成 ISO 标准的工作图以及相关的书面说明 - 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

4	数字建模与结构优化设计
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> - 正向数字建模软件的正确使用 - 逆向数字建模软件的正确使用 - 工业产品的设计与分析方法 - 通过优化设计降低加工成本与加工时间的解决方法 - 保证部件结构的可靠性与稳定性，使载荷均匀分布的方法 - 在保证安全性的前提下，使结构重量占比可以大幅下降的方法
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> - 正确识读 CAD 图 - 使用正向软件构建三维模型 - 使用逆向软件构建三维模型 - 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
5	用打印机打印设计的产品及其后处理
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> - 遵循制造商推荐的设备安全使用流程 - 正确设置打印参数与支撑的合理方法 - 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 - 打印工件后处理的步骤和流程 - 精加工打印工件的重要尺寸，检测加工尺寸及变形，合理装配
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> - 正确使用打印设备 - 正确选用打印材料 - 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取支撑及关键尺寸加工 - 采用正确的装配方法装配与验证
6	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
	<ul style="list-style-type: none"> - 安全处理每个制造环节 - 清洁零件

工作能力	- 根据机构要求将零件交付至适当的位置和/ 或人员
合计	

二.样题与评判标准

(一) 样题

本赛项包括数字建模、结构优化及打印；三维数字化扫描与数据处理、零件模型修复和工程图绘制；打印件后处理四个模块,单人赛。

本赛项专家组根据本竞赛规程的要求组织命题，竞赛采用公开竞赛样题的方式进行，赛前在大赛技术工作委员会指定网站公布竞赛样题（包括技术文件和评分标准）最终赛题将有裁判长针对样题内容提出 30%的修改，并组织全体裁判员讨论确定。技术工作委员会须指定专人负责赛题印刷、加密保管、领取和回收工作。技术工作委员会须指定专人负责赛题印刷、加密保管、领取和回收工作。

(二) 评分标准样例

1.比赛时间安排

模块编号	模块名称	竞赛时间 (暂定) min
A	三维数字化扫描与数据处理	30
B	零件模型修复、工程图绘制	90
C	数字建模、结构优化及打印	180
D	打印件后处理	30
总计		360

2. 试题描述

模块 A：三维数字化扫描与数据处理

该模块包括三维数字化扫描、扫描模型的数据处理等考核内容，要求参赛者正确选择和使用三维扫描所需的工具和设备，正确进行设备的调整和校准，做出预处理工作相关的措施，完成扫描及扫描数据的后续数字化处理。

模块 B：零件模型修复、工程图绘制

该模块包括技术制图、机械机构、机械设计等考核内容，要求参赛者操作扫描仪获取数据，恢复缺少的对象元素的数据，从零件需要实现的功能中或提供的参考资料中获取的信息数据，重新设计对象元素中缺少的数据；并根据任务进行分析与设计；生成 ISO 标准的工作图以及相关的书面说明。

模块 C：数字建模、结构优化及打印

该模块包括数字建模、工业设计、打印设备操作等考核内容，要求参赛者根据所提供的各装配件 CAD 图进行数字化建模，并根据使用条件进行结构优化设计，在保证部件结构的可靠性与稳定性的前提下，减少重量与加工时间，并正确设置打印参数与支撑，完成打印。

模块 D：后处理

该模块要求参赛者正确选择和使用后处理所需的工具和设备。使用后处理设备将打印件正确处理，达到表面质量要求；使用相关设备加工打印件关键尺寸，达到技术要求；最终将打印件装配为一个整体，实现其运动功能性。

(二) 评分标准样例

在竞赛组委会领导下，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

模块编号	模块名称	分数		
		评价分	测量分	合计
A	三维数字化扫描与数据处理	5	15	20
B	数字模型修复、工程图绘制	5	25	30
C	数字建模、结构优化及 3D 打印	5	35	40
D	打印件后处理	4	6	10
总计		19	81	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，裁判长不直接参与评分，每位裁判对本单位的选手评分需要回避。

(1) 评判方式

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，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。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

(2) 评判流程

1) 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。

2) 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。

3) 违规扣分

选手竞赛中有下列情形者将予以扣分：

A. 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。

B. 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。

C. 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。

D. 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%。

4) 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。

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员签字确认后提交给裁判长妥善保存。原始评分表由各组裁判进行复核签字后，由裁判长确认后交工作人员录入系统。

4. 成绩并列

依次比对四个模块成绩。例如总分相同，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) 裁判组成和分工

1. 裁判长

裁判长负责组织裁判员培训、安排裁判员分工、组织实施本项目比赛、开展技术点评等。

2. 裁判员

裁判员主要负责各项竞赛技术工作；负责竞赛场地、设备、工具、材料等的检验；负责竞赛全过程的执裁及竞赛成绩的汇总、审核、报批等。裁判员应自觉服从裁判长的管理，各裁判员不得在工作时间无故迟到、早退、中途离开工作场地，否则将视其耽误或缺席预定的裁判工作，随时取消裁判资格。

3. 评判中的纪律和要求

(1) 竞赛前，裁判员需将所有具有通信功能、拍摄功能、存储功能的电子设备上交；

(2) 竞赛期间，裁判员应尽量避免离开赛场，无执裁期间在裁判员区域进行休息；

(3) 裁判员不得参与非本人执裁工位的任何执裁及技术评判工作；

(4) 竞赛期间，裁判员不得与任何单位选手进行技术交流；

(5) 竞赛过程中，裁判员不可长时间、近距离观察选手操作；

(6) 竞赛过程中，裁判员不可对选手进行任何暗示性动作或语言提示；

(7) 竞赛过程中，若发生安全故障，裁判员可第一时间暂停考核；

(8) 竞赛过程中，若产生由于非选手操作引起的设备、安全故障，需技术人员处理时，裁判员应及时将选手调整到备用工位继续竞赛，期间产生的时间差不计入总竞赛时间；

(9) 竞赛过程中，若裁判员发生技术争议，以裁判长决议为准；

(10) 裁判长可对所有裁判员的打分过程公平、公正性进行监督。

(四) 竞赛平台描述

该项目竞赛平台主要由完成该项目所需的软硬件组成，包括数据获取、数据处理、3D 打印及后处理所需的竞赛软、硬件。

序号	技术平台	主要设备	规格	备注
1	数据获取	三维扫描仪	桌面式	该平台通过三维扫描仪获取数据。
2	数据处理	正向建模软件、 逆向建模软件、 打印切片软件	节点	该平台通过正向软件完成数字化建模、逆向软件完成模型重构、切片软件完成打印参数设置。
3	3D 打印	3D 打印机 (FDM)、 3D 打印机 (SLA)	桌面式	该平台通过多种 3D 打印工艺打印模型。

4	后处理	清洗机、固化机	台
---	-----	---------	---

三.竞赛细则

(一) 比赛流程

1. 赛前沟通与准备

流程	事项	参与人员
1	专家组与裁判长的对接会	专家组、裁判长
2	领队会	裁判长、领队
3	评分细则录入、检查和确认	裁判长、登分员
4	裁判组会议	裁判长 裁判员 质量督导员 技术支持单位
	1. 裁判组专业培训	
	2. 裁判长分配裁判员执裁任务	
	3. 裁判长对试卷进行检查确认	
	4. 技术支持单位确认比赛当天技术保障小组和赛务保障小组人员工作岗位和工作任务	
5	选手抽签	参赛选手 技术支持单位
6	比赛自带工具检查、进场 选手熟悉场地与设备	裁判长 裁判员 参赛选手 技术支持单位
7	裁判长赛场检查，封场	裁判长 裁判员 技术支持单位

2. 竞赛安排表

流程	事项
----	----

流程	事项	
1	工作人员报到	
2	裁判报道、选手报到检录	
3	项目赛前会	
4	比赛内容	模块 A: 三维数字化扫描与数据处理
		模块 B: 零件模型修复、工程图绘制
		模块 C: 数字建模、结构优化及打印
		模块 D: 打印件后处理
5	技术点评	
6	裁判评分	
7	成绩汇总, 裁判核并签字	

(二) 参与资格要求

1. 16 周岁以上 60 周岁以下中国籍公民。
2. 思想品德优秀, 具备相应职业(专业)扎实基本功和技能水平, 具有较强学习能力、应变能力以及较好身体素质、心理素质的人员。

(三) 样题开发形式

本赛项样题开发参照世界技能大赛增材技术项目提案, 结合中华人民共和国第一届职业技能大赛“增材制造”项目比赛内容制定。样题的结构包含建模、结构优化、二维图、三维数字化扫描、数据处理、逆向建模、3D 打印与后处理等, 由裁判长根据本技能标准与规范命制样题, 并于赛前公布。决赛试题对照样题修订, 其比例一般不超过 30%。

(四) 项目特别规定

1. 赛前

(1) 根据项目实际需要，裁判长与场地负责人于赛前 2-3 天对场地设备设施等准备工作进行最终确认；裁判长与裁判员于赛前 1 天进行集中培训、技术对接和设备设施、材料、必备工具确认。

(2) 参赛选手报到时需领取参赛证、参赛资料、参赛物料、餐券、抽取参赛选手编号，报到完毕后统一前往赛场，熟悉场地。

(3) 选手的出场顺序以学校为单位抽签决定，同一院校选送的多名选手，在同一场完成比赛，确因设备等特殊原因不能同场时，必须安排相邻场次，不得隔场。

(4) 赛前 30 分钟，到指定检录口进行检录，由检录人员核实编号，开赛后迟到 15 分钟的选手视为自动放弃参赛。

(5) 检录完毕，每位选手按照抽签工位号到指定位置，可携带竞赛规则规定的工量刀具，必备的用具（如笔、尺、普通计算器等）等。所有通讯、照相、摄像、磁盘等工具一律不得带入比赛现场。

2. 赛中

(1) 由现场裁判统一告知选手比赛规则、时间和流程后，宣布比赛正式开始并计时。

(2) 竞赛过程中严禁交头接耳，也不能相互借用工具。各参赛选手间不能走动、交谈。

(3) 比赛过程中，选手若需休息、饮水或去洗手间，一律计算在操作时间内。

(4) 选手进入赛场后，不得擅自离开赛场，因病或其他原因离开赛场或终止比赛，应向裁判示意，须经赛场裁判长同意，并在赛场记录表上签字确认后，方可离开赛场并在赛场工作人员指引下到达指定地

点。

(5) 选手须按照程序提交比赛结果，配合裁判做好赛场情况记录,并签字确认，裁判提出签名要求时，不得无故拒绝。

(6) 裁判长发布比赛结束指令后所有未完成任务参赛选手立即停止操作，按要求清理赛位，不得以任何理由拖延竞赛时间。

四.竞赛场地、设施设备

(一) 基础设施清单

场地设备设施

序号	名称	型号规格	单位	数量	备注
1	电脑	Windows7 64 位	台	16	键盘、鼠标可 自带
2	扫描仪	桌面式三维扫描仪	台	16	
3	打印机	桌面式 FDM 打印机	台	16	
		SLA 打印机	台	16	
4	应用软件	Geomagic Studio、 Geomagic Design X 2016 SiemensNX11.0、 Materialise Magics、 SolidWorks	节点	16	
5	U 盘	8G	个	1/人	

注：表中设备设施及型号配置以现场实际提供设备设施情况为准。

(二) 工具清单

1.显影剂：扫描用；

2.标志点：扫描用；

- 3.遮光布：扫描用；
- 4.软泥：扫描用；
- 5.铲刀：去支撑用；
- 6.一次性丁晴手套：防护用品；
- 7.隔热手套：防护用品；
- 8.偏口钳：剥离支撑材料用；
- 9.刻刀：剥离支撑材料用；
- 10.砂纸：打磨和修毛刺用；
- 11.棉布：供学生清洁工件、提交包装工件用；
- 12.提供 A4 纸（供书写讨论用，比赛结束不允许带走）；
- 13.签字笔；
- 14.量具：0-150mm 游标卡尺 1 支（自备）
- 15.工作服：自备
- 16.劳保鞋：自备
- 17.防护眼镜：自备
- 18.防尘口罩：自备

(三) 材料

序号	材料名称	型号	单位	数量
1	丝材	ABS	Kg	若干
2	光敏树脂		Kg	若干

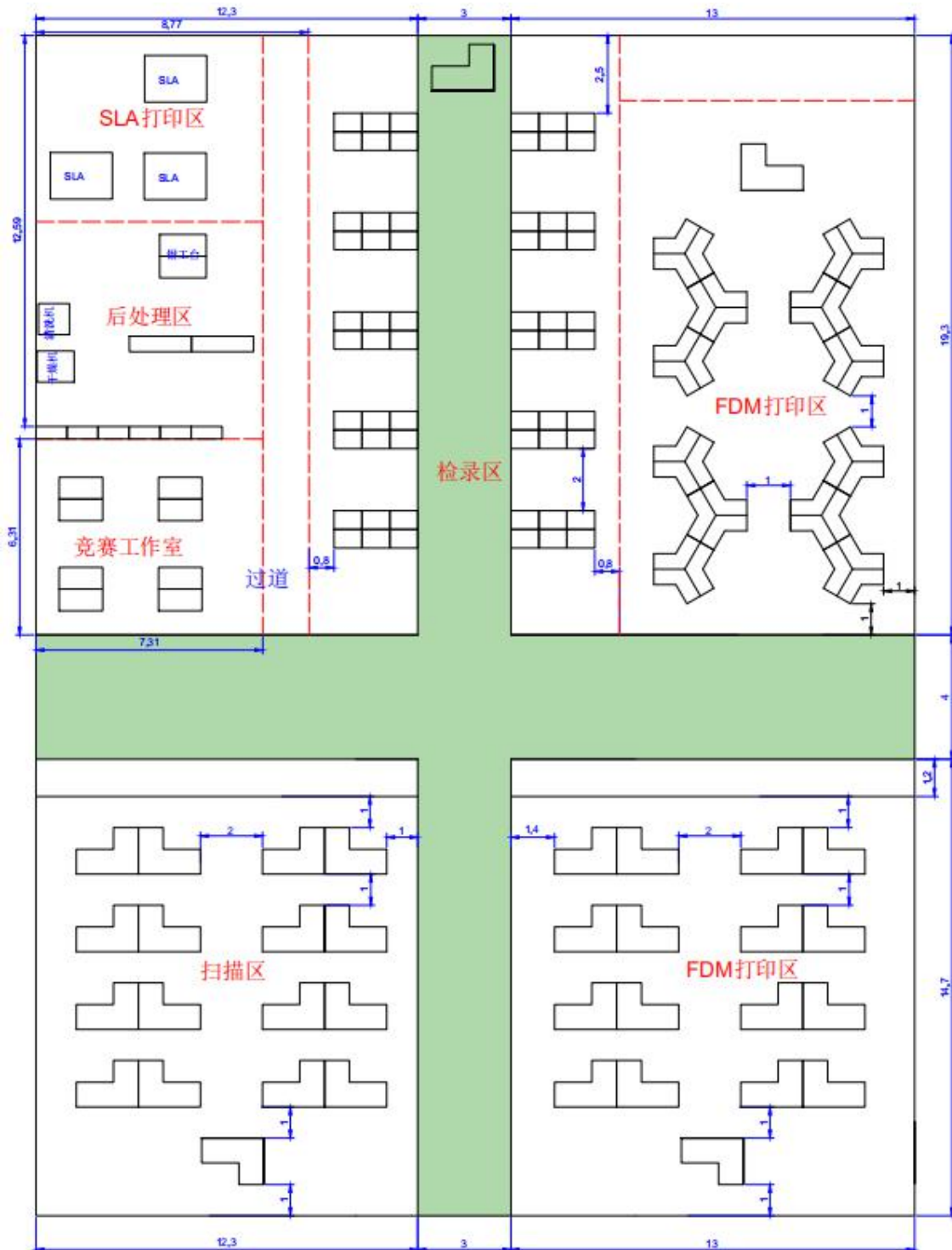
(四) 禁止自带使用的设备和材料

序号	设备和材料名称
1	上述列表以外的材料
2	U 盘等存储设备、含存储介质的电子设备及拍照设备

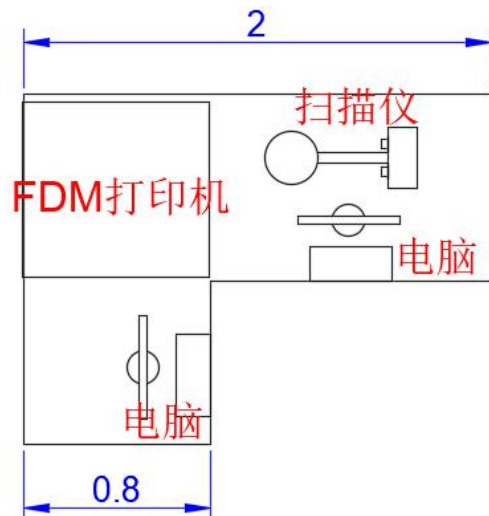
3	危险化学品
4	技术资料、笔记本及多余纸张
5	私自打印的图纸

(五) 场地布局图

1. 赛场整体布局图



2. 比赛工位布局图



以上场地布局图仅供参考，以比赛时实际场馆布置为准。

3. 场地照明要求

比赛场地照明应充足、柔和并符合国家工业照明标准。

4. 场地消防和逃生要求

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。赛场组织人员要做好比赛安全、健康和公共卫生及突发事件预防与应急处理等工作。

五. 健康、安全和环保要求

(一) 比赛环境

1. 竞赛场地光线充足，照明良好；供电供水设施正常且安全有保障；场地整洁。

2. 竞赛场地设置隔离带，非裁判员、参赛选手、工作人员不得进入比赛场地。

3. 赛场设有保安、消防、医疗、设备维修待命，以防突发事件。
4. 赛场设置安全通道和警戒线，确保进入赛场的大赛参观、采访、视察的人员限定在安全区域内活动，以保证大赛安全有序进行。

(二) 安全要求

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。

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。

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。

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。

(三) 环境保护

赛场严格遵守我国环境保护法，赛场所有废弃物应有效分类并处理，对于选手未使用完的材进行回收。

(四) 自然灾害预防

据自然灾害事故的发生情况，结合比赛实际情况，启动相应的自然灾害事故应急预案，作出应急反应和处置。保证组织落实、人力落实、应急器材落实，以最快的、最高效的办法处置事件，确保比赛现

场人员的安全。

(五) 疫情防控

1.实施“外防输入、内防扩散”策略，及时有效的采取各种预防措施，依法、科学、规范统一防控应对新型冠状病毒感染肺炎，切实做到“早发现、早报告、早隔离”，确保参赛人员、裁判及工作人员身体健康和生命安全。

2.各参赛人员、裁判及工作人员要充分认识疫情严峻性、复杂性，高度重视新型冠状病毒感染的肺炎等传染病防控工作，按照管理原则，关注疫情变化，加强疾病宣传，及时启动预案，落实防控措施，全力做好防控工作，坚决防止疫情扩散蔓延。

3.除比赛中、就餐时除外，其余时间在公共场所必须全程佩戴防护物品（口罩）。

4.全程监管，设置隔离区，建立突发事件绿色通道。确保如遇受伤、体温异常等突发事件，可立即与医院形成无缝对接。关注疫情变化，加强疾病宣传，及时启动预案，落实防控措施，全力做好防控工作，坚决防止疫情扩散蔓延。