



第一届全国技能大赛山东省选拔赛  
增材制造项目

技  
术  
文  
件

第一届全国技能大赛山东省选拔赛组委会

2020年8月

# 目 录

1. 项目介绍.....	- 1 -
1.1 项目描述.....	- 1 -
1.2 选手参赛条件.....	- 1 -
1.3 考核标准.....	- 2 -
1.4 选手应具备的能力.....	- 4 -
2. 竞赛项目.....	- 7 -
2.1 竞赛内容.....	- 7 -
2.2 竞赛时间安排.....	- 9 -
3. 评判标准.....	- 9 -
3.1 分数和成绩计算方法.....	- 9 -
3.2 评分标准.....	- 10 -
3.3 客观和主观评分.....	- 10 -
3.4 裁判员组成和分工.....	- 11 -
4. 竞赛相关设施设备.....	- 13 -
4.1 竞赛设施设备和工具.....	- 13 -
4.2 选手自带物品.....	- 14 -
5. 项目特别规定.....	- 15 -
5.1 赛前.....	- 15 -
5.2 赛中.....	- 16 -
5.3 违规情形.....	- 16 -
6. 健康、安全和环保要求.....	- 17 -
6.1 比赛环境.....	- 17 -
6.2 安全教育.....	- 18 -
6.3 环境保护.....	- 18 -

本项目技术工作文件(技术描述)是对本竞赛项目内容的框架性描述,正式比赛内容及要求以竞赛最终公布的赛题为准。

## 1. 项目介绍

### 1.1 项目描述

增材制造(AM)是工程领域中最新、发展最快的分支之一。与传统的制造方法不同,在增材制造中,对象是通过逐层添加材料来“构建”的,可以扩展工程能力并有效地补充车削和铣削加工,应用于所有重要行业,如能源、交通、航空航天、机械工程等。增材制造技术使得工程技术人员可以重新设计对象,重新考虑设计新对象的方法,使它们更好、更轻、更有效、更可靠。

参照 2021 上海世界技能大赛新增竞赛项目提案,增材制造项目需要参赛选手完成实物扫描、逆向工程、产品内部结构优化、产品金属打印可行性分析、打印仿真模拟、上机金属打印、CNC 加工后处理、打印成品检测并出具报告等一系列操作任务。



### 1.2 选手参赛条件

根据世界技能大赛要求,符合下列条件者均可报名参加增材制造项目

全省选拔赛：

1.2.1 年龄要求：参赛选手为 1999 年 1 月 1 日以后出生。

1.2.2 思想品德优秀、身心健康，具备相应职业（工种）扎实基本功和技能水平，具有较强学习能力以及身体素质、心理素质，应变能力良好，具有一定的英语基础。

1.2.3 身体条件应能够适应金属 3D 打印操作工、铣工、钳工的操作要求，并具有长时间、高强度工作的体能。

### 1.3 考核标准

序号	内容
1	<p>工作组织和管理</p> <p>个人（选手）需了解和理解：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 增材制造、相关技术和替代技术的应用领域；</li> <li>• 车间和工作空间的范围和限制；</li> <li>• 与使用光学和激光 3D 扫描仪、图形工作站、增材机床、用于后处理的机器和设备有关的环境保护、安全、卫生和事故预防标准；</li> <li>• 技术规范的重要性；</li> <li>• 工作中计划和时间管理的重要性；</li> <li>• 成本会计和分析的重要性；</li> <li>• 当前的国际公认标准（ISO）和行业目前使用和认可的标准；</li> <li>• 技术术语和符号；</li> <li>• 与增材技术有关的数学、几何、物理和化学知识；</li> <li>• 与同事、客户和其他相关专业人员之间有效沟通和人际交往能力的重要</li> </ul>

	<p>性；</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 营造生产文化的重要性（衣服和工作场所中的标准、材料和数据的系统化）；</li> <li>• 在新技术和发展中的技术中保持知识和技能的重要性；</li> <li>• 提供针对技术和设计问题与挑战的创新解决方案的作用。</li> </ul>
2	3D 数字化
	<p>个人（选手）需了解和理解：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3D 数字化的设备操作原理；</li> <li>• 各种类型的 3D 数字化设备的优缺点及其基础技术；</li> <li>• 光学 3D 数字化精度和速度的设备技术特征，以及确保工作可行性和确保声明 的精度要求（灰尘、底座振动、杂散光源、物体移动性、热膨胀等）；</li> <li>• 设备校准的重要性以及对校准和数字化条件的要求；</li> <li>• 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；</li> <li>• 为光学 3D 数字化（清洗、喷砂、消光等）表面准备方法和手段；</li> <li>• 多边形模型后续扫描至 CAD 流程的要求；</li> <li>• 3D 数字化的次品类型和消除方法。</li> </ul>
3	测量技术
	<p>个人（选手）需了解和理解：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 电子测量系统和手动量具的类型和目的；</li> <li>• 电子测量系统和手动量具的测量应用方法；</li> <li>• 使用电子测量系统和手动量具可达到的测量精度。</li> </ul>
4	扫描至 CAD 和结果优化
	<p>个人（选手）需了解和理解：</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 扫描到 CAD 软件应用程序； CAD、CAE 和优化软件；</li> <li>• 扫描到 CAD 的多边形模型要求；</li> <li>• 从多边形模型中提取几何体的方法，以恢复 CAD 模型及其优化；</li> <li>• 机械系统及其运行原理；</li> <li>• 技术制图和图纸基础；</li> <li>• 机构装配基础；</li> <li>• CAD 和多边形模型的比较方法；</li> <li>• 用于增材制造、后处理和后续使用的 CAD 模型的要求；</li> <li>• 增材和机械工程材料的特性。</li> </ul>
5	准备和成型
	<p>个人（选手）需了解和理解：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 模型准备、仿真和分析软件；</li> <li>• 后处理技术其功能和对构建模型的要求（紧固要求、绑定元素、后处理余量、消除应力的操作顺序）；</li> <li>• 可以用于增材制造零件的技术和工艺（SPF 铸造、失蜡法铸造、聚合物成型等）。</li> </ul>
6	完成并交付工件
	<p>个人（选手）需了解和理解：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 后处理的工艺和程序；</li> <li>• 在其能力范围内按照要求标准完成工件的重要性；</li> <li>• 应转交给其他适当人员处理的情况。</li> </ul>

#### 1.4 选手应具备的能力

该项目基于增材制造行业公司的实际工作任务，结合增材制造世界技能标准规范进行平衡，主要评估选手在以下方面的能力：

序号	内容
1	工作组织和管理
	<p>个人（选手）应具备的能力：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 提供并保持安全、整洁和高效的工作区域，提升工作场所的健康与安全法规和最佳实践方法；</li> <li>• 应用国际认可的标准（ISO）及行业目前使用和认可的标准；</li> <li>• 应用数学、物理和化学知识的全面了解和理解；</li> <li>• 针对问题提出创新创意的解决方案，并将其应用于增材制造的问题和挑战；</li> <li>• 展示与同事、客户和其他相关专业人员之间的有效沟通和人际交往能力，以 确保逆向工程符合要求；</li> <li>• 保持积极主动的持续专业发展，以保持对新技术和发展中技术的最新知识和技能；</li> <li>• 独立解读技术任务并规划工作时间；</li> <li>• 明确职责范围，以最准确地实施要求</li> <li>• 生产完全符合技术规格和标准要求的作品；</li> <li>• 保持生产文化（衣服和工作场所的要求、材料和数据的系统化）。</li> </ul>
2	3D 数字化
	<p>个人（选手）应具备的能力：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 进行设备的调整和校准；</li> <li>• 根据技术任务做出光学 3D 数字化可能性的决策（可能/不可能执行，可以为数字化的对象/条件提供何种精度）；</li> <li>• 做出预处理工作相关的决定（拆卸、清洗、喷漆等）</li> <li>• 进行亚光涂层的预处理工作；</li> <li>• 涂上亚光涂层；</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 进行光学标记;</li> <li>• 修复对象以进行后续数字化;</li> <li>• 对各种物体（不同的材料、表面特性、几何复杂程度）执行 3D 数字化;</li> <li>• 正确保存结果。</li> </ul>
3	测量技术
	<p>个人（选手）应具备的能力:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 正确选择并根据任务使用电子测量系统和手动量具;</li> <li>• 做出有关测量工具和测量方法的决定（例如，在盲区进行光学测量);</li> <li>• 使用获得的测量结果。</li> </ul>
4	扫描至 CAD 和结果优化
	<p>个人（选手）应具备的能力:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过数字化数据创建可编辑的 CAD 模型（多边形模型);</li> <li>• 从多边形模型的可用数据中恢复重新设计中缺少的对象元素的数据（例如，齿轮只有一颗轮齿、蜗杆只有一转、或者法兰盘只有 1/3);</li> <li>• 利用从连接的零件中获取的数据，以恢复重新设计对象元素中缺少的数据;</li> <li>• 从通过手动测量（例如盲孔的深度）从现有对象获取的数据中获取可用数据，以恢复重新设计对象元素缺少的数据;</li> <li>• 根据任务更改创建的模型的几何形状;</li> <li>• 考虑增材制造的特征和后续的精加工;</li> <li>• 根据职权范围分析和优化模型的结构;</li> <li>• 从 3D 扫描结果就所创建模型进行偏差分析;</li> <li>• 根据任务进行网格和表面的拓扑分析和优化;</li> <li>• 生成 ISO 标准的工作图以及相关的书面说明;</li> <li>• 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。</li> </ul>



5	准备和成型
	<p>个人（选手）应具备的能力：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 准备成型模型；</li> <li>• 模拟和分析成型过程；</li> <li>• 分配必要的后处理流程并定义其复杂性。</li> </ul>
6	完成并交付工件
	<p>个人（选手）应具备的能力：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 清洁零件；</li> <li>• 根据机构要求将零件交付至适当的位置和/或人员。</li> </ul>

## 2. 竞赛项目

### 2.1 竞赛内容

本竞赛项目在指定竞赛场地，公开办赛。裁判人员原则上由各参赛队派出。结合工作实际，将理论考核融入技能操作考核过程中，不单独设理论考核。竞赛项目包括：

#### 2.1.1 理论考察

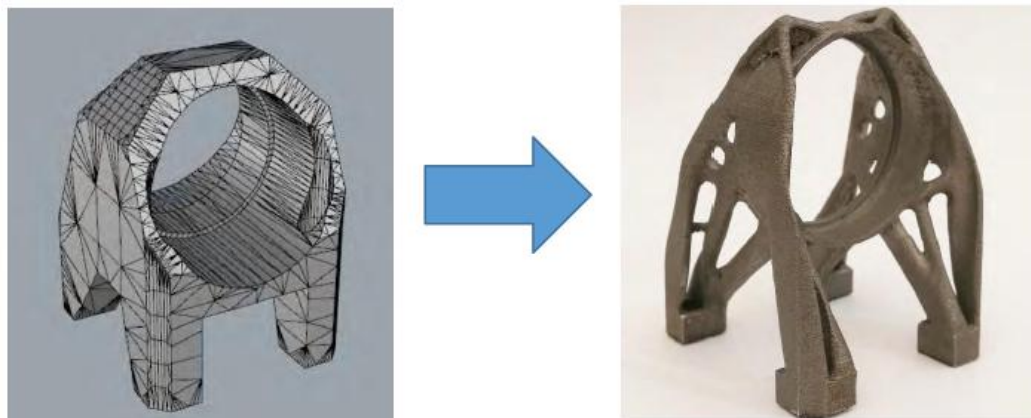
不单设理论考核，通过在实操考试中设立理论考核知识点的扣分项的方式进行考核，重点考核机械制图、公差测量、机械设计、数控编程、机械加工工艺、机械基础等基础知识。

#### 2.1.2 实操考试

实操考核主要由三个模块组成，任务描述如下：

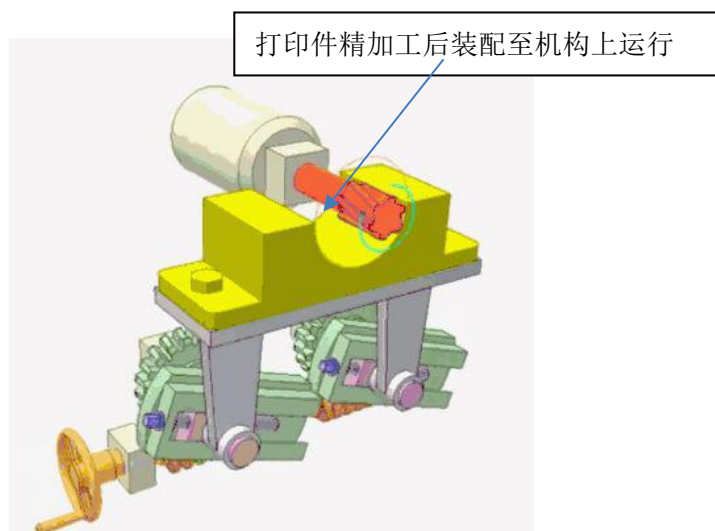
模块 1：结构优化并打印。将现有的 STL 模型创建成 STP（Step）参数化模型，优化其结构和重量（Topo 优化），对零件进行 CAE 分析，生

成金属 3D 打印文件，并完成金属打印工作。



样例

模块 2：CNC 后处理精加工并装配。对现有的金属 3D 打印完成的零件和模型创建适用于 CNC 铣削的程序，完成零件精加工和装配工作。



样例

模块 3：逆向扫描与建模。对给定的 3-5 个零件进行逆向扫描，生成面片文件，并将其中 2-3 个指定零件的 STL 模型创建成 STP（Step）参数化模型。



样例

竞赛模块的顺序根据赛场上设备的实际情况来确定。

## 2.2 竞赛时间安排

### 2.2.1 竞赛总时间

竞赛总时长为 8 小时，其中结构优化并打印模块 3 小时（不含金属 3D 打印时间），CNC 后处理精加工并装配模块 3 小时，逆向扫描与建模模块 2 小时，最终竞赛时间可根据试题作不超过 20% 的更改。选手须在规定时间内完成竞赛项目，提前完成不加分。

### 2.2.2 项目时间要求

三个模块的时间独立计算，每个模块竞赛不延时，选手在规定时间内未完成竞赛项目的，在时间到达后必须立即停止操作。

## 3. 评判标准

### 3.1 分数和成绩计算方法

本项目采用百分制，各个评分项的分数应精确到小数点后两位，小数点后第三位数字采用四舍五入（如 1.055 计 1.06，1.054 计 1.05）。

### 3.1.1 分值分配

评分项目	分数		
	主观分	客观分	总分
竞赛模块			
模块 1: 结构优化	5	35	40
模块 2: CNC	5	30	35
模块 3: 逆向扫描	5	20	25
合计	15	85	100

注：最终试题的配分比例可根据试题进行适当调整。

### 3.1.2 成绩排序

按比赛总成绩从高到低排列参赛队的名次。比赛成绩相同，按结构优化模块成绩较高的名次在前；如总成绩、结构优化模块成绩均相同，按逆向扫描模块成绩较高的名次在前。

## 3.2 评分标准

本项目评分标准分为测量和评价两类。凡可采用客观数据表述的评判称为测量；凡需要采用主观描述进行的评判称为评价。本次竞赛评分表按照竞赛成绩专用系统的格式，使用竞赛专用评分系统自动计算和汇总分值。

## 3.3 客观和主观评分

### 3.3.1 测量分（客观）

测量分（Measurement）打分方式：零件客观尺寸一律采用三坐标检测，其他客观评分严格按照评分表执行，检测过程公开，并在裁判员的监督下进行。采用三坐标检测时，尺寸公差和几何公差评判须遵照评分标准

或参照国际标准。在规定范围内（允差范围 $\pm 0.02$ ）才得分。对于检测设备无法测量的评判要素确需手工测量时，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，确定评分方案，对选手完成的成果或工件进行检测，所有裁判一起确定并达成一致后最终只给选手一个分值。

测量分评分准则样例表如下：

类型	示例	最高分值	正确分值	不正确分值
满分或零分	42 (+/-0.03mm)	0.5	0.5	0

### 3.3.2 评价分（主观）

评价分打分方式：3名裁判为一组，各自单独评分，分别给出权重分值，分值为“0”、“1”、“2”、“3”，然后计算出平均权重分，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，否则评分无效，各自需要给出确切理由并在小组长或裁判长的监督下重新评分。

权重表如下：

权重分值	要求描述
0分	差（各方面均低于行业标准，包括“未做尝试”）
1分	一般（达到行业标准）
2分	良（达到行业标准，且某些方面超过标准）
3分	优（达到行业期待的优秀水平）

### 3.4 裁判员组成和分工

本次竞赛设立专家组，由1名专家组组长和2名技术专家组成，负责编

写技术文件、命题和落实赛场设备设施（含工具物料）保障。

本次竞赛裁判组由 1 名裁判长、1 名副裁判长和若干裁判员组成。

#### 3.4.1 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；副裁判长协助裁判长负责现场监考管理和评分检测管理。

#### 3.4.2 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；裁判员按工作需要，由裁判长分为现场裁判、检测监督、安全监督及现场客观评判等若干小组开展工作，检测监督裁判员承担检测过程监督、检测结果记录及部分测量工作，各小组在裁判长安排下可轮换开展各类工作。

#### 3.4.3 评判中的纪律和要求

- ◆ 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；
- ◆ 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；
- ◆ 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；
- ◆ 竞赛期间，裁判员不得与任何单位选手进行技术交流；
- ◆ 竞赛过程中，裁判员不可长时间、近距离观察选手操作；
- ◆ 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；

- ◆ 竞赛过程中，裁判员不可询问选手所在单位及地区；
- ◆ 竞赛过程中，若发生安全故障，裁判员可第一时间暂停考核；
- ◆ 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；
- ◆ 竞赛过程中，若裁判员发生技术争议，以裁判长决议为准；
- ◆ 裁判长可对所有裁判员的打分过程公平、公正性进行监督。

## 4. 竞赛相关设施设备

### 4.1 竞赛设施设备和工具

#### 4.1.1 竞赛设备

竞赛场地设备由主办方统一提供，供选手及裁判使用，具体场地设备设施见表 4-1。

表 4-1 场地设备设施

序号	名称	型号规格	单位	数量	备注
1	电脑	戴尔	台	1/人	键盘、鼠标可 自带
2	扫描仪	Prime scan-0803	台	5	
3	金属打印机	BLT-300	台	5	
4	数控铣床	S-2063	台	5	华东数控
5	钳工工作台		台	10	
6	三坐标测量机	10.12.08	台	2	
7	应用软件	UG、Geomagic	节点	1/人	

		Design X、3Dxpert、 Geomagic Control X			
8	U 盘	金士顿 16G	个	1/人	

#### 4.1.2 竞赛材料和工量具

竞赛使用的材料、量具由赛场提供，具体见表 4-2。

表 4-2 材料、量具提供清单

序号	名称	型号规格	单位	数量	备注
1	游标卡尺	0-150mm	把	1/人	
2	外径千分尺	0-25mm	把	1/人	
3	外径千分尺	25-50mm	把	1/人	
4	装配机构		套	1/人	
5	金属 3D 打印件		件	1/人	

#### 4.2 选手自带物品

根据竞赛要求，以下工具需要选手自行准备，具体见表 4-3。

表 4-3 选手自带工具清单

序号	名称	型号规格	单位	数量	备注
1	平口钳		台	1	根据样题自定
2	软钳口		件	若干	
3	刀柄	BT40	把	若干	
4	立铣刀		把	若干	
5	面铣刀		把	若干	
6	什锦锉		把	若干	
7	手工锯		把	若干	
8	钻头		把	若干	



参赛选手应准备好工作服、防砸鞋、防护眼镜、一次性手套等劳动防护用品，二类工装夹具、各类板材、型材、电子设备、存储介质、易燃清洗液等禁止带入现场。

## 5. 项目特别规定

### 5.1 赛前

- ◆ 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。
- ◆ 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，并按照指定地点贮存原料(制作不同编号区分)，报到完毕后统一前往赛场，熟悉场地。
- ◆ 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。
- ◆ 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。
- ◆ 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。

## 5.2 赛中

- ◆ 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。
- ◆ 竞赛过程中严禁交头接耳，选手不能更换毛坯和器件，也不能相互借用工夹量具、仪器仪表。各参赛选手间不能走动、交谈。
- ◆ 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。
- ◆ 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。
- ◆ 选手须按照程序提交比赛结果（工件、任务书、报告、模型），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。
- ◆ 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。

## 5.3 违规情形

- ◆ 选手不得在试件上作任何标记。若在比赛开始前发现试件有明显痕迹，可上报裁判员进行处理，严重者可按作弊处理。
- ◆ 在完成竞赛任务的过程中，因操作不当导致事故，扣 10~20 分，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，污染赛场环境等不符合职业规范的行为，视情节扣 5~10 分。
- ◆ 扰乱赛场秩序，干扰裁判员工作，视情节扣 5~10 分，情况严重者取消比赛资格。

## 6. 健康、安全和环保要求

### 6.1 比赛环境

- 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；每个赛位占地不小于 12m<sup>2</sup>（4m×3m），场地净高不低于 3m，且标明赛位号，机械传动装配每个竞赛赛位提供 380V、220V 交流电源，手工加工赛位提供安全照明电源，每个赛位提供独立的电源保护装置和安全保护措施。
- 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；竞赛场地划分为检录区、竞赛操作区（个人操作区和公共操作区）、现场服务与技术支持区、观摩区等区域，区域之间有明显标志或警示带；标明消防器材、安全通道、洗手间等位置。
- 赛场设有保安、消防、医疗、设备维修和电力抢险人员待命，以防突发事件；赛场还应设有生活补给站等公共服务设施，为选手和赛场人员提供服务。
- 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。

## 6.2 安全教育

- ◆ 选手需自备安全鞋、工作服、护目镜、耳塞等，进入考核区域前必须将工作服、安全鞋穿戴得当（不穿戴工作服、安全鞋的选手不得进行考核）；
- ◆ 在使用产生碎屑、碎片的机械设备时必须佩戴防护镜，防止眼睛受到伤害；
- ◆ 在使用噪音大的机械设备时应戴好耳塞；
- ◆ 竞赛期间，选手不得佩戴耳机、手镯、腕表、耳环、戒指等饰品；
- ◆ 裁判、技术人员、选手应严格遵守设备安全操作规程；
- ◆ 参赛选手停止操作时，应关闭设备电源；
- ◆ 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。

## 6.3 环境保护

- 赛场严格遵守我国环境保护法；切削乳化液和切削油不得随意倾倒；
- 赛场所有废弃物应有效分类并处理，尽可能回收利用。