



2018 一带一路暨金砖国家技能发展  
与技术创新大赛

【第二届 3D 打印造型技术】

竞赛技术规程（高校组中文版）

金砖国家工商理事会（中方）技能发展工作组  
一带一路暨金砖国家技能发展与技术创新大赛组委会

竞赛技术委员会专家组制定

2018 年 3 月 10 日

赛项名称	2018 一带一路暨金砖国家技能发展与技术创新大赛 第二届“3D 打印造型技术”赛项					
联系人	周海燕	工作单位	北京企学研教育 科技研究院	职务	院长助理	
电话	13366353668		E-mail	1248499675@qq.com		
指导专家	付宏生	单位	竞赛技术委员会	职务/职称	主任/教授	
电话	13681116357		E-mail	fhs-2000@126.com		
序号	赛项专家组职务	姓名	工作单位	职称/职务	手机	E-mail
1	组长	孟献军	北京教育科学研究院	副教授	13681063 836	mxj780306@ 163.com
2	组员	杨荣祥	上海第二工业大学	高级工程师	18121255 088	YANGRONGX@ 126.COM
3	组员	刘玉山	天津职业技术师范大学	副教授	15510972 901	yushan868@ 126.com
4	组员	何勇	北京企学研教育 科技研究院	执行院长	13126952 338	376565851@ qq.com
5	组员	吴树会	赤峰工业职业技术学院	教授/副院长	15048638 366	372346089@ qq.com
6	组员	李庆	安徽机电职业技术学院	副教授	13865531 871	skgclq@163 .com
7	组员	甄雪松	北京电子科技职业学院	高级技师/ 实训中心主任	13661047 440	185499465@ qq.com
8	组员	刘红伟	山东省轻工工程 学校	工程师/ 实训主任	13687689 656	728816788@ qq.com
9	组员	李大荣	北京三维天下科技 股份有限公司	首席建模 师	13412424 252	289377841@ qq.com
10	组员	尚鹏	北京汇天威科 技有限公司	技术总 监	13693696 799	shangpeng@ hori3d.com

# 2018 一带一路暨金砖国家技能发展与技术创新大赛

## 第二届“3D 打印造型技术”赛项技术规程

### 一、竞赛项目

赛项编号：BRICS01

赛项名称：3D 打印造型技术

赛项组别：高校组

赛项归属产业：先进装备制造业

赛项类型：国际级竞赛

### 二、竞赛目的

本项赛事是在金砖国家“深化金砖伙伴关系，开辟更加光明未来”的时代背景下开展的一项大型赛事，通过成员国之间的交流合作，在金砖五国和一带一路范围内促进 3D 打印技术应用，推动 3D 打印技术与创新创业结合。赛事体现了科技进步和产业升级的要求，推动赛事成果转化和产学研用紧密结合，以创新引领创业、以创业带动就业，培养造就“大众创业、万众创新”的生力军。

### 三、竞赛内容

竞赛内容分为预选赛和决赛。

#### （一）预选赛

预选赛为现场设计制作，现场设计制作将以任务书形式公布，时长为 6 小时，具体说明如下：

任务 1：产品三维数据采集。利用给定三维扫描设备和相应辅助用品，对指定的外观较为复杂的样品进行三维数据采集。该模块主要考核选手利用三维扫描设备进行数据采集的能力。

任务 2：三维建模。根据三维扫描所采集的数据，选择合适软件，

对上述产品外观面进行三维数据建模。该模块主要考核选手的三维建模能力，特别是曲面建模能力。

任务 3：产品创新设计。根据已经完成的任务 2 内容，按给定要求对样品中部分的结构或零件进行创新设计。该模块主要考核选手应用综合知识进行创新设计的能力。

任务 4：产品 3D 打印与后处理。选手根据任务 3 创新设计产品的三维模型数据和赛场提供的 3D 打印机及软件，对该产品进行参数设定和加工。主要考核选手利用 3D 打印机以最佳路径和方法按时高质量完成指定产品加工任务。并考核选手 3D 打印模型后期处理等方面的能力。

任务 5：职业素养。主要考核竞赛队在本竞赛过程中的以下方面：

- ①设备操作的规范性；
- ②工具、量具的使用；
- ③现场的安全、文明生产；
- ④完成任务的计划性、条理性以及遇到问题时的应对状况等。

## （二）决赛

决赛分为两个阶段，第一阶段为原创设计阶段，第二阶段为现场设计制作阶段。原创设计阶段时间为 1 个月，加上答辩环节分值比例为 40%；现场设计制作阶段以任务书形式公布，分值比例为 60%。具体要求如下：

### 1. 第一阶段：原创设计阶段

#### （1）原创设计竞赛主题：问题解决+创意设计

各参赛队按照竞赛主题，寻找生产、生活中的实际技术问题，经历发现与明确问题、制定设计方案、制作模型或原型、技术试验、优化设计方案等技术设计的实践环节，自行设计和制造参赛作品；要求

作品具有一定的创新功能与运动功能，且结构完整，作品由多个零件组成，组成参赛作品的零部件 80%以上应为 3D 打印件，鼓励使用先进理论和先进技术进行优化设计。

所提交作品须为原创且没在其他相关赛事中获奖，如出现雷同，相关参赛作品将计零分。

(2) 具体内容、成果形式与考核点如下表：

具体内容	成果形式	考核点
作品创意说明	作品说明书及答辩 PPT	1. 功能和结构；2. 使用价值；3. 节约成本；4. 人性化设计；5. 团队合作；6. 事故预防；7. 环保；8. 创新性
展板设计与制作	展板	创意设计表达能力
作品	实物或者模型	设计成果的物化能力
作品设计过程视频	视频文件 (5 分钟以内视频)	1. 发现与明确问题；2. 制定设计方案；3. 制作模型或原型；4. 技术试验；5. 优化设计方案
声明及授权	作品原创性声明； 作品版权使用授权书。	

(3) 成果提交

①成果说明部分以电子文件形式提交，成果要求如下三项：

A. 作品说明书格式为 word 电子文档，答辩 PPT 为 powerpoint 电子文档；

B. 展板规格幅面为 A3、精度 300dpi、jpg 格式；

C. 视频文件采用 MP4 格式，分辨率 720×576 (4:3) 或 1024×576 (16:9) ；

三个成果电子版决赛报到时按照组委会要求提交。

②成果实物及相关文件提交方式

A. 原创设计作品实物由各参赛队带到比赛现场；

B. 展板实物由各参赛队带到比赛现场；

C. 作品原创性声明和作品版权使用授权书经本人及相关单位签字盖章后由各参赛队带到比赛现场。

## 2. 第二阶段：现场设计制作阶段

现场设计制作将以任务书形式公布，时长为 6 小时，具体说明如下：

任务 1：产品三维数据采集。利用给定三维扫描设备和相应辅助用品，对指定的外观较为复杂的样品进行三维数据采集。该模块主要考核选手利用三维扫描设备进行数据采集的能力。

任务 2：三维建模。根据三维扫描所采集的数据，选择合适软件，对上述产品外观面进行三维数据建模。该模块主要考核选手的三维建模能力，特别是曲面建模能力。

任务 3：产品创新设计。根据已经完成的任务 2 内容，按给定要求对样品中部分的结构或零件进行创新设计。该模块主要考核选手应用综合知识进行创新设计的能力。

任务 4：产品 3D 打印与后处理。选手根据任务 3 创新设计产品的三维模型数据和赛场提供的 3D 打印机及软件，对该产品进行参数设定和加工。主要考核选手利用 3D 打印机以最佳路径和方法按时高质量完成指定产品加工任务。并考核选手 3D 打印模型后期处理等方面的能力。

任务 5：职业素养。主要考核竞赛队在本竞赛过程中的以下方面：

①设备操作的规范性；

②工具、量具的使用；

③现场的安全、文明生产；

④完成任务的计划性、条理性以及遇到问题时的应对状况等。

#### 四、竞赛方式

(一) 竞赛采用团体赛方式，根据报名情况设综合强化培训、预选赛、决赛三个部分，决赛不超过 30 支团队。综合强化培训、预选赛日程另行通知。

(二) 竞赛队伍组成：每支参赛队由 3 名在校生组成，指定 1 人为队长，并设不超过 2 名指导教师。设领队教师 1 名。

(三) 预选赛结束后，组委会将在大赛官方信息发布平台上发布晋级决赛参赛队名单。

(四) 统一编制赛位号，参赛队到赛项指定地点接受检录并抽签决定赛位号，然后在对应的赛位上完成竞赛规定的工作任务。赛位号由参赛选手抽取。

#### 五、竞赛流程（本流程以最终通知为准）

具体的竞赛日期，由组委会统一规定，竞赛期间的日程安排如下表所示。

决赛日程安排表

日期	时间	事项	参加人员	地点
第一天	全天	裁判、仲裁、监督报到	工作人员	住宿酒店
第二天	09:00-14:00	参赛队报到，安排住宿，领取资料	工作人员、参赛队	住宿酒店
	09:00-12:00	裁判培训会议	裁判长、裁判员、监督组、专家组	会议室
	13:00-14:30	裁判工作会议	裁判长、裁判员、监督组	会议室
	15:00-16:00	领队会，场次抽签	各参赛队领队、裁判长	会议室
	16:00-16:40	熟悉赛场	各参赛队领队	竞赛场地

	16:40	检查封闭赛场	裁判长、监督组	竞赛场地
	17:00	参赛领队返回酒店		竞赛场地
第三天	07:50	参赛队到达竞赛场地前集合	各参赛队、工作人员	竞赛场地前
	08:00-08:30	开赛式	各参赛队、工作人员	赛场
	08:45-09:00	大赛检录、上交第一阶段的展板和打印模型、抽签	1) 参赛选手, 检录工作人员 2) 参赛选手、加密裁判、监督	竞赛场地前
	09:00-15:00	竞赛阶段	参赛选手、裁判、专家、仲裁、监督	赛场
	15:00-15:30	竞赛结束, 场地清理	工作人员	赛场
	15:30-20:00	评分	裁判	评分工作室
第四天	09:00-15:00	各参赛队派一名参赛选手进行原创设计作品答辩	参赛选手、裁判、专家、仲裁、监督	赛场
第五天	9:00-11:00	闭幕式	参赛选手、裁判	赛场

## 六、竞赛试题

专家组在预选赛和决赛正式开始前一个月在大赛官方信息发布平台上分别发布竞赛样题及评分标准, 保证题型与正式比赛 80% 一致, 赛题思路 80% 一致。

## 七、竞赛规则

### (一) 参赛选手报名

#### 1. 参赛队及参赛选手资格

高等院校(含高职、高专、高校、技师学院)在籍学生, 性别不限, 年龄一般不超过 25 周岁(即 1993 年 7 月 1 日及以后出生), 性别不限。且往届获得本赛项一等奖的选手不得再次参加本赛项比赛。

#### 2. 组队要求

每个学校限报 1 支代表队, 参赛选手为同一学校, 不允许跨校组



队。

### 3. 人员变更

参赛选手和指导教师报名获得确认后不得随意更换。如备赛过程中参赛选手和指导教师因故无法参赛，须由校方于相应赛项开赛 10 个工作日之前出具书面说明，经大赛组委会办公室核实后予以更换；选手因特殊原因不能参加比赛时，则视为自动放弃参赛资格。

### 4. 资格审查

各学校负责本校参赛学生的资格审查工作，并保存相关证明材料的复印件，以备查阅。

## （二）熟悉场地

1. 组委会安排在报到结束后各参赛队统一有序的熟悉场地。

2. 熟悉场地时严禁与现场工作人员进行交流，不发表没有根据以及有损大赛整体形象的言论。

3. 熟悉场地时应严格遵守大赛各种制度，严禁拥挤，喧哗，以免发生意外事故。

## （三）比赛入场

1. 参赛选手凭参赛证、有效身份证件（身份证、护照）、学生证在正式比赛开始前 30 分钟到指定地点集合，赛前 15 分钟抽取工位号，选手按工位号顺序依次进场，进行各项准备工作。现场裁判将对各参赛选手的身份信息进行核对。选手在正式比赛开始 15 分钟后不得入场，比赛结束前 30 分钟内允许提前离场。

2. 除严格规定的量具或其他物品外，参赛选手不允许携带任何通讯及存储设备、纸质材料等物品进入赛场，赛场内提供比赛必备用品。不提供网络环境。

## （四）比赛过程

1. 选手进入赛场必须听从现场裁判人员的统一布置和指挥，首先需对比赛设备、选配部件、工量具等物品进行检查和测试，如有问题及时向裁判人员报告。

2. 参赛选手必须在裁判宣布比赛开始后才能进行比赛。

3. 参赛选手携带进入赛场的参赛证件和其它物品，现场裁判员有权进行检验和核准。

4. 比赛过程中选手不得随意离开工位范围，不得与其它选手交流或擅自离开赛场。如遇问题时须举手向裁判员示意询问后处理，否则按作弊行为处理。

5. 在比赛过程中只允许裁判员、工作人员进入现场，其余人员（包括领队、指导教师和其他参赛选手）未经组委会同意不得进入赛场。

6. 比赛过程中，选手必须严格遵守安全操作规程，确保人身和设备安全，并接受现场裁判和技术人员的监督和警示。因选手造成设备故障或损坏，无法继续比赛，裁判长有权决定终止比赛。因非选手个人因素造成设备故障，由裁判长视具体情况做出裁决（暂停竞赛计时或调整至最后批次参加竞赛）。如果确定为设备故障问题，裁判长将酌情给予补时。

#### （五）比赛结束

1. 在比赛结束前 15 分钟，裁判长提醒比赛即将结束，选手应做好结束准备，数据文件按规定存档。结束哨声响起时，宣布比赛正式结束，选手必须停止一切操作。

2. 参赛队若提前结束竞赛，应由选手向裁判员举手示意，竞赛终止时间由裁判员记录，参赛队结束竞赛后不得再进行任何操作。

3. 比赛中有计算机编程、绘图内容的，需按比赛试题要求保存相关文档，不要关闭计算机，不得对设备随意加设密码。比赛结束后，

选手应立即上交存有竞赛结果的移动存储器、工件和比赛任务书等。做好比赛设备的整理工作，包括设备移动部件的复位，归还工具，整理个人物品。

4. 参赛选手不得将比赛任务书、图纸、草稿纸和工具等与比赛有关的物品带离赛场，选手必须经现场裁判员检查许可后方可离开赛场。

5. 参赛队需按照竞赛要求提交竞赛结果，裁判员与参赛选手一起签字确认。

#### （六）文明参赛要求

1. 任何选手在比赛期间未经赛项组委会的批准不得接受其它单位和个人进行的与比赛内容相关的采访。

2. 任何选手未经允许不得将比赛的相关信息私自公布。

3. 参赛选手、领队和指导教师违反竞赛规则，取消比赛资格并进行通报。

4. 各类赛务人员必须统一佩戴由大赛组委会印制的相应证件，着装整齐。

5. 新闻媒体人员进入赛场必须经过赛场指挥允许，并且听从现场工作人员的安排和管理，不能影响竞赛进行。

6. 其它未涉事项或突发事件，由大赛组委会负责解释或决定。

#### （七）组织分工、成绩评定及公布

##### 1. 组织分工

（1）参与大赛赛项成绩管理的组织机构包括检录组、裁判组、监督组和仲裁组等。

（2）检录工作人员负责对参赛队伍（选手）进行点名登记、身份核对等工作。检录工作由赛项承办院校工作人员承担。

(3) 裁判员实行“裁判长负责制”，设裁判长1名，全面负责赛项的裁判与管理工作。

(4) 裁判员根据比赛工作需要分为加密裁判、现场裁判和评分裁判。

加密裁判：负责组织参赛队伍（选手）抽签并对参赛队伍（选手）的信息进行加密、解密。各赛项加密裁判由赛区组委会根据赛项要求确定。同一赛项的加密裁判来自不同单位。加密裁判不得参与评分工作。

现场裁判：按规定做好赛场记录，维护赛场纪律，对参赛队伍（选手）的操作规范、现场环境安全等进行评定。

数字化设计与成型评分裁判：负责对参赛队伍（选手）的技能展示、操作规范和竞赛作品等按赛项评分标准进行评定。

创意设计答辩裁判：负责对参赛团队第一阶段（原创设计阶段）作品进行初评及现场答辩。

(5) 监督组负责对裁判员的工作进行全程监督，并对竞赛成绩抽检复核。

(6) 仲裁组负责接受由参赛队领队提出的对裁判结果的书面申诉，组织复议并及时反馈复议结果。

## 2. 成绩管理程序

按照组委会的要求，参赛队伍的成绩评定与管理按照严密的程序进行，见图1所示，成绩管理流程图。

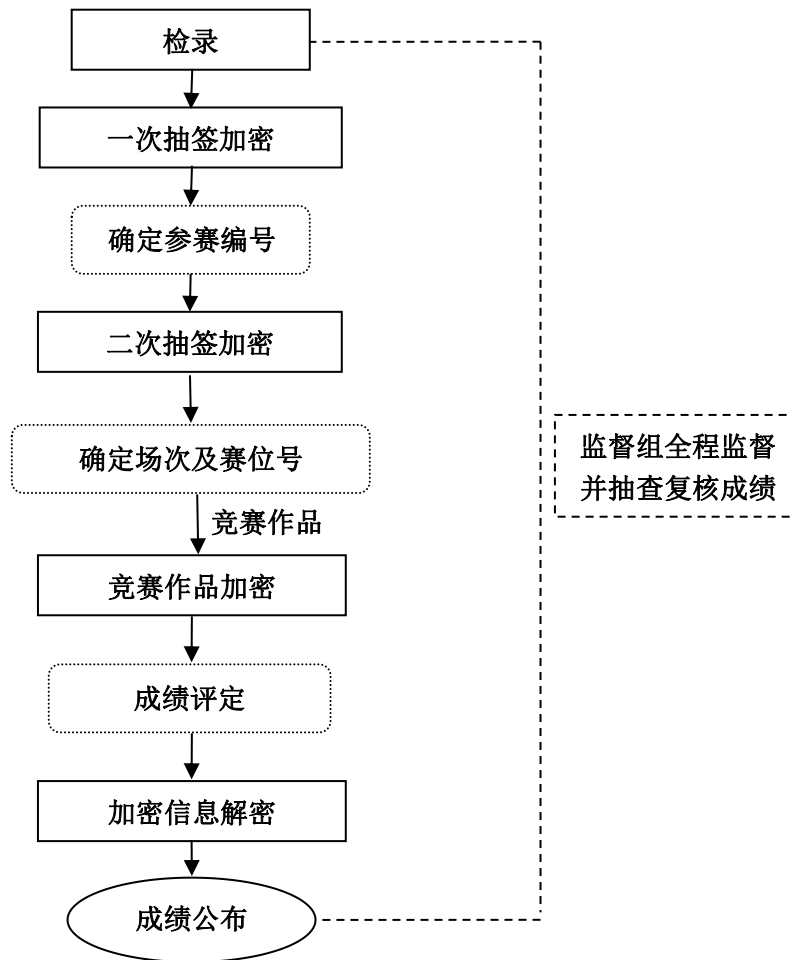


图 1 成绩管理流程图

### 3. 成绩评定

#### (1) 现场评分

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。评分结果由参赛选手、裁判员、裁判长签字确认。

#### (2) 结果评分

对参赛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) 解密

裁判长正式提交赛位号（竞赛作品号）评分结果并复核无误后，加密裁判在监督人员监督下对加密结果进行逐层解密。本赛项采取逆

向解密。解密结束，经与参赛选手的身份信息核对无误后，由加密裁判将选手参赛证等个人身份信息证件归还给参赛选手。

#### （4）抽检复核

为保障成绩评判的准确性，监督组对赛项总成绩排名前30%的所有参赛队伍（选手）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%。

监督组需将复检中发现的错误以书面方式及时告知裁判长，由裁判长更正成绩并签字确认。

复核、抽检错误率超过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。

### 4. 成绩公布

（1）录入。由承办单位信息员将赛项总成绩的最终结果录入赛务管理系统。

（2）审核。承办单位信息员对成绩数据审核后，将赛务系统中录入的成绩导出打印，经赛项裁判长审核无误后签字。

（3）报送。由承办单位信息员将裁判长确认的电子版赛项成绩信息上传赛务管理系统。同时将裁判长签字的纸质打印成绩单报送大赛组委会办公室。

（4）公布。闭幕式公布比赛成绩。

## 八、竞赛环境

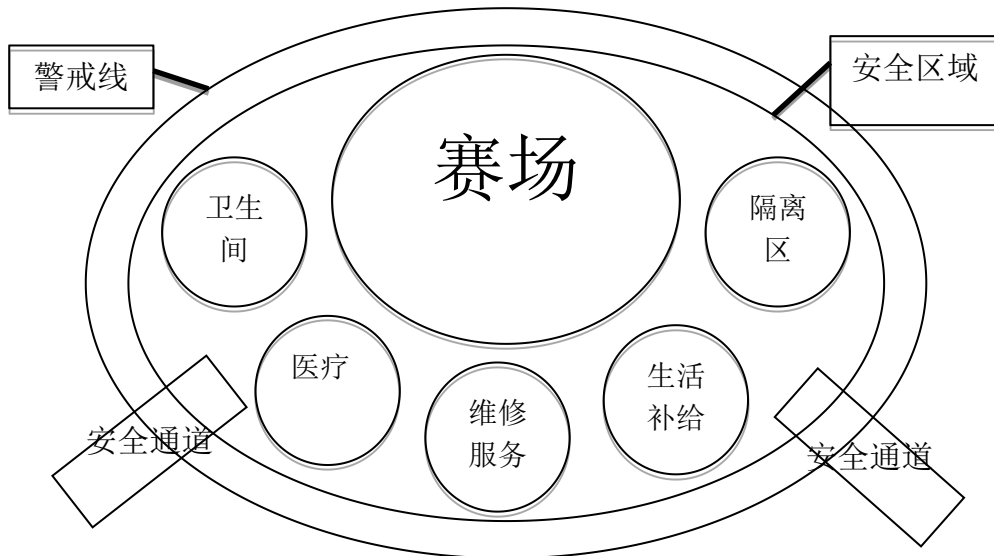


图 2 竞赛环境示意图

1. 比赛区域总面积约 1000 m<sup>2</sup>。净空高度不低于 3.5 m，采光、照明和通风良好，环境温度、湿度符合设备使用规定，同时满足选手的正常竞赛要求。

2. 赛场主通道宽 3m，符合紧急疏散要求。

3. 赛场提供稳定的水、电、气源和供电应急设备，并有保安、公安、消防、设备维修和电力抢险人员待命，以防突发事件。

4. 赛场设维修服务、医疗、生活补给站等公共服务区，为选手和赛场人员提供服务；设有指导教师进入现场指导的专门通道；设有安全通道，大赛观摩、采访人员在安全通道内活动，保证大赛安全有序进行。

5. 赛事单元相对独立，确保选手独立开展比赛，不受外界影响；赛区内包括厕所、医疗点、维修服务站、生活补给站、垃圾分类收集点等都在警戒线范围内，确保大赛在相对安全的环境内进行。

6. “数据采集、数字建模、3D 打印与装配验证”赛场环境

每个赛位面积在 6-10m<sup>2</sup>，赛位内布置电脑席 2 个，配置三维扫

描装置 1 套，配置 3D 打印机 2 台以及打磨和修复用工具 1 套，赛位间进行隔离、互不干扰。

## 九、技术规范

竞赛主要有“原创设计”与“现场设计制作”两部分内容。

### （一）原创设计

展板设计：利用平面设计软件，用 1 张展板形式表现产品创意设计解决方案。展板规格幅面为 A3，精度 300dpi，jpg 格式。以产品渲染图为视觉中心，包含产品创意设计的简要说明、产品色彩方案和产品结构分解图（爆炸图）等图文内容。展板要求整体布局合理、效果漂亮，图文信息清晰直观，层次分明。

实物或模型：最大尺寸范围为 500mm×500mm×500mm。

### （二）现场设计制作

1. 产品三维数字化设计：利用给定三维扫描设备和相应辅助用品，对指定的外观较为复杂的样品进行三维数据采集，选择合适软件，对上述产品外观面进行三维数据建模。要求扫描得到的点云完整，复杂曲面数字化建模满足分型面、分区、精度等技术要求。

2. 产品创新设计：结合模具成型、产品构造等机械制造专业知识，进行指定产品零件（特别是外观塑料件）的创新设计，要求满足 3D 打印成型工艺、强度、装配等指定的技术要求。

3. 样品 3D 打印加工：导入创新设计的三维零件数据模型文件至赛场提供的 3D 打印设备配套的编程软件中，进行产品零件的 3D 打印工艺设计。选择工作参数，进行指定产品零件的 3D 打印制作。打印制作完成后，剥离产品的支撑材料，进行产品的表面适当的后处理。一个零件如果分件制作，应完成必要的粘结（不同零件不允许相互粘结）。



本赛项要求具有的知识点、基础技术要求和技能要求为机械设计基础、三维软件应用、三维扫描设备应用、三维打印设备应用等课程实训所涵盖的内容。

本赛项要求掌握的操作规程为竞赛指定设备所规定安全操作规程，详见三维扫描仪使用操作说明书。

## 十、技术平台



图 3 技术平台示意图

### (一) 软件平台

1. 操作系统：MS-Windows 7；
2. 文字处理软件：MS-Office 2010；
3. 设计软件：Geomagic Design X, 3DOne Plus 2017；
4. 扫描软件系统：Wrap\_Win3D 三维扫描系统；
5. 3D 打印软件系统：HORI3d 打印系统。

### (二) 设备器材

1. 赛场提供统一品牌计算机。最低配置为：双核处理器/4G 内存 /500G 硬盘/1G NVIDIA 独显/显示器。

2. 比赛用 Wrap\_Win3D 三维扫描设备主要参数如下：

技术指标	技术原理：单工业相机白光光栅扫描技术
	光栅类别：独立式数码光栅
	产品结构：先进的主流一体化工业结构的箱体设计
	接口线缆：安全稳定工业级插头线缆，非多接头组合式线缆
	单幅扫描范围 (mm)：300×210×200
	扫描距离 (mm)：600
	扫描点距 (mm)：0.2~1.1
	单幅扫描时间：<3 秒
	相机分辨率：130 万像素
	扫描精度:L 单幅扫描/对角线长度
	球空间误差:0.005+L/15000
	球面度误差:0.005+L/40000
	平面度误差 0.005+L/25000
	扫描方式：非接触式（拍照式）
	拼接方式：全自动拼接
输出文件格式：ASC, STL, IGS, OBJ	
扫描物体尺寸 (mm)：250~600	
通用性要求	扫描数据可以保存为标准点云 txt 文件格式，支持导入主流逆向软件 Geomagic Design X、Imageware、

比赛用的三维扫描附品：

- (1) 手动二维转盘（规格  $\Phi 360*6\text{mm}$ ）；
- (2) 标志点（5mm）；
- (3) 黑色背景布（1 平方米）；
- (4) 双面胶带；
- (5) 黑色橡皮泥；
- (6) 黑色转盘垫块（两块）；
- (7) 量具：自备 0-150mm 游标卡尺 1 把。

### 3. 比赛用 3D 打印机主要参数如下：

技术指标	成型原理	熔融沉积 (FDM)
	打印尺寸	300×260×305mm
	喷头数量	单喷头，风扇冷却
	喷嘴直径	0.4mm
	喷头结构	模块化结构，可打印柔性材料
	打印精度	0.05mm
	打印耗材	Φ1.75mm PLA、ABS、PVA 等
	供丝方式	近程送料
	断电续打	支持
	断料提醒	支持
	外形尺寸	488×496×625mm
通用性要求	支持的系统：XP, WIN7, WIN8, WIN10 等 支持的文件类型：STL, OBJ, DAE, AMF, BMP, JPG, JPEG, PNG, G, GCODE 支持的软件语言：HORI 兼容 CURA, SLIC3R, SKINFORGE	

### 比赛用的加工附品：

名称	数量
PLA 耗材	1 卷
防翘边胶水	1 瓶
胶水抹平器	1 个
模型撬棍	1 把
内六角扳手	1 套
镊子	1 个
偏口钳	1 把
砂纸	1 张
SD 卡	1 个
U 盘	1 个
SD 卡读卡器	1 个
A4 纸	2 张
签字笔	1 只
软布	1 个
游标卡尺	1 把

## 十一、成绩评定

本赛项评分标准按预选赛、决赛竞赛任务分述如下：

## （一）评分指标体系

### 预选赛评分指标体系

比赛内容	考核指标	比例
数据采集与再设计	产品三维数据采集	10%
	三维建模	30%
	产品创新设计	25%
3D 打印	产品 3D 打印与后处理	30%
	职业素养	5%

### 决赛评分指标体系

比赛内容	考核指标	比例
创意答辩	功能和结构、使用价值、节约成本、人性化设计、团队合作、事故预防、环保与创新性	40%
数据采集与再设计	产品三维数据采集	5%
	三维建模	15%
	产品创新设计	20%
3D 打印	产品 3D 打印与后处理	15%
	职业素养	5%

特别说明：“产品三维数据采集”不能破坏被测量实物原型，否则酌情扣 1-3 分；“三维建模”禁止使用整体点云拟合的建模方式，否则零分；利用最终建模结果反向推导形成 stl 和 txt 文件零分。

## （二）各竞赛任务考核要点

任务	评分要点
创意答辩	主要考察选手第一阶段创意设计作品的功能和结构、使用价值、节约成本、人性化设计、团队合作、事故预防、环保与创新性。
产品三维数据采集	以选手扫描得到的点云(经过取舍后的)作为评分对象,以产品标准三维模型为依据。点云的完善率占 40%,主要考核选手对产品中复杂曲面、构造扫描的科学把控能力,该分值由专家根据经验结合计算机自动比对结果进行评分。点云的精确性占 60%,主要考核选手利用三维扫描设备对基本面扫描精度的把握能力,该分值由计算机自动比对结果为评分主要依据。
三维建模	以选手三维建模作为评分对象,以产品标准三维模型为依据。对象模型的完整性占 30%,主要考核选手能否在规定时间内完成各部分结构的三维建模,按预先设定的各部分分值计分。对象模型的特征线准确性占 20%,按对象模型特征线与标准三维模型特征线误差计分,主要考核选手对零件分型面、曲面建模面的分区能力。整体精确度占 50%,将对象模型与标准模型进行计算机自动比对,按结果进行分等计分,误差 0.05mm 以内得分,否则不得分,主要考核选手三维建模综合能力(禁止采用整体点云拟合的方式建模,否则零分)。

产品创新设计	产品创新设计:结合模具成型、产品构造等机械制造专业知识,进行指定产品零件(特别是外观塑料件)的创新设计,要求满足3D打印成型工艺、强度、装配等指定的技术要求。
产品3D打印与后处理	导入“产品创新设计”的数据模型文件至赛场提供的3D打印设备配套的操作软件中,进行产品零件的工艺设计及加工程序的编制。利用已经编制的加工程序,选择工作参数,进行创意产品外观零件的加工制作。主要考核选手3D打印设备加工的准备、加工参数的设定、模型制作工艺性等3D打印设备加工综合能力的考察。 打印完成后,剥离产品的支撑材料,进行产品的表面打磨加工并与产品原件进行装配测试。
职业素养	主要考察设备操作的规范性,处理完成后工件与工具安装与摆放、加工后设备清理保养以及加工时是否有事故等要素。

### (三) 评分方法

#### 1. 裁判组织与分工

本赛项裁判分为现场裁判组和评分裁判组。

现场裁判组主要完成选手的资格审查、竞赛准备工作检查、任务书发放、比赛现场秩序维护与监督、比赛中突发的或其它临时情况的处理、文明生产等现场分的评比。

评分裁判组(包括数字化设计与成型评分裁判、创意设计答辩裁判)负责各竞赛任务成绩评定,组长由竞赛裁判长或副裁判长担任。评分裁判组成员与各参赛代表队隔离,评分期间在竞赛组委会没有特别授权的前提下,被禁止与外界联系。

2. 裁判评分方法:对于需要记录数据和结果现象的考核点,由选手记录并举手请裁判进行确认;对于需要记录操作过程与规范的考核点,裁判需记录具体情况并在比赛结束后由首席裁判组织统一评分,以保障评分尺度的一致;对于需要保存数据的考核点,在比赛结束后由两名或以上裁判进行统一评分,并进行U盘备份。

评比按竞赛任务不同,分为不同的小组完成,小组内可以采取“先统一标准后评分,去掉最高分和最低分,最后取平均分”的办法。若小组内成员有争议,由主持评分工作的裁判长或裁判长召集评分裁判

组会议根据竞赛相关文件决定。主持评分工作的裁判长对各小组成绩进行审查和复核。

3. 比赛结束后，首席裁判重新分配裁判小组，每组至少有 2—3 成员，负责对任务书中的某一项目，严格按照评分细则，进行全场评分，最后将该项目所有成绩汇总成表，并由小组审核确认签字，移交首席裁判。

4. 所有项目成绩汇总表均完成后，由指定其中 2 个裁判成员，对所有项目进行分数复查确认，最终生成参赛队总成绩表，由首席裁判签字确认后，将工作任务书、现场所有记录表、确认表等相关纸质文档进行封箱签字，移交到组委会。

5. 评分中所有涂改处均需向首席裁判说明并备案；在复查中发现的问题均需向首席裁判说明并备案。

6. 按比赛成绩从高到低排列参赛队的名次。比赛成绩相同，按职业素养成绩较高的名次在前；职业素养成绩相同，名次并列。

7. 最终将比赛所有资料交大赛组委会汇总，所有裁判员未经组委会同意不得泄露比赛试题和比赛成绩，比赛结果由大赛组委会进行公布。

8. 比赛总成绩满分 100 分。

9. 竞赛现场与裁判工作现场进行全程视频录像。

10. 裁判工作和秘书组工作在竞赛监督组监督下进行。

## 十二、奖项设定

1. 本赛项预选赛设团体奖。以赛项实际参赛队总数为基数，一等奖占比 10%，二等奖占比 20%，三等奖占比 30%，其它选手颁发优秀奖。

2. 本赛项决赛设团体奖。以赛项实际参赛队总数为基数，优胜一

等奖占比 10%，优胜二等奖占比 20%，优胜三等奖占比 30%，其它选手颁发优秀奖。

3. 获得优胜一等奖的指导教师由组委会颁发“优秀指导教师”荣誉证书。

### 十三、赛项安全

#### （一）组织机构

1. 设置比赛安全保障组，组长由比赛组委会主任担任。成员由各赛场安全责任人担任。每一赛场指定一名安全责任人，对本赛场的安全负全责，在发生意外情况时负责调集救援队伍和专业救援人员，安排场内人员疏散。

2. 建立与公安、消防、司法行政、交通、卫生、食品、质检等相关部门的协调机制，保证比赛安全，制定应急预案，及时处置突发事件。设置医护人员、消防人员和保安人员的专线联系，确定对方联系人，由场地安全负责人对口联系。比赛场地布置和器材使用严格依照安全施工条例进行。场地布置划分区域，并按安全要求设定疏散通道，并在墙面显著位置张贴安全疏散通道和路线示意图。

#### （二）赛项安全管理

1. 比赛设备和设施安装严格按照安全施工标准施工，电源布线、电器安装按规范施工。

2. 按防火安全要求安置灭火器，并指定责任人在紧急时候使用。

3. 赛项竞赛规程中明确国家(或行业)相关职业岗位安全的规范、条例和资格证书要求等内容。

4. 组委会在赛前对本赛项全体裁判员、工作人员进行安全培训。根据《中华人民共和国劳动法》等法律法规，建立完善的安全事故防范制度，在赛前对选手进行培训，避免发生人身伤害事故。

5. 组委会将建立专门方案保证比赛命题、赛题保管、发放、回收和评判过程的安全。

### （三）比赛环境安全管理

1. 赛项组委会赛前组织专人对比赛现场、住宿场所和交通保障进行考察，并对安全工作提出明确要求。赛场的布置，赛场内的器材、设备符合国家有关安全规定。赛前需进行赛场仿真模拟测试，以发现可能出现的问题。承办院校赛前按照赛项组委会要求排除安全隐患。

2. 赛场周围设立警戒线，防止无关人员进入，发生意外事件。比赛现场内参照相关职业岗位要求为选手提供必要的劳动保护。在具有危险性的操作环节，比赛前裁判员要检查、确认设备正常，比赛过程中严防选手出现错误操作。

3. 为了确保本次大赛的顺利进行，承办院校建立大赛期间相应的安全保障制度，同时由安全保卫、校园环境及卫生医疗保障组执行：

（1）比赛期间所有进入赛区车辆、人员需凭证入内，并主动向工作人员出示；

（2）在比赛开始前，选手要认真阅读场地内张贴的《入场须知》和应急疏散图；

（3）赛场由裁判员监督完成电气控制系统通电前的检查全过程，对出现的操作隐患及时提醒和制止。

（4）每台竞赛设备使用独立的电源，保障安全。参赛选手在进行计算机操作时要及时存盘，避免突然停电造成数据丢失。

（5）比赛过程中，参赛选手应严格遵守安全操作规程，遇有紧急情况，应立即切断电源，在工作人员安排下有序退场。

（6）各类人员须严格遵守赛场规则，严禁携带比赛严令禁止的物品入内。



(7) 安保人员发现安全隐患及时通报赛场负责人员。

(8) 比赛场馆严禁吸烟，安保人员不得将证件转借他人。

(9) 如果出现安全问题，在安保人员指挥下，迅速按紧急疏散路线撤离现场。

4. 赛项组委会会同承办院校在赛场人员密集、车流人流交错区域，设置齐全的指示标志、增加引导人员，同时开辟备用通道。

5. 大赛期间，赛项承办院校在赛场管理的关键岗位，增加力量，并建立安全管理日志。

6. 在参赛选手进入赛位，赛项裁判工作人员进入工作场所时，赛项承办院校须提醒、督促参赛选手、赛项裁判工作人员严禁携带通讯、照相摄录设备，禁止携带未经许可的记录用具，对进入赛场重要区域的人员、设备进行安检。

#### (四) 生活条件保障

1. 比赛期间，由赛事承办院校统一安排参赛选手和指导教师食宿（费用自理）。承办院校须尊重少数民族参赛人员的宗教信仰及文化习俗，根据国家相关的民族、宗教政策，安排好少数民族参赛选手和教师的饮食起居。

2. 比赛期间安排的住宿地要求具有宾馆、住宿经营许可资质。

3. 大赛期间有组织的参观和观摩活动的交通安全由赛区组委会负责。赛项组委会和承办院校须保证比赛期间选手、指导教师和裁判员、工作人员的交通安全。

4. 除必要的安全隔离措施外，严格遵守国家相关法律法规，保护个人隐私和人身自由。

#### (五) 参赛队职责

1. 各院校在组织参赛队时，须安排为参赛选手购买大赛期间的人

身意外伤害保险。

2. 各院校参赛队组成后，须制定相关管理制度，并对所有参赛选手、指导教师进行安全教育。

3. 各参赛队伍须加强参与比赛人员的安全管理，并与赛场安全管理对接。

4. 参赛队如有车辆，一律凭大赛组委会核发的证件出入校门，并按指定线路行驶，按指定地点停放。

5. 参赛选手入场应身穿工作服衣、裤、绝缘鞋。工装衣、裤和绝缘鞋不允许出现院校名称，以及其他与院校有关标识，具体由裁判决定是否符合竞赛使用，如违反规定视为违规处理。

#### （六）应急处理

比赛期间发生意外事故时，发现者应第一时间报告赛项指挥，同时采取措施，避免事态扩大。赛项指挥应立即启动预案予以解决并向赛区组委会报告。出现重大安全问题的赛项由赛区组委会决定是否停赛。事后，赛项总指挥应向大赛组委会报告详细情况。

#### （七）处罚措施

1. 赛项出现重大安全事故的，停止承办院校的赛项承办资格。

2. 因参赛队伍原因造成重大安全事故的，取消其评奖资格。

3. 参赛队伍发生重大安全事故隐患，经赛场工作人员提示、警告无效的，取消其继续比赛的资格。

4. 赛事工作人员违规的，按照相应的制度追究责任。情节恶劣并造成重大安全事故的，由司法机关追究相应法律责任。

### 十四、申诉与仲裁

大赛采取两级仲裁机制。赛项设仲裁工作组，赛区设仲裁委员会。本赛项在比赛过程中若出现有失公正或有关人员违规等现象，在比赛

结束后 2 小时之内参赛队向赛项仲裁工作组递交领队亲手签字同意的书面报告。书面报告中应对申诉事件的现象、发生时间、涉及人员、申诉依据等进行充分、实事求是的叙述。非书面申诉不给予受理。赛项仲裁工作组在接到申诉后的 2 小时内组织复议,并及时反馈复议结果。申诉方对复议结果仍有异议,可由领队向赛区仲裁委员会提出申诉。赛区仲裁委员会的仲裁结果为最终结果。

## 十五、竞赛观摩

1. 为了便于媒体、企业代表以及院校师生等社会各界人士了解大赛,赛场设有开放区,用于大赛观摩和采访。

2. 参加观摩人员可在规定时间、地点集合,以小组为单位,在赛场引导员引导下按指定路线有序进入赛场观摩。观摩时不得大声喧哗,并严禁与选手进行交谈,不得在赛位前长时间停留,以免影响选手比赛,不准向场内裁判及工作人员提问,拍照时禁止用闪光灯,凡违反规定者,立即取消其参观资格。

## 十六、竞赛视频

1. 本赛项将指定工作人员进行摄录和后期视频处理工作,摄录内容包括赛项开闭幕式、比赛全过程、获奖作品和专家的点评,并适时对参赛人员、裁判员、获奖参赛队、优秀指导教师、行业和企业专业人员进行采访,采访内容包括选手参赛情况、裁判和工作人员工作情况、获奖参赛队获奖感言和赛项与行业发展等。

2. 摄录视频将按内容不同分别在大赛官方、主流视频网站(如优酷)、教学资源转化的多媒体光盘和网站(空间)上发布和收录,供大赛宣传、教师查阅、教学和学生使用。

## 十七、竞赛须知

### (一) 参赛队须知

1. 参赛队统一使用学校名称为代表队名称，不接受跨校组队报名；不使用其他组织、团体名称。

2. 各参赛队总人数不超过6人，其中含3名选手、不超过2名指导教师和1名领队，均须经报名和通过资格审查后确定。

3. 各参赛队报到时，请出示为参赛选手购买的大赛期间的人身意外伤害保险。如未购买，将暂时不予办理报到手续。

4. 比赛进行过程中及不同的赛段，参赛队不可以更换参赛选手。

5. 任何情况下，不允许增补新队员参赛，允许队员缺席比赛；不允许更换指导教师，允许指导教师缺席。

6. 参赛队选手和指导教师应有良好的职业道德，严格遵守比赛规则和比赛纪律，服从裁判，尊重裁判和赛场工作人员，自觉维护赛场秩序。

## （二）指导教师须知

1. 各参赛代表队要发扬良好道德风尚，听从指挥，服从裁判，不弄虚作假。如发现弄虚作假者，取消参赛资格，名次无效。

2. 各代表队领队要严格执行竞赛的各项规定，加强对参赛人员的管理，做好赛前准备工作，督促选手带好证件等竞赛相关材料。

3. 竞赛过程中，除参加当场次竞赛的选手、执行裁判员、现场工作人员和经批准的人员外，领队、指导教师及其他人员一律不得进入竞赛现场。

4. 参赛代表队若对竞赛过程有异议，在规定的时间内由领队向赛项仲裁工作组提出书面报告。

5. 对申诉的仲裁结果，领队应带头服从和执行，并做好选手工作。参赛选手不得因申诉或对处理意见不服而停止竞赛，否则以弃权处理。

6. 指导老师应及时查看大赛专用网页有关赛项的通知和内容，认真研究和掌握本赛项竞赛的规程、技术规范和赛场要求，指导选手做好赛前的一切技术准备和竞赛准备。

7. 领队和指导教师应在赛后做好赛事总结和工作总结。

### （三）参赛选手须知

1. 参赛选手应按有关要求如实填报个人信息，否则取消竞赛资格。

2. 参赛选手凭统一印制的参赛证和有效身份证件参加竞赛，按赛项规定的时间、顺序、地点并着大赛统一服装参赛。

3. 参赛选手应认真学习领会本次竞赛相关文件，自觉遵守大赛纪律，服从指挥，听从安排，文明参赛。

4. 比赛须严格遵守安全操作规程和文明生产规则，爱护比赛场地的设备、仪器等，不得人为损坏仪器设备。一旦出现较严重的安全事故，经总裁判长批准后将立即取消其参赛资格。

5. 参赛选手请勿携带任何电子设备、通讯设备及其他资料进入赛场。

6. 竞赛时，在收到开赛信号前不得启动操作，各参赛队自行决定分工、工作程序和时间安排，在指定工位上完成竞赛项目，严禁作弊行为。

7. 竞赛完毕，选手应全体起立，结束操作。将设备和工具归位，资料整齐摆放在操作平台上，经工作人员清点后方可离开赛场，离开赛场时不得带走任何资料。

8. 在竞赛期间，未经竞赛组委会的批准，参赛选手不得接受其他单位和个人进行的与竞赛内容相关的采访。参赛选手不得将竞赛的相关信息私自公布。

9. 各参赛队按照大赛要求和赛题要求提交竞赛成果，禁止在竞赛成果上做任何与竞赛无关的记号。

10. 按照程序提交竞赛结果，并与裁判一起签字确认。

#### （四）工作人员须知

1. 服从赛项组委会的领导，遵守职业道德、坚持原则、按章办事，切实做到严格认真、公正准确、文明执裁。

2. 以高度负责的精神、严肃认真的态度和严谨细致的作风做好工作。熟悉比赛规则，认真执行比赛规则，严格按照工作程序和有关规定办事。

3. 佩戴裁判员胸卡，着裁判员服装，仪表整洁，语言举止文明礼貌，接受仲裁工作组成员和参赛人员的监督。

4. 须参加赛项组委会的赛前执裁培训。

5. 竞赛期间，保守竞赛秘密，不得向各参赛队领队、指导教师及选手泄露、暗示大赛秘密。

6. 严格遵守比赛时间，不得擅自提前或延长。

7. 严格执行竞赛纪律，除应向参赛选手交代的竞赛须知外，不得向参赛选手暗示解答与竞赛有关的问题，更不得向选手进行指导或提供方便。

8. 实行回避制度，不得与参赛选手及相关人员接触或联系。

9. 坚守岗位，不迟到，不早退。

10. 监督选手遵守竞赛规则和安全操作规程的情况，不得无故干扰选手比赛，正确处理竞赛中出现的问题。

11. 遵循公平、公正原则，维护赛场纪律，如实填写赛场记录。

## 十八、资源转化

在大赛组委会的领导与监督下，赛后 30 日内向大赛组委会办公

室提交资源转化方案，半年内完成资源转化工作。

（一）赛项资源转化的内容是赛项竞赛全过程的各类资源，包括但不限于：

1. 竞赛样题、试题库；
2. 竞赛技能考核评分案例；
3. 考核环境描述；
4. 竞赛过程音视频记录；
5. 评委、裁判、专家点评；
6. 优秀选手、指导教师访谈。

（二）资源转化基本方案与呈现形式

资源转化成果按照行业标准、契合课程标准、突出技能特色、展现竞赛优势，形成满足职业教育教学需求、体现先进教学模式、反映职业教育先进水平的共享性职业教育教学资源。资源转化成果包含基本资源和拓展资源，充分体现本赛项技能考核特点：

1. 基本资源：

基本资源按照风采展示、技能概要、教学单元、教学整体资源四大模块设置：

（1）风采展示。赛后即时制作画面精美、伴音动听、播放流畅、时长 15 分钟左右的赛项宣传片，以及时长 10 分钟左右的获奖代表队（选手）的风采展示片。供有影响力的媒体进行播放。

（2）技能概要。包括技能介绍、训练大纲、技能要点、评价指标等。

（3）教学单元。按任务模块或技能模块组织设置，包括演示文稿、操作流程演示视频、动画等。

（4）整体教学资源。包括教学方案、训练指导、作业/任务、实

验/实训/实习资源等。整体教学资源模块可单独列出，也可融入各教学单元。

## 2. 拓展资源：

拓展资源以反映技能特色为主，应用于各教学与训练环节、支持技能教学和学习过程的较为成熟的多样性辅助资源。例如：点评视频、访谈视频、试题库、案例库、素材资源库等。

### （三）资源的技术标准

资源转化成果以文本文档、演示文稿、视频文件、图形/图像素材和网页型资源等：

#### 1. 文本文档

采用 DOC 或 DOCX 格式。文件制作所使用的软件版本不低于 Microsoft Office 2003。

#### 2. 演示文稿

采用 PPT 或 PPTX 格式。文件制作所使用的软件版本不低于 Microsoft Office 2003。尽可能少用宏，播放时不要出现宏脚本提示。

#### 3. 视频文件

采用 MP4 格式。录像环境光线充足、安静，衣着得体，语音清晰。

（1）视频压缩采用 H.264(MPEG-4 Part10: profile=main, level=3.0)编码方式，码流率 256 Kbps 以上，帧率不低于 25 fps，分辨率不低于 720×576（4:3）或 1024×576（16:9）。

（2）声音和画面要求同步，无交流声或其他杂音等缺陷，无明显失真、放音过冲、过弱。伴音清晰、饱满、圆润，无失真、噪声杂音干扰、音量忽大忽小现象。解说声与现场声、背景音乐无明显比例失调。音频信噪比不低于 48 dB。



(3) 字幕要使用符合国家标准的规范字，不出现繁体字、异体字(国家规定的除外)、错别字；字幕的字体、大小、色彩搭配、摆放位置、停留时间、出入屏方式力求与其他要素（画面、解说词、音乐）配合适当，不能破坏原有画面。

#### 4. 图形/图像素材

采用常见存储格式，如 GIF、PNG、JPG 等。彩色图像颜色数不低于真彩（24 位色），灰度图像的灰度级不低于 256 级，屏幕分辨率不低于 1024×768 时，扫描图像的扫描分辨率不低于 72 dpi。

#### 5. 网页型资源

采用 HTML5 编码。兼容 Microsoft IE、Google Chrome、Mozilla Firefox 浏览器。避免出现大量的垃圾代码，使用网页编辑工具编辑网页，不可直接将 Microsoft Word、WPS 等文件内容粘贴到网页文件中。

#### （四）版权归属

各赛项组委会组织的公开技能比赛，其赛项资源转化成果的版权由金砖大赛组委会和赛项组委会共享。

#### （五）资源的使用与管理

赛项资源转化成果由大赛组委会统一实施，会同赛项承办单位、赛项有关专家、机械工业出版社等出版单位，编辑出版有关赛项题库、岗位典型操作流程等精品资源。

附件 1：作品原创性声明。

附件 2：作品版权使用授权书。

附件 3：作品说明书（参考样例）。

## 十九、大赛组委会秘书处联系方式

联系人：周海燕（13366353668） 吴 林（15810967716）

陈杰文（15801092768） 何 勇（13126952338）

联系电话：010-82895227-800/806/807/809

传真：010-82895227-802 E-Mail: jinzhuan2025@163.com

赤峰赛区官方报名交流 QQ 群：472969630

青岛赛区官方报名交流 QQ 群：575380920

重庆赛区官方报名交流 QQ 群：576653949

金砖+大赛组委会秘书处（总）：崔雪艳（15910438067）

## 作品原创性声明

本人郑重声明：所呈交的参赛作品《\_\_\_\_\_》，是本人独立进行研究工作所取得的真实成果。除文中已注明引用的内容外，参赛作品中不含任何其他个人或集体已经发表或开发过的作品成果。对本人参赛作品的创作做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

作者签名：\_\_\_\_\_身份证号码：\_\_\_\_\_

作者签名：\_\_\_\_\_身份证号码：\_\_\_\_\_

作者签名：\_\_\_\_\_身份证号码：\_\_\_\_\_

指导教师审核签字：\_\_\_\_\_

学院审核盖章：\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

## 作品授权使用授权书

作 为 参 赛 作 品  
《 》的作者，本人完全了解金砖国家技能发展与技术创新大赛组委会有关保留、使用本人参赛作品的规定，同意金砖国家技能发展与技术创新大赛组委会保留并向国家有关部门或机构送交参赛作品的复印件和电子版，允许参赛作品被查阅和借阅。本人授权金砖国家技能发展与技术创新大赛组委会可以将本人参赛作品的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或加工等复制手段保存和汇编本人参赛作品。

作者签名：\_\_\_\_\_身份证号码：\_\_\_\_\_

作者签名：\_\_\_\_\_身份证号码：\_\_\_\_\_

作者签名：\_\_\_\_\_身份证号码：\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

## 作品说明书（参考样例）

### 一、产品设计过程介绍

要点：

1. 从日常生活或企业生产实际中发现与明确问题；2. 制定设计方案；3. 制作模型或原型；4. 技术试验；5. 优化设计方案。

### 二、产品创意说明

要点：

1. 功能和结构；
2. 使用价值；
3. 节约成本；
4. 人性化设计；
5. 团队合作；
6. 事故预防；
7. 环保；
8. 创新性。