

第一届山东省职业技能大赛

CAD机械设计（国赛精选）项目技术工作文件

第一届山东省职业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	3
(一) 项目概要	3
(二) 基本知识及能力要求	3
二、试题及评判标准	6
(一) 试题	6
(二) 比赛时间与分值分配	10
(三) 评判标准	11
三、竞赛细则	12
(一) 竞赛实施细则	12
(二) 问题或争议处理	15
四、竞赛场地、设施设备等安排	15
(一) 基础设施清单	15
(二) 场地布局图	20
五、安全、健康要求	20

一、技术描述

（一）项目概要

CAD 机械设计项目是指制造业工程技术从业人员应用计算机辅助设计 CAD 软件、三维打印机、三维扫描仪和手工测量工具，为产品设计和制造建立零件和装配模型、详细工程图纸、产品设计和工艺解决方案的数字或纸质文件；使用三维扫描仪结合手工测绘工具创建逆向工程模型；提交含有三维打印件的产品设计原型，并验证预定的功能；所有数字或纸质文件必须遵循中国国家 GB 标准或者 ISO 标准。

（二）基本知识及能力要求

本项目选手应具备的能力所列出的知识点及特定技能，参照第一届全国技能大赛技术文件为该项目标准规范编制，可作为竞赛选手训练及准备的指引。

本项目对选手理论知识、工作能力的要求以及各项要求的权重比例见下表。

相关要求		权重比例 (%)
1	工作组织和管理	10
基本知识	个人必须知道和理解： <ul style="list-style-type: none">• 计算机辅助设计不同目的和用途• 目前国际公认的标准（ISO）和行业使用并认可的标准• 使用显示系统及健康与安全防范措施• 数学、物理和几何的相关理论及应用• 技术术语及符号• 向潜在客户准确及清晰地展示设计理念的重要性• 同事、客户及其他相关专业人士之间有效沟通及人际交往技巧的重要性• 保持新兴技术相关知识及技能的重要性• 针对技术及设计难题和挑战提供具创新性和创造性解决方案的重要性	

工作能力	<p>个人应能做到:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 坚持使用国际标准 (ISO) 和现行行业标准 • 应用并推广健康与安全条例及其最佳实践操作 • 将数学、物理和几何知识应用到 CAD 项目中 • 访问和选择机械标准件库和符号库 • 提交的 CAD 图纸应正确使用各种技术术语和符号 • 针对潜在的用户, 在设计演示的过程中使用高清晰度的 CAD 图形图像 • 利用 CAD 工具展示与同事, 客户和其他相关专业人员间有效的沟通与交流技巧 • 对客户和其它专业人士介绍计算机辅助设计 (CAD) 软件的应用技能 • 面对不断更新的技术和应用, 在实际工作中不断增长新知识和技能 • 面向技术和设计上的问题和挑战, 能够提出创造性的技术解决方案 • 利用 CAD 软件的产品可视化技术, 准确地满足用户需求 	
2	材料、软件和硬件	
基本知识	<p>个人必须知道和理解:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 计算机的操作系统, 能够正确地使用和管理计算机文件和软件的系统 • 在计算机辅助设计过程中所用的外围设备 • CAD 软件的特定专业性技术操作 • 不同行业背景的产品范围、类型和应用知识, 有效地支持和促进计算机辅助技术的应用 • 面向工艺及装配过程的设计 • 面向增材制造的设计 • CAD 软件的局限性 • 三维打印数据格式和打印精度 • 绘图仪和打印机的使用 • 三维打印机和三维扫描仪的工作原理 	5
工作能力	<p>个人应能做到:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 启动 CAD 设备并激活相关的建模软件 • 设置和检查外围设备, 如键盘, 鼠标, 3D 鼠标, 绘图仪和打印机 • 使用计算机操作系统和专业软件熟练创建、管理并存储文件 • 从软件界面的菜单或图标工具条上, 选择正确的绘图命令 • 使用各种工具和 CAD 软件交互, 例如鼠标或数字化绘图板、三维扫描设备 • 熟练操作使用三维打印机和三维扫描仪 • 熟练使用各种工具完成三维打印件的后处理 • 使用绘图仪和图纸打印机, 打印并输出图纸 • 能够利用比赛指定的器材或工具完成设计作品 (如三维打印件) 组装测试或功能演示 	
3	三维建模	30

基本知识	个人必须知道和理解： <ul style="list-style-type: none"> • 软件的环境参数配置以便对软件进行参数设置 • 熟悉计算机操作系统，以便使用和管理计算机上的文件和软件 • 理解机械系统及其功能； • 理解工程图纸的画法要求和图纸标准； • 理解钣金、钢结构、模具、线缆和管道零部件的装配方式； 	
工作能力	个人应能做到： <ul style="list-style-type: none"> • 零部件建模，优化零件的实体形状 • 创建参数化零部件族 • 确定材料特性（材料、密度等） • 为零件设置外观颜色和材质 • 生成实体结构、钣金结构、桁架结构、线缆系统、管道系统等装配体模型 • 从给定数据构建装配体（包括子装配体） • 实体模型、曲面模型和网格体 STL 模型的混合设计 • 自顶向下的设计，根据装配设计建立基本零件 • 针对缺失的图纸尺寸，能推算准确值或估算近似值 • 按照要求，把已经建好模型的零件装配到装配体中 • 利用贴图、凸雕命令完成模型图像特征显示，比如粘贴徽标 logo 一类图像 	
4	生成渲染图片及展示动画	
基本知识	个人必须知道和理解： <ul style="list-style-type: none"> • 在 CAD 环境中设置灯光、场景、阴影、材质等，生成高质量的渲染图像 • 使用视频或静态图像展示产品及其运动过程 • 面向工业设计的美学 	
工作能力	个人应能做到： <ul style="list-style-type: none"> • 存储并标记图像以备将来查找使用 • 理解模型资源信息并准确地用于计算机生成的图像 • 应用图纸资源提供的材料属性 • 创建零部件和装配体渲染图像 • 调整颜色、纹理、背景和相机拍摄的角度，以突出关键图像 • 调整镜头设定用最佳角度展示设计项目 • 打印用于设计表达的图像 • 创建动画，展示不同零件的运动或装配关系 	10
5	实体模型的逆向设计	
基本知识	个人必须知道和理解： <ul style="list-style-type: none"> • 零件加工涉及的材料和加工工艺：如铸造、锻造、焊接、机械加工、仿真 • 一个实物零件转换为三维模型，然后再生成工程图纸的过程 • 手工和自动测量工具的使用方法 	
工作能力	个人应能做到： <ul style="list-style-type: none"> • 使用符合规范的测量仪器测定实体模型的尺寸 • 创建手绘草图 • 利用测量工具以生成准确的复制品 • 对模型进行三维扫描获取产品表面几何数据 	15

	• 三维标注及 PMI 技术	
6	工程制图和测量	
基本知识	个人必须知道和理解： <ul style="list-style-type: none"> • 基于 ISO/GB 标准的带有书面说明的工程图 • 符合 ISO/GB 标准要求的基本尺寸和公差，表面质量及技术说明 • 说明书，表格，标准和产品目录列表的使用 • 机械加工、焊接工艺、桁架结构、表面处理、线缆系统、管道系统的成图要求和规范 	30
工作能力	个人应能做到： <ul style="list-style-type: none"> • 生成基于 ISO/GB 标准的详细的工程图 • 运用 ISO/GB 标准来实现图纸的工程标注 • 为工程标注和图纸格式建立模板文件 • 使用设计手册、软件设计助手、标准产品目录来进行设计 • 创建多种二维表达工程图纸，包括标准视图、爆炸视图、等轴测视图、着色视图等 • 使用图纸或模型信息来表达设计意图。 	
合计		100

二、试题及评判标准

（一）试题

1. 试题结构

竞赛题目包含 4 个独立模块。

在不同模块内所测试的技能涵盖：

- 钣金零件；
- 结构件及其装配体；
- 焊接件及其装配体；
- 机械零件及其装配体；
- 参数化建模；
- 系列化设计；
- 详细工程图；

- 装配模拟、机构运动仿真动画和图片渲染；
- 基于实物模型进行逆向工程；
- 实现产品的优化设计以满足设计要求；
- 三维打印；
- 三维布管布线；
- 三维扫描。

上述技能的组合允许出现在每个模块中，但在每个模块中，必须对不同的内容进行测试。

四个模块，涵盖以下列出部分

M1（2.5 小时）——机械设计挑战：

提供数据：

- 零件或装配件；
- 设计变更要用到的技术说明与参数；
- 设计概要；
- 其他必要附加信息。

要完成的工作：

- 基于给定数据生成具有特定功能装配体；
- 完成设计变更；
- 生成零件和装配体；
- 生成设计变更后的零部件图纸；
- 生成爆炸图；
- 生成模拟仿真动画或渲染图像；

预期结果:

- 修改后的文件（含零部件和装配体）；
- 设计变更后的零件图和装配图；
- 生成装拆及仿真动画；
- 设计变更后的渲染图片；
- 产品的 BOM 表；

M2（2.5 个小时）——机械制造

提供数据:

- 零部件工程图；
- 零部件三维模型；
- 产品 BOM 表；
- 其他必要附加信息。

要完成的工作:

- 生成钣金零件及其装配体；
- 用软件设计模块生成桁架结构及其装配体；
- 用布管布线模块生成线路与管路的模型；
- 零部件的参数更改；
- 零部件的系列化设计；
- 为零件和装配体添加焊接工艺；
- 为零件和装配体添加螺栓联接；
- 生成钣金、桁架和焊接件制造工程图；
- 生成装拆动画

预期结果:

- 零件和装配体文件;
- 装配图;
- 详细工程图;

M3 (2.5 小时) —— 装配建模与工程图:

提供数据:

- 零件和装配工程图;
- 零件和装配体三维模型;
- 产品 BOM;
- 其他必要附加信息。

要完成的工作:

- 根据详细工程图生成零部件模型;
- 生成装配体模型;
- 限时完成零部件建模任务
- 生成可加工的详细工程图;

预期结果:

- 零件和装配体文件;
- 产品装配图;
- 产品加工工程图;
- 产品 BOM 表;
- 产品爆炸视图;
- 生成动画, 展示产品模拟仿真。

M4（2.5 小时）——逆向工程

提供数据:

- 实物零件或部体;
- 零件和装配体文件;
- 其他必要附加信息。

要完成的工作:

- 从实物模型获取尺寸以生成三维模型和图纸;
- 使用三维扫描仪获取实物模型的尺寸与形状信息;
- 使用 3D 打印机打印零件;
- 使用附录工具清单里的测量仪器生成详细工程图。

预期结果:

- 零件或装配体三维模型;
- 三维标注;
- 零件或装配体的工程图;
- 3D 打印件;
- 渲染图片。

2. 试题命制的办法、基本流程及公布方式

本项目赛前 10 天，公开样题，正式赛题基于样题修改，修改比例不大于 30%。

（二）比赛时间与分值分配

模块编号	模块名称	竞赛时间	裁决分	测量分
A	设计挑战	2.5 小时	1	24

B	机械制造	2.5 小时	1	24
C	建模装配与详细 工程图	2.5 小时	1	24
D	逆向工程	2.5 小时	2	23
小计			5	95
总计			100	

（三）评判标准

1. 评价分（主观）

评价分（Judgement）打分方式：4 人组成一个评分小组，1 人记录，3 名裁判各自单独评分，计算出平均分的权重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	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

样例：选手为完成装配设计的产品生成一幅渲染图片，可能有下列 4 种质量

权重 分值	要求描述
0 分	图像不清晰，特征不完整
1 分	产品要素完成，图像清晰，展示了题目要求的计算机渲染效果
2 分	图像清晰且具有美学效果，整个图像展示出计算机渲染的效果

3 分	具有非常完美的视觉效果，图像的渲染效能达到计算机性能的极限
-----	-------------------------------

2. 测量分（客观）

测量分（Measurement）打分方式：按模块设置若干个评分组，每组 4 人，由 3 名裁判共同打分 1 人负责记录。如有争议时每个模块的所有裁判一起商议，在对该选手在该项中的实际得分达成一致后最终只能给出一个分值，若裁判数量较多，也可以另定分组模式。

测量分评分准则样例：

类型	示例	最高分 值	正确分 值	不正确分 值
满分或零分	某紧固件要求选择右旋螺纹，配分为 0.5 分，选手得分只有两种可能，要么满分要么零分	0.5	0.5	0
从满分中扣除	某装配体 BOM 表共 10 个零件，最大分 1 分，缺一个扣 0.2 分，选手缺少 2 个零件	1	0.6	0.4
从零分开始加	某动画播放要求显示旋转一周，外壳透明看见齿轮，看见齿轮和活塞同步运动。最大分是 0.6 分，选手的动画仅看见前两项	0.6	0.4	0.2

3. 成绩并列

当选手成绩相同时，以 M1 模块的成绩高低区分名次先后，如果 M1 模块的成绩相同，以 M2 模块的成绩高低区分名次先后，以此类推，依次依照 M1-M4 的成绩高低区分名次先后。

三、竞赛细则

（一）竞赛实施细则

- 每场比赛开始前选手和裁判有 10 分钟的交流时间，交流期间选手和裁判不能操作电脑，不能在试题或图纸上做

任何标记；

- 每位选手可以携带纸质资料和机械设计手册进入赛场，但在工位上不能接听和使用手机（竞赛中要求关闭手机）及其它通讯设备，禁止选手携带任何信息存储介质（U盘、移动硬盘、数码相机、内存卡等）进入赛场；
- 比赛前每位选手要在经过抽签获取的工位上试机并确认软件、硬件能正常使用以完成比赛任务；
- 选手务必携带绘图尺规和指定的测量工具参赛；
- 每位选手每个模块的每张图纸各有两次打印机会，第 1 次打印通常在模块结束前 20 分钟左右，在核对图纸并修正后，可以进行第 2 次打印。如果选手愿意，第 2 次打印可以在比赛结束后进行，正式提交的图纸须有本人签名；
- 选手因软件宕机或发生其他技术故障等异常情况，导致竞赛中断，请及时举手示意，经当值裁判确认情况，解决异常情况后能继续完成竞赛，处理异常状况的时间给予补偿，在比赛结束时，选手可以继续顺延比赛至补时结束；
- 参赛选手在试机和比赛期间不得随意走动，不得相互讨论，不得与其代表队裁判单独接触；
- 参赛选手必须按照报名项目参赛，不得无故缺席。开赛 15 分钟后，迟到者取消比赛资格；

- 严格遵守安全操作规程，正确使用各类工具和仪器；
- 赛场仅允许选手、裁判组成员、工作人员进入，其他人一律禁止进入赛场；当值裁判员负责规定的执裁区域，未经允许不得进入选手操作区域；
- 注意公共卫生，保持赛场清洁，垃圾杂物按指定位置放置；
- 自觉服从管理，注意赛场安全；
- 参赛选手必须按竞赛时间安排按时参加并按规定完成赛前试机。正式比赛日请于开赛前 30 分钟准时到达赛场，并按指定工位号参加竞赛。竞赛开始铃响方可开始答题，竞赛结束铃响即停止答题；
- 比赛结束时间一到，所有选手（补时除外）必须保存数据并停止一切软件操作行为（如果渲染或动画没有结束必须强制停止运行程序），没有打印第 2 张图纸的可以在裁判的监控下继续打印图纸；
- 试机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；
- 比赛过程禁止使用带有图形缩放或形状记忆功能的系统（照片，延展性腻子，印台等）；
- 选手可以在白纸上绘制草图，作为生成三维零件或装配体模型的基础；
- M4 模块实物模型供选手使用 1.5 个小时后收回，然后选

手根据草图和之前收集的信息继续完成任务；

- 整个比赛期间内都允许使用电脑。

（二）问题或争议处理

大赛期间，与竞赛有关的问题或争议，各方应通过正当渠道并按程序反映和申诉，不得擅自传播、扩散未经核查证实的言论、信息。对竞赛期间出现的问题或争议按以下程序解决：

（1）竞赛项目内解决。参赛选手、裁判员发现竞赛过程中存在问题或争议，应向裁判长反映。裁判长依据相关规定处理或组织比赛现场裁判员研究解决。处理意见需比赛现场全体裁判员表决的，须获全体裁判员半数以上通过。最终处理意见应及时告知意见反映人。

（2）监督仲裁组解决。对项目内处理结果有异议的，在参赛选手成绩最终确认锁定前，领队可向监督仲裁组出具署名的书面反映材料并举证。监督仲裁组在执委会监督仲裁协助部协助下受理并开展调查。其中，经调查确认所反映情况属技术性问题的，仍交由竞赛项目内解决。属非技术性问题的，由监督仲裁组作最终裁决。各类问题或争议处理情况，由执委会监督仲裁协助部填写《争议处理记录表》报监督仲裁组备案。

四、竞赛场地、设施设备等安排

（一）基础设施清单

1. CAD 机械设计项目赛场提供设施、设备清单

序号	名称	数量	技术规格
1	CAD 设计软件	1 套/ 选手	INVENTOR 2023, Adobe Reader, 视频播放器
2	图形工作站(双屏), 预装 Office	1 台/ 选手	I7-10700F 处理器 2.90GHz, ,16GB 内存, 256G SSD 硬盘, 显示器为 24 英寸, 独立显卡内存为 6G, Win10 系统
3	专家用 PC 机	4 台	同上
4	录分员用 PC 机	2 台	8GB 内存、Intel i5 处理器、硬盘 256GB SSD、尺寸大于 23.5 英寸单屏
5	工业级三维扫描仪 中优 ZY-SCAN200	0.5 台/ 选手	1. 采用蓝光光栅, 可以在复杂光环境下进行扫描; 2. 单幅扫描涵盖范围 $200\text{mm} \times 160\text{mm} \pm 5\%$, 扫描尺寸: $200\text{--}1200\text{mm} \pm 5\%$ 3. 分辨率: 最高单幅精度 0.02mm ; 扫描分辨率可以实时调整, 既可以在扫描之前设置分辨率, 也可以在扫描过程中实时调整扫描分辨率; 4. 扫描速度: 单幅扫描时间小于 0.5 秒, 扫描小型的零件, 仅需几分钟; 5. 采样点距: $\geq 0.12\text{mm}$; 6. 高速、高精密度工业级相机 2 个, 单个相机 ≥ 200 万像素分辨率; 7. 输出格式: xyz、ply、obj、stl; 8. 拼接方式: 特征拼接、自动转台、标点拼接; 9. 可生成密集的点云数据, 即使是复杂表面, 数据捕捉也清晰表达; 软件可以选择特征全自动拼接, 可以不用标记点; 10. 扫描时, 物体及设备均可移动, 无需固定, 不影响扫描精度; 11. 可通过点云密度选择来控制扫描文件的大小, 根据细节需求, 组合扫描不同的部位; 12. 自动拼接转盘: 转台承重 $\geq 5\text{Kg}$, 转台直径 $\geq 250\text{mm}$, 扫描软件可控制转盘旋转速度, 进行自动扫描拼接; 13. 全铝合金机身, 刚性强; 14. 扫描软件功能:

序号	名称	数量	技术规格
			<p>1) 扫描软件具备新建工程、保存、设置、读取等系列功能,对应的数据格式主要包括工程格式、标记点格式、点云格式和三角网格面格式;</p> <p>2) 可以直接在扫描软件上对 STL 数据进行简化、细化和去除特征等操作;</p> <p>3) 具有多种扫描数据对齐方式,包括特征对齐、近点对齐、标志点对齐,全局对齐等,提供一键对齐功能,快速实现数据对齐;</p> <p>4) 具有点云降噪功能,具有封闭融合、非封闭融合两种数据融合方式,可以按照文件大小精简点云融合数据;</p> <p>5) 具有多种曲面工具,包括平滑曲面、腐蚀边沿、删除小物体、精简曲面、缩放曲面、曲面降噪等、网格补洞等;</p> <p>6) 扫描软件集成检测模块,在扫描软件里可以一键启动检测模块。</p>
6	光固化 3D 打印机 中优 ZY-RP300	0.5 套 /选手	<p>1. 技术类型: 工业级立体光固化成型;</p> <p>2. 成型尺寸: 300mm (X) × 170mm (Y) × 400mm (Z) ± 5%;</p> <p>3. 外形尺寸 (L*W*H): 800*600*1500MM ± 5%;</p> <p>4. 光固化主板: 处理器: ARM STM32F4, 电机驱动芯片: Trinamic TMC2209 (静音驱动), 外形尺寸: 125*90*22mm ± 5%;</p> <p>5. 分层厚度: 0.02-0.2mm;</p> <p>6. 屏幕分辨率 (X*Y): 3840*2160 (单色);</p> <p>7. 打印精度: 80um;</p> <p>8. 打印速度: 50mm/H (最高速度);</p> <p>9. 固定波长: 405nm;</p> <p>10. 丝杆: 滚珠丝杆;</p> <p>11. 打印方式: U 盘;</p> <p>12. 福马轮: 4 个;</p> <p>13. 一体式固化箱: 和 3D 打印机融为一体,不是单独一个物品,固化尺寸: 330*330*400mm ± 5%; LED 光源波长: 405nm; 固化方式: 转盘旋转固化 6S/圈; 光源功率: 100W; 使用温度: 0-30℃; 控制时间: 0-60 分钟;</p>

序号	名称	数量	技术规格
			14. 打印材料：光敏树脂；树脂槽容积：2.5L。
7	激光打印机	2 台	A3、A4 彩色
8	三维打印机耗材	1 卷/ 选手	PLA, ABS, TPU
9	逆向工程 手工、自动测量用 实物零件	1 套/ 选手	外购或委托加工
10	打印纸	不限	A4, A3

注：使用其他三维软件需自行安装并提供正版授权证明。

CAD 机械设计项目选手自带工具、材料清单表

序号	名称	数量	技术规格
1	数字卡尺 	1 把/选手	0-200mm
2	数字偏置中心距卡尺 	1 把/选手	10-160mm

序号	名称	数量	技术规格
3	通用量角器 	1 把/选手	
4	半径规 	1 套/选手	0.4-25mm
5	外公制螺纹规 	1 套/选手	0.35-6mm
6	螺纹塞规 	1 套/选手	M2-M12
7	金属直尺 	1 把/选手	0-300mm

（一）赛场通道赛场保留安全通道，工作人员单向流动，现场应配备灭火设备，赛场应具备良好的通风、照明和操作空间的条件。

做好竞赛安全、健康和公共卫生及突发事件预防与应急处理等工作。

（二）赛场医药配备

赛场必须配备医护人员和必须的药品

（三）绿色环保

比赛将尽量减少纸质打印图纸数量，多使用电子图纸 PDF 文件来进行评分或出图，并尽量减少 3D 打印支撑材料的使用，条件许可建议使用水溶性的支撑材料来进行 3D 打印作业。图纸和打印材料回收。

（四）疫情防控及应急预案

根据国家及当地疫情防控的相关规定，做好赛前集中技术工作对接、比赛报到、住宿、交通，以及赛场人流控制、体温检测等环节的相关防疫工作。

实施保障单位另行制定应急预案，听从指挥，统一行动。