

第三届全国技能大赛陕西省选拔赛  
数字孪生应用技术项目（国赛精选）技术文件

数字孪生应用技术省级集训基地

2025 年 4 月

# 目 录

一、技术描述 .....	3
(一) 项目概要 .....	3
(二) 基本知识与能力要求 .....	3
二、试题与评判标准 .....	7
(一) 试题 .....	7
(二) 比赛时间及试题具体内容 .....	9
(三) 竞赛评判标准 .....	9
三、竞赛细则 .....	10
(一) 竞赛时间安排 .....	10
(二) 裁判员分组和职责 .....	10
(三) 竞赛要求 .....	13
(四) 技术违规处理 .....	16
(五) 问题争议或处理 .....	17
四、竞赛场地、设施设备安排 .....	17
(一) 赛场规格要求 .....	17
(二) 场地布局图 .....	18
(三) 基础设施设备清单 .....	18
五、安全、健康环保要求 .....	20
(一) 赛场规格要求 .....	20
(二) 赛场安全要求 .....	20
(三) 绿色环保要求 .....	21

## 一、技术描述

### (一) 项目概要

数字孪生应用技术（国赛精选）赛项基于行业产品更新换代和技术升级改造的背景，以数字孪生技术为核心，考核参赛选手在该技术领域专业知识和实践技能的竞赛项目。比赛为单人赛形式，主要评估选手在安全作业、规范设计、仿真调试及实施运维等方面的能力。竞赛项目强调数字孪生技术的建模、导入、设计、验证、调试、运维以及可编程序控制、人机交互系统、硬件模块搭建、数字孪生边缘协同等相关领域基本知识及技能。选手需在构想、设计、测试、仿真和规划等环节中，虚拟仿真出生产或规划过程中的所有工艺流程，识别潜在的矛盾、缺陷和不匹配问题。具体技能要求包括数字孪生模型搭建、虚拟调试系统构建、可编程控制系统的编程与调试，以及虚实同步调试、运行、维护和调整等。

### (二) 基本知识与能力要求

相关要求		权重比例(%)
1	<b>工作组织与管理</b>	5
基本知识	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 仿真的基本概念、原理和应用领域。</li><li>2. 数字孪生技术在工业生产中的应用场景和优势。</li><li>3. 通用软件比较和选择。</li><li>4. 项目管理的基本知识和流程，包括项目计划、进度控制、风险管理等。</li><li>5. 创新和创造性解决方案的作用。</li><li>6. 工厂安全操作的原则和方法。</li><li>7. 计算机系统和文件的管理规范。</li><li>8. 时间管理的原则和技巧。</li></ol>	
工作能力	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 将数字孪生应用于工业生产。</li><li>2. 准备并保持安全、整洁和高效的工作区域。</li><li>3. 使用计算机和一系列软件。</li></ol>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>4. 处理和协调问题。</li> <li>5. 保持积极主动的专业发展，以保持在新的和发展中的技术和实践方面的最新知识和技能。</li> <li>6. 考虑时间限制和截止日期。</li> <li>7. 提供并接受反馈和支持。</li> </ul>	
2	<b>沟通与交流技巧</b>	
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 企业和行业的组织文化和行为规范。</li> <li>2. 所需书面和电子文件的目的和范围。</li> <li>3. 职业和部门相关的技术术语。</li> <li>4. 口头、书面和电子形式进行常规和异常报告所需的标准。</li> <li>6. 与客户、团队成员和其他人沟通的好方法。</li> <li>7. 生成、维护和展示供个人和他人使用的记录的目的和技术。</li> <li>8. 高效沟通原则。</li> <li>9. 高效合作原则。</li> <li>10. 向客户、同事、管理者展示的原则和方法。</li> </ul>	<b>5</b>
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 通过口头、书面和电子方式沟通，确保清晰，有效和高效。</li> <li>2. 使用标准沟通技巧。</li> <li>3. 与他人讨论复杂的技术原理和应用。</li> <li>4. 使用倾听和提问技巧。</li> </ul>	
3	<b>数字模型设计与创建</b>	
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 使用和管理计算机文件和软件的原则和方法。</li> <li>2. 计算机外围设备的使用方法。</li> <li>3. 数字模型的定义、特点和作用，明确其工业领域中的应用价值。</li> <li>4. 各类数字模型设计软件的优缺点，以及它们的应用场景。</li> <li>5. 数字化设计的工作流程。</li> <li>6. 计算机辅助设计的原理和规范。</li> <li>7. 机电概念设计的原则和方法。</li> <li>8. 摩擦的概念以及碰撞材料摩擦参数的选择。</li> <li>9. 各类传感器的原理和使用方法。</li> <li>10. 各类机构运动学设计的原理和方法，物体在空间中的运动规律和姿态变化。</li> <li>11. 良好的空间想象能力，准确地理解和描述物体在三维空间中的位置和方向，以便进行准确的运动学建模和姿态定义。</li> </ul>	<b>25</b>
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 设置和检查计算机外围设备，如键盘、鼠标、显示器等。</li> <li>2. 熟练地创建、管理和存储数字建模项目文件。</li> </ul>	

	<p>3. 根据图纸完成数字模型设计和装配，在数字模型设计过程中，需要遵循设计准则和标准，确保设计的合理性和可行性。</p> <p>4. 将模型导入数字孪生系统中，根据设备的属性，进行数字模型的定义和分类，如刚体、碰撞体和对象源等。</p> <p>5. 根据模型的物理属性要求，完成机构的运动学定义，创建气缸、传送带、工件等物体的运动副和约束，定义物体的运动方向、范围、速度、加速度等参数。</p> <p>6. 创建碰撞材料并指定碰撞摩擦系数及碰撞类别，使得工件或其他碰撞体具有合适的摩擦效果。</p> <p>7. 定义和应用限位传感器、光纤传感器和距离传感器等，记录和监测设备的运行状态。</p> <p>8. 定义和使用坐标系，包括世界坐标系、工件坐标系、工具坐标系等，以便在运动学建模和姿态定义过程中准确地描述物体的位置和方向。</p>	
4	<b>生产工艺规划</b>	
基本知识	<p>1. 使用虚拟设备进行工艺规划仿真的原理、优势和应用。</p> <p>2. 制定生产工艺流程的规范和规程。</p> <p>3. 使用仿真软件进行时序仿真的原理和使用方法。</p> <p>4. 物流流的基本原理和流程。</p> <p>5. 使用软件仿真物理设备的优势以及局限性。</p> <p>6. 如何使用工业软件进行生产工艺仿真。</p> <p>7. 产品生产工艺流程的规范和流程，如何构建产品的生产工艺路线。</p> <p>8. 干涉检测的原理，以及使用仿真软件进行碰撞检测的方法和作用。</p>	
工作能力	<p>1. 根据产品的生产要求和设备布局情况，确定设备的生产工艺来满足产品的需求</p> <p>2. 根据生产工艺要求，制定设备各个执行机构的运动操作和持续时间，包含气缸的动作、传送带的启动和停止，以及其他执行机构的运动。</p> <p>3. 使用工业仿真软件，规划物料的运动路径，包含物料的生成、运输、装卸等操作，确保产品生产符合实际加工流程。</p> <p>4. 创建基于时间和事件的仿真序列，关联各机构的运动关系，配合完成产品生产，验证各个执行元件的可达性、生产流程的合理性和生产效率。</p> <p>5. 使用运动规划功能，对生产节拍和设备拓扑结构进行优化，以实现高效的生产流程。</p> <p>6. 进行碰撞检测，避免物体在运动过程中发生碰撞，</p>	30

	确保生产过程的安全性和稳定性。	
5	<b>信息物理系统</b>	
基本知识	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 信息物理系统的概念以及使用数字孪生技术实现的方法。</li> <li>2. PLC 的功能、结构和工作原理。</li> <li>3. 如何创建人机交互界面。</li> <li>4. 通信的基本概念、原理和技术。</li> <li>5. 常用的通信协议，如 OPCUA、TCP/IP 等，在通信过程中作用和应用场景。</li> <li>6. 通信函数的功能、输入输出和使用。</li> <li>7. 各类执行器的控制原理和方法。</li> <li>8. 仿真软件中控制信号和通信连接的定义和方法。</li> <li>9. 调试的原则和方法。</li> <li>10. 如何连接设备产线到数字孪生系统。</li> </ol>	
工作能力	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 与客户沟通，明确编程意图和制定流程图。</li> <li>2. 在数字孪生软件中，可以正确地添加各类信号，配置信号的名称、数据类型、输入/输出和初始值等。</li> <li>3. 使用机电对象的运动参数为创建的信号编写公式，使得信号具有物理含义，如反应传感器状态或者控制执行器动作等。</li> <li>4. 在数字孪生软件中，创建运行时行为，进行代码编程以满足运行过程中的高级控制，如启动和停止按钮。</li> <li>5. 通过工业网络协议（例如 OPCUA 协议）实现数字孪生软件与 PLC 的通信连接，并能够分析和处理通信故障，以确保数字孪生软件与实际设备之间的通信稳定。</li> <li>6. 数字孪生软件与 PLC 进行信号连接，包含传感器信号、执行器的控制信号以及辅助调试信号。</li> <li>7. 通信的延时优化和控制延时匹配，保证数字系统和物理系统的同步性。</li> <li>8. 对 PLC 进行编程，采集数字设备的传感器状态，根据工艺规划控制数字设备的加工流程，验证 PLC 程序的正确性和合理性。</li> <li>9. 对 HMI 设备进行编程，使用可视化方式控制设备的运行并监控其状态。</li> <li>10. PLC 程序下载到物理控制器中，进行物理设备的调试运行，重新修正程序，确保系统能够稳定运行并达到预期的加工工艺流程。</li> <li>11. 集成数字孪生软件和物理设备，实现数字系统和物理系统的联合调试，识别和解决调试过程中出现的问题和错误。</li> </ol>	<b>35</b>
合计		<b>100</b>

## 二、试题与评判标准

### (一) 试题

1. 竞赛内容 数字孪生应用技术（国赛精选）项目采用单人赛竞赛形式，竞赛内容主要包含数字孪生仿真工作站构建、数字孪生系统模型构建、数字孪生模型驱动接口设计与调试、数字孪生系统部署与通信配置、数字孪生系统虚拟调试，选手在规定时间内需完成以下五个模块的工作。

模块 A：数字孪生仿真工作站构建

模块 B：数字孪生系统模型构建

模块 C：数字孪生模型驱动接口设计与调试

模块 D：数字孪生系统部署与通信配置

模块 E：数字孪生系统虚拟调试

竞赛样题见附件 1

2. 竞赛试题模块 根据竞赛的五个模块内容，各模块测试的基本要求如下：

模块 A 根据现有工作站的布局，完成数字孪生仿真工作站的构建，完成工作站模型的导入及工作站的布局。

模块 B 数字孪生模型构建：主要完成对关节运动、直线运动等的机械活动部件进行运动副和约束的创建；对标准产品进行运动学属性的配置、物理配置。

模块 C 数字孪生模型驱动接口设计与调试：完成数字孪生相关模型驱动接口设置、信号配置并通过仿真序列进行接口功能调试。

模块 D 数字孪生系统部署与通信配置：根据数字孪生系统

架构，进行外部信号配置及信号映射，部署 PLC 数字孪生系统并进行外部通信配置，完成 MCD 与外部信号映射。

模块 E 数字孪生系统虚拟调试：根据生产任务流程，完成整个生产的虚拟调试过程。

### 3. 试题命制的办法、基本流程及公布方式

(1) 试题命制的办法 以《数字孪生应用技术员》国家职业资格高级工、技师、高级技师等为依据，结合世界技能大赛与数字孪生相近竞赛项目的能力要求，设计考核内容，全面考查参赛选手的职业综合素质、技术技能水平和专业能力。

基本知识与能力要求表中的有关技能的知识 and 理解将通过选手的技能表现予以考核。数字孪生技能大赛不单独进行理论考试，相关内容融入实际操作中。公布内容包括技术文件、竞赛样题。赛前专家组对竞赛题目进行必要的修改，但不超过 30%。

#### 基本流程

命题流程按照职业技能大赛组委会要求的命题方式进行，由大赛组委会指定专家进行题目的设计与制作，赛前由技术工作组结合承办地物料准备情况命制样题并公布，按照大赛组委会统一安排进行比赛。

#### (3) 公布方式

公开试题包括：技术文件及竞赛样题、设备、物料清单。

不公开内容包括：竞赛试题及评分标准。

专家组结合赛场设施设备、材料等实际，按照技术工作文件确定的试题调整工作流程和方法，对已公布的样题进行不超

过 30%的修改。

## (二) 比赛时间及试题具体内容

1. 比赛时间安排 本项目比赛总时间，及各模块时间分配。

模块序号	名称	时长
模块 A	数字孪生仿真工作站构建	30 分钟
模块 B	数字孪生系统模型构建	70 分钟
模块 C	数字孪生模型驱动接口设计与调试	70 分钟
模块 D	数字孪生系统部署与通信配置	50 分钟
模块 E	数字孪生系统虚拟调试	20 分钟
合计		4 小时

### 2. 试题内容

试题内容详见附件 1 样题，对已公布的样题进行不超过 30%的修改。

## (三) 竞赛评判标准

### 1. 分数配置

模块	名称	配分
A	数字孪生仿真工作站构建	10
B	数字孪生系统模型构建	15
C	数字孪生模型驱动接口设计与调试	20
D	数字孪生系统部署与通信配置	20
E	数字孪生系统虚拟调试	25
F	安全文明	10
合计		100

## 2. 评判方法

裁判组在坚持“公平、公正、公开、科学、规范”的原则下，各负其责，按照制订的评分细则进行评分。

现场评分：裁判组在比赛过程中对参赛选手的安全文明以及规范操作情况进行观察和评价进行现场评分。

结果评分：比赛结束后，裁判组根据参赛选手提交的比赛结果按照评分标准进行评分。

成绩汇总：比赛成绩由现场评分与结果评分进行综合计分，确定最终比赛成绩，经总裁判长审核、仲裁组长复核后签字确认。

## 3. 成绩并列

当比赛现场出现选手总成绩并列时，裁判组首先将按照模块评分优先级不同的方式决定选手总成绩排名，评分优先级由大到小排序：模块 E > 模块 D > 模块 C > 模块 B > 模块 A > 模块 F，评分优先级比较仍不能区分选手总成绩排名时，由评分裁判对排名相同选手的比赛模块进行综合评价投票，投票领先的选手总成绩排名在前。

# 三、竞赛细则

## （一）竞赛时间安排

以赛前公布的竞赛日程为准

## （二）裁判员分组和职责

### 1. 裁判员组成

裁判员由各代表队推荐 1 人担任，根据组委会要求提前上报推荐裁判员名单并接受培训和监督。

裁判员对自己代表队的选手执行回避原则，在竞赛进行（每天早晨检录到下午结束之间为竞赛进行）期间，除了规定的竞赛交流时间外，其他时间（包括午餐时间），裁判员均不得和自己代表队的选手进行任何交流。

选手比赛时，工位随机抽签决定。裁判长根据选手比赛的工位抽签情况和比赛进行过程，指定裁判员承担相应的执裁任务。

PLC 和其它软件在使用之前，裁判员必须确保在比赛开始之前 PLC 内部存储被清除，编程软件已经正确安装，必须确保参赛者的工作电脑上没有 PLC 程序的备份及其它软件备份。

## 2. 裁判员要求

(1) 所有裁判员，经过技术培训合格，并且签署过竞赛承诺，均有评分权。如果没有参加技术培训，或者经过技术培训考核不合格，则不能参与评分，但可以进入比赛区域，参与现场执裁，维持秩序等工作。

(2) 裁判员根据比赛需要分为检录裁判、加密裁判、现场裁判和评分裁判。

检录裁判：负责对参赛队伍（选手）进行点名登记、身份核对、工具检查等工作；

加密裁判：负责组织参赛队伍（选手）抽签，对参赛队信息、抽签代码等进行加密、解密；

现场裁判：按规定做好赛场记录，维护赛场纪律，评定参赛队的过程得分；

评分裁判：负责对参赛选手完成的工作及其功能按评分细则和标准评定成绩。

（3）裁判员的执裁工作类型由裁判长指定安排，具体的裁判员分组由现场抽签确定。

（4）现场执裁的裁判员负责检查选手携带的物品。违规物品一律清出赛场。比赛结束后裁判员要命令选手停止一切操作。监督选手撤离竞赛工位。

（5）比赛中所有裁判员不得主动进入工位接近选手，除非选手举手示意需要裁判员解决比赛中出现的问题，或者是需要裁判员对选手的安全问题进行干预。

### 3. 裁判员执裁规定

（1）裁判员在巡查时，不得在单一选手工位前长时间停留。

（2）裁判员执裁期间，如果遇到场外观众对选手工作有干扰，有权并且应当进行劝阻和制止。

（3）执裁期间不得和场外人员打招呼，聊天，合影。

（4）所有的裁判员在完成评分后，将纸质评分表交给登分员进行登分。

（5）登分员分数登录完毕，然后打印出来交给相关裁判员核对，核对无误后，签字确认。

（6）每一个比赛日的成绩登录完成并且裁判员确认无误后，裁判长锁定成绩，视为该比赛日工作完成。

（7）所有裁判员不得对非本人所在裁判员小组的评分提出质疑和查询。

### **(三) 竞赛要求**

#### **1. 熟悉场地规则**

(1) 安排抽取抽签顺序号后，各参赛队统一有序的熟悉场地，熟悉场地时限定在指定区域，不允许进入比赛区。

(2) 熟悉场地时严格遵守大赛各种制度，严禁拥挤，喧哗，以免发生意外事故。

#### **2. 入场规则**

(1) 参赛选手按赛区规定的时间准时到达赛场检录区集合。

(2) 裁判将对各参赛选手的身份进行核对。参赛选手须提供参赛证、身份证，证件上的姓名、年龄、相貌特征应与参赛证一致。

(3) 裁判检验参赛选手的工具、量具及书写物品，不允许携带任何通讯及存储设备、纸质材料等物品，检查合格后进入赛场抽签区。

(4) 一级加密裁判处，选手按领队抽取的抽签顺序号依次抽取参赛编号，在二级加密裁判处凭参赛编号抽取比赛工位号，然后在指定区域等待；待所有选手抽取比赛工位号后，在现场裁判的指挥下有序进入赛场，按抽取的比赛工位号就位。

(5) 比赛开始后30分钟后不得入场，迟到的选手必须在赛场记录表相关栏目中说明到场时间，迟到原因并签比赛场次+工位号确认。

### 3. 赛场规则

(1) 选手进入赛场后，必须听从现场裁判的统一布置和指挥。

(2) 分发比赛任务书后的 10 分钟，选手可分析比赛任务，摆放工具、清点检查器材，不可使用工具进行比赛任务的操作。

(3) 现场裁判宣布比赛开始，参赛选手才能进行动手完成比赛任务的操作。

(4) 比赛过程中，参赛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。

(5) 比赛过程中若有任务书字迹不清问题，可示意现场裁判，由现场裁判解决。若认为比赛设备或元器件有问题需更换或耗材需要补充，应在赛场记录表的相应栏目填写更换设备或元器件、耗材名称、规格与型号、更换原因、更换时间等，由现场裁判和技术人员予以更换。更换后经现场裁判和技术人员检验并将结果记录在赛场记录表的相应栏目中并由选手签比赛场次+工位号确认。

(6) 需要通电检查或调试电气安装与维修设备时，应先报告现场裁判或技术人员，通电前的安全检测合格，获允许并派人监护后，才能通电检查或调试。

(7) 经现场裁判和技术人员检验，确因设备、元器件故障或损坏而更换设备或元器件者，从报告现场裁判到完成更换之间的用时，为比赛补时时间。

(8) 比赛过程中选手不得随意离开工位，不得与其他参

赛选手和人员交流。因故终止比赛或提前完成比赛任务 需要离场，应报告现场裁判，在赛场记录表的相应栏目填 写离场时间、离场原因并由现场裁判签名和选手签工位号确认。

(9)比赛过程中，严重违反赛场纪律影响他人比赛者，违反操作规程不听劝告者，越界影响他人者，有意损坏赛场设备或设施者，经现场裁判报告裁判长，经同意后，由裁判长宣布取消其比赛资格。

(10)在竞赛过程中，选手不得再将其他工具、材料、设备和资料携带入竞赛区域，也不得接受未经裁判长许可的任何人从场外传递的任何物品，违反者将被取消当天评分子项的评分。

(11)在竞赛过程中，选手不得进入其他选手工作区域，不得干扰或影响其他选手比赛，经过提示或警告仍不改正者，将取消该选手的竞赛成绩，禁止该选手继续比赛。

(12)在竞赛过程中，因为选手个人原因（竞赛期间饮食，去卫生间，受伤处理）造成的时间损耗，不对选手进行补时。

(13)当选手发现竞赛赛场提供的材料不足时，需要提出，由场地技术人员进行增补选手等待材料增补的时间，不对选手进行补时。

(14)由于计算机蓝屏、死机或整个工作区掉电造成的时间损失，将对选手进行补时，但是由于任何原因造成的选手程序或软件成果丢失和损坏，后果由选手自行承担。

#### 4. 离场规则

(1) 比赛结束前 15 分钟，裁判长提示一次比赛剩余时间。

(2) 比赛结束信号给出，由裁判长宣布终止比赛。

(3) 裁判长宣布终止比赛时，选手应停止竞赛任务的操作。竞赛任务书、图纸、赛场记录表等整齐摆放在工作台上，不能带出赛场；工具、万用表、试题作答的文具等，保持现状，不需整理。

(4) 裁判长宣布终止比赛后，现场裁判组织、监督选手退出工位，站在工位边的过道上。裁判长宣布离场时，现场裁判指挥选手统一离开赛场。

(5) 需要补时的选手得到通知后重新进入工位，现场裁判宣布补时操作开始后，补时选手开始操作。现场裁判宣布补时时间到，选手应停止操作，离开赛场。

(6) 选手离场后，到指定的休息场所用餐、等待评定比赛成绩。

(7) 评分裁判叫到工位号的选手，进入赛场，配合评分裁判评定功能部分成绩。选手应按评分裁判指示，操作相关部件，实现相关的功能。

(8) 完成功能成绩评定的选手，应清理比赛工位上的工具、整理比赛工位及其周边的清洁，使之符合职业规范。

#### **(四) 技术违规处理**

1. 监督组对裁判组的工作进行全程监督。

2. 对于竞赛过程中出现的一些技术问题，当值裁判员应该向裁判长报告。如果不影响比赛的进行，应该优先保证比赛的顺利进行，待选手当日比赛结束后，裁判长组织全体裁判员进行讨论，得到多数裁判员赞成后，形成处理方案并打印，由所

有裁判员签名归档。讨论形成处理方式的方式包括并不仅限于裁判员提议，裁判长提议，讨论投票等形式。

3. 对于竞赛过程中出现紧急技术问题必须当场处理的情况，在不影响大多数选手比赛的前提下，由裁判长现场决定处理方法，并在比赛结束后第一时间通知全体裁判员。

4. 裁判培训时，对于出现的评分标准或评分流程上的争议，由争议提出者、裁判长提出解决方案，由全体裁判员（包括争议提出人，不包括裁判长）投票决定。获得一半以上票数支持方可通过。

#### **（五）问题争议或处理**

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，应向项目裁判长反映。项目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，在规定时间内，各参赛队领队可向监督仲裁组出具署名的书面反映材料并举证。

### **四、竞赛场地、设施设备等安排**

#### **（一）赛场规格要求**

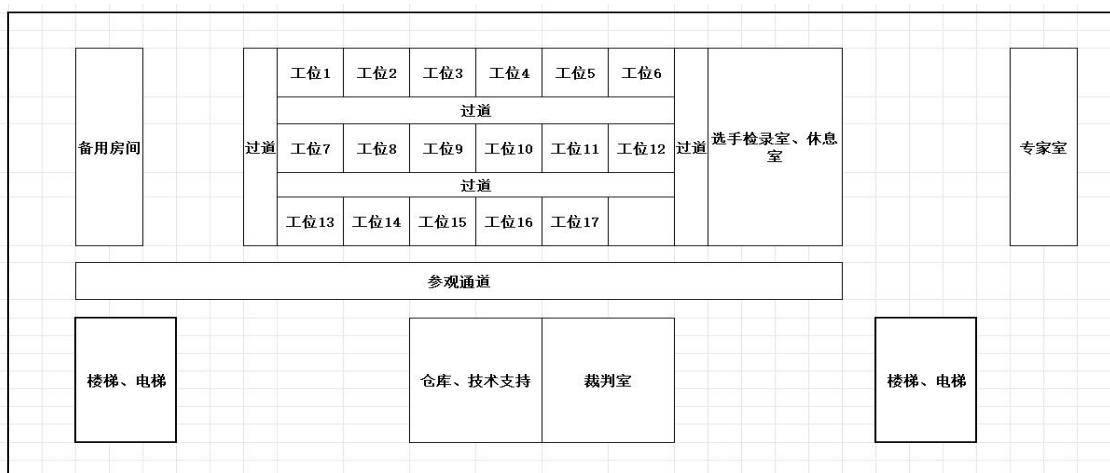
本项目场地预计设计 17 个竞赛工位，同时包括专家室、裁判室、休息室、检录处、仓库等功能性区域。

竞赛工位：每个工位占地约 3m × 3m，标明工位号，工位内已配备竞赛平台 1 台、电脑桌 1 张、座椅 1 把、编程计算机 1 台（安装了大赛所需的必要软件）。

赛场每工位提供独立控制并带有漏电保护装置的 380V 三相五线、220V 单相三线两种电压的交流电源（三相、单相电源分别控制），供电系统有必要的安全保护措施。

## （二）场地布局图

数字孪生应用技术项目赛场预设布局图如下图所示。



数字孪生应用技术项目赛场预设布局图

## （三）基础设施设备清单

### 1. 竞赛时软硬件清单

序号	配置名称	规格型号	单位	数量
1	智能装配产线平台	HB-JSBC-A1b	套	1
2	平台三维模型	平台 1:1 配套	套	1
3	数字孪生软件	Siemens NX	套	1
4	PLC 编程软件	博图 V17	套	1
5	录屏软件	不限	套	1

6	办公软件	WPS 或其它	套	1
---	------	---------	---	---

## 2. 现场设施工具清单

序号	名称	数量	技术规格	备注
1	投影机	1	流明度 3500 以上	
2	麦克风	1		与音响配套
3	音响及扩音器	1	能涵盖整个赛场	
4	赛场时钟	1	具有时、分、秒、毫秒	
5	计时秒表	若干	能同时记录 2 个以上	
6	常用急救药盒	1		常用药品
7	彩色打印机	1		快速打印
8	打印纸	1		非再生纸
9	水笔	若干		
10	订书机及钉	1	得力省力订书器	装订试卷
11	评分夹	若干		
12	文件柜	1		用于存放档案
13	隔离栏	若干		包围赛场
14	安全标志	若干		
15	灭火器	1		
16	口哨	1 个		
17	饮水机	1 个		
18	桶装水	若干		
19	讨论区工作台	若干	L:1500,W:650,H:780	
20	讨论区座椅	若干		

## 3. 竞赛禁止携带物品清单

序号	名称
1	U 盘、cf 卡、硬盘、光盘、手机、平板、智能手表手环等具备存储功能的设备。
2	私自打印的程序代码。

3	其他与赛场提供的设备工具功能相同或类似，而又未特别说明允许携带的物品。
---	-------------------------------------

## 五、安全、健康环保要求

### （一）赛场规格要求

1. 选手防护工具 参赛选手必须按照规定穿戴防护装备，违规者不得参赛，长发选手必须将头发盘起或束发，选手应具有必备的防护装备。

2. 选手禁止携带易燃易爆物品，违规者不得参赛。竞赛现场禁止使用明火，违规者将被警告和劝阻，不听从劝阻者将被取消竞赛资格。

有害物品	图示	说明
防锈清洗剂		严禁携带
酒精		严禁携带
汽油		严禁携带
有毒有害物质		严禁携带

### （二）赛场安全要求

1. 每个选手都对自己的安全与健康负责。
2. 每个选手必须保持自己的工作区域内场地、材料和设备的清洁。
3. 赛项执委会须在赛前组织专人对比赛现场、住宿场

所和交通保障进行全面考察，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，应符合国家有关安全规定。如有必要，也可进行赛场仿真模拟测试，以发现可能出现的问题。承办院校赛前须按照赛项执委会要求排除安全隐患。

4. 赛场周围要设立警戒线，防止无关人员进入，避免发生意外事故。比赛现场内应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，裁判员要提醒选手，严防出现错误操作，导致人身伤害。

5. 承办院校应提供保障应急预案实施的条件。对于比赛内容涉及高空作业、坠物、用电量大、易发生火灾等情况的赛项，必须明确制度和预案，并配备急救人员与设施。

6. 赛项执委会须会同承办院校制定开放赛场和体验区的人员疏导方案。赛场环境中存在人员密集、车流人流交错的区域，除了设置齐全的指示标志外，须增加引导人员，并开辟备用通道。

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

8. 在开始通电之前，首先要求裁判员进行安全检查。

9. 禁止带电进行线路拆改工作。

### **(三) 绿色环保要求**

1. 竞赛任何工作都不应该破坏赛场内外和周边环境，赛场内禁止吸烟。

2. 选手需要注意竞赛现场材料的节约，不得浪费材料。物品掉落需要及时捡起收集，不得当垃圾清理。不收集掉落材

料和物品，从而造成竞赛材料缺乏者，赛场将不再为该选手增补同型号材料。

3. 提倡绿色制造的理念，可循环利用的材料应分类处理和收集，以便于循环利用

(样题)

第三届全国技能大赛陕西省选拔赛  
数字孪生应用技术项目（国赛精选）

任  
务  
书

2025 年 4 月

## 任务描述

现有一台智能检测和装配工作站，工作站由 ABB 工业机器人、上料单元、输送单元、快换装置、立体库、变位机单元、绘图模块、视觉检测单元等组成，智能检测与装配工作站各模块布局如图 1 所示。

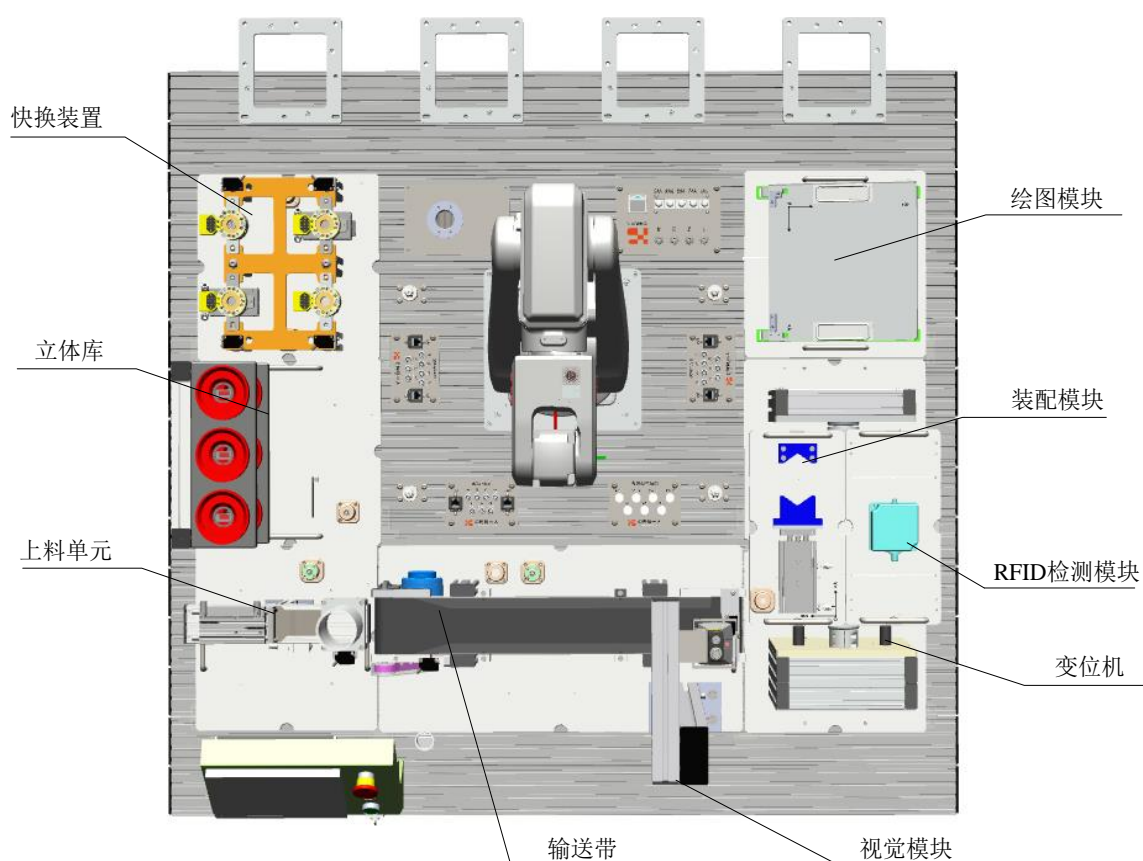
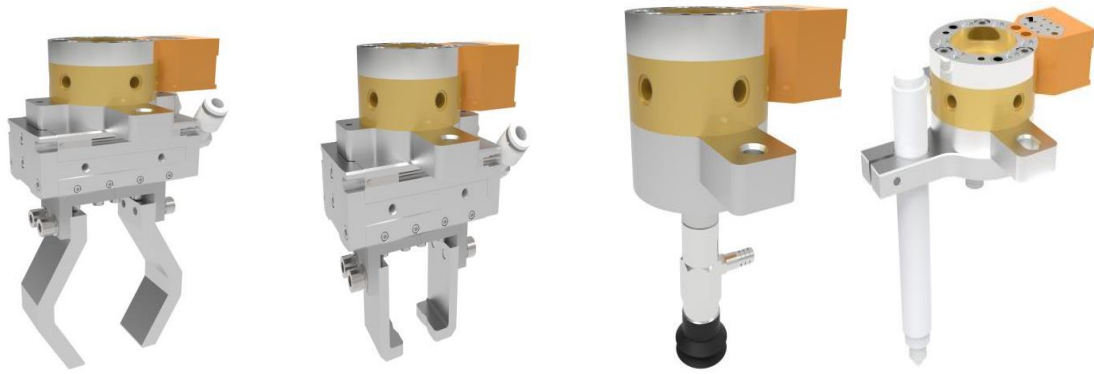


图 1 智能检测与装配工作站模块布局图

工作站所用末端工具如图 2 所示。其中弧口手爪工具用于取放关节底座、直口手爪工具用于取放电机、吸盘工具用于取放输出法兰。



(1) 弧口手爪工具 (2) 直口手爪工具 (3) 吸盘工具 (4) 绘图笔工具

图 2 工业机器人末端工具

工业机器人智能检测与装配工作站三个装配零件如图 3 下所示:



(1) 关节底座

(2) 电机

(3) 输出法兰

图 3 装配零件

工业机器人关节部件的装配步骤:

步骤①: 关节底座在装配模块上正确定位;

步骤②: 电机装配到关节底座中;

步骤③: 输出法兰装配到关节底座中(需顺时针旋转 90 度);

步骤④: 装配好的关节成品返回立体库指定位置。

**任务一 完成智能装配虚拟仿真工作站模型搭建与工作站布局**

1. 根据实际工作台布局，完成虚拟调试软件中导入智能装配工作站模型，并对工作站模型进行位姿调整，实现工作站的搭建。

2. 进行模块定位和装配约束，完成智能装配工作站中各个模型之间的装配约束，实现工作站模型在标准工作台上的定位，从而完成工业机器人应用编程仿真工作站的布局。

主要包括：

(1) 各模块布局；

(2) 快换工具布局；

## **任务二 完成智能装配工作站数字孪生模型的搭建及调试**

根据工作台各模块功能要求，完成各模块数字孪生模型的搭建，主要包括：

1. 井式上料模块刚体、碰撞体、滑动副和位置控制。

2. 法兰和减速器工件的刚体、碰撞体和碰撞材料，完成法兰工件和减速器工件的数字孪生模型搭建。

3. 创建输送带的传输面、距离传感器、碰撞体和速度控制，完成输送带数字孪生模型的搭建。

4. 在运行时察看器中控制井式上料和输送带机电对象的参数，调试井式上料和输送带数字孪生模型的功能。

5. 旋转供料数字孪生模型搭建。创建旋转供料模块的刚体、碰撞体、铰链副和位置控制，完成旋转供料模块数字孪生模型搭建。

6. 完成旋转供料模块工件检测传感器和零点检测传感器数字孪生模型搭建以及电机工件数字孪生模型搭建。

7. 进行旋转供料数字孪生模型功能调试。

8. 创建变位机的刚体、铰链副、齿轮副和位置控制，完成变位机数字孪生模型搭建。

9. 创建变位机电机输出轴的位置控制，经过齿轮副传动，控制变位机旋转，调试变位机数字孪生模型的位置控制功能。

### **任务三 数字孪生模型驱动接口设计与调试**

1. 工业机器人与工具模型驱动接口设计，主要包括：

(1) 工业机器人模型驱动接口配置；

(2) 快换工具模型驱动接口配置；

2. 井式上料与输送带模型驱动接口设计，主要包括：

(1) 井式上料与输送带模型驱动接口配置；

(2) 井式上料与输送带模型驱动接口调试。

3. 变位机与旋转供料模型驱动接口设计，主要包括：

(1) 变位机模型驱动接口配置；

(2) 旋转供料模型驱动接口配置。

### **任务四 数字孪生系统部署与通信配置**

通过数字孪生系统架构、外部信号配置和信号映射，完成机器人和 PLC 数字孪生系统部署，建立 PLC 和机器人数

字孪生系统与 NX MCD 工作站的通信。

主要任务包含以下内容：

1. PLC 数字孪生系统部署；
2. 机器人数字孪生系统部署；
3. 外部通信配置；

### 任务五 装配应用虚拟调试

关节产品装配虚拟调试。主要包括：

1. 关节产品装配机器人关键点示教；
2. 关节产品装配主程序设计；
3. 关节产品装配虚拟调试启动流程。

### 任务六 完成智能装配单元生产流程的虚拟调试与数字孪生系统构建与运行

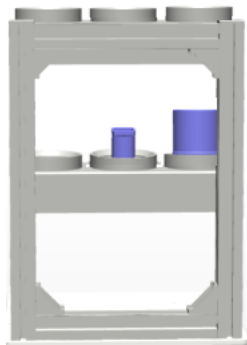


图 4 关节底座和电机放置位置



图 5 关节成品入库位置

工作站工作过程：

① 系统初始复位：将工业机器人手动操作至非原点位置，手动将直口手爪工具安装在工业机器人末端，变位机处于非水平位置状态，手动将上料单元推料气缸伸出，手动将

装配模块上定位气缸伸出，按下工业机器人示教盒程序启动按键（之后禁止对示教器进行任何操作），工业机器人自动将直口手爪工具放置到快换装置上使工业机器人末端无工具，然后返回至工作原点（关节坐标系工作原点位置为 $[0^\circ, -20^\circ, 20^\circ, 0^\circ, 90^\circ, 0^\circ]$ ）；变位机由非水平状态复位到水平状态（即上下料状态），上料单元推料气缸缩回，装配模块上定位气缸缩回，输送带上没有减速机工件，HMI上输出法兰角度信息和RFID数据清零。

② 关节底座装配：按下启动按钮，工业机器人自动抓取弧口手爪工具并返回原点，然后机器人抓取立体库上关节底座工件，将关节底座搬运至RFID模块上进行数据写入，并在HMI上显示写入数据，再将关节底座搬运到处于水平状态变位机上的定位模块上，定位气缸伸出固定关节底座工件，完成关节底座的装配；

③ 变位机旋转至背向机器人一侧：关节底座装配完成后，变位机自动背向机器人一侧翻转 $20^\circ$ ，使变位机处于电机装配状态。

④ 电机零件装配：机器人自动更换合适的工具，从立体库中正确抓取电机工件并装配到关节底座上；

⑤ 输出法兰上料：电机装配完成后，机器人控制上料气缸将供料筒中的一个输出法兰推出，2秒后自动缩回，实现输出法兰上料过程；

⑥ 输出法兰输送：输出法兰上料完成后，输送带立即开始运行，将输出法兰输送至输送带末端，待末端传感器检测到工件 3 秒后输送带自动停止；

⑦ 输出法兰检测：输出法兰输送至末端且输送带停止后，机器人触发相机拍照，获取输出法兰角度信息，并在 HMI 上正确显示角度信息；

⑧ 变位机旋转至面向机器人一侧：关节底座装配完成后，变位机自动面向机器人一侧翻转  $20^{\circ}$ ，使变位机处于输出法兰装配状态。

⑨ 输出法兰装配：机器人自动更换吸盘工具且获取输出法兰角度信息后，机器人调整吸盘角度正确吸持输出法兰工件，将输出法兰正确搬运至关节底座内，并进行顺时针旋转  $90^{\circ}$ ，完成输出法兰的装配。

⑩ 变位机旋转至水平状态：待输出法兰装配完成后，变位机自动旋转至水平状态（上下料状态）；

11 成品入库：机器人自动更换弧口手爪工具，正确抓取关节成品并搬运至 RFID 模块上进行数据读取，并在 HMI 上显示读取数据，再将关节成品搬运至立体库指定位置，完成一套关节成品的装配任务，如图 5 所示；

12 系统结束复位：待一套关节部件装配完成后，机器人自动将末端工具放入快换装置并返回工作原点 [ $0^{\circ}$ ， $-20^{\circ}$ ， $20^{\circ}$ ， $0^{\circ}$ ， $90^{\circ}$ ， $0^{\circ}$ ]，变位机自动复位到水平状

态。

13 系统停止：工业机器人运行过程中按下 HMI 停止按钮，工业机器人立即停止，停止后须手动操作机器人到工作原点  $[0^\circ, -20^\circ, 20^\circ, 0^\circ, 90^\circ, 0^\circ]$ ，重新加载程序后，按下 HMI 启动按钮再次运行工业机器人系统。