



**BRICS**  
Business Council



# 2023

## 金砖国家职业技能大赛 (金砖国家未来技能挑战赛)

**技术描述 TD**(仅供选拔赛参考)

**BRICS-FS-23-SA\_ (工业) 数字孪生**

2023 年 5 月

## 目录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 一、简介 .....              | 2  |
| 1.1 技能竞赛名称及说明 .....     | 2  |
| 1.2 本文件的相关性和重要性 .....   | 2  |
| 二、技能标准 .....            | 3  |
| 2.1 技能标准的一般说明 .....     | 3  |
| 2.2 技能标准 .....          | 3  |
| 三、评分方案 .....            | 6  |
| 3.1 评分方法 .....          | 6  |
| 3.2 评分规则 .....          | 6  |
| 3.3 评测依据 .....          | 6  |
| 四、测试项目 .....            | 7  |
| 4.1 测试项目格式/框架 .....     | 7  |
| 4.2 测试项目时间分配及分值权重 ..... | 7  |
| 4.3 各模块作业内容及要求 .....    | 7  |
| 4.4 测试项目公布 .....        | 9  |
| 4.5 测试项目改动 .....        | 9  |
| 五、技能管理与沟通 .....         | 9  |
| 六、安全要求 .....            | 9  |
| 七、 材料与设备 .....          | 10 |
| 7.1 竞赛工位布局 .....        | 10 |
| 7.2 竞赛平台 .....          | 10 |
| 7.3 竞赛工具 .....          | 13 |
| 7.4 选手防护装备 .....        | 13 |

## 一、简介

### 1.1 技能竞赛名称及说明

#### 1.1.1 技能竞赛的名称

2023金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能挑战赛）工业数字孪生。

#### 1.1.2 技能竞赛描述

金砖国家职业技能大赛工业数字孪生项目，是以数字化工厂规划、实施与优化为背景，主要考核参赛选手利用仿真技术工具和数字孪生平台，构建、运行维护数字孪生体，完成数字化工厂的厂区布局设计、产线调试、数字化管控与绩效优化等任务。同时用设备运行实时数据驱动3D孪生模型，使3D孪生模型和真实设备保持同步。从而高度仿真实际生产状态，实时展示现实环境的具体生产情况。

#### 1.1.3 竞赛系统

工业数字孪生赛项，以DLIR-275工业数字孪生系统为竞赛平台载体。系统模拟了一个高度自动化的智能工厂，紧紧围绕“工业数字孪生”最新技术发展趋势，融合“互联网+”、“智能传感器”、“PLC 控制技术”、“工业机器人技术”“智能机电设备”、“MES”、“物流技术”等先进技术，通过工业数字孪生完成系统供料、灌装、密封及入库等生产工序及流程。。

#### 1.1.4 每队参赛人数

工业数字孪生赛项为团队赛，每队2名参赛选手。

#### 1.1.5 竞赛时间

3.5小时。

### 1.2 本文件的相关性和重要性

本文件包含本次技能竞赛所需的标准，以及管理竞赛的评测原则、方法和流程。每位专家和选手都必须了解和理解本技术说明。

## 二、技能标准

### 2.1 技能标准的一般说明

技能标准规定了选手需要了解和掌握的知识和技能，每个部分被分配总分的百分比，以表明其在标准中的相对重要性，这通常被称为“权重”。所有百分比的总和分值为 100。权重决定在评分标准中分值的分配。

### 2.2 技能标准

| 部分                                                                                                                                                                                                                            | 相对重要性（%）  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 工作组织与管理</b>                                                                                                                                                                                                              | <b>5</b>  |
| 个人需要了解和理解： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 安全工作执行的原则及方法</li> <li>• 所有设备和材料的用途、使用、保养等相关知识</li> <li>• 工作组织、控制和管理的原则和方法</li> <li>• 沟通与合作原则的技巧</li> <li>• 个人和他人单独或集体的角色、责任和职业的范围</li> <li>• 需要规划活动的参数内容</li> </ul>       |           |
| 个人应能够： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 制定并维护一个安全、整洁、高效的工作区</li> <li>• 完成手头的任务做好准备，包括充分考虑职业健康安全</li> <li>• 安排工作，以最大限度地提高效率和减少进度中断</li> <li>• 将工作区域恢复到适当的状态</li> <li>• 帮助团队合作和组织绩效的总体表现</li> <li>• 及时接受反馈建议</li> </ul> |           |
| <b>2. 数字化工厂设计</b>                                                                                                                                                                                                             | <b>10</b> |
| 个人需要知道和理解： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 数字化工厂基本概念</li> <li>• 搭建虚拟工厂环境的基本要求</li> <li>• 构建运行数字孪生体的操作步骤</li> <li>• 数字孪生虚拟调试的方法</li> </ul>                                                                            |           |

个人应能够：

- 完成数字孪生虚拟工厂孪生体搭建
- 完成各模块属性参数设置并测试运行
- 完成数字孪生与PLC及HMI仿真软件网络通讯
- 完成机器人离线仿真软件与数字孪生联网运行测试

### 3. 产线组装编程与调试

30

个人需要知道和理解：

- 电动系统和电机工作原理的基础知识
- 实际PLC与数字工厂产线网络互联基础知识
- 验证数字工厂实物产线运行稳定性的方法
- PLC和人机界面操作方法
- 工业控制器的结构和功能基础知识
- PLC和HMI配置原理，程序代码之间的动作流程顺序
- 工业机器人的编程调试，加载参数，基础校准的方法

个人应能够：

- 完成搭建实际产线硬件模型的任务
- 根据提供的图纸和技术文件组装设备
- 根据控制原理图进行电气和气动分配
- 安装，调整和调试机械，电子和传感器系统
- 完成现场传感器数据采集与监控
- 完成机器人的程序代码与外部控制系统之间的通讯连接
- 创建和处理机器人程序模块
- 完成基于PLC控制系统的应用，与PLC建立连接，外部自动化模式的配置和应用

### 4. 个性化定制生产

20

个人需要知道和理解：

- 网络通信技术的应用
- 生产制造执行系统MES工作原理
- 个性化定制生产工艺规划
- 生产过程管控
- 数据库原理及应用
- 生产过程运行维护及保养

个人应能够：

- 完成MES系统与产线网络通讯
- 完成产线数据采集及监控
- 监控生产过程信息
- 统计生产加工产量及生产效率信息
- 个性化定制生产产品
- 实时监控生产能耗信息
- 检测产线运行的稳定性
- 显示预防性运行维护保养信息
- 调试并稳定运行产线，完成个性化定制生产

## 5. 数字化工厂联调测试

20

个人需要知道和理解：

- 设备运行实时数据驱动模型
- 孪生体运动属性参数的设置原理及方法
- 制定工业设备程序开发步骤
- 虚实结合、虚实联动工作原理
- 虚实数据采集及互通方法
- （工业）数字孪生网络通讯数据采集及监控
- 网络通讯和试运行
- 满足网络物理要求的硬件和外围设备

个人应能够：

- 将控制器连接到机器人辅助系统
- 根据任务要求采集传感器实时数据
- 编写、分析、审查和重写程序
- 进行应用程序的试运行，以确保程序的正确性
- 编写或协助编写指令或说明书以指导最终用户
- 检查网络、工作站、系统中央处理单元或外围设备是否响应程序的指令

## 6. 数字化工厂优化

15

|                                                                                                                                                                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 个人需要知道和理解： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 产线控制流程工艺及优化空间</li> <li>• 缩短生产中的反应和响应时间</li> <li>• 减少生产中的时间和成本</li> <li>• 收集、分享和使用信息以进行持续优化</li> <li>• 成本效益分析的原则和方法</li> <li>• 工业设备程序开发过程</li> <li>• 提高运行效率和产品质量的方法</li> </ul>                        |     |
| 个人应能够： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成节能减排，消除浪费，降低成本</li> <li>• 完成个性化定制生产，防止生产过剩</li> <li>• 制定合理安排库存及存储方式方法</li> <li>• 制定消减不必要的工艺</li> <li>• 完成降低次品率，杜绝不合格品</li> <li>• 制定合理调整传输和移动速度</li> <li>• 制定优化等待的时间</li> <li>• 分析并推荐使用优化的方法</li> </ul> |     |
| 合计                                                                                                                                                                                                                                                       | 100 |

### 三、评分方案

#### 3.1 评分方法

本次竞赛评分采用测量打分方式，按任务设置若干个评分组，每组由 3 名及以上裁判构成。每个组所有裁判一起商议，对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。如果选手在比赛过程中存在作弊或其他违规行为，裁判员将根据选手的违规情况进行处理，情节严重者取消成绩。

#### 3.2 评分规则

1. 总成绩高者名次在前；
2. 总成绩相同者，任务五、任务四、任务三、任务二、任务一的次序，任务模块成绩高者名次在前。按以上两项规则无法排出先后时，累计比赛用时短者名次在前。

#### 3.3 评测依据

在赛项设计过程中，将通过评分方案和测试项目来决定标准和评测方法的选择。评测依据，包含但不限于：

- 1. 作业过程的完整度和规范度
- 2. 设备动作、设备状态等参数调节的精准度
- 3. 螺栓紧固是否符合标准扭矩要求
- 4. 部件组装的工艺、完整度和正确情况
- 5. 设备或部件缺陷的排查情况
- 6. 故障处理的结果
- 7. 个人防护情况

四、测试项目

4.1 测试项目格式/框架

测试项目是五个任务：

任务一：数字化工厂设计

任务二：产线组装、编程和调试

任务三：个性化定制生产

任务四：数字化工厂虚实联调

任务五：数字化工厂优化

4.2 测试项目时间分配及分值权重

| 模块             | 时长（min） | 分值权重（%） |
|----------------|---------|---------|
| 任务一：数字化工厂设计    | 30      | 10      |
| 任务二：产线组装、编程和调试 | 60      | 30      |
| 任务三：个性化定制生产    | 40      | 20      |
| 任务四：数字化工厂虚实联调  | 60      | 20      |
| 任务五：数字化工厂优化    | 20      | 15      |
| 职业素养           |         | 5       |
| 合计             | 210     | 100     |

4.3 各模块作业内容及要求

竞赛内容涵盖工作组织与管理、数字化工厂设计、产线组装、编程和调试，数字化工厂虚实联调、数字化工厂优化等内容，主要考核选手利用仿真技术工具和数字孪生平台，构建、运行维护数字孪生体，完成数字化工厂的厂区布局设计、产线调试与绩效优化等作业能力。

任务一：主要考核选手搭建数字化工厂3D孪生体模型，设置模型属性参数，并完成产线功能验证的综合应用能力，该模块结合虚拟PLC、工业机器人离线编程软件及数字孪生平台，运用虚拟调试、自适应优化和数字化模拟验证技术，完成机电传动控制部分和数字孪生体调试优化及功能的验证；

任务二：主要考核选手搭建数字工厂实物模型，完成实际PLC与数字工厂产线网络互联的综合应用能力，调试并验证数字工厂实物产线运行稳定性，完成机电传动控制部分调试优化及功能验证；

任务三：主要考核选手生产制造执行系统MES及数字工厂网络平台的综合应用能力，运用网络通信技术，采集数据信息，优化生产流程和节拍，完成个性化定制生产任务；

任务四：主要考核选手利用数字孪生及生产实物平台，完成数字化工厂孪生数据与实际产线数据信息互联互通的能力；

任务五：主要考核选手根据工艺流程和节拍要求，完成数字化工厂生产工艺及节拍的优化，提高生产效率和产品质量的综合应用能力。

| 模块编号 | 模块名称    | 作业范围                                                                 |
|------|---------|----------------------------------------------------------------------|
| A    | 数字化工厂设计 | 01 虚拟场景模型搭建<br>02 各模型参数建立<br>03 信号配置<br>04 编写虚拟设备运行流程<br>05 虚拟设备流程调试 |

|   |            |                                                                                                                                                   |
|---|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| B | 产线组装、编程和调试 | 01 产线安装<br>02 产线上电测试<br>03 系统配置和功能检查<br>04 编写机器人程序<br>05 编写设备运行流程程序<br>06 设备流程调试<br>07 采集数字工厂数据信息无误<br>08 验证数字工厂实物产线运行稳定<br>09 完成实际PLC与数字工厂产线网络互联 |
| C | 个性化定制生产    | 01MES系统可读取PLC数据信息<br>02MES系统可读取机器人数据<br>03通过MES系统下发订单<br>04MES系统可存储已完成的订单                                                                         |
| D | 数字化工厂虚实联调  | 01 网络互联<br>02 数据采集<br>03 虚实联动                                                                                                                     |
| E | 数字化工厂优化    | 01 提高生产效率<br>02 提高产品质量                                                                                                                            |

#### 4.4 测试项目公布

比赛样题比赛前 15 天于网站发布（<http://www.brskills.com/jzzy/productjs.html>）公布。

#### 4.5 测试项目改动

正式比赛前，实操比赛试题会进行30%的改动。

### 五、技能管理与沟通

技能专家组由1位技能首席专家和各国选派的专家组成， 共同负责共同进一步修订本赛项远程决赛技术文件以及日常技能管理。

### 六、安全要求

请参考金砖国家职业技能大赛组委会健康、安全及环境政策和规范。

## 七、材料与设备

### 7.1 竞赛工位布局

- 1. 竞赛工位：每个工位占地15~20m<sup>2</sup>，标明工位号，并配备大赛平台1套、电脑桌椅2套、电脑2台。
- 2. 赛场每工位提供独立控制并带有漏电保护装置的220V单相三线交流电源和压力0.6~0.8MPa的气源，计算机电源单独供电，供电和供气系统有必要的安全保护措施。
- 3. 场地参考布局如图所示。

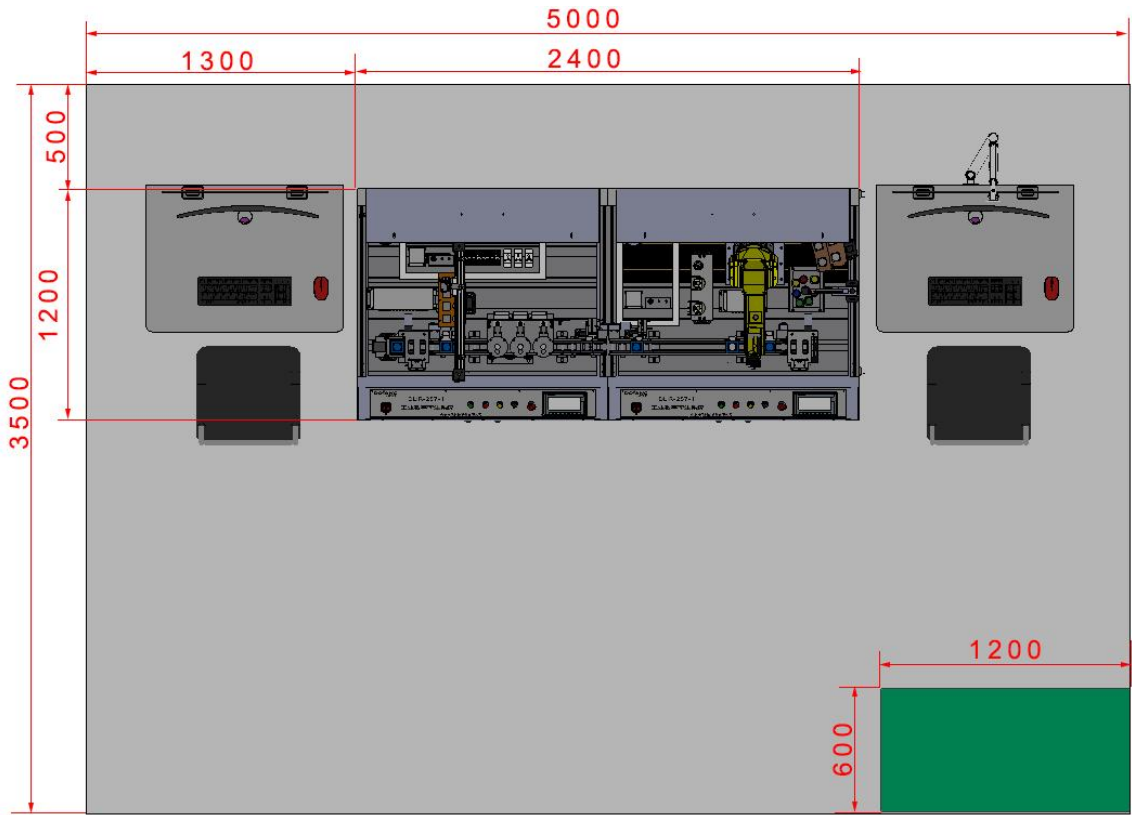


图1 单工位布局图

### 7.2 竞赛平台

竞赛平台（DLIR-275工业数字孪生系统），由数字孪生系统、生产制造执行系统MES、供料灌装站、机器人装配站、孪生工作站、多功能显示器、循环传输机构、供料模块、电动机械手、灌装模块、装配平台、成品仓、六轴工业机器人、快换夹具、2D视觉系统、PLC、HMI、RFID等组成。完成各任务模块产品的供料、传输、灌装、称重、分拣、加盖、入库等任务。

各工作站组成效果图如下图2所示：

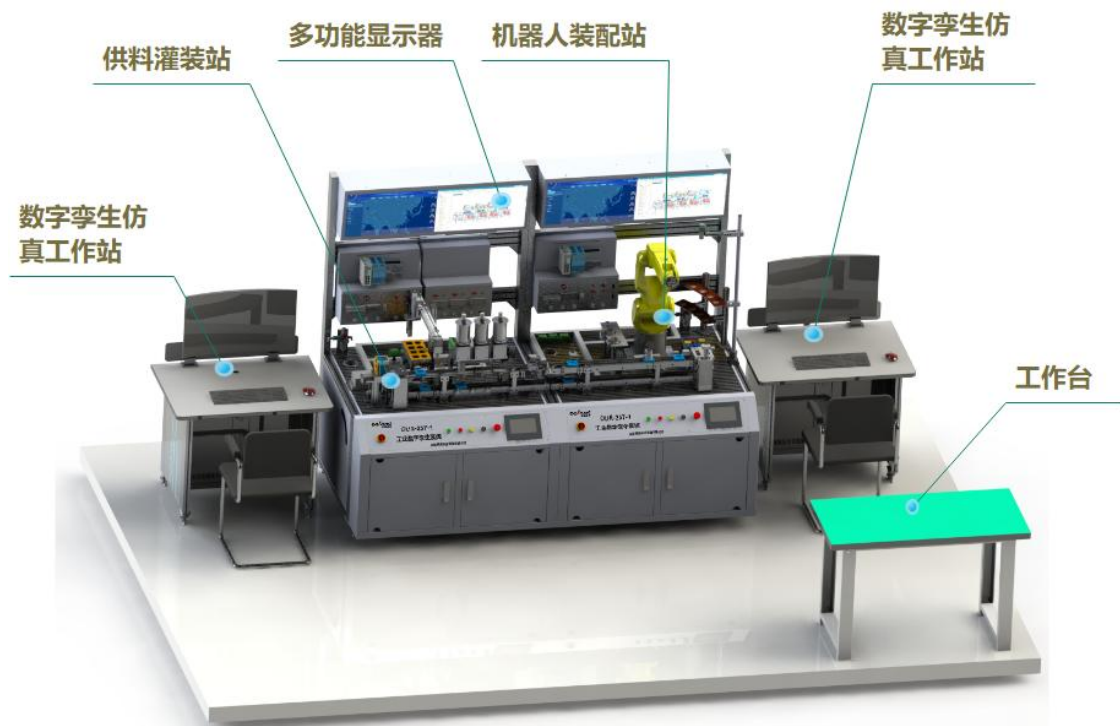


图2 设备总体效果图

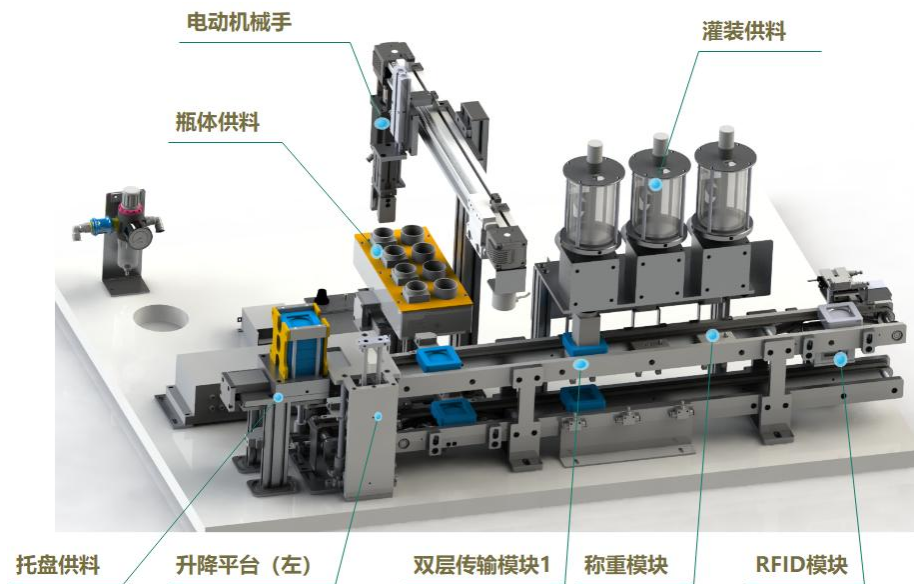


图3 供料灌装站效果图

供料灌装站如图3所示，主要由操作平台、操作电箱、立式挂箱模块、多功能显示器模块、托盘供料模块、瓶体供料模块、双层传输模块1、电动机械手模块、RFID读写模块、灌装供料模

块、集成式阀岛模块、升降平台、托盘、电控及通讯系统、气动单元等组成。主要完成瓶体供料、搬运、灌装、称重、RFID读写等功能。

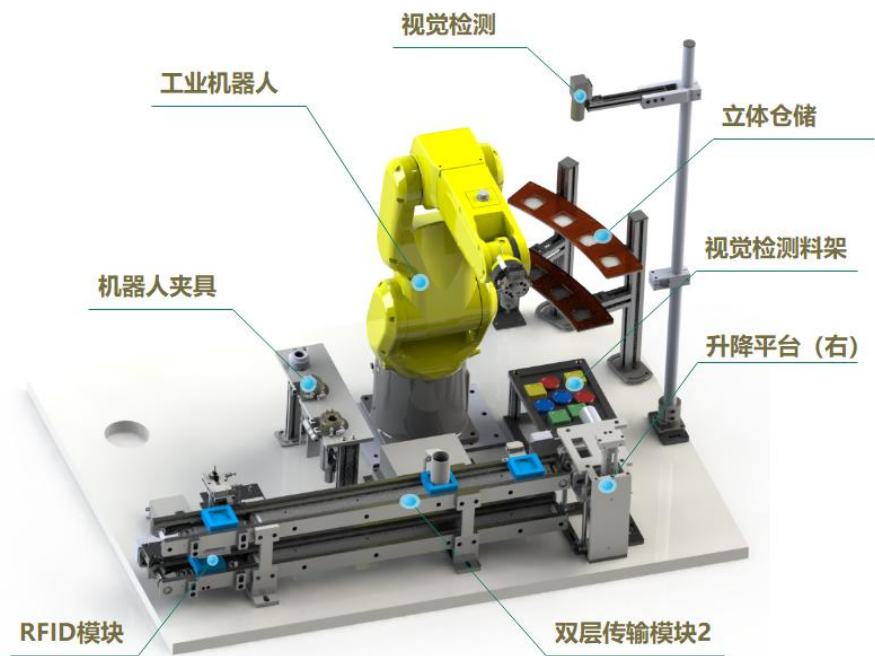


图4 机器人装配站效果图

机器人装配站如图4所示，主要由六轴工业机器人、操作平台、操作电箱、立式挂箱模块、多功能显示器模块、双层传输模块2、RFID读写模块、快换夹具座、视觉检测平台、视觉检测支架、立体仓储模块、集成式阀岛模块、升降平台、托盘、电控及通讯系统、气动单元等构成。主要完成RFID读写、视觉识别、加盖装配、入库等任务。

竞赛所需软件如下表所示：

| 序号 | 软件名称         | 软件型号                    | 版本     |
|----|--------------|-------------------------|--------|
| 1  | 数字孪生软件       | DL Tecno                | 16.0.1 |
| 2  | PLC 仿真软件     | SIMATIC_PLCSIM_Advanced | V4     |
| 3  | PLC 及触摸屏编程软件 | TIA_Portal              | V16    |
| 4  | OPC 通讯软件     | SIMATIC_NET_PC_Software | V16    |
| 5  | 2D 视觉软件      | VisionMaster_STD        | 3.0.2  |
| 6  | 机器人仿真软件      | ROBOGUIDE               | V9.4   |
| 7  | 生产制造执行系统 MES | DLMES-275               | V1.0   |

7.3 竞赛工具

选手自带实操工具，以下是推荐工具清单（建议但不限于）

|       |        |
|-------|--------|
| 内六角扳手 | 7 件套   |
| 尖嘴钳   | 160mm  |
| 剥线钳   |        |
| 压线钳   |        |
| 斜口钳   | 160mm  |
| 十字螺丝刀 | 5×75mm |
| 一字螺丝刀 | 5×75mm |
| 十字螺丝刀 | 3×75mm |
| 一字螺丝刀 | 3×75mm |
| 钟表螺丝刀 |        |
| 钢板尺   | 20cm   |
| 气管剪   |        |
| 电工胶布  |        |
| 记号笔   |        |
| 剪刀    | 中号     |
| 万用表   | 数字     |

7.4 选手防护装备

参赛选手必须按照规定穿戴防护装备，且只允许选手现场使用表中所示防护用具，违规者不得参赛。

选手必备的防护装备如下表所示

| 防护项目          | 图示                                                                                  | 说明           |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 绝缘鞋<br>(选手自带) |  | 绝缘、防滑、防砸、防穿刺 |

| 防护项目          | 图示                                                                                | 说明          |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 工作服<br>(选手自带) |  | 不能出现单位及身份信息 |
| 安全帽<br>(统一提供) |  | 不能出现单位及身份信息 |

选手禁止携带易燃易爆、U盘、智能电子设备等与大赛无关的物品，违规者取消比赛资格。

# 2023

## 金砖国家职业技能大赛 (金砖国家未来技能挑战赛)



金砖职赛微信号