



2024

金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能和技术挑战赛）

工业机器人数字孪生技术应用

BRICS-FS-40

技术规程（线下国际总决赛）

2024 年 02 月



目录

1 项目简介 3

 1.1 项目描述 3

 1.2 竞赛目的 3

2 选手需具备的能力 4

3 竞赛项目 5

 3.1 竞赛模块 5

 3.2 竞赛描述 5

4 竞赛方式 6

5 竞赛流程 6

6 竞赛赛卷 7

7 成绩评定 8

 7.1 评分标准制定原则 8

 7.2 评分方法 8

 7.3 评分细则 9

8 竞赛规则 11

 8.1 熟悉场地 11

 8.2 正式比赛 11

 8.3 成绩评定 11

 8.4 成绩公布 12

9 竞赛环境 12

 9.1 整体环境要求 12

 9.2 竞赛工位要求 12

10 技术平台 13

 10.1 技术平台要求 13

 10.2 主要设备参数 14

11 赛项安全 22

 11.1 组织机构 22

 11.2 赛项安全管理 22

 11.3 比赛环境安全管理 23

 11.4 生活条件保障 24

 11.5 参赛队职责 24

 11.6 应急处理 24

 11.7 处罚措施 25

12 申诉与仲裁 25

 12.1 申诉与仲裁 25

 12.2 申诉与仲裁的程序 25

1 项目简介

1.1 项目描述

赛项以工业机器人数字孪生为核心，以 3C 行业最典型的异形芯片插件工艺过程以及轨道行业铁轨的焊接打磨为任务主线考核工业机器人码垛、涂胶、装配、焊接、打磨等工艺的应用，其涵盖了工业机器人系统的虚拟调试、软硬件安装调试、集成应用等工作领域。检验参赛队伍计划组织和团队协作等综合职业素养，强调创新能力和实际操作能力，提升学生职业能力和就业质量。

1.2 竞赛目的

为贯彻习近平主席对技能人才工作的系列重要指示，更好地在全社会大力弘扬劳模精神、劳动精神、工匠精神，激励更多劳动者特别是青年一代走技能成才、技能报国之路，培养更多高技能复合型人才和大国工匠，促进我国就业创业和高质量发展。同时为继续落实金砖国家《厦门宣言》、《约翰内斯堡宣言》、《巴西利亚宣言》和《莫斯科宣言》中关于技能发展工作及技能创新工作的相关精神，共同推进金砖国家第二个金色十年的合作取得更大发展，举办本项目竞赛。

竞赛旨在考核参赛选手对工业机器人系统的安装、脚本编程、调试、虚拟仿真调试等专业能力以及团队协作、质量控制、安全意识等职业素养，兼顾选手在系统集成产品运维服务方面的技术应用，同时以真实工业应用场景为任务载体，充分考验选手面对复杂工作任务要求的问题分析、处理和实施能力，展现选手的综合职业素养和技能应用水平。

2 选手需具备的能力

（一）应熟练掌握的基础知识。

- 1) 工业机器人技术知识
- 2) 机械安装调试知识
- 3) 电气安装调试知识
- 4) 气动控制技术知识
- 5) 传感器技术知识
- 6) PLC 控制及应用知识
- 7) 智能视觉检测技术知识
- 8) HMI 人机组态技术知识
- 9) 结构化编程及虚拟仿真技术知识
- 10) 安全操作规程，职业守则知识

（二）应熟练掌握的基本技能

- 1) 数字孪生与虚拟调试软件使用技能，包含虚拟调试的方法
- 2) 工业机器人系统的使用方法，包含参数设定、系统标定、典型程序设计等
- 3) 视觉的使用方法，包含通信设定，典型程序设计等
- 4) PLC 系统的使用方法，包含输入输出的连接、通讯方法、典型程序设计等
- 5) 工业网络技术应用，包括网络基本架构、组网方法、通信协议、数据采集与处理等
- 6) 通用机电设备安装、调试、保养及维护

3 竞赛项目

3.1 竞赛模块

竞赛以 2 人组成团体进行比赛，通过团队协作完成竞赛任务内容。比赛分两个赛程，赛程一进行模块 A 竞赛，竞赛时长 3 个小时，结束后有 2 个小时进行模块 A 评分，赛程二进行模块 B 竞赛，竞赛时长 3 个小时，结束后有 2 个小时进行模块 B 评分。比赛评分方式为结果评分。

模块	任务
模块 A	仿真环境搭建
	集成系统手动调试
	集成系统虚拟联调
模块 B	工业机器人系统机械、电气装调
	工业机器人系统任务编程

3.2 竞赛描述

模块 A 工业机器人系统虚拟调试

模块 A-1 仿真环境搭建（在虚拟仿真软件进行模型场景搭建，零件定义、地址匹配等工作任务）

模块 A-2 集成系统手动调试（通过 PLC 实训箱完成硬件按钮与虚拟环境的手动调试）

模块 A-3 集成系统虚拟联调（通过编写 PLC、触摸屏程序，在虚拟仿真软件完成工业机器人程序仿真，最终完成整体联调，完成工业机器人码垛、涂胶、装配、多工艺加工等任务）

模块 B 工业机器人系统集成应用

模块 B-1 工业机器人系统机械、电气装调（按照要求完成机械安装、气路、电路连接和调试）

模块 B-2 工业机器人系统任务编程（按照要求完成涂胶、码垛、异形芯片的拾取、检测、分拣、装配盖板、多工艺加工等任务）

4 竞赛方式

本赛项不设参赛组别，年龄在 16 周岁（2008 年 1 月 1 日以前出生）-35 周岁（1989 年 1 月 1 日以后出生）的职业院校（含高职本科、技工院校）及本科院校在校师生、企事业单位职工等均可报名参赛。

每支参赛队由选手、指导专家（指导教师）、翻译、团队支持人员（领队）构成，其中选手和指导专家为必备人员。每支参赛队限报 2 名专家。

5 竞赛流程

表 1 竞赛工作流程安排表

竞赛日	时 间	事 项	参加人员	地点
第一天	8:00-12:00	参赛人员报到	参赛队及指导老师； 技术及专家组相关工作 人员报到	酒店
	13:30-15:00	裁判培训及技术说明会	裁判长、全体裁判员、 监督工作人员	会议室
	15:30-16:30	领队会、场次抽签	参赛队、裁判长及监 督裁判组等人员	会议室
	16:30-17:00	熟悉赛场	参赛队及领队人员	竞赛场地
	17:30-18:00	封闭赛场	裁判长及赛事监督人	竞赛场地

2024 金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能和技术挑战赛）

			员	
第二天	7:00-7:30	检录、加密	检录及加密裁判等	竞赛场地
	7:30-10:30	正式竞赛（第一赛程）	裁判长、现场裁判、 技术人员、监督、仲 裁等工作人员	竞赛场地
	10:30-12:30	赛程一评分	裁判组、选手	竞赛场地
	12:30-13:00	休息	裁判组、选手	竞赛场地
	13:00-16:00	正式竞赛（第二赛程）	裁判长、现场裁判、 技术人员、监督、仲 裁等工作人员	竞赛场地
	16:00-18:00	赛程二评分	裁判组、选手	竞赛场地
第三天	同第二天			
第四天	9:00-10:00	闭赛式	报告厅	参赛队、 裁判组等 全体人员
注：以竞赛指南实际日程安排为准				

6 竞赛赛卷

样卷在题型、所覆盖的知识点和技能点配分比例、自由创意型内容占比、卷面排版等方面与正式赛卷保持一致，改动不超过 30%。

7 成绩评定

7.1 评分标准制定原则

大赛题目和评分标准由金砖国家技能发展与技术创新大赛执行委员会专家、相关企业和行业的专家、院校专家共同设计，本着科学严谨、公正公平、可操作性强的原则制定评判标准、评分方法和评分细则，兼顾职业能力评价与职业素养评价相结合原则，总成绩满分为 100 分。

7.2 评分方法

1、赛项裁判组负责赛项成绩评定工作，设裁判长 1 名，全面负责赛项的裁判和管理工作。

2、参赛选手根据赛项任务书的要求进行操作，需要裁判确认的内容必须举手经过裁判员的确认，否则不得分。

3、赛项裁判组本着“公平、公正、公开、科学、规范、透明、无异议”的原则，根据裁判的现场记录、参赛队选手的赛项任务书及评分标准，评定成绩。

4、评分方法为过程评分和结果评分两类，根据裁判的现场记录、参赛队选手的赛项任务书及评分标准，评定成绩。所有评分材料须由相应评分裁判、选手签字和裁判长确认。

5、裁判的分组由裁判长负责。无相应执裁任务的裁判不得进入选手工位。选手按照裁判的指令展示评分项描述的功能。

7.3 评分细则

竞赛评分将采用定性与定量结合的方法，客观公正地评出各赛项任务的分数，为了确保赛事评判的客观性，针对每一套竞赛试题，将会定制赛题评分标准，将评分项尽可能细化到每一个细节，减少主观判断的比例，确保赛事的客观公正。

表 2 竞赛模块配分表

模块	评分项目	评分要点	分值
模块 A	仿真环境搭建（16 分）	1) 虚拟环境与真实环境搭建摆放一致 2) 正确设置软件初始状态	6
		1) 正确完成气缸的状态机定义 2) 正确完成传感器定义 3) 正确完成指示灯定义 4) 正确完成信号地址匹配 5) 正确建立通信	10
	集成系统手动虚拟调试（8 分）	1) 通过外部按钮控制虚拟调试场景气缸动作 2) 通过外部按钮控制虚拟调试场景指示灯装调变化 3) 实现安全光栅、蜂鸣器等报警	8
	集成系统虚拟联调（26 分）	1) 涂胶工具使用 2) 涂胶工艺过程的起始点、结束点 3) 涂胶轨迹与涂胶组件沿水平、方向偏移要求 4) 涂胶轨迹要求 5) 涂胶工艺虚拟联调	8
		1) 码（拆）垛夹爪工具使用 2) 码（拆）垛工艺过程的起始点、结束点 3) 物料码（拆）垛位置要求（如偏离、缝隙等） 4) 码（拆）垛的形状要求 5) 码（拆）垛工艺虚拟联调	9
		1) 吸盘工具的使用 2) 芯片组装工艺过程的起始点、结束点 3) 芯片拾取的轨迹要求 4) 芯片检测 PLC 控制 5) 芯片组装工艺虚拟联调	9

模块 B	工业机器人 系统机械、电 气装调	1) 法兰气路安装 2) 码垛单元安装 3) 涂胶单元安装 4) 接线面板接线 5) 工艺整理	8
	工业机器人 系统任务编 程	外壳涂胶 1) 取放涂胶笔快换工具 2) 涂胶工艺过程的起始点、结束点 3) 涂胶轨迹与涂胶组件沿水平、方向偏移 要求 4) 涂胶轨迹定制要求 5) 与 HMI 的虚拟调试	12
		产品码垛 1) 取放码垛夹爪快换工具 2) 码垛工艺过程的起始点、结束点 3) 产品码垛的位置、垛型要求 4) 码垛轨迹定制要求 5) 与 HMI 的虚拟调试	12
		产品异形芯片组装 1) 取放吸盘快换工具 2) 芯片的视觉检测 3) 按要求完成芯片分拣、装配 4) 与 HMI 的虚拟调试	18
职业素 养	1. 佩戴安全帽，着比赛服、穿电工绝缘鞋，不符合要求， 每项扣 0.5 分。 2. 工具摆放整齐，不符合要求扣 0.5 分。 3. 不随地丢弃气管、扎带等垃圾，不符合要求扣 0.5 分。 4. 比赛过程中脱安全帽，扣 1 分/次，最多扣 2 分。 5. 在完成工作任务的过程中违反操作规程或因操作不当， 造成除工业机器人、PLC、视觉系统这些重要器件之外的器 件损坏，扣 5 分。		

注：1. 职业素养部分不具体配分，但在工作过程中违反有关规定从参赛选手实际操作竞赛总得分中扣除 0—10 分，严重违规者以致停止比赛，并取消本竞赛模块分数。

2. 实际竞赛过程中各指标所占比例可能有所微调。

8 竞赛规则

8.1 熟悉场地

在比赛日前一天，参赛队在工作人员带领下，携带身份证件，按照规定路线有序进入赛场。任何人员只得在指定区域观察，不得进入赛位，不得触碰竞赛平台及赛位内物品。

8.2 正式比赛

1.赛前十分钟选手经裁判长允许进入工位，按设备清单检查竞赛平台、机械电气元件、工具、耗材、文具用品等，不得做与竞赛任务相关事情。

2.所有人员在赛场内不得有影响选手完成工作任务的行为。参赛选手不允许未经现场裁判许可随意离开赛位，使用文明用语，不得言语及人身攻击裁判和赛场工作人员。

3.参赛选手须严格遵守安全操作规程，确保人身及设备安全。参赛选手因个人误操作造成人身安全事故和设备损坏时，裁判长有权中止该参赛队比赛。如出现影响比赛正常进行的异常因素而无法比赛，由裁判长视具体情况做出裁决，并酌情补时。必要情况下，可启用备用设备。

4.选手退场时不得将任务书、草稿纸、赛位物品等带出赛场。配合裁判做好赛场记录。

8.3 成绩评定

成绩评定过程中，选手根据裁判要求展示竞赛成果和任务完成情况。裁判严格按照评分表，依照选手实际发生的动作情况完成评定过程，确保公平公正。

选手不得围观和议论其他选手评定情况。裁判不得将选手表现和评定结果泄露。

工作人员根据裁判要求配合评定工作，不得擅自进入赛位影响评判过程。

8.4 成绩公布

记分员将解密后的各参赛队伍（选手）成绩汇总成比赛成绩，经裁判长、监督组签字后，公布比赛结果。公布 2 小时无异议后，将赛项总成绩的最终结果录入赛务管理系统，经裁判长、监督组长和仲裁长在系统导出成绩单上审核签字后，在闭幕式上宣布。

9 竞赛环境

9.1 整体环境要求

1.竞赛场地平整、明亮、通风良好，场地采光良好，四周无太阳直射，照明条件优良，可保证赛位在比赛期间稳定的光源环境。

2.赛场规划独立参观通道和体验区域，不得影响竞赛正常进行。

3.赛场设置合理数量空调，保证赛场温度适宜。

4.赛项设置合理数量监控，保证无死角全覆盖所有赛位和人员活动范围，监控录像文件妥善保存。

5.赛场设置医疗站。

6.赛场放置灭火器。

7.赛场设置备用电源。

9.2 竞赛工位要求

1.单个竞赛工位面积不小于 16m^2 ($4\text{m}\times 4\text{m}$)，标明竞赛工位号码，有明显

BRICS-FS-40_工业机器人数字孪生技术应用_技术描述 TD_线下

区域划分，除了参赛工位，还应准备 1 个备用工位、赛场面积应不低于 300m²。

2.每个竞赛工位配备竞赛平台 1 套，操作桌 1 张（操作面积不小于 1000mm×1600mm），编程用电脑 2 台（配电脑桌），凳子 2 张。

3.每个竞赛工位提供竞赛平台用供电口 1 个（220V-5kW），编程电脑用供电口 4 个（220V-3kW）。

4. 编程用电脑配置要求，CPU 为 INTEL i5-8700 CPU（第 8 代，主频 2.8GHz，核心数 6）同级别或以上，4G 或以上 NVIDIA 独立显卡，内存为 8GB 容量同级别或以上，硬盘为 500GB 容量同级别或以上，安装正版 Windows 10 操作系统。

10 技术平台



图 2 竞赛平台示意图

10.1 技术平台要求

技术平台以桌面式关节型六轴串联工业机器人为核心，有装配单元、视觉单元、涂胶单元、码垛单元、快换工具单元、打磨单元、焊单元、去毛刺单元、仓库单元、人机交互单元、PLC 单元、离线编程单元、桌面平台单元以及气泵等，整体尺寸为 2240mm×1380mm 整体高度 1500mm。

技术平台带有可进行虚拟仿真验证的 PLC 实训箱，可进行 PLC 编程、触摸屏界面编程，带有操作面板、按钮、传感器、指示灯等元件。PLC 实训箱搭配工厂虚拟调试仿真软件 PQFactory，实现经 PLC 控制箱系统逻辑处理把真实的生产信号传递给 PQFactory 系统，PQFactory 系统根据相应控制变量属性执行仿真生产流程，同时将执行完的结果数据传递给 PLC 控制箱。

技术平台以 3C 行业最典型的异形芯片插件工艺以及轨道行业铁轨的焊接打磨为任务主线考核工业机器人码垛、涂胶、装配、焊接、打磨等工艺的应用，其涵盖了工业机器人系统的虚拟调试、软硬件安装调试、集成应用等工作领域。技术平台可实现所有竞赛内容，完全来源于工业应用现场的特征使其符合作为职业技能技术积累要求，用时也满足了职业院校不同专业学生针对工业机器人操作和编程技能的教学需求。

10.2 主要设备参数

表 3 竞赛技术平台设备配置规格

序号	名称	详细技术参数
1	工业机器人	本体： 1) 具有 6 个自由度，串联关节型工业机器人 2) 工作范围 580mm 3) 额定负载 3kg 4) 重复定位精度 0.01mm 5) 安全性包括安全停、紧急停、2 通道安全回路监测、3 位启动装置 6) 集成信号源为手腕设 10 路信号 7) 集成气源为手腕设 4 路空气（5bar）

		控制器： 1) 采用先进的工业机器人控制软件 2) 采用高级工业机器人编程语言 3) 内置 16 路输入/16 路输出的数字量 I/O 模块 示教器： 1) 图形化彩色触摸屏 2) 操纵杆
2	快换工具单元	1) 工具快换系统：机器人手臂安装有法兰端快换模块，可实现不同工具间自动切换，6 路气动信号，额定负载 3kg，厚度 38mm，重量 125g 2) 胶枪工具：含有工具端快换模块与法兰端快换模块配套，总长 140mm，外壳为铝合金材质，可以配合轨迹图纸实现模拟零件外壳涂胶的轨迹编程实训，可更换笔芯设计且笔芯可 10mm 窜动防止碰撞损坏 3) 夹爪工具：含有工具端快换模块与法兰端快换模块配套，可稳固抓取搬运码垛物料，总长 138mm，夹头为铝合金材质，采用气动驱动，内径 16mm，重复精度±0.01mm，闭合夹持力 34N，开闭行程 6mm 4) 吸盘工具：含有工具端快换模块与法兰端快换模块配套，6mm 直径吸盘 1 个，20mm 直径吸盘 4 个，两组吸盘采用 90 度安装，可稳固抓取各种形状的芯片零件及盖板 5) 打磨工具：含有工具端快换模块与法兰端快换模块配套，含有电动打磨工具，配有打磨头，可对零件表面进行打磨加工

		6) 焊枪工具:含有工具端快换模块与法兰端快换模块配套,含有一个内置激光头的模拟焊枪工具,用于焊接动作模拟
3	涂胶单元	1) 3D 轨迹图板尺寸 448mm×252mm 2) 轨迹路径包含圆形、三角形、复杂轮廓和样条曲线,以及不同位置、不同指向的基准坐标系 3) 提供工具 TCP 参数标定用尖锥,材质不锈钢,可以随意固定在轨迹图板的任何位置
4	码垛单元	1) 原料台由铝型材配合碳钢导槽构成,利用高度差实现物料自动排列 2) 码垛台由台面和支撑构成,台面为 POM,尺寸 150mm×115mm×15mm,采用铝合金型材支撑,高度 160mm 3) 包含模拟物料,材质 POM,尺寸 65mm×32.5mm×15mm,数量 6 个
5	视觉检测单元	1) 视觉检测采用 CCD 拍照检测,彩色检测,摄像面积 7.1mm×5.4mm,场景数 128 个,可存储图像数 43 张,可利用流程编辑功能制作处理流程,支持串行 RS-232C 和网络 Ethernet 通讯,提供高速输入 1 点、高速输出 4 点、通用输入 9 点和通用输出 23 点的并行通信,提供 DVI-I 监控输出 2) 提供环形光源,内圆直径 90mm,外圆直径 120mm,供电电压 24V,最大输出电流 830mA 3) 视觉检测结果和采集图像信息通过显示器即时显示
6	装配及检测单元	1) 安装检测单元内含 2 个功能相同的装配检测工位,可与工业机器人配合完成 PCB 异形芯片的安装及检测功能,2 个工位的安装由铝型材搭建的框架支撑

		2) 安装检测工位整体尺寸为 410mm×190mm×180mm，结构为铝合金材质，分为底板、安装平台和检测支架 3) 安装平台安装在双列线性滑轨上,宽度 9mm,长度 335mm,采用气动驱动，内径 16mm，有效行程 200mm 4) 检测支架升降由气动驱动，内径 16mm，有效行程 20mm，安装有 LED 导光板，尺寸为 100mm×100mm×1.5mm，可在检测过程中亮起 5) 安装有红、绿两色指示灯，用于在检测完成后提示安装是否有误、芯片是否有缺陷
7	PCB 及芯片料库单元	1) 单层共 2 个料区，可分别用于存放异形芯片零件、盖板 2) 整体弧形设计，内圆半径 500mm，方便机器人抓取物料 3) 电子产品 PCB 电路板由异形芯片零件、PCB 电路板和盖板组成，PCB 电路板和盖板由螺丝紧固 4) 异形芯片零件，包括圆形、小矩形、大矩形、方形等不同形状和不同颜色的芯片，用以代表 CPU、集成电路、电阻、电容、三极管等元件 5) PCB 电路板，尺寸 112mm×112mm，厚 1.5mm，上绘制了模拟电路线路图，留有不同异形芯片零件的安装位置，每个 PCB 电路板的线路图和芯片零件安装位置都不相同，代表不同电子产品，四角提供螺钉孔 6) 盖板，尺寸 120mm×120mm，厚 8mm，外壳雕刻文字代表不同电子产品，四角提供螺钉孔
8	焊接打磨 去毛刺单	1) 分别包含三个模块：去毛刺模块、带变位机的焊接平台、带力控打磨平台

	元	2) 去毛刺模块：包含一个去毛刺工具，去毛刺工具为电动打磨头，直径 40mm，供电电源 5V，供电电流 2A，采用轴承，可用于多种材料的切削打磨 3) 带变位机的焊接平台：包含一个伺服变位机和减速器，通过同步带传动，可实现不同角度对零件的焊接。伺服输入电源：单/三相 200V-240V 50/60HZ；控制电路电源：DC24V（±10%）；控制方式：正弦波 PWM 控制、电流控制方式；保护功能：过电流断路、再生过电流断路、过负载断路、电机过热保护、编码器异常保护、再生异常保护、欠电压保护、瞬时停电保护、超速保护、误差过大保护；支持控制模式：位置控制、速度控制、转矩控制等，支持 Profinet 协议。平台上集成有用于夹紧零件的气缸，缸径 10mm，行程 10mm。槽型光电用于零位检测。减速器减速比为 1:8 4) 打磨模块：包含有一个力传感器，用于检测打磨过程中对打磨工件的正压力，压力数据通过数显仪实时显示。力传感器外径尺寸 58mm，高 30mm，量程为 0~10KG，综合测量精度 0.3%F*S。平台上集成有用于夹紧零件的气缸，缸径 10mm，行程 10mm 5) 三个模块均安装在倾斜 20 度的安装板上，安装板尺寸为 400mm x260mm 6) 焊接打磨去毛刺对象均为 1:2.5 的仿型铁轨，材质为 Q235 7) 单元配备有与气电快插单元连接的 24 芯航空插头和气路控制电磁阀
9	智能料库	1) 智能料库单元由上下两层弧形板组成，上层弧形板可放置

	单元	6 个矩形码垛块，下层弧形板可放置 6 个铁轨毛坯料件，且下层每个料位均带有光电传感器进行缺料检测 2) 弧形料库单元安装在双列线性滑轨上，宽度 20mm，长度 310mm，采用无杆气缸驱动，内径 16mm，有效行程 200mm，安全保持力 140N；气缸两端安装有接近传感器，用于检测气缸运动是否到位 3) 单元配备有与气电快插单元连接的 24 芯航空插头和气路控制电磁阀
10	气电快插单元	1) 气电快插单元由一个电路通道和一个气路通道组成。 2) 电路通道配有 24 孔位的航空插座，可配合接触件直径 1mm 的航空插头，最大通过电流 5A，最大电压 400V，焊接方式接线 3) 气路通道配有气动手滑阀和 8mm 管接头，用于控制气路的通断 4) 气电快插组件安装在斜上 45° 方向的连接钣金上
11	操控面板	1) 提供工作站启动、停止、模式控制和急停按钮，可实现对设备运行操作 2) 提供故障及设备运行状态指示灯 3) 提供多个故障设置点，可模拟不同情况下的故障 4) 提供多个电路信号及气路信号的快接插口，可以方便完成电气接线及调试训练 5) 包含工业 HMI 触摸屏作为人机交互接口，屏幕尺寸 9 寸带按键，显示屏为 TFT ，64K 色 ，分辨率为 800 x 480，支持接口 PROFINET（以太网）

12	总控系统	1) 控制系统对标工业安全标准，采用故障安全型 PLC 和故障安全数字量输入模块，构建故障安全型控制系统，确保操作安全。 2) 采用高性能故障安全型 CPU 作为控制核心，提供 PROFINET 通信接口，工作存储器 125KB，负载存储器 4MB，CPU 板载 14 点数字量输入、10 点数字量输出和 2 点模拟量输入接口，布尔运算执行速度 $0.08 \mu s/\text{指令}$，移动字执行速度 $1.7 \mu s/\text{指令}$，实数数学运算执行速度 $2.3 \mu s/\text{指令}$。附带 3 个 16 点数字量输入 16 点数字量输出模块，另附带一个故障安全数字量输入模块，用于安全光栅、急停等安全传感器信号采集 3) 电气控制元件包含滤波、短路保险等安全机制 4) 工作台正面提供运行安全装置，采用光栅传感器，光轴数量 8，光轴间距 40mm 5) 操作过程可通过摄像头采集记录，焦距 2.8mm，焦段广角，清晰度 720p，感光面积 1/3 英寸，IP66 防水防尘，可通过 WiFi 连接云端监控，监控信息可存储在扩展存储卡中 6) 供气系统功率 600W，排气量 118L/min，最大压力 8bar，储气罐 24L，噪音 52db.
13	PLC 控制箱	1) PLC: 工作存储器 100KB，负载存储器 4MB，CPU 板载 14 点数字量输入、10 点数字量输出和 2 点模拟量输入接口，布尔运算执行速度 $0.08 \mu s/\text{指令}$，移动字执行速度 $1.7 \mu s/\text{指令}$，实数数学运算执行速度 $2.3 \mu s/\text{指令}$；2 个 PROFINET 端口 2) 人机交互界面 HMI：按键式/触摸式操作，7" TFT 显示屏，65536 颜色，PROFINET 接口。 3) 操作面板：包含光栅传感器 1 套、光电传感器 2 个、接近开关 1 个、槽型光电 1 个、电源按钮急停按钮 1 个、启动按钮 1 个、复位按钮 1 个、停止按钮 1 个、报警蜂鸣器 1 个
14	数字孪生软件	(1) 可以自由定义各种设备，包含机器人，气缸，传感器等。产线的基本设备都能自主定义，无死角的虚拟仿真。支持 PLC 多种信号，数值型，布尔型等信号。与 PLC 即时通信，真实的模拟设备通信；

		（2）在软件中，能够代替现实中的机器人，气缸，模组，传感器，数控机床等产线设备与 PLC 进行产线编程调试。完美的模拟实际设备的动作与信号传递。为工厂产线搭建节约了时间与金钱成本。无需真实设备购买齐全就可以进行真实的 PLC 编程； 3）底层采用 OpenGL 高级显示组件，模块式开发，减少程序干扰依赖。界面使用 Microsoft Visual Studio 等成熟工具，友好的人机交互，简单容易上手的操作。逼真的仿真设计，高效快速的准确模拟设备动作。是一款操作简单功能强大的虚拟调试软件。
--	--	---

表 4 赛场提供操作工具及耗材

序号	工具/耗材类型	数量	技术规格
1	竞赛平台	1 套	六轴串联机器人工作站及 PLC 控制箱
2	操作桌	1 张	/
3	椅子	2 把	/
4	电脑	2 台	INTEL i5-8700 CPU(8 代,主频 2.8GHz, 6 核) 或以上; 内存 8GB 或以上, 硬盘 500GB 容量或以上, Windows 10 及以上操作系统
5	安全帽	2 个	/
6	竞赛文具	1 套	/
7	手动工具	1 套	内六角扳手、钟表螺丝刀等
8	TCP 标定工具	1 套	工业机器人法兰端工具 固定工具

9	维修耗材	1 包	日常维护及常见维修耗材
10	清扫工具	1 套	/

11 赛项安全

11.1 组织机构

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，安场内人员疏散。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，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。

11.2 赛项安全管理

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。

按防火安全要求配置灭火器，并指定责任人在紧急时候用。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。

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。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。

11.3 比赛环境安全管理

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，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，并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。

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的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。

为了确保本次大赛的顺利进行，承办学院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）裁判员监督完成赛场电器控制系统通电前的检查，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。使用选手在进行计算机编程时要及时存盘，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。

11.4 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。承办院校需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。

11.5 参赛队职责

1.各参赛单位在组织参赛队时，须安排为参赛选手购买大赛期间的人身意外伤害保险。

2.各单位参赛队组成后，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。

11.6 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组委会，同时采取措施，避免事态扩大。赛项组委会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，赛区组委会应向大赛组委会报告详细情况。

11.7 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。

12 申诉与仲裁

12.1 申诉与仲裁

- 1.赛项成立仲裁工作组。仲裁工作组在赛项组委会领导下开展工作，并对赛项组委会负责。
- 2.仲裁人员的职责
 - （1）熟悉赛项的竞赛规程和规则。
 - （2）掌握本赛项的竞赛进展情况。
 - （3）受理各参赛队的书面申诉。
 - （4）对受理的申诉进行深入调查，做出客观、公正的集体仲裁。

12.2 申诉与仲裁的程序

- 1.各参赛队对不符合赛项规程规定的仪器、设备、工装、材料、物件、计
- BRICS-FS-40_工业机器人数字孪生技术应用_技术描述 TD_线下

计算机软硬件、竞赛使用工具、用品，竞赛执裁、赛场管理、竞赛成绩，以及工作人员的不规范行为，向仲裁工作组提出申诉。

2. 申诉主体为参赛队指导专家。

3. 申诉启动时，由指导专家向仲裁工作组递交亲笔签字同意的书面 申诉报告。报告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。非书面申诉不予受理。

4. 提出申诉应在赛项比赛结束后 2 小时内提出。超过 2 小时不予受理。

5. 赛项仲裁工作组在接到申诉报告后的 2 小时内组织复议，并及时将复议结果以书面形式告知申诉方。申诉方对复议结果仍有异议，可由指导专家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。

6. 申诉方不得以任何理由拒绝接收仲裁结果；不得以任何理由采取过激行为扰乱赛场秩序；仲裁结果由申诉人签收，不能代收；如在约定时间和地点申诉人离开，视为自行放弃申诉。



2024金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能和技术挑战赛）

