



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)

线下样题 TP(仅供省级选拔赛参考)

BRICS-FS-08_人工智能机器人系统集成及应用

2023 年 5 月

选手须知：

1. 任务书共 **26** 页，如出现任务书缺页、字迹不清等问题，请及时向裁判示意，并进行任务书的更换。

2. 参赛队应在 2.5 小时内完成任务书规定内容。

3. 竞赛任务完成过程配有 2 台计算机，已预装竞赛过程中必需的开发软件和环境。参考资料（软件安装包、机器人用户手册、机器视觉系统用户手册、PLC 控制器用户手册、参考源码等）放置在“D:\参考资料”文件夹中。选手在竞赛过程中利用计算机创建的软件程序文件必须存储到“D:\场次号_工位号”文件夹中，未存储到指定位置的运行记录或程序文件不作为竞赛成果予以评分。计算机编辑文件实时存盘，建议 10-15 分钟存盘一次，客观原因断电情况下，酌情补时不超过十五分钟。

4. 任务书中只得填写竞赛相关信息，不得出现学校、姓名等与身份有关的信息或与竞赛过程无关的内容，否则成绩无效。

5. 竞赛过程中严禁更改竞赛平台各单元内部电路、气路接线。由于参赛选手人为原因导致竞赛设备损坏，以致无法正常继续比赛，将取消参赛队竞赛资格。

竞赛场次：第____场

赛位号：第____号

一、 竞赛设备说明

大赛的竞赛平台为“人工智能机器人系统集成及应用平台”（以下简称“竞赛平台”），如图1所示。竞赛平台以四轴机器人单元M1 Pro为核心，集成了PLC控制单元、触摸屏单元、视觉单元、供料单元、滑槽存储单元、颜色材质检测单元、输送皮带单元，另外还有模块化接线单元、供气系统和电源组件。结合百度云平台语音识别、本地数据集训练，能够实现基于人脸识别、语音识别、机器视觉、深度学习、机器人控制等多种技术融合的未来智能应用场景，可作为日常生活、商业、工业等各领域的人工智能解决方案。为完成本次工作任务，所有涉及到硬件设备都在竞赛平台内选择。



图 1：人工智能机器人系统集成及应用平台

1. 竞赛平台台面

竞赛平台台面由铝型材拼接而成，方便选手安装竞赛所需的各个设备模块，如图 2 所示。

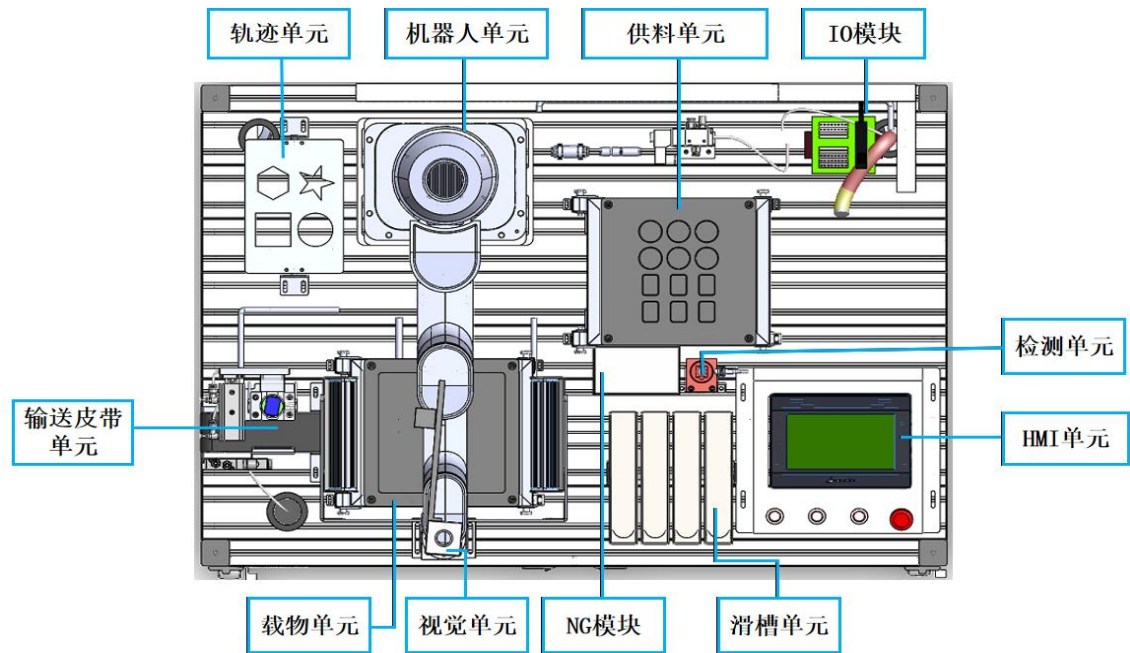


图 2：竞赛平台布局示意图

2. 控制单元

竞赛平台的 PLC 控制单元采用西门子 S7-1200 系列 PLC 主机，使用 220V AC 供电，在工作站下层正面的供电线路中，提供了两路空开，如图 3 所示，其中 QF1 为工作站总线路开关，QF2 为 24V DC 适配器、48V DC 适配器等元件供电开关，控制 PLC 控制单元、触摸屏单元、机器人单元、上料单元、传送单元、颜色材质检测单元等设备的电源开关。**注意：初始状态所有空开为关闭状态，上电前需要请示裁判方可开启。**

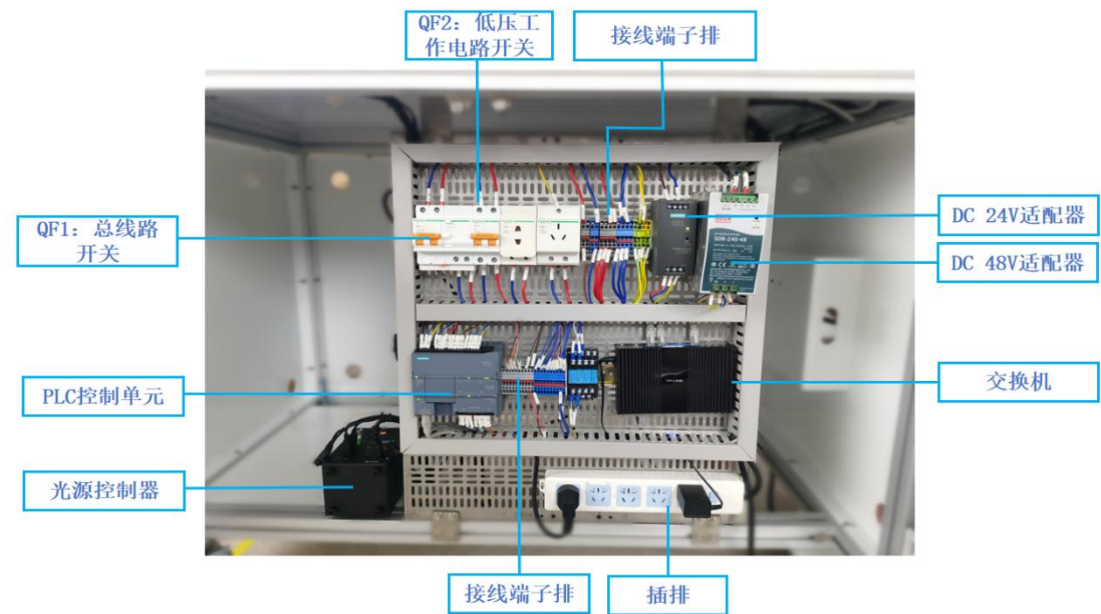


图 3：供电线路设备示意图

3. HMI 单元

竞赛平台采用的触摸屏型号为：西门子 KTP700 Basic PN，像素为 800X400，触摸屏上有 1 个拨动开关、1 个启动按钮、1 个停止按钮和 1 个急停按钮。

4. 机器人单元

M1 PRO 机器人单元采用四轴协作型机器人，可以完成 X、Y、Z 空间方向的运动及末端旋转，最大负载为 1.5kg，臂长为 400mm，末端的工作范围为 $\pm 360^\circ$ ，重复定位精度 $\pm 0.02\text{mm}$ 。M1 PRO 机器人末端配备吸盘和标定针工具，可以自行更换完成相应的工作。

5. 视觉单元

（1）视觉单元

视觉单元包含了 1 个彩色相机，规格为 500 万像素；镜头焦距为 12mm 和 35mm 焦距各 1 个；光源为 1 个白色环形光源、2 个白色条形光源和 2 个蓝色条形光源；1 个双通道光源控制器；1 套辅助配件等。

(2) 标定板

本任务提供一个 5 点标定板，如图 4 所示，精度±0.01mm，选手依据检测需求选择标定方式。

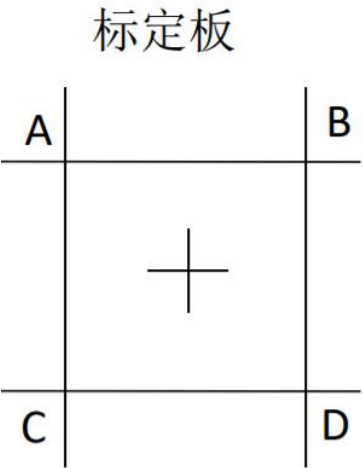


图 4：标定板

6. 供料单元

供料单元由 6 个圆形物料区、6 个矩形物料区和一个 NG 区组成，如图所示。



图 5：供料单元示意图

7. 滑槽单元

滑槽存储单元由滑槽 1、滑槽 2、滑槽 3、滑槽 4 组成，如图 6 所示。滑槽均为斜台设计。

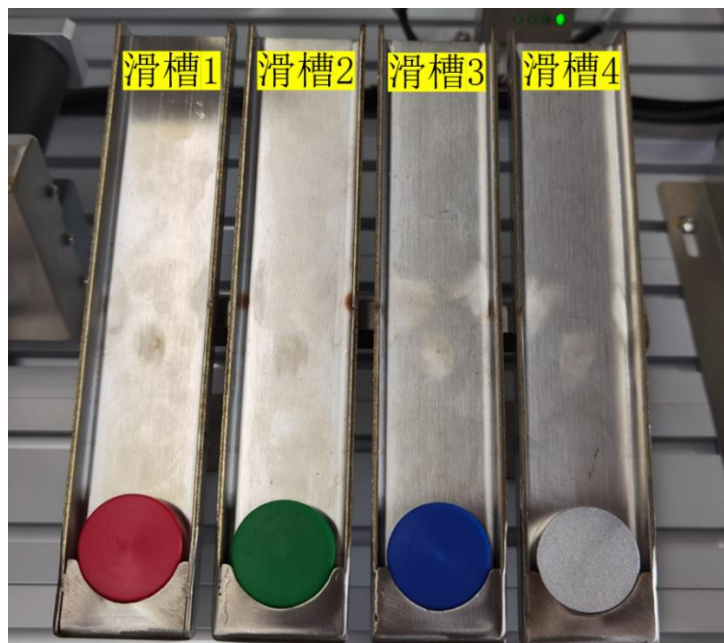


图 6：滑槽单元示意图

8. 竞赛物料

（1）图像物料

图像物料的大小规格为 $\Phi 30\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的圆柱体，如图所示，上表面为物料图像，图像分为口罩、面罩、矿泉水、手套、防护服、面包、方便面、香肠八大种类。比赛过程中需要将工作任务中指定图像物料系列，按照不同的标签从输送单元自动分拣到指定的滑槽存储单元。



图 7：图像物料示意图

（2）颜色物料

颜色物料的大小规格为 $\Phi 30\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的圆柱体，但上下表面没有图像，如图所示。需要通过识别物料的颜色进行对应的分拣。



图 8：颜色物料示意图

（3）二维码物料

二维码物料为长方体，如图所示，上表面为二维码图像，比赛过程中需要识别二维码内容，根据二维码信息区分风控区域，分拣到指定的滑槽存储单元。（例如数字 25 为中风险区，数字 50 为高风险区，数字 75 为隔离区）



图 9：二维码物料示意图

（4）数字物料

数字物料的大小规格为 $\Phi 30\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的圆柱体，上表面为数字图像（0-9），如图所示。比赛过程中需要识别数字，按照不同的数字放置到对应区域。

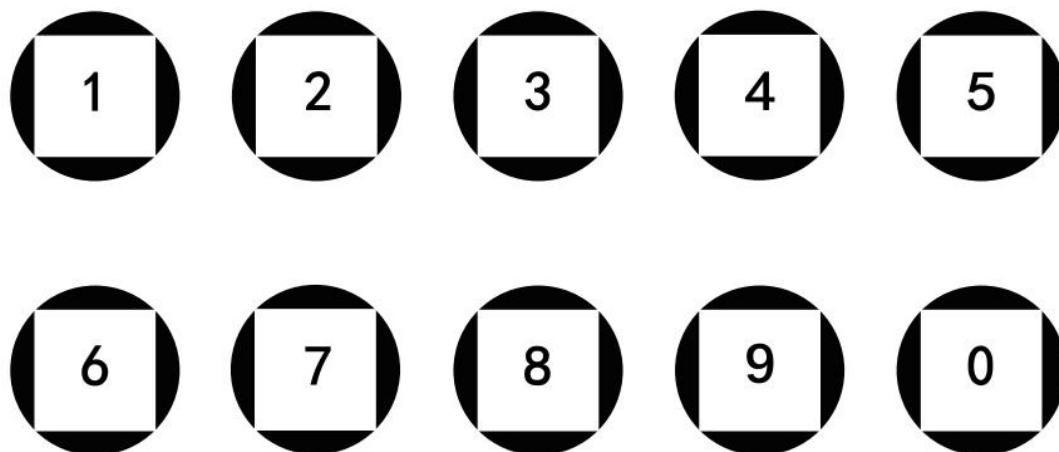


图 10：数字物料示意图

二、竞赛软件说明

1. Python 编程软件

Python是一种广泛使用的解释型、高级编程、通用型编程语言。本任务书提供Python IDE官方编程软件，IDE开发环境是用于提供程序开发环境的应用程序，一般包括代码编辑器、编译器、调试器和图形用户界面等工具。集成了代码编写功能、分析功能、编译功能、调试功能等一体化的开发软件服务套。

注：考虑到选手不同的编程习惯，比赛另提供第三方编程软件PyCharm和VsCode

离线安装包，比赛期间参赛选手可自行安装配置。

2. 视觉编程软件

在视觉编程软件中，参赛选手可采用图形化编程方式，根据检测要求完成视觉检测方案的创建和图像处理流程的设计。

在图形化编程过程中，选手需要根据图像处理的流程方法选择合适的图像处理工具。软件中已对算法进行模块化封装，方便用户使用。模块工具包含定位、测量、识别、标定、对位、图像处理、颜色处理、缺陷检测、逻辑工具和通信十大工具组。

3. 机器人编程软件

本任务书采用的机器人编程软件为 DobotSCStudio，该软件支持机器人示教再现、图形化编程、脚本编程、IO 控制以及报警处理等功能。

4. PLC 和 HMI 编程软件

本任务书采用的 PLC 编程软件为博途 TIA PortalV15.1，全集成自动化软件，是西门子推出的全新的工业自动化软件，它是一套面向编程人员的编程工具，可以更加直观、高效、快速的进行自动化项目的开发，同时也支持 HMI 的界面设计。

三. 竞赛任务概述

1. 任务概述

竞赛任务模拟以当前疫情下的防控工作为背景，通过人工智能机器人系统对疫情防控下的医疗物资和应急食品物资进行判断、识别、分拣。参赛选手需在任务书中已给定的前提下，选择合理的人机功能软硬件模块、合理的识别与分类逻辑，调试人脸识别系统，训练部署深度学习模型，完成 PLC 自动化系统、机器视觉系统、智能机器人系统共同集成的人工智能机器人应用系统。

2. 系统运行流程设计

（1）流程一：人脸验证。

系统上电启动运行后，进入任务动作前需要进行人脸识别核对身份方可进入系统。通过摄像头拍摄人脸，确认是否具有系统操作权限。

（2）流程二：语音控制。

搭建百度云平台语义分析模块，进入语音指令输入界面，系统可以接收智能物料分拣系统的语音指令，语音指令分为两种指令：语音任务指令、语音控制指令。

（3）流程三：物料分类模式。

依据流程二语音下达“物料分类”指令后：①控制机器人将供料单元上的数字物料抓取后，放置到传送带上的视觉识别区域内进行拍照识别，视觉单元将字符信息发送给 PLC 判断奇偶，机器人根据结果将物料放置到不同区域。②控制机器人将供料单元上的颜色物料抓取后，放置到检测单元上进行颜色检测，根据结果将竞赛颜色物料进行分拣，放置到不同区域。

（4）流程四：疫情防控模式。

依据流程二语音下达“疫情防控”指令后：控制机器人将供料单元数字二维码物料抓取后，放置到传送带上的视觉识别区域内进行拍照识别，机器人根据二位码内识别后的信息放置到对应区域，传送皮带单元上供料模块，将图像物料从料仓内推送至传送皮带上，物料跟随皮带运动至视觉识别区拍照，视觉系统将拍照结果保存到指定路径，由Python程序对此图像完成图像推理并将结果发送给PLC，最后由机器人根据推理结果将竞赛图像物料进行分拣，放置到对应区域。

*系统框架运行信息流见附件1

四、竞赛任务

请按要求在3个小时内完成以下六个工作任务，任务一：平台系统硬件装调；任务二：机器视觉调试；任务三：人工智能系统部署应用；任务四：HMI触摸屏设计与编程；任务五：整体联调；任务六：职业素养。

*系统框架运行信息流见附件1

任务一：平台系统硬件装调

1. 视觉系统硬件装调

（1）根据图 11 的位置安装相机支架、相机、镜头和光源；镜头对焦环、光圈环顶丝紧固不松动，没有错装、漏装现象。视觉单元底座安装尺寸误差不超过 $\pm 5\text{mm}$ 。

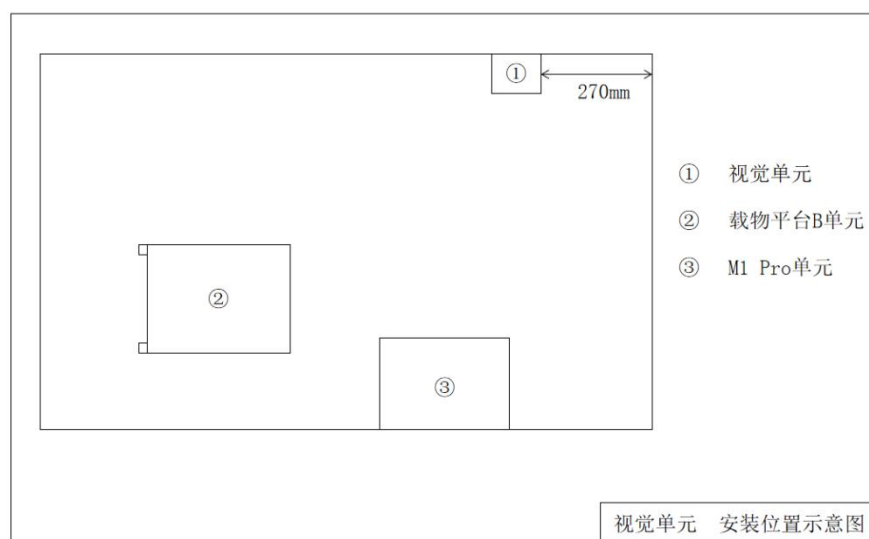


图 11：视觉单元 安装位置示意图

（2）视觉系统电源线、通讯线走线规范、整洁、固定牢固，接口连接正确。

2. 供料单元单元硬件装调

根据图 12 的位置安装物料存储单元，不出现螺丝少装、底座松动等异常情况。底座安装尺寸误差不超过 $\pm 5\text{mm}$ 。

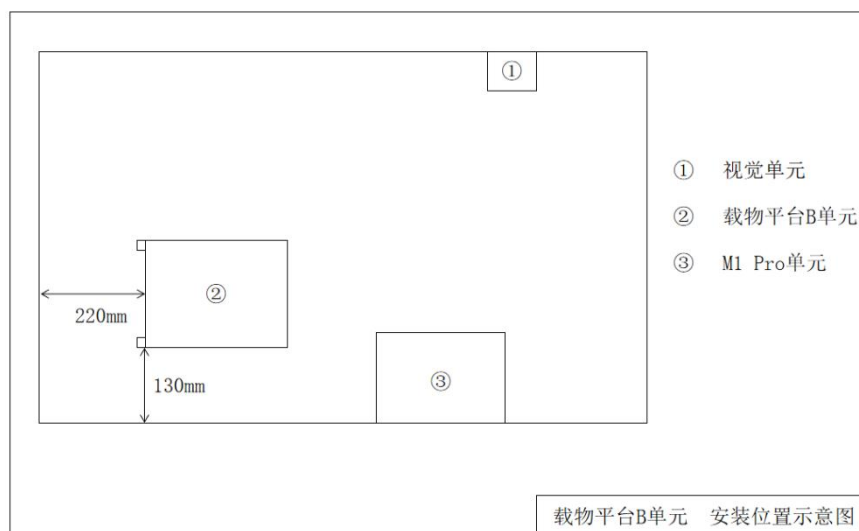


图 12：物料存储单元安装位置示意图

任务二：机器视觉系统软件装调

1. 选择合适的镜头（12mm或35mm），选定后评分时整体流程都是用一款镜头，不能中途更改。
2. 调试镜头参数和相机参数，保证输出彩色、清晰、明亮的图像。
3. 根据竞赛提供的标定板，选择合适的标定工具，编写相对应的程序，进行手眼标定，以实现把图像坐标转成机器人坐标系统。并输出标定转换文件，文件命名自定义，存储位置自定义。

任务三：人工智能系统部署应用

根据给定的Python初始程序，按任务要求编写完善功能。Python所有工程存放路径都为“D:\场次号_工位号\Python0304”，文件夹Python0304为Python+

场次+工位号（如第三场的04工位，文件夹名称即为Python0304）。选手请按照要求，完成以下3项任务：

1. 人脸模型训练

- （1）人脸收集。优化人脸收集代码，运行该程序分别收集两位参赛选手的人脸数据集，name为选手姓名拼音首字母大写，如“李燕”，拼音字母为“LY”，id分别为“0”和“1”。
- （2）人脸训练。优化人脸训练代码，运行该程序训练人脸数据集，得到人脸模型，命名自定义，存储位置在语音人脸Python工程中。
- （3）人脸验证。优化人脸验证代码，添加自己的姓名拼音首字母大写，加载人脸模型，实现人脸识别功能。
- （4）补全语音人脸Python工程缺失的主程序，添加人脸识别代码。
 - ① 人脸检测框、姓名拼音首字母大写和匹配指数都需要显示在窗口上；
 - ② 匹配指数需要 ≥ 5 才能通过人脸验证。

2. 深度学习模型训练

- （1）制作数据集。选手使用视觉套件和图像物料制作数据集和数据标签。（可参照给定的参考数据集）
 - ① 图像旋转等方式增加图像数量，图像格式只限.jpg或.png。
 - ② 为了能够得到更优质的数据集图像，可使用脚本进行批量裁剪，也可以使用Snipaste-2.5.6-Beta-x64.exe截图软件按下F1键手动裁剪图像。
 - ③ 图像准备好后，需要对数据集做标签并按照标准格式放置图像识别Python工程的数据/train文件夹里面。
- （2）模型训练。运用Pytorch框架自行调整训练参数，修改并优化模型训练代码运行该程序，生成并保存深度学习模型，命名自定义，存储路径在图像识别Python工程中。
- （3）roi区域裁剪。修改并运行roi测试代码，寻找合适的roi裁剪范围、阈值

- 范围及轮廓提取面积。
- (4) 模型推理。修改并运行模型推理测试代码，对训练完成的模型进行推理和评估测试。
- (5) 优化并完善图像识别Python工程的主程序。

3. 语音识别应用

- (1) 添加百度云语音识别应用api的密钥。将AppID、APIKey、SecretKey添加到对应的Python程序中。（比赛提供可用密钥，选手可以直接使用）
- (2) 补全语音人脸Python工程缺失的主程序，添加语音识别代码。
- ①语义分析可选用xpinyin库进行解析，也可自行安装其他第三方库实现语义分析功能；
- ②语义分析之后，要求根据任务书把相应的任务模式指令及语音控制指令发送给视觉系统，以完成语音下单功能。
- (3) 语音指令。语音指令分为两种指令：语音任务指令、语音控制指令如下表：

语音任务指令	物料分类、疫情防控
语音控制指令	系统启动、系统停止 正转启动、反转启动

表 1

任务四 HMI 触摸屏设计与编程

赛题中所给出的界面样式仅做参考非开发依据，界面效果不做评分要求，选手根据赛题要求自行设计，满足信息展示和操作功能即可。界面开发所需图片素材存储在“D:\参考资料”文件夹中。

1. 欢迎界面设计

- (1) 利用 TIA 编程软件，在 HMI 项目中新建页面，并将其设定为启动页面。
- (2) 对页面属性和项目运行参数进行设置，使 HMI 项目在运行时，可以正常显示，不会出现信息显示不全等问题。
- (3) 对页面控件进行布局 and 开发，可以通过按钮点击实现进入“欢迎界面”、“手动界面”、“疫情信息界面 1”和“疫情信息界面 2”，并能够实现在各页面之间的相互返回与切换。



图 13 欢迎界面

2. 手动界面开发

- (1) 利用 TIA 编程软件，在 HMI 项目新建界面，可通过“欢迎界面”的相关控件打开画面，且该画面可退回到“欢迎界面”。
- (2) 对页面属性和项目运行参数进行设置，使 HMI 项目在运行时，可以正常显示，不会出现信息显示不全等问题。
- (3) 对页面控件进行布局 and 开发，可以实现对由总控单元 PLC 板载 I/O 所控制的电磁阀、直流电机、传感器及监控的传感器的动作控制和状态监控，方

便应用平台调试动作配合和在出现危险状态时手动恢复设备。



图 14 手动界面

3. 疫情信息界面 1

- (1) 利用 TIA 编程软件，在 HMI 项目新建界面，可通过“欢迎界面”的相关控件打开画面，且该画面可退回到“欢迎界面”。
- (2) 对页面属性和项目运行参数进行设置，使 HMI 项目在运行时，可以正常显示，不会出现信息显示不全等问题。
- (3) 对页面控件进行布局 and 开发，可以实现对表 9 中所示参数进行监控。



图 15 疫情信息界面 1

序号	名称	参数项
1	第 1 个检测人员	疫情区域信息
2	第 2 个检测人员	疫情区域信息
3	第 3 个检测人员	疫情区域信息

表 2 参数列表

4. 疫情信息界面 2

- (1) 利用 TIA 编程软件，在 HMI 项目新建界面，可通过“欢迎界面”的相关控件打开画面，且该画面可退回到“欢迎界面”。
- (2) 对页面属性和项目运行参数进行设置，使 HMI 项目在运行时，可以正常显示，不会出现信息显示不全等问题。
- (3) 对页面控件进行布局 and 开发，可以实现对表 10 中所示参数进行监控。



图 16 疫情信息界面 2

任务五：整体联调

1. 联调准备

（1）应用平台初始化

- ① 机器人处于安全姿态。
- ② 供料单元按要求摆放完成。
- ③ 输送皮带单元的上料气缸处于缩回状态和皮带处于静止不动状态。
- ④ 检测单元的放料工位为无物料状态。
- ⑤ 滑槽单元的 1~4 号滑槽为无物料状态。
- ⑥ “系统运行”指示灯显示黑色，“系统待机”指示灯显示黄色。若料仓有料，“料仓状态”显示绿色；若料仓无料，“料仓状态”显示红色。

（2）联调前，由裁判随机将所有图像物料添加进料仓中，将数字物料、颜色物料和二维码物料随机放置到对应区域。

（3）参赛选手共有2次系统整体联调的机会，若第一次系统运行调试失败，可再一次进行系统运行调试操作，不影响扣分。

（4）根据比赛工艺流程，结合提供的硬件单元功能，合理设计控制系统结构，并在图17上补充绘制控制系统通讯拓扑结构。要求：各功能单元通过连线体现出所有网络通信设备的连接情况，并注明设备名称和其IP地址。

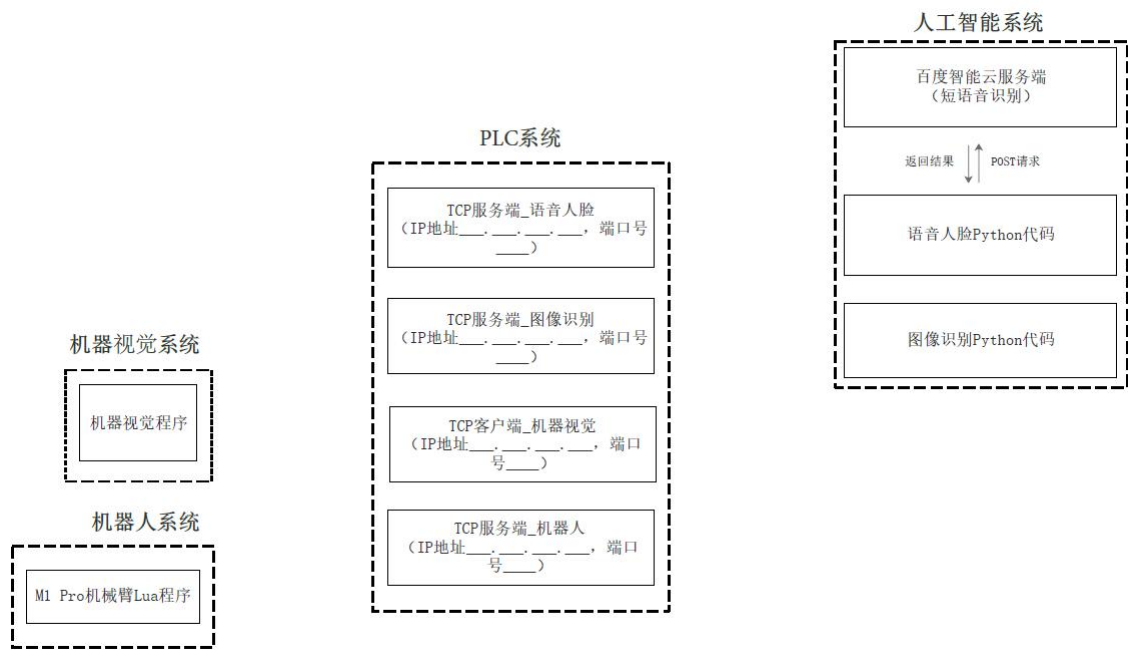


图 17 系统流程拓扑图

2. 人脸验证

裁判随机抽选1位参赛选手进行人脸验证，匹配指数需要 ≥ 5 才能通过人脸验证。每次验证时间不超过30s，且只有两次验证机会。若在规定时间内没有通过验证，则说明人脸验证失败，扣除相应的联调分数。

3. 语音控制指令

- (1) 下达“系统启动”语音指令，系统无具体动作，触摸屏界面上“运行”指示灯显示绿色，“待机”指示灯显示黑色。
- (2) 下达“正转启动”语音指令，皮带正向转动3s后停止。
- (3) 下达“反转启动”语音指令，皮带反向转动3s后停止。
- (4) 下达“系统停止”语音指令，系统完成当前动作后，停止动作，触摸屏界面上“运行”指示灯显示黑色，“待机”指示灯显示黄色。

4. 语音任务指令

- （1）下达“物料分类”指令，执行物料分类流程。
- （2）下达“疫情防控”指令，执行疫情防控流程。

5. 物料分类流程

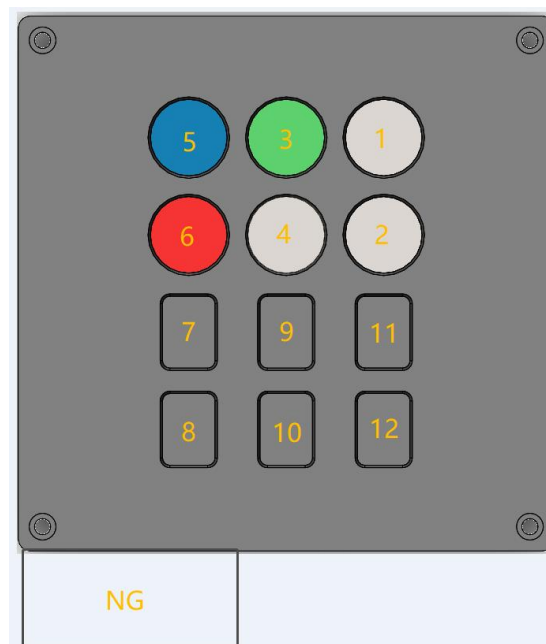


图 18 供料单元

- （1）机器人分别取出供料单元1、2、4号区域数字物料，放置到传送带上的视觉识别区。
- （2）机器视觉执行数字物料识别流程。
- （3）机器视觉将识别结果发送给PLC进行奇偶数判断。
- （4）若判断结果为奇数，机器人将物料放置到原位；若判断结果为偶数，机器人将物料放置到供料单元NG区域。重复执行以上流程直到三个数字物料都被分拣完毕。
- （5）机器人取出供料单元3、5、6号颜色物料放置到检测单元进行颜色检测，并根据检测结果分别放置到对应滑槽（红色物料放置到1号滑槽，绿色物料放置到2号滑槽，蓝色物料放置到3号滑槽）。

6. 疫情防控流程

- (1) 机器人依次取出供料单元8、10、12号二维码物料放置到图像识别区。
- (2) 机器视觉执行二维码识别流程，并将结果发送给PLC进行防控等级判断，
包含：中风险、高风险、隔离。
- (3) 机器人根据判断结果将此二维码物料放置到对应滑槽（滑槽1放置中风险物料，滑槽2放置高风险物料，滑槽3和滑槽4放置隔离物料）。重复执行以上流程直到三个二维码物料都被分拣完毕。
- (4) 控制输送皮带单元启动，将图像物料送至图像识别区。
- (5) 机器视觉进行图像拍照，将图像保存至“D:\VisionMaster”。
- (6) Python图像识别程序对图像进行识别分类，并将结果发送给PLC。
- (7) 机器人根据物资需求将图像物料放置到对应滑槽。

*物资需求：中风险区需要1个口罩，1个矿泉水；高风险区需要1个口罩，1个面罩，1个矿泉水，1个面包；隔离区需要1个口罩，1个面罩，1个矿泉水，1个面包，1个防护服，1个手套，1个方便面，1个香肠。

- (8) 触摸屏功能应用。
 - ① 手动状态下触摸屏控制推料气缸推出缩回，控制皮带正反转。
 - ② 联调过程中触摸屏监控人员疫情信息和物资需求信息。

说明：

1. 系统联调顺序依次为：“人脸验证”->“语音控制指令”->“语音任务指令1-物料分类”->“语音任务指令2-疫情防控”。
2. 每队参赛选手共有2次整体联调机会，如果中间某个环节实现不了，选手可以选择放弃，通过调试助手或屏蔽某些代码继续进行联调任务。
3. 没有连续完成一整套联调任务的，扣除系统联调综合分，但可获得相应环节的步骤得分。
4. 所有环节的评分阶段，未经允许禁止选手修改或屏蔽代码！
5. 通讯设置要求见附件 2。
6. 设备 IO 表见附件 3。

任务六 职业素养

在竞赛过程中，从设备操作的规范性、装配耗材使用的合理性、专用工具

2023 金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能挑战赛）

的操作及安全生产的认识程度等方面对参赛选手进行综合评价。

附件 1：系统框架运行信息流

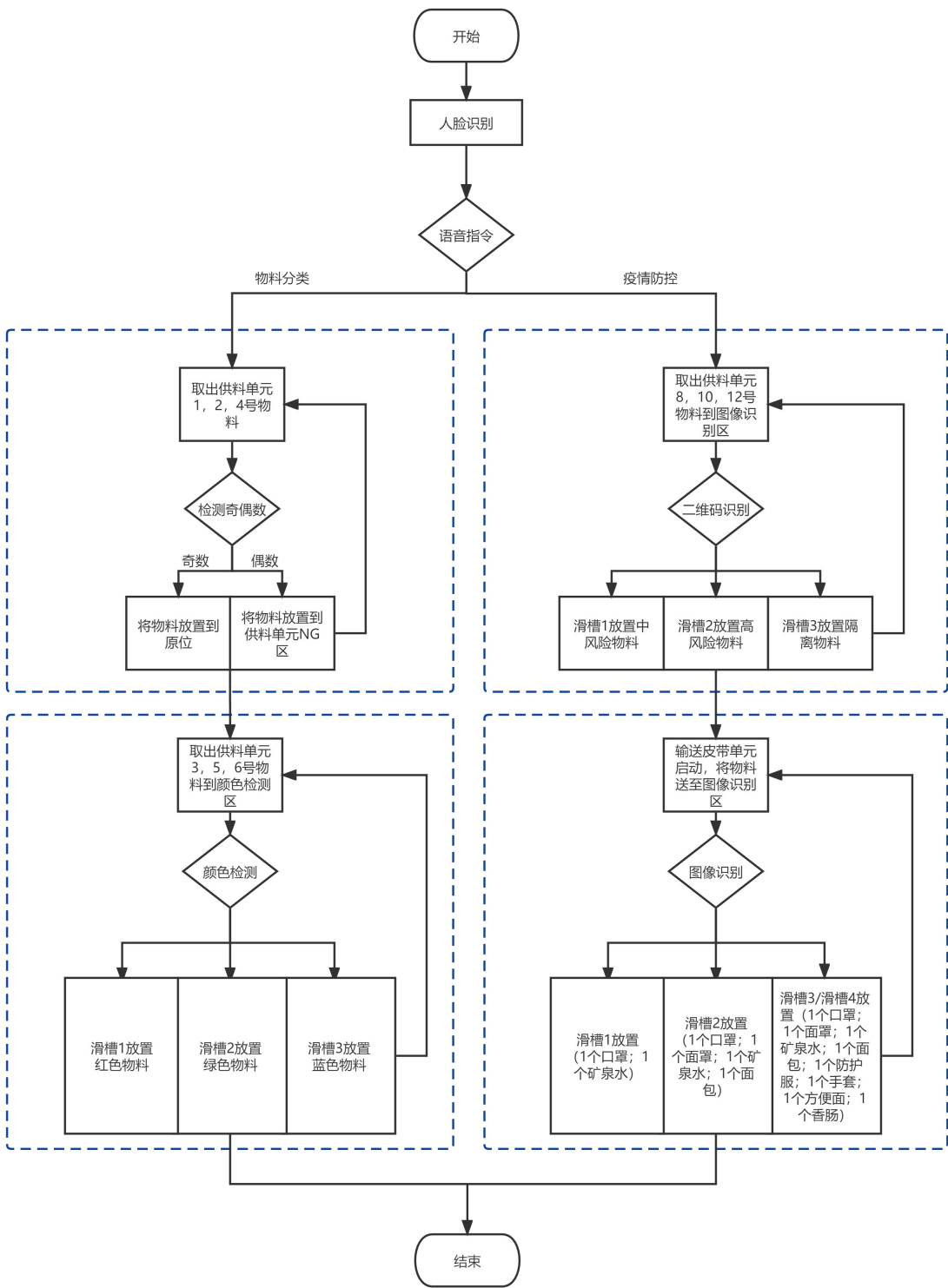


图 19 系统构架运行信息流

附件 2：通讯设置

1. PLC 网络通讯设置

对接设备名称	本地类型	本地 IP	本地端口
机器人通讯	Server	192.168.1.100	2000
语言识别通讯+ 人脸识别通讯	Server	192.168.1.100	2001
相机检测通讯	Client	192.168.1.100	/
图像识别通讯	Server	192.168.1.100	2002

2. 机器人网络通讯设置

本地类型	本地 IP	本地端口
Client	192.168.1.6	/

3. 机器视觉网络通讯设置

本地类型	本地 IP	本地端口
Server	192.168.1.104	2003

4. HMI 触摸屏网络通讯设置

本地类型	本地 IP	本地端口
Client	192.168.1.110	/

5. PC 网络通讯设置

本地类型	本地 IP	本地端口
Client	192.168.1.104	/

附件 3：IO 设置

1. PLC IO 输入信号表

序号	地址	功能注解
1	I0.0	视觉工位_到位检测光电
2	I0.1	检测单元_红色检测传感器
3	I0.2	检测单元_绿色检测传感器
4	I0.3	检测单元_蓝色检测传感器
5	I0.4	上料气缸_伸出位置传感器
6	I0.5	上料气缸_缩回位置传感器
7	I0.6	上料位置_物料检测传感器
8	I0.7	机器人请求皮带取料
9	I1.0	开始按钮
10	I1.1	停止按钮
11	I1.2	急停开关
12	I1.3	转换开关
13	I1.4	检测单元_金属检测传感器

2. PLC IO 输出信号表

序号	地址	功能注解
1	Q0.0	皮带轴电机_反向使能
2	Q0.1	皮带轴电机_正向使能

3	Q0.2	材质传感器_金属
4	Q0.3	颜色传感器_红色
5	Q0.4	推料气缸使能
6	Q0.5	颜色传感器_绿色
7	Q0.6	颜色传感器_蓝色
8	Q0.7	PLC 允许皮带取料

3. 机器人 I/O 信号表参数

序号	地址	功能注解
1	OUT1	机器人末端吸盘开关
2	OUT2	机器人请求皮带取料
3	OUT5	LED 光源 1
4	OUT6	LED 光源 2
5	IN1	真空信号表
6	IN2	材质传感器_金属
7	IN3	颜色传感器_红色
8	IN4	颜色传感器_绿色
9	IN5	颜色传感器_蓝色
10	IN6	PLC 允许皮带取料

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