



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）

人工智能机器人系统集成及应用

BRICS-FS-08

样题（决赛）

2024 年 07 月



目录

1 项目简介 1

 1.1 项目描述 1

 1.2 项目模块介绍 2

 1.3 软件功能及编程介绍 7

2 竞赛项目 8

 任务 A：实训平台软、硬件安装及调试 8

 任务 B：机器视觉系统识别、检测、测量 9

 任务 C：人脸/语音/图像识别 9

 任务 D：PLC 及 HMI 编程 1 11

 任务 E：功能联调 1 11

 任务 F：人工智能系统开发 13

 任务 G：PLC 及 HMI 编程 2 13

 任务 H：功能联调 2 14

附件 1：通讯设置 16

附件 2：IO 设置 17

1 项目简介

本赛项围绕人工智能与智能机器人集成系统技术在工业、生活、消费等多个领域的应用进行竞赛。赛项体现智能环境下的智能机械臂技术、语音识别处理技术、机器视觉技术、电气控制技术、传感器技术、自动化控制技术、软件技术、通讯技术、组态技术等。考核内容与相关课程的教学内容紧密结合，充分考察在完整人工智能项目集成周期中所涉及的专业技能和素质能力，考核内容包含了自动化类和电子信息类专业在人工智能领域对核心技术技能和核心知识的要求。

重点考核参赛选手对人工智能开放平台部署、数据标注、模型构建、智能视觉训练、语音识别训练、智能机器人系统、路径优化的综合应用能力，结合较成熟的人工智能技术，提高其的工程实践能力和创新能力。

1.1 项目描述

竞赛内容由两个模块（模块一、模块二）组成，任务时长共 6 小时，分两天进行，每天各 3 小时。比赛开始后将向参赛者提供任务说明、电路图、设备布局、设备操作说明，以及为保障每个任务（子任务）的公平性所需数据源或其他技术基础条件。竞赛内容包含基于人工智能机器人集成系统应用实训平台开发的以下技能要求。参赛者完成指定任务后，裁判将分别对结果进行评分：

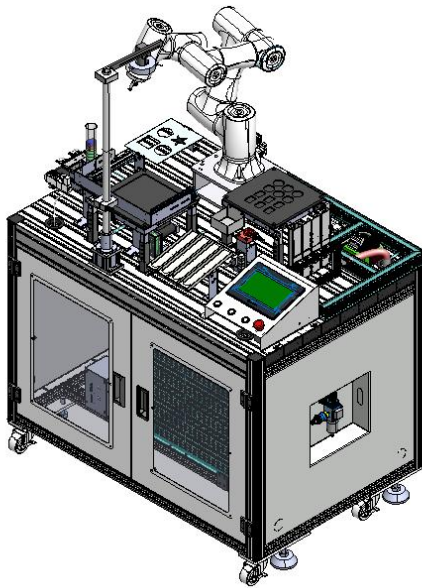


图 1：竞赛平台效果图

1.2 项目模块介绍

人工智能机器人系统集成及应用赛项共 2 个模块，要求每个模块在 3 个小时内完成。具体项目任务模块及子任务模块名称和时间要求参照表 1。

表 1：项目模块和时间要求清单

序号	任务模块	子任务模块名称	竞赛内容时间
1	模块一	任务 A：实训平台软、硬件安装及调试	180 mins
2		任务 B：机器视觉系统识别、检测、测量	
3		任务 C：人脸/语音/图像识别	
4		任务 D：PLC 及 HMI 编程 1	
5		任务 E：功能联调 1	
6	模块二	任务 F：Python 智能系统开发	180 mins
7		任务 G：PLC 及 HMI 编程 2	
8		任务 H：功能联调 2	

（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。

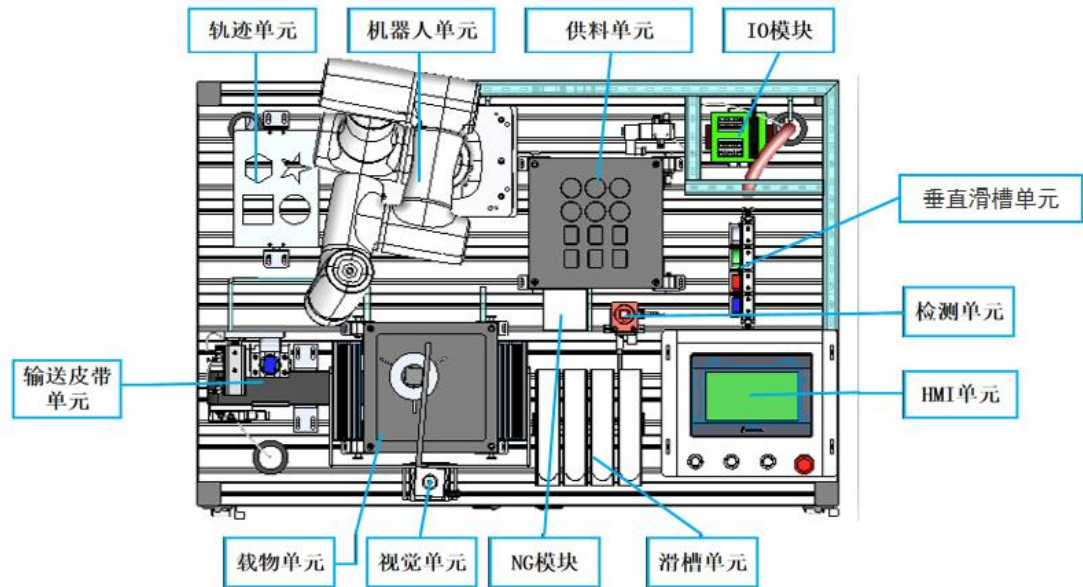


图 2：竞赛平台示意图

（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。

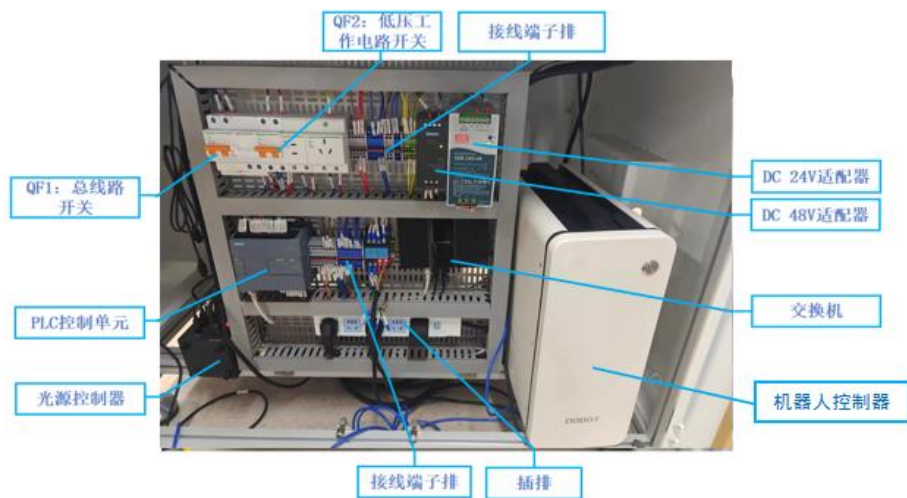


图 3：供电线路设备示意图

（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

CR3 机器人单元采用 6 轴协作型机器人，最大负载为 3kg，工作半径为 620mm，重复定位精度 $\pm 0.02\text{mm}$ 。CR3 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

②标定板

竞赛平台提供一个 4*4 棋盘式标定板，如图 4 所示，精度 $\pm 0.01\text{mm}$ ，选手依据检测需求选择标定方式。

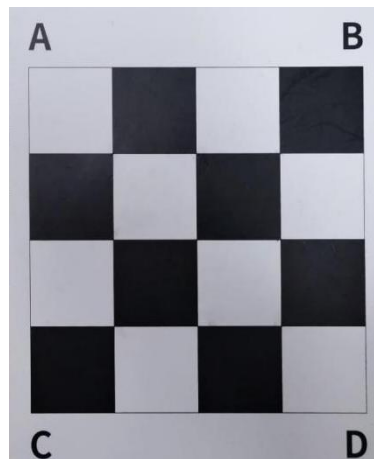


图 4：标定板

（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。

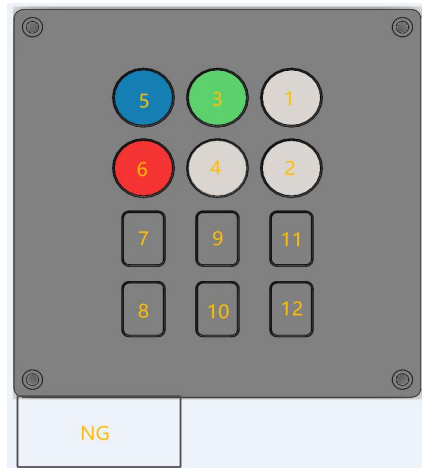


图 5：供料单元示意图

(7) 斜台滑槽单元

滑槽单元由滑槽 1、滑槽 2、滑槽 3、滑槽 4 组成，如图 6 所示。

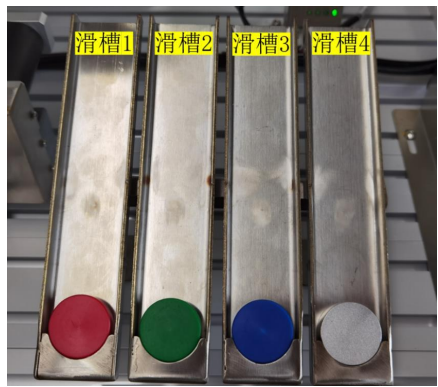


图 6：斜台滑槽单元示意图

(8) 垂直滑槽单元

垂直滑槽存储单元由滑槽 5、滑槽 6、滑槽 7、滑槽 8 组成，如图 7 所示。



图 7：垂直滑槽单元示意图

（9）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，其上附有图像，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。下图仅供参考，以实际竞赛为主。

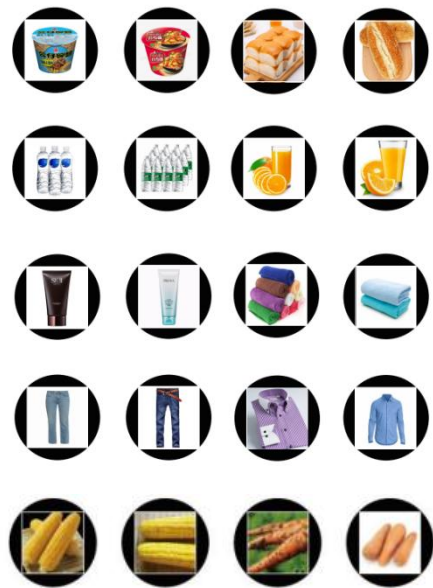


图 8：图像物料示意图（仅供参考）

②. 空白物料

空白物料的大小规格为 $\Phi 30\text{mm} \times 10\text{mm}$ 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或材质进行对应的分拣。



图 9：空白物料示意图

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，按照不同的内容自动分拣到指定的区域。



图 10：二维码物料示意图（仅供参考）

④. 字符/图形物料

数字物料的大小规格为 $\Phi 30\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的圆柱体，上表面为字符图像，如图所示。比赛过程中需要识别数字字符，按照不同的字符放置到对应区域。



图 11：字符/图形物料示意图（仅供参考）

1.3 软件功能及编程介绍

（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。

（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 DobotStudio Pro，该软件支持机器人图形化编程、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 Portal V15.1，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、快速地进行自动化项目的开发，同时也支持 HMI 的界面设计。

2 竞赛项目

任务 A：实训平台软、硬件安装及调试

（1）硬件装调

按照任务书的工艺要求，正确安装机器人执行单元、视觉单元、放料单元模块等；没有松动、错装、漏装螺丝等现象。

（2）系统规范接线

系统电源线、通讯线走线规范、整洁、固定牢固，接口连接正确，同时符合电气安装技术规范等标准。

注：如接线完成需请示裁判申请上电，经裁判确认才能进行上电。

安装工艺要求：

电缆与气管分开绑扎，第一根绑扎带距离接头处 $60 \pm 5\text{mm}$ ，其余两根绑扎带

之间的距离不超过 $50 \pm 5\text{mm}$ ，绑扎带切割不能留余太长，必须小于 1mm ，美观安全。气路捆扎不影响机器人正常动作，不会与周边设备发生刮擦勾连。走线槽的气管长度应合适，不能出现折弯缠绕和绑扎变形现象，不允许出现漏气现象。

需选择合适工具，按提供零件完成单元装配，安装完毕后机械单元部分没有晃动和松动。

任务 B：机器视觉系统识别、检测、测量

赛前提提供的基础工程文件和模板中包含以下素材图像库：二维码图像、字符图像、图形图像

（1）字符缺陷检测

与 TCP 调试助手建立 TCP 通信。验证时，将随机在赛前提提供的素材图像库中选取 2 个字符图像进行验证（包含 1 个无缺陷字符和 1 个有缺陷字符），运行视觉程序，准确判断字符图像中的数字是否有缺陷。

（2）二维码识别

与 TCP 调试助手建立 TCP 通信。验证时，将随机在赛前提提供的素材图像库中选取 1 个二维码图像进行验证，运行视觉程序，识别二维码内容，并将识别到的二维码内容发送给 TCP 调试助手。

（3）图形识别及测量

与 TCP 调试助手建立 TCP 通信。验证时，将随机在赛前提提供的素材图像库中选取 1 个图形图像进行验证，运行视觉程序，识别线框图形图像，可准确识别并测量出边长或角度信息，并将测量结果发送给 TCP 调试助手。

任务 C：人脸/语音/图像识别

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”，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”。

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。

（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）

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。

④优化并完善图像识别 Python 工程的主程序。

（3）语音技能应用

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。

②补全 Python 工程缺失程序，添加语音识别代码。

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（包含设备控制和机器人控制等），见下表：

表 2：语音指令列表

语音任务指令	“物料发放” “二维码分类” “字符识别” “物料检测” ...
语音控制指令	“系统启动” ...
	“机器人 1 轴正向旋转 10° ” ...

任务 D：PLC 及 HMI 编程 1

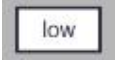
选手需要根据任务 E：功能联调 1 中的任务要求完成 PLC 编程和 HMI 编程（PLC 为西门子 1214C DCDCDC,HMI 为精简系列 7"), HMI 界面示意图如图 12 所示，选手不需要做出与界面示意图一致的界面布局，但必须包含有以下元素：



图 12：主界面示意图

任务 E：功能联调 1

- （1）人脸识别，验证后进入语音下单系统。
- （2）语音下单，二维码分类流程。机器人分别取出供料单元里 7，8，9 号的二维码物料，放置到传送带上的视觉识别区，并根据二维码结果将物料放置在不同的滑槽单元里(滑槽 5 放置二维码结果为“low”，滑槽 6 放置二维码结果为“mid”，滑槽 7 放置二维码结果为 “high”)，同时需在 HMI 上同步更新数据（例如：二维码结果为 “low” 的物料被放置到滑槽 1 中，HMI 界面上滑槽 1 的对应的显

示控件由白色变为绿色）

（3）语音下单，字符识别流程。机器人取出供料单元里 2 号的字母物料，放置到传送带上的视觉识别区，视觉返回字符识别结果给 PLC，PLC 将结果显示在 HMI 触摸屏的“物料监控界面”上，并将字母物料放置在供料单元 NG 区。（例如：识别结果为“A”，HMI 界面对应的显示控件由白色变为绿色）

（4）语音下单，空白物料检测流程。机器人分别取出供料单元 6 号和 4 号里的空白物料放置到检测单元进行颜色材质检测，并将检测结果显示在 HMI 触摸屏的“物料监控界面”上，最后将空白物料都放置到供料单元 NG 区。（例如：检测结果红色空白物料，HMI 界面对应的显示控件由白色变为绿色）

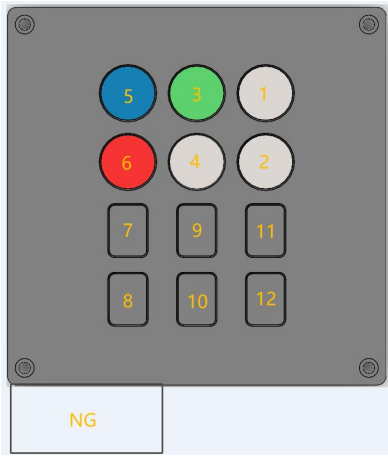


图 13：供料单元位置示意图

（5）语音下单，物资发放流程。图像物料放置于输送皮带的单元中透明料筒中，下单后开始出料，通过 Python 图像识别技术进行图像判断，通知机器人将图像物料放置到对应滑槽。如果检测到物资识别非以下任务需要的，则将该物资放置在 NG 区域，进行物资储备。

表 3：斜台滑槽储存分类表

图像物料	斜台滑槽单元
水果/蔬菜	滑槽 1
饮品	滑槽 2
服装	滑槽 3
食品	滑槽 4

任务 F：人工智能系统开发

选手需要根据**任务 H：功能联调 2**中的任务要求使用 Python 进行开发，并在 PC 端设计开发前端界面，整合实现多指令任务下发和信息的实时交互功能。PC 前端界面与平台实际运行情况信息需要保证实时更新和同步。需具备功能如下图所示：

PC 前端软件可进行“用户 ID”“用户姓名”“模型名称”的信息显示；信息预览框里，需显示人脸收集状态、人脸训练状态、人脸识别状态、订单信息的实时同步显示；

PC 前端软件可进行人脸识别启动、系统启动功能操作；

PC 前端软件需实时显示已识别物料的相关信息。



图 14：PC 前端界面示意图

任务 G：PLC 及 HMI 编程 2

选手需要根据**任务 H：功能联调 2**中的任务要求完成 PLC 编程和 HMI 编程(PLC 型号 C 为西门子 1214C DCDCDC, HMI 型号为：为精简系列 7"), HMI 界面示意图如图 14、15 所示，选手不需要做出与界面示意图一致的界面布局，但必须包含有以下元素：

①HMI 主界面

选手需要完成人机交互主界面，界面示意图如图 14 所示。选手不需要做出

与主界面示意图一致的界面布局，但必须包含有以下元素：

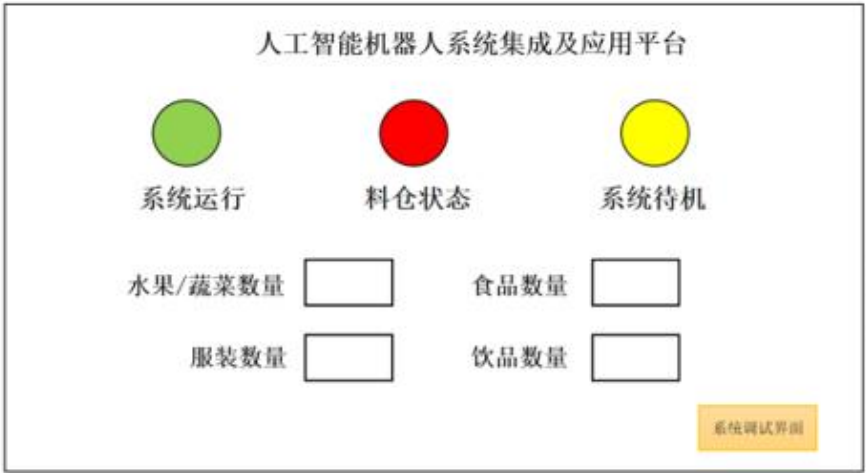


图 15：主界面示意图

②HMI 系统调试界面

选手需要完成人机交互系统调试界面，界面示意图如图 15 所示。选手不需要做出与系统调试界面示意图一致的界面布局，但必须包含以下元素：



图 16：系统调试界面示意图

任务 H：功能联调 2

(1) 联调准备

系统联调前，由裁判随机将所有物料添加进料仓中，放入前确认初始状态商品订单数量都为“0”。

初始化检查。料仓的初始状态为：上料气缸处于缩回状态和皮带处于静止不

动状态。人机界面初始状态为：“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”显示黑色；若料仓无料，“料仓状态”显示红色。

（2）Python 页面人脸验证

裁判随机抽选 1 位参赛选手进行人脸验证，匹配指数需要 $\geq 5\%$ 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，整体联调失败，扣除相应的联调分数。

任务 H3：Python 页面订单

- ①识别成功后，弹出语音下单窗口，下达订单需求（例如：我要 1 个水果，2 个饮品）
- ②在 Python 页面点击“系统启动”。
- ③点击“系统启动”后，进行物料分拣过程，输送皮带单元开始出料，通过 Python 图像识别技术进行图像判断，机器人把在订单内的物料放置于垂直滑槽单元中，把不在订单内的物料或超过订单数量的物料需按照类别放置于斜台滑槽单元中，同时斜台滑槽存储单元的物料数量需实时显示在触摸屏主界面上，滑槽储存类别如下表 4 所示：

表 4：滑槽储存分类表

图像物料	滑槽存储单元
水果/蔬菜	滑槽 1/滑槽 5
饮品	滑槽 2/滑槽 6
服装	滑槽 3/滑槽 7
食品	滑槽 4/滑槽 8

附件 1：通讯设置

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	/
上位机通讯	Server	192.168.1.100	2002

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	/

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

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	/

附件 2：IO 设置

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

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

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）

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

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

