

附件 2-1



**2021 年全国行业职业技能竞赛
——第二届全国人工智能应用技术技能大赛**

**计算机程序设计员
(工业机器人人工智能技术应用)
(职工组)**

实操样题

组委会技术工作委员会

2021 年 10 月

重要说明

1. 比赛时间300分钟，240分钟后，选手可以弃赛，但不可提前离开赛位场地，需要在赛位指定位置，与比赛设备隔离。

2. 比赛共包括 4 个任务，总分 100 分，见表 1。

表1 比赛任务及配分

序号	名称	配分	说明
1	任务一：工业机器人人工智能技术生产应用	30	
2	任务二：移动操作单元人工智能技术应用	20	
3	任务三：智能机器人及人工智能交互技术应用	20	
4	任务四：机器人人工智能技术综合应用	25	
5	安全生产与职业规范	5	
	合计	100	

3. 除有说明外，不限制各任务评判顺序，且不限制任务中各项的先后顺序，选手在实际比赛过程中要根据赛题情况进行操作。

4. 评判的节点在任务中有提示，需要裁判验收的各项任务，完成相应的任务后请示意裁判进行评判，各任务裁判只验收 1 次，请根据赛题说明，确认完成后再提请裁判验收。

5. 请务必阅读各任务的重要提示。

6. 比赛过程中，选手一定要严格遵守安全操作规范，若发生危及设备或人身安全事故，立即停止比赛，将取消其参赛资格。

7. 比赛所需要的资料及软件都以电子版的形式保存在工位计算机里指定位置 D:\ 2021ROBAIZL\。

表2 资料明细表

序号	电子资料名称
1	硬件 IO 配置表
2	智能机器人开发、调试平台账号
3	深度学习效果标准验证图像—螺钉、螺母

8. 竞赛平台系统中主要模块的IP地址预分配如下表3所示。

表3 IP地址分配表

序号	名称	IP 地址分配	备注
1	电动手爪	192. 168. 10. 9	
2	主控 PLC	192. 168. 10. 10	
3	3D 智能相机	192. 168. 10. 11	
4	主控触摸屏	192. 168. 10. 12	
5	协作机器人	192. 168. 10. 15	
6	2D 智能相机	192. 168. 10. 30	
7	AGV 无线 CPE	192. 168. 10. 50	
8	移动机器人	192. 168. 10. 51	
9	工业机器人	192. 168. 10. 100	
10	无线网桥 AP	192. 168. 10. 200	

9. 选手对比赛过程中需裁判确认部分，应当先举手示意。

10. 参赛选手在竞赛过程中，不得使用U盘，否则按作弊处理。

11. 选手在竞赛过程中应该遵守相关的规章制度和安全守则，如有违反，则按照相关规定在竞赛的总成绩中扣除相应分值。

12. 选手在比赛开始前，认真对照工具清单检查工位设备，并确认后开始比赛；选手完成任务后的检具、仪表和部件，现场需统一收回再提供给其他选手使用。

13. 赛题中要求的备份和保存在电脑中的文件，需选手在计算机指定文件夹 D:\2021ROBAI1\ 中建立**结果存储文件夹**（命名方式为：组别+场

次号+赛位号+AI），例如结果存储文件夹名称为 Z0102AI，其中，Z 表示职工组组别，01 代表场次号，02 代表赛位。赛题中所要求存储的文件请备份到**结果存储文件夹**下，即使选手没有任何存储文件也要求建立该文件夹。

14. 选手严禁携带任何通讯、存储设备及技术资料，如有发现将取消其竞赛资格。选手擅自离开本参赛队赛位或与其他赛位的选手交流或在赛场大声喧哗，严重影响赛场秩序，如有发生，将取消其竞赛资格。

15. 选手必须认真填写各类文档，竞赛完成后所有文档按页码顺序一并上交。

16. 选手必须及时保存自己编写的程序及材料，防止意外断电及其它情况造成程序或资料的丢失。

17. 赛场提供的任何物品，不得带离赛场。

18. 竞赛平台系统中，分拣及装配工作台桌面布局图如图 1 所示，半成品箱体初始位姿俯视图如图 2 所示，成品箱体装配示意如图 3 所示，不同颜色种类的箱体部件如图 4 所示，V 型立体仓库仓位定义如图 5 所示。

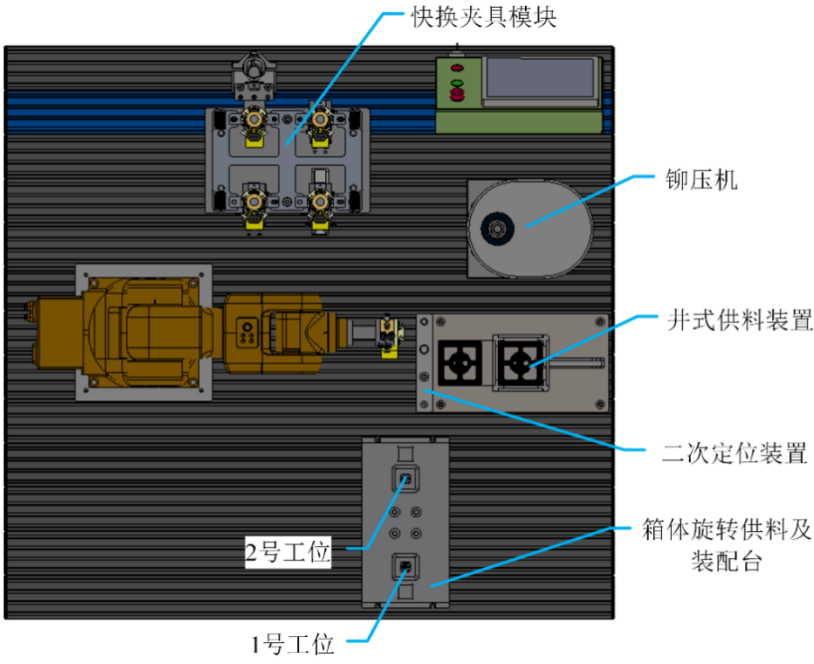


图1 分拣及装配工作台桌面布局

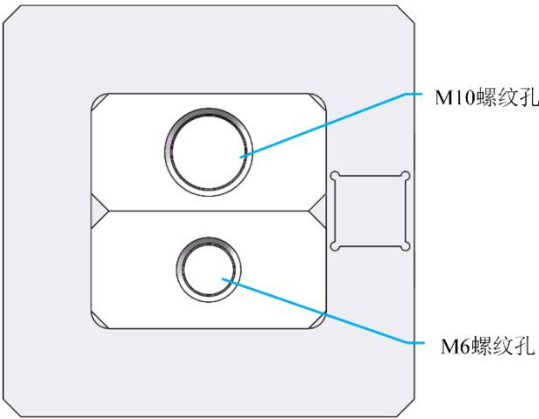


图2 半成品箱体初始位姿俯视图

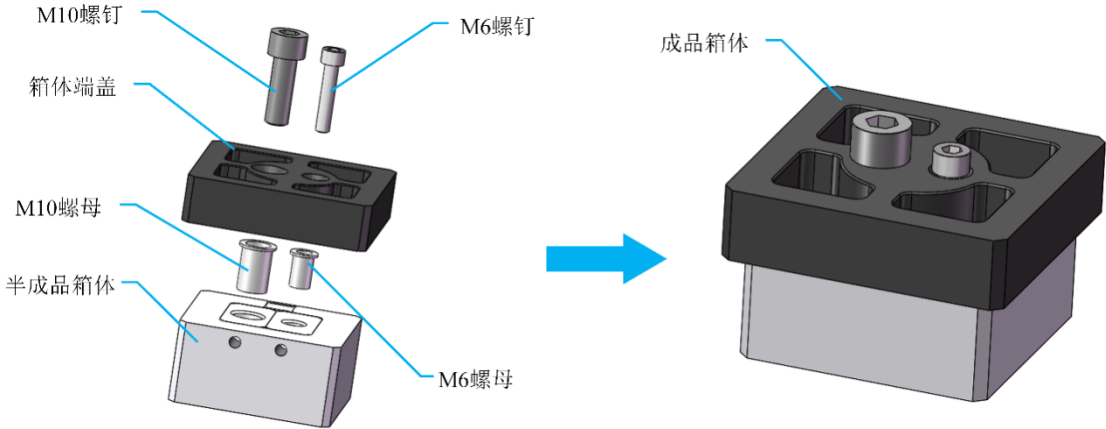


图3 成品箱体装配示意图

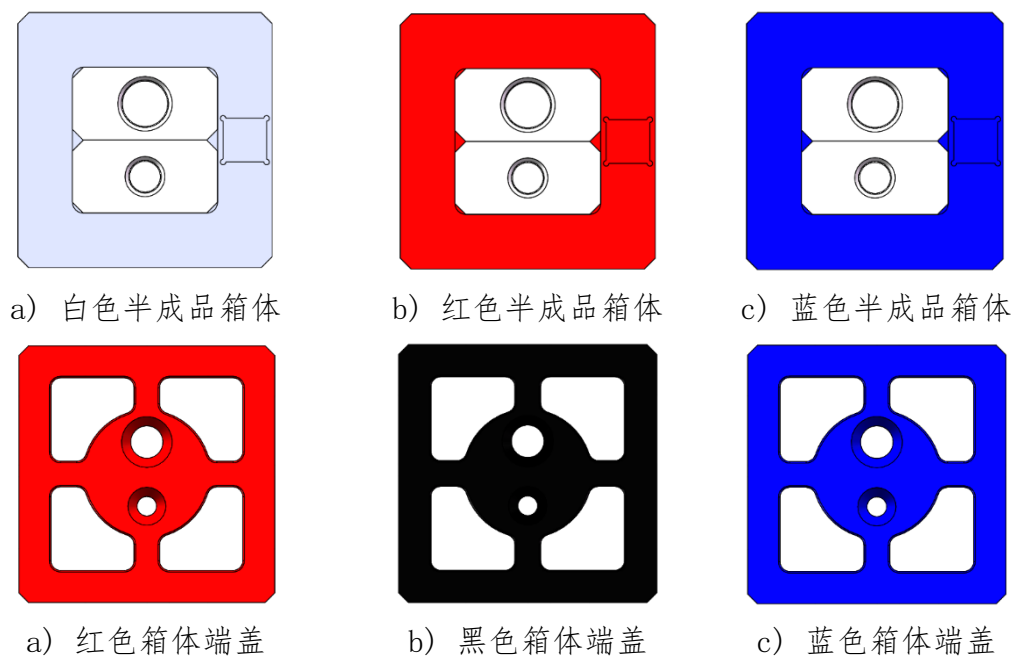


图4 不同颜色种类的箱体部件

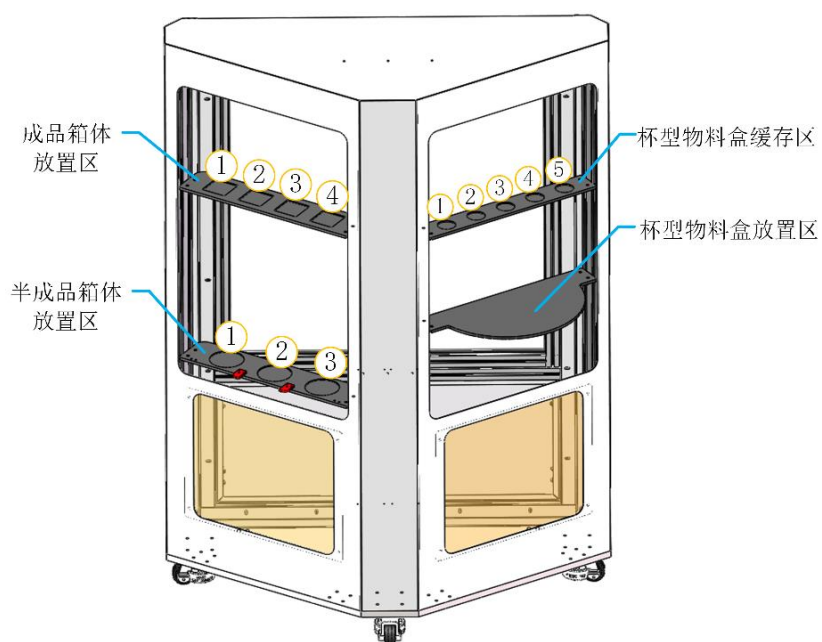


图5 V型立体仓库仓位定义

一、竞赛项目任务书

任务 1：工业机器人人工智能技术生产应用

任务描述：通过在 3D 视觉系统软件中编写程序，完成 3D 相机的调试、标定，以及基于深度学习的工件识别；在仿真系统中搭建工作站模型，通过设置、调试参数，完成 3D 视觉工件无序分拣“数字孪生”系统的调试及运行；通过对工业机器人和 PLC 等编程调试，完成工件的无序分拣和简单装配。

（一）手眼标定操作

在工业机器人末端安装标定板，设置标定参数，完成机器人与相机之间的手眼标定。

1. 在工业机器人末端安装标定板，对 3D 智能相机软件与工业机器人系统的通信进行设置，使 3D 智能相机软件获得工业机器人的控制权。
2. 设置合理的相机参数，使其获取高质量的标定板图像数据。
3. 设置合理的标定参数，启动自动手眼标定程序，根据标定精度的结果进行评判。

（二）面向实例分割任务的图像处理、模型训练及部署验证

操作 3D 智能相机和视觉系统软件，采集目标物体的图像数据，根据要求完成图像的语义信息标注。基于采集及标注的图像数据，训练工件实例分割信息提取模型。将训练后的模型导入并部署至视觉系统软件中，测试模型的识别精度。

1. 设置、调整相机参数，使相机获得清晰、高质量的图像。
2. 在“分拣及装配工作台”上的螺钉物料盒中，放入多个 M6、M10 螺钉和螺母，并手动调整合适的螺钉、螺母位姿。然后，在保证图像质量的情况下，采集 4 张包含不同螺钉、螺母摆放位姿的物料盒图像。

3. 利用内置的图像标注工具，对每张图像进行标注，要求每张图像中每种型号螺钉和螺母的标注实例数量是 2 个。

4. 基于标注的图像数据，加载预先提供的螺钉和螺母预训练识别模型，启动模型训练流程，等待视觉系统完成螺钉和螺母识别模型的训练；

5. 将训练完成的模型分别导入至不同螺钉、螺母的视觉识别工程中，并设置相应的参数和感兴趣区域。

6. 在视觉识别工程中，切换至虚拟相机模式，加载标准验证图像，利用已训练模型对其进行识别，验证模型的识别效果。

（三）面向图像分类任务的图像处理、模型训练及部署验证

操作 3D 智能相机和视觉系统软件，采集不同颜色的箱体端盖图像数据，根据要求完成图像的类别信息标注。基于采集及标注的图像数据，训练工件的类型识别模型。将训练后的模型导入并部署至视觉系统软件中，测试模型的识别精度。

1. 设置、调整相机参数，使相机获得清晰、高质量的图像。

2. 操作机器人分别夹取黑色、红色、蓝色箱体端盖，使其处于相机视野范围内，并调整机器人的位姿，采集不同角度下的箱体端盖图像。然后，在保证图像质量的情况下，各采集 20 张黑色、红色、蓝色箱体端盖的图片。

3. 利用内置的图像标注工具，对每张图像进行分类标注。

4. 基于标注的图像数据，启动模型训练流程，等待视觉系统完成箱体端盖识别模型的训练。

5. 将训练完成的模型分别导入至箱体端盖的视觉识别工程中，并设置相应的参数和感兴趣区域。

6. 在视觉识别工程中，切换至虚拟相机模式，加载标准验证图像，利用已训练的箱体端盖模型对其进行识别，验证模型的识别效果。

（四）散乱工件的分拣

使用图形化编程软件，编写工业机器人控制程序，结合 3D 智能相机识别的工件位姿结果，控制工业机器人完成对物料盒中散乱工件的分拣。

1. 导入手眼标定的坐标系变换结果，设置合理的点云模板、抓取点位置以及抓取夹具参数等。

2. 使用图形化编程软件，编写工业机器人控制程序。

3. 结合 3D 智能相机识别的工件位姿结果，控制工业机器人分拣一个 M10 螺钉和一个 M10 螺母，分别放置于二次定位装置上。

（五）基于数字孪生技术的机器人在线装配任务

首先，使用图形化编程软件，编写工业机器人点位、I/O 变量控制程序，控制工业机器人完成位姿固定工件的抓取及装配。然后，在仿真系统中搭建真实场景的工作站模型，通过设置、调试参数，完成 3D 视觉工件无序分拣“数字孪生”系统的调试及运行。

1. 编写图形化程序，示教工业机器人点位、设置 I/O 变量。

2. 在“井式供料装置”中，手动放置 3 个不同颜色箱体端盖（黑色、红色、蓝色各 1 个），红色端盖放在最上面。

3. 在“箱体旋转供料及装配台”的 1 号工位，放置红色的半成品箱体；

4. 利用不同的夹具，自动完成 M10 螺母铆压、红色箱体和红色端盖的装配、M10 螺钉锁紧等任务。

完成任务一中任一子任务后，即可以举手示意裁判进行评判！

任务 2：移动操作单元人工智能技术应用

任务描述：基于移动机器人（AGV）构成的移动操作单元完成地图构建、自主避障、路径规划；通过 2D 视觉参数设置、编程、调试，完成工

件识别、定位和操作臂测试；通过对 PLC 和协作机器人编程与调试，与移动机器人（AGV）和 2D 视觉协同配合完成工件的抓取和摆放。

（一）建立环境地图

利用 AGV 地图建模软件控制其在竞赛单元场地运动，结合其自带的智能传感器，构建环境地图。在环境地图中设置导航点，完成 AGV 自主导航与移动。

1. 利用 AGV 地图建模软件，控制其在竞赛单元场地运动，构建环境地图。

2. 在环境地图中设置导航点，设置合理的“起始点”，在“分拣及装配工作台”附近设置合理的导航点；在“V 型立体仓库”的箱体放置区一侧，设置合理的导航点；以及中间过渡导航点。

3. 测试移动机器人的自主导航功能，控制移动机器人，使其自主地从“分拣及装配工作台”导航点移动至“V 型立体仓库”导航点。

（二）目标物体的识别与抓取

对协作机器人及其末端安装的智能 2D 相机进行编程，完成对目标物体的识别与抓取。

1. 在“半成品箱体放置区”分别随机放置红色、蓝色的半成品箱体；

2. 根据仓库中“半成品箱体放置区”和“成品箱体放置区”的仓位位置，对协作机器人进行示教编程，使每个仓位均处于智能 2D 相机视野的合理位置。

3. 针对在“半成品箱体放置区”仓位中放置的半成品箱体，对智能 2D 相机进行调试、编程，使其识别并输出箱体的颜色和位置信息。

4. 根据上述任务编写协作机器人和智能 2D 相机程序，完成如下自动化任务流程：

（1）移动机器人位于“V 型立体仓库”导航点，基于智能 2D 相机识

别出蓝色箱体的位姿，引导协作机器人实现对“半成品箱体放置区”蓝色半成品的抓取；

(2) 协作机器人将蓝色半成品放置于“成品箱体放置区”2号仓位中。

(三) 移动操作臂协同抓取工件

对由 AGV、协作机器人组成的移动操作臂进行联合调试，首先控制 AGV 从指定位置向作业点自主移动，然后协作机器人与 2D 智能相机协作，完成目标工件的识别与抓取，最后移动操作臂将工件放置于指定作业点的工位上。

1. 在“半成品箱体放置区”分别随机放置红色、蓝色、黑色的半成品箱体；

2. 编写程序，完成如下自动化任务流程：

(1) 移动机器人自主地从起始点导航点移动至“V 型立体仓库”导航点，识别并抓取红色的半成品箱体；

(2) 协作机器人将红色半成品箱体放置于移动操作臂台面的箱体缓存工位上；

(3) 移动机器人自主移动至“分拣及装配工作台”导航点；

(4) 利用 2D 智能相机识别“箱体旋转供料及装配台”的 1 号工位位置，引导协作机器人抓取半成品箱体，并放置于“箱体旋转供料及装配台”的 1 号工位上。

完成任务二中任一子任务后，即可以举手示意裁判进行评判！

任务 3：智能机器人及人工智能交互技术应用

任务描述：完成智能机器人交互作业场景地图构建、自主避障、路径规划；完成智能机器人语音交互任务的编写，实现人机交互和控制；

通过调试智能视觉识别参数，融合动作规划，实现智能机器人对物料盒位姿的智能判别与取放；通过智能机器人编程与调用，完成智能机器人生产巡检等交互作业任务。

（一）建立环境地图

利用智能机器人地图建模软件控制其在竞赛单元场地运动，结合其自带的智能传感器，构建环境地图。在环境地图中设置导航点，并上传至云端智能系统，完成云端智能系统与实际竞赛场景的关联，实现智能机器人自主导航与移动。

1. 利用移动机器人地图建模软件，控制其在竞赛单元场地运动，构建环境地图。

2. 在环境地图中设置导航点，设置合理的“起始点”，在“分拣及装配工作台”附近设置合理的导航点；在“V型立体仓库”的杯型物料盒放置区一侧，设置合理的导航点；在“V型立体仓库”的箱体放置区一侧，设置合理的导航点；以及中间过渡导航点。

3. 将环境地图文件上传至云端系统，与实物智能机器人关联。编写蓝图程序，设置智能语音泛化内容，以语音对话或者发送文字指令的方式：“请去分拣及装配工作台”，触发蓝图程序，使智能机器人从“起始点”导航点自主移动至“分拣及装配工作台”导航点。

（二）自定义语料库

基于智能机器人语音开发系统，建立自定义语料库。通过编写智能对话程序，实现云端智能系统与智能机器人的关联。向智能机器人发起语音对话，智能机器人根据对话内容播报正确的应答内容，完成人机智能交互任务。

1. 自定义语料库，使其能够支撑智能机器人在如下对话场景中输出

正确答案：当以语音对话或者文字的方式向智能机器人提问：“请问参赛选手的赛位号是多少？”，要求智能机器人根据自定义的语料，播报当前竞赛单元的正确赛位号。

2. 编写蓝图程序，并与实物智能机器人进行关联。

3. 以语音对话或者文字的方式向智能机器人提问：“请问参赛选手的赛位号是多少？”，要求智能机器人根据自定义的语料，播报当前竞赛单元的正确赛位号。

（三）智能机器人抓取工件任务

基于环境地图、智能语音交互库以及视觉识别模型，编写智能机器人联动作业程序，通过语音对话启动智能机器人作业流程，使其完成对目标物体的识别、抓取和搬运任务。

1. 调用视觉调试接口编程程序，根据现场的实际环境，调整白平衡、曝光时间等参数，获取高质量的图像；

2. 编写蓝图程序，包含识别与抓取功能模块，并与实物智能机器人进行关联；

3. 以语音对话或者文字的方式：“请去物料盒放置区抓取物料盒”，触发智能机器人，完成如下自动化任务流程：

（1）智能机器人从“起始点”自主移动至“V型立体仓库”物料盒放置区一侧导航点，播报“我到了立体仓库”；

（2）智能机器人识别物料盒，并根据实际识别信息调整位姿，然后抓取物料盒；

（3）智能机器人保持抓取物料盒，从“V型立体仓库”物料盒放置区一侧导航点运动至“分拣及装配工作台”附近导航点，播报“我到了装配工作站”；

(4) 智能机器人识别用于放置螺钉的方形物料盒的位置，将螺钉从杯型物料盒中倾倒至方形螺钉物料盒中。

(四) 智能机器人自主巡逻与预警

基于环境地图、智能语音交互库以及视觉识别模型，编写智能机器人自动生产巡检程序，实现对工作场景内故障情况（如工件放置位置错误等）的识别与预警播报。

1. 根据已构建的环境地图，编写蓝图程序，包含识别功能模块，并与实物智能机器人进行关联；

2. 以语音对话或者文字的方式：“请开始巡逻任务”，触发智能机器人，完成如下自动化任务流程：

(1) 智能机器人从“起始点”自主移动至“分拣及装配工作台”附近导航点，播报“我到了装配工作站”；

(2) 智能机器人继续自主移动至“V 型立体仓库”箱体放置区一侧导航点，播报“我到了立体仓库”；

(3) 智能机器人根据识别结果播报预警信息。

完成任务三中任一子任务后，即可以举手示意裁判进行评判！

任务 4：机器人人工智能技术综合应用

任务描述：根据任务书要求，通过综合操作、编程和调试，对工业机器人、移动操作单元及智能机器人等进行智能化赋能和综合应用，在“工业机器人人工智能技术应用”技术平台上，实现定制化智能制造工业场景的完整工艺流程，体现人工智能技术特征要素完成工件的定制化安全生产。

(一) 主要单元联机通信

基于技术平台各个单元的调试状态以及通信方式，编写 PLC 主控程

序，实现技术平台各单元的联机通信。

1. 编写 PLC 主控程序，配置主控单元与分拣及装配工作台的通信模块。

2. 编写 PLC 主控程序，配置主控单元与分拣及装配工作台的控制流程。

（二）测试主控对各主要单元的控制

编写 PLC 主控程序，实现主控系统对分拣及装配工作台、智能机器人单元的单独控制。通过主控系统发送任务启动指令，各个单元反馈状态信息。

1. 将分拣及装配工作台调试至准备状态，通过触摸屏 3D 相机界面中的“准备完成”指示灯显示。

2. 利用触摸屏按钮触发 3D 相机拍照，并在触摸屏上正确显示相机“识别成功”，“装配完成”的信号。

（三）综合任务流程

根据综合任务的作业流程，编写 PLC 主控程序、分拣及装配工作台、移动操作臂以及智能以及智能机器人相关程序，控制分拣及装配工作台、移动操作臂、智能机器人等单元相互协同作业，完成完整的作业任务，包括工件的识别、分拣、抓取、运输、装配等任务。

表4 箱体装配个性化定制要求

箱体类型	对应的半成品箱体颜色	对应的箱体端盖颜色
I 型箱体	蓝色	红色
II 型箱体	红色	黑色
III 型箱体	白色	蓝色

1. 按照箱体装配个性化定制要求，分别装配 I 型箱体、II 型箱体、

III 型箱体各 1 套，工作流程如下：

（1）智能机器人将杯型物料盒中螺钉运送至分拣及装配工作台，然后将杯型物料盒放回至杯型物料盒放置区；

（2）移动操作臂单元识别半成品箱体放置区仓位上放置的半成品箱体，并运送至分拣及装配工作台，放置于“箱体旋转供料及装配台”工位；

（3）分拣及装配工作台完成 3 种个性化箱体的完整装配；

（4）移动操作臂抓取成品箱体，放置于立体仓库中成品箱体放置区的 1 号仓位、3 号仓位和 4 号仓位，完成成品箱体入库。

（5）在智能机器人完成任务（a）之后，在系统执行任务（b）至任务（d）期间，智能机器人按照“起始点-->分拣及装配工作台-->立体仓库箱体放置区-->起始点”的顺序在对应导航点之间巡逻，根据在立体仓库成品箱体放置区识别的结果，播报预警信息。

完成任务四任一子任务后，即可以举手示意裁判进行评判！

二、本项目提供的文档和资料

（一）原始数据：

提供硬件 I/O 配置表、智能机器人开发调试平台账号、测试用图像。

（二）文件目录：

竞赛过程和结束后，选手将比赛结果文件保存在结果存储文件夹内。

路径如下：

D:\2021ROBAI1\结果存储文件夹（组别+场次号+赛位号+AI）\全部比赛结果文件。

三、竞赛结束时当场提交的成果与资料

竞赛结束时，参赛队须当场提交成果与资料：

将结果存储文件夹备份至大赛提供的 1 个移动 U 盘中，封装后签上场次和赛位号，并上交裁判。