

2023 年全国行业职业技能竞赛
——第三届全国仪器仪表行业职业技能大赛

工业视觉系统运维员
(仪器仪表运维方向)

职工组(含教师)/学生组
实操样题

2023 年 11 月

重要说明

1. 本次比赛采用线上与线下相结合的方式进行，资料管理、现场管理有可能采用远程交互模式，具体以最终赛题要求为准。

2. 比赛时间240分钟。180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。

3. 比赛共包括6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 1： 工业视觉系统设计及选型	15	
2	任务 2： 系统安装测试与故障排除	15	
3	任务 3： 系统软硬件参数设置标定	25	
4	任务 4： 系统综合调试及应用编程	30	
5	任务 5： 工业视觉系统运行维护	10	
6	职业素养与安全意识	5	
	合计	100	

4. 除表中有说明外，限制各任务评判顺序、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，所有评判必须在选手示意后或考核结束后评判。

5. 请务必阅读各任务的重要提示。

6. 比赛过程中，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:\ZL\或通过远程下发模式进行下发。

8. 选手对比赛过程中需裁判确认部分，应当先举手示意，等待裁判进行确认。

9. 参赛选手在竞赛过程中，不得携带及使用 U 盘，如发现使用 U 盘，以作弊处理。

10. 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。

11. 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。在完成任任务过程中，请及时保存程序及数据，未能及时保存程序及数据，由于断电等意外情况造成的程序及数据丢失的责任将由选手自负。

12. 赛题中要求的备份、保存、上传文件，需选手保存在计算机指定文件夹 D:\2023DS\赛位号中，赛位号为两个字母+5位数字，如 DS23127。赛题中所要求备份的文件请备份到对应到文件夹下，即使选手没有任何备份文件也要求建立文件夹。

13. 需要裁判验收的各项任务，任务完成后裁判只验收 1 次，请根据赛题说明，确认完成后再提请裁判验收。

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。选手如发生擅自离开本参赛队赛位、与其他赛位的选手交流、在赛场大声喧哗等严重影响赛场秩序的行为，将取消其参赛资格。

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。

一、竞赛项目任务书

本竞赛平台面向工业自动化关键技术的工业视觉系统，依据工业视觉系统运维员、仪器仪表制造工的职业标准，突出测控技术与仪器仪表在数智转型的新兴技术领域关键作用，融合工业视觉系统软硬件应用技术，要求完成工业视觉系统设计及选型、系统安装测试与故障排除、系统软硬件参数设置标定、系统综合调试及应用编程、工业视觉系统运行维护等 5 项竞赛任务，综合体现数字化与智能化、工业视觉系统技术在工业数智转型的重要作用。

工业视觉系统运维员 S（仪器仪表运维方向）竞赛平台总布局参考图如图 1 所示，包含工业 2D 相机套件、工业 3D 相机套件、工业镜头套件、工业光源套件、数字孪生仿真系统、工业视觉系统开发软件、主体工作台、编程应用工作站等主要组成模块。



图 1 解决方案测试场景

➤ 具体的任务要求:

1. 检查作业前的劳保、安全防护穿戴、作业环境等情况。

2. 根据表 2 所列的设备清单，核对并确认设备数量及完整性。

表2 主要配置设备清单

序号	设备名称	数量	单位	检查情况 (正常打“√”，异常填写详情)
1	工业2D相机套件	1	套	
2	工业3D相机套件	1	套	
3	工业镜头套件	1	套	
4	工业光源套件	1	套	
5	数字孪生仿真系统	1	套	
6	工业视觉系统开发软件	1	套	
7	主体工作台	1	套	
8	编程应用工作站	1	套	

具体操作任务安排如下：

任务1：工业视觉系统设计及选型（15分）

根据任务书设定的任务，以目标物尺寸、视觉识别精度、相机视野大小、工作距离等作为初始条件，通过方案设计及计算，从提供的视觉元器件中选择合理的相机、镜头、光源型号，并完成设计方案及选型报告。

要求参赛选手完成以下工作：

（一）视觉系统方案设计

以目标物尺寸、视觉识别精度、相机视野大小、工作距离等作为初始条件，运用视觉计算公式，完成视觉系统方案设计。要求选手根据需求1至需求4的初始条件，进行方案设计，在提供的附录一的设计报告上，针对需求1至需求4，逐个填写视觉方案设计的计算推导过程。

需求1：尺寸测量视觉方案设计

根据表1-1和1-2中提供目标物料规格和场景应用条件的要求，运用视觉计算公式，进行视觉方案初步设计。

表1-1 物料规格

序号	物料名称	尺寸	颜色	数量	特征分布	是否涉及深度信息
1	机械零件A	67mm×45mm× 1.5mm	银白色	4个	全零件	否

表1-2 场景应用条件

序号	工作距离	视野范围	识别精度	物料盘规格
1	220mm-260mm	≥77mm×55mm	优于0.04mm/pixel	390mm×270mm

需求2：缺陷检测方案设计

根据表1-3和1-4中提供目标物料规格和场景应用条件的要求，运用视觉计算公式，进行视觉方案初步设计。

表1-3 物料规格

序号	物料名称	尺寸	颜色	数量	特征分布	是否涉及深度信息
1	电子物料A	20mm×16mm	黑色	4个	全物料	否

表1-4 场景应用条件

序号	工作距离	视野范围	识别精度	物料盘规格
1	140mm	$\geq 20\text{mm} \times 16\text{mm}$	不高于0.015mm/pixel且不低于0.025mm/pixel	390mm×270mm

需求3：物料分拣（2D）方案设计

根据表1-5和1-6中提供目标物料规格和场景应用条件的要求，运用视觉计算公式，进行视觉方案初步设计。

表1-5 物料规格

序号	物料名称	尺寸	颜色	数量	特征分布	是否涉及深度信息
1	圆形物料A	$\phi 16\text{mm} \times 20\text{mm}$	红色	2个	全物料	否
2	圆形物料B	$\phi 16\text{mm} \times 20\text{mm}$	蓝色	2个	全物料	否
3	圆形物料C	$\phi 16\text{mm} \times 20\text{mm}$	黄色	2个	全物料	否
4	方形物料A	$20\text{mm} \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}$	红色	2个	全物料	否
5	方形物料B	$20\text{mm} \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}$	蓝色	2个	全物料	否
6	方形物料C	$20\text{mm} \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}$	黄色	2个	全物料	否

表1-6 场景应用条件

序号	工作距离	视野范围	识别精度	物料盘规格
1	280mm-320mm	$\geq 180\text{mm} \times 160\text{mm}$	优于0.1mm/pixel	390mm×270mm

需求4：物料分选（3D）检测方案设计

根据表1-7和1-8中提供目标物料规格和场景应用条件的要求，运用视觉计算公式，进行视觉方案初步设计。

表1-7 物料规格

序号	物料名称	尺寸	颜色	数量	特征分布	是否涉及深度信息
1	盒式物料	60mm×40mm	黑色	6个	全物料	是

表1-8 场景应用条件

序号	工作距离	视野范围	识别精度	物料盘规格
1	580mm	$\geq 230\text{mm} \times 180\text{mm}$	优于0.4mm/pixel	390mm×270mm

（二）视觉元器件选型

根据任务书要求和方案设计的结果，从预先提供的视觉元器件中选择合理的相机、镜头、光源型号，完成视觉元器件选型。要求选手在提供的附录一设计报告上，针对需求1至需求4，逐个填写视觉元器件选型的结果。

- 1) 根据被测物尺寸、相机安装位置，在满足工作距离，视野范围，分辨率的要求，选择合适的相机和镜头；
- 2) 根据相机、镜头的型号，以及作业目标要求，选择合适的单个光源或者多个光源同时组合使用。
- 3) 在多种视觉元器件型号均满足要求的情况下，要求选择成本最优的方案。

（三）完善方案设计报告

根据任务书要求，结合视觉系统方案设计和视觉元器件选型结果，进行方案验证计算，完善方案设计报告。要求选手在提供的附录一设计报告上，针对需求1至需求4，逐个填写视觉元器件验证计算的结果。

- 1) 根据需求中要求的工作距离，结合已选的视觉元器件型号参数，计算校验的视野范围，验证是否满足要求；
- 2) 根据需求中要求的工作距离，结合已选的视觉元器件型号参数，计算校验的识别精度，验证是否满足要求。

完成任务1后，需向裁判举手示意，请裁判进行评判！

任务2：系统安装测试与故障排除（15分）

根据任务书设定的任务，确定相机、镜头、光源等元器件的安装位置和安装方式，完成工业视觉系统组装、安装、接线任务；对视觉元器件进行通电测试，根据出现的故障情况，快速定位故障类型及故障元器件，并现场排除故障。

（一）工业视觉系统硬件安装

确定相机、镜头、光源等元器件的安装位置和安装方式，完成工业视觉系统硬件安装。

- 1) 根据需求1和需求4的设计报告，将对应的相机、镜头、光源从收纳处取出，安装于合适的位置，保证安装稳固；
- 2) 镜头与相机连接处螺纹须拧紧；
- 3) 手动测试及调节镜头对焦环及光圈环；
- 4) 要求光源与镜头的相对安装位置合理，无机械干涉。

（二）工业视觉系统接线

参照视觉系统和执行机构的原理图纸，清点线缆，逐一匹配各个部件、元器件所需的线缆，完成工业视觉系统的接线。

- 1) 根据需求1和需求4的设计报告，完成相机、光源、旋转轴、通讯网络等电气控制线路接线；
- 2) 完成气路的连接，走线正确、规范、牢固；
- 3) 正确连接各个电气线缆和气路气管。
- 4) 线缆连接完成后，要求无松动、无破损。

（三）通电测试和故障排除

对视觉元器件进行通电测试，根据出现的故障情况，快速定位故障类型及故障元器件，并现场排除故障。要求选手针对需求1和需求4视觉方案安装连接的结果，

➤ 具体的任务要求：

- 1) 在初始提供的线缆中，存在不少于一根故障线缆（电缆或者网线），而

且工位现场无替代可选线缆，要求选手能够根据通电测试的结果，快速确定故障的线缆，并上报裁判，要求更换合格的线缆；

- 2) 在裁判的监督下，由现场技术支持人员将合格的线缆交付选手使用。
- 3) 在裁判的监督下，选手对设备进行通电测试。

完成任务2后，需向裁判举手示意，请裁判进行评判！

任务3：系统软硬件参数设置标定（25分）

根据任务书设定的任务，综合调试编程软件中的算法参数和相机元件的硬件参数，设置合理的光源亮度、镜头光圈/焦距、视觉预处理算法等，完成高质量图像数据的采集和相机参数标定，并可视化展示图像信息流。

（一）系统软硬件参数设置和高质量图像采集

综合调试编程软件中的算法参数和相机元件的硬件参数，设置合理的光源亮度、镜头光圈/焦距、视觉预处理算法等。

- 1) 调整2D相机工作距离和相机作业参数，包括曝光时间、图像增益等参数；
- 2) 调节镜头的对焦和光圈亮度；
- 3) 通过光源控制器对前述选择的光源进行亮度调节测试，并设置触发条件和参数。
- 4) 设置3D相机作业参数，包括曝光时间、图像增益、点云后处理、深度测量范围等参数。

（二）视觉系统（2D/3D）标定

根据参数设置测试的结果，选取最优一组参数，利用配套的标定板和视觉软件内的标定工具，分别对2D和3D视觉系统进行参数标定。

3.2.1 2D视觉系统标定

- 1) 将标定板放置于相机视野范围内，在图像中观察标定板大小位置是否合理，确定合理后，设置标定参数，进行相机内参标定，保存标

定数据结果到配置文件；

- 2) 移动直角坐标机器人的X/Y/Z轴到指定位置，与标定板对齐，触发相机拍照采集当前图像（要求截图保存对应的图像），然后，利用软件内部算法，完成手眼标定计算，保存标定数据到配置文件；
- 3) 标定完成后，进行高质量图像获取调试，可视化展示图像信息流。

3.2.2 3D视觉系统标定

- 1) 将标定板放置于相机视野范围内，在图像中观察标定板大小位置是否合理，确定合理后，设置标定参数，进行相机内参标定；
- 2) 分别移动板定板至相机视野内的不同位置，触发相机拍照采集当前图像（要求截图保存对应的图像）。然后，利用软件内部算法，完成手眼标定计算，保存标定数据到配置文件；
- 3) 标定完成后，进行高质量图像获取调试，可视化展示图像信息流。

完成任务3后，需向裁判举手示意，请裁判进行评判！

任务4：视觉系统综合调试及应用编程（30分）

根据任务书设定的任务，使用视觉编程调试软件平台和数字孪生调试软件，进行数字化仿真测试及工业视觉系统综合应用编程调试，完成目标物识别、定位、检测、测量、3D位姿估计等综合应用任务，结合仪器仪表测量精度与误差分析方法，完成方案应用测试分析报告。

（一）视觉系统虚实联动调试

采用数据驱动模型的方式，实物平台的数据和信号与数字孪生模型进行信号交互，实现数字孪生与虚实联动。

1) 基于实物平台的组成和布局，在已构建的数字孪生工作站基础上标定模型位置，实现数字孪生模型与实物1:1布局。

2) 基于实物平台开发的通信协议和接口，在提供的数字孪生软件中，配置

相应的通信协议和信号，并建立虚实信号一一映射关系。

(二) 2D视觉应用编程及调试

4.2.1 需求1：尺寸测量视觉方案实施

- 1) 根据测量要求，在2D视觉软件中，利用定位、测量工具，编写视觉识别检测程序，手动测试其识别效果并优化改进；
- 2) 在视觉软件的可视化界面上，设计4个窗口（2×2布局）的显示界面，每个窗口对应显示一个对应零件的检测结果：要求显示测量项的轮廓，显示距离和角度的标记线，测量数据结果判断合格显示OK，测量数据结果判断不合格显示NG。

4.2.2 需求2：缺陷检测视觉方案实施

- 1) 完成新方案的元器件安装和接线，然后，设置软硬件参数获取高质量图像，并重新对相机进行标定。
- 2) 根据检测要求，在2D视觉软件中，利用定位、测量、计数、模板等工具，编写视觉识别检测程序，手动测试其识别效果并优化改进；
- 3) 在视觉软件的可视化界面上，设计4个窗口（2×2布局）的显示界面，每个窗口对应显示一个对应物料的检测结果：要求显示测量项的轮廓，显示距离和角度的标记线，测量数据结果判断合格显示OK，测量数据结果判断不合格显示NG。

4.2.3 需求3：物料分拣（2D）视觉方案实施

- 1) 完成新方案的元器件安装和接线，然后，设置软硬件参数获取高质量图像，并重新对相机进行标定。
- 2) 根据检测要求，在2D视觉软件中，利用模板、定位、引导等工具，编写视觉识别检测程序，手动测试其识别效果并优化改进；
- 3) 在视觉软件的可视化界面上，设计1个窗口的显示界面：要求显示物料的类型和坐标、角度数值；
- 4) 直角坐标机器人根据物料的类型和坐标角度信息，通过配置的末端工具，

将物料分拣至对应的放置区，要求零件放置的方向规整、正确；

- 5) 采用数据驱动模型的方式，视觉系统实物平台的数据和信号能够驱动数字孪生模型显示识别的物体以及动作关联，实现数字孪生与虚实联动。

(三) 3D视觉综合应用调试

- 1) 在3D视觉系统软件进行编程调试，采集目标物体的图像数据，利用内置的图像标注工具，对每张图像进行语义信息标注；
- 2) 基于采集及标注的图像数据，启动模型训练流程，训练工件实例分割信息提取模型；
- 3) 将训练后的模型导入并部署至编写的3D视觉程序中，测试模型的识别精度并进行优化；
- 4) 基于实例分割和深度图像映射方法，利用点云处理工具，对物料点云进行细化处理，利用点云匹配工具获取物料位姿；
- 5) 直角坐标机器人根据物料的坐标、深度和角度信息，完成抓取及分拣、摆放；
- 6) 在数字孪生系统中，运动机构和视觉实现虚实联动。

完成任务4后，需向裁判举手示意，请裁判进行评判！

任务5：工业视觉系统运行维护（10分）

根据任务书设定的任务，结合综合调试及应用编程的任务类型，针对自主设计的工业视觉系统方案和软硬件选型结果，分析影响工业视觉系统长期稳定运行的风险点和可能出现的故障情况，制定并输出视觉系统软硬件运行维护报告。

(一) 风险及故障分析

针对自主设计的视觉方案和软硬件选型结果，分析相机、镜头、光源等关键视觉元器件等质量情况，以及影响工业视觉系统长期稳定运行的风险点和可

能出现的故障情况。

(二) 软硬件运行维护报告

根据任务书要求，制定并输出工业视觉系统软硬件运行维护报告。要求工业视觉系统软硬件运行维护报告，包含如下内容：

- 1) 相机、镜头、光源等元器件的常见故障情况，以及对应的维护建议；
- 2) 运动执行机构的运行风险点和常见故障情况，以及对应的维护建议；
- 3) 视觉软件（2D/3D）的运行稳定性和故障情况，以及对应的维护建议。

将报告命名为《工业视觉系统运行维护报告》，以PDF版本保存在“D:\赛位号”文件夹下。

完成任务5后，需向裁判举手示意，请裁判进行评判！

二、职业素养与安全意识评分标准（5分）

比赛全程注重安全与文明，穿戴整齐、规范，操作标准、规范、合理，尊重裁判、专家。

职业素养与安全意识评分表

竞赛内容	要求
职业素养与安全意识 (5分)	比赛中无人为损坏设备
	比赛结束后工具摆放整齐，没有遗漏工具在设备上
	比赛结束后无废弃杂物遗留在场地
	进入工作场地时佩戴安全帽
	比赛全程穿着劳保服、绝缘鞋
	比赛调试过程中有必要的应急处置能力

三、本项目提供文档和资料

（一）原始数据：

提供硬件 I/O 配置表、视觉开放的函数接口说明。

（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:\2023全国技能大赛\结果存储文件夹（组别+场次号+赛位号+VS）\全部比赛结果文件。

四、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。

附录一

相机、镜头、光源的选型计算报告（可附页）

场次号_____赛位号_____