

2022 年全国职业院校技能大赛

机器视觉系统应用

——智能仓库

(总时间：480 分钟)

工 作 任 务 书

场次号： _____ 赛位号： _____

注意事项

一、本任务书共 **26** 页，包括附录（分别为视觉硬件及参数列表，相机的接线定义，分辨率及焦距计算公式，光源控制的接线说明，光源控制器通讯协议，旋转轴的安装及接线说明，相机、镜头、光源的选型计算报告）。如出现缺页、字迹不清等问题，请及时向裁判示意，进行任务书的更换。

二、在比赛前务必对各机器视觉组件和图形化编程软件平台熟悉，掌握 **C#** 软件编程及 **OpenCV** 库的调用。

三、在完成工作任务的全过程中，严格遵守光学或电气组件的相关操作要求，接线前一定要看清引脚定义和电压要求。

四、不得擅自更改设备已有器件位置和线路。

五、竞赛过程中，参赛选手认定竞赛设备的器件有故障，可提出更换，更换下的器件将由裁判组进行现场测试。若器件经现场测试是功能齐全，且没有故障的情况下，每次扣参赛队 **1** 分。若因人为操作损坏器件，扣 **5** 分。

六、所编的机器视觉程序必须保存到本机的“**C:\全国职业院校技能大赛\ Product\场次号-赛位号**”文件夹下，赛位号以现场抽签为准。

七、参赛选手在完成工作任务的过程中，不得在任何地方标注学校名称、选手姓名等信息。

八、比赛结束后，参赛选手需要将任务书以及现场发放的图纸、资料、草稿纸等材料一并上交，不得带离赛场。

请按要求在 8 个小时内完成以下工作任务：

一、根据本任务提供的视野大小要求、视野位置要求、工作距离要求、被测物的检测要求，从设备提供的所有机器视觉相机、镜头和光源中选择型号，完成选型并在合理的位置完成安装和接线。完成附录七-相机、镜头、光源的选型计算报告。

二、根据样品的尺寸和初始状态的区域要求完成视野调焦和镜头对焦。

三、在开始配置流程前，创建配置文件名称：“场次号-赛位号”。

四、通过标定板，完成相机标定，并保存在配置文件中。

五、完成 PLC 控制运动平台运动，2D 和 3D 相机要求装在非执行机构上（非 Z 轴），示教物块的摆放位置，并保存位置信息到配置文件。

六、选择合适的视觉工具，并完成相关参数的设置，按照任务要求描述，完成物料分拣入库。

七、本次配置程序必须包含模板定位及建立坐标仿射跟随功能。

九、完成指定数据表格，数据显示在指定位置。

十、在客户端完成 C# 代码编程，实现图像边缘检测算法和图像直方图统计算法，并显示结果图像。

注 1：本次工作任务请在机器视觉应用设备上完成，比赛前要熟悉设备使用说明书和软件用户手册。操作过程中，须遵守安全操作规程和职业素养要求的相关规定。

注 2：考试过程中不允许带入 U 盘或其他可储存设备。

注 3：程序复杂的情况下每完成部分编程需要记得先保存配置。

竞赛工作任务说明书

一、平台硬件、软件组成说明

竞赛任务平台的硬软件说明详见平台技术说明书及视觉软件使用手册。完成竞赛工作任务书所需的全部硬件，都包含在工作台所提供设备内，选手要使用的全部器件，只能在本工作台提供的设备内选择。

（一）工控机

设备中已经包含一台工控机，另有一台由承办单位提供，用于接收通讯数据和视觉算法代码编程的客户端计算机，比赛所需的软件和驱动均已经提前预装。

（二）视觉硬件

1、相机

可选择相机共四个，编号分别为相机 A，相机 B，相机 C，3D 相机，3D 相机工作距离要求大于 350mm，具体参数见附录一。

依据竞赛任务的要求选择好相机。

2、镜头

可选择的镜头共四个，编号分别为：12mm、25mm、35mm 焦距的定焦镜头以及一个 0.3X 放大倍率的远心镜头，具体参数见附录一。

依据被测物尺寸、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镜头。

3、光源

可选择光源共五个，编号分别为：小号环形光源、中号环形光源、大号环形光源、同轴光源、背光光源。注意，三个环形可以组合成 AOI 光源。具体参数见附录一。

依据任务书的需要，在安装方式和安装空间位置允许的情况下，可根据实际需要，选择多个光源同时组合使用。

4、标定板

可选择的标定板共两个，依据相机视野范围选择合适尺寸的标定板，具体参数见附录一；

依据检测需求选择标定方式，选择标定板；

为满足检测要求，可以选择多种标定方式和标定板组合使用，完成系统的标定要求。

（三）线缆

相机线缆（共 7 根）：相机线缆：2D 相机 USB 数据线一根、3D 相机数据线一根、GigE 电源线（含触发和输出信号）一根、千兆网相机通讯线一根（带锁）、网络通讯线一根（3 米扁线）、光源延长线一根、一根 3D 相机电源线；（注意：RS232 通讯线默认已经与 PC 连接）；

（四）运动控制硬件

PLC：控制运动平台运动，控制光源亮灭；

运动平台：X 轴、Y 轴、Z 轴、 θ 轴（注意：旋转轴 θ 是扩展轴，未安装前放在机器视觉工具箱中，需要选手按附录六：旋转轴的安装及接线说明完成平台的搭建）。

（五）气动硬件

提供三种吸嘴，规格为：SP-06、SP-08、SP-10，根据实验需求正确选择吸嘴。

二、软件功能及编程说明

在视觉编程软件中，采用图形化编程软件，根据检测要求完成软件流程的设计。

图形化编程首先需要根据需求完成工具的选择，基本的流程如下图所示，为了使配置的流程相对简洁采用了子模块、工具组模块多模块组合的配置方法，具体流程配置方法详见《视觉软件使用手册》（说明：本流程示意图图 1 仅说明视觉软件的流程设计编程方式，与本任务书描述的具体任务无直接关系）

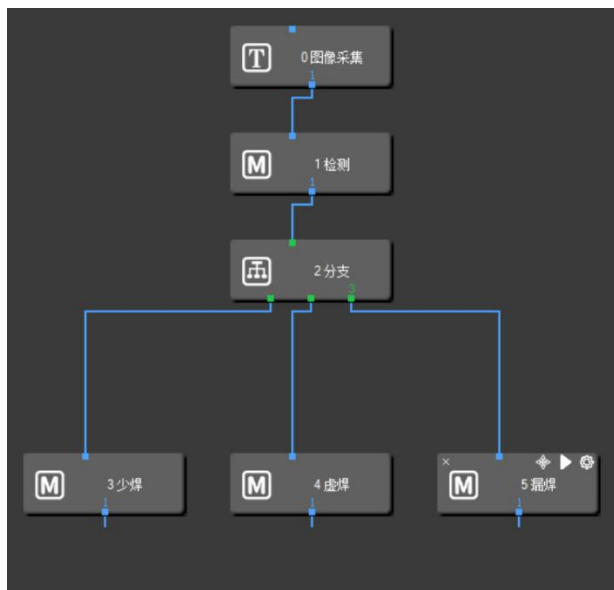


图 1 流程示意图

主要的工具列表：

类型	工具
系统类	服务器客户端通讯工具、串口工具、PLC 读写工具、机器人控制工具、信号源工具
图像源类	图像源工具、相机工具、保存图片工具
定位类	仿射变换工具、斑点分析工具、找圆工具、找线工具、边缘点查找工具、形状匹配工具、灰度匹配工具
测量类	圆卡尺工具、夹角工具、边缘卡尺工具、线交点工具、线间距工具、点间距工具、矩形卡尺工具、点线距离工具、坐标转换工具、标定工具
图像处理类	图像转换工具、通道分离工具、颜色提取工具、图像剪切工具、图像处理工具、阈值化工具、轮廓提取工具
识别类	二维码工具、字符识别工具、条码检测工具、缺陷检测工具
对位类	位移计算工具、坐标计算工具、对位平台工具
数据处理类	累加工具、分类工具、保存表格工具、格式转换工具、列表工具、逻辑运算工具、字符串截取工具、用户变量工具

客户端电脑上提供以下编程工具和图像处理库：

- 1、Microsoft Visual Studio 2015 编程软件，使用 C# 编程。
- 2、基于 C# 的 OpenCV 图像处理库 OpenCvSharp。
- 3、客户端软件及《KImage 工具二次开发说明》文件，文件中提供部分二次开发工程框构示例。工程框构示例中已做好二次开发和

OpenCVSharp 的编译环境配置及相关功能函数声明，可供参考。

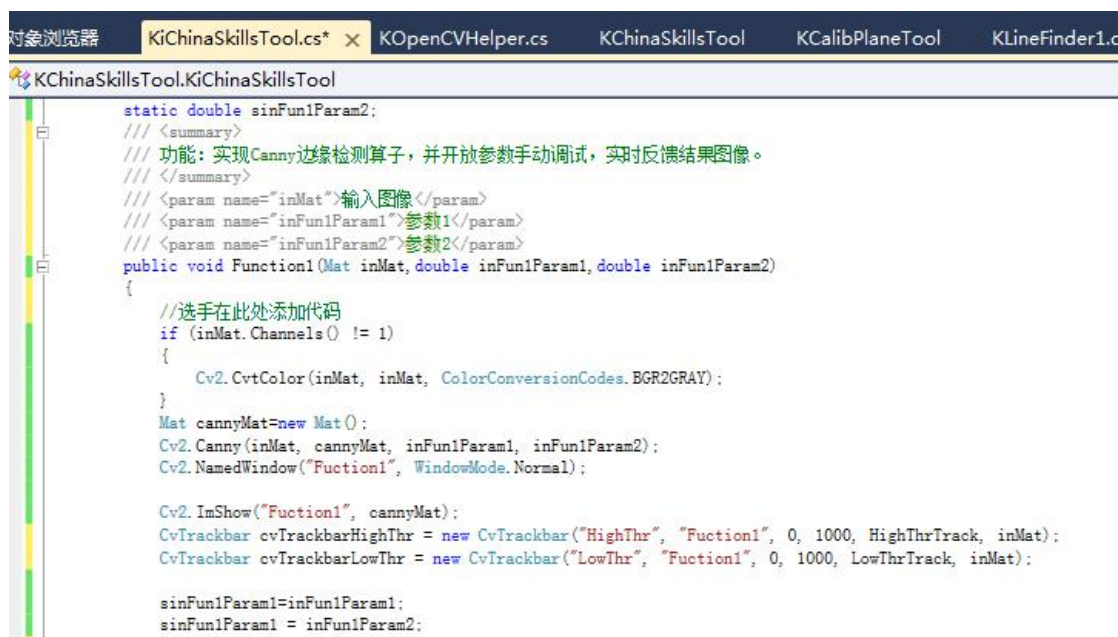


图 2 C#代码编程界面参考

三、标定说明及运动位置校准

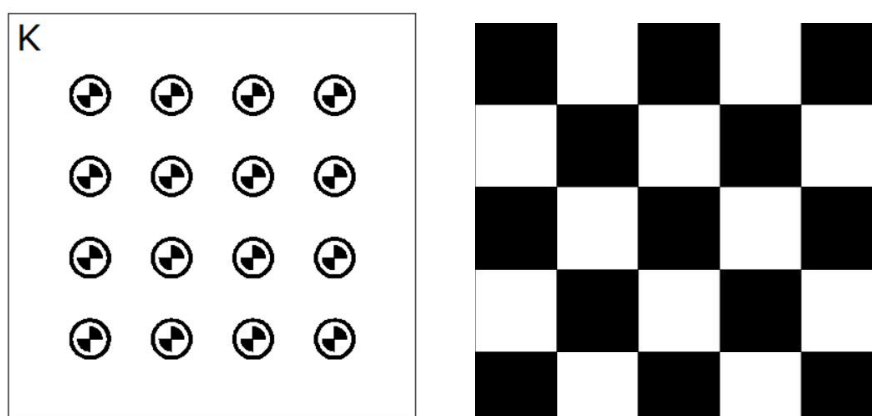


图 3 两类标定板

设备提供如图 3 所示两种图案的标定板，合理选择标定板并完成 XY 标定或 N 点标定。注意：完整的流程图执行时，机台起始位置应当从零位开始，任务流程完成之后应当回到零位。

四、竞赛任务描述-----智能仓库

(一) 样品规格说明

仓库及物料说明：提供的待搬运物料有三种规格，分别为 5 个小型物料（尺寸为：20mmx10mmx3mm），2 个中型物料（尺寸为：20mmx10mmx9mm），2 个大型物料（尺寸为：20mmx10mmx18mm），中型与大型物料侧面箭头方向指向上方，如下图所示。其中，小型物料表面贴有字符及数字信息标签，中型和大型物料上表面没有贴标，侧面贴有指示箭头（指示信息是为告知物料摆放姿态，不要求做识别）。

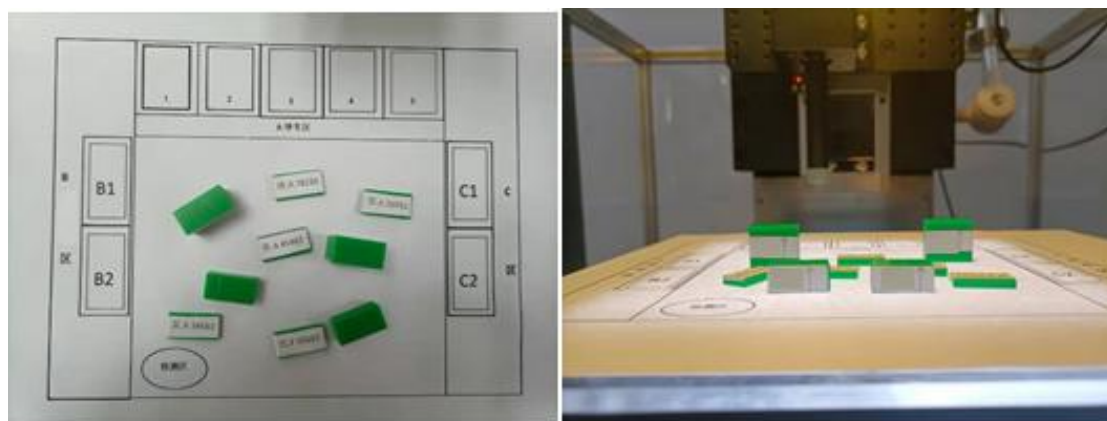


图 4 待分拣物料规格与样式

仓库的布局如下图所示，分为 A、B、C 三个区，A 区有 1-5 号物料仓位，用于放置小型物料；B 区有 B1 和 B2 两个物料仓位，用于放置中型物料，C 区有 C1 和 C2 两个物料仓位，用于放置大型物

料，每种类型的物料必须搬运进入对应区域的物料放置仓位。

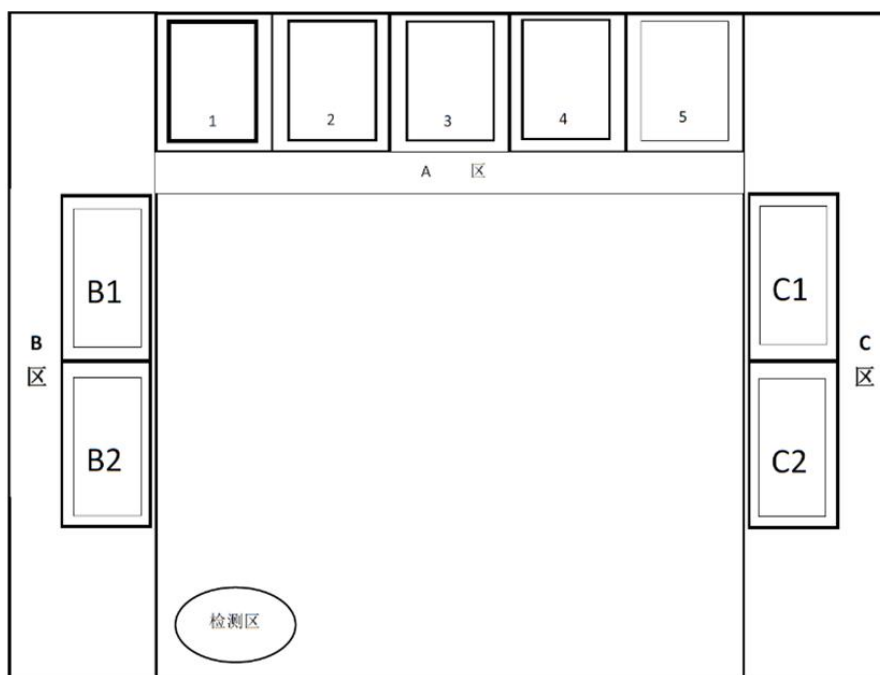


图 5 智能仓库物料位布局

（二）智能仓库任务

仓库的初始状态为：5 个小型物料、2 个中型物料、以及 2 个大型物料随机摆放在检测区。通过程序识别、定位和判断后，5 个小型物料分别放入 A 区物料仓位中（摆放顺序无要求，物料与物料之间互相不得堆叠，堆叠则判定堆叠区所有物料分拣任务失败），2 个中型物料分别放入 B 区物料仓位 B1 和 B2 中，2 个大型物料分别放入 C 区物料仓位 C1 和 C2 中。

（三）各个拍照位的硬件选型要求

- 1、要求用 3D 测量模块，测量出中型、大型物料的高度信息；
- 2、2D 相机要求像素精度为 0.1mm，视野大小要求：230mm*192mm，工作距离要求：370mm（工作距离范围允许一定

偏差，最大不得超过 $\pm 25\text{mm}$ ），检测区必须在光源范围内；

（四）警示、显示和保存的要求

1、要求在搬运 A、B、C 型物料的过程中，点亮红色报警灯，搬运流程完成后，熄灭红色报警灯；

2、界面分三个窗口显示：

第一个窗口显示 2D 相机的初始拍照位图像（物料搬运前）；

第二个窗口显示初始状态（搬运前）检测区中所有所有 A 型物料的中心坐标，B 型和 C 型物料的高度值、中心坐标；

第三个窗口显示物料分拣完成后的仓库 2D 图像。

3、数据保存：识别出 A 型物料的标签信息、B 型物料的高度信息、C 型物料的高度信息，并将信息保存到文件：“物料信息.csv”中；文件保存路径：“C:\全国职业院校技能大赛\场次号-赛位号\物料信息.csv”。

（五）客户端电脑 C#代码编程

1、C#编程任务

使用 Microsoft Visual Studio 2015 软件新建工程文件，调用 OpenCVSharp 图像库的算法，在新建工程文件中的函数体内实现以下图像处理算法，并将其封装为 KImage 能调用的.dll 文件，生成的.dll 文件拷贝到客户端软件所在目录的 ToolGroup 文件夹下面，要求如下：

（1）创建边缘检测工具

a. 工具名称定义为“KEdges”，在 KEdges 工具中实现图像边缘检测算法。边缘检测工具的使用流程为：输入图像—调整阈值参数

—得到包含边缘轮廓的图像。

b.工具中包含 **Function1** 按钮弹出阈值调节窗口，窗口中包含 **HighThr** 与 **LowThr** 两个滑块按钮，分别用于设置边缘提取工具中的阈值上限和阈值下限，可手动调节 **HighThr** 与 **LowThr** 参数，并实时显示边缘提取图像效果。

(2) 创建找线工具

a. 工具名称定义为“**KLineFind**”，在 **KLineFind** 工具中实现找线算法，该工具用于查找像素点集构成的直线轮廓边缘。找线工具的使用流程为：输入图像--进行边缘检测，得到包含边缘轮廓的图像--从边缘轮廓图像中进行霍夫直线检测，得到包含所有直线点的点集--利用模板 **ROI** 对直线点集进行筛选，只获取坐标在模板 **ROI** 范围内的点，得到新的点集--利用最小二乘法对新点集进行直线拟合--最终得到结果直线。

b. 找线工具中含有 **RegisterImage** 按钮，**ResigterImage** 按钮实现在图像中添加一个矩形 **ROI**；矩形 **ROI** 区域可以平移及旋转。

c. 找线工具中含有 **Run** 按钮，点击 **Run** 按钮后，显示一条绿色线段，代表被找到的线轮廓；

d. “**KLineFind**”工具执行完成后可在输出参数中显示线段的坐标。

2、客户端软件 **KImageClnet** 编程任务

a. 建立与设备主控电脑的连接通讯，使用工具从主控电脑中取得单个的机械零件图像。

b. 添加 **KEdges** 工具到流程图中，并基于检测区的初始状态图像，调整工具参数,在 **KEdges** 工具中获得边缘提取图像。



图 6 KEdges 工具图像边缘检测效果示意图

c. 添加 **KLineFind** 工具到流程图中，完成该工具的参数配置，并基于检测区的初始状态图像，使用 **KLineFind** 工具查找 A 型物料长边的线轮廓。

在使用**KEdges**工具与**KLineFind**工具进行图像处理任务过程中，如遇到问题，可返回**VS2015**的**C#**编译环境中，对工具进行调试、完善后再继续任务。

（四）显示任务

1、主界面显示要求：

设置好三个窗口，软件界面各窗口分别显示以下信息：窗口一显示 **2D** 相机的初始拍照位图像（物料搬运前）；窗口二显示初始状态（搬运前）检测区中所有所有 **A** 型物料的中心坐标，**B** 型和 **C** 型物

料的高度值、中心坐标；窗口三显示物料分拣完成后的仓库 2D 图像。

2、客户端界面显示

打开客户端软件，与主控电脑建立通讯连接，添加“客户端”“图像”、“KEdges”工具、“KLineFind”工具。要求从设备主机接收并显示检测区的初始图像，并在窗口显示“KEdges”工具执行后的结果图像及“KLineFind”工具执行后的线轮廓。

将识别出 A 型物料的标签信息、B 型物料的高度信息、C 型物料的高度信息数据通过网口通讯发送给另一台客户端电脑，客户端软件接收服务器发送的数据并实时显示，客户端配置的名称为“数据接收”。客户端数据显示在软件界面的下方的结果数据栏中。

五、竞赛任务流程步骤参考

1、硬件选型安装接线

完成相机、镜头、光源的选型，输出选型计算报告，选型计算报告的答案请写在附录七。

将相机、镜头、光源、治具等在合理位置安装，保证安装稳固，镜头与相机连接螺纹圈须拧紧；镜头调试好之后，用顶丝锁紧对焦环及光圈环；记录硬件的安装参数等结果。

完成相机、光源、旋转轴、通讯网络等电路接线，完成气路的连接，走线正确规范、整洁、牢固；物理接口选择正确。

2、视觉软件的 PLC 控制工具运行测试

控制 X,Y,Z 轴移动料盘，设置拍照位；

输出 I/O 电信号正常。

3、光源控制工具运行测试

光源与其控制器正常，能控制所有光源亮灭，且能设置各光源亮度值；

4、相机工具运行测试

测试相机，保证相机正常工作；

确定各个拍照位的图像对焦清楚，视野大小合适；

协同光源控制器的光源调节功能，设置合适的相机参数。

5、相机标定工具运行测试

放置标定板，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，完成相机标定；

保存标定数据结果到配置文件；

正确移动及摆放标定板，完成手眼标定过程，保存标定数据到配置文件。

6、检测工具运行测试

设置检测工具参数，识别小型物料标签信息。

7、模板匹配工具运行测试

设置合适的参数创建模板并保存模板；

设置合适的参数查找模板。

8、OCR 工具运行测试

设置 ORC 工具并测试是否能识别到字母及数字信息。

9、数据分析工具运行测试

设置数据分析工具参数，并生成数据分析结果。

10、数据处理类运行测试

设置数据保存表格工具参数，设置文件名、保存路径；

添加需要保存的数据，生成报表；

11、完成界面布局及数据显示

六、工作流程提示

1、硬件选型安装接线

完成相机、镜头、光源的选型，输出选型计算报告，选型计算报告的答案请写在附录七。

将相机、镜头、光源、治具等在合理位置安装，保证安装稳固，镜头与相机连接螺纹圈须拧紧；镜头调试好之后，用顶丝锁紧对焦环及光圈环。

完成相机、光源、旋转轴、客户端等电路接线，完成气路的连接，要求走线正确规范、整洁、牢固。

2、PLC 控制工具设置

全轴应从零位开始运动，设置好拍照位，并根据任务描述，完成运动控制以及警报灯控制，完成搬运入库任务后，应将全轴回零。

3、光源控制工具设置

合理设置光源亮度，拍照前点亮光源，完成拍照后熄灭。

4、相机工具设置

合理设置相机参数，确定拍照位的图像对焦清楚，视野大小合适。

5、相机标定

根据需要选择标定板，并安装好，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，完成相机标定。

6、数据保存

按照任务要求，保存识别及测量出的数据信息。

7、界面布局及数据显示

设置好窗口个数，软件界面各窗口显示各相机采集的图像；根据要求把结果、数据显示到各窗口上；

七、附件

附录一、视觉硬件及参数列表

工业相机

类别	编号	分辨率	帧率 FPS	曝光模式	颜色	芯片大小	接口
2D 相机	相机 A	1280x960	>90	全局	黑白	>1/3"	USB3.0
2D 相机	相机 B	2448x2048	>20	全局	黑白	2/3"	GigE
2D 相机	相机 C	2592x1944	>10	滚动	彩色	1/2.5"	GigE
3D 相机	3D 相机	1920x1080x2	>10	滚动	/	2/3"	USB3.0

工业镜头

类别	编号	支持分辨率 (优于)	焦距/ 倍率	最大光 圈	工作距离	支持芯片大小
工业镜头	12mm 镜头	500 万像素	12mm	F2.0	>100mm	2/3"
工业镜头	25mm 镜头	500 万像素	25mm	F2.0	>200mm	2/3"
工业镜头	35mm 镜头	500 万像素	35mm	F2.0	>200mm	2/3"
远心镜头	远心镜头	500 万像素	0.3X	F5.4	110mm	2/3"
镜头接圈	包括 0.5mm、1mm、2mm、5mm、10mm、20mm、40mm 一组					

LED 光源

类别	编号	主要参数	颜色	备注
环形光源	小号环形光源	直射环形, 发光面外径 80mm, 内径 40mm	RGB	三者可以合并成 AOI 光源
环形光源	中号环形光源	45 度环形, 发光面外径 120mm, 内径 80mm	G	
环形光源	大号环形光源	低角度环形, 发光面外径 155mm, 内径 120mm	B	
同轴光源	同轴光源	发光面积 60x60mm	RGB	
背光源	背光源	发光面积 169x145mm	W	

注: R=红色、G=绿色、B=蓝色、W=白色

标定板

类别	外框尺寸 mm	圆/格间距 mm	外圆环直径 mm	内圆环直径 mm	精度 mm
标定板 A	100x100	20	5	3	±0.01
	50x50	10	2.5	1.5	±0.01
	20x20	4	1	0.6	±0.01

类别	外框尺寸 mm	方格边长 mm	方格数量	精度 mm
标定板 B	180x120	15	11x7	±0.01

附录二、相机的接线定义

一、USB3.0 相机 （注意 USB3.0 通过 USB 线供电，不要另外插电源，否则会烧相机）

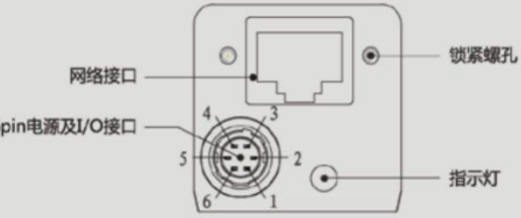
I/O接口说明 I/O Interface Instruction



引脚	描述	功能
1	Line3	GPIO（非隔离软件可配置输入/输出）
2	Line1	光耦隔离输入
3	Line2	GPIO（非隔离软件可配置输入/输出）
4	Line0	光耦隔离输出
5	Opto I/O Ground	光耦隔离信号地（ISO_GND）
6	GPIO Ground	GPIO信号地（GND）

二、GigE 相机

I/O接口说明 I/O Interface Instruction

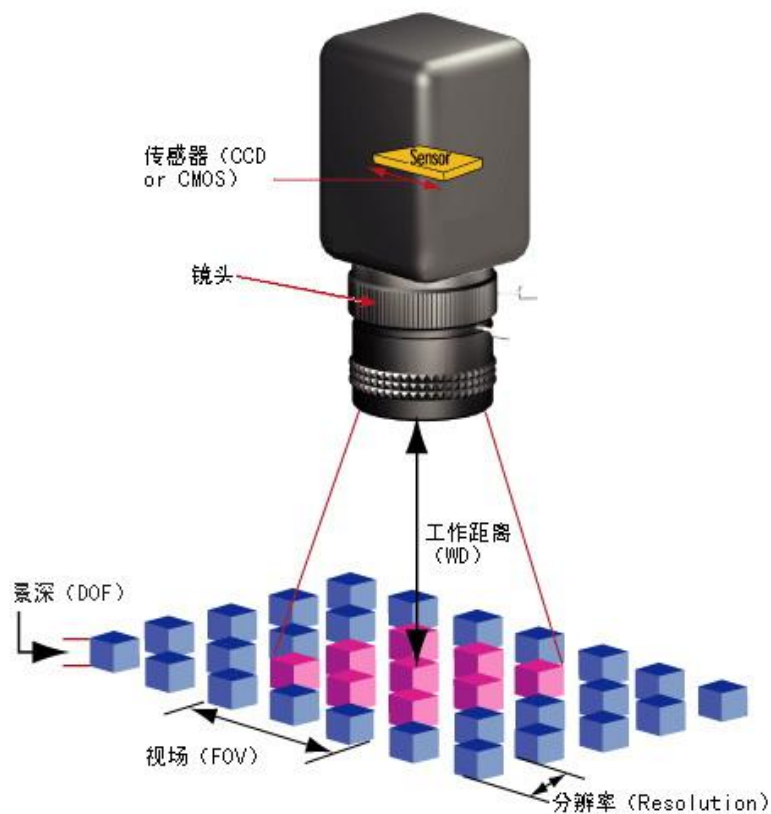


管脚	信号	说明
1	Power	+6V~26V 直流电源
2	Line1	光耦隔离输入
3	Line2	可配置IO输入/输出口
4	Line0	光耦隔离输出
5	IO GND	光耦隔离地
6	GND	直流电源地

附录三、分辨率及焦距计算公式

简单视觉系统的计算，主要包括视场（FOV）、分辨率（Resolution）、工作距离（WD）和景深（DOF）等。

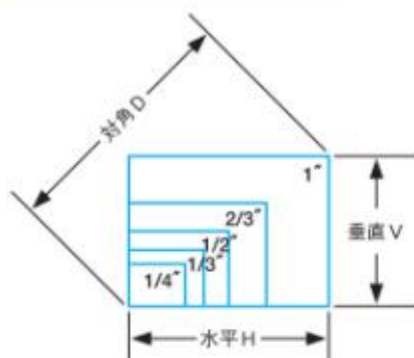
分辨率我们通常指的是像素分辨率，（默认选用的镜头分辨率高于相机的分辨率）。因此分辨率就等于视野 FOV/相机的像素数，



假如我们 FOV 尺寸是 16mmx12mm，选用的相机是 200 万像素（1600x1200），那么像素分辨率就是 $16\text{mm}/1600$ or $12\text{mm}/1200=0.01\text{mm}$ 。

下表分别是我们的英制的芯片尺寸，真实的芯片大小和焦距的计算公式。

影像大小



每一款监控摄像机CCD的靶面大小不同，但通常使用的CCD摄像机的规格均为4:3 (H:V)。

型号	CCD 尺寸	图像尺寸 (mm)		
		水平：H	垂直：V	对角：D
C	1"	12.8	9.6	16.0
H, A	2/3"	8.8	6.6	11.0
D, S	1/2"	6.4	4.8	8.0
Y, T	1/3"	4.8	3.6	6.0
Q	1/4"	3.6	2.7	4.5
35mm照相机镜头（参考）	35mm胶卷	36.0	24.0	43.3

视野计算

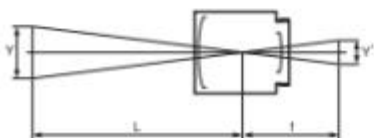
在物距确定的情况下，视野便能通过下述方程式计算出来。

$$Y = Y' \cdot \frac{L}{f}$$

Y：物体尺寸 L：物距
Y'：图像尺寸 f：焦距

例如：到物体的距离为5m 时，用1/2"焦距为12.5mm的镜头和1/2"摄像机，监视器上所显示的尺寸为：

$$Y' : 6.4 \quad L : 5000 \quad f : 12.5 \quad Y = 6.4 \times \frac{5000}{12.5} = 2560\text{mm}$$



接口种类

通常的监控摄像机镜头拥有C接口和CS接口两种。

规格

	C接口	CS接口
后基距 (mm)	17.526 *1	12.5 *1
直径 (mm)	1-32UNF	

互换性

	C接口摄像机	CS接口摄像机
C接口镜头	○	○*2
CS接口镜头	×	○

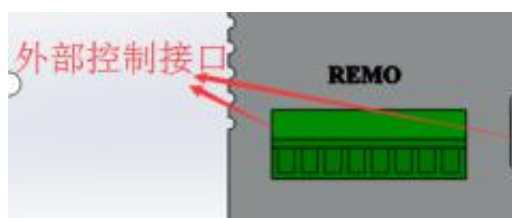
*1 空气换算长度。

*2 在C接口镜头与CS接口的摄像机配合使用的情况下，需使用C-CS接口适配环（5mm）。

附录四、光源控制的接线说明

硬件触发：用户可以通过 PLC、相机的输出外部触发信号来控制每一路输出的开关。需要外部触发功能时需将外部触发信号线连接到“REMO”端子上。触发信号高电平时打开，低电平时关闭。

软件触发：用户也可用软件实现触发功能，即使用串口对各输出通道进行控制，使各输出通道按照预先的设置打开或关闭其输出。



REMO 端子 引脚号	信号名称	信号定义
1	TR1+	1 通道触发信号+
2	TR1-	1 通道触发信号-

3	TR2+	2 通道触发信号+
4	TR2-	2 通道触发信号-
5	TR3+	3 通道触发信号+
6	TR3-	3 通道触发信号-
7	TR4+	4 通道触发信号+
8	TR4-	4 通道触发信号-

附录五、光源控制器通讯协议

硬件规范

波特率：9600 bps

每帧字节数：8 字节

每帧数据格式

1 字节	1 字节	1 字节	3 字节	2 字节
特征字	指令字	通道字	数据	异或和校验字

注：所有通讯字节都采用 ASCII 码

✧ 特征字 = \$

✧ 指令字 = 1, 2, 3, 4, 分别定义为：

1: 打开对应通道电源

2: 关闭对应通道电源

3: 设置对应通道电源参数

4: 读出对应通道电源参数

当指令字为 1, 2, 3 时，如控制器接收指令成功，则返回特征字\$；如控制器接收指令失败，则返回&。

当指令字为 4 时，如控制器接收指令成功，则返回对应通道的电源设置参数（返回格式跟发送格式相同）；如控制器接收指令失败，则返回&。

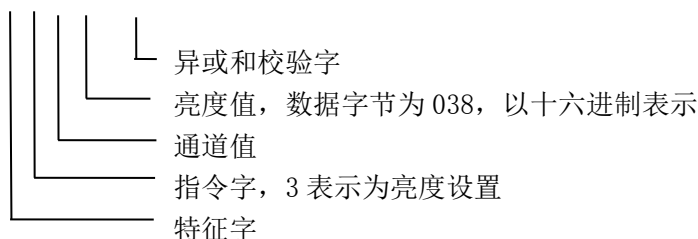
✧ 通道字 = 1, 2, 3, 4。分别代表 4 个通道。

✧ 数据 = 0XX (XX 为 00~FF 内的任一数值)，对应通道电源的设置参数，高位在前，低位在后。

✧ 异或和校验字 = 除校验字外的字节（包括：特征字，指令字，通道字和数据）的异或校验和，校验和的高 4 位 ASCII 码在前，低 4 位 ASCII 码在后。

例：将第 2 通道亮度设为 56，则以 ASCII 码向下写“\$320381E”

\$ 3 2 0381E



异或校验字运算过程如下：

	字 符 串	ASC II 码	ASCII 码以 十六进制表 示	将高 4 位和低 4 位 分别以 8421 码表 示
特征字	\$	36	24	0010 0100
指令字	3	51	33	0011 0011
通道字	2	50	32	0011 0010
数据	0	48	30	0011 0000
	3	51	33	0011 0011
	8	562	38	0011 1000
异或和				0001 1110
异或校验字				1 E

注：打开对应通道电源、关闭对应通道电源和读出对应通道电源参数 3 个功能的异或校验字的运算过程中，数据的 3 个字节的值对异或结果无影响，保证格式为 0XX（XX=00~FF 内的任一数值）即可。

以下为几组指令数据

关闭 2 通道：\$220381F

	字 符 串	ASC II 码	ASCII 码以 十六进制表 示	将高半字节和低半 字节分别以 8421 码表示
特 征 字	\$	36	24	0010 0100
指 令 字	2	50	32	0011 0010
通 道 字	2	50	32	0011 0010
数据	0	48	30	0011 0000
	3	51	33	0011 0011
	8	56	38	0011 1000
异 或 和				0001 1111
异或校验字				1 f

打开 2 通道：\$120381C

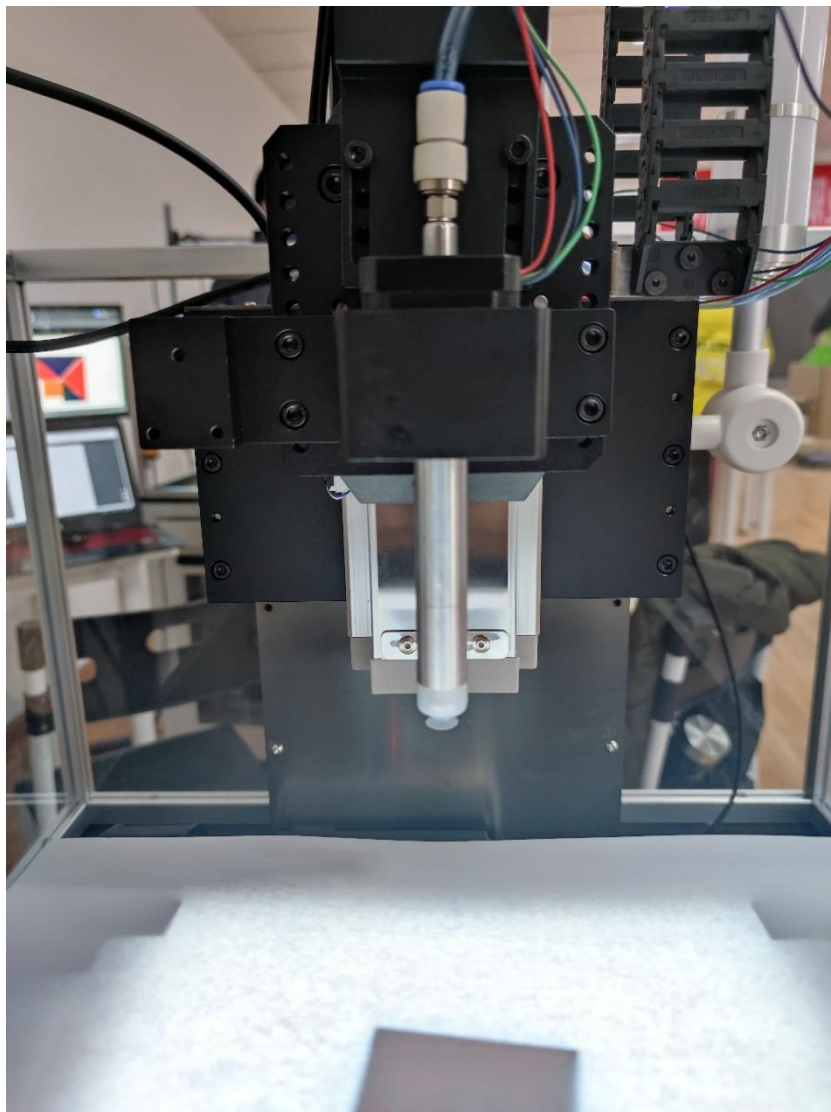
	字 符 串	ASCII 码	ASCII 码以 十六进制 表示	将高半字节和低半 字节分别以 8421 码 表示
特征字	\$	36	24	0010 0100
指令字	1	49	31	0011 0001
通道字	2	50	32	0011 0010
数据	0	48	30	0011 0000
	3	51	33	0011 0011

	8	56	38	0011 1000
异或和				0001 1100
异或校验字				1 C

读取 2 通道电源参数: \$4200012

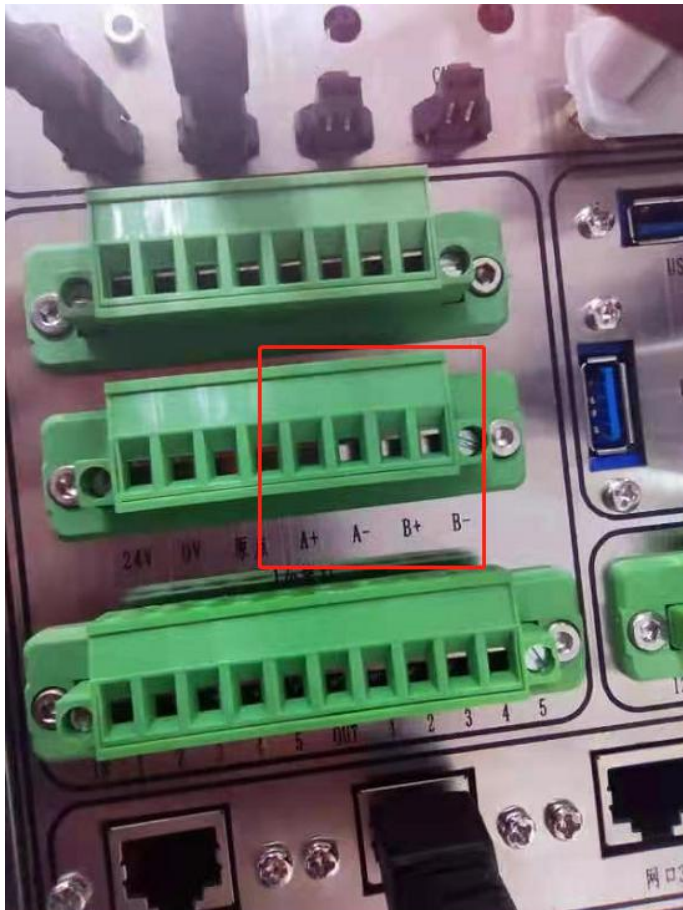
字符串		ASCII 码	ASCII 码以十六进制表示	将高半字节和低半字节分别以 8421 码表示
特征字	\$	36	24	0010 0100

附录六、旋转轴的安装及接线说明





θ 轴如上图所示，共有四根线需要接入控制面板。



接线分别为 A+ A- B+ B-，将对应接线端子接入到控制面板上。

附录七

相机、镜头、光源的选型计算报告

场次号_____ 赛位号_____