

浙江大学实验报告

课程名称： 传感与检测

实验项目名称： 智能产线传感与检测实验

学生姓名： 黄于翀 专业： 工程力学 学号： 3210105423

实验日期： 2023 年 12 月 22 日

实验 1 常见开关型传感器实验

一. 实验目的及要求

1. 了解光电传感器、限位开关、接近传感器、光纤传感器的工作原理；
2. 掌握常见传感器的使用方法；
3. 学会常见传感器与控制系统的连接方式，以及如何完成基本信号采集。

二. 实验器材

1. PLC (CPU ST40)、光电传感器、限位开关、接近传感器、光纤传感器等
2. 智能产线传感与检测实验装置

三. 实验原理

1. 光电传感器

光电传感器（光电开关）是光电接近开关的简称，它是利用被检测物对光束的遮挡或反射，由同步回路接通电路，从而检测物体的有无。物体不限于金属，所有能反射光线（或者对光线有遮挡作用）的物体均可以被检测。光电开关将输入电流在发射器上转换为光信号射出，接收器再根据接收到的光线的强弱或有无对目标物体进行探测。

以反射式光电传感器为例（图 3-5）。发光二极管（或半导体激光管）的光束轴线和光电三极管的轴线在一个平面上，并成一定的夹角，两轴线在传感器前方交于一点。

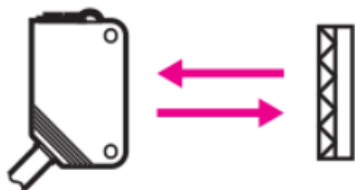


图 3-5 光电传感器工作原理图

2. 限位开关

限位传感器就是用以限定机械设备的运动极限位置的电气开关，又称行程开关，可以安装在相对静止的物体（如固定架、门框等，简称静物）上或者运动的物体（如行车、门等，简称动物）上。当有物体接近静物时，开关的连杆驱动开关的接点引起闭合的接点分断或者断开的接点闭合。由开关接点开、合状态的改变去控制电路和电机，如图 3-6 所示。

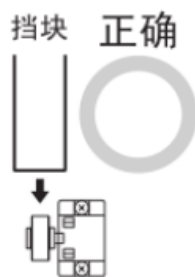


图 3-6 限位开关工作原理图

在电气控制系统中，限位开关的作用是实现顺序控制、定位控制和位置状态的检测。用于控制机械设备的行程及限位保护。在实际生产中，将限位开关安装在预先安排的位置，当机械触头碰上挡块时，切断了（或改变了）控制电路，机械就停止运行或改变运行。

四. 实验步骤

1. 打开智能产线传感与检测实验装置开关总电源，以及旁边的工控机电源开关，等待 30 秒左右待工控机（工业计算机）启动并运行机器视觉检测软件。
2. 找出实验装置上安装的所有传感器的位置，并熟悉其在该位置的作用。
3. 开机启动后默认为手动实验模式，长按复位按钮 3 秒钟，待其开始初始化。

4. 初始化结束后，X 轴上的载盘会移动到最右端，等待开始试验。
5. 将台面上所有模拟工件取下，查看接近传感器、光电传感器（放料区）、光纤传感器工作是否正常，检查标准为接近或者挡光状态下台面指示灯是否点亮，按实验记录表格 3-1 要求记录数据。
6. 若所有传感器工作均正常，且已完成步骤 3 的初始化，点击触摸屏上的手动模式按钮，则此时更换为自动模式（单击实现手/自动模式切换）。
7. 确认触摸屏菜单栏在主界面，如不是请点击触摸屏主界面按键。
8. 将模拟工件 A 放在 X 轴载盘上（注意：具有 RFID 黑色芯片一面朝向 RFID 读写器），点击启动按钮，则实验装置会模拟工业产线自动检测工件 A 参数并入库的环节，该环节为演示实验，无需记录实验数据。
9. 观察依次经过各个检测单元时的触摸屏显示动画及测量值。
10. 待完成模拟工件 A 入库后，参照步骤 7，依次放置模拟工件 B、C 并完成全部工件检测并入库。

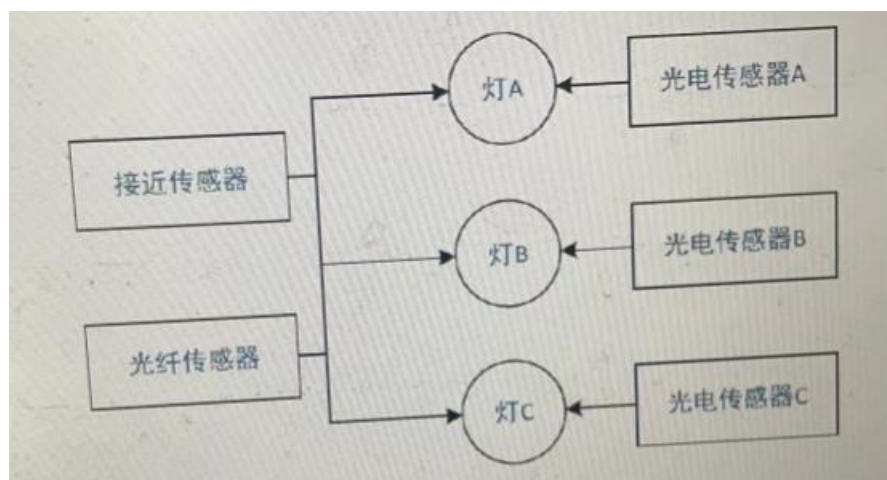
五. 实验数据记录及处理

1. 按照表格记录实验测试数据。

表 3-1 常用开关型传感器实验数据记录表

传感器	接近（触）时检测系统指示灯状态（亮/不亮）		
	A	B	C
光电传感器	✓	✓	✓
光纤传感器	✓		
接近传感器	✓		

2. 画出上表中开关型传感器检测显示系统的典型回路图



六. 问题讨论

1、各种开关型传感器有什么特点，在使用场合方面有什么限制？

2、本次实验涉及的限位开关在实验装置中的作用是什么？

1. 开关型传感器工作原理是基于物理量超过或低于设定阈值时切换输出状态。所以用来检测不同物理量的就有不同的特点。比如压力传感器用来检测压力，那么就有一定的最大压力限制，温度等也是这样。

2. 起到安全保护的作用。

实验 2 超声波传感器

一. 实验目的及要求

1. 了解超声波传感器的工作原理；
2. 了解超声波传感器的使用方法；
3. 熟悉超声波传感器与控制系统的连接方式，以及如何完成基本信号采集；
4. 学会模拟量信号采集及控制系统中的处理步骤。

二. 实验器材

1. 超声波传感器，PLC（CPU ST40），模拟量模块（EM AI04）
2. 智能产线传感与检测实验装置

三. 实验原理

超声波传感器是将超声波信号转换成其他能量信号（通常是电信号）的传感器，如图 3-9 所示。超声波是振动频率高于 20KHz 的机械波，它具有频率高、波长短、绕射现象小，特别是方向性好、能够成为射线而定向传播等特点。超声波对液体、固体的穿透本领很大，尤其是在阳光不透明的固体中。超声波碰到杂质或分界面会产生显著反射形成反射回波，碰到活动物体能产生多普勒效应。超声波传感器广泛应用在工业、国防、生物医学等方面。

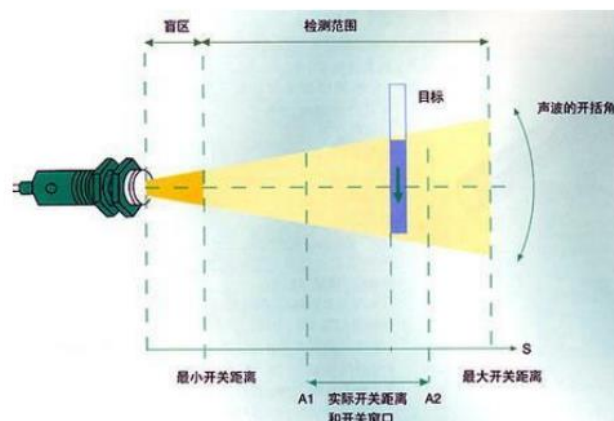


图 3-9 超声波传感器工作原理图

在超声波测距环节，需要将超声波感应到的位移信息转换为标准信号，之后传输到控制系统的模拟量采集模块进行相应的 A/D 转换，从而变为 PLC 能够识别的数字量信息，最终做出相应的显示处理或者逻辑判断，典型的模拟量处理架构如图 3-10 所示：

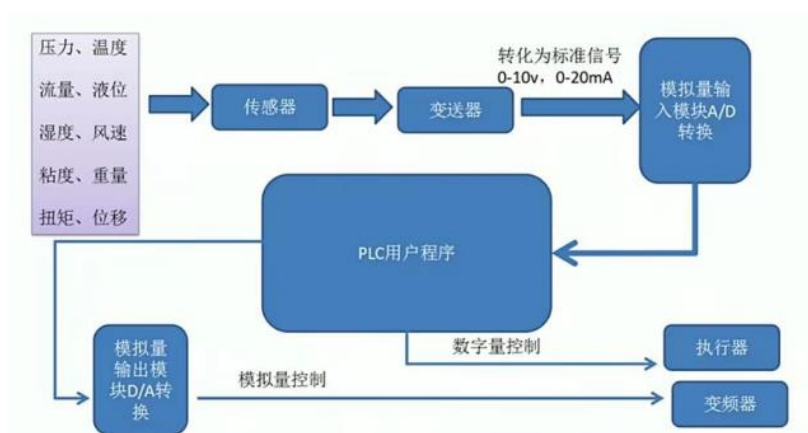


图 3-10 PLC 对典型模拟量处理模块架构图

本次实验选用的超声波传感器参数如下：

表 3-2 超声波传感器参数表

产品型号	LM-200-010-DAC
测量范围	50~300mm
盲区	50mm
传感器频率	200KHZ
工作电压	DC 24V
输出方式	0~5V
防水等级	IP67
工作温度	-20° C~+60° C
角度	7 度（上下 3.5 度）
测量精度	毫米级
驱动	≤15MA

四. 实验步骤

1. 打开智能产线传感与检测实验装置开关总电源，以及旁边的工控机电源开关，等待 30 秒左右待工控机启动并运行机器视觉检测软件。
2. 开机启动后默认为手动实验模式，长按复位按钮 3 秒钟，待其开始初始化。
3. 初始化结束后，X 轴上的载盘会移动到最右端，等待开始试验。
4. 将要实验的模拟工件（以 A 为例，注意放置方向）放置到 X 轴载盘上。
5. 在手动模式下，点击触摸屏上菜单栏中 X 轴电机按键，在下拉的界面中选择超声波检测按键，此时载盘会移动到超声波实验位置。
6. 在触摸屏菜单栏选择超声波，则进入超声波实验界面。
7. 按照表 3-3 要求记录数据，每隔 2s 系统刷新一次测量值，分别记录 3 组测量值后取平均值作为超声波检测面到模拟工件上台面的水平距离。
8. 所有数据记录完成后，用卷尺测量超声波检测面到模拟工件上台面的水平距离并记录，后续以该数据作为标准值进行误差分析。
9. 重复步骤 4 至步骤 8，完成模拟工件 B、C 的检测与记录。

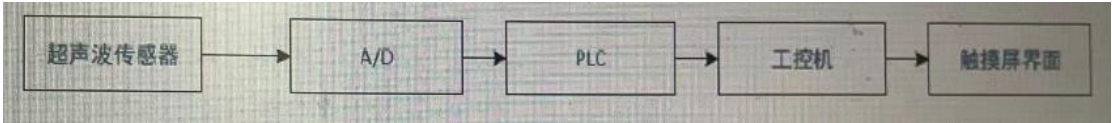
五. 实验数据记录及处理

1. 按照要求将数据记录于表 3-3。

表 3-3 超声波测距实验记录表

模拟工件	超声波检测系统读数记录			卷尺读数（mm）	误差
A	电压: 0.226	IV: + 626	OV: + 56.8	54.0	+2.8
	电压: 0.226	IV: + 626	OV: + 56.8		
	电压: 0.226	IV: + 626	OV: + 56.8		
B	电压: 0.226	IV: + 626	OV: + 56.8	54.0	+2.8
	电压: 0.226	IV: + 626	OV: + 56.8		
	电压: 0.226	IV: + 626	OV: + 56.8		
C	电压: 0.226	IV: + 626	OV: + 56.8	54.0	+2.8
	电压: 0.226	IV: + 626	OV: + 56.8		
	电压: 0.226	IV: + 626	OV: + 56.8		

注：由于时间关系，仅验证当下位置的误差，如做设备的误差分析，需计算全量程误差。



六. 问题讨论

1. 结合超声波测距显示系统回路图进行误差分析，列举减少误差的方法。

首先可以进行温度补偿，因为超声波在不同温度下速度其实不相同。另外就可以采用多次测量取平均的方法减小误差。

实验 3 RFID 传感器

一. 实验目的及要求

1. 了解 RFID 传感器的工作原理及应用场景；
2. 掌握 RFID 的使用方法；
3. 学会 RFID 与控制系统的连接方式，以及如何完成基本信息读写。

二. 实验器材

1. PLC、RFID 读写器（HR302）、嵌入在模拟工件侧面的 RFID 芯片等
2. 智能产线传感与检测实验装置

三. 实验原理

无线射频识别即射频识别技术（Radio Frequency Identification, RFID），是自动识别技术的一种，通过无线射频方式进行非接触双向数据通信，利用无线射频方式对记录媒体（电子标签或射频卡）进行读写，从而达到识别目标和数据交换的目的。RFID 技术的基本工作原理：标签进入阅读器后，接收阅读器发出的射频信号，凭借感应电流所获得的能量发送出存储在芯片中的产品信息（Passive Tag，无源标签或被动标签），或者由标签主动发送某一频率的信号（Active Tag，有源标签或主动标签），阅读器读取信息并解码后，送至中央信息系统进行有关数据处理。一套完整的 RFID 系统，是由阅读器与电子标签也就是所谓的应答器及应用软件系统三个部分所组成，其工作原理是阅读器（Reader）发射一特定频率的无线电波能量，用以驱动电路将内部的数据送出，此时 Reader 便依序接收解读数据，送给应用程序做相应的处理。RFID 的应用非常广泛，典型应用如图 3-11, 等所示，还有动物晶片、汽车晶片防盗器、门禁管制、停车场管制、生产线自动化、物料管理等。



图 3-11 RFID 应用场景示例

本实验选用的 RFID 读写装置为 HR302，电子标签为 915M 无源 ABS/PCB 耐高

四. 实验步骤

- 1. 打开智能产线传感与检测实验装置开关总电源，以及旁边的工控机电源开关，等待 30 秒左右待工控机启动并运行机器视觉检测软件。
- 2. 开机启动后默认为手动实验模式，长按复位按钮 3 秒钟，待其开始初始化。
- 3. 初始化结束后，X 轴上的载盘会移动到最右端，等待开始试验。
- 4. 将要实验的模拟工件（任选一个，注意放置方向）放置到 X 轴载盘上。
- 5. 在手动模式下，点击触摸屏上菜单栏中 X 轴电机按键，在下拉的界面中选择 RFID 读取按键，此时载盘会移动到 RFID 读写实验位置。
- 6. 在触摸屏菜单栏选择 RFID，则进入超声波实验界面。
- 7. 按照要求记录 3-5 表格数据。
 - （1）自定义写入数据，点击触摸屏写入值输入框进行输入，输入完成后点击写入按键，完成写入操作，观察是否报错；
 - （2）写入无报错后，点击读取按键，记录显示的读取值，观察与上次写入的自定义数据是否一致并观察是否有报错。

表 3-5 RFID 传感器实验数据记录表

写入值	KUN
读取值	KUN

可以看到，显示的读取值和自定义数据一致。

五. 问题讨论

1. 简述 RFID 传感器的应用场景。

应用场景非常广泛，涵盖了物流、供应链、零售业、资产管理、车辆识别、物品追踪、防盗、身份识别等多个领域。比如平时在学校的刷卡门禁就应用了它。

实验 4 激光传感器

一. 实验目的及要求

1. 了解激光传感器的工作原理及应用场景；
2. 学会激光传感器的基本使用方法；
3. 学会激光传感器与控制系统的连接方式，以及如何完成基本示教功能。

二. 实验器材

1. PLC (CPU ST40)，模拟量模块 (EM AI04)、松下激光传感器 HG-C1100
2. 智能产线传感与检测实验装置

三. 实验原理

激光传感器是由激光器、激光检测器和测量电路组成。激光传感器是新型测量仪表，它的优点是能实现无接触远距离测量，速度快，精度高，量程大，抗光、电干扰能力强等。激光传感器工作时，先由激光发射二极管对准目标发射激光脉冲。经目标反射后激光向各方向散射。部分散射光返回到传感器接收器，被光学系统接收后成像到雪崩光电二极管上。雪崩光电二极管是一种内部具有放大功能的光学传感器，因此它能检测极其微弱的光信号，并将其转化为相应的电信号。常见的是激光测距传感器，它通过记录并处理从光脉冲发出到返回被接收所经历的时间，即可测定目标距离，典型的结构如图 3-14 所示。

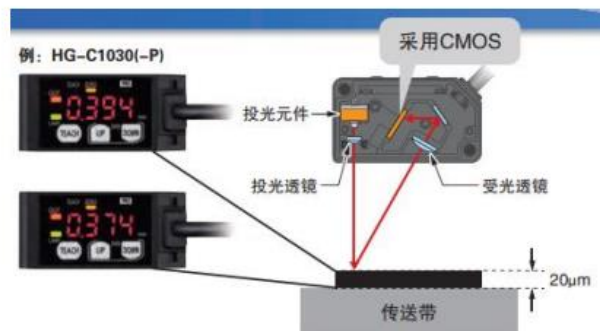


图 3-14 激光传感器典型结构示意图

激光传感器常用于精度要求较高的超限检测、测速检测以及无人设备中定位等场合，例如谷歌第二代无人驾驶车原型车顶部就安装了激光传感器，雷克萨斯展出的无人车车顶也应用了一个 360° 旋转的激光全息传感器，可以几乎同时感应到车子前、侧与后方的状况。在智能工厂中，激光传感器也作为测量精度较高

四. 实验步骤

1. 打开智能产线传感与检测实验装置开关总电源, 以及旁边的工控机电源开关, 等待 30 秒左右待工控机启动并运行机器视觉检测软件。
2. 开机启动后默认为手动实验模式, 长按复位按钮 3 秒钟, 待其开始初始化。
3. 初始化结束后, X 轴上的载盘会移动到最右端, 等待开始试验。
4. 将要实验的模拟工件 (以 A 为例, 注意放置方向) 放置到 X 轴载盘上。
5. 在手动模式下, 点击触摸屏上菜单栏中 X 轴电机按键, 在下拉的界面中选择激光检测按键, 此时载盘会移动到激光检测实验位置。
6. 在触摸屏菜单栏选择激光高度, 可则进入激光高度实验界面。
7. 2 点法教导实验。
 - (1) 参照图 3-18 激光传感器 2 点教导动作图, 任选一个模拟工件, 将其放到 X 轴载盘上, 点击触摸屏上菜单栏中激光检测按键, 使载盘到达检测位置, 点击向右移动按键, 使 X 轴载具向右移动, 直到激光光点完全打到下平台表面。
 - (2) 点击一次激光传感器上的 TEACH 键, 设置背景物体高度。
 - (3) 点击向左移动按键, 使 X 轴载具向左移动, 直到激光光点完全打到上凸台表面, 再点击一次激光传感器上的 TEACH 键, 设置检测物体高度。
 - (4) 自行测试激光传感器是否完成设置, 在基准值上下查看 OUT 指示灯, 并记录在表 3-7 中。

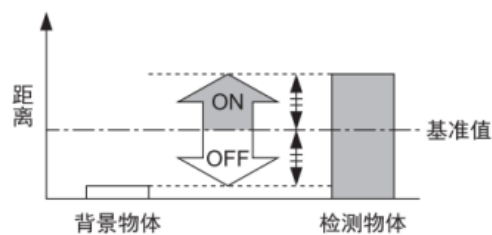


图 3-18 激光传感器 2 点法教导动作图

8. 测量模拟工件的上凸台的高度。
 - (1) 点击触摸屏上菜单栏中 X 轴电机按键, 点击向右移动按键, 使 X 轴载具向右移动, 直到激光光点完全打到下平台表面。
 - (2) 将激光传感器上的 UP 和 DOWN 键同时按下约 3 秒待数字闪烁 (动作尽量轻柔, 防止支架形变造成较大误差), 将下平台表面设为零点基准值。

- (3) 零点设置成功后（因支架轻微形变和台面非完全平整，允许较小误差），点击向左移动按键，使 X 轴载具向左移动，直到激光光点完全打到上凸台表面，在触摸屏菜单栏选择激光高度，按照表 3-8 要求记录实验数据。
- (4) 继续操作 X 轴载具向左移动，均匀增加另外 2 个测量点，记录实验数据。
- (5) 完成模拟工件 A 的测量后，继续完成模拟工件 B、C 的凸台高度测量，并记录数据。
- (6) 数据处理，取 3 次测量高度平均值作为激光高度测量系统测量值和激光传感器实际测量高度值，以激光传感器实际测量值为基准，计算激光高度检测系统的误差。

注：此次实验仅涉及有限的功能应用，更多功能请参见激光传感器使用说明书。

五. 实验数据记录及处理

1. 按照要求将数据记录于表 3-7, 3-8 中。

表 3-7 激光传感器教导实验记录表

基准值 (mm)	5.44
功能测试	高于基准值 OUT 指示灯: 亮(橙)
	低于基准值 OUT 指示灯: X

表 3-8 激光传感器实验记录表

工件	激光传感器检测系统（触摸屏）读数记录			距离均值	激光传感器读数 (mm)	均值	误差
A	电压: 3.336	IV: 8946	OV: 10.09	10.01	10.20	10.12	1.1%
	电压: 3.230	IV: 8931	OV: 10.01		10.12		
	电压: 3.226	IV: 8919	OV: 9.94		10.05		
B	电压: 3.235	IV: 8944	OV: 10.08	9.98	10.18	10.08	1.0%
	电压: 3.233	IV: 8911	OV: 9.92		10.01		
	电压: 3.226	IV: 8919	OV: 9.95		10.06		
C	电压: 3.376	IV: 9333	OV: 12.02	11.97	12.15	12.11	1.2%
	电压: 3.372	IV: 9323	OV: 11.96		12.10		
	电压: 3.370	IV: 9316	OV: 11.93		12.08		

注：由于时间关系，仅验证当下位置的误差，如做设备的误差分析，需计算全量程误差。

六、问题讨论

1. 激光传感器的检测误差包括哪些来源，分析来源，并且设计误差标定的方法。

激光传感器测量距离时，可能会受到一些因素的影响，如光束的扩散、散射、折射、反射等。这些因素会导致激光束的实际路径与理想路径不一致，从而引起距离测量误差。

多点标定法：选择多个已知距离的点，在不同位置进行测量，并与已知距离进行比较。根据测量结果和已知距离的对应关系，进行误差标定。

2. 简述激光传感器的工业应用场景及应用优势。

可用于距离测量和定位等工业流程，具有高精度、非接触式测量、高速测量、大测量范围、适应多种表面、实时性和可编程性等优势。

实验 5 机器视觉

一. 实验目的及要求

1. 了解机器视觉的工作原理及应用场景；
2. 掌握工业相机的基本使用方法；
3. 熟悉图像处理软件、基本的图像算法以及处理流程；
4. 了解图像处理软件与控制系统的通讯方式，以及如何完成信息交互。

二. 实验器材

1. 海康威视工业相机及镜头、工控机、图像识别软件（Labview）等
2. 智能产线传感与检测实验装置

三. 实验原理

机器视觉是人工智能正在快速发展的一个分支。简单说来，机器视觉就是用机器代替人眼来做测量和判断。如图 3-19 所示，机器视觉系统是通过机器视觉产品(即图像摄取装置，分 CMOS 和 CCD 两种)将被摄取目标转换成图像信号，传送给专用的图像处理系统，得到被摄目标的形态信息，根据像素分布和亮度、颜色等信息，转变成数字化信号；图像系统对这些信号进行各种运算来抽取目标的特征，进而根据判别的结果来控制现场的设备动作。本次实验选用的工业相机及镜头如图 3-20 所示，工业相机参数表如表 3-9 所示。



图 3-19 机器视觉应用系统示例图

四. 实验步骤

1. 打开智能产线传感与检测实验装置开关总电源，以及旁边的工控机电源开关，等待 30 秒左右待工控机启动并运行机器视觉检测软件。
2. 开机启动后默认为手动实验模式，长按复位按钮 3 秒钟，待其开始初始化。
3. 初始化结束后，X 轴上的载盘会移动到最右端，等待开始试验。
4. 将要实验的模拟工件（以 A 为例，注意放置方向）放置到 X 轴载盘上。
5. 在手动模式下，点击触摸屏上菜单栏中 X 轴电机按键，在下拉的界面中选择

影像检测按键，此时载盘会移动到影像检测实验位置。

6. 在触摸屏菜单栏选择影像检测按键，则进入机器视觉实验界面。
7. 查看心跳信号是否跳动，如显示绿色并跳动，说明工控机上运行的图像处理软件与 PLC 控制系统通讯正常；
8. 通讯正常后，点击相机拍照按键，进行图片采集、机器视觉算法处理、传输并显示处理结果，通过接在工控机上的显示屏可在线查看当前工业相机拍摄的照片和经过若干步骤处理后的二值化图片等。
9. 查看触摸屏上是否返回正确的处理结果，并记录在表格 3-10 中。

表 3-10 机器视觉实验记录表

功能测试	PLC 与工控机（视觉软件）通讯是否成功： ✓	
	工件 A 是否识别成功：	✓
	工件 B 是否识别成功：	识别为 N
	工件 C 是否识别成功：	✓

除了字母 B 识别为 N 之外，另外两个都识别正确。

五. 问题讨论

1. 简述视觉传感器的应用场景，机器视觉系统主要由哪些部分组成；
2. 简述几种目前常用的机器视觉算法及应用；

1.应用场景目标检测和识别、位置和姿态测量环境监测和分析

组成：视觉传感器、图像处理和分析、特征提取和标识、目标检测和识别、位置姿态估计、决策和控制、用户界面和反馈；

2. 图像分割算法用于医学图像分割和图像编辑，目标跟踪算法用于视频监控和自动驾驶等应用。

实验 6 颜色传感器

一. 实验目的及要求

1. 了解颜色传感器的工作原理及应用场景；
2. 学会颜色传感器与控制系统的接线方式；
3. 掌握颜色传感器的基本示教方法。

二. 实验器材

1. PLC (CPU ST40), 颜色传感器 LX-111 等
2. 智能产线传感与检测实验装置

三. 实验原理

色彩传感器又叫颜色识别传感器或颜色传感器，它是将物体颜色同前面已经示教过的参考颜色进行比较来检测颜色的传感器，当两个颜色在一定的误差范围

内相吻合时，输出检测结果。色彩传感器在终端设备中起着极其重要的作用，比如色彩监视器的校准装置；彩色打印机和绘图仪；涂料、纺织品和化妆品制造，以及医疗方面的应用，如血液诊断、尿样分析和牙齿整形等。色彩传感器系统的复杂性在很大程度上取决于其用于确定色彩的波长谱带或信号通道的数量。典型的颜色传感器应用场景如图 3-23 所示。



图 3-23 典型的颜色传感器应用场景示例

四. 实验步骤

- 1. 打开智能产线传感与检测实验装置开关总电源，以及旁边的工控机电源开关，等待 20 秒左右待工控机启动并运行机器视觉检测软件。
- 2. 开机启动后默认为手动实验模式，长按复位按钮 3 秒钟，待其开始初始化。
- 3. 初始化结束后，X 轴上的载盘会移动到最右端，等待开始试验。
- 4. 在手动模式下，点击触摸屏上菜单栏中 X 轴电机按键，在下拉的界面中选择

颜色检测按键，此时载盘会移动到颜色检测实验位置。

- 5. 在触摸屏菜单栏选择颜色检测按键，则进入颜色检测实验界面。
- 6. 自选特定颜色的胶带，贴到将要放置到 X 轴载盘上的模拟工件靠近检测镜头下方一侧（注意放置方向），贴好后放置到 X 轴载盘上。
- 7. 颜色传感器检测光点对准被测色，按下传感器上的“ON”按键约 2 秒，如正确教导，则指示灯亮 2 秒后稳定运行。如 LED 指示灯快速闪烁，约 5 秒后熄灭，则表示未教导成功，需重新教导。
- 8. 如教导成功，点击颜色检测实验界面的检测按键，查看检测结果，并记录在表格 3-11 中。
- 9. 将模拟工件取下，换另外一种颜色的胶带粘贴后再次放置检测，查看结果并记录在表格 3-11 中。

表 3-11 颜色传感器实验记录表

功能测试	教导颜色是否识别成功：	✓
	未教导颜色是否识别成功：	✗

五. 问题讨论

- 1. 简述颜色传感器的应用场景。
 - 2. 简述提高颜色传感器检测精度的方法。
1. 给出这样一个例子，印刷和纺织品行业：在印刷和纺织品生产过程中，颜色传感器用于检测和控制颜色的一致性和准确性。它们可以测量颜料、油墨或染料的颜色，帮助调整和校准颜色，以确保产品在整个生产过程中保持一致的颜色。
2. 选择高质量的颜色传感器，使用稳定且均匀的光源，确保背景颜色和亮度与待测物体分离，对传感器输出的数据进行适当的处理和算法优化，控制温度和湿度，避免灰尘和异物进入传感器区域，以减少环境干扰。

实验 7 力（称重）传感器

一. 实验目的及要求

1. 了解力（称重）传感器的工作原理及应用场景；
2. 以称重传感器为例，掌握重量检测系统的一般组成结构；
3. 学会重量检测系统的误差分析。

二. 实验器材

1. PLC (CPU ST40)，模拟量模块 (EM AI04)，称重传感器等
2. 智能产线传感与检测实验装置

三. 实验原理

力传感器 (force sensor) 将力的量值转换为相关电信号的器件。力是引起物质运动变化的直接原因。力传感器能检测张力、拉力、压力、重量、扭矩、内应力和应变等力学量。具体的器件有金属应变片、压力传感器等，在动

力设备、工程机械、各类工作母机和工业自动化系统中，成为不可缺少的核心部件。

力传感器主要由三个部分组成：

- 1、力敏元件（即弹性体，常见的材料有铝合金，合金钢和不锈钢）。
- 2、转换元件（最为常见的是电阻应变片）。
- 3、电路部分（一般有漆包线，pcb 板等）。

力能够产生多种物理效应，可采用多种不同的原理和工艺，针对不同的需要设计制造力传感器。力传感器主要有：（1）被测力使弹性体（如弹簧、梁、波纹管、膜片等）产生相应的位移，通过位移的测量获得力的信号。（2）弹性构件和应变片共同构成传感器，应变片牢固粘贴在构件表面上。弹性构件受力时产生形变，使应变片电阻值变化（发生应变时，应变片几何形状和电阻率发生改变，导致电阻值变化），通过电阻测量获得力的信号。应变片可由金属箔制成，也可由半导体材料制成。（3）利用压电效应测力。通过压电晶体把力直接转换为置于晶体两面电极上的电位差。（4）力引起机械谐振系统固有频率变化，通过频率测量获取力的相关信息。（5）通过电磁力与待测力的平衡，由平衡时相关电磁参数获得力的信息。

四. 实验步骤

- 1. 打开智能产线传感与检测实验装置开关总电源，以及旁边的工控机电源开关，等待 30 秒左右待工控机启动并运行机器视觉检测软件。
- 2. 开机启动后默认为手动实验模式，长按复位按钮 3 秒钟，待其开始初始化。
- 3. 初始化结束后，X 轴上的载盘会移动到左右端（入料位置），等待开始试验。
- 4. 如 X 轴上的载盘不在入料位置，在手动模式下，点击触摸屏上菜单栏中 X 轴电机按键，在下拉的界面中点击入料位置按键，此时载盘会移动到入料位置。
- 5. 点击触摸屏上菜单栏中重量检测按键，切换到重量检测实验界面。
- 6. 待显示稳定后读取测重托盘未放置任何物品时的重量（系统每隔 2 秒刷新一次），采样三次记录在表格 3-13 中。
- 7. 将 100g 标准砝码放置到称重托盘中间位置，再次读取数值，采样三次记录在表格 3-13 中。
- 8. 将 100g 砝码取下后，再将 200g 标准砝码放置到称重托盘中间位置，再次读取数据，采样三次记录在表格 3-13 中。
- 9. 将 100g，200g 砝码一起放置在称重托盘中（重心尽量集中到托盘中央），再次读取数据，采样三次记录在表格 3-13 中。

五、数据记录与分析

表 3-13 称重传感器实验记录表

名称	称重传感器检测系统（触摸屏）读数记录			重量读数均值	误差
空载盘	电压: 0.184	IV: 508	OV: 368.2	368.0	0.5%
	电压: 0.184	IV: 508	OV: 367.5		
	电压: 0.184	IV: 509	OV: 368.2		
100g 砝码	电压: 0.234	IV: 646	OV: 467.3	467.3	0.6%
	电压: 0.234	IV: 646	OV: 467.3		
	电压: 0.234	IV: 646	OV: 467.3		

200g	电压: 0.284	IV: 784	OV: 567.1	566.8	0.6%
砝码	电压: 0.284	IV: 784	OV: 567.1		
	电压: 0.283	IV: 783	OV: 566.3		
300g	电压: 0.333	IV: 921	OV: 665.5	665.3	0.7%
砝码	电压: 0.333	IV: 920	OV: 665.5		
	电压: 0.332	IV: 919	OV: 664.8		

注：由于实验时间关系，仅验证 100g、200g、300g 的误差，如做设备的误差分析，需计算全量程误差。

2. 分析称重传感器检测系统存在误差的原因，以及如何减少误差。

温度变化、湿度、振动和电磁干扰等因素可能导致传感器输出的误差。传感器的安装和放置位置也可能引入误差。另外传感器本身精度的限制也会导致误差。

通过选择高质量的传感器、控制环境条件、正确安装和放置、定期校准和校正，以及合理的数据处理，可以减少称重传感器检测系统的误差，并提高称重测量的准确性和可靠性。