



# 实验一 包装商标图案定位控制实验

## 一、实验目的

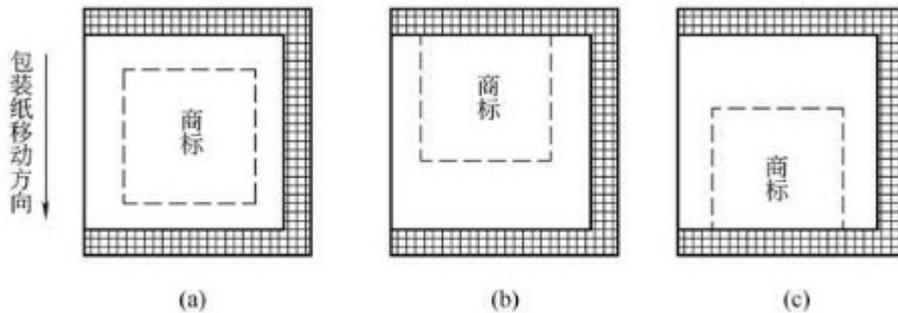
了解包装商标图案光电定位控制的原理和方法，并能通过调试包装机械加工出合格的包装袋。

## 二、实验设备

高速卧式枕型包装机。

## 三、实验原理

在包装作业过程中，卷筒半径逐渐减小，包装纸所受张力发生变化，送纸辊与包装纸之间的摩擦因数受环境温湿度的影响而发生波动，加上商标印刷误差，以及送纸、纵封、横封、切断各部分速度的差异等因素，使得刀辊的实际切线偏离规定部位。即使这种位置误差很小，例如在某一包装袋上只偏差 0.1mm，但包装机速度很快，有的高达 200 包/min，如不加以控制调节，机器运行 1 吨后，误差积累可达 20mm，切线严重偏离规定部位，降低了包装质量，甚至造成废品。如图所示，图(a)为合格品；图(b)为送纸速度偏低，商标后移；图(c)为送纸速度偏高，商标前移。为了保证包装袋的正确封切，必须在卷筒纸供应系统中，引入商标图案自动位置检测与控制系统。目前应用最广泛的是光电自动定位系统。



软包装袋的商标位置

(a) 合格品 (b) 送纸速度偏低 (c) 送纸速度偏高

光电自动定位系统用光电头跟踪检测包装纸上的定位色标，通过比较送纸速度与横封切断速度的误差，输出相应的控制信号，推动执行机构实现自动定位或进行误差补偿。为了检测可靠，要求定位色标与包装纸的底色有明显的色差，反差越大，检测越灵敏。色标颜色要鲜明，印刷油墨要均匀，要占有一定的面积，一般色标呈矩形，宽 4-6mm，长 8-15mm。

## 四、实验步骤

1. 接通高速卧式枕型包装机电源，松开塑料薄膜输送胶辊；
2. 点动运行包装机，使横封机构两封头处于开始封合状态，需留有一定间隙；

3. 点动补偿按钮，使塑料薄膜向前或向后运行，并使色标位置处于横封器中间。
4. 调整塑料薄膜位置，使色标对准光电传感器。
5. 运行包装机，查看封口状况。

## 五、实验分析

1. 分析包装商标图案光电定位控制方法，画出其工作原理示意图；
2. 分析包装商标图案定位的影响因素？

## 实验二 包装质量视觉检测实验

### 一、实验目的

了解机器视觉的检测原理，采用机器视觉技术实现啤酒瓶在线缺陷检测。

### 二、实验设备

瓶口检测选用的光源为 50mm 直径 CCD 环形光源，瓶底检测采用的光源为平板光源 DH-FL162111-R，瓶身检测采用的光源为条形光源 SCN-24V1-3A，选用 AVT Prosilica GC2450 高分辨率 CCD 工业数字摄像机以及大恒图像 DH-VT110 系列图像采集卡。

### 三、实验原理

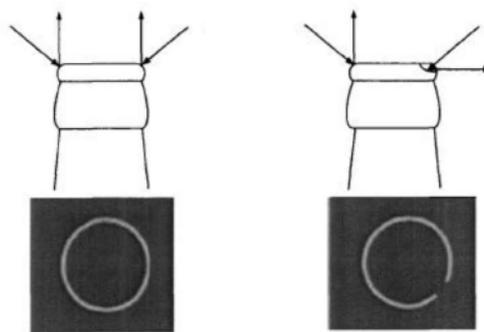
利用图像采集、图像分析与处理、图像识别以及次品剔除的机器视觉硬件平台，以及采用 Visual C++ 6.0 与 Halcon 联合编程的方法开发啤酒瓶缺陷在线检测软件系统，对采集到的图像应用灰度模式转换、图像增强、中值滤波去噪及形态学处理等算法进行预处理，对预处理后的图像分别进行模板匹配、特征提取和区域检测，实现对啤酒瓶瓶口、瓶底和瓶身的缺陷检测。

### 四、实验步骤

#### 1. 瓶口检测

##### (1) 瓶口检测光源设计

系统可检测瓶口缺陷包括划伤、破损等影响啤酒灌装的缺陷。根据瓶口的形状特征，采用  $60^\circ$  低角度环形光源，瓶口光线反射原理如图 1 所示。低角度环形光源发出的照射光线经过瓶口密封面反射进入镜头，瓶口可以成像为均匀的光环，如图 2(a)；如果瓶口表面有缺损，则会引起光线方向的变化，即不会有反射光进入镜头，瓶口表面凹凸不平会导致成像的瓶口亮环出现缺口，如图 2(b)。



a 光线反射正常

b 光线反射异常

图 1 瓶口光线反射示意图

##### (2) 瓶口检测过程

瓶口检测是在 Halcon 中通过程序编程来实现的，首先调节程序所需要的各个参数，即程序初始化，包括输入相机分辨率、阈值等。然后需要人工标定瓶口检测区域，预先标定环形的圆心、内外半径。

### (a) 瓶口定位

瓶口图像比较清晰，干扰也较小一些，理想的瓶口为一个圆环，本文采用了基于模板匹配的算法进行瓶口定位。利用图像中的基本形态得到瓶口的外圈和内圈范围，即膨胀圈。然后通过拟合圆环的边缘找到瓶口的中心，图像中一些凹凸不平的地方可以根据阈值缩成圆弧，根据计算结果拟合近似圆，即给出了瓶口的定位。

### (b) 瓶口检测

瓶口检测实际上就是检测圆环的完整性，检测是否有断痕或者破损。瓶口图像一般采用正常的瓶口图像为检测标准，即采用一个大小固定的白色圆环作为瓶口检测的模板，如图 2(a)。将采集的瓶口图像与标准图像进行对比，如果与标准瓶口的匹配度高于匹配标准，如图 2(b)，就可以继续进行下一项检测；否则为有缺陷产品，就要直接进行剔除，如图 2(c)。

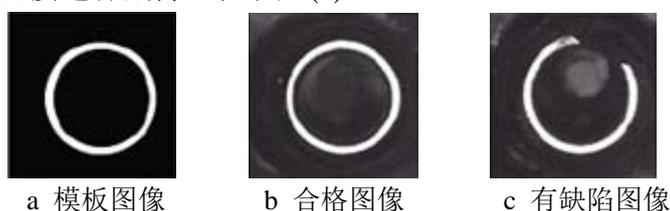


图 2 瓶口图像模板匹配

瓶口图像处理算法将图像阈值处理、图像去噪、图像增强、边缘检测结合在一起，对瓶口图像进行一体化的分析，由于瓶口缺陷处跟正常瓶口对于光线反射的不同，就可以得到不同瓶口的边缘曲线。

## 2. 瓶底检测

### (1) 瓶底检测光源设计

啤酒瓶瓶底的缺陷主要有裂纹和磨损等，而且瓶底较易产生霉变以及杂质吸附，所以在啤酒灌装前应该严格检查瓶底。照明方式采用投射照明，采用背光源，如图 1 所示，即将在啤酒瓶瓶底的下方放置光源，而 CCD 摄像机则在瓶口正上方拍摄照片，通过调节相机的各个参数，获得瓶底最佳图像。

### (2) 瓶底检测过程

瓶底检测的瓶底定位算法需要得到瓶底圆心和半径，确定系统检测区域，从而提取瓶底异物或者缺陷清晰度较高的缺陷图像特征。

#### (1) 瓶底定位

对瓶底图像经过 Hough 变换，获取瓶底两个不同的圆环区域的圆心和半径，即瓶底摩擦外环区域和防滑纹至瓶底中心区域，其外环区域为低检测度环形区域，而中心区域则是高检测度区域。

#### (2) 瓶底图像预处理

分别对 CCD 摄像机采集到的两个环形区域的图像进行预处理，采用图像滤波去除图像干扰、图像去噪、通过调节相机参数改善图像的亮度和对比度，提高

图像质量，去除防滑纹干扰，保留瓶底缺陷的特征信息。瓶底图像的检测过程如图 3 所示。

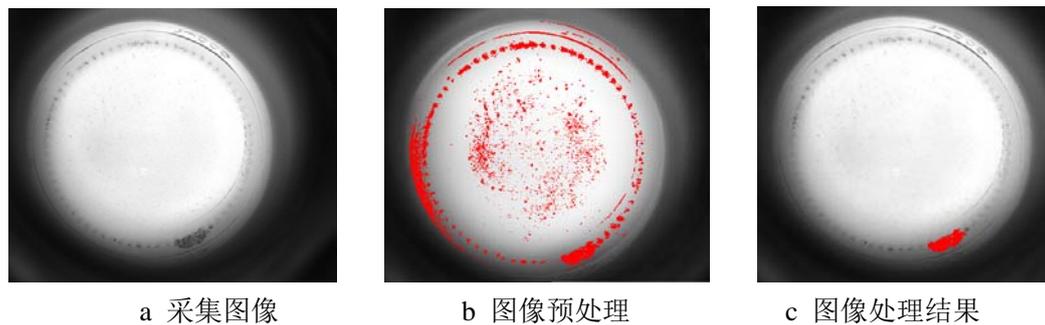


图 3 瓶底图像缺陷检测过程

瓶底图像处理算法将图像阈值处理、图像去噪、图像增强、边缘检测结合在一起，对瓶底图像检测区域进行分析。

### 3. 瓶身检测

#### (1) 瓶身检测光源设计

瓶身缺陷主要有裂纹和气泡，此外，在不同位置的啤酒瓶厚度不均也存在明显的差异，尤其是光线折射的瓶体需要经过两层玻璃的照射，瓶身检测一般采用穿透力较强的条形光源照射照明，还可以任意角度照射在被测物体表面。瓶身光源采用背光源，经反光镜反射后，被瓶身检测相机识别。当瓶身有缺陷的时候，缺陷部位的灰度值会不同于正常玻璃面。

#### (2) 瓶身检测过程

瓶身检测不同于瓶口和瓶底检测，因为瓶身是一个  $360^\circ$  圆柱旋转体，至少应该拍摄瓶身正反两面各覆盖  $180^\circ$  的图像才能获得完整的瓶身图像，所以本系统在检测瓶身的过程中采用了两个瓶身检测模块，即瓶身图像的采集可以在传送带上分两次检测完成。

由图 1 可知，在啤酒瓶输送的过程中，需要控制两根传送带的运行速度差，保证啤酒瓶达到第二瓶身检测模块时刚好旋转  $180^\circ$ ，此时就可以获取到整个瓶身的完整图像。将每个瓶身模块采集到的图像分别进行图像分析，判断该瓶是否合格，如果合格，则进入啤酒罐装工序，而如果不合格，则会传递信号至剔除结构，则将该瓶剔除。

#### (1) 图像预处理

根据瓶身成像的特点，首先对瓶身图像进行图像去噪、然后对瓶身图像进行灰度调节和增强对比度，提高图像的质量。

#### (2) 瓶身检测区域的标定

一般是通过光电传感器来确定瓶身经过的时间，从而可以保证对瓶身进行准确检测。以采集瓶身内壁有异物的情况为例，对采集的瓶身图像进行预处理，其瓶身图像和预处理之后的图像如图 4 所示。



a 瓶身图像

b 瓶身预处理图像

图4 瓶身图像和预处理后图像

瓶身图像处理算法将图像去噪、图像增强、边缘检测结合在一起，对瓶身图像检测区域进行分析。

## 五、实验分析

1. 对啤酒瓶瓶口进行缺陷检测，根据国家标准判定啤酒瓶有无严重影响瓶口密封性的缺陷？
2. 根据预处理后的瓶底图片进行缺陷分析，提取每个缺陷特征，根据设定的判断条件判断瓶底是否合格？
3. 对预处理后的瓶身图像进行缺陷分析，而后根据设定的标准判断瓶身缺陷是否合格？

## 实验三 包装机械 PLC 控制实验

了解可编程序控制器(PLC)的结构、原理及工作过程。并将 PLC 应用于粉剂包装机上，要求编制程序，实现 PLC 对包装机机构运动的自动控制。

### 一、实验目的

1. 进一步学习包装机的工作原理，掌握用可编程控制器（简称 PLC）驱动控制包装机中步进电机的方法；
2. 了解高频脉冲输出方法；
3. 熟悉 PLC 编程和程序调试的方法；

### 二、实验设备

1. 可编程序控制器一台；
2. PLC-III 型实验箱一台；
3. 装有编程软件和开发软件的计算机一台；
4. 通信线一根，连接线若干；
5. 步进电机控制模块 1 套；
6. 步进电机及驱动器 2 套；
7. DXD.F-40 型自动粉剂包装一台。

### 三、实验原理

在包装机械中，各执行机构可设置单独的步进电机驱动，并由 PLC 自动控制，这样不仅可省去复杂的机械传动，而且加工更加灵活，适于多种应用场合。

PLC 以其通用性强、可靠性高、指令系统简单、编程简便易学、易于掌握、体积小、维修工作少、现场接口安装方便等一系列优点，被广泛应用于工业自动控制中。包装机械中步进电机的 PLC 控制系统主要由可编程控制器、环行脉冲分配器、步进电机驱动器、步进电机和伺服传动机构等部分组成，如图 1 所示。

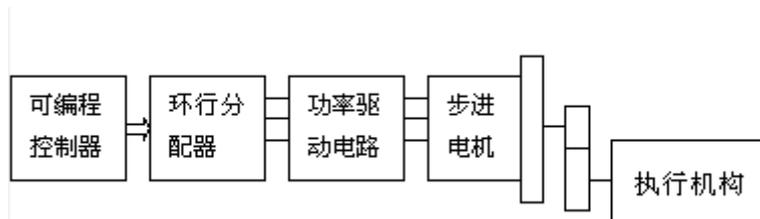


图 1 包装机械 PLC 控制系统

### 四、实验步骤

1. 打开编程软件，根据包装机工作原理和步进电机设置情况，制定方案，设计线路图，用 FXGP/WIN-C 编程软件编制实验程序；
2. 在断电的情况下用编程电缆连接 PLC 的通信口和计算机的串行通信接口 COM1；
3. 将步进电机驱动器与步进电机、直流电源与步进电机按设计线路图连接，

上电，+5V 的指示灯亮；

4. 正常后，按以下方法接线：

PLC 输入 00：接步进电机控制模块上的开关 TL10；

01：接步进电机控制模块上的开关 TL4；

1M：接 24V；

PLC 输出 00：A 相输出端 TL9

01：/A 相输出端 TL3

02：B 相输出端 TL2

03：/B 相输出端 TL1

1L：接 GND；

5. 用菜单命令“文件”/“打开”，打开实验程序；

6. 下载实验程序，成功完成后，使 PLC 处于运行状态，RUN 指示灯亮；

7. 组态软件处于全速运行状态，单击“步进电机实验”；

8. 在界面上输入 30 度角度后，点击正转按钮，按下步进电机控制模块上的停止开关，步进电机会正转 30 度，在界面上输入 90 度，步进电机会正转 90 度；

9. 在界面上输入 30 度角度后，点击“反转”按钮，按下步进电机控制模块上的启动开关，步进电机会反转 30 度，在界面上输入 90 度，步进电机会反转 90 度；

10. 实验结束，在上位机界面上按“主界面”按钮，返回主界面，完成实验。

## 五、实验分析

整理出运行和监视程序时观察到的现象。

1. 写出 I/O 分配表、程序梯形图、清单。

2. 仔细观察实验现象，认真记录实验中发现的问题、错误、故障及解决方法。