

实验一 包装商标图案定位控制实验

一、实验目的

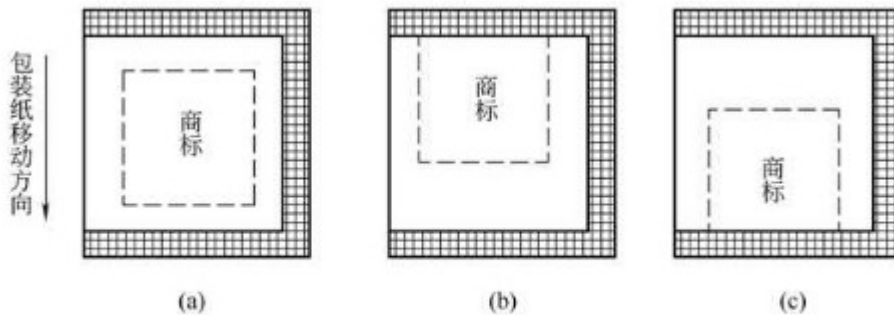
了解包装商标图案光电定位控制的原理和方法，并能通过调试包装机械加工出合格的包装袋。

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 i 六后，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，必须在卷筒纸供送系统中，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

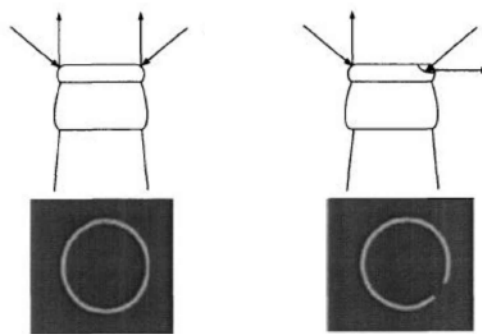
利用图像采集、图像分析与处理、图像识别以及次品剔除的机器视觉硬件平台，以及采用 Visual C++ 6.0 与 Halcon 联合编程的方法开发啤酒瓶缺陷在线检测软件系统，对采集到的图像应用灰度模式转换、图像增强、中值滤波去噪及形态学处理等算法进行预处理，对预处理后的图像分别进行模板匹配、特征提取和区域检测，实现对啤酒瓶瓶口、瓶底和瓶身的缺陷检测。

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° 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)。

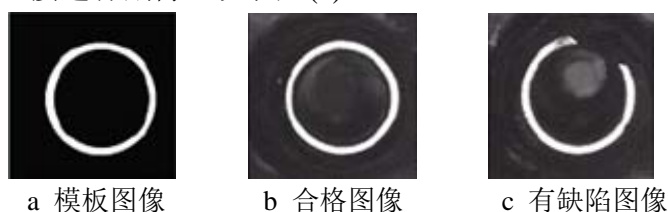


图 2 瓶口图像模板匹配

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。

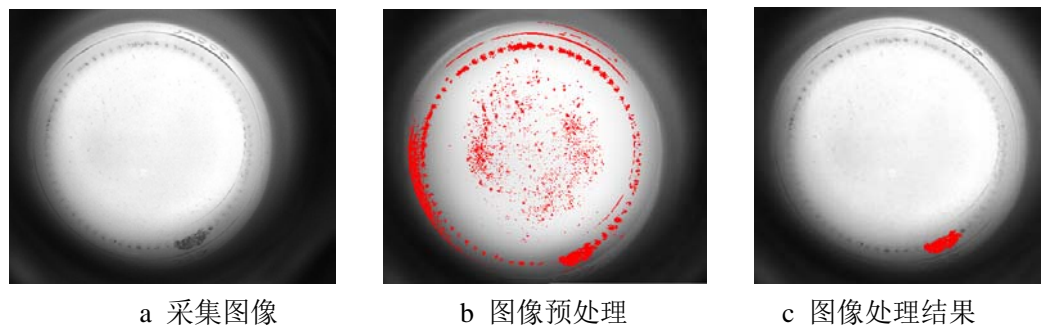


图 3 瓶底图像缺陷检测过程

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° 圆柱旋转体，至少应该拍摄瓶身正反两面各覆盖 180° 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° ，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。

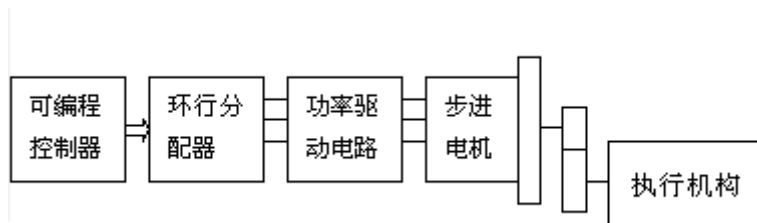


图 1 包装机械 PLC 控制系统

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。