

## 2.6.2

**油管检查****2.6.2.1 任务**

生产复杂应用的管, 缺陷, 如颗粒和材料滴, 可能是一个质量问题. 利用CTMV 实现了一种内联油管检测的视觉系统.

**2.6.2.2 规格**

改革任务和利益. 如上所述, 必须实现对命名缺陷的在线检查. 必须检测到的最小缺陷的大小为0.08 mm. 这些缺陷根据缺陷的类型和大小被分为不同的类别. 对于每个类别, 公差可以定义为出现的大小和频率. 例如, 如果粒子的大小在0之间, 那么它们是可以容忍的. 1毫米和0.2毫米, 不超过在每1m的试管中检测到5个缺陷. 需要一个检查方案, 显示缺陷、从检查开始的仪表、尺寸和图像. 此外, 这些数据必须提供给远程计算机通过TCP/IP协议进行在线访问. 检查采用手动执行.

SBUR部分. 管的直径在5毫米到32毫米之间变化. 管是透明的. 直径的变化可以向系统处理. 管子的表面没有污垢或粘合剂; 颜色不会发生变化.

SUB部分定位. 这些管子是以水平运动的方式产生的, 最大速度为3米/分钟. 在交叉方向上的位置公差为0.5 mm.

SUB性能要求. 必须检测到的最小缺陷大小为0.08 mm. 处理时间被定义为处理速度的函数. 在完成下一次采集之前, 需要处理一个图像.

SUB信息接口. 如上所述, 需要一个用于控制和设置管直径的用户界面, 一个用于打印输出和存储的检查协议, 以及通过TCP/IP连接在线访问缺陷数据.

Subar安装空间. 直接了解该管是可能的. 距离管中心的最大距离为400毫米. 在运动方向上, 系统可使用700毫米的距离. 照相机和电脑之间的距离是3米. 组件应用滴水覆盖.

### 2.6.2.3 设计

(1) 相机类型. 由于管是移动和一个相当高的分辨率将是必须的, 一个行扫描设置是首选. 覆盖  $360^\circ$  在周边, 至少需要使用6个摄像机. 此时, 显示了六行扫描摄像机、足够数量的帧捕获器和处理硬件的成本计算; 成本超过了预算.

因此, 必须使用区域摄像机. 对于获取单帧, 相机触发和合并缺陷, 这在两个或多个图像中部分可见, 将是一个问题.

(2) 视场. 当使用6个摄像机时, 每个摄像机需要覆盖一个区域查看半径的大小, 如图所示. 2. 13.

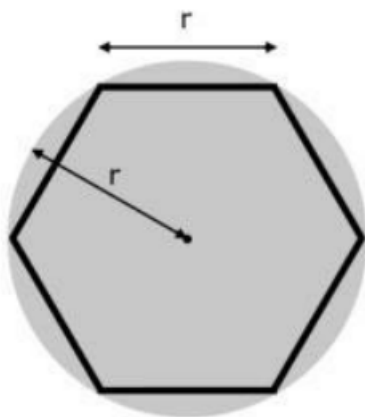


图2.13. 使用6个摄像机时所需的视野.

最大直径指定为32毫米, 半径为16毫米. 定位公差小于0.5 mm. 因此, 一个照相机所需的视场可以计算为

$$\text{FOV} = \text{最大零件尺寸} + \text{公差} \\ + \text{自适应与相机传感器的高宽比}$$

$$\text{FOV}_{\text{hor}} = 16 \text{ mm} + 0.5 \text{ mm} + 1 \text{ mm} = 17.5 \text{ mm}$$

使用传感器比为4:3的面积摄像机, 确定垂直观场为

$$\text{FOV}_{\text{vert}} = \text{FOV}_{\text{hor}} \cdot \frac{3}{4} = 17.5 \text{ mm} \cdot \frac{3}{4} = 13.125 \text{ mm}$$

因此, 视场被计算为  $17.5 \text{ mm} \times 13.125 \text{ mm}$ . 摄像机的安装方式如图所示. 2. 14.

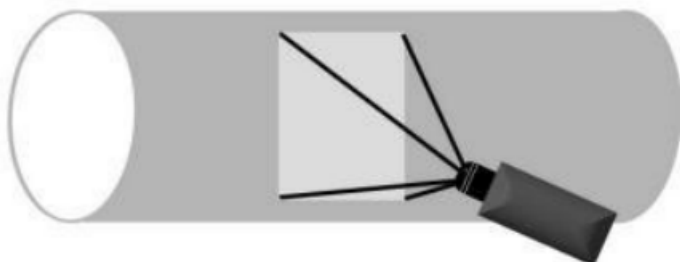


图2.14.照相机的定位.

(3) 分辨率. 最小缺陷的大小定义为0.08 mm. 由于处理程序将基于blob分析, 因此至少应该使用3个像素来绘制最小的缺陷. 因此, 空间分辨率为0.027mm/像素.

利用视场, 相机的分辨率可以计算为

$$R_c = \frac{FOV}{R_s} = \frac{17.5 \text{ mm}}{0.027 \text{ mm/pixel}} = 656 \text{ pixels}$$

(4) 选择的相机, 帧捕捉和硬件平台. 由于这些值, 可以选择一个标准的VGA相机. 选择相机接口技术IEEE1394, 因为该系统集成简单, 成本低. 我们选择了一个Basler601fCMOS相机, 其传感器分辨率为656×491像素.

使用656个像素来映射这17.5mmFOV, 所得到的空间分辨率为

$$R_s = \frac{FOV}{R_c} = \frac{17.5 \text{ mm}}{656 \text{ pixels}} = 0.027 \text{ mm/pixel}$$

最小的缺陷为0.08毫米, 然后被映射为3个像素.

使用一个19英寸的基于Windowsxp的计算机作为硬件平台. 相机连接到两个国家仪器PCI-8254R板上可配置的I/O和IEEE1394连接性.

(5) 镜头设计. 距离管中心的最大距离定义为400 mm. 放大倍数可以计算为

$$\beta = -\frac{\text{sensor size}}{FOV} = -\frac{6.49 \text{ mm}}{17.5 \text{ mm}} = -0.371.$$

传感器的大小是由于细胞大小为9的倍增. 9μm/像素, 传感器分辨率为656像素

使用放大率和距离管中心的最大距离为400mm减去相机和镜头的200mm的值, 焦点

长度可以计算为

$$\frac{\beta}{1-\beta}f=a \cdot =200\text{mm}=54. \frac{0.371}{1+0.371}1 \text{ mm.}$$

你可以选择一个50毫米的镜头.

由此产生的对峙距离d为

$$\frac{1-\beta}{\beta} \frac{1+0.371}{-0.371} af \cdot =50\text{mm} \cdot =-184.8 \text{ mm}$$

参考2.15、镜头延伸1可以评价为

$$l = a - f = -f \cdot \beta = 50 \text{ mm} \cdot 0.371 = 18.55 \text{ mm}$$

由于这个距离不能通过聚焦调整来实现, 所以使用了一个15mm的延长管.

(6) 照明选择. 由于该管是半透明的, 所以使用了漫射背光. 缺陷会变暗.

由于快门时间需要设置为一个低值, 因此需要高强度. 试管在图像中移动1个像素的距离所需的时间计算为

$$t = \frac{R_s}{v}$$

式中,  $v$ 为速度( $3\text{m/min}=50\text{mm/s}$ ),  $R_s$ 为空间分辨率扫描方向. 因此,

$$t = \frac{0.027 \text{ mm/pixel}}{50 \text{ mm/s}} = 540 \mu\text{s}$$

选择是高功率LED背光大小50毫米×50毫米. 由于强度较大, 不需要进行闪光操作.

(7) 机械设计. 对于机械设计, 需要考虑摄像机和灯的安装. 由于不同的照明可能会相互干扰, 因此这些照相机和光线被排成一行. 一台照相机的设置如图所示. 2.15.

由于设备必须被滴水覆盖, 所以灯和摄像头被安装在外壳中, 电脑也是如此.

(8) 电气设计. 电缆长度低于4.5米, 符合IEEE1394规格.

(9) 软件. 对于软件库, 使用微软Visualc#编写了一个CTMV软件包. 对于图像采集, 我们选择了IEEE1394的国家仪器Imaq的API.

对于图像采集, 必须触发摄像机来捕获定义的重叠部分为2毫米的帧. 图2.16显示了由一个照相机成像的四个后续帧.

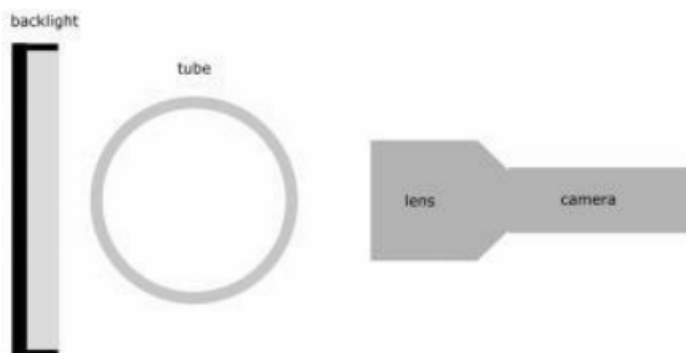


图2.15. 一套相机和光线的横向视图.



图2.16帧, 由一个相机捕捉到.

为了触发, 使用一个旋转编码器, 它指示管的运动(图. 2. 17). 编码器信号被连接到一个专门设计的帧捕获器的输入端. 使用FPGA计数器, 触发信号由一张卡创建, 并设置到相机. 主机上的应用软件不处理触发, 它由FPGA完成. 这节省了计算时间, 保证了触发过程的高可靠性.

由于管是弯曲的, 在图像中没有均匀的光均匀性. 图2. 18显示了一个试管的图像. 实现均匀性

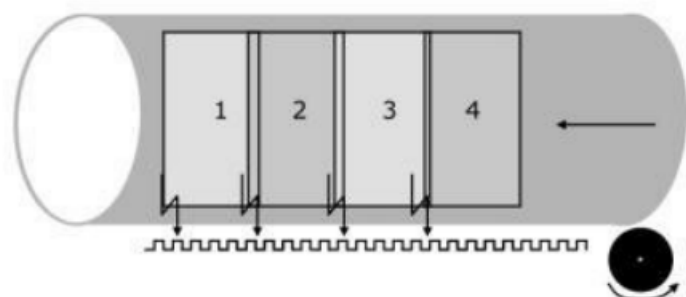


图2.17使用旋转编码器产生触发信号.



图2.18管，由系统成像。

对于后一种检查，使用了着色。教学是在检查开始时完成的；参考资料是对几个图像的平均计算。

采用阈值分割的方法进行特征定位和分割。由于使用了着色，因此调整不同管的阈值并不是强制性的。图2.19(a)和(b)在原始图像中显示了一个缺陷，并通过阈值分割。

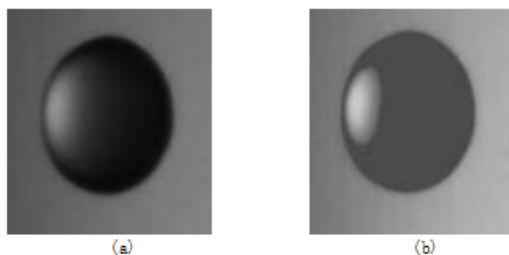


图2.19个(a)缺陷作为成像。(b)缺陷作为阈值由体系

分割后，通过blob分析进行特征解释。每个斑点都以高度、宽度和面积来测量。此外，它还被分为缺陷类，如粒子和液滴。对于测量，必须检查缺陷是否在多个帧中可见，因此必须由于正确的测量而合并。图2.20显示情况。

在测量和分类之后，将缺陷添加到适当的缺陷类别中。如果可容忍缺陷的数量超过了定义的公差，则设置一个错误信号。

此外，在缺陷记录数据库中执行包括宽度、高度和缺陷图像的条目。

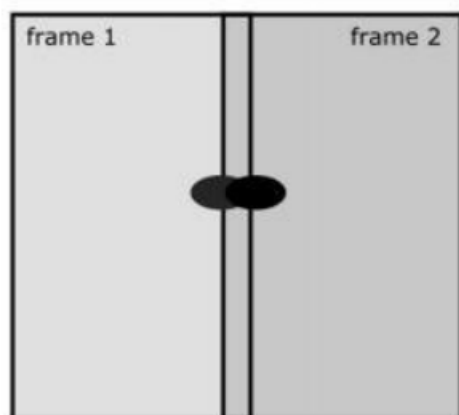


图2.20个合并缺陷，部分可见  
框架