

一种基于原机装置的烟包外观视觉检测器的设计

陈 焯, 李晓园, 吴恒文, 曹 斌, 魏 明

红塔烟草(集团)有限责任公司玉溪卷烟厂, 云南 玉溪

收稿日期: 2023年4月27日; 录用日期: 2023年5月26日; 发布日期: 2023年6月7日

摘 要

目前的烟包外观视觉检测器都是外挂式的, 跟主机是分开运行的。本文设计了一种基于原机装置的烟包外观视觉检测器, 应用于快速、准确地判断烟包外观质量是否符合产品质量要求的工业检测领域。该装置具有使用可靠, 检测准确可靠, 成本低廉等优点。

关键词

烟包外观质量, 外观视觉检测器

A Design of a Visual Detector for Cigarette Pack Appearance Based on the Original Device

Xin Chen, Xiaoyuan Li, Hengwen Wu, Bin Cao, Ming Wei

Hongta Tobacco (Group) Co., Ltd. Yuxi Cigarette Factory, Yuxi Yunnan

Received: Apr. 27th, 2023; accepted: May 26th, 2023; published: Jun. 7th, 2023

Abstract

At present, the visual detector of cigarette packs is external, which is running separately from the host. This paper designed a visual detector based on the original device for whether the appearance quality meets the product quality requirements. The device has the advantages of reliable use, accurate and reliable detection, and low cost.

Keywords

Appearance Quality of Cigarette Packs, The Visual Detector of Cigarette Packs

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

卷烟生产过程中,对于烟包外观质量的检查工作,是通过传统外挂式的视觉检测器完成,这种检测器与主机分离,它拥有单独的分离装置,触发,拍照,处理,输出,剔除执行装置。由于机构较多,往往故障率较高,又与主机分离,没有联系,自动化程度不高,遇到问题往往靠操作人员手动处理,效率较低,对于烟包外观质量带来了很多问题[1]。这种工作模式已不能满足烟草行业提出的基于测量的持续改进的精益理念。实时、准确掌握烟包外观质量对设备的维护,质量的把控等都能起到至关重要的作用。遗憾的是,目前还没有一种基于原机装置的烟包外观视觉检测器。钟宇、徐燕等[1]基于计算机视觉和机器学习建立了一种真伪卷烟包装鉴别模型。杨恕等[2]提出了基于 SLEE 算法与 Hough 圆拟合检测香烟小包拉线错牙的方法。高素美等[3]提出了基于机器视觉的香烟条包图像检测系统。根据实际需要,本文设计了一种基于原机装置的烟包外观视觉检测器。硬件上讲它拥有主机原有的工作相位、触发传感器、剔除装置、智能相机、光源、上位机等。软件上采用各种算法,让检测更加精准,更加智能。

2. 工作流程

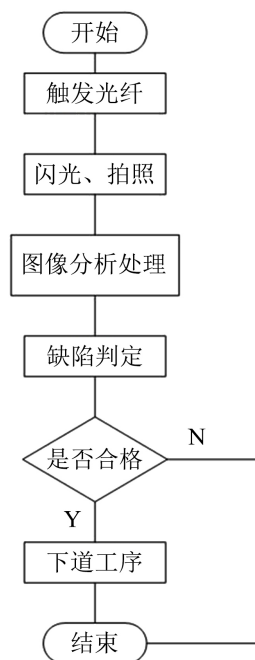


Figure 1. Workflow flowchart

图 1. 工作流程图

在包装机上电后，视觉检测系统也同步上电，然后自动运行检测程序，当烟包到达触发光纤时，启动 LED 灯照明和相机拍照，将图像传送至图像处理器，经处理器计算分析后来判定烟包是否合格，合格的烟包进入下道工序，被判定为不合格的烟包时，启动剔除装置，电机旋转，将不合格烟包剔除至废烟箱，流程图如图 1 所示。

3. 检测原理

1) 灰度

像素值量化后用一个字节(8b)来表示。把有黑 - 灰 - 白连续变化的灰度值量化为 256 个灰度级，灰度值的范围为 0~255，表示亮度从深到浅，对应图像中的颜色为从黑到白灰度值的变化。

2) 高斯滤波

高斯滤波就是对图像进行加权平均的过程。目的在于减少干扰，加强对目标的检测效果。设置的值越高，软件运算量越大，所以不宜过高，根据实际检测效果进行设置。

3) 振幅(折皱强度)

灰度突变的强度，目的在于排除干扰和准确找到检测点。

4) 开运算高宽(模板高宽)

划定计算灰度平均值的范围，目的在于精准找到缺陷。高、宽设置的越小精度越灵敏，可根据实际情况设置。

5) 阈值偏移

检测图像中灰度值门槛，图像检测灰度小于该值则视为缺陷，偏值越小灵敏度越大。

4. 视觉检测装置与安装情况的整体结构

视觉外观检测装置由上位机、触摸屏、智能相机、触发传感器、LED 光源、剔除装置，I/O 模块等组成，如图 2 所示。其中触发传感器，剔除装置是使用原机设备的。

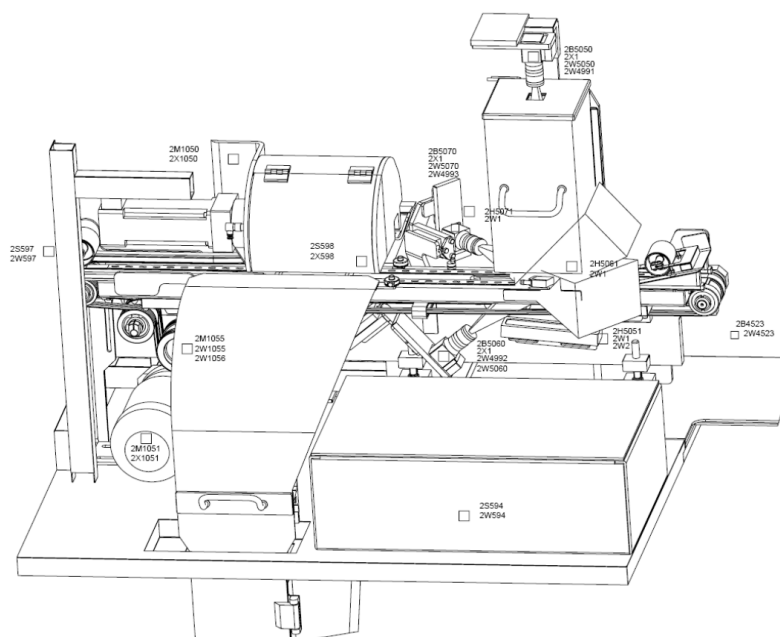


Figure 2. The overall structure of the device

图 2. 装置整体结构

烟包经提升器提升至检测器入口，由电机 2M1051 带动皮带输送烟包进入检测位，当烟包到达检测位后光纤 2B4523 被触发，然后闪光灯 2H5051、2H5061、2H5071 被点亮，相机 2B5050、2B5060、2B5070 进行拍照，此装置安装了三组相机，分别对烟包的上面，底面和侧面进行拍照，然后将图像输送至处理器进行计算，合格的烟包被皮带输送出去，不合格烟包到达剔除光纤时，由电机 2M1050 带动剔除机构进行剔除，最终将烟包剔除至废烟箱。

5. 视觉检测装置硬件设计

1) 电控柜设计

电控柜主要是安装智能相机的处理模块和信号传输模块。电控柜位于剔除口右端 2S594 处，如图 3 所示，设计成长方体型，带有防尘盖，防止烟灰覆盖、影响设备性能，内部有相机数据处理模块 2A11、2A12、2A13，路由器 N95 以及接线槽 X1 等组成，如图 3 所示。由于目前只用了三个相机，所以用到了三个模块，而 2A14 可以用作扩展至四相机时使用。

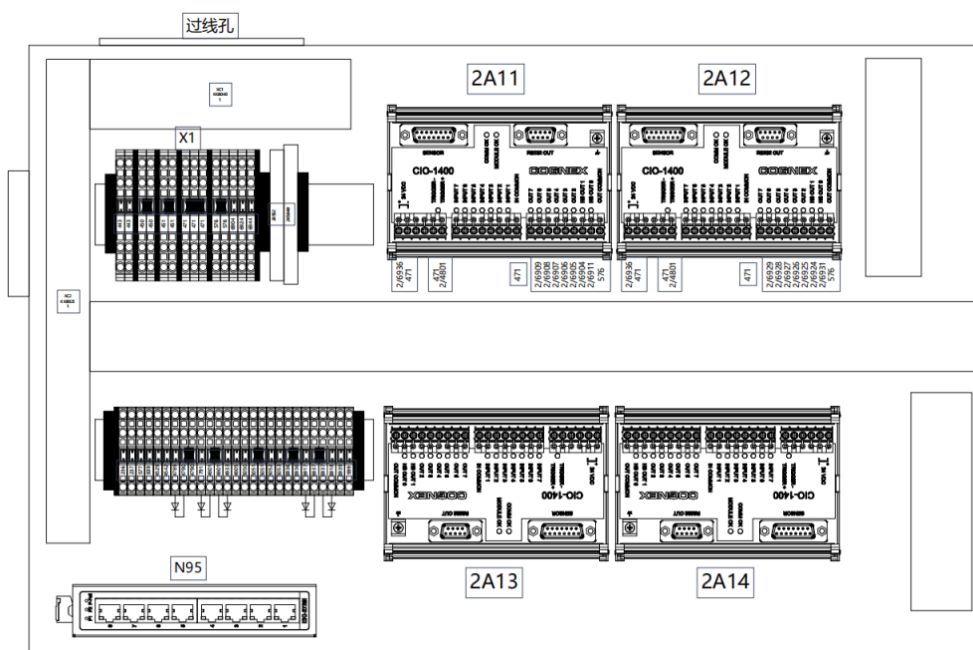


Figure 3. Distribution diagram of electric control cabinet
图 3. 电控柜分布图

2) 智能相机的剔除模块的电路设计

以 2A11 相机处理模块为例，该模块为八通道的数字信号输出类型，将输出信号传输至中央处理器，然后经过数据处理后形成剔除信号，智能相机的剔除信号接入原机的剔除信号内，最后传输至执行机构，经电机旋转将不合格烟包最后剔除至剔除箱完成烟包的准确剔除，剔除模块的电路图如图 4 所示。

3) 光源模块的电路设计

光源模块是视觉检测来说非常关键，灯光的亮度直接影响图像的二值化结果[3]，从而影响图像处理，最终影响结果输出，当触发光纤被触发时，闪光灯必须在毫秒级的时间内响应，启动光源，本设计采用专业的光源驱动器，它运行稳定，反应快速有效，保证检测设备的正常运行，光源模块的电路图如图 5 所示。

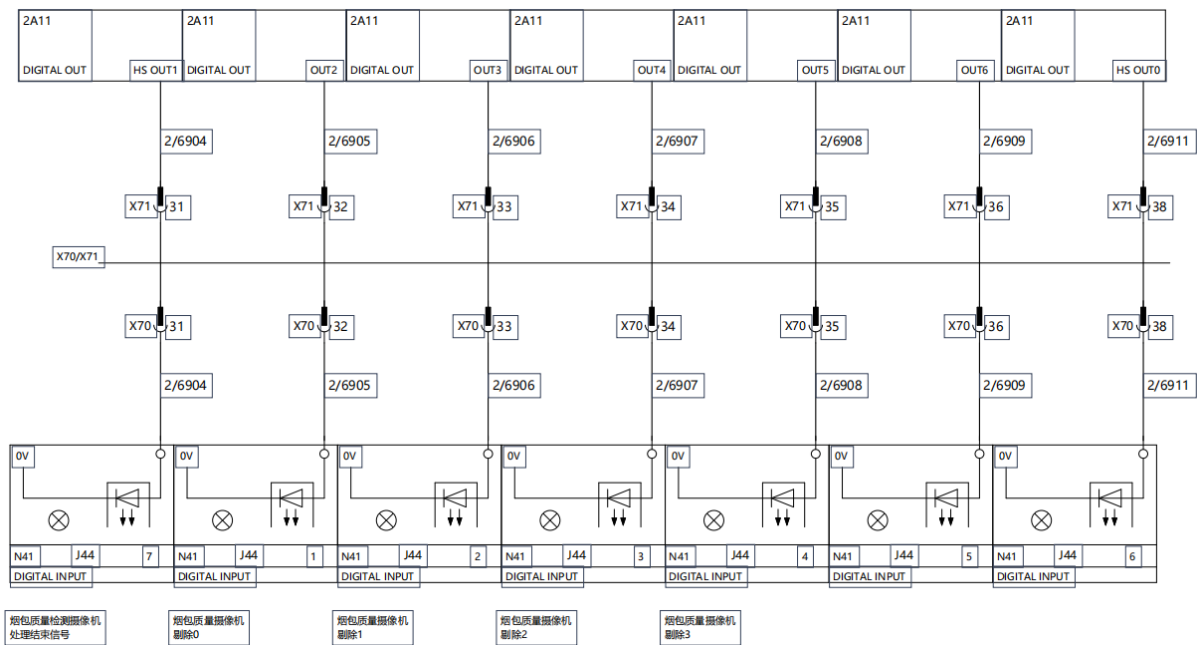


Figure 4. Elimination module circuit diagram
图 4. 剔除模块电路图

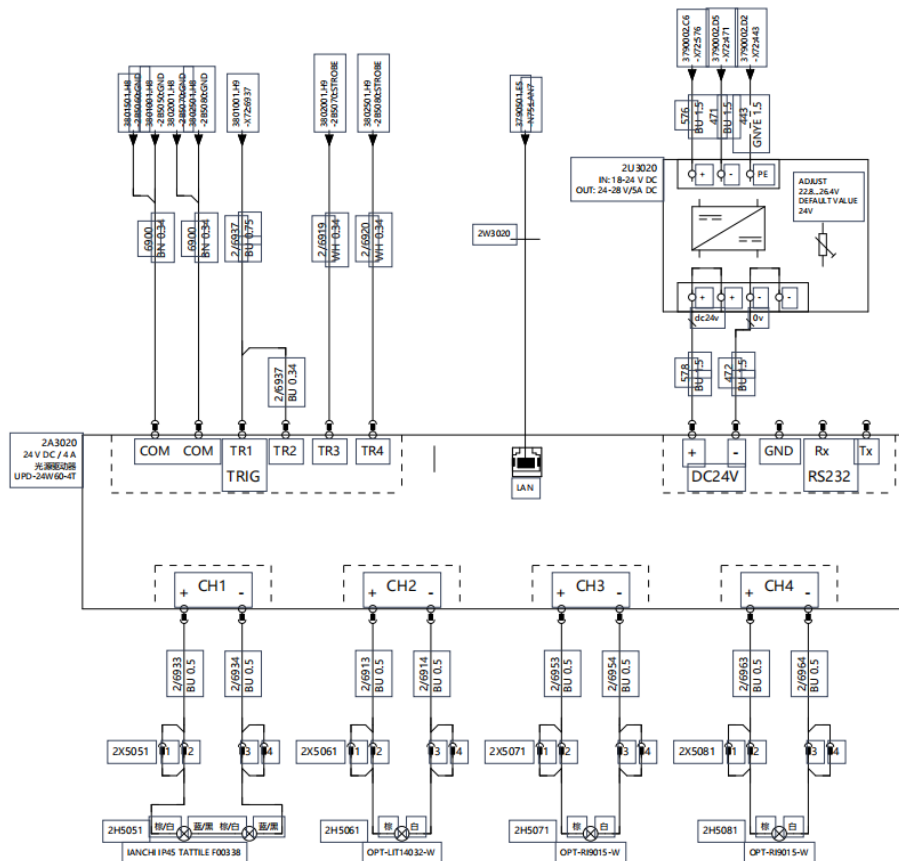


Figure 5. Light source module circuit diagram
图 5. 光源模块电路图

4) 上位机的电路设计

上位机的工控机连接触屏显示器，运行着图像处理系统，所有的设置在触屏上完成，操作简单快捷，UPS、工控机、触屏显示器的电路连接如图6所示。

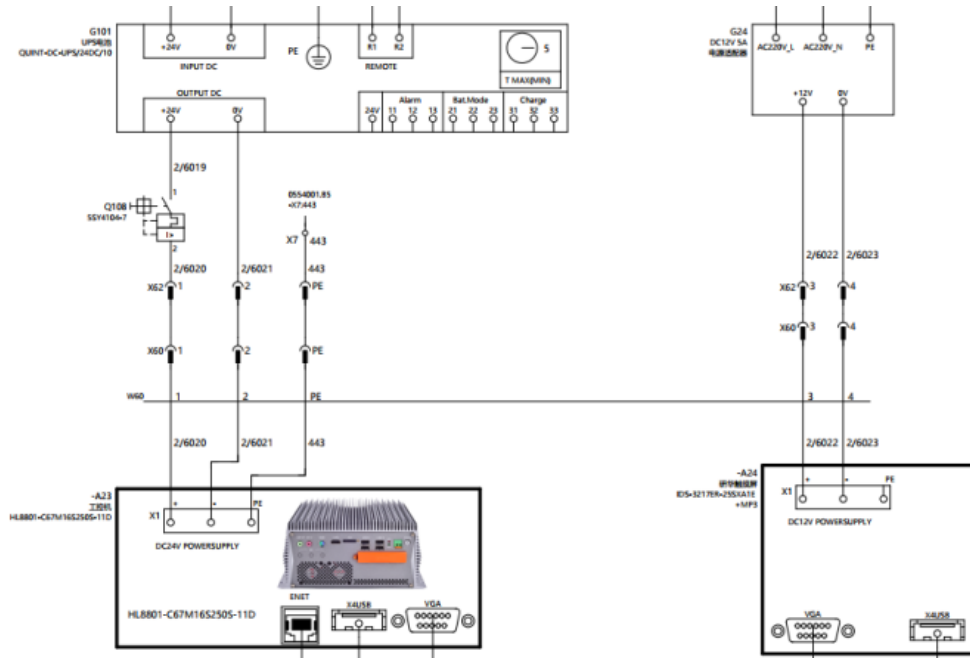


Figure 6. Upper computer circuit diagram
图 6. 上位机电路图

6. 视觉检测装置软件设计

操作软件的运行界面如图7所示，简洁的用户交互界面，可以快速的进行牌号更换、算法更改、剔除监视、相机灯光设置等，在线模式可以修改少量而重要的参数，离线模式可以设置所有参数包括移动搜索范围。



Figure 7. Monitoring interface
图 7. 监视界面

1) 定位找边

找边是所有检测的基础，因为我们的检测工位是吸附在输送带上的，轻微的抖动是非常常见的，所以对烟包进行定位处理是非常必要的。找边的第一步，滤波：边缘检测算法主要是基于图像强度的一阶和二阶导数，但导数的计算对噪声很敏感，因此必须使用滤波器来改善与噪声有关的边缘检测器的性能。第二步，增强：增强边缘的基础是确定各点邻域强度的变化值。增强算法可以将邻域(或局部)强度值有显著变化的点凸显出来。第三：检测：在图像中有许多点的梯度幅值比较大，而这些点在特定的应用领域中并不都是边缘，所以采用深度学习算法来确定哪些点是边缘点。第四：定位：如果某一应用场合要求确定边缘位置，边缘的方位也可以被检测出来。操作界面如图 8 所示。

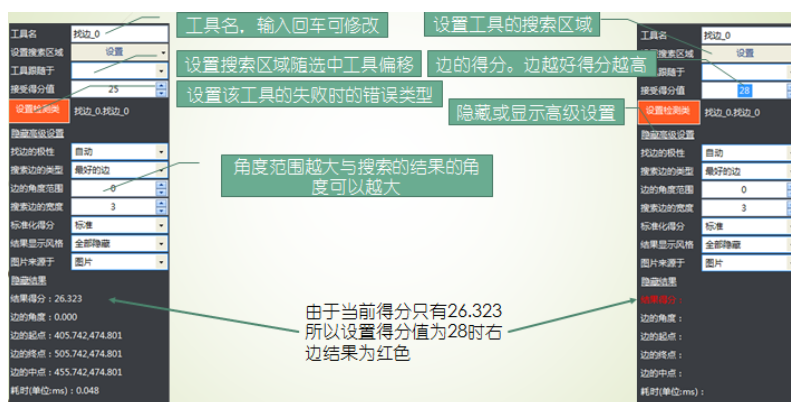


Figure 8. Edge finding setting interface

图 8. 找边设置界面

2) 特殊位置的图案检测

图案检测是指烟包表面像素出现超出正常范围的灰度值分布，这种情况往往表示烟包表面出现了一定程度的表面缺陷，由于个别像素正常情况下也会出现比较大的波动，因此采用统计指标(均值、方差)来衡量表面异常的程度，根据正常烟条的指标范围设定门限，当出现超过范围的烟包时，系统可以自动判断并剔除。对烟包的特定位置增加灰度图像进行预处理后，再经过图像像素的灰度值采用阈值化的方法，对图像进行二值化处理之后，图案缺陷能够完美地呈现，可以清楚判断图案是否正常。在测试环节，可以调整阈值来调整检测的灵敏度，如图 9 所示。

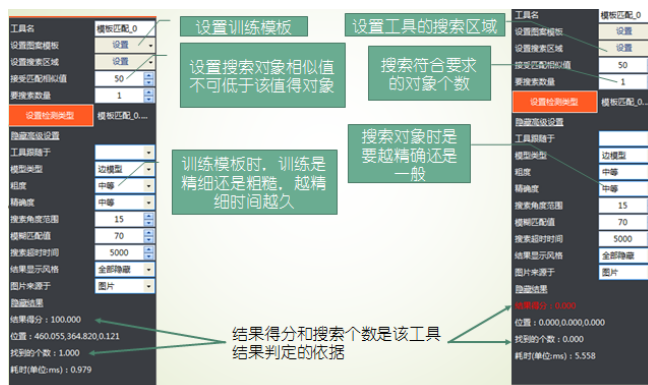


Figure 9. Pattern detection setting interface

图 9. 图案检测设置界面

3) 距离检测

图案检测主要是针对污点或者是图案的缺陷来完成检测，除了图案检测，图案上的特殊位置的距离检测也显得尤为重要，距离检测是基于找边的，把我们需要测量的对象，往往是两个，用找边的方式给他提取出来，然后再应用测距工具，采用阈值方法就可以完成距离检测，把不合格的烟包进行剔除。在应用时，可以通过调整距离的上下限来调整检测的灵敏度，如图 10 所示。

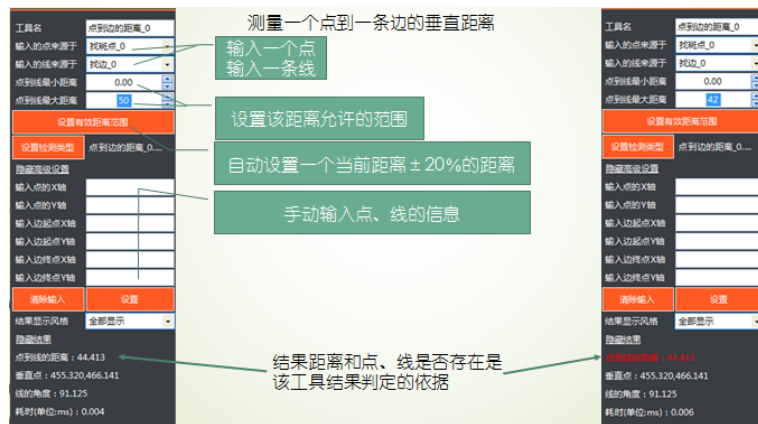


Figure 10. Distance detection setting interface
图 10. 距离检测设置界面

7. 缺陷统计

现在大部分卷烟工厂所使用的设备大多为高速机，以本次设计的装置所在的机器，速度高达每分钟 600 包，即使对 0.5% 的烟包进行剔除，也是一个不小的数量，并且误剔漏剔也不能完全避免，所以为了方便调试人员快速的判定剔除烟包的类型，缺陷统计就显得尤为重要，本设备能实时的生成缺陷统计视图，如图 11 所示，能够及时地为调试人员提供参考，并且为维修改装升级提供了参考数据。

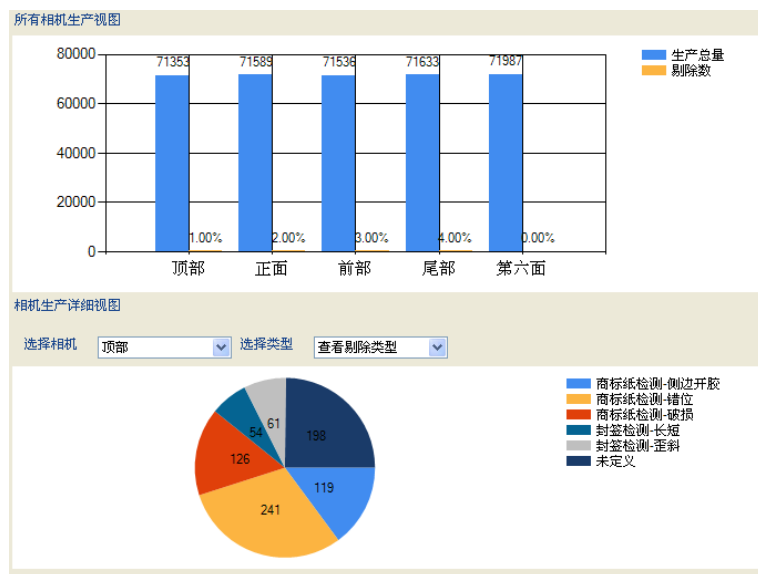


Figure 11. Defect statistics interface
图 11. 缺陷统计界面

8. 结语

本文主要研究设计了基于原装机器, 秉承着整体性, 可靠性的一种机器视觉烟包检测装置, 完成了系统硬件搭建、改造, 软件设置及人机界面设计, 通过它们的结合, 很大程度解决了烟包外观质量问题。在设备上应用后, 系统对烟包污点, 商标错牙, 商标裁切错误, 封签歪斜, 封签裁切错误, 铝箔纸漏白等多种质量缺陷的烟包, 进行准确地剔除, 保证产品质量, 并且设备运行稳定, 极大地减轻了操作人员、质检人员、维修人员、管理人员的工作强度, 为进一步提高产品竞争力做出了贡献。

参考文献

- [1] 钟宇, 徐燕, 刘德祥, 王宏强, 李晓辉, 周明珠, 董浩, 邢军. 基于计算机视觉和机器学习的真伪卷烟包装鉴别[J]. 烟草科技, 2020, 53(5): 83-92.
- [2] 杨恕, 郑云富, 吴明毅, 张桂莲, 钱斌. SLEE算法与Hough圆拟合在香烟小包拉线错牙检测中的研究[J]. 计算机测量与控制, 2016, 24(3): 25-28.
- [3] 高素美, 智淑亚. 基于机器视觉的香烟条包图像检测系统研究[J]. 金陵科技学院学报, 2020, 36(2): 5-10.