

GDX1 小盒软包透明纸热封缺陷的视觉检测系统

蔡培良¹, 何邦贵², 杨剑锋¹, 李明¹, 易凡竣¹, 朱开林¹

(1.红云红河烟草(集团)有限责任公司曲靖卷烟厂, 曲靖 655000; 2.昆明理工大学, 昆明 650500)

摘要: **目的** 解决在 GDX1 包装机生产过程中, 小盒透明纸热封粘贴不牢、不平整、泡皱、反包等缺陷不能被有效检测及剔除的问题。**方法** 设计一种新型 GDX1 小盒软包透明纸热封缺陷视觉检测系统, 通过对其关键技术的研究, 进行动态图像采集、MICRO II 控制程序设计、安装支架设计、输出控制参数调整等, 实现对有缺陷的小盒侧面透明纸热封烟包的高效检测及准确剔除。**结果** 该视觉检测系统实施后, 有缺陷烟包的剔除率 $\geq 99.9\%$, 误剔率 $\leq 0.03\%$ 。**结论** 该视觉检测系统能提高产品质量, 降低物耗, 为精益生产、精益加工起到了一定的保障作用, 该系统和技术可推广应用于行业内所有 GDX1/2 包装设备上。

关键词: 热封缺陷; 视觉检测; 卷烟包装机

中图分类号: TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)05-0092-04

Visual Inspection System of GDX1 Box Soft Transparent Paper Heat-sealing Defects

CAI Pei-liang¹, HE Bang-gui², YANG Jian-feng¹, LI Ming¹, YI Fan-jun¹, ZHU Kai-lin¹

(1. Qujing Cigarette Factory, Hongyun Honghe (Group) Co., Ltd., Qujing 655000, China;

2. Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China)

ABSTRACT: The work aims to solve the problem that the infirm, unsmooth paste after heat sealing, wrinkled bubble, encapsulation and other defects of box transparent paper cannot be effectively detected and eliminated in the process of producing GDX1 packaging machine. A new visual detection system for heat-sealing defects of GDX1 box transparent flexible package paper was designed. Through the research on key technology, such as acquisition of dynamic image, design of MICRO II control program and mounting bracket, and adjustment of output control parameters, the defective heat-sealed cigarette packages of side transparent paper of the box could be efficiently detected and accurately eliminated. The result showed that, after implementing the system, the rejection rate of defective cigarette package was $\geq 99.9\%$, and the wrong rejection rate was $\leq 0.03\%$. The visual detection system can improve product quality, reduce material consumption, and provide guarantee for lean production and lean processing to some extent. The system and technology can be applied to all GDX1/2 packaging equipment in this industry.

KEY WORDS: heat-sealing defects; visual inspection; cigarette packaging machine

GDX1 型小盒软包装机是于 20 世纪 80 年代由意大利 GD 公司研发的卷烟包装机组, 最大生产速度达到每分钟 400 包, 目前我国卷烟生产厂的主流卷烟包装机组。由于设备存在固有缺陷, 且包装成型过程中受多种因素的影响, 小盒软包产品容易出现透明纸偏移、丢失、散包、收缩和外观破损, 从而导致透明纸搭口面粘贴不牢、烙烫不平整、散开和烟包变形等

诸多外包装质量缺陷^[1-2]。针对这类缺陷, 企业一方面对设备进行技术改进和优化^[3-4], 另一方面对产生缺陷的各种因素进行探讨和改进^[5-7]。事实上, 小盒软包质量缺陷的产生具有偶发性、突发性、间断性等特点, 包装机操作工人无法控制, 包装设备又不能杜绝该类不合格烟包的产生。为了找到该不合格烟包, 需耗费大量的人力物力, 降低了设备效率。该类有外

收稿日期: 2016-08-24

基金项目: 2017 年云南中烟工业有限责任公司科技项目 (2017GY06)

作者简介: 蔡培良 (1972—), 男, 工程师, 主要研究方向为烟草卷包。

包质量缺陷的不合格烟包最终有可能直接进入市场,这将严重影响企业的产品质量和声誉。为此,针对小盒软包存在的缺陷问题,研究人员开展了不同类型的研究,文献[8]探索了将图像处理技术应用于小盒硬包侧面 BOPP 热封缺陷来进行图像识别,文献[9]对缺陷部分的图像进行了处理,并分别论述了透明纸异常、拉线异常的检测原理和检测算法。笔者通过在 CH 透明纸包装机部分加装小油封散包检测、小油封偏移检测等,将小包透明纸偏移、丢失、散包等缺陷产品剔除,但对在透明纸搭口面出现的不合格烟包却不能进行有效检测。文中针对 CH 包装机开发一套专用的基于视觉系统的在线小盒软包的质量检测和剔除系统,从而有效地提升了小盒软包外观质量的合格率,确保了产品的品质。

1 GDX1 专用质量图像视觉检测系统

从小盒透明纸包装成型原理分析可知,在 GDX1 小盒透明纸输送、裁切、包裹成型的过程中,受多种因素的影响,会产生透明纸热封包裹缺陷烟包,目前尚无检测装置对该缺陷产品进行有效检测。利用机械技术的改造及调整已不能杜绝该类缺陷产品的产生,针对这一问题,设计出该视觉检测系统。

1) 视觉检测系统的基本构成。GDX1 小盒侧面透明纸热封面视觉检测系统的基本构成与传统的图像视觉系统相似^[10-12],基本框架包括智能相机、镜头、视觉光源、控制器^[13-14]、控制软件、机器视觉软件、监控软件等,通过其特定的安装支架设计和检测相位的采集,以检测双包小盒侧面透明纸热封面包裹烙封工艺是否存在缺陷,并将有缺陷的烟包在 CH4350 出口转盘的剔除工位进行剔除,避免缺陷烟包进入下一道工序。文中设计的基于视觉的烟包缺陷检测系统通过 TCP/IP 和 GDLAN 总线与工控机及 GDX1 MICRO II 控制系统连接。视觉检测系统与 GDX1 现有系统的融合见图 1。

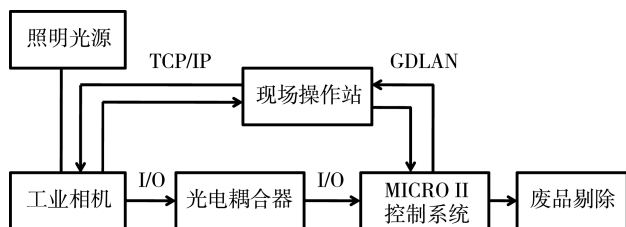


图 1 视觉检测系统与 GDX1 现有系统的融合

Fig.1 Integration of visual inspection system and GDX1 existing system

2) GDX1 视觉检测系统设计的空间约束。CH4350 包装机结构紧凑,在透明纸输送、裁切、小盒包裹、小盒侧面热封、小盒前后端部热封等相关工艺过程中,均不能对其侧面热封处进行有效检测。通过对

CH4350 包装机进行分析和研究,小盒侧面透明纸热封面只有在 CH4350 出口转盘入口处才完全露出,因此在该位置进行检测,但该转盘上方有一套沿轴向做往复运动的推杆机构,该机构将双包烟送入转盘,并将转盘内的双包烟传送到 CT 条盒包装机,且转盘逆时针间歇式旋转,转盘前后为安全防护罩和设备机座,因此设备空间狭窄,给检测系统安装带来困难。

3) 视觉检测的信息与 GDX1 现有控制系统的融合。当视觉检测系统检测到缺陷烟包时,则产生 1 个相应的发现坏烟信号。该信号经过光电耦合器隔离后送入 MICRO II 控制系统, MICRO II 系统经过移位处理后在 CH4350 出口处执行剔除。视觉检测触发脉冲必须从 MICRO II 控制系统取出,而 MICRO II 控制系统及 GdePlus 编程软件为 GD 公司为其包装机量身定制的一套控制系统,因此给视觉检测系统与 GDX1 控制系统的信息融合带来了困难。

2 GDX1 视觉检测系统关键技术的研究与实现

在构建 GDX1 小盒软包透明纸热封缺陷视觉检测系统的基础上,结合现存的问题和技术难题,通过对 GDX1 包装机组的结构和控制系统进行分析,特别是对原机 MICRO II 控制系统的深入研究,包括对相机及光源的特定安装、检测触发脉冲选择、检测系统与原 MICRO II 系统的隔离、检测系统与原机 MICRO II 控制系统的融合等关键技术的研究,实现检测和剔除的稳定性和准确性。

2.1 视觉检测系统的硬件构成

该视觉检测系统由工业检测相机、与相机匹配的 8 mm 镜头、检测 LED 光源、工业相机电源、网络适配器、光电耦合器、安装支架、MICRO II 控制系统 I/O 板、MES 系统现场操作站等硬件组成,见图 2。

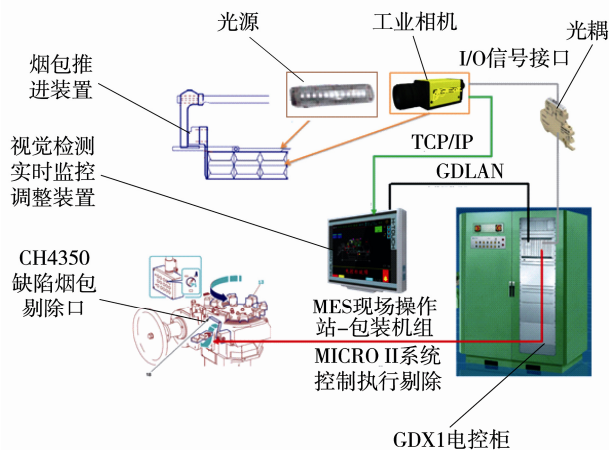


图 2 视觉检测系统硬件构成

Fig.2 Hardware of visual detection system

相机控制器通过光电耦合器与 MICRO II 控制系统 I/O 板进行拍照触发信号和缺陷产品剔除使能信号的传送, 相机与 MES 系统现场操作站通过网络适配器的 TCP/IP 总线进行检测参数的在线设置及调整, MES 系统现场操作站通过 GDLAN 与 MICRO II 控制系统进行触发脉冲等相关参数调整及剔除数据统计, 缺陷产品最终由 MICRO II 控制系统执行检测剔除功能。

2.2 视觉检测传感器的安装实现

通过反复论证, 为了实现特定空间相机及光源的安装, 采用 4 个万向连接杆来实现。万向连接杆底座安装于 CH4350 包装机出口侧面墙板上, 相机和光源分别安装在相应的万向连接杆上。通过调整万向连接杆, 实现相机和光源的三维位置调整, 其调整范围为全方位调节, 完全满足成像检测要求的角度。为了对 CH4350 转盘上的双包烟进行全方位拍照检测并提供适当照明光源, 将视觉成像角度调整到约 45°斜角。

2.3 检测信息的处理与传输

小盒软包透明纸热封成像检测系统的触发脉冲取决于相机的安装位置和小盒烟包的存在位置。小盒双包烟包在 CH4350 包装机转盘入口位置刚好处于停留状态, 其上下双包烟的热封面全部露出, 在该位置进行拍照, 检测系统完全能够检测到该双包烟热封面

的质量。GDX1 包装机控制相位由轴编码器提供, 为了保证小盒烟包在转盘模盒的同一位置进行拍照检测, 对其拍照触发脉冲精度要求较高, 引入原机轴编码器相位, 通过对 MICRO II 程序的编译, 直接由 MICRO II 控制系统输出轴编码器相位信号触发智能相机, 实时对小盒烟包进行图像拍摄及检测。该触发脉冲参数通过 OPC 人机界面(参数-机器选择(辅机)-组选择(CH 包装线部分)-功能选择(CH 堆叠成像检测))进行修改, 实现该检测装置的触发脉冲相位修改。当机器运行到 340°时, MICRO II 输出板输出高电平, 该信号经过光电耦合器隔离处理后送入成像检测装置, 触发相机拍照, 完成 CH4350 包装机转盘入口位置上双包烟的检测。

图像处理流程见图 3, 该成像检测装置检测到 CH4350 包装机转盘上的双包烟时, 其所拍摄图像与系统内的标准图像进行对比, 经过图像预处理、图像定位、比较操作等图像算法, 把缺陷烟包图像筛选出来, 经过检测系统处理后输出一高电平坏烟信号, 该信号通过光电耦合器处理后送入原机 MICRO II 控制系统输入板卡, 由 MICRO II 控制系统完成缺陷烟包的剔除和数据统计。反之, 检测系统不对合格烟包图像进行处理, 合格烟包送入下一道工序。通过以上方式, 实现检测信号和坏烟信号的处理和传送, 使原机 MICRO II 控制系统与成像检测系统互不干扰。

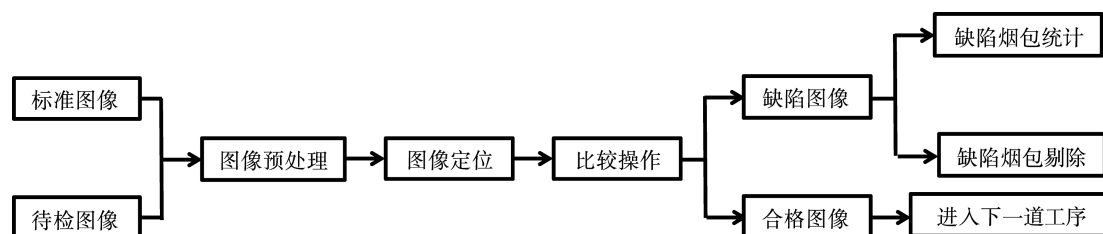


图 3 图像处理流程

Fig.3 Image processing flow chart

2.4 控制信息与 GDX1 控制程序的融合

运用 PC 编程器上的 GdePlus 软件, 对 MICRO II 控制程序进行修改, 在原机 MICRO II 控制系统源程序的基础上增加一个 GDL 程序文件(ch_60b00.gdl), 用于控制和管理小盒侧面透明纸热封面视角检测系统。设备运行到程序设定相位时, MICRO II 控制系统输出高电平, 触发智能相机进行拍照, 智能相机将拍摄的图片与标准图片进行对比后, 判断烟包外包质量的好坏, 若为缺陷烟包, 则输出高电平到 MICRO II 控制系统, MICRO II 控制系统在接收到智能相机输出的缺陷烟包剔除信号后, 通过内部程序的运算处理, 驱动 CH 转盘位置上的剔除机构执行对缺陷烟包的准确自动剔除, 实现 MICRO II 控制程序对视角检测系统触发信号的输出和检测装置送入缺陷烟包信

号的处理, 从而完成 MICRO II 控制程序和检测系统的融合。

3 视觉检测系统的运用

通过该检测系统的安装运行, 可以将 CH4350 产生的透明纸热封缺陷烟包进行有效检测及剔除。对 1 组 GDX1 包装机检测系统安装前后成品烟条和 CH4350 剔除的缺陷烟包进行为期 4 周的随机抽样统计, 样本总量为 4000 包。结果表明, 检测装置安装前, CH4350 因无检测装置对透明纸热封缺陷烟包进行检测和剔除, 致使缺陷烟包流入下一道工序, 在抽检过程中才被检出。检测装置安装运行后, 透明纸热封缺陷烟包在 CH4350 被全部检出并剔除, 故抽检中未检出缺陷烟包。

由试验结果可知,该检测系统的使用不仅可以将小盒透明纸长边搭口面烙烫不平整、长边搭口面散开等烟包准确剔除,而且能将小盒透明纸错位、烙烫收缩和泡松导致的烟包变形、转盘处反包、烙烫面有异物、反包、倒包等不合格的烟包一并剔除。

通过对在线产品的质量数据分析,该检测系统的剔除率 $\geq 99.9\%$,误剔率 $\leq 0.03\%$ (抽检成品烟包,剔除率=测试项目下剔除缺陷烟包数量/测试项目下缺陷烟包总数量,误剔率=测试中剔除好烟数量/测试烟包总数量)。该检测系统安装后运行稳定,效果明显,实现了 GDX1 透明纸热封缺陷产品的有效检测和自动剔除,提高了小包外观质量,达到了预期目的。

4 结语

针对 GDX1 小盒软包透明纸热封面不能有效检测的问题,通过对视觉检测关键技术的研究,进行了安装支架的设计、MICRO II 控制程序的设计、视觉检测动态图像的采集等,成功将其缺陷产品准确检测并自动剔除。视觉检测技术与 MICRO II 控制系统的融入,解决了设备外挂装置对原机控制系统的干扰,使检测更先进、更准确。结合对 MICRO II 控制系统理论的深入研究,通过程序修改和硬件加装,实现理论与实际生产相结合,及时解决生产设备存在的缺陷,并将该检测技术应用于超高速包装机组上。

参考文献:

- [1] 尹兴,孙诚,王蕊,等. 玻璃纤维/聚乳酸复合包装薄膜的制备及表征[J]. 包装工程, 2016, 37(13): 19—23.
YIN Xing, SUN Cheng, WANG Rui, et al. Preparation and Characterization of Glass Fiber/Poly Lactic Acid Composite Packaging Film[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(13): 19—23.
- [2] 张勇,杨福馨,户帅锋,等. 防霉聚乙烯醇改性薄膜的制备及性能[J]. 包装工程, 2016, 37(5): 35—38.
ZHANG Yong, YANG Fu-xin, HU Shuai-feng, et al. Preparation and Properties of Modified Polyvinyl Alcohol Films[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(5): 35—38.
- [3] 朱忠民,卫剑. GDX1 包装机封签缺陷分析及技术改造[J]. 烟草科技, 2001(9): 15—16.
ZHU Zhong-min, WEI Jian. Defect Analysis and Technology Improvement of Stamp in GDX1 Packing Machine[J]. Tobacco Science & Technology, 2001(9): 15—16.
- [4] 张伽. 研制安装 CH 包装机透明纸散包检测装置[J]. 企业技术开发, 2011, 30(4): 118.
ZHANG Jia. Development and Installation of CH Packaging Machine Transparent Paper Packaging Testing Device[J]. Technological Development of Enterprise, 2011, 30(4): 118.
- [5] 李爱菊. 谈谈影响软包卷烟质量的因素[C]// 2005 年河南省烟草学术年会论文集, 2005.
LI Ai-ju. Talk about the Influence of Soft Cigarette Quality Factors// Proceedings of the 2005 Annual Conference on Tobacco in Henan Province, 2005.
- [6] 苏静,黄红仪. 卷烟产品透明纸包装质量的改善[J]. 科技资讯, 2011(17): 87—89.
SU Jing, HUANG Hong-yi. Improving the Quality of Transparent Paper Packaging of Cigarette Products[J]. Science & Technology Information, 2011(17): 87—89.
- [7] 陈国刚. GDX1 包装机主机增设质量检测器的探讨[J]. 企业技术开发, 2010, 29(12): 126.
CHEN Guo-gang. Discussion on adding Mass Detector for Host Machine of GDX1 Packaging Machine[J]. Technological Development of Enterprise, 2010, 29(12): 126.
- [8] QU Y D, HE B G, LIU G Y. The Application of Image Processing Techniques in Analysis of Cigarette Packets Surface Defects[C]// International Conference on Computer, Communications and Information Technology, 2014.
- [9] 王磊,张疆,邹玉胜. 卷烟包装图像识别检测技术[J]. 机械工程与自动化, 2010(5): 116—118.
WANG Lei, ZHANG Jiang, ZOU Yu-sheng. Detection Technology of Cigarette Packing Based on Image Recognition[J]. Mechanical Engineering & Automation, 2010(5): 116—118.
- [10] 张向阳,张进武,覃志宏,等. 基于机器视觉技术的卷烟小盒封签直线检测算法[J]. 烟草科技, 2008(3): 22—24.
ZHANG Xiang-yang, ZHANG Jin-wu, QIN Zhi-hong, et al. Straight Line Detection Algorithm in Cigarette Packet Stamp Inspection Based on Machine Vision Technology[J]. Tobacco Science & Technology, 2008(3): 22—24.
- [11] 张杨. CV-751 视觉系统控制器在烟草机械设备的应用实例[J]. 应用能源技术, 2006(11): 13—16.
ZHANG Yang. CV-751 Visual System Controller Examples of the Application of Mechanical Equipment in Tobacco[J]. Applied Energy Technology, 2006(11): 13—16.
- [12] 姚猛,张保永,郭继文. 基于机器视觉烟箱缺条检测系统电气设计[J]. 机械制造与自动化, 2014(2): 201—203.
YAO Meng, ZHANG Bao-yong, GUO Ji-wen. Design in Detection System Based on Machine Vision[J]. Machine Building & Automation, 2014(2): 201—203.
- [13] 杨绍胜. S7-300 PLC 和 PROFIBUS-DP 现场总线在 KDF2 滤棒成型机上的应用[J]. 烟草科技, 2007(7): 20—23.
YANG Shao-sheng. Application of S7-300 PLC and PROFIBUS-DP in KDF2 Filter Rod Maker[J]. Tobacco Science & Technology, 2007(7): 20—23.
- [14] 刘学海,韩东,王斌,等. 基于 IPC-PLC 的 PASSIM 卷接机组电控系统设计[J]. 烟草科技, 2010(11): 25—28.
LIU Xue-hai, HAN Dong, WANG Bin, et al. Design of Electric Control System in PASSIM Filter Cigarette Maker Based on IPC-PLC[J]. Tobacco Science & Technology, 2010(11): 25—28.