

YB28 软盒包装机封签双路冷胶喷涂系统的设计与应用

孙靖倚, 李承华, 李毅, 马江*, 吕小波, 董浩, 杨宁翔, 徐靖
(红塔烟草(集团)有限责任公司玉溪卷烟厂, 云南 玉溪 653100)

摘要: **目的** 解决 YB28 封签喷涂系统旋转故障、零件损坏较多、气马达故障和胶枪堵塞等问题。**方法** 通过故障统计分析原有结构的缺陷, 设计一种双路封签冷胶喷涂系统, 封签胶枪进入工位采用直进式运动替代旋转运动, 基于主传动轴编码器相位信号进行封签涂胶, 设计双喷嘴与封签喷枪的喷射角度, 确保喷涂均匀, 改进胶桶供胶管路及搅拌器装置, 降低供胶管路堵塞风险, 新增胶桶搅拌工作指示灯并将搅拌机接入 YB28 控制系统, 设备停机时喷嘴清洁装置对胶枪清洁密封。以生产“玉溪(软)”的 ZB28 软盒包装机组为测试对象, 进行封签双路喷涂系统改进后试验, **结果** 改进后线束断裂次数减少了 50%, 胶路堵塞次数减少了 62.5%, 搅拌器失效次数降低了 92.9%, 设备效率提升了 1.1%。**结论** 双路封签冷胶喷涂系统投入使用后, 降低了维修频次和时间, 提高了卷烟包装效率和产品质量。

关键词: YB28 软盒包装机; 封签; 喷涂系统; 冷胶; 气缸; 喷嘴; 清洁装置

中图分类号: TB486

文献标志码: A

文章编号: 1001-3563(2024)15-0180-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2024.15.020

Design and Application of Dual Cold Glue Spraying System for Stamp of YB28 Soft Box Packaging Machine

SUN Jingyi, LI Chenghua, LI Yi, MA Jiang*, LYU Xiaobo,
DONG Hao, YANG Ningxiang, XU Jing

(Yuxi Cigarette Factory of Hongta Tobacco (Group) Co., Ltd., Yunnan Yuxi 653100, China)

ABSTRACT: The work aims to solve the problems of rotation failure, serious part damage, air motor damage and glue gun blockage in the YB28 spraying system. By analyzing the original structure malfunction through failure analysis, a dual cold glue spraying system for stamp was designed. The glue gun adopted straight motion instead of rotary motion when entering the station and then sealed and glued the label based on the phase signal of the encoder of the main drive shaft. The spraying angle of dual nozzles and spraying gun was designed to ensure uniform spraying and the rubber tube supply pipeline and agitator device of rubber barrel were improved to reduce the risk of blocking the rubber tube supply pipeline. A new indicator for mixing was installed in the rubber barrel, and the agitator motor was connected to YB28 control system. When the device stopped, the nozzle cleaning device cleaned and sealed the glue gun. Taking the YB28 soft box packaging machine for producing "Yuxi Ruan" as the test object, experiments were conducted on the improved dual stamp spraying system. After the improvement, the breakage number of wire harness was reduced by 50%, the number of glue blockage was reduced by 62.5%, the number of agitator failures was reduced by 92.9% and the efficiency increased by 1.1%. After the dual cold glue spraying system is put into use, the maintenance frequency and time are reduced and the packaging efficiency and quality of cigarette are improved.

KEY WORDS: YB28 soft box packaging machine; stamp; spraying system; cold glue; cylinder; nozzles; cleaning device

收稿日期: 2024-02-07

基金项目: 红塔集团科技类重点项目 (2023ZX01)

*通信作者

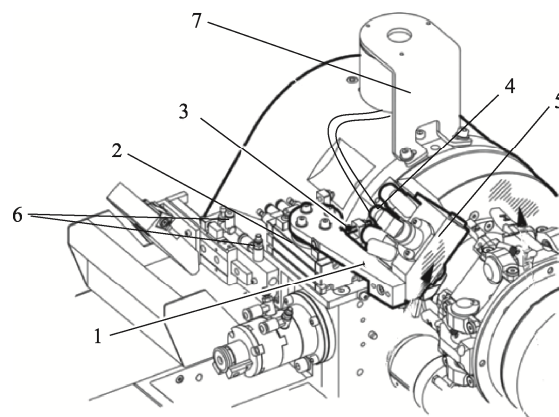
随着烟草包装机设备的快速发展,玉溪卷烟厂将生产软盒卷烟的主力机型更换为 ZB28 型软盒高速包装机,该机组是由上海烟草机械有限责任公司引进意大利 GDX6s 包装机技术开发的高速包装设备^[1]。生产中, YB28 封签喷胶旋转气缸的支撑臂和挡块等部件容易发生形变和损坏,导致胶枪工作位置不正确,影响卷烟包装质量和设备效率。为适应软盒卷烟生产需求,近年来针对 YB28 软盒包装机和喷胶系统已有较多研究与改进。杨明权等^[2-3]将冷热胶组合喷涂技术应用于 YB25 包装机,提升了软盒硬化的包装质量;王勇等^[1]对 YB28 预切式商标纸吸纸机构结构进行了研究,设计了双纸库供料装置;刘鹏等^[4]的改进了烟包干燥提升装置,使得干燥带传热效果增加,降低了商标纸底部粘贴不牢的缺陷;丁晨阳等^[5]设计了一种 YB28 封签喷胶清洁器,通过便携更换的吸水海绵对喷胶嘴进行清洁;李惠峰等^[6]设计了一种用于适用于滚轮涂胶的双路供胶系统;贺韧等^[11]对封签涂胶系统进行改进,设计具有间断性涂胶功能的扇形涂胶轮,并配合改进后的传动系统以满足其相位需求;张树桦^[7]根据实际生产中遇到的问题对铝箔纸夹钳进行了改进,提高了一号轮铝箔纸输送的稳定性;徐靖等^[8]重新设计了一种抗震稳定机构,将抗震齿改为抗震辊轮,提高商标纸输送的稳定性;蒋景强^[9]通过增加反射式光纤检测器对商标纸定位检测器进行了改进,实现了商标纸包裹错位烟包的自动检测和剔除;潘安岳等^[10]设计了条外透明纸缺陷检测装置,可在包装机不停机的情况下准确剔除有透明纸缺陷的条盒卷烟。因为对 YB28 软盒包装机封签喷胶系统胶枪运动方式的改进设计未见报道。所以,本文设计 YB28 软盒包装机双路可调节式封签喷胶系统,改进胶枪进入工位的运动方式、胶水供给装置和胶枪喷嘴密封清洁装置,以提高卷烟包装效率和产品质量。

YB28 软盒包装机上胶系统为喷射式涂胶,复位后,胶枪旋转 270°进入工作位置,通过胶枪对封签进行点状喷射,完成封签涂胶^[12]。对于软盒卷烟,封签是外观质量指标重要评价点^[13]。在长期使用中发现,封签喷涂系统的旋转气缸常出现未到达工作位置或弹回而停机,旋转气缸的限位块经常断裂;连接喷枪的电气线束也易出现磨损;封签供胶管路出现胶水在喷枪基座中堵塞;日常运行中封签喷嘴外会有残留的胶水,残留的胶水长时间与空气接触而凝固导致喷胶嘴堵塞;胶桶搅拌器采用气马达,旋转叶片磨损后使用寿命远比电机短,且失效后胶液颗粒沉积,会导致封签喷胶异常,这些故障都成为影响 YB28 设备效率的几个主要因素。

1 原封签喷涂系统现状分析

包装设备封签上胶一直使用滚轮涂胶方式,涂胶

式上胶需要独立的储胶盒及上胶滚轮等,因此每天生产结束后需要清洁储胶盒及滚轮,导致胶水浪费,且接触上胶也会使上胶滚轮及传动零件磨损,增加维修费用。但 YB28 软盒包装机封签纸上胶首次应用喷射上胶,当封签纸需要喷胶时,气缸带动胶枪旋转进入工作位置完成上胶,因此在生产应用中出现了多个有待改进的难题,结构见图 1,喷涂工艺见图 2。在实际生产时,旋转气缸 2 会因 2 个单向节流阀之间调速相互不匹配而无法到达工作位置,限位块 3 也常因气缸旋转力矩过大出现断裂,由于安装空间限制,无法进行较大结构改进;胶枪的电气控制线束和进胶管 4 捆绑在一起,穿过钢板 7 中间的缝隙,并入线槽中,当气缸旋转 270°时,线束和进胶管也需要弯折 270°,每次开机都需要重复动作,经长期观察,线束捆绑方式和旋转运动存在设计缺陷,线束与钢板 7 摩擦及自身弯折角度过大,会出现线束磨损和断裂,引起电气故障;YB28 软盒包装机封签供胶管路为单路供胶^[14],在尼龙基座 5 中一分为二,分别进入 2 个喷枪,基座内部胶液管路狭窄,易出现堵塞导致无法喷胶;胶桶搅拌器的气马达叶片在烟草生产车间多尘环境下工作磨损加快、寿命缩短,且失效后无安全回路报警,易发生封签缺胶质量问题。因此,重新设计一种双路封签冷胶喷涂系统,降低封签喷涂系统产生的停机率,提高整机设备效率。



1.旋转摆臂; 2.旋转气缸; 3.限位块; 4.进胶管; 5.尼龙基座;
6.调压阀; 7.钢板。

图 1 原封签喷涂系统结构

Fig.1 Structure of original stamp spraying system

2 改进方法

2.1 改进思路

鉴于以上存在的问题,为保证胶枪正常工作,在设计冷胶喷涂系统时着重考虑以下方面:基于现有的空间位置,设计简化胶枪运动机构,弱化气压调节对精准度的要求,取消限位块,将原有旋转气缸旋转 270°改进为直线往复式运动^[15];改为直线气缸后,需

要重新设计胶枪基座,不改变封签喷涂工艺,在原先胶系统的空间预留的基础上,保证喷嘴能正确把胶水喷射到封签正确位置,并满足可维修性;YB28 封签安装座内部胶液管路狭窄,气马达搅拌器失效后易出现胶液颗粒沉积,设计改进胶桶供胶管路,采用异步电机替代气马达,增加启停指示灯,将安全回路开关接入 YB28 软盒包装机控制系统,并采用双路供胶;为了避免长时间停机胶水会凝固造成喷嘴堵塞,需要设计喷嘴清洁装置对冷胶喷嘴进行清洁,并采用石蜡油和海绵进行密封。

新设计的胶枪采用直动式进入工位的方式,如图 3 所示。

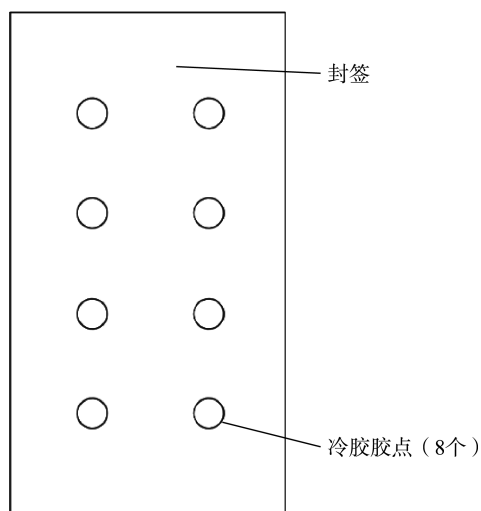


图 2 软盒封签上胶工艺
Fig.2 Soft box stamp gluing process

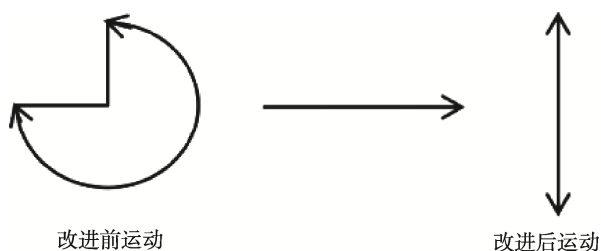
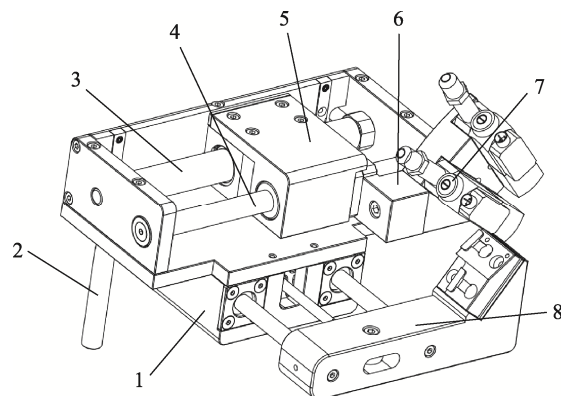


图 3 封签冷胶喷涂系统改进前后
Fig.3 Cold glue spraying system for stamp before and after improvement

2.2 双路冷胶喷涂系统结构组成

封签冷胶喷涂系统主要由底座、支撑杆、气缸、导向轴、冷胶枪滑座等部分组成,见图 3。冷胶枪滑座 5 固定在底座 1 的侧面板上,冷胶枪安装座 6 连接在气缸 3 上;冷胶枪 7 安装在滑座上;为防止冷胶凝结造成喷嘴阻塞,设计了冷胶喷嘴清洁密封装置 8。



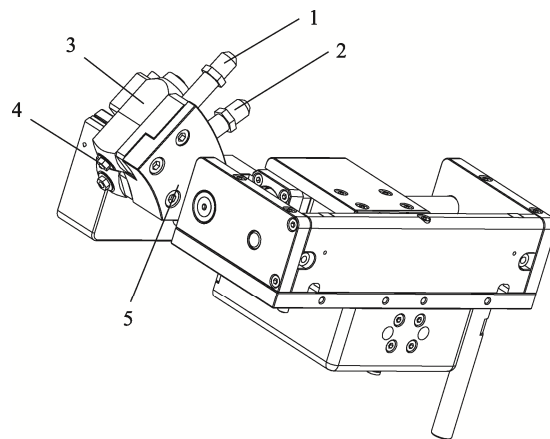
1.底座; 2.支撑杆; 3.气缸; 4.导向轴; 5.滑座; 6.安装座;
7.冷胶枪; 8.喷嘴清洁密封装置。

图 4 封签冷胶喷涂系统结构

Fig.4 Structure of cold spraying system for stamp

2.2.1 双路冷胶喷涂机构

冷胶喷涂机构包括双进胶管 a 和 b、冷胶枪、喷嘴、胶枪基座等部分,见图 5。双进胶管连接胶泵,冷胶枪 3 安装在胶枪基座 5 上,胶枪基座与图 3 中的冷胶枪滑座 5 连接,可以沿导向轴前后移动,并有位置检测器检测胶枪工作位置。胶枪与供胶系统相连,通过控制器控制喷胶。



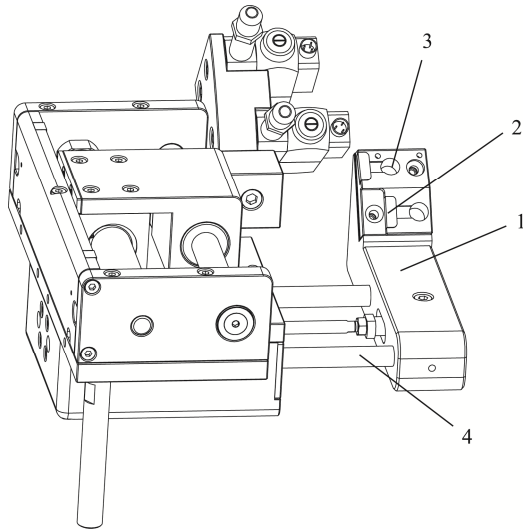
1.进胶管 a; 2.进胶管 b; 3.冷胶枪; 4.喷嘴; 5.胶枪基座。

图 5 双路喷枪结构

Fig.5 Structure of dual spray gun

2.2.2 冷胶喷嘴清洁装置

冷胶喷嘴清洁装置包括滑动支座、刮胶块、密封棉和气缸等部分,见图 6,该清洁装置的作用是清洁和密封喷嘴。当设备需要封签喷胶时,清洁装置先移动到右侧,胶枪在气缸的带动下,往前移动至工作位置完成喷胶;当设备停止超过设定时间时,冷胶枪向后移动到停止工位。滑动支座 1 在气缸 4 的驱动下向左运动,刮胶块 2 和密封棉 3 安装于滑动支座 1 上,刮胶块 2 在运动时对冷胶枪喷嘴进行摩擦,去除多余凝固的胶水,石蜡油浸泡的密封棉 3 对胶枪喷嘴进行密封,防止喷嘴阻塞。



1. 滑动支座；2. 刮胶块；3. 密封棉；4. 气缸。

图 6 封签冷胶喷嘴清洁装置

Fig.6 Cleaning device of cold glue nozzle for stamp

2.2.3 胶枪基座设计

为了保证在封签旋转过程中能均匀的喷涂 8 个胶点,需要对胶枪进行基座设计。设计需要满足以下 2 个要素:为了确保胶水从喷嘴到封签经过的时间 t 相同,需要保证双喷嘴距离封签距离一致;因设计为双路供胶和双喷嘴,要确保安装距离互不干涉,因此需要确定喷枪 A、B 距离设备安装基准面的高度 h_1 和 h_2 。

胶枪基座的设计,现有参数为封签转动叉外径(即封签转动的圆周外径) $D=146$ mm,转动叉圆心距离设备安装基准面垂直距离 $A=23.5$ mm;为保证胶枪喷嘴与转动叉运动不干涉,以及保证上胶质量,取安全距离 $L=4$ mm,在喷射过程中,喷枪 A 和 B 需与转动叉外圆相切,保证喷射距离相同,胶水从喷嘴到封签经过的时间相同,才能确保喷射点均匀分布。

$$\Delta t = \frac{L}{v} \quad (1)$$

式中: Δt 为胶水从喷嘴到封签经过的时间; L 为胶水到封签的距离; v 为胶水喷射速度。

如图 5 所示,取喷枪 A 喷射角度与水平面夹角为 $\alpha=40^\circ$,两喷枪安装间距 ≥ 5 mm,喷枪最大宽度 $Q=20$ mm。

计算喷枪 A 距离设备安装基准面高度为 h_1 和 h_2 ,圆在 (x_0, y_0) 的切线方程为:

$$\partial x^2 + \partial y^2 = \partial r^2 \Rightarrow y_0 y + y_0^2 = -x_0 x + x_0^2 \quad (2)$$

式中: (x_0, y_0) 为设定的点坐标。

已知封签转动的圆周外径 D 和 L , 求解 h_1 :

$$h_1 = \sin 40^\circ \times \frac{D}{2} - A \quad (3)$$

式中: h_1 为喷枪 A 距离设备安装基准面的高度; D 为封签转动叉外径; A 为转动叉圆心距离设备安装基准面垂直距离。

为确保两喷枪最小间距 ≥ 5 mm, 取极限 5 mm,

计算喷枪 B 喷射角度与喷枪 A 夹角 β 。

$$\beta = 2 \times \arcsin \left(\frac{Q+5}{2} \times \frac{2}{D} \right) \approx 18.68^\circ \quad (4)$$

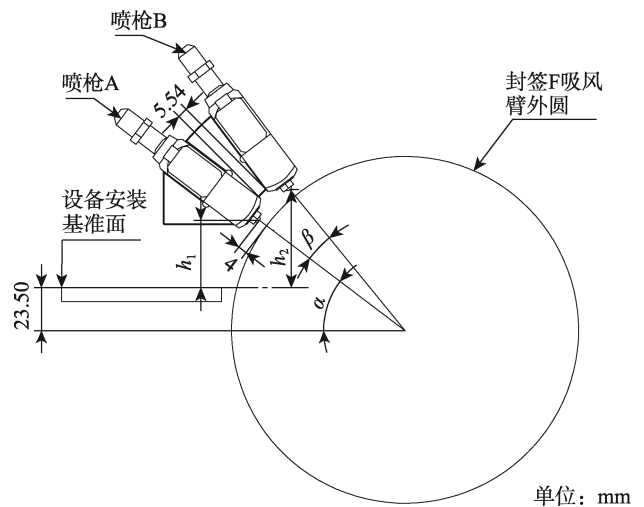
式中: Q 为喷枪最大宽度。

β 取整为 19° , 两喷枪最小间距为 5.54 mm ≥ 5 mm 满足设计要求。

$$h_2 = \sin 59^\circ \times \frac{D}{2} - A \quad (5)$$

式中: h_2 为喷枪 B 距离设备安装基准面的高度。

最终基座设计参数: $\alpha=40^\circ$, $\beta=19^\circ$, $h_1=26$ mm, $h_2=42.5$ mm。



单位: mm

图 7 胶枪基座设计

Fig.7 Design of glue gun base

2.2.4 封签喷涂控制系统

由图 7 可见,封签在传送叉上自下而上运动时,控制器通过编码器信号控制双路胶喷涂机构的 2 个独立喷嘴进行单独喷胶;当设备停机超过设定时间时,气缸带动冷胶枪向后运动 200 mm 到停止工位。

2.2.5 封签胶桶搅拌组件

原 YB28 软盒包装机封签胶桶搅拌组件采用控制器输出点直接驱动电磁阀,电磁阀接通后压缩空气驱动气马达工作实现搅拌,气马达在烟草生产车间多尘环境下工作磨损加快,寿命远小于电机,且损坏后系统没有任何报警提示功能。气马达减速机更换为立式减速机电机后,因搅拌电机选型是三相异步电机,须增加电机保护空开及接触器用于驱动电机,供电电源取自包装机进线主令空开输出侧,确保三相电源平衡。

在胶桶位置增加固定两孔按钮盒,分别配置 1 个启停指示灯及 1 个两位置选择开关;原机搅拌控制输出点直接驱动新增的接触器线圈 (DC24V),搅拌电机接触器线圈回路上串接加胶/清洁胶桶选择开关的触点;搅拌电机接触器辅助触点用于搅拌状态指示灯;封签胶桶搅拌新增的电机空气开关常开辅助触点串联后接入原机控制系统,确保搅拌电机过载时的报告红色故障信息,见图 8。

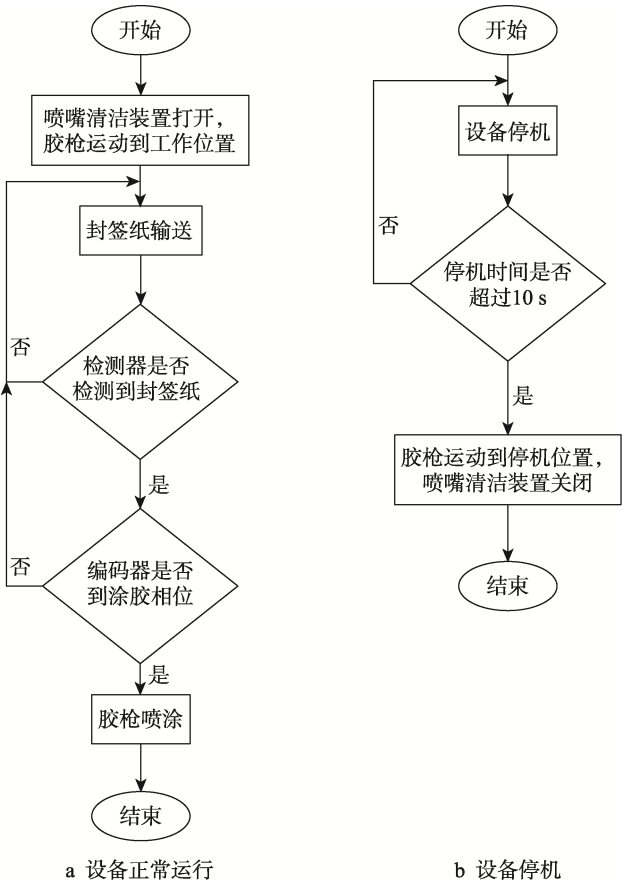


图 8 封签喷涂工作流程
Fig.8 Stamp spraying flow chart

3 应用效果

3.1 实验设计

主要设备：ZB28 软盒包装机组，包含 YB28 软

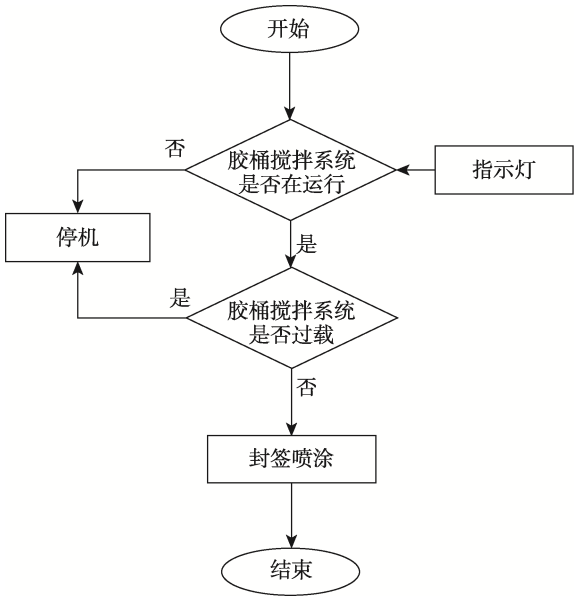


图 8 封签喷涂和胶桶工作流程
Fig.8 Stamp spraying and glue barrel working flow chart

盒包装机、YB528 小盒透明纸包装机、YB628 条盒及透明纸包装机。

方法：ZB28 包装机组生产速度为 600 包/min，统计封签喷涂系统改进前后 3 个季度封签喷涂系统零部件的损坏更换次数和设备效率。

3.2 数据分析

由表 1~3 可见，改进后的装置取消了限位块，损坏线束断裂次数减少 50%，胶路堵塞次数减少了 62.5%，搅拌器失效次数降低了 92.9%，设备效率提升了 1.1%，系统运行稳定，有效降低了维修频次，保证了产品质量。

表 1 改进前封签喷涂系统零件损坏统计
Tab.1 Statistics of part damage in the stamp spraying system before improvement

故障类型	限位块损坏/次	线束断裂/次	胶路堵塞或泄漏/次	搅拌器失效/次	小计/次
2022 年 1 季度	3	2	3	4	8
2022 年 2 季度	2	1	2	3	4
2022 年 3 季度	4	1	3	7	8
小计	9	4	8	14	

表 2 改进后封签喷涂系统零件损坏统计
Tab.2 Statistics of part damage in the stamp spraying system after improvement

故障类型	限位块损坏/次	线束断裂/次	胶路堵塞或泄漏/次	搅拌器失效/次	小计/次
2023 年 1 季度	—	0	2	0	2
2023 年 2 季度	—	1	1	0	2
2023 年 3 季度	—	1	0	1	1
小计	—	2	3	1	

表 3 改进前后 ZB28 软盒包装机组设备效率
Tab.3 Efficiency of ZB28 soft box packaging unit before and after improvement

日期	设备效率/%
2022 年 1—9 月	81.70
2023 年 1—9 月	82.80

4 结语

通过对 YB28 软盒包装机封签上胶系统改进, 设计一种双路可调节式封签喷胶系统, 胶枪进入工作位置的方式由旋转式改为直线式, 无须对 2 个单向节流阀之间进行精准调速匹配, 采用切线方程设计胶枪基座, 确保 2 个不同角度的胶枪喷射胶水同时到达封签, 并设计喷嘴清洁装置; 改进胶桶搅拌方式和电气设计, 接入原机控制系统, 有效降低了零件损坏频率高的问题。通过对 YB28 软盒包装机进行改进, 统计了 3 个季度的零件更换频率和设备效率, 得出结论, 改进后取消限位块, 线束断裂次数减少了 50%, 胶路堵塞次数减少了 62.5%, 搅拌器失效次数降低了 92.9%, 设备效率提升了 1.1%, 且设备运行稳定, 有效降低了维修频次。

参考文献:

[1] 王勇, 瞿华滢, 周国良. YB28 预切式商标纸吸纸机构结构原理研究[J]. 机械传动, 2014, 38(12): 168-170., WANG Y, QU H Y, ZHOU G L. Research of the Structure Principle of YB28 Pre-Cut Type Label Paper Suction Mechanism[J]. Journal of Mechanical Transmission, 2014, 38(12): 168-170.

[2] 杨明权, 吕小波, 邱仕强, 等. YB25 软盒包装机商标纸冷热胶组合喷涂系统的设计与应用[J]. 烟草科技, 2022, 55(8): 95-99. YANG M Q, LYU X B, QIU S Q, et al. Design and Application of Label Gluing System Combining Cold Adhesive with Hot Melt Adhesive for YB25 Soft Packer[J]. Tobacco Science & Technology, 2022, 55(8): 95-99.

[3] 吕小波. GDX1 包装机热熔胶喷涂系统的开发应用[J]. 烟草科技, 2008, 41(8): 29-30. LYU X B. Development and Application of Hot Melt Gumming System in GDX1 Packer[J]. Tobacco Science & Technology, 2008, 41(8): 29-30.

[4] 刘鹏, 万思远, 李忠华, 等. 一种 ZB28 包装机用的烟包干燥提升装置: 中国, 117184513A[P]. 2023-12-08. LIU P, WAN S Y, LI Z H. A Cigarette Bag Drying and Lifting Device for ZB28 Packaging Machine: China, 117184513A[P]. 2023-12-08.

[5] 丁晨阳, 张鸿, 杨猛, 等. 一种 YB28 新型封签喷胶清洁剂[J]. 科技创新与应用, 2023(32): 42-45. DING C Y, ZHANG H, YANG M, et al. A New YB28 Sealing and Adhesive Spraying Cleaner[J]. Technology Innovation and Application, 2023(32): 42-45.

[6] 李惠峰, 马娜, 戴妮理, 等. 一种用于包装机的双路供胶系统: 中国, 219192738U[P]. 2023-06-16. LI H F, MA N, DAI N L, et al. A Dual Channel Glue Supply System for Packaging Machines: China, 219192738U[P]. 2023-06-16.

[7] 张树烨. GDX6(S)一号轮铝箔纸夹钳分析及改进[J]. 机械工程师, 2014(4): 232-233. ZHANG S Y. Analysis and Improvement of Aluminum Foil Clamp for GDX6(S) No.1 Ship[J]. Mechanical Engineer, 2014(4): 232-233.

[8] 徐靖, 孙靖倚, 朱仁彪. 浅谈 GDX6S 包装机商标纸吸风带抗震稳定机构的改进[J]. 中国设备工程, 2019(17): 60-61. XU J, SUN J Y, ZHU R B. Discussion on the Improvement of Anti-Seismic Stability Mechanism of Brand Paper Suction Belt of GDX6S Packaging Machine[J]. China Plant Engineering, 2019(17): 60-61.

[9] 蒋景强. GDX6S 包装机商标纸定位检测器的改进[J]. 烟草科技, 2013, 46(8): 27-28. JIANG J Q. Improvement of Label Positioning Detector in GDX6S Packer[J]. Tobacco Science & Technology, 2013, 46(8): 27-28.

[10] 潘安岳, 覃成林, 曾令金. GD 包装机条外透明纸检测装置的设计应用[J]. 烟草科技, 2008, 41(9): 27-28. PAN A Y, QIN C L, ZENG L J. Design and Application of Carton Film Monitor in GD Packing Line[J]. Tobacco Science & Technology, 2008, 41(9): 27-28.

[11] 贺韧, 田晶, 贺圣越, 等. YB25 型卷烟包装机封签涂胶系统的改进[J]. 食品与机械, 2021, 37(12): 89-94. HE R, TIAN J, HE S Y, et al. Improvement of Security Seal Gluing System in YB25 Soft Packer[J]. Food and Machinery, 2021, 37(12): 89-94.

[12] G. D. Company. X6S Mechanical Adjustments Manual[Z]. Bologna: G. D. Company, 2011.

[13] 吴启云, 李朝真. 烟包封签在线监测与控制实践[J]. 装备制造技术, 2014(4): 91-92. WU Q Y, LI C Z. Seals Cigarette Line Monitoring and Control Practices[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2014(4): 91-92.

[14] G. D. Company. X6S Maintenance Instruction Manual[G]. Bologna: G. D. Company, 2011.

[15] 张展. 机械设计通用手册[M]. 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2017. ZHANG Z. General Mechanical Design Manual[M]. 2nd ed. Beijing: China Machine Press, 2017.