

# 智能化烟包美容器控制系统设计与实现

尹洪禹 王 焜 张秋实 杜 波

红云红河烟草(集团)有限责任公司乌兰浩特卷烟厂 内蒙古 乌兰浩特 137400

**摘要:** 卷烟包装机作为烟草行业的重要设备,其包装质量直接影响到卷烟产品的整体外观及市场竞争力。针对现有条包美容器存在的机构复杂、调试难度大、维护费用高以及停机时烟条易烤焦等问题,本文设计并实现了一种新型智能化烟包美容器控制系统。该系统通过气动控制大面积烙铁及自动排烟装置,有效提高了条盒透明纸的外观质量,降低了劳动强度和购置成本,提升了设备的可维护性。

**关键词:** 卷烟包装机;条包美容器;气动控制;自动排烟;智能化控制系统

## 引言

卷烟条包美容器是卷烟包装机的重要组成部分,其主要功能是对包装完成的烟条进行外表玻璃纸的美容处理,以达到烟条外表平整美观的效果。然而,现有技术中的条包美容器存在机构设计复杂、调试难度大、维护费用高及停机时烟条易烤焦等问题,严重影响了卷烟产品的整体外观质量及生产效率。因此,设计并实现一种新型智能化烟包美容器控制系统具有重要意义。

## 1 研究背景

### 1.1 现状分析

卷烟包装机中,条盒透明纸包装质量直接影响产品整体外观和竞争力。条包美容器作为包装机关键工序,对烟条进行美容处理,确保烟条外观平整。然而,现有美容器设计复杂,调试维护难,易导致包装松弛、产生皱纹,影响产品外观。此外,某些机型如GDX2包装机缺乏自动排烟装置,停机时易致烟包受损。因此,研究提高美容器工作效率,设计自动排烟装置,对于提升包装质量、降低维护成本、减少停机损失具有重要意义。

### 1.2 痛点分析

烟草行业对条包外包装质量要求日益提升,ZB25软包设备条盒透明纸包装平整度相较于ZB45包装机存在明显差距,影响产品外观质量。此外,ZB25设备在长时间停机时,CV出口通道易滞留烟包,若不及时处理,烟条会因烙铁加热而变形,导致通道卡堵和烟包烤焦。原机美容装置烙铁加热能力不足,透明纸包装松弛有皱纹,难以满足消费者高标准的外观需求。同时,原机美容装置结构复杂,维修耗时较长,影响设备效率。鉴于企业降本增效的需求,单独购置高价美容器不符合经济性原则。

### 1.3 原机美容器装置分析

原有条包美容器通过机械行程控制阀、气缸及烟条压紧装置协同工作,实现烙铁的开合与烟条推送。然而,该机制存在显著缺陷:机械行程控制阀与气缸动作易失调,导致烙铁与烟条碰撞,引发透明纸熔化、粘连或条包变形等问题,严重时甚至导致烟包报废。此外,烙铁开合频率高,阀心切换易失调,增加故障频率<sup>[1]</sup>。据统计,每班约发生4~5次烙铁与烟条相撞故障。气缸驱动还导致烙铁对烟条压力过大,紧固件松动和零件损坏频发,降低了设备有效作业率。针对这些问题,项目组决定对原机美容器进行改进,以提高设备稳定性和可靠性,减少故障率,提升生产效率。

## 2 整体设计思路

通过深入分析原包装机美容器的原理,决定保留其整体外形设计,同时聚焦于几个核心问题的解决:一是增大烙铁尺寸与功率以提升加热效果;二是简化机械调整流程;三是实现停机时美容器内烟包的自动排出。为此,通过采用气缸来控制烙铁的开启与闭合,同样利用气缸驱动烟包的自动排出机制,并通过PLC逻辑控制来实现美容器自动化的运行流程,从而提升设备的整体性能与操作便捷性。

## 3 项目设计方案

### 3.1 新型美容器方案介绍

美容器的设计方案采用上下加长烙铁,通过两个上部气缸的间歇运动对通过的四条烟条进行上下美容处理。同时,为解决设备停机时烟条烤焦问题,在烟条两侧增设了排烟机构,包括排烟架、夹紧气缸、排烟支撑架和排烟气缸<sup>[2]</sup>。排烟过程中,夹紧气缸带动两侧排烟架夹紧烟条,排烟气缸则推动排烟支撑架和排烟架,带动烟条向前运动,实现烟条的自动排出。

### 3.2 设备选型与优化

#### 3.2.1 机械设备选型

表1 新型烟包美容器机械设备选型表

序号	机械设备/材料	型号/规格	品牌	选择理由
1	上部气缸	ADVUL-32-25-P-A	FESTO	安装空间小, 承载力大, 尽管价格较高, 但满足项目需求
2	夹紧气缸	AND-12-5-I-A-P	FESTO	性能稳定, 有配件支持, 价格适中
3	排烟气缸	CXSM10-300	SMC	通用性好, 运行稳定, 满足频繁动作需求, 价格较高
4	支架材料(主体)	铝型材	—	成本低, 重量轻, 易加工
5	支架材料(排烟/夹烟)	45#钢	—	强度高, 切削加工性好, 适合制作承受中等负荷的零件

3.2.2 电气设备选型

表2 新型烟包美容器机械设备选型表

序号	电气设备/组件	型号/规格	品牌	选择理由
1	控制方式	S7-200 PLC	西门子	通用性好, 有配件, 运行稳定, 价格适中
2	电磁阀(上部气缸)	35A-ACA-DDBA	费斯通	适用于频繁动作, 性能稳定
3	电磁阀(夹臂/排烟气缸)	4v210-08	亚德客	价格较低, 满足基本需求
4	磁敏开关	RZTE-03ZUS-KWB	Sick	稳定性好, 通用性强
5	加热器	220v, 16×250, 800w	-	电压合适, 功率适中, 满足加热需求
6	电热偶	TQN-KH	-	可调压簧安装, 满足温度精确控制需求
7	同步检测开关	LR12XBN08DPOY-E2	-	外形尺寸适中, 检测距离远, 接线方便

4 方案实施

4.1 机械方案实施

4.1.1 设计与模拟装配

为了确保美容器加热器的稳固安装, 设计了一系列零件图, 包括加热板活动架、排烟气缸支架、夹紧气缸支架、气缸支撑板等部件, 在设计在三维软件环境中进行了模拟装配, 以验证其可行性和兼容性。附图1

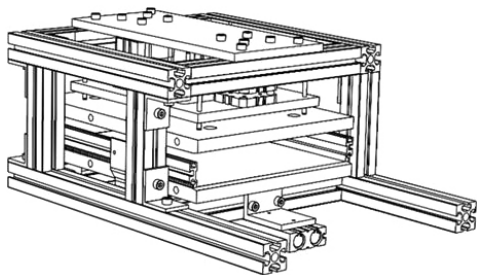


图1 美容器机械装配图

4.1.2 组装与调试

依据详细的零件图和装配图, 逐步组装了美容器的机械部件。首先构建了整体框架, 并安装了上部加热器机构及其气缸组件。随后, 对下部加热板进行了安装<sup>[3]</sup>。在确保所有部件安装到位后, 调整了烟条的运行通道, 以优化其位置, 为后续的电气安装做好准备。

4.2 电气方案实施

4.2.1 电路图绘制与安装

基于美容器的运行控制需求, 绘制了详细的电气控制电路图。随后, 项目组成员依据电路图领取了所需配件, 并对美容器的配电柜进行了接线安装。精确固定了

上部气缸电磁阀、夹紧气缸电磁阀和排烟气缸电磁阀的位置, 并安装了排烟气缸磁敏检测开关和同步检测接近开关, 以确保信号的准确传输。

4.2.2 加热系统安装与调整

对现有的加热温控表进行了改造, 并选用了尺寸为φ8×160、功率为800W的加热管, 共安装了四组于上下烙铁中。同时, 安装了热电偶WRNT-01/02于烙铁中部, 以实时监测并调整加热温度。

4.2.3 线路敷设与保护

鉴于美容器加热部分功率较高为6.4KW, 决定重新敷设一条3×6m<sup>2</sup>的电缆, 以实现单独供电。为确保动力电源主回路安全, 在主回路安装了20A的空气开关, 并在上下加热部分分别增加了10A的空气开关以提供短路保护。此外, 还敷设了一条2×0.5m<sup>2</sup>的屏蔽电缆, 用于采集包装设备的运行信号, 以监控其运行状态。

4.2.4 上电调试与程序编写

在完成电气安装后, 对美容器的电气控制部分进行了上电调试, 测试了磁敏开关、电磁阀和加热器的运行状态。通过安装φ6风管, 精确控制了气缸的运行位置。随后, 利用STEP 7-Micro-WIN软件编写了美容器的PLC程序, 并将其下载至PLC中, 以实现自动化控制。

4.3 设备调试与安全防护

在设备运行状态下, 测试了美容器与同步检测信号的配合情况, 确保气缸能够带动上部烙铁正常运行。同时, 在包装机停机状态下, 测试了烟条的自动排出功能, 确保其在五个循环内能够完全排空美容器内的烟条<sup>[4]</sup>。出于安

全考虑,在美容器外部增设了安全防护装置,以防止操作人员烫伤。

## 5 效果验证

### 5.1 外观质量改善

美容器应用后,烟条表面的透明纸折皱现象得到显著改善,条盒整体外观更加平整光滑,直接提升了产品的视觉质量。

### 5.2 排烟功能验证

美容器内置的自动排烟功能在设备停机时发挥了关键作用,确保了美容器内的烟条能够及时排出,有效防止了烟条因长时间受热而烤焦的问题,保障了烟条的质量稳定。

### 5.3 连续运行稳定性:

在连续一个月的运行测试中,我们进行了高频次的抽检(每天5次,每次10条烟包),结果显示所有抽检的烟包透明纸外观质量均达到合格标准。这一数据充分证明了新型美容器系统在长时间、高频率运行下的稳定性和可靠性。具体而言:在测试的31天内,每天均进行了5次抽检,总计155次抽检,每次抽检的10条烟包均无一例外地通过了外观质量检查。

## 6 取得成效

### 6.1 显著提升条盒透明纸外观质量

为了切实改善出口烟包的透明纸质量,在软盒包装机上创新性地安装了新型条盒美容器。这一改进举措的实施,为条包烟的透明纸外观带来了质的飞跃。在安装美容器之前,条包烟的透明纸常常因包装过程中的各种因素而出现皱纹多、平整度不佳、松紧度不一致等瑕疵,严重影响了产品的整体美观度和市场形象。然而,通过精心安装并调试新型条盒美容器,我们对透明纸的包装效果进行了全面而严格的检验。结果显示,美容器的引入显著提升了透明纸的平整度和紧致度,有效消除了皱纹和松紧不均的问题。这一改进不仅提升了产品的外观质量,更可以赢得客户的广泛好评和信赖。

### 6.2 增强美容器可维修性与灵活性

相较于传统美容器那繁复且成本高昂的机构设计,推出的新型美容器巧妙地采用了更为简洁高效的气缸控制方式。这一革新设计,使得维修流程得到了显著简化。当美容器需要维护时,操作人员只需轻松调整上部烙铁的位置,便能迅速完成设备的调试与修复,大幅缩减了维修所需的时间与成本支出。更值得一提的是,新

型美容器在温度控制方面也展现出了极高的灵活性。它允许操作人员根据条盒透明纸的实际熨烫状况,灵活且精确地调节两边加热管的温度,温度范围被精准地控制在 $(100\pm 10)$ ℃之内。这一设计不仅为操作人员提供了极大的便利,使得温度调控更加得心应手,同时也为维修人员提供了更为直观的故障排查与调试途径,从而有效攻克了软包机台长期面临的条盒薄膜外观熨烫难题。

### 6.3 减轻劳动强度与提高生产效率

针对包装机停机过程中美容器内烟条易因长时间停留而烤焦的难题,我们团队深入研发,成功设计出一种创新的停机自动取烟装置。此装置深度融合了先进的机械构造与精准的电气控制技术,能够智能识别包装机的停机状态,并随即启动自动排烟程序。该装置的工作机制高效且稳定,它利用精密的机械传动系统,确保烟条在停机瞬间即被平稳、迅速地排出美容器,从而彻底规避了烟条因长时间高温暴露而受损的风险。此创新不仅从根本上解决了烟条质量问题,还极大减轻了操作人员的劳动强度,他们无需再手动清理烤焦烟条,减少了重复性劳动。同时,自动取烟装置的高效运作也促进了生产流程的顺畅进行,有效缩短了停机恢复时间,显著提升了整体生产效率,为企业的持续发展和竞争力提升奠定了坚实基础。

## 结语

新型智能化烟包美容器控制系统自投入生产运行以来,达到了项目预期效果。通过该系统的应用,提高了条盒透明纸的外观质量,降低了劳动强度和设备购置成本,提升了设备的可维护性。未来,我们将继续优化和完善该系统,进一步提升卷烟包装机的整体性能和市场竞争力。

## 参考文献

- [1]陈开红,李荣基,李春华,等.ZB25包装机烟包封签纸折叠装置的改进研究[J].中国食品工业,2024,(09):135-137.
- [2]卢根.ZB25型包装设备包装材料智能输送新装置——小盒包装纸夹具的研制[J].轻工科技,2024,40(01):73-77+80.
- [3]王平,白波,王强.ZB25包装机商标纸自动供料系统的设计[J].烟草科技,2024,57(09):99-105.
- [4]李乾,赵安,钱跃东,等.ZB25包装机封签歪斜故障预警系统设计[J].设备管理与维修,2022,(05):83-85.