

一种黄山（徽商新概念）硬质条盒激光打码自动控制 吹风装置的设计与应用

李方 席磊 曹涵

安徽中烟工业有限责任公司合肥卷烟厂 安徽 合肥 230601

摘要：本文聚焦于合肥卷烟厂卷接包车间针对“黄山（徽商新概念）”品牌硬质条盒自动化生产线中激光打码环节所面临的挑战——灼烧气体对香烟口感及品质的影响。为解决这一问题，本研究提出并实现了一种创新性的自动控制吹风装置设计方案。该方案不仅通过精确的气流导向和流量控制技术有效隔离了激光打码过程中产生的灼烧气体，避免其对产品品质造成负面影响，而且通过对设备程序的优化以及硬件设计的改进，实现了能源消耗的显著降低和生产效率的提升。

本文详细介绍了该设计的项目背景、问题分析、改善思路、方案设计、实施步骤和项目效果，成功实现了激光打码时灼烧气体的快速吹散，保障了黄山（徽商新概念）香烟的口感和品质，同时每年可节约压缩空气费用约41555元。为同类设计应用提供了参考性的建议。

关键词：激光打码；自动控制吹风装置；品质提升；节能增效

1 项目背景

随着信息技术和自动化技术的迅猛发展，现代制造业正经历着深刻的变革。特别是在烟草行业，合肥卷烟厂作为中国烟草行业的领军企业之一，积极顺应这一趋势，对其卷接包车间进行了全面的技术升级，实现了黄山（徽商新概念）硬质条盒生产的高度自动化。这一升级不仅显著提升了生产效率，还大幅提高了产品质量的一致性和稳定性。

在传统生产模式下，人工操作占据了相当大的比例，这不仅限制了生产速度，也难以保证产品品质的稳定。因此，引入自动化设备成为了提升生产效率和质量的关键举措。合肥卷烟厂通过引进先进的自动化生产线，实现了从原材料处理、成型包装到成品检测等各个环节的高度集成化管理。特别是对于“黄山（徽商新概念）”品牌硬质条盒的生产，自动化设备的应用使得每个环节都能精确控制，确保了产品的高质量和一致性。

然而，在追求高效生产和高质量产品的道路上，卷烟厂也面临着一些新的挑战。其中，激光打码过程中产生的灼烧气体对香烟口感和品质的影响尤为突出。激光打码作为一种高效的标识方式，广泛应用于各类产品的包装上。但在实际应用中，由于高温导致的灼烧气体密封在条盒内，会直接影响香烟的香气和口感，从而降低消费者的使用体验。此外，这种现象还会对品牌的市场形象构成潜在威胁，影响企业的长期发展^[1]。

面对这一难题，传统的解决方法往往依赖于增加人工干预或采用简易的通风措施。例如，在激光打码完成后，工人手动打开条盒进行通风，或者在生产线上安装简单的排气装置。然而，这些方法要么效果有限，无法彻底排除灼烧气体，要么增加了额外的成本和操作复杂性，降低了生产效率。因此，迫切需要一种更加智能、高效的解决方案来应对这一问题。

在此背景下，本文提出了一种基于自动控制吹风装置的设计方案。该方案旨在通过引入先进的传感器技术和智能控制系统，实现对激光打码过程中产生的灼烧气体的有效分离。通过对激光打码过程中的热力学行为进行深入分析，确定了灼烧气体的主要来源及其扩散路径，并设计了一套由精密气流导向系统、流量调节阀和自适应PID控制器组成的自动吹风装置。该装置能够根据实际情况来调整气流的方向和强度，确保灼烧气体被迅速而彻底地排出，从而避免其对产品品质的影响。

2 具体内容

2.1 问题分析

在激光打码过程中，如图1由于高温导致的灼烧气体密封在条盒内，对香烟的口感和品质造成了不良影响。具体而言，激光打码时产生的灼烧气体会释放出一些挥发性有机化合物（VOCs），这些物质不仅会影响香烟的香气和口感，还可能对消费者的健康产生潜在风险。因此，如何有效分离并排除这些灼烧气体成为了一个亟待解决的问题。



图1 硬质条盒激光打码实物图

2.2 思路分析及方案设计

为了解决上述问题，我们首先考虑了两种主要的技术方案：吸风装置和吹风装置。吸风装置通过负压将灼烧气体从条盒中抽出，而吹风装置则通过正压将新鲜空气吹入条盒，从而驱散灼烧气体。鉴于现场布局和设备能源情况，决定采用自动控制吹风装置，利用现有的压缩空气能源，实现更加经济便捷的解决方案^[2]。

2.2.1 方案一：引入气管对激光打码处吹风

此方案的核心思想是通过直接引入气管，在激光打码的过程中持续向打码区域吹风，以驱散产生的灼烧气体。利用现有的压缩空气作为起源，在激光打码设备附近安装若干根气管，确保气管能够覆盖到整个打码区域，同时根据实际需要手动调整气管的流动方向，确保最佳的吹扫效果。此方案具有以下优点：

简单直接：该方案无需对现有设备进行复杂的结构改动，只需增加几根气管即可实现基本功能。

快速部署：由于不需要大规模改造，实施周期短，能够在较短时间内投入使用。

成本低：主要材料为普通气管和接头，总体成本较低，适合预算有限的企业。

此方案具有以下缺点：

管路走线凌乱不规范：由于气管数量较多且需要灵活布置，容易导致现场管路走线混乱，影响美观性和操作便利性。

持续吹风导致能源浪费：为了确保灼烧气体被彻底排出，通常需要持续吹风，这不仅增加了压缩空气的消耗，还可能导致不必要的能源浪费。

吹扫效果不稳定：由于缺乏精确控制，气流的方向和强度可能无法始终保持一致，从而影响吹扫效果，特别是在生产速度变化或环境条件波动时^[3]。

2.2.2 方案二：程序控制优化进行间歇吹风

此方案的核心是通过程序优化和智能控制系统，实现对吹风装置的间歇控制，从而达到节约能源和提高吹扫效果的目的。通过程序优化，实现对吹风装置的间歇控制逻辑，确保在必要时才启动吹风装置，避免不必要

的资源消耗。该方案具有以下优点

自动控制吹风：通过程序优化，可以实现自动间歇性吹风。

节约能源：采用间歇控制策略，只在需要时启动吹风装置，避免了持续吹风带来的能源浪费，显著降低了运行成本

布线结构合理规范：由于采用了集成化的设计思路，整体布线更加简洁有序，提升了系统的可维护性和美观度。

此方案具有以下缺点：

需要对原机程序进行调整：为了实现间歇控制，必须对现有设备的控制程序进行适当修改，这对技术人员的专业水平提出了较高要求。

装置结构需要额外设计加工：与方案一相比，此方案需要增加一些硬件设备（如传感器、电磁阀、控制器等），并与其进行合理的布局 and 安装，这可能延长项目的实施周期和增加初始投资。

经过详细的技术分析和综合评估，最终选择了方案二作为实施方案。尽管该方案在初期投入上略高于方案一，但从长远来看，其带来的经济效益和社会效益更为显著。

首先，方案二通过智能控制实现了对吹风装置的精准调控，不仅提高了吹扫效果，还显著减少了能源消耗。

其次，方案二的布线结构更加合理规范，有助于提升系统的可维护性和美观度。相比之下，方案一由于需要大量气管布置，容易导致现场管路走线混乱，不仅影响操作便利性，还可能带来安全隐患。此外，方案二的自动化程度更高，减少了人工干预的需求，进一步提升了生产的稳定性和可靠性。

最后，从环保角度来看，方案二通过精确控制气流，符合当前社会对绿色制造和节能减排的要求。不仅解决了灼烧气体残留的问题，也为行业提供了新的技术思路和发展方向。

2.3 具体实施步骤

通过对设备程序优化，增加一个激光打码触发上升沿信号和一个延时关断定时器程序段，1S后使电磁阀得电吹风，程序里电磁阀与输出变量DO_101_Output关联，实现软件程序控制功能。

在EtherCAT通讯子站点的输出控制点选取一个空点位，选取3/184，对应的通讯电缆为3X160，实现通讯控制功能。

从接线端子盒3X161接入控制电磁阀的控制电源（该控制电磁阀此处命名为3Y184），并进行布线至激光打码处，实现硬件布局安装。

设计加工安装吹风装置支架、控制电磁阀、气流调节阀节流阀。吹风喷头通过支架固定实现角度可调,气流大小通过节流阀装置可调,便于激光打码时灼烧气体能够快速吹散驱离,实现硬件执行机构功能。

在设备人机操作界面空余点位,将3Y814条盒通道激光打码吹风电磁阀的I/O诊断信息添加优化,实现状态诊断信息可视化功能。

2.4 项目效果

如下图2为该装置的实物图,该装置实现了以下效果:



图2 自动控制吹风装置实物图

2.4.1 品质提升

通过引入自动控制吹风装置,成功解决了激光打码过程中灼烧气体残留的问题,显著提升了产品的质量和用户的使用体验。具体而言,在激光束对硬质条盒内部进行打码时,该装置能够快速接通电磁阀,将灼烧气体迅速吹散。当激光打码完成时,电磁阀自动关闭,确保包装条盒内无任何残留的灼烧气体。此外,通过精确控制气流的方向和强度,自动控制吹风装置还能避免因过度吹扫导致的产品变形或其他质量问题。实验结果显示,采用该装置后,产品的感官评价得分明显提高,次品率显著降低^[4]。

2.4.2 节能降耗

该自动控制吹风装置立足企业降本增效,有效节约了能源。经过调查统计,平均每天增压机生产压缩空气的总用电量约为12450kW·h,每千瓦时的价格为0.89元,其中ZB45包装机用压缩空气占比约41.67%,自动控制吹风装置相较于一直吹风可节约3%左右的压缩空气量。每月平均25个工作日,一年可节约费用: $12450 \times 0.89 \times 41.67\% \times 3\% \times 25 \times 12 = 41555$ 元。

3 结语

3.1 总结

在本项目中,针对合肥卷烟厂卷接包车间内“黄山(徽商新概念)”品牌硬质条盒激光打码过程中产生的灼烧气体问题,提出并实施了一种自动控制吹风装置。通过详细的设计、优化和验证,该装置不仅有效解决了灼烧气体残留的问题,还显著提升了“黄山”品牌的焦甜香口感,增强了消费者的满意度和品牌忠诚度。

自动控制吹风装置通过软件控制间歇策略,精确控制气流,避免了长时间持续吹风带来的能源浪费,为企业未来的绿色发展奠定了基础。随着环保要求的日益严格,企业需要不断探索和应用新的节能减排技术。自动控制吹风装置作为一种高效、节能的技术解决方案,不仅为当前生产过程提供了支持,也为未来的技术升级和扩展预留了空间。

3.2 展望

在未来的研究中,我们将继续优化和完善自动控制吹风装置的设计和性能。例如,可以引入更先进的传感器技术和智能控制系统,进一步提升气流控制的精度和响应速度。通过引入机器学习算法,实时分析生产过程中的各项参数,动态调整气流参数,以适应不同工况下的需求。此外,还可以探索新材料和新技术的应用,如采用超低功耗传感器或高效的气流导向材料,进一步降低能耗和提高系统可靠性。

随着工业4.0和智能制造的发展趋势,未来的工厂将更加注重智能化和集成化。自动控制吹风装置可以与现有的工业物联网(IIoT)平台相结合,实现数据的实时采集和远程监控。通过建立云端数据中心,管理人员可以随时随地查看设备运行状态和生产数据,及时发现并解决问题。此外,还可以将自动控制吹风装置与其他自动化设备集成,形成一个完整的智能生产系统,进一步提升生产效率和管理水平。

为了促进自动控制吹风装置的广泛应用,有必要制定相关的行业标准和规范。通过标准化设计和制造流程,可以提高产品的质量和一致性,降低生产成本。此外,还可以建立统一的技术规范和测试方法,确保不同厂家生产的设备能够互换使用,方便用户选择和维护。未来,我们将积极参与相关标准的制定工作,推动行业的健康发展。

参考文献

- [1]杨勇,谢玲,陈文俊,等.电子纱装箱封箱自动化生产线设计及其应用[J].现代制造工程,2024,(01):130-136+141.
- [2]张国华,王根林,王莉亚.基于CNKI打码技术在烟草行业应用研究文献计量分析[J].物流工程与管理,2021,43(08):38-40.
- [3]闵圣恺,秦宏波,汪国兴,等.压缩空气系统吸附式干燥器节能技术分析[J].上海节能,2005,(04):106-110.
- [4]王磊,孙凯,袁瑞甫,等.基于EtherCAT的液压支架智能控制系统研究[J].河南理工大学学报(自然科学版),2025,44(03):53-63.DOI:10.16186/j.cnki.1673-9787.2024110014.