

不合格小盒自动拆烟装置的设计与研究

王德胜, 束晨, 孙越

江苏中烟工业有限责任公司南京卷烟厂, 江苏 南京 210019

DOI: 10.61369/TACS.2026040029

摘 要 : 针对卷烟生产中不合格烟包拆解依赖人工、效率低下、劳动强度大且烟支易损伤的问题, 以全流程自动化拆解、高效物料分离为目标, 设计了一套不合格小盒自动拆烟装置。装置围绕“上料—切割—分离—收集”的工艺流程, 集成爬坡式自动理料、圆刀端面切除、高压吹气分离和分类收集等模块, 由 PLC 控制系统统一协调, 实现不合格小盒的有序输送、端部开封以及烟支与包装纸的自动分离与回收。研究重点在于理料机构、切刀机构、气流分离结构及控制逻辑的系统设计与匹配, 为卷烟不合格烟包拆解提供一种结构紧凑、可推广的技术方案。

关 键 词 : 不合格烟包; 自动拆烟装置

Design and Research of Automatic Cigarette Disassembly Device for Non-Compliant Small Boxes

Wang Desheng, Shu Chen, Sun Yue

Jiangsu Zhongyan Industrial Company Nanjing Cigarette Factory, Nanjing, Jiangsu 210019

Abstract : To address the challenges in cigarette packaging defect handling during production—including manual reliance on inefficient disassembly processes, high labor intensity, and cigarette damage risks—this study developed an automated defect carton dismantling system designed for full-process automation and efficient material separation. The system integrates modular components including ramp-type automatic material handling, circular blade edge trimming, high-pressure air separation, and classification collection, operating under a unified PLC control system to achieve sequential carton conveyance, end-opening, and automated cigarette-packaging separation/recovery. Key research focuses on systematic design and coordination of material handling mechanisms, cutting blade assemblies, airflow separation structures, and control logic, delivering a compact and scalable technical solution for cigarette packaging defect processing.

Keywords : non-compliant cigarette packaging; automatic cigarette unpacking device

引言

卷烟包装环节由于设备调试、抽检和工艺波动等原因, 会产生一定数量的不合格小盒。这类烟包通常仍含有合格烟支, 需要拆解后回收烟丝再利用。长期以来, 多数工厂仍以人工拆解为主, 存在效率低、劳动强度大、作业环境差以及烟支损伤率高等问题, 与当前卷烟行业自动化、智能化的发展趋势不相适应。

近年来, 圆刀高速分切和高压气流分离等技术在轻工和包装领域逐步成熟, 为不合格烟包的自动拆解提供了可借鉴的思路。本文在梳理相关技术基础上, 围绕“低损伤输送、稳定切割、高效分离”三个目标, 提出一套不合格小盒自动拆烟装置总体方案, 并重点分析其关键机构及控制策略。

一、装置总体方案

装置面向卷烟生产线旁路布置, 采用“人工散投 + 自动理料 + 自动拆解 + 分类收集”的总体思路。总体由四个机械模块和一个电气控制系统组成: 爬坡式自动整理送料装置、圆刀端面切除装置、高压吹气分离装置、烟支与包装纸分类收集装置, 以及

PLC 控制与人机交互系统。各模块可根据现场空间灵活调整位置和高度。

整体结构上, 装置沿物料流向依次布置爬坡理料段、端面切除段和吹气分离与收集段, 输送路径尽量采用平直过渡, 以降低对小盒和烟支的机械冲击。PLC 通过对各段输送速度、切刀转速和吹气动作的统一协调, 实现连续自动运行。

二、关键机构设计

（一）爬坡式自动整理送料装置

爬坡式自动整理送料装置承担着将散乱不合格小盒提升、整理和定向的功能^[1,2]。装置由爬坡输送带、水平输送段和可调式护栏等组成。操作人员将不合格小盒批量倒入爬坡段进料端，小盒在防滑输送带的带动下被提升到一定高度，经缓冲滑道平缓过渡到水平输送段。

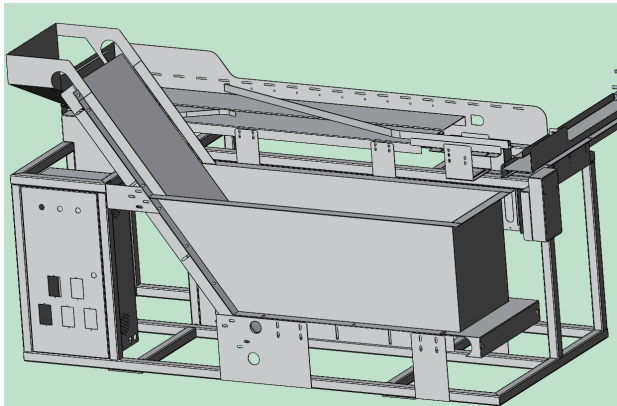


图1：爬坡式自动整理送料装置

水平段两侧布置可调式护栏，通过调节护栏间距，仅允许姿态和方向满足要求的小盒通过；姿态不合格的小盒则回落至前端重新进入理料过程，从而在不挤压烟包的前提下实现“自循环”整理。末端光电传感器用于检测小盒到位信号，PLC 根据下游工位节奏自动调节爬坡和水平输送速度，保证供料均匀且避免堆积。

（二）圆刀端面切除装置

圆刀端面切除装置^[3-6]布置在理料段之后，与水平输送段平直衔接。装置采用双组硬质合金圆刀对滚布置，通过调节机构可适配不同规格小盒的切割位置和间隙。小盒进入切刀区域后，在压板的作用下被稳定定位，两侧圆刀同步旋转完成两端封口切除，为后续气流分离打开通道。

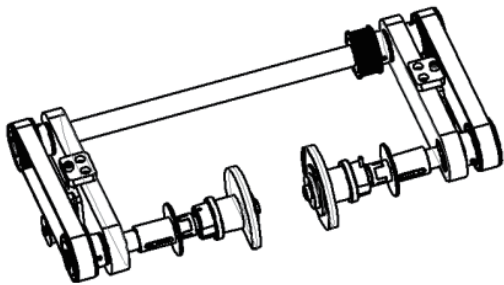


图2：小盒端面切除机构

切刀转速与输送线速度由 PLC 统一协调，使切入和切出过程中的相对速度保持在合理范围内，减小对小盒的拉拽和挤压，获得较为平整的切口。为减少纸屑堆积，在圆刀附近设置简单的导流和收集结构，将端面废料引导至专用收集箱，便于集中处理。

（三）高压吹气分离及分类收集装置^[7]

小盒经端面切除后进入吹气分离区。装置在切口附近布置若干吹气嘴，喷射方向指向小盒内部。PLC 控制高速电磁阀产生短时高压气流，利用气流冲击将烟支从包装纸中推出。为了控制烟支运动状态，在吹气区布置导流槽和缓降结构，使烟支以较平稳的速度脱离并滑入下方收集箱。

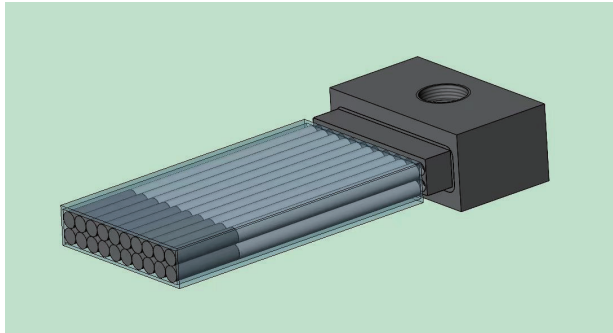


图3：高压吹气分离

包装纸则沿输送带继续前行，经导板导入独立收集箱。端面切除产生的小废料单独收集，避免与烟支混合。各收集箱采用可拆卸结构，便于操作人员安排清理和转运。

（四）电气控制与人机界面

电气控制系统采用 PLC + 触摸屏架构，核心功能包括多输送段和切刀的速度联动、高压吹气动作的时序控制、关键位置传感器信号采集以及故障报警。操作人员通过触摸屏可设置爬坡输送速度、圆刀转速及吹气相关参数，并实时查看运行状态。

系统设置急停按钮、安全联锁和基本自诊断逻辑。当出现卡料、传感器异常或气源压力不足等情况时，^[8]PLC 能够限制相关动作或停机，并在界面上提示故障位置和类型，方便排查。通过对各模块运行状态的集中监控，保证整机在典型工况下稳定、安全运行。

三、性能与应用分析

从结构和控制逻辑上看，装置通过爬坡理料、圆刀端面切除和高压吹气分离等模块的组合应用，实现了不合格小盒从投料到烟支、包装纸分类收集的连续自动处理流程。与传统以人工拆解为主的方式相比，该方案在作业组织上显著减少了人工直接参与拆解的环节，更适合在卷烟生产线旁路长期运行。

装置采用模块化和标准化设计思路，爬坡理料、切刀机构、吹气分离和收集箱等单元均可独立拆装和维护，关键部件尽量选用通用规格件，便于备件管理和后期升级。^[9]通过调整护栏间距、圆刀位置及吹气参数，可在不更换核心部件的前提下适配多种规格小盒，具备一定的通用性。

四、结论与展望

从工程应用角度看，该装置通过减少人工直接拆解操作、集中处理烟支和包装纸，有利于改善作业环境并提高拆解环节的自

动化水平。^[10] 后续可在以下方面进一步研究：一是完善多规格适配能力，缩短规格切换时间；二是结合机器视觉技术，对小盒姿态和分离效果进行在线监测；三是引入远程监控和预测性维护理念，提升长期运行的可靠性和维护效率。

参考文献

- [1] 张宸源, 李俊岑. 卷烟小盒产品分道整理机构的设计与开发 [J]. 仪器与设备, 2025, 13(4): 769–776.
- [2] 张磊. 一种基于 PLC 的物料传送系统设计 [D]. 济南: 山东建筑大学, 2024.
- [3] 王昕, 朱青. ZJ118 卷接机组中 MAX 二次分切圆刀降温清洁装置的设计与应用 [J]. 中国烟草学报, 2024, 30(2): 38–41.
- [4] 李洋, 周明, 吴昊. 双圆刀对滚切割的力学特性与精度控制 [J]. 机械科学与技术, 2024, 43(8): 1210–1216.
- [5] 王己锋, 谢诗辉, 邱勇杰, 等. YJ27 接装机切纸轮刮刀装置的改进 [J]. 烟草科技, 2018, 51(3): 24–26.
- [6] 刘军, 陈祥, 李鹏. 薄膜高速分切圆刀间隙与重叠量优化设计 [J]. 包装工程, 2023, 44(11): 215–222.
- [7] 王鹏, 刘娟, 赵鑫. 脉冲高压气流在柔性物料分离中的应用及参数优化 [J]. 包装工程, 2023, 44(19): 189–196.
- [8] 张号, 李守成, 吕小波, 等. YB55 小盒透明纸包装机烟包自动整理输送装置的设计与应用 [J]. 烟草科技, 2022(006): 055.
- [9] 王茂方, 徐启勇, 陈圣, 等. 卷烟小盒分包装装置的设计 [J]. 设备管理与维修, 2022(1): 110–111.
- [10] 张天奇, 张胜利, 李乃利, 等. ZB45 型包装机组小盒商标纸拆封补料装置的设计 [J]. 设备管理与维修, 2025(13): 13–18.