

卷烟小盒产品分道整理机构的设计与开发

张宸源, 李俊岑

红塔烟草(集团)有限责任公司, 云南 玉溪

收稿日期: 2025年11月4日; 录用日期: 2025年12月10日; 发布日期: 2025年12月30日

摘要

目前烟草行业将卷烟产品的结构提升作为一项重要工作, 对于高端高档卷烟市场的开发十分重要, 一般高端高档卷烟产品的排列方式比较新颖, 一般为直立烟包和平装烟包一起排列后包装形成, 随着卷烟产品个性化需求越来越高, 异型卷烟产品的种类越来越多, 市场对异型卷烟产品提出了越来越高的要求。除了传统规格的卷烟的条盒包装, 全开式、对开式等不同包装方式, 细支、中支等不同尺寸规格, 1*10、1-4-4-1等不同排列方式的条盒包装样式各异, 无法使用现有的标准化设备生产, 大部分异型卷烟产品条盒装填主要还依靠人工手工包装的方式, 人工成本高, 生产效率低且质量参差不齐, 无法满足市场需求。为了提高预制条盒装填的效率和质量, 降低生产成本。本文针对卷烟工厂1-4-4-1排列的卷烟产品设计开发了卷烟产品小盒分到整理机构, 根据卷烟产品1-4-4-1的排列特征, 通过曲柄连杆机构的设计、气动排烟机构的设计以及平立转换机构的设计高效地完成卷烟小盒产品的分道整理。最后通过实验验证, 设计开发的卷烟小盒产品分道整理机构的运行速度能达到250包/分钟, 运行效率能够达到98%, 卷烟小盒产品分到整理机构的设计与开发满足使用要求。

关键词

分到整理, 曲柄连杆, 气动排烟, 平立转换机构, 同步输送

Design and Development of a Separation and Processing Mechanism for Cigarette Packs

Chenyuan Zhang, Juncen Li

Hongta Tobacco (Group) Co., Ltd., Yuxi Yunnan

Received: November 4, 2025; accepted: December 10, 2025; published: December 30, 2025

Abstract

Currently, the tobacco industry considers upgrading the structure of cigarette products as an

important task, which is crucial for developing the high-end cigarette market. High-end cigarettes typically feature novel arrangement methods, usually combining upright and flat packs. However, with increasing demand for personalized cigarette products, the variety of irregularly shaped cigarettes is growing, and the market is placing increasingly higher demands on them. Besides traditional cigarette carton packaging, there are various packaging styles such as full-opening and split-opening, different sizes such as slim and medium cigarettes, and different arrangements such as 1 * 10 and 1-4-4-1. These diverse styles cannot be produced using existing standardized equipment, and most irregularly shaped cigarette carton filling still relies on manual packaging, resulting in high labor costs, low production efficiency, and inconsistent quality, failing to meet market demands. To improve the efficiency and quality of prefabricated carton filling and reduce production costs, this paper proposes a solution. This paper designs and develops a sorting and organizing mechanism for cigarette packs arranged in a 1-4-4-1 layout in a cigarette factory. Based on the 1-4-4-1 arrangement, the mechanism efficiently sorts and organizes the cigarette packs by designing a crank-connecting rod mechanism, a pneumatic exhaust mechanism, and a horizontal-to-vertical switching mechanism. Experiments verify that the designed and developed cigarette pack sorting and organizing mechanism can achieve an operating speed of 250 packs/minute and an operating efficiency of 98%, meeting the application requirements.

Keywords

Sorting and Organizing, Crank-Connecting Rod, Pneumatic Exhaust, Horizontal-to-Vertical Switching Mechanism, Synchronous Conveying

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来在卷烟行业提结构的背景下, 云南中烟大力打造高端高档卷烟品牌, 其中玉溪(细支翡翠)是云南中烟玉溪卷烟厂重点培植的产品, 其条盒的包装方式均采用全开式预制条盒, 条盒的尺寸规格、卷烟小盒产品排列方式以及包装方式与传统常规卷烟产品的条盒包装存在很大差异, 装填工艺也与传统卷烟产品不同, 属于卷烟异型包装系列[1]-[4]。传统的标准化单品规大规模生产的设备不能满足其装填工艺。目前该产品的包装主要还依靠人工手工包装的方式, 人工成本高, 生产效率低且质量参差不齐, 生产能力和市场响应速度慢, 无法满足市场需求。为了满足背景技术中的需求, 本发明提供一种卷烟小盒产品分道整理机构; 能够满足高端高档卷烟产品特定的排列方式的卷烟产品的分道输送; 能够将卷烟小盒产品分别直立输送和整理放倒后输送, 满足高端高档卷烟产品的排列方式。为实现上述目的, 本文是通过设计主传送通道、辅助传送通道、下滑通道、曲柄连杆、整理器来实现, 两个主传送通道并列安装, 两个辅助传送通道分别安装在并列的两个主传送通道两侧, 主传送通道与辅助传送通道通过下滑通道连通, 所述的曲柄连杆安装在主传送通道上, 整理器安装在主传送通道上, 处于曲柄连杆后端。

2. 卷烟小盒产品分道整理工艺流程

玉溪(中支翡翠)的卷烟小盒产品排列特征如图 1 所示, 其 1-4-4-4 的排列方式十分独特, 传统的包装工艺无法满足要求其装条要求。对于单通道供给的卷烟小盒产品, 如何将其分拆成 1-4-4-1 的组合卷烟小盒产品分到整理的关键, 通过对卷烟小盒产品尺寸和排列方式的研究, 设计了如下的卷烟小盒产品分道整理工艺, 如图 2 所示。



Figure 1. Arrangement of the cigarette packs of Yuxi (medium-sized emerald) brand
图 1. 玉溪(中支翡翠)的卷烟小盒产品排列

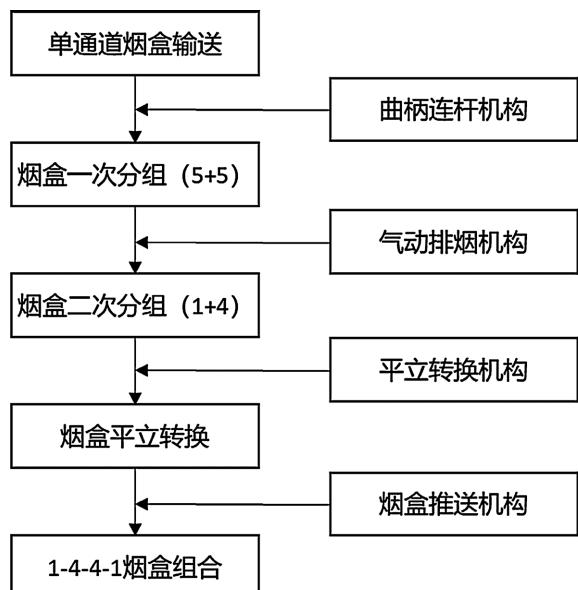


Figure 2. Process flow diagram of cigarette packs sorting to the sorting and finishing mechanism
图 2. 卷烟小盒产品分到整理机构工艺流程图

3. 卷烟小盒产品分道整理机构的设计

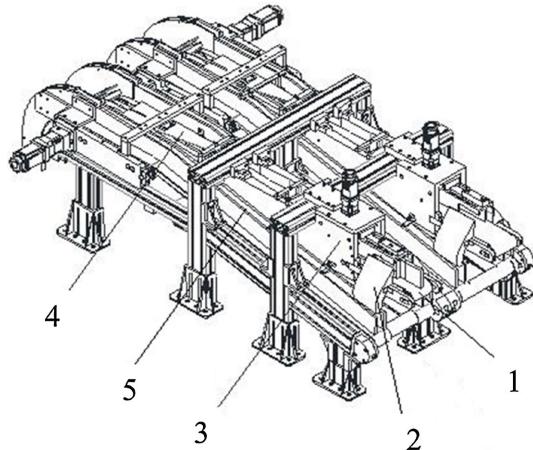
正如卷烟小盒产品分到整理工艺流程的设计, 卷烟小盒产品分道整理机构主要包括曲柄连杆机构、气动排烟机构、平立转换机构和卷烟小盒产品推送机构等。其结构组成如图 3 所示。

3.1. 曲柄连杆机构设计

在卷烟小盒产品分到整理机构的设计中, 其重点就是卷烟小盒产品的两次分组设计, 第一次是将单通道输送过来的卷烟小盒产品每五盒分为一组, 分别分到左右两侧的通道内。第二次卷烟小盒产品分组是将每五盒烟分成 $1+4$ 盒烟的组合, 这样就和玉溪(中支翡翠)的 $1-4-4-1$ 的排列组合对应上。

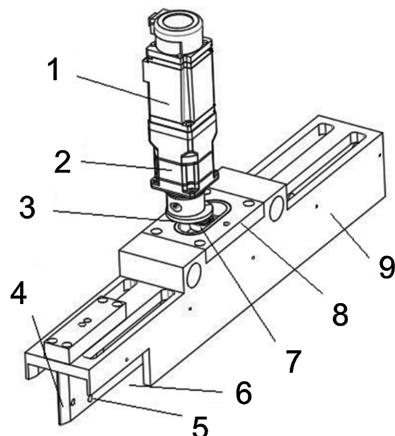
两次卷烟小盒产品分组的执行机构设计成曲柄连杆机构。考虑到第二次分组需要将五盒烟分成 $1+4$ 的卷烟小盒产品组合在进行曲柄连杆机构的设计时, 在其末端执行机构上设计了一盒烟包的缺口, 同时在缺口处设置了气动排烟机构, 其结构图如图 4 所示。

曲柄连杆机构包括电机、减速器、偏心轮、嵌入板, 门型架、分道板、气嘴, 电机、减速器和偏心



1-单通道送烟机构; 2-气动排烟机构; 3-曲柄连杆机构; 4-平立转换机构

Figure 3. Schematic diagram of cigarette pack products sorting and processing mechanism
图 3. 卷烟小盒产品分到整理机构示意图



1-电机; 2-减速器; 3-曲柄; 4-中间隔板; 5-气动排烟机构; 6-缺口; 7-轴承; 8-耐磨材料; 9-分组板

Figure 4. Schematic diagram of crank-connecting rod mechanism
图 4. 曲柄连杆机构结构示意图

轮传动连接并安装在主传送通道上方, 嵌入板安装在门型架上, 门型架设置在主传送通道内, 嵌入板通过腰型孔与偏心轮传动连接, 驱动门型架可左右移动, 分道板直立安装在门型架内, 将门型架分隔形成两个通道, 分别对应两个主传送通道, 门型架两侧分别开设有正对下滑通道的窗口, 分道板正对窗口处安装有气嘴, 气嘴与供气系统连接, 以 1441 (1 包直立、4 包平装、4 包平装、1 包直立) 的包装为例进行说明: 卷烟小盒产品以盒为一个组依次输送进入曲柄连杆, 5 盒组进入曲柄连杆后电机通过减速器、偏心轮和嵌入板驱动门型架向一侧移动, 气嘴吹气将最后一盒卷烟小盒产品吹入对应的辅助传送通道内, 同时, 剩余的四盒卷烟小盒产品折进入对应的主传送通道内; 因此时门型架处于主传送通道的一侧, 另一组 5 盒组卷烟小盒产品进入门型架的另一个通道, 电机驱动门型架向另一侧移动, 气嘴吹气将最后一盒卷烟小盒产品吹入对应的辅助传送通道(另一个辅助传送通道)内, 同时, 剩余的四盒卷烟小盒产品折进入对应的主传送通道(另一个主传送通道)内, 以此往复运动, 两个主传送通道上的卷烟小盒产品经过整理器时, 由整理器阻挡、推倒并继续输送[5][6]。实现高端高档卷烟产品特定的排列方式的卷烟产品的分道输送; 能够将卷烟小盒产品分别直立输送和整理放倒后输送, 满足高端高档卷烟产品的排列方式。

如图 4 所示, 此次设计的曲柄连杆机构有以下几个方面的考虑, 其一, 考虑到备件的耐用性, 在进行曲柄连杆设计时, 曲柄连杆的末端与滑槽配合的部件选择了轴承, 将滑动摩擦转换为滚动摩擦。其二滑槽的制作材料设置成耐磨材料, 且设置成分体式, 便于更换, 节省维修费用[7]。其三在动力元件的选择上, 设置成伺服电机配合减速器的模式, 既提高了执行机构运动的准确性, 又增加末端输出的力矩。其四, 在气动排烟机构处设置了分气块, 避免在排烟过程中由于气量不足导致故障率高的问题。其五, 为了减轻电机的负担, 对整个机构进行了减重设计。

3.2. 平立转换机构设计

在进行卷烟小盒产品的分道整理过程中, 另一个重要的功能是将侧立输送的卷烟小盒产品转换为平躺输送。传统的转换机构一般都是设置独立的转换机构来完成, 单盒逐步实现其转换功能, 这样不仅结构复杂, 而且转换效率低, 不能满足快速生产的需求, 因此在进行平立转换机构的设计中, 希望能够在卷烟小盒产品传送的过程中实现转换, 消除工艺之间的节拍等待时间, 提高设备运行效率[8]。因此在双通道输送的过程中就想到了采用渐进性侧翻的方式实现卷烟小盒产品在运动中实现姿态的转换。平立转换机构的结构示意图如图 5 所示。

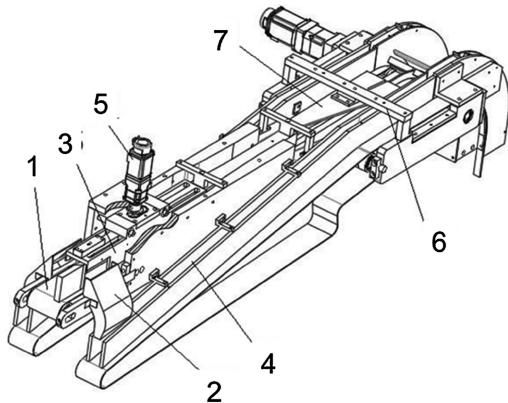


Figure 5. Schematic diagram of the horizontal-to-vertical conversion mechanism
图 5. 平立转换机构结构示意图

4. 实验验证

经过卷烟小盒产品分道整理工艺流程的设计和机械结构的设计与制造, 对各部分功能部件进行加工采购, 装配调试, 卷烟小盒产品分道整理机构安装调试完成后的示意图如图 6 所示。

工作过程如下: 卷烟小盒产品以 5 盒为一个组依次输送进入曲柄连杆, 5 盒组进入曲柄连杆后电机通过减速器、偏心轮和嵌入板驱动门型架向一侧移动, 气嘴吹气将最后一盒卷烟小盒产品吹入对应的辅助传送通道内, 同时, 剩余的四盒卷烟小盒产品折进入对应的主传送通道内; 因此时门型架处于主传送通道的一侧, 另一组盒组卷烟小盒产品进入门型架的另一个通道, 电机驱动门型架向另一侧移动, 气嘴吹气将最后一盒卷烟小盒产品吹入对应的辅助传送通道(另一个辅助传送通道)内, 同时, 剩余的四盒卷烟小盒产品折进入对应的主传送通道(另一个主传送通道)内, 以此往复运动, 两个主传送通道上的卷烟小盒产品经过整理器时, 由整理器阻挡、推倒并继续输送; 实现高端高档卷烟产品特定的排列方式的卷烟产品的分道输送; 能够将卷烟小盒产品分别直立输送和整理放倒后输送, 满足高端高档卷烟产品的排列方式。

在完成卷烟小盒产品分道整理机构的搭建后对 2025 年二季度生产数据进行跟踪, 记录统计数据如下表 1。

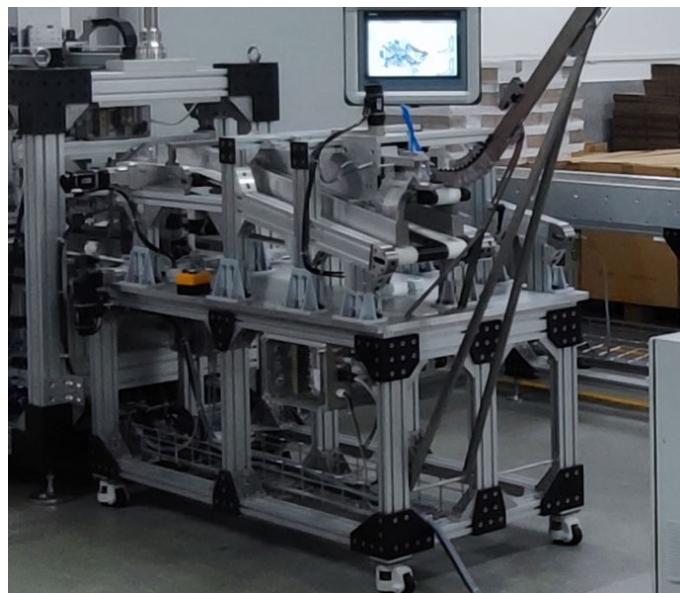


Figure 6. Installation and commissioning diagram of the cigarette pack sorting and organizing mechanism
图 6. 卷烟小盒产品分道整理机构安装调试图

Table 1. Statistical data
表 1. 统计数据

项目	时间	4月	5月	6月	平均
运行速度/盒/分钟		249	251	253	251
运行效率/%		97.6	98.2	98.5	98.1

通过实验验证,卷烟小盒产品分道整理机构的运行速度能达到251盒/分钟,运行效率可以达到98.1%,满足使用要求。

5. 结论

本文针对卷烟工厂1-4-4-1排列的卷烟产品设计开发了卷烟产品小盒分道整理机构,根据卷烟产品1-4-4-1的排列特征,通过曲柄连杆机构的设计、气动排烟机构的设计以及平立转换机构的设计能够满足高端高档卷烟产品特定的排列方式的卷烟产品的分道输送;能够将卷烟小盒产品分别直立输送和整理放倒后输送,满足高端高档卷烟产品的排列方式。

参考文献

- [1] 李贝怡. 契合理念在中式卷烟小盒产品套中的设计与应用——以玉溪卷烟品牌为例[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 湖北工业大学, 2024.
- [2] 叶盛, 吕晓彬. 影响卷烟精品礼盒成型质量的因素研究[J]. 印刷杂志, 2025(3): 41-44.
- [3] 周成, 夏官星. 叠加效应在卷烟包装中的设计方法与应用研究——以“黄鹤楼卷烟品牌”为例[J]. 艺术科技, 2023, 36(6): 183-185.
- [4] 陈远超, 余震安, 曾雄伟, 等. 新型底推式双烟包包装工艺及机构设计[J]. 包装与食品机械, 2024, 42(1): 72-76.
- [5] 侯玉洁, 韩继光. 双工作行程心形曲柄滑块机构综合[J]. 机械传动, 2025, 49(6): 44-47, 77.
- [6] 王瀚超, 郭颖颖, 林松, 等. 空间曲柄摇杆机构极限位置综合的几何方法[J]. 工程科学与技术, 2025, 57(5): 309-319.

- [7] 谢伟东, 李运强, 姜澎涛, 等. 机械设计制造中可靠性优化设计分析[J]. 现代制造技术与装备, 2025, 61(1): 216-218.
- [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, 55(6): 106-111.