

# 基于“人字形”折返线路的烟条输送换向装置

刘 旸, 唐 旭, 王锦程\*, 庄义芳

云南中烟工业有限责任公司红塔集团玉溪卷烟厂, 云南 玉溪

收稿日期: 2024年6月11日; 录用日期: 2024年7月10日; 发布日期: 2024年8月15日

## 摘 要

为了便于在卷烟封箱生产过程中完成“条件”信息关联, 需要在卷烟生产过程中对烟条的左右方向进行换向。本论文旨在设计一种高空输送道烟盒换向装置, 解决传统装置的局限性和挑战, 实现烟盒在输送道中的自动换向功能。研究成果包括设计了一种基于“人字形”折返线路的烟条输送换向装置, 建立了数学模型并进行了验证, 提出了改进方案, 并进行了实验验证和数据处理。

## 关键词

烟条换向, “人字形”折返线路, “条件”信息关联, 输送道

# Cigarette Conveying Reversing Device

Yang Liu, Xu Tang, Jincheng Wang\*, Yili Zhuang

Hongta Group Yuxi Cigarette Factory, China Tobacco Yunnan Industrial Co., Ltd., Yuxi Yunnan

Received: Jun. 11<sup>th</sup>, 2024; accepted: Jul. 10<sup>th</sup>, 2024; published: Aug. 15<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

In order to facilitate the completion of “conditional” information association during the production process of cigarette packaging, it is necessary to reverse the left and right directions of the cigarette strips during the cigarette production process. This paper aims to design a high-altitude conveyor cigarette box reversing device to solve the limitations and challenges of traditional devices and achieve automatic reversing function of cigarette boxes in the conveyor belt. The research results include the design of a cigarette conveying reversing device based on a “herring-bone” turn back line, the establishment of a mathematical model and verification, the proposal of an improvement plan, and experimental verification and data processing.

\*通讯作者。

文章引用: 刘旸, 唐旭, 王锦程, 庄义芳. 基于“人字形”折返线路的烟条输送换向装置[J]. 电力与能源进展, 2024, 12(4): 103-116. DOI: 10.12677/aepe.2024.124012

## Keywords

Cigarette Stick Reversing, “Herringbone” Turn Back Line, “Condition” Information Correlation, Conveyor

Copyright © 2024 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. 前言

目前,国内外对烟盒换向设备的应用已经取得了一定的研究成果。在国际研究现状方面,许多发达国家已经将烟盒换向装置广泛应用于输送道系统中,实现了烟盒的自动换向。特别是在烟草行业中,由于烟盒的形状和尺寸多样化,传统的烟盒输送装置已经无法满足生产需求,因此,一些国外研究机构提出了一些改进的设备,例如在结构上进行了优化设计,增加了换向装置的稳定性和可靠性[1]。

而在国内的研究现状方面,由于我国烟草工业的迅速发展,烟盒换向装置的需求也越来越大。许多研究机构和企业对烟盒换向装置进行了研究和开发,并取得了一些成果。例如,一些企业设计了新型的烟盒换向装置,采用了先进的控制技术和材料技术,实现了烟盒的快速换向和稳定输送。同时,也有一些研究机构在烟盒输送装置的研究上进行了初步探索,在减少烟条损伤,提升输送效率以及结构优化等方面取得了一些研究成果[2]。

目前国内外研究中普遍存在着一些问题和局限性。由于烟盒的形状和尺寸多样化,传统的烟盒换向装置在适应不同规格的烟盒方面存在一定的局限性。现有的烟盒换向装置在运行稳定性和可靠性方面还有待提升,特别是在高速输送道系统中,容易出现故障和卡住等情况。另外,现有研究多集中在单个环节的改进上,缺乏整体性的解决方案[3]。

虽然烟盒换向装置在国内外得到了广泛应用并取得了一定的研究成果,但仍存在一些问题和局限性。因此,本研究将在现有研究基础上,通过结构优化、材料改良和控制优化等手段,对烟盒输送装置进行改进设计,以实现换向功能,同时提高装置的性能和稳定性,从而更好地满足输送道系统中烟盒的自动换向需求。

## 2. 方案设计

首先,在现有的设备基础上通过对装置的结构进行优化,提高其稳定性和可靠性。将传统的斜坡下滑改为弧形下滑,有效减少烟条损坏率以及堵条率,大大提高输送效率和精品率。

本文先调查分析了“条件”关联方式及封箱机设备构造,通过采用烟条左右换向方式解决此问题,并设计出一种烟条换向装置,同时解决了传统烟盒输送装置存在结构不稳定,容易发生故障导致生产中,且无法换向的问题。本装置采用火车“人字形”折返线路掉头的换向原理(如图1,图2),火车进入渡线实现180°转弯换向调头,类似地将人字形渡线设计为U型换向槽变换烟条的方向,利用重力势能转化为烟条动能的过程完成烟条的180°换向,并设计利用立改平装置将烟条的姿态转换为平向以便于下一工艺流程处理。

在原输送线落烟位置增加推条装置和落烟槽(如图3),通过落料槽圆弧方向实现条烟输送调头。将原有下滑道导向更换成站立输送导向,在收集机输送机上通过立改平装置将条烟放平。

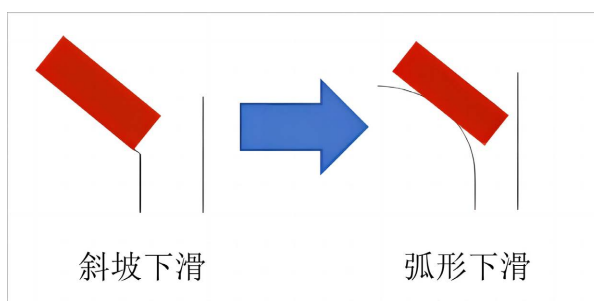


Figure 1. Changing from sloping downward to arc-shaped downward

图 1. 斜坡下滑改为弧形下滑

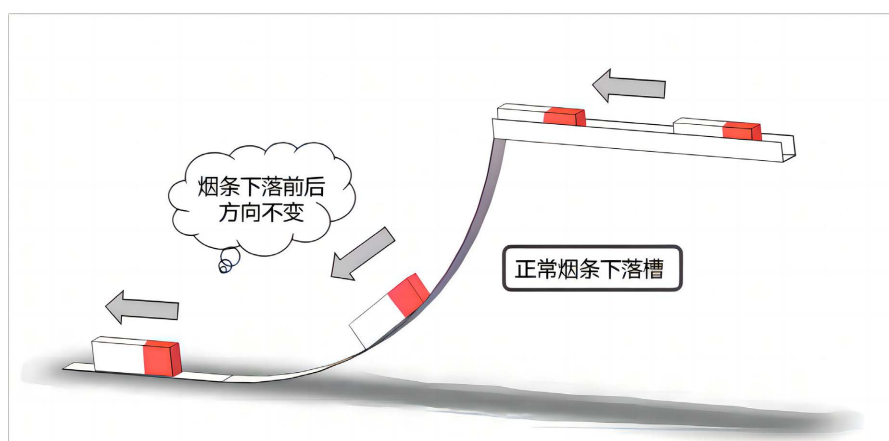


Figure 2. Schematic diagram of normal cigarette rod falling

图 2. 正常烟条下落示意图

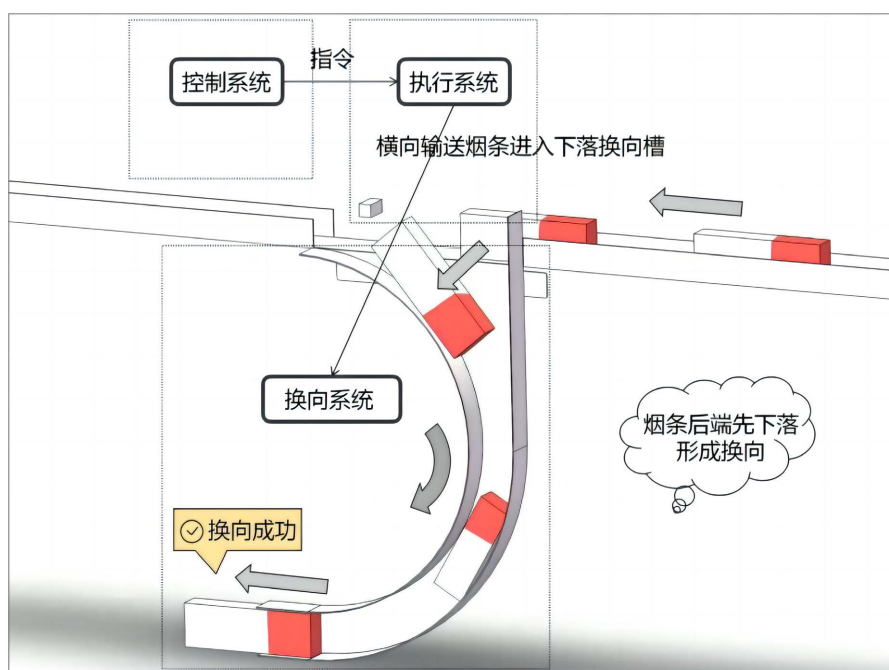


Figure 3. Schematic diagram of cigarette stick reversing device

图 3. 烟条换向装置原理图

此外，对装置的材料进行改良，提高其性能和使用寿命。材料的选择对装置的性能和使用寿命有重要影响。传统烟盒换向装置使用的材料往往无法满足高负荷和长时间运行的需求，容易出现磨损和损坏的情况[4]。因此，本研究将选择高强度、耐磨损和耐腐蚀的材料，提高装置的使用寿命和性能稳定性。通过对材料进行改良选择，能够有效降低装置的维护成本和停机时间，提高装置的运行效率和生产能力。

(图 4)

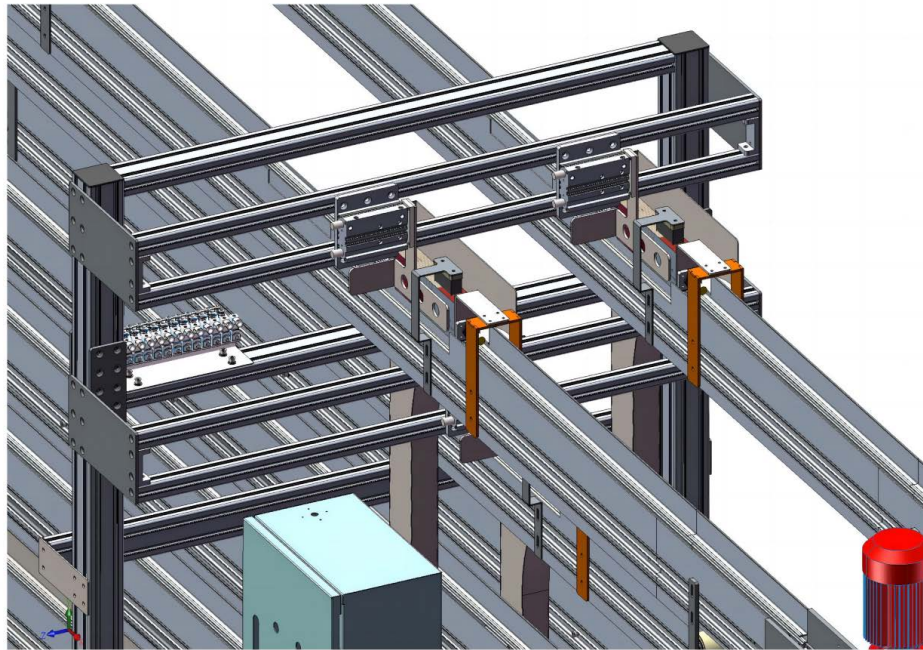


Figure 4. Installation simulation diagram  
图 4. 安装模拟图

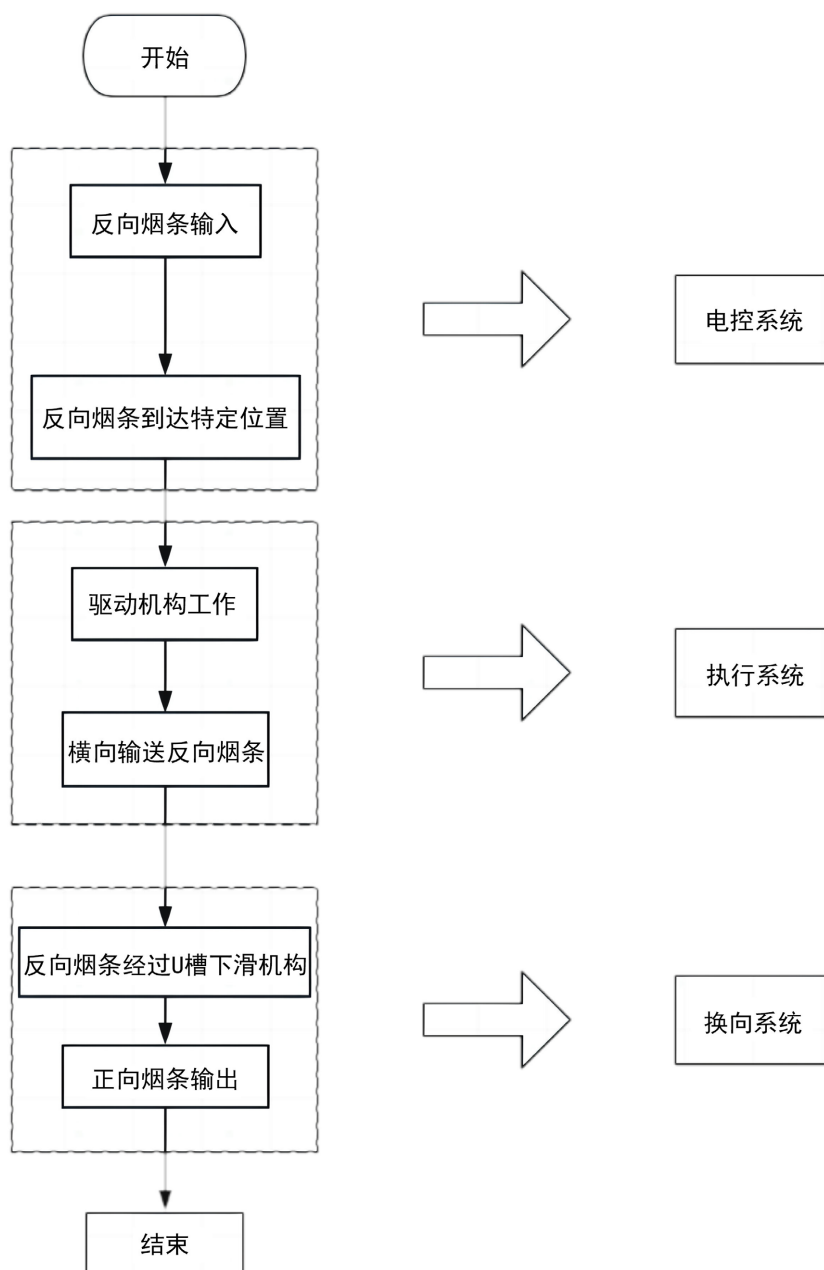
最后对装置的控制系统进行优化，提高其操作灵活性和智能化水平。传统烟盒换向装置的控制系統往往较为简单，缺乏灵活性和智能化的特点[5]。本研究将通过改进控制系统，引入先进的传感器和控制算法。通过对装置的运行状态进行实时监测和控制，能够及时发现问题并采取相应措施，提高换向装置的操作灵活性和安全性。同时，通过智能化控制，能够实现装置的自动化操作，提高生产效率和智能化水平。

通过对烟条输送流程进行分析，结合上述换向原理确定了装置的功能结构如图 5。

为设计出能稳定、高效对烟条进行换向的装置，结合上述换向原理和改良思路，我们对换向装置总体方案进行逐级分解如图 6。

### 3. 方案确定

为选出最优方案，我们搭建了实验设备，包括输送道、烟盒换向装置、传感器和控制系统等，并开始进行对比实验。我们将一定数量的烟盒按照规定的序列装填到烟盒装填装置上，并将其输送到高空输送道中。实验过程中，我们通过传感器采集到烟盒的位置信息和运动状态，并通过控制系统控制烟盒换向装置的操作。我们对不同实验参数的组合进行了多次重复实验，确保了实验结果的可靠性和一致性，始终以提高自动化程度，降低烟盒的损伤程度，减少设备的噪声和震动，提高生产效率和质量稳定性为目的，最终选出最优方案。



**Figure 5.** Cigarette bar transportation process diagram  
**图 5.** 烟条输送流程图

在实验过程中，我们密切关注实验数据的采集和记录。我们使用电子测量仪器和数据采集系统，准确地测量和记录烟盒的位置、速度和换向时间等相关数据。通过实时监测和视频记录，对实验过程进行全面记录和分析。

通过实验过程的设计和执行，我们获取到了有关输送道烟盒换向装置的实际运行数据，通过比较不同实验参数下的数据结果，并绘制相应的图表和曲线，用于评估改进后的装置性能，并验证数学模型的准确，选取最佳方案[6]。同时，我们还能够通过计算机模拟结果的比较，检验模拟工具的有效性和准确性。

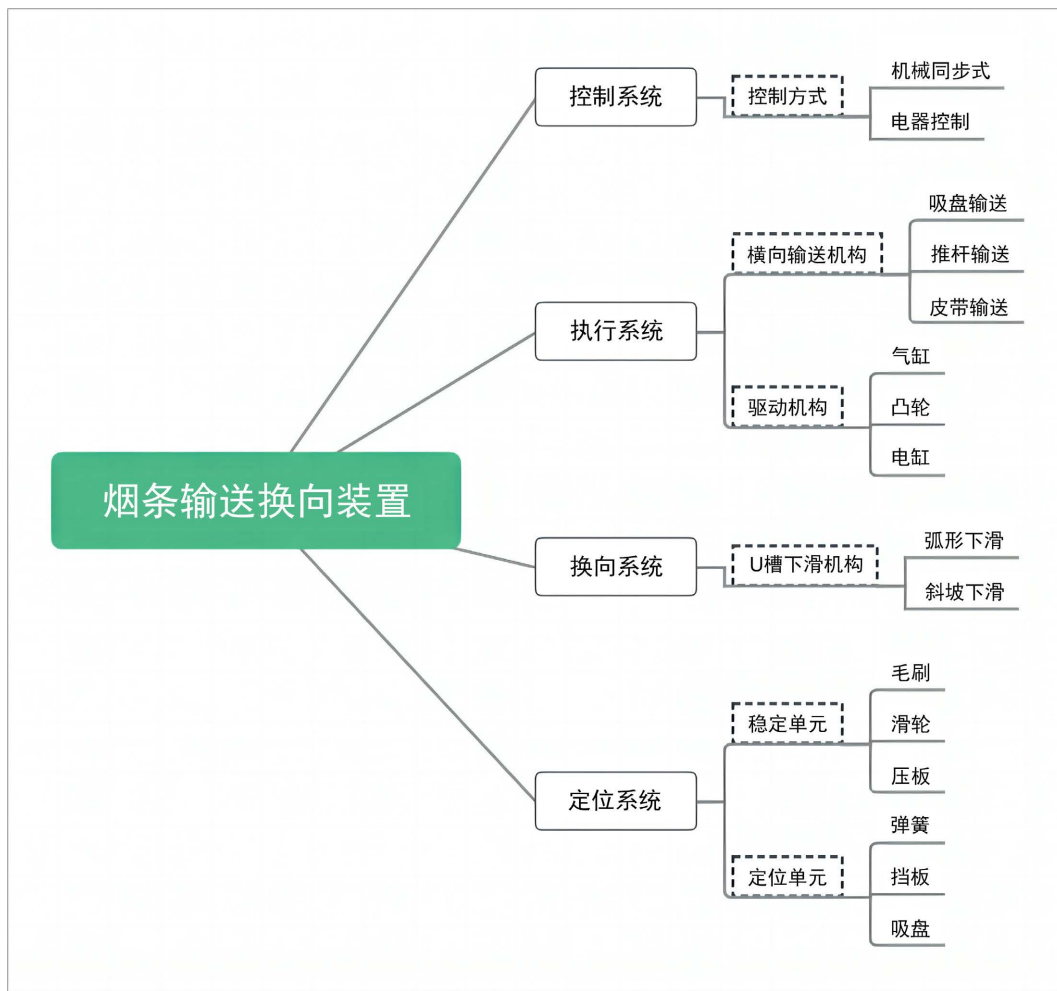


Figure 6. Scheme design diagram  
图 6. 方案设计图

Table 1. Comparison of two control methods  
表 1. 两种控制方式对比

机械同步式		电气控制	
序号	成功次数	序号	成功次数
1	4	1	100
2	10	2	100
3	11	3	100
4	9	4	100
5	12	5	100
6	11	6	100
7	20	7	100
8	21	8	100
9	19	9	100
10	14	10	100
平均成功率	13.1%	平均成功率	100%
不满足		满足	

通过上述试验数据对比，最终选取控制方式为电气控制。(表 1)

**Table 2.** Comparison of installation methods

**表 2.** 安装方式对比

	吸盘输送	推杆输送	皮带输送
安装方式	输送带上方安装	输送带上方安装	输送带末端水平安装
是否满足	满足	满足	不满足

**Table 3.** Comparison of inverted bar test

**表 3.** 倒条试验对比

吸盘输送		推杆输送		皮带输送	
序号	倒条次数	序号	倒条次数	序号	倒条次数
1	7	1	0	1	26
2	11	2	0	2	33
3	9	3	0	3	27
4	10	4	0	4	33
5	13	5	0	5	34
6	11	6	0	6	26
7	9	7	0	7	36
8	8	8	0	8	21
9	11	9	0	9	24
10	10	10	0	10	31
平均倒条率	9.9 %	平均倒条率	0	平均倒条率	29.1%
	不满足		满足		不满足

**Table 4.** Comparison of maintenance cycles

**表 4.** 保养周期对比

吸盘		推杆		皮带	
序号	保养周期	序号	保养周期	序号	保养周期
1	0.75 个月	1	6 个月	1	2 个月
2	1.1 个月	2	5 个月	2	2.3 个月
3	1 个月	3	4 个月	3	1.5 个月
4	1.3 个月	4	6 个月	4	2 个月
5	0.8 个月	5	4 个月	5	1.7 个月
6	1 个月	6	5 个月	6	2 个月
7	2 个月	7	4 个月	7	2.5 个月
8	1 个月	8	5 个月	8	3 个月
9	1.1 个月	9	6 个月	9	1.8 个月
10	0.95 个月	10	5 个月	10	2 个月
平均值	1.1 个月	平均值	5 个月	平均值	2.08 个月
	不满足		满足		不满足

通过上述试验数据对比，最终选取横向输送机构为推杆输送。(表 2~4)

**Table 5.** Comparison of blockage rate

**表 5.** 堵条率对比

气缸		凸轮		电缸	
序号	堵条次数	序号	堵条次数	序号	堵条次数
1	0	1	9	1	0
2	1	2	12	2	0
3	0	3	13	3	0
4	0	4	10	4	1
5	0	5	9	5	0
6	0	6	10	6	1
7	0	7	5	7	0
8	1	8	8	8	0
9	0	9	9	9	0
10	0	10	7	10	0
堵条率	0.2%	堵条率	9.2%	堵条率	0.2%
	满足		不满足		满足

**Table 6.** Comparison of stress capacity

**表 6.** 受力能力对比

	气缸	凸轮	电缸
能否承受径向力	能	能	不能
是否满足	满足	满足	不满足

通过上述试验数据对比，最终选取驱动机构为气缸驱动。(表 5，表 6)

**Table 7.** Damage rate of cigarette sticks

**表 7.** 烟条损坏率

弧形下滑		斜坡下滑	
序号	损坏条数	序号	损坏条数
1	0	1	30
2	0	2	29
3	0	3	37
4	0	4	28
5	0	5	38
6	0	6	34
7	0	7	24
8	0	8	38
9	0	9	37
10	0	10	26
平均损坏率	0	平均损坏率	32.1%
	满足		不满足



**Table 8.** Blockage rate  
**表 8.** 堵条率

弧形下滑		斜坡下滑	
序号	堵条次数	序号	堵条次数
1	0	1	16
2	0	2	18
3	0	3	20
4	0	4	13
5	0	5	15
6	0	6	26
7	0	7	15
8	0	8	17
9	0	9	23
10	0	10	15
平均堵条率	0	平均堵条率	17.8%
满足		不满足	

通过上述试验数据对比，最终选取 U 型下滑机构机构为弧形下滑。(表 7，表 8)

**Table 9.** Slips rollover rate  
**表 9.** 烟条侧翻率

毛刷		滑轮		压板	
序号	侧翻次数	序号	侧翻次数	序号	侧翻次数
1	0	1	6	1	2
2	0	2	8	2	1
3	0	3	4	3	0
4	0	4	7	4	2
5	0	5	5	5	1
6	0	6	9	6	0
7	0	7	10	7	2
8	0	8	8	8	1
9	0	9	13	9	0
10	0	10	9	10	1
平均侧翻率	0	平均侧翻率	7.9%	平均侧翻率	1%
满足		不满足		满足	

**Table 10.** Blockage rate of cigarette sticks  
**表 10.** 烟条堵条率

毛刷		滑轮		压板	
序号	堵条次数	序号	堵条次数	序号	堵条次数
1	0	1	5	1	2
2	0	2	6	2	3
3	0	3	1	3	2
4	0	4	2	4	6
5	0	5	5	5	7
6	0	6	2	6	3
7	0	7	1	7	2
8	0	8	4	8	4
9	0	9	1	9	4
10	0	10	2	10	5
平均堵条率	0	平均堵条率	2.9%	平均堵条率	3.8%
满足		不满足		不满足	

**Table 11.** Quality defect rate of cigarette sticks  
**表 11.** 烟条质量缺陷率

毛刷		滑轮		压板	
序号	缺陷条数	序号	缺陷条数	序号	缺陷条数
1	0	1	7	1	2
2	0	2	8	2	3
3	0	3	6	3	2
4	0	4	10	4	6
5	0	5	6	5	7
6	0	6	7	6	3
7	0	7	3	7	2
8	0	8	9	8	4
9	0	9	10	9	4
10	0	10	7	10	5
平均缺陷率	0	平均缺陷率	6.6%	平均缺陷率	3.8%
满足		不满足		不满足	

通过上述试验数据对比，最终选取稳定单元为毛刷。(表 9~11)

**Table 12.** Positioning success rate  
**表 12.** 定位成功率

弹簧		挡板		吸盘	
序号	成功次数	序号	成功次数	序号	成功次数
1	87	1	99	1	100
2	76	2	100	2	100
3	78	3	100	3	100
4	67	4	100	4	99
5	78	5	99	5	100
6	77	6	100	6	100
7	79	7	99	7	100
8	76	8	100	8	99
9	86	9	100	9	100
10	82	10	100	10	100
平均成功率	78.6%	平均成功率	99.7%	平均成功率	99.8%
不满足		满足		满足	

**Table 13.** Installation dimensions  
**表 13.** 安装尺寸

	弹簧	挡板	吸盘
安装尺寸	100 mm × 80 mm × 70 mm	150 mm × 100 mm × 50 mm	200 mm × 120 mm × 80 mm
是否满足	满足	满足	不满足

通过上述试验数据对比，最终选取定位单元为挡板。(表 12，表 13)

在控制上，为了实现多种规格尺寸的烟条输送和换向我们采用了电器控制，相较于传统的机械控制，其具有更高的精度可实现较为复杂的控制，且易于调试和换号。在执行系统方面，为了降低故障率以及对烟条的损伤，采用了故障率最低的推杆输送以及对烟条损伤最小的气功驱动。换向系统我们对其进行了重新设计，采用火车“人字形”折返线路掉头的换向原理，用弧形下滑作为过度，大大减小的换向的难度以及对烟条的损伤，基本可以做到换向成功率百分百。对于定位系统方面。我们选取了实验中横向推条时烟条侧翻率，堵条率，造成烟条质量缺陷率最低且符合现有设备尺寸的毛刷和挡板作为定位原件。

最终通过对比试验最终确定方案如图 7。

#### 4. 安装调试

根据研究目标，我们选择了现有的几条烟条输送道进行换向装置的加装，并进行了改进设计。我们确定了装置的输入和输出参数，例如输送速度、烟盒尺寸和形状等。在实验过程中，我们还将根据实际情况和需要，对实验条件进行调整和优化，以保证实验结果的准确性和可重复性[7]。

为了确保实验的可控性和可靠性，我们搭建了一套完整的实验设备。该设备由输送带、换向装置、传感器和控制系统等组成。通过控制系统，我们能够精确控制装置的运行速度、换向时间和换向精度等参数。同时，传感器可以实时监测烟盒的位置和状态，并将数据反馈给控制系统，以实现自动化控制和实时监控。

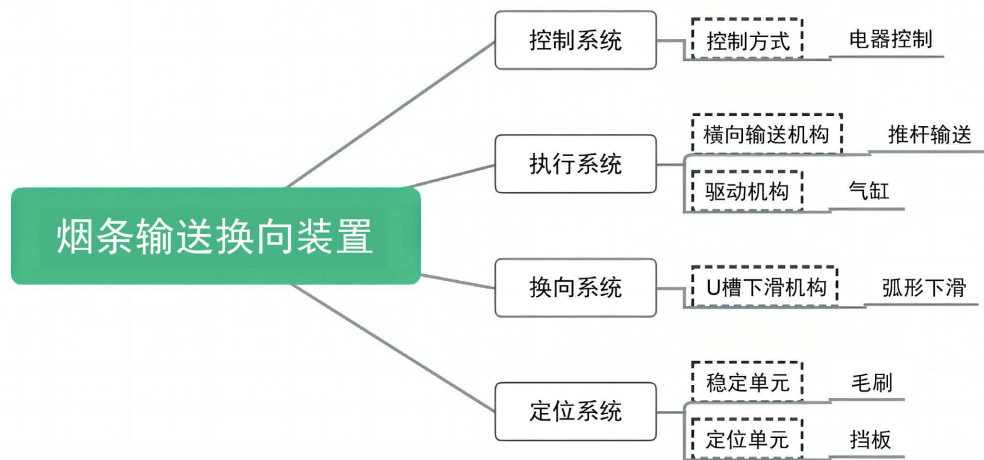


Figure 7. Final plan  
图 7. 最终方案

改造前: (图 8)



Figure 8. Pre renovation image  
图 8. 改造前图

改造后: (图 9)



Figure 9. After renovation figure  
图 9. 改造后图

在实验过程中，我们按照预定的实验方案进行操作。首先，我们准备好待测试的烟盒样本，并将其放置在输送带上。然后，启动实验设备，观察和记录烟盒在输送道中的换向过程。我们将重复多次实验，并长期记录每次实验的数据和结果。

在实验数据处理方面，我们将采取合适的方法对数据进行整理和分析。首先，我们将统计换向装置的换向成功率、故障次数和换向时间等指标，以评估装置的性能和效果。其次，我们将对实验数据进行统计和图形化处理，以形成直观的数据展示和分析[8]。最后，我们将根据实验结果，进行数据分析和性能评估，以验证改进后的烟盒换向装置的可行性和改进效果。

在改造完成后，我们对生产中“条、件”关联系统剔除的烟条数量及剔除原因进行了记录和总结分析，整理出烟条换向成功率，破损率以及堵条率(如表 14，表 15)：

**Table 14.** Experimental data of cigarette stick reversing device 1

**表 14.** 烟条换向装置实验数据 1

时间	8月7日~8月12日	8月14日~8月19日	8月21日~8月26日	8月21日~8月26日
烟条换向成功率	100%	100%	100%	100%
烟条破损率	0%	0%	0%	0%
堵条率	0%	0%	0%	0%

**Table 15.** Experimental data of cigarette stick reversing device 2

**表 15.** 烟条换向装置实验数据 2

时间	8月28日~9月2日	9月4日~9月9日	9月11日~9月16日	9月18日~9月23日
烟条换向成功率	100%	100%	100%	100%
烟条破损率	0%	0%	0%	0%
堵条率	0%	0%	0%	0%

经过多次测试得出该设备适用于烟厂车间内多种牌号、多种机型的高空输送线烟条换向装置，该装置灵活运用火车“人字形”折返线路掉头的原理，利用势能转化为动能的原理使烟条在 U 型通道内完成左右掉头，结构简单，运行稳定可靠，故障率低，可有效提高效率，便于“条件”信息关联等设备的加装。该装置不仅结构简单易安装，而且运行稳定可靠，在工作速度、故障率等方面较传统装置有明显的改善，且装置还能够快速、准确地完成烟盒换向，并且在长时间工作中保持稳定的性能。

通过实验设计和数据分析，我们将能够评估改进后的输送道烟盒换向装置的性能，并为进一步改进和优化提供科学依据和参考。同时，实验结果还将为相关领域的研究和应用提供参考和借鉴，推动输送道烟盒换向装置的发展和应用。

## 5. 结论与展望

本文利用火车“人字形”折返线路掉头的换向原理成功设计并改进了一种输送道烟盒换向装置，并通过实际测试和验证，实验验证和数据分析，验证了该装置的性能。我们的研究成果将为类似装置的设计和提供改进提供参考和借鉴，并为相关领域的研究提供基础。未来的研究可以进一步完善装置的设计和性能，提高装置的自动化程度和换向的精确性。我们相信，通过持续的努力和创新，我们可以进一步推动以满足烟草生产需求的同时，推动我国烟草机械化、自动化水平的进一步提升。

## 参考文献

- [1] 王学军. 一种基于棘轮换向的波浪能发电装置[J]. 中国高新区, 2018(2): 168.
- [2] 欧阳冰. 烟盒六面外观检测装置的设计[J]. 电子技术与软件工程, 2022(12): 98-101.
- [3] 陈洪平. 一种改进的 RCO 废气处理装置换向系统顺控方案及应用[J]. 石油化工自动化, 2023, 59(3): 89-92.
- [4] 王永红. 筒子染色机换向装置的研究[J]. 数码设计, 2017, 6(16): 23-23.
- [5] 王涛, 刘昱, 范伟, 王晓昕. 一种气动换向阀过渡机能的检测装置[J]. 液压与气动, 2013, 37(10): 103-105.
- [6] Duo, E., Bruno, R.M., Basnyat, B., Neupane, M., Pomidori, L., Thapa, G.B., *et al.* (2016) Indoor Pollution in High-Altitude Dwellings: An Assessment of Affecting Factors across Four Sherpa Villages in the Khumbu Region, Nepal. *Indoor and Built Environment*, **27**, 442-451. <https://doi.org/10.1177/1420326x16676880>
- [7] 李刚, 孙江宏, 于传新. 一种新型气启动马达的保护控制装置[J]. 机床与液压, 2019, 47(14): 41-45.
- [8] Constantin UNGUREANU, 王晓珏. 一种小型新式机械动力装置的发展[J]. 国外大电机, 2014(3): 25-29.