

# The development of an adjustable cleaning idler adhesion device

Yabin Li Chengzhi Yang

Dali Cigarette Factory of Hongta Tobacco (Group) Co., Ltd., Dali, Yunnan, 671000, China

## Abstract

Belt conveyors are widely used in tobacco shredding production lines to transport tobacco leaves, tobacco shreds and other materials. As an important component of belt conveyors, idlers, after long-term operation, adhere to impurities such as cigarette ash and e-liquid, gradually causing belt deviation, deformation, tearing and deformation of the outer circle of idlers. Ultimately, it leads to an increase in equipment failure rates, and in severe cases, it may cause production delays and the risk of yellow smoke hazards. Design a device for automatically cleaning idlers. The application of this flexible cleaning device enables the cleaning rate to reach over 90%. At the same time, it realizes the buffering and rebound function, which can protect the equipment and ensure the continuous and effective operation of the device. This device has strong versatility in actual production, with a clever structure that enables quick disassembly and assembly, greatly facilitating daily maintenance and repair.

## Keywords

Belt conveyor; Idler roller; Adhesion; Adjustable

## 可调节清洁托辊黏附装置的研制

李亚斌 杨承志

红塔烟草(集团)有限责任公司大理卷烟厂, 中国·云南大理 671000

## 摘要

皮带输送机普遍应用于烟草制丝生产线中,用于输送烟叶烟丝等物料,而托辊作为皮带输送机重要组成部分,在长时间工作后,黏附烟灰、烟油等杂质,逐渐发生皮带跑偏、变形、撕裂及托辊外圆变形,最后造成设备故障率增高、严重时会导致延误生产、黄斑烟隐患的后果。设计一款自动清洁托辊的装置,该柔性清洁装置的应用,使清洁率达到90%以上;同时实现缓冲回弹功能,能够保护设备且保障装置持续有效工作;该装置在实际生产中具备较强通用性,结构巧妙,可实现快捷拆装,极大的方便了日常保养和维修。

## 关键词

带式输送机;托辊;黏附;可调节

## 1 引言

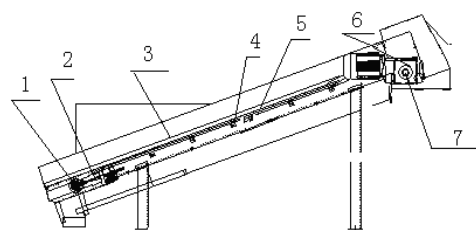
带式输送机作为输送物料的主要设备,贯穿整条流水线,其结构简单、形式多样、运行稳定,是制丝生产线最重要的辅联设备之一。而托辊作为带式输送机皮带支撑、张紧、调偏的重要部件,在带式输送机工作过程中,起着举足轻重的作用,而托辊需要清洁的频率高,不及时清洁会引起后续清洁过程繁琐、清洁耗时耗力等问题。因此针对这一问题,我们进行了项目攻关。

## 2 存在的问题

### 2.1 带式输送机结构和原理

带式输送机 [1] 又称皮带输送机或胶带输送机,带式输

送机 [3] 由机架、驱动滚筒、输送带、托辊、驱动装置、清扫装置等组成,如图 1 所示。



1. 带座轴承 2. 调节丝杆 3. 输送带 4. 托辊  
5. 托板 6. 减速机 7. 驱动滚筒

图 1 带式输送机结构示意图

带式输送机通过减速机来驱动主传动轴的转动,由于转动轴与输送带之间相互磨擦的作用,使套在主传动轴的输送带随主传动轴作连续运动,从而实现连续输送物料的目的。带式输送机具有传动效率高,运转平稳,功率损失小等

【作者简介】李亚斌(1995-),白族,男,中国云南大理人,本科,助理工程师,从事设备研究。

特点。皮带托辊是在皮带输送机工作时用来承托皮带并随着皮带的运动而做运动的被动件，作用是支撑皮带、减少皮带的运动阻力，使皮带的垂度不超过规定限度，来保证皮带能够平稳运行。因此，皮带输送机托辊的外圆周表面的圆柱度与跳动度、托辊是否变形，都会对皮带的平稳运行产生重要影响。如果托辊的结构和性能不符合标准，可能会影响带式输送机的工作效率，造成不必要的生产延误。

## 2.2 托辊的清洁过程

托辊是作为带式输送机的重要组成部分。由于长期与烟草物料接触，皮带表面会逐渐积攒粘附烟灰、烟油等杂质。当前皮带清洁方式仅仅是依靠与皮带相互运动的毛刷辊进行同步运行清洁，但由于毛刷辊在运行一段时间后容易受挤压变形而无法达到高效清洁的目的，残留的粘附物就会随之粘附到配合皮带运行的托辊外圆表面上，日积月累后，托辊外圆周容易发生形变，逐渐造成皮带跑偏、变形、撕裂等不良影响，使设备故障率增高，严重时会导致延误生产、黄斑烟隐患等后果，无法满足顾客需求。因此，托辊的及时有效清洁尤为重要，以确保设备的持续高效运行。然而，目前针对这一问题的传统工作方式是：每周在设备运行结束后由人工用水擦拭以及铲刀刮铲进行去污。人工去污方式虽然有一定清洁作用，但存在操作不便、效率低下等缺点，且铲刀去污容易损伤托辊表面，造成托辊变形，外圆周表面粗糙度增大，从而降低托辊的使用寿命。因此，亟需设计出一种高效且不损伤设备的清洁装置。

## 2.3 问题描述

工作环境：由于烟叶富含烟油，会与烟灰形成粘附性高的烟膏，同时在生产过程中物料经过加湿、加糖香料等工序后，又会产生附加的粘附性质，导致物料通道上极易残留具有极高粘附力的烟垢。这种粘附物会附着在托辊表面，随

着时间的推移，逐渐增加清洁难度。对于托辊的清洁，不仅存在难以清洗干净的问题，还因积尘过多而导致耗时耗力的现象，极大地影响了生产线的效率。

## 3 改进思路

### 3.1 整体思路

根据小组讨论，行业内的皮带传动轴清洁刮板的原理，有可以借鉴的部分。借鉴传动轴在转动过程中由固定的刮板对传动轴进行清洁和可手动调节接间隙两个原理，但由于皮带传动轴和托辊工作原理和安装方式不同，不能直接应用。

通过借鉴，设计一个自动调节保持接触的接触式刮板清洁装置对托辊表面的粘附物进行清洁，且清扫面积可覆盖到托辊全部范围，从而降低托辊日均污渍粘附量。

利用接触式刀状工具与托辊外圆周表面形成切面并且直接接触，对粘附污渍进行接触式清洁，同时弹性装置产生的弹力为清扫去污单元提供一个有限且可变的压力，使其与托辊保持接触的同时又不至于对托辊造成损伤。

### 3.2 调节机构方案比较

结论：螺杆调节在螺杆丝牙长度范围内可以任意调节，并且应力相对分散，在 1.5kN 拉力下，最大位移量为 2.4mm，平均最大应力为 135.1MPa；而伸缩杆调节为阶梯级调节，无法无极调节，且在每个固定位置存在应力集中，卡槽点及销钉应力集中过大，在 1.5kN 拉力下，试验最大位移量为 3.1mm，平均最大应力为 225.0MPa。

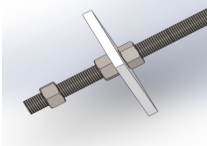
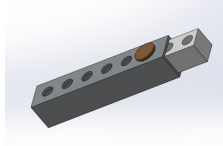
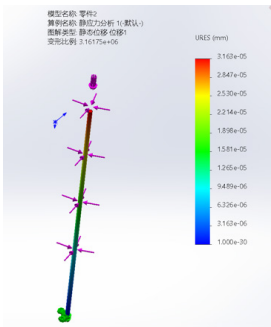
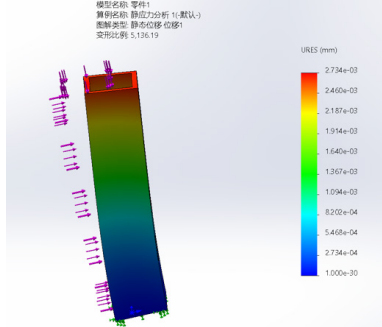
综上所述：螺杆调节不存在应力集中过大问题，且可实现无极调节，因此选择螺杆调节方式。

## 4 实施步骤

### 4.1 零件制作及选择

零件制作及选择见表 2。

表 1 调节机构方案比较表

方案选择	方案一：螺杆调节	方案二：伸缩杆调节
图示		
机械性能	调节范围：在螺杆行程范围内任意距离可调节，符合无极调节要求。	调节范围：调节距离固定，依据设计要求只能在 0、1、2、3、4、5cm 的固定距离进行挡位调节。
位移量仿真过程		

方案选择	方案一：螺杆调节	方案二：伸缩杆调节
最大应力仿真过程		

表 2 零件制作及选择表

名称	图示	名称	图示
羊毛式排刷		L 型底座连接板	
纵向调节螺杆组件		两端固定式机架固定板	
弹簧		螺栓连接式夹紧固定板	
弹簧导向轴		选择安装所需的螺钉：十字平头螺钉、外六角螺钉、盘头一字	
刮片制作		横向开槽实物图	

4.2 零件组装

将柔性托辊清洁装置各个部分按照设计方案进行组装。



图 3 柔性托辊清洁装置安装示意图

5 方案优点归纳

升降螺杆调力度，方便控制又精准。升降螺杆不仅方便安装调控，适应于多种安装空间，可根据所需力度精确调整弹簧形变量从而控制刮片施加在托辊表面的压力，保证清洁装置的有效性。

弹簧缓冲控力度，横向纵向可调节。通过弹簧形变量的有限性对刮片与托辊之间的摩擦力有所限制，保证托辊不会由于摩擦力过大造成磨损；同时也留有一定的缓冲空间，

避免偶然性的杂物夹入造成磨损或托辊停止转动等,可实现横向和纵向位置的调节,保证了清洁装置的柔性。

## 6 进一步优化与改进

虽然现有的柔性托辊清洁装置已经在多个方面取得了显著效果,但随着技术的发展和生产需求的提升,装置仍有进一步优化和改进的空间。

### 6.1 智能化清洁系统

随着智能制造技术的不断发展,未来清洁装置可以考虑与智能监控系统结合,实现自动检测和智能调节。通过在清洁装置上安装传感器,可以实时监控托辊表面的污渍积累情况,一旦达到设定的清洁标准,装置便自动启动清洁功能。此外,智能系统还可以根据不同工作条件、工作负荷、物料特性等自动调节刮片的清洁压力和频率,进一步提高清洁效率,减少对托辊的损伤。在此过程中,智能化清洁系统不仅提高了操作的便捷性,还有效增强了装置在复杂工况下的适应能力,进一步提升了清洁过程的自动化程度。智能化系统还能收集实时数据,分析设备状态,为维护人员提供及时的预警和维护建议,从而进一步减少设备故障和停机时间,优化生产效率,降低维护成本。

### 6.2 材料改进与耐用性提升

目前,清洁装置的刮片和弹簧组件已能够在大多数情况下有效运行,但随着生产环境和物料的变化,这些部件可能面临磨损问题。为了进一步提升装置的使用寿命,可以考虑采用更为耐磨、耐腐蚀的材料。例如,在刮片和弹簧材料上选用高强度合金或具有较高耐腐蚀性的合成材料,增加其耐磨性和抗老化性,延长装置的使用周期。这种材料升级不仅能保证装置在恶劣环境下的长期稳定工作,还能够提升装置的抗损耗能力,有效降低维护成本。进一步地,通过使用高强度、抗高温、耐腐蚀的材料,清洁装置能够适应更广泛的行业需求,如矿产、化肥等行业,在极为严苛的工作环境下依然保持高效运作,从而拓宽装置的市场应用范围。

### 6.3 清洁效率进一步提高

尽管当前的清洁装置已能实现较高的清洁效果,但对于一些特殊情况,例如托辊表面污渍较为顽固或物料粘附较重,仍存在一定的清洁盲区或效率问题。为此,可以结合多种清洁手段,如结合气流辅助清洁、振动清洁等技术,进一步提高清洁效果。例如,通过在刮片装置的表面加入高压气流喷嘴或震动装置,使得粘附物能够更加容易地从托辊表面剥离,避免由于粘附物的高强度附着力而导致清洁困难的情况。同时,可以将这种气流或震动清洁系统与现有的刮片清洁装置配合使用,以达到更高的清洁效率,尤其是在在面对复杂或极为顽固的污渍时,这种多方式协同清洁能够发挥

巨大的优势。

## 6.4 高效环保的清洁方式

在清洁过程中,由于烟油、烟灰等物料的高粘性,可能会造成清洁过程中大量废水的产生,这不仅增加了清洁成本,还可能对环境造成一定的负担。为此,未来可以探索更加环保的清洁方式,例如采用可再利用的环保清洁液体进行清洗,或设计干式清洁装置,减少水资源的使用,降低清洁过程对环境的影响。通过采用环保材料和绿色清洁液,减少对环境的污染,不仅有助于企业提高环境保护的合规性,还能在满足清洁需求的同时减少对资源的浪费,提升整体的可持续性。

## 6.5 可扩展性和适用范围

该清洁装置的设计结构简单、灵活,可适用于多种不同尺寸和型号的托辊及皮带输送机。然而,随着市场需求的变化,未来可以考虑进一步拓宽该装置的适用范围,使其不仅适用于烟草行业,还能推广到其他具有相似工作环境的行业,如矿产、化肥、食品等行业的带式输送机。通过进一步开发装置的适配性,设计出不同型号、不同清洁能力的清洁装置,可以满足不同工况和使用环境下的需求。特别是在矿产和食品行业,由于物料的种类繁多且工作环境较为复杂,清洁装置需要具备更加高度的定制化功能,以应对不同物料带来的粘附问题。

通过进一步开发装置的适配性,设计出不同型号、不同清洁能力的清洁装置,可以满足不同工况和使用环境下的需求。

## 7 结语

通过本研究与实践,成功开发并验证了一款高效、柔性、可调节的托辊清洁装置。该装置不仅提高了托辊的清洁效率,减少了传统清洁方式中的诸多问题,还在保证设备长期稳定运行、降低故障率、延长使用寿命等方面取得了显著成效。未来,随着技术的不断发展,智能化和环保化的清洁技术将进一步提升该装置的性能和适用范围,推动清洁装置在更广泛领域的应用。

通过持续的优化和改进,结合市场需求,该清洁装置有望在未来成为工业生产中的标准配置,为多个行业提供高效、经济、环保的解决方案,促进智能制造和绿色生产的深入发展。

## 参考文献

- [1] 孙可文. 带式输送机的传动理论与设计计算[M]. 煤炭工业出版社, 1991.
- [2] 张文广. 带式输送机设计浅谈[J]. 内蒙古石油化工, 2014(7).
- [3] 付川星等. 烟机设备修理工(打叶复烤)专业知识, 河南科学技术出版社, 2013.4