

有效提升滤棒接收机V形输送通道胶垢清洁效率

王良利, 王 帅, 闫海芹, 陶永浩, 孙继荣

昭通卷烟厂, 云南 昭通

收稿日期: 2025年11月11日; 录用日期: 2025年12月20日; 发布日期: 2025年12月29日

摘要

ZL29型滤棒成型机设备较为先进, 生产速度快。然而, 在实际生产过程中, 纸边波动、导纸板调整、丝束波动等因素均会影响热熔胶和乳胶在成型系统中的凝固效果。随着生产时间的延长, 部分热熔胶和乳胶会凝固在滤棒接收机的V形输送通道、加速轮等部件上, 从而对生产造成不利影响。通过检索相关信息, 并以螺丝刀为借鉴依据, 我们形成了创新思路: 将螺丝刀批头替换为硬度适中的材料, 并采用斜面设计, 从而提高了清洁工具的贴合程度和面积, 使其具备实用性强、安全、便捷、高效的特点。

关键词

滤棒接收机, V形输送通道, 胶垢清洁工具

Effectively Improving the Cleaning Efficiency of Adhesive Sludge in the V-Shaped Conveyor Channel of a Filter Rod Receiver

Liangli Wang, Shuai Wang, Haiqin Yan, Yonghao Tao, Jirong Sun

Zhaotong Cigarette Factory, Zhaotong Yunnan

Received: November 11, 2025; accepted: November 20, 2025; published: December 29, 2025

Abstract

The ZL29 filter rod forming machine is relatively advanced and has a fast production speed. However, in actual production, factors such as paper edge fluctuation, guide plate adjustment, and fiber bundle fluctuation can all affect the solidification effect of hot melt adhesive and latex in the forming system. With prolonged production time, some hot melt adhesive and latex solidify on components

文章引用: 王良利, 王帅, 闫海芹, 陶永浩, 孙继荣. 有效提升滤棒接收机V形输送通道胶垢清洁效率[J]. 仪器与设备, 2025, 13(4): 739-746. DOI: 10.12677/iae.2025.134089

such as the V-shaped conveyor channel and acceleration wheel of the filter rod receiver, thus adversely affecting production. By searching relevant information and using screwdrivers as a reference, we developed an innovative approach: replacing the screwdriver bit with a material of moderate hardness and adopting a beveled design, thereby improving the contact area and surface area of the cleaning tool, making it practical, safe, convenient, and efficient.

Keywords

Filter Rod Receiver, V-Shaped Conveyor Channel, Adhesive Sludge Cleaning Tool

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

ZL29 型滤棒成型机机组额定生产能力为 6000 支/min。其在操作、控制、冷却、安全防护等方面均采用了新的设计理念，但在实际生产过程中丝束经过上胶系统上胶后经过成型设备冷却形成滤条，滤条通过刀头的剪切后到达滤棒接收机，由于生产速度极快，滤条经过冷却的行程较短，存在胶未完全凝固的情况发生，导致设备会产生大量胶垢对生产造成影响。

2. 存在问题

滤棒接收机 V 形输送通道、加速轮等部件在滤棒接收过程中，与滤嘴棒一直处于接触状态，滤嘴棒经过上胶系统上胶冷却后，经过滤棒接收机 V 形输送通道极易产生胶垢导致嘴棒堵塞。需要反复进行胶垢清洁，现使用刀片、锯片等物品清洁，效率低下且有损伤 V 形输送通道表面的隐患。如何安全、高效地清洁滤棒接收机 V 形输送通道、加速轮上的积胶成为我们需要解决问题的关键。寻找提升滤棒接收机 V 形输送通道、加速轮胶垢清洁效率的方式已经成为目前我们首要解决的问题。

3. 解决措施

根据滤棒接收机 V 形输送通道和加速轮结构，制作一个合适的清洁工具，能够达到高效无损的清洁。

1. 具体实施方式

(1) 工具设计

通过检索相关信息，李超等[1]关于 ZL29 滤棒成型机开松辊异响的诊断与维修，魏莱等[2]基于 ZL29 型成型机中线胶恒压控制装置的设计，我们找到了适用的借鉴依据，并以此形成创新思路，根据图 1 螺丝刀结构设计和便携单双手省力电动螺丝刀[3]得出主要解决思路为：把螺丝刀批头替换为硬度适中的材料，同时批头采用斜面设计，提高了与滤棒接收机 V 形输送通道的贴合程度，增加了与胶垢的接触面积。该工具设计的关键在于测量主体、装置组装和主体固定。

(2) 测量主体

基于该方案，小组确定工具所需要具备的两个功能模块并绘制了工具草图(图 2)。以螺丝刀刀柄为载体，刀头留部分长度与选好的材质组合，但是螺丝刀的尺寸过大或者过小都将直接影响机组清洁人员的抓握，影响使用效率和舒适度。参考郭斯永根据人机工程学设计准则总结出的人手尺寸数据，手柄长度参考女性 69 mm 和男性 97 mm 的掌骨处手掌宽度，结合手指转动的操作距离，通用性的把手长度范围为 100~125 mm，根据法书学等[4] GDX1 热熔胶喷头固定装置研制滤棒接收机和 V 形通道的弧度和操作空

间选择批头设计为 100 mm。批头一端用作工作面作斜面处理, 另一端头钻一 $\Phi 4.5 \text{ mm} * 35 \text{ mm}$ 孔, 配合 PH1 * 25 mm 十字螺丝刀。



Figure 1. Screwdriver structure
图 1. 螺丝刀结构

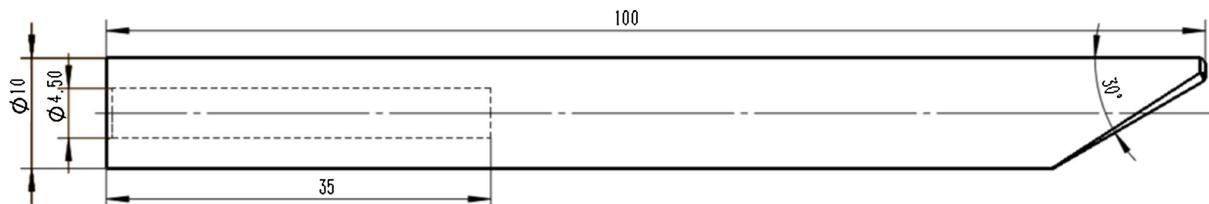


Figure 2. Design sketch
图 2. 设计草图

(3) 安装便捷情况

根据图 3 滤棒接收机 V 形通道、图 4 加速轮的弧度和操作空间, 考虑采用螺丝刀设计思路, 操作便捷, 方便机组人员操作, 提高了滤棒接收机 V 形通道胶垢清洁的效率, 同时螺丝刀批头采用斜面设计, 大大增加接触面积, 批头斜面设计有利于作用力的凝聚, 该尺寸的设计完全结合到了管道的弧度和操作空间。

2. 批头替换材料选择

利用系统图对方案进行了逐级分解归纳整理。并对工具结构进行了需求分析, 同时对工具功能、选材进行了选择。

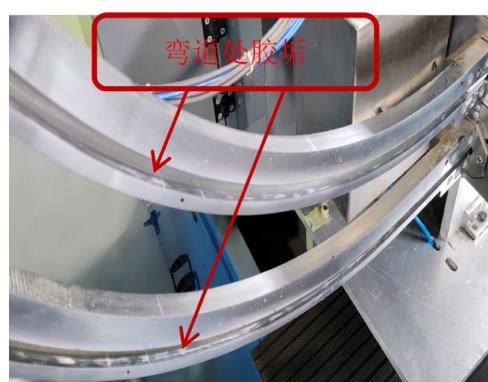


Figure 3. V-shaped channel of filter rod receiver
图 3. 滤棒接收机 V 形通道

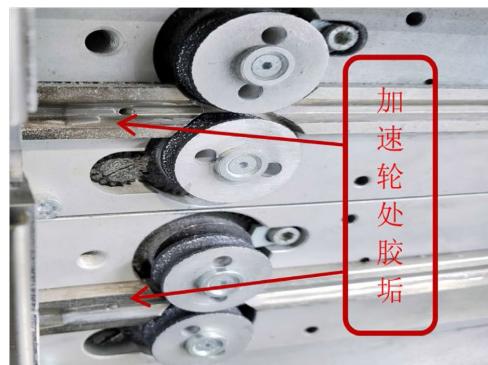


Figure 4. Acceleration wheel

图 4. 加速轮

(1) 热熔胶、乳胶性质

向家贵等[5]提出当加热时,热熔胶、乳胶粘合剂能转变成液态,能流动,此时通过图5上胶系统的胶枪喷涂均匀的喷涂在成型纸上,任何通过图6成型系统施加压力、冷却,迅速凝固粘合形成滤条,但是在生产过程中设备运行速度快,冷却行程段,会出现凝固状态不佳,或者未全部凝固粘合的状态发生,就导致滤条经过刀头切割后到达滤棒接收机V形输送通道,长时间积累有胶垢,附着性强,影响生产。



Figure 5. Glue application system

图 5. 上胶系统



Figure 6. Molding system

图 6. 成型系统

(2) 设备性质

ZL29型滤棒成型机虽然在材料适应性、运行稳定性和滤棒产品质量稳定性、噪声控制、自动化程度和信息管理等方面达到了较高水平,但是接收机V形输送通道,加速轮都在设备内部,当滤棒生产中积

胶冷却附着在 V 形输送通道、加速轮后如果采用利器、刀片、锯片等清洁时就会刮伤设备，如果有刮痕运行接触面不光滑将影响滤棒的生产，如果刮痕严重，将导致设备运行堵条、停机等，影响生产效率，增加不必要的生产消耗。因此，选取的材质必须要有一定的硬度，但是硬度又不能超过设备的承受能力。

(3) 选材硬度分析

根据热熔胶和乳胶的性质，结合在设备性质，查阅相关资料，工具选材必须具备以下性能：

- A. 耐高温，必须要承受高温且具有一定的热刚度，以防止模具材料在高温的作用下软化严重。
- B. 耐磨性，清除附着的胶垢表面会产生较大的摩擦，材质必须具有较好的耐磨性。
- C. 一定的硬度，清洁更具在清除胶垢，由于胶垢附着性良好，所以选材需要一定的硬度，但是不能硬度过大，硬度过大会刮伤成型设备。
- D. 可加工性，选材需要有良好的加工性，方便后续清洁工具的组装。选用易加工材料可有效地提高模具加工效率、降低模具生产成本。
- E. 表面光滑，材质表面光洁度对于提高清洁效率具有重要作用，较高的抛光性可以增加对胶垢的接触面，利于对胶垢的清洁。

综上所述，我们对常见选材进行分析：

Table 1. Material analysis table

表 1. 材料分析表

材质	铝合金	Nylon (尼龙棒)	40Cr	不锈钢
耐高温(评分)	5 分	3 分	5 分	5 分
耐磨性	屈服强度 ≥ 75 MPa (评分 4 分)	屈服强度 55~80 MPa (评分 4 分)	屈服强度 ≥ 235 MPa (评分 4 分)	屈服强度 ≥ 785 MPa (评分 4 分)
一定的硬度	HB 140~150 (评分 4 分)	HRC 30~40 (评分 3 分)	\geq HRC 62 (评分 4 分)	HRC 32~36 (评分 2 分)
可加工性(评分)	3 分	5 分	3 分	2 分
表面光滑(评分)	4 分	5 分	3 分	3 分
综合评估(评分)	2 分	5 分	3 分	3 分






由上表 1 得出 Nylon (尼龙棒) 有良好的耐高温、耐磨性，可加工性好、表面光滑，还具有硬度适中、机械加工性能好、用于工具材质时耐磨性能良好、尺寸稳定性好。是一种耐冲击耐磨、具有良好的自润滑性和结晶能力、分子重量轻且综合力学性能好的工程塑料，所以确定 Nylon (尼龙棒) 为批头替换材料。

4. 工具制作

(1) 装置组装

- (2) 根据滤棒接收机 V 形通道的弧度和操作空间选择一直径为 10 mm，长度为 100 mm 的 Nylon (尼龙棒)。一端用作工作面作斜面处理，另一端头钻一 $\Phi 4.5$ mm * 35 mm 孔，配合 PH1 * 25 mm 十字螺丝刀组合。装置组装如下图 7。

(3) 主体固定

从设计原图可以看出 PH1 * 25 mm 十字螺丝刀留有一部分批头，该设计是为了方便后续批头材料的替换安装，替换的批头与原留有一部分组合，比直接采用新材料替换整个批头的稳定性更强，操作起来更安全，更高效(如图 8)。

组装完成后的工具实操情况良好，批头断面设计与滤棒接收机 V 形通道良好贴合，胶垢清洁效果明显，同时 Nylon (尼龙棒)硬度适中，清洁强度再大，超过材料自身的强度后，Nylon (尼龙棒)就会变软，从根源上杜绝刮伤设备，可以安心、安全的使用。

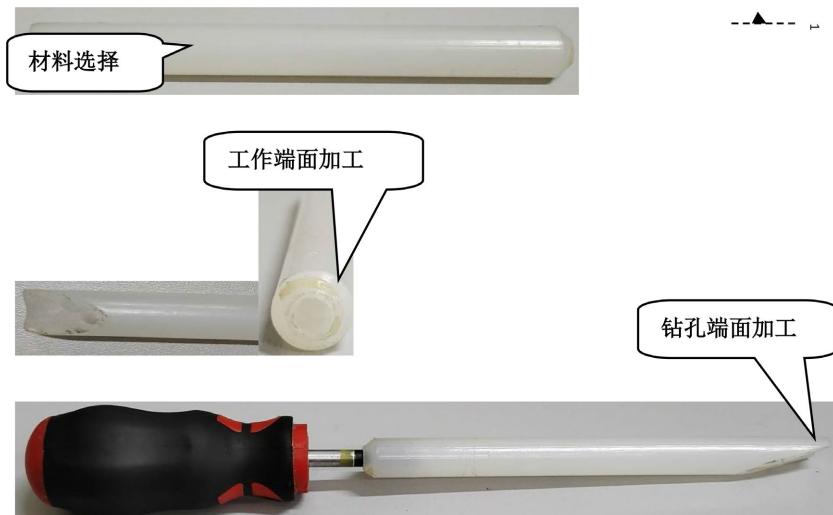


Figure 7. Tool assembly
图 7. 工具组装



Figure 8. Main body fixed
图 8. 主体固定

5. 可行性分析

(1) 从成本及效益分析

成本：Φ 10 mm Nylon (尼龙棒) 4.9 元/米，100 mm 成本 0.49 元。

制作成本低，使用此工具可以快速省力无损地清洁滤棒接收机 V 形输送通道胶垢，减少滤棒堵塞故障，提质降耗效果明显。

(2) 从清洁效果，使用效率分析

Nylon (尼龙棒)硬度适中，材料本身在使用过程中不会刮伤设备，同时 Nylon (尼龙棒)硬度还是一个保护预警材料，当机组操作人员使用蛮力，狠力或者操作不当等，Nylon (尼龙棒)超过自身的承受力度就

会变软、变形；对设备起到良好的保护作用，在使用过程中完全不用担心刮伤设备的情况发生。由图9可以看出该工具使用性强、高效，为安全生产提供了便捷，下一步我们将探索在卷烟机上的运用效果。

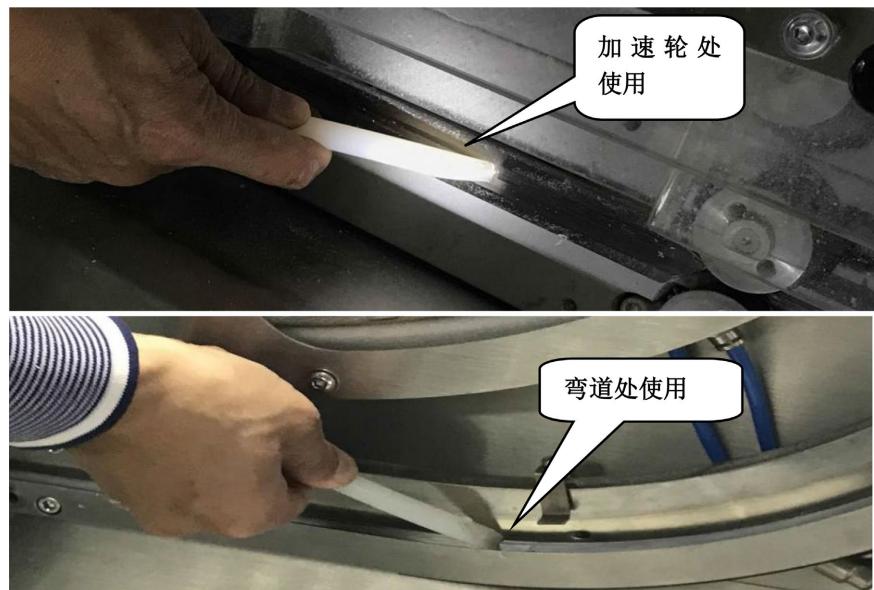


Figure 9. Cleaning of pipes and acceleration wheels
图 9. 管道、加速轮清洁

(3) 摩擦磨损性能

在材料的摩擦磨损性能方面，本研究的 Nylon (尼龙棒)的摩擦系数低于传统金属工具，这与李鑫等(2025) [6]提出的“聚合物基自润滑材料因其可通过自身特性实现持续润滑，减少摩擦磨损，延长摩擦零部件寿命等优点”相符，即 Nylon (尼龙棒)的分子链在摩擦过程中可形成润滑膜，降低界面摩擦损耗。未来将开发碳纤维 - 石墨烯增强批头以降磨损，设计柔性刮削头适配复杂结构，补充噪声、能耗稳定性评价指标，完善工艺参数智能匹配系统。

6. 结语和效果展示

车间卷接机共有 40 个嘴棒接收通道，下面是 2023 年 5 月~7 月没有使用 V 形输送通道胶垢清洁工具的清洁时间统计表：

Table 2. Scale cleaning status from May to July 2023
表 2. 23 年 5 月~7 月胶垢清洁情况表

月份	清洁频率	总耗时(分钟)	平均耗时(分钟)
5 月	12	240	20
6 月	9	194	21.5
7 月	8	195	24.33

由上表 2 可以看出 2023 年 5 月~7 月没有使用 V 形输送通道胶垢清洁工具的清洁时间平均每次清洁耗时在[20, 24.33]分钟区间，耗时长，清洁效率低，时间成本大。

下面是 2023 年 8 月~10 月使用 V 形输送通道胶垢清洁工具的清洁时间统计表：

Table 3. Cleaning status of tool glue stains from August to October 2023**表 3. 23 年 8 月~10 月使用工具胶垢清洁情况表**

月份	清洁频率	总耗时(分钟)	平均耗时(分钟)
8月	10	33.3	3.33
9月	8	28	3.5
10月	11	43	3.9

由上表 3 可以看出 2023 年 8 月~10 月使用 V 形输送通道胶垢清洁工具的清洁时间平均每次清洁耗时在[3.33, 3.9]分钟区间, 耗时短, 清洁效率高, 大大降低了时间成本, 还不用担心设备刮伤。

通过制作滤棒接收机 V 形输送通道胶垢清洁工具装置, 使滤棒接收机 V 形输送通道胶垢清洁更加快速高效且不会损伤设备, 耗时短, 清洁效率高, 大大降低了时间成本。提高了工作效率, 保障了设备的正常运行。

参考文献

- [1] 李超, 孙路芳. ZL29 滤棒成型机开松辊异响的诊断与维修[J]. 设备管理与维修, 2024(1): 80-82.
- [2] 魏莱, 李星珂, 沈轶奇, 等. 基于 ZL29 型成型机中线胶恒压控制装置的设计[J]. 中国设备工程, 2023(8): 102-104.
- [3] 便携单双手省力电动螺丝刀[J]. 工业设计, 2022(1): 24.
- [4] 法书学, 王长杰, 刘明春. GDX1 热熔胶喷头固定装置研制[J]. 中国设备工程, 2019(17): 187-189.
- [5] 向家贵. 热熔胶技术在 GDX1 包装机上的应用[J]. 机械工程与自动化, 2010(4): 171-172+175.
- [6] 李鑫. 耐高温微胶囊改性 PA6 自润滑复合材料摩擦学性能研究[D]: [博士学位论文]. 大庆: 东北石油大学, 2025.