

分段式涂胶辊轴的设计应用

尹志良, 马 列, 业 明

红塔烟草集团(有限)责任公司玉溪卷烟厂, 云南 玉溪

收稿日期: 2025年1月3日; 录用日期: 2025年2月20日; 发布日期: 2025年3月5日

摘 要

随着烟草行业的快速发展, 卷烟机械的技术改进与创新成为提升竞争力的关键。PROTOS 2C卷烟机在长时间高速运转后, 涂胶辊轴端处的轴向锁紧螺纹段常发生断裂, 导致涂胶辊轴向锁紧失效, 影响卷烟质量和生产效率。本文设计了分段式涂胶辊轴, 将轴端螺纹段设计为可分离结构, 并改进了与涂胶辊配合段的热处理方式, 采用陶瓷热喷涂技术, 提高了涂胶辊轴的耐磨性和使用寿命。改进后的涂胶辊轴有效解决了螺纹段断裂问题, 降低了维修成本, 提高了设备效率和产品质量。

关键词

PROTOS 2C卷烟机, 分段式涂胶辊轴, 螺纹段断裂, 陶瓷热喷涂

Design and Application of Segmented Glue Roller Shaft

Zhiliang Yin, Lie Ma, Ming Ye

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

Received: Jan. 3rd, 2025; accepted: Feb. 20th, 2025; published: Mar. 5th, 2025

Abstract

With the rapid development of the global tobacco industry, cigarette manufacturing machinery, as the core equipment in tobacco production, directly relates to the quality and production efficiency of cigarette products. Continuously increasing consumer demands for tobacco product quality, along with increasingly fierce market competition, have made technological improvements and innovations in cigarette manufacturing machinery crucial for tobacco enterprises to enhance their comprehensive competitiveness. The PROTOS 2C cigarette making machine often experiences axial locking thread segment breakage at the glue roller shaft end after prolonged high-speed operation, causing axial locking failure of the glue roller. This affects the quality and production efficiency of

cigarette products and increases maintenance costs for enterprises. To address this issue, a segmented design was implemented for the glue roller shaft, separating the shaft and its axial locking thread segment and modifying the heat treatment process. This design improvement significantly enhances equipment stability, reduces maintenance costs, and improves production efficiency.

Keywords

PROTOS 2C Cigarette Making Machine, Segmented Glue Roller Shaft, Threaded Section Fracture, Ceramic Thermal Spray Coating

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. 背景

烟草行业扩张：近年来，烟草行业在全球范围内持续扩张，市场规模不断扩大，技术水平和生产效率显著提升。

卷烟机械技术革新：卷烟机械设备作为烟草生产线的核心组成部分，其技术更新与迭代速度日益加快。从传统的机械式卷烟机到现代化的自动化、智能化卷烟设备，每一次技术革新都推动了烟草生产效率和产品质量的提升。

PROTOS 2C 卷烟机问题：然而，PROTOS 2C 卷烟机在长时间高速运转后，涂胶辊轴端处的轴向锁紧螺纹段常发生断裂，导致涂胶辊轴向锁紧失效。这一问题影响了卷烟产品的质量和生产效率，增加了企业的维修成本。为解决这一问题，需要对涂胶辊轴进行设计和热处理方式的改进。

2. 涂胶辊轴的改进

2.1. 涂胶辊轴出现的问题是轴端锁紧螺纹段断裂，断裂的原因分析

因素一：首先涂胶辊转动方向为逆时针转动，为防止涂胶辊在工作过程中轴向定位失效，轴端的锁紧螺纹采用左旋螺纹，同时轴端锁紧螺母上有抱紧设计，利用一颗 M6 的螺栓使螺母抱紧螺杆，既起到防松的作用，也可防止螺母随着涂胶辊的转动变得越来越紧。在实际生产工程中，经常需要对涂胶辊进行清洗，拆卸涂胶辊时，先要拧松螺母上的 M6 螺栓，再使用大力钳拧下锁紧螺母。由于操作空间受限，使用大力钳时用力方向不能保证垂直于涂胶辊，长期以往势必会对涂胶辊轴端螺纹段造成损伤，影响其使用寿命。

因素二：其次当轴端锁紧螺母拧紧后，螺母和涂胶辊外端面紧紧贴合。涂胶辊在设备启动、停止和水松纸拼接降速等过程中转速剧烈变化，再加上控胶辊和涂胶辊相互挤压转动，在转速剧烈变化时螺纹段上会产生交变应力，会对涂胶辊轴端螺纹段造成损伤，影响其使用寿命，也对螺纹段的韧性和抗冲击性有更高的要求。

因素三：再次涂胶辊轴的主要磨损是和涂胶辊配合段的磨损，磨损后导致轴端圆跳动加大，无法满足使用要求，从而不得不进行更换。通过查阅设备供应商信息得知，为满足涂胶辊轴使用要求，在整根涂胶辊轴调质处理后，还会对涂胶辊配合的轴段表面进行淬火处理，增加表面硬度和耐磨性，以延长涂胶辊轴的使用寿命。同涂胶辊配合的轴段和轴上螺纹段为一整体，在淬火过程中螺纹段同时经过淬火，使螺纹段强度和硬度提高，延展性、韧性降低[1]，在锁紧螺母回松的过程中受到斜向作用力，以及转速

剧烈变化时产生的交变应力,都易导致涂胶辊轴螺纹段发生脆性断裂。

综合考虑确定螺纹段断裂的主要原因为因素三,由于螺纹段发生断裂,就需要对整根涂胶辊轴进行更换,维修耗时长,降低设备效率,增加维修费用。因此考虑将涂胶辊轴与轴端螺纹段设计为可分离结构,同时改变热处理方式在满足涂胶辊轴表面硬度和耐磨性的同时,保持轴端螺纹段的延展性、韧性,延长螺纹段寿命。即使螺纹段发生断裂,可只快速更换螺纹段,不需更换整根轴。

改变涂胶辊轴端螺纹段为可分离结构、重新设计与涂胶辊配合段的热处理方式。

2.2. 可分离涂胶辊轴轴端螺纹的设计

将涂胶辊轴和螺纹段做成分体式,在轴端加工螺纹孔,用一颗双头螺栓替代原先的轴端螺纹段。如再出现螺纹段损伤或断裂,可直接更换螺栓,不需要再更换整根轴,也不需要再对轴端圆跳动进行校核。

经测量轴端螺纹为 $M14 \times 1.5$,为方便加工,拧入轴端的一头也选用 $M14 \times 1.5$ 的螺纹,采用细牙螺纹主要考虑其防松性能良好。同时为了方便螺栓拧紧,在外侧加工内六角扳手孔,采用 5 mm 的内六角扳手。为了拧紧后的定位,在螺栓上加工一个台阶,对应的也在轴端螺纹孔内加工一个台阶孔,用于螺栓的拧紧定位。为防止螺栓在使用中松脱,在轴端圆柱面上加工两个平面,在平面上加工对称布置的两个 M6 的螺栓孔,加入尼龙隔垫,用紧定螺钉进一步锁紧螺栓,防止回松。

另外根据螺纹配合等强度原则,涂胶辊轴采用了 9Cr18 不锈钢调质处理,相应的双头螺栓也应采用 9Cr18 不锈钢调质处理。

2.3. 涂胶辊轴和涂胶辊配合段的热处理工艺的改进

涂胶辊轴配合面在表面淬火后会造成螺纹段韧性降低,从而变脆。在查阅相关热处理手册,询问了解当地配件加工方工艺条件后,最终选择了陶瓷热喷涂的处理方式,即在配合段先加工去除一定厚度的材料,再在表面喷涂耐磨、防锈陶瓷材料,随后再次对轴段进行加工,使其达到相应的工作要求和尺寸精度。

为进一步降低成本和热处理难度,仅对和涂胶辊内孔配合部分轴段进行热喷涂,如图 2 涂胶辊零件图所示实际工作配合段仅为内孔两端,所以在轴上也只对相应轴段进行热喷涂。该轴热喷涂的工艺为:

- ① 用高温胶带把整根轴上不需要热处理的部分完全包裹;
- ② 将需要热处理的部分车下 0.3 mm;
- ③ 活化处理,在弱侵蚀溶液中短时间侵蚀,通过轻微的腐蚀作用使轴的待热处理表面活化,露出金属结晶组织,以提高基体结合强度,使喷涂材料和轴黏着更紧密;
- ④ 陶瓷喷涂,喷涂材料需要满足显微硬度 90HRC, HV900-1000;
- ⑤ 金刚石砂轮打磨,将热喷涂后的轴段打磨加工至要求的尺寸和精度。

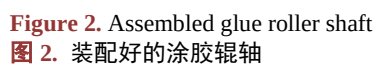
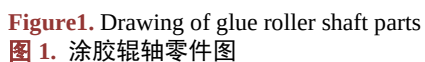
2.4. 绘制零件图并加工零件

在绘制零件图之前须先对涂胶辊轴其余未改动部分进行修理测绘,其中关于渐开线花键部分的测绘如下:

(1) 可知渐开线花键齿数 21,为平齿根,查阅机械设计手册可知平齿根的渐开线花键压力角只有 30° 一种;

(2) 测量外花键大径 $D_{ee} = 44.67$ mm,根据公式 $D_{ee} = m(z+1)$ 可推算渐开线花键模数为 2 (z 为齿数 21),测量外花键小径 $D_{ie} = 40.32$ mm [2] [3]。

根据涂胶辊轴的改进设计方案和修理测绘数据绘制其改进后的零件图,并将零件图提供给配件加工方对数据进一步检验,最终形成如图 1 所示涂胶辊轴零件图,如图 2 所示为装配好的涂胶辊轴。



涂胶辊轴除螺纹段改为分体式, 以及和涂胶辊配合段热处理方式改为热喷涂外, 其余尺寸未做改动, 仅依据修理测绘原则完成相关测绘。

3. 应用效果验证

经过改进设计的分段式涂胶辊轴在实际应用中取得了显著效果。首先,通过将涂胶辊轴与轴端螺纹段设计为可分离结构,大大降低了因螺纹段断裂而导致的整机停机维修时间。当螺纹段出现损伤或断裂时,修理人员只需快速更换螺栓,无需再对整个涂胶辊轴进行更换和圆跳动校核,从而极大地提高了维修效率和设备利用率。

其次,改进后的热处理工艺——陶瓷热喷涂技术,不仅提高了涂胶辊轴配合段的耐磨性和防锈性能,还保持了轴端螺纹段的延展性和韧性。这一改进有效延长了涂胶辊轴的使用寿命,减少了因磨损而导致的更换频率,进一步降低了生产成本。

在实际生产过程中,应用改进后的分段式涂胶辊轴的 PROTOS 2C 卷烟机表现出了更高的稳定性和生产效率。烟支漏气、接装纸飞边等质量问题得到了有效控制,卷烟产品质量得到了显著提升。同时,设备的维修成本和时间也大幅下降,为企业创造了良好的经济效益。

4. 结语

分段式涂胶辊轴的设计应用,标志着 PROTOS 2C 卷烟机在技术改进道路上迈出了坚实的一步。面对烟草行业日益激烈的市场竞争和消费者对产品质量不断提升的需求,我们深刻认识到,设备的技术革新与升级是提升企业综合竞争力的关键所在。

在本次改进中,我们针对 PROTOS 2C 卷烟机涂胶辊轴轴向锁紧螺纹段断裂的问题,进行了深入的分析与研究。通过创新性地设计分段式涂胶辊轴,将轴端螺纹段与轴体设计为可分离结构,不仅有效地解决了螺纹段断裂导致的轴向锁紧失效问题,还极大地提高了设备的维修效率和利用率。这一设计思路的突破,不仅降低了因停机维修带来的生产损失,更为企业节省了宝贵的生产时间。

同时,我们还对涂胶辊轴与涂胶辊配合段的热处理工艺进行了改进。采用陶瓷热喷涂技术,不仅提高了配合段的耐磨性和防锈性能,还巧妙地保持了轴端螺纹段的延展性和韧性。这一改进不仅延长了涂胶辊轴的使用寿命,更减少了因磨损而导致的更换频率,为企业降低了生产成本。

在实际应用中,改进后的分段式涂胶辊轴展现出了卓越的性能。PROTOS 2C 卷烟机的稳定性和生产效率得到了显著提升,烟支漏气、接装纸飞边等质量问题得到了有效控制,卷烟产品质量迈上了新的台阶。这一改进不仅为企业创造了良好的经济效益,更为提升消费者满意度和品牌形象奠定了坚实的基础。

展望未来,我们将继续秉承创新、务实的精神,不断探索和尝试新的技术改进方案。分段式涂胶辊轴的设计应用只是我们技术革新道路上的一个起点,我们将以此为契机,进一步完善和推广这一改进成果,为烟草行业的转型升级和可持续发展贡献更多的智慧和力量。同时,我们也期待与业界同仁携手共进,共同推动烟草行业的技术进步和创新发展。

参考文献

- [1] 单辉祖. 材料力学(I, II) [M]. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [2] 闻邦椿. 机械设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2017.
- [3] 朱双霞, 张红钢. 机械设计基础[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2016.