

刮板机减速器浮动油封漏油原因分析

戴雪梅

国能集团神东公司设备维修中心

DOI:10.12238/pe.v3i5.16619

[摘要] 针对刮板机减速器浮动油封漏油这一影响煤矿生产效率和设备可靠性的问题,本研究基于浮动油封的结构与工作原理,结合特瑞堡密封系统的技术资料及机械密封摩擦机制的研究成果,详细介绍了刮板机减速器浮动油封漏油的主要原因,并深入探究了相应的预防和改进措施。分析发现,设计与制造缺陷、安装与装配误差、工况与运行条件影响以及环境因素是导致浮动油封漏油的关键因素。通过分析,文章旨在为刮板机减速器的维护与优化提供理论依据,以提高设备的使用寿命,降低维护成本,保障煤矿生产的安全与稳定。

[关键词] 刮板机减速器; 浮动油封; 漏油; 原因分析; 预防措施

中图分类号: TG457.23 **文献标识码:** A

Analysis of Oil Leakage Causes of Floating Oil Seal in Scraper Reducer

Xuemei Dai

Equipment Maintenance Center of Guoneng Group Shendong Company

[Abstract] In response to the problem of floating oil seal leakage in scraper reducer, which affects the production efficiency and equipment reliability of coal mines, this study is based on the structure and working principle of floating oil seal, combined with the technical data of Trelleborg sealing system and the research results of mechanical seal friction mechanism. The main causes of floating oil seal leakage in scraper reducer are introduced in detail, and corresponding prevention and improvement measures are explored in depth. Analysis has found that design and manufacturing defects, installation and assembly errors, working and operating conditions, and environmental factors are the key factors leading to oil leakage in floating oil seals. Through analysis, the article aims to provide theoretical basis for the maintenance and optimization of scraper reducer, in order to improve the service life of equipment, reduce maintenance costs, and ensure the safety and stability of coal mine production.

[Key words] scraper reducer; Floating seal; Oil leakage; Cause analysis; preventive measures

引言

刮板机是煤炭等行业生产中的主要输送装备,其减速器能否顺利运转非常关键。浮动油封是刮板减速器上重要的密封元件,它在防止润滑油渗漏及外来异物入侵方面发挥着至关重要的作用。但在实际应用中,刮板减速器的浮动油封易发生过早渗漏,造成润滑油浪费,设备润滑不良,甚至引起轴承磨损和齿轮损伤,从而降低了生产效率和维修费用^[1]。为此,对刮板机减速器浮动油封的早期渗漏进行详细的原因剖析,并制定相应的防治对策,有着重大的现实意义。

1 浮动油封的结构与工作原理

1.1 结构组成

浮动油封由动环、静环和O形圈或异形圈等多种密封件组成。动环、静环一般由特殊的材质制成,例如:合金铸铁、轴承

钢等。例如,特瑞堡密封系统公司的D0浮动油封,其二次密封是O形圈,而DF系列是以异形圈代替O形圈。该系列的金属环是经过精确打磨而成,配合表面良好,达到了更高的密封性。O形或异形圈通常安装在密封环上的特定槽内,它除了具有密封功能外,还具有一定的轴向压力。在密封环的构造上,也要充分利用其沟槽的外形与大小,如: D0类密封沟槽的几何尺寸要符合某些规范,而沟槽的边沿要修磨成圆形以防止对密封件的损坏。

1.2 密封机理

浮动油封的密封机理主要依靠轴向压紧力形成的端面接触密封以及润滑膜的作用。O形圈或异形圈的弹性变形产生均匀的轴向端面负载,使动环和静环的配合表面紧密贴合,从而阻止内部润滑油泄漏和外界杂质侵入。同时,密封面从内径至密封表面具有楔形间隙,便于润滑剂进入并到达密封表面,通过毛细作用

和离心力,在滑动表面之间形成一层薄油膜。这层润滑膜的存在至关重要,它可以改善密封面的摩擦状态。根据机械密封端面摩擦机制的研究,密封端面可能处于干摩擦、边界摩擦、流体摩擦或混合摩擦状态。对于普通机械密封,最佳摩擦状态通常为混合摩擦状态,此时摩擦力较小,磨损量也不大,同时能保证较好的密封性能。当润滑膜厚度合适时,密封面间形成局部中断的流体动压或流体静压润滑膜,使密封面处于混合摩擦状态,从而实现高效密封和低磨损运行。

2 刮板机减速器浮动油封漏油的主要原因分析

2.1 设计与制造缺陷

2.1.1 密封面粗糙度或平面度超差

在浮动油封的研制中,密封面的粗糙度、平面度等对密封性能起着至关重要的作用。当密封面的粗糙度超出一定的标准时,就会造成密封面之间的间隙分布不均,很难在表面上形成一层持续、稳定的润滑膜。粗糙的表面会使微凸体的直接接触面积增大,这会增加摩擦和磨损,进一步形成泄漏通道。另外,由于密封面平面度的超差会引起端面的接触压力分配不均,在某些部位由于高压而产生过量的磨损,而在另一些地方由于没有足够的压力而产生渗漏^[2]。这样的生产缺陷在刮板机运行时,由于其磨损程度的增加,使得其渗漏问题更为突出^[3]。

2.1.2 材料匹配不合理

动环、静环、密封件的选用与配合,直接关系到浮动油封的密封效果与服役寿命。其中,最常见的密封环材料就是合金铸铁与轴承钢,但二者的性能有很大差别。合金铸铁属高合金抗腐蚀铸铁,经铸造后,其天然硬度达到58HRC,经热处理后,其硬度可达到65HRC。但是,如100Cr6等轴承钢经过淬火处理后,其硬度可达到58~63HRC,但其抗腐蚀性能却比较低。若在工作过程中未对密封环进行适当选用,例如在腐蚀的介质中采用轴承钢密封环,则易缩短密封环的寿命,造成密封环过早腐蚀,影响密封表面的精度与完整性,进而引起渗漏。另外,O形圈等密封件的材质和润滑油的相容性也是十分关键的。若O形圈材质与润滑油有化学反应,则会使其弹性降低,老化开裂,从而丧失其密封性。

2.2 安装与装配误差

2.2.1 轴向间隙不当

在浮动油封装置的安装中,轴向间距是一个非常关键的参数。当轴向间隙太小时,将使轴与密封圈间的摩擦力增加,使密封圈内部的温度升高,从而加快了密封圈的磨损,缩短其使用寿命;当轴向间隙太大时,密封面之间接触面会因为压力不足致使密封无法形成。若在安装时未按设计规定进行轴向间隙的调节,或因安装工具的选用而造成的间隙调节误差,均会引起早期渗漏^[4]。

2.2.2 O形圈扭曲或损伤

O形圈在安装时,由于使用不当,极易产生变形和损坏现象。比如,在密封环的定位唇缘上套置O型圈时,若没有正确地选择合适的安装工具或者施加的压力不均衡,则会造成O形圈的扭转和变形。变形后的O形圈不但会降低其回弹力及密封特性,而且

在使用时由于产生的应力集中,有使其过早失效的危险。另外,在装配时,若发现有毛刺、刮痕或其他异物,同样会对O形圈造成损坏,从而形成渗漏通道。O形圈的破坏也会使密封板在承受压力时丧失其自身的弹性补偿能力,使密封面承受不住轴向压力,进而引起泄漏。

2.3 工况与运行条件影响

2.3.1 过载或冲击载荷导致端面变形

在煤矿作业中,由于经常要输送大量的煤和其他材料,因此,在作业时,往往会发生过载或冲击载荷。在减速器负载过度的情况下,浮动油封的动环、静环均会发生端面变形^[5]。它会影响密封的平整度及配合精度,造成接触压力分配不均,导致部分部位的润滑膜破裂,造成泄漏。通过对机械密封表面的摩擦特性进行研究,发现在其密封面发生形变后,其表面的摩擦特性将由混合摩擦向边界摩擦乃至干摩擦转化,从而引起磨损量的大幅上升。

2.3.2 润滑不足或污染

在浮动式油封中,润滑是保证其工作性能的关键,润滑的主要功能是减小密封表面的摩擦阻力,并具有一定的散热冷却效果。当润滑油脂含量不够时,由于密封面间的楔形间隙没有充分的润滑薄膜,将会造成密封面处于边界摩擦或干摩擦状态,造成严重的磨损与发热。另外,由于润滑油被污染,使得杂质、金属碎屑等混入油中,它们不仅会在密封面之间生成磨料颗粒,而且还会造成楔形间隙的阻塞,从而阻碍润滑油的渗入与分配,使润滑膜难以形成。比如,如果润滑油中存在大颗粒的杂质,就会在密封面上产生沟槽,从而产生渗漏的通路^[6]。

2.4 环境因素

刮板机工作的煤矿环境通常较为恶劣,存在高温、潮湿、粉尘等不利因素。高温环境会加速密封元件(如O形圈)的老化,使其弹性下降,密封性能降低。特瑞堡密封系统提供的NBR材料O形圈,其温度范围一般为-30℃至+100℃,如果环境温度超过这一范围,会缩短O形圈的使用寿命。潮湿的环境容易使密封环表面生锈,尤其是对于耐腐蚀性较差的轴承钢密封环,会破坏密封面的精度。粉尘和其他磨料性杂质容易侵入密封面间,加剧磨损,同时可能堵塞润滑油通道,导致润滑不良^[7]。

3 刮板机减速器浮动油封漏油预防与改进措施

3.1 设计优化

3.1.1 选用高耐磨合金铸铁材料

为提高浮动油封的耐磨性和耐腐蚀性,在设计过程中应优先选用高耐磨合金铸铁材料作为密封环的制造材料。合金铸铁具有较高的硬度(最低65HRC)和良好的耐腐蚀性能,能够更好地适应刮板机减速器的恶劣工作环境。与轴承钢相比,合金铸铁在耐磨性和抗腐蚀方面具有明显优势,尤其适用于存在粉尘、潮湿等恶劣条件的煤矿工况。通过选用合适的合金铸铁材料,可以延长密封环的使用寿命,减少因材料磨损和腐蚀导致的漏油问题。

3.1.2 优化密封面粗糙度

优化密封面的粗糙度是提高浮动油封密封性能的重要措施。在制造过程中,应严格控制密封面的粗糙度,使其满足设计要求。比如,密封安装沟槽的表面粗糙度 Ra 应大于 $4.6\mu m$, RZ 应小于 $10.0\mu m$, R_{max} 应小于 $16.0\mu m$ 。通过采用精密研磨和抛光工艺,降低密封面的粗糙度,使密封面更加光滑平整,有利于形成连续稳定的润滑膜,减少密封面间的泄漏通道。同时,优化密封面的平面度,确保端面接触压力分布均匀,从而提高密封性能和减少磨损^[8]。

3.2 安装规范

3.2.1 使用专用工具确保O形圈对中

为避免O形圈在安装过程中发生扭曲或损伤,应使用专用的安装工具进行安装。专用工具可以保证O形圈均匀地套在密封环的定位唇内表面,避免因用力不均匀或操作不当导致的扭曲变形。在安装前,应对密封沟槽和O形圈进行仔细检查,确保沟槽内无毛刺、划痕和杂质,O形圈表面完好无损。安装时,应在O形圈上涂抹适量的润滑剂(如肥皂水、水、酒精混合物等),以减少安装阻力,防止O形圈损伤。同时,在安装过程中,应确保O形圈正确定位,避免偏移或歪斜,以保证其密封性能和弹性补偿能力。

3.2.2 控制轴向间隙S值

为有效预防刮板机减速器浮动油封漏油,必须规范安装流程并精准控制轴向间隙 S 值。在安装时,应使用专用工具确保密封件正确对中,避免因安装不当导致的密封圈扭曲或损伤。同时,依据设计要求和实际工况,通过精确测量和调整,确保轴向间隙 S 值处于合理范围。建议在安装前进行间隙测量,并根据测量结果进行微调,以保证密封性能。此外,定期检查和维护安装工具,确保其精度和可靠性,也是保障安装质量的关键措施。在调整轴向间隙时,可以采用垫20片或其他调整装置,确保间隙测量准确,调整均匀。

3.3 加强运行维护

3.3.1 定期监测油液品质,采用适配润滑油

定期监测润滑油的品质是预防浮动油封漏油的重要措施。应建立定期油液检测制度,检查润滑油的粘度、酸值、杂质含量等指标,及时发现油液污染或劣化情况。当油液品质不符合要求时,应及时更换润滑油^[9]。同时,应根据刮板机减速器的工况条件,选择适配的润滑油。例如,可以使用传动油,如SAE80或SAE90,在其他情况下也可使用较稀的润滑油,如SAE20W20或SAE10W40。对于使用环保生物油的情况,应事先试验油液与弹性体材料的相容性,确保不会对O形圈等密封元件造成损害。

3.3.2 控制工况载荷波动,加装缓冲装置

为减少过载和冲击载荷对浮动油封的影响,应采取措施控制工况载荷的波动。在刮板机的运行过程中,应避免突然加载或卸载,合理控制运输物料的量,防止过载运行。同时,可以在减速器的输入或输出端加装缓冲装置,如弹性联轴器、液压缓冲器等,以吸收和缓冲冲击载荷,减少对浮动油封的影响。缓冲装置可以有效地降低载荷波动对密封面的冲击,防止端面变形和磨损加剧。此外,定期对刮板机的传动系统进行检查和维护,确保各部件运行正常,减少因部件故障导致的载荷异常波动。

4 结语

刮板机减速器浮动油封的漏油是一个复杂的工程问题,受到设计、制造、安装、工况和环境等多种因素的综合影响。分析发现,设计与制造缺陷、安装与装配误差、工况与运行条件影响和环境因素是导致泄漏的主要原因。为此要采取相应措施加强预防和维护。未来,随着煤矿生产自动化和智能化水平的提高^[10],对刮板机减速器的可靠性要求也将越来越高。

[参考文献]

- [1]赵炎.刮板机减速器漏油故障的应对分析[J].机械管理开发,2024,39(01):176-178.
- [2]孔令姣.煤矿刮板机常见故障分析与处理方法探究[J].机械管理开发,2017,32(06):47-48+55.
- [3]郭明磊.SGZ-764/400型刮板机的改造与应用[J].矿业装备,2022,(02):232-233.
- [4]王大儒.刮板机减速器高速轴轴承跑外圈故障分析与改进[J].机械管理开发,2019,34(07):76-77.
- [5]王伟.刮板机减速器的现状及发展研究[J].机械工程师,2018,(05):106-107+110.
- [6]肖文远,孙建荣,南朝云,等.输送机减速器伸出轴密封渗漏的分析与应对[J].陕西煤炭,2019,38(06):70-73+90.
- [7]于占君.SGB-12型刮板运输机的改造[J].机电工程技术,2019,48(09):271-273.
- [8]李继征,丁宝民,魏毅,等.变压器滤油阶段漏油监测智能辅助系统设计[J].电气技术与经济,2020,(Z1):21-24.
- [9]鲁艳青.浅议原煤主运输刮板机的改造[J].机械管理开发,2023,38(09):117-119.
- [10]张增辉,冯德旺,张云霄,等.基于机器学习的变压器超疏水薄膜滤油效果识别[J].绝缘材料,2023,56(12):98-103.

作者简介:

戴雪梅(1983--),女,汉族,内蒙古人,职称:中级工程师,大学本科,主要研究方向:煤矿浮动密封。