

步进梁系统中油缸密封技术及其故障预防策略

周 懿 胡岳明 叶建华 严永彬
宁波宝新不锈钢有限公司 浙江 宁波 315807

摘要: 步进梁系统作为现代冶金工业中的关键设备,其油缸密封技术直接关系到系统的稳定性和运行效率。本文深入探讨了步进梁系统中油缸密封技术的核心要点,包括密封材料的选择、密封结构的设计以及密封件的安装与维护。针对常见的密封故障,提出有效的预防策略,旨在提高油缸密封性能,延长设备使用寿命,确保步进梁系统的安全高效运行。本研究对于冶金工业及相关领域的技术进步具有重要的指导意义。

关键词: 步进梁系统;油缸密封技术;故障预防

1 步进梁系统与油缸密封技术概述

1.1 步进梁系统结构与工作原理

步进梁系统是轧钢厂最常用的钢卷运输设备之一。其结构主要由固定部件和活动部件组成。固定部件包括轨道装配、立柱、横梁、固定鞍座和导向轮等;活动部件则主要有箱型活动梁、升降机构、平移机构和车轮组等。步进梁一般处于地下,其上布置有马鞍形焊接结构的固定鞍座,每个固定鞍座相距一定距离进行布置。步进梁的工作原理是通过升降机构和横移机构来实现步进式输送物料。在个别情况下,也可以通过偏心回转机构来实现步进。步进梁通过动梁“上升-前进-下降-后退”周期性的运动,实现钢卷在固定鞍座上的步进式搬运。这种运动分为平移运动和升降运动两部分,平移运动一般由平移液压缸装置驱动。根据升降机构的型式,步进梁可分为垂直式、连杆式、斜坡式和偏心轮式。垂直式:由液压缸直接升起,升降行程可以做得较大,通常使用的行程可达380mm,但大于400mm时对液压缸活塞杆的刚度要求较高^[1]。连杆式:由连杆摆动实现动梁升降,并有连杆保证动梁升降的同步性,液压回路和控制系统较为简单。斜坡式:通过车轮和斜坡实现升降,能承受较大的负载,多用于加热炉中钢坯的运输。偏心轮式:通过偏心轮机构实现升降,动梁升降距离是偏心轮摆角的函数,液压缸匀速运动时,动梁上升的速度是慢-快-慢的变化,低速启动和停止,冲击相对较小,运行平稳,承载能力好,维护简单。

1.2 油缸密封技术基础

油缸密封的主要作用是防止液压油泄漏和氧化变质,确保液压系统正常工作。油缸密封的原理是依靠密封材料的柔软性和弹性实现的,密封材料主要包括橡胶密封件和金属密封件。油缸密封包括活塞密封、杆密封和止推环密封。活塞密封:主要由活塞环和O形圈组成,

O形圈通常安装在活塞环后面,防止液压油泄漏。如果活塞密封磨损或老化,将导致液压油泄漏,从而使液压系统失效。杆密封:通过摩擦力和密封力防止液压油与外界接触,通常由O形圈和金属密封件组成,金属密封件位于O形圈外侧,可保护O形圈免受外界损伤。止推环密封:使活塞保持正确的位置,同时防止液压油泄漏,通常安装在活塞杆的后面。

2 步进梁系统中油缸密封技术的应用

2.1 油缸密封件的选择

在步进梁系统中,油缸密封件的选择是一个至关重要的环节,直接关系到系统的稳定性和可靠性。这些密封件不仅要能够承受系统的工作压力,还要能够适应高温、油液腐蚀以及机械磨损等恶劣环境。在选择密封件时,必须综合考虑多种因素。常见的密封件材料包括橡胶、聚氨酯、聚四氟乙烯(PTFE)和金属等。每种材料都有其独特的性能特点,如橡胶具有良好的弹性和耐油性,聚氨酯则具有更高的耐磨性和耐温性,PTFE则以其优异的耐腐蚀性和化学稳定性著称,而金属密封件则具有高强度和耐高温的特性。在选择时,需根据步进梁系统的工作环境和要求,仔细评估各种材料的耐油性、耐温性、耐磨性和弹性恢复能力。密封件的尺寸和形状也必须与油缸的结构相匹配。这包括密封件的直径、厚度、唇部尺寸等参数,以及密封件与油缸缸体、活塞杆等部件的配合间隙。只有确保密封件的尺寸和形状与油缸结构相匹配,才能实现良好的密封效果和长久的使用寿命。

2.2 密封结构的设计

密封结构的设计是油缸密封性能和可靠性的关键因素之一。在步进梁系统的油缸中,常见的密封结构包括活塞密封、杆密封和端盖密封。活塞密封通常采用多道唇形密封和O形圈组合的设计。唇形密封通过其唇部与缸

体之间的紧密配合,实现有效的密封效果;而O形圈则作为辅助密封件,提供额外的密封保障。这种组合设计不仅提高密封效果,还增强密封件的耐磨性和耐腐蚀性^[2]。杆密封则采用防尘圈和刮油环的组合设计,防尘圈主要用于防止外部杂质进入油缸,保护密封件免受损坏;而刮油环则用于刮除活塞杆上的油液,防止油液泄漏。这种组合设计不仅提高密封性能,还延长密封件的使用寿命。端盖密封则采用金属或橡胶材质的密封垫,金属密封垫具有高强度和耐高温的特性,适用于高压、高温的工作环境;而橡胶密封垫则具有良好的弹性和耐油性,适用于一般工作环境。在设计时,需根据油缸的工作压力、温度和介质特性等因素,选择合适的密封垫材质和结构形式。设计时还需考虑密封件的预紧力、安装间隙和润滑条件等因素。预紧力的大小直接影响到密封件的密封效果和使用寿命;安装间隙则决定了密封件与缸体、活塞杆等部件的配合紧密程度;而润滑条件则关系到密封件的磨损程度和密封性能。在设计密封结构时,必须综合考虑这些因素,以优化密封性能和延长使用寿命。

2.3 密封件的安装与维护

密封件的正确安装和维护对于步进梁系统油缸的密封性能至关重要。在安装过程中,必须确保密封件的清洁和干燥,避免杂质和水分对密封性能的影响。这包括在安装前对密封件进行清洗和干燥处理,以及在安装过程中避免使用含有杂质和水分的润滑剂或清洗剂。同时要按照厂家提供的安装指南和规范进行操作。这包括正确选择安装工具和方法、控制安装力度和角度、确保密封件安装到位且预紧力适中。在安装过程中,还需注意避免对密封件造成划伤、扭曲或损坏等不良影响。在维护方面,应定期检查密封件的状态。这包括检查密封件的磨损程度、弹性恢复能力和是否有裂纹或变形等异常情况。一旦发现密封件损坏或性能下降,应及时更换以避免油液泄漏和系统故障。还应保持油缸的清洁和润滑。这包括定期清洗油缸内部和外部的杂质和油垢、更换污染的油液、保持润滑系统的正常运行等。通过保持油缸的清洁和润滑,可以减少密封件的磨损和延长使用寿命。

3 油缸密封故障及其原因分析

3.1 泄漏故障

油缸密封泄漏是步进梁系统中常见的故障之一,其直接影响了系统的稳定性和效率。泄漏故障通常表现为油液从密封部位渗出或滴落,严重时甚至会导致油缸无法正常工作。泄漏的原因多种多样,密封件老化是最常见的原因之一。随着时间的推移,密封件材料会因受

热、氧化和机械应力等因素而逐渐失去弹性,导致密封性能下降。密封件的安装不当也是导致泄漏的重要原因。如安装过程中密封件被划伤、扭曲或未正确定位,都会造成密封不严^[3]。油缸缸体和活塞杆的表面粗糙度过高,或者存在划痕、腐蚀等缺陷,也会加速密封件的磨损,进而引发泄漏。系统压力波动过大、油温过高以及油液中的杂质等因素,同样会对密封件造成损害,导致泄漏故障的发生。

3.2 摩擦与磨损故障

油缸密封的摩擦与磨损故障是影响其使用寿命和性能的关键因素。在步进梁系统的运行过程中,密封件与缸体、活塞杆等部件之间会产生持续的摩擦,导致密封件表面材料的逐渐磨损。这种磨损不仅会降低密封性能,还可能引发泄漏和油液污染等问题。摩擦与磨损故障的原因主要包括:一是密封材料与缸体、活塞杆等部件的摩擦系数不匹配,导致磨损加剧;二是密封件预紧力不足或过大,预紧力不足时密封件易在压力下发生位移,而预紧力过大则会加速密封件的磨损;三是油液中的杂质和颗粒物会加剧密封件与缸体、活塞杆之间的摩擦和磨损;四是系统工作压力过高或波动过大,也会对密封件造成额外的磨损。密封件的设计不合理,如唇部尺寸、材料硬度等不符合实际需求,同样会加速磨损过程。

3.3 其他故障

除了泄漏和摩擦与磨损故障外,油缸密封还可能面临其他类型的故障。例如,密封件的硬化和脆化是常见的故障之一,这通常是由于密封材料长期暴露在高温、高压或腐蚀性环境中导致的。硬化和脆化的密封件不仅失去了原有的弹性和密封性能,还可能在受到外力作用时发生断裂或破碎。密封件的变形也是常见的故障类型,这可能是由于安装过程中受力不均、密封件材料内部应力未释放等原因造成的。变形的密封件无法与缸体、活塞杆等部件紧密配合,从而导致泄漏。另外,油缸密封还可能因设计或制造缺陷而出现故障,如密封槽尺寸不准确、密封件安装孔位置偏差等,这些都会严重影响密封性能。

4 油缸密封故障预防策略

4.1 加强密封件的选用与管理

油缸密封件的选用与管理是预防密封故障的首要环节,直接关系到油缸的稳定运行和企业的生产效益。在选用密封件时,必须综合考虑工作环境的温度、压力、介质特性、运动方式以及密封要求等多方面因素,选择最适合的密封材料和结构。除了选用合适的密封件外,加强密封件的管理同样至关重要,企业应建立完善的密封

件库存管理制度,确保密封件的存储环境干燥、清洁,避免阳光直射、高温烘烤、潮湿等不利因素的影响^[4]。应定期对库存密封件进行检查和测试,及时发现并处理变质、老化、损坏等不合格密封件,确保库存密封件的质量可靠。还应建立密封件使用记录,详细记录密封件的使用时间、工作环境、更换周期等信息,以便及时发现并处理密封件使用过程中的异常情况,确保油缸密封性能的稳定性和可靠性。

4.2 优化密封结构与设计

为了预防油缸密封故障,企业应不断优化密封结构与密封件的设计,提高密封件的密封性能和使用寿命。首先,应根据实际工作环境和密封要求,合理选择密封形式和密封材料。还应优化密封件的唇部尺寸、材料硬度、预紧力等参数,确保密封件与缸体、活塞杆等部件之间的紧密配合,减少泄漏和磨损。另外,还应加强密封件与缸体、活塞杆等部件之间的配合设计。例如,在缸体和活塞杆的表面处理上,可采用镀硬铬、喷丸硬化等工艺,提高表面硬度和耐磨性,减少密封件的磨损。同时应合理设计密封槽的尺寸和形状,确保密封件能够正确安装且不易脱落。在密封件的安装孔位置设计上,应充分考虑密封件的安装和拆卸方便性,避免安装过程中因操作不当而损坏密封件。通过优化密封结构与密封件的设计,可以显著提高油缸密封性能和使用寿命,降低密封故障的发生率。

4.3 提高维护与保养水平

维护与保养是预防油缸密封故障的重要手段。企业应定期对油缸密封部位进行检查和清洁,及时清除附着在密封件表面的杂质、油垢等污染物,保持密封部位的清洁和干燥。应检查密封件的磨损和老化情况,及时更换磨损严重或老化的密封件,避免因密封件失效而导致的泄漏和故障。在更换密封件时,应严格按照操作规程进行,确保密封件安装正确、预紧力适中,避免因安装不当而导致的密封失效。还应加强油缸的润滑管理。润滑不仅可以减少密封件与缸体、活塞杆等部件之间的摩擦和磨损,还可以提高密封性能和使用寿命。企业应选择合适的润滑剂,定期向油缸内加注润滑剂,确保润滑剂的清洁度和润滑效果。应定期检查润滑系统的运行状态,及时发现并处理润滑系统中的故障和问题,避免因润滑不良而导致的密封故障。通过提高维护与保养水

平,可以确保油缸密封性能的稳定性和可靠性,延长设备的使用寿命。

4.4 加强故障监测与诊断

故障监测与诊断是预防油缸密封故障的有效手段。企业应建立完善的故障监测与诊断系统,实时监测油缸密封部位的工作状态和性能参数。一旦发现异常数据或故障信号,应立即进行分析和处理,避免故障进一步恶化^[5]。在故障监测与诊断过程中,应充分利用现代技术手段,如振动分析、声发射检测、红外热成像等,对油缸密封部位进行非破坏性检测和诊断。这些技术手段不仅可以提高故障监测的准确性和可靠性,还可以降低故障检测和诊断的成本和时间。同时加强对故障数据的收集和分析,建立故障数据库和专家系统,为故障的预防和处理提供科学依据和技术支持。还应加强人员培训和技术交流,提高人员对油缸密封故障的认识和了解,掌握故障监测与诊断的方法和技能。通过加强故障监测与诊断,可以及时发现并处理油缸密封故障,确保设备的稳定运行和企业的生产效益。

结束语

通过对步进梁系统中油缸密封技术及其故障预防策略的深入研究,我们不仅加深对油缸密封机理的理解,还提出一系列切实可行的预防措施。这些策略的实施将有助于减少密封故障的发生,提高设备的可靠性和稳定性。未来,随着技术的不断进步和创新,油缸密封技术将向着更高效、更环保、更智能的方向发展,为冶金工业的持续健康发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]张华,李强.化工厂机械密封系统故障诊断技术研究[J].化工机械,2022,39(2):45-51.
- [2]王磊,赵刚.机械密封系统预防性维护策略[J].石油化工设备,2021,40(6):78-84.
- [3]刘波,陈晨.基于大数据的化工厂机械密封系统故障预测模型[J].过程工程学报,2023,25(4):123-130.
- [4]丁港.机械自动化技术在机械制造业中的应用[J].造纸装备及材料,2020,49(04):40.
- [5]张文明.基于学科核心素养的高中物理教学思考[J].高中数理化,2020(16):38.