

立辊轧机轴承机械密封设计及安装维护

贺 龙

安阳钢铁建设有限责任公司 河南 安阳 455004

【摘要】：本文聚焦于立辊轧机轴承机械密封，阐述了其设计要点，包括密封结构选型、材料选择、辅助系统设计等方面；详细介绍了安装过程中的关键步骤与注意事项；同时说明了日常维护的方法与周期。旨在为立辊轧机轴承机械密封的可靠运行提供理论支持与实践指导，保障轧机的高效稳定生产。

【关键词】：立辊轧机；轴承机械密封；设计；安装；维护

DOI:10.12417/2705-0998.25.15.034

引言

立辊轧机是轧钢生产中的关键设备，其轴承在高速、重载及恶劣工况下运行，轴承的密封性能直接关系到轧机的正常运行与使用寿命。机械密封作为一种高效的密封方式，在立辊轧机轴承密封中发挥着重要作用。合理的机械密封设计、正确的安装以及定期的维护，能够有效防止润滑油泄漏和外界杂质侵入，确保轴承的良好润滑与稳定运转。

1 立辊轧机轴承机械密封设计

1.1 密封结构选型

立辊轧机轴承机械密封的结构选型需充分考虑其复杂的工作环境，确保密封的可靠性和长期稳定性。在多种密封结构中，双端面密封因其多重密封屏障的特性而成为立辊轧机轴承的首选方案。双端面密封由两套密封端面组成，通过中间通入阻封液形成双重保护，有效隔离润滑油泄漏并防止外部水、灰尘等污染物侵入轴承内部。相较于单端面密封，双端面密封在高压、高速及高污染工况下表现更为优越，能够显著延长轴承及密封的使用寿命。阻封液的引入不仅提升了密封性能，还能通过压力调节实现密封腔内的动态平衡，避免因压力波动导致的密封失效。选型时需结合轧机的具体运行参数，如转速、载荷及介质特性，确保密封结构的适应性。合理的密封结构设计能够减少维护频率，降低运行成本，为轧机的连续高效运转提供保障。

1.2 材料选择

机械密封的材料选择直接影响其耐磨性、耐腐蚀性及整体使用寿命。动、静环作为核心摩擦副，通常采用硬质合金与碳石墨的组合，硬质合金提供高硬度和耐磨性，碳石墨则发挥自润滑和耐腐蚀优势，两者配合可有效降低摩擦系数与磨损率。辅助密封圈材料需具备良好的弹性和化学稳定性，橡胶适用于一般工况，而聚四氟乙烯则在高腐蚀或高温环境中表现更优。弹簧及金属构件多采用不锈钢材料，确保在恶劣条件下仍能保持足够的强度和弹性。材料的选择需综合考虑介质的腐蚀性、工作温度及压力等因素，避免因材料性能不足导致密封早期失效。通过科学的材料匹配，能够显著提升密封的可靠性，减少

因磨损或腐蚀引起的泄漏风险。

1.3 辅助系统设计

机械密封的辅助系统设计是确保其高效运行的关键环节。冲洗系统通过向密封腔注入清洁液体，实现对密封端面的冷却和润滑，同时清除摩擦产生的磨屑，维持端面清洁。冷却系统在高温工况下尤为重要，通过水冷或风冷方式有效控制密封腔温度，避免过热导致的密封变形或失效。监测系统集成压力、温度传感器，实时反馈密封工作状态，为故障预警和维护决策提供数据支持。辅助系统的合理配置能够显著提升密封的适应性和稳定性，尤其在极端工况下，通过动态调节冲洗液压力和流量，可进一步优化密封性能。完善的辅助系统不仅能延长密封寿命，还能降低突发故障风险。

2 立辊轧机轴承机械密封安装

2.1 安装前准备

机械密封安装前的准备工作直接关系到后续安装质量和使用寿命，必须执行严格的检查标准和规范流程。密封件的全面检查是首要环节，需使用放大镜等工具仔细检查动环和静环的密封端面，确认无任何划痕、裂纹或凹坑等缺陷，表面粗糙度需满足技术要求。辅助密封圈要逐个检查其弹性恢复性能、表面完整性和尺寸精度，确保无老化、变形或切口等问题。轴承座和轴颈等安装部位的清洁工作必须彻底，采用无绒布和专业清洗剂去除所有油污、铁锈和加工残留物，清洁完成后需立即采取防尘措施。安装部位的尺寸精度要使用千分尺等精密量具进行验证，特别是轴颈的圆度、圆柱度和表面光洁度必须符合标准。工具准备环节需要考虑专用工具的需求，如使用液压拆装工具来确保装配精度，所有测量工具都需要提前校准验证。环境控制是安装准备的重要部分，理想的操作环境应具备防尘措施、恒温恒湿条件，避免温度波动导致的测量误差和材料变形。人员培训也不容忽视，操作人员需要充分理解密封结构原理和安装规范，掌握正确的测量方法和工具使用技巧。完善的准备工作能够有效预防安装过程中的各类问题，为密封性能提供基本保障。

2.2 安装步骤

机械密封的安装过程必须遵循严格的工艺要求和标准化的操作流程,确保各部件精准就位和正确配合。静环安装是整个装配过程的基础环节,安装前需确认密封腔的加工精度,使用专用工装将静环平稳压入到位,并用百分表检测其端面跳动和径向跳动,误差控制在0.05mm以内。动环组件的预装配需要注意弹簧压缩量的调整,确保各部件相对位置正确,组装完成后需检查动环的轴向浮动性能。将动环组件安装到轴上时要特别注意导向方法,可采用热装或专用导向工具避免密封面损伤,安装后要检查动环与轴的同轴度。辅助密封圈的安装必须采用正确的方法,橡胶类密封圈可涂抹适量润滑脂辅助安装,但需绝对避免使用尖锐工具撬动。密封圈就位后要仔细检查其扭转和挤压状态,确保无任何扭曲或切口缺陷。紧固环节需要特别注意螺栓的拧紧顺序和扭矩控制,采用交叉方式分阶段均匀施力,最终扭矩值要使用经过校准的扭矩扳手精确控制。装配完成后需进行静态测试,包括手动盘车检查转动灵活性,测量密封端面的贴合情况。有条件的可进行气压测试,检查密封系统的初始密封性能。

2.3 安装注意事项

机械密封安装过程中的质量控制需要关注多个关键因素,任何疏忽都可能导致密封早期失效。环境控制是最基本的要求,安装现场必须保持清洁,建议设立专用装配区域并控制人员出入,必要时可采用净化措施控制空气中颗粒物含量。温湿度控制也很重要,特别是对于大尺寸密封件,环境温度变化可能导致测量误差和配合尺寸变化。操作规范必须严格执行,每一个装配动作都要按照标准作业流程进行,禁止随意改变安装顺序或省略检查步骤。密封面的保护是重中之重,在搬运、装配过程中要使用专用保护套,避免任何可能的磕碰和划伤。安装过程中使用的润滑剂要谨慎选择,必须确认与密封材料的相容性,禁止使用含有固体颗粒或腐蚀性成分的产品。工具管理也不容忽视,所有与密封面接触的工具都必须采用软质材料包裹,测量工具的精度要定期验证。人员操作要求包括佩戴干净手套、使用正确的施力方法等细节,安装人员需要经过专业培训并考核合格。装配过程中的检查要形成标准化的记录表格,包括各阶段的尺寸测量数据、装配参数等,这些记录不仅是质量追溯的依据,也是后续维护的重要参考。安装完成后的设备调试也要特别注意,初始运行阶段要密切监测密封性能参数,包括温度、振动和泄漏情况等,发现问题要及时停机检查。

3 立辊轧机轴承机械密封维护

3.1 日常检查

机械密封的日常检查工作是保障立辊轧机轴承长期稳定运行的基础性工作,需要建立系统化的检查制度和标准化的操作流程。在日常检查过程中,操作人员应采用目视检查与仪器

检测相结合的方式,对机械密封进行全方位的状态评估。外观检查环节需重点关注密封压盖与轴承座结合部位的渗漏情况,观察是否有润滑油或阻封液渗出痕迹。检查时应注意区分正常微量渗透与异常泄漏的区别,一般轻微的潮湿现象属于正常范围,但出现滴漏或喷射状的泄漏则必须立即处理。同时要仔细检查所有紧固螺栓的锁紧状态,确认无松动或脱落现象,特别是高速运转设备上的螺栓松动可能会引发严重后果。对于采用双端面密封的结构,需要分别检查主密封和辅助密封的工作状况。运行参数监测是日常检查的另一重要内容,应通过安装的压力传感器和温度传感器实时记录密封腔内的工况参数。正常情况下这些参数应该保持相对稳定,若出现压力骤降可能预示密封失效,压力升高则可能意味着冲洗系统堵塞。温度监测同样关键,密封端面摩擦导致的异常升温往往是密封故障的前兆。建议建立完整的参数记录档案,通过趋势分析来预判密封性能的衰减情况。日常检查还应包括对辅助系统的检查,如确认冲洗系统的流量和压力是否正常,冷却系统的换热效果是否良好等。检查过程中发现的任何异常都应详细记录,并制定相应的处理方案。

3.2 定期维护

定期维护是确保立辊轧机轴承机械密封长期可靠运行的关键措施,需要制定科学的维护计划并严格执行。润滑油和阻封液的更换是定期维护的首要工作,应根据设备累计运行时间和油品检测结果确定更换周期。更换过程中必须彻底清洗整个润滑系统,包括密封腔、油路管道和过滤器等部位。清洗时应选择与密封材料相容的专业清洗剂,避免使用可能腐蚀密封件的溶剂。对于重要的轧机设备,建议在换油前取样送检,通过油液分析了解密封磨损状况。密封件的清洗工作需要专业技术人员操作,拆卸过程要确保不会损伤密封面和其他精密部件。拆解后的机械密封组件应使用无尘布和专用清洗剂进行清洁,重点清除密封端面上积累的磨屑和污渍。对于碳石墨环等易损件,清洗时要格外小心,避免刮伤摩擦表面。动环和静环的检查是维护工作的核心环节,需要使用放大镜或显微镜仔细观察密封面的磨损形态。正常的磨损应该呈现均匀的光滑痕迹,若出现点蚀、裂纹或严重沟槽等异常磨损,则必须分析原因并更换受损部件。辅助密封圈的检查包括外观检查、尺寸测量和弹性测试,老化变硬或永久变形的密封圈必须及时更换。在重新装配时,所有密封接触面都要涂抹适量的润滑脂,确保初始运行时的润滑效果。装配完成后应进行静态测试,检查各部位的配合精度和紧固状态。有条件的情况下,建议在设备重新投入运行后进行振动监测和温度监测,验证维护效果。

3.3 维护周期

科学合理的维护周期设置对立辊轧机轴承机械密封的寿命管理至关重要,需要综合考虑多方面因素制定个性化的维护计划。日常检查必须建立严格的制度规范,建议按照三班制生

产的特点,安排每个工作班次都进行例行检查。检查内容应包括直观的外观检查、运行参数记录和简单功能测试,重点设备还应该增加检查频次。定期维护周期的确定需要科学的方法,不能简单地采用固定时间间隔。影响维护周期的主要因素包括设备的工作负荷、运行环境、密封结构类型以及历史维护记录等。对于连续运转、负荷较重的立辊轧机,建议每3个月就进行一次全面维护;而间歇运行、负荷较轻的设备可以适当延长至6个月。特殊工况下的设备,如处于高粉尘环境或腐蚀性介质中的密封,维护周期应该相应缩短。维护周期的制定还应参考设备制造商的技术建议,结合现场实际运行情况进行优化调整。随着设备使用年限的增加,密封件的磨损速度会逐步加快,后期的维护周期应该适当缩短。建议采用基于状态的维护策略,通过振动分析、油液检测等先进手段来实时评估密封状态,实现维护时机的精准把握。对于关键生产线上的重要设备,可

以考虑采用在线监测系统,实现维护需求的自动预警。维护周期一旦确定就应该严格执行,不能因为生产任务紧张而随意推迟。同时也要保持一定的灵活性,当发现异常情况时能够及时安排临时维护。维护周期的调整需要建立在充分的数据分析基础上,每次维护后都应该评估效果,为下一次维护时机的确定提供依据。

4 结语

综上所述,立辊轧机轴承机械密封的设计、安装与维护是一个系统工程,每个环节都至关重要。合理的设计是保证密封性能的基础,正确的安装是确保密封正常运行的关键,而定期的维护则能延长密封的使用寿命,提高设备的可靠性。通过科学的设计、规范的安装和精心的维护,可以有效减少立辊轧机轴承的泄漏问题,降低设备故障率,保障轧机的高效稳定生产,为企业创造良好的经济效益。

参考文献:

- [1] 宋国胃,谢苏江.轴承箱用磁力机械密封的设计和性能研究[J].液压气动与密封,2025,45(04):124-128.
- [2] 董明明.立辊轧机轴承机械密封设计及安装维护[J].山西冶金,2024,47(09):245-246+249.
- [3] 周丹萍.立辊轧机故障解析及维修原理分析[J].山西冶金,2024,47(09):250-251+254.
- [4] 吴长杰,张会明,东占萃,等.精轧机增加小立辊的设计与实施[C]//中国金属学会.第十四届中国钢铁年会论文集—13.冶金设备与工程技术.北京首钢股份有限公司;,2023:60-64.
- [5] 姚建斌.轧机轴承机械密封设计及安装维护初探[J].山西冶金,2022,45(09):194-196.
- [6] 黄志坚.机械设备故障诊断与监测技术[M].化学工业出版社:202007:508.
- [7] 龙刚领.立辊轧机宽度自动控制设计与应用[J].金属世界,2019,(05):62-63.