

机械密封技术在水处理设备中的应用和性能改进

胡晓军¹ 叶明辉² 刘香桂³

1 杭州天泽净化科技有限公司, 浙江 杭州 310000

2 杭州程天科技发展有限公司, 浙江 杭州 310000

3 杭州天创环境科技股份有限公司, 浙江 杭州 310000

[摘要] 水处理设备在现代社会中具有重要的地位和作用, 而机械密封技术作为水处理设备中不可或缺部分, 其性能直接影响着设备的运行效率和稳定性。文中针对机械密封技术在水处理设备中的应用和性能改进进行研究与探讨, 通过对机械密封技术的基本原理、分类以及性能改进方面进行概述, 探讨密封材料、密封结构和密封技术的改进对水处理设备性能的影响。在此基础上, 分析了机械密封技术在水泵、污水处理设备和医院医用设备中的具体应用情况, 为提高水处理设备的效率和稳定性提供了理论和实践支持。

[关键词] 机械密封技术; 水处理设备; 性能改进; 应用

DOI: 10.33142/hst.v7i4.12277

中图分类号: TH136

文献标识码: A

Application and Performance Improvement of Mechanical Sealing Technology in Water Treatment Equipment

HU Xiaojun¹, YE Minghui², LIU Xiangui³

1 Hangzhou Tianze Purification Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

2 Hangzhou RoboCT Technology Development Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

3 Hangzhou Tianchuang Environmental Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract: Water treatment equipment plays an important role and position in modern society, and mechanical sealing technology, as an indispensable part of water treatment equipment, its performance directly affects the operational efficiency and stability of the equipment. The article focuses on the application and performance improvement of mechanical seal technology in water treatment equipment. By summarizing the basic principles, classification, and performance improvement of mechanical seal technology, the article explores the impact of seal materials, seal structures, and seal technology improvements on the performance of water treatment equipment. On this basis, the specific application of mechanical sealing technology in water pumps, sewage treatment equipment, and hospital medical equipment was analyzed, providing theoretical and practical support for improving the efficiency and stability of water treatment equipment.

Keywords: mechanical sealing technology; water treatment equipment; performance improvement; application

引言

当今社会, 水资源的保护和有效利用日益成为一项重要议题。水处理设备作为解决水资源管理问题的关键工具, 对其性能的提升和稳定运行至关重要^[1]。机械密封技术, 作为水处理设备中的重要组成部分, 直接关系到设备的密封性、耐久性和稳定性。因此, 深入研究机械密封技术在水处理设备中的应用和性能改进, 对于提高水处理设备的效率、降低维护成本、推动可持续水资源管理具有重要的理论和实际意义。

水资源短缺、水污染等问题对全球范围内的可持续发展构成威胁, 使得水处理设备在确保水质安全和提高水资源利用率方面扮演着关键的角色, 机械密封技术, 作为水处理设备中的重要组成部分, 直接关系到设备的密封性、耐久性和稳定性。水处理设备的密封性能直接影响着水处理过程中的能效, 而密封失效则可能导致水质污染、设备

故障等问题, 对机械密封技术进行深入研究十分有必要。基于此, 本文全面了解机械密封技术在水处理设备中应用现状, 并通过对其性能改进的研究, 以满足不同水处理设备在各种工况下的实际需求, 通过深入挖掘机械密封技术的潜力, 有望解决全球范围内的水资源管理难题, 提供更为可行和创新的解决方案。

1 机械密封技术概述

1.1 机械密封的基本原理

机械密封是通过机械装置阻止流体沿轴向或径向泄漏的密封方式, 其基本原理是利用密封件之间的相对运动产生的接触压力, 阻止流体在密封处的泄漏。机械密封中, 通常包括两个基本部件: 旋转部件和固定部件。旋转部件通常与轴相连, 而固定部件则与设备的外壳或固定结构相连, 两个部件间安装有一个或多个密封件, 通过它们之间接触, 形成了密闭空间, 阻止流体泄漏。当机械密封处于

工作状态时,密封件产生接触压力,通过与密封件之间的摩擦力和变形来防止流体泄漏。

密封件通常由耐磨性强、柔软且具有一定弹性的材料制成,如橡胶、聚四氟乙烯(PTFE)等,能够在接触压力的作用下变形并填充密封间隙,形成有效的密封。同时,机械密封利用润滑剂或润滑油来减少密封处的摩擦,提高密封性能。机械密封的工作过程中,密封件之间接触压力通常由外部力或弹簧等装置提供,当外部力消失或减小时,弹簧会使得密封件产生更大的接触压力,从而保证密封的可靠性。

1.2 机械密封的分类

机械密封根据其密封方式和结构特点的不同,分为旋转密封和往复密封两大类。旋转密封主要适用于旋转轴的密封,例如水泵、离心压缩机、搅拌器等设备,其工作原理是通过密封件的相对旋转来实现密封效果,常见旋转密封类型包括单端面机械密封、双端面机械密封和多级密封等。单端面机械密封由一个密封环和一个摩擦副组成,其中一个部件固定在轴上,另一个部件固定在设备壳体上;双端面机械密封则在轴的两端各安装一个密封组件,用于双向密封。多级密封通常由多个密封环组成,能够提供更高的密封性能和稳定性^[2]。

往复密封主要适用于往复运动的活塞或柱塞的密封,例如柱塞泵、气缸等设备,其工作原理是通过密封件的往复运动,使其与固定部件形成密闭空间,从而实现密封效果,常见往复密封类型包括活塞环密封、活塞杆密封和柱塞密封等。活塞环密封通常安装在活塞环槽中,通过活塞与气缸壁之间的摩擦来实现密封;活塞杆密封安装在活塞杆上,用于防止液体或气体从活塞杆外部泄漏;柱塞密封则常用于柱塞泵等设备中,通过柱塞与密封环之间的摩擦来实现密封效果。

除以上两类主要的机械密封类型外,还有一些特殊用途的机械密封,例如旋转-往复密封、半导体密封等,在特定的工业领域或特殊应用中发挥着重要作用。

2 机械密封技术的性能改进

2.1 密封材料的改进

密封材料选择直接影响到机械密封的密封性能、耐久性和适用范围。随着科学技术的发展和工程材料的不断创新,新型密封材料的涌现为提升机械密封技术提供了重要的支撑^[3]。首先,注重提高其耐磨性。在高速旋转或往复运动的密封应用中,密封件与轴或活塞之间的摩擦会造成材料表面的磨损,降低密封效果和使用寿命,例如,采用高强度、高硬度的陶瓷材料作为密封件,能够有效减少磨损,提高密封件的耐久性和稳定性。其次,密封材料的耐腐蚀性。在化工、石油、海洋等腐蚀性环境中,常规材料容易受到腐蚀而失效,研发耐腐蚀性强密封材料至关重要,如采用氟橡胶、氟塑料等具优异耐腐蚀性的材料作为密封

件,能够在恶劣环境下保持密封性能,提高设备可靠性和使用寿命。再次,密封材料耐高温性。高温环境下,传统材料易软化、变形或氧化,导致密封性能下降,采用耐高温密封材料对于提高机械密封适用范围至关重要,如聚四氟乙烯(PTFE)等高温稳定性材料作为密封件,在高温环境下保持良好密封性能,确保设备正常运行。最后,密封材料的弹性和可塑性。密封材料需要具有一定弹性和可塑性,以适应密封件与轴或活塞之间的微小变形和不规则表面,从而实现良好的密封效果。

2.2 密封结构的改进

密封结构设计直接影响到机械密封的密封效果、稳定性和适用范围,随着工程技术的发展和密封领域的研究深入,新型的密封结构不断涌现,为提升机械密封技术提供了重要的支撑。首先,采用多级密封结构,通过增加密封环的层数或设置密封间隔,能够有效提高密封件的接触压力和密封效果,防止流体泄漏;采用特殊的密封副结构,如波纹管密封、喷水密封等,能够在高温、高压或振动环境下实现更稳定的密封效果。其次,改进提高密封件的耐久性和稳定性,采用预加载装置或弹簧等装置,能够在机械密封工作过程中保持密封件的压力和接触状态,延长密封件的使用寿命;采用自润滑、自冷却或自清洁等技术,减少密封件的摩擦和磨损,提高密封件的稳定性和可靠性。再次,提高密封适用范围和灵活性,采用可调节密封间隙或可更换式密封件,能够适应不同工况下的密封需求,提高密封的通用性和适用性;采用模块化设计或通用化部件,能够降低密封件的制造成本和维修成本,提高密封的经济性和可维护性。最后,提高密封安全性和环保性。采用双重密封或密封检测装置,能够及时发现和处理密封泄漏问题,保障设备和环境的安全;采用无污染、无毒、无味的密封材料和润滑剂,能够降低密封对环境的影响,保护生态环境。

2.3 密封技术的改进

密封技术不断创新和改进是提升机械密封性能的重要途径,它涉及到密封件的设计制造、安装调试以及密封系统的管理维护等多个方面。第一,密封技术改进包括密封件的设计与制造。随着计算机辅助设计技术的广泛应用,密封件的设计变得更加精确和可靠,通过优化设计,提高密封件的接触压力、耐磨性和耐腐蚀性,从而改善密封效果和延长使用寿命,并采用先进的加工工艺和材料,如数控加工、精密铸造和高性能密封材料,提高密封件的制造精度和品质稳定性,保证密封件的可靠性和一致性。第二,密封技术的改进涉及到密封件的安装调试。正确的安装和调试是保证机械密封性能关键步骤,密封件的安装应符合严格的规范和标准,确保密封间隙的均匀、密封面的平整和密封件的预加载,并通过精密的调试和检测手段,如压力测试、泄漏测试和振动测试,可及时发现和处理密封间

题,确保密封系统的稳定运行。第三,密封技术的改进包括密封系统管理和维护。密封系统的管理包括密封件的选型、使用条件的评估和密封性能的监测等,确保密封系统能够满足设备的工作要求;密封系统的维护包括定期检查、润滑补充和故障排除等,延长密封件的使用寿命和提高设备的可靠性。同时,密封技术改进还包括新型密封技术的引入和应用,如纳米涂层技术、超声波焊接技术和智能监测技术,为机械密封技术的提升带来新的可能性。

3 机械密封技术在水处理设备中的应用

3.1 水泵中的机械密封应用

水泵作为水处理设备的核心组成部分,其性能和可靠性直接影响着整个水处理系统的运行效果^[4]。首先,机械密封在水泵起到防止介质泄漏。水泵工作时,其主要任务是将水或其他液体从一个地方输送到另一个地方,而机械密封则负责防止水泵内部介质泄漏至外部环境,确保水泵系统运行稳定、高效。通过密封环与轴之间的紧密接触,机械密封能够有效地防止液体泄漏,保障水泵运行的安全性和可靠性。其次,提高水泵的效率和性能。密封环的材料选择、结构设计和预加载方式等关键因素能够影响水泵的密封效果和运行性能,采用高性能的密封材料、优化的密封结构和合理的预加载装置,降低水泵的泄漏率,减少能量损失,提高水泵的输送效率和整体性能。再次,延长水泵的使用寿命。水泵在运行过程中,由于介质的腐蚀、摩擦和振动等因素,会导致密封件的磨损和老化,而采用耐磨、耐腐蚀的高性能密封材料以及合理的密封结构设计,降低密封件的磨损速度,延长水泵的维护周期,减少停机维修次数,提高水泵的可靠性和持续运行时间。最后,降低维护成本 and 环境污染。相比传统的填料密封,机械密封不需要频繁更换填料和维护润滑系统,能够减少维护人员的工作量和维护费用。同时,由于机械密封能够有效防止泄漏,可减少液体泄漏对环境的污染,保护生态环境和人类健康。

3.2 污水处理设备中的机械密封应用

污水处理设备通常面临着高浓度、高腐蚀性、高温度的污水介质,因此对机械密封的要求更加严格和复杂。第一,考虑更严峻的工作环境。污水中含有大量的固体颗粒、化学物质和微生物,会对密封件造成严重的腐蚀和磨损,污水处理设备所采用机械密封需要具有更高耐腐蚀性和耐磨性,以保证密封件在恶劣环境下的长期稳定运行。第二,需要考虑密封压力和更长的使用寿命。由于污水处理过程中需要承受较大的压力和冲击,机械密封必须能够承受高压环境下的工作,并且保持稳定的密封效果。同时,由于污水处理设备通常需要长时间连续运行,机械密封的使用寿命也成为考量的重要因素。第三,考虑到对环境和人员安全的保护。污水中可能存在有毒气体、异味等有害物质,因此机械密封必须能够有效防止污水泄漏,防止有害物质对周围环境和人员造成损害,机械密封的密封性能

和可靠性对于保护环境和人员安全至关重要。第四,考虑到维护和清洁的便捷性。由于污水处理设备往往处于恶劣的工作环境下,机械密封的清洁和维护会受到一定的限制,设计适合污水处理环境的机械密封结构,能够方便快捷地进行维护和清洁,对于保障设备的正常运行至关重要。

3.3 医院医用设备中的机械密封应用

医疗设备通常需要在高压、高温、高速等严苛的工作环境下保持稳定的运行,而机械密封作为关键的防护组件,能够有效地防止液体或气体在设备内外泄漏,确保医疗设备的安全、可靠运行。首先,机械密封广泛应用于医用泵类设备,如输液泵、血液泵等,在长时间运行中保持高效输送精确剂量的液体,机械密封在泵的转子和泵体之间形成可靠的密闭防护层,防止药液泄漏,确保输液的准确性和安全性。同时,机械密封能够承受泵工作时所产生的高速旋转和压力,保障泵的长时间稳定运行。其次,医用离心机用于分离和提取生物样本中的不同成分,而机械密封则可在高速旋转的离心过程中,有效防止样本泄漏。最后,医院中的影像设备如CT扫描机、X射线机等也常采用机械密封技术,在运行过程中需要防止射线、液体或气体泄漏,以确保患者和医护人员的安全,机械密封作为这些设备关键部件,能够有效防止辐射泄漏,保护人员免受潜在的危害。总之,从输液泵到医用离心机,再到影像设备,机械密封技术通过其稳定的密封性能和耐受性,不仅保障设备可靠性和稳定性,同时确保了患者和医护人员的安全。

4 结束语

通过对机械密封技术在水处理设备中的应用和性能改进进行系统分析和总结,为提高水处理设备的效率和稳定性提供了理论和技术支持。未来,需要进一步深入研究机械密封技术在不同类型水处理设备中的应用效果,以及性能改进的新方法和技术。

[参考文献]

- [1]王振雷. 水泵的机械密封技术在供水厂的应用探讨[J]. 中国设备工程, 2023(18): 218-220.
 - [2]赵王晨阳. 泵密封技术在氯碱化工机械设备中的应用研究[J]. 造纸装备及材料, 2023, 52(6): 98-100.
 - [3]阿卜杜艾尼·图尔贡. 液压及密封技术在石油机械中的实践[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(8): 152-154.
 - [4]陈真. 浅谈液压及密封技术在石油机械中的应用[J]. 装备制造技术, 2023(4): 221-223.
 - [5]臧玮. 浅谈液压及密封技术在石油机械中的应用[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(21): 171-173.
- 作者简介: 胡晓军(1988.12—), 毕业院校: 浙江大学城市学院, 所学专业: 机械设计制造及其自动化, 当前就职单位: 杭州天泽净化科技有限公司, 职务: 结构工程师, 职称级别: 中级工程师。