

Innovation and reliability analysis of mechanical valve sealing technology

Xiaowei Tao

Shanghai Lianggong Valve Factory Co., Ltd., Shanghai, 201901, China

Abstract

With the rapid acceleration of the industrialization process, the application of mechanical valves in oil, natural gas, electricity and other fields is becoming more and more common. Valve sealing technology, as one of the core performance, is directly related to its service life and working efficiency, mechanical valve sealing situation is not only related to the reliability and safety of equipment, but also to the steady and intensive energy, environmental governance significance. In view of the errors in the actual operation of traditional valve sealing technology, such as sealing gap, rapid aging speed, poor environmental adaptability and other problems, more and more innovative sealing technology is born. This paper discusses the current situation of valve sealing technology, and analyzes the advantages and defects of different types of sealing materials and structural design, combined with the actual needs of the current engineering, gives an effective means to improve the sealing performance, and also makes a careful analysis of its reliability.

Keywords

mechanical valve; sealing technology; reliability; innovation; sealing material

机械阀门密封技术的创新与可靠性分析

陶小卫

上海良工阀门厂有限公司, 中国·上海 201901

摘要

随着工业化进程的急剧加速,机械阀门在石油、天然气、电力等领域里的应用愈发普遍。阀门密封技术作为核心性能里面的一项,直接关系其使用寿命和工作效率,机械阀门的密封情况不光关乎设备可靠性及安全性,还对能源稳步集约、环境治理意义非凡。鉴于传统阀门密封技术在实际操作中存在的差错,如密封存有间隙、老化速度迅猛、环境适应能力不好等问题,越来越多透出创新性的密封技术诞生。文章探讨了阀门密封技术的当前情形,并分析了不同式样密封材料及结构设计优势与缺陷,结合当下工程实际需求,给出了增进密封性能的有效手段,也对其可靠性展开周密分析。

关键词

机械阀门; 密封技术; 可靠性; 创新; 密封材料

1 引言

在现代工业阶段,机械阀门密封技术作用极大,尤其是在石油化工、电力、冶金等主流行业内,密封性能的好坏直接牵扯设备运行时期的安全及效率。伴随技术的渐次进步,阀门密封技术面临持续上扬的要求,如更强的耐温本领、耐压本领、防腐蚀本领、抗冲击本领等特性。这要求我们一贯改进和优化现有的密封技术,以贴合复杂的工况态势。本文将探讨机械阀门密封技术的创新进展,并分析其可靠性。

2 机械阀门密封技术概述

众多工业管道中大量采用机械阀门,作为掌管流体流

动的关键器械,其密封技术对维持系统不间断运行极为关键。阀门密封性能直接牵扯着设备安全性、工作效率以及环境保护能力。机械阀门密封性是借助密封材料跟结构实现的,这些密封技术不只要面对高压、高温等严酷环境,还应拥有抗腐蚀、耐磨特性以及长时间可靠性。随着工业对能源利用效能和环境保护要求的上扬,阀门密封技术面临着渐次棘手的挑战。

阀门密封技术的创新方向主要归拢到高性能密封材料的研发、新型密封结构设计的优化以及智能化监控技术的引入等方面。新型密封材料的采用为阀门密封增添了更强的抗腐蚀性能、耐受高温高压的本质,而且具备更长久的使用期限。密封结构的创新设计借助对接触面及压力分布的优化,增添密封的稳定性及有效性^[1]。

【作者简介】陶小卫(1982-),男,中国江苏姜堰人,本科,工程师,从事阀门设备研究。

3 传统密封技术的问题分析

3.1 密封不严的原因

机械阀门的密封性能直接牵扯设备稳定运行及安全相关要素。密封不严是阀门故障当中绝对普遍的问题之一，原因显示多样化，主要关联到密封材料的质量、密封结构设计的恰当水平以及阀门的使用环境等内容。密封不严大概是鉴于密封材料选取错误或质量未达标，一般规格的橡胶、聚四氟乙烯等材料虽说在不少工况下可起到良好的作用，但在高温、高压且具有腐蚀性的环境阶段，其密封性能极易被破坏波及，进而引起密封漏洞。

阀门密封结构设计不当确乎是重要因素。例如，密封面之间的接触压力不均，密封环的安装精度差，都会使密封效果不理想。密封环的安装精准程度欠佳，都将引起密封效果欠佳，阀门长时间不停歇地运行结束后，密封面说不定由于磨损、腐蚀等缘故产生变形，进而失去起始的密封成效。随着阀门的使用周期增长，密封面跟密封环相互间的接触情形变了，密封面也许会慢慢呈现失效情形，引发流体外溢，密封不严也许跟操作不规范有关。

3.2 密封材料的老化

密封材料的老化是影响阀门密封性能的一个重要因素。当阀门度过长期运用阶段，密封材料会受热度、压力、化学添加物、紫外线辐射等多方面因素影响，引起其物理性质跟化学性质产生变化，从而慢慢失去原本的密封本领。密封材料老化阶段主要显现出硬化、脆化、膨胀或收缩等表现，这些改变造成密封面之间的接触力稍变弱，密封效果变差^[2]。

温度是引起密封材料老化的关键条件。在高温环境里，密封材料的分子结构大概出现破坏，引起材料硬挺或变脆，进而妨害密封实力。比如，处于高温环境里橡胶密封圈易出现老化，其弹性急剧减弱，密封性能急剧下降，化学介质的侵蚀也会引起密封材料趋向老化。在石油、天然气等化学介质引起的作用下，密封材料表面极容易出现化学反应，令它的结构出现毁坏，密封效果慢慢变差。尤其是在腐蚀性气液发挥影响的时候，密封材料会出现不同程度的蚀坏，诸如表面剥脱、开裂、变脆等情况。

3.3 环境适应性差

阀门密封材料环境适应表现欠佳是影响密封性能的一大因素，尤其是碰到极端工况的环境下，传统密封材料一般无法契合高温、高压或腐蚀性介质需求。彼此不同的工业应用场景对阀门密封性能需求不一，密封材料适应环境的水平直接关乎阀门能否长时间稳定运行。温度是影响密封材料环境适应性的关键要点，仅仅是示例用以说明思考过程，现改为：温度是关联密封材料环境适应性的关键因子，当面临某些高温情形，密封材料倘若没有足量的耐高温能力，会碰到变形、软化、老化等情形，引起密封不紧密性。比如，在石油、化工、发电等行业内，阀门往往需在高温环境里做事，传统的橡胶或聚四氟乙烯密封材料难以招架住这般极端条件，于

是需要采用抗高温材料，诸如金属密封、陶瓷密封这般。

密封材料的抵御腐蚀能力是其环境适应性的关键指标。在石油、天然气、化工等关联范畴，介质的腐蚀效应对密封材料要求上扬，要是密封材料没法有效抵御介质的侵害，极易引起密封失效。例如，像氯化物、酸性气体这类介质对传统密封材料侵蚀作用极大，或许在短时间过程中造成密封环受损^[3]。

4 机械阀门密封技术的创新与可靠性

4.1 新型密封材料的应用

随着工业全面发展对阀门密封性能要求的上扬，采用新型密封材料慢慢成为增强阀门密封技术的重要途径。以往采用密封材料如橡胶、聚四氟乙烯等，在高温、高压、腐蚀性介质等苛刻操作环境中的运用存在一定局限，尤其是材料老化、耐腐蚀性欠佳状况显著暴露。近年来，随着新材料科技的不断蓬勃发展，某些新式密封材料渐渐应用到阀门领域，诸如含油陶瓷、碳纤维增强复合材料、金属合金等。这些新型材料不光具备更高的耐温、耐压、抗腐蚀本领，还能有效增进密封质量。

陶瓷密封材料展示出相当出色的耐高温能力，面临高温环境可维持强度与硬度，同时对繁多腐蚀性介质体现出超凡的抗腐蚀性。碳纤维复合材料凸显出较高的耐磨特质及强度，可切实抵挡长时间的摩擦及损耗。金属共混物质，就像不锈钢与钛合金，处在高温高压的境遇里有更好稳定性，能够应对更棘手的情形。应用这些新型密封材料可显著增进阀门密封的可靠性，加大其使用阶段，而且在特定工况下凸显出传统材料不能匹敌的长处。因此，选审并推广针对特定工况的新型密封材料，是提升阀门密封技术实力的关键途径。

4.2 密封结构设计创新

除了密封材料实施升级，密封结构的设计妙招同样是提高阀门密封技术的关键要点。阀门的密封性能不只是凭借材料选取，还跟密封结构的合理设计紧密相连接。随着工程技术的不断优化升级，阀门密封结构的设计正缓缓朝着更高效、更耐用、更适宜复杂工况的方向迈进。首先，密封面彼此接触压力的均匀属性和密封面设计精度对密封效果极为要求。可凭借采用柔性密封环、金属弹簧条等举措，保障密封面在长时间工作里可维持稳定的接触力，杜绝因接触不稳定引起密封失效。其次，密封面形状设计同样须革新。例如，采取起伏样式、波浪密封面等，可以有效增添密封面的接触面积，增大密封成效。

必须着重的是，密封结构的设计必须依照不同工况选定恰当的密封型式。例如，在呈现高温高压的情形里，金属对金属密封结构大概更贴合，于低温低压的环境情形里面，诸如橡胶、聚四氟乙烯等原料的密封效果也许更佳。密封结构设计的创新挖掘，要求设计人员不仅要掌握坚实的理论基础，还需充分顾及现场实际格局，保障阀门的密封效果做到

极限增强。

4.3 高性能涂层技术的引入

高性能涂层技术的采用为提升阀门密封工艺开拓新途径。涂层技术是在密封面或密封材料表面贴上一层独特的涂层,以此增进其抗磨损、抗侵蚀、耐高温等性能,以此实现密封提升。一般的常规密封物件往往难以契合特定工况要求,而高性能涂层能巧妙弥补这一缺陷。

常见高性能涂层囊括诸如陶瓷涂层、金属涂层以及聚合物涂层等。陶瓷涂层展现出绝佳的耐磨性与抗腐蚀性,能够有效预防密封面因摩擦引起的损毁,格外适配高压环境及高速启停里的阀门。金属涂层可明显提升密封面的抗氧化性与耐腐蚀性,很适合在高温或拥有腐蚀性介质的工作环境下采用。聚合物涂层体现上佳的柔韧属性,可以有效填补密封面的微小缺欠,加紧密封效力。

此外,纳米技术的采纳也给涂层技术引发了革命性变革。纳米涂层不仅显示出极好的耐磨性,还能极大削弱摩擦系数,增加密封材料的使用时长。跟着涂层技术的稳步发展与创新,未来阀门密封性能的增进会更依托先进涂层的采用。

4.4 优化密封材料选择

优化密封材料的筛选是提高阀门密封技术的关键手段。密封材料的筛选直接涉及阀门的密封性能和耐用格局,选定契合作业状态的密封材料意义重大。不同作业态势下对密封材料的要求各不一样,恰似在高温高压环境里面,密封材料须体现耐高温、耐腐蚀、耐压等特性;在腐蚀性介质的环境中,密封材料得展示一定的耐化学性;面临低温的实际情形,密封材料得维持良好的弹性及柔韧性。

伴随着新型材料的不断涌现,材料选择的范畴也日益拓展。例如,从高温工况的角度看,可挑取耐高温的金属合金材料抑或陶瓷材料;若有腐蚀性介质,可采选抗腐蚀性强的聚四氟乙烯或氟橡胶材料;面临糟糕天气或低温环境时刻,可选用聚氨酯跟聚酰亚胺等类别的柔性材料。通过对材料特性跟使用环境的全面恰当评估,优化密封材料的采选,有利于增强密封效能并延长阀门的使用阶段。

4.5 改进密封结构设计

密封结构设计的转变对提升阀门密封可靠性起到关键作用,早前的密封样式在某些特定工况时或许无法达到密封标准,完善好密封结构设计是保障阀门在高温、高压、腐蚀性介质等环境中稳定运转的关键。依仗优化密封环的形状及材质,实现密封面接触均一度,防止因接触不良而引起密封差错。比如,采用扭折式密封面设计,得以延展密封面的接触面积,增大密封效果。

密封结构设计应按使用环境定制。在承受高压肯定需要的场合,可设计更显坚毅的金属对金属密封结构,以此强化密封效果;从低压、常规作业环境下的应用局面看,就不妨采用软密封结构,该设计能造就恰当的密封效果,同样可降低材料磨损。

此外,结构设计的转变也应顾及密封结构的耐用程度和易维护性。采用模块化设计的密封结构样式,便于开展更换及保养,减少停机天数,压减维养的花费。密封结构设计的改良不仅能革新密封成效,还可延长阀门的使用期限,节省检修开支,是提升阀门密封技术的有效招数。

4.6 增强阀门检测与监控

为保证阀门在长时间运行阶段一直维持良好的密封效果,肯定要增强阀门的检测与督察。按步对阀门开展排查,可以迅速察觉并处理密封问题,杜绝由密封缺陷引发的重大后果。鉴于现代检测技术的新进展,实施阀门密封性能检测更精准高效。

阀门检测途径有压力测试、泄漏检测、温度查看等。正值压力测试阶段,依靠施加高压型液体或气体,检验阀门密封面有无滴漏;处于推进泄漏检测阶段,可借助气体探测仪等器械,查看阀门是否冒出微小渗漏。此外,温度监测可辅助检查阀门在高温工况下的密封情形,凭借实时查看阀门的运行情形,可以及时鉴别密封不良的情形,采取对应的矫正办法。

此外,伴着物联网技术的应用实施,阀门远程监控已成为强化阀门管理模式的重要手段,采用尖端智能化传感器和数据采集系统,可以实现对阀门工作状态的实时查看。预警潜在的密封裂缝,提早安排检修,保证阀门始终处在优质运行状态。

5 结语

机械阀门密封技术的创新不仅需要科学的技术支持,还依赖于实际工程中的应用需求。从新型密封材料的研发到密封结构的优化,创新密封技术不断推动着工业设备的可靠性和安全性提升。通过系统的技术分析与探索,可以为相关行业提供更加稳定可靠的阀门解决方案。

参考文献

- [1] 缪克在,吴超俊,孙志民,李海聪,黄俊荣.高压阀门压力自密封结构设计与分析[J].石油化工设备,2024,53(06):48-51.
- [2] 李向英.现代阀门工装工艺改进策略与实践综述[J].阀门,2024(10):1280-1284.
- [3] 刘树岭,李勇,卢主飞.蓄热式焚烧炉RTO阀门密封研究[J].中国设备工程,2024,(19):159-161.