

泵用机械密封安装维修及检修误区

王进钰

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司煤制油化工安装检修分公司 宁夏 银川 750000

摘要: 本文围绕泵用机械密封的安装、维修及检修工作,先阐述其基本结构、工作原理、常见类型及核心要求,再系统梳理各环节常见误区,包括安装前准备、安装过程、安装后调试及维修前判断、维修过程、检修过程中的典型问题,分析误区引发的密封失效、部件损坏等危害,针对性提出科学规避措施,为相关操作人员提供规范指引,助力提升机械密封安装维修检修质量,延长设备使用寿命,保障泵类设备安全稳定运行。

关键词: 泵用机械密封; 安装维修; 检修误区

引言: 泵用机械密封作为泵类设备的关键密封部件,凭借泄漏量小、使用寿命长等优势,广泛应用于各类流体输送场景,其安装、维修及检修质量直接决定泵类设备的运行稳定性与安全性。当前,部分操作人员因专业素养不足、操作不规范,在相关作业中频繁出现各类误区,导致密封失效、设备故障频发,增加维修成本与停机损失。基于此,本文重点分析安装维修检修中的常见误区及规避方法,为实际作业提供理论与实践支撑。

1 泵用机械密封相关基础理论

1.1 泵用机械密封的基本结构与工作原理

(1) 基本结构: 核心由摩擦副、补偿缓冲机构、辅助密封机构和传动机构组成。摩擦副包括动环与静环,动环随泵轴转动,静环固定在密封腔上,二者端面紧密贴合形成密封面,是密封的核心;补偿缓冲机构以弹簧为主,用于提供预紧力,补偿密封面磨损和轴的窜动;辅助密封机构包括密封圈、垫片,用于密封各部件间隙,防止介质泄漏;传动机构负责将泵轴动力传递给动环,确保动环与轴同步转动,各部件协同配合,保障密封功能稳定。(2) 工作原理: 机械密封通过各结构协同工作实现介质密封。弹簧提供预紧力,使动环与静环端面紧密贴合,形成密封副;运转时,密封面间形成一层极薄的液膜,减少摩擦同时增强密封效果;补偿机构实时补偿密封面磨损和轴的位移,辅助密封堵住部件间隙,各结构相互配合,阻止介质通过密封面和部件间隙泄漏,其中各结构的协同性是保障密封可靠的关键^[1]。

1.2 泵用机械密封的常见类型与适用场景

(1) 常见类型: 按结构可分为三类,单端面密封结构简单、成本低,双端面密封密封性能更可靠;散装式密封需现场组装,灵活性强,集装式密封预装完成,安装便捷、精度高;弹簧式密封依靠弹簧提供预紧力,波纹管式密封由波纹管替代弹簧,适配高温、腐蚀性工

况。(2) 适用场景: 单端面密封适用于无腐蚀性、清洁介质、中低压工况;双端面密封适用于腐蚀性强、含颗粒或高压工况。散装式适用于复杂工况的灵活调整,集装式适用于标准化、批量安装场景。弹簧式适用于常规温度、压力工况,波纹管式适用于高温、强腐蚀、轴窜动较大的工况,为安装检修提供选型依据。

1.3 泵用机械密封安装维修检修的核心要求

(1) 安装核心要求: 需保证安装环境和部件清洁,避免杂质进入密封面或部件间隙;安装精度至关重要,需控制轴的跳动量、密封腔同轴度,确保动环与静环端面贴合均匀;注重部件匹配性,选用规格、型号适配的密封件,安装时避免密封件变形、损坏,对轴、密封腔的表面粗糙度、尺寸精度严格把控,满足安装要求。

(2) 维修检修核心要求: 故障判断需准确,结合泄漏量、摩擦异响、温度异常等现象,定位故障原因;部件检查要全面,重点检测摩擦副端面磨损情况、弹簧弹性、密封圈老化程度;维修后测试需规范,按流程进行压力测试、空载试运行,确认密封无泄漏、运转正常,严格遵循维修检修流程,确保维修质量符合标准。

2 泵用机械密封安装误区及规避措施

2.1 安装前准备阶段的常见误区

(1) 误区一: 忽视安装前清洁工作,密封腔、轴套或密封件表面存在杂质、油污,导致安装后密封面磨损、泄漏。很多操作人员在安装前急于施工,未对密封腔、轴套及密封件进行彻底清洁,残留的铁屑、灰尘等杂质会附着在密封面,运行时加剧摩擦副磨损,破坏密封面的平整度;油污则会降低密封面的贴合度,导致介质从间隙渗漏,缩短机械密封的使用寿命。(2) 误区二: 未核对密封件型号与泵体匹配性,盲目安装,导致密封结构不符、无法正常工作。部分人员仅凭经验选用密封件,未仔细核对密封件的型号、规格、材质与泵体

的工况参数、结构要求是否匹配,比如将单端面密封用于腐蚀性强的工况,或选用尺寸不符的动环、静环,会导致密封结构无法正常配合,出现安装困难、密封失效等问题^[2]。(3)误区三:安装工具选择不当或工具精度不足,导致密封件变形、损坏,影响安装质量。选用普通扳手代替专用工具,或工具本身精度不达标,在安装过程中易对动环、静环、密封圈等精密部件造成挤压、划伤,导致密封件变形、损坏,进而影响密封效果,甚至引发后续运行故障。

2.2 安装过程中的常见误区

(1)误区一:弹簧压缩量控制不当,过度压缩导致摩擦副急剧磨损、弹簧失效,压缩不足导致密封面贴合不紧密、泄漏。弹簧作为补偿机构的核心,压缩量直接影响密封效果,过度压缩会增大摩擦副端面压力,加剧磨损,同时导致弹簧疲劳失效;压缩量不足则无法提供足够预紧力,密封面贴合不紧密,介质易从端面泄漏。

(2)误区二:动环、静环安装倾斜,端面贴合不平整,导致局部磨损加剧,密封失效。安装时未调整好动环、静环的同轴度,或安装过程中碰撞、偏移,会导致二者端面贴合不均,运行时局部压力过大,磨损加剧,最终导致密封面损坏、密封失效。(3)误区三:密封圈安装过紧或过松,过紧加剧磨损、阻碍动环浮动,过松导致介质泄漏;安装时未涂抹适配润滑剂,导致密封圈损坏。密封圈过紧会增大与轴或密封腔的摩擦力,加剧磨损,同时阻碍动环的浮动补偿;过松则无法起到密封作用,导致介质旁路泄漏;未涂抹润滑剂或涂抹不当,会在安装时划伤密封圈,影响其密封性能。(4)误区四:压盖螺栓紧固不均,导致压盖偏斜,密封面受力不均,影响密封效果。紧固压盖螺栓时,未按对角均匀紧固的原则操作,导致压盖受力失衡、发生偏斜,进而使动环、静环端面受力不均,贴合不紧密,出现局部泄漏或加速密封面磨损^[3]。

2.3 安装后调试阶段的常见误区

(1)误区一:安装后未进行静试,直接启动设备,无法及时发现密封泄漏等问题,导致设备运行故障。静试是检测密封安装质量的关键环节,未进行静试直接启动设备,无法及时发现密封面泄漏、密封圈损坏等问题,运行后泄漏会加剧,甚至损坏泵体等其他部件。

(2)误区二:调试时忽视轴的对准精度与窜动量控制,导致密封面磨损加快,密封失效。调试时未检查轴的对准精度,轴的跳动量过大或窜动量超标,会导致动环、静环相对位移,密封面贴合不稳定,磨损加快,最终引发密封失效。(3)误区三:启动设备时干运行机械密

封,未按要求进行冲洗冷却,导致密封面过热损坏。机械密封运行时需要依靠冲洗液冷却、润滑,启动时未开启冲洗冷却系统,密封面处于干摩擦状态,温度急剧升高,会导致密封面碳化、磨损,甚至损坏密封件。

2.4 安装误区的规避措施

(1)规范安装前准备工作,严格清洁密封相关部件,采用专用清洁剂清除密封腔、轴套、密封件表面的杂质、油污,确保部件洁净;仔细核对密封件型号、规格、材质与泵体工况、结构的匹配性,确认无误后再进行安装;选用精度合格的专用安装工具,避免工具不当损坏部件。(2)严格按照安装规范操作,根据安装说明书精准控制弹簧压缩量,确保符合要求;安装动环、静环时,调整同轴度,避免倾斜,确保端面贴合平整;规范安装密封圈,控制安装松紧度,安装前涂抹适配的润滑剂,防止损坏密封圈;紧固压盖螺栓时,按对角均匀用力,确保压盖受力均衡、无偏斜^[4]。(3)完善安装后调试流程,安装完成后先进行静试,检查密封面、密封圈是否存在泄漏,确认无异常后再启动设备;调试时重点核对轴的对准精度与窜动量,确保符合运行要求;启动设备前,提前开启冲洗冷却系统,确保密封面得到充分冷却、润滑,严禁干运行。

3 泵用机械密封维修检修误区及规避措施

3.1 维修前故障判断的常见误区

(1)误区一:盲目判断密封失效原因,未结合泄漏现象、工况参数等综合分析,导致维修方向错误,无法解决问题。部分维修人员发现密封泄漏后,未仔细观察泄漏量、泄漏形态,也未结合泵体运行压力、温度、转速等工况参数综合判断,仅凭经验认定是密封件损坏,盲目更换密封件,不仅无法解决故障,还会浪费维修时间和成本,甚至延误故障排查。(2)误区二:忽视泄漏点的精准判断,混淆动环与静环密封圈、轴套与轴间等不同部位的泄漏,导致维修针对性不足。不同部位的泄漏对应不同的故障原因,若将动环密封圈泄漏误判为静环泄漏,仅更换静环密封件,无法彻底解决泄漏问题,导致维修后故障反复出现,影响设备正常运行。(3)误区三:未收集泵体型号、密封结构等相关资料,盲目开展维修,导致维修操作失误。维修前未查阅泵体说明书、密封结构图纸等资料,不了解密封件的规格、安装方式及配合要求,盲目拆卸、维修,易造成密封部件损坏、安装偏差等问题,加剧设备故障。

3.2 维修过程中的常见误区

(1)误区一:拆卸密封部件时操作顺序不当、用力过猛,导致密封件、轴套等部件损坏,增加维修成本。

拆卸时未按“先松压盖、再取弹簧、后拆动环静环”的规范顺序操作,或使用蛮力敲击、撬动部件,易导致动环、静环端面划伤、轴套变形,原本可修复的部件无法使用,增加维修成本。(2)误区二:对磨损部件的处理不当,摩擦副端面轻微磨损未进行研磨修复,直接更换造成浪费;磨损严重未及时更换,导致密封失效反复出现。摩擦副端面轻微磨损时,通过专业研磨可恢复密封性能,盲目更换会造成材料浪费;若磨损严重未及时更换,即使更换其他密封件,也会因密封面贴合不严导致泄漏反复。(3)误区三:更换密封件时,选用与原型号不匹配的产品,或新密封件质量不达标,导致维修后短期内再次失效。部分维修人员为图便捷或节省成本,选用规格、材质与原型号不符的密封件,或选用劣质密封件,其密封性能、使用寿命无法满足工况要求,导致维修后短期内再次出现密封失效。(4)误区四:维修过程中未保护密封面,导致密封面划伤、污染,影响密封效果。维修时未将密封面妥善放置,或用硬物触碰密封面,导致密封面出现划痕、附着杂质,安装后密封面无法紧密贴合,引发泄漏^[5]。

3.3 检修过程中的常见误区

(1)误区一:检修时只关注密封部件,忽视泵轴、轴承等关联部件的检查,导致关联部件故障引发密封失效。泵轴跳动、轴承磨损会导致密封面受力不均、相对位移,进而引发密封失效,若检修时仅检查密封部件,未排查关联部件故障,会导致密封失效反复出现。(2)误区二:定期检修流于形式,未按规范检查密封面磨损情况、弹簧弹性、密封圈老化程度,无法及时发现潜在故障。部分检修人员仅简单查看密封外观,未用专业工具检测密封面平整度、弹簧弹性,也未检查密封圈是否老化、变形,导致潜在故障未及时发现,最终引发严重泄漏。(3)误区三:检修后未按标准进行测试验收,直接投入使用,导致维修检修质量无法保障。检修完成后,未进行静试、空载试运行、负载测试等验收流程,无法确认密封性能是否达标,直接投入使用易导致密封失效,甚至损坏设备。

3.4 维修检修误区的规避措施

(1)规范故障判断流程,结合泄漏现象、盘车检查、工况参数等综合分析,通过观察泄漏位置、形态判断泄漏点,结合压力、温度等参数定位失效原因;维修前收集泵体型号、密封结构等相关资料,明确维修要点,避免盲目操作。(2)按规范拆卸、安装密封部件,遵循正确操作顺序,避免用力过猛;对磨损部件进行精准判断,轻微磨损的摩擦副进行研磨修复,严重磨损的及时更换;更换密封件时,选用与原型号匹配、质量达标的产品,维修过程中用专用工具保护密封面,避免划伤、污染。(3)完善检修流程,检修时不仅检查密封部件,还需全面排查泵轴、轴承等关联部件,及时处理关联故障;定期开展针对性检修,按规范检测密封面、弹簧、密封圈等部件状态;检修后严格按标准进行静试、空载、负载测试验收,确认合格后再投入使用。

结束语

综上,泵用机械密封安装维修及检修工作具有较强的专业性与规范性,各类操作误区均会不同程度影响密封性能与设备运行,甚至引发安全隐患。操作人员需熟练掌握机械密封基础理论与操作规范,精准规避各环节常见误区,严格遵循安装、维修、检修流程,做好部件检查与测试验收工作。唯有规范操作、科学管控,才能充分发挥机械密封的密封效能,保障泵类设备长期稳定运行,降低运维成本。

参考文献

- [1]吴威.化工用泵机械密封泄漏与检修问题[J].设备管理与维修,2021,8(10):148-149.
- [2]李雷涛.水泵维修中机械密封技术的应用分析[J].机械管理开发,2020,35(4):227-228.
- [3]杨善晨.延长化工装置泵用机械密封运行寿命的措施探讨[J].科学技术创新,2020,11(02):124-125.
- [4]王谊军.浅谈泵用机械密封[J].新疆有色金属,2023,42(04):106-107.
- [5]邓集华.泵用机械密封的安装与维修[J].时代农机,2022,46(02):43-44.