

探索化工离心泵机械密封失效的原因分析和防范措施

方 栩 (中国石油化工股份有限公司长岭分公司, 湖南 岳阳 414012)

摘要: 机械密封是常用的轴密封手段, 利用垂直于旋转轴的一对及以上端面, 在流体压力、补偿机构弹力、辅助密封三者的协调配合下, 使端面与旋转轴贴合, 避免流体泄露。实践中机械密封易出现失效问题, 本文从化工离心泵机械密封失效的原因入手, 探究如何防范失效问题, 切实发挥机械密封作用。

关键词: 化工离心泵; 机械密封; 失效

0 引言

化工离心泵是化工生产的重要设备, 主要负责化工生产所需流体的运输。机械密封是避免离心泵泄漏的关键构件, 与化工生产效率、质量有较大关联度。和其他密封方式相比, 机械密封具有泄漏量少、安全性强、使用寿命长等优势, 但加工、安装难度较高, 易出现失效问题, 需有效防范。

1 化工离心泵机械密封失效的原因

1.1 设计环节的失效分析

就化工离心泵而言, 其设计方案是化工离心泵各个结构制作与安装的依据。部分设计人员并未按照规范标准设计化工离心泵结构, 使泵轴等结构存在缺陷。在缺陷设计用于实践后, 化工离心泵会在运行期间出现点接触、线接触等现象。在此基础上, 化工离心泵的机械密封静环端面, 可能在运行期间出现故障, 影响机械密封正常运行, 引发失效问题^[1]。

1.2 安装环节的失效分析

在化工离心泵设计完成后, 化工企业需安排安装人员按照设计方案规范安装化工离心泵的各个结构, 使其满足化工生产需求。但在该过程中, 可能出现对中不良现象, 使化工离心泵出现轴承磨损或跑套等缺陷, 导致化工离心泵变形或偏口。在该状况下, 一旦化工离心泵投入使用, 会加剧化工离心泵的振动, 使化工离心泵的各个构件在不同方向的振动作用下分离, 使机械密封失效。同时, 在机械密封结构安装过程中, 如安装人员操作不规范, 可能使机械密封组件间出现应力腐蚀, 严重时会使机械密封组件断裂, 加大化工离心泵的泄漏量, 出现失效问题^[2]。

1.3 操作环节的失效分析

在化工离心泵投入使用后, 操作人员是控制化工离心泵及其构件的关键主体, 操作人员的操作行为, 直接关系到化工离心泵的运行效果。部分操作人员对化工离心泵的操作规程认知不到位, 在操作化工离心泵时出现失误或违规现象, 使化工离心泵出现运行故障, 严重时会导致机械密封出现裂缝或变形, 引发失效问题。

2 化工离心泵机械密封失效的防范措施

在明确化工离心泵机械密封失效原因的基础上, 化工企业应规范机械密封的设计、安装、操作与运行等环节, 保障机械密封作用的发挥, 有效防范机械密封失效。

2.1 优化设计机械密封

通过上述分析可知, 设计方案为化工离心泵机械密封生产与安装的依据。就此, 设计人员应认识到机械密封设计的重要性, 根据化工离心泵的运行特点及密封需求, 合理选择机械密封形式, 优化调整机械密封各个组件的参数。为保障机械密封设计的有效性与科学性, 建议设计单位引进先进设计技术, 如 BIM 技术, 利用其三维建模与仿真模拟功能, 根据设计方案, 构建机械密封的三维模型, 并将化工离心泵的各项结构参数与运行参数导入, 构建化工离心泵的三维模型。基于 BIM 软件的功能, 将机械密封的三维模型置于化工离心泵内, 仿真模拟化工离心泵的不同运行工况, 评估机械密封的密封效果。如发现机械密封与化工离心泵存在碰撞, 或机械密封在运行期间泄漏量过大, 应调整设计方案, 如密封腔压力、工作速度等, 直到仿真模拟结果显示, 化工离心泵与机械密封均可稳定运行, 且泄漏量符合运行要求, 方可将该设计方案投入使用。

另外, 在化工离心泵机械密封设计方案投入使用前, 设计人员需组织制造人员与安装人员, 实施技术交底工作, 使其掌握机械密封的制作、安装要点, 避免机械密封组件的制作出现偏差, 安装出现失误。

2.2 规范机械密封安装

在进行化工离心泵机械密封安装时, 安装人员不仅要确保对中良好, 还需规范各项安装操作, 为机械密封的后续稳定运行奠定基础, 避免机械密封出现失效问题。细化来说, 机械密封的规范安装要点如下:

2.2.1 保障安装的整洁性

在安装前, 安装人员应做好安装腔、组件、密封腔的清理工作, 要求安装腔内部洁净、无异物; 轴与轴套等组件表面光滑, 无毛刺、擦伤或划痕, 尺寸精度与各项参数符合机械密封结构要求; 密封腔端面光滑、无异物, 且和轴心线呈相互垂直状态。同时, 安装人员需在化工离心泵的两个箱体间安装密封垫片, 通过该组件打磨密封腔表面的毛刺, 使其保持光滑, 为机械密封后续的稳定运行奠定基础, 预防失效。

2.2.2 保障安装的标准性

在安装过程中, 安装人员应严格按照化工离心泵机械密封的结构要求, 实施标准化、规范化施工, 确保泵各个环组件和叶轮间的间隙符合要求; 轴组件可稳定旋

转,避免机械密封在后续运行中出现间隙扩大或严重摩擦问题,以此规避失效问题。同时,如果化工离心泵配置轴套,安装人员应保障轴与轴套间的紧密连接,避免轴套出现泄漏问题,加大机械密封泄漏量,进而预防失效问题。

2.2.3 保障安装的牢固性

在化工离心泵中,螺钉是保障各个结构组件稳定可靠运行的关键,安装人员应确保螺钉紧固。特别是机械密封组件间的螺钉,其负责机械密封与轴的驱动,安装人员应设置埋头孔,提高连接牢固性。在进行压盖螺栓的紧固操作时,安装人员应配置超过4个螺钉,要求螺钉间的距离一致,且确保压盖未受到弹力作用,使压盖精确对中,为后续机械密封的稳定运行奠定基础。

2.3 规范机械密封操作

2.3.1 制定完善管理制度

在化工离心泵中,操作要点较多,操作人员需掌握化工离心泵各个结构的运行原理,明确各个构件的规范运行参数,方可实施规范操作。在此基础上,化工企业可制定完善管理制度,围绕化工离心泵的运行特点与操作要求,制定规章制度,使其明确化工离心泵操作内容,切实保障化学离心泵各个结构稳定可靠运行,避免化学离心泵机械密封出现故障,引发失效。同时,化工企业可根据化工离心泵机械密封操作管理制度,制定责任制度与考核制度,界定化工离心泵各个运行工况下的操作责任,根据操作人员的岗位操作责任落实状况,评估操作人员的责任落实状况,对于操作不到位或操作不规范的操作人员,给予扣除奖金或通报批评等惩处,增强操作人员责任意识。

2.3.2 加强操作人员培训

为使操作人员掌握化工离心泵操作要点,明确机械密封的重要性,切实规避机械密封失效问题,化工企业需组织操作人员实施专业培训。以某化工企业为例,化工企业邀请行业专家担任讲师,以机械密封的运行原理、机械密封的失效原因、化工离心泵的规范操作等内容为培训重点,既拓展化工离心泵的相关知识,也提高操作人员的操作技能,为化工离心泵的稳定运行提供保障,减少机械密封的损伤,延长机械密封使用寿命,有效控制化工离心泵的泄露问题。

2.4 加强机械密封管理

基于化工离心泵机械密封的运行失效原因,建议化工企业加强对机械密封的管理,规避腐蚀、摩擦及汽蚀等因素的影响。结合腐蚀、摩擦与汽蚀出现的因素,化工企业可从材料选择、安装测试、运维管理三方面入手。

2.4.1 合理选择机械密封材料

基于化工离心泵在化工生产中的广泛应用,不同化工离心泵运输流体与运行环境不同,对机械密封要求不同,化工企业应根据实际需求,选择合适机械密封材料,从设计、采购环节提高机械密封质量,预防其失效。就目前状况而言,常用的机械密封包括耐高温机械密封、

耐腐蚀机械密封、耐低温机械密封、颗粒耐受介质机械密封等,在不同机械密封的材料选择时,化工企业应注意如下要点:

①结合化工离心泵的运行温度与运输流体特点,分析机械密封的摩擦状况,为机械密封结构选择合适循环保护系统,做好机械密封的润滑、冲洗与隔热保护;

②结合密封腔的压力,决定机械密封结构平衡或不平衡,选择单面或双面机械密封结构;

③结合化工离心泵的结构参数,决定机械密封结构配置的弹簧个数与弹簧种类,如波形弹簧、单个弹簧或多个弹簧等;

④结合化工离心泵的运行效率,决定机械密封的类型,如旋转类型、流体力学类型或非接触类型等。

2.4.2 做好安装测试工作

在化工离心泵机械密封安装完成后,不可直接将化工离心泵投入使用,需实施测试工作,验证化工离心泵与机械密封的运行状态是否规范、合理。细化来说,化工离心泵机械密封的安装测试内容如下:

①技术人员需实施压力静态测试,根据机械密封的设计制造要求,将机械密封和冲洗、冷却保护系统连接,开启化工离心泵的吸入口和排放口,向化工离心泵施加正的液位压力,再启动化工离心泵,观察电机连接是否合理、化工离心泵的旋向是否正确、机械密封的各个组件是否出现变形、发热或裂缝,尤其是密封面与辅助密封圈。一旦安装测试中发现机械密封缺陷,需立即查找原因排除,必要时可更换机械密封组件;

②技术人员需检测化工离心泵的运行参数,检查内容包括主机、密封腔、轴、压盖、螺栓等。其中,主机的检测参数包括窜动量、摆动量、挠度,三者的标准参数分别为 $\leq (\pm 0.5) \text{ mm}$ 、 $\leq 0.06 \text{ mm}$ 、 $\leq 0.05 \text{ mm}$;密封腔的检测参数包括安装尺寸、密封端盖与轴间的垂直状态,安装尺寸误差应控制在 $0.03\text{--}0.05 \text{ mm}$ 。在压盖与螺栓安装完成后,安装人员应使用塞尺或专用工具测量压盖与螺栓的各个区域,要求其尺寸误差 $\leq 0.05 \text{ mm}$ 。同时,要求压盖和轴或轴套外径间的间隙、同心度等参数满足要求,通过塞尺测量,测量结果误差应 $\leq 0.10 \text{ mm}$ 。

3 结论

综上所述,在化工离心泵的设计、安装、操作与运行等环节,均存在致其失效的因素,需实施针对性防范。通过本文的分析,相关人员应优化设计化工离心泵的机械密封,规范机械密封的安装与操作,并加强机械密封的运维管理,提高机械密封的密封性能,延长化工离心泵的使用寿命。

参考文献:

- [1] 郝丽霞. 化工离心泵机械密封失效原因分析 [J]. 中国设备工程, 2020(03):143-145.
- [2] 唐伟博, 吕昌彦, 贾坤, 等. 化工离心泵机械密封失效的原因分析和防范措施 [J]. 科技视界, 2019(21):65-66.