

机泵机械密封失效原因分析与解决措施

明升元

(兰州三叶实业有限公司, 甘肃 兰州 730060)

【摘要】 石油化工企业经常使用机泵输送危险的化学品, 机械密封失效将会直接影响基本的正常运行, 甚至会造成严重的安全事故, 本文对这一技术进行简单概述, 从多个因素入手, 分析其失效原因, 并提出相应的解决措施, 旨在延长机械密封使用周期, 提高操作过程中的安全性, 为有关企业的平稳发展奠定良好基础, 供参考。

【关键词】 机泵; 机械密封; 失效原因; 解决措施

引言

石化行业在生产过程中, 通常使用机泵输送液体、气体混合物等原料或者产品, 为了保障生产安全, 必须做好机械密封工作, 防止因相关危险化学品的泄漏而造成生产停工或燃烧、爆炸等事故, 威胁工作人员的人身安全。近些年来, 类似事故层出不穷, 引发社会各界的高度关注, 不仅造成巨大的财产损失, 还会为企业乃至整个行业带来一定的负面影响, 因此, 做好机泵机械密封工作势在必行。

一、机泵机械密封的概述

(一) 机械密封

机械密封属于旋转机械的轴封设备, 由于其泄漏少、寿命长等优点, 逐渐成为最主要的轴密封方式, 依靠一对或数对垂直于轴作相对滑动的端面, 在流体压力和补偿机构的弹力或磁力作用下保持贴合并配以辅助密封, 从而产生阻碍的效果, 由密封、缓冲补偿等多个部分组成, 零件虽然较小, 但是在保障设备的安全性上发挥重要的作用, 因此, 企业要加强机械密封的维护工作, 防止意外事故的发生^[1]。

(二) 机械密封的作用

一方面, 良好的机械密封能够有效地减少机器的内漏、外漏、摩擦损失等情况, 从而节约原材料的使用, 提高机器运行效率, 降低对资源方面的消耗, 为企业带来更大的经济效益。另一方面, 机泵内的化学品具有一定的危害, 一旦发生泄漏, 不仅会引起造成火灾、爆炸等事故, 对工作人员的健康与生命造成威胁, 还会引发严重的环境污染的问题, 对车间工作环境、水资源、大气等带来不同程度的伤害, 因此, 做好机械密封工作不仅能够保证机械设备的效率与工作人员的人身安全, 还对节约资源与保护环境起到重要作用。

二、机泵机械密封失效的原因

(一) 腐蚀汽蚀

由于部分化学材料以及生产过程中所产生的粉尘等物质均具有很强的腐蚀性, 工作人员在实际使用机泵的过程中, 未做好相关措施, 很容易短期内就出现机械密封失效的问题, 为企业带来更大的经济负担或者埋下一定的安全隐患, 引发更为严重的事故。腐蚀失效包括点腐蚀、表面腐蚀、电化学腐蚀等, 都会使得机械密封之间的缝隙扩大, 影响整体结构的稳定性, 从而严重影响到密封能力, 出现机械密封失效的情况。例如, 被广泛应用于电力、冶金、煤炭等多个行业的离心泵, 在工业污染较为严重的情况下, 空气中含有一定的工业粉尘以及硫化物、二氧化碳等挥发性物质, 倘若与水结合就会发生反应, 形成具有强腐蚀性的无机酸, 当其运行于潮湿环境中, 非常容易诱发腐蚀的现象。同时, 机械密封装置一旦出现点腐蚀、表面腐蚀后, 将会导致整体机械结构的不稳定性, 进一步加大密封端面之间的缝隙, 其中点腐蚀对弹簧部分的影响最大, 主要发生于弹簧套, 破坏弹簧结构, 导致其工作效率与效果大打折扣。

汽蚀是指运行中液体在叶轮的进口处受到真空压力的影响产生液体汽化, 随后, 汽化的气泡通过撞击运动造成脱落, 导致其受到一定破损, 从而失去密封效果。例如, 在实际操作离心泵的过程中, 入口流量不足会引起入口压力降低, 甚至发生抽空的现象, 使此处叶轮受到汽蚀的损害, 同时, 具有大量气泡的内部流体将会对离心泵的叶轮造成一定影响, 机械密封的横截面出现磨损情况, 最终造成机械密封失效^[2]。

(二) 机械摩擦

在实际使用过程中, 设备的相关机械结构不可

避免地会发生摩擦情况，例如，动、静环由于保持较长时间的运行状态，会出现自然磨损的现象，导致密封效果降低，最终出现机械密封失效的情况。此外，在设备的运作过程中，这种机械摩擦将会一直发生，经过长时间的使用将会导致一部分零件产生老化、变形甚至是受损的问题，从而降低机械的密封性能，所以，相关企业和负责人必须高度重视对设备的日常维护工作，保证制定的工作安排能够落到实处，对于检测中出现的问题要及时上报、进行零件的更换。

（三）人为影响

一方面，机泵机械密封失效除了设备运行的因素外，还会在一定程度上受到人为作用的影响，由于相关工作人员的操作水平有待提升、对设备不够了解或是无视相关规章制度，在实际情况中很容易出现违规操作或者产生工作失误，导致机泵设备发生运行故障，不仅影响工作效率，还可能对部分机械零件造成损伤，致使设备部件出现裂缝的情况或者因受到高温而发生变形，为企业带来更大的经济损失。例如，当冷却水供应不足时，就会导致密封面由于干摩擦而产生热裂纹的情况，影响后续工作的开展。

另一方面，部分操作人员的责任意识与安全意识较为薄弱，对相关规章制度缺乏正确的理解，将检查、维护、保养等措施视为无用工作或是负担，导致其在进行作业时不能严格按照相关管理规定实施设备检查，容易使设备零件产生变形、出现沟槽或者裂缝等情况，最终对机械密封效果产生负面影响。

（四）安装不当

机泵安装前，需要对相关零件进行管理工作，保护不严容易出现变形或开裂等情况，未能及时察觉，则会将受损部件安装至机械设备中，导致运行时出现泄漏的情况，或者相关人员为了追求安装速度或者工作态度不认真，并没有严格依照相关工艺要求进行安装，例如，由于工作人员的疏忽，密封端面在安装过程中出现划伤或碰伤等情况，导致留有划痕，或者接触面存在一定的污渍、杂质等，加剧运行磨损程度，产生额外的维修支出。

（五）材料质量

在机泵机械密封工作中，密封环的材料主要是碳化硅、石墨、合金钢等，相关工作人员应当根据具体的工作内容和介质的性能特点进行密封材质的选择，使其能够满足实际的使用要求。例如，倘若工作介质的腐蚀性较强，就不能选择使用合金钢材质的密封环，否则将会在很短的时间内造成机械密

封失效，从而损坏机械设备^[3]。

三、机泵机械密封失效的解决措施

（一）预防机械密封实效的方法

1. 强化相关性能

相比其他行业而言，化工企业的工作环境较为特殊，与化学品的接触更加频繁，其具有的腐蚀性能对机械密封产生了相当大的影响，是导致机泵机械密封失效的主要原因。所以，化工企业在进行日常的生产工作中，必须加强对腐蚀问题的重视程度，强化管理力度。首先，要从材料入手，相关人员要结合具体的工作内容挑选更加适合的材料进行生产作业。其次，要注重日常的防腐蚀工作，确保制定的相关制度能够落到实处，严格按照有关要求进行防腐检修并且做好记录，及时更新设备情况，争取能够在第一时间发现问题并采取相应措施、解决问题，防止后续出现更大的事故，耗费更多的资金进行弥补，例如，工作人员在进行防腐检修工作时，发现出现腐蚀现象的零部件要及时更换，做好记录。最后，工作人员要严格控制相关生产因素，尽量避免在机械设备运行过程中出现较为严重的腐蚀现象，以此延长机械密封的时间。

从机械密封结构方面来看，现阶段无法完全避免汽蚀的产生，只能通过采取适当的办法，减轻汽蚀的破坏程度。例如，相关人员对发生汽蚀的机泵要提前查看进水池的流动状态，当池表面有强力涡旋时，要考虑增加破涡板，以此减少水的流动，这是一种必要且方便易行的方法。同时，还要留心水池水位，可以抬高进水池水位的方式减轻汽蚀的发生。

2. 及时清理杂质

磨损主要发生于两种情况中，其一，由于部分介质中带有固体颗粒，当机泵运行此类介质时，密封端面不仅会因颗粒的存在而受到更多的磨损，还会因颗粒介质的堆积阻碍弹簧与密封圈的正常工作，引发补偿环的工作效率下降。密封面内径与轴之间存有的缝隙较小，一旦发生泄漏，介质的固体颗粒无法及时排除，从而造成堵塞情况，阻碍设备的正常运行。对于这种情况，相关人员可以在机械内部增加辅助装置，采取相关措施，例如，更多地关注冷却管的冲洗，避免介质中的固体颗粒物产生大规模的堆积，保证设备的正常运行，缓解磨损情况。

其二，在进行安装时，对部件表面要做好清理工作，避免因留存杂质而产生磨损情况，降低机械密封性能。同时，在运行较长时间后，机械密封端面将会留有一定的杂质晶体或结晶杂质等附着物，也会引起



泄漏问题，此时无需更换部件，只需要相关人员按照要求及时进行清理工作，保证表面的光滑、无杂质，避免发生泄漏后需要花费大量的维修资金补救，为企业带来更大的经济负担。有关负责人必须重视对设备的检测情况与清理工作，对运行中产生的杂质和堆积情况要采取科学合理的措施进行清理，防止引起端面或其他零件的磨损问题，从而导致泄漏的发生^[4]。

3. 提升人员素质

设备的运行离不开人工操作，科学、合理的操作技术将会在一定程度上延长机械密封时间，提升密封性能。针对目前部分员工出现的操作不当、意识薄弱等问题，应当从以下几个方面入手：第一，相关负责人在开展招聘工作时，要加强人员素质的考核，除了审核相关学历、知识水平外，还应该增加实际操作环节，检验应聘者的工作能力是否符合岗位要求、是否能够满足工作需要。当前部分人员对于此类岗位缺乏清晰的认识，在学习时将更多的精力放在书本上，理论知识储备较为充沛，但实际动手能力较差，增加实操环节的考验，能够有效、全方位地检测相关人员的技术水平，便于更好地分析其与岗位的匹配程度。第二，聘用人员后，要第一时间对其进行统一的岗前培训，使入职人员能够对自身所在岗位、所从事的工作内容有一个较为清晰的认识，增强其责任意识，更好地完成自己的分内工作。可以通过“老带新”的方式，为每一位新

员工分配一位老员工，不仅能够有效地帮助新人解决工作中的难题，传授相关技术与知识，使他们能够快速掌握工作要领，综合提升自身能力，还可以促进其树立正确的工作态度与安全意识，以更加认真、负责的工作作风服从上级的任务安排，严格按照相关要求做好日常维护、检修等工作，保障自身安全的同时，也能够为企业带来更大的经济效益。第三，相关领导必须重视起培训工作，对员工开展定期的培训或学习活动，使员工能够了解新技术的应用、新设备的操作，不断丰富自身的知识储备量，更好地从事此项工作。还可以与其他企业联合，既加强企业间的相互交流，促进内部员工更好地发展，又能够丰富活动形式，增加参与的积极性。第四，可以结合工作内容和企业情况制定相应的考核机制，通过奖惩的方式激发员工自身的潜能，全身心地投入到工作中，相关负责人必须要重视员工的想法，鼓励其发表自己的看法，对于好建议、新想法要立刻展开研究，不断完善相关制度，为员工创造更加理想的工作环境，增强其凝聚力。

对于各行各业来说，人员的素质水平都是一个关键因素，企业领导必须对此提高重视程度，不仅要聘用更加优秀、适合的人才，还要最大程度上发挥员工的潜能，推动企业未来朝着更好的方向发展，在激烈的市场竞争中创造一定的优势条件。

4. 保证安装质量

机械密封结构涉及到较多的精密部件,稍有不慎就会导致后续运行中出现问题,因此,必须保证安装质量。首先,相关人员进行密封安装前,需要加强部件的管理与检查工作,最大程度上杜绝损坏的零件被应用于设备中。例如,要保护好动、静环,避免出现变形、开裂的问题,严格检查并且使用棉纱擦拭其接触面,去除杂质;还要检查机械密封面是否存在质量问题,是否具有裂纹、沟槽等,一旦发现要及时更换,确保零件质量过关,从而保证机泵机械密封的效果。其次,要严格依据相关标准,对机械密封端面与密封圈的加工粗糙程度和公差进行测量,看是否能够达到所制定的要求。需要在泵轴、机封轴套等零件表面上涂抹润滑油,保证后续能够顺利组装。在组装过程中,相关人员要保持细致、认真、负责的工作态度,按照有关安装规范的内容与流程开展密封安装工作,对于其中发现的问题要及时上报给负责人,做出调整,保证此项工作能够顺利实施。安装后,必须要采取全面检查工作,例如,动、静环组件运行时要流畅、不能产生卡涩,保障动环与轴垂直偏差符合设计要求等,确保安装质量达到有关要求,维护设备的正常运行工作,以免因为安装不当出现机械密封实效的情况^[5]。

5. 选取适当材料

要想尽可能保证机泵机械密封的长期性,相关人员必须对工作内容有所了解,一方面,特殊的工作环境提出了更高的要求,要结合实际运行环境、温度压力等工况参数,科学地选择更加适合的机械密封形式,提升工作性能。另一方面,要根据介质的性能特点选择恰当的材质进行安装,对于腐蚀性较强的介质,应当选取聚四氟乙烯材料的机械密封环,减少检修次数,降低企业的维护成本,更好地保障机泵机械密封性能良好,延长使用时间。

(二) 减轻发生泄漏后果的策略

1. 采取模拟演练

在实际操作过程中,一旦发生泄漏情况也不要惊慌,相关人员要第一时间稳定自身情绪,对当前情况进行冷静分析。这就要求企业在培训活动中多展开情境预设,进行泄漏后的模拟演练,不仅能够针对性地加强个人与组织的应急能力,增强心理素质,在实际发生后迅速做出正确决定与操作,还可以及时发现存在的问题,方便采取相关措施予以改良,更好地研究处理突发事件的有效方法,不断完善解决方案。

2. 远程控制系统

当前科技水平发展较快,机械设备也在不断更新,在条件允许的情况下,相关企业可以结合自身

工作内容选择最新的设备,以此提高机械密封工作的安全性与稳定性,对于资金较为贫乏的企业也要设置专门的机泵远程控制系统,一旦发生突发状况,可以及时通过计算机停止工作运行,减少泄漏量,最大程度上减免企业的经济损失。

3. 设置消防设施

近些年来,机泵泄漏的典型案例层出不穷,火灾事故频频发生,例如,2017年时,某石化公司的重油催化裂化装置原料泵由于驱动端轴承异常损坏,引发原料泵的剧烈振动,造成密封波纹管与预热线断裂,导致原料泄漏起火。企业负责人必须对此提高警惕,除了做好预防措施外,还要在作业现场设置消防设施,研究合理、有效的应急措施,尽量保证在事故发生的第一时间采取行动,控制事态的进一步蔓延与恶化,避免出现较大的损失。

4. 建立监测设备

企业可以在机泵的上、下游设置截断阀,以便出现机泵机械密封失效的情况时,相关工作人员可以及时截断容器上、下两个部分之间的连接,通过这种方式减少泄漏量。还可以在周围设置其他的设备,比如可燃气体与火焰探头,在发生泄漏情况后,利用此项设备能够第一时间发觉,并采取相关手段^[6]。

结论:机泵机械密封对化工行业生产具有重大意义,通过分析现阶段事故发生的原因,并从设备性能、清理工作、人员素质、安装过程与材料质量五个方面提出相应的建议,同时,对泄漏后如何减轻事故后果也提供了一定的解决方案,希望能够保证机械密封符合要求,提升相关企业生产的稳定性与安全性。

参考文献:

- [1] 甘一凡. 机泵机械密封失效的分析与解决措施[J]. 化工管理, 2021(01):153-155.
- [2] 刘俊生, 马文礼, 王吉民, 等. 炼化企业机泵泄漏原因分析及预防措施[J]. 设备管理与维修, 2020(16):154-155.
- [3] 何家祥, 邱伟, 张立君. 机械密封失效分析及辅助系统优化应用[J]. 设备管理与维修, 2020(05):163-164.
- [4] 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.
- [5] 赵基玉, 闫伟. 化工泵机械密封选用及失效探讨[J]. 化工管理, 2019(22):177-178.
- [6] 张云朋. 泵设备机械密封泄漏事故防范技术探讨[J]. 安全、健康和环境, 2019, 19(03):20-22.