

水泵机械密封技术故障问题的处理措施

修 建

(辽宁红沿河核电有限公司, 辽宁 大连 116001)

摘 要 为了解决水泵机械密封的故障难题,提高水泵的生产效率,本文分析了水泵机械密封的基本作用原理,探究了机械密封故障类型以及机理,针对水泵机械密封存在的技术故障问题,提出了相应的预防办法和处理措施,探讨了材料选择、安装、维护等环节应注意的事项以及各类故障的应对处理方法,以期为相关工程人员提供参考。

关键词 水泵 机械密封 泄漏 变形 环境温度

中图分类号: TM621.7

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)08-0044-03

水泵的机械密封装置较为复杂,装置对环境温度、介质性质等方面有一定的要求。在机械的设计和安装过程中,需要针对具体的工艺要求来确定材料的性质,对可能发生的故障采取相应的措施,避免在使用过程中发生液体泄漏。本文从机械密封的失效机理出发,分析了可能存在的故障形式并提出相应的解决方法。

1 水泵机械密封的作用机理

1.1 机械密封的工作原理

水泵的机械密封装置由一对或几对与旋转轴互相垂直的端面组成,密封环随轴作旋转运动,在密封介质和补偿装置共同作用下,密封环的端面之间保持贴合,端面之间在润滑作用下相对滑动,避免液体的泄露。介质的压力作用和补偿装置的弹性作用使端面之间保持合理间隙,缝隙间的液膜能够保持端面良好的润滑性能。

1.2 机械密封边界摩擦与润滑的特征

密封端面缝隙间的液膜不均匀连续,缝隙压力较小,在发生泄漏时不易测量,两个摩擦面由于其摩擦系数相同,因此泄露量与摩擦面宽无关,通常与机械密封的密封端面光洁度、端面所承受的承载压力、端面件的摩擦滑动速率等因素有系。

1.3 机械密封装置的组成

机械密封主要由主密封、副密封和辅助密封、补偿机构、传动及防转机构和辅助装置配套组成。机械密封中两个密封环的端面相互贴合并产生相对滑动,分为动环和静环,动环随轴作旋转运动,静环则不随轴转运,补偿环有轴向补偿能力,反之则是非补偿环。机械密封的补偿机构是由补偿环与其他弹性元件做轴向移动的机构。机械密封装置的泄漏点常常发生在压盖与机体连接处、静环与压盖的间隙、介质在动环与轴之间的间隙、动环与静环在相互接触运动的密封面。

2 水泵机械密封的故障问题分析

在水泵的运行过程中,因人为操作不当、工艺因素、环境因素等原因,机械密封会发生故障失效,出现泄漏、磨损等情况,分析机械密封的失效故障,能够从机械密封件的材质、结构以及水泵的日常使用与维护过程中预防、阻止故障的发生。

2.1 水泵机械密封故障的主要形式

2.1.1 水泵机械密封泄漏问题

穿漏是发生在端面界面的泄漏,在机械密封泄漏中占有较大比例,是一种单向泄漏,密封面之间的间隙由于介质压力差的存在,导致介质液体由高压区向低压区泄漏,穿漏泄漏的速度较慢,当端面间隙以及介质流体压力差越大时,泄漏量越大。

渗漏是发生在密封件的材料中的毛细管中的一种单向分子的泄漏,是由部分疏松性较大、致密性较差的密封件材料造成,因此当密封介质的粘性较小时容易发生渗漏现象,而粘性大的密封介质则不太容易出现。

扩散不同于渗漏、穿漏,是一种双向的过程,当密封介质流体在较强的浓度差下,密封件吸附气体,密封端面的间隙以及密封材料中的毛细管会出现物质传递现象,由一侧向密封件的另外一侧析出。

在水泵机械密封中会出现周期性的动环问题,这种周期性问题泄漏量不稳定,另外还有不随安装轴转动的固定点静环问题,这种问题造成的泄漏量较为很稳定。此外还有发生在端面的磨损的不可见故障,可以根据接触端面的磨损情况来对密封产生的故障进行分析。

2.1.2 机械密封的温度问题

在水泵的使用过程中,由于摩擦和搅拌作用或工艺的温度要求会使机械密封的密封端面温度有所上升,温度过高时则会给机械密封带来一系列问题,密封环以及辅助材料由于其材质与耐温性原因,在高温下易

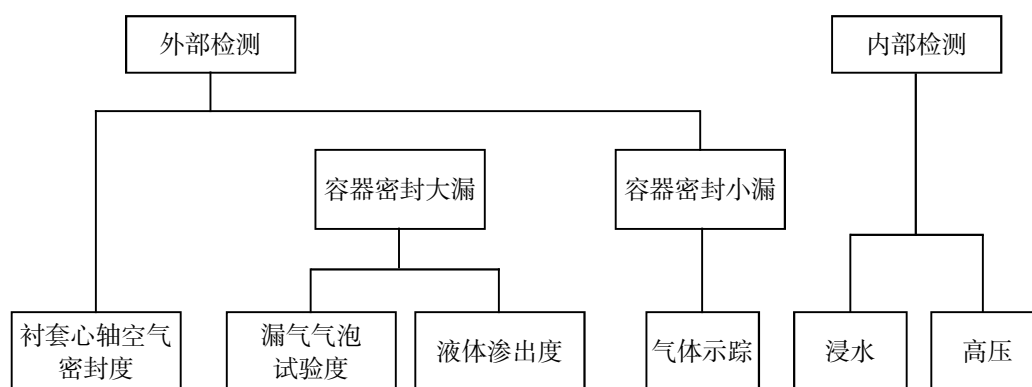


图 1 密封试验的基本流程图

发生形变，弹性元件的弹性也会在高温作用下发生变化，密封面之间介质容易在高温作用下发生汽化，从而导致接触端面之间过度磨损，还会发生热裂等情况。

2.1.3 机械密封的变形问题

机械密封的变形包括热变形、力变形以及残余变形。热变形是当热应力过大时，密封环的表面摩擦受热导致其超出了材料所允许应力限度，容易产生热裂，而裂缝会加剧密封面的磨损，开裂则会造成更为严重的泄漏。

2.2 水泵机械密封的故障分析

2.2.1 端面出现分离的原因与措施

端面出现泄漏的原因有很多，安装前端面受损、安装过程中端面的平面度以及粗糙程度不符合相关标准要求、摩擦端面之间有杂质进入导致磨损不均匀加剧、安装操作不规范导致倾斜、密封材料不符合相关标准易出现性变等情况都会造成端面分离。

2.2.2 辅助密封圈处的泄漏分析

在水泵机械密封的密封圈处由于密封圈发生损坏、膨胀等情况导致动环辅助密封圈、静环密封圈、轴套、压盖等部分之间发生泄漏。出现泄漏的原因可能是动环辅助密封圈本身品质较为劣质、安装过程中造成的破裂损坏、旋转轴的耐腐蚀性不符合相关标准、轴在使用过程中出现腐蚀情况、密封圈的材质问题、密封橡胶出现变形等情况。电分为可见故障和不可见故障。

另外，静环辅助密封圈处也有可能出现泄漏，可能是由压盖的加工尺寸问题、安装的技术规范问题、密封圈质量问题与材质问题等因素引起。轴与轴套之间的泄漏则是由于轴与轴套端面不够契合、螺栓预紧力不足、安装过程有缺漏、结合面受杂质污染等原因造成。

2.2.3 摩擦副材料

摩擦副材料的浸渍的工艺不符合相关规定、使用温度过高、结构的设计与使用环境不相匹配等情况会

造成摩擦副材料的高磨损、变形、破裂、腐蚀甚至断裂的情况。

2.2.4 弹簧及传动件的失效分析

弹簧处的损坏主要体现在当拉力强度过或达到疲劳强度、设计存在缺陷时其发生永久形变、断裂等情况。在传动过程中，由于振动原因会造成传动件的磨损，当介质的粘度过大时，扭矩过大也会造成其发生断裂，在腐蚀介质中，传动装置也会发生腐蚀而影响其功能^[1]。

3 水泵机械密封技术故障的处理措施

3.1 保证密封性能的检查

在水泵的机械密封装置安装过程中，需要对机械密封的密封性进行有效的检查，确保其运行符合技术要求以及工艺规划，能够在运行过程中达到其标准要求的密封性能。因为泵机一旦开始正常运转，其系统的环境有不确定性，并且介质反应过程中的条件恶劣，技术人员难以在出现故障后近距离观察检测并采取维修措施，因此使用前的检查排查和工艺检验是必要环节^[2]。

3.1.1 外部特征的检查

观察机械密封部件是否存在泄漏现象以及是否运行通畅，在运行过程中密封是否发生异常振动，有异常响动应判断响动的位置，判断轴承等原件的温度热度是否处在正常范围，密封圈周围是否有异常气味，部件是否发生形变以及其磨损情况，设备的性能参数是否处在标准状态。

3.1.2 密封的工艺性检查

密封的工艺性检查需要在选型以及安装之前对机械密封进行工艺检查，严格排查工艺故障。根据机械密封所使用的环境判断其是否符合实际的工况需求。检查密封腔内的压力是否处在其限制的动态压力与静态压力的标准之中，检查密封系统在实际工况下的温度，判断其介质和材料性质是否符合工艺需求，缓冲液或者隔离液的选用是否与工况相适应。当存在机械

密封的泄漏情况时,判断其泄漏的速度随压力、速度以及温度的变化趋势;在维护过程中检查所使用的润滑剂是否符合工艺规范;摩擦面的表面是否清洁干净不存在杂质。除了常规的工艺性检查,对机械密封进行密封性试验也非常重要。

3.1.3 密封安装前的有关要求

水泵机械密封在安装前需要进行静压试验进行零部件基础功能的检查,避免在运输和安装的过程中发生损坏,按照相关标准判断其径向跳动公差是否符合要求,当未达到要求时,可以对其增设中间轴承或底轴承;安装过程中轴径表面不能发生磕碰,表面内部密封圈被刮伤;安装过程中保持干净光滑,不存在凹凸不平,釜口法兰应该与传动装置轴线保持垂直,各管路的接口需要和机架的方位应放置正确。

3.1.4 环境温度的控制

控制机械密封的端面温度,确保其不发生剧烈变化并处在标准温度范围内。首先要提供一个合理的运行环境,并且在环境中能够适当调节和控制工作温度和压力,在工作过程中保持端面的润滑性^[3]。

冲洗包括内冲洗、外冲洗以及循环冲洗,通过向机械密封端面的高压侧直接注入或者排出冷却液体来实现对密封端口的冷却,避免因温度升高导致液膜汽化,改善端面的润滑性能。冲洗时需要考虑冲洗的密封部位、冲洗方式和对应的冲洗量。

急冷是通过一定量的气体或者液体从背面对静环进行冷却,有快速、直接的特点,在选择用水来进行急冷时,温度过高则容易造成水垢的出现,反而会影响泵的正常运转,因此需要根据实际的工况来选择急冷液。为避免加进的介质出现泄漏现象,应当在机械密封的运行系统中设置填料密封或者油封等有效的辅助装置。

3.2 防止密封件变形的措施

在机械密封部件的设计环节,首先需要确保遵循平行平面的原则,使得元件能够拥有符合工艺标准的强度和刚度,避免在使用过程中发生变形。在对密封材料进行选择时,需要考虑水泵的实际工作环境,选择导热性好、热膨胀系数小以及高弹性模量的材料。机械密封元件的制造工艺需要避免发生应力集中,消除和释放结构中残余的应力;在机械密封的安装过程中,需要严格按照技术规范以及安装程序的要求,由专业人员进行安装,提高安装的精度和准确性、确保角度、螺栓安装等影响机械密封的安装环节的精细安装。

3.3 泄漏发生后阻止密封泄漏的主要途径

在水泵的设计和实际的生产过程中,首先要尽可

能减少需要设置密封装置的部位,密封点的位置越多,则越容易增加水泵的密封泄漏风险,当发生泄漏时,需要针对泄漏点采取相对应的措施,及时切断泄漏途径。可以通过增加通道的阻力来减少泄漏,改变两端的压差、通道长短、通道壁面的光洁程度与棱缘的光滑程度等方式来达到增加阻力的效果,也可以将小型的做功元件添加在泄漏通道之中来抵消造成泄露的压差。

3.4 水泵机械泄漏不同元件故障的解决措施

3.4.1 端面泄漏的解决措施

在端面发生泄漏时,需要对损坏的密封环进行修复与更换,在安装过程中避免杂质的进入造成过度摩擦,当技术人员存在操作不当的问题时,需对零部件重新安装,确保其垂直度、安装位置符合标准规范。由于密封材料有较低的弹性模量,因此在安装过程中还需格外注意对其夹紧力施加均匀。

3.4.2 辅助密封圈处泄漏的解决措施

当压盖加工尺寸出现问题时需对其进行重新加工修整,在安装过程中将凹面对准介质端,及时更换不合格产品,使密封圈材质与液体介质相匹配。在安装过程中采用材质较好的垫片,注意预紧力的大小,确保安装现场的清洁,避免杂质进入。

3.4.3 摩擦副材料处泄漏的解决措施

对制品进行二次浸渍处理,当使用温度过高时,为避免浸渍剂发生溢出,应当采取冲洗与冷却措施。在选择材料时,选用硬质碳石墨作为摩擦副材料,补偿环采用托装式结构避免高温高压下造成其形变。

4 结语

水泵的机械密封能够确保其在使用过程中不发生液体的泄漏,但机械密封往往因为环境、工艺、安装等因素而功能失效,在轴、密封圈等接口处发生液体的泄漏。本文对水泵机械密封的故障形式以及故障机理进行了研究,分析了故障可能存在的形式,并提出了针对不同类型故障的解决方法,从检测、维护等各个环节确保机械密封的有效性。

参考文献:

- [1] 王宗臣. 水泵机械密封技术故障的原因分析及处理措施探讨[J]. 冶金管理, 2021(09):48-49.
- [2] 王亚. 机械密封在水泵维修中的应用分析[J]. 内燃机与配件, 2020(01):134-135.
- [3] 李张义, 吴晗. 水泵维修中机械密封技术研究[J]. 科技创新导报, 2019(07):113-114.