

# 水泵机械密封失效分析及对策

## Failure Analysis and Countermeasures of Mechanical Seal of Water Pump

尚金龙

Jinlong Shang

河钢唐钢检修分公司 中国·河北唐山 063000

Tanggang Maintenance Branch of Hegang, Tangshan, Hebei, 063000, China

**摘要:** 机械密封在工厂的水泵设备上, 占据着非常大的比重, 其中的密封失效问题更是关乎水泵设备的安全和运行。在实际运转过程中, 机械密封出现问题, 比如密封不严或者硬摩擦等, 可能会引起设备的安全事故。论文从水泵机械密封失效的角度出发, 详细阐述其失效形式及原因, 并提出了相应的解决措施。

**Abstract:** Mechanical seal occupies a very large proportion in the water pump equipment of the factory, and the seal failure is related to the safety and operation of the water pump equipment. During the actual operation, the mechanical seal has problems, such as loose seal or hard friction, which may cause safety accidents of the equipment. From the point of view of pump mechanical seal failure, this paper expounds its failure forms and causes in detail, and puts forward the corresponding solutions.

**关键词:** 水泵; 机械密封; 失效分析; 对策

**Keywords:** water pump; mechanical seal; failure analysis; countermeasure

**DOI:** 10.12346/etr.v3i10.4426

## 1 引言

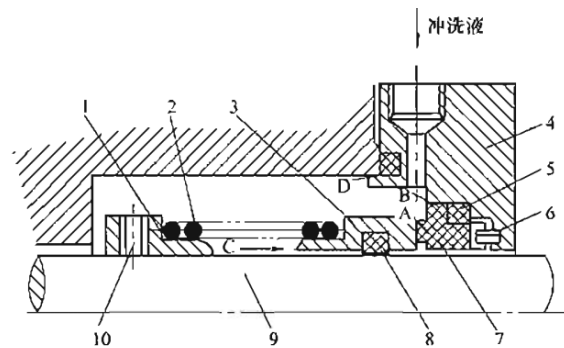
水泵在冶金行业应用较为广泛, 为了保证水泵运行效果, 防止转动部位泄露, 就必须应用密封。机械密封是依靠垂直于轴的端面在流体及补偿机构作用下压紧贴合阻止泄露的装置, 精密度较高。图1为机械密封的基本结构, 在泵运转中, 通过动环和静环在弹簧部件的压力下构成摩擦副, 进行有效的密封。目前在工业泵上, 约75%以上的泵采用机械密封, 因此机械密封不出故障是水泵运行顺畅的重要保障。

## 2 解决水泵机械密封失效问题的重要性

水泵机械密封失效的问题处理, 是在水泵维修过程中至关重要一环, 在水泵机械密封失效时, 发生泄露, 会影响整个管路的使用效率, 特别是当存在有害液体时, 其本身就自带安全隐患, 会造成意想不到的结果。

机械密封在水泵中顺畅地运行, 能为生产设备的运行周期、使用安全、生产平稳打下坚持的基础。另外通过点检定修制及其他设备管理制度, 提前处理好水泵机械的密封问题, 也可以减少维护成本, 无须经常进行人工维修和检测, 减少

了设备重购量, 同时也能提高使用效率。通过认识水泵机械密封的原理、运行周期、使用及检修方法, 及时点检和进行针对性维护, 消除了时间限制, 有选择性地对故障进行提前预防, 将泄漏杜绝, 保证运行长久, 让安全性也大大提高<sup>[1]</sup>。



1- 弹簧座; 2- 弹簧; 3- 动环; 4- 压盖; 5- 静环密封圈;  
6- 旋转销; 7- 静环; 8- 动环密封圈; 9- 轴; 10- 紧定螺钉;  
A、B、C、D- 密封部位 (通道)

图1 机械密封的基本机构

【作者简介】尚金龙 (1988-), 男, 中国河北唐山人, 工程师, 从事机械工程研究。

### 3 水泵机械密封失效分析

评定机械密封质量优劣标准主要有两个：泄漏量和使用寿命。此两项评定标准贯穿了水泵机械密封的设计、制造、安装及运维的全部，每一步出现问题，都会影响水泵的机械密封使用。在实际中，水泵的设计、制造和安装、使用分属于不同用户，因此其表现出来的性能也不同。同一设备不同时期机械密封效果也会不同，最初运转时效果不好，产线平稳运转后泄露量降低，故障也减少。同一品牌、同一型号水泵机械密封在不同用户的使用下，密封的效果也不同，技术和管理的水平高的用户，机械密封使用故障率就低一些。新厂的设备因整个系统需不定时调试，设备运转无规律，泵和机械密封也就运转不稳定，易出故障，这些都是正常的。另外机械密封在新泵安装或者后续维修更换过程中，产品质量不过关，或者关键参数把控不严，安装没有按照标准进行。这些原因都会造成密封运转寿命缩短，泄露量增大，引起密封失效<sup>[2]</sup>。

在笔者所在公司实际生产中，根据运行班组和设备点检员以及检修人员的台账进行梳理，对机械密封的失效进行了统计及归类分析，最终统计结果如表 1 所示：

通过对公司内机械密封失效的原因进行统计分类（图 2），可知析密封自身质量问题占比 33%，辅助系统原因占比 22%，介质及工况占比 26%，水泵自身问题占比 11%，水泵及密封安装原因占比 8%。其中后三项合计占比 67%，属于机械密封安装及使用范畴，而第一项水泵机械密封自身质量问题原因仅占比 33%，说明造成机械密封失效的主要原因并非机封质量不合格，当前机械密封品控及检验已经做得很好，很大程度上取决于水泵及机械密封的安装、使用、维护等方面。

细分来讲，造成机械密封失效的具体原因是多种多样的，甚至是很多因素综合造成的，常见的有因为压力问题或者里

面的介质问题。压力问题就会产生渗漏，当然介质也会引起相同的结果。还有本身水泵机械原因，会造成周期性的密封失效问题。

在实际工作中，水泵机械密封日常运转的维护也需要具备一定的技术水平，除了在使用的方式上，更多是要根据实际情况进行调整。水泵运行维护人员要经常性地对水泵机械进行点检，及时发现异常，并对故障频发的机械密封失效作出重点监控和预防，尤其是出现的气蚀和抽空，机封的使用寿命至少为 8000 小时，而抽空和气蚀会造成寿命大大降低，运行维护人员也要根据实际问题作出有针对性的解决方案，在维护角度也要做好经验积累<sup>[3]</sup>。

对水泵机械维修人员来说，水泵机械密封失效问题处理是首要问题。在开展水泵机械密封拆卸与安装的过程中，一些检修人员技术水平不足，缺乏质量观念，机械密封是比较精密的部件，检修人员未做到机封部件的安装前检查，安装中符合标准化流程，安装后泄漏试验不严密。在检修上不严谨，技术培训学习上没有认真对待，这些都影响着工厂的水泵及机械密封的正常运转<sup>[4]</sup>。

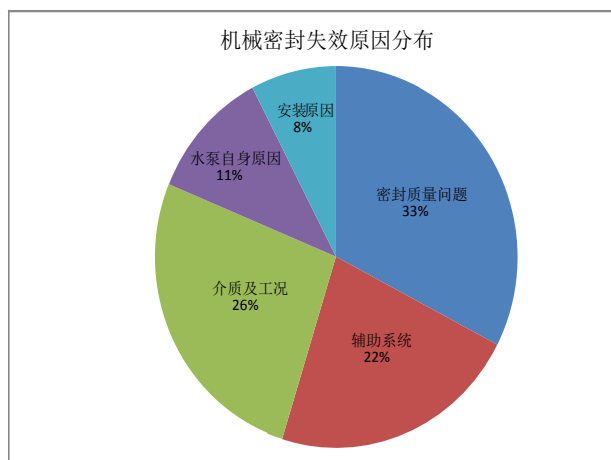


图 2 机械密封失效原因分布

表 1 机械密封的失效统计结果

失效原因	密封质量问题							辅助系统			介质及工况					水泵自身原因				安装原因		合计	
	组合不牢	动环硬度不够	载荷系数大	材质错误	静环垫太紧	密封面不平	密封面窄	无冲洗	冲洗管阻塞	冷却水结垢	腐蚀加磨损	有固体颗粒	抽空	密封面结冰	密封面结晶	黏度太大	串轴	振动大	压盖垫磨损	密封箱面不平	压缩量太小		安装间隙过大
统计	15	11	9	2	5	3	2	26	2	4	18	8	2	3	4	3	7	4	4	1	4	7	
小计	47							32			38					16				11		144	

## 4 解决水泵机械密封失效的措施

### 4.1 提高处理水泵机械密封失效问题的技术水平

在机械设备发展的同时,水泵机械的密封失效问题是一直贯穿其中的,因此有必要提升处理机械密封失效问题的技术水平,其中包括安装密封前的检验、密封运行时的技术维护、检维修时的注意事项等<sup>[5]</sup>。

#### 4.1.1 安装前检验事项

①检查密封型号及材料,对端面的内外径及轴套的直径进行测量,核对是否符合工作条件要求。

②检查水泵有无质量问题,是否符合安装要求。

③检查弹簧旋向是否与轴的旋转方向一致,工作状态为旋紧。

④检查机械密封各部位零件尺寸和表面质量。端面用放大镜检查有无气孔和裂纹。用平面度仪检查平面度 $\leq 0.0009\text{mm}$ 。用游标卡尺检查动环内径与间隙在 $0.2\sim 0.4\text{mm}$ 范围内,检查动、静环的安装密封圈的尺寸间隙及密封圈的过盈量。检查弹簧是否高度相等,两端是否平行。

#### 4.1.2 运转维护时注意事项

①按照点检定修制进行及时点检维护。

②了解区域内设备型号、结构以及各项基本参数

③熟悉水泵内的介质性质。如润滑性、腐蚀性、黏度以及是否出现结晶等。

④了解泵的运行工况。包括工作温度、进出口压力、辅助设施、振动参数,运转周期等。

#### 4.1.3 检修时注意事项

①机械密封定位符合标准。安装密封前,转子需要安装到正常运转位置,同时要求转子轴向固定,轴向窜量 $\leq 0.3\text{mm}$ 。

②压盖和密封箱精度符合要求。拧紧压盖时要注意防止端面偏斜,用塞尺检查压盖和密封箱断面间隙,误差不得超过 $0.04\text{mm}$ ,压盖和静环对轴的径向间隙,沿周围各点误差不大于 $0.1\text{mm}$ 。

③安装后的泵振动幅度符合标准。安装后的泵由于转子不平衡、泵与电机不同心、轴承故障等原因会引起振动,从

轴承箱测得的最大振幅不超过 $0.06\text{mm}$ 。

### 4.2 加强培训,提高水泵机械密封失效处理问题的意识

在水泵机械密封失效处理问题中存在的观念问题可以分为两步去解决:一是改变固有的思维方式,筛选出有能力的管理人员。不要从根本上去提高水泵机械密封失效处理问题的技术和管理能力,从技术入手的同时,还要从人才上引起重视。在水泵维护上定期举行设备培训,加强设备维护意识。很多水泵的环境处于高温弱酸、弱碱和污水中,对静环、动环辅助橡胶密封圈的腐蚀,造成机械泄漏量过大。动、静环橡胶密封圈采用丁腈,不耐高温、酸碱。当污水呈酸性和碱性时,容易腐蚀,也会造成机械密封失效。这就需要多加培训深入了解。二是加强质量管控培训,让运行与检修人员加强质量监控,保证设备运行如新。

## 5 结语

经过分析,造成水泵的机械密封的失效形式原因,除了水泵运行的工作及介质条件外,机械密封自身质量、安装方法,水泵自身问题,水泵辅助设施等也是造成机械密封失效的重要条件。因此,在水泵机械密封失效问题控制上,需要在水泵安装、运行维护、设备操作人员技术培训、辅助设备管理等方面共同下功夫,杜绝隐患,这些对设备的正常运转都具有重要作用。

## 参考文献

- [1] 彭德迟,余良旺.水泵机械密封失效分析及对策[J].给水排水,2019(5):95-97.
- [2] 赵军博.机泵故障原因统计分析及实用改进措施[J].科技创新导报,2010(32):72-73.
- [3] 袁景.循环氨水泵机械密封失效的原因分析及处理[J].工程技术研究,2016(8):117-118.
- [4] 王鑫.高温油泵机械密封失效分析及改进[J].工程技术研究,2020,5(2):117-118.
- [5] 吴仁荣,马群南.船用海水泵的机械密封故障分析及对策[J].流体机械,2019,33(1):45-47.