

# 机械密封在液态气体中的工作寿命

池立军

唐山唐钢气体有限公司, 河北 唐山 063000

**[摘要]**随着密封技术的不断发展, 机械密封(接触式)用于输送液氧、液氮、液氩、LNG等液态气体的低温离心泵, 其使用寿命受到诸多客观因素的限制, 如根据液体介质的种类、泵的精度等, 分析了影响低温机械密封工作寿命的因素, 并给出了操作建议。

**[关键词]**机械密封; 液态气体; 工作寿命

DOI: 10.33142/sca.v5i5.7344

中图分类号: TB655

文献标识码: A

## Working Life of Mechanical Seal in Liquid Gas

CHI Lijun

Tangshan Tangsteel Gas Co., Ltd., Tangshan, Hebei, 063000, China

**Abstract:** With the continuous development of sealing technology, mechanical seals (contact type) are used for cryogenic centrifugal pumps conveying liquid gases such as liquid oxygen, liquid nitrogen, liquid argon, LNG, etc. Their service life is limited by many objective factors. For example, according to the types of liquid media, pump accuracy, etc., the factors affecting the service life of cryogenic mechanical seals are analyzed, and the operation suggestions are given.

**Keywords:** mechanical seal; liquid gas; working life

### 引言

机械密封低温, 指的是在离心泵机械密封接触用于运输液态氧、氮、氩的液体、液化天然气和碳氢化合物液体温度低于最低温度在 $-80^{\circ}\text{C}$ ,  $-196^{\circ}\text{C}$ 到目前为止的, 没有国家标准对这类机械的栅栏, 没有一个可以信任的国际标准。但在社会生产实践中, 这些产品已广泛应用于航空航天、空分、电力、冶金、医药、电子、玻璃等离心泵输送液化气。

### 1 机械密封定义以及组成

#### 1.1 机械密封定义

机械密封实际上是指旋转机的轴向密封系统, 如离心泵、离心机、压缩机等。各种各样的设备。正常设备和轴承之间有一个间隙, 这是保持机械性能的一个重要原因。机械设备不稳定运行的可能性更大, 这一差距降低了操作的安全性, 缩短了操作时间。因此, 我们需要一个保护空间的机械塞子。机械密封技术也根据操作要求的不同而有所不同: 端、端、平衡、不平衡等。

#### 1.2 机械密封组成

机械密封按不同的标准分类, 其组成各不相同。例如, 根据设备的弹簧部分是否停止, 机械密封可分为扭转和停止。由于离心力, 转子使设备变形, 机械密封可以防止这种情况。为了消除旋转机械的密封性缺陷, 必须安装多个部件。可以看出, 机械密封有许多不同的元素, 使其不同的特性。

### 2 机械密封性能影响因素

#### 2.1 密封分类及其槽型

外部或内部环的间隙可分为非接触机械阀(外部切口)

和上游泵(内部切口导致泵)。不同类型的腔(螺旋、云杉、模拟树等)产生不同的流场压力分布和不同的孔径、流速、流体膜刚度、泵送系数(上游泵送)。根据试验和实际应用, 螺旋端的密封性目前是最好的。

#### 2.2 压力

压力(负荷)是影响机械性能的主要因素。考虑到目前的高压和高速机械封堵系统, 在封堵装置的相对运动中, 必须考虑到因内部和外部接头受压而增加的压力变形。内部冲击的压力是内部的, 外部变化——环境和参数都在变化。不同的材料有不同类型的工作压力, 压力限制的动态特性和故障机制在装配和使用中都应该是已知的。温度对机械密封有很大的影响。机械密封摩擦密封切割工具的努力和动环戒指在缝隙油膜, 运动期间不均匀变形温度温度的膜分布之间的密封僵化, 磨削的可能性在增加, 降低了机械密封固定密封和线性粗糙度, 往往增加了热量设计。

### 3 机械密封无效原因

#### 3.1 静试时外泄

防护装置安装后, 必须进行静态试验, 以确定磨损的程度。如果空气流量低, 经常缺少主动环或密封圈; 当气体流量增加时, 二次移动时摩擦环就会出现。在评估泄漏的程度和液滴的位置之前, 应进行分析, 而泄漏的数量不应有明显的变化, 这就解释了静态和动态密封性; 当废气处理发生重大变化时, 可以确定移动环和静态对的摩擦原因; 如果排泄产物的垂直排泄是活跃循环中通常存在的一个因素, 则泄漏物质位于冷却剂孔附近, 冷却剂孔通常导致静态循环。在操作过程中, 材料被分离和垂直移动,

受到关节张力的影响,材料通过孔被释放,冷却水被切断,通常是由于静态关节的故障。

### 3.2 零部件选用不当,引起的引起泄漏

在生产大修过程中发现,机械密封失效是由磨损、腐蚀、老化、摩擦副变形、辅助密封圈、弹簧断裂等原因引起的,是生产过程中泄漏的主要原因。以上现象与选材不当有直接关系。大多数机械密封中使用的紧固螺钉由硬化材料制成,这降低了螺钉的耐腐蚀性能。应使用未经热处理的较软的固定螺钉。由于静动环污垢不良、动环硬度过低、密闭面过窄或不规则、负载系数过大等原因导致机械密封过早泄漏。所以在选择机械密封材料密封,尤其是戒指,给客户,根据实际使用的橡胶材料,综合考虑材料的影响,工作压力、转速、温度、频率的开放和游行和其他因素,以确保模型更合理,更能适应现场工作环境。

### 3.3 导致机械密封无效的外界因素

垂直管道的特点是高强度轴和密封性。特定的压力产生操作所需的压力,从而产生防水的效果。为了保护这种压力,该装置要求泵轴不配备大型管道,通常保持在0.5毫米以内。轴向力增加了切割件的密封压力,加速了密封端的损失,损害了密封。轴向力升高。在操作过程中,密封性不应承受轴向力。由于轴向压力,设备的负面影响是无法预测的。密封剂受轴向力的影响,盖的操作过程是加热的,聚丙烯材料是熔融的,机械操作后密封剂的效果是关闭的。轴向偏差太大了。这些是机械密封系统下的可移动和有弹性的部件,其中两根密封线相互连接,轴旋转和密闭。该装置需要良好的同轴测量,这是过度偏差的主要原因。

### 3.4 密封检测

如何在不影响操作条件的情况下控制密封件,由于密封件的复杂性,密封件不能多次拆卸。首先是确定损失的共同阶段:损失测试、年度定期损失和紧急损失。在其他国家,控制主要是通过一系列的振动、外部温度变化、低梯度转子和控制运动来进行的,同时考虑到工作条件,如温度、压力和其他防水垫圈,对充气有特别的影响。在选择密封材料的格式、条件和操作条件后,应制定适当的操作说明,以确定清洗时间、方法和热控制范围。在试验过程中,根据试验的效果对参数进行了合理的调整,并通过大气压或循环流体监测了这两个限制;密封试验可与泵关闭阀结合,形成封闭区域。为有限的差异、有限的分子和流体动力学引入模拟和测试方法。实际的控制方法是热电偶(温度)、微压力传感器(压力)和电容(内部方法)。-在分析介质、压力、密闭表面和密闭状态时,考虑到各种因素的组合,对密闭状态和正常运行中存在的问题进行连续监测和校正。通过磨损信号分析故障原因,并考虑到橡胶涂层的腐蚀和故障等因素。

## 4 正确使用机械密封需采取措施

### 4.1 选用合适的机械密封

在选择泵的类型后,应根据设备使用的合适的工作介

质类型(压力、温度、介质、周向速度、运行条件、机器安装精度等)选择机械密封,经久耐用、经济。

### 4.2 严格控制备件质量,做好备件保管工作

机械密封的质量是影响使用寿命的最重要因素。如果供应不正确,可能会对后续使用造成重大问题,甚至导致整个生产过程停止。在储存时,应考虑以下几点:储存、储存和分配备件,考虑密封件随时间的变化,由第一个所有者使用 Quds 方法;不要将重物置于机械密封之上;机械密封的主要部件,由于防腐处理,经过温度控制等措施后,包装出出厂,并尽可能保持出厂状态储存;如果可能,不要用手触摸配对的密封面。

### 4.3 轴向流量和推力控制

大轴向管道的答案是平衡设备。科学将轴向力定义为轴向管道为零。这里需要平衡与纵向轴向轴承相结合的结构,使平衡设备补偿纵向轴向轴承旋转方向的极限力;平衡鼓也可以与推力轴承结合,使平衡鼓承受大部分的力。其余的力由相应的肩轴承提供。轴向轴承延长了轴的方向限制。轴向力处理机构的设计使其能够充分处理轴向力,为设备的压实提供条件。产品制作完成后,每一件产品都要进行实验控制,然后发现问题并进行处理。对于一些主泵,可以在转子上安装轴向力环,轴向力可以瞬间观察到,异常情况也可以第一时间响应。多级卧式离心泵常发生较大的轴偏转,通常通过减小两个轴承之间的距离来解决。该系列泵叶轮对总扬程要求不高。在对总扬程要求高的情况下,如果可能,可以增加各级叶轮扬程,以减少串联。在设计泵轴直径时,不仅要考虑传动效率,还要考虑设备密封、轴偏转、联轴器压力启动方式、径向力等方面。

### 4.4 机械密封智能化

智能设备可以解决许多问题。•智能架构的应用,包括独立的装配线工作;-普遍的自营职业;集群智能工作。在机械抓地力领域,智能概念主要用于识别、控制系统、操作条件的及时反馈和故障解决。总体设计包括控制结构内的传感器、机械抓地力和电子信号的传输、振动信号,从而测量密封室的物理量。然而,在机械密封所面临的表面变形方面没有取得真正的进展。检测系统也存在需要解决的问题,如在复杂条件下接收到的信号的反馈的持久性、系统开发后机械密封性的断裂、舒适性平衡的智能。

### 4.5 科学选择密封材料

密封材料的特性在很大程度上决定了石化工厂泵机械设备的密封效果。除了严格意义上的密封材料外,还有其他与密封件有关的金属元素,如弹簧、螺钉、带子、金属波等。在这种情况下,可能会导致模型和材料的不匹配。特别是(例如,金属弹簧易受过渡力和腐蚀的影响。在这种情况下,金属材料的一个重要特征是,在多重应力下,腐蚀速度会显著增加。如果石油化工产品含有大量氯化物,

与金属接触的腐蚀速度会更快。因此，国际标准不建议使用金属材料加固的不锈钢弹簧和耐腐蚀的HST钢弹簧；如果金属外壳的外表面有磨损痕迹（即使是轻微的磨损，由于固体颗粒从闭合侧向外壳内部的运动），这可能会干扰密封性；通常不建议使用已经硬化的材料来选择螺钉。这是因为硬化过程必须包括加热过程。包括金属在内的许多物质都受到高温的影响，其内部特性发生变化，其耐腐蚀性大大降低。如果材料没有硬化，理论上也没有失去腐蚀的抵抗力，技术人员也可以在密封过程中在轴上固定一个弹簧螺钉，这样密封就足够了。

## 5 影响低温机械密封工作寿命的因素

### 5.1 低温离心泵的精度

低温机械密封质量（波浪材料、动态环盖材料的选择、低温加工、封口的自然保质期和矫直）。与改性不锈钢和特氟隆（绿色、灰色等）碳化物接触的低温机械密封性。为了提高石油化工工厂泵的机械密封性，机械密封性必须定期拆卸和检查。然而，在操作过程中，应注意以下几点：特别是，抽水蓄能装置的两端必须机械密封，不论装载和拆卸过程如何，必须相互照顾；其次，在拆除之前必须进行全面的检查。密封的涂层必须用一种特殊的工具进行拆卸，以确保其完整性。不可能正确评估印章的完整性是否存在问题；第三，在拆卸后，应注意密封端的变形和磨损。一般来说，可以用光学放大镜来检测密封的二次摩擦表面的变形，也可以用放大镜来控制裂纹。在密封弹簧的情况下，保持弹簧的自由高度是很重要的。-如果密闭弹簧的弹性没有降低，检查是否有锁紧（存储），是否有裂缝或腐蚀变形；4. 检查密封件（O型、V型、U型等），不论是否有衬里、老化、硬化、燃烧、膨胀、破裂等。

### 5.2 适合安装的压缩量

客户提供的所有低温机械密封系统都是由传统油罐车离心泵的机械密封系统制造的（MFLC 12/ 27.5, 法国）。总压缩能力为 1.3-1.4 毫米。如果安装的下限小于 1.2 mm，则机器的停止力降低，轴承压力降低，机器损失可以很容易地避免。如果一个装置的压缩值超过 1.5 毫米的上限，则在操作过程中（在移动环的两端之间）的覆盖面会干燥，而移动环（刚性环）的两端会迅速缩小成腔状，磨损迅速。密度高，断层密封的表面光滑且不可逆，干燥摩擦，机械密封寿命短。在设备中选择合适的压缩值，应确保机械塞子在密闭表面之间保持完整，并在关键的摩擦条件下（用

间歇的液体膜）在低温下寿命长。

### 5.3 低温离心泵及管线、阀门等环境必须充分预冷

低温离心泵的冷前运行需要严格、组织良好和条件良好的操作。许多公司仍在现场进行手工操作。手动操作是不可靠的。许多低温机械设备寿命的缩短。除了缺乏预热会导致紧急泵轴上的冷曲线外，泵的精度受到了损害，机械密封也不能正常工作。另一方面，由于低温离心泵驱动死角，它们只能被固定、预热和打开。这不必要地增加了开车的成本。气体和液体气体的研究。现场工作人员选择安装低温离心泵和脱脂牛奶泵，在完全冷却前操作，泵、管、阀门等。在环境温度下，在机械压力下液化的传热气体被降低到泵蒸发压力的值。当泵工作时，旋转轮携带液体而不是气体。这是物理原理，低温泵在运行前必须完全预热。泵内产生的混合热和摩擦热是通过工作获得良好的低温机械性能的关键。

## 6 结语

低温机械接触密封性尚未量化，但如何保证良好的机械密封性符合良好的机械参数呢？制造商的努力旨在通过严格的标准化生产过程来保证产品的质量。与此同时，请仔细检查制造商提供的操作设备的文件，以确保正常的低温机械工作条件。这是现场操作员必须做的工作。

### 【参考文献】

- [1] 顾永泉. 机械密封实用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [2] 周剑锋, 顾伯勤. 基于 MonteCarlo 法的机械密封可靠性评价方法[J]. 润滑与密封, 2006(2): 102-104.
- [3] 李凤成, 王永乐, 刘杰, 等. 机械密封运行过程中失效机理的分析研究[J]. 液压气动与密封, 2019(1): 46-49.
- [4] 陈更林, 李明, 张景松, 等. 煤矿主排水泵微机监测系统的研制[J]. 煤矿自动化, 1997(4): 11-13.
- [5] 王红波. 水泵机械密封故障原因分析及处理措施[J]. 设备管理与维修, 2021(14): 152-153.
- [6] 朱晓琳, 李勇凡, 孙彭涛, 等. 液体润滑分段螺旋槽端面密封性能分析[J]. 润滑与密封, 2021, 46(1): 117-123.
- [7] 李小彭, 杨泽敏, 潘五九, 等. 接触式机械密封端面的分形磨损模型[J]. 振动、测试与诊断, 2020, 40(5): 841-846.

作者简介：池立军（1986.9-），男，所学专业：过程装备与控制工程，职称级别：工程师。