

# 机械密封安装过程中的细节管理与质量控制

于 洋

北京华航盛世能源技术有限公司烟台分公司 山东 烟台 264000

**摘要:** 机械密封作为一种关键的密封装置,广泛应用于旋转设备中,其安装过程中的细节管理与质量控制直接关系到设备的运行效率和可靠性。本文旨在探讨机械密封安装过程中的细节管理与质量控制方法,确保机械密封的正确安装和高效运行。

**关键词:** 机械密封; 安装过程; 细节管理; 质量控制

## 引言

机械密封通过动环和静环的相对旋转,在垂直于轴的两个平行密封端面间产生适当的压紧力,从而实现流体的密封。其安装过程中的细节管理与质量控制对于保证机械设备的正常运行具有重要意义。本文将从准备工作、安装步骤、质量控制等方面详细阐述机械密封安装过程中的细节管理与质量控制。

### 1 机械密封安装:准备工作

#### 1.1 密封件检查与校验

在安装机械密封之前,密封件的全面检查是确保密封性能和设备长期稳定运行的关键步骤。检查工作应涵盖以下几个方面:①型号与规格核对:根据设备制造商提供的图纸或规格表,逐一核对密封件的型号、规格,包括动环、静环、弹簧、O形圈等,确保每一项都与设备要求完全一致。②材质证明验证:检查随密封件提供的材质证明文件,确认材料成分、硬度、耐温范围等关键指标满足设计要求。对于特殊工况,如高温、高压、腐蚀性介质,还需进行额外的材质适应性评估。③外观检查:使用放大镜或显微镜仔细检查动环和静环的密封端面,确保无划痕、裂纹、凹坑等缺陷。动环和静环的端面光洁度应达到设计要求,通常需达到镜面级别,以减少摩擦和磨损。④尺寸测量:使用精密量具测量密封件的关键尺寸,如动环和静环的内径、外径、厚度,以及弹簧的自由长度、直径等,确保所有尺寸均在公差范围内。⑤损坏评估:对于发现的任何微小损伤,如轻微划痕,可采用细砂纸或抛光膏进行修复;对于严重损伤,如裂纹或深度划痕,必须更换新件。

#### 1.2 彻底清洁与精准润滑

清洁和润滑是安装前的另一项重要准备,直接影响密封的安装效果和运行寿命。首先,使用无纺布或软毛刷清除轴、壳体孔及密封件表面的大颗粒杂质。然后,使用专用的清洗剂或溶剂,配合超声波清洗设备,对所有部件进

行深度清洁,确保无油污、金属碎屑、灰尘等残留。对于难以触及的缝隙,可使用高压气枪吹扫。清洁后,使用干净的压缩空气或自然风干,确保所有部件完全干燥,避免残留水分影响润滑剂的效果或引起腐蚀。在轴或轴套与密封接触的部位,均匀涂抹一层薄薄的润滑油或润滑脂<sup>[1]</sup>。选择润滑剂时,需考虑其与密封材料的兼容性,特别是对于橡胶O形圈,应避免使用可能引起溶胀、硬化的润滑剂。推荐使用由设备制造商推荐的专用润滑剂,以确保最佳润滑效果和密封性能。在涂抹润滑剂前,仔细检查所有O形圈,确保其无老化、变形、裂纹等缺陷。对于橡胶O形圈,还需检查其弹性和柔韧性,确保在安装时能轻松适应密封槽,形成紧密的密封。

### 2 机械密封安装步骤

#### 2.1 静止部件组装

##### 2.1.1 安装防转销

将防转销对准密封端盖上的孔,轻轻插入,避免使用过大力量导致孔壁划伤。使用深度规或标记笔在防转销上做好深度标记,确保安装深度适中,既不过深也不过浅。过深的安装可能导致防转销与静环或轴面发生干涉,影响密封效果;过浅则可能无法有效防止静环转动。安装到位后,轻轻敲击防转销,确保其稳固无松动。使用放大镜或内窥镜检查防转销与密封端盖的配合情况,确认无间隙或偏斜。

##### 2.1.2 安装静环

在安装静环之前,仔细检查静环密封圈,确保其材质、规格与静环相匹配,无老化、变形或裂纹。使用专用的清洁剂清洗密封圈,去除表面的油污和杂质,然后涂抹一层薄薄的润滑脂,以减少摩擦和磨损。将静环密封圈小心地套在静环上,确保密封圈与静环的接触面紧密贴合,无空隙或错位。使用专用的安装工具或手动轻轻地将静环装入密封端盖内,确保防转销准确地进入静环的凹槽中。此时,应特别注意静环与密封端盖内壁

的间隙,确保间隙均匀,无过大或过小的现象。在安装压盖时,需特别小心,避免静环与轴发生任何接触。使用专用的对中工具,确保压盖与密封端盖的对中性,防止压盖偏斜导致密封失效。分几次均匀拧紧压盖上的螺栓,每次拧紧后都应检查静环的位置和状态,确保其未发生移动或变形。拧紧所有螺栓后,使用扭矩扳手检查每个螺栓的扭矩值,确保其达到规定的扭矩范围。再次使用放大镜或内窥镜检查静环的安装情况,确认无损伤、无偏斜,且防转销与静环的凹槽配合紧密。

## 2.2 旋转部件组装

### 2.2.1 安装弹簧座与弹簧

首先,确保弹簧座的平面朝上且放置平稳,避免在组装过程中发生移动或倾斜。检查弹簧的规格、尺寸和弹性是否符合设计要求,确保每个弹簧都无损伤、变形或锈蚀。将弹簧逐一放入弹簧座的对应弹簧孔内,确保每个弹簧都垂直放置,不歪斜、不扭曲。使用专用的工具或手指轻轻按压弹簧,确认其能够自由伸缩,无卡滞现象。

### 2.2.2 安装动环组件

在动环安装之前,先检查动环密封圈是否完好无损,无老化、变形或裂纹。使用专用的清洁剂清洗密封圈,去除表面的油污和杂质,然后涂抹一层薄薄的润滑脂,以减少摩擦和磨损。将动环密封圈小心地套入动环内,确保密封圈与动环的接触面紧密贴合,无空隙或错位。接着,将压环套在动环上,确保压环能够牢固地固定动环,防止其在运行时发生移动或晃动。将压环、动环密封圈和动环一起套入弹簧座内,此时需特别注意动环外径上的凹槽要对准弹簧座上的凸出部分,以确保动环能够正确地定位在弹簧座上。使用专用的对中工具或手动轻轻转动动环,确认其能够自由转动且无卡滞现象<sup>[2]</sup>。将组装好的弹簧座(包含弹簧、压环、动环密封圈和动环)一起套在轴上划线定位处。此时,应确保轴的表面光滑、无油污和杂质,以免影响密封效果。使用专用的固定工具或手动将旋转部件固定在轴上,确保固定牢靠、无松动现象。使用固定螺栓将旋转部件固定在轴上,确保螺栓的规格、尺寸和材质符合设计要求。拧紧螺栓时,应遵循对角拧紧的原则,即先拧紧一对对角螺栓,再拧紧另一对对角螺栓,以此类推,直至所有螺栓都拧紧到规定的扭矩值。最后,再次检查旋转部件的安装情况,确认无损伤、无偏斜,且能够自由转动。

## 2.3 端盖安装与检查

### 2.3.1 端盖安装

首先,确保端盖和密封体的接触面均清洁无油污、

无杂质,以免影响密封效果。检查端盖上的螺钉孔与密封体上的孔是否对齐,确保螺钉能够顺利穿入并固定。将端盖平稳地放置在密封体上,确保端盖与密封体的配合面紧密贴合,无空隙或错位。此时,应特别注意端盖上的定位销或定位槽与密封体上的对应部分是否配合良好,以确保端盖的正确安装位置。

按照对角拧紧的原则,逐步拧紧螺钉。首先,轻轻拧紧所有螺钉,以确保端盖均匀受力。然后,使用扭矩扳手,按照规定的扭矩值逐个拧紧螺钉。在拧紧过程中,要时刻关注端盖是否发生偏移或变形,确保密封面的平行度和间隙符合要求。在螺钉拧紧后,根据需要涂抹防松胶或安装防松垫圈,以防止螺钉在运行过程中松动。检查螺钉头部和螺母是否完整,无损伤或变形,确保它们能够牢固地固定端盖。

### 2.3.2 安装后检查

安装完毕后,用手轻轻盘动轴,检查机械密封是否转动轻松,无卡住或摩擦现象。在盘车过程中,应特别注意听是否有异常声响或感觉是否有异常阻力,如有异常,应立即停止并检查原因。如有必要,可进行静压试验以检查机械密封的静密封性能。在试验过程中,逐步增加密封腔内的压力,观察机械密封是否有泄漏现象。如发现有泄漏,应立即停止试验并检查密封面的接触情况、密封圈的完好程度以及螺钉的紧固情况等。除了静压试验外,还可进行动压试验以检查机械密封在动态条件下的密封性能。在动压试验中,使轴以一定的速度旋转,并观察机械密封的泄漏情况。如泄漏量超过规定值,应检查动环与静环的接触面、密封圈的弹性以及轴的跳动等因素。

## 3 机械密封安装的质量控制

### 3.1 安装精度控制

首先,对于轴与轴套的径向跳动,必须严格控制其幅度。径向跳动的存在会导致动环与静环之间的间隙不均匀,进而影响密封效果。因此,在安装前,应使用专用的检测工具对轴与轴套的径向跳动进行测量,确保其值在规定的公差范围内。表面粗糙度同样是一个重要的控制参数。轴与轴套、动环与静环的接触面必须保持足够的光洁度,以减少摩擦和磨损,延长机械密封的使用寿命。在加工和安装过程中,应使用合适的工艺和方法,确保这些接触面的表面粗糙度达到设计要求。此外,外径公差的控制也至关重要。轴与轴套的外径必须严格控制在公差范围内,以确保它们与其他部件的配合精度。过大的公差会导致配合松动,进而影响机械密封的稳定性和密封效果。轴的窜动也是一个需要关注的重

要参数。在安装过程中,应确保轴在轴向方向上的窜动量在规定的范围内<sup>[3]</sup>。过大的窜动会导致动环与静环之间的间隙发生变化,从而影响密封效果。为了控制轴的窜动,可以使用专门的定位装置或调整垫片来进行调整。最后,动环与轴之间的间隙也需要严格控制。这个间隙的大小直接影响着动环在轴上的移动灵活性和密封效果。间隙过大会导致动环晃动,影响密封稳定性;间隙过小则可能导致动环卡死,无法灵活移动。因此,在安装过程中,应使用专用的测量工具对动环与轴之间的间隙进行测量,并确保其值在0.3-0.7mm的范围内。

### 3.2 弹簧预压缩量控制

首先,要准确理解弹簧预压缩量的含义。预压缩量是指弹簧在安装状态下,相对于其自由长度被压缩的量。这个量的确定需要依据密封面的材质、密封介质的压力以及机械密封的工作条件等多方面因素。在安装过程中,调整弹簧的预压缩量需要借助专用的工具和设备。首先,要使用精确的测量工具来测量弹簧的自由长度和安装后的长度,从而计算出预压缩量。然后,根据技术要求,通过调整弹簧座或压环的位置来精确控制预压缩量。控制弹簧预压缩量的目的是确保机械密封在运行时能产生适当的压紧力。压紧力过小会导致密封面之间无法形成有效的密封,从而造成泄漏;压紧力过大则会导致密封面过度磨损,缩短机械密封的使用寿命。因此,在调整预压缩量时,必须综合考虑各种因素,确保压紧力适中。此外,还要避免弹簧因过度压缩而失效。过度压缩会使弹簧失去弹性,无法恢复到原来的长度,从而影响其密封效果<sup>[4]</sup>。因此,在调整预压缩量时,必须严格控制压缩量,确保其在弹簧的允许范围内。为了实现预压缩量的精确控制,还需要建立完善的检测流程。在安装完成后,应对机械密封进行性能测试,检查密封效果和压紧力是否满足要求。如有问题,应及时调整弹簧的预压缩量,直至达到最佳状态。

### 3.3 清洁与防护

首先,在安装过程中,应严格禁止使用工具直接敲打密封元件。密封元件通常由精密的材料制成,具有特定的形状和尺寸,直接敲打会导致其变形或损坏,进而影响密封效果。因此,在安装时,应使用专用的工具或方法,如使用软质材料包裹的工具进行轻轻敲击,或使

用专用的安装夹具来确保密封元件的正确安装。其次,在安装过程中,应时刻保持密封的清洁。在安装前,应对所有与密封接触的部件进行彻底清洁,去除油污、灰尘和其他杂质。在安装过程中,也要避免任何可能污染密封的操作,如使用不干净的工具或手套等。安装完毕后,对密封面的清洗和保护同样重要。应使用专用的清洗剂或溶剂,对密封面进行彻底清洗,去除所有残留的杂质和污垢。清洗时,要注意避免使用过于强烈的清洗剂或溶剂,以免对密封材料造成损害。清洗完成后,应对密封面进行保护,防止灰尘和杂质再次进入密封部位。可以使用专用的保护盖或保护膜来覆盖密封面,确保其在运输和存储过程中不受污染。同时,在将机械密封安装到设备上之前,也要对设备的相关部位进行清洁和保护,以确保密封的完整性和可靠性。此外,为了进一步提高密封的防护效果,还可以在密封面涂抹一层薄薄的润滑脂或防锈油。这不仅可以起到润滑作用,减少密封面之间的摩擦和磨损,还可以起到防锈作用,延长密封的使用寿命。但需要注意的是,涂抹的润滑脂或防锈油必须与密封材料和密封介质相容,避免产生化学反应或影响密封效果。

### 结语

机械密封的安装过程是一个复杂而精细的过程,涉及多个细节管理与质量控制点。通过严格的准备工作、规范的安装步骤和有效的质量控制措施,可以确保机械密封的正确安装和高效运行。这对于提高机械设备的稳定性和可靠性具有重要意义。未来,随着机械密封技术的不断发展,对其安装过程中的细节管理与质量控制也将提出更高的要求。

### 参考文献

- [1]刘晓红.如何提高机械密封安装质量[J].当代化工研究,2019,(05):18-19.
- [2]郭建.机械密封安装及改进方法[J].化工管理,2019,(29):143.
- [3]董明明.立辊轧机轴承机械密封设计及安装维护[J].山西冶金,2024,47(09):245-246+249.
- [4]姚建斌.轧机轴承机械密封设计及安装维护初探[J].山西冶金,2022,45(09):194-196.