

# 机泵振动故障分析与维修

赵松阳 许文科

河南开祥精细化工有限公司 河南 三门峡 472300

**摘要:** 随着工业生产的不断发展,机泵作为重要的流体输送设备,其稳定运行至关重要。本文深入分析了机泵振动故障的原因,包括机械磨损、水力不平衡、电气故障等多种因素。同时,本文还详细介绍了机泵振动故障的维修技术,如动平衡校正、对中调整、紧固与基础加固等,旨在为机泵维修人员提供实用的指导和帮助,确保机泵能够安全、稳定、高效地运行。

**关键词:** 机泵振动;故障分析;维修

**引言:** 在工业生产中,机泵作为关键设备,其运行状态直接影响到生产线的效率和安全。然而,机泵振动故障频发,不仅降低了设备的可靠性,还增加了维修成本和停机时间。因此,深入分析机泵振动故障的原因,并采取相应的维修措施,对于提高设备稳定性、延长使用寿命具有重要意义。本文将系统探讨机泵振动故障的分析与维修方法,以期在实际生产提供有力的技术支持。

## 1 机泵振动概述

### 1.1 定义机泵振动及其评价指标

机泵振动是指机械泵在运行过程中,由于各种内外因素作用而产生的机械性、周期性或随机性的位移、速度或加速度变化。这种振动现象是评估机泵运行状态的一个重要指标。评价指标主要包括振动位移、振动速度和振动加速度,其中振动加速度是最常用的评价指标,通常以米每秒平方( $m/s^2$ )为单位来衡量。通过对机泵振动的监测和分析,可以及时发现设备存在的问题,预防潜在故障,确保机泵的安全稳定运行。

### 1.2 振动超标的危害

振动超标会给机泵及其配套设备带来一系列危害。首先,长期的振动会导致泵机组无法正常运行,影响其性能和寿命。其次,振动会引发电机和管路的振动,严重时可能导致机毁人亡的严重后果。此外,振动还会造成轴承等关键零部件的损坏,导致连接部件松动、基础出现裂纹或电机受损。这些损坏不仅会增加维修成本,还会影响生产线的连续运行,降低生产效率。更为严重的是,振动还会形成噪声污染,对工作环境和员工的身心健康造成不良影响。因此,对机泵振动进行严格控制和管理至关重要<sup>[1]</sup>。

### 1.3 机泵振动的基本分类

机泵振动主要可以分为机械振动、水力振动和电磁振动三类。机械振动主要由机泵本身的制造缺陷、安装

不良、运行磨损等因素引起,如轴承损坏、转子不平衡等。水力振动则是由于泵内流体流动的不稳定性导致的,如叶轮堵塞、汽蚀等现象。电磁振动则主要由电机内部的磁场不平衡或电气系统故障引起,如电机绕组短路、转子笼条断裂等。这些振动类型并非孤立存在,往往相互交织、共同作用,使得机泵振动问题变得复杂多变。因此,在进行机泵振动故障分析与维修时,需要综合考虑各种因素,全面诊断并采取相应的解决措施。

## 2 机泵振动故障原因分析

### 2.1 机械方面

机械方面的振动故障是导致机泵振动的主要原因之一,具体表现包括轴承损坏或润滑不良、转子不平衡、联轴器不对中或损坏、紧固件松动或基础不稳以及主轴弯曲或磨损等。(1) 轴承损坏或润滑不良:轴承作为机泵的关键部件,其状态直接影响机泵的稳定性与寿命。当轴承出现损坏或润滑不良时,会导致摩擦增大,进而产生振动。这种振动不仅会影响轴承的使用寿命,还可能引发其他部件的损坏。(2) 转子不平衡:转子不平衡是机泵振动的常见原因之一。当转子在制造或使用过程中出现质量分布不均、形状不规则等问题时,就会导致转子在旋转过程中产生不平衡力,进而引发振动。(3) 联轴器不对中或损坏:联轴器作为连接电机和泵轴的关键部件,其状态直接影响机泵的运行效果。当联轴器不对中或损坏时,会导致电机和泵轴之间的传力不均,产生振动。这种振动不仅会影响设备的稳定性,还可能加速部件的磨损。(4) 紧固件松动或基础不稳:机泵在运转过程中,由于振动和力的作用,紧固件可能会逐渐松动。同时,如果机泵的基础设计不合理或地基不稳,也会导致设备在运行过程中产生振动。这种振动通常表现为低频抖动,对设备的稳定性和寿命构成威胁。(5) 主轴弯曲或磨损:主轴作为机泵的核心部件,其状态直接

影响设备的运转效果。当主轴出现弯曲或磨损时,会导致轴承和密封件受力不均,进而产生振动。这种振动不仅会影响设备的性能,还可能加速主轴和其他部件的损坏。

## 2.2 水力方面

水力方面的振动故障主要包括叶轮不平衡或堵塞、进水流道设计不合理以及汽蚀现象等。(1) 叶轮不平衡或堵塞: 叶轮作为机泵的水力部件,其状态直接影响设备的流量和压力。当叶轮出现不平衡或堵塞时,会导致流体在叶轮流道内的流动不稳定,进而产生振动。这种振动不仅会影响设备的性能,还可能加速叶轮的磨损。

(2) 进水流道设计不合理: 进水流道的设计对机泵的性能有重要影响。当进水流道设计不合理时,会导致流体在流入叶轮前产生涡流或撞击,进而引发振动。这种振动通常表现为高频抖动,对设备的稳定性和寿命构成威胁。(3) 汽蚀现象: 当机泵在输送液体时,如果液体中的气体含量过高或液体温度过低,就可能发生汽蚀现象。汽蚀现象会产生气泡并在叶轮附近破裂,进而引发振动。这种振动不仅会影响设备的性能,还可能加速叶轮的损坏<sup>[2]</sup>。

## 2.3 电气方面

电气方面的振动故障主要包括电机内部磁力不平衡、三相电流不平衡以及电气系统失调等。(1) 电机内部磁力不平衡: 电机内部磁力不平衡是导致机泵振动的重要原因之一。当电机内部的磁场分布不均时,就会产生不平衡的磁力,进而引发振动。这种振动通常表现为低频抖动,对设备的稳定性和寿命构成威胁。(2) 三相电流不平衡: 三相电流不平衡会导致电机内部的磁场不平衡,进而产生振动。这种振动不仅会影响电机的运行效率,还可能加速电机的磨损,缩短其使用寿命。三相电流不平衡的原因可能包括电源电压不稳定、电机绕组故障或接线错误等。(3) 电气系统失调: 电气系统的失调也可能导致机泵振动。例如,当电气系统的频率与机泵的设计频率不匹配时,就会产生振动。此外,电气系统中的谐波也可能引发振动,因为谐波会导致电流和电压的波形失真,进而影响电机的稳定运行。

## 2.4 其他因素

除了机械、水力和电气方面的因素外,还有一些其他因素也可能导致机泵振动。(1) 操作不当或工况改变: 机泵的操作方式和工况对其振动状态有重要影响。例如,当机泵在超出其设计范围的条件下运行时,就可能产生振动。此外,如果操作不当,如启动和停机过程中的冲击过大,也可能导致振动。(2) 物料黏度过大或吸入管堵塞: 机泵在输送物料时,如果物料的黏度过

大或吸入管堵塞,就会导致流体在泵内的流动不畅,进而产生振动。这种振动通常表现为压力波动和流量不稳定。(3) 基础沉陷或刚性不足: 机泵的基础是支撑整个设备的关键部件。如果基础设计不合理或地基不稳,就会导致基础沉陷或刚性不足。这种情况下,机泵在运行时就会产生振动,因为设备无法稳定地固定在基础上。此外,如果基础的刚性不足,还会加剧设备的振动幅度。

## 3 机泵振动故障维修技术

### 3.1 动平衡校正

动平衡校正是解决机泵振动问题的关键步骤之一,其目的是确保转子在旋转时能够保持平衡,从而减小振动。(1) 转子平衡块的加装或移除: 转子平衡块的加装或移除是动平衡校正的核心操作。技术人员需要根据动平衡测试结果,精确计算平衡块的质量和位置,然后将其安装在转子的适当位置,或者从已经安装的位置移除。这一过程需要使用专业的动平衡测试设备,以确保平衡块的加装或移除能够达到预期的平衡效果。(2) 平衡测试与调整: 在进行动平衡校正之前,需要进行详细的平衡测试。测试时,将转子安装在动平衡机上,并启动电机使其旋转。通过传感器测量转子的振动情况,并记录下相关数据。根据测试结果,技术人员会分析转子的不平衡状况,并据此调整平衡块的质量和位置。这一过程可能需要反复进行,直到转子的振动达到规定的标准。

### 3.2 对中调整

对中调整是确保机泵电机与泵轴之间正确耦合的关键步骤,对于减少振动至关重要。(1) 使用激光对中仪等工具进行对中调整: 激光对中仪是一种高精度的测量工具,能够准确地测量电机与泵轴之间的对中情况。在调整过程中,首先需要将激光对中仪安装在电机的端盖上,并调整其光束方向,使其能够准确地照射到泵轴的中心线上。然后,通过调整电机的位置,使光束与泵轴的中心线重合,从而达到对中调整的目的<sup>[3]</sup>。(2) 轴心对中精度的提升: 轴心对中精度的提升需要综合考虑多个因素,包括电机的安装位置、泵轴的刚度、基础的稳定性等。为了确保对中调整的准确性,需要在调整前对电机和泵轴进行全面的检查和测量。在调整过程中,需要严格按照操作规程进行,并实时监测对中情况,确保调整后的对中精度符合要求。

### 3.3 紧固与基础加固

紧固件的松动和基础的不稳定是导致机泵振动的重要原因之一。(1) 紧固件的检查与紧固: 定期对机泵的紧固件进行检查和紧固是预防振动故障的有效措施。在检查过程中,需要仔细检查每个紧固件的紧固情况,

确保其没有松动或脱落。对于已经松动的紧固件，需要使用适当的工具进行紧固，以确保其达到规定的扭矩要求。（2）基础稳定性的提升。基础稳定性的提升需要综合考虑地基的承载力、基础的刚度和稳定性等因素。对于存在沉降或变形的基础，需要进行加固处理。加固方法包括增加基础梁、加固地基等。此外，还可以采用减振器或隔振垫等减振措施，以降低基础振动对机泵的影响。

#### 3.4 轴承维护

轴承是机泵的关键部件之一，其运行状态直接影响机泵的稳定性和寿命。（1）轴承的检查与更换。定期对轴承进行检查和更换是预防振动故障的重要措施。在检查过程中，需要仔细检查轴承的磨损情况、润滑情况和温度变化情况等。对于已经磨损或损坏的轴承，需要及时更换。更换时，需要确保新轴承的型号、规格和质量与旧轴承相同，并严格按照操作规程进行安装和调整。（2）润滑系统的维护。润滑系统的维护对于轴承的正常运行至关重要。在维护过程中，需要定期检查润滑油的清洁度、粘度和润滑效果等。对于已经污染或变质的润滑油，需要及时更换。此外，还需要定期清洗润滑系统和更换过滤器等设备，以确保润滑油的纯净度和稳定性。同时，应关注润滑油的添加量和补充周期，避免过量或不足导致的润滑不良<sup>[4]</sup>。

#### 3.5 叶轮与流道维护

叶轮和流道是机泵水力性能的关键部件，其维护对于减少振动和提高效率至关重要。（1）叶轮的清理与修复。定期清理叶轮上的杂质和沉积物，保持其表面的清洁和平整。对于已经磨损或损坏的叶轮，需要进行修复或更换。修复时，可以采用焊接、喷涂或镶嵌等方法，确保修复后的叶轮满足设计要求。同时，应检查叶轮的平衡性，确保其旋转时不会产生过大的振动。（2）进水流道的优化设计。进水流道的设计对于机泵的水力性能和稳定性有很大影响。优化进水流道的设计，可以减少流体在流道内的涡流和湍流，降低振动。在优化设计中，可以考虑采用流线型设计、增加导流板或调整流道

截面等方法，改善流体的流动状态。

#### 3.6 电气系统维修

电气系统的稳定性和可靠性对于机泵的正常运行至关重要。（1）电机内部检查与修理。定期对电机进行内部检查，包括绕组、绝缘、轴承和润滑系统等。对于已经损坏或磨损的部件，需要进行修理或更换。在修理过程中，应确保电机的绕组连接正确、绝缘良好，并检查轴承的润滑和磨损情况。同时，应关注电机的温升和振动情况，及时发现并处理潜在问题。（2）电气系统的调试与平衡。电气系统的调试与平衡是确保电机稳定运行的关键步骤。在调试过程中，需要检查电机的电源电压、电流和频率等参数，确保其符合设计要求。同时，还需要进行电机的动平衡测试，确保其在旋转时不会产生过大的振动。对于不平衡的电机，需要进行调整或修理，直至达到规定的平衡要求。

#### 结束语

综上所述，机泵振动故障的分析与维修是一个复杂而细致的过程，需要综合考虑机械、水力、电气等多方面的因素。通过科学的故障分析、准确的故障诊断以及有效的维修措施，我们可以及时发现并解决机泵振动问题，确保设备的稳定运行，提高生产效率和安全性。未来，随着技术的不断进步，我们将继续探索更高效、更智能的机泵振动故障分析与维修方法，为工业生产的持续发展提供有力保障。

#### 参考文献

- [1]魏鑫.机泵振动故障的简易诊断[J].设备管理与维修,2021,(05):21-22.
- [2]胡硕生.机泵的振动故障检修[J].今日自动化,2022,(12):111-112.
- [3]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,2020,(09):72-73.
- [4]王成明,孙华.机泵振动原因分析与维修[J].化工设备与防腐蚀,2019,(05):40-41.