

离心泵轴承振动异常原因及排除方法综述

魏建华 杨 枣

宝钛集团有限公司动力公司 陕西宝鸡 721004

摘要: 本文聚焦离心泵轴承振动异常,先阐述常见原因,涵盖安装因素(基础与联轴器问题)、机械部件故障(轴承自身及转子不平衡)、润滑不良(油品选择与系统故障)和电气故障(电机及电源问题)。通过实例剖析各因素致振机理,如化工企业基础问题、发电厂联轴器偏差等。排除方法包括优化基础与精确找正联轴器以解决安装问题,更换修复轴承、校正转子平衡处理机械故障,正确选油与检修润滑系统应对润滑不良,调整对中及排查电气故障。全面研究旨在为降低离心泵轴承振动异常提供系统解决方案,保障设备稳定运行。

关键词: 离心泵;轴承振动;异常原因;排除方法

离心泵在工业生产中广泛应用,但轴承振动异常问题突出。其影响设备正常运转,还可能引发安全事故与缩短设备寿命。振动异常由多因素导致,涉及安装、机械部件、润滑及电气等方面。当前,虽有一定研究,但对各因素综合分析不足。本研究旨在深入剖析离心泵轴承振动异常原因,探索有效排除方法,通过实例分析,从多方面研究,提出针对性措施,为解决该问题提供科学依据,提升离心泵运行可靠性与稳定性。

一、离心泵轴承振动异常的常见原因

(一) 安装因素导致的振动异常

1. 基础安装问题

若离心泵的基础刚度不足,在泵运行过程中,基础可能发生变形或产生共振。例如,某化工企业的离心泵安装在较为薄弱的混凝土基础上,由于基础无法有效承受泵运行时的动态力,导致泵体出现轻微晃动,进而引发轴承振动异常。此外,基础的平整度不符合要求也会使泵的重心偏移,造成轴承受力不均,加剧振动。

2. 联轴器找正偏差

联轴器的找正是确保离心泵正常运行的关键环节。当联轴器的同心度误差超出允许范围时,会使轴承承受额外的径向力和轴向力。如在一家发电厂的冷却水系统中,离心泵的联轴器在安装时未进行精确找正,导致电机轴与泵轴存在一定角度的偏差,运行一段时间后,轴承振动明显增大,且伴有异常噪声。

(二) 机械部件故障引发的振动异常

1. 轴承自身缺陷

轴承的质量直接影响其运行的稳定性。若轴承在制

造过程中存在尺寸精度误差、表面粗糙度不符合标准等问题,在运行过程中容易产生振动。例如,某小型加工厂生产的一批轴承,由于加工工艺粗糙,部分轴承的滚道存在细微划痕,当这些轴承应用于离心泵后,在高速旋转时,滚珠与滚道之间的摩擦不均匀,引发了明显的振动。另外,轴承长期使用后出现疲劳剥落、磨损等情况也会导致振动异常。如在一些老旧的水厂中,部分离心泵的轴承由于长期处于高负荷运行状态且缺乏及时维护,滚道和滚珠表面出现疲劳剥落,使得轴承运转时的振动幅度逐渐增大。

2. 转子不平衡

转子不平衡是离心泵振动异常的常见原因之一。这可能是由于转子在加工过程中质量分布不均匀,或者在使用过程中因腐蚀、磨损等原因导致质量发生变化。例如,某化工厂的离心泵转子在长期输送腐蚀性介质后,叶片部分受到腐蚀,质量分布发生改变,从而产生较大的离心力,引起轴承振动异常。当转子转动时,不平衡的质量会产生周期性的离心力,该力通过轴承传递给泵体,导致轴承振动加剧。

(三) 润滑不良引起的振动异常

1. 润滑油选择不当

选择合适的润滑油对于轴承的正常运行至关重要。如果润滑油的黏度过高或过低,都会影响轴承的润滑效果。例如,在高温环境下运行的离心泵,若选用了黏度过低的润滑油,润滑油容易被挤出轴承间隙,无法形成有效的油膜,导致轴承摩擦增大,振动加剧。相反,若润滑油黏度过高,会增加轴承的运转阻力,同样会引起

振动异常。

2. 润滑系统故障

润滑系统的正常运行是保证轴承良好润滑的前提。若润滑系统的油泵出现故障，无法正常供油，或者油路堵塞，都会导致轴承缺油，进而引发振动。例如，某企业的离心泵润滑系统中的过滤器长时间未清洗，杂质堵塞了油路，使得润滑油无法顺畅地到达轴承部位，轴承在缺油状态下运行，振动逐渐增大，最终导致轴承损坏。

(四) 对中不良

1. 水平方向不对中

在安装过程中，如果离心泵的水平方向不对中，即泵轴和电机轴不在同一水平面上，会导致轴承承受额外的轴向力。这种不对中会使轴承在旋转时产生较大的摩擦转矩，从而引发振动。例如，在某市政供水工程中，一台离心泵由于底座安装不平整，导致泵体向一侧倾斜，运行一段时间后，轴承振动明显增大，甚至出现发热现象。

2. 垂直方向不对中

垂直方向的不对中同样会引起轴承振动异常。当泵轴和电机轴在垂直方向上存在偏差时，轴承会承受不均匀的压力，导致局部磨损加剧。例如，在某化工厂的离心泵安装过程中，由于基础沉降不均，导致泵轴与电机轴在垂直方向上出现了较大偏差，运行后轴承振动剧烈，影响了设备的正常运行。

(五) 电气故障引发的振动异常

1. 电机故障

电机是离心泵的动力源，其故障会直接影响泵的运行状态。例如，电机绕组短路或接地故障会导致电流不稳定，产生不均匀的电磁力，进而引起轴承振动。在某矿业企业的排水泵系统中，电机绕组因长期受潮发生短路，导致运行时电流波动较大，离心泵的轴承因此出现明显的振动和噪声。

2. 电源问题

电源的稳定性对离心泵的运行也有重要影响。如果电源电压波动过大或频率不稳定，会导致电机转速不稳定，从而引发轴承振动。例如，在某工业区，由于电网负荷变化频繁，电源电压波动较大，导致离心泵的电机转速忽高忽低，轴承振动异常，严重影响了设备的正常运行^[1]。

二、离心泵轴承振动异常的排除方法

(一) 针对安装问题的排除方法

1. 优化基础安装

对于基础刚度不足的问题，可以对基础进行加固处理。例如，采用增加钢筋混凝土结构、浇筑加强墩等方式来提高基础的承载能力。同时，要确保基础的平整度符合要求，一般要求基础表面的不平度在规定范围内。在安装离心泵时，可使用水平仪等工具进行精确测量和调整，保证泵体的水平和垂直度，使泵的重心与基础的中心重合，减少因重心偏移导致的轴承振动。

2. 精确联轴器找正

在安装或维修离心泵时，必须严格按照操作规程进行联轴器的找正工作。常用的找正方法有刀口法、塞尺法等。通过精确测量和调整电机轴与泵轴的同心度、平行度等参数，使其误差控制在规定的范围内。一般来说，刚性联轴器的同心度误差应控制在0.05mm以内，弹性联轴器的同心度误差可适当放宽至0.1mm-0.2mm。找正完成后，要进行多次复核，确保联轴器的安装精度满足要求，从而减少因联轴器找正偏差引起的轴承振动^[2]。

(二) 针对机械部件故障的排除方法

1. 更换或修复轴承

一旦发现轴承存在自身缺陷，如尺寸精度误差、表面粗糙度不合格、疲劳剥落、磨损等问题，应及时更换新轴承。在选择轴承时，要根据离心泵的工作条件（如转速、负荷、温度等）选择合适的型号和规格。对于一些轻微的轴承磨损或损伤，可以采用修复的方法，如研磨滚道、更换滚珠等，但修复后的轴承需经过严格的质量检测和动平衡试验，确保其性能符合要求。

2. 校正转子平衡

对于转子不平衡的问题，需要进行平衡校正。常用的平衡校正方法有静平衡校正和动平衡校正。静平衡校正适用于转速较低的转子，通过在转子上添加或去除一定质量的材料，使其在静止状态下达到平衡。动平衡校正则适用于转速较高的转子，需要在专门的动平衡机上进行校正。在校正过程中，要准确测量转子的不平衡量和不平衡相位角，然后根据测量结果合理添加或去除平衡块，使转子的不平衡度降低到规定的范围内。一般来说，转子的不平衡度应控制在转子质量的0.5%-1%以内。

(三) 针对润滑不良的排除方法

1. 正确选择润滑油

根据离心泵的工作环境和运行条件，选择合适的润滑油品种和黏度等级。一般来说，高温环境下应选用黏度较高的润滑油，低温环境下则选用黏度较低的润滑油。同时，要确保润滑油的质量符合相关标准，避免使用劣

质润滑油。在选择润滑油时，可以参考设备制造商提供的推荐型号和规格，或者咨询专业的润滑油供应商。

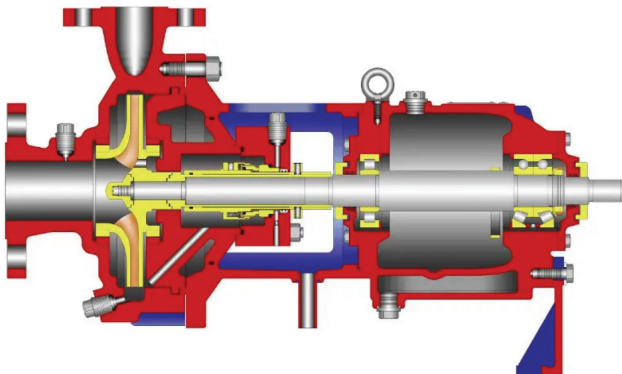


图1 离心泵润滑

2. 检修润滑系统

定期检查和维护润滑系统，确保其正常运行。对于油泵出现故障的情况，要及时进行维修或更换。清洗润滑系统的过滤器、油管等部件，防止杂质堵塞油路。同时，要在润滑系统中安装油压监测装置、油位监测装置等，实时监测润滑油的压力和液位情况，一旦发现异常，及时发出警报并采取相应的措施。例如，当油压低于设定值时，应立即停止泵的运行，检查润滑系统是否存在泄漏或其他故障。

(四) 针对对中不良的排除方法

1. 水平方向对中调整

当发现离心泵在水平方向上不对中时，需要重新调整泵体和电机的水平度。可以通过在泵与电机之间添加垫片或调整地脚螺栓的高度来实现。具体操作时，首先使用激光对中仪或其他精确测量工具确定泵体和电机在水平方向上的偏差值，然后根据测量结果逐步调整垫片的厚度或地脚螺栓的高度，直至泵体和电机在水平方向上达到对中要求。调整完成后，要再次进行测量和复核，确保对中精度满足设备的运行要求。

2. 垂直方向对中调整

对于垂直方向的不对中问题，同样需要采用类似的方法进行调整。可以在泵的底座下或者电机的地脚处添加调整垫片，以改变泵体或电机的高度位置。在调整过程中，要边调整边测量，确保泵体和电机在垂直方向上的同轴度误差在规定范围内。此外，还可以通过调整泵体或电机的安装位置来改善对中情况。例如，如果泵体偏高，可以适当降低泵体的安装高度；如果电机偏低，

则可以增加电机的地脚垫片厚度。

(五) 针对电气故障的排除方法

1. 检查和修复电机故障

当怀疑电机故障导致离心泵轴承振动异常时，首先要对电机进行全面检查。可以使用绝缘电阻表测量电机绕组的绝缘电阻，判断是否存在短路或接地故障。如果发现绝缘电阻过低，说明电机绕组可能存在受潮、老化等问题，需要进行干燥处理或更换受损部件。同时，还要检查电机的轴承是否磨损、转子是否卡死等情况。对于电机轴承磨损的问题，可以更换新轴承；对于转子卡死的情况，要拆解电机进行维修，清除卡死部位的杂物或修复损坏部件。

2. 稳定电源供应

为避免电源问题引起的轴承振动，要保证电源的稳定性。可以安装电压调节器、UPS（不间断电源）等设备来稳定电源电压和频率。电压调节器可以根据输入电压的变化自动调整输出电压，使电机获得稳定的电源供应；UPS则可以在电网停电或电压波动较大时提供备用电源，确保离心泵的连续运行。此外，对于频繁出现电源问题的工业区，还可以考虑对电网进行升级改造，以提高电网的供电质量^[3]。

结语

综上所述，离心泵轴承振动异常是由多种因素共同作用的结果。通过对安装、机械部件、润滑和电气方面的详细分析，明确了各因素导致振动的机理。针对这些问题，相应的排除方法能够有效地减少轴承振动，保障离心泵的稳定运行。未来的研究可以进一步深入探讨这些方法的应用效果，以及如何更好地预防轴承振动异常的发生，从而为离心泵的维护和管理提供更加科学的指导。

参考文献

- [1] 朱元木. 离心泵轴承故障诊断系统的设计研究[D]. 合肥工业大学, 2022.
- [2] 姜博韬. 循环泵振动故障解决方案[J]. 中国新技术新产品, 2016, (07): 75.
- [3] 高健. 振动分析技术在离心泵轴承故障诊断上的应用[J]. 机械工程师, 2013, (06): 257-258.