

# 水泵故障诊断及原因分析处理

许少华

北京博宇通达科技有限公司 北京 100071

**摘要:** 卧式和立式是离心式水泵两种常见的结构形式。由于离心式水泵在运行中面临独特的环境条件, 容易发生各类故障, 因此在水泵的操作过程中, 必须加强维护管理, 采用适宜的故障检测技术和维修手段, 以确保水泵运行的平稳性。在此基础上, 对离心式水泵的结构进行详细介绍, 并对维护方法进行深入分析。此外, 对水厂离心式水泵常见的故障及相应的维修策略进行详细研究, 以为相关行业提供可靠的参考依据。

**关键词:** 离心式水泵; 故障分析; 维修技术

## 引言

水泵在各种工业和基础设施应用中发挥着关键的作用, 然而, 由于运行环境的特殊性, 水泵经常面临各种故障, 这些故障可能导致设备停机、能效降低以及维修成本增加等问题。首先, 水泵故障的及时诊断对于设备的正常运行至关重要。故障诊断能够迅速准确地定位问题, 有助于及时采取有效的维修措施, 最大程度地减少停机时间。然而, 水泵系统复杂, 故障原因多种多样, 因此, 对于不同类型的水泵, 需要综合考虑各种因素, 包括液体特性、工作环境、设备结构等, 以实现全面的故障诊断。其次, 深入分析水泵故障的根本原因对于长期稳定运行至关重要。故障往往是由多种因素相互作用引起的, 这可能涉及到设备设计、制造、安装、操作及维护等多个方面。通过系统的原因分析, 可以更好地理解故障发生的机理, 有助于制定全面的维护策略, 提高水泵系统的可靠性和稳定性。在本文中, 我们将首先介绍水泵系统的基本结构和工作原理, 然后深入讨论常见的水泵故障的原因, 进而对故障诊断策略进行分析, 旨在为相关领域提供一份全面而深入的参考, 为水泵系统的可靠运行提供科学的支持。

## 一、水泵系统的基本结构和工作原理

### 1. 水泵系统的基本结构

水泵系统作为关键的液体输送装置, 其基本结构包括若干关键组件, 这些组件共同协作以实现液体的有效输送。首先, 水泵本身是系统的核心元件, 通常包括电动机和泵体两部分。电动机通过提供动力, 驱动泵体进行机械工作。泵体则是水泵的实质性部分, 负责将液体

从一个地方吸入并推送到另一个地方。泵体内部通常包括叶轮、泵壳、轴和密封等关键构件。叶轮是水泵内部的旋转部分, 其设计可分为不同类型, 如离心式、轴流式和混流式, 根据具体的应用需求和性能要求选择合适的叶轮结构。泵壳则是包围叶轮的外壳, 其形状和设计对水流的流动有重要影响。轴连接电动机和叶轮, 传递动力以实现泵的工作。同时, 水泵系统中的密封系统是关键, 以防止液体泄漏并确保系统的密封性。水泵系统通常还包括进水口和出水口, 这些接口用于将液体引入和排出泵体。进水口通过吸入液体形成真空, 使液体能够顺利进入泵体。出水口则是将被泵送液体排出系统的地方。这两个接口的设计和位置对于水泵的性能和效率至关重要。

### 2. 水泵系统的工作原理

水泵系统的工作原理涉及一系列复杂而密切相互关联的机械和流体动力学过程。整个系统的运作始于电动机的启动, 其驱动泵体内的叶轮旋转。以下是水泵系统的基本工作原理的详细解释: 首先, 电动机通过供给的电能转化为机械能, 启动泵体的运转。泵体内的叶轮开始旋转, 根据其设计类型(离心式、轴流式或混流式), 叶轮以一定的速度和方向将液体从进水口吸入。在离心式水泵中, 叶轮的旋转产生离心力, 使液体被推向泵壳的外部。液体在泵体内经过叶轮后, 被迫加速并进入泵壳。泵壳的形状和设计有助于转换液体的动能, 使其在泵壳内部产生高速流动。这高速流动的液体在泵壳内形成低压区, 因此, 在进水口处的大气压力的作用下, 周围的液体被强制进入泵壳。液体被推入泵壳后, 通过泵体的出水口被排出。泵体内的压力升高, 将液体推向系

统的出口。水泵系统中的阀门和管道系统起到控制和引导液体流动的作用。出水口的阀门可以调整系统的出口流量，从而实现对整个系统的控制。

## 二、水泵故障原因分析

### 1. 启动故障

水泵系统中的启动故障是一类常见但影响较大的问题，其原因多种多样，需要系统的分析和解决。首先，可能的原因之一是电动机故障。电动机是水泵系统的驱动力，如果电动机受损或出现问题，将直接影响水泵的正常启动。这包括电动机的绕组故障、接触器故障或电路问题。电动机启动前的检测和维护工作是预防此类问题的关键。其次，启动故障可能源于电源问题。不稳定的电源、电压过低或过高都可能导致水泵启动异常。合理设计的电源系统和采用电压保护装置是预防此类问题的有效手段。此外，电源连接和电缆的质量也应受到关注，因为连接不良或损坏可能引发启动困难。另一方面，机械部分的问题也可能导致水泵启动故障。例如，泵体内部可能存在液体过多或过少，导致叶轮无法顺利启动。检查并调整进水口和出水口的阀门，确保液体处于适当的水平，是预防这类问题的有效手段。

### 2. 水泵气蚀

水泵气蚀是水泵故障的一种常见原因，通常由于系统设计或运行条件不当而引起。首先，水泵进口管道设计不当可能导致气蚀问题。如果管道设计存在过于陡峭的坡度或者存在空气积聚的地方，就有可能在水泵运转时引入空气，形成气蚀。其次，吸水高度过高也是引起气蚀的重要因素。当水泵需要提升水的高度过大时，会增加系统中的负压，从而产生气蚀现象。此外，进水口存在漏气现象也是常见的气蚀原因之一。如果进水口处存在漏水，空气将被吸入系统，形成气蚀现象，影响水泵的正常工作。另外，水泵运转时管道系统发生负压也是气蚀的潜在来源。负压可能由于管道系统设计不当、阀门设置不当或者管道泄漏等原因引起。这种情况下，空气将被抽入水泵，造成气蚀，进而导致水泵性能下降，流量减小，甚至在严重情况下引发水泵振动、噪音和损坏。为防止水泵气蚀问题，需要综合考虑管道系统的设计和运行条件。合理设计进口管道，避免陡峭的坡度和空气积聚点，降低吸水高度，修复进水口的漏水问题，确保管道系统正常运行，避免负压的发生。通过这些综合的措施，可以有效减少水泵气蚀带来的故障，保障水泵的正常、稳定运行。

### 3. 水泵的异常振动和声音

水泵异常振动和异常声音是水泵系统中常见的故障症状，可能源自多个方面的问题，需要仔细的原因分析以实施有效的修复措施。首先，振动可能是由于水泵的不平衡或叶轮失衡引起的。这可能是由于制造过程中的不均匀或叶轮的损伤导致的。此外，安装时未能正确调整泵体和电动机的对中也可能导致不正常的振动，因此正确的安装和对中调整也是关键的预防措施。其次，异常声音可能源自水泵系统中的不同部件，其中包括叶轮、轴承、机壳和管道。叶轮和轴承的摩擦、撞击或损坏可能导致异常声音。检查和维护叶轮、定期更换轴承，可以减少这类问题的发生。机壳和管道的共振或振动也可能产生噪音，因此确保机壳和管道的稳定安装和合理设计也是降低异常声音的有效手段。

### 4. 水泵自身的功率不足

水泵自身功率不足是水泵系统中一种常见而严重的故障，可能导致液体输送能力下降、效率降低，甚至无法正常运行。这一问题的根本原因可以从多个方面进行分析。首先，电动机的问题可能导致水泵功率不足。电动机是水泵系统的动力源，如果电动机的额定功率不足或发生故障，就会直接影响水泵的运行。电动机的老化、绕组短路、电气接触不良等问题可能导致电动机提供的功率降低。其次，水泵内部的机械问题也可能导致功率不足。例如，叶轮损伤、泵体内部的阻塞、轴承摩擦等问题都会增加水泵的阻力，降低液体的流动效率，从而导致功率不足。此外，水泵系统的进口和出口阀门的异常操作或故障也可能导致功率不足。阀门的打开和关闭直接影响水泵的出口流量，如果阀门未正确调整或存在故障，会引起系统阻力增加，影响水泵的正常运行。

## 三、水泵故障维修策略

### 1. 启动故障的维修

水泵启动故障的维修策略涉及对电动机和启动系统的仔细检查和调整。首先，对电动机进行全面的电气检测，检查绕组是否存在短路或断路，确认电缆连接是否牢固。如有必要，修复或更换受损的电动机部分。检查电动机的运行状态，确保其没有过热或过载的迹象。同时，仔细检查启动系统，包括起动电容器、起动器和电路连接。确保起动电容器的容量正常，检查起动器的触点是否正常工作，同时检查电路中是否存在故障或损坏。在检查过程中，注意清理电路连接点，确保电气连接的

良好导电性。另外，对于自动启动系统，需要检查控制器和传感器的工作状态。确认传感器是否正常感知液位、压力或其他必要的参数，并确保控制器能够正确响应这些信号。根据检测结果，可能需要调整控制器的设置或更换故障传感器。如果启动故障与机械部分有关，可以检查泵体和叶轮的状态，确保泵体没有阻塞或异物。

## 2. 泵轴维修

水泵故障中涉及到泵轴的维修通常需要经过一系列仔细的步骤。首先，对泵轴进行全面的检查，包括检查是否存在弯曲、裂纹、磨损或其它损伤。若存在问题，可能需要考虑对泵轴进行修复或更换。对于轴的磨损，可通过研磨的方式恢复其光滑表面。这通常需要使用适当的研磨工具和技术，确保轴的直径均匀，以保持其几何形状和轴向一致性。在一些情况下，如果泵轴上有局部的损伤，可能需要进行局部修复，例如通过焊接或其他合适的修复方法。然而，在进行这些修复操作之前，必须确保修复后的泵轴仍能满足强度和耐久性的要求。在一些情况下，特别是当泵轴出现过多损伤或磨损时，可能需要考虑更换全新的泵轴。选择合适的材料和规格，确保新轴与其他泵部件协调配合，并满足系统的性能需求。维修泵轴还需要重新安装轴承，确保其正确的配位和充分润滑。在安装过程中，需要保证轴承和轴的对中性，以减小振动和摩擦，提高系统的运行效率。

## 3. 叶片维修

水泵叶片的维修是水泵系统中关键的一环，因为叶片的状态直接影响水泵的效率和性能。首先，对叶片进行仔细的检查，观察是否存在磨损、裂纹或变形等问题。对于较小的损伤，可以考虑进行修复，而对于过度损伤的情况可能需要更换新的叶片。对于可修复的叶片，修复过程通常包括清理表面，磨除磨损部分，并填补可能存在的缺陷。这可以通过焊接、喷涂或其它合适的修复方法实现。重要的是确保修复后的叶片能够恢复其原有的形状和几何特性，以保持水流的顺畅流动。如果叶片损伤较为严重，可能需要考虑更换全新的叶片。在这种情况下，选择与原叶片相同材质和设计的新叶片，确保其能够良好地与其他泵部件协同工作。在进行叶片维修或更换时，需要注意重新调整叶片的位置和角度，以确保其最佳的工作效果。另外，重新安装叶片时，也需要保证叶片和泵轴的对中性，以减小振动和摩擦，提高水泵的稳定性。

## 4. 泄漏液体设备的维修

水泵系统中泄漏液体设备的维修是关键，因为泄漏可能导致能源浪费、环境问题以及系统性能下降。首先，需要仔细检查泵体、密封件和连接部位，识别泄漏点。对于泵体或密封件的损坏，可能需要进行修复或更换。对于螺纹连接处的泄漏，可考虑重新拧紧螺栓或更换密封垫片。在进行维修之前，必须停止水泵并排空系统中的液体，确保维修安全进行。修复泄漏液体设备时，选择耐腐蚀、耐磨损的密封件和材料，以提高系统的耐久性。同时，检查密封件是否正确安装，确保其处于良好的工作状态。对于机械密封的维修，需要拆卸并检查密封面和密封环的状况。清理并润滑机械密封，确保其正常运转。有时，机械密封可能需要更换密封环或其他耗损部件。在维修过程中，还需要关注液体的性质和温度，选择适当的密封材料。定期检查和维护密封系统，防范泄漏问题，是确保水泵系统稳定运行的有效手段。

## 结束语

总的来说，在水泵故障的诊断及原因分析处理中，深入研究水泵的结构、工作原理以及各个部件的运行情况是至关重要的。仔细而系统的故障诊断可以帮助精准找出问题所在，为有效的维修和修复提供指导。在维修过程中，安全操作、合理选材以及严谨的工艺都是至关重要的考虑因素。通过这些维修措施，不仅能够解决当前的故障问题，还能够延长水泵系统的寿命，确保其长期、高效、可靠地运行。因此，在水泵故障处理的整个过程中，科学的分析、精准的判断和有效的维修都是确保水泵系统正常工作的不可或缺的步骤，为相关行业提供了可靠的参考和指导。

## 参考文献

- [1] 王善慈, 张星, 李庄, 等. 水利泵站电气设备故障自动排查研究[J]. 自动化应用, 2022(4): 124-126.
- [2] 赵思琪. 浅析启动过程中水泵机械密封失效故障诊断方法[J]. 中国设备工程, 2023(10): 165-167.
- [3] 丁小龙. 离心式水泵的常见故障及维修策略探讨[J]. 建筑工程技术与设计, 2021(35): 45.
- [4] 崔柏, 王复生, 孟奕晨. 振动分析在油田柱塞注水泵故障诊断中的应用[J]. 设备管理与维修, 2023(09): 142-144.