

煤矿多级离心水泵的机械故障及修理

谢倩

陕西建新煤化有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i12.7539

[摘要] 为了减少煤矿多级离心水泵的机械故障并提高其运行效率, 本文详细分析了常见的水泵故障类型及其原因, 并提出了针对性的修理方法。结果表明, 通过系统地诊断和修理如不吸水、出水压力异常、流量减少、功率过大和轴承过热等问题, 可以提升水泵的性能和可靠性, 本研究旨在为煤矿水泵的维护提供实用的参考和指导。

[关键词] 煤矿多级离心水泵; 机械故障; 修理

Mechanical failure and repair of multi-stage centrifugal water pump in coal mine

Xie Qian

Shaanxi Jianxin Coal Chemical Co., Ltd.

[Abstract] In order to reduce the mechanical failure of multi-stage centrifugal water pump in coal mine and improve its operation efficiency, this paper analyzes the common water pump failure types and their causes, and puts forward the targeted repair method. The results show that the performance and reliability of the pump can be improved by systematically diagnosing and repairing problems such as no water absorption, abnormal outlet pressure, reduced flow, excessive power and bearing overheating, and this study aims to provide practical reference and guidance for the maintenance of coal mine pump.

[Key words] coal mine multi-stage centrifugal water pump; mechanical failure; repair

1. 引言

煤矿多级离心水泵作为煤矿生产中不可或缺的重要设备, 其稳定性和可靠性直接关系到煤矿生产的安全和效率。然而, 在实际使用过程中, 煤矿多级离心水泵常常会受到磨损、冲击、介质腐蚀等多种因素的影响, 导致出现各种机械故障, 如水泵不吸水、流量不足、轴承过热等。这些故障既影响水泵的正常运行, 还会缩短水泵的使用寿命, 甚至可能引发设备和人身事故。因此, 对煤矿多级离心水泵的机械故障进行深入分析和研究, 并探索有效的修理方法和措施, 具有重要的现实意义。

2. 煤矿多级离心水泵的机械故障

2.1 水泵不吸水故障

煤矿中多级离心水泵常面临不吸水的问题, 其首要原因是灌注引水不足, 在水泵启动前, 没有足够的水填满泵及其管路系统, 导致启动时不能立即形成有效的吸力。与此同时, 如果泵内空气未被完全排尽, 泵内部形成的空气囊会阻碍水的吸入, 进一步削弱水泵的吸水能力。其次, 泵系统的吸水管路如果存在漏气, 特别是在管路仪表连接的接口处, 空气的进入会打破系统所需的负压环境, 使得水泵难以持续抽水。泵的底阀如果未能打开或因杂质堵塞, 也会阻止水流进入泵体, 从而导致水泵无法吸水^[1]。此外, 如果吸水高度超过泵的设计范围, 泵的吸水效率会大幅下降, 因为超过设计高度后, 泵需要克服更大的重力和压力差, 对泵的性能是较大的挑战。

2.2 出水压力异常的机械故障分析

出水压力异常不仅影响排水效率, 还可能导致水泵过早磨损或损坏。常见的表现是压力表显示有压力, 但实际上水泵并

不出水, 可能是由于水管路的阻力过大, 阻力可能来自于管路内部积累的污垢或管径设计不合理。此情况下, 尽管水泵内部生成了压力, 但水流无法克服管路中的阻力。此外, 水泵的叶轮旋转方向如果设置错误, 也会导致无法出水, 因为叶轮反向旋转无法有效推动水流向出口管方向移动。出口管的阀门如果没有完全打开, 水流的路径就会受到限制, 导致出水量减少, 表现为出水压力低^[2]。

2.3 流量减少故障分析

流量减少问题的出现通常会严重影响水泵的运行效率和整体生产线的稳定性。首先, 吸水管路密封不严是导致流量减少的重要因素。如果吸水管路中的任何接口、接合处或密封环未能严密封闭, 空气就会被吸入系统内部。空气的进入可以导致泵内形成空气囊, 降低水的流动性, 从而减少泵的输出流量。空气的混入还会增加水泵运行中的振动和噪音, 进一步影响设备的稳定运行。其次, 水位降低也会造成流量减少导致淹没深度不够。在煤矿的应用场景中, 水源的水位可能因季节变化或其他外界因素而发生波动。当水位下降到一定程度, 水泵的吸水口可能会暴露在水面之上, 导致无法持续稳定地吸入足够的水流, 从而影响整体的输出流量。最后, 在矿区使用的水泵由于工作环境的特殊性, 经常会吸入石块、沙粒等固体杂质。如果进入到叶轮内部, 会在叶轮与泵壳之间形成物理阻碍, 减少有效的过流面积, 阻碍水流的顺畅通过, 直接影响到水泵的流量输出。长时间的异物堵塞不仅影响流量, 还可能导致叶轮磨损或损坏, 恶化水泵的运行状况。

2.4 泵消耗功率过大故障分析

功率消耗过大直接关联到能源消耗和运行成本。一方面原因是填料压盖压得过紧。填料压盖是用来确保泵轴和泵体之间密封，防止水流泄漏的关键部件。当填料压盖调整过紧时，会在泵轴和填料之间产生额外的摩擦力，既增加了泵的运行阻力，还会导致泵轴和填料的温度升高，增加能耗并减少泵的运行效率。长时间过度的摩擦还会导致填料的快速磨损，增加维护成本。另一方面，轴承或密封环的磨损严重。轴承和密封环是水泵中保证轴线稳定运转和防止水泄漏的重要部件。磨损既会导致泵体内部的漏水问题，还会因为内部组件配合间隙的增大而产生额外的机械摩擦，直接导致水泵的运行效率降低，功率消耗增大。此外，轴承和密封环的磨损还会影响泵的振动和噪音水平，可能导致整个泵系统的运行状态恶化。

2.5 轴承过热现象故障

轴承过热是煤矿多级离心水泵常见的故障，其主要原因是润滑油或润滑脂的干涸或脏污。正常工作条件下，轴承的润滑油应保持一定的流动性和清洁度，以减少金属间的直接接触和摩擦。当润滑油老化干涸或被外部污染物污染时，其润滑效果大打折扣，轴承内部的摩擦系数显著增加。例如，正常情况下的轴承温度应维持在 60℃至 70℃之间，但润滑不良可能导致轴承温度迅速升高至 100℃以上，这样的高温会加速轴承的磨损和损坏。另一个导致轴承过热的问题是泵轴与电机轴的不同心或不在同一直线上。轴线偏移会在水泵运行过程中产生额外的径向和轴向负载，从而增加内部组件的摩擦。轴线的偏移度量通常是以毫米为单位，理想状态下应控制在 0.05 毫米以内。超出这个范围，每增加 0.01 毫米的偏移，轴承的摩擦力可能增加 5%至 10%，相应地，轴承的操作温度也会上升。长时间的过高负载和摩擦会提高能耗，还会缩短轴承的使用寿命，增加维修和更换的频率及成本^[3]。

3. 煤矿多级离心水泵的修理方法

3.1 解决不吸水的修理措施

在处理煤矿多级离心水泵不吸水的问题时，首先需要彻底检查底阀。底阀的功能是允许水流进入泵内，阻止其反向流出。如果底阀未能正常开启或存在堵塞，水泵将无法进行有效的吸水。具体措施包括拆卸底阀，清除其中的杂质，如沙石和其他残留物，其通常是阻碍阀门正常运作的主要原因。检查底阀的弹簧和密封圈是否磨损或损坏，并根据需要更换新的零件。重新组装后，进行试运行以确保底阀的顺畅开启和关闭。其次，对于泵系统漏气问题，需检查吸水管路中所有可疑的接口和联接点。用肥皂水涂抹在所有接缝处，观察是否有气泡产生，可以及时发现泄漏。一旦发现漏气点，应立即拧紧相关的连接螺栓，并更换损坏的密封垫片。对于老化或硬化的垫片，建议更换为耐磨且抗老化的橡胶或聚四氟乙烯 (PTFE) 材质，其可以更有效地抵抗压力和化学腐蚀，确保更长的使用寿命和更好的密封性能。此外，如果问题源于吸水高度过高，使得水泵无法有效吸水，可以考虑安装一个前置泵以增加系统的吸水能力。前置泵的作用是提升水至主泵的吸入高度范围内，有效解决高程差带来的吸力不足问题。选择前置泵时，确保其流量和压力满足主泵的吸入需求。安装前置泵后，需要进行系统的整体性能测试，确保两泵间的协同工作，避免可能的压力冲击或流量不匹配问题。

3.2 处理出水压力异常的修理步骤

处理出水压力异常首先需要对外水管线进行彻查。检查出水管的整体长度和直径，确认是否存在不必要的曲折或过长的管道，如有必要，缩短管道长度并使用较大直径的管子替换狭窄或旧有的管道，以减少水流的阻力和压力损失。此外，定期清理管道内部，移除积聚的污垢、锈蚀或其他堵塞物，这些杂质往往是导致出水压力下降的隐性因素。

对于电机接线和叶轮方向的调整，应确保电机与泵的连接正确，并且电机的旋转方向与泵的设计方向一致。错误的接线或反向旋转会导致水泵无法正常推动水流，进而影响出水效率。检查电机的接线盒，并根据制造商的说明书调整接线顺序，确保叶轮能够正向旋转，推动水流向前。

最后，确保出口管的阀门完全开启是解决出水压力异常的重要步骤。阀门未完全打开会造成水流的部分阻塞，从而影响水泵的出水性能。检查阀门的操作是否灵活，若有卡滞或损坏现象，应进行维修或更换。同时，定期清理叶轮内部的堵塞物，特别是在煤矿环境下，叶轮容易吸入煤粉、小石块等异物，定期清理可以有效恢复水泵的出水性能和压力。进行这些维护工作后，通过系统的性能测试确保所有修复措施都已有效恢复水泵的正常工作状态。

3.3 提升流量减少问题的修理方法

针对煤矿多级离心水泵流量减少的问题，修理方法的重点是优化吸水管路的密封性。密封不良是空气渗入系统的主要途径，空气的存在会显著降低泵的吸水效率。使用高质量的密封材料如丁腈橡胶或硅胶，这些材料对于防止空气入侵具有极高的抵抗力，并能承受较大的温差和压力。对所有接头和焊缝进行重新密封，确保在水泵运行过程中没有任何潜在的漏气点。对于已经老化或损坏的密封垫，应立即更换，确保连接处的完整无缺。加强吸水管路的密封不仅可以提升流量，还能减少维护频率和延长设备的使用寿命。另一个有效策略是调整吸水管的配置，以增加水的淹没深度。首要任务就是评估现有吸水管的长度和位置，确定需要增加的长度以实现理想的淹没深度。理论上，增加吸水管的淹没深度可以减少水泵需要克服的空气压力差，提高泵的吸水能力和整体效率。例如，如果原淹没深度为 1 米，而泵的设计淹没深度为 2 米，则应至少增加 1 米长度的吸水管。接下来，在选择吸水管材料和直径时，确保所选管材能承受周围环境的压力和化学性质，同时直径大小应足以处理预期的流量，避免因管径过小而增加水流阻力。通常情况下，对于直径在 100 毫米到 200 毫米的吸水管，增加直径可以减少约 10%到 15%的流动阻力^[4]。此外，在延长吸水管的同时，尽量减少管道中的弯曲数量和角度，因为每增加一个弯头都会造成额外的流动阻力和能量损失。实际操作中，建议每增加一个 90 度弯头，流速可能降低 3%到 5%。因此，优化管道布局是提升水泵效率的有效方法。

3.4 减少泵消耗功率过大的修理策略

水泵在运行过程中如果出现功率消耗过大的情况，填料压盖的紧固程度直接影响到泵轴的摩擦力，过紧会导致摩擦力增加，从而增加整个泵的功率消耗。因此，在调整填料压盖时，需确保其对泵轴的压力足以防止泄漏而不过于紧致。在调整过程中，应使用扭矩扳手按照制造商推荐的扭矩设置进行，通常扭矩值在 10-15 Nm 之间，根据泵的大小和型号适当调整。此

下转第 246 页

应涵盖性别、年龄、教育背景等多个维度。通过实施多元化的招聘策略,国有企业能够构建更为包容和创新的工作环境。例如,某国有企业在招聘过程中,引入了“无性别偏好”的招聘广告,确保招聘过程的公平性,并通过“多样性培训”提升招聘团队对多元文化的认识和尊重。此外,国有企业还可以通过高校、研究机构的合作,建立人才输送渠道,为企业的长远发展注入新鲜血液。

4.2 员工职业生涯规划与个性化发展路径

在国有企业人力资源战略与人才培养机制的创新路径中,员工职业生涯规划与个性化发展路径的构建显得尤为重要。随着市场竞争的加剧和人才流动性的增加,国有企业面临着人才流失的挑战,因此,制定符合员工个人职业发展需求的规划,不仅有助于留住关键人才,还能激发员工的潜能,提升企业的整体竞争力。例如,通过引入职业发展路径图(Career Pathing)模型,企业可以为员工提供清晰的职业发展通道,帮助他们理解在组织内部如何从一个职位晋升到另一个职位,从而增强员工的职业安全感和归属感。此外,个性化发展路径的规划应结合员工的个人兴趣、能力以及职业目标,通过定期的职业发展对话和评估,确保员工的职业规划与企业的战略目标保持一致。

4.3 人力资源信息系统在人才管理中的应用

在国有企业人力资源战略与人才培养机制的创新路径中,人力资源信息系统(HRIS)的应用已成为提升人才管理效率和质量的关键工具。通过集成先进的数据分析技术,HRIS能够为企业提供实时的人力资源数据,从而支持更加精准的人才决策。例如,通过分析员工的绩效数据和职业发展路径,企业可以识别出潜在的领导力继任者,从而制定有效的继任计划。根据一项研究,使用HRIS的企业在人才流失率上比未使用的企业低15%,这凸显了HRIS在保留关键人才方面的潜在价值。

HRIS在技能提升与专业培训体系的构建中也扮演着重要角色。通过跟踪员工的培训历史和技能发展,HRIS可以帮助企业定制个性化的培训计划,确保员工的技能与企业战略目标保持一致。例如,通过分析员工的技能缺口和培训需求,企业可以设计针对性的培训项目,从而提高员工的工作效率和满意度。在人才培养机制的可持续性与灵活性方面,HRIS通过持续

收集和分析人才数据,帮助企业及时调整人才培养策略,以适应不断变化的市场环境。

五、未来展望与挑战应对

5.1 人工智能与大数据在人力资源管理中的应用前景

随着人工智能与大数据技术的飞速发展,国有企业人力资源管理正迎来前所未有的变革。在人才培养机制的创新路径中,这些技术的应用不仅能够提高人力资源规划的精准度,还能优化人才的选拔、培养和留存策略。例如,通过大数据分析,企业可以更准确地预测未来人才需求,从而制定出更符合实际的人力资源规划。利用人工智能算法,可以对员工的工作表现和潜力进行深入分析,从而为领导力培养和继任计划提供科学依据。此外,人工智能在绩效管理中的应用,能够实现员工绩效的实时监控和评估,为激励机制的设计提供数据支持,确保激励措施与员工的实际贡献相匹配。人工智能与大数据的应用,正是将人力资源管理的理论转化为高效行动的关键工具。

5.2 应对人才竞争与全球化挑战的策略

在全球化的大背景下,国有企业面临着前所未有的人才竞争压力。根据世界经济论坛的报告,到2025年,全球将面临高达8500万的人才缺口,这无疑加剧了企业间对顶尖人才的争夺。国有企业必须采取创新的人力资源战略,以应对这一挑战。例如,通过实施多元化招聘策略,国有企业可以吸引来自不同文化背景的优秀人才,从而增强企业的全球竞争力。同时,企业需要构建一个可持续且灵活的人才培养机制,确保员工能够适应快速变化的市场需求。此外,利用人工智能和大数据技术,国有企业可以更精准地进行人才预测和管理,从而在人才竞争中占据先机。因此,国有企业必须不断推动持续学习和创新文化的建设,以确保在激烈的全球人才竞争中脱颖而出。

【参考文献】

[1]孙杨,张莉洁,张晨瑞,等.以人为本理念下国有企业人力资源管理的现状及改进策略[J].商场现代化,2024,(04):74-76.

[2]蔡小琴.浅谈国有企业多渠道人才培养路径[J].就业与保障,2023,(12):46-48.

[3]张延波.新形势下国有企业人才战略思考[J].现代商业,2021,(18):79-81.

上接第243页

外,更换磨损严重的轴承或密封环也可以在一定程度上降低功耗。轴承和密封环的磨损会导致泵内部的间隙增大,从而增加内部摩擦和能量损失。定期检查轴承和密封环的磨损情况,并及时更换磨损过度的部件。选择高品质的轴承和密封材料,如使用具有高耐磨性和良好热稳定性的轴承,可以有效延长泵的使用寿命并降低能耗。在更换过程中,确保新的轴承和密封环与泵的规格完全匹配,安装精确,避免因安装不当引起的额外摩擦。

3.5 解决轴承过热现象的修理方法

解决轴承过热的关键是确保轴承的适当润滑和正确安装。一方面,检查并清洗轴承体,更换润滑脂或润滑油。第一步是彻底检查轴承体。拆下轴承部件,进行仔细的视觉检查,查找是否有过度磨损、裂纹或其他损坏的迹象。检查后,使用合适的清洁剂和工具(如软毛刷和非研磨性溶剂)彻底清洗轴承体,去除旧的润滑脂、尘埃和任何杂质,清洗过程中需确保不留下清洗剂残留物。清洗完成后,必须选择合适的润滑脂或润滑油进行重新润滑。润滑脂的选择应根据轴承的类型和水泵的操作环境,例如在高温或含有大量水分和灰尘的环境中,需要使用高性能的润滑脂,如基于复杂锂的润滑脂。正确的润滑脂能减少内部摩擦,还能提供防护层,防止腐蚀和磨损。润滑脂的填充量一般为轴承空间的30%至50%,过多或过少都会影响轴承的运行效率和寿命^[5]。

另一方面,对于泵轴与电机轴未对准导致轴承承受不必要的负载导致的过热问题,使用激光对准工具是有效方法,其能

提供高精度的测量结果,确保两轴的偏差在可接受的工程容差范围内。进行对准的步骤包括:(1)安装和设定激光对准工具,按照制造商的指导手册进行操作。(2)调整电机位置,直到激光指示器显示两轴已正确对准。(3)调整过程中,定期检查并重新调整,因为在紧固螺栓时可能会发生微小移动。(4)再次使用激光工具确认无误后,紧固所有连接件。

4. 结束语

综上所述,本文深入探讨了煤矿多级离心水泵的机械故障及其修理方法,旨在提高水泵的稳定性和可靠性,确保煤矿生产的安全与效率。通过详细分析各类机械故障的原因及相应的修理措施,为煤矿多级离心水泵的维护和保养提供了有力支持。未来,随着煤矿开采技术的不断发展和设备性能的不断提升,需要持续关注水泵故障的新趋势,并探索更加高效、智能的修理技术和方法,为煤矿生产的安全稳定保驾护航。

【参考文献】

[1]付保英.高扬程多级离心式水泵的应用与发展——评《水泵与水泵站》[J].灌溉排水学报,2020,39(07):151-152.

[2]史长彪.离心水泵产生振动的原因分析与消除措施[J].南方农机,2020,51(14):136-137.

[3]付保英.大容量高扬程多级离心式主排水泵性能测试系统设计[J].机电工程技术,2021,50(09):229-231.

[4]汤家府,刘正军,曹帅.煤矿多级离心式排水泵的故障分析及处理[J].清洗世界,2023,39(09):187-189.

[5]陈彩梅.煤矿多级离心水泵的机械故障分析及修理[J].黑龙江科技信息,2013,(20):79.