

Analysis of fault diagnosis technique of dynamic rotating equipment in iron and steel metallurgy

Lu Yu Chun Lu

Baowu Group Echeng Iron and Steel Co., Ltd., Ezhou, Hubei, 436000, China

Abstract

In the iron and steel metallurgy industry, power rotating equipment faces a variety of common failures, including mechanical failures, lubrication failures, overheating failures and electrical failures, which directly affect production efficiency and safety. In order to accurately diagnose and prevent these failures, iron and steel metallurgy companies have adopted a series of fault diagnosis technologies. Vibration analysis can capture equipment vibration anomalies and reveal potential mechanical problems. Temperature monitoring can detect signs of overheating by monitoring equipment temperature in real time. Oil analysis by testing lubricating oil, reflect the internal wear and pollution of equipment; Electrical analysis goes deep into the electrical system to ensure stability and safety. These technologies together constitute a solid defense line for the fault diagnosis of iron and steel metallurgical power rotating equipment.

Keywords

iron and steel metallurgy; Power rotating equipment; Fault diagnosis; Predictive maintenance

钢铁冶金中动力旋转设备故障诊断技术分析

余露 卢春

宝武集团鄂城钢铁有限公司, 中国 · 湖北 鄂州 436000

摘 要

钢铁冶金行业中, 动力旋转设备面临多种常见故障, 包括机械故障、润滑故障、过热故障及电器故障, 这些故障直接影响生产效率和安全生产。为了精准诊断并预防这些故障, 钢铁冶金企业采用了一系列故障诊断技术。振动分析能够捕捉设备振动异常, 揭示潜在机械问题; 温度监测则通过实时监控设备温度, 及时发现过热迹象; 油液分析通过化验润滑油, 反映设备内部磨损与污染情况; 电气分析则深入电气系统, 确保稳定性与安全性。这些技术共同构成了钢铁冶金动力旋转设备故障诊断的坚实防线。

关键词

钢铁冶金; 动力旋转设备; 故障诊断; 预测性维护

1 引言

钢铁冶金行业作为重工业的重要组成部分, 对设备的稳定性和可靠性要求极高。动力旋转设备作为钢铁生产流程中的关键设备, 其运行状态直接影响生产效率和产品质量。然而, 设备在长期运行过程中, 受工作环境、操作方式等多种因素影响, 难免出现故障。因此, 对动力旋转设备进行故障诊断, 及时发现并排除故障, 对于保障生产线的连续性和安全性具有重要意义。

2 动力旋转设备常见故障类型

2.1 机械故障

机械故障是动力旋转设备运行中的常见问题, 其影响广泛且严重。这类故障主要表现为轴承磨损、齿轮损坏、轴

弯曲及连接件松动等。在重载、高速或恶劣环境下, 设备部件承受巨大压力, 长期摩擦与疲劳累积导致故障频发。轴承磨损直接影响设备振动和运行平稳性, 加剧磨损会增大振动幅度, 影响操作稳定性和精度, 严重时可能导致轴承卡死或过热损坏。齿轮作为传动核心, 其健康状况至关重要。齿面剥落、断齿或啮合不良等损坏会降低传动效率, 严重时使设备无法正常运转, 影响生产流程。轴弯曲通常由不平衡负载或外力冲击引起, 影响设备对中性, 增加振动和噪音, 加剧部件磨损, 缩短使用寿命。连接件松动可能因紧固件失效或振动导致, 虽看似小问题, 但累积后会严重影响设备整体结构和精度, 为更严重故障埋下隐患。因此, 机械故障对动力旋转设备的稳定运行构成潜在威胁, 需定期检查和维护设备部件, 及时发现并处理潜在问题, 确保设备健康运行, 保障生产流程顺畅。

2.2 润滑故障

润滑故障是动力旋转设备运行中的关键问题, 主要由

【作者简介】余露 (1983-), 男, 中国湖北武汉人, 本科, 工程师, 从事冶金机械设备维护研究。

润滑系统失效或润滑油品质下降引起。良好的润滑对设备顺畅运行至关重要，能减少摩擦和磨损，维持高效稳定。润滑油不足时，部件直接接触增加，摩擦力和磨损速度上升，导致性能下降、温度升高、材料疲劳老化。润滑油污染或变质则润滑性能大打折扣，无法形成足够的润滑膜，损害设备健康，可能导致轴承卡死、齿轮咬合不良等问题。轴承卡死尤为严重，缺乏润滑时内部摩擦增加，温度升高、磨损加剧，最终失去转动能力，造成停机。齿轮咬合不良也是常见表现，缺乏润滑时齿面摩擦增大，可能导致齿面剥落、断齿，严重影响传动效率和设备性能。因此，保持润滑系统良好和润滑油品质是预防润滑故障的关键。

2.3 过热故障

过热故障是动力旋转设备运行中的常见问题，源于散热系统效能不足或负载过重。在高效运转中，机械摩擦、电流流动等会产生大量热量，若散热不及时，热量会在设备内部积聚，导致温度攀升。当温度超出设计范围，材料热膨胀显著，部件尺寸、形状改变，间隙变化，摩擦增加，磨损加速，甚至卡滞、卡死。高温还会影响材料的机械和电气性能，降低强度、硬度和导电性，影响设备性能和稳定性。极端情况下，高温可能引发部件熔化、断裂或短路，导致设备损坏或停产。负载过重也是过热的重要因素，设备需消耗更多能量维持运转，能量大多转化为热量，加重升温趋势。重载下散

热系统负担增加，若散热能力不足，过热故障风险显著增加。因此，有效散热和合理负载是预防过热故障的关键。

2.4 电气故障

电气故障在动力旋转设备的运行维护中占据着不可忽视的地位，它是设备故障中较为常见且潜在危害较大的一类。这类故障的发生往往源于多个方面，包括但不限于电源供应的不稳定性，它可能因电网波动、电压不足或过高而触发；电线的老化也是一个重要因素，随着时间的推移，电线绝缘层可能磨损、开裂，导致短路或漏电现象；电气元件的损坏，如继电器、接触器、电容器等，在长期高负荷运行或恶劣环境下，其性能会逐渐下降直至失效；此外，电路设计的缺陷，如布局不合理、保护机制缺失等，也可能为电气故障埋下隐患。电气故障的直接后果是设备可能无法正常启动，即便启动后也可能表现出运行不稳定，如频繁跳闸、速度波动大等，严重时甚至会导致设备突然停机，给生产带来巨大损失。更为严重的是，电气故障还可能引发火灾或电击事故，对人员安全构成严重威胁，这类事故一旦发生，往往后果不堪设想。鉴于电气故障的危害性，预防工作显得尤为重要。企业应建立健全的电气系统检查制度，定期对电气线路、元件及整体设计进行细致检查，及时发现并处理潜在问题。对于老化的电气元件，应依据其使用寿命和运行状态，适时进行更换，避免“带病”运行。

表 1 动力旋转设备常见故障类型

故障类型	描述
机械故障	主要表现为轴承磨损、齿轮损坏、轴弯曲及连接件松动等。在重载、高速或恶劣环境下，设备部件承受巨大压力，长期摩擦与疲劳累积导致故障频发。轴承磨损直接影响设备振动和运行平稳性，齿轮损坏会降低传动效率，轴弯曲影响设备对中性，连接件松动影响设备整体结构和精度。
润滑故障	主要由润滑系统失效或润滑油品质下降引起。润滑油不足时，部件摩擦力和磨损速度上升；润滑油污染或变质则润滑性能大打折扣，可能导致轴承卡死、齿轮咬合不良等问题。
过热故障	源于散热系统效能不足或负载过重。热量积聚导致温度攀升，超出设计范围时，部件尺寸、形状改变，摩擦增加，磨损加速，甚至卡滞、卡死。高温还会影响材料的机械和电气性能。
电气故障	源于电源供应的不稳定性、电线的老化、电气元件的损坏及电路设计的缺陷等。电气故障可能导致设备无法正常启动、运行不稳定、频繁跳闸、速度波动大等，严重时甚至导致设备突然停机，还可能引发火灾或电击事故。

3 钢铁冶金中动力旋转设备故障诊断技术

3.1 振动分析

振动分析在动力旋转设备故障诊断中占据核心地位，其高效准确性使其成为技术人员首选的诊断工具。通过在设备关键部件如轴承、齿轮箱和电机安装振动传感器，这些“听诊器”能敏锐捕捉运转中的微弱振动信号。收集的数据经专业处理分析后，能揭示设备内部故障信息。频谱分析和时域分析是两大关键技术：频谱分析将振动信号分解至频率域，通过分析振幅和相位信息识别不平衡、对中不良等故障特征，这些特征在频谱图上以特定频率峰值或边频带形式展现，为故障定位定性提供依据；时域分析则关注振动信号的时间域特征，通过波形、峰值、均方根值等参数评估设备状态，轴承损坏等故障会导致信号波形和峰值显著变化，为早

期发现故障提供线索。深入分析振动信号，维修人员能准确判断设备健康，预测故障趋势，提前调整参数、更换磨损部件，有效防止故障扩大，确保设备稳定运行。这种数据驱动的预防性维护策略，不仅提升设备可靠性和寿命，还显著降低故障停机带来的经济损失。

3.2 温度监测

温度监测在动力旋转设备故障诊断中占据核心地位，通过高精度温度传感器实时监测并记录设备关键部位的温度变化。这些传感器如同“体温计”，敏锐捕捉温度波动，为技术人员提供重要数据。设备正常运行时，部件温度保持稳定范围，但润滑不良、过载或散热故障会导致温度异常升高，预示潜在故障。温度监测系统的优势在于能实时判断设备状态，一旦温度超出安全范围即发出警报，为技术人员争

取故障排查时间，避免设备损坏或停机。更重要的是，温度监测能及早发现润滑不良、过载等问题，促使采取预防措施，如清洗润滑系统、更换润滑油、调整负载、优化散热等。这些措施有效降低故障率，延长设备寿命，提高运行效率和稳定性，为企业创造更大经济效益。温度监测因此成为动力旋转设备维护不可或缺的一环。

3.3 油液分析

润滑油作为动力旋转设备不可或缺的重要元素，其质量直接关系到设备的运行性能、稳定性和使用寿命。为了准确掌握润滑油的状态，确保其能够持续为设备提供优质的润滑保护，油液分析成为一项不可或缺的监测手段。

通过定期对设备的润滑油进行取样，并利用先进的化学分析技术，技术人员能够细致地检测出油液中的各种成分，包括金属颗粒、水分、污染物以及润滑油的降解产物等。这些检测结果，如同一面镜子，清晰地反映出设备内部的运行状况和磨损情况^[4]。金属颗粒的存在，往往预示着设备部件之间的摩擦和磨损加剧，这可能是由于轴承损坏、齿轮磨损或轴瓦拉伤等原因造成的。通过对金属颗粒的种类、数量和形态进行分析，技术人员能够判断磨损的程度和位置，为设备的维修和更换提供科学依据。水分和污染物的含量，则是评估润滑油使用寿命和性能的重要指标。水分和污染物的侵入，不仅会降低润滑油的润滑性能，还会加速油液的氧化和降解，导致设备部件的腐蚀和磨损。所以，定期检测油液中的水分和污染物含量，对于及时发现和处理潜在的润滑问题至关重要。当油液分析结果显示出现异常时，如金属颗粒含量超标、水分和污染物含量过高等，维修人员应立即响应，根据具体情况制定相应的维修计划。这可能包括设备部件的检修、更换磨损严重的部件、清洗润滑系统以及更换新的润滑油等。通过这些措施的实施，维修人员能够有效降低设备的故障风险，确保设备始终处于良好的运行状态。

3.4 电气分析

电气分析在钢铁冶金领域动力旋转设备的故障诊断体系中占据举足轻重的地位。它深入设备的电气系统内核，通

过精密的监测与缜密的分析手段，能够敏锐捕捉到一系列电气层面的问题信号。例如，电机绕组可能遭遇的短路、断路状况，或是接地连接出现的不良情况，这些看似细微的异常，实则潜藏着影响设备运行效率乃至整体安全性的重大风险。因此，将电气分析纳入日常的设备维护流程，定期且系统地实施，是确保电气系统稳定运作、防范潜在安全事故不可或缺的一环。

电气分析的价值不仅限于故障的发现与及时处理，它更像是一座桥梁，连接着设备的当前状态与未来的维护规划。通过对电气参数的细致解读，技术人员能够洞察设备性能变化的趋势，从而提前采取预防性维护措施，有效遏制故障的发生，大大延长设备的使用寿命。此外，这一过程还促进了维修策略的优化，使得每一次维修都能精准定位问题根源，避免不必要的部件更换与资源浪费，显著降低了长期的设备故障率与维修成本。

4 结语

在钢铁冶金领域，动力旋转设备的稳定运行至关重要。面对机械故障、润滑故障、过热故障及电器故障等多种挑战，有效的故障诊断技术成为保障生产安全与效率的关键。振动分析、温度监测、油液分析及电气分析等技术的综合应用，为动力旋转设备的故障预防与精准诊断提供了有力支持。通过不断优化这些技术手段，钢铁冶金企业能够确保设备的稳定运行，降低故障率，提升整体生产效率，为行业的可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 李斌成. 钢铁冶金设备的管理与维护研究[J]. 机械工业标准化与质量, 2024, (07): 47-50.
- [2] 宋亮. 钢铁冶金设备的管理与维护分析[J]. 冶金与材料, 2023, 43 (04): 70-72.
- [3] 张玉龙. 钢铁冶金设备的管理与维护标准化工作的探索[J]. 大众标准化, 2022, (11): 169-171.
- [4] 吕金龙. 钢铁冶金设备的管理与维护[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2020, (04): 51.