

机械设备状态监测及诊断技术探讨

姚玉利

中海油能源发展股份有限公司安全环保分公司 天津 300452

摘要: 通过深入探讨了机械设备状态监测及诊断技术的最新进展与应用。随着工业4.0和智能制造的快速发展,设备状态监测及诊断技术已成为保障生产安全、提高设备可靠性和降低维护成本的关键。文章从新型传感器技术、大数据与云计算应用、人工智能与机器学习创新以及标准化与智能化趋势等多个维度,分析当前技术面临的挑战与机遇。通过分析和对比,揭示技术发展的内在逻辑和外动力,为工业设备的维护与管理提供有益的指导和建议。

关键词: 机械设备; 状态监测; 状态监测

1 机械设备状态监测与诊断技术的重要性

机械设备状态监测与诊断技术在现代工业中越来越普及。该技术通过实时检测和分析设备运行过程中的各种参数,能够及时发现设备的异常状态和潜在故障,从而有效预防事故的发生,确保生产线的稳定运行。第一,从安全角度来看,机械设备状态监测与诊断技术能够显著降低因振动、高温、高压等造成的事故风险,该技术能够在设备出现故障前发出预警,使操作人员能够及时采取措施,避免机毁人亡等严重后果的发生。第二,从经济效益角度来看,该技术有助于提高设备的使用效率和寿命,通过精确诊断设备的故障类型和原因,技术人员能够制定针对性的维修计划,减少计划外的停机时间,降低维修成本。对设备进行定期的状态监测还可以帮助优化设备运行参数,提高生产效率和产品质量,从而为企业创造更大的经济效益^[1]。第三,机械设备状态监测与诊断技术还有助于推动工业智能化的发展,随着物联网、大数据和人工智能等技术的不断进步,现代机械设备状态监测系统已经能够实现远程监控、智能预警和自动诊断等功能。这些技术的应用不仅提高设备管理的智能化水平,还为助力企业的数字化转型。

2 机械设备状态监测技术

在现代工业制造领域,机械设备状态监测技术已成为不可或缺的一环。这一技术通过实时监测和分析设备的振动、温度等实时参数,能够及时发现设备的异常状态和潜在故障,从而有效预防事故的发生,确保生产线的稳定运行。

2.1 振动监测技术

振动监测技术是针对旋转设备和其他机械设备的一种重要预测性维修技术。通过对设备或零部件在运转过程中振动的监测,可以对运转的设备进行故障预判、环境风险识别、等级评价等。测量设备或零部件的振动可

以获得被测对象的实时状态,如频率大小、阻尼时间、响应时间、模态等信息,从而锚定薄弱点,通过优化设计减小振动,或通过改善周边的工作环境如地基、隔离物等减缓振动。振动监测技术的优势在于其直接性、实时性和广泛的故障类型覆盖能力,从经验数据分析,绝大多数动设备故障都与机械振动有紧密的关系。振动监测技术能够捕捉到设备振动的细微变化,从而及时发现轴承的摩擦、齿轮的磨损、不平衡等问题,振动监测还可以帮助确定设备的磨合期,为设备结构改进提供依据,以及为设备的润滑和冷却系统提供优化建议。在实际应用中,振动监测技术已经广泛应用于石油开采、石油化工、炼钢厂、发电厂等多个领域的机电设备中。通过振动监测,企业可以及时发现设备的异常振动,采取措施避免设备损坏和停产,从而保障生产线的稳定运行。

2.2 温度监测技术

温度监测技术是另一种常用的机械设备状态监测技术。通过对机械设备的温度进行实时监测,可以早发现设备是否过热。温度监测技术的优势在于其非接触式检测、高精度、高效性和高可靠性。在工业生产中,许多机械设备在运行时会产生大量的热量。如果设备温度超过正常范围,可能会导致设备性能下降乃至损坏、更有可能发生火灾的后果。通过温度监测技术,企业可以实时监测设备的温度变化,及时发现过热现象,并采取降低设备温度,从而保障设备的正常运行。温度监测技术还可以用于设备的预防性维护,通过对设备温度变化趋势,企业可以预测设备的寿命和性能。当设备温度出现异常变化时,企业可以提前采取措施进行维护,避免设备故障导致的生产中断。

2.3 油液分析技术

油液分析技术是一种基于摩擦学系统故障分析的专门技术。通过对机械设备润滑油的一般理化指标进行分

析,可以判断设备的磨损情况、润滑状态以及是否存在潜在故障。油液分析技术就好像是给设备“验血”,是润滑管理和预防性维修的重要保障措施。众所周知,润滑油用来设备零部件之间的形成一层油膜,减轻摩擦,减少磨损,随着设备的运行,润滑油中的污染物和磨损颗粒会逐渐增多,导致润滑性能下降和设备故障。通过油液分析技术,企业可以定期检测润滑油的性能变化,及时发现润滑油的污染和磨损情况,并采取措施更换或净化润滑油,从而保障设备的正常运行^[2]。油液分析技术还可以用于设备的故障诊断,通过对润滑油中的金属屑进行分析,可以判断设备的磨损程度,从而为制定设备的维修方案提供充分依据,油液分析技术还可以用于设备的磨合期监测和油品评定,为设备的优化运行提供有力支持。

2.4 声发射监测技术

声发射监测技术是一种重要的无损检测技术,设备或结构在运行因故障可能会产生应力波,通过检测这种微小弹性变形播来判断设备中的缺陷、故障和异常情况。声发射监测技术的优势在于其早期故障检测能力、实时监测能力和非侵入性。在工业生产中,许多机械设备在运行时会产生声发射信号。当设备存在位错、微裂、磨损或其他异常情况时,它们会引发应力波。通过检测系统捕捉到微弱的声波信号,并通过分析系统中进行解释和诊断,企业可以及时发现设备出现问题,并采取措施进行维护。声发射监测技术在机械设备监测、压力容器和管道监测、结构健康监测以及电气设备监测等多个领域都有广泛应用。通过声发射监测技术,企业可以及时发现设备中的裂纹、腐蚀、应力集中等问题,避免泄漏和爆炸风险,声发射监测技术还可以用于设备的预防性维护和故障诊断,为设备的优化运行提供有力支持。

3 机械设备故障诊断技术

3.1 基于信号的故障诊断

基于信号的故障诊断技术是通过采集和分析机械设备运行过程中的各种信号(如振动信号、声音信号、温度信号等)来诊断设备的故障状态。这种技术主要依赖于传感器和信号处理算法,能够实时监测设备的运行状态,并给出与故障有关的分析信息。在基于信号的故障诊断中,振动信号是诊断经常使用的方法之一,通过对设备振动信号的频谱分析、时域分析和模态分析等,可以识别出设备的异常振动模式,从而判断设备的故障类型和位置,声音信号分析也是一种有效的故障诊断手段,通过采集设备运行时的声音信号,并对其进行频谱分析和特征提取,可以识别出设备的异响和噪声来源,

为故障诊断提供重要线索。基于信号的故障诊断技术具有实时性好、准确度高、适用性强等优点。它不仅可以用于旋转机械、往复机械等常见设备的故障诊断,还可以应用于复杂机械系统和大型工业装备的监测与诊断。

3.2 基于模型的故障诊断

基于模型的故障诊断技术是通过建立机械设备的解析模型,利用模型与实际运行数据之间的偏差来诊断设备的故障状态。这种技术主要依赖于系统建模、状态估计和故障诊断算法,能够实现对设备故障的精确诊断和预测。在基于模型的故障诊断中,需要建立设备的解析模型,该模型应能够准确描述设备的运行特性和故障模式。通过采集设备的实际运行数据,利用状态估计算法对设备状态进行实时估计,并与模型预测结果进行比较。当实际状态与模型预测结果之间存在较大偏差时,即可判断设备存在故障。基于模型的故障诊断技术具有判断准确度高、故障点定位准、可预知故障发展趋势等优点。它特别适用于具有明确物理特性和数学模型的机械设备,如控制系统、传动系统等,该技术还可以与其他故障诊断方法相结合,形成综合诊断系统,提高诊断的准确性和可靠性^[3]。

3.3 人工智能与机器学习在故障诊断中的应用

人工智能(AI)与机器学习技术的发展为机械设备故障诊断带来了新的机遇和挑战。通过将AI技术应用于设备故障诊断方面,可以实现对复杂设备故障的自动识别、分类和预测。在故障诊断中,机器学习算法可以自动学习设备的正常运行模式和故障模式,建立故障识别模型,通过采集设备的实时运行数据,利用模型对设备状态进行预测和诊断。当设备出现故障时,机器学习算法能够自动识别并给出故障类型和位置的建议。人工智能与机器学习在故障诊断中的应用具有显著的优势,它们能够处理大量复杂的数据,提高诊断的准确性和效率。其次,它们具有自学习和自适应能力,能够不断学习和优化诊断模型,以适应设备运行状态的变化。它们还可以与其他故障诊断方法相结合,形成更加智能化的综合诊断系统。

4 机械设备状态监测与诊断技术的发展趋势

4.1 新型传感器与监测技术的发展

新型传感器与监测技术是机械设备状态监测与诊断领域不断前行的重要驱动力。随着材料科学、微电子技术以及信息技术的持续进步,传感器技术正经历着前所未有的变革。高精度、高灵敏度、高可靠性和智能化是新一代传感器的主要特点。例如,光纤传感器以其独特的抗电磁干扰能力和长距离传输特性,在极端环境和高

精度测量领域展现出巨大潜力。MEMS传感器（微机电系统传感器）凭借其微型化、集成化和低功耗的优势，广泛应用于工业监测、医疗设备、航空航天等多个领域。无线传感器网络则通过无线通信技术，实现了对设备状态的远程实时监测，极大地提高了监测效率和灵活性。这些新型传感器技术的应用，不仅提高了设备状态数据的采集精度和实时性，还为设备的远程监测、故障处理和预知性维护提供了有力支持。未来，随着材料科学、微纳技术和信息技术的进一步发展，新型传感器与监测技术将不断涌现，为机械设备状态监测与诊断领域带来更多创新和突破。

4.2 大数据、云计算与物联网在监测诊断中的应用前景

大数据、云计算与物联网技术的综合应用，为机械设备状态监测与诊断领域带来了革命性的变革。通过物联网技术，设备状态数据可以被实时采集并上传至云端，形成庞大的数据集。云计算技术则利用很高的算力和存储资源，对这些数据进行高效处理和分析。大数据技术的应用，使得海量数据的高效存储、快速检索与智能分析成为可能。通过数据挖掘、机器学习等先进技术，可以从这些数据中发现设备故障的潜在规律，实现故障预警和智能决策，云计算平台还可以提供远程协作、数据共享和智能推荐等服务，进一步提升了设备状态监测与诊断的效率和准确性。未来，随着大数据、云计算和物联网技术的不断成熟和完善，这些技术将在机械设备状态监测与诊断领域发挥更加重要的作用，让这个领域向更智能、更高效和精准化的方向发展。

4.3 人工智能与机器学习技术的持续创新

人工智能与机器学习技术的持续创新，为机械设备状态监测与诊断领域带来了空前的发展机遇。通过深度学习等科学的算法，可以对设备状态数据进行深度挖掘和分析，实现故障类型的自动识别、故障程度的精准评估以及故障发展趋势的准确预测。这些算法不仅能够处理复杂的非线性问题，还能够不断学习和优化自身的性能，提高诊断的准确性和泛化能力^[4]。基于机器学习的智

能诊断系统还能够根据设备的运行环境和工况变化，自适应地调整诊断参数和策略，实现更加智能化的诊断服务。随着算法的不断优化和数据集的不断丰富，人工智能与机器学习技术将在机械设备状态监测与诊断领域发挥更加重要的作用，推动该领域向更加智能化、自主化和个性化的方向发展。

4.4 标准化与智能化的发展趋势

标准化与智能化是机械设备状态监测与诊断技术发展的必然趋势。随着技术的不断成熟和应用的不断扩大，行业标准的制定和完善变得尤为重要。通过制定统一的技术标准、数据格式和通信协议，可以提高技术的通用性和互操作性，促进技术的广泛应用和快速发展。智能化技术的发展将使得监测与诊断系统更加自主、高效和可靠。智能化技术还可以实现设备的远程监控、智能预警和预防性维护等功能，为企业的生产提供可靠的支持和运行保障。未来，随着技术的不断融合和创新，机械设备状态监测与诊断技术将更加标准化、智能化和自主化，为企业的生产安全和效率提供坚实的保障。

结束语

综上所述，机械设备状态监测及诊断技术的发展前景广阔，对于确保生产的安全和减少维护成本等地方，具有显著的重要性。未来，随着技术的不断融合与创新，有理由相信，这一领域将涌现出更多效率高、智能化和更准确的解决方案，为企业的数智化转型和长期发展提供强有力的支持。企业应紧跟技术潮流，积极应用新技术，不断提升设备管理的智能化水平。

参考文献

- [1]王若晗.采油机械设备状态监测与故障诊断技术[J].设备管理与维修,2021(18):178-179.
- [2]田红山.油田机械设备状态监测与故障诊断技术分析[J].设备管理与维修,2020(03):158-160.
- [3]张琪焯.机械设备状态监测与故障智能化诊断技术分析[J].内燃机与配件,2021(19):200-201.
- [4]吴景昆.油田机械设备状态监测与故障诊断技术分析[J].中国设备工程,2020(6):71-72.