

# 往复压缩机故障诊断技术

郑爱国

中国神华煤制油化工有限公司鄂尔多斯煤制油分公司 内蒙古 鄂尔多斯 017209

**摘要:** 往复压缩机作为工业领域的重要设备,其故障诊断技术的研发与应用对于确保生产安全和提高运行效率至关重要。本文综述了当前往复压缩机故障诊断技术的研究现状,包括传统方法如直观检查、振动分析等,并重点探讨了基于人工智能和信号处理技术的新型诊断方法。通过对比分析,本文揭示了新型诊断技术在提高诊断准确性、降低维护成本方面的优势。展望未来,往复压缩机故障诊断技术将不断创新与发展,为工业生产的稳定运行提供有力保障。

**关键词:** 往复压缩机;故障诊断技术

**引言:** 往复压缩机故障诊断技术是工业领域的关键技术之一,其准确性直接关系到压缩机的稳定运行和生产效率。该技术通过振动监测、温度分析、声学诊断及智能算法等多种手段,实现对压缩机故障的快速识别与定位,其中,振动和温度分析能够直观反映压缩机的工作状态,声学诊断则能捕捉异常声音信号,而智能算法则能进一步提升诊断的准确性和效率。随着技术的不断进步,往复压缩机故障诊断将更加智能化、精准化,为工业生产的安全稳定提供有力保障。

## 1 往复压缩机故障诊断的重要性

往复压缩机故障诊断的重要性不容忽视,它在工业生产中扮演着至关重要的角色。往复压缩机作为许多工业领域的核心设备,其稳定运行直接关系到企业的生产效率和经济效益。一旦压缩机出现故障,不仅会导致生产线停滞,还可能引发连锁反应,对整个生产系统造成严重影响,及时、准确地诊断并解决往复压缩机的故障,对于保障企业的正常生产和经济效益至关重要。压缩机在运行过程中,如果出现故障而未得到及时处理,可能会引发设备损坏、人员伤亡等严重后果。利用故障诊断技术,可以及时发现潜在的安全隐患,并采取有效措施进行预防和处理,从而确保生产过程的安全稳定<sup>[1]</sup>。往复压缩机故障诊断还有助于降低维护成本和提高设备寿命。凭借对压缩机进行定期故障诊断,可以及时发现并解决小问题,避免小问题逐渐演变为大问题,从而减少不必要的维修费用。同时,通过科学的故障诊断方法,可以优化压缩机的运行参数和维护策略,延长设备的使用寿命,提高企业的经济效益。企业应高度重视往复压缩机的故障诊断工作,加强技术研发和人才培养,不断提升故障诊断的准确性和效率,为企业的稳定发展提供有力保障。<sup>[2]</sup>

## 2 往复压缩机常见故障类型及原因分析

(1) 气阀故障。常见故障包括气阀泄漏、气阀卡死和气阀弹簧失效等,气阀泄漏可能是由于气阀座与阀片之间的密封不严,或气阀座磨损严重导致。气阀卡死可能是由于气阀内部积存异物或气阀弹簧弹力不足所致。气阀弹簧失效则表现为弹簧变形或断裂,导致气阀无法正常开启或关闭,这些故障会影响压缩机的压缩效率和排气量,甚至导致压缩机停机。(2) 密封故障。密封故障主要包括填料密封泄漏和活塞杆密封泄漏,填料密封泄漏可能是由于填料磨损、松动或安装不当所致。活塞杆密封泄漏则可能是由于密封环老化、变形或损坏导致。密封故障会导致压缩机内部气体泄漏,降低压缩效率,甚至引发安全事故。(3) 活塞故障。活塞故障主要包括活塞磨损、活塞环卡死和活塞破裂等,活塞磨损可能是由于润滑油不足或活塞材料质量不佳所致,活塞环卡死可能是由于活塞环槽内积存异物或活塞环安装不当导致。活塞破裂则可能是由于材料疲劳或应力集中所致。这些故障会影响压缩机的压缩效率和排气量,甚至导致压缩机停机。(4) 轴承轴瓦故障。常见故障包括轴承磨损、轴承间隙过大和轴承温度升高等,轴承磨损可能是由于润滑油不足或油质不佳所致。轴承间隙过大可能是由于安装不当或长期运行导致轴承变形所致。轴承温度升高可能是由于润滑不良或轴承过载所致,这些故障的发生可能与设备设计、制造质量、运行环境及操作维护等多种因素有关。<sup>[3]</sup>

## 3 往复压缩机故障诊断技术研究

### 3.1 基于振动分析的故障诊断技术

基于振动分析的故障诊断技术是一种广泛应用于往复压缩机等机械设备故障检测与预防的重要方法。该技术通过采集和分析设备的振动信号,能够有效识别故障

特征,判断故障类型与程度,进而为设备的维修和维护提供有力支持。(1)振动信号采集与处理。通过专业的振动传感器,我们能够实时捕捉设备在运行过程中产生的振动信号,这些信号是反映设备健康状态的重要线索。然而,原始信号中往往混杂着各种噪声和干扰,这些无关信息可能会掩盖设备的真实状态,使得故障诊断变得困难。信号处理技术的应用显得尤为重要。通过滤波、降噪等处理方法,我们能够去除原始信号中的噪声和干扰,凸显出与故障相关的有用信息,这一过程就如同在茫茫信息海洋中淘沙,将隐藏在其中的有用信号提炼出来。经过处理后的振动信号,其质量和准确性得到了大幅提升,为后续的特征提取和识别提供了坚实的基础。(2)故障特征提取与识别。在信号处理的基础上,我们运用现代信号分析技术,诸如时域分析、频域分析、时频分析等,对振动信号进行层层剖析,从而精确提取出能够反映设备故障状态的特征量。这些特征量可能表现为特定的频率成分、振幅的细微变化或是相位差等,它们如同设备故障的“指纹”,为我们提供了宝贵的诊断线索。这一过程如同侦探破案,需要细致入微的观察和精准的判断。故障特征提取与识别的准确性直接关系到故障诊断的可靠性,我们不断研究新的信号分析技术,优化特征提取算法,以提高故障诊断的准确性和效率。(3)故障类型与程度。这通常需要结合设备的结构、工作原理以及历史故障数据等信息,建立相应的故障诊断模型或专家系统。通过将这些特征输入到模型或系统中,可以得到关于故障类型、位置以及严重程度的判断结果。这些结果可以为设备的维修和维护提供重要依据,帮助企业制定合理的维修计划,降低维修成本,提高设备的运行效率。在实际应用中,还需要结合其他故障诊断方法和技术,形成综合的故障诊断体系,以提高故障诊断的准确性和可靠性。

### 3.2 基于声学分析的故障诊断技术

基于声学分析的故障诊断技术是一种广泛应用于往复压缩机等机械设备故障检测与预防的重要方法。该技术通过采集和分析设备的声音信号,能够有效提取故障声音特征,识别故障类型并进行定位,为设备的维修和维护提供有力支持。(1)声音信号采集与处理。借助专业的声音采集设备,如高灵敏度麦克风或声学传感器,我们能够准确捕捉设备运行时的声音信号,这些信号虽富含设备状态信息,但常受环境噪声等干扰影响。预处理环节至关重要,包括滤波以消除高频或低频噪声,降噪以削弱背景声音,以及增强以凸显关键声音特征,经过这些处理,声音信号的质量显著提升,为后续的特征

提取和识别提供了坚实的数据基础。这样,我们能更准确地分析设备状态,及时发现潜在故障,确保设备的安全稳定运行。(2)故障声音特征提取。预处理后的声音信号,经过现代信号处理技术的精细剖析,能够揭示出与设备故障状态密切相关的声音特征,这些特征可能包括特定的频率成分、振幅的细微变化或是声音的持续时间等,它们如同设备故障的“声音指纹”,为我们提供了宝贵的诊断线索。时频分析、波形分析、包络分析等先进技术的运用,使得我们能够更加精准地捕捉声音信号中的故障特征。通过对这些特征与设备正常声音特征的细致比较,我们能够初步判断设备是否存在故障,并进一步定位故障的具体位置和类型。(3)故障声音识别与定位。这通常需要结合设备的结构、工作原理以及历史故障数据等信息,建立相应的故障诊断模型或专家系统,并将声音特征输入到模型或系统中,可以得到关于故障类型、位置以及可能原因的判断结果,这些结果不仅可以帮助维修人员快速定位故障,还可以为后续的维修计划制定提供重要依据。在实际应用中,还需要结合其他故障诊断方法和技术,形成综合的故障诊断体系,以提高故障诊断的准确性和可靠性。利用声音信号采集与处理、故障声音特征提取以及故障类型识别与定位等步骤,可以实现对设备故障的准确识别和判断,为企业的设备维护和管理提供有力支持。

### 3.3 基于温度监测的故障诊断技术

基于温度监测的故障诊断技术是一种在工业生产中广泛应用的方法,主要用于检测和预防设备故障,该技术通过监测设备的温度变化,结合温度异常与故障之间的关联性分析,实现对设备故障的有效预警和诊断。下面将从温度监测原理与方法、温度异常与故障关联性分析以及基于温度监测的故障预警与诊断三个方面进行详细阐述。(1)温度监测原理。其原理基于物体内部分子或原子的运动状态,分子或原子运动速度的增加意味着物体温度的上升,反之则降低。通过测量这些微观粒子的运动状态,我们能够准确地把握物体的温度,在实际应用中,温度监测方法主要有接触式和非接触式两种。接触式温度监测通过温度计与物体直接接触来读取温度,例如热电偶和热敏电阻等,这种方法直观且准确,但可能受到接触方式和物体材质的影响。非接触式温度监测则利用物体发出的红外辐射进行测量,如红外温度计,无需直接接触物体,适用于高温、移动或难以接触的场所。(2)温度异常与故障。在设备的正常运行状态下,其温度通常会维持在一个相对稳定的范围内,当设备出现故障或异常情况时,其温度往往会出现显著的变

化。以电机为例,如果电机出现过热现象,这往往是由于轴承磨损、绕组短路等内部问题所导致的。这些问题使得电机在运行时产生过多的热量,一旦散热不及时,便可能引发更为严重的故障,如设备损坏甚至火灾等。冷却系统的失效同样会导致设备温度异常升高。冷却系统的主要作用就是帮助设备有效散热,一旦其出现故障,设备便无法维持在合适的温度范围内运行,进而可能引发一系列的问题。(3)温度监测故障预警与诊断。结合对设备温度的实时监测和数据分析,可以及时发现温度异常现象,并结合历史数据和故障模式识别技术,对故障进行预警和诊断。这有助于维修人员快速定位故障点,制定有效的维修计划,降低维修成本,提高设备的运行效率。基于温度监测的故障诊断技术还可以用于设备的预防性维护,利用定期监测设备的温度变化,预测其可能的故障趋势,提前进行维护和保养,从而延长设备的使用寿命。通过深入理解温度监测原理与方法、温度异常与故障关联性分析以及基于温度监测的故障预警与诊断等方面的知识,我们可以更好地应用该技术于实际生产中,提高设备的可靠性和安全性。<sup>[4]</sup>

#### 3.4 基于油液分析的故障诊断技术

基于油液分析的故障诊断技术是一种在机械设备故障诊断中广泛应用的方法,通过对油液样品进行采集与分析,能够识别磨损颗粒并判断故障类型,同时监测油液性能以诊断潜在问题。以下将详细阐述这三个方面。

(1)油液样品采集与分析。采集过程需要确保样品的代表性和准确性,避免污染和误差,分析过程则包括物理性质测试、化学成分分析等,以获取油液的全面信息。这些分析数据能够反映设备的运行状况和磨损情况,为后续的故障诊断提供重要依据。(2)磨损颗粒识别与故障判断。通过对油液中的磨损颗粒进行形态、大小、成分等方面的分析,可以推断出设备的磨损程度和磨损类型。例如,铁磁性颗粒可能表示齿轮或轴承的磨损,而

铝合金颗粒则可能意味着液压系统的故障。结合设备的结构和工作原理,可以进一步判断故障的具体部位和原因。(3)油液性能监测与故障诊断。油液的性能直接影响设备的运行状况和使用寿命,通过定期监测油液的粘度、水分含量、酸值等关键指标,可以及时发现油液性能的变化,从而预测和预防设备故障。同时,对油液中的污染物进行分析,还可以找出污染源,为设备的维护和管理提供有力支持,基于油液分析的故障诊断技术具有非侵入性、实时性、准确性高等优点,能够及时发现并解决设备故障,降低维修成本,提高设备的使用效率,然而,该技术也存在一定的局限性,如样品采集和分析过程可能受到多种因素的影响,导致结果不准确。

#### 结束语

往复压缩机故障诊断技术的发展,不仅提升了设备维护的效率和精度,更为工业生产的稳定运行提供了坚实的技术支撑。未来,随着大数据、人工智能等技术的深度融合,往复压缩机故障诊断将实现更高级别的智能化和自动化,故障预测和预防能力也将得到大幅提升。我们期待,通过持续的技术创新和实践应用,往复压缩机故障诊断技术能够在保障工业生产安全、提高设备利用率、降低维护成本等方面发挥更大的作用,为工业领域的可持续发展贡献力量。

#### 参考文献

- [1]董爱旺.解析往复式压缩机故障诊断方法[J].中国机械,2014(17):89-90.
- [2]张涛,李明.基于振动信号的往复压缩机故障诊断技术研究[J].机械工程学报,2020,56(12):134-142.
- [3]王晓宇,赵刚.往复压缩机气阀故障诊断及预防措施研究[J].压缩机技术,2021,(3):41-45.
- [4]陈华,刘杰.基于机器学习的往复压缩机故障诊断方法[J].机械设计与制造,2022,(2):108-111.