

# 探析化工机械设备状态诊断和分析

梁 彬

巴斯夫一体化基地(广东)有限公司 广东 湛江 524076

**摘要:** 化工机械设备在极端工作环境中易受损,提前发现并处理安全隐患至关重要。本文探讨了化工机械设备状态诊断与分析的意义,介绍了电子计算机技术、红外测温技术、油液分析技术和无损检测技术等主要诊断技术。同时,阐述了简易诊断方法(听诊法、触测法)和功率谱分析方法等诊断手段。这些技术和方法的应用,有助于实时监控设备运行状态,提前发现故障,保障化工生产的安全和稳定。

**关键词:** 化工机械设备; 状态; 诊断; 分析

## 引言

化工机械设备在化工生产中扮演着举足轻重的角色,其运行状态直接影响生产效率和产品质量。设备在运行过程中易受到各种因素的损害,如磨损、疲劳和腐蚀等,导致故障频发。为了确保化工生产的安全和稳定,对化工机械设备进行状态诊断与分析显得尤为重要。本文将深入探讨化工机械设备状态诊断与分析的意义、主要技术及方法。

### 1 化工机械设备诊断状态与分析的意义

化工机械设备在极端工作环境下运行,易受损,如磨损、疲劳和裂纹等,这些隐患若未及时发现,可能引发严重故障,如设备破裂、化工物料泄漏,甚至导致爆炸、火灾等灾难性事故。因此,对化工机械设备进行全面细致的状态诊断与分析至关重要。通过对机械设备进行状态诊断和分析,工程师能在问题萌芽阶段及时发现故障和安全隐患,有效阻止故障扩大,避免事故发生,提高设备安全性和稳定性,确保化工生产过程安全。实时监测和诊断化工机械设备的状态,能让工程师敏锐察觉并排除可能影响生产的不良因素,确保生产线连续稳定运行。对于大型设备和复杂生产线,仅确保安全远远不够,还需考虑运行效率和生产效益。设备故障可能引发连锁反应,导致生产线停滞。实时状态监测使工程师能实时获取设备运行参数,如温度、压力、转速等,判断设备是否正常运行。一旦发现异常,可迅速采取措施调整或维修,确保生产线稳定运行,最大程度减少生产损失。

### 2 化工机械设备状态诊断和分析的主要技术

#### 2.1 电子计算机技术

在化工机械设备状态诊断与分析领域,电子计算机技术发挥着核心作用。它利用专业仪器精准判断机械设备是否存在故障,这些仪器能捕捉设备运行时的独特特性信号,如同设备的“指纹”,蕴含大量信息。计算机

技术则依据这些信号深入分析设备运行状况,预测故障趋势,并制定解决方案。数据挖掘技术在此领域展现出巨大优势。它借助计算机强大的计算和数据处理能力,深度挖掘机械设备的海量运行数据,包括温度、压力、流量等关键参数。通过挖掘这些数据间隐藏的模式和内在关系,数据挖掘技术能敏锐捕捉到异常操作或设备故障的微妙迹象<sup>[1]</sup>。例如,在看似正常的温度数据中,数据挖掘技术可能发现某时间段内温度的微小波动频率异常,这可能意味着设备内部部件工作状态有变。基于这些发现,工程师能制定前瞻性的预测性维护计划,提前预防和潜在问题,确保设备稳定运行。总之,电子计算机技术,特别是数据挖掘技术的运用,极大地提升了化工机械设备状态诊断与分析的准确性和效率,为设备的预防性维护和稳定运行提供了有力支持。

#### 2.2 红外测温技术

红外测温技术是一种非接触式测温方法,基于物体热辐射原理,在化工机械设备诊断与分析中独具价值。自然界中,所有物体均会辐射红外线,其强度和波长分布与温度紧密相关。红外测温技术通过专用仪器检测物体辐射的红外线,精确测量其表面温度。在化工生产中,设备常运行于高温、高压等危险环境,传统接触式测温方法存在诸多不便和安全风险。红外测温技术无需接触设备,即可快速、准确地获取设备表面温度分布,对判断设备运行状态至关重要。例如,若化工反应釜某区域温度异常升高,可能意味着该区域过热,原因可能包括搅拌不均、物料堆积或冷却系统故障等。红外测温技术能够及时发现这些温度异常,使工程师能够迅速采取维修措施,避免设备损坏、物料变质甚至安全事故的发生。

#### 2.3 油液分析技术

在化工机械设备中,机械零件的失效是一个常见且复杂的问题,其中腐蚀、疲劳和磨损是导致机械零件失

效的三种主要形式和原因。而在这些失效形式中,磨损失效尤为突出,约占机械零件失效故障的一半以上<sup>[2]</sup>。这是因为在化工设备的运行过程中,各个零部件之间存在着大量的相对运动,这种运动不可避免地会导致磨损。因此,油液分析技术在化工机械设备状态监测和诊断中的地位日益重要。油液在化工机械设备中不仅起到润滑作用,还承载着大量有关设备运行状态的信息。通过对油液样品进行细致的分析,可以获取丰富的信息,包括化学成分、磨损颗粒的形态和数量、微生物的种类和含量等。这些信息就像是设备内部的“健康报告”,能够直观地反映出机器的运行状态。例如,光谱分析技术可以检测出油液中各种金属元素的含量,通过分析这些金属元素的变化,可以推断出设备中哪些部件可能正在发生磨损。等离子体发射光谱法和原子吸收光谱法等先进的分析技术则可以更加精确地分析油液中的微量成分,为设备故障的早期诊断提供更有力的依据<sup>[3]</sup>。

#### 2.4 无损检测技术

无损检测技术在化工机械设备的监测与诊断中至关重要。化工生产设备庞大复杂,常处于连续运行状态,传统检测方法需拆卸设备,既耗时又可能损坏设备,影响生产。无损检测技术则无需破坏设备结构或中断运行,即可检测内部和表面缺陷。超声检测技术通过发射超声波并接收反射信号,检测设备内部结构缺陷。当超声波遇到裂纹、孔洞等缺陷时,信号会变化,据此可判断缺陷位置和大小。磁粉检测适用于铁磁性材料表面和近表面裂纹的检测,通过施加磁粉,裂纹处磁粉聚集形成磁痕,显示裂纹位置和形态。着色渗透检测用于检测表面开口裂纹,将含色染料的渗透液涂覆在表面,渗入裂纹后去除多余渗透液,再涂显像剂,裂纹中的染料被吸附并显示<sup>[3]</sup>。此外,红外热成像、X射线和辐射测量等无损检测技术也各具特色和应用范围。这些技术越来越受到重视,在大型固定或运动装置的监测和诊断中发挥重要作用,共同为化工机械设备的安全运行提供有力保障。

### 3 化工机械设备状态诊断和分析的方法

#### 3.1 简易诊断方法

##### 3.1.1 听诊法

听诊法是通过倾听机器运转声音判断其运行状态的方法,常用专门听诊器进行检测。工程师将听诊器置于设备关键部位,如轴承、齿轮箱等易出问题的地方。正常运行时,设备声音规律且稳定;出现故障时,声音会明显变化,如轴承磨损产生异常摩擦声,齿轮剥落导致冲击声,机器内部松动引起震动频率改变。听诊法的最大优点在于无需拆卸设备,可在正常运行下进行检测,

大大减少对生产的影响,提高诊断效率。这种方法使工程师能够快速识别设备问题,及时采取措施进行维修。

##### 3.1.2 触测法

触测法依赖操作员经验,通过触摸设备外壳及关键部件判断机器状态。操作员感知振动和温度,评估设备运行。正常设备震动平稳规律,故障时则异常剧烈或不规则。温度也是重要指标,过热可能意味着摩擦大、散热差或故障。触测法不仅检测机器运行和完整性,还增进操作员对设备质量和敏感性的了解。此外,该法能预测设备表面的灰尘、油脂或结冰等问题,及时发现问题可避免进一步故障,减少停机时间和维修成本。触测法是一种直观且有效的设备状态监测手段。

#### 3.2 功率谱分析方法

功率谱分析方法是一种基于信号处理原理的化工机械设备状态诊断方法。在设备运行过程中,会产生各种复杂的振动信号,这些信号包含了设备运行状态的丰富信息。通过功率谱分析方法对这些振动信号进行处理和分析,可以观察线状谱、随机谱、山状谱三者的存在情况,从而判断机械设备的运行状态。

##### 3.2.1 谱型解析

在功率谱分析中,通常包含三种谱型:线状谱、随机谱和山状谱。

线状谱:主要对应于设备中的周期性振动成分,例如旋转部件的转动频率及其谐波。这些谱线通常呈现出清晰的、离散的频率分量,是设备正常运行的重要标志之一。

随机谱:反映了设备运行过程中的随机振动部分,主要由流体流动、外部干扰等因素引起。随机谱的振动信号在频域上表现为连续的、平坦的谱线,其幅值波动较大,无明显的规律。

山状谱:是设备整体振动特性在频域上的一种表现形式,通常表现为一系列连续的、具有一定宽度的谱峰。这些谱峰与设备的结构特性和振动模态有关,是判断设备是否存在结构共振的重要依据。

当线状谱、随机谱、山状谱三者同时存在且符合一定的规律时,表明机械设备的运行处于正常状态<sup>[4]</sup>。反之,如果这三种谱型中的某一种或几种出现异常,如谱线的缺失、幅值的异常变化等,则表示设备存在故障。

##### 3.2.2 实例分析

以一台化工机械设备的齿轮箱为例,详细说明功率谱分析方法的应用。

###### 3.2.2.1 正常状态分析

当齿轮箱处于正常状态时,其功率谱图通常呈现出

以下特征:

线状谱: 对应于齿轮的啮合频率及其谐波, 谱线清晰、离散。

随机谱: 反映齿轮箱运行过程中的随机振动, 谱线连续、平坦。

山状谱: 与齿轮箱的结构特性和振动模态相关, 谱峰连续、具有一定的宽度。

假设对一台正常运行的齿轮箱进行功率谱分析, 得到以下数据(示例):

表1 正常状态功率谱图

频率 (Hz)	幅值 (dB)	谱型
50	60	线状谱
100	50	线状谱
150	40	线状谱
200-300	30-20	山状谱
350-500	20-15	随机谱

表1展示了齿轮箱正常状态下的功率谱图。可以看到, 线状谱在50Hz、100Hz和150Hz处有明显的谱线, 对应于齿轮的啮合频率及其谐波; 山状谱在200-300Hz范围内呈现连续的谱峰, 反映了齿轮箱的结构特性; 随机谱在350-500Hz范围内表现为连续的、平坦的谱线。

### 3.2.2.2 故障状态分析

当齿轮箱出现故障时, 其功率谱图会发生显著变化。以齿轮齿面磨损为例, 其功率谱图通常呈现出以下特征:

线状谱: 对应于齿轮啮合频率的谱线幅值增大, 谐波成分增多。

随机谱: 幅值波动增大, 可能出现新的频率分量。

山状谱: 谱峰形状发生变化, 可能出现新的共振频率。

假设对一台出现齿轮齿面磨损的齿轮箱进行功率谱分析, 得到以下数据(示例):

表2 故障状态功率谱图

频率 (Hz)	幅值 (dB)	谱型
50	80	线状谱
100	70	线状谱
150	60	线状谱
200-300	40-30	山状谱
350-500	30-25	随机谱
600	50	线状谱(新增谐波)

表2展示了齿轮箱出现齿轮齿面磨损时的功率谱图。可以看到, 线状谱在50Hz、100Hz和150Hz处的谱线幅值显著增大, 同时出现了新的谐波成分(600Hz); 随机谱的幅值波动增大, 且出现了新的频率分量; 山状谱的谱峰形状发生变化, 可能出现了新的共振频率。

### 3.2.2.3 对比分析

通过对比正常状态和故障状态的功率谱图, 可以得出以下结论

线状谱: 故障状态下, 对应于齿轮啮合频率的谱线幅值显著增大, 且出现了新的谐波成分, 表明齿轮齿面存在磨损。

随机谱: 故障状态下, 随机谱的幅值波动增大, 且出现了新的频率分量, 表明设备运行过程中的随机振动增强。

山状谱: 故障状态下, 山状谱的谱峰形状发生变化, 可能出现了新的共振频率, 表明设备的结构特性发生了变化。

### 3.2.3 应用优势

功率谱分析方法在化工机械设备状态诊断中具有以下优势:

高灵敏度: 能够捕捉到设备振动信号中的微弱变化, 及时发现潜在故障。

高准确性: 通过对振动信号进行频谱分析, 能够准确判断设备的运行状态和故障类型。

高可靠性: 不受设备运行环境、噪声干扰等因素的影响, 具有较高的可靠性。

综上所述, 功率谱分析方法是一种有效的化工机械设备状态诊断方法。通过对比分析正常状态和故障状态的功率谱图, 可以及时发现设备的潜在问题, 为设备的维护和管理提供有力支持。

### 结束语

综上所述, 化工机械设备状态诊断与分析在化工生产中具有重要意义。通过运用多种技术和方法, 我们可以实时监控设备的运行状态, 及时发现并处理潜在的安全隐患。这不仅有助于保障生产线的连续稳定运行, 还能降低因设备故障而导致的生产损失。随着技术的不断进步, 化工机械设备状态诊断与分析将更加智能化和精准化, 为化工生产的安全和稳定提供更加有力的保障。

### 参考文献

- [1]赵磊.化工机械设备诊断分析与探究[J].化工设计通讯,2019,45(10):132-133.
- [2]刘康林.浅析化工机械设备状态诊断和分析[J].当代化工研究,2018(09):152-153.
- [3]赵开歌.化工机械设备状态的诊断与分析[J].建材与装饰,2018(22):129-130.
- [4]姚浩凯,高鸳鸯,闫稳奇,等.化工机械设备诊断及措施分析[J].石化技术,2018,25(9):277.