

润滑油污染物的检测与控制技术研究

朱海¹ 毛佳伟^{2*} 李铭² 陈思²

1.成都产品质量检验研究院有限责任公司 四川省 成都市 610100

2.四川省产品质量监督检验检测院 四川省 成都市 610100

摘要: 由于机械使用和运行过程中的因素, 润滑油容易受到各种污染物的污染。这些污染物会降低润滑油的质量, 导致设备运行不稳定, 增加故障和维修成本, 甚至可能导致设备损坏。本文系统地介绍了润滑油污染物的来源、种类。

关键词: 润滑油; 污染物; 检测技术; 控制技术

Research on the detection and control technology of lubricant contamination

zhu hai, Mao Jiawei * Li Ming, Chen Si,

1.Chengdu Product Quality Inspection and Research Institute Co., Ltd, Chengdu, Sichuan Province, 610100

2. sichuan Provincial Institute of Product Quality Supervision, inspection and testing, Sichuan Province, Chengdu 610100

abstract: because of the use of machinery and operating process factors, lubricants are prone to pollution by a variety of pollutants. These pollutants can reduce the quality of lubricating oil, resulting in unstable operation of equipment, increased failure and maintenance costs, and may even lead to equipment damage. In this paper, the sources and types of pollutants in lubricating oil are introduced systematically.

Keywords: lubricating oil; Pollutant; Detection technology; control technology

润滑油是机械设备正常运行所必需的, 它能够减少设备运动部件的摩擦、磨损和腐蚀, 降低设备的能耗和噪音, 延长设备的使用寿命。然而, 润滑油在使用和运行过程中常常受到各种污染物的污染, 如水分、颗粒物、金属离子、有机物等, 这些污染物会导致润滑油的质量下降, 进而影响设备的运行和寿命。因此, 润滑油污染物的检测和控制对于提高设备的可靠性和降低维修成本具有重要的意义。

1 润滑油污染物的来源和种类

润滑油污染物的来源主要包括外源性污染和内源性污染。外源性污染是指在使用和运行过程中, 由于外部环境的影响, 如空气、水、颗粒物等, 进入到润滑油中的污染物。内源性污染是指润滑油本身在使用和运行过程中, 由于化学反应、热氧化、水解等原因, 生成的污染物。润滑油污染物的种类较多, 常见的污染物主要包括以下几类:

1.1 水分

水分是润滑油中最常见的污染物之一, 它可以从空气中吸收, 从冷却水中进入或是在生产和运输过程中被混入。水分对于润滑油的影响较大, 它会降低润滑油的黏度、损坏油膜、促进腐蚀和氧化, 削弱润滑油的泵送能力, 甚至可能导致润滑油乳化和沉积, 影响设备的正常运转。同时过多的水分还会使润滑油的物理化学性质发生变化, 对设备产生直接或间接的影响^[1]。因此, 检测和控制润滑油中的水分是十分重要的。

1.2 颗粒物

颗粒物是润滑油中另一常见的污染物, 它主要来自于机械设备运动部件的磨损和腐蚀产生的金属粉尘、沙尘、灰尘等。颗粒物是润滑油中最常见的污染物之一。这些颗粒物主要由机械设备磨损、腐蚀或外部环境进入润滑系统等原因产生。当润滑油中颗粒物的含量超过一定的限制时, 颗粒物会在润滑油中形成沉积, 导致油膜厚度降低, 摩擦系数增加, 进而加速机械设备的磨损和腐蚀。在高速、高压的工作条件下, 过多的颗粒物会使设备的摩擦、磨损和疲劳损伤加剧, 从而缩短设备的寿命和降低运行效率。因此, 检测和控制润滑油中的颗粒物是很有必要的。

1.3 金属离子

金属离子是润滑油中常见的污染物之一, 它来自于机械设备中金属材料的磨损和腐蚀产生的金属离子, 如铁、铜、铝等。这些金属离子会促进润滑油的氧化和腐蚀, 导致润滑油的酸值和粘度增加, 进而影响机械设备的运行和寿命。此外, 金属离子还可能在设备内形成沉积物, 导致设备的堵塞和失效。因此, 检测和控制润滑油中的金属离子是很重要的。

1.4 有机物

有机物是润滑油中的另一类污染物, 它主要来自于机械设备的密封材料、油品添加剂等。这些有机物会促进润滑油的氧化和分解, 导致润滑油的粘度增加, 酸值和碱值变化, 进而影响机械设备的运行和寿命。此外, 有机物还可能导致设备内产生沉积物和胶状物质, 影响设备的正常工作。因此,

检测和控制润滑油中的有机物也是很有必要的^[2]。

2 润滑油污染物的检测技术

为了及时发现和控制润滑油中的污染物,需要采用一些有效的检测技术。下面将介绍几种常见的润滑油污染物检测技术。

2.1 水分检测技术

润滑油中水分的检测通常采用卡尔费休滴定法、库仑滴定法、红外光谱法、毛细管渗透法、电容法等多种技术。润滑油中水分的检测通常采用卡尔费休滴定法、库仑滴定法、红外光谱法、毛细管渗透法、电容法等多种技术。这些技术各有优缺点,可根据具体情况选择适当的方法。

(1) 卡尔费休滴定法是一种经典的水分测定方法,通常适用于水分含量在 10ppm 以上的润滑油。该方法的原理是将润滑油样品与卡尔费休试剂(一种含有甲醛的化学试剂)混合,甲醛与水反应生成甲醇和甲酸,根据反应产生的氢离子测定水分含量。

(2) 库仑滴定法是另一种常用的水分检测方法,通常适用于水分含量在 1ppm 以下的润滑油。该方法通过电位滴定仪将一定体积的润滑油样品与含有一定电解质的溶液混合,利用电极在电解质溶液中所引起的电位变化来测定水分含量。

(3) 红外光谱法是一种非常灵敏的水分检测方法,可用于检测水分含量在 1ppm 以下的润滑油。该方法利用红外线对润滑油样品中水分子的吸收特性进行检测。

(4) 毛细管渗透法是一种基于液体渗透原理的水分检测方法,其原理是利用毛细管作为渗透管,通过测量润滑油样品与水的接触角来测定水分含量。

(5) 电容法是一种基于电容原理的水分检测方法,利用润滑油中水分对电容器的介电常数产生影响,从而测定水分含量。

2.2 颗粒物检测技术

润滑油中颗粒物的检测主要采用激光粒度分析仪、油中颗粒计数器、毛细管渗透法、电子显微镜等技术。

(1) 激光粒度仪是一种高精度、快速的颗粒物检测技术,能够对润滑油样品中的颗粒物进行快速、准确的粒度分析。

(2) 光学显微镜是一种传统的颗粒物检测技术,可用于对颗粒物的形态和数量进行观察和分析。

(3) 重量法是一种通过测量润滑油样品中颗粒物重量来计算颗粒物含量的检测技术,其原理基于颗粒物与润滑油

的比重不同,因此通过称量颗粒物和润滑油混合物的重量来计算颗粒物的含量。

(4) 震荡筛法是一种通过振动筛网来筛选出特定颗粒物大小的检测技术,其原理基于颗粒物的大小不同,因此通过震荡筛网来筛选出不同粒径范围的颗粒物,并对其数量进行统计和分析。

2.3 金属离子检测技术

润滑油中金属离子的检测通常采用原子吸收光谱法、电感耦合等离子体质谱法、荧光光谱法等多种技术。

(1) 原子吸收光谱法是一种经典的金属离子检测技术,能够对润滑油样品中的多种金属元素进行检测。其优点在于精度高、可靠性好,缺点在于需要较为昂贵的仪器和专业技术人员进行操作。

(2) 电感耦合等离子体质谱法是一种高灵敏度、高分辨率的金属离子检测技术,能够对极低浓度的金属离子进行检测。其优点在于检测灵敏度高,缺点在于需要较为昂贵的设备和专业技术人员进行操作。

(3) 荧光光谱法是一种基于金属离子荧光信号的检测技术,能够对某些特定的金属离子进行快速检测。其优点在于操作简单、检测速度快,但对于不同种类的金属离子灵敏度和特异性不同^[3]。

3 润滑油污染物的控制技术

为了控制润滑油中污染物的含量,需要采用一些有效的控制技术。下面将介绍几种常见的润滑油污染物控制技术。

3.1 油品选择技术

不同的机械设备需要使用不同种类的润滑油,润滑油的选择对控制润滑油中污染物的含量至关重要。例如,在高温高压环境下,需使用具有优异氧化稳定性的润滑油,避免润滑油因氧化产生的酸性物质和沉积物,导致机械设备的损坏和失效。因此,在选用润滑油时,需要充分考虑机械设备的工作环境、工作负荷、温度和压力等因素,并选择具有相应性能的润滑油。

同时,润滑油的品质也需要得到保证,如在购买润滑油时应选择质量可靠的生产厂家,确保润滑油符合相关标准和规定,避免购买假冒伪劣产品。在使用润滑油时,还需要按照生产厂家的使用说明,合理选择使用方式和更换周期,避免过度使用或过度延长更换周期导致润滑油的老化和污染。

3.2 油品更换技术

及时更换润滑油也是控制润滑油中污染物的含量的一种有效措施。润滑油的更换周期应根据实际情况确定,如果

使用环境恶劣或者机器设备使用频率较高,润滑油更换周期应相应缩短。此外,在更换润滑油时,应先排放旧油,并彻底清洗润滑油系统中的杂质和沉积物,以确保新油的质量。同时,应根据机器设备的使用情况,选择合适的润滑油牌号和类型,并按照规定的加油量加入新油。在更换润滑油过程中,应注意安全防护,避免油品外泄或者污染环境。

当润滑油中的污染物达到一定的含量时,会对设备产生损害。例如,润滑油中的颗粒物会在摩擦表面产生磨损,导致设备故障和寿命缩短。假设一台高速运转的轴承设备需要使用润滑油,若润滑油中的颗粒物含量过高,会造成轴承表面的磨损,导致轴承失效,从而影响整个设备的正常运转。此外,在控制润滑油污染物含量方面,油品更换是一种常见的方法。为了控制润滑油中的颗粒物含量,可以采用定期更换润滑油的方法。对于高速运转的轴承设备,一般建议润滑油更换周期不超过 6 个月,具体时间可根据实际情况进行调整。同时,还可以选择适当的润滑油品牌和型号,确保润滑油的质量和性能,减少润滑油中污染物的含量。

3.3 油品再生技术

润滑油再生技术可以有效地将污染物从润滑油中分离出来,从而达到控制润滑油污染物含量的目的。常见的润滑油再生技术包括真空蒸馏、离子交换、活性白土吸附、超滤等^[4]。

3.3.1 真空蒸馏: 真空蒸馏是利用润滑油中污染物和基础油在不同温度下挥发性不同的特性,通过蒸馏将污染物从润滑油中分离出来,从而实现润滑油的再生。真空蒸馏的优点是操作简单,可以有效去除高沸点污染物和水分,缺点是不能去除分子量小的污染物。

3.3.2 离子交换: 离子交换是通过树脂吸附污染物离子的特性实现润滑油再生的技术。将润滑油通过预处理后进入离子交换柱,污染物离子被树脂吸附,再将润滑油从离子交换柱中流出,得到再生的润滑油。离子交换技术能够有效地去除酸、碱等离子污染物,但不能去除有机污染物。

3.3.3 活性白土吸附: 活性白土吸附是将润滑油通过活性白土层实现润滑油再生的技术。活性白土具有较强的吸附性,能够去除润滑油中的杂质、酸、碱、色素等污染物。这

种技术能够使再生后的润滑油颜色变浅,粘度降低,酸值下降。

3.3.4 超滤: 超滤是通过将润滑油通过特定孔径的过滤器实现润滑油再生的技术^[5]。超滤器孔径小于润滑油中颗粒物和污染物的大小,因此能够去除颗粒物、胶状物质、氧化产物等污染物。超滤技术对润滑油的质量要求高,要求润滑油没有胶状物质等高分子物质,否则会影响超滤器的寿命。

3.4 油品过滤技术

通过过滤技术将润滑油中的污染物过滤掉,是一种简单有效的污染物控制技术。过滤技术可分为机械过滤和化学过滤两种,机械过滤是将润滑油通过滤芯或滤网进行过滤,而化学过滤则是通过添加特定的化学物质,使污染物被化学吸附。

结束语

随着机械设备的广泛应用,润滑油作为重要的润滑剂,在工业生产中扮演着重要的角色。但由于各种原因,润滑油中会不可避免地存在着各种污染物,严重影响润滑油的性能和使用寿命。因此,如何检测和控制润滑油中污染物的含量,成为润滑油领域的研究热点。本文介绍了润滑油中常见的污染物及其检测和控制技术,希望对润滑油的使用、维护和管理提供一定的参考。

参考文献:

- [1]侯敏,赵斌,马亮,等.基于光纤传感技术的润滑油污染物在线检测研究[J].测控技术,2021,40(3):79-83.
- [2]李贵国.润滑油污染的检测技术及其应用[J].机电工程技术,2021,50(2):141-143.
- [3]姜晓霞,杨宇,王海东,等.一种基于滤芯式润滑油污染物在线检测仪的研究与开发[J].润滑与密封,2022,47(1):54-57.
- [4]王平,陈秀芳.基于超滤技术的润滑油污染物去除效果分析[J].机械制造与自动化,2022,51(2):136-139.
- [5]赵春燕,张静,孙福康.基于纳米材料的润滑油污染物去除技术研究进展[J].化学工程,2023,51(1):19-23.