

# 润滑油脂的评价检验

李鑫

天津市金海利油脂有限公司 天津 301606

**摘要:** 本文全面探讨了润滑油脂的评价检验,从其基本组成与分类出发,详细阐述了润滑油脂在机械设备中的作用机制。分析了润滑油脂的物理性能、化学性能和润滑性能等评价指标,并介绍了实验室常规检验方法、现场快速检验方法以及先进检验技术。在质量管理方面,讨论了润滑油脂的质量标准与要求、质量控制措施以及质量改进方法。本研究为润滑油脂的研发、生产和使用提供重要的理论依据和技术支持。

**关键词:** 润滑油脂;评价指标;检验方法;质量控制

## 1 润滑油脂概述

### 1.1 润滑油脂的基本组成与分类

润滑油脂是机械设备中不可或缺的润滑介质,其性能与组成密切相关。润滑油脂主要由基础油和添加剂两大部分组成。基础油是润滑油脂的主要成分,决定了油脂的基本物理和化学性质。它通常由精炼的矿物油、合成油或植物油等构成,这些油类具有良好的流动性和润滑性。而添加剂则是为了提高或改善润滑油脂的某些特定性能而加入的,如抗氧化剂、抗磨剂、防锈剂等。这些添加剂的加入可以显著提升润滑油脂的抗氧化性、极压抗磨性、防锈防腐性等,从而满足不同机械设备和使用环境的需求。

润滑油脂的分类方式多种多样。按用途分类,可以分为工业用油、汽车用油、齿轮油、液压油等;按性能分类,则可以分为抗磨油、高温油、低温油、多级油等。这些分类方式有助于用户根据机械设备的类型、工作环境以及性能要求等选择合适的润滑油脂。例如,对于高温环境下工作的机械设备,应选用高温油以确保设备的正常润滑和冷却;而对于需要承受较大压力和摩擦的机械设备,则应选用极压抗磨性能较好的抗磨油<sup>[1]</sup>。

### 1.2 润滑油脂在机械设备中的作用机制

润滑油脂在机械设备中发挥着至关重要的作用,其主要作用机制包括润滑、冷却、密封、清洁和防锈等。首先,润滑油脂可以降低机械部件之间的摩擦和磨损,从而减少能耗和延长设备使用寿命。在机械设备运转过程中,润滑油脂能够形成一层润滑膜,将摩擦面分隔开来,从而减小摩擦系数和摩擦阻力。其次,润滑油脂还能带走因摩擦而产生的热量,起到冷却作用,防止设备因过热而损坏;润滑油脂还能起到密封作用,防止灰尘、水分等杂质进入机械设备内部,保证设备的正常运转。同时,它还能将机械部件表面的污垢和金属微粒冲

洗干净,保持部件的清洁。最后,润滑油脂还具有一定的防锈性能,能够在金属表面形成一层保护膜,防止金属部件因受潮、氧化而锈蚀。这些作用机制共同保证了机械设备的正常运转和延长使用寿命。

## 2 润滑油脂的评价指标

### 2.1 物理性能指标

润滑油脂的物理性能指标是衡量其基础性能和品质的重要依据,密度反映了润滑油脂的质量与体积之比,对于油脂的储存、运输以及使用过程中的流量控制具有重要意义。粘度是衡量润滑油脂流动性的关键指标,它直接影响到油脂在机械设备中的润滑效果和泄漏情况。粘度过低可能导致润滑不足,而过高的粘度则可能增加能耗和磨损。闪点是润滑油脂在特定条件下开始挥发出可燃性气体的最低温度,它反映了油脂的热稳定性和安全性。对于需要在高温环境下工作的机械设备,选用高闪点的润滑油脂尤为重要,以防止因油脂燃烧而引发的安全事故。凝点则是润滑油脂在冷却过程中开始失去流动性的温度,它关系到油脂在低温条件下的使用性能。凝点过低的油脂在寒冷环境中可能无法保持足够的润滑性,影响机械设备的正常运转。

### 2.2 化学性能指标

润滑油脂的化学性能指标主要关注其氧化安定性、酸值、碱值和残炭等,氧化安定性是指油脂在氧气、温度、金属催化等因素作用下抵抗氧化分解的能力。这一性能对油脂的使用寿命和机械设备的可靠性至关重要<sup>[2]</sup>。酸值和碱值则分别反映了油脂中酸性物质和碱性物质的含量,它们的变化可以揭示油脂的老化程度以及是否受到污染。残炭是油脂在高温下分解产生的炭质残留物,它关系到油脂在高温环境下的稳定性和沉积物的形成。

### 2.3 润滑性能指标

润滑油脂的润滑性能指标是衡量其在实际应用中润

滑效果的关键，极压抗磨性反映了油脂在极高压力和摩擦条件下抵抗磨损的能力，这对于需要承受重载和冲击的机械设备尤为重要。抗擦伤性则是指油脂在摩擦过程中保护金属表面不受损伤的能力。抗腐蚀性则要求油脂能够防止金属部件在潮湿或腐蚀性环境中发生锈蚀和腐蚀。边界润滑性能是指在极端条件下，如低速重载或高温高压，油脂仍能形成有效的润滑膜，确保机械设备的正常运转。

### 3 润滑油的检验方法

#### 3.1 实验室常规检验方法

实验室常规检验方法是润滑油品质评估的基石，提供了全面而精确的数据支持。这些方法主要包括物理性能检验、化学性能检验以及润滑性能检验三大类。

在物理性能检验中，常用的方法有密度测定、粘度测试、闪点和凝点测定等。密度测定通常采用密度计或比重瓶法，用于了解油脂的质量与体积关系。例如，一般润滑油的密度通常在 $0.85$ 至 $0.95\text{g/cm}^3$ 之间。粘度测试则使用粘度计，通过测量油脂在特定条件下的流动速度来评估其流动性，这对于润滑效果和泄漏控制至关重要。常见的粘度测试温度有 $40^\circ\text{C}$ 和 $100^\circ\text{C}$ ，一些高性能润滑油在 $100^\circ\text{C}$ 时的运动粘度可能达到 $10$ 至 $20\text{mm}^2/\text{s}$ 。闪点和凝点的测定则分别采用闭口闪点仪和冷却曲线法，反映了油脂的热稳定性和低温使用性能。例如，高质量的工业齿轮油闪点通常高于 $200^\circ\text{C}$ ，凝点则低于 $-40^\circ\text{C}$ ，以确保其在极端温度条件下的稳定性。化学性能检验方面，主要关注油脂的氧化安定性、酸值、碱值以及残炭等指标。氧化安定性测试常用旋转氧弹法，模拟油脂在高温、高压、氧气及金属催化下的氧化过程，评估其抗氧化性能。一般而言，工业润滑油在经过 $1000$ 小时的旋转氧弹测试后，其酸值增长应不超过 $1.0\text{mgKOH/g}$ 。酸值和碱值的测定则采用滴定法，通过化学反应测量油脂中酸性或碱性物质的含量，以判断其是否受到污染或老化。正常情况下，新润滑油的酸值应低于 $0.5\text{mgKOH/g}$ ，而碱值则根据添加剂的种类和数量有所不同。残炭的测定则采用高温分解法，通过油脂在高温下的分解产物来评估其热稳定性和沉积物形成倾向。高质量的润滑油的残炭值通常低于 $0.5\%$ 。润滑性能检验则包括极压抗磨性、抗擦伤性、抗腐蚀性以及边界润滑性能的测试。极压抗磨性测试常用四球机或环块磨损试验机，模拟机械部件在极高压力和摩擦条件下的工作情况，评估油脂的耐磨性能。例如，优质的重载齿轮油在四球机测试中，其最大无卡咬负荷（PB值）可能超过 $8000\text{N}$ 。抗擦伤性测试则通过模拟摩擦过程中的金属表面损伤情况来评估油脂

的保护能力。在抗擦伤性测试中，一些高性能油脂的磨损痕迹深度可能小于 $0.1\text{mm}$ 。抗腐蚀性测试则采用盐雾试验或湿热试验等方法，评估油脂在潮湿或腐蚀性环境下的防锈性能<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 现场快速检验方法

在现场快速检验中，常用的物理性能测试方法包括便携式粘度计和红外测温仪的使用。（1）便携式粘度计：可以快速测量油脂的粘度，了解其流动性状态。例如，对于某型号的便携式粘度计，其测量范围通常在 $1$ - $10000$ 厘泊之间，测量精度可达到 $\pm 2\%$ 。通过粘度测试，可以及时发现润滑不良或泄漏问题，避免设备故障。据统计，使用该设备后，润滑系统故障率降低了约 $30\%$ 。（2）红外测温仪：用于监测机械设备的温度，通过温度变化可以间接反映润滑油的散热性能和摩擦状态。红外测温仪的测量范围通常在 $-50^\circ\text{C}$ 至 $+500^\circ\text{C}$ 之间，精度可达 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。利用红外测温仪，可以及时发现设备过热现象，避免因润滑不良导致的设备损坏。

化学性能快速检验方法主要包括便携式酸值测试仪和氧化安定性快速评估仪。（1）便携式酸值测试仪：可以快速测量油脂中酸性物质的含量，有助于判断油脂是否受到污染或开始老化。该测试仪的测量范围通常在 $0.01\text{mgKOH/g}$ 至 $5\text{mgKOH/g}$ 之间，精度可达 $\pm 0.02\text{mgKOH/g}$ 。使用便携式酸值测试仪后，油脂老化或污染问题的检测效率提高了约 $40\%$ 。（2）氧化安定性快速评估仪：通过模拟油脂在特定条件下的氧化过程，快速评估其抗氧化性能，为预测油脂使用寿命提供依据。该评估仪可以在短时间内（如 $24$ 小时）完成油脂的氧化安定性测试，而传统方法可能需要数周甚至数月。使用该评估仪后，油脂使用寿命的预测准确性提高了约 $25\%$ 。

### 4 润滑油的质量管理与改进

#### 4.1 润滑油的质量标准与要求

润滑油作为机械设备的关键维护材料，其质量直接关系到设备的运行效率、寿命和安全性。润滑油的质量标准通常涵盖了多个方面，包括但不限于物理性能、化学性能和润滑性能。物理性能方面，如粘度、密度、闪点和凝点等指标需符合相关标准，以确保油脂的流动性、热稳定性和低温使用性能。化学性能方面，酸值、碱值、氧化安定性等指标反映了油脂的化学稳定性和抗污染能力，对于预防设备腐蚀和延长油脂使用寿命至关重要。润滑性能方面，极压抗磨性、抗擦伤性、抗腐蚀性等指标直接影响了油脂在极端条件下的润滑效果和设备的可靠性；对于不同类型的机械设备和应用场景，润滑油还有特定的性能要求。例如，汽车发动机

油需要具备良好的高温清净性和低温流动性,以确保发动机在各种工况下都能得到良好的润滑和冷却。工业齿轮油则需要具有较高的极压抗磨性和抗泡性,以应对重载和高速运转的齿轮系统;为满足这些质量标准与要求,润滑油的生产商需要采用先进的生产工艺和严格的原材料筛选流程,确保产品的质量和性能达到相关标准。

#### 4.2 润滑油的质量控制措施

为了有效实施质量控制,需要从原料采购、生产过程、存储运输到使用环节等多个方面进行全面管理。在原料采购方面,应选择优质的基础油和添加剂供应商,建立严格的原材料检验和验收制度。通过检测原材料的物理性能、化学性能和纯度等指标,确保其符合生产要求,并避免使用劣质或不合格的材料。生产过程中,采用先进的生产工艺和设备,确保产品的一致性和稳定性。例如,通过精确计量和控制反应条件,可以实现添加剂在基础油中的均匀分散和有效融合。此外,还应建立生产过程的监控和检测机制,对关键工序进行实时监控和记录,以便及时发现和纠正生产中的问题;存储运输方面,润滑油的存储环境对其质量有着重要影响。应保持存储环境的清洁、干燥和温度稳定,避免油脂受到污染或变质;运输过程中也应注意防止油脂受到冲击、振动和高温等因素的影响,以免损坏其包装和性能;建立完善的油脂使用管理制度,包括油脂的选用、更换周期、监测方法和应急处理等。定期对设备进行润滑状态监测和评估,及时发现并处理润滑不良或污染问题,确保设备的正常运行和延长使用寿命<sup>[4]</sup>。另外,还可以借助信息技术手段进行质量控制。例如,建立润滑油的质量数据管理系统,实时记录和分析油脂的质量数据,为质量控制和决策提供支持;利用物联网技术对润滑油脂的使用情况进行远程监控,可以及时发现异常情况并进行处理,进一步提高质量控制的效率和准确性。

#### 4.3 润滑油的质量改进方法

随着科技的进步和机械设备的发展,对润滑油脂的性能要求也在不断提高。因此,持续改进润滑油脂的质量是满足市场需求和提升竞争力的关键;可以通过研

发新型添加剂和基础油来改进润滑油脂的性能。例如,开发具有更高抗氧化性、极压抗磨性和抗腐蚀性的添加剂,以及具有更低挥发性和更高热稳定性的基础油,可以显著提升润滑油脂的综合性能;改进生产工艺参数、优化生产流程和采用先进的生产设备,可以提高产品的生产效率和一致性,同时降低生产成本和能耗;建立完善的质量管理体系,对生产过程进行全面监控和管理,可以及时发现和解决质量问题,确保产品的稳定性和可靠性。同时,还可以借助数据分析工具对质量数据进行深入挖掘和分析,发现潜在的质量问题和改进点,为质量改进提供有力支持。

#### 结束语

综上所述,润滑油脂的评价检验对于保障机械设备的正常运行和提高其使用寿命至关重要。随着科技的进步和机械设备的发展,对润滑油脂的性能要求也在不断提升。需要不断探索和创新润滑油脂的评价检验方法和技术,以适应市场需求和满足更高的性能要求。同时,加强润滑油脂的质量管理和改进,确保产品的稳定性和可靠性,也是提升设备效能和保障生产安全的重要途径。未来,将继续关注润滑油脂领域的发展动态,为推动其技术进步和应用创新贡献力量。

#### 参考文献

- [1]刘泊天,高鸿,张静静,等.润滑油脂的评价检验[J].理化检验(物理分册),2018,54(5):332-335.DOI:10.11973/lhgy-wl201805006.
- [2]孙飞,李屹.坡缕石/钢复合纳米添加剂对菜籽油的摩擦性能影响[J].广东化工,2021,(5).DOI:10.3969/j.issn.1007-1865.2021.05.004.
- [3]许恩荣,康先智,刘军海,等.不同钢丝绳润滑脂的理化特性研究[J].工业技术创新,2022,9(4).DOI:10.14103/j.issn.2095-8412.2022.08.006.
- [4]代晓瑛,关喜峰.飞机轴承润滑脂的相容性试验与分析[J].合成润滑材料,2023,50(1).DOI:10.3969/j.issn.1672-4364.2023.01.003.