

现代轮机工程系列讲座(十二)

油液检测技术及其应用(1)

孙培廷, 魏海军

【中图分类号】U664

【文献标识码】A

【文章编号】1006-7728(2003)06-0054-02

0 概述

油液分析技术是近年来迅速发展起来的高新技术, 目前它已成为现代柴油机及其他大型机械设备状态监测与控制的一个重要手段。它是通过采集机械设备的润滑油样, 利用各种分析手段分析油样的性能及其携带的摩擦副技术状态的磨损磨粒, 获得油样性能参数值和磨粒的成分、尺寸、形貌和数量等信息, 并根据每种油液分析手段的各自特点, 采用适合于该分析手段的数学分析方法, 在此基础上建立对设备运转状态进行评判的数学模型, 从定性和定量两个方面来判断柴油机及其他大型机械设备的运转状态以及预测其发展趋势的新技术, 其应用领域非常广泛。

目前, 主要的油液分析方法有: 常规理化、铁谱技术、光谱技术及颗粒计数等。不管是哪种分析技术, 其整个油样的分析过程都是相同的, 具体的油液分析程序如图 1 所示。

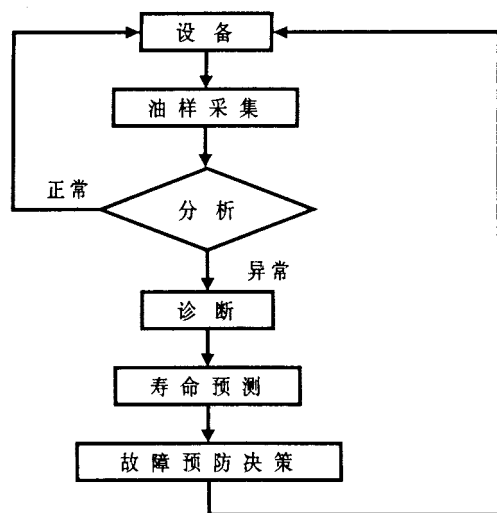


图 1 油液分析程序

油样的分析工作分为采样、分析、诊断、预测和处理 5 个步骤进行:

(1) 采样。必须采集能反映当前机器中零部件运行状态的有代表性的油样。

(2) 检测。进行油样分析, 测定油样中磨屑的数量和粒度分布。

(3) 诊断。初步回答机器的磨损状态是正常还是异常, 对异常磨损还要确定是哪些零部件磨损、磨损类型、磨损严重程度等。

(4) 预测。估计异常磨损的零部件的剩余寿命和今后可能发生的磨损类型。

(5) 处理。根据预测的情况确定维修的方式、时间和部位等。

在上面 5 个环节中, 采样和检测过程中需要严格遵循操作规程; 而诊断和预测环节则需要借助于合适的数学方法, 建立数学模型来实现。不同的分析方法有着它们各自不同的特点, 这也就决定了需要用不同的数学方法来支持。所以对于每一种分析方法、数学方法选择的恰当与否直接影响着诊断和预测的正确性和准确性; 最后一个环节是在诊断和预测的基础上进行的, 是对油液分析结果的运用。

下面将分几节, 对几种主要的油液分析及它们各自所使用的数学方法和在此基础上建立的用来进行诊断和预测的数学模型进行一个简要的介绍。

1 常规理化

理化性能分析是利用常规理化性能分析仪测量润滑油的黏度、水分、总碱值(TBN)、机械杂质或不溶物、闪点、总酸值、凝点、灰分、残炭等指标。常规理化性能检验是油液检测的基础内容, 不仅可以反映润滑油本身性能的变化, 而且还可以判断机械设备相应的技术状态。

1.1 黏度

是指工业中采用运动黏度, 单位为 m^2/s , 各种机器设备所用的润滑油都有严格规定的黏度指标。黏度过大会加大摩擦阻力, 过小会降低油膜支撑能力, 油膜不能建立而导致磨损状态恶化, 只有正常的黏度才能保证摩擦副在良好的润滑

[收稿日期] 2003-12-27

[作者简介] 孙培廷(1959-), 男, 大连海事大学教授, 从事现代轮机工程的教学与研究。

状态下工作。在实验室里测定油品的运动黏度是用毛细管黏度计。测量的方法：将一定量的试油，在规定的温度（40、50、100）下，通过毛细管所需时间（s），再乘以毛细管黏度计校正系数，所得的值即为该试油的运动黏度。测定方法按国标 GB/T265-88 石油产品运动黏度测定法进行。我国润滑油产品的黏度，较大多数采用运动黏度来表示。黏度在使用上的意义：

（1）黏度是润滑油的重要指标，根据设备的速度、间隙、负荷、功率的大小、漏油程度等情况，选用油品是首先考虑其黏度。黏度过小，会形成半液体润滑或边界润滑，而加速运动副磨损，同时，也易漏油；黏度过大，流动性差，渗透性差，散热性差，内摩擦阻力大，起动困难，消耗功率大，也会加速运动副磨损。因而，油品黏度选择合理，是设备运动副得到充分润滑的保证。

（2）掺合油料和选代用品时，也主要以黏度指标来考虑。

（3）黏度是润滑油分牌号的主要依据，例如，L-AN32 号全损耗系统用油，其在 40 的运动黏度中心值为 $32 \text{ mm}^2/\text{s}$ ，5 号主轴油，则其在 40 的运动黏度中心值为 $5 \text{ mm}^2/\text{s}$ 。

1.2 水分

指润滑油内所含水分的百分数。油中的水分能造成乳化和破坏油膜，从而降低润滑效果增加磨损，同时还腐蚀机件和加速润滑油裂化变质。特别是对加有添加剂的油品，水分会使添加剂乳化、沉淀或水解而失去作用。

1.3 机械杂质

它是悬浮或沉淀在润滑油的不溶物质（如尘土、泥砂、金属粉末、砂轮粉末等），统称为机械杂质，一般是用溶剂稀释试油后测定其含量，用质量分数来表示。测定方法按 GB511-88 石油产品和添加剂机械杂质测定法进行。机械杂质在使用上的意义：

（1）机械杂质是润滑油质量的重要指标之一，它的存在会破坏油膜，加剧运动副的磨损，甚至直接损害机件，造成

抱轴，它的存在还会阻塞油路及过滤器、造成设备产生润滑故障。

（2）变压器油中含有机械杂质会降低绝缘性能。

（3）油品的机械杂质超过一定量时，就应立即更换新油。

1.4 碱值

润滑油中添加一定的碱值，其主要目的是为了综合混入润滑油中的酸性物质，防止配合件的酸性腐蚀。因此，润滑油中的碱值也是评价润滑油的一个重要指标。

上述各指标是衡量润滑油使用性能的最简便尺寸。通过这些指标的测定可以粗略地实现对机械设备润滑系统的监测、预测和预防因润滑不良而引起的设备故障。

2 曲线图分析法

曲线图分析法是根据测量数据在直角坐标系中绘制其变化曲线图，并根据曲线图来分析监测对象的运转状况及趋势。此外，还可以在同一坐标系中绘制多种考虑因素的变化曲线图，通过各因素变化趋势的对比进一步分析监测对象的运转状况以及各因素对监测对象的影响程度。

曲线图分析法因为处理方法简单，而且形象明了，能够直接显示各种指标的发展走向，很方便地揭示机械运转状态的发展趋势，所以是用来处理各种油液分析数据的一种常用方法。它不但可以应用于常规理化中，通过显示各项理化指标的曲线变化从而确定润滑油理化状态，而且也广泛地被应用于铁谱分析和光谱分析的数据处理中。

3 常规理化指标的判断标准

目前国际上尚无统一的船用润滑油常规理化指标的判断标准，但世界上各主要船用润滑油供应商均有自己的评价标准，虽然它们之间有所差别，但具有一致性，所以完全可以被用来作为一个具有实际应用性的判断标准。

一般，黏度不得超过正负 20%，水分不得超过 0.5% ~ 1.0%，碱值不得超过正负 50%，机械杂质不大于 0.2%，闪点不得低于工作温度。

4 100 TEU 集装箱船“新南通”号交船投入运营

由沪东中华造船（集团）有限公司为中国海运（集团）总公司建造的 4 100 TEU 集装箱船“新南通”号，日前在沪交船并投入运营。该船总长 262.90 m，两柱间长 250.00 m，型宽 32.20 m，型深 19.30 m，设计吃水 11.00 m，结构吃水

12.50 m，主机采用 B & W 8K90MC-C 型柴油机，是沪东中华造船集团为中国海运（集团）总公司批量建造的 4 艘同类型船中的一艘，其船舶设计合理，安全性、适航性等各项技术指标达到了国际一流水准。（邵天骏）