油液分析常见术语

油液分析目的

（1）润滑油品的合理选用及质量监督；

（2）监测设备润滑与磨损状态，发现造成润滑故障的原因。

（3）指导科学维护及改善设备润滑。

油液分析不仅仅是检测油品质量好坏，更重要的是及时了解设备的润滑状态，科学指导设备维护，提高设备运行的可靠性。

油液分析主要测试项目	
品质检测	色度、粘度、水分、闪点、总酸值、总碱值、不溶物、残碳、倾点、水分离性、泡沫特性、铜片腐蚀、氧化安定性、积碳、FTIR、锥入度、滴点、四球试验等
污染监测	颗粒计数、滤膜分析、漆膜倾向指数（VPR）等
磨损分析	光谱元素分析、PQ 指数、直读铁谱、分析铁谱、滤膜分析等

色度：油品的颜色，往往可以反映精制程度、油品衰变和污染情况。测试方法： GB/T 6540/ASTM D 1500、SH/T 0168（GB/T 6540 色度范围：0.0 ~8.0，超过 8.0 表示为 D8.0）。

密度：指在规定的温度下单位体积内所含物质的质量，以 g/cm3 或 kg/m3 表示。润滑油的密度随其组成中含碳、氧、硫的数量的增加而增大，因此在同样粘度或同样分子量的情况下，含芳烃多、胶质和沥青质多的润滑油密度最大，含环烷烃多的居中，含烷烃多的最小。测试方法：密度计法（GB/T 1884/ASTM D 1298）和比重瓶法（GB/T 2540）和 SH/T 0604/ASTM D 4052（该方法要求试样量少）。

粘度：反映油品的内摩擦力，是表示油品油性和流动性的一项指标。常用的是运动粘度，单位为 mm2/s （cst）。测试方法：透明油品采用 GB/ T 265（顺流毛细管）、深色油品采用 GB/T 11137（逆流毛细管），以上方法对应 ASTM D 445。

粘度指数（VI）：粘度指数表征油品粘度随温度变化的程度。润滑油的粘度随温度升高而减

小，随温度降低而增大。粘指越高，表示油品粘度受温度的影响越小，其粘温性能越好。粘度指数可通过计算得到，方法为 GB/T 1995/ASTM D2270。

水分：是指润滑油中水分含量，通常为质量百分数。测试方法：GB/T 260/ASTM D95。对于水分要求比较高的油品如变压器油、冷冻机油、压缩机油等，应采用卡尔菲休试剂进行微量测试，单位为 mg/kg，测试方法有 ASTM D6304、ASTM D1744。微量水分测试时，如果直接滴定，可能由于添加剂和其它成分（如氧化产物等）的干扰影响测试结果，建议采用加热炉装置，将水分蒸出后再滴定。

闪点：在规定条件下，加热油品逸出的蒸气和空气组成的混合物与火焰接触发生瞬间闪火时的最低温度称为闪点，以℃表示。油品的馏分越轻，蒸发性越大，闪点也越低。反之，油品的馏分越重，闪点也越高。闪点的测定方法分为开口杯法（COCFP）GB/T 3536 / ASTM D 92 和闭口杯法 GB/T 261/ASTM D93（PMCCFP）。试样量少的试验方法：SH/T 0768/ASTM D 6450（CCCFP）/ASTM D3828。对于闭口闪点低于 40 ℃的试样，则用 ASTM D 56（Tag 泰克）测试。

总酸值(TAN)：中和 1 克油品中的酸性物质所需要的氢氧化钾毫克数，用 mgKOH/g 表示。总酸值包括强酸值和弱酸值。测试方法：GB/T 4945 / ASTM D 974；GB/T 7304/ ASTM D 664 TAN 来源：油品中呈酸性的添加剂、氧化生成的有机酸、外界进入的酸性物质（必要时测试 PH 值)。一般基础油的 TAN 很低，如果润滑油中加入了 ZDDP、极压添加剂和防锈剂等呈酸性的添加剂，新油酸值可能比较高（如高品质发动机油 TAN 可能在 2.0 以上)。

总碱值（TBN)：在规定条件下滴定时，中和 1g 试样中全部碱性组分所需高氯酸或盐酸的量，以当量 mgKOH/g 表示，称为润滑油或添加剂的总碱值。TBN 表示试样中有机/无机碱、胺基化合物和金属盐类等的含量。测试方法：SH/T 0251 / ASTM D 2896；SH/T 0688/ ASTM D 4739。

不溶物：主要包括油中杂质如金属颗粒和粉尘等、油品氧化生成的胶质等、燃烧产物如积碳等。不溶物有：石油醚不溶物、正庚烷不溶物、正戊烷不溶物、苯不溶物等。由于溶剂溶解能力不同，所以测试结果有差异。测试方法：离心法 GB/T 8926（ASTM D 893)；滤膜法：ASTM D 4055 （常用 5μm 滤膜，也可根据需要选择如 1.2μm 、0.8μm 等孔径滤膜)。

倾点：是指在规定条件下，被冷却了的试油能流动时的最低温度，以℃表示，测试方法：GB/T 3535/ASTM D 97。凝点是试样在规定的条件下冷却至停止移动时的最高温度，以℃表示 ，测试方法：GB/T 510。

水分离性：表示油品从油水乳化液中分离出来的能力，以 min 表示。测试方法：GB/T 7305/ASTM D1401。注意不同粘度应采用对应的试验温度（ 即 54℃或 82℃)。如果混入少许表面活性剂，则水分离性能迅速下降；如果油中固体颗粒含量高也会导致水分离性差，可用 1.2 μ m 的滤膜过滤后测试验证。

泡沫特性：是指油品生成泡沫的倾向及泡沫的稳定性。润滑油在实际使用中，由于受到振荡、搅动等作用，使空气进入润滑油中，以至形成气泡。因此要求评定油品生成泡沫的倾向性（ml）和泡沫稳定性（ml)。测试方法：GB/T 12579/ASTM D892。评定小气泡从油中分离出来的能力则采用空气释放值（SH/T 0308/ASTM D3427）指标。

铜片腐蚀：金属表面受周围介质的化学或电化学的作用而被破坏称为金属的腐蚀。工业润滑油主要采用铜片腐蚀（ GB/T 5096/ASTM D130）来评定油品的腐蚀性能。

液相锈蚀：评定油品阻止与其接触的金属部件生锈的能力，测试方法：GB/T 11143/ASTM D 665，有 A 法（蒸馏水）和 B 法（合成海水)。

蒸发损失：油品在一定条件下通过蒸发而损失的量，用质量分数表示，蒸发损失与油品的挥发度成正比。诺亚克法测试：SH/T 0059，试验条件： 250℃下加热 1 小时。

氧化安定性：石油产品抵抗空气（或氧气）的作用，而保持其性质不发生永久性变化的能力叫做油品的氧化安定性。汽轮机油采用旋转氧弹法测试，对应的测试方法：SH/T 0193/ASTM D2272。

硫酸盐灰分：在规定条件下试样碳化后剩余的残渣，用硫酸处理，并热至恒重的质量（质量分数)。测试方法：GB/T 2433/ASTM D 874。

机械杂质：存在于油品中所有不溶于溶剂的沉淀物或胶状悬浮物，测试方法：GB/T 511。

机械杂质在 0.005%m/m 以下被认为是“无”。

锥入度：衡量润滑脂稠度及软硬程度的指标。有不工作锥入度、工作锥入度、延长工作锥入度之分，通常测试工作锥入度。测试方法：GB/T 269/ASTM D217（有全尺寸锥入度、1/2 锥入度和 1/4 锥入度，测试温度：25±0.5℃ 。

滴点：在规定条件下加热后润滑脂随温度升高而变软，从脂杯中流出第一滴液体（或油柱）时温度，称为滴点（℃）。测试方法：一般滴点 GB/T 4929/ASTM D566 和宽温度滴点 GB/T 3498/ASTM D2265。前一种方法测试的最高温度为 250 ℃。宽温度滴点测试最高温度为 330 ℃，有些润滑脂可能无滴点（如复合皂基、脲基脂等）。

机械安定性：润滑脂受机械作用后其稠度改变的程度，一般用前后锥入度差值来表示，测试方法：润滑脂滚筒安定性测定法 SH/T 0122/ASTM D1831。

抗水淋性：表示润滑脂对被水淋出的抵抗能力。测试方法：SH/T 0109/ASTM D 1264。

傅立叶红外变换红外光谱分析（FTIR）：从分子角度分析润滑油的变化，因此 FTIR 在润滑油品质检测方面可实现以下功能： （1）与新油比较，确定润滑油的衰变原因和程度，如氧化度、硝化值、硫化值、抗氧剂和抗磨剂的消耗及水分、燃料稀释、乙二醇和积碳的污染（ASTM E2412）（水分测试下限：1000ppm；乙二醇含量超过 200ppm 应警告）；（2）判断两种油品是否类型一致或变化；（3）初步判断润滑油的类型。前一种属于定量分析，后两种属于定性分析。定量计算有两种方法即直接计算法、用油与同牌号新油差谱后再计算。推荐差谱后计算。

积碳：一种黑色或灰黑色的固体碳状物，生成于柴油机的高温部位，由于分散剂的作用，积碳以非常细小颗粒（一般<0.2μm)均匀地分散在油中。主要危害：粘度迅速增加、堵塞油道和过滤器、加速活塞环磨损和油泥的形成。测试方法：FTIR、热重分析（ TGA)、斑点试验等。积碳迅速增加原因：窜气、低空/燃比、空气温度低、长时间怠速、换油期延长。

污染度：单位体积油液固体颗粒污染物的含量。污染度评定方法：重量分析法和颗粒分析法。重量分析法通常用 mg/L(mg/100ml)表示，测试方法：ISO 4405（与滤膜法不溶物类似，

采用 1.2 μ m 滤膜)。该方法由于只能反映油液颗粒污染物总量，而不能反映颗粒大小和尺寸分布。颗粒分析法目前有自动颗粒计数法、滤膜堵塞法、显微镜法。自动颗粒计数类型：遮光型、光散射型等。

磨损分析：通过分析油样、过滤器、磁塞中固体颗粒的成分、含量及尺寸等信息，探究设备的磨损机理、磨损部位、磨损原因及预测磨损发展趋势。磨损监测的主要手段包括光谱元素分析、磨粒浓度（WPS）、PQ 指数及铁谱分析等。必要时，还可借助扫描电镜进行分析（确定微区中颗粒的成分）。

光谱元素分析：测量油液中磨损金属、污染元素及添加剂的成分及含量，连续监测可以得出部件摩擦副的磨损趋势及添加剂的消耗情况。目前常用于油液分析中元素分析设备：旋转盘电极原子发射光谱仪（RDE-AES/ASTM D6595）、电感耦合等离子原子发射光谱仪（ICP-AES/ASTM D5185-用过的润滑油、ASTM D4951-新油）和 X 射线荧光光谱仪（XRF）等。

PQ 指数：可测量油液中铁磁性颗粒的含量，一般与元素分析配合使用，提高故障探测率。

直读铁谱分析：可以获得大磨粒读数 DL 、小磨粒读数 DS 及组合参数磨粒浓度 WPC 和磨损烈度指数 IS，用于判断润滑油中铁磁性颗粒变化趋势。

分析式铁谱：通过在双色显微镜下观察油中磨粒图像，判断磨损类型和磨损原因。

滤膜分析：通过滤膜收集一定量油样中固体颗粒，然后在显微镜下观察判断油液中主要颗粒的类型、尺寸和污染度等级。与颗粒计数器相比，滤膜分析用于测试污染度等级时，费用低且不受油液水分、色度和气泡的影响，而且可确定主要颗粒的类型。