

# 油品组分分析及其对性能的影响

何桂英

中国石化塔河炼化有限责任公司 新疆 阿克苏 842000

**摘要:** 油品组分分析是石油化工行业中至关重要的一环,直接关系到石油产品的质量、能源利用效率和环境保护。本文旨在深入探讨油品组分分析的方法及其对性能的影响,通过物理分析法、化学分析法、色谱分析法及光谱分析法等多种手段,系统阐述不同组分如何影响油品的燃烧性能、安定性、清洁度及环境适应性。

**关键词:** 油品; 组分分析; 性能影响; 光谱分析

## 引言

油品作为现代工业与交通的重要能源,其性能直接决定了机械设备的工作效率与使用寿命。油品的组分分析不仅有助于了解其基本组成,还能为油品的质量控制、加工工艺优化以及环境保护提供关键信息。本文将从多个维度探讨油品组分分析的重要性及其对性能的深远影响。

## 1 油品组分分析方法

### 1.1 物理分析法

#### 1.1.1 密度测定

密度是物质的质量与其体积的比值,对于油品而言,密度是其重要的物理性质之一。密度测定通常使用密度计进行,通过比较油品与已知密度的标准液体的密度差,可以准确测定油品的密度。密度值不仅有助于了解油品的组成,还是计算油品质量、体积和能量含量的基础数据。

#### 1.1.2 黏度测定

黏度是流体抵抗流动的性质,对于油品而言,黏度的大小直接影响其流动性和泵送性能。黏度测定通常使用黏度计进行,通过测量油品在特定条件下的流动阻力,可以得到油品的黏度值。黏度的大小与油品的分子结构、温度、压力等因素有关,因此,黏度测定也是了解油品组成和特性的重要手段。

#### 1.1.3 凝固点测定

凝固点是油品开始从液态变为固态的温度,对于评价油品的低温性能具有重要意义。凝固点测定通常使用凝固点测定仪进行,通过逐渐降低油品的温度,观察其开始凝固的温度点,即可得到油品的凝固点。凝固点的高低与油品的组成和精炼程度有关,凝固点越低,说明油品的低温性能越好。

#### 1.1.4 沸点分布测定

沸点分布是油品中不同组分沸点的分布情况,通过

沸点分布可以了解油品中轻质和重质组分的比例。沸点分布测定通常使用蒸馏装置进行,通过加热油品至不同温度,收集并测量各温度下的馏分,可以得到油品的沸点分布图。沸点分布图不仅有助于了解油品的组成,还可以为油品的加工和调和提供重要依据。

### 1.2 化学分析法

#### 1.2.1 酸值和碱值测定

酸值和碱值是衡量油品中游离酸和碱含量的重要指标。酸值表示油品中酸性物质的含量,而碱值则表示碱性物质的含量。这些值通常通过滴定法进行测定。在滴定过程中,使用已知浓度的酸碱溶液与油品中的游离酸碱进行反应,直到达到化学平衡。通过测量消耗的酸碱溶液的体积和浓度,可以计算出油品中的酸值和碱值<sup>[1]</sup>。这些值对于评估油品的精炼程度和稳定性具有重要意义。高酸值或碱值可能表明油品中存在较多的杂质或未完全精炼的组分,这可能会影响油品的性能和使用寿命。

#### 1.2.2 硫含量测定

硫是油品中的一个重要元素,其含量对于油品的性能和环保性具有显著影响。硫含量测定通常采用氧化燃烧法或紫外荧光法。在氧化燃烧法中,油品被加热并与氧气反应,生成二氧化硫。通过测量二氧化硫的浓度,可以计算出油品中的硫含量。紫外荧光法则是利用硫元素在紫外光激发下发出特定波长的荧光来测定硫含量。这两种方法都具有较高的准确性和灵敏度,能够满足不同油品中硫含量的测定需求。控制油品中的硫含量对于减少环境污染和防止催化剂中毒具有重要意义。

#### 1.2.3 氮含量测定

氮是油品中的另一个重要元素,其含量与油品的来源和加工过程密切相关。氮含量测定通常利用热导分析法或化学发光法进行。热导分析法是通过测量油品在燃烧过程中产生的氮氧化物的热导率来推算氮含量。而化学发光法则是利用氮氧化物在特定条件下与发光物质反

应产生的光强来测定氮含量。这两种方法都能够准确测定油品中的氮含量，为评估油品的来源、加工过程以及性能提供重要依据。

### 1.3 色谱分析法

#### 1.3.1 气相色谱法 (GC)

气相色谱法是利用气体作为流动相，通过样品中各组分在气相和固定相之间的分配差异，实现组分的分离和检测。在油品分析中，气相色谱法特别适用于汽油、柴油等轻质油品的分析。这些油品主要由挥发性有机化合物组成，气相色谱法能够有效地分离和检测这些化合物，提供详细的组分信息。通过气相色谱分析，可以了解油品中烃类化合物的分布、含量以及可能存在的杂质，为油品的质量控制和性能评估提供重要依据。

#### 1.3.2 液相色谱法 (LC)

液相色谱法则是使用液体作为流动相，通过样品中各组分在液相和固定相之间的相互作用，实现组分的分离和检测。与气相色谱法相比，液相色谱法更适用于分析油品中的非挥发性或极性较大的有机化合物。在油品中，这些化合物可能包括添加剂、不饱和烃、氧化产物等，它们对油品的性能和稳定性具有重要影响。通过液相色谱分析，可以准确地测定这些化合物的含量和分布，为油品的配方优化、性能改进和质量控制提供有力支持。此外，色谱分析法还可以与其他技术如质谱法 (MS) 联用，形成更为强大的分析手段。例如，气相色谱-质谱联用技术 (GC-MS) 和液相色谱-质谱联用技术 (LC-MS) 能够同时提供油品中各组分的分离和定性信息，极大地提高了分析的准确性和可靠性。

### 1.4 光谱分析法

#### 1.4.1 紫外-可见光谱法 (UV-Vis)

紫外-可见光谱法是利用油品在紫外和可见光区域的吸收特性来分析其组成和结构的一种方法。不同的物质对光的吸收能力不同，因此，通过测量油品在不同波长下的吸收光度，可以推断出油品中可能存在的官能团和化合物类型。例如，共轭双键和芳香环等结构在紫外区域有较强的吸收，而某些特定的官能团如羟基、羧基等在可见光区域也有特征吸收。紫外-可见光谱法具有操作简便、分析速度快、灵敏度高等优点，是油品分析中常用的方法之一。

#### 1.4.2 核磁共振波谱法 (NMR)

核磁共振波谱法是利用油品分子在强磁场中的核磁共振现象来获取分子结构和化学环境信息的一种方法。在核磁共振波谱仪中，油品分子被置于强磁场中，并受到射频辐射的激发。当射频辐射的频率与分子中某些原

子核的共振频率相匹配时，这些原子核会吸收能量并发生跃迁。通过测量跃迁过程中产生的信号，可以得到关于分子结构、化学键类型、官能团位置以及分子间相互作用等详细信息。核磁共振波谱法具有高度的分辨率和准确性，能够提供油品分子内部的详细结构信息，对于深入了解油品的组成和性质具有重要意义<sup>[2]</sup>。此外，光谱分析法还可以与其他技术如红外光谱法 (IR)、荧光光谱法等联用，以获取更全面的油品信息。例如，红外光谱法可以用于分析油品中的官能团和化学键类型，而荧光光谱法则可以用于检测油品中的某些特定成分或污染物。

## 2 油品组分对性能的影响

### 2.1 辛烷值与抗爆性

辛烷值，作为衡量汽油抗爆性能的关键指标，其数值大小直接关联到汽油在发动机中的燃烧稳定性和对发动机的保护作用。辛烷值的高低反映了汽油中异辛烷和正庚烷等组分的比例，异辛烷具有较高的辛烷值，而正庚烷则较低。以97号汽油为例，其含有97%的异辛烷和3%的正庚烷，这样的组分比例使得97号汽油具有优异的抗爆性能。在发动机的工作过程中，特别是在压缩冲程中，汽油与空气的混合物被压缩到极高的压力和温度。如果汽油的抗爆性不足，混合物可能会在火花塞点火之前就发生自燃，导致爆震现象。爆震不仅会降低发动机的动力输出，还会对发动机的零部件造成严重的损害，如气缸壁、活塞和气门等。高辛烷值的汽油具有更高的自燃点，能够在更高的压力和温度下保持稳定，从而有效地抵抗爆震现象的发生。因此，对于高压压缩比的发动机而言，使用高辛烷值的汽油是至关重要的。高压压缩比发动机需要更高的燃烧压力来产生更大的动力，而高辛烷值的汽油正好能够满足这一需求，保证发动机在高效运转的同时，减少因爆震而产生的磨损和损坏。此外，辛烷值还与汽油的燃烧效率和环保性能密切相关。高辛烷值的汽油能够更充分地燃烧，减少未燃尽的碳氢化合物和有害排放物的产生，对环境保护和节能减排具有积极意义。

### 2.2 杂质含量与清洁度

油品中的杂质含量，特别是硫、氮以及不饱和烃等，对其清洁度有着至关重要的影响。这些杂质在油品燃烧过程中会产生一系列化学反应，进而影响发动机内部的清洁度和整体性能。硫是油品中常见的杂质之一。在燃烧过程中，硫会与氧气反应，生成二氧化硫等化合物。这些化合物在高温下会与发动机内部的金属表面发生反应，形成硫酸盐沉积物。这些沉积物不仅会降低发动机的散热性能，还会增加磨损和腐蚀的风险。因此，

降低油品中的硫含量对于保持发动机内部的清洁和延长使用寿命具有重要意义。氮在油品中同样以杂质的形式存在。燃烧过程中,氮会与氧气反应生成氮氧化物。这些氮氧化物在高温和高压下容易与油品中的其他成分发生反应,形成积碳和沉积物。这些积碳和沉积物会堵塞进气系统、喷油嘴和燃烧室,降低燃烧效率和动力输出<sup>[3]</sup>。因此,控制油品中的氮含量对于保持发动机内部的清洁和提高燃烧效率至关重要。不饱和烃是油品中的另一种重要杂质。它们具有较高的反应活性,容易在发动机内部形成积碳和沉积物。这些积碳和沉积物会影响发动机的进气量和喷油量,进而降低燃烧效率和动力输出。因此,减少油品中的不饱和烃含量有助于保持发动机内部的清洁和提高整体性能。

### 2.3 蒸发性与低温性能

油品的蒸发性是其物理性能中的重要指标之一,对混合气的形成和燃烧过程具有至关重要的影响。蒸发性是指油品在特定条件下从液态转化为气态的能力。若油品的蒸发性不足,即蒸发速度过慢,会导致发动机在启动和加速时混合气过浓,燃烧不完全,甚至造成发动机启动困难。相反,若蒸发性过强,即蒸发速度过快,混合气会过稀,导致燃烧不充分,能源浪费,同时还会增加发动机的磨损和排放污染。除了蒸发性,基础油中的胶质、沥青质等组分对油品的低温性能也有显著影响。这些组分在低温下容易凝结,影响油品的流动性和泵送性能。特别是在寒冷地区或冬季,低温性能不佳的油品可能导致发动机启动困难,甚至无法正常工作。为了改善油品的低温性能,需要合理控制基础油中的胶质、沥青质等组分比例。通过优化组分比例,可以降低油品的凝点和倾点,提高其在低温下的流动性和泵送性能。此外,还可以添加适量的低温流动性改进剂,进一步改善油品的低温性能。同时,油品的蒸发性与低温性能之间也存在一定的相互关系。蒸发性适中的油品能够在发动机内形成理想的混合气,提高燃烧效率,同时也有助于改善油品的低温性能。因为适中的蒸发性可以确保油品在低温下仍能保持一定的流动性,避免凝结和堵塞。

### 2.4 环境适应性

清洁汽油作为现代发动机的主要燃料,不仅承担着提供有效动力的重任,还在环保方面发挥着关键作用。

其环境适应性主要体现在减少尾气排放中的有害物质,如碳氢化合物(HC)、一氧化碳(CO)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)等。碳氢化合物是未完全燃烧的汽油产生的,它们在大气中容易形成光化学烟雾,对人体健康和环境造成危害。一氧化碳则是燃烧不完全的产物,它无色无味,但能与血红蛋白结合,降低血液的氧携带能力,对人体健康构成威胁。氮氧化物则主要来源于高温下氮气与氧气的反应,它们在大气中容易形成酸雨,对生态环境造成破坏。为了应对这些环境问题,清洁汽油的研制和开发显得尤为重要。通过优化汽油的组分,如降低硫和芳烃的含量,可以显著减少这些有害物质的排放。低硫汽油能减少硫酸盐颗粒物的形成,降低PM<sub>2.5</sub>的排放;而低芳烃汽油则能减少未燃碳氢化合物和氮氧化物的生成,有助于改善空气质量<sup>[4]</sup>。此外,随着环保法规的日益严格,清洁柴油的发展也呈现出低硫、低芳烃的趋势。这种趋势不仅有助于减少柴油车的尾气排放,还对改善整体环境质量具有重要意义。因为柴油车在城市交通中占据一定比例,其尾气排放对环境的影响不容忽视。

### 结语

油品组分分析是确保油品质量、提升能源利用效率和环境保护的关键环节。通过综合运用物理分析法、化学分析法、色谱分析法及光谱分析法等多种技术手段,可以全面而深入地了解油品的组成和质量特性。不同组分对油品的燃烧性能、安定性、清洁度及环境适应性具有重要影响,合理的组分比例和先进的炼制工艺是提升油品性能的重要途径。未来,随着科技的不断进步和环保要求的提高,油品组分分析及其性能优化研究将持续深入,为石油化工行业的可持续发展提供有力支撑。

### 参考文献

- [1]陈国,张立文.核磁共振波谱法测定石油中的组分及性质[J].当代化工,2024,53(03):753-756.
- [2]郝珊.多组分有机混合物及石油产品的近红外光谱分析方法研究[D].西安石油大学,2016.
- [3]温晶.石油污染含水层石油相和水相有机质组分研究[D].中国石油大学(北京),2023.
- [4]徐飞艳,王永宏,张英,等.长庆油田石油磺酸盐中活性组分校别[J].分析测试技术与仪器,2022,28(01):88-95.