

# 仪器分析技术在油品分析中的应用及其经济效益分析

张青顺（中海油惠州石化有限公司，广东 惠州 516083）

**摘要：**在我国石油化工行业高速发展的背景下，石油化工生产技术水平全面提升，使得石油化工企业生产效率大幅度提高。在石油化工油品分析过程中，为了保障油品质量，必须做好油品分析工作，其中现代仪器分析技术具有重要的作用，在提升分析结果准确性的同时，节省了大量的人力资源，提高了分析效率，有助于生产装置及时调整工艺参数，获得具有市场竞争力的成品，实现更大的经济效益。

**关键词：**仪器分析；具体应用；石油化工；油品分析；经济效益

## 0 引言

在现代社会发展过程中，油品是一项重要资源，同时也是石油化工生产的重要产品。在油品生产过程中，必须做好质量控制工作，确保油品达到质量要求，所以需要采用科学的油品分析技术。传统的油品分析技术效率较低，且容易受到多种因素的影响，难以获得准确的检测结果，为此可以采用现代仪器分析技术，通过发挥出现代仪器的优势，能够提升检测效率与检测结果准确性，及时发现油品存在的质量问题，有助于生产装置及时调整生产参数或方案，以此为基础对油品生产技术与控制方法进行创新，降低非正常开停工导致的能源消耗和资源浪费，在实现生产成本的最优化的同时获得具有市场竞争力的产品，从而实现经济效益的提升。

## 1 石油化工油品分析的重要意义

石油化工油品分析是石油化工行业中至关重要的环节，对于确保油品质量、保障工艺安全以及提高产品竞争力具有重要意义，主要体现在以下几个方面：

### 1.1 保障产品质量

石油化工行业生产的油品广泛应用于交通运输、工业生产和日常生活等领域，通过油品分析，可以准确检测油品中的成分、含量、杂质等指标，从而确保油品的质量符合标准要求，保障用户的安全和满意度。现代仪器分析技术相比于传统技术而言，能够提升分析结果准确性，及时发现油品中存在的质量问题，从而对其进行优化与调整，是提升油品质量的有效措施。

### 1.2 保障工艺安全

石油化工生产过程中存在着高温、高压、易燃等危险因素，油品分析可以帮助检测和监控生产过程中的关键指标，比如温度、压力、含氧量等，及时发现异常情况，并采取相应的安全措施，确保生产过程的安全性和稳定性。

### 1.3 支撑产品研发和创新

石油化工行业的发展离不开产品研发和创新，油品分析可以为研发人员提供准确的数据和分析结果，帮助其了解产品的性质、特性以及在不同应用领域中的适用性，为产品的改进和创新提供科学依据<sup>[1]</sup>。

### 1.4 节约能源和资源

石油化工行业是能源和资源消耗较大的行业，通过油品分析，可以优化工艺参数，提高产品质量和生产效率，减少废品率和资源浪费，从而实现能源和资源的有效利用，降低生产成本。

### 1.5 提升产品竞争力

石油化工行业具有的市场竞争压力较大，通过油品分析可以及时了解市场需求和竞争对手的产品特点，优化产品配方和改进工艺，提高产品质量和性能，以及开发符合市场需求的新产品，从而提升企业竞争力。

## 2 现代仪器分析技术在石油化工油品分析中的具体应用分析

### 2.1 气相色谱法的应用

气相色谱法可以用于油品中各种组分的定性和定量分析，通过选择合适的柱和检测器，可以分离和检测油品中的不同组分，比如烃类、芳香烃、酮类、醇类等，通过测定各组分的相对含量，可以评估油品的成分结构，了解其物性特征和品质水平。石油化工油品中可能存在各种杂质，比如硫化物、氮化物、酸性物质、水分等，气相色谱法可以通过特定的柱和检测器对这些杂质进行分离和检测，例如硫化物可以通过硫化物选择性检测器进行测定，氮化物可以通过氮化物选择性检测器进行测定，杂质的含量测定对于确保油品质量和满足环保要求具有重要作用。石油化工行业中的燃料，比如汽油、柴油、天然气等，需要进行详细的组分分析，气相色谱法可以对燃料样品中的各

种组分进行分离和定量分析,包括烷烃、烯烃、芳香烃等,分析结果对于燃料的性能评估、混合比例控制以及满足相关标准和规定具有重要意义。此外,石油化工油品通常是由不同馏分组成的混合物,气相色谱法可以通过馏分分析对混合物进行组分分析,通过对不同馏分的分离和检测,可以了解各馏分的成分、含量以及物性特征,进而指导产品调整和工艺优化<sup>[2]</sup>。

## 2.2 质谱法的应用

质谱法可以用于石油化工油品中各种化合物的快速鉴定和确认。通过质谱仪器将样品中的分子离子化,之后根据分子离子的质量/电荷比进行分析和检测,通过比对质谱图谱数据库中的标准谱图,可以准确确定化合物的分子结构和组分,包括烃类、芳香烃、酮类、醇类等,分子级别的鉴定对于了解油品的化学成分和性质非常重要。质谱法还可用于石油化工油品中重要成分的含量测定,通过建立标准曲线或内标法,可以根据目标化合物的质谱峰强度与浓度之间的关系,快速计算出样品中目标化合物的含量。质谱法在石油化工油品分析中,还可以用于分子结构研究,通过对样品中分子离子的质谱碎片进行分析,可以推断出化合物的结构、官能团以及化学键的位置,同时石油化工油品中可能存在各种有机和无机杂质,比如硫化物、氮化物、酸性物质、金属离子等。质谱法可以通过样品的质谱图谱,对杂质进行定性和定量分析,通过测定特定杂质的质谱峰的强度和相对丰度,可以评估油品中的杂质含量,从而判断其质量和纯度。

## 2.3 高效液相色谱法的应用

高效液相色谱法基于溶液中样品分子与固定相之间的相互作用,通过样品在固定相上的分配和再分配过程,实现对不同化合物的分离和定量分析,其主要原理包括溶质的分配系数、色谱柱填充物、流动相的选择以及检测器的使用等。高效液相色谱法利用高压泵驱动流动相通过色谱柱,流速较快,因此在单位时间内可实现更好的分离效果,分离峰更尖锐、更窄;过选择合适的固定相和流动相组合,可以实现对目标化合物的高选择性分离,从而提高分析结果的准确性;高效液相色谱法结合各种检测器,比如如紫外检测器、荧光检测器、质谱检测器等,能够实现对不同化合物的灵敏检测,即使在样品中含量极低的物质也能被准确测定。

在进行 HPLC 分析之前,需要对油品样品进行适当的制备处理,通常包括样品的萃取、浓缩、过滤等

步骤,获取适合于高效液相色谱法分析的样品溶液;样品制备过程应根据具体分析要求和目的进行操作,确保样品的准确性和可靠性。根据分析目标和样品特性,选择合适的色谱柱进行分离,常用的色谱柱类型包括正相柱、反相柱、离子交换柱等;正相柱适用于分离疏水性化合物,反相柱适用于分离亲水性化合物,而离子交换柱则用于分离带电离子,根据样品特性和色谱柱类型,选择合适的流动相。流动相由溶剂或其组合构成,对分离效果和峰形有重要影响;流动相的选择要考虑到样品的溶解度、色谱柱的稳定性和分离效果等因素,通过调节流动相的组成、pH 值和流速等参数,可以优化分离效果和分析速度。根据分析目标和样品性质,选择合适的检测器进行信号检测和数据分析,常用的高效液相色谱法检测器包括紫外—可见光检测器、荧光检测器、质谱检测器等。紫外—可见光检测器适用于吸收光谱的化合物,荧光检测器对具有荧光性质的化合物敏感,而质谱检测器可以提供化合物的分子结构信息<sup>[3]</sup>。

## 2.4 全二维气相色谱法的应用

全二维气相色谱法是一种在石油化工油品分析中广泛应用的先进色谱技术,通过将两个不同的色谱柱连接在一起,实现对复杂样品的高分辨率分离和准确性。全二维气相色谱分析中,选择合适的色谱柱组合是关键,通常第一维色谱柱是非极性柱,如 5% 聚苯乙烯—95% 聚二甲基硅氧烷,用于分离样品的挥发性组分;第二维色谱柱是极性柱,比如聚二甲基硅氧烷,用于进一步分离第一维色谱中的组分。常用的流动相是惰性气体,比如氦气或氮气,还可以通过加入一些添加剂来改善分离效果,比如二甲基二硫醚等;数据处理方法包括峰识别、峰面积计算、峰匹配和峰标识等,全二维气相色谱技术能够提供高分辨率的色谱图谱,使得样品中的化合物能够更好地分离和定性。通过比对标物质库中的谱图或利用质谱联用技术,可以对分离的化合物进行准确的定性分析;通过校准曲线法或内标法,可以对目标化合物进行定量分析,得到其浓度信息<sup>[4]</sup>。

## 2.5 近红外光谱技术的应用

近红外光谱技术作为一种非破坏性、快速、可靠的分析方法,在石油化工油品分析中具有广泛的应用,基于样品对近红外光的吸收特性,通过光谱数据的采集和处理,实现对油品样品中各种成分的定性和定量分析。在该技术应用过程中,需要对油品样品进行适

当的制备处理,将样品置于透明的样品容器中,避免样品的表面不平整或有气泡等干扰因素;使用近红外光谱仪器对样品进行光谱数据的采集,光谱仪器通过发射近红外光源,样品对光的吸收和散射后,光谱仪器接收到反射或透射的光信号。

通过对样品和参考物的光谱数据进行比较,得到样品的光谱图,通过光谱数据的处理,提取样品中各种化学组分的信息,常见的光谱数据处理方法包括预处理、特征选择和模型建立。预处理方法包括光谱平滑、噪声去除和基线校正等,提高光谱数据的质量。特征选择方法通过选择有代表性的光谱特征波长,减少模型的复杂度和计算量,模型建立方法包括主成分分析等,用于建立样品光谱与其化学组分之间的定量关系模型。通过对比样品光谱与标准光谱库中的参考光谱,进行样品的定性分析,标准光谱库中包含各种化合物的近红外光谱特征,通过比对样品光谱与标准光谱库中的光谱,可以判断样品中是否存在特定的化合物。

### 3 仪器分析法的特点及其在石油化工行业的应用所产生的经济效益

#### 3.1 仪器分析法带来的生产成本变化分析

就实验室的投入成本而言,短期来看现代分析仪器投入要高于传统的分析方法。但得益于现代仪器分析技术的自动化、智能化及操作简便等特点,仪器分析技术只需很少的人力就可以完成大量的样品分析操作,节省了人工成本。最重要的是仪器分析技术干扰因素少分析结果准确性高,分析速度快等特点有利于生产装置对产品质量进行预判从而实现质量精细化控制,对生产成本的控制有不可忽视的贡献。

另外仪器分析技术对装置的平稳安全运行也起到至关重要的作用,尤其是在线分析仪器的使用。例如:在装置动火作业和受限空间作业中,可燃气体报警仪和气相色谱技术的应用发挥了很大的作用,在装置不停工的情况下,实现惰性介质保护下动火作业,不仅保证了作业的安全,同时避免了非计划开停工导致的成本增加。

#### 3.2 仪器分析法产生的经济效益

质量控制是企业的生存之道,企业想要发展壮大就必须不断提高产品品质。现代仪器分析技术能实现对于低含量(如质量分数为 $10^{-9}$ 数量级)组分的测定,这是传统化学分析法完全无法比拟的。仪器分析法还能提供化学分析法难以提供的信息,如物质的结构、

组分价态、元素在微区的空间分布等。正是仪器分析法灵敏度高、检测限低、分辨率高等特点助力石油化工行业质量控制走向精细化的同时也带来了产品质量的提升,继而实现经济目标。仪器分析带来的好处不仅仅是对产品,在原材料质量控制,环保腐蚀监测及催化剂活性监控方面也有卓越的贡献。

#### 3.3 仪器分析法带来的持续性效益

仪器分析法吸收了当代科学技术的最新成就,已经成为现代实验化学的重要支柱,不仅为实际生产提供了支持,也为科学研究和技术创新提供了更多、更新、更全面的信息,是企业研发新产品好帮手。研发和人才是企业实现持续性效益的源泉,企业的竞争力来自对新产品新技术的研发,而研发人员也离不开现代分析仪器。在人才的培养方面,现代分析仪器科技含量高,其对操作人员的能力要求也较高,分析人员熟练掌握这些先进仪器的原理和操作步骤。开展仪器分析法的同时也为公司培养了技能性人才。

综上所述,仪器分析技术应用的成本增加主要体现在对实验室的一次性投入中,而仪器分析技术应用的经济效益则体现在生产成本和产品质量控制的各个环节,可以说表面看仪器分析技术的应用是一笔不小的投入,实际上是控制生产成本的有利工具,也是得到高质量产品,研发突破实现持续性经济效益的有利手段。

### 4 结束语

综上所述,本文简要阐述了石油化工油品分析的重要意义,并总结了多项现代仪器分析技术的具体应用方法,最后从仪器分析法的特点出发分析了其先进性对石油化工行业带来的经济效益。希望可以对石油化工行业起到一定的借鉴与帮助作用,不断提升分析检验技术水平。

#### 参考文献:

- [1] 夏志.现代仪器分析技术在石油化工油品分析中的应用[J].云南化工,2022,49(01):82-83+113.
- [2] 李世兵,王强.石油化工工程油品储运过程安全环保问题及对策分析[J].清洗世界,2022,38(11):188-190.
- [3] 颜焯文,谭智毅,洗灿镛.提升石油化工检验检测水平的方法研究[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(21):46-48.
- [4] 龙帅,王宇.石油化工油品化验工作的重要性和安全性分析[J].当代化工研究,2021(01):43-44.