

# 新型化学分析技术在焦化厂产品质量检测中的应用及经济性

周晋宇（河钢大河化工宣钢焦化厂，河北 张家口 075100）

**摘要：**本论文详细探讨了新型化学分析技术在焦化厂产品质量检测中的应用。对焦化厂的主要产品，如焦炭、煤焦油、煤气等的质量检测需求进行了分析。阐述了多种新型化学分析技术，包括但不限于X射线荧光光谱分析(XRF)、气相色谱-质谱联用(GC-MS)、电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)等技术的原理、特点及在焦化厂产品质量检测中的具体应用。通过实际案例和数据对比，展示了新型化学分析技术相较于传统方法在准确性、灵敏度、效率等方面的优势。同时，也对新型化学分析技术在应用中面临的挑战和未来发展趋势进行了展望。

**关键词：**新型化学分析技术；焦化厂；产品质量检测

焦化厂作为重要的能源和化工原料生产基地，其产品质量直接关系到下游产业的生产效率和产品质量。随着科学技术的不断进步，新型化学分析技术在焦化厂产品质量检测中的应用越来越广泛，为提高产品质量控制水平提供了有力的支持。

## 1 焦化厂主要产品及质量检测需求

### 1.1 焦炭

焦炭作为焦化厂的关键产品之一，在众多工业领域，尤其是高炉炼铁中发挥着不可或缺的作用。其质量的优劣直接影响到后续生产流程的效率和产品质量。

焦炭的质量指标众多，其中固定碳含量是衡量其品质的重要参数之一。固定碳含量越高，表明焦炭在燃烧或参与化学反应时能够提供更多的能量和稳定性。例如，在高炉炼铁中，高固定碳含量的焦炭能够更有效地支持铁矿石的还原反应，提高炼铁的效率和产量。一般来说，优质焦炭的固定碳含量应达到较高水平。

灰分也是焦炭质量的关键指标。灰分主要由焦炭中的矿物质组成，其含量过高会带来一系列不利影响。在高炉炼铁过程中，灰分不仅不能提供有效的热量，还会增加炉渣的产生量，从而增加了炼铁的能耗和成本。同时，过多的灰分还可能影响高炉的透气性，降低炼铁的效率。例如，某些低质量的焦炭由于灰分过高，导致高炉内的气流不畅，影响了生产的正常进行。

挥发分反映了焦炭的热稳定性和可燃性。挥发分过高的焦炭在高温环境下容易产生过多的气体，从而影响焦炭的强度和稳定性。在高炉炼铁中，这可能导致焦炭过早破碎，影响炉内的透气性和反应进程。相反，挥发分过低则可能表明焦炭的结焦过程不完全，

同样会影响其质量和使用效果。

硫分和磷分在焦炭中的存在也不容忽视。硫分在炼铁过程中会进入生铁，增加生铁的脆性，降低其质量。同时，硫的排放还会对环境造成污染。磷分的存在也会影响生铁的性能，降低其韧性和延展性。因此，严格控制焦炭中的硫分和磷分含量对于提高钢铁产品的质量和保护环境都具有重要意义。

### 1.2 煤焦油

煤焦油是一种成分复杂的混合物，其来源广泛且具有多种用途。然而，要充分发挥其价值，对其质量进行精确检测至关重要。

各类馏分的组成是煤焦油质量检测的重点之一。不同馏分具有不同的物理和化学性质，这直接决定了煤焦油的应用领域和经济价值。例如，轻馏分通常含有较多的芳香烃和不饱和烃，可用于生产化工原料和燃料添加剂；重馏分则富含沥青质和胶质，适用于制造道路沥青和碳素材料。准确测定各馏分的比例和成分，有助于对焦油进行合理的分级利用，提高其经济效益。

密度是衡量煤焦油质量的另一个重要指标。密度的大小反映了煤焦油中各成分的相对含量和分子结构。较高的密度可能意味着煤焦油中重质成分较多，而较低的密度则表示轻质成分占比较大。在实际应用中，例如在燃料燃烧过程中，密度的差异会影响燃烧效率和能量释放。

粘度对于煤焦油的运输和加工处理具有重要意义。高粘度的煤焦油在管道输送中会增加阻力，提高能耗，甚至可能导致管道堵塞。在加工过程中，粘度也会影响反应速率和传质效果。因此，准确测定煤焦

油的粘度，并采取适当的措施降低粘度（如加热或添加稀释剂），对于保证生产的顺利进行至关重要。

闪点是煤焦油安全性的重要指标。闪点较低的煤焦油在储存、运输和使用过程中容易引发火灾和爆炸事故。因此，严格检测煤焦油的闪点，确保其在安全范围内，对于保障人员生命财产安全和生产设施的稳定运行具有关键意义。

### 1.3 煤气

煤气作为焦化厂的重要产品之一，其主要成分包括氢气、一氧化碳、甲烷等，具有广泛的应用价值。然而，为了确保煤气的安全、高效使用，对其质量进行严格检测是必不可少的。

气体成分的含量是煤气质量检测的核心指标之一。氢气具有高燃烧热值和良好的反应活性，在许多工业过程中被用作还原剂和燃料。一氧化碳则是一种重要的能源气体，但同时也具有毒性，需要严格控制其含量以保障使用安全。甲烷是一种优质的燃料气体，其含量的高低直接影响煤气的热值和燃烧性能。例如，在钢铁工业中，精确控制煤气中各成分的比例，可以优化燃烧过程，提高能源利用效率，降低生产成本。

热值是衡量煤气能量价值的关键指标。高热值的煤气能够提供更多的能量，满足工业生产和居民生活的需求。热值的测定通常通过专业的热量计进行，通过测量煤气燃烧所释放的热量来确定其热值大小。不同用途的煤气对热值有着不同的要求，例如，用于工业加热的煤气通常需要具有较高的热值，而用于民用燃气的煤气则需要在热值和安全性之间达到平衡。

## 2 新型化学分析技术概述

### 2.1 X 射线荧光光谱分析 (XRF)

X 射线荧光光谱分析 (XRF) 作为一种先进的化学分析技术，在众多领域展现出了显著的优势。

技术的工作原理基于物质受到 X 射线激发后所产生的特征荧光光谱。当 X 射线照射到样品上时，样品中的原子内层电子被激发，产生空位，外层电子跃迁填补空位时会释放出具有特定能量的荧光 X 射线。这些荧光 X 射线的能量和强度与样品中元素的种类和含量直接相关。通过对这些荧光光谱的测量和分析，就能够确定样品中元素的组成和含量。

XRF 技术具有众多突出优点。首先，其分析速度极快。相较于传统的化学分析方法，XRF 能够在短时间内对样品进行快速扫描和分析，大大提高了工作效率。这在需要进行大量样品检测的情况下，如对焦化厂生产过程中的中间产物和最终产品的质量监控，具

有重要意义。其次，XRF 技术能够实现多元素同时测定。在一次分析过程中，可以同时获取多种元素的信息，无需对样品进行多次处理和分别检测。这对于复杂样品，尤其是像焦炭这样包含多种元素的物质，能够提供全面、准确的元素组成分析，极大地节省了时间和人力成本。

### 2.2 气相色谱 - 质谱联用 (GC-MS)

气相色谱 - 质谱联用 (GC-MS) 是一种将气相色谱的高效分离能力与质谱的高灵敏度和强大定性能力相结合的分析技术，在复杂有机混合物的分析中发挥着关键作用。

气相色谱部分能够根据化合物在固定相和流动相之间的分配系数差异，实现对混合物中各组分的有效分离。不同的化合物在色谱柱中停留的时间不同，从而依次流出色谱柱，形成独立的色谱峰。然而，气相色谱虽然能够分离化合物，但对于某些结构相似或未知的化合物，其定性能力存在一定的局限性。

质谱部分则通过对离子化后的化合物分子进行质量分析，提供丰富的分子结构信息。根据化合物分子在电场或磁场中的运动规律，质谱仪可以测量离子的质荷比 ( $m/z$ )，从而确定化合物的分子量和分子结构。当与气相色谱联用后，从色谱柱流出的各组分依次进入质谱仪进行检测和分析。

GC-MS 技术在煤焦油中各类芳香烃、杂环化合物的定性和定量分析中表现出色。煤焦油是一种成分极其复杂的混合物，包含了众多的芳香烃、酚类、吡啶类等化合物。通过 GC-MS 的联用，能够首先将煤焦油中的各种化合物有效地分离，然后利用质谱的精确定性能力，确定每种化合物的分子结构和含量。

### 2.3 电感耦合等离子体质谱 (ICP-MS)

电感耦合等离子体质谱 (ICP-MS) 是一种具有极高灵敏度的分析技术，在检测极低浓度元素方面展现出了卓越的性能。

ICP-MS 的工作原理是将样品引入高温等离子体中，使样品中的原子被电离成离子。这些离子经过一系列的质量筛选和检测，最终根据离子的质荷比确定元素的种类和含量。由于其能够检测到非常少量的离子，因此对于极低浓度的元素也能够进行准确的测定。

在对焦化厂废水和煤气中微量重金属元素的检测方面，ICP-MS 表现出色。焦化厂的生产过程中，废水和煤气可能会含有微量的重金属元素，如汞、镉、铅等。这些重金属元素即使含量极低，也可能对环境和人体健康造成严重危害。

### 3 新型化学分析技术在焦炭质量检测中的应用

#### 3.1 测定焦炭中的微量元素

在焦炭质量检测中，准确测定其中的微量元素对于全面评估焦炭的品质和用途具有至关重要的意义。利用电感耦合等离子体质谱（ICP-MS）技术，能够实现对焦炭中诸如镍、铬、铅等微量元素的精确测定。

镍元素在焦炭中的存在会对其在某些特定工业应用中的性能产生影响。例如，在高炉炼铁过程中，焦炭中的镍含量过高可能会影响铁水的成分和质量。通过 ICP-MS 技术，可以灵敏地检测到极低浓度的镍，从而为控制焦炭中的镍含量提供准确的数据支持。

铬是另一种常见的微量元素，其在焦炭中的含量对于焦炭的燃烧特性和环境影响具有一定的指示作用。如果焦炭中的铬含量超标，在燃烧过程中可能会释放出有害的铬化合物，对环境和人体健康造成潜在威胁。ICP-MS 能够精确测定铬的含量，有助于评估焦炭的环境友好性。

铅元素虽然在焦炭中的含量通常较低，但由于其具有较强的毒性和累积性，即使微量的存在也不容忽视。利用 ICP-MS 技术的高灵敏度，可以准确检测到焦炭中痕量的铅，为保障产品质量和环境安全提供关键信息。

#### 3.2 焦炭灰分成分分析

焦炭的灰分成分分析对于深入了解焦炭的性质和质量具有重要意义。通过 X 射线荧光光谱分析（XRF）技术，可以快速、准确地确定灰分中各种氧化物的组成和含量。

灰分中的氧化物种类繁多，常见的有二氧化硅（ $SiO_2$ ）、氧化铝（ $Al_2O_3$ ）、氧化铁（ $Fe_2O_3$ ）、氧化钙（ $CaO$ ）等。这些氧化物的含量和比例直接影响焦炭的熔点、热稳定性和化学反应性。

以二氧化硅为例，其含量较高时可能会增加焦炭的脆性，降低其在高温环境下的强度。通过 XRF 技术，可以快速测定二氧化硅的含量，为评估焦炭的高温使用性能提供重要依据。

氧化铝在灰分中的存在会影响焦炭的耐磨性和抗侵蚀性。准确了解氧化铝的含量，有助于优化焦炭的生产工艺，提高其在特定工业应用中的耐久性。

氧化铁的含量则与焦炭的氧化倾向相关。较高含量的氧化铁可能导致焦炭在储存和使用过程中更容易发生氧化反应，从而影响其质量和性能。

例如，某焦化厂为了提高焦炭产品的质量，对不同批次的焦炭灰分进行了 XRF 分析。结果发现，其

中一批焦炭的灰分中氧化钙含量明显高于其他批次。经过进一步调查，发现是在炼焦过程中使用的添加剂出现了问题。通过调整添加剂的种类和用量，并结合 XRF 技术的持续监测，成功地控制了灰分中氧化物的组成和含量，提高了焦炭的整体质量和稳定性。ICP-MS 技术在测定焦炭中的微量元素方面以及 XRF 技术在焦炭灰分成分分析中都发挥着重要作用，为焦化厂优化生产工艺、提高焦炭质量提供了有力的技术支持。

### 4 新型化学分析技术的经济性分析

#### 4.1 降低检测成本

新型化学分析技术通常具有更高的自动化程度和检测效率，减少人力和时间成本。相比传统方法，仪器的维护和运行成本也有所降低。

#### 4.2 提高生产效率与效益

快速准确的质量检测结果能够帮助企业及时调整生产工艺和参数，大幅缩短检测时间，提高生产效率，最大程度的减少次品率，提高生产效率，从而增加经济效益。

#### 4.3 优化资源配置

通过新型化学分析技术对煤焦油质量的精确评估，可以更合理地分配资源，选择最优的加工方案，提高资源利用效率，为焦化厂的产品质量控制、生产过程优化以及环境保护提供了强大的技术支持。

#### 4.4 降低环境治理成本

准确的质量检测有助于企业控制污染物的排放，降低环境治理成本。例如，某煤焦油加工企业采用了新型化学分析技术后，检测时间从原来的数天缩短至几个小时，人力成本降低了 30%，生产效率提高了 20%，每年节省的成本达到数百万元。

### 5 结论

新型化学分析技术在焦化厂产品质量检测中发挥着越来越重要的作用。尽管在应用过程中面临一些挑战，但随着技术的不断发展和完善，其优势将更加明显。焦化厂应积极引进和应用这些新技术，不断提高产品质量检测水平，以适应市场竞争和环保要求，实现可持续发展。

#### 参考文献：

- [1] 吴星五, 唐秀华, 朱爱莲, 等. 电化学杀藻水处理实验 [J]. 工业水处理, 2002(08):06.
- [2] 张中豪. 空气中沥青烟的浓度测定及其治理 [J]. 化学世界, 2000(01):13.
- [3] 崔灵杰, 魏爱华, 刘振宏, 等. 沥青烟治理的实践 [J]. 河南冶金, 2000(02):24-27.