

# 化学分析方法在环境污染物检测中的应用

石力伟<sup>1</sup> 缪钧杰<sup>2</sup>

1. 宁波中科检测技术服务有限公司 浙江 宁波 315105

2. 宁波市华测检测技术有限公司 浙江 宁波 315048

**摘要:** 本文首先讨论了环境检测中化学分析方法的主要特征, 包括其能够提供准确和可靠的结果, 对各种类型的污染物具有广泛的适用性, 以及需专门的设备和技术来确保结果的准确性。接着, 强调了化学分析方法在环境检测中的重要性, 特别是在识别和定量污染物, 评估环境质量, 以及制定有效的环保政策方面。最后, 详细地探讨了化学分析方法在环境污染物检测中的应用, 包括大气、水和土壤中的污染物。

**关键词:** 化学分析方; 环境污染物; 检测中的应用

## 引言

环境污染物对人类和生态系统的影响已经引起了全球的关注。为有效地识别、定量和控制这些污染物, 需使用科学且精确的分析方法。化学分析方法由于其高灵敏度、准确性和可靠性, 被广泛应用于环境污染物的检测中。本文将探讨环境检测中化学分析方法的特征, 其在环境检测中的重要性, 以及在环境污染物检测中的应用。

### 1 环境检测中化学分析方法的特征

#### 1.1 多样性

(1) 气相色谱法是种常用的环境样品中挥发性有机物和非挥发性有机物的检测方法。气相色谱法根据固定相和流动相的性质, 将样品中的各种化合物分离, 通过测定各组分在固定相和流动相之间的分配系数, 实现对样品中目标化合物的定量和定性分析。气相色谱法广泛应用于环境空气中的有机污染物、室内空气质量、土壤和水体中的挥发性有机物等检测。(2) 液相色谱法是种广泛应用的分离和分析技术, 通过将待测样品与固定相相互作用, 使目标化合物在固定相和流动相之间分配, 从而实现分离和检测。液相色谱法具有分离效果好、灵敏度高、速度快等优点, 适用于环境水样、土壤样、生物样等多种类型的样品分析。常见的液相色谱法包括液-固吸附色谱法、液-液分配色谱法、离子交换色谱法等。(3) 原子吸收光谱法和原子荧光光谱法是利用原子吸收或荧光猝灭原理, 对溶液中微量金属元素或非金属元素进行分析的方法。(4) 电化学分析法是利用电化学反应原理, 通过对电极表面的电流响应进行分析, 实现对溶液中化学物质的定量和定性分析。电化学分析法包括电位滴定法、循环伏安法、电导滴定法等。(5) 紫外-可见分光光度法是通过测量溶液对紫外-可见光的吸收特性, 实现对溶液中化学物质的定量和定性分析<sup>[1]</sup>。紫外-可见

分光光度法包括比色法、分光光度法等, 适用于环境水样、土壤样、生物样等多种类型的样品分析。

#### 1.2 高精度

化学分析方法具有较高的测量精度, 能对微量的污染物进行准确测定。例如, 气质联用技术能检测到ppb级别的有机物浓度; 液相色谱-质谱联用技术能对复杂样品中的多种化合物进行同时检测, 提高了检测结果的准确性。此外, 许多化学分析方法还能通过加入内标、外标等质量控制措施, 进一步提高测量结果的准确性。

#### 1.3 灵敏度高

化学分析方法具有较强的灵敏度, 能检测到低浓度的污染物。例如, 离子选择电极法能检测到0.1μg/L的铅离子浓度; 原子荧光光谱法能检测到0.1μg/L的汞离子浓度。这些方法在环境监测中具有重要应用价值, 有助于及时发现环境问题。然灵敏度高的同时也意味着对样品处理条件的严格要求, 如样品的稀释倍数、提取时间等, 否则可能导致检测结果的偏差。

#### 1.4 选择性好

化学分析方法通常具有较好的选择性, 能根据需选择特定的化合物进行分析。例如, 气相色谱法能选择不同的固定相和流动相, 对不同化合物进行分离和检测; 液相色谱法能选择不同的洗脱剂, 对特定化合物进行洗脱和检测。这种选择性使化学分析方法在环境监测中具有更高的准确性和可靠性。然选择性好的同时也意味着实验条件的局限性, 如固定相的选择、洗脱剂的使用等, 需根据具体样品进行优化调整。

#### 1.5 实时性强

许多化学分析方法具有较强的实时性, 能在短时间内完成样品的处理和分析。例如, 原子吸收光谱法、原子荧光光谱法等方法能实现在线监测, 对污染物进行实

时测定。这种实时性使化学分析方法在环境监测中具有更高的工作效率。然实时性强的同时也可能面临设备成本较高的问题,需根据实际需求进行权衡。

### 1.6 操作简便

化学分析方法通常操作简便,易于掌握。实验人员经过一定的培训即可掌握相应的操作技能,进行样品分析和数据处理。此外,许多化学分析仪器已经实现了自动化操作,进一步降低了操作难度。然操作简便并不意味着无需专业知识,对于复杂的样品或复杂的仪器设备,仍需专业人员进行操作和维护<sup>[2]</sup>。

### 1.7 成本较低

虽然高级化学分析仪器的设备成本较高,但在使用过程中,由于其较高的灵敏度、准确性和选择性,使样品处理量相对较小,实验成本低。同时通过合理的实验室布局和管理,能降低实验成本,提高资源利用率。因此,在实际环境检测中,需根据具体情况选择合适的化学分析方法,以提高检测结果的准确性和可靠性。

## 2 化学分析方法在环境检测中的重要性

### 2.1 污染物定量分析

环境样品中的各种污染物含量较低,通常需采用化学分析方法对其进行定量分析。这些方法能通过测定样品中污染物的浓度,为环境保护和污染治理提供科学依据。例如,大气中的SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>等污染物,水体中的重金属离子、有机污染物等,都需通过化学分析方法进行定量分析。对于SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>的分析,常用方法是红外光谱和化学发光光谱,这两种方法能准确地测定出样品中SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>的浓度。而对于水体中的重金属离子和有机污染物,常用方法是原子吸收光谱、电感耦合等离子体质谱和气相色谱质谱联用。这些方法能准确地测定出样品中的重金属离子和有机污染物的浓度。

### 2.2 污染物定性分析

环境样品中的污染物种类繁多,需对其性质进行分析,以确定污染物的种类。化学分析方法能通过化学反应和物理性质的变化,对污染物进行定性分析。例如,水体中的有机物、重金属离子等,需通过化学分析方法进行定性分析,以确定其种类和含量。对于有机物的分析,常用方法是气相色谱和液相色谱。这两种方法能根据样品中有机物的物理化学性质,如沸点、极性、分子量等,将其与其他物质区分开来。而对于重金属离子的分析,常用方法同样是原子吸收光谱和电感耦合等离子体质谱。这两种方法能根据样品中重金属离子的物理化学性质,如原子序数、离子半径、电荷状态等,将其与其他物质区分开来。

### 2.3 污染物形态分析

环境样品中的污染物可能存在不同的形态,如气态、液态、固态等。化学分析方法能通过气相色谱、液相色谱、红外光谱等技术,对污染物的形态进行分析。例如,大气中的VOCs需通过气相色谱技术进行分析,以确定其形态和来源。对于VOCs的形态分析,常用方法是气相色谱-质谱联用和傅里叶变换红外光谱<sup>[3]</sup>。这两种方法能从不同的角度对VOCs的形态进行分析:GC-MS能从微观层面确定VOCs的分子结构,而FTIR则能从宏观层面确定VOCs的分子振动模式。这两种方法的结合使用,能更准确地确定VOCs的形态和来源。

### 2.4 污染物生态毒性评价

环境样品中的污染物可能对生态系统产生毒性作用,需进行生态毒性评价。化学分析方法能通过动物实验、细胞实验等方法,对污染物的生态毒性进行评价。例如,水体中的有机污染物需通过生态毒性实验进行评价,以确定其对水生生物的影响。对于有机污染物的生态毒性评价,常用方法是生态毒理学实验。这种实验通常包括小鼠口服试验、鱼类急性毒性试验、鸟类急性毒性试验等。这些实验能通过观察动物的生长情况、繁殖能力、死亡率等指标,来评估有机污染物对生态系统的影响。此外,细胞实验也是种重要的评价方法。这种方法通常通过将有机污染物加入培养细胞中,观察细胞的生长情况、分裂情况、死亡情况等指标,来评估有机污染物对生态系统的影响。

## 3 化学分析方法在环境污染物检测中的应用

### 3.1 大气环境污染物检测

大气污染物主要包括颗粒物、氮氧化物、二氧化硫和臭氧等。(1)气相色谱法。气相色谱法是种高效、快速的分离和定量分析技术,适用于大气颗粒物、SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>等污染物的分析。其基本原理是利用不同物质在固定相和流动相之间的分配系数差异,实现物质的分离和定量分析。GC具有灵敏度高、准确度高、操作简便等优点。(2)液相色谱法。液相色谱法主要用于大气中的SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>等污染物的分析。其基本原理是利用样品中各组分在固定相和流动相之间的分配系数差异,实现物质的分离和定量分析。LC具有分离效果好、灵敏度高、准确度高等优点。(3)原子吸收光谱法。原子吸收光谱法主要用于大气中的重金属污染物的分析。其基本原理是利用样品中各元素原子吸收特定波长的光,根据吸收光强度与浓度之间的关系,实现元素的定量分析。AAS具有灵敏度高、准确度高、选择性好等优点。(4)紫外可见分光光度法。紫外可见分光光度法主要用于大气中的有

机污染物（如挥发性有机物）的分析。其基本原理是利用样品中各组分对特定波长的光的吸收或散射特性，实现物质的定量分析。UV-Vis具有操作简便、灵敏度高、选择性好等优点。

### 3.2 水体环境污染物检测

水体污染物主要包括重金属离子、有机污染物和营养盐等。（1）原子荧光光谱法。原子荧光光谱法主要用于水体中的重金属离子的分析。其基本原理是利用样品中各元素原子吸收特定波长的光，然后通过激发态跃迁到不稳定的激发态，再回到基态时发射特定波长的特征荧光，根据荧光强度与浓度之间的关系，实现元素的定量分析。AFS具有灵敏度高、准确度高、选择性好等优点<sup>[4]</sup>。（2）电感耦合等离子体质谱法。电感耦合等离子体质谱法主要用于水体中的有机污染物和营养盐的分析。其基本原理是利用电感耦合等离子体产生的高温等离子体作为溶剂，将样品中各组分分解成离子态，然后通过质谱仪进行分离和检测，根据质谱图与标准谱图的比对，实现元素的定量分析。ICP-MS具有灵敏度高、准确度高、选择性好等优点。（3）离子色谱法和滴定法。离子色谱法主要用于水体中的重金属离子和营养盐的分析。其基本原理是利用离子交换柱将样品中的离子分离出来，然后通过检测器进行检测，根据检测结果进行定量分析。滴定法则是通过滴定试剂与待测物质发生反应，根据反应产物的浓度变化实现待测物质的定量分析。IC和滴定法具有操作简便、灵敏度高等优点。

### 3.3 土壤环境污染物检测

土壤污染物是指在土壤中存在的，由于人类活动或自然过程产生的对环境或人类健康有害的物质。这些污染物主要包括重金属离子、有机污染物（如挥发性有机物）和农药残留等。这些污染物的检测对于环境保护和食品安全具有重要意义。（1）原子荧光光谱法是种基于原子荧光光谱原理的分析方法，能用于测定土壤中的重金属元素。这种方法的优点是灵敏度高、准确度高，能检测到非常低浓度的金属元素。但是，AFS的缺点是设

备复杂、成本高，需专业的操作人员进行操作。（2）电感耦合等离子体质谱法是种基于质谱分析原理的分析方法，能用于测定土壤中的多种元素。这种方法的优点是分析速度快、结果准确，能同时检测多种元素。但是，ICP-MS的缺点是需使用高纯试剂，成本较高。（3）气相色谱法是种基于气相色谱原理的分析方法，能用于测定土壤中的有机污染物。这种方法的优点是分析速度快、结果准确，能同时检测多种有机污染物。但是，GC的缺点是需使用高纯试剂，成本较高。（4）滴定法是种基于化学反应原理的分析方法，能用于测定土壤中的某种物质<sup>[5]</sup>。这种方法的优点是操作简单、成本低，但是分析速度慢，准确度较低。

### 结束语

综上所述，化学分析方法在环境污染物检测中扮演着至关重要的角色。其高灵敏度、准确性和可靠性的特征使其成为评估和控制环境污染的有效工具。然而，尽管化学分析方法的潜力巨大，但其应用仍受到设备成本、技术复杂性和时间效率等因素的限制。因此，未来的研究需要继续探索和发展更有效、更快速的化学分析方法，以便更好地应对日益严重的环境问题。同时我们也需要提高公众对环境污染物检测重要性的认识，以促进更好的环境保护行动。

### 参考文献

- [1]张玲玲, 化学分析方法在环境检测中的应用[J].化工设计通讯, 2021, 47(07): 188-189.
- [2]陈琪, 刘书光.化学分析方法在环境检测中的应用[J].化工设计通讯, 2020, 46(04): 231+235.
- [3]贺丽.分析化学在建筑环境检测中的应用[J].科技资讯, 2019, 17(34): 72-73.
- [4]路红华.化学分析方法在环境检测中的应用研究[J].化纤与纺织技术, 2021, 50(03): 79-80.
- [5]刘力.化学分析方法在环境监测中的应用探讨[J].中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(22): 63-65.