

# 化学检测在环境检测中的应用

孙辉远 汪 洋 王 勤

内蒙古自治区产品质量检验研究院 内蒙古 呼和浩特 010070

**摘 要：**随着环境问题日益受到关注，环境检测成为环境保护的关键环节。化学检测在其中发挥着极为重要的作用，其涵盖多种检测方法，如化学发光检测方法可通过特定化学反应产生的光信号对物质进行定量分析；原子吸收检测方法能精准测定特定元素含量；等离子体发射光谱检测方法可同时检测多种元素；离子色谱检测方法适用于离子态物质检测；重铬酸钾法常用于测定化学需氧量等。这些方法广泛应用于检测空气中污染物含量、水中重金属、污染微量元素以及超痕量污染等方面，为环境质量评估、污染治理等提供了科学依据与数据支撑。

**关键词：**化学检测；在环境检测；中的应用

**引言：**环境检测对于维护生态平衡、保障人类健康和推动可持续发展具有不可替代的意义。它能够及时、准确地反映环境质量状况，为制定合理的环保政策和污染治理措施提供关键数据。化学检测作为环境检测的核心技术手段之一，拥有多种先进且有效的检测方法。从化学发光检测利用物质发光特性，到原子吸收检测对元素的高度选择性测定，再到等离子体发射光谱检测的多元素同时分析能力，以及离子色谱检测对离子物质的高效分离检测，还有重铬酸钾法在特定物质测定中的经典应用，它们共同构成了化学检测在环境监测中的重要技术体系，在不同环境介质的检测中发挥着独特且不可或缺的作用。

## 1 环境检测的意义

(1) 环境检测能够精准地反映环境质量现状。通过对大气、水、土壤等环境介质中各种污染物的种类、浓度及分布情况进行系统监测与分析，我们可以全面了解环境的健康程度。例如，对空气中二氧化硫、氮氧化物、颗粒物等指标的检测，能直观呈现大气污染的程度，判断空气质量是否达标，是否会对人体呼吸系统、心血管系统等造成危害；对水体中化学需氧量、氨氮、重金属离子等的测定，可明确水质状况，确定其是否适宜饮用、农业灌溉或工业用水，为水资源的合理开发与保护提供依据。(2) 环境检测为环境科学研究提供了丰富的数据支持。科研人员借助长期积累的检测数据，深入探究环境污染的形成机制、迁移转化规律以及生态效应。例如，研究土壤中重金属污染物在不同土壤类型、气候条件和土地利用方式下的迁移路径与生物有效性，有助于建立更精准的环境模型，预测环境污染的发展趋势，为制定科学有效的环境政策和法规提供理论基础。(3) 它是环境管理与决策的有力依据。政府部门依据环

境检测数据评估环境质量是否符合环境功能区划要求，及时发现环境问题的热点区域和主要污染源，从而有针对性地制定污染防治规划、总量控制目标和环境标准等。例如，当检测发现某区域工业废气排放导致空气质量严重下降时，可责令相关企业整改，调整产业结构，限制污染物排放总量，实现环境与经济的协调发展<sup>[1]</sup>。

## 2 化学检测在环境监测中的检测方法

### 2.1 化学发光检测方法

其原理基于化学反应过程中产生的光辐射现象，当特定的化学反应发生时，反应体系中的某些物质会从激发态跃迁回基态，在此过程中释放出光子，通过检测光子的强度或数量，便能确定反应物或相关物质的含量。在实际应用中，它具有诸多显著优势。首先是极高的灵敏度，能够检测到极低浓度的污染物，对于环境中痕量物质的监测表现出色。例如在大气环境监测中，可用于检测空气中的氮氧化物、臭氧以及一些挥发性有机化合物等。以检测氮氧化物为例，利用NO与O<sub>3</sub>反应产生化学发光的特性，通过精确测量发光强度，能够准确测定大气中氮氧化物的含量，对评估大气污染程度和来源解析有着重要意义。其次，化学发光检测方法具有快速响应的特点，能够在短时间内完成检测分析，适用于对环境污染物的实时监测。这在工业废气排放监测等场景中尤为关键，可以及时发现超标排放情况并采取相应措施。此外，该方法相对操作简便，不需要复杂的样品预处理过程，减少了分析误差的引入。

### 2.2 原子吸收检测方法

当待测元素的化合物在高温火焰或石墨炉等原子化器中被解离成原子蒸气后，这些原子会选择性地吸收由空心阴极灯或无极放电灯发射出的特定波长的光。由于原子对光的吸收程度与原子浓度成正比，通过测量吸光

度的大小,就能依据朗伯-比尔定律精确计算出待测元素在环境样品中的含量。在环境监测应用中,原子吸收检测方法展现出卓越的元素选择性。它能够精准地测定环境样品中多种金属元素,如铅、镉、汞、铜、锌等。在水质监测方面,可用于检测饮用水源、地表水、工业废水等水体中的重金属污染情况,有效评估水质是否符合相应标准,保障水资源安全。对于土壤环境监测,它能确定土壤中重金属的含量水平,帮助判断土壤污染程度及其对农作物生长和生态环境的潜在影响。该方法的灵敏度较高,能够检测到极低浓度的金属元素,即使在复杂的环境样品基质中也能准确识别目标元素。同时,原子吸收光谱仪操作相对简便,分析速度较快,数据准确性和重复性良好,为环境监测工作提供了可靠、高效的技术支持,在环境质量评估、污染溯源以及污染治理效果评估等方面发挥着不可或缺的作用。

### 2.3 等离子体发射光谱检测方法

其原理是利用电感耦合等离子体(ICP)作为激发源,使样品中的元素原子化并被激发至高能态,当这些激发态原子跃迁回基态时,会发射出具有特定波长的光辐射。这种检测方法具有多元素同时分析的显著优势。它能够一次性对环境样品中的多种元素进行测定,无论是金属元素还是部分非金属元素,都可在同一测试过程中完成检测,大大提高了分析效率。例如在土壤环境监测中,可同时检测出土壤里的铁、锰、铝、硅以及一些重金属元素如铬、镍、砷等的含量,全面了解土壤的元素组成和污染状况。在水质检测方面,等离子体发射光谱检测可用于分析饮用水、地表水、工业废水等中的各类元素,快速确定水中的金属离子浓度,评估水质是否受到工业排放、矿山开采等人类活动的污染影响。其检测灵敏度高,能够检测到痕量甚至超痕量水平的元素,为环境中微量污染物的监测提供了有力保障。

### 2.4 离子色谱检测方法

其基于离子交换原理,利用离子交换树脂对不同离子具有不同亲和力的特性来实现分离。样品溶液进入离子色谱仪后,在淋洗液的携带下通过分离柱,不同离子依据与树脂的交换平衡差异而在柱内迁移速度不同,从而依次流出分离柱并进入检测器。常见的检测器有电导检测器等,通过检测离子的电导率变化来确定离子种类和浓度。在环境监测应用中,它对于阴离子和阳离子的检测都极为有效。例如在水质监测方面,能够精准测定水中的氟离子、氯离子、硫酸根离子、硝酸根离子、铵根离子等常见离子的含量,可用于评估水体的盐度、酸碱度以及是否受到工业废水、生活污水等污染。在大气

环境监测中,可对大气颗粒物、酸雨等样品中的水溶性离子成分进行分析,了解大气污染的化学组成和来源。离子色谱检测方法具有选择性好的特点,能够在复杂的环境样品基质中准确分离目标离子。其灵敏度较高,可检测到低浓度的离子,并且分析速度较快,一次进样能在较短时间内完成多种离子的分析

### 2.5 重铬酸钾法

重铬酸钾法在环境检测中主要用于测定化学需氧量(COD),是衡量水体有机污染程度的关键方法。其原理是在强酸性溶液中,以重铬酸钾为氧化剂,将水样中的还原性物质(主要是有机物)氧化。过量的重铬酸钾以试亚铁灵为指示剂,用硫酸亚铁铵标准溶液回滴,根据所消耗的重铬酸钾量计算出COD值。在反应过程中,重铬酸钾中的铬元素从+6价被还原为+3价,而有机物被氧化成二氧化碳和水等。在水环境监测中,重铬酸钾法具有重要意义。它能够快速、有效地评估工业废水、生活污水以及受污染地表水等水体的污染程度。通过测定COD,可以了解水中有机污染物的大致含量,判断水体是否达到相应的水质标准,从而为污水处理厂的工艺设计、运行管理以及环境监管部门的执法监督提供关键数据支持。例如,在工业聚集区的污水处理过程中,利用重铬酸钾法定期监测进、出水的COD,可及时调整处理工艺参数,确保处理效果达标排放,防止高浓度有机废水对受纳水体造成严重的生态破坏。该方法具有较高的准确性和重复性,试剂相对稳定、易于保存,虽然操作过程中需要使用强酸等化学试剂,存在一定危险性,但在严格遵循操作规程的情况下,依然是环境检测领域测定COD的经典且常用的方法之一<sup>[2]</sup>。

## 3 化学检测在环境监测中的应用

### 3.1 对空气中污染物含量进行检测

针对常见的空气污染物如二氧化硫、氮氧化物、颗粒物和挥发性有机化合物等,均有相应的化学检测方法。例如,测定二氧化硫时可采用甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法,二氧化硫被甲醛缓冲溶液吸收后与副玫瑰苯胺反应生成有色络合物,通过分光光度计测定其吸光度从而确定二氧化硫含量。对于氮氧化物,化学发光法应用广泛,NO与O<sub>3</sub>反应产生化学发光,根据发光强度可对氮氧化物定量分析。在颗粒物检测上,重量法是基础方法,通过采样器收集一定体积空气中的颗粒物,称重得出质量浓度;同时借助X射线荧光光谱法等可分析颗粒物的元素组成,了解其来源。而对于挥发性有机化合物,气相色谱-质谱联用法效果显著,先将空气样品采集到吸附管或罐中,经前处理后用GC-MS分析,能准确

测定多种VOCs的种类和含量。这些化学检测方法相互配合,不仅能精确检测出空气中各类污染物的含量,还能研究空气污染的来源、形成机制以及评估其对人体健康和生态环境的影响提供详实的数据支持,助力制定科学有效的空气污染防治策略。

### 3.2 对水中的重金属进行检测

原子吸收光谱法是常用的方法之一,其原理是使水样中的重金属原子化,当特定波长的光通过原子蒸气时,重金属原子会吸收特定波长的光,根据光的吸收程度与原子浓度的正比关系,测定吸光度即可确定重金属含量。例如测定水中铅、镉等重金属,该方法具有灵敏度高、选择性好的特点,能有效排除其他物质的干扰,准确检测出低浓度的重金属。电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-AES)也在水中重金属检测中发挥重要作用。它利用电感耦合等离子体使水样中的金属元素原子化并激发,产生特征发射光谱,通过检测光谱的波长和强度来确定元素种类与含量。此方法可同时测定多种重金属元素,如铜、锌、镍等,大大提高了检测效率。

### 3.3 对污染微量元素进行检测

离子色谱法在这方面表现出色,它基于离子交换原理,可对多种污染微量元素以离子形态存在的物质进行分离检测。例如对于水中的氟离子、氯离子、溴离子、亚硝酸根离子、硝酸根离子等微量元素,离子色谱能够精确分析其含量。通过将水样注入离子色谱仪,在淋洗液的作用下,不同离子在色谱柱中以不同速度迁移,最终被检测器检测并定量。原子吸收光谱法同样适用,其对于一些金属微量元素如锌、锰、铜等有很好的检测效果。通过将水样进行适当处理,使微量元素原子化,利用元素特定的吸收光谱线,测量其对特征光的吸收程度,从而确定元素在水样中的浓度。这种方法灵敏度高,能检测到极低含量的微量元素,在土壤、水体等环境样品检测中广泛应用。

### 3.4 对超痕量污染进行检测

电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)是超痕量污染

检测的利器。它能使样品在高温等离子体中离子化,然后利用质谱仪根据质荷比分离并检测离子。该方法对多种元素的检测限极低,可达皮克甚至飞克级,可精准测定环境样品中如汞、砷、硒等超痕量重金属以及一些有机污染物中的微量有害元素。例如在检测深海沉积物中的超痕量重金属污染时,ICP-MS能够在复杂的基质中准确识别并定量极低浓度的目标元素,为研究海洋污染历史和现状提供可靠数据。此外,气相色谱-高分辨质谱联用法(GC-HRMS)在超痕量有机污染物检测方面表现卓越。它先通过气相色谱对复杂有机混合物进行高效分离,再由高分辨质谱精确测定各组分的分子结构和含量。对于环境中的持久性有机污染物(POPs),如多氯联苯、二噁英等超痕量物质,GC-HRMS可在极低浓度下准确检测,其分辨率高,能有效区分结构相似的化合物,为追踪污染源、评估生态风险提供了有力依据<sup>[3]</sup>。

### 结束语

化学检测在环境检测领域扮演着举足轻重的角色,是我们洞察环境质量状况的“火眼金睛”。通过对多种化学检测方法的运用,我们能够精准地剖析大气、水体、土壤等环境要素中的各类污染物,从常见的重金属到微量甚至超痕量的有害成分。这些检测成果不仅为环境质量评价绘制出精准的“画像”,也为污染治理指明了方向。在未来,随着科技的持续进步,化学检测技术必将不断革新与完善,其检测精度、速度和广度都将进一步提升,从而为守护我们的绿色家园提供更加强有力的保障,让人与自然在和谐共生的道路上稳步前行。

### 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]王琼琼.关于环境监测课程的科学化实践的思考与探讨[J].广东化工,2021,48(18):276.
- [3]邓梓枫.环境检测技术存在的问题及对策研究[J].广东化工,2016,43(13):204-205.