

浓度均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》中第一类用地筛选值。地下水监测指标除浊度外,其余指标浓度均满足《地下水质量标准》Ⅲ类水要求,而浊度作为感官性状指标,其超标不构成毒理学健康风险。综合评价表明,该地块土壤和地下水环境质量总体良好,人体健康风险可接受,不属于污染地块,能够满足后续规划为敏感用地的开发建设需求。

## 4 驱动机制、不确定性与管理启示

### 4.1 污染成因与驱动机制探讨

污染空间分布特征与历史用地活动存在明确的响应关系:农业种植区及交通密集区是石油烃和特征重金属的主要来源,其污染分布受原材料搬运路径及农药化肥使用位置等生产活动空间布局的影响;工业活动区由于主要为轻工业,区域均设置了地面硬化及其他防腐防渗措施,且生产活动中产生的“三废”均采取合理的防治措施治理,反而降低了通过地面漫流、大气沉降、垂直入渗等土壤和地下水污染途径的风险;而大面积堆填土因来源复杂及潜在污染物输入,成为另一种重要的面源污染来源。水文地质条件显著影响污染物的迁移与归宿:地块内上层填土和粘土层在一定程度上阻滞了污染物的垂向下渗,避免土壤及地下水遭受污染;地下水整体自西北向东南的流向则控制了污染物在含水层中的潜在扩散方向,使主要污染斑块集中于污染源下游,限制了其侧向迁移范围。历史活动决定污染物的“源”,水文地质条件控制“汇”与“路径”,两者共同形成了该地块“土壤局部富集、地下水未形成连续污染羽”的独特污染分布格局<sup>[1]</sup>。

### 4.2 调查过程的不确定性分析

调查过程中的不确定因素主要包括三类:一是由于年代久远、企业倒闭、档案管理不善等原因,尽管通过人员访谈结合多渠道资料查证,部分时期农作物农药、工业原辅材料的使用种类及用量仍无法考证,可能导致个别潜在污染物被遗漏。二是虽然采样方案采用判断布点与系统布点相结合的方式,但针对有代表性的点位进行采样及检测,结果仅代表同一性质片区,具有以点带面的特征;有限的采样点位密度可能无法完全捕捉污染物空间分布的微观变异性,这对于精确划定污染热点边界、识别非常规污染物或评估污染物的

精确体量带来了挑战。三是实验室检测无法涵盖样品中的所有物质,其检测精度受检测设备的影响,部分未检出污染物可能是浓度低于当前仪器检出能力而非绝对不存在。

### 4.3 对地块环境管理的启示

基于本案例的研究与分析,结合当前土壤污染调查行业的普遍问题,提出下列管理启示:首先,对现有调查技术规范的建议包括:建立系统化的历史活动信息收集与验证程序,要求通过多方访谈、历史影像与工商、环保等资料的交叉印证降低污染源识别不确定性;在布点规范中明确针对复合用地特征,制定“分区、分层、分级”的差异化采样指南,提升调查的针对性与效率。其次,复合用地地块的差异化风险管控策略需从单一标准转向基于风险的灵活管理:识别出的污染热点区域即使整体达标,也应纳入后期开发建设的重点关注范围,建议采取工程控制措施并制定长期环境管理计划及制度;历史简单、污染风险低的区域则可简化后续管理,从而实现资源的高效配置。最终,应构建“调查-评估-管控”动态管理体系。

## 5 结语

综上所述,本研究明确了华南“农业-轻工业-建设”复合用地不同阶段的污染源及特征污染物,阐明了污染物空间分布规律,证实污染与历史活动的空间关联性,确定地块环境质量达标且风险可控。同时剖析了污染驱动机制,指出调查不确定性,提出优化调查规范、差异化管控及动态管理体系等建议,既为该地块开发提供依据,也为我国复合历史用地土壤与地下水污染识别、评估及管理提供了可借鉴的方法与思路,有效填补了当前复合历史用地污染研究的空白,对推动城市更新中复杂地块的环境安全保障具有重要现实意义。

### 参考文献

- [1] 欧阳健辉,周鹏.上海某复合材料厂区地块土壤与地下水污染状况初步调查分析与研究[J].广东化工,2023,50(06):137-139+132.
- [2] 王嘉彬,马福俊,向雅芸,等.山西某焦化场地土壤和地下水中特征污染物的空间分布和相关性分析[J/OL].环境工程技术学报,1-11[2025-09-05].
- [3] 赵文浩,高一斐,陈海燕,等.土壤与地下水多要素协同作用人体健康环境基准理论初探[J/OL].生态环境学报,1-14[2025-09-05].

# Discuss the monitoring methods for ozone in ambient air pollutants

Yuan Yue Yingna Liu

Liaoning Province Benxi Ecological Environment Monitoring Center, Benxi, Liaoning, 117000, China

## Abstract

Ozone is a component of air pollutants and a core substance in photochemical smog, possessing strong oxidizing properties that have certain impacts on the environment and human health. Therefore, in environmental management work, it is necessary to strengthen the monitoring of ozone to provide important basis for subsequent prevention and control. The monitoring methods for ozone in environmental air pollutants have now developed quite maturely, mainly divided into national standard methods, automatic monitoring methods, and other methods applicable to different situations. In view of this, this paper conducts research work, briefly outlines the characteristics and hazards of ozone, explores the importance and commonly used monitoring methods of monitoring, and puts forward specific monitoring key points for reference by relevant personnel.

## Keywords

environmental air pollutants; ozone; monitoring methods

# 探讨环境空气中臭氧的监测方法

岳园 刘莹娜

辽宁省本溪生态环境监测中心, 中国 · 辽宁 本溪 117000

## 摘要

臭氧是空气污染物中的组成部分, 是光化学烟雾当中的核心物质, 具备比较强的氧化性, 对环境和人体健康造成一定影响。因此在环境管理工作中, 需要加强对臭氧的监测工作, 可以为后续的防治提供重要依据。环境空气中臭氧的监测方法, 目前已经发展得相当成熟, 主要分为国家标准方法、自动监测方法等多种方法, 适用于不同情况。鉴于此, 开展本文的研究工作, 简单概述臭氧的特点和危害, 探究监测的重要性和常用的监测方法, 并提出具体的监测要点, 以供相关人员参考。

## 关键词

环境空气污染物; 臭氧; 监测方法

## 1 引言

臭氧是大气中氧分子受到太阳辐射分解为氧原子后, 与氧分子结合而形成的, 有着较强的氧化能力。随着近些年工业不断发展, 燃料、涂料等的大量使用, 也会提升空气中臭氧的浓度, 造成臭氧污染。因此环境管理工作中, 需要做好臭氧污染物的监测, 选择自动监测法和手动监测法, 并应用便携式监测设备, 开展全面详细的监测工作, 为防治工作提供重要依据。

## 2 臭氧的特点和危害

空气中的臭氧主要来源于大气环境, 正常大气中还有

极少量的臭氧。污染城市的二氧化硫、氮氧化物产生光化学烟雾的同时, 生成的臭氧浓度会超过大气本底值的几倍甚至几十倍。城市空气中臭氧主要是汽车尾气, 经过光化学催化反应而生成。随着汽车工业的快速发展, 各城市汽车尾气引发的光化学污染水平逐年上升。

臭氧能达到人体呼吸道的深度, 对呼吸器官有强烈的刺激作用。对人体的鼻、脑有刺激, 导致人的眼、鼻、喉发干, 头痛, 时间一长, 中枢神经出现障碍, 思维混乱。臭氧还会阻碍血液的输氧功能, 造成组织缺氧, 使甲状腺功能受损, 骨骼钙化, 引发潜在性的全身影响。臭氧对人体带来了一定的危害, 因此臭氧监测与防治工作迫在眉睫。

【作者简介】岳园 (1982-), 女, 中国辽宁人, 本科, 工程师, 从事生态环境监测研究。



图1 臭氧的形成

### 3 环境空气中臭氧监测的重要性

加强环境空气污染物臭氧监测，有助于保护环境和生态系统，提高环境管理的效率。通过采集臭氧监测数据，用于评估空气质量达标情况，可以判断城市区域的空气质量是否达标，是政府环境治理成效考核的关键指标，同时也能通过区域联防联控监测工作，分析臭氧浓度的时空分布特征，开展追根溯源，精准识别臭氧污染的主要来源，可以为精准治污提供支持。而且臭氧会对植物生产环境等造成一定的危害，通过开展监测工作，分析评估臭氧对植物的损伤以及对农作物的检查情况，可以为保护环境和调整措施提供依据。其次，通过开展长期合理的监测工作，有助于保障公众健康。臭氧并非直接排放的污染物，而是由氮氧化物和挥发性有机物在阳光照射下通过光化学反应生成的，属于光化学烟雾的核心组成部分，对人体的伤害有着隐蔽性和累积性的特点。因此通过开展监测工作，能够发现一些突发情况，及时采取措施，避免对人体造成伤害，而且通过持续监测，划定臭氧污染高风险区域，提醒公众做好健康防护，保障人体健康。

### 4 环境空气中臭氧的监测方法

#### 4.1 自动监测法

自动监测法应用于环境空气污染物臭氧监测中，可获得连续全面的数据，为各项工作提供依据。常用的方法有紫外光度法和化学发光法。紫外光度法是国际上公认的基准方法和标准方法，在我国相关标准中也进行了明确规定。它的应用原理是利用臭氧对波长 254 纳米的紫外光有特征吸收的特性，且吸收强度与臭氧浓度符合朗伯比尔定律<sup>[1]</sup>。在监测的过程中，仪器将紫外线分为两路，一路通过含臭氧的样品气，另一路通过经臭氧去除器去除臭氧的参比气，通过对两路光的强度差异，可以计算出臭氧的具体浓度。该方法

的精度高、灵敏度高、稳定性好，可以自动连续监测实时输出数据。不过对仪器光学部件的稳定性要求高，需要定期校准，而且在高湿度的环境下可能会影响光路的稳定性，进而影响到监测数据。化学发光法是一种常用的方法，基于臭氧与乙烯的气相化学反应，反应产物之一会处于激发态，当它跃迁回基态时，会发出特定波长的光。发光强度与臭氧浓度成正比。仪器通过光电倍增管检测光子的浓度，结合校准曲线换算出臭氧浓度。该方法的灵敏度极高、线性范围宽、响应速度快，适合低浓度臭氧或者高浓度波动的监测。不过需要使用易燃易爆的乙烯气体，因此存在一定的安全隐患。两种方法各有优势，在具体应用中，监测人员要有针对性地选择合适的检测方法，制定详细的方案，便于获得准确的检测结果，判断臭氧的浓度情况。

#### 4.2 手动监测法

在空气污染物臭氧的监测中，也会应用到手工监测法，指的是需要人工操作采样与分析的一种方法。可以用于自动监测仪器的校准、方法验证以及应急补充监测等各个方面。常用的方法有靛蓝二磺酸钠分光光度法，该方法的应用原理是含有臭氧的空气，通过靛蓝二磺酸钠溶液时，臭氧会与之发生化学反应，溶液的蓝色褪去，其颜色的深浅变化与臭氧的浓度有着定量关系<sup>[2]</sup>。可在特定波长下用分光光度计测量吸光度的变化情况，可计算出臭氧的浓度。在采样工作中可以使用多孔玻板吸收管采集一定体积的环境空气，确保臭氧可以与吸收液进行充分的反应。采样以后使用分光光度计，在 610nm 波长下测定吸收液的吸光度，同时测定空白吸收液的吸光度。根据吸光度差值和标准曲线计算出空气中臭氧的浓度。该方法准确可靠是评价自动监测仪器性能的重要依据，而且成本比较低、操作简单、抗干扰能力强，是我国环境监测的标准方法。但无法进行连续监测，采样和分析的过程也比较耗费时间。

#### 4.3 便携式监测

选择便携式仪器开展监测工作，可以快速完成臭氧监测，便携式仪器具有体积小、重量轻、可手持或车载等一系列特点，适合移动检测或者应急响应。例如，可选择电化学传感器，它主要利用臭氧在电极表面的电化学反应产生电流，电流的强度与臭氧的浓度成正比，在具体的监测中，仪器会通过电路将电流信号转化为浓度值<sup>[3]</sup>。响应速度快，不过精度低，抗干扰能力比较差。便携式紫外光度法与紫外光度法的原理一致，不过采用了小型化光学模块与电池供电，有着一定的精度和便捷性，可连续监测，实时显示数据不过检测上限比较低，高浓度下可能出现饱和的情况。在具体应用中，要及时校准紫外臭氧分析仪，按照说明书进行调整，接通电源，待仪器稳定以后，连接臭氧采样管线，开展现场采样工作，计算臭氧的浓度。绘制臭氧分析仪相应值，对臭氧浓度最小二乘法的回归曲线，可以为监测工作提供支持。