

环境空气与废气中常规项目测定的关键点探讨

邱明亮

辽宁省本溪生态环境监测中心

摘要: 环境空气和废气的质量监测是环境保护工作中的关键环节。本文从常规监测项目出发,探讨了影响环境空气与废气质量测定准确性和效率的核心因素,着重分析了样品的采集方法、分析仪器的准确度、方法的适用性及数据处理的标准化等方面。论文旨在为环境监测机构提供提升测定结果可靠性的有效策略,促进环境治理和污染控制水平的提升。

关键词: 环境空气; 废气; 监测; 测定; 分析方法; 数据处理

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2022.09.189

引言

随着工业化和城市化的快速发展,环境污染问题日益严重,尤其是空气和废气污染对人类健康和生态环境产生了极大的负面影响。因此,开展环境空气和废气中的污染物监测,对于评估空气质量、制定污染防治措施和环境标准具有重要意义。文章首先简述了环境空气与废气监测的重要性及其在环境管理中的作用。

一、环境空气中常规监测项目

(一) 悬浮颗粒物

悬浮颗粒物是指悬浮在空气中的固体或液态微粒,其直径大小通常是用于区分不同类别颗粒物的依据。PM₁₀和PM_{2.5}是常见的两类颗粒物监测指标,分别指直径小于或等于10微米(微米)与2.5微米的悬浮颗粒物。PM_{2.5}因其粒径较小,能深入人体的呼吸系统甚至血液循环,对人类健康影响较大,被视为环境监测中的重点项目。悬浮颗粒物的来源包括自然源如土壤扬尘、森林火灾,以及人为源,诸如交通排放、工业生产和建筑施工活动。监测PM₁₀和PM_{2.5}的浓度不仅能够评估空气污染水平,还有助于制定相应的空气质量标准和采取污染防治措施。监测方法通常包括使用大容量采样器或低容量采样器收集空气样品,然后通过重量法测定或使用实时监测仪器如激光散射仪获取数据。实时监测仪器因其能够提供即时监测数据而越来越受到重视。监测数据分析后,将用于评估当地空气质量状况和制定从限制车辆使用到改善工业排放标准等一系列污染防控策略。

(二) 氮氧化物

氮氧化物是指一系列氮和氧气化合而成的气体,主要包括一氧化氮(NO)和二氧化氮(NO₂),这两者在环境空气监测中常常被合称氮氧化物。氮氧化物主要来源于燃料的高温燃烧,如机动车辆排放、工业燃烧和电力生产等过程。氮氧化物是形成城市雾霾的主

要污染物之一,且在光化学反应中能生成臭氧,对人体健康和环境都有着重要影响。氮氧化合物的监测对于空气质量的评估和相关污染防治措施的制定至关重要。目前,氮氧化合物的监测方法主要包括化学发光法、非分散红外吸收法(NDIR)和紫外差分光度法(DOAS)。化学发光法中,NO与臭氧反应产生发光,并通过测量发光强度来确定NO的浓度;而通过将NO转化为NO₂后,再利用发光法可以测得NO₂的浓度,进而得到氮氧化物总浓度。此外,也有利用气态化学传感器直接在现场进行氮氧化物浓度的实时监测。这些数据不仅有助于理解和预测空气质量变化趋势,还为交通管理、工业排放控制和能源政策的制定提供了科学依据。随着监测技术的进步,对氮氧化物进行越来越精确和高频率的监测成了可能,有助于更好地应对和控制空气污染问题。

(三) 臭氧

臭氧,化学式为O₃,是一种存在于地球近地层大气中的气体,根据存在的位置可分为对流层臭氧和平流层臭氧。在平流层中,臭氧层能够吸收大部分太阳紫外线,保护地球生命免受辐射伤害。然而在对流层中,接近地面的臭氧却是一种有害污染物。对流层臭氧是由前体物(如挥发性有机化合物、氮氧化物在阳光作用下经过复杂的化学反应生成的),且其浓度随着城市化的进展和气温的升高而增加。环境监测中,对臭氧的测量尤其重要,因为它直接影响到人类健康、农作物和整个生态系统。长期或高浓度接触低层臭氧可能导致呼吸系统问题、眼睛刺激等健康问题,同时对植物生长也具有不利影响。臭氧的监测通常采用的方法有紫外分光光度法、化学发光法等。这些方法能够实时监测环境中的臭氧浓度,为制定空气质量标准和防治对策提供科学数据支持。

(四) 二氧化硫

二氧化硫是一种无色、刺鼻气味的气体，通常来自化石燃料（如煤、油）的燃烧，特别是在发电厂和工业设施中。此外，火山爆发也会自然释放二氧化硫。它是制酸性沉降中最常见的成分之一，并能在大气中转化为硫酸或硫酸盐颗粒物，导致细颗粒物（PM_{2.5}）浓度增加。二氧化硫的监测对环境空气质量评估至关重要，因其对人体健康具有直接影响。高浓度的SO₂可刺激呼吸系统，并加剧哮喘症和其他慢性肺部疾病的症状。此外，SO₂与大气中其他物质相互作用，形成霾和细颗粒物，从而进一步恶化空气质量。监测二氧化硫的方法包括紫外荧光法和非色散红外（NDIR）光谱法等。使用这些技术能实时监测空气中二氧化硫的浓度。环境保护机构常规监测SO₂水平，以保障公共健康，同时根据监测结果制定空气质量标准及控制策略，以减少工业和机动车辆排放的SO₂含量，改善大气环境质量。

二、废气中常规监测项目

（一）挥发性有机物（VOCs）

挥发性有机物（Volatile Organic Compounds, VOCs）是由多种有机化学成分构成的一类物质群，它们具有在常温下容易挥发的特点。VOCs广泛存在于工业制造过程中的溶剂使用、石油化工产品、汽车尾气以及日用产品中（如清洁剂、油漆等）。这些化合物对人类健康和环境均构成了潜在的威胁，如某些VOCs拥有致癌性、会引起气管刺激，或导致中枢神经系统功能障碍。在环境监测中，关于VOCs的测量包括但不限于使用气相色谱、质谱结合技术（GC-MS）、光离子化检测器（PID）等方法，这些方法可以精确鉴定并定量分析样本中的VOC成分。

（二）一氧化碳（CO）

一氧化碳（Carbon Monoxide, CO）是一种无色、无味的气体，主要通过不完全燃烧的有机物质生成，如燃料不充分的燃烧过程（例如汽车尾气、煤炭燃烧、木材燃烧）。CO对人体是高度有害的，因为它与血液中的血红蛋白结合的亲和力比氧气高约200倍，可阻碍血氧的正常运载功能，致使身体组织缺氧。因此，一氧化碳的测定对于评估空气质量和人体健康风险至关重要。测量CO一般采用的技术包括非分散红外（NDIR）检测器、化学发光法、电化学传感器等，以实现对其浓度的连续在线监测。

（三）硫化物

废气中的硫化物主要指含有硫的化合物，如硫化氢

（H₂S）、二氧化硫（SO₂）以及其他有机硫化合物。硫化物广泛来源于许多工业过程中，包括天然气处理、石油炼制、废水处理设施以及造纸工业等。硫化物的释放不仅可能引起臭味问题，对人类健康造成危害，还会对建筑物和农作物产生腐蚀性影响，同时也是酸雨的一个主要来源。常用的硫化物监测技术包括气相色谱分析、UV-荧光光谱法、电化学传感器等。气相色谱可用于准确分析和鉴别硫化物的具体种类，而UV-荧光光谱法和电化学传感器则便于现场快速测定硫含量。

三、测定关键点分析

（一）样品采集与前处理

样品采集与前处理是环境监测中关键的第一步，它们直接影响到最终分析结果的准确性和可靠性。样品采集的过程需要精心设计和执行，以确保所获取样品可以真实反映监测点的环境状况。在进行具体采集工作时，需要根据不同监测项目和目标，选择合适的采集设备与方法。比如，在采集空气样品时可能会用到大容量采样器或低容量采样器，采集水质样品时可能需要采样瓶和现场测试设备，土壤样品的采集则可能需要钻探设备和铲斗。采集完成后，样品前处理的步骤同样重要。这一阶段主要的目的是将样品制备成适合分析仪器检测的形式，并去除可能干扰测定结果的杂质。前处理的方法依据样品类型和目标分析物差异较大。例如，空气样品可能需要通过过滤器收集颗粒物，水样可能需要经过过滤、酸化或萃取等处理来分离和浓缩目标污染物，土壤或固体样品可能需要经过研磨、干燥、筛分或萃取等过程。高效且适当的样品前处理方法能够最大限度地保证样品的代表性和稳定性，减少可能的样品变化和污染，并提高目标分析物的检出效率和准确性。有时，前处理还包括加标回收实验，以评估样品中目标分析物的回收效率，从而对分析数据进行校准。由于样品采集与前处理过程的重要性，这些步骤应严格遵循标准操作程序（SOPs）和质量保证/质量控制（QA/QC）要求，以确保数据的有效性和环境监测结果的整体质量。

（二）分析方法的选择与验证

在测定关键点分析中，分析方法的选择与验证是整个数据收集过程的核心，它确保了获取的数据既准确又具有可操作性。选择适当的分析方法涉及综合考量待测物的化学性质、样品矩阵、所需的灵敏度和特异性、成本以及分析时间等多个因素。常见的选择包括色谱法、质谱法、光谱法和电化学分析等。选择后，该方法还需

要经过严格的验证过程。验证的目的是证明所选方法能在给定的条件下，重复性地产生准确可靠的数据。验证应确保方法具有足够的灵敏度，能够区分并检测目标化合物，同时还要证明其在整个预定的浓度范围内是线性的，并确定检测限和定量限。此外，验证还应评估分析方法的精密度和准确度，以及在实验室条件和实际应用中的鲁棒性。一个成功验证的分析方法可以提供一致的结果，这对于环境监测、质量控制、药物研发和其他许多科学领域来说都是至关重要的。

（三）分析仪器的精确度与校准

在环境空气与废气的常规项目测定中，确保分析仪器的精确度和进行适当的校准至关重要。精确度指的是仪器测量结果的准确性和重复性，而校准则是通过校正得到准确结果的过程。仪器校准涉及使用已知浓度的标准气体或液体，这些标准被用来设置或验证分析仪器的读数。校准的过程通常包括确定仪器响应与已知标准之间的关系，并对该关系进行调整，以确保测量结果与真实值之间的一致性和准确性。校准过程中要求对照制定的程序和参数，包括但不限于零点校准、量程校准和斜率调整。精确度评估通常包括进行一系列重复测量，检查结果之间的偏差程度。重复性是精确度的一个关键指标，表示在相同条件下进行多次测量所得结果的一致性。再现性，则涉及不同条件下（例如不同操作人员、不同时间、不同仪器）测试结果的稳定性。在环境监测中，由于外界条件的变化性和复杂性，保持仪器的精确度和校准状态是确保数据有效性和监测计划成功的一个不断挑战。因此，实践中需要定期进行校正以及执行仔细设计的质量保证计划，这通常包括参考物质的频繁使用、定期的性能检查和跟踪记录设备性能的长期稳定性。此外，使用先进的自动化校准设备和跟踪到国家或国际标准的标准物质是优化校准过程并提供更高数据质量的关键因素。符合规定的校准证书和校准记录是评估仪器准确性的重要文件，它们也是监管机构审核和认证合规性的依据。

（四）数据处理与质量控制

在环境空气与废气测定中，数据处理与质量控制环节是确保分析数据正确性和可靠性的核心。数据处理包括数据记录、校正、计算和统计分析等步骤。必须以标准化的方式处理样本数据，利用合适的软件工具和数学模型完成数据的转换和解释，确保分析结果能够反映实

际环境情况。数据处理过程中，需要对原始数据进行校正，包括仪器的漂移、背景噪声的校正，并考虑到样品采集和储存过程中可能发生的任何变化。质量控制是数据处理流程的关键组成部分，它包括一系列旨在保证结果精确性、准确性和一致性的方法和措施。这些措施通常包括内部质量控制（如使用内标、校准曲线、加标回收等）和外部质量控制（参与比对试验等）。通过对空白样本、标准品以及质控样本（如已知浓度的标准溶液或平行样本）的定期检测，来监控测定过程和分析方法的稳定性和可靠性。此外，还需要维护仪器日常操作的质量控制记录和校准日志。所有的数据分析和质量控制程序应严格按照相关法规要求和国际标准执行，如ISO 17025实验室质量管理体系标准。必须定期评审和更新这些程序以反映技术进步和法规变化。资深科学家和技术人员负责监督数据处理和质量控制流程，确保数据的一致性和可追溯性。通过这一系列的数据处理和质量控制措施，可以确保环境空气和废气测定结果的准确性和法规遵从性，为环境决策提供可靠的科学依据。

结束语

环境空气和废气监测工作对环境保护意义重大。通过对样品采集、分析方法选择、仪器校准和数据处理等关键点的深入分析与探讨，本文揭示了保证监测结果准确性和实用性的必要措施。未来监测工作不仅需要不断提高技术标准，还应注重数据分析能力的提升和新技术的引进。同时，相关监测法规的完善也将有助于提高监测工作的规范性和有效性。

参考文献

- [1] 汪旭, 卓俊玲, 隆重, 等. 以空气和废气中颗粒物和SO₂监测为例分析便携式监测设备进行环境执法的认证体系及方法支撑[J]. 中国环境监测, 2020, 36(3): 144-152.
- [2] 尹燕敏, 顾钧, 骆骏, 等. 环境空气与废气中丙烯酸酯类化合物的控制要求及分析方法[J]. 化学分析计量, 2020, 32(2): 97-102.
- [3] 夏晓琳, 蔡志铭, 魏君. 环境空气与废气中常规项目测定的关键点探讨[J]. 华东科技(学术版), 2017, 0(5): 401.
- [4] 李家骥. 关于我国环境空气与废气标准体系有关问题的探讨[J]. 资源节约与环保, 2021(4): 90-91.