

大气环境采样技术及应用研究

薛 辉

山西伟华检测检验技术有限公司 山西 运城 044100

摘 要：本文聚焦大气环境采样技术，阐述其核心原理，即基于污染物特性，通过装置与方法分离收集污染物，保证样品代表性。介绍按采样介质、方式、时间的分类及特点。分析操作要点，包括采样点位选择遵循均匀分布等原则，采样过程规范涵盖检查、操作、记录等环节，指出采样装置、介质、环境条件对结果的影响。探讨该技术在气态污染物检测、颗粒物及气溶胶采样、大气环境质量评估中的实际应用，为大气环境监测与治理提供全面的技术参考。

关键词：大气环境；采样技术；应用分析

引言：大气环境质量关乎人类健康与生态平衡，精准掌握大气污染物信息是改善环境的关键。大气环境采样技术作为获取大气污染物数据的核心手段，能将大气中目标污染物从复杂混合体系分离收集，形成分析样品。该技术涵盖多种分类方式，不同技术适用于不同污染物与监测场景。其操作要点涵盖采样点位选择、过程规范及影响因素把控，直接影响采样结果准确性。同时，该技术在气态污染物检测、颗粒物及气溶胶采样、大气环境质量评估等方面应用广泛。深入探究大气环境采样技术，对科学监测大气环境、制定有效治理策略具有重要意义。

1 大气环境采样技术的核心原理

大气环境采样技术作为环境监测与分析的关键环节，其核心原理建立在对大气中污染物物理与化学特性的深度理解之上。该技术通过精心设计的采样装置与科学的方法，精准地将大气环境中的目标污染物从复杂的混合体系中分离出来，并有效收集，最终形成具备分析价值的样品。这一过程的核心逻辑在于确保所采集的样品能够高度真实地反映特定采样区域在特定采样时段内大气污染物的实际浓度水平与化学组成特征。(1)在实际采样操作中，需对目标污染物的多种属性进行细致考量。依据污染物的存在状态，如气态污染物、颗粒态污染物或气溶胶等，以及其浓度范围和独特的理化特性，科学选择适配的采样介质，如滤膜、吸附剂等，以实现高效收集^[1]。同时，合理设定采样速度与采样时间，防止污染物在采样过程中因流速不当或时间过长而出现吸附于采样装置内壁、发生化学反应分解、物理状态转化或逃逸等情况，从而保证样品的原始性。(2)采样过程中的环境条件控制同样至关重要。温度、湿度、压力等环境参数的波动可能对污染物的存在形态、化学活性等产生显著影响，进而干扰采样结果的准确性。因此，需采用专业的环境控制设备与手段，严格调控这些环境条件，最

大程度减少环境因素对采样过程的干扰，确保所获取的采样数据能够客观、精准地反映大气环境的真实状况，为后续的环境质量评估、污染源追踪及治理策略制定提供可靠依据。

2 大气环境采样主要技术及分类

2.1 按采样介质分类

按采样过程中使用的介质不同，大气环境采样技术可分为固体介质采样法、液体介质采样法和气体介质采样法三类。(1)固体介质采样法主要利用固体吸附剂、滤膜等作为采样介质，吸附或截留大气中的污染物，适用于气态、气溶胶态污染物的采样，其核心优势是采样装置简单、便于携带，可实现长时间连续采样，且样品稳定性较强，便于后续分析。(2)液体介质采样法以吸收液为采样介质，通过气体与吸收液的充分接触，使大气中的目标污染物溶解或反应进入吸收液中，适用于气态污染物的采样，尤其适用于易溶于水或特定吸收液的污染物采集，其特点是采样效率高，可快速采集大量样品，但需注意吸收液的稳定性，避免污染物在吸收液内发生转化。(3)气体介质采样法无需额外采样介质，直接通过采样装置收集大气样品，适用于高浓度气态污染物、惰性气体的采样，其优势是采样过程简单、无介质干扰，可最大限度保留污染物的原始状态，但对采样装置的密封性要求较高，需避免样品泄漏^[2]。

2.2 按采样方式分类

按采样方式的不同，大气环境采样技术可明确划分为主动采样法与被动采样法两大类。(1)主动采样法借助动力装置，如真空泵、风机等，产生负压环境，以此强制将大气样品吸入采样装置内部，达成污染物的采集目标。此方法优势显著，采样速度较快且效率颇高，能够依据实际监测需求，精准控制采样流量以及采样时间。正因如此，它对各种浓度水平、各类性质的污染物

采样均具备良好适应性,无论是气态、颗粒态还是气溶胶态污染物,都能有效采集,故而在当前的大气环境采样工作中应用极为广泛。(2)被动采样法则无需动力装置的辅助,主要依靠大气中污染物分子的扩散、渗透等自然作用,使其迁移至采样介质当中,进而完成样品采集。该方法装置构成简单,成本投入较低,且无需电力供应。不过,其采样效率相对较低,并且容易受到环境风速、温度等多种因素的干扰,仅适用于中低浓度污染物的采样,在长时间、大范围的环境监测,尤其是偏远、无电力供应区域具有独特应用价值。

2.3 按采样时间分类

依据采样时间存在的差异,大气环境采样技术可清晰划分为瞬时采样法与连续采样法两种类型。(1)瞬时采样法,也被称作单点采样法,它是在较短的时段内,一般仅为数分钟,就完成单次样品的采集工作。此方法特别适用于对大气污染物瞬时浓度的精准掌握,以及了解其浓度波动状况。在遇到突发的大气污染状况时,它还能发挥应急采样的关键作用。该方法具备操作简便、快速的特点,能够迅速获取瞬时数据,为及时掌握大气环境状况提供支持。然而,它也存在明显不足,由于采样时间短暂,无法呈现污染物在长时间维度上的变化规律。(2)连续采样法则借助采样装置,不间断地采集大气样品,采样时间跨度较大,可从数小时延伸至数天。它更适用于探究大气污染物浓度的变化趋势,包括日变化、周变化规律,以及分析污染物的累积效应。该方法能获取连续的监测数据,使数据更具代表性,但对采样装置的稳定性以及采样介质的容量有着较高要求,还需定期检查并更换采样介质,防止采样过程意外中断。

3 大气环境采样技术的操作要点及影响因素

3.1 采样点位的选择要点

采样点位的选择在大气环境采样技术中占据着举足轻重的地位,它是确保所采集样品具有代表性的核心要素,必须严格遵循“均匀分布、兼顾重点、避免干扰”的科学原则。(1)在具体选择时,首先要规避污染源的直接影响范围,像工厂、繁忙道路、高耸烟囱等污染源附近区域都应远离,防止采样样品被这些局部污染源所污染,影响数据的真实性与准确性。同时,要挑选地势平坦开阔、通风条件良好且无遮挡物的区域设置采样点位,以此保证采样装置能够充分接触到均匀稳定的大气环境,避免地形起伏、建筑物等对采样气流形成阻挡,干扰正常的采样过程。(2)采样点位的高度设定也至关重要,需依据不同的监测目的来确定。若要反映人体呼吸带的大气质量,采样点位高度宜控制在1.5-2.0米;若旨在反

映区域整体大气环境质量,则可将高度适当提升至5-10米,如此能有效避免地面扬尘、近地面污染物局部干扰,确保采样数据精准反映区域大气环境状况^[3]。

3.2 采样过程的操作规范

采样前,需对采样装置进行全面检查和校准,包括采样流量、密封性、温度控制等,确保采样装置运行正常。(1)对于需要使用采样介质的方法,需检查采样介质的有效性,确保其未过期、未受潮,且符合采样要求;对于主动采样法,需校准采样流量,确保流量稳定,避免流量波动影响采样效率。(2)采样过程中,需严格按照预设的采样时间、采样流量进行操作,避免随意调整参数。同时,需记录采样过程中的环境条件,包括温度、湿度、风速、气压等,为后续数据校正提供依据。采样过程中应避免采样装置受到碰撞、污染,确保样品的完整性;对于易挥发、易分解的污染物,需采取避光、低温等防护措施,防止污染物在采样过程中发生转化。(3)采样结束后,需及时对样品进行密封、标记,明确采样点位、采样时间、采样方法等信息,避免样品混淆。同时,对采样装置进行清洁、维护,为下次采样做好准备。

3.3 影响采样结果的主要因素

大气环境采样结果受多种因素影响,主要包括采样装置、采样介质、环境条件三个方面。(1)采样装置的性能直接影响采样效率和样品质量,若采样装置密封性不佳,会导致样品泄漏,造成测定结果偏低;采样流量不稳定,会影响污染物的采集量,导致数据偏差。(2)采样介质的选择和质量也会影响采样结果,不同的污染物需要匹配对应的采样介质,若采样介质对目标污染物的吸附能力不足,会导致采样效率低下;采样介质本身存在杂质,会对样品造成污染,影响测定结果的准确性。(3)环境条件方面,温度、湿度、风速、气压等因素都会对采样结果产生影响。温度过高会导致易挥发污染物的逃逸,温度过低会影响污染物的扩散和采样介质的吸附能力;湿度过高会导致采样介质受潮,降低吸附效率,同时可能导致污染物发生水解反应;风速过大可能会导致采样气流不稳定,风速过小则会影响污染物的扩散,导致采样样品无法反映真实的大气环境状况。

4 大气环境采样技术的实际应用

4.1 气态污染物检测中的应用

大气中气态污染物成分复杂,涵盖挥发性有机物、硫化物、氮氧化物等众多类别。针对不同特性的气态污染物,需精准选用适配的采样技术。对于易溶于水的气态污染物,像二氧化硫、氮氧化物等,液体介质采样法是常用之选。该方法借助吸收液与气体充分接触,使污

染物溶解或反应进入吸收液,后续运用化学分析手段,如滴定法、分光光度法等,准确测定污染物浓度。而对于挥发性有机物这类难溶于水的气态污染物,固体介质采样法更为适用。它利用吸附剂对污染物的高效吸附作用,将污染物富集在吸附剂上,之后通过热脱附、溶剂脱附等方式,将污染物从吸附剂上分离,再结合色谱分析技术,如气相色谱-质谱联用技术,完成污染物的定性与定量检测。主动采样法凭借其采样效率高、速度快的优势,在气态污染物的常规监测和应急监测中应用广泛,能迅速获取污染物浓度数据。被动采样法则适用于挥发性有机物等污染物的长时间监测,可反映污染物累积浓度和变化趋势,为深入分析污染物来源提供有力的数据支撑^[4]。

4.2 颗粒物及气溶胶采样中的应用

大气中的颗粒物与气溶胶作为关键的大气污染物,其粒径大小、化学组成等特性,对大气环境质量以及人体健康有着直接且重要的影响。在颗粒物及气溶胶采样工作中,固体介质采样法是主流手段,通常选用滤膜作为采样介质。借助主动采样装置,使大气以特定流量通过滤膜,大气中的颗粒物便会被截留于滤膜之上。后续可运用称重法精确测定颗粒物的质量浓度,利用光谱分析等技术手段,深入分析颗粒物的粒径分布特征以及化学组成成分。

针对不同粒径的颗粒物,需合理选择滤膜孔径与采样流量。例如,对于细颗粒物(PM_{2.5})和可吸入颗粒物(PM₁₀),要选用与之匹配孔径的滤膜,以此保证能有效截留目标粒径范围的颗粒物。连续采样法适合开展颗粒物的长时间监测工作,能够获取颗粒物浓度在日、周等不同时间尺度上的变化规律,为剖析颗粒物的来源及扩散特征提供有力的数据支撑;瞬时采样法则主要用于颗粒物浓度的瞬时监测,可快速掌握颗粒物浓度的实时波动情况。

4.3 大气环境质量评估中的应用

大气环境采样技术是大气环境质量评估的基础,通

过在评估区域内合理布设采样点位,采用合适的采样技术,采集不同时段、不同区域的大气样品,测定样品中各类污染物的浓度,进而获取评估区域内大气环境质量的基础数据。

通过对采样数据的整理、分析,可明确评估区域内大气污染物的种类、浓度分布特征,判断大气环境质量的整体状况,识别影响大气环境质量的主要污染物。同时,通过连续采样获取的长期数据,可分析大气环境质量的变化规律,为大气环境质量评估提供科学、准确的数据支撑,为采样技术的优化和采样方案的完善提供依据^[5]。

结束语

大气环境采样技术在大气环境监测与治理中发挥着不可替代的作用。从核心原理的深度把握,到多种分类技术的灵活运用,再到操作要点的精准把控,每一个环节都紧密相连,共同确保采样数据的科学性与准确性。其在气态污染物检测、颗粒物及气溶胶采样以及大气环境质量评估等领域的广泛应用,为深入了解大气环境状况、追踪污染源、制定有效的治理策略提供了坚实的数据支撑。随着科技的不断进步,大气环境采样技术也将持续创新与完善,以更高效、精准的方式服务于大气环境保护事业,助力我们构建更加清洁、健康的空气环境,实现人与自然的和谐共生。

参考文献

- [1]张娟.大气污染治理中环境监测技术的应用研究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(11):75-77.
- [2]吴杰.大气环境监测中大数据解析技术应用研讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2025(11):095-098.
- [3]龚瀚,刘一波,周雅倩.大气环境样品采样误差规避策略研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2026(2):016-019.
- [4]殷华.大气环境监测与控制技术在空气污染防治中的应用研究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(8):194-195+198.
- [5]倪峰.研究大气环境中挥发性有机废气的治理技术[J].低碳世界,2024,14(10):22-24.