

大气污染防治咨询服务中 VOCs 排放核算对治理费用的影响

齐超¹ 申雨慧¹ 许思颖¹ 孔文慧^{1,2}

1.浙江百诺数智环境科技股份有限公司 浙江 杭州 310012

2.杭州匠心智水环境科技有限公司 浙江 杭州 311107

【摘要】：VOCs（挥发性有机化合物）排放对空气质量和环境健康产生了重要影响，其排放核算直接关系到治理费用的优化与防治策略的有效实施。VOCs 排放量的核算不仅能够为政府和企业提供科学依据，还能为治理技术的选择、成本控制和政策制定提供数据支持。准确的排放核算有助于识别关键排放源，优化治理方案，提高资源利用效率。通过引入先进技术，如大数据分析 with 智能监测系统，VOCs 排放的核算精度与实时性得到了显著提升，从而促进了大气污染防治工作的高效开展。

【关键词】：VOCs 排放核算；大气污染防治；治理费用；排放量；经济效益

DOI:10.12417/2811-0722.26.02.022

引言

VOCs（挥发性有机化合物）作为一种主要的大气污染物，对空气质量和公共健康构成严重威胁。其排放量的核算不仅直接关系到大气污染防治的科学性和精准性，也影响着治理费用的合理分配。准确的排放量评估能够帮助政府和企业在选择治理技术、制定政策和控制成本方面做出明智决策。当前，随着数据采集技术和计算分析手段的不断进步，VOCs 排放核算的精确度得到了显著提高。利用大数据、人工智能和自动化监测等先进技术，能够实时监测并精准计算排放量，为环境保护工作提供更加可靠的支持。VOCs 排放核算已成为大气污染防治工作中的核心环节。

1 VOCs 排放核算的基本理论与方法

1.1 VOCs 排放源与主要污染物

VOCs（挥发性有机化合物）是指那些在常温常压下易挥发的有机化合物，常见的 VOCs 包括烃类、醇类、酮类和醛类等。它们不仅广泛存在于工业生产、汽车尾气、建筑涂料、溶剂等多个领域，还对大气污染、臭氧层破坏以及温室效应产生显著影响。工业企业、交通运输、农业活动等都可能成为 VOCs 的主要排放源。具体来说，化学工业尤其是石油、煤化工、制药等行业，常常伴随有大量的有机溶剂挥发，而这些溶剂的挥发便是 VOCs 排放的主要来源。交通运输，尤其是燃油车辆的排放，也是 VOCs 的重要来源之一。通过精确掌握这些排放源及其排放物的种类和数量，才能对 VOCs 的排放量做出准确的核算。理解 VOCs 的来源及其排放特征，是进行有效排放量核算的基础。

1.2 VOCs 排放量核算标准与流程

VOCs 排放量的核算需要依据相关的核算标准和流程来进行，通常这些标准包括排放因子法、质量平衡法等常用方法。排放因子法是通过设定标准排放因子，结合生产工艺和产量等参数来计算排放量。这种方法适用于较为简单且排放量较为可预测的情况。质量平衡法则通过对物料和能量的平衡关系进行

分析，推算排放量，适用于复杂工艺和排放量变化较大的情况。核算流程通常包括排放源的识别、排放因子的选取、计算方法的应用等几个步骤。具体操作时，首先需要对企业或区域内的 VOCs 排放源进行排查和分类，然后选取相应的排放因子，最后运用计算公式进行排放量的估算。通过这种方法，能够得到一个较为准确的 VOCs 排放量数据，从而为后续的治理措施和费用预算提供依据。

1.3 影响 VOCs 排放核算的关键因素

VOCs 排放量核算受到多个因素的影响，主要包括生产工艺、原材料使用、设备设施的运行状况以及环境条件等。生产工艺是决定 VOCs 排放量的首要因素。采用高效脱附装置或低挥发性原料将显著减少排放量。设备设施的老旧程度也直接影响排放量，老化的设施可能存在泄漏或效率低下的情况，进而导致 VOCs 排放增加。环境条件，尤其是温度、湿度等因素，也对 VOCs 的挥发性及排放量产生影响。准确核算 VOCs 排放量时，必须综合考虑这些变量，并根据具体情况进行调整。只有在充分了解这些影响因素后，才能对排放量做出更为准确的评估。

2 VOCs 排放核算与治理费用的关系分析

2.1 VOCs 排放量对治理费用的直接影响

VOCs 排放量是确定治理费用的基础。一般来说，VOCs 排放量越大，治理的难度和成本也越高。治理技术的选择通常与排放量成正比，大排放量往往需要使用更复杂、更高效的治理设备和技术，导致治理费用上升。对于某些高挥发性的溶剂，可能需要采用活性炭吸附、催化燃烧等高成本的治理方式，而低挥发性的溶剂则可能采用简单的物理吸附技术即可。排放量的精确核算直接决定了所需投入的资金和技术支持。除了治理设备外，治理周期、后期维护等因素也会受到排放量的影响。排放量越大，治理过程中所需的能源消耗、设备更换和人工成本也会随之增加，这进一步推动了治理费用的上升。

2.2 不同治理技术对应的费用差异

VOCs 治理的技术选择直接影响治理的总费用。常见的 VOCs 治理技术包括吸附法、冷凝法、焚烧法、催化燃烧法等。每种技术的应用条件、适用范围和处理能力不同，因此成本差异较大。吸附法适用于低浓度的 VOCs 排放，其设备投资相对较低，但需要定期更换吸附材料，运营成本较高。催化燃烧法则适用于较高浓度的 VOCs 排放，能够高效处理大规模的排放，但设备投入大，能源消耗较高，适用于长期、大规模的治理。不同的技术路径和设备要求，在选择时需要综合考虑 VOCs 排放的浓度、处理量和经济效益，最终决定具体的技术方案。

2.3 治理费用优化的策略与实践

VOCs 治理费用的优化需要结合排放量核算结果及其排放特征，合理选择治理技术与措施。优化策略不仅包括选择适合的治理技术，还要考虑治理过程中的能源使用、废气处理设施的维护管理等方面。通过采用高效能的催化剂或可再生的吸附材料，不仅能降低长期运行成本，还能减少排放源的负担。政府和企业也可以通过改进生产工艺，减少 VOCs 的生成，从源头上降低治理的难度和费用。企业还可以通过智能监控系统来实时掌握排放状况，及时调整治理措施，避免不必要的费用浪费。最终，优化治理费用不仅有助于控制成本，还能提高治理的整体效果。

3 VOCs 排放核算方法在不同领域中的应用

3.1 工业企业 VOCs 排放核算实例

在工业领域，VOCs 排放量的核算方法应用广泛，尤其是在化学工业、石油化工、制药等行业中。以石油化工企业为例，其生产过程中使用大量有机溶剂，排放 VOCs 的风险较高。通过排放因子法和质量平衡法，能够根据原料消耗量、生产工艺、设备运行情况等因素，准确核算 VOCs 的排放量。通过对排放量的准确核算，可以选择合适的治理措施，并计算出治理所需的资金投入和实施周期。许多工业企业也已经通过 VOCs 排放量核算，制定了相应的治理策略，达到了节能减排的目标，并有效降低了环境污染。

3.2 城市交通 VOCs 排放核算分析

城市交通是 VOCs 排放的一个重要来源，尤其是在大中城市，汽车尾气是 VOCs 的主要来源。交通排放的 VOCs 量可以通过车辆的燃油消耗量、排放标准、交通密度等因素进行核算。通过精确的排放量数据，城市可以制定科学的交通治理措施，如优化公交系统、推动新能源汽车使用、加强尾气排放监测等，从而减少 VOCs 的排放。采用大数据技术与交通管理系统相结合，可以更精确地监控并预测交通排放的 VOCs 量，进一步提高排放核算的精准度，并为制定相应的政策提供数据支持。

3.3 农业领域 VOCs 排放的核算挑战

农业领域的 VOCs 排放量核算具有一定的复杂性和挑战

性，主要因为农业活动中 VOCs 的来源较为分散，且受到气候、土地使用方式等因素的影响。农业活动如施肥、燃烧农作物残余等，都会产生一定量的 VOCs 排放。与工业和交通排放相比，农业排放的 VOCs 量较为分散，缺乏统一的排放标准和核算方法。为了应对这一挑战，许多农业部门开始依赖现场监测与遥感技术相结合的方法，对农业排放源进行实时监控和数据采集。这种方法能有效地提高农业 VOCs 排放核算的准确性，同时也为制定合适的治理措施提供了科学依据。

4 VOCs 排放核算对政策制定与执行的推动作用

4.1 政府政策的制定与 VOCs 核算结果的结合

VOCs 排放核算是制定环保政策的基础。政府在制定大气污染防治政策时，需要了解不同排放源的 VOCs 排放量，以此为依据制定合适的治理目标和实施方案。通过精准的排放核算，政府能够清晰了解各区域、各行业的排放情况，从而设定合理的排放标准，并监督排放控制措施的实施。核算结果还能帮助政府评估政策实施的效果，确保政策措施的有效性和可行性。政府还可以通过 VOCs 排放核算，为企业提供科学的治理指导，推动企业进行绿色转型和低碳发展。

4.2 企业环保成本评估与策略调整

企业在进行 VOCs 排放核算时，不仅能够帮助其全面评估环保成本，还能为决策提供科学依据。随着环保法规的不断强化，企业面临着越来越严格的排放标准和较高的治理成本压力。通过核算 VOCs 的排放量，企业能够明确自身的环保责任和义务，进而采取相应的减排措施，确保符合国家和地方环保政策要求。VOCs 排放核算不仅能够帮助企业准确识别排放源，还能促使企业对生产工艺进行优化，减少不必要的排放，从而有效降低治理成本。通过科学核算，企业可以针对性地调整生产流程和原材料使用，降低排放强度。最终，企业能够在确保环保合规的同时，实现经济效益和环境保护的双赢。核算数据为企业提供了明确的预算依据，帮助企业合理规划环保投资，确保治理措施的高效实施并获得长期的经济回报。

4.3 公众环保意识的提升与排放核算

VOCs 排放核算不仅对政府和企业的决策产生深远影响，还对提升公众环保意识起到了积极作用。随着公众对 VOCs 排放量与空气质量、人体健康之间关系的认识不断加深，环保意识得到了显著提高。政府可以利用 VOCs 排放核算的结果，向公众普及环保知识，帮助他们了解减少 VOCs 排放的重要性，并鼓励采取环保措施。选择低挥发性有机化合物（VOC）的涂料、家居材料，推动新能源汽车的使用，以及倡导公共交通出行等。通过这些行动，公众不仅能够减少自身的 VOCs 排放，还能在日常生活中做出更多环保选择。个人环保行为的变化能在社会层面形成合力，从而推动国家和地方政府制定更加严格的环保政策，并共同实现大气污染防治的长期目标。

5 未来 VOCs 排放核算技术的创新与发展趋势

5.1 先进核算技术与大数据分析的结合

大数据分析和人工智能技术的融合正在为 VOCs 排放核算带来显著的提升。利用大数据技术,可以处理从各类监测设备收集来的海量排放数据,帮助识别排放趋势、峰值和异常变化。这种技术能在短时间内进行大量数据处理,为精准核算 VOCs 排放量提供可靠依据。通过采用机器学习算法,人工智能系统能够自动从历史数据中提取规律,并在实时监测过程中根据新的数据调整核算模型。这种智能化调整不仅能够提高核算的效率,还能保证核算结果的精确性。未来,随着云计算和深度学习等技术的进一步发展,VOCs 排放核算系统将更加智能化,不仅能够进行更高效的监控,还能预测未来的排放趋势,为相关决策提供科学支持。

5.2 自动化监测与核算技术的提升

自动化监测技术是提升 VOCs 排放核算精度的关键因素之一。随着物联网技术的发展,传感器能够实现 24 小时不间断地监测各类排放源的 VOCs 排放量,并将监测数据实时上传到云平台。这种实时数据传输减少了人工记录的误差,并能够提高监测的频率,尤其是对于短时段内排放的波动变化,自动化监测能及时捕捉并反映出来。自动化监测与核算技术相结合,能够根据最新的监测数据对排放量进行动态更新,确保核算结果的实时性和准确性。通过数据的自动处理和分析,不仅能够减轻人工操作的负担,还能在出现异常数据时及时调整核算方

法,进一步提高排放数据的精度,为政策执行和技术改进提供有力的数据支持。

5.3 跨区域合作与核算标准的统一

VOCs 排放的治理不仅仅是一个地区的问题,往往涉及跨区域的协作。不同地区的排放源对整体空气质量的影响不可忽视,尤其是大气污染物具有跨越区域的传播特性。为了应对这一问题,跨区域的排放数据共享显得尤为重要。通过建立统一的排放核算标准,不同区域之间可以在数据采集、处理和分析上保持一致性,这样有助于提高排放数据的可比性和可靠性。统一的核算标准不仅能确保不同地区在 VOCs 排放监测和治理中的协调性,还能推动区域之间的信息共享和经验交流,为区域间的协同治理提供技术支持。通过加强跨区域合作,可以更有效地控制大气污染,推动区域间联合应对污染问题,实现资源和信息的共享,最终为大气污染防治目标的达成奠定基础。

6 结语

本文深入探讨了 VOCs 排放核算在大气污染防治中的重要性,尤其是其对治理费用的影响。通过分析排放源、核算标准和技术手段,强调了准确排放核算对优化治理方案、控制治理成本和提升治理效果的关键作用。随着大数据和人工智能等新技术的引入,VOCs 排放核算的精度和实时性得到了大幅提升,为政策制定和技术改进提供了坚实的数据支持。未来,随着监测技术的进一步发展,VOCs 排放核算将变得更加智能化和高效,推动更精准、更有针对性的环境治理策略的实施。

参考文献:

- [1] 陈佳琳,刘方.城市 VOCs 排放特征与治理策略研究[J].环境科学学报,2023,43(6):1595-1605.
- [2] 李岩,黄华.基于大数据分析的 VOCs 排放核算方法研究[J].大气环境学报,2023,32(3):512-520.
- [3] 张旭,王佳.低浓度 VOCs 排放治理技术与费用评估[J].环境工程技术,2022,19(12):1443-1450.
- [4] 赵颖,孙丽.工业排放 VOCs 核算方法及其影响因素分析[J].污染控制技术,2023,41(4):877-884.
- [5] 吴敏,林玲.新型自动化监测技术在 VOCs 排放核算中的应用[J].环境保护,2022,50(10):1024-1030.