

The Space Layout of the Site Soil Pollution Monitoring Points is Optimized

Yanyun Zheng

Guangdong Jizhizhun Testing Co., Ltd., Shantou, Guangdong, 515000, China

Abstract

Under the background of the rapid urbanization process, urban soil pollution has increasingly become one of the focus of people's attention. With the continuous development of industry, transportation and other activities, soil pollution has become one of the important factors affecting human health and ecological environment. In order to effectively monitor and manage soil pollution, it is particularly critical to establish a reasonable monitoring point scheme. However, the traditional monitoring points often have some problems, such as unreasonable spatial layout and insufficient monitoring coverage, so it is difficult to monitor the soil pollution situation comprehensively and effectively. Therefore, how to optimize the spatial layout of the site soil pollution monitoring points and improve the monitoring efficiency has become one of the urgent problems to be solved. This paper mainly discusses the spatial optimization layout of soil pollution monitoring points, aiming to improve the quality and accuracy of soil pollution monitoring.

Keywords

site soil pollution; monitoring point; space optimization; layout; research

场地土壤污染监测点空间优化布设

郑彦云

广东吉之准检测有限公司, 中国·广东 汕头 515000

摘要

在当今城市化进程快速推进的背景下, 城市土壤污染日益成为人们关注的焦点之一。随着工业、交通等活动的不断发展, 土壤污染问题已经成为影响人类健康和生态环境的重要因素之一。为了有效监测和管理土壤污染, 建立合理的监测点布设方案显得尤为关键。然而, 传统的监测点布设往往存在空间布局不合理、监测覆盖范围不足等问题, 难以全面有效地监测土壤污染状况。因此, 对于如何优化场地土壤污染监测点的空间布设, 提高监测效率, 成为当前亟待解决的问题之一。论文主要就场地土壤污染监测点空间优化布设进行探讨, 旨在提高土壤污染监测工作的质量和精度。

关键词

场地土壤污染; 监测点; 空间优化; 布设; 研究

1 引言

目前, 土壤污染严重威胁人类健康与社会稳定, 如何提高土壤污染的监测效率变得愈发重要。监测点的布设作为土壤污染管理的重要因素之一, 其有效性发挥着不可替代的作用, 所以必须对场地土壤污染监测点空间布设的优化予以重视。

2 场地土壤污染监测点空间现状分析

2.1 均匀布设

均匀分布的方法虽然在土壤污染监测领域具备实施方便的特性, 但其应用却存在诸多限制。

首先, 均匀布设的监测点未能充分考虑到土壤污染源

的空间异质性。土壤污染物通常受到人类活动、地形地貌和气候等因素的影响, 其分布呈现出明显的不均匀性。因此, 简单的均匀布设方法难以反映出这种复杂的地理环境对污染物分布的影响, 导致监测结果的失真。

其次, 盲目选择监测点是均匀分布策略普遍存在的另一个问题。倘若只是等距分布监测点, 对潜在的污染活动区域以及可能聚集区域欠缺考虑的话, 这种单一性使得监测点面临两大挑战: 过于稀疏, 或过度密集。从而难以确保监测结果的可信度, 同时污染源的强度分布与实际影响范围也无法得到准确反映。

最后, 基于土壤独有的特殊性, 在进行均匀布设时, 需要充分考虑土壤在不同植被覆盖、地形地貌或不同地区的土壤类型条件下, 会产生不同程度的污染物, 而这些污染物在土壤中的转化、迁移过程逐渐差异化。传统的均匀布设方式无法满足微观尺度的空间变化, 大大制约了监测结果的有效性。

【作者简介】郑彦云(1989-), 女, 中国广东揭阳人, 本科, 工程师, 从事生态环境监测研究。

2.2 网格布设

在土地表面等距离分布监测点是网格布设的基本原理。这一操作的初衷是从空间上进行分布规划。但是,该方法在污染传播影响方面的考虑尚有欠缺。例如,只是依据土壤污染的空间特征进行分布,未综合考虑土壤类型、地势地形等因素对污染扩散、传播路径产生的影响。

就拿地形因素来说,土壤中污染物在传播过程中,受不同地形的影响,导致路径发生变化,进而改变原本扩散范围与速率。例如,在险峻的高山地形中,污染物在跌宕起伏的山地其分布呈两极分化。坡度愈大的区域,其污染物浓度愈大,因为向下流动汇集成局部污染区;而在平坦的平原地区,广泛的空间更易于污染物扩散,因此相对较均匀。

另外,土壤类型也是影响污染传播的重要因素之一。不同类型的土壤具有不同的孔隙结构和水分特性,从而对污染物的扩散产生不同的影响。例如,砂质土壤通透性较强,污染物更容易通过水流迁移;而粘性土壤则更易吸附污染物,使其在土壤中停留时间较长,影响其扩散速率。

2.3 随机布设

随机布设方法在一定程度上减少了人为主观因素的干扰,但其也存在一些局限性:

第一,随机布设方法未能全面考虑土壤污染的潜在分布规律,这可能导致监测点的集中或分散不均现象。因为土壤污染物在地下传播的模式受多种因素影响,包括地质结构、水文地质条件及人类活动等。若未充分考虑这些因素,监测点的选择可能会偏离污染物实际扩散路径,从而导致监测结果的可靠性受到质疑。

第二,监测点的不均匀分布可能无法有效地反映污染物在土壤中的实际扩散情况。土壤环境具有复杂的空间异质性,监测点的合理布设需要考虑到这种异质性的影响。若监测点集中于某一区域,可能导致该区域的污染情况被过度强调,而忽视了其他可能受影响的区域;相反,若监测点过分分散,则可能无法全面反映污染物的扩散情况,造成监测结果的片面性和不准确性。

3 场地土壤污染监测点空间优化布设方法

3.1 地理信息系统(GIS)分析

在当今环境科学领域,利用地理信息系统(GIS)技术解决土壤污染问题已成为研究的重要方向之一。GIS作为一种空间信息处理工具,具有整合、分析和可视化空间数据的优势,为土壤污染研究提供了有效的方法和手段。在此背景下,通过获取和整合包括地形地貌、土壤类型、植被覆盖以及工业用地分布等多源土壤污染相关数据,构建空间数据库成为研究的首要任务。

在空间数据库的框架下,为了精确识别和预测土壤污染的空间分布,应用空间统计方法是关键一步。包括克里格插值法与空间自相关分析法。其中,克里格插值法的应用是

获得空间分布图,能够揭示土壤污染程度。其工作原理是对空间数据进行插值推算。另外,反映空间相关性与空间聚集程度是空间自相关分析法的主要职能。有助于识别土壤污染的特征与空间模式。

随后,利用GIS软件进行空间叠加分析,针对污染程度较高的区域进行重点关注。通过综合考虑多种因素,包括土壤类型、地形地貌、植被覆盖、人口密度等,有助于确定优先设置监测点的位置和数量,以实现监测资源的最优配置。在确定监测点位置之后,为了进一步优化监测点布设,需要考虑监测点之间的空间分布均匀性。借助空间克鲁格方法或最近邻分析等技术,对监测点的空间布局进行优化调整,确保监测点能够覆盖目标区域的代表性和全面性,从而提高监测数据的有效性和可靠性。

3.2 空间插值方法

利用统计学中的空间插值方法,如克里金插值法和逆距离加权插值法,对监测点之间的空间关系进行建模,以填补监测点之间的空白区域,提高监测的全面性。

第一,克里金插值法作为一种基于数学统计学原理的空间插值方法,在地学、环境科学等领域得到了广泛的应用。其核心思想是利用已知监测点的数值信息和空间位置关系,推断未观测区域的数值,从而填补数据空白区域,为地质勘探、环境监测等提供了重要的数据支撑。克里金插值法需要对监测点之间的空间关系进行建模,这一步骤通常涉及确定空间相关性模型,其中包括确定变异函数的类型和参数。变异函数的选择直接影响到插值结果的精度和可靠性,因此需要根据实际情况合理选择。常见的变异函数包括指数型、高斯型、球型等,不同的函数形式对应不同的空间相关性特征,这需要根据数据的空间特征和实际需求进行选择。

空间相关性模型形成后,在这一框架下进行未观测区域的预测。在实践中,通过不断优化、评估空间相关性模型的参数,能够使未观测区域的数值趋于准确性、可靠性。

基于插值结果,不断改进、验证其准确性,通过调整偏差,最大程度保障插值的精度趋于科学化。值得一提的是,交叉验证广泛受到青睐,其效果显示出卓越性。首要任务是将一些代表性监测数据用于模型训练,当模型训练好后,再引领剩余数据进行预测分析。通过比对实际观测值和预测结果,就能轻易识别出评估模型的预测能力。与此同时,想要及时发现、调整插值问题,交叉验证亦发挥着积极作用,进一步确保了插值结果的有效性。

第二,逆距离加权插值法作为另一种常用的空间插值方法,也在地学、环境科学等领域得到了广泛的应用。其原理是根据监测点之间的距离和数值之间的权重关系,对未观测区域进行数值预测。在实施逆距离加权插值法时,首先需要确定适当的距离权重函数。常用的距离权重函数包括指数函数和幂函数等,不同的函数形式对应不同的权重分配方式,需要根据实际情况进行选择。

距离权重函数的计算必须以监测点的数值、间距为依据进行权重计算。进行计算时,需要结合指定的距离权重函数和距离的倒数进行计算,以识别插值结果对每个监测点的贡献程度。这样一来,有助于更准确地把握未观测区域的预测参数。

第三,进行插值计算过程中,权重计算对于监测点而言至关重要。首要任务是填补监测空白区域。一般情况下,加权平均法是逆距离加权插值法常用的方式,权重越大的监测点对插值结果的影响越大。可见,科学应用插值计算与权重计算,不仅能够实现监测空白区域的填补,评估未观测区域的数值。还可以达到优化土壤污染监测点的目的。

第四,在插值结果得出后,需要对其进行评估和调整,以提高插值精度和可靠性。除了交叉验证外,还可以考虑引入其他评估指标,如均方根误差、平均绝对误差等,从多个角度评价插值结果的准确性。通过评估结果并根据需要进行调整,可以进一步提高插值结果的质量和可信度。

3.3 多目标优化算法

遗传算法作为一种受自然选择和遗传学原理启发的优化算法,模拟了生物进化的过程,逐代演化以产生更优解。在土壤污染监测点的布设中,我们将监测点位置抽象为染色体,并运用遗传算法的交叉和变异操作,生成新的监测点布设方案。这一过程类比了生物进化中的基因组重组和突变,以此推动监测布设方案的优化。通过适应度函数对每个方案的监测效果进行评估,优良方案得以保留,而劣质方案则被淘汰,使得监测方案逐步向着最优解收敛。

在实践中,需考虑土壤污染的空间特征以及监测资源的限制条件,因此需要设计符合具体问题的多目标优化函数。一方面,将监测点的覆盖率和重叠度视为其中之一的优化目标。这一目标确保监测点布设能够覆盖污染区域,同时避免监测点之间的重复覆盖,从而保证监测效果的全面性和准确性。另一方面,需要考虑监测成本和资源利用效率作为另一优化目标。通过最小化监测成本和最大化资源利用效率,可以实现监测方案的经济性和可行性,以确保监测工作的持续性和有效性。

综合考虑多个优化目标的情况下,可以借助多目标优

化算法,例如 NSGA-II 或 MOEA/D,在搜索空间中寻找最优的监测点布设方案。这些算法能够通过非支配排序和拥挤度计算等技术,有效地探索并维护搜索空间中的多个解集,从而在有限的资源下寻找出最优的平衡解。通过此类算法,我们能够更加准确和可靠地实现土壤污染监测,为环境保护和管理提供科学依据和技术支持。

此外,为了避免算法陷入局部最优解,我们可以采用种群多样性维护策略。精英保留机制和多样性保持机制是常用的策略之一,它们通过保留优秀个体和促进种群的多样性,确保算法具有较强的全局搜索能力。这些策略在遗传算法的演化过程中起到了重要的引导作用,使得算法能够克服局部最优解的困扰,从而更好地探索搜索空间并寻找出最优的监测点布设方案。

4 结语

在土壤污染监测点空间优化布设方面,传统方法存在局限性,如均匀布设未能考虑空间异质性,网格布设未考虑地形等因素,随机布设缺乏系统性等。因此,采用地理信息系统分析、空间插值方法和多目标优化算法等技术,能够有效提高监测效率和数据准确性。综合利用这些方法,可以更科学、更可靠地布设监测点,为土壤污染监测提供科学依据和技术支持,从而有效保护环境和人类健康。

参考文献

- [1] 张东悦,董士伟,杨茂伟,等.场地土壤污染监测点空间优化布设方法[J].环境污染与防治,2022(8):44.
- [2] 于海洋,谢赛飞,郭灵辉,等.融合光谱和空间特征的土壤重金属含量极端随机树估算[J].农业机械学报,2022,53(8):231-239.
- [3] 陈明杰,赵欣梅,郑纯亮,等.一种炼化企业环保监控方法,装置,存储介质及电子设备[P].CN202211020733.2[2024-04-26].
- [4] 马泉来,万小强,杨崇科,等.南太行典型区小流域土壤铅含量空间分异及影响因素分析[J].农业工程学报,2023(18):226-233.
- [5] 姬大伟,张生东,张焯,等.石油烃污染土壤阴燃反应特性及修复效果研究[J].环境科学研究,2024(3):28-30.
- [6] 丁寿康,王美娥,王玉军,等.场地土壤环境承载力估算及其在土壤污染修复目标值确定中的应用[J].土壤学报,2022,59(6):1561-1573.