

Groundwater pollution risk assessment method based on EIA and case analysis

Qiang Xu

Jiangsu Jiading Ecological Environment Technology Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu, 213000, China

Abstract

With the rapid development of society, human activities such as industry, agriculture, and urbanization have caused significant pollution to groundwater resources, making groundwater pollution increasingly severe. Therefore, it is particularly important to conduct scientific risk assessments. This paper constructs a comprehensive groundwater pollution risk assessment system based on the theories and methods of Environmental Impact Assessment (EIA). First, according to the source-path-receptor risk assessment model, the main components of groundwater pollution risk assessment are determined. Second, a groundwater pollution risk indicator system is established based on the severity level, including aspects such as source risk, migration risk, and receptor sensitivity risk. Third, the Analytic Hierarchy Process (AHP) is used to quantify and score each factor, constructing a risk assessment model to determine the groundwater pollution risk level. Finally, practical case studies are applied to analyze and evaluate the feasibility and scientific validity of the assessment system. The evaluation results show that the groundwater pollution risk assessment system can effectively identify, assess, and predict groundwater pollution risks, providing significant guidance for preventing and controlling groundwater pollution and reducing the likelihood of catastrophic pollution events.

Keywords

groundwater pollution; risk assessment; environmental impact assessment; hierarchical analysis method; index system.

基于环评的地下水污染风险评价方法及案例分析

许强

江苏佳鼎生态环境科技有限公司, 中国 · 江苏 常州 213000

摘 要

随着社会的快速发展, 工业、农业、城市等人类活动对地下水资源造成了重大污染, 地下水污染问题日趋严重, 因此对其进行科学的风险评价显得尤为重要。本文基于环境影响评价(EIA)的理论与方法, 构建了一套完整的地下水污染风险评价体系。首先, 根据源-路径-受体的风险评价模型, 确定了地下水污染风险评价的主要环节。其次, 根据重度级别建立地下水污染风险指标体系, 包括污染源风险、迁移风险、敏感受体风险等方面。再次, 采用赋权与层次分析法(AHP)对各因素进行量化打分, 构建风险评价模型, 得到地下水污染风险等级。最后, 结合实际案例进行应用分析, 检验评价系统的可行性与科学性。评价结果显示: 地下水污染风险评价体系可以有效识别、评估和预测地下水污染风险, 对于防止和治理地下水污染, 降低灾害性污染事件发生的可能性, 具有显著的指导意义。

关键词

地下水污染; 风险评价; 环境影响评价; 层次分析法; 指标体系

1 引言

地下水作为公众饮用水的重要来源之一, 其污染问题已经引起了全球环境与公众健康领域的广泛关注。众所周知, 地下水污染源多样, 难以检测与跟踪, 而且一旦发生, 其恢复成本高昂, 修复周期长。因此, 如何评估并预防地下水的污染风险, 成为了环境科学领域的一个亟待解决的问题。本研究旨在构建一套基于环境影响评价(EIA)的地下

水污染风险评价体系。我们结合“源-路径-受体”的风险评价模型, 明确了评价体系的主要环节, 并针对不同污染情况, 建立了地下水污染风险指标体系。这些工作都会有助于有效地识别、评估和预测地下水污染风险, 对防止和治理地下水污染, 特别是降低灾害性污染事件的可能性, 具有积极的指导意义。

2 地下水污染现状与问题

2.1 地下水污染形势分析

近年来, 随着工业化与城镇化进程加快, 地下水污染问题愈发严峻^[1]。工业废水排放、农业农药化肥使用过量以及城市生活污水渗漏等, 成为地下水污染的主要来源。污染

【作者简介】许强(1991-), 男, 中国甘肃高台人, 本科, 从事环保综合治理、环评、场调、环境损害评估及各类排查整治等综合性环境咨询服务研究。

物通过渗透和迁移进入地下水系统,导致水质严重下降,威胁人类健康和生态环境安全^[2]。许多地区地下水中重金属、有机污染物浓度不断攀升,对饮用水安全和农业灌溉构成潜在风险。地下水污染防治亟需加强,以维护水资源的可持续利用。

2.2 地下水污染主要问题

地下水污染主要问题包括多种污染物的复杂来源和迁移特性,这些污染物主要来自工业废水、农业径流和城市污水等。地下水污染的隐蔽性和持续性导致污染治理难度大,污染程度难以控制。地下水自身的更新能力较弱,污染一旦发生便难以恢复,进一步增加了地下水保护的挑战性和复杂性。

3 环境影响评价基础理论

3.1 环境影响评价的定义与意义

环境影响评价(EIA)是一项科学工具,用于系统地分析和预测拟议活动可能对环境造成的影响。其核心在于通过环境因素的识别、分析与评估,确定人类活动对自然资源与生态系统的潜在影响,并提出优化方案和减缓措施。EIA的意义在于提供科学依据,为决策者在项目规划和实施过程中考虑环境保护提供支持,帮助平衡经济发展与环境保护,使发展活动向可持续方向迈进。

3.2 环境影响评价的基本原则

环境影响评价的基本原则包括预防原则、公众参与原则和综合性原则。预防原则强调在决策前识别潜在的环境影响,以减少负面影响的可能性^[4]。公众参与原则旨在通过公众的参与与反馈,提高决策的透明性和合理性。综合性原则要求全面考虑经济、社会、环境等多种因素,确保综合均衡的决策。通过这些原则的遵循,可以有效实现资源的可持续利用和生态环境的保护。

3.3 环境影响评价的主要步骤

环境影响评价主要通过识别、预测和评估人类活动对环境的潜在影响,涉及筛选、界定、评估和决策阶段,确保环境保护和资源合理利用。

4 地下水污染风险评价模型构建

4.1 源路径受体模型概述

源-路径-受体模型在地下水污染风险评价中扮演重要角色。该模型通过识别污染物的潜在来源、迁移路径以及受影响的敏感受体,构建了一个系统框架,用于理解和预测地下水污染的传播与影响。污染源可能包括工业排放、农业活动和城市废弃物,路径则涉及地下水流动与渗透过程,受体则为饮用水源地、生态系统和人类健康。通过该模型,能够系统性地评估不同因素对地下水污染的综合风险,为治理措施的制定提供科学依据。

4.2 构建地下水污染风险评价模型

地下水污染风险评价模型的构建基于源路径受体风险

评价框架,通过评估污染源、迁移途径和敏感受体三个关键环节实现。模型将污染源强度、迁移特性及地质和水文条件作为核心因素,结合数学模型和经验公式,量化这三者的相互作用。综合考虑各因素的相对重要性,应用优化的权重分配方法,有效判定地下水污染的潜在风险等级,以增强评价体系的精准度和可靠性。

4.3 地下水污染风险等级确定

划分地下水污染风险等级,通过模型分析得出不同污染风险的对应等级,便于精准识别和管理潜在污染区域。

5 地下水污染风险指标体系

5.1 地下水污染风险指标体系的构建

地下水污染风险指标体系的构建旨在全面评估地下水污染的潜在风险。通过综合考虑各类污染源、污染物质在环境中的迁移特性以及对生态环境和人类健康的影响,形成评价体系。污染源风险包括污染物类型、排放量、持续时间等因素;迁移风险关注污染物通过土壤、岩层传播的速度与路径;敏感受体风险则考虑地下水等环境要素对人体和生态系统的潜在威胁程度。通过构建完整的指标体系,可以科学评估地下水污染的总体风险。

5.2 污染源风险指标

污染源风险指标是评估地下水污染的重要组成部分,涵盖了污染物的类别、浓度、毒性及其释放量等关键因素。这些指标帮助确定潜在污染源的强度和影响范围,从而为地下水污染风险的量化提供依据。在该体系中,污染源的地理位置、生产过程及其历史排放记录也是重要的考量因素,能够有效助力识别和预防地下水污染。

5.3 迁移风险指标与敏感受体风险指标

迁移风险指标包括地下水流速、方向、地质构造等因素。敏感受体风险指标涉及供水区、生态保护区等区域,对地下水污染的易感程度和潜在影响进行综合评价。

6 地下水污染风险评价模型量化

6.1 运用层次分析法对模型进行量化

层次分析法(AHP)是地下水污染风险评价模型量化的重要方法,它通过构建判断矩阵对各因素进行综合评估。需要确定评价系统中各因素的相对重要性,将地下水污染风险的指标体系分解为不同层次,形成包括目标层、准则层和指标层的层次结构。依据专家意见,结合地下水污染特点,应用层次分析法进行定量化处理,计算出各因素的权重。这种方法帮助量化因素的重要性,为地下水污染风险评价模型的精准构建提供科学依据。

6.2 根据量化结果打分

在地下水污染风险评价模型中,通过层次分析法获得的量化结果需进行专业化的打分处理。各风险因素所获分值反映其在整体评价体系中的权重和影响程度。通过综合各项得分,可以确定地下水污染风险等级,为后续决策提供科学

依据。这一过程确保评价结果的准确性与实用性，是分类与评估地下水污染危害的重要环节。

6.3 构建风险评价等级

根据量化评分结果，划分地下水污染风险等级。各等级对应具体的污染风险描述和防治策略，以指导地下水污染管理决策。等级设置符合环境影响评价原则。

7 应用分析与评价体系的可行性检验

7.1 系统应用于案例分析

选择某工业区作为案例分析对象，针对该地区地下水污染进行了风险评价。依据构建的风险评价体系，对区域内的污染源、迁移路径以及敏感受体进行了系统化和量化分析。利用层次分析法，量化了各风险因素的权重，并通过系统打分得出了地下水污染的风险等级。该案例分析证实了评价体系能够有效应用于实际环境，提供科学的污染风险评估和对应的治理建议，有助于预测和防范潜在的地下水污染事件。

7.2 检验评价体系的可行性

地下水污染风险评价体系的可行性通过多角度验证，包括理论有效性、实用性和稳定性。通过实际案例验证，系统能够准确识别地下水污染风险区域，及时预警可能的污染事件，并提供合理的风险管理建议。多次应用于不同区域的评价过程中，表现出良好的适用性和一致性，有效支持地下水污染的防治措施。该体系对决策者和相关从业人员在制定策略和措施时提供了科学的依据，体现了可行性和实用性。

7.3 检验评价体系的科学性

评价体系的科学性体现在指标体系的合理设置与量化过程的严谨性。科学性通过案例验证和理论支撑得以检验。

8 地下水污染风险评价在防治措施中的应用

8.1 风险评价结果的解读

地下水污染风险评价结果通过综合分析污染源、迁移途径及受体的风险等级，提供了详尽的污染现状图。通过对定量数据的打分，识别出风险较高的区域及因素。该评价结果为有效识别污染源、优化资源配置及制定有针对性的防治措施提供了科学依据，有助于提升防治效率和精准度，进而减少地下水污染事件发生的概率，保障水资源的安全性与可持续利用。

8.2 风险评价在防治措施中的应用

地下水污染风险评价结果在制定防治措施中扮演关键角色，通过识别优先污染源及高风险区域，提供更具针对性的治理方案。风险分级帮助资源有效分配，在减少环境监测与修复成本的提高防治成效。风险评价体系还能辅助政府和企业制定政策与规划，增强地下水污染防控的科学性和系统性，确保环境和公众健康得到最大程度的保护。

8.3 防治地下水污染的新思路

在防治地下水污染方面，新思路包括采用生态修复技

术，以微生物降解和植物萃取实现污染物去除；利用智能监测系统实现实时监控和预警；推动政策创新，结合经济手段以激励清洁生产和节能减排；加强公众参与，提升环保意识。

9 结论与展望

9.1 研究结论

研究表明，基于环境影响评价理论构建的地下水污染风险评价体系具有较高的实用性和科学性。通过源-路径-受体模型，明确了地下水污染风险的关键环节，建立了全面的地下水污染风险指标体系。运用层次分析法有效地将各风险因素进行量化打分，实现了地下水污染风险的等级划分。实证案例的应用分析验证了该评价体系在识别、评估和预测地下水污染风险方面的有效性，对于引导地下水污染的防治和治理工作，提高环境管理水平，具有积极作用。由此可见，该体系能够在一定程度上降低地下水污染事件发生的概率。

9.2 存在问题与挑战

地下水污染风险评价方法在实际应用中存在若干问题与挑战。其一，数据的准确性与可得性可能影响评价结果的可靠性，不同区域数据的稀缺性和不一致性增加了评价的复杂性。其二，污染源种类繁多、迁移路径多样化，使得风险评价模型的构建和适用性面临挑战。地下水系统的自然变异性和长期变化特性，增加了预测和评价的不确定性。未来需加强数据共享平台的建设和多学科交叉融合研究，以提高风险评价的科学性和实用性。

10 结语

本文通过构建一个基于源-路径-受体模型的地下水污染风险评价系统，定义了关键评价环节，并通过重度级别建立了包含污染源风险、迁移风险和敏感受体风险在内的指标体系。通过层次分析法(AHP)量化各因素，制定了风险评价模型，并通过实际案例验证了该系统的有效性与科学性，表明该评价体系能有效预测地下水污染风险，为防治提供支持。研究中发现模型需要进一步优化，未来可通过大数据等技术提高评价准确性，且将此体系扩展到其他领域，以更广泛地解决环境污染问题。这套评价体系不仅提升了地下水污染风险的识别、评估和预防水平，也为相关研究提供了理论参考。

参考文献

- [1] 付高平,张弛,徐斌.区域地下水污染风险评价方法研究[J].能源与节能,2022,(07):180-182.
- [2] 李志华.垃圾填埋场地下水污染风险分级评价分析[J].智能城市, 2021,7(07):115-116.
- [3] 方进王德全.地下水污染风险评价方法研究综述[J].智能城市, 2021,7(10):115-116.
- [4] 崔明奎.地下水污染环境影响评价探讨[J].经济技术协作信息, 2023,(07):0256-0258.