

Research on Soil and Groundwater Survey Technology and Evaluation of Typical Polluted Sites

Yang Liu Hao Wang Jiyu Wang

Shandong Environmental Protection Scientific Research and Design Institute Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250013, China

Abstract

Controlling groundwater pollution is an important part of domestic water environmental protection. However, the degree of groundwater pollution is closely related not only to the source of pollution, but also to hydrogeological conditions. Therefore, the focus of the project is to collect and study the monitoring results and data of the existing 5~10 contaminated points. On the basis of collecting and learning advanced sampling techniques from other countries and communicating with Chinese experts, and in combination with the actual situation of the contaminated site, several on-site soil sampling methods and groundwater pollution source determination methods were studied by ourselves.

Keywords

typical polluted site soil; groundwater; investigation technology; evaluation

典型污染场地土壤与地下水调查技术与评价研究

刘阳 王浩 王继宇

山东省环境保护科学研究设计院有限公司, 中国·山东 济南 250013

摘 要

治理地下水污染是中国水环境保护的重要组成部分。但地下水污染程度不仅与污染源密切相关, 而且与水文地质条件密切相关。因此, 该项目的重点是收集和研究现有的5~10个受污染点的监测结果和数据。在收集、学习其他国家先进采样技术和与中国专家交流的基础上, 结合污染场地的实际情况, 自行研究了几种现场土壤采样方法、地下水污染源判定方法。

关键词

典型污染场地土壤; 地下水; 调查技术; 评价

1 引言

作为世界上最重要的环境问题之一, 科学治理污染地块是一个经济社会发展水平较高的国家所面临的问题。土壤和地下水污染不仅对工农业发展产生不利影响, 还会导致地表水二次污染、植物系统入侵、食物链渗透人体, 严重危害人类健康和社会经济生态环境。土壤采样方法使用方便, 在检测污染土壤中的挥发性有机成分时更准确。收集和研究了十几个发达国家数百万字的污染场地调查和评价技术资料, 结合中国典型污染场地调查的经验, 编制了具有中国地质行业特点的污染场地土壤和地下水调查技术要求。作为调查程序的一部分, 技术要求应遵循污染识别、污染确认和详细污染调查的逐步工作方法; 在调查内容上, 突出了土壤与地下水污染综合调查的思路, 包括土壤污染源调查、地表污染调查、深层土壤污染调查、地下水污染调查等; 在测量技术和

方法的应用上, 继承和发展了传统的地质测量技术和方法, 如地表测量、地球物理勘探、测井测量等。介绍了便携式仪器快速筛选、直接压力钻井测量、井的多级监测技术等新的技术手段。技术要求地质特征明显, 操作性强。因此, 土壤和地下水的恢复是社会各界关注的问题^[1]。近年来, 风险管理概念已被引入受污染土壤和地下水的修复实践中, 并采用了多种技术来消除、减少和防止污染物进入人体。在此基础上启动了“中国典型污染地块土壤和地下水技术研究”研究项目, 旨在建立具有中国地质特征的污染地块土壤和地下水研究技术方法体系。

2 污染场地调查的技术要求

作为世界上最重要的环境问题之一, 科学治理污染地块是一个经济社会发展水平较高的国家面临的问题。30多年来, 美国、英国、澳洲、日本、欧洲联盟等多个国家和国际组织, 都建立了比较完善的技术体系, 对受污染的地块进行勘察、评估、回收和处置。随着社会经济的快速发展和土壤功能的频繁大规模转换, 土壤和地下水污染问题日益受到

【作者简介】刘阳(1990-), 女, 本科, 工程师, 从事环保工程、土壤与地下水调查及修复研究。

重视,迫切需要建立一个规范的,可指导中国土壤和地下水污染研究、评估、恢复和控制的技术体系^[1]。在此基础上启动了“中国典型污染地块土壤和地下水技术研究”地质研究项目,旨在建立具有中国地质特征的污染地块土壤和地下水研究技术方法体系^[2,3]。

3 污染场地调查技术方法

便携式土壤气体测量方法是將光离子探测器与含有检测到的土壤样品的封闭容器相结合,是一种快速、简便、有效的调查方法,可识别土壤层中挥发性污染物的特性,引导现场采样。这是中国在石油、农药等挥发性污染场所调查中首次采用的技术研究方法。目前主要采用便携式仪器相结合、电流密度高、组合芯电导率测量的调查方法。目前这种联合调查方法已广泛应用于污水灌区,是揭示中国污水灌区污染分布特征的有效手段^[4,5]。

多阶段地下水监测方法是监测地下水动态场、水化学场和地下水动态、确定地下水污染羽流传播范围、探讨其自然净化可能性的关键方法之一。

地质雷达站结合高密度电工技术,是一种综合的地球物理方法,可以确定地下设施污染的范围和程度、地下水浸没深度、油田、污水灌溉地和垃圾填埋场。目前,我们已将这两项地球物理技术应用于受污染地块的研究。

目前,大多数场地采用了四种土壤取样方法。同时,还可以采集挥发性有机物、半挥发性有机物、进行工程地质工作。此外,我们现已开始采用非空间抽样方法收集挥发性有机化合物样本,以甲醇为提取物,以甲醇为1:1当量,与土壤样本量比较^[6]。

80m以下地下水流向与50m以内地下水流向相反。场地地下水流场中的这种现象表明,在地形起伏较小、势能基本相同的丘陵平原区,深层地下水的开采也可以形成不同层次的地下水流动系统,在饱和区,低含水段的水头高于深水段,垂直水力梯度为5.8‰~14.8‰,形成了低含水段垂直提供深水段的潜力。浅层地下水的电导率高于深层地下水,浅层地下水的pH值一般低于深层地下水,浅层地下水的溶解氧浓度一般低于深层地下水,浅层地下水的氧化还原电位(ORP)一般低于深层地下水。旱季油污染识别效果好于雨季。研究发现,场地表层土壤中的主要污染物类型为单环芳烃和多环芳烃,11种污染物的浓度服从对数正态分布。有机污染物相对集中在水分和有机质含量较高的土壤泥质层、水位波动区的干砂层和粉质粘土层。挥发性有机物的最大污染深度为30m^[7]。

4 目前已取得的地下水污染源判定方法

根据中国地方地下水污染源研究成果,确定地下水污染源、污染源强度,提出在确定污染源的基础上对地下水污染源进行分类,建立典型地下水污染源排放强度的计算方法。同时,在总结内外源污染优化控制研究成果的同时,系

统制定了中国地下水污染治理的最佳途径清单,为地下水污染治理提供了技术支持。建立了中国典型水文地质条件下瓦斯封装区主要防污控制因素的识别方法,探索了典型瓦斯封装区和岩层的构造结构,分为四类,建立了考虑污染源特征和水文地球物理条件的数值模型,结合灵敏度分析方法,对不同污染条件下气体区防污影响因子的灵敏度进行排序。通过分析污染源与地下水污染的相关性,找出中国典型水文地质条件下储气区污染的主要控制因素,为中国同类水文地质条件下地下水主要污染源控制因素的选择和分析提供科学依据。建立污染地块地下水污染源分类强度半定量、定量评价模型和方法,为典型污染地块分类提供科技支持。在分析“源污染路线”的基础上,提出了曝气区污染源负荷和抗污染性能两个指标^[8]。

制定地块分类方法、选择方法和效果评价,为制定地方地下水污染治理方案提供技术支持。针对天然气区、污染源和地下水含水层(水文地质条件)的特点,建立了控制源污染地下水风险程度的指标分类体系,提出了控制源污染地下水风险的分类方法。在地下水受到有机物和重金属污染的情况下,开发出适合清除污染源的自然或改良生物修复技术,并据此开发出基于其过滤能力的主动污染控制方法。此外,通过实际工程模拟和定量模拟,以及典型场所的相关防治方法,进一步验证了有机污染和重金属治理方案的有效性^[9]。

5 在污染场地的调查研究中有了新的发现和认识

根据多层次地下水监测,埋藏在50m深处的内陆径流与地形基本吻合。80m以下的地下水流场与50m以内的地下水流场相反,该现象表明,在地形地貌小、潜在能力几乎相同的丘陵平原地区,深部开采地下水也可能产生不同的地下水流动系统。在饱和区,含水层底部的水深高于深度,这使得下层水深区域的垂直分离成为可能。浅层地下水的电导率高于深层地下水,浅层地下水pH值一般低于深层地下水,浅层地下水溶解氧浓度一般低于深层地下水,浅层地下水的氧化还原电位一般低于深层地下水。

而场地污染主要是由石油碳氢化合物污染所致,研究结果显示,旱季油污指标优于雨季。地球表层土壤的主要污染物类型表现为单环芳烃和多环芳烃,11种污染物的浓度取决于对数正态分布。土壤中90%以上的石油碳氢化合物浓度超过1000mg/kg,场地污染主要由石油碳氢化合物引起。有机污染物相对集中在含水量和有机物含量较高的土壤淤泥层、水位波动区的沙质层和粉土中。资料显示,挥发性有机物的最大污染深度约为30m^[10]。

研究表明,在气态区,最容易蒸发的有机气体聚集在渗透性强的土壤砂岩中。沙土中VOC_s气体浓度为粉土的1.5~12倍,平均为3.76倍。VOC_s气体在沙子和淤泥中的扩

散规律可以用指数模型来描述,但衰减梯度不同。这一特点是油污地块与其他不扩散设施如重金属污染的最大区别。通过对大量多孔土中 VOC_s 气体的现场测量,总结了 30m 处 VOC_s 污染的概念模型。从污染源到环境, VOC_s 气体浓度的变化可分为四种污染类型,即污染源过滤类型、气体区扩散污染类型、地下水动态区污染类型和混合污染类型。多年监测发现,绝大多数地下水中 VOC_s 和 PAH_s 浓度随时间的推移趋于下降,表明地下水具有一定的自清洁能力。在大多数地方受污染的地下水中,浅水区的地下水污染程度高于深水区。从地下水污染物浓度空间值的变化来看,垂直差异明显大于水平差异。采用美国 EPA (HRS) 污染地块风险评估方法对油污现场进行风险评估,揭示了污染水与地下水的关系,并对污染水对周围土壤和地下水的影响程度有了新的认识。对水质和水位的动态观测,结合地球物理勘探和电阻率测量,可以表明灌溉渠的水量与地下水之间存在一定的联系。地下水通过垂直过滤得到补充,周围的土壤和地下水受到地下水流动的影响。污水渠垂直影响可达 20m,水平扩散范围至少 30m^[11]。

6 结语

污染场地土壤和地下水调查技术要求充分调研通过污染场地调查实践获得的一些应用研究成果。例如,用于快速识别挥发性有机化合物污染的便携式土壤层气体测量方法,多级地下水监测井技术、地下水测深取样技术、便携式物探技术和联合测量钻探技术已在国土资源部门得到应用。《污染场地土壤和地下水调查技术要求》的研究填补了中国地质行业场地污染调查技术标准的空白^[12]。是对中国环境保护管理部门制定的污染现场调查技术标准的补充和完善。对中国场地污染调查的科学化、规范化发展具有重要的参考价值,并将在中国土壤和地下水污染调查、中国环境地质调查中发挥生态文明建设的作用。在比较世界各国根据国内地下水污染类型和特点对地下水污染源进行评价、分类和治理

的技术规范和分析方法的基础上,建立了地下水污染源的质量、定量和分类指标体系。同时,开展以研究水平高、数据积累和典型水文地质条件为特点的地下水污染治理技术研究,必须充分结合土壤和地下水污染现场取样分析。对地下水污染源的评价和分类方法和指导意见,应当采取区域结构化方法,结合污染源强度的评价和分类,论证不同典型的污染部位。

参考文献

- [1] 孙潇潇.典型有机污染场地的污染调查与评价[D].南京:南京大学,2015.
- [2] 严青云.典型玻璃钢加工地块土壤污染调查与评价[J].现代盐化工,2021,48(6):59-62.
- [3] 张新钰,王晓红,辛宝东,等.典型场地四氯化碳污染的健康风险评估[J].环境科学学报,2011,31(11):2578-2584.
- [4] 羊嘉文.典型电子电器废弃物拆解场地土壤污染调查、风险评估与堆制修复研究[D].杭州:浙江大学,2015.
- [5] 郝丽虹,刘桂青,张世晨,等.城市加油站场地典型有机污染物空间分布特征[J].生态环境学报,2021,30(11):2175-2184.
- [6] 王兰化,李明明,张莺,等.某废弃化工场地下有机污染健康风险评估[J].地质调查与研究,2012,35(4):293-298.
- [7] 蔡五田,王广才,郑继天.典型污染场地土壤与地下水调查技术与评价研究[J].科技成果管理与研究,2014(12):3.
- [8] 典型污染场地土壤与地下水调查技术与评价研究[C]//2008年度中国地质科技新进展和地质找矿新成果资料汇编,2008:83-84.
- [9] 张亚尼,邓小文,袁雪竹.典型石油烃污染场地土壤与地下水环境风险评估[J].绿色科技,2021,23(8):147-150.
- [10] 董璟琦.污染场地绿色可持续修复评估方法及案例研究[D].北京:中国地质大学,2019.
- [11] 谢雨呈.典型肥料生产场地氨氮污染特征及风险控制目标确定[D].长沙:湖南师范大学,2019.
- [12] 张驰,秦榕璘.污染场地土壤与地下水筛选值及标准应用[J].广东化工,2018,45(6):147-148+119.