

成果与方法

地球物理方法在环境污染监测及治理方面的应用

杜良法^{1,2}, 何国强², 黄壮远²

(1. 中国地质大学(北京)地球物理与信息技术学院, 北京 100083; 2. 中国冶金地质总局山东局, 山东 济南 250014)

摘要:环境污染主要是大气污染、水体污染、土壤污染、固体废弃物污染、放射性污染和电磁污染等, 环境污染严重影响了人类的生存环境。环境地球物理学是环境科学与地球物理学相融合而发展起来的一门交叉性边缘学科, 其在环境污染的监测和治理方面应用广泛。随着环境地球物理技术的不断提高以及环境恶化程度的不断加剧, 环境地球物理方法在环境污染监测和治理中的应用前景更加广阔, 已成为解决环境污染不可缺少的重要手段。

关键词:环境地球物理学; 环境污染; 监测; 治理

中图分类号: X829; X83

文献标识码: A

0 引言

随着人类经济的快速发展和社会不断进步, 环境问题已成为社会普遍关注的核心问题之一, 地球物理与环境研究(特别是城市环境)和全球变化的研究已成为地球物理学 21 世纪中、上叶优先发展的一个重要前沿领域^[1]。环境地球物理学是环境科学与地球物理学相融合而发展起来的一门交叉性边缘学科, 其主要是利用地球物理学的理论和方法来研究地球物理场和地球物质的物理特性与人类生存环境(包括天然和人工环境)之间的关系, 这种关系既包括地球物理场对人类的生存环境和人体健康的影响, 也包括由于天然和人工环境的变化所导致地球物质特性和地球物理场的变化^[2]。

在过去的几十年, 人类不但大量消耗了几亿年才能形成的资源, 而且造成了严重的大气污染; 人类的破坏性活动致使地球的生态环境(如: 生物多样性、营养循环、地下水资源、土壤结构、海洋环境和渔业资源等)受到严重破坏, 环境恶化, 资源枯竭已超出了环境本身的自净能力^[3], 环境问题已经成为近几十年来人们关切的重大问题之一。在解决环境问题的过程中, 环境地球物理方法和技术以其特有的优势发挥着越来越重要的作用, 并随着地球物理勘

探技术的进步和数据处理方法的提高, 已经成为环境调查、监测、预测和治理等方面一项不可缺少的重要手段。

1 地球物理方法的应用

1.1 在环境污染监测中的应用

环境污染监测是为了准确、及时、全面地反映环境质量状况及发展趋势, 为环境管理、污染源控制、环境规划治理等提供科学依据。现在的环境污染监测技术已从过去的单一环境分析发展到物理、生物、生态、遥感和卫星监测。随着环境污染问题的日益严重, 环境地球物理在环境污染监测中的应用比重不断增加, 应用范围也在不断的拓宽。

1.1.1 大气污染监测

在大气污染监测中, 磁学方法的应用越来越受到人们的重视, 因为大气降尘和气溶胶浮尘含有大量通过大气层传输的磁性颗粒, 不同的磁性颗粒来自于不同的污染源, 所以许多人利用环境磁学的方法研究城市大气降尘污染物内含磁性颗粒的行踪轨迹来监测城市大气污染和追踪污染源^[4]。例如: 通过研究街道两边树叶表面浮尘磁性的时空变化特征, 发现树叶浮尘的环境磁性特征较好反映了汽车

* 收稿日期: 2008-02-02; 修订日期: 2008-05-05; 编辑: 曹丽丽

作者简介: 杜良法(1965-), 男, 山东龙口人, 高级工程师, 主要从事工程物探研究工作。

尾气的变化;利用磁学参数区分火力发电厂的排放物;用磁学方法研究大气污染物悬浮颗粒的不同类型、来源和传播机制等。

大气中的汞污染问题也引起国际环境、卫生界的极大关注,不同领域的科学家对汞及其化合物的环境地球物理、环境地球化学研究给予高度的重视^[5]。近年来,我国也有人在成都等地区运用环境地球物理的方法研究大气环境中汞污染状况^[6],在汞污染的监测和污染源的追踪方面有一定的效果。

1.1.2 水资源污染的监测

在水资源污染的监测中,环境地球物理方法应用较广,使用最为普遍的是电(磁)法。针对不同的污染调查目标,根据其物理、化学性质的变化特征,可选用不同的地球物理方法。如对地下污水的监测,常用的方法有电阻率法、电磁法、探地雷达、激发极化法、放射性法和温度测量等^[7]。这些方法不但可以对地下水的无机污染进行监测,还可以对其有机污染进行监测,并可对地下水的污染路径进行动态监测;在城市和工厂排放的污水中往往含有金属碎屑或其他铁磁性污染物,利用磁法不但可以对污染进行监测,还可以根据污染物的不同磁化率特征查明其污染来源。

海洋是地球上的主要水体,对海水的污染主要发生在陆棚区域,而污染源也主要来自于陆源污染^[8]。由于污染物对海洋的污染,致使陆棚的自然电场结构及海水的电阻率发生变化。前苏联曾对北半球的部分海域海水的电阻率进行过测量,即用四极装置测量陆棚区海水的电阻率,测量的范围从海底到海水表面。根据多年的观测,得出陆棚区海水的电阻率随海水的含盐度、温度、深度、空间位置及时间而改变,并由此建立了估算陆棚区海水电阻率的经验公式,以及计算各海域自然电场的公式。这些是评价海水污染的基础性工作,当海水受到污染时,其电阻率分布及自然电场结构均发生改变^[9],据此可以对海水入侵、海水污染等进行有效的监测。

1.1.3 固体废弃物污染监测

固体废弃物污染常用的地球物理监测方法主要有磁法、电(磁)法、探地雷达、重力等。磁法在查明铁磁性固体污染物和废弃弹药方面应用效果明显,固体垃圾和工业废料大多含有铁磁性物质或被装于铁质容器中,废弃弹药也具有铁磁性,利用其产生的磁异常可以监测污染和确定废弃弹药的埋藏位置。

电(磁)法在固体废弃物污染的监测中,根据不同的目的,电剖面法、电测深法、激发极化法、自然电场法、频率域电磁法和探地雷达等可应用。它们在圈定污染范围和确定污染深度方面应用广泛并取得了较好的效果。当生活垃圾和工业废料的密度与周围地质介质的密度相差较大时,重力测量也可用于地下固体废料污染的监测,在美国的印第安纳州就有人应用重力测量有效地圈定了垃圾回填场地。

1.1.4 放射性污染监测

天然与人类活动产生和排放的放射性污染物会严重污染动植物赖以生存的空气、水体和土壤,对人体造成危害,所以,放射性污染监测也就成为环境污染监测工作的重要内容。例如:利用中子活化分析法和 α 活化分析法监测大气中放射性污染;核事故污染的监测;矿山及其周围放射性污染监测;石油开采及运输过程中放射性污染监测;磷肥生产和使用过程中产生的放射性污染监测;建筑材料的放射性污染监测;核废料污染的监测;大气、水体和土壤中氡气浓度的监测等。

1.1.5 土壤污染监测

用于大气、水体和固体废弃物污染监测的所有环境地球物理方法均可用于土壤污染监测中,因为大气、水体和土壤本身就是一个物质和能量循环大系统,污染物的迁移、存储均是在这个大系统内进行,它们产生污染的成因和机理相似。

1.2 在环境污染治理中的应用

环境污染监测的最终目的是对污染进行治理,以达到减少污染、保护生态环境的目的。传统地球物理方法在环境污染治理方面的应用比例还较少,尤其在对污染物的直接处理上更少用到,大多数情况是参与治理。如在对地表水和地下水污染进行换水和置换水的过程中,利用电阻率法进行跟踪动态监测;各种固体废弃物的选址勘察等。随着地球物理技术的不断进步,它与其他学科(化学、生物学等)相融合,其在污染治理方面的应用面越来越宽,如等离子体技术、核辐射技术、微波加热技术和核磁共振技术等。这些新技术具有效率高、费用低和无二次污染的特点,尤其适用于常规技术难以处理的环境污染物(如难降解有毒有机污染物),在治理废气、废水和固体废弃物方面发挥着重要的作用。

等离子体是由电子、离子、自由基和中性粒子组成的导电性流体,容易受磁场、电场的影响,它为化

学反应提供必须的能量粒子和活性物种。根据等离子体的技术特点,利用其物理特性和高能电子(0~20eV)参与形成的物理、化学反应过程,来解决环境中“三废”污染问题。在大气污染的治理中,主要用于脱硫脱硝、汽车尾气治理、挥发性有机污染物治理、粉尘和飘尘的净化和室内空气的净化等;在水污染处理方面,等离子体技术可以直接将有害物氧化成为二氧化碳、水或矿物盐,不造成二次污染;在固体废弃物处理方面,采用直流等离子体对垃圾燃烧灰进行熔融处理,熔融效率极佳,垃圾燃烧灰熔融后,将熔渣投入水中做成玻璃状颗粒,可再利用于道路铺装或混凝土的混合材料,二恶英等有害物质也被高温分解掉,而且产生热量的54%可以回收利用^[10]。

核辐射技术是以 γ 射线或高能电子束(0.5~2 MeV)为基本手段对环境污染进行治理的。在大气污染中,可以用其进行脱硫脱硝,还可以对包括氯烃、氟氯烃在内的许多有机污染物进行处理;在水污染治理方面,核辐射技术可以用来对含氰废水、含重金属离子废水和含酚废水等进行处理;核辐射技术不但可以对固体废弃物进行消毒,还可以对有毒难降解的有机污染物(如多环芳烃、多氯联苯、二恶英等)进行降解处理^[11]。

微波加热技术主要用于土壤的原位修复,不仅能处理挥发性的化合物(多环芳香烃 PAHs,多氯酚 PCBs),还能处理非挥发物质(如重金属)^[12]。

利用核磁共振技术可以治理汽车尾气,减少大气污染。首先选用适当的液体燃料作为传递核磁共振的基质,使其获得核磁共振特性并永久记忆保存,然后将此液体作为“母液”,使用时取其0.1%加入机动车的液体燃料中,获得这一共振特性的燃料燃烧极其充分,因此尾气排放量降低。

2 应用前景

随着环境地球物理勘探仪器的更新换代和性能的提高以及地球物理数据处理技术的快速发展,用于环境污染监测和治理的地球物理方法技术也大幅度的提高。主要表现在仪器的理性化、系统化和快速化,工作效率高,分辨率、灵敏度高,信噪比也大大提高等。

随着环境恶化程度的不断加剧,环境地球物理技术的应用范围也在不断扩大。对大气污染、地下水污染、固体废弃物污染、土壤污染、放射性污染以及海水入侵等的动态监测和治理仍是环境地球物理研究的重要内容;特殊环境下的地球物理技术还有待于发展。如矿山地球物理技术和水下地球物理技术等。生态环境研究是环境地球物理学研究的新热点,电磁波、声波和核技术的广泛应用,使人类的生存空间中产生大量的人工物理场,这些物理场的负面效应不容忽视。

环境地球物理是一个新兴的边缘学科,其在环境污染中的研究和应用领域不断扩大。在对环境污染进行监测和治理时,环境地球物理技术具有快速、经济和无二次污染的特点,越来越受到人们的欢迎。现在,环境地球物理已成为解决环境污染不可缺少的重要手段。今后,它会为人类生存、社会经济的可持续发展做出更大的贡献。

参考文献:

- [1] 滕吉文. 20世纪地球物理学的重要成就和21世纪的发展前沿[J]. 地学前缘, 2003, 10(1): 117-140.
- [2] 郑军卫, 张志强, 董连成. 环境地球物理学及其现状与进展[J]. 地球科学进展, 2000, 15(1): 19-24.
- [3] Berrien Moore III. Challenges of a changing earth: Towards a scientific understanding of global change[J]. 地学前缘, 2002, 9(1): 41-47.
- [4] 夏敦胜, 马剑英, 王冠, 等. 环境磁学及其在西北干旱区环境研究中的问题. 地学前缘, 2006, 13(3): 168-179.
- [5] Fitzgerald W F, Engstrom D R, Manson R P, et al. The case for atmospheric mercury contamination in remote areas[J]. Environmental Science and Technology, 1998, 32(1): 1-7.
- [6] 汪云亮, 张成江, 周蓉生, 等. 大气环境中汞污染的研究进展[J]. 物探与化探, 2002, 26(4): 296-298.
- [7] 程业勋, 杨进, 赵章元, 等. 环境地球物理方法在地下水污染监测中的应用[J]. 环境科学研究, 1998, 11(6): 43-46.
- [8] 张彬彬. 海洋污染与监测[J]. 海洋地质动态, 2004(3): 1-4.
- [9] 石辉军, 王晟, 薛明轩, 等. 水环境地球物理研究及进展[J]. 西部探矿工程, 2003, 15(10): 161-163.
- [10] 蒋达华, 任如山. 等离子体技术在环境污染治理中的应用研究[J]. 环境技术, 2004(2): 16-19.
- [11] 李道棠, 晏乃强, 田扬捷. 核辐射技术在环境污染治理中的应用[J]. 上海环境科学, 2002, 21(9): 557-560.
- [12] 金耀民, 陈建孟. 微波在环境污染治理工程中的应用[J]. 环境污染治理技术与设备, 2002, 3(12): 64-69.

Application of Geophysical Methods in Monitoring and Managing Environment Pollution

DU Liang - fa^{1,2}, HE Guo - qiang², HUANG Zhuang - yuan²

(1. Geophysical and Information Technology College of China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Shandong Bureau of China Metallurgical Geology Bureau, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: Environment pollution mainly includes air pollution, water pollution, soil pollution, solid waste pollution, radioactive contamination and electromagnetic contamination. It greatly affects environment of human living. Environmental geophysics is a marginal subject based on fusing environmental science and geophysics. It is widely applied in monitoring and managing environment pollution. With the development of geophysical techniques and the aggravation of environment pollution, the application of environmental geophysical methods is becoming more and more extensive in monitoring and managing environment pollution. It has become an essential method of dealing with environment pollution.

Key words: Environmental geophysics; environment pollution; monitoring; management