

浅谈地表水重金属污染监测现状及对策

孙立岩¹, 姚志鹏², 薛荔栋², 沈欣²

(1. 吉林省敦化丹峰林业有限公司, 吉林 敦化 133714; 2. 中国环境监测总站, 北京 100012)

摘要: 介绍了重金属污染的现状及其危害, 并分析了国内外重金属监测现状。阐述当前地表水重金属监测的主要方法和原理, 指出地表水重金属监测工作存在的主要问题, 并对重金属监测工作提出了对策和建议。

关键词: 地表水; 重金属污染; 现状与对策

中图分类号: X832

文献标识码: A

文章编号: 1674-6732(2012)-06-0029-04

Primary Discussion and Countermeasures on Heavy Metal Pollution Monitoring in Surface Water

SUN Li-yan¹, YAO Zhi-peng², XUE Li-dong², SHEN Xin²

(1. Dunhua Danfeng Forestry Co. Ltd, Dunhua, Jilin 133714, China; 2. China National Environmental Monitoring Center, Beijing, 100012, China)

ABSTRACT: The heavy metal pollution has become increasingly serious, this article pointed out the status of heavy metal pollution and its detriment. The article elaborated the methods and main principle of heavy metal monitoring in surface waters, pointed out the problems of heavy metal monitoring, and also presented the suggestion on monitoring heavy metal in surface water.

KEY WORDS: surface water; heavy metal pollution; current situation and countermeasure

近年来,中国一些地区连续发生重金属污染事件,严重威胁生态环境安全和人体健康,党中央、国务院对此高度重视。为切实抓好重金属污染防治,保护群众身体健康,促进社会和谐稳定,中国制定了《重金属污染综合防治“十二五”规划》,重点控制14个省份、138个重点区域,并提出到2015年,要建立起完善的重金属污染防治体系、事故应急体系 and 环境与健康风险评估体系,基本遏制了突发性重金属污染事件高发态势。为贯彻落实“十二五”规划,做好重金属污染环境监测工作,及时开展重点地区地表水重金属专项监测工作,发现重点地区地表水重金属污染状况和潜在风险是非常必要的。

1 重金属污染现状及其危害

重金属是指密度在 $4 \sim 5 \text{ g/cm}^3$ 以上的金属,即元素周期表中原子序数在24以上的金属。常见的有铜、铅、锌、铁、锰、镉、汞、金、银等,约有45种^[1]。环境污染方面所说的重金属,实际上主要是指汞、镉、铅、铬、砷等金属或类金属,也指具有一定毒性的一般重金属,如铜、锌、镍、铊、锡等。其中一部分

是人体所必需的微量元素,如铁、锰、铜、锌^[2],但大部分重金属如汞、铅、镉等超过一定浓度都对人体有害。“十二五”期间重点防治的重金属污染物列出了14种,包括铅、汞、镉、铬和砷,兼顾镍、铜、锌、银、钒、锰、钴、铊、铋等重金属污染物。

与有机污染物不同,重金属在环境和生物体中具有富集作用,且在环境中很难降解^[3]。目前,国内在矿山开采、金属冶炼和加工过程中,通过废水排放导致重金属进入地表水,在藻类和底泥中积累,被鱼类和贝类等富集,经食物链浓缩后会造成公害^[4]。其危害主要体现在对环境的污染和对人体的伤害。对环境的污染主要事件有云南曲靖铬渣非法倾倒,湘江、龙江镉污染,阳宗海、大沙河砷污染等。如果重金属超过人体所能耐受的限度,就会造成人体急性或慢性中毒,其致癌、致畸及致突

收稿日期:2012-10-24;修订日期:2012-11-01

作者简介:孙立岩(1962—),女,工程师,大专,从事水环境监测工作。

姚志鹏(1981—),男,工程师,硕士,从事水环境监测工作。

变作用,对体会造成很大的危害^[5,6]。国内近年出现的重金属污染事件主要有湖南儿童血铅超标事件、陕西凤翔数百儿童铅超标以及浙江台州近百村民血铅超标等等,而世界上比较著名的重金属污染事件是日本因汞污染导致的水俣病和因镉污染导致的痛痛病。

2 国内外重金属监测现状及检测分析方法

1905年,美国公共卫生协会成立了“水的标准分析方法委员会”,并发布了第一份《水的标准分析方法》,即现在已经出版到第18版的《水和废水的标准检验法》,在随后的多次修订中,该方法对各种重金属的监测方法不断做出改进。经过近百年的发展,国内外实验室重金属检测技术发展较为成熟,主要采用传统酸消解及微波消解的前处理方式^[7]。测定方法包括原子吸收法(AAS)、原子荧光法^[8]、电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-AES)和电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)等。

表1 各种分析方法的优缺点比较

方法	优点	缺陷
FAA	容易使用,应用广泛	检出限稍高,需要样品消解,一次测一个元素
GFAA	检测限比FAA低1-2个数量级,应用广泛	对样品有一定要求,一次一个元素,稍多的操作技能,需要样品消解
ICP	多元素同时分析,分析样品浓度范围较广,应用广泛,中等操作技能,线性范围较广	运行费用较高,需要样品消解,元素间存在干扰
ICP/MS	多元素同时分析,适用于低浓度甚至同位素分析,检出限较低	运行费用高,应用相对少些,需要样品消解
比色法	原理简单,一般分光光度计即可,不需要特殊设备	易被其他离子干扰,灵敏度较低
极普法	灵敏度高,测定重复性高	存在汞蒸气毒性的问题

2.1 国内外地表水重金属监测现状

2.1.1 国外重金属监测现状

国外有较为系统的重金属监测分析方法。美国环境实验室中所采用的环境分析方法按来源基本上可以分为4类:联邦方法即USEPA方法、USGS方法、州颁布方法、商业或私人组织颁布的方法,它们的适用范围也有所不同。其中,

USEPA 200系列方法是美国水质实验室应用的一套重要标准方法。该方法于1979年推出,后经过两次修订。EPA 200系列共有分析方法52个,可分析的金属达35种,这在20世纪80年代中期,是其他同类方法无法比拟的。该系列的主要特点如下:

(1) 应用范围广

它不仅适用于废水和饮用水,还适用于固体废弃物,而由美国公共卫生协会等部门联合制定的《水和废水标准检验法》中的第300章—金属的测定方法系列仅仅适用于废水。

(2) 测定手段先进

应用电感耦合等离子体原子发射光谱法(ICP-AES)能同时、连续测定多种金属^[9-11],方法性能好,灵敏度高,检测限与石墨炉—原子吸收法相近。广泛应用石墨炉技术,EPA 200系列可测定金属35种^[12],其中应用石墨炉技术测定的达30种。石墨炉技术灵敏度高,尤其适用于饮用水中金属的测定。35种金属中有33种用原子吸收法测定,只有硼(B)用库仑法测定,汞(Hg)用冷原子吸收法测定。

(3) 前处理方法简单实用,便于掌握

饮用水一般不需要前处理,其他水体尽管分析目的不同(如可溶金属、悬浮性金属、总金属、总回收金属等),但前处理方法基本相同。

(4) 校准方法灵活

除了用校准标样绘制校准曲线进行校准外,还可采用标准加入校准法,该法适用于基体复杂的水体中重金属的分析。

(5) EPA 200系列在美国应用广泛

不仅地区性水质实验室使用,合同实验室测定固体废弃物中金属时也会使用。

(6) 该方法局限性也很明显

主要表现在:QC不完善,只制定了饮用水中金属分析的QC程序,未制定其他水体及固体废弃物中金属分析的QC程序;对固体废弃物样品(主要指油样、固体样)的前处理没有提出有效的方法。

2.1.2 中国重金属监测现状

近些年来,中国越来越重视环境中重金属的监测,2011年12月份,中国环境监测总站开展了重金属的专项监测工作,在全国14个省设置了277个监测断面,每月开展14项重金属指标的监测。部分省市也根据自身实际情况,设置了重金属专项监测断面。

(1) 国内现行的重金属监测标准方法包括分光光度法、原子荧光光度法、火焰原子吸收、石墨炉原子吸收法。标准监测分析方法还不完善。对于电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-AES),主要在《水和废水监测分析方法》(第四版)里介绍了该方法用于检测水中铝、砷、钡、铍、铜、铅、锌、镉、总铬、铁、锰、钒的方法。测定地表水的电感耦合等离子体质谱法还未标准化。

(2) 现有的地表水国控监测断面多设置在国内主要的江河湖库上,而受重金属污染严重的较小的支流没有设置监测断面,现有地表水监测断面没有和重金属污染源相结合。需要增设地表水国控重金属监测断面,重点监测流量较小但对人民群众健康有较大影响的河流。

(3) 现有监测指标不能满足重金属管理的需要。目前,国内地表水监测指标主要为《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中表1的24项监测指标,其中共有8项重金属指标,而“规划”中共有14项监测指标,现有的监测指标不能满足“规划”要求。

(4) 部分监测任务承担单位能力不足。按照“规划”要求的14项重金属监测指标,目前还有部分监测站在设备、人员、经费等方面,难以满足要求。不具备监测“规划”要求的14项重金属监测指标能力。

2.2 在线监测技术

重金属在线监测仪器主要采用分光光度法和电化学方法^[13]。分光光度法一般采用化学前处理方法,有国标方法作为依据,可监测的项目有砷、总铬、六价铬、锰、镍、铈等。但因各个重金属的前处理方法都不相同,使每台在线仪器只能测定一种重金属,无法实现多元素的同时测定,该类方法的在线监测仪的灵敏度较低,多数只适用于废水和浓度较高水样的监测。对含量比较低的地表水和饮用水源地的重金属监测难以满足要求。电化学方法是环境监测中重要检测技术之一,目前重金属在线监测仪多采用阳极溶出伏安法和催化极谱法,可监测的项目有汞、铅、砷、铜、铋、铊、镉、锌、硒、锰、铁、镍、铬等;方法检测限可以达到ppb级;一台仪器可以通过安装多个模块,一般可设置5个模块,实现多种重金属的同时分析,可以满足大多数情况下的重金属监测。该方法的缺点是易受水中有机物等的干扰,需增加预处理装置^[14]。

2.3 生物监测

传统的生物监测以水蚤、藻类、鱼类或高等植物为受试对象,虽然能反映毒物对生物的直接影响,但是这些方法实验周期长,实验过程比较繁琐^[15]。目前,重金属生物监测方法主要采用发光细菌法。发光细菌是一种非致病菌,在正常的生理条件下能发出450~490nm的蓝绿色可见光,这种发光过程极易受到外界条件的影响,凡是干扰或损害细菌呼吸或生理过程的任何因素都能使细菌发光强度发生变化。当水中重金属与发光菌接触时,发光强度立即改变,并随着重金属浓度的增加而发光减弱,通过仪器记录后给出抑制率,实现重金属的监测。

3 重金属监测的对策

(1) 应该进一步完善重金属监测方面的法律法规,制定更合理、更严格的标准规范。加快重金属监测的先进技术分析方法的标准化工作,进一步完善重金属监测的技术规范。

(2) 重金属污染延续时间长、治理难度大、危害严重。要严把项目关,不能以牺牲生态环境为代价换取经济增长,应对当地的重金属企业进行数量和投资能力的控制。对重点地区针对不同涉重企业,根据其生产工艺情况,从建厂开始就对其可能污染或影响的区域,进行连续的监督监测,并制定企业周围环境档案,对其周围的水、土壤、气、尘甚至周围居民的身体都进行跟踪监测。

(3) 加强重金属监测能力建设,强化监测技术,提高人员素质。强化监管能力建设,提升监管水平,按照重金属污染特征和监测的实际需要,在各地原有能力和仪器装备水平的基础上,给省、市和县环境监测站逐级配备重金属实验室监测仪器、在线监测仪器、应急监测仪器、重金属采样和前期处理设备。

(4) 实施重金属科学监测。在技术方面进行深入的学术研究和强制性的科学监测,完善重金属监测技术体系,健全重金属污染事故预警应急体系。加强地方监测部门的力量,对监测技术人员培训和管理,严格监督监测职能,切实摸清地表水重金属污染状况,为环境管理工作提供可靠的技术支撑。

(下转第45页)

乡、工矿、居民用地普遍增加,水域面积增加以市区为主;城乡、工矿、居民用地增加主要集中在海安县和南通市市区;未利用土地面积减少明显,其中主要是南通市未利用土地面积的减少。

4 结论

(1)南通市生态环境类型以耕地、水域和城乡、工矿、居民用地为主,未利用土地面积积极小。

(2)不同类型的生态环境特点是:农业生态环境具有典型的南方特色,水田多,旱地少;林地以有林地为主,草地以高覆盖草地为主;水域中以河流等天然水域面积为主;城乡、工矿、居民用地中城镇建设用地占40%左右;未利用土地以裸土地为主。

(3)2006—2009年南通市生态环境动态变化主要特点是:耕地面积普遍有小幅减少,以城镇建设用地为主的城乡、工矿、居民用地增加较多;林地面积无明显变化;未利用土地面积有所减少,以盐碱地面积减少为主,减少的面积主要用于耕地和建设用地。

(上接第31页)

3.5 加强重金属监测数据质量管理工作。重金属监测涉及项目多,地表水环境质量标准中设置了20项重金属(类金属)项目。有些项目如钨等重金属需要先进的监测技术,要推动使用一些比较先进的监测技术和方法。强化量值传递和国家、省级环境监测站对地市级监测站实际样品的监测比对工作,提高重金属监测数据质量。

[参考文献]

- [1] 韩玲玲,曹惠昌,代淑娟,等.重金属污染现状及治理技术研究进展[J].有色冶金,2011,27(3):94-97.
- [2] 曹斌,何松洁,夏建新.重金属的污染现状及对策[J].中央民族大学学报(自然科学版),2009(1):30-31.
- [3] 常晋娜,瞿建国.水体重金属污染的生态效应及生物监测[J].四川环境,2005,24(4):29-33.
- [4] 姚晓飞,于晓华,周岩梅,等.南沙河水体重金属污染特征及潜在生态危险评价[J].中国环境监测,2012,28(3):18-22.
- [5] 王斌,张震.天津近郊农田土壤重金属污染特征及潜在生态风险评价[J].中国环境监测,2012,28(3):23-26.
- [6] 袁兵贵,谢欣,张大周.地表水重金属监测预处理方法的探讨

[参考文献]

- [1] 王桥,杨一鹏,黄家柱.环境遥感[M].北京:科学出版社,2005.
- [2] 张宁红.太湖流域生态安全监测体系的构建[J].环境监测管理与技术,2008,20(3):1-5.
- [3] 金焰,张咏,牛志春,等.环境一号卫星CCD数据在生态环境监测和评价工作中的应用价值研究[J].环境监控与预警,2010,2(4):29-35.
- [4] 李晶,孟祥亮,张玉梅.山东省生态环境遥感监测及其动态变化研究[J].环境监测管理与技术,2009,21(3):71-74.
- [5] 何立明,王文杰,王桥.中国秸秆焚烧的遥感监测与分析[J].中国环境监测,2007,23(1):42-49.
- [6] 邢诒,郑丙辉.城市景观生态遥感监测技术研究[J].环境科学,2002,23:99-102.
- [7] 赵庚星,林戈.黄河口哥白尼耕地遥感动态监测及其生态环境安全分析[J].水土保持学报,2004,18(2):37-40.
- [8] 申卫民,钱震.南通市生态环境质量现状综合评价[J].南通大学学报,2005,4(2):14-17.
- [9] 党安荣,王晓栋,陈晓峰,等. Erdas Imagine 遥感图像处理方法[M].北京:清华大学出版社,2003.
- [10] 广东化工,2010,7:112,120.
- [7] 陈浩,何瑶,陈玲,等.土壤重金属监测过程及其质量控制[J].中国环境监测,2010,26(5):40-43.
- [8] 何军,冯伟.氢化物发生-原子荧光法同时测定水中的砷和铅的研究[J].中国环境监测,2011,27(5):30-32.
- [9] 袁挺侠.电感耦合等离子体原子发射光谱法测定水中钨、钼、钒、钴、铁、钼其中微量元素[J].中国环境监测,2011,27(1):32-34.
- [10] 高扬,周培,施婉君,等.重金属光谱分析仪与原子吸收光谱测定土壤中的重金属[J].中国环境监测,2009,25(1):24-25,77.
- [11] 樊颖果,冯焕银. CRC-ICP-MS 在重金属突发环境事件中的半定量方法研究[J].中国环境监测,2009,25(1):33-36.
- [12] Elzbieta (Ela) Bakwska. 应用 ICP-MS 技术和 EPA200.8 标准方法分析饮用水和污水样品[J].2001,20(6):616-619.
- [13] 马颖璐,左航,白明.水中重金属在线监测技术发展概述[J].环境科学与管理,2011,36(8):130-132.
- [14] 白燕,李素梅,周艳辉,等.电分析化学进展[M].西安地图出版社,1999:242.
- [15] 戴全裕.水生高等植物对太湖重金属的监测及其评价[J].环境科学学报,1983,3(3):213-215.