

环境科学

(HUANJING KEXUE)

ENVIRONMENTAL SCIENCE

第33卷 第12期

Vol.33 No.12

2012

中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版



目次

特别策划:再生水灌溉利用生态风险研究专题

序 陈卫平 (4069)
再生水灌溉利用的生态风险研究进展 陈卫平, 张炜铃, 潘能, 焦文涛 (4070)
绿地再生水灌溉土壤微生物量碳及酶活性效应研究 潘能, 侯振安, 陈卫平, 焦文涛, 彭驰, 刘文 (4081)
绿地再生水灌溉土壤盐度累积及风险分析 潘能, 陈卫平, 焦文涛, 赵忠明, 侯振安 (4088)
再生水灌溉对土壤性质及重金属垂直分布的影响 赵忠明, 陈卫平, 焦文涛, 王美娥 (4094)
模型模拟再生水灌溉对土壤水盐运动的影响 吕斯丹, 陈卫平, 王美娥 (4100)
模型模拟土壤性质和植被种类对再生水灌溉水盐运移的影响 吕斯丹, 陈卫平, 王美娥 (4108)
再生水灌溉农田土壤镉累积规律模拟研究 赵忠明, 陈卫平, 焦文涛, 王美娥 (4115)
再生水灌溉土壤人工合成麝香累积模型模拟 王美娥, 陈卫平, 焦文涛 (4121)
城市绿化草坪再生水灌溉对地下水水质影响研究 王巧环, 陈卫平, 王效科, 任玉芬, 张烨 (4127)
北京市再生水的公众认知度评估 张炜铃, 陈卫平, 焦文涛 (4133)

研究报告

北京地区臭氧时空分布特征的飞机探测研究 陈鹏飞, 张蕾, 权建农, 高扬, 黄梦宇 (4141)
世博会期间上海市大气挥发性有机物排放强度及污染来源研究 王红丽, 陈长虹, 黄海英, 王倩, 陈宜然, 黄成, 李莉, 张钢锋, 陈明华, 楼晟荣, 乔利平 (4151)
贡嘎山本底站大气中 VOCs 的研究 张军科, 王跃思, 吴方堃, 孙杰 (4159)
区域大气环境风险源识别与危险性评估 张晓春, 陈卫平, 马春, 詹水芬, 焦文涛 (4167)
稻草烟尘中正构烷烃和正构脂肪酸的碳同位素 刘刚, 孙丽娜, 李久海, 徐慧 (4173)
汽油轿车 NEDC 循环超细颗粒物排放特性 胡志远, 李金, 谭丕强, 楼狄明 (4181)
城市道路绿化带不同植物叶片附尘对大气污染的磁学响应 隆茜, 周菊珍, 孟颖, 达良俊 (4188)
闽江口养殖塘水-大气界面温室气体通量日进程特征 杨平, 仝川, 何清华, 黄佳芳 (4194)
模拟增温对冬小麦-大豆轮作农田土壤呼吸的影响 刘艳, 陈书涛, 胡正华, 任景全, 沈小帅 (4205)
广西大石围天坑中多环芳烃的大气传输与分异 孔祥胜, 祁士华, 孙寿, 黄保健 (4212)
松花江流域冰封期水体中多环芳烃的污染特征研究 马万里, 刘丽艳, 齐虹, 白杨, 刘吉敏, 陈忠林, 李一凡 (4220)
温州城市河流中多环芳烃的污染特征及其来源 周婕成, 陈振楼, 毕春娟, 吕金刚, 许世远, 潘琪 (4226)
温州城市河流河岸带土壤中 PAHs 的污染特征与来源 周婕成, 毕春娟, 陈振楼, 王璐, 许世远, 潘琪 (4237)
辽河水系沉积物中 PAHs 的分布特征及风险评估 武江越, 刘征涛, 周俊丽, 高富 (4244)
某炼油厂退役场地土壤与浅层地下水酚类污染特征研究 裴芳, 罗泽娇, 彭进进, 祁士华 (4251)
某大型焦化企业污染场地中多环芳烃空间分布的分异性特征 刘庚, 郭观林, 南锋, 魏文侠, 李发生, 毕如田 (4256)
太原市市灌区有机氯农药垂直分布特征及源解析 廖小平, 张彩香, 赵旭, 向青清, 李佳乐 (4263)
上海市崇明岛农田土壤中多环芳烃分布和生态风险评价 吕金刚, 毕春娟, 陈振楼, 周婕成, 韩景超 (4270)
近 50 年来深圳湾红树林湿地 Hg、Cu 累积及其生态危害评价 李瑞利, 柴民伟, 邱国玉, 贺蓓 (4276)
北运河源头区沙河水库沉积物重金属污染特征研究 张伟, 张洪, 单保庆 (4284)
太湖表层沉积物重金属赋存形态分析及污染特征 秦延文, 张雷, 郑丙辉, 曹伟 (4291)
典型季风型温冰川消融期融水化学日变化特征 朱国锋, 蒲焘, 何元庆, 王培震, 孔建龙, 张宁宁, 辛惠娟 (4300)
螺-草水质净化系统氮素环境归趋的实验研究 周露洪, 谷孝鸿, 曾庆飞, 毛志刚, 高华梅, 孙明波 (4307)
固定化果胶酶抑制铜绿微囊藻生长研究 沈清清, 彭谦, 赖泳红, 纪开燕, 韩秀林 (4316)
采用膜污染指数评估天然有机物在低压超滤膜中的污染行为 肖萍, 肖峰, 赵锦辉, 秦潼, 王东升, 冯金荣, 许光 (4322)
水体中甲基汞光化学降解特征研究 孙荣国, 毛雯, 马明, 张成, 王定勇 (4329)
土霉素在乙酸水溶液中的臭氧氧化降解研究 李时银, 李小荣, 朱怡苹, 朱江鹏, 王国祥 (4335)
酰胺咪唑光降解效能与机制及其影响因素研究 陈超, 赵倩, 封莉, 张立秋 (4340)
利用 FeS 去除水中硝基苯的试验研究 王夏琳, 李睿华 (4346)
地下污水管线泄漏原位自动监测模拟实验研究 郭磊, 贾永刚, 付腾飞, 刘晓磊, 赵战坤 (4352)
表面活性剂改性沸石对水中酚类化合物吸附性能研究 谢杰, 王哲, 吴德意, 李春杰 (4361)
抗生素类制药废水厌氧消化产物急性毒性的检测 季军远, 邢雅娟, 郑平 (4367)
废砖块作为人工湿地填料的除磷能力研究 王振, 刘超翔, 李鹏宇, 董健, 刘琳, 朱葛夫 (4373)
基于生物沸石复合滤料的间歇式脱氨水处理 庆承松, 鲍韬, 陈天虎, 陈冬, 谢晶晶 (4380)
硝酸盐对厌氧生物膜和颗粒污泥的同时产甲烷反硝化性能影响研究 钟晨宇, 叶杰旭, 李若愚, 陈胜, 孙德智 (4387)
水平电场作用下活性污泥的脱水研究 季雪元, 王毅力, 冯晶 (4393)
多重环境因子对氟胺磺隆在土壤中的降解的影响 宋宁慧, 单正军, 石利利, 郭敏, 许静, 孔德洋 (4400)
碱后处理对互花米草沼渣理化特性的影响研究 陈广银, 郑正, 常志州, 王海芹, 叶小梅 (4406)
含砷废渣高温烧结过程砷的矿物相结构变化与环境释放行为 王兴润, 农泽喜, 王琪 (4412)
国家大气污染物排放标准体系研究 江梅, 张国宁, 张明慧, 邹兰, 魏玉霞, 任春 (4417)
环境基准向环境标准转化的机制探讨 毕岑岑, 王铁宇, 吕永龙 (4422)
对“有毒重金属”实施 2 种总量控制监管方式的利害分析 傅国伟 (4428)
《环境科学》第 33 卷(2012 年)总目录 (4434)
《环境科学》征订启事(4099) 《环境科学》征稿简则(4166) 信息(4180, 4219, 4225, 4275) 专辑征稿通知(4172)

对“有毒重金属”实施 2 种总量控制监管方式的利害分析

傅国伟

(清华大学环境学院,北京 100084)

摘要: 首先,必须明确认定:对第一类污染物实施《源头总量控制》是污控执法和促进经济结构改革的保证条件. 这种监管方式自 2008 年《第一次全国污染源普查工业污染源产排污系数手册》公布以来,更具有其切实实施的可行性. 《源头总量控制》与《水环境总量控制》两种监管方式既是各自独立、缺一不可,又是相互依赖和相互补充的关系,目前一些地方的规划管理者模糊和混淆了两类污染物和两种监管的内容和方式,笼统以《水环境总量控制》来监管所有污染物,丢弃了《源头总量控制》,使本应严加管理的饮用水水源地丧失了控制第一类污染物的能力. 我国《地面水环境质量标准》(GB 3838-88)中第一类污染物的水质指标与我国实际的水环境背景值有很大差距,存在着“放宽允排量”和“价态转化引发危害”的问题;以一个 10 t 电解铅的企业为例,证明两种监管方式的铅允排量相差甚大. 总之,把第一类污染物与第二类污染物统一实施《水环境容量总量控制》将带来众多的危害,应当严格实施《源头总量控制》与《水环境总量控制》相结合的监管方式.

关键词: 第一类污染物;《源头总量控制》;《水环境总量控制》;水环境背景值;污控执法;经济结构改革

中图分类号: X52; X53 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2012)12-4428-06

Effect Analysis on the Two Total Load Control Methods for Poisonous Heavy Metals

FU Guo-wei

(School of Environment, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Firstly it should be made clear that implementation of source total load control for the first type of pollutants is necessary for environmental pollution control legislation and economic structure regulation. This kind of surveillance method has been more practical to be implemented since the Manual of the Industry Discharge Coefficient of First National Pollution Sources Investigation was published. The source total load control and water environment total load control are independent of each other and none of them is redundant, on the other side they can be complementary to each other. In the present, some local planning managers are blurring and confusing the contents and styles of the two surveillance methods. They just use the water total load control to manage all the pollutants, and source total load control is discarded, which results in the loss of control for the first type of pollutants especially for the drinking water source surveillance. There is a big difference between the water quality standards and the water environmental background concentration values for the first type of pollutants in the Environmental quality standard for surface water(GB 3838-88), which means that there are problems such as “relaxing the pollutant discharge permit” and “risk induced by valence state change”. Taking an enterprise with 10t electrolytic lead production capacity as an example, there is a big difference between the allowable lead discharged loads by the two total load surveillance methods. In summary, it will bring a lot of harmful effects if the water total load control is implemented for the two types of pollutants, so the source total load control and water environmental total load control should be implemented strictly at the same time.

Key words: first type of pollutants; source total load control; water environment total load control; water environment background concentration; pollution control legislation; economic structure regulation

2011 年 10 月 7 日国务院发布了《关于加强环境保护重点工作的意见》^[1] 要求切实加强重金属污染防治;加强重金属相关企业的环境监管,确保达标排放. 2012 年 1 月国务院又发布了《关于实行最严格水资源管理制度的意见》^[2]. 这两个重大意见确实是当今和长远关系民生的大事.

目前我国水土重金属污染的形势严重^[3~5]. 笔者已对此提出了综合性对策建议^[6,7]. 鉴于当前对“有毒重金属”存在以《水环境总量控制》监管方式替代《源头总量控制》与《水环境总量控制》相结合监管方式的倾向,本文特对这两种监管方式作一次较系统的利害分析对照,以期得到各方重视的和

确认.

1 第一类污染物实施《源头总量控制》是污控执法和促进经济结构改革的必须

我国早在 1988 年起即对第一类污染物(主要是 Hg、Cd、As、Pb、Cr 这 5 种有毒重金属)实施企业车间排放废水浓度达标的《源头总量控制》的 GB 8978-88^[8]. 1996 年进行修订后颁布了 GB 8978-1996^[8](见表 1),推行沿用至今.

收稿日期: 2012-05-22; 修订日期: 2012-08-22

作者简介: 傅国伟(1933~),男,教授,博士生导师,主要研究方向为环境系统工程, E-mail: fugw@tsinghua.edu.cn

表1 第一类污染物最高允许排放浓度/mg·L⁻¹
Table 1 Effluent standard for first-type pollutants/mg·L⁻¹

项目	总汞	烷基汞	总镉	总铬	六价铬	总砷	总铅	总镍	苯并a芘	总铍	总银	总α放射性	总β放射性
编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
允许浓度	0.05	不得检出	0.1	1.5	0.5	0.5	1.0	1.0	0.000 03	0.005	0.5	1 Bq·L ⁻¹	10 Bq·L ⁻¹

2008年1月在国务院第一次全国污染源普查领导小组办公室和国家环境保护部相关司局的指导下,中国环境科学研究院作为第一次全国污染源普查项目承担单位编印出版了《第一次全国污染源普查工业产排污系数手册》(可简称为《源头总量控制手册》或《手册》)^[9]. 该手册在我国首次通过调查

系统全面地对5种有毒重金属相关行业(计39个),相关企业产品(约150个)提供了《源头总量控制》达标的产排污系数表. 本文经归纳统计总结《手册》中5种有毒重金属相关行业企业得出了如下汇总统计表(见表2). 源头《总量控制手册》基本反映了我国各行业不同产品、原料、工艺、规模下所产

表2 5种有毒重金属相关行业企业的汇总统计¹⁾

Table 2 Statistics of five poisonous heavy metals discharged from relative industries

行业编号名称	产品	原料	类	Hg	Cd	As	Pb	六价铬	总铬
0911 铜矿采选	铜精矿	铜矿石	2	★	★	★	★		
0912 铅锌采选	铅锌精矿	铅锌石	1	★	★	★	★		
0913 镍钴采选	镍钴精矿	镍钴石	1	★	★	★	★		
0914 锡矿采选	锡精矿	锡矿石	1	★	★	★	★		
0915 锑矿采选	锑精矿	锑矿石	1	★	★	★	★		
0921 金矿采选	金精矿	金矿石	1	★	★	★	★		
0931 钨钼采选	钨、钼精矿	钨、钼矿石	3	★	★	★	★		
0932 稀土矿采	稀土精矿	稀土矿石	1	★	★	★	★		
1020 化学矿采	磷矿精粉	磷矿石	1	★	★	★	★	★	
1092 石墨矿采	石墨	石墨矿石	1	★	★	★	★	★	
2611 硫酸制造	硫酸	冶炼烟气	1	★	★	★	★		
2651 合成树脂	聚氯乙烯	电石/氯化氢	1	★					
3314 锡冶炼	精锡	锡精矿	3	★			★	★	
3315 锑冶炼	锑/铅	锑精矿	4	★			★	★	
3321 金冶炼	金矿/产金	金精矿/阳极泥	2	★	★	★	★	★	
3331 钨钼冶炼	钨/钼	钨、钼精矿	7	★	★	★	★	★	
3940 电池制造	锌锰电池	锌锰/氯化铵	3	★	★	★			
4051 真空器件	节能灯	玻管/钨/钼	1/5	★	★	★		★	★
4320 废料处理	塑料废料	铅酸蓄电池壳	1	★		★			★
2641 涂料制造	树脂/涂料	单体	1		★			★	
3311 铜冶炼	精/粗/阳极铜	精矿/废石/铜梳/废料	9		★	★	★		
3312 铅冶炼	粗、电解铅/粗/电/电解/蒸馏	铅精/粗/废矿/锌精/粗矿/铅锌混/焙砂	19		★	★	★		
3313 镍钴冶炼	冰/电/盐	镍精矿/钴矿	4		★	★	★		
3314 锡冶炼	精锡	精锡矿	3		★	★	★	★	
3315 锑冶炼	锑/锑铅/金/白	锑/锑铅/锑金	4		★	★	★	★	
2011 锯材加工	防腐木材	原木/铬砷	1			★			★
4059 光电器件	LED 芯片	砷晶片	2			★			
1020 化系矿采	磷矿精粉	磷矿石	1				★		
2613 无机盐制	氧化锌	锌矿	1,2				★	★	
2643 颜料制造	铬铬颜料	铬酸钠/硝酸铅	1				★	★	
3340 合金制造	铜锌/铜镍/锡锑/铅锑/铅锡	铜/铅/铝废杂/精/粗锡/锑/锌/铅锭	11				★		
3940 电池制造	启动/工业/动	铅/硫酸/PVC	4				★		
4053 集成电路	集成电路	芯片/封装	1				★		
4061 电子元件	压电陶瓷/片式电感	压电陶瓷片/镍锌系材料	2				★	★	
4320 塑料废料	塑料废料	铅酸电池壳	1				★		
3230 钢压延	镀层板卷	冷硬板卷	1					★	
3240 铁合金	铬铁/钒铁/铬/锰	铬矿/焦炭/硅铁/铅锭/	4						
3317 镁冶炼	金属镁	白云石	1					★	
3460 金属表面	镀铬/锌件	钢铁/镀铬/锌	2					★	
0890 黑色金属	铬原/精矿采选	铬原/铁矿	2						★
1910 皮革鞣制	头/二层牛/猪/羊皮鞋面/服装	牛/猪/绵山/羊皮	20						★
1931 毛皮鞣制	羊皮/水貂狐貉兔/毛	绵/滩羊/水貂狐貉兔	5						★

1) 汇总统计自《第一次全国污染源普查工业污染源产排污系数手册》

生的工业废水量以及污染物产生量和达标排出量(经企业车间末端治理后),《手册》反映了2008年时期我国第一类污染物已实施过的达标排放总量的平均水平,说明实施《源头总量控制》是现实可行的.它也成为我国当今控制第一类污染物的基本依据和进一步改革发展的宝贵参照值.

这种在企业车间排口实施《源头总量控制》的监管方式(即对含第一类污染物废水实施最高允许排放浓度标准的监管方式)具有以下优点.

(1)严格将能在环境或动植物体内持久蓄积并对人体具有致癌、致畸或致突变性的物质,与量大面广的第二类污染物废水区分开,从而可正确体现两种完全不同的排放原则(“封闭零排放”和“合理利用水体稀释扩散自净排放”).

(2)由于企业车间排出口排出的废水量是很小的,因此达标企业实际排出的第一类污染物总量是很小的,它排出后也是能满足地面水环境质量要求的.

(3)由此,对不达标企业可以按照“清洁生产法”进一步实施企业清洁生产审计,并成为促进企业工艺改造和治污建设以及地区经济结构改革的重要依据.

2 《源头总量控制》与《水环境总量控制》两者的关系

2.1 《水环境总量控制》已广泛应用于对第二类污染物的水环境规划管理上

随着我国环保科技界对第二类污染物(指除第一类污染物外的常规污染物如COD、BOD₅、NH₄⁺-N、P、TN等)深入开展了水环境容量的研究,其水环境功能区进行容量总量控制的监管方式取得了系统实用性的进展,并成为水环境管理部门广为采用的规划管理办法,可称之为《水环境容量总量控制》.它是以满足水环境水质要求相应的污染物允许总量为前提,去反推(或“倒逼”)限制、分配、削减排污源的污染物量.它在合理利用水体稀释扩散自净的条件下,既保护了区域水环境质量,又可使区内各排污源得到合理优化的削减分配.我国对第二类污染物推行的《水环境容量总量控制》监管方式确已取得了良好的成效.

2.2 《源头总量控制》与《水环境总量控制》两者的关系问题

《源头总量控制》与《水环境总量控制》两者是针对两类不同污染物的不同监管方式,它们对区域水污染控制构成既是各自独立、缺一不可,又是相

互依赖、相互结合与相互补充的.《源头总量控制》中第一类污染物真正体现了对有毒致癌物“封闭零排”的原则,可以说是区域水污染控制的重要约束和前提条件.对水环境(包括河水和底质中)第一类污染物的监测评价又是追索排污源头和检验《源头总量控制》实际效果的重要辅助信息.

但一个时期以来,一些地方的规划管理者模糊和混淆了两类污染物和两种监管的内容和方式,笼统以《水环境总量控制》来监管所有污染物.典型的表现是对最应严格管理的饮用水水源地却采用:①只管河水水质中常规污染物是否达到地面水环境质量Ⅱ级标准;②只管河水水质中各污染物是否达到地面水环境质量Ⅱ级标准;③对河流区段仅以入河排污口的水质监测站点(自动或人工)作为监管评价依据,而不顾或放弃第一类污染物排污源的监管;④对不久前曾经遭受有毒重金属严重污染过的饮用水水源地^[8,9],也只管河水中各污染物是否达到地面水环境质量Ⅱ级标准.

这些偏误的监管方式,丢弃了《源头总量控制》,使本应严加管理的饮用水水源地等丧失了控制第一类污染物的能力.

3 《地面水环境质量标准》(GB 3838-88)中第一类污染物的水质指标存在着“放宽允许量”和“价态转化引发危害”的问题

3.1 与我国实际的环境背景值有很大差距

我国的《地面水环境质量标准》(GB 3838-88)见表3,是在1988年颁布的^[8].当时限于条件:①还没有建立区分两类污染物的概念,②也没有第一类污染物水环境背景值调查实证的基础资料^[13].因此GB 3838-88中第一类污染物的水质指标是在以“突出污染物排放(水环境)总量控制需要”的原则指导下^[13],仅仅参考国外数据选用而定的.对此1988~1993年期间,国家“七五”科技攻关计划环境保护项目专门对“环境背景值”开展了系统研究.在《环境背景值和环境容量研究》中,分别收集了长江源头区河水与其他淡水、金沙江水系主要支流和湖泊、乌江水系原水中5种“有毒重金属”元素环境背景值研究结果(见表4~7)^[14~16].

文献[14]总结为:大多数元素在 $10^{-4} \sim 10^{-5} \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,Cd和Hg甚至在 $10^{-5} \sim 10^{-6} \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 数量级中.文献[15]总结为: Cd的原水量范围为 $3 \times 10^{-5} \sim 37 \times 10^{-5} \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,世界未污染淡水中溶解态Cd为 $1 \times 10^{-5} \sim 7 \times 10^{-5} \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; Pb的原水量范围

为 $84 \times 10^{-5} \sim 879 \times 10^{-5} \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 世界未污染淡水中溶解态 Pb 为 $60 \times 10^{-5} \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. 文献[16]总结为:As 为 $38 \times 10^{-5} \sim 48 \times 10^{-5} \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, Cd 为 $0.6 \times 10^{-5} \sim 1.4 \times 10^{-5} \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, Cr 为 $38 \times 10^{-5} \sim 136 \times 10^{-5} \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, Hg 为 $0.6 \times 10^{-5} \sim 1.9 \times 10^{-5} \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, Pb 为 $33 \times 10^{-5} \sim 80 \times 10^{-5} \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

表3 《地面水环境质量标准》(GB 3838-88)/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Table 3 Environmental quality standard for surface water/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

序号	第一类污染物	I类 源头水	II类 饮用水源地	III类 渔业用水	IV类 工业用水	V类 农业用水
120	总砷	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
21	总汞	0.000 05	0.000 05	0.000 1	0.001	0.001
22	总镉	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01
23	铬(六价)	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
24	总铅	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1

表4 长江源头区河水与其他淡水中镉、铅的背景值比较/ $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ Table 4 Background values of Cd and Pb in the Changjiang river water/ $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$

水域	镉			铅		
	总量	悬浮颗粒态	溶解态	总量	悬浮颗粒态	溶解态
长江源头河流	0.067	0.05	0.017	1.88	1.69	0.19
湘江上游...归阳	0.047	0.017	0.03	0.84	0.38	0.46
京津地区河水			0.016			0.74
第二松花江源头	0.37			8.79		
第二松花江	0.03			2.5		
松花江	0.064		0.053	1.02		0.84
世界未污染淡水			0.01 ~ 0.07	0.6		0.2

表5 金沙江水系主要支流和湖泊中原水重金属元素环境背景值/ $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ Table 5 Background values of heavy metals in the tributaries of the Jinsha river system/ $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$

重金属	雅砻江	安宁河	理塘河	泸沽湖	彝海	背景值范围
As	1.51	0.51	1.72	4.94	0.75	0.51 ~ 4.94
Cd	0.22	0.038	0.12	0.021	0.084	0.021 ~ 0.22
Cr	4.25	2.26	3.36	0.52	0.63	0.52 ~ 4.25
Hg	0.006	0.006	0.005	0.009	0.004	0.004 ~ 0.009
Pb	1.30	1.30	1.27	0.15	1.13	0.15 ~ 1.30

表6 金沙江水系原水重金属元素环境背景值¹⁾/ $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ Table 6 Background values of heavy metals in the mainstream of the Jinsha river/ $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$

重金属	样本数	全距	背景值平均值	背景值范围 (80%置信区间)	过滤水
As	36	0.41 ~ 4.68	2.02	0.61 ~ 3.55	1.2
Cd	35	0.02 ~ 0.80	0.007 4	0.02 ~ 0.68	0.022
Cr	37	0.09 ~ 10.6	4.47	0.61 ~ 0.74	0.58
Hg	38	0.001 ~ 0.01	0.005	0.001 ~ 0.01	0.003
Pb	35	0.15 ~ 3.39	1.26	0.68 ~ 2.28	0.15

1) 数据统计属正态分布

表7 乌江水系原水重金属元素环境背景值/ $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ Table 7 Environmental background values of heavy metals in the Wujiang river system/ $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$

重金属	全水系	上游区	中游区	下游区
As	0.41	0.48	0.38	0.41
Cd	0.008	0.014	0.013	0.006
Cr	0.73	1.36	0.60	0.38
Hg	0.018	0.019	0.018	0.006
Pb	0.53	0.80	0.33	0.56

总体上这次水环境背景值的集中研究可得出以下结论: Cd 和 Hg 约在 $10^{-5} \sim 10^{-6} \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 之间, As、Cr、Pb 等约在 $10^{-4} \sim 10^{-5} \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 之间。

而上述水环境背景值与 1988 年《地面水环境质量标准》(GB 3838-88) II 类水第一类污染物选用的水质标准值 (Cd: $5 \times 10^{-5} \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$; Hg: $5 \times 10^{-5} \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$; As、Cr、Pb: $5 \times 10^{-2} \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) 相比, 除总汞比较相近外, 总砷、六价铬、总铅等 II 类水质标准值超过实测水环境背景值约 100 多倍之多。这就从水环境标准上大大放宽了第一类污染物允排量。可惜这些宝贵的第一类污染物水环境背景值的调研成果, 至今未能在《地面水环境质量标准》上得到应用和改正。

从目前水体中大面积出现有毒重金属的过量存在, 也足以证明《地面水环境质量标准》中第一类污染物水质标准值是亟须修正的。

3.2 潜在的价态转化引发危害问题

上述水环境背景值的调查也还没有反映 Hg、

As、Cr 等重金属在水环境中发生形态和价态的转化, 而使其对水生动物和人体产生的危害问题。如金属汞进入水环境被甲基化形成甲基汞或二甲基汞, 使人体对其脂溶性增强; 五价砷还原成三价砷, 其毒性增强 50 倍; 而六价铬还原成三价铬毒性减弱 30 倍等^[14-16]。因此, 对这类污染物应该制定更加严格的水环境质量标准及其源头排放标准。

总的来说, 目前地面水环境质量标准中第一类污染物指标亟待修正, 当前首要的是依靠《源头总量控制》监管方式来控污。

4 实施第一类污染物《源头总量控制》与《水环境容量总量控制》的实例对照

以一个小型河流段的饮用水水源区为例, 存在一个铅锌冶炼行业中年产 10 t 电解铅的企业(电解铅企业排放镉、铅、砷这 3 种第一类污染物, 本文仅以镉为例), 其炼铅电解工艺产污系数、经中和法处理后的排污系数及与排放浓度标准对照见表 8。

表 8 电解铅企业车间镉产污系数、排污系数及与排放标准 GB 8978-96 对照¹⁾
Table 8 Comparison of the pollutant generation coefficient and pollutant discharge coefficient of Cd in the electrolytic lead workshop with the discharge standard GB 8978-96

项目	产污系数	产污水浓度	排污系数	排废水浓度	允许排放浓度
标准	$144.1 \text{ g}\cdot\text{t}^{-1}$	$1.796 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$	$0.249 \text{ g}\cdot\text{t}^{-1}$	$0.031 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$	$0.1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$
年排量	1441 g		2.49 g		
达标与否		不达标		达标	

1) 车间排出废水量为 $8.019 \text{ m}^3\cdot\text{t}^{-1}$, 河水年均流量为 20 亿 m^3

该企业车间废水的年排污量(经治理后)只要监管切实到位, 完全可达到镉 2.49 g 的排污总量进入水源地, 河水中镉的浓度仅为 $0.00125 \times 10^{-5} \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。远低于 I 类水质浓度(见表 3), 达到该水体环境背景值的要求。从此角度也可见, 地面水功能水质标准, 仅对常规污染物适用, 对第一类污染物是很不适用的。

若管理者混淆两类性质完全不同的污染物, 对此年产 10 t 的电解铅企业实施以“环境容量”总量监控镉, 即按目前 II 类水质 ($0.005 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$)、小型河流(年均流量为 20 亿 m^3) 相应的 1000 kg 镉允许年排量来监控, 则此量已超过该企业允许年排量的 120 000 倍以上, 该企业完全不必治污, 直排即可! 即使有一个年产 1 万 t 的电解铅企业, 仍可直排无误。可见用目前的地面水功能 II 类水质标准是极大地放宽了镉等的排出量(企业镉等的允许年排量与镉的“水环境容量”相比, 前者几乎近于零)。

5 将第一类污染物与第二类污染物统一实施《水环境容量总量控制》带来众多的危害

由上述分析可以看出, 依据《水环境容量总量控制》来倒逼企业控制、削减第一类污染物的排放的监管方式, 可预期将造成以下的危害。

(1) 意味着不再在企业车间废水排出口做水质和总量的取样监测, 这将丢弃了“源头排污达标监管”和“清洁生产审计”的执法第一道防护线, 也无从提供企业达标状况的公众监督信息。这就为企业任意排污打开了方便之门。

(2) 依据《水环境容量总量控制》来倒逼企业控制、削减第一类污染物的排放, 不仅难上加难、不可实现, 而且靠目前地面水标准实际上对第一类污染物大开方便之门(既允许利用水体的流量稀释扩散, 又大大放宽了第一类污染物的水环境允排量标准)。

(3) 若对第一类污染物实施《水环境容量总量

控制》,可预计:①将造成“汞、镉、铬、砷、铅、镍、铍、银”8种重金属大面积超量排放;②将严重污染我国水土资源与环境,特别对大量饮用水水源地将造成生态环境污染或加重污染的严重威胁。一旦水土环境被8种重金属污染,想修复环境、消除这些持久性污染物又是十分困难,并将付出巨大代价;③将失去企业“排污达标监管”和“清洁生产审计”的重要依据,从而直接降低今后可持续发展的能力。

6 结论

(1)在水污染控制上应当严格实施《源头总量控制》与《水环境总量控制》相结合监管方式。

(2)《源头总量控制》才能切实体现对有毒致癌污染物实施“封闭零排”的原则、执行国家的法规;尤其在当前特别亟须加强“有毒重金属”相关企业的环境监管,以确保达标排放。

(3)《水环境总量控制》既是对水体水质中第一类污染物作及时监测评价、检验《源头总量控制》实际效果的必要依据,又是追索排污源头开展《源头总量控制》的重要依据。但目前沿用的“水环境质量标准”,未按实际水环境背景值(历史上未污染时的水质值)来制订的第一类污染物水质指标,上百倍地放宽了允排量标准,亟须研究修订。

参考文献:

- [1] 国务院办公厅. 国务院关于加强环境保护重点工作的意见(国发[2011]35号)[EB/OL]. http://www.gov.cn/zwgc/2011-10/20/content_1974306.htm, 2011-10-20.
- [2] 国务院办公厅. 国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见(国发[2012]3号)[EB/OL]. http://www.gov.cn/zwgc/2012-02/16/content_2067664.htm, 2012-02-16.
- [3] 王海燕. 海洋重金属污染严重 拿什么来拯救? [N]. 科技日报, 2011-04-01.
- [4] 李妍. 土壤毒祸;因矿产资源滥挖滥采造成的农田重金属污染,已经到了触目惊心的地步[J]. 中国经济周刊, 2011, (7): 34-38.
- [5] 杨艺蓓, 龙志. 湘江启示录:中国重金属污染严重的河流治理之困[EB/OL]. http://epaper.oeeee.com/F/html/2010-11/03/content_1215288.htm, 2010-11-03
- [6] 傅国伟. 中国水土重金属污染的防治对策[J]. 中国环境科学, 2012, 32(2): 373-376.
- [7] 傅国伟. 防控日益严重水土重金属之我见[J]. 水利水电科技进展, 2012, 32(1): 8-12.
- [8] 中国标准出版社第二编辑室. 环境质量与污染物排放国家标准汇编[M]. 北京:中国标准出版社, 1997.
- [9] 国家环境保护局科技标准司. 工业污染物产生和排放系数手册[M]. 北京:中国环境科学出版社, 1996.
- [10] 第一次全国污染源普查工业污染源产排污系数手册[R]. (第一~第八分册). 北京:中国环境科学研究院, 2008.
- [11] 龙江镉污染事件9责任人被处理,两家违法企业被查实[N]. 北京晨报, 2012-02-04.
- [12] 广西镉污染将波及300公里河段,纪检部门已介入[N]. 京华时报, 2012-02-01.
- [13] 夏青, 陈艳卿, 吴舜泽, 等. 中国地表水环境质量标准导引[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2000.
- [14] 陈喜保, 章申, 董文江, 等. 长江水中重金属元素物理化学形态的研究[A]. 见:国家“七五”科技攻关环境保护项目论文集, 环境背景值和环境容量研究[C]. 北京:科学出版社, 1993. 74-85.
- [15] 王晓蓉, 武巧珍, 等. 金沙江水系水环境背景值研究[A]. 见:国家“七五”科技攻关环境保护项目论文集, 环境背景值和环境容量研究[C]. 北京:科学出版社, 1993. 105-115.
- [16] 吴正提. 乌江水系地球化学条件及元素的水环境背景值[A]. 见:国家“七五”科技攻关环境保护项目论文集, 环境背景值和环境容量研究[C]. 北京:科学出版社, 1993. 64-73.

CONTENTS

Preface	CHEN Wei-ping (4069)
Ecological Risks of Reclaimed Water Irrigation: A Review	CHEN Wei-ping, ZHANG Wei-ling, PAN Neng, <i>et al.</i> (4070)
Study on Soil Enzyme Activities and Microbial Biomass Carbon in Greenland Irrigated with Reclaimed Water	PAN Neng, HOU Zhen-an, CHEN Wei-ping, <i>et al.</i> (4081)
Soil Salinity in Greenland Irrigated with Reclaimed Water and Risk Assessment	PAN Neng, CHEN Wei-ping, JIAO Wen-tao, <i>et al.</i> (4088)
Effect of Reclaimed Water Irrigation on Soil Properties and Vertical Distribution of Heavy Metal	ZHAO Zhong-ming, CHEN Wei-ping, JIAO Wen-tao, <i>et al.</i> (4094)
Simulation of Effect of Irrigation with Reclaimed Water on Soil Water-Salt Movement by ENVIRO-GRO Model	LÜ Si-dan, CHEN Wei-ping, WANG Mei-e (4100)
Simulation of Effects of Soil Properties and Plants on Soil Water-salt Movement with Reclaimed Water Irrigation by ENVIRO-GRO Model	LÜ Si-dan, CHEN Wei-ping, WANG Mei-e (4108)
Modeling the Cd Accumulation in Agricultural Soil Irrigated with Reclaimed Water	ZHAO Zhong-ming, CHEN Wei-ping, JIAO Wen-tao, <i>et al.</i> (4115)
Model Simulation of the Transportation, Transformation and Accumulation of Synthetic Musk in Soils Input Through Recycle Water Irrigation	WANG Mei-e, CHEN Wei-ping, JIAO Wen-tao (4121)
Impacts of Reclaimed Water Irrigation of Urban Lawn on Groundwater Quality	WANG Qiao-huan, CHEN Wei-ping, WANG Xiao-ke, <i>et al.</i> (4127)
Public Awareness Assessment of Water Reuse in Beijing	ZHANG Wei-ling, CHEN Wei-ping, JIAO Wen-tao (4133)
Temporal and Spatial Distribution of Ozone Concentration by Aircraft Sounding over Beijing	CHEN Peng-fei, ZHANG Qiang, QUAN Jian-nong, <i>et al.</i> (4141)
Emission Strength and Source Apportionment of Volatile Organic Compounds in Shanghai During 2010 EXPO	WANG Hong-li, CHEN Chang-hong, HUANG Hai-ying, <i>et al.</i> (4151)
Study on Atmospheric VOCs in Gongga Mountain Base Station	ZHANG Jun-ke, WANG Yue-si, WU Fang-kun, <i>et al.</i> (4159)
Regional Atmospheric Environment Risk Source Identification and Assessment	ZHANG Xiao-chun, CHEN Wei-ping, MA Chun, <i>et al.</i> (4167)
Carbon Isotopic Compositions of <i>n</i> -Alkanes and <i>n</i> -Alkanoic Acids in the Smoke from Combustion of Rice Straw	LIU Gang, SUN Li-na, LI Jiu-hai, <i>et al.</i> (4173)
Research on NEDC Ultrafine Particle Emission Characters of a Port Fuel Injection Gasoline Car	HU Zhi-yuan, LI Jin, TAN Pi-qiang, <i>et al.</i> (4181)
Magnetic Response of Street Tree Leaves to Particulate Pollution in Shanghai	LONG Qian, ZHOU Ju-zhen, MENG Jie, <i>et al.</i> (4188)
Diurnal Variations of Greenhouse Gas Fluxes at the Water-Air Interface of Aquaculture Ponds in the Min River Estuary	YANG Ping, TONG Chuan, HE Qing-hua, <i>et al.</i> (4194)
Effects of Simulated Warming on Soil Respiration in a Cropland Under Winter Wheat-Soybean Rotation	LIU Yan, CHEN Shu-tao, HU Zheng-hua, <i>et al.</i> (4205)
Transport and Differentiation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Air from Dashiwei Karst Sinkholes in Guangxi, China	KONG Xiang-sheng, QI Shi-hua, SUN Qian, <i>et al.</i> (4212)
Pollution Characteristics of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Water of Songhua River Basin During the Icebound Season	MA Wan-li, LIU Li-yan, QI Hong, <i>et al.</i> (4220)
Pollution Characteristics and Sources of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Urban Rivers of Wenzhou City	ZHOU Jie-cheng, CHEN Zhen-lou, BI Chun-juan, <i>et al.</i> (4226)
Pollution Characteristics and Sources of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Riparian Soils Along Urban Rivers of Wenzhou City	ZHOU Jie-cheng, BI Chun-juan, CHEN Zhen-lou, <i>et al.</i> (4237)
Spatial Distribution and Risk Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Partial Surface Sediments of Liaohe River	WU Jiang-yue, LIU Zheng-tao, ZHOU Jun-li, <i>et al.</i> (4244)
Phenols Pollutants in Soil and Shallow Groundwater of a Retired Refinery Site	PEI Fang, LUO Ze-jiao, PENG Jin-jin, <i>et al.</i> (4251)
Heterogeneous Characteristic of PAHs' Spatial Distribution in a Large Coking Site of China	LIU Geng, GUO Guan-lin, NAN Feng, <i>et al.</i> (4256)
Vertical Distribution and Source Analysis of Organochlorine Pesticides in Sewage Irrigation Area, Taiyuan City	LIAO Xiao-ping, ZHANG Cai-xiang, ZHAO Xu, <i>et al.</i> (4263)
Distribution and Ecological Risk Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Agricultural Soil of the Chongming Island in Shanghai	LÜ Jin-gang, BI Chun-juan, CHEN Zhen-lou, <i>et al.</i> (4270)
Mercury and Copper Accumulation During Last Fifty Years and Their Potential Ecological Risk Assessment in Sediment of Mangrove Wetland of Shenzhen, China	LI Rui-li, CHAI Min-wei, QIU Guo-yu, <i>et al.</i> (4276)
Characteristics of Heavy Metal Pollution in the Sediments from Shahe Reservoir, the Upper Reach of the North Canal River	ZHANG Wei, ZHANG Hong, SHAN Bao-qing (4284)
Speciation and Pollution Characteristics of Heavy Metals in the Sediment of Taihu Lake	QIN Yan-wen, ZHANG Lei, ZHENG Bing-hui, <i>et al.</i> (4291)
Chemical Composition and Daily Variation of Melt Water During Ablation Season in Monsoonal Temperate Glacier Region; A Case Study of Baishui Glacier No. 1	ZHU Guo-feng, PU Tao, HE Yuan-qing, <i>et al.</i> (4300)
Experimental Study on the Environmental Fate of Nitrogen in Snail-Macrophyte Ecosystem for Water Purification	ZHOU Lu-hong, GU Xiao-hong, ZENG Qing-fei, <i>et al.</i> (4307)
Growth Inhibition Effect of Immobilized Pectinase on <i>Microcystis aeruginosa</i>	SHEN Qing-qing, PENG Qian, LAI Yong-hong, <i>et al.</i> (4316)
A Novel Approach of Using Fouling Index to Evaluate NOM Fouling Behavior During Low Pressure Ultrafiltration Process	XIAO Ping, XIAO Feng, ZHAO Jing-hui, <i>et al.</i> (4322)
Characteristics of Monomethylmercury Photodegradation in Water Body	SUN Rong-guo, MAO Wen, MA Ming, <i>et al.</i> (4329)
Degradation of Oxytetracycline with Ozonation in Acetic Acid Solvent	LI Shi-yin, LI Xiao-rong, ZHU Yi-ping, <i>et al.</i> (4335)
Photodegradation Performance and Mechanisms of Carbamazepine and Its Impact Factors	CHEN Chao, ZHAO Qian, FENG Li, <i>et al.</i> (4340)
Investigation of Nitrobenzene Removal by Iron Sulfide (FeS)	WANG Xia-lin, LI Rui-hua (4346)
Experimental Research on <i>In-Situ</i> Auto-Monitoring for Underground Sewage Pipeline Leakage	GUO Lei, JIA Yong-gang, FU Teng-fei, <i>et al.</i> (4352)
Adsorption of Phenol Chemicals by Surfactant-Modified Zeolites	XIE Jie, WANG Zhe, WU De-yi, <i>et al.</i> (4361)
Acute Toxicity of Antibiotics and Anaerobic Digestion Intermediates in Pharmaceutical Wastewaters	JI Jun-yuan, XING Ya-juan, ZHENG Ping (4367)
Study on Phosphorus Removal Capability of Constructed Wetlands Filled with Broken Bricks	WANG Zhen, LIU Chao-xiang, LI Peng-yu, <i>et al.</i> (4373)
Denitrification Water Treatment with Zeolite Composite Filter by Intermittent Operation	QING Cheng-song, BAO Tao, CHEN Tian-hu, <i>et al.</i> (4380)
Influence of Nitrate on the Simultaneous Methanogenesis and Denitrification Reaction of Anaerobic Biofilm and Granular Sludge	ZHONG Chen-yu, YE Jie-xu, LI Ruo-yu, <i>et al.</i> (4387)
Study on Dewatering of Activated Sludge Under Applied Electric Field	JI Xue-yuan, WANG Yi-li, FENG Jing (4393)
Effects of Multiple Environmental Factors on Trifluorsulfuron-methyl Degradation in Soils	SONG Ning-hui, SHAN Zheng-jun, SHI Li-li, <i>et al.</i> (4400)
Effect of Alkaline Post-Treatment on Physicochemical Property of Digested <i>Spartina alterniflora</i>	CHEN Guang-yin, ZHENG Zheng, CHANG Zhi-zhou, <i>et al.</i> (4406)
Structural Changes in Mineral Phases and Environmental Release Behavior of Arsenic During Sintering of Arsenic-containing Waste	WANG Xing-run, NONG Ze-xi, WANG Qi (4412)
Study on Emission Standard System of Air Pollutants	JIANG Mei, ZHANG Guo-ning, ZHANG Ming-hui, <i>et al.</i> (4417)
Mechanism for Transformation of Environmental Criteria into Environmental Standards in China	BI Cen-cen, WANG Tie-yu, LÜ Yong-long (4422)
Effect Analysis on the Two Total Load Control Methods for Poisonous Heavy Metals	FU Guo-wei (4428)

《环境科学》第6届编辑委员会

主 编: 欧阳自远

副主编: 赵景柱 郝吉明 田 刚

编 委: (按姓氏笔画排序)

万国江 王华聪 王凯军 王绪绪 田 刚 田 静 史培军
朱永官 刘志培 汤鸿霄 陈吉宁 孟 伟 周宗灿 林金明
欧阳自远 赵景柱 姜 林 郝郑平 郝吉明 聂永丰 黄 霞
黄 耀 鲍 强 潘 纲 潘 涛 魏复盛

环 境 科 学

(HUANJING KEXUE)

(月刊 1976年8月创刊)

2012年12月15日 33卷 第12期

ENVIRONMENTAL SCIENCE

(Monthly Started in 1976)

Vol. 33 No. 12 Dec. 15, 2012

主 管	中国科学院	Superintended	by	Chinese Academy of Sciences
主 办	中国科学院生态环境研究中心	Sponsored	by	Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences
协 办	(以参加先后为序) 北京市环境保护科学研究院 清华大学环境学院	Co-Sponsored	by	Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection School of Environment, Tsinghua University
主 编	欧阳自远	Editor-in -Chief		OUYANG Zi-yuan
编 辑	《环境科学》编辑委员会 北京市2871信箱(海淀区双清路 18号, 邮政编码:100085) 电话:010-62941102, 010-62849343 传真:010-62849343 E-mail: hjkx@ rcees. ac. cn http://www. hjkx. ac. cn	Edited	by	The Editorial Board of Environmental Science (HUANJING KEXUE) P. O. Box 2871, Beijing 100085, China Tel:010-62941102, 010-62849343; Fax:010-62849343 E-mail: hjkx@ rcees. ac. cn http://www. hjkx. ac. cn
出 版	科 学 出 版 社 北京东黄城根北街16号 邮政编码:100717	Published	by	Science Press 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷 装 订	北京北林印刷厂	Printed	by	Beijing Bei Lin Printing House
发 行	科 学 出 版 社 电话:010-64017032 E-mail: journal@ mail. sciencep. com	Distributed	by	Science Press Tel:010-64017032 E-mail: journal@ mail. sciencep. com
订 购 处	全国各地邮电局	Domestic		All Local Post Offices in China
国外总发行	中国国际图书贸易总公司 (北京399信箱)	Foreign		China International Book Trading Corporation (Guoji Shudian), P. O. Box 399, Beijing 100044, China

中国标准刊号: ISSN 0250-3301
CN 11-1895/X

国内邮发代号: 2-821

国内定价: 70.00元

国外发行代号: M 205

国内外公开发行