

防控日益严重的水土重金属污染之我见

傅国伟

(清华大学环境学院, 北京 100084)

摘要 : 当前我国水土重金属污染严重。1996 年颁布的 GB 8978—1996《污水综合排放标准》仍然是现行执法的依据,它明确规定排放的污染物按其性质分为两类,“汞、镉、铬、砷、铅、镍、铍、银”8 种重金属为第一类污染物,要求不分行业和污水排放方式,也不分受纳水体的功能类别,一律在车间或车间处理设施排出口取样,必须满足最高允许排放浓度标准的规定。它完全不同于一般常规污染物可利用水环境容量,实行总量达标控制原则。这体现了对持久蓄积性污染物实行封闭零排放的原则精神。但目前从水质的监测、评价到污染物的削减控制过程中,存在着一系列背离和混淆两类污染物排放标准和控制要求的问题。防治重金属污染的任务十分艰巨,它涉及许多行业、部门和学科专业。为扭转当前我国水土重金属严重污染的局面,首先应从端正环保系统的技术路线开始,在重金属污染防治中,防要大于治、先于治;当前最紧迫的是从源头控制污染源的继续超量排放,而监控源头必先端正技术路线。

关键词 水土污染 重金属污染 环境保护 源头控制 超量排放 技术路线

中图分类号 : X52 X53 **文献标志码** : A **文章编号** : 1006-7647(2012)01-0008-05

Viewpoints on prevention and control of more and more serious water and soil pollution by heavy metals//FU Guo-wei
(School of Environment, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract : The water and soil pollution by heavy metals is currently very serious in China. The Integrated wastewater discharge standard (GB 8978—1996) enacted in 1996 has been still the law in execution. The discharged pollutants are definitely classified into two categories according to their nature, among which, 8 heavy metals, Hg, Cd, Cr, As, Pb, Ni, Be and Ag, belong to the first type of pollutants and are requested to be sampled at the discharge ports of the plant workshop or the workshop treatment facilities and to meet the most strict discharge standards without considering the sectors, discharge behaviors or receiving water bodies. They are completely different from the general routine pollutants to use the environmental capacity and to implement the total load control, which reflects the principle of closed zero discharge for the persistent cumulative pollutants. However, at present, there exists a series of problems of violation and confusion of the discharge standards and control requirements of the above two categories of pollutants for the monitoring, evaluation and mitigation countermeasures of the water quality. The task of prevention and treatment of heavy metal pollution is very hard, and it relates to various sectors, departments and academic subjects. To change the present situation of serious water and soil pollution by heavy metals in China, some suggestions are proposed as follows : (1) the technical route of the environmental protection system should be first improved ; (2) the prevention is more important and earlier than the treatment for the prevention and control of heavy metal pollution ; (3) the most important is to control the excessive heavy discharge from the sources, and the source monitoring and control should have correct technical route.

Key words : soil and water pollution ; heavy metal pollution ; environmental protection ; source control ; excessive discharge ; technical route

1 重金属污染已成为我国的重大环境问题

我国在防控常规污染物(或称第二类污染物,指量大面广的可生化降解有机物、氨氮、磷等污染物)的规划管理上,已取得了思想路线科学合理、效益显著的成绩。但重金属污染的防治却成为我国当前和

今后一个时期内环境保护的头等大事。2011 年 2 月,国务院正式批复环境保护部牵头的《重金属污染综合防治规划》作为首项“十二五”规划的对象^[1-2]。2011 年 10 月 20 日,国务院发布了《关于加强环境保护重点工作的意见》(国发[2011]35 号),意见强调,“要集中治理重金属污染遗留问题,切实加强重金属

污染防治^[43]。

当前我国水土的重金属污染形势十分严峻^[4-5]：至 2006 年,环境保护部曾对 30 万 hm^2 的基本农田保护区土壤抽测了 3.6 万 hm^2 , 重金属超标率达 12.1%。湖南省 1998 年全省重金属污染的土地面积已达 2.8 万 hm^2 , 占全省总面积的 13% ;广东省珠江三角洲 40% 土壤存在重金属污染,其中 10% 为重污染。西江流域的重金属污染已达 60% ~ 70%^[6-8]。目前土壤污染的程度正在加剧,如深圳市 2010 年土壤汞的浓度有 37% 的采样点超过土壤背景值,6% 的样点处于中度以上污染水平^[9]。南京市 2007 年土壤中已受到铅、汞、镉污染,其中汞污染比较严重^[10]。黄浦江中上游地区 2010 年农用土壤重金属含量镉、汞、砷、铬、铅量分别超过土壤背景值的 60%, 68%, 19%, 67%, 45%^[11]。

据统计,每年因重金属污染的粮食达 1 200 万 t, 造成的直接经济损失超过 200 亿元。重金属污染中以镉和砷所占的比例最大,约各占 40%, 且南方的污染较密集,北方的污染较为零星。据 2007 年中国六大地区县以上 170 多个大米样品调查,发现有 10% 的市场大米镉超标^[12] (这与 2002 年农业部稻米监测中抽测的镉超标率 10.3% 基本一致)。

进入土壤的重金属来源多种多样,涉及大气颗粒物、废污水和尾矿、废渣和污泥池等。就对人体健康的影响而言,应是已暴露在环境中的重金属,“暴露”指的就是人为的“排放”。沈路路等^[13]曾对我国部分地区汞暴露的来源作了分析:沿海地区和江河流域居民的汞摄入量大都来自水产品;贵州是我国汞矿的主要产地(约占我国汞矿量的 73%), 据研究,居民的汞摄入量有 73% 来自稻米,18% 来自蔬菜,来自大气的仅占 6% ;据对长春市降尘的研究^[14], 铅主要来自汽车尾气,镉主要来自工业尘(经雨水径流又进入土壤和河道)。因此可以认为,重金属最主要来自灌溉水带来的土壤污染。

据《2009 年中国海洋环境质量公报》,我国海域未达到清洁海域水质标准的面积比上年增加 7.3%。严重污染海域主要分布在渤海湾、辽东湾、长江口、杭州湾、珠江口和部分大中城市近岸局部水域(也包括一些湖泊)^[14-21]。河流携带入海的污染物总量较上年有较大增长,73.7% 的入海排污口超标排放污染物^[16]。环渤海水域的重金属含量已超出正常水平的 2 000 多倍,目前已成为污染最为严重的海域之一。而最近一个时期生态学家们对海域(如珠江口近岸、深圳湾、渤海湾、辽东湾等)的沉积物和底栖生物样品中“重点”重金属进行的调查测定和生态危害或风险指数评价(以工业化前沉积物的最高

背景值为标准)表明,这些海域的生态风险在升高,近岸水产品质量受到影响,如辽东湾表层沉积物中的铅、镉、银和汞已达到了中度富集!且镉、银和汞主要来自人为源。上述这些足以证明,陆域已超量排放了大量的“重点”重金属。

2010 年 9 月,环境保护部公布了全国排查重金属及其整治的专项行动结果:共排查了 11 510 家排放重金属的企业,取缔关闭了 584 家;在 14 个省(区、市)确定了 148 个重金属重点监管区域,在 19 个省确定了 1 148 家重点监管企业。其中,云南、广西、湖南、四川、贵州等属重金属高产区。2011 年 2 月,国家环境保护部《重金属污染综合防治“十二五”规划》确定了 14 个重点省区(内蒙古、江苏、浙江、江西、河南、湖北、湖南、广东、广西、四川、云南、陕西、甘肃、青海)的 138 个重点防护区,共涉及五大重点行业:采矿、冶炼、铅蓄电池、皮革及其制品、化学原料及其制品^[2]。

水土污染之后的治理和恢复是十分繁重和艰巨的,需要全面考虑污染土壤、地下水及河湖底泥的治理,不仅难度很大,而且资金需求巨大,在目前修复治理资金缺乏有效保障的情况下,要治理好水土污染就更加困难。如株洲自 2006 年爆发镉污染事件以来,已投资 2 500 万元治理 25 口水塘,投资 2 700 万元治理老霞港的重金属污染,但污染情况似未获重大改善。据株洲市环保局官员称,治理项目总资金需 400 多亿元^[22-23]。

由上可见,当前重金属污染已成为我国凸显的重大环境问题。就防治土壤污染而言,笔者认为防大于治、先于治,土壤污染的治理和修复将是一个相当长期的过程。因此,当前最紧迫的任务是从源头控制好污染源。就一个区域或一个流域而言,还必须针对域内各点、面污染源按照正确的技术路线和程序,严格监管执法,才有可能有效防控。

2 端正控制重金属污染物的基本原则和技术路线是当务之急

面对当前重金属污染的严峻形势,人们不禁会问:怎么会在较短的时间内出现如此严峻的水土重金属污染呢?是什么方面出了问题呢?!

2.1 我国现行的重金属排放标准

早在 1988 年,中国就颁布实施了适用于排放污水和废水的一切企、事业单位的 GB 8978—1988《污水综合排放标准》。1996 年进行修订后颁布了 GB 8978—1996《污水综合排放标准》,该标准明确将排放的污染物按其性质分为两类:

第一类污染物,指能在环境或动植物体内蓄积,

对人体健康产生长远不良影响者,含有此类有害污染物质的污水,不分行业和污水排放方式,也不分受纳水体所具有的功能类别,一律在车间或车间处理设施排出口取样,其最高允许排放浓度必须达到表 1 的规定。

表 1 第一类污染物最高允许排放浓度

污染物	允许排放质量浓度/ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	污染物	允许排放浓度/ ($\text{Bq}\cdot\text{L}^{-1}$)
总 汞	0.05	总 α 放射性	1
烷基汞	不得检出	总 β 放射性	10
总 铜	0.1		
总 铬	1.5		
六价铬	0.5		
总 砷	0.5		
总 铅	1.0		
总 镉	1.0		
苯并 a 芘	0.000 03		
总 铍	0.005		
总 银	0.5		

这里的‘第一类污染物’并不是指所有的重金属(如铜、锡、锌、锰等就不属于第一类污染物),第一类污染物可简称为 8 种‘重点’重金属或称‘汞、铜、铬、砷、铅、镉、铍、银’8 种重金属再加‘苯并 a 芘’和‘ α 、 β 放射性’,它正是目前我国严重面临的‘重金属’污染物。

第二类污染物,指其长远影响小于第一类的污染物质,其最高允许排放浓度和部分行业最高允许排水定额必须符合第二类污染物最高允许排放浓度的规定。

2.2 如何理解和评价 GB 8978—1996《污水综合排放标准》

GB 8978—1996《污水综合排放标准》反映了世界的潮流和共识,科学地制订了一条污染物排放的技术路线 区分两类性质完全不同的污染物及其控制排放的原则、方法和标准(当然 20 多年后的今天,这个标准还有待于增补一些新的项目,如更多的重金属和 POPs 等)。

从污染物性质讲,第一类污染物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 而第二类污染物则能在环境或动植物体内降解,因此后者可以利用环境的部分稀释自净能力来达到受纳水体的功能要求。

从排放要求讲,第一类污染物应采取封闭零排放的基本原则,不允许稀释扩散、不允许与其他废水相混,而只允许在企业车间或车间处理设施排出口(排出水量是限定很小的)取样,不超过最高允许排放浓度,其允许排出的第一类污染物总量是很低的;同时,还必须对其相应的尾矿、废渣、污泥作为危险

固体废物进行封闭性处置和监管。因此,相对大水体而言其本质属于零排放的性质,或者说它是一种十分严格又微量排出的‘总量控制’。第二类污染物则可以按照受纳水体功能类别的控制断面水质标准要求,实施入河排出口污染物河水稀释、扩散、降解的总量控制。

如果能严格贯彻执行 GB 8978—1996《污水综合排放标准》,则显然不至于出现第一类污染物的大量严重超标。

2.3 背离和混淆两类污染物排放标准的若干表现

a. 我国已探明的矿产储量中 80% 属共生伴生矿,而 75% 的矿产综合利用率又不到 2.5%,最关键的问题是许多矿渣违反规定,裸露堆放而不设‘尾矿库’或‘不排场’,致使有害重金属伴随雨水逐渐融出而扩散^[12]。

b. 将‘重点’重金属与第二类污染物混在一起,笼统列为总量控制,均以水体功能达标与否进行规划管理。

c. 开展以常规污染物为目标的流域和区域规划管理时,对‘重点’重金属置之不顾,以偏代全,甚至捡了‘芝麻’丢了‘西瓜’。

d. 对江河湖海作水质评价或水生物评价时,只按水体功能类别的水质标准评价,忘记或不明白对“重点”重金属必须以水环境背景值(“历史”上的原始水质)作为标准进行评价,因此将大大放宽其排放总量!

e. 对排放‘重点’重金属企业作环境影响评价和监管时,只管排水口的达标与否而不按‘封闭零排’的基本原则实施危险废渣、废气的监管。

f. 对排放‘重点’重金属企业作环境影响评价和监管时,不在车间或车间处理设施排出口取样监测,而在企业总排水口取样监测。

g. 对排放‘重点’重金属企业作环境影响评价和监管时,不在车间或车间处理设施排出口取样监测,而在入河排污口取样监测或自动监测站监测。

以上的表现都是违背现有法规标准并引发‘重点’重金属超量排放的起因。试举一例说明如下:

某水污染控制规划人员曾对某一河流(71.8 km 长度内排入了 COD, $\text{NH}_3\text{-N}$, 六价铬等多种污染物,在 4 个河流监控断面上,河水中六价铬的现状质量浓度为 0.006 ~ 0.024 mg/L,满足水环境功能规定的 III 类要求)作了‘总量控制规划’(后已作了修正)按年均流量 22.6 亿 m^3 和河水六价铬达标质量浓度为 0.05 mg/L 计算,得出的“六价铬水环境容量”为 194 t/a_o而实际上,按该河涉及的相关企业废水排放量及其排放质量浓度标准(0.5 mg/L)计算,若在企

业车间排出口达标控制,其年排水量为 36.6 万 m^3 ,六价铬的年总排放量约仅为 66 kg。若在企业排出口达标控制,其年排水量为 228 万 m^3 ,六价铬的年总排放量为 185 kg(为车间限排量的 2.8 倍);而若按“六价铬水环境容量”总量控制则年总排放量可高达 194 t(为车间限排量的 2 930 倍之多,极大地放宽了六价铬的排出量!)。从法规标准而言,根本不存在“六价铬水环境容量”总量之说,而只有十分严格的车间限排总量!

可见,纠正观念、端正技术路线是何等迫切!

3 对‘重点’重金属实施源头监控的建议

a. 成立专门的政府主管部门对矿业实行严格监督。这是政府迫在眉睫要做的事情。矿产不合理的开采是导致土壤重金属污染的最根本原因。管住了开矿,就管住了土壤重金属污染的最大问题。只有掐紧了准入、统一了管理、明确了监督,才能堵住矿产资源的滥挖、滥采,才能遏制住水土重金属污染。

b. 区分两类不同性质的污染物。对第一类污染物实施严格的企业车间排出口的浓度达标控制;对第二类污染物实施水体功能水质达标的总量控制。

c. 对所有排放‘重点’重金属的企业(特别是已列为环境保护部重点控制的企业)车间排口必须设置取样监测点并取水样监测,对超标者实施清洁生产审计,不合格者作‘关停并转’处理。不能放宽到在企业总排水口或在企业污水处理厂排水口取样监测,更不能在入河排污口取样监测或在其相应的自动监测站监测。同时,还应当就企业排出的危险废弃物(即含‘重点’重金属的固体、污泥及大气中的颗粒物)按标准要求进行监管。

d. 对江河湖海水水质应进行全面综合的监测评价,必须区分两类不同性质的污染物,对其进行不同内容和不同方法的评价,以推动水污染控制的科学规划与管理。①对水中‘重点’重金属评价的作用在于说明水体是否有其污染?它从何而来?哪些企业车间内部需要进行清洁生产和就地治理?水体水质评价的标准不是该水体指定功能对应的水质标准,而应当是该水体的环境背景值(即未污染前的‘历史’原始浓度),超过环境背景值的水质浓度属‘重点’重金属水污染,其超过的‘重点’重金属量即相当于应控制的削减量,应切实优先纳入规划管理之中。(如果按功能对应的水质标准作为其评价标准,这将完全背离法规标准,大大放宽了‘重点’重金属的排出量)。②对水中非‘重点’重金属(即第二类污染

物)水质评价的标准是该水体指定功能对应的水质标准,评价信息可用作判别是否超过功能要求?需要的削减率?是否需要进行区域性可降解污染物的联合治理?等等。

e. 现有国控城镇污水处理厂(约 1 587 家)有 47% 全年部分或全部测次超标。对所有污水处理厂的入水口和排水口均应设置‘重点’重金属取样监测点,凡已混有‘重点’重金属并排出相当总量的污水处理厂,应追索排污源控制或在处理厂进行专门的分离浓缩回收处理。

f. 最近一个时期,生态学家们对海域及其河口(如珠江口近岸、深圳湾、渤海湾、辽东湾等)以及太湖、滇池等的沉积物和底栖生物样品中‘重点’重金属进行了调查测定和生态危害或风险指数评价(以工业化前沉积物的最高背景值为标准)。研究表明生态风险在升高,近岸水产品质量受到影响!各海域‘重点’重金属的分布基本都是由口门内向口门外递减,说明海域的‘重点’重金属污染均来自陆域。目前尚待将海域的‘重点’重金属污染与陆域分布源的关系定量化,以便建立起能有效用于监控的系统化信息。

如果能按上述建议建立起‘源头监控’‘重点’重金属排放管理系统”,就能够有效遏制我国继续大幅度超量排放的势头,防止‘重点’重金属污染的加重和扩大,从而快速扭转目前严峻的局势,并为治理已污染的水土提供重要的信息支持。与此同时,还必须加强群众监管体系、企业责任制以及相关的法治建设,以保证正确的‘重点’重金属污染防控技术路线的贯彻实施。

4 结 语

我国水土的‘重点’重金属污染确已到了十分严重的地步。要治理和恢复污染后的水体和土壤是一项十分繁重和艰巨的任务。环境保护部已制订《重金属污染综合防治‘十二五’规划》,要求到 2015 年建立起比较完善的重金属污染防治体系,基本遏制突发性重金属污染事件高发态势,重点区域‘重点’重金属排放量要比 2007 年减少 15%,非重点区域‘重点’重金属排放量不超过 2007 年水平。这是一件众心所望的大事!

笔者认为,在重金属污染防治中,必须大力加强监管与法治建设,要树立防大于治、先于治的理念。当前最紧迫的是从源头控制污染源的继续超量排放,而监控源头必须先端正技术路线:①成立专门的政府主管部门对矿业实行严格监督,保证开采冶炼的合理性和合法性。②严格区分两类性质不同的污

染物及其控制排放原则、方法和标准。对第一类污染物必须基于封闭零排放原则进行监控,同时就企业排出的危险废弃物按标准进行监管。③对江河湖海水中第一类污染物作水体水质评价的标准不是该水体指定功能对应的水质标准,而应当是该水体的环境背景值(即未污染前的‘历史’原始浓度),其超量部分就是应控制的削减量。④对已混有‘重点’重金属并排出相当总量的污水处理厂,应进行排污源的追索达标治理或作厂内专门的分离浓缩回收处理。⑤加快海域、流域、区域‘重点’重金属污染与陆域分布源关系的调研,建立并掌握能有效用于监控的系统化信息。

参考文献：

[1] 章轲.“十二五”中国重拳出击重金属污染[EB/OL]. [2011-02-24]. <http://news.qq.com/a/20110224/001481.htm>.

[2] 重金属污染几许痛几多愁:防治规划的目标及任务[EB/OL]. [2011-11-17]. <http://www.cenews.com.cn/ztbd1/szqyrhtpcw/>.

[3] 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]. [2011-10-20]. http://www.gov.cn/zwgg/2011-10/20/content_1974306.htm.

[4] 环境保护部督办 10 起违法排放案件 严打重金属污染[EB/OL]. [2010-11-18]. <http://news.qq.com/a/20101118/000704.htm>.

[5] 毛立军.水清未必没污染:专家呼吁重点控制持久性有害物[EB/OL]. [2010-06-12]. <http://cppcc.people.com.cn/GB/45580/45602/11862635.html>

[6] 周勉,谭剑,金微.我国土壤污染阴影:重金属猛于农药[EB/OL]. [2011-03-03]. http://news.xinhuanet.com/herald/2011-03/02/c_13757096.htm

[7] 张铭杰,张璇,秦佩恒,等.深圳市土壤表层汞污染等级结构与空间特征分析[J].中国环境科学,2010,30(12): 1645-1649.

[8] 黄顺生,吴新民,颜朝阳,等.南京城市土壤重金属含量及空间分布特征[J].城市环境与城市生态,2007(2): 1-5.

[9] 谢小进,康建成,闫国东,等.黄浦江中上游地区农用土壤重金属含量特征分析[J].中国环境科学,2010,30(8): 1110-1117.

[10] 翟丽梅,廖晓勇,阎秀兰,等.广西西江流域农业土壤镉的空间分布与环境风险[J].中国环境科学,2009,29(6): 661-667.

[11] 赵兴敏,赵蓝坡,花修艺.长春市大气降尘中重金属的分布特征和来源分析[J].城市环境与城市生态,2009,22(4): 30-32.

[12] 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[2011-02-21]. <http://airpage.zubunet.com/APage.jsp?source=data&bookIssueID=32961>.

[13] 沈路路,胡建英,董兆敏,等.中国部分地区汞暴露对儿童健康风险评价[J].中国环境科学,2009,29(12): 1323-1326.

[14] 李开明,陈中颖,姜国强,等.珠江口及毗邻海域碧海行动计划研究报告[R].广州:环境保护部华南环境科学研究所,2010.

[15] 王长友,王修林,孙百晔,等. Cu、Pb、Zn 和 Cd 对东海原甲藻的生态毒性效应[J].中国环境科学,2008,28(3): 264-268.

[16] 胡宁静,石学法,黄朋,等.渤海辽东湾表层沉积物中金属元素分布特征[J].中国环境科学,2010,30(3): 380-388.

[17] 安立会,郑丙辉,张雷,等.渤海湾河口沉积物重金属污染及潜在生态风险评价[J].中国环境科学,2010,30(5): 666-670.

[18] 张战平,朱广伟,孙小静,等.太湖水体中胶体相痕量金属浓度的季节变化[J].中国环境科学,2008,28(6): 556-560.

[19] 刘红磊,尹澄清,唐运平.太湖梅梁湾岸边带底泥中重金属的形态与分布[J].中国环境科学,2010,30(3): 389-394.

[20] 李梁,胡小贞,刘娉婷,等.滇池外海底泥重金属污染分布特征及风险评价[J].中国环境科学,2010,30(增刊1): 45-51.

[21] 王海燕.拿什么拯救海洋重金属污染严重[N].科技日报,2011-04-01(5).

[22] 周勉,谭剑,金微.我国土壤重金属污染防治成难题[EB/OL]. [2011-03-02]. <http://finance.camase.com/n120202c9.aspx>

[23] 杨艺蓓,龙志.湘江启示录:中国重金属污染最严重的河流治理之困[EB/OL]. [2010-11-03]. http://epaper.oooo.com/F/html/2010-11/03/content_1215288.htm.

(收稿日期:2011-09-12 编辑:冯敏峰)

