

环境科学

(HUANJING KEXUE)

ENVIRONMENTAL SCIENCE

第35卷 第12期

Vol.35 No.12

2014

中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版



目次(卷终)

北京雾霾天气生物气溶胶浓度和粒径特征 高敏,仇天雷,贾瑞志,韩梅琳,宋渊,王旭明(4415)

杭州大气颗粒物散射消光特性及霾天气污染特征 徐昶,叶辉,沈建东,孙鸿良,洪盛茂,焦荔,黄侃(4422)

太原市采暖季 PM_{2.5} 中元素特征及重金属健康风险评价 李丽娟,温彦平,彭林,白慧玲,刘凤娴,史美鲜(4431)

成都市城区 PM_{2.5} 中二次水溶性无机离子污染特征 李友平,周洪,张智胜,王启元,罗磊(4439)

北京市臭氧的时空分布特征 王占山,李云婷,陈添,张大伟,孙峰,孙瑞雯,董欣,孙乃迪,潘丽波(4446)

南京北郊大气 VOCs 变化特征及来源解析 安俊琳,朱彬,王红磊,杨辉(4454)

祁连山中段降水化学的环境意义研究 李宗杰,李宗省,田青,宋玲玲,贾冰,郭瑞,宋耀选,苏索南,韩春坛(4465)

中亚热带典型林分不同层次氮硫湿沉降动态变化 孙涛,马明,王定勇,黄礼昕(4475)

本底大气 CO₂ 观测分析过程中 QA/QC 方法的建立与评估 刘立新,周凌晔,夏玲君,王红阳,方双喜(4482)

轻型汽油车 CH₄ 和 N₂O 排放因子研究 何立强,宋敬浩,胡京南,解淑霞,祖雷(4489)

煤燃烧超细微颗粒粒径谱演变及排放因子的实验研究 孙在,杨文俊,谢小芳,陈秋方,蔡志良(4495)

春、夏季长江口及其邻近海域溶解 N₂O 的分布和海-气交换通量 王岚,张桂玲,孙明爽,任景玲(4502)

珠江口水体组分的吸收特性分析 王珊珊,王永波,扶卿华,尹斌,李云梅(4511)

河流汇合处水体磷素形态特征及紫外光照的影响:以渠江-嘉陵江、涪江-嘉陵江交汇为例 闫金龙,江韬,魏世强,李玲,郭念,李璐璐,刘江(4522)

基于太湖微囊藻毒素的叶绿素 a 阈值研究 魏代春,苏婧,纪丹凤,伏小勇,王骥,霍守亮,崔驰飞,唐军,席北斗(4530)

百花湖周边城市近郊小流域氮、磷输出时空特征 冯源嵩,林陶,杨庆媛(4537)

自然光照对淹水条件下三峡库区消落带典型土壤磷释放影响 郭念,江韬,魏世强,闫金龙,梁俭,卢松,高洁(4544)

垂直流人工湿地 LDHs 覆膜改性沸石基质强化除磷效果及其机制 张翔凌,陈俊杰,郭露,陈巧珍,王晓晓(4553)

三峡库区消落带 3 种植物淹水后汞的动态变化及其对水体的影响 张翔,张成,孙荣国,王定勇(4560)

纳米 TiO₂ 对底泥中汞释放及活化的影响 张金洋,李楚娴,王定勇,周雄,孙荣国,张成,梁丽(4567)

首都水源地——洋河流域人为源多环芳烃(PAHs)排放清单估算及其影响分析 高佳佳,罗维,奚晓霞(4573)

石化工业园区有毒废水来源识别研究 杨茜,于茵,周岳溪,陈学民,伏小勇,王淼(4582)

污水处理厂中红霉素抗药性基因的污染特征及选择性因子 李侃竹,吴立乐,黄圣琳,何势,刘振鸿,薛罡,高品(4589)

2 种填料 BAF 深度处理印染废水沿程污染物变化规律研究 刘俊峰,范举红,刘锐,陈吕军,张永明(4596)

硫酸盐还原型甲烷厌氧氧化菌群驯化及其群落特征 席婧茹,刘素琴,李琳,刘俊新(4602)

MBR 处理腈纶废水的效能及微生物群落结构分析 魏健,宋永会,赵乐(4610)

制革废水的厌氧氨氧化 ABR 脱氮工艺研究 曾国驱,贾晓珊(4618)

生物滤池工艺的数值模拟与运行优化 邹宗森,施汉昌,陈向强,谢小青(4627)

气升装置对厌氧氨氧化污泥形态及性能的影响 李祥,黄勇,袁怡,周呈,陈宗短,张大林(4636)

给水厂污泥改良生物滞留填料除磷效果的研究 王建军,李田,张颖(4642)

北京地区不同城镇污水处理厂堆肥污泥的营养含量和重金属污染 白莉萍,齐洪涛,伏亚萍,李萍(4648)

电子垃圾拆解区污染池塘中鱼类多氯联苯及其代谢产物的组织分配及暴露风险 唐斌,罗孝俊,曾艳红,麦碧娴(4655)

广东罗非鱼养殖区水体和鱼体中重金属、HCHs、DDTs 含量及风险评价 谢文平,朱新平,郑光明,马丽莎(4663)

崇明典型水生生物中雌激素含量和分布特征 耿婧婧,叶爱丽,杨毅,刘敏,张婧,周俊良(4671)

啮虫脒光催化降解动力学的优化及其降解产物的分析 周文常,阳海,胡志斌,兰世林(4678)

氮添加对生长季寒温带针叶林土壤有效氮和酸化的影响 陈高起,傅瓦利,罗亚晨,高文龙,李胜功,杨浩(4686)

土地利用方式对缙云山土壤团聚体稳定性及其有机碳的影响 李鉴霖,江长胜,郝庆菊(4695)

上海市郊设施大棚次生盐渍化土壤盐分含量调查及典型对应分析 唐冬,毛亮,支月娥,张进忠,周培,柴晓彤(4705)

某铅酸蓄电池污染场地表层土壤重金属 Pb 空间分布预测研究 刘庚,牛俊杰,张朝,赵鑫,郭观林(4712)

海泡石对镉-铅复合污染钝化修复效应及其土壤环境质量影响研究 孙约兵,王朋超,徐应明,孙扬,秦旭,赵立杰,王林,梁学峰(4720)

盐碱区不同开发年限水田温室气体排放规律及影响因素 汤洁,方天儒,侯克怡,赵仁竹,梁爽(4727)

不同热解温度生物炭对 Cd(II) 的吸附特性 王震宇,刘国成,Monica Xing,李锋民,郑浩(4735)

碱土金属钙沉积对 Mn-Ce/TiO₂ 低温 SCR 催化剂脱硝性能的影响 周爱奕,毛华峰,盛重义,谭月,杨柳(4745)

国内外水泥工业大气污染物排放标准比较研究 江梅,李晓倩,纪亮,邹兰,魏玉霞,赵国华,车飞,李刚,张国宁(4752)

我国水泥工业大气污染物排放标准的修订历程与思考 江梅,李晓倩,纪亮,邹兰,魏玉霞,赵国华,车飞,李刚,张国宁(4759)

《环境科学》第35卷(2014年)总目录 (4767)

《环境科学》征订启事(4617) 《环境科学》征稿简则(4654) 信息(4474, 4529, 4536, 4744)

我国水泥工业大气污染物排放标准的修订历程与思考

江梅, 李晓倩, 纪亮, 邹兰, 魏玉霞, 赵国华, 车飞, 李刚, 张国宁*

(中国环境科学研究院, 北京 100012)

摘要: 国家近期修订发布了 GB 4915-2013《水泥工业大气污染物排放标准》, 这是自 1985 年首次发布标准以来的第三次修订。本文回顾了我国水泥工业大气污染物排放标准制修订历程, 重点分析了环境保护形势和环境管理思路的变化对标准内容和表现形式的影响, 提出了标准制订原则, 以及对标准制订中关键问题的把握, 它们共同构成了我国排放标准的制定规则, 对于完善我国排放标准制订理论和方法, 提高环境管理和污染控制水平, 具有重要意义。

关键词: 水泥工业; 大气污染; 排放标准; 制修订历程; 制定规则

中图分类号: X-651 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2014)12-4759-08 DOI: 10.13227/j.hjkk.2014.12.045

Revision Process and Thinking of Emission Standard of Air Pollutants for Cement Industry

JIANG Mei, LI Xiao-qian, JI Liang, ZOU Lan, WEI Yu-xia, ZHAO Guo-hua, CHE Fei, LI Gang, ZHANG Guo-ning
(Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China)

Abstract: The new National Emission Standard of Air Pollutants for Cement Industry (GB 4915-2013) was released recently, which is the third revision since the first release in 1985. This paper reviewed the revision process for the emission standard of air pollutants in cement industry, analyzed the impact of environmental protection situation and management policies changes on the content and form of the standard. The standard formulating principles and several key issues together constitute the base of emission standard, which are not only important to complete the theories and methods of emission standard development, but also important to improve the environmental management and pollution control level.

Key words: cement industry; air pollution; emission standard; revision process; development rules

国家近期修订发布了 GB 4915-2013《水泥工业大气污染物排放标准》, 这是自 1985 年首次发布标准以来的第三次修订。每一次修订, 除增加污染物项目, 提高排放控制要求外, 环境管理思路也会有很大调整, 相应地标准内容和表现形式也发生着显著变化。通过回顾我国水泥工业大气污染物排放标准制修订历程, 研究每一阶段面临的突出环境问题和当时的环境管理要求, 以及它们是如何对标准内容和形式产生深刻的影响, 进而梳理出我国排放标准的制定规则, 对于完善我国排放标准制订理论和方法, 提高环境管理和污染控制水平, 具有重要意义。

1 水泥工业大气污染物排放标准沿革^[1]

水泥工业一直是我国大气污染控制的重点, 早在 1985 年就首次发布了 GB 4915-1985《水泥工业大气污染物排放标准》^[2]; 1996 年进行了第一次修订, 名称修改为 GB 4915-1996《水泥厂大气污染物排放标准》^[3]; 2004 年第二次修订, 名称变更为 GB 4915-2004《水泥工业大气污染物排放标准》^[4]; 2013 年又完成了第三次修订, 名称不变^[5]。

1.1 GB 4915-1985 标准

我国的环境保护工作始自 1973 年的第一次全国环境保护会议, 其标志性成果是审议通过了两份文件, 一件是《关于保护和改善环境的若干规定》, 另一件则是 GBJ 4-73《工业“三废”排放试行标准》^[6]。这两份文件构成了我国环境保护工作初期的基本法规, 从此工业企业污染物排放有标准可依。

进入 20 世纪 80 年代后, 国家开始了有目的、有组织的环境保护标准制度、理论和体系建设。据统计, 1982~1987 年间, 国家制定发布的环境质量标准、工业行业污染物排放标准近 50 项^[7], 连同配套的基础标准、分析方法标准和样品标准, 形成了我国环境保护标准体系的基本雏形。针对水泥工业的第一个行业型污染物排放标准就在这样的背景下诞生了, 这就是 GB 4915-1985《水泥工业污染物排放标准》(1985 版标准), 可见水泥行业是我国首批开展污染控制的行业之一。

收稿日期: 2014-05-06; 修订日期: 2014-06-15

基金项目: 2012 年国家环境保护标准修订项目

作者简介: 江梅(1969~), 女, 博士, 副研究员, 主要研究方向为大气污染控制与环境标准制订, E-mail: jiangmei@cares.org.cn

* 通讯联系人, E-mail: zhanggn@cares.org.cn

1985 版标准根据水泥企业的生产特点和所处地区划分为 4 个区域类别,按“现有设备”和“新改扩建设备”分别规定了烟(粉)尘、CO 的排放限值,控制指标为排放浓度($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)和单位产品排放量($\text{kg}\cdot\text{t}^{-1}$),同时还规定了烟囱最低高度.与后来排放标准按环境空气质量功能区实施分级控制不同,1985 版标准更强调了所处地区的规划功能和环境状况,分类如下:一类区是指国家规定的特殊要求的地区;二类区是指滨海和内地重要城市的近郊区、县城的居民区和商业交通居民混合区;三类区是指普通城市的远郊区、县城的近郊区和独立的工业区;四类区是指污染程度轻的城镇和偏僻的农村.

以水泥窑为例,4 个类区的烟尘排放标准依次放松要求,现有设备从一类区的 $150 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 到四类区的 $800 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 不等,体现了当时要充分利用环境容量的指导思想,对污染程度轻的或环境不敏感的地区执行宽松的限值.一类区不允许新、改、扩建水泥窑,二至四类区内新、改、扩建水泥窑执行 $150 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 的统一限值,这是当时除尘技术最佳的排放控制水平.回转窑和立窑的烟尘排放限值相同,CO 限值则对立窑放松很多.

1.2 GB 4915-1996 标准

以 1996 年制定发布的 GB 16297-1996《大气污染物综合排放标准》^[8]、GB 8978-1996《污水综

合排放标准》^[9] 为标志,标准制订思路发生了明显变化.由于当时(20 世纪 90 年代)环境管理手段不多,排放标准主要用于“超标收费”,因此为便于环境管理,特别是满足“超标收费”的需要,复合型排放标准替代了大部分行业型排放标准,但一些污染控制的重点行业,如属于水污染控制重点的造纸、合成氨工业等,属于大气污染控制重点的锅炉、火电行业等,行业型排放标准被保留下来,只是数量大为缩减,形成了“综合排放标准与行业排放标准并存、两者不交叉执行、行业排放标准优先”的局面.

水泥工业作为颗粒物控制的重点行业,在这一轮的标准调整中被保留下来,并被更新为 GB 4915-1996《水泥厂大气污染物排放标准》(1996 版标准).1996 版标准的显著特点是与 1985 版标准充分衔接,划分为“1985 年以前”、“1985~1996 年”、“1997 年以后”这 3 个时段,前两个时段的排放限值分别对应于 1985 版标准的“现有设备”和“新改扩建设备”,不要求它们改造提标,1997 年以后新建水泥厂则执行更严格的排放限值.由于各时段、各类区的限值差异较大(表 1),造成了对老企业、旧设备的过分保护,既不利于环境质量的改善,也违背了公平原则,因此在后来的排放标准中都要求“老污染源标准滚动提高”.

表 1 GB 4915-1996 水泥窑颗粒物排放浓度限值

Table 1 GB 4915-1996 Emission concentration limits of particulates for cement kiln

建厂时间	一类区(一级标准)	二类区(二级标准)	三类区(三级标准)
1985-08-01 前	$150 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$	$400 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$	$600 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$
1985-08-01 ~ 1996-12-31	—	$150 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$	$300 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (回转窑); $400 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (立窑)
1997-01-01 以后	—	$100 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$	$150 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$

1996 版标准取消了 CO 项目,对 1997 年 1 月 1 日后新建水泥窑还增加了 SO_2 、 NO_x 、氟化物三项污染物,在控制指标上则增加了对粉尘无组织排放的控制,要求在厂界监控环境空气中的粉尘浓度.这一时期的大气污染物排放标准有一个共同特征,就是排放限值与环境空气质量功能区挂钩,一类区执行一级标准(限值严格),二类区执行二级标准(限值中等),三类区执行三级标准(限值宽松),这体现了当时“低功能区低保护”的指导思想,但造成了高污染地区环境质量的进一步恶化.

1.3 GB 4915-2004 标准

以 2000 年修订《大气污染防治法》^[10] 为契机,20 多年的环境保护实践终于促使环境法律制度发生重大变化,由“超标收费”转变为“排污收费、超

标违法”,排放标准恢复了其应有的法定约束力.这在 2008 年修订《水污染防治法》^[11] 时再次得到确认.“超标违法”制度使得排放标准的地位空前提升,成为判断排污行为是否合法的主要依据,这给排放标准制订工作带来了极大挑战,必须要解决排放标准的科学性、合理性、可执行性等问题.

长期以来以“复合型排放标准为主”的排放标准体系,注定了其行业针对性较差,不能完全体现不同行业生产工艺及其污染控制技术差异和特点,这种“一刀切”的标准存在着污染控制抓不住重点,标准限值不合理,条款规定太笼统,行业难以落实的先天不足.为此国家环保部门决定大力推进行业型排放标准制修订工作,目前“复合型排放标准为主,行业型排放标准为辅”的格局将逐步调整为“以行业

型排放标准为主体,综合型排放标准为补充”的新格局,新的污染物排放标准体系正在建立完善之中。

在这样的背景下,水泥行业排放标准迎来了第二次修订。标准扩大了适用范围,包括了从矿山开采、水泥制造到水泥制品生产的全过程,标准名称相应修改为 GB 4915-2004《水泥工业大气污染物排放标准》(2004 版标准)。该标准根据新的环境管理要求,在 3 个方面进行了重大调整:一是取消了排放限值与环境功能区直接挂钩,统一按可行控制技术(包括清洁生产技术和末端治理技术)确定限值;二是合理区分新老污染源,老污染源标准在一段时间内相对宽松,但最终要实现与新污染源标准的统一,强化了老污染源的环境责任;三是不再区分生产工艺(回转窑、立窑)的差别,基于先进生产工艺确定排放限值,促进行业技术进步。这三方面的变化,成为当时很多排放标准的制订准则和共同特征。此外,标准还在无组织排放控制、在线监测、净化处理装置与生产工艺设备同步运转等方面提出或提高了要求。在污染物项目及控制指标上则没有大的变化^[12]。

这一时期制修订的标准遵循着一个共同的理念,就是根据可行控制技术确定排放限值,以保证标准的可执行性。排放标准在表现形式上是一个个数值(浓度、单位产品排放量等),但实质是在当前经济技术条件下对污染控制技术的要求,每项标准值的背后一定有着清晰的达标技术路线和方法作依托,这也是英美等国排放标准制订的基本思路,即所谓的“技术强制”^[13]。道理很简单,因工程技术的应用带来的环境污染(如工业生产活动)也必须依靠工程技术手段来解决。以 2004 版标准来说明,水泥窑颗粒物限值 $50 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$,要求采用“烟气调质/余热利用+高效静电或布袋除尘”技术; SO_2 限值 $200 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 、 NO_x 限值 $800 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$,在原燃料品质较好、运行工况稳定条件下基本可达标,即不要求采用脱硫、脱硝等末端技术措施^[4]。可见当时水泥工业控制的重点是颗粒物,在它之前的两版标准更是如此,甚至只有颗粒物项目。

1.4 GB 4915-2013 标准

为保障 2008 年北京奥运会期间的环境空气质量,建立了区域联防联控机制,首次应用就取得了明显效果,之后这种做法又被成功复制到上海世博会、广州亚运会^[15]。总结成功经验,我国于 2010 年发布了《关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量的指导意见》(国办发[2010]33 号)^[16]首次

提出了需要重点防控的区域和行业。之后,我国一些地区暴发了大面积的雾霾污染,环境保护部相继出台了《重点区域大气污染防治“十二五”规划》(环发[2012]130 号)^[17]、《关于执行大气污染物特别排放限值的公告》(环境保护部公告 2013 年第 14 号)^[18]等文件明确了相关控制要求:重点控制区包括京津冀、长三角、珠三角等“三区十群”19 个省(区、市)47 个地级及以上城市;重点控制行业包括火电、钢铁、有色、水泥、石化、化工等六大行业以及燃煤锅炉项目;位于重点控制区的重点行业需要执行大气污染物特别排放限值。此外,我国“十二五”期间将 NO_x 纳入总量控制指标,水泥工业作为继火电厂、机动车之后的第三大排放源,提高 NO_x 排放控制要求,大幅削减 NO_x 排放总量责无旁贷。

为落实 NO_x 总量控制以及区域联防联控的要求,于 2013 年完成了第三次修订,即 GB 4915-2013《水泥工业大气污染物排放标准》(2013 版标准)。2013 版标准的适用范围增加了散装水泥中转站,适用对象更加完整、明确;重点提高了颗粒物、 NO_x 排放限值,水泥行业除尘、脱硝环保设施成为基本配置;在原有污染物控制项目(颗粒物、 SO_2 、 NO_x 、氟化物)的基础上增加了 NH_3 和 Hg 项目,监控体系更加严密;为便于环境执法,取消了单位产品排放量指标($\text{kg}\cdot\text{t}^{-1}$),但水泥窑烟气中 O_2 含量需要校核到统一的 10% 基准以防止稀释排放(基于同样目的,其他排放标准还可能规定基准排气量);对于水泥窑协同处置生活垃圾、污泥、危险废物等固体废物,标准明确除执行 2013 版标准外,还应同时执行相应的污染控制标准的规定。

与前三版标准相比,2013 版标准最大的变化就是对重点地区特别排放限值的规定。重点地区企业,必须坚持环境保护优先,要求采用目前最可行、最高效的污染控制技术,如颗粒物控制采用覆膜滤料布袋除尘技术, NO_x 控制采用“低氮燃烧器+分解炉分级燃烧+SNCR”的组合降氮技术,将水泥窑颗粒物和 NO_x 排放浓度分别控制在 $20 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 和 $320 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 以下,其他污染物项目的排放限值亦相应加严。特别排放限值达到了国际最严格的排放控制水平,如美国、德国的标准要求^[19, 20]。

标准不再强调对新老污染源的区别对待,如 2004 版标准,老污染源执行了 5 a 的过渡期标准,直到 2010 年后才统一了新老污染源的限值要求(在此之前的标准甚至不要求老污染源滚动提标,或者达到新源标准)。这版标准仅给予了老污染源 1.5 a

的达标改造期,之后就要达到与新源相同的严苛限值,强调的是在环境面前的责任公平. 弱化新老污染源排放标准差异,增加适用于重点地区的特别排放限值,是排放标准制订的最新思路.

2 对排放标准制订原则的认识

《水泥工业大气污染物排放标准》从 1985 年开始至今,大约每 10 a 修订一次,这其中既受到标准自身生命周期的影响,也受到不同时期环境管理要求的推动. 在标准内容及其表现形式不断演进的表象下,隐藏着一些经过长期实践检验的、相对成熟固定的标准制订原则,值得借鉴.

2.1 排放标准始终要服务于环境管理需要

从 1973 年我国建立首个污染物排放标准起,由于不同社会发展阶段面临的环境问题不同、环境管理要求不同,排放标准的制订思路、内容和形式都发生着显著变化,但“服务于环境管理需要”的宗旨始终不变.

以水泥工业大气污染物排放标准为例,1985 版标准受 20 世纪 80 年代“充分利用环境容量”管理思想的影响,分“4 个类区”制订排放限值,对污染程度轻或环境不敏感的地区(如农村、远郊区、工业区)执行宽松的限值,这在当时环境较为清洁、有环境容量可用的背景下有一定的合理性.

1996 版标准也落实了当时(20 世纪 90 年代)的环境管理要求,与环境空气质量功能区直接挂钩,3 个功能区类别分别对应着 3 个级别的排放限值,这种“高功能区高保护、低功能区低保护”的思想符合人们的认知逻辑,但由于 GB 3095-1996《环境空气质量标准》^[21]分类不合理,每个类别保护对象不同(人群、生态),同一保护对象又分到不同类别(一、二、三类区都要保护人体健康,但保护尺度不同,明显不公平),造成了环境管理的诸多问题^[22]. 经过这一阶段的弯路,人们认识到,排放标准要服务于环境质量改善的总目标,但两者不能简单直接挂钩.

2004 版标准体现了从 20 世纪 80、90 年代“允许超标排放,超标才收费”到新世纪后“排污就收费,超标属违法”的转变,排放标准的技术强制性被置于突出位置,人们普遍认识到依据可行技术(清洁生产技术、污染治理技术)控制污染排放,但这只是基本要求,改善环境质量还要依靠排污总量控制、产业结构与布局调整、清洁能源使用、环境基础设施建设、生态环境建设等综合措施. 相应地,这一

时期排放标准表现为:区分行业(或工艺)、新老污染源,基于最佳可行技术(BAT)确定排放限值,一般要求老污染源标准滚动提高.

进入“十二五”后逐步明确了区域联防联控的最新环境管理要求,2013 版标准以及其他重点行业排放标准受此影响,增加了适用于重点地区的特别排放限值. 同时强调了在环境面前的责任公平,弱化新老污染源排放标准差异,老污染源在合理的达标改造期后就要达到新源标准.

由上可见,不同时期的排放标准,制订思路、内容和表现形式都深深打上当时环境管理需求的烙印,排放标准成为环境管理的基本手段. 表 2 总结了 4 个版本《水泥工业大气污染物排放标准》的制订思路和一些特点,从中可见一斑.

2.2 基于可行污染控制技术确定排放限值

我国的大气污染物排放标准制订,虽然 40 a 的发展历程中出现过一些反复,但基于可行污染控制技术(包括清洁生产技术、末端治理技术)确定排放限值的基本思路始终是贯穿其中的一条主线. 这是由排放标准的可执行性所决定的,企业依据排放标准进行污染控制,必须有可行技术为依托,否则排放标准就成了空中楼阁,2000 年后“超标违法”制度的确立更加强了对排放标准可执行性的要求.

依据可行技术确定排放限值,会因各国、各地经济技术条件不同而不同. 经济技术条件好的国家(如欧美)或地方(如我国北京、上海、广东),排放标准自然严格;国家或地方随着经济技术的进步,不断加严排放标准也是同样道理(例如国家水泥排放标准从 1985 年至今,颗粒物限值严格了 10 倍以上),都是因为随着经济社会的发展,技术成为可能、变得可行了. 国家标准由于考虑的是全国平均的经济技术条件,因此它规定的限值只是一条基本线,地方标准以及环评项目可能会根据自身条件执行更严格的限值. 我国目前对重点地区规定了大气污染物特别排放限值,依然是根据可行控制技术确定的,只是在这些污染严重的地区对技术层次的要求更高.

同样,污染物项目不同,要求的技术层次也不同. 美国对常规污染物(criteria pollutant)制订了新源特性标准(NSPS),对 189 种空气毒物(Air Toxics,近几年有修订)制订了危险空气污染物国家排放标准(NESHAP),无论是 NSPS 标准,还是 NESHAP 标准,它们均是基于污染控制技术而制订的,只是对应污染物不同,选择了不同层次的控制技术,例如

表 2 4 个版本《水泥工业大气污染物排放标准》的比较

Table 2 Comparison with the four versions on emission standard of air pollutants for cement industry

标准号	GB 4915-1985	GB 4915-1996	GB 4915-2004	GB 4915-2013
标准制订思路	① 行业区别对待,“没有区分就没有政策” ^[25] ② 充分利用环境容量,对污染程度轻的或环境不敏感的地区执行宽松的限值	① 满足“超标收费”需要,大部分行业执行综合型排放标准,仅水泥等个别行业保留了专项排放标准 ② 与环境空气质量功能区挂钩,低功能区低保护 ③ 有组织排放控制与无组织排放控制并重	① “排污收费”.“超标违法”法律制度确立,排放标准地位提升,但对标准制订提出了更高要求 ② 大力推进行业型排放标准制修订工作,解决标准覆盖面和针对性的问题 ③ 依据可行控制技术制订标准,保证标准的可执行性	① NO _x 实施总量控制,包括水泥工业在内的典型行业需要重点削减 NO _x 排放量 ② 国家明确了区域联防联控要求,相应行业排放标准中需明确适用于重点地区的特别排放限值 ③ 弱化新老污染源排放标准差异,强调共同的环境责任
区域类型	4 个类区	环境空气质量功能区 (3 个类区)	无	一般地区 重点地区
时段划分	1985-08-01 之前 1985-08-01 以后	1985-08-01 之前 1985-08-01 ~ 1996-12-31 1997-01-01 以后	2006-07-01 之前 2006-07-01 ~ 2009-12-31 2010-01-01 以后	2015-07-01 之前 2015-07-01 以后
污染物项目	烟(粉)尘、CO	烟(粉)尘,对 97 年后新建项目增加了 SO ₂ 、NO _x 、氟化物	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、氟化物	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、氟化物、Hg、NH ₃
控制指标	排放浓度、单位产品排放量	排放浓度、单位产品排放量、粉尘无组织排放限值	排放浓度(水泥窑 O ₂ 含量校核)、单位产品排放量、颗粒物无组织排放限值	排放浓度(水泥窑 O ₂ 含量校核)、大气污染物(颗粒物、NH ₃)无组织排放限值
是否区分生产工艺(回转窑、立窑)	是	是	否	否
是否要求老污染源滚动提标	否	否	老污染源在 2010 年后达到新源标准(5a 过渡期)	老污染源在 1.5a 的达标改造期后执行与新源统一的标准
无组织排放控制要求	否	厂界限值	厂界限值 + 封闭措施(新建线物料全封闭、现有线干粉料封闭)	厂界限值 + 封闭措施(物料全封闭)
在线监测要求	否	否	是	是
烟囱高度规定	按设备规模规定排气筒高度	按设备规模规定排气筒高度	按设备规模规定排气筒高度,达不到规定高度的,排放浓度可按公式折减	取消对排气筒高度的具体数值规定,保留通用要求(如排气筒高度不低于 15 m,应高于本体建筑物 3 m 以上等)
环保设施与主体工艺设备同步运转的要求	热力设备允许超标排尘,但全年不超过 350 h	通风设备收尘装置与主机设备同步运转;热力设备收尘装置相对于主机设备同步运转率不小于 97%	除尘装置与生产工艺设备同步运转,新建水泥窑禁止因工艺波动造成非正常排放,现有水泥窑同步运转率不小于 99%	净化处理装置与生产工艺设备同步运转,应保证工艺波动情况下净化处理装置仍能正常运转,实现达标排放

NSPS 是基于最佳示范技术 (BDT), 而 NESHAP 则是基于最大可达控制技术 (MACT), 显然后者更加严格^[17]. 我国对重金属排放的控制很严格, 也依据于此^[23].

根据该原则, 排放标准制订的重点工作就是对污染控制技术进行技术经济论证、可行性评估, 这是排放标准制订的基本方法, 当然也会从现状达标率、国内外标准对比、环境管理需求(如总量削减目标)等多角度对排放限值进行论证. 欧盟为配合工业排放指令 (2010/75/EU) 以及许可证制度的实

施, 根据各成员国和工业部门信息交流的成果, 出版了很多行业的 BAT 参考文件 (BREF). 在这些文件中详细定义了何为最佳可行技术 (BAT)、评估的程序和方法、最终的 BAT 结论, 以及建议的排放控制水平, 可作为我国排放标准制订的参考^[24].

2.3 保证监控体系的严密

对包括水泥工业在内的所有污染源而言, 保证监控体系的严密, 是排放标准追求的核心目标之一, 例如排污设施覆盖是否全面、污染因子识别是否充分、控制指标及其配套的监控手段是否有效等等.

然而监控体系的严密并非一蹴而就的,以《水泥工业大气污染物排放标准》为例,表2总结了4个版本标准中一些内容的变化,从中可反映排放标准不断严格、严密的过程。

就污染物项目而言,1985版标准只控制颗粒物,到1996版、2004版标准控制颗粒物、SO₂、NO_x、氟化物四项污染物,再到2013版标准新增了NH₃、Hg两项污染物(合计6项污染物),污染物的控制范围不断扩大,目前能够涵盖水泥工业的主要污染排放情况。

就无组织排放控制而言,1985版标准没有提出相关要求;1996版标准提出了厂界粉尘无组织排放限值;2004版标准除厂界限值外,还规定了封闭措施,对新建生产线要求物料处理、输送、装卸、贮存过程全封闭,对现有生产线要求干粉料的前述过程全封闭;到2013版标准则更加严格,除加严了厂界限值外,要求所有物料全封闭。可见标准对无组织排放的控制不断严格,很好地适应了水泥工业无组织排放较为突出的特点。

其他诸如老污染源的滚动提标要求、水泥窑O₂含量校核要求、在线监测要求、净化处理装置与生产工艺设备同步运转率要求等,也是逐步严格起来的。可见由排放标准构建的监控体系越来越严密,确保了污染控制的有效性。值得注意的是,与排放标准大部分内容的不断加严相比,排放标准关于烟囱(排气筒)高度的规定,是唯一在逐步弱化的内容,这是因为早期标准的污染物允许排放浓度较高,需要通过高烟囱排放保证污染物落地浓度符合环境质量要求(高烟囱排放曾被作为环保措施加以推行),目前污染物排放浓度已显著降低,按单根排气筒计算已不需要如此高的烟囱,而且加高烟囱只是在相对更大的空间转移了污染,对改善质量作用不大,污染物地面浓度受众多排气筒的共同影响,种种情况很复杂,应根据环境影响评价具体分析确定,因此排放标准取消了对烟囱高度的硬性规定。

3 对标准制订中几个关键问题的把握

3.1 是否考虑区域差异

从污染控制的公平性角度,同一类型的污染源,它们生产相同或相似的产品,创造相同的社会价值,承担的环境成本就应该相同,即单位产品或单位产值的污染物排放量相同,否则会造成市场竞争的不公平。在市场经济体制下,基于可行污染控制技术而制订的污染物排放标准,建立了一条大家共同遵

守的底线,这对于保证市场公平竞争至关重要。公平性原则是污染物排放标准制订必须遵循的准则。美国《清洁空气法》制订国家污染物排放标准的主要目的之一,就是“建立一条污染控制基准线,防止州或地方政府为吸引投资而降低排放控制要求”。

但从环境保护的角度,各地方、各区域的自然条件、环境特征不同,面临的环境问题也不同,在污染物排放控制的严格程度上可以有差异。可见,排放标准的制订需要在公平性和区域差异性之间取得平衡,而以何种原则来划分和体现区域差异,就成为标准制订的关键,1985版标准“清洁地区可以多排”,以及1996版标准“低功能区可以多排”就在区域划分上出现了问题,导致后来被抛弃。目前的做法是,国家根据可行污染控制技术制订的排放标准是适用于全国的基本要求,但对一些特定地区(环境敏感地区、污染严重地区等)还需要采取更高效的措施加严控制,例如2013版标准就定义了“重点地区”,并规定了“特别排放限值”。

综上,排放标准应在公平性的基础上适当考虑区域差异,对特定地区加严控制。标准中应明确“特定地区”的涵义。

3.2 是否考虑新老污染源差异

新老污染源由于技术条件不同,一般应合理区分。排放标准可通过两种方式加以区别,一是新老污染源分别执行不同的标准,不要求它们统一。例如美国、欧洲等国家采用许可证管理模式,就严格区分新老污染源,执行不同的标准;我国早期的标准,如水泥工业的1985版标准、1996版标准标准也是如此。但后来发现老污染源的标准长期宽松,不利于环境质量的改善,企业间也不公平,从2000年以后开始要求“老污染源滚动提标”,这就产生了第二种区别新老污染源的方式,即:新污染源基于先进生产工艺和污染控制技术,制订严格的限值,现有污染源考虑现实条件的局限,排放限值比新污染源宽松,但经过一段时间的过渡后,也要达到新源的标准。过渡期的长短因行业而异,2004版标准中,老污染源限值执行了5a,之后统一到新源限值上。

进入“十二五”后,由于环境污染形势的严峻,出现了一种倾向,强调新老污染源在环境面前的责任公平,限值不再区分新老污染源。只是在执行时间上,老污染源给予合理的达标改造期,例如2013版标准标准中老污染源有1.5a的达标改造期,之后就执行新标准。这种做法对于我国产能过剩行业有很强的针对性,新污染源基本不再建设,需要通过

老污染源提标改造,或淘汰一些达标无望的老企业,实现削减污染物排放量,改善环境质量的目。

可见,如考虑新老污染源的技术条件差异,应该区分新老污染源,但如果考虑环境责任的公平,则应该新老污染源标准统一。这两种考虑都有道理,如何取舍取决于环境污染形势,污染严重时倾向于后者,以在很短的时间内实现污染物排放量的显著削减,如环境质量较好则倾向于前者,这样更客观一些。鉴于我国污染严重的现实,有越来越多的标准(特别是火电、钢铁、水泥等重点污染行业的标准)弱化甚至不再考虑新老污染源的差异。

3.3 是否考虑生产工艺或规模的差异

水泥生产曾有过很多生产工艺(如立窑、干法中空窑、立波尔窑、湿法窑、余热发电窑、悬浮预热器窑、窑外预分解窑),排放标准也曾经区分过回转窑和立窑(如1985版标准、1996版标准),但自2004版标准开始,就不再区分生产工艺的差异,统一了排放限值要求。这与水泥工业的结构调整、技术进步密切相关,不一定适用于其他行业。

对某一行业来说,如果存在着几种惯用的工艺,并且彼此不可替代(如使用的原燃料不同、化工生产的不同技术路线等),则需要考虑生产工艺差别,分别制订排放限值。例如火电标准就有燃煤、燃油、燃气锅炉以及燃气轮机的区分,钢铁标准也区分转炉炼钢、电炉炼钢。对生产工艺进行分析,需要明确国家产业政策导向,哪些是限期淘汰的落后工艺,哪些是鼓励的清洁生产工艺。

在同等生产工艺条件下,排放限值的确定一般不考虑生产规模的差异,以体现环境公平(单位产品排污量相同)。但是如果规模非人为可选择(如天然气田的开发、城镇污水处理厂),且规模决定了适用的生产工艺和污染控制技术,则需要考虑生产规模的差异。因大型装置或企业通常较小型装置或企业的经济性更好、环境效能更佳,标准在客观上有倾向于大型装置或企业的偏好,应适度把握。

4 结论与建议

(1)排放标准是环境管理的基本手段,排放标准制订思路、内容和形式都要服从、服务于环境管理需要。由于各时期面临的环境问题不同,环境管理要求不同,相应的排放标准也应适当调整。

(2)基于可行污染控制技术(包括清洁生产技、末端治理技术)确定排放限值,是排放标准制订的基本思路。各国、各地的技术经济条件不同,控

制的污染物类型不同(常规污染物、有毒污染物),选择的技术层次也不同,相应的标准严格程度也就不同,并且会随着经济技术发展而不断提高排放控制要求。

(3)保证监控体系的严密,是排放标准追求的核心目标之一,应从排污设施覆盖全面、污染因子识别充分、控制指标简单有效、监控手段成熟配套等方面仔细研究,保证排放标准构建的监控体系的严密性。

(4)排放标准应在公平性的基础上适当考虑区域差异。根据可行污染控制技术制订的排放标准是适用于全国的基本要求,但对一些特定地区(环境敏感地区、污染严重地区等)可以要求采取更高效的措施加严控制。

(5)新老污染源的区分,应兼顾技术条件差异与环境责任公平两方面的考虑。在当前环境污染严峻的形势下,一些标准(如火电、水泥等)已弱化甚至不再考虑新老污染源的差异,目的是为了在很短的时间内实现污染物排放量的显著削减。

(6)如某一行业存在着几种惯用工艺,并且彼此不可替代,则需要考虑生产工艺差别制订标准。一般不区分生产规模差异,但当规模非人为可选择(如天然气田的开发、城镇污水处理厂),且规模决定了适用的生产工艺和污染控制技术时,应予以考虑。

参考文献:

- [1] 江梅,张国宁,张明慧,等.国家大气污染物排放标准体系研究[J].环境科学,2012,33(12):4417-4421.
- [2] GB 4915-1985,水泥工业大气污染物排放标准[S].
- [3] GB 4915-1996,水泥工业大气污染物排放标准[S].
- [4] GB 4915-2004,水泥工业大气污染物排放标准[S].
- [5] GB 4915-2013,水泥工业大气污染物排放标准[S].
- [6] GBJ 4-73,工业“三废”排放试行标准[S].
- [7] 周扬胜,徐成,张国宁,等.我国环境保护标准发展战略与体系研究[R].北京:中国环境科学研究院,2005.1-34.
- [8] GB 16297-1996,大气污染物综合排放标准[S].
- [9] GB 8978-1996,污水综合排放标准[S].
- [10] 中华人民共和国大气污染防治法[EB/OL].http://zfs.mep.gov.cn/fl/200004/t20000429_88106.htm,2000-04-29.
- [11] 中华人民共和国水污染防治法[EB/OL].http://zfs.mep.gov.cn/fl/200802/t20080229_118802.htm,2008-02-29.
- [12] 周扬胜,张国宁.《水泥工业大气污染物排放标准》修订的新特点[EB/OL].http://www.es.org.cn/c/cn/news/2008-08/14/news_725.html,2005-02-04.
- [13] 王曦.美国环境法概论[M].武汉:武汉大学出版社,1992.254-256.
- [14] 周扬胜,张国宁,陈章水,等.GB 4915-2004水泥工业大气

- 污染物排放标准编制说明[R]. 北京: 环境保护部科技标准司, 2003. 8-14.
- [15] 柴发合, 云雅如, 王淑兰. 关于我国落实区域大气联防联控机制的深度思考[J]. 环境与可持续发展, 2013, **38**(4): 5-9.
- [16] 国务院办公厅. 国务院办公厅转发环境保护部等部门关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量指导意见的通知 [EB/OL]. http://zfs.mep.gov.cn/fg/gwyw/201005/t20100514_189497.htm, 2010-05-14.
- [17] 环境保护部, 国家发展改革委员会, 财政部. 关于印发《重点区域大气污染防治“十二五”规划》的通知[EB/OL]. http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/gwy/201212/t20121205_243271.htm, 2014-05-05.
- [18] 环境保护部. 关于执行大气污染物特别排放限值的公告 [EB/OL]. http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201303/t20130305_248787.htm, 2013-02-27.
- [19] USEPA. (40 CFR 60 Subpart F) Standards of performance for portland cement plants[S].
- [20] Germany. First General Administrative Regulation Pertaining the Federal Immission Control Act (Technical Instructions on Air Quality Control-TA Luft) of 24 July 2002 [EB/OL]. http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/taluft_engl.pdf, 2002-07-24.
- [21] GB 3095-1996, 环境空气质量标准[S].
- [22] 张国宁, 江梅, 魏玉霞, 等. 环境质量标准制订中的关键技术问题[J]. 环境科学研究, 2011, **24**(9): 1074-1080.
- [23] 张国宁, 郝郑平, 江梅, 等. 国外固定源 VOCs 排放控制法规与标准研究[J]. 环境科学, 2011, **32**(12): 3501-3508.
- [24] The European Parliament and the Council. Directive 2010/75/EU on industrial emissions[S].
- [25] 曲格平. 在全国环境标准干部培训班上的讲话[R]. 北京: 国家环境保护局, 1985. 1-5.

CONTENTS

Concentration and Size Distribution of Bioaerosols at Non-haze and Haze Days in Beijing	GAO Min, QIU Tian-lei, JIA Rui-zhi, <i>et al.</i> (4415)
Light Scattering Extinction Properties of Atmospheric Particle and Pollution Characteristics in Hazy Weather in Hangzhou	XU Chang, YE Hui, SHEN Jian-dong, <i>et al.</i> (4422)
Characteristic of Elements in PM _{2.5} and Health Risk Assessment of Heavy Metals During Heating Season in Taiyuan	LI Li-juan, WEN Yan-ping, PENG Lin, <i>et al.</i> (4431)
Pollution Characteristics of Secondary Water-soluble Inorganic Ions of PM _{2.5} in Urban Chengdu, China	LI You-ping, ZHOU Hong, ZHANG Zhi-sheng, <i>et al.</i> (4439)
Temporal and Spatial Distribution Characteristics of Ozone in Beijing	WANG Zhan-shan, LI Yun-ting, CHEN Tian, <i>et al.</i> (4446)
Characteristics and Source Apportionment of Volatile Organic Compounds (VOCs) in the Northern Suburb of Nanjing	AN Jun-lin, ZHU Bin, WANG Hong-lei, <i>et al.</i> (4454)
Environmental Significance of Wet Deposition Composition in the Central Qilian Mountains, China	LI Zong-jie, LI Zong-xing, TIAN Qing, <i>et al.</i> (4465)
Dynamics of Nitrogen and Sulfur Wet Deposition in Typical Forest Stand at Different Spatial Levels in Simian Mountain, Mid-subtropical Region	SUN Tao, MA Ming, WANG Ding-yong, <i>et al.</i> (4475)
Establishment and Assessment of QA/QC Method for Sampling and Analysis of Atmosphere Background CO ₂	LIU Li-xin, ZHOU Ling-xi, XIA Ling-jun, <i>et al.</i> (4482)
An Investigation of the CH ₄ and N ₂ O Emission Factors of Light-duty Gasoline Vehicles	HE Li-qiang, SONG Jing-hao, HU Jing-nan, <i>et al.</i> (4489)
Experimental Study on the Size Spectra and Emission Factor of Ultrafine Particle from Coal Combustion	SUN Zai, YANG Wen-jun, XIE Xiao-fang, <i>et al.</i> (4495)
Distributions and Air-Sea Fluxes of Dissolved Nitrous Oxide in the Yangtze River Estuary and Its Adjacent Marine Area in Spring and Summer	WANG Lan, ZHANG Gui-ling, SUN Ming-shuang, <i>et al.</i> (4502)
Spectral Absorption Properties of the Water Constituents in the Estuary of Zhujiang River	WANG Shan-shan, WANG Yong-bo, FU Qing-hua, <i>et al.</i> (4511)
Characteristics of Phosphorus Forms and the Effects of UV Light in the Confluences Water of Qujiang-Jialing River and Fujiang-Jialing River	YAN Jin-long, JIANG Tao, WEI Shi-qiang, <i>et al.</i> (4522)
Research on the Threshold of Chl-a in Lake Taihu Based on Microcystins	WEI Dai-chun, SU Jing, JI Dan-feng, <i>et al.</i> (4530)
Temporal and Spatial Characteristic of Nitrogen and Phosphorus Output in the Suburb Watershed Around the Baihua Lake	FENG Yuan-song, LIN Tao, YANG Qing-yuan (4537)
Effects of Light Irradiation on Phosphorous Releases from Typical Submerged Soils of Water-Level Fluctuation Zones of Three Gorges Reservoirs Areas	GUO Nian, JIANG Tao, WEI Shi-qiang, <i>et al.</i> (4544)
Analysis on the Removal Efficiency and Mechanisms of Phosphorus by Modified Zeolites Substrates Coated with LDHs Reacted by Different Metal Compounds in Laboratory-Scale Vertical-Flow Constructed Wetlands	ZHANG Xiang-ling, CHEN Jun-jie, GUO Lu, <i>et al.</i> (4553)
Mercury Dynamics of Several Plants Collected from the Water-Level Fluctuation Zone of the Three Gorges Reservoir Area During Flooding and Its Impact on Water Body	ZHANG Xiang, ZHANG Cheng, SUN Rong-guo, <i>et al.</i> (4560)
Effect of Nano-TiO ₂ on the Release and Activation of Mercury in Sediment	ZHANG Jin-yang, LI Chu-xian, WANG Ding-yong, <i>et al.</i> (4567)
Estimation Inventory of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) from Anthropogenic Sources and Its Impacts within the Yanghe Watershed, an Important Water-Source Site of Beijing, China	GAO Jia-jia, LUO Wei, XI Xiao-xia (4573)
Source Identification of Toxic Wastewaters in a Petrochemical Industrial Park	YANG Qian, YU Yin, ZHOU Yue-xi, <i>et al.</i> (4582)
Investigation of Pollution Characteristics of Erythromycin Resistance Genes in a Sewage Treatment Plant and the Relevant Selective Factors	LI Kan-zhu, WU Li-le, HUANG Sheng-lin, <i>et al.</i> (4589)
Variation of Pollutants Along the Height of Two Media BAF During Advanced Treatment of Dyeing Wastewater	LIU Jun-feng, FAN Ju-hong, LIU Rui, <i>et al.</i> (4596)
Acclimatization and Characteristics of Microbial Community in Sulphate-Dependent Anaerobic Methane Oxidation	XI Jing-ru, LIU Su-qin, LI Lin, <i>et al.</i> (4602)
Capability and Microbial Community Analysis of a Membrane Bioreactor for Acrylic Fiber Wastewater Treatment	WEI Jian, SONG Yong-hui, ZHAO Le (4610)
Nitrogen Removal Performance of ANAMMOX ABR Process in Tannery Wastewater Treatment	ZENG Guo-qu, JIA Xiao-shan (4618)
Numerical Simulation and Operation Optimization of Biological Filter	ZOU Zong-sen, SHI Han-chang, CHEN Xiang-qiang, <i>et al.</i> (4627)
Effect of Gas-lift Device on the Morphology and Performance of ANAMMOX Sludge	LI Xiang, HUANG Yong, YUAN Yi, <i>et al.</i> (4636)
Water Treatment Residual as a Bioretention Media Amendment for Phosphorus Removal	WANG Jian-jun, LI Tian, ZHANG Ying (4642)
Nutrient Contents and Heavy Metal Pollutions in Composted Sewage Sludge from Different Municipal Wastewater Treatment Plants in Beijing Region	BAI Li-ping, QI Hong-tao, FU Ya-ping, <i>et al.</i> (4648)
Polychlorinated Biphenyls and Their Methylsulfonyl Metabolites in Fish from an Electronic Waste Recycling Site in South China: Tissue Distribution and Human Dietary Exposure	TANG Bin, LUO Xiao-jun, ZENG Yan-hong, <i>et al.</i> (4655)
Residues and Health Risk Assessment of HCHs, DDTs and Heavy Metals in Water and <i>Tilapia</i> s from Fish Ponds of Guangdong	XIE Wen-ping, ZHU Xin-ping, ZHENG Guang-ming, <i>et al.</i> (4663)
Concentration and Distribution Characteristics of Estrogen in Aquatic Organism from Chongming Island	GENG Jing-jing, YE Ai-li, YANG Yi, <i>et al.</i> (4671)
Photocatalytic Degradation of Acetamiprid by TiO ₂ and Xe Lamp: Kinetics and Degradation Intermediates	ZHOU Wen-chang, YANG Hai, HU Zhi-bin, <i>et al.</i> (4678)
Effects of Nitrogen Addition on Available Nitrogen Content and Acidification in Cold-temperate Coniferous Forest Soil in the Growing Season	CHEN Gao-qi, FU Wa-li, LUO Ya-chen, <i>et al.</i> (4686)
Impact of Land Use Type on Stability and Organic Carbon of Soil Aggregates in Jinyun Mountain	LI Jian-lin, JIANG Chang-sheng, HAO Qing-ju (4695)
Investigation and Canonical Correspondence Analysis of Salinity Contents in Secondary Salinization Greenhouse Soils in Shanghai Suburb	TANG Dong, MAO Liang, ZHI Yue-e, <i>et al.</i> (4705)
Spatial Distribution Prediction of Surface Soil Pb in a Battery Contaminated Site	LIU Geng, NIU Jun-jie, ZHANG Chao, <i>et al.</i> (4712)
Immobilization Remediation of Cd and Pb Contaminated Soil: Remediation Potential and Soil Environmental Quality	SUN Yue-bing, WANG Peng-chao, XU Ying-ming, <i>et al.</i> (4720)
Rules and Impact Factors of Greenhouse Gases Emission in the Saline-Alkali Paddy Fields in Different Years	TANG Jie, FANG Tian-ru, HOU Ke-yi, <i>et al.</i> (4727)
Adsorption of Cd(II) Varies with Biochars Derived at Different Pyrolysis Temperatures	WANG Zhen-yu, LIU Guo-cheng, Monica Xing, <i>et al.</i> (4735)
Poisoning Effect of Ca Depositing Over Mn-Ce/TiO ₂ Catalyst for Low-temperature Selective Catalytic Reduction of NO by NH ₃	ZHOU Ai-yi, MAO Hua-feng, SHENG Zhong-yi, <i>et al.</i> (4745)
A Comparative Study on Domestic and Foreign Emission Standards of Air Pollutants for Cement Industry	JIANG Mei, LI Xiao-qian, JI Liang, <i>et al.</i> (4752)
Revision Process and Thinking of Emission Standard of Air Pollutants for Cement Industry	JIANG Mei, LI Xiao-qian, JI Liang, <i>et al.</i> (4759)

《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)

2014年12月15日 第35卷 第12期

ENVIRONMENTAL SCIENCE

(Monthly Started in 1976)

Vol. 35 No. 12 Dec. 15, 2014

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: 90.00元

国外发行代号: M 205

国内外公开发行