

GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCES

Vol.24 No.1

广州环境科学

第二十四卷 第一期



广州市环境科学学会 主办

1

2009

首届穗版内部资料优秀奖
《中文科技期刊数据库》入编期刊
《中国知识资源总库》入编期刊

《广州环境科学》编委会

(按姓氏笔画排序)

主 任 傅家谟

副 主 任 甘海章 赖光赐

委 员 王作新 刘攸弘 齐雨藻

朱锡海 陈成章 汪晋三

李萍萍 余国扬 吴政奇

吴乾钊 林锦河 骆世明

姚继业 曾凡棠 彭绍盛

主 编 甘海章

栏目编辑 王仁宇 王良焱 尹伊伟

刘攸弘 李战隆 施性清

黄卓尔

责任编辑 熊晓琪 林焕章 蔡梅茜

主管单位 广州市环境保护局

主办单位 广州市环境科学学会

编辑出版 《广州环境科学》编辑部

地 址 广州市府前路2号

府前大厦B座8楼

邮政编码 510030

电 话 (020)83355374

E-mail: cgzaes@pub.guangzhou.gd.cn

印 刷 广州华南理工大学印刷厂

广东省连续性内部资料出版物

登记证粤内登字A第10070号

内部资料·免费交流

目 次

综述

植物促生菌应用研究进展

..... 李 玫, 章金鸿, 廖宝文 (1)

水环境及污染防治

徒骇河沉积物和沿岸土壤对磷酸盐的吸附动力研究

..... 张 菊, 邓焕广, 杨晓霞 (6)

TiO₂/SiO₂复合体光催化降解染料废水的试验

..... 谭君山, 李凤懿 (10)

大气环境及污染防治

辅助燃料对垃圾熔融炉炉温影响的分析研究

..... 潘 红, 梁小平, 董志华, 等 (13)

柴油车排气净化技术探讨

..... 明彩兵, 叶代启, 周遗品 (17)

噪声及污染防治

城市噪声环境下宾馆的防噪分析

..... 谢 浩 (21)

环境监测与分析

高效液相色谱法测定地表水中微囊藻毒素-LR

..... 区 晖, 周志洪, 吴清柱 (25)

建设项目竣工环保验收监测工作的再认识

..... 江伟军, 孙新宗, 潘 易 (27)

环境管理与监督

人水和谐理念下城市河涌整治的环境社会学思考

..... 孙艳军, 岑慧贤, 王树功 (30)

环境评价

区域环境风险管理规划探讨——以广州市黄埔区为例

..... 李明光, 张娅兰, 喻怀义 (35)

柳州市社会、经济、资源、环境协调发展评价

..... 魏荣荣, 成官文, 罗介均, 等 (40)

环境信息与计算机技术

广州市环境监测业务管理系统开发若干问题探讨

..... 陈 洪, 尹红波, 黄 荣, 等 (45)

动态信息与简讯

落马官员要求今年全市环保工作抓好“六个统筹”、“六个促进”(20)

落马官员谈环保工作: 广州环境质量迟早赶上巴黎(34) 亚运前完成污水整治“1天花1亿治污, 是铁的任务”(34)

封面摄影

广东科学中心鸟瞰

肖新明

植物促生菌应用研究进展

李 玫¹ 章金鸿² 廖宝文¹

(¹ 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广州 510520; ² 广州市环境保护科学研究院, 广州 510620)

摘 要 植物促生菌即 PGPB 不仅在农业生产中促进植物生长以及防治植物病害, 还逐渐应用于环境保护方面。文章从以下几方面就 PGPB 的研究进展进行了综述, 包括 PGPB 在农业和环境中的应用、PGPB 内生菌、生物防治型 PGPB、PGPB 的基因工程改良、PGPB 剂型等。最后展望了该领域的研究方向。

关键词 PGPB 生物防治 基因工程

植物促生菌即 PGPB(plant growth promoting bacteria)被界定为在一定条件下有利于植物生长的自由生活在土壤、根际、根表、叶际的细菌^[1]。目前, 关于根际 PGPB 所进行的研究较多, 而对叶面的 PGPB 探讨甚少, 同时发现植物也存在内生 PGPB。PGPB 通常有 2 种不同方式促进植物生长^{[2]731}: ① 它们通过提供植物所短缺的物质来直接影响植物的代谢。这些细菌能够固氮、溶磷、溶铁, 并产生植物激素, 如生长素、赤霉素、细胞分裂素和乙烯。此外, 它们还能提高植物的抗逆性, 包括干旱、高盐、重金属毒害和农药; ② 生物防治型 PGPB(Biocontrol-PGPB), 间接促进植物生长, 同时防止有害的植物病原微生物侵染。它们产生的物质能抑制其他微生物(而不是植物), 通过限制病原菌获得有效铁或通过改变宿主植物的代谢, 以增强其抵抗病原菌感染的能力。生物防治型 PGPB 也可能通过固氮或分泌激素等机制促进植物生长。

1 植物促生菌在农业中的应用

许多土壤细菌尤其是根际细菌, 可以通过直接影响植物的新陈代谢来刺激其生长^[3]。这些细菌包括醋酸菌属、无色杆菌属、鱼腥藻属、节杆菌属、固氮螺菌属、固氮菌属、芽孢杆菌属、伯克霍尔德菌属、梭菌属、肠杆菌属、黄杆菌属、弗兰克氏菌属、噬氢菌(*hydrogenophaga*)属、克吕沃尔菌(*kluuyvera*)属、微鞘藻(*microcoleus*)属、叶杆菌(*phyllobacterium*)属、假单胞菌属、沙雷氏菌属、葡萄球菌属、霉菌属、副溶血

性弧菌属以及包括豆科植物共生根瘤菌属^{[2]730}。

在农业上, 为植物接种有益微生物的历史可以追溯到几百年前。如为豆科植物接种根瘤菌剂的技术措施已实行了近 100 a, 并在世界范围内对农作物产量产生了重大影响。在东欧地区, 20 世纪 30~40 年代, 大规模的田间联合接种非共生细菌(如固氮菌和芽孢杆菌)曾经遭遇失败。20 世纪 70 年代末期, PGPB 研究的 2 大突破又使很多研究者参与到该方面研究。首先在巴西, Dobereiner 博士和同事们发现接种固氮螺菌属菌株后能促进非豆科植物的生长^[4]; 而在美国, J W Kloepper 和 M N Schroth 等的研究表明, 生物防治剂(如荧光假单胞菌和恶臭假单胞菌)可作为杀虫剂控制土传病害^[5]。最有名的非共生 PGPB 之一是固氮螺菌属, 这类细菌通过一些不同的机制促进植物生长。利用 *Azospirillum*(固氮螺菌属)作为田间作物(如玉米, 小麦, 水稻, 蔬菜及草坪草)的接种剂已在世界各国广泛开展。而且有一些国家已形成商业化产品, 如法国的 Azogreen M R(产脂固氮螺菌 *Azospirillum lipoferum*)用于接种玉米, 在美国 Bio Yield(*Paenobacillus macerans* 和淀粉芽孢杆菌 *Bacillus amyloliquefaciens* 的混合菌剂)用于番茄、辣椒土传病原菌的生物防治^{[2]730}。虽然固氮螺菌属(*azospirillum*)的某些菌株对某些作物更有亲和力, 但该属的主要优点是它并不仅是某些植物所特有的, 而是能够促进众多植物种类的生长。许多田间试验研究表明, 接种 *azospirillum* 可使作物增产 5%~30%, 但其中有 30%~40% 的接种是不成功的。田间试验的不一

致性促使了混合接种试验的开展,如 *azospirillum* 与其他 PGPB 的混合接种^[6]。PGPB 之间的协同作用使混合接种有较高的成功率。经混合接种的植物,其氮、磷元素和其他矿物质营养的吸收能力明显增强,且营养更均衡,从而使作物产量更高^[2734]。20 世纪 80 年代后期,加拿大的 Philom Bios 公司开始生产销售解磷菌剂、固氮菌剂和解磷固氮混合菌剂,分为 2 种剂型即水剂和可湿性粉剂。应用面积达几千万 hm^2 ,主要应用作物有小麦、油菜、豌豆、小扁豆和牧草(草木犀),平均增产 10%~15%^[711]。

由于 PGPB 与宿主植物之间并不是共生关系,如何使 PGPB 长期附着、定居于植物根际是保证其产生促生作用的前提。主要有 3 个影响因素^[8]: ① 如果 PGPB 没有附着到根表皮细胞,PGPB 所分泌的植物生长调节物质将扩散到根际,进而被各种微生物消耗掉而不能被植物利用。② 如果 PGPB 没有成功附着于根部,则可能被水冲刷离开根表到达周围缺乏养分的土壤中;许多 PGPB 在非根际的散土(bulk soil)中无法生存。③ 一些未被 PGPB 占据的潜在结合点,可能会被某些有害或不利的根际微生物定居。因此,许多 PGPB 形成了各种附着于根部的方式(或永久的或暂时的)。比如 *azospirillum* 已形成 2 种附着方式^[9]。第 1 种是接触后的数 h 内的短期附着,即细菌通过趋化性和趋氧性向根迁移,或者是根生长穿过土壤接触到所应用的菌剂。这涉及到细菌和植物细胞壁之间的疏水相互作用和凝集素的识别。第 2 种附着方式是 PGPB 可形成多糖/蛋白纤维状物质的网络结构,永久地附着于根表,最后 PGPB 繁殖并形成聚集体。与单细胞状态相比,这种聚集体在竞争从根部渗出的营养物质方面更具生态优势。同样,固氮蓝细菌 *Microcoleus chthonoplastes* 促进了根部粘胶质鞘的形成,细菌在粘胶质鞘内受到保护,也避免了过多的氧抑制其固氮作用^[10]。

适于定殖的植物并不总是可获得的,无芽孢的革兰氏染色阴性 PGPB 形成了在缺少宿主时也能生存的机制。其细胞可形成包囊和絮凝体(即大的、可见的聚集体),保护它们免于脱水;还可产生黑色素以阻断紫外线照射以及将细胞代谢降低至生存所需的最低限度。此外,在营养充足的时候,PGPB 会储存大量聚 β -羟基丁酸酯(PHB),以便在长期营养不足时维持其生长繁殖^[11]。

2 在环境治理中的应用

除了在农业中用于作物的接种,近年来 PGPB 的应用还扩展至环境领域。PGPB 可用于废水净化。一些 PGPB 能够产生胞外聚合物如多糖、糖蛋白、脂多糖等,可与金属离子结合^[12]。如一种生枝动胶菌(*Zoogloea raonigera*)能形成具有很高金属键合活性的扩散性荚膜,当其生长在金属元素含量高的污水污泥中时,其吸收的金属离子的量可占细胞吸附总量的 25%^[13]。而 *azospirillum* 在废水的生物修复中促进微藻(*Microalgae*)的增殖和代谢,使微藻比单独使用时更好净化废水中的营养盐^[14-15]。从土壤中分离出的假单胞菌属(*Pseudomonas.sp*)186,在培养 38 h 的条件下可以使废水中的甲醇净化 90%以上^[16]。

在植物、微生物联合修复中,PGPB 的接种增强了植物抗污染的能力,减轻污染物对植物的毒性效应,促进植物在高浓度污染时快速生长,这种协同作用促使了植物生物量快速大量的累积,提供了更多的活性代谢过程,导致了更佳的根际修复效果^[17453]。高酥油草、大叶烟蓝草(*Poa pratensis*)和野麦(*Elymus Canadensis*)接种 3 种植物生长根际促进菌 *Pseudomonas putida* UW3, *Azospirillum brasilense* Cd 和 *Enterobacter cloacae* CAL2 修复杂芬油污染^[17454]。

红树林生态系统可推动热带亚热带海岸渔业发展。它为许多热带地区海洋动物提供繁育、避难、觅食场所,有一些海洋动物的幼体阶段必须在红树林湿地中度过。在恶劣环境下进行红树林植被恢复时, *azospirillum* 和蓝细菌的接种可提高苗木的成活率并促进其生长^[18]。试验表明,几个 PGPB 属,如副溶血性弧菌、芽孢杆菌,与 *azospirillum* 混合接种可促进野生油料植物海蓬子 *Salicornia*(通常生长于红树林生态系统)的驯化,这种油料植物可用于海水灌溉农业系统^[19]。

PGPB 还可应用于沙漠地区的植被恢复。*Azospirillum* 的接种促进了仙人掌幼苗的定居和生长^[20]。在侵蚀严重或受干扰的沙漠地区进行植被修复时,可借助接种 PGPB 和泡囊-丛枝菌根(即 VA 菌根)来促进沙漠植物的生长,以保持土壤稳定,防止水土流失及减少粉尘污染^[21-22]。另外,植物接种克吕沃尔菌后降低了土壤重金属的毒性,从而可用于重金属污染废弃地的植被恢复^[2399,24]。

3 内生 PGPB

许多种细菌能够在植物组织内生存并对植物不产生危害。它们可以是潜在地或积极地定殖于植物器官或维管束系统中。虽然大部分内生菌是腐生菌,但有一些被认为是 PGPB 和生物防治型 PGPB,因为它们促进了植物的生长^[25]、增强了对病原菌的抗性^[26]。举例来说,内生重氮营养醋杆菌(*Acetobacter diazotrophicus*)可以固定甘蔗生长所需的氮,并能促进菠萝生长。

有些植物内生菌可以促进林木的生长,包括从温带的松树到树状的仙人掌^{[23]100}。沙漠植物种子中的内生 PGPB 可风化岩石,释放出植物生长必不可少的矿物质,促使仙人掌幼苗在贫瘠的沙漠上定植。这些微生物活动可使裸露岩石区形成土壤,并因此让其他植物物种得以生长。内生菌如荧光假单胞菌和芽孢杆菌,可作为生物控制型 PGPB 防治土壤病原菌如镰刀菌(*Fusarium*)、立枯丝核菌(*Rhizoctonia solani*)和白绢病菌(*Sclerotium rolfii*)^[27]。

许多内生细菌侵入植物组织的机制与病原体的入侵相似,即利用水解酶或自然原因(如气孔或如伤口等),但其种群密度普遍低于病原体^{[28]46}。而大多数内生菌作为潜在的病原体不被植物所接受。由于内生菌十分依赖于宿主植物的养分供应,因此所有影响宿主植物营养变化的因素也影响到内生菌群落的动态^{[28]52}。

4 植物病原菌的生物防治

植物病原微生物严重影响农业生产率,大大减少作物产量,有时甚至造成农作物全面损失。通常种植者施用化学农药来防治植物病原菌,有一些则使用更昂贵的蒸汽灭菌和土壤曝晒方法^{[29]53}。这种化学品管理策略(the chemical management strategy)的结果是,未经处理的目标植株往往表现为长时间的无症状感染。微小的环境变化通常可以爆发无法控制的流行病。此外,农药是昂贵的、危险的,它们在植物和土壤中累积会影响人类和动物健康,而且会杀死土壤生物和生物防治有机体。一个更好的避免流行病传播的策略是,在田间病原体水平还很低时就进行防治,以阻止其在生长季节的进一步增多^{[29]56}。有效的方案包括应用病原体的天敌作为生物控制剂或开发能抵抗病原体的转基因植物,这 2 个策略被

认为是破坏性较小或更环保的方法。至今已有一些生物防治型 PGPB 制剂投入市场^{[27]55}。

生物防治型 PGPB 的植物病原菌防治机理包括 3 方面,即化学的(生产抗生素^{[30]487}、嗜铁素^{[30]491}、小分子物质^{[31]533}和溶解酶^[32]),环境的(竞争和替代病原菌)^{[31]535}或代谢的(系统获得抗性或诱导抗性^[33]以及调控植物激素水平^[34-35])。有大量的微生物物质参与抑制病原菌的增长及减少对植物的损害^{[30]489},这些物质包括抗生素如农杆菌素 84(*agrocin* 84)、农杆菌素 434 (*agrocin* 434)、2,4-二乙酰基间苯三酚(2,4-diacetylphloroglucinol)、草生欧文氏菌(*herbicolin*)、吩嗪(*phenazine*)、oomycin、藤黄绿脓菌素(*pyoluteorin*)、硝吡咯菌素(*pyrrolnitrin*)、嗜铁素(*siderophores*);小分子物质,如氰化氢(HCN);水解酶,如几丁质酶、昆布多糖酶(*laminarinase*)、Q-1,3-葡聚糖酶、蛋白酶、脂肪酶。大多数生物防治机制研究是在实验室和温室条件下进行的,但最终的生物防治效果必须在野外条件下测试。

5 PGPB 的基因工程及其环境安全问题

就目前我们对 PGPB 促生机制的了解,可通过改善某些大有希望的性状来提高它们刺激植物生长的能力。生物防治型 PGPB 可通过以下方法增强其活性^{[36]353, [37]},包括引入抗生素合成基因,拓宽生物防治型 PGPB 菌株可防治的病原体范围,或利用转基因技术增加抗生素的生产。同时,还可增加生物防治型 PGPB 可利用的嗜铁素复合物种类,以及使 PGPB 能够利用其他土壤微生物所合成的嗜铁素,因此更具有竞争优势^{[36]356}。因为许多水解真菌细胞壁的酶是由单一的基因编码,这将相对容易分离这些基因,并转移到其他生物防治型 PGPB 上,从而构建新的具有分泌抗生素、嗜铁素和水解酶等多功能的生物防治型 PGPB^{[36]368}。

在构建一个减毒致病株以取代环境中的病原菌时,不仅是需要去掉细菌的毒力相关基因,而且有必要在染色体中插入铜抗性基因,因为铜是一个广泛应用于农业的重要杀菌剂。还可以分离 ACC 脱氨酶的相关基因并转移到某些生物防治型 PGPB 菌株(具有其他促生机制的)中,从而调节寄主植物的乙烯水平,明显降低疾病发病率。潜在的促生性状基因可从任何别的细菌中转移到 PGPB 上。举例来说,土壤腐生菌摩根氏菌(*Morganella morganii*)的

酸性磷酸酶活性基因,被转移到洋葱伯克霍尔德菌(*B.cepacia*)和固氮螺菌(*azospirillum*)菌株上,将分别构建出具有溶磷活性的生物防治型 PGPB 和固氮菌^[38]。

尽管基因插入改善了 PGPB 性状,但一般来说野生菌株比它的转基因型更容易在野外环境中生存。然而,转基因型 PGPB 的生存能力短的特点(但足够持续一个生长季节)对于商品供应商来说并不是坏事,他们可定期为种植者提供新鲜的接种剂^[36]^[36]。此外,从环境安全角度看短寿命的 PGPB 基因工程菌可能更容易被接受。

6 PGPB 剂型

PGPB 施用的载体应该是作用长久、使用方便、利于标准机械操作,同时又应具备无毒、生物活性长而持久以及成本低廉等特点^[7]^[11]。一个好的载体必须满足以下基本特征,即能在合适的时间提供具有合适的活菌数和良好生理状态的菌体。目前 PGPR 制剂应用的主要障碍是菌剂稳定性和商品货架期短的问题。

用于植物促生菌的剂型多种多样,如种子包衣、菌液、泥炭菌浆、混有蛭石或沙粒的泥炭颗粒菌剂和细菌胶囊等。泥炭是最常见的根瘤菌和许多 PGPB 的载体,但它不能为刚接入田间且尚未适应田间环境的促生菌提供保护,极易导致促生菌数量减少或消亡,至今已达到其最大的发展潜力。目前国内外的 PGPB 制剂主要有粉剂和颗粒剂 2 种产业化品种^[39]。

未来发展趋势是开发合成载体,如细菌胶囊或粉剂(用于种子涂层的)。应用细菌胶囊可保持无毒、无污染、持久,且携带的菌量充足、施用方便,此外便于储存运输和标准化机械作业^[7]^[11]。施于田间后,遇到降雨或水分供应充足时胶囊才释放其中的促生菌,从而使菌体释放与种子萌发同步。PGPB 胶囊所用最多的聚酯是多糖藻酸盐。

7 结语

尽管在全球范围内对 PGPB 在农业上的应用研究历史较长,但利用 PGPB 解决环境问题尚处于起步阶段。优良高效的 PGPB 菌种的筛选仍是促生菌应用的关键^[7]^[10]。目前仍不知道在野外施用时,PGPB 需要具备何种特性来参与根际的竞争以及生存和发挥功效。在筛选得到 PGPB 优良菌株的基础上,对其

进行诱变育种或基因克隆、基因缺失,获得新的高效低毒的生产菌株也是十分必要的^[40]。除技术层面的问题外,社会公众舆论及法律问题也影响着 PGPB 的开发和应用。相对于化肥和农药的应用,PGPB 制剂在市场上所占的份额很小。未来较长时期内化肥、农药等仍将主宰市场,而 PGPB 接种剂只会逐步地部分取代化学制剂来解决农业和环境中的一系列问题。随着科学的发展和技术的进步,筛选和鉴定手段的改善,以及人们对 PGPB 的了解及认识逐步加深,将大大地促进 PGPB 的开发和商品化。

8 参考文献

- [1] Bashan Y, LE de-Bashan. Bacteria/plant growth-promotion[C] //D Hillel. In Encyclopedia of soils in the environment. Vol 1. Oxford, UK.; Elsevier, 2005: 103-115.
- [2] Bashan Y. Inoculants of plant growth-promoting bacteria for use in agriculture[J]. Biotechnology Advances, 1998, 16: 729-770.
- [3] Schippers B, Bakker AW, Backker PA. Interactions of deleterious and beneficial rhizosphere microorganisms[J]. Annu Rev Phytopathol, 1987, 25: 339-358.
- [4] Dobereiner J, Pedrosa F O. Nitrogen-fixing bacteria in non-leguminous crop plants[M]. USA Madison WI: Science Tech Publishers, 1987: 117-148.
- [5] Kloepper J W, Tuzun S, Kuc J A. Proposed definitions related to induced disease resistance[J]. Biocontrol Sci Techn, 1992, 16 (2): 349-351.
- [6] Bashan Y, Holguin G. Azospirillum-plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996)[J]. Can J Microbiol, 1997, 43: 103-121.
- [7] 黄晓东, 季尚宁, Bernard Glick, 等. 植物促生菌的应用现状[J]. 现代化农业, 2002, 9: 10-11.
- [8] Benizri E, Baudoin E, Guckert A. Root colonization by inoculated plant growth-promoting rhizobacteria[J]. Biocontrol Science and Technology, 2001, 11: 557-574.
- [9] Puente M E, Holguin G, Glick B R, et al. Root-surface colonization of black mangrove seedlings by *Azospirillum halofraef-erens* and *Azospirillum brasilense* in seawater[J]. FEMS Microbiology Ecology, 1999, 29: 283-292.
- [10] Bashan Y, Puente M E, Myrold D D, et al. In vitro transfer of fixed nitrogen from diazotrophic filamentous cyanobacteria to black mangrove seedlings[J]. FEMS Microbiology Ecology, 1998, 26: 165-170.
- [11] De-Bashan L E, Bashan Y. Recent advances in removing phosphorus from wastewater and its future use as fertilizer (1997-2003)[J]. Water Research, 2004, 38: 4222-4246.

- [12] 陈佩林. 微生物吸附重金属离子研究进展[J]. 生物学教学, 2003, 28(12): 1-3.
- [13] Beveridge T J, Schultze-Lam S. Detection of Anionic sites on bacterial walls, their ability to bind toxic heavy metals and form sedimentable flocs and their contribution to mineralization in natural fresh water environments[M]//Allen HE, Huang CP, Bailey GW, et al. Metal Speciation and Contamination of Soil. Boca Raton: CRC Press/Lewis Publisher, 1995: 183-205.
- [14] De-Bashan L E, J-P Hernandez, T Morey, et al. Microalgae growth-promoting bacteria as "helpers" for microalgae: a novel approach for removing ammonium and phosphorus from municipal wastewater[J]. Water Research, 2004, 38: 466-474.
- [15] Hernandez J P, De-Bashan L E, Y Bashan. Starvation enhances phosphorus removal from wastewater by the microalga *Chlorella* spp. co-immobilized with *Azospirillum brasilense*[J]. Enzyme Microb Technol, 2006, 38: 190-198.
- [16] 左雅慧, 蒋德群. 一株高效处理甲醇废水细菌的研究[J]. 微生物学杂志, 2002, 22(2): 58-59.
- [17] Huang X D, Ei-alawi Y, Penrose D M, et al. Responses of three grass species to creosote during phytoremediation[J]. Environmental Pollution, 2004, 130(3): 453-463.
- [18] Bashan Y, Holguin G. Plant growth-promoting bacteria: a potential tool for arid mangrove reforestation[J]. Trees Structure and Function, 2002, 16: 159-166.
- [19] Bashan Y, Moreno M, Troyo E. Growth promotion of the seawater-irrigated oilseed halophyte *Salicornia bigelovii* inoculated with mangrove rhizosphere bacteria and halotolerant *Azospirillum* spp[J]. Biology and Fertility of Soils, 2000, 32: 265-272.
- [20] Puente M E, Bashan Y, Li C Y, et al. Microbial populations and activities in the rhizosphere of rock-weathering desert plants. I. Root colonization and weathering of igneous rocks[J]. Plant Biology, 2004, 6: 629-642.
- [21] Bashan Y, A Rojas, M E Puente. Improved establishment and development of three cacti species inoculated with *Azospirillum brasilense* transplanted into disturbed urban desert soil[J]. Can J Microbiol, 1999, 45: 441-451.
- [22] Puente M E, Li C Y, Bashan Y. Microbial populations and activities in the rhizosphere of rock-weathering desert plants. II. Growth promotion of cactus seedling[J]. Plant Biology, 2004, 6: 643-650.
- [23] Chanway C P. Inoculation of tree roots with plant growth promoting soil bacteria: an emerging technology for reforestation[J]. Forest Science, 1997, 43(1): 99-112.
- [24] Burd G I, Dixon D G, Glick B R. Plant growth-promoting bacteria that decrease heavy metal toxicity in plants[J]. Can J Microbiol, 2003, 46: 237-245.
- [25] Sturz A V, Christie B, Nowak J. Bacterial endophytes: potential role in developing sustainable systems of crop production[J]. Critical Reviews in Plant Science, 2000, 19: 1-30.
- [26] Hallmann J, Quadl-Hallmann A, Mahaffee W E, et al. Bacterial endophytes in agricultural crops[J]. Can J Microbiol, 1997, 43: 895-914.
- [27] S Mathiyazhagan, K Kavitha, S Nakkeeran, et al. PGPR mediated management of stem blight of *Phyllanthus amarus* (schum and thonn) caused by *Corynespora cassiicola* (berk and curt) weh Arch[J]. Phytopath Plant Protec, 2004, 37: 183-199.
- [28] G Kirchhof, V M Reis, J I Baldani, et al. Occurrence, physiological and molecular analysis of endophytic diazotrophic bacteria in gramineous energy plants[J]. Plant and Soil, 1997, 194: 45-55.
- [29] Cook R J. Making greater use of introduced microorganisms for biological control of plant pathogens[J]. Annual Review of Phytopathology, 1993, 31: 53-80.
- [30] Whipps J M. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere[J]. J Exp Bot, 2001, 52: 487-511.
- [31] Y Bashan, G Holguin, L E de-Bashan. *Azospirillum*-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances[J]. Can J Microbiol, 2004, 50(8): 521-577.
- [32] Chernin L, I Chet. Microbial enzymes in biocontrol of plant pathogens and pests[C]//R G Burns, R P Dick. Enzymes in the environment: activity, ecology, and applications. New York: Marcel N Y Dekker, 2002: 171-225.
- [33] Van Loon L C, Bakker PAHM, Pieterse CMJ. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria[J]. Annual Reviews of Phytopathology, 1998, 36: 453-483.
- [34] S Compant, B Duffy, J Nowak, et al. Use of Plant Growth-Promoting Bacteria for Biocontrol of Plant Diseases: Principles, Mechanisms of Action, and Future Prospects[J]. Applied and Environmental Microbiology September, 2005, 71(9): 4951-4959.
- [35] Glick B R, Penrose D M, Li J P. A model for the lowering of plant ethylene concentrations by plant growth-promoting bacteria[J]. Theor Biol, 1998, 190(1): 63-68.
- [36] Glick B R, Bashan Y. Genetic manipulation of plant growth-promoting bacteria to enhance biocontrol of phytopathogens[J]. Biotechnology Advances, 1997, 15: 353-378.
- [37] Glick B R, Patten C L, Holguin G, et al. Biochemical and genetic mechanisms used by plant growth promoting bacteria[M]. London: Imperial College Press, 1999: 59-97.
- [38] Hida R, Reynaldo F. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion[J]. Biotechnology Advances, 1999, 17: 319-339.

徒骇河沉积物和沿岸土壤对磷酸盐的吸附动力研究*

张 菊¹ 邓焕广¹ 杨晓霞²

(¹聊城大学环境与规划学院, 山东 聊城 252059; ²聊城市环保局, 山东 聊城 252059)

摘 要 通过实验模拟的方法,研究了徒骇河沉积物和沿岸土壤对磷酸盐的吸附作用,发现二者均具有较强的对磷酸盐的吸附作用,沉积物的吸附作用强于土壤,沉积物在 2 h 内即可达到吸附平衡,土壤在 12 h 内达到平衡;在中等扰动条件下,随着磷酸盐浓度的上升,沉积物和土壤的磷酸盐吸附容量均明显增加,沉积物的吸附容量大于土壤,这种吸附能力对徒骇河水体的磷酸盐缓冲作用起着积极的作用;徒骇河沉积物和沿岸土壤对磷酸盐的吸附等温曲线符合 Langmuir 等温吸附方程。

关键词 土壤 沉积物 磷酸盐 吸附 徒骇河

近年来,随着富营养化水体的不断增加,水体富营养化的研究和防治日益被重视。富营养化污染的主要原因是由于排入水体的氮、磷等营养物质过多所致,多数富营养化水体中的控制因素为磷^[1],这是因为尽管氮、磷同为生物的重要营养物质,但藻类等水生生物对磷更为敏感,当水体中磷酸盐处于低浓度时,即使氮浓度能满足藻类等水生生物的需要,其生产能力也会大受遏制,因此控制水体中磷的浓度对防治水体富营养化尤为重要。大量现场调查和研究表明^[2-5],土壤和沉积物能通过交换吸附作用从环境中富集包括磷在内的多种微量元素及其他有毒有机物,对天然水体起到一定的净化作用,是一种极好的清洁剂。徒骇河属于海河流域,位于黄河下游北岸,流经河南、河北、山东 3 省,从西南向北呈窄长带状。干流自聊城市莘县文明寨起,流经聊城、德州、滨州 3 个市 13 个县(市),在滨州市沾化县与秦口河汇流后,经东风港于暴风站入海。徒骇河两岸主要为基本农田,大量的农业退水和上游城镇的生活、工业污水进入徒骇河,对水体造成了极大的污染^[6],其中水体的富营养化是徒骇河的主要污染之一。因此,研究徒骇河沿岸土壤和沉积物对磷酸盐的吸附有利于徒骇河水体富营养化的防治和水环境的保护。

1 实验部分

1.1 样品采集

实验用的沉积物为 2007 年 6 月采自徒骇河聊城城区段湖南路大桥南,每隔 100 m 用塑料铲采集 1 个样品,并在对应位置采集大堤内土壤样品,共采集土壤和沉积物样品各 10 个。回实验室后,取各点沉积物和土壤样品分别等量混合后,过 0.15 mm 分析筛贮于具塞玻璃瓶中备用,同时分别测定沉积物和土壤混合样品的含水率。在对应沉积物的采样点水面以下 0.5 m 处用采水器采集水样。回实验室后,用 0.45 μm 玻璃纤维滤膜过滤,置于冰箱内冷藏保存备用。

1.2 实验方法

实验中所使用试剂均为分析纯,采用 TU-1901 系列紫外/可见分光光度计测试总磷和磷酸盐,采用 PHS-2TC 型酸度计测定土壤和沉积物的 pH 值。

1.2.1 吸附实验

由于徒骇河承受了上游城镇生活污水和农业退水,其中磷酸盐的浓度虽不如其 COD 和氨氮超标严重^[6],但其浓度也较高,根据以往实验结果,徒骇河水体磷酸盐浓度可达 0.5 mg/L(本文中磷酸盐浓度均以 PO_4^{3-} 计)。为了提高实验的准确度,将吸附前的初始浓度设置在实际浓度最大值附近,另外考虑到吸附后浓度显著下降以及保证用钼锑抗分光光度法比色测定所得的数据相对误差较小,故采用浓度为 0.5 mg/L 的磷酸盐作为吸附实验的起始浓度。

用 50 mg/L 的磷酸二氢钾和样点上覆水配制吸

注: * 基金项目:聊城大学科研基金项目资助(X061014)
收稿日期: 2008-12-11, 修改稿收到日期: 2009-01-15

附水样,使水体磷酸盐的浓度为 0.5 mg/L 左右。同时分别称取 50 g 沉积物和土壤置于 1 L 的锥形瓶中,加 1 L 此水样至锥形瓶中。采用六联动搅拌仪,在 180 r/min 的转速下,恒温 25 ℃敞口避光培养,分别在 0、15、30、45 min,1、2、4、8、12、24、36 h 时各取样 20 mL。表观吸附量通过上覆水中磷酸盐浓度变化求得。

1.2.2 吸附容量实验

由于工业污水和农业退水的排放,可能使局部河段的磷酸盐浓度突然增大,通过容量实验可了解徒骇河沉积物和徒骇河沿岸土壤对磷酸盐浓度峰值的削减能力,选取了 4 组浓度:组 I (0.1 mg/L)、组 II (0.2 mg/L)、组 III (0.5 mg/L)和组 IV (1.0 mg/L)进行吸附容量实验,在恒温振荡培养箱内以 100 r/min 的转速使沉积物处于悬浮状态,恒温 25 ℃培养 24 h。通过培养前后上覆水体磷酸盐浓度的变化来计算表层沉积物和土壤在再悬浮状态下对 PO₄³⁻-P 的吸附容量。

模拟扰动条件下的吸附容量 Q (mg/kg)按下式计算:

$$Q=\frac{(C_0-C)\times V}{W\times(1-\mu)}\tag{1}$$

式中: C_0 ——上覆水样磷酸盐初始浓度,mg/L;
 C ——模拟扰动 24 h 后水样中磷酸盐浓度,mg/L;
 V ——上覆水样体积,L;
 W ——沉积物、土壤湿重,g;
 μ ——沉积物、土壤含水率,%。

1.2.3 等温吸附曲线实验

用磷酸二氢钾和 0.01 mol/L 的 KCl 溶液配制水样,使水体磷酸盐的浓度为 5、10、20、40、80、160、240、320 mg/L。同时各取 5 g 沉积物和土壤分别置于 100 mL 的锥形瓶中,加 100 mL 此水样至锥形瓶中。在 100 r/min 的中等扰动强度下,25 ℃恒温敞口避光培养 6 d,按 2 次/d、30 min/次进行振荡。

根据平衡溶液的磷酸盐浓度之差计算出土壤和沉积物对磷酸盐的吸附量。以平衡溶液的磷酸盐浓度为横坐标,以土壤、沉积物对磷酸盐的吸附量为纵坐标绘制土壤和沉积物的等温吸附曲线,并检验曲线与 Langmuir 等温吸附方程的吻合性,等温吸附方程见式(2)。

$$C/X=\frac{1}{kX_m}+\frac{C}{X_m}\tag{2}$$

式中: X ——土壤和沉积物吸附磷酸盐的量,mg/kg;
 C ——平衡溶液中磷酸盐的浓度,mg/L;
 k ——与吸附性能有关的常数,L/mg;
 X_m ——土壤和沉积物对磷酸盐的最大吸附量,mg/kg。

根据实验结果及 Langmuir 方程确定土壤和沉积物对磷酸盐的最大吸附量(X_m)、土壤和沉积物最大缓冲能力($MBC=kX_m$)、 k 以及磷零吸持平衡浓度(EPC_0)等参数。 EPC_0 是指土壤溶液中的磷酸盐达到吸附与解吸的动态平衡时的浓度,求解方法为将 X 对 C 做图,曲线与 C 轴的交点即为磷零点吸持平衡浓度(EPC_0),可用它来表征磷从固相进入溶液的风险大小, EPC_0 值越大,固相中的磷也就越容易进入溶液^{[7],[8][9]}。

1.3 分析方法

取出经预定时间培养后的水样置于 50 mL 离心管中,在离心机中以 3 500 r/min 钟的转速离心 20 min,再将上层清液经 0.45 μm 的玻璃纤维滤膜过滤,测定 PO₄³⁻-P 的浓度,分析方法参照《湖泊富营养化调查规范》^[9],采用钼锑抗分光光度法进行。同时测定土壤和沉积物中的有机质、pH 值和总磷含量^[10]。

2 结果与讨论

徒骇河沉积物主要来源于沿岸土壤的冲刷,因此,沿岸土壤和徒骇河沉积物中总磷的含量相差不大,见表 1。

表 1 徒骇河沉积物和沿岸土壤部分参数

类 型	pH 值	有机质 /g·kg ⁻¹	总磷 /g·kg ⁻¹
土 壤	7.3	9.0	0.58
沉积物	8.1	6.5	0.80

2.1 模拟状态下徒骇河沉积物和沿岸土壤对磷酸盐的吸附

在自然条件下,沉积物和土壤对磷酸盐既有吸附作用,又有解吸作用,两者同时发生。在磷酸盐释放强度超过沉积物和土壤的吸附力时,沉积物和土壤的磷酸盐的表观吸附量为吸附和释放量的差值。沉积物对磷酸盐的吸附作用和释放作用对计算河流的内源磷负荷有重要的意义,土壤对磷酸盐的吸附对于减少沿岸排放污水和农业退水中携带磷进入徒

骇河也具有重要的作用。

如图1所示,在中等强度的扰动条件,即100 r/min的恒定转速模拟下,沉积物样品中的水体磷酸盐浓度在实验开始后的1 h内迅速下降,由0.561 mg/L,降低97%,在2 h后趋于平缓;土壤样品中的水体磷酸盐浓度在实验开始后的30 min内迅速下降,由0.561 mg/L,降低78%,后略有上升后持续下降,至12 h后趋于平缓。可以看出,徒骇河的沉积物和沿岸土壤在模拟扰动条件下均呈现出强烈的吸附作用。从吸附后上覆水磷酸盐浓度看,沉积物和土壤在相同扰动强度的模拟条件下分别趋于0.02和0.09 mg/L。说明在扰动条件下,上覆水磷酸盐浓度较高时,徒骇河沿岸土壤和沉积物均表现为磷酸盐的“汇”。

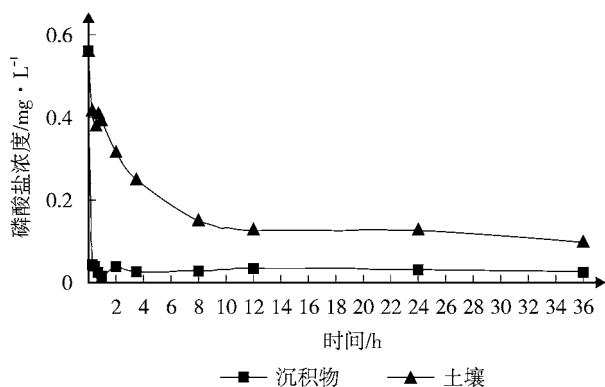


图1 沉积物和土壤试样模拟扰动条件下水体磷酸盐浓度变化

自然条件下,河流水体的磷酸盐浓度削减是由底泥吸附、生物吸收、微生物分解等多种过程共同作用造成的。但在本实验中,观察到沉积物吸附作用在2 h内即基本达到平衡,而如此短的时间内生物作用是微乎其微的,且实验水样已经用0.45 μm 的滤膜过滤,水体中的藻类等微生物已被除去,所以吸附作用是造成磷酸盐浓度削减最主要的因素,此处把磷酸盐浓度的表观削减量近似等同于吸附作用量。但并不是说,在此过程中就没有释放了,释放与吸附是可逆的过程,将同时发生在一个体系中。表观削减量实际上是2个过程的综合结果。而在土壤中,在最初时刻吸附是由颗粒物的表面吸附造成的,在2 h后应为颗粒物上发生反应而引发的磷酸盐进入土壤的内部造成的^[11]。土壤对磷酸盐的吸附平衡时间较沉积物长,可能主要是由于土壤对磷酸盐的作用是表面吸附和磷酸盐进入土壤内部二者共同作用所需时

间较长,而沉积物主要是发生表面吸附所需时间较短。而从最终平衡浓度来看,沉积物比土壤对磷酸盐的吸附能力强,可能是因为土壤吸附表面的饱和度较沉积物高,与磷酸盐的结合较弱的缘故^{[8]595}。

2.2 模拟状态下徒骇河沉积物和沿岸土壤对磷酸盐的吸附容量

在模拟扰动条件下,本实验观察到徒骇河沉积物和沿岸土壤对磷酸盐均具有明显的吸附作用。这种吸附作用对水体磷酸盐具有显著的吸附缓冲能力。这种吸附缓冲作用将迅速减轻磷酸盐对局部河流水体的环境压力和减少经土壤表面进入河流的磷酸盐的量。这种缓冲作用在短时间内比磷酸盐的自然稀释和生物吸收作用更明显。通过吸附容量实验可以了解沉积物对磷酸盐的缓冲作用的大小。

吸附容量实验结果表明(见图2、表2):在磷酸盐浓度较低时,经徒骇河沉积物和土壤样品吸附后上覆水体磷酸盐浓度相差较小;随磷酸盐浓度的上升,沉积物和土壤的吸附容量增大,且沉积物的吸附容量上升的趋势明显大于土壤;在磷酸盐浓度为1.0 mg/L时,沉积物的吸附容量为36.35 mg/kg,而土壤的吸附容量仅为13.82 mg/kg。

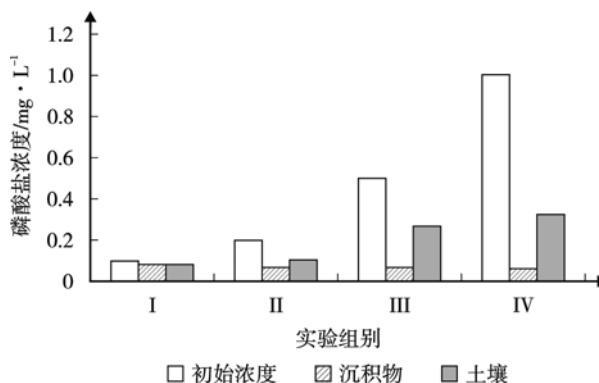


图2 沉积物和土壤试样模拟扰动24 h后水体磷酸盐浓度

表2 不同外部负荷模拟扰动条件下的磷酸盐吸附容量

组别	$C_{\text{磷酸盐}}^*/\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	$Q_{\text{沉积物}}/\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	$Q_{\text{土壤}}/\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$
I	0.1	0.62	0.32
II	0.2	4.38	1.98
III	0.5	10.51	4.53
IV	1.0	36.35	13.82

注: * $C_{\text{磷酸盐}}$ 表示试样水体的磷酸盐初始浓度。

徒骇河沉积物对 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 的吸附容量大于沿岸土壤,可能主要与沉积物处于还原状态,结晶态氧化

铁含量较低,而无定形氧化铁含量较高,使其吸附能力增强有关;同时由于徒骇河沿岸污水的排放使沉积物中铁、铝、钙等物质含量较高,易与磷酸根生成沉淀而使其被吸附,导致其吸附容量高于土壤^[12]。

2.3 徒骇河沉积物和沿岸土壤磷酸盐的等温吸附研究

图 3 是以平衡溶液的磷酸盐浓度为横坐标,以土壤和沉积物对磷酸盐的吸附量为纵坐标绘制的土壤和沉积物等温吸附曲线。采用 Langmuir 等温吸附方程,以 C (平衡溶液磷浓度)为横坐标,以 C/X (X 为土壤和沉积物对磷酸盐的吸附量)为纵坐标拟合实验数据,绘制拟合曲线见图 4,表明:所测试土壤和沉积物对磷酸盐等温吸附曲线与单表面 Langmuir 等温吸附方程的拟合结果呈显著水平($P<0.01$),测试土壤和沉积物对磷酸盐的吸附均符合 Langmuir 等温吸附方程。

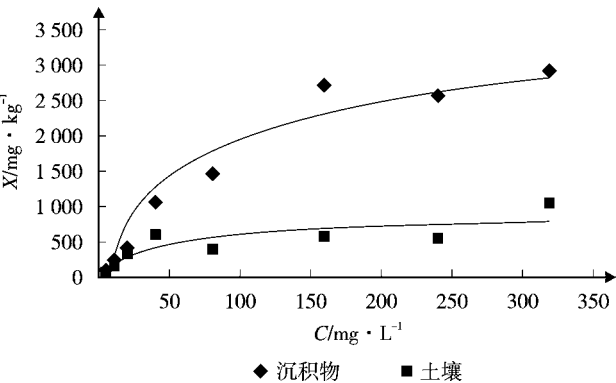


图 3 磷酸盐吸附曲线

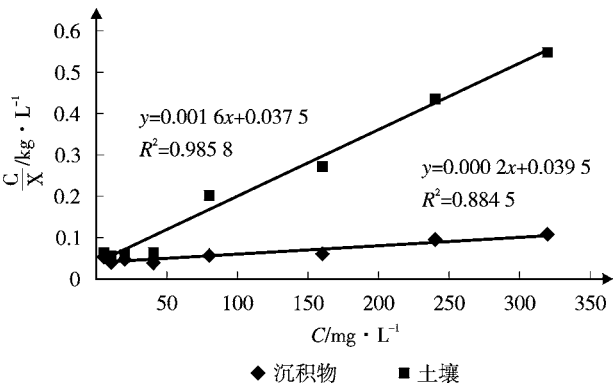


图 4 磷酸盐吸附拟合曲线

实验结果表明(见表 3),徒骇河沉积物的 X_m 为 5 000 mg/kg,沿岸土壤的 X_m 为 625 mg/kg,沉积物对磷酸盐的吸附能力强于沿岸土壤;磷零点平

衡浓度(EPC_0)也是沉积物大于沿岸土壤,分别为 7.20 mg/L 和 3.22 mg/L,因此沉积物中的固相磷要比土壤中的固相磷更易进入上覆水体。

表 3 沉积物和土壤等温吸附参数比较

类 别	EPC_0 mg/L	X_m mg/kg	k L/mg	MBC L/kg
沉积物	7.20	5 000	0.005	25.97
土 壤	3.22	625	0.043	27.03

3 结 论

通过对徒骇河沉积物和沿岸土壤的磷酸盐吸附研究,发现:

1) 徒骇河沉积物和沿岸土壤均对磷酸盐具有较好的吸附作用,沉积物的吸附作用较土壤强;沉积物在 2 h 内基本即可达到吸附平衡,而土壤要在 12 h 内即可达到平衡。

2) 徒骇河沉积物和沿岸土壤对磷酸盐的吸附容量有一定的差异,随着磷酸盐浓度的上升,二者吸附容量上升,但土壤吸附容量增加值相对于沉积物的吸附容量较小。

3) 徒骇河沉积物和沿岸土壤对磷酸盐的吸附等温曲线基本符合 Langmuir 等温吸附方程,最大吸磷量 X_m 和磷零吸持平衡浓度 EPC_0 均为沉积物较大。

4 参 考 文 献

[1] Liu M, Hou L, Xu S. Adsorption of phosphate on tidal flat surface sediments from the Yangtze Estuary[J]. Environmental Geology, 2002, 42: 657–665.

[2] 张路, 范成新, 秦伯强, 等. 模拟扰动条件下太湖表层沉积物磷行为的研究[J]. 湖泊科学, 2001, 13(1): 35–42.

[3] 陈华林, 张建英, 陈英旭, 等. 五氯酚在沉积物中的吸附解吸迟滞行为[J]. 环境科学学报, 2004, 24(1): 27–32.

[4] 张清东. 木质素对土壤-磷吸附作用的影响[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(1): 152–155.

[5] 欧晓明, 余淑英, 罗玲, 等. 新农药硫脲醚在土壤上的吸附[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(2): 577–582.

[6] 聂庆林, 玉洪超, 冯新华. 聊城市河流水体污染变化趋势及防治对策[J]. 山东水利, 2006, (8): 6.

[7] 高超, 张兆林, 吴蔚东. 农田土壤中的磷向水体释放的风险评价[J]. 环境科学学报, 2001, 21(3): 344–348.

[8] 王里奥, 黄川, 詹艳慧, 等. 三峡库区消落带淹水-落干过程土壤磷吸附-解吸及释放研究[J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(5): 593–597.

(下转第 48 页)

TiO₂/SiO₂ 复合体光催化降解染料废水的试验

谭君山 李凤镜

(广州环发环保工程有限公司, 广州 510180)

摘 要 通过光催化剂 TiO₂/SiO₂ 的复合体处理染料废水的模拟实验, 讨论了 Si/Ti 比值、pH 值和焙烧温度, 对处理模拟染料废水效能的影响。结果表明: 在焙烧温度为 700 ℃ 条件下制得的 Si/Ti 比值为 1:7 的 TiO₂/SiO₂ 复合体, pH 值为 9 时, 光催化降解模拟有机染料废水的效果最佳。

关键词 光催化 TiO₂/SiO₂ 复合体 染料废水

染料废水具有组成复杂、COD 高、色泽深、酸碱性等特点, 难以用常规方法进行治理, 是当前国内外较难处理的工业废水之一^[1]。由于甲基橙是一种常用的偶氮染料, 且在紫外可见光谱中有一定的特征吸收峰, 易于检测^[2], 故以甲基橙溶液作为模拟的染料废水具有一定的代表性。近年来, 光催化剂 TiO₂/SiO₂ 复合体既弥补了纯 TiO₂ 的缺点, 又具有化学性质稳定、难溶无毒、成本低以及降解率高等优点, 在染料废水处理领域中引起了广泛的关注。本文主要是以 TiO₂/SiO₂ 复合体作为光催化剂, 以甲基橙溶液作为目标污染物, 在紫外线杀菌灯照射下进行光催化降解染料废水的模拟实验, 探讨不同因素对 TiO₂/SiO₂ 复合体降解染料废水效能的影响, 从而得出处理效果最佳的 TiO₂/SiO₂ 的复合体, 以及最佳的处理条件, 为 TiO₂/SiO₂ 复合体在染料废水处理中的实际应用打下基础。

1 试剂与仪器

试剂: 正己醇, 聚乙二醇辛基苯基醚, 钛酸四丁酯, 二氧化钛, 均为化学纯; 环己烷, 无水乙醇, 正硅酸乙酯, 甲基橙, 均为分析纯。

仪器: 722S 型分光光度计; 15 W 紫外线杀菌灯管 (主波长 253.7 μm); 85-2 型恒温磁力搅拌器; SX2 型箱式电阻炉; Phs-2C 型酸度计; FA1104 型电子天平。

2 预备实验

2.1 TiO₂/SiO₂ 复合体的制备

将 34 mL 的聚乙二醇辛基苯基醚和 26 mL 的正己醇加入三颈烧瓶中, 室温下搅拌 2~3 min, 加入 140 mL 的环己烷, 搅拌 10 min, 再以 2 滴/s 的速度缓慢滴加 16 mL 的蒸馏水。此时, 体系为均一透明的乳状液。再搅拌约 30 min, 使体系充分混匀, 以 2 滴/s 的速度缓慢滴加一定量的正硅酸乙酯, 反应 8 h, 体系呈极浅的白色, 泛着乳光。此时, 已生成了纳米载体 SiO₂。

根据欲制备的目标产物中 TiO₂ 与 SiO₂ 所占摩尔比而配制一定浓度的钛酸四丁酯, 然后以 2 滴/s 的速度缓慢滴加, 滴加完毕后反应体系呈乳白色的粘稠液体, 反应 12 h, 得到 TiO₂/SiO₂ 复合体的前驱物。将前驱物进行离心分离, 倒掉上层清液, 用乙醇洗涤沉淀物、再离心分离, 如此反复 4~5 次, 100 ℃ 下干燥 12 h, 研磨, 经恒温灼烧, 再研磨, 得到目标产物, 置于暗处备用。

2.2 模拟有机废水的配制

用电子天平准确称量 0.005 g 甲基橙溶于少量的蒸馏水中, 加热搅拌直至完全溶解, 转移到 100 mL 容量瓶中, 定容, 配制成 50 mg/L 的染料废水。

2.3 测定模拟有机废水的最大吸收波长

用 722S 型分光光度计在 400~700 μm 的可见光区范围内, 改变可见光波长, 测定甲基橙溶液在不同波长下的吸光度, 作波长-吸光度曲线 (见图 1), 得出甲基橙溶液的最大吸收波长为 466 μm。

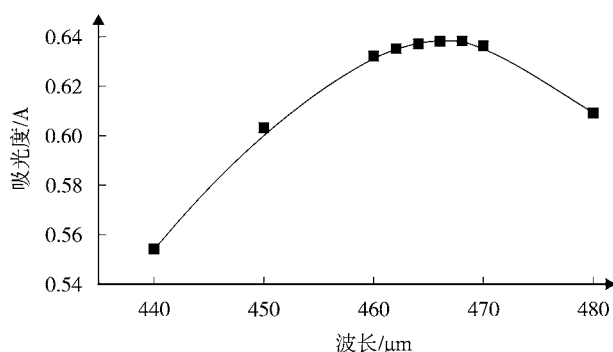


图 1 甲基橙溶液波长 - 吸光度曲线

2.4 降解率的计算

根据预备实验的结果,甲基橙的最大吸收波长为 466 μm。在此波长下,采用 722S 型分光光度计测量样品光催化一定时间后的吸光度 A_t ,通过以下公式计算 TiO₂/SiO₂ 复合体对模拟染料废水的光催化降解率 D 。降解率计算公式如下:

$$D = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中: D 为降解率, A_0 为样品光照前吸光度, A_t 为样品光照一定时间后的吸光度。

样品的浓度与吸光度成正比,吸光度又与降解率成反比。样品经光催化后,浓度越低,吸光度就越小,降解率就越大,光催化的效果越好。因此,我们通过测量样品光催化前后的吸光度,计算其降解率,用降解率来表征 TiO₂/SiO₂ 复合体的光催化效果。

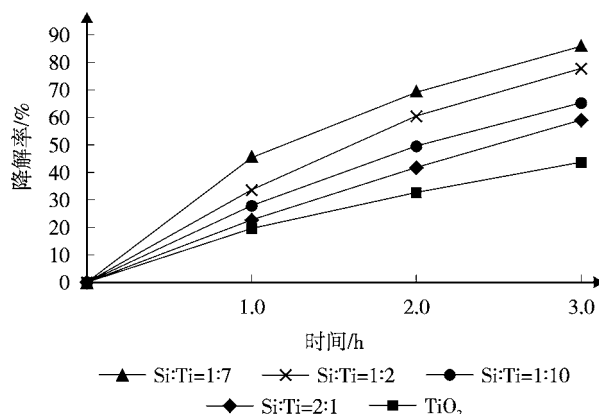
3 实验方法、实验结果与讨论

3.1 复合体 Si/Ti (摩尔比) 对降解率的影响

配制 5 份浓度为 50 mg/L 的甲基橙溶液 100 mL,分别投加入 0.5 g TiO₂ 和 Si/Ti 为 1:10、1:7、1:2 及 2:1,经 700 °C 高温焙烧制得的 TiO₂/SiO₂ 复合体,在恒温磁力搅拌下用紫外线杀菌灯管光解 3 h,再在波长 466 μm 下测其吸光度,然后根据式(1)计算降解率。不同比例的 Si/Ti 对 TiO₂/SiO₂ 光催化效果的影响见表 1、图 2。

表 1、图 2 反映了 TiO₂ 的光催化效率随着 SiO₂ 含量的变化规律。当 Si:Ti = 1:7 时,效果最好,降解率高达 86%;而 TiO₂ 的催化效果并不理想,反应 3 h 后降解率只有 44%。

光催化效果有很大差异的主要原因在于颗粒晶型的差异。在 700 °C 的高温焙烧下,纯 TiO₂ 已全部

图 2 不同 Si/Ti 比例对 TiO₂/SiO₂ 复合体光催化效率的影响表 1 光照 3 h 不同 Si/Ti 比例对 TiO₂/SiO₂ 复合体光催化效率的影响

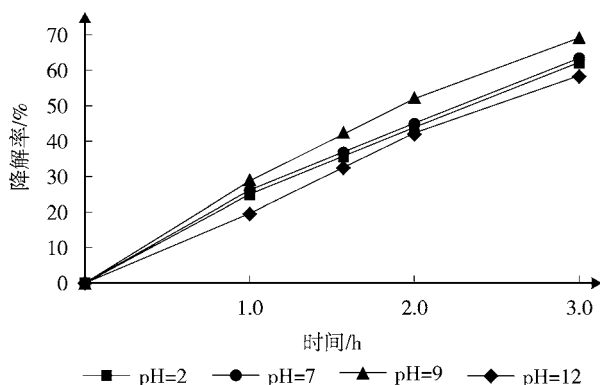
不同 Si/Ti 比例	A_0/A	A_t/A	降解率 /%
TiO ₂	0.683	0.382	44
1:10	0.683	0.239	65
1:7	0.683	0.096	86
1:2	0.683	0.150	78
2:1	0.683	0.280	59

转化成了金红石相,而金红石的光催化活性很差,因此催化效果不理想。而 Si/Ti 为 1:7 的 TiO₂/SiO₂ 复合体,其中的锐钛矿相还占有相当大的比例,金红石含量低。锐钛矿具有很高的光催化活性,因此,光催化效果较好。如 TiO₂/SiO₂ 复合体中 Si 太高,反而会抑制锐钛矿晶相的形成,虽然焙烧温度已达 700 °C 的高温, Si/Ti 为 2:1 的 TiO₂/SiO₂ 复合体晶型依然较差,故光催化效果也不好,反应 3 h 后催化降解率还不足 60%。

3.2 pH 值对降解率的影响

配制 4 份浓度为 50 mg/L 的甲基橙溶液 100 mL,加入 0.5 g 经 700 °C 高温焙烧、Si/Ti 为 1:7 的 TiO₂/SiO₂ 复合体,用盐酸或氨水调节模拟染料废水 pH 值分别为 2、7、9、12,在恒温磁力搅拌下用紫外线杀菌灯管光解 3 h。再在波长 466 μm 下测其吸光度,然后根据式(1)计算降解率。实验结果见表 2、图 3。从图 3 和表 2 可以看出,当 pH 值为 9 时, TiO₂/SiO₂ 复合体的光催化效果最好;在中性与酸性条件下,催化效果均不理想。

由于 TiO₂ 的等电点为 $pH_{PZC}=6.8^{\text{[9]}}$,当溶液 pH 值 >6.8 时, TiO₂ 表面带负电,随着 pH 值的升高, TiO₂

图 3 不同 pH 值对 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 复合体光催化效率的影响表 2 光照 3 h 不同 pH 值对 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 复合体光催化效率的影响

模拟染料废水的 pH 值	A_0/A	A_t/A	降解率 /%
2	0.683	0.260	62
7	0.683	0.253	63
9	0.683	0.212	69
12	0.683	0.287	58

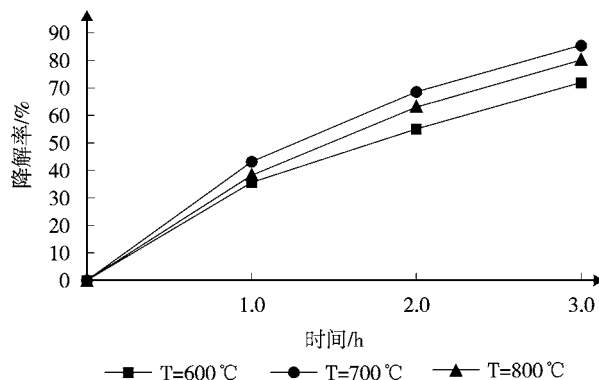
表面负电荷密度逐渐增大,有利于空穴(h^+)向表面迁移,与电子供体如 OH^- 、 H_2O 反应产生具有强氧化性的 $\cdot\text{OH}$,所以在弱碱性条件下光催化降解效果较好。霍夫曼机理中也认为 OH^- 可充当价带空穴 h^+ 的捕获剂($h^+ + \text{OH}^- \rightarrow \cdot\text{OH}$),还可避免 $4\cdot\text{OH} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ 反应的发生^[4],故在弱碱性条件下有更多的 $\cdot\text{OH}$ 产生,光催化效果更好。

3.3 焙烧温度对降解率的影响

配制 3 份浓度为 50 mg/L 的甲基橙溶液 100 mL,分别投加入 0.5 g Si/Ti 为 1:7,然后分别在 600、700、800 $^{\circ}\text{C}$ 条件下制得的 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 复合体,在恒温磁力搅拌下用紫外线杀菌灯管光解 3 h。再在波长 466 μm 下测其吸光度,然后根据式(1)计算降解率。

由表 3、图 4 可见,当焙烧温度为 700 $^{\circ}\text{C}$ 时, $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 复合体的光催化效果最好;在焙烧温度过低或过高条件下制成的 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 复合体的催化效果均不理想。这是因为烧结温度过低时, $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 复合体的晶形尚未形成或结晶不完整,有部分以无定型的形式存在,这种颗粒的表面及晶体内存在大量的缺陷,易成为电子和空穴的复合中心,光照时光生电子和空穴没有到达催化剂表面即被复合,缺少了必要的光生电子和空穴参加氧化、还原反应,因而光催化活性较低。而烧结温度过高时,样品已经全部转

变成金红石相结构,金红石相的光催化活性差,所以其光催化效率也不高。

图 4 不同焙烧温度对 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 复合体光催化效率的影响表 3 光照 3 h 不同焙烧温度对 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 复合体光催化效率的影响

焙烧温度 / $^{\circ}\text{C}$	A_0/A	A_t/A	降解率 /%
600	0.683	0.191	62
700	0.683	0.102	85
800	0.683	0.137	80

4 结论

本文对 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 复合体降解模拟染料废水(甲基橙溶液)进行了初步的探讨,实验结果表明:在焙烧温度为 700 $^{\circ}\text{C}$ 条件下制得的 Si/Ti 为 1:7 的 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 复合体,光催化降解 pH 值为 9 的染料废水的效果最佳。 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 复合体对染料废水有良好的降解效果,为以后深入机理研究、提高光催化剂的降解效率、寻求最佳的操作参数打下基础。

5 参考文献

- [1] 蒋朝俊. 光催化降解染料废水的研究[J]. 化学工业与工程技术, 2004, 25(1): 21-24.
- [2] 程欣. 超声催化二氧化钛降解偶氮染料甲基橙的研究[J]. 化工文摘, 2008, (5): 25.
- [3] Abdullah M, Low G K C, Matthews R W. Effects of common inorganic anions on rates of photocatalytic oxidation of organic carbon over illuminated titanium dioxide[J]. J Phys Chem, 1990, 94(17): 6820-6825.
- [4] Takashi T, Mamoru F, Tetsuro M. Mechanistic insight into the TiO_2 photocatalytic reactions: design of new photocatalysts[J]. J Phys Chem, 2007, 111(14): 5259-5275.

(下转第 16 页)

辅助燃料对垃圾熔融炉炉温影响的分析研究*

潘 红 梁小平 董志华 李东海
(重庆大学材料科学与工程学院, 重庆 400044)

摘 要 文章计算了在不同焦炭加入量及不同焦炭和煤的配比条件下处理城市生活垃圾时气化熔融炉的炉温。计算结果表明, 用焚烧法处理重庆市的生活垃圾时, 在常温鼓风条件下, 要使垃圾灰渣完全熔融, 焦炭配比至少应在 42% 以上; 在一定的条件下, 可以用煤部分或全部代替焦炭, 同时配以高温鼓风, 可使炉温达到并超过垃圾灰渣的熔融温度, 从而使得垃圾灰渣熔融。

关键词 城市生活垃圾 燃烧计算 燃料 熔融温度

目前全国城市生活垃圾的历年堆积量已达 70 亿 t, 侵占土地面积 5 亿多 m², 全国有 70% 的大中城市被垃圾包围着^[1], 对环境造成很大压力。处理城市生活垃圾的方法主要有填埋、堆肥、焚烧等, 与填埋法相比, 焚烧法处理生活垃圾具有显著的减容、减量和能源回收的特点, 因此焚烧法处理生活垃圾发展迅速。以重庆市为例, 同兴垃圾焚烧发电厂是重庆市唯一一家用焚烧法处理生活垃圾的厂家, 2004 年建成投产, 至 2006 年, 生活垃圾焚烧处理量为 1 500 t/d^[2], 占垃圾产量的 1/2, 因此对重庆市的垃圾处理而言, 焚烧处理法仍具有很大的发展空间。生活垃圾的气化熔融处理是焚烧法处理城市生活垃圾的先进技术之一, 其特点是通过向炉内加入焦炭等燃料, 在炉内创造高温环境(一般在 1 300 ℃ 以上)^[3], 使得生活垃圾中的不可燃成分熔融形成炉渣。由于焦炭价格昂贵, 可采用煤部分或全部代替焦炭再辅以空气预热或富氧以及辅助喷吹燃料(气体或液体燃料或煤粉)等手段来保证炉内高温熔融条件的获得, 为此需要了解在焦炭及煤的不同加入量的条件下熔融炉炉温的变化规律。本文针对重庆市生活垃圾计算了不同焦炭加入量以及不同焦炭和煤的配比条件下的炉温, 研究了焦炭及煤作为辅助燃料时熔融炉炉温的变化规律, 得到了利于垃圾灰渣熔融的温度条件。

1 计算原理

为了获得焦炭及煤作为辅助燃料时炉温的变化规律, 根据燃烧学原理, 建立了辅助燃料为焦炭, 以及辅助燃料为焦炭和煤时的熔融炉炉温的计算式。

计算时为了易于表达, 引入焦炭配比和焦煤比的概念, 其中:

$$\text{焦炭配比} = \frac{\text{焦炭质量}}{\text{焦炭质量} + \text{垃圾质量}}$$

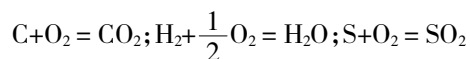
$$\text{焦煤比} = \frac{\text{焦炭质量}}{\text{焦炭质量} + \text{煤的质量}}$$

计算采用的生活垃圾的应用成分见表 1^[4]。

表 1 重庆生活垃圾的应用成分						%
C	H	O	S	N	A	W
35.52	4.37	14.25	0.24	1.29	13.1	64.1

注: 表中 A 表示垃圾的灰分; W 表示垃圾的水分。

垃圾燃烧时发生的主要反应如下^[5]:



在绝热、有辅助燃料存在的条件下, 生活垃圾在气化熔融炉内的理论燃烧温度 $t_{\text{理}}$ 为:

$$t_{\text{理}} = \frac{Q_{\text{垃圾}} + Q_{\text{辅助燃料}} + Q_{\text{空气}} + Q_{\text{固物}} - Q_{\text{水汽化}}}{V_{\text{烟}} C_{\text{烟}}} \quad (1)$$

注: * 基金项目: 国家自然科学基金项目(50674110); 重庆大学国家大学生创新性实验计划项目资助, 重庆市科委自然科学基金项目(CSTC2004BB7242)

收稿日期: 2008-09-26, 修改稿收到日期: 2009-01-15

式中: $Q_{\text{垃圾}}$ ——生活垃圾焚烧放出的热量,kJ;
 $Q_{\text{辅助燃料}}$ ——辅助燃料燃烧放出的热量,kJ;
 $Q_{\text{空气}}$ ——空气带入的物理热,kJ;
 $Q_{\text{固体}}$ ——垃圾和辅助燃料带入的物理热,kJ;
 $Q_{\text{水汽化}}$ ——水汽化带走的物理热,kJ;
 $V_{\text{烟}}$ ——垃圾燃烧烟气产生量, m^3 ;
 $C_{\text{烟}}$ ——烟气比热, $\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ 。

式(1)中各热量的计算方法如下:

$$Q_{\text{垃圾}} = m_{\text{垃圾}} \times Q_{\text{垃圾低}} \quad (2)$$

式中: $m_{\text{垃圾}}$ ——垃圾的质量,kg;

$Q_{\text{垃圾低}}$ ——垃圾的低位热值, kJ/kg 。

$$Q_{\text{辅助燃料}} = m_{\text{辅助燃料}} \times Q_{\text{辅助燃料低}} \quad (3)$$

式中: $m_{\text{辅助燃料}}$ ——辅助燃料的质量,kg;

$Q_{\text{辅助燃料低}}$ ——辅助燃料的低位热值, kJ/kg 。

$$Q_{\text{空气}} = c_{\text{空气}} \times V_{\text{n}} \times \Delta t \quad (4)$$

式中: $c_{\text{空气}}$ ——空气的比热; $\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$;

V_{n} ——空气量, m^3 ;

Δt ——常温与标准态温差, $^\circ\text{C}$ 。

$$Q_{\text{固体}} = (c_{\text{垃圾}} \times m_{\text{垃圾}} + c_{\text{辅助燃料}} \times m_{\text{辅助燃料}}) \times \Delta t \quad (5)$$

式中: $c_{\text{垃圾}}$ ——垃圾燃料的比热, $\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$;

$m_{\text{垃圾}}$ ——垃圾的质量,kg;

$c_{\text{辅助燃料}}$ ——辅助燃料的比热; $\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$;

$m_{\text{辅助燃料}}$ ——辅助燃料的质量,kg。

$$Q_{\text{水汽化}} = Q_{\text{水汽化潜热}} \times m_{\text{水}} \quad (6)$$

式中: $Q_{\text{水汽化潜热}}$ ——水的汽化潜热, kJ/kg ;

$m_{\text{水}}$ ——水的质量,kg。

生活垃圾在气化熔融炉内燃烧熔融处理过程中,由于熔融炉散热等因素,实际炉温不会达到生活垃圾的理论燃烧温度,炉内垃圾的理论燃烧温度与实际炉温的比值大体在一个范围内波动,用炉温系数 η 来表示,则实际炉温 $t_{\text{实}} = \eta \cdot t_{\text{理}}$,即:

$$t_{\text{实}} = \eta \cdot \frac{Q_{\text{垃圾}} + Q_{\text{辅助燃料}} + Q_{\text{空气}} + Q_{\text{固体}} - Q_{\text{水汽化}}}{V_{\text{烟}} C_{\text{烟}}} \quad (7)$$

式中: $t_{\text{实}}$ ——熔融炉实际炉温, $^\circ\text{C}$;

η ——炉温系数,本文计算取 0.75;

当辅助燃料为焦炭时, $Q_{\text{辅助燃料}} = Q_{\text{焦炭}}$,实际炉温计算式即为:

$$t_{\text{实}} = \eta \cdot \frac{Q_{\text{垃圾}} + Q_{\text{焦炭}} + Q_{\text{空气}} + Q_{\text{固体}} - Q_{\text{水汽化}}}{V_{\text{烟}} C_{\text{烟}}} \quad (8)$$

当辅助燃料为焦炭和煤的混合燃料时, $Q_{\text{辅助燃料}} = Q_{\text{焦炭}} + Q_{\text{煤}}$,实际炉温计算式即为:

$$t_{\text{实}} = \eta \cdot \frac{Q_{\text{垃圾}} + Q_{\text{焦炭}} + Q_{\text{煤}} + Q_{\text{空气}} + Q_{\text{固体}} - Q_{\text{水汽化}}}{V_{\text{烟}} C_{\text{烟}}} \quad (9)$$

2 燃料为焦炭时炉温的变化规律

计算得到式(8)中各热量值,见表 2。根据式(8)计算了处理重庆市生活垃圾时不同焦炭配比条件下的炉温,计算结果如图 1 所示。

表 2 式(8)中各热量值 kJ (焦炭配比除外)

焦炭配比 /%	$Q_{\text{垃圾}}$	$Q_{\text{焦炭}}$	$Q_{\text{空气}}$	$Q_{\text{固体}}$	$Q_{\text{水汽化}}$
0	5 743.8	0	129.9	16.0	1 448.7
10	5 169.4	2 903.0	142.4	16.0	1 316.6
20	4 595.0	5 806.1	154.9	16.0	1 184.5
30	4 020.7	8 709.2	167.5	16.0	1 052.4
40	3 446.3	11 612.2	180.0	16.0	920.4
50	2 871.9	14 515.3	192.5	16.0	788.3

计算所采用焦炭的应用成分见表 3,空气过剩系数取 1.3,常温鼓风(20°C)。

表 3 焦炭的应用成分 $\%$ (低位热值除外)

C	H	N	A	W	低位热值/ $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
80.66	1.46	0.42	11.79	5.66	29.03

注:表中 A 表示灰分;W 表示水分。

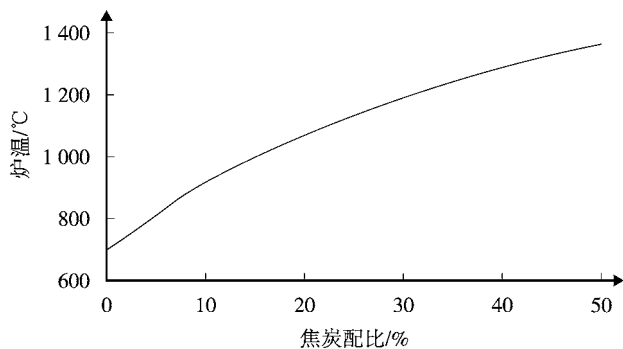


图 1 熔融炉炉温与焦炭配比关系(鼓风温度: 20°C)

由图 1 可知,在处理重庆市的生活垃圾时,随着焦炭配比的提高,熔融炉炉温大大提高。焦炭配比低于 25%时,炉温随焦炭配比的增加升高较快;当焦炭配比超过 25%后,炉温随焦炭配比的增加升高变缓。焦炭配比为 50%时,炉温可以达到 1 359 $^\circ\text{C}$ 。显然,处理生活垃圾时,焦炭对熔融炉炉温的提高作用显著,这是由于焦炭的热值很高导致的。

由于垃圾灰渣的熔融温度一般在 1 300 $^\circ\text{C}$ 以上^[6],因此若要使垃圾灰渣能够熔融,必须要使炉温达到或超过 1 300 $^\circ\text{C}$ 。由计算结果可知,在常温鼓风

(20℃)条件下处理重庆市的生活垃圾时,要使垃圾灰渣完全熔融,焦炭配比至少应在 42%以上。

另一方面,若焦炭加入量过多,会使处理成本大大增加;如果降低焦炭的使用量,炉温会随之降低,可以通过提高鼓风温度来补偿因焦炭量的减少而引起的炉温的降低,例如采用换热装置用焚烧炉尾气余热来预热空气,既提高了风温,又回收了热量。为此分别计算了鼓风温度为 300 和 500 ℃条件下不同焦炭配比时的炉温,计算结果见图 2。

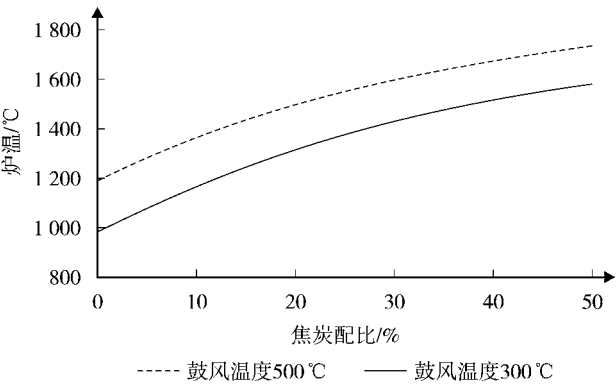


图 2 炉温与焦炭配比关系

由图 2 可以看出,鼓风温度提高后,炉温较常温鼓风时有了大幅度的提高。当鼓风温度为 300 ℃时,在焦炭配比为 20%的条件下,炉温为 1 317 ℃;当鼓风温度为 500 ℃时,在焦炭配比为 6%的条件下,炉温可达 1 300 ℃。可见,提高鼓风温度,要达到同样的炉温可节省焦炭的使用量。

3 燃料为焦炭和煤混合时炉温的变化规律

计算得到式(9)中各热量值,见表 4。根据式(9)计算了处理重庆市生活垃圾时不同焦煤比条件下的炉温,计算结果如图 3 所示。计算中焦炭和煤的添加总量为 30%。

计算所采用的煤为重庆市松藻煤,其应用成分见表 5^[7],取空气过剩系数为 1.3,常温鼓风(20 ℃)。

由图 3 可知,在处理重庆市的生活垃圾时,随着焦煤比的提高,炉温缓缓提高。焦煤比为 0%时(全部添加煤),炉温为 1 062 ℃;焦煤比为 100%时(全部添加焦炭),炉温升至 1 189 ℃,比全部采用煤时的炉温提高了 127 ℃。可见,焦煤比的提高能够使熔融炉炉温有所提高。炉温随着焦煤比的提高而升高是因为焦炭的热值要高于煤的发热值。

表 4 式(9)中各热量值 kJ(焦煤比除外)

焦煤比 %	$Q_{\text{垃圾}}$	$Q_{\text{焦炭}}$	$Q_{\text{煤}}$	$Q_{\text{空气}}$	$Q_{\text{固物}}$	$Q_{\text{水汽化}}$
0	4 020.7	0	6 855.0	4 518.9	16.0	1 054.1
10	4 020.7	870.9	6 169.5	4 485.6	16.0	1 053.9
20	4 020.7	1 741.8	5 484.0	4 452.4	16.0	1 053.7
30	4 020.7	2 612.7	4 798.5	4 419.1	16.0	1 053.6
40	4 020.7	3 483.7	4 113.0	4 385.9	16.0	1 053.4
50	4 020.7	4 354.6	3 427.5	4 352.7	16.0	1 053.3
60	4 020.7	5 225.5	2 742.0	4 319.4	16.0	1 053.1
70	4 020.7	6 096.4	2 056.5	4 286.2	16.0	1 052.9
80	4 020.7	6 967.3	1 371.0	4 253.0	16.0	1 052.8
90	4 020.7	7 838.2	685.5	4 219.7	16.0	1 052.6
100	4 020.7	8 709.2	0	4 186.5	16.0	1 052.4

表 5 煤的应用成分 %(低位热值除外)

C	H	O	N	A	W	低位热值/MJ·kg ⁻¹
90.08	3.54	3.34	1.35	27.64	5.9	22.85

注:表中 A 表示煤的灰分;W 表示水分。

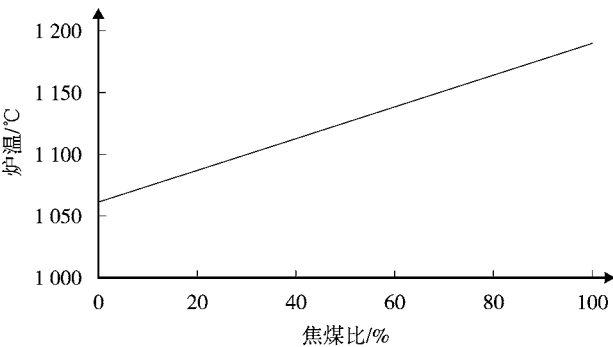


图 3 炉温与焦煤比关系(鼓风温度:20 ℃)

由上述计算结果可知,若用煤部分或全部代替焦炭,炉温将有所下降,为了减少由此而引起的炉温的降低,仍采用提高鼓风温度的方法使炉温达到垃圾灰渣的熔融温度,为此分别计算了鼓风温度为 300 ℃和 500 ℃条件下不同焦煤比时的炉温,计算结果见图 4。

从图 4 中可以看出,在全部使用煤作为燃料的条件下,鼓风温度为 300 ℃时,炉温为 1 330 ℃;鼓风温度为 500 ℃时,炉温就高达 1 521 ℃,较常温鼓风时炉温有了极大的提高,有利于垃圾灰渣的熔融。因此,降低燃料中焦炭的加入比例,同时提高鼓风温度,可以为熔融炉创造利于垃圾灰渣熔融的

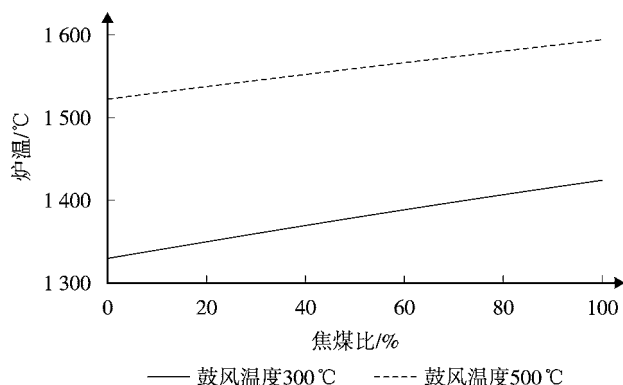


图 4 炉温与焦煤比关系

高温条件。

综上所述,为了节约有限的焦炭资源,可以尽量降低焦煤比,甚至可以完全用煤来作为辅助燃料,再配以高温鼓风,能够使炉温大大提高,有利于重庆市生活垃圾中不可燃成分的熔融。

由于煤中含有硫,在燃烧过程中会产生二氧化硫,带来一定的危害,为此,燃烧前先对煤进行脱硫处理,尽量减少由此带来的危害。

4 结论

1) 用焚烧法处理重庆市的生活垃圾时,添加辅助燃料(焦炭或煤)对熔融炉炉温的提高作用显著,

有利于城市生活垃圾中不可燃成分熔融。

2) 以焦炭为燃料、常温鼓风时,要使重庆市生活垃圾中的不可燃成分完全熔融,其焦炭配比至少要在 42% 以上。提高鼓风温度可有效提高炉温,从而可以减少焦炭的使用量。

3) 用煤部分或全部代替焦炭作为辅助燃料,再配以高温鼓风,可使炉温达到垃圾灰渣熔融的温度,可满足气化熔融炉处理生活垃圾的要求。

5 参考文献

- [1] 彭献永,顾念组.我国城市生活垃圾处理的现状和对策[J].工业锅炉,2006,(3):6-13.
- [2] 黄亚军.重庆市城市生活垃圾现状及综合处理探讨[J].环境卫生工程,2007,15(6):54-56.
- [3] 王华,何方,马文会,等.二噁英零排放化生活垃圾直接气化熔融焚烧技术[J].工业加热,2001,(2):6-10.
- [4] 黄本生,李晓红,王里奥,等.重庆市主城区生活垃圾理化性质分析及处理技术[J].重庆大学学报,2003,26(9):9-13.
- [5] 王筱留.钢铁冶金学(炼铁部分)[M].北京:冶金工业出版社,2版.2005:142-152.
- [6] 徐嘉,严建华,肖刚,等.城市生活垃圾气化处理技术[J].科技通报,2004,20(6):560-564.
- [7] 陈文敏.煤质分析结果的定性与定量审查[M].北京:煤炭工业出版社,1994:14-15.

Study of Accessorial Fuel Influence on MSW Incineration Temperature

Pan Hong Liang Xiaoping Dong Zhihua Li Donghai

Abstract It calculates gasification and furnace melting temperature in disposing MSW under different conditions of accessorial fuel quantity and species ratio in this article. The results show that the ash can melt when coke ratio over 42% with common drying. When using coal instead of coke with high temperature air, the ash can also melt.

Key words MSW incineration calculation fuel melting temperature

(上接第 12 页)

Text on the Composite of $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ Photocatalyst in Degrading Dye Waste Water

Tan Junshan Li Fengyi

Abstract The ratio of Si to Ti, the pH value and the roasting temperature influences on processing dye waste water with composite of $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ as photocatalyst were discussed based on the simulation experiment. The results showed that the optimum conditions to degrade methyl orange were 700 °C of roasting temperature, medium initial pH 9 and ratio of Si to Ti 1:7.

Key words photocatalyst composite of $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ dye waste water

柴油车排气净化技术探讨

明彩兵^{1,2} 叶代启² 周遗品¹

(¹ 仲恺农业工程学院环境科学与工程系, 广州 510225; ² 华南理工大学环境科学与工程学院, 广州 510640)

摘 要 柴油车的排气污染受到了越来越多的关注。文章分别介绍了柴油机排气中氮氧化物的还原、碳烟颗粒物的氧化以及同时去除氮氧化物和颗粒物的各种催化净化技术及其最新研究进展, 并对该研究方向存在的主要问题和应用前景进行了探讨。

关键词 柴油车排气 NO_x 碳烟颗粒物 净化技术

石油资源的日益匮乏, 节能与环境问题越来越引起人们的关注。柴油机以其较高燃油效率, 以及柴油发动机技术的进步, 使之成为汽车动力的主流。然而由于柴油发动机是在空燃比远大于化学计量比的情况下工作, 基于化学计量比条件下的三效催化剂在富氧情况下, 其对柴油车排放的 NO_x 的净化效率将大大降低, 无法满足越来越严格的汽车排放标准。同时, 消除柴油机排放的黑烟也是一个棘手的问题。当前世界的环保形势对氮氧化物(NO_x)和颗粒物(PM)的排放限值越来越严, 我国柴油车污染物排放 2008 年达到欧洲第 3 阶段排放控制水平, 2010 年之后争取与国际排放控制水平接轨。面对日益严格的排放标准, 本文介绍了目前国内外在柴油车排气净化方面的技术发展与趋势。

1 NO_x 去除的技术

1.1 NO_x 催化分解

将 NO_x 直接分解为 N₂ 和 O₂ 是一种最理想的 NO_x 脱除途径, 目前遇到的主要问题是, 即使是当今最好的 Cu-ZSM-5 系列催化剂或经过第 II 族金属组份改性的此类催化剂在富氧条件下也很难保持稳定的分解活性; 其二是采用电化学技术, 在金属氧化物涂复的金属电极对上, 施加约 5 V 的直流电压, 促进 NO_x 在阴极分解为 N₂ 和 O₂, 该研究仍处于初期探索阶段, 能达到的分解活性水平还相当低, 无法达到实用。

1.2 NO_x 选择性还原

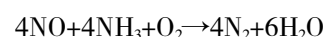
将 NO 氧化为 NO₂, 再加入还原剂进行催化还原。根据还原剂不一样进行分类:

1.2.1 燃料(HC 等)为还原剂

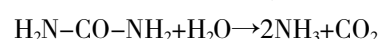
在排气中需要补充以燃料(HC 等)为还原剂, 由于存在 O₂ 竞争吸附位, 需要具有高选择性的催化剂。其缺点是控制复杂, 会造成耗油, 对过量的 O₂ 和 H₂O 敏感, NO_x 的转化率也低。由于柴油机排气温度不高, 在使用贵金属作为催化剂时会有较多 N₂O 产生, 容易造成新的污染。

1.2.2 NH₃ 或尿素作为还原剂

该反应对 O₂ 并不敏感, NH₃ 作为还原剂选择性还原 NO_x 看起来是一种不错的选择。但事实上 O₂ 参与了以下反应:



或者添加尿素水解产生 NH₃, 其反应方程式为:



该方法对 NO_x 催化活性和选择性均较高, 但是该装置除了设备复杂, 还存在安全性问题, 无法投入实际使用。同时存在 NH₃ 泄漏和腐蚀所带来的潜在污染, 目前仅在固定污染源治理上使用, 在柴油车排气处理中未见应用^[1]。

1.3 NO_x 存储 - 还原技术

对柴油车等稀燃发动机, 由于其氧含量高, 燃料燃烧充分, 残余很少的 CO 和 HC, 主要污染物是 NO_x。NO_x 存储 - 还原技术的原理是, 使发动机间隔处于富燃条件, 稀燃时催化剂进行吸附、存储难以

示意如图 2^[4]。但由于该装置工艺多,控制复杂,成本很高,无法得到应用推广。

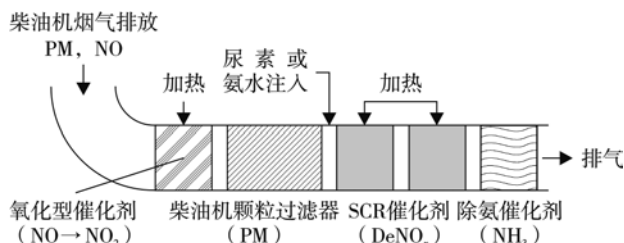


图 2 NO_x 和 PM 同时去除路线示意

3.4 PM 过滤及 NO_x 还原技术

丰田 GENESIS 研究所最近开发了一种柴油发动机 PM 过滤及 NO_x 还原处理技术(Diesel Particle and Nitrogenoxides Reduction, DPNR)。此系统将 NO_x 吸附与 PM 过滤有机结合在一起,可同时对柴油车排气中所含 PM 和 NO_x 进行同期连续净化。多孔陶瓷捕集器载体上涂有用于稀薄燃烧的吸附还原型三效催化剂。在稀燃条件下,PM 被捕集,NO 被吸附到催化剂上。采用推迟喷油定时产生了更多的碳氢化合物,促使 NO 还原为 N_2 ,定时解析出的活性 O_2 也促进了 PM 的氧化,从而降低了 PM 的排放。该技术需外加燃油,且控制复杂。

3.5 四效催化技术

四效(4way)催化是利用 C、CO 和 HC 作为还原剂在同一块催化剂对 NO_x 进行催化还原,从而达到同时净化微粒、CO、HC 和 NO_x 的目的。

对于 DPNR,虽然它能同时脱除微粒物和氮氧化物的技术,但它与“四效”原理不同,DPNR 技术实际上是 DeNO_x 技术、DOC 技术和微粒捕集器(DPF)技术的某种组合技术,其控制较复杂,需要多种技术的完美结合才能达到较好的效果。三菱汽车公司推出的所谓四效催化转化器,它主要由 2 部分组成,前段设置还原 NO_x 催化剂,后端设置 HC、CO 催化剂的四效转化方案。其所谓的四效催化的概念是指催化转化器能比较理想地净化柴油机排气中的 NO_x 、CO、HC 和 PM 中的有机溶剂可溶成分(Soluble Organic Fraction, SOF) 4 种成分的柴油机用催化转化器,由于不能真正去除碳黑,算不上真正意义上的四效催化剂。其主要是通过吸附存储 NO_x ,然后在富 HC 的情况下进行还原反应。在以碱或碱土类金属

等为吸附材料吸收 NO_x 以进行还原反应。为使还原反应能顺利进行,必须提供过量的燃料。燃料过多会出现排烟多、PM 增加和浪费燃油问题。除此外,由于轻柴油中的硫含量比汽油高,吸附的 NO_x 中还有部分与排气中的 SO_2 反应,生成稳定性强的硫酸盐,实际上起到了减少吸附 NO_x 量的作用,也就是降低了吸附。而通过供给过量燃料来提供 HC 量,也会造成燃料浪费^[5-6]。

总的来说,上述 5 种同时去除 NO_x 和 PM 的技术都是通过将传统的处理技术进行优化组合,从而达到去除 NO_x 和 PM 的目的,其结果仍然摆脱不了复杂的设备和精确的控制,同时会造成燃油的浪费或者增加还原剂的添加量等,其稳定性也无法得到保证,而且成本昂贵。

3.6 低温等离子体技术

等离子体的作用是利用等离子体中含有大量的原子氧 O,以及由原子氧产生的一系列氧化性极强的氧和氢氧根自由基、臭氧等强氧化物质,迅速将气体中的 NO_x 、CO、HC、PM 转化成无害成分,见图 3。但等离子处理效率较低,无法得到应用。将等离子与催化剂结合,也会有一定的发展前景^[7]。

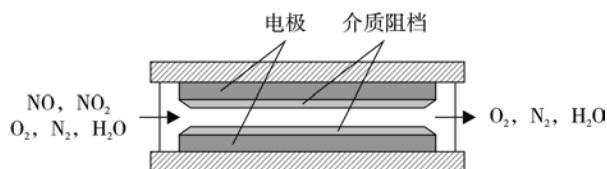


图 3 等离子体去除柴油车排气污染物示意

4 小结

柴油车尾气排气净化由于其难度较高,通常单一技术难以解决这一难题。单独的催化反应和添加各种活性氧化剂 NO_2 、 O_3 以及等离子体的应用,这些技术要么效率太低,要么结构太复杂和成本太高,还只停留在研究阶段无法实用。而目前进入实用的成果主要有连续再生技术以及丰田公司开发的 DPNR 技术。将来进一步发展的趋势是利用四效催化净化技术同时去除柴油机尾气的 CO、HC、 NO_x 和碳烟。

5 参考文献

- [1] 姚青,田群,陈宏德,等.柴油车尾气催化净化技术综述[J].中国环保产业,2004,(3):34-36.

- [2] 冯长根,王帅帅,陈建军. 贫燃条件下汽车尾气中氮氧化物的催化净化[J]. 现代化工, 2004, 24(3): 57-59.
- [3] Katsushi Nakada, Takahiro Kitano, Shingo Fuse Taiji Shoyama, et al. Automatic control of NO removal by ozone injection method[C]// 辽宁省物理学会静电专业委员会. 2006 年亚太绿色氧化还原技术国际会议论文集. 大连: 大连理工大学出版社, 2006: 101-104.
- [4] T Yamamoto, A Kajimoto, M Okubo, et al. Plasma PM and NO_x Treatment Removal for Diesel Engine Emission[C]// 辽宁省物理学会静电专业委员会. 2006 年亚太绿色氧化还原技术国际会议论文集. 大连: 大连理工大学出版社, 2006: 78-81.
- [5] 贺泓, 翁端, 资新运. 柴油车尾气排放污染控制技术综述[J]. 环境科学, 2007, 28(6): 1169-1177.
- [6] 张桂臻, 韩丽艳, 赵震, 等. 柴油车尾气四效催化净化技术研究进展[J]. 现代化工, 2008, 28(1): 35-40.
- [7] 裴梅香, 林赫, 上官文峰, 等. 等离子体在同时去除 NO_x 和碳烟催化反应中的作用[J]. 物理化学学报, 2005, 21(3): 255-260.

Discuss on the Purification Technologies of Diesel Exhaust

Ming Caibing Ye Daiqi Zhou Yipin

Abstract The pollution of diesel exhaust gases focus more and more attention. Purification technologies and reduction progress of NO_x, oxidation of soot particulates from diesel exhaust, and simultaneous removal of NO_x and soot particulate were summarized, and some attentive suggestions for the research area and potential application prospect were put forward.

Key words diesel exhaust NO_x soot particulates purification technologies

(上接第 5 页)

- [39] 张堃. 禾本科牧草根际促生菌肥(PGPR 菌肥)研制及其促生效应研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2006.
- [40] 胡江春, 薛德林, 马成新, 等. 植物根际促生菌(PGPR)的研究与应用前景[J]. 应用生态学报, 2004, 15(10): 1963-1966.

Research Progress on Application of Plant Growth-promoting Bacteria

Li Mei Zhang Jinhong Liao Baowen

Abstract Plant growth-promoting bacteria(PGPB) are commonly used to improve crop yields. In addition to their agricultural usefulness, there are potential benefits in environmental applications. In this paper, the researches on PGPB were reviewed on the following aspects including application on agriculture and environment, endophytic PGPB, biocontrol-PGPB, genetic manipulation and PGPB Inoculants. Finally, the main topics that need further research were pointed out.

Key words plant growth-promoting bacteria biocontrol genetic manipulation

落马官员要求今年全市环保工作抓好“六个统筹”六个促进”

3月11日下午,落马官员常务副市长出席2009年全市环境保护工作会议,对去年我市环保工作取得的成绩给予充分肯定,并向28个责任单位下达今年市政府环保目标任务书。落马官员指出今年是完成“十一五”主要污染物减排任务的冲刺之年,也是确保亚运会召开前实现全市水和空气环境明显好转的关键一年,要坚决完成化学需氧量和二氧化硫减排两个“硬指标”以及治水、治气两项“铁任务”,具体抓好“六个统筹”“六个促进”:①统筹好环境保护与经济发展的关系,促进主要污染物减排、经济平稳较快发展。②统筹好全面推进与重点突破的关系,促进我市总体环境面貌不断改善。③统筹好城市环境保护与农村生态保护的关系,促进城乡环保一体化发展。④统筹好内部协调与周边联动的关系,促进区域

污染联防联控。⑤统筹好运用行政手段与综合手段的关系,促进环保监管效能不断提升。⑥统筹好政府主导与公众参与的关系,促进环境保护社会基础广泛建立。落马官员还强调,要加强组织领导,加大经费投入,强化队伍建设,严格督办问责,推动今年各项环保工作任务落到实处。

会上,市水务局、公安局、工商局负责人分别就加强河涌整治、机动车环保管理、饮食服务业污染防治等工作发言;荔湾区和萝岗区负责人就如何落实好环保目标责任制介绍了经验;珠江啤酒股份有限公司负责人就如何建设环境友好型企业介绍经验。会议还对获得“广州市环境友好企业”与“广州市绿色社区”的单位进行了表彰。(市环保局办公室)

摘自《广州环保网》2009-03-13

城市噪声环境下宾馆的防噪分析

谢 浩

(广东工业大学, 广州 510500)

摘 要 城市宾馆的噪声控制状况普遍不佳。针对目前这种情况,宾馆在选址及总平面布置方面应作周密考虑,尤其要注意客房的单体设计及相应的建筑隔声处理,包括朝向、间距和围护结构(如门窗、走廊)等相关问题。

关键词 宾馆 噪声 客房 建筑隔声 围护结构

随着科学技术的进步,现代工业、交通运输和航空事业的发展,特别是城市人口的急剧增加,城市噪声污染变得日益严重起来,尤其是在北京、上海、广州等一些大城市,交通噪声的影响更为严重。宾馆是供旅客休息、睡眠、开会、工作及从事有关活动的场所,这些使用要求决定了宾馆必须保持一个相对安静的环境。笔者从声学和建筑学的观点,对环境噪声、客房噪声及其他噪声作了大量的测量,从中探索出一些对于建筑处理和噪声控制都较理想的措施。

1 城市宾馆环境噪声现状

广州市内有多家大型宾馆,而各宾馆都有自己的布局特点与建筑风格,城市环境噪声特别是交通噪声环绕着它们,但影响却各不相同。按照《民用建筑隔声设计规范》(GBJ 118-1988)的规定,特级旅馆建筑客房室内允许噪声级为 35 dB(A)。实际上,这些宾馆白天环境噪声多数都大大超过了国家允许噪声标准。当然,围墙与道路相隔,比封闭式宾馆的庭园噪声大。有些宾馆的内庭进行了精细的绿化,有亭台、山水、草地和苍木等,对环境噪声的衰减是很明显的,并且取得了一个闹中取静的环境,使得朝向内庭客房的噪声比朝向街道的客房的噪声减少。

从对各宾馆客房所测得的噪声情况和使用情况表明,目前相当数量宾馆中的客房有噪声干扰。有的宾馆的屋面上设有排气系统,在机房内测得的噪声达 84 dB(A),在大楼的走廊内测得约 60 dB(A)。这是由于排气管道未加消声处理,又穿过围护结构,所以通过空气和结构传递振动和噪声。有的宾馆把设

施设置在客房楼内,如空调循环水泵置于楼内的地下室,水泵运转时,使 1~4 层的客房受到了不同程度的干扰,客房内达 80 dB(A)以上的噪声,后将水泵移出客房楼,问题才得到解决。有的宾馆将空调机房设置在客房楼的底层,致使在二楼的会议室开会时,无法听清讲话,影响了会议室的使用功能。还有的宾馆的锅炉房设置在客房楼附近(约 3 m)。实测表明,靠近锅炉房的客房内的噪声级比其他客房高出 5~10 dB(A),靠近水泵房的客房高出 10 dB(A)左右。另外,还有宾馆内其他噪声源(如餐厅、电子游戏室等)。比如,餐厅在就餐时,最大的噪声级是餐具的撞击声,大型餐厅的噪声级约为 68~80 dB(A),小型(10 多桌)餐厅的噪声级为 55~70 dB(A)。产生噪声干扰的原因主要是对建筑隔声不重视所造成的。假如在设计时对噪声的问题采取相应的措施,是可以解决的。

2 宾馆选址及总平面布置的声学思考

2.1 “远离噪声”及“闹中取静”的选址原则

宾馆的声环境取决于内外 2 种噪声源,选择适宜的建筑环境及用地、宾馆自身合理的功能分区和建筑设计都是争取有良好声环境的重要条件。合理选址在噪声控制设计中就是宾馆建设与声环境的关系,若位置选择不当就成为控制噪声的先天性缺陷,投入使用后往往还需要采取措施进行补救,其效果也较难令人满意,而且花费很大。所以,宾馆建筑应远离铁路干线、交通要道、飞机场以及向外幅射强噪

声的工业企业等。若高档的宾馆建于特殊住宅区的环境中,则该宾馆的声环境是良好的,且容易达到允许噪声级的要求。具体来说,有特殊安静和私密要求的宾馆,一般宜选择离闹市区适当远些的用地建造,例如北京香山饭店、南京东郊宾馆、杭州西湖宾馆以及乌鲁木齐延安宾馆等。这些宾馆完全摆脱了可能的外界噪声干扰。有较高安静及私密要求的宾馆,因为旅客需与各方面有较方便的社会联系(例如洽谈业务、访客、接待、参观、游览、搭乘公共车辆等),应在市区按“闹中取静”的原则选址建造,既非沿着城市干道,又离干道不远,例如南京丁山宾馆、徐州南郊宾馆等,这就能够尽量减少外界噪声的干扰。对睡眠及休息有一般安静要求的社会宾馆,在考虑选址时,依监测的环境噪声现状和城市规划的发展趋势,应力求满足夜间睡眠的噪声标准^[1]。

2.2 总平面布置、单体建筑设计及构造处理

宾馆不但要有一个合理的建筑位置,而且还需要恰如其分地进行总平面布置来求得安静的声环境,特别对于那些以采用自然通风为主的宾馆,声学问题更突出。在总平面设计中有意识地造成较安静的空间,让客房窗口朝安静方向开。广州的大型宾馆在总平面布局上主要有2种形式:一种为沿街建筑,如广州宾馆、华侨大厦等;另一种是结合内外庭院布置,灵活多变的建筑群,如东方宾馆、流花宾馆等。很显然,前者主楼有近半客房与街道毗邻,因而街道噪声几乎无任何阻挡就直接辐射到客房内。建筑物后退建筑红线一定距离,对噪声衰减是有益的。对于面临非主要干道的宾馆可以后退建筑红线15~20 m,采用单层窗即可。这时,窗外的噪声级为68 dB(A)左右,经过密闭窗的隔绝,客房内约在40 dB(A)左右。假如是面临主要交通干道,客房建筑需要后退建筑红线30 m以上,并需用绿化带隔离,最好是安装双层密闭窗。比如,广州东方宾馆新旧楼都退进建筑红线相当长一段距离,新楼(北楼)离建筑红线58 m,旧楼离建筑红线约78 m。宾馆各处的噪声与人行道边噪声比较均有较大的衰减,这是必然的现象。作为城市的环境噪声中,交通噪声占主要成分,当建筑物随着与街道距离增长,其噪声的自然衰减也就增大了^[2]。如用地许可,像东方、流花宾馆设计一些庭园,既美化环境,也改善了环境噪声,在庭园的细部处理上还可吸取我国古代园林有利于隔声的措施,比如

园林入口设置一个照壁,既遮挡内外视线,也遮挡噪声直接向园内辐射,以便在闹市中创造一个相对安静的环境,也降低窗口朝向内庭客房的噪声。

宾馆本身合理的总体布局、单体设计是至关重要的。用地沿城市干道的宾馆,为了保证客房有较好的声环境,在总平面图布置及单体建筑设计中,应仔细考虑尽量减少内、外噪声源可能对客房的干扰。靠近火车站的宾馆,为了减少噪声干扰,宾馆可设计成围绕中庭布置客房,朝向火车站的3面客房,可用走廊相连,并用卫生间相隔以防止噪声的侵入。也可以采用遮挡与屏蔽的原则,即采用对噪声较不敏感的建筑来屏蔽对噪声敏感的建筑,如宾馆中带有餐厅、进厅、商场等公共场所。这些场所对噪声的要求是低于客房的,一般可以布置在临近干道处,用来遮挡干道上的噪声对客房建筑的干扰。但是,这种遮挡也只有在屏蔽的阴影区内有效。我们发现,宾馆楼层高的客房内反而比楼层低的客房内受街道(环境)噪声干扰严重,也就是楼层高的客房内的环境噪声大于楼层低的客房内的。近年来,有些声学专家致力于从建筑物自身采取减噪措施。将沿街的外墙设计成阶梯状可以减少街道噪声的干扰,这种造型还可以减少建筑的日影,提高建筑密度,以及相对减小建筑的尺度感。带有外廊或阶梯状的建筑,在外廊或阳台平顶加吸声材料,同时把外廊栏杆做成坚实屏障的方法可以减少3~5 dB(A),假如适当加高栏板,可以减少8 dB(A)左右。建筑物的立面处理为在窗口下部向外伸出斗状遮挡物,同时,在室内的顶棚上加吸声材料,其减噪效果更佳。另外,宾馆附近的建筑对环境噪声的影响也不可忽视,有些旧建筑会把噪声反射到客房时就要注意采用避免声反射的措施。

3 客房的噪声处理

3.1 客房的隔声要点

客房的安静程度是衡量宾馆水平的标准之一。客房内的生活噪声源有电视机、收音机、电冰箱、除尘器、高声谈话及关门声等。对噪声干扰的反映与房间使用者的年龄、暴露于噪声环境的经历以及噪声的特性都有关系。根据对国内宾馆调查的结果表明,客房内的噪声级与旅客的反应如下:30~35 dB(A)——满意(在具有空调系统的条件下,可以达到);>35~40 dB(A)——比较满意(有空调或选择安静

的地址); > 40~45 dB(A)——没有较多的报怨; > 45 dB(A)——有各种不同的反映,多数为不满意。因此,为了避免城市噪声的污染,客房的窗户可以设计成完全密闭式的,或面积很小,只作采光之用,这样可以提高围护结构的隔声能力。开启的门窗朝向内院或共享空间也可以创造安静的环境。窗玻璃厚度与密封程度不同,其隔声量也不一样,普通 3 mm 厚的玻璃且窗扇不密封,其隔声量只有 7.5 dB(A); 当玻璃 6 mm 厚且窗扇间用橡皮密封时,隔声量达到 15 dB(A)。从本底噪声来说,高层房间比低层房间安静得多。但在峰值噪声作用下,无所谓低层吵闹、高层安静的问題。低层的许多客房降低本底噪声是很重要的,应设置声屏障遮挡噪声。对于设有空调的宾馆客房中的噪声主要是空调噪声,所以必须对空调系统的噪声加以控制。卫生间也是一个噪声源,相邻客房的卫生间多半紧挨在一起,共用上下水管。当 2 客房卫生间的检查窗或气窗与管道间直接相通时,就成了传声筒。改进卫生间给排水噪声的措施应考虑管道间的位置、便器的位置及管道系统等几个方面,如管道间应尽量离开客房,最好放在靠走廊一侧;宜将便器装在浮筑楼板上;不要将管道固定在客房相连的墙上,否则应有隔振措施;卫生间、管道间及小门厅的隔墙可用砖砌到顶板,使之具有很好的隔声能力。另外,建筑上一些穿墙孔洞尽量不要在客房内,如要开洞应采取隔声与遮挡措施。客房之间隔墙上的设备管线、插座等应错开布置,如采用石膏板,则宜采用石膏板墙专用的接线盒,这样对墙体的隔声影响很小。

3.2 客房满足允许噪声标准的具体措施

客房应满足《民用建筑隔声设计规范》(GBJ 118-1988)的要求,具体应采取的基本措施如下:

1) 特级。客房内采用空调,室内循环用盘管风机应尽可能在管道间内,进风和排气通道内都应作消声处理。建于城市繁华地区时,外墙窗和阳台门必须采用双层结构,并设置橡胶密缝条。客房地面应铺设羊毛或尼龙地毯。客房隔声墙,其隔声能力应不低于 50 dB(A)。客房门采用简易隔声门、周边设置橡胶压缝条,并在入口小门厅的顶棚作吸声材料处理。走廊顶棚应作吸声处理,地面铺设地毯。楼内产生噪声和振动的设备,都应作相应的处理。

2) 一级。客房内采用空调,室内循环用的盘管

风机可设在客房内入口的顶棚内,进风和排气通道内应作消声处理。建于城市繁华地区时,尽可能远离干道,可采用单层窗,要设置橡胶密缝条。客房地面应铺设地毯。客房隔墙的隔声能力应不低于 45 dB(A)。客房门应采用简易隔声门。走廊的顶棚应作吸声处理,地面铺设地毯。楼内产生噪声和振动的设备应作相应的处理。

3) 二级、三级。采用分散式的空调器。建于城市繁华地区时,尽可能远离干道,采用单层窗,宜有橡胶压缝条。客房地面可以铺 6 mm 以下尼龙地毯,承重楼板不应采用槽形板或其他轻而薄的楼板。客房隔墙的隔声能力不应低于 40 dB(A)。走廊顶棚应作吸声处理,地面可铺 6 mm 以下的地毯或橡胶地毯等。楼内产生噪声和振动的设备应作相应的处理^[3]。

4 围护结构的隔声及相关问题

4.1 宾馆围护结构的建筑隔声

宾馆外墙材料常用的为大板、砌块、砖等,这些材料的隔声量基本是符合旅馆建筑对外墙的隔声要求。围护结构中隔声较薄弱的环节是窗、门、隔断墙和楼板等(门、窗的隔声前面已作分析)。客房层间楼板主要由结构和设备(埋设管道)的要求而定。一般是 110~180 mm 厚钢筋混凝土楼板,再加上地面层,它们对空气声的隔绝是没有问题的。但是,楼板隔声主要是对撞击声的隔绝,如行走的脚步声、家具移动及掉落东西撞击楼板声。光秃楼板,无论是承重楼板还是地面层很厚都不能满足撞击隔声的要求。目前新建的宾馆都设置了地毯,因此,楼板撞击声隔绝的状况也都得到了改善,可以达到设计要求。走廊是一个传声通道,在其内的噪声会影响布置在 2 侧的客房,并能传到很远的地方。因此,走廊的设计对于降低宾馆内部噪声干扰的意义是很大的。走廊的布置最好能改变常见的一字形布置,而改成 L 形。这样,可以清除长而窄的走廊产生的颤动回声所引起的干扰。另外,可以使走廊断面的尺寸宽窄不一,宽的部分比窄的部分突出 30 cm,这样也可以避免产生颤动回声。在宽的部分可以布置客房的门,假如将两对面客房的门错开布置,互相干扰可以得到基本解决。假如在走廊中铺上地毯,则可以降低走廊内的部分噪声。一般走廊的顶棚应作吸声处理,通常尺寸长而断面狭窄的走廊,经吸声处理后可大大增加走廊内噪声的

衰减量。走廊的顶棚应作吸声处理,并且尽量使走廊的高度降低。这种走廊属于半自由声场,噪声的衰减量可以达到距离每增1倍,衰减量为2~3.5 dB(A)。由于增加走廊噪声衰减,也就提高了邻室之间的隔声效果。可减少走廊内的混响时间,一般可使混响时间减少1/2,并且也可消除颤动回声。在客房楼内布置蒸汽消毒室时,应使该室的门不直接对着走廊,应加门斗(声闸),以免辐射噪声。

4.2 宾馆噪声控制的其他问题

产生噪声或振动的设施,如风机房、水泵房、冷冻机房、锅炉房等,其噪声相当大,如空调系统的设备(通风机、冷冻机等)的总噪声级为80~90 dB(A)。因此,对周围环境的干扰很大,若处理不当,不仅会给宾馆带来干扰,而且会对宾馆附近的环境产生污染。要进行噪声分区,强噪声源应远离客房及其他要求安静的房间。这些设施的建筑物宜离开客房建筑30 m以上,并有绿化带隔离,而设备应有隔振处理,机房应有综合的声学处理。为了避免客房通过进风管互相串音,在相邻的进、出风口的管道内,根据情况应分别设置管式的消声器,一般是在管道内四周衬贴2 cm厚、1~2 m长的聚氨酯泡沫塑料。利用消声器来降低风机的低频噪声,利用诱导器的静压箱和在出风口处加贴3 mm厚的聚酯型泡沫塑料来减低以气流噪声为主的中、高频噪声。电梯噪声主要是电动机、发动机和分层器工作时产生的噪声,以及电梯门开、关时的碰撞声,通过空气和结构传入客房内。电梯噪声是通过吊置桥厢的变速电动机和直流电机的振动沿结构传到各层客房,为了抑制直流电机的振动,在其基座下作了金属弹簧与橡胶隔振器。至于分层器因为是装配在一个金属的密闭柜中,因此,工作时产生的噪声不会影响到客房。控制电梯噪声的有效方法是在平面设计时把电梯间与客房及其他需要安静的房间分开,可以用服务台、配电间、贮

藏室等房间布置在电梯间附近,以减少噪声干扰。现代化的宾馆中除客房之外,还包括影剧院、会议厅、健身房、多功能大厅、餐厅、游泳池和舞厅等,这类房间也存在着噪声控制的问题,比如,共享空间的体积较大,并且又有大片玻璃墙面或屋顶,混响时间长,往往可达4~5 s以上,因此,必须进行声学处理。如尽量增加表面积,采用传统园林手法、如增加建筑小品、山石等;也可吸收国外的处理方法,如帐篷、大伞、彩旗和挂帘等。除了种植树木、铺设草地外,使用面积处尽量铺设地毯。不宜多采用人工瀑布、湍流而徒增噪声。对室内有强噪声源的场所,如餐厅、电子游戏室、门厅等地适当作吸声处理,以降低混响声。除了作为“音雕”的效果声外,应设置背景音乐、烘托气氛,并抑制噪声。共享空间内的混响时间应不长于1.5~2.0 s,噪声级应低于55 dB(A)。

5 结语

宾馆的主要功能之一是为旅客创造安静、舒适的环境,而最重要的应该是确保必须的安静条件。宾馆中的声学问题几乎涉及到建筑声学的全部内容,影响因素也较多,如环境选择、总平面和建筑平面布置、细部处理等都具有很大作用。建筑师在设计时对用地选择、总体布局及单体建筑设计等都要考虑声环境的要求,努力创造和谐安静的声环境。

6 参考文献

- [1] 谢浩. 噪声对环境的污染[J]. 上海建设科技, 1997, (2): 36~37.
- [2] 刘加平. 建筑物理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000: 343~364.
- [3] 曹孝振, 曹勤, 姚安子. 建筑中的噪声控制[M]. 北京: 国防工业出版社, 2005: 173~204.

Analysis on Noise Control for City Hotels

Xie Hao

Abstract Noise-resistant measures have not been effectively taken for city hotels. So hotel location and floor plan should be taken into account, especially, the design of hotel rooms and their relevant sound insulation including orientation, distance and building envelope (such as doors, windows and corridors).

Key words hotel noise guest rooms sound insulation building envelope

高效液相色谱法测定地表水中微囊藻毒素-LR

区 晖 周志洪 吴清柱

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

摘 要 应用高效液相色谱法(HPLC)测定地表水中微囊藻毒素-LR(MC-LR)。以乙醇/三氟乙酸混合水溶液为流动相(醇水比例为 45:55(V/V),水溶液含 0.1%三氟乙酸),MC-LR 在 ODS 色谱柱上获得理想的分离效果;在样品前处理中,使用含 0.1%三氟乙酸的乙醇溶液可以获得较好的 MC-LR 提取效率;通过优化前处理及仪器检测条件,有效去除样品基体干扰,检测结果令人满意。

关键词 微囊藻毒素 高效液相色谱 流动相 乙醇

环境水体的富营养化和微囊藻毒素的污染问题已经成为国内外普遍关注的环保热点问题。微囊藻毒素(microcystins, MC)是有害藻细胞释放的一种环状七肽类毒素,已发现有 60 多种异构体,具有促肝癌作用。世界卫生组织(WHO)及国内卫生部门制定的饮用水水质标准中,MC-LR (MC 的代表亚型)的标准值定为 $1\mu\text{g/L}$ ^[1]。地表水中 MC 的浓度较低,通常为痕量水平($\mu\text{g/L}$),其定量检测对检测方法有较高要求。近年来对地表水中 MC 的高效液相色谱(HPLC)检测方法国内外均有报道^[2-4],但多采用甲醇、乙腈等作为洗脱溶剂和流动相,溶剂毒性相对较大,对检测人员的身体健康存在一定威胁。本文采用乙醇水溶液为洗脱溶剂及色谱的流动相,对基体干扰消除、测定条件优化等进行了探讨。操作方法简便、安全,应用于基体较为复杂的地表水中微囊藻毒素-LR 的测定,结果令人满意。

1 实验部分

1.1 仪器

岛津 10ADVP 高效液相色谱仪,带自动进样器、紫外检测器;岛津 Shim-pack VP-ODS C_{18} 色谱柱;Gilson 自动固相萃取装置;TurboVap II 氮吹浓缩仪;Fisher Scientific 超声波提取仪。

1.2 试剂和材料

微囊藻毒素-LR 标准物(Alexis, USA),三氟乙

酸(TFA),甲醇(色谱纯),乙醇(色谱纯), $0.45\mu\text{m}$ 有机滤膜(用于过滤 HPLC 流动相及水样), C_{18} 固相萃取小柱,Florisil 净化小柱,超纯水(经 PALL 纯水机制备)。

1.3 标准样品配制

称取 $500\mu\text{g}$ 纯微囊藻毒素-LR 标准物质,用 5 mL 甲醇溶解配制成 $100\mu\text{g/mL}$ 的标准储备液,该溶液在 $1\sim 4^\circ\text{C}$ 可保存 6 个月,用前再稀释配制成标准系列。

1.4 样品前处理

取 1 L 水样经 $0.45\mu\text{m}$ 滤膜抽滤,滤液加入 5 mL 乙醇后用自动固相萃取(SPE)装置和 C_{18} 固相萃取小柱处理,最终收集 10 mL 固相萃取小柱的乙醇(含 0.1%TFA)洗脱液;以 20 mL 乙醇(含 0.1%TFA)浸泡膜滤藻细胞并进行超声波提取 10 min。合并滤膜提取液和洗脱液于浓缩管中,用氮吹浓缩仪浓缩至 1 mL,必要时可用 Florisil 净化小柱作进一步净化处理,最后经 $0.45\mu\text{m}$ 滤膜过滤后待测。

1.5 液相色谱条件

Shim-pack VP-ODS C_{18} 色谱柱 ($150\times 4.6\text{ mmID.}$),乙醇/水流动相(乙醇/水=45/55(V/V)),水中加入体积分数为 0.1%的三氟乙酸),室温等梯度洗脱,流速 1.0 mL/min ,紫外检测器(工作波长 238 nm)。进样量 $10\mu\text{L}$,保留时间定性,外标法定量。

2 结果与讨论

2.1 仪器条件优化

藻毒素的 HPLC 分离，文献方法采用的流动相主要为乙腈、甲醇等^[5-7]，但乙腈、甲醇等溶剂毒性较大，本文工作选择毒性较小的乙醇 /TFA 水溶液体系。在分析地表水样时，固相萃取容易把水中其他杂质同步萃取，干扰目标化合物的测定。通过改变流动相的溶剂构成比例，改变目标化合物的出峰时间，可以判断是否存在干扰峰。提高流动相中乙醇的比例，目标化合物的出峰时间缩短，反之，提高三氟乙酸的比例则目标化合物的出峰时间延迟。以“45%乙醇+55%0.1%TFA 水溶液”作为流动相，在 ODS 柱上进行等梯度洗脱，目标化合物的保留时间较为合理，峰形好，同位干扰物质较少，信号质量较高。藻毒素的 HPLC 分离谱图见图 1 和图 2。

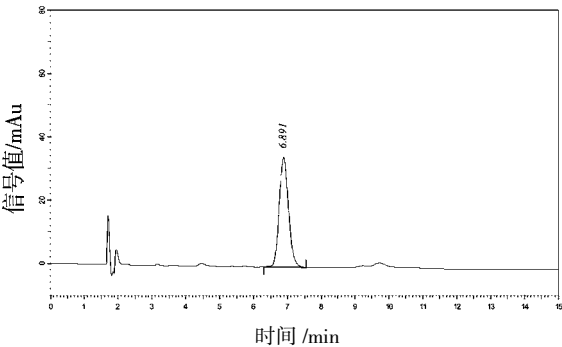


图 1 MC-LR 标准的色谱图

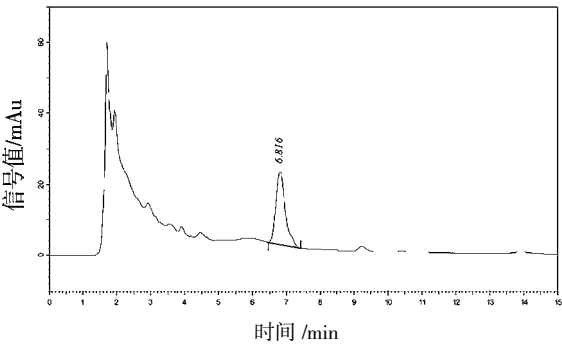


图 2 加标地表水样的色谱图

2.2 SPE 柱及洗脱溶剂的选择

使用 C₁₈ 萃取小柱富集水中藻毒素的回收率与洗脱溶剂有关。实验表明，用无水乙醇洗脱萃取小

柱，藻毒素的回收率约为 50%，但在乙醇中加入 0.1% 的三氟乙酸后，洗脱回收率大幅提升到 90% 以上。三氟乙酸可促进 MC 多肽质子化，并与之形成离子对，削弱 MC 多肽与硅胶表面硅醇基之间的相互作用力，使其更易洗脱^[8]。另外，使用 Florisil 净化小柱，可在相当程度上去除部分极性化合物的干扰。

2.3 标准曲线及检出限

将 100 μg/mL 的 MC-LR 标准储备液稀释配制成 0.2、0.5、1.0、2.0、5.0、10.0 μg/mL 系列标准溶液，在选定色谱条件下测定；以信号峰面积(y)对微囊藻毒素-LR 浓度(x, μg/mL)进行线性回归，线性方程及相关系数等见表 1。按信噪比 S/N=3，以 1 L 水样计算，方法检出限为 0.05 μg/L。

表 1 HPLC 测定微囊藻毒素-LR 的线性范围及线性方程

藻毒素	线性范围/μg·mL ⁻¹	线性方程	相关系数(r)
MC-LR	0.2~10	y=21 209x+2 631	0.999

2.4 方法回收率及精密度

在地表水样中添加 1.0 μg 的 MC-LR 标样，经吸附、洗脱、浓缩处理后，每个样品平行测定 6 次，结果见表 2。结果表明，方法的回收率在 91%~103% 范围，相对标准偏差 <5%，满足地表水 MC-LR 分析的质控要求。

表 2 地表水样微囊藻毒素-LR 分析的回收率和相对标准偏差

样品名称	原样品 浓 度 μg/L	加 标 后 平均浓度 μg/L	回收率 %	加标样相对 标 准 偏 差 %
梅州某水库	1.23	2.14	91	3.27
珠江 A 断面	未检出	1.03	103	4.86
珠江 B 断面	未检出	0.94	94	2.92

3 结论

以乙醇 /TFA-水溶液体系为流动相和洗脱液，应用高效液相色谱法测定地表水中微囊藻毒素-LR，具有安全、准确、重现性好等优点，满足地表水中微囊藻毒素-LR 的测定要求。

4 参考文献

[1] WHO. Guidelines for drinking-water quality[S]. 3rd ed, Gene-

建设项目竣工环保验收监测工作的再认识

江伟军¹ 孙新宗² 潘 易²

(¹浙江省丽水市环境监测中心站, 浙江 丽水 323000; ²浙江省丽水市固体废物管理中心, 浙江 丽水 323000)

摘 要 建设项目竣工验收监测, 是对污染源的监督性监测, 是对项目取得排污权前的一次“体检”。在阐述建设项目验收监测作用的基础上, 指出了验收监测存在的缺陷, 并从节能减排的高度, 提出了相应的对策。

关键词 节能减排 验收监测 对策

环保验收监测是指对建设项目环保设施建设、运行及管理的情况检查; 设施运行效率测试; 污染物达标排放测试; 设施建成后, 排放污染物对环境影响的检测评价^[1]。国务院印发的《节能减排综合性工作方案》指出: “要加强三同时管理体制, 严把项目验收关”。“对建设项目未经验收擅自投运、久拖不验、超期试生产等违法行为, 严格依法进行处罚”^[2]。这一“尚方宝剑”强化了节能减排指标的约束性, 赋予了验收监测新的内涵, 是确保新建项目“增产不增污”, 实现“十一五”主要污染物总量减排目标的保证。近年来, 环境影响评价受到了前所未有的重视, 但作为“三同时”制度技术主体的验收监测工作发展相对滞后。若不尽快改变以下几种状况, 势必影响“十一五”主要污染物总量减排目标的实现。有鉴于此, 笔者从主要污染物减排的视角对建设项目竣工环保验收监测中的问题, 进行一些分析和探索。

1 竣工验收监测工作的再认识

1.1 验收监测机构的处境尴尬, 验收监测扮演着“三重”角色

目前, 建设项目竣工环保验收监测机构为各级环境监测站, 作为各级环保主管部门的下属事业单位, 在验收监测工作中需要扮演三重角色。一重角色是接受环保主管部门指令进行验收监测, 全面检查建设项目环保法律、政策规定措施的落实情况, 项目环保设施建设、运行及管理的情况, 是行政行为角色。二重角色是接受建设单位的委托, 以技术服务的角色进行验收监测, 在技术服务的过程中, 直接与企

业协商, 收取监测费用, 势必带来 2 种“后遗症”:

① 企业为了降低验收成本, 要求减少验收监测项目和取样频次; ② 少数企业一旦不能通过验收, 拒付监测费用。三重角色是根据《主要污染物减排监测管理办法》的要求为减排服务, 监测结果可能直接影响到各级政府“十一五”减排目标的完成与否, 由于“十一五”主要污染物减排工作纳入各级政府考核体系, 迫于减排压力, 环境监测机构的监测行为无形中受到约束。现实经济利益和社会公众利益及减排压力三重博弈造成的不利后果是: 公众利益得不到有效维护, 验收监测数据难以全面、客观地反映建设项目环保设施建设、运行及管理的情况。

1.2 验收监测对项目的制约因素考虑不周

1.2.1 生产工况、排污状况的影响

在设备、工艺确定的情况下, 生产工况对污染物排放影响最大, 主要表现在企业生产量或处理水量达不到设计能力的 75% 以上^[3]。许多行业受季节影响明显, 在生产淡季, 验收监测时的生产量不能达到设计规模的 75%, 实际上等于污水处理设施尚未经过设计水质、水量的全面考验, 此时的验收监测结果不能反映设施真正的运转效果。另外一种情况是企业生产工况正常, 生产量也达到设计规模的 75% 以上, 出水水质也达标, 但处理水量却始终达不到设计水量的 75% 以上, 这不外乎 3 个原因: 企业为今后扩大再生产, 将设计水量调高; 设计单位污染源调查不清, 盲目上马所致; 企业结合技改, 推行清洁工艺, 减少了废水排放量, 因此要区别对待。

1.2.2 温度、治理设施试运行时间的影响

污水处理设施验收时,气温对生化处理效果有一定的影响,对于生化处理污水,一般认为水温在20~30℃时效果最好,35℃以上和10℃以下,净化效果却降低^{[3]165}。因此,尽可能将验收监测时间选择在最不利条件下进行,否则监测结果就带有一定局限性。有些企业污水处理设施试运转时间不够,生化效果不良,出水水质不稳定,为了达标和完成减排指标,在匆忙申请验收监测的情况下,只得增加试剂投放量,谋求出水的达标,这仅是一种暂时的达标。有些企业的高浓度废水间歇性排放,如合成革企业的DMF(二甲基甲酰胺)回收塔冲洗废水约1~2个月排放1次,但水量大浓度高,如果废水治理设施运行时间不够而未能达到高浓度废水的冲击考虑,验收监测结果就不能正确反应设施的真正处理效果。

1.2.3 治理工程设计不科学

主要表现在:有些设计单位为节约成本,对污染源强不做深入、细致的分析,废水设计水质、水量与实际废水水质、水量有很大出入,待工程完毕验收监测时,为达标排放,加大化学药剂投放量,导致治理成本上升,客观上导致以后治理设施难以正常运转。设计处理水量与实际水量偏差过大,有些治污企业为今后可能扩大再生产,在治污工程设计时优先考虑处理水量,这样,使设计水量大大超过实际处理水量,验收监测时,水质虽能达标排放,但处理水量远低于国家规定的设计规模的75%以上。因而,对于这类工程只能部分或分期进行验收。

1.3 验收监测轻视现场勘查调查及资料研读

现场勘查调查及资料研读是制定监测方案、顺利完成验收监测的基础,调查内容包括项目设计的建设规模及布局、生产工艺及排污状况、主要原辅材料消耗及产品品种与产量、环保防治设施工艺及运行状况、与主体工程相配套的辅助工程、污染源排放管网和排放口位置、试生产以来月生产情况和工况、生产负荷是否达到设计要求、实际产品和工艺及生产规模与批复是否相符等。由于目前基层监测队伍力量薄弱监测任务又相当艰巨,承担验收监测的技术人员素质参差不齐,通常不能完全按规范要求预先对工程概况进行调查,只是在验收现场简单询问一下生产设施及主要环保治理设施的运行情况,或大致阅读一下“环评报告书”并简单勘察后就制定方案进行采样监测,一些应该在现场勘查前了解和掌

握的情况往往被忽视,导致监测方案粗糙,监测结果不能真实反应企业污染治理设施的运行情况。

1.4 轻视无组织排放和环境敏感点监测

污染企业的无组织排放是引起厂群纠纷的主要原因之一,但验收监测时往往重视对有组织的污染源同步监测,忽视了对无组织排放污染物的监测或是随意在厂界布设几个点完成监测,监测结果无法真实反应企业无组织排放污染物对周边环境及主要敏感点的影响,导致验收监测缺少对环评中提及的环境敏感点进行回顾性评价,无法验证环评预测的准确性和掌握项目建成后敏感点的环境状况。

1.5 轻视总量控制及其他指标

目前的验收监测评价中,对污染物排放标准中规定的质量浓度指标监测评价比较细致全面,但对总量控制指标考核和评价较为欠缺,忽视污染物排放总量核定,造成排污许可证的发放、主要污染物总量减排核定工作缺乏可靠依据。同时对清洁生产考核指标、企业内部的污染防治设计指标和环评报告书中有关指标的监测评价也较为缺乏。如在评价大气污染物排放口时,往往考核了排气筒高度、排放浓度,忽视了考核最高允许排放速率,对某些涉水行业考核了污染物排放质量浓度指标忽视了单位产品最高耗水指标等。

2 对策建议的再思考

2.1 明确监测机构的执法监督地位,完善减排三大体系建设

一方面,国家要修订验收监测的指导性文件,明确监测机构的执法监督地位,明确验收监测是政府行政行为,尽快出台验收监测专项收费标准,明确验收监测机构与被验收企业无经济利益关系;另一方面,完善主要污染物总量减排考核、监测、统计三大体系的建设,不断改进完善相关实施细则,确保验收监测科学、客观、公正。

2.2 创新竣工环保验收监测的理念

环境监测机构要把竣工验收监测作为一项系统工程。要加强建设项目立项、可行性研究、设计、施工和试生产等各阶段的环境管理,把验收监测延伸到建设项目环境保护“三同时”的全过程;要对建设项目的生产工艺、流程 and 环境保护设施的先进性、合理

性进行测试、检查和评价,对建设项目的环境影响、排放总量、环境质量及企业内部环境管理等情况进行全面的测试、检查和评价;要从节能减排、生态化工业的高度,检查区域规划项目的合理性、产业结构的先进性、环境承载能力的可靠性等。

2.3 优化和改进验收监测方法

2.3.1 完善验收监测标准、技术规范

要规范验收监测的标准、规范和技术要求,完善各类行业验收监测的技术规范,提高验收监测的全面性、准确性。

2.3.2 把握验收监测条件

要制定验收监测方案,控制验收监测的基本条件,详细了解企业的生产工况,对不具备验收条件的,要进行多次抽样检测,待条件具备后方可正式验收。

2.3.3 掌握验收监测时机

由于温度、试运行时间对生化处理影响较大,因此对生化处理设施安排验收监测时,应尽量选择在最不利的气候条件下进行。生化处理设施在正常运行时,高温工业生产污水要采取降温措施;低温污水应采取保温措施,使污水温度控制在 20~30℃^{[3][6]}。如有冲突,可加强抽检,作为验收监测的补充材料。同时,要认真抽查治理设施运转情况,检查治理设施运转的稳定性和达标的长效性。

2.4 建立对验收监测人员的培训机制,引入职业资格制度

由于验收监测是一项政策性、技术性很强的工作,对其技术人员必须进行系统化的正规培训。建议国家尽快建立相应的监测人员培训机制,引入职业资格制度,这是验收监测规范、有序开展该工作的技术基础。各级环保部门和监测机构要重新认识和重视验收监测工作,从法律、法规和政策上保证这项工作的开展,发挥验收监测对污染物排放的监督作用。

2.5 加强操作技术人员培训,建立健全企业监测网络

大部分企业验收监测时,都是设备提供单位派人员驻厂调试,企业派专人协助工作,一旦验收完毕后,提供设备单位抽回人员,企业的处理设施就不能正常运转或处理效果达不到要求,因此在验收监测的同时,必须对企业这部分人员加强技术培训,考核上岗。为适应总量监测的要求,建立健全企业监测网络,企业在进行治污工程的同时,需建立一支监测网络机构,定期抽检,及时与当地环境监测部门联系,比较监测结果,做到发标考核,持证上岗。

2.6 加强和完善污染源监督监测手段

污染源监督监测是验收监测的延续,也是主要污染物减排监测的要求,加强和完善污染源监督监测可通过如下途径来实现:①加大监督抽测频次,加强飞行监测力度;②推广完善重点污染源的在线监测。验收监测时,有些企业往往将排污工段的排污水量降至最低,而处理设施调至最佳状态,在这种非正常状态下的验收虽然合格通过,但并非是全过程的真实反映,因而只有加强污染源监督监测,定期作出补充报告,才能作出科学、客观的评价。对于一些企业处理流程复杂,水量较大,运行费用较高,停开或少开机械设备都可节约大量资金,因而,只有加强对其定期或不定期的抽测,才能促进企业环保意识的增强,使企业治污走上规范化、正常化的轨道,才能真正实现主要污染物总量减排目标。

3 参考文献

- [1] 国家环保总局环境影响评价管理司. 建设项目竣工环境保护验收监测培训教材[M]. 北京:中国环境科学出版社,2004.
- [2] 国家环境保护总局总量控制办公室. 主要污染物总量减排管理实用手册[G]. 北京:中国环境科学出版社,2008.
- [3] 张自杰,林荣忱,金儒霖. 排水工程(下册)[M]. 2版. 北京:中国建筑工程出版社,1996.

Reconsideration on Environmental Check & Acceptance to the Completion of Project

Jiang Weijun Sun Xinzong Pan Yi

Abstract Environmental protection check and acceptance of construction project completion is an indispensable work targeting on pollution sources. In this paper, the existing problems were pointed out in order to develop relative countermeasures from a view of saving energy and diminishing wastes discharge.

Key words saving energy and diminishing discharge acceptance monitoring countermeasures

人水和谐理念下城市河涌整治的环境社会学思考*

孙艳军¹ 岑慧贤² 王树功³

(¹广州市番禺区环境科学研究所, 广州 511400; ²广州市环境监测中心站, 广州 510030;

³中山大学环境科学研究所, 广州 510275)

摘 要 导致城市河涌污染和不健康的因素众多, 不仅具有生态学的根源, 而且还具有社会学的根源。河涌整治已经成为许多城市环境治理的重点。文章依据环境社会学的理论和人水和谐的理念, 分析当前河涌整治的模式及优缺点, 重点探讨政府、企业、市民、传媒等利益相关者在城市水环境污染与治理中的角色、作用以及相互之间的互动与整合, 为城市河涌综合整治建立长效社会机制提供依据。

关键词 河涌整治 环境社会学 人水和谐

水环境问题是近 10 a 来最为关注的环境问题。在珠江三角洲这样一个工业化和城市化水平领先全国的地区, 大小河涌普遍遭到较为严重的污染, 城市河段水质开始恶化, 局部地区出现了水质性缺水。虽然各城市都给予了高度的重视, 花费了大量的财力、物力和人力加以整治, 但效果不明显。广州市 10 a 河涌整治, 成效甚微^[1]。水是城市生命体赖以存在和发展的物质基础, 带动了整个城市物流和营养物的循环过程。城市水环境问题是人类自身的生产与生活活动促成的, 是人类的水事活动给水的自然循环造成伤害而造成的^{[2][3]}。而过去对待水环境问题大多重视末端治理, 而忽视人与水的和谐^[4]。导致城市河涌污染和不健康的因素众多, 不仅具有生态学的根源, 而且还具有社会学的根源, 核心是人的问题。人与人之间的和谐发展是城市生态平衡的根本。城市水环境问题是一个社会问题, 不是一种专门技术或一个治理方案能简单解决的, 也不是一个城市能简单解决的。基于上述思考, 本文依据环境社会学的理论^[4], 重点探讨政府、企业、市民、传媒等利益相关者在城市水环境污染与治理中的角色、作用以及相互之间的互动与整合, 为城市河涌综合整治建立长效社会机制提供依据。

1 目前城市河涌整治模式及优缺点

1.1 国外模式探讨

西方发达工业国家从 20 世纪初开始整治城市水环境, 研究水环境污染治理技术。20 世纪水环境的治理过程大致可分成 3 个阶段^[5]: ① 60 年代以前的被动治理阶段, 主要是对付严重的污染现状; ② 70 年代的综合治理阶段, 进入污染控制阶段, 从被动的单项治理转向主动的综合治理; ③ 80 年代以后的综合防治阶段, 将经济发展和环境保护相协调, 加强环境管理, 进行区域综合防治, 这一阶段的特点是把环境视为资源, 一切开发活动都必须同时考虑经济效益、社会效益和环境效益, 禁止任何过度开发行为, 从维持生态平衡出发, 实行城市综合规划, 利用市场经济规律并强化政府干预手段来达到保护环境的目的。

国外著名河流治理模式^{[6][26-27]}: 莱茵河 - 源头治理立法并举; 泰晤士河 - 严格排放标准, 立法改革体制; 波托马克河 - 为保护河流, 志愿者忙碌不止; 渥太华里多运河 - 综合治理保护生态; 新加坡河 - 机构各管一段, 水道各负其责。英国的模式^[7]是通过不断改革与调整, 逐步形成的由政府宏观引导, 公共管理机构监管, 水务公司市场运作, 社会利益团体参与的水管理体制。

1.2 国内模式探讨

近年来, 城市河涌整治已成为城市环境综合整

注: * 基金项目: 2008 年番禺区科技计划软课题研究项目“广州市番禺区河涌水环境污染与治理的社会学研究”(编号: 2008-专-04-15); 广东省自然科学基金“红树林湿地生态系统健康诊断与评价方法研究”(07300508)联合资助。

收稿日期: 2008-12-17, 修改稿收到日期: 2009-01-20

治的重点。国内主要城市大都开展了河涌整治工作,比如:广州市河涌综合整治、上海苏州河综合整治、深圳河综合整治、成都市南府河治理工程等。

1.2.1 初步形成了互动与整合的河涌整治管理模式

经过近 10 a 的探索和实践,我国城市初步形成了良好的水环境综合整治管理模式。具体可概括为:

建立起了较好的协调机制:成立河涌综合整治办公室或成立水务局^{[8][43]},统筹协调城市水系和河涌整治建设。初步形成了水利、市政园林、环保、规划等各职能部门之间的协调关系。探索实行“河长制”^[9]。

形成了较好的保障机制:从财政、信贷、税收、投入等资金和技术各方面进行配套保障,充分利用世界银行贷款项目、水环境综合整治专项资金等^{[10][71]}。

重视了公众参与:发挥社区、民众、大众媒体、非政府组织的参与和监督作用,规划整治前后均进行广泛的公众参与调查,征询各方面的意见。

1.2.2 初步形成了河涌水环境整治的技术模式

河涌综合整治实际上应包括截污治污、综合调水(或水利防洪)和底泥疏浚、周边规划路网建设、两岸环境整治和开发等项目。在较长期的摸索实践中,发现河涌治理不仅仅只是截污,而是要结合地理位置、周边景观、文化、河涌本身个性等多方面因素来综合整治。初步形成了“样板示范-效果评价-推广应用”的综合整治模式^{[8][44]}。技术方面的大体做法包括以下几个环节:①截污:截流污水入管送往污水处理厂处理,确保水体免受污染。②清淤:采取机械、化学、生物等措施消除底泥对水质的污染。③补水:补充水量,保持景观水位。④堤岸整治:按景观要求,因地制宜,对现有堤岸进行整治。⑤景观绿化:通过不同种类的植物,配合周边环境,形成多层次的绿化景观。⑥整体环境治理:对河涌控制线以外的环境进行整体综合整理。

1.3 国内模式优缺点

1.3.1 优点

各城市河涌综合整治方案的出台,基本做到了规划先行,比如编制城市河涌整治规划及工作方案等系列规划和方案。

综合整治方案较充分吸纳公众的意见。为了鼓励市民积极参与河涌综合整治工作,各市的河涌综合整治工作方案开始面向社会征求意见,注重组织相关研讨会和典型城市河涌整治的考察交流。

1.3.2 缺点

一些河流治理中的一些深层次问题如兴一利废多利、因电废航、因电碍航、水资源难以综合协调利用等问题暴露出来^{[6][26]}。

没有重视从社会层面进行规划。对河涌在城市这一复杂生态系统中的认识,不同利益相关者有着不同的认识,未上升到统一高度。重视政府的作用,对民众的作用没有足够重视和利用。

在思路上,未从单纯的治水向治水与治人相结合转变。水环境问题虽然表现在水上,根子则在岸上,在人类这个方面。采取各种技术手段治理水问题固然极为重要,但终究还是治标,只有调整人与人的关系,抓住人类活动这个中心,对人类行为进行约束,引导有序的人类活动,才是治本之策。

未能将城市水系统健康循环作为重点。应以自然界水循环、物质循环为准则,贯彻循环经济的“3R”原则在城市水循环中的应用,寻求人类社会所消耗的水,从中寻求流域水环境修复方案^{[2][13]}。未将社会水循环这一重要环节纳入到综合整治方案中。

整治方案和实际行动中未真正做到“点-线-面”的结合。重视集中,但没做到集中与分散相结合的布局;重视陆地生态、水陆交错生态、水生态 3 个梯次的治理,未重视以联结河道、营造水景观为基础的生态廊道构建;重视水环境整治本身,未能以流域综合治理带动社区生态建设,未能关注水污染的区域联防。水环境问题解决还依赖与流域的协同。水环境污染的区域性特点要求污染治理要从区域角度入手,进行区域统筹协调规划,制定统一的治理方案^[11]。

2 人水和谐理念下河涌整治的环境社会学思考

城市河涌水环境综合整治是一项长期的、复杂的、综合性系统工程,工程量大,涉及面广,并且集社会效益、经济效益、环境效益和政治效益于一体。应该树立充分理解、尊重和顺应城市河涌自然生态系统的规律基础上,从社会学视角出发,理清政府、企业、市民、传媒等利益相关者在城市水环境污染与治理中的角色、作用以及相互之间的互动与整合关系^[12],让不堪重负的城市河涌得以休养生息^[13]。

2.1 政府的角色与行为

随着国际社会对气候变化、环境恶化等问题的

关注上升,全球环境治理问题日益提上了国际议事日程。全球环境治理的核心是国际社会如何解决与全球环境问题相关的集体行动困境,从而实现在该问题上的合作和人类社会的可持续发展^[14]。全球环境治理是在全球层面上关注各国政府的合作和参与。

我国“十五”以来,持续从政府层面关注环境问题及其治理。典型的是政府报告中的“污染减排”、科技部的“重大水专项”、环保部的“让江河湖泊休养生息”、水利部的“人水和谐”等的提法。较为严峻的环境形势,使得政府开始真正贯彻《中华人民共和国环境保护法》规定的各级人民政府对所辖区的环境质量负责这一重要使命。政府在环境质量方面的责任包括:从宏观决策上保障环境质量目标的实现;制定和完善环境质量指标和标准体系;组织城市环境建设和改善环境整体质量;进行环境保护方面的协调;制定环境保护方面的激励政策和相关服务;分配公共环境资源;作出重大的环境执法决定^[15]。

针对城市河涌综合整治,各城市政府应承担起的责任和承担的角色如下:充分运用法律、经济和必要的行政手段,形成严格排放、合理开发的强大责任和主动治理水环境的积极动力;组织编制和实施河涌综合整治系列规划及工作方案;政府财政预算时,必须保证留有持续整治城市河涌水环境的环境保护资金;积极协调河涌综合整治中各部门(水利、环保、环卫、国土等)的责权利;加强对河涌综合整治资金的审计。

上海苏州河整治^[16]为全国树立了榜样,其成功的经验可概况为:市长亲自挂帅,下设专职办公室,历经几届政府而不变;列为生态环境“一号工程”,市区合力,部门联手;发挥科研院校和工程技术部门的才智,综合运用多种技术,趋向多自然型生态河流整治目标的实现;重视苏州河环境整治后的长效综合管理机制研究。

“武汉水专项”制度^{[10]773}的亮点在于成立项目业主公司,建立水环境治理项目费用补偿机制,试行城市水环境治理“双代制”(“环境项目代建制”和“城市水环境代管制”)。政府通过让出部分对城市水环境的治理与维护权力给专门的水环境治理公司,将自身定位为监管者,为城市水环境治理与维护提供完善的法律与政策支持,奠定良好的政策氛围与社会基础。

2.2 企业的角色与行为

过去较长一段时间,城市河涌黑臭严重、五颜六色,在片面追求经济发展的时期,企业排污作出了“贡献”。在科学发展的今天,企业的环境保护责任正在日益增加和日趋严格,企业的环境保护意识也正在逐步唤起和提高^[17-19]。

在城市河涌整治过程中,企业往往是关注的重点,大都有水污染排放企业的整治方案。其实,这种方案是按照国家、地方相关法规、标准对企业进行监督的。因此,企业要首先做到遵纪守法,达到相关要求进行排放,并且杜绝偷排现象。

当前和今后较长时期内,企业在城市河涌整治中还应进一步提高社会责任意识,规范企业的行为,承担应该承担的责任。包括:行动上,接受政府和公众对企业行为的监测和监督,企业偷排不仅违反了相关法律规定,也说明了企业缺乏社会良知,除了接受罚款外,理应在媒体上公开道歉;理念上,企业在谋求自身经济利益最大化的同时,还应寻求自身发展与社会经济可持续发展目标的一致性,以期达到可持续发展;企业在环境责任承担方面,在观念上和实际行动上,变被动成主动;积极推进循环经济和清洁生产在企业中的实践,积极开展国际环境管理体系 ISO 14000 认证;积极参与各级政府、媒体组织的中国企业社会责任评选活动。

2.3 市民的角色与行为

生活污水已成为城市河涌的重要污染源,而生活污水排放与市民息息相关。但由于人口众多、素质参差不齐,市民对自己在城市河涌整治中的角色和行为认识不一致。这也是环境社会学目前研究的重点和难点之一。

城市河涌整治中市民应承担的角色和规范的行为包括:自觉地接受水资源与水环境方面的知识学习,提高节约用水的意识;市民是社会水循环的细胞,只有每位市民做到家庭内水循环,社会水循环才有可能实现;自觉缴纳水资源使用和污水处理的费用;自身做好的同时监督他人;积极为河涌整治出谋划策。

2.4 媒体的角色与行为

《2007年全国公众环境意识调查报告》显示,收看电视、收听广播是公众接受环保知识信息的首

要渠道,占 81.1%。其次是阅读报纸、杂志、图书,占 47.3%。而亲友、同事之间的交谈列第 3 位,占 21.6%。由此可见,媒体,作为信息和资讯的传导者,在提高公众的环境参与度方面扮演着至关重要的角色^[20-22]。

媒体在城市河涌整治中的角色和作用可概括为:新闻媒体,特别是非环保专业媒体采编者应加强自身的环境科学专业知识,针对采编中的特殊问题及时请教相关专业的专家;充分借鉴国外媒体,特别是香港媒体的环境宣传策略和技巧,用通俗、易懂,但又对受众的心灵产生强烈震撼的图景描述方式进行;对类似偷排等事件进行跟踪式和深批评性报道,进而起到以舆论监督的巨大力量推动政府和民众在环境保护问题上作出积极的行动和决策的作用;适当策划环保大行动、环保知识讲座、市民节约能源竞赛、河涌治理大家谈等活动;正面宣传政府的整治方案、报道在河涌整治中的模范。

如《南方周末》那样,一直关注“环境与发展”,并开展社会责任大讲堂和企业社会责任评选活动,为其他媒体树立了榜样。

3 结语

城市河涌整治是一项十分巨大的系统工程,必须要系统考虑、科学分析。既要注重整治方案的连续性,也要强调方案的绩效;既要理念上顺其自然,尽量“亲水化”,走人水和谐之路,也要在实践中因地制宜探索多种综合治理技术;既要重视河流健康的评估,也要重视河流生态系统健康管理^[23-24];既要重视整治过程,也要重视工程建设后的科学化管理。对于感潮河段,还要注重上下游之间的区域联防^[25]。

城市河涌整治任重道远,而真正建立起环境社会学视角下的城市河涌整治体系和管理体系更需要较长的一段时间。用维护河流健康生命的概念来认识当前河涌治理问题,有助于提高对城市河涌问题的关注程度,也有助于长远思考城市河涌治理与经济发展的关系。建议各城市在河涌整治实践中不断探索人水和谐机制,真正实现人水和谐的目标。

4 参考文献

- [1] 许冬晖. 十年成效甚微 广州河涌整治困难重重[EB/OL]. (2008-11-18)[2008-12-17]. <http://news.southcn.com/gdnews>.
- [2] 张杰,李冬. 人类社会用水健康宣言[J]. 给水排水,2008,34

(5):129-135.

- [3] 蔡其华. 论人水和谐[J]. 人民长江,2006,37(5):1-3.
- [4] 洪大用. 中国环境社会学——一门建构中的学科[M]. 北京:社会科学文献出版社,2007.
- [5] 艾克白尔·阿布力米提,何秉宇,艾尼瓦尔·斯地克. 城市化对水环境的影响及水环境的综合整治——以喀什市主要河流为例[J]. 新疆农业科学,2008,45(6):1157-1160.
- [6] 黄迪. 国外著名河流治理模式[J]. 中国水运,2008,(8):26-27.
- [7] 邓涌涌,江莹. 英国水管理状况与启示[J]. 人民长江,2006,37(8):123-126.
- [8] 岑慧贤,黄卓尔. 广州市河涌水环境综合整治的推进机制与模式探讨[C]. // 邓楠. 中国可持续发展论坛(2007). 哈尔滨:黑龙江教育出版社,2007:141-144.
- [9] 李锋. 无锡市水利局建立“河长制”河道综合整治工作定期报告制度[EB/OL]. (2007-10-24)[2008-12-17]. <http://www.mwr.gov.cn/xwpd/dfss/>.
- [10] 伍新木,高鑫. 城市水环境治理运作机制构建与创新——基于对“武汉水专项”案例的分析[J]. 长江流域资源与环境,2008,17(5):771-774.
- [11] 张虎,徐欣. 浅析广州河涌整治的制约因素[J]. 开放时代,2000,(6):66-67.
- [12] 江莹. 互动与整合——城市水环境污染与治理的社会学研究[M]. 南京:东南大学出版社,2006.
- [13] 周生贤. 让不堪重负的江河湖泊休养生息[J]. 求是,2007,(16):14-16.
- [14] 潘亚玲. 论全球环境治理的合法性——一项结合政治学、法学和社会学的尝试[J]. 教学与研究,2008,(10):45-51.
- [15] 李挚萍. 论政府环境法律责任——以政府对环境质量负责为基点[J]. 中国地质大学学报:社会科学版,2008,8(2):37-41.
- [16] 季永兴,黄民生,魏梓兴,等. 上海多自然型河流整治实践与探索[J]. 长江流域资源与环境,2008,17(2):264-268.
- [17] 林仲豪,高红贵. 中外企业环境社会责任推进机制的比较研究[J]. 生态经济,2008,(8):71-74.
- [18] 刘卫华. 企业公民的环境责任与可持续发展[J]. 世界环境,2008,(3):17-19.
- [19] 段跟定,刘海华. 论如何促使企业承担环境责任[J]. 环境研究与监测,2008,21(3):55-57.
- [20] 李雯. 论新闻媒体对环境问题的宣传策略[J]. 新闻传播,2007,(10):58-60.
- [21] 李飞. 环境类新闻媒体转型之我见[J]. 新闻前哨,2008,(5):55-56.
- [22] 经伦,江莹. 大众媒介关注环境问题的动因浅析[J]. 江苏大学学报:社会科学版,2006,8(6):77-80.
- [23] Vugteveen P, Leuven R S, Huijbregt S M A, et al. Redefinition

and elaboration of river ecosystem health: perspective for river management[J]. *Hydrobiologia*, 2006, 565(1): 289–308.

[24] 吴阿娜, 车越, 杨凯. 基于内容分析法的河流健康内涵及

表征[J]. *长江流域资源与环境*, 2008, 17(6): 338–342.

[25] 周成虎, 刘海江, 欧阳. 中国环境污染的区域联防方案[J]. *地球信息科学*, 2008, 10(4): 431–436.

Environmental Sociological Thought on Urban Water Environment Comprehensive Improvement in the Framework of Human–Water Harmony

Sun Yanjun Cen Huixian Wang Shugong

Abstract Numbers of factors could lead to urban watercourse's pollution and degradation, of which not only the root causes of ecology but also sociology. Watercourse regulation has become the focus of urban environmental treatment. In this paper, the analysis of the current model and strengths–weaknesses of watercourse regulation will be done, which based on the theory of environmental sociology and harmony between human and the water environment. Furthermore, we will focus on the role, function, integration and mutual interaction of stakeholders such as government, enterprises, media and the public in urban water pollution and control, in order to provide a basis for establishing a long-term mechanism of social in urban watercourse's comprehensive regulation.

Key words watercourse regulation environmental sociology harmony between human and the water environment

落马官员谈环保工作: 广州环境质量迟早赶上巴黎

“2008 年广州环境质量改善坚定了我们的信心和决心, 总有一天广州的环境质量要赶上法国巴黎。”3 月 11 日, 广州市委常委、常务副市长落马官员在全市环保工作会议上表示, 今年广州要坚决完成化学需氧量和二氧化硫减排等 2 个“硬指标”以及“治水”“、治气”2 个“铁任务”。

“广州真正重视环保工作, 从去年底开始。”落马官员表示, 2008 年广州市环保工作有 10 大亮点。他说, 在广东省临时大幅度增加广州主要污染物减排任务的情况下, 广州仍超额完成, 化学需氧量和二氧化硫排放分别比上年下降 4.33% 和

5.13%。

落马官员说, 广州要用好 486.15 亿元投资, 确保资金使用绩效; 确保 2010 年城市生活污水处理率达到 85%; 要依法从严控制污水排放。落马官员在会上指出, 今年广州要进一步落实“空气 50 条”的实施, 改善空气环境质量, 确保 2010 年全市空气质量优良天数比例达 96% 以上, 亚运会期间, 空气环境质量全部优良。会上, 落马官员向 28 个市环保目标责任制考核单位下达《2009 年广州市环境保护目标任务书》。

摘自《广州环保网》2009–03–13

亚运前完成污水整治“1 天花 1 亿治污, 是铁的任务”

3 月 25 日, 广州军区召开驻穗部队支持广州市环境综合整治动员部署大会。广州市常务副市长落马官员在会上发言, 希望驻穗部队对其辖区的河涌能配合整治河涌的工作, 对经过其辖区的施工工程能协商借地让道。对此, 广州军区副司令员王继堂中将表示将全力配合广州市进行整治工作, 并列明整治时间表。

落马官员代表市政府向驻穗部队领导代表们介绍了广州市环境整治的具体情况。他介绍, 从现在到 2010 年 6 月, 将按亚运城市环境综合整治任务部署, 开展清拆违建、河涌整治、治理空气污染等 12 方面的工作。“广州违法用地曾在全国排第一, 我们受到了国土资源部很严厉的批评。”落马官员称, 由于违法用地数量太大, 导致所有用地申请都被暂停。

“去年我们清拆了 278 万 m² 的违建, 以一个中等城市每年新增建筑面积 80 万 m² 来算的话, 我们去年相当于清拆了一个中等城市 3 a 的建筑用地”。落马官员称, 此举受到了国土部的表彰。

“今年我们还有 2 个‘350’和 1 个‘225’的任务。”落马官员介绍, 要在亚运前完成污水系统整治这 350 亿元的工程, “这是铁的任务, 1 天差不多要花 1 亿元, 现在还剩 400 多天, 必须完成!” 届时还将引入 350 万 m³ 水进广州, 完成总投入 80 亿元的西江引水工程, 目前 70 多 km 管道中广州部分已完成, 佛山还有 40 多 km 管道在建, “亚运前让市民喝到优质西江水。”另外, 还要在亚运前增加 225 万 t 的污水处理能力。

摘自《广州环保网》2009–03–13

区域环境风险管理规划探讨 ——以广州市黄埔区为例

李明光 张娅兰 喻怀义
(广州市环境保护科学研究院, 广州 510620)

摘 要 文章以黄埔区环境保护规划为例,介绍了区域环境规划中的环境风险管理规划,主要包括环境风险评价与环境风险区划的内容、方法、工作程序以及环境风险管理的思路。

关键词 环境规划 环境风险评价 环境风险区划 区域环境风险管理 黄埔区

区域环境风险评价是在区域环境影响评价基础上发展起来的一门新技术^[1],与区域环境规划有着自然而紧密的联系。在国内最早提出区域环境风险评价与管理这一理念的文献中,曹希寿就将做好区域环境规划列为区域环境风险管理基本原则之一,要求对具有大风险的设施布局进行调整^{[2][4]}。尽管近年来区域环境风险评价发展很快,但由于区域环境风险评价起步较晚,而且由于自身的复杂性,区域环境风险评价及规划还没有纳入到环境规划的规范性内容体系中,在环境规划中列出专章编制环境风险管理规划的还很少见。随着区域对环境风险管理的需求日益紧迫以及区域环境风险评价技术的日趋成熟,区域必然会对环境规划中纳入环境风险方面的规划内容提出要求。广州市黄埔区在 2007 年开始组织编制的环境保护规划中尝试性地开展了环境风险管理规划,本文主要介绍该规划的区域环境风险评价及其环境风险区划的内容、方法及环境风险管理的主要思路,供在环境规划中编写环境风险管理规划参考。

1 黄埔区基本情况

黄埔区位于广州市区东部、珠江北岸、珠江前航道与东江下游交汇处,2006 年行政区总面积为 90.95 km²,总人口约 40 万人。黄埔区是广州市老的港口与工业城区,是华南第一大港、世界第四大港(2005 年)黄埔港(现名广州港)的所在地。2005 年黄埔区实现地区生产总值 384 亿元,占广州市经济总

量的 8.5%,工业总产值 933 亿元,工业主导产业为汽车、化工、电力、食品饮料及电子信息,第一产业:第二产业:第三产业为 0.28:71.41:28.31,工业型城区的主导经济特征鲜明。

黄埔区化工企业及危险品企业较为密集,潜在突发性环境风险较大,近年来也发生了若干起环境风险事件,造成了一定的环境、经济与社会损失。为逐步减少并有效管理环境风险,黄埔区环境保护规划中设置了环境风险管理专项规划,对环境规划中编写环境风险管理规划作一些探索性工作,主要内容是环境风险评价、区划及风险管理目标、策略与主要对策。

2 黄埔区环境风险评价

2.1 环境风险源识别

环境风险源是指可能产生环境风险造成一定环境危害的源头,它与受体一起组成区域环境风险系统。目前在区域环境风险评价中主要考虑的是潜在的突发性安全事故危险源,而没有将潜在的突发性环境污染源考虑进来。从风险源的内涵和实际情况来看,潜在的突发性环境污染源(特别是重大工业污染源)也是一类重要的环境风险源,一旦发生突发性污染事件,可能对环境造成一定危害。因此,必须全面识别并评价这 2 类环境风险源,即危险源和污染源。

黄埔区危险源主要是生产使用危险化学品的企

业及贮存易燃、易爆、易腐蚀物质的仓库,黄埔区危险源是根据安全生产中《重大危险源辨识》(GB 18218-2000)所述的重大危险源进行识别。安全生产中的重大危险源是指长期或临时生产、加工、搬运、使用或贮存危险物质,且危险物质的数量等于或超过临界量的单元,黄埔区共有 41 家重大危险源。本规划把纳入到环境统计的黄埔区 39 家工业污染源识别为黄埔区主要污染源。除去重复结果,黄埔区共有 67 家主要环境风险源(2006 年)。

2.2 环境风险源评价

环境风险源评价是指对各风险源环境风险的大小程度进行评估,为风险管理提供依据。环境风险源的评价必须从源和受体 2 方面进行。文献[1]提出了开发区和企业相对环境风险系数的评估指标体

系^{[1][62,209]},但在企业评估指标体系上分辨力较低,文献[3]将大气、水、土壤等几类污染事故分别计算对人、社会、经济和生态的分项危害或损失得出分项危害指数,加和成为该危险源的危害指数,根据危害指数分级,此外提供了一种简单的仅考虑主要因素的公式型危险指数评级方法,但这些方法主要针对安全事故风险源^{[3][26-55]}。综合这些研究成果,采用企业相对环境风险系数法,经系统分析建立评价指标体系(表 1),随后研究确定具体的评分标准(限于篇幅省略),评估各企业的环境风险相对大小。评估表明,黄埔区有 8 家高环境风险源(得分在 0.5~1.0 间),43 家中环境风险源(得分在 0.2~0.5 间)及 16 家低环境风险源(得分在 0.2 以下),因此风险管理的重点是这 51 家高、中环境风险源。

表 1 黄埔区企业相对环境风险系数评价指标体系

I 级	权重	II 级	权重	III 级	权重	IV 级	权重
风险源	0.60	行业类别	0.05	/	/	/	/
		安全风险源	0.40	重大危险源数量	0.30	/	/
				危险源危险指数	0.70	/	/
		污染风险源	0.40	污水排放风险	0.30	污水排放去向	0.25
						污水排放量	0.25
						污水毒害程度	0.50
				废气排放风险	0.35	废气排放去向	0.25
						废气排放量	0.25
						废气毒害程度	0.50
				固废排放风险	0.35	固废处理方式	0.25
						固废产生量	0.25
						固废危险程度	0.50
						危险品管理	0.37
		风险控制水平	0.15	风险预防水平	0.70	危险源监控预警	0.21
						排放口监控与预警	0.21
				应急准备水平	0.30	固废管理情况	0.21
						应急预案编制	0.30
						应急组织	0.25
						应急资源与能力	0.30
						应急演练	0.15
环境与受体	0.40	周边环境	0.40	地形地貌	0.10	/	/
				大气环境	0.15	/	/
				水环境	0.30	/	/
				开敞空间	0.05	/	/
				生态财产环境	0.30	/	/
		周边危险源	0.20	物质财产环境	0.10	/	/
				/	/	/	/
				/	/	/	/

3 黄埔区环境风险区划

环境风险区划是区域之间及区域内各亚区之间环境风险相对大小的排序过程，是区域环境风险管理的主要手段之一。区划的结果可为风险管理策略的制定提供科学的依据，为区域内的生产和生活活动的抉择提供充分的环境风险信息^{[1]83-84}。黄埔区环境规划中的环境风险区划是一种环境风险负荷 (Environmental Risk Loadings, ERL) 综合区划，考虑了安全事故和污染排放 2 种风险类型，并且是综合风险源和受体的分区。主要步骤如下：

3.1 设置分区单元

根据实际情况设置分区单元，可利用下层行政区作为分区单元，也可划分区域网格作为分区单元。黄埔区环境规划利用地理信息系统软件将黄埔区划分为边长为 1 km 的正方形区域，共 100 个网格，并对网格进行编号。

3.2 建立评价指标体系

分别建立风险源和环境受体评价的指标体系。黄埔区利用的是之前区域环境风险评价时采用的企业相对环境风险评价指标体系。

3.3 区域风险源评价与分区

对每个网格内的所有风险源分别评估相对环境风险并加和，即为该网格的风险源相对风险系数，提出网格风险分级标准对各网格风险进行评估，至此可以从风险源方面对区域进行分区。黄埔区区域风险源评价与分区结果见图 1。由图 1 可见，黄埔区高风险地区主要分布在黄埔区西北-东南轴线，广园快速路以北及广深公路(黄埔东路)中段。

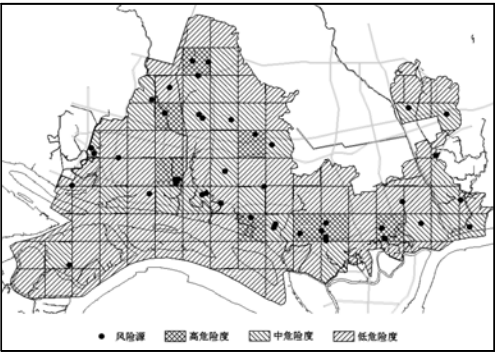


图 1 黄埔区环境风险源分区

3.4 区域环境风险敏感性评价与分区

对每个网格内的环境受体综合评估其敏感性，主要评估内容包括地形地貌、大气环境、水环境、开敞空间、生态财产环境、物质财产环境、周边危险源及敏感区等，提出网格风险敏感性分级标准对各网格风险敏感性进行评估，至此可以从风险敏感性方面对区域进行分区。黄埔区区域风险敏感性评价与分区结果见图 2。由图 2 可见，黄埔区高风险敏感性地区主要分布在珠江干流前后航道沿岸、长洲岛及广深公路(黄埔东路)沿线，商业区、居民密集区、历史文化保护区等区域。

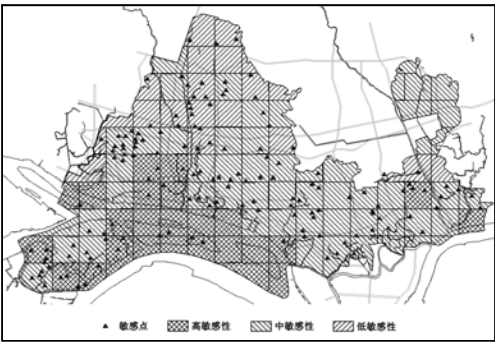


图 2 黄埔区环境风险敏感性分区

3.5 区域环境风险综合分区

组合各网格的风险源评价结果与风险敏感性评价结果，对各个网格进行环境风险综合分区。从简明出发，将黄埔全区可划分为 4 类风险区(实际划分为 9 类风险区)，即高危险-高敏感性区、高危险-低敏感性区、低危险-高敏感性区、低危险-低敏感性区。黄埔区区域环境风险综合分区结果见图 3。

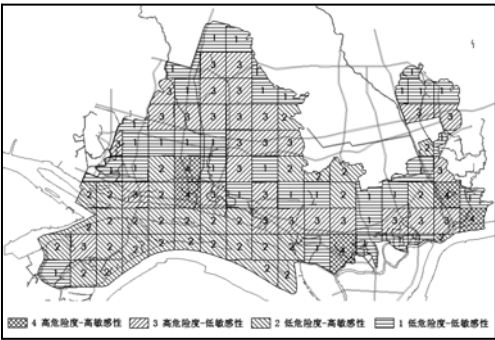


图 3 黄埔区环境风险综合分区

各风险区范围自大到小次序为低危险-低敏感性区、低危险-高敏感性区、高危险-低敏感性

区、高危险－高敏感性区。分区风险管理策略见表2，主要策略有风险分离优先－强制削减风险策略、风险防护优先－积极削减风险策略、风险控制优先－积极减轻风险策略及风险控制优先策略等，分为9类风险区的策略及对策将更为细化。

表2 黄埔区环境风险综合分区及分区环境风险管理策略

综合分区类型	网格数	风险管理策略	主要对策
高危险－高敏感性区	5	风险分离优先－强制消除风险	① 搬迁、关闭高风险源，原则禁止建设或引入新的风险源和敏感受体；② 疏散风险源，转移或疏散高风险敏感人群、生物或物体；③ 对不能搬迁或关闭的风险源加强风险预防、监管；④ 强化不能转移的风险敏感受体的防护，设置必要隔离；⑤ 强化环境监控、风险预警与应急系统，提高应急能力；⑥ 开辟足够的开敞空间和应急通道
高危险－低敏感性区	29	风险防护优先－积极削减风险	① 强化不能转移的风险敏感受体的防护，设置必要隔离；② 原则禁止建设高风险敏感物体或引入高风险敏感人群、生物；③ 对不能搬迁或关闭的风险源加强风险预防、监管；④ 尽量搬迁、关闭高风险源企业，原则禁止建设或引入新的高风险源；⑤ 疏散风险源，转移或疏散较敏感人群、生物或物体；⑥ 强化环境监控、风险预警与应急系统，提高应急能力；⑦ 开辟足够的开敞空间和应急通道
低危险－高敏感性区	32	风险控制优先－积极减轻风险	① 严格控制建设或引入新的风险源；② 加强风险敏感受体的防护，适当疏散敏感区并增设必要隔离；③ 预留足够的开敞空间和应急通道；④ 对风险源加强风险预防、监管
低危险－低敏感性区	34	风险控制优先	① 严格控制建设或引入新的高风险源；② 预留足够的开敞空间和应急通道；③ 对风险源加强风险预防、监管

4 黄埔区环境风险管理

4.1 环境风险管理策略与发展目标

黄埔区环境风险管理策略应是在“环境风险最小化”理念指导下，以“风险预防管理”为重点的“全过程管理”和“优先管理”策略。

环境风险最小化——区域环境风险管理理念就是要实现“风险最小化”，即在满足一定社会、经济和技术约束条件和最优化条件下，最大限度减少区域环境风险，区域风险管理水平不应损害区域持续发展目标的实现。

全过程管理——对环境风险事件全过程，包括风险预防、风险应急和风险处置都实施严格有效管理，而不是完全偏重于风险预防管理或风险应急管理的任何一方。目前黄埔区的环境风险管理以风险应急管理为重点，而风险预防管理具有比风险应急管理更好的经济、社会和环境效益，因此，应向以风险预防管理为重点，结合风险应急管理的全过程管理转变。

优先管理——区域环境风险管理中，需要建立4类优先管理顺序，即：优先管理的风险区；优先管

理的风险事件；优先管理的风险环节以及优先管理的风险企业（或行业等）。近中期黄埔区优先管理的风险区是高风险－高、中敏感性区，主要包括广园路沿线以北的黄埔现代石油化工基地区区和广深公路沿线危险化学品储运区，优先管理的风险事件是化工企业危险化学品泄漏引起的环境风险事件（如火灾、爆炸），优先管理的风险环节是危险化学品的储存环节，优先管理的风险企业则是根据环境风险评价排名前列的高、中环境风险源，行业是石油化工行业和危险品经营业。对优先管理的环境风险应进一步细化并定期更新。

黄埔区环境风险管理发展的目标是在近期（2006~2010年）进行区域环境风险详细评价，确定优先管理内容，初步建立起风险全过程管理机制，重点加强风险预防机制建设，在中期（2011~2015年）全面加强风险全过程管理机制建设，大幅提高风险管理能力，远期（2015年后）则使风险全过程管理机制比较完善。

4.2 主要风险预防管理对策

环境规划提出了黄埔区环境风险全过程管理对策，包括风险预防、风险应急及风险处置管理对策。

这里介绍作为前端管理近期应特别予以加强的风险预防管理对策,主要包括:

1) 定期开展(建议每 3 a 开展 1 次)区域环境风险评价,掌握区域环境风险变化动态,研究风险控制目标及方案措施,实施风险源分类、区域分区环境风险管理,就近组织风险监控站点和应急资源。

2) 产业结构调整中充分考虑环境风险因素,减轻结构性风险。鼓励发展低环境风险的产业,限制中、高环境风险的产业发展,限期淘汰(搬迁或关闭)高于社会可接受风险水平的高环境风险产业。

3) 采取将风险源与受体在空间上适当隔离的布局调整对策,包括风险源搬迁、受体搬迁或风险源与受体间加装隔离体(防护带)等方法进行风险预防,减轻布局性风险。将危险化学品储运企业、化工生产企业等高风险源在空间适当集中,进入相应专业工业园区发展,进行风险集中监控;对于加油站等量大面广的分散风险源,采取空间控制的防护对策。

4) 新建具有一定环境风险项目或区域开发环境影响评价文件中必须包括环境风险评价章节内容,必须说明项目的环境风险大小及其为社会接受的程度,必须提出环境风险防范对策和环境风险应急管理措施,必要时说明与现有项目的累积环境风险。超过一定程度环境风险的项目可以不予审批或有条件审批。

5) 对高风险源企业实施强制的、定期的环境风险审核(可与清洁生产审核、环境管理体系审核相结合),提高企业环境风险预防水平和应急准备水平。

6) 建立完善黄埔区企业环境风险监控与预警系统,对主要企业实施严格的环境风险监控,主要措施包括建设环境风险企业数据库,加强完善环境监测系统和企业风险源(污染源)在线监控系统,加强重点企业现场风险巡查等。

7) 实施环境风险社会合作管理,主要包括:

环境污染责任保险。黄埔区可以以危险化学品储运业为试点行业建立环境污染责任保险制度,经评估环境风险高于一定水平的企业都应强制投保购买环境责任保险,新引进企业经评估具备较大环境风险的必须承诺投保方能进入黄埔区建设。

环境风险损害赔偿基金。由政府及相关企业共同出资建立一项环境风险损害赔偿基金,在出现突发情况时可以发挥社会稳定作用,并且尽快启动环境重建。区政府应采用社会保障类基金管理办法来管理运作环境风险基金。

企业环境风险信息公开与社会环境风险交流。鼓励企业在报纸、网络等媒体上公开自身环境风险信息,政府要监管其公开信息的真实性,定期组织政府、企业、公众与专家间的环境风险交流,通过风险交流来确定社会可接受环境风险水平,明确区域环境风险管理策略,保证在出现风险事故或事件时与公众交流渠道的畅通。

5 未来研究展望

尽管黄埔区环境规划对环境风险管理规划作了一些探索,但是也存在明显的不足,主要是管理规划的内容还不系统,需要加强环境风险管理规划体系的理论研究,其次对环境风险控制目标及风险优化控制水平等尚未实现定量研究和表征,因此,提出的风险管理措施可能不具有优化性或可行性。未来应加强这方面的研究,以提高风险管理规划的准确性。

6 参考文献

- [1] 毕军,杨洁,李其亮. 区域环境风险分析和管理[M]. 北京: 中国环境科学出版社,2006.
- [2] 曹希寿. 区域环境风险评价与管理初探[J]. 中国环境科学, 1994, 14(6): 465-470.
- [3] 郭振仁,张剑鸣,李文禧. 突发性环境污染事故防范与应急[M]. 北京: 中国环境科学出版社,2006.

Discussion on Regional Environmental Risk Management Plan Taking Huangpu District of Guangzhou City as an example

Li Mingguang Zhang Yalan Yu Huaiyi

Abstract The present paper introduces the ERMP in REP assessment taking Huangpu District as an example which mainly includes the content, way and procedure of the environmental risk assessment and zoning and the strategy of environmental risk management.

Key words environmental plan environmental risk assessment environmental risk zoning regional environmental risk management Huangpu district

柳州市社会、经济、资源、环境协调发展评价*

魏荣荣^{1,2} 成官文^{1,2} 罗介均^{1,2} 梁凌^{1,2} 朱宗强^{1,2} 韦文渊^{1,2} 徐珊^{1,2}

(¹广西环境工程与保护评价重点实验室, 广西 桂林 541004; ²桂林工学院资源与环境工程系, 广西 桂林 541004)

摘 要 运用主成分分析法评价了 2000~2006 年柳州市社会、经济与资源、环境各子系统的综合发展水平,并通过隶属度函数测算社会、经济、资源、环境各系统间的协调发展状况,找出柳州市可持续发展过程中存在的问题。结果表明:近年来柳州市的社会、经济、资源、环境各系统的综合发展水平不断提高,4 个系统间的协调发展状况良好,但柳州市的经济结构还不够合理,经济增长方式仍然较粗放,资源利用率和环境保护工作有待进一步提高。最后提出了相应对策。

关键词 主成分分析法 隶属度函数 社会、经济与资源、环境 协调发展 柳州市

经济发展是社会发展的推动力,是一个城市崛起的基础。但是随着社会的进步,单一片面的经济发展已经落伍,社会的发展不再是单纯的经济的发展,而是社会、经济、资源、环境四位一体、协调前进,最终达到整个社会的全面进步^[1]。正确处理城市资源、环境、经济发展的关系,走持续发展道路,已经成为各国城市建设工作的一个重点^[2]。柳州市是广西最大的工业基地,也是西部的工业重镇,全市工业涵盖 30 多个行业,现有工业企业 2 500 多家,已形成以汽车、机械、冶金为支柱产业,制药、化工、造纸、制糖、建材、纺织等传统产业并存的现代工业体系。近年来柳州市社会、经济发展迅速,但与之伴生的资源、环境

矛盾也日益显现,为了科学反映可持续发展能力,对柳州市社会、经济、资源、环境系统之间的协调程度进行定量评价,以期宏观管理和决策提供依据。

1 协调发展评价模型

1.1 评价指标选取

根据对社会、经济、资源、环境各个子系统的认识与研究,结合相关研究成果^[10],按照客观性、科学性、完备性、一致性和数据获取可能性的原则选取了若干项能反映各子系统协调发展的具体评价指标(见表 1)。

表 1 柳州市社会、经济、资源、环境协调发展评价指标

子系统	具体评价指标
社会子系统(S)	总人口(S_1)、从业人员总数(S_2)、人口自然增长率(S_3)、农村居民人均纯收入(S_4)、城镇居民家庭人均消费性支出(S_5)、城乡居民储蓄存款年末余额(S_6)、公路里程(S_7)
经济子系统(J)	人均 GDP(J_1)、全部工业总产值(J_2)、全社会固定资产投资(J_3)、地方财政收入(J_4)、社会消费品零售总额(J_5)、第三产业比重(J_6)、第二产业比重(J_7)
资源子系统(R)	林地面积(R_1)、人均日生活用水量(R_2)、人均公共绿地面积(R_3)、人均发电量(R_4)、人均占有钢材产量(R_5)、人均占有水泥产量(R_6)、耕地面积(R_7)
环境子系统(H)	万元产值工业废水排放量(H_1)、万元产值工业废气排放量(H_2)、工业废水排放达标率(H_3)、万元产值工业废气中 SO_2 排放量(H_4)、万元产值工业固体废弃物产生量(H_5)、“三废”综合利用产品产值(H_6)、工业固体废弃物综合利用率(H_7)

1.2 评价模型

1.2.1 子系统综合发展水平评价模型

社会、经济、资源、环境子系统的综合评价就是把多个描述被评价区域的统计指标转化成无量纲的相对评价价值,并综合这些评价价值以得出该评价区域

注: * 基金项目:广西高校人才小高地建设“环境工程”创新团队资助计划(桂教人[2007]71)

收稿日期: 2008-11-24, 修改稿收到日期: 2009-01-04

可协调发展的一个总体评价^[3]。

指标综合评价的方法常见有层次分析法、专家咨询法、模糊综合评判、主成分分析法等多种分析方法。主成分分析法,可在保证原始数据信息丢失最小的情况下对高维变量空间进行降维处理,把多个指标转化为几个综合指标。这样,在研究复杂问题时就可以只考虑少数几个主成分而又不至于损失太多信息,使问题得到简化,提高分析效率^[4]。且各主成分的权数是在指标合成过程中自动生成的客观权数,避免了人为确定权数时主观因素的影响^[5]。因此,本文选用主成分分析法进行分析,具体评价模型为^[6]:

$$F = \sum_{p=1}^f W_p Y_p \quad (1)$$

式中, F 为综合发展水平值; W_p 为第 p 个主成分的权重; Y_p 为第 p 个主成分值; f 为主成分个数。

模型计算步骤如下^[7]:

1) 用 Z-Score 法将原始数据进行标准化处理

设原始数据矩阵为 $X=(x_{\alpha\beta})_{m \times n}$, 标准化后的矩阵为 $Z=(Z_{\alpha\beta})_{m \times n}$, 则:

$$Z_{\alpha\beta} = \frac{X_{\alpha\beta} - \bar{X}_{\beta}}{S_{\beta}} \quad (2)$$

式中: $\bar{X}_{\beta} = \frac{1}{m} \sum_{\alpha=1}^m X_{\alpha\beta}$ 为第 β 个指标的均值;

$S_{\beta}^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{\alpha=1}^m (X_{\alpha\beta} - \bar{X}_{\beta})^2$ 为第 β 个指标的样本方差;

$\alpha=1, 2, 3 \cdots, m; \beta=1, 2, 3 \cdots, n$ 。

2) 计算相关系数矩阵 $R=(r_{\alpha\beta})_{n \times n}$

$$r_{\alpha\beta} = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m Z_{i\alpha} Z_{i\beta} \quad (3)$$

式中: $\alpha, \beta=1, 2, \cdots, n, r_{\alpha\beta}$ 为指标 α 与指标 β 的相关系数。

3) 求相关系数矩阵 R 的特征值和特征向量

令 $|R - \lambda I| = 0$, ($I = U'U$, U 为正交阵, U' 为旋转变换阵) 求出 R 的全部特征值: $\lambda_1, \lambda_2, \cdots, \lambda_n (\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \cdots \geq \lambda_n \geq 0)$ 。

利用 SPSS 软件进行主成分分析, 由初始因子载荷阵 $(\alpha_{\alpha\beta})_{n \times n} = (u_{\alpha\beta} \sqrt{\lambda_{\beta}})_{n \times n}$ 可求出特征向量:

$$u_{\alpha\beta} = \alpha_{\alpha\beta} / \sqrt{\lambda_{\beta}} \quad (4)$$

式中, $\alpha_{\alpha\beta}$ 为初始因子载荷阵; λ_{β} 为特征值。

4) 确定主成分的个数 f

方差贡献率为 $\partial_{\alpha} = \lambda_{\alpha} / \sum_{\alpha=1}^n \lambda_{\alpha}$, 求满足累计方差贡

献率 $\sum_{\alpha=1}^f \lambda_{\alpha} / \sum_{\alpha=1}^n \lambda_{\alpha} \geq q_0 > \sum_{\alpha=1}^{f-1} \lambda_{\alpha} / \sum_{\alpha=1}^n \lambda_{\alpha}$ (q_0 通常取 0.85) 的 f 值。

5) 建立主成分模型

$$F_{\alpha} = \sum_{\beta=1}^n u_{\alpha\beta} Z_{\beta} \quad (5)$$

式中, $\alpha=1, 2, \cdots, f$ 。

6) 根据式(1)和式(5)以及各主成分权重(各主成分方差贡献率)计算出综合发展水平值 F

$$F = \sum_{\alpha=1}^f \partial_{\alpha} F_{\alpha} \quad (6)$$

1.2.2 社会、经济、资源、环境协调发展评价模型

协调发展是个模糊概念, 评价某一系统的协调状况, 不能精确地确认是协调还是不协调, 而只能从程度上描述协调与否, 因此, 可以设计一个表示某一系统隶属于“协调”这个模糊集合程度的指标, 以协调系数表示。协调系数的计算公式为^[8-9]:

$$C(ij) = \exp[-k(u_i - u'_{ij})^2] \quad (7)$$

式中: $C(ij)$ 表示第 i 系统对第 j 系统的协调系数, 即第 i 系统的实际观测值与第 i 系统对其所要求的协调值接近程度的定量描述; u_i 表示第 i 系统的实际发展水平; u'_{ij} 表示为了与第 i 系统的发展相匹配, 第 i 系统所应达到的协调值, 运用 SPSS 软件通过建立 i 系统对 j 系统的回归方程 $u_i = a + bu_j$ 来探究, 要做到系统 i 与系统 j 之间的协调发展, u_j 每变化一个单位就要求 u_i 变化 b 个单位, 可以确定协调值 $u'_{ij} = bu_j$; $k = 2/s^2$, s^2 为 u_i 的方差。

$$C(ij, k) = \exp[-k(u_i - u'_{ij, k})^2] \quad (8)$$

式中: $C(ij, k)$ 表示系统 i 对 j, k 2 个系统的协调系数; 运用 SPSS 软件通过建立 i 系统对 j, k 系统的回归方程 $u_i = c + du_j + eu_k$ 来探究, 确定协调值 $u'_{ij, k} = du_j + eu_k$

$$C(ij, k, l) = \exp[-k(u_i - u'_{ij, k, l})^2] \quad (9)$$

式中: $C(ij, k, l)$ 表示系统 i 对 j, k, l 3 个系统的协调系数; 运用 SPSS 软件通过建立 i 系统对 j, k 系统的回归方程 $u_i = f + gu_j + hu_k + qu_l$ 来探究, 确定协调值 $u'_{ij, k, l} = gu_j + hu_k + qu_l$ 。

上述为一个系统对另一个系统或多个系统的协调系数, 反映 2 个或多个系统的协调系数如下:

$$C(i, j) = [C(ij) + C(ji)]/2 \quad (10)$$

式中: $C(i,j)$ 表示系统*i*与系统*j*之间的协调系数。

$$C(i,j,k) = \frac{C(ij,k)C(j,k)+C(j/i,k)}{C(i,k)+C(k/i,j)C(i,j)} \quad (11)$$

式中: $C(i,j,k)$ 表示系统*i*与系统*j*、系统*k*之间的协调系数。

$$C(i,j,k,l) = \frac{C(ij,k,l)C(j,k,l)+C(j/i,k,l)+C(i,k,l)+C(k/i,j,l)C(i,j,l)+C(l/i,j,k)C(i,j,k)}{C(j,k,l)+C(i,k,l)+C(i,j,l)+C(i,j,k)} \quad (12)$$

式中: $C(i,j,k,l)$ 表示系统*i*与系统*j*、系统*k*和系统*l*之间的协调系数。

2 柳州市社会、经济、资源、环境协调发展分析

2.1 子系统综合发展水平分析

2.1.1 数据标准化

根据表 1 评价指标,从 2001~2007 年《柳州经济统计年鉴》中查找出各指标具体数据。考虑到评价指标中 S_1 、 S_3 、 H_1 、 H_2 、 H_4 、 H_5 是数值越小对区域的发展越有利,其余指标均是数值越大对区域发展越有利,为了使评价相关关系上具有一致性,将以上指标数值先取倒数后再基于公式(2)进行数据标准化。

2.1.2 计算各子系统综合发展水平值

建立各子系统指标标准化数据矩阵,根据综合发展水平模型计算步骤,运用 SPSS 软件计算求得各矩阵的特征值和方差贡献率,由累计贡献率 $\geq 85\%$ 的要求确定主成分,并计算特征向量,代入公式(5)求得各子系统主成分模型,再以主成分所对应的贡献率作为权重,根据公式(6)计算出各子系统综合评价模型,最后代入各子系统指标数据标准化值得到 2000~2006 年柳州市各子系统综合发展水平值,见表 2 和图 1。

表 2 柳州市 4 个子系统综合发展水平

年份	F_s	F_j	F_R	F_H
2000	-2.482 52	-2.670 98	-1.686 36	-1.087 31
2001	-1.516 36	-2.282 21	-1.736 91	-0.500 24
2002	-1.068 24	-1.725 40	-0.235 22	-0.724 83
2003	-0.015 14	-0.569 87	0.277 12	-1.530 62
2004	1.017 68	1.621 20	0.675 38	0.321 27
2005	1.488 17	2.211 74	1.107 48	1.048 36
2006	2.576 42	3.415 50	1.598 51	2.473 37

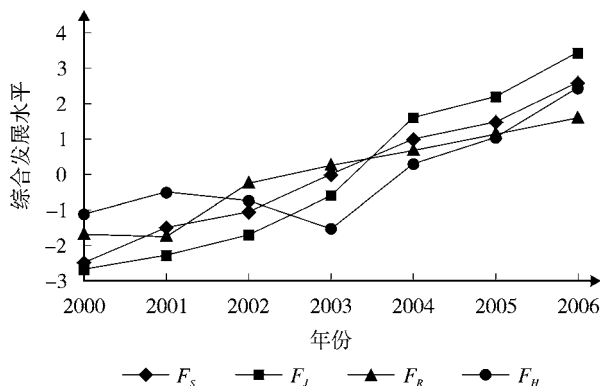


图 1 柳州市 4 个子系统的综合发展水平

从图 1 可以看出:从 2000~2006 年,柳州市社会、经济、资源、环境的综合发展水平基本上都呈上升趋势,以 2003 年为界,2000~2003 年各子系统的综合发展水平相对缓慢,且有一定的波动性,2003 年之后,综合发展水平都迅速、稳定的提高。其中,资源子系统发展比较稳定,没有伴随经济的增长而波动,这说明了近年来柳州市节能降耗已初见成效,资源有效利用得到提高。而环境系统在发展趋势上虽然与经济、社会系统基本保持同步,但发展水平明显比经济、社会系统低,这说明了虽然环境投入逐年增加,但是占 GDP 的比重仍然偏低,高速增长的经济给环境带来的巨大压力,使环境发展水平相对滞后。究其原因,柳州市是工业城市,经济发展以重工业为主,经济结构还不够合理,增长方式仍然比较粗放,资源利用和环境污染还存在问题。

2.2 社会、经济、资源、环境协调发展分析

社会、经济、资源、环境综合系统是一个复杂的系统,系统间协调发展程度的评估就是对各子系统的实际综合发展水平值与其协调值接近程度的定量描述。根据模糊数学建模方法,由式(7)~式(12)计算各系统之间的协调系数(见表 3)。协调系数的大小表示其协调程度,它的不同区间划分可以作为不同协调程度的衡量标准。结合相关协调发展研究的理论^[11],把协调程度划分为 7 个等级,定义协调系数 $C \in [0, 0.39]$ 为失调; $C \in [0.40, 0.49]$ 为濒临失调; $C \in [0.50, 0.59]$ 为勉强协调; $C \in [0.60, 0.69]$ 为初级协调; $C \in [0.70, 0.79]$ 为中级协调; $C \in [0.80, 0.89]$ 为良好协调; $C \in [0.90, 1.00]$ 为优质协调。

从表 3 中可以说明:①从横向看,2000~2006 年,各系统之间的协调系数基本上都是在协调范围。但

表 3 2000~2006 年各系统间的协调系数

协调关系	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	平均
$C(S,J)$	0.845 95	0.974 35	0.965 50	0.887 20	0.973 35	0.980 35	0.998 65	0.946 48
$C(S,R)$	0.976 55	0.585 95	0.682 95	0.896 75	0.993 80	0.996 00	0.904 50	0.862 36
$C(S,H)$	0.512 10	0.633 15	0.970 20	0.104 15	0.799 20	0.950 55	0.719 95	0.669 90
$C(J,R)$	0.919 60	0.722 35	0.532 70	0.642 95	0.945 55	0.982 75	0.909 40	0.807 90
$C(J,H)$	0.787 95	0.498 85	0.913 30	0.227 75	0.671 05	0.922 65	0.730 60	0.678 88
$C(R,H)$	0.724 15	0.241 05	0.738 10	0.021 70	0.882 25	0.974 50	0.346 85	0.561 23
$C(S,J,R)$	0.837 15	0.792 36	0.799 93	0.804 24	0.976 41	0.986 64	0.995 30	0.884 58
$C(S,J,H)$	0.795 55	0.897 05	0.969 29	0.292 38	0.942 74	0.974 76	0.741 07	0.801 83
$C(S,R,H)$	0.844 78	0.810 82	0.812 58	0.206 01	0.935 87	0.988 15	0.779 14	0.768 19
$C(J,R,H)$	0.871 04	0.936 69	0.686 19	0.346 66	0.865 26	0.989 37	0.764 83	0.780 01
$C(S,J,R,H)$	0.904 99	0.825 74	0.826 65	0.569 25	0.897 22	0.969 96	0.869 99	0.837 69
平 均	0.819 98	0.719 85	0.808 85	0.454 46	0.898 43	0.974 15	0.796 39	—

两两系统间的协调发展不如 3 个系统和 4 个系统之间的协调发展。其中,2 个系统之间除了社会与经济系统的协调系数平均值为 0.946 是优质协调外,与环境相关的 2 个系统间协调系数都较低,资源与环境、社会与环境、经济与环境的系统协调系数平均值分别为 0.561、0.670、0.679,属于勉强和初级协调,这说明了环境系统的发展仍然存在问题;3 个系统和 4 个系统间的系统协调系数平均值都超过 0.7,属于中级协调以上,发展良好,可见近年来柳州市坚持走可持续发展之路,努力构建资源节约型和环境友好型社会的战略已经初见成效。②从纵向看,各系统间协调度的发展有波动性,但波动不大,2003 年协调度最低,平均为 0.454 属濒临失调,主要原因为 2003 年是各子系统综合发展水平增长的转折时期,且环境发展水平处在最低谷,影响了各系统的协调发展;其余年份平均协调系数都超过 0.7,属于中级协调以上。③就整个大系统而言,虽然 2 个系统间的协调度不高,但在评价年内社会、经济、资源、环境 4 个系统间的协调发展良好,平均协调系统为 0.838,这说明其他系统的优势弥补了环境的劣势。

3 结论与建议

3.1 结论

- 1) 近年来柳州市社会、经济、资源、环境系统的综合发展水平不断提高,经济发展迅速、资源有效利用能力得到加强,但环境系统的发展相对滞后。
- 2) 作为广西最大的工业城市,柳州市坚持走可

持续发展道路,努力构建资源节约型和环境友好型社会,6 a 来,柳州市社会、经济、资源、环境系统的发展保持较好的协调,但不同子系统间的协调状况表明,柳州市的经济结构还不够合理,增长方式仍然较粗放,资源利用和环境保护工作有待进一步的提高。

3.2 建议

- 1) 坚持走可持续发展道路,加大环境保护投资和环境治理力度,实施“碧水蓝天”利民工程,促进生态恢复,建设可持续发展的环境基础。
- 2) 发挥工业基础优势,促进工业转型,通过技术创新和工艺改造,适当延长工业产业链,提高资源利用效益和效率,实现节能减排,构建资源节约型和环境友好型社会。
- 3) 努力提高经济增长并保持经济与环境相协调。
- 4) 继续加大产业结构优化和调整,促进经济发展向多元化、绿色化转变,实现社会、经济和资源、环境的全面协调发展。

4 参考文献

[1] 陈静,曾珍香. 社会、经济、资源、环境协调发展评价模型研究[J]. 科学管理研究,2004,22(3):9-12.

[2] 戴志军,陈锦辉,李春初. 主成分分析在城市 PRED 系统可持续发展研究中的应用——以广东省所辖 21 个城市为例[J]. 热带地理,2002,22(3):261-265.

[3] 陈颖. 青海省人口、资源、环境与经济、社会的协调发展研究[J]. 西北人口,2007,28(5):26-30.

[4] 何亮. 主成分分析在 SPSS 中的应用[J]. 山西农业大学学

- 报, 2007, 6(5): 20-22.
- [5] 李华, 申稳稳, 俞书伟. 关于山东经济发展与人口-资源-环境协调度评价[J]. 东岳论丛, 2008, 29(3): 75-79.
- [6] 刘晶, 敖浩翔, 张明举. 重庆市北碚区经济、社会和资源环境协调度分析[J]. 长江流域资源与环境, 2007, 16(2): 147-151.
- [7] 詹锋. 区域人口、资源、环境与经济系统可持续发展评估与分析——兼对江西省的实证研究[D]. 南昌: 江西财经大学, 2004.
- [8] 白雪梅. 社会协调发展的测度方法[J]. 统计与决策, 1998, (1): 6-7.
- [9] 王维国. 协调发展的理论与方法研究[D]. 大连: 东北财经大学, 1998.

Assessment on the Coordinated Development Among Society, Economy, Resources and Environment in Liuzhou City

Wei Rongrong Cheng Guanwen Luo Jiejun Liang Ling Zhu Zongqiang Wei Wenyuan Xu Shan

Abstract The paper evaluates the comprehensive development level of society, economy, resources and environment subsystems by principal component analysis from 2000 to 2006 in Liuzhou city. Membership function was used to evaluate the coordination degree of society, economy, resources and environment to find out the existing problems in the sustainable development process. The results show that the comprehensive development level of society, economy, resources and environment subsystems in Liuzhou city has been improved, and coordinated development among the four subsystems is in good conditions. But there are still some problems in economic structure and economic growth mode. Moreover, it is necessary to improve the resource utilization ratio and environmental protection. Some corresponding countermeasures are put forward.

Key words principal component analysis membership function society, economy, resources and environment coordinated development Liuzhou city

(上接第 26 页)

- va: World Health Organization, 2004: 195.
- [2] 张维昊, 徐小清. 固相萃取高效液相色谱法测定水中痕量微囊藻毒素[J]. 分析化学, 2001, 29(5): 522-525.
- [3] 徐荣, 张德明, 卢益新. 高效液相色谱测定水中微囊藻毒素[J]. 净水技术, 2005, 24(5): 63-65.
- [4] Roland W. Some comments on the determination of microcystin toxins in waters by high-performance liquid chromatography[J]. Analyst, 1996, 121: 233-238.
- [5] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 5750.8-2006 生活饮用水标准检验方法有机物指标[S]. 北京: 中国标准出版社. 2007: 31-33.
- [6] Sim A T, Mudge L M. Protein phosphatase activity in cyanobacteria; consequences for microcystin toxicity analysis [J]. Toxicon, 1993, 31: 1179-1186.
- [7] 季林丹, 刘慧刚, 徐进, 等. 用高效液相色谱法检测天然水体中的微囊藻毒素[J]. 水生生物学报, 2007, 31(4): 604-606.
- [8] 张立将, 尹立红, 浦跃朴, 等. 水中微囊藻毒素高效液相色谱检测与前处理条件优化[J]. 东南大学学报: 自然科学版, 2005, 35(3): 446-451.

Determination of Microcystin-LR in Surface Water by HPLC

Ou Hui Zhou Zhihong Wu Qingzhu

Abstract The microcystin-LR in surface water was determined by HPLC which using ethanol: water (containing 0.1% Trifluoroacetic acid) = 45:55 (V/V) as the mobile phase. The separation result of MC-LR in the ODS column was satisfied. To get a higher efficiency of extraction in the pre-treatment process, ethanol solution with 0.1% trifluoroacetic acid was used to extract the sample. By optimizing the pre-treatment and conditions of analyze and reducing the affection of interference, we can get a simple, safe and effective result of analyze.

Key words microcystins high-performance liquid chromatography mobile phase ethanol

广州市环境监测业务管理系统开发若干问题探讨

陈 洪 尹红波 黄 荣 武超颖 杨 柳

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

摘 要 在环境监测业务不断发展变化,机构和体系不断优化改进的客观条件下,没有用户能确保其需求长期稳定不变。如果没有一种合适的开发思路和解决方案,监测业务管理系统的实用性和适用周期的问题将得不到有效解决。本文结合广州市环境监测业务管理系统开发和应用的实践,对这一问题进行了深入探讨,同时介绍了在实际开发中的解决办法。

关键词 环境监测 业务管理 系统开发 广州市

传统思想指导下的应用系统开发,要求用户提出明确细致的需求书,然后以定制的方式进行系统开发。然而,在环境监测业务不断发展变化,机构和体系不断优化改进的客观条件下,没有用户能确保其需求长期稳定不变。如果没有一种合适的开发思路和解决方案,监测业务管理系统的实用性和适用周期的问题将得不到有效解决。本文结合广州市环境监测中心站(以下简称广州站)开发及应用业务管理系统对这一问题进行探讨。

1 背景情况

2002 年,广州站以实验室国家认可为契机完成了业务管理体系再造,随之面临环境监测业务日趋复杂繁重而孤岛式应用软件日趋落后、先进计算机网络设施因缺乏匹配的应用系统而得不到更充分利用等问题。

1.1 业务系统开发目标

基于 Internet/Intranet 技术,局域网、广州环保城域网、ADSL 等网络平台,采用 B/S 结构进行开发,按质量体系要求,实现对客户委托监测业务的计算机联网管理,包括对合同签订、任务安排、现场监测、样品交接、实验室分析、报告编制、报告发放等环节信息进行流程监控和管理,实现信息共享和协同工作,达到有效提高监测业务管理水平和工作效率、降低劳动强度、深化和固化业务管理体系的目的。

1.2 系统运行环境要求

硬件基本配置:客户机型:Pentium 133 CPU、

内存 64 M 以上;Web 服务器: Intel P4Xeon 2.8 G CPU、1 G 内存、137 G Raid5 硬盘阵列;数据库服务器: Intel P4Xeon 2.8 G CPU、1 G 内存、137 G Raid5 硬盘阵列。软件基本配置: MS Windows 2000 Advance Server、MS IE6.0、MS SQL-Server 2000 企业版、MS Office 2003^[1-2]。

2 系统开发的几点思考

系统成功开发需要合适的思路、良好的交流平台和有原则的妥协态度。

2.1 设计思想

开发一个适用周期长的业务管理系统,使之能适应业务内容、管理体系、工作流程等因素的经常变化,并且确保这种适应性调整的控制权掌握在用户手中,即用户是通过系统操作而不是靠修改程序来调整变化因素。

2.2 需求分析

业务系统要实用,必须有一个全面准确到位的需求分析。然而业务系统需求分析存在着专业性很强,内容很复杂,细节繁多等内在问题,显然不可能一步到位。如果过分强调需求分析的完整性和准确性,也会使系统开发陷入需求的泥潭而裹足不前。

2.3 程序编写

给开发人员一个肯定回答,可以确保程序编写的正确性,有效避免系统开发失败。在开发前,由于各种原因,很难为程序员和用户提供一个充分交流

的平台,许多有效的需求信息得不到充分的归纳提炼,只有在用户有机会进行系统测试的时候,这种平台才能真正建立起来。

2.4 妥协原则

信息技术解决用户需求的能力是有限的,有时信息技术解决方案也会与现行管理规定存在冲突,加上用户与开发者的专业领域不同等原因,在系统开发中,对一些问题有不同看法是难免的,遵循向信息技术解决不了的问题妥协,向法律规章、质量体系不能动摇的原则问题妥协,向多数人的意见妥协等原则来解决问题,对系统的成功开发很重要。

3 相关问题的解决办法

3.1 基于变化因素设计基础数据库

随着环境监测业务的发展,机构、人员、监测内容、监测数据统计属性、环境评价与污染源排放标准、数据修约规则等因素处于不断变化的状态,这就要求系统具有灵活处理这些变化的能力。为避免系统受这些变化因素影响而陷入不适用的境地,需要对未来可能发生变化的因素进行全面深入的思考,然后,以数据库管理方式对它们进行动态管理。为便于管理,系统将所有能考虑到的变化因素统一归到基础信息管理功能模块,并建立调用关联逻辑,以支持其他功能模块的应用。

3.1.1 简单变化因素的管理

简单变化因素的管理可以通过对相关数据库记录进行删除、添加或修改等操作来实现。如:人员变动等。

3.1.2 复杂变化因素的管理

复杂变化因素的管理,例如:污染源排放标准的数据库建立或更迭,需要采用2级管理方式加以解决。

1) 标准数据库的格式管理,目的是以自定义方式建立标准数据库的应用格式,具有这样一些功能:

根据标准内容,设定标准名称、标准号、标准类别、标准状态、适用监测项目类别、实施时间、废止时间、适用条件、适用范围和备注等,可以有效管理标准目录,查询标准状态、标准格式等内容。

2) 排放限值管理,目的是建立排放标准限值离散数据库,存放与适用条件一一对应的排放限值记录,具备功能有:调用1)所定义的标准数据库格式,依据相关标准文件的内容,分别录入各种适用条件及对应的限值上限、下限及其数学关系符,限值单位和备注等,可以基于限值离散数据库进行编辑、各种查询和调用。

2级管理可以有效解决单级管理在管理内容差异较大的各类排放标准时所存在的结构不清晰、可读性差、数据库空间大量冗余、检索速度慢等问题。

以数据库方式动态管理影响业务系统的变化因素,是延长系统适用周期的一种有效途径。

3.2 基于 workflow 设计业务流程

系统在设计思想、系统架构、采用技术、选用平台上具有一定的先进性、前瞻性、扩充性,考虑了一定时期内业务的变化对系统的适用性的冲击。

通过分析图1所示的业务工作过程,归纳若干业务活动相对独立的范畴以及它们之间的承接关系。在监测业务工作流程中,工作任务的性质将影响工作环节的取舍,但不会影响工作内容,同时,相关科室和人员等因素的变化只会改变独立范畴的内容,不会影响独立范畴及其之间的关联。如图1流程涉及的现场监测,可以通过机构数据库选择实施科室加入,通过监测项目数据库选择相关监测内容加入等,当如机构改革时,取消的科室可以通过数据库进行删除,新设科室可以通过数据库进行增加等,这样,在基础信息数据库及其应用逻辑的支持下,图1所示的监测业务流程可以有效解决各种相关因素影响的问题。

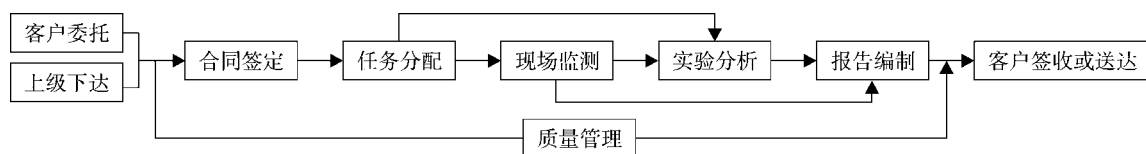


图1 监测业务工作流程

综上分析,为避免系统受业务流程变化影响而无法适用的情况,系统采取自定义工作流的设计思

路,将工作流程涉及的各环节模块化设计,由应用者通过可视化界面,根据业务类别来定义流程环节的

启动、忽略、停止等条件,系统调用规则,在后台自动执行业务过程,使得文档、信息或任务按照用户定义的规则传递。

组织机构与流程运作构成了监测站内部工作的垂直和水平管理。其中垂直管理明确了监测人员的分工(部门的职能和岗位责任等),水平管理明确了各环节使用者的协作,这种既分工又合作的方式,就构成了监测站横向与纵向结合的管理模式。通过现代化的 workflow 软件技术手段,将监测工作的管理线路规范化、标准化和流程自动化,从而有效地提高业务运作效率,降低成本,为实现监测业务各环节信息处理的整体目标提供保障。

3.3 依靠 OWC 的支持开发统计分析子系统

按日常工作要求,以定制方式开发统计报表,具有容易操作、管理规范、报表客观统一等优点,但其显然不能满足日后发展的需要,也不能满足当前综合分析工作的需要。如果自主开发一个规范性高、专业性强,输出灵活又具有智能统计分析功能的子系统,其开发难度较大,成本较高,周期较长。

有鉴于此,统计分析子系统选择了基于微软最新推出的 Office Web Components(OWC)进行开发。OWC 主要包括 Chart Space、Spread Sheet、PivotTable 等 3 个控件,提供了强大的数据分析工具^[3]。基于此开发统计功能,实现用户直接访问系统数据库并根据需要生成和保存自定义统计报表和视图,保存的各类报表及其视图可供有需要的相关人员查阅或输出利用。

自定义统计报表,既可以按日常工作要求制定统计报表,也可以根据业务发展需要对统计内容、统计参数、统计报表格式、统计方法等进行灵活的安排来实现新统计报表的制定,并可以按要求对各类报表进行规范管理,从而极大地利用了系统数据库的资源,提高了系统的统计功能,是解决系统免受统计要求变化而处于不适用境地的一种有效途径。

3.4 监测报告的灵活处理

如果监测报告不能按需要进行适当的改动,同样会使系统处于不适用的境地。为此,在保证系统相关数据库原始数据不受影响和应用必须满足质量管理规定要求的前提条件下,从报告的输出、格式和内容等方面,充分实现对监测报告的灵活处理。

监测报告除实现打印输出、数据库输出外,还可

根据需要,选择 PDF、XLS、DOC 和 RTF 等多种文件方式进行输出。

借助 Office 2003 对 XML 的支持,系统可与 Word 文档处理软件无缝衔接,通过其强大文本处理能力,实现对监测报告格式和内容的灵活处理。

借助数据修约规则、数据库及其应用程序,对报告数据格式进行灵活的处理,修约规则数据库包含监测项目、分析方法、最低检出限、有效数字位数、数据表达方式、单位、未检出数据表征形式等内容,涉及报告数据的有效数字位数、表达方式、单位、未检出数据表征形式等内容修改时,可以通过数据库管理的方式进行。

3.5 基于并行开发解决需求的细节问题

如果把业务系统的需求比作一棵根深叶茂的大树,那么,树的主干和粗枝大叶相对容易描述清楚,而对盘根错节和细小枝叶的问题一时还难以描述清楚,这就需要提供能满足程序员与用户进行充分交流的平台。在这个平台上,开发者与使用者可以本着相互尊重、相互理解、相互促进的态度进行不断的交流,交流中出现意见分歧较大的时候,则遵循妥协原则寻求解决,通过这样的交流,复杂需求就会渐渐清晰。为此,采用了并行开发的手段,通过系统应用与实际效果的比较,实际使用者对系统的测试,开发者与实际使用者之间的交流和讨论,及时发现系统需求的不足,将大量有效的需求进行固化的同时深化了需求的挖掘分析。建立每周例会制度,集中讨论各使用科室反馈的信息并形成统一意见,提出解决方法,有效促进了系统的不断完善。

对复杂系统采用并行开发方式,有利于深入挖掘和明确需求,能有效缩短系统的开发周期,提高系统的实用性,降低系统应用实施的难度,同时还可以加深环境监测技术人员对应用系统开发的认识,有利于信息化的进一步发展,是发动集体参与需求分析和系统开发的一种有效方式。

4 结语

根据业务系统管理的内容,基于工作流的逻辑模块化程序结构设计系统的整体框架,在技术条件可以满足的前提下,充分合理考虑各种变化因素,提出结合实际的解决办法,通过并行开发的手段深化和固化系统需求,最后开发完成一个具有实用

性好、适用周期长的监测业务管理系统。该系统包含了污染源监测计划、监测合同、监测任务、基础信息、现场信息、实验分析信息、监测报告的管理,以及质量管理、系统管理、统计分析、工作量与收费管理等 11 个一级功能模块,涵盖了包括流程自定义、标准库自定义、污染源资料管理、权限管理、质量监控等数 10 个二级功能模块。系统投入使用后,运行效果良好,从根本上改变了监测业务管理的手工模式,实现了业务系统开发目标。

随着 GIS 技术的日益成熟,在环境监测领域的广泛应用,以及广州市环境监测数据管理的日益完善,广州市环境监测业务管理系统将与 GIS 技术融合,通过空间数据库的建立、分析和展现,系统直观

反映广州市污染源企业的废水、废气、噪声的监测情况、地理位置、废水排放去向,并对广州市河流、河段的沿程污染状况以及环境空气、环境噪声的区域污染状况进行空间分析,为环境质量分析提供可视化、直观的分析平台,为环境管理和决策服务。

5 参考文献

- [1] 陈玉峰. SQL Server2000 数据库开发教程[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [2] 前导工作室译. 中文 Windows 2000 Server 专业参考[M]. 北京:机械工业出版社,2001.
- [3] 赵继红,徐小青,王曼珠,等译. 中文版 Office 2003 宝典[M]. 北京:电子工业出版社,2004.

Discuss on the Development of Management Business System of Environmental Monitoring in Guangzhou

Chen Hong Yin Hongbo Huang Rong Wu Chaoying Yang Liu

Abstract Users' requirements keep changing while environmental monitoring business, structure and system change. Problems such as practicability and applicability period of environmental monitoring business system can't be solved without proper thought and corresponding solutions. Taking the management information system of environmental monitoring in Guangzhou as an example, the paper discusses the problems and introduces corresponding solutions.

Key words environmental monitoring management business system development Guangzhou

(上接第 9 页)

- [9] 金相灿,屠清瑛. 湖泊富营养化调查规范[M]. 2 版. 北京:中国环境科学出版社,1990.
- [10] 劳家桢. 土壤农化分析手册[M]. 北京:中国农业出版社,1988.
- [11] 王晓青,李哲,吕平毓,等. 三峡库区悬移质泥沙对磷污染物的吸附解吸特性[J]. 长江流域资源与环境. 2007, 16 (1):31-36.
- [12] 李静,魏世强,杨勇,等. 库区消落区紫色土与水稻土磷吸附解吸特征[J]. 西南农业大学学报:自然科学版,2005, 27 (4):459-463.

Phosphate Adsorption on Bank Soils and Sediments of Tuhai River

Zhang Ju Deng Huanguang Yang Xiaoxia

Abstract By laboratory simulation, phosphate adsorption on bank soils and sediments of Tuhai River was studied. The results showed that both sediments and bank soils had strong phosphate adsorption capability and the adsorption capability of sediments was stronger than that of soils. Under 25 °C and moderate disturbing intensity (100 rpm), sediments reached adsorption-desorption equilibrium of phosphate in 2 hours, while bank soils needed 12 hours. Under the same conditions, following elevated phosphate concentrations, the phosphate adsorption capacity of sediments and bank soils significantly increased. The adsorption capability of sediments was stronger than that of soils. This huge adsorption capability of sediments may play a positive role in phosphate buffering in Tuhai River. The adsorption kinetics of phosphate on soils and sediments of Tuhai River can be well described by Langmuir equation.

Key words soil sediment phosphate adsorption Tuhai River

CONTENTS

Research Progress on Application of Plant Growth-promoting Bacteria	
.....	<i>Li Mei, Zhang Jinhong, Liao Baowen</i> (1)
Phosphate Adsorption on Bank Soils and Sediments of Tuhai River	
.....	<i>Zhang Ju, Deng Huanguang, Yang Xiaoxia</i> (6)
Text on the Composite of $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ Photocatalyst in Degrading Dye Waste Water	
.....	<i>Tan Junshan, Li Fengyi</i> (10)
Study of Accessorial Fuel Influence on MSW Incineration Temperature	
.....	<i>Pan Hong, Liang Xiaoping, Dong Zhihua, et al</i> (13)
Discuss on the Purification Technologies of Diesel Exhaust	
.....	<i>Ming Caibing, Ye Daiqi, Zhou Yipin</i> (17)
Analysis on Noise Control for City Hotels	
.....	<i>Xie Hao</i> (21)
Determination of Microcystin-LR in Surface Water by HPLC	
.....	<i>Ou Hui, Zhou Zhihong, Wu Qingzhu</i> (25)
Reconsideration on Environmental Check & Acceptance to the Completion of Project	
.....	<i>Jiang Weijun, Sun Xinzong, Pan Yi</i> (27)
Environmental Sociological Thought on Urban Water Environment Comprehensive Improvement in the Framework of Human-Water Harmony	
.....	<i>Sun Yanjun, Cen Huixian, Wang Shugong</i> (30)
Discussion on Regional Environmental Risk Management Plan Taking Huangpu District of Guangzhou City as an example	
.....	<i>Li Mingguang, Zhang Yalan, Yu Huaiyi</i> (35)
Assessment on the Coordinated Development Among Society, Economy, Resources and Environment in Liuzhou City	
.....	<i>Wei Rongrong, Cheng Guanwen, Luo Jiejun, et al</i> (40)
Discuss on the Development of Management Business System of Environmental Monitoring in Guangzhou	
.....	<i>Chen Hong, Yin Hongbo, Huang Rong, et al</i> (45)