

广州环境科学

GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCES

第 16 卷 第 2 期

VOL.16 NO.2

2001.2

广州市环境科学学会 主办

广州环境科学

GUANGZHOU HUANJING KEXUE

季刊

1985年12月创刊

第16卷 第2期

(总第62期)

2001年6月30日出版

主管单位 广州市环保局
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
主 编 甘海章
责任编辑 琚 鸿 蔡梅茜
地 址 广州市吉祥路95号
邮政编码 510030
电 话 (020)83355374
E-mail cgzaes@public.guangzhou.gd.cn
印 刷 广东省委办公厅印刷厂
广东省资料性出版物登记证号粤A第1038号

目次

综述

造纸工业漂白段污染的治理研究进展 谢 澄,陈中豪(1)

水环境及污染防治

珠江广州河段水体、沉积物及底栖生物体内多氯联苯有机

污染物的初步研究 聂湘平,蓝崇钰,栾天罡,等(6)

影响珠江广州河段局部水体黑臭的主要原因剖析 罗家海(10)

大气环境及污染防治

三效催化净化器及其应用前景 谢绍发(14)

固体废弃物及处理

废弃塑料的回收和利用 陈树斌,黄翔峰,李春鞠,等(17)

噪声及污染防治

广州天河体育场大型露天演唱会环境影响分析

..... 卢庆普,陈 灿,梁永禧(20)

电磁辐射及污染防治

广州市 GMS 移动通信基站电磁波环境影响分析

..... 陈 旻,牟 冀,何志辉,等(24)

环境管理与监理

对城市环境规划若干问题的思考

..... 葛 奕,游江峰,何 湛,等(28)

佛山市规模化畜禽养殖业污染情况调查

..... 廖丽华,郭文成,杨永泰,等(31)

环境监测与分析

水样中总磷的微波消解 杨义旋(34)

环境生态

重金属 Cu、Pb、Zn、Cd 在深圳福田红树林中的迁移、累积与循环

..... 章金鸿,汪 辉,陈桂珠,等(36)

环保产业与清洁生产

珠江啤酒集团公司开展清洁生产工作的实践与体会 于建新(40)

环境教育

浅谈广州市环境教育行政组织结构的建立和完善 唐桂香(43)

广州中小学生环境素质调查与环境教育方法探讨

..... 王智美,杨惠贞(46)

动态与信息简讯

韩国决定实施 SO₂ 和 NO_x 排放量交易(13) 亚太地区候鸟保护委员会汇总

候鸟保护战略(23) 亚太环境 NGO 反对垃圾焚烧(27) 德环境成本标准

化(33) 菲律宾禁用垃圾焚烧炉(33)

造纸工业漂白段污染的治理研究进展

谢 澄 陈中豪

(华南理工大学造纸与污染控制国家工程中心, 广州 510641)

摘 要 简要介绍了造纸工业漂白工段对环境的污染问题,叙述了采用絮凝法、吸附法、膜分离法、好氧处理法、厌氧处理法、酶处理法及多种方法配合使用等途径来净化治理漂白废水的最新研究进展。认为要彻底治理漂白工段对环境的污染,需要从推广使用无、少污染制浆漂白技术和大力治理传统制浆漂白污染两方面入手。

关键词 造纸工业 漂白废水 治理技术 进展

造纸业在国民经济中占有十分重要的地位,但同时也是造成环境污染的主要污染源之一,尤其是以对水环境的破坏为甚。造纸工业废水由多种废水组成,其中的漂白废水是一种难于有效处理的污水,其排放量大,有颜色,含有氯苯酚类化合物、氯化脂肪酸、氯化树脂酸、二噁英(dioxin)等有毒物质。

但是,过去工厂中人们常错误地认为漂白废水浓度相对较低,污染负荷不如黑液大,未考虑总量效应,未注意其毒性问题,对漂白废水的治理一直没有引起足够的重视,许多厂家的中段废水(含漂白废水的混合废水)未经处理或未有效处理,就直接排放到江河湖海中去,给环境带来严重的污染。如何治理漂白废水的污染,已经作为一个刻不容缓的问题摆在我们面前。

治理漂白工段的污染有两条道路,一是通过应用无或少污染制浆漂白技术,清除污染物的产生;另一条道路是对漂白废水进行净化治理。要完全实现无或少污染制浆漂白对造纸工业来说还有很大的难度,比如技术上还不完全成熟,经济成本还很高昂,新技术制浆漂白结果不够稳定,技术更新需要时间等,使得人们在一段时期内还不能完全放弃传统的制浆漂白技术。因此对漂白废水的治理研究就显得非常紧迫和重要了。

处理漂白废水的方法主要有物化法和生化法,以及两者结合的方法。

1 物化法

1.1 混凝法

混凝是废水处理中最常用的方法,它是通过

Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Ca^{2+} 等盐类无机化合物和酰胺类的有机高分子化合物与废水中的悬浮物和大分子有机物发生电中和,降低胶体粒子的 ξ 电位,以吸附、架桥等形式凝聚成大颗粒物质沉降分离而达到净水的目的。混凝技术应用的历史很悠久,也是最广泛使用的技术,操作比较简单,投资费用较低,而效果也比较明显,因此是废水处理中主要的方法之一。目前的研究主要集中在开发新型的絮凝剂,优化絮凝条件,改良絮凝反应器及深入研究混凝机理等方面。在国内,絮凝技术普遍应用于造纸厂家的漂白废水处理中,这方面的研究成果有很多,近年的研究如:

章丘市造纸厂采用物理化学絮凝、气浮方式处理中段废水(含漂白废水的混合废水,下同)使总排污口 COD 含量始终保持在 400 mg/L 以下,达到了国家二级排放标准^[1]。

陈鲁生^[2]比较了 PACS、 $Al_2(SO_4)_3$ 、 $Al_2(SO_4)_3 + CaO +$ 聚丙烯酰胺、 $FeCl_3 + CaO +$ 聚丙烯酰胺等几种絮凝剂或混凝剂对造纸厂中段废水的处理效果,找出了最佳投药量及适宜的 pH 值。认为混合絮凝剂的絮凝效果比单一絮凝剂的絮凝效果好,混凝剂的投药顺序应先加 $Al_2(SO_4)_3$ 或 $FeCl_3$,后加 CaO,最后加聚丙烯酰胺,结果是沉淀颗粒大,沉降速度快,处理效果好。而无机高分子絮凝剂 PACS 对中段水有很好的处理效果,其用量少,沉降快,COD 去除率高。

陈元彩^[3]研究了无机絮凝剂 PAC(聚合氯化铝)、PSA(聚硅酸铝盐)、PFS(聚铁硅复合絮凝剂)、 $MgCl_2$ 、CaO 及其与有机高分子絮凝剂 CGA 复合使用对两种不同工艺漂白废水的混凝处理特性,结果表

明:水质 1 COD、AOX(可吸附有机卤素)去除率分别为 63.2%、45.3%;水质 2 COD、AOX 的去除率分别为 73.1%、53.4%。她认为氧化钙与碳酸钠具有相同的降解 AOX 的能力,硫离子在中性条件下可显著提高 AOX 的去除率。

在国外也有不少工厂采用混凝技术来处理漂白废水^[4-6]。德国一家亚硫酸盐浆厂用聚乙烯亚胺对漂白废水进行沉淀处理,日处理废水 150 t,对碱处理废水 AOX 去除率为 50%~73%,而对氯化段废水 AOX 去除率为 54%~84%^[7]。

不过,大量的研究已经表明,单一使用混凝技术,是不能使漂白废水完全达标排放的,通常需要与其他方法配合使用。

1.2 吸附法

吸附法也是废水处理中常用的方法,它通过物理吸附、化学吸附或离子吸附废水中的污染物质来达到净化废水的目的。常用的吸附剂有活性炭、 γ -氧化铝、石灰等。

石灰法对去除漂白废水的色质很有效,这种废水的色质主要来源于其中的木素降解物,而这部分物质是很难生物降解的。通过用石灰处理,可使脱色率达到 90%。

离子交换吸附是一种较特殊的吸附,即交换吸附。C 段和 E 段的废水经酸化,然后用离子交换树脂进行连续处理,它对氯化的酚和愈疮木酚的去除率大于 99%。瑞典的 Billorud - Uddcholms 公司 Skogholl 硫酸盐浆厂采用了一套酚醛型弱阴离子树脂,在 pH 值 3~4,温度低于 50℃,处理漂白工段 E₁ 段和 C 段废水,处理后的 E₁ 段废水可用作过滤机的喷水^[8]。

1.3 膜分离法

膜分离法是近几十年来新兴的化工分离单元操作,具有占地少、基建费用低、运行管理方便、自动化程度高、处理效果好等特点。目前膜分离方法在废水处理领域也开始得到研究和应用。纸厂漂白废水中,高分子量的有机氯化物的相对百分比含量高。这些高分子量的化合物往往很难被微生物降解。有人建议选择超滤作为去除漂白废水中氯化有机物的一种手段。研究表明^[9-11]这样的处理方法具有较好的效果,但成本比较高。如何降低成本及解决膜污染与浓差极化问题,是膜分离技术推广应用的关

键。

瑞典 Iggsund Bruk 纸厂采用超滤设备对漂白废液进行中试实验,色度降低 87%,COD 降低 61%,BOD 降低 23%,总有机碳降低 70%,有机氯降低 87%。经超滤处理后,滤液可回用于洗浆,经处理后废液浓度可提高到 20%以上,浓缩液送碱回收,但黑液燃烧热量有所降低。丹麦 DDS 公司用超滤技术处理漂白废水,得出结果与此基本相同。

日本大王造纸(株)三岛工厂采用超滤技术处理硫酸盐木浆漂白废液,采用管式超滤膜组件(DDS 式 UF-35-42 组件)的聚砜膜分离 8 000~10 000 分子量的废水,日处理废水 4 000 m³,日透水量为 2.7 m³/m²,两条生产线共同一套清洗设备,每条生产线上正常运行的是五段,另一段进行清洗或维修,清洗周期两天一次,每次 2~3 h。废液先经 40 目网筛过滤,再送入超滤工段,在 45~55℃、pH 10.5 下运行两年,超滤车间膜分离性能无明显下降,COD 去除率达到 78.7%,色度去除率达 93.6%,总固形物去除率达到 35.5%,滤过液作为洗涤水回用,浓缩液送碱回收^[12]。

采用超滤法可去除 E 段漂白废液中有有机氯化物或 AOX 50%~80%。A Zaidi 介绍了 Sanyo、Taio、Modo Husum 等造纸厂利用超滤工艺分别处理 E、E₁ 和 EO 段废水的情况,其 COD 去除率分别为 82%、79%和 40%~70%。在高速剪切条件下,压力为 0.69 MPa,体积减小系数为 30 时,平均渗透液通量达到 9 m³/m²·d,COD 去除率从体积减小系数为 1 时的 85%~90%下降为体积减小系数为 30 时的 70%~75%^[13]。

此外,还有些研究是采用反渗透法和电渗析法来进行废水的处理的。不过,单独使用膜分离技术也不能完全将漂白废水净化到排放标准,通常它也是与其他处理方法配合使用的,最好与生物处理相结合,据报道这样可去除 AOX 62%~90%。

此外,应用于漂白废水处理的物化法还有冷冻结晶法^[14]、臭氧氧化法^[15]、光催化氧化法^[16]、超声空化法^[17]、超临界水氧化法^[18]及化学还原法^[19]等,不过这些方法大多还停留在实验室研究阶段,应用的还不多。

2 生化法

生化法也是处理废水的重要方法,它利用微生物能氧化分解有机物并将其转化为无机物的能力,

通过人为的创造适于微生物生存、繁殖的条件和环境,使之大量繁殖,以提高其氧化分解有机物效率的一种废水处理方法,生化法根据所使用微生物的种类,可分为好氧法、厌氧法及生物酶法。

2.1 好氧法

好氧法是利用好氧微生物在有氧条件下处理废水的方法。常用的好氧处理方法有活性污泥法、生物膜法、生物滤池、生物转盘、生物接触氧化、污水灌溉、氧化塘法、生物流化床等等。

对于造纸漂白废水,传统的活性污泥法可去除 14%~65% 的 AOX 和 COD,而如果采用两段活性污泥法,BOD 去除率可达 90% 以上,COD 去除率达到 65%,木质素去除率为 46%^[20]。吉林造纸厂采用生物氧化法,BOD 可去除 70% 以上,COD 去除率为 35%^[21]。瞿永彬采用射流曝气法处理中段废水,BOD、COD、酚、木质素的去除率分别为 85%~90%、50%、94%、40%^[22]。王启民采用生物转盘法,BOD 去除率为 85.3%,COD 去除率为 63%,SS 去除率为 86%^[23]。潘殿智等人采用吸附曝气-塔滤法处理,COD 去除率为 72%,BOD 去除 92%,色度去除 15%^[24]。

卜菁等人采用连续完全混合式曝气系统对硫酸盐苇浆三段漂白(氯化 C、碱处理 E、次氯酸盐漂白 H)各段废水进行生物化学处理。通过对活性污泥的培养驯化、废水的进料速度及浓度、通气量等工艺条件的正交实验研究,并结合工业生产实际情况,得出了用该法处理漂白废水的最佳条件:经稀释后废水浓度 40% (COD 值在 2 000 mg/L 左右)、温度 25~30℃、通气量 76 L/h 废水停留时间 3 h,废水 COD 去除率达 87%。再用明矾复合剂进一步进行混凝处理后,出水水质清,各项指标达到国家排放标准^[25]。

山东华泰集团有限公司的中段废水处理项目引进了瑞典普拉克公司的全部技术和整套设备,采用好氧生处理技术,整个处理系统由预处理系统、曝气系统、污泥回流系统和二沉池等单元组成。中段水处理工程于 1998 年 6 月投入使用,运行半年后,各项出水指标逐步达到了国家二级排放标准,出水水质:COD < 380 mg/L, BOD < 110 mg/L, SS < 150 mg/L^[26]。

山东晨鸣纸业集团股份有限公司引进了芬兰奥克斯龙公司具有国际领先水平的成套设备及工艺,进行中段水的处理,设计日处理能力 4 万 m³,处理系

统由大容量的一沉池、调节池、曝气池、二沉池组成,处理后的出水水质:COD 400 mg/L, BOD 54 mg/L, SS 100 mg/L, 酚 0.03 mg/L, 达到国家二级排放标准^[27]。

另外还有用白腐菌来进行废水处理的。白腐菌是已知的唯一能降解聚合木素的微生物,特别是降解浆中的氯化木素。据报道一种“Mycor”工艺法,利用白腐菌(*Phanerochaete Chrysosporium*)在一个旋转的生物接触器中处理废水,已获得美国专利,它对于高或低分子量的 TOCl 都有很好的处理效果,对碱抽提废水处理两天,TOCl 可去除 62%,脱色率大于 80%;若采用“Mycopor”工艺,处理 6~12 h, AOX 可减少 80%,脱色率达到 87%,COD 去除率为 40%。硫酸盐浆厂废水中的各种氯化香兰素、氯酚和氯化愈疮木酚,通过“Mycor”工艺处理也可以减少至痕量^[28]。陈嘉翔等将白腐菌固定在煤渣表面,处理苇浆 CEH 漂白废水,在停留时间仅为 8 h 的条件下,COD、BOD、TOCl 去除率分别为 68%、90%、60%^[29]。

2.2 厌氧法

厌氧法是在无氧的条件下,通过厌氧微生物来处理废水的方法,它的操作条件要求比好氧法苛刻,但有其独到的特点和优势,比如在经济上更有吸引力,因此其在实际应用中也具有重要的地位。厌氧法目前开发出的有厌氧塘、厌氧滤床、厌氧流动床、厌氧膨胀床、厌氧旋转圆盘、厌氧发酵反应器、厌氧池、厌氧接触反应器、UASB 法等。其中研究和应用较热的是 UASB 法。

漂白废水对甲烷菌有很强的抑制作用,其在厌氧条件下生物降解性很低。氯代有机物在厌氧条件下,环境的氧化还原电位较低,在酶催化下,易受到还原剂的亲核攻击,发生氯原子的亲核取代进行还原脱氯反应,有利于后续的生物处理过程,且这种还原反应由非甲烷菌产生的,随着氯代程度的增加,还原脱氯速度加快,释放的能量增多。因而高效厌氧反应器对漂白废水中氯代有机物的还原脱氯作为漂白废水的预处理可大大提高废水处理效率,减少反应有效容积。不过,为了克服氯代有机物对厌氧微生物的抑制,一般都需要进行一些前处理,如絮凝、超滤等。

2.3 生物酶法

酶处理氯化有机物的反应机理是,先通过酶反应形成游离基,然后游离基发生化学聚合反应生成高分子化合物沉淀。酶处理与其他微生物处理技术

相比,具有催化效能高,反应条件温和,对废水质量及设备情况要求较低,反应速度快,对温度、浓度和有毒物质适应范围广,可以重复使用等优点。影响酶处理效果的主要因素包括污染物种类和浓度、酶的种类和浓度、pH、絮凝剂和吸附剂以及污染物之间的协同效应等。适用于造纸工业漂白废水中有机氯化物处理的酶有过氧化物酶、酪氨酸酶、酚氧化酶和木质素过氧化物酶等。

有研究认为辣根过氧化物酶可以从水溶液中去除酚和芳香胺,并可使含酚废水脱色^[30-31]。采用过氧化物酶,添加过氧化氢,可以将一系列的酚和芳香胺氧化成相应的自由基,并聚合形成较难溶于水的物质^[32]。酪氨酸酶对废水中氯酚的去除也相当有效。单独用酪氨酸酶进行处理不形成沉淀物,并且系统由无色变成暗褐色,总氯量被去除 75%,但 TOC 未被去除。酪氨酸酶是利用分子氧氧化酚类化合物形成自由基的。另外的一些研究表明,真菌可以降低牛皮纸漂白废水中的 AOX,因此一些研究者探索是否可以利用漆酶(真菌分泌的氧化酶)将废水中的有机氯化物直接矿化。研究结果表明,各种真菌系统中的漆酶都能迅速地将许多有毒的多氯酚和愈创木酚部分脱氯,但 2-氯酚和 4-氯酚除外。分离提取的漆酶是否进一步提纯,对有机氯化物去除的影响不大^[33]。此外,木质素过氧化物酶也正被研究用于处理牛皮纸废水,但有关它的效率的报道还不多^[34-35]。

不过由于酶的流失与失活问题,以及较高的价格等缺点,还制约着生物酶法的大规模工业化应用。

3 多种方法配合使用

目前的研究来看,无论是物化法还是生化法,单一使用某种方法进行处理,往往是难以使漂白废水的污染负荷降低到排放标准的,一般都需要多种方法进行配合使用,寻找最佳的搭配方式,既要获得良好的处理效果,而又尽量降低处理的成本,并使流程简单化。通常使用的流程是物化+生化法的二级处理。

山东华远造纸集团公司的碱法草浆中段污水,采用一级沉淀加二级活性污泥生化处理。物化及一级沉淀,悬浮物去除率在 73% 左右, COD 去除率在 25% 左右;生化处理, BOD 去除率在 90% 以上, COD 去除率在 53% 左右。日处理污水 2 万 m³, 日去除 COD 11 t 左右^[36]。

徐华等人通过对草浆中段废水混凝沉淀—厌氧—好氧生物处理组合工艺的试验研究,探索该工艺的可行性,确定了适用、高效、价廉的混凝剂处理效果,同时考察了不同负荷下,垂直折流板式厌氧污泥床(VBASB)和接触氧化法对草浆中段废水处理效果的影响。结果表明,当 FeSO₄ 和 PAM 投加量分别为 300 mg/L 和 10 mg/L 时, COD 和 SS 去除率分别为 40% 和 95%;垂直折流板式厌氧污泥床在负荷(COD)为 31~43 kg/m³·d 时, COD 去除率约为 55%;接触氧化池负荷(COD)为 15~20 kg/m³·d 时, COD 去除率为 50%,可以使出水达到国家标准^[37]。

芬兰两个全规模的车间处理漂白废水,采用好氧/厌氧法, AOX 去除率为 20%~30%,氯化有机物去除率为 64%~94%,水力停留时间为 7 h。好氧/厌氧处理顺序分开进行研究,对于亚硫酸盐法废水 AOX 减少 28%~47%。对于硫酸盐法废水 AOX 减少 52%~64%,对于个别的氯化酚,低分子量的有机氯组分具有高达 95% 的去除率,而氯酚和二氯酚可以完全脱除掉^[38]。Hagblom 等人采用厌氧流化床与好氧滴滤床联合处理工艺处理漂白废水, AOX、氯酚、COD 去除率分别为 68%、77%、61%^[39]。Wang 通过连续流厌氧—好氧法处理漂白废水对比实验,发现厌氧—好氧工艺可提高氯代有机物的还原脱氯能力,从而提高漂白废水的 AOX 和 COD 的去除率^[40]。

Boman 等人采用超滤—厌氧法,在不产甲烷的条件下处理漂白废水, AOX 去除率达到 65%,氯酚去除率达 70%~80%^[41]。另外还有报道说采用超滤—白腐菌法能去除 70% AOX,采用超滤—厌氧—好氧法能去除 70%~85% AOX^[42]。

4 结束语

总的来说,国外所取得的研究成果比较多,有许多方法已经获得了一定的成功,但也依旧有不少的问题存在。国内目前还没有完全成熟的漂白废水处理技术,不是处理效果差,就是成本太高。面对环保压力日益严重的今天,国内造纸行业对漂白废水的治理研究及推广还需加强重视。

采用无或少污染制浆漂白技术,或者是治理传统制浆漂白技术的污染,都是解决造纸工业漂白工段对环境污染问题的道路。这两个方面的研究工作都需要大力地开展下去,才能彻底治理漂白工段带来的污染。

5 参考文献

- [1] 韩建春. 章丘市造纸厂中段废水的处理. 中华纸业, 1998, (3): 71
- [2] 陈鲁生. 几种絮凝剂对造纸厂中段废水处理效果的研究. 山东师大学报(自然科学版), 1998, 13(2): 152 ~ 153
- [3] 陈元彩, 等. 絮凝法处理纸浆漂白废水的研究. 上海环境科学, 1999, 18(10): 466 ~ 468
- [4] Dentel S K, et al. Mechanisms of coagulation with aluminum salts. A W W A, 1988, 80: 187 ~ 198
- [5] Ching H W, et al. Dynamics of coagulation of kaolin particles with ferric chloride. Wat Res, 1994, 28: 559 ~ 569
- [6] Milstein O, et al. Removal of chlorophenols and chlorolignins from bleaching effluent by combined chemical and biological treatment. Wat Sci Tech, 1988, 20(1): 161 ~ 170
- [7] Milstein O, et al. Removal of chlorophenols and chlorolignins from bleaching effluent by combined chemical and biological treatment. Wat Sci Tech, 1988, 20(1): 161 ~ 170
- [8] 蒋其昌编. 造纸工业环境保护概论. 北京: 中国轻工业出版社, 1992. 174
- [9] Eriksson K - E. 15th Colloquium on pulp and paper mill effluents. Toronto, 1990. 76
- [10] Bomant, et al. Membrane filtration combined with biological treatment for purification of bleach plant effluent. Wat Sci Tech, 1994, 24: 219 ~ 228
- [11] Jonsson A, Petersson E. Treatment of C - stage and E - stage Effluents from a Bleach Plant Using a Ceramic Membrane. Nordic Pulp and Paper Research J. 1988, 1: 4
- [12] (日)永泽满主编. 高分子膜. 北京: 化工出版社
- [13] A Zaidi. Ultra - and nano - filtration in advanced effluent treatment schemes for pollution control in the pulp and paper industry. Wat Sci Tech. 1992, 25(10): 137 ~ 276
- [14] Kenny R, et al. Freeze crystallization of Temcell's BCTMP effluent. PpC. 1992, 93(10): 55 ~ 58
- [15] Hostachy J, et al. Ozonation of pulp bleaching effluent to reduce the polluting charge. Tappi Int Envir Conf Proc, 1996, 2: 817
- [16] Sierka R A, et al. Tappi Environmental Conference Proceedings, Atkmta, 1988. 439
- [17] Petrier C, et al. Environ Sci Tech, 1992, 26(8): 1639
- [18] Francis D W, et al. AOX reduction of kraft bleach plant effluent by chemical pretreatment - pilotscale trials. Wat Res 1997, 31: 2397
- [19] Muftikian R, et al. A method for the rapid dechlorination of low molecular weight chlorinated hydrocarbons in water. Wat Res. 1995, 4: 15 ~ 22
- [20] 张芳西, 等. 实用废水处理技术. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1983
- [21] 吉林造纸厂. 中段废水中试鉴定. 1987, 12, 20
- [22] 瞿永彬. 射流曝气活性污泥法处理碱法草浆中段废水. 上海给水排水. 1989, (2)
- [23] 王启民. 大型生物转盘处理草浆中段废水实际运行法轻工环保, 1985, 1
- [24] 潘殿智. 采用生化吸附曝气 - 塔滤工艺处理化棉浆中段废水的实验报告. 上海造纸, 1987, 5
- [25] 卞菁, 等. 生物化学方法处理硫酸盐苇浆漂白废水. 南京林业大学学报, 1998, 22(4): 43 ~ 46
- [26] 山东华泰集团有限公司. 实施可持续发展战略建设绿色文明(下). 中华纸业, 1999, (3): 30 ~ 31
- [27] 杨建强, 等. 晨鸣纸业集团股份有限公司碱回收和中段废水的运行实践. 中华纸业, 1999, (4): 54 ~ 55
- [28] Messner K et al. Biotechnology in pulp and paper manufacture. Butterworth - Heinemann. 1990. 245
- [29] 王双飞. 固定化白腐菌处理苇浆 CEH 漂白废水的研究. 华南理工大学博士论文. 1990. 245
- [30] Davis S, et al. Applied and Microbiology Biotechnology, 1990, 32: 72
- [31] Pacice M G, et al. Biotechnol. Bioeng, 1984, 26: 477
- [32] Kibanov A M, et al. Science, 1983. 221 ~ 259
- [33] Royarcand L, et al. Enzyme Microb Tecnol. Tecnol, 1991, 13 (3): 194
- [34] Aust S D, et al. Eur Patent Appl, O192237 Al. 1986
- [35] Farrell R. Appl Microbiol. Biotechnol, 1990, 32: 721
- [36] 田路军, 等. 碱法草浆中段污水的治理. 纸和造纸, 1999, (3): 36 ~ 37
- [37] 徐华, 等. 草浆中段废水混凝沉淀 - 厌氧 - 好氧生物处理的工艺研究. 给水排水, 1999, 25(1): 44 ~ 47
- [38] 魏鹏月. 漂白废水中的氯化有机物及其处理. 中国造纸, 1993, (3): 59 ~ 65
- [39] Haggblom M, et al. Biodegradability of chlorinated organic compounds in pulp bleaching effluents. Wat Sci Tech, 1991, 24(3/4): 161 ~ 170
- [40] Wang X, et al. Biotreatability test of bleach wastewater from pulp and paper mills. Wat Sci Tech, 1997, 35(2): 101
- [41] Boman, et al. Membrane filtration combined with biological treatment for purification of bleach plant effluent. Wat Sci Tech, 1991, 24: 219 ~ 228
- [42] Eriksson K - E. 15th Colloquium on pulp and paper mill effluents. Toronto, 1990, 76

Advances on Research of Eliminating the Pulp Bleaching Pollution

Xie Cheng Chen Zhonghao

Abstract This paper presents the problem of pollution caused by pulp bleaching stage effluent, the development of bleaching effluent treatment techniques which includes flocculation, adsorption, membrane, aerobic, anaerobic, enzymatic process and multi - processes. Studies showed that two ways must be considered to solve the problem of bleaching effluent completely, one is the application of less or none pollution technique of pulping and bleaching, the other is the elimination of bleaching effluent pollution.

Key words paper industry bleaching effluent treatment technology advance

珠江广州河段水体、沉积物及 底栖生物体内多氯联苯有机污染物的初步研究

聂湘平 蓝崇钰 栾天罡 麦志勤

(中山大学生命科学院, 广州 510275)

摘 要 珠江广州河段多氯联苯有机污染物的初步调查研究结果表明, 广州河段 7 个样点水体中多氯联苯类有机污染物平均含量为 2.3 ng/L , 各点含量无显著差异; 沉积物中多氯联苯类有机污染物平均含量为 $31.52 \mu\text{g/kg}$, 各点有显著差异, 其中以广州河段南航道 y03 样点最高; 底栖生物体内多氯联苯含量平均含量为 $181.77 \mu\text{g/kg}$ 。多氯联苯在水体、沉积物及生物体三者之间存在明显的富集和放大作用。

关键词 多氯联苯 水体 沉积物 底栖生物 珠江广州河段

多氯联苯类有机污染物虽然早在 30 年前在全球被禁止开放使用, 但由于其在理化性质上的高度稳定, 以及在生物体内的高度富集残留, 已进入环境中的多氯联苯类有机污染物在相当长的时间仍会对环境产生影响, 尤其是因工程建设、管理各种原因而造成新的二次污染, 对环境构成新的威胁, 因此关于多氯联苯类的环境行为研究长期以来一直为环境工作者所关注。为了了解珠江三角洲水体中有机微污染状况以及由此可能带来的一些生态环境健康问题, 本项调查分析了珠江广州河段水体环境中多氯联苯在水体、底泥沉积相和底栖生物中含量变化及污染物的分布规律。并对此作出相应的风险评价。

1 材料与方法

1.1 仪器与试剂

正己烷、丙酮、二氯甲烷等有机溶剂均为分析纯, 经全玻璃系统 50°C 两次蒸馏, 并经检验无干扰杂峰。

硅胶(80~100 目, 为色谱层析用试剂)在 $(115 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、中性氧化铝(200~300 目)在 $(220 \pm 2)^\circ\text{C}$ 烘箱中活化 18 h, 加入重量的 3% 蒸馏水脱活, 达到平衡后于正己烷中密封保存; 无水 Na_2SO_4 为分析纯, 在 450°C 马富炉中干燥 8 h 后装于磨口瓶中冷却置于干燥器中; PCBs 标样: PCB_{1242} 、 PCB_{1254} 、由香港浸会大

学生物系提供 (AccuStandard Inc. usa); Aroclor Mixture ($\text{PCB}_{1242}:\text{PCB}_{1254} = 1:1$)。

气相色谱仪 (HP6890) ^{63}Ni 电子捕获检测器 (GC-ECD); 气相色谱-质谱联用仪 (Voyager GC-MS (Finnigan)); RE-85Z 旋转蒸发仪 (上海); SPME (Solid Phase Micro-extraction) 装置 (SUPELCO 公司); $100 \mu\text{m}$ PDMS 萃取纤维 (SUPELCO 公司); 净化柱由中山大学物理系玻璃仪器室定做, 规格为: $250 \text{ mm} \times 10 \text{ mm i.d.}$ 具塞玻璃管, 其顶部为 30 mL 半圆容器, 其下部装有玻璃砂芯; 所用器皿均经洗液浸泡过夜后, 经自来水、蒸馏水冲洗, 于 $(200 \pm 2)^\circ\text{C}$ 烘箱中烘干, 临用前经有机溶剂淋洗。

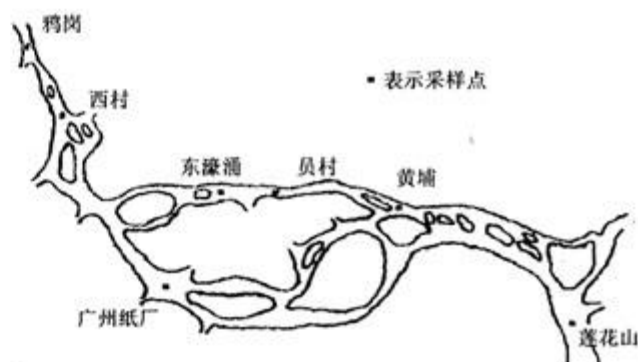


图 1 采样点分布

1.2 样品采集

采样时间为 2000 年 5 月 24~26 日。采样点, 如图 1 所示, 共 7 个采样点。每个点分左、中、右布 3

个采样点,分别采取水样、底泥样及底栖生物样,其中莲花山样点未能采到底泥样品。水样用采水器采集表层以下 50 cm 水样 1 L;泥样采用抓斗式采泥器采取表层泥样;底栖生物样现场过 80 ~ 100 目金属筛网初步筛选后置于铝箔纸中包好运回室内分析鉴定。所有泥样及生物样均于低温冰箱保存待分析处理。

1.3 样品预处理

1.3.1 水样经处理过的滤纸过滤后直接用 100 μm PDMS 萃取纤维固相微萃取装置萃取,萃取温度 25℃,磁力搅拌速度为 1000 min^{-1} ,萃取时间 15 min,上气相色谱仪(GC-ECD)仪器分析,萃取头于进样室中解析 3 $\text{min}^{[2-3]}$ 。

1.3.2 泥样经风干后,研碎、混匀,称取 20 g 样品置于索式抽提器中,加入 250 mL 正己烷和丙酮混合液(V:V = 1:1),另加 1g 铜粉脱硫,置于(60 $\pm$ 1)℃水浴中抽提 18 h。抽提液经旋转蒸发仪浓缩至 2 ~ 3 mL 后,加入 10 mL 正己烷继续浓缩至 1 mL。将浓缩液转移至填有 1g 无水 Na_2SO_4 和 6 g 硅胶、4 g 中性氧化铝的复合净化柱(柱高(15 $\pm$ 0.2)cm)上分离净化,用 60 mL 正己烷淋洗,速度 2 mL/min,前 10 mL 洗脱液弃取不要,收集后 50 mL 洗脱液,经氮气顶吹浓缩至 1 mL。

1.3.3 生物样品经冷冻干燥、加入无水 Na_2SO_4 3 g 研磨、混匀后称取 2 ~ 3 g 样品置于索式抽提器中抽提。抽提液在上柱前加入 5 mL 浓硫酸酸解以除去部分杂质,然后经干燥、浓缩至 1 mL,上复合净化柱进一步分离净化,其他方法同上^[1,4,5]。

1.4 色谱分析

GC-ECD 分析:(HP6890)Ni 电子捕获检测器的气相色谱仪,毛细管为 HP5 色谱柱,柱长 30 m,内径 0.32 mm,固定相膜厚 0.25 μm ;载气为高纯氮气,恒流流速 2.0 mL/min,线速度为 36.0 cm/s;进样口柱压为 56.57 kPa;气化室温度和检测器温度分别为 250℃和 300℃;柱升温程序为:初温 80℃,保持 1 min,以 25℃/min 程序升温至 180℃,再以 8℃/min 升至 280℃,恒温 5 min;氮气尾吹 1 min;恒流无分流进样 1 μL ;检测限可达 0.1 ng。

GC-MS 分析:气相色谱-质谱联用仪(Voyager GC-MS(Finnigan)),离子源温度 200℃,接口温度 230℃,倍增电压 420 ev,程序升温 80℃保留 3 min,以 10℃/min 升至 250℃,恒温 5 min。恒流无分流进样

1 μL ;谱库检索扫描全程 35 ~ 450 $\text{amu}^{[2,14]}$ 。

数据采集与处理系统为惠普化学工作站(HP chemstation)^[6-9];利用已知浓度 PCB_{1242} : PCB_{1254} 混合标样对样品中各峰进行外标定量。

2 结果与讨论

2.1 珠江广州河段水体、底泥及底栖生物体中多氯联苯含量

表 1 广州河段水体、底泥及底栖生物体中多氯联苯含量

采样点	样号	水体 $\bar{X} \pm \text{SD}$ ng/L	底泥 $\bar{X} \pm \text{SD}$ $\mu\text{g/kg}$	底栖生物 $\bar{X} \pm \text{SD}$ $\mu\text{g/kg}$
鸦岗	Y01	1.94 $\pm$ 0.56	19.65 $\pm$ 3.61	171.24 $\pm$ 56.57
西村	Y02	2.52 $\pm$ 0.13	15.35 $\pm$ 2.47	150.11 $\pm$ 12.74
纸厂	Y03	2.01 $\pm$ 0.62	51.39 $\pm$ 13.91	288.45 $\pm$ 28.92
东壕涌	Y04	2.87 $\pm$ 0.26	22.50 $\pm$ 2.83	139.12 $\pm$ 46.67
员村	Y05	1.34 $\pm$ 0.34	40.59 $\pm$ 5.24	212.11 $\pm$ 40.99
黄埔	Y06	3.11 $\pm$ 0.85	39.65 $\pm$ 7.57	130.07 $\pm$ 39.69
莲花山	Y07	1.13 $\pm$ 0.43	/	/

表 1 列出了广州河段 7 个采样点断面左中右三个平行样中水体、底泥及生物体内多氯联苯的平均含量及标准差,其中莲花山段未能采到沉积物样和底栖生物样。珠江广州河段从上游鸦岗至下游莲花山 70 多 km 长的水道中,水体中多氯联苯含量范围在 0.70 ~ 3.96 ng/L,平均含量为 2.3 ng/L;与国外一些研究者的结果相比,要低得多,塞纳河的水体中 PCBs 含量变化,丰水期为 50 ~ 150 ng/L、枯水期为 500 ng/L^[16]。沉积物中多氯联苯含量范围在 12.88 ~ 65.21 $\mu\text{g/kg}$,平均含量为 31.52 $\mu\text{g/kg}$;这和国内研究者报道相当,如在第二松花江底泥中多氯联苯含量范围为 25.4 ~ 70.3 $\mu\text{g/kg}$;在珠江三角洲地区沉积物中多氯联苯含量范围 11.56 ~ 485.45 $\mu\text{g/kg}^{[10-14]}$ 。珠江广州河段底栖生物(benthic macroinvertebrates)无论在种类多样性还是种群数量上与资料比较都发生了极大的变化,在采集的 6 个样点的不同断面上,大都只采到寡毛类(aquatic oligochaetes)生物和一些摇蚊幼虫,而且寡毛类占绝对优势,只在个别点采到软体动物河蚬(Corbicula fluminea (Mollusca)),该物种曾为广州河段优势种群^[15],底栖生物多氯联苯含量以寡毛类为代表,其体内含量范围在 90.38 ~ 317.37 $\mu\text{g/kg}$,平均含量为 181.77 $\mu\text{g/kg}$ 。

2.2 珠江广州河段水体、底泥及底栖生物体中多氯联苯来源及分布特征

PCBs 主要在使用过程中通过挥发进入大气,然后经过干湿沉降转入河流、湖泊、海洋,或者污染物的直接排放进入土壤,最后转入水体并极易被颗粒吸附而进入沉积相。其中解吸是 PCBs 由底泥向河水转移的一个重要机制。Gudran Brele 1993 年研究认为:法国塞纳河和美国哈德逊河河水中 PCBs 浓度与流量呈负相关;而美国福克斯河 PCBs 浓度与流量呈正相关,因为福克斯河流量大水流较急更多地冲起底泥,加大了 PCBs 的解吸^[17]。广州河段水样中多氯联苯含量从上游至下游,各采样点含量有所变化,但并未表现出随水流方向有所降低的趋势,其中以 y06、y02 以及 y04 点相对较高,但经方差分析表明,各采样点之间无显著性差异。这可能与珠江受南海潮汐运动影响有关,广州河段为感潮河段,江水涨落昼夜变化很大,涨潮时海水的顶托,不仅延长了污染物在水体中滞留的时间,而且还会使下游的污染物反复影响到上游,这对水体中的污染物含量变化影响很大;此外,为保证航道的畅通,河道的疏浚也会对水体中一些污染物尤其是疏水性污染物的变化产生较大影响,使沉积相中的污染物水中解吸进入水中。

表 2 底泥及底栖生物样品概况

采样点	样号	底泥样	底栖生物样
鸦岗	Y01	灰褐色粉沙质淤泥	主要为寡毛类,数量较大
西村	Y02	灰黄色砂质淤泥	主要为寡毛类,数量中等
纸厂	Y03	黑色黏土淤泥	主要为寡毛类,数量中等
东壕涌	Y04	黑色砂质淤泥	有少量摇文幼虫,数量较少
员村	Y05	灰黑色含砂淤泥	有少量摇文幼虫,数量较少
黄埔	Y06	灰黑色砂质淤泥	主要为寡毛类,数量少
莲花山	Y07	未采到样品	未采到样品

沉积物中多氯联苯含量以 y03 号样点(纸厂)最高,y02 最低,经 Duncan 检验多重比较,除 y05 点外,y03 与其他各点均有显著差异($p < 0.05$),其中与 y01、y02、y04 有极显著差异($p < 0.01$);y05、y06 与 y01、y02 以及 y05 与 y04 号之间有显著差异。沉积物中多氯联苯含量一方面与污染物的排放量有关,另一方面与沉积物底质物理化学性质相关。y03、y05、y06 三个样点多氯联苯含量相对较高,一方面其沉积物底质均为黏土性淤泥(见表 2),具有较大的吸附能力,另一方面可能与这三个样点均为老工

业区有关。其中 y03 号周边集中有造纸厂、橡胶厂、造船厂、钢铁厂、电镀厂、电池厂等多家大、中型企业。底栖生物体中多氯联苯含量也以 y03 号最高,与 y01、y02、y04 均有显著差异($p < 0.05$),这也说明沉积相中多氯联苯含量与生物体中含量呈明显正相关,并且向生物体转移富集。

2.3 珠江广州河段水体、底泥及底栖生物体三者之间多氯联苯含量相关分析

表 3 多氯联苯在水体、沉积相中的分配比及在底栖生物体内富集系数

采样点	样号	底泥/水体	底栖生物/水体	底栖生物/底泥
鸦岗	Y01	10155.039	88372.1	8.702
西村	Y02	6091.270	55158.7	9.055
纸厂	Y03	26022.785	146050.6	5.612
东壕涌	Y04	7853.403	52356.0	6.667
员村	Y05	30294.776	158294.8	5.225
黄埔	Y06	12790.323	41957.1	3.280

多氯联苯一般不溶于水(室温下,三氯、四氯、五氯、和六氯联苯在水中溶解度分别为 0.147 mg/L、0.042 mg/L、0.008 mg/L、和 0.002 mg/L)易溶于脂溶性物质。水体底泥中 PCBs 解吸附过程及生物吸收过程,是与辛醇/水分配系数(K_{ow})密切相关,一般工业生产多为商品混合物,其进入环境后经生物吸收、转化、降解后,同系物组成发生了很大变化,这都影响到其在水体、底泥及底栖生物体三者之间的重新分布,而生物吸收最多为 2~4 个氯的 PCBs^[17]。本次调查表明如表 3 所列,多氯联苯从水体向沉积相转移相差 $10^3 \sim 10^4$ 个数量级,水体向生物体转移相差 $10^4 \sim 10^5$ 个数量级,最高富集倍数可达十几万倍。美国学者 1985 年调查研究了密西西比河明尼阿波利斯至密苏里州的圣路易斯 110 km 的河段中底栖蜉蝣雌性体内 PCBs 含量分布和变化的原因,蜉蝣幼虫生活在水底可以有效传导和积累象 PCBs 经生物放大的沉积污染物^[18]。

3 结论

(1)珠江广州河段水体、沉积物及底栖生物体内均检测出含有多氯联苯类有机污染物,水体中多氯联苯类有机污染物平均含量为 2.3 ng/L,各点含量无显著差异;沉积物中多氯联苯类有机污染物平均含量为 31.52 $\mu\text{g/kg}$,各点有显著差异,其中以 y03 最高,达 65.31 $\mu\text{g/kg}$;底栖生物(以寡毛类代表)体内

多氯联苯含量平均含量为 $181.77 \mu\text{g}/\text{kg}$, 也以 y03 样点最高, 达 $317.37 \mu\text{g}/\text{kg}$ 。

(2) 广州河段多氯联苯的含量和分布与城市工业布局及历史排放有关, 老的工业区沉积相中多氯联苯含量远高于生活区及新的工业区, 并且和河床底质密切相关。

(3) 多氯联苯在水体、沉积物及生物体三者之间存在明显的向生物体转移、富集放大作用, 特别是在底栖生物体中。

(本研究得到香港浸会大学 RGC 项目基金资助。野外采样工作在中山大学生命科学学院黄立南博士, 化工学院安太成博士, 地球与环境科学学院李明光博士帮助下完成, 对此表示衷心感谢。)

4 参考文献

- [1] 杨春, 储少岗, 姚渭溪, 等. 水和废水中多氯联苯 (PCBs) 的测定方法及进展. 环境科学进展, 1993, 1(3): 36 ~ 44
- [2] David W. Potter and Janusz Pawlczyn. Rapid Determination of Polyaromatic Hydrocarbons and Polychlorinated Biphenyls in Water using Solid - Phase Microextraction and GC/MS. Environ. Sci. Technol., 1994, 28: 298 ~ 305
- [3] Yu Yang, David J. Miller, Steven B. Hawthorne. Solid - Phase Microextraction of Polychlorinated Biphenyls. Journal of Chromatography A, 1998, 800: 257 ~ 266
- [4] F I 奥那斯卡, F W 卡拉塞克 [加]. 赖聪译. 毛细管气相色谱法. 学术书刊出版社, 1989
- [5] K Afghan PH d, Alfred S Y Chau M Sc. Analysis of Trace Organics in the Aquatic Environment. Florida: CRC Press, 1989. 32 ~ 58
- [6] 蒋可, 陈荣莉, 王极德, 等. 环境中多氯联苯残留物的色谱/质谱测定. 分析化学, 1982, 10(12): 711 ~ 715
- [7] 蒋可, 康致泉, 边雅明. 环境样品中多氯联苯残留物的色谱/质谱定量测定. 环境科学学报, 1982, 2(1)
- [8] 蒋可, 陈荣莉, 王极德, 等. PCBs 残留物的“各峰和”定量法. 环境科学丛刊, 1982, 3(5): 26 ~ 30
- [9] Ronald G Webb, Ann C McCall. Quantitative PCB Standards for Electron Capture Gas Chromatography. Journal of Chromatographic Science, 1973, 11: 366 ~ 373
- [10] 祝心如, 王怡中, 王大力, 等. 白洋淀地区的多氯联苯污染研究. 环境科学学报, 1995, 15(1): 87 ~ 91
- [11] 李敏学, 岳贵春, 高福民, 等. 第二松花江中 PCBs 与有机氯农药的迁移和分布. 环境化学, 1989, 8(2): 49 ~ 54
- [12] 许士奋, 蒋新, 冯建郁, 等. 气相色谱法测定长江水体悬浮物和沉积物中有机氯农药的残留量. 环境科学学报, 2000, 20(4): 494 ~ 498
- [13] 蒋新, 许士奋, Martens, 等. 长江南京段水、悬浮物及沉积物中多氯联苯有毒有机污染物. 中国环境科学, 2000, 20(3): 193 ~ 197
- [14] 康跃惠, 盛国英, 傅家谟. 珠江三角洲一些表层沉积物中多氯联苯的初步研究. 环境化学, 2000, 19(3): 262 ~ 268
- [15] 纪桑, 林美心, 黎康汉. 用大型底栖动物对珠江广州江段进行污染评价. 环境科学学报, 1982, 2(3): 181 ~ 188
- [16] M Chevrdul, A Chesterikoff. PCBs pollution behaviour in the river Seine. Wat Res, 1987, 21(4): 427 ~ 434
- [17] L W Wood. Sediment desorption of PCB congeners and their Bio - uptake by dipteran. Larvae Water Res, 1987, 21(8): 875 ~ 884
- [18] 陈家厚, 栾晶译. 密西西比河上游实生蜉蝣体内多氯联苯同系物的研究. 国外环境科学技术, 1995, 3: 35 ~ 39

Preliminary Study on Polychlorinated Biphenyls Organic Contaminant in Water, Sediments and Benthic Organisms from Guangzhou Reach of Pearl River

Nie Xiangping Lan Chongyu Luan Tiangang

Nie Xiangping Lan chongyu Luan Tiangang Mai Zhiqin

Abstract This work presents preliminary study results on the concentrations of Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in water, sediments and benthic organisms collected from seven sites in Guangzhou reach of Pearl River. The results indicated that the average PCBs concentration were $2.3 \text{ ng}/\text{L}$ in water, $31.52 \mu\text{g}/\text{L}$ in sediment, $181.77 \mu\text{g}/\text{L}$ in benthic organisms. Remarkable difference existed in the PCBs concentrations from the sediments, among which the highest PCBs concentration appeared in the y03 site. Significant concentrating and amplifying phenomenon existed in water, sediments and creature.

Key words Polychlorinated Biphenyls water sediments benthic organisms Guangzhou reach of Pearl River

影响珠江广州河段局部水体黑臭的主要原因剖析

罗家海

(广州市环境保护科学研究所, 广州 510620)

摘 要 珠江广州河段水体中 BOD_5 不高而溶解氧较低的特征, 10 多年来没有改变, 甚至发展到局部水质出现发黑发臭的现象。文章从污染物耗氧、污染物降解能力、水体氧平衡和水文条件等方面剖析这种水质污染的原因, 进而提出解决广州河段水污染控制的有效途径。

关键词 广州河段 水污染 原因剖析 实验

1 问题提出

珠江广州河段是具有饮用水、航运、工农业用水、水产养殖、游览观光等多种用途的河段。其中位于西航道的西村水厂、石门水厂和位于流溪河的江村水厂提供广州市 70% 的饮用水, 是广州市重要的饮用水源。近 20 年来, 随着城市经济发展和人口增多, 排入河段中的氮磷不断增加, 水体富营养化日趋严重, 甚至出现局部河水发黑发臭, 破坏了河流水生态系统的生态平衡, 影响了水资源的利用和水功能的价值。因此, 对氮、磷污染的控制和富营养化的防治已成为十分重要的环境问题。

“七·五”期间国家环保科技攻关项目《广州河段水环境背景特征和水污染综合防治规划研究》的结果表明: 氨氮、总磷是广州河段的重要污染物, 并推测出各种有机还原氮磷物质在水体中缓慢的耗氧降解可能是广州河段溶解氧低的主要原因。还有研究表明含氮有机物降解的耗氧远大于碳有机物降解的耗氧, 预示广州河段氮、磷物质与一般的碳水化合物一起参与耗氧过程, 使某些河段水中溶解氧降低, 甚至趋于零而形成进一步的厌氧分解、导致水质恶化, 发黑发臭。本文对此作了进一步的研究。

2 原因分析

2.1 污染物耗氧分析

采集河水水样进行实验室的模拟研究。

2.1.1 实验室恒温条件模拟

(1) 采样时间与代表断面

本研究于 1996 年 4 月 16 日 ~ 5 月 8 日, 选取了广州河段的西航道石门断面和前航道东堤码头断面作为清洁水体和污染水体的代表断面。

(2) 样品处理方法

将采集的水样, 保存在 20°C 的恒温箱中, 然后, 在 20°C 下用标准测定法, 从 1 天到 22 天序列培养样品中测定 BOD 。

(3) 实验结果与分析

20°C 时的实验结果见图 1。

按一般的理论, 水中有机物的生物氧化过程可分为两个阶段。第一阶段为有机物中的碳和氢, 氧化生成二氧化碳和水, 此阶段为碳化阶段。完成此阶段在 20°C 时大约需 20 天左右。第二阶段为含氮物质及部分氨氧化为亚硝酸盐及硝酸盐, 此阶段为硝化阶段。完成此阶段在 20°C 时大约需 100 天左右, 发生硝化反应一般在 10 天以后。本实验结果表明, 碳化阶段在 6 天前便基本完成, 6 天后硝化作用开始发生, 在较为清洁的水体中(如石门)发生的时间更早(图 1), 这说明在研究水体中已经存在亚硝化杆菌和硝化杆菌, 具备了硝化反应的条件。

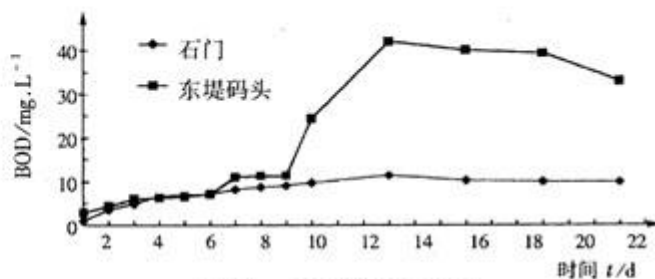


图 1 BOD 实验曲线图

从图 1 可见, 石门断面水样 BOD 的变化规律与

一般理论基本一致,东堤码头断面水样前 7~9 天 BOD 的变化规律与理论阐述的基本相符,但后 13 天差异较大,这种结果并不偶然,这和“七·五”以来的一些测定的结果基本相似。

东堤码头断面水样 BOD 的变化曲线,在第 9 天处出现拐点,以后明显上升,在第 13 天达到最大,此后的 6 天内一直维持在一个很高的水平上,第 20 天左右,曲线有所下降。在排除实验误差的条件下,我们认为 9 天后突然耗氧升高,原因是除了直链烃发生生化反应外,很可能还有不同的物质(如芳香烃、多环烃、杂环烃、氮化物等),由于其生化反应时间推迟所致,但芳香烃、多环烃、杂环烃较难生化,突变的可能性不大。为了证明这一过程是否存在氮化物的硝化过程,我们又进行了东堤码头断面的河水生化试验。把测试水样分成两组,一组按通常 BOD 的测试方法进行,另一组则加入一定量的硝化抑制剂(丙烯基硫脲),在抑制硝化过程条件下进行生化实验,结果见图 2。结果表明,加了硝化抑制剂的曲线突然耗氧升高过程已经消除,说明氮化物的硝化过程确实存在,而不加抑制剂的曲线仍然存在有突变过程。经进一步分析,这突变过程并非有机物耗氧(主要指含碳有机物),而是氨氮耗氧。6 天前石门和东堤码头两断面水样的含碳有机物耗氧基本相同,但 6 天后由于氨氮的存在使耗氧曲线突然上升,氨氮耗氧约为含碳有机物耗氧的 4.4 倍(实验表明,在生物化学过程中,含碳有机物耗氧 7 mg/L,含氮有机物耗氧 < 4.35 mg/L,氨氮耗氧 31 mg/L)。这证明了广州河段前航道水体中溶解氧低与氨氮浓度高及氨氮耗氧有关。

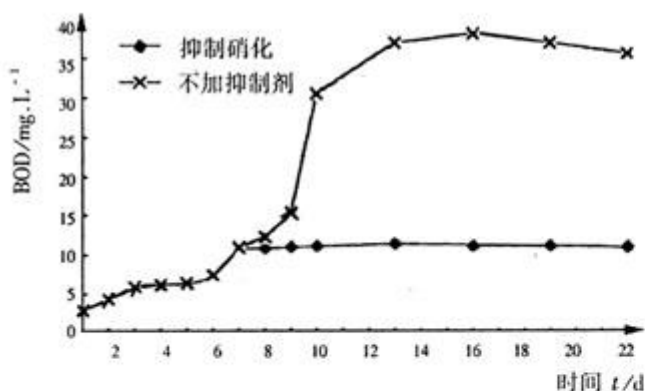


图 2 东堤码头断面河水 BOD 实验曲线

2.1.2 天然条件下的实验模拟

(1) 实验目的与采样时间

为了了解在天然条件下,水中污染物经过不

断的自然降解后,水体中残留污染物的生化耗氧情况,本研究于 1998 年 4 月 16 日至 5 月 8 日采集了现场水样进行实验室模拟试验。

(2) 实验材料与方法

选取了石门、东堤码头、员村三个研究代表断面的现场水样进行实验。在常温常压下,水样暴露于空气中,并始终保持好氧条件(必要时用小型泵气机充氧或搅拌充氧),使水样溶解氧接近现场河水的溶解氧,即 DO 为 3~7 mg/L。DO 定时分析测定,每天一次或多次;水样中 BOD₅ 为每两天取一次样进行 5 日生化培养分析,共取 20 天,实验结果见图 3;为了比较,同时对东堤码头水样做了一个 20℃ 的 BOD 恒温耗氧实验,结果见图 4。

(3) 实验结果与分析

从图 3 可看出,在有氧的条件下,污染较为严重的东堤码头和员村水体中污染物经过 7 天的自然降解后其残留物的 BOD₅ 浓度达到最大,这相当于恒温实验耗氧量达到最大的时间,加上 BOD₅ 中的 5 天耗氧,共为 12 天左右(见图 4),7 天自然降解后 BOD 浓度最大值主要是氨氮的耗氧量;污染较轻的石门断面水质耗氧量最大的时间为 3 天(加上 BOD₅ 中的 5 天耗氧共为 8 天)左右。这种变化与 1996 年 4 月恒温耗氧实验的情况非常相似。

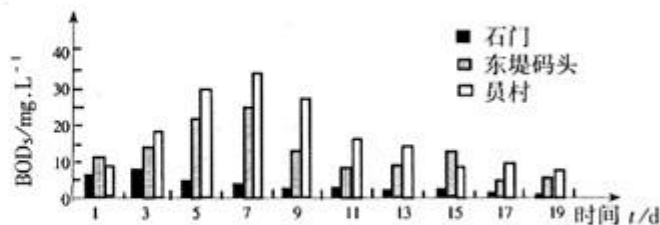


图 3 BOD₅ 实验结果

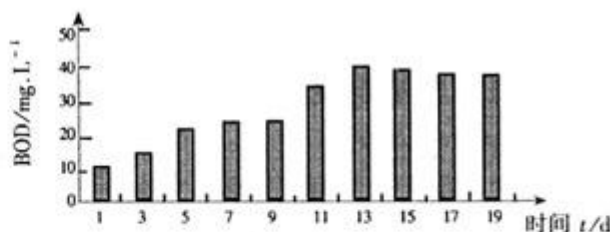


图 4 东堤码头段 BOD 恒温耗氧实验结果

2.2 从污染物的降解能力分析

通过 BOD 的降解实验,结果表明较为清洁的河段(石门)和污染较为严重的河段(东堤码头)其降解能力不同,水质越差其降解能力越差(见图 5)。在 20℃ 时,石门的降解系数 K_1 为 0.189d^{-1} ,而东堤码

头的 K_1 则只有 0.115d^{-1} 。由于污染河段有机物的降解速度很慢,而源源不断的污染物排放量又很大,致使其降解速度跟不上排放的速度,造成污染物堆积,而大量耗氧,从而形成了恶性循环。污染物超容量排放,必然会降低水体的自净能力,从而造成水体缺氧。此外,图5还显示,水温也是影响污染物的降解能力的因素之一,冬天水温低,水体降解能力差,水质容易变坏。

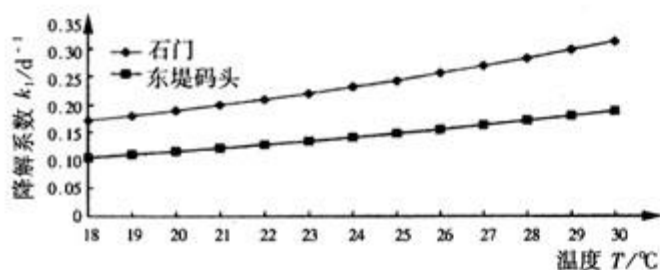


图5 BOD降解系数与水温的变化关系

2.3 水体的氧平衡分析

氧在干燥空气中的含量为20.95%,大部分氧气来自大气,因此水体与大气接触再复氧的能力是水体的一个重要特征。藻类的光合作用会放出氧气,但这个过程仅限于白天。

氧在水中的溶解度与水温、氧在水中的分压及水中含盐量有关。氧在 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (1个大气压)、 25°C 水中的饱和溶解度为: $p_{\text{O}_2} = (1.013 \times 10^5 - p_{25}) \times 0.2095$, 其中 $p_{25} = 0.03167 \times 10^5$, 为水在 25°C 时的蒸气压,因此 $p_{\text{O}_2} = 0.2056 \text{ Pa}$ 。

根据亨利定律即可求出氧在水中的摩尔浓度:

$$[\text{O}_2(\text{aq})] = K_H \cdot p_{\text{O}_2} = 1.26 \times 10^{-8} \times 0.2056 \times 10^5 = 2.6 \times 10^{-4} \text{ mol/L}。$$

因氧的分子量为32,故其溶解度为 8.32 mg/L ,即 25°C 时水体的饱和溶解氧为 8.32 mg/L 。

一般,气体的溶解度随温度升高而降低,由 Clausius - clapeyron 方程:

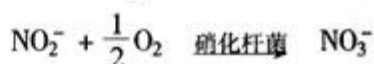
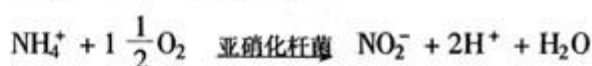
$$\lg \frac{C_2}{C_1} = \frac{\Delta H}{2.303R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

计算出,温度从 0°C 上升到 35°C 时氧在水中的溶解度从 14.74 mg/L 降低到 7.03 mg/L 。换句话说,广州河段水体中的饱和溶解氧一般为 $7.03 \sim 14.74 \text{ mg/L}$ 。

从1996年4月的试验看,东堤码头断面BOD的最大耗氧达 42 mg/L ;从1998年4月的试验看,东堤码头和员村断面 BOD_5 的最大值分别达 25.26 mg/L

和 34.9 mg/L ,均超过河水的最大饱和溶解氧的量而出现氧亏。由于实验是在静态(切断污染源)的条件下进行的,因此上述最大浓度就是河水真实耗氧浓度。由此可见,河水变黑臭也是由于氧亏,使水体缺氧而厌氧分解所致。

实验结果分析表明,广州河段水体的污染物耗氧主要是氨氮耗氧。本研究进一步定量计算分析氨氮的耗氧情况。从理论上说,在水体中,氨氮存在下列的反应:



根据上式可算出理论上每 1 mg 氨氮耗氧 4.571 mg ,由此得出氨氮的理论耗氧系数 $f = 4.571$ 。

对广州河段实际水体而言,本研究于1996年4月16~29日进行了采样实验,结果见表1。

表1 广州河段氨氮耗氧实验 mg/L			
代表断面	氨氮	平均耗氧	耗氧系数 f
东堤码头	4.90	15.72	3.4
石门	1.23	4.23	3.2
平均	3.06	9.98	3.3

由表1结果可知,广州河段实际水体每 1 mg 氨氮平均耗氧 3.3 mg ,即氨氮的实际平均耗氧系数为 $f = 3.3$,此结果比理论值小些。原因是氨氮的衰减除了转化为硝酸盐氮和亚硝酸盐氮之外,还有混合沉降等其它衰减。

从上述结果看,每减少 0.303 mg 的氨氮即可减少 1 mg 的氧消耗,可见减少水体中氨氮的含量对提高水体中的溶解氧至关重要。

对于东堤码头断面河水,尤其是东濠涌口附近的水体,目前的氨氮浓度已高达 5 mg/L 左右,若按表1中 f 值计算,则耗氧 16.5 mg/L ,大大超过饱和溶解氧的值。显然该水体严重缺氧而黑臭。

2.4 水文条件分析

1996年2月对石门和东堤码头两个研究断面的水文水质进行昼夜的连续同步监测结果表明,水文对水质的影响很大。在一天两次涨落潮过程中,停流的时间很长,两次将达 10 h 左右;在东堤码头口 100 m 以内的水域中,停流的时间更长,将近 19

h,而且最大流速只有 0.15 m/s。由于岸边水流受阻,流速较缓,停流时间长,水体复氧能力差,在污染物排放较多的地方(如东堤码头口),耗氧大于复氧,致使水体黑臭。因此,黑臭往往出现于靠岸一侧。

3 结论与讨论

(1)实验结果表明,珠江广州河段溶解氧低、局部水体发黑发臭的主要原因是水体中氨氮太多,大量消耗水中的溶解氧所致。据氨氮耗氧试验结果,广州河段研究断面氨氮平均耗氧系数为 3.3。因此,目前的河水要增加 1 mg 的溶解氧,就必须减少 0.303 mg 的氨氮。可见,降低氨氮的含量对提高河水的溶解氧至关重要。

(2)要恢复和提高水体中溶解氧的含量,首要措施是控制入河的氨氮负荷,尤其是要控制来自生活

污水中的氨氮负荷,否则河水水质难以恢复。建议对目前排入河涌的生活污水进行两岸截污,用管道收集进行集中处理。污水处理厂要有除氮工艺,并将氨氮作为考核出水的主要指标。对污染严重的河段或河涌可采取曝气充氧等办法去除的水中氨氮,消除河水黑臭,恢复水体的功能。

(3)根据广州河段氨氮耗氧大,致使河水中溶解氧常年超标的特点,建议将氨氮作为总量控制指标列入管理。

4 参考文献

- [1] 广州市环境保护科学研究所. 珠江广州河段氮磷污染防治对策研究. 1999
- [2] 广州市环境保护科学研究所. 广州河段水环境背景特征和水污染综合防治规划研究. 见:环境背景值和环境容量研究. 北京:科学出版社,1990.129~133

The Major Reason Influencing Darkening and Smelling of Partial Water in Guangzhou Reach of Pearl River

Luo Jiahai

Abstract There were low dissolved oxygen and not high BOD₅ in Guangzhou Reach water of Pearl River. This feature was no many changes in the past 10 years and even happened the darkening and smelling in partial water. The reasons of water pollution were analyzed from the point of view on oxygen demand and decomposition capability of pollutant, oxygen balance in water and hydrology. The available ways to control this kind of pollution were discussed.

Key words Guangzhou reach water pollution reason analysis experiment

韩国决定实施 SO_x 和 NO_x 排放量交易

最近,韩国环境部决定在国内实施 SO_x 和 NO_x 的排放量交易,使该国可能成为亚洲最早实施排放量交易计划的国家。据韩国环境部咨询机构的韩国环境研究所的金永薰博士介绍,预计环境部将于年底提出有关实施规划的报告书。如获通过,预计将在醴泉试行后,将对小规模设施和其它中心产业逐步采用。并提出应当促使注意包括怎样分配排放权和怎样规划修订实施必要的大范围的控制,需要实施的问题还应和通商产业部进行详细协议,每月举行一次讨论排放

权交易问题的会唔。决定实施国内排放量交易的目的,是尽可能认识目前规定的对产业排放的指导方法,改善国内粒子状物质和 SO_x 的基准,但不能改善 NO_x 和臭氧层破坏问题。环境部的重点,不仅是国内的排放量交易问题,它还环绕温室气体国际排放量交易提案的情况进行监视,为此还设立了专门的作业小组。

曹信孚 译自《环境管理》(日)VO1.35,NO.9 (2000)

三效催化净化器及其应用前景

谢绍发

(广州广客汽车企业集团有限公司, 广州 510650)

摘 要 三效催化净化器用于治理汽车尾气, 可同时净化 CO、HC、和 NO_x 三种污染物。文章介绍了三效催化净化器的结构和工作原理, 分析了其市场前景, 认为稀土型三效催化净化器具有较好的性能价格比, 市场前景可观。

关键词 汽车尾气 三效催化净化器 稀土型三效催化净化器 应用

要使汽车尾气排放达到欧 1 法规的要求, 必须同时结合机内净化和机外净化的综合治理措施, 缺一不可。特别是 NO_x , 由于是高温燃烧下的生成物, 治理十分困难。废气催化转化技术是世界公认的机外净化的重要手段, 汽车尾气催化净化器正是应用这一技术而制成的汽车环保产品。具有氧化——还原功能, 可同时净化 CO、HC 和 NO_x 三种污染物的净化器又称为三效催化净化器。

1 三效催化净化器的结构和工作原理

1.1 三效催化净化器的结构和工作原理

三效催化净化器由壳体、减振密封层、载体和涂层等组成, 其中载体和涂层是技术的关键, 如图 1 所示。

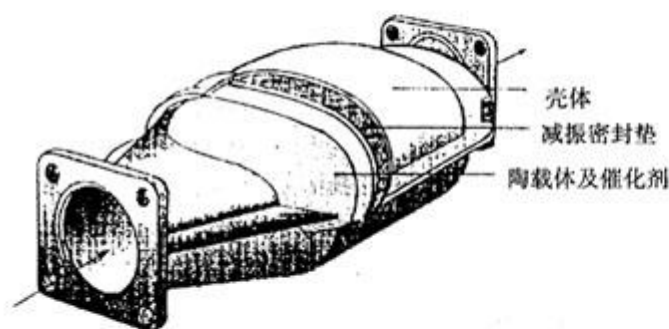


图 1 三效催化净化器结构图

1.1.1 壳体

壳体由不锈钢板制成, 以防氧化层脱落造成催化剂的堵塞, 外壳一般都制成椭圆形的双层结构, 以便维持较高的催化反应温度和减小安装高度。另外, 为了对车身有良好的隔热, 抗击路面飞石和避免涉水时产生的激冷, 在壳体的外部还设有保护罩。

1.1.2 减振密封层

减振密封层为一种膨胀垫片, 它由膨胀云母 (45% ~ 60%) 和硅酸铝纤维 (30% ~ 45%) 以及粘结剂等组成。用于固定载体、密封保温和减振等作用, 使金属壳体与陶瓷载体之间保持紧密连结。

减振密封层的质量是影响三效催化净化器机械寿命的关键因素。

1.1.3 载体

早期的载体是采用由氧化铝 (Al_2O_3) 制成的小球状颗粒, 具有表面疏松、比表面积大、抗机械冲击性能好和生产工艺简单等优点, 但预热性能差, 气流阻力大、冷热变形大和易磨损等缺点, 已逐渐被淘汰。

70 年代美国康宁 (Corning) 公司发明了陶瓷蜂窝载体, 其材料堇青石 ($2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$), 是一种常见的铝镁硅酸盐, 特点是耐高温 (可达 1400°C)、膨胀系数小、气流阻力小、加工性能好、而且材料价格低廉, 更适合大批量生产。

目前陶瓷蜂窝载体已成为催化净化器的主流, 占据了 90% 以上的市场。

1.1.4 涂层

涂层是指在载体上的涂覆物, 所有的材料和作用如下:

A. 多孔活性层, 材料为氧化铝。具有粗糙多孔的特性和良好的粘合性能, 能大大增加载体的面积。由于堇青石陶瓷蜂窝载体的比表面积较小, 故必须涂覆一层氧化铝, 以增大其比表面积。

B. 催化活性剂, 材料为铂 (Pt)、钯 (Pd)、铑 (Rh) 贵金属。起加速化学反应的催化转化作用。其中,

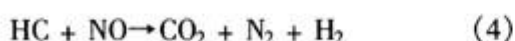
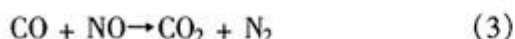
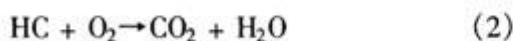
Pt 和 Pd 为氧化剂, Rh 为还原剂。

C. 助催化剂, 材料为铈 (Ce)、钡 (Ba) 和镧 (La) 等稀土元素, 主要用于提高催化剂的活性和高温稳定性。

涂层的化学成份和涂覆工艺直接影响着催化净化效果和使用寿命, 是生产催化净化器的关键技术。

1.2 三催化净化器的工作原理

汽车尾气中的 CO、HC、NO_x 三种有毒气体在催化剂的作用下, 正好通过氧化——还原反应使它们变成无毒或轻毒的物质, 其化学反应的机理比较复杂, 但化学反应的结果可简单归纳如下:



反应式 (1)、(2) 是单纯的氧化反应; 反应式 (3)、(4)、(5) 是氧化——还原反应过程。由于 CO 和 HC 对 O₂ 表现得更为活跃, 如果废气中存在残留的 O₂ 时, 首先会遵循式 (1)、(2) 的原则进行化学反应。当尾气中没有 O₂ 存在时, 在一定的催化临界温度条件下, 则遵循式 (3)、(4)、(5) 的原则进行化学反应, 其反应的结果是将 CO、HC 和 NO_x 转化成 CO₂、H₂O、N₂。可见, 要将净化反应进行到底, 必须保持尾气中没有氧的成份, 否则 NO_x 难于还原成 N₂。

为了确保尾气中不含 O₂ 条件, 关键是如何保证向发动机提供理论空燃比 (A/F = 14.7)。从理论上来说, 此时燃料与氧气燃烧殆尽, 排出的废气不再含氧的成份。从所周知, 此大任目前已为电控燃油喷射发动机所承担, 电控单元 (ECU) 配合氧传感器的使用, 形成了燃油喷射的闭环控制, 使发动机在大部分时间都能处于理论空燃比工况下运转, 从而大大地提高了废气净化效能。

图 2 为空燃比对 CO、HC 和 NO_x 的影响; 图 3 为不同空燃比状态下, 三效催化净化器的净化效果^[2]。由图 3 可以得出, 位于理论空燃比附近 CO、HC 二者的净化率基本上都能保持为 90% 左右, NO_x 的转化率可达 40% 左右。

2 稀土型三效催化净化器

由于贵金属价格昂贵, 人们一直在寻找价格低

廉的替代器, 自 20 世纪 70 年代开始, 人们进行了大量的科研工作, 成功地发现稀土元素和贱金属化合物 (如氧化铜和氧化铬等) 具有和贵金属相似的氧化催化特性, 并且表现出有一定的抗铅中毒能力。由于稀土材料价格更为低廉, 已成为当前关注的焦点。

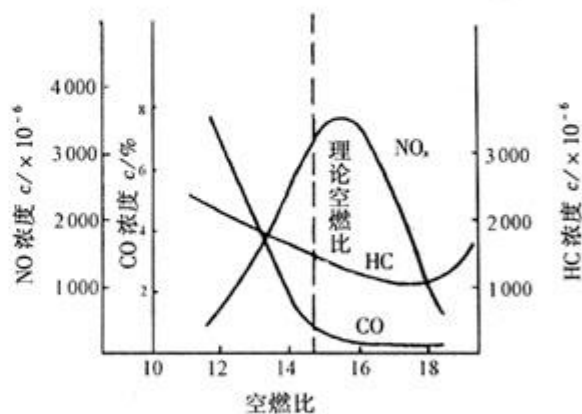


图 2 空燃比对 CO、HC 和 NO_x 的影响

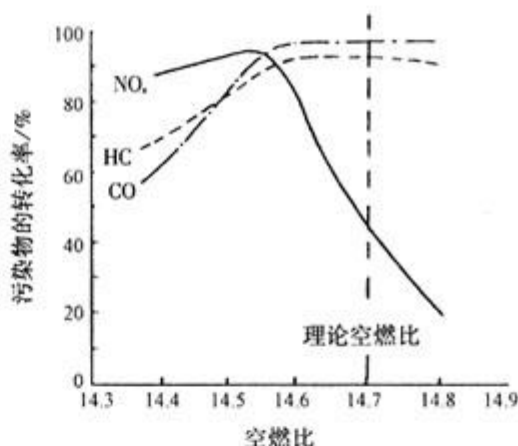


图 3 三效催化净化器对 CO、HC 和 NO_x 的净化效果

稀土型三效催化净化器指的是催化剂涂层以稀土元素为主, 配以少量的贵金属, 载体仍为堇青石陶瓷蜂窝载体。由于稀土元素对 NO_x 的还原能力较差, 故在涂层中加入了具有极强还原能力的贵金属铑 (Rh)。

稀土元素中能作为催化剂的佼佼者为铈 (Ce) 和镧 (La), 二者不但有催化转化作用, 而且对氧化铝涂层还具有稳定作用和防止高温烧结的能力, 否则 Al₂O₃ 涂层高温烧坏的结果会导致催化剂涂层比表面积的大幅减少, 从而大大地降低了催化转化效能。

三催化净化器的失效 (又称劣化) 主要表现为机械损坏、老化、铅中毒和硫中毒。其失效原因及机理见表 1。

表 1 导致三效净化器失效的主要因素

失效模式	失效原因	失效机理
机械损坏	机械振动、热冲击、磨损	与制造工艺和使用寿命有关
热老化	活性组份烧结、催化剂高温蒸发	可燃混合气过量积聚,使氧化反应温度超过 850℃
铅中毒	使用了含铅汽油	生成的铅化物分布于载体涂层的表面,抑制了催化剂的活性
硫中毒	燃油的含硫量超标	生成的 SO ₂ 分布于载体表面,抑制了催化剂的活性

3 三效催化净化器的市场前景

在欧、美、日等发达国家,三效催化净化器已成为汽车的标准装备,同时又被看作为一种易损件,其寿命与发动机的性能(特别是对理论空燃比的控制)、燃油质量和安装方法等关系密切。进口汽车有着设计合理和工艺优良的良好基础,所配用的三效催化净化器寿命可达 10 万 km 以上,而国产的三效催化净化器因质量稳定性较差,一般仅为 2~5 万 km 便失效,因此耗用量很大。

国际上著名的催化净化器生产企业很多,如美国的康宁、联信、庄信、万丰、天格亚太,德国的德固萨—赫斯、迪固萨,英国的 JM,法国的寿西亚等公司都在该产品的生产和销售上创下了骄人的业绩和获得了巨额的利润。随着全球工业化战略的转移,1999 年康宁公司已在上海浦东投资 7 700 万美元,专业生产堇青石陶瓷蜂窝载体和部分三效催化净化器成品,用于供应中国和亚洲市场。上海大众,一汽

大众、神龙富康等厂家也分别找到了自己的合作伙伴,解决了催化净化器的配套问题。昆明贵金属研究所完全依靠自己的力量,已开发成功以稀土型复合氧化物催化剂为主的三效催化净化器,并且已形成了生产规模。此外,国内还有许多厂家也完成了堇青石蜂窝陶瓷载体的研发工作,建成了有一定生产规模的,可以提供各种规格的成品载体,为生产三效催化净化器产品的企业提供了极大的方便,同时也大大地减轻了后者的建设投资。

目前一汽、东汽、上汽、北京、天津等集团公司所生产的电喷车根据市场的需要已配备了三效催化净化器,年需求量在 50 万只左右。在用车方面更蕴含着巨大市场,目前全国约有 1 000 多万辆轻车中,如果有 50%需要安装三效催化净化器时,年需求量约达 800 万只左右,而且每年随汽车保有量的增加而递增。随着时间的推移和对尾气治理力度的加大,对于总重量大于 3 500 kg 的汽油车肯定也要产品升级,其在用车同样也要加装三效催化净化器。可以预见,今后全国对该产品的需求量会更大,并非几个大的专业生产厂家所能解决的问题,市场前景非常广阔。

4 参考文献

[1] 谢绍发. 汽车燃油喷射发动机电控原理和故障诊断,人民邮电出版社,1998
[2] 王建昕,等. 汽车排气污染治理及催化转化器. 化学工业出版社,2000
[3] 李兴虎. 汽车排气污染与控制. 机械工业出版社,1999
[4] 谢绍发,等. 凌志 LS400 发动机维修. 广东科技出版社,2000

Tri - effect Catalysis Purifier and its Application Foreground

Xie Shaofa

Abstract Tri - effect purifier can purify CO, HC, and NO_x pollutants at the same time when use in administering vehicle emission. The article introduces the structure, principle and market foreground of the purifier. The Lanthanide Tri - effect purifier is regarded as to heve good ratio of capability to price and obvious market foreground.

Key words vehicle emission tri - effect purifier Lanthanide tri - effect purifier application

废弃塑料的回收和利用

陈树斌

(深圳市鸿业工程建设监理公司, 深圳 518052)

黄翔峰 李春鞠 熊 岚

(同济大学环境科学与工程学院, 上海 200092)

摘 要 介绍了国内外废弃塑料处理与回用动态。其中投资最少的卫生填埋法因塑料无法生物降解而逐渐被淘汰; 焚烧法可以回收大量热能用于供热或发电, 但管道、设备腐蚀, 尾气污染问题有待解决; 目前一些再生技术可以变废为宝, 以废弃塑料生产化工原料、燃油、涂料、建材等, 而且产生的二次污染少, 因此越来越受到重视。在废弃塑料的资源化过程中, 废弃塑料的回收和预处理是关键环节。

关键词 废弃塑料 再生利用 回收利用

塑料具有质轻、强度高、耐腐蚀、易加工等优良性能, 可以替代金属、木材、纸张、玻璃等, 应用广泛。近年来, 由于石油工业突飞猛进的发展, 塑料产量猛增。与此同时, 由于塑料的老化性, 塑料制品使用周期短, 而且由于地膜、一次性餐具等的大量使用, 许多塑料制品尚未老化便被丢弃, 因而许多废弃塑料进入城市固体垃圾。据统计, 废弃塑料量约占塑料产量的70%, 占城市垃圾的10%^[1]。而目前, 全世界每年塑料回收量仅占消耗量的2%~3%。由于废弃塑料难以生物降解, 当它们与其他垃圾一起填埋时, 既破坏了土壤结构, 又占据了土地, 带来严重的环境污染。为此, 世界各国便开始致力于废弃塑料的处理。

1 废弃塑料的处理和利用

1.1 卫生填埋

卫生填埋无需从垃圾中分离塑料, 从废弃物的收集到处理都十分的简单, 而且投资小, 因此是目前世界上普遍采用的方法, 但由于塑料无法被生物降解、填埋场地日趋紧张和资源面临枯竭等原因, 填埋法处理塑料逐渐被淘汰, 取而代之的是废弃塑料的资源化利用。

1.2 焚烧

焚烧也是一种资源化途径。通过燃烧, 废弃塑料可产生大量热能并大幅度减容, 减少了填埋时对

环境的危害。废弃塑料与其他垃圾相比, 具有很高的热值, 发热量约33~38 MJ/kg, 高于煤而略低于重油; 而且废弃塑料中灰分低, 燃烧速度快, 含硫量很低, 不存在二氧化硫污染问题^[2]。国外以之代替煤或油用于高炉喷吹和水泥回转窑或者制成垃圾固型燃料用于发电, 收到很好的经济效益。例如德国不莱梅钢铁公司投产的7万t/a的高炉喷吹废弃塑料粒装置, 每年可代替重油7万t, 仅此一项两年便收回投资。另外, 回收和生产废弃塑料粒的成本仅为填埋处理费的二分之一, 具有较好的节能效果和社会效益。由于废弃塑料中往往含有较多氯的成分, 采用一般垃圾焚烧处理时, 所产生的氯化氢气体会腐蚀锅炉和管道, 并且尾气中含有呋喃、二噁英等污染物。为此必须控制废弃塑料中含氯量或净化尾气。此外, 美国开发的RDF技术(垃圾固形燃料)也是一种扬长避短的办法。RDF技术即将废弃塑料与废纸、木屑、果壳和下水污泥等其他可燃垃圾混杂, 制成发热量21 MJ/kg、均匀粒度的固形燃料, 以稀释氯, 并能提高发电效率, 而且便于贮存、运输, 可代替煤供应锅炉和工业窑炉使用^[3]。在日本, 伊腾忠商事和川崎制铁合资的资源再生公司已批量生产RDF, 使垃圾发电站蒸汽参数由小于300℃提高到450℃左右, 发电效率由原先的15%提高到20%~25%, 显著提高了发电效率。对于污染程度严重, 品种混杂, 含杂质较多的废弃塑料, 这是一种较为简单的回收利用方法。

1.3 再生利用

废弃塑料的再生利用范围很广。目前常用的技术有以下几种:

1.3.1 熔融再生

回收的废弃塑料经粉碎、清洗等预处理后,进行熔融,挤出成型或造粒成为新的塑料制品和塑料加工原料。对于混合废弃塑料,有的须分离后再生;性能相近的,可通过加入添加剂提高互溶性而再生。废弃塑料经洗净后可压制成公园花坛围栏、长条板凳等;或分类洗净后生产成各种颗粒作为原料,再生产出外观漂亮的塑料制品。我国周口农膜厂在此方面已取得阶段性研究成果。该厂将废弃塑料经清洗、精选、分级、破碎、造粒、出膜等过程生产出农用薄膜。但目前,在我国从事废弃塑料再生利用的主要为乡镇企业,生产设备简陋,技术简单落后,回收塑料不加清洗,致使废弃塑料中含有大量杂质,加工时导致塑料性能下降,因而再生塑料外观、质量不佳,降低了其使用价值。

1.3.2 热解制燃料

将塑料加热时,聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯或其混合物能分解成低分子烃的混合物,经重整后得到不含硫的汽油馏分(占60%)、煤油馏分及部分气体。1 kg 这样的塑料可以产生1 L 油品和少量残炭。但混合塑料中含有聚氯乙烯或ABS塑脂时,需先加热至一定程度使之放出氯化氢和含氰气体,加以吸收处理后,在继续加热升温或通过催化剂分解得到油和气。目前具体技术有三种:(1)在无氧情况下650~850℃单纯热分解,可得到50%的液体燃料^[3];(2)经400℃左右热分解后,再通过200℃催化剂柱进行接触热分解,液体燃料可达80%^[3];(3)氢化还原法。在15~30 MPa 压力、470℃下,废弃塑料在氢气中发生反应,生成一种含60%链烷烃、30%石脑油、1%芳香烃的合成油^[1]。欧洲各国和日本对废弃塑料的油化处理十分重视,进行了大量研究和试验,并已有许多较大规模实践。以德国重伯油公司10 t/d 试验装置为例,混合废弃塑料在600~800℃和1 600℃下加热30 min,可分解出35%~58%的柴油和23%~40%的煤气。近年来,我国在此方面也有所研究。抚顺石油学院研制出的FZ-W型废弃塑料裂解催化剂,不仅成本低、活性高、再生性强、寿命长,还可抑制几种不需要的副反应,使产品回收率达

到70%~80%。北京双新技术交易公司科研人员,利用农膜、塑料编制袋、食品袋、快餐盒、饮料瓶、泡沫塑料等废弃物,生产汽油和柴油,经国家级检验中心检测,其品质优于《GB484-89》70号汽油标准和《GB252-87》零号柴油标准;而且每1.43 t 原材料可生产汽油、柴油1 t(各占50%),转化率为70%以上,生产成本仅1 200~1 400元/t^[4]。

1.3.3 气化法

优点在于能将城市垃圾在一条线上加工,无需分离塑料。但操作要求高于热解法。温度高于900℃,压力要达到6 MPa^[1]。在德国西门子公司开发的城市垃圾气化系统中,未分类的城市垃圾,如矿泥污物、车辆碎片等在450℃旋转窑中进行热解,1 t 城市垃圾能产生655 kg 合成气和345 kg 固体,经去除玻璃、石头和金属后,剩余部分与汽油一起进入1 300℃的焚化炉,所产生的热量用于发电,每小时产生350 kW 热能。越来越多诸如此类的垃圾气化工程正在德国各地兴建。

废弃塑料还可作为原材料,用以合成涂料、建材等其他化工产品。我国鸡西市职工大学的杨波等曾介绍一种以废弃泡沫塑料制取建筑涂料的方法,简单易行,技术可靠且有很好的经济效益,适用于中小型企业回收利用泡沫塑料^[5]。

另外,以废弃聚乙烯塑料为原料,添加其他化工原料,还可生产出防水嵌缝用的塑料油膏、防水耐低温油毡、防水卷材、拼装地板、母质塑料板材、人造板材、塑料砖等新型建筑材料。对此国内也有了成熟技术^[6]。然而与前述方法相比,以废弃塑料生产新材料虽然能变废为宝,达到资源化的目的,却仍面临再次废弃后的处理与处置问题,而且由于添加了其他化工原料,这些难以降解的新材料可能比废弃塑料更难处理或处置,因此需要进一步研究这些新型材料的再生利用或处置出路。

2 废弃塑料的回收和预处理

在废弃塑料的资源化过程中,关键的环节不是再生工艺,而是废弃塑料的回收和预处理。因为大多数再生利用技术对废弃塑料种类、杂质含量等有一定的要求,如果不能满足就无法获得良好的经济效益。尤其在我国,垃圾分类收集程度很低,废弃塑料回收及预处理已成为其再生利用发展的控制步骤。

在废弃塑料收集和回收方面,国内外尤其是德国有许多值得借鉴的经验。德国法律强令要求在1995年前实现塑料包装物64%的回收利用率。而且德国城市垃圾分类收集之细致全面堪称全球楷模。城市垃圾被分为纸类垃圾、包装垃圾和厨余物三大类加以收集。这样就给后续垃圾分类处理带来很大方便,也使得诸如塑料、纸张、玻璃等可回收利用的物资能够较为方便地回收。据统计,1996年全德国回收包装垃圾550万t,占包装物总量的86%,其中塑料包装回收率达到68%^[7]。

一些再生技术,要求对塑料进行一定程度的分离。这是难以在收集过程得到实现的,必须借助一定的机械设备。目前常用的分离方法有重力浮选法、高压静电法、X射线法。重力浮选法是以水为介质,利用各种塑料密度差异进行分离。例如聚乙烯和聚丙烯的比重小于1.0,聚氯乙烯和聚苯二甲酸乙二醇酯比重大于1.3,聚苯乙烯密度在1.0~1.1之间;高压静电法是将洗净干燥的8cm以下混合塑料切片互相摩擦后,根据不同品种塑料所带不同电荷加以分离;聚氯乙烯中含有氯,可对X射线发出荧光,从而被检出,因此可用X射线检出大块塑料。对于物理性质相似的塑料,用一种方法有时难以达到分离要求,可以将几种方法串联组合起来。此外,近年来又开发出近红外光分离、水力旋风分离、溶剂分离等新分离技术。

3 结束语

废弃塑料从收集到回收利用的过程不仅仅是技

术上的难题,可能更多的是人们环境意识的淡薄和环境管理的不完善。固体废弃物处理尤其是资源化利用,必须辅以政府干预和公众环境教育,才能使目前许多技术得以实际应用并推广。废弃塑料仅仅是城市固体废弃物中为数不多的一部分可回收物资,它的再用技术虽具有一定的特殊性,但其再用的思路与其他可利用废弃物资具有共同点。希望在全社会呼唤消灭“白色污染”的呼声下,废弃塑料再生利用能由研究报告、设计图纸走向大规模的生产实践,并以此带动城市垃圾分类收集程度的提高,带动越来越多的废弃物资走上再生利用的道路!

4 参考文献

- [1] 赵凤岭. 塑料回收利用技术进展. 再生资源研究, 1996, (3)
- [2] 宾武生. 废塑料粉末燃料化及热能再生系统. 再生资源研究, 1997, (4)
- [3] 郭延杰. 废塑料再生利用的国际动向. 再生资源研究, 1997, (3)
- [4] 杨小平. 利用塑料废弃物生产汽油柴油. 再生资源研究, 1995, (3)
- [5] 杨波, 赵文光. 用废旧泡沫塑料制取涂料技术. 再生资源研究, 1995, (1)
- [6] 李湘洲. 废旧塑料生产建材产品简介. 再生资源研究, 1996, (2)
- [7] 王德峰. 德国家庭垃圾的分类处理. 再生资源研究, 1997, (4)

Recovery and Utilization of Waste Plastics

Chen Xubin Huang Xiangfeng Li Chunju Xiong Lan

Abstract The treatment and reuse trends of waste plastics in and out China is described in the particle. Land filling, which is the lowest investment way, is washed out gradually because plastics can not be decomposed biologically. For the setting on fire a lot of energy can be recovered and used for heat supply or generation, but the problems from emission pollution and corrosion of equipment and pipe are still waiting for solution. Now some regeneration process can be used to change the waste to moneybag. Due to the low secondary pollution, the production of chemicals, fuels, coating pigments and construction materials from waste plastics has been regarded day by day. The recovery and pretreatment of waste plastics is the key point of changing waste plastics to resources.

Key words waste plastics regeneration and utilization recovery and utilization

台的附近,噪声排放强度测点设在与舞台不同方向的观众席的上方边缘。测点位置见图 2。

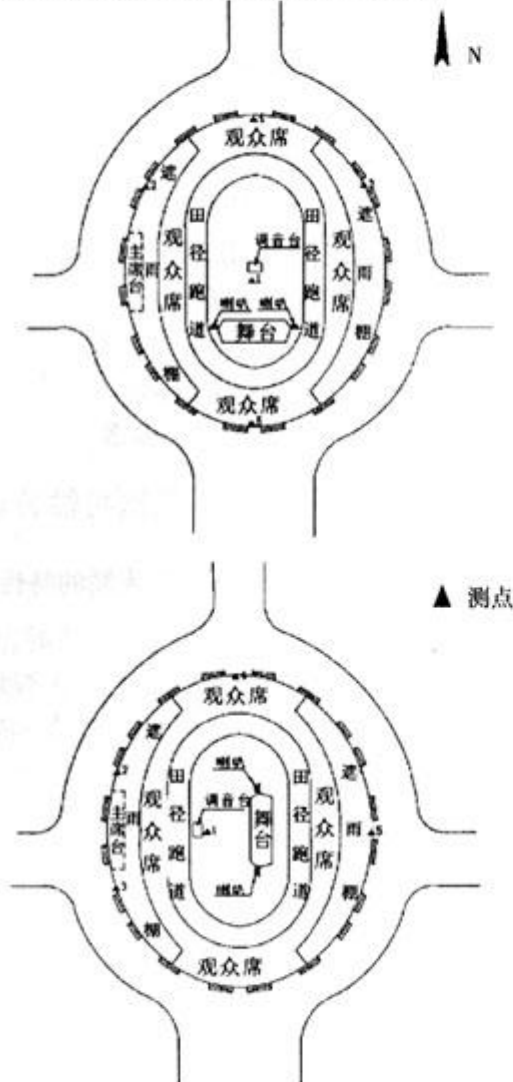


图 2 天河体育场演唱会舞台布置及测点布置示意图

表 1 和表 2 分别给出了近年来在天河体育场举办演唱会时,演唱会舞台向西和向北布置时的声源强度和排放强度监测结果的平均值。

表 1 演唱会舞台向西布置时声源强度和排放强度监测结果

测点	监测地点	噪声 (A 声级)	
		Lmax	Leq
1	舞台的前方调音台的附近	113.0	102.0
2	舞台西北方向观众席的上方边缘	102.0	94.0
3	舞台西南方向观众席的上方边缘	103.0	95.0
4	舞台正北方向观众席的上方边缘	95.0	86.0
5	舞台背面方向观众席的上方边缘	94.0	85.0

监测结果表明,演唱会的声源强度——舞台前方(测点 1)的等效声级 Leq 值的平均值达到 103.0 dB 左右,最大值 L_{max} 的平均值高达 113.0

dB 左右。而演唱会的排放强度——(测点 2~测点 5)的等效声级 Leq 值的平均值达到 85.0~96.0 dB,最大值 L_{max} 的平均值高达 94.0~105.0 dB。演唱会期间,整个体育场相当于一台巨型的发电机组在轰鸣。

表 2 演唱会舞台向北布置时声源强度和排放

强度监测结果		dB	
测点	监 测 地 点	噪声 (A 声级)	
		Lmax	Leq
1	舞台的前方调音台的附近	113.0	103.0
2	舞台西北侧观众席的上方边缘	102.0	93.0
3	舞台东北侧观众席的上方边缘	103.0	94.0
4	舞台正北方向观众席的上方边缘	105.0	96.0
5	舞台背面方向观众席的上方边缘	100.0	90.0

2.2 演唱会声源的指向性

从表 1 和表 2 的监测结果可以看到:面对声源——喇叭的舞台前方调音台(1 号测点)的等效声级 Leq 值比背向声源的 5 号测点高 13.0 dB~17.0 dB。这表明在大型露天体育场举行的演唱会其声源辐射的声波具有较强的方向性。

当演唱会舞台向西布置时,演唱会噪声主要对天河体育中心西面和西北面的商业大厦和高层住宅楼的声环境造成影响;当演唱会舞台向北布置时,演唱会噪声对天河体育中心北面、东面、东北面、西面和西北面的商业大厦和高层住宅楼的声环境都会造成影响。

可见,当演唱会舞台向北布置时,其噪声的影响范围比演唱会舞台向西布置时要大得多。体育场举行露天大型演唱会,应利用其声源辐射的声波具有较强的方向性这一特性,尽可能地把声源背向敏感点,以减小对周围环境的影响。

2.3 演唱会声源的频率特性

在演唱会期间,我们分别用声级计的频率计权 A 计权和 C 计权记录了演唱会声源的 A 声级和 C 声级,发现 C 声级比 A 声级大 10dB 左右。这表明演唱会声源的频率特性均呈低频的特点。露天演唱会声源以低频为主的声波可以使会场产生震撼的效果,但同时由于这种声波的波长较长,容易绕过障碍物继续向前传播,其噪声影响的范围是很大的,这一点可以通过下面的分析进一步说明。

3 天河体育场演唱会对周边地区声环境影响分析

3.1 演唱会对最近商业大厦户外声环境的影响

表 3 是天河体育场演唱会对最近商业大厦户外测得的噪声强度。从表 3 可以看到,天河体育场演唱会强劲的噪声使最近商业大厦户外的噪声强度超过该地区昼间环境噪声标准 4.0 dB~17.0 dB;超过该地区夜间环境噪声标准 17.0 dB~27.0 dB。当演唱会舞台向北面布置时,演唱会噪声对最近商业大厦户外声环境的影响比舞台向西面布置时影响要大。

表 3 演唱会对最近的商业大厦户外的影响 dB

监 测 地 点	舞台 方向	噪声 A 声级		噪声标准 Leq
		Lmax	Leq	
天河大厦 9 层天台 (天河体育中心西侧)	向西		66.0	昼间:60 夜间:50
	向北		66.0	
城建总大厦 29 楼天台 (天河体育中心西侧)	向西		71.0	
	向北	79.0	72.0	
大都会广场 48 层天台 (天河体育中心西北侧)	向西		73.0	昼间:70 夜间:55
	向北	86.0	77.0	
侨鑫大厦 (天河体育中心北侧)	向西		69.0	
	向北	87.0	78.0	
金利来大厦 31 楼天台 (天河体育中心东侧)	向西			夜间:55
	向北	79.0	72.0	

3.2 演唱会对最近高层住宅楼和住宅小区户外声环境的影响

表 4 演唱会对附近高层住宅楼和住宅小区户外的影响 dB

监 测 地 点	舞台 方向	噪声 A 声级		噪声标准 Leq
		Lmax	Leq	
城建总宿舍 A 栋 18 层天台 (天河体育中心西侧)	向西	76.0	69.0	昼间:60
	向北	75.0	68.0	
城建总宿舍 B 栋 28 层天台 (天河体育中心西侧)	向西	78.0	72.0	
	向北	76.0	71.0	
西雅苑天英阁 28 层 (天河体育中心西侧)	向西			夜间:50
	向北	74.0	69.0	
荟雅苑住宅小区 31 层天台 (天河体育中心东北侧)	向西			
	向北	81.0	77.0	
荟雅苑住宅小区 13 层窗外 (天河体育中心东北侧)	向西			
	向北	79.0	75.0	

表 4 是天河体育场演唱会时附近高层住宅楼和

住宅小区户外的噪声强度。从表 4 可以看到,天河体育场演唱会对最近高层住宅楼和住宅小区户外的噪声强度等效声级 Leq 平均值为 72.0 dB 超过该地区夜间环境噪声标准 22 dB,严重地干扰了天河体育中心附近居民正常的休息、学习和睡眠。

当演唱会舞台向西面布置时,天河体育中心西侧的高层住宅楼的户外声环境的影响平均 Leq 为 70 dB 左右;而演唱会舞台向北面布置时,天河体育中心东北侧的高层住宅小区的户外声环境的 Leq 高达 77 dB。可见,天河体育场演唱会其舞台向北布置时,演唱会噪声对天河体育中心周边的高层住宅楼的影响要比舞台向西面布置时大得多。

4 天河体育场演唱会噪声传播特性分析

4.1 舞台向西布置时演唱会噪声传播的特性

当演唱会舞台向西,面对主席台布置时,其噪声的主要传播方向是对西面的观众席,为体育场的最高点,而且观众席上方有遮雨棚。演唱会的噪声主要传播方向上有障碍物的阻挡起到了一定的声屏障的作用,使演唱会的噪声不能直接传播到天河体育中心西侧的高层商业大厦和高层住宅楼。但是,由于演唱会声源的频率特性均呈低频的特点,使得演唱会的噪声很容易绕过遮雨棚的边缘、遮雨棚与观众席上缘之间的空隙、观众入口的门洞而传播到体育场的外面。同时,其噪声除了通过绕射的方式,还通过东侧的观众席以及遮雨棚的反射的方式而影响天河体育中心西侧的高层商业大厦和高层住宅楼宇的户外声环境。

4.2 舞台向北布置时演唱会噪声传播的特性

当演唱会舞台向北面布置时,其噪声的主要传播方向是对北面的观众席,为体育场的最低点,而且观众席上方没有遮雨棚。在体育场内演唱会的舞台位置向北望去,北面 84 层中信广场就象一堵巨大的屏风矗立在天河体育中心的正北面。这样,演唱会的噪声不但能直接传播到天河体育中心西北侧、东北侧以及正北方向的高层商业大厦和高层住宅楼宇,还通过中信广场的主楼和副楼,把噪声进一步反射到附近的高层商业大厦和高层住宅楼宇,使得演唱会的噪声对这些高层商业大厦和高层住宅楼宇户外声环境的影响得到进一步的增强。这个时候,天河体育场演唱会的会场就象位于山谷中的巨大声源,而天河体育中心周边的高层商业大厦和高层住

宅楼宇就象山谷四周的大山,轰鸣的声音在楼宇之间回荡。当演唱会舞台向北布置时,在演唱会期间甚至在天河体育中心的南面,天河商业城后面的住宅楼都能听到演唱会的噪声。

5 演唱会噪声扩散影响范围的理论分析

在考虑天河体育场演唱会噪声对周围环境的影响时,把演唱会的舞台看成点声源。可采用下面的数学模型来模拟天河体育场演唱会声源的扩散衰减规律:

$$L_{p1} = L_{p2} - 20 \lg \left(\frac{r_2}{r_1} \right) - A_a \frac{r_2}{100}$$

式中: L_{p1} ——受声点 1 的声压级, dB;

L_{p2} ——受声点 2 的声压级, dB;

r_1 ——受声点 1 至声源的距离, m;

r_2 ——受声点 2 至声源的距离, m;

A_a ——大气衰减系数。

本计算中采用温度为 20℃, 相对湿度 60%, 频率为 125 Hz 的 A_a 值: 0.131 dB/km

根据(1)式, 我们设距离天河体育场舞台位置 $r_1 = 550$ m 的荟雅苑住宅小区 31 楼天台的监测结果为 $L_{p1} = 77.0$ dB, 可以推算出天河体育场演唱会舞台向北面布置时, 在声源的主要传播方向上, 演唱会噪声 70 dB 的控制范围可达 1.2 km。这样, 建设中的天河体育中心东北面的紫荆住宅小区(高层)的声环境也将在演唱会噪声 70 dB 的控制范围之内。

6 结束语

在天河体育场举办大型演唱会, 已经给天河体育中心周边地区的居民带来了严重的噪声污染。建议有关管理部门应加强对天河体育场大型演唱会的管理: 第一, 应禁止演唱会的舞台向北面布置; 第二, 应严格限制演唱会在夜间 22 时前结束。使其对周围环境的噪声影响降低到最小的程度。

Assessment for Sound Environment of the Out – door Vocal Concert in Tianhe Stadium, Guangzhou

Lu Qingpu Chen Can Liang Yongxi

Abstract Based on the long term monitor and investigation of sound environment during out – door vocal concerts in Tianhe Stadium, Guangzhou, this paper analyzed the environmental influence of sound ambient and supplied some scientific gist for better environmental management on the vocal concerts.

Key words out – door vocal concerts noise Tianhe Stadium of Guangzhou

亚太地区候鸟保护委员会汇总候鸟保护战略

最近, 亚太地区候鸟保护委员会在日本冲绳县等举行的有关保护迁徙性水鸟和它的生息地的冲绳专题讨论会上, 汇总了包括水鸟类生息地网络行动计划在内的 2001 ~ 2005 年的第二期亚太地区迁徙性水鸟保护战略。该专题讨论会扩充了历来进行的鹈鹕类、鹤类、雁鸭类等三类候鸟的重栖息地的国际网络活动, 要求新的国家和地区的参加, 按每条迁徙路线设置新的生息地网络, 特别是有关担心全球性绝灭的

鹈鹕类、黑鹇等。按照专家意见, 设立生息地网络, 争取网罗 25% 的国际性重要生息地。并为保护中亚、印度迁移线路的候鸟和湿地, 根据专家意见, 设立生息地网络, 编制实施区域性行动计划。再就是归纳有关各国的亚太地区迁徙性水鸟管理的政策法规进行评价, 编制了支援协调有关政策法规的指导方针。

曹信孚 译自《用水と废水》(日) VO1.43, NO.1 (2000)

广州市 GSM 移动通信基站电磁波环境影响分析

陈 旻 年 冀 何志辉 张松川

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

陈成章

(中山医科大学公共卫生学院, 广州 510089)

摘 要 根据 GB9175-88《环境电磁波卫生标准》,从理论上讨论了 GSM 移动通信基站电磁辐射对环境的影响;并利用若干基站的实际测试数据,说明在一般情况下,对于基站周围的民居或其它楼宇里居住或工作的人群,移动通信基站的电磁辐射强度远低于国家标准。

关键词 移动通信基站 电磁辐射 功率密度 环境影响

1 广州市公众移动通信基站的基本情况

1987 年广东开通了我国第一个模拟蜂窝移动通信系统(TACS),1995 年开通了数字蜂窝移动通信系统(GSM)。GSM 系统在技术上拥有 TACS 系统无法比拟的优点,90 年代中后期,广东移动通信网络的发展重点转移到 GSM 网络,逐步淘汰 TACS 系统,预测 TACS 系统将于 2001 年初大规模退出广东移动通信网络,其用户转入 GSM 网。本文暂不考虑其它移动通信系统,只讨论 GSM 移动通信基站的情况。

广州 GSM 移动通信基站的工作频段,主要采用 900 MHz,1999 年 7 月之后,为了缓解频率资源紧缺的矛盾,引入了 1800 MHz 频段,GSM900 和 GSM1800 系统并存。GSM 基站射频载频间隔为 200 KHz。基站发射天线高度和发射功率是影响电磁波辐射的重要因素,其中天线高度主要用于解决服务区覆盖范围。

目前,广州市区已开通超过 700 个 GSM 移动通信基站。基站的分布为三层网的结构:高层站、中层站和低层站,高、中层站的天线一般安装在建筑物的天面,低层站的天线一般安装在建筑物低层外墙、群楼或低层飘台天面等处或建筑物室内。低层站覆盖范围较小,容量小,主要解决街道或室内的覆盖;中层站天线高度适中,容量大,处理绝大多数的话务;高层站天线高,容量小,为高层建筑、高速公路等提供服务。

广州 GSM 网基本采用爱立信和摩托罗拉公司的基站设备。

2 电磁辐射国家标准

移动通信基站工作频段属微波频段。微波辐射作用于人体后产生的不良影响与危害已研究多年,研究确认:微波辐射可引起人体产生比较严重的神经衰弱症候群,造成植物神经机能紊乱与心血管系统疾病等危害。为此,我国正式颁布了 GB10436-89《微波辐射作业卫生标准》、GB9175-88《环境电磁波卫生标准》和 GB8702-88《电磁辐射防护规定》等国家标准^[1]。

《环境电磁波卫生标准》分一级标准及二级标准,一级标准为安全区,指在该环境电磁波强度下长期工作、生活的一切人群,均不会受到任何有害影响的区域,微波频段容许辐射强度为:功率密度 $S < 10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$;二级标准($S < 40 \mu\text{W}/\text{cm}^2$)为中间区,指在该环境电磁波强度下长期工作、生活的一切人群可能引起潜在性不良反应的区域;超过二级标准的区域,对人体可带来有害影响,在此区禁止住宅及人群经常活动的一切公共设施(如机关、工厂、商店和影剧院)。

《电磁辐射防护规定》的公众照射限值(30~3000 MHz)仅相当于《环境电磁波卫生标准》的二级标准。以下的讨论以《环境电磁波卫生标准》的一级标准为依据。

3 相关的电磁波传播理论

电磁波传播时伴随着能量的输送,电磁能量流通常用坡印矢量 S 来表示,它的模值表示单位时间

内通过单位面积的电磁能量,即上述标准中所提的功率密度 S 。

S 与观测点电场强度 E 和磁场强度 H 存在下列关系: $S = E \times H$, 单位为 W/m^2 ,

电场和磁场的量值之比为波阻抗:

$$\eta_0 = \sqrt{\mu_0/\epsilon_0} \approx 377(\Omega),$$

$$\text{得 } S = E \times E/377 = E^2/377,$$

$$\text{即 } E^2 = 377S \quad (1)$$

在自由空间传播条件下,接收功率(P_r)与辐射功率(P_t)的关系如下:

$$P_r = P_t \cdot (\lambda/4\pi d)^2 g_r g_t \quad (2)$$

式中, d ——接收点与电磁波发射点的距离, km;

g_r 和 g_t ——分别为接收天线和发射天线的增益, dB;

λ ——波长, m, 对于 900 MHz 频段, $\lambda = 0.33$ m,

对于 1 800 MHz 频段, $\lambda = 0.16$ m。

自由空间路径衰减 L_M :

$$L_M = 10\log P_t - 10\log P_r (\text{dBmW})$$

$$L_M = 32.45 + 20\log f + 20\log d, \text{得}$$

$$\log d = (L_M - 32.45 - 20\log f)/20 \quad (3)$$

式中, f ——发射频率, MHz。

复合场强是指两个或两个以上频率的电磁波复合在一起的场强,其值为各单个频率场强平方和的根值,可用下式表示:

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2} \quad (4)$$

移动通信基站服务区覆盖范围内接收点的电磁波接收功率为 P_r (dBmW)

$$P_r = P_t - L_M + G_b + G_m - L_b - L_m - L_d \quad (5)$$

$$\text{可得 } L_M = P_t - P_r + G_b + G_m - L_b - L_m - L_d \quad (6)$$

式中, P_t ——基站载频发射机输出端的总功率 dBmW;

L_M ——中值路径衰减(自由空间路径衰减);

G_b ——基站发射天线增益;

G_m ——接收天线增益;

L_b ——基站馈线损耗;

L_m ——移动台馈线损耗;

L_d ——基站天线多频道共用器损耗。

4 安全防护距离分析

4.1 最大接收功率 P_r 分析

根据电磁场理论,在自由空间传播条件下,天线

传给相应接收机的有用功率 P_r 计算如下:

$$P_r = (\lambda E/2\pi)^2 g_r/120 \quad (7)$$

式中, P_r ——点源天线的接收功率, W;

g_r ——接收天线功率增益,对于点源天线增益为 0 dBi,移动电话可视为点源天线;

E ——自由空间电磁波场强, V/m。

将有关数值代入式(1)和(7),得到符合《环境电磁波卫生标准》规定的标准相应的最大接收功率,见表 1。

表 1 符合标准的最大接收功率 dBmW

	功率密度 $\mu W/cm^2$	900 MHz 频段	1 800 MHz 频段
一级标准	10	-0.62	-6.64
二级标准	40	5.40	-0.62

4.2 安全防护距离分析

广州市 GSM 移动能信基站的最大发射功率 P_G 为 45 dBmW。基站发射天线增益 G_b 最大值为 15 dBi, G_m 点源天线增益取 0 dBi, L_b 基站馈线损耗取 3 dB, L_m 移动台馈线损耗取 0 dB, L_d 基站天线多频道共用器损耗取 3 dB。

无线电波在进入建筑物时,将对无线电波附加新的衰减。在室内还应考虑建筑物穿透衰减,对 900 MHz 和 1 800 MHz 频段,对于大型建筑的经验值分别约为 20 dB 和 25 dB,对于一般住宅的经验值分别约为 6 dB 和 10 dB。

现假设天线处于发射最大功率状态,同时假设为正对天线、无阻挡,将有关数值代入计算式(6)和(3),算得室内、外符合《环境电磁波卫生标准》的一级标准、二级标准的最小距离 d ,见表 2。

表 2 移动通信基站电磁辐射室内外安全

接收点	防护距离的理论值 m			
	900 MHz 频段		1 800 MHz 频段	
	一级标准	二级标准	一级标准	二级标准
室 外	14.3	7.1	14.3	7.1
一般住宅室内	7.1	3.6	4.5	2.3
大型建筑室内	1.4	0.7	0.8	0.4

即对于广州市 GSM900 或 GSM1800 移动通信室外基站,理论上在室内、外当正对天线口距离大于表 2 中相应的值时,基站电磁波辐射的功率密度即可符合《环境电磁波卫生标准》规定的一级标准或二级

标准。

实际的情况是,民居及其它楼房一般情况都不会正对天线,更不会近距离接近天线,路径损耗^[2-4]还应考虑水平或/和垂直偏离天线发射主瓣的损耗,偏离越明显,损耗越大;同时也存在树叶等植被的损耗;地面、地物对电磁波的反射、绕射和折射,特别是大气层中的水气、凝结物和悬浮物对电磁波的吸收和散射,会引起传播的损耗。另外,天线的发射功率与话务量有关,一般情况下,天线处于最大发射功率状态的情况极少见,即使出现了,维持时间也不可能很长。因此,实际的安全距离应比如上理论推算的小,这在实际中比较容易满足。

表3 GSM900和GSM1800系统并存基站
电磁辐射安全防护距离的理论值 m

接收点	一级标准	二级标准
室外	14.6	7.3
一般住宅室内	7.4	3.7
大型建筑室内	1.5	0.7

若考虑 GSM900 和 GSM1800 系统并存的基站,假设天线的发射功率相同,根据式(2)、(4)和(7)可推算出,在同一接收点(d相等),两个频段的电磁波场强关系如下: $E_{900}^2 = 16E_{1800}^2$, $E_{900}^2 + E_{1800}^2 = 377S$, 得: $E_{900}^2 = 16 \times 377S/17$,可见接收点的复合场强大小主要取决于 900 MHz 频段。可算得 GSM900 频段符

合 GB9175-88 规定的一级标准和二级标准的最大接收功率分别为 $8.17 \times 10^{-4} \text{ W}$ (- 0.878 dBmW) 和 $3.26 \times 10^{-3} \text{ W}$ (5.14 dBmW),由式(3)和(6)得安全防护距离见表 3,可见与 GSM900 基站相应的值很接近。

5 基站周围环境电磁辐射的监测

2000年6月广州市环境监测中心站监测了市二中 GSM 基站开通前后的电磁辐射强度,监测仪器为武汉宇信科技开发有限公司的 H-2 型全向智能场强仪(可测频率范围 5 MHz ~ 10 000 MHz),在正常上班时间内监测,监测结果是包括 900 MHz 和 1 800 MHz 频段在内的复合场强,见表 4。可见基站天线发射电磁波的传播损耗很迅速。

表4 市二中 GSM 基站开通前后电磁辐射强度监测结果

监测点	功率密度/(μW/cm²)	
	开通前 (2000年 6月10日)	开通后 (2000年 6月15日)
正对 260°天线前 0.1m	0.2	4.0×10^3
正对 260°天线前 1m	0.3	1.1×10^3
正对 130°天线前 0.1m	0.3	1.7×10^3
正对 130°天线前 1m	0.4	4.3×10^2
正对 50°天线前 0.1m	0.3	1.6×10^3
正对 50°天线前 1m	0.2	5.0×10^2
正对 260°天线前 5m	0.1	0.9
距 260°天线 6.5m (偏西南约 40°)	0.1	0.3

表5 民居与其它楼房电磁辐射强度(5 MHz - 10 000 MHz)监测结果

地址	监测点位	点位类型*	功率密度 μW/cm²	基站天线 高度/m	基站天 线方向	监测时间
黄埔大道 436 号 (广州时装有限公司)	9 楼办公室内	基站楼房	0.2	35	定向	2000 年 2 月 2 日
	8 楼车间内		0.2			
大南路 (富海商业中心)	8 楼基站机房内	基站楼房	0.2	32.8	定向	1998 年 5 月 27 日
	一楼大堂		0.7			
	5 楼走廊		0.3			
沙河梅花园(有色 金属加工厂招待所)	5 栋中梯 204 房	基站相邻楼房	1.2	27	全向	1999 年 4 月 2 日
	5 栋中梯 303 房		1.0			
	5 栋中梯 503 房		1.4			
黄埔大道 245 号 黄埔大道 245-247 号	302 房	基站相邻楼房	0.1	29	定向	1999 年 4 月 2 日
	天面		0.4			
东风西路 26 号(广州市 电力局广州电厂宿舍)	56 号楼 1503 房客厅	基站相邻民居	<0.1	35	定向	1999 年 7 月 6 日
	56 号楼 1503 房阳台		<0.1			
	55 号楼 1003 室阳台	基站民居	<0.1			
	55 号楼 1003 室卧室		<0.1			
天河南一路 18 号 (私人住宅)	903 房卧室	一般民居	0.4	-	-	1999 年 8 月 2 日
	903 房阳台		0.5			

注:“基站楼房”指基站设在本建筑物(非民居)上;“基站相邻楼房”指基站设在相邻的建筑物上,它本身不是民居;“基站民居”指基站设在本民居上;“基站相邻民居”指基站设在与本民居相邻的建筑物上;“一般民居”指附近建筑物没有设基站。

广州市环境监测中心站 1998 年以来测得的一些民居或其它楼宇室内、外电磁辐射强度,监测方法及仪器同上,结果见表 5,测值范围在 $<0.1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 至 $1.4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 之间。可见,各类型监测点位电磁辐射强度均远低于《环境电磁波卫生标准》一级标准的限值。

6 结论和建议

(1)综上所述,按广州市目前情况,一般来说,对于 GSM 移动通信室外基站周围的民居或其它楼房里居住或工作的人群的地点,其所接受的电磁辐射强度远低于国家的环境卫生标准($10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$)。

(2)移动通信基站建设时,天线不应正对民居,在考虑覆盖范围、通话质量、投资规模等时,应同时考虑基站开通后,天线发射电磁波对附近楼宇的影响应达到《环境电磁波卫生标准》的要求。环境保护行政主管部门应严格执行国家环保局局令 18 号《电磁辐射环境保护管理办法》的有关规定,加强对移动通信基站电磁辐射的统一监督管理。

(3)室内天线(发射功率比室外的小得多)发射

电磁波对环境的影响以及移动电话收发电磁波对环境及人体健康的影响,有待进一步研究。

7 参考文献

- [1] 中国邮电通讯学会主编. 杨留清,张闽申,徐菊英. 数字移动通信系统. 人民邮电出版社,1995
- [2] 中国邮电通讯学会主编. 卢尔瑞,孙霁石,丁怀元. 移动通信工程. 人民邮电出版社,1998
- [3] 中国邮电百科全书(电信卷). 第一版人民邮电出版社,1993
- [4] 尹先仁,秦钰慧. 环境卫生国家标准应用手册. 北京:中国标准出版社,2000
- [5] IEEE Standards Coordinating Committee 28 on Non-Ionizing Radiation Hazards: Standards for Safety Levels with Respect to Humans Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 KHz to 300 GHz. CANSI/IEEE(95.1 - 1991), the Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, 1992
- [6] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection: Guidelines for Limiting Exposure to Time-varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields Health Physics 74, 1998. 494 ~ 522

The Environmental Impact Assessment of Electro-magnetic Wave from GSM Mobil-phone Bases in Guangzhou

Chen Yang Nian Ji He Zhihui Zhang Songchuan Chen Chengzhang

Abstract This article discussed theoretically the environmental influence of electro-magnetic wave from GSM mobil phone bases compared with the state standard *Sanitation Standard of Environmental Electro-magnetic waves* (GB9175-88), indicated that the strength of electro-magnetic radiation from these bases is much lower than the state standard in general.

Key words mobil phone bases electro-magnetic radiation power density environmental influence

亚太环境 NGO 反对垃圾焚烧

亚洲太平洋 12 国的环境非政府组织(NGO)在泰国曼谷召开“亚洲反对垃圾焚炉”会议。各国代表报告本国垃圾焚烧现状,反对导入焚烧炉,要求政府采取有毒物质污染增加

带来危险性的防治对策。

洪蔚 译自《资源环境对策》(日) VO1.36, NO.14 (2000)

对城市环境规划若干问题的思考

葛 奕 游江峰 何 堪 俞开衡
(广州市环境保护科学研究所, 广州 510620)

摘 要 文章结合《广州市环境保护总体规划》、《广东省城市环境规划管理办法》的研究,以及《中山市“青山、碧水、蓝天、绿地、花鸟城”环境保护工程规划》和“(中挪合作)广州市大气环境质量管理与规划系统”等实际工作的体会,就确立城市环境规划的地位、更新城市环境规划的思路、观念和技术手段,正确处理城市环境规划与相关规划的关系、建立和完善环境与发展综合决策机制,强化环境规划的政策性和法律地位等方面问题提出了看法,探讨可持续发展战略指导下城市环境规划的发展与完善。

关键词 城市环境规划 环境与发展 可持续发展

近 10 多年来,广东省不少城市(如珠海、深圳、茂名、湛江、汕头、广州、中山市等)都编制了各种形式的城市环境规划,在指导城市环境保护和促进城市环境管理方面发挥了积极作用。但由于各地对城市环境规划在编制、审批、管理等的认识和做法不尽相同,因此,各市环境规划从形式到内容,甚至法律地位上都有很大差异。有的城市虽没有系统的环境规划,但环境保护的观念较好地融入了城市总体规划或贯彻在城市建设和发展过程之中,做到了经济社会与环境的协调发展。而一些城市却对环境规划工作认识不足,长期以来一直未能将其真正纳入城市管理的重要议事日程,环境规划严重滞后,制约了城市的协调健康发展,影响了城市的可持续发展进程;有的城市虽然完成了环境规划的编制工作,但在审批程序和管理权限上却没有统一规范,城市环境规划的法律地位得不到应有的肯定,而实施过程中又困难重重;有的在规划内容上过于微观,往往囿于环境监督管理的范畴,起不到应有的统筹与协调作用。以下结合我们开展《广州市环境保护总体规划》、《广东省城市环境规划管理办法》的研究和《中山市“青山、碧水、蓝天、绿地、花鸟城”环境保护工程规划》等工作实践,谈谈对建立环境与发展综合决策机制,加强城市环境规划管理,促进城市可持续发展的一些看法。

1 城市环境规划的指导思想

城市环境规划是国家环境政策的具体体现,是环境保护部门参与政府决策的重要手段。要真正做

好可持续发展战略指导下的城市环境规划,首先要解放思想,更新观念,以可持续发展战略为出发点和落脚点,以环境与发展综合决策作为重要手段,以保护人群健康为宗旨,实现人与自然相和谐这一主题为目的,把环境与生态保护作为城市可持续发展的重要内容来抓。

1.1 树立可持续发展的规划观念

我们在编《广州环境保护总体规划》过程中一直将可持续发展的思想贯穿始终,摆脱了原有的就环境论环境,就环保部门谈环保的环境规划模式,突破了仅仅停留在环境污染问题进行污染防治规划的思路,而是从广州经济社会发展对环境影响(正负面)的分析着手,关注资源消耗以及环境问题产生、发展与变化的全过程,指出了不合理的城市空间布局、粗放型经济增长方式、城市基础设施严重滞后、城市管理软弱无力等问题给资源环境造成的巨大压力,从合理调整空间布局和产业结构、切实转变经济增长方式、有效开发利用资源、加快城市基础设施建设、强化城市管理等方面着眼进行规划,从根本上引导广州向着可持续发展的轨道迈进。

1.2 体现以人为本的规划思想

城市环境规划应积极体现以人为本的规划思想,把改善城市环境质量、保障人体健康、为居民提供优良的居行环境放在重要位置。中山市在城市规划和发展过程中就充分体现了以人为本和改善人们生活质量的宗旨。多年来,中山市政府坚持建设花园城市的宗旨,按照“控制旧区,建设新区,建好新

区,改造旧区”的原则,高起点规划,高标准建设,高效能管理。政府通过各种方式严格控制建成区的开发强度,使高标准和生态环境优美的生活小区建设不断上新台阶。

1.3 重视城市化带来的环境问题

长期以来,人们主要关注着工业发展带来的环境污染,而城市化带来的环境问题则一直为人们所忽视。广州地处我国城市化发展最为迅速的珠江三角洲地区,经济持续高速发展的同时,不断加快的城市化进程所带来的环境问题和各种“城市病”已开始困扰广州,严重影响广州的城市发展,正确分析和积极防治城市化带来的环境问题意义重大。

我们在《广州环境保护总体规划》编制过程中,充分重视城市化带来的环境问题,寻求可持续的城市化道路。通过对现行城市总体规划中城市空间布局和功能布置(形态结构和功能结构)的分析评估,针对广州市历史遗留的功能混杂,人流、物流、交通流高度集中等城市化所带来的环境问题,提出突破狭窄的城市发展观念,开拓城市发展空间,“立足七千四,面向三角洲”的规划发展思路。指出广州必须坚持向东南方向发展的战略,确保北部水源保护不受城市化的影响,重新调整城市定位,确定城市功能和分区,合理调配土地资源,进而调整产业结构和布局。

1.4 严格控制城市规模和用地规模

我们在中山市规划中提出,建设良好的城市生态环境首先必须严格控制城市规模,尤其是控制人口规模、用地规模和开发强度,并提出了相应的控制措施。

2 城市环境规划的重点

长期以来,环境规划的法律依据问题始终没能明确界定,导致工作内容涉及面差异很大。可持续发展战略提出以后,人们便开始在这样一个大背景下探讨环境规划的实际意义。有专家指出,环境规划不能简单地等同于污染治理或城市环境综合整治,环境规划是以可持续发展战略作为指导思想的城市环境战略的具体化。我们在《广东省城市环境规划管理办法(讨论稿)》中指出,各级人民政府对本辖区的环境质量负责,在制定国民经济和社会发展规划、城市总体规划的同时,组织制定环境规划,确定城市环境保护目标,采取有效措施保护和改善城

市环境,实现经济、社会、资源、环境的可持续发展。

实践证明,城市的环境问题在很大程度上是由于城市化和工业化进程中空间布局不合理、功能紊乱和人流、物流、交通流过度集中引起的。过去编制城市环境保护方面的规划,往往只注重污染防治,却忽视了城市化进程中产生的生态环境问题,“头痛医头,脚痛医脚”,难以从根本上解决环境问题。所以,我们在《广东省城市环境规划管理办法(讨论稿)》中明确,合理的空间结构,明晰的功能分区,是解决城市环境问题的重要举措。城市环境规划应以防治城市化过程中产生的生态环境问题、以防治废水、废气、噪声、固体废物污染危害为重点。

3 城市环境规划的法律地位

环境规划的法律地位与环境保护的地位密切相关,人们对环境问题的关注和政府对环境发展的重视程度直接影响着环境保护的地位和环境规划的法律地位。以往受发展和认识局限性的制约,环境保护法中没有明确环境规划的重要地位,实际工作中往往把它当成一个计划来考虑,规划的影响范围也仅仅局限在环境管理的有限范围之内,即使环境规划涉及了城市发展的其它相关领域,环境规划实施保证也体现不够。因此,以往的环境规划主要成了环境管理部门开展环境监督管理的依据,城市规划部门和其它政府职能部门则很少去考虑环境规划方面的内容。近些年来,随着人们环境意识的觉醒,特别是高层决策领导环境理念的升华,环境与发展的不可分割和密切相关性逐步引起重视,环境保护的地位有所上升,环境规划的法律地位也有所提高。1994年,为落实人大重点提案,广州市政府筹资420万元(其中4县级市120万元)开展广州市环境保护总体规划的研究与编制工作,表明政府已开始重视城市环境规划的地位。

关于城市环境规划的地位,主要涉及两方面的关系:一是城市环境规划与城市总体规划、国民经济和社会发展规划的关系,二是城市环境规划与防治污染规划的关系。我们认为,城市环境规划是起带头作用的、总体的规划。

当然,环境规划法律地位的真正体现在于环境规划的法律效力,也就是规划的实施方面。这需要相应法律法规体系的完善,首先需要国家大法明确对环境规划法律权威性的肯定及其法规严肃性的确认,以及对违反环境规划行为的法律责任的追究制

度化。具体来说,城市环境规划的法律地位体现在,政府有关城市发展的重大决策是否以城市环境规划为依据,城市建设的重大举措是否落实了城市环境规划的有关要求。

4 处理环境规划与相关规划的关系

要保证城市环境规划的法律效力,确保城市环境规划的有效实施,必须进一步明确并正确处理好几个重要的关系:(1)明确环境保护在国民经济和社会发展中的地位与作用;(2)正确处理城市建设、经济发展与环境保护的关系;(3)建立和完善城市环境与发展的综合决策机制;(4)构筑城市可持续发展战略的实施与保障体系,等。

环境规划是国民经济和社会发展规划的重要组成部分,因为环境问题本身就是经济社会发展的产物,也只能在经济社会发展过程中加以防治和解决,城市环境规划与城市总体规划、社会经济发展规划应该是三足鼎立,缺一不可的。我们在《广东省城市环境规划管理办法(讨论稿)》中强调,城市环境规划应当与城市的国民经济和社会发展规划、城市总体规划、国土规划、江河流域规划和区域发展规划等互为依据,互相协调。因此,为保证城市环境规划的实施,(1)要把城市环境规划渗透、体现到城市的经济建设、城乡建设规划中去;(2)要把城市环境规划及其各专项详细规划的要求,纳入国民经济和社会发展规划、年度计划和城市总体规划;(3)要把城市环境规划的要求落实到各种行业规范。

5 建立与完善环境与发展综合决策的机制

过去,政府各部门的决策往往都是孤立地分割进行的,经济部门对经济发展的规划或政策进行决策,环境保护部门则对环境保护的有关问题进行决策。这种“单打一”的做法,既不利于发展,也不利于环境保护。随着对环境问题认识的不断深入和国际社会对可持续发展战略的广泛认同,保护环境已成

为国家和政府制定经济、社会发展战路的重要立足点之一,成为各级决策者必须高度重视的一个全局性问题。发挥政府政策和国家法律的作用,建立以预防为主的环境与发展综合决策的机制,从源头控制污染,实现可持续发展已势在必行。

实行环境与发展综合决策,是实现经济效益、社会效益、环境效益相统一的重要保证,也是实现城市环境规划目标与要求的重要手段和方式。所谓综合决策,主要是指在决策过程中对环境、经济和社会因素全面考虑、统筹兼顾,使三者得以协调发展。综合决策是使可持续发展战略得以实施的重要保证。目前国际社会大力提倡综合决策,将其作为从源头防止环境污染和生态破坏的简便而又成本最低的方法而广受推崇。发达国家在综合决策方面积累了丰富的成功经验,我国一些城市也通过环境与发展综合决策,在促进经济、社会和环境协调发展方面取得了显著的成绩。

根据《21世纪议程》和中国的国情,环境与发展综合决策机制归纳起来主要有以下几个方面:(1)改进或改善决策过程;(2)制定有效的法律法规框架(可操作的、有效的法律、法规和标准,切实可行的执行机制、监督和保障机制等);(3)有效地运用经济手段与市场机制及其他鼓励措施;(4)建立环境与经济综合核算制度,将环境因素和社会因素纳入国民经济核算体制。

6 参考文献

- [1] 广州市计划委员会. 迈向现代化国际大都市—广州“九五”计划和2010年远景目标. 广州:广东经济出版社, 1996
- [2] 国家环境保护局. 中国环境保护21世纪议程. 北京:中国环境科学出版社, 1995
- [3] 陈仁, 朴光洙. 环境执法基础. 北京:法律出版社, 1997
- [4] 张坤民. 可持续发展论. 北京:中国环境科学出版社, 1997
- [5] 曹凤中. 国外环境发展战略研究. 北京:中国环境科学出版社, 1993

Ponderation on Several Respects of City Environment Planning

Ge Yi You Jiangfeng He Zhan Yu Kaiheng

Abstract In practicing *Guangzhou General Planning of Environmental Protection, Management of Guangdong City's Environmental Planning, Zhongshan Environmental Protection Engineering Planning - Green Mountain and land field, Blue River and sky, Flower and Bird City*, this article discussed the position identification of city environment planning (CEP). For renewing the conception and technical methods of CEP, dealing with the relationship between CEP and other planning, establishing and completing the decision-making mechanism of environment and development, intensifying the policy and law viscounts, the article also discussed the development and completion of CEP guided by sustainable development strategy.

Key words city environment planning environment and development sustainable development

佛山市规模化禽畜养殖业污染情况调查

廖丽华 郭文成 杨永泰 钟敏华 梁粤瑜
(广东省佛山市环境保护研究所, 佛山 528000)

摘 要 通过开展佛山市规模化禽畜养殖业污染情况调查, 提出了规模化禽畜养殖业存在的污染环境的问题以及管理部门对禽畜养殖业的监管不够、禽畜粪尿综合利用方式单一等问题, 并提出进行产业引导和空间布局调整, 加大环境管理力度和污染治理技术(尤其是生态养殖技术)的推广应用等控制规模化养殖业污染的途径。

关键词 规模化禽畜养殖业 调查 污染控制 佛山市

受佛山市环保局的委托, 我所于 2000 年 12 月至 2001 年 1 月, 开展了佛山市规模化禽畜养殖业污染情况调查。佛山市包括城区和石湾区, 以及所辖的南海市、三水市、高明市, 城区无禽畜养殖业。

调查对象为实施集约化和圈养的禽畜养殖场(不包括散养和放养的禽畜场), 即存栏数为 200 头及以上的养猪场、40 头及以上的奶牛场、80 头及以上的的肉牛场、2 000 只及以上的养鸡场、1 000 只及以上的养鸭和养鹅场。据本次调查, 全市规模化禽畜养殖场共有 208 个, 依类别分, 养猪场 104 个、奶牛场 1 个、蛋鸡场 7 个、肉鸡场 47 个、种鸡场 1 个、养鹅/鸭场 48 个; 依地区分, 南海市 9 个、三水市 72 个、高明市 38 个、石湾区 89 个。详细数据见表 1。

1 环境保护现状及存在的主要问题

现代禽畜养殖业正在向高度集约化、工厂化的程度发展。象其他工业生产一样, 这种高效率生产肉、禽、奶、蛋及其它禽畜产品的工业, 也存在废物处理、产品的安全使用及生产过程对大气、水体与土壤的污染问题。禽畜养殖场对环境的污染主要来自于养殖场排放出来的粪尿污水、有害气体与恶臭气味; 其他污染物还包括洗刷用具、场地消毒和禽畜饮用后的污水; 死亡禽畜的尸体; 孵化残余物—蛋壳、死胚、绒毛、胎粪等; 含有致癌性毒素的霉变饲料; 预防用的各种疫(菌)苗空瓶和抗生药物的瓶、袋等; 饲料加工粉尘; 内燃机废气; 屠宰场(户)的废物、污水、下水、废气; 苍蝇、蚊虫等昆虫; 等。其中最主要的是禽畜粪尿污染和禽畜产品中药物残留对人类健康的困扰。

表 1 1999 年佛山市规模化禽畜养殖业基本情况一览表

项目	地 区	猪	奶牛	蛋鸡	肉鸡	种鸡	鹅/鸭
企业/专业户数	南海市	3	1	0	2	0	3
	三水市	23	0	5	8	0	36
	高明市	20	0	1	15	0	2
	石湾区	58	0	1	22	1	7
	合 计	104	1	7	47	1	48
年末存栏总数(头或只)	南海市	25 930	40	0	140 000	0	40 000
	三水市	46 124	0	140 616	196 000	0	823 165
	高明市	18 280	0	3 000	645 500	0	6 000
	石湾区	29 958	0	120 000	195 600	30 000	11 500
	合 计	120 292	40	263 616	1 177 100	30 000	880 665
年平均存栏数(头或只)	南海市	8 643	40	0	70 000	0	13 333
	三水市	2 005	0	28 123	24 500	0	22 866
	高明市	914	0	3 000	43 033	0	3 000
	石湾区	517	0	120 000	8 891	30 000	1 643
	平 均	1 157	40	37 659	25 045	30 000	18 347
全年粪尿产生总量(万 t)	南海市	5.45	0.06	0	0.29	0	0.16
	三水市	9.69	0	0.63	0.41	0	3.21
	高明市	3.84	0	0.01	1.36	0	0.02
	石湾区	6.29	0	0.54	0.41	0.01	0.04
	合 计	25.26	0.06	1.19	2.47	0.01	3.43

佛山市规模化禽畜养殖业对环境的影响, 主要体现在粪尿对地表水的污染, 调查发现, 有许多养殖场(尤其是养猪场)规模小, 但沿小河涌连片分布, 污水直接排入河涌, 对河涌水质污染十分严重。少数养殖场距离居民点较近, 养殖场散发的恶臭气味引起居民的不满; 大型养殖场(主要是养鸡场)蚊蝇滋生比较严重。表 1 中的粪尿产生量是根据国家环保总局自然生态保护司确定的排污系数计算出来的。

从调查情况看, 佛山市目前禽畜养殖业防止污

染环境的做法主要是:合理的选点和废物(主要是禽畜粪尿)的综合利用。粪便综合利用主要包括用作养鱼饲料和还田作肥料。用作养殖食料占废物利用的绝大部分,做法是在鱼塘边建禽畜养殖场,粪便直接作为鱼塘里鲤鱼、鲫鱼等的食料,一小部分剩余的粪便或没有建在鱼塘边的禽畜场产生的粪便干化后卖给农民作还田肥料。

合理选点的做法是农民及场主在农业生产过程中环境意识提高而形成的,农民将村庄当中的猪场、鸡场、鸭场迁到远离村庄的“禽畜养殖集中场”中圈养,采取禽畜基塘式生态循环,从而净化了农村环境,从距民房的距离来看,一般从几百米到几千米不等,有效地减少臭气对居民生活的影响。

但大部分养殖场没有废水处理设施,有处理设施的处理量也不高,效果不理想。而且未达到调查规模的场点不少,分散分布,对环境影响问题不容忽视。石湾区养殖场分布比较密集,单个养殖场规模小,但多个养殖场成片集中,对城市水环境和人体健康造成一定的威胁。养殖场绝大多数均没办环评等手续。养殖场面临的经济困难不少,效益不高,以致污染治理资金难以落实。对禽畜养殖业的环境管理薄弱,养殖业的环境管理没有明确的管理主体。

2 污染控制的主要途径

2.1 规模化禽畜养殖业产业引导和空间布局调整

佛山市禽畜养殖场目前以“个体户养殖”的形式占绝对优势,真正上规模的养殖场不多,这种状况给环境造成的压力比较大,环境管理的难度也大。未来佛山养殖业的发展方向应该走两条路子,一是禽畜养殖与养鱼相结合,采取禽畜基塘式生态循环,走生态养殖的路子;二是大规模养殖、污染治理相配套,走专业化、企业化的路子。

本次调查发现,许多养殖场在水塘边圈养,大部分粪便及污水直接排入水塘作为鱼的饲料而得到充分利用,小部分干湿分离后的粪便卖给附近农民用作农作物的肥料。这种养殖方式适合小规模养殖,有利于农民灵活经营,对环境造成的污染小,值得推广应用。应引起注意的是,根据水塘的环境容量,需要考虑控制养殖规模。

发展禽畜养殖的主要路子应是走专业化、规模化、企业化的方向。禽畜养殖业是极易对环境造成污染的行业,如果单个养殖场规模小,但遍地开花,

数量多,则在污染治理和环境管理上难有作为。只有养殖上规模,才有条件上有效的污染治理工程,有效地控制养殖业的污染。不过,规模过大也是不合适的,因为粪便的处理和利用需要较大面积的土地,还会加大运输费用,发生疫病的危险性也大。

佛山市禽畜养殖业的空间布局需要作适当的调整,以减少对环境的污染。佛山市市区(含佛山城区和石湾区)的人口密集,耕地面积少,但由于市场较大,养殖场的数量较多。佛山市下属三个县级市人口密度小,耕地面积大,但由于市场不大,因此养殖场的数量不太多。从环境角度来看,这种布局形式是不利的。建议在佛山市区禁止发展禽畜养殖业,禁止在城市近郊建设大型禽畜养殖场,要求离县级城镇5 km以上、离集镇1 km以上,并且养殖场周围要有农田、果园、鱼塘等配套。

2.2 加大对规模化禽畜养殖业环境管理的力度

目前佛山市规模化禽畜养殖场以个体经营为主,本次调查的养殖场全市共有210家,其中经过环保局审批并做了环境影响评价的只有两家,有法人代码的只有8家。目前规模化养殖场的环境管理职能,主要由农业管理部门和基层的村委会行使,环保管理部门对养殖业的环境管理力度十分薄弱。村委会主要承担了新建养殖场的选点、养殖场粪便处理的管理职责。今后应在落实“环评”和“环保审批”方面加强管理,加强农村环境保护和农业生态环境建设的宣传工作,提高农民的环保意识,以生态示范村为模式,不断完善农业生态环境建设,建立良好的农业生态模式,完善禽畜养殖业的环保工作,减少禽畜养殖业对环境的污染,尤其是对水环境的污染。建议在水源保护区以及城市的近郊禁止禽畜养殖业的发展,不断完善有关禽畜养殖业污染防治方面的管理制度和法规。

我国应象发达国家一样,尽快完善对养殖行业各个环节严格监控的法制法规。对各种饲料添加剂的生产与销售应有严格的许可证制度;对各种饲料中药物使用剂量与品种应有明确限制制度;对各种兽药的质量与使用剂量都应有明确的规定。对养殖场地的区位应有十分明确的规定,并设立建场审批制度;场内废物处理设备应实行行政监管,对没有配置废物处理设备、污染严重的场家应令其停产;各养殖场废水及周围大气和水体环境应进行严格的监测。应该将各个养殖场的防疫管理纳入社会化管理

范畴。与上述法制管理相适应,应尽快完善或修订养殖行业的管理标准。如饲料质量标准、兽药质量标准、养殖场内环境卫生标准、禽畜产品质量标准等。

2.3 规模化禽畜养殖业污染治理技术

养殖场最主要的废弃物是粪便,可通过腐熟堆肥、制成复合有机肥、粪便的生物能利用,作为再生饲料、粪尿分离除臭减污以及农牧结合生态养殖业等多种途径解决禽畜养殖场污染环境的问题。

3 结语

通过开展佛山市规模化禽畜养殖业污染情况调查,初步掌握了本地区禽畜养殖的规模、分布状况、污染现状、废物综合利用方式等。从调查中也发现

了一些问题,例如管理部门对禽畜养殖业的监管不够完善、废物综合利用方式单调等。我们认为加强规模化禽畜养殖业产业引导和空间布局调整、加大对规模化禽畜养殖业环境管理的力度以及规模化禽畜养殖业污染治理技术(尤其是生态养殖技术)的推广应用等工作的开展势在必行,刻不容缓。

4 参考文献

- [1] 佛山市统计局. 佛山统计年鉴(2000)
- [2] 王小明,等. 现代禽畜养殖业的公害问题及对策. 饲料工业, 2000, (4): 40 ~ 41
- [3] 舒邓群,等. 规模化畜牧场的环境保护. 江西畜牧兽医杂志, 2000, (2): 21 ~ 23
- [4] 朱文转,等. 南方农村集约化养猪场污染及其防治. 重庆环境科学, 1999, (6): 33 ~ 35

Investigation of Pollution from the Poultry and Livestock Farms in Foshan

Liao Lihua Guo Wencheng Yang Yongtai Zhong Minhua Liang Yueyu

Abstract Based on the investigation of pollution from the poultry and livestock farm in Foshan, the paper pointed out the environmental pollution problems existing in these farms, less monitoring by the managing department, and the poor utilization of dung and urine. The paper also discussed the way of industrial guiding, space distribution adjusting, management and technical measurements enhancing to control the pollution of the poultry and livestock farms.

Key words poultry and livestock farms investigation pollution control Foshan

德环境成本标准化

德国环境部把“环境折价计算”方法标准化。首先掌握企业内部所有物流和能流,应用物料和能量平衡算出设备、生产线、制品等对环境影响的数据,制定经营上生态平衡,最后应用 ABC(Activity Based Costing)将废弃物处理、人工费用、

教育等环境成本打入各部门成本中,加强环境管理,正确掌握环境成本,有效地削减环境负荷。

洪蔚 译自《地球环境》(日) VOI.31 NO.7 (2000)

菲律宾禁用垃圾焚烧炉

菲律宾大气净化法规定从 2002 年 6 月起禁止焚烧垃圾。是世界上首次用法律规定禁止使用焚烧炉的国家,据菲律宾环境资源部调查,现有民间企业焚烧炉 13 座,医院医疗废弃

物焚烧炉 39 座,共 52 座。

洪蔚 译自《资源环境对策》(日) VOI.36, NO.11 (2000)

水样中总磷的微波消解

杨义旋

(汕头市龙湖区环保监测站, 汕头 515041)

摘 要 采用微波消解系统对水样中总磷进行消解, 考察了消解时间对样品微波消解的影响, 并将该法与总磷测定的标准方法进行了比较, 结果表明, 微波消解法简便、快速、准确、可靠。

关键词 总磷测定 微波消解

水样中磷的测定通常采用磷钼兰分光光度法。测总磷时, 需将水样中的有机磷在强氧化剂存在和加热、加压条件下消解转化为正磷酸盐后用以测定。但常规的消解方法存在着操作繁琐、热效率低、耗时长等特点。微波消解则具有热效率高、简便、快速、安全等特点。笔者应用微波消解系统对总磷水样进行过硫酸钾消解, 并将其结果与高压标准法进行了比较。

1 仪器

高压锅、微波消解炉、聚四氟乙烯消解罐、721 型分光光度计。

2 试剂

以一种缩合磷酸盐——焦磷酸钾 $K_4P_2O_7 \cdot 3H_2O$ 经干燥后配成含磷(P)浓度为 $50.0 \mu\text{g/mL}$ 的储备液。使用液为 $2.00 \mu\text{g/mL}$ 。

钼酸盐溶液: 称取 13g 分析纯钼酸铵和 0.35 g 酒石酸锑氧钾分别溶解于 100mL 水中。在不断搅拌下, 将钼酸铵溶液徐徐加到 300 mL (1 + 1) 硫酸溶液中, 然后加入酒石酸锑氧钾溶液。混合均匀后置于棕色品瓶中, 于冰箱内保存 2 个月。

5% (m/V) 过硫酸钾溶液: 溶解 5 g 过硫酸钾于水中, 稀释至 100 mL。

10% (m/V) 抗坏血酸溶液: 溶解 10 g 抗坏血酸于水中, 并稀释至 100 mL。临用时配制。

3 方法

将所有水样分为两组, 分别进行以下实验:

第一组: 采用高压法。取适量混匀水样 25 mL

于 50 mL 具塞刻度管中, 加过硫酸钾 4 mL, 加塞后管口包一小块纱布并用线扎紧, 以免加热时玻璃塞冲出。将具塞刻度管放在大烧杯中, 置于高压蒸汽消毒器或压力锅中加热, 待锅内压力达 1.1 kg/cm^2 时, 调节电炉温度使保持此压力 30 min 后, 停止加热, 待压力表指针降至零后, 取出放冷。

第二组: 采用微波法。移取 25 mL 需消解的试样, 于聚四氟乙烯消化罐中, 加 4 mL 过硫酸钾, 拧紧罐盖, 置于微波炉消解, 然后取出、冷却, 定容至 50 mL。

以上两组水样经冷却后, 同样加 1.00 mL 10% 抗坏血酸溶液, 混匀后, 30 s 后, 加 2 mL 钼酸盐, 充分摇匀。放置 10 min 后, 以蒸馏水作参比, 于 700 nm 波长处测定溶液的吸光度。

4 结果和讨论

4.1 消解时间对消解效率的影响

于 5 个消解罐中分别加入 4.00 mL $K_4P_2O_7$ 标准使用液, 以蒸馏水稀释至 25 mL, 加 4 mL 5% 过硫酸钾溶液, 置微波炉中 (消解功率为 500W) 分别消解 0.5 min、1.0 min、1.5 min、2.0 min、2.5 min。取出后定容至 50 mL, 测得的消解时间与吸光度间关系如图 1。

结果表明: 微波法消解时间越长, $K_4P_2O_7$ 被氧化程度越彻底, 当消解时间 $\geq 2 \text{ min}$, 可认为消解完全。

4.2 高压标准法曲线和微波法曲线的比较

取 7 个消解罐及 7 支 50 mL 比色管, 分别加上 $K_4P_2O_7$ 标准使用液 0.00、0.50、1.00、3.00、5.00、

10.00、15.00 mL 加水至 50 mL,按高压标准法和微波法进行。其中,微波法消解时间按单个罐 2 min、总消解时间按 15 min 进行。测定结果绘成高压法标准曲线和微波法标准曲线(图 2)。

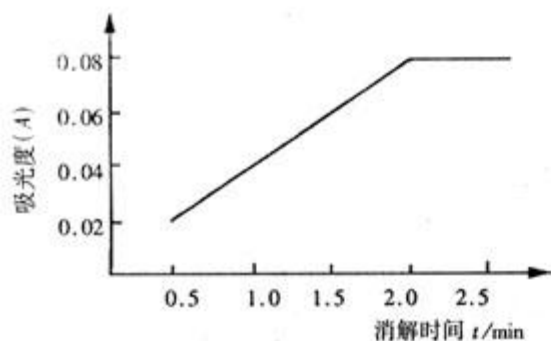


图 1 $K_3P_2O_7$ 溶液消解时间与吸光度关系图

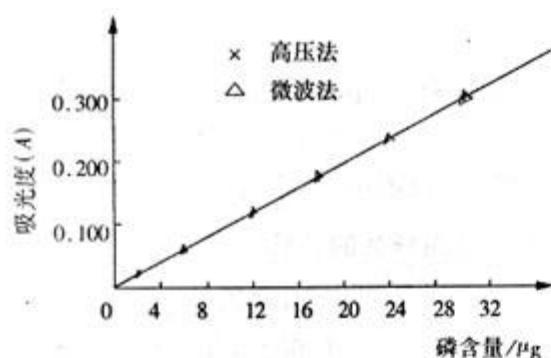


图 2 标准磷含量与吸光度关系图

从图中可以看出,微波消解法作出的标准曲线基本上同高压法作出的曲线相吻合。两条曲线为:

$$y = 0.0099x + 0.0011 \text{ (高压标准法)} (r = 0.9998)$$

$$y = 0.0098x + 0.0020 \text{ (微波法)} (r = 0.9996)$$

4.3 实际样品测试

选取龙湖沟、三脚沟、新河沟、黄厝围沟水样,同时经过两种方法消解,分析结果列于表 1。

表 1 地表水总磷的测定结果 mg/L

点 位	三脚沟	新河沟	黄厝围沟	龙湖沟
外观	较清	微浊	微浊	较清
微波消解法	0.031	1.820	0.270	0.071
高压法	0.030	1.632	0.231	0.070

对于微浊的含有颗粒的新河沟和黄厝围沟的废水,采用微波法能更好的消解。可见微波法对高浓度的含有颗粒的水样能较好分解。

选取制药废水、印染废水、洗衣废水水样,同样经过两种方法消解,分析结果见表 2。

表 2 三种废水总磷的测定结果 mg/L

种类	制药废水	印染废水	洗衣废水
外观	少量漂浮物	少量漂浮物	微浊
高压法	1.68	1.75	0.94
微波法	1.42	1.95	0.71

在这些废水样中,磷以各种磷酸盐形式存在,它们分别为正磷酸盐、缩合磷酸盐和有机结合的磷酸盐,存在于溶液和悬浮物中,所以这些废水中有的外观表现为微浊或有少量漂浮物,实验结果表明,用微波法比高压法能较好的消解。

通过本实验可以得出结论:在本试验所用的样品和具体试验条件下,微波法可使溶液迅速加热并达到过硫酸钾氧化所需温度和压力,因此该法能在较短时间中消解总磷水样。

5 参考文献

- [1] 国家环保局. 水和废水监测分析方法(第三版). 中国环境科学出版社
- [2] 刘成梁,朱叔韬,温海平,等. 上海化工高等专科学校学报,1994,10(3):13

Microwave Digestion of Total Phosphorus in Water Sample

Yang Yixuan

Abstract Microwave digestion system was applied to digest the total phosphorus in water samples. The digestion time which effects the water sample digestion has been studied. The proposed method is also compared with the standard total phosphorus determination. The results show that the proposed method is simple, fast, accurate and reliable.

Key words total phosphorus determination microwave digestion

重金属 Cu、Pb、Zn、Cd 在深圳福田红树林中的迁移、累积与循环

章金鸿 汪 晖

(广州环境保护科学研究所, 广州 510620)

陈桂珠 李 玫

(中山大学环境科学研究所, 广州 510275)

摘 要 研究了污水处理下红树林对 Cu、Pb、Zn、Cd 等 4 种重金属元素的吸收、累积、分布和循环。结果表明,该林地表层土壤 4 种元素的储量关系为 $Zn > Pb > Cu > Cd$,与污水中各元素含量大小顺序一致;植物体不同部位各元素含量有着明显的差异,根、茎中的含量大于枝、叶中的含量;不同种红树植物对土壤 4 种元素的富集能力的大小依次为桐花树 > 秋茄 > 白骨壤。该群落中 Cu、Pb、Zn、Cd 4 种重金属的现存累积量分别为 141.796、455.967、1 220.224 和 9.493 mg/m^2 ;年吸收量分别为 18.98、16.43、89.19 和 0.39 mg/m^2 ;年归还量分别为 14.64、7.26、59.29 和 0.16 mg/m^2 ;年存留量分别为 4.33、9.17、29.20 和 0.23 mg/m^2 ;周转期分别为 10、63、21 和 58 年。

关键词 红树林 重金属 吸收 累积 循环

国内外对重金属在农作物、蔬菜等植物体内吸收、累积、转化等开展了广泛的研究^[1-3],但木本植物的重金属污染研究进行得不多^[4]。红树林是生长在热带、亚热带海岸潮间带的木本植物群落^[5]。由于红树林处于淡水和海水交互区,污染物和有毒物质可存留在泥滩中,红树植物加以吸收、积累而起到净化作用^[6]。本研究拟通过分析位于深圳福田红树林保护区内的红树林对 Cu、Pb、Zn、Cd 这 4 种重金属元素的吸收、累积及动态,探讨重金属在红树植物体内的迁移、积累、循环,进而为保护和合理利用红树林提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究地点概况

深圳福田红树林保护区位于深圳市区内,属亚热带季风气候区。年平均气温 22.55℃,年平均降水 1 926.80 mm。该地区海域属深圳东部中段,潮汐属不规则半日潮。研究具体地点是保护区西部红树林带(22°32'N, 114°05'E),植物群落类型是秋茄 + 桐花树 + 白骨壤 (*Kandeliacandel* + *Aegiceras-corniculatum* + *Avicenniamarina*)。

1.2 布点与采样

在紧靠污水沟左侧生长的红树林中选取 3 块

10 m × 10 m 样地,于 1996 年 10 月至 1997 年 9 月,进行为期一年的采样调查分析。用土壤采样器采样,采样的时间为 1996 年 10 月和 1997 年 9 月各一次。

1.3 植物、土壤样品的分析

土壤样品采集后,经自然风干,过 100 目尼龙筛备用。植物样品采集后,按不同种、不同器官分组于 60℃ 下烘干,经研钵磨碎过 100 目尼龙筛。土壤、植物样品经 $HNO_3 - HClO_4$ 消化后,用 ICP 光谱仪测定 4 种元素(Cu、Pb、Zn、Cd)的含量。

群落生物量(干重)利用相关生长法统计^[7],根据土壤容重计算每平方米地表层土壤重量(0 ~ 30 cm),与土壤元素含量的乘积即为每平方米林地土壤中元素储量。根据群落各组分的现存生物量(干重)与植物体内相应部位元素含量的乘积,可求得群落各元素的现存累积储量。年归还量则根据凋落物生物量(干重)与凋落物中元素含量的乘积求得。

2 结果与讨论

2.1 红树林林地土壤 Cu、Pb、Zn、Cd 元素的储量及植物的富集系数

红树林林地表层土壤 Cu、Pb、Zn、Cd 元素的含量、储量见表 1。

表 1 红树林林地土壤 4 种元素含量(干重)及储量

容重 g/cm ³	含量/(μg/g)				储量/(g/m ²)			
	Cu	Pb	Zn	Cd	Cu	Pb	Zn	Cd
0.77	42.04	70.60	139.12	2.00	9.71	16.31	32.14	0.46

由表 1 可知,该林地表层土壤 4 种元素储量关系为 Zn>Pb>Cu>Cd;而林地水体中的 Zn、Pb、Cu、Cd 含量依次为 4.731 mg/L、2.49 mg/L、1.16 mg/L、0.025 mg/L;可见这 4 种重金属元素在该区域土壤与水体中的含量顺序相一致。

植物对土壤元素的吸收富集能力可以用富集系数来表示,富集系数=(植物体内某元素含量)/(该元素在土壤含量)。植物对土壤元素的吸收富集能力与植物对元素的需求量有关,也与土壤中该元素的含量及存在形态等有关。表 2 为 3 种红树植物的富集系数。

表 2 3 种红树植物对 Cu、Pb、Zn、Cd 的富集系数

植物种	组分	Cu	Pb	Zn	Cd
桐花树 <i>A. corniculatum</i>	叶	0.106	0.091	0.136	0.160
	胚轴	0.144	/	0.083	/
	枝	0.092	0.119	0.159	0.090
	茎	0.239	0.190	0.301	0.210
	根	0.221	0.371	0.562	0.360
	平均值	0.160	0.193	0.248	0.205
秋茄 <i>K. candel</i>	叶	0.148	0.037	0.139	0.040
	花	0.136	0.043	0.094	/
	枝	0.143	0.320	0.350	0.140
	茎	0.176	0.108	0.211	0.065
	根	0.161	0.344	0.532	0.260
	平均值	0.151	0.170	0.225	0.126
白骨壤 <i>A. marina</i>	叶	0.155	0.042	0.140	0.080
	枝	0.095	0.104	0.135	0.106
	茎	0.153	0.129	0.199	0.090
	根	0.183	0.184	0.465	0.280
	平均值	0.146	0.102	0.234	0.127

注:“/”为未检出。

由表 2 可知,富集系数随着植物种类、植物体内部位的不同而不同。比较植物体内各部位富集系数以及平均值,可看出根、茎对重金属的富集能力一般大于枝和叶,桐花树富集能力比秋茄大,白骨壤最小。桐花树和秋茄根的富集系数存在以下的关系:Zn>Pb>Cd>Cu,枝的富集系数存在以下的关系:Zn>Pb>Cu>Cd;白骨壤根和枝的富集系数为 Zn>Cd>Pb>Cu。

2.2 3 种红树植物体内不同部位 Cu、Zn、Cd、Pb 的含量

对该群落中桐花树、秋茄和白骨壤不同部位重金属元素含量分析结果如表 3。由表 3 可知,各元素在同一植物的不同部位含量存在明显差异,而同种元素在不同植物的相同部位含量亦不同。不同部位的 Cd 含量,秋茄为根>枝>茎>叶,桐花树和白骨壤均为根>茎>叶>枝;Cu 在秋茄、桐花树体内各部位含量大小大致为茎>根>胚轴(或花)>叶>枝,而在白骨壤则为根>茎>叶>枝;Zn 在秋茄、桐花树中各部位含量大小为根>茎>枝>叶>胚轴(或花);在白骨壤中为根>茎>叶>枝;3 种植物体内的枝、叶中 Zn 含量相差不大,可能与 Zn 是植物的必需元素,移动性大有关。Pb 在 3 种植物种各部位含量均为根>茎>枝>叶。

表 3 Cu、Pb、Zn、Cd 在 3 种红树植物不同部位含量

植物种	组分	Cu	Pb	Zn	Cd
桐花树	叶	4.50	6.40	18.98	0.32
	胚轴	6.12	/	11.56	/
	枝	3.88	8.40	22.18	0.18
	茎	10.14	13.40	41.94	0.42
	根	9.36	26.2	78.18	0.72
	平均值	6.30	2.60	19.36	0.08
秋茄	花	6.76	3.00	13.04	/
	枝	5.66	2.60	20.84	0.28
	茎	7.48	7.63	29.34	0.13
	根	6.82	24.20	74.08	0.52
	平均值	6.52	3.00	19.44	0.16
	枝	4.00	3.80	18.84	0.12
白骨壤	茎	6.62	9.09	27.71	0.18
	根	7.70	13.00	64.64	0.56

根据植物在不同部位元素含量比值,可以大致看出不同重金属从根运输到枝、叶,再到花、胚轴的速率,在秋茄体内的移动速率为 Cu>Cd>Zn>Pb;桐花树为 Cu>Zn>Cd>Pb;白骨壤为 Cu>Zn>Cd>Pb。这说明了 Pb 移动性最小,进入土壤 Pb 易被土壤固定,难以转移到植物的地上部分。植物从土壤中吸收的 Cd,主要分布于根、茎、叶种,籽实中较少。Cu 是合成叶绿素和血红蛋白的必需元素,Zn 也是必需元素,溶解性大,因而 Cu、Zn 迁移速率较快。

2.3 秋茄 + 桐花树 + 白骨壤群落中 Cu、Pb、Zn、Cd 元素现存累积量与分布

群落中元素现存累积量是指累积在群落现存生物量中各元素的总量,反映了群落长期吸收而净存留累积在植物体中的重金属含量。可根据植物不同部位含量结合各组分现存生物量计算而得。

据表 4 的数据计算可知,该群落 Cu、Pb、Zn、Cd 的现存累积量分别为 141.796 mg/m²、455.697 mg/

m²、1 220.224 mg/m² 和 9.493 mg/m²,根部累积量分别占总储量的 73.21%、73.41%、88.37% 和 82.71%,茎累积量分别占总储量的 20.23%、24.36%、8.98% 和 14.84%。Cu、Pb、Zn、Cd 这些重金属元素贮存于植物体内不易被次级消费者啃食的部位,如根、茎中,避免了向环境中的扩散,从而对环境污染具有一定的净化作用^[8]。不同的植物种累积的 Cu、Pb、Zn、Cd 量不同,秋茄累积量最多,白骨壤次之,桐花树最少。

表 4		秋茄 + 桐花树 + 白骨壤群落 Cu、Pb、Zn、Cd 的现存累积量与分布				mg/m ²
植物种	组分	Cu	Pb	Zn	Cd	
秋茄	叶	4.973(4.26)	2.052(0.50)	15.282(1.48)	0.063(0.80)	
	枝	1.182(1.01)	4.721(1.15)	4.353(0.42)	0.858(0.74)	
	茎	26.574(22.79)	106.109(25.85)	97.846(9.51)	1.315(16.81)	
	根	83.875(71.93)	297.622(72.50)	911.067(88.58)	6.395(81.75)	
	总量	116.604(100)	410.504(100)	1 028.548(100)	7.823(100)	
桐花树	叶	0.332(5.57)	0.472(3.11)	1.399(3.39)	0.024(6.40)	
	枝	0.853(14.31)	1.846(12.16)	4.876(11.81)	0.040(10.67)	
	茎	1.844(30.94)	4.658(30.69)	10.542(25.53)	0.086(22.93)	
	根	2.930(49.17)	8.201(54.04)	24.470(59.27)	0.225(60.00)	
	总量	5.959(100)	15.177(100)	41.287(100)	0.375(100)	
白骨壤	叶	1.657(8.62)	0.762(2.54)	4.941(3.28)	0.041(3.17)	
	枝	0.303(1.58)	0.288(0.96)	1.426(0.95)	0.009(0.69)	
	茎	0.265(1.38)	0.252(0.84)	1.247(0.83)	0.008(0.62)	
	根	17.008(88.43)	28.714(95.66)	142.775(94.94)	1.237(95.52)	
	总量	19.233(100)	30.016(100)	150.389(100)	1.295(100)	

注:括号内为占总量的百分比。

2.4 群落中 Cu、Pb、Zn、Cd 元素的生物循环

2.4.1 群落中 Cu、Pb、Zn、Cd 元素的年存留量

年存留量是一年内群落净积累在植物体内元素的总量,从测定群落年生物生产增长量和测定各元素含量来计算,结果见表 5。该群落 Cu、Pb、Zn、Cd 年存留量分别为 4.33、9.17、29.90 和 0.23 mg/(m²·a)。这 4 种重金属元素在不同植物种的存留均表现为白骨壤 > 秋茄 > 桐花树。

表 5		秋茄 + 桐花树 + 白骨壤群落 Cu、Pb、Zn、Cd 元素年存留量 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$			
植物种	Cu	Pb	Zn	Cd	
秋 茄	975.16	1 718.05	7 292.60	54.38	
桐花树	687.48	1 558.83	4 623.84	43.29	
白骨壤	2 667.05	4 233.48	17 979.04	130.28	
总 计	4 329.69	9 167.29	29 895.48	227.95	

2.4.2 群落中 Cu、Pb、Zn、Cd 元素的年归还量

年归还量是指通过凋落物归还的总量(本研究未估计雨水淋溶和死根,结果会偏低)。根据每月凋落物各组分含量和凋落物量,计算出该群落中 Cu、Pb、Zn、Cd 元素的年归还量分别为 14.65、7.26、59.30、0.16 mg/(m²·a),见表 6。

表 6		该群落中 Cu、Pb、 Zn、Cd 元素年归还量			mg/(m ² ·a)
植物种	Cu	Pb	Zn	Cd	
秋 茄	7.002	2.279	23.369	0.038	
桐花树	2.945	1.892	11.314	0.067	
白骨壤	4.701	3.092	24.612	0.058	
总 计	14.648	7.263	59.295	0.163	

2.4.3 群落中 4 种元素年吸收量及周转期

森林对元素的吸收量为元素的存留量与归还量之和^[9]。由表 5、表 6 可得,该红树林群落对 Cu、Pb、

Zn、Cd 年吸收量依次为 18.98、16.43、89.20、0.39 mg/m²·a。其中群落的存留量分别占 22.81%、55.79%、33.52%、58.28%；归还量分别占 77.19%、44.21%、66.48%、41.72%，即 Cu、Zn 归还大于存留，Pb、Cd 存留大于归还。

某元素在群落现存量中的总量与年凋落物中该元素的总量比值为该元素的周转期^[9]。据此计算该群落 Cu、Pb、Zn、Cd 元素周转期分别为 10 年、63 年、21 年和 58 年，周期长短顺序为 Pb > Cd > Zn > Cu，Cu、Zn 周期比 Cd、Pb 短得多。

表 7 秋茄 + 桐花树 + 白骨壤群落中 Cu、Pb、Zn、Cd 的吸收系数、利用系数和循环系数

元素	吸收系数	利用系数	循环系数
Cu	0.0019	0.1338	0.7716
Pb	0.0010	0.0360	0.4420
Zn	0.0028	0.0731	0.6648
Cd	0.0008	0.0411	0.4185

2.4.4 群落中 Cu、Pb、Zn、Cd 的吸收系数、利用系数和循环系数

在群落元素的生物循环中，可以从元素的群落现存量、吸收量和归还量以及表土中该元素储量之间的关系求得元素的吸收系数（年吸收量/表土储量）、利用系数（年吸收量/现存量）和循环系数（年归还量/年吸收量）^[10]，从而揭示群落及生境中相对的元素利

用情况和归还比例等循环特征。该群落 Cu、Pb、Zn、Cd 元素的吸收系数、利用系数和循环系数见表 7。由表 7 可知，循环系数及归还比例递减趋势为 Cu > Zn > Pb > Cd，而利用系数顺序为 Cu > Zn > Cd > Pb，与元素周转快慢的规律相一致。

3 参考文献

- [1] Lepp N W. Effects of heavy metals pollution on plants. Applied science 1. London, 1981. 35 ~ 39
- [2] 余国营, 等. 不同形态 Cd 及其与 Zn 的相互作用对小麦生理的影响. 生态学报, 1992, 2(2): 92 ~ 96
- [3] 王新, 等. 各种改性剂对重金属迁移积累影响的研究. 应用生态学报, 1994, 5(1): 89 ~ 94
- [4] 余国营, 等. 落叶松落叶前后重金属元素内外迁移循环规律研究. 生态学报, 1998, 18(2): 203 ~ 209
- [5] 林鹏. 中国东南部海岸红树林的类群及其分布. 生态学报, 1(3): 283 ~ 290
- [6] 林鹏, 红树林. 北京: 海洋出版社, 1984. 4 ~ 34
- [7] John W D J R, et al. The productivity and composition of a mangrove forest, Laguna determinos, Mexico. Aquatic Botany 1987. 27: 267 ~ 284.
- [8] Lin P, R H Chen. Role of mangrove in mercury cycling and removal in the Jiulong estuary. Acta Oceanologica Sinica, 1987, 9(4): 622 ~ 624.
- [9] 云南大学生物系. 植物生态学. 北京: 科学出版社, 1980, 310 ~ 316
- [10] 钟章成. 常绿阔叶林生态系统研究. 重庆: 西南师范出版社, 1992. 5 ~ 7, 29 ~ 32, 313 ~ 314

Transportation, Accumulation and Circulation of Heavy Metals in Mangrove in Futian, shenzhen

Zhang Jinhong Wang Hui Chen Guizhu Li Mei

Abstract Absorption, accumulation, distribution and circulation of heavy metals Cu, Pb, Zn, Cd in Mangrove in Futian, Shenzhen Were studied. The results show that amount of the four elements stored in the surface soil are Zn > Pb > Cu > Cd, which have the same order as the contents in the wetland water. The content in different plant parts was quite different. Contents in root and stem were bigger than those in branch and leaf. Different plant species had different accumulation ratios, the order of accumulation ability was *A corniculatum* > *K candel* > *A marine*. The existing accumulation in the community was as follows: Annual uptake of Cu, Pb, Zn, Cd was 18.98, 16.43, 89.20 and 0.39 mg/m² respectively. annual retention of Cu, Pb, Zn, Cd was 4.33, 9.17, 29.90 and 0.23 mg/m² respectively The turnover periods of Cu, Pb, Zn and Cd was 10, 63, 21 and 58 years respectively.

Key words mangrove heavy metal absorption accumulation circulation

珠江啤酒集团公司开展清洁生产工作的实践与体会

于建新

(广州市珠江啤酒集团公司, 广州 510308)

摘 要 随着工业的发展,环境污染越来越严重,单纯末端治理污染已经不能满足可持续发展的需要。通过珠江啤酒集团公司清洁生产工作的实践与体会,证明企业通过实施清洁生产工作,不但减轻末端治理负担,而且可以取得良好的经济效益。

关键词 企业 清洁生产 实践效益

80 年代末期,国际上,特别是工业发达国家,工业污染控制战略出现重大变革,其核心是以污染防治战略取代末端治理为主的污染防治政策。联合国环境规划署工业活动中心将这种战略称为“清洁生产”战略。

清洁生产的实质是通过对生产过程和产品持续实行整体预防的环境战略,以期降低人类和环境的风险。对于产品,清洁生产意味着减少产品从原材料使用到最终处置的全生命周期的不利影响。对于生产过程,清洁生产意味着节约材料和能源,取消使用有毒原材料,在生产过程排放废物前减少废物的数量和毒性。简单地讲,清洁生产就是使用清洁的原辅材料,通过清洁的生产过程,生产出清洁的产品。

1993 年,在国家环保局的组织下,国内 13 个行业的 27 家企业界进行了清洁生产审计,清洁生产工作在我国正式开始。珠江啤酒集团公司于 1998 年开展了清洁生产工作,并取得了良好的经济效益与环境效益。

1 清洁生产工作过程

根据清洁生产审计程序,珠江啤酒集团公司结合实际情况进行了以下工作。

首先公司组织成立了由公司领导、上级部门领导及公司主要分厂负责人组成的清洁生产委员会,对开展清洁生产工作中遇到的问题与重大事情进行决策。随后成立了由环保员、考核员、分厂工艺员组成的清洁生产工作小组,并落实了清洁生产常设机构。在清洁生产委员会的领导下,工作小组制订了

清洁生产工作计划,在清洁生产工作计划中提出了第一年的工作的重点和节水、降耗目标。清洁生产计划提交公司职代会审议后,召开了全公司清洁生产动员大会,并通过编制清洁生产简报和每周的生产调度会,推进清洁生产工作的开展。

调查研究阶段,按照预先设定的调查表,进行了收集资料、查阅档案、现场调查等多种方式,摸清了企业的基本情况。针对原材料消耗大、产生污染大的工艺环节,进行了物料平衡分析,同时与国外国内同行业比较,找出差距,分析原因,并提出解决办法。例如在调查中发现冷站冷却水用量较大,长期以来直接排出,于是提出了回收后循环使用;部分灌装线的酒头、酒尾没有回收,直接排放到污水站,造成污水中 COD 浓度较高,于是提出了回收这部分酒头、酒尾。

对于各分厂提出的清洁生产方案,在清洁生产工作会议上通过讨论,对于投资少、见效快、已成熟的项目按照工作程序由清洁生产委员会安排了实施。如最早实施的两个项目就是冷站冷却水的循环使用与酒头、酒尾的回收。通过几个项目的实施,深化和巩固了清洁生产成果,使企业获得了比较显著的经济效益与环境效益。

2 案例分析

2.1 提出方案

通过比较发现,珠江啤酒集团公司的用水量在同内处于一般水平,见表 1。通过做出了水平衡图,找出耗水较多的车间(酿造、包装、四站车间);再针对用水多的车间进行了详细调查与分析,并提出对应的

实施方案,见表 2。

表 1 吨啤酒耗水情况 t

	国 内	国 外	珠江啤酒集团公司
好	6 ~ 10	5	
一般	10 ~ 20	6 ~ 10	14
较差	> 20	> 10	

表 2 主要用水单位实施方案

单 位	方 案
酿 造 分 厂	1. 清洗采用 CIP 系统,已有清洗系统的做到优化。 2. 加强用水管理,并做到制度化、列入奖金考核。 3. 用水冲洗地面改用拖把。 4. 糖化热水的回收使用。
包 装 分 厂	1. 优化洗瓶程序。 2. 加强用水管理,并做到制度化、列入奖金考核。 3. 洗瓶水的回收再用。 4. 提高生产线效率。 5. 喷淋杀菌机水的回收使用。
四 站 车 间	1. CO ₂ 的回收使用。 2. 空压站冷却水的回收循环使用。 3. 冷站冷却水的回收循环使用。 4. 加强用水管理。

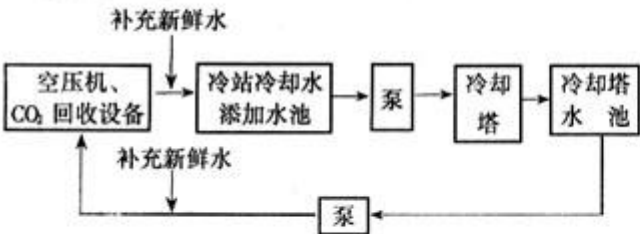
2.2 方案的实施

案例一：三期空压站、CO₂ 站冷却水的回收循环使用。

内容：原三期空压、CO₂ 站的冷却用水送至三期冷站作补充水,然后回收循环使用。

项目投资：项目总投资约 5 万元,其中 3 台 IS125 - 100 - 315 型水泵、直径 150 mm 钢管及阀门。

实施工艺：



效果：项目实施前冷却耗水每月约 3.6 万 t,有 3 万 t 直接排出。项目实施后每月可节约用水 3 万 t。如果加上新增的 CO₂ 回收设备,每月可节水 10 万 t。

1998 年至 2000 年公司实施清洁生产主要包括以下方面：

(1)高压、CO₂ 站冷却水回收,每年节约用水 120 万元。二期糖化蒸汽冷凝水的回收项目,通过安装

一套无电能冷凝水回收装置,蒸汽冷凝水全部回收 到锅炉使用,每年可回收 80℃的热水 4 万 t。

(2)加强生产过程各环节的管理,提高产成品一次合格率:酿造厂糖化麦汁浊汁回收,发酵冷凝 固物排放、发酵温度控制,过滤酒头酒尾浓度控制, 清酒下包装线空罐控制,输酒管道内酒液排放、清酒 CO₂ 含量、灌装一次合格率、灌装液位高低、杀菌机 湿度控制,矮次酒回收等作为降酒损关键控制点。各 控制点制订严格的工艺标准,每天由专人检查执行 情况,确保工艺质量的稳定。

(3)采用新技术,引进先进设备:采用快速发酵 工艺;采用酵母压榨机和离心机,回收发酵产生的酵 母。

(4)通过技改,降低酒损。建立回收槽及相关设 备、管道,将开机前和收机后的酒头酒尾进行回收; 此外,从提高啤酒过滤设备能力、更换先进的稀释设 备、改造灌装机液位控制系统和击泡装置。

案例二：灌装一、三期二楼生产线酒头、酒尾及 次酒回收。

内容：灌装分厂原一期 A、B、G 线从一楼经过技 改搬迁到二楼,新安装包装三期工程 E、F 线也在二 楼,5 条包装线是包装的主要生产能力,每天排出的 酒头、酒尾约 37.35 t。通过在二楼建成一个回收槽 及一楼加一个暂贮罐,使二楼生产线所有酒头、酒尾 及次酒全部回收。

项目投资：共投资概算 19.98 万元,包括工艺管 道、管件、阀门、一台不锈钢泵、一个洗罐器、一个 回槽及一个暂贮罐。

效果：项目实施前,A、B、E、F、G 线每天平均排 酒头、酒尾、次酒共 37.35 t。项目实施后,所有酒 头、酒尾及次酒回收。每年回收酒液 9 337.5 t,价值 189.8 万元。按啤酒 COD 浓度 100 000 mg/L 计,每 年可减少 COD 排放量近千吨。

(5)糖化、发酵滤酒、清酒工段分别设置 CIP 清 洗系统,均有水罐、酸液、碱液回收罐,既节约用水量 又减少污水排放量;糖化工段冷媒采用直接氨冷却, 代替过去以氨冷却乙醇或乙二醇溶液,再用乙醇或 乙二醇溶液去冷却发酵液的二次制冷方式。

(6)提高锅炉热效率,节约用煤。通过改进锅炉 燃烧工况,投入汽轮机高压加热器、改造供热管网 等,煤耗大幅度下降。

(7)加强采购、运输、贮存过程的管理。对大米、

麦芽、大麦、煤及包装等原材物料严格把好质量关，避免了因原材物料质量而出现不合格品的生产，减少了因重复生产产生的污染物与资源的浪费。

2.3 工作成果

经过一年多的清洁生产工作，珠江啤酒集团公司通过加强管理与实施技改相结合的方式，取得了良好的经济效益与环境效益，见表 3、表 4。

表 3 清洁生产前后原材物料、能耗消耗情况对比表

物耗名称	单位	1997 年 (实施前)	1999 年 (实施后)	对 比 %
酒 损	%	10.91	5.22	- 52.15
吨啤酒耗总粮	kg/t	181.11	171.55	- 5.28
吨啤酒耗麦芽	kg/t	114.93	101.20	- 11.95
吨啤酒耗大米	kg/t	66.16	65.88	- 0.42
吨酿造啤酒耗标煤	kg/t	37.39	35.55	- 2.25
吨酿造啤酒耗电	kW·h/t	66.05	66.33	0.42
吨酿造啤酒耗水	t/t	6.47	4.75	- 26.58
吨包装啤酒耗标煤	kg/t	51.69	29.15	- 43.61
吨包装啤酒耗电	kW·h/t	48.02	39.65	- 17.43
吨包装啤酒耗水	t	8.59	4.62	- 46.22
吨蒸汽耗标煤	kg/t	110	93.34	- 15.15

表 4 清洁生产前后污染物产生情况对比表

名称	单位	1997 年 (实施前)	1999 年 (实施后)	对比 %
吨啤酒耗水	t/t	13.89	9.46	- 31.89
吨啤酒排污水	t/t	12.50	7.57	- 39.44
吨啤酒 COD 排放量	kg/t	0.55	0.45	- 18.18
处理前 COD 浓度	mg/L	1655	1488	- 12.51
吨蒸汽 SO ₂ 排放量	kg/t	1.65	1.14	- 30.91
吨蒸汽烟尘排放量	kg/t	0.336	0.228	- 32.14

通过以上对比可以看出，清洁生产工作实施后，

企业的原材料与能源消耗均大幅度降低，个别单耗下降幅度惊人，仅酒损一项便可为公司产生效益达 5 000 万元。

3 结语

清洁生产不但可以减少污染物的排放量，而且可以通过节省原材物料、降低能耗产生巨大的经济效益，有助于企业提高生产率，提高产品质量，降低产品成本，增强市场竞争力，是走可持续发展道路所必须的。珠啤集团在持续清洁生产工作方面主要采取以下措施予以保障：

(1)进一步完善有关规章制度。从制度上保障清洁生产工作的持续开展。将水耗、电耗、酒损等主要指标做为能源消耗考核指标。每年初，根据上一年的情况，制订考核方案，进一步加强考核力度，将指标定的更严。每月初将上一个月的考核情况汇总，实行月月有奖罚。

(2)确定公司生产部做为职能部门。能源、环保、计划科为主要的机构。

(3)逐渐加大范围与加强深度。将清洁生产工作的内容得到不断的充实与发展。

(4)根据人员的调动情况，及时增加与补充清洁生产机构的工作人员。

4 参考文献

[1] 段宁，陈文明．企业清洁生产审计手册．国家清洁生产中心，1996
[2] 国家环保总局．清洁生产在中国．1996
[3] 周促凡．清洁生产—工业可持续发展的模式．1996

Practice and Experience of
Clean Production in Pearl River Brewery Group Co.

Yu Jiangxin

Abstract The environmental pollution is getting more serious along with the industry development. The pure end administration of pollution can not meet the requirement of sustainable development. By practicing the clean production, enterprise will not only reduce the load of end administration, but also receive very good economical benefit. The practice and experience of clean production in Pearl River Brewery Group Co. is described.

Key words enterprise clean production practice benefit

浅谈广州市环境教育行政组织结构的建立和完善

唐桂香

(广州市环境保护局, 广州 510030)

摘 要 从建立广州市环境教育科学化管理体系,保持广州市环境教育先进性及把广州市环境教育推向 21 世纪目的出发,阐述了建立广州市环境教育行政组织结构的重要性,分析了广州市三级环境教育行政组织结构的现状,提出了用系统论原理完善广州市环境教育行政组织结构的对策。

关键词 环境教育 组织结构 广州

环境教育任重道远,加强行政管理,对实施与发展环境教育有重要意义。行政管理的关键在于行政组织结构是否健全。所谓行政组织结构,是指行政组织各要素的配合和组合方式。它包括行政组织各成员、单位、部门和层级之间分工协作以及联系沟通方式。人们通常把环境教育分为两类,即学校的教育和社会的教育。本文所指的环境教育,大部分是指学校的环境教育。现就建立广州市环境教育行政组织结构谈谈笔者的看法。

1 建立广州市环境教育行政组织结构的重要意义

1.1 环境教育制度化、规范化、科学化管理的需要

广州市从 80 代开始开展环境教育。近 20 年来,广州市的环境教育发展过程可分为三个阶段:

第一个阶段大约从 1983 年到 1990 年。这一阶段主要是环境保护社会团体和一些骨干教师开展环境教育活动。例如,编写环境教育教师参考用书,组织中学生环境征文比赛,组织中学生环境夏令营等。这一阶段,环保和教育系统的行政部门,并没有从行政管理的角度来开展工作,只是鼓励和支持社会团体开展的环境教育活动。

第二阶段大约从 1990 年到 1996 年。这一阶段,市级的环保和教育行政部门开始合作,并从行政管理的角度开展工作。比如,联合发文,要求把环境教育列入中小学课程,要求大学非环境专业开设环境教育课等。市教委还提出要把环境教育纳入学校工作评估中。1996 年市教委、市环保局组织了近 100 人的检查团,对广州市教委直属的部分中学(66

所)环境教育情况进行检查,并综合评估。这一阶段环保、教育部门还只是松散的合作,没有紧密的组织机构,没有形成制度,而且职业中学(含技校)、区属中学、小学和幼儿园还没有开展环境教育工作。环境教育尚未形成制度化、规范化、科学化的管理。

第三阶段是从 1997 年开始至今。这一阶段,广州市环保和教育行政部门,加大对环境教育的行政管理力度,联合发文部署每学年度的环境教育工作。特别是 1996 年中共中央宣传部、国家教委、国家环保局联合颁发《全国环境宣传教育行动纲要》后,广州市委宣传部、市教委、市环保局及时制定和颁发了《贯彻〈全国环境宣传教育行动纲要〉实施细则》,并制定和下发了《创建绿色学校(幼儿园)评审标准》,分期评出了广州市 230 多所绿色学校(幼儿园)。这一阶段,广州市的环境教育行政管理逐步向制度化、规范化、科学化的目标迈进。然而也还存在一些问题:区、县级市和学校环境教育组织机构不够健全;部分区、县级市及学校还处于被动状态,对布置的任务,有的顺利完成,有的被动完成,有的不理不动。

因此,要对广州市的环境教育进行制度化、规范化、科学化管理,首先要完善广州市环境教育行政组织结构。

1.2 环境教育继续保持先进的需要

广州市环境教育 10 年来逐步形成具有广州特色的环境教育体系,出了一些成果。广州市环境教育的指导思想是:面向世界、面向现代化、面向未来;措施是实现环境教育行政管理制度化、规范化、科学化;方法是全方位、多渠道,大、中、小、幼全

方位开展环境教育,大学和职业学校非环境专业开设环境教育课并计学分或统一考试,中、小、幼利用主渠道(课堂)渗透,班会、主题队会、活动课程、社会实践等多种渠道进行环境教育。广州市在开展学校环境教育达标活动和创建绿色学校(幼儿园)活动中,已走在全国前列。《广州市创建绿色学校(幼儿园)评审标准》还作为广东省的创建绿色学校(幼儿园)评审标准向全省颁发。这些成绩的取得,都是市环保局和市教委行政部门加强行政管理力度的结果。

目前,全国环境教育的形势迅猛发展,自'99全国创建绿色学校经验交流研讨会"在广州召开后,广州的做法和经验已传遍全国,各省、市加快发展环境教育的步伐。广州市必须引起高度重视,要在原有的基础上迈向新的台阶,必须加强领导。科学、合理建立广州市环境教育行政组织结构。

1.3 环境教育面向 21 世纪的需要

“绿色”是环境保护或可持续发展的代名词,而 21 世纪将是绿色的世纪。绿色思维、绿色观念、绿色文化、绿色教育、绿色艺术;绿色企业,绿色产品、绿色商品、绿色包装;绿色公民,绿色消费、绿色行为等,绿色浪潮正势不可挡地从 20 世纪卷入 21 世纪。联合国于 1992 年在巴西召开了堪称人类历史上规模空前的一次具有跨世纪意义的大会,会议通过了《21 世纪议程》。《议程》要求把可持续发展推向行动。为贯彻全球《21 世纪议程》精神而编制的《中国 21 世纪议程》提出:“将可持续发展思想贯穿于初等到高等的整个教育过程中”。目前的在校学生是新世纪的主人,他们是否具备绿色思维、绿色观念,是否愿坚持绿色生活,实施绿色消费和绿色行为,关键在于他们在校期间是否接受可持续发展思想教育。广州市目前在校学生大约有 180 多万。广州市的未来是否环境优美、清新、安静,是否可持续发展,取决于他们环境意识高低,环境行为好坏。对他们进行可持续发展教育,事关重大。而要可持续发展思想贯穿于广州市的初等到高等的整个教育过程中,关键又在于加强领导。

2 广州市环境教育行政组织结构的现状

2.1 市级环境教育行政组织结构情况

广州市于 1997 年成立了广州市环境教育领导小组,统一领导、指挥、协调全市环境教育工作。领

导小组由广州市分管教育的常务副市长任组长,分管环保的副市长、市环保局局长、市教委主任任副组长,成员由市委宣传部、市教委、市环保局、市总工会、市妇联、团市委、市委党校、市劳动局等有关领导担任。领导小组下设办公室,由市环保局分管宣传教育的领导担任办公室主任,办公室成员由市环境保护宣传教育中心和市教委科研处、中小教处、幼教处等有关处室的领导担任。市环境教育领导小组办公室负责策划、部署、组织实施环境教育工作。市级环境教育行政组织结构基本上是健全的。市级环境教育领导小组办公室设在市环保局,有利于与各部门横向协调,并且起到了牵头作用。市环保宣教中心主动策划、指导,市教委有关处室直接指挥、实施,双方分工合作、密切配合,关系处理得当,充分发挥了社会整体优势。

2.2 区、县级市环境教育行政组织结构情况

区、县级市环境教育行政组织结构不太健全。至今只有部分区、县级市成立了环境教育领导小组和办公室,发挥了各有关部门的整体优势。部分区、县级市环保局有分管环境教育的副局长,有管环境教育的干部,负责组织实施市环境教育领导小组部署的工作,并主动推动区、县级市的环境教育工作;而虽然 60% 以上的区、县级市教育局有分管环境教育的领导和干部,但身负多项职责,环境教育工作的比例很小。总的情况来看,区、县级市环保局,特别是教育局的积极性还未完全调动起来。

2.3 学校环境教育行政组织结构情况

学校环境教育行政组织结构尚未健全。近几年,市环境教育领导小组加大了环境教育的行政管理力度,自开展创建绿色学校(幼儿园)活动以来,许多学校,特别是绿色学校(幼儿园)和拟申报绿色学校(幼儿园)的单位,纷纷成立了学校(幼儿园)环境教育领导机构。学校环境教育领导机构一般由校长担任组长,副校长和社区环保干部、环保专家任副组长,教导主任、各学科负责人为成员。有环境教育领导机构的学校约占全市学校总数的 15%,有分管环境教育的领导和骨干教师的占 60%。总的情况看,学校(幼儿园)的环境教育领导机构尚未健全,大部分单位的积极性尚未完全调动起来。

3 用系统论原理完善广州市环境教育行政组织结构

环境教育涵盖面广,是对各年龄的所有人的教

育,是一门综合性的学科。因此,涉及到社会各界,涉及到各类学科。我们不妨把它看成一个系统,运用系统论思想来考虑广州市环境教育行政组织结构的建立,应该从以下几个方面来设计。

3.1 充分发挥社会整体优势

广州市环境教育行政组织结构是一个系统,它应该由环保、教育、组织、宣传、人事、劳动、工会、共青团、妇联以及区、县级市、学校等机关、部门、单位等这些要素组成,还应由具有环境自然学科和环境社会学科知识的领导,只有这些要素根据整体的需要都发挥应有作用,才是最优化的结构和“组织”形式,发挥了社会整体优势。显然,社会整体的集中代表者是广州市环境教育领导小组。领导小组从全局出发,综合考虑全市环境教育的发展问题,制定总体规划,并指导各职能部门,各区、县级市以及各学校去落实。对那些不按整体要求行动的机关、部门、单位要进行督办。这是领导小组与各机关、部门、单位的法定关系。

3.2 充分发挥社会部分和局部的积极性

环保、教育、宣传、共青团等部门是这个系统的要素,是社会的部分,而各区、县级市是这个系统的子系统,是社会的局部。社会整体优势的建立、保持与充分发挥,是以部分和局部积极性的发挥为前提的,因为这些部分与局部是构成这个系统的支柱。各职能部门各管一条线,各区、县级市教育局管全市95%以上的学校,当各职能部门都没有参加环境教育的组织机构,当各区、县级市都没有成立环境教育领导机构时,市级环境教育领导机构就成了“空中楼阁”,与单位、部门之间,学校之间的联系、沟通就没有了纽带和渠道,发挥广州市环境教育行政组织结构的整体优势就无从谈起。因此,各职能部门参加环境教育领导机构,各区、县级市成立环境教育领导机构,是科学、合理建立广州市环境教育行政组织结构的必要条件。

3.3 充分发挥学校的积极性

环境教育行政管理对象主要是学校,这个要素就显得非常重要。整体优势的发挥,必须以学校积极性的发挥为前提。广州市目前共有3000多所学校,学校是环境教育行政组织结构最终构成的基础。因此,学校的环境教育行政组织机构是否成立和健全,是环境教育发展的最终条件,也是健全广州市环境教育行政组织结构的重要条件。

3.4 建立网络型直线职能式结构

行政组织结构有三种模式:纵向结构、横向结构、网络型直线职能式结构。纵向结构是指各级机构的各组成部门上下级之间构成的领导与服从的关系。横向结构是指同级机构和每级机构各同级组成部门之间的组合方式。网络型直线职能式结构是指一个系统内最高行政组织机构统一指挥与职能专业部门相结合。根据环境教育全社会、多学科等特点,显然,采用网络型直线职能式结构最符合环境教育的实际,也是最科学、最合理的。

因此,广州市环境教育行政组织结构应该是这样一种结构:从纵向来看,有市级环境教育领导机构,区、县级市环境教育领导机构,有学校(幼儿园)环境教育领导机构。从横向来看,市和区、县级市环境教育领导机构各由组织部、人事局、宣传部、环保局、教委(教育局)、工会、妇联、共青团、党校、劳动局等职能部门、单位、团体组成。学校环境教育领导机构由校领导、社区环保干部(有利于学校参与社会环保实践)、教导主任、行政科长(办公室主任)、各学科负责人、团委书记或大队辅导员等组成。只有网络型直线职能式结构,才有利于统一领导、指挥、协调,才有利于各成员、单位、部门和层级之间的分工协作以及联系沟通,才能充分发挥社会整体优势和各要素的积极性,这是实现广州市环境教育目标和提高行政效率的重要的组织保证。

A View on the Establishment and Completion of Environmental Education Administration in Guangzhou

Tang Guixiang

Abstract Based on the foundation of the management of environmental education, keeping its advantage, pushing environmental education in Guangzhou to 21st century, this work pointed out the importance of establishing Environmental Education Administration. The situation of three level environmental education administration is analyzed. Countermeasures for completing the environmental education administration are pointed out with principle of systematic theory.

Key words environmental education administration Guangzhou

广州中小學生环境素质调查与环境教育方法探讨

王智美

(广东药学院, 广州 510224)

杨惠贞

(中山大学附属中学, 广州 510275)

摘 要 对广州市中小學生环境素质现状水平进行了问卷调查, 对社区家庭教育、学校教育及社会媒介等因素在中小學生环境素质教育中的作用进行了探讨, 并对进一步加强中小學生环境教育提出建议。

关键词 中小學生 环境教育 环境素质 调查 广州

环境问题日益受到世界各国政府和人民的关注。环境意识已经成为现代人类文明素质的重要组成部分。开展中小學生环境教育是提高青少年环境意识最基本而有效的措施和手段。随着素质教育在公民义务教育阶段逐渐全面展开, 如何对中小學生进行科学而有效的环境素质教育是一项值得基础教育工作者研究和探讨的课题^[1,2]。影响中小學生环境素质水平的因素不少, 就我国城市中小學生成长过程而言, 社区家庭教育、学校教育和社会媒介等因素影响最大。本文对广州市中小學生环境素质现状水平进行了调查分析和初步探讨。

1 调查内容与调查对象

1.1 调查内容

采取问卷方式, 内容包括环境素质和接受来自社区家庭、学校、社会媒介等方面的环境教育(信息)情况。环境素质包括环境知识、环境意识(对环境及有关问题的意识和敏感性)及环境态度(关注环境的情感和价值观念)。环境知识题为选择题, 涉及生态知识(如动物多样性、森林绿化)、环境污染知识(包括汽车尾气、酸雨、臭氧层空洞、水体污染等)及污染治理知识(如污水处理等); 环境意识、环境态度题为选择题或简答题包括动物保护、森林保护、水源保护、环境卫生、污水处理、垃圾分类回收与利用、环保宣传等方面。

1.2 调查对象

按地域分布及学生家庭来源不同, 选取中山大学附小、富善西小学、凤江小学, 中山大学附中、广州

市三中、广州市 102 中 6 所中小学校作为调查学校。其中中山大学附小和附中的学生主要来自高校知识分子家庭, 富善西小学和市三中为普通中小学, 凤江小学位于城乡结合部, 102 中是绿色学校。共调查小学生 1 504 人, 中学生 739 人。

2 调查结果与分析

2.1 统计说明

本调查问卷内容包括了环境知识、环境意识和环境态度三个方面, 基本上可全面反映中小學生的环境素质水平。统计时知识题以(答对人题数/总人题数) $\times 100\%$ 为其答对率; 意识、态度题则以选择或作答是否正确判断其是否有环境意识、态度, 以(有环境意识、态度人数/总人数) $\times 100\%$ 计算有环境意识、态度人数构成比例。知识来源则计算各因素的人数百分比, 并按百分比的大小进行排比。

2.2 中小學生环境知识来源比较

来自不同学校、社区或家庭的学生接受社区家庭、学校和社会媒介等三方面的环境教育的程度不同, 所获取的知识量也不一样, 根据调查结果对三种因素在学生环境教育中的作用进行了排比(见表 1)。

2.3 小学生环境素质水平

中大附小、富善西小学、凤江小学学生的知识题答对率分别为 87.9%、83.5%、78.4%, 意识、态度题表明有环保意识、态度的人数构成比例分别为 98.2%、95.6%、89.3%。

表 1 社区家庭、学校和社会媒介
在中小學生环境教育中的作用

	第一位	第二位	第三位
中大附小	社区家庭	学校	社会媒介
富善西小学	学校	社区家庭	社会媒介
凤江小学	学校	社区家庭	社会媒介
102 中学	学校	社会媒介	社区家庭
市三中	社会媒介	学校	社区家庭
中大附中	社会媒介	学校	社区家庭

2.4 父母职业与小学生环境素质水平的关系

由于小学生可能对其父母的文化水平知之不详,笔者调查其父母的职业,间接反映其文化水平,并将父母职业分为三类:教师、干部、医生(第一类);工人、个体户、服务员(第二类);军人、警察(第三类)。按父母职业类别分别统计学生环境素质水平,结果见表 2。

表 2 父母职业与小学生环境素质水平的关系 %

	父亲职业			母亲职业*	
	第一类	第二类	第三类	第一类	第二类
知识题答对率	88.2	83.9	80.2	87.2	83.0
有环保意识、态度 人数构成比例	98.8	91.1	92.6	98.2	90.3

* 第三类人数太少不作统计。

小学生的环境素质调查结果表明广州市大多数的小学生都具有环保意识,他们的环境知识主要来源于学校教育和社区家庭教育。社区家庭教育对高校区小学生的影响大于学校教育,而普通居民区和城乡结合部的小学生则认为学校教育影响最大。整体而言,来自教师、干部和医生等家庭的小学生其环境素质水平比来自其他家庭的小学生高,说明父母的文化水平对小学生的环境素质水平是有一定影响的,特别是高校区的社区家庭在小学生的环保感性认识和环保行为规范培养等方面中具有明显的优势。

2.5 中学生环境素质水平

按学校分类三中、中大附中、102 中的知识题答对率分别为 47.9%、47.4%、45.8%。按环境问题分类(各类问题可能包括知识、意识、态度三方面)所有中学生在 水、空气和垃圾等三类问题的答对率分别为 48.7%、61.8% 和 48.9%。中学生的环境知识主要来源于社会媒介(电视、报纸)和学校教育。值得

注意的是,在环境教育方面非绿色学校的中学生受社会媒介的影响程度比学校教育更强。这种结果说明中学生已能主动从社会媒介获取环保知识,但也表明目前中学的环境教育是不足够的。目前中学生从社会媒介学到的环境知识中,与空气有关的内容明显要比水和垃圾方面的多,这也许与城市空气质量报告有关。城市空气污染已成为近年媒体报道的热点,自然会激发学生关注空气污染的热情,对空气污染的了解自然就多一些。绿色学校的调查结果令人遗憾,学生虽然从学校教育中获取了较多的环保知识,但他们的环境素质水平与非绿色学校的学生相比并没有显示出优势,这说明目前绿色学校对学生的环境教育效果还不明显。

2.6 各年级环境知识题答对率比较

问卷分为小学问卷和中学问卷,各年级答对率见表 3。

表 3 各年级环境知识题答对率比较 %

小学				中学			
三年级	四年级	五年级	六年级	初一	初二	高一	高二
81.9	79.8	84.3	89.7	49.2	48.3	61.7	64.6

从调查结果的整体情况来看,目前广州市小学的环境教育比中学的效果好。中学的环境教育效果未能令人满意,究其原因,笔者认为与目前学校的环境教育模式有关。目前的广州市中学中,虽然大多数已有专门的环境教育教材,但很少开设专门的课程,而主要采用渗透式教学,即将环境知识“化整为零”,渗透到化学、生物、地理等相关科目的教学当中。渗透式教学无须专门的师资、教学时间、实验场所和设备等,成本低、投入少,这是其优点,但也存在明显的缺点,即各相关科目的教师在教学过程中往往缺乏必要的沟通和协调,教学内容缺乏系统性、教学工作缺乏连续性,难免造成学生获得的环境知识零散、杂乱,因而教学效果较差(调查结果表明中学的环境教育效果甚至不如社会媒体)。另一方面,在应试教育的氛围下,任课教师限于教学时间等原因,环境知识的渗透教学未必真正落到实处。目前绿色学校的环境教育主要侧重于各种形式的课外活动和社团活动,在活动中学生学到的知识也是零散的环保知识,结果绿色学校与非绿色学校的学生在环境素质水平上并没有显著差异。

3 改善中小学生环境教育的建议

3.1 加强学校环境素质教育,充分发挥学校教育的主导作用

义务教育时期是开展基础环境教育的最佳时期,而有效的学校环境教育有利于青少年树立正确的环境观念。在青少年的整个环境教育中,学校教育理应起主导作用。因此,在中小学教育工作中(特别是中学),学校和教师应对环境教育的重要性有高度的认识,应适当加大对环境教学的投入,加强学生的环境素质教育,使素质教育得以全面发展。一方面,在现有条件下,要进一步加强渗透式环境教学。各相关科目的任课教师可共同编写系统的环境教育的教学大纲,使各自的教学内容能有机地结合起来,然后根据具体内容进行必要的分工,在教学过程中加强沟通,使教学工作能取得较好的效果。同时,在教学过程中可增加各种更为行之有效的手段如挂图,或幻灯、录像、光碟等电化教学手段来对学生展开生动有趣的环境教育,增强教学的效果。另一方面,通过加强学生课外活动内容的系统性、连续性和科学性,来强化环境教育的效果。如以大气环境污染、水环境污染等为专题,组织现场参观、调查实践、科技实验、环保宣传等系列活动,使学生对环境污染源的认识、环境治理方法的了解、环境污染治理的实验,及参加环境保护宣传等活动过程中,既学到知识,又参加了社会实践,培养了社会责任感。当条件成熟时,学校应由专人开设环境教育的课程,并以此为主,以渗透式教学和活动课教学为辅,开展全面细致的环境教育。

3.2 充分发挥社会媒介在学生环境素质教育中的作用

社会媒介已经成为中学生获取环境知识的重要途径,说明社会媒介在学生环境教育工作中可以发

挥重要的作用。社会媒介,特别是电视和报纸可以定期开辟环保知识宣传教育专栏,为居民和学生提供环境保护科普教育园地,完善社会整体环境教育。整体环境教育的目的是使个人和社会理解自然界和生态系统的复杂性,并获得保护和改善环境生态的知识和实际技能,树立起正确的环境价值观念。社会媒介对居民展开广泛的环境教育一方面可以提高学生家长的环境素质水平,从而提高社区家庭的环境教育水平,另一方面直接为学生提供环境教育机会,可以大大加快中小学生环境素质教育的发展进程。

3.3 以学校为主导,构建学校、社区、家庭三位一体的环境教育大课堂

浙江省真如文英小学的做法和经验很值得借鉴。他们充分发动学校各方面的力量和各种宣传工具,成立上至校领导、教导主任,下至教师、辅导员的健全的环境教育的组织网络,层层落实,在校园中营造起一个人人重环保、讲环保的良好氛围。另一方面,学校与所在社区建立密切的协作关系,充分利用社区的各种资源开展环境教育,如组建环保教育校外辅导员队伍;定期邀请科技人员、专家学者到校开设环保讲座;选择社区中合适的场所建立环境教育基地等。同时,充分利用家长学校的活动,提高全体学生家长的环保意识,协助家长改进家庭环境教育的方法,使学校—社区—家庭形成三位一体的环境教育大课堂,全面促进环境教育的实施,达到了良好的效果。

4 参考文献

- [1] 陈建昌. 整体环境教育体系与实施. 上海环境科学, 1997, 16(2): 41 ~ 41
- [2] 于慧颖. 在义务教育课程中加强环境教育. 环境保护, 1994, 9: 31 ~ 33

Discussion on Environmental Education for School Boys - and - Girls in Guangzhou

Wang Zhimei Yang Huizhen

Abstract The current environmental knowledge level of school boys and girls in Guangzhou has been investigated. The role of district - family, school and social medium in environmental education of school boys and girls was discussed. A few measures were suggested to improve environmental education of boys-and-girls at school.

Key words boys-and-girls at school environmental education investigation Guangzhou

GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCES

Vol. 16 No. 2

Jun. 2001

CONTENTS

Advances on Research of Eliminating the Pulp Bleaching Pollution	<i>Xie Cheng, Chen Zhonghao</i>
Preliminary Study on Polychlorinated Biphenyls Organic Contaminant in Water, Sediments and Benthic Organisms from Guangzhou Reach of Pearl River	<i>Nie Xiangping, Lan Chongyu, Luan Tiangang, et al</i>
The Major Reason Influencing Darkening and Smelling of Partial Water in Guangzhou Reach of Pearl River	<i>Lao Jiahui</i>
Tri - Effect Catalysis Purifier and its Application Foreground	<i>Xie Shaofa</i>
Recovery and Utilization of Waste Plastics	<i>Chen Shubin, Huang Xiangfeng, Li Chunyu, et al</i>
Assessment for Sound Environment of the Out - door Vocal Concert in Tianhe Stadium, Guangzhou	<i>Lu Qingpu, Chen Can, Liang Yongxi, et al</i>
The Environmental Impact Assessment of Electro - magnetic Wave from GSM Mobil - phone Bases in Guangzhou	<i>Chen Yang, Nian Ji, He Zhihui, et al</i>
Ponderation on Several Aspects of City Environment Planning	<i>Ge Yi, You Jiangfeng, He Zhan, et al</i>
Investigation of Pollution from the Poultry and Livestock Farms in Foshan	<i>Liao Lihua, Gao Wencheng, Yang Yongtai, et al</i>
Microwave Digestion of Total Phosphorus in Water Sample	<i>Yang Yixuan</i>
Transportation, Accumulation and Circulation of Heavy Metals in Mangrove in Futian, Shenzhen	<i>Zhang Jirong, Wang Hui, Chen Guizhu, et al</i>
Practice and Experience of Clean Production in Pearl River Brewery Group Co.	<i>Yu Jiangxin</i>
A View on the Establishment and Completion of Environmental Education Administration in Guangzhou	<i>Tang Guixiang</i>
Discussion on Environmental Education for School Boys - and - Girls in Guangzhou	<i>Wang Zhimci, Yang Huizhen</i>