

广州环境科学

GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCES

第12卷 第4期

VOL. 12 NO. 4



1997

广州市环境科学学会 主办
广州中药一厂 协办

目 次

管 理 坛	广东省环保产业发展现状研究初探 徐家颖 (1) 香港与深圳环评工作的几点比较与探讨 喻本德 (4) 国外环境污染成因的经济学研究述评 俞继灿 (8)
综 述	电厂烟气治理技术..... 黄谦德 (12) 我国城市汽车尾气铅污染及防治..... 李传红等 (16)
研 究 告	城市水源选址的风险评价..... 周 强等 (20) 自然控制论在生态示范区中的应用初探..... 王树功等 (25)
环 境 监 测	气相色谱法测定塑料工业废气中的酞酸酯..... 黄卓尔等 (29) 环境有机分析中超临界 CO ₂ 萃取技术研究进展 张 干等 (32)
调 查 告 报	芳村区乡镇工业污染状况及防治对策..... 张宝春 (35)
读 者 地 园	正交试验法在环境保护科学研究中的应用..... 杨丽华等 (40) 越秀区大气环境监测点位调整的可行性论证..... 陈冬华等 (44)
国 内 简 讯	“九五”污染防治投入将达 4500 亿元 (7) 广东省医疗废弃物处理站建成 (31) 草浆造纸污水治理新技术问世 (31) 广州市全面“禁鸣” (31)
国 外 动 态	日用光催化剂铺路试验 (11) CO ₂ 选择性分离膜 (19) 废塑料简易再利用 (28) UNECN 加强对 POP 控制 (28) 二噁英专用活性炭问世 (28) 美超临界 CO ₂ 喷雾涂装 (39) 国际机构确认二噁英是人类致癌物 (43) 美国一教授提出将二氧化碳转化为有用燃料 (43)
封 面 设 计	冬寒志弥坚 林晓东

广东省环保产业发展现状研究初探

徐家颖

(华南师范大学地理系, 广州 510631)

摘 要 本文分析了广东省目前环保产业的现状, 提出广东省发展环保产业的对策和措施, 并指出 21 世纪环保产业发展的方向。

关键词 环保产业 现状 对策

环境保护产业是适应保护环境的需要而兴起的新兴产业, 是国民经济结构中以防治污染、改善生态环境、保护自然资源为目的, 所进行的技术开发、产品生产、商业流通、资源利用、信息服务、工程承包、自然保护开发等活动的总称。环保产业是环保事业健康发展的物质基础和技术支撑。

我国的环保产业经过近 20 年的发展, 已形成一个拥有 9000 家企事业单位, 200 万职工, 年产值达 300 亿元的新兴产业。总观全国, 环保产业发展迅速的地区在江浙。1994 年全国百强环保产业单位中, 江苏占 21 家, 广东仅占 5 家, 这与广东国民经济在全国的地位很不相称, 亦满足不了广东省环保事业发展的需要。随着环境污染的加剧, 人们环境意识的提高, 环保国策地位的上升, 环保执法力度的加大, 我省环保产业将面临严峻的挑战和较大的发展机遇。

1 广东省环保产业的现状

1.1 环保产业初具规模

目前广东省环保企事业单位有 676 家, 从业人员近 5.7 万。1995 年, 环保产业年产值 24.16 亿元人民币, 初步形成了环保产品生产、销售、资源综合利用、环保工程设计施工、环境影响评价、环保科研与技术开发、自然生态保

护等较为完备的环保产业体系。

1.2 以国有经济和集体经济为主体

广东省环保产业的经济类型主要有国有经济、集体经济、私营经济、中外合资经济。在全省 676 家环保企事业单位中, 属于国有经济和集体经济的约有 596 个, 占总数的 88%。由此可见, 广东省环保产业的基本格局是以国有、集体经济为主体, 其它经济类型为辅。

1.3 环保产业科技含量较高, 环保产品质量较好

十多年来, 广东省环保企业充分利用资金, 依靠科技进步, 开发出一系列优质环保产品, 并逐渐向环保新技术产业方向发展。据有关资料反映, 广东省环保产品普遍质量较好, 属于专利应用的 17 个, 获国家级奖励的有 10 个, 获省部级奖励的有 25 个。其中汽车排气测试仪、生化培养箱等属于国内首创, 絮凝床技术达国际先进水平。

1.4 环保产业存在问题较多, 不能适应环保事业发展的需要

广东省环保产业经过十几年的发展, 虽然在污染防治和生态环境改善方面起到了一定的作用, 但目前仍存在不少问题, 还不能适应城乡环境建设的需要, 主要表现在:

(1) 规模小, 优势不明显。环保产业虽然数量不少, 但多属于中小企业。企业规模小,

投资比较分散,规模效应不明显,不利于环保产业的发展壮大。

(2)市场不完善,管理待规范。目前,环保产业市场尚处于初始发育阶段,市场运作不规范,基本处于自然发展状态。在376个环保产品中,按标准生产的只占16.2%,在广东销售或使用的国内环保产品,由于缺乏检验监督,导致不少污染治理项目无法正常运转。

(3)分布行业广,隶属关系复杂。组织协调能力待加强。由于环保产业分布在机械、冶金、化工、轻工、农林等20多个部门和行业,彼此之间缺乏联系、沟通和协调,难以开发出高技术、系列化、成套的产品。

(4)地区分布不平衡。除“三废”综合利用和自然生态保护外,环保产品的开发、生产、经营销售和咨询服务主要集中在珠江三角洲,而粤北、粤西发展较迟缓,适应不了各地对环保设备和技术的需要。

(5)未能发挥地缘、人缘优势。目前全省中外合资、合作的环保企业只有20几家,且规模不大,与广东省的改革开放前沿阵地的地位极不相称,环保出口创汇额在全省出口创汇总额中的比重极少。

2 环保产业的发展对策

2.1 建立环保企业管理新体制

广东省环保产业起步较晚,分布行业广,隶属关系复杂,条块分割突出,政府主管部门往往难以进行统一管理。要改变过去那种自发无序状态,就必须实行统一管理。为此,各地应组建具有一定地方特色和一定管理职能的环保产业协会,建立在环保产业协会统一领导下的新型环保企业管理体制。环保产业协会作为政府与企业的桥梁和纽带,一方面对政府负责,协助政府制定环境保护规划和环保产业发展目标;另一方面为企业服务,及时反映企业的呼声和要求,加强环保产业技术和信息的交流,监督企业的市场行为,组织协调环保产业完成既定的规划和目标。

2.2 加强宏观管理,建立完善的环保产业市场

针对目前存在的问题,应尽快规定完善环保产业管理的法规体系,如制定环保产业市场管理办法,出台环保产业的技术规范和标准等一系列法规。另外,还应建立环保产品质量监督体系,除对环保产品进行严格的质量把关外,对进入广东省的各类环保技术和产品都应进行质量认证。同时,要对环保技术开发和产品的生产实行许可证制度,以防假冒伪劣产品流入市场。

2.3 促进环保企业的横向联合,走规模化、集团化的道路

目前,广东省环保企业大部分是中小规模,而且生产的成套设备主要局限在水、气、声、渣四个系列中,难以满足环境综合治理的需要。因此,应加强环保产业各门类之间的相互协作,并对具有一定实力和规模的企业优化组合,建立企业集团,参与国内外市场的竞争,带动环保产业的全面发展。

2.4 结合实际情况,积极促进环保产业的发展

广东省城市化、工业化程度很高,经济一直处于高速增长时期,环境污染历史欠帐较多,治理污染,保护环境的任务很重。因此,环保产业市场潜力很大。“九五”期间,广东省环保投入将达560亿元,平均每年112亿元。这无疑给环保产业的发展注入了新的活力。因此,环保产业应抓住有利时机,围绕工业污染、城市噪声、汽车尾气污染,特别是对水、气污染所急需的净水、脱硫等设备和清洁生产工艺需要的装备作为优先发展领域。

2.5 优化软环境,为环保产业的发展拓宽道路

环保产业能否健康发展,正确的政策导向是关键。这一点已被国外的经验所证明,比如,日本的《公害对策基本法》中规定:对确能减轻环境污染的设施可以减免税金,减免率为40%~70%;政府为了鼓励生产企业购买污染

控制设备,规定可以扣除一定比率的设备折旧费,扣除比率为 16%~50%,等等。由于一系列优惠政策、法规的推动,日本环保产业在经济不景气的情况下,其发展速度仍然居各行各业的第二位。广东省环保产业还很弱小,更需要政策、法规的扶持和推动。因此,政府应从计划、经济、科技、以及财政、金融、物价、税务、工商等方面制定和完善相应的倾斜优惠政策,培育环保市场,鼓励其它产业转轨,吸引境外资金、技术参与,充分发挥广东省的地缘、人缘优势。另外,还应健全环保产业的技术、信息、市场流通服务体系,切实保证环保产业顺利发展。

3 环保产业今后发展的趋向

在环境保护以“末端治理”为主要特征的发展阶段,环保产业仅仅是围绕着水、声、气、渣的污染防治设备进行产品生产。近年来,随着环境污染“末端治理”前移,特别是企业推行清洁生产地开展,环保产业已不能满足新时期环境保护的需要,表现出明显的滞后性。因此,应尽快调整环保产业发展战略。当前,广东省环保产业的发展主要集中在资源保护与利用、环保设备与装备、环保技术开发等所谓的传统直接环保产业上,还不能完全适应产业结构向资源利用合理化、废物生产减量化和推广清洁生产方向调整的新形势。今后要围绕

着产业结构的调整,在充分发展直接环保产业的同时,逐步向间接环保产业(一种适应产业结构,向资源利用合理化、废物生产减量化方向调整的需要而发展起来的具有广泛意义的环保产业。如绿色技术、绿色能源、无污染化学建筑材料与环保建筑构件等)方向转变。据预测,直接环保产业在 2000 年前仍呈上升趋势,2000 年以后的市场需求较为平稳,到 2010 年以后这种需求的趋势将有所减缓,而间接环保产业将上升到主导地位,并超过直接环保产业。由此可见,21 世纪环保产业的发展重点将是间接环保产业,这也是广东省环保产业今后发展的方向。

4 参考文献

- [1] 胥树凡,刘砚华.我国环保产业发展现状及对策.环境保护,1997,2:39-41
- [2] 芬期团.环保产业的定位及其发展导向.环境保护,1996,43-45
- [3] 许新民.抚顺市环保产业现状及其发展对策.环境科技,1996,43-45
- [4] 张新国.环保产业市场待规范.中国环境报,1996,12,26
- [5] 钟伟青.广东环保产业喜中有忧.中国环境报,1996,7.30
- [6] 中国环保产业企事业单位名录及简介.环境科学出版社,1995
- [7] 吕淑萍.环保产业—上海 21 世纪新的经济增长点.上海环境科学,1997,6,1-5

Research on the Development Status of Environmental Industry in Guangdong

Xu Jiaying

Abstract The paper analyses the status, countermeasures and strategy of environmental industry in Guangdong, advances the development direction of this industrial in 21st century.

Keyword environmental industry status countermeasure

香港与深圳环评工作的几点比较与探讨

喻本德

(深圳市环境科学研究所, 深圳 518001)

摘 要 本文从环评工作中的监督机制、对违规的惩处和环保部门为落实环保措施对建设项目实行的全过程监理等方面, 对深圳与香港的法规及操作进行了比较。结果表明, 两地在上述三个方面存在着一定差异。文中对这种差异所产生的影响进行了充分讨论。这些讨论对内地城市亦有参考价值。

关键词 环境影响评价 环境管理 环保意识

1 前言

评估并提出切实可行的环保措施是对建设项目进行环境影响评价的核心内容之一, 而全面落实环保措施是环评工作赖以生存、不至造成社会资源空耗的基础。

近年来, 深圳与香港为规范环境影响评价工作陆续通过了些法令和规章, 对两地的这些法规进行比较是一件比较繁浩而十分有意义的工作。本人从工作中体会到, 环保措施的落实乃是环评工作的重中之重, 故仅围绕该主题, 就环评工作中的监督机制、对违规的惩处和环评报告通过后所进行的跟进工作等方面进行比较, 并将这些差别与环保措施的落实联系起来进行分析和讨论。这些讨论对内地的城市亦有参考价值。

2 对两地环评工作的几点比较

2.1 对环评工作的监督

香港对环评工作的监督来自三个方面: 政府、专业人士和社会公众。

来自政府的监督与深圳大致相仿, 但也有一定的差别。例如环评大纲是由环保署在听取了各方面的意见后提出, 而深圳则由环评单位提出, 交技术部门和审批部门审查。

来自专家层面和社会公众的监督构成了香港环评工作的特色。专业人士的监督主要是通过“环境问题咨询委员会”(简称环咨会)来进行的, 环咨会的意见在环评工作的整个过程中起着十分重要的作用。环咨会和社会公众在环评工作的两个阶段参与监督。一是, 工程建议人在向环境署署长呈上该工程项目的简介以申请一份环评研究概要(相当于环评大纲)的同时, 须在报章上刊登关于该项目的广告, 以便市民和环咨会可以就有关此工程的环境问题提出意见; 其二是, 在环评报告编制完成并经环保署核实认为它满足了环评大纲的有关要求后, 环咨会将被告之此事, 同时在报纸上发布广告向社会公告此事, 并备有足够的环评报告以便社会公众查阅。在收集了各方面的意见之后, 环保署将决定通过、修改或否决该报告。当报告书最终通过时, 建设部门将获得环境许可证以及附于许可证的发证条件, 其中主要是在项目设计及环评报告中提出、由管理部门认可的各种环保措施。

深圳也有来自专家层面的监督。一方面, 审查部门内就有一些专业人士, 能对环评提出较为中肯的意见; 另外, 在项目比较复杂、环境影响较大的时候, 邀请专家学者来审查环评大

纲及环评报告,在专家意见的基础上提出审查部门的评审意见。

深圳暂时还没有建立起规范有序的渠道以便社会公众有目的、有意见地参与环评工作。一般而论,公众参与仅限于工程的施工期和营运期,其存在问题有:

(1)具有很强的被动性,事前的公众参与很少,多以事后受害者的身份参与;

(2)为一使自己不成为这种参与的“受害者”,又多采取大家一起出面投诉或闹事的形式;

(3)参与的水平很低,一般仅限于感官可以感受、且已经身受其害的情形。比如对冒黑烟但烟内没有重要的有害物质与没有黑烟但烟内有重要的有害物质(尤其是慢性或隐性致害)的两支烟囱,前者受到投诉的机会将更大,反应更强烈。

2.2 对违规操作的处罚

首先,两地对违规的界定有一定的差别。两地都视未经环保部门的审查通过就动工兴建项目为违法,但对通过审批的建设项目在建设和营运中违规的认识有所不同。香港方面在其《环境影响评估条例》中明文规定“违反该许可证所列出的条件”“即属犯罪”。国内有关法规中对此尚未给予明确严格限定,提法较为笼统难以操作。其中较好的有1994年通过的《深圳经济特区环境保护条例》,在第34、42条中规定:对建有的污染防治设施未经批准自行拆除、闲置、改建的,属事主违反了其法律责任。差别在于:深圳的“污染防治设施”与香港的许可证中列出的“发证条件”,即全面系统的环保措施相比,其涵盖面要小一些。

其次,两地对违规操作的处罚力度相差较大。香港方面对上述两种违法的事主的处罚十分严厉:从罚款200万至500万,坐监6个月至2年不等。而深圳方面对前者的罚款在10万以内,对后者则处以0.5至5万元不等的罚款。

2.3 项目审批通过后为落实环保措施展开的工作

为确保在工程设计、施工过程中落实环保措施,以及当出现环评报告未能预计或发生更严重影响时,能适时采取防范性及补救性措施,并从实际工作中吸取经验来改善未来的环评研究,香港政府于1992年实施了称之为“环境监察及审核工序”的一套标准方法,来监察及审核在上述过程中环保措施的落实及建设项目对环境的影响。简言之,对建设项目从设计、施工建设到建成营运,实行全过程的严格环保监理,对于有可能影响环境的每一道工序,都有定期的监督、监测。例如为了加强对重要污染源(例如燃煤发电厂)的监控,环保署甚至对脱硫后的烟气采取定时监测,使其置于严密的监控之中。

目前,该标准已经作为《环境影响评估条例》的一个附例《环境影响评估程序的技术备忘录》将其法规化。换言之,香港方面视确保环保措施的落实为环评工作的一部分,所有必须进行环评工作的项目都要严格执行该程序。

在深圳,对施工过程中的环保干预主要限于有投诉的情形(主要是噪声),工程结束后通过环保验收检查其环保措施的落实情况,此外对一些重点污染源,采取不定期的取样监测来考察其环保措施的落实情况。这些也都促进了环保措施的落实。

3 讨论

3.1 对环评的监督

两地来自政府管理部门的监督,尽管在具体操作上有一定程度的不同,但总体看来还是比较类似的。在专家监督方面,由于环咨会成员主要由本地专家组成,故能较好地结合当地的具体情况对环评报告进行审查。此外,作为常设机构,专家们还有条件进行追踪调研,这对提高环评工作的质量具有重要的意义。在公众监督方面,由于长期以来香港引导公众参与环评工作的监督,使公众逐渐培养起较高的

环保意识,从关心与自己生活息息相关的局部生存环境逐渐提高到关心整个地区的生态环境。另一方面,由于可以直接查阅项目有关的资料及环境影响报告书,使得公众能直接倾听来自专家层面的意见,对项目的负面影响有比较清楚的认识。同时,由于对应采纳的环保措施有详细的了解,又为今后公众监督这些措施的落实和运行打下了良好的基础。更由于公众就有关问题提出的种种问题和质询,使得环评中一些忽视的问题得到正视,一些可能的潜在矛盾也得以及早的发现和解决,广义地说,这不仅有利于保持环境质量,而且长远来看还有利于社会的安定。

可能主要是由于经费的原因,深圳市环评工作中的公众参与比较少。但近年来,在深圳市的部分建设项目的环评工作中逐渐开展了一些公众调查的工作,这是良好的开端。加强了社会公众对建设项目的沟通和了解,逐步引导和加强社会公众对建设项目的监督,具有十分积极的意义。可以断言,随着公众环保意识的提高及民主意识的加强,建立有序的渠道,给社会公众创造更多的机会来参与建设项目的环评工作,这或许是保护环境、维持社会安定亟待开展的工作。

3.2 对违规的处罚

两地都有处罚的条例,主要的差别是在对违规的范围界定和处罚的力度方面。香港方面对违规的界定范围明显比深圳宽,相应的处罚也比深圳要严厉。由于对违规的界定比较明确,处罚严厉,执法严格,促进了环保措施的落实。

深圳环保立法及执法方面所取得的成就是有目共睹的。但若结合国情吸收香港方面的一些成功的经验,堵住少数不法企业能钻的漏洞,这或许对深圳的环保事业具有十分积极的意义。

3.3 建设项目的环境监理

对建设项目在施工过程中进行环境监理是非常必要的。例如由于缺乏这种监理,深圳

市的施工噪声污染严重扰民,已经在环保投诉中占据了过半的比例。又例如在公路及其它建设项目的土建施工过程中,由于没有及时采取严格的水土保持措施,加之由深圳市的土壤和雨季的特征所决定的固有水土流失潜势很大的条件,由此产生的水土流失已经造成惊人的损失。即便是后来采取一定的补救措施,但结果已经造成,影响已经留下,而为了挽回这些影响又得耗费大量的人力和物力,例如要疏浚布吉河,深圳水库的清淤将决不会是一个中等规模的工程。目前这种情况正在改进,在深港两地联合治理深圳河的工程中,严格实施了环境监理,保证了施工过程中的环保措施的落实,施工过程中的噪声、扬尘等不利环境影响大为减轻,得到了深圳河沿岸居民及港方管理部门的高度评价。总之,这方面工作的进一步加强对于深圳市具有十分重要的意义。

对环保设施的设计、施工进行监理也十分必要的,它可以保证有关设施的质量和效率,减少营运期因设备的质量原因造成污染物的排放。例如国内某燃煤电厂的脱硫装置,由于设备的质量原因,造成经常性的废气排放,对当地造成较大的污染。

除了上述两个方面以外,对环保措施执行情况的监理也具有十分重要的意义,这包含环保设施的运行和保证其他环保措施的落实两个方面。深圳方面,对前者已经有相关的法规,对后者尽快完善则是十分必要的。例如对燃料的含硫量,在消耗一次能源的大型项目的环评报告及审批结论中都有严格的限定。由于近年来开始根据燃料的含硫量来征收 SO_2 的排污费,这可能使得某些企业虚报燃料的含硫量更增加了新的动力,将造成环保治理资金严重流失。总之与设施无关的环保措施还可以列出许多,对其采取有力的监督使之严格实施十分必要。

4 小结

深圳与香港在对建设项目进行环境影响

评价方面已经取得了一定的成功经验,主要体现在法规、对环评工作的监督等方面。值得一提的是,在人均国民收入还与香港存在较大差距的情况下,深圳方面在环评及其相关工作上投入的大量人力和物力,使得深圳避免了走一些发达地区先污染后治理的老路,保证了在经济高速发展的同时环境质量仍保持在良好的水平。比较也表明,深圳与香港在环评及其监督方面还存在着一些不同和差距,主要表现在:来自专家层面的监督的力度、来自公众层面的监督的广泛性和深刻性、对违规的范围界定和处罚的力度、对建设项目全过程的环保监理等。正视这种不同或差距,采取有针对性的措施,将有力地促进由环保执法部门所确认的各项环保措施得到有效的落实。

5 参考文献

- [1] 环境影响评估条例. 香港宪报, 1997, 2, 5
- [2] 环境影响评估程序的技术备忘录. 香港环保署
- [3] 深圳经济特区环境保护条例. 深圳市第一届人大常委会第二 25 次会议通过, 1994, 9, 16
- [4] 司徒安力. 广东省建设项目影响报道报审制度及环境影响评价管理, 粤港环境影响评价研讨会论文集, 1997, 5
- [5] 杨震. 深圳市建设项目环评制度的执行和管理, 粤港环境影响评价研讨会论文集, 1997, 5
- [6] 马小玲. 粤港环评法规对此分析. 粤港环境影响评价研讨会论文集, 1997, 5
- [7] 陈鸿. 香港环评发展及回顾. 粤港环境影响评价研讨会论文集, 1997, 5
- [8] 区伟光. 新条例及策略性环评制度. 粤港环境影响评价研讨会论文集, 1997, 5
- [9] 许一鸣. 香港环评跟进工作的方法及策略. 粤港环境影响评价研讨会论文集, 1997, 5

Some Comparative Studies on Hongkong and Shenzhen Environmental Impact assessment

Yu Bende

Abstract some comparative studies have been made in this article on the regulation and their implementation in both Hongkong and ShenZhen in the aspect of supervision mechanism, punishment for violation and all-process monitoring and inspecting for the construction projects in order that the environmental protection measures be strictly implemented. The results show that there are some differences between two areas in those three aspects mentioned above. The article fully discussed the impact brought about by the differences.

Keyword environmental impact assessment environmental consciousness environmental inspection

“九五”污染防治投入将达 4500 亿元

从国家环保局获悉,“九五”期间,我国用于环境污染防治的投入将达 4500 亿元,占同期国民生产总值的 1.2%~1.3%。根据国务院《关于环境保护若干问题的决定》,到 2000 年,我国所有工业污染源都要

达到国家和地方规定的标准,在此之前,全国已实施主要污染物排放总量控制计划和跨世纪绿色工程计划。据此,全国各地也制定了当地的规划和计划。(廖)

国外环境污染成因的经济学研究述评

俞继灿

(广州市环境保护科学研究所, 广州 510620)

摘 要 本文扼要地介绍了国外关于环境污染成因的几种观点, 并进行了简单的评述。

关键词 环境污染 成因 经济学 国外

国外对环境污染的社会经济研究内容十分丰富, 主要有植根于西方经济学的环境经济学理论和日本学者关于环境污染社会经济学理论。前者对环境污染成因、最佳污染水平、造成经济损失的估算以及环境污染的相应对策进行了深入系统的研究, 形成了一系列有价值的研究成果; 后者则主要把环境污染这一社会现象与工业化、城市化过程相联系, 从宏观上作趋势性说明。由于内容十分广泛且相当复杂, 这里只扼要地介绍其中最主要的关于环境污染成因的几个理论, 并作简单的评述, 供大家参考。

1 西方经济学对环境污染成因及解决途径的解释

1.1 经济过程的外部性理论

外部性理论是西方学者解释环境污染成因的主要理论。

外部性理论的关键概念是经济过程的外部性, 它由英国经济学家马歇尔在本世纪二十年代提出。所谓经济活动的外部性是指相对于市场而言的, 马歇尔把那些被排除在市场作用机制之外的经济活动的副产品或副作用, 更确切也更狭义地说, 是未被反映在产品价格上的那部分经济活动的副产品或副作用称之为经济过程的外部性。马歇尔以养蜂人的蜜对果农的好处一例来说明。他指出养蜂人与果

农在市场上是互不相关的, 养蜂人在养蜂这一经济过程中并没有考虑到果农的利益, 但养蜂这一经济过程却客观上给果农带来好处, 因为蜜蜂虫媒作用的结果提高了果树的产果率, 使果农在没有增加成本的前提下获得了比原先更多的果实。由于养蜂人不能要求果农支付一定数量的货币, 因此果农在没有增加成本前提下, 从养蜂过程中获得的那部分利益也就不能象其它利益一样进入市场, 通过市场的途径(供求关系)来解决。这样, 养蜂人经济过程的副产品, 即由虫媒作用给果农带来的额外利益成为双方经济过程的外部性。

马歇尔由此得出, 经济过程的外部性的两个基本特征: 其一是它们没有价格, 故不受市场机制的制约; 其二是它们加在承受者身上而不管其是否同意。

马歇尔和西方学者用外部性理论对环境污染成因进行经济学解释, 他们对自由排放条件下的污染进行了深入剖析后, 认为环境污染是使外部性负面影响的典型。解释过程是这样的: 假定废气有害且免费排放。由于安装净化设备就会增加产品的成本, 因此追求效益最大化的企业几乎会必然地选择免费排放的道路。在市场经济的条件下, 即使个别企业环保意识比较高, 重视环境的价值, 只要它们找不到在不增加产品成本的前提下减轻污染的道路, 激烈的市场竞争将使他们被迫走与其他企

业同样的免费污染道路。在所有企业都免费排放的情形下,环境污染的结果有可能超过环境自净能力,导致环境质量恶化,危害生命财产,由此造成经济过程的外部性。如果政府拿出一定的资金替企业进行治理,实际上就是工厂将治理的那部分成本转嫁给全社会。

西方学者把污染引起的外部性分为三大类:

a.生产者加之于生产者的外生因素。如一家漂染企业污染了河水,致使下游一些工厂在某项产生过程中须在用水前先进净化处理,从而增加了生产成本。生产者加之于生产者的外生因素说明工业布局选址和选择适当生产工艺极为重要。

b.生产者加之于消费者的外生因素。造成工业时期惊人恶劣的城市状况就是这种类型的外生成本。庇古提供这类外生成本的典型事例。他写道:“大城镇的烟雾使该地居民遭受到沉重又无人支付的费用损失,许多建筑和植物被毁,增加清洗衣服和清洁房屋的费用,增加人工照明的费用以及种种损失。”

c.消费者加之于消费者的外生因素。如消费过程中产生的生活污水污染河流使水质下降使自来水厂处理成本上升从而导致自来水价格上升。

在研究由谁承担污染引起的外部成本时,贝克尔曼在七十年代提出污染引起的外部性具有双重性,对某个工厂的污染的受害者而言是一种外生成本,而对工厂主和享用便宜货物的顾客来说,是一种外生效益;因为他们正在享用一种“免费”的商品。巴托进一步指出污染这一类型的外部性一般都具有公共性,它影响到的是污染区域的每个人,而非某个人。该地区的人口增加虽然增加受害人数,但并不因此减轻污染。以后有人在研究城市得出结论:由于污染是有多个厂家造成的,产生的外部性又具有双重性和公共性的特征,污染的这种性质是普通的价格体系是无法克服的。

针对许多人认为污染者消耗众所共有的

清洁环境是道德上的错误,理应由他们支付该项费用。巴顿在七十年代对此提出质疑,他认为“这些学者没有看到分配上的问题,往往社会上不太富裕的那部分人才是城市环境遭受破坏的实际利益者。他们较少关心生活中那些优美的事物,而欣赏那些现代工业可提供的便宜日用必需品。如果要他们支付较高的价格来承担污染所发生的影响,而让富于他们的人可以生活在更为清洁的城市里,在道义上不是合理的,因此究竟谁有义务来支付污染代价的问题,不是简单地只看其所包含的道德上的论点所易于确定的”。

外部性理论对环境污染的经济学研究有极为重大的影响。庇古主张对外部性征税,被称为“庇古主义税”。但是外部性理论有两个重大性缺陷。首先是实践上,准确的庇古主义税几乎不具有可操作性;其次是理论上,它并不说明外部性是怎样产生和发展的,在什么情况下外部不经济性会泛滥。

1.2 公共财产理论

公共财产理论,是解释外部性起源的工具。

西方学者把私有财产和交换视为资源有效配置的基石,认为一切有用的资源如果被私有化了就会得到合理的利用和保护。反之,如果一种宝贵资源的所有权没有或者无法按照一定的方式分配,以使一个参与者使用该资源的活动不会影响别人(除非通过市场交换)那么不受控制的个人交换就会导致外部性,从而导致效率低下。换句话说,只要存在公共资源,人们就会努力去通过使用乃至滥用公共资源来获益。如克尼斯认为,外部性的发生,是因为公共财富出于制度或技术上的原因,其价值属于无法有效地划归私有而引起的。哈丁的“公地的悲剧”,也将外部性归咎于公地的存在。

1.3 科斯理论

科斯理论外部性与所有制关系联系起来,并试图为外部不经济内部化找出适当途径。

科斯理论的主要含义是这样的:当各个经济个体进行谈判、协商等活动的成本(称为交易成本)较小时,通过明确各个体拥有与使用某种资源的权利(称为产权),外在效应问题可以凭借各相关个体之间对他们所赋有的产权的自由买卖而得到有效的解决。

科斯理论有四个要点。

a. 赋予各当事者一种明确的产权。污染导致的外部性中,政府可以赋予工厂随便污染的权利(全部产权归工厂),也可以赋予周围居民使用清洁空气的权利(全部产权归居民),也可以将产权部分赋予工厂(每单位时间排放最高多少单位的废气等),部分赋予周围居民。

b. 各当事者之间进行协商,买卖其产权的交易成本非常之小,以至于可以忽视不计。若赋予周围居民使用清洁空气权利,工厂生产时,能否排放及排放多少废气,得先经得拥有这种产权的周围居民的同意,通过双方协商,使工厂能通过付出一定的代价(货币补偿等)而得到使用(污染)周围空气的部分权利。这种协商的成本很小。

c. 协商的结果是最有利于社会、各当事人认为最好的。例如,对拥有清洁空气使用权的附近居民,适当呼吸些废气虽然对健康是个损失,但是在一定的条件下工厂排污是不可避免的,若工厂能给予某种双方都同意的补偿,并据此排放一定的废气,对双方都有利。

d. 这种对大家都有利的结果,与如何赋予产权是无关的,重要的只是产权关系明确。上述将产权赋予给工厂或附近居民,或各得部分产权,其结果是一样的。原因在于,当将全部产权赋予给工厂时,附近居民若希望呼吸到更清洁的空气,可以付一定单位的货币给工厂,以交换对方少排放一定单位的废气,或直接帮助工厂安装净化器,来达到某种使双方都满意的结果。

科斯理论说明只要明确产权,无论是工厂拥有污染权还是居民拥有不被污染权各有关方总能通过市场机制找出最有效的解决污染

引起的外部不经济性的途径。科斯理论是一种集体选择行为,它发生作用的隐含条件是相互协商的成功。如果有一方或几方不愿协商,或虽经协商,但不能达成意见一致,这时就可能产生冲突,在冲突出现时,就需要某种更为权威的机构出面解决,通常这个角色由政府担任。

科斯理论要求交易成本很小,往往要求所涉及到的个体较少。当涉及到的人数较多时,这一条件就很难满足,从而仅仅依靠相互协商也就不能解决问题。由于环境污染导致的外部性具有双重性和公共性特征,因此科斯定理在解决此类外部不经济性问题存在着明显的不足。

2 日本政治经济学家对环境污染成因的解释

日本环境污染研究的社会经济学专家宫本宪一教授,在七十年代从政治经济学角度研究了日本的环境污染问题,分析了现代环境问题的特点、环境污染问题产生的社会经济原因、环境权的意义、污染者负担原则的政策和地区开发的环境问题,他将环境污染与经济发展阶段联系起来,指出在现代经济条件下发生公害的原因主要有以下几个方面:

a. 追求超额利润

由于企业为追求巨大的生产量和利润,不顾公害发生的可能性,不断地扩大规模,一方面环境保护经费被企业或社会节约,另一方面增加了产生大规模复杂的公害的可能性。有时,造成公害严重化的企业虽然也注意到污染物和废弃物,但由于消除这些污染物和废弃物采取的开发技术和安全装置明显落后,使公害对策的执行被推迟。

b. 产业结构的变化

公害的第二个原因在于产业结构。在现代经济条件下,生产第一的结果导致工业比农业优先发展,重化学工业又比轻工业优先发展。在重化学工业中,钢铁、石油化学、能源等

原料供给型产业作为骨干产业特别优先发展。这些原料供给型产业是资源浪费及环境污染型产业。因此,不能只认为是由于经济高度增长带来了公害,产业结构也是一个十分重要的因素。

c. 企业和人口向城市高度地集中

现代经济是大城市中心的经济。投资者企图利用大城市的外部经济而享受集积利益,而把公害那样的外部不经济效益作为社会费用而转嫁给居民和团体,致使大城市化和公害严重化得以继续发展。

d. 现代的生活方式

大量生产的结果,盛行大量消费的生活方式。个人所有消费物资在短时期内废弃,再替换新的制品,从而产生大量废弃物。每人每天垃圾排出量超过一公斤,塑料、乙烯树脂制品、合成洗涤剂增加,汽车、电气制品花费自理经费大的垃圾也增加,形成新的环境污染。

3 结语

上述两种理论是常见的西方关于环境污染成因的社会经济学解释。特别是外部性理论是西方各项环境保护政策的理论基础。由于历史的原因,我国对社会主义社会中存在的外部性探索甚少。现阶段,学习和借鉴西方环境经济理论,对于促进我国的环境保护具有一定的意义。

4 参考文献

- [1] 萨缪尔森. 经济学
- [2] 戴星翼. 环境与发展经济学
- [3] 陈栋生编. 环境经济学与生态经济学文选
- [4] 汪翔等. 公共选择理论导论
- [5] Bohm, P. and Knessce, A. V. The Economics of Environment MacMiliam Press Ltd. London, 1974
- [6] Hines, L. G. The Market, Energy, and the Environment. Allyn and Bacon Inc. Boston, 1988
- [7] K. J. Button. Urban Economics, Theory and Policy MacMiliam Press Ltd. London, 1976

Economics Study on the Cause of Environmental Pollution in Abroad

Yu Jucan

Abstract Some points of view on the cause of environmental pollution abroad are briefly reviewed and discussed.

Keyword cause of environmental pollution economics study abroad

日用光催化剂铺路试验

日本在大阪府西淀川区 43 国道用光催化剂建材铺路,测试光催化建材对大气污染物质的净化性能。调查从 1996 年 12 月至 1997 年 3 月。

这次用的催化剂是二氧化钛,在太阳光作用下使

NO_x 等大气污染物质分解。试验除了解沿道大气净化性能,还掌握气象条件变化时净化性能的稳定性。试验成功将能用简单的路面净化方法解决汽车尾气排放的 NO_x 等对大气的污染。(洪蔚)

电厂烟气治理技术

黄谦德

(广东工业大学, 广州 510090)

摘 要 本文介绍了目前电厂烟气除尘、脱硫和除硝技术的主要方法, 并对各种技术进行简要的述评。

关键词 烟气治理 除尘 脱硫 除硝

1 除尘

我国1985年以来电除尘有较大发展, 1990年在50MW以上的机组除尘中占有率上升到18%。同期内, 文丘里、斜棒栅、水膜除尘总计占53%左右; 前两者除尘效率93~95%、水膜为85~90%, 排尘达标率不高。由于投资比电除尘少得多, 这些湿式除尘技术还将存在一定时间。

由于我国原煤入洗率不足20%, 多数电厂原煤入炉, 燃煤的灰份和含硫都较高, 对环境造成很大的压力。此外, 电除尘器没有配置调温调湿前置装置, 当煤质改变时, 由于烟尘比电阻变化而引起除尘效率波动。在许多情况下, 燃烧高灰低硫煤时, 由于电负性气体(SO_2 等)浓度偏低和反电晕加强, 电除尘的技经指标下滑、烟尘污染贡献率增加。据统计, 1989年, 全国50MW以上机组电除尘平均效率只93.85%^[1]。

目前, 国外电厂电除尘器排尘浓度50~100mg/Nm³, 其中“半湿式”型达15mg/Nm³。使用洗选后的低灰份精煤, 是取得良好指标的重要原因。而且, 洗煤时原煤中的硫大致有50%可除去。

袋式除尘的效率和排尘浓度不受烟尘初浓度、烟尘比电阻和 SO_2 浓度的影响, 排尘浓度20~50mg/Nm³, 甚至小于10mg/Nm³。至

1989年, 美国电厂已安装110台袋式除尘器, 发电总容24000MW; 澳大利亚50台, 总容8000MW。低滤速的反吹加振动清灰袋式除尘器, 效率达99.9%^[2]

美国电力研究院(EPRIA)根据统计资料作出的电除尘与袋式除尘经济对比(1985年价格)如图1所示^[2]。经济对比的基础条件是: 燃煤热值23260KJ/kg, 灰份10%。由图1可看到, 随着除尘效率要求的提高, 烧低硫煤时电除尘的初投资和操作费用剧增; 袋式除尘的则相对平稳。

粉煤灰的后处理也是重要因素之一。采用湿式排灰会使干式除尘的优点大为失色, 合理的方式是将干灰送水泥厂。

2 石灰石洗涤法脱硫^{[3]、[4]、[5]}

用含细磨石灰石的水溶液吸收烟气中的 SO_2 , 工艺成熟, 适应范围广, 目前在电厂烟气脱硫中占统治地位。

工艺过程主要包括除尘尾气冷却, 吸收, 石膏分离及产品烘干。从循环溶液中抽出部分废液, 需要处理。用间接换热器使除尘尾气冷却, 而将吸收后的尾气加热排放, 是不可缺少的一个环节。

吸收塔类型较多, 摘要如下:

(1)普通型单层塔。属喷雾塔类型, 设置

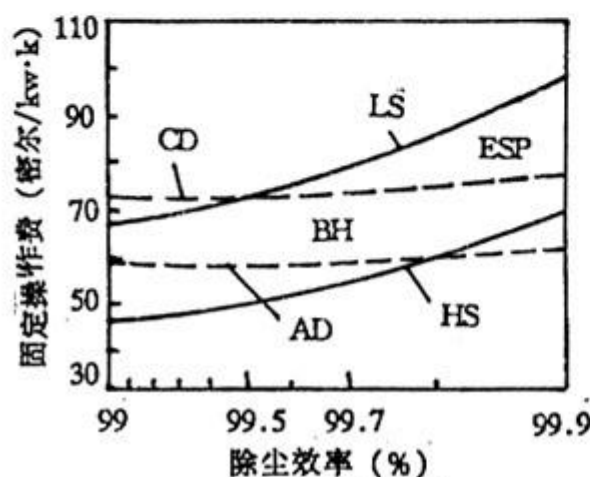
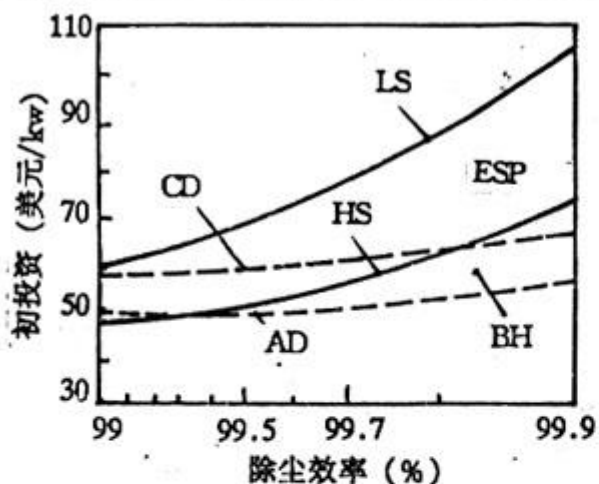


图1 电除尘、袋式除尘经济指标对比
ESP——电除尘器范围;BH——袋式除尘器范围;
HS——高硫煤;LS——低硫煤;
AD——先进设计;CD——保守设计。

1-5层喷嘴。吸收率90-98%,在电厂中应用最多。

(2)KRC公司双层塔。上下层间串联一个外部反应槽,石灰石加入槽内,实现逆流洗涤吸收并延长了反应时间。吸收率90-99.8%,造价较高。

(3)日本千代田公司喷射鼓泡塔。烟气冲击石灰石浆液,反应时间长,石灰石利用率几乎100%。产出的石膏颗粒粗,易于分离。吸收率近95%,排放废气含尘很少。

石灰石洗涤法重要改进如下:

(1)将吸收液的pH调整槽和氧化塔取消,采用“在线氧化”,即直接向吸收塔液池中鼓风使亚硫酸盐氧化。

(2)添加己二酸或混合有机酸DBA,提高吸收率和石灰石利用率。

(3)吸收塔内衬不锈钢、橡皮或镍合金、延长吸收塔使用寿命。

(4)在单层塔内设置一层格栅,减少喷嘴层数。此举可增强气液接触,提高循环泵的效率,又使洗涤装置的初投资节约1-4%。

(5)用水力旋流器代替浓密机进行石膏矿浆(即吸收后液)预分离,减少占地面积。

据EPRIA统计,按1985年价格计算,石灰石洗涤法的初投资和固定操作费用如下表:

表1 石灰石洗涤法的费用

方式	初投资 (美元/KW)	操作费 (美元/除1吨SO ₂)
普通型塔	175~317	576~1126
喷射鼓泡	172~291	425~936

此法对燃料含硫范围无特定限制,操作条件范围较宽,但要使用纯度较高($\text{CaCO}_3 > 90\%$)、含氟低的石灰石。石灰石中的不溶性造岩物在循环吸收液中形成“赤泥”,赤泥量增加导致抽出废液量相应加大。氟在石灰石中一般为 CaF_2 ,吸收过程中形成 AlF_3 不溶薄膜,阻碍吸收反应,需加入 NaOH 消除之,操作费用增加。

3 其它脱硫技术

3.1 喷雾干燥

在旋涡反应器中喷射石灰乳,与 SO_2 反应形成以含 CaSO_3 及 $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ 为主的干灰并在后置除尘器中补充捕集细干灰。雾滴中的水被蒸发进入除尘尾气排放。反应器用钢板制造。

此法自80年代发展迅速。据KRC公司统计,至1992年,欧美和澳洲已有32家电厂、18家垃圾焚烧厂应用,电厂(含热电并供)总发电容量19269MW。其最大装置处理烟气 $430 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h} \cdot \text{台}$,超过了最大的 $300 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h} \cdot \text{台}$ 石灰石洗涤塔。

喷雾干燥工艺简单,无污染废水产生,排

气温度较高,无需换热器,干灰便于包装运输并可用作道路工程之固化剂。

反应器后置电除尘或袋式除尘器,脱硫率70~80%,适用于燃煤含硫小于2%的电厂。可用CaO大于70%的纯度较低的石灰。据EPRIA统计,此法初投资148~252美元/KW,固定操作费用778~2831美元/吨SO₂。

3.2 两段喷钙联合法

先在炉内喷石灰,脱硫率20~50%。第二段喷钙碱可用于干式或湿式:干式系在烟道中喷石灰乳或石灰和水,产出干灰;湿式则使用喷水洗涤器,产出少量废液。第二段采用喷水洗涤时,实际上是利用第一段残余CaO脱硫。

联合法的总脱硫率60~80%,第二段用钙碱洗时可望高些。据EPRIA统计,炉内喷钙碱法初投资25~120美元/KW,操作费用512~812美元/吨SO₂。若第二段采用烟道喷钙碱,投资和操作费用还是较低的。此法的缺点是脱硫率不同。

3.3 循环流化床法

反应器主体类似立式文丘里管,在扩散段喷入石灰、水和返回烟尘。产出的钙盐干灰落入器底,细尘用后置除尘器捕集。

此法在德国已用于燃煤电厂,机组容量30~100MW,燃煤含硫1~6%。脱硫率90~97%,脱硫系统的工艺部分初投资只有70美元/KW。

3.4 镁或镁石灰洗涤法^[4]

用Mg(OH)₂或Mg(OH)₂-Ca(OH)₂混合溶液吸收SO₂,产出石膏或可排放废液。其吸收效率较石灰乳吸收为高,Mg(OH)₂可再生循环使用。此外,由于MgSO₃和Mg(HSO₃)₂溶解度较大,可避免吸收器、管道结垢和堵塞。

工艺过程由烟气冷却,吸收、氧化成硫酸盐,Mg(OH)₂再生等工序组成。吸收器可用喷雾塔或文丘里。

此法工艺成熟,运行稳定,脱硫率90~98%。也适用于燃油机组。美国Zimmer电

厂单机容量1400MW,燃煤含硫1.5~4.5%,用此法脱硫。

4 除硝^{[6],[7]}

燃烧烟气中NO_x95%以上为NO,它在水中的溶解度很小,实践上均借助气相反应除去。

4.1 非选择性催化还原法

以铂钨(或贱金属)催化剂利用烟气中的CO使NO、NO₂还原成N₂排放。操作温度430~640℃,转化率85~95%。

此法催化剂昂贵,还原气体因与烟气中的氧反应而增耗。目前主要用于烧低硫重油或气体燃料的小型电厂,最大装置为10×10⁴Nm³/h水平。

4.2 选择性催化还原

以NH₃气为还原剂,V₂O₅作催化剂,操作温度300~400℃。因氨很少与氧反应而耗量大减。

近年推出高温型沸石载体催化剂,操作温度357~580℃,提高了生产速率和实际转化率。

国外用于燃气或油气两用的透平发电机组,最大规模156×10⁴Nm³/h,转化率80~97%^{[3],[6]}。

4.3 选择性非催化还原

在炉内燃烧区上方1000℃区域内喷入NH₃气或尿素水溶液。喷NH₃的“热力除硝”法主要用于燃油锅炉,除硝率40~60%。美国NaLCO公司喷尿素水溶液的技术除硝率50~70%。已用于数十家燃煤、燃油、燃气锅炉的电厂,最大机组容量850MW。其初投资较催化法少,自动化程度高,操作成本500~800美元/吨NO_x^[7]。

5 同时脱硫除硝

5.1 喷射尿素及石灰的水溶液

NaLCO公司此项技术已用于燃煤电厂,装置和操作与上述除硝技术相用。实际脱硫、

除硝率一般按各为 50% 设计。

5.2 洗涤脱硫——催化还原除硝联合法^[8]

除尘尾气先经洗涤脱硫。脱硫尾气加热至 320℃ 并混入 NH_3 气后进入催化反应器。除硝尾气在换热器中冷却至 80~90℃ 排入烟囱。德国一家电厂在 3 台 $20 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$ 燃煤机组上应用, 脱硫 90%, 除硝 92%。催化除硝系统投资 2800 万美元。

5.3 分步催化法^[4]

烟气精细除尘至小于 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$, 经选择性催化还原除硝, 然后催化氧化使 SO_2 转化成 SO_3 并制取浓硫酸。两次催化的工艺都很成熟, 硫酸雾用玻璃列管式冷凝器产出浓度 95% 的硫酸。由于全系统热利用率很高, 使电厂热效率只下降 0.2%。欧洲已开始应用, 305MW 油煤两用机组浓硫酸产量 5.2t/h (煤含硫 1.6%); 除硝大于 90%, 氨耗 0.38t/h; SO_2 转化率 93%。此法可能是 21 世纪城市电厂烟气治理的最佳选择。

(广州市环保局施性清、梁金全, 省科季洗莹元等同志为本文作者提供了部分宝贵的原文资料, 顺致谢意。)

6 参考资料

- [1] 陈国渠. 燃煤电厂除尘技术动态. 广东省、佛山市环境学会“火电污染对策研讨会”资料, 1993 年
- [2] Fabric filters for the electric utility industry. EPRIA, volume I
- [3] Wet scrubbing process for the flue gas desulphurization KRC Umwelttechnik
- [4] EPA. Research and development EPA - 600/R - 93 - 064, 1993 年
- [5] EPA. Manual EPA/625/1 - 85/019: 1985 年
- [6] SO_2 and NO_x retrofit control technologies handbook. EPRIA, 1985 年
- [7] Nalco Fuel Tech 公司广州技术介绍会资料, 1994 年
- [8] NO_x Control technology data. EPA sourcebook EPA/600/2 - 19/029 1991 年

Technical Evaluation on Smoke Administering of Power Stations

Huang Qiande

Abstract The article describes the main methods for dust-removing, de-sulphur and de-nitration from the smoke of power station and evaluates various techniques briefly.

Keyword power station smoke administration dust-removing de-sulphur de-nitration

我国城市汽车尾气铅污染及防治

李传红 黄水祥

(惠州市环境科学研究所, 广东 516001)

朱文转

(中山大学环境科学研究所, 广州 510275)

摘 要 本文首先分析了城市大气铅污染对人体健康的毒害响应, 接着探讨汽车尾气铅污染的机制, 然后估算我国汽车尾气铅年排放量, 最后提出了防治对策。

关键词 汽车尾气 铅污染 防爆剂

1 尾气铅污染对人体健康的影响

目前, 全世界约有 2.5 亿辆大小汽车, 作为汽油防爆剂的四乙基铅, 经燃烧后以肉眼难见的铅蒸气形式, 从机动车排气管排出, 全球每年排放进入大气中的铅估计 50 万吨, 严重污染城市空气, 直接危害着人类健康。

美国环境保护部门的调查表明, 居民血液铅浓度与大气中铅的含量密切相关(见表 1)。城市大气中的有机态铅和无机态铅主要以粉尘和气溶胶状态从呼吸道进入人体。由于铅在肺部的弱酸性介质中较容易溶解, 故呼吸道对铅有吸收率达 30%, 远大于消化道对铅的吸收率(20%以下)。另外, 作为汽油防爆剂的四乙基铅还可以通过皮肤接触进入人体内。铅被吸收进入人体后, 在血液中与脂类、蛋白质等高分子化合物形成复合物, 或以离子态参与循环, 随后除少量在肝、肾等内脏器官存留外, 有 90% 以上以稳定的磷酸盐铅形式存储于骨骼中。

铅是否为人体必需元素目前尚未得到证实。人体不同器官含铅量是有差异的。生理研究表明, 0.3 毫克/升血液铅是人体承载铅量的极限值。进入人体内的铅过量, 会对造血系统、神经系统等造成重要影响。由于铅干

表 1 居民血液铅浓度与大气铅浓度比较

地 区	大气铅浓度 (mg/m ³)	居民平均血液 铅浓度(μg/100L)
山岳地带	0.12	12
海岸地带	0.34	16
农田地带	0.50	16
近郊地带	1.0	13
城市工业区	2.2	19
城市商业区	2.4	24
高速公路地带	2.5	23
交通公警	12.5	30
汽车工厂	21.1	31

扰了造血系统一系列酶的活性, 使造血过程趋于异常, 血液合成作用下降, 可导致贫血。医学研究表明, 血液铅水平为 60μg/100L 时, 一种造血酶 ALD-D 的活性受损程度达 80%; 血液铅水平为 70~80μg/100L 时, ALA-D 酶的活性完全丧失。人体铅中毒时, 出现高级神经机能障碍, 使大脑皮层的兴奋与抑制关系紊乱, 血管管壁抗力降低, 引起血管痉挛和小动脉硬化。经常接触低浓度铅的居民, 当血液铅浓度达到 60~80μg/100L 时, 就出现头痛、

疲劳、记忆力减退和失眠,常伴有食欲不振、便秘、腹痛等消化道系统症状。

2 汽车尾气铅污染的机制

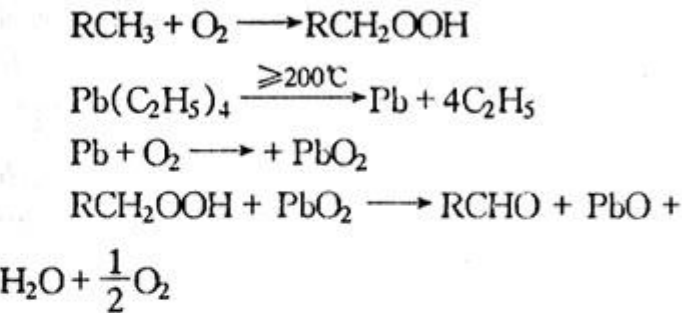
汪安璞^[2]等对北京城市大气中重金属研究显示,大气中铅主要赋存于空气的颗粒物中的细粒(<2μg),认为铅与当地地表土壤有一定关系,与人类活动(交通)直接相关。周斌斌等对上海大气中重金属监测分析,发现大气颗粒中的铅在城市不同功能区和不同季的分布、变化较其它重金属元素均匀,认为这是交通污染比较均匀造成的。上海环境科学研究院的研究进一步证实上海大气中铅 92%来自车尾气。

国内外一系列研究揭示,城市大气铅含量的提高与城市汽车数量的显著增加以及含铅汽油的广泛使用有明显的关系。

2.1 添加剂与含铅汽油抗爆性

汽油在汽车发动机汽缸内燃烧时,可能生成过量的不稳定的过氧化物。由于过氧化物剧烈分解导致自燃,产生不正常压力,发动机汽缸壁受力极度不均,从而导致发动机零件变形,发动机功率不降,严重时出现瓦轴、火花塞损失、破裂等故障。为了防止这种爆震现象,向汽油中加入四乙基铅等物质,作为抗爆剂。四乙基铅之所以提高汽油的抗爆性,是由于它在 200℃ 以上可解产生游离态铅。游离态铅又被氧化生成二氧化铅,二氧化铅很容易与未燃工作混合气产生过氧化作用,生成化学性质不活泼的有机氧化物和氧化铅。而氧化铅又可氧化生成二氧化铅,二氧化铅再次产生消耗

过氧化物的作用。汽缸中发生的这些反应,可用化学方程式表示如下:



在氧化铅和二氧化铅的相互转化过程中,减少了不稳定的过氧化物,使其转变为稳定物质(醛),这样过氧化物达不到自燃所需的浓度,从而消除汽车发动机因工作混合气自燃而产生的爆震现象。

2.2 乙基液的组成

纯四乙基铅不能单独使用,必须加入一定数量的引出剂(二溴乙烷、二氯乙烷),并用溶剂油调制成稳定均匀的乙基液后使用。我国车用汽油加入的乙基液其组成见表 2^[3]。

表 2 我国车用汽油乙基液组成

组成名称	四乙基铅	二溴乙烷	二氯乙烷	溶剂油及其它
组成重量 (%)	55.81~61.48	17.86	18.81	加至 100.00

3 我国汽车尾气铅排放现状和前景

我国每年生产的车用汽油除少部分出口外,绝大部分用于国内消费,若不考虑从国外进口的部分,则可以根据国内车用汽油生产量以及汽油中乙基液的含量估算每年由汽车尾气排放进入大气中铅的总量。见表 3^[4]。

表 3 我国汽车尾气铅年排放量估算(1985~2000)

年 份	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	2000
车用汽油产量(Mt)	14.29	16.27	17.07	18.57	20.17	21.30	23.00	24.84
乙基液消耗量(t)	2483	2457	2559	2706	2878	3015	3256	3516
尾气铅排放总量	919	909	947	1001	1065	1116	1639	2409

城市是人类活动的中心,是汽车最为密集的场所,汽车尾气排放总量中相当大部分直接进入城市大气。北京市 1995 年汽车保有量为 100 万辆,上海市 1994 年拥有机动车 37 万辆,广州市 1997 年有机动车 90.73 万辆。1994 年上海市消费含铅汽油 84 万吨,由此估算该年上海汽车尾气铅排放量达 119 吨,平均每天 326 千克的尾气铅进入城市大气。北京广州两市的尾气铅排放总量不会低于这一数值。

辛烷值的高低为衡量车用汽油抗爆性能的重要指标。辛烷值高则汽油的抗爆性能好,反之,则抗爆性能差。有两种方法可以提高汽油的辛烷值水平,其一是向汽油中加入乙基液,这一方法最有效最经济,目前仍被广泛采用。其二是石油炼制过程中进行催化重整和烷基化,以增加汽油中高辛值组分的比重,采用此方法必须具备先进的石油炼制技术和设备。目前我国石油炼制水平和装备有限,催化重整汽油、烷基化汽油等抗爆性能优良的组分比重较小,只占 2.5% 和 0.75%,而美国分别为 34% 和 11%^[4]。为了弥补车用汽油中高辛烷值组分的不足,我国不得不增加一定数量的铅添加剂。因此在未来若干年内,我国汽车尾气铅排放总量将仍旧保持在较高水平上。我国目前生产的汽车 40% 左右可以使用无铅汽油,随着新建高辛烷值汽油生产装置的投产和汽车工业制造水平的提高,我国汽车尾气铅排放量存在逐年下降的可能。

4 汽车尾气铅污染综合防治

提高城市空气环境质量,降低汽车尾气铅污染,必须走可持续发展道路,采用清洁生产工艺,综合利用科技、管理、法制和宣传教育等措施。

4.1 开发使用清洁能源的汽车

以太阳能、氢气、电池和天然气等能源替代石油作为汽车动力来源,不但可以从根本上解决汽车尾气铅污染,而且可以同时根治汽车

尾气一氧化碳、氮氧化物和碳氢化合物的污染。汽车技术的环境革命已在进行,国际上环保浪潮对生产使用低污染汽车所施加的压力迫使人们对电动汽车、天然气汽车、氢气汽车和太阳能汽车的研制和开发。尤其是太阳能汽车、电动汽车是世界汽车工业的发展方向,但这两种汽车尚处于试验攻关阶段。

在我国目前使用天然气代替汽油、柴油开动汽车有可行性和广阔的发展前景。这是由于,一方面我国天然气资源丰富,长期供应有保证;另一方面,我国五十年代从国外引进天然气汽车制造技术,经过几十年的开发,我国天然气汽车技术已经具备按产业化规模发展的基础。哈尔滨成立了天然气汽车领导小组,组织全市的推广工作。北京市规划建设 20 座压缩天然气加气站,发展 2000 辆天然气汽车。上海市已改装部分出租车,使用液化天然气。天然气汽车的推广使用必将改善城市大气质量。

此外,现阶段适当增大电车在城市公交车中的比例,也不失为改善城市空气环境质量的一种有效途径。

4.2 汽油无铅化

在市场经济条件下,通过制定法规禁止使用销售含铅汽油、对含铅汽油采取“绿色税收”的经济手段和提高无铅汽油供给能力的科技手段,逐步实现我国汽油无铅化。

通过征收适当的“绿色税”,规范消费者的选择行为,使社会向有利于环境健康的方向发展。英国对含铅汽油征收高税额,体现在石油价格上,使含铅汽油税收提高 0.4 英镑/升,相反,无铅汽油降低 0.02 英镑/升。这样无铅汽油的市场消费由 1989 年 4 月 4% 的分额提高到 1990 年 3 月的 30%。北京市的一项调查显示,出租车司机不愿使用无铅汽油是因为无铅汽油比含铅汽油每公斤贵 0.3 元。政府有关部门可以通过调整两种汽油的价格,使消费者倾向于选择使用无铅汽油。

政府利用绿色税收干预市场消费只是解

决问题的一个方面。在目前,我国应提高石油炼制技术,生产足够抗爆性能强的催化裂化汽油和烷基化汽油,逐步满足国内市场对无铅汽油的需求。

4.3 能源效率革命

在仍旧使用含铅汽油情况下,减少铅污染最直接方法是更有效地利用能源。如果能源的利用效率提高一倍,即使城市汽车保有量增加一倍,城市尾气铅含量可仍保持在目前水平。与日本比较,我国有限的汽车拥有量与汽油消费量很不相称。我国汽油消费量相当于日本的二分之一,而汽车拥有量仅为日本的十分之一。可见,降低汽车耗油水平,是降低汽车尾气污染的重要方面。

5 小结

我国汽车保有总量迅速增加,导致我国许多地方特别是城市,汽车尾气中的氮氧化物、一氧化碳、碳氢化合物和铅污染问题日益突

出。生理学研究表明,环境空气中微量铅对人体无明显的危害,但长期接触可造成慢性中毒,对儿童的影响更大。城市空气环境中的铅化合物主要来自汽车尾气,这是由于汽油中加有作为防爆剂使用的四乙基铅。预计在未来若干年内我国汽车尾气铅排放量有增加趋势,因此,控制汽车尾气铅污染势在必行。防治城市尾气铅污染应采取多方面的措施,如使用清洁能源、推行汽油无铅化和降低汽车能耗水平。

6 参考文献

[1] 唐永鑫等.广州汽车尾气污染动态规律研究及对策.广州:中山大学出版社,1993
[2] 汪安璞等.环境中重金元素迁移转化规律研究文集.北京:中国环境科学出版社,1992
[3] 王锡础.石油炼制.北京:烃加工出版社,1985
[4] 王全荣.石油炼制与化工.1994,5:23
[5] 王锡础.石油炼制(杂志).1992,8:1

Automobile Emission Lead Pollution and Control

Li Chuanhong Huang Shuixiang Zhu Wenzhuan

Abstract Lead pollution of vehicle emission has serious effect on human health. The paper focuses on the cause of lead pollution, then calculates the volume of lead discharge from vehicle to air in China. Finally strategy and measures are proposed.

Keyword Lead pollution Vehicle emission

1994年12月15日收到,1995年1月15日收到修改稿,1995年2月15日收到第二次修改稿,1995年3月15日收到第三次修改稿,1995年4月15日收到第四次修改稿,1995年5月15日收到第五次修改稿,1995年6月15日收到第六次修改稿,1995年7月15日收到第七次修改稿,1995年8月15日收到第八次修改稿,1995年9月15日收到第九次修改稿,1995年10月15日收到第十次修改稿,1995年11月15日收到第十一次修改稿,1995年12月15日收到第十二次修改稿,1996年1月15日收到第十三次修改稿,1996年2月15日收到第十四次修改稿,1996年3月15日收到第十五次修改稿,1996年4月15日收到第十六次修改稿,1996年5月15日收到第十七次修改稿,1996年6月15日收到第十八次修改稿,1996年7月15日收到第十九次修改稿,1996年8月15日收到第二十次修改稿,1996年9月15日收到第二十一次修改稿,1996年10月15日收到第二十二次修改稿,1996年11月15日收到第二十三次修改稿,1996年12月15日收到第二十四次修改稿,1997年1月15日收到第二十五次修改稿,1997年2月15日收到第二十六次修改稿,1997年3月15日收到第二十七次修改稿,1997年4月15日收到第二十八次修改稿,1997年5月15日收到第二十九次修改稿,1997年6月15日收到第三十次修改稿,1997年7月15日收到第三十一次修改稿,1997年8月15日收到第三十二次修改稿,1997年9月15日收到第三十三次修改稿,1997年10月15日收到第三十四次修改稿,1997年11月15日收到第三十五次修改稿,1997年12月15日收到第三十六次修改稿,1998年1月15日收到第三十七次修改稿,1998年2月15日收到第三十八次修改稿,1998年3月15日收到第三十九次修改稿,1998年4月15日收到第四十次修改稿,1998年5月15日收到第四十一次修改稿,1998年6月15日收到第四十二次修改稿,1998年7月15日收到第四十三次修改稿,1998年8月15日收到第四十四次修改稿,1998年9月15日收到第四十五次修改稿,1998年10月15日收到第四十六次修改稿,1998年11月15日收到第四十七次修改稿,1998年12月15日收到第四十八次修改稿,1999年1月15日收到第四十九次修改稿,1999年2月15日收到第五十次修改稿,1999年3月15日收到第五十一次修改稿,1999年4月15日收到第五十二次修改稿,1999年5月15日收到第五十三次修改稿,1999年6月15日收到第五十四次修改稿,1999年7月15日收到第五十五次修改稿,1999年8月15日收到第五十六次修改稿,1999年9月15日收到第五十七次修改稿,1999年10月15日收到第五十八次修改稿,1999年11月15日收到第五十九次修改稿,1999年12月15日收到第六十次修改稿,2000年1月15日收到第六十一次修改稿,2000年2月15日收到第六十二次修改稿,2000年3月15日收到第六十三次修改稿,2000年4月15日收到第六十四次修改稿,2000年5月15日收到第六十五次修改稿,2000年6月15日收到第六十六次修改稿,2000年7月15日收到第六十七次修改稿,2000年8月15日收到第六十八次修改稿,2000年9月15日收到第六十九次修改稿,2000年10月15日收到第七十次修改稿,2000年11月15日收到第七十一次修改稿,2000年12月15日收到第七十二次修改稿,2001年1月15日收到第七十三次修改稿,2001年2月15日收到第七十四次修改稿,2001年3月15日收到第七十五次修改稿,2001年4月15日收到第七十六次修改稿,2001年5月15日收到第七十七次修改稿,2001年6月15日收到第七十八次修改稿,2001年7月15日收到第七十九次修改稿,2001年8月15日收到第八十次修改稿,2001年9月15日收到第八十一次修改稿,2001年10月15日收到第八十二次修改稿,2001年11月15日收到第八十三次修改稿,2001年12月15日收到第八十四次修改稿,2002年1月15日收到第八十五次修改稿,2002年2月15日收到第八十六次修改稿,2002年3月15日收到第八十七次修改稿,2002年4月15日收到第八十八次修改稿,2002年5月15日收到第八十九次修改稿,2002年6月15日收到第九十次修改稿,2002年7月15日收到第九十一次修改稿,2002年8月15日收到第九十二次修改稿,2002年9月15日收到第九十三次修改稿,2002年10月15日收到第九十四次修改稿,2002年11月15日收到第九十五次修改稿,2002年12月15日收到第九十六次修改稿,2003年1月15日收到第九十七次修改稿,2003年2月15日收到第九十八次修改稿,2003年3月15日收到第九十九次修改稿,2003年4月15日收到第一百次修改稿,2003年5月15日收到第一百零一次修改稿,2003年6月15日收到第一百零二次修改稿,2003年7月15日收到第一百零三次修改稿,2003年8月15日收到第一百零四次修改稿,2003年9月15日收到第一百零五次修改稿,2003年10月15日收到第一百零六次修改稿,2003年11月15日收到第一百零七次修改稿,2003年12月15日收到第一百零八次修改稿,2004年1月15日收到第一百零九次修改稿,2004年2月15日收到第一百一十次修改稿,2004年3月15日收到第一百一十一次修改稿,2004年4月15日收到第一百一十二次修改稿,2004年5月15日收到第一百一十三次修改稿,2004年6月15日收到第一百一十四次修改稿,2004年7月15日收到第一百一十五次修改稿,2004年8月15日收到第一百一十六次修改稿,2004年9月15日收到第一百一十七次修改稿,2004年10月15日收到第一百一十八次修改稿,2004年11月15日收到第一百一十九次修改稿,2004年12月15日收到第一百二十次修改稿,2005年1月15日收到第一百二十一次修改稿,2005年2月15日收到第一百二十二次修改稿,2005年3月15日收到第一百二十三次修改稿,2005年4月15日收到第一百二十四次修改稿,2005年5月15日收到第一百二十五次修改稿,2005年6月15日收到第一百二十六次修改稿,2005年7月15日收到第一百二十七次修改稿,2005年8月15日收到第一百二十八次修改稿,2005年9月15日收到第一百二十九次修改稿,2005年10月15日收到第一百三十次修改稿,2005年11月15日收到第一百三十一次修改稿,2005年12月15日收到第一百三十二次修改稿,2006年1月15日收到第一百三十三次修改稿,2006年2月15日收到第一百三十四次修改稿,2006年3月15日收到第一百三十五次修改稿,2006年4月15日收到第一百三十六次修改稿,2006年5月15日收到第一百三十七次修改稿,2006年6月15日收到第一百三十八次修改稿,2006年7月15日收到第一百三十九次修改稿,2006年8月15日收到第一百四十次修改稿,2006年9月15日收到第一百四十一次修改稿,2006年10月15日收到第一百四十二次修改稿,2006年11月15日收到第一百四十三次修改稿,2006年12月15日收到第一百四十四次修改稿,2007年1月15日收到第一百四十五次修改稿,2007年2月15日收到第一百四十六次修改稿,2007年3月15日收到第一百四十七次修改稿,2007年4月15日收到第一百四十八次修改稿,2007年5月15日收到第一百四十九次修改稿,2007年6月15日收到第一百五十次修改稿,2007年7月15日收到第一百五十一次修改稿,2007年8月15日收到第一百五十二次修改稿,2007年9月15日收到第一百五十三次修改稿,2007年10月15日收到第一百五十四次修改稿,2007年11月15日收到第一百五十五次修改稿,2007年12月15日收到第一百五十六次修改稿,2008年1月15日收到第一百五十七次修改稿,2008年2月15日收到第一百五十八次修改稿,2008年3月15日收到第一百五十九次修改稿,2008年4月15日收到第一百六十次修改稿,2008年5月15日收到第一百六十一次修改稿,2008年6月15日收到第一百六十二次修改稿,2008年7月15日收到第一百六十三次修改稿,2008年8月15日收到第一百六十四次修改稿,2008年9月15日收到第一百六十五次修改稿,2008年10月15日收到第一百六十六次修改稿,2008年11月15日收到第一百六十七次修改稿,2008年12月15日收到第一百六十八次修改稿,2009年1月15日收到第一百六十九次修改稿,2009年2月15日收到第一百七十次修改稿,2009年3月15日收到第一百七十一次修改稿,2009年4月15日收到第一百七十二次修改稿,2009年5月15日收到第一百七十三次修改稿,2009年6月15日收到第一百七十四次修改稿,2009年7月15日收到第一百七十五次修改稿,2009年8月15日收到第一百七十六次修改稿,2009年9月15日收到第一百七十七次修改稿,2009年10月15日收到第一百七十八次修改稿,2009年11月15日收到第一百七十九次修改稿,2009年12月15日收到第一百八十次修改稿,2010年1月15日收到第一百八十一次修改稿,2010年2月15日收到第一百八十二次修改稿,2010年3月15日收到第一百八十三次修改稿,2010年4月15日收到第一百八十四次修改稿,2010年5月15日收到第一百八十五次修改稿,2010年6月15日收到第一百八十六次修改稿,2010年7月15日收到第一百八十七次修改稿,2010年8月15日收到第一百八十八次修改稿,2010年9月15日收到第一百八十九次修改稿,2010年10月15日收到第一百九十次修改稿,2010年11月15日收到第一百九十一次修改稿,2010年12月15日收到第一百九十二次修改稿,2011年1月15日收到第一百九十三次修改稿,2011年2月15日收到第一百九十四次修改稿,2011年3月15日收到第一百九十五次修改稿,2011年4月15日收到第一百九十六次修改稿,2011年5月15日收到第一百九十七次修改稿,2011年6月15日收到第一百九十八次修改稿,2011年7月15日收到第一百九十九次修改稿,2011年8月15日收到第二百次修改稿,2011年9月15日收到第二百零一次修改稿,2011年10月15日收到第二百零二次修改稿,2011年11月15日收到第二百零三次修改稿,2011年12月15日收到第二百零四次修改稿,2012年1月15日收到第二百零五次修改稿,2012年2月15日收到第二百零六次修改稿,2012年3月15日收到第二百零七次修改稿,2012年4月15日收到第二百零八次修改稿,2012年5月15日收到第二百零九次修改稿,2012年6月15日收到第二百一十次修改稿,2012年7月15日收到第二百一十一次修改稿,2012年8月15日收到第二百一十二次修改稿,2012年9月15日收到第二百一十三次修改稿,2012年10月15日收到第二百一十四次修改稿,2012年11月15日收到第二百一十五次修改稿,2012年12月15日收到第二百一十六次修改稿,2013年1月15日收到第二百一十七次修改稿,2013年2月15日收到第二百一十八次修改稿,2013年3月15日收到第二百一十九次修改稿,2013年4月15日收到第二百二十次修改稿,2013年5月15日收到第二百二十一修改稿,2013年6月15日收到第二百二十二次修改稿,2013年7月15日收到第二百二十三次修改稿,2013年8月15日收到第二百二十四次修改稿,2013年9月15日收到第二百二十五次修改稿,2013年10月15日收到第二百二十六次修改稿,2013年11月15日收到第二百二十七次修改稿,2013年12月15日收到第二百二十八次修改稿,2014年1月15日收到第二百二十九次修改稿,2014年2月15日收到第二百三十次修改稿,2014年3月15日收到第二百三十一次修改稿,2014年4月15日收到第二百三十二次修改稿,2014年5月15日收到第二百三十三次修改稿,2014年6月15日收到第二百三十四次修改稿,2014年7月15日收到第二百三十五次修改稿,2014年8月15日收到第二百三十六次修改稿,2014年9月15日收到第二百三十七次修改稿,2014年10月15日收到第二百三十八次修改稿,2014年11月15日收到第二百三十九次修改稿,2014年12月15日收到第二百四十次修改稿,2015年1月15日收到第二百四十一次修改稿,2015年2月15日收到第二百四十二次修改稿,2015年3月15日收到第二百四十三次修改稿,2015年4月15日收到第二百四十四次修改稿,2015年5月15日收到第二百四十五次修改稿,2015年6月15日收到第二百四十六次修改稿,2015年7月15日收到第二百四十七次修改稿,2015年8月15日收到第二百四十八次修改稿,2015年9月15日收到第二百四十九次修改稿,2015年10月15日收到第二百五十次修改稿,2015年11月15日收到第二百五十一次修改稿,2015年12月15日收到第二百五十二次修改稿,2016年1月15日收到第二百五十三次修改稿,2016年2月15日收到第二百五十四次修改稿,2016年3月15日收到第二百五十五次修改稿,2016年4月15日收到第二百五十六次修改稿,2016年5月15日收到第二百五十七次修改稿,2016年6月15日收到第二百五十八次修改稿,2016年7月15日收到第二百五十九次修改稿,2016年8月15日收到第二百六十次修改稿,2016年9月15日收到第二百六十一次修改稿,2016年10月15日收到第二百六十二次修改稿,2016年11月15日收到第二百六十三次修改稿,2016年12月15日收到第二百六十四次修改稿,2017年1月15日收到第二百六十五次修改稿,2017年2月15日收到第二百六十六次修改稿,2017年3月15日收到第二百六十七次修改稿,2017年4月15日收到第二百六十八次修改稿,2017年5月15日收到第二百六十九次修改稿,2017年6月15日收到第二百七十次修改稿,2017年7月15日收到第二百七十一次修改稿,2017年8月15日收到第二百七十二次修改稿,2017年9月15日收到第二百七十三次修改稿,2017年10月15日收到第二百七十四次修改稿,2017年11月15日收到第二百七十五次修改稿,2017年12月15日收到第二百七十六次修改稿,2018年1月15日收到第二百七十七次修改稿,2018年2月15日收到第二百七十八次修改稿,2018年3月15日收到第二百七十九次修改稿,2018年4月15日收到第二百八十次修改稿,2018年5月15日收到第二百八十一次修改稿,2018年6月15日收到第二百八十二次修改稿,2018年7月15日收到第二百八十三次修改稿,2018年8月15日收到第二百八十四次修改稿,2018年9月15日收到第二百八十五次修改稿,2018年10月15日收到第二百八十六次修改稿,2018年11月15日收到第二百八十七次修改稿,2018年12月15日收到第二百八十八次修改稿,2019年1月15日收到第二百八十九次修改稿,2019年2月15日收到第二百九十次修改稿,2019年3月15日收到第二百九十一次修改稿,2019年4月15日收到第二百九十二次修改稿,2019年5月15日收到第二百九十三次修改稿,2019年6月15日收到第二百九十四次修改稿,2019年7月15日收到第二百九十五次修改稿,2019年8月15日收到第二百九十六次修改稿,2019年9月15日收到第二百九十七次修改稿,2019年10月15日收到第二百九十八次修改稿,2019年11月15日收到第二百九十九次修改稿,2019年12月15日收到第三百次修改稿,2020年1月15日收到第三百零一次修改稿,2020年2月15日收到第三百零二次修改稿,2020年3月15日收到第三百零三次修改稿,2020年4月15日收到第三百零四次修改稿,2020年5月15日收到第三百零五次修改稿,2020年6月15日收到第三百零六次修改稿,2020年7月15日收到第三百零七次修改稿,2020年8月15日收到第三百零八次修改稿,2020年9月15日收到第三百零九次修改稿,2020年10月15日收到第三百一十次修改稿,2020年11月15日收到第三百一十一次修改稿,2020年12月15日收到第三百一十二次修改稿,2021年1月15日收到第三百一十三次修改稿,2021年2月15日收到第三百一十四次修改稿,2021年3月15日收到第三百一十五次修改稿,2021年4月15日收到第三百一十六次修改稿,2021年5月15日收到第三百一十七次修改稿,2021年6月15日收到第三百一十八次修改稿,2021年7月15日收到第三百一十九次修改稿,2021年8月15日收到第三百二十次修改稿,2021年9月15日收到第三百二十一修改稿,2021年10月15日收到第三百二十二次修改稿,2021年11月15日收到第三百二十三次修改稿,2021年12月15日收到第三百二十四次修改稿,2022年1月15日收到第三百二十五次修改稿,2022年2月15日收到第三百二十六次修改稿,2022年3月15日收到第三百二十七次修改稿,2022年4月15日收到第三百二十八次修改稿,2022年5月15日收到第三百二十九次修改稿,2022年6月15日收到第三百三十次修改稿,2022年7月15日收到第三百三十一次修改稿,2022年8月15日收到第三百三十二次修改稿,2022年9月15日收到第三百三十三次修改稿,2022年10月15日收到第三百三十四次修改稿,2022年11月15日收到第三百三十五次修改稿,2022年12月15日收到第三百三十六次修改稿,2023年1月15日收到第三百三十七次修改稿,2023年2月15日收到第三百三十八次修改稿,2023年3月15日收到第三百三十九次修改稿,2023年4月15日收到第三百四十次修改稿,2023年5月15日收到第三百四十一次修改稿,2023年6月15日收到第三百四十二次修改稿,2023年7月15日收到第三百四十三次修改稿,2023年8月15日收到第三百四十四次修改稿,2023年9月15日收到第三百四十五次修改稿,2023年10月15日收到第三百四十六次修改稿,2023年11月15日收到第三百四十七次修改稿,2023年12月15日收到第三百四十八次修改稿,2024年1月15日收到第三百四十九次修改稿,2024年2月15日收到第三百五十次修改稿,2024年3月15日收到第三百五十一次修改稿,2024年4月15日收到第三百五十二次修改稿,2024年5月15日收到第三百五十三次修改稿,2024年6月15日收到第三百五十四次修改稿,2024年7月15日收到第三百五十五次修改稿,2024年8月15日收到第三百五十六次修改稿,2024年9月15日收到第三百五十七次修改稿,2024年10月15日收到第三百五十八次修改稿,2024年11月15日收到第三百五十九次修改稿,2024年12月15日收到第三百六十次修改稿,2025年1月15日收到第三百六十一次修改稿,2025年2月15日收到第三百六十二次修改稿,2025年3月15日收到第三百六十三次修改稿,2025年4月15日收到第三百六十四次修改稿,2025年5月15日收到第三百六十五次修改稿,2025年6月15日收到第三百六十六次修改稿,2025年7月15日收到第三百六十七次修改稿,2025年8月15日收到第三百六十八次修改稿,2025年9月15日收到第三百六十九次修改稿,2025年10月15日收到第三百七十次修改稿,2025年11月15日收到第三百七十一次修改稿,2025年12月15日收到第三百七十二次修改稿,2026年1月15日收到第三百七十三次修改稿,2026年2月15日收到第三百七十四次修改稿,2026年3月15日收到第三百七十五次修改稿,2026年4月15日收到第三百七十六次修改稿,2026年5月15日收到第三百七十七次修改稿,2026年6月15日收到第三百七十八次修改稿,2026年7月15日收到第三百七十九次修改稿,2026年8月15日收到第三百八十次修改稿,2026年9月15日收到第三百八十一次修改稿,2026年10月15日收到第三百八十二次修改稿,2026年11月15日收到第三百八十三次修改稿,2026年12月15日收到第三百八十四次修改稿,2027年1月15日收到第三百八十五次修改稿,2027年2月15日收到第三百八十六次修改稿,2027年3月15日收到第三百八十七次修改稿,2027年4月15日收到第三百八十八次修改稿,2027年5月15日收到第三百八十九次修改稿,2027年6月15日收到第三百九十次修改稿,2027年7月15日收到第三百九十一次修改稿,2027年8月15日收到第三百九十二次修改稿,2027年9月15日收到第三百九十三次修改稿,2027年10月15日收到第三百九十四次修改稿,2027年11月15日收到第三百九十五次修改稿,2027年12月15日收到第三百九十六次修改稿,2028年1月15日收到第三百九十七次修改稿,2028年2月15日收到第三百九十八次修改稿,2028年3月15日收到第三百九十九次修改稿,2028年4月15日收到第四百次修改稿,2028年5月15日收到第四百零一次修改稿,2028年6月15日收到第四百零二次修改稿,2028年7月15日收到第四百零三次修改稿,2028年8月15日收到第四百零四次修改稿,2028年9月15日收到第四百零五次修改稿,2028年10月15日收到第四百零六次修改稿,2028年11月15日收到第四百零七次修改稿,2028年12月15日收到第四百零八次修改稿,2029年1月15日收到第四百零九次修改稿,2029年2月15日收到第四百一十次修改稿,2029年3月15日收到第四百一十一次修改稿,2029年4月15日收到第四百一十二次修改稿,2029年5月15日收到第四百一十三次修改稿,2029年6月15日收到第四百一十四次修改稿,2029年7月15日收到第四百一十五次修改稿,2029年8月15日收到第四百一十六次修改稿,2029年9月15日收到第四百一十七次修改稿,2029年10月15日收到第四百一十八次修改稿,2029年11月15日收到第四百一十九次修改稿,2029年12月15日收到第四百二十次修改稿,2030年1月15日收到第四百二十一次修改稿,2030年2月15日收到第四百二十二次修改稿,2030年3月15日收到第四百二十三次修改稿,2030年4月15日收到第四百二十四次修改稿,2030年5月15日收到第四百二十五次修改稿,2030年6月15日收到第四百二十六次修改稿,2030年7月15日收到第四百二十七次修改稿,2030年8月15日收到第四百二十八次修改稿,2030年9月15日收到第四百二十九次修改稿,2030年10月15日收到第四百三十次修改稿,2030年11月15日收到第四百三十一次修改稿,2030年12月15日收到第四百三十二次修改稿,2031年1月15日收到第四百三十三次修改稿,2031年2月15日收到第四百三十四次修改稿,2031年3月15日收到第四百三十五次修改稿,2031年4月15日收到第四百三十六次修改稿,2031年5月15日收到第四百三十七次修改稿,2031年6月15日收到第四百三十八次修改稿,2031年7月15日收到第四百三十九次修改稿,2031年8月15日收到第四百四十次修改稿,2031年9月15日收到第四百四十一次修改稿,2031年10月15日收到第四百四十二次修改稿,2031年11月15日收到第四百四十三次修改稿,2031年12月15日收到第四百四十四次修改稿,2032年1月15日收到第四百四十五次修改稿,2032年2月15日收到第四百四十六次修改稿,2032年3月15日收到第四百四十七次修改稿,2032年4月15日收到第四百四十八次修改稿,2032年5月15日收到第四百四十九次修改稿,2032年6月15日收到第四百五十次修改稿,2032年7月15日收到第四百五十一次修改稿,2032年8月15日收到第四百五十二次修改稿,2032年9月15日收到第四百五十三次修改稿,2032年10月15日收到第四百五十四次修改稿,2032年11月15日收到第四百五十五次修改稿,2032年12月15日收到第四百五十六次修改稿,2033年1月15日收到第四百五十七次修改稿,2033年2月15日收到第四百五十八次修改稿,2033年3月15日收到第四百五十九次修改稿,2033年4月15日收到第四百六十次修改稿,2033年5月15日收到第四百六十一次修改稿,2033年6月15日收到第四百六十二次修改稿,2033年7月15日收到第四百六十三次修改稿,2033年8月15日收到第四百六十四次修改稿,2033年9月15日收到第四百六十五次修改稿,2033年10月15日收到第四百六十六次修改稿,2033年11月15日收到第四百六十七次修改稿,2033年12月15日收到第四百六十八次修改稿,2034年1月15日收到第四百六十九次修改稿,2034年2月15日收到第四百七十次修改稿,2034年3月15日收到第四百七十一次修改稿,2034年4月15日收到第四百七十二次修改稿,2034年5月15日收到第四百七十三次修改稿,2034年6月15日收到第四百七十四次修改稿,2034年7月15日收到第四百七十五次修改稿,2034年8月15日收到第四百七十六次修改稿,2034年9月15日收到第四百七十七次修改稿,2034年10月15日收到第四百七十八次修改稿,2034年11月15日收到第四百七十九次修改稿,2034年12月15日收到第四百八十次修改稿,2035年1月15日收到第四百八十一次修改稿,2035年2月15日收到第四百八十二次修改稿,2035年3月15日收到第四百八十三次修改稿,2035年4月15日收到第四百八十四次修改稿,2035年5月15日收到第四百八十五次修改稿,2035年6月15日收到第四百八十六次修改稿,2035年7月15日收到第四百八十七次修改稿,2035年8月15日收到第四百八十八次修改稿,2035年9月15日收到第四百八十九次修改稿,2035年10月15日收到第四百九十次修改稿,2035年11月15日收到第四百九十一次修改稿,2035年12月15日收到第四百九十二次修改稿,2036年1月15日收到第四百九十三次修改稿,2036年2月15日收到第四百九十四次修改稿,2036年3月15日收到第四百九十五次修改稿,2036年4月15日收到第四百九十六次修改稿,2036年5月15日收到第四百九十七次修改稿,2036年6月15日收到第四百九十八次修改稿,2036年7月15日收到第四百九十九次修改稿,2036年8月15日收到第五百次修改稿,2036年9月15日收到第五百零一次修改稿,2036年10月15日收到第五百零二次修改稿,2036年11月15日收到第五百零三次修改稿,2036年12月15日收到第五百零四次修改稿,2037年1月15日收到第五百零五次修改稿,2037年2月15日收到第五百零六次修改稿,2037年3月15日收到第五百零七次修改稿,2037年4月15日收到第五百零八次修改稿,2037年5月15日收到第五百零九次修改稿,2037年6月15日收到第五百一十次修改稿,2037年7月15日收到第五百一十一次修改稿,2037年8月15日收到第五百一十二次修改稿,2037年9月15日收到第五百一十三次修改稿,2037年10月15日收到第五百一十四次修改稿,2037年11月15日收到第五百一十五次修改稿,2037年12月15日收到第五百一十六次修改稿,2038年1月15日收到第五百一十七次修改稿,2038年2月15日收到第五百一十八次修改稿,2038年3月15日收到第五百一十九次修改稿,2038年4月15日收到第五百二十次修改稿,2038年5月15日收到第五百二十一次修改稿,2038年6月15日收到第五百二十二次修改稿,2038年7月15日收到第五百二十三次修改稿,2038年8月15日收到第五百二十四次修改稿,2038年9月15日收到第五百二十五次修改稿,2038年10月15日收到第五百二十六次修改稿,2038年11月15日收到第五百二十七次修改稿,2038年12月15日收到第五百二十八次修改稿,2039年1月15日收到第五百二十九次修改稿,2039年2月15日收到第五百三十次修改稿,2039年3月15日收到第五百三十一次修改稿,2039年4月15日收到第五百三十二次修改稿,2039年5月15日收到第五百三十三次修改稿,2039年6月15日收到第五百三十四次修改稿,2039年7月15日收到第五百三十五次修改稿,2039年8月15日收到第五百三十六次修改稿,2039年9月15日收到第五百三十七次修改稿,2039年10月15日收到第五百三十八次修改稿,2039年11月15日收到第五百三十九次修改稿,2039年12月15日收到第五百四十次修改稿,2040年1月15日收到第五百四十一次修改稿,2040年2月15日收到第五百四十二次修改稿,2040年3月15日收到第五百四十三次修改稿,2040年4月15日收到第五百四十四次修改稿,2040年5月15日收到第五百四十五次修改稿,2040年6月15日收到第五百四十六次修改稿,2040年7月15日收到第五百四十七次修改稿,2040年8月15日收到第五百四十八次修改稿,2040年9月15日收到第五百四十九次修改稿,2040年10月15日收到第五百五十次修改稿,2040年11月15日收到第五百五十一次修改稿,2040年12月15日收到第五百五十二次修改稿,2041年1月15日收到第五百五十三次修改稿,2041年2月15日收到第五百五十四次修改稿,2041年3月15日收到第五百五十五次修改稿,2041年4月15日收到第五百五十六次修改稿,2041年5月15日收到第五百五十七次修改稿,2041年6月15日收到第五百五十八次修改稿,2041年7月15日收到第五百五十九次修改稿,2041年8月15日收到第五百六十次修改稿,2041年9月15日收到第五百六十一次修改稿,2041年10月15日收到第五百六十二次修改稿,2041年11月15日收到第五百六十三次修改稿,2041年12月15日收到第五百六十四次修改稿,2042年1月15日收到第五百六十五次修改稿,2042年2月15日收到第五百六十六次修改稿,2042年3月15日收到第五百六十七次修改稿,2042年4月15日收到第五百六十八次修改稿,2042年5月15日收到第五百六十九次修改稿,2042年6月15日收到第五百七十次修改稿,2042年7月15日收到第五百七十一次修改稿,2042年8月15日收到第五百七十二次修改稿,2042年9月15日收到第五百七十三次修改稿,2042年10月15日收到第五百七十四次修改稿,2042年11月15日收到第五百七十五次修改稿,2042年12月15日收到第五百七十六次修改稿,2043年1月15日收到第五百七十七次修改稿,2043年2月15日收到第五百七十八次修改稿,2043年3月15日收到第五百七十九次修改稿,2043年4月15日收到第五百八十次修改稿,2043年5月15日收到第五百八十一次修改稿,2043年6月15日收到第五百八十二次修改稿,2043年7月15日收到第五百八十三次修改稿,2043年8月15日收到第五百八十四次修改稿,2043年9月15日收到第五百八十五次修改稿,2043年10月15日收到第五百八十六次修改稿,2043年11月15日收到第五百八十七次修改稿,2043年12月15日收到第五百八十八次修改稿,2044年1月15日收到第五百八十九次修改稿,2044年2月15日收到第五百九十次修改稿,2044年3月15日收到第五百九十一次修改稿,2044年4月15日收到第五百九十二次修改稿,2044年5月15日收到第五百九十三次修改稿,2044年6月15日收到第五百九十四次修改稿,2044年7月15日收到第五百九十五次修改稿,2044年8月15日收到第五百九十六次修改稿,2044年9月15日收到第五百九十七次修改稿,2044年10月15日收到第五百九十八次修改稿,2044年11月15日收到第五百九十九次修改稿,2044年12月15日收到第六百次修改稿,2045年1月15日收到第六百零一次修改稿,2045年2月15日收到第六百零二次修改稿,2045年3月15日收到第六百零三次修改稿,2045年4月15日收到第六百零四次修改稿,2045年5月15日收到第六百零五次修改稿,2045年6月15日收到第六百零六次修改稿,2045年7月15日收到第六百零七次修改稿,2045年8月15日收到第六百零八次修改稿,2045年9月15日收到第六百零九次修改稿,2045年10月15日收到第六百一十次修改稿,2045年11月15日收到第六百一十一次修改稿,2045年12月15日收到第六百一十二次修改稿,2046年1月15日收到第六百一十三次修改稿,2046年2月15日收到第六百一十四次修改稿,2046年3月15日收到第六百一十五次修改稿,2046年4月15日收到第六百一十六次修改稿,2046年5月15日收到第六百一十七次修改稿,2046年6月15日收到第六百一十八次修改稿,2046年7月15日收到第六百一十九次修改稿,2046年8月15日收到第六百二十次修改稿,2046年9月15日收到第六百二十一修改稿,2046年10月15日收到第六百二十二次修改稿,2046年11月15日收到第六百二十三次修改稿,2046年12月15日收到第六百二十四次修改稿,2047年1月15日收到第六百二十五次修改稿,2047年2月15日收到第六百二十六次修改稿,2047年3月15日收到第六百二十七次修改稿,2047年4月15日收到第六百二十八次修改稿,2047年5月15日收到第六百二十九次修改稿,2047年6月15日收到第六百三十次修改稿,2047年7月15日收到第六百三十一次修改稿,2047年8月15日收到第六百三十二次修改稿,2047年9月15日收到第六百三十三次修改稿,2047年10月15日收到第六百三十四次修改稿,2047年11月15日收到第六百三十五次修改稿,2047年12月15日收到第六百三十六次修改稿,2048年1月15日收到第六百三十七次修改稿,

城市水源选址的风险评价

周 强 陆雍森

(同济大学环境工程学院, 上海 200092)

摘 要 环境风险是城市取水口搬迁与重辟的重要决策因素。本文分析了城市水源选址中的风险因子, 讨论了风险分析及评价的原理, 提出了对比风险分析方法及其在水源选址中的应用方法学并以一个城市新水源的选择案例说明了该方法的应用。

关键词 城市水源 风险评价 对比风险分析

1 引言

备选水源方案的决策前, 必须完成的主要工作有: 工程投资估算、工期预计, 工程经济和社会效益评估和环境风险评价。水源环境风险评价的重点是指计算水源遭受自然或人为环境污染的可能性和评价受污染后水源能继续保障安全足量供水的能力。水源的环境风险评价直接影响到水源地的寿命, 因此是水源决策工作中重要组成部分。

水源的环境风险涉及大量的环境和社会的随机因素, 这些因素可分为同水量有关和同水质有关两大类。同水量有关的因素有: 水文周期变化和气候异常引起缺水; 社会经济发展超过预测水平引起用水量剧增导致缺水; 地震和其它自然灾害引起水源水量减少。同水质有关的因素有: 上游地区排污对下游水源污染, 在河网和潮汐地区下游的排污对上游水源也有污染, 工农业事故污染; 水体中船舶航运的事故和常规污染; 这些污染受社会和自然条件影响有极大的随机性。

因为涉及上述众多的不确定随机因素, 水源的环境风险评价用传统的确定性推理方法难以完成, 而各种随机推理方法应运而生, 风险评价就是这一类方法的总称。

2 风险评价及对比风险评价方法

2.1 风险评价

风险是指由自发的自然原因或人类活动引起的一类不良事件的发生概率。风险评价是一种建立在统计意义上的随机推理方法。这一类方法不同于传统的决策方法是它不回避决策过程中的随机因素, 认为这些因素虽然在个体上表现出随机和偶然性而在统计意义上却表现一定的规律性。风险评价的原理就是找出与决策目标有关的各种风险因子, 分析它们之间以及它们与决策目标之间的关系, 然后应用数理统计方法确定出它们与决策事件的数量关系。依据这些数量关系, 按照一定的决策和推理原则来获得一个比较符合实际的决策方案。概括说, 风险评价包括三个阶段: 风险识别与分析、风险预计和风险评估。

2.1.1 风险识别与分析

这一阶段主要辨识某项开发行动主要的不确定因素产生的风险, 并分析这些风险之间的关系以及各种风险与开发行动的直接或间接联系。目的是理顺各种风险因子的逻辑关系, 为进一步评估风险奠定基础。目前常用的方法有分析主观方法如专家讨论法 (Brain Storming)、德尔菲法 (Delphi) 和场景分析法 (Scenarios Analysis) 等等。也可以通过客观地

收集大量实际资料,分析出事件的风险度。

2.1.2 风险估计

这一阶段主要是定量某项风险发生概率及后果的严重性。这是风险评价中工作量较大且比较复杂的阶段。常用的估计方法有三类:主观估计、客观估计和行为估计。因在实际工程中往往可以依赖的数据资料和专家的经验较少,无法单独进行客观估计或主观估计。一般先使用主观估计进行粗略定量,然后用少量的数据资料进行校核和修正。

2.1.3 风险评估

这一阶段主要根据风险分析结果确定风险推理原则和模型,并利用风险估计结果对风险的影响进一步进行探讨,给出风险因子同决策目标的定量和半定量关系。这一部分工作难度在于给出适当随机推理原则和依据这些原则建立的模型。目前常用的推理模型有:决策树模型、贝叶斯模型、对比风险模型等。

2.2 对比风险评价方法

对比风险评价方法是将相同后果事件的不同发生概率作对比或相同发生概率的事件的不同后果进行对比的方法。与其它方法相比,它的优点是:一无须精确定量每一风险事件的发生概率或后果严重性;二回避了对随机事件发生机制的精确了解的困难;三给出的成果易于在方案决策中使用。

由于这些优点,对比风险评价方法在实践中得到较为广泛的应用,特别是在大型工程项目的决策中更显得简单实用而成果明显。搬迁水源或开辟水源是一项耗资巨大,社会影响大的工程,涉及的不确定因素量多且关系复杂,使用对比风险分析方法进行环境风险评价可以节约人力、物力和财力。而且,分析结果的物理概念较明确,易于理解。

将对比风险分析方法应用在水源地风险分析工作中可以分以下三个阶段:

a. 新建或应用已有河流水质模型对河道内污染情况进行模拟,从而可了解各种水文和排污(正常和事故)情况下水体中环境影响因

子时空分布情况,为最终计算水源风险提供污染物浓度数据;

b. 建立、使用河流水力模型对河道内污染的运动进行模拟(确定的或随机的),从而可了解不同水域污染物(包括事故污染)到达水源的概率、时间和到达时的污染物浓度,确定污染水域水源的响应关系。

c. 确定各种事故的发生概率和严重性并结合 a、b 两阶段成果进行水体的相对风险计算。

3 应用实例

黄浦江是一条中等强度的潮汐河流。由于逐年污染加重,位于中下游的水厂如杨浦、南市等水厂取水口上下的水域被严重污染。为改善原水水质,上海市于 1987 年将总取水口上移到临江,在临江建设取水口和翻水泵站,通过管道将水输送到中下游各水厂。但是临江水质仍不符合生活饮用水源水质。市政府组织专家论证后,决定将取水口再上移至上游的松浦大桥附近,期望通过水源上移改善原水水质。引水位置于图 1。



图 1 黄浦江松浦大桥和临江取水口位置

在此项目中世界银行上海环境项目的 DRA 专家使用了对比风险法来确定项目的环

境风险,取得了较为满意的结果。对比风险评价的工作程序和方法讨论如下(见图 2)。

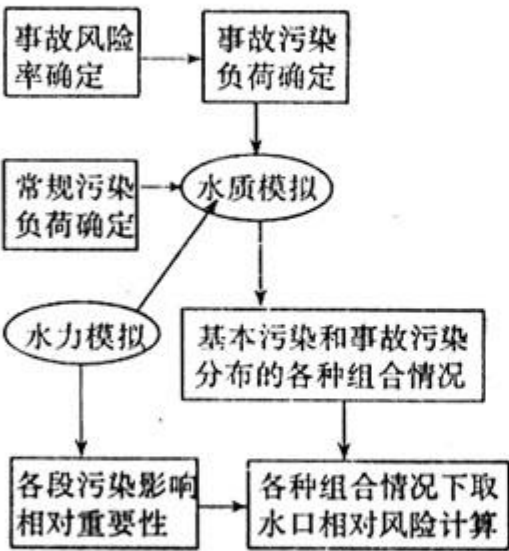


图 2 取水口对比风险评价工作程序

3.1 水质模拟和分力模拟

为了按黄浦江水质在时间和空间上的分布特点确定出临江取水口和大桥取水口的水质不同,采取了一维动态潮汐水质模型对黄浦江水质进行了模拟。水质指标选用了 BOD₅、NH₃-N 和 DO。考虑到引起环境风险的许多污染物难降解性和历史监测资料的可获得性,决定选取 NH₃-N 作为代表性的基本污染物。

为了确定出从各个江段出发的污染物抵

达两个取水口所需时间和概率,采用了一个黄浦江水力模型来分析质点运动轨迹和污染物漂流到取水口的概率和漂移时间。模拟结果见表 1。

3.2 污染物常规排放对两取水口的相对风险

3.2.1 污染影响的相对严重性

黄浦江沿岸排入的污染物对取水口的影响严重性是同污染物到达取水口的概率、污染物到达取水口时的浓度以及污染物达到取水口的时间快慢有关。为方便计算和比较,可用一个无量纲指数来衡量的严重性表达为:

$$w_i = p_i \cdot I_c \cdot I_t$$

其中:

W_i ——第 i 江段影响指数;

P_i ——污染物到达取水口的概率;

I_t ——污染物到达取水口的相对快慢指数;

I_c ——污染物到达取水口的相对浓度大小指数。

I_t 为时间指数,可以设污染物在 48 小时内到达取水口时,令 $I_t = 1$,以后每增 24 小时 I_t 就减小 0.1。 I_c 为浓度指数,显然污染物漂流时间越长,其稀释程度就越大,故令 I_c 与 I_t 变化趋势一样。

表 1 污染物漂移到各取水口的平均概率 (P) 和时间 (T)

编号	排入污染物的江段	到达取水口的概率 P_i (%)		漂移到取水口的平均时间 T (hr)	
		临江	大桥	临江	大桥
1	吴淞-闸北	0	0	-	-
2	闸北-杨浦	4	0	221	-
3	杨浦-南市	21	0	79	-
4	南市-长桥	56	0	19	-
5	长桥-吴泾	92	1	14	379
6	吴泾-闸港	100	6	44	283
7	闸港-闵行	100	20	99	119
8	闵行-大桥	100	63	168	29
9	大桥-米市渡	100	100	218	12

表 2 各取水口遭受污染的严重性

临江取水口									
污染物排放河段号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
污染到达取水口的概率	0	0.04	0.21	0.56	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00
漂移时间指数 I_t	0	0.20	0.80	1.00	1.00	1.00	0.70	0.50	0.20
稀释指数 I_c	0	0.20	0.80	1.00	1.00	1.00	0.70	0.50	0.20
严重性指数 $W_{i(临)}$	0	0.002	0.134	0.920	0.920	1.00	0.490	0.250	0.04
大桥取水口									
污染物排放河段号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
污染达到取水口的概率	0	0	0	0	0.01	0.06	0.20	0.63	1.00
漂移时间指数 I_t	0	0	0	0	0.00	0.10	0.70	1.00	1.00
浓度稀释指数 I_c	0	0	0	0	0.10	0.10	0.70	1.00	1.00
严重性指数 $W_{i(大)}$	0	0	0	0	0.000	0.001	0.088	0.63	1.00

表 3 各江段基本污染指数 Pol_i 和取水口风险计算结果

河段编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R_k
NH_3-N 浓度 (C_i)	4.4	5.3	5.4	4.0	2.6	1.8	1.2	0.8	0.5	
基本污染指数 Pol_i	0.75	0.81	1.0	0.74	0.65	0.40	0.37	0.18	0.11	
临江取水的风险 $R_{临江}(i)$	0.00	0.00	0.13	0.55	0.68	0.42	0.13	0.02	0.00	1.93
大桥取水的风险 $R_{大桥}(i)$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.11	0.11	0.25

3.2.2 相对风险还与各江段的污染物浓度有关,故风险计算公式可表达为

$$R_k = \sum_{i=1}^n R_i = \sum_{i=1}^n W_i \cdot Pol_i$$

其中:

- W_i ——为严重性指数;
- Pol_i ——为基本污染物指数。

本例中选定 NH_3-N 为基本污染物,其浓度 C_i 的沿江分布可由水质模拟求得。其 C_i 与最大浓度值 C_{max} 相除得无量纲化污染指数 Pol_i 。临江和大桥两取水口的相对风险比值 γ_0 为 0.13。结果表明:以 NH_3-N 作为黄浦江的代表性污染物,且不考虑事故污染物泄漏,大桥取水口被污染的风险是临江取水口被污染的风险的 13%。

3.3 事故相对风险计算

在比较了常规条件下两个源地的相对风险后,还必须考虑与各种事故条件组合的情况。这可以通过考虑各种污染事故的发生概率及污染物发生量,以确定出各种污染组合情况下各江段的污染物增加量。同常规相对风险计算方法一样可以计算出常规和事故污染组合情况的相对风险。表 4 列出了各种污染事故下的无量纲化污染指数 Pol_i 。

基本污染与事故污染组合风险可按下两式计算:
 $R_{L(大桥)} = \sum_{i=1}^9 W_{i(临)} \cdot (Pol_i + Pol_j)$
 $R_{L(临江)} = \sum_{i=1}^9 W_{i(大)} \cdot (Pol_i + Pol_j)$,最后得两个取水口在不同组合下的比较风险,见表 5。计算结果表明:在各种情况下大桥水源的环境风险都远远低于临江水源,将水源地移至大桥可以大大降低污染引起的环境风险,对提高供

水质质量以及供水的安全性都十分有利。

表 4 各种污染事故下各江段污染物增加量及取水口相对风险

j	事故河段号(i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	基本污染									
1	城市污水处理厂事故	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
2	工业污水处理站事故	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
3	工厂事故	0.15	0.15	0.20	0.25	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05
4	货船事故	0.20	0.20	0.10	0.10	0.08	0.08	0.06	0.06	0.05
5	码头事故	0.25	0.25	0.25	0.25	0.20	0.20	0.15	0.15	0.10
6	交通运输事故	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
7	所有事故之和	0.69	0.69	0.63	0.67	0.59	0.54	0.40	0.35	0.24

表 5 两个取水口的比较风险结果

j	0	1	2	3	4	5	6	7
$R_{L(临江)}$	1.88	1.98	1.93	2.57	2.14	2.54	1.91	3.67
$R_{L(大桥)}$	0.25	0.28	0.27	0.38	0.34	0.46	0.27	0.75
比较风险 $\gamma_i = \frac{R_{L(大桥)}}{R_{L(临江)}}$	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16	0.18	0.14	0.20

4 结 论

水源选址的环境风险分析是一项很有意义但难度较大的工作,对比风险分析方法结合了水源选址的特殊情况,巧妙地将绝对风险分析和计算中的难点简化为易计算的模式,特别适宜于实际操作,本方法在数据处理上还有不完善处,今后应该通过在其他大型水源的选址项目中应用,使之在方法学上日臻完善。

5 参考文献

[1] Lu Yongsecn, Risk Assessment for the Alternatives of Urban Water Source Relocation, Presented at IAIA' 93. Dvelopment and the Environment Shanghai;1993, June 14 - 16

[2] 郭功全, 华奎元编. 中国城市基础设施的建设与发展. 中国建筑工业出版社, 1990;9

[3] 郭虹. 城市水源选址的风险评价. 同济大学硕士论文, 1994

Risk Assessment for Choosing City Tap Water Source

Zhou Qiang Lu Yongsen

Abstract Environment risk assessment is a key factor for choosing tap water source. The risk factor and philosophy in choosing city tap water are discussed in this paper. Comparing Risk Analysis(CRA) method and its application are also presented. Finally, an example of CRA is showed in this paper.

Keyword city tap watersource risk assessment comparing risk analysis

自然控制论在生态示范区中的应用初探

王树功

(中山大学环科所, 广州 510275)

倪培桐

(中山大学城规系, 广州 510275)

摘 要 生态示范区建设作为实现区域性经济、社会和生态协调发展的重要途径, 目前已在我国 69 个县市开展试点工作。本文从自然控制论角度, 探讨生态示范区建设中人与自然和谐的措施, 提出了自然控制的数学模型。重点讨论了自然控制论在生态示范区水资源开发和水环境污染控制方面的应用。

关键词 自然控制论 生态示范区 数学模型 水资源 水环境 人工调控

环境污染和生态危机为经济进一步发展带来了潜在的障碍。传统的发展模式已使我国承担了环境急剧恶化、资源日益短缺、人民的实际福利水平下降等严重后果。在这样的背景下, 我国历史性地选择了可持续发展的模式。对可持续发展的概念, 不同学科、领域的学者指出了不同的定义。我们认为, 可持续发展是在持续性、公平性和共同性的原则指导下把人类社会的发展目标建立在生态持续性基础上的一种整合模式, 是社会—经济—自然复合生态系统持续、稳定、健康、协调的发展。对于其实现途径和手段, 目前仍在探索中。其中我国正在实施的生态示范区试点建设就是实现区域可持续发展的重要途径。本文将从自然控制论的角度, 对生态示范区建设中水资源开发和水环境污染控制以及人与自然和谐的措施作初步探索。

1 自然控制论的基本思想

自然控制论是一门正在兴起的兼基础性与应用性的学科, 它研究自然环境的自控行为和人工调控行为的理论方法和技术, 以便解决

人类面临的环境与发展问题, 达到人类与自然环境的和谐, 最终实现持续发展的目标。自然控制论思想是在解决实际问题特别是一些环境工程问题时形成和发展起来的。概括地说, 自然控制论是指: 人类在认识利用和影响环境的同时, 必须合理地或最优化地规划人类自身活动以达到对自然环境的负影响面最小而正影响面最大, 即达到最优化控制, 使自然环境和人类社会沿合理或协调的方向发展。这种思想即自然控制论的基本思想。

2 自然控制论在生态示范区建设中的作用

生态示范区是以经济学原理为指导, 以协调经济、社会、环境建设为主要对象, 在一定行政区内生态良好循环的基础上, 以实现经济、社会全面健康的持续发展为目标的一个相对独立的又对外开放的社会、经济、自然的复合生态系统。它是实施持续发展战略的基本的经济社会形式, 是持续发展思想的集中体现在生态示范区建设中对生态环境资源的合理开发利用是关键。这是因为生态环境资源是经

济可持续发展的物质基础,它的合理开发利用是可持续发展的核心之一。从某一角度讲,人类利用资源的方式从根本上决定了社会经济发展的具体道路。生态示范区建设就是处理好生态资源利用与经济发展的关系。生态示范区建设主要包括生态资源与生态环境的现状与评价、生态工程建设等,而自然控制论就是最优化地规划人类的自身活动,既使经济持续发展且经济效益最大,又使环境的负影响最小,达到环境效益最大,所以自然控制论思想是生态示范区建设的一个重要原则,具有承上启下的桥梁作用。

3 自然控制论在水资源合理利用中的数学模型

设:

$$X(P, T) = [x_1, x_2, x_3 \cdots x_m] \quad (1)$$

$$Y(P, T) = [y_1, y_2, y_3 \cdots y_n] \quad (2)$$

X 表示生态示范区中欲利用与研究的水资源及与之有作用的其它因子(如大气、土壤植被等)组成的 m 维向量; Y 表示与人类活动有关的各因子组成的 n 维向量; X, Y 均随空间位置 P 和时间 T 而变化。

变量 $Y(P, T)$ 直接或间接作用在变量 $X(P, T)$ 上,改变或扰动 $X(P, T)$ 的自然演变过程,所以 X 的演变由其自身(自然演变)及人文因子变量 Y 共同决定。这种演变过程由微分方程制约:

$$\frac{\partial X}{\partial T} = L(X, Y, T) \quad (3)$$

初始条件:

$$X|_{t=0} = X_0 \quad (4)$$

边界条件:

$$F(X, Y, T)|_Q = G \quad (5)$$

其中 t_0 为该自然环境过程的起始时刻, Q 为所研究自然环境空间的边界, X_0 和 G 为已知函数, L 为代表水资源与水环境自然演变的函数。

由于人类活动受自身能量(如资金、技术)

的限制,因此 Y 有界。设 Y 的范数可表示为:

$$\|Y\| < C \quad (6)$$

其中 C 为限制常数。

或者人类改变后的水资源与水环境与人类生活最适宜的自然条件 X_p 相差最小。

$$\|X - X_p\| < D \quad (7)$$

其中 D 为限制常数。

自然控制论是要满足(6)或(7)式条件下寻找一种合理的人类活动 Y ,使得社会—经济—生态效益最优,这个效应是由改变后的水资源与水环境 X 与人文变量 Y 所决定。即使其中某种范函,记为 $G(X, Y)$,我们要求

$$G(X, Y) = \text{最优} \quad (8)$$

4 生态示范区中水资源与水环境自控和人工调控的特点

4.1 自控的特点和措施

自控即水体的自净能力,其特点是稀释和扩散。通过对水的环境容量的研究来利用其自净能力。在生态示范区污水一级处理后水底分散排放,使污水得到水体主流的稀释和扩散,在沿海地区要开发污水海洋处置系统。充分利用水体的自净,还应依赖于合理的人工调控。

4.2 人工调控的特点

从目前人类能够调控的水资源与水环境问题来看,有以下特点:作为受人类调控的水资源与水环境系统是复杂的开放的自然界系统,其发育及演变受大气、土壤、植被等地理因子的制约;水资源与水环境系统的演变行为存在长期的变化,如海平面变化,但从短期来看,其变化的周期性较明显,基本上是确定的,这就使水资源与水环境系统演变的预报具有可行性。这些水资源与水环境多由复杂的非线性偏微分方程所描述,由于人们对其复杂性尚存在未认识的东西,如内部参数初边界条件,或其它随机因子,因此增加了方程求解和人工调控的难度。

水资源与水环境系统中受调控的部分是系统中微小的部分,而且是敏感的部分,调控的结果是改变了系统原有行为或自然演变过程。针对这一特点,我们要求经过人工调控的系统受调控的部分是最敏感的以便因势利导,同时希望调控方案本身是稳定的,即调控方案的微小失误不会导致与原设计效果有很大偏离,甚至毁灭性的结果。

从目前调控方案来看在生态示范区中应这样做:首先对水资源与水环境系统进行可能的观测和监测以获取足够信息,即在现场资料基础上,作定性方面的判断;其次从理论上分析水资源与水环境系统处于哪种自然状态及受调控状态中,分析出相应数理方案以便求解系统行为、结构和演变过程,明确其控制行为,并寻找可能的调控方案;求解问题的最优化控制问题,以便确定控制方法和调控方案。最优控制问题和相应问题的求解方法是非常重要的,计算方法在目前多是理论上凭工作经验来试验完成,有待进一步完善。在方案确定的基础上进一步进行模型试验来检验方案的可行性及对系统调控行为进行预测。

4.3 应用初探

自然控制论在生态示范区建设中的应用集中表现在水资源与水环境工程主要有3类:水源保护工程、水资源开发利用工程和水污染治理工程。水源保护工程主要是建立水源尤其是饮用水源保护区,这就要运用自然控制论思想去考察。水资源开发工程分为水源地建设,水资源综合利用工程和引供水设施(包括调水工程,自来水厂和地下供水管网)的建设,为实现区域可持续发展的目标很有必要运用自然控制论思想来进行优化方案,比如要解决生态示范区内存在的水资源在空间和时间上的不均匀性,就要在系统内进行调配,调配时要运用这一思想优选方案,从而防止若干负效应(如传染性疾病及水资源调入区与调出区的

矛盾等),使社会、经济和生态效益达到最优。水污染治理工程主要是污水处理设施的建设,在这一工程中对自然控制论应用的要求更高,这是由于自然界的各种水体通过给水系统补给生产生活用水之后,往往是以污水的形式排回天然水体中,如果排放量大于水体的自净能力,水体污染逐渐加重,资源的利用价值不断降低并可能成为灾害,而若运用自然控制论思想对污水排放合理规划,充分利用其自净能力,不但不会降低资源的利用价值,而且能够使水资源利用的社会效益 $G(X, Y)$ 最优。

5 结论

通过上面对自然控制论在生态示范区中,特别是在水资源合理开发利用中应用的初步探讨,不但会丰富水资源与水环境科学的理论,而且对减少工程建设的盲目性有重要作用。生态示范区建设是新的尝试,只要贯穿自然控制论思想并在实践中不断发展,经过努力,就能实现区域持续发展即人与自然的和谐。

6 参考文献

- [1] 中国二十一世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书. 北京:环境科学出版社, 1994
- [2] 叶锦昭. 环境水文学. 广东高教出版社, 1993
- [3] 曾庆存. 自然控制论研究. 中国科学院院刊, 1996
- [4] 陈俊合等. 工程水资源计算, 广东高教出版社, 1996
- [5] 姚汝祥等. 水资源系统分析及应用. 清华大学出版社, 1987
- [6] 我国水资源合理开发利用的思考. 中国科学院院刊, 1996
- [7] 傅兴等. 生态建设示范区——区域性经济、社会、生态, 持续稳定与协调发展的重要途径. 中国环境管理, 1996

Preliminary Discussion on the Application of Nature Control Theory in the Construction of Ecological Demonstration Region

Wang Shugong Ni Peitong

Abstract Construction of ecological demonstration region, as the important ways to realise the sustainable, steady, coordinational development of regional economy, society and ecology, has been made experiment in our country at present. From the angle of nature control theory, this paper discussed the countenmeasure between mankind and nature in the construction of ecological demonstration region. Based on the brief introduction, the paper focused its application on the exploitation of water resource and control of water environment pollution, and put forward to its maths model.

Keyword nature control theory ecological demonstration region sustainable development coun ermeasure maths model

废塑料简易再利用

比利时环境技术公司开发的废塑料简易的加工 碎后再进行成型加工。成型产品的强度好, 溶接和着色等性能也可以。能作长凳、装饰材料等用途广泛。(洪蔚)

UNECE 加强对 POP 控制

联合国欧洲经济委员会(UNECE)发展难分解有机污染物质(POP)控制条约讨论结果。参加国家同意首先杀虫剂的艾民剂、氯丹、DDT、工业用化学物质 的 PCB 等 15 种难分解有机污染物质作为控制对象。今后继续增加控制对象。防止难分解有机污染物质对环境的影响。(洪蔚)

二噁英专用活性炭问世

荷兰诺里特公司活性炭制造厂开发成功去除二噁英的专用活性炭。该活性炭的表面空穴比其他的活性炭大, 不但吸附二噁英的能力高, 而且有能降低二噁英生成的催化能, 可使垃圾焚烧后的二噁英浓度削减至原来的 1/10 以下。适用于垃圾焚烧炉的后处理系统。(洪蔚)

气相色谱法测定塑料工业废气中的酞酸酯

黄卓尔 冯意初 林明德

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

摘 要 本文介绍一种简单而可靠的塑料工业废气中酞酸酯的气相色谱分析法。废气中酞酸酯用异丙醇或正丁醇溶剂采集, 然后由气相色谱测定。

关键词 酞酸酯 塑料工业废气 气相色谱

塑料工业使用大量增塑剂酞酸酯, 塑料加工工艺包含发泡或成膜等高温工序, 其中会有大量酞酸酯挥发并随工艺废气排放。应用静电装置可以回收工艺废气中的大部分酞酸酯, 但酞酸酯的最终排放量还是相当大。因此, 塑料工业废气排放容易造成环境酞酸酯污染。酞酸酯如邻苯二甲酸二辛酯, 邻苯二甲酸二丁酯和邻苯二甲酸二甲酯等是有毒有害物质。在许多国家如美国已公布的, 以及我国环保部门拟定的水中优先控制污染物名单中均包括酞酸酯项目^[1]。因此, 建立塑料工业废气中酞酸酯的监测方法在环境监测工作中具有现实意义。本文介绍一种简单快速而且可靠的塑料工业废气中酞酸酯的气相色谱分析法。

1 实验部分

1.1 主要仪器与试剂

HP-5890 型气相色谱仪(配 HP-5972 质谱检测器)。HP-5MS 石英毛细色谱柱(30m×0.25mm×0.25 μ m, 5% 苯甲基硅酮)。大气采样器(0~2L/min)和筛板玻璃采样管(20mL)。

分析纯邻苯二甲酸二辛酯(DOP), 邻苯二甲酸二(2-乙基己)酯(DEHP)和邻苯二甲酸

二丁酯(DBP)。分析纯异丙醇和正丁醇(使用前精馏纯化)。氮气。

1.2 样品采集与处理

用大气采样器和玻璃采样管(10mL 异丙醇, 冰水冷却)采集(1.0L/min)10L 塑料工业废气样品。将样品溶液转移到玻璃容器中, 加入少量无水硫酸钠脱去水分, 定容 10mL 待测。

1.3 样品分析

仪器工作条件列于表 1。峰面积法计算信号响应值。

表 1 仪器工作条件

气相色谱仪	质谱检测器
汽化室: 恒温, 290℃	溶剂延迟: 5min
载气: 恒流	1.0mL/min 氮气, 测量方式: SIM, M/Z149
升温程序: (1) 150℃, 保持 2min; (2) 40℃/min 升温至 280℃, 保持 3min。	接口温度: 300℃

配制混合酞酸酯(DOP、DEHP 和 DBP)标准溶液系列(0~50mg/L, 异丙醇)。外标法定量。无分流进样, 进样量为 1.0 μ L。

2 结果与讨论

2.1 采样方法选择

大体积气体样品采集方法,简单而常用的一般有固体吸附法和液体吸收法两种。固体吸附采气法有携带方便和容易保存等优点。试验了装填有 XAD₂ 或活性炭吸附剂(内径 8mm,长 4cm)的捕集柱用于采集塑料工业废气中酞酸酯的效果。两种吸附剂均能良好地吸附废气中的酞酸酯,但用甲醇洗脱时拖尾现象严重,洗脱时间长,溶剂用量大(50mL 以上),特别是吸附于活性炭中的酞酸酯难以定量洗脱。因此,我们改用有机溶剂吸收法采集废气中酞酸酯。

醇类是酞酸酯的良好溶剂,而且挥发性比酯类和烃类溶剂相对差些,可用于吸收气体样品中酞酸酯。试验了异丙醇和正丁醇作为吸收溶剂采集塑料工业废气中酞酸酯的回收效果。10mL 异丙醇或正丁醇(常温)用于采集 30L 气体样品(采样流量为 1.0/Lmin),DOP、DEHP 和 DBP 三种酞酸酯加标(各为 200~800 μ g)回收率在 85~95% 范围;若采集 10L 气体样品(采样流量为 0.5、1.0 或 2.0/Lmin),则三种酞酸酯的加标(各为 200~800 μ g)回收率均在 90% 以上。因此,10mL 异丙醇或正丁醇溶剂可用于采集 10~30L 气体样品的酞酸酯(必要时可串联采样)。塑料工业废气中酞酸酯的浓度一般较高,采集 10L 废气的样品量已足够分析,采样时间也能满足采样精度的要求。

2.2 仪器工作条件

酞酸酯类是高沸点(超过 250 $^{\circ}$ C)有机物,使用较高的进样口汽化温度(如 300 $^{\circ}$ C 以上)对分析有利,但我们只有硅橡胶进样口密封圈,汽化温度定为 290 $^{\circ}$ C。在色谱柱升温程序中设置较高的初始温度(如 160 $^{\circ}$ C)可以提高酞酸酯信号峰的面积响应值(特别是 DBP),但信号峰形变宽;升温程序后期设置高温也有利于取得较好的 DEHP 和 DOP 信号峰,降低检测下限,但柱温过高会缩短色谱柱的使用寿

命。由于塑料工业废气中酞酸酯的浓度一般较高,本文采用折中方案,升温程序开始温度设计为 150 $^{\circ}$ C,而最高色谱柱温度设为 280 $^{\circ}$ C。在这种工作条件下,三种酞酸酯的出峰时间分别为:DBP, 6.25min; DEHP, 8.20min; DOP, 9.22min。样品溶液中分析物的检测下限分别为 0.01mg/L DBP, 0.1mg/L DEHP 和 1.0mg/L DOP。

HP-5792 质谱检测器具有选择离子测量功能(SIM),这种测量方式一方面可以提高测量灵敏度,另一方面可以提高分析选择性。邻苯二甲酸酯类的特征离子峰(电子轰击离子化)为 M/Z 149(邻苯二甲酸二甲酯例外)。我们没有邻苯二甲酸二甲酯标准,而且塑料工业废气中邻苯二甲二甲酯的浓度一般不高,所以只测量 M/Z 149 离子峰信号。

2.3 实际样品分析

本文方法已应用于塑料工业废气中酞酸酯的监测。广州地区某聚氯乙烯塑料厂的工艺废气排放管道设有静电回收装置,其回收装置前后废气中酞酸酯浓度的监测结果列于表 2。结果表明:该塑料厂所用酞酸酯增塑料的主要成分是邻苯二甲酸二(2-乙基己)酯(DEHP);由于酞酸酯的聚集状态、比电阻、静电回收装置结构及运行条件等原因,净化效率只有 90% 左右,最终排放废气中酞酸酯含量还是相当高的。因此,塑料工业废气净化工艺中,除了完善静电回收装置外,还可以考虑增设吸附装置或其它净化装置进行深度净化,削减环境酞酸酯污染。

表 2 某聚氯乙烯塑料厂工艺废气中酞酸酯含量的监测结果(mg/m³)

污染物	静电回收前	静电回收后
DBP	1.63 $\pm$ 0.40 (1.2~2.00)*	0.85 $\pm$ 0.30 (0.50~1.30)
DEHP	163 $\pm$ 62 (97.4~225)	14.2 $\pm$ 5.5 (8.1~30.7)
DOP	<1.0	<1.0

3 参考文献

监测总站, 1995

- [1] 周文敏. 水中优先控制污染物的研究. 中国环境

GC Analysis off Phthalates in the Exhaust-Gas from PVC Factory

Huang Zhuoer Feng Yiren Lin Mingde

Abstract A simple and accurate methodis is described for the routine determination of phthalates in the exhaust-gas from PVC factory by gas chromatograhpy(GC). The phthalates in 10~30 L of the exhaust-gas are collected in 10ml of isopropanol or n-butanol, and then measured by HP-5890 GC equipped with an HP-5MS column and HP-5972 MSD.

Keyword phthalates exhaust-gas from PVC factory gas chromatograhpy

草浆造纸污水治理新技术问世

由中国科学院、中国科技大学袁卓斌、牛京图发明的 ZW 法草浆造纸污水处理技术最近在安徽应用获得成功。从而实现造纸用水闭路循环零排放, 解决草浆造纸污水处理这一世界性的技术难题, 为我国同类技术创出了一条新路。

ZW 法草浆造纸污水处理技术, 通过加入絮凝

剂, 解决了污水处理过程中的硅干扰困难, 使沉淀物易于过滤分散, 且分开出的废渣干度达 30%~40%, 可用于作型煤的添加料或制刨花板的填料, 变废为宝。该技术还采用高效过滤技术, 使处理后的废水循环使用, 既节约用水, 又实现了造纸污水的零排放, 具有显著的社会效益和经济效益。(斌)

广东医疗废弃物处理站建成

最近, 广东医疗废弃物处理站在广州北郊建成, 为解决广州医疗废弃物的问题提供了便捷的条件。

该处理站共有三个焚化炉, 日处理能力总计为 30 吨, 可处理 3 万多张病床的医疗废弃物。(重)

广州市全面“禁鸣”

为整治广州市区机动车噪声污染, 改善生活环境, 保障市民身体健康, 广州市政府实施经市政府常务会议通过的《关于整治机动车噪声污染的通告》。通告规定于 1997 年 12 月 1 日起在全市范围内行驶

的机动车一律禁鸣喇叭, 对违反通告的机动车驾驶员予以罚款和吊扣驾驶证的处罚。该通告深得人心。目前广东省除广州市外, 已先后实施禁鸣的城市还有深圳、汕头、中山、佛山等。(编)

环境有机分析中超临界 CO₂ 萃取技术研究进展

张 千 盛国英 傅家谟

(中国科学院广州地球化学研究所广东省环境
资源利用与保护重点实验室, 广州 510640)

摘 要 SFE 将是环境有机分析中极具开发和应用前景的新技术。本文对其应用现状及特点进行了综述, 认为该领域的分析方法开发与研究, 应围绕 SFE 技术中的基质影响、改性剂添加、即时衍生化、多元参数优化等方面进行, 并需考虑到分析方法的总体解决方案。

关键词 环境分析 超临界 CO₂ 萃取 进展

1 引言

超临界萃取技术(Supercritical-fluid extraction, SFE)80 年代中期以来发展起来的一种有机质萃取分离新技术。特定物质在温压参数高于其超临界点(c. p.)时就成为超临界流体。一方面, 超临界流体具有类似气体的扩散性, 粘度和表面张力小, 传质速率快, 可快速渗透固体颗粒; 另一方面, 超临界流体又具有类似液体的密度特征和溶解能力, 且其溶解能力在一定范围内可通过对温度和压力参数的控制而加以调节。因此, 超临界流体可作为萃取剂, 用于快速、有选择性地萃取样品中的目标化合物。

由于 CO₂ 的临界点较低(304. 1℃, 7. 39MPa, 0. 47g/mL), 在技术上易于达到, 且其来源广泛、价廉、无毒害性, 所以, 超临界 CO₂ 萃取技术已成为目前研究和应用得最为广泛的超临界萃取技术。与传统的溶剂萃取方法(如索氏抽提和超声抽提)相比, 超临界 CO₂ 萃取具有快速、经济、自动化、无毒害性等特点(S. B. Hawthorne, 1990), 并已被应用于食品、医药和化妆品及香料工业的生产流程中, 如啤酒花有效成分的提取、咖啡豆脱咖啡因、从天然香料植物或水果中制取天然香精和色素以

及风味物质、从鱼油中提取药用和营养价值很高的多不饱和脂肪酸、抗生素药剂中脱残留有机溶剂等(Masamichi Kasamira et al., 1987)。

2 在环境有机分析中的应用

在环境有机分析方面, 作为一种样品前处理技术, 超临界 CO₂ 萃取技术主要被用以从环境样品中提取和浓缩少量的污染物, 如多环芳烃(Cantonetal., 1992; Burfold et al., 1993)、多氯联苯(Langenfeld et al., 1993; Schantz et al., 1986)、DDTs(Lopez Avila et al., 1992)、石油烃类(Emery et al., 1992)、多氯代二苯并二恶英(Onuska et al., 1989; Alexandrou et al., 1989)以及氯代酚类(Hing-BiuLeeetal., 1992)等。

超临界 CO₂ 萃取技术可用于萃取大部分固体样品中的有机组分, 包括土壤、污泥、粉尘、沉积物、大气气溶胶、岩石、聚合物和生物组织等。美国国家环保局(EPA)已推出了基于 SFE 的 EPA Method 3560 作为土壤、沉积物和污泥中总石油烃(TPHs)的分析方法。

研究表明, SFE 可达到较高的萃取回收率和精度, 如 Richards 等(1991)人比较了超临界萃取、索氏抽提和 SFE 对土壤样品中 16 种半

挥发有机污染物的处理效果,结果表明用含 2% 甲醇的 CO₂ 作为萃取剂所得的萃取回收率比后二种方法高;Snyder 等(1992)的实验表明 SFE 对土壤、砂、粘土和河流沉积物等基质中有机氯和有机磷等 12 种杀虫剂的平均萃取回收率(91.6%)与传统的索氏抽提(93.1%)和超声抽提(94.7%)相当,但 SFE 具有最高的精度,其平均相对标准偏差仅为 2.94%($n=9$);Myer 等(1992)的工作则表明 SFE 对土壤中多环芳烃的实际萃取回收率大于 72%,已达到 EPA 对样品前处理的 QA/QC 要求。

更为有意义的是,超临界流体的溶解能力(Solvent Strength)可通过改变其压力和温度参数(以压力为主)而方便地加以调节,从而达到选择性地萃取特定目标有机组分的目的,减少后续分离和浓缩程序,大大缩短分析周期(Hawthorne, 1990)。如在城市大气颗粒物中的正烷烃可在 75atm, 45℃ 下以超临界 CO₂ 萃取出来,而多环芳烃则要在压力达到 300atm 时方始萃出,以此序列分离萃取正烷烃(多环芳烃 GC 分析中的主要干扰化合物类别之一)和多环芳烃,其分离率达 85 ~ 90%(Hawthorne et al., 1986);在 < 120atm, 40℃ 下,有机氯农药可被纯 CO₂ 充分萃取,但却有效排除了干扰有机氯农药 GC/ECD 分析的油脂类化合物(King et al., 1989)。

3 环境有机分析中 SFE 技术开发的几个问题

作为一种有机质分离和萃取的新技术,在开发和应用 SFE 方法时,最为重要的是提高目标化合物的回收率,和提高有机族组分的分离萃取效果(Class-selective Extraction)。对基质特点的把握、改性溶剂的适时、适度添加和多元萃取操作参数的优化是达到上述目的的关键所在,也是目前 SFE 分析应用技术的研究焦点。

在实际样品分析中,往往不能以目标化合

物在超临界 CO₂ 中的理论溶解度来预测 SFE 的真实效果,因为后者还取决于样品基质的组成特征。不同的样品基质组成特征,一方面决定了目标化合物在样品中的赋存形式,另一方面也影响着目标化合物在样品基质内部的传质过程,以及样品和超临界流体之间的分配与平衡动力学,因而对 SFE 萃取回收率有较大影响(King and France, 1992)。如以滤纸、硅藻土等模拟基质所得到的加标回收率,与真实基质的加标回收率和真实样品的实际回收率之间即存在着很大的差别(Burford et al., 1993)。

改性溶剂的添加,可大大提高超临界 CO₂ 对溶质的溶解能力,增加回收率,改善选择性,并可使 SFE 的适应范围进一步扩大到极性较大的化合物。虽然改性溶剂的作用机理尚有争议(Walsh et al., 1987; Dobbs et al., 1987),但在实际应用中早已广泛采用。Wong 和 Johnston 的研究(1986)表明,在超临界 CO₂ 中添加极性溶剂可使甾醇在其中的溶解度增大两倍,Dobbs 等(1987)则报道添加 3.5mol% 的甲醇可使 2-氨基苯甲酸在超临界 CO₂ 中的溶解度提高 620%。

与改性剂技术相关的 SFE 技术还有即时衍生化技术(in situ derivatization),即随改性剂的添加同时加入衍生化试剂,对样品中的极性化合物进行即时衍生化,使其转变为挥发性较大或中低极性的衍生物,一方面提高萃取回收率,另一方面则利于后续的气相色谱分析。Hawthorne 等(1989)尝试了用改性剂技术结合即时 TMPA 衍生化技术,衍生化萃取烷基苯磺酸(LAS)、细菌磷脂、含氯有机酸杀虫剂以及酚类化合物,取得了较好的结果。

控制 SFE 全过程的操作参数众多,如萃取温度、压力、流体流速、萃取时间、平衡时间、捕集吸附剂类型(ODS、Diols、AC 等)、洗脱剂类型与用量、洗脱流速,加上改性溶剂的类型和用量等,它们在 SFE 的各个不同环节影响着萃取的回收率与溶质选择分离度(Solute

Selectivity)。

作为一种前处理技术, SFE 与其它分析仪器的整合也是 SFE 技术开发中应注意的一个重要方面, 即应注意分析方法的总体解决方案 (Total Solution)。不同的检测仪器 (如 GC/FID, GC/MSD, GC/AED, GC/NPD, HPLC 等) 有着不同的制样要求, 在选择性、灵敏度和性能上各有优缺点, 分析干扰物质的类型也有所不同。因此, 在开发 SFE 方法时需充分考虑到所用检测仪器的特点, 反过来, 检测仪器的选择也应考虑 SFE 的特点, 以使二者相得益彰。

4 结语

目前国内对超临界萃取技术的研究与应用, 大多还限于生物、食品深加工与制药方面 (如于恩平, 1989; 毛忠贵, 1995; 尹卓容, 1996)。作为一种样品前处理技术, 黄骏雄 (1994)、楼蔓藤和陈儒 (1996) 作了述评。虽然实验室型 SFE 装置已逐渐在我国市场上推广, 但其在环境分析方面的实际运用还少有报导。随着我国工业化进程的不断发展和农药使用量的大幅增加, 有机污染已成为我国许多地区日益突出的环境问题, 对痕量毒害性有机污染物的监测分析无疑也将越来越重要。对于传统的环境有机分析, 样品处理所占的时间约占整个分析时间的 2/3 (黄骏雄, 1994), 制约着分析周期, 因此, 研究和开发基于 SFE 技术的快速分析方法, 将具有重要的理论和实践推广意义。综上所述, SFE 将是环境有机分析中极具开发和应用前景的新技术。该领域

的研究, 应围绕 SFE 技术中的基质影响、改性剂添加、即时衍生化、多元参数优化等关键技术环节进行, 并需考虑到分析方法的总体解决方案以达事半功倍之效。

5 主要参考文献

- [1] 黄骏雄: 环境化学, 1994, Vol. 13, No. 1, 95 - 105
- [2] 楼蔓藤, 陈儒, 1996, 超临界流体萃取应用技术的一些进展, 4 期, 5 - 9
- [3] 尹卓容, 1996, 食品与发酵工业, 4 期, 21 - 26
- [4] 于恩平等, 1989, 化学工程, Vol. 17, No. 4, 21 - 24
- [5] 毛忠贵, 1995, 食品与发酵工业, 1 期, 65 - 71
- [6] Snyder J. L. Et al., 1992, Anal. Chem. 64, 1940 - 1946
- [7] Emery A. P. et al., 1992, J. of Chromatogr. 606, 221 - 228
- [8] Lengenfeld J. J. et al., 1993, Anal. Chem. 65, 338 - 344
- [9] Hing-Biu Lee et al., 1992, J. of Chromatogr., 605, 109 - 113
- [10] Hawthorne S. B. et al., 1990, Anal. Chem. Vol. 62, No. 11, 633A - 642A
- [11] Burfold M. D. et al., Anal. Chem. 65, 1497 - 1505
- [12] Hawthorne S. B. et al., 1989, J. Chromatogr. Sci., 24, 258
- [13] King J. W. et al., 1989, J. Agric. Food Chem. 37, 951
- [14] Dobbs J. M. et al., 1987, Ind. Eng. Chem. Res. 26: 1476
- [15] Hawthorne S. B. et al., 1992, in: Supercritical Fluid Technology-ACSSymposium Series. 165

Progress in Supercritical- CO_2 Extraction Technology in Environmental Organic Analysis

Zhang Gan Sheng Guoying Fu Jiamo

Abstract The present paper provides a review on the applications and advantages of supercritical- CO_2 extraction technology in the field of environmental organic analysis. Matrix effect, addition of modifier solvent, in situ derivatization, class-selective separation, optimization of multiple operating parameters, as well as a consideration of total solution of the analytical plan, will be the key aspects for the research and development of practical methodology in the field.

Keyword environmental analysis supercritical CO_2 extraction review

芳村区乡镇工业污染状况及防治对策

张宝春

(广州市芳村区环保局, 广州 510380)

摘 要 介绍芳村区乡镇工业发展概况及乡镇工业发展带来的普遍环境问题。从社会、经济、环境、资源、时空、传输的制约性分析了产生问题的原因, 并提出在确定乡镇工业地位的基础上, 通过政策、法规、规划、监督等手段的宏观调控与企业自身管理、技术、规模等方面的相结合解决乡镇工业环境问题。

关键词 乡镇工业 污染 原因 对策 芳村区

1 芳村区概况

芳村区1985年建区, 位于广州市西南部边缘。被誉为历史悠久的“花卉之乡”。全区总面积46.2km², 人口16万, 1996年国内生产总值130527万元。芳村区虽然是广州市的老工业区之一, 但城市化水平只有23.6%, 属于城市边缘带; 其城市化发展以城市中心的辐射力影响为主, 主要工厂、商业网点及新建居民点在靠近旧城区的地段, 并伴有沿交通干道延伸扩展的发展方式。国有大中型企业多以集团社区方式存在, 其辐射力难以达到更外围的地段, 只有芳村区的乡镇工业的发展, 才加快了芳村的工业化和城市化。同时, 其特点反映了城市边缘带发展过程中工业发展带来的普遍的环境问题。

2 芳村区乡镇工业发展概况

根据芳村区乡镇工业资金来源和发展规模可划分为三个阶段:

a. 第一阶段(1987年以前)

为乡(镇)村集体企业、个体企业发展时期, 较少合资企业、联营企业。

b. 第二阶段(1987年~1990年)

个体企业逐步转向联户工业企业, 合作企业有所增加, “三来一补”等外向型工业发展较快。

c. 第三阶段(1991年~1995年)

芳村区乡镇工业的超高速发展时期。1991年乡镇工业产值为1990年的2.25倍, 是芳村区乡镇工业发展的一个转折点。1991年至1995年, 乡镇工业产值每年均以超过32%的增长率递增, 1994年达75%。1995年乡镇工业产值76886万元, 占芳村区工农业总产值的58.56%。

自1991年开始, 企业发展逐步重视规模经营, 乡(镇)村集体企业、个体企业之间的联营、合作规模增大, 股份合作、联合企业(集团)成为发展的主导方向。同时外资投资加快, 1995年底“三资”企业发展到22个, 其中二间产值超亿元。见表1。

3 芳村区乡镇工业排污治理概况

根据全国乡镇工业污染源调查结果统计, 芳村区到1995年底共有乡镇工业249间(其中各种原因关停58间), 有污染物排放工业企业79间。排污企业产值为乡镇工业总产值的75.21%。

表 1 芳村区 1987~1995 年乡镇工业发展情况

年份	个数(个)	人数(人)	产值(万元)
1987	180	4873	3847
1988	196	6415	5874
1989	215	6426	7847
1990	179	6134	7915
1991	177	6261	17826
1992	204	6415	24465
1993	208	6775	32350
1994	260	9025	56448
1995	249	9769	76886

* 资料来源芳村区乡镇企业局 1997

3.1 乡镇工业污染物排放状况

3.1.1 乡镇工业“三废”排放总量

工业废水排放总量为 154.56 万吨, 占区域内工业废水排放总量的 3.67%。工业废气排放总量为 38100 万标立方米, 占区域内工业

废气排放量的 2.83%, 工业固体废弃物排放总量为 601.9 吨, 占区域内工业固体废弃物排放量的 0.08%。

3.1.2 不同性质企业“三废”排污总量

芳村区乡镇工业污染源共 79 个, 其中乡村级企业 63 个, 村以下企业 6 个, 三资企业 10 个。“三废”排放情况分别为: 废水排放量“三资”企业最大, 为 115.17 万吨; 废气排放量乡村级企业最大, 为 25108.30 万标立方米; 固体废物排放量乡村级企业最大 540.20 吨。见表 2。

3.1.3 不同行业企业“三废”排放总量

芳村区乡镇工业主要的污染行业为: 水泥、化工、印染、酿酒、塑料制品、五金铸造、电镀、人造板八个行业。废水以印染业排放量最大, 为 113.8634 万吨; 废气水泥行业排放量最大, 17370 万标立方米; 印染业次之, 为 12367 万标立方米; 固体废物排放量人造板业最大, 为 334.80 吨。见表 3。

表 2 1995 年芳村区三种类型企业“三废”排放情况

项 目	合 计	乡、村	村以下	三资
废水排放总量(万吨)	154.56	38.29	1.10	115.17
废气排放总量(万标立方米)	38100.15	25108.30	14.75	12977.10
固体废物排放量(吨)	601.90	540.20	15.50	46.20

* 资料来源芳村区乡镇企业污染源调查办公室 1997

表 3 1995 年芳村区主要污染行业“三废”排放情况

项 目	化 工	印 染	酿 酒	塑料制品	五金铸造	电 镀	人造板	水 泥
废水(万吨)	1.3939	113.8634	0.3345	0.8301	0.7236	24.1424		
废气(万标 m ³)	20.23	12367.00	45.00	23.00295.48	153.75	1507.00	17370.00	
固体废物(吨)	1.00	48.00	25.00	13.00	61.15	1.24	334.80	

* 资料来源芳村区乡镇企业污染源调查办公室 1997

3.1.4 主要污染物排放情况, 见表 4。

3.2 污染治理设施及治理率

3.2.1 乡镇工业污染治理设施、投资情况

1995 年, 芳村区 79 个有污染的乡镇工业

共有废水治理设施 26 台(套), 总投资 1028.60 万元, 其中正常运转的有 21 台(套); 共有锅炉 12 台/62 蒸吨, 烟尘达标 11 台/61 蒸吨, 炉窖 7 台, 烟尘达标排放的 5 台。

3.2.2 乡镇工业废水、废气处理情况 79 间

乡镇工业废水处理总量为 131.7365 万吨,废水处理率 85.23%,达标率 20.96%;废气处理量为 12826 万标立方米,废气处理率为 33.66%。

表 4 主要污染物排放量 (单位:吨)

污 染 物	排放量	等标污染负荷
废 水 中 污 染 物	六价铬	1.1390
	总 铅	0.0625
	氰化物	1.6724
	石油类	0.622
	化学需氧量	274.38
	悬浮物	35.01
废 气 中 污 染 物	二氧化硫	600.90
	烟尘	183.24
	工业粉尘	1.09

• 资料来源芳村区乡镇企业污染源调查办公室 1997

4 乡镇工业污染原因

4.1 社会、经济的制约性是造成环境污染的主要人为因素,其表现为:

a. 单纯追求经济目标,高消耗,低效益,各方面不协调乡镇领导和企业领导片面追求产值,经济发展指标重于环保目标,层层加码,忽视其它,造成各方面不协调。如:芳村一间水泥厂搬迁时,项目未经环境保护部门作评价和审批就匆忙建设、投产,结果选址不当,环保设施达不到要求,粉尘污染使附近农作物受到危害,群众反映强烈,最后只能停产治理。这种片面追求产值指标,导致局部利益、短期效益。造成“匆匆上马、遍地开花”的局面,争夺资源的结果是到处排污、严重浪费资源、加速资源消耗,加速污染物的产生。

b. 高速发展与政府管理滞后

首先,对于乡镇工业发展速度超过预测速度,迅速形成遍地开花。宏观调控和发展指导及规划滞后。产业发展、行业发展不协调,结构复杂,区域单一污染严重。其次,环境管理

法规有待健全,需要适合乡镇工业的排污收费标准。污染源转移和污染转嫁现象不能及时预防控制。例如:企业自发电可降低费用 65%,而降低部分就是不进行燃料燃烧废气治理“节约”部分,但企业的经济负担已经转变成环境的损失。

再次,环保机构规模发展滞后于乡镇工业规模发展,环保人力不足,环境管理体系整体协调性不够,难以顺畅、快速地深入基层。

最后,乡镇环境保护目标不明确,经济与环境协调发展战略认识不足。高速发展促使资金向产值目标偏重,忽视走内涵发展之路,盲目扩大再生产,忽视环保投入。1996 年芳村区关停并转的 15 间电镀厂(车间)年产值为 2038 万元,环境治理资金只有 53.4 万元,比重只有 2.6%。片面追求产值指标的结果是严重污染的落后企业得到保护。环境污染问题得不到解决。

c. 平均规模小,经济实力弱,总体上技术层次低。

芳村区 1995 年平均乡镇工业规模为 11.41 人/个和 88.618 万元产值/个。企业规模小,稳定性小,“厂随利转”、“今天开工,明天关门”,不易集中管理,甚至失控。

由于经济实力原因,仅靠自身力量还不可能大范围大幅度地提高企业规模和技术。同时治理投入低、治理技术落后。落后的生产工艺和设备条件下,资源、能源高度浪费的高污染的末端治理方式,使能源和材料又多一层浪费。

d. 乡镇工业污染企业缺乏自身管理、缺少系统的专业技术培训和环境保护意识培训,企业管理人员缺少严格的职业培训和环境保护意识训练,使本来可以减、免的污染反而扩大。

4.2 资源、时空、传输的制约性是乡镇工业污染的客观原因

a. 由于人力资源、技术资源的局限性,生产设备简陋,跑、冒、滴、漏严重。单位产品物耗、能耗、水耗都较高,如酿酒业万元产值废水

排放量达140吨(芳村区乡镇工业污染源调查办公室,1997),资源浪费严重。

b. 高速发展、周边因素不成熟,时空、传输、资源的制约性综合作用,使污染加重

高速发展带来的是原材料、能源的高需求量与能源、原材料紧张的矛盾。非区域优势项目的发展必然对运输、通讯等传输条件和时空因素依赖加重,但各种运输、通讯等条件的落后,使矛盾加剧,造成排污量增加和污染治理困难。乡镇工业高速发展,来不及预先规划、计划,因此产业布局、工业布局不合理,行不成高效益的产业时空链,资源综合利用率低,污染源分散,即不便于管理,又不便于治理。

5 乡镇工业污染防治对策及建议

5.1 采取污染防治对策的基本原则

经济效益、社会效益、环境效益相统一原则;经济、社会、环境持续、稳定协调发展原则;宏观调控(政策、法规、规划、监督)和自身提高(管理、技术、规模)原则。

5.2 污染防治措施和政策建议

5.2.1 正确决策,控制发展速度,调整产业结构,合理规划布局

a. 确定乡镇工业地位,调整产业结构,主要从行业结构、产品结构、技术结构规模结构等方面调整,构建高效益的产业、行业时空链,实现集约化经营,以达到污染变重为轻、变轻为无。乡镇工业作为城市边缘带城市化过程中农业劳动力转移的“缓冲带”作用甚至对整个地区的经济社会发展的作用是不可忽视的。因此,必须把乡镇工业发展纳入国民经济社会发展体系,根据市场需求并与国有企业协调配套,整体规划产业发展。引导和控制相结合,在一定时期内,乡镇工业实力达不到要求的情况下,应大力发展无污染、少危害的行业、项目和产品;严禁严重污染危害的项目和产品;控制有较重污染的项目、产品和原料。限制发展非资源优势行业,如水泥、电镀等行业。

b. 作好各项规划

首先,作好“三区”(环境敏感控制区、区域污染工业区、小工业区布局布点)和“三线”(红线;经济区;黄线;环境保护区;绿线;生态发展区)规划。芳村区的规划布局应延续原有构架,即鹤洞路以南花地河以东地区,作为经济区;鹤洞路以北花地河以东,秀水涌以北地区,作为居住、文教、商贸区;花地河以西,秀水涌以南地区,作为生态农业发展区。

其次,作好污染综合治理规划:改进生产工艺,废物资源化,指定污染物处理、处置措施,从技术上减少环境污染的范围。

最后,作好环境管理规划,包括监督管理机构建设规划、监测网络建设规划、法制与制度建设规划、宣传教育规划和科学技术规划等。

5.2.2 强化环境管理

a. 以政策、法规来规范、引导、保护乡镇工业发展,强化污染项目管理,积极引导乡镇工业通过技术改造,治理污染。细化、修订、补充环境经济政策。对保护资源、综合利用、排污收费等,有更适合乡镇工业的政策。

b. 加强环境保护机构建设,健全环境保护网络,对乡镇、镇以下直到企业,形成一个多级环境保护执法监督队伍,提高环保人员素质。

c. 环境执法、环境管理规范化、程序化、动态化,严格“三同时”及加大力度推行限期治理、环境目标责任制、排污申报与许可证制度,加强对污染源及污染治理设施的监督管理,严格监督管理条例,结合企业自身质量控制,充分利用环保投资。

d. 以法律、经济手段促进污染控制和治理。重点污染区、重点污染行业、重点污染源重点管理。

5.2.3 依靠技术进步,实现综合治理

a. 依靠技术进步是乡镇工业污染防治的根本。一方面是产品方向、工艺、物料、设备的改造改进;另一方面是生产人员的文化知识和生产技术的提高。推行环保新型产品、原料替

代;改进工艺,减少设备、工艺排污;循环使用,综合利用;规范处理处置废物。使整个生产过程废物最少化。b.建立政府对企业、企业对职工的激励机制,促进企业对生产设备、治理设施的保养,加强管理与操作人员的培训,避免跑、冒、滴、漏。c.进行总量控制,全面推行重点污染源限期治理制度,建立综合治理示范工程和专家咨询体系。为企业提供计划、决策、生产等全方位的技术服务。

(感谢芳村区乡镇工业污染源调查办公室的刘孝城、叶元品、吴清祥、谢茂和、陈晶、谈智文、杨煜亮)

6 参考文献

- [1] 朱翔等.城市边缘区成长特性研究.中国乡村-城市转型与协调发展国际学术会议,广州.1996
- [2] 李玉轩等.城市功能的完整性原则与城市化过程.中国乡村-城市转型与协调发展国际学术会议,广州.1996
- [3] 国家环保局.中国乡镇工业环境污染及其防治对策.北京:中国环境科学出版社.1995
- [4] 吴楚材等.中国城乡二元结构的特点、负面影响及基本对策.中国乡村-城市转型与协调发展国际学术会议,广州.1996
- [5] 李成等.我国城市外缘城乡结合部的讨论.中国乡村-城市转型与协调发展国际学术会议,广州.1996
- [6] 刘琦等.县城规划的理论方法与实践.广州:中山大学出版社.1993.4(5):33

Status and Cause of Countryside Industry Pollution Lin Fangchun District and the Administration Coutermeasure

Zhang Baochun

Abstract The development of countryside industry in FangChun district and invironmental problems are descrirbed. The causes of these problems are analysed from the condition of society, economy, environment, resource, time and space, and transfer. Based on the position devinition of countryside industry, these problems can be solve by the combination of macroscopic control (policy, laws, planning, monitoring, etc.), self-management of enterprise, technique and economic scale.

Keyword country industry pollution cause countermeasure Fangchun district

美超临界 CO₂ 喷雾涂装

美国 Union Carbide 公司利用超临界 CO₂ 进行喷雾涂装进入实用化阶段,不仅使有机溶剂的使用量大幅度减少,还大量节约人工费用,而且涂装质量很好。超临界流体一般用于分解反应,现作为溶剂使用,为超临界流体的应用技术开辟了新的途径。美国科学技术财团对此成果作了高度评价。(洪蔚)

正交试验法在环境保护科学研究中的应用

杨丽华

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

卓 奋

(广州市环保科学研究所, 广州 510620)

摘 要 用正交表进行正交试验设计, 是一项实际工作中应大力推广使用的科学试验方法. 本文作者陈述了正交试验方法在环境保护科学研究工作中的应用。

关键词 正交试验法 环境保护 科学研究 应用

1 前言

在环境保护科学研究过程中, 常常要求我们同时考察多个影响试验的因子, 有时还要求分清这些因子中哪个主要, 哪个次要; 有时则要求确定在许多因子同时存在时的最佳试验条件。当试验的影响因子较多时, 条件试验是一项工作量较大的研究工作, 试验安排得好, 试验次数不多就能得到满意的结果, 相反, 如果试验安排得不好, 试验范围定得太小, 或因试验方式不科学, 都会造成事倍功半, 甚至劳而无功, 因此, 从事环境保护科学研究时, 如何设计试验来完成环境监测或环保治理工艺条件的研究试验, 并且通过对试验数据的科学分析, 获得较可靠的研究结论是十分重要的。本文根据作者多年从事环保科研工作的经验, 着重介绍正交试验的设计方法及其在环保科研中的应用, 以供有关人员参考。

2 正交试验的特点及其设计方法

正交试验设计^{[1][2][3]}, 是利用数理统计学与正交性原理, 从大量试验点中选取适量的具有代表性的试验点, 用一套规格化的表格——正交表来安排试验, 使研究试验在影响因子较多时能用较少的试验达到预期目的, 并通过直观或方差分析找出哪些因子对试验结果影响显著, 哪些对试验结果影响不显著的实验方

法。

2.1 正交试验的特点

进行试验设计时, 通常将试验需获得的结果称为指标; 而对指标可能有影响、且在试验中提出明确条件加以对比的因素称为因子; 每个因子在试验中要对比的各个具体条件称为因子的水平。我们以四因子三水平的试验为例, 若用单因子轮换法安排试验, 实际考查的因子水平仅局限于欲考查的因子水平范围的局部区域, 不能全面反映因子影响的情况, 且不能考查因子之间的交互效应。当有交互效应存在时, 采用不同的因子轮换方式, 得到的最佳分析条件是不同的, 因此, 用单因子轮换法得到的最佳分析条件未必就是全面试验中的最佳分析条件。用全面试验法安排试验, 对各因子进行全面考查, 可以找到最佳分析条件, 但工作量大, 如对四因子三水平试验, 需做 $3 \times 3 \times 3 \times 3 = 81$ 次试验。若用正交试验法则只需做 9 次试验(选用正交表 $L_9(3^4)$), 相对于全面试验而言, 正交试验只是部分试验, 但对其中任何两因子来说, 如因子 A 与因子 B, A_1 与 B_1, B_2, B_3 都相互搭配到了。同样 A_2, A_3 与 B_1, B_2, B_3 也分别搭配到了, 而且相互之间只搭配一次, 实验点具有均衡分散性的特点, 得到的试验结果能基本反映全面情况。各

因子水平的变化按照一定顺序变化,各因子各水平出现的次数相同。因此,其他各因子对测试结果的影响基本上相近或相同,最大限度地排除了其他因子的干扰,突出了被考查因子的效应,这样便于比较因子各水平的效应。由于因子之间搭配均匀,使得由于非均衡分散性而可能形成的误差从平均值中消除了,因此,只要简单地比较因子各水平的指标平均值,就可以确定因子的效应,具有整齐可比性。均衡分散性和整齐可比性,在数学上称为正交性,利用这些特性的试验设计方法,就称为正交试验法。正交试验法之所以对安排多因子试验效率高,正是与这些特性相关。

2.2 正交试验的设计方法

正交表的形式可表达为 $L_N(m^k)$, 其中 L 表示正交表, N 表示试验次数, k 表示可能安排的因子的最大数目, m 表示因子的水平数。正交试验的设计方法,是由所考察的因子和因子的不同水平,选用合适的正交表,要注意:(1)所选用的正交表,要能容纳所研究的因子数和因子水平数;(2)避免将因子的主效应安排在正交表的交互效应列内,在通常情况下,忽略三因子之间的交互效应。(3)各因子的水平组合要随机化;(4)用正交试验法安排试验,要尽可能使各因子的水平数相等,试验的重复次数相同,这样将使处理试验数据的工作变得比较简单。根据正交表所安排的试验,先分别计算各因子的不同水平所对应的结果 T_i ($i=1, \dots, m$), 由 t_i 值 ($t_i = T_i/m$) 通过直观或方差分析找出对试验结果影响显著的因子。直观分析法较简单,可根据各因子在不同水平所对应点(即结果)的离散程度来比较因子的主次,即极差较大的因子为试验指标值的主要影响因子,而极差较小的因子为次要因子,并根据各因子在不同水平所对应的指标值的大小来比较每个水平的好坏,从而找出试验中最主要影响因子及最佳试验条件。方差分析法与直观分析法相比则复杂些,需进行较多的计算工作,但该法分析精度较高,多用于解决较复

杂的实际问题。

3 在环保科研工作中的应用实例

3.1 用原子吸收分光光度法测定微量铅

笔者曾用原子捕集技术在实验室测定人体血清和铝合金中的微量铅,测定仪器采用日立 180~50 原子吸收分光光度计,分析线波长为 217.0nm,灯电流 7.5mA,光谱通带 1.3nm,助燃空气流量 157.0kPa,捕集时乙炔流量 6.1kPa,捕集 2 分钟。为了找到一个好的测定条件使测定铅的灵敏度最高,以释放火焰条件、燃烧器高度、挡光率和溶液介质等四个影响因子为因子,吸光度为指标值,根据表 1 所设计的各因子不同水平的试验条件,用正交表 $L_9(3^4)$ 安排试验,测定 0.1 μ g/ml 铅溶液,其试验结果见表 2:

表 1 试验的影响因子及其水平表

因子	释放火焰 条件 A 乙炔 (kPa)	燃烧器 高度 B (mm)	挡光率 C (%)	溶液 介质 D
1	28.4	8	70	5% HNO ₃
50% 乙醇	2	35.5	12	60
3	45.7	15	50	2% HNO ₃

根据表 2 的试验结果,利用直观分析法,由上述四因子的极差,可知各因子对指标影响的主次顺序为:A→D→B 与 C。最好测定条件可能是 $A_3B_3C_3D_3$, 按上述确定的测定条件(捕集乙炔 45.7kPa、燃烧器高度 15mm、挡光率 50%、2% HNO₃ 介质中)对铅进行测定,其吸光度为 0.384。将获得的最佳实验条件用于测定人体血清及铝合金中的微量铅,获得好的结果。

3.2 废水混凝处理最佳反应条件的确定

废水混凝处理效果受许多因子的影响,如废水的 pH 值、温度、混凝反应搅拌强度、反应时间、加药量以及絮凝剂种类等等。以某牛仔

布制衣厂砂洗废水处理的混凝反应条件试验为例,为了实现以较少的试验次数而获得最佳的混凝反应条件,取得较好的目标值(即废水有较高脱色及 COD_{Cr} 去除率),笔者在进行试验时,根据废水的特点,按表 3 设计试验的影响因子及其水平,选用正交试验表 L₁₆(4⁵)来安排正交试验,采用直观分析法对试验结果进行比较,找出最佳的混凝反应条件(混凝剂: PAC、PH 值: 8.5、加药量: 60mg/L、搅拌强度: 120r/min、沉淀时间: 40min),废水脱色率为 90%、COD_{Cr} 去除率 78%。为废水处理工程提供可靠的工艺设计参数。

表 2 正交表 L₉(3⁴)

试验号	释放火焰条件 A 乙炔(kPa)	燃烧器高度 B (mm)	挡光率 C (%)	溶液介质 D	试验结果 吸光度(A)
1	1(28.4)	1(8)	1(70)	1(5% HNO ₃)	Y ₁ = 0.220
2	1(28.4)	2(12)	2(60)	2(50% 乙醇)	Y ₂ = 0.252
3	1(28.4)	3(15)	3(50)	3(2% HNO ₃)	Y ₃ = 0.310
4	2(35.5)	1(8)	2(60)	3(2% HNO ₃)	Y ₄ = 0.200
5	2(35.5)	2(12)	3(50)	1(5% HNO ₃)	Y ₅ = 0.184
6	2(35.5)	3(15)	1(70)	2(50% 乙醇)	Y ₆ = 0.176
7	3(45.7)	1(8)	3(50)	2(50% 乙醇)	Y ₇ = 0.264
8	3(45.7)	2(12)	1(70)	3(2% HNO ₃)	Y ₈ = 0.300
9	3(45.7)	3(15)	2(60)	1(5% HNO ₃)	Y ₉ = 0.260
T ₁	A ₁ = Y ₁ + Y ₂ + Y ₃ = 0.782	B ₁ = Y ₁ + Y ₄ + Y ₇ = 0.684	C ₁ = Y ₁ + Y ₆ + Y ₈ = 0.696	D ₁ = Y ₁ + Y ₅ + Y ₉ = 0.664	
T ₂	A ₂ = Y ₄ + Y ₅ + Y ₆ = 0.560	B ₂ = Y ₂ + Y ₅ + Y ₈ = 0.736	C ₂ = Y ₂ + Y ₄ + Y ₉ = 0.712	D ₂ = Y ₂ + Y ₆ + Y ₇ = 0.614	
T ₃	A ₃ = Y ₇ + Y ₈ + Y ₉ = 0.824	B ₃ = Y ₃ + Y ₆ + Y ₉ = 0.746	C ₃ = Y ₃ + Y ₅ + Y ₇ = 0.758	D ₃ = Y ₃ + Y ₄ + Y ₈ = 0.810	
t ₁	a ₁ = A ₁ /3 = 0.261	b ₁ = B ₁ /3 = 0.228	c ₁ = C ₁ /3 = 0.232	d ₁ = D ₁ /3 = 0.221	
t ₂	a ₂ = A ₂ /3 = 0.187	b ₂ = B ₂ /3 = 0.245	c ₂ = C ₂ /3 = 0.237	d ₂ = D ₂ /3 = 0.205	
t ₃	a ₃ = A ₃ /3 = 0.275	b ₃ = B ₃ /3 = 0.249	c ₃ = C ₃ /3 = 0.253	d ₃ = D ₃ /3 = 0.270	
极差	0.088	0.021	0.021	0.065	

表 3 废水混凝试验的影响因子及其水平数

因子水平	混凝剂种类	废水 PH 值	加药量 (mg/L)	反应搅拌强度 (r/min)	废水沉淀时间 (min)
1	Al ₂ (SO ₄) ₃	5.5	30	30	10
2	FeSO ₄	7.0	60	60	20
3	PAC	8.5	90	120	30
4	PFS	10.0	120	180	40

4 结论

在环境保护科研工作中,每当我们进行分析方法研究、开展新项目监测以及环保治理工艺条件试验时,均需进行大量的试验工作,如何设计试验,并且通过对试验数据的科学分析,获得较可靠的研究结论是十分重要的。正交试验设计法是应用数学来解决实际问题的一种方法,它以数理统计为基础,合理安排试验计划,与全面试验法相比,可以大大减少试验次数,与单因子轮换试验法相比,同样的试验次数,单因子轮换试验法提供的信息不丰富,若不做重复试验,给不出误差的估计,而且

当因子间交互作用较大时,各因子最佳水平组合不一定是最好试验条件组合。由正交试验法安排试验,试验次数少但又能反映全面情况,具有分散均匀、整齐可比、代表性强和效率高的特点,是我们从事环保科研工作中应大力推广使用的科学试验方法。

5 参考文献

- [1] 北京林学院.数理统计.北京:中国林业出版社,1980
- [2] 潘亚明等.化学与化工中的数学方法.北京:北京理工大学出版社,1993
- [3] 邓勃.分析测试数据的统计处理方法.北京:清华大学出版社,1995

国际机构确认二噁英是人类致癌物

一个国际科学家组成的小组确认二噁英是已知的人类致癌物,该小组是由世界卫生组织(WHO)组建。在此以前,国际癌研究机构(IARC)曾规定多氯二苯并(P)二噁英类物质为可能的“人类致癌物”。将二噁英定为具有最高级别的致癌物是今年2月在法国里昂举行的会议上25名与会科学家激烈争论的结果。小组组长、美国国立环境卫生科学研究院环境毒理学项目负责人George Lucier作此宣布。

Lucier说,这新的结果源自得到了较好的动物和人类数据以及更多了解了暴露的机理,后者表明了人

群和啮齿类动物的比较反应。IAPC在一份声明中指出,虽然只有有限的二噁英对人类直接致癌的流行病学证据,但已有证据表明二噁英对人类和实验动物的作用机理是相似的。

IARC说,人类数据来自对高暴露工作以及意大利Seveso事件现场附近居民的调查。Lucier指出,文件对日常低水平暴露的危险性谈得较少,而这在美国环保局正在行的二噁英危险性评价中是激烈争论的主题。(编)

美国一教授提出将二氧化碳转化为有用燃料

诺贝尔化学奖获得者,美国南加州大学化学教授George A. Olah提出为减轻全球变暖问题,可将电厂烧矿物燃料产生的高浓度二氧化碳收集并转化为有用的燃料,他承认“前面还有很多工作要做”,但认为已具备基本科学基础,“可以指望很快将开始一些方面的技术开发”。

该项目技术是一种“反转燃烧电池”,用电催化方式将CO₂和水转化为含氧甲烷衍生物如甲醇或二甲醚。反应所需的电能可来自调峰电厂或较完全和清洁的原子能。甲醇及其衍生物可用于新一代直接氧化液原料燃烧电池,或可用于产生汽油或其他碳氢化合物。(译)

越秀区环境空气监测点点位 调整的可行性论证

陈冬华 司徒锋 张咏良 李·卉
(越秀区环境监测站, 广州 510030)

摘 要 本文通过对越秀区1983~1996年间的环境空气监测数据进行模糊聚类分析处理, 论证其测点调整的可行性。

关键词 环境空气监测 布点 模糊聚类分析 相关性检验

1 前言

环境空气监测点的合理布设是环境空气污染监测的关键技术, 它直接关系到监测数据的代表性和能否为环境决策提供可靠的依据。监测点位的优化必须对多种影响因素进行综合研究, 并密切注意其变化动态, 得到环境监测的合理点位。本文对越秀区环境空气监测布点的动态变化作了一个可行性论证。

2 越秀区环境空气监测点的概况

2.1 基本概况

越秀区地处市中心, 全区面积9.13平方公里, 平均人口密度57876人/公里²。八十年代初辖内以区街工业为主, 八十年代末逐步将污染严重的工业迁往郊区, 九十年代后大力发展第三产业, 并发挥地理优势, 发展房地产业。并开展两大工程: 扩宽东风路及解放路和铁地工程。通过扩宽马路及增设立交, 构成了城市现代化立体密集的交通网络, 交通运输更加发达繁忙。

2.2 空气监测布点概况

在1983年开展环境空气监测, 主要项目有: 二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、总悬浮粒等。初期布点采用功能区布点法, 在区内选了

七个监测点, 其平均值代表越秀区大气污染物均值。自1987年《环境监测技术规范》颁布后, 通过对1983年~1988年环境空气资料进行模糊聚类分析, 优化调整, 将原来七个点变为四个代表点及一个对照点。其中“市三中”测点受环境影响, 改由“麻行街小学”测点代表“居民区”。

环境空气监测大气布点的历年情况见表1。

3 环境空气监测点调整的方法及结果

3.1 模糊聚类筛选布点

越秀区环境空气监测从1983年开始, 至今已13年, 积累了大量监测数据。利用二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、总悬浮微粒四项污染物的1984~1988年五年的监测数据, 对这些监测点的监测结果进行模糊聚类分析。

(1) 拟设原始数据矩阵

将七个点五年的累计污染负荷进行模糊聚类: 把5年的7个监测点四种污染负荷建成一个 $X_{7 \times 5}$ 矩阵。

(2) 将原始数据作标准化处理:

$$X'_i = \frac{X_{ij} - \bar{X}}{S_i}$$

表 1 1983 年~1995 年越秀区环境空气测点情况表

编号	1983~1988 年				1989~1995 年			
	测点名称	功能类型	SO ₂ 、NO _x 、CO、TSP 布点设置	降尘、碱片设点布置	测点名称	功能类型	SO ₂ 、NO _x 、CO、TSP 布点设置	降尘、碱片设点布置
1	越秀山泳场	游览区	泳场门前	泳场三楼天台	越秀山泳场	游览对照区	泳场三楼天台	泳场三楼天台
2	流花宾馆	交通繁忙区	宾馆门前	南楼八楼天台	流花宾馆	交通繁忙区	宾馆侧人行天桥	流花招待所六楼天台
3	市监测点	交通繁忙区	市站门前	八楼天台	中山纪念堂	机关办公区	孙中山纪念像下	八楼天台
4	市少年宫	文化区	宫内溜冰场外	蓓蕾剧场四楼天台	市少年宫	文化区	联欢厅厅顶平台	蓓蕾剧场四楼天台
5	市机电局	机关、居民区	局内办公楼之间	办公楼三楼天台	市三中学	居民区	生物实验花园内	校内科学馆六楼天台
6	北京南小学	居民区	小学操场旁	海员餐厅八楼天台				
7	天成路口	工、商、居民、交通混合区	近一德路交界的路旁	德成卫生院八楼天台				

其中:

$$X = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{ij}$$

$$S_i = \sqrt{(1/n) \sum (X_{ij} - X)^2}$$

i = 1, 2...7 为监测点, j = 1, 2...5 为样本数
(3)采用极差标准化公式使标准化数据落到[0,1]区间。

$$X_{ij} = \frac{X'_{ij} - X'_{imin}}{X'_{imax} - X'_{imin}}$$

(4)计算相似系数 r:

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m \min(X_{ik}, X_{jk})}{\sum_{k=1}^m \max(X_{ij}, X_{jk})}$$

(5)计算结果得到模糊关系矩阵 R, R 不是等价关系,还不满足传递性,因此,采用平均运算对 R 进行改造,最后得出等价矩阵 R_{*}。

$$R_* = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mm} \end{bmatrix}$$

(6)选取置信度为 0.85 进行分类,将 R_{*}中小于 λ 的数据改写为 0,大于 λ 的数据改写

为 1。得到矩阵 Rλ,即分类结果,并绘出动态聚类图。等价矩阵结果及动态聚类图果如下:

$$R_* = \begin{bmatrix} 1 & 0.6 & 0.6 & 0.8 & 0.7 & 0.7 & 0.6 \\ 0.6 & 1 & 0.9 & 0.8 & 0.7 & 0.7 & 0.6 \\ 0.6 & 0.9 & 1 & 0.8 & 0.7 & 0.7 & 0.6 \\ 0.8 & 0.8 & 0.8 & 1 & 0.7 & 0.7 & 0.6 \\ 0.7 & 0.7 & 0.7 & 0.7 & 1 & 0.7 & 0.6 \\ 0.7 & 0.7 & 0.7 & 0.7 & 0.7 & 1 & 0.6 \\ 0.6 & 0.6 & 0.6 & 0.6 & 0.6 & 0.6 & 1 \end{bmatrix}$$

结果表明:当取 λ 值为 0.85 进行分类时,由聚类图可以看出,大致可将 7 个点分成 4 类:

- 第一类:1
- 第二类:4
- 第三类:5、6
- 第四类:2、3、7

四类均有不同的特征:第一类为 1 号点为清洁区测点;第二类为 4 号点为文化区测点;第三类 5、6 号点为居民区测点;第四类 2、3、7 号点为交通稠密与工业混合区测点。经过全面考虑,越秀区环境空气测点得到如下调整:以 1 号点(越秀公园)作为本区环境空气监测对照点;2 号点(流花宾馆)作为交通繁忙区测点;以在 5、6 号点附近选市三中作为居民区测

点,4号点(市少年宫)代表文化区测点;考虑到越秀区在1987年开始已逐渐将污染严重的工业迁往近郊,另选中山纪念堂作为机关办公区测点,取消工业区代表测点。1989年以后的污染物年度比较以该年作起始点。

3.2 “麻行街小学”测点代替“市三中”测点的相关性检验

3.2.1 对照监测的依据

随着经济发展,越秀区车流量不断增加,

空气污染从“煤烟型”转变为“交通型”,从表2秩相关系数可说明,随着大新路段车流量的增加,作为居民区代表点的市三中的氮氧化物、一氧化碳有上升的趋势,所以有必要另选一测点代替市三中测点。麻行街小学测点在教学楼六楼,离最近的大德路超过40米,四周为居民区,且没有高楼和大的污染源,适合作对照试验。

表2 1991~1995年市三中测点各污染物浓度及区内车流量变化情况

指 标	越秀区平均 车流量(辆/小时)	大新路车流量 (辆/小时)	市三中测点各污染物浓度平均值(mg/m ³)			
			SO ₂	NO _x	CO	总悬浮微粒
1991	2226	1434	0.081	0.091	2.190	0.216
1992	2136	1436	0.058	0.081	2.383	0.187
1993	2610	1584	0.085	0.096	2.586	0.239
1994	3286	1896	0.064	0.090	2.034	0.164
1995	3066	1548	0.068	0.120	2.661	0.181
秩相关系数	+0.8	+0.7	-0.10	+0.5	+0.4	-0.6

3.2.2 对照的检验结果

对市三中与麻行街小学测点四项污染指标的日平均值对应数据进行比较和相关检验,结果如表3。从表3可知,当 $\alpha=0.1$ 、 $n=80$ 时, $t_{0.1}=1.292$,SO₂的t值大于 α ,说明两测点无显著性差别,而NO_x和CO的t值小于 α ,有显著性差别;相关系数法结论类似,SO₂数据线性相关性较好,而NO_x和CO数据相关性较差。居民区主要污染物为SO₂,原测点受交通产生的污染物NO_x和CO影响较大,麻行街小学测点既保留SO₂数据的稳定连贯,又减少马路交通对NO_x和CO数据的影响,整体上降低NO_x和CO浓度,这是符合越秀区居民区客观规律的。因此用麻行街小学测点代替市三中测点,即用麻行街小学四项指标的日平均值代表居民区的日平均污染水平。

表3 “市三中”测点与“麻行街小学”测点平均值相关性检验

污染物	SO ₂	NO _x	CO	TSP
样本数	80	80	80	8
相关系数	0.9106	0.5509	0.7858	-
t 检验	1.60	1.13	0.84	0.53
t _{0.1}	>0.1	<0.1	<0.1	<0.1

4 结 论

a. 越秀区进行环境空气测点点位调整,在原始监测数据基础上进行模糊聚类分析,将原来的七个测点变为四个测点和一个对照点,节省了人力和资金,提高了经济效益,通过论证是可行的。

b. 随着经济的不断发展,环境空气监测点的功能也发生变化,这是不容忽视的。经过相关性、t检验,证明以麻行街小学代替市三中测点是可行的。

5 参考文献(略)

《广州环境科学》1997年总目录

目 录	作者(年.期.页)	目 录	作者(年.期.页)
·管理论坛·		·环境工程·	
环境保护激励机制的经济手段	王志刚(97.1.1)	城市水源选址的风险评价	崔 侠(97.3.19)
谈谈香港海洋生物保护问题	文志森(97.1.6)	自然控制论在生态示范区中的应用初探	周 强等(97.4.20)
广州市水资源面临的问题及对策	罗家海等(97.2.1)	脱氮效果的影响	王树功等(97.4.25)
调查取证应注意的几个问题	游成龙(97.2.6)	生活垃圾臭氧处理新工艺	李穗中等(97.1.24)
环境管理中的潜在问题与未来环境管理策略	贾自助(97.3.1)	石灰立窑烟气电除尘	金璐俐等(97.1.28)
公众参与的方法与实践	罗成平(97.3.5)	活性污泥法废水脱氮过程 C/N 值对 N ₂ O 释放及	浦跃武等(97.1.30)
广东省环保产业发展现状研究初探	徐家颖(97.4.1)	香根草生物工程在公路护坡的应用初报	敖惠修等(97.2.19)
香港与深圳环评工作的几点比较与探讨	喻本德(97.4.4)	含锌高炉瓦斯泥(灰)中锌的回收	温宁泰(97.2.23)
国外环境污染成因的经济学研究述评	俞继灿(97.4.8)	EWP 高效废水净化器用于重金属废水治理的试验	李松汉(97.3.22)
·综 述·		固定化微生物技术用于餐厅污水处理的实验研究	赵亚乾(97.3.26)
河口咸潮上溯的预测方法	刘 晨等(97.3.10)	·环境监测·	
电厂烟气治理技术	黄谋德(97.4.12)	广州市光化学污染状况初析	陈诚之等(97.1.33)
我国城市汽车尾气铅污染及防治	李传红等(97.4.16)	广州市道路交通噪声现状分析	卢庆普(97.2.26)
·研究报告·		广州市芳村南部地区空气颗粒物中多环芳烃的	李 拓等(97.2.33)
影响溶剂气浮分离的物理和化学因素研究	陈卫国等(97.1.9)	测定及其污染现状分析	伦伟明等(97.3.29)
异相中多氯芳香化合物的光催化降解研究	杨燕红等(97.1.15)	摩托车排气检测的“密封接管”的设计	露天大型体育场演唱会声环境影响分析
NEGPIM(1)灰色模型及其预测应用	向跃霖(97.1.21)	广州市环境监测中心站生态物理监测室	气相色谱法测定塑料工业废气中的酞酸酯
广州市机动车尾气排放系数及污染趋势探讨	祝昌健(97.2.9)	环境有机分析中超临界 CO ₂ 萃取技术研究进展	黄卓尔等(97.4.29)
常见拟除虫菊酯农药原药、商品及助溶剂对水生	王朝辉等(97.2.14)	砖厂氟污染对农作物、果树的影响分析	胡迪琴等(97.3.36)
生物毒性的比较研究	董书芸等(97.3.15)		
印染废水治理前后对鲫鱼非特异免疫功能的影响			
《广州市环境保护总体规划》多媒体演示系统的研究			

•调查报告•

芳村区乡镇工业污染状况及防治对策

..... 张宝春(97.4.35)

•世界环境•

挪威大气环境保护情况简介 ... 葛 奕等(97.1.37)

•环境教育•

继续加强广州市学校的环境教育

..... 姚继业(97.2.37)

开展环境教育,推进素质教育全面开展

..... 夏梅林(97.2.38)

•读者园地•

在作出环保行政处罚决定前实施听证制度的刍议

..... 姚晓云(97.1.42)

生猪饲养、屠宰业及餐饮业对珠江广州河段的

污染分析 钟平生(97.1.43)

完善绿色食品标志认证中的环境监测工作的几点

建议 杨 柳等(97.2.42)

环保档案达标升级的几个主要问题的探讨

..... 欧穗梅(97.2.46)

香港的环境监督与排收费管理 ... 王靖文(97.3.40)

对广州市车辆废气污染问题的思考

..... 黄 刚(97.3.44)

正交试验法在环境保护科学研究中的应用

..... 杨丽华等(97.4.40)

越秀区大气环境监测点位调整的可行性论证

..... 陈冬华等(97.4.44)

•国内简讯•

广州市环境科学学会召开工作年会 (97.1.5)

广州市环境科学学会1996年度优秀论文

..... (97.1.46)

《广州市环境科学》1996年总目录 (97.1.47)

广州市举行大型环保咨询活动 (97.3.4)

广州市环境保护科学研究所研制的高效絮凝剂

通过国家科委技术鉴定 (97.3.18)

“广州新国际机场建设与环境保护”座谈会会议纪要

..... (97.3.25)

征文启示 (97.3.48)

“九五”污染防治投入将达4500万元 (97.4.7)

广东省医疗废弃物处理站建成 (97.4.31)

草浆造纸污水治理新技术问世 (94.4.31)

广州市全面“禁鸣” (94.4.31)

•国外动态•

法实现低公害交通系统改革 (97.1.5)

生态卡片 (97.1.27)

泰国对汽车污染采取一系列措施 (97.1.27)

低能耗低成本污泥制建材新技术 (97.1.27)

污染河流自新恢复清流工程 (97.1.32)

日NO包装宣传运动 (97.1.32)

德国汽车厂商积极回收废车 (97.1.36)

减少NO_x的多段燃烧炉 (97.1.36)

俄罗斯核污染难以消失 (97.1.41)

城市垃圾焚烧灰制路基材料 (97.1.41)

日制定生态标志新标准 (97.1.47)

用绿藻固定CO₂制重油 (97.2.8)

国际环境保护技术情报网开通 (97.2.13)

暗处发电的微生物电池 (97.2.18)

风力日光组合发电系统 (97.2.18)

高效薄膜太阳电池 (97.2.18)

再资源化物资电子贸易国际网开通 (97.2.25)

大气中CFC等出现减少 (97.2.32)

德国发展租用电动汽车服务 (97.2.41)

灾害急用净水装置 (97.3.4)

荷兰风力水质净化装置 (97.3.14)

消臭薄片 (97.3.18)

高效薄型太阳电池 (97.3.47)

海洋上大型发电站 (97.3.47)

日用光催化剂铺路试验 (97.4.11)

CO₂选择性分离膜 (97.4.19)

废塑料简单再利用 (97.4.28)

UNECN加强对POP控制二噁英 (97.4.28)

专用活性炭问世 (97.4.28)

美超临界CO₂喷雾涂装 (97.4.39)

国际机构确认二噁英是人类致癌物 (97.4.43)

美国一教授提出将二氧化碳转化为有用燃料

..... (97.4.43)

CONTENTS

1. Research on the Development Status of Environmental Industry in Guangdong
..... Xu Jiaying (1)
2. Some Comparative Studies on HongKong and Shenzhen Environmental Impact Assesment
..... Yu Bende (4)
3. Economics Study on the Cause of Environmental Pollution in Abroad Yu Jucan (8)
4. Technical Evaluation on Smoke Administering of Power Stations Huang Qiande (12)
5. Automobile Emission Lead Pollution and Control Li Chuanhong et al (16)
6. Risk Assessment for Choosing City Tap water Source Zhou Qiang et al (20)
7. Preliminary Discussion on the Application of Nature Control Theory in Ecological
Demonstration Region Wang Shugong et al (25)
8. GC Analysis of Phthalates in the Exhaust-Gas from PVC Factory
..... Huang Zhuoer et al (29)
9. Progress in Supercritical-CO₂ Extraction Technology in Environmental Organic Analysis
..... Zhang Gan et al (32)
10. Status and Cause of Countryside Industry Pollution in Fangchun District and the
Administration Coutermeasure Zhang Baochun (35)

广州环境科学 (季刊)

主办: 广州市环境科学学会	地 址: 广州市吉祥路 95 号 (邮码 510030)
协办: 广州中药一厂	电 话: (020) 83355374
编辑: 《广州环境科学》编辑部	主 编: 甘海章
印刷: 广州市白云师范学校印刷厂	责任编辑: 琚 鸿