

广州环境科学

GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCES

第8卷 第2期

VOL. 8 NO. 2

2

1993

广州市环境科学学会
广州市环境保护科技信息网

目 次

管 理 论 坛	实现城市环境资源利用机制的转换 谈锦钊 (1)
研 究 报 告	中国一些城市气溶胶中可溶有机质的生物标志物研究 盛国英等 (5) 广州市全球大气监测 十年动态研究 (1981~1991) 黄兰芳等 (10) 广州市生活垃圾成份及其产量合并预测 余载礼等 (14)
综 述	氧化塘污水处理技术的研究与设计态势 韩泰畴等 (23)
调 查 研 究	广州城市绿地系统及生态环境建设 杨士弘等 (29) A/O 系统处理城市污水的运行评价 郑曼英等 (34) 环境科学文献计量学研究若干结果 郭 原 (37)
环 境 监 测	广州市区大气环境氡子体 α 潜能分析 兆茹枚 (40) 气相色谱法测定环境中苯系物的残量 李冠勇 (42)
国 内 简 讯	国家环保局决定从今年起实行环境标志制度 (36) 广州市召开赶超亚洲“四小龙”环境保护对策研讨会 (44) 《广州环境科学》杂志召开编辑工作会议 (44) 广州少先队开展环保系列活动 (28)
国 外 动 态	朝鲜纪行 (45) 石棉废弃物无害化处理技术 (4) 发泡聚苯乙烯热风减容技术 (4) 日本幼稚园中小学回收利用活动 (13) 日本开发新型电动汽车 (33) 离子除尘新技术 (28) 能同时除尘与吸收气体的石灰喷雾布袋除尘器 (33) 电渗式加压污泥脱水机 (41) 旋转式活性炭纤维溶剂回收装置 (39) 日本神奈川县对涂料中 VOC 的污染防治对策 (41)

实现城市环境资源利用机制的转换 ——对易地改造污染工厂的调查研究

谈锦钊

(广州市经济研究院)

摘要 本调查研究阐述了城市环境资源是十分宝贵而极为有限的, 实现社会主义市场经济模式的环境资源配置, 是优化广州城市环境的必然途径。要通过环境资源利用市场化的杠杆推动资源配置优化, 实现环境资源利用机制的转换, 并提出了三个重要方面值得注意。第一, 建立城市环境资源价格体系。第二, 树立“谁使用, 谁付费; 谁破坏, 谁受罚”的管理原则。第三, 承认企业历史用地使用权转让中企业应享有其中一部分土地得益的合法性, 促进企业在城市规划许可范围自主选择厂址与生产规模。

关键词 环境资源 工业污染源 市场经济 土地收益 易地改造

我们从1992年年中开始对广州市政府批准的“八五”期间易地改造的污染工厂进行了调查, 先后召开了十几间工厂环保负责人座谈会, 向28间规划搬迁厂发出了调查表, 分别与米制品厂、农药厂、硫酸厂、广化电石分厂等企业负责人座谈, 深入多间企业实地观察, 掌握了较多的数据, 从实践和理论两个方面作了较深入的调查研究。现将初步研究成果介绍如下。

1 污染企业的易地改造将加速我市环境的改造和优化

由广州市环保办规划的“八五”期间搬迁污染企业的计划, 符合广州市建设现代化国际大都市的城市发展目标, 发挥了环保工作的主导作用, 将加速我市环境的改造和优化。

通过调查, 规划搬迁工厂大部分准备动迁或正在动迁, 少数企业已经完成动迁工作。这些企业易地改造后, 对我市环境产生良性循环:

a. 28间企业大部分位于人口稠密、环境容量极为有限的旧城区, 工厂搬迁后, 消除了工业污染源, 净化了环境。

b. 搬迁后原厂址发展第三产业或转让土地, 厂房作房地产开发, 繁荣了市区经济; 或改建职工宿舍, 改善了职工居住条件。

c. 优化了工业布局, 实现工业合理迁移, 也使部分企业扩大生产规模有了足够的空间和环境容量, 职工的劳动条件改善了, 企业的经济效益提高了。

d. 市区工业用地转变为第三产业用地, 产生显著的经济效益、社会效益和生态环境效益, 政府从土地转让中收取部分转让费, 为城市环境的建设和保护开辟了财源。

调查资料显示, 规划搬迁厂大部分落实了新厂址, 或有了解决办法。搬迁的方向主要有三个方向: 第一是搬到石井, 主要是位于荔湾区的工厂, 如东方橡胶厂、新风制锁厂、珠江橡胶厂、广州自行车链罩厂(搬往槎头)等, 这与地域上相近有密切关系。第二是搬入东部东圃地区, 如市政维修处综合厂、广州指甲钳厂冲压车间; 益丰搪瓷厂搬往黄埔大沙地, 这主要是向东部工业区靠拢的原因, 有利于集中解决污染物处理问题。第三是搬出市区, 如广州机床厂铸造车间搬往清远源潭、广州铜材厂电解铜车间搬往从化太平场等, 搬出市外, 向

与广州市有紧密的行政和市场关系的地区迁移,是工业布局的重要方面,也是环境优化与地区经济关系紧密化的相关关系的表现。

2 实现社会主义市场经济模式的环境资源配置,是优化我市城市环境的必然途径

广州环境资源是十分宝贵而极为有限的社会财富,实现社会主义市场经济模式的环境资源配置,是优化广州城市环境的必然途径。

环境资源虽然是自然存在之物,有其自然性的一面,但城市中的大气、水、植被、土地等更有其社会性的一面。因为城市的环境资源已经是经过人类劳动的保护、加工、保养、改造,故此城市环境资源不但有使用价值,而且有价值。因此对城市环境资源利用的管理可以而且必须实行价值化、商品化。通过有偿有期限有限额的分配,实现城市环境资源利用机制向商品化、市场化转换,并且通过市场经济体制优化城市环境,提高城市环境的三大效益(经济效益、社会效益、生态环境效益)。

环境资源商品化、市场化是建立在社会主义市场经济大环境的基础上的。在企业实行自主经营、自负盈亏、自我积累、自我发展的独立自主模式前提下,政府由过去资源分配到微观经济、直接控制企业经济活动的计划统制管理模式转变到调控市场,通过价格杠杆配置社会、环境资源,并从资源的有偿有期限有限额使用进行间接管理,实现这种根本的机制转换,必然使整个环境资源管理机制发生根本性的变化。

从管理角度看,环境资源是重要的生产要素,它在市场经济中随着资金、土地使用权、劳动的商品化,不以人们的意志为转移而成为可以计量和计价的商品。资源价格标准是环保重要的经济管理工具,即是将环境资源的价值量化,以资源再生所需价值或虽不可再生但另外选择替代品所需要的成本作为资源的价格。

实施环境资源科学利用和保护的经济手段,就是要通过市场配置环境资源这一生产要素,达到企业内部经济必然服从企业周围环境的外部经济要求。从调查中得知,有一部分污染企业虽然未列入规划搬迁名单之中,但由于它所处的有利的城市区位,以及消除工业污染费用高,通过比较利益使它自觉地迅速搬迁,将工厂用地转变为第三产业用地,企业易地改造的积极性相当高。这种自觉的行动受到“无形的手”去推动。环境资源——土地资源的价值规律在起决定作用,这种生产要素的价值配置日益成为环境资源优化配置的主要动力。

从规划易地改造工厂调查资料分析,土地利用率普遍很低,每平方米土地只有1.26万固定资产净值,属于劳动密集型的土地利用粗放型企业。1991年每平方米工厂用地每年创造产值最低的只有16.5元,最高的仅有36710元,1985~1991年平均每平方米工业用地每年只有839元产值。如果以年产值1%折算为土地使用创造价值,每平方米工业用地50年使用期累计为419.5元,以容积率2.5推算,每平方米工业建筑面积贡献仅为167.8元;如果用现行内部标准推算,将易地改造工厂的土地转变为住宅用地可增值4.9倍或转变为商业用地可增值约10.7倍,按2:8比例安排商业用地和住宅用地,“八五”规划搬迁工厂实现后,土地转变使用功能为政府带来高额的土地收益和社会经济效益,估算土地收益达8.46亿元。

从另一本帐去计算,消除了污染源使周围居民和本厂职工健康水平提高,使劳动时间增加和劳动效率提高、医疗费用和时间的节约、投资环境优化、导致第三产业价值增加,同时工厂搬迁后市区工业运输量减少而相应道路空间和交通畅通时间等因素,易地改造污染工厂所带给城市的经济价值将数十倍于原来的土地利用结构所产生的效益。

3 以建立社会主义市场经济为改革目标，加速城市环境资源利用机制转换

党的十四大给我国经济、社会发展指明了根本的目标：建立社会主义市场经济。这个目标规定了政府和企业相应的经济管理要实行转轨。在调查中我们深深感到，在新的历史时期环保工作再也不能只靠行政领导“一条腿”走路，或者仅仅靠“谁污染，谁治理”的经济处罚手段。在计划经济模式下，环保是软约束，污染企业可以有很多“理由”去搪塞、延迟、拒不执行环保的指示，企业宁愿付一点点罚款继续维持其现状，污染了环境而治理不了，甚至表面上治理实质不治不理，污染企业造成了环境和社会的不经济，这笔帐没有人去算过，客观上缺乏经济压力和企业动力去推动工厂选址的优化和改造。

在实施土地有偿使用、有偿转让的新的经济政策下，加上环保规划下令点名的污染工厂限期易地改造，就产生了一种比较经济效益的效应，工厂通过转让用地权，或改变使用功能，企业有利可图，使污染工厂易地改造有了经济基础。当然，有的规划搬迁工厂反复与政府讨价还价，到底政府要资助多少费用企业才能搬迁缺乏公正客观的评估，事情还是不能有进展。如果仍然是建立在全民制企业与政府的“父子”关系上，这种谈判胶着与施加行政压力就不可避免。所以，必须在市场经济基础上，通过环境资源利用市场化的杠杆推动资源配置优化。

4 在加速城市环境资源利用实现市场化过程中，有几个重要方面值得注意

第一、建立城市环境资源价格体系，用经济杠杆去管理和分配环境资源。

对城市环境资源的大气、水源、绿地、山林、陆地等都要作出资源的标准定价，对土地出让价格在一些城市已制定初步标准，而对其

他方面的资源如上述的大气、水源等尚未纳入价值管理范畴。定出相应的价格标准，一是可以作利用收费和处罚的价值依据；二是具有社会财富的统计意义；三是作为向市民和游客教育的内容，使人们树立环境资源是全体公民的共同财富，谁也不能随意破坏它，不能无代价地作经济性利用的新观念，从而促成全社会关心环保、爱护环境、维护城市的环境质量的风气。

第二、树立“谁使用，谁付费；谁破坏，谁受罚”的环境资源管理原则。

没有市场化管理，“谁污染、谁治理”的口号只是一句空话，罚几分钱就可以污染珠江，实际上，长期的环境污染也不是靠污染企业自己的“治理”能够治理得了的；对来自诸方面的污染也不能只靠搬迁几间污染厂就解决得了。必须用“两只手”去实施严格管理。一方面，全面地实行环境资源使用收费政策，城市中不需要付费的洁净空气、洁水和安静的环境，因此从住房中收取级差环境地租，从交通中收取机动车船的污染费、从用水中收取超标用水费，从排污中收取水资源保护费，从用电中收取超标用电加价费，从流动人口中收取城市环境建设费等，建立环境资源的经济硬约束。顺带说一句，就是广州几十万盲流为什么不须带分文就可以在市内长年挣钱生存下去，成为垃圾游击队、超生游击队等，其中原因之一就是环境资源不实行收费政策，所供给的洁水、供电等没有资源价格，成本太低甚至无成本地使用资源，酿成城市管理的“顽症”。

另一方面，是行政上硬约束，“谁污染，处罚谁”，必须用法律手段实施管理。对破坏环境而致他人伤亡和公私财产严重损失的，诉之于法律。假若严重污染环境而致人畜死亡的，虽无意杀人，但危害后果严重的，不处于极刑何以能禁后来者，又何以保证在日益狭窄的生存空间中全体市民的安全。

第三、承认企业历史用地使用权转让中企

业应享有其中一部分土地得益的合法性,促进企业在城市规划许可范围自主选择厂址、生产规模。

首先,规划搬迁工厂往往碰到的是搬迁资金困难。在改革初期,一些工厂私下卖地,以地换房,这种做法被称之为将国有土地资产转为私有。但如果不正视企业历史用地的使用权应该有一定的价值,企业应该享有其中一部分利益的现实,那么土地“隐形市场”仍在地下活动,大量存量的房地产也不可能流入市场中寻找最佳的最有效益的利用方式。因而,首先鼓励规划搬迁工厂以厂址土地按城市规划要求有偿转让,从转让收益中支持易地改造,通过公开招标、拍卖形式将规划搬迁工厂的土地通过市场转让出去,取得最高的土地转让收入,加速易地改造。

其次,企业转向市场经济运行轨道,必然伴随着艰难的改造过程。环境质量指标并不是企业最关心的事情,它最关心的是在市场中如何生存和发展。环保管理必须适应新形势的变化,不是例行公事式的保守管理,而是要造成

一种风气,使企业感到全社会都十分关心环境质量、企业管理、企业产品和企业形象不以有利环保的面目出现就得不到社会的欢迎,因而认真对待环保。这种趋势已经在一些发达国家的城市中出现了。从技术上和政策引导上给企业当参谋,引导企业正确选择自己的区位,选择先进的科学生产管理。

最后,环境保护的地位日益上升,市长从一心抓工业、农业,转到更多地抓城市环境建设和保护上来。工业改造与城市环境保护是相互关联的,因此,因势利导,抓住当前大好形势,以市场导向加速工厂易地改造进程,可以说是广大环保和经济工作者的历史责任。

5 主要参考文献

- [1] 《广州市环保十年规划和“八五”规划》
- [2] 《珠江三角洲房地产投资指南》

(本文是在广州市环保办规划处何榕友付处长、李宪政同志、市经研院王增新同志的大力协助下完成的,特此鸣谢!)

石棉废弃物无害化处理技术

石棉纤维过去用水泥混合固化或塑料袋包装后埋入地下,但填埋场地难以确保,迫切要求新技术的开发。

由日本京都大学工学部平冈正胜教授指导下开发成功的石棉废弃物减量化、无害化处理技术将石棉

废弃物焚烧处理后,投入电阻式熔融炉中。在1300~1500℃高温中熔融,使石棉纤维消失,达到减量化、无害化的目的。此法适用于含有可燃物、水分等杂质的石棉废弃物,处理过程中没有粉尘飞扬问题,被认为是今后处理石棉废弃物的方向。(洪蔚)

发泡聚苯乙烯热风减容技术

发泡聚苯乙烯广泛用于包装材料。目前已开发了不少回收再利用的技术,但由于发泡聚苯乙烯体积很大,一辆4吨卡车只能装载300kg。使回收的包装材料在运输和处理上带来很大困难。

日本三菱重工业公司利用热风可使发泡聚苯乙烯体积缩小至1/20。该公司制造的发泡聚苯乙烯收缩

装置系长900mm,宽900mm,高600mm的铁柜,体积小,柜内安装2kw电热产生热风,每小时处理能力10kg,废包装材料投入后体积缩小至原来的5%。处理后4吨卡车能满载4吨。有利于废包装材料的运输和再利用。

(洪蔚)

中国一些城市气溶胶中可溶有机质的生物标志物研究

盛国英 傅家谟 张健 徐玉平

(中国科学院地球化学研究所广州分部)

B. R. T. Simoneit 陈小京

(美国俄勒冈州立大学海洋学院环境地球化学组)

摘要 本文测定了北京西郊、贵阳市区及广州东郊气溶胶样品可溶有机质(类脂物)中的同系物和分子标志物的分布。初步研究表明,所有样品都含有脂肪烃,包括正烷烃、甾烷和三萜烷,这些化合物既有生物来源的(如维管植物蜡输入的),又受到化石燃料(石油、煤等)的污染。主要来源于天然产物的含氧化合物(脂肪酸、脂肪酮和脂肪醇)亦是气溶胶的重要组成。

关键词 气溶胶 烃类 多环烃 生物标志物 来源

1 前言

综合分析含碳气溶胶的可溶有机质(类脂物)可以作为评价人为因素对低对流层环境影响的可靠证据。关于城市、乡村、边远地区以及海洋上空气溶胶有机物中类脂物的研究已有许多报导(Simoneit等,1991及文中所列的文献)。然而,这些报导中涉及中国样品的不多(Lamb等,1980;Sheng等,1990;Simoneit等,1991)。本文着重报导采自北京、贵阳和广州的一组气溶胶可溶有机质中各种类脂馏分的初步研究结果。

本研究项目样品的采集方法,以及类脂物的抽提与分离和类脂物的分析鉴定方法详见Simoneit等(1991)的论文。

2 结果与讨论

表1列出了中国几个城市气溶胶的采样地点、高度、可溶有机质产率及其组成的有关数据。

2.1 产率

类脂物组分的分析结果列于表1。由表可见,总可溶有机质(类脂物)在大气中的产率分布范围为2.7至48.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,产率最高是在北京市区,大大高于国外其它几个城市,例如洛杉矶为3—4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,尼日利亚的伊巴丹约为6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Simoneit等,1991)。

这些类脂物主要由烃类、脂肪酸和脂肪醇以及少量的脂肪酮和其它分子标志化合物所组成。

2.2 分子标志物

生物标志物来源于生物,具有确定的化合物结构,可用于追踪、成因与演化。表2列出了大气气溶胶中脱氢松香酸与两个次要同型物,即16,17-二降脱氢松香酸和7-氧代-1-脱氢松香酸(I)的浓度。这些酸出现于所研究的三个地区的大气气溶胶中,但仅为次要组分。在这些样品中没有检测到规则二萜酸(如松香酸或海松酸)。在此,芳香二萜酸可能来自煤与木材燃烧和/或针叶树的蒸发等天然传

表 1-a 中国一些城市大气飘尘烃产率和有关资料

样品名称	地点	离地高度 (m)	总抽提产率 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	总 烃					胡萝卜烷 (ng/m^3)	植物蜡正烷烃		PAH (ng/m^3)	二萜类 (ng/m^3)
				产率 (ng/m^3)	CPI	C_{max}	U: R	Pr/Ph		产率 (ng/m^3)	C_{max}		
PK-1	北京	1.5	48.0	5900	2.2	29	1.1	0.3	15	800	29	340	3000
PK-2	北京	4.5	n. a.	n. a.	1.6	29	1.3	n. d.	—	—	29	—	—
PK-3	北京	280	2.7	1200	1.3	23,29	0.6	0.4	2	145	29,31	30	3
GY-1	贵阳	1.5	n. a.	n. a.	1.6	27,31	1.5	0.38	—	—	27,31	—	—
GY-3	贵阳	4.5	9.3	2400	1.3	31	2.2	0.25	24	290	31	490	55
GD-1	广州	12	5.0	3100	1.9	31	0.6	n. d.	30	610	31	260	75
GN-1	广州	2.5	26.1	3200	1.1	31	1.2	0.13	11	48	25,31	170	24

注: n. a.: 未分析; CPI: 碳优势指数, 表示正烷烃 C_{10} - C_{35} 范围的奇碳数同系物的总和和同样碳数范围内偶碳数同系物总和之比。

(Simoneit 和 Mazurek, 1982a) C_{max} : 同系列中最大的碳链数; U: R 未分辨的烃类与分辨的烃类之比值; Pr/Ph: 姥姣烷与植烷的比值; n. d.: 未检出。

表 1-b 中国一些城市大气飘尘中正脂肪酸、醇、酮产率

样品名称	正脂肪酸				正脂肪醇			正脂肪酮		
	产率 (ng/m^3)	CPI	C_{max}	$nC_{18:0} / \sum C_{18:1}$	产率 (ng/m^3)	CPI	C_{max}	产率 (mg/m^3)	CPI	C_{max}
PK-1	11000	7.3	16	2.1	n. a.	—	—	n. a.	—	—
PK-2	—	—	—	—	—	—	—	n. a.	—	—
PK-3	4.0	6.2	16,24	7.5	42	8.2	18,28	130	1.8	23,29
GY-1	—	—	—	—	—	—	—	n. a.	—	—
GY-3	52	12	16,24	5.4	260	12.3	18,26	80	2.0	19,29
GD-1	110	6.3	16,24	5.6	10	16	16,28	340	2.4	31
GN-1	14	10.9	16,26	2.5	8	15	16,30	18	2.0	23,33

播。7-氧代-脱氢松香酸也代表脱氢松香酸的氧化产物 (可能为大气中次生产物)。

气溶胶中具有完整系列的植物甾醇(Ⅱ), 从 C_{27} 胆甾醇到 $C_{29}\beta$ -谷甾醇以及豆甾醇。与其它几个城市中的分布相类似, 胆甾醇含量等于或大于 β -谷甾醇。 C_{28} 和 C_{29} 甾醇来源于维

管植物, 而胆甾醇则可能来源于动物脂肪的烹调加工处理过程。

主要存在于烃类馏分中的石油生物标志物可用于鉴定石油残余物的化石成因与地质来源。这些化合物在地质上是成熟的, 在周围环境中相当稳定。图 1 给出了一些中国气溶

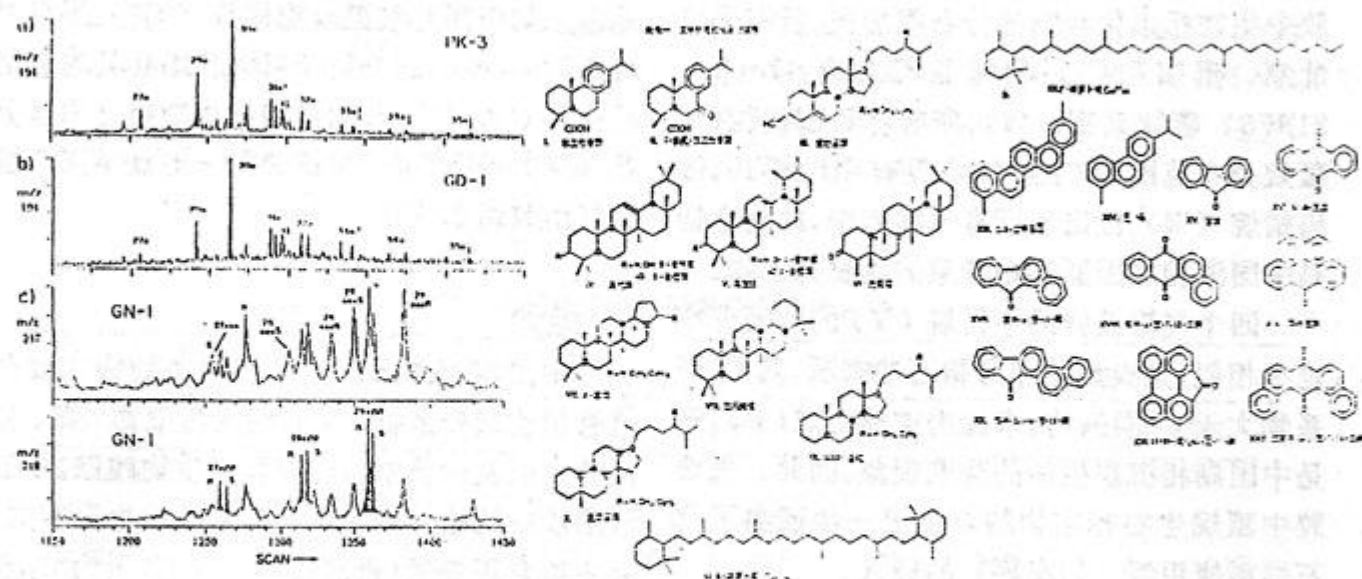


图1 气溶胶中石油型三萜烷 ($m/z191$) 和石油型甾烷 ($m/z217, 218$) 质量色谱图实例。

(a) PK-3;

(b) GD-1;

(c) GN-1

(数字表示碳数, $aaa = 5\alpha(H), 14\alpha(H), 17\alpha(H)$ -甾烷, 实心峰 $\alpha\beta\beta = 5\alpha(H), 14\beta(H), 17\beta(H)$ -甾烷, K 和 $S = C-20R$ 和 S 对映体)。

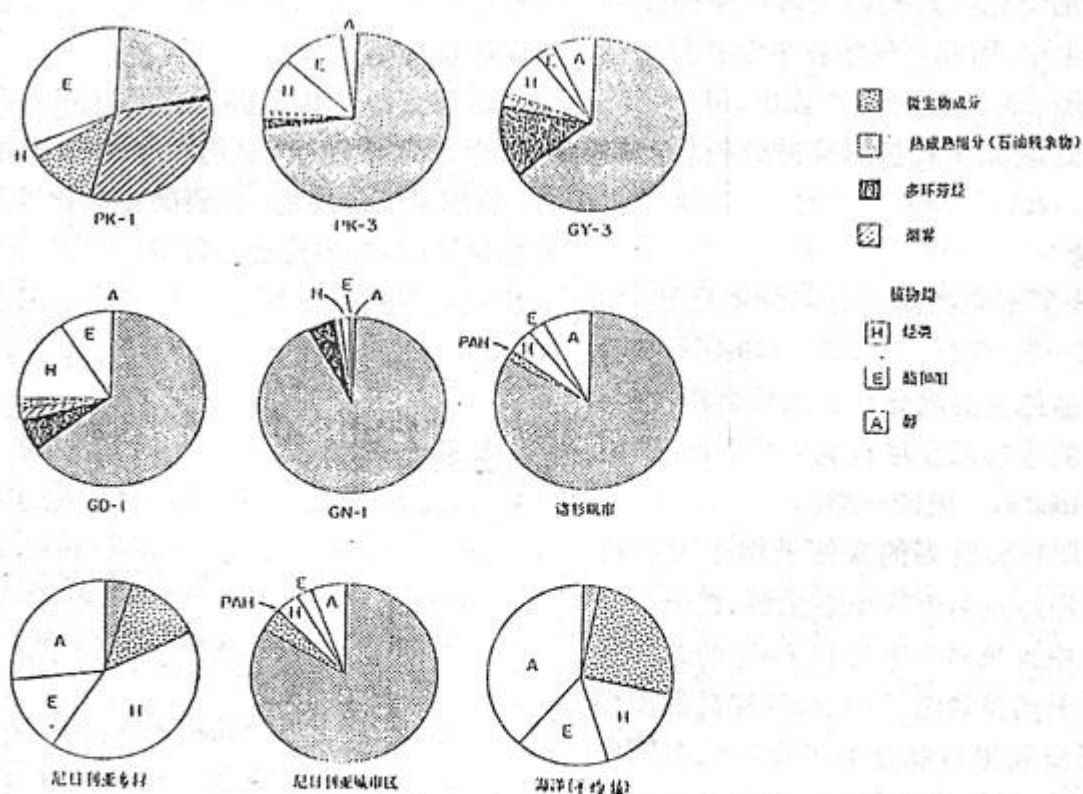


图2 中国气溶胶中类脂质组成的概括饼图以及与典型洛杉矶、尼日利亚和大西洋样品比较

胶中生物标志化合物的分布类型图。所有采自北京、贵阳和广州的样品都含有 $17\alpha(H)$, $21\beta(H)$ 藿烷系列 (VII)。所有样品都很相似, 藿烷分布范围为 C_{27} 至 C_{35} , 没有 C_{28} (图1)。伽玛蜡烷 (VIII) 检出于所有气溶胶中。此化合物是中国湖相成因原油中普遍的生物标志物。

四个气溶胶样品中甾烷 (IX) 的构型分布也很相似, 是典型的非海相石油来源, 其 C_{29} 同系物大于 C_{27} 同系物, 未检出重排甾烷 (X), 这是中国湖相沉积生油的普遍现象。因此, 气溶胶中藿烷生物标志物的存在进一步证实了化石燃料使用源 (如车辆) 的输入。

β -胡萝卜素 (XI) 已从部分气溶胶样品中检出, 含量甚低为 $2-30\text{ng}/\text{m}^3$ (表1), 同时也检出了 γ -胡萝卜素。这些化合物进一步证明了化石燃料源的输入, 很可能来自于富含 β -胡萝卜素原油炼制的石油产品。

煤和石油等化石燃料燃烧时产生的多环芳烃带入烟尘中。因此, 气溶胶中含有相当比例的多环芳烃 (表2) 就是这个原因。进一步的确认需要在这些城市直接采样并分析煤的燃烧烟尘样品。

2.3 推论

图2综合了不同类脂组分与物源配比。如图所示, PK-3、GY-3、GD-1和 GN-1四个气溶胶样品的主要成分是石油残余物, 这与加利福尼亚的洛杉矶及尼日利亚的乔斯 (Jos) 和伊巴丹 (Ibadan) 城区一样。

PK-1具有异常高的来源于烟尘的有机质, 可能采样地点附近有个烟尘源。在一个样品 (GY-3) 中含氧多环芳烃和 PAH 的总含量甚至超过了天然植物蜡的组成。这样高的多环芳烃在洛杉矶和尼日利亚的城市的气溶胶中也没有见到过, 尽管尼日利亚也有无法控制的燃烧源输入。这样高含量的多环芳烃部分反映了中国城区广泛使用煤作燃料。植物蜡的组成不同反映了不同的植物输入源, 并有少量微生物输入源。气溶胶样品的总组成是属于富含多环芳烃的典型城市型, 完全不能与乡村及偏远

地区 (如海洋) 气溶胶相比较 (图2)。采自离地面280m 高处的 PK-3气溶胶比起其附近地面样品 (PK-1), 其烟尘和微生物组合明显要低。因此, 应该进一步研究同一地点不同高度的气溶胶组成变化。

3 结论

中国城市地区的气溶胶中类脂物主要是维管植物或残余物、化石燃料污染物 (煤、原油等) 以及少量木材燃烧和微生物残骸。中国气溶胶中的植物蜡组成与它们的植物源相关, 并主要含正烷烃 (奇碳优势, 碳数范围为 C_{23} 至 C_{33}), 正脂肪醇 (偶碳优势, C_{20} 至 C_{32}) 以及少量正脂肪酸 (偶碳优势, C_{20} 至 C_{32}), 正脂肪-2-酮 (奇碳优势, C_{23} 至 C_{33}) 和分子标志物 (三萜类及植物甾醇)。三萜醇和三萜酮是气溶胶极性馏分的主要成分。主要含有 α 和 β 香树素和无羧酮。这些化合物进一步证实了区域性的高等植物蜡来源。

多环芳烃和含氧多环芳烃以相当高的浓度出现在气溶胶中。它们主要来源于化石燃料, 特别是煤的燃烧、车辆的排放物以及木材的燃烧。气溶胶中检出的藿烷、甾烷、 β -胡萝卜素和伽玛蜡烷证明了石油和地质来源的输入。

4 主要参考文献

- [1] Lamb D, Petrowski C, Kaplan I R and Simoneit B R T. Organic compounds in urban atmospheres: A review of distribution, Collection and analysis. J. Air Pollut. Control Assoc, 1980; 30: 1098 - 1115.
- [2] Sheng Guoying, Fu Jiamo, Zhang Jian, Xu Yuping and Simoneit B R T. Preliminary Study of extractable organic matter in aerosols from Beijing and Guiyang, China. In: Diversity of Environmental Biogeochemistry, ed. by J. Berthelin. Elsevier, 1990; 77-88.
- [3] Simoneit B R T, Sheng Guoying, Chen Xiaojing, Fu Jiamo, Jian Zhang and Xu Yuping. Molecular

Marker Study of extractable organic matter in aerosols from urban areas of China. Atmospheric Environment. 1991; 25A (10): 2111-2129. 春、向同寿、李正悦、Dr. J N Carboso 和 R N Leof 帮助完成 GC/MS 分析。Dr. R A Franich 赠送了 7-酮-脱氢松香甲酯，在此一并致谢。本研究还受到美国国家科学基金会大气化学部的基金资助 (ATM-8509184 和 ATM-8717988)。] [万国存、邱厚琼和杨超宏帮助采集样品。刘智

表2 中国气溶胶中的多环芳烃化合物

名 称	分子量	浓 度 (pg/m ³)				
		PK-1	PK-3	GY-3	GD-1	GN-1
多环芳烃						
菲	178	1064	2	63	—	—
荧蒹	202	233	136	947	—	912
芘	202	582	2	379	—	543
葱烯 (XIV)	234	116	4	126	—	304
苯并 (ghi) 荧蒹	226	83	36	600	24	978
蒽	228	998	182	2623	360	2170
联苯	254	17	49	663	216	956
苯并噻蒹	252	1700	135	2620	2400	2000
苯并 (e) 芘	252	648	16	2367	1344	1413
苯并 (a) 芘	252	83	5	821	120	1326
苝	252	—	—	95	24	196
2,9-二甲基苝 (XIII)	306	333	2	63	240	109
葱	276	150	—	630	600	522
茚并 (1,2,3-cd) 苝	276	316	22	1988	1297	1260
苯并 (ghi) 苝	276	333	4	3200	1440	1304
各种二苯并蒽	302	266	2	1042	960	869
晕苯	300	283	2	1420	360	435
含氧多环芳烃						
芴酮 (XV)	180	n. d.	—	—	tr.	tr.
9,10-蒽醌 (XVI)	208	n. d.	tr.	—	tr.	2
苯并 (a) -芴-11-酮 (XVII)	230	n. d.	6180	1100	3600	203
苯并 (a) 蒽-7,12-二酮 (XVIII)	254	n. d.	4760	307	3050	50
苯并蒽酮 (XIX)	254	n. d.	928	120	2020	26
苯并 (2,1-a) -芴-11-蒽酮 (XX)	278	n. d.	618	417	1800	18
11 (H) -环苝 (ghi) 苝-11-酮 (XXI)	280	n. d.	186	143	1600	16
二苯 (a,j) 蒽-7,14-二酮 (XXII)	308	n. d.	680	22	94	2
其它	304	n. d.	250	154	2680	26
比值						
荧蒹/芘	0.4	132	2.5	—	2.1	
苯并 (a) 芘/苯并 (e) 芘	0.1	0.3	0.4	0.1	1.0	
菲/蒽	80	—	17	—	10	
菲/(菲+甲基菲)	—	—	0.32	—	0.45	

注：tr. 为痕量；n. d. 为未检出；—为没有鉴定

广州市全球大气监测十年动态研究 (1981—1991)

黄兰芳 冯祯智 胡国媛 孔薇 章青

(广州市卫生防疫站)

摘要 本文报导了广州市1981~1991年大气监测TSP、SO₂浓度结果, TSP、SO₂全市各年算术均数范围分别为176~218 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 48~93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。TSP、SO₂浓度有季节性变化, 十年来有下降趋势。SO₂与唾液溶菌酶含量呈负相关, TSP浓度与同期呼吸系统疾病死亡率呈显著正相关。

关键词 大气监测 空气污染 污染物浓度 总悬浮颗粒物

1 前言

广州市1981年参加全球大气监测工作, 按世界卫生组织的要求, 全市设四个固定监测点, 对大气中TSP、SO₂浓度进行系统的监测分析, 经十年连续监测共获监测数据13268个。在完成这一国际性科研协作任务的同时, 基本掌握了广州市大气污染状况及其变化规律。在进行大气监测同时, 开展了大气污染对儿童健康影响的调查以及居室内空气监测, 并测定大气TSP中3、4苯并(a)芘浓度。

2 监测点布置

按照全球大气监测系统的要求, 在市内设置四个固定监测点, 分别代表四个不同的功能分区。

2.1 工业区监测点:

1981年设在城西的荔湾区卫生局二楼阳台上。1982年起迁往荔湾北路省水电设计院宿舍七楼平台, 距地面21米, 周围有各类工厂数十间, 是本市工厂密集的老工业区。

2.2 商业区监测点:

设在市中心的解放中路市卫生局三楼平台上, 距地面12米, 四周遍布大小商店, 交通拥挤, 是本市主要的商业交通中心之一。

2.3 居住区监测点:

设在城市的市卫生防疫站四楼, 距地面12米, 周围以居民住宅为主。

2.4 清洁区监测点:

设在北郊边缘的市结核病医院二层平台上。1985年迁往该医院南边新建二层楼房, 距地面4米, 附近绿化较好, 北依麓湖风景区。

3 监测项目和方法

3.1 总悬浮颗粒物:

用上海产CYQ-06型大型流量采样器, 流量1.1~1.7 m^3/min 玻璃纤维滤纸集尘, 每月连续24小时采样15天, 重量法测定。

3.2 二氧化硫:

用F601采样泵和流量计自行组装的采样器, 1小时采样流量为0.5L/min, 24小时连续采样流量为0.2L/min, 每月连续24小时采样15天。盐酸付玫瑰苯胺比色法分析。1984、1985年用库仑仪测定小时浓度。

3.3 苯并(a)芘:

各监测点每月的总悬浮颗粒物滤膜取5天的样品用高压液相色谱进行测定。

3.4 降尘:

1984、1985年各监测点每月测定一次, 用重量法测定。此外, 在采样的同时, 观测记录

气温、气湿、气压、风向、风速等气象要素。每月对采样仪器校正一次，并按统一要求做好实验室的质量控制工作。数据处理：对零值或低于方法灵敏度的数据按最低检出值的 1/2 计算，用 PC/XT 微电脑。

4 结果

4.1 污染状况

4.1.1 总悬浮颗粒物和二氧化硫污染状况：TSP 1982 年～1991 年共采样 6157 宗，全市各年算术均数范围是 176～218 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，SO₂ 1981～1991 年共采样 7111 宗。其算术均数范围是 48～93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。日平均浓度与我国卫生标准比较 TSP、SO₂ 超标率范围分别为 9～71%，0～22%。我市 TSP 超标率工业区、商业区、居民区、清洁区分别为 71%、44%、22%、9%。SO₂ 分别为 22%、16%、3%。清洁区无超标。

为了解全年的超标天数，现作一推算，高污染天数是 WHO 用来衡量任何一年中超过 P98 标准值的指标。它意味着一年中总悬浮颗粒物超过 230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的日平均浓度不得大于 7 天。各监测点每年总悬浮颗粒物出现高污染浓度的天数均超过 WHO 标准要求。其中 1983 年工业区污染最高 282 天。SO₂ 超过 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的日平均浓度不得大于 7 天。市区三个监测点除居民区 1984、1987、1989、1990 年未超过 WHO 标准外，其余均超过。只有清洁区十年来均未出现高污染浓度的监测日。

全市各监测点年算术均数和 P98 百分位数与 WHO 标准的比较，TSP 浓度年算术均数 >90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，P98 百分位数 >230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 为不可接受，我市各点十年来均属不可接受。SO₂ 浓度年算术均值 <40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 可接受，40～60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 在范围内，>60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 不可接受。P98 百分位数 <100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 可接受，100～150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 在范围内 >150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 不可接受。十一年来我市除清洁区为可接受，居住区在范围内，工业区、商业区为不可接受。

各监测点污染程度比较，经方差分析

$F_{\text{TSP}}=148$ ， $F_{\text{SO}_2}=59.5$ ， $P<0.01$ 。四个监测点之间有非常显著差别。经 q 检验，每两区间浓度差异均有显著性 ($P<0.01$)。TSP、SO₂ 均以工业区污染浓度最高，其余依次为商业区、居民区、清洁区。

4.1.2 污染物均数的 95% 可信限：WHO 标准 TSP 的上限值为 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 我市各监测点 1982 年～1991 年均超过 WHO 规定算术均数上、下限值的标准。SO₂ 的下限值为 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，我市各监测点 1981 年～1991 年，除工业区 1981、1984～1988 年及商业区 1984～1986 年超出标准外，其余未超标准。

4.1.3 用空气质量指数评价污染水平：近年来，美国统一用空气污染指数 PSI 值来评价空气质量状况。美国的污染标准指数分为 0～49 好；50～99 良；100～199 不利于健康；200～299 非常有害健康；300～500 危险。我国在世界卫生组织西太地区临时顾问亨特先生指导下，推荐了中国的空气质量指数，由于我国没有显著损害水平和事故标准，只能暂时引用美国相应的标准值，推荐的中国空气质量指数见表 1。

表 1 中国空气质量指数

指数值 (PSI)	等 级	TSP 浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO ₂ 浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
50	好	150	50
100	良	210	150
200	不利于健康	500	500
300	有害于健康	650	800
400	危险	870	1600
500	危险	1000*	2620

经统计用四个点同一天最高浓度计算，TSP 1982～1991 年好，占 8.5%；良，20.6%；不利于健康，占 62.7%；有害于健康，占 6.6%；危险，占 1.6%。SO₂ 1981～1991 年好占 6.6%；良，占 67.3%；不利于健康占

26.1%, TSP 浓度比 SO_2 浓度高。

4.2 污染物浓度变化规律及趋势

4.2.1 污染物浓度的月变化: 各点 TSP、 SO_2 均有季节性变化, TSP 呈 U 型, 1、2 月, 10~12 月高峰, 5~8 月份低峰。 SO_2 各月变化不明显, 只 1、12 月较高, 8 月份较低。从季节看 TSP、 SO_2 浓度以一、四季较高。

4.2.2 污染物浓度年变化: TSP、 SO_2 浓度与我国卫生标准比较 (日平均浓度值 TSP 为 $210\mu\text{g}/\text{m}^3$, SO_2 为 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$), TSP 超标率范围 22~42%, 其中 1986 年为 42%, 1987 年为 41%。1991 年为 22%, SO_2 超标率范围 2~22%, 其中 1985 年为 22%, 其次 1988 年 15%, 1984、1986 年 13%, 1990 年为 2%。

4.3 污染物浓度变化趋势

4.3.1 变化趋势的定量: 用 Daniel 做趋势检验, 使用 Spearman 秩相关系数, 取各年第 90 百分位数进行计算, 如果 $|r_s| > w_p$, 则表明变化趋势有显著意义。如果 r_s 是负值则表明有下降的趋势。经计算 $\text{TSP}r_s = -0.68$, $\text{SO}_2r_s = -0.64$ 有下降趋势。 $|r_s| > w_p$ 表明变化趋势有显著意义。

4.3.2 用 WHO 介绍的趋势检验方法: TSP 用 1982~1986 年作前期, 1986~1991 年作后期; SO_2 1981~1986 年作前期, 1986~1991 年作为后期, 分别计算前期和后期的均值再用公式计算其变化百分率。前后两期年平均浓度各监测点 SO_2 、TSP 变化百分率除清洁区有上升趋势外, 其余各点 $P < -3\%$ 有下降趋势。从全市看 TSP、 SO_2 浓度有下降趋势。

4.3.3 三年移动平均值: 在作趋势分析时, 趋势线可通过计算测量值的移动平均值 (moving average) 来得到。使用时间序列中的一小部分连续数, 计算一系列算术平均值, 可以得到移动平均值。在考虑 n 年间的年估计值时, 三年移动平均数。在考虑 n 年间的年估计值时, 三年移动平均值 (根据年平均值计算) 将使逐年的变异减少。经计算, 广州市 1982~1991 年 TSP 和 1981~1991 年 SO_2 年平均值

与三年移动平均值变化不大。但 1987 年后 TSP、 SO_2 浓度稍有降低。

4.3.4 TSP、 SO_2 浓度的相关分析: 我们将各监测点两者的日平均浓度进行相关分析, 除 1991 年商业区相关系数 $r = 0.165$, $P < 0.02$ 外, 其余各年, 各点相关系数 $r = 0.2983 \sim 0.7956$, $P < 0.001$ 。各采样点之间的相关性, TSP 各点相关系数 $r = 0.4619 \sim 0.9162$, $P < 0.001$ 。 SO_2 除 1985、1990、1991 年相关系数无意义外, 其余 $P < 0.001$ 。

5 讨论

5.1 污染物浓度变化趋势

我市大气监测 TSP、 SO_2 经变化趋势的定量计算^[1], 二者有下降趋势, 变化趋势有显著意义。另用前、后两期计算年平均浓度变化百分率^[2], 各监测点 SO_2 变化百分率 $P < -3\%$, 有下降趋势; 而 TSP 仅工业区 $P < -3\%$, 有下降趋势。这与我市严格执行国家环保法规和标准有关。“七五”期间市政府为了解决位于居民区的污染扰民问题, 对 129 家企业限期关、停、并、转、迁。至 1990 年底, 已有 89 家通过就地改造基本解决了污染, 有 6 家合并转产, 25 家通过搬迁易地改造, 既解决了污染, 又发展了生产。另民用气化燃料正在发展。民用气化燃料普及率从 1985 年的 8.4% 上升到 1990 年的 40.9%。我市推广使用固硫蜂窝煤, 使居室 SO_2 含量从 $1.4\text{mg}/\text{m}^3$ 下降为 $0.67\text{mg}/\text{m}^3$, 降低了 52.1%^[3] 对控制我市区大气 SO_2 起了重要作用。工业区 TSP 浓度有下降趋势, 这与广州发电厂热电并供二期改造工程有关, 是防治西村烟尘污染的关键工程, 这一工程淘汰了荔湾地区 40 多条烟囱, 减轻荔湾地区的污染。而清洁区近年来附近搞基建, 灰尘较多, 使清洁区 TSP 有上升趋势。

5.2 大气污染对人体健康的影响

我市在进行大气监测同时, 开展了大气污染对儿童健康影响的调查, 并开展居室内空气监测, 及测定大气 TSP 中 3、4 苯并 (a) 芘浓

度。对1980年后我市死于肺癌患者进行了个案调查。

5.2.1 在进行环境污染对人体健康影响的流行病学调查时，通常把儿童列为最敏感的人群。大气污染危险的早期表现之一是机体免疫反应下降。环境污染可使唾液溶菌酶活性降低。1982年在工业区测定522名儿童，清洁区测定628名儿童，其结果工业区儿童明显低于清洁区儿童（ $P < 0.01$ ），并进行大气中 SO_2 和唾液溶菌酶含量的相关分析，结果呈显著的负相关（ $r = 0.9761$ ， $P < 0.01$ ）。说明大气污染使儿童非特异性抵抗力降低。

5.2.2 大气污染物具有损害呼吸道粘膜，降低机体抵抗力的作用，从而使感染性疾病的发病率升高。据WHO有关文献报道，TSP、 SO_2 年平均浓度为 $150\mu g/m^3$ 时，可使儿童肺功能减退，呼吸道疾病增多。我市1982~1990年TSP年均浓度为 $176 \sim 218\mu g/m^3$ ，我们曾将1982~1985年各区总悬浮颗粒物与同期呼吸系疾病死亡率作相关分析，结果呈显著正相关（ $r = 0.8881$ ， $P < 0.01$ ），呼吸系疾病死亡率随着总悬浮颗粒物浓度的增高而增加。

5.2.3 我市与国内大多数城市一样，肺癌死亡率逐年上升，从我市死亡资料看，恶性肿瘤死亡率占全死因第二位。而肺癌死亡率又居首位。肺癌死亡率从1980年30.5/10万上升到1987年41.19/10万^[4]。据国内外环境流行病学研究认为城市大气污染，尤其是苯并(a)芘污染高的区，肺癌死亡率出高。为探讨我市肺

癌死亡率高的原因，1983~1986年我们测定了大气中TSP、3、4苯并(a)芘含量，结果表明，苯并(a)芘日均浓度范围 $0.15 \sim 0.78\mu g/100m^3$ 依次为工业区>商业区>居民区>清洁区^[5]。而我市肺癌死亡率以荔湾区（工业区）最高。1984年用大气中TSP中有机提取物做Ames试验，结果为提取物对鼠伤寒沙门氏菌变株TA98有明显致突变作用，工业区明显高于居住区。提示城市空气污染与肺癌的发病率有一定的关系。但考虑到肺癌的病因还有吸烟和职业因素，因此我们还有待今后深入研究。

6 参考文献

- [1] [2] 上海第一医院，大气质量管理与监测学习班讲义，1981：3
- [3] 谢士华，综合整治城市环境控制污染为提高我市环境质量而努力。内部资料，1991. 3. 25
- [4] 杜应秀等，广州市肺癌流行病学的初步分析。广州肺癌研究第二次讨论会论文集，1987。
- [5] 黄兰芳等，广州市总悬浮颗粒物中苯并(a)芘监测报告（1983~1986）。环境与健康杂志，1989；6：6。

（参加工作人员有：

区 富	邓素清	刘燕霞	刘世强	杨惠贤
贺小平	马秀炎	陈惠莲	李浩培	于桂兰
黄爱兰	谢恕君	麦永辉	麦伟鹏	胡肖娟
许 萍	黎淑文	马秀荣	梁惠萍	刘伟忠
郝 南	朱 闻	特此致谢。）		

日本幼稚园、中小学回收利用活动

日本东京都墨田区行政、居民、企事业单位组成教育委员会，共同推进幼稚园、中小学的环境教育。1992年在5所学校进行试点，开展回收利用活动，给每所学校配一台空罐压缩机和一组废纸分类箱。编制了小学四年级和中学一年级的环境教育读本，将于1993年在各学校使用。预算筹款3370万日元在1993年进行如下工作。

①进一步开展回收教育活动，在全区8所幼稚园、

32所小学、13所中学分别配置空罐压缩机一台，废纸分类箱一套，回收用仓库4平方米左右。

②进行环境教育，摸索回收利用活动的经验，在1993年发表研究成果。

③编写教师用环境教育指导课本，供区属各中小学教师使用。同时编写有关回收利用问题的环境教育指导课本。（洪蔚）

广州市生活垃圾成份及其产量合并预测

余载礼 邢益和

宋士德 吴赤蓬

(广州市环境卫生研究所, 510170)

(广东医药学院, 510224)

摘要 对广州市生活垃圾成份、产量的状况及其季节性变化规律作了调查。在现场调查基础上, 采用合并预测法所建立的优化预测模型获得的加权合并预测值较适中、平稳。为利于决策用波动系数作区间预测, 对垃圾影响因素作了主成份分析。提供了垃圾产量预测用的软件及微机预测法。

关键词 垃圾 产量 计算机预测 稳健回归模型 灰色模型 主成份分析

1 前言

城市垃圾污染已成为社会的一大公害。解决广州市生活垃圾是创建国家卫生城市和环境综合整治的一项重要内容。本研究根据市科委、建委下达任务, 于1989~1991年对广州市生活垃圾现状进行调查, 并在此基础上对未来垃圾产量及其成份进行预测, 为广州市生活垃圾处理对策提供科学的参考依据。现报告结果如下:

2 广州市生活垃圾历史及现状调查

2.1 主要研究内容

垃圾组成及其产量变化, 含垃圾总量回顾性分析, 垃圾产生因素预测; 垃圾理化成份分析; 垃圾总量及其成份分区预测。

2.2 现场采样

分别在八区定点(二个居委)定时(每月一次)按统一方法、统一要求采集垃圾作组成分析。按表格内容逐项筛分分拣垃圾, 称重登记, 并同时登记当月采样点人数, 气化率等。每个采样点至少选四桶垃圾, 按四分法缩分采集一定垃圾样本供理化分析用。

2.3 实验室理化分析按常规(略)

2.4 调查结果

2.4.1 广州市生活垃圾历史变化

六十年代由于广州市人口不多, 生活消费水平不高, 垃圾产量仅为日产400多吨, 煤灰约占2/3以上, 几乎没有塑料。目前, 改革开放的深入, 经济不断发展, 人口增长, 垃圾也随之增加(见表1)。因此, 有关部门应根据垃圾的变动来制订合理可行的收运计划。

表1 广州市1976~1990年垃圾清运量及人均日产量统计表

年份	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	$\bar{x}$
垃圾清运量 (万吨)	37.8	38.8	39.8	40.5	42.8	45.8	48.8	51.8	63.2	64.6	87	99.4	102.4	98.9	101.2	64.2
人均垃圾产量 (kg/人·日)	0.63	0.65	0.64	0.62	0.63	0.66	0.70	0.73	0.88	0.88	0.90	1.0	1.0	0.94	0.95	0.79
增长率(%)	2.64	2.58	1.76	5.68	7.01	6.55	6.15	22.01	22.22	34.67	14.25	3.05	3.42	2.32	7.3	

2.4.2 广州市生活垃圾现状

全市人均产量为 0.66 公斤/人·日，比 1984~1985 年调查的 0.63 公斤/人·日稍高一些，无明显季节性变化。各区以海珠区、黄埔区为最高，芳村区、荔湾区最低。

垃圾成份中以无机物居首位，海珠区最高 (73.64%)，黄埔区最低 (25.11%)。动植物类全市平均为 39.15%，比 1984~1985 年调查的 36.33% 略高些，以黄埔区最高 (64.02%)，海珠区最低 (20.94%)。纸、塑料、玻璃等均为 2% 以下。

垃圾成份季节性变化，以动植物及煤灰渣略有差异，前者夏季含量高，后者冬春季略高，其它成份季节差异不显著。黄埔区各季节动植物类都明显高于各区。全市有机物的高峰期是 2 月、7 月份。煤灰渣类以天河区冬季最高，黄埔区最低。

生活垃圾理化性状 (见表 2.3)

水份——全市平均含量为 43.20%，以黄埔区 (56.76%)、白云区 (52.86%) 最高，这与该区动植物类含量高有关，全市夏季高，冬季低。

容重——全市平均为 366kg/m³，比 1984~1985 年调查的 372kg/m³ 略低些。最高为海珠区、黄埔区，海珠区高与煤灰量高有关，黄埔区高与水份高有关。

pH——全市中位数为 7.15~7.19，以夏季为低，这与夏季气温高，有机物腐败产酸有关。

可燃份——全市平均为 15.82%，以黄埔区最高，海珠区、天河区最低。全市以秋季略高。

灰份——全市平均为 41.95%，以海珠区 (55.14%) 最高，黄埔区 (21.42%) 最低。

低位发热量——全市平均为 1909kJ/kg，

以冬季略高。以黄埔区最高 (2684kJ/kg)，白云区最低。

干基热值——全市平均 3446kJ/kg，以冬季略高。黄埔区最高 (6154kJ/kg)，海珠区、天河区最低。

养分——全市平均有机碳 12.93%，有机质 21.95%，总氮 0.47%，全钾 1.04%，全磷 0.23%，各区无很大差别，全市亦无季节性差异。

金属含量——垃圾中金属含量以锰为最高 (400.02mg/kg)，镉最低 (0.233mg/kg)。

3 广州市生活垃圾成份及其产量微机合并预测

3.1 稳健多元回归预测

为全面利用影响垃圾产量的主要因素，即 1976~1990 年的人口数 X_1 、社会总产值 X_2 、全社会房屋竣工面积 X_3 、居民生活费平均支出 X_4 、煤气气化率 X_5 、废旧物回收总量 X_6 及清扫面积 X_7 的全部信息 (见表 4)，并要求能克服自变量间的多元共线性与抵抗异常值的干扰，故优选稳健有偏回归模型^{[2][3][4]}。应用 FORTRAN 程序，在 IBM-PC 微机上实现方程拟合得

$$\begin{aligned}\hat{Y}_t = & 254.1259 - 1.0484X_1 + 0.2895X_2 \\ & + 0.1054X_3 + 0.0136X_4 + 0.3641X_5 \\ & - 0.3070X_6 - 0.0494X_7\end{aligned}\quad (1)$$

将 1991 年上述各自变量代入 (1) 式得 1991 年垃圾产量预期值 (见表 5)。由于它呈线性增长，故宜作基期 (短期) 预测。作中、远期预测时，需作技术 (修正) 处理，用指数模型作预测，

$$\hat{Y}_t^{(n)} = \hat{Y}_t G^n \quad (2)$$

t = 年份 ~ 1991, G 为 1.0765, 预测结果列于表 5 第 2 列。

表2 1989.6~1990.11 广州市区生活垃圾理化分析结果表

项	目	水分%	pH	干基热值 (千焦/公斤)	低位发热值 (千焦/公斤)	可燃分(%)	有机碳(%)	有机质(%)	灰分(%)	总氮(%)	全钾(%)	全磷(%)
海珠区	最小值~最大值	21.9~46.1		1057~3479	1030~2558	9.6~17.0	61.6~10.5	10.63~18.11	40.0~66.7	0.14~0.42	0.70~1.30	0.087~0.13
	中位数	30.2	6.94~7.30	2462	1499	13.2	8.54	14.43	57.7	0.21	1.00	0.10
	平均数	32.04		2374	1608	12.8	8.63	14.84	55.14	0.22	1.01	0.10
越秀区	最小值~最大值	39.0~52.4		1980~4961	1005~2608	119.6~20	8.85~15.48	15.26~26.68	29.8~46.3	0.19~0.52	0.75~1.54	0.091~0.29
	中位数	44.5	7.09~7.30	3224	1800	15.45	11.22	19.33	39.35	0.37	0.98	0.12
	平均数	45.22		3349	1838	15.8	11.65	20.09	38.89	0.36	1.02	0.12
东山区	最小值~最大值	28.8~42.3		2022~5016	1264~3571	3.8~32.8	8.48~15.64	14.61~26.95	43.6~57.5	0.26~0.54	0.79~1.33	0.091~0.20
	中位数	34.0	7.26~7.30	3094	1980	14.65	12.3	21.29	50.8	0.36	1.12	0.14
	平均数	34.92		3060	2018	14.67	12.2	21.04	50.4	0.36	1.09	0.14
荔湾区	最小值~最大值	22.6~52.0		1633~4660	816~3337	11.0~22.3	7.27~13.96	12.53~24.08	34.9~60.3	0.18~0.59	0.76~1.42	0.086~0.29
	中位数	35.8	6.98~7.22	2818	1800	14.65	10.1	17.42	46.95	0.31	1.00	0.12
	平均数	37.69		2868	1867	14.94	10.26	17.68	47.37	0.32	1.05	0.12
芳村区	最小值~最大值	35.6~69.3		1666~6108	821~3299	11.0~23.6	10.24~21.74	17.65~37.47	13.5~46.7	0.30~0.99	0.70~1.47	0.062~0.66
	中位数	47.8	7.18~7.22	3860	1830	16.95	14.08	24.26	33.3	0.46	0.92	0.11
	平均数	49.43		3818	1934	16.84	14.58	25.13	33.72	0.50	0.98	0.14
天河区	最小值~最大值	17.4~44.5		929~4924	557~2805	8.3~20.6	6.3~17.07	10.87~29.54	36.1~65.4	0.19~0.49	0.63~1.31	0.062~0.15
	中位数	38.1	7.07~7.11	3157	1909	15.65	11.62	20.02	47.45	0.32	1.04	0.11
	平均数	36.16		2834	1763	14.56	11.40	19.65	49.12	0.31	1.00	0.11
白云区	最小值~最大值	38.8~77.5		557~5221	126~3040	11.0~21.7	10.1~19.11	17.25~32.94	11.5~47.9	0.27~0.82	0.76~1.44	0.066~0.21
	中位数	55.2	7.12~7.41	2880	1432	14.3	15.84	27.31	30.5	0.53	1.12	0.12
	平均数	52.86		3094	1511	15.07	15.01	25.54	32.08	0.51	1.12	0.11
黄埔区	最小值~最大值	33.3~66.4		3647~8801	1553~4647	15.9~29.7	13.9~24.89	23.95~42.56	14.7~37.6	0.45~1.58	0.60~1.78	0.13~1.35
	中位数	57.4	6.60~7.06	6485	2537	21.75	21.89	37.74	20.0	1.24	1.02	0.24
	平均数	56.76		6154	2684	21.82	20.87	35.96	21.42	1.18	1.07	0.32
全市	最小值~最大值	17.4~77.5		557~8801	126~4647	3.8~29.7	6.16~19.96	10.63~42.56	11.5~66.7	0.14~1.58	0.60~1.78	0.062~1.35
	中位数	42.6	7.15~7.19	3111	1842	15.2	12.14	20.78	41.6	0.36	1.02	0.12
	平均数	43.2		3446	1900	15.82	12.93	21.95	41.95	0.47	1.04	0.23

表3 1989.6~1990.11 广州市区生活垃圾人均日产量及成份含量分析结果表

项 目	人均垃圾量 (公斤/人日)	垃圾存量 (吨/米 ²)	动植物 垃圾(%)	无机物 (%)	纸(%)	布(%)	塑料(%)	橡胶(%)	骨头(%)	玻璃(%)	金属(%)	皮革(%)
海珠区												
最小值~最大值	0.71~1.24	0.342~0.480	3.99~37.76	52.29~92.49	0.40~3.55	0.08~1.82	0.24~2.44	0.00~0.00	0.00~0.36	0.21~2.60	0.00~1.44	0.00~0.52
中位数	0.89	0.414	19.53	76.14	1.02	0.81	0.88	0.00	0.00	1.02	0.27	0.00
平均数	0.91	0.420	20.94	73.64	1.34	0.80	1.07	0.00	0.08	1.30	0.34	0.07
越秀区												
最小值~最大值	0.51~0.68	0.307~0.375	31.86~50.28	41.30~59.82	1.25~4.55	0.24~3.41	0.75~2.54	0.00~0.81	0.00~1.74	0.46~3.29	0.22~4.54	0.00~2.69
中位数	0.55	0.330	40.36	48.16	2.46	0.72	2.08	0.00	0.28	1.91	0.67	0.36
平均数	0.57	0.333	40.77	49.78	2.52	1.18	1.93	0.15	0.39	1.89	1.28	0.65
东山区												
最小值~最大值	0.50~0.67	0.302~0.427	26.05~36.67	63.11~72.01	0.20~1.16	0.10~0.76	0.10~1.11	0.00~0.55	0.00~0.26	0.15~1.08	0.00~1.13	0.00~0.42
中位数	0.58	0.384	29.56	68.04	0.47	0.40	0.40	0.06	0.10	0.62	0.16	0.05
平均数	0.58	0.383	29.90	67.59	0.52	0.42	0.46	0.10	0.09	1.67	0.23	0.11
荔湾区												
最小值~最大值	0.32~0.97	0.252~0.683	11.05~34.59	45.23~81.84	0.28~4.92	0.44~3.62	0.58~3.65	0.00~1.79	0.00~1.10	0.00~3.62	0.19~4.65	0.00~1.92
中位数	0.46	0.310	25.36	64.22	1.85	1.24	1.40	0.24	0.22	1.98	1.05	0.40
平均数	0.48	0.343	23.74	65.38	2.11	1.45	1.71	0.44	0.28	2.02	1.34	0.49
芳村区												
最小值~最大值	0.31~0.64	0.246~0.507	36.86~84.38	13.90~58.80	0.13~2.53	0.35~2.58	0.24~2.06	0.00~0.72	0.00~1.05	0.06~1.76	0.10~1.23	0.00~1.90
中位数	0.47	0.382	49.25	42.33	0.85	0.84	0.76	0.08	0.13	0.82	0.46	0.22
平均数	0.46	0.358	51.95	42.89	0.88	0.95	0.80	0.20	0.21	0.90	0.52	0.41
天河区												
最小值~最大值	0.36~1.67	0.257~0.441	12.57~50.54	41.22~82.86	0.30~2.42	0.10~2.65	0.26~2.21	0.00~1.32	0.00~0.94	0.22~2.71	0.10~1.74	0.00~1.61
中位数	0.70	0.324	28.69	65.08	0.88	0.76	1.22	0.15	0.22	0.87	0.27	0.18
平均数	0.75	0.342	28.70	64.45	1.07	0.94	1.24	0.21	0.26	1.02	0.41	0.33
白云区												
最小值~最大值	0.40~0.82	0.245~0.495	37.56~66.10	28.61~59.54	0.23~1.59	0.08~1.42	0.17~2.84	0.00~0.84	0.00~1.06	0.00~1.96	0.12~0.90	0.00~1.72
中位数	0.58	0.343	55.54	42.18	0.60	0.34	0.64	0.12	0.26	0.53	0.28	0.24
平均数	0.60	0.362	52.89	44.20	0.69	0.48	0.74	0.22	0.26	0.61	0.36	0.41
黄埔区												
最小值~最大值	0.62~1.24	0.294~0.579	51.51~75.18	14.56~39.17	0.86~3.34	0.33~4.89	0.51~6.66	0.00~1.92	0.22~1.92	0.22~4.70	0.07~1.70	0.00~2.36
中位数	0.90	0.305	62.32	25.62	1.95	1.32	3.10	0.40	0.62	1.54	0.74	0.00
平均数	0.90	0.402	64.02	25.11	2.00	1.48	3.06	0.53	0.78	1.88	0.74	0.42
全市												
最小值~最大值	0.31~1.67	0.245~0.683	3.99~84.38	13.90~92.49	0.13~4.92	0.08~4.89	0.10~6.66	0.00~1.92	0.00~1.92	0.00~4.70	0.00~4.65	0.00~2.69
中位数	0.60	0.357	36.76	56.22	1.06	0.72	1.11	0.05	0.20	0.96	0.36	0.18
平均数	0.66	0.366	39.15	54.52	1.39	0.96	1.37	0.39	0.29	1.43	0.73	0.36

表4 广州市区1976~1990年垃圾产量及其有关自变量资料

年份	序号	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
1976	0	37.8	196.3	81.5	124.9	27.6 [△]	1.0 [△]	8.2	879 [△]
1977	1	38.8	197.9	87.5	140.3	30.1 [△]	1.0 [△]	5.6	884 [△]
1978	2	39.8	206.5	91.3	158.7	32.6	1.1	4.0	889 [△]
1979	3	40.5	218.3	101.4	157.8	36.4 [△]	1.6	4.3	889
1980	4	42.8	228.9	110.5	233.9	40.2	2.6	4.1	891
1981	5	45.8	233.8	123.4	349.0	83.8	2.6	2.1	896
1982	6	48.8	237.8	136.8	399.1	49.3	3.0	2.4	926
1983	7	51.8	242.1	154.2	421.6	53.8	3.9	3.3	936
1984	8	63.2	248.6	177.8	511.1	61.2	5.9	2.5	987
1985	9	64.6	257.0	237.9	537.9	76.1	8.4	2.1	1030
1986	10	87.0	265.0	258.1	565.3	88.6	8.8	2.3	1097
1987	11	99.4	271.8	319.6	580.7	102.0	15.5	2.4	1283
1988	12	102.4	281.1	438.7	597.4	132.8	20.0	1.8	1391
1989	13	98.9	288.4	496.4	478.1	170.0	28.6	2.3	1834
1990	14	101.2	291.4	531.8	553.4	176.3	40.9	2.5 [△]	2112

△为缺项指数模型估计值

表5 广州市区1991~2000年垃圾产量(万吨)合并预测结果

年份	指数模型 $\hat{Y}_t^{(1)}$	稳健多元回归 与灰色系统预测 $\hat{Y}_t^{(2)}$	加权合并 预测 $\hat{Y}_t$	四分位数间距预测 区 间	
				Q_L	Q_U
1991	105.5	105.5	105.5	102.3	108.7
1992	113.6	116.5	115.4	111.9	118.9
1993	122.2	119.9	120.7	117.1	124.3
1994	131.6	123.3	126.3	122.5	130.1
1995	141.7	126.9	132.3	128.3	136.3
1996	152.5	130.5	138.5	134.3	142.6
1997	164.2	134.2	145.1	140.7	149.4
1998	176.7	138.1	152.2	147.6	156.8
1999	190.3	142.0	159.6	154.8	164.4
2000	204.8	146.1	167.5	162.5	172.5

3.2 灰色系统——S修正模型^[5]

本法能降低原值序列的随机性,增强数据规律性,对残差序列的周期性变化作修正。其模型为

$$\hat{X}(t) = \left[X(1) - \frac{u}{a} \right] (1 - e^a) e^{-a(t-1)} + \bar{A} \sin \left(\alpha + \frac{2\pi}{T} t \right), t = 2, 3, \dots; \quad (3)$$

用广州市区 1976~1990 年非农业人口输入已编写的 GM(1,1)-S 修正程序,得人口预测方程为

$$\hat{X}(t+1) = 7142.602e^{0.02827457t} - 6946.302, \quad (t = \text{年份} - 1976, \text{下同}) \quad (4)$$

由此得总体相对极限性指标回顾性前瞻性垃圾人均产量为 0.3723 吨/人·年。得预测方程为

$$Y_t^{(2)} = 0.3723X(t+1) \quad (5)$$

经计算所得修正预测结果列于表 5 第 3 列。

4 加权合并预测

4.1 合并预测模型^[6]

$$\hat{Y}_t = \sum_{j=1}^n W_j \hat{Y}_{jt}, \quad \begin{matrix} j = 1, 2, \dots, m \\ t = 1, 2, \dots, k \end{matrix} \quad (6)$$

经理论求证^[7], 权数 W_j 为

$$W_j = \frac{\frac{1}{\sum_{i=1}^n e_{ji}^2}}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{\sum_{i=1}^n e_{ji}^2}} \quad (7)$$

4.2 单个模型优选

逐步回归分析: 将 7 个自变量输入 SAS 软件, 所用 F 值水平为 $F_{0.05; 1, 2} = 4.75$, 经双向筛选程序, 得“最佳”多元线性回归为

$$\hat{Y}_t = 19.15 + 0.116X_2 + 0.05X_3 \quad (8)$$

复相关系数 $R = 0.9696$, 剩余标准差 $Se = 6.8819$; $F = 94.0713$, $P = 0.0000$ 。偏回归系数检验 $t_2 = 6.470$, $P = 0.0000$; $t_3 = 3.208$, $P = 0.0075$ 。

指数曲线回归^[8]: 经主成份分析, 得 7 个因

子中的主因子为 X_1 , 故用 X_1 对 Y 建模。用 SAS 软件得拟合方程为

$$\hat{Y}_t = 10^{0.4953 + 0.0052X_1} \quad (9)$$

$$F = 150.73 \quad P = 0.0000.$$

稳健多元回归: 其拟合方程见式 (1),

4.3 合并预测方程

将有关自变量分别代入式 (8)、(9) 及 (1) 得 $\hat{Y}_t$ 、 $\hat{Y}_t$ 及 $\hat{Y}_t$, 分别与 1977~1990 年垃圾产量 Y_t , 计算估计误差不方和得 557.31、745、1809.08, 将其代入式 (7)、(6) 得合并预测方程为

$$\hat{Y}_t = 0.4864\hat{Y}_{t1} + 0.3641\hat{Y}_{t2} + 0.1495\hat{Y}_{t3} \quad (10)$$

由 (8)、(9)、(1)、及 (10) 分别代入均方误差公式

$$MSE_j = \sum_i e_{ji}^2/n \quad (11)$$

求得 MSE_j 为 39.81、53.21、129.22 及 38.37。可见合并预测方程的 MSE 小于构成它的优越性。将权数的线性成份合并, 获得经技术修正的经验预测方程为

$$\hat{Y}_t = 0.3641\hat{Y}_t^{(1)} + 0.6359\hat{Y}_t^{(2)} \quad (12)$$

所得预测值列于表 5 第 4 列。

5 区间预测

用 1976~1990 年垃圾产量得平均波动系数^[9] $D = 0.12$, 再计算置信概率 50% 的四分位数区间。方法为

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} |G_i - G_i|}{\sum_{i=1}^{n-1} G_i} \quad (13)$$

式中 G_i 为实际发展速度 $G_i = Y_i/Y$, 理论定基发展速度 $\hat{G}_i = G_0 G_i$, 年平均发展速度 $G = 1.073$, $Q_L \sim Q_U$ 的估计^[10] 系由式 (12) 的 $\hat{Y}_t$ 值代入式 $\hat{Y}_t = \pm \left(\hat{Y}_t \times \frac{D}{4} \right)$ 所得, 结果列于表 5 第 5、6 列。合并预测值及其区间, 为决策提供了科学依据。

6 广州市生活垃圾成份构成(%)预测

广州市1983~1990年垃圾产量及其9种成份的构成。经资料收集、调查、计算及对缺项估计,作指数型趋势预测,1983~1990年垃圾成份构成的变化趋势,有机物呈上升趋势,无

机物呈下降趋势(见表6)。但因1986年出现系统偏因,该两种清运量分别呈双峰分布。按分布律经技术处理为单一分布型后,得1991~2000年有机物由39.76%上升至54.11%,无机物由同期54.14%下降至29.96%(见表7)。计算过程从略。详见资料[1]。

表6 广州市区1983~1990年垃圾产量(万吨)及其物理成份构成(%)

成份	1983		1984		1985		1986		1987		1988		1989		1990	
	产量	%	产量	%	产量	%	产量	%	产量	%	产量	%	产量	%	产量	%
有机	16.8	32.4	20.86 Δ	33.00	22.80	35.3	24.45	28.1	34.89	35.1	36.66 Δ	35.8	32.14	32.5	37.65	37.2
无机	32.5	62.8	39.06 Δ	61.8	37.02	57.3	54.81	63.0	58.45 Δ	58.8	59.19 Δ	57.8	59.74	60.4	56.67	56.0
纸	0.57	1.1	0.70 Δ	1.1	1.29 Δ	2.0	1.74	2.0	1.29 Δ	1.3	1.33 Δ	1.3	1.29	1.3	1.42	1.4
布	0.36	0.7	0.44 Δ	0.7	0.09	1.4	1.57	1.8	0.89 Δ	0.9	0.92 Δ	0.9	0.99	1.0	1.01	1.0
塑料	0.21	0.4	0.32 Δ	0.5	0.90	1.4	1.74	2.0	0.80 Δ	0.8	1.02 Δ	1.0	1.19	1.2	1.42	1.4
橡胶	0.05 Δ	0.1	0.06 Δ	0.1	0.06 Δ	0.1	0.09 Δ	0.1	0.10 Δ	0.1	0.10 Δ	0.1	0.20	0.2	0.30	0.30
金属	0.73	1.4	0.76 Δ	1.2	0.45	0.7	0.70	0.8	0.89 Δ	0.9	0.82 Δ	0.8	0.59	0.6	0.61	0.6
玻璃	0.31	0.6	0.44 Δ	0.7	0.65	1.0	1.39	1.6	0.99 Δ	1.0	1.13 Δ	1.1	1.29	1.3	1.42	1.4
骨皮革 与其他	0.26	0.5	0.57	0.9	0.52	0.8	0.52	0.6	1.09	1.1	1.23	1.2	1.48	1.5	0.71	0.7
总产量	51.8	100	63.2	100	64.6	100	87.0	100	99.4	100	102.4	100	98.9	100	101.2	100

Δ 为缺项指数模型估计值

表7 广州市区1991~2000年有机与无机质垃圾构成(%)预测

构成(%)	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000年
有机质	39.76	41.13	42.59	44.06	46.58	47.18	48.82	50.54	52.27	54.11
无机质	54.14	50.69	47.50	44.46	42.62	38.98	36.49	34.18	32.00	29.96

7 垃圾的主成份分析

取95%累计贡献率作为判定标准,求出主因子数。第一主分量 $Z_{(1)}$ 贡献率最大(82.24%),其次为 $Z_{(2)}$ 的信息量(14.16%),两者累计贡献率为96.40%。在新因子方程 $Z_{(1)}$ 中,因特征向量 t_{ji} 最大者有 t_{11} 、 t_{21} 及 t_{41} ,对应于该系数的指标 X_1 、 X_2 及 X_4 在第一主分量中起主导作用。三个权重系数均为正值,与

$Z_{(1)}$ 方向相同,表明当人口数、社会总产值及居民生活费支出增加时,垃圾产量亦伴随增加。可见 $Z_{(1)}$ 指向垃圾总产量,在 $Z_{(2)}$ 中,因 T_{32} (负值)及 t_{52} (正值)的绝对值最大,故其相应指标 X_3 及 X_5 在 $Z_{(1)}$ 中起主导作用,且 $Z_{(2)}$ 指向垃圾有机物成份的产量,据此,提供了在作多指标垃圾产量预测时,只需运用上述最主要的3项或5项指标,其余指标可予删除。所求

得的 $Z_{(1)}$ 、 $Z_{(2)}$ 式及其特征向量，可根据前瞻性相应指标值，对该资料提供综合性主分量分类的科学依据（详见资料 [1]：24~25）。

将1989~1990年广州市八个区垃圾产量数据作分区灰色模型电脑预测，得各区垃圾产量的预测方程（从略）（详见资料 [1]：25~27）。结果见表8。

8 广州市各区垃圾产量预测

表8 广州市1991~2000年各区垃圾产量预测值（万吨）

区	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
海珠	20.17	20.54	20.92	21.30	21.70	22.09	22.50	22.91	23.33	23.76
荔湾	26.69	27.55	28.43	29.34	30.28	31.25	32.25	33.29	34.35	35.45
越秀	22.84	24.00	25.23	26.52	27.88	29.30	30.80	32.38	34.03	35.77
东山	17.30	17.20	17.10	17.01	16.91	16.81	16.72	16.62	16.52	16.43
黄埔	1.96	2.13	2.31	2.50	2.72	2.94	3.19	3.46	3.76	4.08
白云	5.58	5.54	5.33	5.21	5.09	4.98	4.87	4.76	4.65	4.54
芳村	5.20	5.09	4.99	4.88	4.78	4.68	4.58	4.49	4.40	4.30
天河	7.23	8.95	11.06	13.68	16.92	20.93	25.88	32.01	39.59	48.96

9 讨论

9.1 广州市生活垃圾产量增长速度

从 1976~1990 年广州市生活垃圾清运量及人均日产量来看，其年均增长率为 7.3%，近几年的增长率为 9.4%，总的趋势是逐年增加。随着经济的腾飞，人民生活的不断提高，人口的增长，必然垃圾量有所增加，到 2000 年预测人均产量也超过 1 公斤，比美国、日本为低，但已和英国、法国一样。这样，垃圾的出路问题，将是困扰广州的重要难题。

9.2 广州市生活垃圾成分变化

垃圾中有机物则以夏季略高，这与广州夏天西瓜上市量多有关。目前无机成份仍占首位，主要原因是广州市目前煤气普及率仍很低，远低于普及率较高的北京、天津、深圳等城市。垃圾成分的变化对垃圾容重、含水量和热值有着重大影响。广州市垃圾以无机为主，容重大，热值较低。据资料报导，中等收入国家的垃圾，其容重为 200~400kg/m³，含水量为 40~60%，热值在 4000KJ/kg 以下。广州市垃圾容重为 366kg/m³，水量为 43.2%，低位

热值为 1909KJ/kg。以上数字表明，广州市垃圾成份变化可反映出目前广州市的经济水平仅属中等收入水平。

9.3 关于广州市垃圾处理方法的问题

由于目前广州市生活垃圾仍以无机为主，热值较低，含水量较大，无疑给垃圾处理增加很大难度和增加处理费用。

根据沙密尔和奥斯卡报导，垃圾气化的条件是：高位发热不少 9.3MJ/kg，水份不大于 50%。目前广州市垃圾的高位发热量为 3.4MJ/kg，最高黄埔区也只高达 6.2MJ/kg。因而目前不宜采用气化法处理垃圾，垃圾经过分拣后，可以考虑用焚烧处理，尤其随着煤气普及率不断提高，煤灰量可显著减少，有利于垃圾焚烧，而且广州市郊可供填埋场地有限，路程越来越远，因此，今后考虑以焚烧为主，堆肥用来综合处理垃圾，才能适应形势要求。

9.4 垃圾的金属元素及养分含量

广州市垃圾中的 Hg、Zn、Cu、Pb 及 Cr 的平均含量已超出广州市土壤中背景值，90 年垃圾中的 As 平均含量已超出我国垃圾农用标

准(GB8177-87)。目前,我国尚未制订土壤有害元素容量标准,参照联邦德国标准,垃圾中的As平均含量已超过联邦德国土壤中有害元素的容许量。垃圾最终进入土壤,尽管垃圾中重金属可浸出态所占比例很小,但广州市的垃圾量多,长年累月进入土壤,垃圾中的Pb、Cr、As就可能对土壤造成污染。因此,应对垃圾可能造成土壤污染进行追踪观察。

垃圾养分除磷、钾略低于1984-1985年调查的结果外,其他各项均略高。垃圾中养分与一般肥效相近,除总氮、磷略低于G138172-87标准外,其余各项均符合标准要求。可经堆肥处理制作有机肥料供农田使用,以改善土壤环境。广州市垃圾量大又富含一定养分,应加以开发利用,变废为宝。

9.5 由于各种预测法的效能存在差别,对于较复杂的多因素目标预测,没有一个单独模型更准确^[11],故应用合并预测法,并采用了50%的置信概率,以提高区间的准确性。

9.6 为兼收各自变量对目标预测值的作用,对7个自变量指标作了预测;由于各指标的变幅甚大且影响因素亦较多,故采用了灰色模型-S修正法。

9.7 在作垃圾成分预测时,对构成趋势呈双峰曲线作了处理,使各种成份的时序值在同一分布中。将其产量作指数型趋势线预测,所得有机质与无机质构成的预测值较合理。

9.8 优选的稳健多元回归能处理病态数据及利用各自变量的全部信息。对灰色模型的残差项作了修正使更有效地降低原值的随机性。

9.9 为对预测值的线性增长不宜外延太远,采用了稳健回归作基期预测,利用垃圾产量的发展速度及人均产量的平稳性与有控指标对合并方程作若干技术修正,并运用波动系数辅以区间预测。

9.10 本题各种有关预测模型及其计算,均已选备了电脑程序,建立了软件集,在IBM-PC微机上可获得各种预测结果,简便易行。

10 小结

10.1 广州市生活垃圾中以无机物为主(54.52%)、容重大($366\text{kg}/\text{m}^3$)、热值低($1909\text{KJ}/\text{kg}$)。全市有机物(39.15%)垃圾高峰期是2月、7月。人均垃圾产量为0.66公斤/人·日。

10.2 1992、1995及2000年垃圾产量预测值分别为115.4、132.3及167.5(万吨);其中有机物分别占41.3、46.58及54.11(%)。

10.3 提供了垃圾产量预测用的软件集及微机预测法。

11 参考文献

- [1] 余载礼等. 广州市生活垃圾成份及其产量微机预测. 见: 广州市科委, 科技成果鉴定材料, 1992. 11. 25 (内部材料)
- [2] 颜光宇等. 稳健有偏回归分析方法及其应用. 中国卫生统计, 1991; 8 (2): 16
- [3] Huber P T. Projection Pursuit (wishdiscussion). Ann. Statist, 1985; 13: 435
- [4] Webster J T et al. Latent Root. Regression Technometrics, 1974; 16: 513
- [5] 杨丽等. 意外死亡的预测与分析. 广州, 1990. 9 (内部交流)
- [6] 周雄鹏. 统计预测与决策. 上海: 立信会计图书用品社, 1989: 151~157
- [7] 宋士德等. 多模型合并预测法权数的确定及预测精度探讨. 数理医药学杂志, 1993; 647: 9
- [8] 宋士德主编. 医药统计学. 广州: 新世纪出版社, 1988: 101~106
- [9] 全国城市环境卫生科技情报网中心站主编. 城市生活废弃物回收利用与综合治理研究报告. 1990: 66~71 (内部资料)
- [10] Aviva Pettie MSc. Mediaci Statistics London: Blackwell Scien. pub, 1978: 47~55
- [11] Wheelwright S C & Wakridakis S. Forecasting Methods for Management. New York, John Wiley & Sons. Lne, 1980: 43-45

氧化塘污水处理技术的研究与设计态势

韩泰畴

(华南环境科学研究所)

熊振章

(广州市环境保护办公室)

摘要 文章综述了国内外氧化塘污水处理技术研究、设计的现状与发展动向,介绍了各类塘的设计模型和各地区的设计参数,指出各国发展组合塘工艺和采取强化措施的新态势。

关键词 氧化塘 污水处理技术 组合塘工艺 人工介质 厌氧处理工艺
设计模型 设计参数

氧化塘是一种古老而又富有生命力的污水处理技术。氧化塘污水处理技术的存在和发展已经经历了漫长的岁月,然而它的真正发展只有近三、四十年的历史,尤其近二十年来,随着科学和工业的发展,能源危机使人们对氧化塘有了新的认识,给氧化塘污水处理技术注入了新的活力,世界各国对氧化塘污水处理技术的研究显得十分活跃。为了探讨氧化塘的净化机理和提高氧化塘的净化效率,许多学者提出了各种设计模型、组合工艺和强化措施,在实验和实践中积累了大量设计参数和经验。本文将就氧化塘污水处理技术的研究和设计动态和进展加以介绍。

1 氧化塘污水处理技术的研究动向

1.1 氧化塘的净化机理研究

世界上广泛地开展废水氧化塘的研究是近四十年的事。1960年, Oswald 在第三届污水生化处理会议上发表了概括五十年代研究成果的论文“在稳定塘设计中的基本因素”,提出了一个氧化塘的设计方法,认为污水在塘内停留时间应该与藻类浓度、藻类燃烧比热、塘深度成正比,与藻类光作用效率、阳光辐射成正比;塘表面有机负荷与光合作用效率和阳光辐射成正比,并列出一百二十个月不同纬度阳光辐射一览表供设计参考。因此,美国各州在六十年代制订的氧化塘设计均受到 Oswald 的

影响,都按纬度高低来决定表面负荷及停留时间。

与 Oswald 等人研究的同时,澳大利亚的 Parker、瑞典的 Wennström 等人也都对氧化塘的净化规律进行研究。Parker 认为,在总容积相等的两个氧化塘系统中,多级串联塘比单级塘的净化效率高,原因是串联塘中各个塘都有自己特定的优势菌种,可以分层次地降解有机物,而单塘则不能形成这种优势。澳大利亚墨尔本市用九级串联塘系统处理城市污水,使 BOD_5 从 250mg/l 降至 20mg/L 以下。因此,七十年代以后设计的氧化塘逐渐以串联塘系统代替了单级塘。同时也出现了并联塘系统、在氧化塘前面加预处理系统、一级处理加氧化塘系统、二级处理加熟化塘或加养殖塘系统,等等。氧化塘系统出现了多元化。

不少科学家对塘的深度对化学活性、BOD 降解率的影响进行研究。从 1958 年 Fitzgerald 等人到 1981 年 Kurashed 等人的研究认为,深度为 1.22 米是废水稳定塘操作的标准深度。印度的 Arceivala 等人的研究指出,塘的深度应控制在 0.9~1.5 米内,而 1.2 米深的塘运行效果最佳。

然而 Dodakundi 等人却不同意这个观点,认为可以增加深度。如果认为 1.22 米是最佳深度,这就意味着处理大量废水就要求较大塘面积,这是强加给氧化塘处理废水的限制,尤

其是对较大城镇推广氧化塘技术的限制。印度的 B. B. Hosetti & H. S. Patil 的研究认为,废水稳定塘可以在 2.44 米的深度正常运转,并且发现塘内氧化氢酶和磷酸酶的活性可以用来作为塘内微生物的指标。巴西在东北部建造了一座塘深为 2.2 米的五塘系统, S. A. Silva 等人将运行结果与 1~1.2 米浅塘系统进行比较,除了对大肠杆菌的去除率稍低之外,其他特性基本相近,然而可以节省一半至三分二的土地,这对于推广至人口较多、土地价格较高的大、中城市具有重要意义。他们的研究还发现,深塘对营养氮和磷的去除率几乎等于零,很好地保持了污水的营养素,这对于回用污水进行农田灌溉很有意义。有的研究者认为,对各种塘应该制定一个共同的名称,并且应该去除氧化塘设计中对塘深度提出的要求。

随着能源价格的提高和好氧废水处理工艺费用的增加,促进了厌氧处理技术的发展。1974 年荷兰开展了升流式厌氧污泥床(UASB)工艺。1976 年荷兰进行了 UASB 工艺直接处理生活污水的可行性试验,考核了 UASB 工艺对低浓度有机废水的适应性和效果,试验结果获得成功。

在国内,北京市环保所进行的水解(酸化)一好氧生物处理的研究,以及华南环境科学研究所开展的升流式厌氧塘的试验研究都取得了非常满意的效果。这两种工艺与 UASB 工艺相似,主要特点是反应时间短,把厌氧消化控制在产酸阶段,把难降解物质变为易解物质,然后进行好氧生物降解。

在热带地区的国家一般采用深的厌氧塘或兼性塘,其运行情况都十分良好,而且塘的规模可以扩大到服务百万以上人口的城市。近年来,几乎所有发展中国家都把氧化塘作为最适用的废水处理技术。尤其在水资源缺乏的地方,更是优先选用氧化塘技术,因为经过氧化塘系统处理的最后出水质量好,可以回收用于农业灌溉。

1.2 高速率氧化塘的研究

高速率氧化塘是以大量繁殖菌藻的方式进行污水净化、再生和副产藻类蛋白的工艺。这方面的研究,中东、西欧均有报导,而以色列 Shelef & Azov 等人的研究较为系统和全面。以色列自 1968 年就开始这方面的研究,室外试验从 1970 年延续到 1981 年,规模由 0.34 米的小塘到 10 公顷的大塘,研究和验证了温度、阳光辐射、营养物、不同气候条件、生物群体以及曝气等条件对塘性能的影响,取得可供生产应用的设计参数。葡萄牙则研究了这类塘高速率光合作用过程中季节性颜色的变化及其干扰因素,提出了出水回流、控制停留时间及底泥积累的纠正措施。关于藻类的收获方法尚仅限于絮凝—砂滤(或气浮)。

Shelef & Azov 根据小试、中试以及大塘试验的结果,进行了大型高速氧化塘的设计,其特点是根据季节变化和地区不同来确定水力停留时间。他们设计了为 10 万人口服务的塘。

1.3 水生植物塘的研究

大量的国内外资料表明,高等水生植物在废水净化中扮演了重要的角色。它们不但可以直接积聚和浓集常量元素(C、N、P)和微量元素(重金属),而且同时起到提供细菌和其他有机物生长介质的作用。对于浮水植物来说,它们从大气中给水体输入氧气;而挺水植物的根区可以增强生物的活性。但是,水生植物能够起到有效的作用,只有当它们是培养在经过精心设计的废水氧化塘中,并且有控制地生长。对于那些无控制地让其随意生长的水生植物废水塘,反而造成有害的影响。

对于高等水生植物处理废水的效果,植物学家们进行了大量的研究和筛选。根据 Boyd 的研究表明,生长速度最快和改善水质效果最好的水生维管植物有水葫芦、水花生、美国爵床(*Justicia americana*)和宽叶香蒲。这些植物所含的养分较高,如果水中养分丰富,则水葫芦、水花生、美国爵床和宽叶香蒲的蛋白质含

量甚至可分别占干重的 30%、20%、20% 和 15%。只有光热条件适宜,水中养分丰富,并保证定量的进行收获,这些植物就可以充分吸收水中养分而获得最佳的生长。

到目前为止,世界上研究最多和了解比较充分的水生维管植物是水葫芦。使用水葫芦净化污水的历史可以追溯到 1948 年 Dymond 的工作。但是系统而全面的研究是七十年代由美国 EPA 主持的。除了美国之外,印度、日本、菲律宾、印尼和泰国等国家都开展了关于水葫芦的控制、管理和利用方面的研究。在国内,也有广泛地区利用了水葫芦进行净化生活污水和工业废水的试验研究。如石家庄的西三教村、贵阳的花溪公园、桂林的南溪山医院、浙江的绍兴钢厂和广东的中山温泉等污水氧化塘都充分利用了水葫芦来净化污水,取得了良好的效果和丰富的经验。

1.4 悬挂人工介质塘的研究

在氧化塘内悬挂比表面积大的人工介质,为藻菌提供固着生长场所,提高其浓度来加速塘内去除有机质的反应,从而改变塘的出水,也是一项有效的工艺措施。对这方面比较系统和全面的研究的是泰国曼谷进行的, H·K·Shin & Chongrak Polprasert (1987) 的实验研究取得了有意义的结果。

从他们的研究结果可见,随着人工介质(聚氯乙烯细线制成)悬挂量(即表中介质占塘容积百分数)的增加,COD 去除率上升到一个极大值后就下降了,最适宜的悬挂量是占塘容积 10%。与不悬挂的情况相比,COD 去除率相对提高 10% 左右(在负荷为 100—200 公斤 COD/公顷·天下)。此外,氮去除率随着人工介质增加而由 40% 上升至 62%;磷去除率由 40% 上升至 59%;大肠杆菌的去除情况与普遍塘类似;对于力负荷的增大较为稳定。由表 3 还可以看到,不管悬挂人工介质与否或多少,COD 去除率随塘负荷增大而下降的趋势是一致的。

1.5 组合塘工艺的研究

组合塘工艺可分为两大类型,一是与生物滤池或生物转盘组合,作为二级处理的补充;二是各类型塘的组合。这里主要介绍后者。

在多塘串联时,首塘通常由于负荷高而实际处于厌氧状态,因而,作为污水初级处理的首级塘,实际上是厌氧塘,在欧洲作为预处理塘设置。特别是自荷兰开发了升流式厌氧污泥床工艺成功地用于处理低浓度生活污水以后,对氧化塘的工艺组合带来了很大的变化。在八十年代出现了许多“厌—兼—好”组合塘系统。例如委内瑞拉的马拉开波市建成了一座为 100 万人口服务的“厌—兼—好”组合塘系统,厌氧工艺采用的是上流式多室串联隔板反应器,全塘占地 130 公顷,1987 年建成投产。

国内在八十年代也开展了组合塘工艺的应用研究。例如黑龙江省环保所在齐齐哈尔进行的“厌—兼—好”流程中间试验,采用的是平流式厌氧塘,兼性塘和好氧塘串联的组合工艺,取得了可供齐齐哈尔污水库改造参考的工艺条件。华南环境科学研究所中山温泉氧化塘试验研究中采用升流式厌氧塘—兼性塘—好氧塘串联的组合塘系统,并在兼性塘中种植水葫芦。试验结果表明效果很好,BOD₅ 去除率达 82.6%,COD_{Cr} 去除率达 72.5%,种植水葫芦可提高兼性塘效率 70%。

“厌—兼—好”塘系统组合工艺占地较少(可比“兼—好”塘系统节省占地 40%)、造价较低、运行费便宜、操作容易、耗能少,特别适宜在发展中国家推广应用。

2 氧化塘污水处理技术的工艺设计

对于氧化塘的设计,前人已作了大量的探讨,但都没有得到令人满意的结果。许多研究者对目前所有的设计方法的正确性表示怀疑,认为所有的氧化塘设计方程都是相当粗糙的,其可靠性值得怀疑。有许多人认为应该以实验规模的经验数据作为准确数据,但是这些实验数据用于设计和预测大型系统还有相当的差

距。

2.1 好氧塘的设计

对于好氧塘的设计,目前一般认为 Oswald 和 Gotaus (1957) 提出光能利用率与处理塘表面积相关关系的经验设计方法是较为合理的。这种方法由 L. G. Rich (1963) 进一步发展描述藻类物质产量与能量利用量之间的能源平衡,并给出了以下设计公式:

$$A = \frac{hW_{O_2}}{PES_R} \quad (1)$$

式中 A ——好氧塘表面积, 厘米²;

h ——藻类细胞的单位燃烧值, 卡/克, 可以近似取值6000卡/克;

P ——充氧系统, 取值1.25~1.75;

W_{O_2} ——藻类在光合作用下产氧量, 克/日

E ——能量转换率, 取值0.02~0.07, 平均值取0.04;

S_2 ——塘内阳光入射辐射值, 卡/厘米²·日(可据纬度查表得)。这个方程至今仍然在沿用。

2.2 兼性塘的设计

对于兼性塘的设计方法研究更为活跃,提出的设计公式有数十个,包括 Glogna、Marais & Shaw、Wehner—Wilhem、McGarry & Pessioel、Mara、Rich 等人所推导的公式和美国环保局所收集的24个公式。这些公式有经验公式,有线性关系式,也有非线性关系式。所有这些关系式都是利用确定模型来进行设计和分析的。因此比较简单、比较容易用于氧化塘等自然系统。但是,确定性模型未能考虑随机因素,包括氧化塘系统的易变性、输入的不确定性、测定的误差以及模型本身的不适应等等因素,因此忽视了预测结果的偏差。

许多研究者现在都认识到确定性模型的局限性,并且考虑到氧化塘处理过程的不确定性,因此着重建立新的随机模型。

Sonia Ouldali 等人 (1986) 利用随机微分方程模拟了兼性塘废水处理效率的不确定性。

他们假定了兼性塘完全混合,并满足了一阶生化反应动力学,同时考虑了初始条件和氧化塘输入条件的随机性,推导出兼性塘出水 BOD 浓度的非稳态方程:

$$E(C_s)_t = \frac{\bar{C}_i}{1 + \bar{k}\bar{\theta}} + \left[(C_s)_0 - \frac{\bar{C}_i}{1 + \bar{k}\bar{\theta}} \right] e^{-\left(\frac{1}{\bar{\theta}} + \bar{k}\right)t} \quad (2)$$

$$Var(C_s)_t = \frac{\delta_i^2}{2\left(\frac{1}{\bar{\theta}} + \bar{k}\right)} + \left[\delta_0^2 - \frac{\delta_i^2}{2\left(\frac{1}{\bar{\theta}} + \bar{k}\right)} \right] e^{-2\left[\frac{1}{\bar{\theta}} + \bar{k}\right]t} \quad (3)$$

和稳态方程

$$E(C_s) = \frac{\bar{C}_i}{1 + \bar{k}\bar{\theta}} \quad (4)$$

$$Var(C_s) = \frac{\delta_i^2}{2\left(\frac{1}{\bar{\theta}} + \bar{k}\right)} \quad (5)$$

式中

$E(C_s)$ ——出水 BOD 浓度 C_s 的期望值, mg/L;

$Var(C_s)$ ——出水 BOD 浓度 C_s 的方差, mg/L;

C_s ——最后一级塘出水 BOD 浓度, mg/L;

$(C_s)_0$ ——第一级塘的出水 BOD 浓度, mg/L;

$\bar{\theta}$ ——水力停留时间平均值, 天;

$\bar{k}$ ——BOD 去除率常数的平均值, 1/天;

δ_0^2, δ_i^2 ——分别为初始条件和输入量随机性方差参数。

这个模型通过 Quebec 市的两座氧化塘系统的实际运行数据来校正和验证,所得的观测值与理论结果都十分吻合。

上述方程如果不考虑其随机性,而是假定初始条件和输入量是恒定的,所得到的简化方程便与 Marais & Shaw 所推导的公式相一致。

2.3 厌氧塘的设计

对于厌氧塘的设计,目前所见到的设计方

程不多。1961年 Vincent 等人根据化粪池试验的结果，推导出厌氧塘设计的经验方程式：

$$Le = L_o/[K(L_o/L_e)^n t + 1]$$
 (6)

式中

- L_o ——进水 BOD_5 浓度，mg/L；
- L_e ——出水 BOD_5 浓度，mg/L；
- t ——停留时间，天；
- K ——修正系数，在 20℃ 时， $K = 6.0$ ；
- n ——经验指数，在 20℃ 时， $n = 4.8$ 。

这个公式是一个近似的经验公式，一般在热带地区使用还比较接近实际情况。在其他高纬度地区使用可信性比较差。所以对厌氧塘的设计主要还是靠实验数据。

3 氧化塘的设计参数

M·Vuillot & C·Boutin 的研究认为，不同国家的氧化塘设计标准有很大不同，不能表示为任何统一的“平均值”，各个国家和地区的设计标准需要根据各地区的具体条件通过试

验来确定。他们认为，即使是对于已经取得了经验的国家，各个地区的氧化塘也必须经过试验阶段，通过试验来确定设计标准，同时也确定建造方法和操作条件。在这一点上，法国人取得了可供借鉴的经验。他们认为绝大多数氧化塘的失败，不是由于缺少精确的工艺设计标准，而是由于不完善的结构设计造成的。

对于氧化塘的设计参数，迄今未有统一的规范，不同地区、不同作者有各自推荐的设计参数及模式。下面列表介绍各国（地区）的主要技术参数的设计取值范围（表1、2、3、4）。

Shankha K·Banerji & Brent Ruess 于1977年发表的对密苏里州12个塘、堪萨斯州的8个塘的调查显示，这20个稳定塘系统的塘深为0.9米，平均停留时间47.6天，平均表面负荷4.44克 BOD_5 /米²·日，实际运行 BOD_5 去除率78.6%，SS 去除率66.5%。

表1 美国氧化塘设计参数

参 数	好氧塘	兼性塘	厌氧塘	曝气兼性塘
塘深（米）	0.15~0.6	0.9~2.4	2.4~3.0	1.8~4.5
停留时间（天）	2~3	7~50	30~50	7~20
BOD_5 负荷 （克/米 ² ·日）	11.2~22.4	2.2~5.6	33.6~56.0	3.4~11.2
BOD_5 去除率（%）	80~95	75~95	50~70	60~80
回流比	0.2~2.0	0.2~2.0	—	—

表2 欧洲各国氧化塘占地设计参数

	厌氧串联系统		单纯兼性塘
	厌氧塘	兼性塘	
原西德（北部）	—	—	10~15
原西德（南部）	0.5	5~10	—
法国	—	—	10
瑞士	6.7（含暴雨）	—	6~18
比利时	—	—	5~10
丹麦	0.9	8~10	—
捷克	—	—	7

注：占地单位为厌氧塘按米²/等效人口计，兼性塘按米²/等效人口计。

表3 日本各类塘的处理效率

参 数	好 氧 塘	兼 性 塘		厌 氧 塘
	生活污水 一级处理出水	生活污水	生活污水 一级处理出水	工业废水
水深 (m)	0.3	1.3	0.9	2.4
停留时间 (d)	3	50	5.6	38
水温 (℃)	13.0	7.0	12.0	12.5
pH	8.0	7.6	7.3	7.7
进水 BOD ₅ (mg/l)	188	200	116	1200
出水 BOD ₅ (mg/l)	19	24	48	280
BOD ₅ 负荷 (kg/ha·d)	190	67	190	760
BOD 去除速率 (kg/ha·d)	170	41	110	580

表4 国内氧化塘设计推荐值

参 数	厌氧塘	兼 性 塘		好 氧 塘	
		普通塘	水葫芦塘	一、二级塘	精制塘
塘深 (米)	3~5	1~2.5	—	0.2~0.3	1~1.5
停留时间 (天)	2~5 (空塘) 1~3 (填料塘)	15~3	2~6	3~10	
BOD ₅ 负荷 (公斤/公顷·天)	100~150 (最低) 2000~3000 (最高)	20 (北方) 30 (南方)	40 (北方) 100 (南方)	100~200	10~20
BOD ₅ 去除率 (%)	60 (冬) 90 (夏)	70~90	70~90	80~95	80~90

参考文献 (略)

离子除尘新技术

当烟尘性状复杂,或要提高有害气体的去除率而用石灰喷雾布袋除尘技术不能达到要求时,国外最近采用能同时去除烟尘和有害气体的离子除尘器技术。该装置由急冷塔、离子除尘器、碱液贮槽及其给料装置、排气扇及控制盘等组成,高温废气在急冷塔被冷却到100℃以下后进入离子除尘器。离子除尘器由可令尘粒荷电的离子化部和可去除烟尘和有害气体的填充部构成。

在离子除尘器内主要靠所谓的“镜像引力”(image

force)除尘,当在离子化部荷负电的尘粒接近填充材表面时,会令该表面感应出正电荷而被其吸附过去。有害气体则与循环洗涤水中的苛性钠反应,与烟尘一起被洗涤水排出除尘器外。根据实际运行的结果,当废气量为13000~24000m³/h时,烟尘去除率达94.6~99.2%、HCl可达82.8~95.2%、SO₂可达83.6~97.0%、除臭可达90.0~92.7%,压力损失小为30~60mmAq,耗电量为0.05KW/(m³/min)左右,比静电除尘器加湿式洗涤器方式约少25%。(李战隆)

广州少先队开展环保系列活动

广州市少先队“热爱科学、大胆实践、争当跨世纪的社会主义合格接班人”少先队环境保护系列活动于2月27日在市少年宫揭开序幕。在纪念毛主席“向雷锋同志学习”题词三十周年花会上,少先队广州市工作委员会向市70多万少先队员发出倡议,号召少先队员同做环保“八个一”。会上成立广州市少先队环保宣

传总队,各区少先队成立分队,并举行了授旗仪式。少先队环境保护系列活动由广州市环保办、少先队广州市工委、广州少年宫和广州市环境科学学会共同主办,活动从2月份开始,至10月底结束,有少先队环保宣传万人行活动、环保夏令营、环保漫画大赛和环保小花王摄影比赛等多项少儿环保活动。

广州城市绿地系统及生态环境建设

杨士弘

郑芷青

(华南师大地理系)

(广州师院地理系)

摘要 广州城市绿地系统由于城市发展、人类开展活动的影响,形成在水平方向上绿地类型分布呈向西开口的半环状型演替,垂直方向存在生态型立体层状演替特征。绿地面积指标、植物群落特征区域分布极不均匀,明显影响了广州城市生态环境的质量。进行绿地生态建设是改善广州城市生态环境的根本措施。

关键词 绿化 生态系统 建设 意见

城市绿地系统是城市生态系统的重要组成部分,对改善城市环境质量起着极大的作用。本文拟对广州城市绿地的分布特征及其质量进行探讨,分析其与人类活动的相互关系,提出广州城市生态环境建设与改善的意见。

1 广州城市自然生态环境概况

广州城市座落在珠江三角洲北缘、为三角洲平原与丘陵台地的过渡区。地势东北高,西南低。地貌层状结构明显,北、东北面为500米以下的丘陵台地,最高峰帽峰山海拔534.7m;西、南面为面积广大的三角洲冲积平原,气候属亚热带季风湿润气候,年平均气温21.8℃,活动积温7600℃,持续期327天,年降雨量1650mm,82%集中于5—9月。土壤为红壤、赤红壤和冲积土。地带性原生植被为季风常绿阔叶林。

2 人类活动对城市绿地系统分布的影响

广州城区地带性原生植被早已荡然无存,代之而起的是人们为生活需要和改善城市环境而栽培的人工植被,有公共绿地(包括道路绿地)、居住区绿地、单位附属绿地、防护绿地、风景林绿地、生产绿地等六种不同功能的绿地类型,其空间分布深受城市发展和人类社

会经济活动的影响。

2.1 水平方向上绿地类型呈向西开口的半环状型演替

广州城市发展历史悠久,历时两千多年。人们对土地利用的程度以及经济活动强度不断增大,对植物界的干扰、破坏也越大,形成今天以旧城区中心由内向外的绿地类型演替序列。内环为老城区,以公共绿地为主,呈零星点状分布,主要为市区建筑群所包围的公园林、名胜古迹古树名木、沿道路两旁的行道树;中环在老城区外围,是近年城市发展扩大的新城区,以单位附属绿地为主,呈班、块状分布,主要为芳村区、天河区、海珠区、黄埔区范围内的大专院校、研究院所、大企业的附属绿地、防护绿地,部分菜地、旱作物群落、人工林、村边风水林、果树及苗木林。由于开发历史较短、人口密度、经济活动强度较内环小、对植被的破坏小些;外环为市郊白云区,其西北部为农业开发较早的广花平原,以作物地为主,东北部为丘陵台地区,由于人类活动影响更少些,而且人类有目的地利用近郊一些丘陵台地开发建设风影响区各种果树林、经济林、用材林、故以连续大片分布的次生林、人工风景林地、生产绿地为主,东南部为果树林、花木、苗木群落。这种三环分布的演替系列,是广州城市发展、人类开发活动、引起生态环境变化、

导致植物界后退的重要见证。

2.2 垂直方向分布存在生态型立体层状演替特征

广州城市地处珠江三角洲平原与丘陵台地过渡区,地貌层状结构明显,使绿地生态类型具有一定程度的立体层状演替特征。低层是分布于具有相当面积水域的江、河、湖、塘中的水生生物群落;中层是分布于三角洲冲积平原上的蔬菜、旱作物、花、苗木群落;中上层是分布于阶地、台地、残丘上的果园林、经济林、绿化幼苗林、竹林;上层是分布在丘陵台上的马尾松林、多种桉树林等人工林及次生季风常绿林。这种生态型立体层状演替序列,是广州历史上人们依据区域自然条件的差异、合理开发利用自然资源、改造自然环境、为人

类造福的见证。

2.3 城市绿地区域分布极不均匀

广州城市由于各部分社会经济发展不平衡,城市开发建设程度有差异,使各区绿地分布极不均匀(根据 1992 年各区调查资料)。绿化覆盖面积市郊白云区最大,达 35764.6ha,荔湾区最小,只有 172.3ha;绿化覆盖率也是白云区最大(34.3%),荔湾区最小(14.6%);城区人均公共绿地天河区最多,10.2m²/人,芳村区最少,1.55m²/人。可见各区绿化水平高低相差十分悬殊(见表 1),这种分布与工商业活动强度,人口密度相对应,工商业活动强度大、人口密度高的荔湾区,不仅绿化覆盖面积小,绿化覆盖率低,人均公共绿地在旧城区中也是最小。

表 1 广州城市各区绿地面积指标

	荔湾	芳村	越秀	海珠	东山	天河	黄埔	白云	全市
绿化面积 (ha)	172.3	1084.2	250.4	2459.4	467.5	3695.2	3669.3	35764.6	4756.8
绿化覆盖率 (%)	14.6	25.5	28.3	26.2	27.2	34.1	30.2	34.3	33.0
人均公共绿地 (m ² /人)	2.15	1.55	6.5	4.0	7.9	10.2	1.69	7.77	4.69

* 表中数据主要根据各区 1992 年的调查情况,并参考了绿化复盖分布图。人均公共绿地包括了道路绿化面积并按城镇人口计算。

3 城市绿地群落特征

3.1 绿地群落类型人工化

如前所述,本区地带性原生植被为南亚热带季风常绿阔叶林,沟谷具有热带雨林特征。随着城市的开发建设、地带性原生植被早已荡然无存,现今的绿地群落是以人工培育的单优种群占优势,如连续大片分布于低丘台地的马尾松林、多种桉树林、台湾相思林、木麻黄等等;其次是供人们休闲娱乐而保存的具有一定季风次生林性质的公园林、风景林;还有为美化环境而栽种在居住区、企业事业单位、道路两旁的石栗、白千层、白兰、各种榕树、羊蹄甲、盆栽花木群落,以及为满足人们生活需要而培植的荔枝、龙眼、橄榄、乌榄、柑、橙等

果树群落、茶园、竹林等。这已成为公共绿地、居住区绿地、单位附属绿地的主要群落类型。分布于新城区、郊区部分村舍周围受保护的园林,以及残存于白云山沟谷的次生林,具有某些原生植被种类成分,外貌结构类似次生常绿阔叶林、但为数极少。而原生的植物种群,如水翁、蒲桃和水松等。只星散残存于三角洲平原上,成为公共绿地、单位属绿地、居住区绿地的次要种类成分。

3.2 绿地植物种类减少,结构简单

广州地处水热条件极其优越的南亚热带,地带性原生植被种类繁多,结构复杂,类型多样,群落稳定性大,改造环境的能力也较强。但随着城市化的进程,大大破坏了原生植被的

顺向演替,使种类日益减少,优势种也发生了变化。据 1988 年的广州城市绿地植物种类样地调查,并与文献 [1] 的调查对比(见表 2),可见由于人类活动的影响,城市人工林、公园林、机关大院杂木林、其乔、灌、草、藤本植物种类均明显减少,尤其灌木、草藤本植物减少更多。又据 1989 年对中央公园(面积 29970m²)作调查,其植物共有 85 种,隶属 35 科 52 属,而受人为保护的广州华南植物园蒲岗植物自然保护区(面积 14985m²),共有植物 375 种,隶属 103 科,289 属^[2],两者相比,前者较后者面积大约 1 倍,而植物种类仅为后者的 22.7%。现今广州市植物种数一般公园林 85 种,机关、居住区 65 种、道路 2~5 种。常见植物为桑科,大戟科、桃金娘科、豆科、棕榈科、松科等;优势种有大叶榕,细叶榕、白兰、白千层、台湾相思、木麻黄、马尾松以及各种桉树、羊蹄甲等。可见城市绿地植物种类减少,优势种改变,只有自然保护区、沟谷次生林、才保存较多的物种量。

人工栽培的单优种群,结构多为乔、灌、草三层,更多是乔、灌或草二层或单层。据 1988 年调查,市内行道树只有 15 条道路绿化有 2~3 层结构,占全市道路绿化的 6.7%。缺乏附生、茎花、藤本等热带雨林特征,只有在植物自然保护区(如蒲岗)、白云山沟谷次生林、公园林、城郊村边风水林、以及某些百年古树上方可略见某些热带雨林痕迹,而占城市绿地主体的人工植物群落,一般都种类贫乏,

结构简单,极大影响了生物群落的栖身与发展,从而影响生物群落的稳定性及其生态环境效益。

表 2 广州城市植物种类样地调查

调查地点	样地面积(m ²)	植物种数		
		乔木	灌木	草藤木
黄花岗公园	100	9	4	10
省科学院机关大院	100	7	5	9
东郊低丘台地人工林	100	4	5	5
罗岗水西村低丘台地黄桐猴耳环亮叶肉实群落 ^[1]	100	18	58	25

3.3 绿地植物生产力下降

生物生产力的变化是环境质量变化的一个重要标志。据 1988—1989 年对市区(不含黄埔区和白云区)不同地段共 18000m² 面积上的树木进行调查,求得广州市绿地平均生物量为 253.0t/ha,若按生长 40 年计,则生长量为 6.0t/ha。与其他地方的亚热带常绿阔叶林相比(如鼎湖山常绿阔叶林的生物量 425.5t/ha,生长量 76.0t/ha·a),广州市区的绿地生物量、生长量明显偏低。从区域分布来看,次生林、风景林面积较大的天河区,绿地的生物量、生长量较大,而人口、工商业密集的市中心区和作物地面积较大的芳村区,生物量、生长量较小(表 3)

表 3 广州城市各区绿林的生物生产力

生产力	东山区	越秀区	海珠区	荔湾区	芳村区	天河区	市区平均
生物量 (t/ha)	281.8	221.0	310.0	249.0	119.9	336.1	253.0
生长量 (t/ha·a)	7.05	5.54	7.80	4.20	3.00	8.40	6.00

4 城市绿地生态环境建设小议

4.1 城市生态环境建设势在必行

良好的城市生态环境是经济发展的基础,

是城市居民赖以生存的主要条件之。如上所述,广州城市化的结果,一定程度上损伤和破坏了自然生态环境,导致植物界不断后退,城

市绿地面积减少,分布不均,物种量少,结构简单,生物生产力不降,从而影响了生物群落的稳定性及其生态环境功能。

广州是当今全国经济高速发展的主要大城市之一。市委市政府提出15年赶上亚洲“四小龙”的宏伟目标,一个新的建设高潮正在兴起,城市现代化趋势不可阻挡。现代城市是人口、经济、科技文化高度集中的地方,人类的创造力是巨大的,但是自然环境依然是人类生存、城市发展不可缺少的条件。使城市具有良好的生态环境,就是为人们提供一个高质量、高效益的投资环境、方便安全的工作环境、赏心悦目的旅游环境、优美舒适的生活环境,将大大提高城市对外商投资的吸引力和保障人民生活安居乐业、使广州经济得以高速、协调、持续发展。1993年我国环保工作重点之一加强自然保护,努力改善生态环境。因此城市生态环境建设势在必行。

4.2 绿化是城市生态环境建设的根本性措施

绿地是城市生态环境的重要组成部分。大量植树种花铺草,构成强大的植物生态系统,除了可以创造优美的城市景观之外,还可以利用绿色植物特有的功能调节城市气候,吸毒滞尘,杀菌灭病毒,净化空气、水体和土壤,生产氧气,降低噪音,防火防洪、保护人们身心健康等。所以当今国际上常以城市绿地、国家公园、自然保护区的人均占有水平作衡量一个国家或地区的社会文明和现代化程度的重要标志。如前所述,广州城市绿地系统不论从数量、质量方面都未能适应现代化城市的要求。加大绿量仍然是当务之急。生态环境建设实质也是要充分发挥自然物质的生产潜力、让自然资源达到最佳利用,使保持自然活力的物质不断得到循环再生的补充。广州地处南亚热带,光、热、水资源十分丰富,是多种植物混交生长的环境,对多种生物的群体集居有利。广州城市绿地,由于人工栽培的绿化树种比较单一,结构简单,未能充分利用有限的空间实行

多层次绿化、故生物生产力普遍偏低。因此,广州城市生态环境建设应充分开发利用本地自然资源,以发展混交套种的立体型生态绿化较为有利。尤其是广州,在人多地少土地十分宝贵的情况下,要划拨更多土地搞绿化恐怕比较困难,但可以通过混交套种增加绿量。即使划拨了绿化用地,也应充分利用有限空间。这是完全可以做到的。事实上广州市人口高度密集的市中心区许多街道,近年搞绿化达标,已搞了不少见缝插绿,垂直绿化、屋顶绿化、盆栽花木等充分发挥自然物质生产潜力的生态建设。广州市芳村区西村葵蓬洲农民,充分利用土地,阳光、空气、间种套种多种花、草、果树,形成多层次的各类人工生态群落,已有百年历史,在繁华的大都会中心保留了一片“净土”——西濠生态村。这是广州市生态环境建设的先锋和样板。今后市区内的绿地可适当增加灌木、草、藤本植物数量,形成一定面积的垂直群落结构,以增强原有绿地的环境作用;市区北部、东北部连续大片分布的次生林,风景林、果树林、应以提高改善城市生态效益为主导,发挥森林的多种效能。根据市场经济的需要,搞多种经营,如大力培育岭南佳果,发展旅游业,建设城郊型林业,适当引种优良树种和营造优质的植被类型,如原有马尾松改造为针阔叶混交林;木麻黄、桉树、台湾相思林,可加种一些其他阔叶树种。设计城郊型绿化生态工程、人工引导其向原生地带性季风常绿阔叶林演替,提高其改善广州城市生态环境的能力。阶地、台地上的果树林,可套种间种多种作物、药材,形成一定的生态垂直结构,或建设林-果-牧-畜(禽)复合生态系统;平原地区建设农-牧-鱼-果(菜)型复合生态系统。使城市绿地系统建设也做到环境效益、经济效益、社会效益的统一。

4.3 建设一定数量的城市小型自然保护区

城市及其近郊的自然保护区,是城市绿地系统的重要组成部分。它能保护城市的生物群落、为城市居民输送新鲜空气,广州市要有计

划地建立健全一定面积和数量的自然保护区，去年市国土规划到2010年广州市拟建立16个自然保护区，这是广州城市生态环境建设的重大步骤。这些拟建中的自然保护区除一部分分布在郊县之外，相当一部分分布于近郊区。如白云山风景林保护区、海珠新滘果树林保护区，罗岗果树林与文物古迹保护区，金鸡窿人工林生态保护区、芳村葵蓬洲人工生态花果林保护区等。这些自然保护区的建成将大大改善广州市的生态环境。尤其是城内的小型自然保护区、如华南植物园的蒲岗保护区，华南农业大学的长岗山保护区，芳村葵蓬洲保护区等，这些保护区既保护了生物种群，改善了生态环境，促进了教学和科研，又发展了生产和旅游，为城市居民就近提供休息娱乐场所，达到经济效益、社会效益、生态效益的统一，因此应大力提倡。

4.4 城市绿地系统建设关键抓好管理落实

广州市对绿化工作一贯是重视的。群众性义务植树运动始于50年代。1986年广州市又率先提出8年绿化广州，4年消灭荒山的宏伟目标，群众性绿化运动的浪潮一年高过一年。近年绿化规划、绿化设计也不少做，投入的人力物力财力不少，成绩是显著的，所以广州素

有“花城”的美称。从目前广州市的绿化面积和绿化覆盖率来看，广州高于全国平均水平，但与先进国家、先进城市相比，广州仍然是落后的。究其原因依笔者浅见，恐怕一是重视轰轰烈烈的群众运动而缺乏踏实细致的培育管理，因此，年年见种树，不见树成林；二是群众保护绿化的环境意识淡薄，人为损坏绿化严重。市区内的草坪常见前人开出来的“捷径”，行道树、公路树被折断，保护白云山风景区呼声很高，有关方面也三令五申，但白云山风景区被蚕蚀、树木被砍伐屡禁不止；三是法制不健全，有法不依或执法不严。“健全环境法制，强化环境管理”是联合国环境保护十项对策之一，也是我国环境保护十大措施之一。城市绿地系统建设也必须依靠法制来护航才可望到达现代化城市的彼岸。

5 参考文献

- [1] 广东省植物研究所编. 广东植被. 北京: 科学出版社, 1976
- [2] 潘述红. 华南植物园蒲岗自然保护区简介. 生态地植物学, 1984; 2 (8)

日本开发新型电动汽车

日本九州电力公司和日产汽车公司共同开发实用型电动汽车，属轻型客货两用车。除行驶性能良好外，座位非常舒适，夜里可在车内过夜等特点。用24

个镍锌电池为动力。一次充电可行驶190km，最高时速120km/小时。登坡能力约14度。既无公害又实用。

(洪蔚)

能同时除尘与吸收气体的石灰喷雾布袋除尘器

垃圾焚烧炉、产业废弃物焚烧炉及其它高温废气中，除含烟尘外，一般都含有 SO_2 、 NO_x 、 HCl 、 Cl_2 及 HF 等有害气体。若要用湿法处理，则要进行废水处理，还有可能引起二次污染。国外最近开发了石灰喷雾布袋除尘器来解决这一问题。该除尘器由完全蒸发冷却塔、石灰扩散器、布袋除尘器、烟尘排放装置、消石灰贮槽及其给料装置、排气扇及控制盘等组成。被完全蒸发冷却塔冷却到200℃左右的高温废气中的有

害气体在石灰扩散器内和部分消石灰反应而被去除，随后又在布袋除尘器内，在通过滤布表面附着的消石灰层时进一步发生反应而被去除。烟尘也同时在消石灰层被过滤去除。根据该除尘器的实际运行结果，当处理废气量为9100~9600 m^3/h 时，烟尘去除率为99.8~99.9%、 HCl 为90.8~95.8%、 SO_2 为88.9~90.0%，即使进气浓度低，各污染物去除率均能达到设计值。(李战隆)

A/O 系统处理城市污水的运行评价

郑曼英 雷泽辉

(广州市环境卫生研究所)

摘要 本文通过对从化水质净化厂 A/O 系统运行情况进行分析,讨论了影响该系统处理效果的因素。认为该系统处理效果好,耐波动性强,设备简单,管理方便。

关键词 城市污水 A/O 系统 除磷脱氮 溶解氧

由广州市环境卫生研究所引进开发,广州市设计院设计,日处理量为 6000m³ 的从化水质净化厂是国家科委的生活污水处理示范工程之一。该厂采用美国 A/O 工艺和部份设备,工程建设总投资近千万元。1991 年 7 月该厂通过评审验收,正式投产。现已运行正常,各项出水指标均达到设计要求,符合国家污水综合排放标准。本文对该厂运行一年来的情况及 A/O 系统的工艺特性进行分析和讨论。

1 A/O 系统的工艺机理与流程

从化水质净化厂 A/O 系统是可除磷脱氮的活性污泥工艺。它把污水的生物厌氧处理和好氧处理有机地结合在一起。其原理是:在厌氧阶段,回流污泥中的嗜磷菌将体内储存的聚磷酸盐水解后释放出来,并利用水解产生的能量摄取污水中的有机物(BOD),随着水体中可溶性磷的增加,BOD 便降低。而水体中的兼氧细菌在分解有机的同时,亦将部分有机氮转化为无机氮(NH₄-N),并在水体中的氨化菌的作用下脱氮释放出 NH₃。污水中的 NO₃-N 也会被反硝化菌转化为 N₂,由于 NH₃ 和 N₂ 的逸出,水体中的氮含量便会降低。在好氧阶段,好氧菌断续吸收和分解污水中的有机物,在这过程中,微生物大量繁殖,即产生污泥。这些微生物中的嗜磷菌处于饥饿状态,因此具有过量摄取磷的能力,其摄取量约为厌氧阶段释放量的几倍。所以它们大量吸收污水中的磷,并

以聚磷酸盐的形式储存于体内,即进入污泥,然后通过沉淀除去。在此阶段,污水中的有机氮断续被氧化为无机氮,在硝化菌的作用下,转化为 NO₂-N 和 NO₃-N,最后在缺氧条件下被反硝化菌还原为 N₂ 释放出来,从而达到净化水质的效果。

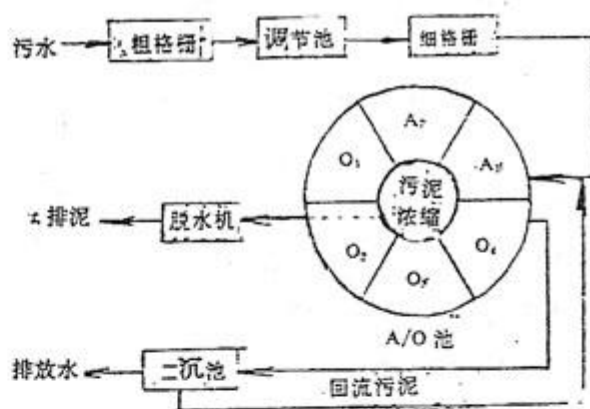


图 1 A/O 系统工艺流程图

图 1 描绘了 A/O 系统的基本流程。其中 A/O 池是本系统的关键,整个水质净化过程主要就在这个直径 19 米,高 5 米的圆形池内完成。

2 运行结果与讨论

A/O 系统经一年多的连续运行,平均日处理量为 6217m³,其处理结果见表 1。

从化是一座新兴的城镇,生活污水受工业废水的影响较小,BOD、COD 值均较低,月均最高值分别为 150mg/L 和 297mg/L 左右,

表 1 A/O 系统运行结果

项目	进水 (mg/L)		出水 (mg/L)		去除率 (%)
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	
BOD ₅	62.21	±30.3	3.13	±0.81	95
COD _{cr}	147.1	±60.16	22.11	±7.74	85
SS	106.3	±33.18	23.81	±6.07	78
NH ₄ -N	13.62	±3.28	0.34	±0.18	97
T-P	2.63	±1.20	1.42	±0.49	48
T-N	17.39	±2.99	1.16	±0.42	93

表 2 A/O 系统各段运行情况

项目	A ₁	A ₂	O ₁	O ₂
MLSS	6014	5561	6147	5824
(mg/L)	±1912	±1918	±1882	±1300
MLVSS	2522	2664	2911	2487
(mg/L)				
SVI	50.16	46.31	39.18	39.02
(mg/L)	±10.2	±10.9	±9.2	±10.2
硝化菌	2×10 ⁵	2.5×10 ⁴	2.0×10 ⁴	1.5×10 ⁵
(个/mL)				
反硝化菌	1.1×10 ⁵	2.0×10 ⁴	7.0×10 ³	1.5×10 ³
(个/mL)				

表 3 进水 BOD 及其去除率

序号	进水 (mg/L)	出水 (mg/L)	去除率 (%)
1	25.0±7.4	2.78±0.8	88.9
2	39.9±20.4	3.63±1.6	90.9
3	47.8±11.3	2.64±0.5	94.5
4	134.8±35.2	3.56±1.3	97.4
5	90.0±37.5	4.02±0.7	95.5
6	77.4±36.7	2.54±0.8	96.7
7	38.4±15.4	1.73	95.5

最低则分别只有 30mg/L 和 80mg/L 左右。据国内外一些资料报导,要使 A/O 系统有效地运行,污水中的 BOD 不应小于 50mg/L。由表 1 可见该系统进水 BOD 均值只有 62.2mg/L,在枯水期则经常小于 50mg/L,但该厂 A/O 系统仍能正常运行,污泥生长情况良好,见表 2、

表 3。BOD、COD 的去除率均达到设计要求,尤其是 NH₄-N 和 T-N (凯氏氮) 均在 90% 以上,总磷略为低些。排放水质全部合国家标准。

2.1 有机物的去除

本系统 DO 浓度控制较高,这是由于 A/O 池前的调节池采用定时曝气防止污水的泥沙沉积池底,以及污水经过滚筒式细格栅后直接进入 A/O 池,因此厌氧段 DO 浓度较高,平均为 0.5~1mg/L,好氧段控制在 3.6mg/L 以上。在这样的运行条件下,BOD 的去除率与好氧段的 DO 有关,其相关系数为 $r=0.89$ 。而污水 BOD 浓度的波动对其去除率影响不太大,见表 3。BOD 小于 50mg/L 的污水仍可达到约 90% 的去除率。

COD 的去除率与污水的浓度关系见图 2。污水 COD 浓度低,去除率也低。当污水的 COD 超过 100mg/L 时,去除率均可达到 80% 以上。

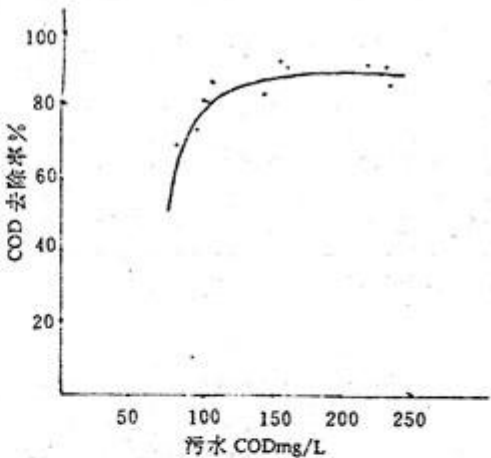


图 2 进水 COD 与去除率的关系图

2.2 除磷效果

从化 A/O 系统中磷的去除率仅为 40~60%, 低于设计要求 (80%), 据有关资料报导,当 A/O 系统中 BOD-MLSS 负荷小于 0.1, kgBOD/kgMLSS · 日时,磷的去除率下降。因此 BOD-MLSS 负荷不应小于 0.15~0.75。由于本系统进水 BOD 较低, BOD-MLSS 负荷经常小于 0.1。另外厌氧段 DO 浓度偏高, BOD/P 比值也较低。从图 3 可见污泥中磷的释放不多,也影响了好氧段对磷的摄

取。这些都是造成了磷去除率偏低。

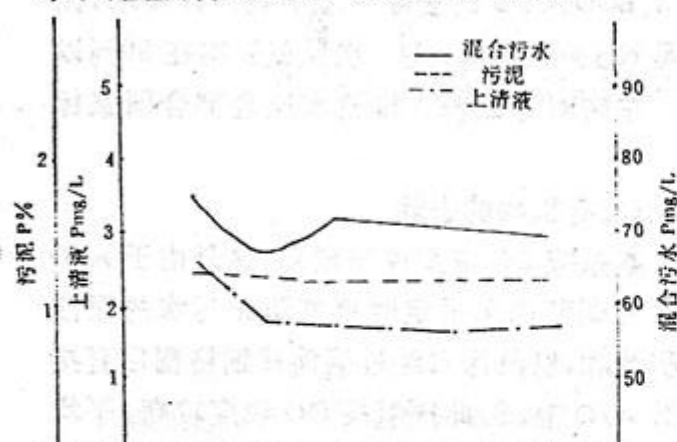


图3 A/O系统各段磷的变化

2.3 脱氮效果

从化A/O系统的好氧段中硝化菌占优势(见表2)，氨氮在硝化菌的作用下转化为硝

表4 A/O系统各段氮化物比较 (mg/L)

项 目	T-N	NK _x -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N
入口	17.39	8.97	0.03	1.55
A ₁	10.82	6.69	0.019	2.78
A ₂	8.50	7.34	0.015	2.10
O ₁	1.35	1.75	0.036	9.30
O ₄		1.63	0.018	9.61
出水	1.16	0.54	0.005	12.87
国家标准	2**	15*	1.0*	20**

注：* GB8978-88 ** GB3838-88

酸盐氮，见表4，硝化率达80%以上。由于A/O工艺的反硝化过程是以BOD作为氧供给体，这样污水中BOD的偏低，厌氧段DO的偏高，都影响了脱氮反应。；另外由于该系统没有设缺氧段，所以从表4可见出水的NO₃-N略高些，但作为排放水，该指标仍低于国家地面水Ⅳ类的标准。

3 小结

a. 从化A/O系统流程简单，布置紧凑，运行稳定，管理方便，能承受一定的水质（如BOD为30~200mg/L）和水量（5000~7000m³/d）冲击负荷。处理效果良好，出水BOD、COD和SS等指标均达到或低于国家污水综合排放标准。适合于中小型城市污水处理。

b. 在不外加有机物的情况下，污水中BOD浓度对系统除磷脱氮效果有重要影响。而各反应段DO的控制对整个A/O系统的运行和处理效果也是极其重要的。

4 参考文献

- [1] 宗官功. 污水除磷脱氮技术. 北京: 中国环境科学出版社, 1987
- [2] 李海清等. IC系统中生物除磷的研究. 上海环境科学, 1990, (12): 23-28

国家环保局决定从今年起实行环境标志制度

为了贯彻中央和国务院关于环境保护的十大对策，防止生态破坏，减少工业产品对环境的危害，国家环保局决定从今年开始逐步在全国实行环境标志制度。环境标志是一种张贴在产品上的图形标记，它标志产品不但质量符合标准，而且在生产、使用和处置等过程中也符合规定的环保要求，使广大消费者通过商品的选购参与环境保护。

环境标志产品的范围是一些对人类及环境有危害，但采取适当措施后可以减少或消除危害的产品。环境标志产品将由国家有关部门根据规定进行评审和颁布。环境标志制度已在德国、新西兰、葡萄牙、日

本等10多个国家实行，有的叫绿色标志。实践证明，实行环境标志制度可以增强产品的市场竞争能力，是促进贸易、发展经济、使环境与经济协调发展的一种有效手段。

我国颁发环境标志的工作将在企业自愿申请的基础上进行。国家环保局近期将颁布一批实施环境标志的产品目录，并制订有关的管理规定、技术指标和环境标志图形，建立相应的环境标志产品的申报、审批程序，把实行环境标志制度的工作逐步开展起来。

(光)

环境科学文献计量学研究若干结果

郭原

(浙江省金华市环境监测站)

摘要 本文对文献计量学在环境科学领域的部分应用研究成果作了综合叙述,在此基础上综合评定了十二种中文环境科学核心期刊,求得我国环境科学专业期刊的半衰期为四年左右,最佳馆藏时间为二~五年。外文期刊的半衰期为十年左右。

关键词 环境科学 文献计量 核心期刊 半衰期 最佳馆藏时间

文献计量学(Bibliometrics)^{[1][2]}是情报科学的一个重要的新兴分支科学,其研究及进展,不仅能够提高情报研究的科学性和精确性,而且还可为文献情报管理的科学化提供必要的定量依据和手段。用为环境科学(Environmental Sciences)重要分支科学之一的环境情报学^[3]目前已有较多的工作,但总的而言,文献计量学在环境科学领域的应用研究相对薄弱,本文就这方面工作进行总结和深入分析。

1 环境科学专业核心期刊

在期刊论文的实际分布中,存在着一种普遍现象:即对于某一特定学科或专业来说,少数期刊所含的相关情报量很大,多数期刊的情报量却较小。也就是说,大量的科学论文集中在少量的科学期刊中。这就是所谓的“核心期刊效应”。其结果是产生了各个科学或专业的核心期刊(Core Periodicals)。

环境科学领域这方面的工作有郭原等^[4]和王英^[5]的文摘法及郭原^[6]的引文法,另外还有陈向春^[7]的环境卫生专业引文分析结果。

1.1 综述

郭原和项汉武^[4]选用中国环境科学研究院情报研究所编辑出版的《环境科学文摘》作为统计分析依据,就1989年和1990年的7010条文摘进行了分类统计,以累计文摘率

达70%为标准,并结合布拉德福图象分析(文中用解析式给出结果)确定11种中文主核心期刊和23种中文副核心期刊及8种外文主核心期刊和19种外文副核心期刊。

王英^[5]选用上海图书馆编辑的《全国报刊索引(科技版)》作为统计分析依据,对1984年~1988年五年中环境科学栏目的8574条文摘进行统计分析,以累计文摘率达60%为标准,确定了22种中文环境科学核心期刊。

郭原^[6]统计分析了《环境科学》等五种期刊的5076条参考文献,根据各期刊被引用次数的多少确定了11种中文环境科学核心期刊和21种外文环境科学核心期刊。

1.2 中文环境科学核心期刊综合评定

基层情报室的现状是不可能也不必征订太多的期刊,而测定核心期刊的目的之一是推荐读者作为经常性的浏览,从可操作性出发,我们认为中文环境科学核心期刊合适的数量为10~12种左右。我们根据以上研究结果作综合评定。评定依据如下:

a. 文献[4]~[6]均列入的首先入选,共计有八种。有两篇列入的选择在上述文献中序号相加数值较小的(本文取两种)。

b. 鉴于《中国环境监测》和《环境科学研究》的权威性和上述三篇文献选择方法的缺陷,人为增补。

c. 序号以三篇文献中的序号选择较小的

两个相加,和较小的列前,相等的作为并列,结果见表1。

表1 我国中文环境科学专业核心期刊

期刊名称	文献中序号			
	[4]	[5]	[6]	本文
环境科学	1	2	1	1
上海环境科学	2	1	8	2
环境化学	4	4	4	3
环境科学学报	7	14	2	4
环境科学丛刊	19	3	6	4
中国环境科学	9	7	3	6
环境污染与防治	6	9	7	7
农业环境保护	5	/	9	8
环境工程	8	6	/	8
重庆环境科学	12	12	9	10
中国环境监测	3	/	/	11
环境科学研究	18	/	/	12

1.3 讨论

a. 本文综合考虑了文摘法和引文法的测定结果,一定程度上提高了可靠性,但尚缺少流通率方面的调查分析,这部分工作有待于较大型的环境科学专业情报机构进一步分析。就理论上而言,流通率与引文法有一定的拟合,但流通会兼顾科普性和政策性较强的期刊。

b. 文摘法的主要缺陷在于根据文摘条目多少为原则,象《环境科学研究》和《环境科学丛刊》有时一期仅有篇幅较大的四~五篇甚至一篇文件,故而排名较靠后;而引文法由于刊物的自引率较高、一些文章无参考文献及新刊较少被引用等因素而受限制。故而本文根据经验增加了《中国环境监测》及《环境科学研究》两种。

c. 表1所列期刊是从环境科学整个专业而言,具体到各分支学科又需作一些调整。如环境卫生专业的核心期刊可参阅[7]。

2 引文分析情况

简单地说,引文分析(Citation Analysis)就是对论文后所列到的参考文献的统计分析。

2.1 引文基本情况

据中国科学技术情报研究所对我国1988年的近1200种中文期刊作的大规模分析^[8],我国科技论文平均参考文献数量为4.86条/篇。其中环境科学专业的18种期刊平均引文量为3.17条/篇。但就各期刊而言,差异很大,笔者在[6]中统计的《环境科学》等五种期刊就达6.78条/篇,其中《环境科学学报》和《环境化学》分别高达9.04条/篇和8.63条/篇。

2.1.1 语种分布

文献[6]中统计的5076条参考文献中文占了46.8%,英文占48.0%,日文占2.8%,其它外文为1.6%;外文中英文占91.9%。我们进一步统计了表1中除序号5、10、12的九种期刊1989年和1990年两年中的8951条参考文献,中文为4497条,外文为4454条,几乎各半。

2.1.2 文献类型分布

按图书、期刊和特种文献资料(非书非刊、专利等)统计后知^[6]:中文分别为30.6%、66.0%和3.4%,英文分别为19.5%、74.3%和6.2%,平均为25.0%、70.1%和4.9%。与我们进一步的统计结果(分别为23.3%、69.0%和7.7%)均表明期刊是主要的引文材料。

2.2 期刊文献的半衰期

由于科技的日益进步,造成了文献逐渐老化。半衰期就是文献老化的一个度量指标。所谓文献的半衰期,是指某学科现时尚在利用的全部文献中较新的一般是在多长一段时间内发表的,这与该学科一般文献失效所经历的时间大体相当。测定半衰期的主要目的在于使情报管理机构选择最佳馆藏时间和为读者掌握查阅文献的准确率提供依据。

2.2.1 引文年代分布

表1中九种期刊1989年引文来自期刊的为3242条,最早的年度是1901年,最近的是1989年当年,时间跨度为89年,中文引文较集中在1980年~1988年,下降趋势十分明显,外文引文较集中在1975年~1987年,下降趋势比较平稳。这可能与国内环境科学期刊大多创刊于八十年代左右,而国外的环境科学期刊大多创刊于七十年代左右有关。

1990年来自中文期刊的2073条参考文献,最早的是1938年,最近的是1990年当年,时间跨度为52年。与上相类似地,引文集中在1979年~1989年,下降趋势十分明显。

2.2.2 半衰期计算结果

本文采用较通用的莫地耶夫计算公式:

$$x_{\text{半衰期}}(\text{年}) = 10[\lg(a + \sqrt{a^2 + 2b}) + 0.1]$$

$$a = 3.4596 - 4.1447y_r$$

$$b = 1 - a$$

y_r 为实测十年累积引文相对比率

将有关数据代入上式后求得中文期刊半衰期为3.66年(1989年数据)或4.14年(1990年数据),外文期刊为9.13年。

2.2.3 进一步的说明

a. 从引文的年代分布统计数据可知(详细数据略),从查阅文献的角度而言,溯至前三~四年,可满足中文文献需求的50%,溯至前六~七年,可满足文文献需求的80%;对于外文则需分别溯至前十年左右和前十六年左右。

b. 中文期刊文献存在一个引用高峰期,大体在前二~五年,由此可确定我国环境科学专业期刊的最佳馆藏时间为文献发表后的第二至第五年。

2.3 讨论

a. 引文分析的统计指标和应用范围还很多很广,本文的工作仅仅是开始,期望能抛砖引玉。

b. 目前有较多的论文无参考文献或参考文献从略,这种现象不正常,也不符合国际规范,这个问题应引起广大作者和编辑的重视。

3 参考文献

- [1] H D White, K W McCain. Bibliometrics. Annual Review of Information Science and Technology, 1989; 24: 119-186
- [2] 邱均平. 文献计量学. 北京: 科学技术文献出版社, 1988
- [3] 彭天杰, 周颖浩. 环境保护科学原理. 南昌: 江西科学技术出版社, 1989: 79-80
- [4] 郭原、项汉武. 文献法确定我国环境科学专业核心期刊. 环境科技, 1991; 11 (5): 6-9
- [5] 王英. 环境科学核心期刊的测定. 上海环境科学, 1990; 9 (8): 44
- [6] 郭原. 环境科学被引证文献的统计分析. 环保科技情报 (待发表), 1992
- [7] 陈向春. 《环境与健康》的引文分析. 环境与健康杂志, 1990; 7 (4): 192-193
- [8] 中国科学技术情报研究所. 中国科技论文的统计与分析. 科技与发展, 1990; 5 (2)

旋转式活性炭纤维溶剂回收装置

由日本东邦化工建设公司研制开发的本装置利用活性炭纤维(ACF)旋转吸附回收废气中的溶剂,具有回收率高、可连续处理而且解吸时间短,运行成本低,寿命长,安全可靠等优点,获得了日本产业机械工业会长奖。该装置将旋转体分隔成三个室,每个室均填满ACF,并内装在壳体内。进入壳体内的废气,通过上侧两室的ACF层时,其中的溶剂就被ACF吸附,

经吸附后的废气由抽风机抽排。溶剂的解吸在位于下侧的另一室进行,通过蒸汽加热将ACF吸附的溶剂蒸发脱离并凝聚分离成回收液和水取出,再通过旋转,轮换进行吸附和解吸过程。由于解吸时间短,约为3~4分钟,回收的溶剂不会因受热而变质,解吸蒸汽量也因ACF填充密度大而大为减少。(李战隆)

广州市区大气环境氡子体 α 潜能分析

兆茹枚

(广州市环境监测中心站)

摘要 本文介绍广州市环境监测站几年来对广州市各环境功能区大气氡子体 α 潜能测量结果,对比各年氡子体 α 潜能时空变化状况,得出广州市大气氡子体 α 潜能分布水平。

关键词 广州市 大气环境 氡 监测 分析

氡是一种天然放射性气体,产生于土壤、岩石中的铀、钍元素衰变,一直存在于空气中。氡对人体会产生一定的危害,受较高水平氡的照射,已知的健康效应有肺癌发生率的增加。在这其中氡子体的贡献大约为80~90%。随着人类对氡及其子体对人体危害认识的深入了解,环境氡及其子体浓度的测量、研究得到了各国的重视。

广州市环境监测中心站于一九八七年春节开始对广州市各功能区点进行大气环境氡子体 α 潜能测量,至今已有6年,广州地区大气环境中氡子体 α 潜能水平究竟如何,本文在综合分析近6年的监测资料的基础上提出个人的看法。

1 氡子体 α 潜能监测

1.1 氡子体 α 潜能监测布点

参照广州市大气自动监测系统部分功能区点点位。大气环境氡子体 α 潜能监测点见表1。

表1 广州市大气氡子体 α 潜能监测点一览表

测点号	测点位置	功能划分
1 [#]	广雅中学	工业区
3 [#]	33中学	居民-工业混合区
4 [#]	市监测站	交通枢纽
5 [#]	东山区站	居民生活区
6 [#]	麓湖	清洁对照点

1.2 监测频度

采用大气常规监测频度,即每季度采样,每个监测点位二十四小时连续监测,每2小时测量一次,1[#]、3[#]、4[#]、6[#]各监测24小时,5[#]为72小时。

2 监测统计结果与结论

1987~1991年氡子体 α 潜能测量统计见表2。

2.1 24小时氡子体 α 潜能变化

从监测统计结果可以看到氡子体 α 潜能昼夜的变化规律,即每日上午出现最大值如1989年(春、夏季8~10时,秋、冬季提前至5~7),随着太阳的升起,大气逆温被破坏,氡子体 α 潜能值下降,至下午出现最小值(春、夏季16时左右,秋、冬季17~19时,日落后,大气稳定度增加,氡子体 α 潜能值又逐渐回升。监测结果基本符合氡子体 α 潜能分布规律。以1989年监测为例。春、夏季上午8~10时出现最大值为276.1Mev/L;秋、冬季5~7时出现最大值为549.5Mev/L;春、夏季下午出现最小值(16时左右)为104.9Mev/L;秋、冬季下午最小值(17~19时)为253.2Mev/L。

2.2 氡子体 α 潜能季节性变化:

氡子体 α 潜能随季节气候的改变而变化,气温高,氡子体 α 潜能值低;气温低,氡子体 α 潜能值高,亦即是冬季 α 潜能高,夏季 α 潜能

氏,其实是受宇宙射线辐射的影响。

2.3 各功能区氡子体 α 潜能比较:

从监测统计结果看,广州市区中,工业区、交通枢纽、居民—工业混合区、居民区,清洁对照点的氡子体 α 潜能值呈高至低排列。几年来,工业区氡子体 α 潜能均值为3.53,交通枢纽为3.35,居民、工业混合区为3.28,居民区为2.73,清洁区为2.91(单位为 $10^{-8}\text{J}/\text{m}^3$)。

2.4 各年度状况比较:

自1987年开展氡子体 α 潜能监测以来,从监测统计结果可看出广州市区大气环境氡子体 α 潜能水平与1982年UNSCEAR公布的世界平均水平接近,符合环境保护目标。但是,各年度统计结果差异较大,如1989年均值偏高,而1991年则特殊偏低,查其原因:1989年采样期,普遍气温偏低,且多阴雨天气,风速小,致使降尘微粒相应增多;而1991年采样期间风力较大,且多晴朗天气,微尘相应减少。故此 α 潜能值偏低。

电渗式加压污泥脱水机

为降低污泥脱水滤饼的含水率和提高脱水速度,日本神钢公司研制成功一种将电泳现象和电渗现象有效地组合在一起的利用电能引起液体流动而使污泥脱水的富有崭新构思的电渗式加压脱水机。该装置在日本作为优秀的公害防治装置,获得了日本通商产业大臣奖,在国际上也将其作为革新技术予以很高评价。该装置有以下特点:①采用电渗式加压过滤脱水方式;②利用电渗效果,可使难脱水性污泥的脱水滤饼含水率降低到50~60%,最终处置容易而且滤饼处

置方法的选择性增多;③可通过调节外加电压和外加电压时间,随意设定滤饼含水率,因而可根据污泥处理过程实施最佳的运行管理;④由于并用电渗原理和低压压滤,脱水性能优异,装置紧凑,基建费比以往的压滤机低;⑤污泥脱水能力比以往的压滤法增大1.5~3倍,因而设备规模可以较小;⑥脱水滤饼的含水率低,处理与处置费用降低,因而即使使用电能脱水,污泥总的处置费用亦可大大降低。(李战隆)

日本神奈川县对涂料中VOC的污染防治对策

涂料中有机溶剂和汽车尾气中的碳氢化合物,汽油挥发物以及洗涤用氯烃有机溶剂并列为典型的挥发性有机化合物(VOC)。VOC或作为有害物质或作为恶臭物质或作为光化学烟雾的原因物质损害人体健康和影响植物生长,其产生的大气污染问题早已引起人们关注。根据日本神奈川县的调查,涂料类有机溶剂的排放量占该县VOC总排放量的38.2%(2.4万吨/年),所占比例高;涂料中有机溶剂含有率平均为54%;有机溶剂类涂料中的VOC成分主要是 $\text{C}_7\sim\text{C}_{11}$ 的芳香烃,其它为含氧烃;水性涂料中的VOC成分为含氧烃和胺类。该县对喷涂工艺产生的VOC采取下

述防治对策:①改善喷涂技术;通过改进喷涂方法、喷涂设备等,提高涂料的喷涂效率,减少涂料的用量;②改用低公害涂料;目前一般采用的低公害涂料有水性涂料、快干涂料、粉体涂料及其它低公害涂料(多液型涂料、无机质涂料、电子硬化型涂料、紫外线硬化涂料、干性油型涂料),用低公害涂料代替有机溶剂涂料,以控制VOC的排放;③采取排气的处理对策;排气处理装置(吸附法、直接燃烧法、触媒氧化法)的最大排气处理量为 $10\sim 14\text{万 m}^3/\text{h}$,因此喷涂排气量不应大于该数值。(李战隆)

朝鲜纪行

吕永超

(广州中药一厂)

我有幸作为广州市环境考察团成员,去年11月在丹东参加了一次国际环保交流研讨会后,到朝鲜平壤等地进行四天的考察活动,异国风情,所见所闻,给我留下深刻的印象。

花园式城市——平壤

我们在丹东乘坐国际列车跨过鸭绿江大桥,即到了朝鲜的边境城市——新义州市后改由朝鲜的电力机车牵引沿着电气化铁路行驶约四小时,抵达朝鲜的首都——平壤。我们一踏上这个素有“东方花园”之称的城市,就产生了一种生活在花园式城市的感觉。平壤这块被战争蹂躏得千疮百孔的土地,经过朝鲜人民的辛勤劳动和精心装扮,展现在我们眼前的是一幅环境优美、清洁宁静的大花园景象。市内宽阔平坦的林荫大道,把人导入一个花繁叶茂的世界。

平壤素以城市规划出色著称,它把工业、交通、住宅、园林、绿化、市政、文化和环境工程等建筑布局作统筹安排和科学周密的考虑,把重工业与轻工业和住宅区严格分离,无烟工业如电子、电器等轻工业多集中在市区内,其他重工业的工厂均分散在远离住宅区的郊区和农村。全市供电、供热、供汽任务均由在郊区的两间电热厂承担,无需居民担心。所以我在平壤所到之处,几乎听不到噪声、看不见黑烟,一排排高层住宅井然有序,景色宜人。

平壤还十分重视城市的绿化工作,当局规定,凡是建设高层建筑都要严格按占地面积,四周必须留有充分的绿化空间,并规定党政机关干部带头植树绿化,一包三年,保证成活。所以,在平壤到处都是公园花丛和一片片绿色草坪。据介绍,全市200多万人口,人均绿化面积达48平方米,把平壤装扮得更加秀丽动人。我们在参观万景台金日成旧居后,登上万景台顶峰的万景台远眺,平壤市区尽收眼底,整座城市象被茂密柳树覆盖着。

平壤市区交通十分方便,秩序良好。地下铁路有10多个车站贯通全市、还有40多条线路的豪华公共电车,为保持良好的交通秩序,减少污染,政府鼓励市

民尽量使用公共交通工具,也未有见过有塞车现象和没有发现过尾部喷黑烟的残车。

平壤市民十分注重社会公德和精神文明,人行道上、公园内、商店前,都看不到果皮,纸屑,烟蒂和痰迹,人们都很自觉养成良好的爱清洁,讲卫生,守秩序的习惯。

优美的自然保护区——妙香山

妙香山位于朝鲜西北部平安北道香山郡和慈江道熙川交界处,方圆128公里,面积375平方公里,主峰达190米,因其山势奇妙绮丽,漫山馨香飘逸而得名,它并有毗卢峰、圆满峰、释迦峰等群峰争雄,千姿百态,云雾绕,自古有“八万四千峰”之称。

妙香山上树木葱郁,植物资源十分丰富,其中山参、黄芪、当归、山葡萄、猕猴桃等野果和药用植物就有600余种,随着山体高度的各异,植物的分布形成多种多样的自然分层,层次分明,绚丽多姿。

妙香山的地下矿藏极为丰富,有品位很高的金矿,有关部门准备大规模开采,但实地视察后,认为矿产资源是有限的,开采完就设有了,而美丽的自然资源是有钱也难以买得到的,况且像妙香山这样有丰富自然资源和名胜古迹的旅游区是世界少有的,为了造福子孙后代,保护这自然资源,宁可少开些矿,也要把妙香山保留下来,因此及时制止了勘查和开采,并不断地投资开发和加强管理,使它成为有名的自然保护区和旅游胜地。

妙香山还是个历史古迹荟萃的圣地,据文献记载,妙香山原有360余座寺院,至今尚保存着30余座古代建筑(其中就有寺院29座和几座塔)。各种寺院的建筑物至今仍保留得十分完好,庵内古木参天,各处花丛散发出阵阵清香,环境十分优美。

短短的四天参观访问,朝鲜平壤绿树成荫,繁花似锦,雄伟壮观的花园式城市;妙香山的优美秀丽的大自然风光;朝鲜人民高度的环境意识等都给人留下深刻的印象。

CONTENTS

1. Carry out the mechanism transformation

of using city environmental resource *Tan Jin Zhao* (1)

2. Study of organism indicator for soluble organic materials

in aerosol of some cities in China *Sheng Guo Ying et al.* (5)

3. Research on the dynamic of ten years Global Atmospheric

of Monitoring in Guangzhou(1981—1991)..... *Huang Lan Fang et al.* (10)

4. Combined prediction for magnitude and compositions

of household solid waste in Guangzhou *Yu Zai Li et al.* (14)

5. Oxidation pond technic and design trend in waste water treatment *Han Tai Chou et al.* (23)

6. Green network and ecological construction in Guangzhou *Yang Shi Hong et al.* (29)

7. Assessment for the operation of A/O system

in the treatment of municipal waste water *Zheng man Ying et al.* (34)

8. Some results of environmental science bibliometric research *Guo Yuan* (37)

9. Analysis of radon's α -potential energy in atmospheric environment

of Guangzhou proper city *Zhao Ru Mei* (40)

10. Gas chromatographic method for detecting the residue

of materials of benzene family *Li Guan Yong* (42)

Abstract

Carry out the mechanism transformation of using city environmental resource

Tan Jin Zhao

This research expounds that city environmental resource is valuable and limited. To carry out the optimal environmental resource distribution for social market economy is essential for the environment protection in Guangzhou. The mechanism transformation for using environmental resource and its optimal distribution should be promoted and achieved by market lever. This paper also points out that attention must be paid to these three important issues. First, to set up the price system for the city environmental resource. Second, to put forward the management principles of charging who uses this resource and punishing who destroys the resource. Third, to recognize the reasonability of getting benefits when plant transfers its historical right of using the city land therefore stimulates the plant freely selects its work site and production scale within the permission of city planning.

Key words environmental resource industry pollution source market economy land beneficial reconstruction in another site

tudy of organism indicator for soluble organic materials in aerosol of some cities in China

Sheng Guo Ying et al.

The distribution of molecular indicator and materials of soluble organic material's family in aerosol samples collected in western Beijing, Guiyang city proper and eastern Guangzhou are detected. Preliminary research result shows that all samples contain fatty hydrocarbons. These compounds are

originated from living things as well as influenced by pollution from combustion of fossil fuel. Oxygen containing compounds (such as fatty acids) from nature also are important compositions of the aerosol.

Key words aerosol hydrocarbon polycyclic aromatic hydrocarbon organism indicator source

Research on the dynamic of ten years Global Atmospheric Monitoring in Guangzhou(1981—1991)

Huang Lan Fang et al.

The monitoring results of TSP and SO_2 concentration in atmosphere of Guangzhou from 1981 to 1991 are reported. The arithmetic average value of TSP and SO_2 concentrations are $176 \sim 218 \mu\text{g}/\text{m}^3$ and $48 \sim 93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively. That the concentration of TSP and SO_2 shows seasonly change and decrease trend in the ten years has been detected. SO_2 concentration has reverse correlation with salivary soluting bacteria enzyme. TSP concentration has notable positive correlation with the mortality of respiratory disease.

Key words atmospheric monitoring air pollution pollutant concentration TSP

Combined prediction for magnitude and compositions of household solid waste in Guangzhou

Yu Zai Li et al.

The household solid waste compositions and magnitude as well as their seasonly changes are investigated in Guangzhou. Upon this, optimal prediction model is formed by using combined prediction method. The weighted combination prediction value obtained from this model is moderate and smooth. Fluctuation coefficient method

Abstract

has also been used for interval prediction for the convenience of decision making. Factors influencing the household solid waste is determined by factor analysis. Software and method for computer prediction is provided in this paper.

Key words magnitude of household solid waste
computer prediction robust regression
model grey model factor analysis

oxidation pond technic and design in waste water treatment

Han Tai Chou et al.

The new development of technic and design of oxidation pond in waste water treatment is reviewed. Every kinds of oxidation pond design models and design parameters in different regions are recommended. The trend of developing combined pond technic and applying enforced measure is also pointed out.

Key words oxidation pond waste water treatment
technic combined pond technic
artificial medium anaerobic treatment
technic design model design
parameter

green network and ecological construction in Guangzhou

Yang Shi Hong et al.

Guangzhou's green network, affected by city development and human activities, shows the characteristics of semi—ring shaped substitution with breach in the west in the horizontal distribution and graduational ecotype substitution in the vertical distribution. The regional distribution of parameters for the green land area and plant community features are most unevenly, which affects the

environmental quality of Guangzhou quite obviously. To conduct the ecological construction is a radical way to improve the city's ecosystem.

Key words afforestation ecosystem construction
opinion

Assessment for the operation of A/O system in the treatment of municipal waste water

Zheng man Ying et al.

The operational situation of A/O system in Conghua waste water treatment plant is assessed and the factors affecting the system are discussed. It is believed that the system operates smoothly and efficiently with high capacity of tolerating fluctuation in the waterflow though without sophisticated equipment.

Key words A/O system municipal waste water
treatment phosphorus and nitrogen
remove dissolved oxygen

Analysis of radon's α -potential energy in atmospheric environment of Guangzhou proper city

Zhao Ru Mei

The result of radon's α -potential energy monitoring which is conducted by Guangzhou environmental monitoring center in every environment functional region is briefed in this paper. The timely and space change of radon's α -potential energy in every year is compared and the level of radon's α -potential energy distribution pattern is obtained.

Key words atmospheric environment in
Guangzhou radon monitor
analysis

93“绿满花城”环境保护宣传系列活动

主要活动

1. 广州市“中一”世界环境日少先队万人行活动
2. 广州市纪念我国环境保护事业开创 20 周年活动
3. 海印公园环保雕塑揭幕活动
4. (羊城药业)广州市赶超亚洲“四小龙”环境保护对策研讨会
5. (星群)穗港“绿色希望”中学生环境科学夏令营
6. “侨光”绿色之韵音乐会
7. 环保宣传警句及口号征集活动
8. “众胜”环境教育研讨会
9. “光华”杯中学生环境保护征文活动
10. 少年儿童环境保护摄影比赛

• 主办单位 •

广州市政府环境保护办公室
少先队广州市工作委员会
广州市环境科学学会
广州市环境保护宣传教育中心
广州市教育局
广东电视台
广州电视台
广州日报社
广州电台

• 协办单位 •

广州中药一厂
兴华环保通用设备厂
广州羊城药业股份有限公司
广州侨光制药厂
广州星群制药厂
广州众胜药厂
广州蓄电池厂
广州光华药业股份有限公司

• 鸣 谢 •

广州发电厂 广州氮肥厂 广州立德粉厂 广州制漆厂
(排名不分先后)

广州环境科学 (季刊)

主办: 广州市环境科学学会

广州市环境保护科技信息网

编辑: 《广州环境科学》编辑部

地址: 广州市吉祥路 95 号

邮政编码: 510030

电 话: 3355374

主 编: 甘海章

责任编辑: 李战隆、黄如芬