

# 廣州環境科學

*Guangzhou Huanjing Kexue*



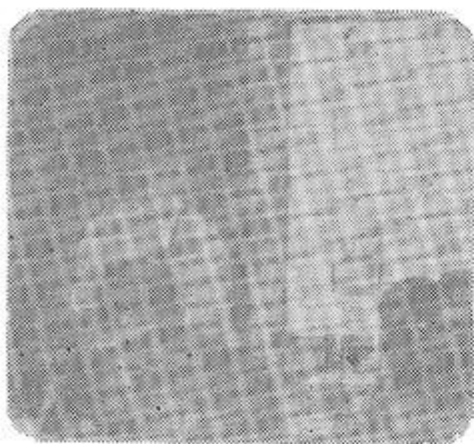


※ ※ ※ ※ ※

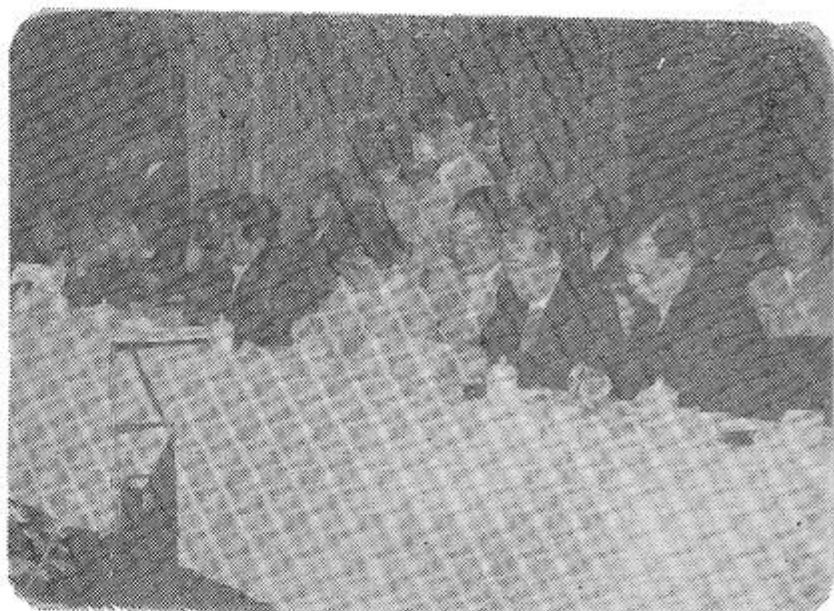
◀ “七五”国家科技攻关环保课题(广东)成果汇报会  
“七五”国家科技攻关环保课题协调组于1991年2月27日至28日,在广州市召开“七五”国家科技攻关环保课题(广东)成果汇报会,听取汇报的有广东省和广州市环委会、计划、经济、财政部门、广州军区、国家海洋局南海分局等领导同志。



▶ 听取汇报和出席会议的共有50个单位120多人。

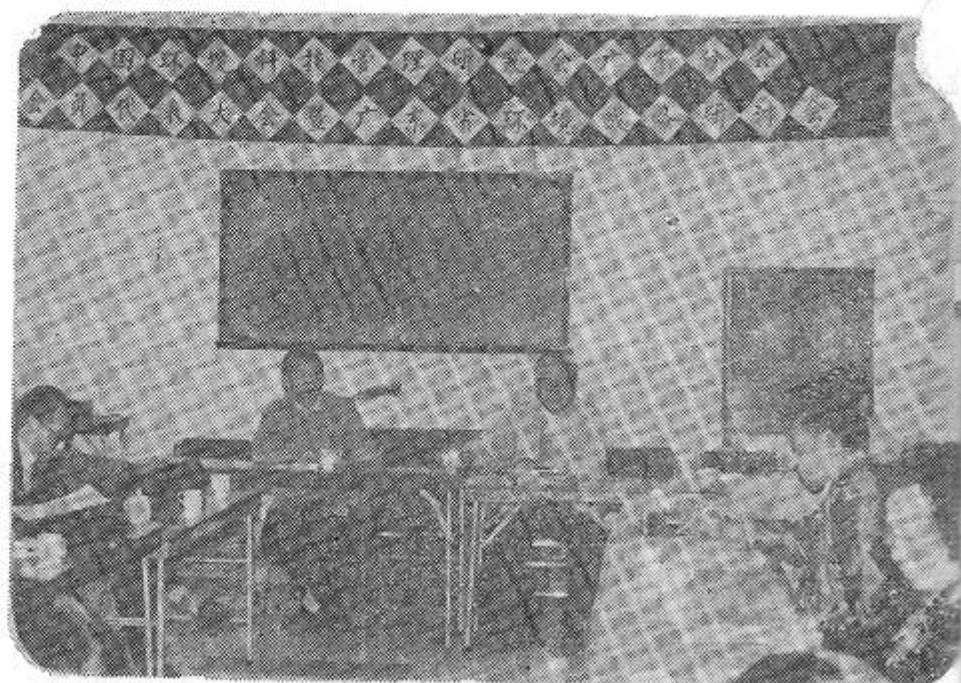


▲ 广州市环境监测中心站黄新民副站长,在汇报会上介绍《广州地区主要大气污染物环境容量规划及防治对策研究》课题。



▶ 广州市环保办吴广淦主任(左三)、甘海章副主任、吴政奇处长被中国环境科技管理研究会广东分会分别聘为名誉理事长、副理事长、副秘书长。

※ ※ ※ ※ ※



# 广州环境科学

(季刊)

1990年第4期

(总第20期)

## 目 录

---

### · 管理论坛 ·

地方环境立法刍议·····石宗炳(1)

---

### · 环境规划 ·

广州市城市布局、工业布局的环境问题及调整方案

要点·····黄志刚 邵秀梅(7)

---

### · 专题研究 ·

论广州市地区酸雨防治对策·····陈镇华 李拥宪(13)

珠江广州河段水体的细菌学效应与物理化学性

状指标关系的研究·····刘振彬 陈 旸(21)

---

### · 治理工程 ·

高浓度合成洗涤剂工业污水的治理·····周进映(26)

浅谈广州造纸厂废水排放状况及防治对策·····许达生(31)

---

---

· 环境医学 ·

医院试用次氯酸钠代替酚制剂消毒效果观察……王卓君 王庆云 (38)

---

· 译 文 ·

石墨炉原子吸收光谱——走向绝对分析……黄汉树译 费伯明校 (41)

---

· 动 态 ·

氟化钠对大型蚤及珠江蚤急性毒性……肖斌权 (47)

用磁流体分离乳化油废水的方法……陈家汉 黄绳纪 (49)

---

---

主办： 广州市环境科学学会

广东省报刊出版许可证〔88〕159号

广州市环境保护科技情报网

邮政编码：510032

编辑： 《广州环境科学》编辑部

电 话：330360—5190、5090

地址： 广州市府前路市府大院五号楼

日 期： 1990年12月31日

西座607室

责任编辑：甘海章、冯铭芳、熊振章

---



# 地方环境立法刍议

以一个城市（广州市）为例

广州市环境保护科学研究所 石宗炳

环境保护的区域性、地方性特点，反映到环境保护立法上就是地方环境立法占有十分重要的地位。搞好地方环境立法才能使国家的环境保护法律、政策、制度结合本地区的情况具体化，使地方的环境保护工作顺利地走上规范化、制度化、法制化的轨道。但是，我国的地方环境立法仍是一个新的立法领域。本文试以广州市为例，讨论怎样搞好地方环境立法并弄清地方环境立法权的确认；地方环境立法的特点；地方环境法规的渊源、体系及模式等问题。

## 一、最高权力机关对地方立法权的确认

宪法规定我国的“国家机构实行民主集中制的原则”和“中央和地方的国家机构职权的划分，遵循在中央的统一领导下，充分发挥地方的主动性、积极性的原则”。按这两条原则，中央和地方适当分权，“省直辖市的人民代表大会和它们的常务委员会在不同宪法、法律、行政法规相抵触的前提下，可以制定地方性法规，报全国人民代表大会常务委员会备案”。

六届全国人大第十八次常委会修改的

《中华人民共和国地方各级人民代表大会和各级人民政府组织法》规定：“省、自治区的人民政府所在地的市和经国务院批准的较大的市的人民代表大会根据本市的具体情况和实际需要，在不同宪法、法律、行政法规和本省、自治区的地方性法规相抵触的前提下，可以制定地方性法规，报省、自治区人民代表大会常务委员会批准后施行，并由省、自治区人民代表大会常务委员会报全国人民代表大会常务委员会和国务院备案”。

从宪法和组织法的这些规定可见，地方立法（包括地方环境立法）的权限和报批程序是很清楚了。

宪法、组织法对地方立法权的确认，极大地推动了地方环境立法工作的进度，根据资料（1）、（2）、（3）介绍，我国大多数省、自治区、直辖市人大和省政府所在地的市人大都从本地区环境保护管理工作需要出发，制定了地方环境保护法规。这些地方环境保护规定、条例、办法，使地方环境保护管理工作逐步地走上制度化、规范化、法制化的轨道，有力地保证了地方环境保护与经济建设稳步、协调发展。

## 二、地方环境立法的特点

地方环境立法是一种地方立法活动，按上述宪法和法律的规定可见它具有如下特点：

首先，是在不同宪法、法律和行政法规相抵触的前提下进行，如广州市作为省政府所在地的市、广州市的环境立法除了不能与宪法、法律和行政法规相抵触外，还不能与省人大制定的地方性法规相抵触。

其次，地方环境法规属于国家权力范畴，应以国家强制力保护实施。

第三，地方环境立法，是根据本市环境状况和环境保护工作的实际需要进行的。

第四，地方环境法规的效力范围仅限于本行政区域。

第五，地方环境立法活动必须遵守一定的法律程序，如广州市人大制定的环境法规，应报省人大常委批准后才能实施，并由省人大常委全国人大常委和国务院备案。

## 三、地方环境法的渊源

“法的创制及表现形式叫法的渊源”（4），即法由何种国家机关创制，表现为何种法律文件形式，探讨地方环境法渊源，可以使我们在地方环境执法、司法、守法时，明确“把那些法律规范作为环境法规来应用的问题”（5），有助于健全和加强地方环境法制。

从我国十多年的环境法制实践来看，地方环境法规和国家宪法、环境保护法律、行政法规都是我国环境法的渊源，尽管各省、市具体情况不同，但在每个省市环境法渊源都主要表现为如下六类：

（一）宪法中保护环境的条款。我国

宪法规定“国家保障自然资源的合理利用，保护珍贵的动物和植物。禁止任何组织或者个人用任何手段侵占或者破坏自然资源”（第九条第二款）。“国家保护名胜古迹，珍贵文物和其他重要历史文化遗产”（第二十二条第2款）。“国家保护和改善生活环境和生态环境，防治污染和其他公害”。“国家组织和鼓励植树造林，保护林木”（第二十六条）。宪法中与保护环境直接有关的规定还分见于第十条第五款；第四十二条第二款；第四十三条第二款；第五十一条第五十三款。宪法的这些规定，反映了我国环境保护的客观需要，是国家环境法的根本渊源，国家制定环境法律、行政法规，各省市制定的地方环境法规，绝对不能与其抵触。这是任何组织和个人都必须遵守的规范，违反这些规定，一切破坏和污染环境，破坏生态平衡的行为都是违宪的，是绝不允许的。

（二）国家环境保护法。环境保护法是全国人大常委会颁布的法律。它是国家为了保护其管理范围内的人类环境系统而对重大的环境问题作出综合性的系统规定的法律”（6）。

《中华人民共和国环境保护法》是我国的环境保护基本法。它对我国保护环境的目的、公民和组织保护环境的义务、环境保护的行政监督管理机构、环境监督管理、保护和改善环境、防治环境污染和其他公害、违反环境法的法律责任作出了系统的原则规定。环境保护基本法是我国环境保护工作和制定专门性环境保护单行法规的基本依据，是各省市制定地方环境法规的基本依据，也是环境司法的主要准绳。

（三）专门性的环境保护单行法规。专门性的环境保护单行法律、法规，是人大常委会按生态环境系统的层次或不同对象



的需要制定的法规，它把基本法的原则及国家环境保护的政策措施具体化。如在防治环境污染和其他公害方面，有《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国环境噪声防治条例》等。

在保护和改善环境方面，主要有保护森林、草原、野生动植物、江河湖海、大气土地等环境因素的法规。例如《中华人民共和国森林法》、《中华人民共和国草原法》、《中华人民共和国土地管理法》、《中华人民共和国矿产资源法》等，以及其他单行法中与环境保护有关的条款。

(四) 环境保护行政法规 规章及政策。这些行政法规是国家行政机关或各部、委、办根据各个时期具体的环境保护对象的客观需要制定的各种规定，条例、通令、决定、办法或实施细则。如《国务院关于加强乡、镇、街道企业环境管理的规定》、《中华人民共和国海洋倾废管理条例》、《国务院关于严格保护珍贵稀有野生动物的通令》、《国务院关于环境保护工作的决定》、《征收排污费暂行办法》等。目前，我国已制定的这类法规有60多个(7)。

#### (五) 地方性环境保护法规

1、省、自治区和直辖市人大制定的地方环境保护法规，省、自治区、直辖市人民政府发布的规定、决定和办法。如《广东省消烟除尘管理暂行条例》、《东江水系保护条例》、《广东省征收排污费实施办法》等。

2、省政府所在地的市人大制定的地方环境保护法规。广州是省会城市、按宪法和组织法规定，广州市人大制定的地方性法规，报省人大常委批准后即有法律效力，目前我市已制定的地方环境法规有

《广州市环境噪声管理规定》、《广州市防治烟尘污染规定》、《广州市饮用水源污染防治条例》。

(六) 环境保护标准(技术性法规)。环境保护标准是维护生态平衡、保障人体健康、控制环境污染、改善环境质量，根据环境质量和社会经济发展的要求而制定的技术标准。按颁发的层次来分它有国家标准和地方标准，按类型来分有环境质量标准和污染物排放标准。它们是国家和地方环境立法的自然科学依据，也是环境法的技术规范。

地方环境法的渊源虽已有以上六种类型，但是由于环境保护具有地方性、区域性的特点，因此，在地方环境监督管理中，地方性环境保护法规的作用就更显突出。这是因为1、它使国家的环境保护法律、法规、行政法规具体化。2、体现本地特点，解决实际问题。3、结合地方环境管理工作的需要，调整范围小，易制定、易实施，效果好。4、可以补充基本法或单行法之不足。5、可以促进地方的环境法制建设，使环境管理法制化。所以，显而易见，在地方环境监督管理中，地方性环境保护法规是最经常、最广泛实施的环境法律规范，可以说，它是地方环境法的主要渊源，也是地方环境司法的准绳。

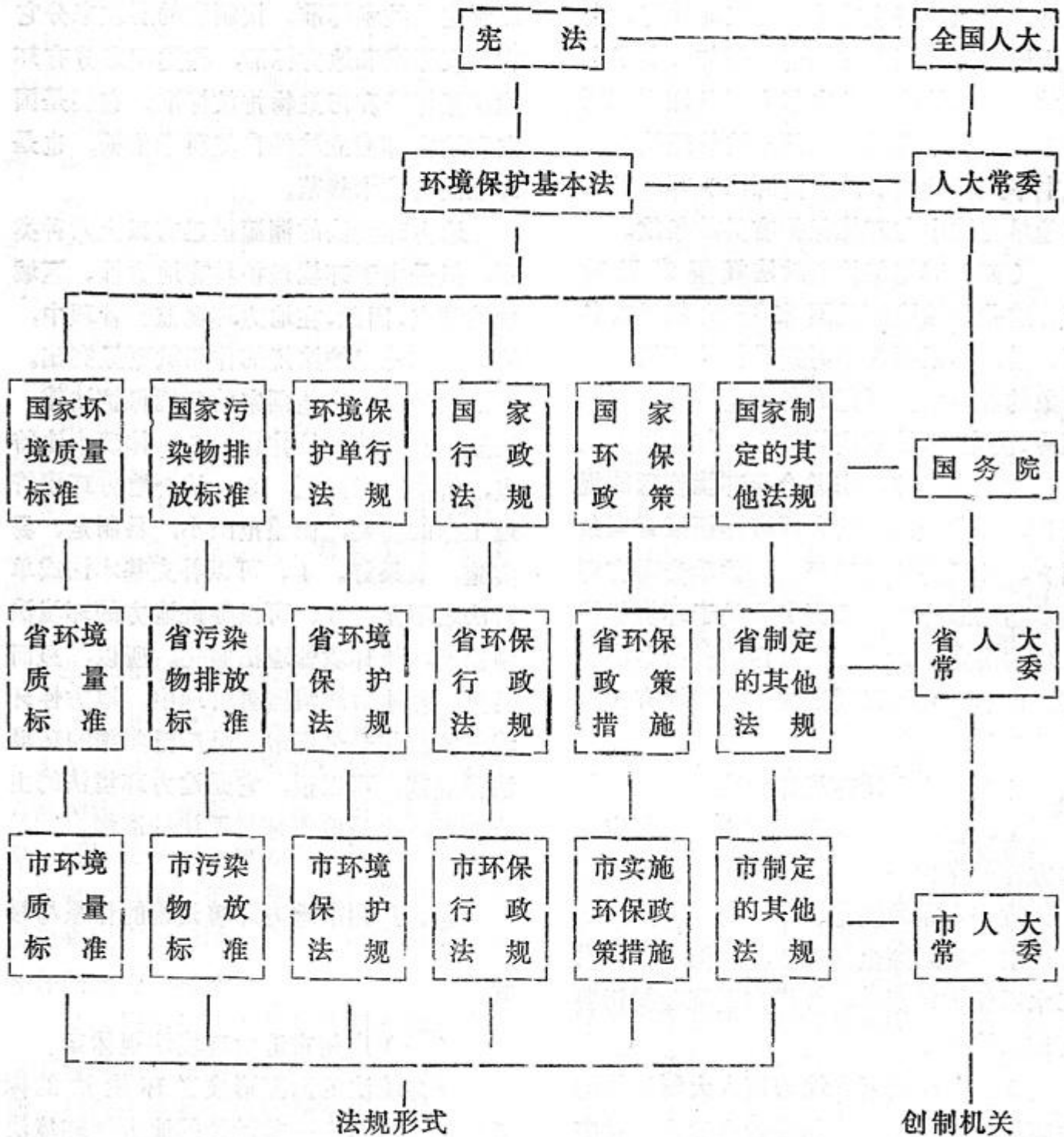
## 四、广州市地方环境法规的体系与模式

### 式

#### (一) 广州市地方环境法规体系

“环境法的渊源形成了环境法的体系”(8)。从上一节讨论的地方性环境法的渊源，可以知，广州市地方性环境法体系应该由宪法规范、环境保护基本法、环境保护单行法、环境行政法规、广东省环

境保护法规、广州市环境法规、国家环境质量标准；污染物排放标准、广东省地方环境  
 质量标准；污染物排放标准、广州市地方环境质量和污染物排放标准构成一个多层  
 次的有机联系的统一的地方性环境法规体系，其基本构成形式如下图所示。



图一、广州市地方环境保护法规体系





综合性地方环境行政规章  
C6

地方环境法规程序法  
C5

防治地方环境污染和其他公害的规定  
C4

保护地方自然环境的法规  
C3

各种规划中环境保护内容  
C2

地方环境标准  
C1

- 广州市水源保护区区划
- 广州市城市功能区区划
- 广州市其他地方行政规章中与环境保护有关的条款
- 广州市环境保护机构组织条例
- 广州市环境保护工作奖励条例
- 广州市搬迁改造限期治理项目环境污染管理条例
- 广州市环境监察员工作条例
- 广州市技术引进项目环境保护管理条例
- 广州市环保设施管理条例
- 广州市对外开放区环境管理条例
- 广州市排污许可证制度
- 广州市乡镇企业环境保护管理条例
- 广州市环境综合整治定量考核办法
- 广州市环境监测工作条例
- 广州市有关资源综合利用的规定
- 广州市征收超标排污费管理条例
- 广州市建设项目环境保护管理条例
- 广州市环境影响评价工作条例
- 广州市环境统计报告工作条例
- 广州市环境污染事故管理处罚规定
- 广州市环境污染纠纷仲裁条例
- 广州市环境保护监督管理执法程序
- 广州市其他地方法规中有关防治污染和公害的条款
- 广州市防止采矿业污染的规定
- 广州市防止乡镇企业污染的规定
- 广州市固体废弃物排放管理规定
- 广州市防止震动、恶臭、放射性、电磁辐射、农药、化肥、有毒有害化学品及其它各种污染的规定
- 广州市防止服务行业废气污染的规定
- 广州市防止服务行业废水污染的规定
- 广州市防止工业废水污染的规定
- 广州市防止机动车尾气污染的规定
- 广州市防止噪声污染的规定
- 广州市防止工业废气污染的规定
- 广州市防止城市人工湖污染的规定
- 广州市防止珠江广州河段污染的规定
- 广州市其他地方法规中有关自然保护的条款
- 广州市有关城市绿化的规定
- 广州市保护珍稀野生动植物的规定
- 广州市保护饮用水源、地下水资源的规定
- 广州市有关保护风景名胜区的规定
- 其他依法批准的计划规定中有关环境保护内容
- 广州市国民经济发展年度规划中有关环境保护内容
- 广州市城市建设总体规划中有关环境保护内容
- 广州市城市综合整治中有关环境保护内容
- 广州市国民经济和社会发展规划中有关环境保护内容
- 广州市机动车船噪声排放标准
- 广州市服务行业锅炉(灶)废气排放标准
- 广州市服务行业废水排放标准
- 广州市医院废水排放标准
- 广州市机动车尾气排放标准
- 广州市船舶污染物排放标准
- 广州市工业噪声排放标准
- 广州市工业固体废物排放标准
- 广州市工业废气排放标准
- 广州市工业废水排放标准
- 广州市渔业水域噪声质量标准
- 广州市城市区域噪声质量标准
- 广州市地面水环境质量标准
- 广州市大气环境质量标准

附图二  
广州市地方环境法规体系模式

由国家最高权力机关、最高行政机关、省级地方权力机关和市级地方权力机关制的各种法律规范，相互联系、相互制约、相互补充，使广州市地方环境监督管理机制形成一个和谐一致的完整体系。

## （二）广州地方环境法规的模式

地方环境法体系的模式，是对体系中法规进行“分类、整理、排列、组合、归纳的形式”（9）。为了便于有关部门在制定我市地方环境法规时参考，在上节讨论的基础上，笔者试图建立广州市地方环境法规体系的基本模式（见附图二），按照这个模式，把广州市地方性环境法规分为时六类50多项，我们可以从广州市地理、气象、水文、城市（农村）生态以及人群、经济、社会的实际情况出发，按照各个时期环境保护工作的实际需要，根据急用先立、需要与可能相结合，暂时性与连续性相结合的原则，不断地补充、修改和完善我市的地方性法规，促进地方环境

保护法制建设。

## 五、结束语

制定和完善环境保护法规、标准、是搞好地方环境保护工作的必由之路，我市领导历来重视以法治城，以法治环境，并绘制出了“在坚决执行国家和省的环境保护条法、规定、标准的同时，……。制定水、气、噪声污染防治等实施办法和开发矿业环境保护条例，国家废弃物管理办法，防止船舶、放射性、电磁波污染的管理办法，划定广州市环境噪音和水源保护功能区、制定污染事故处理、仲裁等规定，以及量罚的规范和细则，使环境管理规范、法律化。同时要制定居民住宅区、水源保护区各风景游览区的地方污染排放标准”（10），这是地方环境法制建设的美好蓝图。本文只不过是管窥之见，谬误一定不少，请专家、领导予以批评指教。

## 注：

- （1）上海市排污监理所 《环境经济管理手册》1986·1
- （2）北京市环保局 《环境保护法规选编》1982·12
- （3）广州市排污监理所 《广州市征收排污费文件汇编》1987·6
- （4）《法学词典》P613法律出版社
- （5）罗辉汉、《环境法学》P29 中大出版社1989·7
- （6）罗辉汉《环境法学》P40中大出版 1989
- （7）明 义等《环境保护法规与论文选编》 武大出版社1989
- （8）罗辉汉《环境法学》P44 中山大学出版社1989·7
- （9）蔡守秋《从环境保护法实施中的问题探讨环境保护法的体系》全国环境法学体系学术讨论会论文 1986·11
- （10）广州市人民政府环保办《在开放和改革中保护和改善环境》  
广州市“六·五”环境保护总结和“七·五”设想1986·10





# 广州市城市布局、工业布局的 环境问题及调整方案要点

广州市环境保护办公室 黄志刚 邵秀梅

广州市在改革开放、实施沿海地区经济发展战略中,坚决贯彻“把经济效益、社会效益和环境效益很好地结合起来”的战略决策和“坚持经济建设、城乡建设和环境建设同步规划、同步实施和同步发展”的方针,健全环境法制、加强环境管理,促进了国民经济持续、稳定、协调发展。经济实力的增强,加快了环境建设和城市环境的综合整治,环境保护取得了显著的成绩。在老企业污染治理方面,结合技术改造解决工业污染问题,共完成了三千多项污染治理工程,仅1984~1989年就完成了2349项,总投资达2.7亿元,与此同时,全市工业技术改造投资39亿元,使老企业的生产面貌和环境面貌发生深刻变化。在新建、扩建、改建项目方面,坚决执行“三同时”制度,控制新污染的产生,1984~1989年总投资概算122亿元的3398个建设项目,用于防治污染的投资3.8亿元。在城市环境综合整治方面,则结合城市规划,上了一批城市污水处理厂(场)、粪便无害化处理厂、垃圾填埋场、热电并供、油制气厂、焦炉煤气综合利用以

及疏导交通,缓解机动车怠速排气污染的道路、高架路、立交桥、天桥等城市基础设施和环境建设工程,使我市从战略上综合解决城市环境污染问题的能力有了明显的提高。此外,开展创建烟尘控制街和噪声控制街活动,解决了一批量大面广的污染扰民问题。

1989年与1983年比,全市工业总产值增长了1.4倍,工业废水排放量只增加了7.58%,万元产值工业废水排放量下降了58.5%,工业废水中的汞、镉、铬、铅、砷、酚、氰等有毒有害物质的排放量减少了69.3%,石油类的排放量减少了27%,万元产值耗煤量下降了39.2%,工业粉尘排放量减少了44.7%。但是,多年所作的努力,广州市环境污染问题还没有得到全面控制,有些污染还在发展,特别是珠江广州河段的有机污染、市区大气环境的二氧化硫和氮氧化物污染、环境噪声和交通噪声、居民区的烟尘、废气污染仍然比较严重,而且在老城区最为突出,目前,群众普遍反映的污染扰民问题,相当部分是由于过去城市布局、工业布局不合理造成的。

## 一、广州城市布局、工业布局现状的环境问题

### 1、老城区工业企业多、污染负荷大

广州地区现有工业企业4174个（不包括村办及个体工业，下同），有污染的工业企业约1211个，其中，市区有1058个，占全市的87.3%，而位于荔湾、海珠、越秀、东山四个老城区的616个，占全市的50.8%，占市区数的58.2%。

由于广州地区的工业企业分布过分集中在老城区，造成老城区工业污染负荷大。

附表1和附表2统计了1989年广州市各区域工业废气污染物排放、工业废渣产生量、工业废水污染物排放的情况。从中可以看出，荔湾、海珠、越秀、东山四个老城区的面积仅占市区的8.9%，占全市的1.7%，而工业耗煤量，工业废气排放量、烟尘排放量，二氧化硫排放量、氮氧化物排放量，以及工业废渣产生量分别占市区的60.1%、38.8%、77.5%、39.7%、37.9%、47%，占全市的39.6%、28.5%、60.2%、29.3%、30.7%、32.9%；废水方面，工业废水排放量以及废水中的主要污染物，COD、BOD、石油类、重金属、酚等的排放量分别占市区的45.6%、73.7%、70.9%、33.9%、31.8%、50.7%，占全市的32.9%、62.1%、55.7%、32.3%、28.9%、50.4%。从老城区的工业污染负荷之大，可见其工业布局很不合理。

1989年排入珠江广州河段各航道的工业废水及其有机污染物的状况见附表3。后航道、前航道是广州市工业废水的主要纳污河道，接纳了全市工业废水排放量的57.55%，石油类排放量的80.88%，

COD排放量的78.16%，BOD排放量的71.5%；此外，主要的纳污河道还有属于一、二级水源保护区的西航道和沙湾河道。

### 2、老城区人口密度大，生活污染负荷重

广州市区人口集中，道路狭窄，房屋密度大，污染扩散差，加上流动人口多，民用燃气率低，第三产业和农贸市场的噪声，油烟以及烟尘废气污染，加重了老城区的污染程度。

附表4列出了1989年广州市市区各区域生活污水及主要污染物的排放状况。海珠、荔湾、越秀、东山四个老市区的面积仅占市区八个区的8.9%，而人口、生活污水及其污染物COD、BOD、氨氮的排放量却占市区八个区的62.6%。

### 3、老城区污染扰民严重，反映强烈

一些居民住宅与工厂的车间，锅炉房没有防护距离，废气、噪声、废水污染扰民严重，群众投诉不断，以投诉废气、烟尘和噪声污染最多。据1989年统计，因污染问题向环保部门投诉的群众来信2878封，群众来访550人次，分别比1988年增加了4.54%和22.2%，其中投诉大气污染的群众来信1301封，群众来访271人次，投诉噪声污染的群众来信1054封，群众来访153人次，两者合计占总数的81%。

### 4、市区环境质量下降

1989年广州市市区各区域大气和噪声环境质量状况见附表5。

大气环境中，市区每月每平方公里降尘量平均值为10.04，以荔湾区和芳村区最高，分别为13.45、11.98，均超过环境质量标准每月每平方公里8吨的要求，降尘污染高值中心在老城区西部的西村工业区，达到每平方公里月降尘量21吨以上；



市区每立方空气含二氧化硫年平均值为0.10毫克，超过每立方米0.06毫克的国家二级标准，其中，荔湾区以及越秀、海珠、芳村等区的大部分居民稠密区大气中二氧化硫日平均浓度属于三级水平，而荔湾区南部最严重，超过三级标准0.15毫克/立方米的限值；大气总悬浮微粒平均为0.277毫克/立方米，属于大气环境质量二级水平，西村工业区及芳村广州钢铁厂地区则超过0.3毫克/立方米，为三级水平；1986年以后，加强了对机动车排气污染的控制，但1989年市区一氧化碳浓度仍比1983年上升了11%，氮氧化物上升了121%，目前，市区大部分地区大气环境中的一氧化碳和氮氧化物的平均浓度尚属二级大气质量水平，但由于交通不畅，主要交通干线的道路范围内，其浓度经常高于三级标准限值，显示出受到较严重的机动车尾气污染。

水环境中，COD、BOD、氨氮等有机化合物的污染仍在发展，在前航道和后航道西段，反映有机污染的高锰酸盐指数，目前只能达到国家地面水环境质量IV类标准，而溶解氧仅能达到V类，甚至低于V类标准的水平。

环境噪声方面，虽然工业噪声和建筑施工噪声逐步有所控制，但交通噪声仍然相当严重，社会生活噪声上升。在老城区中，有38平方公里面积的等效声级超过了国家一类混合区55分贝标准的要求，受超标噪声影响的居民达138万人，成为市区群众投诉意见最多的污染源之一（其次是油烟及烟尘废气）。

这些区域性的环境污染问题，单靠污染源治理是无法解决的，主要靠合理调整城市布局和工业布局才能从根本上解决。

## 二、城市布局、工业布局调整方案要点

1、实施广州市总体规划中沿珠江三组团的规划布局，从环境效益出发，合理利用环境容量发展工业，充分利用正在开发的黄埔地区，开发珠江后航道东段的新造地区和南沙地区，从战略上实施工业布局向东南方向转移，逐步减轻城区的污染负荷。

2、现有工业区中，芳村工业区虽然位于污染风频玫瑰图中的对城区影响最小的方位上，但它处于拟开发的南线水源的上风向和水域上游，西村工业区布局不合理，而员村工业区现状污染已相当严重，因此，上述三区域都不宜扩大现有区域范围或增设，扩建污染严重的工业企业，特别是广州发电厂不能再扩大现有规模，且应采取脱硫装置等治理措施。

3、污染严重的能源工业，有色金属和黑色金属冶炼工业，原材料工业的建设要拉开布局，远离城区。小锅炉、小电站耗能高，热效低，不宜多设，应发展大型锅炉、大型电站，建设广州发电厂、员村、南石头、芳村热电并供工程，建设环市东、草芳围、赤岗联片供热和小区供热，减少工厂和第三产业分散的锅炉燃煤污染，减少污染点源的分布。

4、在居民居住区、饮用水源保护区、风景名胜区、自然保护区、城镇上风向，要严格禁止新建、扩建有污染的企业。已有的要限期治理，污染扰民严重的，要分期分批采取关、停、并、转、迁的措施，一时未能解决的要限制污染规模，2000年规划外迁32个严重污染扰民而又无法就地治理的企业。

1990年9月15日

附表1 1989年广州市各区域工业废气污染物排放情况, 工业废渣产生量

区域名称	面积 (平方公里)	工业耗煤总量 (万吨)	废气排放总量 (万立方米)	废气中的主要污染物(吨)					工业废渣产生量 (万吨)
				SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	烟尘	粉尘	
全市	7434.4	402	9637570	104043	45724	145385	53111	28759	204
市区	1443.6	265.2	7079990	76809	37116	109430	41261	14071	143
海珠区	90.4	53.99	1222320	9920	5655	22405	8085	581	28.4
荔湾区	11.8	99.21	1321330	19175	7863	5261	23417	2440	36.5
越秀区	8.9	3.72	131963	824	307	1359	328	24	1.4
东山区	17.2	2.57	71354	597	247	955	181	3	1.3
芳村区	42.6	46.46	1235860	5380	4242	59889	1473	5601	30.4
天河区	108.3	28.25	664816	7278	2595	7914	2964	485	26.3
白云区	1042.7	22.19	761883	4745	1615	5375	2595	2931	12.7
黄埔区	121.7	8.83	1669930	28737	14593	6272	2218	1999	6.2
开发区			534	153				7	
番禺县	1313.8	95.28	992808	18515	6411	26749	9981	1471	52.7
花县	961.1	26.26	1376710	6478	1490	6057	1309	10124	2.6
增城县	1741.4	7.84	122341	645	93	436	121	2137	3.8
从化县	1974.5	7.18	65716	1595	613	2713	440	956	1.7

附表2 1989年广州市各区域工业废水及其主要污染物排放状况

区域名称	面积 (平方公里)	工业废水排放量 (万吨)	废水中的主要污染物(吨)					
			COD	BOD <sub>5</sub>	石油类	重金属	酚	氰化物
全市	7434.4	43463	106712	26826	795	23.15	8.59	73.75
市区	1443.6	31393	89895	21080	755	21.05	8.54	70.31
海珠区	90.4	10386	57471	12332	159	3.46	4.13	2.37
荔湾区	11.8	2799	4094	1098	64	3.01	0.15	4.57
越秀区	8.9	573	1630	472	20	0.24	0.03	5.17
东山区	17.2	558	3100	1058	13		0.02	0.70
芳村区	42.6	4395	4113	1063	183	9.18	2.49	7.65
天河区	108.3	7240	15895	3859	216	2.85	0.97	48.97
白云区	1042.7	3404	2287	923	49	1.03	0.10	0.72
黄埔区	121.7	2026	1379	270	51	0.92	0.65	0.15
开发区		12	25	4	0.5			
番禺县	1313.8	9741	15084	5032	6	1.46	0.02	2.54
花县	961.1	850	407	67	32	0.46		0.89
增城县	1741.4	874	633	253	2.24	0.17	0.03	0.02
从化县	1974.5	605	693	394				

附表3 1989年广州市排入珠江广州河段各航道的工业废水及有机污染物

序号	流向	工业废水		废水中的有机污染物(吨)					
		排放量 (万吨)	占全市 (%)	石油类	占全市 (%)	COD	占全市 (%)	BOD <sub>5</sub>	占全市 (%)
	全市合计	43463		794.86		106712		26826.30	
1.	西航道	5855	13.4	98.85	12.4	5869.11	5.49	1781.74	6.6
2.	前航道	11727	26.98	340.82	42.87	23542.5	22.06	6539.38	24.3
3.	后航道	13290	30.57	302.16	38.01	59873.4	56.1	12676.80	47.20
4.	东江北干流	150	0.3	5.71	0.7	433.11	0.4	18.94	0.07
5.	增江	873	2.0	2.24	0.2	632.82	0.5	253.43	0.9
6.	流溪河	770	1.77	2.40	0.3	753.75	0.7	411.23	1.5
7.	巴江	849	1.9	32.24	4.05	400.37	0.3	67.25	0.2
8.	黄埔航道	166	0.3	4.44	0.5	76.29	0.07	34.99	0.1
9.	莲花山航道	2532	5.8	5.16	0.6	4704.76	4.4	1385.85	5.1
10.	沙湾水道	7251	16.68	0.84	0.1	10526	9.77	3656.73	13.6

附表4 1989年广州市区各区域生活污水及其主要污染物排放状况

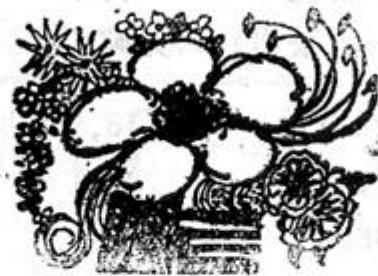
区域名称	人口 (人)	人口密度 (人/平方公里)	生活 污水 (万吨/日)	废水中的主要污染物			
				BOD <sub>5</sub> (吨/日)	COD (吨/日)	NH <sub>3</sub> -N (吨/日)	占全市 (%)
市区	3543943	2455	115.9	106	212	25.0	100
海珠区	676373	7482	21.1	20	40	4.7	18.2
荔湾区	550204	46627	18.0	16	33	3.8	15.5
越秀区	486164	54625	15.9	14	29	3.4	13.7
东山区	539851	31387	17.6	16	32	3.7	15.1
芳村区	140296	3293	4.6	4	8	0.9	3.9
天河区	310398	2866	10.1	9	18	2.1	8.7
白云区	687493	659	22.5	20	41	4.8	19.4
黄埔区	153154	1259	5.01	4	9	1.1	4.3

注：每人每天排放的污水量及污染物负荷取值如下：污水量 399 公斤 × 0.82，BOD<sub>5</sub> 负荷为 30 克，COD 负荷为 60 克，NH<sub>3</sub>-N 负荷为 7 克。



附表5 1989年广州市市区各区域大气和声环境质量状况

区域名称	大气环境					声环境	
	降尘量 (t/km <sup>2</sup> .m)	总悬浮微粒 (mg/m <sub>3</sub> )	二氧化硫 (mg/m <sub>3</sub> )	氮氧化物 (mg/m <sub>3</sub> )	一氧化碳 (mg/m <sub>3</sub> )	环境噪声 (分贝)	交通噪声 (分贝)
海珠区	7.98	0.148	0.07	0.06	2.2	59.2	71.8
荔湾区	13.45	0.185	0.12	0.08	2.7	65.9	74.0
越秀区	7.56	0.160	0.05	0.09	2.9	62.9	72.6
东山区	6.79	0.195	0.06	0.07	2.2	58.6	72.5
芳村区	11.98	0.179	0.10	0.06	1.8	52.5	76.6
天河区	7.14		0.03	0.04	1.4	56.7	73.5
白云区	5.25		0.03	0.02			75.4
黄埔区	5.19	0.130	0.03	0.04	1.2	59.2	73.9
标准	8	0.30	0.06	0.10	4.00	55	70





# 论广州地区酸雨防治对策

广州地区酸雨危害综述

陈镇华李拥宪黄荣洲

监测数据表明,自1983~1989年,广州地区降水中 $[H^+]$ 年均值从 $4.37\mu eq/L$ 发展到 $45.71\mu eq/L$ ,6年增加了9.5倍。PH年均值从5.36降至4.34,酸雨频率增加了18%,酸雨污染的趋势一年比一年重,而且在珠江三角洲内,邻近广州的主要城市,酸雨污染发展也很迅速。因此,酸雨对广州及其邻近地区环境生态的影响如何?造成多大的损失?是众所关心的问题。但是对酸雨造成的经济损失,在国外也是近年才开展研究。我国“七·五”期间,在华南地区就酸雨对农林业生态及材料腐蚀的影响开始立题研究。这些研究工作尚未最后结束,因此,还无法对广州地区酸雨污染造成的损失作出准确量的评价,仅能引用阶段的研究成果作初步的综述。

## 1、酸雨对农作物及林业影响的经济损失估计

根据《华南酸雨对生态影响和经济损失估计》的阶段研究报告计算结果:酸雨引起广东省水稻受害的种植面积为129.3万公顷,全年使粮食减产造成经济损失约为1.27亿元(平价)至1.92亿元(议价)。广东省每年因酸雨危害,使蔬菜减产,损失约3.19亿斤。林业经济损失一般采用材积损失量作为依据。广东酸雨仅造成针叶材料减一项,每年经济损失达3.52亿元。

## 2、酸雨对材料破坏损失的初步估算

为了研究酸雨对广州地区材料腐蚀的影响,我们在广州设立了材料暴露试验站,对A<sub>3</sub>钢、容器钢、桥樑钢、45\*钢、镀锌钢,涂漆钢及铝材等八种材料的腐蚀速率与酸雨的关系进行研究。实验结果表明,A<sub>3</sub>钢、容器钢、桥樑钢、45\*钢等4种碳素钢,其腐蚀速率与降水的 $[H^+]$ 成正相关。经计算表明:广州地区降水PH值每下降1.0,上述四种碳钢的腐蚀速度增加 $3.49\sim 7.24mg/m^2 \cdot h$ 。酚醛树脂漆和丙烯酸脂漆两种涂漆钢(20号钢作底),其室外(受酸雨淋洒)腐蚀平均速度比室内(不受酸雨淋洒)高出3.8倍。

根据《酸雨对华南地区材料破坏的研究》的阶段成果报告,采用避免腐蚀费用法计算了广东的酸雨破坏材料的经济损失。初步估算表明,由于酸雨对广东的户外构筑物材

料的破坏性影响，每年经济损失约1亿元。

综上所述，广东省因酸雨引起的农、林业生态及构筑物材料破坏的经济损失是相当严重的。至于因长期受酸雨影响，引起土壤、水体酸化，破坏生态平衡等方面的损失，更是难以估计。因此，必须寻求有效而又符合国情的防治对策。

## 广州地区近中期酸雨防治对策建议

通过对酸雨成因的研究表明，广州及珠江三角洲地区酸雨形成，主要受本地和局地煤烟型大气污物高负荷排放所引起，尤其与本区域的 $\text{SO}_2$ 排放量最密切相关，外地源的传输也起着叠加的作用。另一方面，广东作为我国改革开放先走一步的全面试验区，经济发展迅速；能源特别是电力严重短缺。由于经济及其他条件的制约，在近、中期不可能获得大量的洁净能源。因此，势必仍要发展一批大、中型燃煤电厂，以满足动力的需要。 $\text{SO}_2$ 排放量还要继续增加，预测酸雨发展趋势十分严峻。但是这并不是说，我们面对酸雨污染将无所作为，而是应该寻求符合我国国情的、因地制宜的防治对策。参考了国内外近年来研究和实践的经验，我们认为，广州地区在近、中期应该采取如下的对策。

### 1、新建大、中型燃煤电站要认真选址，合理布局，尽可能疏散大气污染源

前已论述，燃煤电站是广州及珠江三角洲地区酸雨前体物 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 最主要的污染源。由于近年新建的大电厂群高度集中在广州及珠江三角洲地区，以致酸雨发展迅速。今后新建的大、中型燃煤电站应当疏散离开珠江三角洲而布设于东西两测，这就需加强广东省与广州合作办电，广东省大电网应该确定给广州地区优惠供电的政策，以吸引广州市与省合作办电的积极性，以免广州市被迫单独在市辖范围内建设大型电站，使污染源更趋集中。

### 2、发展民用燃料气和固硫型煤

广州市正在建设39万立方米/日油制气厂及充份利用炼厂气，以提高民用燃料气化率。至1992年预计民用气化率可达80%，民用煤碳将从目前的90万吨左右减少到30万吨以下；把制气厂排放的 $\text{SO}_2$ 合计，也可削减 $\text{SO}_2$ 排放量0.85万吨。

民用固硫型煤的应用，在广州已有了良好的发端。广州市现已建成22万吨/年的固硫蜂窝煤生产线，规划到1995年发展到40万吨/年。到时非气化的生活用煤将普遍使用固硫蜂窝煤（按固硫60%计），又可削减 $\text{SO}_2$ 约0.5万吨/年。

这样提高民用燃料气化率和普及固硫蜂窝煤，可使广州削减 $\text{SO}_2$ 排放量约1.35万吨。如果广东全省，或首先在珠江三角洲的主要城镇达到同样水平的民用燃气和固硫蜂窝煤的普及率，则抑制 $\text{SO}_2$ 排放的作用，将是显著的。1988年，广东全省民用煤432万吨。若到2000年以前，全省民用煤有80%改为燃料气，其余的以固硫蜂窝煤取代，则可削减 $\text{SO}_2$ 排放量约6.5万吨。



民用固硫蜂窝煤在广州的研究和应用取得成功的基础上，应该尽速组织力量进行工业固硫型煤的研究和试生产。若在1992年左右，在工业固硫型煤技术和生产上获得突破，1995年能够推广普及应用于各种工业炉窑中，则可有效地抑制工业炉窑的SO<sub>2</sub>排放量。

### 3、大力发展集中供热，逐步淘汰落后分散的工业小锅炉

广州及珠江三角洲的一些重点城市中，众多的中小工矿企业，还有一批落后、分散、陈旧的燃煤锅炉，其热效率平均仅为55%左右。而集中供热的锅炉容量大，热效率可达80~90%，因此发展城市分片集中供热，是减少煤耗，削减SO<sub>2</sub>排放的有效途径。广州市除已在广州发电厂建成7.5万千瓦热电并供机组外，并规划在员村、芳村、南石头等地建设热电厂，向周围工厂集中供热，淘汰一大批落后、陈旧的小型锅炉，估计可节省燃煤约30万吨，减少SO<sub>2</sub>排放量0.67万吨。珠江三角洲的主要城市也应发展集中供热或热电并供，以节约燃煤和改善环境。

### 4、推广应用适合国情的燃煤脱硫技术

控制煤烟污染的途径是清洁使用煤碳，为此，要求在生产和使用煤炭的过程中采取相应的措施。就全国及广东省的煤炭生产基地而言，应该加强煤炭的合理加工利用，大力推行概率筛动力配煤和洗煤，实行对路供应。但广州地区的煤炭基本靠外地供应，因此，除了尽可能选购低硫煤及坚持优先向城市民用提供优质煤的政策外，应特别重视推广应用适合国情的燃煤脱硫技术。

据中国环境报导，国家“七·五”科技攻关专题“锅炉直接喷射吸着剂烟气脱硫技术”已于1990年5月通过了国家环保局主持的专家鉴定和验收，认为此项技术研究实现了在小型低硫煤粉燃烧中，达到70%以上的烟气脱硫率。如果在我国约5千万千瓦容量的燃煤火电机组中，对其中80%燃用低硫煤（含硫为2%以下）的机组进行投资改造，每年可减少450万吨SO<sub>2</sub>排放量。此项技术若能应用于广东目前的燃煤发电机组，则全省每年可削减约14万吨SO<sub>2</sub>排放量，其中在珠江三角洲地区可削减约11万吨。鉴定意见还认为，此项技术达到了80年代中期国家水平，一次性投资低，占地面积小，运行费用省，操作简单。因此，广东省，尤其广州地区应该率先组织力量，研究推广应用该项技术。

此外，流化床燃烧脱硫技术在国内亦获得实用性进展，此项技术可以使现有低效率工业锅炉通过技术改造达到高效率，节约用煤，更适用于热电并供，在燃烧中加入以石灰石为主的脱硫剂，达到85%左右的脱硫率，已在6吨快装流化床锅炉上成功地进行了脱硫试验。流化床燃烧技术是脱硫和脱硝技术中效果较好和运行费用较低的。下表列出脱硫技术的投资费用比较。

另外，70年代初开始在美国投入工业生产应用的威尔曼—劳德（Weliman-Lord）烟气脱硫（FGD）系统，是将烟道中的低浓度SO<sub>2</sub>转化成硫酸，元素硫或液态SO<sub>2</sub>的回收法脱硫系统。其基本原理是用亚硫酸钾或亚硫酸钠为吸收剂，吸收烟气的SO<sub>2</sub>，然后加热再生释放出SO<sub>2</sub>，进一步加工利用，吸收液则可循环使用。此项资源再利用又可消除

表26

燃煤脱硫技术投资比较

方 法	脱硫投资/电站投资	每脱1吨SO <sub>2</sub> 的运行费用(元)
湿法烟气脱硫	(20~30)%	>500
喷雾干燥	(15~20)%	400
炉内喷钙	10%	300
流化床燃烧	<20%	175

二次污染的技术,近年在欧、美、日、台正在悄然发展,多用来处理燃煤锅烟气。广州作为受酸雨污染日益严重的开放改革前沿城市,对这一新技术理应予以关注,组织力量进行应用研究。

#### 5、建立定期对土壤、水体酸化度的监测制度,科学地指导向耕地投放石灰,防治环境酸化

广州及珠江三角洲地区,酸雨污染将会加重,在近中期,即使采取上述的对策,亦仅能起到缓解SO<sub>2</sub>急剧增加排放的作用。由于这一地区的土壤和水体对酸化敏感,对农、林生态将会进一步带来不利影响。本地区的农民向来农田施放石灰以调节酸度的传统耕作法,建议有关领导部门,建立定期对土壤、水体酸化的监测制度,研究制订操作规范,使传统的施放石灰的耕作法获得科学指导,以防治农、林生态受酸化的影响。

#### 6、建议广州市政府与香港当局协商有关酸雨的防治问题,包括监测、治理对策,技术合作和信息交流等

### 发展核电,是防治酸雨污染的根本对策

#### 1、广州地区发展新的能源的必要性

如前所述,广东省的燃煤电力(含香港),每平方公里平均约为全国平均数的8.35倍。小珠江三角洲(含香港)每平方公里平均燃煤电力为全国平均数的86.3倍。由于酸雨前体污染物密集高负荷排放,加上气象条件的影响,使广州及珠江三角洲成了重酸雨区。另一方面,又因严重缺电,今后尚需大力发展电力。受经济技术条件制约,大型电厂不可能距离中心城市及工业基地太远,尽管提出了注意合理布局的对策,也无法改变火电厂群相对密集的状态。另一方面,广东用煤主要靠外省运进,初步测算,到2000年,全省原煤需求量5000万吨以上。因此,若不考虑发展其他洁净能源替代燃煤发电,则预测SO<sub>2</sub>污染及酸雨发展趋势相当严重,而且对港口及铁路的运输压力亦甚沉重。因此,必需发展新的可靠的能源。现实可考虑发展的新能源是核电和水电。广东的水电资

表27

世界正在运行的核电站

国家或地区	座数(堆)	装机容量 (万千瓦)(毛)	核发电量占总发电 量的比例(%)	平均负荷因子(%)
阿根廷	2	101.5	13.4	70
比利时	8	575.9	66.1	83
巴西	1	65.7	6.5	17
保加利亚	5	276.0	28.6	17.6
加拿大	19	1272.8	15.1	72
捷克斯洛伐克	8	343.4	25.9	68.8
芬兰	4	240.0	36.6	92
法国	53	5080.0	69.8	60
民主德国	5	183.5	10	65.9
联邦德国	21	1997.2	36.8	75
匈牙利	4	176.0	39.2	54.9
印度	6	132.0	2.6	16
意大利	3	134.4	0.1	1.5
日本	37	2814.6	31.2	77
南朝鲜	7	576.1	53.1	77
荷兰	2	53.1	5.2	77
巴基斯坦	1	13.7	1.0	26
南非	2	193.0	4.5	39
西班牙	9	679.7	31.2	81
瑞典	12	985.5	45.3	78
瑞士	5	307.9	38.3	85
英国	22	1225.5	17.5	47
美国	110	10071.3	17.7	54
苏联	57	3433.4	11.2	62
南斯拉夫	1	66.4	5.6	73.9
中国台湾省	6	544.4	48.5	74
合计	410	31513.3		



表28

1989~1993年世界上核电规划投产情况

年 份	世界上计划投产的核电站数(座)	装机容量 (万千瓦)
1989	23	2082.2
1990	16	1427.5
1991	14	1191.9
1992	15	1091.9
1993	9	893.2
合 计	77	6686.7

据：《世界核电设备调查统计》

源并不丰富，下一世纪，广东能源主要靠发展核电和大量输入西南水电。但水电开发难度越来越大，还要受枯水期制约。广东省有丰富的铀资源，矿山产量居全国第二位，因此，广东省能源的根本出路在于发展核电，亦是广州及珠江三角洲地区大气及酸雨污染防治的长期根本对策。

## 2、全世界核电的生产现状及前景

从60年代中期到70年代初，核电被世人视为取代石油及煤炭能源的希望，一些工业发达国家规划到2000年使核电占本国电力供应总量的30~50%。1979年美国发生三里岛核事故和1986年苏联切尔诺贝利核电发生压力容器破裂事故后，虽然核电曾遭到某些国家部分公众的非议，然而，不少国家（如法国、日本，甚至苏联等国）仍坚持发展核电，其核电的增长速度远超过火电。到1987年底，全世界正在运行的核电站总计410座（堆），总功率3.16亿千瓦。核电占世界上总发电量的16%。有26个国家和地区拥有核电站，其中13个国家和地区的核电量占总发电量的25%以上。

表27列出了1987年世界核电站概况。

由此可见，90年代前期，世界上核电的发展速度将是相当快的，核电将是保持长期能源需求的希望。

法国一贯坚持发展核电，目前核电比重已达到69.8%；日本正在大力发展核电，核电比重将从1987年的31.2%增至2000年的39%，预计到2030年，其核电发电量所占比重将达60%，苏联坚持积极发展核电的方针，预计到1990年核发电量将增至3500亿度，占全苏总发电量的21%，1980年南朝鲜的核电比重仅占9.3%，而1987年已超过53%；我国台湾省从1978~1987年核电比重从零上升到49%，使它免遭一场石油危机的冲击。由于核电成本价格低于油电，仅1987年一年，台湾省就节省300亿台币。由此可见，核电在世界上的发展势头，正处在方兴未艾之中。广州地区乃至广东全省都应认真借鉴国际上发展核电的经验。

### 3、核电是相对洁净、安全的能源

一个100万千瓦的燃煤电厂每年耗煤300~350万吨，年排放SO<sub>2</sub>约6.7万吨，NO<sub>x</sub>约3.15万吨，粉尘12.3万吨，（除尘效率按98%计），此外还排放大量的CO<sub>2</sub>和很多如苯并芘等致癌污染物质，是产生酸雨前体污染物的主要污染源，核电站基本不排放这些有害废气和粉尘。甚至放射性物质的排放量比煤电厂还要少得多，可见核电是相对洁净能源。根据第二章已论及的SO<sub>2</sub>排放量与降水酸度的关系，若在广州或珠江三角洲地区建成一座100万千瓦的核电站以代替燃煤电站，则可使广州地区降水PH加权平均值下降约0.12PH单位。可以认为发展核电是削减SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>排放，控制酸污染最有效的途径。

由于核电技术发展日臻完善，核电是安全可靠的能源。据国际原子能机构(IAEA)公布，至1989年底止，世界核电反应堆总数增加到428座，核电占世界总发电量的16%以上。在正常情况下，核电站附近居民接受释放微量放射物质的辐射剂量只有1~2毫雷姆(mrem)。一座100万千瓦燃煤电厂通过烟囱排放出的放射元素，使附近居民每年接受的辐射剂量约5毫雷姆，比核电站大3倍。国际放射防护委员会提出的允许辐射剂量每人每年为500毫雷姆，由此可见，正常运行的核电站对人无害。

目前世界核电站已积累了4000多堆年的运行实践经验，仅出现两次较为严重的核事故。1979年美国宾夕法尼亚州三哩岛核电站二号反应堆事故，据事后调查表明：核电站内118名员工无一人伤亡，只有三人受到略高于允许的辐射剂量，其余均在控制剂量之内。核电站周围50英里范围内的216万居民，受到辐射剂量每人平均只有1.5毫雷姆，相当于乘4小时飞机所增加的高空宇宙线的辐射量，电站周围环境放射性水平均未增加。这一事故结果表明，现行的轻水堆核电设备具有抗御事故的能力。苏联切尔诺贝利核电站压力容器破裂事故造成重大的危害，主要是该核电站采用石墨冷却堆，事故出现后石墨燃烧造成，这种堆型现在已停止使用。

### 4、核电的经济效益及环境效益

核燃料的运量少，贮存方便，大量节省运费，减轻交通运输压力。一座100万千瓦的煤电站，平均每天耗煤近一万吨，每天需一艘万吨轮船或4列40节车皮的列车运输。而同样容量的核电站每年只消耗燃料30吨。

尽管核电站造价比火电厂高，但由于同等容量电站所耗的核燃料费用要比火电厂消耗的煤或石油费用低得多，所以核电出厂价不比火电高很多。表29列出国际能源署82年对新建核电站与燃煤油电厂成本的分析。可见世界上核电成本一般来说低于煤电成本，更大大低于油电成本。

如前所述，广东省一方面能源紧缺、电力严重不足，另一方面大中型火电厂群高度密集于广州及珠江三角洲地区，成为煤烟型大气污染物高负荷排放区，至使酸雨污染逐年变重。核电作为相对洁净、安全和经济上可行的能源，应在广州及广东省的能源长期规划中予以优先考虑。它是广州乃至广东省获得长期稳定能源，防治大气及酸雨污染的可靠对策。1989年6月，国家能源部制定了“中国能源工业中期（1989~2000年）发展

纲要”。提出要积极发展核电，中期的核电发展目标是建设规模210万千瓦（即广东大亚湾 $2 \times 90$ 万千瓦和浙江秦山一期30万千瓦）。今后12年内，再新开工1000万千瓦，在沿海发达的缺能省(市)建设一定规模的核电站，并为2000年后核电较快发展打下基础。

总投资约40亿美元的广东大亚湾 $2 \times 90$ 万千瓦核电站，计划在1992年第一台机组发电，1993年第二台机组发电。广东省第二核电站拟在台山县境内兴建，容量为 $2 \times 100$ 万千瓦，规划“八五”动工，“九五”建成。届时省内第一、二核电站建成后，可以替代广东地区（含香港）燃煤电厂380万千瓦，可减少燃煤1140万吨~1330万吨，削减 $\text{SO}_2$ 约18.2万吨，显然，这是防治酸雨的最有效的措施。

表29 核电站与燃煤、油电站成本分析

项 目 单 位	压水堆电站 ( $2 \times 100$ 万千瓦)		燃 煤 电 厂 ( $2 \times 60$ 万千瓦设脱硫)			燃油电厂 ( $2 \times 60$ 万千瓦)	
	工期6年	工期10年	美 国	日 本	欧 洲	低 硫	高 硫
投资费用 美分/度	4.07	5.38	2.7	2.8	2.7	1.65	1.98
运行费用 美分/度	0.42	0.42	0.51	0.52	0.51	0.25	0.42
燃料费用 美分/度	1	1	1.6	2.6	2.6	5.46	4.76
发电成本 美分/度	4.49	6.8	4.81	5.91	5.81	7.36	7.16
造 价 美元/千瓦	1521	2011	1005	1045	1005	617	740

#### 参 考 文 献

- 1、广州、韶关、佛山、江门、深圳、肇庆各市历年《环境质量年鉴》  
各市环境监测站编
- 2、两广酸雨物理过程的研究(阶段成果报告)  
华南酸雨物理过程课题组
- 3、酸沉降对广东省农作物和森林影响的经济损失估计  
华南酸雨对生态影响和经济损失估计课题组
- 4、酸雨对华南地区材料破坏的研究阶段成果汇报  
中国环境科学研究院酸雨影响材料组
- 5、《华南酸雨综合防治对策研究》汇报提纲  
清华大学环境工程研究所1989.11
- 6、燃煤的污染控制技术  
周桂玲译《环境科学动态》1989.11
- 7、威尔曼—劳德烟气脱硫工艺及其发展前景  
周至昆《环境科学动态》1989.8
- 8、广州市发展核电工业的机会研究  
广州市科学技术情报研究所 朱达材等1989.12
- 9、煤电厂和核电厂对环境及人体健康的影响  
帅振清《环境保护科学》1989.1



# 珠江广州河段水体的细菌学 效应与物理化学性状指标关系的研究

广州市环境监测中心站 刘振彬 陈 旻

水中微生物的生长受到一定生态环境因素的控制,如果外界环境因素改变,例如:水体受到人畜粪便,工农业污水或生活污水的污染,从而破坏了微生物的生态环境,则微生物的种类或数量就有可能发生改变。细菌总数和总大肠菌群这两个指标在环境卫生监测中已得到广泛的应用,常以这二个指标来作为水体污染的细菌学评价因子,总大肠菌群是作为水体病原微生物的指示菌,而细菌总数则与水体的污染状况有关。珠江流经广州市,是广州市工业和生活用水的主要来源。但同时珠江又不断受到每天排入的工业废水及生活废水的污染。因此,本文根据1989年对珠江水质进行监测分析的结果,以其物理化学性状指标与总大肠菌群和细菌总数作逐步回归分析,探讨影响细菌总数和总大肠菌群等水体细菌学效应的理化指标。

## 一、研究内容

### (一) 研究水体范围

在珠江广州河段西起鸦岗断面,东至莲花山断面的范围内,广州市环境监测中

心站每年都要进行珠江水体的物理化学性状指标的常规监测分析。88年丰水期开始了水体的细菌学常规监测分析,本文的数据均取自于常规分析结果。

### (二) 水质监测

1、布点及监测时间:在珠江由西至东五个断面鸦岗、广纸、猎德、莲花山、南岗分别按左、中、右、和涨潮、退潮进行采样。细菌学水样采集后立即放入监测船上的冰箱保存,并且严格按无菌程序采样,从采样到实验室分析控制在6个小时之内,每年分平水期、丰水期、枯水期三个水期采样,每次水期采二次平行样,监测时间为1989年1~12月。

### 2、监测指标

(1)、物理化学性状指标:PH值、总硬度、COD、BOD<sub>5</sub>、溶解氧、氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮。

(2)、细菌学指标:细菌总数,总大肠菌群等。

3、分析方法:上述各项目均按《环境监测技术规范》的要求进行。所采集的水样均按要求时间,程序进行检验监测,并采取严格的质量控制措施。

(三) 建立细菌学效应的模型及过程

以水体的物理化学指标作自变量 ( $x_i$ ), 而水体的细菌学指标作因变量 ( $y_i$ )。如表 1 示, 各指标间的单相关系

数用积差法表示。

$$r = \frac{\sum (x_{ij} - \bar{x}_i)(y_{ij} - \bar{y}_i)}{[\sum (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \sum (y_{ij} - \bar{y}_i)^2]^{\frac{1}{2}}}$$

表 1 水体变量代号及含义

变 量	含 义	变 量	含 义
$x_1$	PH值	$x_7$	氨氮
$x_2$	悬浮物	$x_8$	亚硝酸盐氮
$x_3$	总硬度	$x_9$	硝酸盐氮
$x_4$	DO	$y_1$	细菌总数
$x_5$	COD	$y_2$	总大肠菌群数
$x_6$	BOD <sub>5</sub>		

将珠江水体的细菌总数和总大肠菌群数分别与上述物理化学性状指标进行相关及多元回归的逐步分析, 找出对珠江水细菌学效应有显著影响的理化因子, 并建立最优回归方程。

逐步回归是先设含量为  $n$  的样本, 对

每观察单位观察  $m$  个自变量  $x_i (i = 1, 2, \dots, m)$ , 应变量  $y$  记作  $x_{m+1}$ 。据此求得各指标间的单相关系数  $r_{ij}$ 。为元素列出相关矩阵  $(r_{ij})^0$ 。以后每引入或删除一个变量都计为一步运算, 设  $(r_{ij})^0$  经过  $g$  步运算所得的  $(r_{ij})^g$  为:

$$(r_{ij})^g = \begin{pmatrix} r_{11}^{(g)} & r_{12}^{(g)} & \dots & r_{1m}^{(g)} & r_{1, m+1}^{(g)} \\ r_{21}^{(g)} & r_{22}^{(g)} & \dots & r_{2m}^{(g)} & r_{2, m+1}^{(g)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{m1}^{(g)} & r_{m2}^{(g)} & \dots & r_{mm}^{(g)} & r_{m, m+1}^{(g)} \\ r_{m+1, 1}^{(g)} & r_{m+1, 2}^{(g)} & \dots & r_{m+1, m}^{(g)} & r_{m+1, m+1}^{(g)} \end{pmatrix}$$

由相关矩阵  $(r_{ij})^g$  求得的标准回归方程:

$$z = b_1^1 z_1 + b_2^1 z_2 + \dots + b_m^1 z_m$$

式中  $b^1$  为标准偏回归系数:  $b_i^1 = r_{i, m+1}^{(g)}$   
再用下式将  $z_i$  转化为原单位,  $x_i$  的偏回归系数  $b_i$  为:

$$b_i = b^1 \left( \frac{l_{m+1, m+1}}{l_{i, i}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

式中  $l_{m+1, m+1}$  为  $y$  的离均差平方和,  $l_{i, i}$  为  $x_i$  的离均差平方和、回归方程的常数项为:

$$b_0 = \bar{y} - \sum b_i \bar{x}_i$$

于是得多元回归方程为:

$$\hat{y} = b_0 + \sum b_i x_i$$

本文所用的逐步回归计算全部在LBM—PC微机上进行, 所选用计算机程序为向前引入一向后剔除法。选择 $F_{(e)} = 3.95, 6.93$ 。

## 二、结果及分析

在珠江广州河段的鸦岗、广纸、猎德、莲花山、南岗五个断面用监测船进行

采样, 每个断面共采集6次水样, 并进行上述项目的监测分析。

(一) 珠江水体物理化学性状指标间的自相关。

珠江水体的物理化学性状指标之间存在着不同程度的自相关, 其中分别与COD、BOD<sub>5</sub>、DO硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮有显著相关的指标较多。其自相关矩阵见表2。

表2 珠江水体理化性状指标间自相关矩阵

项目	x <sub>2</sub> 悬浮物	x <sub>3</sub> 总硬度	x <sub>4</sub> DO	x <sub>5</sub> COD	x <sub>6</sub> BOD <sub>5</sub>	x <sub>7</sub> 氨氮	x <sub>8</sub> 亚硝酸盐氮	x <sub>9</sub> 硝酸盐氮
x <sub>1</sub> PH值	0.0509	0.2509**	-0.039	-0.0121	0.1848	0.1566	0.1095	0.1953*
x <sub>2</sub> 悬浮物		0.0304	-0.1604	0.034	0.0185	0.0807	-0.0609	0.0842*
x <sub>3</sub> 总硬度			**	0.0934	0.7556	0.764	0.0459	-0.2032*
x <sub>4</sub> DO			-0.6473	**	**	**	**	**
x <sub>5</sub> COD				-0.3447	-0.535	-0.7057	-0.2069	0.2543
x <sub>6</sub> BOD <sub>5</sub>					0.08	0.1506	-0.2417	-0.208*
x <sub>7</sub> 氨氮						0.7304	0.0797	-0.264*
x <sub>8</sub> 亚硝酸盐氮							-0.1771	-0.4045*
								**
								0.3156

( $r_{0.05(143)} = 0.162$      $r_{0.01(143)} = 0.212$     \*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ )

(二) 珠江水体物理化学性状指标的细菌学效应。

1、珠江水体的物理化学性状指标与细菌总数, 总大肠菌群的单相关。

从表3可以看出, 珠江水体的理化性状指标中与细菌总数呈显著相关的指标有: COD、亚硝酸盐氮, 与总大肠菌群呈显著性相关的指标则有: COD、DO、亚硝酸盐氮, 其中只有细菌总数与亚硝酸盐氮呈负相关, 其余均呈正相关。

2、珠江水体理化性状指标与细菌学指标的逐步回归分析。

珠江水的物理化学性状指标之间存在着一定的相互关系, 构成了珠江水的特定水环境, 同时物理化学性状指标与水体的细菌总数和大肠菌群亦有多指标呈显著相关, 对于各个指标各自对细菌学指标的影响, 用多元逐步回归分析方法来揭示其关系, 结果见表4。

由表4可见, 在选择水平 $F_e = 3.95$ 时, 细菌总数和总大肠菌群的回归方程选入因素分别为x<sub>5</sub>COD以及x<sub>5</sub>COD和x<sub>8</sub>亚硝酸盐氮, 各自的回归方程见下式:

$$y_1 = -810.8937 + 563.6028x_5$$



表3 珠江水体的理化指标与细菌指标的单相关系数(r)

项目	细菌总数 (y <sub>1</sub> )	总大肠菌群数 (y <sub>2</sub> )
x <sub>1</sub> PH值	0.1569	-0.1319
x <sub>2</sub> 悬浮物	-0.0643	-0.0279
x <sub>3</sub> 总硬度	0.0285	-0.0508
x <sub>4</sub> OD	0.154	0.21*
x <sub>5</sub> COD	0.2803**	0.2214**
x <sub>6</sub> BOD <sub>5</sub>	0.055	-0.0735
x <sub>7</sub> 氮氨	-0.0244	-0.1365
x <sub>8</sub> 亚硝酸盐氮	-0.376**	0.2103*
x <sub>9</sub> 硝酸盐氮	0.0082	0.0631

$r_{0.05(143)} = 0.162$      $r_{0.01(143)} = 0.212$     \*:  $p < 0.05$     \*\*:  $p < 0.01$

表4 珠江水细菌总数 (y<sub>1</sub>), 总大肠菌群 (y<sub>2</sub>) 与理化性状指标间的逐步回归分析

项目	细菌总数 (y <sub>1</sub> )			项目	总大肠菌群 (y <sub>2</sub> )		
	F值	偏回归系数	标准回归系数		F值	偏回归系数	标准回归系数
选出因素				选出因素			
x <sub>5</sub> COD	8.017	563.6028	0.2803	x <sub>5</sub> COD	7.092	15902.03	0.324
				x <sub>3</sub> 亚硝酸盐氮	11.232	489218.5	0.367

$$y_2 = -7440.492 + 15902.03x_5 +$$

$$48921.5x_3$$

如果选择水平  $F_c = 6.93$ , 所得方程仍与上述一致, 因此, 上述回归方程入选的因素中, x<sub>5</sub> COD 以及 x<sub>3</sub> 亚硝酸盐氮起主要作用。

1990年4月23日又重新在珠江广州河段采样分析。如果用上述求得的回归方程来计算细菌总数和总大肠菌群数的预计值, 并且与实测数据相比较, 则发现二者的重现性较好, 以莲花山段面为例, 见下表5、6。

表5 1990年4月23日珠江莲花山段面COD、亚硝酸盐氮含量 单位mg/l

监测点	COD	亚硝酸盐氮
左侧退潮	2.84	0.076
中间退潮	2.58	0.081
右侧退潮	2.69	0.067
左侧涨潮	2.62	0.083
中间涨潮	2.58	0.084
右侧涨潮	2.75	0.081

表 6

1990年4月23日珠江莲花山段面细菌学指标实测值与预计值比较

细菌总数 ( $y_1$ ) 个/毫升			总大肠菌群 ( $y_2$ ) 个/升	
监测点	实测值	预计值	实测值	预计值
左侧退潮	680	790	$\geq 54000$	74828
中间退潮	620	644	92000	74681
右侧退潮	760	738	92000	75916
左侧涨潮	840	790	54000	82341
中间涨潮	660	644	92000	80653
右侧涨潮	1200	706	54000	68113

由于水中微生物的生长环境不同,所以上述回归方程以及实测值与预计值的重现性只适应于珠江水体系,对于其他水环境来讲,必须作另外的研究。

一般情况而言,水中细菌学指标与物理化学指标之间有一定的关系,但这要取决于水体受污染的情况以及自净的能力。并且仅研究细菌学指标与某单项物理化学指标亦是不足的。有研究报告农村大口井水中细菌总数与亚硝酸盐氮呈正相关,与氨氮、硝酸盐氮无线性相关,总大肠菌群与亚硝酸盐氮呈正相关,与氨氮相关不显著,与硝酸盐氮无线性相关<sup>(1)</sup>。由于水中各项物理化学指标不同程度地反映了氧化和还原的过程,它们在不同时间、空间浓度决定和影响微生物的种类和数量<sup>(2)</sup>。因此,水中细菌学指标尽管会受到物理化学指标变化的影响,但是不同空间、时间的水体必须作具体的研究,并且是多项指

标的相关性分析。本文的研究认为珠江水体中细菌总数与COD有关,总大肠菌群数则与COD和亚硝酸盐氮有关,并且均可以被引入回归方程,这种相关可能不是必然的因果关系,主要是微生物的生态环境复杂,受影响的因素如光照、水温、潮汐等较多,尽管如此,这种研究方法对微生物生态环境研究仍然具有一定的参考价值。

(本文承陈镇华高级工程师修改审阅,同济医科大学蔡宏道教授技术指导,黎康汉主任协助,在此一并致谢。)

#### 参考文献

- 1 杨修乐中华预防医学杂志, 23(2)—122(1989)
- 2 同济医科大学主编环境卫生学78—90

## 高浓度合成洗涤剂工业污水的治理

广州油脂化工厂 周进映

合成洗涤用品生产厂、肥皂厂、洗衣厂……等所排放的工业污水，含有较高浓度的阴离子、阳离子、两性离子和非离子等各种类型的天然的或人工合成有机表面活性剂（根据GB8978—88《污水综合排放标准》仅规定了阴离子合成洗涤剂〔LAS〕的排放指标，故本文仅列出了LAS的数据）。工业污水中LAS的浓度超过了泡沫阈—0.3~0.4mg/l，水体即可产生大量而稳定的泡沫，这些泡沫覆盖于整个液面，严重地阻抑了污水中有机污染物——包括表面活性剂自身——天然的或人工的生物降解。因此，对这类工业污水——特别是高浓度的污水（含LAS50mg/l以上）国内外尚罕见工业化治理运行的报导。

南方某大型合成洗涤用品生产企业对其工业污水进行了治理试验，并投入了工业化治理运行，经半年多来的实际运行，证明了设计治理工艺和治理设备是可行、成功的。经治理后排放的废水达到了GB8978—88允许的排放标准。

该企业生产的产品有合成洗衣粉、香皂、肥皂、民用和工业用各类液体洗涤剂 and 工业甘油等，每天排放的工业污水量1000~2000m<sup>3</sup>，污水水质极为复杂，其污染物浓度指标如下：

PH            2~14

LAS	20~1000mg/l
COD <sub>Cr</sub>	80~2600mg/l
BOD <sub>5</sub>	30~1100mg/l
Oil	10~200mg/l
P	6~50mg/l
N	0~0.3mg/l
K	0~2mg/l
S <sup>2-</sup>	0~1mg/l
SS	20~300mg/l

这种高浓度合成洗涤剂工业污水之所以难以处理，主要是因为：

1、发泡性特强 由于这种工业污水即使在极轻微的搅动下便可产生大量的泡沫，并在液面形成稳定的泡沫层，厚度几十厘米至一米以上完全阻断了气液界面，从而使空气中的氧不可能通过气液界的接触而溶入水体，使需氧微生物难以生存和繁殖。

2、富集作用 由于表面活性剂对水中的污染物和微生物有较强的捕集作用及泡沫的气浮作用等效应，可使污水中的污染物、细菌和病毒等富集，从而使污水中污染物的浓度发生较大的波动，频繁地给运行装置造成较大的冲击负荷，使运行工况失常。

3、气浮作用 由于在污水处理过程中泡沫的大量成并在水体中不断上浮，可使污水中悬浮状态的活性污泥被吸附于泡沫



表面并被带出水体，降低了处理系统中活性污泥的浓度，从而使整个处理工艺条件遭到破坏。因此，国外曾有将汽水中存有表面活性剂列为污水生化处理的禁忌的报导；国内某些参考资料亦有生化处理污水中LAS必须控制在10mg/l以下的报导。

4、合成洗涤剂对微生物 有一定的抑杀作用合成洗涤剂配方中的表面活性剂、防腐剂、灭菌消毒剂对微生物均有抑杀作用。据报导，阴离子表面活性剂浓度在50PPm时，五分钟内可杀死金球菌99.8%、链球菌100%、肺炎双球菌98.7%、白喉杆菌100%和伤寒菌73.0%。阳离子表面活性剂和非离子表面活性剂对微生物的抑杀作用则更强。甲醛、甲酚和卤烃等防腐灭菌剂对微生物的抑杀作用更是人所共知的。

5、可生化性差 合成洗涤剂工业污水COD与BOD的此值低，如上述企业所排的工业污水COD与BOD的平均比值仅为1:0.26，且N、K等营养源也极低，不能满足微生物繁衍代谢所需的营养，故可生化性较差。

综上所述，要对这种工业污水进行治理，最关键的问题是要解决泡沫的息害和增殖适用的微生物。

泡沫息害问题的实质是空气中的氧不能通过气液界的接触而溶解入水体，以供微生物新陈代谢的需用。对于这个问题，当前国内外的报导均着于消泡剂的选择和使用方法，如使用低级醇、硅油……等消泡剂或机械消泡器消泡。这种方法对低浓度合成洗涤剂工业污水(LAS含量30mg/l以下)效果较好。但对于高浓度的合成洗涤剂工业污水则不仅消泡剂用量大，且效果也甚不理想，机械消泡器的效果甚至更差。这种方法不仅污水处理成本高，操作控制亦较困难，且人为地增加了处理水的

污染浓度，从而给投入工业化运行造成了困难。

南方某大型厂采取了从工艺处理过程中消除泡沫息害的设想，研制并设计成功

了射流生物氧化塔(图1)。

它具有深井曝气井的双筒结构内筒为气水混合管，使空气被强制地混溶入污水中。

深井曝气是在地下的，而射流生物氧化塔则在地面上，更便于施工安装；深井曝

气的井深一般在50m以上，而射流生物氧化塔高以13~15m为宜，这样可避免采用中、高压水泵，降低能耗。同时，射流生物氧化塔可采用多条气水混合管伸入塔底，且塔底的静压达 $10^5$ Pa，更利于气水混溶和空气中氧在水体中的分散效果(排水中可观察到有大量微细气泡产生并升溢到水面)，从而提高了氧的利用率。同时射流生物氧化塔又具有生物接触氧化池和生物滤池等处理设施的生物膜填料，基本消除了活性污泥被泡沫附吸带走之患。

由于射流生物氧化塔具有与生物滤池相似的较高浓度的活性污染，因而对污染物的降解效率较高，耐冲击负荷性较强。

污水流在射流生物氧化塔内上升时，表面活性剂被生物膜活性污泥中的微生物不断降解；同时，水流在塔内的上升速度



较慢，搅动轻微，故生成的泡沫量较少。在水流上升过程中，泡沫又可被填料反复切割而破裂，这就从处理过程中减少了泡沫的生成和患害。

因此，射流生物氧化塔对消除处理污水过程中泡沫患害的效果是目前任何定型的污水处理装置所不可比拟的。射流生物氧化塔顶还装设有消泡器，利用热力破泡，偶而有泡沫上冲，亦可在消泡器中破裂，破裂后形成的泡沫水通过消泡器底部的回液管流入射流生物氧化塔内重降解处理。

射流生物氧化塔所用的射流器设计成套管式多管射流器，它具有结构简单、制作方便，毋需机械加工、气水混合管数量可随意选定的优点，使空气被强制地混溶入水中，从而解决了泡沫阻断空气中氧溶入水体的障碍。经测定每立方米水（用100mm口径的自来水表测定）可吸入空气 $2.3\sim 3.5\text{m}^3$ （用DDZ型流量计测定）；当进入射流器污水DO值为 $0\sim 0.2\text{mg/l}$ 时，射流器出水DO值为 $5.8\sim 6.5\text{mg/l}$ （用TH—2溶氧测定仪测定，气温 $34^\circ\text{C}$ ）。

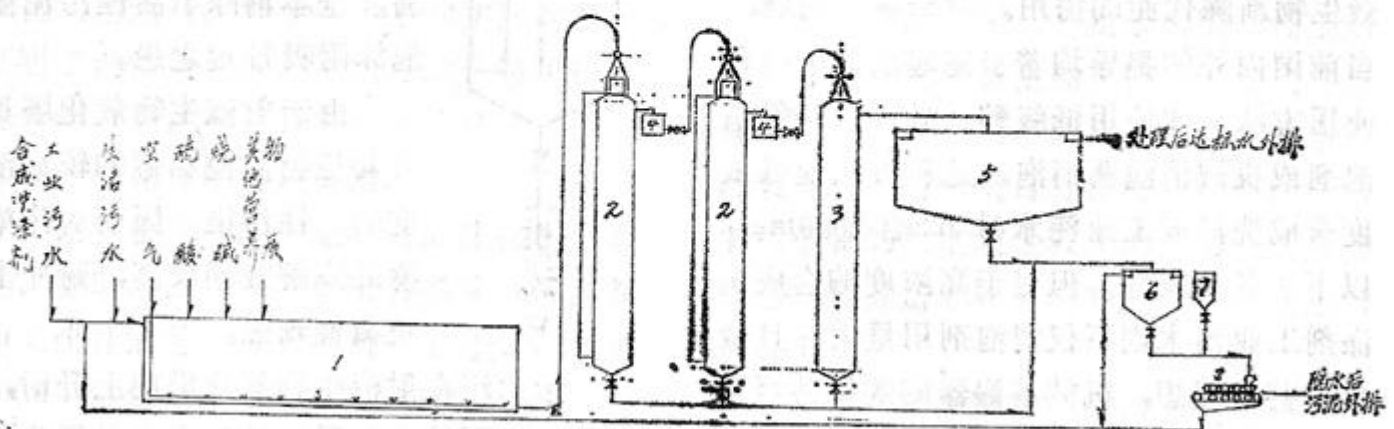
由于采用了射流器的供气结构，省掉了群井曝气或接触氧化必须采用的高压风机，故能耗较低，又避免了风机噪声对环境的污染，从而也节省了工程投资。

所以，射流生物氧化塔的特性明显优于目前已有的各型污水生化处理装置，可广泛地应用于各类有机污水的耗氧生化治理。

在活性污泥方面，该企业摒弃以前采用的引进外单位活性污泥的做法。过去由于其他污水处理活性污泥中的微生物并不能适应于表面活性污等污染物，成为试验失败的重要原因，以致污水长期未有治理而直接排入江河，污染河水，成为该市的一个污染大户。

经显微镜观察，发现该企业污水排放内渠的污泥中有水螅……等微型动物生存，决定利用该企业原排污系统污泥中的微生物进行培植驯化，做法是使污水在射流生物氧化塔内循环，添加尿素等化学物质以补充氮、钾等营养物质（因无法引入生活污水），和定量补充新鲜污水，仅用了20天时间（气温 $28\sim 34^\circ\text{C}$ ）即获得生物膜，填料上生物膜的厚度 $1.5\sim 2\text{mm}$ ，色灰黄，经显微镜观察可见有较丰富的推轮虫、龙骨漫游虫泡状变形虫双核草履虫杯钟虫锐利楯纤虫、转轮冲长足轮虫、红斑颍体虫、线虫……等生物群落，且极为活跃。

高浓度合成洗涤剂工业污水治理的工艺流程如图2。



- 1、均质调节池
- 2、带消泡器射流生物氧化塔
- 3、射流生物氧化塔
- 4、中间水池
- 5、沉淀池
- 6、污泥浓缩池
- 7、凝聚剂贮缸
- 8、带式污泥脱水机

图2 合成洗涤剂工业污水处理工艺流程图

该企业所属各生产厂的工业污水（经各厂平流式隔渣隔油池，隔油隔渣后进入调节池汇总，在调节池调节PH，使污水PH值稳定在6.5~8之间，酌加含氮、钾等营养物质。利用空气使池水呈极轻微的搅动状态，控制其泡沫不致溢出池面，以使水质较均匀。经均质和调节后的污水即进入三级串联的射流生物氧化塔，第三级生物氧化塔的排水进入澄清沉淀池沉淀污泥后排放，排水水质均可达到GB8978—88的限值以下；沉淀池底部的污泥水定期排入污泥浓缩池，进一步澄清。上层污水返回调节池重新进入处理系统，下层污泥经污泥脱水机脱水处理后可供作肥料；脱水机排出的污水亦返回调节池重新进入处理系统。

污水处理效果见图3、4、5、6、7和图8。

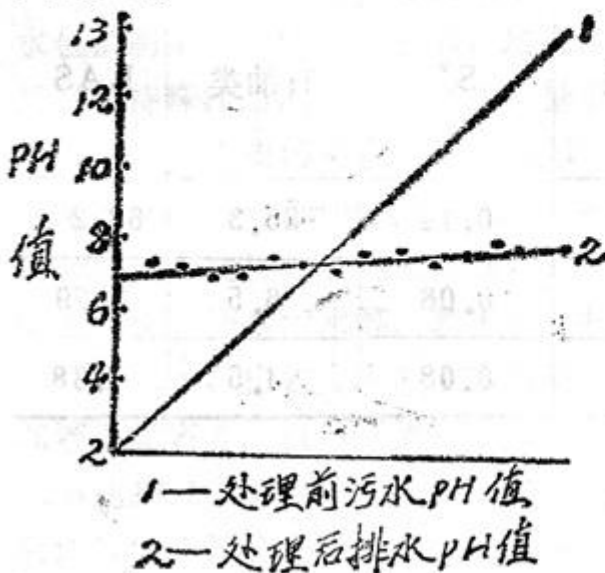


图3 污水处理前后PH值的变化

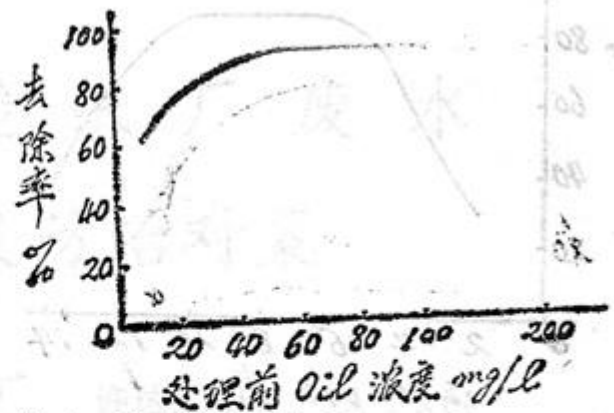


图4 LAS处理效果

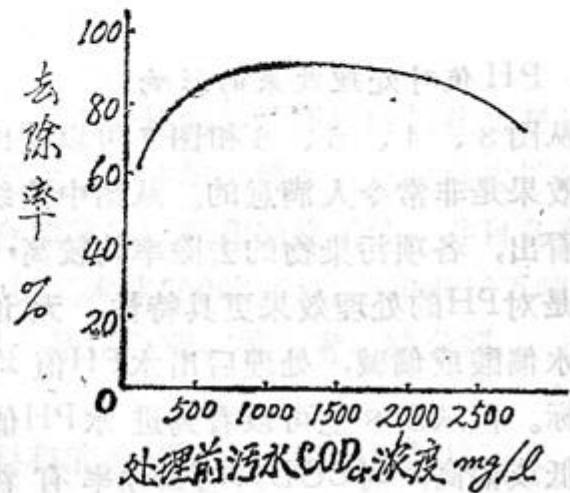


图5 COD<sub>cr</sub>处理效果

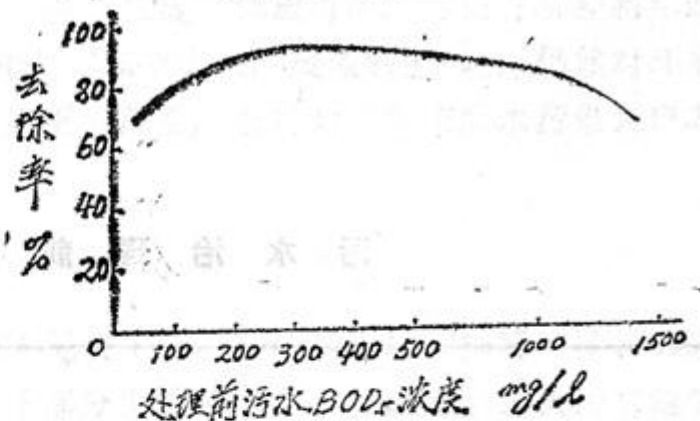


图6 BOD<sub>5</sub>处理效果

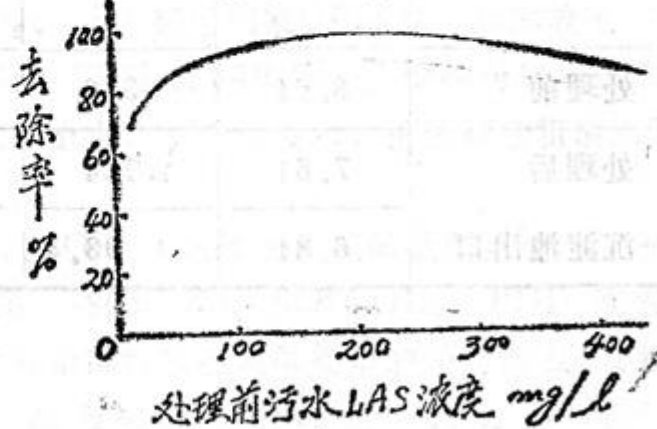


图7 处理Oie浓度mg/e



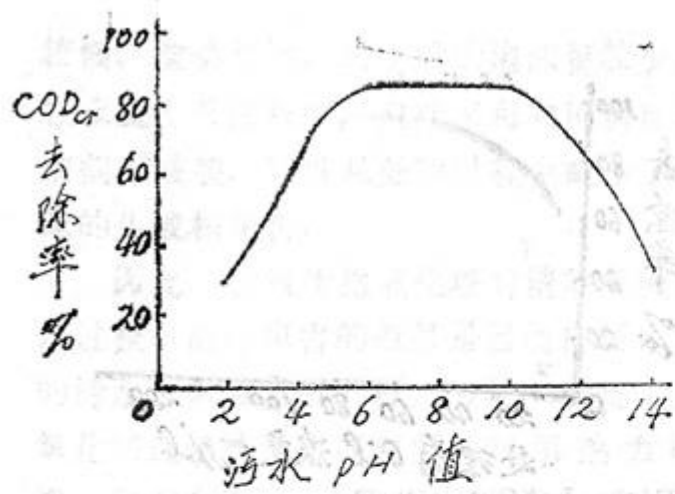


图8 PH值对处理效果的影响

从图3、4、5、6和图7可以看出处理效果是非常令人满意的。从图中曲线可以看出，各项污染物的去除率均较高，特别是对PH的处理效果更具特性，无论原污水偏酸或偏碱，处理后出水PH值均可达标。但从图8也可以看到进水PH值的偏低或偏高，对COD<sub>cr</sub>的去除率有着明显的影响，去除率可80%以上降至

30~40%；对LA、SBOD<sub>5</sub>……的去除率亦有相似的影响。

从各图的曲线也可以看出，当处理前污水的COD<sub>cr</sub>、LAS、BOD<sub>5</sub>、等过高时，去除率均有下降趋势，这可能和射流曝气中气水比和生化处理时间较短（5小时）有关。因此，如进水污染物浓度过高则必须相应地延长处理时间并适当提高气水比。

这个处理过程中的另一个特性是含油量对处理效果影响甚小，而一般生化处理装置对进水含油量有较严格的要求。

综上所述，可见上述处理设备和处理工艺是完全适用于高浓度合成洗涤剂等发泡性强的有机污水治理的，处理工艺也远较国内外报导的各种处理工艺简单，而处理效率较高，并具有能耗低，运行费用低，操作控制容易和无风机噪音污染等特点。

附污水治理前后监测结果

污水治理前后监测结果

1990年8月

项 目	PH	COD <sub>cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	S <sup>-</sup>	石油类	LAS
处理前	8.64	310	96	0.14	25.3	68.2
处理后	7.64	124	27	0.08	6.5	3.29
沉淀池出口	6.84	93.4	210	0.08	4.5	1.38

# 浅谈广州造纸厂废水

## 排放状况及防治对策

广州造纸厂 许达生

广州造纸厂是一间以针叶树马尾松为原料，采用传统的酸性亚硫酸钙盐法制备化学木浆，生产新闻纸为主的制浆造纸联合企业，始建于1936年，解放后经过两次扩建，占地面积84万平方米，拥有七台长网造纸机、一台圆网造纸机和制浆系统，并自备有热电站。现在生产能力：亚硫酸盐木浆100吨/日，机械木浆300吨/日，新闻纸10万吨/年，瓦楞芯纸和包装纸3.4万吨/年，还有综合利用产品：酒精、香兰素、粘合剂、木质素减水剂和粉煤灰陶粒等。

由于该厂是一个老厂，老设备多，原辅材料和能源消耗大，用水多，排污大，加上历史上技术上的原因，在环境保护方面欠帐太多，尽管经过十多年的努力，有计划有步骤地开展环保治理工作，取得了一定的效果，在“三废”排放方面，污染有所控制和改善。但目前每天排放废水约15万吨，废气600多万标立方米，废渣200多吨，仍然对环境造成严重污染，尤其是废水对珠江水体的污染更为严重，被列为广州市废水污染大户之一。

### 一、废水排放现状

(一)、全厂废水分由四个排污口排放(见表1)，其中码头总沟排污口排放的废水包括制浆废水、抄纸废水、热电站冲灰水及部分生活污水等，经汇集于码头污水池沉淀后，待珠江退潮时开闸排放，排放的废水量达7万多吨/日，占全厂废水排放量的47.3%，其主要污染物浓度(COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、SS)超过国家GB8978—88排放标准和广东省DB44—37—90排放标准2~4倍，是该厂排放污染物的主要排污口。另外三个排污口主要排放热电站冷却水和少量硫铁矿渣水、小纸机废水、机浆筛选粗渣水及圆筒去皮机、洗木污水等，基本符合排放标准。

(二)、排放废水的主要污染(COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>)来源于亚硫酸盐制浆废液(俗称红液)见表2，虽然红液量不太大，也有800—880m<sup>3</sup>/d，但其COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>浓度分别高达13.6万多mg/l和2.5万多mg/l。尽管全部红液经发酵提取酒精，而提取酒精后的红液(简称酒糟)，其COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>浓度仍然分别高达11.7万多mg/l和1.7万多mg/l。目前酒糟仅有10~12%被综合利用，其余排放入珠江。据89年监测统

计，全厂每天排放有机污染有75~89%来自亚硫酸盐制浆红液，这是我厂排放废水的主要污染源。

其次是抄纸车间废水，每日废水量约有4万吨，主要含有细小纤维，随其含量的增大，相应地COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>也增大。虽然已有部分纸机安装3多盘白水回收机，回收抄纸白水纤维，使白水中SS浓度由1662~2543mg/l下降到383~697mg/l。但由于抄纸白水未能全部被处理等原因，纤维流失仍然十分严重，据89年监测统计，每天流失纤维36吨多，既浪费了资源，又污染了环境，这是我厂排放废水SS的主要来源之一，也是COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>的部份来源。

再是热电站排放的煤灰渣水，主要含有煤灰渣，排放的煤灰渣量约占全厂悬浮物排放量一半多。但自从89年5月份开始，全部煤灰渣水泵送至陶粒车间浓缩池并经沉淀后溢流排放，其SS浓度由已原来的4000mg/l下降到500mg/l以下，煤灰渣水的污染已大大减轻。

(三)、万元产值和每吨纸排放的废水量逐年有所下降(见表3)，其中88、89年万元产值排放废水量分别比87年减少9.1%和11.2%，每吨纸排放废水量分别比87年减少6.1%和11.2%；万元产值和每吨纸排放的COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>量也有所减少，其中88、89年万元产值排放BOD<sub>5</sub>量分别比87年减少16.3%和7.0%，每吨纸排放的BOD<sub>5</sub>量分别比87年减少13.6和7.1%。尽管从1978年以来，我厂投资约6000多万元进行环保治理，使工业污染有所减轻，但全厂排放的废水，其达标率87至89年仅有52.6—55.8%，经过处理的废水，其达标率为零，这说明造纸行业的废水处理难度大，任务重，必须坚持不懈地开展污染防治工作。

表1 1989年厂排污口排放废水情况

厂排污口 名称	排水量 m <sup>3</sup> /d	主要污染物(浓度: mg/l, 折纯量: kg/d)						
		PH	SS		COD <sub>Cr</sub>		BOD <sub>5</sub>	
			浓度	折纯量	浓度	折纯量	浓度	折纯量
码头总沟	72000	6.60	825.2	59414	1221.2	87926	207.5	14940
木场总沟	78246	7.24	112.3	8787	173.0	13537	36.1	2825
新磨木木场	1000	7.31	29.6	30	78.1	78	23.4	23
木场西边排锯	902	7.11	53.2	48	47.3	43	8.8	8
合计	152148	/	/	68279	/	101584	/	17796



表2

主要生产车间废水水质情况

编号	名称	排水量 m <sup>3</sup> /d	PH	SS mg/l	COD <sub>Cr</sub> mg/l	BOC <sub>5</sub> mg/l	挥发酚 mg/l
1	抄纸废水	39395	6.14	934	1248	204	0.025
2	化浆精选废水	8604	6.83	63	800	93	0.002
3	提取酒精后的红液(酒槽)	768	5.10	4710	117404	17497	/
4	热电站煤灰水	8500	9.42	500	88	24	0.016
5	废纸处理废水	5000	8.27	299	907	264	0.018
6	园筒去皮机污水	4000	6.91	243	411	33	0.004
7	机浆筛选除砂器排水	477	6.20	4186	6597	255	0.042
8	制药硫铁矿渣水	1370	7.64	As 0.456	Pb 3.156	/	/

注：1~5排往码头总沟排污口；6~8排往木场总沟排污口，随同热电站间接冷却水一起排入珠江。

表3

1987~1989年生产、排污情况

年份	机制纸产量 吨	工业总产值 万元	废水排放量 万吨	万元产值排 废水量 吨/万元	万元产值排放 污染物质		每 吨 纸 排 放 废 水 量 吨/吨纸	每吨纸排 放污染物质		符合 的 废 水 排 放 量 达 标 率 % 万吨	废 水 排 放 达 标 率 % %	经 处 理 的 废 水 量 万 吨 %	废 水 处 理 达 标 率 % %
					COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>5</sub>		COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>5</sub>				
					吨/万元	吨/万元		吨/吨纸	吨/吨纸				
87	96738	8723	4888	5604	3.4009	0.6263	505	0.3067	0.0565	2627	53.7	2261	0
88	105511	9828	5004	5092	3.1217	0.5239	474	0.2908	0.0488	2790	55.8	2214	0
89	123622	11149	5548	4976	3.3243	0.5826	449	0.2998	0.0525	2920	52.6	2628	0

注 表中每吨纸排放废水量包含非制浆造纸排混合放的部分废水在内，不是每吨纸实际的排水量，仅供参考。

## 二、防治废水污染的实施对策

实践证明，“先厂内，后厂外”，从厂内防治入手，通过技术改造，设备更新，开展综合利用和加强生产管理等措施，力争在生产过程中减少或消除污染，这是取得环境效益、经济效益和社会效益的正确的防治途径。长期以来，我厂坚持采取这一防治途径，建立一个以防治红液为主，抄纸废水为辅的厂内体系，有计划有步骤地对本厂废水

进行综合治理，取得了一定的效果。具体的防治对策与设想如下：

(一)、开展红液综合利用，消除污染。

关于红液的综合利用，国内外都有不少实际例子和研究报导。例如利用红液生产酒精、木质素减水剂、染料分散剂、醋酸、酵母、粘结剂、石油钻探试剂、鞣剂、香兰素、离子交换剂和活性炭等等。至于我厂如何利用红液生产综合利用产品，化害为利，变废为宝，早在六十年代，就开始进行探索研究，并制定了综合利用路线（见红液综合利用方块图），不断扩大综合利用生产。1966年与轻工部香料研究所合作研制香兰素，普先建立年产15吨香兰素中间试产工段，1983年扩建至年产30吨，成为我国利用木质素生产香兰素唯一的单位。1970年建立日产酒精7吨的综合利用车间。1974年建成日产41吨的粘合剂工段。1979年和1988年又先后建成日产3吨的木质素磺酸钠减水剂（简称木钠减水剂）中试工段和年产2000吨的木质素磺酸钙减水剂（简称木钙减水剂）生产线。以上综合利用项目共计投资372万多元，不仅每年可减少BOD<sub>5</sub>排放量约800吨，减少环境污染，而且经济效益十分显著，据统计，86~89年综合利用产品年平均产值达361.8万元，实现年平均利润97.5万元，其中年产2000吨木钙项目投资90万元，88年下半年投产，89年生产木钙减水剂2339吨，实现产值98万元，利润22.8万元，预计四年多可赚回投资。

为进一步解决红液的污染问题。经上级部门批准，又投资1946万多元，其中以补偿贸易方式利用外资260多万美元，引进美国水化学公司五体四效蒸发器等设备，新建年产2万吨木钙干粉和1.8万吨粘合剂生产车间，计划1991年竣工投产。投产后，红液可全部被利用，我厂废水的主要污染问题可得到基本解决，届时全厂有机污染物排放量可减少80%以上，同时预测可取得到显著的经济效果，按投产正常计，销售利润每年超过400万元，利润率达30%。

此外，为充分利用红液中的有效成份，并不断地开展综合利用研究，例如利用五碳糖发酵生产酒精等，以生产适销对路的综合利用产品，满足社会上需要，保证本厂综合利用生产稳定发展。

(二)、回收纤维，回用白水，减少污染。

我厂有四个抄纸车间，每天排放抄纸废水约4万吨，其中含有纤维浓度较高的网下白水约有1.5万吨。为了回收资源，减少污染，我厂在七十年代，开始研制多盘回收机并获得成功，在“六五”期间投资133万元，先后在三抄、四抄车间安装多盘回收机共五台，其中三抄车间一台，四抄车间四台（正常使用两台），分别于81年和85年投入正常运行，每台多盘回收机处理白水100m<sup>3</sup>/h，每日可回收白水纤维3~4吨。据统计，87~90年三抄四抄两个车间共回收白水纤维7651吨，节约木材16182m<sup>3</sup>，合计收益566.37万元，即每年可节省资金141.59万元，不但是回收了资源，节省了费用，而且又使白水水质有显著改善，减少了污染（见表4）。

红液综合利用方块图

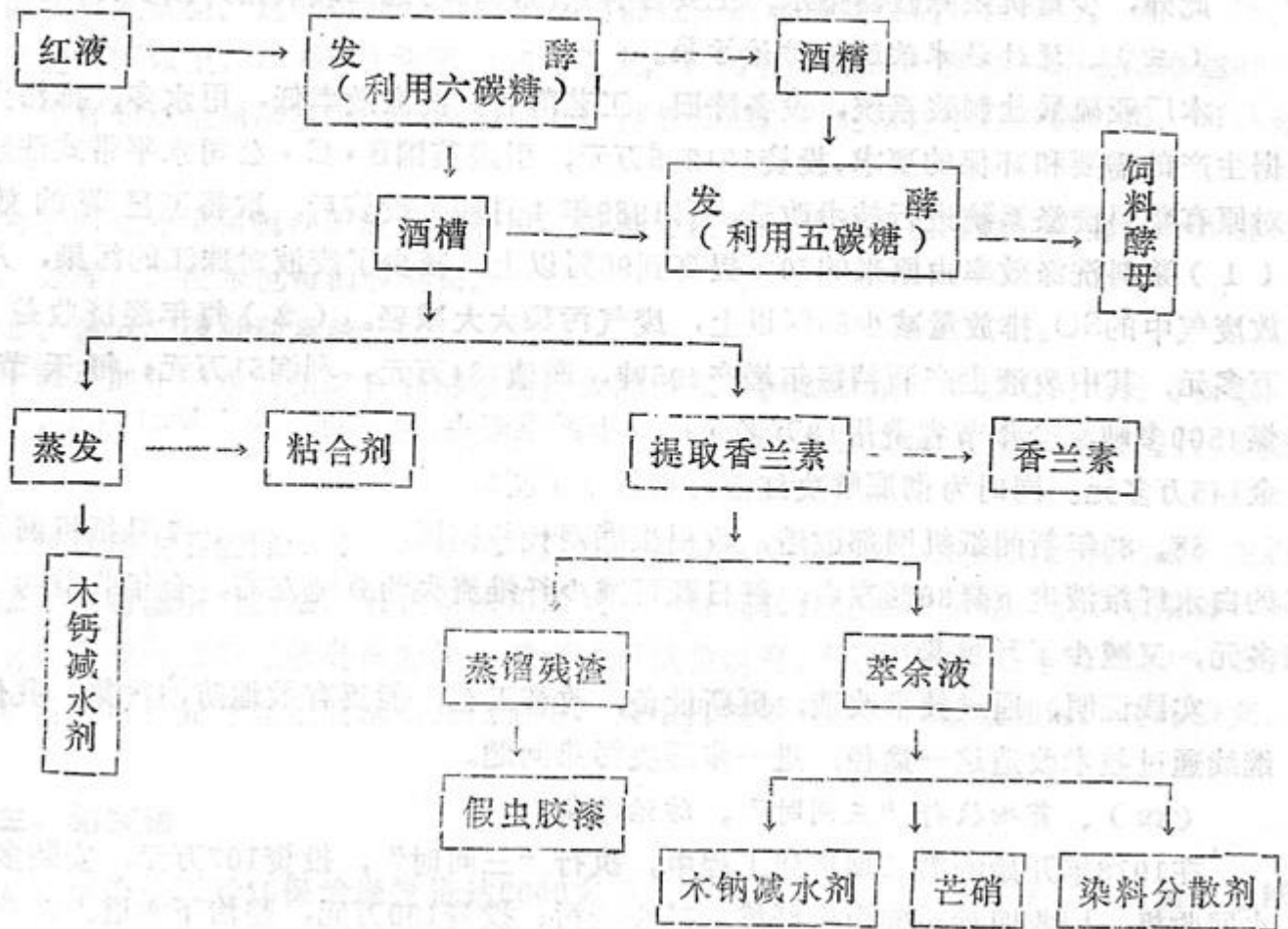


表4多盘回收机处理白水水质情况

污染物名称	进口白水浓度 (mg/l)	出口白水浓度 (mg/l)	去除率 (%)
SS	1960	527	73.1
COD <sub>Cr</sub>	1774	904	67.4
BOD <sub>5</sub>	316	137	56.6

注：表中数据为84~89年测定的平均值

在“七五”期间又投资190万元，在一抄车间安装两台多盘回收机，于1990年8月竣工投入运行，每年可回收白水纤维1400多吨，收益100多万元，还可减少100万吨废水排放。

同时要继续完善原有白水回收系统，修复二抄多盘回收机使用，力争在“八五”期间，实现抄纸白水处理率达90%以上，使白水纤维流失减少到最低限度。

在回用白水方面，除了抄纸车间本身回用一部分外，每日约有3000多吨白水作为机浆稀释用水，还有部分白水供废纸处理使用，但是仍有大部分的白水未被回用，因此要尽力做到纸机白水封闭循环使用，一水多用，例如用白水代清水用作洗浆用水，或者作为水电站水冲灰用水，以及浆池、水管等清洁用水等等。这样，就能大幅度地节约用水，



减少废水排放量。

此外，少量机浆除砂器排水，主要含有浆渣，可考虑回收利用，减少污染。

### （三）、通过技术改造，防治污染。

本厂亚硫酸盐制浆系统，设备陈旧，工艺落后，洗涤效率低，用水多，排污大，根据生产的需要和环保的要求，投资1012.5万元，引进英国B·C·公司水平带式洗浆机，对原有浆料洗涤系统进行技术改造，自1989年4月竣工投资后，取得了显著的效果：

（1）浆料洗涤效率由原来的70%提高到96%以上，减少了废液对珠江的污染，并使排放废气中的SO<sub>2</sub>排放量减少86%以上，废气污染大大减轻。（2）每年经济收益达214万多元，其中废液生产酒精每年增产495吨，产值134万元，利润51万元；每天节约用煤4500多吨，全年节省费用18万多元；减少纤维流失，每年可节约木材4158m<sup>3</sup>，节省资金145万多元。同时为彻底解决红液污染打下了基础。

88、89年新闻纸机网部改造，改用聚酯网代替铜网，使5、6、7号纸机网下排出的白水纤维液度下降30%左右，每日既可减少纤维流失约9吨左右，全年收益约226万多元，又减少了环境污染。

实践证明，通过技术改造，更新设备，改革工艺，能更有效地防治污染，我们必须继续通过技术改造这一途径，进一步解决污染问题。

### （四）、贯彻执行“三同时”，防治污染。

在1978年开始的第二期扩建工程中，执行“三同时”，投资107万元，安装多盘白水回收机，回收四抄车间白水纤维，减少染污；投资160万元，整治下水道，改造污水池，使废水清污分流，有害无害分流；投资1012.5万元，改造化浆原有洗涤系统，减少废水和废气的污染；投资2400.4万元建立陶粒车间，解决热电站煤灰水和煤灰渣的污染问题等。目前正在兴建的机浆漂白工段和废纸脱墨车间，同样要执行“三同时”。总之，要严格执行“三同时”，控制新染污，做到“增产不增污”，并努力实现轻工部提出“八五”期间“增产减污”的轻工环保总目标。

### （五）、加强环保管理，减少排污。

在厂内建立三级（厂部、车间、班组）管理体制，并逐步完善管理制度，把环保任务下达车间，同车间经济责任制挂钩，凡是环保项目都纳入车间生产管理，建立奖惩制度。例如化浆废液综合利用、抄纸白水纤维回收等，均由车间承包任务，完成得好，奖励得多，否则就要扣减奖金。同时要按规定进行检修，保证设备完好，设施正常运行。因此促进车间加强了环保管理，减少了排污。事实说明，加强环保和生产管理，是减少排污、防治污染行之有效的根本措施，不花钱或少花钱就能取得较好的环境效果，今后必须进一步加强环保管理工作。

### （六）、废水厂外处理。

由于种种原因，往往难于在生产过程中（厂内）解决全部废水的污染问题，因此需要进一步进行厂外处理。根据本厂废水水质情况和国家与地方的排放标准的要求，可分别考虑进行一、二级处理。

#### 1、建立一级处理系统。

主要处理抄纸废水、化浆精选废水，以及少量磨木筛选除砂器排水和制药硫铁矿渣水。据实验室试验，这些废水经过四个小时静置（或添加絮凝剂）沉淀后，前三者SS去除率达97%以上，BOD<sub>5</sub>去除率达55%以上，后者（硫铁矿渣水）SS去除率达98%以上，含有的重金属浓度低于国家和地方的排放标准。因此预计进行一级处理，可达标排放。

为了回收纤维和硫铁矿渣分别利用，可将上述前三部份废水同硫铁矿渣水分开进行处理，处理后的废水也可回收利用。

## 2、建立二级处理系统。

主要处理化浆车间和综合利用车间排放的污水。例如制浆红液蒸发时的污冷凝水，以及工艺清洗和跑、冒、滴、漏的污水等，合计每天约有1000m<sup>3</sup>左右，需要进行二级处理。

二级处理主要去除BOD<sub>5</sub>，其方法甚多，例如活性污泥法、生物接触氧化法、生物转盘法、生物滤塔（池）法、氧化塘法和厌氧——好气联合处理法等等。至于采用哪一种方法对我厂废水进行二级处理为佳，需要进行试验研究。不过，我厂已建有5300m<sup>3</sup>的有害污水池，可首先考虑把废水引入该池中，采用机械曝气，测试效果如何，再作研究。

## 三、结束语

1、尽管我厂对环保治理投资达6000多万元，取得了一定的环境效益，但由于造纸行业废水处理难度大，任务繁重而艰巨，目前我厂的废水污染仍然相当严重，要在短期内彻底解决废水染污问题，困难很大，因此除了企业本身要积极采取防治措施外，必须要有上级部门在技术上、经济上和政策上等方面给予大力支助，才能使废水污染问题逐步得到解决。

2、要解决制浆造纸厂的废水污染，必须首先解决化学制浆废液这个主要污染源，其次是抄纸废水的污染。坚持以厂内治理为主，厂外处理为辅的防治途径，通过技术改造，开展综合利用等等措施，使废水排放量和污染物浓度降低到最低限度，在此基础上进行厂外处理。这样，才能节省投资费用，逐步解决废水污染问题，取得一举多得的效果。

1991年1月3日修改稿

# 医院试用次氯酸钠代替酚制剂 消毒效果观察

广州铁路局环保监测站 王卓君

广州市排污监理所 王庆云

〔摘要〕 本文报道了广州市医疗部门所排污水中挥发酚的污染状况及造成污染的主要原因，同时对NaClO代替酚制剂的消毒效果进行了探讨，结果表明：含氯型消毒剂不但在消毒效果优于古典的含酚型消毒剂，并且在减少酚污染和经济效益方面都有重大作用。

## 前言

酚是一种原浆毒类毒物<sup>(1)</sup>，对人体有相当强的毒害作用。目前，广州市绝大多数医院因大量使用含酚制剂（来苏、溴水）消毒，使外排污水中挥发酚的污染日益严重，为减轻污染我们选择了铁路医院作为试点，对次氯酸钠代替来苏的消毒效果和污水中酚的变化情况进行了观察。

## 材料与方 法

### 一、采样方法

分别使用不同浓度的次氯酸钠液和来苏消毒后，在病房地面设点取样；在医院排污总口分别对使用次氯酸钠和来苏消毒时所排放污水进行采样。

### 二、检验项目与方法

检验项目：大肠菌群、细菌总数、挥发酚。

检验方法：各项目检验均参照《污染源统一监测分析方法》进行。

## 调查结果

本次调查了市、区属70家大、中型医院，绝大多数医院采用酚制剂作为地面和部分医疗器械的主要消毒剂。据统计，1989年全市医院酚类消毒剂耗量为59.67吨，折合外排挥发酚量38.9吨，超过工业生产排酚量（8.9吨/年）的3.4倍。

## 结 果

### 一、医院污水检测结果见表1

调查结果以挥发酚所占比例最高，为33.49%；悬浮物所占比例最低，仅为0.81%。

### 二、来苏与次氯酸钠消毒效果见表2

结果表明：清水拖地和用0.5%来苏拖地两组消毒效果（包括细菌和大肠菌群指标）检出合格率与未消毒组比较无显著



性差异 ( $p > 0.05$ )；用3%来苏拖地及用400ppm次氯酸钠液、800ppm次氯酸钠液拖地三组消毒效果基本一致 ( $p < 0.005$ )，纵观6种消毒方式的消毒效果，后三组消毒效果明显高于前三组 ( $p < 0.01$ )。

表1 医院污水检测情况

检测项目	等标污染负荷 (P, 总)	等标污染负荷比 (K, 总%)
挥发酚	3.38	33.49
硫化物	3.20	31.65
化学耗氧量	2.05	20.06
生化耗氧量	1.41	13.99
悬浮物	0.08	0.81

表2 来苏与次氯酸钠液消毒效果比较

消毒方式	细菌总数			大肠菌群		
	检查数	合格数	合格率 (%)	检查数	合格数	合格率 (%)
未消毒	50	0	0	50	0	0
清水拖地	20	0	0	20	1	50
0.5%来苏拖地	24	0	0	24	4	16.6
3%来苏拖地	24	14	58.3	24	21	87.5
400ppm次氯酸钠拖地	49	37	75.5	49	49	100
800ppm次氯酸钠拖地	25	19	76.0	25	23	92.0

三、铁路医院采用不同消毒剂费用统计见表3。

表3 铁路医院采用不同消毒剂费用统计 (年)

消毒面积 (米 <sup>2</sup> )	来苏消毒		次氯酸钠消毒	
	消耗量 (T)	费用 (元)	消耗量 (T)	费用 (元)
10380	1.968	18432.00	3.6	1872.00

\*此价为1989年价

四、污水中挥发酚含量从停用来苏前的1.268mg/L降至0.150mg/L

## 讨论

酚作为一种中等强度的化学毒物,可造成水体水质的恶化及影响水生生物的生长<sup>(1)</sup>,加上处理工艺复杂,对环境的危害极大。目前医院排酚污染严重,89~90年度对市内医院237次定期检测发现,医院污水中酚的超标率高达61.2%,占各污染物等标污染负荷比的33.49%,成为医院污水中的主要污染指标。造成酚排放超标的原因是多方面的,其中医院大量使用酚类消毒剂是造成污染的主要原因。铁路医院和其它医院的调查表明,停用酚类消毒剂即可使污水中挥发酚的含量明显降低,由停用前超标3倍降至合格。若全市停用来苏等酚类制剂,将使广州市每年外排酚量减少81.4%,有显著的环境效益。

酚制剂是医院常用的消毒剂,但近年大量研究结果<sup>(2)</sup>表明,酚只能杀灭繁殖型细菌,对肝炎病毒和绿脓杆菌等芽胞型细菌灭活效果较差。而含氯制剂对各类病原体均有较好的杀灭作用,本次实验结果(表2)表明,次氯酸钠消毒效果略优

于来苏,但两者对地面和便盆等一般医疗器械的消毒均能达到规定的卫生要求。另外,此次调查证实,目前一些医院所采取的清水或低浓度来苏消毒的方法完全起不到作用,而使用较低浓度的次氯酸钠(400ppm)消毒,即能达到较满意的消毒效果。

次氯酸钠作为酚制剂的替代消毒剂,除可保证有良好的消毒效果和环境效益,还可有相当明显的经济效益。以铁路医院为例(表3),改用次氯酸钠替代酚制剂,一年每张病床的消毒费用将由36.86元降至3.74元,仅此一项每年可节约开支16560元。据测算,今后若在全市范围内推广,每年全市卫生系统将可减少消毒费用50多万元。由此可见,用氯制剂代替含酚消毒剂前景广阔。

## 参考文献

- 1 上海第一医学院《环境卫生学》P114~116
- 2 实用流行病学编委会《实用流行病学》P127



# 石墨炉原子吸收光谱

## ——走向绝对分析

黄汉树译 费伯明校

Borisv. Lvov

本文向读者阐述了过去十年在石墨炉原子吸收光谱方面取得的主要进步。重点阐述了用改进的恒温平台炉技术测定碱土金属和稀土元素的方法，根据吸收信号轮廓的完整信息，用计算机处理方法作校正曲线的曲率校正。本文也讨论了在进行绝对分析之前必须解决的一些理论上和方法上的问题，还指出，随时间灵敏度变化及同类型仪器校正的差的各种因素。

关键词：石墨炉原子吸收光谱；碱土和稀土元素的测定；校正曲线的自动校正；绝对分析。

本文的题目是有来历的，第一次使用与本题目相类似的标题是我在美国费城第六次原子吸收光谱国际会议上的一篇报告，该报告的题目是“电热原子化——通向原子吸收绝对分析方法之路”。作者总结了该论文发表后的十年里的成果梗概，并试图为将来研究提出目标。

### 历史背景

对于那些在八十年代参加石墨炉原子吸收光谱的研究人员来说，有件事是挺有趣的，这一方法在开始曾经历一次迅猛的发展，但在七十年代中，这方法又经历一段停滞时期，这是由于当时使用的商业上的仪器，在分析中遇到的强光谱干扰及显著的基体效应等原因引起的。1976年在费城发表的论文中，我试图追究了这件事的

根源，并提出了石墨平台蒸发样品和积分吸收的测定方法以解决这个问题。

应该承认，与象石墨池等其它一些不能得到商业界重视和支持的技术发明不同，我这个项目得到的赞助多些。原因可能是：我正是在石墨炉原子吸收光谱方法很明显需要本质上的改进，而多数研究者还没有对其它诸如电感耦合等离子体原子发射光谱、光声光谱、激光增强离子光谱等流行的分析方法感兴趣时提出了这种观点。此外，七十年代中期开始，仪器计算机化、自动化及用塞曼效应校正光谱干扰等，也起了一定的作用。的确，没有自动进样器，我们很难有效地使用平台，信号积分的使用要求快速的电子数字显示和塞曼效应背景校正器。

斯拉文(Slavin)在绝对分析中，最



感兴趣的是实施上述的提议及对石墨炉原子吸收光谱不断地进行革新。经过对各种可能的工具、方法及广泛进行最有效的技术挑选，斯拉文及其同事们研究出一种现在被称为“等温平台炉”（STPE）的分析系统，这个系统既没有完全消除、也没有大量减低基体效应。在大多数的情况下，分析是通过简化了的校准方法进行的，仅仅使用含有分析物及改进剂的参比溶液。

虽然“等温平台炉”的分析方法有简单和准确等特点，但它没有很快地为普遍接受，它需要做些琐碎的、耐心的工作，以阐述等温平台炉比传统方法的优越之处，说明每个备件的特定意义，最重要的是，证明在实用分析中，等温平台炉的长处，由于斯拉文及其同事们的努力及一些研究单位的支持，最近“等温平台炉”观念已大大普及了。

列宁格勒工艺学院分析化学系也在从事研究等温平台炉，我们最近的主要成果概述如下：

1、实验证明了在石墨炉加热过程中有高浓度的气态碳存在。这个发现，已用于解析某些屏蔽气体、样品蒸发技术及炉体的材料对分析信号的不寻常作用。

2、在石墨炉中蒸发Al、Ga、In和Tl时，在波长200~300nm处观察到的分子光谱已被证实是 $AlC_2$ 、 $GaC_2$ 、 $InC_2$ 、 $TlC_2$ 和 $Tl_2C_2$ 分子。

3、我们研究了在热预处理期间，样品沿管的x轴方向再分配对吸收信号的影响，并证明了，需要在停气的条件下进行原子化。

4、在理论上计算出40个元素的特征量，并与实验数据相比较。还计算出60个元素在氩气中相应的原子扩散系数。

5、研究了使用等温平台炉改进型来测定碱土及稀土元素的方法。

6、发展了一种自动技术，用于校正曲线的曲率校正。

前四项是关于等温平台在理论上的有效性，后两项是试图避免这项技术的一系列缺点，即用这门技术和校正曲线的弯曲，可以测定数目有限的几种元素。

### 用改进的等温平台技术测定碱土和稀土元素

目前，用标准的等温平台炉技术，即在石墨平台上进行样品蒸发的方法，能进行测定的元素大约有30个，其余的元素包括大部分碱土金属（Ca、Sr和Ba）和稀土金属（Sc、Y和镧系金属）不能在短时间内在平台上蒸发。此外，大多数稀土元素很难蒸发，即使在炉壁上也不能完全蒸发。

我们已成功地解决了这个问题，方法很简单，就是用钽平台代替标准的热解石墨平台，用钽箔做管子的衬里，以此作为保障等温原子化条件的手段。这种平台不但保持了原平台的主要优点，而且性能有所提高。图1表示的是根据不同的炉温 $Y_b$ 的吸收信号，可以从该图看出，样品从

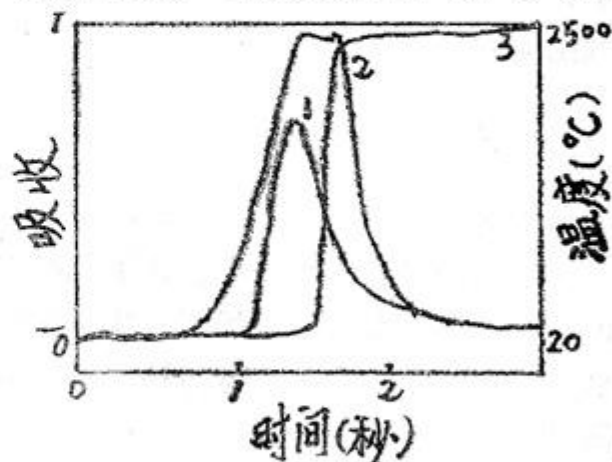


图1 1、Yb从炉壁蒸发  
2、Yb从钽箔加固炉的钽平台蒸发  
3、表示炉温的变化

平台上蒸发比从炉壁上蒸发延迟了约0.3秒, 所以信号在原子化的等温区内。其它稀土元素的吸收信号的延迟甚至比Y<sub>3</sub>还要长一些。

要提高元素的蒸发率和灵敏度, 最重要的是使样品和原子蒸气从碳中分出, 这与我们早期发展的概念完全一致, 即考虑元素在蒸发和原子化时, 过量的气态碳能起形成气态碳化物和单氯化物的作用。

在炉子方面, 经过稍微的改进, 使等温平台炉能够测定碱土和稀土元素。其灵敏度接近于其它元素(见表1)。原子化温度为2400~2600°C, 原子化时间为3~5秒, 炉子实际上没有记忆效应。用厚0.15毫米、长14毫米钽箔衬里的管子, 其分析使用寿命约为100个加热周期, 其替换工作很简单。钽平台的寿命可达300~500个加热周期。

表1 碱土和稀土元素测定条件和灵敏度

元 素	波 长 (nm)	原子化温度 (°C)	保持时间 (秒)	特 征 量 (pg)	
				峰高	峰面积
Ba	553.6	2550	4	2.5	4.3
Ce	567.0	2500	3	1000	3200
Dy	421.1	2550	4	2.8	6.5
Er	400.8	2550	4	6.6	17
Eu	459.4	2400	4	1.7	4.2
Gd	407.9	2600	5	200	210
Ho	410.4	2600	4	7.0	18
La	550.1	2400	4	250	550
Nd	492.5	2550	4	46	140
Pr	494.0	2550	3	330	1300
Sc	391.2	2550	4	3.6	8.7
Sm	429.7	2500	4	30	100
Sr	460.7	2500	3	0.3	0.8
Tb	432.6	2600	4	30	90
Tm	371.8	2550	4	1.1	3.1
Y	410.2	2600	5	25	38
Yb	398.8	2400	4	0.75	1.7

获得的最难原子化的(Ce、La、Pr和Y(图2)等元素的吸收信号说明本方法的优点。另外, 使用钽平台和常规的或箔片衬里的石墨炉能使蒸发率提高, 从而使某些难于从石墨平台上蒸发的元素、例如Be、Cr、Li和Si在检测限之内。

#### 校正曲线的自动控制

上述等温平台的第二个不足之处, 是所有火焰和电热原子化方法所共有的, 这就是常规的校正方法过程是很费时的, 而且不可靠, 特别是当校正曲线出现明显弯曲时, 这是使用塞曼效应背景校正器时,

大多数分析线的特征。要制作一条完整的校正曲线，要求测定5~6个参比溶液，如果每个参比溶液要进行2个或3个的平行测定，这就使工作程序加长，要付出更多的劳动。

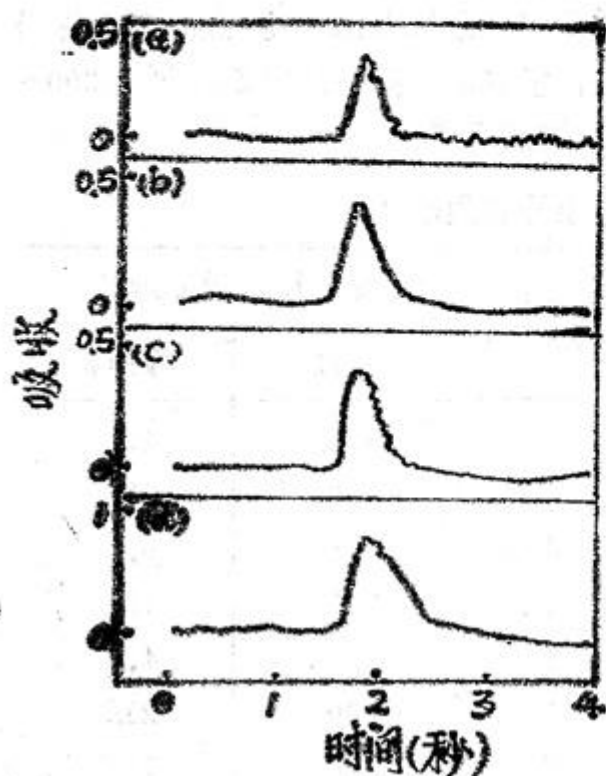


图2 吸收信号

(a) Ce 90ng; (b) La 20ng

(c) Pr 50ng; (d) Y 5ng

测量条件: 表1 规空的条件

此外，使用非线性校正曲线  $SA(t)$   $dt = f(m)$ ，要求校正和分析的信号在轮廓方面完全一致。在分析实际样品中，当使用纯参比溶液作为校正曲线的组分时，这个条件是不能满足的。结果，由于校正曲线是非线性，运用特征量  $m_0$  作为计算分析物含量的唯一参数就受到一定的限制，而运用加入法也就成为不可能的事了。

在我们实验室里，我们提出并发展了一种全新的校准的方法，可以克服上述的所有缺点，它是根据分析物的二个质量的

脉冲形状记录在计算机上的信息为依据的(图3a)。注意，我们选择了一种用以记录较小信号的分析质量，这样，峰值高度就落在校正曲线的直线部分，我们还选择了用于记录较大信号的分析质量，这

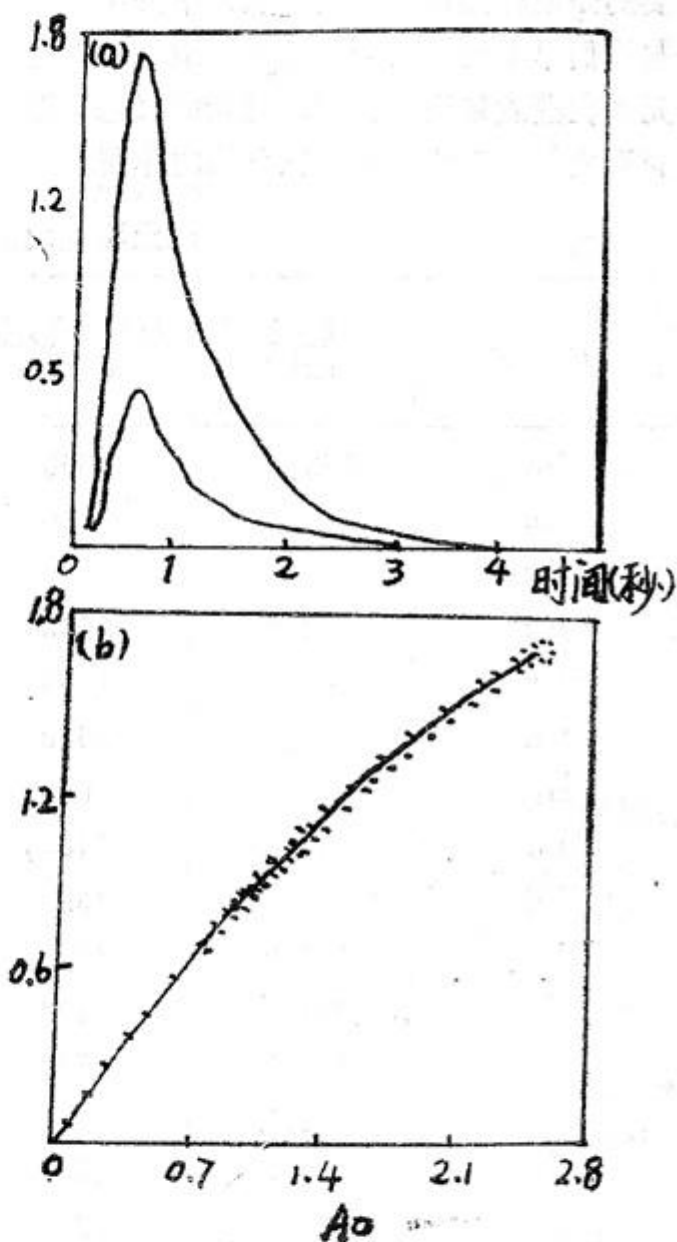


图3

(a) Cu: A, 7ng的吸收信号

B, 1.5ng的吸收信号

(b) Cu的标准校正曲线

波长: 327.4nm

狭缝: 2 nm

灯电流: 30mA

回归系数:  $a = -0.18$

$b = -0.01$



样,直到“反转”水平的全部吸收值都包括在内了。这二种脉冲的形状必须相似,它们才能测量。在大多数的情况下,相对于难于蒸发的基体中测定蒸发的元素是可以得到保证的。

通过对比  $A_1 = f(x)$  和  $A_2 = f(x)$  二个脉冲的连续值,我们很容易得到一个标准化的校准曲线  $A = f(A_0)$ , 这里,  $A_0$  是假设与理想的线性校准并存的吸收率(图 3-b)。非线性的回归系数  $a$  和  $b$  用一般的算法来确定:

$$A_0 = A / (1 + aA + bA^2) \dots \dots (1)$$

如果吸收脉冲为 2 秒,记录速度是每秒 50 点,则我们可以用这 100 点做出一条标准校正曲线。如用测量峰高的传统方法,要取得上述结果,要记录 100 个吸收脉冲,如用这一技术上需 2 个。

在分析中,用系数  $a$  和  $b$  来校正  $A$  的连续值,求出  $A_0$ , 然后以通常的方法进行计算积分吸收,  $\int A_0(t) dt$ , 并用下列式子求出分析物质的量:

$$m = \frac{m_0 \int A_0(t) dt \dots \dots (2)}{0.0044}$$

用珀金-埃尔曼 5000 型原子吸收分光光度计和 HGA-500 型石墨炉以及使用 3500 型数据库进行试验,其结果表明;上述的曲线正校技术比传统的要简单和准确,特别是在测量较强的信号时。表 2 说明了这一点,这个表分别考虑了校准曲线的弯曲和不考虑校准曲线的弯曲情况下,对 Mn 的不同含量的测定,在计算中,使用  $m_0$  常数。表 3 使用同样的技术与加入法结合得到的结果。这二个例子中,证明此技术是高效率的。

表 2 Mn 的测定 波长: 279.5nm; 空心阴极灯; 灯电流: 30ma; 狭缝: 2 nm

含量 (pg)	吸收峰高	测定值	
		考虑曲线弯曲	不考虑曲线弯曲
640	0.86	636	520
320	0.54	323	301
132	0.25	130	128
64	0.14	68	68

表 3 加入法 Mn 的测定

含量 (pg)	加入量 (pg)	测定值	
		考虑曲线弯曲	不考虑曲线弯曲
132	188	133	139
132	508	132	166

### 结论

如果一个人看到了石墨炉原子吸收

光谱在过去十年中的全部发展历程中,不可能不为其在仪器、方法、尤其在分析特征方面发生巨大的变化而感到惊奇。这里

只讨论一个最重要的发展, 液体样品的定量和分析已经全部自动化了。其得到的结果, 随机误差 3%~8% 降至 1%~2%。由于使用了热解涂层管、平台以及快速加热炉, 许多元素的测定灵敏度提高了近 10 倍。石墨管的分析使用寿命从 50~200 个周期延至 500~1000 个周期。由于使用了塞曼效应, 已经可以对 1.7~2 的背景吸收值进行校正。此外, 我们还发现了 pd 这个通用性的基体改进剂。在许多情况下, 用等温平台炉是用分析物质的参比溶液进行测定得到校正曲线的, 而不是使用标准样品。由于使用钽平台和用钽箔衬里的石墨管, 用等温平台炉已经能测定的元素提高到 50 个以上。因使用了曲线自动校正, 大大扩展了吸收测量的动态范围。只要知道特征量, 便可计算分析物质的含量。最后还阐明了灵敏度理论计算的可能性。

我们不但在应用方面取得成果, 而且在石墨炉原子化器内产生的物理和化学方面的过程研究取得了进步。同时, 我们必须承认, 普遍为大家接受的这些理论水平是不适于在逻辑上解决许多实际问题的, 况且, 有时这些观念阻碍而不是促进这些技术的发展。如何用其它理论能够解析等温平台炉技术测定碱土元素和稀土元素, 过是一个悬而未决的问题。

所以, 对原子化过程的基楚研究, 现在显得更为紧迫了。各种可能利用的方法中, 在我们看来, 最为有效的是扫描电子显微镜、四极矩质谱法 (quadrupole mass spectrometry) 和光分子光谱 (optical molecular spectroscopy), 它们提供了唯一的可能在样品原子化过程中, 直接测定气相的组成, 包括不稳定的分子 ( $C_n$ ,  $MC_n$ ,  $CN$ ,  $MCN$ )。

在通向绝对分析进程中, 主要的目的

之一是揭示和克服导致校正不稳定的主要因素, 揭示和克服甚至对于同一类型的仪器也会造成获得的特征量数值有差异的问题。在极端条件下, 这种差异率可达 2 倍, 这里有几个原因: (i), 分析者选用的条件不同 (灯的型号, 灯电流, 光谱狭缝, 原子化温度, 积分时间及在一条非线性校正曲线中, 分析物质在管中的量); (ii), 在仪器操作中, 可能难于控制引起的偏差 (管和平台的形状, 石墨热解涂层的质量, 自动进样器吸管的校正, 塞曼校正器的调整, 磁场强度, 吸收单位读数的校正); (iii), 外部原因 (大气压力的自然变化, 稀参比溶液的不稳定性及由于水份蒸发引起样品杯中分析物质浓度的变化)。

如果考虑和合理处理所有过些因素, 毫无疑问, 测量仪器校正的变化率可以降低到随机误差的水平。当然, 这些因素对校正的影响与控制这些因素的可能性是完全不同的。最大的困难在于在实验期间热解涂层的质量和塞曼背景校正器的性能。

为增加能测定的元素和分析线, 包括对塞曼石墨炉原子吸收灵敏度损失的因素、修改某些物理常数 (振子强度,  $\alpha$ -参数和用于分析线中计算超精细结构的  $\delta$ -系数) 以及改进使用等温平台炉条件形成原子蒸气柱的模型, 必须继续在理论上计算特征量的数值。

当我们看到, 现时这个方法进展的背景以及这个方法的潜力时, 通往绝对分析的道路并不像十年前那么遥远了。

黄汉树译自《原子光谱分析杂志》第 3 卷 1988 年 1 月

(Journal of Analytical Atomic Spectrometry, January 1988, Vol. 3)

# 氟化钠对大型蚤及珠江蚤急性毒性

广州市卫生防疫站 肖斌权 刘天慧

目前对饮用水加氟的争论很大,氟在水中的最高允许浓度问题世界上还未有统一标准。而自1982年国际标准组织(ISO)及美国环保局等(1975)对大型水蚤(*Daphnia magna* Straus)的生物测试规范作了试行规定后,我国除修瑞琴等(1985)正在进行研究外,至今尚未建立起来。用大型水蚤作为实验生物对氟化钠的毒性进行了研究,并针对广州是南方亚热带气候,选用一种在南方地区常见的珠江蚤做了比较试验。

试验用蚤为①高温大型蚤(*Daphnia magna* HB)是1987年从武汉科学院水生生物所引进,在暨南大学水生生物中心实验室中已养培了两年。②珠江蚤(*Daphnia*

SP)由珠江采集来,在培养蚤种的过程中,先后进行了五次筛选,保证了种群的单一性。珠江蚤(现未正式通过分类专家定学名),该“中心”的珠江蚤来自2只成体。

试验用水为自然曝气自来水;氟化钠是广州化学试剂厂生产的分析纯结晶粉末;配药用水为无离子水。

本试验方法参考国家环境保护局1987年颁发的环境监测技术规范第四册生物(水生生物)部份。

氟化钠对大型水蚤48小时的 $EG_{50}$ 为366.58PPm95%可信限为461.31~318.40PPm。试验结果见表1。

表1 氟化钠对大型水蚤48小时生存影响\*

浓度(PPm)	动物个数(只)	运动受抑制水蚤(%)	浓度对数	机率
750	30	100	2.88	
560	30	97.8	2.74	7.05
420	30	81.3	2.62	5.88
320	30	31.7	2.50	4.53
280	30	20.0	2.45	4.16
240	30	4.5	2.38	3.30
对照	30	0	0	

\* 三次实验的平均数。



氟化钠对珠江蚤48小时 $EC_{50}$ 为269.15PPm, 95%的可信限为231.42~306.76PPm。见表2。

从实验观察到; 中毒水蚤先出现活动异常, 然后完全失去自由游泳能力, 停在

容器底部不动。但由实验条件所限, 未检出水蚤的心脏是否停止活动(死亡), 另外, 氟化钠对珠蚤与对大型蚤毒性相差不大, 珠江蚤更为敏感。

表2 氟化钠对珠江蚤48小时生存影响\*

浓度 (PPm)	动物个数 (只)	运动受抑制水蚤 (%)	浓度对数	机 率
420	30	100	2.62	
370	30	86	2.56	6.08
320	30	84	2.50	5.99
280	30	80	2.44	5.84
240	30	20	2.38	4.16
对照	30	0	0	

\* 三次实验的平均值

在进行两种蚤的急性毒性试验时, 实验用水充分通气, 溶解氧足够, 实验温度为 $20 \pm 0.5^{\circ}C$ 。而值得探讨的是大型蚤是温带种类, 适应温度可能要高, 于 $20^{\circ}C$ 。Jakahashi (1985) 等在比较不同温度下Ceriodaphnia和Daphnia对四种烷基化合物的毒性反应时, 发现Ceriodaphnia在 $24^{\circ}C$ 时比 $20^{\circ}C$ 时更为敏感。因此, 有

必要另外选择适当的实验温度。

Carins (1984) 认为: 作为生物测试的动物, 应该是繁殖的周期短, 易在实验室培养, 对毒物反应敏感等特性, 而且最好是当地的土生种类。结合本实验的结果, 珠江蚤是很有希望被选择作为南方水体监测的测试生物, 当然, 它是不能代替作为国际标准实验生物的大型蚤。

参考文献略。

# 用磁流体分离乳化油废水的方法

广州市环境监测中心站 陈家汉

广州市环境保护研究所 黄绳纪

废水中乳化油通常为O/W型，其分散相的粒子大小为 $<30\mu$ 的油滴。乳化的油滴被乳化剂(表面活性剂)复盖着、形成一层亲水保护层，稳定地分散于水相中，用简单的物理方法破乳、分层，去除是困难的。尤其对加入非离子表面活性剂，所形成的稳定分散乳化液，即使加入无机凝聚剂，使乳化液的油分聚结，把油分及表面活性剂两者同时从废水中除去亦是困难的。

日本早田文隆、汤川隆男两人通过实验证实：在非离子表面活性剂的作用下稳定分散的含油废水，使油分和表面活性剂通过与磁流体混合聚结，然后输入高梯度磁分离器，使油分与表面活性剂从磁化水中分离，除去是可能的。

他们发明的方法，即使用磁流体中磁性粒子直径为 $50\sim 300\text{ \AA}$  (如 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 的强磁体)，表面涂上稳定的界面活性剂，使其在溶液中分散。其比重一般为 $0.8\sim 1.2\text{ g/cm}^3$ ，饱和液化强度为 $100\sim 400$ 高斯。磁性流体根据废水中油分和表面活性剂的量大约为废水的 $1:10^{-5}\sim 10^{-3}$ ，所用的高梯度液分离器是在外加磁场的圆筒中，填充满钢丝绒为滤料的一个装置。

根据实例试验如下：

把煤油85%，壬基苯基系的表面活性剂15%的混合物加入纯水中，制成模拟乳化油的废水浓度为1000PPm，加入液体石腊为基质的磁流体分别为250和500PPm，

用搅拌器(6000rPm)搅拌5分钟后，以流速10Mlhr，通过高梯度磁分离器、高梯度磁分离器外部磁场强度为 $0\sim 10000$ 高斯、进行废水中油分和非离子表面活性剂的分离试验。实例见流程图1：

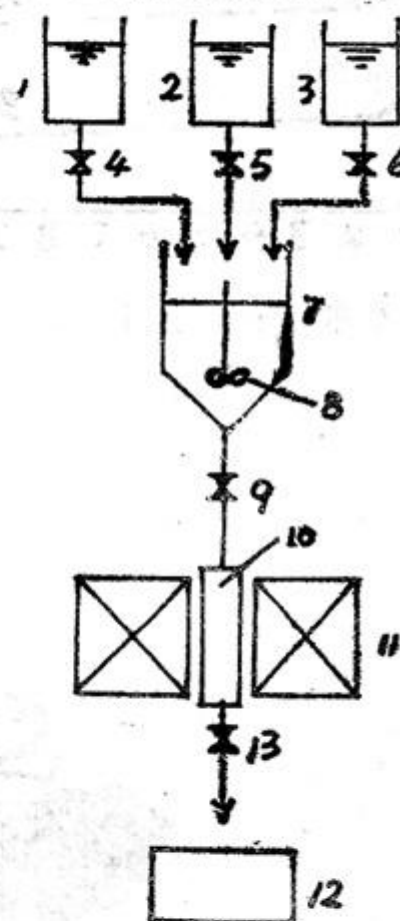


图1：流程图

- 1、水
- 2、含乳化油废水
- 3、磁性流体
- 7、搅拌槽
- 10、滤料圆筒
- 11、磁场发生装置
- 12、受水槽

水1、含油废水2和磁流体3各自通过阀门4、5和6，输入搅拌槽7，用搅拌机8搅拌后，通过阀门9输入磁场发生

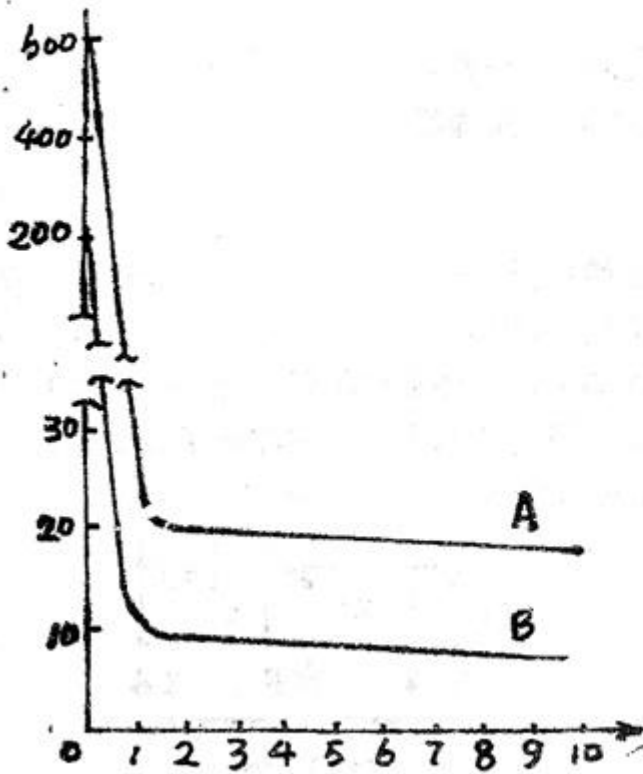


图2 外部磁场强度 (KG)

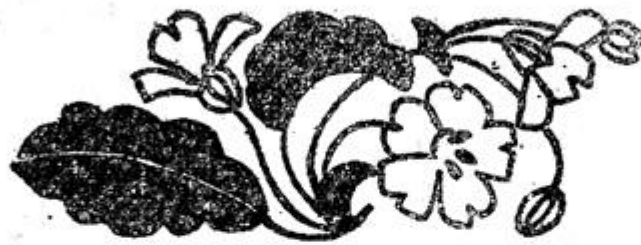
装置11内所置的园筒内的滤料10中，于是磁流体和油分的缔合物被磁化分离，通过阀门13放出净化水，置于受水槽12内。

实例见图2结果：是表示磁化分离机外部磁场强度 (KG) 下，处理水中 (净化水) 总碳含量 (PPm) 的关系，图中A和B表示添加磁流体浓度各自为600PPm和200PPm的情况。

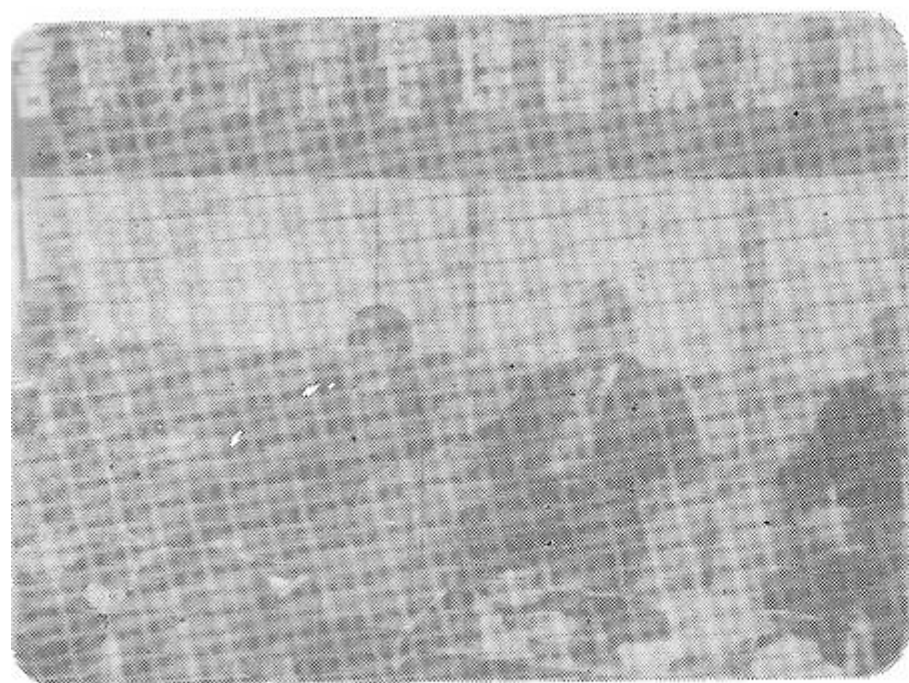
图中明确表示，处理水中的总碳含量由600PPm降为20PPm以下，其分离去除效率达到95%以上，证实油分和表面活性剂大体上能完全分离除去。

以上实验表明非离子表面活性剂和被稳定分散的含油废水，用简单的方面是能够把油分和表面活性剂一起分离除去。

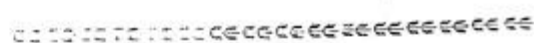
编译自《公开特许公报昭44-65179



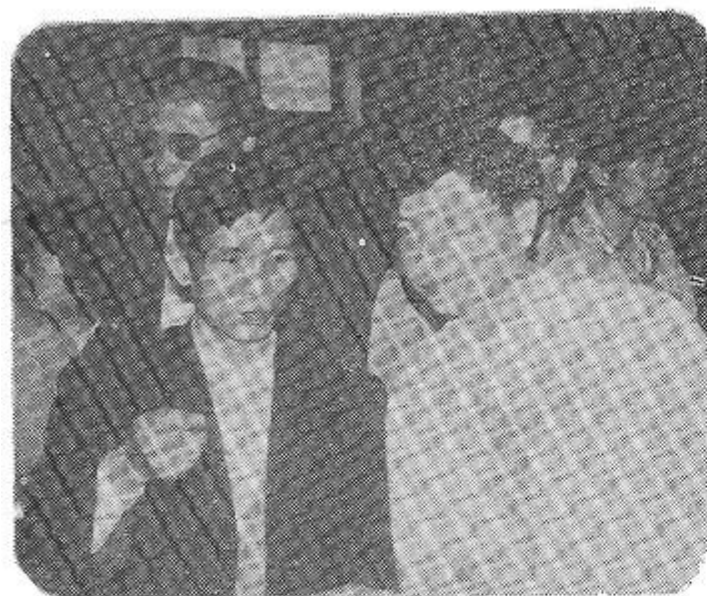
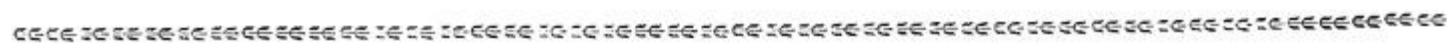
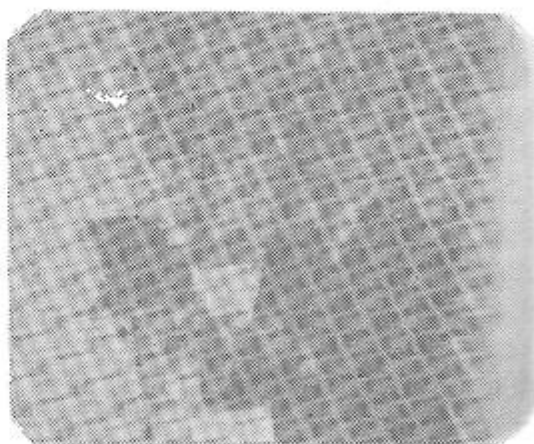




▶ 美籍华人沈铎教授在培训班上讲课。



◀ 国家环保局在广州举办《有害废物环境管理国际培训班》，市环保办吴广沫主任出席了开幕式（左三）。



▶ 1990年6月28日，广州市进行污染事故隐患与污染治理设施运行大检查，市环保办郑濯纓副主任在现场认真听取介绍（左二）。

◀ 广州市环保办甘海章副主任在广东省、广州市环保科技情报网共同召开的广东省印染废水治理技术交流会上，细心倾听有关专家讲解（右一）。

