

# 广州环境科学

GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCES

第14卷 第3期

VOL. 14 NO. 3



1999

广州市环境科学学会 主办  
广州中药一厂 协办

## 目 次

管 理 坛	生命周期评价 ..... 黄先玉等(1) 我国机动车污染物排放标准的发展进程 ..... 葛 奕等(4) 关于我国环境标志制度发展的思考 ..... 钱 茜等(9)
研 究 报 告	茂名市 SO <sub>2</sub> 大气环境容量研究 ..... 王树功(13) 珠江三角洲某乡镇大气气溶胶中毒害性有机污染物的初步研究 ..... 罗丽红等(17)
环 境 工 程	火电烟气脱硫除硝技术介绍(三) ..... 黄谦德(21) 超滤技术及其在制浆造纸工业废水处理中的应用 ..... 贾风莲等(25)
综 述	植物对金属镉的吸收、分配及其影响因素 ..... 章金鸿等(28)
环 境 监 测	激光散射法测量微粒粒径分布 ..... 吴开华等(33) 扣除空白的回归计算 ..... 黄静平等(35)
调 查 研 究	广州市机动车排气净化技术应用效果分析 ..... 莫秀贞等(38)
环 境 教 育	关于广大干部群体的环境教育问题 ..... 丁仲时等(42)
读 者 地 园	次氯酸钠发生器在电镀废水处理中的应用 ..... 梁胜昌等(45) 地下水质量评价的数据计算方法 ..... 范元中(46)
国 内 简 讯	广州市环境科学学会召开第五次代表大会(44) 广州市环境科学学会第五届理事会 常务理事名单(44) 广州市环境科学学会 1997 年优秀学术论文(24) 广州市环境科学 学会 1998 年优秀论文(37)
国 外 动 态	日推行太阳能电池新住宅开发计划(12) 美国全面普查环境激素(12) 土壤净化汽车 排气污染(12) 简易增强塑料制造技术(12) 日开发生活垃圾消灭机(41) 珊瑚吸收 CO <sub>2</sub> 可与热带雨林匹敌(41)
封 面 摄 影	广州市环保先进单位 ——广州市大坦沙污水处理厂

# 生命周期评价

黄先玉 刘沛然

(中山大学环境科学研究所, 广州 510275)

**摘要** 介绍了一种全新的环境评价方法和全面的环境管理工具——生命周期评价的概念, 并对其主要环节及意义进行分析。

**关键词** 环境管理 生命周期评价 环境评价

## 1 生命周期评价的产生和发展

生命周期评价(简称LCA), 最早出现于70年代初美国工业企业界发起的一系列针对包装品的资源与环境状况分析(REPA)。1990年国际环境毒理学与化学学会(SETAC)首次主持召开了有关生命周期评价的国际研讨会, 首次提出“生命周期评价”这个名称。随后, 欧美的一些国家, 如荷、德、瑞、葡等国都进行了许多关于LCA的案例分析和理论探讨。但LCA的理论研究还并不成熟, 案例的研究范围也十分有限。目前, 国际标准化组织(ISO)正试图将LCA的概念、技术框架等标准化, 以规范社会各界所有组织的活动、产品和服务的环境行为。

## 2 生命周期评价的概念

通俗的定义: 通过对一个产品、生产工艺或活动在其生命周期过程中能量和物质的利用以及由此造成的环境废物的排放的辨认和量化, 来对其生命周期过程中对资源和环境影响所进行的全面的分析与评价, 并企图找到改善的途径。

LCA目前做得较多的是产品的生命周期评价, 产品的生命周期一般包括以下三个阶段: (1) 产品的前身阶段: 即原材料和能源的采掘、运输等阶段; (2) 产品阶段: 即原材料的加工、产品的制造、包装、运输、存贮、销售、消费(包括使用、保养、存贮、

维修等)、再利用的阶段; (3) 产品的后身阶段: 产品丧失其使用功能后的回收、运输、处置等管理阶段。

## 3 生命周期评价的主要环节分析

LCA的程序一般要包括以下四个部分。

### 3.1 目标和范围的界定

目标和范围的界定是LCA的基础阶段。目标的界定是指确定LCA研究的目的和预定的目标。开展LCA有的是为了政府制定某项政策法规, 有的是为了企业改革工艺或为了寻找替代品及产品的开发。范围的界定是指根据研究的目标确定研究系统的边界、所收集数据的要求等, 范围的界定一定要满足研究的目标。系统边界包括产品生命周期边界和环境影响边界; 数据的要求包括数据数量和质量(考虑数据的时空跨度、技术水平等)的要求。在进行系统边界的定义时, 不能歪曲或丧失产品的基本功能。

### 3.2 数据清单分析

指对前一阶段确定的系统边界内的所有过程对资源和能源的消耗及对环境的排放物进行量化和合理性分析, 并制出一个投入、产出表。投入包括生命周期过程中各种资源、物料和能源、人力的投入; 产出包括生命周期过程中各阶段排出的三废及各种微量有害物质、副产品等。清单分析的基础工作就是收集数据。数据的类型主要包括投入的能量、

原材料、产出的终产品、中间产品以及排放的废物等。数据的收集可从与工艺活动有关的生产场地、出版社直接得到,也可依据一些工艺、化学原理间接测算或估计等得到,还有通过专家咨询等途径得到。

目前,清单分析方法还没有标准化,即数据的选择标准、分析处理方法都还没有规范,而且标准化的清单模型也有待研究;其次,数据的收集具有一定的困难,LCA分析是有关跨行业、甚至跨国的信息交流过程,我国还没有一个共享的数据库,其工作量是相当大的,而且即使有,也还要根据各个国家、区域或行业、单位的实际经济、科技水平进行取舍。因此,快速、准确地收集数据相当困难;再次,关于如何在投入表中表示出人力的投入,如何对产出物中的非产品物质进行资源或废物的划分及量化也是没有定论的;最后,一个生命周期中排出的环境释放物成千上万种,要想分门别类进行量化也是非常困难的。

### 3.3 影响评价

影响评价就是将清单阶段投入和产出的物质和能量的数量进行定性分类和定量转化、累加,并给予评价,以最终确定和比较不同产品或工艺的整个生命周期过程对环境 and 资源的影响的大小。这个阶段又分为三个步骤。第一步:定性分类,即将环境因子建立起对应的联系,也就是说将对某一环境影响类型有一致或相似影响的排放物分作一类,以探明各影响因子对环境造成影响的途径,掌握哪些污染物对哪些环境影响类型有贡献,以掌握一种产品在多大范围内对环境产生什么样的和多大的影响,并确定下一步分析评价的对象;第二步:数据的特性化,即将每一类型的环境影响中所包含的影响因子对此种环境影响类型影响的强度或程度量化,并归结为一个指标。量化的方法是当量因子法,一般将每一类型环境影响中贡献率最大的影响因子作为标准来量化,如全球变暖

通常是采用CO<sub>2</sub>作为标准,其余的对全球变暖有影响的污染物则按一定的标准(即多少单位的某一污染物对全球变暖的贡献相当于1个单位的CO<sub>2</sub>对全球变暖的贡献)量化为CO<sub>2</sub>的量,然后把每一类型的环境影响的重要性进行排序并赋值,然后归结为单一的指标,从而对不同产品、不同的工艺或不同的活动进行比较。加权的方法有很多,目前采用较多的是专家打分法和模型推算法(如目标距离法,即距离目标值越近,权越重)。

目前,影响评价的理论和方法正处于探索阶段,还有许多地方需要完善,主要表现在以下几个方面:第一,环境清单转化为环境影响的模型需要进行标准化和规范化;第二,每一个影响因子对其所对应的环境影响类型的影响程度除了与它的排放量、排放方式有关外,还与环境条件、发生的时间地点等有关,而且常常是非线性的;第三,几种影响因子对同一类型的环境影响造成的影响程度并不等于它们简单的累加,而可能有相互协同或拮抗的效果;第四,数据的特性化还没有统一的规范的标准,且把不同的环境影响类型赋值及归结为一个指标目前也还没有统一的标准,这些都有待于研讨。

### 3.4 改善评价

LCA的目的,不管是从企业的角度来讲,还是从政府的角度来讲,都不外乎是为了取得更好的经济效益、环境效益和社会效益,而LCA的作用就在于能通过产品、工艺或活动的生命周期中物质和能量的输入、输出的考查和分析,提出一些资源消耗和污染物排放的改进措施,如改变产品结构、改进工艺、改变废弃物管理方式等,以减少环境污染负荷和资源消耗,并防止替代技术或改进方案造成新的未曾预料的对环境和资源的不利影响。但是,LCA着重考查了整个生命周期范围内资源的投入和污染物的产出,如不考虑经济效益以及资金、劳动力、科技条件、经济条件和社会条件,还不能得出可行的改进

措施。因此, LCA 不仅应从环境的角度提出改进措施, 而且还应该从经济效益和社会效益的角度提出改善的方法。

#### 4 生命周期评价的意义

(1) LCA 为工业企业内部产品的开发与管理提供了有力的支持。LCA 一方面可通过对产品生产过程中物质和能量的输入、输出, 帮助企业弄清本产品资源和能量的投入量, 弄清环境释放物的种类、数量及对环境影响的类型和程度, 从而通过改变原料、能源组成、改进工艺、改变废弃物管理方式等, 获得更好的经济效益和环境效益; 另一方面, LCA 还可帮助企业进行替代产品的比较或进行新产品开发或再循环工艺的设计的论证; 除此之外, LCA 还可为企业争得环保证书, 并为打进国内、国际市场取得通行证等。

(2) LCA 可为政府及环保部门分析评价清洁生产及制定环境政策提供科学的依据, 是一种重要的环境管理工具。首先, 政府部分可通过对某一产品、工艺或活动的生命周期评价, 来衡量其能源、工艺及产品是否清洁, 是否符合有关环保标准, 然后进行环境管理; 其次, 还可通过对同一用途的不同产品生命周期的评价, 依据当时的社会、经济和技术条件, 制定该类产品的环境标准, 并选择经济效益、环境效益和社会效益较好的产品、工艺或活动来推广。

(3) LCA 是产业生态学重要的理论和方法。产业生态学就是将生态学的原则应用于工业产品系统, 研究各种工业活动、工业产品与环境之间的相互关系, 从而改善现在的工业生产系统, 设计新的产品, 为人类提供

无害的产品和服务。当前, LCA 已形成的概念框架和技术框架, 是产业生态学主要的理论和方法。

除此之外, 生命周期的评价通过产品、工艺或活动的整个生命周期的考查, 让社会各界人士明白, 不仅工业界的生产行为与环境问题有关, 而且个人的消费方式与环境也有密切的关系, 从而推动全民参与环保。

#### 5 小结

目前世界上已有许多国家开展了 LCA 的理论研究和案例研究, 我国在这方面发展则较慢, 这一方面是由于 LCA 本身在概念、技术框架等方面还不完善, 另一方面也与我国科技、经济等方面的因素有关。但 LCA 作为一种全新的环境评价方法和环境管理工具是非常全面而有效的。因此, 随着世界以及我国经济、科技的发展, 生命周期评价很有可能在世界范围内广泛使用。

#### 6 参考文献

- [1] 杨建新. 论清洁生产向工业生态学的转变. 环境科学进展, 1998; 6 (6)
- [2] 徐成等. 城市生活垃圾生命周期管理. 城市环境与城市生态, 1998; 11 (3)
- [3] 席德立等. LCA 环境影响分析新探. 环境科学, 1997; 8 (6)
- [4] 杨建新. 产业生态学的基本理论探讨. 城市环境与城市生态, 1998; 11 (2)
- [5] 洪钢. 生命周期分析法 (LCA) ——环境评估的有效工具. 环境科学动态, 1998; (3)
- [6] 张键. 生命周期评价 (LCA) ——环境管理和监察的新概念. 环境保护, 1995; (10)
- [7] 席德立. LCA 中清单分析数据的获得. 环境科学, 1997; 18 (5)
- [8] 张彤等. 生命周期评价与清洁生产. 城市环境与城市生态, 1995; 8 (4)

## Evaluation of Life Cycle

Huang Xianyu Liu Peiran

**Abstract** The article introduces a new environmental evaluation method and total environmental management tool. The main content and significance of the method are analyzed also.

**Key words** evaluation of life cycle environmental evaluation environmental management

## 我国机动车污染物排放标准的发展进程

葛奕 廖芸栋

(广州市环境保护科学研究所, 广州 510630)

**摘要** 简要介绍了我国机动车污染物排放标准的发展历程, 分析了北京市汽车污染物排放地方标准的发展思路和具体做法, 旨在推进广州市的机动车污染控制标准化工作, 促进污染防治和环境质量的改善。

**关键词** 机动车 污染物排放标准

机动车排气污染状况取决于机动车的整体质量水平, 而其整体质量水平的提高又直接受汽车工业发展水平和机动车尾气排放标准的影响。美国、日本和欧洲等发达国家和地区都是通过不断提高排放标准来促进汽车生产企业采用新技术, 提高汽车质量水平, 减少污染物排放。实践证明, 不断严格机动车排放标准的约束, 是减少机动车排气污染的有效手段。

### 1 我国机动车排放标准的发展回顾

我国控制机动车排气的标准化工作起步较晚, 发展也较为缓慢。目前, 我国的机动车的排放控制水平仅相当于美国 70 年代中后期的水平。近年来, 随着机动车污染的迅速发展, 排放标准的控制工作加快了节奏, 不断严格起来。

我国从 1979 年制定机动车排放标准伊始, 就确定了我国控制机动车排气污染的技术路线, 汽油车: 怠速法→装置法→工况法; 柴油车: 自由加速度法及全负荷法控制烟度→工况法→颗粒物排放的控制。

1983 年我国颁布了第一批机动车污染物排放标准 (GB3842~3844-83), 对汽油车怠速污染物排放、柴油车自由加速烟度排放和汽车柴油机全负荷烟度排放进行限制。1985 年又颁布了包括摩托车排放标准在内的《摩

托车主要性能指标》(GB5366-85) 和《摩托车怠速污染物测量方法》(GB5466-85), 要求从 1986 年开始对摩托车在怠速工况下的 CO 和 HC 污染物进行控制。

1989 年我国颁布了第二批汽车排放标准, 对汽车曲轴箱污染物排放加以控制 (GB11340-89), 同时还出台了轻型汽车的污染物排放标准 (GB11641-89), 规定了轻型汽车冷启动后排气污染物排放的标准值。

1993 年, 国家在颁布《汽油车燃油蒸发排放标准和测量方法》、《重型汽油车工况法排放标准和测量方法》的同时, 对已有汽车排放标准进行重新修订, 形成了现行汽车排放标准体系框架 (GB14761.1~7-93); 与此同时, 还颁布了《摩托车排气污染物排放标准》(GB14621-93) (包括工况法和怠速法) 和《摩托车排气污染物的测量工况法》(GB/T14622-93), 并在修订 (GB5466-85) 的基础上形成《摩托车排气污染物的测量怠速法》(GB/T5644-93), 共同构成现行的摩托车排放标准体系框架。

至此, 我国已颁布了 17 项机动车排放标准, 其中控制摩托车排放 3 项, 控制汽油车排放 10 项, 控制柴油车排放 6 项。现行标准, 对新出厂汽油车采取“怠速法”和“工况法”进行测试, 柴油车只是控制烟度, 尚未进入到“工况法”控制手段。对在用汽油

车主要实施怠速 CO、HC 污染物排放的控制，在用柴油车主要是自由加速状况下黑烟排放的控制，现行摩托车标准较前也更为严格，对新车不仅采用“怠速法”测试，同时还采用“工况法”进行抽检及对新型车进行型式认证测试。

## 2 北京市机动车污染物排放地方标准的发展

北京是我国机动车发展较为迅速的城市之一，也是深受机动车污染的典型城市。为有效控制机动车排气污染，北京市结合当地防治机动车排气污染的迫切需要，在国家标准的基础上，制定出了更为严格的地方标准。

1994 年北京市率先在国内出台了有关汽车排放的地方标准 (DB 11/044 ~ 046 - 94) 系列，并于同年 7 月 1 日开始实施。北京市的地方标准 DB11/044 - 94《汽油车双怠速污

染物排放标准》，在国家标准 GB14761.5 - 93《汽油车怠速污染物排放标准》的基础上，增加了高怠速 (2000 ± 50 转) 工况下的 CO 和 HC 的容积排放浓度限值 (见表 1)。

表 1 DB11/044 - 94 中的  
高怠速工况污染物排放标准限值

车 别	CO (%)	HC (ppm)
1995.7.1 以前的新生产汽车	2.5	1000
1994.7.1 起的在用汽车	3.5	1200
1995.7.1 起的新生产汽车	2.0	700
1995.7.1 起的在用汽车	2.5	900

而 DB11/045 - 94《柴油车自由加速烟度排放标准》和 DB11/046 - 94《汽车柴油车全负荷烟度排放标准》也都比相应的国家标准提出了更为严格的要求，其比较见表 2、表 3 所示。

表 2 柴油车自由加速烟度排放标准

标准号	实施日期	类 别	烟度值 FSN
GB14761.6 - 93 (国家)	1994 年 5 月 1 日	1995.7.1 以前的定型汽车	4.0
		1995.7.1 以前的新生产汽车	4.5
		1995.7.1 以前生产的在用汽车	5.0
DB11/045 - 94 (北京)	1994 年 7 月 1 日	装用柴油机的公共汽车、客车	新生产柴油车 4.0 在用柴油车 4.5*
		载货柴油车	新生产柴油车 4.5 在用柴油车 5.0*
	1995 年 7 月 1 日	载货柴油车	新生产柴油车 4.0 在用柴油车 4.5*

注：\* 可用目测法测量，烟度值不得超过林格曼 2 级。

表 3 汽车柴油机全负荷烟度排放标准

标准号	实施日期	类 别	烟度值 FSN
GB14761.7 - 93 (国家)	1994 年 5 月 1 日	定型柴油机	4.0
		新生产柴油机	4.5
DB11/045 - 94 (北京)	1994 年 7 月 1 日	新生产汽油柴油机 (公共汽车、客车用柴油机除外)	4.0
		公共汽车、客车用柴油机	3.5
	1995 年 7 月 1 日	新生产汽油柴油机 (公共汽车、客车用柴油机除外)	3.5
		公共汽车、客车用柴油机	3.0

表4 DB11/105-1998 的车型分类

M1类车	除驾驶员座位外,乘客座位不超过8个的载客车辆
N1类车	厂定最大总质量不超过3.5t的载货车辆
M2类车	除驾驶员座位外,乘客座位超过8个,且厂定最大总质量不超过5t的载客车辆
第一类车	指设计乘员数不超过6人(包括司机),且最大总质量不超过2.5t的M1类车
第二类车	标准使用范围内除第一类车以外的其他所有车辆

表5 DB11/105-1998 第一类车排放标准限值 (g/km)

排放物	实 施 日 期			
	第一阶段: 1999.1.1~2003.12.31	第二阶段:2004.1.1~		
		汽油车	柴油车	直喷式柴油车
CO	3.16	2.2	1.0	1.0
HC + NO <sub>x</sub>	1.13	0.5	0.7	0.9
PM <sup>③</sup>	0.18	-	0.08	0.10
劣化系数 <sup>④</sup>	指定值 <sup>①</sup> 或测定值 <sup>②</sup>			

注释同表6。

表6 DB11/105-1998 第二类车排放标准限值 (g/km)

实施日期	基准质量(RM)kg	RM ≤ 1250	1250 < RM ≤ 1700	RM > 1700	
第一阶段: 2001.1.1.~2003.12.31	CO	3.16	6.0	8.0	
	HC + NO <sub>x</sub>	1.13	1.6	2.0	
	PM <sup>③</sup>	0.18	0.22	0.29	
	劣化系数 <sup>④</sup>	指定值 <sup>①</sup> 或测定值 <sup>②</sup>			
第二阶段: 2004.1.1~	CO	汽油	2.2	4.0	5.0
		柴油	1.0	1.25	1.5
	HC + NO <sub>x</sub>	汽油	0.5	0.6	0.7
		柴油	0.7	1.0	1.2
	PM <sup>③</sup>	0.08	0.12	0.17	
	劣化系数 <sup>④</sup>	指定值 <sup>①</sup> 或测定值 <sup>②</sup>			

注:①指定值是指对于不进行耐久性试验的汽车制造厂家,采用以下劣化系数:汽油发动机:CO=1.2;(HC+NO<sub>x</sub>)=1.2;柴油发动机:CO=1.1,(HC+NO<sub>x</sub>)=1.0,PM=1.2。

②测定值是指对于进行耐久性试验的汽车制造厂家,采用由欧洲91/441/EEC规定的耐久性试验所确定的值。

③只对柴油机有效。

④2001年实施的标准限值对于直接喷射柴油发动机,(HC+NO<sub>x</sub>)和PM的标准限值乘以系数1.4,宽限期为2年。

⑤第一阶段的耐久性要求为5万km;第二阶段的耐久性要求为8万km。

⑥在进行耐久性行驶或运转时,每隔某一行驶距离或运转时间,所测得的排放量的变化。

经过几年的实践,北京市进一步加快了标准),并于1999年1月1日起开始实施。机动车排气污染标准约束的步伐,于1998年8月25日又颁布了更为严格的地方标准该标准将NO<sub>x</sub>的控制纳入限制范围,车型不再按最大基准质量进行分类,标准限值的单位也采用了g/km,对耐久性提出了更高的要



求(见表4~6)。该标准是我国目前最为严格的现行机动车排放标准,相当于欧洲90年代的水平,与美国80年代初的水平相当。其技术内容等同采用欧洲91/441EEC, 94/12/EEC, 93/59/EEC和96/69/EEC排放标准,测量方法等同采用欧洲91/441/EEC的测试方法。配合标准的实施,北京市政府要求,自1999年1月1日起凡销往北京地区和在京申领牌照的轻型汽车必须符合该标准,否则不予上牌照。

### 3 我国机动车排放标准的最新动态

1998年国家机械工业局发布《汽车行业排放控制及国产新车排放水平公报》,提出了未来控制汽车产品污染物排放的工作目标:到2002年要求达到欧洲90年代初期控制水平,2010年实现与国际控制水平同步。总体思路大致可以归纳如表7。要满足日益严格排放控制要求,我国汽车工业将面临全面的更新改造。

表7 我国汽车污染物排放标准发展的总体思路

车别	时段	对应的国际水平	污染物削减目标(减少量)
总质量 ≤ 3.5t 的汽油 车	1994.5.1	ECE R15-03, 欧洲70年代初的水平	CO35%、HC20%、NO <sub>x</sub> 15%
	1998.7.1	ECE R15-04, 欧洲80年代中后期水平	CO9%、(HC+NO <sub>x</sub> )20%
	2002	ECE R83-01, 欧洲90年代初控制水平	CO再减少28%、(HC+NO <sub>x</sub> )再减少46%
	2010	与国际控制水平同步	
重型汽车用柴油 油机	1998.7.1认证的柴油机和 1999.1.1新生产的柴油机	相当于ECER49-00限值	
	2001.7.1认证柴油机和 2001.7.1新生产的柴油机	相当于ECE R49-01限值	CO48%、HC38%、 NO <sub>x</sub> 36%、颗粒物控制在 0.36g/kW·h
	2004	相当于ECE R49-02限值	CO再减少3%、HC再减少 1%、NO <sub>x</sub> 再减少5%、颗 粒物控制在0.15g/kW·h

按照上述总体思路,1999年国家质量技术监督局颁布了4项新的汽车排放国家标准,新标准比现行排放标准加严了80%,使我国对新车的排放要求达到欧洲90年代初期的水平。这4项新标准是:GB14761-1999《汽车污染物排放限值及测试方法》、GB17691-1999《压燃式发动机和装用压燃式发动机的车辆排气污染物排放限值及测试方法》、GB3847-1999《压燃式发动机和装用压燃式发动机的车辆排气可见污染物排放限值及测试方法》、GB/T17692-1999《汽车用发动机净功率测试方法》,其中前3项为强制性标准,后1项为推荐性标准。4项标准同时适

用于液化石油气、压缩天然气用车,并定于2000年1月1日开始实施。

据悉,上海市也将颁布新的汽车污染物地方排放标准,并在2000年施行。这些标准要求轿车执行8301标准,重型车执行欧洲1号标准,摩托车执行现行日本标准。

1999年3月4日,北京市人民政府发布“第二阶段控制大气污染措施的通告”;1999年3月底,颁布“北京市农用车排气污染物排放标准”及严格的怠速排放标准,自4月1日起执行;6月1日颁布和执行“北京市载重车和柴油车排气污染物排放标准”。

#### 4 关于推进广州市机动车排放标准控制的一些思考

广州市是改革开放以来我国机动车发展(尤其是摩托车)最为迅速的典型城市之一。为进一步推进广州市的机动车排气污染标准控制工作,必须积极响应国家标准的政策导向,尽快出台相应的实施计划和配套的管理政策,在切实落实、执行并满足国家标准要求的基础上,提出更为严格的地方排放标准要求,以利于广州汽车工业的整体水平的提高和大气环境质量的有效改善。

(1) 尽快制定贯彻执行国家新标准的计划和对策。国家新颁布的机动车排放标准将于2000年开始实施,由于广州市目前汽车工业的整体水平不高,贯彻现行国家标准(93标准系列)已存在不少问题,要想真正执行新的排放标准困难不小。一方面,时间紧迫;另一方面,现状水平差距不小。因此,广州切实通过标准控制机动车排放的第一步是要跟上国家标准的步伐,严格贯彻实施国家标准的有关要求。为配套这些标准的执行,在加强宣传教育,制定实施计划和污染物削减方案;配套检测技术手段和监督管理力量,落实相应的法规等方面都有大量的工作要做。

(2) 提高广州汽车工业的整体水平。广州的汽车工业从目前的状况来看,整体水平不高,亟待进行技术更新改造,只有有效提

高汽车工业的整体水平,才是标准控制的方向和达到污染物削减目的的主要途径。需要提高汽车和摩托车各生产企业(集团)机动车排气污染控制发展动态的敏感性和紧迫感,积极对国家将要颁布和实施的新标准做出超前对策和迅速反应,这对占有市场也是非常有利的一个因素。具体来讲,当前必须考虑电喷和三元净化器的批量生产和配套安装。

(3) 积极争取立法权。受现行体制的制约,广州市地方人民政府没有直接的立法权。由于全省各地发展水平的差异和机动车排气污染状况的不同,省出台的法规往往要全面考虑全省的综合情况,而机动车污染日益严峻的广州,迫切需要根据广州的实际情况,制定相应的法律来控制机动车污染。广州应积极争取地方立法权,为制定因地制宜的法规创造条件。在此之前,可通过报省人大批准的渠道来制定广州的地方机动车排放标准。

(4) 进一步摸清广州机动车的排放情况,为制定广州的地方标准作好准备,尽快扭转广州的机动车标准控制滞后的局面。

#### 5 参考文献

- [1] GB7258-1997《机动车运行安全技术条件》宣贯材料编辑委员会,《机动车运行安全技术条件》宣贯教材(试用),北京:中国环境科学出版社,1997
- [2] 国家环境保护局,《中国环境保护21世纪议程》,北京:中国环境科学出版社,1995

### The Development Progress of Vehicle Pollutant Exhaust Standard in China

Ge Yi Liao Yundong

**Abstract** This paper indicates the development progress of Vehicle Pollutant Exhaust Standard in China, analyses the thought and execution of Vehicle Pollutant Exhaust Standard of Beijing, aiming to push forward the local standardization of vehicle pollutant exhaust control in Guangzhou and the improvement of pollution protection and environmental quality.

**Key words** vehicle pollutant exhaust standard

## 关于我国环境标志制度发展的思考

钱 茜 王玉秋

(济南军区环境监测中心站, 济南 250002)

**摘 要** 介绍了环境标志制度在国际上的发展特点及在我国的发展现状, 从而提出了加强我国环境标志工作的建议。

**关键词** 环境标志 制度 发展

### 1 环境标志的产生与作用

#### 1.1 环境标志产生

环境标志又称“绿色标志”、“环境标签”、“生态标志”, 是一种张贴在产品或其包装上的图形, 是一种证明性商标, 它表明该产品在生产、使用和处置、处理过程中符合特定的环境保护要求, 与同类产品相比, 具有低毒、低害、无污染或少污染、节约资源的特性。环境标志把污染控制从生产过程的末端治理, 扩展到原材料开发、产品生产、运输、营销、使用、最终废弃处理的整个生命周期全过程控制, 顺应了环境战略转移的需要, 一经产生就显示了强大的生命力。

1992 年联合国环发大会后, 1993 年 6 月, 国际标准化组织 (ISO) 正式成立“环境管理技术委员会 (ISO/TC207), 进一步提出改善和维持生态环境质量, 减少环境资源的污染与破坏, 促进环境与经济协调发展, 实现可持续发展的目标, 并着手制定环境行为评估、生命周期分析、环境审计、环境标志、环境管理体系等一条列标准和准则。为了推行此项工作, ISO 中央秘书处预留了 101 个标准号, 其中环境标志标准号为 14020~14029, 由此推动了各国的环境标志工作。我国国家环保局及时地把标志提到议事日程上来, 统筹部署, 开展了此项工作。

#### 1.2 环境标志的作用

1.2.1 环境标志促进人们环境意识的提高。环境标志的使用可以在日常生活中逐渐向人们渗透环境保护的观念, 树立崭新的环境道德观, 使消费者在选择商品时, 除考虑价格、质量时, 还要考虑环境影响问题, 从而购买无污染或少污染和节能的商品。

1.2.2 促进企业全面加强环境管理。通过认证的产品, 在生产过程中, 污染物排放必须符合国家或地方污染物排放标准, 可以说其产品的环境行为是同类产品中最优的。因此, 给产品授予环境标志, 可促进企业在关注生产的同时, 也注重产品的环境行为, 减少各环节的污染。

1.2.3 提高产品竞争力。消费者环境意识提高后, 消费观念发生巨大变化, 青睐于环境标志产品, 为生产环境标志产品的企业提供了市场上的竞争优势。

### 2 国外环境标志发展特点

环境标志自 1978 年起源于德国, 至今已 20 多年, 此外还有日本、加拿大、美国、法国、瑞士、挪威、奥地利、澳大利亚、新西兰以及许多发展中国家和地区也制定和实施了环境标志制度。环境标志制度已在全球范围风起云涌。纵观全球环境标志的发展, 主

要有如下特点。

### 2.1 注重区域性环境标志统一

随着区域性环保合作的加强,国外已由单个国家的环境标志发展到几个国家共同的环境标志,如丹麦、芬兰、冰岛、瑞典、挪威等北欧国家实行的“白天鹅制度”,欧洲联盟的“环境标签方案”。环境标志的统一,避免了各国因环境标准不同而引发的贸易摩擦。

### 2.2 对环境标志产品实行重点开发

国外已有成千上万种产品获环境标志。德国的环境标志产品已达4000多种,占全部商品的30%。日本环境标志产品达2500多种,加拿大的环境标志产品也达到了800多种。这些环境标志产品是经过慎重选择和评估的,主要集中于低毒、低害、可回收利用和低排放等类产品。例如,德国的环境标志侧重于那些对环境危害大、而实施环境标志后又明显降低对环境影响的产品;日本的环境标志则侧重于与人们日常生活相关的家庭用品;加拿大的环境标志计划是由政府组织的,在选择和认定产品时,要求其生产使用和废弃过程须显著减少对环境的危害。

### 2.3 政府对环境标志制度中发挥了积极作用

国外环境标志最初是在民间发展,后来许多国家政府意识到环境标志在环境保护中所起的积极作用,通过立法,赋予环境标志法律上的权威性,由民间的环境标志发展为国家级的环境标志,制定了全国统一的环境标志,以法律的形式确立下来,保证了环境标志的顺利发展。不同的国家对环境标志的计划参与程度不同,有的国家环境标志计划全部由政府环保机构承担,权力全部掌握在政府环保机构手中;有的国家是政府和民间机构共同承担,政府主要承担政策制定,具体操作由民间机构负责,但民间机构的组成人员要由政府任命。政府拨款是国外环境标志实施的重要经费来源,政府拨款的标志费用包括申请费用、证书费用和年度使用费用,

有的国家标志计划实施的全部费用都由政府提供。正是国外政府的积极参与与推广,加强了环境标志的管理,确保了标志的可靠性、增加了标志的置信度和透明度,更重要的是从法律上和资金上保证了环境标志制度的顺利实施。

## 3 我国环境标志制度发展现状

环境标志在全球范围内迅速发展,许多国家宣布,没有环境标志的商品要在数量和价格上受到限制,不少产品出口也需环境标志这一特殊的证明书,形成非贸易关税壁垒。为战胜这种新的非贸易关税壁垒,利于参与国际间贸易交流,我国于1992年环发大会后开始了环境标志工作。

1993年正式确立了环境标志图形。为环境标志商标保护提供了法律保证。1994年5月成立了环境标志产品认证委员会,是代表国家对环境标志产品实施认证的唯一合法机构。从而使我国环境标志产品有了组织保障。同年7月,中国环境标志产品认证委员会颁发了《环境标志产品认证管理办法(试行)》,国家环保局与国家技术监督局联合举办了环境标志产品国家注册检查员培训班,使环境标志制度的开展有了人员保证。1995年3月有6类18种产品首批获得环境标志,至今公布的环境标志可认证产品有22类,80多家企业的200多种产品通过环境标志产品认证。为便于与国际接轨,我国环境标志产品认证侧重于可回收利用类,节能、节水类,低毒、低污染类,可生物降解类,无公害产品类。

我国环境标志制度采取的是企业自愿申请认证和认证的强制管理相结合的方式进行,由环境标志产品认证委员会领导下的认证制度。环境标志产品认证委员会是我国开展环境标志产品认证的机构,由其组织对申请认证的企业进行认证监督工作。

近年来,我国环境标志制度虽有所发展,但与国外发达国家相比还有许多不足,具体表现在:公众环境意识不高,对环境标志产

品认识不足, 购买环境标志产品的少, 环境标志未充分发挥其引导生产和消费的作用; 企业环境标志意识不强, 申请标志认证的积极性不高; 环境标志制度未纳入环境法律体系中, 其法律保护不足; 环境标志产品价格高于同类非标志产品, 降低了环境标志产品的竞争力。

#### 4 我国环境标志发展的思考

我国环境标志制度发展与发达国家相比有很大差距, 一些出口产品因无环境标志, 在国际市场上大受限制, 甚至被制裁。例如中国贸易企业由于不重视环境标志, 已对出口造成了严重影响, 欧盟一些国家实施纺织品环境标志, 大大地限制了我国的纺织品出口。据统计, 因不符合环保要求, 我国每年有 74 亿美元的出口商品受到不利影响, 其中有 23 亿美元的商品因无环境标志而受影响。可见尽快发展我国环境标志制度是十分迫切的。

##### 4.1 加大宣传力度和广度, 提高公众环境意识

在我国现阶段虽经各种形式的宣传, 公众的环保意识较以前有所提高, 但参与的意识仍不高, 加之因经济以及对于环境标志认识不足等多方面的原因, 购买商品考虑较多的还是产品的价格和质量, 所以应加大宣传力度与广度, 使人们认识环境标志, 了解环境标志产品的优势。推动环境标志产品在市场上的占有额度。

##### 4.2 提高企业环境标志意识

在当今绿色大浪冲击下, 企业决策者应清醒地认识到, 除质量外, 产品的环境行为也同样维系着企业的生存, 随着消费者环境意识的提高, 无环境标志的产品将逐渐失去市场。许多发达国家和国际组织均采取了相应的环保措施。目前使用的环保措施有环境进口附加税、环境许可证制度、环境配额、环境补贴和环境制裁等。环境标志已成为各

国产品走出国门的“通行证”。所以, 企业领导必须充分认识到, 在激烈的市场竞争中, 企业应有环保意识及良好的社会形象, 才能立于不败之地。

##### 4.3 完善环境标志的法律保护

1993 年 8 月正式确定的环境标志图形已由国家商标局注册, 只有经过认证符合环境标志产品要求的产品才准许使用, 环境标志产品认证以《环境标志产品认证管理办法》进行监督管理, 所以必须强化《环境标志产品认证管理办法》的严肃性以及它的法律地位。

##### 4.4 政府应制定倾斜政策支持环境标志制度实施

目前我国的经济实力, 由政府负担环境标志产品认证的全部费用还有困难, 不过政府可在其他方面为环境标志的实施作工作。政府除了为环境标志制度提供法律、组织机构、人员等方面保障之外, 还可从经济、计划、技术、物价以及金融、工商、税务等方面制定相应的倾斜政策, 给予经济激励, 支持环境标志制度推行。

环境标志是在市场经济条件下深化环境保护工作的一条有效途径, 在我国有着远大的发展前途。随着人们对环境、经济、发展认识的加深, 环境标志的影响力会越来越大, 通过认证的产品也会越来越多。在与国际接轨的同时, 结合我国环境保护工作实际, 以国家的环境法律、法规为依据, 不断发展和完善环境标志制度, 更有利于经济与环境协调发展。

#### 5 参考文献

- [1] 刘英奎. 全球绿色营销浪潮及其对策. 山东环境报, 1998.10.19 第 3 版
- [2] 兰建洪. 试论我国环境标志的商标保护. 中国环境管理, 1994; (4) 6
- [3] 霍太英. 实施环境标志促进环境与经济协调发展. 山东环境报, 1997.10.13 第 2 版
- [4] 单菁菁. “蓝色天使”在行动. 中国环境报, 1999.2.18 第 3 版

- [5] 资树荣. 浅析国外的环境标志制度. 中国环境管理, 1996; (3)
- [6] 立梅. 持“环境绿卡”闯国际市场. 山东环境报, 1998.11.10 第3版
- [7] 霍太英. 环境标志产品认证范围. 山东环境报, 1997.12.8 第3版
- [8] 霍太英. 应运而生的中国环境标志. 山东环境报, 1999.10.27 第3版
- [9] 霍太英. 中国的环境标志管理. 山东环境报, 1997.11.10 第3版
- [10] 霍太英. 环境意识与环境标志的产生. 山东环境报, 1997.10.6 第3版

## On the Environmental Symbol System in China

Qian Qian Wang Yuqiu

**Abstract** The feature of international Environmental Symbol System (ESS), the status and development orientation of ESS in China are discussed, and suggestions for improved ESS in china are described.

**Key words** environmental symbol system development

### 日推行太阳能电池新住宅开发计划

日本环境厅、建设省、资源能源厅共同调查认为, 在新住宅开发中推广太阳能电池新住宅计划能使 CO<sub>2</sub> 削减 18.6%。在土地地区划建设中考考虑大量导入太阳能电池, 在设计时考虑日射、日阴等屋顶最佳角度, 合理的建筑物形状, 增加太阳能电池的安装面积等, 使太阳能利用达到最高效率。 洪蔚

### 美国全面普查环境激素

美国环保局 (EPA) 决定对农药、塑料制品中广泛使用的化学物质中是否含有扰乱内分泌的化学物质 (环境激素) 进行彻底的分析。当前对每年生产量超过 4.5t 的 15000 种化学物质进行分析。15000种化学物质全面进行预分析和筛选。有疑问的物质再用动物实验等对生育和发育的影响进行调查。预分析目标明年结束, 动物实验等对环境激素的定性约在 2003 年以后。

EPA 计划现在评价试验中使用简易实验法对

洪蔚

### 土壤净化汽车排气污染

日本川崎公害诉讼案政府败诉后, 川崎市决定用大型土壤净化大气装置来净化污染严重路段的大气。该装置是将污染空气由抽气机吸入通过土壤时 NO<sub>x</sub> 和 SPM (悬浮颗粒物) 等污染物质吸附在土壤表面, 由土壤中生息的微生物分解净化, 使排出空气中 NO<sub>x</sub> 96%, SPM 90% 以上被去除。可使道路周围大气中 NO<sub>x</sub> 减少 30% ~ 50%。

洪蔚

### 简易增强塑料制造技术

英国里兹大学的研究小组开发成功简易增强塑料的制造技术, 能制造高强度再生塑料。新技术是用聚丙烯细丝编织成布, 将此布加热与加压使之凝缩变成硬板, 再与废塑料一起加工成型。该小组已用于制造不生锈的汽车车身材料等。

洪蔚

## 茂名市 SO<sub>2</sub> 大气环境容量研究

王树功

(中山大学环境科学研究所, 广州 510275)

**摘要** 利用高斯扩散模式和单纯形法求解容量, 用线性规划模型计算出茂名市不同环境目标值下的大气环境容量值。该研究成果为制定茂名市大气污染物排放标准和从目标总量控制向容量总量控制转变提供了依据。

**关键词** 大气环境容量 二氧化硫 大气扩散模式 线性规划模型 茂名市

### 1 引言

一般认为, 区域大气环境容量是指在区域环境空气质量标准的约束下, 大气环境中所能容纳的污染物负荷总量或所能容纳的污染物最大排放量。一个地区的大气环境容量取决于自然规律参数(主要包括大气污染物的输送、稀释、迁移、转化以及该地区地形、气象条件以及下垫面等)和社会效益等人为因素(如各类大气环境质量标准、大气环境目标值、污染源排放参数等), 因而一个区域的大气环境容量在这种意义下计算出来的值是一个可变值, 它是气象条件、环境目标值、污染源排放方式和分布等因子的函数。

环境容量计算模型和大气总量控制模型

中都有环境浓度的约束条件, 但环境容量的开发是一个最大化问题, 注重对未来大气环境容量的利用作出预先的安排; 而总量控制模型是最小化问题, 主要是为解决大气环境质量超标问题寻找总削减量最小的污染控制方案。

### 2 大气环境容量的计算原理

大气环境容量是针对某一特定的区域而言的, 必须将该区域的大气作为一个整体系统来考虑, 根据该区域大气环境质量管理目标(通常用允许的最大污染物浓度来表示), 以适当模式表示该大气环境系统中能够影响大气污染物散布的主要因子, 计算出该区域的大气环境容量。其计算过程见图 1。

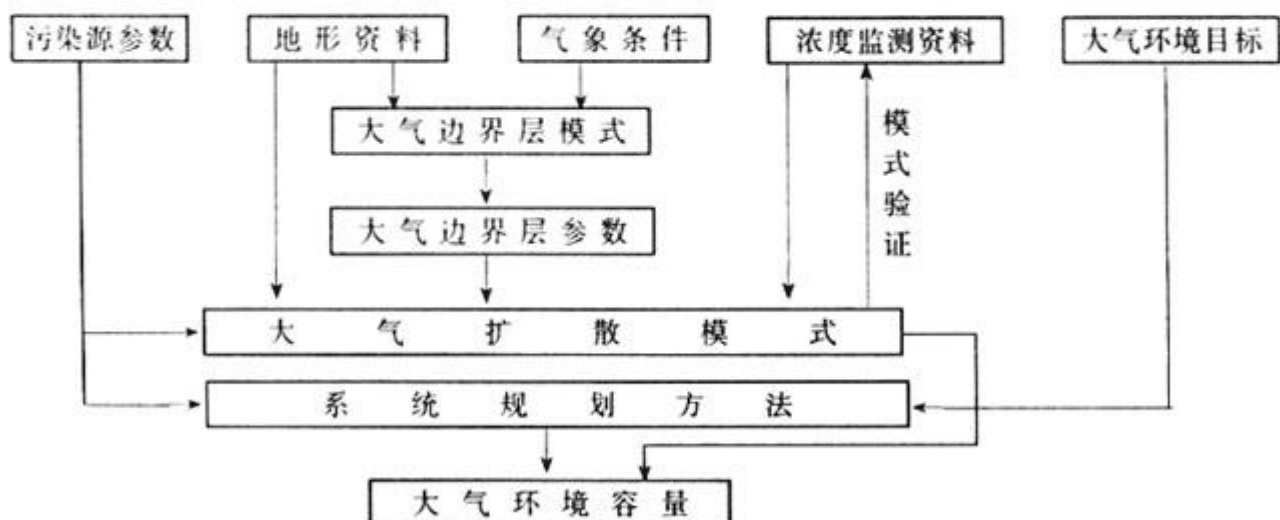


图 1 大气环境容量计算原理框图

### 3 SO<sub>2</sub> 环境容量的计算模式及资料

茂名市地处鉴江平原,地势开阔,气体排放易于扩散。市区主导风向为东南风,静风频率也较高;大气稳定度以中性为主;冬季和夏季均有逆温现象出现,冬季出现逆温的频率大于夏季。

#### 3.1 计算前提条件的确定

在选取大气环境容量的计算条件时,不仅考虑该大气环境系统的气象条件、污染源条件以及地形条件等自然因素,而且还应符合当地环保部门管理工作的需要。

##### 3.1.1 大气环境目标

根据国家环境空气质量标准和茂名市环保局大气环境管理目标的规定,选 SO<sub>2</sub> 年日平均浓度国家二级标准 0.06 mg/m<sup>3</sup> 作为茂名市区大气环境容量计算的目标值。多年监测结果表明,茂名市市区 SO<sub>2</sub> 年日平均浓度在 0.023 mg/m<sup>3</sup> 附近,超标率仅为 3%,估计 SO<sub>2</sub> 大气环境容量还有较大盈余。

表 1 所选控制点基本情况表

控制点	所属功能区	环境目标值 (mg/m <sup>3</sup> )
1 茂南区政府	二类区	0.06
2 迎宾馆	二类区	0.06
3 环保局	二类区	0.06
4 新城镇政府	二类区	0.06
5 市文化宫	二类区	0.06
6 石化迎宾大厦	二类区	0.10
7 合成纤维厂	三类区	0.10
8 高岭新村	三类区	0.10
9 公馆砖厂	三类区	0.10
10 上高村	三类区	0.10
11 公馆镇政府	三类区	0.10
12 市化工一厂	三类区	0.10

##### 3.1.2 控制点

控制点是用来标识整个控制区大气污染物浓度是否达到目标值的一些代表点。其选取主要考虑地形、气象、环境功能区和保护对象,目的是要通过有代表性的控制点上污染物浓度的限制,来达到该地区大气环境

目标的实现。因此控制点必须能代表整个大气环境容量的计算区域,同时控制点的数目不宜太少。这里,依据控制区污染物年日平均浓度分布图我们选取了 12 个控制点,在高浓度区控制点比较密集,在开阔且地面污染浓度分布比较均匀的地区控制点数目相对较少。各控制点的基本情况见表 1。

#### 3.2 基本模式

##### 3.2.1 高斯扩散模式

在开阔平坦地形条件下,一般采用高斯大气扩散模式。

$$C(x, y, z) = \frac{Q_p}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left[ \exp\left(-\frac{(z-He)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+He)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \quad (1)$$

##### 3.2.2 大气环境容量的规划模型

对于大气污染物浓度尚未超过大气环境质量规划规定水平的地方,应对未来容量利用作出安排,以协调经济发展与大气环境保护的矛盾。

大气环境容量值取决于区域大气扩散能力、区域大气环境质量目标和区域污染源排放条件,通常应用的容量计算模型为一线性规划模型。

设某一区域内共有各类污染源  $n$  个,各个污染源的排放率分别为  $q_1, q_2, \dots, q_n$ ; 再选定  $m$  个大气环境质量控制点,根据这些控制点上的环境功能,按国家或当地环境管理部门的规定,确定各控制点上的环境目标值,又设各控制点上的最大允许浓度分别为  $b_1, b_2, \dots, b_m$ 。引进一个函数  $a_{ij}$ , 它表示第  $j$  个污染源在第  $i$  个控制点上造成的地面浓度。于是问题变为: 求  $q_1 \sim q_m$ ,

使目标函数最大。

$$\max f(q) = \sum_{j=1}^n c_j q_j \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

$$\text{约束条件: } \sum_{j=1}^n a_{ij} q_j \leq b_i$$

$$(i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

$$q_j \geq 0$$



上述线性规划模型可用系统规划方法中最简单的单纯形法求解,其原理与步骤如下:

### 3.2.2.1 单纯形法原理

对于标准形式的线性规划问题,若有有限个最优值,则目标函数的最优值必在某一基本可行解处达到,因而只要在基本可行解中寻找最优解。单纯形法 (simplex method) 的基本思想就是先找一个基本可行解,检验是否为最优解,否则,再找一个使目标函数值有改进的基本可行解,进行检验。反复进行这种迭代,直至找到最优解,或判定问题无界 (即无有限最优值)。

### 3.2.2.2 单纯形法计算步骤

对标准形式的线性规划问题,单纯形法的计算步骤如下:

(1) 从一个极点 (基可行解) 开始搜寻;

(2) 确定向邻近极点的移动是否能改进目标函数的最优性,若不能,当前解就是最优解,若能,则进行下一步;

(3) 向邻近极点的移动,这种移动将使目标函数呈现最大的改进;

(4) 重复 (2)、(3) 步,直到找到最优解为止,或直到它能指出问题无界或不可行。

式 (3) 中的  $a_{ij}$  我们称之为大气环境容量传递函数 (浓度贡献系数或转换系数),它表示污染物浓度的空间分布与表征该地区大气净化能力的各参数之间的函数关系,这些参数有污染物的排放方式、三维风向风速、温度层结、扩散系数以及地表条件等。

对于  $a_{ij}$ ,由于空气质量模式输入参数及数据获取方面的原因,模拟长期平均浓度的效果要比估算短期浓度效果好,因此,  $a_{ij}$  取年日平均浓度贡献系数,它可用长期平均浓度的计算公式来确定,通常污染源  $j$  对控制点  $i$  的浓度贡献可写为:

$$\bar{C}_{ij} = \sum_{j=1}^{16} \sum_{\mu=1}^8 \sum_{k=1}^3 C_{ij}(D_{ij}, V_{j\mu}, A_{k\mu}) \cdot f(D_{i\mu}, V_{j\mu}, A_{k\mu}) \quad (4)$$

式中:  $C(D_{i\mu}, V_{j\mu}, A_{k\mu})$  ——风向、风速、稳定度分别为  $D_{i\mu}$ 、 $V_{j\mu}$ 、 $A_{k\mu}$  气象条件

下的一小时浓度;

$f(D_{i\mu}, V_{j\mu}, A_{k\mu})$  ——风向、风速、稳定度分别为  $D_{i\mu}$ 、 $V_{j\mu}$ 、 $A_{k\mu}$  时的联合频率。

设某个点源或某网格内的某类面源的平均源强为  $Q_j$ ,选定评价时段后,可将  $Q_j$  从求和式中提出,上式可写为:

$$\bar{C}_{ij} = Q_j A_{ij} \quad (5)$$

$$C_{ij} = \frac{\bar{C}_{ij}}{Q_j} \quad (6)$$

$Q_j$  一般可取全年的平均值,对于排放量有明显变化的地区,可分段计算贡献系数,如分非采暖季与采暖季,甚至求出各月的贡献系数。同理,对于用典型日来控制的地区,也可用类似的方法求出贡献系数。

## 3.3 污染源资料

根据 1997 年排污申报统计,茂南区有锅炉 68 台,炉窑 107 台,废气排放筒 361 条,排放工艺废气装置 95 个。其中烟囱几何高度 20m 以上的有 74 条,选择其中最大的 12 个污染源进行计算,见表 2。

表 2 计算所选择的主要污染源概况\*

序号	污染源名称	SO <sub>2</sub> 排放量 t/a	占总量 比例 %
1	茂名市热电厂	28268.56	84.53
2	茂名石化乙烯工业公司	2954.37	8.83
3	茂名石化炼油厂	942.83	2.81
4	茂名石化动力厂	440.77	1.31
5	茂名市油城水泥有限公司	272.08	0.81
6	茂名石化高润公司	139.67	0.41
7	茂名市建筑材料厂	117.90	0.35
8	茂名市毛纺织厂	77.20	0.23
9	茂名市造纸厂	72.60	0.22
10	茂名市实发制革厂等 33 间小厂	65.85	0.19
11	茂名市化学制品总厂	42.70	0.14
12	茂名市陶瓷三厂	39.01	0.116
合计		33441.54	99.94

\* 资料引自 1996 年茂名市市区大气污染源排放情况及评价;污染源排放的 SO<sub>2</sub> 总量为 34072.23 t/a。

### 3.4 大气环境容量的计算范围

水平方向包括茂名市整个市区的  $12\text{ km} \times 12\text{ km}$  的区域, 垂直方向取相对高度  $898\text{ m}$ 。

## 4 计算结果与讨论

把上述环境容量模型应用到茂名市大气环境容量计算时, 作如下规定:

(1) 计算范围选用高斯扩散模式选用的范围, 即  $12\text{ km} \times 12\text{ km}$ , 每一网格为  $0.5\text{ km} \times 0.5\text{ km}$ , 总共 576 个网格。

(2) 环境目标值: 计算采用《环境空气质量标准》(GB3095—1996) 年日平均浓度为环境目标值,  $\text{SO}_2$  采取年日平均浓度二级标准, 即为  $0.06\text{ mg/m}^3$ 。

(3) 对于上述的线性规划方程采用单纯形算法求解。

利用上述计算方法与计算条件, 茂名市市区  $\text{SO}_2$  大气环境容量, 详见表 3。

表 3 茂名市市区  $\text{SO}_2$  在不同环境目标值下的大气环境容量

环境目标值 $\text{mg/m}^3$	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10
$\text{SO}_2$ 大气容量 t/a	21499.56	34400.60	49520.24	62986.78	77868.10

在计算茂名市市区  $\text{SO}_2$  的大气环境容量时有几个问题需要说明: ①在计算中并没有考虑到所有天气形式, 这里得到的计算结果是一般情况下的大气环境容量。②在线性规划模型中选择了地面污染物浓度不超过国家二级标准作为约束条件。在控制污染物排放量使高浓度地区符合国家标准的同时, 使得有些区域的地面浓度低于国家二级标准。③在实行总量控制时, 我们假设的排放高度不变, 如民用生活污染源采取高架连续点源集中排放的方式, 则大气环境容量可能要大得多。

## 6 参考文献

- [1] 任阵海等. 大气环境容量的理论研究与实际应用的探讨. 见: 中国环境科学研究院学术委员会办公室编, 第二届环境科学学术报告会论文集 (1985~1986): 4~11
- [2] 陈新庚, 邓肖松. 茂名市环境影响评价和环境规划研究. 广州: 中山大学出版社, 1988
- [3] 龙学著等. 兰州市城区冬季  $\text{SO}_2$  大气环境容量研究. 见: 陈长和等编, 复杂地形上大气边界层和大气扩散的研究: 193~204
- [4] J.P. 伊格尼齐奥. 单目标和多目标系统线性规划. 上海: 同济大学出版社, 1986: 81~105

## Research on the $\text{SO}_2$ Atmospheric Environmental Capacity in Maoming

Wang Shugong

**Abstract** It has been calculated the Atmospheric Environmental Capacity (AEC) in Maomiong at different environmental targets by using Gorse Diffusion Model and the linear planning model with pure capacity calculation. It contributes the foundation of atmospheric pollutant exhaust standard and transition from total target control to total capacity control.

**Key words** Atmospheric Environmental Capacity sulfur dioxide atmospheric diffusion model linear planning model Maoming

## 珠江三角洲某乡镇大气气溶胶中 毒害性有机污染物的初步研究

罗丽红 梁润秋 汪伍珍

(广东省南海市环境保护监测站, 南海 528200)

**摘要** 对珠江三角洲某乡镇的城区及三个乡村气溶胶有机物的测定, 发现: 正烷烃类有机物高分子部分具有明显分不开的鼓包, 污染较为明显; 所有样品均含有多种美国环保局 (EPA) 公布的优先控制的多环芳烃 (PAHs), 并均含有机动车尾气排放的标志化合物烷基苯 (M/Z91, 92) 和塑料增塑剂等来源的邻苯二甲酸酯类 (M/Z149)。表明该镇各区域均已明显受到机动车尾气排放和工业废气排放的污染。

**关键词** 气溶胶 烃类 多环芳烃 珠江三角洲

某乡镇是珠江三角洲非公有制企业较发达的乡镇, 管辖面积近 80 km<sup>2</sup>。近年来, 该镇工业总产值已占工农业总产值的 90% 以上。工业主要以有色金属压延与加工、小型冶炼、塑料为主, 且均以重油为燃料。两条国道在该镇交汇, 两条高速公路贯穿镇区, 还有发达的地方公路; 城区内交通繁忙, 国道每小时车流量在 3400 辆以上, 高峰期达 5000 辆, 其他交通干线每小时车流量也在 2000 辆以上。本文研究机动车尾气和工业的石化燃料燃烧给乡镇环境空气带来的有机污染状况。

### 1 采样及实验

#### 1.1 采样

##### 1.1.1 测点的设置

本研究在该镇设置 4 个采样点: 测点 1 设在城区, 主要反映机动车尾气污染; 测点 2 设在塑料、有色金属冶炼企业较多的 A 村; 离两条交通要道分别约 600 m 和 1000 m; 测点 3 设在有色金属冶炼业较集中的 B 村, 离两条交通要道约 900 m; 测点 4 设在企业少、以农业经济为主, 且离交通要道较远的相对清洁的 C 村 (对照点); 4 个测点以城区为中心, 近星形分布。

##### 1.1.2 样品采集和保存

用 TH-1000 型大流量总悬浮颗粒采样器、使用石英纤维滤膜以 1.05 m<sup>3</sup>/min 流速, 连续 24 h 采样。样品保存于 500 mL 广口瓶中, 加入 5 mL 甲醇防止微生物生长, 以 TEFLON 胶封口, 并于 -18℃ 冷冻至分析。

### 1.2 实验

#### 1.2.1 实验材料

石英纤维滤膜经 450℃ 灼烧 4 h 后, 装入铝箔纸中待用。所有玻璃器皿均用洗液洗涤, 自来水、蒸馏水冲洗, 干燥, 再经 450℃ 灼烧 4 h, 使用前用适量相应溶剂冲洗 3 次; 实验中使用的所有溶剂均为分析纯, 并经全玻精馏纯化。层析用硅胶为 100~120 目, 以三氯甲烷索氏抽提净化 72 h, 用前经 130℃ 活化 16 h。

EPA 优先控制多环芳烃混合标样, 纯度 ≥98%, 经由美国国家环境保护局 (USEPA) 认可。

#### 1.2.2 有机质分离

将样品剪成细条带状, 以二氯甲烷超声抽提 3 次, 每次用溶剂 100 mL × 15 min, 直接在广口瓶中进行。合并抽提液, 在旋转蒸发器上 (≤35℃) 浓缩至 5 mL, 过滤, 再浓缩

至 1 mL, 氮气吹至近干, 移至干燥器中恒重, 用 Sartorius 万分之一天平称重。

称重后的样品加入 30 cm × 10 mm 硅胶层析柱中, 用正己烷、正己烷/二氯甲烷 (6:4, V/V)、正己烷/丙酮 (9:1, V/V) 和甲醇分别冲洗饱和烃、芳烃、酯类和极性组分。各组分分别浓缩、干燥、称量。本文研究饱和烃和芳烃馏份。

### 1.2.3 仪器分析

气相色谱 (GC-FID) 分析: HP6890GC, 配 FID 检测器, 载气为高纯氮, HP-5 石英毛细管柱, 30 m × 0.32 mm × 0.25 μm, 进样口温度为 290°C, 检测器温度为 300°C, 程序升温: 60°C 保留 2 min, 然后以 4°C/min 升至 290°C 保留 20 min。

色谱-质谱联用仪分析 (GC/MS): Finnigan TSQ70B 色质联用仪, 色谱为 Varian 3200, 用 HP5-MS 石英毛细管柱, 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm, 色谱温度条件同上, 离子

源 70 eV, 扫描范围 M/Z 50 ~ 600。

### 1.2.4 定量

对 16 种 EPA 优先控制多环芳烃进行外标法 (工作曲线) GC 和 GC/MS 定量。

## 2 结果与讨论

### 2.1 烷烃

由图 1 可见, 4 个样品均表现出 nC<sub>20</sub> 后高分子正烷烃优势, 且均具有明显的化石燃料污染鼓包峰群, 其中城区 (a) 样品鼓包峰最明显, 其余三个样品较相似。正烷烃 CPI 值分布在 1.12 ~ 1.49 之间, B 村最低 (1.12), C 村 (对照点) 最高 (1.49); 由图 1 不难认为, 4 个样品都已明显受到化石燃料污染, 其主要来源可能是交通主干道机动车尾气排放物。其污染程度大致具有城区 > A 村 (≈ B 村) > C 村的趋势。C 村虽然属对照点, 但亦已受到明显的人为污染。

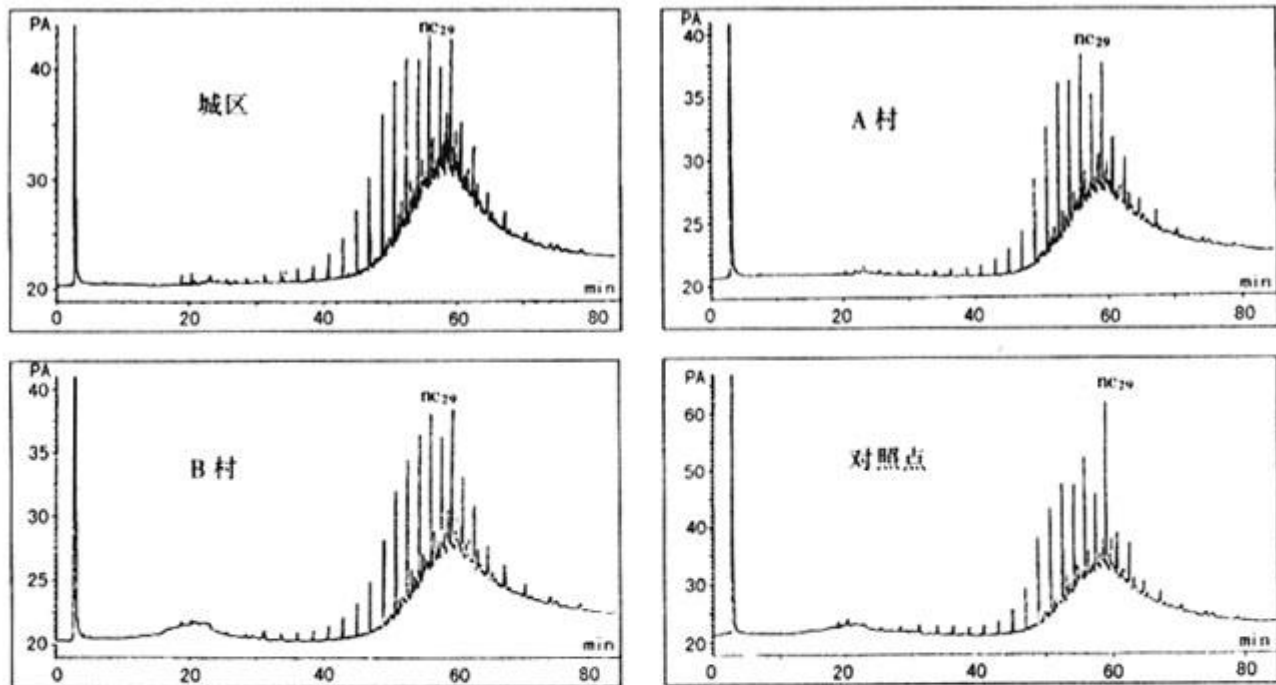


图 1 样品烷烃气相色谱图

## 2.2 多环芳烃 (PAHs)

### 2.2.1 PAHs 总量

城区和 A 村的 PAHs 总量最高, 高于对照点一倍多 (见图 2)。多环芳烃环数分布三

角图 (图 3) 表明, 样品中的 PAHs 四环占优势, 二环和三环所占比例最小, 城区和 A 村的六环 PAHs 占 30% 左右。环数分布以机动车尾气污染为主的广州天河区更富含 4 环化合物。该乡镇各测点 PAHs 总量和环数比例,

说明该乡镇城区和乡村均已受到机动车尾气和工业废气排放的污染。而从荧蒽与芘比值又可说明城区、A 村和 B 村的 PAHs 主要来源于原油及其炼制品的燃烧产物。

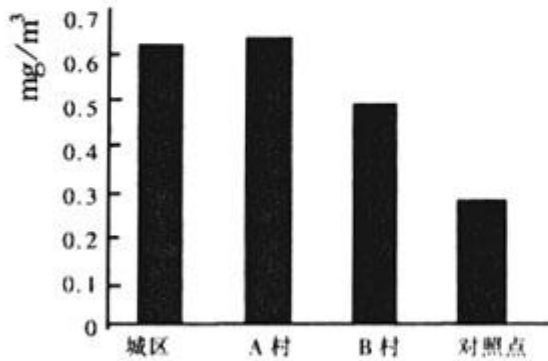


图 2 气溶胶中可溶 PAHs 总量

低，亦比我国北京、贵阳和广州的一些区域低。但在城区检测了 15 种之多的 EPA 优控 PAHs，应引起重视。

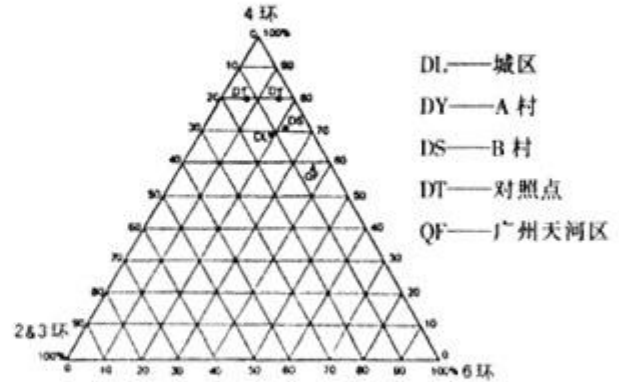


图 3 气溶胶中 PAHs 成分关系三角图

2.2.2 EPA 优先控制 PAHs

该乡镇检测出多种 EPA 优先控制 PAHs，各测点的检出种类城区有 15 种，A 村有 11 种，B 村有 13 种，对照点有 11 种（见表 1），各种 PAHs 的浓度中，全镇城乡含量均较高（在 1 ng/m³ 以上），成为该镇的共同特征，其原因有待进一步研究。其他四环以上的 EPA 优先控制 PAHs 基本以对照点最低，城区最高。从测试结果看，该镇大气气溶胶中优控 PAHs 的含量较低，如苯并 [a] 芘平均浓度 < 1 ng/m³，远比国家标准限值（≤ 10 ng/m³）

2.3 其他未定量的化合物

在烷烃馏分中均检测到石油和煤等石化燃料中普遍存在的残余烃类，如藿烷类（M/Z191），烷基环己烷类（M/Z82，83）等。在芳烃馏分中，各样品均检测到烷基苯类化合物，包括烷基苯（M/Z91，92）和甲基烷基苯（M/Z105，109）亦是机动车尾气排放的标志化合物，另一类为塑料增塑剂等来源的邻苯二甲酸酯类（即酞酸酯类，M/Z149），其中包括 EPA 优控的邻苯二甲酸二（乙基-己基）酯。

表 1 某乡镇大气气溶胶中 EPA 优先控制 PAHs 检出种类

采样点	种数	化 合 物
城 区	15	萘 二氢萘 芴 菲 蒽 荧蒽 芘 苯并[a]蒽 屈苯并[b]荧蒽 苯并[k]荧蒽 苯并[a]芘 吡啶[1,2,3,cd]芘 二苯并[a,h]蒽 苯并[g,h,i]芘
A 村	11	二氢萘 菲 荧蒽 芘 蒽 苯并[b]荧蒽 苯并[k]荧蒽 苯并[a]芘 吡啶[1,2,3,cd]芘 二苯并[a,h]蒽 苯并[g,h,i]芘
B 村	13	芴 菲 蒽 荧蒽 芘 苯并[a]蒽 蒽 苯并[b]荧蒽 苯并[k]荧蒽 苯并[a]芘 吡啶[1,2,3,cd]芘 二苯并[a,h]蒽 苯并[g,h,i]芘
C 村 (对照点)	11	芴 菲 蒽 荧蒽 芘 蒽 苯并[b]荧蒽 苯并[k]荧蒽 苯并[a]芘 吡啶[1,2,3,cd]芘 二苯并[a,h]蒽

2.4 污染成因

城区人口密集，餐饮业发达，车流量大，有机污染物主要来源于机动车尾气和饮食业石油制品的燃料燃烧。而街道狭窄，交通阻

塞现象时有发生，污染物扩散困难，造成城区气溶胶中烃类污染物和 PAHs 的污染。

A 村及其邻近村拥有约 60 间小燃油企业和 170 多间塑料厂，离高速公路仅 0.6 km，

离地方主干道约 1 km。B 村及其周边乡区拥有小型冶炼厂 200 多家和 20 多家其他燃油企业，离高速公路和地方主干道 0.9 km。同时 A 村和 B 村工业较发达，乡村公路来往车辆也很繁忙，有机污染物既有机动车尾气输入，又有当地局部的工业废气输入，同时在农村，植被较多，还存在天然维管植物蜡的输入。

对照点 (C 村) 以农业为主，植被面积大，气溶胶中有机物主要来自天然植被，但离镇城区只有 4.6 km，且离高速公路不足 2 km，大气也受到了机动车尾气污染。

### 3 小结

各采样点气溶胶可溶有机质中普遍检测到化石燃料及其燃烧产物等人为污染物，其污染源主要是机动车辆尾气和工业废气。四个采样点受人为污染的程度大致为城区 > A 村 (或 B 村) > 对照点 (C 村)。

该镇被检出的 EPA 优控 PAHs 的含量较低，均未超过有关标准，但气溶胶中的 PAHs 可进入人体，同时可以通过食物链，不断富集，长期积累于人体而严重危害健康。而 PAHs 最强致癌毒性的苯并 [a] 芘在大气中每增加  $1 \text{ ng/m}^3$ ，肺癌的死亡率将相应增长 5%<sup>[6]</sup>。因此今后乡镇的发展必须注意工业的布局 and 街道规划，避免城区交通堵塞和污染企业过分集中，限制废气型污染行业兴建，发展高科技企业，以防毒害性有机微污染物

的污染加重。对于蒽化合物含量相对高，是否具有地方特性及其确切污染源的追踪等问题，值得进一步研究。

(本研究得到中国科学院广州地球化学研究所有机地球化学国家重点实验室盛国英教授的指导，特此致谢)。

### 4 参考文献

- [1] 盛国英, B.R.T.Semoneit, 傅家谟. 中国一些城市气溶胶中可溶有机物的生物标志物研究. 广州环境科学, 1993; 8 (2): 5~9
- [2] 盛国英, 傅家谟, 闵育顺. 广州市环境中优控有机污染物初步研究. 广州环境科学, 1995; 10 (2): 28~32
- [3] Bernd R. T. Simoneit, 王铁冠译. 大气飘尘中陆源有机成分起源、搬运和演化的综述. 见: 生物标志物和干酪根. 中国科学院地球化学研究所有机地球化学开放实验室年报, 1986 年
- [4] G Brown and W Maher. The occurrence, distribution and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in the sediments of the Georges River estuary, Australia. *Organic Geochemistry*. 1992; 18 (5): 657~668
- [5] 成玉, 傅家谟, 盛国英, 闵育顺. 广州市气溶胶有机污染现状. 见: 广州市建设国际大都市生态环境问题与对策研讨恳谈会论文集. 1995 年; 124~128
- [6] 崔明珍等. 废弃物化学组分的毒理和处理技术. 北京: 中国环境科学出版社, 1993 年
- [7] 王俊, 张义生等. 化学污染物与生态效应. 北京: 中国环境科学出版社, 1993 年

## Preliminary Study on Poisonous Organic Pollutants of Atmospheric Aerosol in Several Villages and Towns of Pearl River Delta

Luo Lihong Liang Runqiu Wang Wuzhen

**Abstract** The aliphatic and aromatic fraction of lipids of aerosol samples which were collected from some town and its suburb of Pearl River delta was tested. Preliminary data show that the UCM hump was found on TIC of GC-MS of alkanes of all samples. All samples contain 11 to 15 priority PAHs (US.EPA) with 4-ring predominating, alky-benzens and phthalate esters. These results indicate that the organic pollutants of aerosol mainly come from combustion products of fossil fuels including vehicle exhaust and industrial emission in this area.

**Key words** Atmospheric Aerosol Pearl River delta priority organic pollution polycyclic aromatic

## 火电厂烟气脱硫除硝技术介绍 (三)

黄谦德

**摘要** 介绍了以添加碱性活性物质的水溶液吸收  $\text{SO}_2$  的脱硫的常用方法。这些方法在化工、冶金行业早已应用,在具有特殊条件的电厂中也得到了应用,技术成熟,脱硫率高。

**关键词** 烟气脱硫 吸收法 碱溶液

### 1 氧化镁或镁石灰法

此法实质上是以  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  或同时以  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  吸收  $\text{SO}_2$ , 最终产出石膏, 而  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  可再生使用。目前已有大型电厂使用, 在本专题介绍 (一) 的石灰洗涤法中有简介。实际的工艺过程则较为复杂。

#### 1.1 原理及工艺过程

$\text{Mg}(\text{OH})_2$  及  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  吸收  $\text{SO}_2$  生成  $\text{SO}_3^{2-}$  及  $\text{HSO}_3^-$ , 吸收效率如图 1 所示。

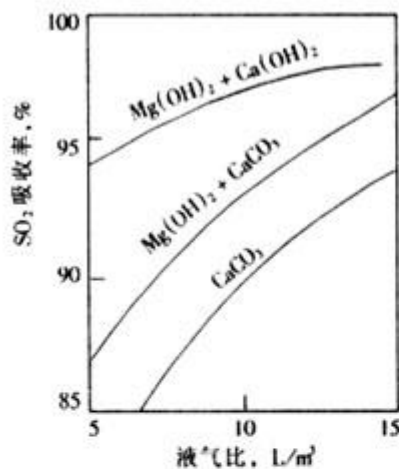


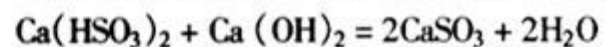
图 1 镁吸收的效率

与钙盐相比,  $\text{MgSO}_3$  及  $\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$  溶解度较高, 可避免反应器和管道的结垢与堵塞。

工艺过程由 4 个主要工序组成:

(1) 烟气冷却。含尘烟气在喷淋塔中直接喷水冷却及除尘, 控制循环水 pH 为 1~2, 烟气降温至 55~60℃ 进入吸收塔; 除尘废水连续排出并滤出粉煤灰; 滤液送氧化塔。

(2) 吸收。采用喷淋塔时, 液气比为 4~5  $\text{L}/\text{m}^3$ ; 用低阻力文丘里时, 液气比为 5~10  $\text{L}/\text{m}^3$ , 阻力 1000~1500 Pa。在循环吸收液中, 抽出部分送氧化工序中和, 然后调整 pH 并返回吸收工序。调整反应:



(3) 氧化。将吸收后液加硫酸调节至 pH 为 2~4, 鼓风氧化, 使  $\text{SO}_3^{2-}$  和  $\text{HSO}_3^-$  转化为  $\text{SO}_4^{2-}$ , 然后滤出石膏, 滤液为  $\text{MgSO}_4$  母液, 送再生工序。

(4) 再生。加入石灰乳使  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  再生, 即:  $\text{MgSO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

#### 1.2 应用及评价

此法在美、日等国家的燃煤电厂已大规模应用, 也有用于燃油锅炉烟气脱硫。实际脱硫率 90%~98%, 硫酸消耗量为  $\text{SO}_2$  量的 4%。

单独使用  $\text{MgO}$  及生产规模大时, 可定期抽取 10%~15% 的循环吸收液, 蒸发浓缩后结晶。晶体与碳混合在回转窑中 815℃ 下煅烧回收  $\text{MgO}$ 。煅烧窑废气含 8%~10%  $\text{SO}_2$ , 用于制酸。

与石灰洗涤法相比, 此法吸收液循环量较小, 节约电耗, 设备和管路不堵塞、不结垢。有镁原料或废物的企业可考虑选用。

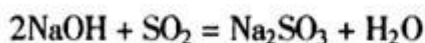
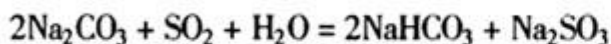
## 2 双碱法

此法类型较多,常用的钠碱——钙碱法简介如下。

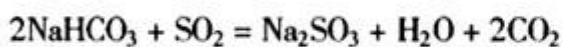
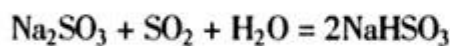
### 2.1 原理及工艺过程

锅炉烟气经电除尘和冷却后,通常以  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  或  $\text{NaOH}$  为第一碱吸收,再用钙碱为第二碱处理,吸收后液使钠碱再生。

(1) 吸收。化学反应:

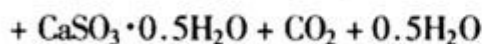
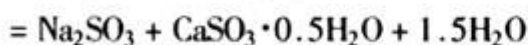
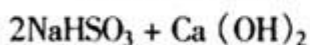
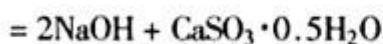
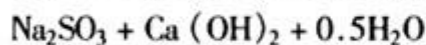


中间产物在水中溶解度很大。例如在  $40^\circ\text{C}$  时,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  的溶解度为  $37.2\% \text{ w} \cdot \text{t}$ ,  $\text{Na}_2\text{HCO}_3$  为  $12.7\% \text{ w} \cdot \text{t}$ <sup>[1][2]</sup>, 它们还能继续吸收  $\text{SO}_2$ , 其反应式如下:



吸收液控制 pH 在 8~9, 加入苯二胺或对苯二酚抑制  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  氧化。钠碱与  $\text{SO}_2$  的反应速度很快, 吸收率高。吸收过程进行至摩尔百分浓度为  $C_{\text{SO}_2}/C_{\text{NaOH}} = 0.9$  时结束, 溶液转入再生工序。

(2) 再生。用石灰或细磨石灰石处理:



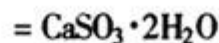
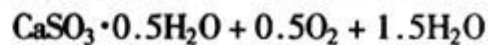
使用石灰时反应较完全。再生产出的亚硫酸钙沉淀与溶液分离, 后者返回吸收工序。

(3) 芒硝转换。吸收液循环使用导致  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  含量增加。因此, 将部分再生后的溶液抽至转换工序, 加入硫酸反应:



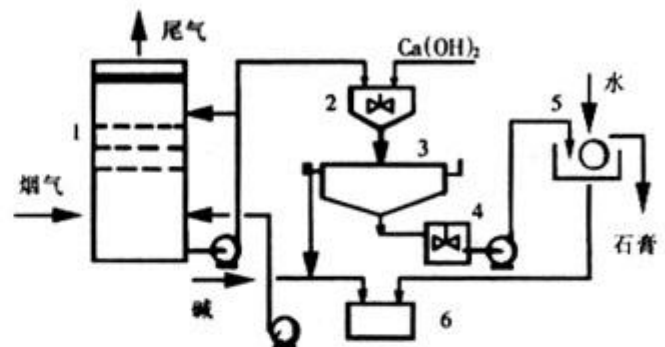
滤出石膏沉淀物, 滤液及再生工序所得溶液送往氧化工序。

(4) 氧化。在氧化塔中鼓风, 使上述溶液中未被氧化的  $\text{CaSO}_3$  转化成石膏而滤除:



滤液含  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  及  $\text{NaHSO}_3$ , 返回吸收工序。

上述双碱法的原则流程如图 2 所示。



1. 吸收塔 2. 再生槽 3. 浓密机  
4. 浆化槽 5. 过滤机 6. 配碱槽

图 2 烟气  $\text{SO}_2$  双碱法净化工艺流程

在生产实践中,亚硫酸钠溶液也可用空气氧化,生成  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液废弃,或加入  $\text{NaOH}$  调 pH 使  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  浓缩、结晶析出而回收,或在调 pH 后鼓风氧化、浓缩,结晶析出芒硝。

产出的石膏滤饼含有  $\text{CaSO}_3 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ , 或者抛弃,或者加水浆化,加酸调 pH 及鼓风氧化,产出石膏。

### 2.2 应用及评价

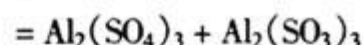
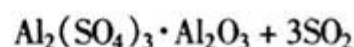
双碱法在国外已用于电厂和大型锅炉烟气脱硫。初投资 157~272 美元/kw, 除去 1t  $\text{SO}_2$  的操作费用 560~988 美元。

此法技术成熟,脱硫率高,溶液循环量小,设备和管道不会结垢和堵塞。缺点是投资较大,操作复杂,钠碱价格较高,所产石膏不纯。

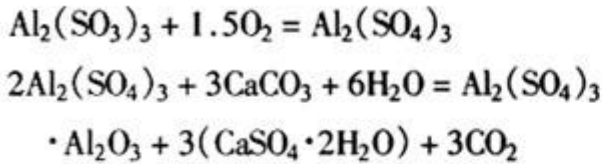
## 3 硫酸铝法

### 3.1 原理及工艺过程

此法实际上以碱式硫酸铝为吸收剂,经吸收、氧化和中和,吸收剂再生回用。反应:







硫酸厂尾气可直接进入吸收塔；炉窑烟气经预除尘应先在喷淋塔中洗涤和降温。

硫酸铝法的工艺流程如图 3 所示。硫酸铝由贮槽泵入配液池，与浓密机上清液混合后进入吸收塔。生产上可配置两级吸收塔和两级中和槽。

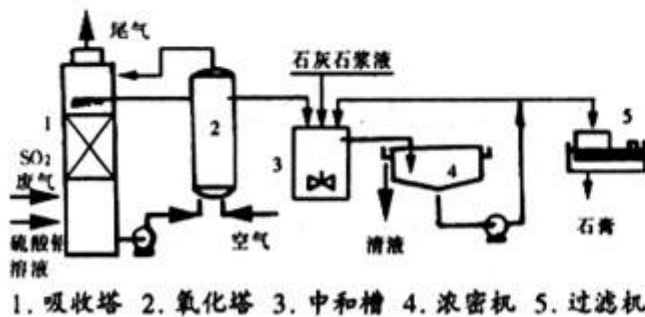


图 3 硫酸铝法脱硫的工艺流程

吸收尾气由排风机引入电除雾器，最终排入大气。

### 3.2 应用及评价

此法已用于硫酸厂尾气，冶金炉窑含 SO<sub>2</sub> 烟气或两者的混合废气脱硫。典型实例如表 1。

表 1 冶金工厂硫酸铝法脱硫实例

工厂名称	岡山制炼所	南京钢铁厂
废气量, Nm <sup>3</sup> /h	150000	55700
SO <sub>2</sub> 初浓度, % Vol.	0.06	0.285
废气温度, °C	75	-
吸收塔 φ × H, m (一级)	6 × 19	4 × 14
(二级)	-	5.2 × 16.9
氧化塔 φ × H, m	2 × 14	1.9 × 15.8 (2台)
中和槽, m <sup>3</sup>	20 (2个)	38 (三槽串联)
浓密机直径 φ, m	9	10
SO <sub>2</sub> 吸收率, %	98 ~ 99	96

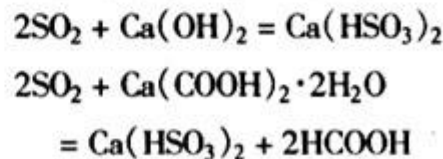
日本岡山厂有 2 套脱硫装置，处理双接触法制酸尾气。日本小坂炼铜厂建有 125000 Nm<sup>3</sup>/h 处理单接触制酸尾气；直岛炼铜厂的 150000 Nm<sup>3</sup>/h 装置则处理制酸尾气和经预洗涤的炼铜炉烟气。

我国南京钢铁厂的脱硫工程还设有碱式硫酸铝回收系统。该厂产出 1 吨干石膏的材料消耗为：硫酸铝 2.9 kg；石灰石 650 kg；水 3.03 吨；电 315 度；蒸汽 53 kg；压缩空气 970 m<sup>3</sup>。

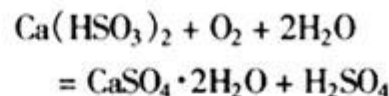
此法脱硫率高，达 95% ~ 99%，不产生 CaSO<sub>3</sub> 等难处置的产物，硫酸铝可回收利用，消耗少；即使有部分流失，也不污染水体。缺点是其它消耗较高，增加了操作成本。

## 4 戴维 S-H 法

此法是石灰乳溶液吸收法的改进形式。加入甲酸钙时，吸收反应为



甲酸在吸收过程中起缓冲剂的作用。生成的 Ca(HSO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 溶解度较大，可免除设备及管道的堵塞、结垢。吸收后液转入氧化塔，鼓风并加入 Ca(OH)<sub>2</sub>，维持出液 pH = 4.0。其反应式为：



氧化后液关入浓密机，浓液送真空过滤分出石膏；上清液及滤液返回吸收工序。

甲酸的强度介于碳酸和亚硫酸之间，能缓冲气液界面上由于 SO<sub>2</sub> 溶解而导致的 pH 值降低，增加液相与 SO<sub>2</sub> 反应的能力。此法在欧洲已有电厂应用，德国一家 40MW 电厂及一家化工厂 SO<sub>2</sub> 尾气采用此法，脱硫率 > 90%，所得石膏化学性稳定、储运可靠。

此法也用于处理废物焚烧烟气及含 HCl、HF 的废气，吸收率可达 98%。

## 5 参考文献

- [1] Lange's handbook of Chemistry. Thirteenth Edition, 1985
- [2] СПРАВОЧНИК ПО РАСТВОРИМОСТИ .ТОМ I АКАД НАУК СССР. 1961

## The Smoke Desulfur and Denitration Technique in Fuel Power Station (c)

Huang Qiande

**Abstract** The normal desulfur method by using active alkaline solution to absorb  $\text{SO}_2$  has been used in chemical, metallurgy industries and some special power station. Its main advantage is technical reliability and high efficiency.

**Key words** smoke desulfur absorption method alkaline solution

### 广州市环境科学学会 1997 年度学会优秀论文

#### 工程专业委员会:

·氨法烟气脱硫脱氮技术 成柏松 辜剑波

·阳离子接枝型聚丙烯酰胺在污泥处理中的应用

蔡紫芸 严惠华 邱非 杨丹菁 张展毅

·EWP 高效污水净化器在造纸污水治理的应用研究

李松汉 李洪渭 刘映尧

俞盛 肖成斌 曹妹文

·引进 A/O 工艺的污水净化技术的研究

李传国 汤克敏 郑曼英

雷泽辉 熊建中 李植辉

·广州医药“九五”排污总量控制计划实施预测和对  
策——1996 年环境统计分析 朱匀芳

#### 监测专业委员会:

·各类废水的  $\text{BOD}_5$  与  $\text{COD}_C$  的相关性研究

陆春霞 何坤志 钱东辉 胡健华

·横向石墨炉原子吸收法测定鱼中痕量硒

陈燕萍 黄汉树

·碱化保存天然水样测定烷基汞和总汞 黄卓尔

·广州市大气中挥发有机物组成特征

王新明 盛国英 傅家谟 闵育顺

#### 生态专业委员会:

·砖厂氟污染对农作物、果树的影响分析

胡迪琴 林原 梁永禧

·粉煤灰的组分特征及其系统分类

王运泉 郑燕君 张建平

·城市生态源空间作用的模式分析与 GIS 支持方法

刘洪杰

·荔枝林受害原因调查 郝梦德 孔国辉

·广州市城市生活垃圾填埋场的环境调查与选址原则

梁秩桑 吕瑞娟 莫珠成 罗家海 夏灿英

#### 质评专业委员会:

·试论我国人口、资源、环境与经济可持续发展

田从华 莫大伦

·广州市水资源面临的问题及对策

罗家海 钱关英 梁秩桑 潘南明 汪道明

·减量化、资源化、无害化是治理城市生活垃圾的  
战略原则 吕春元

·浅析当前环境影响评价的主要特点与实际  
问题 罗家海

·珠江口水质中 BHC 和 DDT 含量及分布的研究

骆世昌 余汉生 柯东胜

·广州市内环路工程噪声环境影响预测 王伟德

#### 医学专业委员会:

·水生物免疫毒理学是研究水环境污染的重要手段

陈成章

·某大厦改建后写字楼卫生状况的调查

许斌 刘晓希 易震伟

·小学小型泳池水卫生学特点和游泳引起疾病的调查

范健文

·广州市留样化妆品经存放后的微生物复检结果分析

江思力 刘守芝 钟巍 杨惠贤 冯禛智

·不同来源生活垃圾产量、成份、理化性状调查及治  
理对策的研究 邢益和 郑曼英 李丽桃 钟亚力

#### 法学专业委员会:

·大陆及香港环境影响评价制度比较研究 李肇萍

·论环境保护行政处罚中的证明对象 游成龙

#### 信息专业委员会:

·1998 年广州市环境保护形势分析及展望 彭绍盛

# 超滤技术及其在制浆造纸 工业废水处理中的应用

贾凤莲 陈中豪

(华南理工大学造纸与环境工程学院, 广州 510641)

**摘要** 概述了超滤技术的原理、特点及在造纸工业废水处理中的应用, 并展望其在今后的发展趋势。  
**关键词** 超滤 造纸工业 废水处理 应用现状

## 1 前言

超滤技术是一种新型的膜分离技术, 膜分离技术是指用高分子膜对混合物进行分离的方法, 膜分离装置主要有平板式、管式、中空纤维和螺旋卷式四种组件, 其中以平板式组件处理制浆造纸废水废液的前景最大。目前已实现工业化的有离子交换膜、气体分离膜、反渗透膜、超过滤膜和精细过滤膜等<sup>[1]</sup>。

## 2 超滤技术简介

### 2.1 超滤原理

超滤是一种压力驱动的膜分离过程。当溶液在压力下接触或流经超滤膜表面时, 溶液中分子量小于膜截留分子量的溶质和水可透过膜成为透过液, 分子量大于膜截留分子量的溶质被截留在原液内, 这就是超滤过程<sup>[2]</sup>。

超滤膜是用特定方法制成的具有不对称微孔结构的半透膜, 微观上可分两层结构。上层是具有致密微孔结构、拦截大分子的功能层(或称皮层), 孔径范围为 10~200Å; 下层是具有大通孔结构的支撑层, 起增大膜强度的作用。因功能层很薄, 膜具有很高的透水通量。

### 2.2 超滤传质过程的动力学和机理

超滤膜为什么对溶液具有分离作用? 现在已经提出多种理论来描述传质过程的动力学和机理, 孔模型是常用的一种, Lacey 认为溶质被截留是因为溶质分子太大, 不能进入膜孔; 或者由于摩擦力, 大分子溶质在孔中流动受到的阻碍大于溶剂和小分子溶质<sup>[3]</sup>。

索里拉金<sup>[4]</sup>认为, 超滤不仅仅是一种筛孔过滤的过程, 它由两个因素决定膜的分离特性: (1) 溶质-溶剂-膜材质的相互作用, 相互作用力包括范德瓦耳力、静电力、氢键作用力。溶质分子在膜表面或膜孔壁上受到吸引或排斥, 影响膜对溶质的分离能力; (2) 溶质分子尺寸与膜孔尺寸的相对比较, 即膜的平均孔径和孔径分布影响膜的分离特性。

### 2.3 超滤技术的特点

超滤技术采用的主要元件是超滤膜(Ultrafilter), 超滤膜可以认为是两种液体间的一种栅栏, 它可以根据两种液体所含物质的化学和分子结构的不同, 而物理性地将两种液体分开, 从而达到分离或浓缩的目的<sup>[5]</sup>。超滤技术具有以下特点:

(1) 溶解的物质从混合物中分离出来, 不发生相变, 因而能量消耗少, 运转费用低。

(2) 超滤膜在分离过程中, 不用加热, 因而可以处理热不稳定性的物质。

(3) 可以选择性地分离溶液中同时存在的有机与无机物质。

由于超滤技术具有一些独特的优点,因而受到人们的重视,并日益得到发展。

### 3 超滤技术在造纸工业废水处理中的应用

造纸工业废水排放量大,废水中含有大量的纤维素、木质素以及大量的化学药品等,耗氧量大,是世人所瞩目的污染源。目前,国内、外制浆废液处理工艺主要是药物回收和热回收。造纸工业废水处理方法主要有物理法、化学法、生物法和物理化学法,另外超滤法、造粒沉淀法、无膨胀法、电化学-凝聚法、活性炭吸附法等处理造纸废水的新技术也于近几年投入实际生产。采用超滤技术处理,不仅可极大地减轻环境污染,而且可有效地回收碱木质素副产品,进一步扩大有限自然资源的利用;同时,超滤技术处理废液的能耗低,仅为蒸发操作的1/3,因此超滤技术在制浆造纸工业上的应用具有极大的潜力。迄今为止,美国、德国、加拿大、挪威、瑞典、芬兰、丹麦、荷兰、法国和日本等工业化国家都先后在制浆造纸厂内建起了膜分离技术处理废水废液的车间或工厂<sup>[6]</sup>。

超滤技术在造纸工业中的应用主要集中在三个方面<sup>[7]</sup>:

#### 3.1 处理亚硫酸盐及硫酸盐制浆废液,回收木素磺酸盐和碱木素

从酸法废液中分离出木素磺酸盐和还原糖后,大大降低BOD的有机负荷。分离出的木素磺酸盐可用于生产表面活性剂等副产品。分离出的还原糖可用于生产木糖、酒精和饲用蛋白等<sup>[8]</sup>。每生产1t木浆能从制浆废液中分离得到约630kg的木素磺酸盐和270kg的还原糖。从碱法废液中回收的碱木素,经过改性后可生产水泥的减水剂等<sup>[9-12]</sup>。经过超滤处理后一般COD和BOD的去除率可达70%左右,色度的去除率可达90%以上。

我国吉林开山屯化学纤维纸浆厂,1986年利用从丹麦引进的UF/RO组件处理亚硫酸盐废液,UF可将高分子量的木素磺酸盐与低分子量木素磺酸盐及糖分开,前者可转化为钠盐,用作分散剂或粘合剂,后者进行发酵,制作酒精。这套系统每年从8%的废液中回收纯度为95%的木素磺酸钙(干品)5000t,然后将钙型改性为钠型,作为染料及石油采油打井泥浆的分散剂、井内防水沉淀剂,还可作为胶合板粘合剂,代替价昂的脲醛树脂,取得了良好的经济效益和满意的环境效益<sup>[13]</sup>。

芬兰造纸研究所<sup>[14]</sup>利用UF处理牛皮纸黑液,选用合适的工艺参数,使总固形物含量为15%的黑液浓缩到含木素分子量为80%~90%的浓液。利用这种木素代替40%的苯酚-甲醛树脂来制造胶合板,其性能良好,经济效益明显。

#### 3.2 造纸黑液的预浓缩

制浆废液的浓缩是造纸工业废液处理的一个重要环节,而且也是能源消耗的重要途径。黑液的浓缩多采用多效蒸发器,利用超滤技术可以把废液的浓度从10%增加到30%,其费用却只有蒸发浓缩的40%,同时保护了环境。

我国杭州国家第二海洋研究所,利用聚乙烯异相阴、阳离子交换膜,以一定的流速和电流密度回收、浓缩,经萃取分离木素后的pH值为12~13的草浆和桑皮浆黑(4°Be)中的烧碱,电渗析浓室中的NaOH为8.87g/L,碱回收率高达95%<sup>[14]</sup>。

#### 3.3 漂白废水的处理

硫酸盐纸浆厂的排水中,污染负荷最高的是漂白工段的碱性废水。以往主要是利用凝聚沉淀法(附加活性污泥法)处理,但存在着沉淀粘结、运转费用高、脱色率低、COD除去率低等问题。如果采用超滤技术浓缩这种废水,就可得到较高的脱色率和COD除去率,可以使90%以上的水回用,同时以

浓缩液的形式回收废液中的溶解物,如氯化木素,供进一步综合利用或在碱回收炉中烧掉。

瑞典 Iggesund 公司使用超滤法处理硫酸盐浆厂碱抽提段废水,采用了聚砜膜及多个 DDS 组件,处理典型的  $E_1$  一段废水,超滤后色度降低 90%, COD 降低 80%,  $BOD_7$  降低 25% ~ 50%<sup>[15-16]</sup>。从而使得总废水色度降低 65% ~ 70%, COD 降低 40%、 $BOD_7$  降低 10%。由于大部分高分子量木素被留在超滤液中,所以生化处理的负荷大大降低了。由四个 DDS 组件串联而成的系列具有膜面积  $42m^2$ ,可以每天处理  $E_1$  一段废水  $500m^3$ 。

#### 4 展望

超滤技术在发达国家,已发展成为一新兴产业,并应用很广。我国从 1980 年起才对超滤技术展开研究,但应用范围和规模较小。但从大量国内外的实例可以看出,利用超滤、反渗透等膜分离技术处理造纸工业废水在经济性、有效性方面是可行的。在我国一些条件适宜及回收木质素副产品具有稳定市场和经济效益的造纸厂应推广和提倡膜技术在造纸废水处理中的应用。

#### 5 参考文献

- [1] 邹文中,谢来苏. 麦草获苇浆废液的膜分离技术. 纸和造纸, 1993 (2): 60~61
- [2] 王学松. 膜分离技术及其应用. 科学出版社, 1994, 4
- [3] Lacey R E et al. Industrial Processing With Membrane. New York, John Wiley & Sons, 1972
- [4] Sourirajan S. Synthetic Membrane Vol I, Furbak A F, Ed. Acs Symp Ser American Chemical Society, Washington D.C., 1981: 11~62
- [5] 李家琬. 超滤技术在制浆造纸工业处理废液废水的应用. 国外造纸, 1983 (5): 1~12
- [6] 邹文中, 隆言泉. 膜分离技术在麦草 Soda-AQ 制浆废液中的应用. 北方造纸, 1995 (2): 55~57
- [7] 潘学军. 麦草 Soda-AQ 黑液的超滤研究. 北方造纸, 1994 (4): 3~7
- [8] 张珂等. 造纸工业污染防治技术与环境管理. 北京轻工业出版社, 1988
- [9] 杨润昌等. 用草浆造纸黑液 5 制取活性炭. 环境科学, 1991 (5): 42~46
- [10] 张陶芝等. 木素农药缓释剂的研究与应用. 中国造纸, 1995 (3): 35~40
- [11] 吴国雄. 利用碱法草浆黑液研制钻井泥浆稀释剂—CW 成功. 中国造纸, 1987 (2): 60~61
- [12] 钟学才. 利用造纸黑液制取水煤浆添加剂的研究. 上海环境科学, 1995 (12): 22~23
- [13] 曹光锐. 膜分离技术在制浆工业上的应用. 纸和造纸, 1998 (4): 2~5
- [14] 杜仰民. 造纸工业废水治理进展与评述. 工业水处理, 1997 (3): 1~5
- [15] Jorgen Wang. Removal of Color, COD and Toxicity from Kraft Bleach Effluent Appita, 1982 (1): 52~55
- [16] Q. Qlsen Membrane Technology in the Pulp and Paper Industry Desalination, 1980 (3): 291~302

## Ultrafiltration Technique and its Application in the Wastewater Treatment of Pulp and Paper Industry

Jia Fenglian Chen Zhonghao

**Abstract** This paper introduces the mechanism, character of ultrafiltration and its application status in the wastewater treatment of pulp and paper industry.

**Key words:** ultrafiltration wastewater treatment application status

## 植物对金属镉的吸收、分配及其影响因素

章金鸿

(广州市环境科学研究所, 广州 510620)

李 玫

(中山大学生命科学学院, 广州 510275)

**摘 要** 论述了植物吸收重金属镉的机制, 并对镉在植物体内的转运、积累和分配规律作了描述以及影响植物吸收镉的内、外因素。

**关键词** 镉 吸收 分配规律 影响因素

镉作为无机污染中危害最大的重金属之一, 通过采矿、冶炼、电镀、合金制造、塑料、玻璃、陶瓷、油漆、颜料等工业而排出<sup>[1,2]</sup>, 严重危害了动、植物以及人类的健康。1955 年~1972 年日本富士山县神通川流域居民因镉中毒而导致的骨痛病事件引起了世人对镉中毒的高度重视和深入的研究<sup>[1]</sup>。

### 1 镉的吸收和分配

#### 1.1 植物体对镉的粘附

植物体对镉的粘附作用, 主要是通过吸附大气尘埃中的镉粉粒或冶金作业散落的金属镉粉粒<sup>[3]</sup>, 粘附金属镉粉粒的数量, 主要决定于植物体表面积的大小和粗糙程度。由于发动机油中含锌添加剂和硬皮轮胎所用的锌化合物中有杂质镉的缘故, 路旁植物中的镉, 随离交通线距离的增大而减少<sup>[4]</sup>。据一些国家的测定结果表明, 植物所吸收的镉约有 30%~60% 来自大气, 40%~70% 来自土壤<sup>[5]</sup>, 当然, 这与土壤类型及地区有关, 大叶作物如莴苣、白菜等则更多地从大气中吸收镉<sup>[6]</sup>。

#### 1.2 植物体对镉的吸收

植物吸收镉的主要器官是根。水溶态的镉到达根表面, 主要有两条途径: 第一条途径称为 massflow 途径, 即植物在吸收水分时,

镉与水一起到达植物根部; 第二条途径称为扩散途径, 即通过扩散而到达根表面。

在土壤中, 镉的扩散一般遵循 Fick 的第二法则, 它的平均扩散距离为:  $X^2 = 2DT$ 。式中 D 是扩散系数 (cm/s), T 是时间 (s), X 为距离 (cm)。事实上, 镉扩散速度很慢, 一般只是在近根部位的镉才能通过扩散作用到达根表面<sup>[7]</sup>。

到达根表面的镉, 不一定被植物根所吸收。植物吸收镉的方式有两种: 一种是通过细胞壁等质外空间的吸收, 另一种是镉通过细胞质膜进入细胞的生物过程。Weigel (1979)<sup>[8]</sup>的试验中, 大豆等植物中的镉在亚细胞分布, 大约 70% 沉积在细胞质部分, 只有 8%~10% 结合到细胞壁及其它细胞器中。植物体对镉的吸收在很大程度上决定于细胞膜的特性。Fujimoto 等<sup>[9]</sup>的研究表明, 水稻幼根吸收镉的过程可分为两个阶段: 快吸收阶段和相对平稳吸收阶段。根的表皮和皮层之间有一个被称为“自由空间”的结构, 能允许外界溶液自由进出。镉离子通过非代谢性扩散运动进入到此区域, 并沉积在皮层和表皮的细胞壁上。当然, 也有部分镉离子能透过细胞壁, 在细胞内壁沉积或透过细胞质膜在细胞内积累。

#### 1.3 镉在植物体内的移动

被根吸收的镉离子并不是全部向地上部

分运输,而是大部分留在根内。Cataldo 等<sup>[10]</sup>研究大豆植物根所吸收的镉,认为镉主要是与根内蛋白质结合在一起,形成稳定的螯合物,滞留在根部的有 84% 左右。这一观点同时也为 Bartole、Weigel 等<sup>[8][11]</sup>学者所肯定。进一步的研究表明<sup>[12][13]</sup>,这种与根内镉相螯合的蛋白质是谷胱甘肽,起到解镉毒的结果。Tukendorf 等 (1993)<sup>[14]</sup>的研究还表明,根中的镉除了与谷胱甘肽结合以外,还能与其它含硫化合物结合成硫醇复合物 (AST),从而进一步提高了植物对镉的抗性。

但是,留在根中的镉离子还能缓慢地向地上部位转移。根吸收的部位不同,向地上部位移动的速率也有差异。小麦根尖端 1~4 cm 区域吸收的镉离子最容易向地上部位转移;由更成熟的部位吸收的镉,移动速度就慢的多。向地上部位移动还和植物的发育阶段有关,禾谷类在抽穗前 10 天左右所吸收的最易向地上部位转移;地上部位全部镉离子的 10% 以上被输送到米粒,相当于根系吸收总镉量的 2%~3%。土壤或培养基中镉离子浓度的高低,能直接影响到离子的运输速率。浓度过高时,离子向地上部位运输的速率相应变小。大气污染物中的镉以气态或粉尘形态进入叶片后也能输送到其它器官。用<sup>115</sup>Cd 涂在水稻叶片上,结果 Cd 经由筛管向穗和根部移动,大约涂在叶片上的 3% 转移到米粒中<sup>[15]</sup>。

根表面吸收的镉离子先要横穿根的中柱,达到导管中,然后在蒸腾作用下,才能输送到植物体的地上部分。这种通道一般有两条<sup>[7]</sup>:一是非共质体通道,即无机离子在根内横向迁移,到达内皮层是通过细胞壁和细胞间隙等质外空间;另一条是共质体通道,即通过细胞内原生质流动和通过细胞之间相连接的细胞质通道。彭鸣等<sup>[16]</sup>研究发现,在玉米幼苗根内,镉主要是以共质体的方式进行横向运输。用 10 mg/L 和 25 mg/L 镉处理的玉米幼苗根中,皮层中镉的积累远远小于中柱;在中柱内部,导管中镉的积累大于木质

部薄壁组织。这因为镉易通过共质体方式进入中柱,在中柱积累的速率较快,因而能在中柱与导管之间形成扩散梯度,沿着这个梯度,镉不断进入导管。在外界浓度不高时,镉通过质膜进入细胞,在细胞质流的帮助下,逐个细胞迁移直至导管。此时根的外皮细胞起着原始积累作用,而中柱在镉的径向运输中起着主动吸收积累的作用;而在较高浓度区,镉可以非质体形式迁移<sup>[17]</sup>,也可以通过质膜大量被动渗透,在细胞内扩散。

镉在导管内移动,并不是以游离的正离子形态移动,而是和某些有机物螯合,以配位体形态移动,如柠檬酸镉等。Cataldo 指出<sup>[10]</sup>:大豆伤流中镉主要与柠檬酸、苹果酸、琥珀酸等有机酸结合,其它的还有与半胱氨酸、组氨酸结合。

根从土壤(或营养液)中吸收镉,在植物体内分布情况,一般有以下规律,根>茎>叶>籽实<sup>[6]</sup>。如在水稻上<sup>[7]</sup>,根>茎>叶>穗;在大豆上<sup>[10]</sup>处理 48 小时,为根>叶>茎>豆荚>种子;处理 21 天(生理成熟)为根>脱落叶>茎>种子>豆荚>叶。不同植物,镉在根、茎、叶、籽实部位的分布略有不同,主要与不同的物种和外界条件如土壤、镉浓度有关<sup>[8]</sup>。

## 2 影响镉吸收的外界因素

影响植物吸收镉的外界因素很多,主要决定于植物种的生物学、生态学特性,镉的形态以及外界环境条件等特点。

### 2.1 不同种、不同生态型之间的差异

不同植物种对镉的吸收、积累量相差很大。例如,蕨类植物吸收镉的量特别多,体内含镉量可高达 1200 mg/kg,双子叶植物如向日葵、菊花体内含镉量分别可达 400 mg/kg 和 180 mg/kg,单子叶植物含镉量比双子叶植物少。

水生植物种的沉水植物比浮水、挺水植物吸收量高,这是由于沉水植物吸收面积大,

相对的吸收量多；沼生、湿生植物比旱生植物少吸收，这是由于前者终年生长在淹水的还原性土壤环境中，镉多和硫化物等结合、沉淀，植物不易吸收；中生、旱生植物的土壤处于氧化状态，镉多呈离子态，容易被吸收。

Hertstein 等 (1986)<sup>[18]</sup>对三个草种的耐镉性研究发现，抗镉性强的草种，茎内的镉含量较低，并通过少吸收、积累镉来提高对镉的抗性。Uorishita 等 (1987)<sup>[19]</sup>研究还表明，即使是同一作物，如水稻的不同品种，栽种于同一土壤中，其吸收镉量也有差异，并指出，这种品种间吸镉差别在某种程度上归因于种的形态学或生理学特性。植物根吸收镉的多少与植物的生育期也很有关系，有研究表明<sup>[7]</sup>：水稻镉的吸收大部分集中在营养生长期，并随着栽培时间的延长，吸镉总量仍增加，虽然镉的吸收速度下降了。

## 2.2 土壤镉浓度

虽然土壤全镉含量和植物吸收镉量之间的相关性不显著，但土壤中可移动镉离子浓度越高，植物吸收镉量就越多，这已为许多学者的研究结果所证实<sup>[10][20]</sup>。Fujimoto 等 (1979)<sup>[9]</sup>研究了水稻植株吸镉的动态过程：当镉浓度低时，水稻根积极吸收镉，植株体内镉含量迅速上升；当镉浓度较高时，水稻根吸收镉受抑，只能较慢地吸收镉，但植株体内镉含量仍增加。

## 2.3 土壤 pH 值

土壤 pH 值是影响植物吸镉量最重要的因素，通常是 pH 值上升，吸镉量减少，反之增加<sup>[6]</sup>。如在土壤中施用酸性污泥，植物体内即会积累高剂量的镉<sup>[21]</sup>，施加石灰，则减少植株对镉的吸收<sup>[22]</sup>。

土壤 pH 值对植物吸镉量的影响，主要是因为 pH 值降低，引起土壤镉大量解析，使镉的溶解度增加；pH 值增加，土壤镉吸持，使溶解度（或有效性）降低造成的<sup>[23]</sup>。Lagerwerff (1971)<sup>[24]</sup>曾报道，在远离空气污

染，用 1NHCL 浸提含镉的路旁土壤 (pH5.9) 上种植的萝卜根和萝卜叶时，其镉含量分别达到 1.7mg/kg 和 2.9mg/kg，但用石灰调节 pH 到 7.2，其含镉量分别降到 1.1mg/kg 和 2.8mg/kg。不过 Wu 等 (1992)<sup>[22]</sup>认为土壤中施加  $\text{CaCO}_3$  使植株吸镉降低的原因是： $\text{CaCO}_3$  能使镉从水溶性形式和可交换形式转化成有机物形式，如 Fe、Mn 氧化物形式和硫化物形式。有研究表明<sup>[20]</sup>，在营养液中降低 pH 值，可使  $\text{H}^+$  与  $\text{Cd}^{2+}$  产生竞争，反而减少植物对  $\text{Cd}^{2+}$  的吸收。

## 2.4 土壤金属离子

一般认为，水体或土壤溶液中的金属离子之间存在竞争吸持<sup>[20]</sup>，从而影响植物对金属离子的吸收。在加 0.05% 海水的溶液中，镉的解析率约为 30%；在加 0.5% 海水的溶液中，可达 70%，尤其是二阶阳离子浓度增加，对镉的解析有明显的影响。Iwai 等 (1975)<sup>[20]</sup>溶液培养玉米植株表明，在营养液中加入  $\text{Ca}^{2+}$  或  $\text{Fe}^{3+}$  能降低植物体的镉含量和吸镉量，促进植物生长，提高干重和产量。Moraghan (1993)<sup>[25]</sup>的研究也表明，在石灰质土壤中生长的亚麻，外加  $\text{Zn}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$ ，种子中镉的积累量分别比不加  $\text{Zn}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  时下降约 50% 和 17%。另外的一些研究也显示，外加  $\text{Zn}^{2+}$ <sup>[26]</sup>、 $\text{La}^{3+}$ <sup>[27]</sup>、 $\text{Ca}^{2+}$ <sup>[28]</sup> 等，均能减少植株对镉的吸收。锌能抗凤眼莲对镉的吸收，未加锌时，1.0mg/L 和 5.0mg/L 镉处理 30 天，凤眼莲含镉量分别为 459.5mg/kg 和 1760.5mg/kg；当加入 1.0mg/L 锌后，凤眼莲的镉含量分别下降为 209.1mg/kg 和 191.1mg/kg，这说明加入锌后，能使凤眼莲对镉的吸收减弱<sup>[22]</sup>。

## 2.5 土壤阴离子

不同的土壤阴离子种类能通过影响土壤颗粒对镉的吸持和解析来影响植物对镉的吸收，并且，这种影响随土壤类型的改变而变化。研究发现<sup>[23]</sup>，在红壤土中，阴离子对镉的吸持量的影响效应是： $\text{H}_2\text{PO}_4^- > \text{OAc}^- >$



$\text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{Cl}^-$ ; 在水稻土中:  $\text{OAc}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{H}_2\text{PO}_4^- > \text{NO}_3^- > \text{Cl}^-$ 。熊礼明等 (1992)<sup>[29]</sup> 在水稻作物上的研究结果是, 不同阴离子种类对水稻吸收镉的影响不同:  $\text{CO}_3^{2-}$  和  $\text{SiO}_3^{2-}$  均降低了植株地上部镉含量和吸镉总量, 而  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  和  $\text{Cl}^-$  则明显地促进了水稻植株对镉的吸收, 可能的机理是  $\text{CO}_3^{2-}$  和  $\text{SiO}_3^{2-}$  均使土壤 pH 值升高, 镉的有效性降低;  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  和  $\text{Cl}^-$  使土壤镉大量解析而进入土壤溶液中, 使镉有效性大为提高。但在溶液培养中, 加入  $\text{NO}_3^-$ <sup>[30]</sup> 或  $\text{Cl}^-$ <sup>[31]</sup>, 植株吸收镉反而被抑制。

## 2.6 土壤有机物

很早就有学者研究报道<sup>[32][33]</sup>, 土壤有机物质含量影响植物对镉的吸收。增加土壤有机质含量, 就能减少植物对镉的吸收。例如, 在含镉量 50 mg/kg 的土壤中加入土重 5% 的马粪, 头茬种小米, 第二茬种冬小麦。加马粪的小米含镉量为 0.16 mg/kg, 冬小麦籽粒为 5.1 mg/kg; 不加马粪的小米为 0.75 mg/kg, 冬小麦籽粒为 5.3 mg/kg。这是因为加马粪的土壤能提高阳离子交换量, 从而提高土壤对镉的固定率; 加马粪的固定率为 92.2%, 不加马粪的固定率为 86.2%。熊礼明等 (1992)<sup>[29]</sup> 在水稻作物上作了试验, 结果添加蔗糖有机物有效地降低了植物对镉的吸收。原因可能有两个: 一是有机物使土壤还原条件进一步加深, 降低植物对镉的吸收; 二是有机物能与镉形成有机复合物, 而植物对  $\text{Cd}^{2+}$  等阳离子的吸收主要以自由离子形式而不是有机复合物形式<sup>[34]</sup>。

## 2.7 镉离子化合形态的不同

桑野<sup>[35]</sup> 等人报道: 采用  $\text{CdSO}_4$ 、 $\text{Cd}_2(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{CdS}$ , 以 Cd 计各为 100 mg/kg、200 mg/kg 分别加于非污染土壤里, 进行这些化合物的调查研究。结果表明: 在添加 200 mg/kg 的情况下, 用无处理组作对照, 对水稻茎秆伸长的抑制程度是:  $\text{CdS}$  为 95%,  $\text{Cd}_2(\text{PO}_4)_2$  为 63%,  $\text{CdSO}_4$  为 56%, 而添加

100 mg/kg 的处理中则缓和些, 只表现出 10% 的抑制程度。对于干物重来说, 也为  $\text{CdS}$ 、 $\text{Cd}_2(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{CdSO}_4$  的顺序。一般来说, Cd 若成为氢氧化物、磷酸盐、硫化物等形态, 溶解度就明显减少。因而转移到植物体内的也较少, 故土壤残留比例较大。但是, 象这样的非溶解性化合物也会通过 pH 之变动、有机物之分解、酸根之类的作用变为溶解性的物质, 从而也可以转移到植物体内去。

## 2.8 土壤 Eh

已经证明<sup>[6]</sup>, 土壤淹水后, 随着 Eh 的降低, 硫化物大量形成, 植物吸镉量显著减少, 特别是籽实中的镉含量。其原因大致有: (1) 在还原条件下, 镉沉淀为  $\text{CdS}$ , 从而降低了镉的有效性。(2) 在低 Eh 的还原性土壤中, 有大量  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$  等离子存在, 它们与  $\text{Cd}^{2+}$  可能有竞争吸持作用, 使植物吸镉量减少。(3) 在低 Eh 高 pH 值时, 锰、铁氧化物可能对镉吸附增加。例如, 在镉污染区, 在水稻抽穗一周后, 在不同的氧化还原电位的条件下, 对糙米含镉量的测定表明, Eh 为 416mv 时, 糙米含镉量是 Eh 为 165mv 时的 2.5 倍。湿润条件下, 水稻根的含镉量淹水条件下的 2 倍, 茎叶是 5 倍, 糙米是 6 倍<sup>[36]</sup>。

## 2.9 环境因子

Chino 等 (1981)<sup>[37]</sup> 认为, 温度、光照条件、光强度等环境因子也能影响植物对镉吸收。如降温或遮荫能降低镉由水稻根部向地上部分运输, 因而吸收也随之下降<sup>[38]</sup>; 光照可刺激藻类对镉的吸收, 在暗条件下吸收的镉只有光照条件下的 66%<sup>[39]</sup>。

此外, 土壤处理如土壤追肥、水管理等也不同程度地影响植物对镉的吸收。

## 3 参考文献

- [1] Higgins, I J and Burns, R G. The chemistry and Microbiology of Pollution. Academic Press. London, New York, San Francisco, 1975: 206 ~ 207
- [2] Hodges, L Environmental Pollution (Second Edition)

- Iowa State University, Washington D C, 1977:425 ~ 426
- [3] John, M K. Heavy metals in plants and soils. Can Agric, 1972;17(1):20
- [4] Lagerwelf, J V & Specht, A W. Contamination of roadside soil and vegetation with Cadmium, Nickel, lead and Zinc. Environ Sc & Technol, 1970(4):583
- [5] Allaway, W H. Agronomic controls over the environmental cycling of trace elements. In advances in Agronomy, 20 Ed AG Norman, New York: Academic Press, 1968:235 ~ 274
- [6] 鲁如坤, 熊礼明等. 土壤, 1992;24(3):129 ~ 132 (137)
- [7] 王焕校. 污染生态学基础, 云南大学出版社, 1990:7 ~ 9, 12 ~ 13
- [8] Weigel, H J et al. plant physoil, 1980;66:292 ~ 300
- [9] Fujimoto, T And Uchida, Yo. Soil Sci plant Nutr. 1979 25(3):407 ~ 415
- [10] Cataldo, D A et al. Plant physoil. 1980;68:835 ~ 839
- [11] Baartale, U E et al. plant physoil. 1980;66:438 ~ 441
- [12] Obata, H et al. Soil Sci. plant nutr. 1986;32(3):461 ~ 467
- [13] Rauser, W E. plant Sci. 1987;51:171 ~ 175
- [14] Tukendorf, A. Photosynthetica (prague). 1993;28(4):573 ~ 575
- [15] Lepp, N W (edited). Effect of heavy metal pollution on plants. Vol. I: Effects of trace metals on plant function. Applied Science Publishers. 1981
- [16] 彭鸣, 王焕校等. 环境科学学报, 1989;9(1):61 ~ 67
- [17] Bazzaz, F A and Carlson, R W. The heavy metal on plants. I. Inhibition of gas exchange in sunflower by lead, cadmium, nitrogen and thallium. Environ. Pollut7(1974):241 ~ 246
- [18] Hertstein, u et al. Environmental and experimental Botany, 1986;26(4):309 ~ 319
- [19] Uorishita T et al. Soil Sci. plant nutr. 1987;33(4):629 ~ 657
- [20] Iwai, I et al. Soil Sci plant Nutr. 1975;21(1):37 ~ 46
- [21] Seeda, u A et al. Eggpt J soil Sci. 1992; 32(2):239 ~ 248
- [22] Wu, L S et al. Acta pedol, Sin. m 1992;29(4)377 ~ 382
- [23] Lazar, T et al. 土壤. 1992;24(3):133 ~ 137
- [24] Lagerwerff, J V. Uptake of cadmium, lead and zine by radish from soil and air. Soil Sci. 1971:111, 129
- [25] Moraghan, J T. plant soil. 1993;150(1):61 ~ 68
- [26] Costa, a et al. Jorunal of plant nutr. 1993;16(10):1921 ~ 1929
- [27] 董慕新等. 植物生理学报, 1992;28(2):111 ~ 113
- [28] pellegrini, U et al. j Appl phycol. 1993;5(3):351 ~ 361
- [29] 熊礼明, 鲁如昆. 土壤, 1992;24(4):197 ~ 200
- [30] Mishra, S N et al. Indian Tournal of poant physiology. 1994;37(1):12 ~ 16
- [31] Bhari et al. phytochemistry (oxford). 1994;35(5):1157 ~ 1161
- [32] Jolun, u k et al. Environmental science and technology. 1974;6:1005 ~ 1009
- [33] Haghiri, F. Journal of Environmental Quality. 1974;3:180 ~ 183
- [34] Kniters, A T et al. plant soil. 1993;152(2):225 ~ 235
- [35] 桑野幸男. 难溶性的金属镉吸收的机理. 日本土壤肥料学会讲演要旨集, 1971;(17):169
- [36] Lange O L and Nobel P S et al. Physiological plants ecology III Responses to the chemical and biological environment. Springer - Verleg. Berlin, Heidelberg, New York; 1983; 245 ~ 300
- [37] Reddy C N et al. jEnviron Qual. 1977;6:259 ~ 262
- [38] Chino u et al. jorunal of plant nutr. 1983;3(14):203 ~ 214
- [39] Chen C et al. Jorunal of the chinese Agricultural chemical society, 1994;32(2):132 ~ 140

## The Absorption and Allocation of Cadmium in Plants and the Influence Factor

Zhang Jinhong Li Mei

**Abstract** This paper describes the mechanism of Cadmium absorption and its regulation of transportation, accumulation and allocation in plants. It also summarizes the inner and outer factor influencing the Cadmium absorption by plants.

**Key words** Cadmium absorption regulation of allocation influence factor

# 激光散射法测量微粒粒径分布

吴开华 杨冠玲 何振江 黄佐华

(华南师范大学物理系, 广州 510631)

罗均宏 吴春龙

(广州市环境保护科学研究所, 广州 510620)

**摘要** 介绍一种基于光散射的微粒粒径分布测量方法, 并给出了测量结果。可应用于 TSP、降尘、粉尘等的粒径分布测量。

**关键词** 微粒测量 光散射 粒径分布

## 1 前言

TSP、降尘、粉尘等是环境监测中的监测项目, 但我们一般只监测其总量(浓度、排放量), 而不考虑其粒径分布。实际上不同大小的微粒对人体健康的影响是大不相同的, 10 $\mu\text{m}$ 、2.5 $\mu\text{m}$  以下的粒子对人体健康的危害最大。随着环境监测研究的深入, 有必要进一步研究 TSP 等的粒径分布, 以确定在总量中某一尺寸段的粒子所占的比例, 为污染防治提供科学根据。本文介绍一种基于光散射的微粒尺寸分布测量方法, 以及在我们研制的激光粒度仪上所测的实验结果。

## 2 激光散射测量原理

测量原理见图 1。用一束平行激光照射样品池中的被测粒子群, 不同大小的粒子其散射角不同, 小粒子以大角度散射, 大粒子以小角度散射, 前向散射光通过一付氏透镜后, 在透镜的后焦面上被一扇形自扫描光电二极管阵列 (SSPD) 所接收。SSPD 有 30 个环形光电探测器 (图 2), 每一环所接收到的光能量实际上是粒子群中不同大小的粒子在该环上的散射光能量之和。粒子群分布一定, 则散射光能量的分布也一定。如果测得了散射光能量的分布, 理论上就可反推出被测粒子群的粒径分布。

设直径为  $d_i$  的颗粒有  $N_i$  个, 由 Fraunhofer 衍射原理, 颗粒群在 SSPD 各环上的散射光能分布为<sup>[1]</sup>:

$$E_n = \frac{\pi}{4} I_0 \sum_{i=1}^n N_i d_i^2 [j_0^2(X_{i,n}) + J_1^2(X_{i,n}) - J_0^2(X_{i,n+1}) - J_1^2(X_{i,n+1})] \quad n = 1, 2, \dots, 30 \quad (1)$$

其中:  $X_{i,n} = \frac{\pi d_i S_n}{\lambda f}$   $X_{i,n+1} = \frac{\pi d_i S_{n+1}}{\lambda f}$

式中:  $E_n$  为第  $n$  环上所接收到的光能量,  $S_n, S_{n+1}$  为第  $n$  环的内外半径。  $\lambda$  为入射光波长,  $f$  为付氏透镜的焦距,  $I_0$  为入射光强,  $J_0, J_1$  分别为第零阶

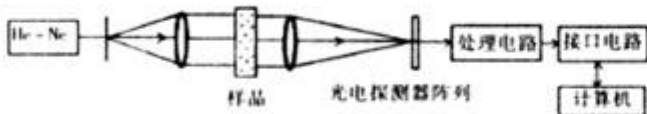


图 1 激光散射测量原理

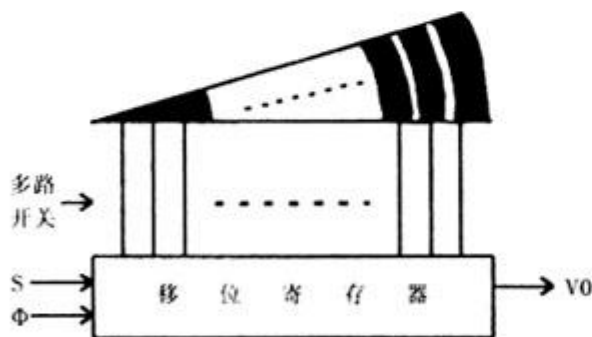


图 2 SSPD 示意图

和一阶 Bessel 函数。

若以粒子的重量百分比  $W_i$  表征尺寸分布, 则 (1) 式可变为:

$$E_n = cI_0 \sum_{i=1}^n W_i / d_i [j_0^2(X_{i,n}) + J_1^2(X_{i,n}) - J_0^2(X_{i,n+1}) - J_1^2(X_{i,n+1})]$$

或写为矩阵形式:  $E = TW$  (2)

式中:  $E$  为实测矩阵,  $C$  为与系统尺寸参数有关的系数,  $T$  为仅与系统尺寸参数有关的常系数矩阵, 解此方程组即可求得尺寸分布列向量  $W$ 。

设被测粒子符合 Rosin - Rammler 分布规律, 即  $W = \exp(-d/\bar{x})^N$  (3)

其中  $\bar{x}$  是特征尺寸, 表示大于这个尺寸的粒子的重量占总重量的 36.8%,  $N$  是粒子尺寸分布参数,  $N$  越大表示分布越集中,  $N$  越小表示分布越分散。由一组  $\bar{x}$ 、 $N$  可算出一组理论分布值  $TW$ ,  $TW$  与  $E$  之间有一定误差  $\delta$ :

$$\delta = \sqrt{\sum (E - TW)^2}$$
 (4)

通过反复修改  $\bar{x}$ 、 $N$ , 可找到一组  $\bar{x}$ 、 $N$  使得  $\delta < \log 5$ , 此时即可认为该  $\bar{x}$ 、 $N$  反映了被测粒子的分布规律。

迭代运算获得  $\bar{x}$ 、 $N$  后, 可进一步求得质量中间直径 MMD (Mass Medium Diameter)、索太尔平均直径 SMD (Sauter Mean Diameter) 及重量百分比、累积百分比、粒子百分比等参数, 具体的求解方法可参看文献[1]。有关 SSPD 的详细资料可参看文献[2]。

### 3 实验结果

首先用去离子水冲满样品池, 测得无散

射颗粒时的背景光能量  $E_b$ , 然后将适量样品放于去离子水中经超声波振荡、分散后放到样品池中, 随即测量各环的散射光能量分布  $E_s$ , 则  $E_s - E_b$  即为粒子群的实测散射光能量分布  $E$ , 经计算机实时处理可得实验结果。表 1 是某电厂粉尘样品的测试结果。整个数据的采集、分析处理、结果显示与打印均是在微机控制下自动完成的。从表 1 可见,  $10\mu\text{m}$  以上的粒子重量百分比占 17.64%, 但相应的粒子百分比仅占不到 0.03%;  $4\mu\text{m}$  以上的粒子重量百分比约占 50%, 但相应的粒子百分比仅占 0.5%, 仅从总重量中是无法反映这一特点的。这一测量方法可广泛应用于 TSP、降尘、粉尘等的粒径分布测量。

表 1 电厂粉尘样品测试报告

$\bar{x} = 5.76$ $N = 1.0$ $\text{Log-error} = 2.62$ $\text{MMD} = 4.00$ $\text{SMD} = 1.83$			
直径 ( $\mu\text{m}$ )	重量百分 比 %	累积百分 比 %	粒子百分 比 %
0-2	29.32	29.32	96.919
2-4	20.72	50.04	2.537
4-6	14.65	64.69	0.387
6-8	10.35	75.04	0.100
8-10	7.32	82.36	0.033
10-12	5.17	87.53	0.013
12-14	3.66	91.19	0.006
14-16	2.58	93.77	0.003
16-18	1.83	95.60	0.001
18-20	1.29	96.89	0.001
20-22	0.91	97.80	0.000
...	...	...	...
48-50	0.01	99.98	0.000
50-52	0.01	99.99	0.000

### 4 参考文献

- [1] 杨冠玲等, 雾粒粒度测试技术研究, 粉体技术, 1996; 2 (1): 28-34
- [2] 袁祥辉, 固体图象传感器及其应用, 重庆大学出版社, 1992

## The Measurement of Particle Size Distribution by Laser Scattering Method

Wu Kaihua Yang Guanling He Zhenjiang  
Huang Zuohua Luo Junhong Wu Chunlong

**Abstract** The paper described a particle size distribution measuring method based on laser light scattering. Some experiment results are also obtained. The method can be used to measure the particle size distribution of TSP, falling dust and powder, etc.

**Key words** particle measurement light scattering size distribution

## 扣除空白的回归计算

黄静平 林汉杰

(汕头市龙湖区环保监测站, 广东 515041)

**摘要** 通过分析参比、空白和回归方程之间的几何关系及特点, 提出了选择参比、正确扣除空白或内标准值的方法, 推算出扣除空白后的回归方程计算, 从而消除了回归方程中由于  $a$  值而引起的计算误差。

**关键词** 回归方程 参比 空白

回归分析作为研究变量之间相互关系的一种统计分析方法, 其应用十分广泛。通过回归分析可以确定相关变量间的定量关系式, 评价和度量变量之间关系的相关程度, 以及从一些可知的变量值去预测另一变量值的变化范围及趋势, 给人们提供可靠的结果预报和决策依据。

现实的回归计算, 几乎所得到的回归方程中都存在一个截距  $a$ , 它是由带有误差的数据经过回归计算得来的。根据有关文献论述, 经过校正后的回归方程, 如果其截距  $a$  与 0 之间无显著差异, 则截距  $a$  可作为 0 来处理, 回归方程可简化为  $y = bx$ 。如果  $a$  与 0 之间存在显著差异, 则代表标准曲线的回归方程的计算结果准确度不高, 其相应的回归方程就不能用于未知样品的分析计算; 如果忽略  $a$  值, 会给样品引入一个差值相当于截距  $a$  的系统误差。此时应该查找原因, 重新计算回归方程, 经截距检验合格后方能使用<sup>[1,2]</sup>。

众所周知, 在实际测量过程中, 必须合理选用参比, 正确扣除空白。如果参比选择不当, 扣除空白方法有误, 其结果必将对未知样品的分析计算带来明显的误差。目前, 已经有许多选择参比和扣除空白的文章报导<sup>[3,4,5]</sup>, 但是, 除了  $a$  值与 0 有显著差异, 须重新确立回归方程的提法外, 似乎没有人

对回归方程中确定存在的  $a$  值提出过其它合适的处理方法, 而且在许多应用过程中, 无论  $a$  值与 0 是否存在显著差异, 大多均在回归方程的计算中保留  $a$  值, 参与结果的计算<sup>[6,7,8]</sup>。

本文将从几何的角度, 分析参比、空白和回归方程之间的几何关系, 提出如何选择参比、正确扣除空白或者内标准值, 以期消除回归方程中由于  $a$  值的存在而引起的计算误差。

在 XOY 坐标系中, 回归方程  $y = bx + a$  如图 MN 直线所示。坐标原点 O (0, 0) 是参比点, O' ( $x_0, y_0$ ) 是相对于参比点的空白值, N ( $x, y$ ) 是未知样品的测定值。

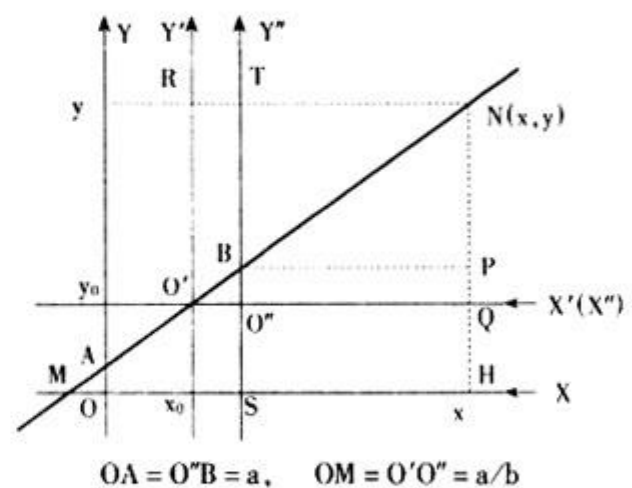


图 1 回归直线图

在实际计算中, 人们通常是把扣除空白后的值  $(y - y_0)$  直接代入回归方程求算未知

参数  $x^*$  :

$$(y - y_0) = bx^* + a \quad (1)$$

$$x^* = (y - y_0 - a) / b = NP/b = BP = SH \\ = x - x_0 - O'O''$$

$$x^* = x - (x_0 + a/b) \quad (2)$$

可见, 这种算法求得的未知参数  $x^*$  并不等于未知样品的  $x$  值与空白值  $x_0$  之差, 它除了要减去空白值  $x_0$  外, 还要再减去曲线在  $X$  轴上的截距  $a/b$ 。因此, 这种方法在求算未知参数  $x^*$  时要引入一个误差  $a/b$ , 而且这一误差的大小将影响到  $x^*$  的准确度。

由 (2) 式代回 (1) 式得:

$$(y - y_0) = b [x - (x_0 + a/b)] + a \quad (3)$$

从 (3) 式不难发现, 用扣除空白值后的差值  $(y - y_0)$  直接代入原回归方程求未知参数  $x^*$  的作法, 本来是希望把参比点从  $XOY$  坐标系中的  $O(0, 0)$  移到  $O'(x_0, y_0)$  空白点, 而在实际计算过程中, 却把参比点移到了  $O''(x_0 + a/b, y_0)$  点上 (见图)。很显然,  $O''$  点并不在标准曲线上, 如果把该点当作空白值来扣除, 势必会引起误差。可见, 在新的坐标系  $X''O''Y''$  上, 回归方程的形式并没有改变, 仍为  $y'' = bx'' + a$ , 仍保留着原有方程的计算误差。

在标准方法<sup>[1]</sup>中, 标准系列一般可直接测定, 不需经过前处理。测量时基本上是以纯溶剂或试剂空白作参比, 而样品测定则以样品空白作参比直接扣除空白。这种作法正如上文所述, 必然会给样品的计算结果引入一个相当于  $a/b$  的系统误差。

然而, 再把 (3) 式整理可得:

$$(y - y_0) = b(x - x_0) \quad (4)$$

显而易见, (4) 式才是真正体现了在  $XOY$  坐标系中样品参数  $x$ 、 $y$  与空白之间的函数关系, 才是真正扣除空白后样品参数的函数关系式。由此可见, 在扣除了空白值后的样品参数  $x'$ 、 $y'$  关系式, 是在  $X'O'Y'$  坐标系上且经过其原点  $O'(x_0, y_0)$  的一条无截距方程:

$$y' = bx' \quad (5)$$

方程 (4)、(5) 反映了扣除空白后, 样品的系统误差即被消除。

通常, 标准曲线以纯溶剂或用 0 浓度作参比, 而样品是用空白作参比, 这两种参比一般是不一样的<sup>[1]</sup>。因此, 对于这样的样品, 其正确扣除空白的方法应该是以标准曲线的 0 浓度作参比, 测量空白和样品, 然后扣除空白, 按照 (5) 式计算其样品值。两种计算方法在实际运用中的结果对比见表 1。

表 1

两种计算方法结果对比

标准曲线	相关系数	标准样品值 (mg/L)	一般计算法		本 法	
			绝对误差	相对误差	绝对误差	相对误差
$y = 0.170x + 0.0133$	0.9998	$0.24 \pm 0.09$	-0.06	4.8%	0.02	1.6%
$y = 0.294x + 0.0101$	0.9998	$0.400 \pm 0.023$	-0.016	4.0%	0.018	4.5%

同理, 也可以在样品中加入一个内标准浓度, 先扣除内标准值, 再按 (5) 式求得样品浓度, 从而消除系统误差。

## 参考文献

- [1] 国家环保局. 水和废水监测分析方法. 第三版, 北京. 中国环境科学出版社, 1989: 68 ~ 69
- [2] 何雁英. 对利用回归方程式计算空白浓度及样品含量出现负值时的处理意见. 中国环境监测, 1989; 5(1): 59 ~ 60
- [3] 刘先利. 对减空白求回归方程的思考. 中国环境监测, 1989; 5(3): 55 ~ 56
- [4] 姚进一. 关于如何处理试剂空白之我见. 中国环境监测, 1989; 5(5): 50 ~ 51
- [5] 向仲朝, 廖成华, 龚光隆. 回归计算要正确扣除空白值. 中国环境监测, 1990; 6(3): 62 ~ 63
- [6] 王惠勇, 冯尚彩, 王彬, 平梅. 催化光度法测定痕量铬(VI)的研究. 中国环境监测, 1998; 14(5): 11 ~ 13
- [7] 刘成勤. 吸光光度法测定工业污水中  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  含量. 中国环境监测, 1998; 14(5): 15 ~ 16
- [8] 钟崇林, 王伟, 丁卫东, 武凤翔. 光度法测定水中己二胺. 中国环境监测, 1998; 14(3): 35 ~ 36

## The Regression Calculation with Blank Deduction

Huang Jingping Lin Hanjie

**Abstract** The paper introduces the method on reference selection, blank or inner - standard deduction based on the feature and geometric relationship between comparison, blank and regression equation, reckons the regression equation calculation with blank deduction and prevents the error caused by a - value in regression equation.

**Key words** regression equation comparison blank

### 广州市环境科学学会 1998 年度学会优秀论文

#### 工程专业委员会:

- 高浓印染废水处理工程的设计审计与运行结果分析  
韦朝海 谢波 任源 吴超飞  
陈传好 陈惠中 范琼嘉
- “粤晖”牌 HJG - II 型粉煤专用脱硫节能剂在我公司 B&WB - 75/3.82 - M 锅炉上的应用 辜剑波
- 利用味精废水生产绿藻蛋白的研究  
梁世中 赵汝鹏 刘学铭 余若黔
- 阿维菌素高浓度有机废水处理 高孔荣
- 漂染废水治理的高效新工艺  
曹妹文 梅作汉 唐艳青 李松汉

#### 监测专业委员会:

- 牛仔裤洗水生化处理工艺运行报告 刘其华 陈端良
- 广州地区环境空气中挥发性有机物分布及其成因研究  
王伯光 祝昌健 俞开衡 李拓 罗海鲲  
张远航 曾立民 谢邵东 孙大勇 龙涛
- 氧化絮凝复合床水处理新技术的研究  
朱锡海 陈卫国 范娟 熊英健
- TBP 萃淋树脂富集 GFAAS 测定水与废水中的铊  
罗津新

#### 越秀区环境空气监测优化布点工作特点

陈冬华 司徒锋 张群齐 周智刚 陈雪华

#### 质评专业委员会:

- 把沙面建设成为欧陆风情商务旅游区的规划设想和对策建议  
吴乾钊 韦国荣
- 全球工业界 ISO14000 环境管理体系认证进展及我国的对策  
田从华 莫大伦 邓义祥
- 珠江三角洲城市群污染综合指数预报的模式方法  
谷德军 吴艳标 江美光 黄健  
李琼 毛伟康 袁金南 阳继宏 万齐林
- 采用空气指数 (API) 评价广州市空气质量状况的研究  
谢娟 陈能坚
- “分类收集”是实现垃圾“三化”的重要举措  
吕春元
- 高架路工程日照环境影响评价方法初探  
方杏芹 谢瑞文

#### ·中国机动车排放控制管理体系研究

莫秀贞 冯滨 王宇浚 陈 旻

- 建设项目环境影响经济损益分析——广州地铁二号线分析实例  
范常忠

#### 法学专业委员会:

- 关于完善限期治理制度的若干法律探讨 李擎萍

#### 医学专业委员会:

- 环境因素与细胞凋亡关系的研究进展 董书芸
- 细胞色素 P4501. A1 和谷胱甘肽硫转移酶 GSTM1 基因多态性与肺癌易感性 高杨 张桥 胡毅玲
- 儿童齿铅与智商关系流行病学研究  
胡前胜 董胜璋 肖勇梅 任铁铃 蔡承铿
- 广州市空气可吸入性颗粒物的污染水平  
陈 旻 王宇浚 邢 琪 陈能坚 刘振斌
- 室内空气臭氧卫生标准的研究  
宋宏 陈成章 蔡承铿 黎大明 牛冠明 余贵英

#### 教育专业委员会:

- 幼儿环境道德行为教育调查研究报告  
东山区水均岗幼儿园“环境道德行为教育”课题组
- 在推进素质教育课程建设中创建《绿色学校》模式的探索  
金日纬

#### 信息专业委员会:

- 向垃圾宣战 范向东
- 医疗垃圾集中焚烧处置的环境风险及其防范措施  
王丽仪 李战隆 李丽
- 机场噪声污染的舒适性影响评价和经济损失分析  
——以广州市白云机场为例  
冯少英 张健平 卢增荣 范永平

- 推广“分类收集”，保护广州环境  
李晖 陈卓容 麦启洲 李文辉 王聚亮 张立民

#### 生态专业委员会:

- 广州市郊发展生态旅游农业的建议 段舜山
- 广州地区酸雨对植物的影响及损失估算  
胡迪琴 苏 行
- 新西兰、澳大利亚环境保护考察报告  
甘海章 梁秩桑 罗 莉

# 广州市机动车排气净化技术的应用效果分析

莫秀贞 吴敏馨 邓楠 曾唐芳 卢艺刚  
(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

**摘要** 通过对广州市机动车净化技术产品的测试和对在用机动车排气污染治理效果的调查分析, 为广州市机动车排气污染全过程控制提出了对策和建议。

**关键词** 机动车 净化技术产品 净化效果 对策 广州市

## 1 引言

广州市政府和环保部门自 1994 年起颁布实施一系列控制机动车污染的管理法规, 1997 年市政府进一步颁布实施《关于强化治理机动车排气污染的通告》, 规定超标机动车必须强制安装使用尾气净化技术产品。通告实施一年多来, 机动车排气净化技术产品的使用效果如何, 本文就此进行分析。

## 2 净化技术产品种类与测试

1998 年广州市测试机动车净化技术产品共 22 种, 主要分为汽油车用机尾催化转化装置、机前装置、燃油添加剂和柴油车用机前装置、燃油添加剂五大类。见表 1 (a) 和表 1 (b)。

### 2.1 汽油车用机尾催化转化装置

对汽油车排气污染物 CO 和 HC 具有较好的净化效果, 怠速法测试的 CO 和 HC 平均净化率为 97.6% 和 95.1%; 工况法测试的 CO 和 HC 平均净化率均达到 71.9%。噪声消减量介于 11 ~ 26db (A) 之间。但会导致发动机功率平均降低 1.6%, 燃油消耗平均增加 2.0%。

### 2.2 汽油车用燃油添加剂

可使汽油车油耗平均降低 2.5%, 功率

平均增加 1.5%。怠速法和工况法测试的 CO、HC 平均净化率不高; 有些产品在减少 CO 排放同时, 会增加 HC 排放, 甚至会使 NO<sub>x</sub> 排放增加。

### 2.3 汽油车用机前净化装置

可使汽油车油耗平均降低 3.3%, 功率平均增加 2.6%。怠速法和工况法测试的 CO 和 HC 平均净化率介于 20% ~ 30% 之间。这类产品需在发动机台架上预运行 15 ~ 90h (平均时速 50km/h), 才能产生降低污染物排放的效果。

### 2.4 柴油车用燃油添加剂

可略提高柴油车功率和节省燃油, 在自由加速下的烟度平均净化率可达 20% 左右, 工况法测试的烟度平均净化率可达 12.8%。

### 2.5 柴油车用机前净化装置

可略提高发动机功率和降低燃油消耗, 在自由加速和工况法下的净化率可达 20% 左右。这类产品需在发动机台架上预运行 15h ~ 90h, 起效较慢, 但起效后效果持续时间较长。

## 3 在用车净化技术产品的使用及效果分析

经过几年来的测试筛选和使用验证,



1998 年广州市推荐用于在用车的净化技术产品 12 种, 用于柴油车的机前净化装置 3 种, 供过产品 12 种, 其中用于汽油车的尾气净化器 6 种, 用于柴油车的机前净化装置 3 种, 供过产品 12 种, 其中用于汽油车的尾气净化器 6 种, 用于柴油车的燃油添加剂 3 种。

表 1 (a) 1998 年广州市汽油车用排气净化技术产品测试结果

项 目 类 别	产 品 数 量 (个)	油 耗 变 化 率 (%)	功 率 变 化 率 (%)	消 声 量 dB(A)	工 况 排 气 污 染 物 平 均 净 化 率 (%)			怠 速 排 气 污 染 物 平 均 净 化 率 (%)		
					CO	HC	NO <sub>x</sub>	CO	HC	NO <sub>x</sub>
机 尾 催 化 转 化 装 置	7	+1.5~	-1.1~	11~	60.2~	51.0~	16.3~	93.0~	85.1~	26.7~
		+2.4	-2.5	26	94.9	86.6	81.5	99.3	98.7	77.6
	平 均	+2.0	-1.6	16.9	71.9	71.9	41.0	97.6	95.1	49.2
燃 油 添 加 剂	4	-0.7~	+0.6~		14.9~	-34.7~	-18.9~	-13.3~	-10.8~	-56.4~
		-3.3	+2.9		25.1	20.3	1.8	27.2	31.9	27.0
	平 均	-2.5	+1.5		19.3	0.2	-7.6	11.6	12.1	4.1
机 前 装 置	4	-5.3~	+0.4~		-9.6~	13.0~	-6.9~	-10.7~	0~	16.4~
		-0.9	+5.6		46.0	52.8	20.8	52.9	77.5	71.2
	平 均	-3.3	+2.6		19.8	29.2	1.9	24.3	33.8	33.5

表 1 (b) 1998 年广州市柴油车用排气净化技术产品测试结果

项 目 类 别	产 品 数 量 (个)	油 耗 变 化 率 (%)	功 率 变 化 率 (%)	工 况 烟 度 平 均 净 化 率 (%)	自 由 加 速 烟 度 平 均 净 化 率 (%)				
燃 油 添 加 剂	4	-3.3~	-1.7	+0.8~	+2.1	7.5~	16.5	17.8~	24.6
	平 均	-2.4		+1.2		12.8		21.2	
机 前 装 置	3	-5.3~	-0.6	+0.2~	+0.7	14.4~	23.1	17.8~	26.0
	平 均	-2.8		+0.5		18.8		22.9	

表 2 机动车安装净化技术产品前后排气污染物浓度值对比

车 类	汽 油 车 抽 样 数 量 (辆)	CO 平 均 值 (%)		平 均 净 化 率 (%)	HC 平 均 值 (ppm)		平 均 净 化 率 (%)	柴 油 车 数 量	烟 度 平 均 值 (FSN)		平 均 净 化 率 (%)
		安 装 前	安 装 后		安 装 前	安 装 后			安 装 前	安 装 后	
小 车	354	5.73	0.90	84.3	1146	320	72.1	221	6.34	2.32	63.5
轿 车	285	7.80	1.29	83.4	942	326	65.4	15	6.72	2.48	63.1
大 车	28	5.25	1.33	74.8	1950	627	67.8	70	6.63	2.10	68.3
合 计	667	6.6	1.09	83.5	1093	336	69.3	306	6.43	2.28	64.6

### 3.1 在用车安装使用净化器治理效果较显著

1998 年 8~10 月对 973 辆超标车辆使用净化器前后排气污染物浓度进行抽查对比 (见表 2)。其中抽查汽油车 667 辆, 安装使用净化器后, CO 平均下降 5.51 个单位, 净化率为 83.5%; HC 平均下降 757ppm, 净化率 69.3%; 抽查柴油车 306 辆, 烟度平均下降 4.2FSN, 净化率 64.6%。可见安装使用净化器对汽车排气污染有着较明显的治理效果, 是对机动车排气污染总量控制的一种有效手段。

### 3.2 部分已安装使用治理技术产品的车辆仍然超标

路检中发现部分已安装使用治理技术产

品的车辆仍然出现排气超标现象。在路检抽查的 3693 辆已安装使用治理技术产品的车辆中, 排气仍然超标的车辆数占 36.6%。其中超标的汽油车和柴油车分别占抽查数的 36.3% 和 39.9%, 见表 3。

表 3 路检中在用车安装使用净化器情况抽查统计表

项 目	汽 油 车	柴 油 车	合 计
检 测 车 辆 数 (辆 次)	3470	223	3693
超 标 车 辆 数 (辆 次)	1261	89	1350
总 超 标 率 (%)	36.3	39.9	36.6
其 中 有 效 期 内 超 标 车 辆 数 (辆 次)	972	81	1053
有 效 期 内 超 标 率 (%)	28.0	36.3	28.5

### 3.3 部分治理技术产品在其有效期内失效

在路检抽查的 3693 辆已安装使用治理技术产品的车辆中, 在治理技术产品有效期内超标的车辆占抽查车辆总数 28.5%, 占其超标车辆数 78.0%。

### 3.4 小型汽油车路检排放浓度主要分布在 CO < 3.5%、HC < 1000ppm 范围

道路检测以小型汽油车为主, 在 1998 年 6~7 月路检车辆中抽取 5021 辆次的检测结果进行浓度分析。在抽样车辆中, CO 单项超标排放 (CO > 4.5%) 车辆仅占二成; HC 单项超标排放 (HC > 1200ppm) 车辆仅占 7.1%, 见图 1 (a) 和 (b)。在所抽样的车辆中, 合格车辆占抽样总数的 75.3%。实际上, 小型汽油车排放废气浓度主要分布在 CO < 3.5%、HC < 1000ppm 范围内, 共计 3157 辆次, 占抽样总数的 62.9%。可见, 目前机动车排气污染物排放标准限值仍可适当加严, 以利更有效地控制机动车排放污染。

### 3.5 新车源头控制较为薄弱

在抽样车辆中, 使用期在 6 个月内的“新车”超标率为 18.6%。新车使用后排放超标应引起重视。随着车辆使用年限越长, 超标率渐增。见图 2。

## 4 污染控制对策与建议

### 4.1 机动车排放污染必须实施全过程控制, 新车源头控制应引起足够重视

与在用车排放污染控制进程相比, 目前对新车的排放污染控制仍较为薄弱。机动车排放污染必须实施全过程控制管理, 包括新车源头控制、中间销售环节控制与在用车末端控制三大环节。加强新生产车辆的排放控制, 严格执行国家新车排放标准, 新型车必须通过排放性能型式认证检验, 新生产车必须通过产品一致性检验, 提高新车质量和排放性能, 是减少机动车排气污染的最根本方法。

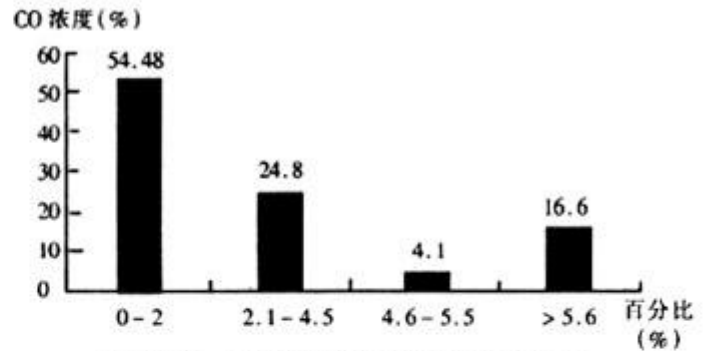


图 1(a) 抽样车辆 CO 排放浓度分布

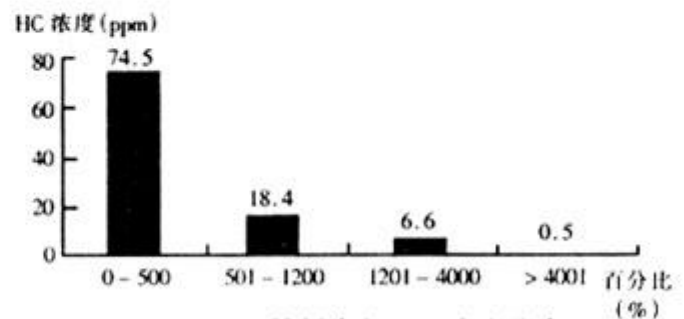


图 1(b) 抽样车辆 HC 浓度分布

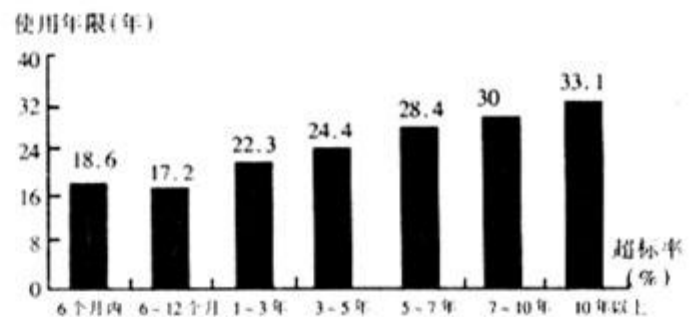


图 2 抽样车辆在不同使用时段内的超标率分布

### 4.2 在用车排放标准限值应予加严

抽样分析中, 达到现行排放标准的合格车辆比例占七成多。随着机动车排放污染控制进程的发展, 以及为进一步更有效地控制在用机动车排放污染, 建议适当加严我市现行的在用车排气污染物排放标准限值。

### 4.3 重视抓好净化产品质量及其耐久性, 加强车辆维护保养, 才能确保有效净化

根据广州市机动车净化技术产品使用管理规定, 营运车使用期限为半年, 非营运车为一年。统计结果表明, 70% 以上净化器有效使用期在半年内。净化技术产品耐久性和净化产品的质量、适应性以及车辆状况密切相关, 为达到有效控制机动车排气污染, 既必须重视抓好净化产品质量及其耐久性, 又必须同时做好车辆维修保养, 使车辆在良好

状况下运行,才能保证净化器的使用时效。

#### 4.4 加快柴油车和摩托车净化技术产品的研制和开发,对机动车排放污染实施全方位控制

近年来,我市汽油车净化技术不断发展和完善,净化效率不断提高;但柴油车和摩托车的净化技术研究起步相对较晚。随着机动车污染控制进程的发展,我市已开展柴油车道路检测与执法工作,不久也将开展摩托车道路检测与执法工作,必须加快柴油车和摩托车净化技术产品的研制和开发,才能对机动车排放污染实施全方位的有效控制。

#### 4.5 加快机动车排放污染控制进程,力争尽快推广应用三元净化技术

国外发达国家机动车污染控制成功经验表明,三元催化净化技术是目前世界上能对 CO、HC 和 NO<sub>x</sub> 同时净化的技术。针对目前 NO<sub>x</sub> 已成为广州市环境空气的主要污染物的环境问题,我市应加快机动车排放污染控制进程,创造条件,力争尽快引进、推广和应用三元净化技术。实际上,我市无铅汽油的推广使用,已为三元净化技术的应用提供了必要的基础。

## Analysis on the Technical Application Result of Vehicle Exhaust Purification in Guangzhou

Mo Xiuzheng Wu Minxin Deng Nan Zeng Tangfang Lu Yigang

**Abstract** Based on the test of vehicle purification technology products in Guangzhou and the investigation on administering vehicle exhaust pollution, strategy and suggestions for the total control of vehicle exhaust pollution are described.

**Key words** vehicle purification technology product purification result strategy Guangzhou

### 日开发生活垃圾消灭机

日本三水工业开发生活垃圾消灭机,用特殊微生物深污泥、生活垃圾至塑料完全分解成 CO<sub>2</sub> 和水。该公司培养持有好氧、厌氧和光合成能力的约 200 种细菌,将其载在木质担体上。处理时将木质担

体和生活垃圾混合,加热搅拌约 4h,投入的垃圾几乎分解成同等量的水和微量 CO<sub>2</sub>。水作为水蒸汽挥发,仅残留少量无机盐类。

洪蔚

### 珊瑚吸收 CO<sub>2</sub> 可与热带雨林匹敌

日本地球环境产业技术研究机构在冲绳·宫古岛海域 4 年的观测结果确认,珊瑚礁具有的 CO<sub>2</sub> 吸收能力几乎与热带雨林匹敌。他们在水深 10m 左右的珊瑚上罩 1m 直径半球形的塑料园顶,测定结果是

珊瑚和共生的褐生藻等每日吸收 CO<sub>2</sub> 2600kg,放出 CO<sub>2</sub> 2240kg,确认有 360kg 的 CO<sub>2</sub> 被珊瑚吸收。

洪蔚

## 关于广大干部群体的环境教育问题

丁仲时 曾雪荣

(广州军区环境监测站, 广州 510507)

**摘 要** 论述了对广大干部群体进行环境教育的意义、内容和方法。

**关键词** 环境教育 干部教育

本文所称的广大干部,系指我国凡具有“干部”身份的一切对象,涉及一切职业,分布在一切国家机关、企事业单位、群众团体、街道农村。应重视对这类人员的环境教育。

### 1 重视广大干部环境教育的意义

我国的环境教育自 70 年代起步,目前已形成了一个多层次的教育体系,即中小幼的基础素质教育,大学与专科的专业教育,环保干部的继续教育,面向公众的社会教育。上述教育面虽然已很广,但没有把广大干部作为一个特殊人群对待。对这类人员环境教育的意义在于:(1)干部是群众的领头人,环保工作作为我国基本国策,要由他们来落实。(2)“广大干部”人数众多,至少在六千万人以上,是很大一群受教育对象。(3)他们直接与我国 12 亿多人口相沟通,其模范骨干表率作用是一种强大的推动力,环保工作抓好了这些人就等于牵住了“牛鼻子”。

### 2 干部环境教育要着重抓哪些问题

#### 2.1 开展学习环保知识,提高环境意识教育

要着重解决三个问题:(1)了解人与环境的关系。人类的环境包括自然环境与社会环境,自然环境是最基本的环境,人类离开自然便无法生存。(2)了解当今世界环境问题的严重性及其原因。环境问题的严重性有

如水土流失、土地荒漠化、水资源缺乏、臭氧空洞、生物多样性减少、环境污染、温室效应、酸雨等。环境恶化的根源,一是人类自身认识失当,如流行资源无限论,资源无价论,人定胜天论,无节制地使用自然资源。二是资本主义生产以追求利润最大化为目的,掠夺性开发环境。三是人口膨胀,使地球不堪负载。四是技术发展不平衡,开发过速而综合利用水平低,资源浪费与环境污染并存。(3)面对诸多环境问题的挑战,我们的任务是要大力保护环境,防治污染,做到在发展过程中自然资源存量不减少,排污量不超过环境自净容量,保证人类有一个永续生存的空间。

#### 2.2 开展进行可持续发展教育

发展的本意是要满足不断增长的物质文化生活需要,提高生活质量,环境的破坏使这一社会目标无法实现。因此要解决好增长需要的无限与环境资源供给有限这一对矛盾,在满足个人及当代人的需要时,不损害他人及后代人的需要。可持续发展就是既要考虑到当代人的需要,又顾及到后代人的发展,它能保证经济、社会、环境、资源、人口的持续协调发展。可持续这一科学发展模式是本世纪 80 年代以来人类关于发展观的智慧结晶,是解决环境问题的钥匙。这一模式已广为世界各国认同,因此要以可持续发展教育

来带动环境教育,要广泛宣传学习可持续发展的思想。

坚持可持续发展的一个重要方面,是要摒弃传统的粗放型经营的经济增长方式。环境问题的实质是投资行为的“外部不经济性”,拯救环境要实行集约经营,要树立资源稀缺、有价的科学资源观、节约使用资源,改革传统的产业经济,发展知识经济。目前还应关注乡镇企业的发展,乡镇企业规模小,分布面广,资金、技术短缺,关注局部效益,消耗资源严重,排污严重。因而要加强区域发展规划的制定,加强环境评价制度,加强技术改造和环境管理。

### 2.3 加强科学人口观教育

缓解人口压力的有效方法是控制人口数量,提高人口质量,树立科学人口观。传统的人口学理论认为人口数量增长经历了三种方式,即高出生率、高死亡率、低自然增长率的原始增长方式;高出生率、低死亡率、高自然增长率的发展中国家增长方式;低出生率、低死亡率、低自然增长率的发达国家增长方式。第三种增长方式最能减轻人口的压力。可持续发展论者主张最终实现人口零增长。人口质量以个体身心健康、良好的科技文化知识和社会伦理道德水平为标志,优良的人口素质作用于环境,作为生产者可以提高生产效率和资源利用率,作为消费者可以文明消费,减少资源需求和废物排放。因此要大力宣传科学人口观,加强计划生育与优生优育工作。

### 2.4 加强环境法制教育

面对环境问题的“市场失灵”,必须实行政府干预。通常采取三种方式,一是加强立法管理的直接调控,二是运用经济手段的间接调控,三是加强宣传教育,培养环境意识,约束个人行为的自我调控。直接调控是国家的强制性行为。我国对依法治理环境极为重视,已制定了环境保护三大政策,环保工作八项制度,六部环境保护法律,九部资源保

护法,宪法、刑法也有环境保护条款,国务院发布了近30件环保行政法规,国家环保局发布了70余件环保规章制度,375件环境标准,地方政府发布了900余件地方环保法规。以上表明我国已有了依法治理环境的良好条件。执行法律带有强制性,干部要带头学法、用法、守法、用法律手段实现环境保护的预期目标。

### 2.5 加强环境伦理道德教育

环境伦理道德也称生态道德,核心思想为人是自然中的普通一员,人与自然中的其它成员平等,人类要尊重自然,善待自然。环境伦理道德目前主要存在两种见解,人类中心主义与生态中心主义,前者强调人的主观态度,后者强调自然的客观法则,但都强调要爱护自然。道德与法律都是人类的行为规范,治理环境虽然法治重要,伦理道德同样重要,人是行为的主体,法规的实行取决于行为主体的观念、意向,只有树立了良好环境及社会伦理道德观念的人,才能有保护环境的良好行为。伦理道德是一种无所不在的意识,影响力巨大,须对全民族包括干部普及环境伦理道德知识。道德法律化,法律道德化,要使法律与道德成为推动环保工作的两个轮子。

## 3 教育方法

### 3.1 重视和加快编辑出版环保知识普及教材

目前已有的一些版本或内容较专或不够系统。教材应有科普性、系统性、可读性,分章节编写,便于学习。

### 3.2 建立干部环境教育制度

环境教育是国策教育,应在干部的形势、政策、法制、上岗培训等教育中占有一席之地,政府机关要设专人抓环境教育。

### 3.3 结合中心工作开展环境教育

关注大型建设项目的环境影响,积极参与植树造林、整治城市、居住区改造等工作。要经常关注本地区的环境恶化状况。在开展

人口普查、计划生育、抗旱救灾等工作时不忘环境教育，报纸、广播电视开办环境教育专栏，工会、青年、妇女工作也应增加环境教育工作的内容。

### 3.4 学以致用，身体力行

干部要在三方面起作用，即带头执行环保法律法规制度；适时宣传、组织群众，推动环保工作；加强监管，与破坏环境的行为作斗争。个人的模范作用极为重要，要带头实行绿色消费，戒绝奢侈，节约水电，使用

清洁能源和节能器具，不狩猎，不食用珍稀动物，保护生物多样性。

## 4 参考文献

- [1] 臧立. 人类中心主义研究综述. 环境教育, 98 (2): 27-30
- [2] 朱锡平. 道德转化与环境教育. 环境教育, 98 (2): 39-40
- [3] 刘大波. 编写党政干部环境教育教材的思考. 环境教育, 98 (1): 30-35

## On the Environmental Education of Mass Cadre

Ding Zongshi Zeng Xuerong

**Abstract** The signification, contents and method of environmental education for mass cadre are described.

**Key words** environmental education cadre education

## 广州市环境科学学会召开第五次代表大会

1999年6月28日，广州市环境科学学会召开第五次代表大会。甘海章理事长作了题为“开拓进取，谱写学会工作新篇章”的工作报告。会议讨论修改了《广州市环境科学学会章程》，选举产生了新一届理事会。会议还表彰了一九九七年度、一九九八年度优秀学术论文作者和学会工作积极分子。

## 广州市环境科学学会

### 第五届理事会常务理事名单

(一九九九年六月二十八日第五届理事会常务理事会通过)

(按姓氏笔划排列)

甘海章	冯铭芳(女)	许广汉	刘攸弘	麦奇杰	朱锡海	李学灵
李萍萍(女)	李显康	吴政奇	吴乾钊	余国扬	陈新庚	陈成章
罗妙榕	骆世明	姚继业	曾凡棠	傅家谟	赖光赐	

理 事 长：甘海章

副理事长：朱锡海 陈成章 骆世明  
傅家谟 赖光赐 (常务)

秘 书 长：赖光赐 (兼)

副 秘 长：方鸣 陈丰

## 次氯酸钠发生器在电镀废水处理中的应用

梁胜昌 邓碧怡

(广东轻工职业技术学院, 广州 510300)

**摘要** 通过一家电镀厂的实例分析, 介绍了生产技术管理和使用次氯酸钠发生器前后的经济对比。

**关键词** 废水处理 氰化物 次氯酸钠发生器

### 1 概述

含氧化物的电镀废水, 用次氯酸钠破解氰化物已被普遍采用, 并适合小型电镀厂。

广东省电镀厂多而分散, 规模小。不少厂家因管理不善致使废水排放超标。在顺德市, 1997 年因此被勒令停产整改的有 6 家, 限期达标治理的有 18 家。通常生产铜、镍镀品的电镀厂, 废水超标排放的主要原因有: 两种废水未分流处理; 操作规程未严守; 残渣和残液处理不当; 缺少必要的分析检测手段。

顺德市某电镀厂通过安装次氯酸钠发生器 (以下简称发生器), 加强技术管理, 取得了较好的环境效益和经济效益。

### 2 工艺过程简述

该厂镀铜废水产生量为  $12 \sim 14 \text{ m}^3/\text{d}$ , 含氰  $150 \text{ mg/L}$ 。废水经调节池与部分镀槽残液混合后, 在  $7 \text{ m}^3$  池中氧化。破氰后的废水移入沉淀池, 与还原后的镀镍废水混合, 在沉淀池先用压缩空气搅拌, 并加入聚丙烯酰胺絮凝剂 (用量  $0.5 \sim 1 \text{ mg/L}$ )。混合后 pH 约为  $8 \sim 9$ 。然后静止沉淀  $1.5 \text{ h}$ , 使重金属成氢氧化物沉淀。沉淀物用板框压滤机进行液固分离。滤渣运往填埋场, 滤液达标排放。

该厂氧化工序原用含有效氯  $8\% \sim 9\%$  的外购次氯酸钠溶液为氧化剂。1994 年 12 月, 购置 2 台 WSB-91-1000 型发生器投入运行, 取代外购次氯酸钠溶液。

### 3 技术管理措施

(1) 将铜、镍两种废水分流处理, 保证氧化、还原工序在各自的最佳 pH 值条件下

进行。

(2) 镀件产品出槽时, 沥净其表面的电镀液; 水清洗时, 在保证洗净前提下尽量减少洗出水量。

(3) 车间每隔  $4 \sim 5$  天过滤电镀液时, 将滤渣和清洗镀槽的残液集中贮存。然后, 在  $3 \sim 4$  天内将它们分批排入调节池, 与含铜废水合并处理。

(4) 建立废水检测化验室, 用预蒸馏——硝酸银滴定法分析废水含氰浓度, 以便于控制废水处理工艺, 保证达标排放。

### 4 经济效益比较

工艺过程参数如前所述, 年工作  $322 \text{ d}$ , 日工作  $8 \text{ h}$ 。基准操作条件: 投药比  $\text{CN}^- : \text{Cl}_2 = 1:8$  (重量)。外购次氯酸钠含有效氯  $8\%$ 。发生器有效氯产量  $1000 \sim 1200 \text{ g/h}$ , 耗食盐  $3 \text{ kg/h} \cdot \text{台}$ , 耗电  $8 \text{ kW} \cdot \text{h/h} \cdot \text{台}$ 。发生器投产前后费用支出如下:

表 1 外购氧化剂与设置发生器的费用支出比较

外购氧化剂		设置发生器	
支出项目	费用 元/年	支出项目	费用 元/年
购买次氯酸钠溶液	55200	发生器购置费	92000
运杂费	14700	电费	41216
食盐	4636.8		
合计	69900	合计 (不含设备)	4585.28

不包括发生器折旧费时, 设置发生器后运行费节约  $24047.2$  元/年。依此计算, 发生器投资的回收时间为  $3.8$  年。

发生器至今已安全、无大修运行  $4.5$  年除抵偿其购置费外, 折算收益  $16212$  元。

# 地下水质量评价的数据计算方法

范元中

(江苏省环境监测中心, 南京 210029)

**摘要** 着重阐述了如何使用 FoxPro 语言编程, 快速、简捷地实现地下水各项的平均值、超标率、单项组分分值、综合评价分值及地下水质量级别的统计分析。

**关键词** 地下水 水质 综合评价 数据计算方法

## 1 前言

我国《环境质量报告书编写大纲》包括地下水监测评价章节内容, 各地环保部门根据管理需要, 还编制有地下水质量专题报告。本文着重阐述如何使用 FoxPro 编程, 实现《地下水质量标准》(GB/T 14848-93) 规定的地下水质量分类、分类指标、监测和评价方法等统计分析。

## 2 统计指标及数据库结构

《地下水质量标准》中规定了 39 个项目的五类标准值, 其中 20 个项目为规定的监测项目。评价时首先进行各单项组分评价, 划分组分所属质量类别; 再分别确定单项组分评价分值  $F_i$  (I 类  $F_i = 0$ , II 类  $F_i = 1$ , III 类  $F_i = 3$ , IV 类  $F_i = 6$ , V 类  $F_i = 10$ ); 按式 (1) 和式 (2) 计算综合评价分值  $F$  (参加评分的项目应不少于规定的监测项目)。

$$F = \sqrt{\frac{F^2 + F_{max}^2}{2}} \quad (1)$$

$$\bar{F} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i \quad (2)$$

式中:  $\bar{F}$ ——各单项组分评价分值  $F_i$  的平均值;

$F_{max}$ ——单项组分评价分值  $F_i$  中的最大值;

$n$ ——项数。

根据  $F$  值划分地下水质量级别 ( $F < 0.80$  为优良,  $0.8 \sim < 2.50$  为良好,  $2.50 \sim < 4.25$  为较好,  $4.25 \sim < 7.20$  为较差,  $> 7.20$  为极差), 再将细菌学指标评价类别注在级别定名之后, 如“优良 (II 类)”、“较好 (III 类)”。

利用 FoxPro 语言编程, 涉及四个数据库: 原始数据数据库 (DXS16.DBF)、存放统计结果的目标数据库 (DXS17.DBF)、评价项目库 (DXS18.DBF) 和标准值库 (DXS19.DBF)。当评价项目和标准值发生变化时, 只需修改后两个库中的数据, 而不需更改程序。表 1 为各数据库的结构, 项目库中的记录内容与目标库的字段名对应, 只有一条记录; 标准值库在项目 (XM) 栏中写入项目名称,  $A_1 \sim A_4$  为 I ~ IV 类标准值。程序是按照 20 个规定监测项目设计的, 可根据需要进行修改。

## 3 程序框图

见图 1。

## 4 应用环境及实例

使用 FoxPro 编程, 最好在 486 以上微机、WINDOW3.2 和 Microsoft Visual FoxPro2.5 以上版本实现。首先按照国家标准 (GB/T14848-93) 中规定的监测项目建立原始数据库



表 1 各数据库的库结构

原始数据库 (DXS16.DBF)					目标数据库 (DXS17.DBF)					
字段	字段名	类型	宽度	小数	字段	字段名	类型	宽度	小数	
1	CODE	字符	6		1	地区	字符	10		
2	测井编号	数值	10		2	指标	字符	8		
3	测井位置	字符	20		3	HD	数值	8	2	
4	地下水类型	字符	20		4	D-SOLID	数值	8	3	
5	LXDM	字符	1		5	SO <sub>4</sub> -2	数值	8	3	
6	pH	数值	8	2	6	CL	数值	7	2	
7	HD	数值	7	2	7	FE	数值	6	2	
8	D-SOLID	数值	8	3	8	MN	数值	6	2	
9	NH <sub>4</sub>	数值	7	3	9	V-pHEN	数值	7	3	
10	NO <sub>2</sub> -N	数值	7	3	10	CODMN	数值	5	1	
11	NO <sub>3</sub> -N	数值	7	3	11	NO <sub>3</sub> -N	数值	5	1	
12	V-pHEN	数值	7	3	12	NO <sub>2</sub> -N	数值	7	3	
13	CN	数值	7	3	13	NH <sub>4</sub>	数值	7	3	
14	AS	数值	7	3	14	F	数值	6	2	
15	HG	数值	8	5	15	CN	数值	7	3	
16	CR6	数值	7	3	16	HG	数值	8	5	
17	CD	数值	8	4	17	AS	数值	7	3	
18	F	数值	6	2	18	CD	数值	8	4	
19	SO <sub>4</sub> -2	数值	8	3	19	CR6	数值	7	3	
20	CL	数值	7	2	20	PB	数值	7	3	
21	FE	数值	8	2	21	pH	数值	6	2	
22	CODMN	数值	6	1	22	COL	数值	8		
23	GENSCUT	数值	8		23	F值	数值	5	2	
24	COL	数值	8		24	级别	字符	4		
25	MN	数值	6	2	25	细菌类别	字符	4		
26	PB	数值	7	4						
27	非离子氨	数值	8	3						
28	BOD <sub>5</sub>	数值	8	3						
** 总和 **			226		** 总和 **			170		
原始数据库 (DXS19.DBF)					项目库 (DXS18.DBF)					
字段	字段名	类型	宽度	小数	字段	字段名	类型	宽度	小数	
1	XM	字符	7		1	F1	字符	2		
2	A1	数值	11	5	2	F2	字符	7		
3	A2	数值	11	5	3	F3	字符	5		
4	A3	数值	11	5	4	F4	字符	2		
5	A4	数值	11	5	5	F5	字符	2		
** 总和 **			52		6	F6	字符	2		
					7	F7	字符	6		
					8	F8	字符	5		
					9	F9	字符	5		
					10	F10	字符	5		
					11	F11	字符	3		
					12	F12	字符	1		
					13	F13	字符	2		
					14	F14	字符	2		
					15	F15	字符	2		
					16	F16	字符	2		
					17	F17	字符	3		
					18	F18	字符	2		
					19	F19	字符	2		
					20	F20	字符	3		
** 总和 **					** 总和 **			64		

(DXS16.DBF)、标准值库 (DXS19.DBF)、评价项目库 (DXS18.DBR) 和目标数据库 (DXS17.DBF) (空库)。运行程序时, 主要通过人机对话方式, 按提示方式, 按提示输入要统计的地区数, 然后输入地区名称和一个两位数的代码, 代码与原始数据库中“CODE”中间两位数据相符 (如江苏徐州的代码为 320300, 只要输入徐州 03), 程序运行完毕前可根据需要选择是否打印结果。表 2 为某区域 12 个地区地下水的程序统计结果 (部分项目)。根据统计结果, 氨氮和总大肠菌群污染最严重 (氨氮  $F_i$  值 = 10, 总大肠菌群属 V 类), 铁和锰排第二位 ( $F_i = 6$ )。

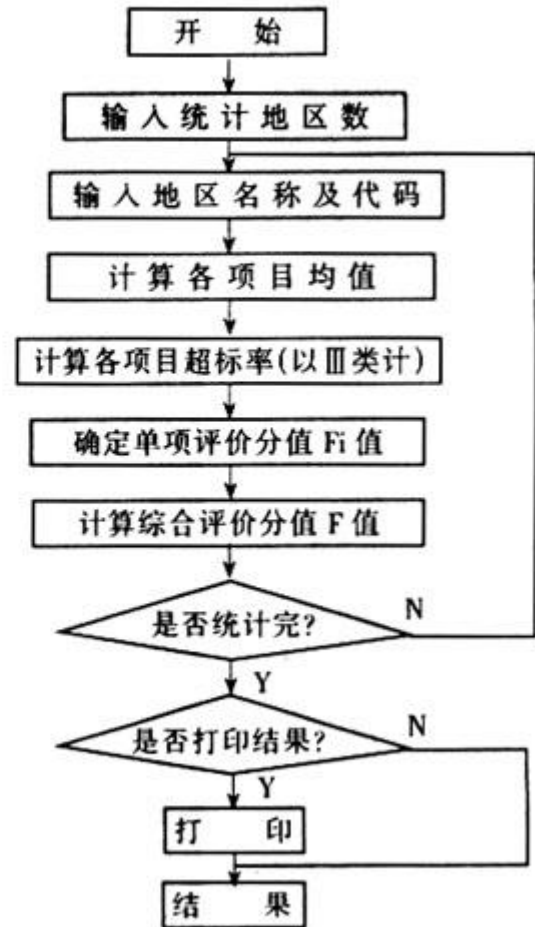


图 1 程序框图

表 2 某区域地下水质量评价数据程序统计结果 (部分项目)

地区	指标	HD	Cl	FE	MN	CONMN	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub>	pH	COI	F 值	级别	细菌类别
地区 01	平均值	22.43	29.13	0.20	0.01	1.0	4.9	0.003	0.029	7.54	53790			
地区 01	超标率%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	4.2	0.000	0.000	0.00	29			
地区 01	$F_i$ 值	0.00	0.00	1.00	0.00	1.0	1.0	1.000	3.000	0.00	10	2.15	良好	V 类
地区 02	平均值	9.29	16.03	0.00	0.00	1.9	3.5	0.005	0.913	7.31	8188			
地区 02	超标率%	0.00	0.00	0.00	0.00	20.0	6.7	6.667	53.333	6.67	100			
地区 02	$F_i$ 值	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	1.0	1.000	10.000	0.00	10	7.10	较差	V 类
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
地区 12	平均值	22.76	60.31	0.12	0.00	1.6	1.5	0.003	0.345	7.28	56			
地区 12	超标率%	0.00	0.00	14.29	0.00	7.1	0.0	0.000	28.571	0.00	43			
地区 12	$F_i$ 值	0.00	1.00	1.00	0.00	1.0	0.0	1.000	6.000	0.00	6	4.28	较差	Ⅳ类
总计	平均值	56.96	92.76	0.51	0.11	1.5	2.4	0.011	0.584	7.48	17979			
总计	超标率%	5.00	8.85	12.90	30.43	8.8	1.4	7.339	38.863	2.73	38			
总计	$F_i$ 值	0.00	1.00	6.00	6.00	1.0	1.0	3.000	10.000	0.00	10	7.19	较差	V 类

CONTENTS

1. Evaluation of Life Cycle ..... *Huang Xianyu et al*
2. The Development Progress of Vehicle Pollutant Exhaust Standard in China ..... *Ge Yi et al*
3. On the Environmental Symbol System in China ..... *Qian Qian et al*
4. Research on the SO<sub>2</sub> Atmospheric Environmental Capacity in Maoming ..... *Wang Shugong*
5. Preliminary Study on Poisonous Organic Pollutants of Atmospheric Aerosol in Several Villages and Towns of Pearl River Delta ..... *Luo Lihong et al*
6. The Smoke Desulfer and Denitration Technique in Fuel Power Station (c) ..... *Huang Qiande*
7. Ultrafiltration Technique and its Application in the Wastewater Treatment of Pulp and Paper Industry ..... *Jia Fenglian et al*
8. The Absorption and Allocation of Cadmium in Plants and the Influence Factor ... *Zhang Jinhong et al*
9. The Measurement of Particle Size Distribution by Laser Scattering Method ..... *Wu Kaihua et al*
10. The Regression Calculation with Blank Deduction ..... *Huang Jingping et al*
11. Analysis on the Technical Application Result of Vehicle Exhaust Purification in Guangzhou ..... *Mo Xiuzheng et al*
12. On the Environmental Education of Mass Cadre ..... *Ding Zongshi et al*

广州环境科学(季刊)

主 办: 广州市环境科学学会	地 址: 广州市吉祥路 95 号(邮码 510030)
协 办: 广州中药一厂	电 话: (020)83355374
编 辑: 《广州环境科学》编辑部	主 编: 甘海章
印 刷: 水利部珠委印刷厂	责任编辑: 琚 鸿 蔡梅茜