

# 广州环境科学

GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCES

第 17 卷 第 4 期

VOL.17 NO.4

2002.4

广州市环境科学学会 主办

广州市环境科学学会  
编辑部

# 广州环境科学

GUANGZHOU HUANJING KEXUE

季刊

1985年12月创刊

第17卷 第4期

(总第68期)

2002年12月30日出版

主管单位 广州市环境保护局  
主办单位 广州市环境科学学会  
编辑出版 《广州环境科学》编辑部  
主 编 甘海章  
责任编辑 琚 鸿 陈汇祥  
地 址 广州市吉祥路95号  
邮政编码 510030  
电 话 (020)83355374  
E-mail cgzaes@pub.guangzhou.gd.cn  
印 刷 水利部珠江委勘测设计研究院印刷厂  
广东省资料性出版物登记证号粤A第1038号

## 目次

### 水环境及污染防治

城市污泥中重金属的形态分布和处理方法的研究

.....安 淼, 周 琪, 李永秋(1)

### 大气环境及污染防治

氯化钠和三氧化二铁对炉内喷钙固硫剂的催化活化作用

.....程汉林, 蔡 强(6)

SO<sub>2</sub>在烟灰上的吸附平衡试验研究 .....张小广, 陈凡植, 武秀文(8)

广州市近10a降尘污染趋势分析 .....陈煜辉, 胡升心(11)

### 固体废物及处理

废弃电脑污染及其管理措施探讨 .....杨 静, 温士钊(15)

### 环境监测与分析

测量不确定度分析的实践与体会 .....张 策, 周 敏(18)

纳氏试剂分光光度法测定水中氨氮的不确定度评定 .....陆春霞(21)

一体化定硫仪测定植物叶片含硫量 .....刘应希, 黄小伟(25)

油类非分散红外法测定方法的改进 .....汪 澍, 陈肖芳(27)

### 环境管理与监理

浅析企业标准化环境管理与政府环境依法监督管理的关系 .....张 云(29)

中山市ISO14000认证现状及对策探讨 .....杜 敏, 詹根祥, 刘红刚(32)

公众参与环境管理的理论与实践创新 .....杜烈勇(34)

### 环境生态

浅议湿地的作用及保护 .....王玉秋, 钱 茜(37)

北黄海口滨海湿地资源现状、问题与对策

.....刘 绮, 梁松筠(40)

海洋生态系统对其海岛之服务功能初探——以广东南澳岛为例

.....帅 红, 夏北成, 吴仁海(43)

### 简 讯

《广州环境科学》荣获首届穗版优秀内部资料(5) 英荷壳牌石油公司投资开发生物酒精(24) 日推行让登山者带上携带厕所活动(26) 日提出新的生物多样性国家战略(31) 卫星证实南极半岛的拉森B冰架已经崩溃(33) 适宜于温、寒林带气候的地区正向极地方向移动(46) 《广州环境科学》2002年总目录(47)

### 封面摄影

星河璀璨——内环路环市路段

## 城市污泥中重金属的形态分布和处理方法的研究

安 森 周 琪

(同济大学污染控制与资源化国家重点实验室, 上海 200092)

李永秋

(Flukong Enterprise Inc, Edmonton, Canada)

**摘 要** 研究了城市污泥中重金属的形态分布特征和转化机理, 并对重金属的加硫酸根稳定和酸浸出两种处理方法进行了探讨。结果表明, 污泥中约 73% 的 Zn 和 70% 的 Ni 以不稳定态存在, 约 72% 的铜以硫化物及有机结合态形式存在, 其它重金属主要以稳定态存在; 厌氧消化工艺对可交换的离子态重金属的转化有明显的促进作用。通过向污泥中投加  $\text{SO}_4^{2-}$  可以在一定程度上提高 Zn 的稳定性。酸浸出试验中: 在  $\text{pH} = 2$  时, 污泥中 Zn 的浸出率达到 30% 以上, Ni 的浸出率达到 40% 以上, Cu 基本不被浸出。

**关键词** 城市污泥 重金属 重金属形态 厌氧消化

我国现有城市污水处理厂 60 余座, 每年产生的污泥量约  $5 \times 10^5 \text{ t}$  以上<sup>[1]</sup>。随着污水厂的兴建, 大量污泥的处置问题已越来越引起人们的重视。目前污泥处置的主要方法有填埋、焚烧和土地利用等方式, 其中土地利用最具发展前景。

城市污泥往往含有大量的重金属, 在土地利用过程中容易对土壤、地下水和动植物造成污染, 因此如何加以防治成为污泥土地利用必须解决的问题。部分学者使用无机酸、络合剂或者利用微生物将污泥中所含重金属浸提到液相中加以去除以降低污泥的重金属含量<sup>[2-4]</sup>。浸提法具有去除效果好, 处理时间短等优点, 但同时存在提取剂消耗量大, 费用较高等不足之处, 目前尚未见有大规模应用的报道。随着研究的深入, 人们逐渐认识到: 污泥中重金属对环境危害的大小不仅与其数量有关, 更大程度上取决于其形态分布。重金属的不同形态表现出不同的生物毒性和环境行为。Tessier<sup>[5]</sup>等认为可用化学试剂分步提取法来研究重金属形态, 分为以下五种: 可交换的离子态、碳酸盐结合态、铁锰氧化物结合态、硫化物及有机结合态和残渣态。研究表明<sup>[6,7]</sup>: 前三种形态稳定性差, 容易被植物吸收利用; 而后两种形态稳定性强, 不易释放到环境中。因此刘天亮等指出可以通过添加  $\text{S}^{2-}$  离子促进不稳定态的重金属向稳定的金属硫化物转化可以达

到固着重金属的目的<sup>[8]</sup>。

本文研究了城市污泥中重金属的形态分布特征和转化机理, 研究评价了酸浸出和加硫酸根稳定两种不同处理方法, 以期对污泥的土地利用提供理论依据。

### 1 实验部分

#### 1.1 污泥中重金属形态分析实验

污泥样品均取自青岛海泊河污水处理厂。

重金属总量测定样品的制备: 称取一定量烘干泥样, 加入浓  $\text{HNO}_3$ , 电热板加热至近干。共进行四次。用 1+1  $\text{HNO}_3$  温热溶解, 过滤, 对滤液进行分析。

重金属分步提取步骤如下: (1) 可交换的离子态: 称取一定量污泥干样, 加入 8 mL 1.0 M  $\text{MgCl}_2$ ,  $22 \pm 3^\circ\text{C}$  下振荡 1 h, 离心, 取上清液分析; (2) 碳酸盐结合态: 残留泥样经水洗后加入 1M NaAc ( $\text{pH} 5.0$ ) 8 mL, 室温振荡 6 h, 离心, 收集上清液分析; (3) 铁锰氧化物结合态: 残留泥样水洗后加入 8 mL 0.04 M  $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ ,  $96^\circ\text{C}$  条件下保持 6 h, 中间振荡数次, 离心, 收集上清液分析; (4) 硫化物及有机结合态: 残留泥样水洗后加入 8 mL 0.02 M  $\text{HNO}_3$  和 5 mL 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$  ( $\text{pH} 2.0$ ),  $85^\circ\text{C}$  条件下间歇振荡 4 h, 再加入 2 mL 3.2 M  $\text{NH}_4\text{Ac}$ , 振荡 30

min。离心收集上清液；(5)残渣态：残留泥样加入 10 mL 浓  $\text{HNO}_3$ ，电热板加热至近干。共进行 4 次。用 1+1  $\text{HNO}_3$  温热溶解，过滤，对滤液进行分析。

### 1.2 酸浸出实验

称取一定量污泥样品，加入硫酸调节到不同的 pH 值，100 r/min 下搅拌 4 h。进行固液分离，分别测定液相和固相中的重金属浓度。用浸出率  $p$  表示浸出的程度，计算方法为：

$$p = \frac{x \cdot c}{y \cdot (1 - c) + x \cdot c} \times 100\%$$

$x$ ：浸提液中重金属浓度；

$y$ ：残留污泥中重金属浓度；

$c$ ：含水率。

### 1.3 重金属稳定实验

试验装置为一套中温厌氧消化模拟系统（图 1）。消化罐共 3 个，置于恒温水槽（ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ ）中。在进泥中人为投加不同含量的无水  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ （分析纯），以在厌氧污泥形成  $\text{S}^{2-}$  的不同浓度。通过分析消化污泥中的重金属形态变化情况来研究厌氧条件下  $\text{S}^{2-}$  对重金属的稳定作用。

每个消化罐各加入一定量过 20 目筛的消化池污泥，搅拌均匀，稳定数十日，如系统运行良好，即认为启动成功。各消化罐每天定量进泥、取样。每次取样前先搅拌以保证样品的代表性。取样完毕

即可进泥。进泥后搅拌使生污泥和罐内污泥充分混合。样品每 10 天测定一次。系统运行的状况可以通过 pH 值和气压值进行判断。

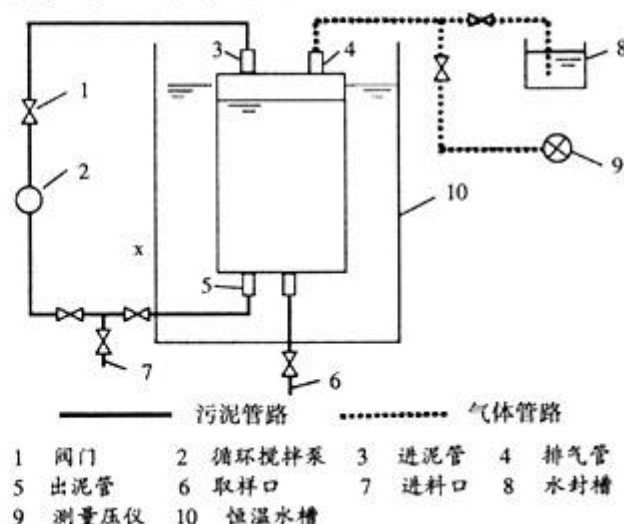


图 1 厌氧消化系统组成示意图

### 1.4 测定方法

镉、镍、铅、锌、铜：火焰原子吸收分光光度法；总铬：GB7466-87；砷、汞：原子荧光法； $\text{SO}_4^{2-}$ ：铬酸钡分光光度法。

## 2 结果及讨论

### 2.1 污泥中重金属形态分布

污泥中重金属形态的测定结果见表 1。

表 1 不同种类污泥中重金属的形态分布

| 重金属 | 污泥种类 | 可交换的离子态/% | 碳酸盐结合态/% | 铁锰氧化物结合态/% | 硫化物及有机结合态/% | 残渣态/% | 回收率/% | 总量<br>mg/kg 干污泥 |
|-----|------|-----------|----------|------------|-------------|-------|-------|-----------------|
| 铜   | 生污泥  | 0         | 7.2      | 1.1        | 69.9        | 21.8  | 96.4  | 276             |
|     | 消化污泥 | 0         | 6.3      | 0          | 74.1        | 19.6  | 99.6  | 241             |
|     | 泥饼   | 0         | 5.0      | 0          | 75.7        | 19.3  | 99.2  | 241             |
| 锌   | 生污泥  | 15.1      | 14.8     | 46.0       | 14.0        | 10.1  | 97.9  | 2480            |
|     | 消化污泥 | 3.2       | 16.9     | 52.8       | 16.9        | 10.2  | 101.4 | 2800            |
|     | 泥饼   | 4.4       | 16.6     | 50.5       | 18.0        | 10.5  | 99.7  | 2960            |
| 镍   | 生污泥  | 30.1      | 12.5     | 29.4       | 16.2        | 11.8  | 98.6  | 138             |
|     | 消化污泥 | 26.4      | 10.7     | 32.1       | 17.1        | 13.6  | 99.3  | 141             |
|     | 泥饼   | 22.1      | 13.2     | 33.1       | 18.4        | 13.2  | 98.5  | 133             |

注：回收率为分布提取量占总量的比。

海泊河污水处理厂污泥中，锌不但含量最高，而且主要以不稳定态的形式存在，不稳定态占总含量的约 72%~76%；铜主要以稳定的硫化物及有机结合态存在（约 70%~74%），不稳定态的含量不到 10%；镍的五种存在形态含量分布较为均匀，其不稳定态与稳定态的比例与锌相似；铬主要以残

渣态存在，占 60% 以上，不稳定态的含量约占三分之一，其硫化物有机及有机结合态含量极少；汞、镉、铅、砷等毒性较强的元素几乎全部以残渣态形式存在，有利于污泥农用。

通过对生污泥和消化污泥形态分析结果的比较发现，厌氧消化过程对污泥中可交换的离子态重金

属的含量有较大的影响。生污泥中可交换的离子态的锌含量约在 400 mg/kg 干污泥, 经厌氧消化后, 在消化污泥中的含量下降到 100 mg/kg 干污泥左右, 降低了近 75%。镍和铬也有类似的现象出现。同时观察到, 随着可交换的离子态重金属含量的下降, 碳酸盐结合态、铁锰氧化物结合态和硫化物及有机结合态的含量有所增加, 残渣态重金属的含量基本不变。这是因为污泥厌氧消化过程中, 由于硫酸还原菌的作用, 能够促使硫酸根的还原和含硫蛋白质的分解, 生成  $S^{2-}$  离子。所生成的  $S^{2-}$  离子能够与重金属反应生成稳定的金属硫化物。另外温度、酸度等环境条件的变化,  $CO_3^{2-}$  等无机物以及有机物与重金属的络合, 微生物的作用, 同样可能引起可交换的离子态向其他形态的转化, 从而对重金属的形态分布产生影响。比较生污泥和消化污泥中的重金属形态分布可以看出消化污泥中硫化物及有机结合态的铜、锌、镍的含量偏高, 但偏高的程度很小, 这可能与污泥中硫化物的含量较低有关。

## 2.2 酸浸出试验结果及分析

对污泥中含量最大的三种金属的酸浸出试验发现: 污泥中锌和镍的浸出率在  $pH = 2$  时分别达到 30% 和 40% 以上。这是因为二者在污泥中主要以不稳定态的形式存在, 受  $pH$  值的影响较大。铜的情况则不同, 在  $pH = 2$  时才有少量浸出的迹象。因为铜大部分以稳定的硫化物及有机结合态存在, 受  $pH$  值的影响小。从图 2 和图 3 中消化污泥的浸出曲线均位于生污泥浸出曲线下方, 这是由于消化污泥中的金属硫化物含量比生污泥偏高, 其中的重金属更难以浸出。

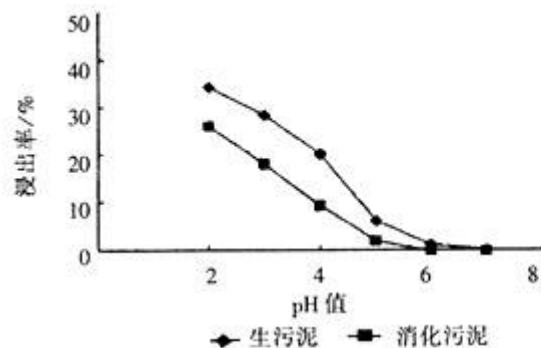


图 2 锌的浸出率与  $pH$  值关系曲线图

锌和镍的浸出率随  $pH$  值的下降有明显的增大趋势, 但是在  $pH = 2$  时, 它们的浸出率仍未达到一半。因此, 如要把大部分金属元素浸提出来, 就

需要更低的  $pH$  值, 需加更多的酸, 这往往对污泥的后续处理处置产生不利影响, 而且增加了药剂费用。本试验中, 在  $pH = 2$  时加酸量约为 0.3 kg/kg (浓  $H_2SO_4$ /干污泥), 比通过国外部分研究<sup>[9,10]</sup> 估算的 0.5 kg/kg (酸/干污泥) 要少一些, 原因可能是由于不同种类污泥的组成和特性不同。经计算得出每 kg 浓  $H_2SO_4$  所能够浸出大致的重金属量 ( $pH = 2$  时), 生污泥: 3.3 g/kg (Zn/浓  $H_2SO_4$ ), 0.2 g/kg (Ni/浓  $H_2SO_4$ ); 消化污泥: 2.5 g/kg (Zn/浓  $H_2SO_4$ ), 0.2 g/kg (Ni/浓  $H_2SO_4$ )。

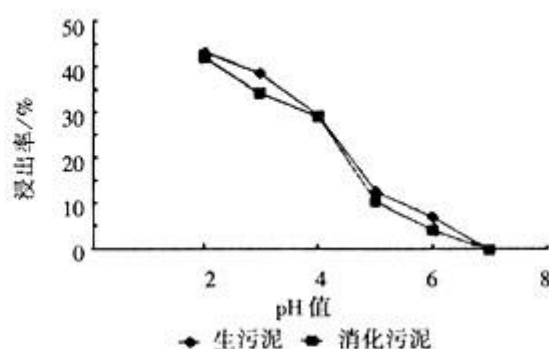


图 3 镍的浸出率与  $pH$  值关系曲线图

## 2.3 重金属稳定试验结果及分析

从图 4~6 各消化罐重金属稳定率 (稳定态金属在金属总量中的比例) 变化曲线可以看出, 铜的稳定率 (96% 以上) 在试验中变化不大, 这是因为铜主要以稳定态存在, 投加  $SO_4^{2-}$  对其影响甚微。在未投加  $SO_4^{2-}$  的 1 号罐, 试验过程中锌的稳定率一直在 28% 左右; 在投加  $SO_4^{2-}$  最多的 3 号罐, 试验后期锌的稳定率达到 39%。从图 7 中可以清楚地看出, 3 号罐中不稳定态的锌含量呈下降趋势, 硫化物及有机结合态的含量呈上升趋势。这种趋势可归因于投加的  $SO_4^{2-}$  提高了污泥中  $S^{2-}$  离子的浓度, 促进了不稳定态金属向金属硫化物的转化。镍的稳定率在 30% 左右, 与锌相似, 且不同的投加量  $SO_4^{2-}$  对其影响不大。这主要是因为镍在污泥中的相对含量较少, 与  $S^{2-}$  离子反应的机会少, 受其影响也小。

2 号消化罐  $SO_4^{2-}$  的投加量为 600 mg/L, 但铜、锌、镍的稳定率与 1 号罐相差不大。这种现象说明  $SO_4^{2-}$  在含量水平较低的情况下, 对重金属没有明显的稳定作用。分析原因如下:  $SO_4^{2-}$  在厌氧消化过程中被硫酸盐还原菌 (SRB) 还原后, 所产生的负二价硫有三种存在形式:  $H_2S$ 、 $HS^-$ 、 $S^{2-}$ 。液相

中这三种存在形式之间遵从二元酸的分级电离关系<sup>[2]</sup>。厌氧消化主要为中性环境,硫的主要存在形式为 $\text{HS}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ 的含量较少。因此,在较低的 $\text{SO}_4^{2-}$ 水平时,硫的还原量少,电离出的 $\text{S}^{2-}$ 的量更低,

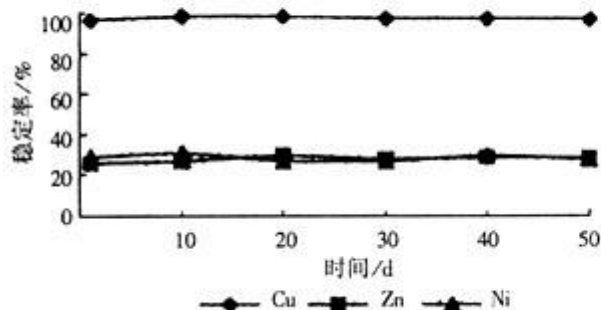


图4 1号消化罐重金属稳定率变化曲线(空白)

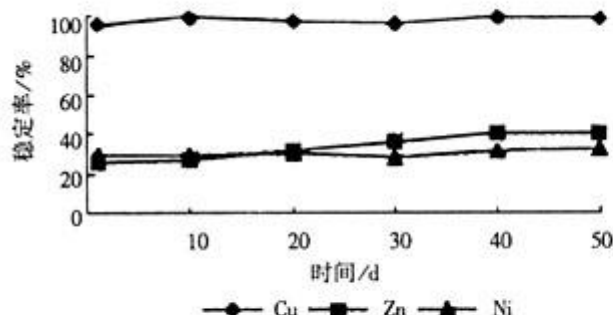


图6 3号消化罐重金属稳定率变化曲线( $\text{SO}_4^{2-}$  1 200 mg/L)

对 $\text{SO}_4^{2-}$ 的测定可以得出:由于 $\text{SO}_4^{2-}$ 投加量的不同,污泥中 $\text{SO}_4^{2-}$ 的含量也不同; $\text{SO}_4^{2-}$ 投加的越多,污泥中 $\text{SO}_4^{2-}$ 的含量越高。但在试验后期,即使不断地投加 $\text{SO}_4^{2-}$ ,污泥中 $\text{SO}_4^{2-}$ 的含量在达到一定浓度后就不再增加。这时可认为在厌氧消化过程中 $\text{SO}_4^{2-}$ 的转化已形成动态平衡。只要进泥中 $\text{SO}_4^{2-}$ 的浓度不变,出泥中的 $\text{SO}_4^{2-}$ 浓度也不会有变化。 $\text{SO}_4^{2-}$ 的浓度变化从另一个角度证明在厌氧条件下 $\text{S}^{2-}$ 对重金属的稳定作用。

同时,需要指出的是:硫酸盐还原生成的 $\text{H}_2\text{S}$ 会对产甲烷过程产生抑制作用。一方面,硫酸盐还原反应的自由能比甲烷发酵低,说明硫酸盐还原反应更容易进行,这样与甲烷发酵争夺氢而产生抑制作用;另一方面, $\text{H}_2\text{S}$ 会对细菌细胞的功能产生直接抑制作用,使产甲烷菌的种群减少。所以,在厌氧消化时,对污泥中的硫酸盐浓度也有一定的控制限度。如何控制合适的 $\text{SO}_4^{2-}$ 浓度和反应条件,以得到较高的重金属的稳定效率而又不影响甲烷消化反应,是一个值得进一步研究的问题。在本试验中,进泥中 $\text{SO}_4^{2-}$ 浓度达到1 200 mg/L时,未对系

与重金属反应的机会少,从而显现不出其稳定作用。另外, $\text{H}_2\text{S}$ 气体的逸出也会导致液相中硫的含量下降。

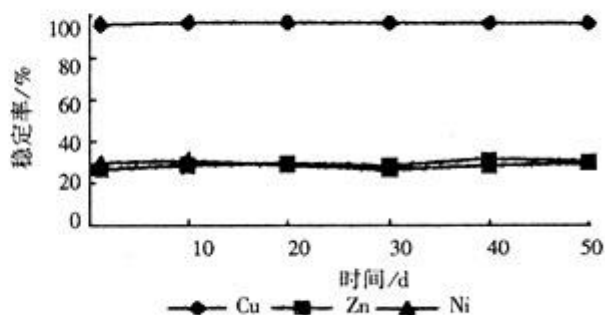


图5 2号消化罐重金属稳定率变化曲线( $\text{SO}_4^{2-}$  600 mg/L)

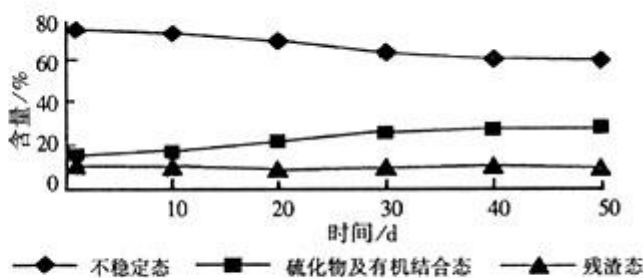


图7 Zn的形态变化曲线(3号罐)

统造成显著影响。

### 3 结论

(1) 海泊河污水处理厂污泥中,锌和镍含量较高,而且主要以不稳定态的形式存在。其他重金属主要以稳定态的形式存在。厌氧消化过程对污泥中可交换的离子态重金属的含量有较大的影响。

(2) 污泥中的铜大部分以稳定的硫化物及有机结合态存在,难以浸出。在 $\text{pH} = 2$ 时,不同污泥中锌的浸出率为26.2%~34.4%,镍的浸出率为42.1%~43.3%,此时酸投加量达到0.3 kg/kg(浓 $\text{H}_2\text{SO}_4$ /干污泥)。

(3)  $\text{S}^{2-}$ 离子对重金属的稳定有一定作用。向污泥中投加能生成 $\text{S}^{2-}$ 离子的 $\text{SO}_4^{2-}$ ,能促进不稳定态的重金属向稳定的硫化物的转化,提高其稳定性。在 $\text{SO}_4^{2-}$ 投加量为1 200 mg/L时,锌的稳定率从28%提高到39%,铜和镍的稳定率未见有明显变化。

### 4 参考文献

[1] 李国学,孟凡,姜华,等.添加钝化剂对污泥堆肥处

- 理中重金属 (Cu, Zn, Mn) 形态影响. 中国农业大学学报, 2000, 5 (1): 105 ~ 111
- [2] Bosecker K. Bacterial metal recovery and detoxification of industrial waste. Biotechnol Bioeng Conf, 1985 (17): 575 ~ 586
- [3] D Couillard, M chartier, and G Mercier. Major factors influencing bacterial leaching of heavy metals from anaerobic sludge. Environ Pollution, 1994 (85): 175 ~ 184
- [4] 蔡全英, 莫测辉, 吴启堂, 等. 化学方法降低城市污泥的重金属含量及其前景分析. 土壤与环境, 1999, 8 (4): 309 ~ 313
- [5] Tessier A W, et al. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. Anal.Chem.1979, 51 (7): 844 ~ 850
- [6] 宋菲, 郭玉文, 刘效义. 镉、锌、铅复合污染对菠菜的影响. 农业环境保护, 1996, 15 (1): 9 ~ 14
- [7] 马运宏, 范瑜, 胡维佳, 等. 重金属在土壤-作物系统中迁移分布规律的分析. 江苏环境科技, 1995 (1): 8 ~ 10
- [8] 刘天亮. 厌氧固着城市污泥中重金属的研究. 清华大学环境工程系硕士论文. 1986
- [9] Wozniak D. J, Huang J Y C. Variables affecting metal removal from sludges. J.WPCF, 1982, 54 (12): 1574 ~ 1581
- [10] Wu Q T, Nyirandeg P. Removal of heavy metals from sewage sludge by low costing chemical method and recycling in agriculture. J Environ Sci, 1998, 10 (1): 122 ~ 128

## The Research on Distribution and Disposal Process of Heavy Metal in Municipal Sludge

An Miao Zhou Qi Li Yongqiu

**Abstract** The paper discussed the state distribution and transform mechanism of heavymetals in municipal sludge and two disposal processes. The results showed that about73% Zn and 70%Ni exist in unstable form, 72% Cu exist in Combined with sulphideand organic form. Other heavy metal exist mainly in stable form. Anaerobic digestion process has obvious influence on the concentration of heavy metal in exchangeable ionic form. Stability of Zn in sludge can increase by adding  $\text{SO}_4^{2-}$ . Acid extraction at pH = 2 showed that Cu was not extracted, whereas the extracted percentage of Zn and Ni was beyond 30% and 40%.

**Key words** municipal sludge heavy metal state of heavy metal anaerobic digestion

## 《广州环境科学》荣获首届穗版内部资料优秀奖

广州市内部资料评优总结表彰大会于 2002 年 10 月 22 日在广州市市委会议室召开。广州市副市长陈传誉、广东省新闻出版和广播电视局副局长何光文、广州市市委宣传部副部长张健、刘小钢、罗京军、广州市新闻出版和广播电视局党委书记刘青云、局长范旭及副局长陈集泰等省、市领导出席了会议并做了重要讲话和指示。参加会议的还有广州市 156 家内部资料代表, 其中包括 50 家首届穗版“十佳”和“优秀”内部资料的代表。

“首届穗版内部资料评优活动”是由市新闻出版和广播电视局与市出版业协会联合举办的, 全市 156 家内部资料参加了本次活动。《广州环境科学》脱颖而出, 荣获“首届

穗版内部资料(刊型)优秀奖”。评委专家、省、市新闻出版和广播电视局领导对《广州环境科学》的版面质量、编辑出版水平、遵章守法等方面给予了充分的肯定, 并鼓励再接再厉, 争取进入“十佳”行列。

会议充分肯定了内部资料在各自行业、系统和单位发挥的积极作用。内部资料起到了其他媒体所不能替代的功能和影响, 成为了社会主义精神文明建设重要的窗口。本次活动起到了进一步推动内部资料编辑出版工作的繁荣发展, 发挥优秀内部资料的示范作用, 带动全市内部资料提高整体水平的作用。

编辑部

## 氯化钠和三氧化二铁 对炉内喷钙固硫剂的催化活化作用

程汉林 蔡 强

(广州市环境保护技术设备公司, 广州 510030)

**摘 要** 简述了氯化钠和三氧化二铁对炉内喷钙固硫剂的催化活化作用, 指出含有三氧化二铁的粉煤灰可以作为炉内喷钙固硫剂的催化剂加入。

**关键词** 氯化钠 三氧化二铁 炉内喷钙 催化剂

炉内喷钙技术的研究工作在 20 世纪 60 年代已开展。由于固硫率低, 不能与湿法烟气脱硫 (FGD) 相比, 难以获得高的固硫率, 一度被冷落。随着对脱硫的重视, 人们对系统简单, 投资少, 占地面积少, 中等脱硫效果, 无水污染, 对锅炉正常运行无多大影响的炉内喷钙技术投入了更大的热情。炉内喷钙技术特别适合于老厂的改造, 对燃用中、低硫煤的锅炉脱硫来说, 只要能够满足环保要求, 不一定要全部采用投资费用很高的烟气脱硫技术。

单独在炉内喷射碳酸钙是经典的方法, 其固硫效率受煤种、石灰石粉特性、炉型、空气动力场和温度动力场特性等因素影响, 运行较好时固硫率约 30%。炉内喷钙固硫技术的关键在于寻找合适的添加剂, 以提高固硫率和钙利用率。利用机械干磨方法将助剂掺入石灰石中得到固硫剂, 当 Ca/S 为 2 和 2.5 时, 固硫率达到 50% 以上, 已有报导<sup>[1,2]</sup>。

### 1 炉内喷钙涉及复杂的物理化学反应

炉内喷钙利用锅炉燃烧系统本身作为固硫设备。在这种特殊的固硫设备里, 流体介质 (气、固相) 温度不断下降, 其间发生复杂的物理化学反应。在燃烧区上方喷入点附近发生的反应包括  $\text{CaCO}_3$  粉吸热、 $\text{CaCO}_3$  煅烧分解、 $\text{SO}_2$  转化为  $\text{SO}_3$  的反应、硫酸盐化反应、固熔体反应等。研究表明,  $\text{CaCO}_3$  分解速度和硫酸盐化反应速度均很快, 因此  $\text{CaCO}_3$  分解得到孔隙率较大的  $\text{CaO}$  颗粒和  $\text{SO}_2$  的转化反应将对提高固硫率和钙利用率起关键作

用。

### 2 NaCl 对石灰石固硫特性的影响

Paolo Davini 等人研究表明, 含有约 2% NaCl 的石灰石能够显著改善石灰石的固硫性能<sup>[3]</sup>。NaCl 改善  $\text{CaCO}_3$  固硫特性的机理可能是: 吸附在  $\text{CaCO}_3$  上的 NaCl 离解,  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$  进入  $\text{CaO}$  晶格里, 导致  $\text{CaO}$  晶格扭曲变形,  $\text{CaO}$  晶格重排, 形成便于固硫反应的多孔结构。图 1 是  $\text{CaO}$  比表面积 (BET) 随  $\text{CaCO}_3$  中 NaCl 含量的变化关系, 图 2 是没有添加 NaCl 和添加 NaCl 后的  $\text{CaCO}_3$  煅烧所生成的  $\text{CaO}$  孔隙体积相对孔尺寸的分布关系, 图 3 是  $\text{CaO}$  转化率随  $\text{CaCO}_3$  中 NaCl 含量的关系<sup>[3]</sup>。

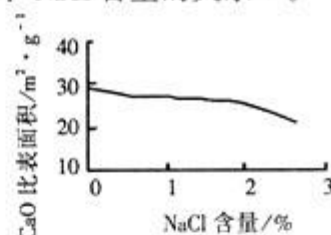


图 1  $\text{CaO}$  比表面积随  $\text{CaCO}_3$  含量的变化

图 1-3 表明: NaCl 存在导致  $\text{CaO}$  比表面积下降, 当 NaCl 重量比达到约 2% 时, 下降较为明显。NaCl 的存在导致较大孔径  $\text{CaO}$  的内孔体积增大。当 NaCl 加入量在 0~2% 时, 固硫率逐步增加, 超过 2% 固硫率反而下降, 这是由于超过 2% 之后,  $\text{CaO}$  比表面积急剧下降所致。

Paolo Davini 等人的研究是为了考察 NaCl 对石灰石流化床条件下固硫的催化效果, 其 NaCl 的加

入采用浸取法,即将一定浓度的 NaCl 溶液浸取石灰石,然后干燥石灰石颗粒,获得含有不同 NaCl 质量百分比的石灰石样品。而利用机械干磨方法将 NaCl 加入到石灰石中制得含 NaCl 石灰石固硫剂,在炉内喷钙的离散条件下的固硫效果,尚未见报导。

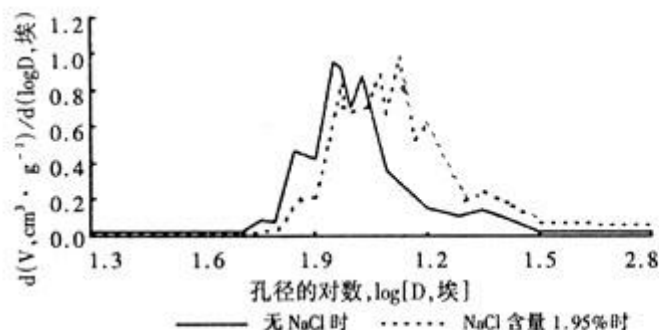


图 2 CaO 孔隙体积相对孔尺寸的分布

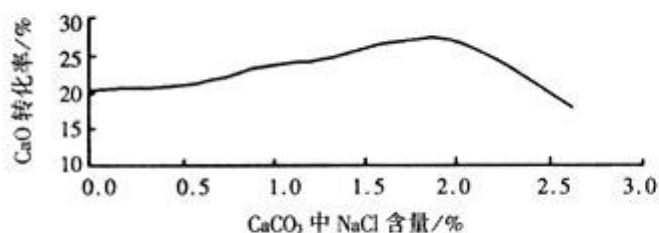
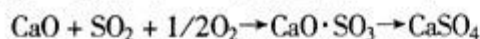


图 3 CaO 转化率随 CaCO₃ 中 NaCl 含量的关系

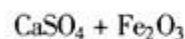
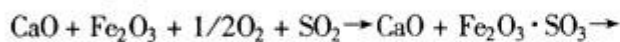
### 3 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 对固硫的催化作用

1850 年已发现 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 对 SO<sub>2</sub> 转化为 SO<sub>3</sub> 反应有催化作用。但氧化铁触媒在 625 ℃ 以上才有活性,低于 600 ℃ 时则氧化铁会转变为没有活性的硫酸盐。氧化铁触媒活性比钒触媒活性低得多,转换率最高只能达到 60%<sup>[4]</sup>。目前工业制硫酸普遍采用五氧化二钒触媒作为 SO<sub>2</sub> 转化催化剂。由于 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 价格贵、高温下易失去活性,且抗毒性能差,因此炉内喷钙条件下不宜采用 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 作为 SO<sub>2</sub> 转化反应的催化剂。

R T Yang 等人用热分析仪对静止撒放在石英船上的粉状固硫剂吸收含 SO<sub>2</sub> 的反应气的实验表明,Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 对石灰的固硫有强烈的催化作用<sup>[5]</sup>。他们认为用纯 CaO 对 SO<sub>2</sub> 反应气进行脱硫时,首先 SO<sub>2</sub> 氧化成为 SO<sub>3</sub> 再与 CaO 结合生成 CaSO<sub>4</sub>。即:



存在 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 时,反应过程为:



当 CaO 粉中混入 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 时,吸附在 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 固体

表面的 O<sub>2</sub> 与 SO<sub>2</sub> 反应生成 SO<sub>3</sub>,然后 SO<sub>3</sub> 与 CaO 反应生成 CaSO<sub>4</sub>,这就降低了 SO<sub>2</sub> 向 SO<sub>3</sub> 转化的活化能,加快 SO<sub>2</sub> 氧化反应速率,从而提高了固硫反应速度。

庞亚军等人用同轴双管沉降炉对简单混合的颗粒在烟气中处于离散状态时进行了脱硫试验<sup>[6]</sup>。结果表明 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 对石灰固硫过程具有较强的催化作用,当 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量达到一定值时,固硫率可提高近一倍。

粉煤灰主要由氧化铝、氧化硅、氧化铁、氧化钙等组成,我国粉煤灰氧化铁平均含量为 7.0%<sup>[7]</sup>。粉煤灰分散性好,本身呈碱性,因此,可以利用粉煤灰本身的碱度、分散性及其催化作用,将其随石灰石一起粉磨,将获得较好的固硫效果。如果在石灰石中掺加一定量炉内喷钙固硫灰和一定量 NaCl,将可能获得较高的固硫率和钙利用率。

### 4 结语

(1) 炉内喷钙是利用锅炉燃烧系统作为固硫设备,炉内喷钙涉及复杂的物理化学反应。CaCO<sub>3</sub> 分解得到孔隙率较大烧结表面较轻的 CaO 颗粒和 SO<sub>2</sub> 转化为 SO<sub>3</sub> 的反应对提高固硫率起关键作用。

(2) 浸渍 NaCl 石灰石固硫剂,使高温煅烧形成的 CaO 颗粒晶型发生变化,形成便于吸收 SO<sub>2</sub> 的孔隙结构,有利于提高固硫率。但 NaCl 对炉内喷钙条件下的固硫效果影响,尚未见试验研究报导。加入 NaCl 可能导致烟气含 Cl<sub>2</sub>、HCl 增加,对脱硫系统造成负面影响。

(3) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 可作为炉内喷钙固硫剂的催化剂。粉煤灰含 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,对石灰石固硫有催化作用。

### 5 参考文献

- [1] 李广铨. DCL 固硫剂脱硫技术在 220 t/h 锅炉的应用. 广州环境科学, 2001, 16 (4): 18 ~ 21
- [2] 林进华, 余鸿. 新型燃煤固硫剂 AG-2 及其应用实例. 广州环境科学, 2002, 17 (1): 14 ~ 16
- [3] Paolo Davini, et al. An Investigation of the Influence of Sodium Chloride on the Desulphurization Properties of Limestone. Fuel, 1992, 71 (7), 831 ~ 834
- [4] 刘少武. 二氧化硫的转化和尾气处理. 北京: 化学工业出版社, 1982, 15 ~ 34

(下转第 10 页)

表面不同成分和活性变化,模型预测结果与实验数据相符合表明表面选择性吸附机理能够解释  $\text{SO}_2$  在烟灰上的吸附。实验等温吸附  $\text{SO}_2$  与等温吸附模型的比较示于图 4。

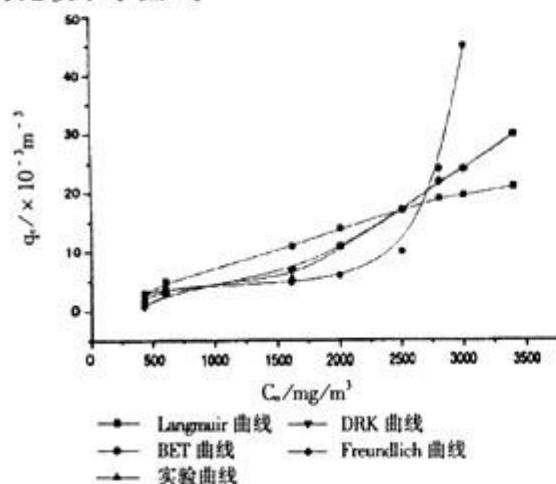


图 4 实验等温吸附  $\text{SO}_2$  与等温吸附模型的比较

### 3 结论

本研究考察了  $\text{SO}_2$  在烟灰上的吸附平衡,实验数据与 Freundlich 模型预测结果相符合,可以用 Freundlich 模型描述该吸附过程,用表面选择性吸附机理能够解释  $\text{SO}_2$  在烟灰上的吸附。

### 4 参考文献

- [1] 陈凡植,颜幼平,武秀文. 烟灰吸附法烟气脱硫的试验研究. 环境污染治理与设备, 2001, 2(1): 44 ~ 47
- [2] D M Ruthven. Principles of adsorption and adsorption Processes. New York: Wiley, 1984
- [3] S J Gregg, K S W Sing. Adsorption, Surface area and porosity, 2nd ed. London: Academic Press, 1982

## The Experiment Research on Adsorption Equilibrium of Sulfur Dioxide on Flue Dust

Zhang Xiaoguang Chen Fanzhi Wu Xiuwen

**Abstract** The adsorption equilibrium of sulfur dioxide on flue dust is studied in this paper. The experiment results show that the adsorption of  $\text{SO}_2$  on flue dust can be explained by surface selectivity adsorption mechanism, and can be described by Freundlich Model.

**Key words** flue gas desulphurization flue dust adsorption mechanism

(上接第 7 页)

- [5] Yang R T, Shen M S. Fluidized - Bed Combustion of Coal with Lime Additive; Catalytic Sulfation of Lime with Iron Compounds and coal Ash. American Chemical Society, 1978, 12, 915
- [6] 庞亚军, 施学, 徐旭常. 掺加粉煤灰提高含钙脱硫剂

的烟气脱硫率的实验研究. 工程热物理学报, 1992, 13 (4): 443 ~ 447

- [7] 王福元, 吴正严. 粉煤灰利用手册. 北京: 中国电力出版社, 1996, 63

## Catalytic Reaction of Sodium Chloride and Iron Oxide with Limestone Desulphurizer Injected into the Furnace

Cheng Hanlin Cai Qiang

**Abstract** The catalytic reaction of sodium chloride and iron oxide with limestone desulphurizer injected into the furnace is described in this paper. It is pointed that coal - ash power contained iron oxide can be used as an additive of the limestone desulphurizer injected into the furnace.

**Key words**  $\text{NaCl}$   $\text{Fe}_2\text{O}_3$  limestone injected into the furnace

## SO<sub>2</sub> 在烟炱上的吸附平衡试验研究

张小广 陈凡植 武秀文

(广东工业大学环境科学与工程学院, 广州 510090)

**摘 要** 研究了 SO<sub>2</sub> 在烟炱上的吸附平衡, 实验结果表明表面选择性吸附机理能够解释 SO<sub>2</sub> 在烟炱上的吸附, 该吸附过程可以用 Freundlich 模型来描述。

**关键词** 烟气脱硫 烟炱 吸附机理

燃油锅炉排烟中的飞灰和从黑烟中捕集的沉降物(烟炱)对 SO<sub>2</sub> 具有一定的吸附作用<sup>[1]</sup>, 利用这种吸附作用脱硫的烟炱吸附法, 对降低脱硫运行费用, 消除二次污染具有较大的现实意义。对烟炱吸附法的工艺研究已有报道, 而其吸附过程的理论探讨尚不多见。本实验考察了 SO<sub>2</sub> 在烟炱上的吸附平衡, 以期工艺设计提供理论依据。

### 1 实验部分

#### 1.1 吸附剂及实验系统

实验研究中所用的烟炱取自广东省中山市宝元鞋厂, 颗粒大小为 0~3 μm 在装入吸附容器之前, 烟炱在 373 K, 真空条件下干燥 2 h, 然后称重装入容器。在每一次吸附实验中所用烟炱的量为 4.22 g。

实验所用气源为钢瓶装液体 SO<sub>2</sub>, 以 N<sub>2</sub> 稀释, 经过干燥后进入系统。实验装置如图 1。

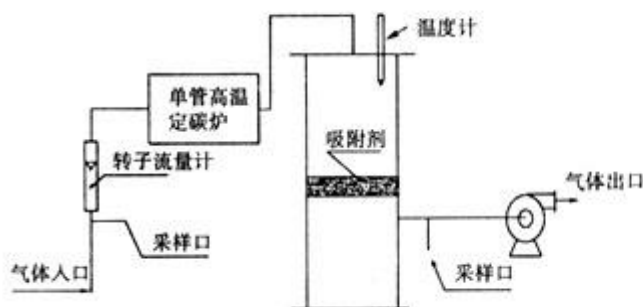


图 1 实验装置示意图

#### 1.2 试验方式

实验分 2 部分, 第一部分在温度 473 K 下改变 SO<sub>2</sub> 的进口浓度; 第二部分在固定的进口气体浓度

下改变气体温度。

在温度 473 K 下, SO<sub>2</sub> 的浓度范围为 430~3 400 mg/cm<sup>3</sup> 中取 4 个浓度数据 430、1 610、2 800、3 400 mg/cm<sup>3</sup> 进行实验, 应用这些浓度对时间的曲线对吸附速率和等温吸附模型进行分析。实验条件列于表 1。

表 1 实验条件

| 吸附剂                                                                   | 烟炱 (粒径为 0~3 μm) |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 吸附剂质量/g                                                               | 4.22            |
| SO <sub>2</sub> 进口浓度 C <sub>0,SO<sub>2</sub></sub> /mg/m <sup>3</sup> | 430~3 400       |
| 温度/K                                                                  | 473             |
| 载气                                                                    | N <sub>2</sub>  |
| 载气流速/cm <sup>3</sup> /s                                               | 5.58            |
| 被吸附气体                                                                 | SO <sub>2</sub> |
| 吸附容器尺寸                                                                | φ30 mm × 500 cm |

### 2 实验结果与讨论

实验中我们考察了 SO<sub>2</sub> 在烟炱上的吸附平衡。对于不同 SO<sub>2</sub> 进口浓度, 在 473 K 时的吸附, 出口 SO<sub>2</sub> 在气相中浓度随时间的改变如表 2 和图 2 所示。

从图中可以看出, 在最初的 20 min 内, 吸附速率很高, 接下来便开始下降, 直至最后不再发生变化。对于不同 SO<sub>2</sub> 初始浓度, SO<sub>2</sub> 在烟炱上吸附的百分数随时间的变化如表 3 和图 3 所示。

实验所得到的等温吸附平衡方程及其常数和关系系数的平方 r<sup>2</sup> 列于表 4。

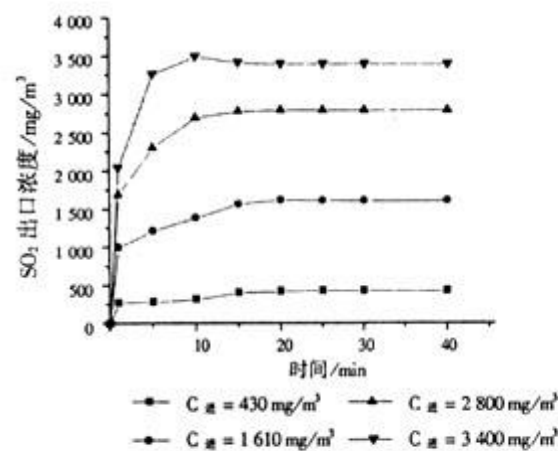


图 2 出口 SO<sub>2</sub> 浓度随时间的变化

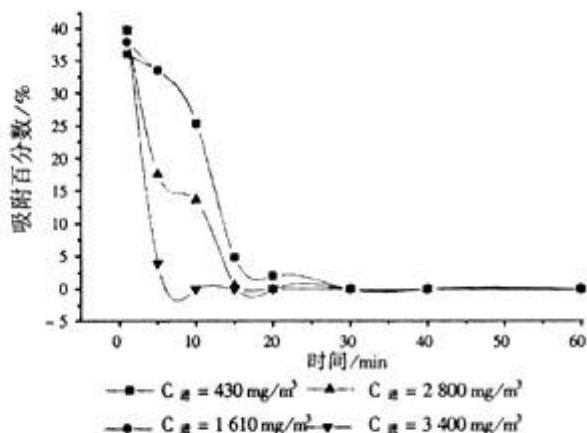


图 3 SO<sub>2</sub> 吸附百分数随时间的变化

| 表 2                      | 不同 SO <sub>2</sub> 进口浓度时出口浓度随时间的变化 |         |         |          |         |         |         |         |         | mg/cm <sup>3</sup> |
|--------------------------|------------------------------------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------|
| SO <sub>2</sub> 进<br>口浓度 | SO <sub>2</sub> 出口浓度               |         |         |          |         |         |         |         |         |                    |
|                          | 0 min                              | 1 min   | 5 min   | 10 min   | 15 min  | 20 min  | 25 min  | 30 min  | 40 min  |                    |
| 430                      | 0                                  | 275.2   | 286.1   | 321.0    | 409.8   | 421.3   | 430.0   | 430.0   | 430.0   |                    |
| 1 610                    | 0                                  | 1 000.4 | 214.8   | 1 389.2  | 1 567.3 | 1 618.5 | 1 610.0 | 1610.0  | 1 610.0 |                    |
| 2 800                    | 0                                  | 1 692.0 | 2 308.4 | 2 698.5  | 2 783.2 | 2 800.0 | 2 800.0 | 2 800.0 | 2 800.0 |                    |
| 3 400                    | 0                                  | 2 046.8 | 3 266.1 | 3 500.0* | 3 420.2 | 3 400.0 | 3 400.0 | 3 400.0 | 3 400.0 |                    |

注：此数据由较大偶然误差引起。

| 表 3                                            | 不同 SO <sub>2</sub> 进口浓度吸附百分数随时间的变化 |       |        |        |        |        |        |        |        | % |
|------------------------------------------------|------------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| SO <sub>2</sub> 进<br>口浓度<br>mg/cm <sup>3</sup> | SO <sub>2</sub> 吸附百分数              |       |        |        |        |        |        |        |        |   |
|                                                | 1 min                              | 5 min | 10 min | 15 min | 20 min | 25 min | 30 min | 40 min | 60 min |   |
| 430                                            | 36.0                               | 33.5  | 25.3   | 4.8    | 2.0    | 0      | 0      | 0      | 0      |   |
| 1 610                                          | 37.9                               | 33.5  | 25.3   | 4.8    | 2.0    | 0      | 0      | 0      | 0      |   |
| 2 800                                          | 39.6                               | 17.6  | 13.6   | 0.6    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |   |
| 3 400                                          | 39.8                               | 3.9   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |   |

| 表 4 等温吸附模型实验结果                                             |                        |
|------------------------------------------------------------|------------------------|
| 等温吸附方程                                                     | 烟炱                     |
| Freundlich: $q_e = K_F C_e^{1/n}$                          | $K_F = 0.000\ 051$     |
|                                                            | $n = 0.61\ 160$        |
|                                                            | $r^2 = 0.9\ 818$       |
| Langmuir: $q_e = (Q^0 b C_e)/(1 + b C_e)$                  | $Q^0 = 73.2\ 198$      |
|                                                            | $b = 0.000\ 127$       |
|                                                            | $r^2 = 0.7\ 998$       |
| BET: $C_e/[q_e(1 - C_e)] = 1/(q_0 C) + (C - 1)C_e/(q_0 C)$ | $q_0 = -2.8\ 297\ 349$ |
|                                                            | $C = 0.999\ 688$       |
|                                                            | $r^2 = 0.490$          |
| DRK: $q_e = a \exp[-b \ln^2(C_e)]$                         | $a = 0.026\ 764$       |
|                                                            | $b = -0.010\ 651$      |
|                                                            | $r^2 = 0.9\ 857$       |

Langmuir, Freundlich, DRK 模型中的常数是通  
过非线性最小二乘法确定的。由于非线性回归不能  
使初始形式的 BET 方程收敛,应用线性回归法。  
从表中  $r^2$  的值来看,在所研究的 SO<sub>2</sub> 浓度范围内,

Freundlich 和 DRK 模型能够较好的描述平衡数据,  
具有较高的精确度。在 473 K 温度下,SO<sub>2</sub> 在烟炱  
上的吸附平衡数据, Freundlich 和 DRK 模型能够很  
好的适合, 相关系数的值几乎都大于 0.98。尽管  
实验数据与 DRK 模型预计的值能够很好的符合,  
但是校准参数的许多次实验值均为负值, 因此也是  
不可取的。线性化形式的 BET 方程的相关系数为  
0.49, 对表中的实验数据不能很好的适合, 而且也  
产生负值参数。Langmuir 等温方程的相关系数约为  
0.79, 也不能很好地适合实验数据。对于单分子吸  
附 Langmuir 等温方程是最简单的理论模型<sup>[2,3]</sup>, 其  
假设分子在确定的位置上被吸附, 这些吸附位置以  
及数量是固定的, 而且每一个吸附位置能吸附一个  
吸附质分子。还假设所有吸附位置的能量都是等同  
的, 且相邻两个位置吸附的分子之间没有相互作用。  
该模型的预测结果表明这些假设并不适合 473 K 时  
SO<sub>2</sub> 在烟炱上的吸附。 Freundlich 模型考虑了

表面不同成分和活性变化,模型预测结果与实验数据相符合表明表面选择性吸附机理能够解释  $\text{SO}_2$  在烟灰上的吸附。实验等温吸附  $\text{SO}_2$  与等温吸附模型的比较示于图 4。

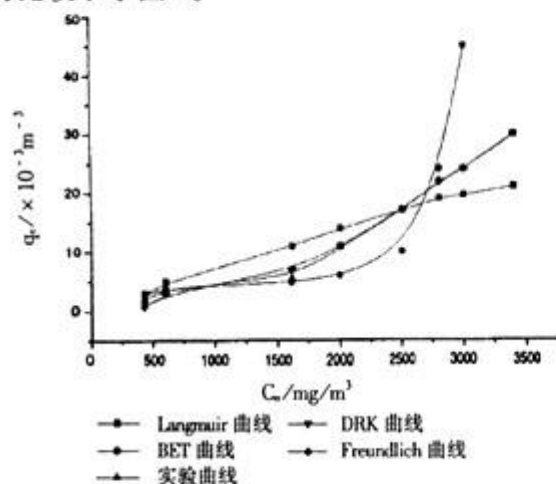


图 4 实验等温吸附  $\text{SO}_2$  与等温吸附模型的比较

### 3 结论

本研究考察了  $\text{SO}_2$  在烟灰上的吸附平衡,实验数据与 Freundlich 模型预测结果相符合,可以用 Freundlich 模型描述该吸附过程,用表面选择性吸附机理能够解释  $\text{SO}_2$  在烟灰上的吸附。

### 4 参考文献

- [1] 陈凡植,颜幼平,武秀文. 烟灰吸附法烟气脱硫的试验研究. 环境污染治理与设备, 2001, 2(1): 44 ~ 47
- [2] D M Ruthven. Principles of adsorption and adsorption Processes. New York: Wiley, 1984
- [3] S J Gregg, K S W Sing. Adsorption, Surface area and porosity, 2nd ed. London: Academic Press, 1982

## The Experiment Research on Adsorption Equilibrium of Sulfur Dioxide on Flue Dust

Zhang Xiaoguang Chen Fanzhi Wu Xiuwen

**Abstract** The adsorption equilibrium of sulfur dioxide on flue dust is studied in this paper. The experiment results show that the adsorption of  $\text{SO}_2$  on flue dust can be explained by surface selectivity adsorption mechanism, and can be described by Freundlich Model.

**Key words** flue gas desulphurization flue dust adsorption mechanism

(上接第 7 页)

- [5] Yang R T, Shen M S. Fluidized - Bed Combustion of Coal with Lime Additive; Catalytic Sulfation of Lime with Iron Compounds and coal Ash. American Chemical Society, 1978, 12, 915
- [6] 庞亚军, 施学, 徐旭常. 掺加粉煤灰提高含钙脱硫剂

的烟气脱硫率的实验研究. 工程热物理学报, 1992, 13 (4): 443 ~ 447

- [7] 王福元, 吴正严. 粉煤灰利用手册. 北京: 中国电力出版社, 1996, 63

## Catalytic Reaction of Sodium Chloride and Iron Oxide with Limestone Desulphurizer Injected into the Furnace

Cheng Hanlin Cai Qiang

**Abstract** The catalytic reaction of sodium chloride and iron oxide with limestone desulphurizer injected into the furnace is described in this paper. It is pointed that coal - ash power contained iron oxide can be used as an additive of the limestone desulphurizer injected into the furnace.

**Key words**  $\text{NaCl}$   $\text{Fe}_2\text{O}_3$  limestone injected into the furnace

## 广州市近 10 a 降尘污染趋势分析

陈煜辉 胡丹心

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

**摘要** 通过对广州市市区、城区、各行政区、各功能区近 10 a (1991 - 2000 年) 降尘污染变化趋势及原因的分析, 评价广州市降尘污染的现状, 并提出控制及改善广州市降尘污染的措施和途径。

**关键词** 降尘 趋势 分析 广州市

### 1 广州市降尘监测的现状

降尘是指空气中自然沉降的灰尘。从 1991 - 2000 年, 广州市一直开展降尘的监测, 全市共布设降尘监测点位 37 个, 覆盖面积达 1 443.6 km<sup>2</sup>, 其中, 清洁对照点设在市区东北郊(天河区)华南植物园内, 其余 36 个监测点分布在 8 个行政区, 荔湾区、越秀区、芳村区和天河区各设 4 个监测点, 东山区、海珠区、白云区和黄埔区各设 5 个监测点。在 36 个监测点中城区点位共有 22 个, 郊区点位有 14 个。

从 1991 - 2000 年, 广州市开展的降尘监测均严格按照《空气和废气监测分析方法》规定的技术要求采样及分析, 采样缸放置高度距地面 5 ~ 15 m, 离基础面 1.5 m, 同时按月定期取换集尘缸 1 次, 时间间隔为 30 ± 2 d。因此, 10 a 来取得的监测数据准确有效, 均能满足广州市环境评价的需要。

### 2 降尘量变化趋势分析

以 1991 - 2000 年广州市降尘监测数据为基础, 采用 Spearman 秩相关系数法作为趋势分析的检验法, 计算公式如下:

$$r_s = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{N^3 - N} \right]^{1/2}$$

$$d_i = x_i - y_i$$

式中:  $d_i$  为变量  $x_i$  和变量  $y_i$  的差值;  $x_i$  为周期  $i$  到周期  $N$  按浓度值从小到大排序的序号;  $y_i$  为按时间排序的序号。

将秩相关系数  $r_s$  同 Spearman 秩相关系数临界

值  $W_p$  作比较, 当  $r_s > W_p$  时, 表明有显著上升趋势, 当  $-r_s > W_p$  时, 表明有显著下降趋势。当显著性水平为 0.05 时, Spearman 秩相关系数临界值  $W_p(0.05, 10) = 0.564$ ,  $W_p(0.05, 5) = 0.900$ 。

#### 2.1 市区及城区近 10 a 污染变化趋势

参照广州市降尘地方标准, 月降尘量标准限值为 8.0 t/km<sup>2</sup>·月, 从表 1 及图 1 可以看出, 就全市市区平均而言, 1996 前连续 5 a 降尘超标, 至 1997 起均在标准以内; 但在城区内 1991 - 1999 年连续 9 a 降尘超标, 只有 2000 年年均月降尘量在标准以内; 城区与市区各年变化差异说明城市中心区的降尘污染较为严重。

此外, 通过 1991 - 1995 年市区及城区秩相关分析得到的系数分别为 +0.200 及 +0.100, 说明前 5 a 内市区及城区降尘变化趋势不显著; 1996 - 2000 年市区及城区秩相关系数均为 -1.00, 大于 Spearman 秩相关系数临界值  $W_p(0.05, 5) = 0.900$ , 说明后 5 a 市区及城区降尘均有了明显的下降趋势。纵观 10 a 的变化市区及城区秩相关系数分别为 -0.721 及 -0.782, 与 Spearman 秩相关系数临界值  $W_p(0.05, 10) = 0.564$  相比, 降尘的  $-r_s$  均大于 0.564, 这表明市区及城区近 10 a 来降尘下降趋势明显, 尤以城市中心区更为突出。

广州市市区降尘近 10 a 来总体呈连续下降的趋势, 至 1997 年降尘被控制在标准以内, 其后至 2000 年连续 3 a 降尘持续下降, 2000 年广州市市区年均降尘量仅为 6.80 t/km<sup>2</sup>·月, 与近 10 a 来年均降尘量的最高值 9.21 t/km<sup>2</sup>·月(1993 年)相比降幅达 26.2%; 城区降尘量也呈持续下降的趋势,

至2000年城区年均降尘量为7.34 t/km<sup>2</sup>·月，首次被控制在标准以内，与城区近10 a来的年均降尘量最高值9.95 t/km<sup>2</sup>·月相比，降幅达26.2%。以上分析说明广州市市区及城区降尘污染程度明显下降，目前已得到有效的控制。

| 表 1 | 1991-2000年广州市市区及城区降尘量变化趋势检验表 |      |      |      |      |               |      |      |      |      |      | t/km <sup>2</sup> ·月 |                |
|-----|------------------------------|------|------|------|------|---------------|------|------|------|------|------|----------------------|----------------|
|     | 1991                         | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | $r_s(0.05,5)$ | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | $r_s(0.05,5)$        | $r_s(0.05,10)$ |
| 市区  | 7.75                         | 9.10 | 9.21 | 8.51 | 8.81 | +0.200        | 8.31 | 7.78 | 7.74 | 7.30 | 6.80 | -1.00                | -0.721         |
| 城区  | 8.76                         | 9.95 | 9.59 | 8.76 | 9.16 | +0.100        | 9.07 | 8.36 | 8.22 | 8.16 | 7.34 | -1.00                | -0.782         |

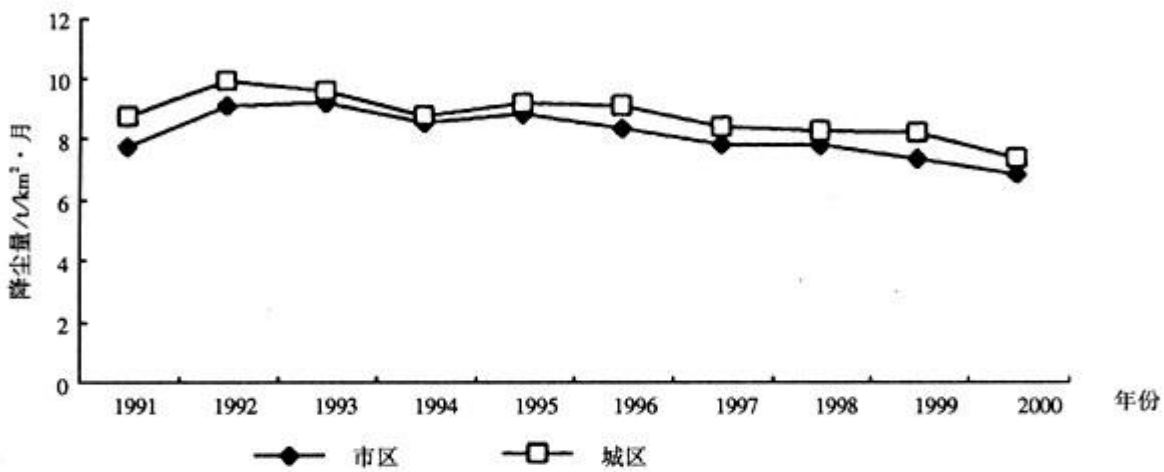


图 1 广州市 1991-2000 年市区及城区年均月降尘量变化图

2.2 各行政区污染对变化趋势的影响

从表 2 的趋势检验中可以发现，前 5 a 全市的变化趋势由于各行政区的变化趋势不显著而显得较平稳，在前 5 a 中只有天河区及白云区降尘有一些上升趋势，但对全市影响不大；纵观近 10 a 各行政区降尘变化趋势，海珠区、荔湾区、天河区、芳村区、黄埔区均有下降趋势，其中，海珠区下降趋势最明显，其次是荔湾区。

从表 2 的监测数据分析，1991-2000 年近 10 a 各行政区年均降尘量超标情况分别为：荔湾区

(100.0%)、芳村区 (90.0%)、越秀区 (70.0%)、白云区 (60.0%)、东山区 (50.0%)、天河区 (30.0%)、海珠区 (20.0%)、黄埔区 (10.0%)。以上超标情况说明，荔湾、芳村、越秀区的降尘污染较为严重，其中荔湾区近 10 a 来年均降尘量全部超标，10 a 中最低值为 2000 年的 9.46 t/km<sup>2</sup>·月，但仍然超标 0.18 倍，值得一提的是，除荔湾区外，其余各区 2000 年的年均降尘量均在标准以内，说明近年来对城市中心区工业布局的调整已取得成效。

| 表 2 | 广州市 1991-2000 年各行政区降尘污染变化趋势检验表 |       |       |       |       |               |       |       |       |       |      | t/km <sup>2</sup> ·月 |                |
|-----|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|-------|------|----------------------|----------------|
| 行政区 | 1991                           | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  | $r_s(0.05,5)$ | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000 | $r_s(0.05,5)$        | $r_s(0.05,10)$ |
| 荔湾区 | 12.43                          | 13.46 | 12.89 | 10.36 | 12.80 | -0.200        | 11.48 | 10.97 | 10.76 | 11.33 | 9.46 | -0.700               | -0.697         |
| 越秀区 | 7.77                           | 9.05  | 8.42  | 8.04  | 9.33  | +0.600        | 7.35  | 8.79  | 8.74  | 8.06  | 7.92 | 0.00                 | -0.067         |
| 东山区 | 7.38                           | 7.94  | 7.58  | 7.97  | 9.39  | +0.300        | 9.76  | 9.18  | 8.82  | 8.42  | 7.08 | -1.00                | +0.212         |
| 海珠区 | 7.89                           | 9.06  | 9.33  | 7.58  | 6.92  | -0.100        | 7.70  | 5.48  | 5.12  | 5.18  | 5.78 | -0.300               | -0.830         |
| 芳村区 | 9.44                           | 11.45 | 10.59 | 10.35 | 8.95  | -0.400        | 10.51 | 9.04  | 9.43  | 9.44  | 7.71 | -0.600               | -0.576         |
| 天河区 | 5.66                           | 7.62  | 8.44  | 8.48  | 8.52  | +1.00         | 6.74  | 5.57  | 5.26  | 5.39  | 5.27 | -0.700               | -0.661         |
| 白云区 | 6.09                           | 7.28  | 8.12  | 8.18  | 8.79  | +1.00         | 9.23  | 9.80  | 9.80  | 6.39  | 6.64 | -0.500               | +0.236         |
| 黄埔区 | 5.61                           | 6.91  | 8.30  | 7.12  | 6.84  | +0.300        | 5.03  | 5.21  | 5.74  | 5.59  | 5.49 | +0.600               | -0.564         |

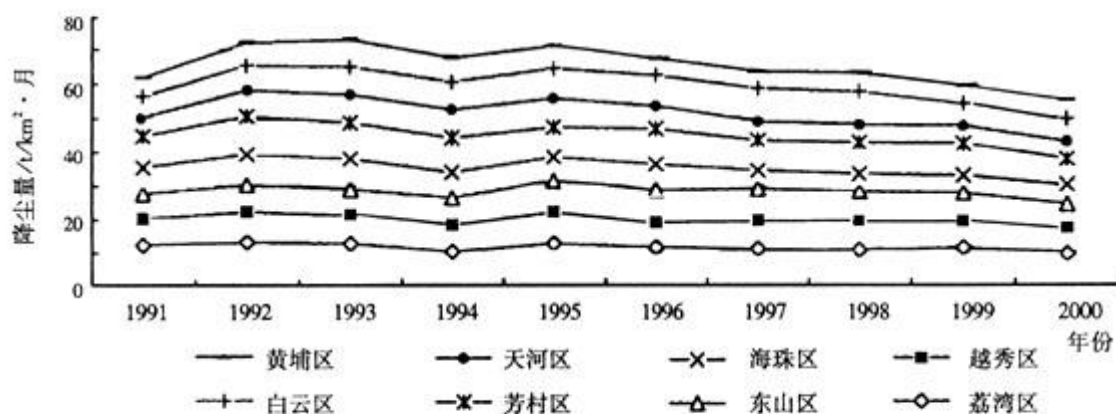


图 2 1991-2000 年广州市各行政区年均月降尘量变化图

综上所述,全市降尘污染现状有如下特点:

广州市市区及城区近 10 a 来降尘污染持续下降,特别在“九五”期间,下降趋势更为明显,至 2000 年市区及城区年均降尘量均在标准以内,说明广州市降尘污染已得到有效的控制,但城市中心区的污染比全市严重。

在全市各行政区中,城市中心区域的荔湾区近 10 a 来降尘污染虽然持续下降,但至 2000 年降尘仍然超标 0.18 倍,说明中心区的降尘污染控制仍要加大力度,其余各行政区 2000 年年均降尘量均在标准以内,说明降尘污染的控制已取得明显成效。

### 3 降尘污染的原因分析

#### 3.1 工业锅炉、炉窑烟(粉)尘的排放是造成降尘污染的主要原因

城市中心区降尘的污染主要表现为荔湾区近 10 a 来呈现明显的下降趋势,虽然依然超标,但其降尘量下降对城区降尘的改善作用是十分明显的。荔湾区内及其西边存在着广州发电厂、广州水泥厂、嘉华南方水泥厂、石井水泥厂等烟(粉)尘的重点排放源。在 1995 年之前,其周边的水泥厂由于治理设施落后因而排放大量的烟(粉)尘,广州发电厂有些治理设施也治理效果不稳定,其大型的煤粉锅炉烟气排放量大,伴随排放的烟尘量也较大。这些重点的污染源对荔湾区的环境造成了较大的污染,致使荔湾区 1991-1995 年降尘的污染异常严重。随着我市环境保护工作的深入开展,这些重点的排放源陆续采取措施治理烟(粉)尘的污染,如石井水泥厂所有的立窑及转窑均采用布袋除

尘;广州水泥厂淘汰了立窑生产线,所有的转窑均采用静电除尘;嘉华水泥厂立窑全部改用布袋除尘,对产生粉尘污染的其他排放点如包装车间、水泥磨、生料磨也安装了布袋除尘设备,如 2<sup>#</sup>立窑在治理设施改进前烟尘浓度为 347.38 mg/m<sup>3</sup>,改用布袋除尘后浓度下降为 52.18 mg/m<sup>3</sup>;广州发电厂也对原来的静电除尘进行了改进,使除尘效果稳定性提高,如 4<sup>#</sup>、5<sup>#</sup>锅炉治理设施改进前烟尘排放量分别为 30.12 kg/h 和 35.63 kg/h,设施改进后烟尘排放量下降至 8.34 kg/h 及 16.50 kg/h,同时在广州发电厂半径约 3 km 的供热范围范围内实现了集中供热,从大范围内减少了分散锅炉对环境造成的烟尘污染。这些治理措施的投入使用使各污染源烟(粉)尘的排放大幅度下降,从而使荔湾区的降尘呈现下降的趋势,但依然超标,说明这些污染源对环境依然造成一定的影响,应促使其进一步治理以减低对环境的影响。

#### 3.2 建筑施工扬尘也是造成城市降尘污染的重要原因

1995-1997 年越秀区和东山区进入了老城区改造攻坚阶段,地铁施工、拆迁工程、道路建设、主体工程等施工工地在越秀区和东山区随处可见,其对环境降尘的贡献不容忽视。据广州市环境监测站在 2001 年对建筑施工工地的污染水平监测数据(见表 3),拆迁工程、主体工程、地铁工程等施工工地对环境尘的污染非常严重,同时在不同管理水平下的同一类型的施工工地对环境造成的污染也是不同的。1995-1997 年越秀区及东山区的老城区改造对区域降尘造成了影响,但随着这两区建设的减少,降尘的污染也随着减轻。

表 3 各工地粉尘浓度监测结果  $\text{mg}/\text{m}^3$ 

| 工地类型 | 工地名称   | 监控点<br>粉尘浓度 | 参照点<br>粉尘浓度 | 浓度<br>差值 |
|------|--------|-------------|-------------|----------|
| 地 铁  | 公园前站   | 1.312       | 0.435       | 0.877    |
|      | 磨碟砂站   | 9.571       | 0.619       | 8.952    |
| 拆迁工程 | 新广花路拆迁 | 3.616       | 0.645       | 2.971    |
| 主体工程 | 美居中心   | 3.054       | 0.399       | 2.655    |

### 3.3 交通扬尘对城市降尘也造成一定的影响

目前,广州市高架路数量众多,汽车的行驶造成了道路的扬尘,特别是余泥运输车辆在行驶过程中余泥的洒落污染路面,进而造成了道路扬尘。

## 4 改善降尘污染的途径

降尘来源相当广泛,根据广州市污染源的结构,提出改善降尘污染的主要措施。

(1) 根据《关于加强广州市建设施工扬尘污染防治管理的意见》(穗环[2001]13号),加强工地环境管理,对施工工地进行监督,促使文明施工。如:

继续加强对工地扬尘污染的控制并实施排污收费制度,减少工地扬尘对环境的影响,在工地出入口设置运输车辆冲洗装置和地面水槽,确保车辆在

驶出工地前彻底清洗;对装载余泥的运输车辆必须检查其车箱的密封性,并严格控制其装载量,防止由于超载或泄漏导致余泥撒落路面;建立砂石、灰土专用池及水泥仓等建筑材料堆放场,同时,余泥堆放点必须与路面隔离;检查使用的遮挡设置严密性,防止尘土外泄洒落地面,同时必须在拆迁工地设置喷淋装置,实施边拆除边喷淋并能形成水雾状以达到减少扬尘目的;建筑及装修产生的废料或者粉尘使用密封输送装置,禁止高处直接清扫废料或粉尘到地面。

(2) 继续调整工业布局,将粉尘污染大的企业迁出市区,对搬迁的企业严格执行“三同时”制度。

(3) 继续加大对水泥厂、发电厂污染的治理,特别是改进水泥厂的生产工艺,减少无组织排放源对环境的影响。加强对烟(粉)尘排放企业监督的力度,最大限度减少烟(粉)尘排放量。

(4) 完善道路两侧绿化带的建设和维护工作,减少道路扬尘对周围环境的影响。

## 4 参考文献

[1] 国家环境保护总局编.环境质量报告书编写技术规定.1990

## An Analysis of the Pollution Trend on Dust Fall in Guangzhou City in Ten Years Recently

Chen Yuhui Hu Danxin

**Abstract** By analysis of the pollution trend on dust fall in urban district, downtown district, every wards and functional districts of Guangzhou City in recent ten years, its actualities and cause are evaluated, the controlling and improving measures are put forward.

**Key words** dust fall trend analysis Guangzhou

## 废弃电脑污染及其管理措施探讨

杨 静

(中山大学环境科学系, 广州 510275)

翁士钊

(珠江流域水资源保护局, 广州 510611)

**摘 要** 文章简要分析了主要工业国废弃电脑的处理现状及存在问题, 提出废弃电脑的污染问题已不容忽视, 并就废弃电脑的污染防治提出了完善科技机制、制定法律法规、推行绿色电脑、加强各国地区间的通力合作等方面的环境管理措施。

**关键词** 废弃电脑 污染 环境管理

### 1 全球电脑的废弃情况

IT 技术迅猛发展大大缩短了产品更新的周期。一台高配置的个人电脑用不了几年, 就面临着升级甚至废弃的命运。据统计, 全世界每年有 1 亿多台电脑进入市场, 淘汰数千万台旧电脑。目前, 旧电脑的淘汰高峰期正在形成。

电脑垃圾问题在美国尤为严重。自 1985 年以来, 美国个人电脑销售量每年增加 23% 以上。到目前为止, 美国超过 50% 的家庭拥有电脑。根据一项最新研究报告显示, 美国近 20 a 来售出的电脑, 已有 3/4 闲置在消费者的仓库里。预计到 2004 年, 全美会有超过 3.15 亿台电脑成为废物; 到 2005 年, 每一台新电脑投放市场, 就有一台旧电脑沦为垃圾。而到 2007 年全部废弃电脑会高达 5 亿台。然而其中只有不足 14% 的废弃电脑被回收。这些电子垃圾泛滥成灾, 如果堆起来, 完全可以在硅谷旁边矗立起几个硅山来<sup>[1]</sup>。

日本的电脑普及率在亚洲国家中名列前茅, 若以家庭为单位统计几乎达百分之百, 而一台电脑的使用周期平均不到 18 个月, 于是, 同 10 a 前垃圾堆中常见到旧电视机一样, 如今旧电脑也加入了垃圾的行列。据市场人士预测, 2005 年以后, 日本每年将有 5 000 万台电脑要废弃。

德国的电脑垃圾问题也不容乐观, 据统计, 1993 年该国的电脑垃圾已达 1 200 ~ 1 500 万 t, 且

每年以 5% ~ 8% 的速度增长, 按此推算, 2000 年该国的废弃电脑多达 2 000 ~ 2 500 万 t<sup>[1]</sup>。而欧盟地区的电子产品废弃物也多达 600 万 t/a。

目前, 中国每年电脑新增销量上千万台。未来 5 ~ 10 a 的增量更被业内人士估计为 25% 左右。当前旧电脑的淘汰量估计为 500 万台。同时, 像中国这样的发展中国家还存在着这样的问题: 环保的液晶显示器的出现, 更促使传统球面显示器电脑的淘汰量急剧增加。

### 2 废弃电脑的危害

一台个人电脑含有 700 多种化学成分, 其中有一半是对人体有害的化学物质: 机壳塑料上涂的防火制剂是有毒的; 显示器的阴极射线管 (CRT) 里铅的含量达 27%, 印刷电路板上也涂了铅; 半导体、SMD 芯片电阻和紫外线探测器中含有镉; 开关和位置传感器中有汞; 铁机箱中有铬; 电路板中有溴化阻燃剂; 电池中有镍、锂、镉和其他金属; 而电线和老式包装套中则有聚氯乙烯<sup>[2]</sup>。

这些毒性很强的化学物质不容易消失。如果对废弃电脑的处理如一般垃圾一样填埋或者焚烧处理, 势必会严重地污染环境。若作填埋处理, 有毒化学物质就会渗透出来, 严重污染土壤, 进而进入人类的食物链中, 危害人体健康; 如果选择焚烧, 任何塑料或以聚合物为基础的电脑零部件燃烧时都有可能产生二恶英和其他致癌物, 造成空气污染并

破坏臭氧层,对人体健康造成威胁。

### 3 废弃电脑的处理现状及存在的问题

目前废弃电脑的污染问题日益严重。因此如何有效地处理这些废旧的电脑就自然而然地成为许多人关心的问题。现今大多数国家采取的处理方法主要有5种:填埋或焚烧、捐赠、专门企业回收利用或“出口”至发展中国家,以及近期出台立法手段要求生产商负责其产品的回收处理<sup>[3]</sup>。

#### 3.1 填埋或焚烧

由于电脑材料中很多都是剧毒的,回收技术难度大且回收利用的效益低,所以大多数的废弃电脑通常与其他垃圾一起被扔在开阔地、填埋式垃圾场、垃圾焚化场。可想而知,如此处理对环境的污染是不可避免的。

#### 3.2 捐赠

在美国,一段时期以来的通行做法之一就是把废弃电脑捐给学校或非盈利性机构。但鉴于电脑更新换代速度太快,这种方法的可行性也在日益减小,更为关键的是,现今很多学校和非盈利性机构对这个问题已变得异常慎重,它们不愿成为某些人的旧电脑垃圾处理场。

#### 3.3 专门企业回收利用

对旧电脑进行工业化的回收处理,是一个有效的方法。回收处理企业通过对电脑部件进行分拆,对不同的材料如塑料、金属、玻璃等进行分门别类,这样就使得原先各种废旧的材料得到了再次利用。但由于这类工作成本高、技术难度大,很多有害化学物质还无法作到回收处理,并且在处理过程中,还存在严重的工业污染问题,因而这类企业寥寥无几。而在中国,电脑回收尚未列入回收项目,虽然国内确实有人回收旧电脑,但他们几乎全部将旧电脑翻新后作为二手电脑出售,实在不能用的,就把芯片回收,将废机箱和显示器当作垃圾扔掉,二手电脑则从大城市流入中小城市或乡村,后者往往成为最终承受污染的地区。

#### 3.4 “出口”至第三世界国家

出口废弃电脑盈利极高,且是工业化国家回避昂贵的废物销毁问题和躲避严格公众监督的一条途径,因为出口对象国的劳动成本低,相关的法律限制也不如美国严格。据估计,把CRT显示器运往

第三世界比在美国进行回收要便宜10倍之多。表面上看,此种处理方法似乎有利于工业国的利益,然而这样做只是将污染环境的爆发时间拖后而已。

#### 3.5 立法手段

愈来愈多的国家一致认为生产商在其产品的回收处理上理应有不可推卸的责任,并开始利用法律、法规手段以督促废弃电脑的回收利用和科学处理。日本自2001年4月起实施的“资源有效利用促进法”规定,生产厂家有义务回收废旧电脑或将其进行再生资源化处理。美国联邦环保总署把废弃电脑定为“有广泛毒害的废料”,要求各州在两年之内按此标准管制。欧洲已实行“扩大生产商责任制”<sup>[5]</sup>,要求生产商负责回收它们的产品,这个责任包括生产的前阶段,即原材料的选择和生产过程;生产后阶段,即产品的使用和废弃阶段。这将促使它们在设计产品时使用危害小的可回收的材料。据目前情况,这一手段可能是最具操作可行性的办法,但分类回收工作从技术角度来讲仍存在许多难题。而中国内地的情况则是制造业只管生产与销售,回收的问题尚未涉及。

毋庸置疑,旧电脑的回收和处理已成为经济发展中的一个突出问题。如何有效地加以解决这一难题,已不容回避地摆在我们面前。

### 4 废弃电脑污染防治与环境管理措施探讨

解决废弃电脑污染问题的出路在于完善科技机制、制定法律法规、推行绿色电脑、加强各国地区间的通力合作等方面通盘考虑,出发点是无害化,立足点是资源化<sup>[4-5]</sup>。

#### 4.1 完善科技机制,促进环保基础研究

研制无害化的生产原料及开发可行的回收利用技术,是解决废弃电脑污染问题的关键所在。这方面的研究,欧洲一些国家走在前面,1997年瑞典就已研究出机械自动分离回收技术,根据废弃电脑中可回收金属的特征,自动分选回收<sup>[6-8]</sup>;1999年又研制出电脑塑料类的回收技术<sup>[1]</sup>。然而这种环保方面的基础研究,需要来自国家的强有力的领导和充裕的资金支持,因此各国政府应完善其科技机制,加大这方面研究的资金投入及政策上的支持。此外,各国也可以设置废弃电脑问题专门研究部门,欢迎各国及本国企业投资,研究成果资源共享。

#### 4.2 建立、健全相关的法律法规体系

立法管理作为环境管理中的强制性手段,是世界各国普遍采用的一项行之有效的措施。借助立法手段可从法律上确定生产者、销售者、消费者及其他环节相关者的责任,以督促他们各尽其责。各国政府可借鉴美、日及欧盟等国已有立法的经验并根据本国情况制定实施废弃电脑污染问题方面的法律法规。例如建立废旧电脑的回收利用制度<sup>[9-10]</sup>。鼓励计算机生产厂商和电脑组装公司回收淘汰的废旧电脑,政府亦可设立相应的废旧电脑回收处理中心,分拆出可再利用的元器件,并将废弃物集中处理。建议强调一个原则:废弃电脑的处置应以回收利用为主要手段,并颁布实现废弃电脑资源化的细则。

#### 4.3 从源头治理着手,积极推行清洁生产,推行“绿色电脑”概念

清洁生产是促进环境保护和经济协调发展的一种全新的思维方式,它要求将整体预防的环境战略持续应用于生产过程、产品和服务中,以提高生态和资源效率,减少对人类及环境的风险。因此清洁生产是实现废弃电脑无害化的最佳途径。绿色电脑就是指其制造和使用过程中具备环保功能的电脑,主要内容包括制造和使用过程中省电、节能、无(或少)污染,可回收再生、符合人体工程学原理等,从而保护环境和人体健康。据国内外资料分析,“绿色电脑”不仅仅是一个概念,而且正在走进我们的生活,这将大大有助于电脑生产商自发性制造环保产品和消费者自觉使用环保产品,从而形成生产、消费的良性循环。

#### 4.4 加强各国地区间合作,防止污染越境转移

解决废弃电脑污染问题是一个全球性的环境问题,并非某些国家努力推动就能成功,而是需要各国地区多方面合作。各国地区合作的内容不应局限

于无害化、回收利用技术方面,应拓宽至相互政策的支持和协助上。现今废弃电脑的污染越境转移问题仍很严重,该问题的解决尤需要发达国家和发展中国家的相互合作。针对有害废料(包括废弃电脑)跨境处理问题的国际公约——巴塞尔协定的签约至今已有 20 几年,然而废弃电脑产生量最大的美国却迟迟没有签约。因此应呼吁并通过一定的压力促使工业国签署有利于控制全球废弃电脑污染的国际公约,以控制废弃电脑的污染转移问题。

### 5 参考文献

- [1] Zhang S, Forssberg E. Intelligent liberation and classification of electronic scrap, *Powder technology*, 1999(105), 295 ~ 301
- [2] Ching - Hua Lee, Ssu - Li Chang, King - Min Wang, et al. Management of scrap computer recycling in Taiwan, *Journal of Hazardous Materials*, 2000(A73), 209 ~ 220
- [3] 答拉·科塔里(印度). 警惕:废弃电脑污染. 电子展望与决策, 2000(5), 52 ~ 53
- [4] 聂永丰, 董保澍. 中国固体废弃物管理与减量化. 环境保护, 1992(2), 6 ~ 10
- [5] 向迎洪, 杨仕富, 顾强. 高科技产业污染. 江苏环境科技, 2000, 13(3), 37 ~ 39
- [6] Zhang S, Forssberg E. Electronic scrap characterization for materials recycling, *Journal of waste management and resource recovery*, 1997(3), 157 ~ 167
- [7] Zhang S, Forssberg E. Mechanical separation - oriented characterization of electronic scrap, *Resources, Conservation and Recycling*, 1997(21), 247 ~ 269
- [8] Zhang S, Forssberg E, Arvidson B, et al. Aluminum recovery from electronic scrap by High - Force eddy - current separators, *Resources, Conservation and Recycling*, 1998(23), 225 ~ 241
- [9] Margot Higgins. Recycle that obsolete computer, *Environmental news network*, Jun. 1999
- [10] 张晓明. 废旧电脑一座亟待开发的“金矿”. 应用科技, 1999(4), 13 ~ 14

## Discussion about Waste Computer Pollution and its Management Measures

Yang Jing    Weng Shizhao

**Abstract** The current condition and exiting problem of waste computers' disposal in main industrial countries are analyzed briefly in this paper. It is pointed that the pollution of wasted computers haven't been allowed to ignore, and the methods of its prevention and environment management, for example, improving science and technological mechanism, making laws and rules of law, spreading green computer, enhancing cooperation with every countries and areas are put forward.

**Key words** wasted computer    pollution    discussion

## 测量不确定度分析的实践与体会

张 藻 周 敏

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

**摘 要** 结合广州市环境监测中心站实验室认可工作, 讨论了测量不确定度分析的方法及应注意的问题, 并以高氯酸-硫酸溶法测定土壤全磷的不确定度分析为例, 对测量不确定度进行了具体的分析。

**关键词** 测量不确定度 分析 体会

在样品分析与检测过程中, 对测量结果的可靠性, 传统上用测量误差理论描述。1993 年国际标准化组织 (ISO) 等 7 个国际组织联合发布《测量不确定度导则》, 采用当前国际通行的观点和方法, 在涉及测量的技术领域和部门, 用测量不确定度准则对测量结果及其质量进行评定。国家实验室认可准则中对测量不确定度的分析也提出了要求。广州市环境监测中心站在实验室认可过程中, 在测量不确定度方面做了一定的工作, 获得了一些认识。

### 1 测量不确定度的基础知识

#### 1.1 测量不确定度的概念

测量不确定度指表征合理地赋予被测量值的分散性, 与测量结果相联系的参数。广义而言, 测量不确定度意为对测量结果正确性的可疑程度。这一概念在测量历史上相对较新, 但其应用具有广泛性和实用性, ISO/IEC17025《校准和检测实验室能力的通用要求》和 ISO9001《质量体系设计、开发、生产、安装和服务的质量保证模式》中, 对测量结果的不确定度均有明确的要求, 测量不确定度在许多发达国家和发展中国家已普遍采用, 我国国家质量技术监督局已于 1999 年发布了《测量不确定度评定与表示》(JJF1059-1999) 这一技术规范。

#### 1.2 测量不确定度的评定与表示

测量不确定度通常由测量过程的数学模型和不确定度的传播律来评定。数学模型可用已知的物理公式求得, 也可用实验的方法确定, 甚至只用数值方程给出。数学模型的输入量可以是由当前直接测

定的量, 也可以是由外部来源引入的量。

##### (1) 标准不确定度的 A 类评定

用对观测列进行统计分析的方法来评定标准不确定度为 A 类评定。在重复性条件或复现性条件下, 以观测列的算术平均值作为测量结果, 其标准不确定度按以下公式计算:

$$S^2(X_k) = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{k=1}^n (X_k - \bar{X})^2$$

在测量次数较少且  $X_i$  接近正态分布时可采用极差法近似地评定:

$$S(X_i) = \frac{R}{C} = u(X_i)$$

##### (2) 标准不确定度的 B 类评定

用不同于对观测列进行统计分析的方法来评定标准不确定度为 B 类评定。B 类评定的信息来源一般有: 以前的观测数据; 对有关技术资料和测量仪器特性的了解和经验; 生产部门提供的技术说明文件; 校准证书、检定证书或其他文件提供的数据、准确度的等别或级别等; 手册或某些资料给出的参考数据及其不确定度; 重复性限  $r$  或复现性  $R$  等。

##### (3) 合成标准不确定度的评定

当全部输入量彼此独立或不相关时, 合成标准不确定度  $u_c(y)$  由下式得出:

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N \left[ \frac{\partial f}{\partial X_i} \right]^2 u^2(X_i)$$

当输入量之间明显相关时, 还必须考虑其相关性。

合成标准不确定度  $u_c(y)$  的自由度称为有效自由度  $\nu_{eff}$ , 可用 Welch-Satterthwaite 公式计算:

$$u_{\text{eff}} = \frac{u_c^4(y)}{\sum_{i=1}^N \frac{u_c^4(y)}{u_i}}$$

### (3) 扩展不确定度的评定

当合成标准不确定度  $u_c(y)$  确定后, 乘以一个包含因子  $k$  或  $k_p$ , 即为扩展不确定度。

## 2 测量不确定度分析是质量活动的主要作业文件

为使测量结果的可靠性评定更为科学, 我们在实施国家实验室认可中组织编写了有关测量不确定度分析的质量文件, 对日常检测工作所涉及的检测方法逐一进行了测量不确定度作业指导书的编写。并将测量不确定度分析作为质量保证的具体文件纳入质量活动中, 指导检测人员对检测工作的全过程进行质量控制, 保证检测结果的可靠性。

实践表明, 测量不确定度根据实验、资料、经验等信息对检测结果从方法、仪器、人员等方面全面地进行评定, 能定量确定测量不确定度的值, 使检测人员了解检测结果的分散程度和置信度, 是传统误差理论的进一步发展。测量不确定度分析对保证检测质量起着重要的作用, 是质量活动中必要的环节和方法, 比传统误差理论更有可操作性和现实意义。

## 3 测量不确定度分析应注意的问题

### 3.1 测量不确定度要认真分析测量全过程, 找出相关的影响因素

首先, 在对测量不确定度进行分析前, 应了解检测方法所需的检测设备、环境条件、所使用试剂的纯度、标准物质的不确定度及  $K$  值、仪器设备与玻璃量器的等级与不确定度或允许误差等。根据测量方法, 导出被测量和各影响量的数学关系, 即数学模型, 建立合成标准不确定度与各分量标准不确定度及其传播系数的关系式。

数学模型是分析测量不确定度的依据。但数学模型不是唯一的, 相同的检测项目使用不同的检测方法可导出不同的数学模型, 因而得出不同的测量不确定度。因此, 在实际检测工作中, 可根据工作经验判断, 选择适宜的检测方法, 以使测量不确定度最小。

其次, 对各分量标准不确定度的来源进行分

析, 逐项评定分量标准不确定度并计算其数值、传播系数及自由度。在寻找测量不确定度来源时, 除了从检测方法分析外, 还应从检测设备(仪器的最大允许误差、分辨率、标准器具和标准物质的不确定度等)、人员(操作的熟练程度、读数的分散性)、环境(温度、湿度、振动、电磁场干扰等)方面进行全面的考虑, 找出影响测量不确定度的因素及其相互之间的关系, 做到不遗漏、不重复。对较大的不确定度来源应重点进行分析。

进行分量不确定度估算时, 首先应明确评定方法。如通过统计分析观测列的方法来评定标准不确定度属 A 类评定。如通过以前的观测数据、有关技术资料、仪器特性、检定证书、其它参考资料等信息来评定标准不确定度, 则属 B 类评定。其次应考虑数据的分布情况, 属正态分布、均匀分布、 $t$  分布或其它。将不确定度值、分布情况、自由度等列成表, 使各分量因素一目了然, 以便于计算。

最后, 对标准不确定度进行合成, 计算合成标准不确定度及有效自由度, 根据需要计算扩展不确定度。当判断被测量值接近正态分布时, 可根据所要求的置信概率来确定包含因子  $K$ 。若被测量值不能接近正态分布, 且无法判断其接近何种分布时, 可直接选定  $K=2$  或  $3$ , 直接算出扩展不确定度。

### 3.2 测量不确定度分析中容易出现的问题

经常出现的问题有: 数学模型表达不确切、不确定度来源的遗漏或前后重复、标准不确定度分量的评定层次不清等。为此, 我们组织了检测人员及有关专家对不确定度的分析进行讨论, 纠正不确定度分析中存在的问题, 使不确定度分析更科学、准确。

## 4 实例分析

高氯酸-硫酸酸溶法测定土壤全磷的不确定度分析。土壤全磷的测定采用高氯酸-硫酸消解, 使土壤中磷转化成可溶性磷酸盐后进行比色法测定。

### 4.1 实验方法与测量数学模型

实验方法: 样品加入浓硫酸及高氯酸, 置于电炉消解后, 用蒸馏水洗入 50 mL 容量瓶中, 用蒸馏水定容至刻度。吸取澄清液 5.0 mL 于 50 mL 比色管中, 用稀酸或碱调节至溶液呈中性。用蒸馏水定容至刻度。用钼锑抗光度法测定总磷含量。

标准曲线的绘制: 用总磷标准溶液直接稀释后

配制成标准使用液,加入显色剂显色,绘制标准曲线  $Y = a + bx$ 。

建立测量数学模型:样品中总磷含量

$$C(\text{mg/kg}) = \frac{(Y - a) \times V_1}{b \times V_2 \times G}$$

#### 4.2 合成不确定度计算公式

$$\begin{aligned} U_C(C)^2 = & \left(\frac{\partial C}{\partial Y}\right)^2 \times U_{(Y)}^2 + \left(\frac{\partial C}{\partial b}\right)^2 \times U_{(b)}^2 \\ & + \left(\frac{\partial C}{\partial a}\right)^2 \times U_{(a)}^2 + \left(\frac{\partial C}{\partial G}\right)^2 \times U_{(G)}^2 \\ & + \left(\frac{\partial C}{\partial V_1}\right)^2 \times U_{(V_1)}^2 + \left(\frac{\partial C}{\partial V_2}\right)^2 \times U_{(V_2)}^2 \end{aligned}$$

#### 4.3 分量标准不确定度的计算

##### 4.3.1 样品吸光值(Y)的标准不确定度 $U_{(Y)}$

从回归直线的标准偏差  $S_E$  ( $Y$  残差的标准偏差)、标准使用液的不确定度(根据标准物质证书给出磷元素标准溶液的标准值及相对不确定度,取一定的置信度,以标准曲线上最大  $X_i$  点计算)、以及样品消解过程中的标准差(根据实验测得样品消解的回收率分析)进行计算,仪器因素及人员因素等已包含在标准曲线中,可不另作考虑。

##### 4.3.2 计算截距 $a$ 的标准偏差 $S_a$ (即截距的标准不确定度 $U_{(a)}$ )

##### 4.3.3 计算斜率 $b$ 的标准偏差 $S_b$ (即斜率 $b$ 的标准不确定度 $U_{(b)}$ )

##### 4.3.4 计算定容至体积 $V_1$ (50 mL) 的标准不确定度 $U(V_1)$

从容量瓶示值允差引起的不确定度、刻度读数重复性引起的不确定度及温度变化引起的不确定度等方面来分析。

##### 4.3.5 计算定容至体积 $V_2$ (5 mL) 的标准不确定度 $U(V_2)$

方法与  $V_1$  的不确定度相同。

##### 4.3.6 计算样品称量引起的不确定度 $U_{(G)}$

可从天平的不确定度(由检定证书可以得到)、重复称量误差引起的不确定度(由法码在该天平上重复称量多次,用极差法计算得出)进行分析。

#### 4.4 计算合成不确定度 $U_C(C)$ 与扩展不确定度

最后计算出相对扩展不确定度为 12%,  $K=3$ 。

通过对土壤全磷检测的不确定度分析,我们可以看到,不确定度分析的结果与以往工作中误差的大小基本相符,且更为全面。通过不确定度分析可

以发现,土壤全磷检测中标准不确定度的主要分量是样品吸光值( $Y$ ),即影响检测结果的主要因素是标准曲线的偏差、标准使用液的准确度及样品消化情况。因此,我们在实际分析中应尤其注意这些方面的质量控制,使检测结果更可靠。

#### 5 实验室认可工作中测量不确定度分析的几点体会

国家实验室认可准则中要求检测实验室具有并应用评定测量不确定度的程序,并规定当检测方法有要求、客户要求、允差很窄时应给出测量不确定度。因此,我们在组织测量不确定度的编写、评定时的体会是:

(1) 组织检测技术人员学习测量不确定度知识是十分必要的。为此,我们请专家讲授测量不确定度的课程,使检测人员了解测量不确定度分析与传统误差理论的区别,认识到不确定度分析的重要性,从思想上接受测量不确定度理论,掌握测量不确定度的分析方法,并在实际工作中加以运用。

(2) 从典型入手,概述测量不确定度分析工作。我们以原子吸收法测铜的测量不确定度分析为例进行学习,使有关人员基本掌握了该方法,逐步扩展到仪器自校准,振动测量,电磁辐射测定,重量法测 TSP,色-质联机分析水中甲苯,总硬度测定,气相色谱法测水中甲苯等典型检测方法及其项目。并将其测量不确定度分析编写成作业指导书,其它检测项目与方法的不确定度分析以此为参考进行,使我站的不确定度分析工作全面展开。

(3) 熟悉分析方法原理及操作过程是进行不确定度分析的前提。编写测量不确定度作业指导书的检测人员应了解影响检测结果的主要因素,找出主要的标准不确定度分量,对检测过程中影响不确定度的因素进行全面的考虑。与此同时,根据不确定度分析的需要,对因仪器、人员等易引入不确定度的因素如玻璃量器的读数重复性、仪器读数重复性、天平重复称量误差等做大量的重复实验,积累相应的数据资料,用于测量不确定度分析中。

(4) 测量不确定度分析能更好地描述测量结果的可靠性。由于测量不确定度分析对主要的标准不确定度分量分别进行质量控制,有效保证检测结果的正确可靠。测量不确定度的分析也使检测人员对检测结果的不确定程度有一大致的预测,对结果可

(下转第 31 页)

#### 4 参考文献

- [1] 杨永华. 突破绿色壁垒 - ISO14000 标准实务. 海天出版社, 2000, 10
- [2] CRBA 编著. ISO14000 环境管理体系国家注册审核员基

础知识通用教程. 中国计量出版社, 2000, 9

- [3] 毛孝明. 环境因素和环境影响的识别与评估. 电子质量杂志, 1999 (10)
- [4] 杨永华, 杨华. ISO14000 环境管理体系实战案例. 广东经济出版社, 2001, 9

### Discussion about the Relationship between Standardized Environment Management and Environmental Protection Administration Management in Enterprise

Zhang Yun

**Abstract** The major difference and inner relationship between the standardized environment management and the environment management mechanism of environmental protection department, the effect on developing of environmental protection with joint usage of these two mechanisms are discussed.

**Key words** environment supervising management ISO14000 series standard relationship

(上接第 20 页)

靠性做到心中有数。同时, 可以更好地服务客户, 向客户提供更多的检测信息, 使客户增加信任度。

#### 6 参考文献

- [1] 测量不确定度评定与表示. 国家计量技术规范(JJF1059

- 1999)

- [2] 中国实验室国家论证委员会. 中国实验室注册评审员培训教程. 中国标准出版社

### Practice and Experience of Measuring Non - deterministic Degree Analysis

Zhang Qu Zhou Min

**Abstract** Combining the authorized experience of laboratory in Guangzhou environmental inspection center station, the method of measure non - deterministic degree and notes, and a case of measuring soil's total phosphorus with perchlorate - vitriol acid - dissolving method are discussed.

**Key words** measuring non - deterministic degree analysis experience

### 日提出新的生物多样性国家战略

最近日本中央环境审议会的自然环境野生生物联席会议, 根据环境大臣的要求, 提出了表示自然保护行政方向的新生物多样性国家战略的咨询意见。新战略把生物多样性的危机分类为: (1) 由于开发、乱获等造成物种减少, 使生态系统遭到破坏; (2) 由于偏僻山村的荒废等, 导致特有的动植物的减少; (3) 人们带进来的移入种的影响等 3 类。与此

相对应的是, 保护对象不局限于偏僻山村和城市地区, 并加上保护湿地的重要性等。日本的生物多样性国家战略, 是以 1992 年通过的生物多样性条约为基础, 1995 年 10 月决定的国内行政方针。这次重新评价的新战略, 将通过有关内阁会议成为日本政府决策的方针。

曹信孚 译自《资源环境对策》(日) Vol. 44, No. 6(2002)

## 纳氏试剂分光光度法测定水中氨氮的不确定度评定

陆春霞

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

**摘 要** 运用测量不确定度评定与表示的理论, 分析了用纳氏试剂分光光度法测定水中氨氮的不确定度, 得出测定氨氮的不确定度, 用绝对量来表示,  $U_{\text{绝}}(P=99.7\%) = 2.0 \mu\text{g}$ , 用相对量来表示,  $U_{\text{相}}(P=99.7\%) = 39\% \sim 2\%$ 。

**关键词** 分光光度法 不确定度 评定

一切测量结果都具有不确定度, 一份完整的监测结果应包括对其不确定度的分析。分光光度法是分析化学常用的方法之一, 它的不确定度计算是比较常用的。本文根据国家技术监督局发布的《测量不确定度评定和表示》(JJF1059-1999), 以使用纳氏试剂分光光度法测定水中的氨氮为例, 分析了使用校准曲线这一类型的不确定度计算方法和步骤, 在实际工作中有较强的实用价值。

### 1 测量方法简述

采用 GB7479-87 方法测量水中的氨氮含量。

配制的氨氮的标准使用液浓度  $c_N = 10 \mu\text{g}/\text{mL}$ 。

用分光光度计测得吸光度数值, 并按表 1 绘制校准曲线。

表 1 校准曲线及测得吸光度

| 序号                                     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 试样体积 $V/\text{mL}$                     | 0.00  | 0.50  | 1.00  | 3.00  | 5.00  | 7.00  | 10.00 |
| 氨氮含量 $X/\mu\text{g}$                   | 0     | 5     | 10    | 30    | 50    | 70    | 100   |
| 吸光<br>度 $A_a$                          | 0.020 | 0.055 | 0.095 | 0.242 | 0.393 | 0.544 | 0.755 |
| 度 $Y$ 校准吸光度<br>( $A$ ) ( $A_a - A_b$ ) | 0.000 | 0.035 | 0.075 | 0.222 | 0.373 | 0.524 | 0.735 |

### 2 计算方法

采用最小二乘法对氨氮标准溶液含量与对应的吸光度测量值进行线性回归, 得到回归曲线:

$$Y = a + bX = 0.0006 + 0.00739X$$

$$r = 0.9999 \quad (1)$$

式中:  $Y$  为吸光度,  $a$  为截距,  $b$  为斜率 ( $1/\mu\text{g}$ ),

$X$  为标准使用液氨氮的含量 ( $\mu\text{g}$ ),  $r$  为相关系数。

然后由样品测定的吸光度  $Y$  反推样品含量  $X$  ( $\mu\text{g}$ ):

$$X = (Y - a)/b \quad (2)$$

最后根据被测样品的取样体积, 求出被测样品的浓度。

$$c_N = X/V \quad (3)$$

式中  $X$  为氨氮含量 ( $\mu\text{g}$ ), 由  $A_r$  值和相应比色皿光程的校准曲线确定;  $V$  为试份体积 ( $\text{mL}$ )。

### 3 计算标准不确定度

由式 (3) 可见, 被测样品浓度的不确定度由校准曲线上求得的  $X$  的标准不确定度分量和被测样品取样体积的标准不确定度分量两者组成。即:

$$u_{c(X)}^2 = u_{c(X)rel}^2 + u_{c(V)rel}^2$$

$$= (u_{c(X)}/X)^2 + (u_{c(V)}/V)^2 \quad (4)$$

式中  $u_{c(X)}$  根据式 (2) 由误差传播定律求得:

$$u_{c(X)}^2 = \left[ \frac{\partial X}{\partial Y} u_{c(Y)} \right]^2 + \left[ \frac{\partial X}{\partial a} u_{(a)} \right]^2$$

$$+ \left[ \frac{\partial X}{\partial b} u_{(b)} \right]^2 \quad (5)$$

式中  $u_{c(Y)}$  为  $Y$  的不确定度,  $u_{(a)}$  为截距  $a$  的不确定度,  $u_{(b)}$  为斜率  $b$  的不确定度。

$u_{c(V)}$  由 50.0 mL A 级移液管的允许误差  $u_{(V1)}$ 、充液重复性误差  $u_{(V2)}$ 、温度变化产生的误差  $u_{(V3)}$  构成:

$$u_{c(V)}^2 = u_{(V1)}^2 + u_{(V2)}^2 + u_{(V3)}^2 \quad (6)$$

各不确定度来源见图 1。

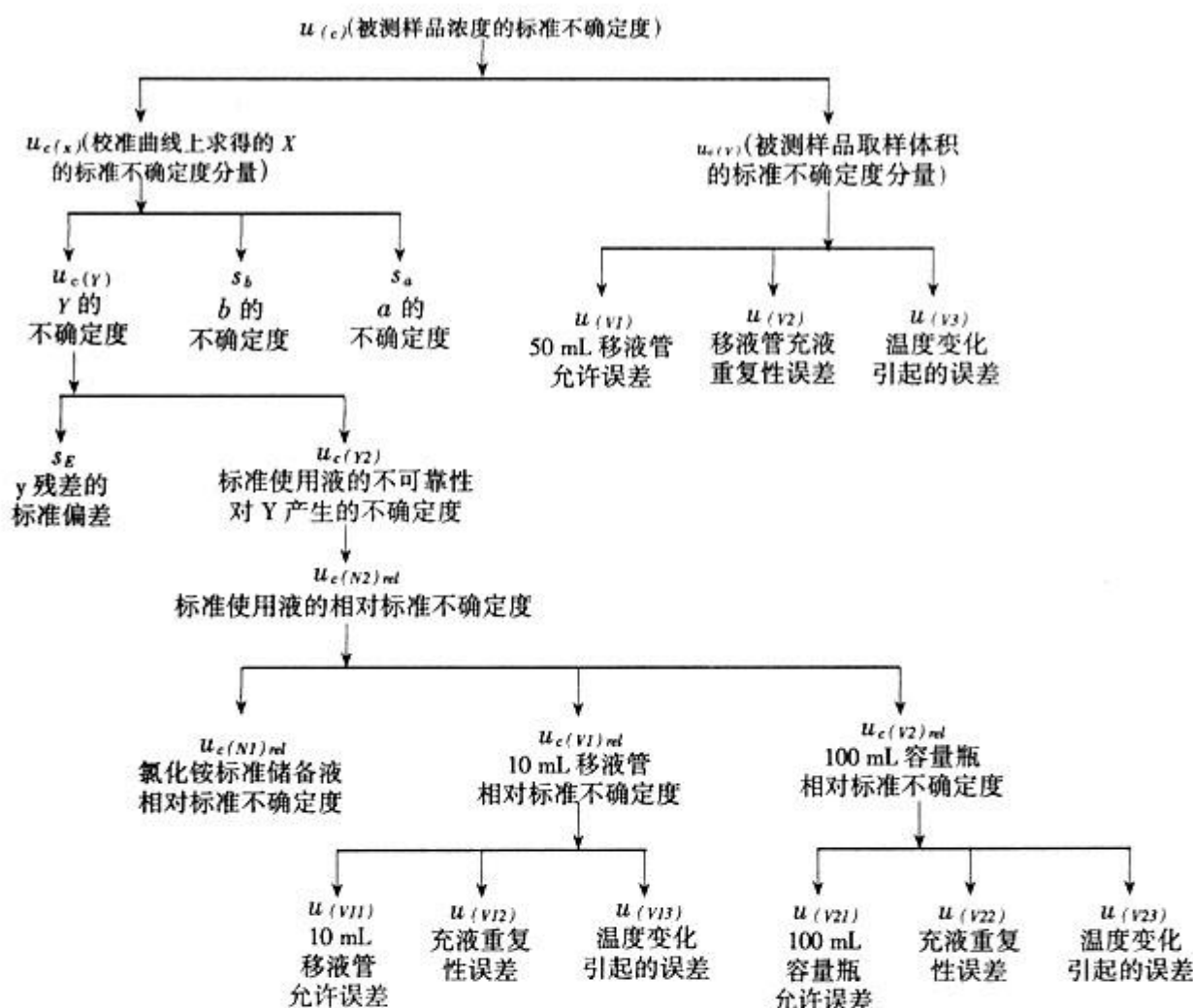


图1 纳氏试剂分光光度法测定水中氨氮的不确定度来源图

### 3.1 校准曲线求得的 X 的标准不确定度分量 (\$u\_{c(x)}\$) 计算

#### 3.1.1 传播系数

$$\frac{\partial X}{\partial Y} = \frac{1}{b} = 1/0.00739 = 1.4 \times 10^2$$

$$\frac{\partial X}{\partial a} = -\frac{1}{b} = -1.4 \times 10^2$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial X}{\partial b} &= \frac{\bar{Y} - a}{b^2} = -\frac{0.2806 - 0.0006}{0.00739^2} \\ &= -5.1 \times 10^3 \quad \bar{Y} = \frac{1}{n} \sum Y_i \end{aligned}$$

#### 3.1.2 Y 的不确定度 \$u\_{c(y)}\$

Y 的不确定度 \$u\_{c(y)}\$ 由 Y 的标准差 \$s\_E\$ 和所使用的氯化铵标准使用液的不可靠性对 Y 产生的不确定度 \$u\_{c(y2)}\$ 两者组成, 即:

$$u_{c(y)}^2 = s_E^2 + u_{c(y2)}^2 \quad (7)$$

其中

$$u_{c(y2)} = 0.0006 + 0.00739 u_{c(N2)} \quad (8)$$

氯化铵标准使用液是通过稀释标准储备液配制的, 即:

$$N_2 = \frac{N_1 \times V_1}{V_2}$$

因此, 氯化铵标准使用液的不确定度为:

$$u_{c(N2)rel}^2 = u_{c(N1)rel}^2 + u_{c(V1)rel}^2 + u_{c(V2)rel}^2 \quad (9)$$

式中: \$u\_{c(N2)rel}\$ 为氯化铵标准使用液的相对标准不确定度; \$u\_{c(N1)rel}\$ 氯化铵标准储备液的相对标准不确定度; \$u\_{c(V1)rel}\$ 为 10.00 mL A 级移液管的相对标准不确定度; \$u\_{c(V2)rel}\$ 为 1000 mL A 级容量瓶的相对标准不确定度。

#### 3.1.2.1 Y 的标准差 \$s\_E\$

$$\begin{aligned} s_E &= \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{(1-r^2) \left[ \sum Y_i^2 - \frac{1}{n} (\sum Y_i)^2 \right]}{n-2}} \\ &= \sqrt{\frac{(1-0.9999^2) (1.0101 - \frac{1}{7} \times 1.964^2)}{7-2}} = 3.8 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

#### 3.1.2.2 所使用的氯化铵标准使用液的不可靠性

对  $Y$  产生的不确定度  $u_{c(Y)}$

①氯化铵标准储备液的相对标准不确定度  $u_{c(N1)rel} = 3.0 \times 10^{-3}$ 。

② 10.00 mL A 级移液管的相对标准不确定度包括 10.00 mL A 级移液管的允许误差  $u_{(v1)}$ 、充液重复性误差  $u_{(v12)}$ 、温度变化产生的误差  $u_{(v13)}$ ，即：

$$u_{c(V1)} = \sqrt{u_{(v1)}^2 + u_{(v12)}^2 + u_{(v13)}^2} \quad (10)$$

式中：

$$u_{(v1)} = \frac{A}{\sqrt{3}} = \frac{0.02}{\sqrt{3}} = 1.2 \times 10^{-2} \text{ (mL)} \quad (\text{B 类不确定度, 10.00 mL A 级移液管允许误差查书为 } A = \pm 0.02 \text{ mL, 即区间半宽度为 } 0.02 \text{ mL})。$$

③ 100.0 mL 容量瓶的相对标准不确定度  $u_{c(V2)rel}$  类似②，100.0 mL A 级容量瓶的允许误差  $A = \pm 0.10 \text{ mL}$ ，计算标准不确定度为  $u_{c(V2)} = 0.12 \text{ mL}$ ，相对标准不确定度为  $u_{c(V2)rel} = 1.2 \times 10^{-3}$ 。

④氯化铵标准使用液的相对标准不确定度  $u_{c(N2)rel}$  代入式 (9)，计算得  $u_{c(N2)rel} = 4.0 \times 10^{-3}$ 。

⑤所使用的氯化铵标准使用液的不可靠性对  $Y$  产生的不确定度  $u_{c(Y)}$ ，工作曲线氨氮含量最大取样体积为 10.00 mL，其不确定度为：

$$u_{c(N2)} = u_{c(N2)rel} \times V_N = 4.0 \times 10^{-3} \times 10.00 = 4.0 \times 10^{-2}$$

代入式 (8)，计算得  $u_{c(Y)} = 9.0 \times 10^{-4}$

$$u_{c(V1)rel} = \frac{u_{c(V1)}}{V_1} = \frac{2.3 \times 10^{-2}}{10.00} = 2.3 \times 10^{-3}$$

③ 100.0 mL 容量瓶的相对标准不确定度  $u_{c(V2)rel}$  类似②，100.0 mL A 级容量瓶的允许误差  $A = \pm 0.10 \text{ mL}$ ，计算标准不确定度为  $u_{c(V2)} = 0.12 \text{ mL}$ ，相对标准不确定度为  $u_{c(V2)rel} = 1.2 \times 10^{-3}$ 。

④氯化铵标准使用液的相对标准不确定度  $u_{c(N2)rel}$  代入式 (9)，计算得  $u_{c(N2)rel} = 4.0 \times 10^{-3}$ 。

⑤所使用的氯化铵标准使用液的不可靠性对  $Y$  产生的不确定度  $u_{c(Y)}$ ，工作曲线氨氮含量最大取样体积为 10.00 mL，其不确定度为：

$$u_{c(N2)} = u_{c(N2)rel} \times V_N = 4.0 \times 10^{-3} \times 10.00 = 4.0 \times 10^{-2}$$

代入式 (8)，计算得  $u_{c(Y)} = 9.0 \times 10^{-4}$

3.1.2.3 求  $u_{c(Y)}$  ( $Y$  的不确定度)

代入式 (7)，计算得  $u_{c(Y)} = 3.9 \times 10^{-3}$

3.1.3  $a$  的不确定度  $u_{(a)}$  (等于  $a$  的标准差  $s_a$ ，A 类不确定度)

$$u_{(a)} = s_a = s_E \times \sqrt{\frac{\sum X_i^2}{n \sum (X_i - \bar{X}_i)^2}}$$

$$\begin{aligned} &= s_E \times \sqrt{\frac{\sum X_i^2}{n [\sum (X_i^2 - \frac{1}{n} (\sum X_i)^2)]}} \\ &= 3.8 \times 10^{-3} \times \sqrt{\frac{18425}{7(18425 - \frac{1}{7} \times 265^2)}} \\ &= 2.1 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

3.1.4  $b$  的不确定度  $u_{(b)}$  (等于  $b$  的标准差  $s_b$ ，A 类不确定度)

$$\begin{aligned} u_{(b)} &= s_b = \frac{s_E}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X}_i)^2}} \\ &= \frac{s_E}{\sqrt{\sum X_i^2 - \frac{1}{n} (\sum X_i)^2}} \\ &= \frac{3.8 \times 10^{-3}}{\sqrt{18425 - \frac{1}{7} \times 265^2}} \\ &= 4.1 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

3.1.5 合成标准不确定度  $u_{c(X)}$

以上各项代入式 (5)，计算得  $u_{c(X)}^2 = 0.43$ ，即  $u_{c(X)} = 0.66 \mu\text{g}$ ，纳氏试剂分光光度法测定水中氨氮含量在 5 ~ 100  $\mu\text{g}$  范围的不确定度为  $u_{\text{绝}} = 0.66 \mu\text{g}$ 。

取  $K = 3$ ，则扩展不确定度为  $U_{\text{绝}(P=99.7\%)} = 3 \times 0.66 = 2.0 (\mu\text{g})$ 。

3.1.6 工作曲线上求得  $X$  的相对标准不确定度  $u_{c(X)rel}$

工作曲线范围为 5 ~ 100  $\mu\text{g}$ ， $X$  的相对标准不确定度：

$$u_{c(x1)rel} = u_{c(x)} \div X_1 = 0.66 \div 5 = 0.13$$

$$u_{c(x2)rel} = u_{c(x)} \div X_2 = 0.66 \div 100 = 6.6 \times 10^{-3}$$

3.2 溶液体积的标准不确定度  $u_{c(V)}$

类似②，计算得 50.0 mL A 级移液管的相对标准不确定度为  $u_{c(V)rel} = 1.2 \times 10^{-3}$ 。

4 合成相对标准不确定度

代入式 (4)，计算得  $u_{c(1)rel} = 0.13$ ， $u_{c(2)rel} = 6.7 \times 10^{-3}$ 。

5 扩展不确定度

若  $k = 3$ ，则  $U_{(P=99.7\%)} = 3 \times u_{c(1)rel}$ ，即  $U_{1(P=99.7\%)} = 39\%$ ， $U_{2(P=99.7\%)} = 2.0\%$ 。

## 6 结论

用纳氏试剂分光光度法测定水中氨氮浓度, 在  $5 \sim 100 \mu\text{g}$  范围 (置信概率  $P = 99.7\%$ ), 如用相对量来表示, 则不确定度为  $39\% \sim 2\%$ , 如用绝对量来表示, 则不确定度为  $2.0 \mu\text{g}$ 。

由以上各种不确定度的计算分析发现:

(1) 被测样品浓度的不确定度由校准曲线上求得的  $X$  的标准不确定度分量和被测样品取样体积的标准不确定度分量两者组成, 前者产生主要影响;

(2) 校准曲线上求得的  $X$  的标准不确定度分量 ( $u_{c(x)}$ ), 由  $Y$  的不确定度、截距  $a$  的不确定度

和斜率  $b$  的不确定度三者组成。影响最大的是  $Y$  的不确定度;

(3)  $Y$  的不确定度, 由  $Y$  的标准差  $s_E$  和所使用的氯化铵标准使用液的不可靠性对  $Y$  产生的不确定度  $u_{c(Y_2)}$  两者组成, 前者影响较大。

## 7 参考文献

- [1] 中华人民共和国国家标准 GB7479 - 87
- [2] 国家技术监督局, 测量不确定度评定和表示, 中华人民共和国国家计量技术规范 JJF1059 - 1999
- [3] 中国环境监测总站, 《环境水质监测质量保证手册》编写组, 环境水质监测质量保证手册, 化学工业出版社, 1984

## Detecting the Non - deterministic Degree of Ammonia Nitrogen in Water with Nessler's eagent Spectrophotometric Determination

Lu Chunxia

**Abstract** The nondeterministic degree ammonium nitrogen in water with Nessler's eagent spectrophotometric determination method is analysed by nondeterministic degree evaluation and indicate theory. The nondeterministic degree is  $Ua (P = 99.7\%) = 2.0 \mu\text{g}$  as absolute value,  $Ur (P = 99.7\%) = 39\% \sim 2\%$  as relative value.

**Key words** spectrophotometric determination nondeterministic evaluation

## 英荷壳牌石油公司投资开发生物酒精

国际石油资本英荷壳牌石油公司的加拿大能源生物技术开发公司向爱奥信能源公司出资 37 亿日元, 由爱奥信能源公司研究开发从木材和稻麦秸等植物纤维中提取糖类进

行发酵, 以制造出生物酒精。用它作为燃料, 可以大幅度削减汽车的  $\text{CO}_2$  排放量。英荷壳牌石油公司计划到 2006 年实现生物酒精的商品化。

曹信孚 译自《资源环境对策》(日) Vol.38, No.8 (2002)

## 一体化定硫仪测定植物叶片含硫量

刘应希 黄小伟

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

**摘 要** 介绍了用 YX-DL 一体化定硫仪测定植物叶片含硫量的方法, 该法具有速度快、成本低、操作简便、数据准确的特点。

**关键词** 一体化定硫仪 植物叶片 含硫量

硫是植物的必需元素。植物叶片含硫量的测定方法有很多, 目前使用得较多的主要是燃烧滴定法。有时因燃烧不充分, 或温度达不到要求, 致使大部分以硫酸根形式存在的硫分解, 导致结果偏低, 且分析程序烦琐, 分析成本高。用 YX-DL 一体化定硫仪来测定植物叶片中的硫, 以 1 150℃ 高温燃烧来确保叶片中的硫大部分都转变为二氧化硫。程序控制自动化, 操作人员所做的工作只是称样, 因此大大减少了工作量<sup>[1]</sup>。

### 1 原理

用瓷舟将试样送入 1 150℃ 高温区, 试样在高温下燃烧, 生成的二氧化硫载气流进入电解池中生成亚硫酸后, 立即被电解液中的碘(溴)氧化成硫酸, 结果溶液中的碘(溴)减少而碘离子(溴离子)增加, 破坏了电解液的平衡状态, 指示电极间的电位升高。计算机监测到这一信号后, 马上启动电解过程, 并根据指示电极上的电位高低, 控制与之相对应的电解电流大小与时间, 使电解电极上析出的碘(溴)和刚才与亚硫酸反应所消耗的数量相等, 使电解液重新回到平衡状态。随着二氧化硫的不断产生, 此平衡状态不断被打破和复原, 形成动态平衡, 直到一个试验过程结束, 瓷舟退回起始处。

电解所产生的碘(溴)所耗用的毫库仑电量, 由测硫电路采样、变换, 测硫软件积分, 并对三氧化硫进行校正, 然后按法拉第电解定律计算试样中全硫的百分含量:

$$S\% = [(\text{毫库仑电量} \times 16 \times 1000) / (96\,500 \times$$

$$\text{试样重量})] \times 100\%$$

### 2 测定方法

#### 2.1 电解液的配制

称取 5 g 碘化钾, 5 g 溴化钾, 溶于 250 ~ 300 mL 蒸馏水中, 然后加入 10 mL 冰醋酸。

#### 2.2 称样

称取植物样品 49.0 ~ 51.0 mg, 先经 60℃ 烘箱中烘一夜, 冷却后置于瓷舟中, 并在样品上覆盖一层薄薄的三氧化钨。

#### 2.3 测定程序

样品测定程序按 YX-DL 一体化定硫仪的仪器说明书进行。

### 3 结果与讨论

#### 3.1 标准煤样的测定与分析

按仪器的操作要求对不同的标准煤样中的含硫量进行测定, 分析其精密度和重复性。从表 1 可知, 其精密度及重复性都较好。

表 1 标准煤样的分析结果

| 国家标准号<br>GBW (E) | 标准含硫量<br>%  | 7 次测定平<br>均值/% | 标准偏差<br>S | 变异系数<br>Cv/% |
|------------------|-------------|----------------|-----------|--------------|
| 11101d           | 0.50 ± 0.05 | 0.516          | 0.01      | 2.0          |
| 11112a           | 2.21 ± 0.06 | 2.216          | 0.01      | 0.5          |
| 11109b           | 3.05 ± 0.08 | 3.044          | 0.01      | 0.3          |
| 11111a           | 1.38 ± 0.06 | 1.383          | 0.02      | 1.5          |
| 11113a           | 3.39 ± 0.08 | 3.400          | 0.03      | 0.9          |
| 11110c           | 4.69 ± 0.12 | 4.695          | 0.06      | 1.3          |

### 3.2 未知样品的测定

对官桥豆角叶和眉山豆角叶进行测定, 结果如表2所示, 说明其测量效果比较好, 能满足精密度的要求。

表2 测定结果

| 植物样品名称 | 测量平均值/% | 重复次数 | 标准差  | 变异系数/% |
|--------|---------|------|------|--------|
| 官桥豆角叶  | 0.664   | 7    | 0.03 | 4.7    |
| 官桥豆角叶  | 0.668   | 7    | 0.02 | 3.0    |
| 官桥豆角叶  | 0.665   | 7    | 0.03 | 4.5    |
| 眉山豆角叶  | 0.585   | 7    | 0.02 | 3.4    |
| 眉山豆角叶  | 0.572   | 7    | 0.01 | 1.8    |
| 眉山豆角叶  | 0.589   | 7    | 0.03 | 5.2    |

### 3.3 未知样品的准确度实验

对眉山豆角叶和官桥豆角叶分别加入标准煤样品进行准确度实验, 如表3可知, 单个实验室分析有10~30 mg加标量的植物样品, 回收率在96%~105%范围内。通过回收率试验, 可知该法所测得的不同豆角叶样品的加标回收率均能满足要求。

## 4 结束语

一体化定硫仪原来专门用于测定煤中含硫量,

根据其分析原理, 实验表明用来测定植物叶片的含硫量(在1150℃高温燃烧)也具有较好的重现性和准确性, 可避免燃烧滴定法中因燃烧不充分, 分解不完全及燃烧时温度不够引起结果偏低, 用来测定植物的硫含量, 具有速度快、成本低、操作简便、数据准确的特点。

表3 准确分析

| 植物样品名称 | 加标量mg | 加标量与样品含量的比例 | 重复次数 | 回收率% |
|--------|-------|-------------|------|------|
| 眉山豆角叶  | 10    | 1:4         | 3    | 105  |
| 眉山豆角叶  | 15    | 3:7         | 3    | 101  |
| 眉山豆角叶  | 20    | 2:3         | 3    | 102  |
| 官桥豆角叶  | 25    | 1:1         | 3    | 96   |
| 官桥豆角叶  | 30    | 3:2         | 3    | 99   |
| 官桥豆角叶  | 35    | 7:3         | 3    | 105  |
| 官桥豆角叶  | 40    | 1:4         | 3    | 98   |

## 5 参考文献

- [1] 胡迪琴, 等. 植物叶片含硫量分析方法. 生态科学, 1991, (2)

## Using Compact Sulfur Detector to Detect the Sulfur Content in Plant Leaf

Liu Yinxi Huang Xiaowei

**Abstract** A new method of detecting the sulfur content in plant leaf, YX-DL type compact sulfur detector with fast, exact operating, character and low operation cost is described.

**Key words** compact sulfur detector plant leaf sulfur content

## 日推行让登山者带上携带厕所活动

随着登山运动的发展, 登山者的大小便造成环境污染的问题, 开始引起人们的注意。为了保护山区的环境, 一个要求登山者带上携带厕所的活动正在日本各地发展。在许多登山者活动的山上, 呼吁民间团体等使用携带厕所的活动正在开展, 对使用完后携带厕所采用回收制度的县已经出现。负责散发携带厕所活动的民间团体“清爽的山间厕所”本部代表田部井淳子认为山上气温低, 排泄物降解难, 携带厕所是个宝, 既可保护环境, 又可享受登山乐趣。

富山县已决定从明年开始试验建立把使用完的携带厕所进行回收制度, 首先在每年有约4万多名登山者到来的北阿尔卑斯的立山周围实施。方式是采用在山中小屋和交通车辆上出售携带厕所, 使用完后在山中小屋等回收, 再用直升飞机放到山脚下的办法。研究使用自然能源的山中小屋厕所的神奈川工科大学森式昭教授说, 讨厌把使用完的携带厕所带回去的登山者对富士方式没有抵触。

曹信孚 译自《读卖新闻》(日) 2002.10.9

## 油类非分散红外法测定方法的改进

汪 澍 陈肖芳

(广州市花都区环境监测站, 广州 510800)

**摘 要** 对测定油类的非分散红外法 (GB/T16488-1996) 进行了改进。用氧化铝代替硅酸镁为吸附剂, 萃取液经无水硫酸钠干燥后再通过装载无水硫酸钠的砂芯漏斗流出, 可较好地解决非分散红外法测定油类的预处理过程操作时间过长的  
问题, 减少挥发性油类的损失, 从而提高测定的准确度。在用工作曲线代替标准曲线进行校准时, 可提高样品测定的准确度。

**关键词** 非分散红外法 测定 油类

油类分为石油类 (矿物油) 和动植物油, 在水质监测中, 油类是一个重要的监测指标。常用测定油类的方法有: 重量法、紫外光度法、荧光法、红外光度法和非分散红外法等。红外光度法和非分散红外法均为国家标准方法, 灵敏度较高, 精密度较低, 操作简便, 前者适用于各类油的测定, 后者适用于芳烃类化合物含量较少的油类的测定, 因动植物油中无芳香烃化合物, 而  $\text{CH}_2$  和  $\text{CH}_3$  基团占一般石油类样品的 85% 以上, 故此法可得到较好的应用<sup>[1]</sup>。

在使用非分散红外法 (GB/T16488-1996)<sup>[2]</sup> 测定油类的过程中, 由于  $\text{CCl}_4$  萃取液通过装载无水硫酸钠的砂芯漏斗时, 萃取液中的少量水和无水硫酸钠作用, 在无水硫酸钠表面形成致密结构, 导致萃取液难以通过砂芯漏斗流出。而上述流出液又难以通过硅酸镁吸附柱, 使得操作时间长, 挥发性石油类损失, 可导致测定结果偏低。另外, GB/T16488-1996 中采用标准曲线进行校准, 回收率低, 又会使测定结果进一步偏低。本文将氧化铝代替硅酸镁为吸附剂分离石油类和动植物油<sup>[3]</sup>, 萃取液经无水硫酸钠干燥后再通过装载无水硫酸钠的砂芯漏斗流出, 以工作曲线代替标准曲线为校准曲线, 提高了样品测定的准确度。结果表明: 本法检出限 ( $3\sigma$ ) 为  $46 \mu\text{g}$ , 加标回收率 85.0% ~ 102%, 其准确度和灵敏度可满足环境地表水和芳烃类化合物含量较少的污染源样品中油类的测定。

### 1 主要仪器、材料及试剂

仪器: OIL 测油仪 (北京华夏科创公司)。

材料: 玻璃砂芯漏斗: G-1 型 40 mL; 吸附柱: 内径 10 mm, 长度 200 mm, 具砂芯。

试剂: 正十六烷、异辛烷和苯, 色谱纯;  $\text{CCl}_4$ , 光谱纯;  $\text{NaCl}$ , 分析纯; 无水硫酸钠、氧化铝 (100 ~ 200 目), 分析纯, 使用前于高温炉中  $300^\circ\text{C}$  烘 2 h; 蒸馏水: 普通蒸馏水加少量高锰酸钾于全玻璃仪器中重蒸。

### 2 实验方法

#### 2.1 萃取

将一定体积采集的样品倾入分液漏斗中, 加蒸馏水至 1 000 mL, 以盐酸酸化至  $\text{pH} \leq 2$ , 用 20 mL  $\text{CCl}_4$  洗涤采样瓶后移入分液漏斗中, 加 20 g  $\text{NaCl}$ , 充分振荡 2 min, 萃取液放入 50 mL 比色管中, 闭塞。以 20 mL  $\text{CCl}_4$  重复萃取水相一次, 萃取液放入前述比色管中, 加 3 ~ 5 g 无水硫酸钠充分干燥, 将比色管中萃取液通过平铺 5 g 无水硫酸钠的玻璃砂芯漏斗流入 50 mL 容量瓶, 取适量  $\text{CCl}_4$  洗涤比色管及砂芯漏斗后流入容量瓶, 加  $\text{CCl}_4$  至标线, 摇匀。

做标样时, 取 1 000 mL 蒸馏水于分液漏斗, 以 2 次 20 mL 各油标代替空白  $\text{CCl}_4$  进行上述步骤。

#### 2.2 吸附

用氧化铝填充吸附柱, 填充高度 100 mm, 取 20 mL 上述容量瓶内溶液通过氧化铝吸附柱, 弃去前 5 mL 流出液, 余下部分接入玻璃管中。

#### 2.3 测定

选择非分散红外法, 预置波长为 3 413 nm, 以

$\text{CCl}_4$  为参比, 使用 4 cm 比色皿, 测定样品在 2 930  $\text{cm}^{-1}$  处的吸光度。

### 3 结果与讨论

#### 3.1 仪器参数

以  $\text{CCl}_4$  为参比, 使用 4 cm 比色皿, 将测定方法选为全谱扫描, 从 3 110  $\text{cm}^{-1}$  至 2 880  $\text{cm}^{-1}$  对 40 mg/L 标准油进行扫描, 确定波长偏差为 117 nm, 基线基准波长为 3 250 nm。

#### 3.2 工作曲线与标准曲线

将正十六烷、异辛烷和苯按 65:25:10 (V/V) 比例配制成标准油, 用微量进样器取适量体积标准油溶于  $\text{CCl}_4$ , 配成 0、1.2、6.2、12.5、25.0、50.0、100.0 mg/L 油标系列 1 和 0、1.0、5.0、10.0、20.0、40.0、80.0 mg/L 油标系列 2, 按 2.1 ~ 2.3 测定标准系列 1 石油类吸光度, 绘制工作曲线, 按 2.3 直接测定标准系列 2 吸光度, 绘制标准曲线。结果表明: 工作曲线标准系列的吸光度均明显低于标准曲线, 工作曲线线性方程为  $y = 7.7 \times 10^{-3}x - 8.2 \times 10^{-3}$ ,  $r = 0.9984$ ; 标准曲线线性方程为  $y = 9.1 \times 10^{-3}x + 3.6 \times 10^{-3}$ ,  $r = 0.9996$ 。

#### 3.3 检出限

按工作曲线计算, 检出限 ( $3\sigma$ ) 为 46  $\mu\text{g}$ ; 按标准曲线计算, 检出限 ( $3\sigma$ ) 为 24  $\mu\text{g}$ 。

#### 3.4 精密度

取 5 份 50.0 mg/L 油标, 每份 40 mL, 按 2.1 ~ 2.3, 以油标代替  $\text{CCl}_4$  萃取,  $\text{CCl}_4$  洗涤后测定吸光度, 查工作曲线, 结果表明: 石油类平均值为 38.7 mg/L,  $\text{RSD} = 8.35\%$ ; 取 5 份 40.0 mg/L 油标, 每份 50 mL, 按 2.3 直接测定吸光度, 查标准曲线, 结果表明: 石油类平均值为 39.2 mg/L,  $\text{RSD} = 4.21\%$ 。

#### 3.5 准确度

取某污染源 4 个平行样品各 500 mL, 按 2.1 ~ 2.3, 分别用 2 次 20 mL 的 12.5、25.0、50.0 mg/L 油标代替  $\text{CCl}_4$  萃取,  $\text{CCl}_4$  洗涤后进行测定, 计算回收率, 结果如表 1。

| 表 1     | 加标回收率数据数       |         |         |         | mg/L |
|---------|----------------|---------|---------|---------|------|
| 萃取溶液    | $\text{CCl}_4$ | 12.5 油标 | 25.0 油标 | 50.0 油标 |      |
| 石油类吸光度  | 0.194          | 0.260   | 0.336   | 0.509   |      |
| 石油类浓度 1 | 26.3           | 34.8    | 44.7    | 67.2    |      |
| 回收率 1/% | /              | 85.0    | 92.0    | 102     |      |
| 石油类浓度 2 | 20.9           | 28.2    | 36.5    | 55.5    |      |
| 回收率 2/% | /              | 73.0    | 78.0    | 86.5    |      |

注: 浓度 1 和回收率 1 为依据工作曲线计算得出; 浓度 2 和回收率 2 为依据标准曲线计算得出。

### 4 结束语

用氧化铝代替硅酸镁为吸附剂, 萃取液经无水硫酸钠干燥后再通过装载无水硫酸钠的砂芯漏斗流出, 可较好地解决非分散红外法测定油类的预处理过程操作时间过长的问题, 减少挥发性石油类的损失, 从而提高测定的准确度。由于无动植物油标准样品, 故未进行动植物油加标回收率实验, 动植物油测定的准确度有待进一步研究。

### 5 参考文献

- [1] 齐文启, 孙宗光, 汪志国, 等. 中国水中油类存在的问题与解决方法研究 [J]. 中国环境监测, 1999, 15 (4): 1~7
- [2] 国家环境保护局科技标准司. 水环境分析方法标准工作手册 (下册)
- [3] 国家环保局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法 [M]. 第三版. 北京: 中国环境科学出版社, 1994.369~370

## Improving the Method of Determination of Oil with Non-disperse Infrared

Wang Shu    Chen Xiaofang

**Abstract** An improved method of non-disperse Infrared on determination of the oil (GB/T16488-1996) is put forward in this paper. It can shorten the duration of pretreatment and decrease loss of volatile oil, and then increase measure accuracy by using aluminum oxide as absorbing agent in place of magnesium silicate and drying the extract with anhydrous sodium sulfate before it get through sand core hopper loaded with anhydrous sodium sulfate. The accuracy can be enhanced when working curve is used as calibration in place of standard cure.

**Key words** non-disperse infrared    determination    petroleum and oil

## 浅析企业标准化环境管理与政府 环境依法监督管理的关系

张 云

(广州市番禺区环保局石楼环保所, 广州 511447)

**摘 要** 论述了标准化环境管理与环保部门环境管理机制的主要区别和内在联系; 分析了两种机制共同运用对推动环保事业发展的作用。

**关键词** 环境管理 ISO14000 系列标准 关系

从环境管理学的角度来看, 标准化环境管理是新兴的环境管理手段, 指的是企业根据标准建立起环境管理体系, 通过体系的运行, 达到改善环境绩效的目的。目前在国际上所采用的标准是国际标准组织制定的 ISO14000 系列标准。环境保护行政主管部门(下称环保部门)则是政府实施环境依法监督管理的主体。

### 1 依法监督管理与标准化环境管理的主要区别

#### 1.1 侧重点不同

企业要通过 ISO14001 认证, 就必须达到 ISO14001 标准的要求, 但这些要求仅仅是一个完整的环境管理体系框架, 并没有对环境绩效提出绝对指标, 企业要达到怎样的绩效, 完全取决于其环境方针和它为自己设计的目标和指标。依法监督管理侧重于其环境表现, 即企业的建设, 投产程序是否合法; 污染源有否进行治理; 环境治理设施是否有效、正常运行; 污染物是否达标排放。

#### 1.2 管理范畴不同

ISO14000 系列的主导思想把全过程预防和持续改进融入到企业的生产、经营、采购、服务中去, 即涵盖了产品的整个生命周期, 企业通过节省能源, 改用环境绩效更佳的原材料、包装物, 采用更先进的工艺设备, 采取更有效的末端治理设施, 并在原有管理机制上不断改进、提高, 最终达到改善环境绩效的目的, 管理的执行者是企业本身。环保

部门依法监督管理则较专注于环境治理, 采用行政、经济、法律等手段强化企业的污染治理。

#### 1.3 管理方式不同

ISO14001 标准是检验标准化环境管理体系的唯一标准, 而体系是建立在“自愿原则”的基础上。企业是否实施这套标准, 是否申请认证及向哪个机构申请等, 完全由企业自主决定。标准化环境管理是一种主动的、自我约束的管理方式。而国家或地方制定的法律、法规和规章、标准是依法监督管理的依据, 这种管理是必须的, 带有强制性的及具备法律效力的。企业建立标准化环境管理体系与否并不影响依法监督管理的执行。

### 2 标准化环境管理与依法监督管理的内在联系

#### 2.1 遵守环境法律、法规及持续改进是两种管理方式的共同宗旨

企业在建立和实施标准环境管理体系时, 应确保体系的环境方针“包括对持续改进和污染的预防的承诺”及“对遵守有关环境法律、法规和组织(企业)应遵守的其他承诺”, “两个承诺”的体现是标准化环境管理和依法监督管理的共同目的, 也是两种管理手段的联系纽带。

#### 2.2 依法监督管理有助于标准化体系的建立和实施

企业建立和实施标准环境管理体系时, ISO14001 标准条款中很多信息和要求可在依法监督

管理主体(环保部门)中获取,或在依法监督管理过程中体现。

#### 2.2.1 信息、技术方面的帮助

标准化环境管理体系所适用的环境法律、法规、标准可向当地环保部门索取,环保部门举办的环境讲座、环境学习班都是企业人员学习和培训的机会;另外,企业协助环保部门开展监测、监理工作的过程中,亦是企业员工提高环境意识和环保知识的良好机遇。排污口的环境监测结果可检验企业运行控制的效果。

大多企业在建立标准化体系时,已正常投产并已办理环境影响评价、环保“三同时”手续,因此体系在确立环境因素时,可参考环评书(表),确立标准条款中“环境因素”的“三种状态”(正常、异常、危急)和“三种时态”(过去、现在、将来)及社区性问题,特别是企业附近社区的水环境、大气环境、声环境状态、环境敏感点状况;可从环境影响评价书(表)中,查知企业的现场和周边是否有特殊的环境要求,在确定标准条款中的“重要环境因素”时,环保“三同时”报建批复中所提及的需要落实治理的事项,通常可视为重大环境因素,而在环境监测年检中经常超标或超标严重的项目以及产生环境投诉、环境纠纷、环境污染事故的因素,均可视为重要环境因素。

#### 2.2.2 依法监督管理可促进企业提高环境绩效,实现承诺

依法监督管理所锁定的目标是企业污染物排放是否符合国家或地方标准,企业的各种环境行为是否合法。环保部门所关注的,亦是企业标准化环境管理执行环境法律、法规的承诺和持续改进承诺的体现。通过依法监督管理的手段,可从外部力量上推动企业实施标准化环境管理体系,促进企业提高环境绩效,监督和检验企业遵守环境法律、法规的承诺。

#### 2.3 标准化环境管理是对依法监督管理的补充

“预防为主”是贯穿 ISO14000 系列各标准的主导思想,在环境管理体系框架要求中,要求企业在方针中必须承诺污染预防,并且还要把这个承诺在环境管理体系中加以具体化和落实。体系中的许多要素都有预防功能。此外,ISO14000 标准“鼓励贯穿产品或过程生命周期的环境规划(策划)”。环境行为评价通过连续的、动态的监测数据,既可对某

一时点的环境行为进行评价,而且还能对发展趋势进行评估和预测,从而可以为企业管理的各个方面,产品生命周期的各个阶段提供决策依据,实现全过程的预防。企业通过节约能源,原材料有效使用和替代,工艺和设备的改革,运行操作管理,产品改革替代,生产系统内部循环等方面的有效运作,减少和避免能源浪费,减少废物或污染物的产生,增加废物的回收利用率,减少产品和服务对环境的影响和污染。

标准化环境管理体系中的各种全过程预防的措施大都属于企业的“内务”,不在依法监督管理的范围。显然单从污染物排放方面对企业进行环境管理不足以全面体现可持续发展战略和“预防为主,防治结合”的环境法原则。因此,标准化的环境管理方式是传统的依法监督管理方式的最有效的补充。

#### 2.4 标准化环境管理对依法监督管理起支持作用

企业推行 ISO14000 系列标准能提高员工的环境意识和守法的主动性、自觉性,有利于环境法规的贯彻、实施,增进企业与周围居民、社区和相关方的相互了解,改善相互关系,改善环境,减少污染物的排放,推动了资源和能源的节约。所有这些,都对环保部门开展依法监督管理工作起强大的支持作用。标准中所体现的全过程预防和持续改进的全方位持续性的清洁生产概念以及先进的环境管理理念亦值得推广和借鉴。

### 3 结语

企业通过建立和实施标准化的环境管理体系,建立起环境管理约束机制,从企业高层到每个职工都以主动、自觉的精神处理好与改善环境绩效的有关活动,这种自我约束的机制同依法监督管理机制不仅没有矛盾,而且相辅相成,正确处理好两者的关系,运用好这两种机制,充分调动一切积极因素参与环境管理,可更有效地推动环保事业的发展。因此,企业应加强与环保部门的沟通和联系,环保部门亦应大力支持企业实施 ISO14000 系列标准的工作,在政策上、技术上积极扶持企业。双方应建立良好的双向的信息交流、技术交流和交流渠道,共同促进本地区的环境效益、经济效益、社会效益的协调发展。

#### 4 参考文献

- [1] 杨永华. 突破绿色壁垒 - ISO14000 标准实务. 海天出版社, 2000, 10
- [2] CRBA 编著. ISO14000 环境管理体系国家注册审核员基

础知识通用教程. 中国计量出版社, 2000, 9

- [3] 毛孝明. 环境因素和环境影响的识别与评估. 电子质量杂志, 1999 (10)
- [4] 杨永华, 杨华. ISO14000 环境管理体系实战案例. 广东经济出版社, 2001, 9

### Discussion about the Relationship between Standardized Environment Management and Environmental Protection Administration Management in Enterprise

Zhang Yun

**Abstract** The major difference and inner relationship between the standardized environment management and the environment management mechanism of environmental protection department, the effect on developing of environmental protection with joint usage of these two mechanisms are discussed.

**Key words** environment supervising management ISO14000 series standard relationship

(上接第 20 页)

靠性做到心中有数。同时, 可以更好地服务客户, 向客户提供更多的检测信息, 使客户增加信任度。

#### 6 参考文献

- [1] 测量不确定度评定与表示. 国家计量技术规范(JJF1059

- 1999)

- [2] 中国实验室国家论证委员会. 中国实验室注册评审员培训教程. 中国标准出版社

### Practice and Experience of Measuring Non - deterministic Degree Analysis

Zhang Qu Zhou Min

**Abstract** Combining the authorized experience of laboratory in Guangzhou environmental inspection center station, the method of measure non - deterministic degree and notes, and a case of measuring soil's total phosphorus with perchlorate - vitriol acid - dissolving method are discussed.

**Key words** measuring non - deterministic degree analysis experience

### 日提出新的生物多样性国家战略

最近日本中央环境审议会的自然环境野生生物联席会议, 根据环境大臣的要求, 提出了表示自然保护行政方向新的生物多样性国家战略的咨询意见。新战略把生物多样性的危机分类为: (1) 由于开发、乱获等造成物种减少, 使生态系统遭到破坏; (2) 由于偏僻山村的荒废等, 导致特有的动植物的减少; (3) 人们带进来的移入种的影响等 3 类。与此

相对应的是, 保护对象不局限于偏僻山村和城市地区, 并加上保护湿地的重要性等。日本的生物多样性国家战略, 是以 1992 年通过的生物多样性条约为基础, 1995 年 10 月决定的国内行政方针。这次重新评价的新战略, 将通过有关内阁会议成为日本政府决策的方针。

曹信孚 译自《资源环境对策》(日) Vol. 44, No. 6(2002)

## 中山市 ISO14000 认证现状及对策探讨

杜 敏

(中山市环境保护科学研究所, 中山 528403)

詹根祥 刘红刚

(中山市环境保护局, 中山 528403)

**摘 要** 介绍了中山市 ISO14000 认证现状、组织的类型分布及特点, 并对如何促进 ISO14000 认证工作进行了分析和探讨。

**关键词** ISO14000 认证 现状 对策 中山市

21 世纪的人类面临的温室效应、臭氧层破坏、酸雨危害、森林锐减、土地严重沙化、自然灾害频发、淡水资源枯竭、化学废物排放剧增等一系列环境问题, 给人类的可持续发展带来极大的压力。ISO14000 环境管理系列标准是在此背景下由国际标准化组织为人类可持续发展提供的一个强有力的支撑工具。通过实施 ISO14000 认证, 可使组织(企业)从根本上实现污染预防, 降低能源和资源的消耗, 增强其环境竞争力, 突破国际绿色贸易壁垒, 提高组织形象、管理水平和全体员工的环境意识, 从而获得社会、经济、环境效益的全面提高。

据《中国环境报》报导, 至 2001 年 10 月止, 全世界已有 3 万家企业通过了 ISO14000 认证, 我国也有 800 多家企业获得认证, 且呈现组织类型多样化、经济发达地区认证快于经济落后地区、随时间加速增长的趋势。在我国获得认证的组织也呈多样化趋势, 1999 年 9 月苏州新区管理委员会作为一个城市区域通过了 ISO14000 认证, 1999 年 11 月北京香格里拉饭店成为全国第一个通过 ISO14000 认证的饭店, 2000 年 10 月黄鹤楼公园成为第一个通过 ISO14000 认证的环保景点, 2001 年 7 月北京燕莎商城成为第一个通过 ISO14000 认证的大型商城。目前, 中山市的 ISO14000 认证呈现出良好的发展势头, 本文通过对中山市 ISO14000 认证现状及其特点进行了分析, 对进一步促进其发展进行了探讨。

### 1 中山市 ISO14000 认证现状分析

#### 1.1 认证现状

中山市是地处珠江三角洲中部偏南的一个地级市, 市境总面积 1800 多  $\text{km}^2$ , 下辖 24 个镇区。调查表明, 中山市 1997 年即有一家企业通过 ISO14000 认证, 通过 1998 年和 1999 年积极创造条件, 2000 年和 2001 年分别有 6 家和 5 家获得认证, 至今已经获得和正在实施 ISO14000 认证的企业已达 31 家, 呈明显的上升趋势。

#### 1.2 认证组织的类型分布及特点

对中山市已获 ISO14000 认证和正组织实施认证的组织类型分布进行分析, 排在前列的依次为机械制造、金属制品、非金属矿物制品、服装及皮革制品、城市或区域, 并体现出以下几个特点: (1) 地域上分布较广, 在中心城区及其邻近地区相对比较密集; (2) 经济较发达镇区组织 ISO14000 认证意识相对较强; (3) 认证组织在其活动、产品或服务中给环境造成的有害影响相对较轻或易于防治; (4) 外资或合资企业占明显优势; (5) 认证组织集中在工业领域, 已通过认证的全部为工业企业, 正组织实施认证的除了一个工业园区和一个风景名胜区分外, 其余也都是工业企业, 说明 ISO14000 认证尚未在中山市其他行业得到广泛的响应和认同。

### 2 发展前景及对策分析

(1) 随着中国加入 WTO, 中山市各类工业企

业的认证活动呈现良好的发展势头。但从其组织类型来看,大部分为外资或合资企业,国内企业的认证活动尚处于起步阶段。这一方面是由于国内企业主观上环境意识不强,另一方面客观上也受到经济、技术、管理、信息交流薄弱和环境状况较差等方面条件的制约。

(2) 现在中山市的认证组织所属行业比较单一,很多具有良好条件的行业如酒店业、商品批发零售业、绿色农产品生产基地、绿色生态型住宅小区等及各类层次的政府机构、城市区域尚未正式开展认证活动,滞后于总体发展速度。

(3) 可以预见,就中山市作为 ISO14000 认证主力军的工业企业来说,其认证将呈波浪式的发展趋势:首先是以外资和合资企业为龙头的环境意识较高、环境状况较好、产品以出口为主的企业群会形成第一个认证高潮;随着环境政策日益严厉,相关方对企业的环境要求和企业员工环境意识的不断提高,以国内企业为主的企业群将会形成第二个认证高潮。工业企业的认证发展走向对 ISO14000 在中山市的推行效果起着决定性的作用。

(4) 政府尤其是环保部门在推动 ISO14000 认

证中可发挥积极的作用。首先,可通过各种途径对 ISO14000 认证及其必要性和紧迫性进行宣传,提高各类组织特别是工业企业的认证意识,积极配合认证工作,以推动第一次认证高潮的形成;其次,针对经济技术条件较差、污染比较严重的工业企业,政府可考虑给予适当的经济和政策等方面的扶持,如经济上给予补贴、排污费的有效使用及贷款、保险、税收优惠等,完善基础设施建设包括区域污染集中处理设施的规划建设,以加快第二次认证高潮的形成;第三,政府应积极引导和支持城市区域、工业园区等作为一个整体进行 ISO14000 认证,一方面可树立良好的形象,另一方面可对区内的组织的认证起到良好的带动作用;第四,各级政府在条件成熟时也应逐步开展 ISO14000 认证,积极推行“绿色行政”;第五,对各个行业和各个领域率先通过 ISO14000 认证的组织进行宣传,树立典型,制定相应的激励措施,以期起到“以点带面”的作用;最后,政府还应重视属于旅游业、社会服务业、批零贸易业、餐饮业等行业的组织的 ISO14000 认证工作,为中山市的经济发展创造一个好的外部环境。

## ISO14000 Authentication Status and Countermeasures in Zhongshan

Du min Zhan Genxiang Liu Honggang

**Abstract** The ISO14000 authentication status, type of organization, characteristic in Zhongshan city, countermeasures of how to improve the work of ISO14000 authentication are described.

**Key words** ISO14000 authentication status countermeasure Zhongshan city

## 卫星证实南极半岛的拉森 B 冰架已经崩溃

英国国立极地研究所(BAS)的科学家们4 a 前预测的南极半岛的巨大冰架拉森 B 冰架已经崩溃一事,已通过卫星图像得到证实。崩溃的冰架面积达 3 250 km<sup>2</sup>,它是经历了过去 50 a 间地球温暖化的南极地方最新的不平常事情。在冰架发生崩溃的最高潮时,BAS 的调查船罗斯号在冰山一带航行,进行摄影、采样、原 200 m 的冰架在一个月间崩溃,变成小的冰山和冰块。科学家们要求根据收集的最新观测成果,调查这类冰架的崩溃,上次发生于何时,接下来有

崩溃危机的是哪个冰架。BAS 的灰恩博士说,BAS 是 1998 年预测出南极半岛周围的冰架崩溃,以后又观测到温暖化的继续发展,拉森 B 冰架正在逐步后退,提出了它最后将发生崩溃的结论。科学家们采用数值模式对拉森 B 冰架进行未来预测,说在近 50 a 间,南极大陆气温上升了 2.5℃,快于平均的地球温暖化,这种气候变动的结果之一,是五大冰架的后退。拉森 B 冰架如再后退数公里,将进入无法恢复的状态。

曹信孚 译自《环境管理》(日) Vol.38, No.8 (2002)

## 公众参与环境管理的理论与实践创新

桂烈勇

(江苏省太仓市环境保护局, 江苏 215400)

**摘 要** 建设项目环境管理公示制度、环境违法行为有奖举报制度和工业企业环境行为信息公开化制度是目前我国公众参与环境管理制度的实践创新。这些制度的实施对维护公民合法的环境权益, 完善环境管理制度, 促进我国环保事业的发展具有重要意义。

**关键词** 环境管理 公众参与 环境行为

近年来, 随着我国社会经济的快速发展以及公众环保意识和参与意识的不断增强, 公众参与环境管理制度也在实践中不断创新, 满足了当前公众参与环境管理的强烈要求, 加快了我国环境民主的进程, 促进了我国环保事业的发展。

### 1 公众参与环境管理的理论基础

公众参与环境管理的理论基础是国际社会提出的环境权理论。环境权的讨论和研究始于 20 世纪 60 年代初。1960 年原西德一位医生向欧洲人权委员会提出控告, 认为向北海倾倒放射性废物的行为违反了《欧洲人权条约》中关于保障清洁卫生的环境的规定, 从而引发了是否要把环境权追加进欧洲人权清单的大讨论。1969 年, 美、日两国率先开始了环境权的立法实践。1972 年在斯德哥尔摩举行的联合国人类环境会议发表的《人类环境宣言》明确提出: “人人有在尊严和幸福生活的优良环境里享受自由、平等和适当生活条件的基本权利”。1992 年地球首脑会议《关于环境与开发的里约热内卢宣言》的“第一原则”也以“人类拥有与自然协调的、健康的生产和活动的权利”的形式写明了环境权, 即“在优良环境中生存是人的基本权利”。该宣言还指出: “环境问题最好是在全体有关市民的参与下, 在有关级别上加以处理。在国家一级, 每一个人都应能适当地获得公共当局所持有的关于环境的资料, 并有机会参与各项决策进程”。1998 年在丹麦奥胡斯经欧洲环境部长级会议通过的《奥胡斯公约》, 即《在环境问题上获得信息、公众参

与决策和诉诸法律的公约》进一步将环境权的内容和实施途径予以具体化, 强调公民有权使用和获得有关的环境信息、有权参与环境方面的决策、有权参与环境方面的审判。《中国 21 世纪议程》第 20 章中也写道: “实现可持续发展目标, 必须依靠公众与社会团体的支持和参与”。

环境权理论的提倡对环境立法、环境执法、环境守法、公民环境权利意识的提高以及国家环保事业的发展均有其积极意义。经过理论研究和实践检验, 公民环境权的内容不断充实, 现已包括光照权、通风权、宁静权、眺望权、清洁空气权、清洁水权、欣赏风光权、资源可持续利用权等, 其形式有环境知情权、环境健康权、环境参与权、环境议事权、环境监督权和环境诉讼权等。环境权的确立, 为公众参与环境管理的相关立法提供了理论基础。

### 2 公众参与环境管理的法律依据

我国公众参与环境管理的权利是有法律保障的。《中华人民共和国宪法》规定: “中华人民共和国的一切权利属于人民……人民依照法律规定, 通过各种途径和形式, 管理国家事务, 管理经济和文化事务, 管理社会事务”; 《中华人民共和国环境保护法》第六条规定: “一切单位和个人都有保护环境的义务, 并有权对污染和破坏环境的单位和个人进行检举和控告”; 《国务院关于环境保护若干问题的决定》中明确规定, “建立公众参与机制, 发挥社会团体的作用, 鼓励公众参与环境保护工作, 检

举和揭发各种违反环境保护法律法规的行为”。九届全国人大于 2000 年 3 月通过的《中华人民共和国立法法》第三、四章规定,国务院所制订的行政法规、国务院各部委及地方各级人民政府所制定的行政规章“在起草过程中,应广泛听取有关机关、组织和公民的意见。听取意见可采取座谈会、论证会、听证会等各种形式。”我国的《大气污染防治法》、《海洋环境保护法》、《水污染防治法》、《环境噪声污染防治法》以及《建设项目环境管理条例》等环保法律、法规也都有相关规定。另外,我国的一些环境管理制度也从不同角度对公众参与环境管理作出了明确的要求和规定。这一切都说明,参与环境管理已成为公众的权利和义务。具体而言,我国公众目前主要享有环境知情权、环境议事权、环境监督权和环境诉讼权等环境权利。

### 3 公众参与环境管理的实践创新

#### 3.1 建设项目环境管理公示制度

国务院颁布的《建设项目环境管理条例》仅仅要求将建设项目所在地的公众意见写进环境影响报告书,除此之外,并无其他公众参与环评的法律规定。即使是听取当地居民的意见,也缺乏具体明确的实体和程序规定确保其得以贯彻实施,并且公众在环评中应有的地位也未得到明确,使得公众参与环评在实践中存在一定的局限性。因此,如何维护公众的合法权益,提高公众参与的有效性是当前环评工作中亟待解决的问题。实施建设项目环境管理公示制度是解决这一问题的的重要途径。

建设项目环境管理公示制度包括环评中的信息公示制度和环保审批公示制度(以下简称信息公示制和审批公示制)两部分。信息公示制是指在环评过程中,项目方或环评单位使用一切可以使用的媒介,向公众广泛而深入地发布有关信息(如项目所涉及到的自然生态、经济发展以及建设项目所采取的环保措施等),使公众能够充分了解项目的有关情况,从而正确有效地发表自己的意见和建议。信息发布的方式多种多样,可利用报纸载发详细信息介绍或者由互联网提供自由查阅下载的详细信息,利用电视、广播、互联网发布简报、消息或发布专题新闻,或利用信息发布会散发项目概要小册子等书面材料。信息发布的目的是让公众充分了解项目的有关情况,确保公众获得相关信息的权利,从而提

高公众参与的有效性。

审批公示制是指在项目审批过程中,环保部门采用召开公示座谈会等形式,广泛听取市、区人大代表、政协委员、有关专家以及建设项目选址处周边群众的意见,做到项目审批的公开、透明和规范化操作,切实维护人民群众的根本利益。

建设项目的审批与广大人民群众的利益密切相关,实施审批公示制是“三个代表”重要思想在环境保护工作中的具体实践。实施审批公示制可以使对经济建设负责、对改善环境质量负责和对老百姓负责三方面的要求达到了高度统一,使经济、社会和环境之间的矛盾得到妥善解决。同时,严格执行审批公示制是环保部门依法行政、自觉守法、严格执法的具体体现,使环保部门的工作不断规范,人员素质、执法水平不断提高,在社会上树立良好的形象。有许多环保难题和重大环保问题,通过实施公示制度,形成了强大的环保统一战线,借助群众的力量、群众的智慧、群众的呼声、群众的影响力和推动力,使问题得到了很好的解决,从而维护了群众的利益,保障了社会的稳定,促进了经济的发展。

#### 3.2 环境违法行为有奖举报制度

环境违法行为有奖举报制度是指环境保护行政主管部门发动群众公开举报环境违法行为,经查实并对违法者实施处罚后,给举报人以适当奖励,并为举报人保密的一种公众参与环境监督制度。举报的范围包括企业偷排污染物的行为、超标排污行为、建设项目违反“三同时”制度、老污染源违反限期治理制度、环保设施建而不用和被取缔的关停企业擅自恢复生产等环境违法行为。举报方式可以是打电话、写信或亲自登门举报。环保部门必须设立公开举报电话(全国统一号码:12369),24 小时受理,并随时赶赴现场进行执法处理,也称“环保 110”。

实施有奖举报制度,对于激励公众监督环保工作,提高公众环境意识,锻炼环保队伍,完善执法体系,规范执法行为,树立良好的执法形象,巩固工业污染源达标成果,改善环境质量等方面都具有重要意义。浙江省富阳市于 2000 年 6 月起在全国率先实行有奖举报制度,实践证明其成效显著。江苏省在借鉴富阳经验的基础上,于 2001 年 2 月在全国率先实行了省、地、县三级联动的环保有奖举报制度。目前,这一制度正在全国许多省市推广实

施。

### 3.3 企业环境行为信息公开化制度

企业环境行为信息公开化制度(以下简称信息公示制度)是政府对企业的行为进行评价和分级并定期将评级结果向社会公布的制度。信息公示的程序一般是:确定参评企业→汇总企业相关资料→建立企业环境行为信息库→信息分析→企业环境行为评级→向企业告知评级结果→审议反馈意见→审定最终结果→通过媒体正式发布结果。

实施信息公示制度,首先要建立企业环境行为数据库,确定企业环境行为评判指标体系和环境行为分级标准,并确定实施公示制度的技术规范、工作程序和管理要求等。企业环境行为评判指标体系一般要包括:(1)污染行为指标,主要是从废水、废气、固体废物和边界噪声四个方面来考察企业的环境行为;(2)环境管理行为指标,主要从企业内部的环境管理角度来评判企业的环境行为;(3)其他环境行为指标,主要从社会表现来考察企业环境行为。一般将企业环境行为分为5级<sup>[2]</sup>,见表1。

表1 企业环境行为分级

| 环境行为级别 | 环境行为分级标准                                |
|--------|-----------------------------------------|
| 绿色     | 通过ISO14000认证或应用了清洁生产技术,达到先进水平。          |
| 蓝色     | 企业的环境行为优于有关污染控制要求,并且达到环境管理的较高要求。        |
| 黄色     | 污染物排放达到国家标准,但超过总量控制指标或有其他违法行为。          |
| 红色     | 做了控制污染的努力,但污染物排放仍未达到国家污染控制标准或发生过重大污染事故。 |
| 黑色     | 污染物排放严重超标,对环境造成较为严重的影响或发生过特大污染事故。       |

信息公示制度是适应社会主义市场经济发展要求,在环境管理中依法强化行政管理,结合市场机制,引进信息公开手段,融政府行政行为、市场调节行为、公众参与行为和企业环境行为于一体的新型环境管理制度。它的实施,可以使公众更加清楚全面地了解环境污染和环境质量状况,从而使公众积极主动地关注环境问题,既有利于提高公众的环

境意识,广泛有效地发挥公众参与的作用,又影响、激励并监督企业的环境行为,促进企业加强污染控制,改进环境行为,树立良好的企业形象。公众参与是实施信息公示制度的基础,离开了公众参与,实施信息公示制度也就没有意义。因此,政府部门不能再局限于管理者这一角色,要起到收集、综合、发布信息和引导并发挥公众参与的作用,从这一点来说,信息公示制度是公众参与环境管理的一次实践创新。

信息公示制度作为环境管理的新手段,在我国正处在起步和试点阶段,是我国目前环境管理制度重要补充和完善。它的实施将使我国的环境管理走上科学化、系统化和信息化的轨道。

## 4 结语

我国的公众参与环境管理制度虽然在实践中不断创新,并取得了一些显著成果,但仍然存在诸多不够健全和完善的地方。如在我国现行国家立法中尚未明确提出公民环境权的概念,环境权的理论与实践明显滞后;尽管我国政府鼓励公众参与环境管理,并在立法上予以保障,但在实践中公民如何真正有效地参与环境管理还存在许多困难,如缺乏具体行使权利的形式、程序和有关具体的法律规定。而且由于我国环境保护的政府主导型特点和我国的具体国情限制,公众参与环境管理的重点还局限在政策实施,而非政策制定阶段。公众很少参与环保政策的制定,只是在政策实施的过程中被赋予监督、检举等权利。因此,要真正实现公众参与环境管理的权利,必须进行公民环境权的立法,政府及环保机构应创造条件,保障公众获得环境信息和参与环境决策的权利,使公众参与环境管理由事后监督扩大到事前审核。当前,在有关法律法规尚不健全的情况下,应在现有环境管理制度基础上,积极探寻符合我国国情、适应社会主义市场经济发展的新型的公众参与环境管理制度。

## 5 参考文献

- [1] 程路连. 奥胡斯协议及其对我国的启示. 环境科学动态, 2001, 2: 31~32
- [2] 时炎. 关于建立工业企业环境行为信息公开化制度的几个问题. 环境导报, 2000, 5: 2~3

的。让人们广泛地了解湿地公约和保护湿地的重要性,1996年10月,湿地公约常委会确定每年2月2日为世界湿地日,使政府机构、民间组织和公民共同关注湿地。《湿地公约》第7次缔约国大会还决定,今后让更多的湿地加入到《国际重要湿地名录》中,以使2005年名录所包含的国际重要湿地能达到2000处。

### 3.2 保护湿地是我国可持续发展战略任务的重要组成部分

我国制定了充分体现可持续发展思想的湿地开发利用政策,建立了262处湿地自然保护区(1999年12月统计),对典型的湿地生态系统、生物多样性高和珍稀濒危物种区域、典型自然景观区和自然历史遗迹区通过建立保护区的方式,使这些区域的生态环境得到良好的保护与恢复,对一些已经人工

围垦的典型湿地,围垦后又没有利用前景的区域以及由于围垦而造成自然灾害的区域进行重点恢复工作。我国自1999年起“北大荒”全面停止开荒,标志着黑龙江垦区结束了近50a靠开荒增加粮食产量的历史。2000年,国家林业局、国土资源部、水利部等17个部委共同制定并实施了《中国湿地保护行动计划》,计划用5a时间遏制由人类活动导致天然湿地萎缩的趋势;从2006年至2020年,逐步恢复退化或丧失的湿地,提高对国家重要湿地和自然保护区的管理水平,使我国的天然湿地及其生物多样性得到有效保护。

## 4 参考文献

- [1] 曲格平. 环境保护知识读本. 红旗出版社, 1999
- [2] 孔繁德. 生态保护概论. 中国环境科学出版社, 2001

## A Discussion on the Function and Protection of Wetland

Wang Yuqiu    Qian Qian

**Abstract** Wetland is a special ecosystem in nature with the functions of reservation of flood, decomposition of environmental pollution, etc. The resources of wetland can be destroyed by unreasonable development, and serious natural disaster and eco-problems will be caused. Wetland protection is a global action, powerful countermeasures must be taken out.

**Key words** wetland    function    protection

上接第36页

## Theory and New Practice on Public Participation of Environmental Management

Gui Lieyong

**Abstract** Open discussion on environment management of construction items, disclosure for award on environment illegal behavior and public disclosure of environmental performance rating for industrial firms are the new practices on public participation of environmental management in china. It has important significance to perform these countermeasures for protecting civil legality rights on environment, perfecting the system of environmental management and developing environmental protection.

**Key words** environmental management    public participation    environmental behavior

## 浅议湿地的作用及保护

王玉秋 钱 茜

(济南军区环境监测中心站, 济南 250002)

**摘 要** 湿地是大自然特殊的生态系统, 具有调蓄洪水、降解环境污染等多方面的独特作用。但是不合理的开发利用使湿地资源遭到破坏, 会带来严重的自然灾害和生态问题。保护湿地是全球性的行动, 必须采取得力的保护对策和措施。

**关键词** 湿地 作用 保护

据《湿地公约》定义, 湿地是指不问其为天然或人工、长久或暂时之沼泽地、湿原、泥炭地或水域地带, 带有或静止或流动、或为淡水、半咸水或咸水水体者, 包括低潮时水深不超过 6 m 的海域。

### 1 湿地的作用

湿地广泛分布于世界各地, 是地球上生物多样性丰富、生产力很高的生态系统。它不但具有丰富的资源, 还具有巨大的环境调节功能和生态效益。各类湿地在提供水资源、调节气候、涵养水源, 均化洪水、促淤造陆、降解污染物, 保护生物多样性和为人类提供生产、生活资源方面发挥了重要作用。

#### 1.1 湿地是一种特有的土地资源, 是地球不可缺少的“肾脏”

湿地能够储存来自降水、径流或地下水源过量的水分, 具有蓄洪抗旱功能, 在维护区域水平衡中发挥着重要作用。湿地的生物和化学过程可使有毒有害物质降解或转化, 具有较强的自然净化能力, 小溪、河流中的水汇聚到湿地, 水质得到净化。在美国佛罗里达州, 人们发现废水流经一片柏树沼泽地 (cypress swamps) 后, 几乎 98% 的氮和 97% 的磷被去除。如今世界许多地方人们建立了人工湿地来净化水源。湿地的蒸发还会影响附近区域的降雨量, 使区域气候条件稳定, 具有调节区域气候的作用。在沿海地区, 许多湿地抵御波浪和海潮的冲击, 防止了风浪对海岸的侵蚀。由于湿地接纳来自河流、山川等处的洪水, 洪水中大量泥沙沉积下来, 就会在湿地周围形成小片的陆地, 湿地中丰富

的植被具有较强的防风固沙作用。

#### 1.2 湿地为人类提供丰富的动植物产品和淡水资源

湿地提供的水稻、莲、藕、菱、芡及浅海水域的一些鱼、虾、贝、藻类等是富有营养的副食品; 有些湿地动植物还可入药; 有许多动植物还是发展轻工业的重要原材料, 如芦苇就是重要的造纸原料; 湿地动植物资源的利用还间接带动了加工业的发展。湿地也是人类工、农业生产用水和城市生活用水的主要来源。我国众多的沼泽、河流、湖泊和水库在输水、储水和供水方面发挥着巨大效益。

#### 1.3 湿地中有各种矿产资源及多种能源物质

中国的青藏等地区的碱水湖和盐湖, 分布相对集中, 盐的种类齐全, 储量极大。盐湖中, 不仅贮存大量的食盐、芒硝、天然碱、石膏等普通盐类, 而且还富集着硼、锂等多种稀有元素。湿地还蕴藏着多种能源, 中国一些重要的地下油气资源大多分布在湿地区域, 最普通的就是水电、薪柴和泥炭。沿海的许多河口港湾, 蕴藏着巨大的潮汐能, 有生产潮汐电的能力。从湿地中直接采挖泥炭可用于燃烧, 湿地中的林草作为薪材, 是湿地周边农村中重要的能源来源。

#### 1.4 湿地具有重要的水运价值和自然观光、旅游、娱乐等功能

许多湿地地区, 水运比其他方式更有效, 也是最有利于环境的运输方式。沿海沿江地区经济的快速发展, 很大程度上是水运发挥作用。另外, 中国的许多滨海的沙滩、海水是重要的旅游资源, 还有

不少湖泊因自然景色壮观秀丽而被开发为旅游和疗养胜地。尤其是城市中的水体,在美化环境、调节气候、为居民提供休闲空间,有重要的社会效益。

### 1.5 湿地具有重要的教育与科研价值

湿地生态系统中多样的动植物群落、濒危物种等,在科研中具有重要地位,它们为教育和科学研究提供了对象、材料和试验基地。一些湿地中保留着过去和现在的生物、地理等方面演化进程的信息,在研究环境演化、古地理方面有着重要价值。利用野生物种的基因改良经济物种已经开始。许多湿地都有野生物种,这些物种具有为改善经济物种提供基因材料的潜力。野生物种的基因具有帮助改善诸如味道、生长和降低病害感染率因子的特性。湿地有丰富的食物,是野生动物生长繁衍的重要场所、尤其是候鸟迁徙极好的停歇地和驿站,有些湿地也是候鸟的重要越冬地。仅在我国,目前已知的1186种鸟类中,就有300多种在湿地环境中栖息,40多种国家一级保护的珍稀鸟类中,有一半以上生活在湿地中。因此湿地在维持生态平衡、保持生物多样性和珍稀物种方面的重要性更不能忽视。

## 2 湿地减少的后果

湿地的消失有自然变迁的因素,但更多是由于人为因素造成的。许多地方为了解决粮食问题而大面积围湖造田;或者为了追求经济效益而排干湿地中的水,开发种植或从事其他活动,因而使湿地不断减少。近年来日益严重的污染使湿地生态系统遭到严重损害,这也是湿地减少的重要原因。湿地的丧失让人们尝到了许多苦果:地下水储量降低、淡水资源短缺、洪水肆虐、区域气候变干、海岸线遭到破坏、污染物积聚、湿地生物资源及其他资源减少等。

### 2.1 湿地资源的开发对某些湿地造成的损失超过开发的预期经济效益

这些损失包括阻止了鱼类上游至产卵区;阻止了下游地区营养物和沉积物的补充以及泛洪平原上鱼类的侧道洄游;加剧了高地的水土流失等。泥炭的大量开采严重破坏了泥炭高地的植被,增加了高地径流,引发一系列的环境问题。对海滨滩涂湿地围垦、海水养殖、盐业生产、油气开发等增加了海滨侵蚀,改变下游海滨区的含盐度从而影响了动植物的生长。

### 2.2 湿地消失会引起洪水泛滥和干旱等自然灾害

由于湿地可储存来自降水、径流或地下水源过量的水分,缺少了大面积湿地的水量调节,洪水自然会无可控制地泛滥。1998年夏季长江中下游地区及东北嫩江、松花江地区均发生了百年不遇的特大洪灾,给人们的生命财产造成了巨大的损失,这场洪水有如此大的威力,其主要原因之一就是人们漠视湿地的价值和功能,大量围垦和占用沿江湖泊湿地,使湖泊面积减小、大片湿地消失,失去了蓄洪调洪的能力。同样,由于湿地萎缩、干涸,使局部地区气候变得干燥、炎热,一年中干旱少雨的时间增多。

### 2.3 湿地面积的减少使局部地区的生物多样性遭到破坏

由于湿地干涸,使生活在这一环境中的野生动植物失去理想的繁衍地,一些珍贵的动植物濒临灭绝。海岸湿地大规模的围垦开发使沿海地区失去了大面积的水生生物天然栖息地、产卵场、索饵场,引起物种种群和数量的减少,红树林、珊瑚礁的毁坏,使防浪堤的天然屏障遭到破坏,风暴到来时给沿海地区的生命财产造成巨大灾难。

## 3 湿地保护

湿地的迅速消失,已经给人们带来了严重的灾难,人们也终于认识到了湿地的重要性,并在实践中采取了相应的保护措施。

1971年,前苏联、英国和加拿大等18个国家的代表在伊朗小城拉姆萨尔正式签署了《湿地公约》,保护湿地从此变成了协调一致的国际行动;到目前为止,公约缔约国已发展到117个国家;我国于1992年加入了这一组织。《湿地公约》的职责是通过国家行动和国际合作对湿地进行保护与合理利用,以最终实现全球范围内经济、社会的可持续发展。《湿地公约》确定了《国际重要湿地名录》,我国有7处,它们是:青海鸟岛、江西鄱阳湖、湖南洞庭湖、黑龙江扎龙、吉林向海、海南东寨港和香港米埔。

### 3.1 保护湿地需要世界性合作

许多湿地跨越国界或需从邻国获取水源补给,而鱼类洄游和鸟类迁徙更没有国界限制,发展中国家想合理利用本国的湿地资源,需要发达国家给予资金和技术的帮助,这些都是湿地公约致力做到

的。让人们广泛地了解湿地公约和保护湿地的重要性,1996年10月,湿地公约常委会确定每年2月2日为世界湿地日,使政府机构、民间组织和公民共同关注湿地。《湿地公约》第7次缔约国大会还决定,今后让更多的湿地加入到《国际重要湿地名录》中,以使2005年名录所包含的国际重要湿地能达到2000处。

### 3.2 保护湿地是我国可持续发展战略任务的重要组成部分

我国制定了充分体现可持续发展思想的湿地开发利用政策,建立了262处湿地自然保护区(1999年12月统计),对典型的湿地生态系统、生物多样性高和珍稀濒危物种区域、典型自然景观区和自然历史遗迹区通过建立保护区的方式,使这些区域的生态环境得到良好的保护与恢复,对一些已经人工

围垦的典型湿地,围垦后又没有利用前景的区域以及由于围垦而造成自然灾害的区域进行重点恢复工作。我国自1999年起“北大荒”全面停止开荒,标志着黑龙江垦区结束了近50a靠开荒增加粮食产量的历史。2000年,国家林业局、国土资源部、水利部等17个部委共同制定并实施了《中国湿地保护行动计划》,计划用5a时间遏制由人类活动导致天然湿地萎缩的趋势;从2006年至2020年,逐步恢复退化或丧失的湿地,提高对国家重要湿地和自然保护区的管理水平,使我国的天然湿地及其生物多样性得到有效保护。

## 4 参考文献

- [1] 曲格平. 环境保护知识读本. 红旗出版社, 1999
- [2] 孔繁德. 生态保护概论. 中国环境科学出版社, 2001

## A Discussion on the Function and Protection of Wetland

Wang Yuqiu    Qian Qian

**Abstract** Wetland is a special ecosystem in nature with the functions of reservation of flood, decomposition of environmental pollution, etc. The resources of wetland can be destroyed by unreasonable development, and serious natural disaster and eco-problems will be caused. Wetland protection is a global action, powerful countermeasures must be taken out.

**Key words** wetland    function    protection

上接第36页

## Theory and New Practice on Public Participation of Environmental Management

Gui Lieyong

**Abstract** Open discussion on environment management of construction items, disclosure for award on environment illegal behavior and public disclosure of environmental performance rating for industrial firms are the new practices on public participation of environmental management in china. It has important significance to perform these countermeasures for protecting civil legality rights on environment, perfecting the system of environmental management and developing environmental protection.

**Key words** environmental management    public participation    environmental behavior

## 北黄海口滨海湿地现状、问题与对策

刘 琦

(华南理工大学造纸与环境工程学院, 广州 510640)

梁松筠

(丹东市环境保护科学研究所, 丹东 118002)

**摘 要** 阐明了北黄海口滨海湿地这一由芦苇沼泽、海口湾、湖沼和近海水域等组成的复合生态系统的生物多样性特点, 提出了存在的问题与今后该湿地保护与可持续发展对策。

**关键词** 湿地 生态系统 污染 北黄海口 可持续发展 对策

1992 年中国加入了《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》, 并将湿地保护与合理利用列为《中国 21 世纪议程》的优先项目。根据《湿地公约》定义: “湿地系指不问其为天然或人工、常久或暂时之沼泽地、湿原、泥炭地或水域地带、静止或流动、或为淡水、半咸水或咸水水体者, 包括低潮时水深不超过 6 m 的水域”<sup>[1]</sup>。湿地是自然界最富生物多样性的生态景观和人类社会赖以生存和发展的环境之一, 是地球上具有多种功能的独特生态系统。湿地一方面向人类提供水资源和大量的食物与原料; 另一方面, 在保持生物多样性和珍稀物种资源, 以及在阻止和延缓洪水、蓄水抗旱、控制水土流失和降解环境污染、提供旅游资源, 维持地球表面生态平衡起着极为重要的作用。因而湿地被人们誉“自然之肾”<sup>[2]</sup>。在我国人多地少、农产品供应紧张的情况下, 合理开发湿地资源, 显然是十分重要的。

### 1 北黄海口滨海湿地特点与现状

#### 1.1 概况

北黄海口滨海湿地位于我国海岸带最北端, 背靠幅员辽阔的东港市境内, 东起鸭绿江口的文安滩, 西至东港市与庄河县的交界处, 北背鹤大公路, 南靠东港市境内的海岸线, 由东向西呈带状分布, 其地理坐标是东经 120°2'39"至 123°30'52", 北纬 39°40'50"至 40°49'32"。至今仍有保存较为完好的沿海湿地原生生态系统, 为野生动植物提供了多种

多样的栖息地与繁殖地。大洋河口地区成为 11 种国家一级保护鸟类和 20 余种国家二级保护鸟类的栖息繁殖地<sup>[3]</sup>。

本区域湿地, 为内陆湿地与海岸带湿地生态类型和海洋生态类型的复合生态系统。具有系统健全、景观完善的特点, 保留了东半球原始滨海湿地的完整性; 保持了东北地区南部野生生物种类的丰富性和多样性。护区的建立, 然而该湿地目前面临面积减少, 生物物种减少以及湿地功能下降的问题。

#### 1.2 资源状况

##### 1.2.1 浮游生物生物量

北黄海口滨海湿地有大量的浮游植物。浮游藻类 71 种, 其中硅藻门 28 种, 占总数 39.4%; 绿藻门 19 种, 占 26.8%; 蓝藻门 11 种, 占 15.5%; 黄藻门 5 种, 占 7.0%; 裸藻门 5 种, 占 7.0%; 甲藻门 2 种, 占 2.8%。浮游动物 58 种, 其中原生动物 28 种占 46.2%; 轮虫 10 种, 占 17%。

浮游植物除冬季外, 其平均生物量高于渤海地区 (见表 1)。

表 1 海洋浮游植物季节变化 ( $1 \times 10^4$  细胞)

| 海区 | 冬季<br>(2月) | 春季<br>(5月) | 夏季<br>(8月) | 秋季<br>(11月) | 年<br>平均 |
|----|------------|------------|------------|-------------|---------|
| 黄海 | 138        | 60         | 456        | 145         | 201     |
| 渤海 | 165        | 52         | 67         | 57          | 80      |

##### 1.2.2 鱼类资源

黄海北部鸭绿江口、大洋河两河水量丰富, 夹

带着大量营养盐份和有机物(表2),水文条件优越,水质状况良好,适合鱼类的生长。黄海北部有鱼类289种、41目、112科、201属,表3给出近年鱼类产品捕捞量。

表2 北黄海口海域营养盐含量情况表  $\text{mg}/\text{m}^3$

| 项 目  | 最高含量   | 最低含量  | 平均含量  | 与长海海域比较 | 长海海域含量 |
|------|--------|-------|-------|---------|--------|
| 铵 盐  | 252.3  | 154.9 | 421.1 | 高出3倍    | 103    |
| 硝酸盐  | 281.3  | 40.4  | 162.4 | 高出17倍   | 8.95   |
| 亚硝酸盐 | 199.15 | 3.5   | 15.72 | 高出8.5倍  | 1.65   |
| 磷酸盐  | 48.75  | 4     | 16.07 | 高出1倍    | 8.0    |

表3 鱼类产品捕捞量  $\text{t}$

| 年份  | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 捕捞量 | 5 260 | 5 452 | 5 368 | 6 012 | 5 960 | 6 260 | 6 535 |

北黄海口鱼的种数298种(为历年调查历史的总记录数),而表3所示捕捞量之鱼类品种仅为35~40种,主要有带鱼(*Trichiurus haumela*)、鲈(*Pseudoscophorus japonicus*)、秋刀鱼(*Cololabis saira*)、鲫鱼(*Carassius auratus*)、池沼公鱼(*Hypomesus olivaceus*)、鳊(*Parabramis pectinatus*)、大银鱼(*Protosalanx hyalocranius*)、马口鱼(*Elopichthys bambusa*)等。

### 1.2.3 无脊椎动物资源

北黄海口滨海湿地无脊椎动物共有7门、13纲、74种,其中软体动物门有2纲、34种,占总数的38%,环节动物门5种,棘皮动物门3种,腔肠动物门2种,扁形动物门和拟软体动物门各1种。滩涂地区生物总量主要是贝类资源量,以蛤仔、四解蛤蛎、文蛤、蛏、竹蛏为主,主要分布于大洋河口两侧,鸭绿江口西侧。

### 1.2.4 植物资源

本区域内植物资源丰富,共有植物81科459种,其中菊科74种,占总数的16.1%,禾本科48种,占总数的10.6%。国家重点保护的植物有野大豆、银杏、云杉等。主要的植物类型有以下4类:

(1) 湿生植被。主要代表植物有禾本科的芦苇、天南星科的菖蒲、香蒲科植物等,芦苇是湿地生物群落的主要优势种。

(2) 水生植被。北黄海口滨海湿地是鸭绿江和大洋河等9条主要河流的入海处,有较多的池塘水面,这里生长着大量的浮水和沉水植物,水生植物

的优势种为眼子菜科的龙须眼子菜和龙胆科的苕菜等。

(3) 盐生植被。滨海湿地中生长着大片盐生植物,主要种类有30余种,其中优势种有藜科的碱蓬,禾本科的双穗草等。

(4) 陆生植被。陆生植物主要分布于孤山,范围较大,代表植物为落叶松、红松等。

## 1.3 湿地面积锐减

由于该区域经济高速发展,天然湿地被大量开发成稻田、虾田、公路和工业用地,如,1998年芦苇面积已降至 $0.98 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,比1992年减少了7.92%。

## 1.4 上游过境来水影响较大,湿地生态功能下降

由于丹东市、东港市和农业水土流失等工农业废水和生活污水,经鸭绿江和本保护区10余条河流进入湿地,影响湿地的水环境质量。丹东市具有以造纸、化纤印染等轻工业为主的工业区,该市每年约有 $1.216 \times 10^8 \text{ t}$ 的工业和生活污水,经鸭绿江全部排入湿地保护区。东港市每年约有 $8.245 \times 10^6 \text{ t}$ 工业和生活污水,以及含有各种化肥农药的农田水经15条以上的河流排入湿地水域,海上作业的各类渔船和轮船对湿地也造成了一定的影响。 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 测值在 $10.2 \sim 21.6 \text{ mg/L}$ 范围内,石油类测值也常超标。由于各种生活污水和人工养殖投放饵料产生的有机污水,在1989年、1990年、1991年均曾出现过小范围的赤潮,1990~1994年由于海水污染而造成了对虾养殖和贝类养殖的严重减产。

## 1.5 湿地生物种类和数量有所减少

由于多种多样的生境类型组成的湿地生态系统被改造成稻田、虾地( $10 \text{ 余 hm}^2$ )后,生态系统的多样性降低,依赖于湿地生存的动、植物种类大大减少。如果不认真的加以保护,生物物种还有可能减少,而且影响迁徙鸟的停歇,被迫改变迁徙路线。

# 2 保护对策

## 2.1 植被资源保护和利用对策

湿地植被是河流生态系统和陆地生态系统之间的过滤带,在调节气候保持水土、护河防洪方面具有重要功能。更重要的是作为群落交错区的,生物多样性比较丰富,在群落内栖息着各种珍贵鸟类和

湿地兽类,河岸群落是它们繁育和育肥的良好场所。同时河岸植被又是易受各种自然和人为因素扰动的生态脆弱带,湿地植物是保护区经济持续发展的重要资源,按其用途可分为医药植物、野生食用植物、饲料植物、工业原料等。其中:医药植物有黑三棱、菖蒲、鱼腥草、刺沙蓬、狸藻、海韭菜等 110 余种;野生食物植物有可食用的淀粉类植物 26 种、野生菜 59 种,如淀粉类植物的红果实,野生菜类如苦菜、马齿苋等;饲料植物有 96 多种,如水生植物苕菜、草、浮萍、满江红、拂子茅、狗尾草、茭白、荇草、合萌等;工业原料植物主要有油类 35 种、纤维类 21 种、芳香油类 12 种;油类植物如律草、藜、地肤、翅碱蓬、龙牙草、鸡眼草、山扁豆、胆草、野西瓜苗、菟丝子、香薷、车前子、苍耳等 30 余种。油料植物中月见草可提取高级使用油,可以调节血脂,被国际上认为是本世纪发现的最重要的营养物。翅碱蓬种子含油 26.15%,可以作为油漆、肥皂、油墨的加工原料,也可以替代桐油使用,油饼可作饲料;纤维类植物除有  $0.98 \times 10^4 \text{ hm}^2$  芦苇田之外,纤维类植物还有鹅肠菜、万年蒿、白茅、牛筋草、菖蒲、灯心草等 20 余种。芦苇含纤维 45.6%,是理想的造纸原料。

湿地植被具有经济效益和生态效益双重性特征,要更加重视其生态效益,把河流的工程治理与湿地植被建设、保护有机地结合起来,才能促进河流生态系统的良性循环。针对流域湿地的特征和演变规律、生态特点,因地制宜建立生态农业和自然保护区。

## 2.2 控制上游来水水质,减轻其对湿地资源的威胁和控制湿地水文变化

加大水污染的防治和执法力度,对现有的重大污染源必须限期治理和达标排放。目前首先解决鸭绿江口、大洋河、新沟、二道沟、沙坝河、双岔河、依龙河、龙态沟湖泊和沿北黄海口污染源的治理;坚决实行水污染物排放登记和排污许可证制度,对排污种类、时间、范围、总量进行限定,仍无法达标的企业,实行关、停、并转。

## 2.3 尽量保持湿地原有的自然再生能力和自然净化能力

自然再生能力和自然净化能力是湿地生态系统功能的主要表现形式,也是衡量湿地生态系统质量

的主要指标。湿地的利用要合理、适量、适度。湿地合理利用必须有利于保持或增强湿地的再生能力和净化能力<sup>[4,5]</sup>。对“自然再生能力”的理解不能只限于保护目标自然资源本身的再生能力,还要包括非保护目标自然资源的再生能力。例如确定收割芦苇的量和强度,不仅要考虑芦苇本身的再生能力,还要考虑湿地水禽筑巢和隐蔽的需要,过度收割芦苇可能导致湿地水禽消失。

## 2.4 建立监测网络,加强湿地监测

进行连续的生物监测,特别是对湿地资源利用后的动态变化、生物多样性变化,湿地水文、水质等情况的监测,编制湿地信息管理系统,为湿地资源的科学管理和合理利用提供科学依据。

## 2.5 坚持开发与保护并举

滥捕滥伐会导致渔业资源枯竭和水生生物栖息地破坏,围海造田会改变底栖动物、浮游植物和植被的生长条件,导致生物物种减少,湿地生态环境的失衡,在所有开发活动中必须以恢复和发展北黄海口湿地生态系统为前提。

## 2.6 制定湿地保护规划,加强和完善管理制度

不同类型、不同特征、不同地理位置的湿地生态系统具有不同的生态资源、环境功能,必须加以宏观控制,做好保护规划。好的管理必须建立在完善的规章制度和健全的管理机构上。当前应建立鸭绿江下游水源保护机构,具体承担水环境管理、污染事故的调查处理和仲裁,监督水域及上游执行《水污染防治法》。

## 2.7 加强对于湿地功能宣传教育的力度

应用广播、电视、报刊等进行保护湿地资源的宣传教育,在每年春季,广泛深入开展“国际湿地日”和“爱鸟周”活动,利用学校教育等多种形式,提高爱护湿地、保护湿地的意识。

## 3 参考文献

- [1] 戴洪刚,杨志军.洪泽湖湿地生态调查研究与保护对策.环境科学与技术,2002,25(2):37~39
- [2] 陈宜瑜.中国湿地研究.长春:吉林科学出版社,1995,1~10
- [3] 刘琦,刘玉机.鸭绿江重金属入海通量研究.海洋环境科学,1992,11(2):19~27

(下转第46页)

# 海洋生态系统对其海岛之服务功能初探

## ——以广东省南澳岛为例

帅红 夏北成 吴仁海

(中山大学环境科学研究所, 广州 510275)

**摘要** 海洋生态系统对其海岛之服务功能有: 调节气候、净化环境; 提供海产品和食盐; 维持生物多样性; 给人们提供休闲娱乐的场所等。但由于认识尺度的限制与近海海域的污染而影响了其可持续性发展。因而为了保护和恢复其生态系统服务功能, 须加强近海海域管理、防治污染、实行开发与保护相结合。

**关键词** 生态服务功能 生物多样性 污染 可持续发展

生态系统服务功能(Ecosystem services)是指自然生态系统及其物种共同支撑和维持人类生存的条件和过程<sup>[1]</sup>。

生态系统不仅为人类提供了食物、医药及其他生产生活原料, 还维持了地球的生命支持系统, 形成了人类生存所必需的环境条件。据统计, 每年各类生态系统为人类提供粮食 18 亿 t, 肉类约 6 亿 t<sup>[2]</sup>, 同时海洋还提供鱼约 1 亿 t<sup>[3]</sup>; 另外, 全世界每年约有 15% 的能源取自生态系统, 在发展中国家更是高达 40%<sup>[4]</sup>。据 Westman 的研究, 由全球生态系统提供的产品和服务总价值每年在  $33 \times 10^{13}$  美元左右<sup>[5]</sup>。

近年来, 国际上对生态系统服务功能的研究十分重视, 其评价技术及生态经济价值的评估方法等方面的研究硕果累累; 在我国, 这方面的研究起步较晚, 只对森林生态系统经济价值和草原、河流、野生动物等生态服务功能作了一些初步探索。

本文探讨了南海、东海海洋生态系统对南澳岛的服务功能及其维系所面临的问题, 并提出了相应的保护对策, 旨在为我国海洋的可持续发展提供科学依据。

### 1 研究区域及研究方法

#### 1.1 研究区域概况

本文研究区域为以南澳岛为中心, 半径为对该岛居民影响较大的海域。

南澳岛位于东经  $116^{\circ}53'43'' \sim 117^{\circ}19'35''$ 、北纬

$23^{\circ}11'15'' \sim 23^{\circ}32'26''$  之间, 北回归线从东向西贯穿全岛, 地处南海与东海的分界处, 又毗邻大洋, 附近有不同海流的汇合, 因地理位置重要, 有“闽粤咽喉, 潮汕屏障”之称。全县由 36 个岛屿组成, 陆地总面积  $130.91 \text{ km}^2$ , 其中主岛南澳岛面积  $128.35 \text{ km}^2$ , 海域面积  $4600 \text{ km}^2$ , 岛上总人口 7 万多人; 气候类型属亚热带海洋性季风气候, 多年平均日照  $2291.1 \text{ h}$ , 多年平均径流量  $1371.1 \text{ mm}$ 。

#### 1.2 研究方法

对生态系统服务的评价方法主要有两类, 一类是物质量评价法, 另一类是价值量评价法。物质量评价法主要是从物质量的角度对生态系统提供的服务进行整体评价, 而价值量评价法主要是从价值量的角度对生态系统提供的服务进行评价<sup>[6]</sup>。

根据生态系统服务功能评价的目的与空间尺度划分, 本文将探讨小尺度范围生态系统的服务功能及其可持续性, 因此, 本文选择物质量评价法。

### 2 海洋生态系统对南澳岛服务功能

海洋生态系统对南澳岛服务功能是指南海、东海海洋生态系统与生态过程所形成及维持其交汇处——南澳岛居民赖以生存的自然环境条件与效用。该功能包括调节气候、净化环境; 提供海产品和食盐; 维持生态多样性; 给人们提供休闲娱乐的场所等。

#### 2.1 调节气候、净化环境

海洋生态系统对大气候及局部气候均有调节作

用,包括对温度、湿度、降水和气流的影响,从而可以缓冲极端气候对人类的不利影响。在海洋性气候影响下,南澳岛夏凉冬暖、光照充足,温差变幅大。

同时,海洋是一个巨大的净化器,对岛上污染源、海上污染源以及通过大气输送的污染物具有一定的稀释、扩散、氧化、还原和降解的综合能力。据南澳县环境监测站 2000 年监测结果,该县大部分地区的环境空气质量优于《环境空气质量标准》二级标准,局部区域的环境空气质量达到或优于一级标准;饮用水源水库的各项水质指标均符合《地表水环境质量标准》(GBZB1-1999)Ⅱ类与《生活饮用水卫生标准》。因此,从总体而言,全岛生态环境质量状况较好。

## 2.2 产生与维持生物多样性

生物多样性是指从分子到景观各种层次生命形态的集合。生态系统不仅为各类生物物种提供繁衍生息的场所,而且还为生物进化及生物多样性的产生与形成提供了条件,同时,生态系统通过生物群落的整体创造了适宜于生物生存的环境<sup>[7]</sup>。

南澳岛附近海域由于有多种不同海流的汇合,加上优良的水质和众多岛屿及水下礁盘,为海洋生物的生存和繁殖提供了良好的生活环境,形成了复杂的生物群落,生物种类繁多。据海岸带调查资料,南澳岛附近水域有浮游生物 380 种以上,浮游动物的生物量达  $100 \text{ mg/m}^3$ ;底栖生物平均生物量  $36.41 \text{ mg/m}^3$ 。海洋生物种类主要包括鱼、虾、贝、藻类等 715 种,其中鱼类 417 种,贝类 117 种,藻类 85 种,虾类 48 种,蟹类 20 种,软体动物头足类 28 种(汕头市南澳县 2000 年统计资料)。

1987 年 11 月在南澳岛东南的烟墩湾发现了文昌鱼,这一发现对于考察珍稀动物文昌鱼类的分布和海洋生态研究有着重要的经济价值。据考察,该岛附近海域拥有世界现幸存 7 种海龟之 6 种。1988 年 3 月 5 日南澳隆东乡喜获一丛 300a 柳龄的绚丽海柳<sup>[8]</sup>。

## 2.3 提供大量的海产品与食盐

南澳岛海产品丰富,有鱼、虾、贝、藻类等 715 种。1997 年,南澳县全县渔业总产量 94 642 t,渔业总产值 36 018 万元,占该年 GDP 的 85.6%。其中:海洋捕捞产量 81 611 t、产值 30 843 万元,海水养殖产量 12 483 t、产值 4 850 万元。

南澳岛周围多自然港湾、浅滩、宜围垦开发盐

场的地方多处。至 1997 年底,盐田生产有效面积  $866.67 \text{ hm}^2$ ,历年最高产量达 21 000 t,平均年产量在 12 000 t 以上,年均南澳县创盐税收收入 100 万元以上。南澳原盐以洁白雪亮、纯度高、质量优而深受好评。

## 2.4 提供休闲娱乐旅游场所

南澳岛风光绮丽、气候宜人,是海、史、庙、山相结合的综合旅游胜地。其中,海洋生态系统做出了不可磨灭的贡献。在海边,人们可以进行海水浴、沙浴、日光浴,或静卧沙滩倾听海浪的呼唤声,还可品尝各种海鲜。这些娱乐活动既有强身健体的功效,又具有减轻现代人类各种生活压力,改善人们精神健康状况的功能。这里有 10 多个海湾可供游泳,让人享受海水电离子益身健康的好处。其中青澳湾、赤澳湾、澳前湾、猎屿等,环境特别优美,空气分外新鲜,海水洁净透明,沙滩雪白壮阔,绿树成荫。最迷人的是被称为“南国夏威夷”的青澳海水浴场,它位于海岛东部,长达 2 km,成一大弧形,壮丽雄伟,沙滩洁白,令人心旷神怡。

因此,就海洋生态系统所能提供的旅游服务功能价值而言,它具有舒适价值、选择价值与存在价值,同时也能产生经济价值<sup>[9]</sup>。

## 2.5 提供清洁能源

据国家海洋局有关部门观测,南澳岛波浪能与潮汐能非常丰富。平均波浪密度  $3 \text{ km/m}^2$  以上,年平均浪高 1.04 m,最大潮流流速  $7.91 \text{ m/s}$ 。具有较大的开发潜力和利用价值。

# 3 海洋生态系统维系南澳岛服务功能所面临的问题

## 3.1 认识尺度限制

认识尺度制约着人们对生态系统服务功能的开发,使人们不能充分理解生态系统服务与人类生活质量之间的关系,只有当地的、眼前的并且对实际生活具有直接影响的生态系统,才容易被人们理解和重视,而区域性的生态系统服务往往在缺乏时才会受到重视。由于受人们传统错误观念的影响,认为海洋资源是取之不竭的;再加上生活水平低下,在这双重因素的支配下,于是该岛酷鱼滥捕,电、炸、毒鱼时有发生,导致资源量迅速衰减。在 1997 年 3 月一次拖网捕捞中,平均生物量仅为  $10.3 \text{ kg/网} \cdot \text{h}$ ,同年 9 月份一次拖网捕捞中,平均

生物量仅为 18.4 kg/网·h。

### 3.2 近海污染严重

近海污染包括陆源、船舶、海事和其他污染等<sup>[10]</sup>。该岛主要的污染源为船舶的油污水、废水、污水、固体垃圾、养殖带来的污染等。从中国海监南海总队观测资料,南澳违规占海作为垃圾填埋场已超过 3 hm<sup>2</sup>,而且绝大部分没有任何防渗漏的措施,海面上到处漂浮着白色垃圾、玻璃瓶等,使近海海域受到了严重的污染。同时,大量生活污水直接排海,海水养殖业规模不断扩大、旅游业的迅猛发展和围海造地工程项目的实施,加剧了近海海域污染,近海海域的海水水质出现不同程度的无机氮超标现象,并呈现不断恶化的趋势。近海海域富营养化,赤潮时有发生,这都使得生物多样性受到严重破坏,生物种类明显下降。过去近海出现的大黄鱼、梅童鱼、黄鲫等渔汛早已消失,一些重要经济鱼类品种也将灭绝,如龙虾、石斑鱼类、鲨鱼、鲍鱼很难看到。1997 年通过一艘笼捕船记录,在勒门列岛与南澎岛生产 230 d,鱼获量 14 174 kg,仅仅捕到一只 0.5 kg 的龙虾。

## 4 南澳岛近海海洋生态系统的保护措施

### 4.1 加强对近海海域的管理

为保护和恢复海洋自然生态环境,南澳岛海洋与水产局设立了海洋特别保护区,强调在渔业资源的合理开发利用的同时,应配套海洋保护措施,重点防止环境污染,过度捕捞及由于不合理开发而引起的对海洋资源的损害;同时,采取有效措施,增加资源群体数量和改良资源赖以栖息的环境。通过多方面的综合管理,以达到海洋资源永续利用的目标;加强执法检查,近年来,渔政部门共查获严重破坏渔业资源的作业有电鱼 30 多宗,炸鱼 20 多宗,处理沉船油污 1 宗,查获国家二级保护海龟 40 多宗,将其放归大海。

### 4.2 防治近海海域污染

为防治近海海域污染,减少赤潮发生的次数,维持生物多样性,南澳岛污水与固体废物的合理处置已势在必行。从处理污水方面来看,该岛的生态优势是滩涂湿地。因此,可以利用滩涂湿地进行污水生态处理;从固体废物的处置来看,利用海湾的

围地进行垃圾填埋处理不仅破坏景观和环境卫生,而且影响海洋养殖等生产活动,因此,目前该岛处置固废的关键是寻找合适的垃圾填埋场,提高垃圾填埋水平和管理水平。

### 4.3 开发与保护相结合,走可持续发展的道路

开发利用海洋与保护海洋之间既有联系,又有矛盾,是对立统一的关系。一方面,人类对海洋进行开发造成了海洋环境污染、资源衰退、生态系统的平衡被打破等问题;另一方面,开发利用海洋,发展海洋经济,又为解决这些问题提供了技术上的和经济上的客观条件。所以,对海洋既要开发,又要保护,二者协调发展,以促进海洋环境与生态的良性循环<sup>[11]</sup>。另外,海岸是一个脆弱的生态平衡系统,永久保护海岸剩余的自然资源和风景资源也应当是人类所关心的大事。

## 5 参考文献

- [1] Daily GC. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems[M]. Washing. DC: Island Press, 1997
- [2] World Resources Institute (WRI). World Resource: A Guide to the Global Environment[M]. Oxford University Press, 1994
- [3] United Nations Food and Agriculture Organization (UNFAO). FAO Yearbook of Fishery Statistics, 1994: 17
- [4] Hall D O, Rosillo - Calle F, Williams R H, Woods J. Biomass for energy: supply prospects. In Johansson T, Kelly H, Reddy A, Williams R (eds). Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity, Washington D C [M]: Island Press, 1993, 593 ~ 651
- [5] 谢高地, 鲁春霞, 成升魁. 全球生态系统服务价值评估研究进展. 资源科学[J], 2001, 23(6): 5 ~ 9
- [6] 赵景柱, 肖寒, 吴刚. 生态系统服务的物质量与价值量评价方法的比较分析. 应用生态学报[J], 2000, 11(2): 290 ~ 292
- [7] 欧阳志云, 王如松, 赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价. 应用生态学报[M], 1999, 10(5): 635 ~ 638
- [8] 钱宏林, 卢宝荣. 建立南澳岛国家级海洋综合自然保护区的重大意义. 生态科学[J], 1994, (4): 138 ~ 142
- [9] 鲁春霞, 谢高地, 成升魁. 河流生态系统的休闲娱乐功能及其价值评估. 资源科学[J], 2001, 23(5): 77 ~ 81
- [10] 延军平. 试论中国的海洋生态环境问题. 西北大学学报(自然科学版)[J], 1999, 29(1): 10 ~ 13
- [11] 孙吉亭. 论我国海洋经济可持续发展的基本原则. 东岳论丛[N], 1997, (5): 25 ~ 28

## Pilot Study on Marine Ecosystem Services for its Island – A Case Study of Nanao Island in Guangdong Province

Shuai Hong   Wu Renhai   Xia Beicheng

**Abstract** Adjusting climate, purifying environment, providing marine products and salt, maintaining biodiversity and providing entertainment places are the function of marine ecosystem servicing for its islands. But sustainable development is hampered owing to recognition scale restricted and sea areas contaminated. So we have to strengthen sea areas management, prevent pollution and combine exploitation with protection in order to protect and restore the ecosystem services.

**Key words** ecosystem services   biodiversity   pollution   sustainable development

(上接第 42 页)

- [4] 丁疆华. 人工湿地在处理污水中的应用. 农业环境保护, 2000, 19(5): 320 ~ 封三
- [5] 楼莉萍, 胡顺良, 王光火. 人工湿地处理系统技术的研究现状与进展. 环境科学进展, 1999 年增刊
- [6] 唐承佳, 陆健健. 长江口九段沙湿地原生植被的保护及开发利用. 上海环境科学, 2002, 21(4): 210 ~ 212
- [7] 于砚民, 董志刚, 曹仁江. 鸭绿江口湿地生物多样性与保护对策. 资源科学, 1999, 21(1): 57 ~ 62
- [8] 陈博廉. 湿地土壤因素对污水处理作用的模拟研究. 城市环境与城市生态, 1999, 12(1): 19 ~ 21
- [9] 丹东市环境保护研究所. 北黄海口滨海湿地环境现状, 1996(研究报告). 9 ~ 24

## The Status, Problem and Countermeasure of Wetland Resource in Offshore of Northern Estuary, Yellow Sea

Liu Yi   Liang Songjun

**Abstract** The biodiversity of the combined eco-system in offshore wetland of northern estuary, Yellow Sea which is consisted of reed-marsh, estuary, lakes and offshore, the problems and countermeasures for protection and sustainable development on this wetland are described.

**Key words** wetland   eco-system   pollution   northern estuary of Yellow Sea   sustainable development   countermeasure

## 适宜于温、寒林带气候的地区正向极地方向移动

最近, 有关气候变动的政府间专门小组完成了由于地球的温暖化, 使适宜于温带林、寒带林气候的地区有可能向极地方向移动最大达 1 200 km 的报告。该报告是根据来自生物多样性条约事务局的材料编写的。报告书指出, 气候变动影响所有生物的多样性, 生物环境向极地方向或高地方向的移动速度虽因种而异, 但可以设想移动的结果, 很多个体会绝灭。同时表明在中高纬度地区的森林, 气温上升 2

~ 8℃ 的话, 到 2100 年可移动 200 ~ 1 200 km。报告书还提出作为今后的对策, 以保护特定地区的生物物种和生态系统为限作为前提, 例如设置方便动植物分散和移动的回廊和对濒危动植物等进行人工繁殖等。并指出应制定气候变动的综合评价和相关政策, 编制气候模式和确立公害监视系统。

曹信孚 译自《用水と废水》(日) Vol. 44, No. 8 (2002)

## 《广州环境科学》2002 年总目录

| 题 目                                                                     | 作者 (年 . 期 . 页) | 题 目                                                              | 作者 (年 . 期 . 页) |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>·综 述·</b>                                                            |                |                                                                  |                |
| 利用植物生长促进菌 (PCPB) 恢复红树林<br>..... 章生卫, 章金鸿, 罗海鲲 (2002.2.1)                |                | 钢铁生产流程 CO <sub>2</sub> 编目分析评价<br>..... 周和敏, 聂柞仁, 左铁镛 (2002.1.21) |                |
| <b>·水环境及污染防治·</b>                                                       |                |                                                                  |                |
| 长江河口夏季营养盐的分布、变化及锋面对营养盐的影响<br>..... 周菊珍, 谷国传 (2002.1.1)                  |                | 用纳米级二氧化钛催化降解室内污染气体的实验<br>..... 徐险峰, 唐志列, 陈更生 (2002.2.27)         |                |
| 利用水生高等植物净化污水研究的探讨<br>..... 殷 敏, 陈桂珠 (2002.1.6)                          |                | 氯化钠和三氧化二铁对炉内喷钙固硫剂的催化活化作用<br>..... 程汉林, 蔡 强 (2002.4.6)            |                |
| 气升式生物膜反应器驯化处理纸浆漂白废水的挂膜研究<br>..... 谢 澄, 疏明君 (2002.1.10)                  |                | SO <sub>2</sub> 在烟炱上的吸附平衡试验研究<br>..... 张小广, 陈凡植, 武秀文 (2002.4.8)  |                |
| 水环境面源污染控制与管理研究概况和展望<br>..... 刘 绮, 杨昌衡, 刘添天 (2002.2.5)                   |                | 广州市近 10 a 降尘污染趋势分析<br>..... 陈煜辉, 胡丹心 (2002.4.11)                 |                |
| 广东省跨市河流边界水质状况及管理对策<br>..... 杨 华, 张金阳 (2002.2.9)                         |                | <b>·固体废物及处理·</b>                                                 |                |
| 复合型氨基葡聚糖絮凝剂的实验研究<br>..... 疏明君, 李友明, 谢 澄 (2002.2.12)                     |                | 生活垃圾转化生物有机肥及其对土壤的影响<br>..... 程金平, 张兰英, 李展强 (2002.1.25)           |                |
| Fenton 试剂在废水处理中的应用<br>..... 熊 忠, 林 衍 (2002.3.1)                         |                | 城市生产垃圾堆放场污染物产生规律的调查与分析<br>..... 匡胜利, 袁光钰 (2002.2.15)             |                |
| 循环冷却水中微生物的控制<br>..... 王劲松, 胡勇有 (2002.3.5)                               |                | 广州市固体废物处置与利用产业发展浅析<br>..... 李穗中 (2002.3.29)                      |                |
| 影响废水处理中油脂生物降解的因素<br>..... 张 英, 赵继伦, 梁世中 (2002.3.9)                      |                | 广州市垃圾压缩站环境影响分析研究<br>..... 胡前胜, 黄 蓓, 陈成章 (2002.3.33)              |                |
| 浅谈 SBR 法污泥膨胀的控制<br>..... 何利红, 曹绍宇 (2002.3.12)                           |                | 废弃电脑污染及其管理措施探讨<br>..... 杨 静, 温士钊 (2002.4.15)                     |                |
| 地表漫流田培植美人蕉对工业区综合污水深度处理的<br>试验及大田实践 ..... 陈镇华 (2002.3.14)                |                | <b>·辐射污染及防治·</b>                                                 |                |
| 气浮—水解—SBR 工艺处理高浓度香料废水试验<br>..... 黄益宏, 杨文兵 (2002.3.18)                   |                | 居民住房内的氡气辐射污染问题<br>..... 胡国辉, 孔令丰, 张春舜 (2002.1.28)                |                |
| 厌氧—接触氧化—ClO <sub>2</sub> 消毒法处理医疗生活污水<br>..... 陈建华, 罗陆平, 冯志星 (2002.3.21) |                | <b>·环境监测与分析·</b>                                                 |                |
| 传统活性污泥法处理工业区污水运行调控初探<br>..... 桂红艳, 张小明, 陈胜光 (2002.3.24)                 |                | 异烟酸—吡唑啉酮光度法测定氰化物的方法研究<br>..... 汪 澍 (2002.1.31)                   |                |
| 城市污泥中重金属的形态分布和处理方法的研究<br>..... 安 森, 周 琪, 李永秋 (2002.4.1)                 |                | 遥测技术在我国在用机动车排气检测中的应用前景<br>..... 陈永昌, 双菊荣, 李海金 (2002.2.19)        |                |
| <b>·大气环境及污染防治·</b>                                                      |                |                                                                  |                |
| 新型燃煤固硫剂 AC-2 及其应用实例<br>..... 林进华, 余 鸿 (2002.1.14)                       |                | 连续流动分析测定环境水样中的亚硝酸盐氮<br>..... 张志军, 梁高亮, 霍妙霞 (2002.2.22)           |                |
| 炉内增钙脱硫若干问题的探讨<br>..... 黄谦德 (2002.1.17)                                  |                | 微波消解—氢化物发生原子荧光法测定污泥中的汞<br>..... 孙 雷, 麦贤洁, 冯绮雯 (2002.3.37)        |                |
|                                                                         |                | 测量不确定度分析的实践与体会<br>..... 张 隼, 周 敏 (2002.4.18)                     |                |
|                                                                         |                | 纳氏试剂分光光度法测定水中氨氮的不确定度评定<br>..... 陆春霞 (2002.4.21)                  |                |
|                                                                         |                | 一体化定硫仪测定植物叶片含硫量<br>..... 刘应希, 黄小伟 (2002.4.25)                    |                |

## 油类非分散红外法测定方法的改进

..... 汪 澍, 陈肖芳 (2002.4.27)

## ·环境管理与监理·

## 加入 WTO 对我国环境管理工作的影响及对策

..... 钱 茜, 王玉秋 (2002.2.25)

## “一控双达标”对广州市环境管理工作的作用探讨

..... 吴崇山 (2002.2.28)

## 区县环境监测站如何开展质量体系内部审核

..... 张群齐 (2002.3.39)

## 流溪河水源保护 20 年

..... 陈建军, 吴尔璠 (2002.3.41)

## 浅析企业准化环境管理与政府环境依法监督管理的关系

..... 张 云 (2002.4.21)

## 中山市 ISO14000 认证现状及对策探讨

..... 杜 敏, 詹根祥, 刘红刚 (2002.4.32)

## 公众参与环境管理的理论与实践论新

..... 桂烈勇 (2002.4.34)

## ·环境生态·

## 应用香根草对垃圾场进行植被恢复及净化垃圾污水的研究

..... 夏汉平, 敖惠修, 刘世忠 (2002.1.34)

## 含油废水对秋茄幼苗生理生化指标的影响

..... 李 枚, 陈桂珠, 章金鸿 (2002.3.43)

## 浅议湿地的作用及保护

..... 王玉秋, 钱 茜 (2002.4.37)

## 北黄海口滨海湿地资源现状、问题与对策

..... 刘 琦, 梁松筠 (2002.4.40)

## 海洋生态系统对其海岛之服务功能初探—以广东省南澳

岛为例 ..... 帅 红, 夏北成, 吴仁海 (2002.4.43)

## ·环境信息与计算机技术·

## “数字环保”体系及战略意义探讨

..... 张宝春, 琚 鸿 (2002.1.38)

## ·环境影响评价·

## 玻璃幕墙光污染环境影响评价探讨

..... 陆义湘, 刘富强 (2002.1.42)

## 关于开展战略环境影响评价之管见

..... 赖光赐 (2002.2.34)

## 环境质量评价方法的比较及其适用性研究

..... 刘 涛, 崔 侠, 孙 群 (2002.2.37)

## 新标准对感潮河段水质评价的影响

..... 董天明, 蔡积能 (2002.2.40)

## 深圳市公路建设项目环境影响评价综述及存在问题探讨

..... 姜文清, 施 阳, 喻本德 (2002.2.43)

## ·环境教育·

浅谈社区环境教育 ..... 丘朝晖 (2002.1.46)

## 结合酸雨测定开展第二课堂环境教育

..... 屈倩萍 (2002.3.47)

## ·动态与信息简讯·

本刊加入《中文科技期刊数据库》的声明 ... (2002.1.9)

用碳纤维净化河流技术 ..... (2002.1.13)

《广州环境科学》编委会 ..... (2002.1.20)

《广州环境科学》栏目编辑 ..... (2002.1.20)

日本着手开发可监测环境的微晶片 ..... (2002.1.37)

有净化功能的铺路材料 ..... (2002.1.37)

东亚酸雨监控网国际会议在曼谷举行 ..... (2002.1.45)

英国口蹄疫引起新麻烦 ..... (2002.1.45)

国外环境激素问题的研究动态 ..... (2002.1.46)

《广州环境科学》征稿启事 ..... (2002.1.48)

新型混凝土材料 ..... (2002.2.8)

用超声波使挥发性有机化合物无害化 ..... (2002.2.11)

欧洲加强电子制品再资源化 ..... (2002.2.21)

利用超电导净化污水 ..... (2002.2.24)

日试验证实低浓度壬基苯酚的环境激素作用

..... (2002.2.24)

国际海运组织通过三丁基锡管理国际条约

..... (2002.2.24)

日本开发海底燃料 ..... (2002.2.36)

海岸生态破坏严重 ..... (2002.2.39)

超过 80% 的地区生物物种面临灭绝危机

..... (2002.3.11)

日举行建筑物屋顶、墙面等特殊绿化竞赛

..... (2002.3.17)

空调冰箱妙组合 ..... (2002.3.20)

欢迎订阅《重庆环境科学》 ..... (2002.3.32)

英国已开设二氧化碳排放权市场 ..... (2002.3.36)

东南亚热带雨林可产生大量破坏臭氧层的氯代甲烷

..... (2002.3.36)

《广州环境科学》荣获首届穗版内部资料优秀奖

..... (2002.4.5)

英荷壳牌石油公司投资开发生物酒精 ..... (2002.4.24)

日推行让登山者带上携带厕所活动 ..... (2002.4.26)

日提出新的生物多样性国家战略 ..... (2002.4.31)

卫星证实南极半岛的拉森 B 冰架已经崩溃

..... (2002.4.33)

适宜于温、寒林带气候的地区正向极地方向移动

..... (2002.4.46)

# GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCE

Vol. 17 No. 4

Dec. 2002

## CONTENTS

|                                                                                                                                                             |                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| The Research on Distribution and Disposal Process of Heavy Metal in Municipal Sludge<br>.....                                                               | An Miao, Zhou Qi, Li Yongqiu (1)            |
| Catalytic Reaction of Sodium Chloride and Iron Oxide with Limestone Desulphurizer Injected into the Furnacer<br>.....                                       | Cheng Hanlin, Cai Qiang (6)                 |
| The Experiment Research on Adsorption Equilibrium of Sulfur Dioxide on Flue Dust<br>.....                                                                   | Zhang Xiaoguang, Chen Fanzhi, Wu Xiuwen (8) |
| An Analysis of the Pollution Trend on Dust Fall in Guangzhou City in Ten Years Recently<br>.....                                                            | Chen Yuhui, Hu Danxin (11)                  |
| Discussion about Wasted computer Pollution and its Management Measures .....                                                                                | Yang Jing, Weng Shizhao (15)                |
| Practice and Experience of Measuring Non – deterministic Degree Analysis .....                                                                              | Zhang Qu, Zhou Min (18)                     |
| Detecting the Non – deterministic Degree of Ammonia Nitrogen in Water with Nessler's<br>Reagent Spectrophotometric Determination .....                      | Lu Chunxia (21)                             |
| Using Compact Sulfur Detector to Detect the Sulfur Content in Plant Leaf .....                                                                              | Liu Yingxi, Huang Xiaowei (25)              |
| Improving the Method of Determination of Oil with Non – disperse Infrared .....                                                                             | Wang Shu, Chen Xiaofang (27)                |
| Discussion about the Relationship between Standardized Environment Management<br>and Environmental Protection Administration Management in Enterprise ..... | Zhang Yun (29)                              |
| ISO14000 Authentication Status and Countermeasures in Zhongshan .....                                                                                       | Du min, Zhan Genxiang, Liu Honggang (32)    |
| Theory and New Practice on Public Participation of Environmental Management .....                                                                           | Gui Lieyong (34)                            |
| A Discussion on the Function and Protection of Wetland .....                                                                                                | Wang Yuqiu, Qian Qian (37)                  |
| The Status, Problem and Countermeasure of Wetland Resource in Offshore of Northern Estuary, Yellow Sea<br>.....                                             | Liu Qi, Liang Songjun (40)                  |
| Pilot Study on Marine Ecosystem Services for its Island – A Case Study of<br>Nanao Island in Guangdong Province .....                                       | Shuai Hong, Xia Beicheng, Wu Renhai (43)    |