

生态脆弱区耕地集约利用水平分析

李 芹

(西北大学城市与环境学院, 陕西 西安 710127)

摘 要:以米脂县高西沟村为例,通过构建耕地集约利用评价指标体系,利用主成分分析方法进行分析,探讨高西沟在实施有效的水土治理措施后,耕地集约利用情况,得出结论:1997~2006年米脂县高西沟村耕地集约利用情况呈波动上升趋势,1999~2001年出现下降趋势,这与当年的自然灾害有关;高西沟村非农指数、单位化肥投入、复种指数和人均纯收入,极大地影响到耕地的集约利用水平,说明农户的经济情况影响高西沟耕地集约利用程度。

关键词:生态脆弱区;耕地集约利用;主成分分析方法;分析

中图分类号:X17 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-9655(2012)06-0001-05

在农村,由于人口压力和农村经济发展需求,农民对土地资源采取了粗放经营和过度开发并存的利用方式,在开发中又缺乏有效的管理机制和保护措施,村镇的土地利用结构处于失衡状态。土地利用结构失衡导致了用地紧张、土地退化和生态环境恶化,这些都成为村镇产业发展和城镇化进程的桎梏。另外,从农民自身而言,追求收益最大化是农民从事农业活动的出发点,为了增大单位面积农业产出,农民不断提高对农业的投入,但随着化肥农药价格上涨,农业比较利益低,在土地耕作区土地的撂荒现象严重,土地的利用效率不高。如何利用耕地成为广大农村迫切需要解决的问题。

国外对土地利用的研究是从农业土地集约经营研究开始的,在国内对耕地利用集约度的研究相对较晚,且侧重点是城市土地利用。国内现有的研究成果主要有^[5-7]:李秀彬等以复种指数、化肥施用量、灌溉面积和粮食产量等指标,分析了中国1981~2000年农地利用集约度变化的区域差异;刘成武等基于土地经营期间所有投入的货币总额衡量1980~2002年稻谷、小麦、玉米、棉花等主要农作物生产集约度和区域差异;此外,朱会义等采用复种指数、粮食播种面积和粮食单产重点衡量1996~2005年中国耕地利用集约度的时空分异规律;刘成武^[8]等分析了全国耕地利用集约度的时序特征和空间差异。综上所述:学者们关于耕地集约利用的研究主要着重于通过不同方法评价不同尺度下的耕地集约利用现状,并对耕地集约利用变

化规律进行分析,缺少小尺度及特殊区域的耕地集约利用的研究。生态环境脆弱区有着特殊的自然地理环境,水土流失问题严重,如何实现耕地的集约利用成为备受关注的问题。

本文旨在通过构建耕地集约利用评价指标体系,研究生态脆弱区在水土治理工程后耕地的集约利用变化情况,找出耕地集约利用变化的时空分异规律,并通过主成分分析方法分析其主要的因子,为高西沟村耕地合理利用提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

高西沟村位于无定河东岸的金鸡河流域,距米脂县城20km,属典型黄土高原丘陵沟壑区,总土地面积约4.00km²,总耕地面积约302.20hm²,主要有山地、川地和坝地3种土地利用类型。山地主要种植经济林,坝地和川地多种植粮食与经济作物。主要的粮食作物有玉米、谷子、糜子,经济作物主要是土豆、豆子、葱等。全村有126户,总人口约为522人。

高西沟在自然地理分区中属温带半干旱半湿润森林草原带,年均降雨量440mm左右,降雨的基本特点是年际波动大、年内分布不均匀,高度集中在7~9月,约占全年的75%左右,是干旱和暴雨多发区,水土流失严重。因为处于黄土高原生态脆弱区,从20世纪五六十年代开始,高西沟人就开始以水土保持为主的生态综合治理工程,确立了因地制宜、合理用地、宜粮则粮、宜林则林、宜牧则牧的原则,坚持山、水、田、林、路科学规划,综合治理,实施农、林、牧各占1/3的经营模式。到

1978年，基本形成“三三制”，使高西沟水土流失的治理和经济发展有了质的飞跃和变革，开了黄土高原丘陵沟壑区生态建设的先河，走出了生态农业发展的新路子。随后国家实施退耕还林政策，高西沟分别于1993年和1997年实行两次较大的退耕还林措施，耕地面积变化极为显著，为探索耕地集约利用模式提供了平台。

1.2 数据来源和研究方法

1.2.1 数据来源

(1) 遥感数据。借助 Arcgis 处理的 1996 和 2006 年两期土地利用图进行矢量化处理，得到高西沟村的对高西沟的土地利用数据。

(2) 社会经济数据。本文用到的农户投入产出数据来源于米脂县高西沟 1997 ~ 2006 年经济情况调查，包括农业产值、农民收入、土地投入产出等数据。

(3) 农户数据。农户数据由本课题组深入研究区农户家庭进行问卷调查获得，调查涉及研究区内各农户的基本情况、投入产出数据，并与村长进行沟通获得农户的大体情况，再录入计算机形成农户信息数据。

1.2.2 研究方法

耕地集约利用评价指标体系设计的基本思路是以耕地集约利用内涵界定为基础，以耕地乃至土地可持续利用和社会经济可持续发展为目标，以合理、合法、高效为出发点。耕地集约利用评价指标一般包括以下几个方面的评价内容：影响制约耕地集约利用因素指标，耕地集约利用程度评价指标，耕地集约利用趋势和可持续度。在具体的指标评价体系设计时需满足层次性要求，应包括目标层次、

准则层次、指标层等。区域耕地集约利用评价是一个多因素因子综合评价的过程，需要根据评价区域的特征分析评价指标体系中各因素因子的重要程度，确定各指标的权重。权重确定方法可以分为主观赋权方法与客观赋权方法两大类。所谓主观赋权法就是人为地凭经验确定权重，如专家打分法 (Delphi)、层次分析法 (AHP)、因素成对比较法等^[9]；客观赋权法则依据评价对象各指标数据，按照某个计算准则得出各评价指标权重，如：模糊综合评价法、主成分分析法、运筹学和其他数学方法等。客观赋权法可以减小主观影响，得到客观而有说服力的权重结果，主观赋权法却可以根据实际情况作出切合实际的判断，二者结合将有助于得出更加准确的结果。

本文在借鉴现有的研究成果的基础上，结合高西沟村自然条件采用主成分分析法对该村耕地集约利用程度进行评价。首先，对原始数据标准化处理，借助 SPSS17.0 统计分析软件，运用主成分和分类分析功能，得到合成因子的特征根和贡献率，选取累计贡献率达到 85% 的因子或贡献率较高的前几个因子作为主成分进行分析^[10-11]。

2 结果分析与讨论

2.1 指标体系的构建

针对新一轮土地利用总体规划修编工作的需要，结合我国现阶段耕地保护工作的开展，本文根据相关研究成果，以耕地集约利用水平作为评价目标 (目标层)，以耕地集约利用的不同层面为基础从约束强度、投入强度、利用程度、产出效果和可持续状况 5 个角度 (基准层) 构建指标体系 (表 1)，进行综合评价。

表 1 耕地集约利用评价指标体系

目标层	准则层	指标层因子 (单位)	指标说明
耕地集约利用程度	约束强度	X ₁ 农民人均纯收入 (元/人)	农业总收入/总人口
		X ₂ 单位化肥投入 (kg)	种植业化肥总投入/耕地面积
	利用强度	X ₃ 复种指数 (%)	农作物种植总面积/耕地总面积
		X ₄ 灌溉指数 (%)	有效灌溉耕地面积/耕地面积
	产出强度	X ₅ 单位农用地 GDP (元/hm ²)	农业生产总值/农用地面积
		X ₆ 单位耕地面积粮食产量 (kg/hm ²)	粮食产量/耕地面积
		X ₇ 安全系数 (kg/hm ²)	粮食产量/耕地面积
	持续状况	X ₈ 非农指数 (%)	非农业人口总数/总人口
		X ₉ 人均耕地 (人/hm ²)	耕地总面积/总人口
		X ₁₀ 林草地覆盖率 (%)	林草地面积/土地总面积

2.2 数据标准化处理

原始数据因量纲不同、单位不同，不具有可比性，需对原始数据进行标准化处理。该研究共选择了耕地集约利用的 10 个评价指标，把陕西省米脂县高西沟村的 1997 ~ 2006 年每一年的数据作为一个参评对象，设为 n ($n = 10$)，与每一年各个指标值，构成数据矩阵 x ，如下：

$$x = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2p} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{np} \end{pmatrix}$$

$$\bar{x}_i = \sum_{i=1}^n x_i / n \quad (1)$$

$$x'_i = \sum_{i=1}^n x_i / \bar{x}_i \quad (2)$$

式中， \bar{x}_i ， x'_i 分别为各指标平均值与指标标准化值。

2.3 计算相关系数矩阵 R

列出由标准化后的数据构成的相关系数矩阵 R：

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nn} \end{pmatrix} \quad (3)$$

2.4 计算特征值及特征向量

根据相关系数矩阵 R ，构建特征方程 $|R - \lambda I| = 0$ ，计算主成分贡献率及累计贡献率，公式为：

$$\omega_i = \lambda_i / \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (i = 1, 2, \cdots, p) \quad (4)$$

方程的 p 个非负的特征值 $\lambda_1, \lambda_2, \cdots, \lambda_p$ ，对应于特征值 λ_i 的特征向量为： $C_i = (C_{1i}, C_{2i}, \cdots, C_{pi})$ ($i = 1, 2, \cdots, p$)。

2.5 求主成分

由特征向量组成的 p 个主成分 y_i ，其中主成分 y_1, y_2, \cdots, y_p 之间相互无关：

$$y_i = C_{1x1} + C_{2x2} + \cdots + C_{pxp} \quad (5)$$

2.6 选择主分量

选取前 m ($m < p$) 个主成分 y_1, y_2, \cdots, y_m 作为主分量。这 m 个主成分方差之和占全部总方差的 85% 以上，基本保留了原来指标或变量 x_1, x_2, \cdots, x_p 的信息，这样指标或变量的数目将由 p 个减少到 m 个，从而起到了筛选指标或变量的作用。

2.7 评价与分析模型

(1) 耕地集约利用综合评价模型

根据对高西沟村耕地集约利用水平的分析，耕地集约利用主要包括耕地约束强度、投入强度、利用程度、产出效果和可持续状况 5 个方面，据此构建耕地集约利用综合评价模型：

$$E = \omega_1 y_1 + \omega_2 y_2 + \cdots + \omega_n y_n \quad (6)$$

$$\omega_i = \lambda_i / \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (7)$$

式中， E 为综合评价值， w_i 为各特征向量的权重， y 为主成分值， λ 为特征值。

对原始数据进行标准化后处理后得到指标标准化值 (表 2)。

表 2 标准化的评价指标

年份	x'_1	x'_2	x'_3	x'_4	x'_5	x'_6	x'_7	x'_8	x'_9	x'_{10}
1997	0.6521	0.6258	0.6116	0.9804	0.6285	0.6013	0.9220	0.7735	1.4909	0.7989
1998	0.6956	0.6293	0.6881	0.9802	0.6714	0.6194	0.9470	0.8072	1.4851	0.7974
1999	0.6521	0.8635	0.7645	1.0021	0.8016	0.8226	0.9137	0.8419	1.0799	0.7974
2000	0.6956	0.8635	0.8410	0.9729	0.6202	0.8247	0.9090	0.8354	1.0716	0.8578
2001	0.7174	0.8635	0.9174	0.9874	0.5329	0.8226	0.9090	0.8354	1.0716	0.9786
2002	0.7391	1.2145	0.8257	0.9779	0.6801	1.2259	0.9611	0.9935	0.7619	1.0995
2003	1.0000	1.2145	1.2232	0.9925	0.7678	1.2715	0.9968	0.9935	0.7619	1.1789
2004	1.2134	1.2395	1.2232	1.0930	0.9584	1.3675	1.0680	1.1741	0.7590	1.1789
2005	1.6521	1.2395	1.3761	1.0604	1.9657	1.3675	1.0680	1.3593	0.75900	1.1789
2006	1.9825	1.2463	1.5291	1.0069	2.3735	1.0770	1.3053	1.3863	0.7590	1.1336

若将评价指标体系中的 10 个因子全部计算，过程极为复杂，且不利于最后结果的分析。将标准化后的结果，导入 SPSS 软件，运用主成分和

分类分析功能，得到合成因子的特征根和贡献率如表 3，前 3 个因子的累计贡献率达到 93.928%，超过 85%，这意味着因子 1、因子 2 和因子 3 所

携带的数据信息已经基本包括了原来 10 个变量所携带的数据信息，这就使数据结构大为简化，

因此选取因子 1、因子 2 和因子 3 作为主成分进行分析。

表 3 特征向量

因子	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	
主成分	Y ₁	0.904	0.927	0.082	0.688	0.805	0.874	0.837	0.972	-0.870	0.908
	Y ₂	0.343	-0.229	0.672	-0.292	0.420	-0.446	0.540	0.120	0.283	-0.246
	Y ₃	0.233	-0.270	-0.685	0.333	0.370	-0.167	0.028	0.187	0.325	-0.229

第一类因子 Y₁ 称为影响耕地集约利用的基础因子，第二类因子 Y₂ 称为影响耕地集约利用的次级因子，第三类因子 Y₃ 称为影响耕地集约利用的补充因子。

因此，3 个主成分分别用如下公式计算：

$$Y_1 = 0.904x_1 + 0.927x_2 + 0.082x_3 + 0.688x_4 + 0.805x_5 + 0.874x_6 + 0.837x_7 + 0.972x_8 - 0.870x_9 + 0.908x_{10} \quad (8)$$

$$Y_2 = 0.343x_1 - 0.229x_2 - 0.672x_3 - 0.292x_4 + 0.420x_5 - 0.446x_6 + 0.540x_7 + 0.120x_8 + 0.283x_9 - 0.246x_{10} \quad (9)$$

$$Y_3 = 0.233x_1 - 0.270x_2 - 0.685x_3 + 0.333x_4 + 0.370x_5 - 0.167x_6 + 0.028x_7 + 0.187x_8 + 0.325x_9 - 0.229x_{10} \quad (10)$$

定义综合得分为：

$$Y = 0.6796Y_1 + 0.1529Y_2 + 0.1066Y_3 \quad (11)$$

由表 3 的结果我们得出以下结论：非农指数、单位化肥投入、农民人均纯收入在影响耕地集约利用的基础因子中占的比重比较大，复种指数在二、三主成分中所占比重较大，对高西沟耕地集约利用水平有重要的影响。

表 4 1997~2006 年耕地集约利用因子值

年份	基础因子		次级因子		补充因子		综合值	排序
	因子值	排序	因子值	排序	因子值	排序		
1997	5.7307	10	0.5662	4	0.8731	4	4.0742	10
1998	5.8699	8	0.6076	3	0.9016	3	4.1781	6
1999	5.9452	6	0.3705	5	0.7259	5	4.1744	7
2000	5.8576	9	0.2922	6	0.6368	6	4.0933	9
2001	5.9246	7	0.2295	7	0.5866	8	4.1240	8
2002	6.7313	5	-0.0277	10	0.3848	10	4.6114	5
2003	7.1900	4	0.0690	9	0.4532	9	4.9452	4
2004	7.9431	3	0.2009	8	0.6162	7	5.4946	3
2005	9.3044	2	0.8419	2	1.1513	2	6.5745	2
2006	9.8382	1	1.3611	1	1.3776	1	7.0410	1

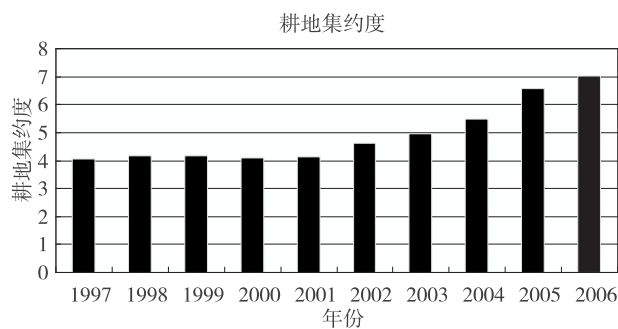


图 1 高西沟村 1997~2006 年耕地集约利用综合值

3 结论

3.1 结论

(1) 高西沟村耕地集约利用水平在 1997~2006 年大致呈波动上升趋势，高西沟村耕地集约利用水平大致是逐年提高的，1999~2001 年呈现小的波动，出现下降趋势。这是因为 1999~2001 年的自然灾害导致粮食产量下降。总体上讲高西沟村的耕地集约利用水平仍然不高，处于一般集约状态。

(2) 非农指数、人均纯收入、单位化肥投入和复种指数对高西沟耕地集约利用水平有重要的影响,说明农户家庭的经济情况在很大程度上决定了高西沟的耕地集约利用情况,农户是农业生产活动的主体,农户的决策决定了土地的利用程度。高西沟村在退耕还林政策后农民手中的耕地面积减少,农民趋向于调整种植结构,从事兼业化生产以保证农民自身基本的生活需求。

(3) 根据所获得统计资料和农户资料,利用 spss 对粮食单产和人均纯收入做相关性分析,结果表明高西沟村人均纯收入与粮食单产的相关系数为 0.904,具有较强的相关性。表明在现有的自然、科技条件下,人均纯收入对于高西沟耕地的集约利用有重要的影响。

3.2 需要进一步探讨的问题

首先,从一定层面上讲,耕地利用在微观尺度上是一种农户行为,农户对生产投入的选择服从于局限条件下的收入最大化原则。在不断完善的市场经济条件下,农户收入最大化的个体追求,会使得众多农户减少对所承包耕地的粮食生产投入而大量向比较效益较高的经济作物或二、三产业转移,从而在一定程度上导致耕地的粮食产出下降。

农户作为农村独立的生产经营主体,其家庭拥有资源状况对耕地利用同样具有重要的影响,但是本研究没有将农户的家庭特征和个体决策列入研究范围,如何构建科学合理的决策模型来模拟高西沟村的耕地集约利用情况,需要继续深入研究。

参考文献:

[1] 刘新卫. 我国土地资源集约利用概述 [J]. 国土资源情报, 2006, (3): 7-13.

[2] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴 (2006) [M]. 北京: 中国统计出版社, 2006.

[3] 张侠. 山东省寿光市耕地集约利用评价研究 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38 (4): 1971-1973.

[4] 吕晓, 刘新平. 耕地集约利用评价指标体系研究 [J]. 广东土地科学, 2007, 6 (3): 15-17.

[5] Li Xiubin, Zhu Huiyi, Tan Minghong, et al. Measurement of land use intensity [J]. Progress in Geography, 2008, 27 (6): 12-17.

[6] Li X B, Wang X H. Changes in agricultural land use in China: 1981-2000 [J]. Asian Geographer, 2003, 22 (1/2): 27-42.

[7] Liu Chengwu, Li Xiubin. The changing characteristics of the agricultural land use intensity in China based on the production cost [J]. Journal of Natural Resources, 2006, 21 (1): 9-15.

[8] 王平, 邱道持. 农村土地集约利用影响因素研究 [J]. 农机化研究, 2011, 5 (3): 2-4.

[9] 刘成武, 李秀彬. 基于生产成本的中国农地利用集约度的变化特征 [J]. 自然资源学报, 2006, 21 (1): 9-15.

[10] 王玲, 孙洁. 基于主成分分析的耕地集约利用评价 [J]. 湖北农业科学, 2009, 48 (3): 607-611.

[11] 徐建华. 现代地理学中的数学方法 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 84-87.

[12] Liu Chengwu, Li Xiubin. Regional disparity in the changes of agricultural land use intensity in China during 1980-2002 [J]. Journal of Geographical Sciences, 2006, 16 (3): 286-292.

[13] 朱会义, 李秀彬, 辛良杰. 现阶段中国耕地利用集约度变化及其政策启示 [J]. 自然资源学报, 2006, (1): 907-915.

[14] 郭志刚. 社会统计学分析方法 - SPSS 软件应用 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1999.

[15] 朱会义, 李秀彬. 现阶段我国耕地利用集约度变化及其政策启示 [J]. 自然资源学报, 2007, 22 (6): 907-910.

[16] 孔祥斌, 张凤荣. 基于农户利用目标的集约化农区土地利用驱动机制分析—以河北省曲周县为例 [J]. 地理科学进展, 2004, 23 (3): 53-56.

An Analysis of Intensive Cultivation in the Ecologically Fragile Area

LI Qin

(College of Urban and Environment Science, Northwest University, Xi'an Shanxi 710127 China)

Abstract: By setting up the evaluation indicator system for the intensive land cultivation, the intensive use of the land in Gaoxigou Village of Mizhi County has been analyzed by using the principal component method, after the effective implementation of soil conservation measures. The conclusions are made as follows: there has been an increase in the intensive use of the land in Gaoxigou Village from 1997 to 2006; and the natural disasters of 1999 to 2001 reversed the rising trend; the intensive cultivation in Gaoxigou Village has been influenced by such indicators as non-agricultural population, unit fertilizer input, index of multiple cropping and per capita income. This shows that the economic situation of a farmhouse could affect the intensity of the land cultivation.

Key words: ecologically fragile area; intensive land cultivation; the principal component analysis method; analysis

不同有机碳源对滇池沿湖大棚土壤水溶性氮、磷调控的研究

杨育华¹, 支国强¹, 和兰娣¹, 刘滔², 王丕祥²

(1. 昆明市环境科学研究院, 云南 昆明 650032; 2. 云南珉森环保科技有限公司, 云南 昆明 650032)

摘要: 采用大田试验方法, 研究了5龄大棚土壤在不施肥(CK)、常规施肥(CH)、混合秸秆粉(CF)和褐煤粉(MF)4种处理下对土壤水溶性氮、磷调控的影响。结果表明, 在不影响作物产量的前提下, CF、MF和CK与CH相比均能降低土壤水溶性氮含量水平, 而CF、MF可促进土壤水溶性磷解吸; CF、MF与CK相比, CF促进土壤水溶性磷的释出, MF抑制了土壤水溶性磷的释出。

关键词: 有机碳源; 大棚土壤; 水溶性氮磷; 调控

中图分类号: X13 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0006-03

大棚种植规模的增加, 化肥、农药的不合理使用, 造成了大棚土壤的很多问题, 还对环境造成了污染, 其中以水体富营养化最为明显。有机碳与土壤微生物、土壤动物、土壤植物及土壤理化性状之间关系密切。目前对利用不同形态有机碳源来调控农田土壤水溶性氮、磷方面研究报道较少。因此, 开展有机碳对大棚土壤水溶性氮、磷释出的影响研究, 探讨添加外源有机碳调控大棚农田土壤有效态氮、磷流失的可行性, 能指导农业固废的产业化发展和产品使用, 为大棚农业可持续发展和防控农田面源污染提供新思路。

1 试验材料和方法

1.1 试验地点和供试土壤

试验于2008年2月10日至8月1日在呈贡县马金铺乡庄子村进行。该研究区土壤类型为水稻土, 选择滇池沿湖地区具有代表性的5龄蔬菜大棚, 此类大棚以叶菜类蔬菜种植为主, 多年平均复种指数为4~6茬, 化学肥料N、P₂O₅和K₂O肥施用量(折纯量)分别为1890.0kg/hm²·a、337.5kg/hm²·a和337.3kg/hm²·a, N:P₂O₅:K₂O钾比例接近6:1:1, 折合施用强度2565.0kg/hm²·a。大田试验土壤基本理化性质见表1。

1.2 供试材料

添加材料: 玉米秸秆粉、小麦秸秆粉、褐煤粉、尿素、复合肥。

供试作物: 油麦菜、黄白菜、意大利生菜(漂浮苗)。

表1 大田试验土壤基本理化性质

土壤名称	全氮 /%	全磷 /%	腐殖酸 /mg·kg ⁻¹	有效磷 /mg·kg ⁻¹	总有机碳 /%	速效氮 /mg·kg ⁻¹	pH
大棚土壤	0.263	0.315	2.653	368.447	2.330	351.733	6.953

1.3 试验设计

采用裂区组试验法, 设置空白、常规施肥、玉米秸秆粉+小麦秸秆粉和褐煤粉4个处理, 每个处理重复4次, 共设16个小区。编号分别为: CK、CH、CF和MF。CH在定植后7d追施尿素和复合肥, CF、MF在定植前当基肥一次撒施。单个重复小区面积为12m², 每个重复之间留40cm的保护行。利用喷灌的方式浇水, 种植期浇水方式和浇水量相同。第一茬2月10~3月23日, 第二茬3月24日~5月10日, 第三茬5月11日~6月19日, 第四茬6月20日~8月1日。各处理添加物用量见表2。

表2 单个重复试验处理添加物用量表(实物量)

处理	基肥	追肥	
		尿素 (46%)	复合肥 (15:15:15)
CK	0	0	0
CH	0	0.50kg	0.75kg
CF	玉米、小麦秸秆粉各5kg	0	0
MF	褐煤粉10kg	0	0

收稿日期: 2012-07-05

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项研究课题(2008ZX07102-004)。

作者简介: 杨育华, 工程师, 昆明市环境科学研究院。

1.4 采样及测定方法

土壤采样分别在定植前、定植后 15d (生长中期)、定植后 30d (收获时), 随机采样, 采集深度 0~30cm。土样风干剔杂。用酚二磺酸法测定硝态氮, 浸提液按风干土:水比 (w/w) 1:10, 放入恒温培养箱 25℃ 静置 24h 取上清液。指标检测方法按国家标准 > 行业标准 > 常规方法顺序执行。

2 结果与分析

2.1 不同处理对土壤浸提液氮的影响

从图 1 看, 处理 CF、MF 与 CK 对比, 随着有机物料投入时间的延长, 土壤浸提液水溶性氮释出量呈现促进向抵制的趋势, 并且这一趋势在纤维质类易腐有机物上表现比较明显, 而稳定态有机物则表现不明显。处理 CF 与 CK 相比, 对土壤浸提液中水溶性氮增减率变幅达 -72.47%~5.27%, 从前两茬的 -72.47%~-40.47% 降至后两茬的 -25.85%~5.27%。MF 与 CK 处理相比, 对土壤浸提液全氮增减率变幅为 -18.97%~15.98%, 从前期 -18.97%~-12.59%, 降至后期的 4.39%~15.98%。而 CF、MF 与 CH 相比, 随着有机物料施用周期的延长, 土壤浸提液水溶性氮浓度水平总体呈下降趋势, 特别是对土壤硝态氮的控制作用极为明显。土壤浸提液氮控失率幅度分别达 24.04%~91.97% 和 19.45%~93.33%。

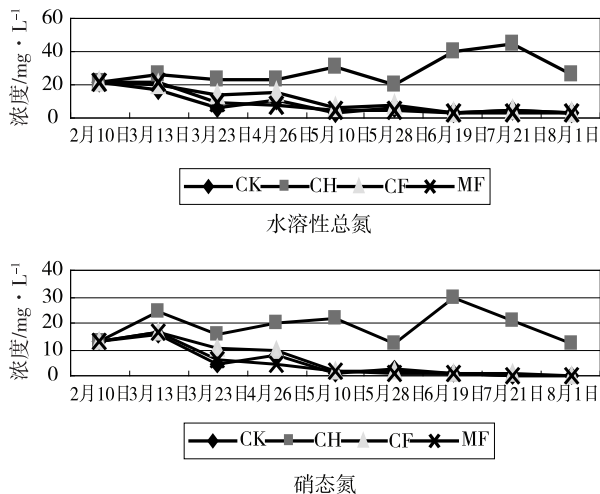


图 1 土壤浸提液氮变化趋势

2.2 不同处理对土壤浸提液磷的影响

从图 2 看, 处理 CH 与 CK 相比, 除了第四茬末期土壤中水溶性磷比 CK 的高外, 在种植期相同时间 CH 处理的比 CK 的低, 平均低 24.6%。处理 CF 与 CK 相比, 对土壤中水溶性磷调控不明显, 平均低 0.7%。处理 MF 与 CK 相比, 土壤中水溶性磷在任何种植期都比 CK 低, 平均低 26.4%。土

壤中水溶性磷含量依次为 CK > MF > CH > CF。

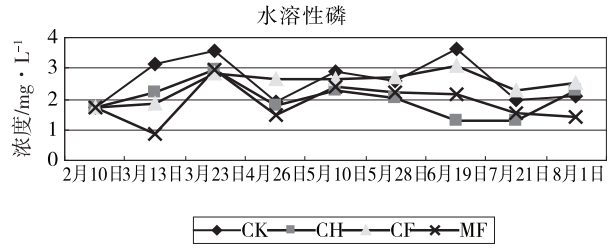


图 2 土壤水溶性磷变化趋势

2.3 对作物产量的影响

试验共计连续种植蔬菜 4 茬, 平均产量, CK 2514 kg/茬·hm²、CH 2487kg/茬·hm²、CF 37185kg/茬·hm² 和 MF 34695kg/茬·hm², 产量高低水平比较为 CK > CH > CF > MF。

3 讨论

不施肥处理水溶性磷高于施肥水平与常理不符。试验土壤全 N/全 P 分别为 CK: 0.80, CH: 1.15, CF: 1.09, MF: 1.00; 速效态 N/P 分别为 CK: 0.72, CH: 1.15, CF: 0.81, MF: 1.13, 其中 CK 处理全 N/P < 1, 其余都 > 1, 而速效态 N/P 则是 CK、CF 均 < 1, 而 CH、MF 均 > 1, 可能是种植过程中作物生长、土壤生物活动和 pH 变化导致土壤固定态或有效态的 N/P 交互结果, 有待进一步研究。也有研究表明, 相同土壤氮、磷水平下, 施用氮肥会增加磷的溶解度和有效性。CF 和 MF 与 CH 相比, CF 平均增加了 32.9% 的水溶性磷释出, MF 增加不明显, 平均仅为 2.14%, 说明易腐类有机物施入土壤中可促进土壤磷的矿化。这与王涛、张维理等研究的渗漏方式下, 有机肥用量低时颗粒态磷是主要流失形态, 有机肥用量达到中等或较高水平时水溶性磷是流失的主要形态, 结果是一致的。但关于土壤 N/P 与氮、磷含量水平之间的关系需要进一步研究, 研究结果可作为指导农田施肥和相关专用肥料生产的重要依据。易腐有机物料 (包括有机肥) 的施用会增加土壤磷流失的风险, 但从农业生产与水污染防治角度看, 农业固废还田是土壤磷素的一个重要补充, 也是从源头降低磷肥施用强度和有效调控土壤磷富积水平的生态途径。在合理施肥的情况下, 土壤磷素也会逐渐积累, 所以必须严格注意磷素的积累过程, 适时调整磷肥用量, 不使磷素积累达到危害环境的程度。

4 结论

随着有机物料施用周期的延长, 土壤浸提液水溶性氮浓度水平总体呈下降趋势, 特别是对土壤硝态氮的控制作用极为明显。对于 5 龄大棚在生产过程

中近半年时间内,在不施用化学肥料的情况下仍然可以保证作物产量。

参考文献:

[1] 中国土壤学会农业化学专业委员会. 农业化学常规分析法 [M]. 北京: 科学出版社, 1989: 91-93.
[2] S. L. 蒂斯代尔 W. L. 纳尔逊, J. D. 毕腾, 金继运, 等译. 土壤肥力与肥料 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1998.
[3] 刘毅, 陈宁吉. 滇池流域磷循环系统的物质流分析 [J]. 环境科学, 2006, 27 (8).
[4] 周翠. 土壤氮磷流失及其评价模型研究现状和进展 [J]. 台州农业, 2007, (4): 12-15.

[5] 黄东风, 王果, 李卫华, 等. 菜地土壤氮磷面源污染现状机制及控制技术 [J]. 应用生态学报, 2009, (4): 993.
[6] 张乃明, 李成学, 李阳红. 滇池流域土壤磷累积特征与释放风险研究 [J]. 土壤, 2007, 39 (4): 666.
[7] 王涛, 张维理, 张怀志. 滇池流域人工模拟降雨条件下农田施用有机肥对磷素流失的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14 (6): 1092.
[8] 曹志平. 土壤生态学 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 70.
[9] 樊云龙, 陈浒, 苏孝良, 等. 退化生态系统土壤动物研究概况 [J]. 中国生态农业学报, 2010, 18 (3): 668.

A Research on the Regulation of Water Soluble Nitrogen and Phosphorus in the Green House Soil around Lake Dianchi by the Different Organic Sources

YANG Yu-hua¹, ZHI Guo-qiang¹, HE Lan-di¹, LIU Tao², WANG Pi-xiang²

(1. Kunming Institute of Environmental Science, Kunming, Yunnan 650032 China)

Abstract: In the field test, the green house soil with five different ages has been tested with four treatments to study its water soluble nitrogen and phosphorus when there is no fertilizer application (CK), or with regular fertilizer application (CH), or applied with mixed crop straw powder (CF) or grinded brown coal (MF). The results show that when the crop yield is not affected, the content of water soluble nitrogen in the soil is reduced under the treatments of CF, MF and CK rather than CH. The desorption of the water soluble phosphorus in the soil could be enhanced by CF and MF. When CF and MF are compared with CK, CF could help release the water soluble phosphorus in the soil while MF does the opposite.

Key words: organic carbon source; green house soil; water soluble nitrogen and phosphorus; regulation

大气汞形态分布的研究进展

刘燕, 罗津晶

(厦门大学环境科学研究中心, 福建 厦门 361005)

摘要: 归纳了大气中汞的形态和行为, 并联系近年来国内外对海洋边界层大气汞的研究现状, 介绍本实验室对厦门近海地区气态元素汞和颗粒态总汞同步监测的研究, 考察厦门近海地区大气汞的分布特征及影响因素, 以期补充近海地区汞污染数据, 为汞污染控制和治理工作提供数据支持。提出了今后应进一步开展的研究方向。

关键词: 大气汞; 近海地区; 形态分布; 海洋边界层

中图分类号: X16 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0009-04

重金属汞是构成地壳的物质, 在自然界中分布比较广泛。由于它特殊的理化性质, 决定了它可以通过沉降机制进入各生态系统, 并通过食物链的富集最终对人类及生物的中枢神经系统造成严重的损伤。大气汞有自然来源和人为来源, 这两种来源每年向大气环境排放的汞量是极其可观的。目前普遍接受的多种自然来源向大气环境排放的汞量范围是每年 1000~4000 t^[1], Seigneur 估算每年人为汞排放源向大气环境排放的汞有 2000~2100 t^[2]。高排放量会引起高沉降量, 其对生态系统的影响不容忽视。近年来, 随着化学燃料燃烧、金属冶炼等人为活动以及对能源的需求加剧, 不断向大气环境释放大量的汞, 具有特殊物理化学性质的汞已经成为一种通过大气环境进行跨国传输、备受关注的全球性污染物^[3]。

1 大气汞的存在形态及行为

大气汞主要有三种价态^[4]: 气态元素汞 GEM (elemental gaseous mercury, Hg⁰)、活性气态汞 RGM (reactive gaseous mercury, 主要是 Hg²⁺)、颗粒态总汞 TPM (total particulate mercury, Hg (p)), 而 GEM 和 RGM 统称气态总汞 TGM (total gaseous mercury), 在 TGM 中 GEM 所占比例大于 95%。研究显示, 北半球地区 TGM 的背景值浓度^[5]为 1.5~2.0 ng/m³, 而其在南半球的背景值浓度^[6]为 1.1~1.4 ng/m³, 北半球地区大气 GEM 的背景浓度值^[7]为 1.0~2.0 ng/m³, RGM 的背景值^[8]是 GEM 的 3% (1~600 pg/m³), 大气 TPM 的背景浓度^[8]为 1~86 pg/m³。

1.1 大气中各种形态汞的环境行为

大气汞经过物理化学转化后最终沉降于陆地, 其种类以及化学形态决定了它们的沉降机制和循环机制。由于 GEM 具有易挥发性、较低的水溶性以及不稳定性, 故 GEM 在大气中可以进行长距离的迁移, 滞留时间可以长达 1~2 a^[9]。然而 RGM 和 TPM 较易溶于水, 且具有较高的干沉降速率 (RGM: $V_d = 0.5 \sim 6$ cm/s; TPM: $V_d = 0.02 \sim 2.0$ cm/s)^[10~11], 因此 RGM 和 TPM 在释放源以及污染源附近便可以通过干湿沉降作用进入陆地及水生生态系统^[12], 在大气中滞留时间通常在几小时到几周, 一般不参与大气长距离传输。

1.2 大气中各种形态汞的相互转化

尽管 RGM 和 TPM 在大气总汞中所占的比例很小 (通常在 pg/m³ 的水平), 但是它们对大气汞的沉降和去除过程具有重要的意义。一方面, RGM 由于水溶性而易溶解于雨水和云层, TPM 除了重力沉降等自然沉降外, 易被雨水冲刷而沉降于陆地和水生生态系统, 因而 TPM 和 RGM 是大气干湿沉降的主要来源; 另一方面, 三种形态汞在大气中能发生复杂的相互转化 (如图 1), 占 TGM 95% 以上的 GEM 在大气中通过光化学反应被强氧化物质 (如 O₃、H₂O₂、卤素等) 氧化为 RGM, 而 RGM 和 GEM 又易被气溶胶吸附形成 TPM, 因此 GEM 转变为 TPM 和 RGM 是大气汞主要的去除方式。研究显示, 在对流层中滞留时间长达几个月至 1.5a 的 GEM, 其滞留时间在海洋边界层 (Marine Boundary Layer)^[13]和极地地区的春季^[14]可以缩短至几周甚至几个小时。这是由于在海洋边界层和极地大气中存在大量的活性卤素自由基 (Cl、Br、ClO、BrO 等), 边界层内光化学反应越多, GEM 损失则越多^[15]。受海洋边界层影响的地区, 大气中 GEM 或 TGM 的浓度相对内陆等地区较低, 有些甚至低于

收稿日期: 2012-04-25

基金项目: 福建省重点科技项目 (No. 2008I0024)。

作者简介: 刘燕, 硕士研究生, 研究方向: 大气汞监测。

背景浓度值^[16~18]。因此,研究海洋边界层内各形态汞的比例以及转化机制,有助于深入了解各形态

汞在海陆边界的行为。

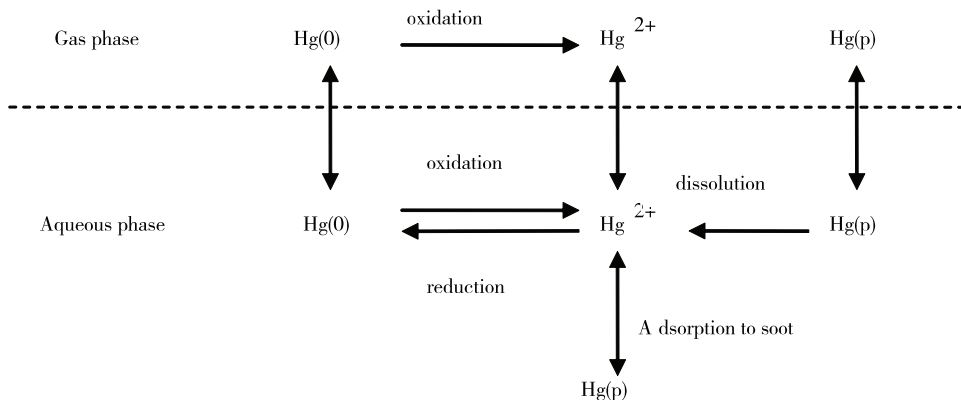


图1 汞在液相和气相中的转化途径^[19]

表1 海洋边界层的 TGM 和 GEM 监测值统计^[27]

Hg species	Cruise	Latitude	Mean/ng · m ⁻³
TGM	October 1977	Atlantic 11°N ~ 33°N	1.80
TGM	Jan to Feb 1979	Atlantic 21°N ~ 53°N	2.20
TGM	23 Mar to 2 May 2004	Okinawa, Pacific	2.00
TGM	14 Jul to 9 Aug 2000	Mediterranean Sea	1.90
GEM	15 Jun to 29 Aug 2004	North Atlantic 54°N ~ 85°N	1.53
GEM		North Pacific 22°N ~ 48°N	2.50
TGM	18 to 20 Nov 2007	West Pacific 2°N ~ 17°N	1.40
GEM	10 to 28 Aug 2008	South China Sea 17°N ~ 22°N	2.62
TGM	Jul to Sep 2008	Pacific 30°N ~ 66°N	1.52

2 大气中不同形态汞的研究进展

2.1 不同区域大气形态汞的浓度比值

近年来,全球各地对大气中各形态汞的监测数据日益完善,但是监测点以内陆居多,其次是湖泊、海洋表面,而对近海地区海洋边界层内大气汞的监测较为缺乏。

在我国的山林地区,诸如公戈山、鹿林山等^[20~22],这些地区大气中 TGM 与 GEM 同 RGM、TPM 的浓度比值分别是:(1:0.08%:0.41%)、(1:0.7%:0.13%)。然而,在我国的内陆地区,部分地区大气中气态汞同颗粒态汞的比值相对较大,例如北京^[23](1:17.61%)、重庆^[24](1:16.86%)、吉林^[25~26](1:1.93%)。这些地区大气中 TPM 浓度相对较高的主要原因是冬季供暖期燃烧煤,杨永奎等人^[3]在研究中提到煤中的汞在燃烧过程有 75% 排放到大气中,这些排放的汞附着在气溶胶中,导致大气中颗粒态汞浓度高于一般水平。

而以往对海洋边界层区域的大气汞研究,主要是对 TGM 浓度的监测。Kang 在其对日本海的海洋

边界层 TGM 浓度的研究中,统计了以往国内外对海洋边界层的 TGM 或 GEM 浓度的研究,表 1 中显示的 TGM 和 GEM 的检测值都较低,均接近背景值(1.5~2.0 ng/m³)。

Kang 认为,海洋边界层中存在的氧化物是导致大气中 TGM 和 GEM 浓度降低的主要原因,这也是其他学者对海洋边界层内气态汞浓度相对较低的普遍解释。但是若能同一时间采集多种形态的汞,并结合气象等因素将采样区内 3 种形态的浓度比值同其他非海洋边界层地区的检测值进行对比,能更好地探讨并解释不同形态汞在海洋边界层内的转化机制。因此,研究海洋边界层区域内大气汞形态的监测工作有深刻的研究意义。

2.2 厦门近海地区大气汞浓度分布

厦门地处台湾海峡南部西侧、厦门湾内,属于海湾型城市,盛行偏东风,属亚热带海洋性季风气候,太阳辐射较强。研究厦门近海地区大气中不同形态汞的浓度分布,并考察该地区大气汞的分布特征及影响因素,能够补充近海地区汞形态分布数

据,为汞污染控制和治理工作提供数据支持。

2011年2月~2012年3月,于厦门大学海洋楼楼顶(24°26′08″N, 118°05′25″E)设大气汞采样点。采样装置参照 Keeler^[28]的采样箱设计,通过金管分析法和高温还原法分别分析 GEM 和 TPM 样品,最后用冷原子荧光光谱法检测。该采样点距离海岸边仅 55 m 左右,受海洋边界层的影响较为明显。采样点周围主要的污染源与采样点的相对位置如图 2 所示,其中漳州某电厂 P1 距采样点 25.8km、厦门某大型燃煤电厂 P2 距采样点 6.9km、厦门某垃圾焚烧电厂 P3 距采样点 11km、厦门某燃煤电厂 P4 距采样点 16km、西部某垃圾焚烧发电厂 P5 距采样点 11.8km。



图 2 采样点 (A1) 周围污染源 (P1~P5) 点位图

统计得 2011 年 2 月~2012 年 3 月, GEM 和 TPM 的浓度范围分别是 1.92~12.86 ng/m³、42.96~3620.0 pg/m³, 平均浓度值分别是 5.54 ng/m³、633.43 pg/m³。从统计学的正态分布角度看, GEM 的浓度大致集中在 3~8 ng/m³, 而 TPM 的浓度主要集中在 <1000 pg/m³ 的范围。

GEM 与 TPM 的浓度值比例为 1:11.4%, 该比例显著高于背景点各形态汞之间的比值, 且与内陆地区大气汞各形态间的比值相近。2010 年 2 月~2011 年 3 月, 于同样地点采样 TPM, 结合空气中 O₃ 的浓度值, 统计得 TPM 和 O₃ 之间呈正相关性, 当空气中 O₃ 浓度增加时, TPM 也呈增加的趋势。Schroeder^[29]认为, 当空气中的 O₃ 浓度增加时 GEM 浓度降低。除了污染源的直接排放, TPM 的增加可能是由空气中的 GEM 转化而来。

该研究有以下方面工作需要进一步开展: ①增加大气中 RGM 的采集分析, 完善大气中 3 种形态汞的同步监测; ②增加采样点的数量, 包括在上风向处设置参考点、在下风向处增设置 2~3 处采样点; ③结合采样期间的气象参数(如风向、风速、太阳辐射量、相对湿度)、污染物浓度(如 O₃、SO₂ 等), 综合分析各形态汞与各影响因素的相关性。

3 小结

大气汞在环境中主要有 3 种形态, 并且在一定条件下能发生相互转化。大气汞通过干湿沉降进入陆地和水生生态系统, 并最终由食物链对人类和生物产生毒害作用, 是一种能进行跨国传输的全球性污染物。因此, 正确地了解汞在大气环境中的形态和行为是一项十分迫切的任务, 只有全面了解汞的行为及浓度分布特征, 才能正确地评估大气汞的形态转化、迁移模式等, 才能采取合适的手段从根本上控制汞的排放。本实验室对厦门近海地区气态元素汞和颗粒态总汞进行同步监测, 考察该地区大气汞的分布特征及影响因素, 以补充近海地区汞污染数据, 为汞污染控制和治理工作提供数据支持。但是, 目前该研究还有多方面的工作需要补充和完善。

参考文献:

- [1] 冯新斌, 仇广乐, 付学吾, 等. 环境汞污染 [J]. 化学进展, 2009, 21 (2): 436-458.
- [2] Seigneur C, Vijayaraghavan K, Lohman K, et al. Global source attribution for mercury deposition in the United States [J]. Environmental Science & Technology, 2004, 38 (2): 555-569.
- [3] 杨永奎, 王定勇. 大气汞的时空分布研究进展 [J]. 四川环境, 2007, 25 (6): 91-95.
- [4] Pleijel K, Munthe J. Modeling the atmospheric chemistry of mercury [J]. Water, Air, & Soil Pollution, 1995, 80 (1): 317-324.
- [5] Lamborg C H, Fitzgerald W F, O'Donnell J, et al. A non-steady-state compartmental model of global-scale mercury biogeochemistry with interhemispheric atmospheric gradients [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 2002, 66 (7): 1105-1118.
- [6] Baker P, Brunke E G, Slemr F, et al. Atmospheric mercury measurements at Cape Point, South Africa [J]. Atmospheric Environment, 2002, 36 (14): 2459-2465.
- [7] Landis M S, Keeler G J, Al-Wali K I, et al. Divalent inorganic reactive gaseous mercury emissions from a mercury cell chlor-alkali plant and its impact on near-field atmospheric dry deposition [J]. Atmospheric Environment, 2004, 38 (4): 613-622.
- [8] Keeler G, Glineson G, Pirrone N. Particulate mercury in the atmosphere: its significance, transport, transformation and sources [J]. Water, Air, & Soil Pollution, 1995, 80 (1): 159-168.
- [9] Lin C J, Pehkonen S O. The chemistry of atmospheric mercury: a review [J]. Atmospheric Environment, 1999, 33 (13): 2067-2079.
- [10] Seth N, Gustin M S, Prestbo E M, et al. Estimation of dry deposition of atmospheric mercury in Nevada by direct and indirect methods [J]. Environmental Science & Technology, 2007, 41 (6): 1970-1976.
- [11] Poissant L, Pilote M, Xu X, et al. Atmospheric mercury speciation and deposition in the Bay St. Francois wetlands [J]. J. Geophys. Res, 2004, 109 (11).
- [12] Schroeder W H, Munthe J. Atmospheric mercury - an overview [J]. Atmospheric Environment, 1998, 32 (5): 809-822.
- [13] Hedgecock I M, Pirrone N. Chasing quicksilver: Modeling the

- atmospheric lifetime of Hg⁰ (g) in the marine boundary layer at various latitudes [J]. *Environmental Science & Technology*, 2004, 38 (1): 69–76.
- [14] Skov H, Christensen J H, Goodsite M E, et al. Fate of elemental mercury in the Arctic during atmospheric mercury depletion episodes and the load of atmospheric mercury to the Arctic [J]. *Environmental Science & Technology*, 2004, 38 (8): 2373–2382.
- [15] Weiss – Penzias P, Jaffe D A, McClintick A, et al. Gaseous elemental mercury in the marine boundary layer; Evidence for rapid removal in anthropogenic pollution [J]. *Environmental Science & Technology*, 2003, 37 (17): 3755–3763.
- [16] Ci Z, Zhang X, Wang Z, et al. Atmospheric gaseous elemental mercury (GEM) over a coastal/rural site downwind of East China; temporal variation and long – range transport [J]. *Atmospheric Environment*, 2011: 2480–2487.
- [17] Chand D, Jaffe D, Prestbo E, et al. Reactive and particulate mercury in the Asian marine boundary layer [J]. *Atmospheric Environment*, 2008, 42 (34): 7988–7996.
- [18] Laurier F J G, Mason R P, Whalin L, et al. Reactive gaseous mercury formation in the North Pacific Ocean’s marine boundary layer: A potential role of halogen chemistry [J]. *J. Geophys. Res.*, 2003, 108 (D17): 4529.
- [19] Ryaboshapko A, Bullock R, Ebinghaus R, et al. Comparison of mercury chemistry models [J]. *Atmospheric Environment*, 2002, 36 (24): 3881–3898.
- [20] Fu X, Feng X, Wang S. Exchange fluxes of Hg between surfaces and atmosphere in the eastern flank of Mount Gongga, Sichuan province, southwestern China [J]. *Journal of Geophysical Research*, 2008, 113 (D20): 1–12.
- [21] Fu X, Feng X, Zhu W, et al. Total particulate and reactive gaseous mercury in ambient air on the eastern slope of the Mt. Gongga area, China [J]. *Applied Geochemistry*, 2008, 23 (3): 408–418.
- [22] Sheu G R, Lin N H, Wang J L, et al. Temporal distribution and potential sources of atmospheric mercury measured at a high – elevation background station in Taiwan [J]. *Atmospheric Environment*, 2010, 44 (20): 2393–2400.
- [23] Wang Z, Zhang X, Chen Z, et al. Mercury concentrations in size – fractionated airborne particles at urban and suburban sites in Beijing, China [J]. *Atmospheric Environment*, 2006, 40 (12): 2194–2201.
- [24] 王定勇. 重庆大气汞初步调查 [J]. *重庆环境科学*, 1996, 18 (4): 59–62.
- [25] Wan Q, Feng X, Lu J, et al. Atmospheric mercury in Changbai Mountain area, northeastern China I. The seasonal distribution pattern of total gaseous mercury and its potential sources [J]. *Environmental research*, 2009, 109 (3): 201–206.
- [26] Wan Q, Feng X, Lu J, et al. Atmospheric mercury in Changbai Mountain area, northeastern China II. The distribution of reactive gaseous mercury and particulate mercury and mercury deposition fluxes [J]. *Environmental research*, 2009, 109 (6): 721–727.
- [27] Kang H, Zhouqing X. Atmospheric mercury over the marine boundary layer observed during the third China Arctic Research Expedition [J]. *Journal of Environmental Sciences*, 2011, 23 (9): 1424–1430.
- [28] Keeler G J, Landis M S. Standard Operating Procedure for Analysis of Particulate Phase Mercury [J]. *Ann Arbor*, 1994, 1001: 48109–42029.
- [29] Schroeder W H, Yarwood G, Niki H. Transformation processes involving mercury species in the atmosphere—results from a literature survey [J]. *Water, Air, & Soil Pollution*, 1991, 56 (1): 653–666.

The Research Progress on Atmospheric Mercury Distribution

LIU Yan, LUO Jin – jing

(Environmental Science Research Center, Xiamen University, Fujian Xiamen 361005 China)

Abstract: This paper summarizes the morphology and behavior of the atmospheric mercury, including the current research of the atmospheric mercury in the marine boundary layer. It also introduces the synchronized monitoring and research of the elemental gaseous mercury and total particle mercury done by our laboratory in the offshore area of Xiamen, where the distribution characteristics of the atmospheric mercury and its influence factors are studied. The research is expected to provide the data about offshore mercury pollution, in order to support the mercury pollution control.

Key words: atmospheric mercury; offshore area; morphological distribution; marine boundary layer

生态文明背景下昆明工业产业 生态化发展路径探析

余芳, 秦成逊

(昆明理工大学社会科学学院, 云南 昆明 650500)

摘要:从生态文明发展视野对昆明工业产业的发展现状和推动工业产业生态化转型的动力构成进行分析。认为促进企业生态化生产观念形成, 推进企业生产设备与生产技术生态化升级, 促进工业产业集群化与生态化有机结合, 推进传统工业园区向生态工业园升级, 促进新能源工业产业优先发展是推动昆明产业生态化发展目标实现的重要路径。

关键词:生态文明; 产业生态化; 发展路径; 昆明工业产业

中图分类号: X2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0013-04

以工业产业为经济核心的工业文明给人类带来巨大的物质财富。工业化步伐加快, 与工业发展相伴的生态危机正在威胁人类的生存环境。我国正处于工业化进程中后期阶段, “高投入、高消耗、高排放”的发展模式给生态环境带来严重破坏。据联合国《2002年中国人类发展报告》指出, 环境问题使中国损失 GDP 达到 3.5%~8%, 最高损失已等同于当年 GDP 的增长^[1]。协调生态环境与经济发展的关系已经成为了经济社会可持续发展的关键。2007年党的“十七大”报告首次明确提出建设生态文明。这种文明形态要求具备较强的生态意识、良好的生态环境、可持续发展的经济模式和完善的生态制度^[2]。作为我国工业化发展主要载体的工业产业的最佳发展路径是走经济与生态协调并进的可持续性工业产业生态化发展道路。在这样的时代背景下, 探索昆明工业产业生态化发展路径具有重要的现实意义。

1 昆明工业产业发展现状分析

“十二五”期间, 云南将走绿色发展道路。昆明作为云南的省会城市, 在云南省的社会经济发展中处于核心地位。在“一圈、一带、六群、七廊”的区域协调发展战略格局中, 昆明处于核心辐射地位, 是我国面向西南开放的重要窗口与平台的桥头

堡城市。拥有“高原明珠”之称的昆明也是自然风光与民族风情完美结合的现代化城市。昆明肩负着带动云南经济社会实现又好又快发展的重大使命。工业产业是昆明的主导产业, 2011年昆明市第二产业增加值和工业增加值分别达到了 1161.18 亿元和 848.9 亿元, 分别占地区生产总值的 46% 和 34%。昆明在今后的发展中将继续实施工业强市战略。从生态文明发展视角, 昆明走工业产业生态化发展道路, 是实现经济发展与生态环境保护双赢的重要途径。

1.1 昆明工业产业发展现状简介

据统计, 2002年, 昆明市工业产业已形成 37 大类、127 个中类、212 个小类, 实现工业总产值 705 亿元, 创造工业增加值 226 亿元^[3]。随着工业强市战略的实施, 昆明工业经济总量和效益获得稳步提升, 至 2010 年底昆明市全年完成工业总产值 2436.13 亿元, 工业增加值 709.62 亿元, 占全市地区生产总值的 33.5%, 占全省工业增加值的 27.2%。规模以上工业企业达 1134 家, 比“十五”末净增 344 家, 规模以上工业完成主营业务收入 2312.57 亿元, 完成增加值 608.28 亿元, 增长 15.8%, 实现利税总额 318.43 亿元, 利润总额 120.94 亿元, 增长 16.9%^[4]。2010 年大中型工业企业实现工业增加值 447.85 亿元, 占全市规模以上工业增加值的 73.6%, 主营业务收入上亿元的工业企业达 255 家, 其中: 超 5 亿元的 61 家, 超 10 亿元的 35 家, 超 50 亿元的 4 家, 超 100 亿元的 3 家。从规模以上工业发展情况可知, 轻重工业获得同步增长, 与 2009 年比, 轻工业实现增加值

收稿日期: 2012-05-16

基金项目: 2010 年度国家社会科学基金项目“西部地区生态文明进程中工业化发展模式研究”(10XKS005)。

作者简介: 余芳 (1986-), 女, 湖南南县人, 硕士生, 研究方向: 区域经济学。

通讯作者: 秦成逊 (1965-), 男, 广西桂林人, 经济学博士, 教授, 研究方向: 区域经济学。

277.61 亿元, 增长 14.0%; 重工业实现增加值 330.67 亿元, 增长 17.0%, 但重工业年均增长速度仍快过轻工业年均增长速度 3 个百分点, 重工业发展在昆明工业中仍是强动力。在规模以上工业中, 烟草工业实现增加值 180.76 亿元, 增长 15.1%; 冶金工业实现增加值 89.30 亿元, 增长 25.5%; 机电工业实现增加值 69.05 亿元, 增长 14.3%; 医药工业实现增加值 29.03 亿元, 增长 16.4%。带动昆明工业经济发展的仍是烟草、冶金等传统支柱产业^[5]。

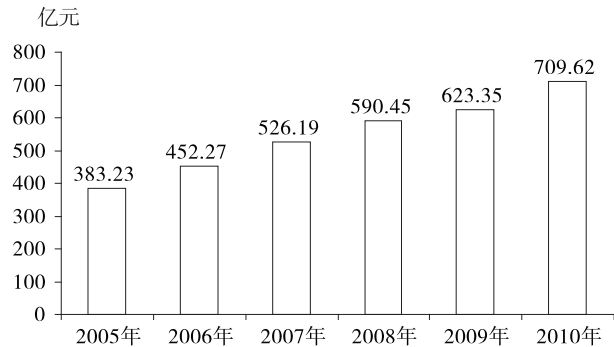


图 1 2005 ~ 2010 年昆明工业增加值变动情况

由图 1 可知, 昆明工业经济正在稳步发展, 显示出以下特征: 其一, 昆明工业产业是推动昆明经济发展的主动力, 也是拉动云南省经济发展的“火车头”, 昆明已成为云南省最重要的工业研发生产基地和西南地区重要的工业城市之一; 其二, 烟草、有色金属、磷化工、机电和生物制药等在全国具有比较优势的产业, 是昆明工业产业发展支柱力量, 尤其是烟草和冶金产业, 对全市工业经济发展起着引领和支撑作用; 其三, 昆明集聚了云南省近 2/3 的重点工业产业和重点企业, 重工业化发展特征显著, 大中型工业企业占主导地位。

1.2 昆明市工业产业的发展困境

昆明工业产业存在着环境困境。昆明工业发展中, 占主导地位的仍旧是以资源型为主导的传统产业。虽然昆明矿产资源丰富, 但资源型工业企业的整体素质和综合实力还有待提升。以资源为主导的支柱产业将会在未来的发展中因矿产资源逐渐贫化而受到制约。土地、水资源环境压力也会增大, 必然制约着工业经济的可持续发展。重工业化发展是产生工业废物最多、对生态环境影响最大的工业。相关数据显示, 2006 ~ 2010 年, 昆明市工业固体废物量分别为 1428.17 万 t、1800.77 万 t、1989.25 万 t、2140.07 万 t 和 2284.02 万 t^[6], 废物量连年增长, 5a 间工业固体废物量增长了 59.9%。由于

技术水平的局限和观念制约, 昆明工业固体废物的综合利用率还偏低, 特别是那些由企业自行处理处置的工业危险废物和放射性工业废物综合利用率更低, 这些危险废物的随意堆放对环境造成的破坏极大。云阳宗海砷污染事件就给我们带来过沉重的教训。伴随环境破坏的工业产业发展与科学发展相悖。在今后的工业化发展中, 推进昆明工业产业向生态化发展, 对实现昆明经济、社会、资源和环境的协调发展有着重大的战略意义。

2 昆明工业产业生态化转型的动力构成分析

2.1 产业生态化内涵

我国产业生态化理论研究始于 20 世纪 90 年代初的理论引进, 我国将产业生态学也翻译为工业生态学, 并且学术界将产业生态这一术语进行动词化, 提出了“产业生态化”或“工业生态化”的理念。郭守前提到产业生态化创新, 认为这种创新是把产业系统视为生物圈的有机组成部分, 在生态学、产业生态学等原理的指导下, 按物质循环、生物和产业共生原理对产业生态系统内各部分进行合理优化耦合, 建立高效率、低消耗、无(低)污染、经济增长与生态环境相协调的产业生态体系的过程。产业生态化不是生态化, 而是全程生态化。它不仅强调生产过程即产中环节的生态化, 而且同时强调产前、产后环节的生态化, 使生态化过程向产前、产后延伸, 以达到全过程的资源循环, 提高经济发展的质量^[7]。昆明的工业产业生态化发展也应走全程生态化的发展道路。

2.2 昆明工业产业生态化转型的动力构成

2.2.1 政府宏观产业规划与政策的引导调控

工业产业的生态化转变, 目前主要是产业与地区资源、环境的良性循环。工业产业生态化的良性循环经济, 涉及到整个地方社会生态系统的构建, 这需要政府从宏观层面对产业未来的发展进行前瞻性和整体性设计与规划。工业产业的生态化转型是一个长期过程, 在这过程中工业产业内的运行存在外部经济性, 单靠企业和市场力量推动很难达到理想效果。政府通过政策引导鼓励与规范作用重大。工业产业作为昆明经济发展的主动力, 昆明市政府通过长期发展规划和政策措施清晰明确了对工业污染防治、节能减排和生态环境保护的规范与指导。《昆明市“十二五”工业发展和信息化规划纲要》中体现的最为明确。因此, 昆明市政府宏观产业规划与政策的引导调控将成为推动昆明工业产业向生态化发展的主动力。

2.2.2 国内外产业调整转移的战略机遇

改革开放以来,我国东部沿海地区吸引了大量外国直接投资,随着这些地区工业产业结构的调整和升级,产业转移已是必然。昆明市毗邻南亚、东南亚,区位优势,资源丰富。国务院出台的《关于支持云南省加快建设面向西南开放重要桥头堡的意见》把云南桥头堡建设立为国家战略,昆明市将成为新一轮产业梯度转移的首选地。国内外产业转移将带动昆明产业进行重新组合,也需要政府从产业承载地工业园区、产业的发展规模到企业的生产发展方式等方面进行新的规划。这样的发展机遇,政府可从宏观角度对产业进行长远的生态设计与规划,以生态标准承接产业转移。企业只有按生态标准建设发展才能提高工业产业生态化水平,成为工业产业生态化发展的内驱力。昆明在把握产业转移机遇时,能更好地对产业进行全面生态化发展与规划。要特别重视重化工、矿物产业中资源的综合利用及洁净产品开发。昆明产业生态化的结果要体现为企业产品高附加值产出和企业竞争能力的增强,在实现企业经济利益时,增强产业生态化过程中产业内部发展动力^[8]。

3 基于生态文明视角的昆明工业产业生态化发展路径

在选择产业生态化实施路径上,昆明应根据地方特色和条件,因地制宜,走适合自身发展的多类型复合式的产业生态化发展道路。这对昆明充分发挥资源优势和产业优势,加快工业经济发展速度,提高社会经济发展质量,实现环境与经济的协调发展意义重大。企业是产业的基础,是产业生态化发展的内驱动力。要提高工业产业的生态化水平,推动工业产业走上生态化发展道路,首先应从企业层面入手。

3.1 促进企业生态化生产观念的形成

引导企业生产方式向生态化发展转变,需要转变企业经营管理者和生产者的生产发展观念,增强企业的生态化发展意识。要充分利用昆明作为省府的优势,利用众多高校的智力优势,结合省、市的各种宣传力量对工业企业尤其是“三高”行业的工业企业展开广泛的生态理念培养,有意识和有目标地为工业企业普及产业生态化生产理念和技术,为引导企业生产方式的生态化转型奠定良好的思想基础。

3.2 推进企业生产设备与生产技术生态化升级

昆明市工业主要集中在卷烟、有色冶金、黑色

冶金、机电、医药、化工、能源、建材八大工业行业。他们是昆明工业经济的主动力。然而这些行业以资源加工型工业为主,对自然资源依赖性强,环境污染严重。除了少量上市公司和企业外,企业大都存在生产设备落后老化、生产技术落后等问题。落后的设备与生产技术,必定带来能耗高、资源消耗大、环境污染重和产品附加值低等现实问题。要促进昆明工业产业生态化发展,需着重加强推进此类企业生产设备及生产技术的生态化升级,重视先进设备与技术的研发与引进,采用无害或低害的新工艺设备和新生产技术,降低原材料和能源的消耗,让企业把环境污染物的排放尽可能消除在生产过程之中,实现企业生产生态化。在昆明“十二五”工业发展纲要中,冶金、化工、建材被列为重点发展产业,要提高资源利用率和产品附加值,实现产业链的高端延伸,促进产业可持续发展。

3.3 促进工业产业集群化与生态化有机结合

昆明市工业产业相对集中在官渡、盘龙、五华、西山四个城区和安宁市。工业产业发展虽集中,但产业链接差,集群化水平低。在昆明工业产业发展过程中,要用新思路探索新发展思路,使工业产业不仅集群化,而且生态化,实现二者的有机结合。要运用产业生态学原理来引导工业产业集聚。在集群化发展过程中,通过合理布局与企业整合并购实现量的集合解决昆明产业“散与小”的局面,再通过新设备技术的更新实现高技术资源的整合推动产业质的优化集聚。促进形成企业、资源、环境、信息、人才等的相互联结,形成一个具有产业衔接关系的企业联结体,实现联结体内的资源循环利用。譬如,企业通过相互间的联系而提高“三废”的循环利用率。

3.4 推进传统工业园区向生态工业园升级

大部分昆明工业园区属于传统型工业园,传统型工业园的建设考虑更多的是对经济的现实贡献率,缺乏发展循环经济的生态型规划与设计。在已有的传统工业园区里,公共基础设施建设相对薄弱,废弃物的无害处理率和综合利用率较低,不能有效地节约自然资源和减轻对生态环境破坏。昆明工业园区发展至今,因地方经济发展相对落后,园区内企业规模普遍较小,行业分布相对杂乱,园区内各行业间的关联度及企业间合作的空间都十分有限。资源循环利用的成本最小化的条件是规模化循环利用^[10]。因此,需要实现工业园区内物流、资源流和信息流的合理配置来对传统工业园区进行生

态化改造升级^[11]。对于那些规模大、实力强且园内总体产生的废弃物和副产品数量能够达到一定规模的传统工业园区，要引进专门加工处理、再利用废弃物的企业加入工业园，实现园区生态化循环发展。对于达不到上述要求的传统工业园区，应自行建设“三废”集中处置中心，同时对园区内产生的固体废物流、其他物质流进行集聚，实现源头削减、物质替代、废物利用及周边区域性循环，促进传统工业园区向生态工业园区升级。

3.5 促进新能源工业产业优先发展

昆明具有发展新能源产业的优势，为了进一步发挥川滇生态屏障在国家生态安全屏障中的重要作用，作为云南省经济核心和增长极的昆明，应鼓励相关新能源技术的创新和利用，鼓励本地区企业对风能、太阳能和生物质能优势的利用，减少对煤炭、石油和天然气等不可再生能源的利用。利用国家的扶持政策，出台地区性相关优惠政策，积极鼓励企业投资和发展新能源产业，促进云南省具有自身特色和优势的新能源绿色产业的发展壮大，提高新能源在地区能源结构中的比重，实现国家对云南省调结构、转方式、促减排的低碳战略目标。

4 小结

“绿色强省、生态立省、环境优先”是云南省的绿色发展战略思路。工业产业发展是昆明经济发展的主推动力。在生态文明背景下，昆明的工业产业生态化发展道路不单纯是为响应生态文明发展的号召求得生态环境的保护，而是为了实现长远利

益，即从整体全局出发为取得经济长远发展与防治污染、保护生态环境的有机结合，实现多方共赢，使昆明社会经济与环境健康、持续、和谐发展，因此推动昆明工业产业走生态化发展的路径是实现昆明乃至整个云南省经济良性发展的必然选择。

参考文献：

- [1] 谢家平, 孔令丞. 基于循环经济的工业园区生态化研究 [J]. 中国工业经济, 2005, (4): 15-22.
- [2] 尹成勇. 浅析生态文明建设 [J]. 生态经济, 2006, (9): 139-141.
- [3] 刘云, 李永丽. 对昆明工业发展的战略思考 [J]. 昆明师范高等专科学校学报, 2006, (3): 59-62.
- [4] 昆明市工业和信息化委员会. 昆明市“十二五”工业发展和信息化规划纲要 [EB/OL]. http://www.stats.yn.gov.cn/canton_model3/newsview, 2012-2-20.
- [5] 昆明政府网. 昆明市2010年国民经济和社会发展统计公报 [EB/OL]. http://www.km.gov.cn/structure/sylm/kmwxwx_167533_1.htm, 2011-08-25.
- [6] 云南省政府信息公开门户网. 2010昆明市环境状况公报 [EB/OL]. <http://www.stats.yn.gov.cn>, 2011-5-31.
- [7] 郭守前. 产业生态化创新的理论与实践 [J]. 生态经济, 2002 (4): 34-37.
- [8] 扈剑晖. 广西北部湾经济区工业生态化的发展路径 [J]. 开放导报, 2011, (3): 67-70.
- [9] 昆明市工业和信息化委员会. 昆明市工业产业布局规划纲要(2010-2020) [EB/OL]. http://www.stats.yn.gov.cn/canton_model3, 2011-03-29.
- [10] 李天舒, 宋帅官. 新产业区产业生态化发展面临的问题与对策 [J]. 改革与战略, 2009, (8): 132-134.
- [11] 张雪梅. 中国西部地区产业生态化的发展路径研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2009.

A Study on the Ecologically – Oriented Development Path of the Industries in Kunming in the Context of the Ecological Civilization

YU Fang, QIN Cheng – xun

(College of Social Science, Kunming University of Science and Technology, Kunming Yunnan 650500 China)

Abstract: From the development view of the ecological civilization, an analysis has been done on the current development of the industrial enterprises in Kunming and the driving forces for them to develop in an environmentally friendly way. We find that in order to promote the ecologically – oriented development of the enterprises, we need to build the awareness of the ecologically – oriented production among the enterprises, to improve their production equipments and technologies, to make the industries cluster in an ecological way, to turn the conventional industrial park into an ecological one, and to put the new energy industry as priority.

Key words: ecological civilization; ecologically – oriented industrial development; development path; industrial enterprises in Kunming

纳板河保护区野生动物生境管理分析评价

田茂兴, 曹光宏

(纳板河流域国家级自然保护区管理局, 云南 景洪 666100)

摘要: 根据纳板河保护区野生动物的生境特点, 对保护区野生动物生境管理现状进行分析, 提出保护区野生动物生境管理的措施建议。

关键词: 野生动物; 生境管理; 纳板河保护区

中图分类号: X82 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0017-03

纳板河流域国家级自然保护区(以下简称保护区)是按小流域生物圈保护区思想建立的国家级自然保护区。保护区居民不搬迁, 行政区划、土地权属不变, 保护区的建设体现保护、科研、开发相结合, 保护与当地群众脱贫致富相结合, 力图探索一套区域环境得到有效保护的同时, 社区经济能够可持续发展的自然保护区管理模式^[1]。

保护区内野生动物资源十分丰富, 已知脊椎动物有 437 种, 与当地居民长期共存。但目前人口增加和社区的发展要求导致人们对自然资源需求不断增加, 集体林地的减少导致野生动物栖息地缩小和食源紧缺。为更好地保护野生动物资源, 贯彻保护区管理宗旨, 必须加强保护区野生动物管理。生境管理是野生动物管理的重要内容^[2], 因此对纳板河保护区野生动物生境管理进行分析评估, 探索小流域野生动物生境的有效管理模式, 对促进社区的可持续发展、促进人与动物的和谐共处具有重要意义。

1 保护区野生动物生境特点

野生动物生存所必需的三个基本因子食物、水和隐蔽均来自其栖息的生境。不仅生境所能提供的食物数量和质量影响着野生动物的种群数量和个体质量, 而且食物数量和质量能否满足动物在生命各阶段和一年中各季节的要求均对野生动物的生存状况有重要的影响。不同的野生动物有着不同的生境, 各种生境的重合程度越高, 面积越大, 野生动物的物种多样性与种群稳定性就越高^[3]。纳板河保护区由于海拔高差大、植被类型多样, 为各种野生动物创造了多样的生境, 而保护区内人工经济林、农地等地块较多, 使野生动物生境破碎化和片

断化。动物主要生境面积小、生境类型多样化、破碎化严重, 是保护区动物生境的主要特点。

1.1 主要生境面积小

野生动物的生境主要是在保护区的核心区和缓冲区。保护区总面积 26600hm²。保护区核心区面积约为 3900 hm², 占保护区总面积的 14.7%; 缓冲区面积约为 5808 hm², 占整个保护区面积的 21.8%。可以看出, 保护区内野生动物主要栖息的面积不足 1 万 hm², 而保护区内的印度野牛、水鹿等大中体型动物活动范围较大, 造成保护区所能容纳的动物种群数量相对有限, 影响了动物物种的繁衍生存。

1.2 生境类型多样化

纳板河保护区是以纳板河流域为主体的山地, 总的地形是地势西北高东南低, 西部和西北部较高, 中部纳板河谷地呈低凹狭长地带, 东北安麻山分水岭山地隆起然后再倾斜过渡进入澜沧江谷地。最高处为保护区西南的拉祜玛峰, 海拔 2304 m。最低处是东南角纳板河与澜沧江交汇处, 海拔 539 m。由此可见, 在保护区范围内, 海拔相对高差达 1765 m, 为多种适合不同海拔生活的野生动物提供了多样化的栖息环境。

纳板河保护区植被类型多样, 具有西双版纳所有的 8 种植被类型。这些植被类型包括热带雨林、热带季雨林、常绿阔叶林、落叶阔叶林、暖性针叶林、竹林、稀树灌木草丛和灌丛。多样的植被类型为野生动物提供了多样化的生境, 野生动物种类多样性非常丰富。

1.3 生境破碎化比较严重

纳板河保护区是按流域建立的保护区, 土地权属不变, 属于国有部分 19670 hm², 占 73.4%; 集体部分 6996 hm², 占 26.6%。从西北流向东南的

纳板河和沿河构筑的公路、村寨、农田等将保护区的森林分为东西两大片。西片为实验区，村寨分布较多，森林与农地、村寨交错分布，动物的主要生境是天然植被，而保护区内众多的人工经济林（以橡胶林为主）、农地等只有极少的动物，这些地块穿插于动物的主要生境中，将动物主要生境破碎化和片断化。

2 保护区野生动物生境管理现状

保护区自建立以来，依靠国家及地方部门的有关法律法规和政策，加强对社区群众的宣传教育，依法管理保护区内的森林资源，有效地保护了野生动物的生境。同时针对生境出现的问题，依靠各种项目，做了一些生境管理方面的尝试。

2.1 珍稀动物野外有效保护技术措施

1995年，由原国家环境保护局和云南省科委主持的国家“八·五”科技攻关项目“西双版纳纳板河流域自然保护区生物资源有效管理与开发的研究”在纳板河保护区实施。在第二子专题“珍稀动植物野外有效保护与增加种群数量技术的研究”中对野生动物生境管理进行了研究。并开展了生境恢复示范工程，主要内容是修建了一座8m高的野生动物瞭望塔，设置了一个人工硝塘，种植了0.133 hm²左右的玉米、红薯，并对整个保护区的生境恢复进行了规划。规划中对人工盐窝、水塘、林间草地的设置都具有相当的科学性，规划中还建立了绿色通道，减弱生境片断化对动物基因交流的影响^[4]。

2.2 景洪电站淹没区野生动物保护工程

2007年，国家重点建设项目——景洪电站的建设将淹没保护区5.78 km²，这些沿江区域是野生动物的主要栖息地。为保护野生动物资源，纳板河保护区制定并实施了淹没区野生动物保护工程，在保护区缓冲区的阿玛多和实验区的小糯有建设了两片野生动物生境恢复区，使淹没区的野生动物根据其生活特点及迁移距离而自行分流进入。恢复区面积约66.67 hm²，主要内容是：设置人工硝塘10处；种植野芭蕉6.67 hm²；种植槟榔青、余甘子等果树300余株；在稀树地带恢复草场33.33 hm²等。

2.3 设置人工硝塘

2010年，在国家专项资金的支持下，保护区开展规范化建设，其中开展了保护区野生动物保护设施建设，主要是在保护区内动物活动频繁的阿玛多、白木箐、王宝旧家、中学基地、安麻田坝、双

蚌塘和潘丙旧家等七处设置人工硝塘，每一地点分别投入500千克食盐，用土覆埋，表层恢复原貌，使盐分逐渐浸出，供野生动物舔食。人工硝塘的建设有效地补充了食草动物所需的矿物质，有效保护了野生动物。

2.4 生境管理评价

保护区在野生动物生境管理方面主要是开展了生境恢复示范工程，对野生动物生境恢复进行了探索并取得一定的效果，为野生动物营造良好的生活环境起到了积极的作用。但保护区由于村寨分布多，动物生境退化严重，保护区生境恢复面积过小，人工种植的食物远不能满足野生动物的需求，同时保护区没有解决比较严重的动物生境破碎化问题。保护区野生动物生境管理还需要进一步加强。

3 生境管理措施

3.1 严格执法，加强对现有栖息地保护

要严格执行国家对森林、自然保护区和野生动物管理的有关法规和政策，严格禁止无关人员进入核心区，严禁毁林开垦、盗伐林木等破坏动物生境的行为。

保护区大量的集体林也是动物的重要栖息地，要加强宣传和执法力度，避免人们为了追求经济发展而砍伐天然植被；保护区内个别村寨习惯于野放耕牛，秋收后将耕牛放入山中，到第二年耕地时牵回，这些耕牛长期生活在保护区核心区与野生动物争夺食物，对野生动物生境破坏较大，必须加强教育、严格禁止；为加强动物生境保护，保护区应严格执行有关法规，禁止在国有天然林中的林下种植以及其它进入核心区采集笋类、菌类、药材等活动，切实加强保护区野生动物的生境保护。

3.2 改造和恢复野生动物生境条件

要加强野生动物生境保护的研究，综合考虑各种动物所需的食物、水源和隐蔽物，多方面地改善和恢复野生动物的生境条件。过去由于保护区过于注重对森林的保护，忽视了次生植被、灌丛和草地等的作用，致使森林中草资源缺乏，大量的野生动物为了食物不得不侵犯社区居民的农作物。因此可在保护区的森林开一些林窗，使之生长青草丰富野生动物的食物来源，也可以在森林中做些林下烧除工作，火烧后的林下易生长出草本、灌木等，可增加动物的食物来源，达到改善生境的目的。

3.3 建立生物廊道，扩大野生动物生境

保护区由于历史原因，被村寨、农地、公路分成了两片，野生动物主要集中在东片的核心区中，

而西片野生动物较少,但也有大面积的热带森林,是野生动物的适宜生境,为提高野生动物种群的稳定性,有效保护野生动物,必须建立生物廊道,把东西片的森林连接起来。经实地调查,保护区北端农地较少,可作为连接这两片森林的主要廊道加以建设,通过封山育林加以人工辅助的手段促进树木生长,使该片稀疏林地恢复生态功能,同时加强管理,限制人为活动,能为野生动物提供安全的隐蔽场所。

在保护区的缓冲区和实验区中,还有部分国有林、集体林和成林轮歇地处于农用地和橡胶林包围中,也需要通过土地置换或共管的方式进行植树造林,将它们连起来,减少生境破碎化,扩大野生动物的栖息地。

3.4 控制和限制保护区内及周边的生产生活设施

保护区周边建设生产生活设施,其产生的人为活动、生产噪声等会惊扰野生动物,部分设施直接或间接地破坏了野生动物生境。由于纳板河保护区

内有很多自然村寨,这些村民祖祖辈辈生活在这里,不可能不建设任何生产设施,为保护野生动物,有必要对村民的生产生活设施进行影响评价,对动物影响较大的设施加以限制和控制,最大限度地保护野生动物生境。如村民修建通往农地的林间道路,事前必须充分分析对野生动物的影响以决定是否修建;对于部分季节村民在林中建的烘烤竹笋、菌子、砂仁等烤棚,已是严重破坏野生动物生境,应该坚决予以制止。

参考文献:

- [1] 云南省环境保护局. 西双版纳纳板河流域国家级自然保护区 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 2006.
- [2] 邹红菲. 浅谈我国未来的野生动物管理研究 [J]. 野生动物, 2002, 23 (4): 32-33.
- [3] 宋延龄. 野生动物的管理与持续利用 [A]. 钱迎倩, 马克平. 生物多样性研究的原理与方法 [C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994: 225-237.
- [4] 李英南, 韩联宪. 纳板河自然保护区珍稀动物有效保护研究 [J]. 云南环境科学, 1999, 18 (2): 43-45.

An Analysis and Evaluation of Wildlife Habitat Management in Nabanhe Nature Reserve

TIAN Mao-xing, CAO Guang-hong

(Management Bureau of Nabanhe National Nature Reserve, Jinghong Yunnan 666100 China)

Abstract: In view of the characteristics of the wildlife habitat in Nabanhe Nature Reserve, the current situation of its wildlife management is analyzed and the suggestions are proposed.

Key words: wildlife; habitat management; Nabanhe Nature Reserve

我国城乡居民环境维权方式调查分析

——以大学生实践及调查问卷为样本

戈华清¹, 王兴玉², 祝嘉骅², 成 杨¹, 金澍宇²

(1. 南京信息工程大学法律系, 江苏 南京 210044;

2. 南京信息工程大学滨江学院法学专业, 江苏 南京 210044)

摘 要: 严重的环境污染势必会带来对公民财产和人身的损害。为探寻我国城乡居民环境维权的具体方式, 选择了一些地区对其进行了调查。通过调查资料及现场调查内容的汇总分析, 发现: 不同维权方式、不同的维权群体、不同环境污染(或生态破坏)类型、不同的环境污染(或生态破坏)的认知度等情形下, 会有不同环境维权方式; 在环境维权中, 公民对政府的依赖性较大; 公民理性维权需要政府与相关主体的引导。

关键词: 污染; 认知; 维权; 现状; 方式; 调查

中图分类号: X32 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0020-05

1 引言

为探求我国城乡居民环境维权的具体方式与实效, 引导城乡居民理性、合法维权, 我们进行了一次针对城乡居民环境维权方式的调查。本次调查采取选择区域随机问卷方式, 问卷由受访者当场填写, 调查者当场回收。该问卷调查的发放地区设定在华东地区的南京、泰州、无锡、杭州、马鞍山等的市区和乡村。每个地区发放 40 份, 共计 200 份, 收回有效问卷 160 份。通过对回收的问卷进行初步整理, 我们决定以不同年龄、学历以及城乡差别为划分标准, 分别对此问卷进行了归类和统计。在有效的回收问卷中, 参与该问卷调查的青年人为 70 人, 中年人 60 人, 老年人 30 人; 大学及以上学历者为 72 人, 大学以下学历者 88 人; 城镇居民 124 人, 农村居民仅 36 人(由于调查所涉城市城镇人口数量占据大多数, 且分布集中, 故调查结果显示绝大多数受访者为城镇居民)。

我们的调查主要围绕三方面内容开展: 一是居民对环境污染的认识, 包括居民对环境污染的态度以及有损失自身利益的环境污染所采取的态度; 二是居民维权方式, 主要是针对环境污染损害自身利

益时, 居民所采取的维权方式、维权困境及其原因; 三是政府在居民环境维权中发挥的作用。

2 环境污染现状认知与环境维权现状调查

2.1 居民对环境污染现状的认知

首先对居民生活环境遭受环境污染的状况进行了调查和统计, 具体见表 1。

表 1 居民生活环境遭受环境污染状况

问题	您的工作、学习或生活中存在环境污染吗?			
答案	A 是		B 否	
所占	青年: 95.7	大学 93.1	青年: 4.3	大学 6.9
百分	中年: 90.3	大学以下 92.0	中年: 9.7	大学以下 8.0
比/%	老年: 90		老年: 10	

通过表 1 我们不难发现, 不论年龄差距与教育程度, 超过九成的受访者均感受到了身边的环境污染。这足以见得环境污染问题已经变得十分普遍。然而, 尽管受访者普遍表示身边存在环境污染, 但是在具体数据上仍然表现出细微的差别: 年纪越轻, 对身边的污染问题就越敏感——青年人中表示身边存在污染的受访者达到 95.7%, 而老年群体中表示存在污染的人比青年人低了接近 6 个百分点, 对环境污染的感受明显不如青年人。“爱调研网”于 2009 年 5 月展开了一次名为“生态环境——建国 60 周年系列调查”的网络调研活动。调查结果显示: 认为我国目前环境污染问题不严重的受访者仅占

收稿日期: 2012-05-23

基金项目: 2011 年江苏省大学生实践创新课题 (BJG008110); 我国城乡居民环境维权路径探析; 2011 年法学会部级课题 (CLS (2011) D72); 环境群体性事件的利益表达及救济机制研究。

0.6%，说明几乎所有的网民都认为我国目前环境污染问题比较严重。在各类污染问题中，大气污染是与人们的关系最为密切、人们感受最强烈的问题。我们的调查中居民知道的最多的污染也是大气污染，分别为青年 35.4%、中年 36.9%、老年 36.7%。其次是水污染和噪声污染。而对于其他的污染（如光污染、电磁污染等），只有 1.2% 的青年人表示知道。可见青年人对于污染的认知度比中年人和老年人高。而在乡村居民眼中，水污染是相对严重的问

题，认识到水污染的居民高达 96.4%，这说明农村水污染是一个亟待解决的问题。

2.2 居民对环境污染的态度

在问卷调查的统计分析过程中，我们发现，在环境污染肆虐，给城乡居民生活带来广泛影响的情况下，居民对环境污染的反应却比较冷淡：当被问道“您对身边的环境污染，通常持何种态度”时，相当多的受访者表示自己仅仅是口头的抱怨而已，具体参见表 2。

表 2 居民对环境污染的态度

问题	您对身边的环境污染，通常持何种态度？				
答案	不能忍受 26/160 人	偶尔抱怨，也仅此而已 82/160 人	勉强接受 40/160 人	无所谓 5/160 人	忙，无暇顾及 7/ 160 人

由表 2 可知，仅有 16% 的人表示对身边的污染不能忍受，其他受访者或报以漠视态度，或仅仅口头抱怨。居民大多数人对环境污染“不感冒”也是有原因的，因为在他们的周围出现环境污染引起身体健康出问题情况尚少。其中表示周围环境污染引起身体健康出问题很多的居民学历在大学毕业以上的有 2.8%，学历在大学毕业以下的人有 6.8%，而无论学历高低，超过半数以上的人都表示很少或是在现实中没听说过这类问题，这表示人们对于环境污染影响身体健康的具体情况还是不了解，所以才会对环境污染如此冷漠。但是对于侵犯到自己利益的环境污染，人们的态度则截然不同。面对污染大多数人都会主动采取措施减少污染带来的损失，其中青年占 64.3%、中年占 57.14%、老年占 56.67%。

在调查中，我们发现大家更愿意先与污染者沟通再做决定，更愿意与污染者共同应对而不是与其

他受害者共同面对。在自己的权益受到损害时，接近 60% 的受访者不仅会主动学习研究相关的法律法规，同时也会咨询政府工作人员或律师。对于污染，人们更是避而远之，面对“如果家的附近有重污染企业，您是否能忍受这类企业长期存在”的问题，多数人表示无法长期忍受自己家附近有重污染企业，尤其是青年人高达 64.3%，其中两三成的人甚至会选择主动搬离。但是对于污染，城乡居民则有细微的区别，农村居民对环境的容忍度较大，尤其是当污染企业可以带来一些经济利益时，农村居民表现出明显的宽容。

2.3 居民环境维权方式选择

为了了解居民对环境维权的解决方式，我们调查了城乡居民对损害自身利益的环境污染采取的解决措施以及城乡居民对环境维权方式的了解，具体参见表 3。

表 3 居民环境维权方式选择

若污染损害了您的利益或给您造成了损失，你会考虑采取何种方式解决（可以多选）					
答案	法院打官司	行政解决	自行协商和解	抱怨	环境信访
青年/%	9.5	29.8	35.7	15.5	9.5
中年/%	7.9	27.9	38	15.5	10.7
老年/%	14.6	22	48.8	31.7	4.9

从表 3 中我们可以看出，居民对直接损害自身利益的污染态度较于之前无关自身利益的污染态度有明显的改观，只有极少数的人会选择抱怨，大部分的人无论以什么样的途径都选择了不再沉默，积极捍卫自己的权益。对居民选择的维权方式进行分

析，我们观察到一些有意义的现象：

第一，虽然在我们的调研中发现居民对环境污染选择了维权，但是我们发现选择去法院打官司的人仍然很少，这表明，在出现环境民事纠纷的时候当事人“不喜欢”打官司。

第二,选择行政解决的人较之法院多,而较之社会舆论媒体少,这在一定意义上说明居民对环境管理行政机关的依赖度较高。这在我们的调查中,也是有据可寻的。当居民的权益可能因环境污染遭到侵害时,有超过4成的人会首先选择向政府部门投诉来解决问题,特别是学历越低的居民对于政府的依赖程度越高,表现为44.3%。但是这并不能说明行政机关的公信力较高,因为在问及您认为哪些方式能更好地减少您的损失,消减或者根除污染时,选择行政机关的青年、中年以及老年的比例是18.6%、36.67%、16.67%,而选择通过社会舆论或媒体曝光的比例分别是52.9%、33.33%、50.1%,这说明行政机关解决环境污染案件时,同样考虑过多因素,使得居民的权益得不到很好的维护,而把更多的希望放在社会舆论或社会媒体曝光上,特别是青年对媒体的信赖度极高。

第三,大多数的人更愿意自行协商和解,这说明人们在遇到环境纠纷事件时,更愿意以和平方式进行解决。我们推测是因为自行协商和解是一种简单的处理方式,同时也表明了“和为贵”的思想直接影响到人们维权方式的选择。

第四,我们发现选择环境信访的人较少,特别是老年人。虽然有媒体比较关注信访,但我们调查发现:大多数人对信访不了解,很少有人了解环境信访(参见表4)。

表4 对环境信访的了解程度

问题:您了解环境信访吗?			
答案	了解	不了解	听说过
大学/%	8.3	79.2	12.5
大学以下/%	4.5	76.1	19.3

由表4可知:受访者无论学历高低,对信访了解的人总体较少,这说明人们对环境维权方式很多都是不了解的。当问及是否知道全国的“环保110(或环保热线)”是12369时,大学以上学历79.2%的人不知道,大学以下有67.0%的人不知道。特别是在农村,在所调查的36人中仅1人了解环境信访。

最后,调查中有半数左右的人表示,如果通过和平方式或正常途径不能解决自己的环境权益问题时,会考虑通过暴力或其他非正常手段解决,尤其是青年人,选择“一定会”的人有15.7%,而老年人在这个问题上则相对冷静得多,选择“一定会”的只有6.67%。

3 政府在环境维权中的角色调查

政府职能,是国家行政机关依法对国家和社会公共事务进行管理时应承担的职责和所具有的功能。政府职能反映着公共行政的基本内容和活动方向,是公共行政的本质表现。正是政府职能的公共性才使得政府在环境维权中扮演着非常重要的角色。正是这种公共性,才让人们对于政府过于依赖,认为出现问题政府都能够予以解决。“环境法的主要实施主体是政府,在政府环境责任不完善的情况下,政府环境保护的公共职能常常出现不完整履行的情况,典型的如政府环境执法不力”^[1]。我们在调查中也注意到人们认为环境维权难主要还是在政府宣传不到位、政府执法不严、政府实行地方经济保护主义等原因。所以我们对于政府在环境维权中扮演的角色做了着重调查。

3.1 五成以上受访者认为环境污染长期得不到解决政府有责任(表5)

表5 环境污染长期得不到解决责任调查

问题	若您周围的环境污染长期得不到有效解决,您认为主要责任是谁?		
	政府	社会组织	污染企业或个人
答案			
青年/%	57.1	8.6	34.3
中年/%	75	8.33	16.67
老年/%	66.67	10	23.33

一方面,青年和老年受访者更多地把责任归咎于造成污染的企业和个人。而另一方面,由表5可知,超过半数的受访者表示:地方环境污染长期得不到有效解决,主要责任应该归咎于政府。尤其是中年受访者,他们中的75%都认为环境污染问题应该归咎于政府。而老年受访者中认为环境污染应该归责于政府的人比中年受访者低了接近十个百分点。青年受访者中把环境污染归责于政府的比例为57.1%,比老年群体又低了接近十个百分点。

3.2 大多数受访者表示政府环保工作有待进一步改进

我们调查了城乡居民对政府部门采取的环保措施的满意程度,结果显示,大多数民众对政府的工作是不满意的。

表6 城乡居民对政府部门采取的环保措施的满意程度

问题:目前,您对当地政府部门采取的环保措施是否满意?				
答案	很满意	尚可	有些方面还行,但总体不行	不满意
青年/%	0	28.6	48.6	22.8
中年/%	3.33	30	38.33	20
老年/%	0	38.33	40	30

表6显示：对于政府所采取的环保措施，只有3.33%的人是很满意的。而在政府的环保措施中，大多数被调查居民认为政府保护环境的目的是为了面子工程和升迁，而不是为了及时解决民生环境的需求，这反映了政府在保护环境方面做的相当不到位，多数是形式工程，对待污染草草了事，以至于居民认为政府的目的“不纯”。

3.3 许多受访者对政府所采取的环保措施了解不够

通过走访我们发现，大家对当地政府采取过的环保措施都了解不多，很多人都表示不知道政府采取过环保措施，显示为青年41.4%、中年35%、老年人高达50%。而了解的内容也仅限于修整或美化街道、修缮疏通或治理污染的沟渠以及植树种草方面，这些措施也主要集中在城市。在城镇及农村我们发现，大量的垃圾得不到处理，在河边、街道上随处可见大堆垃圾，这些垃圾不只产生了大量的臭气，而且也污染了河水。有的地方居民反映垃圾甚至已经堆了好多年了也不见处理。我们都知道在城市有集中垃圾和集中处理垃圾的部门，可是在城镇和农村却没有。这也反映出政府环保措施具有倾向性，对于城镇和农村的环境保护严重不足。正是因为环境保护措施不到位，才导致了环境矛盾的日益加剧，侵权事件的不断增加。

3.4 绝大多数受访者表示政府强化环境维权或者环境意识非常重要

在调查中，虽然有部分宣传活动存在于人们的生活当中，但是也只是一部分，大多数人表示自己周围偶尔或没有关于环境维权的宣传活动或示威活动，只有8.33%的中年人表示经常有。“问卷星”网上调查的数据中“环保110”也只有16.36%的人表示经常有。人们对于环境维权的宣传的态度我们通过表7进行了分析。

表7 人们对于环境维权宣传的态度

问题	您认为政府有必要强化环境维权或环境意识的宣传吗?		
答案	有必要	无所谓	不关我的事
青年/%	91.4	4.3	4.3
中年/%	75	23.33	1.6
老年/%	76.67	23.33	0

大多数人表示自己周围偶尔有或者从来没有环境维权的宣传，人们表示如果有环境维权或者环境意识的宣传是非常愿意参加的。不愿意参加的比例在青年、中年、老年中分别为11.4%、20%和23.4%。另外，绝大部分的人认为政府有必要加强

《环境法》和环境保护知识的宣传，其中大专以上学历以上的有56.9%。因为环境权保护的宣传不到位，导致人们不知道自己有哪些环境权利以及自己的权利受到损害时，应该以何种方式解决。特别是在农村，大多受访者均表示没有关于环境维权方面的宣传。

4 调查的启示和我们的建议

4.1 政府加强环境监管，严格环境执法

中国环境保护部副部长潘岳明确指出：“我国环境立法虽多，但管用的少。在各部门中环保的法律是最多的，但是管用的极少。”环境污染长期存在看似责任在于污染者，实则根源在当地政府。“我国多数环境法律法规之所以执行不力，中央下达的节能降耗、保护环境的指标之所以执行不力，根源在于这些指标既不符合下级政府的经济利益，也不符合下级政府的政治利益，因而得不到地方政府真心实意的支持。”由于监督管理的不到位，致使污染者肆意妄为，环境污染长时间存在，所以政府的监督管理非常重要，调查中超过6成的人认为环境污染长期存在的原因是政府监管不力，其中受访的高学历人群中69.4%的人认为政府执法不力，这从侧面反映我国政府的监管、执法力度大大不够。目前我国环境行政方面的处理种类只有预防性处罚和补偿性处罚，使得行政处罚的力度大大不够，对此大可增加惩罚性处罚，我们相信在大力处罚之下，污染问题肯定会得到改善，各级环保部门应认真履行“环境影响评价”、“三同时”等制度，严格把关，严格执法，严惩企业的偷排、超排等不法行为。

4.2 政府应积极引导居民合理维权

政府应发挥保护环境主导作用，加强环境保护措施，帮助被侵权者更好地维护环境权益。修整美化街道、植树种草固然对于净化环境也有很大的作用，但是最主要的还是要从根本上解决问题，对城市垃圾集中管理，专门管理的方式也可以适用于农村和城镇，对可能产生的污染要做好预防工作，对已经存在的污染要积极进行合理处理，可以成立专门的部门对污染进行治理，从根本上解决污染。另外在居民环境维权中，政府也应起到指导和帮助作用，在环境侵权案件中，被侵权人往往是弱势群体，诉讼费用高、取证难的问题始终困扰着被侵权人，对此政府对于严重的侵权案件，可以向受害人提供援助，比如可以成立专门的维权部门，向受害者提供法律援助，帮助受害者收集证据，这样的部

门不仅可以帮助受害人维护自身的环境权益，也可以维护居民其他权益，也不会造成资源的浪费，当地的环保法庭对于严重的侵权案件，不仅可以依法申请，也可以依职权启动司法救济程序，以这些方法解决受害者的后顾之忧，使得居民愿意积极争取自己合法的环境权益，使环境权益得以保障。此外，还应该加强和完善公众参与，“在环境保护领域内，社会公众有权通过一定的程序或途径参与一切与环境利益相关的决策活动和实施过程，表达关切、施加影响，从而有效地维护自身环境权益”。最后，应该充分借助媒体手段，无论学历高低大多数居民都认为通过社会舆论或媒体曝光的方式可以更好地保护自身环境利益，而且学历越低对于媒体信赖度越高，高达54.5%，比学历高的居民高出约24个百分点。“充分利用媒体的舆论优势支持环境诉讼，这不仅仅有助于污染受害者讨回公道，更重要的是借此宣传环境法，唤醒广大公民的环境意识、法律意识和维权认识，让群众自己学会用法律保护自己的权益。”

4.3 加强环境教育与环境维权宣传

调查反映出居民对环境问题不重视、不知如何维权，这都是环境意识薄弱、环境维权知识缺乏造成的。所以加强宣传十分重要。从学生的视角出发，我们认为主要可以从以下几个方面进行：一是可以由政府出钱做一些比较有意义的讲座。在调查中当问及“若您周围有这些宣传或活动，您愿意参加吗？”青年有42.9%的人表示愿意参加，45.7%的人表示若与自己有关，会参加；中年有30%的人表示愿意参加，同时有50%的中年人表

示若与自己相关会参加；老年虽然愿意参加的人只有18.6%，但有58%的人表示若与自己相关时，也会参加。既然宣传是居民普遍都比较认同的方式，那么政府就应该好好地利用这一点。对于宣传活动的主体，青年大多表示都可以的占42.9%，相比较之下中年人和老年人更愿意政府部门进行宣传，其中中年占31.67%，老年占36.67%。二是在经济比较落后，没有能力做讲座的地方可以以传单方式进行宣传。把宣传的内容印在纸上，以传单的方式对每家每户进行派发，派发的人还可以进行简单的讲解。内容一方面可涵盖当地比较严重的污染问题，一方面则可以写居民有哪些环境权益以及自己的环境权益受到侵害时可以采取哪些途径进行解决。比如说某个地方氟污染比较严重，则可以在传单上写氟污染主要是因为什么原因，在生活当中可以如何有效地避免，当别人的行为对自己造成损害时可以采取哪些措施进行救济，可以向政府寻求某方面的帮助等。

参考文献：

- [1] 张建伟. 政府环境责任论 [M]. 北京: 环境科学出版社, 2008.
- [2] 邻建荣. 八大立法问题亮出环保软肋 [EB/OL]. <http://news.sina.com.cn/o/2006-12-28/08321088108s.shtml>
- [3] 孙佑海. 影响环境资源法实施的障碍研究 [J]. 现代法学, 2007, (2): 34.
- [4] 陈润羊, 花明. 我国环境保护中的公众参与与问题研究 [J]. 广州环境科学, 2006, (3): 30.
- [5] 林洪富, 强亚东. 环境维权: 百姓缘何信“访”不信“法” [N]. 中国环境报, 2009-2-16.

An Investigation and Analysis of Ways for the Chinese Citizen to Safeguard Their Environmental Rights

Ge Hua - qing¹, Wang Xing - yu², Zhu Jia - hua², Cheng Yang¹, Jin Shu - yu²

(1. Law Department of Information Engineering College, Nanjing University, Nanjing Jiangsu 210044 China)

Abstract: Serious environmental pollution would damage the properties of the citizen and do personal injury. An investigation has been carried out in some area to find out the ways by which the Chinese citizen safeguards their environmental rights. It is found that how the people defend their environmental rights is determined by the ways they take, who they are and how they view the environmental pollution (or ecological destruction) as well as the variety of such pollution. But mostly they depend on the government. It is needed for the government and the relative main institutions to make the citizen defend their rights in a rational way.

Key words: pollution; cognition; right - safeguarding; current situation; ways; investigation

企业推广使用“有效益的企业环境管理”的意义

王一竹, 张俊, 张筱鹏, 段怡君, 何燕, 杨硕

(云南省环境科学研究院, 云南昆明 650034)

摘要: 有效益的环境成本管理 (EoCM) 作为一种环境管理工具, 适用于对发展中国家中小企业的咨询服务, 可以市场化运行, 旨在通过切实可行的改进措施, 使企业持续获得“三赢”效益, 即降低生产成本、提高环境绩效以及增强组织管理能力。

关键词: 环境管理; 清洁生产; 管理工具

中图分类号: X138 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0025-02

有效益的环境成本管理 (Environment-oriented Cost Management) 是有效益的环境管理 (PREMA®) 工具箱中的一个模块, 是一个非常实用的环境管理工具, 自 2002 年开始通过中德政府合作项目引入到中国, 浙江省已经在 2003 年开始实施。EoCM 关注生产细节中的节能降耗, 充分利用生产过程中原本不形成最终产品的能源材料, 持续减少 NPO。让节能减排从企业被迫接受的硬性任务转化为增加收益的另一种方式。

1 项目背景简介

有效益的环境管理 (PREMA®, Profitable Environmental Management) 是由“促进发展中国家企业环境管理的示范项目”(P3U) 研制开发, 目前德国国际合作机构 (GIZ, German International Cooperation) 代表德国联邦经济合作与发展部 (BMZ, German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development) 负责 PREMA 的推广执行。

EoCM 作为一种环境管理工具, 适用于各类不同的企业, 适应发展中国家中小企业的咨询服务, 可以市场化运行, 旨在通过切实可行的改进措施, 使企业持续获得“环境、经济和组织改进”的三赢效益实践, 即降低生产成本、提高环境绩效以及增强组织管理能力。PREMA 项目的开展力求使企业能够实现环境友好生产, 提高企业的生产效率和能源效率。

2 企业应用的意义和作用

有效益的环境成本管理是一种成本管理手段,

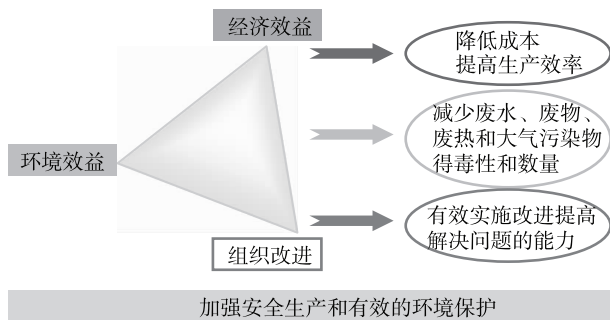


图1 “环境、经济和组织改进”的三赢效益

(来源:《GTZ-P3U, 有效益的环境管理 (PREMA) 简介: 方法与工具》)

其目的在于有效地利用对环境至关重要的各种物料流, 如材料流、能源流和水流等。EoCM 的目标就是帮助企业逐步建立起环境管理系统, 系统地检查生产过程, 发现提升改进的空间, 研制出改进方案, 从而真正减少物料能源的消耗, 降低企业生产成本, 提高企业利润。EoCM 具有简便易行、投入少、适用于各类不同的企业、并且适应发展中国家中小企业的点。

EoCM 方法学可以强化企业现有的环境管理体系并促进新的环境和质量管理体系的建立。通过这种方法可以收集整理基础数据, 提高绩效, 建立新管理机构, 这些都可用于 ISO9000、ISO14001 或 EMAS 的认证过程。有效益的环境成本管理工具和培训模块意在发挥企业已经具有的知识解决问题的能力。其中最为重要的方面就是有效益的环境成本管理过程的发动机是企业内部的创新团队, 由当地的咨询人员支持其开展工作。这样能够确保研制出来的措施方案得到有效实施, 有利于公司内部人员自主进行技改, 适时提出切实可行的方案以应对

新的挑战。

3 项目产出

来自企业内部的技术和管理人员在培训师的带领下持续学习了 EoCM 方法学, 并带回到各自企业的生产线上, 组建了各自企业内部的发动机—EoCM 团队, 保证了该方法在企业内持续实施, 有利于公司内部人员自主进行技改, 并辅助适时提出的方案, 最终提高资源利用率、经济效益和企业竞争力。EoCM 要求从企业的每个部门抽调人手, 组成专项工作小组, 用日志形式精确收集数据, 共同查找问题、解决问题, 减少了非产品产出 (NPO)。

通过为期半年的培训, 对咨询机构来说, 咨询人员水平不断得到提高, 同时运用该模式培训当地

的咨询人员, 使得当地的咨询人员能够有效融入企业的 EoCM 小组, 帮助工作团队做好团队内部以及与企业领导层和员工之间的沟通、合作、组织力量及实施措施的方案, 以便达到提高成本管理、环境管理和组织管理能力的目标。

4 结语

EoCM 在其它省份已证明有成功案例以及可操作性; 企业通过实施有效益的企业环境管理不仅能够实现企业的环境友好生产 (清洁生产), 提高企业的资源效率和能源效率, 而且还能够培养合格的咨询机构和咨询员。这些都为将来其他环境管理工具和方法在云南省的应用推广摸索了可行之路, 也探索了这些方法工具融入清洁生产审核的可能性。

Significance of Promoting Environment – Oriented Cost Management among Enterprises

WANG Yi – zhu, ZHANG Jun, ZHANG Xiao – peng, DUAN Yi – jun, HE Yan, YANG Shuo
(Yunnan Institute of Environmental Science, Kunming Yunnan 650034 China)

Abstract: As a tool of the environmental management, the environment – oriented cost management (EoCM) is suitable for the market – based consultancy service related to the development of the small – or mid – sized enterprises in China. It is designed to provide the practical and feasible measures to reach the "triple – win" of an enterprise, that is, the cost – saving, the environmental performance and the organizational capability could be improved at the same time.

Key words: environmental management; clean production; management tool

结合昆明市城市交通管理 开展机动车节能减排工作

屈立钢

(昆明市公安局车辆管理所, 云南 昆明 650217)

摘要: 在用车燃油消耗及排放污染全部发生在道路交通过程中, 尤其集中在城市道路交通。介绍了昆明市城市交通管理工作中采取的节能减排措施。

关键词: 交通管理; 机动车; 节能减排; 昆明

中图分类号: X32 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0027-02

随着中国汽车进入高速增长期, 2011年昆明市汽车保有量已达到130万辆。昆明市高峰期车速已低于10km/h, 大量的机动车集结在城市道路上高消耗高排放行使, 不仅加大能源消耗, 同时也使机动车排放成为昆明市主要的污染源。机动车节能减排的途径有两种: 一是管源头, 控制新车油耗和排放, 即国家制定标准对新生产汽车提出生产控制标准, 并强制执行, 促使汽车生产厂开发和运用高新技术; 第二是对在用机动车的管理和治理。前者是在我国汽车工业发展中已实施的战略, 在长期的节能减排工作中发挥主要作用。对在用机动车的管理和治理是区域, 即各省市、地区开展节能减排工作的重要手段。在用机动车燃料消耗及排放污染全部发生在道路行使过程中, 主要集中在城市道路交通。因此探寻城市交通管理和机动车节能减排治理的内在联系, 必然能发挥城市交通管理职能, 促进节能减排工作的深入开展。

昆明市城市交通管理实际工作中, 开展节能减排工作主要有以下措施:

1 加强机动车环保定期检测, 实施机动车环保合格标志管理。

(1) 国家现行的《车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法》(GB3847-2005) 和《点燃式发动机汽车排气污染物排放限值及测量方法》(GB18285-2005) 规定柴油车排气烟度测量方法为自由加速法、加载减速法, 汽油车排气污染物排放测量方法有怠速法、双怠速法、简易工况法。依据《道路交通安全法》开展的机动车安全技术检验, 主要以双怠速法检测

汽油车排放污染物, 以自由加速法检测柴油车排气烟度作为其中一项安全检测项目。从昆明某安全检测站2009年安检项目尾气检测分析数据: 汽车排放检测合格率为汽油车99.79%、柴油车99.9%, 可以得出结论: 由于检测方法的限制, 仅有少数高排放机动车被检出不合格, 使机动车排放得到一定的控制, 但不能有效地降低机动车能源消耗和减少排放污染, 大量的高能耗、大排放车辆仍在城市道路行使。2010年2月1日起昆明市全面开展机动车环保定期检测工作, 采用简易工况法检测汽油车排放污染物和自由加速法检测柴油车排气烟度, 从昆明某安全检测站环检线2010年尾气检测分析数据: 汽车排放检测合格率为汽油车86.16%、柴油车86.81%, 不难看出: 加强机动车环保定期检测, 控制高排放车辆在城市道路行使, 能有效地降低机动车能源消耗和减少排放污染。

(2) 昆明市依据《昆明市机动车排气污染防治条例》, 通过实施机动车环保合格标志管理, 对机动车实行限行。短期能有效改善城市空气质量, 从长远来看能促进人们更新和选择低能耗、低排放车辆。

2 科学规划和建设城市道路, 提高道路通行能力。

(1) 城市道路规划要结合城市商业区、行政区、生活区的特点, 科学地分析交通流量, 制定符合不同城市功能的城市道路网络的规划。

(2) 在道路设计中, 做好道路的线性和路面质量设计, 以保证路网的畅通, 减低燃油消耗, 减少机动车排放污染物。

(3) 加强城市道路的建设, 以适应快速支持增长的机动车保有量。

3 通过交通控制治理城市的拥堵, 实现节能减排。

(1) 通过制定《昆明市城市道路交法规》, 从时间、范围、车辆种类方面对车辆实施通行限制, 控制高峰期交通流量, 提高车辆行使速度。机动车在高峰期通行时间较长, 是正常时间的5~10倍, 燃料消耗和尾气排放大量产生在这一过程中, 减小高峰期交通流量, 减少行使时间, 提高机动车行使速度是节能减排最直接的途径。

(2) 建立昆明市智能交通系统, 发挥昆明市交通指挥中心调控作用。智能交通控制系统是利用现代控制技术对道路车辆流量进行监测和控制, 调整城市道路交通流的分布, 达到降低排放污染物的目的。同时进行城市车辆导航, 缓解道路局部拥挤状况。

(3) 优先发展地铁和公共交通。在城市里采用地铁来完成相同的客运量, 必然使废气污染量截然不同。公共交通可以节省大量能耗, 以每百公里的人均能耗进行比较, 公共汽车是轿车的8.4%, 地铁和公共交通的发展必然节能同时减少尾气的排放。

4 健全交通管理机构的综合职能, 强化在交通管理部门、运输管理部门的节能减排管理工作职能。

5 广泛开展节能减排宣传教育工作。

(1) 利用驾驶员培训、考试、办理驾驶证业务等环节, 在进行交通安全教育的同时宣传节能方针政策, 开展能源资源意识、节能意识和生态环境保护意识教育, 增强驾驶员节能的积极性、主动性和自觉性。

(2) 建立国家汽车油耗公示制度, 引导购车消费者选择低能耗汽车。我国私车已占汽车保有量的

70%, 自2002年购车潮以来, 部分当时购买低端车型的消费者已开始第二次购车。大部分第一次购车者有“一次到位”的心理, 选择排量相对大的中高级轿车的消费者急剧增多, 必然加重燃油消耗与排放。公示汽车油耗, 引导购车消费倾向不仅能管好源头, 还能促进生产企业生产节能低排的汽车。

6 加强车辆管理, 严格执行车辆强制报废制度, 在汽车定期检验工作中, 严格执行检验标准。控制车况差、排放高的二手车进入昆明市。

7 加强在用车检查维护制度。

随着车载诊断系统(OBD)在汽车上的广泛使用, 对汽车排放实时监控, 确保实际运行中的汽车稳定低排放。

除上述举措, 昆明市“四创”工作中的“拆围透绿”; 《昆明市城市道路车辆通行规定》对车辆通行的限制; 昆明市“畅通工程”的“微循环改造”; 昆明市快速道路系统及地铁的建设等城市规化和交通管理的举措在改善交通环境的同时, 对汽车的节能减排治理也取得了很大的成效。因此, 结合城市交通管理, 开展节能减排工作对我们开展节能环保工作、建设和谐交通意义重大。

参考文献:

- [1] 庄蔚敏, 庄继德. 汽车政策法规与产业发展 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2006.
- [2] 谭祎琳. 交通规划对汽车排放的影响 [J]. 城市公共交通, 2005, (3).
- [3] 尚晔平. 关于汽车节能管理 [J]. 中国科技信息, 2005 (12).
- [4] 尉庆国, 刘新华. 汽车节能探讨 [J]. 机械管理开发, 2005, (3).

Automobile Energy – Saving and Emission – Reducing in the Urban Transport Management of Kunming Municipality

QU Li – gang

(Vehicle Management Station of Kunming Municipal Public Security Bureau, Kunming Yunnan 650217 China)

Abstract: The automobile consumes the fuel and produces the exhaust gas when it is running on roads, particularly in the urban road transport. This article introduces the measures taken for saving the energy and reducing the emission in the urban transport management in Kunming.

Key words: transport management; automobile; energy – saving and emission reduction; Kunming

浅析沈阳市环境监察工作存在的问题

——探索区域环境执法规范化管理新路

王 嵩

(沈阳市环境保护局, 辽宁 沈阳 110011)

摘 要: 提出了沈阳市环境监察工作过程中发现的问题, 分析了问题出现的原因, 提出了建议。

关键词: 环境; 监察; 问题; 建议; 沈阳

中图分类号: X32 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0029-03

随着社会主义市场经济体制的日臻完善和发展, 人们的生活变得越来越富裕, 人们的社会意识形态也随之发生很大的变化, 对生活环境的追求也愈加朝着“舒适、安逸”的方向迈进。作为环境保护统一监管部门, 应清醒地看到社会发展带来的压力与挑战, 应清醒地认识到人们对环境保护工作的期望。由此, 如何加强日常环境监管工作, 怎样提升基层环保队伍综合能力等一系列问题突显出来, 成为摆在全体环境监察人员面前最现实、最棘手、最重要的课题。

1 当前环境监察执法工作中存在的问题及成因分析

1.1 日常环境监管工作处于被动, 消极执法问题十分突出

自2009年沈阳市推行“3*6+1”环境执法模式以来, 全市环境执法工作发生了前所未有的变化。尤其是对市属重点企业的管理工作, 可谓是一个新的台阶。但是, 我们的环境监察工作忽视了公众天天接触、最易诱发环境扰民事项的“三产行业”, 更为严重的是环境监察队员对这些“一般性”的环境污染熟视无睹、不闻不问现象普遍存在。由此引发群众意见重重, 使环境信访投诉事项有增无减, 使环境执法工作陷入被动, 总是担当“突击队”、“灭火队”的角色。其主要原因在于环境监察执法工作流于形式, 日常环境监察执法不到位, 环境监察队伍管理松懈、监察管理不规范。

1.2 沈阳市现行的环保部门开支体制, 影响和制约着环境监察职能的发挥

目前沈阳市环保部门职工和环境监察人员工资

开支渠道, 主要来源于排污费的征收工作, 这使得排污费征收成为环保部门必保的工作任务和指标, 导致了“重收费、轻管理”的工作局面。排污费征收的不规范性及地方政府保护等诸多因素, 使排污费征收工作成为一种严重的负担, 致使应依法征收的排污费成为“协商收费”, 从而使得环保部门的监察和执法工作职能受到严重影响, 制约了环境监察执法工作效力的发挥。

1.3 环境执法缺少技术性规范, 依法行政“不统一”

依法行政讲究的是科学执法、规范执法, 这是执法部门必须遵循的方法。然而, 从当前环境监察人员现场执法过程来看, 对同一违法行为施行多种行政方式的, 可谓是“屡见不鲜”。如全市建筑工地噪声超标排污费的征收, 有的只征收夜间的, 有的昼、夜全征收; 有的按标准正常征收, 有的则加倍征收。在夜间施工审批中, 究竟什么情况下同意夜间施工, 各区域把握的尺度不一, 因而出现同一情况, 在不同区域出现不同的管理办法。还有在餐饮企业的审批工作中, 对审批项目经营面积、隔油池大小、油烟净化器功率的大小等均没有明确的执法标准, 导致各区域各自为政。这些执法不统一现象, 极大地损害了环境执法的严肃性与权威性。

1.4 环保队伍整体素质有待提高, 执法责任有待增强

当前环境监察普遍存在以情代法、以罚代法、吃拿卡要、随意收费、包庇袒护环境违法行为^[1]等现象, 南方的一些地方已经发生这方面的党风廉政建设案例。究其原因, 主要是部分单位放松了对环境监察执法人员思想政治、道德品质、理想信念的教育, 个别执法人员放弃了对人生观、价值观的改造, 利益熏心、腐化堕落。另外, 个别执法人员

收稿日期: 2012-04-17

作者简介: 王嵩 (1980-), 女, 汉族, 沈阳市环境保护局工作。工程师, 主要从事环境监察执法工作。

的工作责任心不强,为环保工作尽心、尽力,为人民服务的意识没有真正树立起来,存在着得过且过的思想。

2 加强环境监察执法工作的现实意义及必要性

2.1 环境监察执法工作,事关百姓的切身利益

随着社会的发展,百姓对生活质量的需求越来越高,对环境监察工作也提出了新的要求。环境日常监督管理工作的好坏,不仅直接关系着百姓的切身利益,而且直接体现着环境保护职能部门的整体形象。作为环境监察工作者,我们要从维护公众的环境权益着眼,积极转变工作作风,脚踏实地地从日常环境监督管理入手,认真做好环境监察和环境执法工作,让行之有效的环境监察工作成为百姓环境权益的“守护神”。

2.2 环境监察执法工作,关系着企业环境意识的提升

排污企业环境保护意识在全社会的环境保护工作中承载着相当重的份量,一些排污企业由于经济利益的驱使,片面追求经济效益最大化,而不惜以牺牲环境利益为代价,把实施违法排污作为降低成本、追求利益的“捷径”。因此,加强日常环境监察执法工作,对于约束企业的违法排污行为,提升排污企业的环境法律观念和环境保护意识,具有举足轻重的作用。

2.3 环境监察执法工作,有利于监督生态环境和谐发展

保护环境是社会和谐发展的基础与标志,环境监察执法工作是维护群众的环境权益、促进社会和谐发展的重要体现^[2]。因此,环境监察执法对于促进生态文明建设和社会和谐发展具有重要的意义。

3 对环境监察执法工作实施规范化管理的几点思考

3.1 加强基层环境监察队伍执法能力建设,打造过硬的执法队伍

环境监察是环境保护体系中的重要组成部分,是一支现场执法的环保之剑。环境监察工作是环保工作中综合性、实践性最强的工作,涉及到环境管理的各个方面,而环境监察人员素质的提高,是各项环境监察工作开展的根本保证。因此,针对当前环境监察队伍存在的问题,环保部门要着力抓好环境监察队员综合能力和综合素质培养,进一步提高环境监察人员“会检查、会分析、会执法、会监督”的工作能力;不断提高环境监察人员的四大

基本素质:坚定的思想和政治素质、过硬的专业和身体素质、必备的文化 and 心理素质、必需的责任心和事业心;培养环境监察执法人员在环境监察工作中“忠于职守、爱岗敬业、有法必依、执法必严、违法必究”的良好工作作风。

3.2 加强日常环境监察工作,提高环境监察工作实效

面对因“守法成本高、违法成本低”造成的企业违法排污的现象,环境监察人员必须将日常环境监察工作提到议事日程中,通过采取“定期监察和不定期监察相结合、白天监察和夜间监察相结合、自己查和群众查相结合”的原则,随时掌握企业排污动态,及时做出处理,做到“违法必究”,切实让违法企业为自己的违法行为“买单”,扭转违法企业存在的侥幸心理,不断推动企业环境法律意识的全面提升。

3.3 逐步完善环境保护法律、法规,制定可操作性强的法律法规

针对当前环保法律法规可操作性不强的实际,法律法规部门要尽快修订和完善环境保护有关法律、法规,使环境监察工作责任更加明晰、执法更有依据。一是在法律上明确地方各级人民政府及经济、工商、供水、供电、监察和司法等有关部门的环境监管责任,建立并完善环境保护行政责任追究制^[4]。二是增强环境保护多项制度的可操作性。对环境法律法规中义务性条款均要设置相应的法律责任和处罚条款。三是建立健全市场经济条件下的“双罚”制度。针对目前执法中普遍存在的只罚企事业单位、不罚单位的直接责任人和有关领导的缺陷,确立既罚单位、也罚个人的“双罚”制度。四是赋予环保部门必要的强制执法手段,如查封、扣押、没收等,落实对违法排污企业“停产整顿”和出现严重环境违法行为时的“停批停建项目”权等。

3.4 制定统一的环境监察技术规范,确保环境执法合法、公正

环保部门应积极制定环境监察技术规范、执法操作规范等,并积极组织培训,使每一名环境监察人员在具体的环境监察工作中有“抓手”,避免由于环境监察人员个人能力和个人素质原因,造成检查不到位、不会检查等问题的发生,避免造成同等企业实施行政处罚不一致、使用环保法律法规不当等有损环境法律权威和严肃性问题的发生。

3.5 推行环境监察人员体制改革,解除环境执法

人员后顾之忧

现行的环境监察人员工资来源渠道,因为未纳入到地方或国家财政开支序列,工资主要从排污费中提取,成为制约环境监察人员在执行环保法律、法规过程中的一种顾虑,也成为环境监察人员执法过程中,特别是排污费征收过程中难以严格执法的问题所在。因此,要积极与政府人事财务部门协调,积极推行环境监察人员的体制改革,解决环境监察人员的后顾之忧。将环境监察人员的工资或薪金来源纳入到政府财政开支序列之中,让环境监察人员抽出更多的精力去开展执法活动,使环境监察

活动真正成为政府的一项职能。

参考文献:

- [1] 刘南桥. 新形势下基层环境保护执法工作的若干思考 [A]. 科技支撑 科学发展——2009 年促进中部崛起专家论坛暨第五届湖北科技论坛文集 [C]. 2009.
- [2] 祝光耀. 加强环境行政监察 切实维护群众环境权益 [J]. 环境保护, 2005 (8): 11-15.
- [3] 张艳桥. 新形势下环境监察执法探析 [J]. 中国环境管理干部学院学报, 2010 (2): 8-10.
- [4] 陆新元, 陈善荣, 陆军. 我国环境执法障碍的成因分析与对策措施 [J]. 环境保护, 2005 (10): 22-27.

A Preliminary Analysis of the Existing Problems in the Environmental Supervision in Shenyang Municipality: Exploring a New Road for Standardized Management of the Regional Environmental Law Enforcement

WANG Song

(Shenyang Municipal Environmental Protection Bureau, Shenyang Liaoning 110011 China)

Abstract: This article introduces the problems observed during the environmental supervision in Shenyang. The solutions are proposed based on the analysis of the problems.

Key words: environment; supervision; problem; suggestion; Shenyang

《环境科学导刊》发行数字期刊的声明

《环境科学导刊》, 投稿及联系邮箱: ynhjx@yies.org.cn; 电话 (传真): 0871-4142389; 国内统一刊号: CN53-1205/X; 国际标准刊号: ISSN1673-9655。

《环境科学导刊》的数字版本已全文入编《中国期刊网》、《中国知网》、《万方数据-数字化期刊群》、《中国核心期刊(遴选)数据库》、《中国学术期刊综合评价数据库》、《中文科技期刊数据库(全文版)》、《教育阅读网》等。所有被本刊录用并发表的稿件文章, 将一律由本刊编辑部统一制作成数字版本在以上各数据库发布, 并参与光盘版汇编, 同时在我刊网站 [Http://hjkxdk.yies.org.cn](http://hjkxdk.yies.org.cn) 发布。若作者不同意稿件参与数字版发行, 请另投他刊。本刊所付稿酬包含刊物数字版发行的稿酬, 不再另付。

《环境科学导刊》编辑部

试论耿马县生态环境建设与保护

张莉萍

(耿马县环境监测站, 云南 临沧 677500)

摘要:生态环境是人类生存和发展的基本条件,是经济、社会发展的基础。介绍了耿马县在生态环境建设与保护方面取得的明显成效,分析了存在的森林生态系统失衡、生物多样性受到破坏、水土流失、农业生态环境恶化、自然生态规律被打乱等问题及原因,提出了对策。

关键词:生态环境;建设;保护;对策

中图分类号: X32 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0032-03

1 加强耿马县生态环境建设与保护的重要性和必要性

(1) 生态环境是人类生存与发展的基本条件。在党的领导下,经过各族人民的共同努力,耿马县的生态环境保护与建设取得了可喜成绩。但由于自然、历史、人为等原因,耿马县生态环境形势依然十分严峻。在依靠政府加大环境治理保护力度的同时,必须动员广大公众积极参与,这既符合现阶段县情,更是彻底改善生态环境的根本。

(2) 保护和建设生态环境是加强生态文明建设的内在要求。人类由农业文明发展到工业文明,是以大量消耗和开发自然资源为代价的。即将来临的生态文明应当是人与自然和谐与共、经济社会与环境协调发展的新的文明。这一文明基于社会每个成员的共同认知。我们每个人都应当认识到人与环境唇齿相依,离开环境人类就不能生存与发展。

(3) 建设与保护生态环境,是实现经济社会可持续发展的要求。保护与建设生态环境,建立生态文明是社会意识形态的重要组成部分,它包括自然生态问题、人的精神生态问题,并涉及文化宗教问题,它以尊重和维护自然为前提,以人与人、人与自然、人与社会和谐共生为宗旨,以建立可持续的生产方式和消费方式为内涵,以引导人们走上持续和谐的发展道路为着眼点。

2 耿马县生态环境保护与建设的现状及问题

2.1 取得的成绩

(1) 植树造林、水土保持、草场建设和土地整治等重点生态工程取得进展,重点地区天然林资源保护和退耕还林还草工程开始启动,并建立了国

家、省级自然保护区、风景名胜区。

(2) 生态农业试点示范、生态示范区建设稳步发展。建立了以勐撒撒马坝为重点的生态农业示范区,为推动全县的生态农业建设树立了榜样工程。基本农田建设进展顺利,生态农业发展规模不断扩大,农村生产生活条件进一步改善,水土流失综合治理工作力度加大。

(3) 生态建设与保护步伐加快。通过实施了以工代赈造林、农业综合开发造林、飞播造林、绿色扶贫工程造林等工程项目,森林覆盖率达到46.1%,活木蓄积为1330万 m^3 ,实现了森林面积和森林蓄积量的双增长,生物多样性保护工作得到进一步加强。

(4) 环境污染治理取得显著成就。工业污染防治力度加大,主要污染物排放得到有效控制,完成了国控企业的3家糖厂、1家酒精厂、1家造纸厂废水在线监测,减缓了污染加剧和资源浪费的趋势。城市环保基础设施建设加快,污水处理厂和垃圾填埋厂已建成使用,为城市环境质量提高奠定了基础。

(5) 环境法制建设逐步完善。环境执法和执法监督工作不断加强。环保、林业、农业、水利等部门加大了环境违法的查处力度。县级人大、政协对各级政府环境执法实施有效监督,坚持开展环境执法检查。通过加强执法和执法监督活动,维护了环境法律尊严,有力地促进了环境保护工作的法制化进程。

2.2 存在的问题及原因

(1) 森林生态系统失衡,生物多样性受到严重破坏。当地农民没有良好的传统耕作经验,大量使用化肥、农药,使许多有害有毒的物质进入生态

系统,进一步破坏了农业生态环境,使得土质肥力下降,病虫害不断发生,作物产量也逐渐下降。

(2) 水土流失形势严峻,治理任务十分艰巨。根据1999年卫星遥感测试,全县的水土流失面积达1333km²,占全县面积的34.74%,这也是县域经济发展至今导致的结果。随着公路建设、矿产资源开发、区域开发建设等速度加快,新的人为造成的水土流失还将不可避免地发生。

(3) 农业生态逐渐恶化,自然生态规律被打乱。根据有关部门2011年调查,平均每亩耕地每年使用农药3.5kg,平均每公斤粮食需用农药0.017kg;每亩耕地每年用各种化肥41.2kg,平均每公斤粮食需化肥0.1kg;平均每亩耕地使用地膜0.16kg。农药的大量无节制使用,无疑对整个农村生态环境造成了无法弥补的破坏。土地对化学肥料的过度依赖,造成土壤板结、有机质降低、肥力下降,农作物的品质受到影响。同时大量有机肥、畜禽粪便不能得到有效利用而被排入水体造成江河水系污染。农膜长期聚集残留在土壤中,自然条件下无法分解从而破坏了耕作层,土壤中微生物等活动受到限制,最终使土地退化。由于过度垦荒,农业生态环境已全面受到多个外来物种的干扰和破坏,损失及危害极为严重,严重打乱了自然生态规律,破坏了物种间的能量平衡与传递,最终使整个生态系统失衡。

3 加强生态环境保护与建设的主要对策

(1) 加强领导,建立目标责任制。建立健全生态建设和环境保护目标责任制,将生态建设和环境保护列入政府重要的议事日程,作为国民经济和社会发展规划的核心内容之一,通过建立健全目标责任制,确保计划目标和任务的完成。

(2) 编制全县生态环境保护与建设规划。区域生态环境保护和建设规划,是通过区域内经济、社会发展与资源、环境协调度、承载度分析,制定出符合生态平衡规律,满足经济、人口、资源协调发展要求的战略方案,使各项决策和开发建设符合规划的总体要求。

(3) 遵循生态自身组织规律,实现生态资源合理开发。在开发利用生态环境资源时,应遵循生态层次组织规律:上层即高山地区,不宜多开垦土地,应尽量安排有利于保水保土维持山顶能量的产业,如林果业、畜牧业等;中层位次以农、林、牧业为主,粮食自求自给;下层位次即平坝、山脚,应充分利用上层补给的有利条件及光照、水肥充足的优势,充分开发利用土地资源、水利资源,发展

粮食、水产、多种经济作物等。经过分层管理、分层开发,实现生态资源的合理有效利用。

(4) 拓宽资金对生态建设和环境保护转移支付的力度。生态环境建设受益的是全民,要争取国家提高转移支付力度,加大对生态建设与环境保护的投入,并保证投资渠道明确、稳定。加大吸引外资投入生态建设和环境保护的力度,继续利用和更多地引进国际金融组织的多种贷款和直接使用非债务外资,制订优惠政策,鼓励外商直接投资环境基础设施和环保产业。

(5) 引入市场机制,推进生态环境保护产业化。随着国家扶贫方式的转变——从资源开发型扶贫到复合型生态扶贫,全面启动了生态功能修复、重建工程。耿马县的生态环境保护遇上了一个良好的机遇。但是,由于生态环境保护与建设是一项庞大的系统工程,涉及政府、公众、开发者、管理者,因此,引入市场机制、明晰产权、改革投资体制、建立收益分配机制非常必要。

(6) 建立科学的生态环境评估指标体系。长期以来,我们一直把森林覆盖率作为生态环境好坏的唯一评价标准,事实证明,这是一个误区。作为全面评价一个地区生态环境好坏的指标体系应该是:该地区主要河流干湿两季径流量的变化;河流中泥沙含量;生态系统中拥有动植物的种类和数量;主要生态功能群体的丰富度;森林体系中不同林层的组成及优势种的均匀度;养分和能量的流动、分解率和生产率;水土流失率等。只有建立起合理的生态环境评估体系,才能正确指导人们保护和建设生态环境。

(7) 加强生态建设和环境保护科学技术的研究。依靠科技进步保护生态环境,贯彻科技第一生产力的指导思想,加大科技投入力度,提高生态建设和环境保护的科技含量。开展环境与发展的战略、政策、法规、环境经济与管理制度的研究。加强环境与发展的研究,为提高宏观决策和环境管理水平服务,集中力量对重大生态建设和环境保护技术开展科技攻关,建设一批示范工程,引进和推广环保先进技术、最佳实用技术,加快科技成果向现实生产力的转化。

(8) 建立生态环境保护法律体系。生态环境是与人类生产生活紧密相连的一个庞大环境系统,生态环境的保护和建设,涉及社会各个层次和方面,如林业、农业、土地、矿产、水利、城市开发、公路建设等。过去我们制定了许多单项的法律、法规、

条例,用于保护相关的资源开发,但是至今还没有一部全面系统调整人为活动与生态环境关系的法律法规。进行生态环境立法非常必要和迫切,只有制定一部系统全面的生态环境保护法,才能统一协调全社会的力量,共同保护和建设生态环境。

总之,县域经济的发展必须走“绿色经济强

县”这条路子,全面搞好生态文明建设,实施南汀河生态林建设保护工程、重点流域水土流失治理工程、退耕还林与林畜富民工程、农村沼气替代薪柴工程,以及体现绿色经济特色的相关产业,使生态文明观念在全社会牢固树立起来。只有这样,生态环境保护与建设才能卓有成效,全面推进。

Ecological and Environmental Protection and Construction in Genma County

ZHANG Li - ping

(Genma County Environmental Monitoring Station, Lincang Yunnan 677500 China)

Abstract: The human being and our socio - economic development depends on the ecological environment. This article introduces the achievements in protecting and constructing the ecological environment in Genma County, and identifies the problems such as disturbed forest ecosystem and biodiversity, soil erosion and degrading agricultural ecosystem. The countermeasures are proposed.

Key words: ecological environment; construction; protection; countermeasure;

《环境科学导刊》 征稿简则

《环境科学导刊》,投稿及联系邮箱: ynhjkx@yies.org.cn; 电话(传真): 0871 - 4142389; 国内统一刊号: CN53 - 1205/X; 国际标准刊号: ISSN1673 - 9655。

《环境科学导刊》是云南省环境保护厅主管,云南省环境科学研究院主办的学术类环境科技双月刊。刊物力求反映环境科学的研究成果、应用技术、新理论、新方法,活跃学术气氛,促进学术交流。《环境科学导刊》设置有科研专题研究、环境管理、水环境保护、生态环境保护、污染防治、污染治理技术、农业环境保护、环境与人体健康、环境监测、环境影响评价等栏目。欢迎广大作者惠赐文稿。为使杂志严谨、规范,特对来稿作如下要求:

1. 文章论点明确,数据准确、可靠,文约字简,以8000字以内为宜;
2. 来稿应附有200字以内的中英文摘要、关键词和英文题目;
3. 稿件需留足足够行距以备修改用,并附详细地址、邮编及联系电话或e-mail地址;
4. 文内标题序号、层次按国家统一标准用阿拉伯数字连续编号;
5. 严格按《中华人民共和国法定计量单位》标称,表达量值时一律使用国际符号;
6. 附图及图内文字、字母、数字等均清晰、规范;
7. 参考文献标注齐全。

来稿文责自负,本刊编辑可作必要删改,一经选用即酌付稿酬,并赠当期刊物两本。因人力有限,来稿未录用恕不退还,1个月内未收到录用通知,作者可另行处理。

《环境科学导刊》的数字版本已全文入编《中国期刊网》、《中国知网》、《万方数据——数字化期刊群》、《中国核心期刊(遴选)数据库》、《中国学术期刊综合评价数据库》、《中文科技期刊数据库(全文版)》、《教育阅读网》等。所有被本刊录用并发表的稿件文章,将一律由本刊编辑部统一制作成数字版本在以上各数据库发布,并参与光盘版汇编,同时在我刊网站 [Http://hjkxdk.yies.org.cn](http://hjkxdk.yies.org.cn) 发布。若作者不同意稿件参与数字版发行,请另投他刊。本刊所付稿酬包含刊物数字版发行的稿酬,不再另付。

《环境科学导刊》编辑部

探索“十二五”地方环境保护标准发展之路

王 维¹, 王文美², 刘 咏², 曹 阳², 吴 璇², 袁向华²

(1. 天津市南开区环境保护监测站, 天津 300113; 2. 天津市环境保护科学研究院, 天津 300191)

摘 要: 从北京、山东、广东等主要省市地方环境标准现状与背景情况分析入手, 总结了地方标准的工作难点及存在问题。随后, 从区域联防联控协调发展、把握重点环境问题、提升地方标准职能和构建地方环境保护标准体系四个方面讨论了“十二五”时期地方标准的发展思路。

关键词: 地方环境标准; 发展之路; “十二五”

中图分类号: X-65 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0035-03

自 1973 年第一项环境保护标准《工业“三废”排放试行标准》发布以来, 历经三十余年的发展, 我国目前已形成由国家标准、地方标准及环保部标准共同构成的, 较为系统、完善的环境保护标准体系^[1]。“十一五”期间, 国家环境标准工作紧密围绕环境保护的重点内容, 取得了突破性的进展, 标准数量大幅增加、标准种类日益丰富、标准体系日趋完善, 标准的科学性和制(修)订工作的公开性不断提高, 标准的管理制度也得到了健全。然而地方环境保护标准工作由于起步晚、发展慢, 仍与国家标准存在较大的差距。步入“十二五”以来, 国家环境标准工作思路进一步拓宽, 将大力推进地方标准发展, 促进国家与地方标准协调并进。因此, 把握国家环境标准工作的新形势、新思想, 准确识别地方环境需求及环境管理突出问题, 谋定后动, 顺势而上, 是“十二五”时期地方环境保护标准发展的必然选择。

1 主要省市地方标准现状及背景分析

“十一五”期间, 出于地方环境管理的需求或以大事件为契机, 我国地方环境保护标准制(修)订工作发展迅速。截至 2010 年 12 月, 经环境保护部登记备案的现行地方标准共 58 项, 其中较为突出的省市包括北京 15 项、广东 12 项、山东 10 项、上海 7 项、重庆 5 项。

(1) 北京市

在重工业外迁后汽车尾气逐步成为城市环境空气首要污染源的背景下, 为实现污染持续减排和保障奥运空气质量改善, 先后制订实施了十余项机动车及油气污染排放控制地方标准, 以及规划保留的

工业重点行业的地方环境保护标准^[2]。为保障环境安全, 针对“六里屯垃圾处置场”等环境敏感事件颁布实施了危险废物及生活垃圾焚烧地方排放标准。立足于北京作为国家首都、宜居城市的特点和定位, 以奥运会为契机, 出台了《北京市地方环境保护标准体系发展规划(2008-2012)》。

(2) 山东省

针对造纸行业在全省 COD 排放所占比例远大于 GDP 所占比例的特点, 为实现 COD 总量削减, 针对重点排放源造纸行业制订地方行业标准, 通过分时段加严, 实现吨纸 COD 排放量同比减少 86.7%, 行业 COD 排放总量同比减少 59.3%。为有效改善南水北调流域、小清河流域等省内四大流域水质, 制订实施流域性水污染物排放标准, 通过采用环境质量限值反演法核算不同流域范围内污染物排放限值, 使污染物排放标准与环境质量标准相挂钩。以制定区域、流域和行业污染物排放标准为主线, 出台了《山东省环境保护标准体系规划(2008-2013 年)》。到 2010 年, 全面加严流域水污染物排放标准限值, 流域内所有企业执行统一排放要求, 取消高消耗高污染行业排放特权。

(3) 广东省

香港特别行政区政府与广东省政府在 2002 年发表联合声明, 要求 2010 年年底之前珠三角地区内二氧化硫、氮氧化物的排放总量要比 1997 年分别削减 40% 和 20%。为此, 先后颁布实施了广东省火电厂大气污染物排放标准以及 3 项机动车污染控制标准。畜禽养殖业作为省内独立产业, 同时也是水污染的主要来源。针对全省 47.4% 的规模畜禽养殖污染得不到控制, 规模养殖以外的 7 万多分散养猪户养殖污染得不到监测的现状问题, 实施畜

禽养殖行业污染物排放地方标准。为解决珠三角地区大气复合污染问题,改善区域空气质量,保障亚运会的举办,于2010年颁布实施了4项挥发性有机化合物(VOCs)排放地方标准。

(4) 上海市

为顺利完成“十一五”二氧化硫总量减排控制目标,制订颁布了地方锅炉大气污染物排放标准。生物制药及半导体是上海市大力发展的高新技术行业,针对两个新兴行业有机溶剂使用量大、种类多的特点,制订地方污染物排放行业标准。根据现行环境管理的需要,2009年修订了污水综合排放地方标准,强化了直排地表水行为的控制,弱化了纳管进城市污水处理厂的控制要求,同时对水源区等需要特殊保护地区制定了特别排放限值。

(5) 重庆市

锇盐工业是重庆市极具代表性的重点行业,在国内乃至世界上具有左右局势的地位,但同时也是高消耗、高污染的行业。2007年颁布实施了锇盐工业污染物排放地方标准,限制淘汰工艺落后、能耗高、污染严重的企业。为推动污染物总量削减,颁布实施了水泥工业及燃煤电厂污染物排放地方标准。在机动车保有量不断增加的同时为使空气质量进一步改善,于2010年颁布实施两项机动车排放限值地方标准。

总体上看,地方环境保护标准制(修)订的基本思路是服务于地方环境管理的迫切需求,并逐步由传统的保障总量削减目标实现、加严污染排放控制,向改善环境质量、保障环境安全以及实现区域联防联控并重转变。

2 地方标准工作难点及存在分析

(1) 地方标准与国家标准尚未有效结合

我国地方环境保护标准工作起步略晚,且发展速度较慢。自“十一五”以来,随着环境保护要求以及环境标准重视程度的不断提高,我国地方环境保护标准工作逐渐呈现出快速发展的趋势。但从标准数量及环境需求覆盖范围等方面看,地方标准尚无法与国家标准相匹配,难以满足各地不同经济技术条件下环境管理的需要;另一方面,目前制订实施的地方标准主要涉及污染物综合排放、重点行业污染控制、移动源污染控制等方面,根据标准类别划分,均属于污染物排放标准,尚未形成完整全面的地方标准体系,未能与国家环境保护标准体系进行有效衔接。

(2) 地方标准差异难以满足区域环境管理的

要求

跨省份流域水环境管理、相邻区域大气环境管理均面临不同地区执行标准不一、标准限值各异等情况,形成环境管理力度相对失衡、行业内部环境成本相差较大等问题。对于地方标准工作较为突出的省市,污染排放控制力度较国家要求显著提升,而地方标准工作相对薄弱或尚未实施地方标准的地区,环境监管仍执行国家标准要求,排污强度显著提高,流域、区域间污染转移时有发生。同时,不同地区地方标准无法协调统一也严重影响了区域环境管理的要求。

(3) 地方标准加严空间日趋紧缩

地方环境保护标准的重要作用之一是结合区域环境特征及环境管理需求,对国家污染物控制水平适当进行加严。我国环境保护标准工作初期,国家标准的制订思路是在综合考虑全国污染排放及治理工艺的整体水平条件下,确定污染物排放限值。因此对环境敏感地区、重污染区域,以及社会经济快速发展条件下,环境质量逐渐呈现恶化趋势的地区,为了控制污染排放,改善环境质量,在经济技术可行的前提下,需要制订更为严格的地方环境保护标准进行管理。

然而随着国家环保工作及标准的发展完善,国家环境保护标准的制定思路已由综合考虑全国整体水平,转变为采用生产工艺及污染治理的最佳可行技术作为标准限值确定的基本原则。随着国家标准控制水平的不断提升,地方标准限值加严的可能性逐渐降低,地方标准制订空间受到限制。

(4) 地方标准缺乏及时有效的修订机制

目前部分省市颁布实施了一定数量的污染物排放控制标准,通过采用排放限值的方式对污染物进行有效控制。对于任何一项环境标准来说,标准限值的确定与现阶段生产工艺技术和污染治理水平紧密关联,因此在颁布实施后的有效时期内可以发挥良好的环境管理支撑作用。但如果缺乏及时有效的标准修订机制,随着生产工艺和污染治理水平的不断提升,原有标准限值会相对放宽,污染控制针对性及约束性的作用也随之减弱。目前地方标准尚未形成及时有效地实施后评估与修订机制,随着国家环境保护要求的不断提高,将逐渐难以完全满足地方环境管理的需求。

3 “十二五”时期地方标准发展思路探讨

(1) 国家层面引导推动,促进区域联防联控协调发展

区域联防联控是我国“十二五”环境保护工作的一项重要内容，国务院办公厅文件以及全国环境保护工作会议均提出了明确要求，其中环境标准作为环境监管的法规、技术依据，必须率先实现区域内紧密联系、有效衔接。特别是针对已纳入国家区域联防联控指导意见要求的重点城市群，如京津冀、长三角、珠三角等地区，应由环境保护部或国家环境标准技术管理机构牵头，国家层面宏观引导，涉及省市通力配合，开展重点区域、流域污染物排放标准及配套管理办法、技术政策研究工作，解决目前环境保护标准的地域性差异，保障国家区域环境保护工作的顺利实施。

(2) 针对突出问题，把握重点环节

地方环境保护标准工作的开展切忌盲目追求“多而全”，否则将会大大降低标准的适用性和可操作性，反而有悖于环境保护法中明确地方标准制订的初衷。地方标准应紧密贴合所属地区环境管理的需求，准确把握地方环境容量、污染特征及发展趋势，识别国家标准中难以有效支撑地方环境监管的重点环节，针对环境管理中亟需的突出问题开展工作。在统筹考虑国家环境保护指导思想，地方环境管理需求，技术可达可控以及经济可承受的基础上，研究制订地方环境保护标准。

(3) 扩宽思路，提升地方标准职能

在国家标准污染控制水平整体提升的条件下，地方标准应转变以往单纯加严的传统思路，在“查缺补漏”的基础上，提升地方标准为管理服务的职能^[3]。对于已有国家环境质量标准，结合地

方发展规划及产业布局，可研究与国家环境质量标准相对应的地方功能区划；对于已实施的重点行业污染物排放标准，如，可制订符合地方行业发展特点的，针对各子行业、不同工艺、产品的地方排放标准；还可根据国家地方标准制订技术方法，开展地方标准制订工作，如制订地方发动机简易工况法排放限值等。

(4) 着力构建地方环境保护标准体系

地方环境保护标准体系，其含义为服务于地方环境管理的环境保护标准体系，由国家标准及地方标准共同组成，其中国家标准是体系的主导内容，地方标准是对国家标准的补充与完善^[4]。地方环境保护标准体系的构建，是系统梳理环境标准与环境需求对应关系，指导地方标准制（修）订工作科学、有序进行的重要环节，同时通过标准体系的建设，推动地方标准实施后评估及修订工作的开展，能促进标准实施体系与管理程序、基础科学技术研究、人才队伍建设以及配套经费投入等保障机制的建立。

参考文献：

- [1] 王文美, 陈瑞, 魏丽超, 等. 地方环境保护标准现状问题分析与对策研究 [J]. 环境科学导刊, 2010, 29 (5): 21-24.
- [2] 王军玲, 潘涛, 刘桂中, 等. 具有首都特色的地方环境保护标准体系建设 [A]. 中国环境科学学会环境标准与基准专业委员会年学术研讨会会议论文集 [C]. 2011: 39-44.
- [3] 杨勇, 王文美, 陈颖, 等. 天津市“十二五”环境保护标准规划思路探讨 [A]. 中国环境科学学会环境标准与基准专业委员会 2011 年学术研讨会会议论文集 [C]. 2011: 45-49.

A Discussion about the Development of the Local Environmental Protection Standards for the Twelfth Five – Year Plan Period

WANG Wei¹, WANG Wen – mei², LIU Yong², CAO Yang², WU Xuan², YUAN Xiang – hua²

(1. Nankai District Environmental Monitoring Station, Tianjin 300113 China)

Abstract: This article identifies the difficulty and problems of setting up local standards based on the analysis of the current local environmental standards in Beijing, Shandong and Guangdong provinces. Then it comes to discussion about how to develop the local standards for the 12th 5 – year Plan period from four aspects: regional joint control and coordinated development, focal environmental issues, functional upgrading of local standards and establishment of local environmental protection standard system.

Key words: local environmental standards; development path; the Twelfth Five – Year Plan

过去 20 年东江水质演变趋势

曾凡棠¹, 张修玉¹, 许振成¹, 黄生志², 张强², 张恒军¹, 房怀阳¹, 汪中洋¹

(1. 环境保护部华南环境科学研究所, 广东广州 510655;

2. 中山大学水资源与环境系, 广东广州 510275)

摘要: 饮用水源河流水质演变是流域水污染防治与水资源管理的重要研究内容。分析了过去 20 年东江水质变化趋势。结果表明: ①过去 20 年东江干流水质总体良好, 但近年来变差趋势较明显; 东江干流由上而下表现出较明显水质变差趋势。②2003~2010 年东江干流各段水质基本在 II~III 类; 其中上游河段基本维持在 II 类, 中下游部分指标达到 III 类。

关键词: 水质; 演变; 趋势; 东江

中图分类号: X52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0038-04

饮用水源河流生态系统是由自然与社会相互综合而成的复杂系统, 其水质演变是流域生态环境和社会经济活动的综合反映^[1,2]。水质演变不仅受气象、水文以及地质状况等自然因素的影响, 还与人类经济活动密切相关^[1,3]。目前, 随着人口增长与社会经济的快速发展, 对水资源需求量不断增加的同时, 水质恶化愈来愈明显, 水资源短缺和水环境污染问题日趋突出, 严重困扰着人类的生存与发展^[4-11]。饮用水源河流水质演变作为流域水污染防治与水资源管理的重要研究内容, 近年来, 饮用水源河流水质演变越来越受到国内外水利与环保学者的重视^[12], 逐渐成为水资源调度、监控与预警的核心议题。

东江是珠江流域三大水系之一, 其中广东省境内 23540km², 占 87.06%。目前, 东江不仅是珠江三角洲东部的河源、惠州、东莞、广州等沿岸城市主要生产、生活水源地, 同时还肩负着通过跨流域调水供应深圳和香港用水的重任, 供水人口达到 3000 余万^[13]。然而, 随着东江流域工业化与城市化的加快, 东江水资源开发利用出现了明显的南方季节性缺水和水质性缺水的特征^[14]。因此, 本文分析了过去 20 年东江干流水质变化趋势, 旨在为

促进东江流域的水质保护与生态管理提供资料借鉴与数据参考。

1 数据来源与分析方法

1.1 数据来源

数据来源于东江流域水质控制网站中的重要监测站点龙川站、河源站和博罗站, 对 3 个站点实测数据时间序列较长的 NH₃-N、COD_{Mn}及 BOD₅ 等指标的时间变化趋势进行分析, 采用 1980~1992 年与 2000~2007 年 COD_{Mn}、NH₃-N、BOD₅ 的数据 (1980~1992 年缺少 BOD₅ 的数据)。同时, 利用河源段、惠州段和东莞段 3 个河段监测断面 2003 年 1 月~2010 年 12 月逐月水质数据, 选取 DO、COD_{Mn}、NH₃-N 和 TP 4 项有机类指标进行统计分析。

1.2 分析方法

对于水质变化趋势分析的研究已有多种方法, 主要有通过污染源调查的弹性系数法、简单直观的图解法、序列建模法、基于参数检验的回归分析法和非参数检验法等^[1,5]。本文主要采用图解法。该方法简单直观, 能够形象地将水质在时间以及空间上的变化情况展示出来, 有利于把握水质的变化趋势。

2 东江干流水质历史特征分析

1980~1992 年 (见图 1~图 3), 东江干流各站点水质 NH₃-N 大部分时间都稳定在 I 类, COD_{Mn}大部分时间都稳定在 I 类、II 类。2000~2007 年, 随着东江流域经济持续高速发展, 排入河流的污染物种类和总量不断增加, 下游博罗站点 NH₃-N 与 COD_{Mn} 浓度均有所增加, 其中, COD_{Mn} 浓度个别时段超过 III 类限值; 但各站点的 BOD₅ 与 NH₃-N 均未超过 III 类限值。

收稿日期: 2012-06-19

基金项目: 国家科技重大专项“水体污染控制与治理”河流主题之“东江流域水污染控制与水生态系统恢复技术与综合示范项目”课题 10 (2008ZX07211-010); 环保公益性行业科研专项“基于分区管理的生态文明建设指标体系和绩效评估方法研究”资助。

作者简介: 曾凡棠 (1963-), 男, 研究员。

通讯作者: 张修玉 (1979-), 男, 汉族, 博士, 副研究员。研究方向: 流域环境与生态管理。

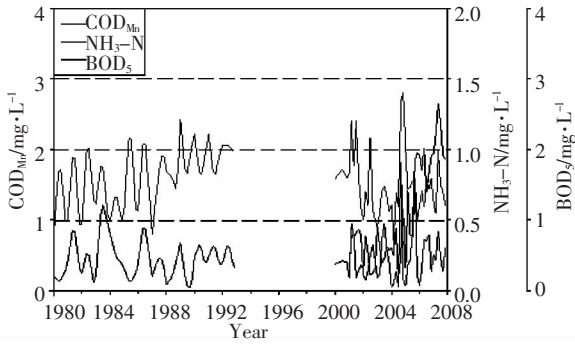


图 1 东江上游 (龙川)

1980 ~ 1992 年、2000 ~ 2007 年水质变化趋势

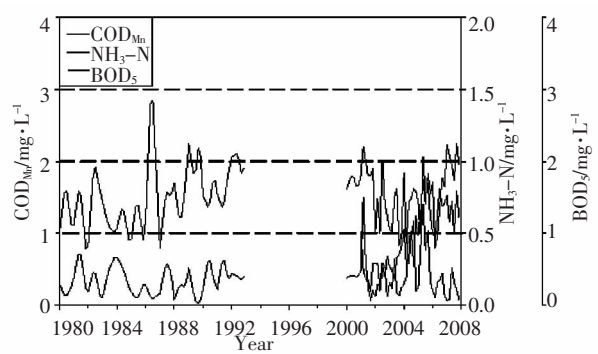


图 2 东江中游 (河源)

1980 ~ 1992 年、2000 ~ 2007 年水质变化趋势

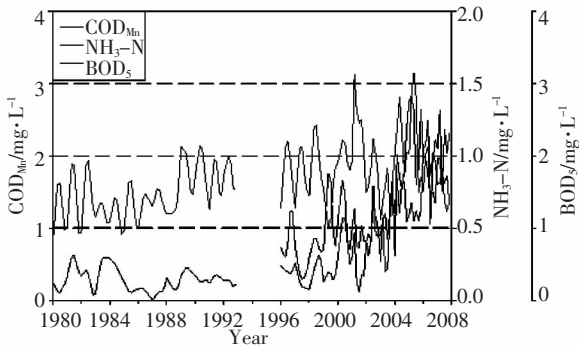


图 3 东江下游 (博罗)

1980 ~ 1992 年、2000 ~ 2007 年水质变化趋势

个河段监测断面 2003 年 1 月 ~ 2010 年 12 月逐月 DO、COD_{Mn}、NH₃-N 和 TP 的统计分析结果 (见图 4 ~ 图 6), 东江上游河段 DO、COD_{Mn}、NH₃-N 和 TP 大部分时段优于 II 类甚至 I 类; 但 NH₃-N 指标 2010 年变化较大, 最劣水质已出现轻微超标现象; 年际变化中 NH₃-N 和 TP 呈现较明显的上升趋势。中游河段 DO 变幅较大, 仍符合 II 类水质要求, COD_{Mn} 变化不显著, 年均值优于 I 类, NH₃-N 指标 2007 年最差, 超过 II 类, 2008 年至 2009 年有所下降, 基本满足 II 类水质要求; TP 较平稳。下游河段水质较差, 尤其 DO 近三年出现劣于 II 类, NH₃-N 指标连续 8 年接近 II 类标准限值且变幅不大。

根据东江干流河源段、惠州段和东莞段 3

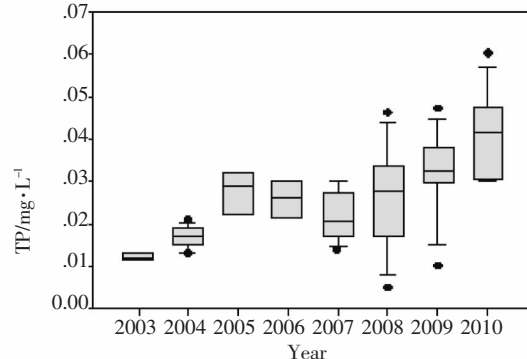
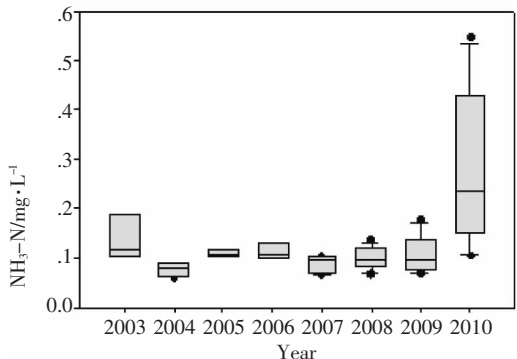
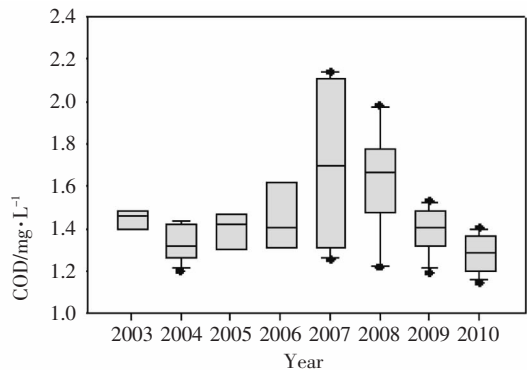
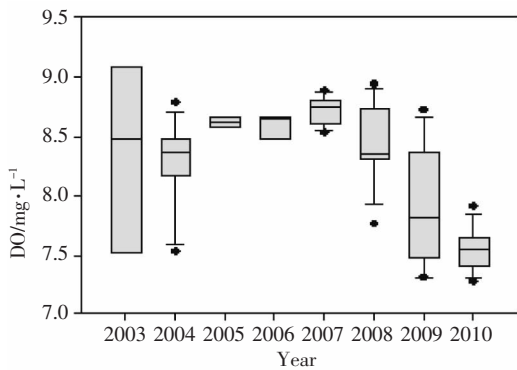


图 4 东江干流上游河段 (河源) 逐年水质变化趋势

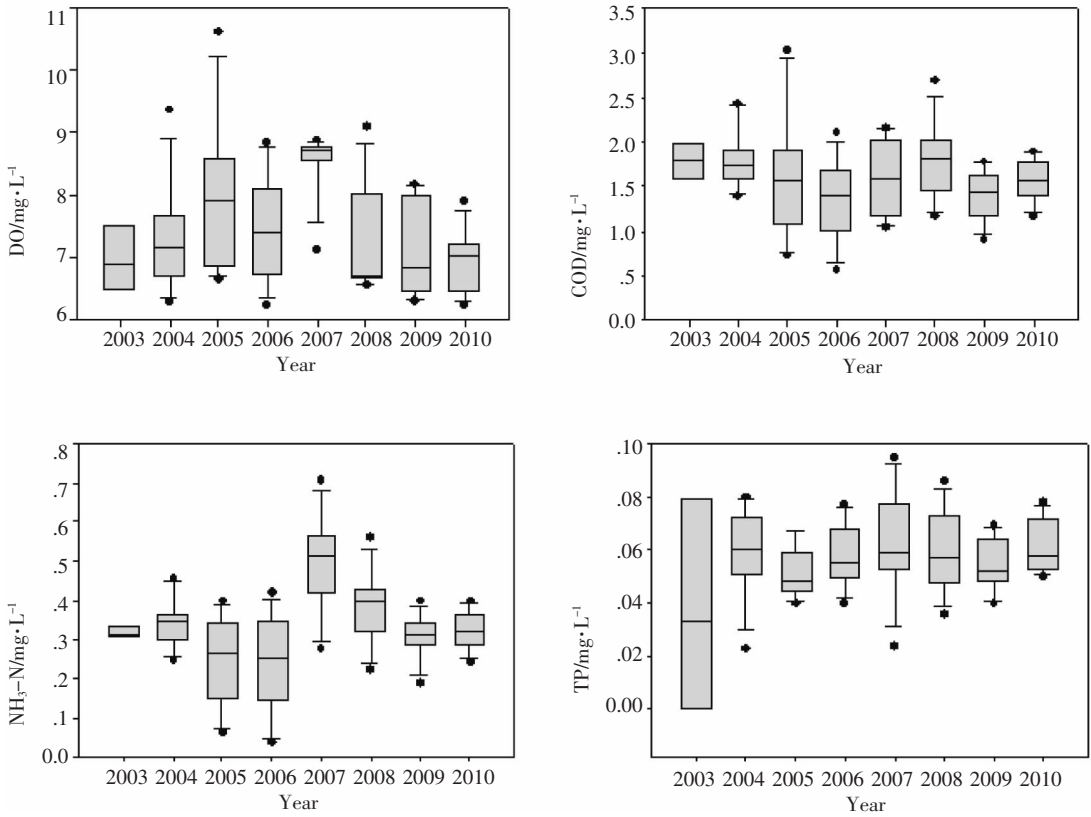


图5 东江干流中游河段(惠州)逐年水质变化趋势

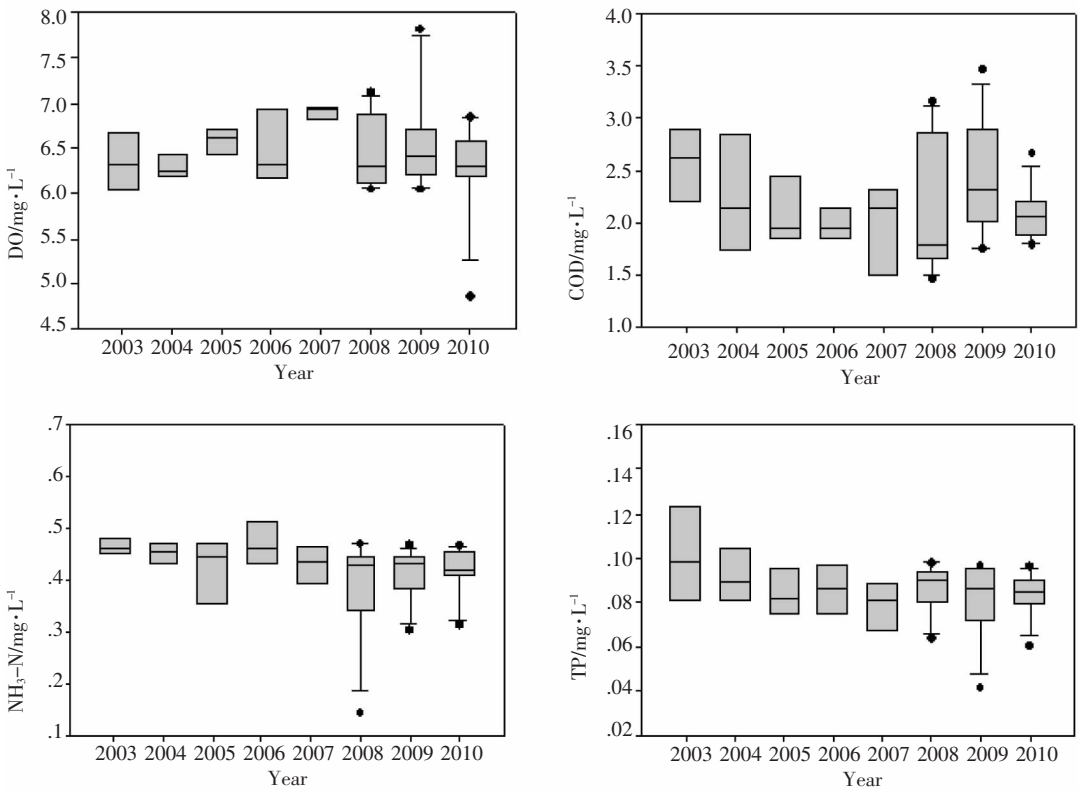


图6 东江干流下游河段(东莞)逐年水质变化趋势

由图 7 可知, 东江干流由上而下表现出较明显水质变差趋势。2003 年~2010 年东江各段水质基本达到 II~III 类水质标准, 其中上游河段基本维持在 II 类, 中下游部分指标达到 III 类。目前, 受珠三角产业辐射效应的影响, 经济社会发展的高潮逐渐向中上游地区传播, 前锋已抵达上游河源, 中上游水质虽然总体保持良好, 但河源段水体质量总体上呈现下降趋势, 近 3a 的恶化趋势尤其明显, 氨氮、总磷等指标已接近 II 类水质标准上限, 各指标均

表现出枯水期水质略好于丰水期和平水期的特征, 说明面源污染的影响较突出。中游惠州段主要表现在丰水期高温季节氨氮浓度较高, 而溶解氧较低, 部分时段已经超过 II 类水质标准, 近 3a 总体趋势是基本稳定略有上升。下游东莞段氨氮和总磷水平要高于中上游河段, 大部分时段介于 II~III 类水质标准, 个别时段甚至超过 III 类标准, 近 3a 的总体变化趋势是稳中有降, 说明淡水河、石马河等流域的治污努力取得了一定的效果。

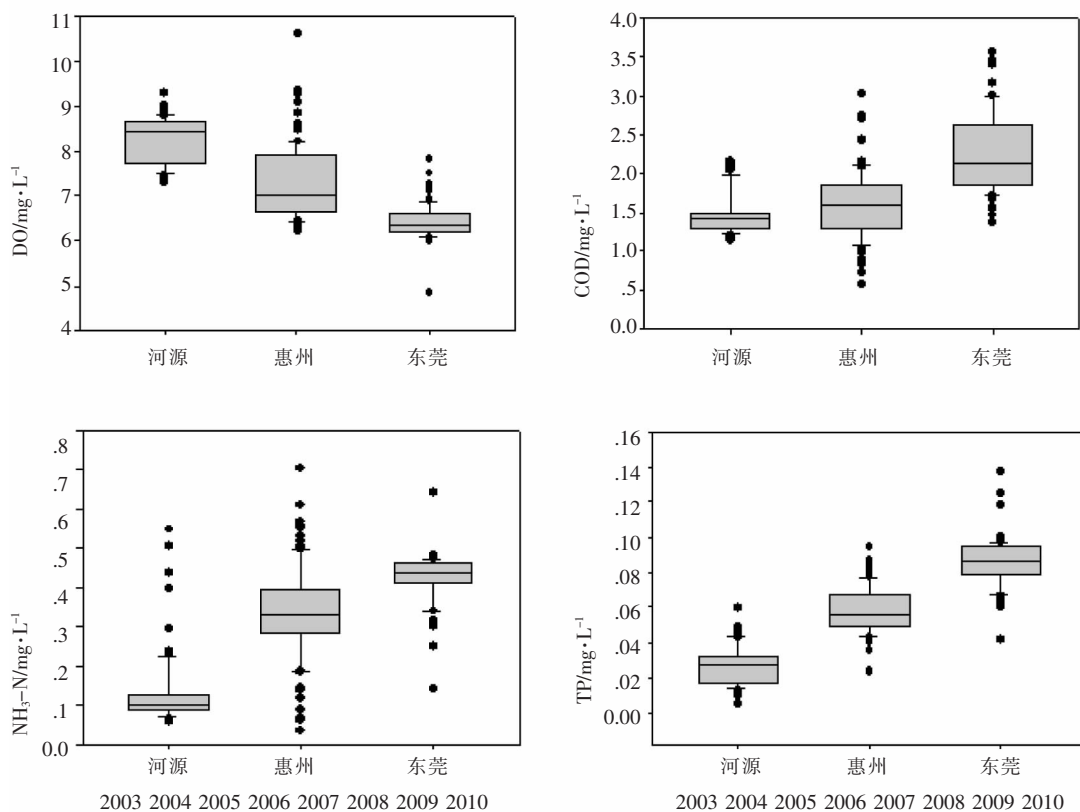


图 7 东江干流各河段水质变化趋势

3 结论

(1) 过去 20 年东江干流水质总体良好, 但近年来变差趋势较明显; 东江干流由上而下表现出较明显水质变差趋势。

(2) 2003~2010 年东江干流各段水质基本在 II~III 类, 其中上游河段基本维持在 II 类, 中下游部分指标达到 III 类。

参考文献:

- [1] 彭文启, 张祥伟. 现代水环境质量评价理论与方法 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [2] 李波, 濮培民. 淮河流域及洪泽湖水质的演变趋势分析 [J]. 长江流域资源与环境, 2003, 12 (1): 67-69.
- [3] 郭巍. 渭河陕西段主要监控断面水质变化趋势分析 [J]. 安全与环境工程, 2010, 17 (5): 47-50.

- [4] 郎会花, 杨洪江, 宋妍. 蓟运河 (宁河县段) 水质状况的初步分析 [J]. 节水灌溉, 2010, (4): 56-57.
- [5] 喻婷, 房怀阳, 曾凡棠. 广州市番禺区市桥河流域水质分析与评价 [J]. 中国农村水利水电, 2009, (12): 39-40.
- [6] 刘秀花, 胡安焱. 汉江丹江口水库水质变化趋势研究 [J]. 人民长江, 2008, 39 (15): 36-38.
- [7] 周晓铁, 韩宁宁, 孙世群, 等. 安徽省河流和湖库型饮用水水源地水质评价 [J]. 湖泊科学, 2010, 22 (2): 176-180.
- [8] Kendall M G, Stuart A. The advanced theory of statistics [M]. London: Charles Griff, 1973.
- [9] Reber t M, Hirsch James R, Slack, Richard A Smith. Techniques of trend analysis for monthly water quality data [J]. Water resources research, 1982, 18 (1): 107-171.

(下转第 98 页)

云龙水库和主要入库河流水 环境质量状况及保护措施

杨小珊

(昆明市环境监测中心, 云南 昆明 650228)

摘要: 利用 2009~2011 年云龙水库监测数据, 对云龙水库库区和入湖汇水区进行了水质现状分析。对石板河、老木河、水城河 3 条入库河流进行了污染因子评价。分析了面源污染现状, 提出相应的保护措施。

关键词: 水环境质量; 现状; 评价; 措施; 云龙水库

中图分类号: X52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0042-05

1 云龙水库水源保护区及主要入库河流基本概况

1.1 自然环境地理概况

云龙水库是国家重点项目—昆明掌鸠河引水工程, 城市供水水源的专用水库, 是昆明市的主要供水水源。设计总库容 4.84 亿 m^3 , 正常蓄水量 3.97 亿 m^3 。云龙水库坝址位于掌鸠河上游云龙河与石板河交汇口下游 580m 处, 坝址河床高程 2025.0m。距昆明市管理里程约 157km, 距禄劝县 66m。位于东经 $102^{\circ}16' \sim 102^{\circ}24'$, 北纬 $25^{\circ}43' \sim 26^{\circ}07'$, 区内最高点海拔 3155m, 最低海拔 2026m, 相对高差 650m。水源汇水区流域面积约 745 km^2 , 库区水域面积 20.66 km^2 。其中, 昆明市禄劝县境内有 656 km^2 ; 楚雄州武定县有 89 km^2 。水源保护区包括禄劝县云龙乡、双化乡、撒营盘镇、马鹿塘乡、皎西乡、团街乡 6 个乡镇 29 个村民委员会, 总人口 126885 人。云龙水库水源保护区划分为一、二、三级。一级保护区为环云龙水库公路以内的区域, 东北部分界线从环水库公路与石板河交界处起, 以石板河河道北侧上口线向北外延 20m, 云龙乡集镇部分界线以资截污沟为界, 石板河、老木河、水城河河道上口线两侧水平外延 20m。二级保护区为一级保护区外延 1500m 的区域。三级保护区为一、二级保护区以外的其他径流区域。

1.2 入库河流及汇水区概况

云龙水库汇水区总面积 745 km^2 , 汇水水系呈扇形分布, 地势北高南低。汇水区内河流极度发育, 长度 1km 以上的河流多达 84 条。主要入库河

流有石板河、老木河、水城河 3 条河流。石板河是主源, 发源于禄劝县马鹿塘乡对车村, 上游流经双化乡, 汇入双化水库, 双化水库出流后汇入云龙水库, 全长 55.6km, 径流面积 429 km^2 , 占云龙水库坝址以上径流面积的 57.6%; 老木河发源于禄劝县与武定县交界处的锅盖梁山东部, 全长 24.7km, 径流面积 124 km^2 , 占云龙水库坝址以上径流面积的 16.6%; 水城河发源于武定县境内的烂泥箐水库上游, 全长 36.6km, 汇水面积 166 km^2 , 占云龙水库坝址以上径流面积的 22.3%。

2 水质评价标准与监测方法

依据云南省地表水环境功能区划分要求, 一级保护区地表水体按《地表水环境质量标准 (GB3838-2002)》II 类水质标准进行评价。监测方法依据《水和废水监测分析方法》第四版。

3 数据来源

采用昆明市环境监测中心 2009 年、2010 年、2011 年云龙水库库区、汇水区、3 条主要入库河流的例行监测数据进行这次水质现状评价及分析。

4 水环境质量状况与监测结果分析

选取《地表水环境质量标准 (GB3838-2002)》中基本项目高锰酸盐指数、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮 5 个项目进行水环境质量状况分析。

4.1 云龙水库库区水质现状

表 1 是库区 2009 年、2010 年、2011 年监测数据的年总均值, 可以看出云龙坝前、云龙坝中、云龙石板 3 个监测断面的高锰酸盐指数、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮水质均满足 II 类水质保护标准。其中, 五日生化需氧量、氨氮、总磷达到 I

类水质标准。云龙石板总氮接近Ⅱ类水质标准上限。水质主要污染物为有机物。

表1 库区监测控制断面 2009~2011 年监测年总均值 (mg/L)

点位	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	保护类别
云龙坝前	2.5	0.56	0.105	0.015	0.42	Ⅱ类
云龙坝中	2.6	0.51	0.094	0.015	0.37	Ⅱ类
云龙石板	2.7	0.63	0.110	0.018	0.46	Ⅱ类
Ⅱ类水标准	≤4	≤15	≤3	≤0.1	≤0.5	\

表2 入库汇水区 2009~2011 年监测数据年均值 (mg/L)

	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	水质类别	超标项目
石板河入湖湖湾	2009	2.7	\	0.117	0.019	Ⅱ类	\
	2010	3.6	1.1	0.143	0.028	Ⅱ类	总氮
	2011	3.0	1.3	0.094	0.026	Ⅱ类	总氮
	3a 总均值	3.1	1.2	0.118	0.024	Ⅱ类	\
水城河入湖湖湾	2009	2.9	\	0.105	0.019	Ⅱ类	\
	2010	2.6	0.67	0.105	0.020	Ⅱ类	\
	2011	2.4	0.71	0.069	0.014	Ⅱ类	\
	3a 总均值	2.6	0.69	0.93	0.018	Ⅱ类	\
老木河入湖湖湾	2009	2.8	\	0.110	0.019	Ⅱ类	\
	2010	3.0	0.87	0.100	0.023	Ⅱ类	\
	2011	2.4	0.72	0.064	0.019	Ⅱ类	\
	3a 总均值	2.7	0.80	0.091	0.020	Ⅱ类	\
Ⅱ类水标准	≤4	≤15	≤3	≤0.1	≤0.5	\	\

4.2 入库汇水区水质现状

入库汇水区监测控制断面有3个：石板河入湖湖湾、水城河入湖湖湾、老木河入湖湖湾。

4.2.1 石板河入湖湖湾

表2中石板河汇水区入湖湖湾 2009~2011 年监测结果年均值，除 2010、2011 年总氮超出Ⅱ类水标准，其他各指标均满足Ⅱ类水质标准要求。总氮超标率 2010 年为 40%、2011 年为 10%。石板河入湖湖湾水质主要为有机物污染。

4.2.2 水城河入湖湖湾

表2中监测结果表明 2009~2011 年水城河入湖湖湾水质良好，均满足Ⅱ类水质标准要求，主要为有机物污染。

4.2.3 老木河入湖湖湾

表2中监测结果表明 2009~2011 年老木河入湖湖湾水质良好，均满足地表水环境质量Ⅱ类水质标准要求，主要为有机物污染。

4.3 主要入库河流水质现状

根据 2011 年 1~12 月监测数据，对云龙水库

3 条主要入库河流石板河、老木河、水城河，从时间和空间上分析污染物的月际变化并选择主要超标污染指标，进行水体污染现状分析。

4.3.1 石板河

石板河主要设置石板河桥 1 个监测断面。由表 3 中监测结果可见，除 2 月水质在Ⅱ类外，其它 11 个月水质都在Ⅲ类~Ⅳ类。主要超标指标有高锰酸盐指数、总磷、总氮。

图 1 表明，石板河高锰酸盐指数 1~4 月浓度缓慢上升，5~6 月超出Ⅱ类水标准，7 月浓度降到Ⅱ类水范围内，8 月浓度值在Ⅱ类水范围内有上升趋势，9~12 月浓度值在Ⅱ类水范围内处于平稳状态。5 月超标率 25%，6 月超标率 11%，4 月、8 月水质浓度在Ⅱ类水标准的上限。

图 2 表明，石板河总磷 1~10 月水体从低浓度值向上波动，在 11 月形成峰值，超标率 32%，12 月回到Ⅱ类水范围内。

图 3 表明，石板河总氮呈波浪状变化，除 2 月和 6 月在Ⅱ类水保护上限，其它几个月水质均严重

超标, 超标最高值是8月, 超标率为196%, 5月是超标的最低值, 超标率为2%。石板河桥2011

年水质污染严重, 超出Ⅱ类水质标准, 降为Ⅲ类水质。

表3 2011年石板河监测结果 (mg/L)

时 间	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	水质类别	超标项目
1月	2.5	0.9	0.08	0.017	0.56	Ⅲ类	总氮
2月	3.4	0.8	0.101	0.016	0.5	Ⅱ类	\
3月	3.1	2.5	0.081	0.019	1.23	Ⅳ类	总氮
4月	3.7	0.8	0.087	0.03	0.93	Ⅲ类	总氮
5月	5	4.8	0.114	0.033	0.51	Ⅳ类	高锰酸盐指数、总氮
6月	4.5	1.3	0.205	0.046	0.42	Ⅲ类	高锰酸盐指数
7月	2.7	1.1	0.116	0.043	0.62	Ⅲ类	总氮
8月	3.8	2.6	0.064	0.088	1.48	Ⅳ类	总氮
9月	3	1.1	0.3	0.07	0.82	Ⅲ类	总氮
10月	3.3	1.6	0.264	0.08	1.4	Ⅳ类	总氮
11月	3.4	1	0.075	0.132	0.99	Ⅲ类	总磷、总氮
12月	2.8	0.8	0.447	0.061	1.42	Ⅳ类	总氮
年均值	3.4	1.6	0.161	0.053	0.91	Ⅲ类	总氮
Ⅱ类水标准	≤4	≤15	≤3	≤0.1	≤0.5	\	\

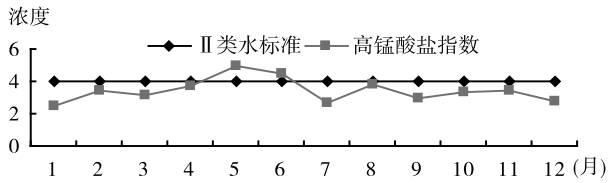


图1 石板河高锰酸盐指数12个月浓度变化

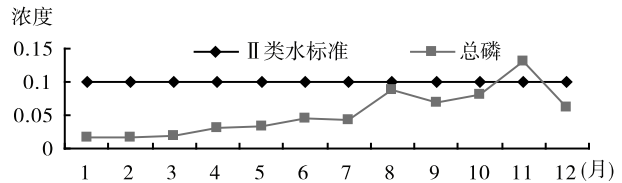


图2 石板河总磷12个月浓度变化

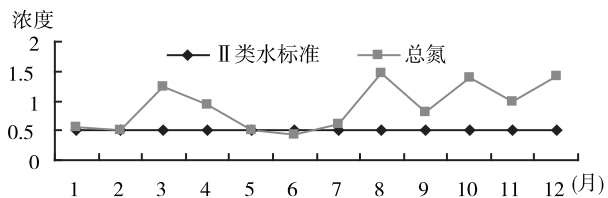


图3 石板河总氮12个月浓度变化

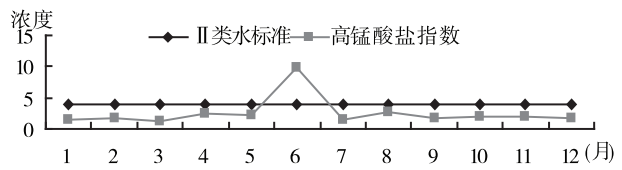


图4 老木河高锰酸盐指数12个月浓度变化

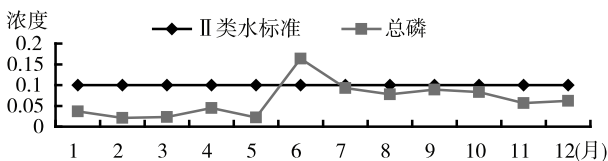


图5 老木河总磷12个月浓度变化

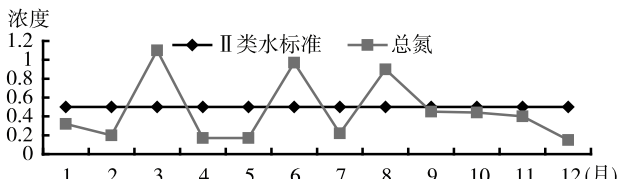


图6 老木河总氮12个月浓度变化

4.3.2 老木河

老木河设入湖口1个监测断面。表4中1~12月监测结果显示, 老木河各指标年均值达到Ⅱ类水标准。3月、6月水质为Ⅳ类水, 8月水质为Ⅲ类水, 其它几个月水质均为Ⅱ类水。主要超标项目是

高锰酸盐指数、总磷、总氮。

图4表明老木河高锰酸盐指数1~5月在低浓度区平稳波动, 6月出现高峰值, 7~12月又回到低浓度区, 6月超标率为145%。

图5表明老木河总磷浓度变化在时间上同高锰

酸盐指数浓度变化有相似处, 1~5月在低浓度区波动, 6月形成峰值, 7~12月又降到低浓度区。6月超标率为39%。

图6表明老木河总氮1~8月水体呈大波浪上

下波动, 9月浓度值开始下滑, 12月回到全年最低值。总氮高峰值3月超标率120%、6月超标率94%、8月超标率80%。9月、10月、11月浓度值均落在Ⅱ类水的上限, 有上升的趋势。

表4 2011年老木河监测结果 (mg/L)

时间	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	水质类别	超标项目
1月	1.5	0.5	0.189	0.037	0.32	Ⅱ类	\
2月	1.6	3.3	0.106	0.021	0.2	Ⅱ类	\
3月	1.3	0.9	0.086	0.023	1.1	Ⅳ类	总氮
4月	2.5	0.6	0.06	0.045	0.17	Ⅱ类	\
5月	2.2	0.5	0.046	0.022	0.17	Ⅱ类	\
6月	9.8	1.8	0.058	0.164	0.97	Ⅳ类	高锰酸盐指数、总磷、总氮
7月	1.4	0.6	0.16	0.093	0.22	Ⅱ类	\
8月	2.7	1	0.052	0.078	0.9	Ⅲ类	总氮
9月	1.8	0.5	0.107	0.089	0.45	Ⅱ类	\
10月	1.9	0.5	0.073	0.083	0.44	Ⅱ类	\
11月	1.9	0.5	0.054	0.057	0.4	Ⅱ类	\
12月	1.7	0.5	0.036	0.062	0.15	Ⅱ类	\
年均值	2.5	1.4	0.086	0.065	0.46	Ⅱ类	\
Ⅱ类水标准	≤4	≤15	≤3	≤0.1	≤0.5	\	\

表5 2011年水城河监测结果 (mg/L)

时间	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	水质类别	超标项目
1月	1.4	0.8	0.195	0.024	0.6	Ⅲ类	总氮
2月	1.8	0.8	0.059	0.014	0.34	Ⅱ类	\
3月	1.5	0.8	0.07	0.015	0.81	Ⅲ类	总氮
4月	2	0.25	0.044	0.015	0.24	Ⅱ类	\
5月	2.2	0.25	0.06	0.02	0.16	Ⅱ类	\
6月	10.3	1.4	0.089	0.131	1.02	Ⅴ类	高锰酸盐指数、总磷、总氮
7月	1.6	0.25	0.066	0.02	0.26	Ⅱ类	\
8月	3.9	0.8	0.162	0.074	0.5	Ⅱ类	\
9月	1.6	0.25	0.038	0.018	0.37	Ⅱ类	\
10月	2.5	0.25	0.107	0.029	0.56	Ⅲ类	总氮
11月	2.1	0.25	0.033	0.015	0.37	Ⅱ类	\
12月	1.6	0.25	0.043	0.012	0.23	Ⅱ类	\
年均值	2.7	0.53	0.081	0.032	0.46	Ⅱ类	\
Ⅱ类水标准	≤4	≤15	≤3	≤0.1	≤0.5	\	\

4.3.3 水城河

水城河设水城河入湖口1个监测断面。表5中监测数据显示, 水城河2011年各指标年均值均满足Ⅱ类水质要求。6月超标最严重, 水质为Ⅴ类。1月、3月、10月超出Ⅲ类水质标准, 其它几个月均在Ⅱ类水质范围。主要超标项目是高锰酸盐指数、总磷、总氮。

图7高锰酸盐指数1~12月浓度值变化情况和

图8总磷1~12月浓度值变化情况显示, 两指标均在6月形成峰值, 8月出现靠近Ⅱ类水质标准上限的趋势, 其它各月水质在低浓度范围内平稳波动。6月高锰酸盐指数超标率为157.5%、总磷超标率为31%。

图9表明水城河入湖口1月、3月、6月、10月均超出Ⅱ类水标准, 超标率分别为16.7%、62%、104%、12%。其它各月总氮浓度值均在Ⅱ

类水标准范围内。

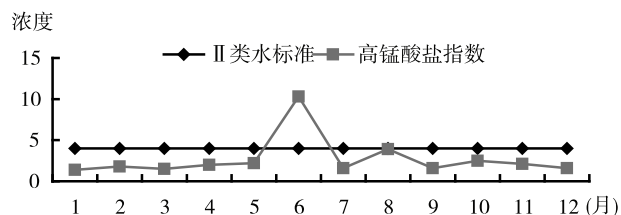


图7 水城河高锰酸盐指数12个月浓度变化

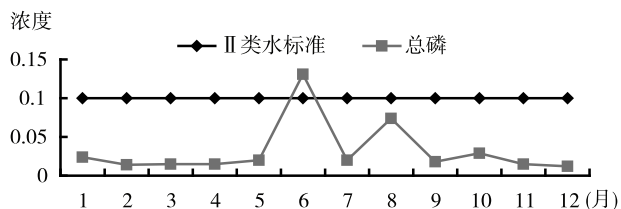


图8 水城河总磷12个月浓度变化

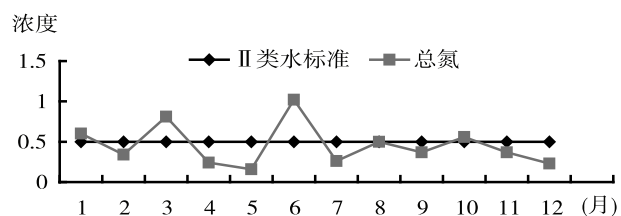


图9 水城河总氮12个月浓度变化

5 结论与保护措施

云龙水库库区和入库汇水区水质现状目前基本满足Ⅱ类水质要求，今后的水质状况受云龙水库汇水区点源污染和面源污染影响。经调查，云龙水库汇水区以农业为主，基本上没有工业点源污染，主要是面源污染。面源污染包括生活污水、畜禽养殖、农田化肥施用、农村固废等。畜禽养殖普遍为庭院养殖，区内环境治理的基础设施比较落后，公共卫生、环境卫生状况处于无管理和半管理状态。在此生活、生产方式下产生的污染物主要是在雨季

形成的径流，径流汇入河流，直接或间接进入水库，形成面源污染，而入库河流是输送面源污染的重要途径。因此，入库河流水环境质量对库区水环境质量影响甚大，必须加强对入库河流水环境质量的污染控制，建议采取以下保护措施：

(1) 应严格控制入库河流周边人口的机械增长，以减少生活污水和畜禽养殖。要鼓励水源保护区内的人口外迁，采用政策引导、政策性移民的方式减少水源保护区内的总人口数。

(2) 应严格控制化肥农药的使用，减少农田污染。要积极发展农业循环经济产业链，使种植、养殖、林业生产有机结合在一起，大力发展生态农业。使水源保护区的人民在保护和改善水资源生态环境的同时，生活得到基本保障。

(3) 应建立有效的城镇地表径流收集系统，提高植被覆盖，抑制水土流失，加大宣传力度，提高当地群众的环保意识，使其认识到保护环境、保护生态就等于保护自己。

(4) 重点加强入库河流的污染控制，根据3条河流的入库口情况不同，应采取相应的治理对策。石板河是3条主要干流中污染最严重的，水流量大，径流面积也是3条河中最大的，泥沙量较大，汇入口水域面积宽，建议在入库口设置前置库或其他净化工程，不仅可以降低污染源和延缓泥沙进入水库，还保证了库区水环境质量及蓄水能力。老木河入口附近农田较多，水库水位上涨时，如果农田被淹没，将会对水体造成较大污染，建议老木河入库河口一定距离的农田改建湿地，以改善入库水质。水城河在武定水城村沿河两岸地势平坦的地段全为农田，接近禄劝境内，无人居住，植被较好，建议在两县交界处设置污水处理设施，以保证水体质量。

The Current Water Environmental Quality and Its Protection of Yunlong Reservoir and Its Inflowing Rivers

YANG Xiao-shan

(Kunming Municipal Environmental Monitoring Center, Kunming Yunnan 650228 China)

Abstract: In this article, the current water quality of Yunlong Reservoir and its watershed has been analyzed based on the monitoring date of the reservoir from 2009 to 2011. The factors which resulted in the water pollution of the three inflowing rivers, namely Shibian River, Laomu River and Shuicheng River, have been evaluated. The non-point pollution source was also discussed in the paper. The protection measures are proposed.

Key words: water environment quality; current situation; evaluation; measure; Yunlong Reservoir

水葫芦大面积种植对滇池浮游植物的影响研究

郭艳英, 韩亚平

(昆明市滇池生态研究所, 云南 昆明 650228)

摘要: 对滇池水葫芦大面积种植区域开展了浮游植物群落结构和细胞丰度变化的调查研究, 经过数据统计分析发现水葫芦大面积种植对水体浮游植物种群种类组成影响不显著, 但对蓝藻生长具有一定的抑制作用, 对绿藻和硅藻可能具一定促进作用。

关键词: 水葫芦; 浮游植物; 影响; 滇池

中图分类号: X52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0047-05

水葫芦又名凤眼莲 (*Eichhornia crassipes*), 典型的浮水植物。由于繁殖速度快, 去污能力强, 被认为是一种高效、廉价的污水净化植物^[1]。水葫芦对氮、磷、钾、钙等多种无机元素有较强的富集作用, 对部分有机污染物有很强的吸收和促进降解能力^[2,3], 是治理水体污染较好的水生植物。鉴于水葫芦对水体较强的净化能力, 2011年6月份, 通过围网控制性种养, 分别在滇池草海、外海及老干鱼塘种植水葫芦, 种植面积共 2040hm², 其中草海约 666.7 hm², 外海约 1333.3hm², 老干鱼塘约 40 hm², 旨在通过大面积水葫芦种植吸收水体中的营养物质, 达到净化水质的目的。

有研究发现^[4,5], 水葫芦在水面覆盖度过大会造成水体溶解氧过低、水生生物死亡的负作用, 然而至今水葫芦不同覆盖度放养环境效应方面的报道甚少。浮游植物是水体中重要的初级生产者, 在整个水生生态系统有着独特的作用, 可以生存于不同类型的自然水体, 浮游植物水污染有着密切的关系, 可作为水质生物监测的重要指标, 对水体生态环境的变化具有重要的指示作用, 是水体生态系统不可缺少的组成部分。鉴于此, 在滇池水葫芦大面积种植期间, 开展了浮游植物群落监测, 研究水葫芦大面积种植和浮游植物生长的响应关系, 在一定程度上可作为评价水葫芦大面积种植对水生生态系统影响的一个重要评价指标。

1 材料与方法

1.1 采样时间

2011年6月至2012年1月, 每月下旬在固定区域对水葫芦种养区域和对照区域进行水样采集。

1.2 采样点位

设置6个采样点, 其中草海2个、老干鱼塘2个、龙门村2个, 分别分为种养区域和对照区域, 见图1。图中黑色圈所示为水葫芦种养区域, 黑色实心点表示为样点设置位置。

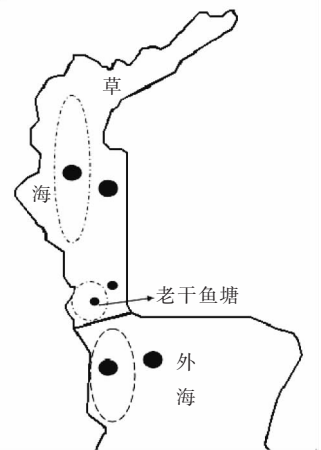


图1 浮游植物调查样点分布图

1.3 样品的采集、固定及处理与鉴定方法

浮游植物定性、定量标本的采集和现存量计数参照中国环境科学出版社出版的《水和废水测分析方法》(第四版)中“水生生物群落的测定”方法^[6]。定性标本用25#浮游生物网采集水表层, 定量标本用采水器分别采集水下0.5 m和1 m水样按等积混合后计数, 种类鉴定根据光学显微镜下形态特征进行鉴定。

2 结果与分析

2.1 浮游植物种群结构组成

草海水葫芦种养区域浮游植物种群调查共发现5门27属, 老干鱼塘种养区域浮游植物种群调查共发现5门30属, 龙门村种养区域共发现5门15属; 草海水葫芦种养对照区域浮游植物种群调

查共发现6门30属，老干鱼塘对照区域浮游植物种群调查共发现6门31属，龙门村对照区域在监测期间共发现5门23属。浮游植物群落结构详见表1。

表1 水葫芦种植区域和对照区域浮游植物群落结构组成比较(属)

区域	蓝藻门	绿藻门	硅藻门	甲藻门	隐藻门	裸藻门	总计
草海养殖区域	7	12	6	1	1	—	27
草海对照区域	7	12	7	1	1	2	30
老干鱼塘养殖区域	10	13	7	1	1	—	32
老干鱼塘对照区域	8	14	6	1	1	1	31
龙门养殖区域	5	3	5	—	1	1	15
龙门对照区域	6	9	6	1	1	—	23

2.2 浮游植物优势种群变化

草海水葫芦种养区域和对照区域在优势种分布

上出现相似规律，在水葫芦种植初期，2011年6月和7月优势种为微囊藻属，在水葫芦生长后期优势种为直链硅藻属、束丝藻属优势种，其中直链硅藻属为优势种时间较长。在对照区域中，优势种群还出现了星杆藻属。次优势种以绿藻门的盘星藻属、栅藻属、绿丝藻属，硅藻门的舟形藻属、直链硅藻属、针杆藻属，甲藻门的飞燕角甲藻为主，且飞燕角甲藻在水葫芦种植期间连续几个月细胞丰度均较高，而草海水葫芦种养区域则出现了滇池20世纪90年代中后期常见的转板藻属。

老干鱼塘种养区域和对照区域优势种分布上基本相似，在水葫芦种植初期，2011年6月和7月优势种为微囊藻属，后期出现以颤藻属、直链硅藻属为优势种群，次优势种以蓝藻门的微囊藻属、鞘藻属、席藻属和硅藻门的舟形藻属、针杆藻属、脆杆藻属为主。

龙门村种养区域和对照区域在监测期间均以蓝藻门微囊藻属为优势种，次优势种为束丝藻属和直链硅藻属。

表2 浮游植物优势种群变化

点 位	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
草海养殖区	微囊藻	微囊藻	直链硅藻	直链硅藻	直链硅藻	束丝藻	束丝藻	直链硅藻
草海对照区	微囊藻	微囊藻 直链硅藻	—	直链硅藻	直链硅藻	束丝藻	束丝藻	直链硅藻 星杆藻
老干鱼塘养殖区	微囊藻	微囊藻	颤藻	—	直链硅藻	—	—	—
老干鱼塘对照区	微囊藻	微囊藻	颤藻	—	—	—	—	—
龙门养殖区	微囊藻	微囊藻	微囊藻	微囊藻	微囊藻	微囊藻	微囊藻	微囊藻
龙门对照区	微囊藻	微囊藻	微囊藻	微囊藻	微囊藻	微囊藻	微囊藻	微囊藻

表3 浮游植物次优势种群变化

点 位	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
草海养殖区	直链硅藻 舟形藻	直链硅藻 盘星藻	角甲藻 微囊藻	角甲藻	绿丝藻	转板藻 直链硅藻	栅藻 直链硅藻 针杆藻	针杆藻
草海对照区	直链硅藻 舟形藻	盘星藻	—	角甲藻	—	束丝藻 直链硅藻	直链硅藻 针杆藻	针杆藻
老干鱼塘养殖区	舟形藻	—	微囊藻 席藻	—	席藻	—	—	针杆藻
老干鱼塘对照区	舟形藻	—	席藻 尖头藻	—	—	束丝藻 隐藻	直链硅藻	针杆藻 脆杆藻
龙门养殖区	—	—	—	束丝藻	直链硅藻	束丝藻	束丝藻	束丝藻
龙门对照区	—	—	—	直链硅藻	直链硅藻	束丝藻	束丝藻	束丝藻

2.3 浮游植物细胞丰度变化

2.3.1 浮游植物总细胞丰度变化

2011年6月至2012年1月，水葫芦种植期间，草海水葫芦种植区域浮游植物细胞丰度总细胞丰度由最初的 20000×10^5 个/L减少至 478×10^5 个/L，

草海水葫芦对照区域区域浮游植物细胞丰度总细胞丰度由最初的 5198×10^5 个/L减少至 372×10^5 个/L，老干鱼塘和龙门区域浮游植物总数量也大幅减少，详见图2。

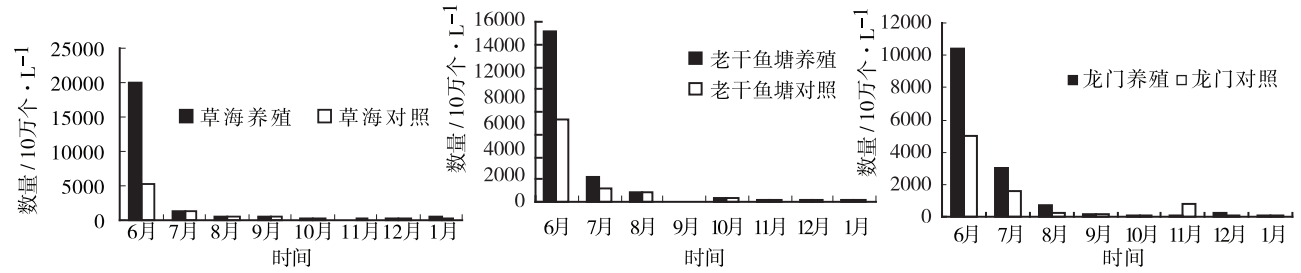


图2 浮游植物总细胞丰度变化图

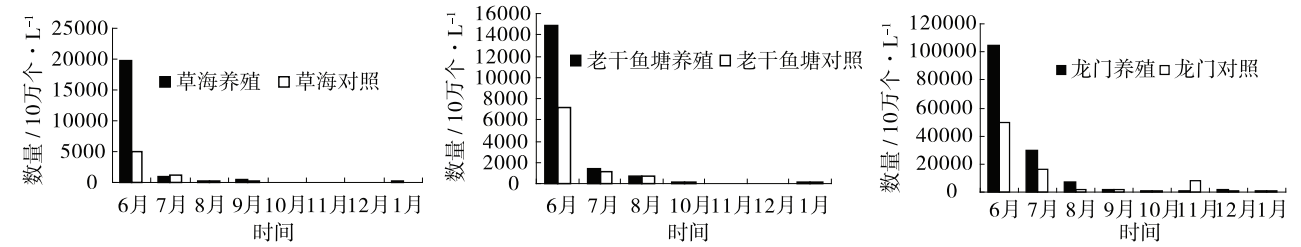


图3 浮游植物蓝藻门数量变化

分析数据表明，在水葫芦种植期间，三个水域的浮游植物细胞丰度均呈下降趋势，且水葫芦种植区域浮游植物初期细胞丰度远高于对照区域，伴随水葫芦的生长，种养区域浮游植物细胞丰度大幅度降低，到8月份左右，种养区域的浮游植物细胞丰度已低于或接近对照区域。

据表明，水葫芦种植区域的浮游植物中，蓝藻细胞丰度变化呈现和浮游植物总细胞丰度变化同样的规律，水葫芦种植对浮游植物总细胞丰度及蓝藻数量都有明显的抑制作用。

2.3.2 浮游植物蓝藻门细胞丰度变化

2.3.3 浮游植物绿藻门细胞丰度变化

浮游植物绿藻门细胞丰度变化见图4。

浮游植物蓝藻门细胞丰度变化见图3。监测数

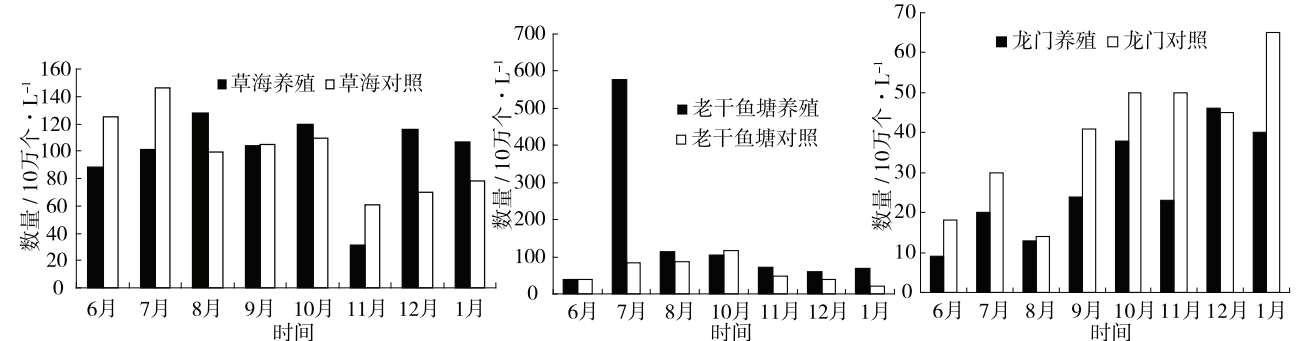


图4 浮游植物绿藻门细胞丰度变化

分析数据表明，三个水葫芦种植区域的浮游植物中，绿藻细胞丰度呈现不同的变化趋势。在草海和老干鱼塘水葫芦种植区域，绿藻门藻类数量从最初低于

对照区域伴随水葫芦的生长呈上升趋势，到水葫芦种植三个月后绿藻门藻类数量开始高于对照区域。在龙门种植区域，种养区域绿藻门丰度均低于对照区域。

从绿藻门数据说明,在水域面积小,水体相对封闭和静止的水体中,水葫芦种植利于绿藻的生长。

2.3.4 浮游植物硅藻门细胞丰度变化

浮游植物硅藻门细胞丰度变化见图5。

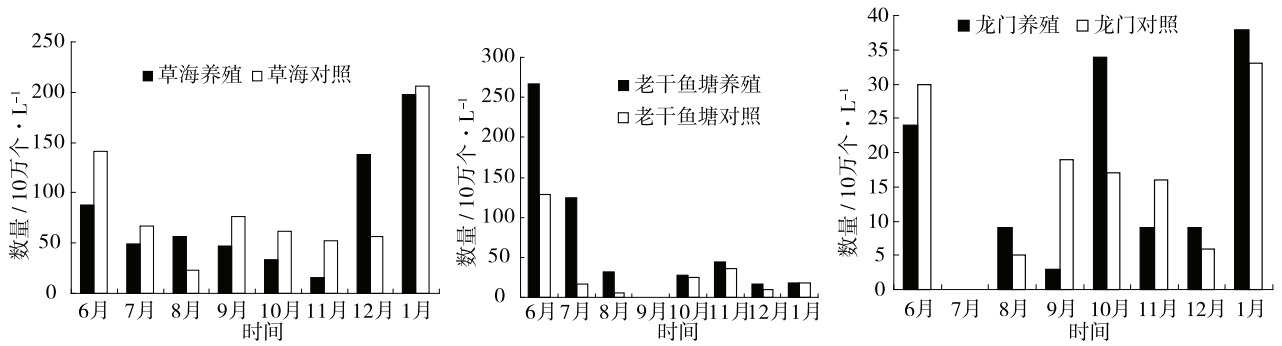


图5 浮游植物硅藻门细胞丰度变化

分析数据表明,三个水葫芦种植区域的浮游植物中,硅藻细胞丰度规律表现不同,草海水葫芦种植区域,水葫芦生长旺盛时期,硅藻门细胞丰度变化呈下降趋势,至水葫芦生长衰老期,硅藻门细胞丰度呈上升趋势。在老干鱼塘区域,硅藻门细胞丰度均下降,

但种植区域均高于对照区域。龙门区域,水葫芦生长旺盛时期,硅藻细胞丰度均降低,在水葫芦生长衰老期,硅藻门细胞丰度上升,且水葫芦种植区域硅藻门细胞丰度高于对照区域硅藻门细胞丰度。

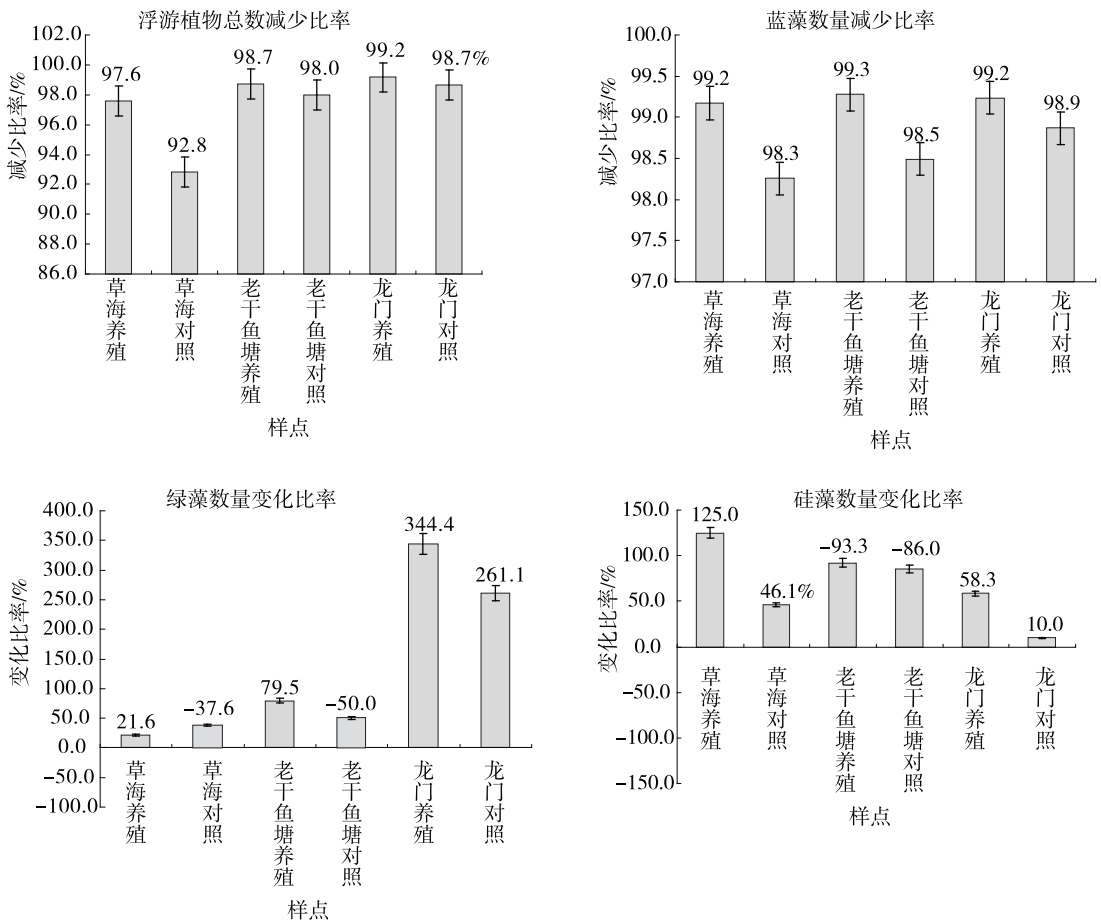


图6 浮游植物细胞丰度变化

2.3.5 浮游植物细胞丰度减少率分析

从实验初期2011年6月到试验结束2012年1月,对2011年6月和2012年1月同期浮游植物细

胞丰度减少率进行对照分析。草海水葫芦种植区域、草海对照区域、老干鱼塘水葫芦种植区域、老干鱼塘对照区域、龙门水葫芦种植区域、龙门对照

区域浮游植物总细胞丰度明显减少, 蓝藻门细胞丰度分别减少 99.2%、98.3%、99.3%、98.5%、99.2%、98.9%, 绿藻门细胞丰度分别增加 21.6%、-37.6%、79.5%、-50.0%、344.4%、261.1%, 硅藻门细胞丰度分别增加 125.0%、46.1%、-93.3%、-86.0%、58.3%、10.0%。

同期浮游植物细胞丰度减少率分析, 浮游植物总细胞丰度和蓝藻细胞丰度在水葫芦种养区域减少率高于对照区域; 绿藻门细胞丰度, 水葫芦种植区域细胞丰度增加率高于对照区域; 硅藻门细胞丰度增加率, 草海和龙门区域种植区域均高于对照区域, 而老干鱼塘无论对照还是养殖区域均减少。

3 结论

(1) 通过对水葫芦种植区域和对照区域浮游植物种类组成调查研究发现, 水葫芦种植对浮游植物种类组成影响不显著, 对优势种影响亦不显著, 对次优势种影响稍有差异。

(2) 水葫芦种植对恢复滇池早期物种可能具较好推进作用。根据有关调查研究, 1957 年调查中, 单角盘星藻为滇池优势种, 其次鼓藻类植物数量位于滇池第二位, 飞燕角甲藻、粗壮双菱藻数量、点状平裂藻也很多^[7]。而后期伴随滇池污染, 滇池优势种转变为微囊藻属, 1957 年上述物种均已少见。本次在水葫芦种植期间的 8、9 月份蓝藻生长旺盛时期, 草海区域飞燕角甲藻大量出现, 且数量仅次于优势种, 在 10 月份草海水葫芦种植区域出现了较多数量的转板藻, 这在某种程度上说明水葫芦的种植或许促进了滇池浮游植物原生物种的恢复。

(3) 蓝藻细胞丰度减少率分析表明水葫芦大面积种植对蓝藻生长具一定抑制作用。胡廷尖、王雨辰等也发现不同浓度的凤眼莲种植水抽滤液对铜绿微囊藻有一定的化感抑制作用, 种植水抽滤液对铜绿微囊藻抑制作用随着时间的推移效果越发明

显, 在 120 h 以后抑制作用迅速增强^[8], 可见水葫芦大面积种植对抑制蓝藻生长具较好作用。

(4) 通过对绿藻门和硅藻门细胞丰度变化研究发现水葫芦大面积种植对浮游植物中绿藻和硅藻细胞丰度增加可能具一定影响, 在某种程度上可能促进两者的生长, 这对于恢复滇池原生物种改善滇池浮游植物群落结构, 提高渔业产业具有良好的促进作用。

(5) 水葫芦种植区域对浮游植物影响在相对封闭和静止的水体中效果显著。外海水体流动性强, 且水域开阔, 水葫芦种植后水体浮游植物均以微囊藻属为优势种, 对浮游植物优势种和其它种类影响甚微。而在草海和老干鱼塘区域, 则改变了水体浮游植物优势种群构成, 且种类组成也更多。

致谢: 在本研究过程中, 滇池生态研究所潘珉工程师和云南大学侯春教授给予了大力的帮助, 在此一并致谢!

参考文献:

- [1] Reed S C, Middlebrook E J, Crites R W. Natural Systems for Waste Management and Treatment [M]. New York: McGraw Hill, 1998.
- [2] 袁蓉, 刘建武, 成旦红, 等. 凤眼莲对多环芳烃(萘)有机废水的净化 [J]. 上海大学学报(自然科学版), 2004, 10(3): 272-276.
- [3] 夏会龙, 吴良欢, 陶勤南. 凤眼莲植物修复水溶液中甲基对硫磷的效果与机理研究 [J]. 环境科学学报, 2002, 22(3): 329-332.
- [4] 叶小梅, 周立祥, 严少华, 等. 水葫芦厌氧发酵特性研究 [J]. 江苏农业学报, 2009, 25(4): 787-790.
- [5] 周阳, 陈有光, 段登选, 等. 凤眼莲漂浮密度与净化能力的研究 [J]. 渔业现代化, 2008, 35(4): 32-35.
- [6] 本书编委会. 水和废监测分析方法(第4版) [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
- [7] 钱澄宇, 邓新宴. 滇池藻类植物调查研究 [J]. 云南大学学报, 1985, 7(增刊): 9-28.
- [8] 胡廷尖, 王雨辰. 凤眼莲对铜绿微囊藻的化感抑制作用研究 [J]. 水生态学杂志, 2010, 3(6): 47-51.

A Study on the Influence of Large - Scale Water Hyacinth Planting on the Phytoplankton in Dianchi Lake

Guo Yan - ying, Han Ya - ping

(Kunming Institute of Ecology of Dianchi Lake, Kunming, 650228)

Abstract: An investigation has been carried out in a large planting area of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in Dianchi Lake on the phytoplankton community structure and the cell abundancy. The following statistical analysis shows that the species composition of the phytoplankton is not significantly influenced by the large - scale planting of the water hyacinth. But it inhibits the growth of the blue algae to certain degree; on the opposite, it stimulates the growth of green algae and diatoms.

Key words: water hyacinth; phytoplankton; influence; Dianchi Lake

临沧市农村饮用水源地水质现状及环境保护

杨丽娟

(临沧市环境科学研究所, 云南 临沧 677000)

摘要: 由于农村生活、农业生产过程等污染, 临沧市农村饮用水源地水质现状不容乐观。为保障农村饮用水安全, 应加强农村饮用水源地的环境调查, 尽快科学划分饮用水源保护区, 完善饮用水环境基础设施建设及水质监测制度, 严格执法、强化环境监管。

关键词: 农村; 饮用水源地; 水质现状; 污染成因; 措施; 临沧

中图分类号: X52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0052-03

1 农村饮用水源地水质现状

临沧位于云南省西南部、澜沧江畔, 因濒临澜沧江而得名。全市辖7县1区, 有77个乡镇, 有乡镇集中式饮用水源地73个, 取水量1634.73万 m^3/a 、服务人口30.25万人。由临沧市环境监测站对全市7县1区8个典型乡(镇)饮用水源地(取水量613.94万 m^3/a 、服务人口7.47万人)监测结果可知, 仅有镇康县清水河、凤庆县福音山河、云县刀耿水库3个饮用水源地水质满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的II~III类标准, 达集中式饮用水源地要求, 其它5个均为IV类及V类, 已不能满足集中式饮用水源地要求, 超标因子主要为总磷、总氮及硝酸盐。在超标的5个饮用水源地中, 双江县三岔河水源地及耿马县帮木河水源地近年来水质变化总趋势为恶化, 目前水质为V类。另外辖区7个县的10个主要饮用水源水库及临翔区10条主要饮用水源地河流的监测结果也显示, 部分河流及水库(如临翔区下永泉河、双江来冷水库)水质为IV类, 已达不到集中式饮用水源地的要求, 超标因子主要为铁。其中, 临翔区下永泉河最大超标倍数为15.95倍。以上监测结果表明, 临沧市农村饮用水源地已受到一定的污染, 且因大多数乡镇、自然村饮用水源地的调查尚未进行, 大部分农村饮用水源地基础状况和污染状况不清。临沧市大多农村饮用水基本不由自来水公司供应, 而是直接饮用周围的河水及水库水, 在全市73个乡镇集中式饮用水源地中, 有河流型水源地61个、湖库型12个, 8个典型乡镇集中式饮用

水源地中有7个为河流型、1个为湖库型, 由于河流型水源流域面积较大, 沿途饮水环境安全隐患较多, 使饮用水安全得不到保障。

2 污染成因

(1) 饮用水源保护区划分工作滞后。全市73个1000人以上的乡镇集中式饮用水源地中仅有27个划分了饮用水源地保护区, 且只有5个得到相关部门的批复, 22个未批复, 46个未划分, 其中, 8个典型乡(镇)的饮用水源保护区已划分但未批复。由于大部分地区未进行饮用水源保护区的划分或划分未进行批复, 饮用水源得不到有效保护, 使本应属于饮用水源保护区的地方因没有明确划定其保护范围及未设置饮用水源地保护标志设施, 管理薄弱或缺失, 存在破坏生态环境及污染水体的活动, 有的地方甚至还出现在本应属于饮用水源保护区一级或二级保护区内建设污染项目的情况。

(2) 农村生活污染。全市农村地区每年大约产生5897万t生活污水。其中, 调查的8个典型乡镇饮用水源地一级及二级保护区内生活污水排放量约为16万 t/a 、COD排放量29 t/a 、 NH_3 排放量7 t/a 。全市8县区内, 除县城(区城)内建有一座城市污水处理厂外, 乡镇均未建立生活污水处理系统, 且缺乏基本的排水系统, 生活污水不经任何处理, 直接排放或沉积在村边沟渠和村庄地面, 最终对水体造成污染。且因大部分农村饮用水源地为深山河流, 水源地周围农民经济条件及环境意识差, 普遍存在着粪尿未能进行无害化处理, 污水乱泼、垃圾乱倒, 甚至直接入河现象。

(3) 农业面源污染。由于农村饮用水源河流及水库周围部分为耕地、农田, 农民在生产过程中存在着农用化学品的不当投入使土壤和水体环境

收稿日期: 2012-04-26

作者简介: 杨丽娟(1966-), 女, 云南人。本科毕业, 获理学学士学位, 高级工程师。主要从事环境科研及环境影响评价工作。

污染现象。据统计,2010年全市农村化肥使用量(折纯)达15.41万t,预计2015年为30.5万t(折纯量),2020年为40万t(折纯量)。由于临沧市土壤有机质偏低,化肥利用率仅为30%左右,因此,有将近70%的化肥将通过地表径流及地下淋溶流失,不仅造成有效利用率偏低,导致农田土壤污染,而且还会通过农田径流造成对饮用水源地的有机污染和富营养化。据调查,8个典型乡镇饮用水源地一级及二级保护区内农业面源废水排放量约为2.7万t/a、COD排放量约为149t/a、NH₃排放量约为30t/a。

(4) 畜禽养殖污染。近几年来,随着国家对“三农”工作的重视和农村产业结构调整的深入,临沧市畜禽养殖业正逐步向集中化、专业化方向发展。但因农村饮用水源地保护区大多地处深山,当地农民经济基础差,生活较为贫困,畜禽养殖也大多为小规模的家庭式、分散型、放养式养殖。养殖条件简陋,布局不合理,大部分畜禽粪便难以收集处理而随地表径流进入河流、水库,对水体造成污染。在调查的8个典型乡镇饮用水源地一级及二级保护区内分散式畜禽养殖业废水排放量约2.1万t/a、COD排放量约35t/a、NH₃排放量约7t/a。

(5) 工业污染及生态破坏。据调查,临沧市分布在农村地区的工业企业主要为金属及非金属矿的采选、建筑砂石料开采、水电站建设等。由于大部分农村饮用水源地保护区未划定,因此部分工矿企业可能处于农村饮用水源地保护区内。而分散在农村地区的工业企业大多规模小、技术含量低、管理粗放、污染治理设施不配套或运行不规范,环境污染源点多、污染面广,且因部分工业企业污染源与农田、农村居民点交织在一起,而农村饮水工程设施大多不规范,只是采取明渠和管道直接进行接引,有的年久失修,极易引发局部农村饮用水环境污染。其次,在矿山开采及水电站建设中,由于开挖面积大,植被破坏严重,弃土石方量较大,导致水土流失和滑坡、坍塌、泥石流、地面塌陷等地质灾害突出,而这些地区相对距城区较远,监管缺失,使水土保持和生态恢复措施得不到有效的贯彻落实,因此对生态环境破坏和水体影响较大。临翔区主要饮用水源地河流监测结果显示,部分河流污染因子铁超标,究其原因,除当地土壤本底值高外,还与当地采矿业较多有一定联系。

3 环境保护对策措施

(1) 加强饮用水源地调查和饮用水源地保护区

的划分工作。应尽快开展农村饮用水源地的调查工作,摸清饮用水源地供水情况、环境管理状况、环境质量状况,识别水源地环境风险,并按照国家有关规范要求,合理布置和规范农村饮用水源取水点,选择水质良好、水量充沛、便于保护的水源做为农村饮用水源地,尽快完成农村饮用水源地保护区划定和批复工作,要优先划定人口比较密集的村镇集中式饮用水源地保护区,确定保护区等级和界限,设立警示标志设施,支持农村饮用水源地和水源涵养林的生态保护,制定饮用水源地保护区的生态补偿、“以奖促治”等政策,推动人口密集的重点乡镇(主要为博尚镇、小湾镇、幸福镇、永康镇、凤尾镇、沙河乡、孟定镇、岩帅镇8个典型乡镇)的水源地保护区规划和建设。

(2) 严格执法、加强监管。严格执行国家及地方关于饮用水源保护的有关法规和规章制度,加强农村饮用水源地保护区的环境监管,成立专门管理机构,明确管理负责人,并建立长效管理体制和环境评估考核制度。严格禁止在饮用水源地保护区上游建设污染严重的化工、造纸、印染等类企业;禁止在饮用水源地一级保护区内新建、扩建与供水设施和保护区无关的建设项目,禁止在饮用水源地二级保护区内新建、扩建向水体排放污染物的建设项目。定期开展饮用水源地环境保护专项执法检查,坚决依法取缔饮用水源地一级保护区内的所有水域排污口,目前首要取缔其区域内存在的农户分散放养式畜禽养殖及采、选矿企业;饮用水源地二级保护区的原有排污口及准保护区的排污口(如矿山采、选企业)必须达标排放并削减排放量,保证保护区水质达标;禁止有毒、有害物质进入水源保护区;严禁在饮用水源地保护区进行毁坏水源涵养林、陡坡开荒等活动,督促原矿产开发企业进行生态恢复及矿山治理。对重点流域和区域(首先为8个典型乡镇)的农村饮用水源地开展专项调查及治理工作,推动农村饮用水源地水质较差的地区落实相应的污染防治措施,逐步改善饮水环境质量,并根据农村不同的供水方式采取不同的饮用水源地保护措施,制订饮用水源地保护区应急预案,强化水污染事故的预防和应急处理。

(3) 大力推进农村饮用水环境基础设施建设。加大环境治理投入,根据“先急后缓、先重后轻、突出重点、分步实施”的原则,优先解决临沧市典型乡镇中的博尚镇、小湾镇、永康镇、凤尾镇、沙河乡的集中式饮用水源地中总氮超标问题。加快

农村饮用水安全工程的规划和建设,结合各地村镇建设规划,因地制宜确定供水方案,在人口稠密、经济发达的农村地区,逐步实施区域供水和集中供水,以利于饮用水源地的统一保护,提升农村居民饮用水质量。

(4) 加强农村饮用水水源地水质监测与评估。进一步健全和完善水质检测设施,加强对饮用水源水质及水源地环境的监测与评估。制定农村集中式饮用水源地水质监测方案,建立水质监测机制,定期开展水质监测,及时掌握水源水质变化情况。加强饮用水源地环境监测能力建设,每年对集中式饮用水源地至少进行一次水质全分析监测,并及时公布水环境状况,实施水源地信息公告制度。健全饮用水源地安全预警制度,制订突发污染事故的应急预案。同时,加强农村饮水安全工程卫生学评价和农村饮用水水质卫生监测、评价,努力保障农村饮水安全。

(5) 积极推进农村生活污水治理。结合临沧市新农村建设规划和旧村、旧房改造工程,开展以农村生活污水、生活垃圾治理为主要内容的“家园清洁行动”,加强农村饮用水源保护区内村寨的沟渠、水塘、沿村溪流治理,清理污泥积水及垃

圾;将农村净化沼气池建设与“改厕、改厨、改圈”相结合,加大对饮用水源地保护区上游及保护区内的农村生活污水的收集与处理,完善生活污水管网建设,统筹建设农村生活污水处理设施,积极探索简易可行的农村生活污水处理模式,按照集中和分散处理相结合的原则,采用成熟、简易、投资运行成本低、管理方便的处理工艺,逐步提高农村生活污水综合处理率。同时在新农村建设中,应合理布置居民点,逐步搬迁饮用水源地一级保护区人口。

(6) 加强农业生产防治。在饮用水源保护区内应禁止使用剧毒和高残留农药、不得滥用化肥,在做好农业污染源普查工作的基础上,着力提高农业面源污染的监测能力,引导农民科学施肥,大力推广测土配方施肥技术,优化肥料结构,加快发展适合不同土壤、不同作物的专用肥、缓释肥。积极推行水、肥综合管理技术,提高农业水、肥利用效率,以减少化肥污染。对于在饮用水源一级保护区内的种植农户,政府应采取补偿或异地划拨土地的方法,退出保护区内的耕地、农田用于林地建设,强化森林的涵养水源、保持水土的功能。

Current Water Quality and Environmental Protection of the Rural Drinking Water Source Area in Lincang Municipality

YANG Li - juan

(Lincang Municipal Institute of Environmental Sciences, Lincang Yunnan 677000 China)

Abstract: It is not an optimistic situation for the water quality of the rural drinking water source in Lincang Municipality due to the rural domestic pollution and the agricultural pollution. To safeguard the rural drinking water, the environmental investigation in the drinking water source area needs to be strengthened, a scientific zoning of the drinking water conservation area is to be drawn up. In the meantime, the environmental infrastructure of the drinking water and its water quality monitoring should be improved, and the environmental law enforcement and supervision need to be enhanced.

Key words: rural; drinking water source area; current water quality; pollution causes; measure; Lincang

浅谈资源整合对泚江流域污染治理的成效

陈 春, 和杏丽

(兰坪县环保局, 云南 怒江 671400)

摘 要: 阐述了兰坪铅锌矿开采的历史, 分析了泚江流域污染产生的原因。2003 年后, 云南金鼎锌业有限公司成立, 矿区资源整合成功。详细介绍了金鼎锌业实施的一系列环保治理措施和取得的成效。

关键词: 资源整合; 污染治理; 成效; 兰坪

中图分类号: X52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0055-03

1 兰坪铅锌矿开发和污染的历史背景

兰坪铅锌矿的开发大致经历了三个阶段: 1985 年至 1992 年为无序群采阶段; 1993 年至 2002 年为国家和地方联合引资开发阶段; 2003 年后为四川宏达集团和云南冶金集团联合进行产业化、规模化开发阶段。矿山开发的前两个阶段历经了 18 年, 始终没有解决无序群采、粗放经营和生态环境污染破坏严重的问题。从 1985 年起, 在“大矿大开、小矿放开、有水快流”, “国家、集体、个人一起上”的指导思想影响下, 来自全国各地的众多国营、集体企业和个人, 纷纷涌进矿山, 矿区形成了 14000 余人的群采队伍, 开凿矿洞 500 余个, 乱掘滥挖、采富弃贫, 这种破坏式、掠夺式的无序群采情形长达 8 年之久。1989 年国家正式把兰坪铅锌矿列为国家规划矿区。1992 年, 省政府和中国有色总公司联合成立云南兰坪有色金属有限责任公司, 负责开发兰坪铅锌矿, 加强了资源保护, 基本结束了无序群采状况。但当地已形成了一些小型选冶企业, 为了满足其生产经营需要, 由省政府安排给地方企业一定的矿石原料供应, 西坡、南厂、白草坪、跑马坪矿段仍由地方开采。矿区分散开发、环境恶化的局面没有得到根本性的改善。

矿区长时间的大规模群采和分散开发造成了严重的后果: 一是矿产资源造成严重的浪费。据资料统计, 群采期间采富弃贫抛弃贫矿量 390 万 t, 损失锌金属量 63.8 万 t。二是矿山生态环境遭受严重破坏。乱掘滥挖造成地表张裂, 大面积坍塌, 主体矿山架崖山矿段 3 万 m² 范围内地表平均下降 6m, 矿区植被破坏殆尽。矿区成为水土流失、地质灾害最严重的区域。三是对泚江河水造成了严重的污

染。据有关资料统计, 流域内形成技术落后、环保设施不完善的选冶企业达 24 家, 工业废水排放量大达 128.2 万 t/a, 固体废弃物产生量 22.8 万 t/a, 废水废渣直排并淤积河内。同时, 矿区每年被雨水冲刷携带到泚江河的废土石达 35~40 万 m³。外排废水、废渣中的有害元素, 导致了泚江河底泥重金属严重超标, 造成了泚江河水质的严重污染。2000 年 5 月云南省监测站对泚江出境断面金鸡桥断面进行监测, 结果表明: 水质劣于 V 类, 水质铅、锌、隔分别超标 7.9 倍、47 倍、118 倍。

1985 年至 2003 年期间, 怒江州、兰坪县政府及矿区企业也对矿区环保治理做了一定的工作, 主要是针对矿区地质生态环境及工业固体废弃物的初步整治, 封闭了 80 余个采矿坑口, 构筑了部分固体废弃物的处置拦挡设施, 废水、废气的治理工作开始起步, 但治理的总体效果有限。

2 资源整合以后环保治理工作情况

资源整合、云南金鼎锌业有限公司成立后, 为了加快矿区污染治理, 彻底改变矿区污染严重的状况, 从治理矿区历史遗留的地质灾害、水土流失和工业污染源等问题入手, 开展了采选冶全方位的环保治理。云南省政府启动泚江污染防治规划 (2003~2008 年) 前, 已完成环保治理投资 26099 万元: 其中矿山环保治理投资 12036 万元; 选矿环保治理投资 4636 万元; 冶炼环保治理投资 9427 万元。

2.1 矿山环保治理

兰坪铅锌矿由于早期多年无序群采, 导致资源和环境遭到严重破坏, 滑坡、塌方、泥石流事故频繁发生。为了防止地质灾害造成人员、财产损失, 金鼎锌业不仅对历史遗留的环保问题投入巨资解决, 同时对新项目的设计实施了配套的环境保护、

水土流失防治、地质灾害防治等措施。

工程措施。配合兰坪县国土资源局在汇水集中排放的南大沟、练登沟及跑马坪北大沟构筑了32座拦砂坝和谷坊坝,实施了 14670m^3 毛石砼挡渣墙,分级拦挡泥沙,阻止泥沙进入泚江河。2003年到2008年,在露天采场、工业矿堆场、废渣场修筑了截洪、排洪沟渠 17684m ,减少了水土流失的发生及水土流失引发的地表水污染。改造建设了架崖山、跑马坪、白草坪矿段的排废场、贫矿堆场、贫矿堆场堆石坝,杜绝了矿山开采过程中固体废物乱排放现象。

植保措施。资源整合后,南场、西坡、白草坪3个矿段铅、锌储量已基本枯竭,而群采遗留的环保问题却十分严重,公司对以上3个矿段进行了大力整治,关闭了15个不具备安全生产条件的采矿坑口,并经与兰坪县人民政府共同研究决定,采取封山育林来恢复地质生态环境。对开发中的矿山露天采场始终坚持“开发一片、规划一片、终了一片、恢复一片”的方针。制定了1700亩复垦绿化的规划,到目前为止已投入671万元资金,分三期在矿山指挥中心周围边坡、1#排废场、4#工业矿堆上部边坡、彝族山剥离终界区域、矿区新主干公路、2756台阶道路边坡、粗碎站场内及周围边坡等进行植被绿化,植树恢复植被 $420\text{万}\text{m}^2$ 。矿区植被有了根本性的改善。

2.2 选矿环保治理

除一选厂外,其他三个选厂都是矿区资源整合过程中金鼎锌业接收的资产,资源整合前众多小选厂环保设施不完善,选矿废水直排对泚江河造成的污染十分严重。金鼎锌业接收了金凤选厂、金桂选厂、永汇选厂后,共投入环保治理费用3837万元用于环保改造,建设了尾矿泵站、尾矿输送管道等。改变了选矿废水直接排放的现象,减少了泚江河的污染源。根据怒江州环境监测站、兰坪县环境监测站监测结果,哨上尾矿库溢流外排尾水达到《污水综合排放标准》二级标准。

2.3 冶炼环保治理

水处理。金鼎锌业一期 $10\text{万}\text{t/a}$ 电锌项目(含 $6\text{万}\text{t/a}$)设计时就确定了生产废水零排放的目标。根据建设项目“三同时”要求,配套建设了处理能力为 $7200\text{m}^3/\text{d}$ 的污水处理站,废水处理达到《污水综合排放标准》二级标准,并全部回用于流程,整个生产系统无污水外排,每年可节约水量 $75.98\text{万}\text{m}^3$ 。2008年9月,该湿法冶炼铅锌

污水综合处理“零排放”工程被中国环境保护产业协会评为二〇〇八年国家重点环境保护实用技术示范工程。

气处理。硫酸厂尾气 SO_2 排放浓度 $393\text{mg}/\text{m}^3$,远低于允许排放浓度 $960\text{mg}/\text{m}^3$;二冶炼厂锅炉烟气 SO_2 排放浓度 $502\text{mg}/\text{m}^3$,远低于允许排放浓度 $900\text{mg}/\text{m}^3$ 。达到了《兰坪县“十一五”主要污染物(SO_2 、COD)总量控制及削减实施方案》中 SO_2 总量控制及削减要求。

渣处理。对冶炼固体废物严格按国家环保要求进行合理堆存。配套建设有防渗漏、防流失、防扬散的“三防”渣库。渣库建设工程和主体工程同时建成并投入运行。渣库的设计、运行管理及将来的封场均严格按照国家《危险废物填埋污染控制标准》有关要求执行,渣库废水经管道输送回用到锌回收车间,不外排。

2.4 环保治理成效

2003~2008年,通过大量的环境保护整治工作,矿区泥石流、滑坡等灾害事故的发生得到了有效控制,固体废弃物有序堆存,矿区植被恢复系数达到95.2%,植被覆盖率达25.24%;选矿废水集中处理后达标排放,冶炼废水实现了零排放;工业废气中各项污染因子达标排放。兰坪铅锌矿污染治理状况得到了前所未有的改善。

3 泚江污染防治工作开展情况

2009年度,云南省人民政府启动了泚江水污染防治工程,对公司的环保工作提出了更高、更严的要求。公司围绕省政府泚江水污染防治规划措施要求,狠抓落实,把环保工作提升到更加重要的位置。

根据《云南省泚江流域水污染防治规划》,第一阶段(即2009~2011年)要求公司实施工业污染源治理及矿区污染治理与生态恢复两大工程。公司及时成立了泚江河流域水污染防治专项工作领导小组,负责《云南省泚江河流域水污染防治规划》期内实施工业污染源治理及矿区污染治理与生态恢复工程的组织、计划、落实、实施工作。在原有治理的基础上已完成治理投资5655.94万元,在建治理措施投资11673.5万元。

3.1 已完成的治理项目

(1)投资360万元,采用氧化锌吸收脱硫新工艺,对 $10\text{万}\text{t/a}$ 电锌冶炼厂循环硫化床锅炉烟气排放系统进行技术改造,改造后 SO_2 排放浓度远低于国家排放标准;

(2) 投资 1000 万元, 对各生产厂厂区排水沟道按“清污分流、雨污分流”进行整治, 实现“清污分流、雨污分流”, 选矿废水统一收集后送哨上尾矿库沉降, 尾矿库溢流水达标排放; 冶炼废水收集处理后回用, 不外排。

(3) 投资 149.26 万元, 建设了两个地下矿山(跑马坪、蜂子山)矿坑水回用管线、泵站及高位水池, 将矿坑水输送到选厂作为选矿生产用水, 最大程度利用矿坑水。

(4) 投资 100 万元, 在矿山已实施的防范水土流失及地质灾害整治基础上, 对矿山排废场、剥离局部终了境界及矿区公路沿线、荒山、荒坡进行植被绿化, 绿化面积 7 万 m²。

(5) 根据《云南省泚江流域水污染防治规划》, 公司投资 183 万元于 2009 年 8 月开展了各选厂以工信委主导的“节能、降耗”为主题的自愿性清洁生产审核, 2009 年 10 月相继对采矿、冶炼、硫酸各生产厂开展了此项工作, 近期申报清洁生产合格企业。2010 年 8 月, 根据《云南省环境保护厅关于公布云南省第五批强制性清洁生产审核重点企业名单的通知》(云环发[2011]86 号)要求, 开展了采矿、选矿、冶炼、硫酸生产系统的强制性清洁生产审核工作, 对清洁生产潜力环节进行改造, 从源头控制污染物产生量, 不断降低能耗, 实现“节能、降耗、减污、增效”的目标, 并力争在 2011 年内完成强制性清洁生产审核、评估及验收工作。

(6) 投资 631.5 万元, 对渣库进行全面整治: 一是对渣库安全性整治, 构筑渣库两岸边坡防护挡墙、增设和完善截排洪沟, 降低雨水对渣库坝体的影响。同时对渣库坝体强度及其基岩、坝肩的强度进行校核, 进一步验证渣库的安全稳定及可靠性。二是严格落实防渗措施, 确保堆渣重金属等污染物不进入土壤及水体。三是将渣库渗滤液集中收集后输送到锌回收车间, 对渗滤液中锌金属进行回收利用。

(7) 投资 2950.58 万元建成与一期 10 万 t/a 电锌项目相配套的浸出渣锌回收车间, 减少废渣产生量, 有效降低浸出渣中重金属含量, 提高了资源回收率。

(8) 投资 31.6 万元对泚江河麦干甸至公司办公楼段淤泥进行清理。

(9) 投资 250 万元对三选厂尾矿库实施有效合理闭库, 目前已完成闭库所需的工程项目及闭库安

全验收评价, 现正申请省安监局组织验收。

3.2 正在实施的治理项目

(1) 投资 2818.5 万元正在建设与哨上尾矿库、温庄尾矿库相配套的污水处理及回用系统。

(2) 投资 170 万元正在建设跑马坪矿段矿石堆场雨棚, 实现雨污分流。

(3) 投资 260 万元正在建设一期 10 万 t/a 电锌项目运渣公路 12000m² 的雨棚。同时委托昆明有色冶金设计研究院编制渣库清污分流及配套改造方案。

(4) 拟建 3# 工业矿堆场大坝, 目前正在进行施工图设计, 预计年内完成大坝的建设工作。

(5) 为确保矿山废石合理、有序堆存, 投资 1100 万元正在建设弯山梁子沟 10 万 m³ 排废场大坝。

(6) 投资 7325 万元正在建设温庄尾矿库, 建成后将作为哨上尾矿库的替代库, 为现有选矿生产系统服务。

4 资源整合对泚江污染防治工作取得的成效

(1) 公司采、选、冶各生产系统通过大量的环保隐患治理整改, 泚江河水质有了明显改善, 旱季水质达到地表水 IV 类。

(2) 在矿区通过建设拦砂坝、谷坊坝、挡渣墙、截洪、排洪沟渠等工程措施后, 目前矿区泥石流、滑坡、塌方等地质灾害基本得到遏制, 地质灾害事故次数明显下降。

(3) 在露天矿山开采过程中严格按照“开发一片、规划一片、终了一片、恢复一片”的指导思想, 实施植被恢复绿化, 并通过近几年的努力, 矿山水土保持及植被恢复取得了长足的进展。

(4) 根据清洁生产要求, 开展实施了选、冶系统“清污分流”工程措施, 有效实现了选、冶厂内清污分流。

5 结论

历史上由于铅锌矿的无序开采, 污染源点多面广, 经过矿产资源整合, 对兰坪矿区北厂、架崖山、南厂、西坡、蜂子山、白草坪及跑马坪等 7 个矿段集中规划、统一开发。目前凤凰山矿区仅有金顶锌业有 3 个矿山、4 个洗选厂和 1 个冶炼厂在运行。整合后, 铅锌矿开采得到规范, 资源利用率得到提高, 环保措施得到加强, 泥石流得到控制, 水土流失得到一定程度治理。整合后整治工作的实施一定程度上降低了泚江流域的污染负荷, 减缓了泚江水质继续恶化的趋势, 取得了一定的综合治理成果。

云南省农业源污染现状、危害及防治策略

宋福强, 杨 硕, 张 兴

(云南省环境科学研究院, 云南 昆明 650034)

摘 要: 云南省农业源排放污染物占全省污染总负荷的 $1/5 \sim 2/3$, 其中种植业污染源贡献最大, 其次是畜禽养殖业污染源, 水产养殖业污染源贡献最小; 农业源污染已对云南省农业生产、社会稳定和生态安全等产生一定影响。最后从宣传教育、生产方式变革、废弃物利用、环境监管等四个方面提出农业源污染防治对策。

关键词: 农村环境保护; 农业源污染; 现状; 危害; 防治对策; 云南省

中图分类号: X508 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0058-04

农业源污染, 指的是种植业、畜禽养殖业和水产养殖业等农业生产活动对周围自然环境和人工改造环境造成的环境污染。改革开放以来, 云南省农村经济发展取得巨大成绩, 但由于粗放式发展, 农业生产活动也带来不少环境问题。比如, 农村饮用水水源地污染、水环境质量和土壤质量下降, 生态环境脆弱等。农村地区是全省主要农产品产地和饮用水水源地, 是全省生态安全的重要屏障。农村环境的好坏不仅事关广大城乡居民的切身利益, 还关系着全省经济社会的可持续发展, 影响全面小康社会建设进程。为了正确把握全省农业源污染形势, 及时遏制污染趋势, 保护和改善农村环境, 本文结合 2010 年云南省农业源污染调查数据, 全面分析了云南省目前的农业源污染现状, 并提出污染防治对策。

1 农业源污染排放现状

根据 2010 年云南省农业源污染调查结果, 全省农业源污染物排放量约占全省污染物总负荷的 $1/5 \sim 2/3$ 。其中, 化学需氧量排放量 18.89 万 t, 占全省化学需氧量排放总量的 26.33%; 氨氮排放量 1.42 万 t, 占全省总量的 22.93%; 总氮排放量 8.18 万 t, 占全省总量的 58.83%; 总磷排放量 0.82 万 t, 占全省总量的 66.49%。

种植业是云南省主要农业污染源类型, 污染物排放量占到农业源污染物总负荷的 $2/3$ 。种植业排放污染物主要来源于化肥、农药和作物秸秆流失等。2010 年全省化肥使用量 184.58 万 t, 折合每公顷耕地施用 303.70 kg, 超出国际公认的化肥施用安全上限 225 kg/hm²; 农药使用量 4.62 万 t, 折合每公顷

耕地施用 7.60 kg, 高出国家级生态乡镇农药使用量上限 1.53 倍; 农膜使用量 8.57 万 t, 回收量小, 土壤残留率为 18.47%。农用化学品利用率不高, 成为种植业重要污染源, 造成大气污染、土壤污染和水污染。还有, 2010 年全省共产生约 2688.55 万 t 农作物秸秆, 其中约 20% 的作物秸秆随意丢弃或焚烧, 成为种植业又一个重要污染源。经调查, 2010 年全省种植业氨氮流失总量 0.92 万 t、总氮 6.31 万 t、总磷 0.55 万 t, 流失量较大的州市是红河、昭通、普洱、曲靖等州市 (图 1)。此外, 污水灌溉也会加剧农田土壤污染等。

畜禽养殖业是云南省第二大农业污染源, 污染物排放量约占农业源污染总负荷的 $1/4$ 。畜禽养殖业污染主要来源于畜禽粪便和冲洗废水。2010 年全省共养殖猪 5728.59 万头、牛 1015.12 万头、羊 1608.56 万只和家禽 31046.27 万只, 约产生粪便总量 18536.44 万 t。其中, 规模化养殖场 (区) 和养殖专业户畜禽养殖数量约占养殖总量的 20% 左右, 养殖废弃物无害化处理率不高, 约 60% 以上的污染物未经处理直接排放。根据农业源调查结果, 全省规模化养殖场 (区) 和养殖专业户共排放化学需氧量 18.03 万 t、氨氮 0.45 万 t、总氮 1.77 万 t 和总磷 0.25 万 t, 其中排放量较大的州市有曲靖市、红河州、昆明市、玉溪市、大理州等 (图 2)。此外, 养殖粪尿中还含有大量病原体、细菌等有害微生物, 铜、锌等重金属, 甲烷、硫化物等有毒有害的恶臭气体, 易造成附近土壤、水体和空气污染。

云南省水产养殖业相对不发达, 污染物排放量较小, 不到农业源总排放量的 5%。2010 年全省水产养殖面积 10.78 万 hm², 全省水产化学需氧量排

放量 0.86 万 t、氨氮排放量 0.05 万 t、总氮排放量 0.10 万 t 和总磷排放量 0.02 万 t，其中排放量较大

的州市有西双版纳州、红河州、曲靖市、临沧市、昆明市和普洱市等（图 3）。

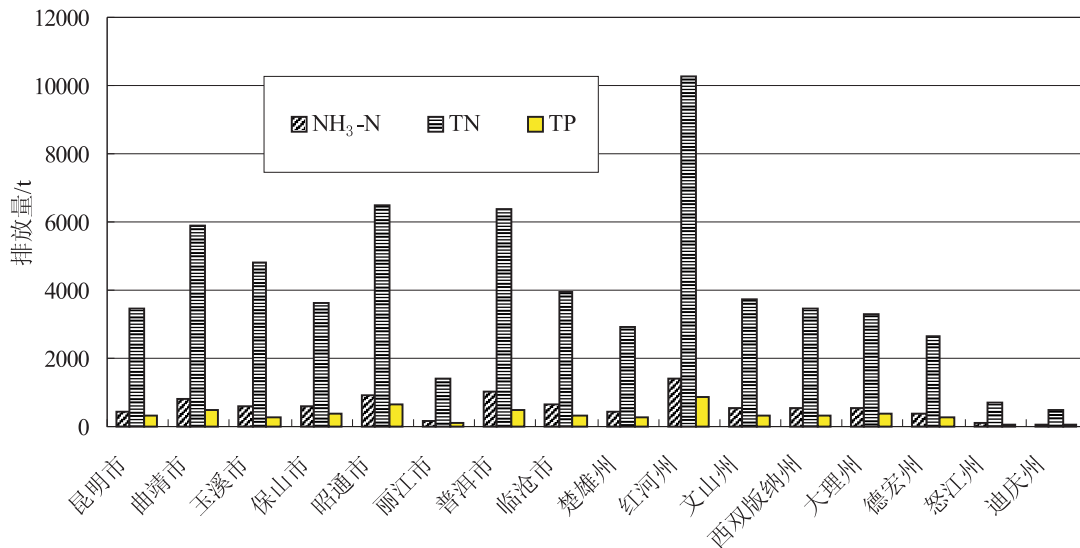


图 1 全省各州市种植业污染物排放量比较

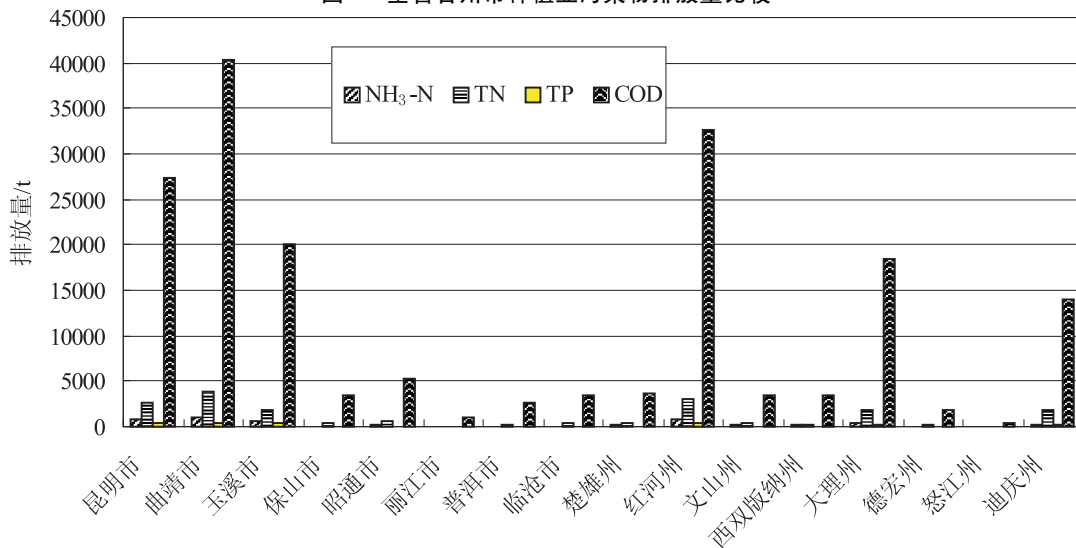


图 2 全省各州市畜禽养殖业污染物排放量比较

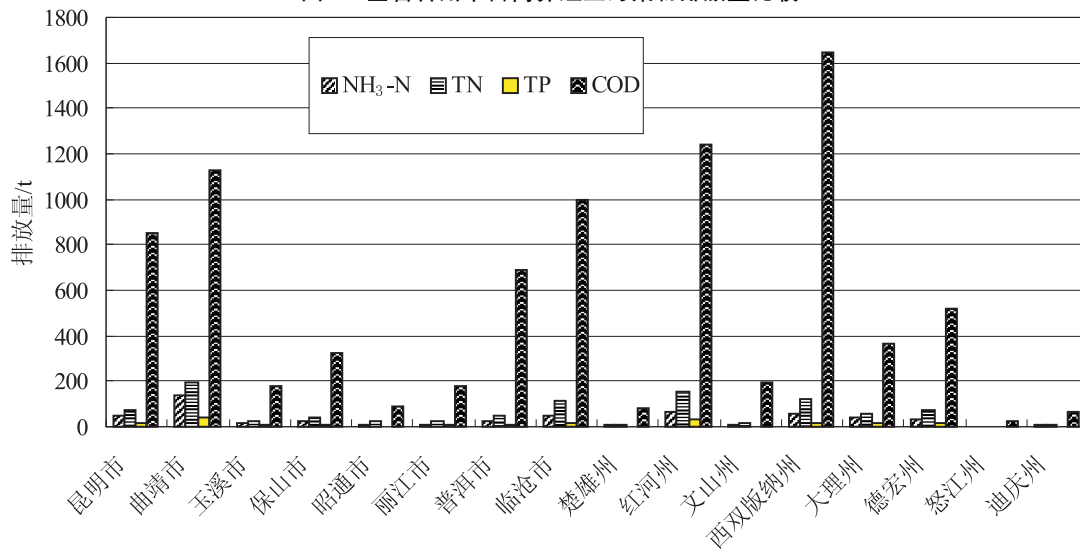


图 3 全省各州市水产养殖业污染物排放量比较

2 农业源污染主要危害

(1) 污染生产环境, 影响农产品生产及质量安全。农业是一种严重依赖自然环境的产业类型。一旦生产环境受到影响, 必然会影响农产品产量和品质, 甚至威胁质量安全。其中, 土壤是发展种植业的基础。全省不少地区由于不合理使用化肥、农药、农膜等, 导致土壤理化性质变化, 出现不同程度的土壤肥力下降。比如, 几年前大理市七里桥乡的“土壤病”事件, 就是因为长期大量使用过磷酸钙、尿素等化肥, 导致土壤严重酸化, 严重缺钼, pH 值达到临界点^[1]。2003年, 农业部对全国37个重点城市蔬菜农药残留四次抽检结果显示, 昆明市蔬菜农药超标率超过18%, 安全水平位居全国倒数第三位^[2]。水体污染物也会在水产品体内富集。

(2) 污染农村人居环境, 威胁社会稳定。云南省80%以上的人口属于农业人口, 60%以上的人口常年生活在农村^[3]。由于农村管理滞后, 畜禽养殖场随意布局, 人畜混居情况在部分地区依然存在, 养殖废弃物常常随意堆放。一方面, 农业源污染物严重破坏农村景观, 影响人们生产生活, 由农业污染引发的邻里纠纷接连不断; 另一方面, 农业源排放的有毒有害污染成分, 还会直接威胁农村居民身心健康, 如畜禽粪尿中有害微生物和有害气体、剧毒农药等均直接威胁人们身心健康。目前, 世界已知人畜共患疾病有250多种, 我国已证实的人畜共患病约90种^[4]。此外, 农业源污染还是影响城乡饮用水水质不安全的重要因素。

(3) 破坏自然生态系统, 影响生态安全。农业源排放的大量污染物随地表径流或下渗进入水体, 水体富营养化程度加剧, 水体原有生态系统遭到破坏, 自净能力降低, 最终导致生态服务功能受到影响。2010年, 全省61个湖泊水库中, 有一半以上的水体水环境功能不达标^[5], 这与农业源污染有很大关系。高毒、剧毒农药的使用, 会造成农田有益生物物种消失, 破坏农田生物多样性, 降低农田生态系统对病虫害自我防控能力, 导致病虫害发生频率增加, 危害加重。

3 农业源污染防治策略

云南省农业源污染的出现主要是由于环境意识薄弱、生产方式粗放和监管不力等因素造成的。随着农村经济快速发展, 农业源污染问题日益凸显, 成为影响农村可持续发展的一个重要短板。未来, 云南省农业发展不再能走“先污染、后治理”的老

路, 应坚持“源头防控、综合治理”的原则, 从宣传教育、生产方式变革、废弃物利用、环境监管等四个方面着手, 从根本上解决农业源污染问题。

(1) 加强宣传教育, 提高污染主动防治意识。环境意识薄弱是农业源污染产生的主观内在原因。早在20世纪80年代, 云南省已经开始关注农业源污染, 尤其是种植业污染防治工作, 开展生态农业建设试点, 建设生态村、生态户、生态乡、生态农场等。但目前云南省的生态农业仍主要停留在示范层面, 处于被动防治状态, 这和农民群众环境意识不高有很大关系。应积极运用广播、电视、网络、学校和农村集市等一切可利用的平台, 以农民群众喜闻乐见形式大力宣传农业源污染防治的重要性和必要性, 提高农民群众农村环保意识; 深入贯彻实施“以奖促治”、“以奖代补”等奖励性政策, 调动广大领导干部和群众参加农村环保的积极性和主动性; 同时加强农业源污染防治技能培训和农村环境技术服务体系建设, 全面普及农业源污染防治技能。只有全民一致行动, 农业源污染才能得到有效控制。

(2) 发展现代循环农业, 减少农村环境污染。目前, 云南省正处于农业现代化初级阶段, 生产方式粗放。现代循环农业是一种以资源的高效利用为核心, 以“减量化、再利用、再循环”为原则, 以低消耗、低废弃物、高效率为基本特征, 以经济效益、社会效益和生态效益相统一的绿色农业生产模式^[6], 是破解农业源污染的必由之路。应鼓励农业环保相关科研院所吸收研发节约资源和保护环境的农业生产技术, 强化农业环保技术推广体系建设, 不断提高现代循环农业经济水平, 通过技术革新控制农业源污染。现代循环农业包括两个层次: ①在产业内提倡实行清洁生产, 从源头控制农业源污染。比如在种植业污染突出的红河州、昭通市、普洱市和曲靖市等州市全面推广测土配方施肥技术、绿色病虫害防控技术、秸秆还田技术, 以及科学耕作和浇灌等, 控制农业面源污染流失; 在曲靖市、红河州、昆明市等畜禽污染较突出的地区, 大力推广合理饲料配方、科学饲养管理技术和先进干清粪工艺等, 大幅降低养殖污染物产生量。②在产业间努力构建循环产业链, 促进资源循环利用, 提高资源利用率, 减少污染物排放。事实上, 云南省已初步形成了一些比较好的循环农业产业链模式, 如“猪-沼-果”、“稻田养鱼”、“三位一体”等生产模式, 但往往总结不足或技术落后, 导致推广

困难。在今后一段时期,应加强现有循环农业产业模式的研究与推广,并结合地区特征开发新的循环模式,提高资源利用水平,控制污染物排放。

(3) 鼓励综合开发利用,控制农业废弃物排放。农业废弃物也是一种放错位置的资源,完全可以通过综合利用变废为宝。比如,通过上面循环农业产业链,不少农业废弃物可以得到循环利用。但由于利用技术和规模限制等因素,仍会有部分农业废弃物无法在当地得到有效利用,如农作物秸秆、养殖粪便,农膜等。对于未能在当地完全消纳的农业废弃物,建议从三个方面提高综合利用水平。首先,开展云南省农业废弃物种类和排放量调查,了解农业废弃物资源及其分布情况;其次,针对不同的农业废弃物资源,鼓励研发云南省农业废弃物资源化综合利用技术,强化农业废弃物资源化技术支持;最后,从税收、金融等方面引导和鼓励有能力的企业和个人从事农业废弃物综合开发利用,定点统一收集处理农业废弃物,提高农业废弃物资源化利用水平。优先在昆明、玉溪、昭通、曲靖、红河、保山等粮食、蔬菜、畜禽养殖、花卉、烟叶等生产基地扶持建设农业废弃物综合利用试点示范。

(4) 强化环境监管,促进“两型”农业发展。农村环境监管薄弱也是云南省农业污染长期得不到治理的一个重要原因。目前,全省农村环境监管存在制度不健全,人员不足、能力不高等问题,制约农村环境监管工作正常开展。首先,应尽快出台《云南省农村环境保护条例》、《云南省畜禽养殖污染防治条例》、《云南省农业废弃物综合利用技术规范》、《云南省化肥、农药使用环境安全技术标准》等相关法律法规,使农村环境监管有法可依。其次,把农村环境质量纳入地方政府政绩考核体

系,加快农村基层环保机构建设,明确环保、农业等相关部门在农业环境监管中的责任和目标,建立部门协调联动机制,完善农村环境管理体制;定期开展农村环境监管人员技能技术培训,逐步提高农村环保机构人员素质,实行持证上岗。再次,加强基层农村环境监测站建设,建立健全重要农产业基地环境质量监测网络,定期发布农村环境质量信息,防止农业生产降低周围农村环境质量。再者,严格落实国家和省农村环境保护相关法律法规、技术规范及相关政策要求,规模化农业生产活动必须严格执行环境影响评价制度和“三同时”制度,逐步推进专项农业产业规划环境影响评价,农业生产资料使用和污染物排放必须符合相关标准要求;定期开展种植业污染和养殖污染环境专项监察,加大农业源污染查处力度,对造成农村环境重大污染的,追究相关单位和人员责任。最后,建立农业源污染预警应急机制,努力避免农业源污染重大事故发生。

参考文献:

- [1] 张锐,张炯雪. 云南“瘦地”占四成“失血”土地成关注焦点 [EB/OL]. http://house.yunnan.cn/html/2012/news_daily_0203/15186.html.
- [2] 孙海波. 云南省农产品质量安全建设的思考 [J]. 经济问题探索, 2004, (1): 112-113.
- [3] 云南省统计局,国家统计局云南省调查总队. 云南省 2011 年统计年鉴 (第一版) [M]. 北京: 统计出版社, 2011: 43.
- [4] 曹杰伟. 浅析人畜共患病发生的原因及防范措施 [J]. 农业科学, 2009, (5): 48-49;
- [5] 云南省 2010 年环境状况公报 [EB/OL]. http://www.7c.gov.cn/color/DisplayPages/ContentDisplay_390.aspx?contentid=39040.
- [6] 雷庆勇. 现代农业循环经济模式推介 [J]. 新农民, 2008, (4): 12-13.

The Status, Harm and Countermeasures for Agricultural Pollution in Yunnan Province

Song Fu-qiang, Yang Shuo, Zhang Xing

(Yunnan Institute of Environment Sciences, Kunming, Yunnan, 650034 China)

Abstract: The agricultural pollution accounts for one fifth to two thirds of the total pollution load of Yunnan Province. Among which, the pollution from the agricultural cultivation is the largest, and that of animal husbandry is the second largest, while the aquiculture is of the least pollution contribution. The agricultural production, social stability and ecological safety have been influenced by this pollution in certain ways. This paper proposes some countermeasures on how to prevent and tackle it. These measures are related to the four aspects such as public education, production method, reuse of agricultural waste and environmental supervision.

Key words: agricultural pollution, prevention and countermeasures, rural environmental protection

开远市环境空气中氟化物的污染状况及变化分析

杨丽娟

(开远市环境科研监测所, 云南 开远 661600)

摘要: 分析了开远市建成区 2000~2010 年环境空气中氟化物浓度的变化状况; 开远市氟化物的来源及治理情况。认为有效的治理能够控制氟化物污染。

关键词: 氟化物; 污染状况; 污染治理; 开远市

中图分类号: X51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0062-02

开远市位于云南省东南部, 全市总面积 1946 km², 其中山区占 91.5%, 坝区占 8.5%, 人口 32 万。建成区面积 20 km²。开远是一个新兴的生态工商业城市, 现已有水泥、化肥、制糖、造纸、酿酒、食品等行业。

氟在自然界分布较广泛, 多以氟化物的形式存在。空气中的氟化物主要来源于金属冶炼、磷肥生产等行业。

1 研究方法

1.1 环境空气中氟化物的监测方法

氟化物的监测方法采用 GB/T 15433-1995 石灰滤纸采样氟离子选择电极法, 样品采集后用离子选择电极法测定。

空气中的氟化物(氟化氢、四氟化硅等)与浸渍在滤纸上的氢氧化钙反应而被固定, 用总离子强度调节缓冲液提取后, 用氟离子选择电极测定, 求得石灰滤纸上氟化物的含量, 反映在放置期间空气中氟化物的平均污染水平。

1.2 开远市氟化物污染监测点位选取及数据统计方法

污染源位于开远市建成区以北, 在建成区东、南、西各设一个监测点位, 每月用石灰滤纸法对氟化物进行监测, 得到的监测数据计算出每月的平均值, 年度均值为一年十二个月的算术平均值。

2 氟化物的污染状况

2000~2010 年监测数据见表 1。

表 1 2000~2010 年开远市空气中氟化物监测结果

($\mu\text{g}/(\text{dm}^2 \cdot \text{d})$)

年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
监测值	2.36	2.52	2.05	2.50	3.38	3.00	4.28	2.88	2.48	2.12	1.07

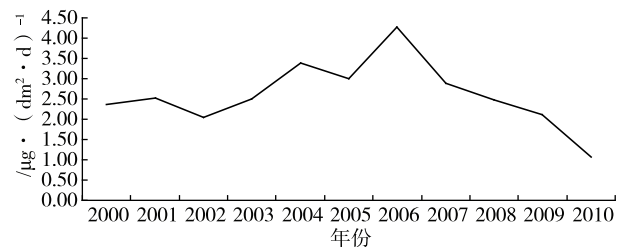


图 1 2000~2010 年开远市建成区氟化物浓度变化情况

由图 1 可见, 2000~2010 年, 2006 年氟化物浓度最高, 达到 4.28 $\mu\text{g}/(\text{dm}^2 \cdot \text{d})$, 从 2007 年起

氟化物浓度逐年下降, 2010 年最低, 为 1.07 $\mu\text{g}/(\text{dm}^2 \cdot \text{d})$ 。

3 开远市氟化物主要来源及治理

开远市氟化物污染主要来自某磷化工公司。该公司以磷矿石为原料生产磷酸, 由于磷矿石中所含的杂质氟、钙、碳等, 使得在生产过程中产生氢氟酸、氟硅酸、氟硅酸钠等副产品, 尽管已有中和洗涤、回收等措施, 但还是会有部分氟化物进入大气。

2000~2010 年该企业的主要原料消耗、部分产品年产量如表 2 所示。

收稿日期: 2012-05-09

作者简介: 杨丽娟, 女, 开远市环境科研监测所工程师。

表2 某化工企业2000~2010年
产品、原材料消耗情况 (万t)

年份	产 品		原材料	
	磷酸	氟硅酸钠	磷矿石	硫精矿
2000	8	0.45	44	8.42
2001	13	0.86	66	8.2
2002	15	1.09	75	/
2003	19	1.32	85	/
2004	19	1.28	85	/
2005	17	1.24	79	/
2006	31	1.09	84	/
2007	25	1.28	112	/
2008	22	1.09	91	/
2009	30	1.42	123	/
2010	40	1.95	160	/

通过表2可看出,2000~2010年该公司主要原材料磷矿石用量除个别年份外,用量逐年上升,主要产品磷酸产量逐年增加,副产品氟硅酸钠的产量逐年增加。

10a中通过加大投资力度,改进生产工艺,从

2002年起停止使用氟、砷含量较高的硫精矿,采用硫磺制酸工艺,再加上含氟尾气治理力度加大,含氟尾气排放浓度降低,氟硅酸钠产量增加,磷矿石虽然消耗增加,但氟化物的排放量下降,当年的氟化物监测数据呈下降状态。2006年之后该公司磷矿石消耗呈上升状态,但开远市建成区的氟化物浓度在逐年下降,到2010年出现最低值。

由此可见,尽管该公司产能在不断扩大,但由于含氟尾气治理力度加大,增加氟硅酸钠产量,氟化物对开远市没有造成大的影响,与10年前相比,氟化物浓度有所下降。

5 结论

开远市的氟化物主要来源于某磷化工公司,尽管该企业生产规模在不断扩大,但通过企业污染治理力度的加大,开远市环境空气中的氟化物浓度没有上升,反而呈下降状态,企业的氟污染治理工作有明显成效。

参考文献:

- [1] 本书编委会. 空气和废气监测分析方法(第四版)[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2003.
- [2] GB/T 15433-1995, 石灰滤纸采样氟离子选择电极法[S].

An Analysis of Fluoride Pollution and Change in the Air Environment in Kaiyuan City

YANG Li - juan

(Kaiyuan Municipal Institute of Environmental Science and Monitoring, Kaiyuan Yunnan 661600 China)

Abstract: The variation of the fluoride concentration in the environmental air in the urban area of Kaiyuan during 2000 - 2010 is analyzed. The fluoride sources and control measures are also discussed. It is considered that effective control measures could check the fluoride pollution.

Key words: fluoride; pollution control; pollution treatment; Kaiyuan City

县域城镇空气质量变化与防治对策分析研究

韩琼仙

(宜良县环境监测站, 云南 宜良 652100)

摘要: 对2006~2011年宜良县城NO₂、SO₂、PM₁₀监测数据进行统计分析, 认为SO₂是县城的主要污染物。3种污染物年际浓度变化为: NO₂、SO₂下降趋势显著, PM₁₀下降趋势不显著; 季节浓度变化为: SO₂冬>秋>春>夏, NO₂、PM₁₀冬>春>秋>夏, 并提出防治建议。

关键词: 县域城镇; 空气质量; 变化趋势; 防治对策; 宜良县

中图分类号: X51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0064-04

宜良县位于昆明市东南, 总面积1873km²。县城匡远镇规划面积35 km², 其中主城规划区22 km², 北古城镇(北市区)13 km²。目前, 建成区约10.4 km², 是宜良县的政治、经济、文化、交通、通信、娱乐活动中心。随着改革开放的深入进行, 经济建设、城市建设的发展及人口的增长, 空气污染已成为人们关注的环境问题之一。本文通过对2006~2011年宜良县NO₂、SO₂、PM₁₀的监测数据进行分析, 研究宜良县的空气污染物特征、变化规律、趋势, 并提出相应的防治对策。

1 污染现状

1.1 环境空气质量状况

宜良县城空气质量监测点位于县城主城规划区东西轴线南半部的宜良县环境监测站楼顶, 年主导风向为南风。当地季节划分为: 春季(2~4月), 夏季(5~7月), 秋季(8~10月), 冬季(上年11月~当年1月)。县城环境空气功能区划为二类区。监测结果^[1]显示, 2006~2011年SO₂年平均值为0.054 mg/m³, 年均范围为0.038~0.069 mg/m³, 日均值范围为0.003~0.167 mg/m³。其中2006年年均值为0.064 mg/m³, 超标0.07倍。2007年年均值为0.069 mg/m³, 超标0.15倍。NO₂年平均值为0.034 mg/m³, 年均值范围为0.028~0.042 mg/m³, 日均值范围为0.010~0.139 mg/m³。其中2006年年均值为0.042 mg/m³, 超标0.05倍。PM₁₀(可吸入颗粒物)年平均值为0.059 mg/m³, 年均值范围为0.048~0.072 mg/m³, 日均值范围为0.001~0.174 mg/m³。根据环境空气质量三项指标综合指数评价, SO₂为首要污

染物。

1.2 空气污染负荷分析

为便于将各类空气污染物的影响进行比较, 需对各污染物进行等标化处理。采用“污染负荷系数法^[2]”对三项污染物进行分析比较, 根据GB3095-1996《环境空气质量标准》二级标准^[3], 即二氧化硫年均值和日均值分别为0.06mg/m³和0.15mg/m³, 二氧化氮年均值和日均值分别为0.04mg/m³和0.08mg/m³, 可吸入颗粒物年均值和日均值分别为0.10mg/m³和0.15mg/m³, 计算公式如下:

$$Fi = \frac{pi}{p}; p = \sum_{i=1}^n pi; pi = \frac{ci}{si}$$

式中: Fi - 污染物的负荷系数;

P - 大气污染指数;

Pi - 污染 i 分指数;

Ci - i 种污染物的年平均浓度;

Si - i 种污染物的年平均浓度标准。

计算结果表明, 三项污染因子中, 首要污染物为SO₂, 污染负荷百分比为46.76%; 次要污染物是PM₁₀, 污染负荷百分比为30.88%, NO₂污染负荷百分比为22.36%。因此, 县城空气污染以SO₂为主。

2 环境空气质量变化定性趋势预测

2.1 趋势变化检验方法:

$$r_s = 1 [6 \sum_{i=2}^n di^2] / [N^3 - N]$$

$$di = xi - yi$$

式中: d_i - 变量 x_i 和变量 y_i 的差值;

x_i - 周期 i 到周期 N 按浓度从小到大排列的序号;

y_i - 按时间排列的序号。

将秩相关系数 r_s 绝对值同 Spearman 秩相关系数中的临界值 W_p 进行比较, 如果 $r_s > W_p$, 表明变化趋势有显著意义; 如果 r_s 是负值, 则表明为下降趋势。

2.2 空气污染物年变化趋势

2006~2011年宜良县城 NO_2 、 SO_2 、 PM_{10} 年变化趋势为: NO_2 , 浓度持续降低, 下降趋势不明显; SO_2 , 2006~2007年呈上升趋势, 2007~2011年持续降低, 总体呈下降趋势; PM_{10} , 2006~2007年呈上升趋势, 2007~2009年呈下降趋势, 2009~2011年先上升后下降, 总体呈下降趋势。

表1 2006~2011年宜良县城空气污染物年均值统计表 (mg/m³)

项目	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
PM_{10}	0.069	0.072	0.052	0.048	0.057	0.053
NO_2	0.042	0.039	0.034	0.030	0.031	0.028
SO_2	0.064	0.069	0.056	0.050	0.043	0.038

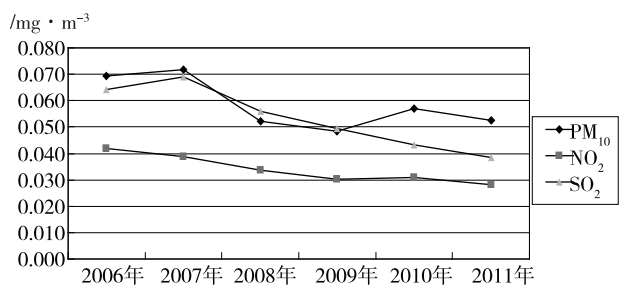


图1 空气污染物年浓度变化曲线图

2.3 空气污染物月变化趋势结果

宜良县城 SO_2 月间浓度值为冬 > 秋 > 春 > 夏, NO_2 、 PM_{10} 为冬 > 春 > 秋 > 夏。

表2 宜良县城 2006~2011年空气污染物季(月)均值统计表

时间	PM_{10}	SO_2	NO_2
春季	0.062	0.053	0.038
夏季	0.051	0.044	0.037
秋季	0.058	0.057	0.030
冬季	0.063	0.060	0.032

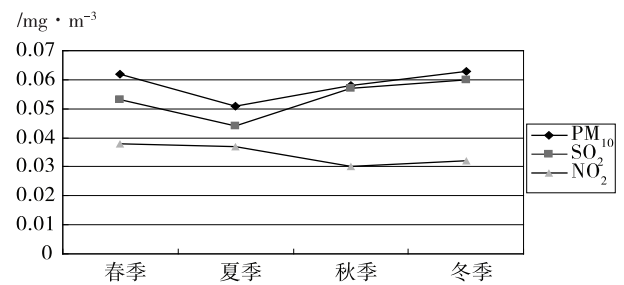


图2 空气污染物季度(月)浓度变化曲线图

2.4 空气污染物日变化趋势结果

宜良县城 NO_2 、 SO_2 、 PM_{10} 日(小时)浓度变化趋势(表3、表4、表5): SO_2 : 08:00~12:00、18:00~23:00 均表现为峰值; PM_{10} 与 SO_2 变化趋势大体一致; NO_2 变化趋势不明显。

表3 0:00~7:00 监测值统计表

指标	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
SO_2	0.050	0.038	0.030	0.037	0.037	0.040	0.047	0.057
NO_2	0.023	0.024	0.025	0.033	0.032	0.031	0.033	0.029
PM_{10}	0.055	0.054	0.048	0.041	0.039	0.040	0.045	0.049

表4 8:00~15:00 监测值统计

指标	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
SO_2	0.091	0.107	0.113	0.100	0.067	0.059	0.042	0.037
NO_2	0.025	0.023	0.020	0.019	0.018	0.019	0.019	0.020
PM_{10}	0.064	0.083	0.091	0.090	0.074	0.051	0.047	0.040

表5 16:00~23:00 监测值统计

指标	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
SO_2	0.040	0.047	0.058	0.065	0.067	0.062	0.060	0.057
NO_2	0.021	0.022	0.024	0.028	0.028	0.026	0.025	0.027
PM_{10}	0.042	0.037	0.042	0.038	0.050	0.065	0.063	0.058

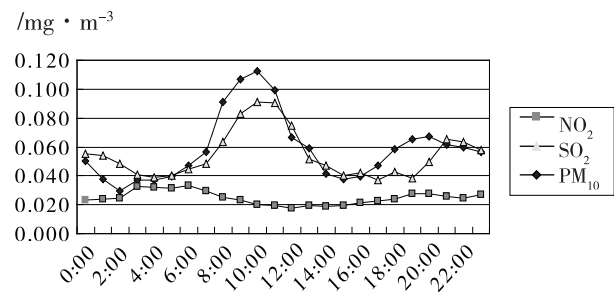


图3 空气污染物日(小时)浓度变化曲线图

3 环境空气质量变化定量趋势分析

3.1 环境空气质量趋势定量分析

根据 Spearman 秩相关方法,对宜良县城 2006~2011 年各空气污染物的年日(月)均值进行趋势分析,结果表明,SO₂的 $r_s = -0.94$,下降趋势有显著意义;NO₂的 $r_s = -0.94$,下降趋势有显著意义;PM₁₀的 $r_s = -0.49$,下降趋势不显著。

表6 空气污染物秩相关检验结果统计表

项目	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀
Wp	0.829	0.829	0.829
r _s	-0.94	-0.94	-0.49
结论	↓显著	↓显著	↓不显著

注: ↓表示下降趋势, ↑表示上升趋势。

3.2 年变化趋势分析

原煤燃烧产生的 SO₂ 是宜良县的主要空气污染物。2006 年国电阳宗海发电有限责任公司上脱硫设施,水泥厂对立窑进行玻纤大布袋除尘。2009 年根据国家产业政策的相关规定,依法对蓬莱水泥厂、永新水泥厂、昆明弘力水泥有限责任公司、云南省明良煤矿水泥厂等 4 家企业共 8 条水泥立窑生产线进行了拆除。2010 年国电阳宗海发电有限责任公司 3、4 号机组进行脱硫设施的增容改造工作。

2008 年以前的监测数据表明,SO₂ 超标,随着“国电阳宗海发电有限责任公司”脱硫工程等“节能减排”工作的推进和实施,各企业清洁生产工作的推行,辖区空气 SO₂ 浓度稳步下降。

3.3 月变化趋势分析

随着宜良城市建设的发展,大量人口流入城市,特别是冬季取暖煤耗量增加,且燃烧时间长,点多面广,加之冬季逆温频率高,风速小,大气较为稳定,污染物不易对流扩散,空气质量相对较差;夏季气候潮湿多雨,空气质量相对较好,秋季雨水减少,加之秋风使空气中尘埃增加,空气质量比夏季略差。月变化趋势与全国其他县城基本一致。

3.4 日(小时)变化趋势分析

SO₂ 小时浓度分布呈现出一定规律,特别是冬春采暖季节。08:00~12:00、18:00~23:00 均表现为峰值;据调查,这两个时段均为采暖季节采暖锅炉运行的高峰时段。由此可见,城区大气污染与城市生产和居民生活方式具有明显的相关性。

4 对策与建议

4.1 加强对工业企业点源的污染控制

(1) 加大监理力度,巩固“国电阳宗海发电有限责任公司”脱硫工程的效果,加大其它企业“节能减排”工作的力度,减少 SO₂ 的排放量。

(2) 认真贯彻《清洁生产促进法》,积极探索循环经济发展模式,鼓励和引导企业实施循环经济发展模式。审批项目时,积极引导项目实施者采用清洁生产工艺和设备,督促企业落实清洁生产措施。

(3) 改变能源结构,推广使用优质煤。小型锅炉(1 蒸 t/h 以下)及茶炉采用清洁燃料—气、电。中型及大型锅炉应推广使用洗选煤,煤炭经过洗选,可大幅度降低灰份和硫份。

(4) 加强现有重点工业污染企业的监督管理,严格执行排污许可证制度。

(5) 严格执行“先评价(环境影响评价)、后建设”的原则,严格履行环保相关法规、条例,依法惩处违反相关法律的行为,加强执法力度。

4.2 加强城市线源污染控制

(1) 加强新落户机动车的尾气控制,强制安装使用尾气净化装置,在用机动车尾气达标率应提高到 90% 以上,不达标的新车不准落户。减少汽车行驶废气排放和二次扬尘污染。

(2) 加强城市道路、街道的清扫管理,严格执行“日产日清”制度,冬春季节还要配合使用洒水降尘措施,减少城市日二次扬尘污染。

4.3 加强城市面源污染控制

(1) 严格控制宜良辖区蜂窝煤生产厂家数量,要求各厂家使用的原料煤必须是低硫煤,减少 SO₂ 的排放。

(2) 提高县城清洁能源使用率,争取达到 80% 以上,少数无经济能力的居民应使用低硫、低灰份的优质型煤,倡导居民及餐饮业使用液化石油气等清洁燃料,并充分使用太阳能,以减少生活源的污染排放量。

(3) 加强城区新建项目运输扬尘和施工扬尘排放管理,建筑材料运输车辆必须密闭或覆盖运

输，施工场地必须洒水降尘。

5 结束语

经过对宜良县域城镇 6a 的环境空气监测数据进行统计分析，二氧化硫为辖区主要空气污染物，污染负荷占 47.6%，污染趋势逐年下降。冬季是污染的高峰期。经过采取有效的清洁生产政策、排污设施治理、改造，近年来县城空气质量得到明显改善。

参考文献：

- [1] 宜良县环境保护监测站. 昆明市宜良县环境监测年报 (2006 - 2011 年) [R]. 2006 ~ 2011.
- [2] 昆明市环境保护局. 昆明市环境质量报告书 (2006 - 2011 年) [R]. 2006 ~ 2011.
- [3] GB3095 - 1996, 环境空气质量标准 [S].
- [4] 宜良县环境保护局. 宜良县环境质量报告书 (2006 - 2011 年) [R]. 2006 ~ 2011.

An Analysis of the Urban Air Quality Change and Its Countermeasures at County Level

HAN Qiong - xian

(Yiliang County Environmental Monitoring Station, Yiliang Yunnan 652100 China)

Abstract: The statistical analysis of the monitoring data of NO₂, SO₂, PM₁₀ in the urban area of Yiliang County during 2006 ~ 2011 shows that the main pollutant is SO₂. As far as the yearly variation of the concentration of the three pollutants is concerned, the concentration of NO₂ and SO₂ is clearly going down while that of PM₁₀ is in a slight downward trend. The seasonal variation of their concentration is as follows: SO₂ winter > autumn > spring > summer; NO₂ and PM₁₀ winter > spring > autumn > summer. The pollution control measures are proposed.

Key words: urban area of a county; air quality; trend of change; control measure; Yiliang County

~~~~~  
(上接第 57 页)

## A Discussion about Effective Resource Integration for Environmental Pollution Control in Pijiang River Catchment

CHEN Chun, HE Xing - li

(Lanping County Environmental Protection Bureau, Nujiang Yunnan 671400 China)

**Abstract:** This article presents the lead - zinc mining history in Lanping, and analyzes the causes for the pollution of the Pijiang River Catchment. Since the establishment of Jinding Zinc Industry Limited Company in 2003, the resources in the mining area have been successfully integrated. The environmental protection measures taken by the company and its achievements are introduced as well.

**Key words:** resource integration; pollution control; achievement; Lanping

# 曲靖市麒麟区城市垃圾状况调查与分析

陈国兆<sup>1</sup>, 刘永泽<sup>1</sup>, 庄波<sup>2</sup>

(1. 云南能源职业技术学院, 云南 曲靖 655001; 2. 曲靖市麒麟区环卫处, 云南 曲靖 655000)

**摘要:** 在采用多指标聚类抽样分层实际调查并对数据进行正态性检验基础上, 运用分层随机参数计算法, 得到云南省曲靖市麒麟区城市垃圾状况: 年总量均值为 105786.961t; 95% 置信度下的估计量为 102427.7827 ~ 109146.1393t。其中: 废旧金属、有机物、竹木纸屑、废弃玻璃、塑料橡胶、建筑垃圾分别占 1.56%、29.75%、9.44%、5.38%、11.52%、7.96%, 其它占 34.38%。

**关键词:** 城市垃圾; 状况; 调查与分析; 麒麟区

**中图分类号:** X82 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0068-04

## 1 概述

麒麟区位于云南省东北部, 是曲靖市的政治、经济中心, 2010 年城区常住人口为 66.6 万。

如其它城市或地区一样, 快速城市化进程中不可避免地导致了城市垃圾量的迅速增加。无论是从建设宜居城市还是垃圾资源化利用角度考量, 抑或是进行垃圾分类收集、处理以及建立更科学合理的垃圾清运收费制度等, 全面而精确的数据都是必不可少的。

### 1.1 调查目的

本调查运用简单随机抽样和聚类抽样调查法, 调查周期为 1a。目的是: ①麒麟区城区垃圾年产生总量和垃圾各组分占总量的质量分数; ②垃圾年产生总量和各组分的质量分数的标准差进行推断计算, 以获得总量及分布状况的全面信息。

### 1.2 调查采样

采样按“随机、独立”原则和《城市生活垃圾采样和物理分析方法》(CJ/T 3039-95) 的规定进行。类别(组分)共分为 7 种, 见表 1。

表 1 垃圾组分分类表

| <i>i</i> | 1    | 2   | 3    | 4    | 5    | 6    | 7  |
|----------|------|-----|------|------|------|------|----|
| 类别       | 废旧金属 | 有机物 | 竹木纸屑 | 废弃玻璃 | 塑料橡胶 | 建筑垃圾 | 其它 |

采样时间: 2010 年 5 月 ~ 2011 年 4 月;

组分调查次数(样本量): 93;

总量调查次数(样本量): 31。

### 1.3 调查范围及流程

(1) 调查的范围是负责城区所有垃圾收集和清运工作的 12 座保洁站, 见表 3。

(2) 调查流程如图 1、图 2 所示。

## 2 调查结果

如图 1、图 2 所示, 调查指标有总量指标和各类垃圾占总量质量分数指标两种并独立分别进行。

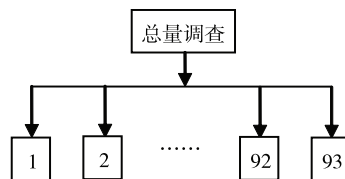


图 1 总量调查流程图

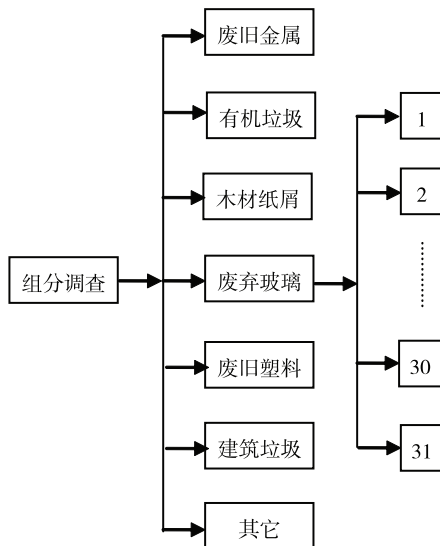


图 2 组分调查流程图

### 2.1 总量调查结果

调查数据是麒麟区环卫处提供的每天清运的垃圾总量, 共 31d, 见表 2。

收稿日期: 2012-05-08

基金项目: 云南省教育厅资金支持项目: 《废旧塑料工业利用的焦化处理研究》(09Y0482) 子项目之《云南省曲靖市麒麟区城市垃圾状况调查》。

## 2.2 分组调查结果

限于篇幅, 我们根据式(1)将组分调查数据进行分类统计, 结果见表4。

$$p_{h(\text{湿}),i} = \frac{m_{i,h}}{M_h} \times 100 \quad (i=1, 2, \dots, 7) \quad (1)$$

式中:  $p_{h(\text{湿}),i}$ —第  $h$  保洁站(调查地点), 第  $i$

种组分质量分数(湿基), %;

$i$ —垃圾类别, 见表2;

$h$ —保洁站编号(调查地点), 见表3;

$m_{i,h}$ —第  $h$  保洁站, 第  $i$  组分样本质量, kg;

$M_h$ —第  $h$  保洁站样本总质量, kg。

表2 总量调查日期及日产量表

|         |        |        |        |         |        |        |        |        |
|---------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 日期(月日)  | 09.1   | 09.6   | 09.12  | 09.17   | 09.22  | 09.23  | 09.28  | 10.4   |
| 重量(湿)/t | 283.32 | 296.76 | 277.04 | 295.176 | 235.02 | 193.6  | 229.64 | 265.38 |
| 日期(月日)  | 10.9   | 10.12  | 10.16  | 10.27   | 10.29  | 11.3   | 11.8   | 11.20  |
| 重量(湿)/t | 321.2  | 209.02 | 254.78 | 309.1   | 333.65 | 267.26 | 259.72 | 284.62 |
| 日期(月日)  | 11.26  | 12.1   | 12.10  | 12.14   | 12.22  | 12.27  | 01.2   | 01.10  |
| 重量(湿)/t | 273.76 | 315.54 | 314.46 | 368.5   | 283.67 | 302.34 | 321.94 | 312.36 |
| 日期(月日)  | 01.18  | 01.25  | 01.28  | 02.6    | 02.11  | 02.14  | 02.20  | —      |
| 重量(湿)/t | 308.33 | 380.3  | 320.63 | 198.38  | 314.92 | 299.07 | 355.16 | —      |

表3 保洁站(调查地点)编号及其样本容量

| h  | 1   | 2    | 3   | 4   | 5   | 6   | 7    | 8    | 9    | 10  | 11     | 12     |
|----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|--------|--------|
| 地点 | 潇湘路 | 麒麟北路 | 彩云路 | 花柯路 | 春蕾路 | 官坡巷 | 文化西路 | 寥廓北路 | 南宁北路 | 金硕苑 | 蔬菜批发市场 | 水果批发市场 |
| 容量 | 7   | 8    | 9   | 8   | 5   | 5   | 10   | 7    | 10   | 11  | 6      | 7      |

表4 调查点及组分含量表

|    | 1,%   | 2,%   | 3,%   | 4,%   | 5,%   | 6,%   | 7,%   |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 0.016 | 0.365 | 0.099 | 0.058 | 0.111 | 0.160 | 0.192 |
| 2  | 0.025 | 0.216 | 0.113 | 0.089 | 0.099 | 0.043 | 0.416 |
| 3  | 0.016 | 0.112 | 0.118 | 0.053 | 0.128 | 0.171 | 0.401 |
| 4  | 0.031 | 0.179 | 0.054 | 0.040 | 0.061 | 0.066 | 0.569 |
| 5  | 0.012 | 0.241 | 0.125 | 0.066 | 0.203 | 0.049 | 0.304 |
| 6  | 0.018 | 0.458 | 0.044 | 0.030 | 0.166 | 0.103 | 0.181 |
| 7  | 0.009 | 0.331 | 0.120 | 0.054 | 0.146 | 0.052 | 0.289 |
| 8  | 0.015 | 0.208 | 0.105 | 0.057 | 0.119 | 0.132 | 0.363 |
| 9  | 0.013 | 0.360 | 0.091 | 0.054 | 0.113 | 0.043 | 0.324 |
| 10 | 0.015 | 0.240 | 0.128 | 0.062 | 0.111 | 0.051 | 0.394 |
| 11 | 0.006 | 0.548 | 0.045 | 0.043 | 0.087 | 0.102 | 0.169 |
| 12 | 0.010 | 0.451 | 0.046 | 0.028 | 0.071 | 0.009 | 0.385 |

## 3 计算

### 3.1 正态性验证

为进行总量和各类垃圾质量分数的推断计算, 调查数据的正态性验证是样本统计量计算的必要条件。为此, 我们用 MATLAB 中的 normplot 函数对各组调查数据进行了验证。下面是日产垃圾数据均值、标准差及在 99% 置信度时的区间估计, 正态性验证示例。

示例程序如下:

```

y = [ 283.32, 296.76, 277.040, 295.176,
      235.02, 193.6, 229.64, 265.38, 321.2,
      209.02, 254.78, 309.1,
      333.65, 267.26, 259.72, 284.62, 273.76,
      315.54, 314.46, 368.5, 283.67, 302.34,
      321.94, 312.36, ...
      308.33, 380.3, 320.63, 198.38, 314.92,
      299.07, 355.16];
plot (y, ' - - rs');
    
```

normplot (y)

% 运行结果见图3。

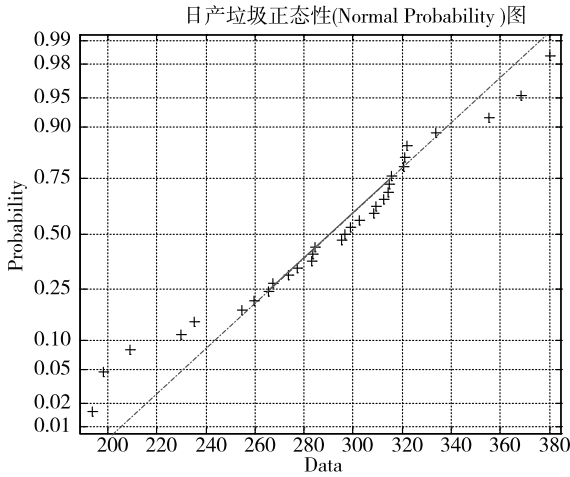


图3 垃圾日产量正态性验证图

### 3.2 总量计算

总量及其标准差按式(3)及(4)计算。

$$\bar{M}_{\text{湿}} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n M_j \quad (2)$$

$$M_{\text{湿}} = 365 \bar{M}_{\text{湿}} \quad (3)$$

$$Std(M_j) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (M_j - \bar{M}_j)^2} \quad (4)$$

式中:  $\bar{M}_{\text{湿}}$ —日产垃圾均值(湿基), t/d;

$M_j$ —第j次样本值, t;

$n$ —样本容量, ( $n=31$ );

$M_{\text{湿}}$ —年产垃圾总量, t/a;

$Std(M_j)$ —样本标准差。

结果于下:

$$\bar{M}_{\text{湿}} = 289.827 \text{ (t/d)}$$

$$Std(M_j) = 45.282$$

$$M_{\text{湿}} = 289.827 \times 365 = 105786.961 \text{ t}$$

年总量在95%置信度下的估计量为102427.7827 ~ 109146.1393t。

### 3.3 各组分质量分数计算

3.3.1 各组分质量分数均值估计依式(5)计算, 结果见表4。

表4 各组分质量分数均值估计计算结果

| 组分              | 废旧金属   | 有机物     | 竹木纸屑   | 废弃玻璃   | 塑料橡胶    | 建筑垃圾   | 其它      |
|-----------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| $\bar{p}_i, \%$ | 1.5587 | 29.7517 | 9.4402 | 5.3780 | 11.5242 | 7.9615 | 34.3857 |

表5 废旧金属质量分数标准差计算过程

| h  | $n_h$ | $W_{h,1}$ | $Var(p_{h,1})$ | $W_{h,1}^2 Var(p_{h,1})$ |
|----|-------|-----------|----------------|--------------------------|
| 1  | 7     | 0.0753    | 0.000406       | 2.3006E-06               |
| 2  | 8     | 0.0860    | 0.000739       | 5.46657E-06              |
| 3  | 9     | 0.0968    | 0.000338       | 0.0000                   |
| 4  | 8     | 0.0860    | 0.000063       | 0.0000                   |
| 5  | 5     | 0.0538    | 0.000158       | 0.0000                   |
| 6  | 5     | 0.0538    | 0.001357       | 0.0000                   |
| 7  | 10    | 0.1075    | 4.305E-05      | 0.0000                   |
| 8  | 7     | 0.0753    | 0.000197       | 0.0000                   |
| 9  | 10    | 0.1075    | 0.000232       | 0.0000                   |
| 10 | 11    | 0.1183    | 0.001077       | 0.0000                   |
| 11 | 6     | 0.0645    | 6.426E-05      | 0.0000                   |
| 12 | 7     | 0.0753    | 0.000249       | 0.0000                   |
| 合计 | 93    | 1         | —              | 4.05089E-05              |

$$\bar{p}_i = \sum_{h=1}^{12} W_{h,i} p_{h,i} \quad (5)$$

式中:  $W_{h,i} = \frac{n_{h,i}}{N}$ —权重(比例常数)。其中:

$N$ —样本总容量,  $N = N_1 + N_2 + \dots + N_{12}$

=93;

$n_{h,i}$ —第h保洁站, 第i组分样本容量, 见表3;

$p_{h,i}$ —第h保洁站, 第i组分质量分数, %。

3.3.2 各组分质量分数标准差按式(6)计算

$$Std(p_i) = \sqrt{\sum_{h=1}^{12} W_h^2 Var(p_{h,i})} \quad (6)$$

式中:

$Std(p_i)$ —第i组分质量分数标准差;

$Var(p_{h,i})$ —第h保洁站第i组分质量分数方差;

由式(6)计算标准差过程示例, 列于表5中。

所以,  $Std(p_i) = \sqrt{4.050389 \times 10^{-5}} = 0.0063$ , 依此方法, 各组分的质量分数标准差结果列于表6。

### 3.4 垃圾各组分质量计算

各组分质量按式(7)计算, 结果列于表7。

$$m_i = M_{\text{湿,年}} \times \bar{p}_i \quad (7)$$

式中  $m_i$ —各组分质量, t/a。

表6 各组分质量分数标准差

| 类别       | 废旧金属   | 有机物    | 木材纸屑   | 废弃玻璃   | 塑料橡胶    | 建筑垃圾   | 其它     |
|----------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| Std (Pi) | 0.0063 | 0.0659 | 0.0413 | 0.0286 | 0.02108 | 0.0341 | 0.0983 |

表7 各组分质量

(t)

| 组分 | 废旧金属     | 有机物       | 竹木纸屑     | 废弃玻璃     | 塑料橡胶      | 建筑垃圾     | 其它        |
|----|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|
| 质量 | 1648.868 | 31473.449 | 9986.498 | 5689.205 | 12191.086 | 8422.225 | 36375.629 |

#### 4 结 论

由实际调查数据和样本统计量的计算, 云南省曲靖市麒麟区城区年产垃圾总量(湿基)为105786.961t; 废旧金属1648.8680t, 占总量的1.5587%; 有机物31473.4497t, 占总量的29.7517%; 竹木纸屑9986.4980t, 占总垃圾量的9.4402%; 废弃玻璃5689.2049t, 占总量的5.3780%; 塑料橡胶12191.0864t, 占总量的11.5242%; 建筑垃圾8422.2249t, 占总量的

7.9615%; 其它垃圾36375.6289t, 占总量的34.3857%。

#### 参考文献:

- [1] CJ/T 3039-1995, 城市生活垃圾采样和物理分析方法 [S].
- [2] 陈嗣成, 冯虹新. 统计学原理 [M]. 北京: 首都经济贸易大学出版社, 2005.
- [3] 苏金明, 阮沈勇. MATLAB6.1 实用指南 (上)、(下) [M]. 北京: 电子工业出版社, 2002.

## An Investigation and Analysis of Current Situation of the Urban Solid Waste in Qilin District of Qujing Municipality

CHEN Guo-zhao<sup>1</sup>, LIU Yong-ze<sup>1</sup>, ZHUANG Bo<sup>2</sup>

(1. Yunnan Vocational Institute of Energy Technology, Qujing Yunnan 655001 China)

**Abstract:** Based on the normal testing of the investigation data obtained by multi-index clustering stratification method, the calculation of stratified random parameter tells us that the yearly production of the urban solid waste in Qilin District is 105786.961t, while it is 102427.7827 ~ 109146.1393t under the estimation of 95% certainty. The proportion of discarded metal, organic matter, wooden chips, waste glass, plastics and rubber, and construction debris is respectively 1.56%, 29.75%, 9.44%, 5.38%, 11.52% and 7.96%. The rest of 34.38% is others.

**Key words:** urban solid waste; current situation; investigation and analysis; Qilin District

# 浅析土壤渗滤技术在再生水处理中的应用

金亚若, 万红友

(郑州大学水利与环境学院, 河南 郑州 450001)

**摘要:** 从再生水常用处理技术入手, 重点介绍了土壤渗滤处理技术, 并将土壤渗滤技术与其他处理技术进行比较, 指出土壤渗滤技术的优势及存在的问题, 对土壤渗滤技术在再生水处理中的应用进行了展望。

**关键词:** 土壤渗滤; 再生水处理; 应用; 综述

**中图分类号:** X52      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0072-06

水资源短缺和水污染加剧所构成的水危机已经成为目前最严峻的环境问题之一。水资源的匮乏现状加快了世界各国研究再生水处理技术的进程, 国际上已经广泛应用各种再生水处理技术以缓解水危机, 目前再生水的处理和回用在我国许多城市也已经受到重视并加以应用。再生水是指污(废)水经过处理设施深度处理后得到回用的水(包括污水处理厂经二级处理后再进行深度处理的水)<sup>[1]</sup>。以城市污水处理厂的二级出水作为原水, 经过深度处理后, 可供给工业用水、城市景观用水、市政杂用水、农业灌溉及回注地层, 这将会成为缺水地区解决水资源短缺问题的有效途径。再生水回用可实现水资源的可持续利用, 而且具有显著的经济、社会和环境效益<sup>[2-3]</sup>。

随着水环境危机的进一步发展, 再生水传统处理技术中存在的弊端已经引起广泛关注, 这就意味着加快对新技术和新工艺的研发已经成为世界各国面临的重要任务。土壤渗滤技术是未来再生水处理技术革新发展中很有前景的方向之一, 日本早在1970年左右就开始应用土壤渗滤技术, 而我国自20世纪90年代初也越来越多地关注土壤渗滤技术在污水处理中的应用研究<sup>[4]</sup>。本文对该技术在再生水处理中的应用加以综述。

## 1 再生水常用处理技术

目前, 再生水处理技术中常用的有物理化学法、生物处理法和膜技术处理法等<sup>[5]</sup>。国内外常用的主要是二级处理加上后续的混凝、沉淀、过滤和消毒处理, 但是这些传统的处理技术已经无法满足日益严格的再生水水质要求, 一些深度处理技术

如活性炭吸附、离子交换、超滤、微滤、纳滤、臭氧处理、紫外线消毒、反渗透等开始得到广泛使用<sup>[6]</sup>。

我国自20世纪末开始研究土壤渗滤技术, 近些年来在污水处理中已得到较多的应用, 但在再生水处理中的应用还不够广泛。作为一种低能耗、低成本的污水土地处理技术, 污水经过处理后出水能够达到《城镇污水处理厂排放标准》(GB 18918-2002)的一级B标准, 且出水水质稳定; 各项研究表明, 土壤渗滤技术能很好地应用于再生水的处理回用中<sup>[7-9]</sup>。

### 1.1 技术类型

#### 1.1.1 物化处理法

物理化学法(简称物化法)是利用物理和化学相结合的工艺, 以达到处理污水的目的。再生水处理中常用的物化处理法主要有混凝沉淀、过滤消毒、活性炭吸附、臭氧处理和紫外线消毒等<sup>[10]</sup>。贾仁勇等<sup>[11]</sup>通过研究氧化-微絮凝-高速过滤处理技术在再生水生产中的应用表明: 在最佳工艺条件下, 再生水出水的浊度去除率为92.21%, COD的去除率可达到55.58%, 完全符合再生水水质要求。

当污水水质变化较大时, 物化处理法因其占地面积少、技术成熟先进和管理简便等特点, 应用在再生水处理中较为合适<sup>[12]</sup>。

#### 1.1.2 生物处理法

生物处理法是利用自然界存在的各种微生物, 分解污水中的有机物进而转化成无害物质, 使污水得到净化。再生水处理中常用到的生物处理法有活性污泥法、接触氧化法、生物转盘等<sup>[13]</sup>。上述这几种方法可以单独使用, 也可以与其他处理工艺组



合使用<sup>[14]</sup>。

生物处理法具有能适应较大的水力负荷变动、污泥产生量少、方便管理维护等优点,适用于含有有机污染物较多的污水处理<sup>[12]</sup>。

### 1.1.3 膜处理法

目前,国内已运行的再生水厂较多选用的是传统处理技术。伴随着膜技术的日益成熟,膜处理法得到极大发展,国内外许多再生水处理工艺已经较多地采用其中的膜生物反应器(MBR)工艺、超滤(UF)技术、微滤(MF)技术、纳滤(NF)技术、反渗透技术及其组合工艺<sup>[13]</sup>。

由冯运玲等<sup>[15]</sup>对典型再生水处理工艺出水水质的对比分析可知:膜处理工艺能高效去除水中污染物,出水水质好且稳定,但过滤时需要水泵提供压力,以使过滤水透过滤膜,因而造成电耗较高,总体的工艺投资和运行费用也较高。

### 1.2 基本流程

单一的再生水处理技术一般很难满足日益提高的出水水质要求,通常需要合理组合多种再生水处理技术以进行深度处理。

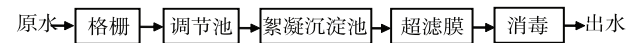


图1 物化法基本流程<sup>[16]</sup>

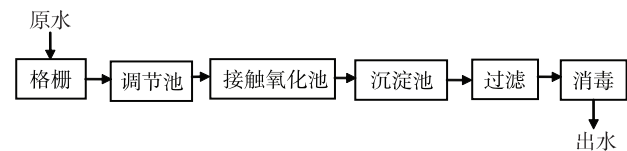


图2 生物法基本流程<sup>[16]</sup>

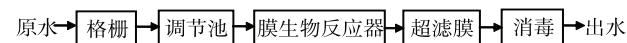


图3 膜处理法基本流程<sup>[17]</sup>

### 1.3 选择原则

选择再生水处理流程的一般原则是:当以洗漱、沐浴或地面冲洗等优质杂排水( $COD_{Cr}$  150~200mg/L,  $BOD_5$  50~100mg/L)为再生水水源时,一般采用以物理化学法为主的处理工艺;当主要以厨房、厕所冲洗水等生活污水( $COD_{Cr}$  300~350mg/L,  $BOD_5$  150~200mg/L)为再生水水源时,一般采用以生物处理法为主或多种技术结合的处理工艺<sup>[17]</sup>。

再生水处理工艺应根据进水水质、回用要求及经济技术比较来选择,选用经济可行、技术可靠且出水水质好的工艺,同时还应将其占地面积、管理维护、运行费用及对周围环境的影响等因素考虑在内<sup>[3]</sup>。

## 2 再生水处理中的土壤渗滤技术

### 2.1 土壤渗滤

#### 2.1.1 简介

土壤渗滤又叫土壤含水层处理(SAT, soil aquifer treatment),是一种利用土壤的天然净化功能,运用生态学原理与环境工程技术,通过物理、化学和生物作用,使污水中的各种污染物得到有效去除的一种就地污水处理技术<sup>[18]</sup>。

Drewes等<sup>[19]</sup>研究表明,土壤渗滤技术可以用于污水深度处理,能够很好地去除水中有机物,并能改变废水中的有机物特征。Pi等<sup>[20]</sup>的研究证实了土壤渗滤技术确实具有能有效去除废水中有机物的特点。国内外各种土壤渗滤工艺的实际运行和模拟实验表明,土壤渗滤法对化学需氧量(COD)、生化需氧量(BOD)、悬浮固体(SS)、氨氮( $NH_3-N$ )、总磷(TP)、金属离子以及病原体都具有较好的去除效果<sup>[21~22]</sup>。

#### 2.1.2 处理效果

土壤渗滤能够充分利用土壤的物理、化学特性以及土壤中的微生物、植物、动物去除污水中的污染物,达到将污水净化的目的。

##### (1) 对有机物的去除效果

土壤介质可以强烈吸附多种有机物,通过微生物的好氧化作用,使固定在表土层中的有机物转化为易被植物吸收的低分子或无机质<sup>[4]</sup>。土壤渗滤系统的好氧状态下将有机污染物( $BOD_5$ )转化为无机物的效果较好,一般认为其净化机制有过滤、吸附及生物降解几种<sup>[23]</sup>。潘晶等<sup>[24]</sup>对生态土壤渗滤系统的启动周期的模拟研究表明,土壤渗滤系统对COD有良好的处理性能,去除率可达到80%以上。谢兴华等<sup>[25]</sup>在研究了高负荷地下土壤法处理有机污水后得出结论:即使水力负荷达到 $0.25 m^3/(m^2 \cdot d)$ ,土壤渗滤系统对有机物的去除效果也是相当良好的。

Amy<sup>[26]</sup>认为,土壤渗滤在渗流区内对有机物的去除机理主要是生物降解,吸附只占小部分。很多研究结果表明,有机物的去除主要依靠生物降解,部分可溶性有机物的去除率可达到90%左右<sup>[27~28]</sup>。

##### (2) 对氮磷的去除效果

污水中的氮在一定程度上能被土壤有效吸附,土壤渗滤对氮的去除机理较复杂,影响因素较多,各种土壤渗滤系统对氮的去除率有差别<sup>[29]</sup>。有机氮和氨氮( $NH_3-N$ )可以通过土壤中各种微生物

的作用进行转化,由有机氮转化来的氨氮一部分被土壤吸附,另一部分被硝化细菌转化为硝氮( $\text{NO}_3-\text{N}$ ),二者作为植物的主要营养物,或被植物吸收,或随水流向下层土壤,通过反硝化作用生成氮气,最终释放到大气中<sup>[30]</sup>。土壤渗滤系统脱氮的机理是经过氨化、硝化和反硝化作用完成的,因此主要是依靠微生物脱氮<sup>[23]</sup>。土壤渗滤对悬浮物、有机物、氨氮、总磷和病原微生物(如大肠杆菌)的去除率均较高,一般可达70%~90%,但总氮的去除率一般只有20%~40%<sup>[31~32]</sup>。土壤渗滤系统对氨氮的去除率一般很高,由于微生物种类、土壤环境、水质等条件的差异,不同系统对总氮的去除率差别较大,从10%到90%不等,存在一些系统的脱氮效果不太理想<sup>[9,33~34]</sup>。

土壤对污水中的磷有非常好的去除效果,去除率常达到90%以上<sup>[35]</sup>。污水中的含磷物质(以正磷酸盐为主)部分直接被植物吸收,部分与土壤中离子发生化学反应生成难溶磷酸盐,从而达到使其从污水中脱除的目的。土壤渗滤系统中,磷的去除机理包括土壤吸附固磷、化学沉淀、植物吸收和微生物的同化,其中最主要的是土壤吸附固磷和磷的化学沉淀作用<sup>[35]</sup>。在土壤渗滤系统中,土壤对磷具有极大的吸附固定能力,相当于一个磷的储存库,经研究表明污水中99%的磷可被吸附而固定于土壤中<sup>[37]</sup>。

### (3) 对病原微生物的去除效果

土壤渗滤作为一种生态处理技术,除了对有机物和氮磷的去除外,对某些微量元素和病原微生物(包括细菌和病毒)也有一定的去除效果<sup>[38]</sup>。土壤渗滤系统运行结果显示再生水出水的卫生学指标良好,粪大肠菌、总大肠菌和病毒的去除率接近100%,表现出很高的去除效果<sup>[39~40]</sup>。

### 2.1.3 构造及流程

土壤渗滤系统经污水灌至土壤表面(见图4-a),能很快渗入地表以下,通过土壤渗滤的非生物机制和生物机制,污水中各种污染物得到有效去除,再生水的出水既可通过地下管道进行回收(见图4-b),也可以通过井群回收(见图4-c)。

土壤渗滤系统的主要工艺流程见图5。土壤渗滤系统去除各种污染物的影响因素复杂,它需要有严格的水质控制和高效的预处理系统,污水需达到进水水质标准才能进入土壤渗滤系统<sup>[37]</sup>。随着再生水出水水质的日益提高,土壤渗滤技术对预处理的要求也越来越严格,因此,预处理在土壤渗滤中

具有很重要的作用。

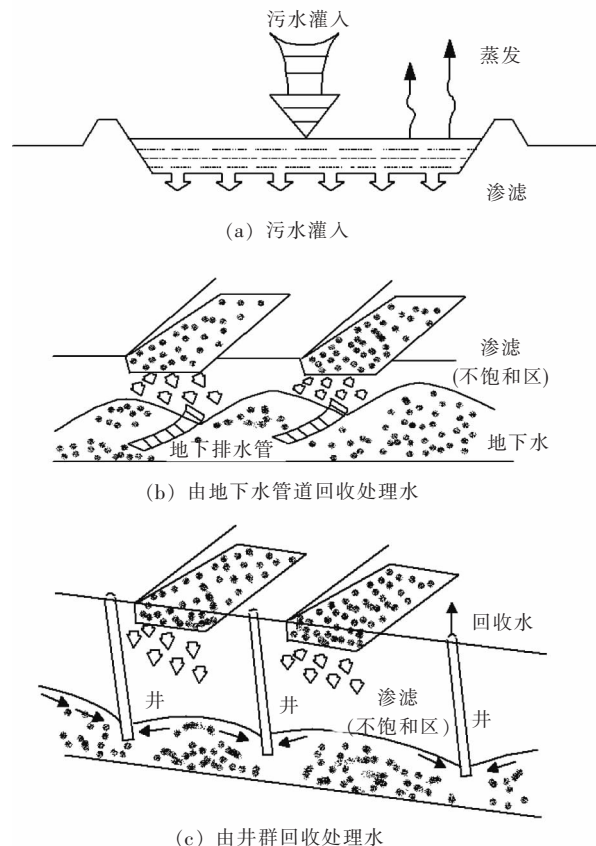


图4 土壤渗滤系统

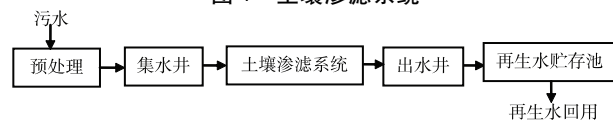


图5 工艺流程图

## 2.2 工程设计

土壤渗滤处理技术在工程设计中需考虑如下要点:①土壤渗滤系统的水力负荷:决定系统的处理能力,偏低导致系统利用率降低,偏高难以实现良好的处理效果<sup>[41]</sup>;②渗滤沟的结构和布置:影响污水的流动方式及布水均匀程度,进而影响系统对各种污染物的去除效果<sup>[33]</sup>;③监测系统:可准确反映系统运行的实时状况,对土壤渗滤出水进行评估,方便调整系统运行参数<sup>[41]</sup>。

## 2.3 应用实践

土壤渗滤在国外一些国家(如美国、日本、以色列、俄罗斯和西欧等国)得到了很好的应用和发展,已经在实际工程应用中取得了不少成果。经过近几十年的研究发展,土壤渗滤技术在我国广大地区也有很好的适应性和可行性,不仅在理论研究方面有所深入,在工程实践中也有了较大进展。表1列出了我国不同地区不同时期土壤渗滤技术在再生水处理中的应用。

表1 土壤渗滤技术在我国再生水处理中的工程实例

| 地区 | 时期                    | 工程实例                                     | 去除率/% |                    |      |      |
|----|-----------------------|------------------------------------------|-------|--------------------|------|------|
|    |                       |                                          | COD   | NH <sub>3</sub> -N | TP   | SS   |
| 沈阳 | “八五”期间修建；<br>“九五”期间改进 | 沈阳工业大学土壤渗滤再生水回用示范工程 <sup>[42]</sup>      | 95.9  | 87.9               | —    | 87.8 |
| 上海 | 2005年~2006年           | 虹桥机场围场河典型污染河段土壤渗滤法污水处理系统 <sup>[43]</sup> | 75.8  | —                  | 100  | —    |
| 上海 | 2009年                 | 嘉定区马陆镇大裕村土壤渗滤处理工程 <sup>[44]</sup>        | 85.7  | 96.7               | 96.0 | —    |
| 辽宁 | 2008年                 | 高速公路附属区污水回用工程 <sup>[45]</sup>            | 96.2  | 95.6               | 95.5 | 91.3 |
| 江苏 | 2009年                 | 太湖流域多级土壤渗滤示范工程 <sup>[46]</sup>           | 70.0  | 83.0               | 76.0 | 94.0 |

### 3 土壤渗滤技术与其他处理技术的对比

再生水处理工艺必须根据再生水水源的水量、水质及回用水的要求来确定。一个完整的土壤渗滤用于再生水处理系统的构成如图6所示，其中主处理单元是再生水处理的核心部分，采用土壤渗滤处理法<sup>[47]</sup>。

括物理化学处理法、生物处理法以及近年来发展迅速的膜处理法和土壤渗滤技术进行比较评析，为再生水处理工艺的选择提供参考。

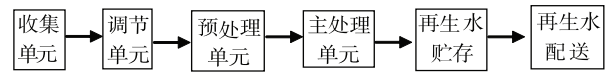


图6 土壤渗滤技术处理再生水系统组成

表2对再生水处理中应用较多的各种技术，包

表2 再生水处理技术的比较<sup>[5]</sup>

| 分类      | 作用机理                                                    | 优点                              | 缺点                                                  | 典型工艺流程                       | 适用范围         |
|---------|---------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------|--------------|
| 物理化学处理法 | 以混凝沉淀（气浮）和过滤技术相结合的基本方式，主要用于处理优质杂排水                      | 处理工艺流程短，运行管理简单方便，可间歇运行，占地面积相对较小 | 设备和运行费用较大，且出水水质受混凝剂种类和数量的影响，有一定的波动性                 | 原水→格栅→调节池→絮凝沉淀池→超滤膜→消毒→出水    | 适用于处理规模较小的工程 |
| 生物处理法   | 利用好氧微生物的吸附、氧化作用，降解污水中的有机物质                              | 出水水质较为稳定，投资和运行费用较少              | 水量负荷变化适应能力小，间歇运转适应能力差，装置的密封性差，会产生臭气，运转管理较复杂         | 原水→格栅→调节池→接触氧化池→沉淀池→过滤→消毒→出水 | 适用于大、小规模工程   |
| 膜处理法    | 使污水中难降解的大分子物质在膜生物反应器内有足够的停留时间，从而去除各种污染物，达到较好的处理效果       | 出水水质好且稳定，占地面积较小，工艺简单，可实现自动控制    | 工程投资和运行成本较高；渗滤膜易堵塞，需进行有效的反冲洗和清洗，以防止和减缓堵塞，否则利用率会大为降低 | 原水→格栅→调节池→膜生物反应器→超滤膜→消毒→出水   | 适用于小规模工程     |
| 土壤渗滤技术  | 充分利用土壤-微生物-植物系统的自我调控机制，在有效去除有机物的同时，也能够去除氮、磷等营养元素及病原微生物等 | 出水水质好、基建投资低、能耗较低、对周围环境影响小       | 结构单一、脱氮效果不稳定、土壤孔隙易堵塞                                | 原水→化粪池→格栅→集水井→土壤渗滤系统→出水井     | 适用于小规模工程     |

综合分析可知：土壤渗滤处理技术整个工艺具有运行简单、能耗少等特点：①在去除有机物的同时，具有去除氮、磷的效果，且净化效率高，能有效解决传统生物处理工艺不能进行深度脱氮除磷的问题；②整个系统无须曝气，没有污泥产生，体现

了生态工程学技术的节能优势；③维护管理方便，整个工程运行期间不需要复杂的人员日常管理，运行成本小，基建投资低。

土壤渗滤处理工艺一般采用地下结构，装置上部可以进行生态草坪绿化，便于美化环境，不会产

生恶臭及蚊虫滋生带来的污染,受季节更替带来的温度变化影响小,有较强的抗冲击负荷能力<sup>[48]</sup>。土壤渗滤同时存在着不足之处,如部分系统处理效率低、脱氮效果有待提高、土壤易堵塞及对周围环境带来不利的影 响等问题<sup>[23]</sup>。孔海南等<sup>[32]</sup>研究了土壤渗滤处理过程中温室气体的排放量,验证了甲烷(CH<sub>4</sub>)和氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)等温室气体的产生。如何更有效地解决土壤渗滤存在的问题还有待继续深入地研究。

#### 4 展望

土壤渗滤处理技术是一种基于自然生态原理的生态工程技术,属于污水土地处理的范畴。土壤渗滤处理技术通过土壤-微生物-植物系统的综合生态作用来达到深度处理污水的目的,不仅能有效减少有机物和氨氮,而且对病原菌也有很好的去除作用。将其应用于再生水的处理中,不仅效果好,而且可以解决我国目前常用处理技术存在的主要问题,并且土壤渗滤本身具有建设成本和运行成本低廉、能耗低、出水水质好、操作运行管理简便等优点。我国若干已有的污水土地处理工程的实际运行经验表明,土壤渗滤处理系统在我国广大地区有着良好的适应性和可行性,因此,土壤渗滤处理技术在我国将有广阔的发展前景。对土壤渗滤处理系统的进一步研究及推广应用,对改善水质、保护水环境和再生水回用具有重要的意义。虽然污水土壤渗滤处理已经得到了进一步的研究与应用,但由于污水成份的复杂性,任何一种处理方法都不能完全解决污水处理和水环境污染问题,所以土壤渗滤也存在着不可避免的问题,如结构单一、脱氮效果有待提高、土壤孔隙易堵塞等,需要不断地对其加以研究解决。为使土壤渗滤得到更广泛地应用,该技术可以与其他工艺相结合,相互弥补各自处理技术的不足,共同实现对再生水的优质处理。

##### 参考文献:

[1] 段金明,刘启明,张金丽,等. 再生水处理工艺中混凝深度除磷研究[J]. 集美大学学报(自然科学版), 2010, 15(1): 31-35.

[2] 王利. 再生水工艺的启动调试与再生水水质对景观功能影响的预测分析[D]. 郑州: 郑州大学, 2006.

[3] 马彦,刘文平. 浅论中水回用及处理技术[J]. 中国资源综合利用, 2007, 25(10): 33-35.

[4] 金丹越,张登峰,卢少勇,等. 污水土壤渗滤技术研究进展[J]. 中国农学通报, 2007, 23(4): 350-354.

[5] 万炜. 中水回用技术的研究现状与应用前景概述[J]. 安徽冶金科技职业学院学报, 2010, 20(3): 46-51.

[6] 仇付国,王敏. 再生水处理工艺对病原微生物去除效果评价[J]. 水处理技术, 2008, 34(8): 82-84.

[7] 肖锦. 城市污水处理及回用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.

[8] 汪大恽,雷乐成. 水处理新技术及工程设计[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.

[9] 高拯民,李宪法. 城市污水土地处理利用设计手册[M]. 北京: 中国标准出版社, 1991: 46-50.

[10] 吴松平,古国榜,胡有勇. 中水回用[J]. 水处理技术, 2002, 28(6): 370-372.

[11] 贾仁勇,孙力平,韦立,等. 氧化-微絮凝-高速过滤应用于再生水生产的研究[J]. 环境工程, 2009, 27(2): 58-62.

[12] 张莉. 资源利用新趋势—中水回用[J]. 科学之友(B版), 2009, 08(23): 155-156.

[13] 刘建华. 中水回用技术的发展及现状[J]. 河北建筑工程学院学报, 2010, 28(1): 62-69.

[14] 刘娜. 中水回用现状及其推广可行性分析[J]. 湖南理工学院学报(自然科学版), 2010, 23(2): 92-94.

[15] 冯运玲,戴前进,李艺,等. 几种典型再生水处理工艺出水水质对比分析[J]. 给水排水, 2011, 37(2): 47-49.

[16] 席建红,薛万华. 中水处理工艺流程[J]. 雁北师范学院学报, 2003, 19(5): 34-36.

[17] 刘欣颖,肖慧杰. 几种中水处理技术简介[J]. 内蒙古石油化工, 2010, (2): 98-99.

[18] 马丽珠,陈建中,和丽萍. 土壤渗滤系统处理生活污水[J]. 环境科学导刊, 2009, 28(6): 71-75.

[19] Jörg E Drewes, Martin Reinhard, Peter Fox. Comparing micro-filtration-reverse osmosis and soil-aquifer treatment for indirect potable reuse of water[J]. Water Research, 2003, 37(15): 3612-3621.

[20] PI Yun-zheng, WANGJian-hong. A field study of advanced municipal wastewater treatment technology for artificial groundwater recharge[J]. Journal of Environmental Sciences, 2006, 18(6): 1056-1060.

[21] 吴婷. 土壤渗滤法处理高浓度氨氮废水的可行性及工艺优化研究[D]. 上海: 复旦大学, 2011.

[22] 陆鑫,万红友,李翔,等. 土壤渗滤对污染河流重金属去除效果研究[J]. 北方环境, 2011, 23(12): 129-131.

[23] 孔刚,许昭怡,李华伟,等. 地下土壤渗滤法净化生活污水研究进展[J]. 土壤, 2005, 37(3): 251-257.

[24] 潘晶,李海波,孙铁珩,等. 生态土壤渗滤系统启动周期研究[J]. 安全与环境学报, 2008, 8(1): 89-91.

[25] 谢兴华,吕莹,陈繁荣. 高负荷地下土壤法处理有机污水的模拟实验研究[J]. 环境污染治理技术与设备, 2006, 7(5): 104-107.

[26] Amy G, Debroux J F, Arnold R, et al. Preozonation for enhancing the biodegradability of wastewater effluent in a potable-recovery soil aquifer treatment (SAT) system[J]. Revue Des Sciences De L'Eau/Journal of Water Science, 1996, 9(3): 365-380.

[27] Amy G, Wilson L G, Conroy A, et al. Fate of chlorination by-products and nitrogen species during effluent recharge and soil aquifer treatment (SAT) [J]. Water Environment Research, 1993, 65(6): 726-734.

[28] Kopchynski T, Fox P, Alsmadi B, et al. The effects of soil type

- and effluent pre-treatment on soil aquifer treatment [J]. *Water Science and Technology*, 1996, 34 (11): 235-242.
- [29] 郑艳侠, 冯绍元, 刘培斌. 土壤渗滤系统处理微污染水的研究进展 [J]. *水资源与水工程学报*, 2004, 15 (2): 29-33.
- [30] 沈晓清, 王卫琴. 地下土壤渗滤系统处理农村生活污水应用研究 [J]. *工业安全与环保*, 2009, 35 (7): 15-17.
- [31] Van Cuyk S, Siegrist R, Logan A, et al. Hydraulic and purification behaviors and their interactions during wastewater treatment in soil infiltration systems [J]. *Water Research*, 2001, 35 (4): 953-964.
- [32] Kong Hai-nan, Kimochi Y, Mizuochi M, et al. Study of the characteristics of CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O emission and methods of controlling their emission in the soil-trench wastewater treatment process [J]. *Science of The Total Environment*, 2002, 290 (1-3): 59-67.
- [33] 孔刚, 许昭怡, 王勇, 等. 地下土壤渗滤沟的工艺构造对氮磷去除的影响 [J]. *环境科学与技术*, 2006, 29 (2): 7-11.
- [34] 陈玉成. 污染环境生物修复工程 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 176-183.
- [35] 张建, 黄霞, 施汉昌, 等. 地下渗滤系统在污水处理中的应用研究进展 [J]. *环境污染治理技术与设备*, 2002, 3 (4): 47-51.
- [36] 张建, 黄霞, 魏杰, 等. 地下渗滤污水处理系统的氮磷去除机理 [J]. *中国环境科学*, 2002, 22 (5): 438-441.
- [37] 王书文, 刘庆玉, 焦银珠, 等. 生活污水土壤渗滤就地处理技术研究进展 [J]. *水处理技术*, 2006, 32 (3): 5-10.
- [38] Michio Murakami, Nobuyuki Sato, Aya Anegawa, et al. Multiple evaluations of the removal of pollutants in road runoff by soil infiltration [J]. *Water Research*, 2008, 42 (10-11): 2745-2755.
- [39] Quanrud D M, Carroll S M, Gerba C P, et al. Virus removal during simulated soil-aquifer treatment [J]. *Water Research*, 2003, 37 (4): 753-762.
- [41] Kadam A, Oza G, Nemade P, et al. Municipal wastewater treatment using novel constructed soil filter system [J]. *Chemosphere*, 2008, 71 (5): 975-981.
- [42] 田宁宁, 杨丽萍, 彭应登. 土壤毛细管渗滤处理生活污水 [J]. *中国给水排水*, 2000, 16 (5): 12-15.
- [43] 贾宏宇, 孙铁珩, 李培军, 等. 污水土地处理技术研究的最新进展 [J]. *环境污染治理技术与设备*, 2001, 2 (1): 62-65.
- [44] 张之崑, 雷中方, 张振亚, 等. 土壤渗滤法对典型污染河段河水的净化效果 [J]. *长江流域资源与环境*, 2008, 17 (Z1): 78-81.
- [45] 王勇, 邓凯洋. 地下土壤渗滤系统在农村生活污水分散处理工程中的设计及应用 [J]. *城市道桥与防洪*, 2010, (9): 191-194.
- [46] 寇继海. 关于土壤渗滤技术在净化高速公路附属区污水的应用探讨 [J]. *北方交通*, 2008, (3): 94-95.
- [47] 魏才佳, 吴为中, 陶淑, 等. 多级土壤渗滤系统处理滇池入湖河水的研究 [J]. *中国给水排水*, 2010, 26 (9): 104-111.
- [48] 吴景雄, 陈梅芹. 我国中水回用的迫切性及其主体工艺评析 [J]. *中国资源综合利用*, 2006, 24 (4): 25-28.
- [49] 杨建刚, 童小鲁, 孔亚平. 高速公路服务区污水生态处理的“江西试验” [J]. *交通建设与管理*, 2009, (9): 50-53.

## An Analysis of Application of Soil Infiltration Technology in the Reclaimed Water Treatment

JIN Ya-ruo, WAN Hong-yu

(School of Water Conservancy and Environmental Engineering of Zhengzhou University, Zhengzhou Henan 450001 China)

**Abstract:** The conventional treatment technologies of the reclaimed water are reviewed in this paper, focusing on soil infiltration treatment technology which is compared with other treatment technologies. The advantages and the problems of soil infiltration technology are also presented. Finally the application of soil infiltration technology in the reclaimed water treatment is prospected.

**Key words:** soil infiltration; reclaimed water treatment; application; review

# 制糖废水的主要处理工艺及发展方向刍议

胡亚萍, 马晓力, 董贝贝

(郑州大学水利与环境学院, 河南 郑州 450001)

**摘要:** 制糖废水是一种高浓度的有机废水, 按污染程度可分为低浓度废水、中浓度废水、高浓度废水三种类型。这种废水的主要处理工艺有物化法和生化法, 以及各种方法相结合的组合工艺。本文就这种废水的处理方法作简要综述, 分析各处理工艺的优缺点, 为制糖废水的处理提供参考, 最后提出制糖废水的处理发展方向。

**关键词:** 制糖废水; 处理工艺; 综述; 发展方向

**中图分类号:** X703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0078-05

制糖工业是食品加工的基础行业, 也是其它食品加工类如发酵、制药等工业的原材料, 在国民经济中占重要地位。据国家统计局统计, 2011年我国成品糖的产量已达到 1187.4 万 t, 比上年增长 6.2%; 至 2012 年 3 月成品糖产量累计达到 873.7 万 t, 比上年同期增长 16.1%。在大量生产糖的同时, 废水排放量也是巨大的。根据制糖原料的不同, 生产排放的废水量也各不相同: 每榨 1t 甘蔗产生废水量高达 12~18t, 产生 COD 量为 2~5kg<sup>[1]</sup>; 而利用甜菜作为原料的制糖企业间的用水量根据其生产工艺水平高低也各不相同, 一般水平的生产工艺中, 控制的菜水比例为 1:4.5 左右, 先进水平可控制菜水比在 1:3 左右, 按生产规模计算, 企业废水的排放量基本都在 100t/d 以上<sup>[2]</sup>。我国目前用水短缺的严峻形势使处理制糖废水并使其达标排放或者回用具有重要的意义, 所以, 制糖废水的处理一直都是工业废水处理研究的重点之一<sup>[3]</sup>。

## 1 制糖废水特征

制糖废水主要来自制糖生产过程和制糖副产品综合利用过程, 主要是以甜菜或甘蔗为原料的制糖过程中所排出的废水, 混合了斜槽废水、榨糖废水、蒸馏废水、地面冲洗水等, COD 浓度波动往往比较大<sup>[4]</sup>。制糖废水属于有机废水, 色度高, 直接排入河流容易造成水体缺氧和富营养化, 影响水体中浮游生物、原生动物的生存, 严重的会出现

藻类大量繁殖疯长, 导致水中好氧生物因缺氧而死亡, 最终导致水体恶化<sup>[5]</sup>。

甘蔗制糖厂每加工 1t 甘蔗需要排放 20~30m<sup>3</sup> 废水, 虽因亚法和碳法工艺流程的差异, 废水性质有所区别, 但甘蔗制糖废水按污染程度可分为 3 种类型<sup>[6]</sup>, 如表 1 所示。

表 1 不同浓度制糖废水的几个指标值 (mg/L)

|       | pH 值    | COD        | BOD        | SS       |
|-------|---------|------------|------------|----------|
| 低浓度废水 | 6.6~7.5 | 20~70      | 10~45      | 10~40    |
| 中浓度废水 | 5.5~8.6 | 1500~4200  | 600~1800   | 300~1500 |
| 高浓度废水 | 4.0~6.0 | 2700~35000 | 1400~13000 | 38~5500  |

## 2 制糖废水处理技术

目前制糖废水的处理技术主要包括物化法和生化法, 由于制糖废水的可生化性好, 国内外对此废水的处理常采用生化法。生化法主要有厌氧处理法、好氧处理法、厌氧—好氧处理法等。

### 2.1 物化法

物化法主要用于对废水进行预处理, 该方法包括: 混凝沉淀法、吸附法、离子交换法、萃取法、扩散渗析法、电渗析法等<sup>[7]</sup>。近年来, 对物化法的研究涉及到一些新的领域, 纳米技术的应用研究为制糖废水的预处理提供了新的思路。钟福新等<sup>[8]</sup>的研究表明, La/Fe 共掺杂 TiO<sub>2</sub> 纳米管阵列对甲基橙和制糖废水具有催化降解效果。光照时间和 pH 是影响 La/Fe 掺杂 TiO<sub>2</sub> 纳米管阵列光催化降解制糖废水的主要因素, 在强碱性条件下, La/Fe 掺杂 TiO<sub>2</sub> 纳米管阵列对制糖废水的光催化降解效率最高, 光照 20h 时可达 97% 以上。

收稿日期: 2012-05-23

作者简介: 胡亚萍 (1990-), 女, 研究方向: 水污染控制理论与技术。

指导老师: 马晓力。

## 2.2 厌氧生物法

废水的厌氧处理在有机物含量较高时很适用。由于厌氧处理时,污泥产生量少,对营养元素要求低,同时产生的甲烷可作潜在的能源,可消除气体排放的污染,投资成本一般较低,运行管理费用也大大低于好氧工艺<sup>[9]</sup>。在制糖工业废水处理中得到了广泛的应用。

上流式厌氧污泥床反应器(UASB)是厌氧处理的一个有代表性的形式。在反应器中,废水从底部均匀进入并向上运动,反应器下部为浓度较高的污泥床,上部为浓度较低的悬浮污泥床,一般情况下处理甜菜制糖废水时,容积负荷可达到20.7kg COD/(m<sup>3</sup>·d),COD去除率为82%左右<sup>[10]</sup>。

河南某厂<sup>[11]</sup>建成1700m<sup>3</sup>UASB厌氧系统处理制糖废水,在近中温(30℃~35℃)条件下启动运行,当进水COD浓度平均为8000mg/L时,工程稳定运行,日处理废水近1000m<sup>3</sup>,COD去除率80%以上,UASB有效容积负荷为5.0kgCOD/(m<sup>3</sup>·d)以上。运行实践证明,采用UASB工艺处理制糖废水,具有有机负荷高,HRT短,无需填料、污泥回流装置及搅拌装置,效率高,运行成本低等优点。

同时UASB工艺也存在以下缺点:①三相分离器还没有一个成熟的设计方法;②颗粒污泥的培养较困难,初次启动和形成稳定颗粒污泥用时较长;③大多数UASB反应器需对进水悬浮物浓度进行适当控制,以防止堵塞和短流;④耐冲击负荷能力不强,出水水质还达不到传统二级处理工艺的出水水质。

为了解决UASB颗粒污泥培养的问题,可以在厌氧启动过程中加入惰性物质,加速颗粒化的形成。韩洪军等<sup>[12~13]</sup>的研究表明,在系统中加入颗粒活性炭,可以加快颗粒污泥的形成;Yu<sup>[14]</sup>等人向反应器中投加150~300 mg/L Ca<sup>2+</sup>,提高了生物量的积累,加速了反应器的启动。

新型的反应器是折流式厌氧反应器(ABR),它综合了UASB反应器的优点,属于分阶段多相厌氧生物处理工艺技术。该反应器借助于废水流动和沼气上升的作用,反应器内污泥上下运动,污水在折流板的作用下,水流绕其流动而使其流经的总长度加长,再加上折流板的阻挡及污泥的沉降作用,污泥在水平方向上的流速极其缓慢,生物固体被有效地截留在反应器内<sup>[15]</sup>。与UASB反应器相比,ABR反应器具有独特的分格式结构及推流式流态,

具有运行稳定,操作灵活,工艺简单,投资少,固液分离效果、耐冲击、对毒性物质适应性强,良好的生物固体截留能力等优点。

ABR自问世以来就一直备受研究者的关注,人们从不同角度对其进行研究探讨,如反应器结构的创新<sup>[16~17]</sup>、水力学特性的优化<sup>[18~19]</sup>、反应器启动及颗粒污泥的形成<sup>[20]</sup>、微生物群落分布及生理生态<sup>[21~22]</sup>研究等方面,从这些研究中可以总结出以下对优化ABR工艺的措施:①减少降流区宽度,使主反应区的升流区内聚集更多的微生物,有利于厌氧污泥停留在上向流中,使每个小单位UASB优势更加突出;水流方向与产气上升方向一致,不仅减少了堵塞的机会,还加强了气体对污泥床的搅拌作用,使微生物与进水基质充分混合,有助于形成颗粒污泥;②增加了折流板角度,有利于进水向上引向流室中心,实现了布水的均匀性,同时还可增大水力搅拌作用;③接种污泥用几种不同来源的厌氧污泥混合而成,采用好氧曝气法启动。

ABR反应器虽然有很多优点,但目前国际上关于ABR反应器的研究尚处于试验阶段,实际工程应用方面的研究实例还不多,国内报道的工程应用更少。因此,在ABR反应器实际工程进一步推广之前,需要通过大量中试寻求合适的设计参数,结合机理分析,以便更深入地了解ABR的工艺特性,为生产应用提供可靠的依据。

## 2.3 好氧生物法

好氧生物法主要有活性污泥法和生物膜法。

### 2.3.1 活性污泥法

活性污泥法就是以活性污泥为主体的生物处理法,其实质是以存在于污水中的有机物为培养基,在有氧的条件下,对各种微生物群体进行混合连续培养,通过凝聚、吸附、氧化分解、沉淀等过程去除有机物的一种方法<sup>[23]</sup>。

李鑫华等<sup>[24]</sup>研究采用活性污泥法处理甘蔗制糖废水,工程规模日处理量Q=14000m<sup>3</sup>/d,经过多年的运行,出水符合标准,且该工艺具有操作简单、维护技术要求低、处理效果好、投资及运行费用低等优点。但是,活性污泥法也存在抗冲击负荷能力弱,系统稳定性差,易发生污泥膨胀等问题。

序批式活性污泥法简称SBR法,主要构筑物是SBR反应池,在该池中依次完成进水、反应、沉淀、滗水、排泥等过程<sup>[25]</sup>。该工艺相对于连续式活性污泥法有处理构筑物少、污泥好氧稳定、抗冲击负荷强、氧利用率高、污泥膨胀的概率低、处

理效果稳定等优点。该工艺在实际工程中通常与其他工艺联合使用,邯郸市某生物技术中心<sup>[26]</sup>采用UASB—SBR工艺处理淀粉制糖废水,SBR池的水力停留时间为12h,容积负荷为 $1.2 \text{ kgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ ,运行结果表明,对COD的去除率可达85%以上,对 $\text{BOD}_5$ 的去除率达90%以上,对SS的去除率达85%以上,处理出水优于国家二级排放标准,且该工艺处理效果好、技术成熟可靠、运行稳定。

但是SBR因其序批操作的运行方式也带来了相应的弊端:①对自动控制设备的依赖性强,但是这些设备的故障率较高;②反应器的利用率偏低;③单元进水是间歇的,在污水厂来水和排水要求连续时需要把系统划分为较多的单元才能保证整体的连续性,或者是设置较大的进水水量调节池;④间歇运行曝气器容易堵塞。

针对SBR的缺点和不同的使用目的出现了很多变形工艺,其中用于制糖废水处理的工艺有循环式活性污泥系统,即CASS工艺。该工艺在运行方式上采用循环进水,反应器分为选择器、缺氧区和主反应区三个区。该工艺完善了活性污泥选择器的设计,并且设计和运行方式灵活,既体现了SBR的流程简单、建筑物少等优点,又克服了SBR的一些缺点。

有研究表明,CASS工艺用来处理制糖末端废水具有明显的优势。林传松等<sup>[27]</sup>的研究表明,用CASS工艺处理制糖末端废水,对系统的 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 和SS的去除率分别为91.96%和73.77%,同时对营养物有明显去除效果,省略了剩余污泥处理装置,降低了建设费用和运行成本。通过控制工艺运行条件可以优化CASS工艺的处理效果,邓超冰等<sup>[28]</sup>的实验表明,在曝气时间为2h,曝气量 $0.375 \text{ m}^3/\text{h}$ ,污泥浓度 $4000 \text{ mg}/\text{L}$ 左右,沉淀时间60min,排水比 $1/3$ 的条件下,工艺条件最佳。各因素对COD去除效果影响的主次关系是:曝气量 $>$ 排水比 $>$ 沉淀时间,故在实际工艺运行管理过程中可优先考虑调节曝气量。

CASS运行过程的控制一般由可编程序控制器来进行,主要根据进水量、DO、进水水质(COD、pH等)、出水水质等进行实时控制,自动调整各部件的运行状况以达到最佳的效果及最经济的运转<sup>[29]</sup>。目前,该技术在国内外应用的关键主要是进一步完善工艺设计方法及研究其设计的有关参数,同时提高自动控制装置的可靠性及运行和操作管理

人员的素质,使其更加符合国内制糖废水处理的实际情况。

### 2.3.2 生物膜法

生物膜处理法的工艺有生物滤池、生物转盘、生物接触氧化设备和生物流化床。其中用于制糖废水处理的有内循环好氧生物流化床工艺。该工艺是一种将微生物固定化技术与传统流态化技术相结合的生化处理设备,具有结构简单、传质效率高、负荷高、去除效率高、能耗低、抗冲击负荷能力较强、占地少等优点。

田雪莲等<sup>[30]</sup>利用内循环好氧生物流化床对 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 质量浓度分别为 $350 \sim 580 \text{ mg}/\text{L}$ 和 $7 \sim 12 \text{ mg}/\text{L}$ 的甘蔗制糖废水进行处理,结果表明,在进气量为 $40 \text{ L}/\text{h}$ ,水力停留时间为 $3 \sim 4 \text{ h}$ 的条件下, $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的平均去除率分别为90.7%和86.5%,出水 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 稳定在 $60 \text{ mg}/\text{L}$ 和 $2 \text{ mg}/\text{L}$ 以下,表明采用内循环好氧生物流化床处理制糖废水具有良好的效果,为制糖废水的高效处理提供了一种新方法。

但是传统生物流化床工艺仍存在不足,主要有以下几点:①流化床的流态化特性十分复杂,给设计造成了困难;②以沉淀原理为基础的三相分离器中,泥水分离靠重力作用,以致分离效率依赖活性污泥沉降性能,而由于沉淀时间短,固液分离效果不理想,出水中SS含量可能很高,影响出水水质;③载体易流失。

针对以上传统生物流化床的缺陷,将其与膜分离单元有机结合,可解决传统生物流化床出水悬浮物浓度偏高、载体易流失的问题。

### 2.3.3 生物膜/活性污泥联合工艺

该联合工艺是把活性污泥法与生物膜法相结合的一种污水生物处理技术。它一方面具有生物膜法负荷高的特点,因而减少了构筑物体积,降低了投资;另一方面也具有活性污泥法固液接触充分的特点,有机污染物去除效率高,出水水质稳定良好<sup>[31]</sup>。郑育毅等人<sup>[32]</sup>的研究表明,采用联合工艺处理淀粉制糖废水时可使出水水质达到GB/8978—1996的一级标准,同时比单纯的活性污泥或生物膜工艺启动要快、运行也更稳定,且基本不会出现污泥膨胀等问题。

### 2.3.4 好氧工艺存在的问题

好氧处理技术有较多优势,如降解工艺的投资较低,操作条件简单,所以是有机污染废水处理的首选,但是对于像制糖废水这样的含高浓度有机物



的情况, 好氧处理仍然存在着许多原理和工艺上的限制条件, 因而在实际应用上不如厌氧处理普遍, 如运行期间的污泥系统的规划与治理, 如何较好地防治污泥的膨胀等都成为学者的热门研究问题<sup>[33]</sup>。

## 2.4 厌氧—好氧处理工艺

实践证明, 厌氧生物处理法适用于高浓度有机废水的处理, 且具有能耗小、去除负荷高、并可回收沼气做能源等优点, 但其出水难以达到排放标准; 而好氧生物处理法适用于处理浓度较低的废水, 具有净化后出水水质好等优点。因此目前在高浓度有机废水的处理工程中, 常集厌氧、好氧处理的优点于一身, 构成厌氧—好氧组合工艺, 即高浓度有机废水首先经厌氧法处理, 出水再经好氧法进行进一步净化, 在实际应用中取得良好效果。

李桂荣等<sup>[34]</sup>的研究结果表明, 河南某糖厂采用了两级 UASB + 好氧活性污泥的组合工艺处理制糖废水, 工程运行一年来, 一直处于良好的稳定状态, 去除污染物效果显著, 对 COD 的去除率可达 98.3% 以上, 对  $\text{NH}_3 - \text{N}$  的去除率达 94% 以上, 处理出水优于国家一级排放标准。

ABR 法和 CASS 法分别优于 UASB 法和传统的活性污泥法, 可将 ABR 与 CASS 工艺联合起来处理制糖废水。厌氧系统采用 ABR 工艺可以提高废水可生化性, 减轻后续好氧生化负荷冲击, 保证系统稳定运行; 好氧处理系统采用 CASS 工艺, 可以实现全自动控制, 管理容易, 不容易出现污泥膨胀现象, 能够使废水稳定达标。利用 ABR 水解酸化—CASS 工艺处理甘蔗制糖废水, 系统 COD、 $\text{BOD}_5$  与  $\text{NH}_3 - \text{N}$  的去除率均在 95% 以上<sup>[35]</sup>。

## 3 制糖废水处理工艺总结

(1) 厌氧处理法中应用较多的是 UASB 工艺, 但该工艺存在不足, 如颗粒污泥的培养困难等。针对该工艺的缺陷可以根据实际运行情况对工艺进行改进, 如在系统中加入颗粒活性炭, 加速颗粒化的形成。

(2) 厌氧处理法中较为先进的工艺是 ABR 工艺, 该工艺不仅综合了 UASB 的优点, 而且在一定程度上弥补了 UASB 的缺陷, 但 ABR 反应器尚处于实验研究阶段, 需要寻求合适的设计参数以在实际工程中进一步推广。

(3) 活性污泥处理法中用于制糖废水处理的方法主要有连续式流活性污泥法和 SBR 法, 但这两种工艺仍存在弊端。针对这些弊端, CASS 工艺的应用具有明显的优势, 但在工艺运行管理过程

中, 要对运行的参数 (如曝气量、排水比、沉淀时间等) 进行合理地控制, 同时要提高自动控制装置的可靠性及运行和操作管理人员的素质。

(4) 生物膜法中用于制糖废水处理的工艺主要是生物流化床工艺, 对该工艺进行合理的改进, 如将其与膜分离单元有机结合, 可以弥补该工艺在实际运行中的部分缺陷。

(5) 各处理工艺各有优缺点, 因此, 在实际应用中, 应采用将多种工艺相结合的组合工艺, 充分利用每种工艺的优点, 取长补短, 协调控制工艺条件, 以到达较经济、环保的处理效果。孟庆辉等<sup>[36]</sup>的研究表明, 对甜菜制糖废水采用水解—好氧—化学氧化—混凝沉淀的处理工艺, 突出了两类生化处理技术的优势, 工程运行费用低, 操作方便, 且出水水质优于一般单纯生物法。

## 4 制糖废水处理发展方向建议

随着糖类产品需求量的急剧增加, 制糖产生的废水也在逐年增加, 传统处理工艺已经不能满足当今变化发展中的制糖工业产生的废水处理要求。因此, 寻求高效节能的处理工艺是制糖废水处理的发展趋势, 为此, 提出以下新的思路:

(1) 首先在源头上实现减排, 即改进制糖工艺。由于传统制糖工艺落后, 污染物产量和排放量大, 要对制糖废水污染进行控制, 首先必须实施清洁生产, 比如采用真空无滤布吸滤机, 杜绝洗滤布废水产生排放而带来的水污染。真空无滤布吸滤机主要用于糖业蔗汁的过滤, 它具有过滤效率高, 无污水排放, 节约水资源, 能耗低等优点。

(2) 提高废水循环利用率, 以缓解水资源的消耗。如煮糖、蒸发设备的冷凝水和冷却水, 压榨动力汽轮机、真空吸滤机水喷泵和动力车间发电设备排出的冷却水等低浓度废水, 可以循环使用, 提高水的利用率, 实现节约水资源的目的。

(3) 利用废水中的有效资源进行变废为宝处理, 使其利益最大化。陈红等<sup>[37]</sup>的研究表明, 在污泥接种量为 17.74 g/L, 温度为 34~36℃, 水力停留时间为 6 h, 通过调节有机负荷, 在 12 d 左右就可以快速实现生物制氢。同时, 氢气是热值很高的清洁能源, 此技术又能在一定程度上缓解能源短缺的局势。因此, 利用制糖废水制氢, 不仅净化了废水, 而且变废为宝, 具有经济和环保的双重效益。

(4) 制糖废水作为一种肥料在农业灌溉上具有广阔的前景, 土地灌溉技术可以节省大量的工程

操作及运行成本,而且简单易实施,但前提是要明确了解制糖废水中的水质情况,严格控制流入土地的水量,结合作物需求采用合理科学的灌溉制度及技术,做好相关措施,科学合理操作,减少对环境的污染。

(5) 加强制糖生产过程的管理至关重要。要杜绝跑、冒、滴、漏等浪费的现象,同时改进相关的政策来鼓励员工节水等。

参考文献:

[1] 陈贵, 李玉娇. 甘蔗制糖废水污染控制研究 [J]. 化学工程与装备, 2008, (9): 155-156.

[2] 周志萍, 秦文信. 甜菜制糖废水治理的探索 [J]. 中国甜菜糖业, 2008, (4): 17-23.

[3] Austermann-Haun U., Seyfried C. F., Rosenwinkel K. -H. Full scale experiences with anaerobic pre-treatment of wastewater in the food and beverage industry in Germany [J]. Water Science and Technology, 1997, 36 (2): 321-328.

[4] 李琳, 洛铁男, 董爱军, 等. 甜菜制糖工业废水综合治理 [J]. 中国甜菜糖业, 2009, (2): 27-28.

[5] Edward A. Laws. 水污染导论 [M]. 北京: 科学出版社, 2004.

[6] 王邵文, 罗志腾, 钱雷. 有机废水生物处理技术及工程设计 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2003: 355-356.

[7] 柏景方. 污水处理技术 [M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2006: 174-293.

[8] 钟福新, 林莎莎, 朱义年, 等. La/Fe 共掺杂 TiO<sub>2</sub> 纳米管阵列光催化降解制糖废水 [J]. 环境科学学报, 2011, 31 (7): 1453-1454.

[9] 吴沛. 厌氧折流板反应器处理蔗糖废水的试验研究 [D]. 西安: 长安大学, 2009.

[10] 郝丽. UASB-A/O 工艺处理淀粉、淀粉制糖、VB<sub>6</sub>, 12 > 混合废水的研究 [D]. 石家庄: 河北科技大学, 2009.

[11] 张国强, 张强. UASB 厌氧系统处理味精厂淀粉及制糖废水 [J]. 中国沼气, 1998, 16 (3): 22-24.

[12] 韩洪军, 刘立凡. UASB + AF 反应器的快速启动 [J]. 中国给水排水, 2001, 17 (2): 53-54.

[13] 周律. 投加颗粒活性炭加快 UASB 反应器内颗粒化进程的研究 [J]. 中国给水排水, 1996, 12 (5): 16-19.

[14] Yu H. Q., Tay J. H., et al. The roles of calcium in sludge granulation during uasb reactor start-up [J]. Water Research, 2001, 35 (4): 1052-1060.

[15] 罗艳. 折流式厌氧反应器 (ABR) 处理高浓度有机工业废水 [D]. 北京: 北京林业大学, 2007.

[16] A. Bachmann, V. L. Beard and P. L. McCarty. Comparison of Fixed Film Reactors with a Modified Sludge Blanket Reactor, Fixed Film Biological Processed for Wastewater Treatment [J]. Y. C. Wu and E. D. Smith. Noyes Data, NJ. 2003: 98-109.

[17] 戴友芝, 冀静平, 施汉昌, 等. 厌氧折流板反应器对有毒有机物冲击负荷的适应性 [J]. 环境科学, 2000, 21 (1): 94-97.

[18] J. E. M. Stach, S. Bathe, J. P. Clapp. PCR-SSCP Comparison of 16S rRNA Sequence Diversity in Soil DNA Obtained Using Different Isolation and Purification Methods [J]. FEMS Microbiol. Ecol, 2005, 36 (2-3): 139-151.

[19] A. M. W. Grobicki and D. C. Stuckey. Performance of the Anaerobic Baffled Reactor under Steady State and Shock Loading Conditions [J]. Biotechnol. Bioeng, 2001, (37): 344-355.

[20] 杨百忍, 余宗莲, 赵来利, 等. ABR 反应器中颗粒污泥的培养及其特性研究 [J]. 中国给水排水, 2007, 23 (5): 73-77.

[21] K. Nagashima, T. Hisada, M. Sato. Application of New Primer-enzyme Combinations to Terminal Restriction Fragment Length Polymorphism Profiling of Bacterial Populations in Human Feces [J]. App. Environ. Microbiol. 2005, (69): 1251-1262.

[22] K. Bachmann. Molecular Markers in Plant Ecology [J]. New Phytol, 2004, 126 (2): 403-418.

[23] 吴婉娥, 葛红光, 张克峰. 废水生物处理技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 77-78.

[24] 李鑫华, 林方敏, 骆其金. 活性污泥法对甘蔗制糖加工废水处理的实践 [J]. 广东化工, 2009, 36 (5): 144-145.

[25] 陈海涛. SBR 工艺技术分析 [J]. 北方环境, 2111, 23 (5): 132-133.

[26] 李福勤, 李清雪, 许吉现. UASB-SBR 工艺处理淀粉制糖生产废水 [J]. 中国给水排水, 2003, 19 (6): 70-71.

[27] 林传松, 朱光彩, 农培胜. CASS 工艺处理制糖末端废水的试验研究 [J]. 广西轻工业, 2010, (9): 100-102.

[28] 邓超冰, 温中海, 洗萍, 等. CASS 工艺处理糖厂废水优化工艺实验 [J]. 环境科学与技术, 2009, 32 (6): 100-103.

[29] 刘立云. 循环式活性污泥法在污水处理中的应用 [J]. 能源与节能, 2011, (5): 53-54.

[30] 田雪莲, 胡堃, 郭勇, 等. 内循环好氧生物流化床处理糖业废水试验研究 [J]. 工业水处理, 2011, 31 (1): 33-36.

[31] 张建丰. 活性污泥法工艺控制 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2007: 7-8.

[32] 郑育毅, 唐静珍, 吴延飞, 等. 生物膜/活性污泥工艺处理淀粉制糖废水 [J]. 中国给水排水, 2003, 19 (10): 90-91.

[33] Prendl L., Kroisz H. Bulking sludge Prevention by an aerobic selector [J]. Water Science Technology, 1998, 38 (8-9): 19-27.

[34] 李桂荣, 宋同鹤, 潘文琛, 等. 两级 UASB + A/O 处理玉米制糖废水工程实例 [J]. 水处理技术, 2010, 36 (9): 130-132.

[35] 韩彪, 张维维, 张萍. 甘蔗制糖废水的 ABR-CASS 处理工艺 [J]. 广西科学院学报, 2010, 26 (2): 156-158.

[36] 孟庆辉, 孙洪昌. 甜菜制糖生产废水处理技术研究 [J]. 环境科学与管理, 2009, 34 (2): 140-142.

[37] 陈红, 李永峰, 韩伟, 等. 制糖废水连续流厌氧发酵制氢系统的运行特性 [J]. 化学工程, 2010, 38 (2): 76-78.

# 铁岭地区玉米淀粉工业废水资源化利用方式及环境效益分析

王 浩

(铁岭市环境保护科学研究院, 辽宁 铁岭 112000)

**摘 要:** 简要分析淀粉工业废水产生环节及水质特性, 提出在行业废水处理普遍工艺的基础上对沼气进行回收利用, 通过淀粉工业废水资源化利用方式减少污染物排放, 降低废水治理成本, 并综合分析淀粉工业废水资源化利用方式产生的环境效益。

**关键词:** 淀粉废水; 资源化; 环境效益; 铁岭

**中图分类号:** X703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0083-03

铁岭市位于辽宁省北部, 松辽平原中段, 是辽宁省粮食主产区之一, 拥有四个全国商品粮基地县, 主要粮食作物玉米年产量约为 20 亿 kg, 素有“辽北粮仓”的美誉。由于铁岭及周边地区玉米资源优势明显, 该区域布局了多家玉米淀粉生产企业, 仅铁岭全市的淀粉生产能力就达到 200 万 t/a。这些淀粉生产企业在对地方经济做出贡献的同时, 也向环境排放了大量的污染物, 尤其是废水和异味对周围环境影响较大。淀粉工业废水属于高浓度有机废水, 在生化降解的同时对沼气进行回收是治理废水的一个新方向, 对于减少环境污染, 降低废水治理成本, 节约能源具有积极意义。淀粉工业废水资源化利用方式已在铁岭地区作为首选治理方案进行推广。

## 1 淀粉工业废水水质特性及处理工艺

### 1.1 淀粉工业废水产生环节

玉米淀粉生产工序可以概括为浸泡、破碎、精磨、分离四个阶段。在浸泡阶段: 经筛选净化后的原料玉米输送至浸泡系统, 一般采用亚硫酸溶液浸泡, 浸泡后送蒸发工序浓缩成玉米浆。在破碎阶段: 玉米浆经二道磨破碎、二次胚芽悬液分离, 胚芽送洗涤系统, 底流浆料送入精磨工序。在精磨阶段: 经分离出胚芽后的稀浆料通过压力曲筛, 筛下物为粗淀粉乳, 筛上物进行精磨, 精磨后分离出来的粗淀粉浆液与压力曲筛筛下的粗淀粉乳汇合后进入淀粉分离工序。在分离阶段: 分离出的粗淀粉乳

经除砂、过滤, 进入主离心机进行离心分离, 底流淀粉乳经洗涤浓缩后制成精淀粉乳产品。

淀粉工业废水产生环节主要为: 浸泡阶段玉米浆蒸发浓缩过程产生冷凝废水、粗磨阶段胚芽分离后胚芽干燥过程产生废水、精磨阶段纤维分离后纤维脱水干燥产生废水、淀粉分离阶段淀粉洗涤浓缩产生废水以及蛋白脱水干燥产生废水。

### 1.2 淀粉工业废水水质特性

对铁岭地区 4 家淀粉企业生产废水污染物产生浓度进行取样监测, 监测结果见表 1。

淀粉工业废水属高浓度有机废水, 主要含有淀粉、糖类、蛋白质、纤维素、脂肪、酶类及维生素等有机物质, 根据监测结果可知, 淀粉工业废水 COD 浓度在 8700 ~ 11600mg/L, BOD 浓度在 5300 ~ 7200mg/L, SS 浓度在 700 ~ 1000mg/L,  $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度在 200 ~ 300mg/L,  $\text{SO}_4^{2-}$  浓度在 300 ~ 600mg/L。可生化性较好, 宜采用厌氧 + 好氧生化处理工艺。

### 1.3 淀粉工业废水处理工艺

铁岭地区淀粉工业废水多采用厌氧 + 好氧生化处理方式, 行业普遍治理工艺流程见图 1。

该废水处理方式对淀粉工业废水的处理效果较好, 处理后排水能够满足污水厂入水要求。但是, 在废水处理环节, 由于产生沼气、恶臭、污泥等污染物, 造成了环境的二次污染, 主要为格栅间、污泥浓缩池产生恶臭、栅渣、污泥, 厌氧处理设施产生沼气、恶臭等, 对周围环境影响较大。

收稿日期: 2012-04-20

作者简介: 王浩 (1981-), 男, 毕业于辽宁大学环境系, 本科学历, 现工作于铁岭市环科院, 主要从事环境影响评价和环境科研工作。

表1 铁岭地区淀粉企业工业废水污染物产生浓度监测结果表

(mg/L)

|     | COD   |       | BOD <sub>5</sub> |      | SS  |     | NH <sub>3</sub> -N |     | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> |     |
|-----|-------|-------|------------------|------|-----|-----|--------------------|-----|-------------------------------|-----|
|     | 样品一   | 样品二   | 样品一              | 样品二  | 样品一 | 样品二 | 样品一                | 样品二 | 样品一                           | 样品二 |
| 企业一 | 8452  | 9347  | 5494             | 5982 | 765 | 821 | 285                | 226 | 346                           | 379 |
| 企业二 | 9655  | 8642  | 6469             | 5444 | 650 | 885 | 214                | 203 | 464                           | 452 |
| 企业三 | 11530 | 8028  | 7157             | 5218 | 792 | 741 | 258                | 297 | 373                           | 416 |
| 企业四 | 9693  | 10843 | 6010             | 6614 | 694 | 926 | 299                | 246 | 512                           | 467 |

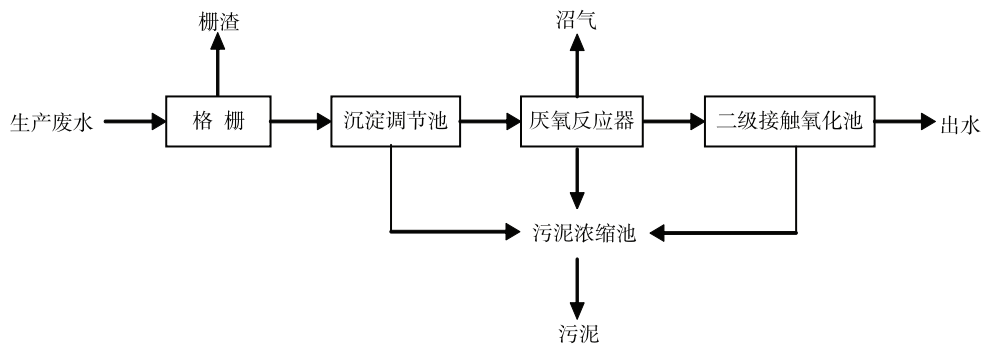


图1 淀粉工业废水治理工艺图

## 2 淀粉工业废水资源化利用方式

### 2.1 沼气收集工艺

据统计, 每吨淀粉工业废水厌氧发酵后能够产生 1.5 ~ 2.5m<sup>3</sup> 沼气, 将这些沼气收集利用, 变废为宝, 极大地减少了污水处理设施对环境的二次污染。经实测, 厌氧生化系统产生的沼气成分为: CH<sub>4</sub> 约占 70%, CO<sub>2</sub> 约占 30%, H<sub>2</sub>S 约占 0.05%。

产生的沼气首先进行脱硫脱水, 避免腐蚀管道, 然后由增压机进行增压, 在混空系统混入空气, 按原料气:空气 = 2:1 进行混合, 混合后沼气品质为 CH<sub>4</sub> ≥ 41%, CO<sub>2</sub> ≤ 20%, 热值 15 ~ 20MJ/m<sup>3</sup>。混空系统空气来自格栅间、污泥浓缩间集中引风, 以减少恶臭排放。混空后沼气经缓冲罐和加臭后输送至燃气管道加以利用。沼气收集工艺流程见图 2。

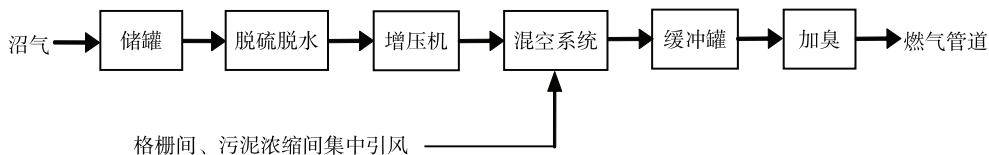


图2 沼气收集工艺流程图

### 2.2 工程投资及设备

企业进行沼气资源化利用的投资主要包括设备购置费、安装工程费和土建工程费, 设备占地面积小, 一般选择在厂区空地安装, 无需征地费用。购置设备包括原料气脱硫塔、原料气储气柜、原料气加压机、冷干机及混空系统。以 10000m<sup>3</sup>/d 原料气规模为例, 设备购置费约 200 万元左右, 安装工程费约 100 万元左右, 土建工程费约 200 万元左右, 全部投资可以控制在 600 万元以内。

## 3 淀粉工业废水资源化利用环境效益分析

### 3.1 减少温室气体排放、节约能源

由于人类活动而排放的温室气体是引发全球气

候变暖的主要原因, 沼气的主要成分是 CH<sub>4</sub>, 其产生温室效应的作用是 CO<sub>2</sub> 的 20 倍以上, 对臭氧层的破坏能力是 CO<sub>2</sub> 的 7 倍。将淀粉工业废水厌氧发酵产生的沼气收集利用, 以铁岭地区 200 万 t/a 淀粉生产能力进行计算, 每年可减少排放沼气 1600 万 m<sup>3</sup>, 相当于节约燃煤 1 万 t。近年来, 随着我国经济的高速发展, 我国能源短缺及结构性矛盾日益突出, 而煤作为不可再生的能源在我国能源结构中有着举足轻重的作用, 相比于沼气, 煤炭在长途运输及应用方面要有较大优势。因此, 对放空沼气进行收集作为燃料能源, 将沼气无功排放变为有效利用, 在节约能源方面, 在调节能源消费结构方面, 在减缓区

域煤炭需求方面,均具有积极意义。

### 3.2 减少城市燃煤烟气排放

沼气作为清洁燃料替代燃煤,可以大幅减少燃煤烟气的排放量。以铁岭地区工业与市政民用能耗比为7:3计算,燃煤采用铁煤集团热值较高的洗块煤种,分析沼气和燃煤各自燃烧后所排放的污染物的量,计算结果见表2。

表2 燃烧沼气与燃煤污染物比较表

| 燃料                    | 低发热值                    | 排气量<br>/m <sup>3</sup> | CO<br>/kg | NO <sub>x</sub><br>/kg | SO <sub>2</sub><br>/kg | 烟尘<br>/kg |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|-----------|------------------------|------------------------|-----------|
| 1553m <sup>3</sup> 沼气 | 14.15 MJ/m <sup>3</sup> | 10.0 × 10 <sup>3</sup> | 0.01      | 5.18                   | 1.04                   | 0.48      |
| 1t 洗块煤                | 21.98MJ/kg              | 8.1 × 10 <sup>3</sup>  | 7.76      | 7.44                   | 9.60                   | 20.20     |

由表2可以看出,相同热值状态下,沼气燃烧排放的CO量为燃煤排放CO量的0.13%,NO<sub>x</sub>为燃煤的69.6%,SO<sub>2</sub>为燃煤的10.8%,烟尘为燃煤的2.4%。燃烧沼气排放的各种污染物的量均远低于燃煤污染物的量。以铁岭地区200万t/a淀粉生产能力计算,通过淀粉工业废水资源化利用的实施,可以收集到1600万m<sup>3</sup>沼气,可代替1.0万t燃煤,减少CO排放量77.5t/a,减少NO<sub>x</sub>排放量22.6t/a,减少烟尘排放量197.2t/a,减少SO<sub>2</sub>排放量85.6t/a,具有较好的环境效益。

### 3.3 减少恶臭影响

淀粉企业排放的工业废水在生化治理的同时,产生沼气、恶臭等二次污染物,对周围大气环境有一定影响,尤其是恶臭对人们情绪层面的影响较

大,具体表现在精神烦躁不安、思想不集中等方面。一般淀粉企业设定恶臭大气环境影响防护距离为300~500m,而实际情况是,该距离内往往有居民居住,在短时间内又得不到搬迁,而500m外的居民仍能感觉到恶臭影响,极易引起居民上访投诉。通过对恶臭主要产生部位格栅间、污泥浓缩间进行封闭,集中引风至沼气混气系统中作为气源,可极大降低污水处理设施的恶臭影响,减轻二次环境污染。

## 4 结论

淀粉工业废水资源化利用方式在增加企业经济效益的同时,对解决废水处理过程中对环境造成二次污染具有积极作用,是节能减排政策在淀粉行业的落实和体现,是高浓度有机废水实现减排增效的新思路和新方向。其环境效益主要表现在减少温室气体排放、减少城市燃煤烟气污染、节约燃煤、减少恶臭影响等方面。淀粉工业废水资源化利用方式在铁岭地区的成功推广对于促进铁岭地区节能减排、优化能源消费结构具有重要意义,有利于提升城市环境品位,有利于城市环境的可持续发展。

#### 参考文献:

- [1] 方品贤,江欣,奚元福.环境统计手册[M].成都:四川科学技术出版社,1985:45-88.
- [2] 本项目组.铁岭十方沼气收集精制生物质能源项目可行性研究报告[R].长春:中国市政工程东北设计研究院,2008.
- [3] 王艳,吕维华,姜红波,等.淀粉废水处理技术研究进展[J].应用化工,2010,39(10):1568-1573.
- [4] 李艳春.UASB/接触氧化工艺处理玉米淀粉废水研究[J].气象与环境学报,2009,25(1):68-71.

## Utilization of the Wastewater from Corn – Starch Industry and Its Environmental Benefit in Tieling City

WANG Hao

(Tieling Municipal Institute of Environmental Sciences, Tieling Liaoning 112000 China)

**Abstract:** After the brief analysis of the process of the starch industry which produces the wastewater and its water quality characteristics, it is proposed that the biogas be recycled in a general treatment process. Thus the discharge of the pollutants is reduced, accompanied by the less treatment cost. The environmental benefit of the utilization of the wastewater is analyzed in general.

**Key words:** starch wastewater; utilization; environmental benefit; Tieling City

# 冷轧浓油废水预处理设施的设计与运行

金亚颺<sup>1</sup>, 刘 勇<sup>2</sup>, 袁 军<sup>3</sup>, 田 麟<sup>1</sup>, 王智铭<sup>1</sup>

(1. 宝钢工程技术集团有限公司, 上海 201900;

2. 宝钢不锈钢有限公司, 上海 2004313; 上海遂川环保有限公司, 上海 200941)

**摘要:**就宝钢不锈钢有限公司配套建设的冷轧浓油废水处理工程的浓油废水预处理设施的设计与运行进行了介绍和分析, 可作为相似工程中的借鉴和参考。

**关键词:** 不锈钢; 冷轧; 浓油废水; 预处理

**中图分类号:** X78 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0086-03

## 1 概述

宝钢不锈钢有限公司拥有国内先进的冷轧生产线, 年产冷轧不锈钢和碳钢 200 余万 t, 是国内重要的冷轧不锈钢和碳钢生产基地之一。冷轧废水是冶金行业内最难处理的废水之一。冷轧废水包括中性盐及含铬废水、酸性废水、浓油废水、稀油含碱废水、平整液废水等。

本文就宝钢不锈钢有限公司配套建设的冷轧废水处理的浓油废水预处理设施的设计和运行进行了介绍和分析, 供类似工程或生产实践参考。

## 2 冷轧浓油废水的来源

冷轧浓油废水主要来源于冷轧机组排出的乳化液废水、脱脂段排出的浓油强碱废水、平整液废水等。

废水主要污染成分为油和 COD。浓油废水油含量约 4000 ~ 9000mg/L, COD<sub>Cr</sub> 约为 15000 ~ 47000mg/L, NaOH 约 7800mg/L, 温度约 100℃, pH = 5 ~ 14。

## 3 冷轧浓油废水处理工艺流程

### 3.1 浓油废水处理工艺流程

浓油废水处理设计能力为 18m<sup>3</sup>/h。

浓油废水处理系统主要用于去除大部分游离油与乳化油, 及大部分悬浮物 (SS)。废水中的化学需氧量 (COD) 主要存在于油与 SS 中。因此, 在去除油与 SS 的同时, 也会去除部分 COD。

浓油废水处理工艺流程图如图 1。

### 3.2 浓油废水预处理工艺流程

浓油废水预处理工艺流程图如图 2。

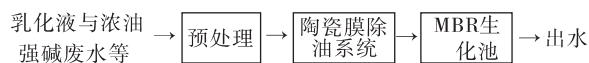


图 1 浓油废水处理工艺流程图

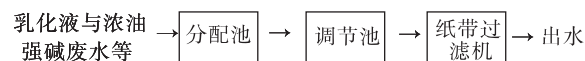


图 2 浓油废水预处理工艺流程图

## 4 浓油废水预处理设施的主要构筑物和设备

### 4.1 分配池

浓油废水先进入分配池。分配池的作用是将浓油废水分配到后续的调节池。分配池有效容积约 3m<sup>3</sup>, 分配池采用钢筋混凝土结构, 内贴防腐砖。

分配池接纳的废水为从生产线排放的废水以及废水处理站内部产生的废水。废水处理站内部产生的废水主要是超滤陶瓷膜装置的清洗排水等。

分配池被分成若干格, 乳化液废水和浓油强碱废水分别进入分配池内不同的格。在收集出来的浓油强碱废水里, 用硝酸将废水调成中性, 以防乳化液皂化。然后通过分配池的出水阀门将乳化液废水和浓油强碱废水两种废水混合。

分配池出水设两根分配管, 用于将废水均匀地分配到两格调节池。分配管的管径选择应保证调节池一格检修时, 能将废水通畅地排至另一格调节池, 而不致发生分配池废水外溢的现象, 即一根分配管应能输送总进水量。图 3 为分配池的工作原理。

### 4.2 调节池

调节池主要作用为使游离油在该池中与水分离并去除。两个调节池交替运行。调节池用于去除游

收稿日期: 2012-06-20

作者简介: 金亚颺 (1975-), 男, 高级工程师, 学士, 研究方向: 工业水处理。

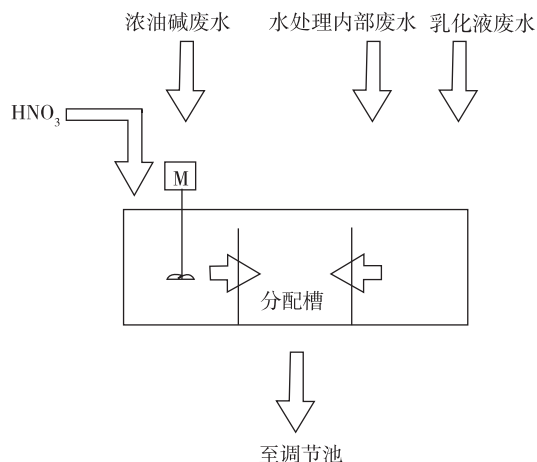


图3 分配池的工作原理图

离浮油，收集沉淀污泥，同时为处理系统提供排放空间。

调节池设2个，总有效容积为 $513\text{m}^3$ ，最大进水流量为 $18\text{m}^3/\text{h}$ 时，单池水力停留时间为28.5h。该停留时间提供了足够的游离浮油收集与调节池底部的沉淀污泥收集时间。

调节池同时通入蒸汽以维持池内废水温度，使游离的油滴能有效地上浮至水面。每个调节池中都有一个撇油器，用于去除池面上游离的浮油。撇油器将浮油刮到油泥槽，再由输油泵将这些收集的油泥输送出去。

将池底的积泥刮至池底的集泥坑内。图4为调节池的工作流程图。

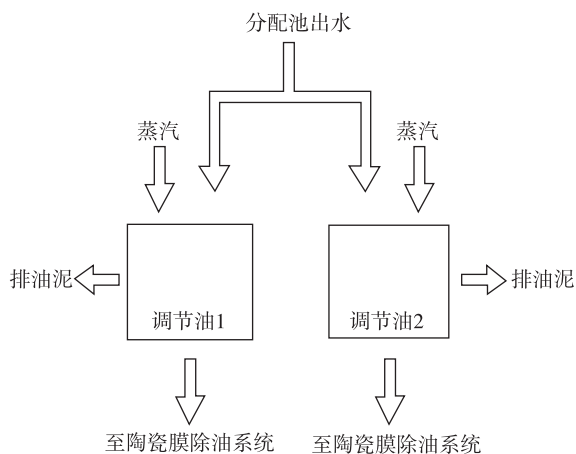


图4 调节池的工作原理图

#### 4.3 纸带过滤器

纸带过滤器是利用较高强度的纸分离液体中的悬浮物和重油类物质，从而达到净化液体目的。纸带过滤器作为后续陶瓷膜的预处理，对于保护陶瓷膜是非常必要的。

废水从调节池提升到分配池，然后均匀分配到两个纸带过滤器。分配池有两个排水管，重力流入

纸带过滤器。

纸带过滤器采用平网式过滤器，过滤机的处理量为 $18\text{m}^3/\text{h}$ ，当1台设备在维护时，另1台还可以正常工作。

### 5 浓油废水处理设施的运行管理

#### 5.1 调节池的运行管理

调节池提升泵主要受后续超滤循环池内液位计控制。超滤系统在运行时，保持循环池满池时也很重要。当调节池液位升高或太低时，该泵也起着重要的控制作用。

撇油器可以现场开启与关闭。当调节池内油到高位时，发出报警提醒通知运油。

在调节池内的液位计设有高高、高、低、低低控制点。当某个调节池达到高液位时，液位系统发出高液位警报，但没有其他动作。因为在两个调节池之间的隔墙上部，有个锯齿堰，可以自动使水从一池流到另一池。因此，当第二个池做事故池用时，且还没有充满，这个堰可以防止工作池达到高高液位。

如果两个调节池都达到高高液位，控制室HMI内的报警装置将会提醒操作工调节池已处于高高液位。此时，操作工应通知轧钢厂，调节池废水已达到最大池容，停止排放废水。

如果调节池在低液位，液位报警提示调节池到达低液位，但此时系统无任何操作。

如果调节池在低低液位，液位报警提示调节池到达低低液位，停止调节池提升泵，后续浓油废水处理系统停止进水。此时，需要一名操作工开泵及恢复处理系统。调节池工作泵在液位再次高过低低液位时，不应设成自动开启，操作员可能会由于其他原因希望保持停泵状态，例如检修，或在池满后再启动系统。

调节池轮流使用，当一个调节池装满后，开蒸汽加热至 $60^\circ\text{C}$ 左右，浮渣上浮后，开启刮泥机将漂浮浓油、浮渣刮至浮渣池，浮渣池液位超过2m后开启浮渣池蒸汽加热，并通知废油处置单位，待油完全溶化开启废油泵将油外运处置。

#### 5.2 纸带过滤器的运行管理

在纸带过滤器的顶部装有浮动开关。这个开关可以显示纸带上的油性泡沫和油泥量。当污泥位置堆积到过滤器的顶部，液位开关开始上升，直到到达高污泥液位。此时，过滤器上的一个马达启动，将滤纸转动。收集的污泥被扔进安装在过滤器上的收集桶内，同时新的滤纸也随着翻转，替换旧的滤纸。

纸带过滤机操作人员每1h巡检一次,手动拉纸,以防止纸袋过水太久破损,纸篓装满后,操作人员将纸带剪断,将纸篓内纸取出放到废纸箱。

产以来,一直运行稳定,满足生产要求。经工程实践证明是非常成功的,为后续的生化处理奠定了良好的基础,值得推广。

## 6 小结

冷轧厂浓油废水预处理设施自2009年建成投

# The Design and Operation of the Pretreatment Facility for Heavy Oil Wastewater from Cold Rolling Mill

Jin Ya-biao<sup>1</sup>, Liu Yong<sup>2</sup>, Yuan Jun<sup>3</sup>, Tian Lin<sup>1</sup>, Wang Zhi-ming<sup>1</sup>

(1. Baosteel Engineering & Technology Group Company Ltd., Shanghai 201900 China)

**Abstract:** This article introduces and analyzes the design and operation of the pretreatment facility for the heavy oil wastewater from the cold rolling mill, which is installed in Baosteel Stainless Steel Limited Company. It provides a reference for the similar engineerings.

**Key words:** stainless steel; cold rolling; heavy oil wastewater; pretreatment



## 《环境科学导刊》杂志

《环境科学导刊》, 投稿及联系邮箱: [ynhjkx@yies.org.cn](mailto:ynhjkx@yies.org.cn); 电话(传真): 0871-4142389; 国内统一刊号: CN53-1205/X; 国际标准刊号: ISSN1673-9655。

《环境科学导刊》(原《云南环境科学》)创刊于1982年,是云南省环境保护厅主管,云南省环境科学研究院主办,全国公开发行的环保科技期刊。本刊主要刊登环境科学学术性论文、环境科研报告及介绍环境工程应用技术的文章。主要栏目有:科研专题研究、环境管理、水环境保护、生态环境保护、污染防治、污染治理技术、农业环境保护、环境与人体健康、环境监测、环境影响评价等。适合所有从事环境保护工作的人员和大专院校有关专业的师生阅读,也可供规划、农、林、水、土、卫生等部门的有关人员参阅。

《环境科学导刊》为双月刊,每双月25日出版,全年定价60元。读者可通过邮局汇款到本刊编辑部或通过银行转帐到云南省环境科学研究院订阅。

### 邮局汇款

邮政编码: 650034

汇款地址: 昆明市西山区气象路王家坝23号

收款人: 《环境科学导刊》杂志社

电话: 0871-4142389

### 银行转帐

开户名: 云南省环境科学研究院

开户银行: 建行昆明市西园南路支行

帐号: 53001615637050309169

E-mail: [ynhjkx@yies.org.cn](mailto:ynhjkx@yies.org.cn)



# 浅议 CO<sub>2</sub> 地质封存的潜在风险

吴江莉, 马俊杰

(西北大学城市与环境学院, 陕西 西安 710127)

**摘要:** 随着气候的不断变暖, 全球开始寻找减缓气候变暖的技术及措施, 在所有减排技术中, CCS 技术贡献达 20% 以上。CCS 技术虽有效减排 CO<sub>2</sub> 和提高石油、天然气等能源采收率的技术手段, 但目前该技术尚处于发展阶段, 还存在一些潜在的风险问题, 捕集、运输、封存三个环节都存在 CO<sub>2</sub> 泄露的风险, 泄露将污染地下水、影响动植物甚至人类, 还有可能诱发地震等。主要研究了 CCS 技术的地质封存环节 CO<sub>2</sub> 泄露存在的潜在风险, 分析了地质封存的 CO<sub>2</sub> 泄漏的方式及危害, 并提出了可采取的应对措施。

**关键词:** CCS 技术; CO<sub>2</sub> 泄露; 潜在风险; 措施

**中图分类号:** X51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0089-05

气候变化、全球气温升高这一问题已受到了全世界人们的高度关注。联合国政府间气候变化专门委员会 (ICPP) 第四次报告显示: 自工业化时代以来, 由于人类活动的影响, 已经引起全球温室气体增加, 二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 是重要的人为温室气体。1970~2004 年, CO<sub>2</sub> 的排放增加了大约 80%, 2005 年大气中 CO<sub>2</sub> 已经增加到 379ppm<sup>[1]</sup>。随着温度升高, 极地地区冰川融化, 海平面上升, 预期 1900~2100 年地球的平均海平面上升幅度为 0.09~0.88m; 大气环流的调整, 气候带向两极扩展, 引发旱灾、水灾等<sup>[2]</sup>; 地球上的病虫害增加, 将出现致命的病毒<sup>[3]</sup>。

因此, 各国都在努力寻找减缓 CO<sub>2</sub> 排放的措施。碳捕捉与封存技术 (CCS, Carbon Capture and Storage) 是一项减少全球二氧化碳排放的重要技术<sup>[4]</sup>。CCS 技术是指把二氧化碳从工业或相关能源的源分离出来, 输送到一个封存地点, 并且长期与大气隔绝的一个过程<sup>[5]</sup>。通过替代或改造不同类型的二氧化碳直排电厂, CCS 技术可以减少 85% 左右的二氧化碳排放量<sup>[6]</sup>。CCS 技术过程主要有三个组成环节: 捕获、运输和封存。每一个环节都存在 CO<sub>2</sub> 泄露的潜在风险, 其中捕获与运输

环节的 CO<sub>2</sub> 泄露较易发现并可及时采取补救措施, 但封存环节中的封存地点主要是石油井、天然气储层和不可采煤层, 由于封存地层上部地层完整性研究的不足, 可能造成封存的 CO<sub>2</sub> 泄露。由于 CO<sub>2</sub> 封存区域一般较大, 封存地层上部地层研究资料较为缺乏, 其可能的泄露地点和泄漏量均存在不确定性。一旦封存的 CO<sub>2</sub> 发生泄露, 可能对泄露区地表植物造成较为明显的影响。

针对以上原因, 本文主要研究 CCS 技术中地质封存环节 CO<sub>2</sub> 泄露封存的潜在风险, 分析 CO<sub>2</sub> 泄漏的方式及危害, 并提出可采取的应对措施。

## 1 CCS 技术的封存方式

### 1.1 CO<sub>2</sub> 的海洋封存

海洋是全球最大的 CO<sub>2</sub> 贮库, 其总贮量是大气的 50 多倍, 工业革命以来释放到大气中的 CO<sub>2</sub> 有一半左右被海洋吸收, 大气 CO<sub>2</sub> 的输入已经显著改变世界范围内表层海水化学性质, 因此海洋在全球碳循环中扮演了重要角色<sup>[7]</sup>。

CO<sub>2</sub> 的海洋封存主要分为两种方法。一种是固态封存, 将 CO<sub>2</sub> 输送到深海中, 使其自然溶解在深海水域, 少量 CO<sub>2</sub> 气体通过挥发的形式最后进入碳循环中; 另一种是液态封存, 采用特殊的设备将其注入到海平面的 3000m 以下, 使其形成液态的 CO<sub>2</sub>, 达到减少温室气体排放的目的。无论是液态封存还是固态封存, 都存在二氧化碳挥发或溶解在海水中的问题, 其中液态二氧化碳比固态二氧化碳更容易挥发、溶解在海水中。所以, 液态封存的技术关键就是如何减少液态二氧化碳溶解或挥发在

收稿日期: 2012-06-05

基金项目: 国家高技术研究发展计划 (2012AA050103)。

作者简介: 吴江莉 (1986-), 女, 汉族, 陕西省渭南市人。在读研究生, 主要从事区域环境与可持续发展、环境影响评价等方面的研究工作。

通信作者: 马俊杰 (1962-), 男, 汉族, 陕西省西安市人。教授, 博士生导师, 主要从事区域环境与可持续发展、环境影响评价等方面的研究工作。

海水中,造成对海洋生态系统的影响;固态封存的技术关键就在于二氧化碳水合物的快速生成以及如何运输到适合的海底位置<sup>[8]</sup>。

虽然海洋封存的封存量大、封存时间长,但是海洋封存的 CO<sub>2</sub> 气体有可能会挥发到大气中,且对海洋生物的影响问题尚未解决,因此研究海洋封存的比较少。

### 1.2 CO<sub>2</sub> 的地质封存

CO<sub>2</sub> 地质封存的封存地点主要是石油、天然气储层和深部不可采煤层。相对于海洋封存,地质封存主要有以下优势:①地质层结构的复杂性决定了 CO<sub>2</sub> 地质封存的可能性;②CO<sub>2</sub> 封存在枯竭的油气田,通过气驱(CO<sub>2</sub> 驱)方式来提高该油气田的采收率,能产生一定的经济效益<sup>[9]</sup>。

#### 1.2.1 封存机制

CO<sub>2</sub> 地质封存主要包括物理封存和化学封存两种基本机制。其中,物理封存是通过地层构造压力、地下水动力、流体密度差、盖层岩石孔隙毛细压力及矿物(煤层)吸附等共同作用,将超临界 CO<sub>2</sub> 储存于储层顶部孔隙中。被封存于储层中的一部分 CO<sub>2</sub> 以溶解状态进入地下水中,并随地下水以极低的速度运移,另一部分可能会被吸附于特殊岩层(煤层)表面。化学封存是指储层中岩石矿物、地下水溶液与注入的超临界 CO<sub>2</sub> 流体在一定的温度和压力条件下发生缓慢的化学反应,生成碳酸盐矿物(碎屑岩储层)或碳酸氢根离子(碳酸

氢盐岩储层),从而把二氧化碳转化为新的物质固定下来。

物理封存机制在很大程度上受地质构造、地应力状态、地下水动力特征及工程活动扰动等制约,单纯的物理捕获 CO<sub>2</sub> 流体只是将 CO<sub>2</sub> 暂时封堵在地下岩层中,在地质封存时期存在泄漏的风险。化学捕获方式是最有利于长期安全固碳的,但是,目前化学方式封存 CO<sub>2</sub> 要求储层所具备的条件较为苛刻,合适的储层较为有限,因为这种方式可以将 CO<sub>2</sub> 通过化学反应转化成新的岩石矿物成分,基本不存在泄漏的问题。一般来讲,较为理想的 CO<sub>2</sub> 地质封存箱(封存储层)应该是物理机制和化学机制共同作用的环境,这样有利于最大限度发挥其封存和固碳容量<sup>[10]</sup>。

#### 1.2.2 封存方法

可用于 CO<sub>2</sub> 的地质封存的地质构造:石油和天然气储层、深盐沼池构造和不可开采的煤层(图1)。在每种类型中,CO<sub>2</sub> 的地质封存都将 CO<sub>2</sub> 压缩液注入地下岩石构造中。含流体或曾经含流体(如天然气、石油或盐水等)的多孔岩石构造(如枯竭的油气储层)都是潜在的封存 CO<sub>2</sub> 地点的选择对象。在沿岸和沿海的沉积盆地(充有沉积物的地壳内的大规模天然凹地)中存在合适的封存构造。假设煤床有充分的渗透性且这些煤炭以后不可能开采,那么该煤床也可能用于封存 CO<sub>2</sub>。在煤床中封存 CO<sub>2</sub> 并提高甲烷生产的方案仍处在示范阶段。

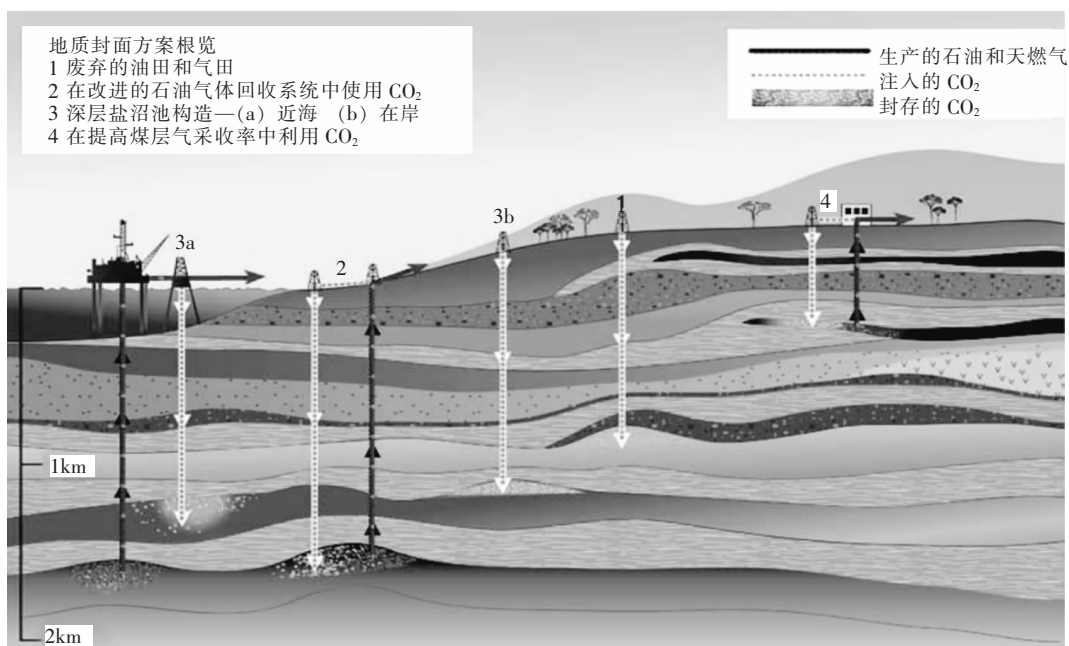


图1 在深层地质构造中封存 CO<sub>2</sub> 的方法<sup>[11]</sup>

## 2 CO<sub>2</sub> 地质封存的泄露方式

CCS 技术潜在的最大的环境风险主要来自地质封存的 CO<sub>2</sub> 泄漏<sup>[12]</sup>。CO<sub>2</sub> 的泄漏主要分为突然泄漏和逐渐泄漏。

### 2.1 突然泄漏

CCS 技术的地质封存的突然泄露是注入的废弃油气井破裂导致 CO<sub>2</sub> 泄漏，有可能造成 CO<sub>2</sub> 突然快速地释放。通常为了提高石油的采油率，一般采用物理封存机制，将发电厂的 CO<sub>2</sub> 气体及其他混合气体直接封存于地质层中，会造成突然泄露。如果使用当今技术来控制油气井的井喷，则可以快速检测并阻止这种释放。一旦泄露，控制这种释放可能需要数小时乃至数天，与注入的总量相比，所释放的 CO<sub>2</sub> 总量可能很小。在石油和天然气行业，采用工程的技术手段定期对这些灾害进行有效的检查，能避免灾害的发生。

### 2.2 逐渐泄露

逐渐泄露是通过未被发现的断层、断裂或漏泄的油气井发生渗漏，其释放到地面缓慢扩散。泄漏的潜在后果目前还很难定性，只能依据封存地点的位置与地质状况、封存及泄漏的规模以及泄漏点上方的实际情况做出判断。

逐渐泄露，灾害主要影响饮用蓄水层和生态系统，CO<sub>2</sub> 聚集在地面与地下水位的上部之间的区域，在注入过程，由于 CO<sub>2</sub> 的置换，直接泄漏到蓄水层的 CO<sub>2</sub> 和进入蓄水层的盐水都能影响地下水，CO<sub>2</sub> 的置换也可能存在土壤的酸化和土壤中氧的置换，影响植物的生长发育。

为了减小对人类及动植物的危害，使用各种技术和根据储层的特征可以判定渗漏的路径。图 2 显示了某个盐沼池构造的某些潜在的渗漏路径。当了解了可能的渗漏路径后，就可采取监测和补救策略以解决这些潜在的渗漏问题<sup>[11]</sup>。

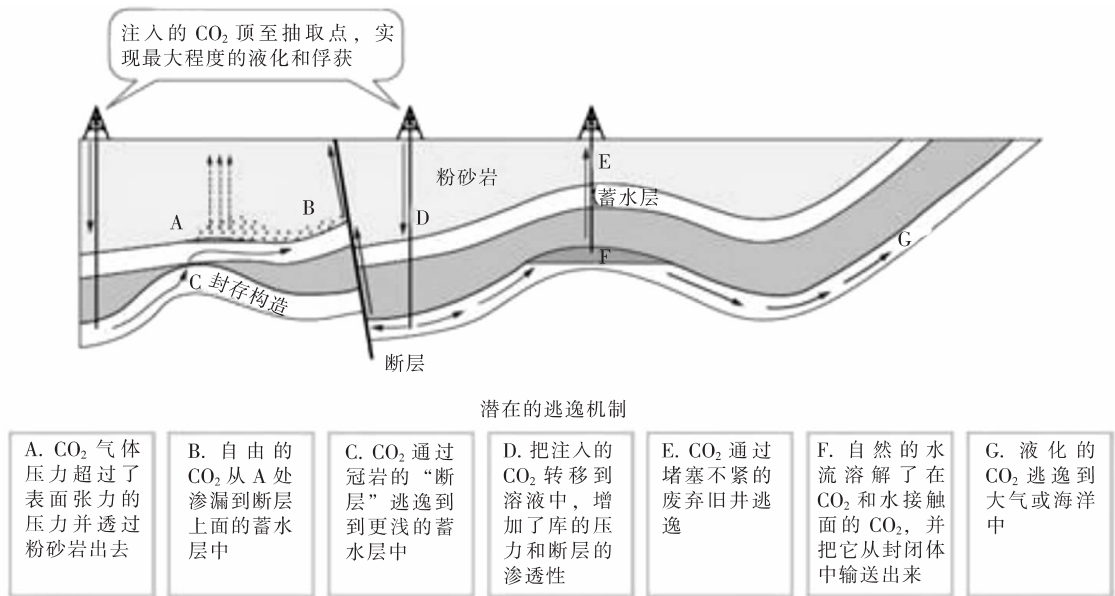


图 2 用于注入盐沼池构造的潜在 CO<sub>2</sub> 渗漏路径

## 3 CO<sub>2</sub> 泄露的风险分析

地质储层中 CO<sub>2</sub> 封存泄漏所引发的风险分为两大类：全球风险和局部风险。如果封存构造中的部分 CO<sub>2</sub> 泄漏到大气中，那么释放出的 CO<sub>2</sub> 可能引发显著的气候变化，称为全球风险。如果从封存构造中泄漏 CO<sub>2</sub>，可能给人类、生态系统和地下水造成局部灾害，称为局部风险。

关于全球风险，有观点认为：即使每年的泄漏率为 1%，100 年后泄漏的 CO<sub>2</sub> 排放将为封存量的 37%。根据对目前 CO<sub>2</sub> 的封存地点、自然系统、工程系统和模式的观测和分析，经过适当选择和管

理，历经百年或千年保留在储层中的 CO<sub>2</sub> 有可能超过 99%。随着时间推移，泄漏的风险预计会减小。未来封存的 CO<sub>2</sub> 泄漏程度更多取决于封存的地质环境、技术水平、管理等诸多因素<sup>[12]</sup>。关于局部风险，谨慎的封存系统设计和选址以及渗漏的早期检测方法（最好在 CO<sub>2</sub> 到达地面之前较长时间内）是减少渗漏相关灾害的有效方法。现有的监测方法越来越具有前景，但需要更多的经验来确定检测层面和分辨率。一旦检测到泄露，就应使用补救技术来阻止或控制泄露。根据泄露的类型，这些技术可包括标准油气井维修技术，或通过把泄露阻

挡在一个浅的地下水蓄水层内,以从中提取 CO<sub>2</sub>。需要经验来证明其实用性,并确定这些技术的成本,以便用于 CO<sub>2</sub> 的封存。

### 3.1 CO<sub>2</sub> 泄露对地表大气的影响

泄露的 CO<sub>2</sub> 气体通过挥发的形式缓慢从地质层进入大气层中,由于 CO<sub>2</sub> 能够吸收地球的红外辐射,引起近地面大气温度的增高,它还具有吸热和隔热的功能,会造成二次温室效应。

### 3.2 CO<sub>2</sub> 泄露对农作物的影响

英国 University of Nottingham 模拟土壤 CO<sub>2</sub> 浓度对牧草及大豆的影响实验,控制 CO<sub>2</sub> 流量 1L/min,最终严重阻碍大豆的生长,产量减少了一半;牧草的生物量也明显减少;且土壤中 CO<sub>2</sub> 与 O<sub>2</sub> 呈负相关<sup>[13]</sup>。我国欧志英等人研究表明,短期高浓度 CO<sub>2</sub> 促进植物根、幼苗的生长,叶片增厚,长期高浓度 CO<sub>2</sub> 降低作物的产量及生物量<sup>[14]</sup>。

### 3.3 CO<sub>2</sub> 泄露对土壤的影响

泄露 CO<sub>2</sub> 对土壤、土壤中栖息的生物体的影响都是至关重要的。土壤中 CO<sub>2</sub> 浓度升高,导致土壤的物理化学特性发生显著的变化。研究表明,土壤中 CO<sub>2</sub> 浓度升高对土壤中微生物有一定的影响,CO<sub>2</sub> 浓度升高,小麦的拔节期土壤中细菌随之升高,小麦成熟期土壤中真菌升高<sup>[15]</sup>。

### 3.4 CO<sub>2</sub> 泄露对地下水的影响

地下水作为地球上重要的水体,与人类社会有着密切的关系,是人类社会必不可少的重要水资源,一旦污染会带来不可挽救的局面。美国能源部资助启动了“Frio Brine 先锋实验”,在实验中,研究人员将 1600t 二氧化碳注入到得克萨斯州休斯敦东北一油田地下 1550m 深处的沙岩层,二氧化碳导致储藏地层中盐水的 pH 值从近乎中性的 6.5 降到像醋一样酸的 3.0。他们认为,这一变化导致液体溶解了“大量的矿物质”,释放出铁和锰等金属元素,有机物质也进入这种溶液中,大量的碳酸盐被溶解。这会导致岩石中的化学封条出现小孔或破碎、二氧化碳泄漏,以及被污染的盐水进入上面供饮用和灌溉的蓄水层<sup>[16]</sup>。

### 3.5 CO<sub>2</sub> 泄露对人类的影响

CO<sub>2</sub> 气体由于比空气重,纯度高的二氧化碳气体会下沉,取代氧气,造成窒息。根据国际能源机构(International Energy Agency)的统计,最严重的一起二氧化碳致死事件发生在 1986 年,当时,120 万 t 二氧化碳气体从喀麦隆的尼奥斯湖(Lake Nyos)中释放出来,造成 1700 人死亡。1984 年,同样发生在喀麦隆,莫奴恩湖(Lake Monoun)地震释放出的二氧化碳造成 37 人死亡。1979 年,印

度尼西亚迪恩火山(Dieng volcano)爆发,释放出 20 万 t 二氧化碳,造成 142 人窒息。2006 年 4 月,美国加利福尼亚猛犸象山(Mammoth Mountain)的三名滑雪巡逻员在试图用篱笆隔离一个危险的火山口时,由于高浓度的二氧化碳而死亡<sup>[17]</sup>。为了减少 CO<sub>2</sub> 捕获的成本,一般会将发电厂产生的废气直接封存,发电厂的废气一般还包括 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 等,一旦泄露对周围的环境、人类都会带来严重的影响。

### 3.6 诱发地震

CO<sub>2</sub> 气体主要是储存在岩石缝隙中,使地层压力增加,如果注入的压力超过地层压力,将可能诱发地层裂缝和断层的移动。这一方面为 CO<sub>2</sub> 泄漏提供通道,另一方面可能诱发地震。

## 4 CO<sub>2</sub> 泄露的对策及建议

### 4.1 安装 CO<sub>2</sub> 气体在线监测系统

安装 CO<sub>2</sub> 报警器,当地表的 CO<sub>2</sub> 气体浓度超过正常范围可以及时发现。也可以通过建立 CO<sub>2</sub> 在线监测系统,将便携式 CO<sub>2</sub> 浓度监测仪放置在地下 50cm~1m,实时在线监测静止状态的 CO<sub>2</sub> 浓度,建立 CO<sub>2</sub> 浓度数据的采集,将数据通过传输的方式传送到电脑上,可以随时掌握土壤及地表水中 CO<sub>2</sub> 浓度的变化。

### 4.2 寻找敏感动植物

通过高浓度 CO<sub>2</sub> 对农作物的实验研究,寻找敏感作物,研究作物的半致死浓度,促进或抑制作物生长的浓度分界点。然后在封存地点种植该敏感作物,通过研究的实验结果,观察作物的生长发育,生长异常或死亡便有可能出现 CO<sub>2</sub> 泄露;若未泄漏,低浓度的 CO<sub>2</sub> 也有助于作物的生长及增加产量。

### 4.3 完善法律监督系统

所有的 CCS 项目在相关法律制度框架下立法阶段必须进行环境影响评价和核准。编写 CCS 技术的环境影响或风险评价报告,内容包括:CCS 项目对当地居民、动植物、土壤、水资源、生态系统及其过程的直接和间接环境影响;进行 CO<sub>2</sub> 运输管道和封存选址的综合环境影响评价;风险评价要求包括对封存物质的数量、物理形态、封存设备的运行管理进行评价,并提供详细的信息<sup>[13]</sup>。提出 CO<sub>2</sub> 封存企业的法律责任与确保 CO<sub>2</sub> 封存区域安全的技术措施和法律保障体系。在该体系中注入企业义务与责任、活动规范、区域环境影响监测、泄露的判定、区域其他活动规范等内容。

### 4.4 制定完善的泄漏事故应急预案

设计 CCS 技术的风险管理系统,包括监测感

应器的布设、使用与监测精度等,应重点强调对大规模事故危险和事故的防范措施的识别和管理,紧急预案设计、建设运行和维护中的安全分析,计划的论证等。设置碳泄漏危险防范区,安置危险警报监测器,制定针对不同 CO<sub>2</sub> 泄漏情况的补救措施等。对周边居民定期开展安全防范知识宣传,提高公众的安全意识。

#### 4.5 CO<sub>2</sub> 泄漏的应急处理

CO<sub>2</sub> 在空气中含量过高会造成人群呼吸困难,CO<sub>2</sub> 浓度达到 10% 就有窒息的危险。云南省图书馆二氧化碳气体泄露导致 39 人中毒。中毒人员主要是呼吸了大量二氧化碳,形成碳氧血红蛋白,红细胞失去携带氧气的能力,患者会出现头昏、呕吐等脑细胞缺氧引发的症状<sup>[18]</sup>。如果发现 CO<sub>2</sub> 大量泄露,可利用 CO<sub>2</sub> 气体溶于水这一性质,向空中喷洒大量的水,溶解空气中的 CO<sub>2</sub>,用浸湿的毛巾捂住口鼻并及时堵住 CO<sub>2</sub> 漏口。

总之,要通过采用科学选址、风险评估、工程监管、监测预警、应急补救的系统性应对策略,建立一套适用于整个 CO<sub>2</sub> 地质封存工程生命周期的运行机制,尽量将 CO<sub>2</sub> 地质封存工程可能诱发的地质环境灾害风险概率或危害程度降至最低。

#### 参考文献:

- [1] IPCC. Climate change 2007: the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [M]. Cambridge University Press, 2007.
- [2] 王云英. 浅析温室效应对环境的影响及对策 [J]. 科技创新导报, 2012, (1).
- [3] 郑师谊. 全球气候变化及其导致灾害对策分析 [J]. 宏观形势, 2009, (2): 80-82.
- [4] Li Zheng, Zhang Dongjie, Ma Linwei. The necessity of and policy

suggestions for implementing a limited number of large scale, fully integrated CCS demonstrations in China [J]. Energy Policy 2011, (39): 5347-5355.

- [5] 段海燕, 王雷. 我国石油工业二氧化碳地质封存研究 [J]. 石油钻采工艺, 2009, 31 (1): 121-124.
- [6] 左玉辉. 环境学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2010: 464.
- [7] 石谦, 郭卫东, 韩宇超, 等. 二氧化碳海洋倾废的研究进展 [J]. 海洋通报, 2005, 24 (2): 72-78.
- [8] 李洛丹, 刘妮, 刘道平. 二氧化碳海洋封存的研究进展 [J]. 能源与环境, 2008, (6): 11-13.
- [9] 刘乾辰. 浅谈碳捕获与封存技术 (CCS) [J]. 科技向导, 2011, (12): 59.
- [10] 崔振东, 刘大安, 曾荣树, 等. 中国 CO<sub>2</sub> 地质封存与可持续发展 [J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20 (3): 9-13.
- [11] IPCC. CO<sub>2</sub> 捕获与封存 [M]. 剑桥大学出版社, 2006.
- [12] 刘兰翠, 曹东, 王金南. 碳捕获与封存技术潜在的环境影响及对策建议 [J]. 气候变化研究进展, 2010, 6 (4): 290-295.
- [13] Patil Ravi H, Jeremy J. Colls, Michael D. Steven. Effects of CO<sub>2</sub> gas as leaks from geological storage sites on agro-ecosystems [J]. Energy, 2010 (35): 4587-4591.
- [14] 欧志英, 彭长连. 高浓度二氧化碳对植物影响的研究进展 [J]. 热带亚热带植物学报, 2003, 11 (2): 190-196.
- [15] 李杨, 徐国强, 黄国宏, 等. 开放式空气二氧化碳浓度增高 (FACE) 对稻麦轮作土壤微生物数量的影响 [J]. 应用生态学报, 2004, 15 (10): 1847-1850.
- [16] 中国科学院. 地质封存温室气体出现新问题 [EB/OL]. [http://www.cas.cn/xw/kjxm/gjdt/200607/t20060705\\_1010883.shtml](http://www.cas.cn/xw/kjxm/gjdt/200607/t20060705_1010883.shtml).
- [17] 人民网环保. 掩埋温室气体: 碳存储引争议 专家献策 [EB/OL]. <http://www.ccchina.gov.cn/en/NewsInfo.asp?NewsId=1708>, 2006.
- [18] 生活新报. 云南省图书馆二氧化碳气体泄露 39 人中毒 (图) [EB/OL]. [http://news.qq.com/a/20070722/000040\\_1.htm](http://news.qq.com/a/20070722/000040_1.htm).

## A Discussion about Potential Risks of Geological Storage of CO<sub>2</sub>

WU Jiang-li, MA Jun-jie

(College of Urban and Environmental Sciences, Northwest University, xi'an shannxi 710127 China)

**Abstract:** With the increasing global warming, the whole world has been looking for the technology and measures to mitigate the climate change. Of all the emission reduction technologies, the CCS technology makes 20% of the contribution. Though it could effectively reduce the carbon dioxide emission and increase the recovery efficiency of the oil and natural gas, the CCS technology has yet fully developed. There is the CO<sub>2</sub> leakage risk during its capture, transport and storage, which would lead to groundwater pollution. The leakage would also be harmful to the plant, the animal and even the human being. It could induce the earthquake. In this article, we mainly discuss about the CO<sub>2</sub> leakage risk of the CCS technology during the geological storage stage, including the ways and harm of the leakage. The countermeasures are proposed.

**Key words:** CCS technology; CO<sub>2</sub> leakage; potential risk; measure

# 黄河下游“二级悬河”典型河段近期治理工程环境影响研究

王联鹏, 李家东, 葛雷

(黄河水资源保护科学研究所, 河南 郑州 450004)

**摘要:** 根据黄河下游“二级悬河”“槽高、滩低、堤根洼”的特点, 结合国务院发布的《黄河流域防洪规划》, 分析工程建设的必要性以及对黄河下游河道进行改造的重大意义, 进行了工程实施对黄河下游河道水文情势、水生生态、淤填区陆生生态、土地利用方式、水土流失、退水等环境影响研究。针对工程实施所带来的环境影响提出相应的水环境、生态修复、防护和保护等措施。

**关键词:** 黄河下游; 二级悬河; 治理; 环境影响; 防治措施

**中图分类号:** X52    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0094-05

## 1 引言

黄河为多泥沙河流, 是世界上最难治理的河流之一, 其下游河道长期处于强烈的淤积抬升状态, 河床平均每年抬高 0.05~0.10m, 现行河床一般高出堤外两岸地面 4~6m, 最大高出 10m 以上, 形成所谓的“地上悬河”, 为“一级悬河”。20 世纪 80 年代中后期以来, 由于上游来水来沙条件明显变化, 以及滩区群众大量修筑生产堤等原因, 黄河下游河道大洪水漫滩的机遇愈来愈少, 而中小洪水和枯水期淤积主要发生在主河槽和嫩滩上, 远离主槽的滩地因水沙交换作用不强, 淤积厚度较小, 堤根附近淤积更少, 致使河道平滩水位明显高于主槽两侧滩地, 甚至主河槽平均高程高于两侧滩地, 形成了“槽高、滩低、堤根洼”的“二级悬河”<sup>[1]</sup>, 尤其是东坝头~陶城铺河段, 嫩滩普遍高于大堤附近滩地 2m 以上, 是下游滩地横比降较大、“二级悬河”发育最为严重的河段<sup>[2]</sup>。

为防止该河段“二级悬河”形势的不断加剧、减轻下游堤防的防洪负担和河道整治难度、减轻中常洪水情况下滩区群众财产损失, 根据国务院批复的《黄河流域防洪规划》, 黄河水利委员会重点实施了黄河下游东坝头至陶城铺河段“二级悬河”治理工程。

## 2 工程建设必要性

黄河下游河道平滩流量由 20 世纪 80 年代中期

以前的  $6000\text{m}^3/\text{s}$  减小为  $3000\text{m}^3/\text{s}$  左右<sup>[3]</sup>, 中常洪水条件下即会造成大范围漫滩, 同时由于黄河下游“二级悬河”河段中水河槽滩唇与临河堤脚高差大, 滩地横比降大, 发生大洪水时, 易形成滚河、斜河或者横河, 顺堤行洪冲刷堤防, 威胁堤防安全, 急需对二级悬河进行治理。

本工程选择东明阎潭~谢寨(兰东滩, 右岸大堤相应桩号 162+200~181+740)和范县邢庙~于庄(陆集滩, 相应左岸大堤桩号 126+000~139+400)二级悬河形势严重、平滩流量相对较小, 发生“横河”、“斜河”和“滚河”的趋势明显的两段, 作为本次黄河下游二级悬河治理河段进行堤河治理。

本工程实施后能够降低主河槽河底平均高程, 减缓二级悬河的发展; 同时利用主槽泥沙淤填堤河, 防止顺堤行洪威胁堤防安全; 减轻下游堤防的防洪负担和河道整治难度、减轻中常洪水情况下滩区群众财产损失, 维护滩区社会稳定, 具有非常重要的意义, 工程建设十分必要。

## 3 近期治理工程总布置及施工方式

本次工程内容包括堤河内耕植土开挖及临时堆存、围格堤修筑、堤河淤填、表层土盖顶以及附属工程等, 主体工程主要是从黄河主河槽及嫩滩上采用挖泥船及组合泵抽取的高含沙水流通过管道输送淤填在相应的淤填区, 淤填区外布置围堤, 沿围堤外侧布置退水渠, 淤填区内每 500m 修筑横向格堤一条<sup>[4]</sup>。

另外由于淤填区长度较大, 淤填施工中必须进行分格, 除建设围堤外还需在淤填区建设格堤; 平

收稿日期: 2012-05-04

作者简介: 王联鹏 (1979-), 男, 河南洛阳人。中山大学硕士研究生, 中级职称, 现在黄河水资源保护科学研究所从事水利工程环境影响研究工作。

行大堤方向为围堤，垂直大堤方向为格堤，将淤填区分为山东段 42 个、河南段 34 个分区。

#### 4 近期治理工程引发的环境影响

##### 4.1 生态环境影响分析

##### 4.1.1 土地利用方式影响

该工程占地总面积为 1431.13hm<sup>2</sup>，全部为临时占地，占地情况见表 1。

表 1 工程施工对各土地类型的占用

(hm<sup>2</sup>)

|           | 分省 | 耕地     | 林地     | 道路    | 水域及水利设施 |        | 其他用地 | 合计      |
|-----------|----|--------|--------|-------|---------|--------|------|---------|
|           |    |        |        |       | 其他      | 坑塘洼地   |      |         |
| 工程占地      | 河南 | 263.06 | 323.56 | 11.04 | -       | 79.05  | 1.66 | 678.37  |
|           | 山东 | 570.36 | 45.92  |       | -       | 136.49 |      | 752.77  |
|           | 合计 | 833.42 | 369.48 | 11.04 | -       | 215.54 | 1.66 | 1431.14 |
| 各占地比例/%   | 河南 | 18.38  | 22.61  | 0.77  | -       | 5.52   | 0.12 | 47.40   |
|           | 山东 | 39.85  | 3.21   |       | -       | 9.54   | 0.00 | 52.60   |
|           | 合计 | 58.23  | 25.82  | 0.77  | -       | 15.06  | 0.12 | 100.00  |
| 占滩区地类比例/% | 河南 | 8.72   | 9.62   | 48.00 | -       | 77.50  | 4.61 | 8.10    |
|           | 山东 | 5.92   | 2.92   |       | -       | 96.12  |      | 4.51    |
|           | 合计 | 6.59   | 7.48   | 18.40 | -       | 88.34  | 0.29 | 5.71    |

工程施工前后各地类土地利用变化可能会有两种：一为仅有坑塘和未利用地转变为耕地；二为坑塘、未利用地和林地（除工程管护范围内的防浪林）都转变为耕地。根据黄河滩区耕作模式的调查，第二种情景发生的可能性最大，本研究以情景 2 为基础进行分析可知：

(1) 工程占地对河南滩区的土地利用影响最大，主要改变方向为增大耕地面积，减小林地面积，幅度分别达到 13.4% 和 -8.44%。

(2) 工程对堤脚处坑塘洼地水面占用比例最大，分别达 77.45% 和 95.77%，基本能完全消除两滩区堤脚地势低洼的现状。

##### 4.1.2 水生生态影响分析

工程取土（沙）最主要影响来自于底泥挖掘与滩地开挖对黄河水域内的浮游植物、底栖动物和水生植物所产生的影响。

(1) 浮游动植物：工程的建设及运行将会导致附近水域初级生产力水平的下降，导致浮游动植物和微生物数量的减少，减低浮游动植物的种群数量，由于施工区域河段的浮游动植物为普生性生物，工程对其影响有限。

(2) 底栖动物：本工程施工方式（包括挖泥船和泥浆泵）为河岸嫩滩或近岸处点状施工，对河床扰动面积较小，加之底栖动物属于个体小、产卵力和增殖率高等特点的选择型生物类群，工程对底栖动物影响较小。

(3) 鱼类：挖泥船将导致局部水体含沙量增

加 30g/L 左右，横向扩散至 20m 之外的急流区，由于大量河水稀释，可恢复至黄河自然含沙水平，挖泥船搅动河底引起的悬浮物增加对鱼类的影响范围有限，河道取沙不会造成本河段鱼类饵料的大量减少。

(4) 水生生态系统稳定性：由于本工程施工期较短，不会造成所在河段物种的消亡，工程完成后，短时间内生态系统将得到恢复，工程建设对水生生态系统的稳定性影响不大。

##### 4.1.3 陆生生态影响分析

(1) 鸟类：工程占用林地面积 369.48hm<sup>2</sup>，约占滩区林地总面积的 7.48%，对林区内觅食鸟类生境影响不大；工程临时占用耕地占本区耕地总面积的 6.59%，对鸟类的主要觅食场所影响较小；施工期将使工程区鸟类外迁、数量下降，但随着施工结束、临时占地复耕及恢复，淤填区将重新成为鸟类的觅食场所。

(2) 植被：根据现场样方调查，施工区域除人工栽植的农作物和经济林等栽培作物外，还有 26 科 60 属 77 种自然植被。施工期内影响的植被均为广布种和常见种，项目建设虽使原有植被遭到局部损失或转移，但不会使评价区内植物群落的种类组成发生变化，工程对植被的影响较弱。另外淤填区内分布有广布种的国家二级保护植物野大豆，工程建设将占压部分野大豆现有生境，使其生物量及分布面积有所减少。

(3) 陆生生态系统稳定性：对陆生生态稳定

性采用线性抽样法进行了异质性的测定, 并采用此方法进行预测。由于对河道的拓宽和淤填区清理, 使林地和耕地频率略有降低, 但在施工期内相对于8km的河道范围内来说, 施工宽度仅有300~500m, 且施工结束后异质性结构并未发生大的变化, 仍保持原有水平, 因此区内阻抗稳定性保持基本不变。

#### 4.2 水土流失影响分析

淤填工程区和其他占地区的扰动面积大, 且在施工期的扰动程度强烈, 特别是淤填工程区, 产生水土流失的时段较长, 是项目产生水土流失的最主要区域。本次采用经验公式法预测得到项目区不同时段、不同区域的水土流失量, 建设期水土流失总量为5.99万t, 其中背景流失量0.90万t, 新增水土流失量5.09万t。

#### 4.3 水文情势影响分析

##### 4.3.1 河势变化影响分析

本次研究选取了2008~2010年“二级悬河”山东东明段的河势变化图进行分析, 研究表明在4000m<sup>3</sup>/s洪水条件下, 河势已基本控制在该河段控导工程之内, 水边线最大摆幅在870m左右, 该河段主流已得到了较好控制。根据黄河水利委员会黄河水利科学研究院开展的“黄河下游二级悬河形势严峻河段实施治理工程后对二级悬河形势的改善状况”实体模型试验结果, 本工程建设将使顺堤行洪流速明显降低, 改善了堤根的供水状况, 减小了滩区过流量, 有利于堤防的安全<sup>[5]</sup>。

##### 4.3.2 工程取土(沙)对水文情势的影响

根据黄河多年观测资料, 天然情况下黄河下游河道多年平均淤积泥沙3.61亿t, 河床以每年0.05m~0.1m的速度抬升。

经计算取土后主河槽断面面积增加量山东段为

133.6m<sup>2</sup>、河南段263.2m<sup>2</sup>, 在丰水期黄河主河槽4000m<sup>3</sup>/s平滩流量情况下, 水面水位下降值分别为山东段0.09m、河南段0.18m; 在枯水期流量<800m<sup>3</sup>/s时, 水位基本不发生变化。

研究表明, 工程在丰水期进行取土可使河道水位略有降低, 对减轻洪水漫滩风险有一定的积极意义, 枯水期水位基本不发生变化, 不会由于工程取土引发枯水期水位降低或河槽摆动脱流而影响工程区域附近取水口引水。

#### 4.4 淤填区退水环境影响分析

本工程对水环境影响主要是淤填区退水对引水渠水质和水量的影响以及工程对区域内沿黄取水口的影响。

##### 4.4.1 淤填区退水

本工程淤填区退水总量约9817.25万m<sup>3</sup>, 退水泥沙含量<3g/L, 退水通过淤填区边沿设置的退水渠分别进入谢寨和于庄引黄闸的滩区输水渠。

淤填区施工采用含沙水体在淤填区内自然沉降后留沙退水的方法进行, 不添加促进沉降速度的絮凝剂等化学药品, 取沙和输沙过程均通过密闭管道, 期间不与有害物质接触, 淤填退水进入引黄闸输水渠道后不会影响水质及使用功能。

淤填区退水入引黄闸处设计流量分别为8.47m<sup>3</sup>/s、4.6m<sup>3</sup>/s, 均小于引黄闸的设计流量60m<sup>3</sup>/s、10m<sup>3</sup>/s, 其运行由黄河河务部门统一调度。因此, 不会造成引水渠中水的流量过大, 导致漫出水渠。

##### 4.4.2 取水口影响分析

本次工程涉及到的下游最近取水口有2处, 分别是山东段的谢寨闸和河南段的于庄闸, 与取土点的位置关系见表2。

表2 取水口与本工程取土点的关系一览表

| 序号 | 取水口名称 | 与取土点位置关系                | 取土方式   |
|----|-------|-------------------------|--------|
| 1  | 谢寨引黄闸 | 位于取土点下游同侧河岸, 最近距离1.5km  | 简易挖泥船  |
| 2  | 于庄引黄闸 | 位于取土点下游河对岸, 最近距离1.2km   | 绞吸式挖泥船 |
| 3  | 渠村引黄闸 | 位于山东段取土点下游河对岸, 最近距离24km | 简易挖泥船  |

谢寨引黄闸距离最近的取土点采用简易挖泥船, 从嫩滩临水侧向嫩滩无水面开挖取土。施工通常会影响到岸边20m范围内河道水体含沙量, 且向下游随着泥沙沉淀, 流经1km左右其水质即恢复原有水平, 不会对下游1.5km处的谢寨取水口造

成影响。于庄引黄闸距离最近的取土点采用绞吸式挖泥船从河床取土, 其作业时局部水体含沙量将增加30g/L左右, 横向扩散至20m之外急流区的高含沙水体, 向下游最大距离不超过1km即恢复原有水平。因此, 不会对河对岸下游1.2km处的于



庄取水口造成影响。

另外工程对主河槽水文情势的影响主要是在汛期  $4000\text{m}^3/\text{s}$  漫滩洪水情况下主河槽水位下降（山东段  $0.09\text{m}$ 、河南段  $0.18\text{m}$ ，此时两引黄闸属于非取水期），在枯水期  $800\text{m}^3/\text{s}$  流量时主河槽水位及边界基本不发生变化，本次工程建设不会造成以上两处取水口取水困难。

#### 4.5 土壤环境影响分析

本工程淤填区土料来自黄河主河槽及规划指导线范围内嫩滩地，底泥中各项监测因子含量与淤填区土壤基本一致，根据取土区域黄河底泥及淤填区土壤监测结果，监测因子均能够满足《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）的标准限值要求。本工程淤填区河堤经治理后，在其顶部用  $0.5\text{m}$  厚可耕植土盖顶，补种防浪林、黄河大堤草皮恢复和围堤边坡撒播草籽绿化，其余交由当地农民使用。在采取上述措施后，堤河治理不会对当地土壤及农民生产造成影响。

#### 5 可持续发展建议及对策

“二级悬河”治理工程旨在消除黄河滩区“槽高、滩低、堤根洼”的不利局面，减少黄河发生横河、滚河、斜河的几率，保障黄河下游黄淮海平原的安全。

在确保工程实施对黄河防洪安全的基础上，应采取各种必要措施将其对环境的影响降低到最低限度，使“二级悬河”治理工程成为可持续发展工程。

##### 5.1 区域生态保护措施

生态影响避免措施：①对于工程淤填区内分布的野大豆，应执行迁地保护；②在淤区施工过程中，于淤区外划定  $10\text{m}$  宽施工限制带，施工机械及人员活动限制于此范围内，减少对临近区域的影响；施工营地应优先考虑布设于陆集、焦园、长兴集内，也可在临近施工的村庄内租用、借用群众已有设施安排生活营地，减少工程临时占地对地表植被破坏；③本工程施工过程中会清除淤填区内的防浪林，因此施工结束后，施工单位应按大堤相应防洪标准要求及时恢复防浪林。

生态影响削减措施：①淤填区施工要保留淤填区范围内的表层  $50\text{cm}$  的腐殖质土壤，工程结束后将保存的原地面表土及时回填，深度至少  $0.3\text{m}$ ；②工程取土（沙）要严格限制在设计好的施工区域范围内，减少在施工范围外活动；③施工船只应避免碰撞等事故发生，制定详细防护要求防止跑冒

滴漏发生。

##### 5.2 水土保持措施

本工程水土保持措施主要包括植物措施和临时措施，植物措施主要有补种防浪林、撒播草籽和黄河大堤草皮恢复，本项目水土保持工程量为：栽植乔木  $57639$  株，栽植灌木  $230555$  株，撒播种草  $112.19\text{hm}^2$ ，铺种草皮  $18.48\text{hm}^2$ 。临时措施工程量为：开挖临时排水沟  $59.68\text{km}$ ，土方临时开挖  $16711\text{m}^3$ 。

##### 5.3 水环境保护措施

由于工程淤填区退水进入引黄闸，不会影响引水渠的水质及使用功能，本次研究重点考虑机械冲洗废水和施工人员生活废水的防护措施。

含油废水通过集水沟自流进入沉淀池。在沉淀池的入口处设置隔油板，含油废水经过隔油板自流进入水池，蓄满并投加混凝剂进行混凝吸附，停留  $12\text{h}$  到第二天进入蓄水池，作为车辆冲洗水重复使用。

生活污水经地理式污水处理设施处理后，作为临时堆放的可耕植土的喷洒用水，以防止扬尘的产生。

#### 6 结束语

“二级悬河”治理工程是一项重大、复杂、紧迫的任务，需要进行全面、深入、细致、缜密的研究和规划，采取一系列的技术、工程措施，由它而引起的环境影响是一个极为复杂的问题，其环境影响后果通常显现有一定的滞后过程。因此，在工程实施前，必须周密规划，科学论证，优化施工方式，对可能造成的各种环境影响问题进行深入研究，找出工程与各种环境影响之间的相互关系以及影响规律，并提出相应的环保措施及生态影响减缓恢复措施，同时根据国家的各种环境政策和环保要求，全面安排，分布实施，只有这样，对“二级悬河”治理工程的认识、评价及对策，才能更科学合理。

##### 参考文献：

- [1] 高季章. 论黄河下游河道的改造与“二级悬河”的治理 [J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2004, (1).
- [2] 杜玉海. 黄河山东段二级悬河的危害及防治措施 [J]. 人民黄河, 2004, 26 (1): 5-7.
- [3] 岳爱芹. 谈黄河下游生态防洪工程体系建设 [J]. 河南水利与南水北调, 2009, (6).
- [4] 河南黄河勘测设计研究院和山东黄河勘测设计研究院. 黄河下游东明阎潭~谢寨和范县邢庙~于庄二级悬河近期治理工程可行性研究报告 [R]. 2010.
- [5] 黄河水利科学研究院. 黄河下游易发生滚河及顺堤行洪的河段预测报告 [R]. 2010.

## A Study on the Environmental Impact of River Regulation Engineering along the Secondary Suspended River of the Lower Yellow River

WANG Lian-peng, LI Jia-dong, GE Lei

(Yellow River Water Conservation Institute, Zhengzhou Henan 450004 China)

**Abstract:** The Secondary Suspended River of the Yellow River is featured with the higher river channel, lower beach and low-lying dyke base. According to its characteristics and the Flood Control Plan for Yellow River Catchment issued by the State Council, the necessity of the engineering and its significance is analyzed. We also study its environmental impact on the hydrological, aquatic and terrestrial ecological conditions of the lower Yellow River, besides the impact on the land use, soil erosion and flow recession. The measures related to water environment, ecological restoration, prevention and protection are proposed to alleviate the negative impact.

**Key words:** lower Yellow River; Secondary Suspended River; regulation; environmental impact; prevention and control measure

(上接第41页)

- [10] Smith R A, Hirsch R M, Slack J R. A study of trends in total phosphorus measurements at NASQAN stations [M]. U. S. Geological Survey Water Supply, 1982.
- [11] Vab Belle G, Hughes J P. Nonparametric tests for trend in water quality [J]. Water resources research, 1984, 20 (1): 127-136.
- [12] 米武娟, 吕平毓. 三峡水库重庆段整体水质变化趋势分析

- [J]. 人民长江, 2011, 42 (11): 74-77.
- [13] 江涛, 张晓磊, 陈晓宏, 等. 东江中上游主要控制断面水质变化特征 [J]. 湖泊科学, 2009, 21 (6): 873-878.
- [14] 刘丙军, 陈晓宏, 张灵, 等. 中国南方季节性缺水地区水资源合理配置研究 [J]. 水利学报, 2007, 38 (6): 732-733.

## The Change of the Water Quality of Dongjiang River in the Past Twenty Years

ZENG Fan-tang<sup>1</sup>, ZHANG Xiu-yu<sup>1</sup>, XU Zhen-cheng<sup>1</sup>, HUANG Sheng-zhi<sup>2</sup>, ZHANG Qiang<sup>2</sup>,  
ZHANG Heng-jun<sup>1</sup>, FANG Huai-yang<sup>1</sup>, WANG Zhong-yang<sup>1</sup>

(1. South China Institute of Environmental Sciences, Ministry of Environmental Protection, Guangzhou Guangdong 510655 China)

**Abstract:** The water quality change of the river used for providing the drinking water is crucial for the water pollution prevention and control as well as the water resources management within its river catchment. In this article, the change of the water quality of Dongjiang River in the past twenty years has been analyzed. It shows that 1) the water quality of its mainstream has been kept good in the past 20 years, but it has been getting worse in recent years. From the upper to the lower mainstream, there is a clear trend of the water quality to get worse. 2) during 2003-2010, the water quality of the river mainstream has stayed at Grade II-III. Its upstream has maintained at Grade II, but for the downstream some indexes have reached Grade III.

**Key words:** water quality; change; trend; Dongjiang River

# 浅谈如何加强港区海洋溢油风险管理

刘 希, 吴耀建, 吴海燕

(国家海洋局第三海洋研究所, 福建 厦门 361005)

**摘 要:** 对港址选址阶段、港区运营期如何加强海洋溢油风险管理, 提高溢油应急防范能力和处理能力等方面进行了探讨。

**关键词:** 溢油; 风险管理; 应急防范; 港区

**中图分类号:** X82      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0099-03

随着海洋运输业、海上石油开采产业的不断发展, 港区、海上石油平台和海底输油管线的建设, 海上溢油事故的发生概率也日益增加, 溢油污染已经成为海洋环境污染的一个重要来源, 已引起国际社会普遍关注<sup>[1]</sup>。根据国际油轮船东防污染委员会 (International Tanker Owners Pollution Federation, ITOPF) 的统计结果, 1974 年至 2010 年共发生 9640 起油轮、大型油轮和驳船溢油事故, 其中溢油量 < 7 t 的事故 7845 起, 溢油量 7 ~ 700 t 的事故 1335 起, 溢油量 > 700 t 的事故 460 起。油品、化学品一旦溢漏入海, 海域水环境、生态环境等将受到严重影响和破坏。其环境影响主要表现在使水质和水体自净化功能变差, 破坏水生生态系统的光合作用及其物质和能量流, 进一步污染水质并毒害水生生物<sup>[2]</sup>; 当溢出物上岸, 还会对岸线及其环境资源的造成严重污染损害。因此, 如何在项目选址阶段和项目运营期加强港区溢油风险管理和应急防范能力, 以降低溢油风险概率、提高溢油应急处理能力以及减轻溢油对环境的危害, 是港区建设需要解决的重要问题。

## 1 选址阶段降低溢油风险的建议

选址阶段充分考虑当地的自然环境特征对项目建设的约束条件, 可以从源头上降低溢油风险。相关的行业主管部门在工程可行性研究、初步设计、通航安全论证、海域使用论证、环境评价等阶段均应严格审查。

首先, 港址选择时充分考虑风、雾、冰等气象条件对船舶航行的影响。北方港口在港口平面布置时, 要注意防止港外流冰进入港内和在口门处堆

积, 减少流冰撞击力、挤压力对船舶的影响<sup>[3]</sup>。海底输油管道选址时应尽可能远离锚地、航道, 在不得以穿越航道时, 应采取相应的工程措施确保海底管道的安全。

从航行安全考虑, 风力极易为船长感受, 而海流则较为隐蔽。因此在布置航道、口门、防波堤及码头, 分析沿岸泥沙淤积和冲刷等时, 均应根据海流现场观测资料的整理分析<sup>[4]</sup>, 认真研究港址处沿岸海流数值大小、流向变化、在平面上和沿深度上的分布特点。码头应建设于通航环境较好的水域, 航道的水深条件如何, 是否为双向航道, 是否大部分船舶需要乘潮进港等因素直接影响船舶通行密度, 而溢油事故风险概率随着船舶通行密度的增加而增加。

港址选址阶段应远离自然产卵场、繁殖场、索饵场及重要的洄游通道、自然保护区、盐场保护区、重要渔业水域和其他需要特殊保护的区域。

## 2 加强海洋环境风险管理

### 2.1 实施全方位监管

海上油品、化学品运输涉及到装卸、储存、运输等多个环节。相关主管部门要针对这些环节实行全方位监管, 一是通过船舶检验、营运资质审核以及安全保障措施的检查, 杜绝隐患船、老旧船和无资质企业参与危险品营运; 二是加强现场技术监管, 对液体装载不符合要求、存在隐患的船舶要责令其就地整改; 三是尽快研发溢油动态监控、预警系统, 使有关船舶、港口、设施及重点海域能得到全方位、全天候的有效监控。

### 2.2 配备必要的安全保障设施

在码头前沿和船舶掉头区设置必要的助航等安全保障设施。建议重点海湾、港区建设船舶交通管理系统 (Vessel Traffic Service, VTS), 以监控船舶

收稿日期: 2012-04-24

作者简介: 刘希 (1978-), 女, 高级工程师, 硕士, 研究方向为海洋环境风险评估等。

的航行路线、行进方向、速度、船舶相互交行等,向船舶迅速地提供进出港时所需的安全航行信息,避免船舶碰撞、搁浅等事故的发生,此外还可以提高港口、码头工作效率,方便组织有效的海上搜救行动和事故应急响应等。

### 2.3 制定应急响应预案

制定应急响应预案是实现快速、安全、有效的溢油应急处理的前提。一份完整的应急预案应包括应急指挥中心、应急计划区、分级应急响应程序、事故报告程序和报告内容、应急抢险设备和材料、应急防护和清除泄漏措施、应急环境监测及事故后评估、应急状态终止与恢复措施、人员培训与演练等内容。应急预案的重点是应急防护和清除泄漏措施,应有针对性,并根据货种、溢油点、泄漏量的不同而制定不同的清除泄漏措施。如沙滩、泥滩、砾石、海堤等人工构筑海岸的清除泄漏措施各有不同,又如若发生汽油等易燃油品泄漏时,应同时采取防火防爆措施,采用防火围油栏,调用消防船待命,一般不必采取海上回收措施让其自然蒸发。

### 2.4 建立应急信息数据库

建立油品、化学品应急信息数据库可以为科学化应急响应提供重要的技术支持平台,该应急信息数据库至少应包括化学品特性、应急资源和环境资源3个子数据库。化学品特性子数据库应包括化学品的理化性质和清除泄漏措施;应急资源子数据库应包括区域应急设备、应急人员的分布情况及最快响应时间;环境资源子数据库应包括当地的气象、水文、环境敏感目标(如自然保护区、养殖、湿地、红树林等)等基础数据。

目前在处理溢油事故时,由于缺乏环境本底比对资料,给环境损害评估(如HEA生境等价法)<sup>[5]</sup>、索赔等其他相关工作带来了一定的难度。鉴于此,建议国家尽快建立我国沿海生态环境子数据库,为开展国际和区域间应急技术交流和联合行动提供技术支持,为开展溢油生态损害评估提供基础数据。

### 2.5 尽快设立船舶溢油应急反应资金

2010年3月1日起实行的《防止船舶污染海域环境管理条例》规定在国内设立船舶油污损害赔偿基金,具体办法由国务院规定。2011年11月,《船舶油污损害赔偿基金征收和使用管理办法》已报国务院,其草案规定的国内船舶油污损害赔偿基金以事后补偿为主。上述立法未涉及为溢油应急反应体系提供全面、及时的资金保障,一方

面导致溢油应急反应工作单位承担资金垫付的压力,另一方面造成我国船舶溢油应急反应能力较低<sup>[6]</sup>。若发生无主溢油事件,在肇事者不能明确的情况下,相关部门垫付的应急处置费用只能由国家财政部门进行有限的补偿,用纳税人的钱去支付本应肇事者承担的费用,显然不合理。因此,建立符合我国国情的溢油应急反应资金保障制度已成为当务之急。

## 3 加强应急防范能力建设

### 3.1 完善港口溢油应急设施配备

各码头应根据吨位数、货种等自身特点,依据《港口码头溢油应急设备配备要求》<sup>[7]</sup>独立配备必需的应急设备。经主管机关核准后,码头可将日常的应急业务委托给经主管机关认可的专业清污机构。

港口或同一港区、作业区的码头可根据自身情况建立联防机构。参加联防机构的码头,可集资购置应急设备,以实现应急设施的整合和统一调配使用。一旦发生溢油事故,必要时可发挥区域联动机制,向最近的应急设备库、专业的清污公司、同一港区的其他码头寻求支援,实现应急设备资源的统一调配使用。企业还可与溢油应急设备生产厂商签订供货协议,确保一旦发生溢油事故,围油栏、油拖网、溢油分散剂等溢油设备供货充足。

目前,交通部已在全国范围内统筹建设了一批大、中、小型溢油应急设备库。对于在溢油应急设备库的服务范围之外,或距离溢油应急设备库或专业清污公司较远,需较久响应时间的液体散货港区,建议港区应建立应急设备库并配备多功能油污回收船、应急卸载运输设备、溢油围控回收储运设备、溢油分散物资等应急设施。若港区周边分布有重要生态敏感点(如自然保护区等),建议在生态敏感点处选点放置围油栏等应急设备,一旦发生溢油事故,可用围油栏封闭生态敏感点周围海域或在海上阻隔油膜、改变油膜漂流方向,使之避开敏感目标。

### 3.2 组织应急培训和演练

人员素质直接影响到应急计划的实施,而人员素质的提高主要靠定期的培训和演练。培训时,要结合所在港区油品、化学品的货种、吞吐量等实际情况进行重点培训,使得应急人员、决策指挥人员及各相关协作部门在应急行动中都能各尽其责,加强了解应急防范操作规程,掌握应急防范设备器材的操作使用,增强应付突发性溢油及化学品事故的

处置能力。定期开展演练不仅可以巩固所学知识,也是提高应急反应实战能力的重要途径。经常性的有计划、有步骤的演练可以检验应急预案的实用性并发现问题,进而总结经验不断加以改进和完善。借助演练可以加强有关部门之间的协调与配合,提高应急人员共同合作抗击污染的应变能力。

### 3.3 采用合理的应急反应技术

油品、化学品理化特性各异,泄漏后表现形式也不同,要根据其特性及其可能造成的危害,采用合理的应急反应技术达到消除污染、减轻危害的目的。对溶解性化学品的处理一般有两种:一是通过严格的排量监控实现自然中和,二是使用处理剂,主要有中和剂、絮凝剂、氧化剂、凝聚剂、凝胶剂、活性炭和离子交换剂等。对于不溶、微溶的油品、化学品,可采用围控、回收等方法。而对于液化石油气(Liquefied Petroleum Gas, LPG)船舶,若发生码头面泄漏且泄漏量较大,可使用喷雾水枪或水蒸气驱散气雾,减少爆炸性蒸气云形成的机会;如果泄漏点较小,因在泄漏过程中LPG迅速气化吸热,使泄漏点周围温度急速下降,水到达泄漏点后遇冷结冰形成冰堵,可以起到暂时堵漏的作用。如果船舱底部发生泄漏且泄漏点裂口较大无法形成冰堵,由于液态LPG比水轻,可以通过工艺管道向舱体内注水,用水托起LPG,使LPG与泄漏点隔离,降低LPG泄漏量,此时从泄漏点喷出的主要是水而不是纯LPG,再采用其他方法堵漏。

可见,采用合理的应急反应技术对于在第一时间控制泄漏量,减少环境影响至关重要。

## 4 结论

本文提出了在港址选址阶段应充分考虑港址所在地的自然环境特征对码头建设的约束,在项目运营期通过加强监管、配备安全保障设施、制定应急反应预案、建立应急信息数据库、设立船舶溢油应急反应资金等措施来加强海洋溢油风险管理,降低溢油风险概率。通过完善港口溢油应急设施配备、开展应急培训和演练、采用合理的应急反应技术等措施提高溢油应急防范能力和处理能力,减轻溢油事故对环境的影响。

### 参考文献:

- [1] 王祖纲,董华. 美国墨西哥湾溢油事故应急响应、治理措施及其启示[J]. 国际石油经济, 2010, 6(18): 1-5.
- [2] 王益鸣,王明翠,杨红丽,等. 舟山群岛海洋动物体内石油烃的含量及对海域有机污染的指示作用[J]. 海洋环境科学, 2008, 27: 610-614.
- [3] 洪承礼. 港口规划与布置[M]. 北京:人民交通出版社, 1999: 29-31.
- [4] 邱大洪. 工程水文学[M]. 北京:人民交通出版社, 1999: 246-249.
- [5] 王志霞,李涛,刘敏燕,等. 溢油事故环境损害评估研究进展[J]. 环境科学与管理, 2008, 33(8): 62-65.
- [6] 梅宏,陈志英. 船舶溢油应急反应机制的资金保障制度研究[J]. 太平洋学报, 2010, 18(10): 90-98.
- [7] JT/T 451-2009, 港口码头溢油应急设备配备要求[S].

## A Discussion about How to Strengthen Marine Oil Spill Risk Management in Port Area

LIU Xi, WU Yao-jian, WU Hai-yan

(Third Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Xiamen Fujian 361005 China)

**Abstract:** This article discusses about how to strengthen the marine oil spill risk management at the stages of port site selection and port operation, and how to improve the capability in preventing and responding to emergency.

**Key words:** oil spill; risk management; emergency prevention; port area

# 案例分析公路项目环保验收 调查主要内容及问题对策

张惠娟, 孙双跃, 杨云升, 李丹, 罗宁  
(河北省环境科学研究院, 河北 石家庄 050037)

**摘要:** 结合公路建设项目的特点以及国家环境保护相关法律、法规的要求, 分析了公路建设项目竣工环境保护验收调查工作的主要内容, 提出了验收调查过程中发现的问题并给出了对策建议。

**关键词:** 公路; 环保验收; 调查; 内容; 对策

**中图分类号:** X82   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0102-03

我国《环境保护法》规定:“建设项目中防治污染的措施, 必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。”根据《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的要求和规定, 建设项目竣工后必须通过环境保护验收。

公路行业建设项目竣工环境保护验收起步较早, 也较规范。交通部于 2003 年颁布了《交通建设项目环境管理办法》, 环保部于 2007 和 2010 年先后颁布了《建设项目竣工环境保护验收技术规范 生态类》、《建设项目竣工环境保护验收技术规范 公路》, 特别是公路验收规范中对公路项目竣工环境保护验收调查的基本要求、工作程序、时段和范围、调查重点、调查方法、调查技术要求等进行了全面的规定, 使公路建设项目的竣工环境保护验收更加规范、更具可操作性<sup>[1]</sup>。

根据公路建设项目的特点, 现以实际公路工程为例, 对公路项目竣工环境保护验收调查的主要内容及在验收调查中发现的问题进行探讨, 有针对性地提出对策建议。

## 1 公路建设项目的特点

(1) 公路建设项目是以生态环境影响为主的建设项目。公路工程建设不可避免地占用和分割土地, 施工过程中大量的挖方和填方, 一方面增加了地质脆弱带边坡的不稳定, 另一方面造成地表植被破坏和表土的损失, 容易引起水土流失、山体坍塌、滑坡、河流阻塞等;

(2) 公路建设项目建设周期长、变化大。项目从立项到建设完成历时几年, 工程线位会发生一定程度的变化。而环境影响评价往往是在可行性研究阶段完成, 致使公路项目竣工环境保护验收时工程概况会发生很大程度的变化, 给环保措施的落实带来一定的难度;

(3) 公路交通环境问题的研究难度大、影响范围广。公路项目环境问题的突出特点表现在污染源的流动性, 污染源强随着地形的改变、生态环境的状况不同而不同, 涉及到包括物理方面和化学方面的影响。公路竣工环境保护验收调查不仅要调查其生态环境、水环境、声环境、大气环境和社会环境的影响, 还要调查其施工不同阶段产生的环境影响, 加大了调查和研究的难度<sup>[2]</sup>。

## 2 案例工程概况

某公路是省内二级公路, 主线全长 96.1km, 设计行车速度为 60km/h, 路基宽度 10~28m, 最大纵坡为 6%, 共建设大桥 9 座、中小桥 54 座, 涵洞 216 道, 隧道 4 处, 分离式立交桥 2 座, 通道 5 道。工程总占地面积为 374hm<sup>2</sup>, 其中永久占地为 302 hm<sup>2</sup>, 临时占地为 72 hm<sup>2</sup>。

## 3 环保验收调查主要内容

### 3.1 施工期验收调查

由于建设单位申请环保竣工验收时, 施工期的行为已经成为过去, 因此, 查阅工程资料和公众参与调查成为了工程施工期环境影响调查的主要手段<sup>[3]</sup>。调查中查阅的工程资料主要包括初步设计、施工图设计、环境保护设计资料及其审批文件、设计变更资料、施工环境保护总结、环境监测报告、环境监理报告以及水土保持验收报告、文物勘察报告等<sup>[4]</sup>; 公众参与调查主要是向当地环保部门及

收稿日期: 2012-06-02

作者简介: 张惠娟, 女, 高级工程师, 从事环境影响评价、清洁生产审核、环保科研工作。

其它相关部门了解项目施工期间有无污染事件、环保投诉,向公路沿线居民调查施工期间的污染影响情况。

通过对该公路工程资料的查阅、现场勘察及公众参与调查,该项目在施工期间未发生过污染环境、扰民和环保投诉等问题,根据公众参与调查结果,大多数公众认为施工期间主要问题为出行不便、水土流失和征地经济补偿问题。由于该公路的工程监理内容中未包括环境监理,致使环评中要求的施工期环境监测内容未落实。

### 3.2 项目变更情况调查

项目环境影响评价是在项目可行性研究报告阶段完成的,而在项目的初步设计、施工图设计、施工阶段,都有可能因为地质条件、敏感目标避让、不重视环保或其它众多因素,使项目的路线进行局部摆动、公路等级发生变化、配套工程和环保措施等进行变更。该公路在设计中拟建一座收费站,但由于国家政策的调整,收费站建设内容取消,收费站内废水、废气等环保工程也相应取消。建设单位未能及时向环保行政主管部门提交变更文件。

### 3.3 生态环境影响调查

#### 3.3.1 项目用地情况调查

##### (1) 项目永久占地情况调查

该公路全线永久占地为 302 hm<sup>2</sup>,其中耕地 247 hm<sup>2</sup>、林地 12 hm<sup>2</sup>、其它地 43 hm<sup>2</sup>。经调查,建设单位已按照相应补偿安置方案进行了征地、拆迁及生态补偿,沿线公众对安置方案和补偿措施基本满意。

##### (2) 项目临时占地情况调查

项目临时占地主要包括施工便道、施工工区、取土场、弃渣场等<sup>[5]</sup>。经调查,该公路临时占地总面积为 72 hm<sup>2</sup>,其中耕地为 8 hm<sup>2</sup>、林地 6 hm<sup>2</sup>、灌草地 7 hm<sup>2</sup>、河滩地 51 hm<sup>2</sup>。建设单位在施工过程中对耕地取土场的表土收集存放,施工结束后,耕地进行平整,覆盖表土,进行复耕;对弃渣场进行了分层压实、覆土绿化,坡脚修建拦挡工程;对于其它施工迹地进行了整治、绿化,沿线临时占地恢复或绿化效果较好。

#### 3.3.2 水土流失调查

项目注意了土石方量的填挖平衡,尽量减少土石方量;临时占地采取复耕、绿化等恢复措施;防治水土流失工程措施有修建永久性挡土墙、排水沟渠、工程护坡等。施工结束后对裸露的施工场地采取种植植物恢复措施和固沙措施等。经调查该公路

沿线共种植乔木、灌木 4.9 万株,草皮 50 hm<sup>2</sup>,不仅使公路征地范围内的植被得到一定的恢复,而且起到了保护土壤、涵养水源、防止水土流失的作用。

### 3.4 声环境影响调查

该公路沿线 200m 范围内声环境敏感目标的环境功能、项目与工程的相对位置关系与环评中一致,环评中要求采取降噪措施的敏感点 7 个,其中学校 2 所,居民敏感点 5 个。经调查,1 所学校已经搬迁、1 所学校设置了声屏障,另外 5 个居民点环评中要求安装隔声窗,由于环评未给出具体的安装位置,隔声窗措施未能落实。通过对沿线噪声敏感点的环境现状、声屏障降噪效果、衰减断面、敏感点 24h 等监测结果进行分析,学校敏感点声屏障降噪效果较好,教学楼能满足声功能区要求,其它不需要采取降噪措施的敏感点均能达到相应功能区的要求。最终建设单位对隔声窗的安装措施以经济补偿方式完成。

### 3.5 社会环境影响调查

经调查,建设单位对公路征用土地和居民搬迁已按照国家有关政策进行了经济补偿,搬迁后的居民生活居住条件得到了改善;为方便当地居民生产、生活、社会交往等通行,沿线设置了必要的立交、平交、通道等交叉工程,较好地解决了公路的阻隔问题。

公路的建设未涉及地上文物,对于地下文物,建设单位在项目开工前委托文物部门对沿线地下文物进行了勘探、挖掘,对挖掘出的文物进行了整理保存。

## 4 验收调查中发现的问题及对策建议

### 4.1 验收调查中发现的问题

#### 4.1.1 工程变更问题

公路项目在建设过程中发生变更情况较多,大多数建设单位没能及时向环保行政主管部门提交变更文件,项目变更后未能及时进行补充环评,致使在验收调查过程中部分实际工程与环评不一致,无法进行验收。

#### 4.1.2 声敏感点环保措施落实问题

对于二级公路的建设,由于声屏障对居民的出行、采光等带来不便,因此在环评中对声敏感点提出的保护措施一般为加高围墙、安装通风隔声窗等。但环评中给出的措施并不具体,往往只给出了加高围墙的高度、安装通风隔声窗的面积,而没有位置和住户资料。公路工程的建设过程历时 3 ~

5a, 敏感点居民房屋的建设也不断发生变化, 而建设单位对声敏感目标环保措施落实一般是在项目完工后, 此时建设单位亦不能准确判断需要落实声环保措施的具体位置, 导致验收调查时声敏感点保护措施不能落实。

#### 4.1.3 施工期环保措施不到位

公路建设项目建设周期长, 而生态影响主要发生在施工期, 所以施工期环境保护监理和监测尤为重要。而验收调查中发现, 由于缺乏有效的跟踪监管机制, 大多单位未开展施工期环境监理工作, 建设单位真正按环保要求落实环境监测计划的很少, 施工期环境影响调查缺乏有效的资料数据。

#### 4.2 对策建议

(1) 针对工程变更情况, 验收调查单位应对项目变更后采取的环保措施进行调查, 并提出可能产生的新的环境影响, 提交至负责验收的环境保护行政主管部门, 同时督促建设单位及时完成环境影响补充报告, 并按补充报告中提出的环保措施要求进行落实。

(2) 通过验收监测, 根据交通量的变化趋势,

对公路运营期实际影响范围和影响程度进行分析, 给出实际运行状况下, 受噪声影响户数和影响程度, 按照环评及补充环评中提出的措施, 分析降噪效果, 进一步提出降噪措施, 督促建设单位进行落实。

(3) 建立有效的跟踪监管机制, 完善施工期环境监理, 加强从业人员的专业培训, 使环境监理尽快步入正轨, 确保施工期监测计划的实施。

#### 参考文献:

- [1] 黄夏银. 高等级公路竣工环保验收调查重点与难点的思考 [J]. 环境科技, 2011, 24 (1): 58-61.
- [2] 刘殊. 公路建设项目竣工环境保护验收调查有效性分析 [J]. 中国环境监测, 2007, 23 (2): 118-121.
- [3] 王锋. 浅谈公路建设项目竣工环境保护验收调查工作中存在的问题及对策 [J]. 干旱环境监测, 2008, 22 (2): 126-128.
- [4] 本书编委会. 建设项目竣工环境保护验收调查 (生态类) [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2009.
- [5] HJ 552-2010, 建设项目竣工环境保护验收技术规范-公路 [S].

## A Case Study of Main Contents and Countermeasures for Environmental Checking and Acceptance of Road Construction Project

ZHANG Hui - juan, SUN Shuang - yue, YANG Yun - sheng, LI Dan, LUO Ning  
(Hebei Provincial Institute of Environmental Sciences, Shijiazhuang Hebei 050037 China)

**Abstract:** Based on the characteristics of the road construction project and the relative national environmental laws and regulations, it is discussed what could be mainly done during the environmental checking and acceptance after the implementation of the road construction project. The problems during the work are identified and the countermeasures are proposed.

**Key words:** road; environmental checking and acceptance; investigation; content; countermeasures



# 景观生态学在中小区域开发建设项目 生态环境影响评价中的应用

王建英, 徐珊珊, 雷文文

(西南有色昆明勘测设计(院)股份有限公司, 云南 昆明 650051)

**摘要:**以云南东川再就业特区天生桥特色产业园建设为例,采用生态环境影响评价中的景观生态学方法,应用景观生态学的基本原理和观点,对园区建设的生态环境质量变化进行预测和评价,并提出园区生态建设应注意的问题和采取的措施,为该园区的生态建设、经济、社会的可持续发展提供理论依据,同时也为此类项目的生态环境影响评价提供技术指导。

**关键词:**景观生态学;中小区域开发;生态环境影响评价;应用

**中图分类号:**X82 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-9655(2012)06-0105-05

中小区域开发建设有利于生产要素优化配置,企业集约化程度提高,人口合理聚集,城镇化进程加快,利于实现区域经济合理分工,工业化、城镇化协调发展,加快区域经济迅速发展。由于中小区域的开发建设是限定在某个地区、某个时段内集中开发一批建设项目,这类项目规模较大,项目实施在促进经济发展的同时,也会对项目区带来一定的污染,另外,区域内的土地利用格局也发生了较大变化,这样会对项目区的宏观生态环境带来一定影响。随着我国经济的不断发展,全国各地中小区域开发建设项目逐渐增多,为了实现社会经济的可持续发展,开展这些区域生态环境影响评价显得尤为重要。由于生态系统环境的复杂性,从不同角度进行生态环境影响评价时,所评价的对象、内容及方向会各不相同,很难用统一模式进行概述,其理论和方法尚处于完善和发展之中。目前,在生态环境影响评价时,采用景观生态的观点能够更合理、更有效地解决实际环境和生态学问题,应用景观生态学对生态环境的评价通常从景观空间结构和功能与稳定性两个方面进行分析。本文结合云南东川再就业特区天生桥特色产业园建成前后的生态环境情况,从景观生态学结构与功能相匹配的观点出发,评价园区生态环境质量变化状况。

## 1 园区概况

云南东川再就业特区天生桥特色产业园位于寻

甸县境内中部的仁德镇与功山镇。该园区建设是为了加快东川经济转型和可持续发展、加快寻甸发展产业,由东川、寻甸两县共建,以解决资源枯竭型城市(东川)与贫困县(寻甸)发展模式的异地建设特色产业园。产业园是以铜精深加工、重型机械设备制造、煤磷精细化工、新型建筑建材业、现代商贸物流、轻工产业等六大特色产业为支撑,以生产为主、生活为辅的综合型产业园区。园区总占地面积16.60km<sup>2</sup>,规划建设期20a,分三期建设。

园区属于构造侵蚀低中山地貌,局部处于盆地缓丘地貌,高程1923~2135m,最大高差约212m,地势较缓;水系为长江流域金沙江水系,项目区内河流有柳树河小河和甸头河;气候类型属北亚热带低纬高原季风气候,年平均气温13.4℃,多年平均降雨量1116mm,主导风向西南风,多年平均风速3.0m/s;土壤类型主要为水稻土和红壤,土壤侵蚀强度以轻度为主;植被类型主要为南亚热带植被区,区内植被主要有云南松、华山松、柏树、白杨、桉树、板栗、桃树等乔木和扭黄毛、狗牙根等草本,耕地主要种植小麦、玉米、水稻等,项目区植被覆盖度约8.7%。

## 2 生态环境影响评价

### 2.1 景观生态学评价方法

#### 2.1.1 优势度

拼块、廊和模地是景观的三大组分,其中模地是景观的背景地块,是一种重要的景观元素类型,它可以控制环境质量,且在很大程度上决定着景观性质,对景观的动态起着主导作用。因此,模地的判定是空间结构分析的重要内容。模地判定标准为

收稿日期:2012-05-11

作者简介:王建英,女,硕士研究生,工程师,主要从事水土保持及生态恢复方面工作。

相对面积大、连通程度高、有动态控制功能。常用判定模地的方法是通过计算植被重要值的方法来决定某一拼块类型中景观中的优势，也称优势度值 ( $D_0$ )。优势度值由密度 ( $R_d$ )、频率 ( $R_f$ )、景观比例 ( $L_p$ ) 3 个参数计算得出，其计算公式如下：

$$\text{密度 } (R_d) = \text{拼块 } i \text{ 的数目} / \text{拼块总数} \times 100\%$$

$$\text{频率 } (R_f) = \text{拼块 } i \text{ 的样方数} / \text{总样方数} \times 100\%$$

$$\text{景观比例 } (L_p) = \text{拼块 } i \text{ 的面积} / \text{样地总面积} \times 100\%$$

$$(\text{优势度}) D_0 = \frac{(R_d + R_f) / 2 + L_p}{2} \times 100\%$$

从上述公式可以看出，密度 ( $R_d$ ) 表示存在多少某类拼块的个数，频率 ( $R_f$ ) 表示某类拼块在样地出现的频率，势度值 ( $D_0$ ) 反映了自然组

分在区域生态环境中的数量和分布状况，能较准确地表示生态环境的整体性<sup>[1,2,3]</sup>。

### 2.1.2 生态环境质量

生态环境质量 (EQ) 主要表现为区域生态系统的功能和稳定性，一般采用土地生态适宜性 (A1)、植被覆盖度 (A2)、土壤侵蚀强度 (A3) 和恢复能力 (A4) 赋值 4 种特征因子进行计算。其计算公式如下<sup>[4,5]</sup>：

$$EQ = \sum_{i=1}^N Ai / N, N = 4$$

#### 2.1.2.1 特征因子赋值

土地生态适宜性 (A1)：以土地的生态适宜性大小给分，分阈值在 0 ~ 100，适宜取 60，比较适宜取 30，不适宜取 10。具体评价因子定量化标准如表 1 所示。

表 1 土地生态适宜性评价因子定量化标准

| 用地类型 | 评价因子     |                 | 评价因子描述                                 | 因子定量化描述                               |                      |              |
|------|----------|-----------------|----------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|--------------|
|      | 一级指标     | 二级指标            |                                        | 适宜 (60)                               | 较适宜 (30)             | 不适宜 (10)     |
| 居住用地 | 自然生态因子   | 生态敏感性           | 生态敏感区的分布状况                             | 生态不敏感                                 | 生态弱敏感                | 生态敏感         |
|      | 环境质量因子   | 大气环境敏感度         | 到工业区的距离                                | >500m                                 | 100m ~ 500m          | <100m        |
|      |          | 居住协调性因子         | 交通                                     | 到交通点及道路的距离                            | 100m ~ 500m          | 500m ~ 1500m |
|      | 文教、医疗    |                 | 到文教医疗设施的距离                             | <1000m                                | 1000m ~ 2000m        | >2000m       |
|      | 绿地景观     | 绿地、广场           | 到绿地、广场的距离                              | <500m                                 | 500m ~ 1500m         | >1500m       |
| 工业用地 |          | 坡度              | 地块的坡度值                                 | 0 ~ 2°                                | 2 ~ 16°              | >16°         |
|      | 自然生态环境因子 | 高程              | 单元的高程                                  | <50m                                  | 50m ~ 100m           | >100m        |
|      |          | 生态敏感性           | 充分考虑对区域内生态敏感区的保护                       | 生态不敏感                                 | 生态弱敏感                | 生态敏感         |
|      | 大气环境影响度  | 工业用地对周围大气环境影响程度 | 评价点为一类工业，下风向为工业或农业用地；评价点为二类工业，下风向为工业用地 | 评价点为一类工业，下风向为居住或商业用地；评价点为二类工业，下风向为农田地 | 评价点为二类工业，下风向为居住、商业用地 |              |
|      | 环境协调因子   | 人工与自然特征         | 到文物保护单位、医疗文教区、风景旅游区、行政和居民等敏感区的距离       | >2000m                                | 1000m ~ 2000m        | <1000m       |
| 农业用地 |          | 坡度              | 单元坡度值                                  | <6°                                   | 6 ~ 15°              | >15°         |
|      |          | 高程              | 单元的高程                                  | <150m                                 | 150m ~ 250m          | >250m        |
|      | 自然生态环境因子 | 土壤质地和土壤成份综合因子   | 土壤中各粒径的组合含量                            | 石灰土白膏泥土，棕壤淡红砂壤                        | 淡红色粘土、砂壤土            | 偏酸性红壤、红壤     |
|      |          | 植被状况            | 一定程度上反映了地块的生产能力                        | 较好                                    | 一般                   | 较差           |
|      | 土地利用现状   | 土地利用现状          | 土地利用现状图中农田的分布状况                        | 成片分布的农田                               | 较为分散的农田              | 细碎分布的农田      |

植被覆盖度 (A2): 以土地的实际覆盖度为权值, 值阈按实际覆盖度乘以 100 计算。

土壤抗侵蚀能力 (A3): 土壤侵蚀度强时赋值 0, 较轻赋值 40, 一般水平赋值 60, 一般以下赋值 80。

景观恢复能力 (A4): 群落恢复能力强赋值

80, 较强赋值 60, 一般赋值 40, 一般以下赋值为 0。

### 2.1.2.2 生态环境质量判别

生态环境质量计算结果综合判别情况如表 2 所示。

表 2 生态环境质量综合判别表

| EQ 值     | 生态级别 | 表征状态 | 指标特征                                                            |
|----------|------|------|-----------------------------------------------------------------|
| 100 ~ 70 | I    | 理想状态 | 生态环境基本未受到干扰破坏, 生态系统结构完整, 功能较强, 系统恢复再生能力强, 生态问题不显著, 生态灾害少        |
| 69 ~ 50  | II   | 良好状态 | 生态环境较少受到干扰破坏, 生态系统结构尚完整, 功能尚好, 一般干扰可恢复, 生态问题不显著, 生态灾害不大         |
| 49 ~ 30  | III  | 一般状态 | 生态环境受到一定破坏, 生态系统结构有变化, 但尚可维持, 基本功能受干扰后易恶化, 生态问题显现, 生态灾害时有发生     |
| 29 ~ 10  | IV   | 较差状态 | 生态环境受到较大破坏, 生态系统结构变化较大, 功能不全, 受外界干扰后恢复困难, 生态问题较大, 生态灾害较多        |
| 9 ~ 0    | V    | 恶劣状态 | 生态环境受到很大破坏, 生态系统结构残缺不全, 功能低下, 退化性变化, 恢复与重建很困难, 生态问题很大并经常演变成生态灾害 |

表 3 园区建设前后生拼块类型、面积及优势度情况表

| 名称  | 拼块类型   | 数目/块 | 样方数/个 | 面积/hm <sup>2</sup> | 密度/%   | 频率/%   | 景观比例/% | 优势度/% |
|-----|--------|------|-------|--------------------|--------|--------|--------|-------|
| 建设前 | 耕地     | 20   | 60    | 1198.83            | 35.7   | 89.60  | 72.20  | 67.40 |
|     | 园地     | 3    | 6     | 17.36              | 5.40   | 9.00   | 1.00   | 4.10  |
|     | 林地     | 14   | 19    | 43.36              | 25.00  | 28.40  | 2.60   | 14.70 |
|     | 草地     | 2    | 10    | 85.27              | 3.60   | 14.90  | 5.20   | 7.20  |
|     | 建设用地   | 7    | 21    | 124.62             | 12.50  | 31.30  | 7.50   | 14.70 |
|     | 交通运输用地 | 3    | 26    | 175.48             | 5.40   | 38.80  | 10.60  | 16.40 |
|     | 水域     | 5    | 27    | 2.78               | 8.90   | 40.30  | 0.20   | 12.40 |
|     | 裸地     | 2    | 5     | 12.30              | 3.60   | 7.50   | 0.70   | 3.10  |
|     | 总数     | 56   | 67    | 1660               | 100.00 |        | 100.00 |       |
| 建设后 | 建设用地   | 8    | 58    | 811.56             | 33.30  | 86.60  | 48.90  | 54.50 |
|     | 交通运输用地 | 4    | 40    | 161.04             | 16.70  | 59.70  | 9.70   | 23.90 |
|     | 人工绿地   | 7    | 67    | 684.62             | 29.20  | 100.00 | 41.20  | 52.90 |
|     | 水域     | 5    | 27    | 2.78               | 20.80  | 40.30  | 0.20   | 15.40 |
|     | 总数     | 24   | 67    | 1660               | 100.00 |        | 100.00 |       |

注: 表中的样方面积为 500m × 500m。

## 2.2 园区生态环境影响评价

### 2.2.1 园区生态景观空间结构变化分析

园区景观拼块及优势度情况如表 3 所示。表 3 显示, 园区建设以前对生态环境带来不利影响的建设用地及交通运输用地拼块优势度较低, 分别为 14.70% 和 16.70%; 对生态环境有利的园地、林地及草地拼块优势度也较低, 分别为 4.10%、14.70% 及 7.20%; 而耕地的优势度较高, 达 67.4%, 面积 1198.83hm<sup>2</sup>, 面积较大, 频率 89.60%, 连通性较好。因此, 耕地是园区建设前

的模地, 是该区域生态环境质量的决定组分, 属农村生态系统。

园区建成后, 区内土地使用功能发生根本性变化, 景观中建设用地拼块的优势度值最大, 为 54.50%, 说明园区的建筑密度较大, 且分散较广; 其次为人工绿地, 优势度值为 5.90%, 该拼块虽然不占主导地位, 但其优势度值仍然相对较高, 是区域内主要的景观元素; 交通运输用地的优势度为 23.90%, 说明交通条件较好。总体而言, 区内对生态环境不利的建设用地及交通运输

用地拼块类型占据了主导地位，属城镇生态系统，但园区主要是以工业及居住功能为主，且园区规划对景观绿地的规划较为重视，绿化率

(41.2%) 能够达到园区绿化要求，对改善园区生态环境质量、美化园区景观、调节园区小气候等将起到重要作用。

表4 园区生态环境质量特征因子赋值情况表

| 名称  | 特征因子    | 赋值   | 赋值依据                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|---------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 建设前 | 土地生态适宜性 | 60   | 建设前，园区主要作为农业用地。园区耕地（水田、梯平地及坡耕地）坡度 < 15°；整个园区高程为 1923m ~ 2135m，相对高差 202m；土壤类型为水稻土和红壤，已耕作多年，土壤肥力一般；植被覆盖度为 8.7%，植被较差；项目区耕地较为分散。土地生态适宜性为较适宜。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|     | 植被覆盖度   | 8.7  | 植被覆盖度约为 8.7%。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|     | 土壤抗侵蚀能力 | 40   | 园区内占地类型为水田、林地、草地、梯坪地、建设用地、交通运输用地及水域的水土流失较弱，属微度侵蚀，面积占总面积的 45.4%；园地、坡耕地及裸地土壤侵蚀较强，面积占总面积的 54.6%。土壤侵蚀较强。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 建设后 | 景观恢复能力  | 0    | <p>园区现状的自然组分为林地、草地，虽然各自然组分是混交状态，但不是团块式混交，且林地和草地的景观比例较低，因此无法起到异质化拼块互为阻断的功能；现有的绿地仅冲沟区域与园区外界连通外，其余的林地、草地区域较为分散，中间大多由耕地隔断，园区内外没有连续廊道，系统的开放性较差；另外，虽然自然组分以林地为主，草本次之，这些植被一旦受到破坏，较容易恢复原貌，但是由于开荒种地，存在一定水土流失，且植被较为破碎，连续性差，生物的景观恢复能力较弱。</p> <p>建设后，园区内主要有居住用地和工业用地。</p> <p>①居住用地：园区内没有特殊或稀有植物群落、部分野生动物的栖息地，区内的柳树河小河及甸头河属于生态环境敏感区，由于园区规划采用雨、污水分流制排水系统，且未改变区内河流水系，生态弱敏感；距区内工业园区的距离约 300m；距道路（213 国道）的最近距离 &lt; 100m；园区居住用地区内设置了文教医疗设施，距离 &lt; 1000m；距绿地、广场的距离 &lt; 500m。居住用地区生态适宜性为较适宜。</p> <p>②工业用地区：工业用地区的坡度 &lt; 15°，整个园区高程为 1923m ~ 2135m，整个园区相对高差 202m，工业用地内各地块基本大高差 &lt; 50m；区内生态弱敏感；园区主导风向为西南风，规划的一类工业下风向为二类工业，二类工业下风向为三类工业，三类工业布置在离高速附近；距医疗、文教区、行政区的距离 &gt; 1000m，少部分居住用地区距工业用地区距离 &lt; 1000m。工业用地区土地生态适宜性为较适宜。</p>                                                                                                                                                                                                       |
|     | 土地生态适宜性 | 60   | 植被覆盖度为 41.2%。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|     | 植被覆盖度   | 41.2 | 园区建成后，约 58.8% 的区域地表被硬化地面和水域覆盖，基本不存在水土流失；41.2% 的区域为绿化区，土壤侵蚀较弱，属微度侵蚀。总体侵蚀属一般。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 建设后 | 土壤抗侵蚀能力 | 60   | <p>园区设计采用集中与分散，点、线、面结合的手法，形成一个由区级公共中心和 4 个工业组团内的公共绿地，沿管沟楔入产业园的生态绿地和位于道路两侧，不同工业用地之间以及工业用地与居住用地之间的生产防护绿地的绿化系统。园区内绿化以乔木、灌木为主，并适当配以草坪；交通性干道两侧选择观赏性植物，生活性道路两侧选择兼具观赏与遮阳功能的树种，沿街建筑界线，多考虑垂直绿化；园内及边缘的绿化选择有抗性、适应性强且美观的植物品种。其景观恢复能力分析如下：</p> <p>①园区绿地是由多种物种以团块式混交组成，当在某一拼块中形成干扰源时，相邻异质性的植被拼块就可能形成障碍物，扼制了干扰的进一步扩大，使园区绿地异质性程度达到足以维护绿地模地地位的高度，从而达到增强园区景观稳定性的目的。</p> <p>②区级公共设施中心以及便利中心周围布置的公共绿地，道路两侧设置约 40 m 的防护林带，不同种类工业区之间设置 80m 以上的隔离绿带，工业区与生活区之间设置 300m 以上的隔离绿化带，园区内保留了沿管沟楔入产业园的楔形绿地，结合自然山体及现有管沟形成生态廊道。据大量研究证明，适宜物种迁移的树篱廊道的宽度应在 12 ~ 30m，园区所规划的绿色廊道能够满足物种迁徙或者抵御物种入侵的绿色廊道宽度；另外，由道路两侧的绿化带与园区的防护林带、公共绿地以及生态绿地形成绿色廊道网络与园区外界相连，廊道连通性好，能提供园区内部以及园区内外物种流动的主要通道。</p> <p>③园区绿化系统主要以具有较高生物量和生命周期较长的物种（如乔木、灌丛等）组成，景观的恢复能力和对景观质量的维护能力较强；另外，园区所在区域光热条件好，加上浇水等人为措施，可为植被恢复提供良好条件，一般在（10 ~ 20a 内即可形成较稳定的次生地带性植物群落<sup>[6]</sup>，而本产业园建设的时期为 20a（2011 ~ 2030 年），可以认定，只要绿地景观规划方案能够全部实施，在园区建成后的最初几年里，绿地景观即可恢复和超过目前水平。</p> <p>总体而言，园区景观恢复能力较强。</p> |
|     | 景观恢复能力  | 60   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|     | 景观恢复能力  | 60   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

表5 项目建设前后生态环境质量比较表

| 名称  | 土地生态适宜性 | 植被覆盖度 | 土壤抗侵蚀能力 | 景观恢复能力 | 生态环境质量 | 生态级别 |
|-----|---------|-------|---------|--------|--------|------|
| 建设前 | 60      | 8.7   | 40      | 40     | 37.2   | Ⅲ    |
| 建设后 | 60      | 41.2  | 60      | 60     | 55.3   | Ⅱ    |

### 2.2.2 园区生态环境质量变化分析

园区土地生态适宜性、植被覆盖度、土壤抗侵蚀度和景观恢复能力赋值情况如表4所示, 园区建设前后生态环境质量情况如表5所示。园区建设前用地主要为农业用地, 土地生态适宜性属较适宜, 但植被覆盖度低, 耕地较为分散, 区内水土流失以强度为主, 景观恢复能力较弱, 生态环境质量属一般状态(Ⅲ), 生态环境受干扰后易恶化, 生态问题显现, 生态灾害时有发生。园区建成后, 用地主要为居住用地和工业用地, 土地生态适宜性属较适宜; 园区对景观绿地的规划较为重视, 绿化率(41.2%)能够达到园区绿化要求; 园区地表除绿化用地外, 均被硬化地面和水域覆盖, 水土流失较弱; 另外园区设计的绿地景观异质性强, 对外连通性好, 设计的物种恢复能力和对景观质量的维护能力较强, 整个园区绿地景观恢复能力较强。生态环境质量属良好状态(Ⅱ), 生态环境受一般干扰下可恢复, 生态问题不显著, 生态灾害不大。

### 3 结论

(1) 园区建成后, 区内土地使用功能发生根本性变化, 景观模地由耕地变为了建设用地, 生态系统由农村生态系统变为城镇生态系统; 园区的生态环境质量由一般状态变为良好状态, 区域内生态环境质量状态有所改善, 园区建设方案基本可行。

(2) 园区建成后, 园区生态环境质量由一般状态变为良好状态的评价是建立在进入园区的一切项目都符合其规划和相应的环保要求的基础上, 因此对今后入园项目必须经过严格论证, 符合园区的规划和生态环境要求, 并根据项目的建设的实际情况, 对园区的生态环境影响进行动态跟踪评价。

(3) 建议园区绿化设计要在最大限度地保留原有植被的基础上, 从景观生态学的基本观点和原理出发, 所设计的景观生态系统, 要能够达到良好状态。

#### 参考文献:

- [1] 田红, 何晓静. 景观生态学在建设项目生态环境影响评价中的应用 [J]. 四川环境, 2003, 22 (4): 13-15.
- [2] 马祥华. 景观生态学在生态环境影响评价中的应用 [J]. 水土保持研究, 2007, 14 (5): 232-234.
- [3] 曲衍华, 崔文科, 宋文著. 中小区域开发建设的生态环境影响评价 [J]. 中国环境管理干部学院学报, 2004, 14 (2): 22-24.
- [4] 吴霖, 周晓铁, 匡武, 等. 景观生态学在生态环境评价中的应用 [J]. 安徽建筑工业学院学报 (自然科学版), 2008, 16 (3): 64-66.
- [5] 廖德兵, 衡景梅, 周黎, 等. 景观生态学在区域环评中的应用 [J]. 四川环境, 2004, 23 (2): 53-56.
- [6] 吴颺, 陈尧华, 廖正军. 景观生态学在生态环境影响评价中的应用—重庆二郎科技园区生态环境影响探讨 [J]. 重庆环境科学, 2000, 22 (5): 31-33.

## The Application of Landscape Ecology in Ecological Impact Assessment for Development Project in Small – or Medium – Sized Area

WANG Jian – ying, XU Shan – shan, LEI Wen – wen

(Southwest Non – Ferrous Kunming Survey and Design (Institute) Company Ltd., Kunming Yunnan 650051 China)

**Abstract:** In this article, Tianshengqiao Specialized Industrial Park Construction in Dongchuan Re – employment Zone in Yunnan is taken as an example. By using the landscape ecology methodology applied in ecological impact assessment, the change of the ecological conditions in the Park is projected and assessed based on the principle laws and statements of the landscape ecology. The major issues and the measures are identified and proposed for the conservation of the ecological environment in the Park for its sustainable ecological and socio – economic development. It could help the ecological impact assessment of the similar project in a technical sense.

**Key words:** landscape ecology; development of small – or medium – sized area; ecological impact assessment; application

# 油田开发项目环境影响评价分析

肖昕<sup>1,2</sup>, 胡舒<sup>1,2</sup>

(1. 中国矿业大学环境和测绘学院, 江苏 徐州 221008;

2. 江苏省资源环境信息工程重点实验室, 江苏 徐州 221008)

**摘要:**从污染方面对石油开发项目环境影响评价的重点进行了分析;在环境污染评价方面,阐述了石油企业对地表水、地下水、海域、土壤、大气、固体废弃物和噪声七个方面的污染问题,以及环境影响评价在油田开发项目中的重要性。

**关键词:**油田开发;环境污染;评价指标

**中图分类号:** X82      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0110-03

油田开发项目是指由地下勘探与钻井、地面油气集输以及水处理等多种工艺组成的一项复杂的系统工程,其主要工艺过程包括石油勘探、钻井、测井、油气开采、集输储运,以及配套的系统工程,包括含油污水处理、注水、供水、供电、通信等。

石油开发项目的选址主要根据原料的来源确定。国内石油化工企业分布可分为三类:①布设在油田附近;②布设在沿海或沿江港口;③布设在其他运输便利的地区。石油化工企业的优化选址十分重要。石油化工的生产过程本身会产生一定的废水、废气和废渣并排放到环境中。因此,合理布局和选址应充分考虑周围环境的敏感性,避开人口稠密区,避开重要的生活饮用水源地,考虑当地常年气象环境。石油化工企业的环境影响评价工作,可优化石油化工企业的产业结构和整体布局,更充分利用资源,促进经济、环境、社会协调发展<sup>[1]</sup>。

## 1 环境影响评价在油田开发项目中的作用

环境影响评价是一项重要的环境管理手段,其作用是保证人类的社会活动与自然环境相协调、实现油田的环境保护和可持续发展战略。实践证明,油田开发项目的环境影响评价在一定程度上可以促进石油工业的发展、优化石油开发项目方案、控制新污染源的产生、提高旧污染源的治理水平、加强油田企业的技术进步以及清洁生产执行力度、促进环境保护意识的提高、提高油田企业的环境管理

水平,对油田企业贯彻可持续发展战略有着深远影响和重大意义。

## 2 油田环境影响评价特征

根据油田开发项目的实施特点,一般可以将项目分为三个时期,即建设期、运行期和衰亡期。每个时期排放的污染物和对生态环境产生的影响各不相同<sup>[2]</sup>。在油田开发项目建设期,污染物主要是钻井过程中产生的废钻井液、岩屑、钻井废水,射孔过程中产生的洗井泥浆,以及其他建设过程中产生的含油污水、噪声和植被破坏。在油田项目运行期,污染物主要是采油、油气设计过程中产生的挥发性烃类,油气水三相分离过程中产生的含油污水、含油污泥。

油田开发项目环境影响评价的特征主要有:①污染物点源排放与面源排放兼有,以点源排放为主;②污染物无组织排放与有组织排放兼有,以无组织排放为主;③污染物正常生产排放和事故排放兼有,以正常生产排放为主;④污染物可控排放与不可控排放兼有,以可控排放为主;⑤特征污染物以石油类为主<sup>[3]</sup>。

## 3 油田污染环境评价的重点分析

### 3.1 地表水环境影响

原油和含油污水发生泄漏以后,会对地表水体造成直接污染,在水体表面形成一层油膜,对周边区域的苇田、虾池和稻田造成直接损害。原油和含油污水若通过地表径流进入浅海,便会对周边海域产生污染。

### 3.2 地下水环境影响

我国大多数油田开发项目已进入开采中后期,其主要采油方式为注水驱采。油田需提取大量地下

收稿日期:2012-05-22

作者简介:肖昕(1972-),女,湖南株洲人,中国矿业大学副教授、博士,长期从事土壤环境化学、环境影响评价的教学与科研工作。

通讯作者:胡舒,中国矿业大学。

水进行注水开发,如:大庆油田每采1t原油平均需注水约4t。

油田在正常生产状态下产生的废弃泥浆、落地油和钻井废水都可能对地下水造成污染<sup>[4]</sup>。钻井废水是油田在开发初期产生的短时间且不连续排放的废水。当勘探或开采井施工到含水层时,钻井废水和泥浆将以井为中心向四周扩散,但扩散范围有限且以自然指数函数形式衰减。油田在事故状态下对地下水环境的影响,主要是指采出的含油污水在输送过程中遇到管道断裂事故,原油泄漏对地下水造成的影响,以及采油井套外返水事故,含油污水穿透含水层对承压水造成污染。

在油气田水体污染物中,排在第一位的为石油类,其次为挥发酚、COD、硫化物和SS。地下水一旦被污染,治理成本高且难于治理。

### 3.3 海域水质环境影响

近年来,随着我国国民经济快速发展和对油气的消费激增,我国对海洋油气勘探开发的强度日益增加。目前,仅渤海就拥有海上平台(储油装置)184座(艘)。在这些海上油气设施中,大多设施都位于附近有养殖区、自然保护区、旅游区、浴场等对水质变化较敏感的近海浅海海域<sup>[5]</sup>。因此,对海洋石油平台附近的海域进行水环境质量状况的综合评价尤为重要。

### 3.4 周边农田土壤环境影响

石油开发生产中产生的落地原油和废弃钻井液将对农田土壤造成极大危害<sup>[6]</sup>。在石油开采的试井和洗井作业过程中,落地油是造成农田土壤环境污染的主要形式。落地油除直接污染井场附近的土壤以外,还会随地表径流污染附近的农田土壤。实际调查表明,距离油井中心100m以外的农田土壤基本不受落地油污染,即落地油影响农田土壤的面积一般为以井场为中心的3hm<sup>2</sup>范围内的圆形范围<sup>[7]</sup>。

原油使生长在地表的植物受到破坏甚至死亡,短期内不能恢复。原油还会使土壤抗蚀能力下降,加重土地沙化。泄漏原油流入土壤孔隙后,会降低土壤的通透性,对土壤中的酶活性产生抑制,使生物减少。

### 3.5 大气环境影响

原油泄漏和伴生气泄漏都将对大气环境造成直接影响。原油泄漏如不及时处理,对空气造成的影响较大<sup>[8]</sup>。同时,在油气集输过程中泄压放空时排出的伴生气会造成局部地区的大气污染。注汽锅

炉燃烧不充分时排出的黑烟也会对大气环境造成一定的污染。

油田废气大多以无组织形式排入大气环境,挥发性石油烃类是主要的废气污染物。

### 3.6 固体废弃物环境影响

油田在开发过程中会产生大量的固体废弃物,主要包括钻井废弃泥浆、落地原油、钻井岩屑<sup>[9]</sup>等。这些废弃物若环境中堆积或处理不当,会对环境造成极大的危害。

钻井泥浆主要产生于施工时期的钻井期,应采用无害化处理技术对泥浆进行处理。对于在修井过程中产生的落地原油,应利用厚塑料布对井场地面进行覆盖,避免落地油直接进入土壤中。钻井岩屑产生于钻井过程中,其污染物含量较低。一般情况下,小颗粒的岩屑可以与泥浆一起填埋并采用无害化处理,经过振动筛分离出来的较大岩屑可用于铺垫井场和油区道路。

### 3.7 噪声环境影响

石油开发项目生产性噪声较广泛存在于钻井、采油、固井、井下作业、石油机械制造、石油化工等系统,是石油企业主要职业性有害因素之一,严重危害到作业人员的身体健康<sup>[10]</sup>。了解石油企业噪声情况以及对油田噪声进行环境影响评价,可以为建立卫生监督分级管理制度、合理的劳动保护措施以及在油田生产系统中推行岗位技能工资制提供科学依据。

## 4 结论

发展循环经济是提高资源利用效率、减轻环境污染的重要途径。因此,石油开发项目在运行过程中要特别注重生态保护和区域可持续发展,优先发展高科技、低污染的项目,提高能源的利用率,降低运输成本,减轻环境影响,优化产品方案和规模。建议石油开发项目在工程竣工投入运行后,加大环境监测的力度,对废水中石油类排放总量、COD排放总量,废气中二氧化硫排放总量实现污染物达标排放,落实“三同时”制度,对发现的问题应及时采取补救措施,实现石油开发项目与周边环境的协调发展。

#### 参考文献:

- [1] 尹景德. 南堡油田石油化工业主要环境问题及建议 [J]. 内蒙古环境科学, 2008, 20 (4): 29-31.
- [2] 耿慧晶. 浅谈油田开发项目环境影响评价工程分析的编制 [J]. 油气田地面工程, 2006, 25 (12): 26-27.
- [3] 黄新春, 阙品玲, 刘永红, 等. 浅谈环境影响评价在油田环境管理中的作用 [J]. 油气田环境保护, 2010, 20: 70-72.
- [4] 张兴儒, 张士权. 油气田开发建设与环境的影响 [M]. 北京:

- 石油工业出版社, 1998: 23-24.
- [5] 卢芳, 高振会, 贾永刚, 等. 锦州某油田海域水质现状的模糊综合评价 [J]. 环境工程, 2010, 28: 285-297.
- [6] 张鹏新. 土壤中污染物迁移模型在油田环境影响评价中的应用 [J]. 油气田环境保护, 2005, 15 (4): 49-51.
- [7] 刘德敏, 马晓红. 油田开发对生态环境的影响研究 [J]. 中国科技信息, 2010, (22): 25-27.
- [8] 孙俊峰, 王旭成, 孙万里. 锦州油田开发建设中的污染影响及控制措施浅析 [J]. 油气田环境保护, 2009, 19: 21-23, 36.
- [9] 孟繁萍, 段丽杰. 浅析油田固体废物对环境的影响及处置措施 [J]. 能源环境保护, 2010, 24 (5): 37-41.
- [10] 伍绍萍, 刘英华, 伍绍芬, 等. 石油企业生产环境噪声强度分级调查 [J]. 中国工业医学杂志, 2010, 23 (5): 369-370.

## An Analysis of Environmental Impact Assessment for Oilfield Development Project

Xiao Xin<sup>1,2</sup> Hu Shu<sup>1,2</sup>

(1. School of Environment Science and Spatial Informatics, China University of Mining and Technology, Xuzhou Jiangsu 221008 China)

**Abstract:** In respect of the environmental pollution, it is discussed in this article what could be the focal points during the environmental impact assessment of the oil development project. It is elaborated the pollution by the oil enterprise, of groundwater, surface water, marine environment, soil, air, solid waste and noise; and stresses the crucial role of environmental impact assessment for the oilfield development project.

**Key words:** oilfield development; environmental pollution; evaluation index

## 欢迎订阅《环境工程》杂志

中国自然科学中文核心期刊 中国环境科学类核心期刊  
中国科技论文统计源期刊

《环境工程》是由中国钢铁工业协会主管, 中冶建筑研究总院有限公司和中国环境科学学会环境工程分会主办, 国内外公开发行的国家环境保护科技刊物。主要报道冶金、石油、化工、电力、市政、煤炭、制药、轻工等行业的污染防治治理工程技术、科研成果、综合利用及清洁生产技术、新工艺、新设备、新材料和国内外环保信息等。

《环境工程》为双月刊, 大16开本, 双月22日出版, 每期定价15.00元, 全年6期共90.00元(包括邮费)。读者可到当地邮局订阅(邮发代号82-64), 也可通过银行或邮局汇款直接向编辑部订阅。

在线投稿: <http://hjgc.cbpt.cnki.net>

广告许可证: 京海工商广字8231

地址: 北京市海淀区西土城路33号《环境工程》编辑部 邮编: 100088

电话: (010) 82227638 (编辑) /7236 (发行) /7882、7677 (广告)

E-mail: [hjgctg@163.com](mailto:hjgctg@163.com)



# 空气和废气中吡啶检测分析方法研究

徐秋军, 鲁宝权, 龚晓丽, 丁雷

(江阴秋毫检测有限公司, 江苏 江阴 214400)

**摘要:** 研究了用5%乙醇-水溶液作为吸收液, 直接进样 $1\mu\text{l}$ , 气相色谱仪分析, 氢火焰检测器检测分析空气和废气中吡啶, 检出限:  $0.01\text{mg/L}$ ; 吸收效率: 98%; 标准偏差: 8%; 曲线相关性:  $\gamma = 0.9993$ 。均符合该物质便捷、准确、快速的检测要求。

**关键词:** 吡啶; 检测; 空气; 废气; 方法; 研究

**中图分类号:** X83 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0113-02

吡啶作为药品、消毒剂、染料、粘稠剂的起始物, 应用行业较广。该物质易燃、易挥发、具有强刺激性, 在环境空气及工作场所中存在一定浓度会导致人员身体不适, 严重时会引起消化功能紊乱、发生肝肾损害等。针对该物质应用行业较广、毒性大等特点, 建立便捷、快速、准确的分析方法尤为重要。目前国内对该物质空气中污染检测方法报道文献较少, 文献中工作场所空气中吡啶的热解析吸气相色谱测定方法研究<sup>[1]</sup>, 采用热解析前处理进样, 缺点在于热解析分析进样时间长, 准确度不高。国家环境保护总局中《空气和废气监测分析方法》(第四版)<sup>[2]</sup>规定采用巴比妥酸分光光度法, 该分析方法实验过程中使用到剧毒氰化钾溶液, 实验过程也较为繁琐, 环境检测行业基本不再使用。气相色谱法, 用硫酸做吸收液, 二硫化碳萃取富集, 分析前处理过程较为复杂, 二硫化碳极易受污染, 影响样品谱图定性。针对以上问题, 本文研究了用5%乙醇-水溶液作为吸收液, 直接进样 $1\mu\text{l}$ , 气相色谱仪分析, 氢火焰检测器检测, 以方便检测, 简化前处理过程, 减少使用有机溶剂对人体的伤害。

## 1 实验部分

### 1.1 实验仪器及试剂

Agilent-6890N 气相色谱仪配有自动进样器, 具 FID 检测器 (美国安捷伦科技公司);

毛细管柱型号: DB-Wax 色谱柱 (最高温度:  $260^\circ\text{C}$   $30\text{m} \times 0.32\text{mm} \times 0.25\mu\text{m}$ );

大气采样器: TH-110F (武汉天虹科技有限公司);

吡啶标准物质:  $\rho = 0.983\text{g/ml}$  色谱纯 (天津市科密欧化学试剂有限公司);

乙醇色谱纯 (上海国药集团化学试剂有限公司);

气泡吸收管: 25ml。

### 1.2 实验条件

分流进样分流比: 50 : 1; 氮气: 载气流量  $15\text{ml/min}$ ; 氢气流量:  $30\text{ml/min}$ ; 空气:  $300\text{ml/min}$ ; 进样口温度:  $200^\circ\text{C}$ ; 压力:  $8.79\text{psi}$ ; 检测器温度:  $220^\circ\text{C}$ 。采用程序升温分析, 初始温度  $50^\circ\text{C}$ , 以  $10^\circ\text{C/min}$  升温至  $120^\circ\text{C}$ , 分析时间  $7.00\text{min}$ 。以保留时间定性、外标法 (峰面积) 定量, 标准曲线法校正。

### 1.3 样品采集与前处理

配置好5%乙醇-水吸收液 (现配现用), 准确加入气泡吸收管中, 带到采样现场以  $0.3 \sim 0.5\text{L/min}$  流量, 采气  $1 \sim 20\text{L}$  (视污染物浓度而定)<sup>[2]</sup>, 注意连接方向, 切勿接反倒吸。样品采集后置于暗处保存, 12h 内分析完毕。样品如不能立即分析可以于  $4^\circ\text{C}$  下冷藏保存<sup>[4]</sup>。根据质量控制要求带采样空白 (内装同样体积吸收液在同一时间、同一地点不作采样, 作为现场空白)<sup>[4]</sup>。

### 1.4 样品分析

样品采集后直接转移至  $2\text{ml}$  色谱瓶, 准确定容至  $1\text{ml}$ , 自动进样器直接进样  $1\mu\text{l}$ 。

## 2 结果与讨论

### 2.1 标准曲线绘制

将吡啶标准物质用5%乙醇-水吸收溶液配制成

收稿日期: 2012-05-21

作者简介: 徐秋军 (1983-), 男, 江苏江阴人。毕业于南京财经大学应用化学专业, 本科, 现从事环境检测管理工作。

标准使用液含量为 983 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ，再准确吸取 50、100、150、200、250 $\mu\text{l}$  于色谱瓶中，标准曲线见表 1。

表 1 吡啶标准曲线回归方程、相关系数、检出限

| 化合物 | 测定值  |      |      |      |      | 回归方程                 | 相关系数         | 检出限  |
|-----|------|------|------|------|------|----------------------|--------------|------|
|     | 标点 1 | 标点 2 | 标点 3 | 标点 4 | 标点 5 |                      |              |      |
| 吡啶  | 49.4 | 98.7 | 148  | 197  | 246  | $Y = 0.303X + 0.993$ | $Y = 0.9993$ | 0.01 |

备注：该方法对于吡啶检测的范围：最低检出浓度为  $\text{mg}/\text{m}^3$ （以采集 20L 空气样品计），参照文献<sup>[4]</sup>气相色谱分析检出限计算。

## 2.2 吡啶标准谱图（图 1）

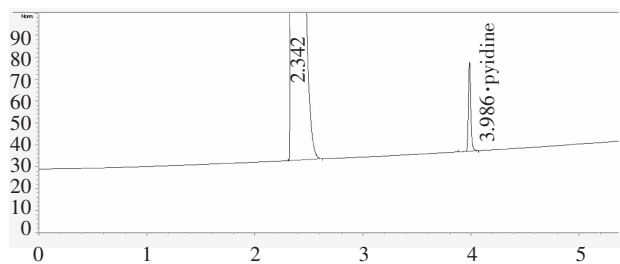


图 1 吡啶标准谱图

（保留时间定性，峰面积定量，出峰稳定，无干扰）

## 2.3 吸收液选择实验

分别选择了水、5% 乙醇 - 水溶液、10% 乙醇 - 水溶液、20% 乙醇 - 水溶液做吸收液，准确加入一定量的吡啶标准物质，吸收效率见表 2。

由表 2 检测数据分析得出：选择 5% 乙醇 - 水溶液做为吸收液乙醇用量较少，吸收效率较好，接近 100%；10% 乙醇 - 水溶液以及 20% 乙醇 - 水溶液作为吸收液，吸收效率超出正常值，且实验过程中发现色谱峰拖尾。

表 2 吸收液选择实验

| 加入量/ $\mu\text{g}$ | 水   |      | 5% 乙醇 - 水溶液 |      | 10% 乙醇 - 水溶液 |      | 20% 乙醇 - 水溶液 |      |
|--------------------|-----|------|-------------|------|--------------|------|--------------|------|
|                    | 测定值 | 吸收效率 | 测定值         | 吸收效率 | 测定值          | 吸收效率 | 测定值          | 吸收效率 |
| 197                | 173 | 88%  | 194         | 98%  | 216          | 109% | 218          | 110% |

## 2.4 方法的精密度实验

选择曲线中间点连续测定 6 次，测定结果见表 3。

表 3 吡啶精密度实验分析结果

| 标准值/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ | 测定均值/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ | 标准偏差 RSD/% |
|--------------------------------------|---------------------------------------|------------|
| 98.7                                 | 98.4                                  | 8.0        |

## 2.5 样品分析

样品采集分析按照 1.3 进行。在江阴市某化工企业车间采集工作场所中吡啶，采集 4 个点，按照 1.4 进行样品分析，采集 20L 体积气体，检测结果见表 4。

表 4 实验样品测定结果 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

| 采样点 | 测定值  |
|-----|------|
| 1#  | 0.81 |
| 2#  | 1.12 |
| 3#  | 0.98 |
| 4#  | 未检出  |

## 3 实验结论

实验采用了 5% 乙醇 - 水溶液为吸收液，采集空气和废气以及工作场所中吡啶污染气体。通过对吡啶进行一系列实验，文中实验方法实验结果较好；实验精密度、工作曲线以及吸收效率均符合质量控制要求；实验样品采集步骤快速，分析过程简便，在 6.00min 内完成实验分析，适合吡啶中环境空气排气口废气以及工作场所中吡啶检测分析，适合推广和采用。

### 参考文献：

- [1] 顾树芳, 于寿进, 王莉. 工作场所空气中吡啶的热解析气相色谱测定方法研究 [J]. 江苏预防医学, 2010, 7 (21): 55 - 57.
- [2] 国家环保总局编委会. 空气和废气监测分析方法 (第 4 版) [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2003: 716 - 919.
- [3] 江苏省环境监测中心. 环境监测操作技术指南 [R]. 2006: 45 - 46.
- [4] 朱明华. 仪器分析 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 44 - 45.

(下转第 133 页)

# 三峡水库大宁河回水区藻类生长与三态磷盐变化特征分析

洪尚波, 吴光应

(巫山县环境监测站, 重庆 巫山 404700)

**摘要:** 多年的调查数据表明, 每年的3~6月是大宁河回水区水体营养盐及藻类含量增长期。在2011年3~6月对大宁河回水区整个区域的调查过程中发现, 水体磷盐含量从回水区上游至入长江河口逐渐增大, 总磷0.010~0.257 mg/L, 溶解性磷0.010~0.208 mg/L, 正磷酸盐0.010~0.179 mg/L; 磷盐3个指标中, 正磷酸盐变异性最大(各断面59%~85%), 能够较好地反映藻类消耗磷盐的情况。正磷酸盐和藻类生物量呈显著负相关关系, 且在自然水体中有明显分层。在室内培养条件下采用线性关系粗略分析, 藻类能在水体正磷酸盐含量较低时释放和转化磷盐, 其藻类生物量理论极限容量值略高于天然状态。室内培养藻类发现, 藻类生长过程中先是个体的增长, 之后数量增殖, 但平均体积会变小。藻类生长活性有一个由强到弱然后再增强的过程, 而较低正磷酸盐浓度会抑制藻类的生物活性使其一直处于一个较低的水平。

**关键词:** 三峡水库; 浮游藻类; 三态磷盐; 特征

**中图分类号:** X83 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0115-05

三峡水库成库以来, 库区水环境的变化以及对生态环境的影响一直备受人们关注。水库蓄水以后, 支流回水区形成许多库湾, 这些库湾在干流回水顶托作用下水流缓慢, 其水文条件、生境状况区别于其它河段, 也与一般意义上的湖泊、水库有明显差别<sup>[1]</sup>。有调查表明, 三峡库区次级河流受到不同程度污染, 水体中N含量丰富。N元素不是发生富营养化的限制因子, 其限制因子主要为P<sup>[2]</sup>。磷参与光合作用中间产物的转变和能量传递, 在藻类生长过程中起着重要作用。对于湖泊环境中磷循环与藻类生长的关系已有很多研究<sup>[3~8]</sup>, 而专门针对三峡库区次级河流磷变化与藻类生长的研究则未见系统报道。本文以三峡库区具有代表性的次级河流大宁河为研究对象, 在系统调查大宁河氮、磷、叶绿素a的多年时空分布特征的基础上, 通过野外监测和室内培养分析水华期间大宁河回水区藻类生长与磷盐变化的关系, 探讨绿藻水华暴发的机制, 进一步为保护生态环境、防治水华污染提供依据。

## 1 研究方法

### 1.1 点位布设情况

采用GPS定位, 沿入长江河口逆流至大昌镇方向34km河段设置5个断面, 分别是A菜籽坝

(30°59'038"N, 109°36'031"E), B白水河(29°56'942"N, 109°53'593"E), C东坪坝(31°08'478"N, 109°53'634"E), D双龙(31°10'970"N, 109°52'463"E), E大昌(31°15'943"N, 109°47'562"E)。其中A断面位于大宁河入长江河口处, B、C、D断面位于大宁河回水区易发生水华的区域, E断面位处大宁河回水区上游, 点位分布如图1所示。

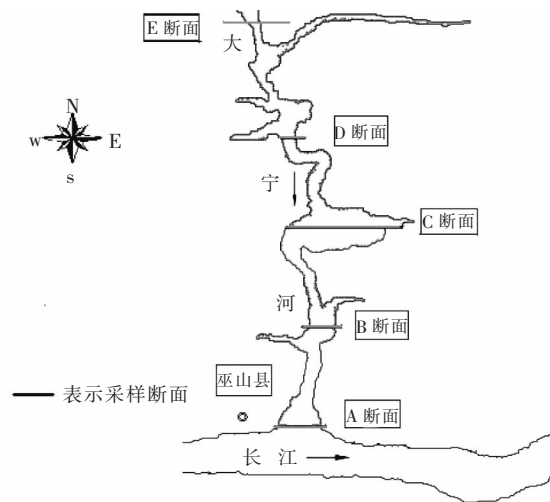


图1 采样点位图

### 1.2 年变化调查

2006~2010年进行每年3~10月定位采样, 每月上旬于D断面采样1次。采用有机玻璃分层采样器采河道中央水面下0.5m表层样品。

收稿日期: 2012-06-18

作者简介: 洪尚波(1985-), 男, 汉族, 重庆万州人, 助理工程师, 从事环境监测工作。

### 1.3 2011年3~6月流域调查

2011年3月24日、4月28日、5月17日、5月25日、5月30日、6月3日, 对大宁河A、B、C、D、E 5个断面进行定位采样, 采用有机玻璃分层采样器采河道中央水面下0.5m表层样品。

### 1.4 日变化定位实验

2011年5月24日~5月30日, 对大宁河B断面进行定位采样, 采用有机玻璃分层采样器采河道中央水面下0.5m、2.0m、5.0m、10.0m、底层水样样品。

### 1.5 室内培养实验

取1000ml三角烧瓶5只, 将5月24日采自大宁河B断面样品在自然光照条件下培养。取B断面河水经0.45 $\mu\text{m}$ 滤膜后, 于108kPa压力和121 $^{\circ}\text{C}$ 下蒸煮15min, 作为培养基储于玻璃容器中, 黑暗处5 $^{\circ}\text{C}$ 保存, 使用该培养基补充每日自然蒸发量。每次分析取水样100ml, 保持三角烧瓶中样品体积第一日1000ml, 第二日900ml, 第三日800ml, 依此<sup>[9]</sup>。

### 1.6 分析方法

水样各项目均按照国家标准方法进行分析<sup>[10]</sup>。总氮采用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法; 磷(总磷、溶解性磷酸盐和溶解性总磷)采用钼酸铵分光光度法。为了控制测定的准确性, 每10个测定样品用标准样品校验。另采用10%的平行样分析来控制实验的精密度。

水体叶绿素a采用便携式多参数水质测定仪(DS5X)测定; 藻类分析使用FlowCAM(BTFCV-SIV)藻类分类系统<sup>[11]</sup>; 数据相关性及其主成分分析采用SPSS17.0统计软件处理<sup>[12~13]</sup>。

## 2 结果分析

### 2.1 大宁河回水区营养盐与藻类生长年变化特征

2006~2010年, 大宁河回水区调查点(图1所示D断面)3~10月份水体叶绿素a、总磷、总氮的变化情况见图2。总体上看水体中叶绿素a含量, 3~5月份基本保持在6 $\text{mg}/\text{m}^3$ 以下(2008年3月份发生水华, 叶绿素a达到18.367 $\text{mg}/\text{m}^3$ ), 6~9月份处于一个较高的水平, 10月份会有所下降; 水体中总磷、总氮含量变化情况与叶绿素类似, 在3~5月份保持较低水平并逐渐增大, 在6月份以后达到一个较高水平, 其中总氮含量变化趋势比较稳定, 总磷含量变化波动较大, 磷系统循环受各因素影响更加敏感。

### 2.2 大宁河回水区2011年3~6月水体三态磷盐及藻类生长时空变化

由2006~2010年对大宁河回水区的调查可知,

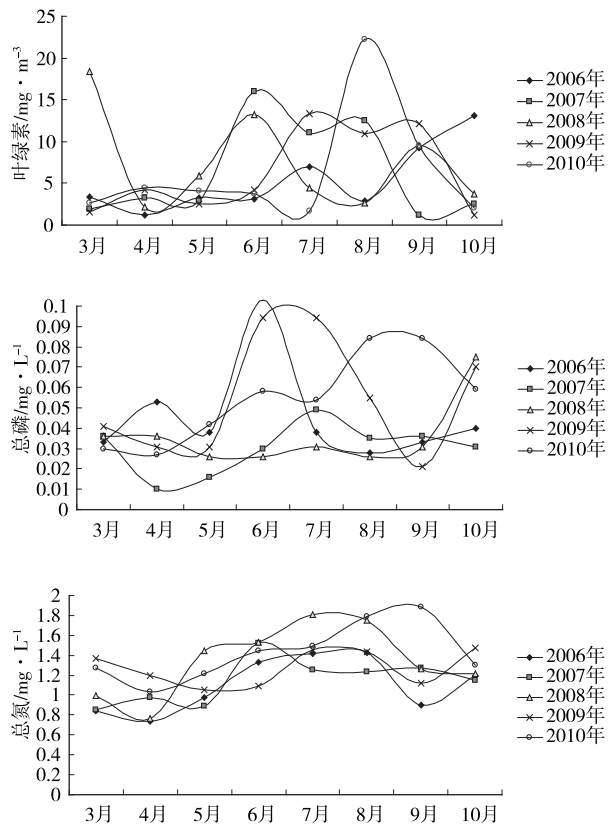


图2 大宁河回水区叶绿素a、总磷、总氮月变化趋势

每年的3~6月份该区域水体主要营养盐及生物指标将有一个由低水平向高水平变化的过程。因此于2011年3~6月份对其进行了一次详细调查, 其三态磷的变化特征见表1, 其chl<sub>a</sub>及三态磷盐的时空分布规律见图3。2011年3~6月, 在对大宁河回水区5个断面的调查中发现, E断面位处回水区上游, 其总磷、可溶性磷、正磷酸盐含量为5个断面中最低, 但其变异系数为5个断面中最大。由图3中叶绿素变化情况可知, E断面叶绿素含量一直处于较低水平, 故该情况的出现非由藻类生长引起, 可能是由于三峡水库放水, 底泥磷盐释放导致水体磷盐增大所致。A断面位于大宁河入长江河口位置, 受长江水体磷盐影响(2006~2010年长江巫山段总磷平均含量0.110 $\text{mg}/\text{L}$ ), 其三态磷盐含量为5个断面中最高, 其变异系数为5个断面中最小。B、C、D断面位于大宁河回水区中段, 其磷循环的稳定性受到水力冲刷、外源磷输入与生物调控等多因素动态平衡的影响, 总磷、可溶性磷和正磷酸盐的变异系数范围分别为42%~55%、39%~47%和66%~77%, 其变异系数可溶性磷最小, 总磷次之, 正磷酸盐最大, 说明在这个磷循环系统中, 正磷酸盐是一个比较敏感的指标, 能够较好地指示磷循环平衡的状态。

表1 大宁河回水区三态磷的变化特征

| 位点变化 | 总磷            |        | 可溶性磷          |       | 正磷酸盐          |        |
|------|---------------|--------|---------------|-------|---------------|--------|
|      | 变化范围          | 变异系数/% | 变化范围          | 变异系数% | 变化范围          | 变异系数/% |
| A    | 0.13 ~ 0.257  | 24     | 0.120 ~ 0.208 | 26    | 0.027 ~ 0.179 | 59     |
| B    | 0.066 ~ 0.189 | 48     | 0.057 ~ 0.149 | 40    | 0.013 ~ 0.130 | 77     |
| C    | 0.047 ~ 0.130 | 42     | 0.037 ~ 0.096 | 39    | 0.022 ~ 0.086 | 66     |
| D    | 0.022 ~ 0.086 | 55     | 0.017 ~ 0.061 | 47    | 0.01 ~ 0.047  | 73     |
| E    | 0.01 ~ 0.091  | 100    | 0.01 ~ 0.052  | 80    | 0.01 ~ 0.047  | 85     |

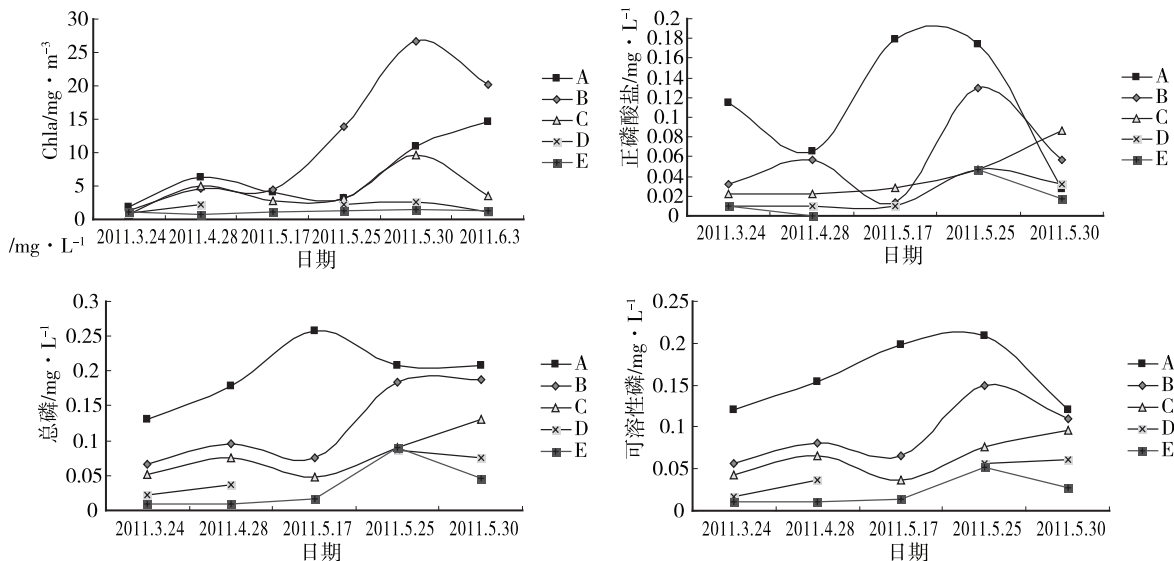


图3 调查期间 chl a、正磷酸盐、总磷、可溶性磷时空变化图

2.3 水华期间磷盐分层分布特征及其与藻类生长关系

在2011年3~6月的流域调查过程中发现，B断面水体 chl a 在5月份增长迅速，该处有发生水华的可能。因此，自5月24日始连续每日对B断面水体进行监测分析，观测大宁河回水区水华暴发的过程，研究其间磷盐与藻类生长日变化特征并分析其关系。不同水层正磷酸盐变化见图4，正磷酸盐与藻类生长关系见图5。从图4可以看出，正磷

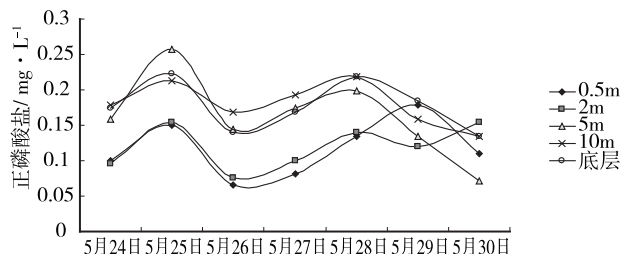


图4 不同水层正磷酸盐变化图

个水层。这主要是由藻类生长的垂直分布特点引起的，藻类主要集中在水体表层，期间0.5m水层藻类生物量有3.854~9.363mg/L（均值6.367mg/L），2.0m水层藻类生物量有2.075~14.540mg/L

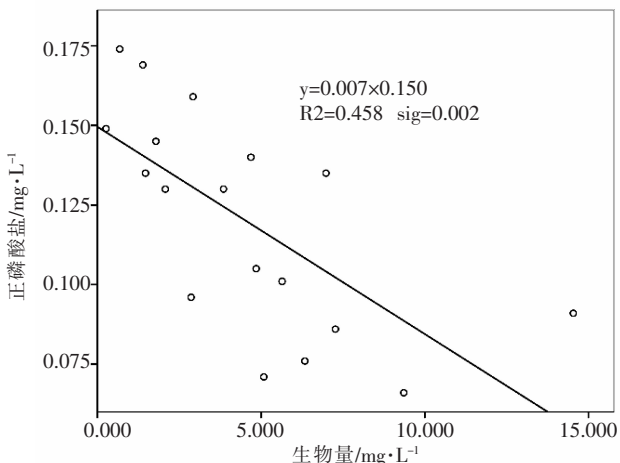


图5 大宁河B断面水体藻类与正磷酸盐关系图

酸盐在水体中的分布因不同水深具有明显分层差异，0.5m和2.0m水层正磷酸盐含量比较接近，5.0m、10.0m和底层水体正磷酸盐含量比较接近，并且0.5m和2.0m水层正磷酸盐含量低于其它三

（均值5.893mg/L）。图5反映了藻类对正磷酸盐的吸收关系，所选数据为24~29日中当日透明度5倍以内调查样品的分析数据，结果显示正磷酸盐与藻类生物量在0.002水平呈显著负相关关系。水体中

溶解正磷酸盐随生物量的增加而减少，藻类生长主要吸收水体中的正磷酸盐。采用线性关系粗略分析，假定藻类能将正磷酸盐全部吸收，每1LB断面的水理论上能够保证藻类增长到21.4mg的极限生物量。

### 2.4 室内培养藻类生长特征

采用FlowCAM藻类分类系统分析藻类，能够记录单个藻类的物理参数，计算出单个藻类的体积；具有650nm长通滤镜，给出所记录每个藻类的叶绿素荧光强度。培养期间藻类个体体积变化情况见图6，藻类叶绿素荧光强度的变化见图7。藻类体积在412.67~6787.83 $\mu\text{m}^3/\text{cell}$ 范围变化。总体上看，藻类体积先逐渐增大，而后在第4~6d体积变小。表明藻类生长过程中先是个体的增长，之后是数量的增殖，但是平均体积会变小。藻类荧光强度的大小反映了其生物活性的强弱，培养初期，底层样品的荧光活性最好，然后依次是5.0m水层、0.5m水层、2.0m水层和10.0m水层样品；培养至第4d，各个样品的藻类荧光强度差异变小，在41246~81661AU/mg范围变化；之后第5d、第6d，各个样品的藻类荧光活性发生变化，最大的5.0m水层样品，达到704526 AU/mg，其次底层样品和10.0m水层样品，最小的是0.5m和2.0m水层样品，分别为97214 AU/ $\mu\text{m}^3$ 和91724 AU/mg。表明培养过程中，藻类生长活性有一个由强到弱然后再增强的过程，而较低正磷酸盐浓度（0.5m和2.0m水层样品）会抑制藻类的生物活性使其一直处于一个较低的水平。

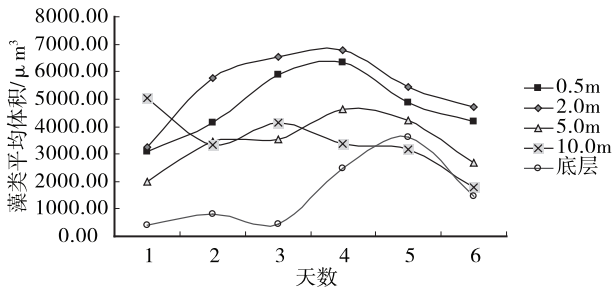


图6 培养期间藻类平均体积变化图

### 2.5 室内状态磷盐与藻类生长关系分析

分析0.5m以及2.0m水层培养样品，藻类生物量分别从5.64、2.86mg/L增长到25.06、35.95mg/L，在培养初期持续增长，在第4~5d增长放缓，然后第5~6d再次迅速增长，5.0m水层、10.0m水层和底层培养样品一直持续增长，分别从0.26mg/L增长到2.52mg/L，0.11 mg/L增长到1.06mg/L，0.03mg/L增长到3.11mg/L。5个水层的样品培养至第6d生物量分别增加了3.44倍、12.57倍、8.69倍、8.64倍和102.67倍。正磷酸盐变化如图8所示，0.5m和2.0m水层样品正磷酸盐含量相近变化相似，前3d持续下降，在第3~4d保持在0.008~0.013mg/L的较低水平，第5d分别增大到0.027 mg/L和0.037mg/L，然

后第6d又降低到0.003mg/L；其它三个水层样品正磷酸盐含量比较接近，培养期间5.0m水层和底层样品藻类活性更好，其正磷酸盐减少较10m水层样品更快。上述情况表明：在水体正磷酸盐含量较低的时候（<0.013mg/L）藻类会释放部分之前积累在体内的磷盐，并将水体中部分有机态磷转化为正磷酸盐，这一过程发生在此次培养的第4d。在室内培养过程中，正磷酸盐与藻类生物量关系见图9，藻类增长不断消耗

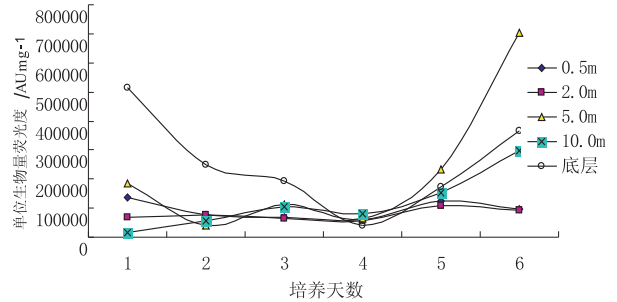


图7 培养期间藻类单位生物量叶绿素荧光强度变化图

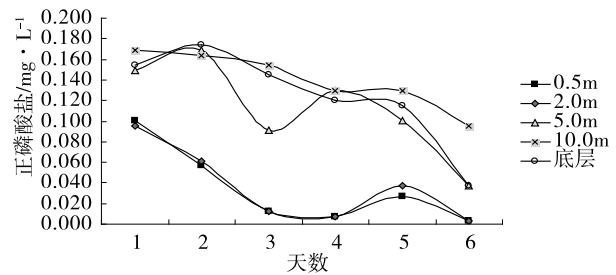
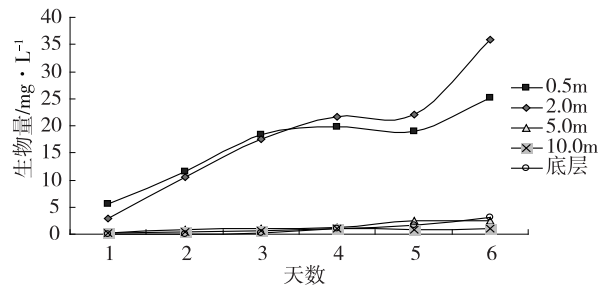


图8 藻类生物量、培养液中正磷酸盐变化图

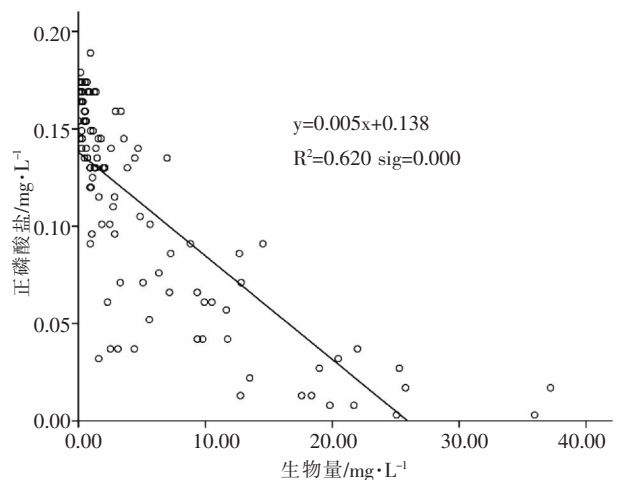


图9 室内培养正磷酸盐与藻类生物量关系图

培养液中的正磷酸盐,  $y = -0.005x + 0.138$ , 其消耗速率略小于自然水体 ( $y = -0.007x + 0.150$ ), 在室内培养条件下, 1L 培养液理论上能保证藻类增长到 27.6mg 的生物量, 稍多于天然状态下的 21.4mg, 这是藻类在不利条件下释放和转化磷盐的结果。

### 3 结论

大宁河回水区磷盐与藻类变化表现出明显的时空差异性。多年的调查数据表明, 每年的 3~6 月大宁河回水区水体营养盐和藻类含量会逐渐增大, 达到一较高水平并保持数月; 对比营养盐氮磷的年变化情况, 磷盐的波动变化更大, 受环境因素影响更敏感。在 2011 年 3~6 月对大宁河回水区整个区域的调查过程中发现, 水体磷盐含量从回水区上游至入长江河口逐渐增大; 总磷、溶解性磷和正磷酸盐三个指标中, 正磷酸盐变异性最大, 能够较好地反映藻类消耗磷盐的情况。正磷酸盐和藻类生物量呈显著负相关关系, 采用线性关系粗略分析, 在室内培养条件下藻类能在水体正磷酸盐含量较低时释放和转化磷盐, 其藻类生物量理论极限容量值略高于天然状态。室内培养藻类发现, 藻类生长过程中先是个体的增长, 之后是数量的增殖, 但是平均体积会变小; 藻类生长活性有一个由强到弱然后再增强的过程, 而较低正磷酸盐浓度会抑制藻类的生物活性使其一直处于一个较低的水平。

### 参考文献:

- [1] 张晟, 宋丹, 张可, 等. 三峡水库典型支流上游区和回水区营养状态分析 [J]. 湖泊科学, 2010, 22 (2): 201-207.
- [2] 张晟, 李崇明, 郑炳辉, 等. 三峡库区次级河流营养状态及营养盐输出影响 [J]. 环境科学, 2007, 28 (3): 500-505.
- [3] 陈永川, 汤利, 湛丽, 等. 滇池水体中磷的时空变化特征研究 [J]. 农业环境科学学报, 2005, 24 (6): 1145-1151.
- [4] 陈永川, 汤利, 张德刚, 等. 滇池水体叶绿素 a 的时空变化及磷对藻类生长的影响 [J]. 农业环境科学学报, 2008, 27 (4): 1555-1560.
- [5] 陈永川, 汤利, 张德刚, 等. 滇池沉积物总磷的时空变化特征研究 [J]. 农业环境科学学报, 2007, 26 (1): 51-57.
- [6] 高丽, 杨浩, 周健民, 等. 滇池沉积物磷内负荷及其对水体贡献的研究 [J]. 环境科学学报, 2004, 24 (5): 776-781.
- [7] 陈永川, 张德刚, 汤利. 滇池水体磷的时空变化与藻类生长的关系 [J]. 生态环境学报, 2010, 19 (6): 1363-1368.
- [8] 韦海英, 柴立和. 磷循环的非线性动力学特征及富营养化 [J]. 湖泊科学, 2006, 18 (6): 557-564.
- [9] 吴珊, 张晓萍, 张福萍. 2 种藻类储磷释磷过程与生长情况对比 [J]. 河海大学学报 (自然科学版), 2010, 38 (1): 15-19.
- [10] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法 (第四版) [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002: 239-284.
- [11] Edward J. Buskey, Cammie J. Hyatt. Use of the FlowCAM for semi-automated recognition and enumeration of red tide cells (*Karenia brevis*) in natural plankton samples [J]. Harmful Algae, 2006 (5): 685-692.
- [12] 程子峰, 徐富春. 环境数据统计分析基础 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2006: 77-97.
- [13] 刘大海, 李宁, 晁阳. SPSS15.0 统计分析从入门到精通 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2008.

## Variation of Three Forms of Phosphorus with Algae Growth in the Backwater Area of Daninghe River of the Three Gorges Reservoir

HONG Shang-bo, WU Guang-ying

(Wushan County Environmental Monitoring Station, Wushan Chongqing 404700 China)

**Abstract:** The investigation data of several years shows that the nutrients and the algae are growing rapidly in the backwater area of Daninghe River every March till June. An investigation carried out in March-June of 2011 finds out the content of phosphorus is gradually increasing from the upper backwater area to the Yangtze River estuary, with the total phosphorus from 0.010~0.257mg/L, the dissolved phosphorus 0.010~0.208 mg/L and orthophosphate 0.010~0.179 mg/L. Of the three indicators, the orthophosphate varies in a wide range (each cross-section 59%-85%), and it better reflects the consumption of the phosphate salts by the algae. The orthophosphate and the algae are in a negative correlation, and they are stratified in the water. In a static laboratory test, we notice that the algae could release and transform the phosphorus when the orthophosphate content of the environment is relatively low. The theoretical maximum algal biomass slightly exceeds the natural amount. The algal biomass grows first by single algal growth, and then by quantity but with averagely smaller size. The algal growth experiences a process from active to less active and then being active again. The low concentration of orthophosphate could inhibit the algal activity and keep it at a low level as well.

**Key words:** the Three Gorges Reservoir; algae; three forms of phosphorus; feature

# 水中铝元素和钒元素测定方法的研究

刘琳琳, 薛晓康, 王 露

(上海化工研究院检测中心, 上海 200062)

**摘 要:**应用电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-AES法)和紫外-可见分光光度法检测水中的铝元素和钒元素的含量,并对比这两种检测方法的效果。

**关键词:**铝元素;钒元素;ICP-AES法;紫外-可见分光光度法

**中图分类号:**X83 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-9655(2012)06-0120-03

水是自然界一切生命的重要基础,是人类赖以生存和发展必不可少的物质之一。然而,在自然界的循环过程中,由于人类的活动和工农业的发展,水往往受到不同程度的污染,对人类安全用水产生影响。铝元素是一种低毒金属元素,它并非人体需要的微量元素,人体摄入铝后仅有10%~15%能排泄到体外,大部分会在体内蓄积,与多种蛋白质、酶、三磷酸腺苷等人体重要物质结合,影响体内多种生化反应,干扰细胞和器官的正常代谢。长期摄入会损伤大脑,导致痴呆。铝可通过胎盘屏障蓄积于胎儿体内造成发育损害,还可出现贫血、骨质疏松等疾病<sup>[1-3]</sup>。钒元素虽然是人类正常生长所需的矿物质,但若在体内蓄积过多,人体会出现呼吸道、眼及皮肤的炎症、刺激症状、神经功能紊乱等<sup>[4]</sup>,会损害皮肤、心脏及肾脏<sup>[5]</sup>。因此快速、方便地检测出水中的铝元素和钒元素具有十分重要的意义。

由Fassel<sup>[6]</sup>和Greenfield<sup>[7]</sup>各自独立提出的ICP-AES技术于近年来发展迅速。样品雾化后被激发发射出所含元素的特征谱线,根据特征谱线的存在与否,鉴别样品中是否含有某种元素(定性分析);根据特征谱线强度则可确定样品中相应元素的含量(定量分析)<sup>[8-9]</sup>。紫外-可见分光光度法广泛用于无机物和有机物的定性和定量测定,灵敏度和选择性较好。本文采用ICP-AES法和紫外-可见分光光度法测定铝元素和钒元素的含量并进行了比较。

## 1 试验方法

### 1.1 电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-AES法)

#### 1.1.1 仪器和试剂

仪器:电感耦合等离子体发射光谱仪,型号:iCAP6300 Duo,(美国热电公司);

试剂:铝和钒的单标溶液100mg/L母液(上海计量院)。

#### 1.1.2 仪器条件

等离子体设置:样品泵冲洗泵速:50rpm,分析泵速50rpm,泵稳定时间5s;

光源设置:RF功率1150W,辅助气流0.5L/min,雾化器气流流量0.5L/min。

#### 1.1.3 试验方法

(1)将铝和钒100mg/L的母液分别稀释成浓度为0.1、0.5、1.0、5.0mg/L的混标溶液。

(2)进样前,用样品冲洗50s,最大积分时间:短波范围10s,长波范围10s。

(3)每个浓度的样品重复进样2次。

(4)绘制铝和钒标准曲线

测定空白、0.1、0.5、1.0、5.0mg/L的混标溶液中铝和钒的浓度,绘制标准曲线。

(5)未知样测定

利用以上的实验条件进行测定未知样品中铝和钒的浓度。

## 1.2 紫外-可见分光光度法

### 1.2.1 仪器和试剂

仪器:紫外分光光度计(日本岛津,型号UV-2401PC);

试剂:氨水;醋酸钠;醋酸铵;8-羟基喹啉;醋酸;氯仿(分析纯)。

### 1.2.2 仪器条件

紫外可见比色皿1cm,蒸馏水为参比,双波长扫描:铝元素388nm/485nm和钒388nm/485nm。

### 1.2.3 试验方法

(1)准备所需试剂:氨水:1:1;醋酸盐缓冲溶液:2N醋酸钠与2N醋酸铵1:1混合(pH=4.8);8-羟基喹啉溶液:5%,将5g8-羟基喹啉溶解于微热的12ml醋酸中,然后用水稀释



至 100ml;

氯仿; 浓度为 0.1、0.5、1.0、2.0、5.0mg/L 的铝和钒溶液。

### (2) 绘制铝标准曲线

分别取 0.1、0.5、1.0、2.0 和 5.0mg/L 溶液 10ml 于 100ml 分液漏斗中, 用氨水 (1:1) 调节至近中性, 加入 5ml 醋酸盐缓冲溶液, 然后依次加入 2ml 的 8-羟基喹啉溶液及 10ml 氯仿, 振荡 10min, 待静置分层后, 收集有机层溶液以备用。

### (3) 钒标准曲线绘制

分别取 0.1、0.5、1.0、2.0mg/L 和 5.0mg/L 溶液 10ml 于 100ml 分液漏斗中, 用氨水 (1:1) 调节至近中性, 加入 5ml 醋酸盐缓冲溶液, 然后依次加入 2ml 的 8-羟基喹啉溶液及 10ml 氯仿, 振荡 10min, 待静置分层后, 收集有机层溶液以备用。

### (4) 空白溶液

取 10ml 蒸馏水于 100ml 分液漏斗中, 用氨水 (1:1) 调节至近中性, 加入 5ml 醋酸盐缓冲溶液, 然后依次加入 2ml 的 8-羟基喹啉溶液及 10ml 氯仿, 振荡 10min, 待静置分层后, 收集有机层溶液以备用。

### (5) 未知样测定

取未知样 10ml (含铝和钒) 于 100ml 分液漏斗中, 用氨水 (1:1) 调节至近中性, 加入 5ml 醋酸盐缓冲溶液, 然后依次加入 2ml 的 8-羟基喹啉溶液及 10ml 氯仿, 振荡 10min, 待静置分层后, 收集有机层溶液以备用。

## 2 结果与讨论

### 2.1 电感耦合等离子体发射光谱法 (ICP-AES 法) 测定

#### 2.1.1 铝和钒的标准曲线 (图 1)

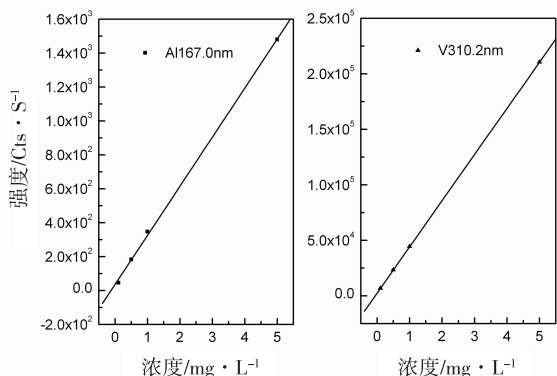


图 1 铝和钒的标准曲线

Al (167.0nm): 线性方程  $Y = 36.45774 + 289.53016X$ ,  $R_2 = 0.9993$ ;

V (310.2nm): 线性方程  $Y = 2548.93949 + 41635.49122X$ ,  $R_2 = 1$ 。

#### 2.1.2 未知样品的测定结果 (表 1)

表 1 未知样品的测定

| 序号 | 理论浓度 /mg · L <sup>-1</sup> | 实测浓度 /mg · L <sup>-1</sup> | 回收率 /% | 平均回收率 /% |
|----|----------------------------|----------------------------|--------|----------|
| 1  | Al: 0.40                   | 0.45                       | 112    | 108      |
|    | V: 0.60                    | 0.62                       | 103    |          |
| 2  | Al: 0.40                   | 0.46                       | 115    | 108      |
|    | V: 0.60                    | 0.61                       | 102    |          |
| 3  | Al: 0.60                   | 0.63                       | 105    | 105      |
|    | V: 0.40                    | 0.42                       | 105    |          |
| 4  | Al: 0.60                   | 0.64                       | 107    | 104      |
|    | V: 0.40                    | 0.41                       | 102    |          |

#### 2.1.3 讨论

由图 1 可看出铝元素和钒元素标准曲线的相关系数均  $> 0.999$ , 表明铝元素和钒元素标准曲线的线性关系良好。由表 1 可看出未知样品的加标回收率都在要求的范围内, 表明该检测方法均具有较好的可靠性, 能够满足定量分析的要求。

### 2.2 紫外-可见分光光度法测定

#### 2.2.1 铝和钒的标准曲线

##### 2.2.1.1 铝的标准曲线 (图 2)

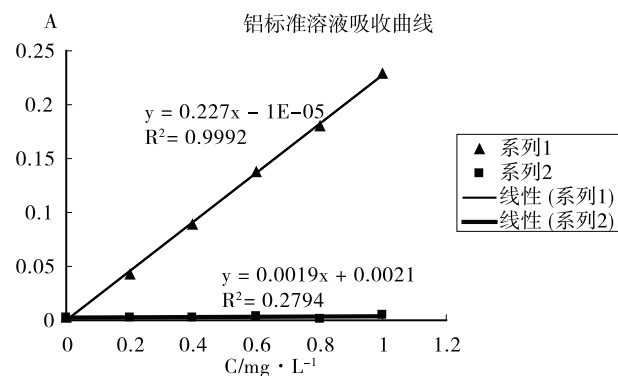


图 2 铝的标准曲线

系列 1 为铝标准溶液在 388nm 处的吸收曲线

系列 2 为铝标准溶液在 485nm 处的吸收曲线

##### 2.2.1.2 钒的标准曲线 (图 3)

$$C_{\text{铝}} (\text{mg/L}) = \frac{A_{388} - \varepsilon_{\text{钒}388} * C_{\text{钒}}}{\varepsilon_{\text{铝}388}}$$

$$C_{\text{钒}} (\text{mg/l}) = \frac{A_{485} * \varepsilon_{\text{铝}388} - A_{388} * \varepsilon_{\text{铝}485}}{\varepsilon_{\text{铝}388} * \varepsilon_{\text{钒}485} * \varepsilon_{\text{钒}388}}$$

式中:  $C$ : 浓度;  $A$ : 吸光度;  $\varepsilon$ : 吸光系数。

#### 2.2.2 未知样品的测定结果 (表 2)

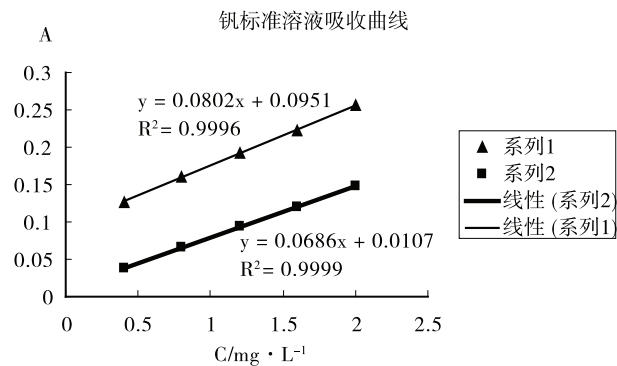


图3 钒的标准曲线

系列1 为钒标准溶液在 388nm 处的吸收曲线  
 系列2 为钒标准溶液在 485nm 处的吸收曲线

表2 未知样品的测定

| 序号 | 理论浓度 /mg · L <sup>-1</sup> | 实测浓度 /mg · L <sup>-1</sup> | 回收率 /% | 平均回收率 /% |
|----|----------------------------|----------------------------|--------|----------|
| 1  | Al: 0.40                   | 0.32                       | 80     | 92       |
|    | V: 0.60                    | 0.62                       | 103    |          |
| 2  | Al: 0.40                   | 0.31                       | 78     | 93       |
|    | V: 0.60                    | 0.65                       | 108    |          |
| 3  | Al: 0.60                   | 0.52                       | 87     | 100      |
|    | V: 0.40                    | 0.45                       | 113    |          |
| 4  | Al: 0.60                   | 0.55                       | 92     | 98       |
|    | V: 0.40                    | 0.42                       | 105    |          |

### 2.2.3 讨论

由图2和图3可看出铝元素和钒元素标准曲线的线性关系良好。由表2可看出未知样品的加标回收率都在要求的范围内，表明该检测方法均具有较好的可靠性，能够满足定量分析的要求。

### 3 结论

电感耦合等离子体发射光谱法 (ICP - AES 法) 和紫外 - 可见分光光度法中铝元素和钒元素的加标回收率都在要求的范围内，表明这两种检测方法均具有较好的可靠性，能够满足定量分析的要求。对两种方法的检测结果进行比较，显示结果无显著性差异 (P > 0.05)。ICP - AES 法具有较宽的线性范围，可以分析痕量到较高浓度的各种元素，检出限低，准确度及精密度高，分析速度快，使用方法简单，可快捷检测样品中的微量元素；而紫外 - 可见分光光度法使用的仪器设备简单，费用低廉，但样品前处理较繁琐，灵敏度相对较低<sup>[10]</sup>。使用时可根据具体情况选择最佳检测方法。

#### 参考文献:

- [1] 王铁战, 邱玥珣. 铝元素与人体健康 [J]. 医学动物防制, 2006, 22 (2): 148 - 150.
- [2] 白雪松, 杜鹃, 宋春梅. 铝与人体健康的研究进展 [J]. 吉林医药学院学报, 2008, 29 (6): 355 - 357.
- [3] 马依群, 潘晓敏, 周世兴. 铝元素与人体健康关系的研究进展 [J]. 广州微量元素科学, 1999, 6 (9): 15 - 17.
- [4] 路慧哲, 杜凤沛, 李向东. 保护人类健康的金属元素—铁、锌、钒 [J]. 大学化学, 2010, 25: 85 - 89.
- [5] 曾昭华, 曾雪萍. 地下水中钒的形成及其与人群健康的关系 [J]. 云南环境科学, 1996, 15 (3): 56 - 57.
- [6] Fassel V A. Quantitative elemental analyses by plasma emission spectroscopy [J]. Science, 1978, 202 (13): 183 - 191.
- [7] Greenfield S, Jones I L, Berry C T. High-pressure plasmas as spectroscopic emission sources [J]. Analyst, 1964, (89): 713 - 720.
- [8] 陈凤玲, 陈金忠, 丁振瑞, 等. ICP-AES 测定饮用水中 5 种重金属元素 [J]. 光谱实验室, 2010, 27 (3): 896 - 899.
- [9] 黄燕恋. ICP-AES 测定水中的 6 种金属元素 [J]. 广东水利水电, 2010, (4): 40 - 44.
- [10] 方慧群, 于俊生, 史坚. 仪器分析 [M]. 北京: 科学出版社, 2002.

## Detection of Aluminium and Vanadium in Water

LIU Lin - lin, XUE Xiao - kang, WANG Lu

(Detection Center of Shanghai Institute of Chemical Industry, Shanghai 200062)

**Abstract:** The content of aluminium and vanadium in the water are detected by the two methods, that is, inductively coupled plasma emission spectrometry (ICP - AES) and ultraviolet visible spectrometry. The two ways of detection are compared in this article.

**Key words:** aluminium; vanadium; ICP - AES; ultraviolet visible spectrometry

# 污染源废水中砷的测定

李 萍

(宣威市环保局, 云南 宣威 655400)

**摘 要:** 采用二乙氨基二硫代甲酸银光度法和原子荧光法对污染源废水中的砷进行比对监测分析, 认为对于砷含量较高的污染源废水, 经典测定方法二乙氨基二硫代甲酸银光度法的准确度更高。

**关键词:** 砷; 测定方法; 比对; 废水

**中图分类号:** X83      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0123-02

水中砷 ( $A_s$ ) 含量测定的经典方法是二乙氨基二硫代甲酸银光度法, 但 21 世纪以来, 由于科技的进步, 许多监测部门都购置了新型仪器即原子荧光光度计进行地表水的监测。采用原子荧光法测定地表水中的砷含量确实提高了检测的速度, 也提高了检测的精度, 但在对污染源废水的监测中, 通过同时采用两种方法对污染源废水进行监测, 比对后得出, 对于砷含量较高的污染源废水, 经典测定方法二乙氨基二硫代甲酸银光度法的准确度更高。

## 1 主要试剂和装置

### 1.1 二乙氨基二硫代甲酸银光度法的主要试剂和装置

(1) 砷标准溶液: 称取三氧化二砷 (于 110℃ 烘 2h) 0.1320g 于烧杯中, 加 20% 的氢氧化钠溶液 2ml, 搅拌溶解后, 再加 1mol/L 硫酸 10ml 溶解定容至 100ml, 此溶液含砷 1.0mg/ml, 标准使用液则按照比例稀释成含砷 1.0 $\mu$ g/ml。

(2) 吸收液: 将 0.25g 二乙氨基二硫代甲酸银用少量三氯甲烷调成糊状, 加入 2ml 三乙醇胺, 再用三氯甲烷稀释到 100ml, 用力震荡尽量溶解。静置暗处 12h 后, 倾出上清液或用定性滤纸过滤于棕色瓶内。

(3) 40% 氯化亚锡溶液: 将 40g 氯化亚锡溶于 40ml 浓盐酸中, 加热使溶液澄清后, 用水稀释至 100ml, 于试剂瓶中加数粒金属锡保存。

(4) 15% 碘化钾溶液: 将 15g 碘化钾溶于水中, 稀释至 100ml。

(5) 乙酸铅棉: 将 10g 脱脂棉浸于 10% 的乙酸铅溶液 100ml 中, 0.5h 后取出, 拧去多余水份, 在室温下自然晾干, 装入磨口瓶备用。

(6) 无砷锌粒: 10~20 目。

(7) 浓硫酸: 优级纯。

(8) 装置: 砷化氢发生装置。

### 1.2 原子荧光法的主要试剂和装置

(1) 砷标准溶液: 称取三氧化二砷 (于 110℃ 烘 2h) 0.1320g 于烧杯中, 溶于 5ml 1mol/L 的氢氧化钠溶液中, 用 1mol/L 盐酸中和至酚酞红色褪去, 稀释至 1000ml, 此溶液含砷 0.1mg/ml, 标准使用液则按照比例稀释成含砷 0.1 $\mu$ g/ml。

(2) 10% 硫脲溶液: 称取 10g 硫脲溶解于 100ml 去离子水中。

(3) 0.7% 硼氢化钾溶液: 称取 7g 硼氢化钾溶解于预先加有 2g 氢氧化钾的 200ml 去离子水中, 搅拌溶解后, 用脱脂棉过滤稀释至 1000ml。

(4) 盐酸: 优级纯。

(5) 装置: 原子荧光仪。

## 2 污染源废水中砷的测定结果

本实验采用二乙氨基二硫代甲酸银光度法和原子荧光法对同一个污染源废水进行测定, 测定方法和标准曲线的测定方法基本相同, 其测定结果比对如表 1 和表 2 所示。

(1) 1#水样采用二乙氨基二硫代甲酸银光度法的水样稀释比为 5 倍和 10 倍, 其测定的标准偏差为 1.43%; 采用原子荧光法的水样稀释比为 500 倍和 1000 倍, 其测定的标准偏差为 7.17%。

(2) 2#水样采用二乙氨基二硫代甲酸银光度法的水样稀释比为 100 倍, 其测定的标准偏差为 5.40%; 采用原子荧光法的水样稀释比为 10000 倍, 其测定的标准偏差为 10.83%。

## 3 两种方法的比对监测结果

通过监测结果的比对发现, 在对砷含量较高的废水进行检测时, 采用二乙氨基二硫代甲酸银光度法测定的水样稀释比例比采用原子荧光法进行测定的水样稀释比例较小, 由于其稀释比例较小, 同一

水样的多次测定结果值的漂移和波动较小，其绝对偏差和相对偏差均较小，故在对污染源废水砷的监

测中，建议采用经典方法二乙氨基二硫代甲酸银光度法进行测定，其测定结果的稳定性更好。

表1 1#水样监测结果对比表

(mg/L)

| 水样名称   | 二乙氨基二硫代甲酸银光度法测定结果 | 原子荧光法测定结果 | 备注                                                                        |
|--------|-------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1#水样   | 第1次               | 0.856     | 1.063                                                                     |
|        | 第2次               | 0.875     | 0.987                                                                     |
|        | 第3次               | 0.865     | 0.918                                                                     |
|        | 第4次               | 0.881     | 1.074                                                                     |
| 平均浓度   | 0.869             | 1.011     | 二乙氨基二硫代甲酸银光度法：取水样5ml和10ml稀释50ml进行检测。<br>原子荧光法：取水样1ml稀释至500ml和1000ml后进行检测。 |
| 绝对偏差   | 0.025             | 0.145     |                                                                           |
| 相对偏差/% | 1.43              | 7.17      |                                                                           |

表2 2#水样监测结果对比表

(mg/L)

| 水样名称   | 二乙氨基二硫代甲酸银光度法测定结果 | 原子荧光法测定结果 | 备注                                                                                           |
|--------|-------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2#水样   | 第1次               | 23.55     | 26.12                                                                                        |
|        | 第2次               | 22.15     | 24.06                                                                                        |
|        | 第3次               | 21.14     | 23.15                                                                                        |
|        | 第4次               | 22.35     | 21.01                                                                                        |
| 平均浓度   | 22.30             | 23.59     | 二乙氨基二硫代甲酸银光度法：取水样10ml稀释至1000ml后，再取50ml进行检测。<br>原子荧光法：取水样10ml稀释至1000ml后，再取10ml稀释至1000ml再进行检测。 |
| 绝对偏差   | 2.41              | 5.11      |                                                                                              |
| 相对偏差/% | 5.40              | 10.83     |                                                                                              |

参考文献：

[1] 本书编委会. 水和废水监测分析方法(第四版)[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.

[2] GB7485-87, 总砷的测定 二乙氨基二硫代甲酸银光度法[S].

[3] GB/T5750.6-2006, 生活饮用水标准检验方法[S].

## Monitoring of Arsenic in the Wastewater of Pollution Source

LI Ping

(Xuanwei Municipal Environmental Protection Bureau, Xuanwei Yunnan 655400 China)

**Abstract:** The monitoring of the arsenic in the wastewater of the pollution source is conducted by the two methods, that is, silver diethyldithiocarbamate spectrophotometric method and atomic fluorescence spectrometry. The comparison of the two methods shows that the former method is a more accurate way to monitor the arsenic when its content in the wastewater is high.

**Key words:** arsenic; determination method; comparison; wastewater

# 水中油类紫外荧光法在线仪器的性能评价

刘伟, 翟崇治, 余家燕, 刘萍

(重庆市环境监测中心, 重庆 400020)

**摘要:** 阐述了用紫外荧光法在线仪器测量地表水油类的可行性及局限性。对紫外荧光法水中油类监测仪进行性能评价, 结果显示该仪器测试线性好, 性能稳定, 但准确度较差, 适合用在在线预警监测项目中。

**关键词:** 紫外荧光法; 水中油类; 在线监测; 性能评价

**中图分类号:** X85 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0125-02

石油是由数千种不同浓度的有机化合物组成的复杂混合物。近年来, 全国各地的油污事件时有发生, 对油污的监测也成为环境监测的日常工作之一, 然而各地对油的监测提出的问题也较多。首先是传统中“水中油”的概念不够确切, 油本身在水中的溶解度很低, 所以不可把环境水中的油称之为“水中油”; 油在水中以浮油(悬浮态)、乳化态和极微量溶解态存在, 如果按“水中油”监测, 而不把浮油、乳化油包括在内, 则监测数据不能把握油类的污染实态。国家标准中把油称为“石油类”也不够合理。油类成分及其复杂, 我国地表水几乎都受纳生活污水, 不可避免动、植物油的污染。

在水和废水监测技术中, 油的监测存在问题较多, 从采样、样品保存、制备到监测技术、质控和标准物质选择等规定都比较模糊。目前测量测定油类的方法有紫外法、非分散红外法、红外分光法、重量法和荧光分光光度法。这些方法之间的可比性差; 同一水样紫外法测定结果偏低, 红外分光法和荧光法测定结果有一定的可比性。红外分光法和非分散红外法都是我国的标准分析方法, 二者监测的结果也没有可比性; 荧光测油不是我国的标准分析方法, 目前尚无和国标方法具有可比性的研究文章。油的组分特别复杂, 没有一种分析方法可以完全把油的所有信息做全。用多种方法来测定油的所有信息成本太高, 也太费事。因此迫切需要采用一种快速、方便的在线测量方法来反映污染油类的大致浓度, 为环境监管和环境治理提供技术支撑。

紫外荧光法的测量原理是特定的芳香族碳氢化合物被特定波长的紫外光激发后发射出更高波长的光, 而且特定芳香族碳氢化合物所释放出的光的波长特征具有唯一性, 因此通过对被激发出的荧光的强度的测量来监测水中芳香族碳氢化合物。

由于许多多环芳烃比起相应的饱和烃和挥发性烷基化合物抗风化能力强, 而紫外荧光是一种能检测水中芳香族碳氢化合物的高灵敏度的方法, 因此可以通过对多环芳烃的测量来间接测量油类的浓度。不同来源的原油及其炼制产品的多环芳烃分布结构不同, 因此不同油用紫外荧光法测量后换算方法不一样, 用这一方法来进行精确定量分析还不成熟。但作为在线预警监测紫外荧光法测油是目前比较成熟的, 在国外被广泛应用于湖泊、水库、流域和海域钻井等油类水质监测。但是由于其在国内的使用较少, 依据该方法的原理及国内油的标准物质的特点, 对其应用进行了验收评价。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验仪器

6台 Trios enviroFlu-HC 水中油类监测仪。实验试剂: 国家海洋环境监测中心 HJ 油标准 (GBW (E) 080913), 1000mg/L; 重庆川东化工: 二氯甲烷, 含量 ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )%  $\geq 99.5\%$ 。

### 1.2 实验方法

用二氯甲烷作为溶剂配置 0、100、250、500  $\mu\text{g/L}$  的油标准溶液, 每个浓度测试 5 次计算平均值。根据 4 个浓度的平均值计算线性。对浓度为 100  $\mu\text{g/L}$  油标准液测试 5 次, 计算标准偏差, 评价准确度。

## 2 结果与分析

由表 1 可知, 每台仪器线性测试的相关系数差别不大, 为 0.8941~0.9109。6 台仪器线性相关系数的平均值 0.905, 可见仪器对标液的线性性能还比较良好。6 台仪器线性相关系数的标准偏差为

收稿日期: 2012-05-04

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项中的《三峡库区水环境信息采集技术研究示范》子课题 (2008ZX07528-003-05)。

作者简介: 刘伟 (1978-), 男, 汉族, 重庆人, 硕士, 工程师, 主要从事环境自动监测工作。

0.006, 数据离散度很小, 由此可见仪器的线性性能是比较稳定的。

表1 线性测试结果 (μg/L)

| 标准浓度值  | 不同仪器5次测量平均值 |        |        |        |        |        |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|        | 1           | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| 0.00   | 0.00        | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 100.00 | 280.69      | 278.40 | 277.40 | 285.40 | 270.20 | 265.00 |
| 250.00 | 390.18      | 391.40 | 402.20 | 409.20 | 380.80 | 383.20 |
| 500.00 | 500.82      | 500.00 | 498.40 | 499.80 | 488.60 | 488.20 |
| 相关系数   | 0.9058      | 0.9065 | 0.9017 | 0.8941 | 0.9084 | 0.9109 |

表2 准确度测试 (μg/L)

| 准浓度值   | 不同仪器测试值 |        |        |        |        |        |
|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
|        | 1       | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| 100.00 | 268.00  | 283.00 | 288.00 | 275.00 | 273.00 | 268.00 |
|        | 270.00  | 278.00 | 286.00 | 271.00 | 270.00 | 270.00 |
|        | 261.00  | 281.00 | 284.00 | 294.00 | 261.00 | 261.00 |
|        | 275.00  | 284.00 | 299.00 | 273.00 | 278.00 | 275.00 |
|        | 270.00  | 298.00 | 304.00 | 280.00 | 287.00 | 270.00 |
| 测试平均值  | 268.80  | 284.80 | 292.20 | 278.60 | 273.80 | 268.80 |
| 误差/%   | 168     | 184    | 192    | 178    | 173    | 168    |
| 标准偏差   | 5.07    | 7.73   | 8.79   | 9.24   | 9.63   | 5.07   |

由表2可知, 各仪器对100.00 μg/L浓度的标液响应值的误差为168%~192%, 可见仪器的定量测试测量中国国家海洋环境监测中心HJ油标准误差很大。这和仪器内置的标样曲线所采用的标油和本次试验所采用的标油不一样有关, 这涉及到标油组分的分析, 是一项复杂的分析测试工作。各仪器对标油测试值的标准偏差为5.07~9.63, 说明仪器对标油的响应值相对稳定。

### 3 结论与讨论

紫外荧光法测定地表水油类本款仪器, 是一款适应性强, 测试线性好, 性能稳定, 但准确度较差的仪器。适合用于水质在线预警监测。随着科学技术的飞速发展, 监测自动化程度越来越高, 引进的新型的仪器也越来越多, 如何对这类仪器进行验收及评价, 以及在什么程度上使用该仪器的测试数据, 本文进行了有益的尝试。

#### 参考文献:

- [1] 齐文启, 孙宗光, 汪志国. 中国水中油监测存在的问题与解决办法研究 [J]. 中国环境监测, 1999, 8 (4).
- [2] 张春昌. 论溢油鉴别在海事行政执法中的法律适用 [J]. 交通环保, 2001, 22 (6): 15-23.

## Performance Evaluation of On – Line Ultra Violet Fluorescence Instrument in Monitoring oil in Water

LIU Wei, ZHAI Cong – zhi, YU Jia – yan, LIU Ping

(Chongqing Municipal Environmental Monitoring Center, Chongqing 400020 China)

**Abstract:** The feasibility and limit of using the on – line ultra violet fluorescence instrument to monitor the oil in the surface water is discussed in this paper, and its performance is evaluated. It shows that the instrument could operate in a stable way with a good linearity, except its low accuracy. It is advised to use it in the on – line warning monitoring.

**Key words:** ultra violet fluorescence; oil in water; on – line monitoring; performance evaluation

# 在线恶臭电子鼻在臭气浓度监测中的应用

刘甜恬<sup>1</sup>, 许建光<sup>2</sup>, 黑亮<sup>2</sup>

(1. 爱尔兰阿贝优公司, 广东广州 5102302;

2. 珠江水利委员会珠江水利科学研究所, 广东广州 510611)

**摘要:** 主要介绍了在线恶臭电子鼻的原理、优势、缺点以及主要应用。

**关键词:** 臭气浓度; 在线恶臭电子鼻; 恶臭污染

**中图分类号:** X831 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0127-04

与大气污染、水污染、土壤污染相比, 恶臭污染一直是一个很难评价的环境问题。恶臭是指一切刺激嗅觉器官, 引起人们不愉快及损害生活环境的气体物质, 恶臭的来源多种多样, 导致了日常监控臭气浓度难度高。同时, 恶臭排放的一个重要特点是间隔性、不确定性, 因此对监测的时效性、实时性要求就非常高。此外, 恶臭会随着大气条件的变化向周边地区扩散, 对周边环境的影响随着天气情况、周边地形的不同而变化。因此, 仅仅对污染源进行监控, 在很多情况下并不能满足对整个地区的恶臭进行动态实时监控的要求。随着人们生活水平的提高, 环保意识的增强, 人们对生活环境的质量要求越来越高, 恶臭造成的民众投诉的数量也逐年激增。传统的国家标准方法-三点比较式臭袋法测定臭气浓度, 由于操作环节众多, 各个环节要求的人工较多, 存在着时效性差、数据的客观性差、人工成本高等一系列问题, 无法满足日益增加的恶臭监测的要求。在线恶臭电子鼻是一款可以实现 24h 实时监控, 提供与人工嗅辨完全吻合的臭气浓度, 并实现恶臭扩散预测达到城市级大范围恶臭监控的仪器。本文介绍了在线恶臭电子鼻的构成原理以及在日常臭气浓度监测中的应用。

## 1 在线臭气浓度排放监控标准

目前涉及臭气浓度监测的标准主要有: 中国国家标准 (GB/T14675-93)、美国标准 (ASTM E679-04 Standard)、欧洲标准 (EN 13725 Standard)、德国标准 (VDI3940 Standard) 等, 涉及到利用在线恶臭电子鼻的标准为法国标准 (The Degree of April 22, 2008, Article 27 和 The Degree of

Feb 12, 2003, Article 46)。根据法国标准, 恶臭流动速度必须定期检测, 如果应用了电子鼻, 恶臭流动速度的检测周期可以延长, 必须将仪器检测方法与其测得的臭气浓度和附近居民所感觉的危害进行关联, 在应用电子鼻进行恶臭连续监测的情况下, 可以延长恶臭的检测周期 (见表 1)。

表 1 法定恶臭监测周期

|          | 恶臭浓度范围/ $\text{OU}_E \cdot \text{m}^{-3}$ |               |          |
|----------|-------------------------------------------|---------------|----------|
|          | 0 ~ 5000                                  | 5000 ~ 100000 | > 100000 |
| 无电子鼻监测周期 | 1a                                        | 6 个月          | 3 个月     |
| 有电子鼻监测周期 | 3a                                        | 2a            | 1a       |

## 2 在线恶臭电子鼻的作用

在线恶臭电子鼻是一个全自动的监测系统, 数据的保存、处理、计算都是自动进行的 (预先设定好程序), 同时还具有风速和风向检测装置, 通过风向和风速来判断恶臭的来源、扩算范围及趋势。其数据传输采用多种技术, 可实现数据的远程传输, 也可通过网络来进行远程控制。可以实现对臭气浓度 24h 不间断监控, 提供与人工嗅辨 (三点式比较式臭袋法) 完全吻合的恶臭数值, 并实现恶臭扩散预测达到城市级大范围恶臭监控的完整解决方案。

### 2.1 实时掌握监控地点的恶臭排放

在线恶臭电子鼻可以实时监控臭气的排放浓度和速率, 拥有监测点附近的动态气体扩散资料<sup>[1]</sup>, 及时掌握恶臭危害是否扩散到附近居民区, 并分析恶臭危害程度, 为环境保护提供及时可靠的数据, 为当地居民关于恶臭排放投诉做好数据准备。

### 2.2 了解监控地点恶臭排放的规律

针对某一监控区域, 通过数年的监控, 可以了解到该地区臭气排放的历史规律和臭气浓度的高

收稿日期: 2012-06-13

作者简介: 许建光 (1980-), 山东滨州人, 硕士研究生, 从事环境监测和研究工作。

低,可以研究恶臭污染随季节、时间、空间、风向和地形地貌等特征的变化规律,为以后某一时段臭气浓度排放超标做好预警和准备,保证当地居民的生产和生活不受影响<sup>[2]</sup>。

### 2.3 监控地点实时报警功能

当某一时段在线恶臭电子鼻检测到臭气浓度超出恶臭污染物排放标准(GB14554-93)时,会自动报警,为环境监测部门提供臭气排放超标数据,实时监控企业的恶臭污染排放达标情况,同时可以监控企业经过处理后的排放废气臭气浓度情况,可以利用实施报警功能清楚地知道该废气处理系统是否可靠有效(活性炭或者微生物等)和该生产工艺流程是否环保<sup>[3]</sup>,为企业节省成本,同时保证废气达标排放。

### 2.4 节约恶臭处理系统的成本

在线恶臭电子鼻监控系统具有激活恶臭处理系统的功能,当发现某时段臭气浓度超出恶臭污染物排放标准时(GB14554-93),监控系统具有激活并启动恶臭处理系统,通过不同的处理方法对恶臭排放进行处理,另外还可以通过实时监控的臭气浓度的含量随时调节恶臭处理时的用水量、添加剂以及能源,为企业或者垃圾处理场节省成本<sup>[4]</sup>。

## 3 在线恶臭电子鼻的构成和原理

### 3.1 在线恶臭电子鼻的构成

在线恶臭电子鼻主要由小型气象工作站、臭气采样泵、水分灰尘过滤装置、传感器部分和数据处理与传输系统几部分组成,各部分的功能如表2所示。

#### 3.1.1 小型气象工作站

很多在线恶臭监测现场都需要安装小型气象工作站,它可以实时监测现场的气象指标,为监测单位提供臭气浓度监测时段的风向、风速、气温、湿度,对监测点位的情况更加了解,同时可以节省人工成本和时间,另外通过风向和风速来判断恶臭的来源和扩散范围及趋势。

#### 3.1.2 臭气采样泵

根据臭气排放方式的不同,在恶臭现场监测可以分为环境臭气浓度监测、污染源臭气浓度监测和处理后排放口臭气浓度监测,在线恶臭电子鼻的进样方式主要通过采样泵把臭气样品抽入传感器仓进行检测和分析,进样口可以和采样点连接,空气的流速通过内部的精度流量计进行调控,不同厂家的采样泵材质和空气流速都不同,有的厂家还配有空气输出泵的消音阀。

#### 3.1.3 水分灰尘过滤系统

水分灰尘过滤系统装在恶臭样品进入到传感器

仓之前,主要负责把臭气源排放出的臭气中的水分和灰尘过滤掉,起到保护传感器的作用,同时也能保证降低臭气的本底噪声。主要由滤膜和除水原件两部分组成,滤膜一般3~4个月更换一次,晴朗天气除水部件一般半年需更换一次,如遇潮湿或者阴雨天气要经常更换除水部件。

#### 3.1.4 传感器仓

传感器仓内装有不同类型和数量的传感器,是臭气浓度分析系统的关键部分,主要负责对臭气样品中不同气味成分的响应分析。不同厂家配有的传感器数量和类型都不相同,主要有金属氧化物传感器、电化学传感器、光离子化检测器、温度和湿度传感器等。最常用的是金属氧化物传感器,因为它是一种交敏型的传感器,具有灵敏度高、重复性好、使用寿命长等特点,另外该类型传感器具有对所有气味都有响应,对特殊气味有偏好的特点,适应臭气组成复杂的特点。电化学传感器主要用来测定某一种气体成分的含量,例如 $H_2S$ 、 $NH_3$ 或者 $SO_2$ 等,光离子化传感器主要用来测定空气中总挥发性有机物的含量。另外为了保证传感器的长期稳定性和灵敏度,其传感器仓必须恒温恒湿,因此配有控制温度和湿度的传感器。

#### 3.1.5 数据处理与传输系统

为了让监测数据能快速地传输到用户的大气环境控制和监控系统,恶臭电子鼻还需要有数据处理与传输系统。数据处理系统是把恶臭污染物在传感器上的响应值转化为臭气浓度值;数据传输一般分两种模式进行,一种是通过网线进行连接传输,另外一种是通过GPRS进行传输。同时位于现场的电子鼻还具有存储卡,可以存储实时监控的臭气浓度数据。另外数据传输到用户监控系统后,一般都有数据处理或者操作系统,可以用来显示实时监控的数据。也可以提供专门的数据发布网站,根据需求对网页进行安全性设计,授权用户可以在其它地方采用预设的用户名、密码登陆网站,实时查询当前和历史恶臭记录。

#### 3.1.6 其他组成

恶臭在线电子鼻除了以上几个组成部分以外(见表2),有些厂家针对现场臭气浓度特点或者用户的需要还配有稀释单元和3D数据扩散模型。当监测现场臭气浓度很高,直接进样分析影响到传感器的响应时,会用到稀释单元,它可以把气体稀释成所需要的倍数然后进入传感器仓进行检测分析。3D数据扩散模型是根据当地的风向、风速以及地



形地貌特征来做臭气随时间变化的扩散模型。另外如果测定烟筒里面排放废气的臭气浓度时,还可以配置采样枪,把烟筒里面的气体引到传感器仓进行分析。

表2 在线恶臭电子鼻组成及功能

| 恶臭电子鼻组成部分 | 各组成部分功能                                       |
|-----------|-----------------------------------------------|
| 小型气象工作站   | 提供监测现场的风向、风速、气温和湿度等气象指标                       |
| 臭气采样泵     | 负责把样品源源不断的带入到传感器检测部分                          |
| 水分灰尘过滤装置  | 把臭气源排放出臭气中的水分和灰尘过滤掉,起到保护传感器作用,同时也有保证降低臭气的本底噪声 |
| 传感器       | 臭气分析系统的关键部分,主要负责对臭气中不同气味成分的反应分析               |
| 数据处理与传输系统 | 保证数据分析和传输                                     |

### 3.2 在线恶臭电子鼻的工作原理

在线恶臭电子鼻的关键技术是传感器仓,即对臭气浓度进行分析的系统。恶臭电子鼻内置的采样泵把经过除水和灰尘的样品气体带入到传感器仓,恒温恒湿传感器仓内的传感器会对恶臭气体产生响应,数据处理系统会把响应值转换为臭气浓度,臭气浓度值经过数据传输系统到达用户的控制中心,在控制中心的操作软件平台上会有臭气浓度、 $H_2S$ 、 $NH_3$  或者  $SO_2$  等气体成分的浓度,可以非常方便地了解和监控到现场的恶臭排放情况。

数据分析系统内置恶臭浓度计算数据库,该数据库的主要作用是将金属氧化物传感器、PID 检测器、电化学传感器等得到的数据经过计算,换算成恶臭浓度。该恶臭浓度值是由专业的嗅辨人员,严格按照国标规定的三点式臭袋法的操作流程得到的,利用三点比较式臭袋法和恶臭电子鼻同时做试验,得到两组数据。电子鼻得到的数据是气体指纹信号,三点比较式臭袋法得到的是一组臭气浓度(无量纲)。利用 PLS 算法对两组数据进行关联,做成标准曲线,用来换算现场的臭气浓度。有些公司积累了适用于不同污染源的恶臭数据库。但每个污染源排放的污染物状况不尽相同,在安装调试过程中,还会根据实际情况对该数据库进行相应的调整。最终输出的恶臭浓度和采样三点比较式臭袋法人工嗅辨得到的恶臭浓度值相同。该数据库可以集成到内置的单片机内,所有的数据经单片机计算后

发送到数据接收软件。客户端无需对数据进行任何处理,只需要进行根据预设的权限进行查看。

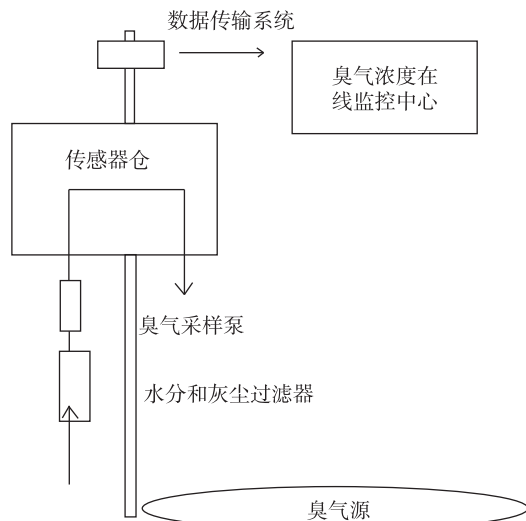


图1 在线恶臭电子鼻组成示意图

### 4 仪器的日常维护

装在现场的恶臭电子鼻需要日常的维护才能保证准确的数据采集、处理和传输,该仪器的维护主要集中在传感器、除水及灰尘滤芯上。

#### 4.1 传感器的维护

传感器都是有寿命的,包括金属氧化物传感器、电化学传感器以及其他类型的传感器。传感器的寿命和安装地点的臭气浓度大小有关,如果传感器接触的样品浓度高,相对来说传感器的寿命就短。另外传感器的寿命也和其质量有很大的关系。传感器工作时对传感器仓的环境要求很高,需要恒温恒湿,而且要求温度和湿度达到最高的灵敏度,因此需要工作人员经常注意传感器仓的温度和湿度是否发生偏离,如果发生偏离,需要重新对传感器仓进行维护,保证其恒温恒湿性。

每一种传感器的信号和响应值都有漂移,如果传感器信号发生漂移,内置在单片机内的标准曲线会发生偏离,现场测得的臭气浓度就有很大误差。因此需要对传感器进行校准,校准时需要用洁净空气和标准气体对传感器进行校准,保证其基线稳定和灵敏度不变。校准时间要根据现场臭气浓度情况和传感器的质量而定。一般来说需要3~5个月校准一次。

#### 4.2 除水及灰尘滤芯的维护

除水和灰尘滤芯保证了进入到传感器仓的空气中的洁净和干燥,对传感器的工作有很大帮助,因此恶臭电子鼻需要更换滤芯。更换的时间和现场的湿度有很大关系,一般来说用户需要每三个月更换一

次除水除尘滤芯；雨季或其他潮湿工作环境下，每月需更换一次。

## 5 在线恶臭电子鼻存在的问题

在线恶臭电子鼻可以对现场的臭气浓度、 $H_2S$ 、 $NH_3$  或者  $SO_2$  等气体成分的浓度实时监控，不论是对环境保护、企业废气处理还是居民的日常生活都有重要的意义，但其本身也存在一定的问题。

### 5.1 数据库标准曲线多变问题

在线恶臭电子鼻获得的最初数据是不同气体在传感器上的响应信号值，要经过数据库里面的标准曲线换算才能得到臭气浓度值。但标准曲线的获得存在较大的多变性和漂移性，首先不同的工厂会有不同的工艺流程，不同的工艺流程会有不同的气体排出，不同的气体在传感器上有不同的信号响应值，也就意味着如果该工厂换了工艺流程，该曲线也就随之发生变化，也就产生了漂移。其次某一点的臭气浓度不是由一个污染源造成的，可能是几个污染源共同作用的结果，因此不同的风向，气体的成分和浓度会发生变化，曲线点也就随之发生偏离，最终导致臭气浓度结果发生偏离。

### 5.2 样品的真实性问题

测定臭气浓度采样要具有真实性和代表性，但在线恶臭电子鼻如果从有组织排放口采样分析时，需要经过稀释、干燥和过滤，气体的成分虽然没有发生大的变化，但是经过处理后的气体气味肯定发生了变化，不符合采样的规范，样品的真实性也就发生了变化。

### 5.3 传感器的稳定性问题

传感器都是有寿命的，而且是不稳定的，需要就不同的时间点对其进行校准。企业排放废气浓度

大小是不定的，污染源排放出气体浓度很高时，会导致传感器灵敏度下降。因此传感器需要及时校准，如果时间长了，需要更换。

### 5.4 监测标准不符性问题

目前中国关于臭气浓度测定的标准方法只有三点比较式臭袋法，而没有对在线恶臭电子鼻做规定和发布使用标准。对于环保系统执法部门来说，它取得的结果只能作为参考，该数据不具有法律效益，不能作为执法的依据。

## 6 总结

在线恶臭电子鼻可以实现对臭气浓度 24h 不间断监控，提供与三点式比较式臭袋法完全吻合的恶臭数值，并实现恶臭扩散预测达到城市级大范围恶臭监控全自动的监测系统，对实时掌握监控地点的恶臭排放、了解监控地点恶臭排放的规律、监控地点实时报警和节约恶臭处理系统的成本都有着很好的作用。但其也存在自身的缺点，需要更好的技术改进和环保法规的支持，使其在环境保护、企业发展以及废气排放预警等方面发挥更好地作用。

#### 参考文献：

- [1] Torsten Haas, Peter Schulze Lammers, Bernd Diekmann. A method for online measurement of odour with a chemosensor system [J]. *Sensors and Actuators*, 2008, (132): 545 - 550.
- [2] Laura Capelli, Selenia Sironi, Paolo C'entola. Electronic noses for the continuous monitoring of odours from a waste water treatment plant at specific receptors: Focus on training methods [J]. *Sensors and Actuators*, 2008, (131): 53 - 62.
- [3] Raul Munoz, Eric C. Sivret, Gavin Parcsi. Monitoring techniques for odour abatement assessment [J]. *water research*, 2010, (44): 5129 - 5149.
- [4] A. K. kordon, P. S. dhurjati and B. J. bockrath On line expert system for odor complaints in a refinery [J]. *Computer Chem*, 1996, (20): 1449 - 1456.

# The Application of Online Odor E - Nose in Monitoring Odor Concentration

LIU Tian - tian<sup>1</sup>, XU Jian - guang<sup>2</sup>, HEI Liang<sup>2</sup>

(1. ALK - abello A/S, Guangzhou Guangdong 510232 China)

**Abstract:** This article mainly introduces the principles, advantage and major applications of the on - line odor E - nose.

**Key words:** odor concentration; on - line odor E - nose; odor pollution

# 浅析《水质 石油类和动植物油类的测定 红外分光光度法》新旧标准的区别

赵 洲

(曲靖市环境监测站, 云南 曲靖 655000)

**摘要:** 2012年6月1日开始实施的 HJ 637-2012《水质 石油类和动植物油类的测定 红外分光光度法》将代替 GB/T 16488-1996 标准。通过对比新旧标准中的不同, 分析新标准的改进对分析结果的影响。

**关键词:** 水质; 石油类; 测定; 标准; 区别

**中图分类号:** X83      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0131-03

## 1 前言

2012年2月29日发布的 HJ 637-2012《水质 石油类和动植物油类的测定 红外分光光度法》(以下简称新标准)标准将替代 GB/T 16488-1996 标准(以下简称旧标准), 将从2012年6月1日起实施。与旧标准比较, 新标准增加了总油的定义; 修改了无水硫酸钠和硅酸镁的处理条件、样品体积的测量方法、样品的萃取条件和萃取液脱水方式; 删除了絮凝富集萃取内容、非分散红外光度法内容。

## 2 新旧标准不同之处

### 2.1 试剂和材料

新标准中改变了无水硫酸钠、硅酸镁的预处理方式: 无水硫酸钠由在 300℃ 下加热 2h 改为 550℃

下加热 4h; 硅酸镁由在 500℃ 下加热 2h 改为 550℃ 下加热 4h。两者的加热温度提高了并延长了加热时间, 其目的是使无水硫酸钠、硅酸镁试剂中的有机物进一步挥发完全。

新标准中删除了絮凝富集萃取内容, 试剂中删除了氯化钠、氢氧化铝、硫酸铝; 标准配制中增加了石油类标准贮备液 ( $\rho = 1000 \text{ mg/L}$ )、正十六烷标准贮备液 ( $\rho = 1000 \text{ mg/L}$ )、异辛烷标准贮备液 ( $\rho = 1000 \text{ mg/L}$ )、苯标准贮备液 ( $\rho = 1000 \text{ mg/L}$ )。标准中规定也可采用姥鲛烷代替异辛烷、甲苯代替苯, 以相同方法测定校正系数, 这样保证采用原标准方法配制的标准曲线可以沿用。

### 2.2 仪器和设备

仪器、设备不同处见表 1。

表 1 新旧标准仪器设备比较

| 仪器名称   | 新标准                     | 旧标准                 |
|--------|-------------------------|---------------------|
| 旋转振荡器  | 振荡频数可达 300 次/min        | 无                   |
| 分液漏斗   | 1000ml、2000 ml, 聚四氟乙烯旋塞 | 1000ml, 活塞不得使用油性润滑剂 |
| 玻璃砂芯漏斗 | 40ml, G-1 型             | 40ml, G-1 型         |
| 锥形瓶    | 100 ml, 具塞磨口            | 无                   |
| 样品瓶    | 500 ml、1000 ml, 棕色磨口玻璃瓶 | 玻璃瓶                 |
| 容量瓶    | 无                       | 50ml、100ml、1000ml   |
| 量筒     | 1000 ml、2000 ml         | 无                   |

### 2.3 样品采集和保存

新标准中规定样品的采集参照 HJ/T91 和 HJ/T164 的相关规定进行。用 1000ml 样品瓶采集地表水和地下水, 用 500ml 样品瓶采集工业废水和生活污水。采集好样品后, 加入盐酸酸化至  $\text{pH} \leq 2$ 。如

样品不能在 24h 内测定, 应在 2~5℃ 下冷藏保存, 3d 内测定。和旧标准比较, 新标准中加大了地表水和地下水的采样体积, 明确了样品保存时间。

### 2.4 样品制备步骤

#### 2.4.1 新标准制备步骤

新标准中采用直接萃取的方式处理样品, 根据污染物特征, 将地表水、地下水和工业废水及生活

污水处理方式区别开来。处理方式：将样品全部转移至（地表水、地下水 2000ml；工业废水及生活污水 1000ml）分液漏斗中，量取四氯化碳（地表水、地下水量取 25.0ml、工业废水及生活污水量取 50.0ml）洗涤样品瓶后，全部转移至分液漏斗中。振荡 3min，并经常开启旋塞排气，静置分层后，将下层有机相转移至已加入无水硫酸钠（地表水、地下水加 3g；工业废水及生活污水加 5g）的具塞磨口锥形瓶中，摇动数次。如果无水硫酸钠全部结晶成块，需要补加无水硫酸钠，静置。将上层水相全部转移至量筒中，测量样品体积并记录。

地表水、地下水：向萃取液中加入 3g 硅酸镁，置于旋转振荡器上，以 180~200rpm 的速度连续振荡 20min，静置沉淀后，上清液经玻璃砂芯漏斗过滤至具塞磨口锥形瓶中，用于测定石油类。（地表水和地下水中动植物油类的测定可参照工业废水和生活污水的测定步骤）。

工业废水及生活污水：将萃取液分为两份，一份直接用于测定总油。另一份加入 5g 硅酸镁，置于旋转振荡器上，以 180~200rpm 的速度连续振荡 20min，静置沉淀后，上清液经玻璃砂芯漏斗过滤至具塞磨口锥形瓶中，用于测定石油类。

石油类和动植物油类的吸附分离也可采用吸附柱法，即取适量的萃取液过硅酸镁吸附柱，弃去前 5ml 滤出液，余下部分接入锥形瓶中，用于测定石油类。

#### 2.4.2 旧标准制备步骤

（1）萃取。将一定体积的水样全部倾入分液漏斗中，加盐酸酸化至  $\text{pH} \leq 2$ ，用 20ml 四氯化碳洗涤采样瓶后，全部转移至分液漏斗中，加约 20g 氯化钠，充分振荡 2min，并经常开启旋塞排气。静置分层后，将萃取液经已放置约 10mm 厚度无水硫酸钠的玻璃砂芯漏斗流入容量瓶内，用 20ml 四氯化碳重复萃取一次。取适量的四氯化碳洗涤玻璃砂芯漏斗，洗涤液一并流入容量瓶，加四氯化碳稀释至标线定容，并摇匀。将萃取液分成两份，一份直接用于测定总萃取物，另一份经硅酸镁吸附后，用于测定石油类。

（2）絮凝富集萃取。新标准中已删除，此处不再列出。

（3）吸附。取适量的萃取液通过硅酸镁吸附柱，弃去前 5ml 滤出液，余下部分接入玻璃瓶中，用于测定石油类。如萃取液需要稀释，应在吸附前

进行。也可采用振荡吸附法。

#### 2.4.3 两个标准的测定步骤比较

新标准样品制备比旧标准简化了。主要表现在：

（1）取消了旧标准中的絮凝富集萃取；

（2）旧标准中加入氯化钠来破坏油的乳化，新标准中不再采用；

（3）新标准中不同的样品，四氯化碳加入量不同，地表水、地下水加入 25.0ml，工业废水、生活污水加入 50.0ml，萃取 1 次，振荡时间加长为 3min。旧标准中每次加 20ml，萃取 2 次每次震荡 2min；

（4）旧标准中萃取液经无水硫酸钠脱水后流入容量瓶中定容，无水硫酸钠会带走部分四氯化碳萃取液，加大测定误差；新标准改进了脱水方式，准确量取四氯化碳进行萃取，萃取液转移至具塞磨口锥形瓶中直接加入无水硫酸钠脱水，不再定容，可避免无水硫酸钠带走部分四氯化碳萃取液产生的误差；

（5）在采样体积确定上新标准更准确些。旧标准在样品瓶上做标记，取样回化验室后直接倒入分液漏斗中进行分析，如果样品超出或低于采样标记线，分析时的体积就不好确定。新标准采取萃取后量取采样体积，很好地解决了采样体积准确性的问题。

#### 2.5 测定

两个标准都使用红外分光光度计，测定方法是相同的。只是新标准删除了用非红外分光光度法测定水中石油类和动植物油类。

#### 3 结论

2012 年 02 月 29 日发布的 HJ 637 - 2012 《水质 石油类和动植物油类的测定红外分光光度法》与 GB/T 16488 - 1996 标准比较，新标准删除了絮凝富集萃取内容、非分散红外光度法内容；增加了总油的定义；区分了地表水、地下水和工业废水及生活污水的取样体积，明确规定了样品保存时间，简化了样品制备步骤。修改了无水硫酸钠和硅酸镁的处理条件、样品体积的测量方法、样品的萃取条件和萃取液脱水方式，解决了旧标准中存在的取样体积不确定，无水硫酸钠脱水带走部分四氯化碳萃取液，增加样品测定误差的问题。

#### 参考文献：

- [1] GB/T 16488 - 1996, 水质 石油类和动植物油类的测定红外分光光度法 [S].
- [2] HJ 637 - 2012, 水质 石油类和动植物油类的测定红外分光光度法 [S].

## A Discussion about Discrepancy of the New and Outdated Standards of “Water Quality Monitoring of Oil and Faunal/Floral Oil by Infrared Spectrophotometry”

ZHAO Zhou

(Qujing Municipal Environmental Monitoring Station, Qujing Yunnan 655000 China)

**Abstract:** The new standard of Water Quality Detection of Oil and Faunal/Floral Oil by Infrared Spectrophotometry (HJ637 – 2012) being effective on June 1 of 2012 would replace the GB/T 16488 – 1996. This article discusses about the effect of the new standard on the analysis results based on the comparison of the two standards.

**Key words:** water quality; oil; monitoring; standard; discrepancy

~~~~~  
(上接第 82 页)

A Discussion about Development Trend of Major Treatment Technology for Sugar Industrial Wastewater

HU Ya – ping, MA Xiao – li, DONG Bei – bei

(School of Water Conservancy and Environmental Engineering of Zhengzhou University, Zhengzhou Henan 450001 China)

Abstract: The wastewater from the sugar industry is a kind of organic wastewater with high concentration. It could be classified as low, middle or high concentration depending on its pollution degree. The major treatment process of the wastewater includes physical – chemical process, biochemical process and the composite process of the different treatment methods. This article gives a general review of the wastewater treatment process, and points out their pros and cons, in order to provide a reference. Finally the development trend of the wastewater treatment technology is proposed.

Key words: sugar industrial wastewater; treatment process; review; development trend

~~~~~  
(上接第 114 页)

## A Research of Pyridine Detection and Analysis in Air and Exhaust Gas

XU Qiu – jun, LU Bao – quan, GONG Xiao – li, DING Lei

(Jiangyin Qiu hao Testing Company Ltd., Jiangyin Jiangsu 214400 China)

**Abstract:** This paper studies the detection of pyridine in the air and exhaust gas by using 5% ethanol solution as absorption liquid, direct injection of 1 sample, gas chromatograph and hydrogen flame detector. The detection limit is 0.01 mg / L, and the absorption efficiency reaches 98%; the RSD is 8%, standard deviation curve correlation is  $\gamma = 0.9993$ . This method could be a convenient, accurate and rapid way to detect pyridine.

**Key words:** pyridine; detection; air; exhaust gas; method; research

# 利用水污染源在线数据发挥环境监管作用

陈兴, 陈颖

(桂林市环境监测中心站, 广西 桂林 541002)

**摘要:** 通过统计分析污水处理厂在线监控平台的流量、水质、运行状态等在线数据, 探讨如何开展有针对性的现场核查, 充分发挥污染源在线监控系统在环境监管中的作用。

**关键词:** 在线监控; 在线数据; 环境监管

**中图分类号:** X83      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0134-03

污染源在线监控系统是集在线仪器和污染处理设施的数据采集、传输、存储、展示、统计及管理应用为一体的综合业务平台。随着污染源在线监控系统运行和统计规范的出台, 在线数据已开始应用于总量控制和减排<sup>[1]</sup>。在线监控平台实时接收各污染源企业大量的在线数据。通过分析监控平台上参数, 从海量的在线监控数据中提取有价值的有效信息, 才能充分发挥在线监控在总量控制和减排工作中的作用, 使监控平台成为辅助环境监察现场核查的重要工具。本文通过统计分析污水处理厂在线监控平台的流量、水质、运行状态等在线数据, 探讨如何开展有针对性的现场核查, 充分发挥污染源在线监控系统在环境监管中的作用。

## 1 流量分析

### 1.1 统计在线流量数据重要性

污水处理厂进、出水口均装有在线监控系统, 在线监控平台 24h 对水污染源在线监测系统实时监控。首先, 对比进水口、出水口流量大小, 可以判断污水处理厂水平衡的基本逻辑性关系是否正确; 第二, 能反映企业流量计是否正常有效运行; 第三, 能反映企业污染排放量大小; 第四, 间接反映企业是否正常排污, 排放的污染物浓度是否是实际处理后的浓度<sup>[2]</sup>。对排污流量参数实时在线监控分析, 能有效预防和发现污染源非正常排放, 为核算城镇污水处理厂 COD 减排量提供科学依据。

### 1.2 某污水处理厂进、出水口流量统计

通过对某污水处理厂进行每月进、出水口流量统计, 发现该厂进水口月进水量 21 万 t 左右, 而出水口月排放量 35 万 t 左右, 按照污水处理水平

衡的基本逻辑性关系, 进水口流量应与出水口流量相当或略大, 但该厂统计结果反差大, 需要对其现场核查, 实现环境监管作用。

### 1.3 流量异常原因分析

该污水处理厂流量异常现象, 可能由以下情形产生: ①流量计故障; ②该企业引入其他水源, 存在稀释排放可能; ③可能由于人为或设备的原因, 使污水处理系统不能稳定地运行, 导致出水不正常; ④该月为雨季, 该厂或该厂所在区域雨污分流不够完善。可能连日暴雨导致出水口汇入大量雨水, 使水量增大, 或有其他流量汇入。

### 1.4 现场核查要点

现场核查人员根据上述分析重点进行以下方面调查: ①核查企业流量计, 核查瞬时流量和累计流量, 根据瞬时流量计显示流量, 估计出日进水量, 以排除流量计故障; ②查询污水收集管网、长度、收水范围、服务人口数量、有无工业废水排入, 以排除企业是否引入其他水源进入; ③查询气象台当月天气预报, 以获得降雨的大概情况来确定是否由于暴雨影响进、出水口水量差异; ④查询运行记录, 核查水泵运行时间和水泵流量, 污泥产生量 (污泥体积约占处理水量的 0.3%~0.5% 左右)<sup>[3]</sup>、核查用电量、水表用水量, 同时查阅中控室进水量历史曲线, 用累计流量核查进水水量与之进行对比校核, 核查是否存在人为稀释的可能; ⑤检查雨污分流情况, 查询是否有雨水或其他水源进入厂内。通过现场核查, 有效监控, 起到杜绝企业环境违法行为的作用。

## 2 水质参数分析

### 2.1 水质参数 COD 浓度在线数据分析

图 1 为某污水处理厂当月 COD 浓度在线数据统计。当月 5 日进水口、出水口 COD 浓度分别为 55.54mg/L 和 30.59mg/L。虽然进出的浓度对比符

收稿日期: 2012-06-04

作者简介: 陈兴 (1982-), 男, 江西永新人, 大学, 助理工程师。

合逻辑，但当日进水口浓度较低，而出水口浓度比其他日均值要高。查询当日进水流量 8500t，出水流量为 12500t，排除污泥带出的污染物削减量，分

析得出当日污染减排量较平常小很多，此种情况在 6 日更加明显。

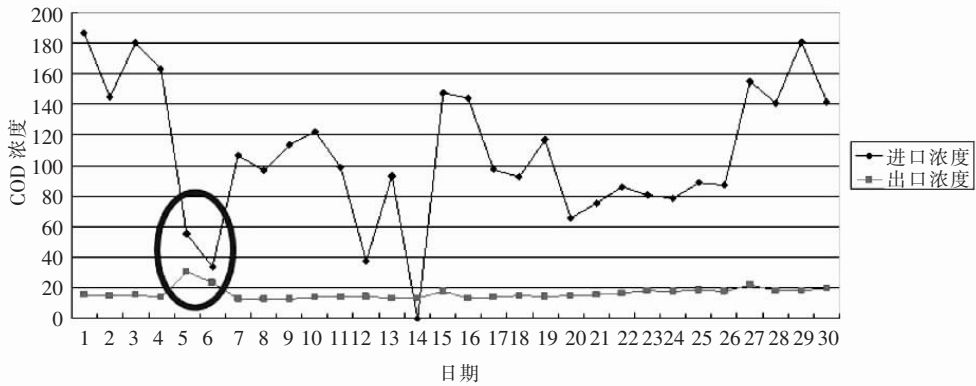


图 1 某污水处理厂进水口、出水口 COD 浓度在线数据对比图

## 2.2 异常现象分析

对平台数据进行原因分析，总结出以下几点：

- ①污水处理系统可能运行不正常，污水处理效果不好；
- ②有不明水源在进出口之间进入污水处理厂且浓度较大；
- ③当日可能有暴雨，将厂区内地表水冲入出水口前端，引起流量和浓度增大。

## 2.3 现场核查要点

- ①核查在线监控设备是否正常运行。包括在线监控仪程序是否正常运行；在线监测仪器曲线是否为测量范围之内；试剂是否过期；有无故障标识等。
- ②检查在线设施运行台账记录，查看污水处理设施工况，察看是否存在人为异常。
- ③核查污泥浓度

(MLSS)。生化反应池 MLSS 一般在 2000 ~ 5000 mg/L。MLSS 长期偏低且运行正常，则进水浓度可能较低。④一般生活污水各指标间存在下述关系： $6.5 < \text{pH} < 7.5$ ， $\text{BOD}/\text{TP} > 20$ ， $\text{BOD}/\text{TN} > 3.5$ ， $\text{BOD}/\text{COD} \geq 0.3$ 。查阅污水处理厂每日监测记录或环保部门监督监测报告，可根据各进水水质指标间的逻辑关系判断上报的进水 COD 浓度是否正常<sup>[4]</sup>。

## 3 运行状态

### 3.1 运行状态在线数据分析

在线监控平台将异常数据用字母的形式标识出来，在线监控设施运行的好坏能为日常监督和监管提供参考。

现场情况[※没有相关信息记录.]

| 监测项目及<br>执行标准       | CODcr(Rtd) |         | pH(Rtd) |   | 废水量(Rtd) |     | 氨氮(Rtd) |      |
|---------------------|------------|---------|---------|---|----------|-----|---------|------|
|                     | ≤90        | mg/L    | 6~9     | - | /        | L/s | /       | mg/L |
| 单位                  | mg/L       |         | -       |   | L/s      |     | mg/L    |      |
| 2012-04-28 16:12:00 | 0.00       | [1]S    | 6.94    |   | 33.27    |     | 2.726   |      |
| 2012-04-28 16:07:00 | 61.92      | [2]仪器离线 | 7.00    |   | 4.37     |     | 2.726   |      |
| 2012-04-28 16:02:00 | 61.92      |         | 6.95    |   | 6.09     |     | 2.726   |      |
| 2012-04-28 15:57:00 | 61.92      |         | 6.95    |   | 15.95    |     | 2.726   |      |
| 2012-04-28 15:52:00 | 61.92      |         | 6.95    |   | 59.35    |     | 2.726   |      |
| 2012-04-28 15:47:00 | 61.92      |         | 6.93    |   | 59.79    |     | 2.726   |      |

图 2 某企业在线监控仪记录

图 2 显示该企业的在线监控仪器于 16 点 12 分左右处于离线状态（“S”表示离线），而废水瞬时流量由 16 点 07 分的 4.37L/s 升高到 33.27L/s。

## 3.2 异常现象分析

监控平台显示企业不明原因离线和流量波动较大，可推断出现下列情况：企业网络可能由不可抗

力因素引起故障(如雷击、洪水、宽带维修等情况),导致数据传输失败,仪器处于离线状态;可能企业准备偷排,人为故意让仪器掉线,故有数量突然增大的现象;由于仪器自身故障引起掉线。

### 3.3 现场监察要点

上述情况现场核查时主要着重以下几方面:①察看天气,看看当天该企业是否有雷雨天气;②致电宽带业务部门,询问当时是否有维修或者改、扩建等需要停止该企业范围内的宽带业务。如无上述情况可排除自然因素引起仪器掉线,则人为因素引起仪器离线的几率将大大增加;③察看在线仪器是否正常运行;④察看企业污处设施是否正常运行。可以通过现场核查电耗量来判断。如污水处理厂电耗量一般为 $0.2 \sim 0.35^{\circ}/t$ 污水。根据某一时间段内污水处理量、耗电量计算污水处理厂实际平均电耗量,并与上述经验电耗量比较,判断污水处理厂运行是否正常。同时也可以用电耗量来判定污水处理厂运行状况。对于稳定运行的污水处理厂瞬时电耗量与实际平均电耗量的误差一般不超过10%。瞬时电耗量的公式为:瞬时电耗量 = 功率/流量 =  $1.732 \times \text{电压} \times \text{电流} \times \text{功率因数} / \text{进水流量}$ ;

⑤查找企业是否存在暗管偷排。

### 4 结语

本文对在线监控平台三类企业异常现场进行统计分析,使现场核查能迅速发现和解决问题,准确再现污水处理厂的减排情况,为环境监管提供事实依据,为污染物减排提供科学数据参考。通过加强污染源在线监控系统的数据统计工作,使在线平台监控与现场检查有机结合,以提高环境监管的技术水平。在线监控设施作为环境监察的“千里眼”,目的是对企业进行实时监控,实时防范企业的环境违法行为,提高环境执法效能。有效进行在线监控数据的技术统计工作,才能充分发挥其在环境监管中的作用。

#### 参考文献:

- [1] 喻义勇. 污染源在线监控管理模式探讨 [J]. 环境监测管理与技术, 2008, (5): 5-8.
- [2] 赵怀全. 城镇污水处理厂污染物总量减排现场核查要点分析 [J]. 环境监控与预警, 2010, (6): 54-56.
- [3] 杨小元. 污水处理厂污泥处置技术探讨 [J]. 北方环境, 2010, (4): 76-78, 88.
- [4] 李正乐. 总量减排中存在的问题与对策 [J]. 环境与可持续发展, 2009, (4): 50-51.

## The Role of On - Line Water Pollution Source Data in Environmental Supervision

CHEN Xing, CHEN Ying

(Guilin Municipal Environmental Monitoring Center, Guilin Guangxi 541002 China)

**Abstract:** This paper discusses how to carry out the on - site environmental examination through the statistical analysis of the on - line data about the flow, water quality and operation of the on - line monitoring facility of the wastewater treatment plant, in order for a full use of the on - line monitoring system in the environmental supervision.

**Key words:** on - line monitoring; on - line data; environmental supervision



# 环境监测事业发展方向探讨

张晓松

(保山市环境监测站, 云南 保山 678000)

**摘要:** 通过分析, 认为今后我国环境监测事业的主要发展方向将是有机污染物水质监测、农村环境监测和生态环境监测, 并探讨了主要监测内容。

**关键词:** 环境监测; 发展; 方向; 有机污染物; 农村; 生态

**中图分类号:** X83      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1673-9655 (2012) 06-0137-04

我国的环境监测工作起步于 20 世纪 70 年代中期, 经过近 40a 的发展, 环境监测工作有了长足的进步, 尤其是近 10a 来, 环境监测加快了发展的步伐。目前全国已有各级环境监测站 2587 个, 监测人员近 5 万名, 形成了以中国环境监测总站为中心, 省、市、县环境监测站为区域监测力量的全国 4 级环境监测体系, 初步建成了覆盖全国的国家环境监测网, 形成了较高的环境监测能力。但随着国内外对环境保护的要求越来越高, 环境监测在环境管理中的作用变得更加突出, 社会公众对环境监测公共服务能力的需求也进一步加大。

## 1 环境监测发展方向

随着我国环境监测事业的不断发展, 我国在大气、地表水、声环境等常规环境监测领域已经形成了比较成熟的监测体系, 具有较强的监测能力。比如城市大气环境质量自动化监测、江河湖泊及饮用水源地水质监测、城市噪声环境质量监测 (包括区域环境、功能区环境和交通干线噪声监测)、工矿企业常规监测和验收监测、建设项目环评监测、部分项目土壤监测等; 主要监测项目主要为大气总悬浮颗粒物、可吸入颗粒物、二氧化硫、氮氧化物及水质 24 个常规项目。而我国在有机污染物、生态、生物、电磁波、放射性、核与辐射、环境振动、热污染、光污染等领域的监测或还尚未开展, 或监测项目较少, 能力需进一步加强。就目前国内外环境监测发展情况来看, 提高有机污染物水质监测能力、开展农村环境监测和生态环境监测将是今后环境监测发展的三大主要方向。

## 2 有机污染物水质监测

随着我国经济的快速发展, 大量工业、农业和生活废水排入水体, 江河湖库均受到了不同程度的污染, 并呈现出有机物污染趋势。日趋加剧的水污染, 已对人类的生存安全构成重大威胁。

根据污染特点可将有机污染物分为耗氧有机污染物和持久性有机污染物。耗氧有机污染物来源于城市生活废水及食品、造纸、印刷等工业废水中的大量碳氢化合物、蛋白质、脂肪、纤维素等有机物质, 本身无毒性, 但在分解时需消耗水中的溶解氧, 从而使水质下降, 甚至恶化; 持久性有机污染物 (简称 POPs) 是指具有毒性、难以降解、可远距离传输、可在生物体内蓄积的有机污染物, 具备高毒、持久、生物积累性、亲脂憎水性 4 种特性。其中包括 8 种农药: DDT、艾氏剂、狄氏剂、异狄氏剂、氯丹、毒杀芬、灭蚁灵、七氯; 2 种化工产品: PCBs、六氯苯; 两种工业副产品: 多氯二苯并二噁英、多氯二苯并呋喃。持久性有机污染物已经成为对全球生态和人体健康威胁最为严重的物质之一, 是环境中需优先控制的污染物<sup>[1]</sup>。

### 2.1 有机污染物水质监测现状

目前我国环境监测部门的水质监测项目主要是理化指标、无机阴离子、金属及其化合物、营养盐及其有机污染综合指数, 其中有机污染综合指数是有机污染物的非特异性指标监测, 包括化学需氧量、石油类、非甲烷总烃等。而该水质监测项目在当前已不能全面反映水质情况, 必须尽快增加及优化有机污染物监测项目, 从而能准确地反映有机污染物的类型、种类和污染程度。

国家 2002 年颁布的《地表水环境质量标准》GB3838-2002 规定, 集中式生活饮用水源地需进行 109 项指标监测, 而目前我国大部分环境监测部门 (尤其是地市级环境监测站及以下) 针对饮用

收稿日期: 2012-04-24

作者简介: 张晓松 (1982-), 男, 云南省保山市人, 保山市环境监测站工作, 助理工程师, 学士学位, 研究方向: 环境监测及评价。

水源地只开展24个地表水环境质量标准基本项目,5个集中式生活饮用水地表水源地补充项目。极少部分环境监测部门(大多为省级、省会及环保重点城市环境监测站)开展部分或全部集中式生活饮用水地表水源地特定项目,而80个集中式生活饮用水地表水源地特定项目绝大部分项目为有机污染物监测项目。根据调查发现,目前大部分环境监测部门未开展有机污染物监测的原因主要是:①监测能力不足,未配备相应的有机物监测仪器,仅能针对常规项目进行监测,这种情况主要存在于西部不发达地区县级环境监测站;②配置有气相色谱仪、液相色谱仪、色谱-质谱分析仪等部分有机物分析仪器,但由于人员编制不足,无力应对繁重监测工作,以致迟迟未能开展有机污染物监测工作,这种情况存在于大部分市级环境监测站;③国家对于有机污染物分析方法标准未及时进行修订、修改或整合,各级环境监测部门缺乏技术指导。

## 2.2 有机污染物监测实施计划与步骤

有机污染物监测是今后我国环境监测发展的一大方向,但也是一大难点,应进行分类、分步实施,全面保障,逐步提高有机污染物监测能力,最终满足我国环境管理的要求。

(1)应对市级以下环境监测站加大有机污染物监测仪器的配置力度,并根据全国环境监测站建设标准,科学地逐步增加人员编制,从而能够使有机污染物监测工作逐步开展起来。

(2)省级、省会及环保重点城市环境监测站等强站在有机污染物监测方面可先行一步,在监测全部地表水环境质量标准中所列80个特定项目的基础上,逐步将有机污染物监测过渡到其他相关环境要素,例如土壤、大气等;而西部不发达地区市级以下环境监测站则可在强站的技术指导之下分步进行,从有机污染类别监测(如挥发酚等)、挥发性和半挥发性有机污染物监测逐步过渡到特定有机物的监测。

(3)省级环境监测站应起到技术指导作用,对省内环境监测站人员进行相关培训,实施考核上岗。

## 3 农村环境监测

我国城市环境质量通过几十年的环保投入逐步得到了改善,环境监测也基本制度化。但是农村的环境污染却越来越严重,环境质量在逐年不断下降,广大农村地区尤其是中西部环境监测点位几乎为空白<sup>[2]</sup>,近年来已经引起了国家的重视。而农村的环境污染却呈现出与城市污染迥异的特点,具

有排放主体分散隐蔽、排污随机、不易监测等特点,主要可分为以下几类污染:

(1)农药化肥大量使用导致的污染。大量使用化肥,会导致土壤有机质减少,造成土壤板结,肥力降低,大量使用农药则会造成果蔬上有农药的残留,并破坏农村的生态环境,诱发有害生物的抗药性,而且农药化肥流入河流湖泊或渗入地下水后将危及人体健康;农膜及各种塑料废弃物,由于极难降解,且降解过程中还会渗出有毒物质,对土壤及农作物危害也很大<sup>[3]</sup>。

(2)生活废水及垃圾污染。由于缺乏生活废水和垃圾处理设施,使得生活废水及垃圾随意堆放,同时禽畜粪便也是污染源之一。

(3)农作物秸秆焚烧污染。农作物秸秆焚烧严重污染当地大气环境,并破坏土壤结构,造成耕地质量下降。

(4)工矿企业排放污染。由于大多数工矿企业建设在广大农村地区,排放的废水、废气及废渣直接对当地造成了污染。而我国农村的乡镇企业大多规模小、技术装备落后、资源能源消耗大、无污染处理设施,致使污染物随意排放。

### 3.1 农村环境监测现状

目前我国农村环境监测工作刚刚起步,全国范围仅建有31个农村区域监测站,尚未建立全国统一的农村环境监测工作制度。大部分县市只针对部分农村地区实施过生态乡镇建设环境监测、农村工矿企业排放及周边敏感点监测等工作,这类监测项目过少,监测点位单一,监测频次过低,不能完全反映当地环境质量状况。随着目前我国农村环境污染日趋严重化,农村环境监测工作必须立即有计划地实施起来,使之常态化。

### 3.2 农村环境监测实施计划与步骤

2009年,国家环保部为建立农村环境监测制度和监测技术体系,出台了《全国农村环境监测工作指导意见》的通知,因此应结合该通知逐步在全国范围内实施农村环境监测。

(1)尽快出台农村环境监测制度和技术规范,建立农村环境质量监测与评价指标体系,从而指导全国农村环境监测工作。

(2)各级环境监测部门应对农村环境质量状况进行全面的调查了解,以流动或属地监测等多种方式开展监测工作。具体监测工作应包括:①开展农村饮用水水源地和村庄河流(水库)水质监测,每年至少应监测1次,监测项目则可参考城市居民

饮用水水源地和地表水水质监测项目；②开展农村环境空气质量监测，监测点位设置可由乡镇向主要村庄、全部村庄逐步过渡，选择常规监测项目，对可能受工矿企业污染影响的农村地区，要选择代表性污染因子开展定期监测；③以污灌农田和有机食品基地为重点，开展农村土壤环境质量监测，监测项目必须包括各重金属离子和有机特征污染物（如有机氯农药等），同时要充分利用农业部门已有的监测成果；④参考城区环境噪声监测情况，定期开展农村区域环境噪声监测；⑤开展农村周边的乡镇企业排污监测，完善工业污染源监测工作，并督促其建设治理设施；⑥加强规模化养殖场和化肥、农药等农业面源为主的农业污染源监测，掌握污染来源、排放量及排放规律。

(3) 各级环保部门应定期公布农村环境质量监测状况，并组织编制农村环境质量报告，使农村环境质量监测状况受到社会监督。

#### 4 生态环境监测

当今社会环境问题不再局限于污染物排放所导致的污染，而是包括自然环境的保护、生态平衡和可持续发展的资源问题。除了常见的各类污染因子外，灾害性天气增加，森林植被锐减，水土流失严重，土壤沙漠化加剧，洪水泛滥，沙尘暴、泥石流频发，酸沉降等，使得我国本已十分脆弱的生态环境更加恶化。因此，环境监测必须从一般意义上的环境污染因子监测向生态环境监测拓宽，生态环境监测将是环境监测发展的必然趋势。

生态环境监测是指采用生态学的方法和手段，从不同尺度上对各类生态系统结构和功能的时空格局进行度量，主要监测生态系统条件、条件变化、对环境压力的反映及其趋势，目前国际上还没有统一规范的定义。生态环境监测可分为宏观生态监测和微观生态监测两大类，微观生态监测又可分为干扰性生态监测、污染型生态监测、治理性生态监测，生态环境监测的对象主要为农田、森林、草原、荒漠、湿地、湖泊、海洋、气象、物候、动植物等<sup>[4]</sup>。

##### 4.1 生态环境监测现状

近10a来，我国在生态遥感监测与评价、土壤环境监测、湖泊湿地藻类水华监测工作等方面进行了拓展，初步建成国家生态环境监测业务和技术体系，组建了由中国环境监测总站、31个省级环境监测站和部分地市级环境监测站为成员的国家生态环境监测网，初步具备了生态遥感监测、水生生物

监测、生态环境综合分析评价和监测科学研究等能力。2000~2003年完成了我国西部地区生态环境状况遥感调查及我国中东部生态调查与评估专项调查，2003~2005年开展了全国“菜篮子”种植基地环境质量监测，2006~2010年开展了全国土壤污染状况专项调查，制定了土壤污染总体调查方案和多项技术规定，并编写了全国土壤环境质量专题报告，2008年起，每年均开展太湖、巢湖、滇池及三峡库区藻类水华预警与应急监测。同时，制定出台了一系列生态监测技术规范和规定，为生态环境监测提供了一定的技术依据和保障，如《湖泊（水库）富营养化评价方法及分级技术规定》、《沙尘天气空气颗粒物浓度分级技术规定》、全国生态监测技术路线、《生态环境状况评价技术规范（试行）》（HJ/T192-2006）、《太湖、巢湖水华状况判断暂行办法》等。但相比常规的环境污染排放监测工作，我国的生态环境监测仅对敏感生态环境问题开始有所涉及，整体还处于落后状况，需进一步制度化，促使其全面发展。

##### 4.2 生态环境监测实施计划与步骤

(1) 首先，应有计划地增加国家生态环境监测网的成员单位，逐步从省级向市级环境监测站扩展，从而使生态环境监测网络覆盖全国，同时应联合农业等部门开展联合调查监测机制；其次，围绕国家主要生态脆弱区、重要生态功能区综合观测、生物多样性调查监测、湖泊湿地藻类生物监测、土壤环境监测等方面，继续拓展生态监测的业务和范围，提高生态环境监测的能力。

(2) 生态环境监测要以空中遥感监测（RS）为主要技术手段，地面对应监测为辅助措施，并结合地理信息技术（GIS）和全球卫星定位技术（GPS），实现监测技术天地一体化<sup>[5]</sup>。

(3) 生态环境监测项目要体现生态环境的整体性和系统性，并具有代表性。根据环境监测总站出台的《生态监测技术路线》和相关规定，监测项目主要为优劣度、稳定度、脆弱度、植被覆盖指标、生物丰度指数、土地退化指数、污染负荷指数、水网密度指数等。监测频次应视监测的区域和目的而定，全国范围和重点区域的生态环境质量监测可每年1~2次；专项目的的监测，如监测沙尘天气和近岸海域的赤潮监测则要每天1次或每天数次，甚至采取连续自动监测的方式。

#### 5 结语

今后我国环境监测发展方向将是有机污染物水

质监测、农村环境监测和生态环境监测,有机污染物水质监测是技术上纵向的延伸,而农村环境监测和生态环境监测主要是业务上横向的拓展。技术上和业务上的发展均受制度规范的制约,因此,只有形成一套完整的监测制度、技术规范、方法标准后,才能使环境监测能力大幅提高,从而满足新时代国家、社会发展和广大民众健康的需要。

参考文献:

[1] 胡冠九. 浅谈环境有机污染物监测发展趋势 [J]. 环境监测

管理与技术, 2010, (3): 18-21.

- [2] 张宁红, 卞静晶. 从履约压力看环境监测发展方向 [J]. 环境监测管理与技术, 2006, (3): 1-3.
- [3] 李洁. 我国农业污染特征及农村环境监测体系探讨 [J]. 现代商贸工业, 2011, (9): 69-70.
- [4] 刘菲. 生态环境监测及其在我国的发展 [J]. 内蒙古科技与经济, 2009, (14): 63.
- [5] 李松林. 生态监测技术与我国生态监测工作现状综述 [J]. 价值工程, 2010, 23: 109.

## A Discussion about Development of Environmental Monitoring

ZHANG Xiao-song

(Baoshan Municipal Environmental Monitoring Station, Baoshan Yunnan 678000 China)

**Abstract:** In this article, it is thought that in the future, the environmental monitoring would focus on the water quality for organic pollutants, rural environmental monitoring and ecological monitoring. The content of the monitoring is also discussed.

**Key words:** environmental monitoring; development; trend; organic pollutant; rural; ecological

## 欢迎订阅《环境科技》杂志

《环境科技》是由江苏省环保厅主管,江苏省环境科学研究院、江苏省徐州市环境监测中心站联合主办的集学术性与实用性于一体的环境科学技术类期刊,为“中国科技论文统计源期刊”(中国科技核心期刊)。国内统一刊号:CN32-1786/X,国际标准刊号:ISSN 1674-4829。

常设栏目有:研究报告、污染防治、环境评价与规划、专论与综述、环境管理、环保论坛等。对环境保护管理、科研院所、污染防治技术开发设计、环保产业、工矿企业等部门从事环保工作的管理和专业技术人员以及大专院校师生均有较强的参考价值。

《环境科技》为双月刊,大16开国际标准版,80页,每逢双月25日出版。国内订价(含邮费)订价15元/期,全年90元。全国各地邮局均可订阅,也可以直接向编辑部邮购。

订阅办法:

1. 当地邮局订阅:邮发代号:28-179。
2. 邮局汇款:收款单位:《环境科技》编辑部;地址:徐州市黄河南路60号;邮编:221002。
3. 银行汇款:收款单位名称:徐州市环境监测中心站;开户行:交行徐州分行营业部;帐号:323600660018170702621。

《环境科技》编辑部电话:0516-85635681, 85635682; 传真:0516-85737126; 电子信箱: [jshjkj@126.com](mailto:jshjkj@126.com)。

《环境科技》编辑部

# 《环境科学导刊》

## 2012 年第 31 卷总目次

### 第 1 期

#### · 专题研究 ·

仿生 SiC 陶瓷材料的制备和性能 ..... 朱丹, 高明霞, 巫红燕, 潘颀 (1)  
基于过程分析法的碳排放量的分析——以华德精工制造公司为例

城市道路机动车尾气污染物扩散模型研究概况 ..... 王大川, 吴勇, 艾晓艳, 吕利, 陈彬, 居鸣华 (6)  
昆明市城区初中生绿色生活方式初步研究 ..... 刘迪, 卢振兰 (10)  
王奕, 何茂恒, 徐申, 王金亮 (12)

#### · 环境管理 ·

云南九大高原湖泊治理的复杂性、艰巨性和长期性 ..... 张召文 (19)

发展低碳经济建设生态环保城市 ..... 王鲁湘 (21)

城市交通低碳化的可能路径 ..... 唐建荣, 王琛娇, 蔡筱霜 (24)

杭州生态文明建设对策初探 ..... 曹睿, 张慧君 (26)

沈阳市集中供暖锅炉房环境信访问题的成因及解决对策 ..... 杨佳妮 (28)

水污染物总量分配原则及方法研究进展 ..... 程玲玲, 夏峰 (30)

曲靖市(城区)生活垃圾处理费征收研究 ..... 马永余 (35)

#### · 污染防治 ·

“十二五”时期印染行业减排对策研究——以绍兴市为例 ..... 许申来, 周昊 (39)

临沧制糖业实施污染减排成效分析 ..... 杨晓晶 (42)

含砷废水处理新进展 ..... 张伟 (45)

压载水处理系统研究进展 ..... 张楷, 方振东, 杨琴, 冯云霄 (49)

塑烧板除尘器在粉末冶金上的应用 ..... 瞿仁静, 刘晓红, 王贤, 包稚群 (54)

昆明市城市生活垃圾处理方法比较——基于环境保护和能源利用视角 ..... 王婷, 徐晓勇 (57)

元江县城生活垃圾处理现状及对策措施初探 ..... 朱少春 (61)

浅谈对农村垃圾的处理对策 ..... 窦红英 (65)

睢宁县农作物秸秆综合利用的现状与对策 ..... 刘峰, 王甫利 (68)

#### · 环境评价 ·

滨海重化工选址中海洋要素研究——以泉惠石化工业区为例 ..... 刘希, 陈庆辉, 傅世锋 (71)

影响高压送电线路工频电场强度的主要因素 ..... 林立峻 (74)

柳州市空气可吸入颗粒物中重金属污染特征分析 ..... 刘齐, 熊莎莎, 刘文军 (76)

龙岩市 PM<sub>10</sub> 排放源污染元素富集因子分析 ..... 房春生, 魏强, 杨萌尧, 王菊, 陈克华, 肖忠慎 (80)

保山中心城市环境空气质量现状与预测 ..... 李羚, 李德光, 李丽 (84)

#### · 环境监测 ·

COD 仪替代试剂的开发及其在普通分光光度计上的应用研究 ..... 谢蔚嵩, 安裕敏 (87)

Flo-mate2000 型流速仪快速测量水体流量的探讨 ..... 明洪武, 黄颖媛 (93)

浅谈流动分析测定烤烟总氮含量方法的改进 ..... 寸松梅 (97)

检测管法与纳氏试剂光度法测定氨氮的比较研究 ..... 王玲玲, 王媛媛, 王盈, 谢志广 (101)

三峡水库退水期间大宁河“水华”监测探讨 ..... 傅道林, 刘晓霭, 刘广 (104)

原子荧光光谱仪测定底泥中砷含量的不确定度评定 ..... 张俊 (106)

水污染源在线监测系统比对监测过程中的质量保证和质量控制 ..... 张琳玲 (110)

环境监测实验室标准物质的使用和管理中应关注的几个问题 ..... 陆锦标 (113)

浅谈环境监测实验室仪器设备的期间核查 ..... 娄明华 (116)

海南省环境监测能力建设重点发展方向探讨 ..... 吴姬, 岳平, 唐闻雄, 庄晓娟 (118)

### 第 2 期

#### · 专题研究 ·

流沙湾海域表观耗氧量和营养盐相关性分析 ..... 谢群, 张瑜斌, 孙省利, 陈春亮 (1)

思茅松种群的自疏研究 ..... 廖迎芸 (7)

三岔河沿岸植物铅、镉富集特性的研究 ..... 王厚杰, 彭培好, 贝荣塔, 马叶 (11)

#### · 环境管理 ·

环境管理经济手段有效性分析 ..... 董小林, 林霄, 马瑾, 吴颖超 (16)

云南省危险废物经营能力评估报告技术要点 ..... 吴学勇 (20)

德国推行清洁生产经验及对我国的启示 ..... 刘志鹏, 毕俊生, 寻翠翠 (24)

#### · 环境保护 ·

松华坝水源保护区新能源结构研究 ..... 李丽珍 (26)

大连石灰石矿坑边坡绿化植物种类选择 ..... 周京, 张华 (31)

汶上县生态农业发展的制约因素及改善措施 ..... 房立新 (35)

#### · 水环境保护 ·

滇池生态安全保障策略研究 ..... 戴丽, 贺彬, 夏峰, 胡小贞 (38)

汉江流域生态补偿效益的评价研究 ..... 岳思羽 (42)

|                                             |                                |       |
|---------------------------------------------|--------------------------------|-------|
| 湖滨湿地恢复方案研究综述                                | 张淑霞, 周虹霞, 陈静                   | (46)  |
| 佛子岭水库水质理化监测与生物监测研究                          | 田华祥, 刘昌利                       | (52)  |
| <b>· 污染防治 ·</b>                             |                                |       |
| 自然循环污水处理技术的应用与创新                            | 杨敏                             | (56)  |
| 微波辅助 TiO <sub>2</sub> 光催化氧化技术在农药污染物处理中的研究进展 | 李丽, 杨光明, 李羚, 李德光               | (58)  |
| 微波辅助均相催化氧化处理吡虫啉农药废水                         | 杨海燕, 许晓毅, 毕晓伊, 孙珮石             | (62)  |
| 膜技术对垃圾渗滤液处理的研究                              | 郭娜, 王伯铎, 崔晨, 张秋菊               | (66)  |
| 绥中县部分居室室内空气中甲醛和苯系物污染调查分析                    | 方小伟                            | (71)  |
| <b>· 环境评价 ·</b>                             |                                |       |
| 水资源水质水量联合评价综述                               | 刘韬                             | (73)  |
| “十一五”期间凡河中上游水环境质量状况分析及评价                    | 张明                             | (78)  |
| 南汀河水环境质量现状及变化趋势分析                           | 张琳玲, 张学文                       | (81)  |
| 污水处理效果评价的一点思考                               | 唐方云, 银媛媛                       | (84)  |
| 油船装船损耗环境影响研究                                | 刘希, 吴海燕, 欧阳玉蓉                  | (86)  |
| 有色金属矿山恢复开采项目环评应关注的几个问题                      | 刘静静                            | (89)  |
| 浅议啤酒项目环境影响评价中的公众参与                          | 侯爱丽, 李景学, 于家峰, 于晶              | (92)  |
| <b>· 环境监测 ·</b>                             |                                |       |
| HPLC 在水环境监测中的应用及现状分析                        | 黄艳艳, 孙雪莉, 朱海涛, 张龙华             | (95)  |
| 亚甲基分光光度法测定水质阴离子表面活性剂的优化研究                   | 刀谱, 滕恩江, 张颖, 高愈霄, 薛荔栋, 许秀艳     | (100) |
| 原子吸收法测定水中锰的质量控制指标研究                         | 彭刚华, 左燕君, 陈晓峰, 姜凌霄, 胡梅, 马芳, 夏新 | (105) |
| 测定水中总氮的消解方法                                 | 连芸, 张涛, 洪雪花, 张霞                | (108) |
| 球磨仪制样 - 微波消解 - GFAAS 法测定土壤中铅                | 黄懿敏                            | (110) |
| SPE 净化 - HPLC 法测定新鲜土壤中的多环芳烃                 | 金玉, 铁程, 刘宏静, 杨良                | (113) |
| 纳氏试剂比色法测环境空气中氨有关问题的探讨                       | 毕勇, 李玉博, 张哲                    | (117) |
| 噪声监测的常见问题探讨与思考                              | 许震, 潘春龙                        | (119) |
| 一种快速实现比较分析的方法                               | 白爱民                            | (121) |

### 第 3 期

|                                         |                         |       |
|-----------------------------------------|-------------------------|-------|
| <b>· 环境管理 ·</b>                         |                         |       |
| 基于物联网与 GIS 的环境质量管理信息系统设计                | 王立群, 贾继薇                | (1)   |
| 沙口水厂水源保护管理体系的建立                         | 罗艳明, 关展雯                | (3)   |
| 论基层环境执法难的突出问题                           | 尚林                      | (5)   |
| 杭州市环保系统人才队伍建设初探                         | 曹睿, 张慧君                 | (8)   |
| <b>· 环境保护 ·</b>                         |                         |       |
| 农村环境保护问题与对策初探                           | 刘峰                      | (10)  |
| 浅谈国家生态县创建中的能力建设及保障措施                    | 杨飞                      | (13)  |
| 积极探索生态创建之路力促区域环境、经济“双赢”                 | 王嵩                      | (16)  |
| 铁岭县工业园区发展与环境保护措施探讨                      | 张明                      | (19)  |
| 论节能减排与低碳经济                              | 李玲, 赖志刚, 黄光波, 朱小翠, 黄袁金  | (21)  |
| <b>· 水环境保护 ·</b>                        |                         |       |
| 珠江流域水污染现状与主要问题成因分析                      | 和丽萍, 张兴, 陈晟             | (24)  |
| 2002 ~ 2009 年红枫湖水污染趋势分析                 | 肖致强, 安艳玲                | (29)  |
| 基于水质水动力模型的鱼洞水库水污染物总量控制研究                | 张宁燕, 赵磊, 王志芸, 朱翔, 邹锐    | (35)  |
| 滇池湿地环境影响评价指标体系研究                        | 杨苓彬                     | (42)  |
| 云南省九大高原湖泊营养状态综合对比评价分析                   | 包艳飞, 崔东文                | (48)  |
| 洞庭湖区环境污染的安全性研究                          | 吕殿青, 王宏, 侯旭蕾, 刘小梅       | (53)  |
| 松华坝水源保护区产业格局初探                          | 李丽珍, 郭朋恒                | (57)  |
| <b>· 污染防治 ·</b>                         |                         |       |
| 水葫芦制备生物气高效工艺中试研究                        | 吴泽宇                     | (61)  |
| 凤眼莲净化治理滇池蓝藻污染的可行性研究                     | 李晨光                     | (64)  |
| 水生植物治理水污染工艺及在我国的应用潜力                    | 徐伟娜                     | (69)  |
| 水泥工业节能减排措施及节能量分析                        | 刘维维, 付炳林, 栾景丽, 何艳明, 欧根能 | (72)  |
| 电动技术去除城市污泥重金属的试验研究                      | 陈静, 张薇琳                 | (76)  |
| <b>· 环境监测 ·</b>                         |                         |       |
| 过硫酸钾氧化法测总氮的改进方法探讨                       | 宋月英                     | (80)  |
| 浅谈水质中总氮测定的影响因素                          | 毛立宾                     | (83)  |
| 4 - 氨基安替比林直接光度法测定污水中高浓度挥发酚              | 蔡裕丰, 吴春妍                | (85)  |
| 吹扫捕集 - 气相色谱/质谱法测定水中 27 种挥发性有机物          | 李国媛                     | (88)  |
| 污泥焚烧中二氧化硫检测新方法 & 污泥处理探讨                 | 赵阳, 焦健, 李乐              | (91)  |
| 污水处理厂剩余污泥中总磷的测定                         | 冯新长, 张黎黎                | (94)  |
| 利用土壤干燥箱主动干燥 - 微波消解 - 原子吸收分光光度法测定土壤中的重金属 | 张健美, 吴春妍, 许卫娟           | (97)  |
| <b>· 监测质量控制及管理 ·</b>                    |                         |       |
| 差压法测试生化需氧量的校验方法及过程                      | 陈婧娟                     | (100) |
| 低频噪声监测过程中有关问题探讨                         | 毕勇                      | (102) |
| 环境监测质量控制结果的几种评价方法探讨                     | 夏新, 马芳                  | (104) |
| LIMS 系统在环境监测实验室质量管理中的应用                 | 陆锦标                     | (108) |
| 论环境监测过程中的质量保证工作                         | 潘春龙                     | (111) |
| 云南省重点污染源在线监控灾备系统的建设与展望                  | 白爱民                     | (114) |
| 论离子色谱在县级环境监测中的应用                        | 罗丽娟                     | (118) |

## 第 4 期

|                                            |                                    |
|--------------------------------------------|------------------------------------|
| · 专题研究 ·                                   |                                    |
| 库区滨水城镇设计的生态学方法分析 .....                     | 黄舸 (1)                             |
| 贵州中部煤矸石堆场废弃地自然植被的群落组成及物种多样性 .....          | 赵晓燕, 刘方 (5)                        |
| 基质培无公害叶菜施肥调控研究 .....                       | 杨苓彬 (10)                           |
| 大王滩水库秋季浮游植物分布初探 .....                      | 李华玲, 周莉 (14)                       |
| · 环境管理 ·                                   |                                    |
| 达州天然气开发与就地转化环境保护法制研究 .....                 | 南景毓 (17)                           |
| 浅谈环保守法证明 .....                             | 孙俊峰 (21)                           |
| 环境执法中存在的问题和对策浅析 .....                      | 刘峰, 苏宏智 (24)                       |
| 对规范环境监察执法工作的几点思考 .....                     | 王嵩 (27)                            |
| 关于新形势下环境保护宣传教育工作的若干思考——以杭州市为例 .....        | 曹睿, 张慧君 (29)                       |
| · 环境保护 ·                                   |                                    |
| 螳螂川河流重金属污染与防治对策分析研究 .....                  | 黄俊 (32)                            |
| 饮用水水源地水污染防治体系的建立——以贵州省盘县白河沟水库流域为例 .....    | 董云仙, 徐长城, 马杏, 张军莉, 谭志卫 (35)        |
| 盘龙江上段截污工程社会效益和生态系统服务价值评估 .....             | 孔德平, 范亦农, 杨发昌, 陈静 (39)             |
| 丽江市九子海村生态旅游运营保障对策研究 .....                  | 李小川, 杨发昌, 和丽萍, 王建南, 孔德平 (42)       |
| 坚持生态农业方向, 是山区经济持续发展的动力——南涧县变迁的启示 .....     | 李晨光 (45)                           |
| · 水环境保护 ·                                  |                                    |
| 抚仙湖生态脆弱性特征分析与改善对策研究 .....                  | 戴丽, 李荫玺, 祁云宽 (48)                  |
| 大理市地表水环境功能区划初探 .....                       | 李荣秀 (53)                           |
| 九龙江库区河段的营养盐滞留效应 .....                      | 苏彩霞, 曹文志, 李颖, 王飞飞, 万显会 (56)        |
| 楚雄州水环境质量现状及污染防治对策 .....                    | 周宇晖 (59)                           |
| 基于环境外部经济性的环境治理手段——以滇池白鱼河口湿地地块的模拟案例为例 ..... | 林霖, 欧阳三三, 杨良 (61)                  |
| 盘龙江城区段氮磷变化及环境管理对策 .....                    | 高原, 邓小华 (67)                       |
| · 污染防治 ·                                   |                                    |
| 昆明市区域噪声污染原因分析及防治对策 .....                   | 王江涛, 冯晖 (69)                       |
| 硫酸生产中含砷废水治理工艺、提高砷去除率的研究应用 .....            | 王勇 (72)                            |
| 城市建筑垃圾的减量化、资源化和无害化处置技术 .....               | 欧阳胜明, 李锦波 (74)                     |
| 弥勒县土法炼锌对环境的影响及解决对策 .....                   | 尚晓华 (76)                           |
| · 环境评价 ·                                   |                                    |
| 深圳市大气能见度影响因子研究 .....                       | 梁永贤, 尹魁浩, 颜敏, 刘宝章 (79)             |
| 五华区近两年医源性污水排放概况 .....                      | 邓飞宇 (83)                           |
| 关于云南省环境影响评价工作的思考 .....                     | 和晓荣, 张嫦 (86)                       |
| 西双版纳生物多样性廊道区气候变化脆弱性评价研究 .....              | 张晓旭, 马杏, 朱翔, 谭志卫 (89)              |
| “十一五”期间建阳市环境质量状况分析与对策探讨 .....              | 张金秀 (93)                           |
| 成都市地铁项目土建过程碳排放源分类研究 .....                  | 赖长邈, 吴勇, 艾晓燕, 孟杰杰 (97)             |
| · 环境监测 ·                                   |                                    |
| 分光光度法测定底质总磷的方法探讨 .....                     | 娄明华, 朱丽芳 (100)                     |
| 高效液相色谱法测定酚类化合物 .....                       | 林芳 (103)                           |
| 流域水环境监测质量管理体系构建初探 .....                    | 彭刚华, 乔支卫, 樊孝俊, 康长安, 吴志强, 陈军平 (105) |
| 浅谈空气质量自动监测系统的准确度审核 .....                   | 袁鸾, 刘俊, 师建中 (108)                  |
| 校准曲线的制作及有关问题的探讨 .....                      | 蔡裕丰, 吴春妍 (112)                     |
| 环境监测报告编制中应关注的若干问题 .....                    | 陆锦标 (115)                          |
| 移动通信基站电磁环境监测浅析 .....                       | 陈秋遐, 周立强, 杨文栋 (118)                |
| 试用 Excel 函数实现检测数据的修约 .....                 | 寸松梅, 杨一云, 杨国先, 杨军慧 (120)           |

## 第 5 期

|                               |                             |
|-------------------------------|-----------------------------|
| · 专题研究 ·                      |                             |
| 抗交联剂对聚丙烯酰胺分子量和絮凝性能的影响 .....   | 丁怡然 (1)                     |
| 纳帕海湿地生态系统功能与服务价值评估研究 .....    | 和建萍, 刘立涛 (5)                |
| 昆明市石漠化敏感性评价 .....             | 吴风志, 王金亮, 张俊黎, 陈慧蓉, 高雁 (10) |
| · 环境保护 ·                      |                             |
| 县域尺度下生态补偿机制构建初探——以桐庐县为例 ..... | 曹睿, 张慧君 (14)                |
| 云南农村环境问题及其保护初探 .....          | 杨文栋 (17)                    |
| 辽河保护区治理与保护能力建设研究 .....        | 宋歌 (22)                     |
| 浅析加强基层环保能力建设 .....            | 王嵩 (24)                     |
| · 水环境保护 ·                     |                             |
| 我国河流湖泊砷污染研究进展 .....           | 金雪莲, 任婧, 夏峰 (26)            |
| 应用水培蔬菜净化滇池富营养水体分析研究 .....     | 李发荣, 余冬 (32)                |
| 滇池湖泊浮游植物变化趋势分析 .....          | 黄俊 (35)                     |
| 滇池流域典型小流域农业种植情况调查 .....       | 和兰娣, 毕金, 杨赵 (38)            |
| 藻量对湖泊富营养化监测指标的影响探讨 .....      | 杨小珊, 殷丽萍 (42)               |
| · 污染防治 ·                      |                             |
| 福州市饮用水源地农村污水处理技术探讨 .....      | 李艳波, 林金画, 温和 (46)           |
| 滇池流域农村分散污水处理现状调查 .....        | 王丕祥, 和兰娣, 支国强, 杨育华 (49)     |
| 玉溪市中心城区大气污染分析及防治对策探讨 .....    | 徐著荣 (53)                    |
| 临沧市矿业开发中存在的环境问题及保护对策建议 .....  | 杨丽娟 (57)                    |
| · 污染治理技术 ·                    |                             |
| Fenton 氧化技术处理印染废水的试验研究 .....  | 李勇, 朱素芳, 郑定成 (62)           |

气浮 + A/O + 接触氧化 + 转盘过滤法处理饮料废水的应用研究 ..... 徐长城, 李立雄 (65)

螺旋藻废水处理工艺及其应用 ..... 杨敏, 张传光, 严谷芬, JEFFREY X. HA (美) (68)

· 环境评价 ·

大连市水环境健康风险评价 ..... 魏金波, 郑怀军, 刘欣 (71)

养殖海水中环境激素的环境风险评价技术研究 ..... 高晨宇, 闫新萍 (74)

云南昭通地表水水质分析与评价 ..... 刘园园, 查宏波, 黄韦华, 赵芳, 邹萍, 王强, 魏世强, 木志坚 (77)

干旱区内陆河流水电规划环境影响评价指标体系及其在方案环境比选中的应用 ..... 许玉 (82)

江阴市部分乡镇工业集中区土壤重金属环境质量评价 ..... 徐秋军, 鲁宝权, 孙靖 (86)

昆明地区花卉生产对水环境影响的调查研究 ..... 戴丽, 张萍, 汤承彬, 陶祖盛, 王继华, 窦晓黎 (90)

曲靖市中心城区环境空气质量变化趋势 ..... 赵洲 (93)

· 环境监测 ·

便携式 X 荧光光谱仪的实测比对与应用 ..... 王立前, 向峰 (97)

昆明市温室气自动监测初探 ..... 向峰, 谢海涛, 杨良 (102)

地表水自动监测中电极法测定氨氮方法确认 ..... 陆锦标 (106)

如何提高压差法测定 BOD<sub>5</sub> 标样考核合格率 ..... 张莉萍 (109)

连续流动分析仪测定地表水中挥发酚的方法探讨 ..... 封晓杰, 顾旻晨, 叶露 (111)

离子选择电极法测定土壤中氟前处理的改进初探 ..... 李娅萍, 杨小珊 (114)

火焰原子吸收法测定弥勒县磷电、焦化行业废水中铜、铅、锌含量 ..... 尚晓华 (116)

环境空气自动监测质量管理探讨 ..... 师莉莉, 向峰 (119)

超高效液相色谱法测定地表水中多环芳烃的实验分析测量不确定度评定 ..... 张明, 唐访良, 徐建芬, 陈峰, 余波 (122)

ASTAR IR-200 红外三波数测油仪自校方法 ..... 邓飞宇, 林杰 (128)

南宁市医用 III 类射线装置使用及防护现状调查 ..... 梁小丽 (131)

热释光测量法在云南省辐射环境质量监测中的应用 ..... 杨渐文, 文自富, 李程 (134)

## 第 6 期

· 专题研究 ·

生态脆弱区耕地集约利用水平分析 ..... 李芹 (1)

不同有机碳源对滇池沿湖大棚土壤水溶性氮、磷调控的研究 ..... 杨育华, 支国强, 和兰娣, 刘滔, 王丕祥 (6)

大气汞形态分布的研究进展 ..... 刘燕, 罗津晶 (9)

生态文明背景下昆明工业产业生态化发展路径探析 ..... 余芳, 秦成逊 (13)

· 环境管理 ·

纳板河保护区野生动物生境管理分析评价 ..... 田茂兴, 曹光宏 (17)

我国城乡居民环境维权方式调查分析——以大学生实践及调查问卷为样本 ..... 戈华清, 王兴玉, 祝嘉骅, 成杨, 金澍宇 (20)

企业推广使用“有效益的企业环境管理”的意义 ..... 王一竹, 张俊, 张筱鹏, 段怡君, 何燕, 杨硕 (25)

结合昆明市城市交通管理开展机动车节能减排工作 ..... 屈立钢 (27)

浅析沈阳市环境监察工作存在的问题——探索区域环境执法规范化管理新路 ..... 王嵩 (29)

试论耿马县生态环境建设与保护 ..... 张莉萍 (32)

探索“十二五”地方环境保护标准发展之路 ..... 王维, 王文美, 刘咏, 曹阳, 吴璇, 袁向华 (35)

· 水环境保护 ·

过去 20 年东江水质演变趋势 ..... 曾凡棠, 张修玉, 许振成, 黄生志, 张强, 张恒军, 房怀阳, 汪中洋 (38)

云龙水库和主要入库河流环境质量状况及保护措施 ..... 杨小珊 (42)

水葫芦大面积种植对滇池浮游植物的影响研究 ..... 郭艳英, 韩亚平 (47)

临沧市农村饮用水源地水质现状及环境保护 ..... 杨丽娟 (52)

· 污染防治 ·

浅谈资源整合对沱江流域污染治理的成效 ..... 陈春, 和杏丽 (55)

云南省农业源污染现状、危害及防治策略 ..... 宋福强, 杨硕, 张兴 (58)

开远市环境空气中氟化物的污染状况及变化分析 ..... 杨丽娟 (62)

县城镇空气质量变化与防治对策分析研究 ..... 韩琼仙 (64)

曲靖市麒麟区城市垃圾状况调查与分析 ..... 陈国兆, 刘永泽, 庄波 (68)

· 污染治理技术 ·

浅析土壤渗滤技术在再生水处理中的应用 ..... 金亚若, 万红友 (72)

制糖废水的主要处理工艺及发展方向刍议 ..... 胡亚萍, 马晓力, 董贝贝 (78)

铁岭地区玉米淀粉工业废水资源化利用方式及环境效益分析 ..... 王浩 (83)

冷轧浓油废水预处理设施的设计与运行 ..... 金亚颀, 刘勇, 袁军, 田麟, 王智铭 (86)

浅议 CO<sub>2</sub> 地质封存的风险 ..... 吴江莉, 马俊杰 (89)

· 环境评价 ·

黄河下游“二级悬河”典型河段近期治理工程环境影响研究 ..... 王联鹏, 李家东, 葛雷 (94)

浅谈如何加强港区海洋溢油风险管理 ..... 刘希, 吴耀建, 吴海燕 (99)

案例分析公路项目环验调查调查主要内容及问题对策 ..... 张惠娟, 孙双跃, 杨云升, 李丹, 罗宁 (102)

景观生态学在中小区域开发建设项目生态环境影响评价中的应用 ..... 王建英, 徐珊珊, 雷文文 (105)

油田开发项目环境影响评价分析 ..... 肖昕, 胡舒 (110)

· 环境监测 ·

空气和废气中吡啶检测分析方法研究 ..... 徐秋军, 鲁宝权, 龚晓丽, 丁雷 (113)

三峡水库大宁河回水区藻类生长与三态磷盐变化特征分析 ..... 洪尚波, 吴光应 (115)

水中铝元素和钒元素测定方法的研究 ..... 刘琳琳, 薛晓康, 王露 (120)

污染源废水中砷的测定 ..... 李萍 (123)

水中油类紫外荧光法在线仪器的性能评价 ..... 刘伟, 翟崇治, 余家燕, 刘萍 (125)

在线恶臭电子鼻在臭气浓度监测中的应用 ..... 刘甜恬, 许建光, 黑亮 (127)

浅析《水质 石油类和动植物油类的测定红外分光光度法》新旧标准的区别 ..... 赵洲 (131)

利用水污染源在线数据发挥环境监管作用 ..... 陈兴, 陈颖 (134)

环境监测事业发展方向探讨 ..... 张晓松 (137)