

非点源污染负荷估算方法探讨

樊在义¹, 宋兵魁², 杨勇², 王文美², 陈颖²

(1. 天津港保税区环境保护局, 天津 300308; 2. 天津市环境保护科学研究院, 天津 300191)

摘要: 通过搜集整理国内外非点源污染负荷方法, 概括归纳出综合分析、城市非点源和农村非点源三类非点源污染负荷估算方法, 并研究比较各类方法的原理、应用条件、具体参数等。在此基础上, 提出非点源污染负荷估算方法选择和最佳利用对策建议。

关键词: 非点源污染; 负荷评估; 方法

中图分类号: X52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0001-06

1 非点源污染及其影响

随着人类经济活动深入发展, 水环境污染问题已成为全球性问题。非点源污染亦称面源污染 (Non-point Source Pollution), 指溶解态或者固态的污染物从非特定地点, 在降水或溶雪等的冲刷作用下, 通过径流过程汇入受纳水体 (包括河流、湖泊、水库和海湾等), 并引起水体的富营养化或者其它形式的污染。美国《清洁水法修正案》将非点源污染物定义为: 污染物以广域的、分散的形式进入地表及地下水体, 这种污染物是非点源污染物。

1.1 非点源污染类型

从产生地域及来源划分, 非点源污染可分为城市非点源和农村非点源, 城市非点源污染主要是由于城市地表累积的污染物 (工厂和机动车量排放的废气、大气沉降物、城市垃圾、建筑施工场地堆积物) 随着雨、雪的冲刷, 随着排水管道进入城市水体, 污染地表水体, 破坏城市生态环境。农村非点源污染是指在农业生产、农村生活等过程中产生或导致环境变化的非点源污染, 主要有农用化学品施用的不合理及施肥技术的落后产生的农田径流、分散的畜禽养殖污染和农村生活产生的非点源污染废弃物等。

1.2 非点源污染问题及影响

非点源污染可以分为随水文产流过程而形成的产污过程和随水文汇流而形成的入河过程。在汇流和渗流过程中, 因人类活动而累积在地表的污染

物, 在降雨径流的淋洗和冲刷作用下进入江河、湖泊水库和海洋等水体而造成水体污染。

与点源污染相比, 非点源污染有分散, 时空差异性, 随机性强, 成因复杂, 潜伏周期长, 监测、控制、管理难度大等特点。在点源污染控制水平达到一定程度后, 非点源污染的严重性逐渐表现出来, 对其的控制迫切性日益增强, 特别是非点源污染负荷评估是做好非点源污染控制的第一步, 因此, 有必要对估算方法进行研究比选。

2 国内外非点源污染负荷估算方法介绍

非点源污染具有来源广泛、汛期影响水体水质强的特征, 以及历史统计资料相对缺乏性等特点。直到目前, 国内外对非点源污染负荷评估仍多采用估算、以点带面等方法, 通过对不同非点源来源、降雨径流和河流断面水文水质监测等资料数据对非点源污染负荷研究。综合分析现有非点源污染负荷估算方法, 按照非点源污染的研究对象划分, 可概括归纳为综合分析类、城市和农村类非点源污染负荷三类分析方法。

2.1 综合分析类方法

综合分析方法可分为模型法及水量水质类方法两类。模型法通过采取气象、水文、地表类型、污染负荷不同模块, 对一个区域或流域污染进行核算, 常用的方法有 SCS 法、SWAT 模型法、CREAMS 模型、通用土壤流失方程 (USLE) 等。水量水质类方法则通过非点源污染在汛期、非汛期对河流水体影响差异的特点, 测量不同时期河流断面以及降雨径流的水量、水质数据, 推算非点源污染对水体的影响, 常见方法有径流分割法、水量水质法、降雨差值法、平均浓度法等。国内外现有的综合类非点源估算方法具体见表 1。

收稿日期: 2011-02-16

基金项目: 全球环境基金 (GEF) 海河流域水资源与水环境综合管理项目资助 (TF053183)。

作者简介: 樊在义 (1974-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事环境管理方面研究。

表1 综合类非点源污染负荷估算方法列表

方法	方法来源	公式	参数	备注	应用地区
SCS法	美国农业部水土保持局20世纪50年代初研制	不同土地利用类型径流量×径流水质(监测获得)之和。	Q 地表日径流深度; P 降雨量; S 吸水系数或滞留参数; CN 径流曲线参数。	Q 与不同地块土壤类型、日降雨量、土地利用类型相关;需要较为详细参数。	北京密云水库小流域非点源污染负荷估算,首都师范大学资源环境与旅游学院,王晓燕
SWAT模型法	美国农业部 USDA 美国农业研究局 ARS	产汇流模型:水文循环模拟,地表径流、蒸发、土壤水、地下水模拟。土壤侵蚀模拟;污染负荷模拟		流域尺度模型,用于模拟地表水、地下水和水质。需要参数众多。	
CREAMS模型	美国农业部1978年开发	计算地表径流排放量及下渗量及流出的泥沙量,从而计算出溶解态、淋溶态和吸附态 N、P 总量。	水文子模型 侵蚀子模型 营养物子模型		
通用土壤流失方程 USLE	美国环保局	$A = RKLS\text{C}P$	A 年平均土壤排放量; R 降雨侵蚀因子; K 土壤侵蚀因子; LS - 地形因子,其中 L 坡长因子、S 坡度因子; C 为地表植被覆盖因子; P 水土保持控制因素;	用来计算吸附态 N、P,即通过泥沙中污染物浓度(监测获得)×平均土壤排放量 A	四川省清平水库流域,四川省环科院;北京密云水库小流域非点源污染负荷估算,首都师范大学资源环境与旅游学院 王晓燕
径流分割法	西北理工大学环境资源系	实测河流污染物总负荷 - 点源负荷	实测总负荷 = 丰、平、枯季河流实测值; 设点源负荷 = 枯季河流污染负荷的月均值的12倍。	需要河流断面水量、水质实测资料。	陕西渭河流域临潼水文站
水量水质法	西北理工大学环境资源系	非点源污染负荷:汛期非点源污染平均浓度×汛期平均地表径流量	汛期非点源污染平均浓度:实测水文站几次暴雨的实测建立水量水质的线性关系;汛期平均地表径流量:年径流量去除枯季径流。	需要河流断面水量、水质实测资料。	
降雨差值法	西北理工大学环境资源系	$F_{\text{非}} = f(\text{降雨量})$	设非点源污染负荷为与降雨量为一个函数。	需要河流断面水量、水质及降雨量实测资料。	陕西渭河流域临潼水文站
平均浓度法	《城市环境与城市生态》2003.2 “密云水库潮白河流域非点源污染负荷”,王晓燕,首都师大资源环境与旅游学院。	非点源污染负荷 = 汛期非点源的平均浓度 a × 汛期地表径流量 b (6 - 9月)	a (雨季污染物量 - 枯季污染物量) / 雨季径流量 所需参数:常规检测水量、水质; b 水文站实测资料计算(雨季径流量即汛期地表径流)	需要水文站常规水量、水质系列资料	密云水库

2.2 城市非点源污染负荷估算方法

城市非点源来源于城镇地表径流,特别是汛期地表径流,由于城市化的发展使城区不透水地面比例增大,径流量随之增加,使得径流污染威胁也越来越突出。通过引入降雨时间、强度等参数,城镇污染产生及地表清扫程度,城镇雨水收集管网普及率和雨污合流比例等参数,估算城市非点源污染负荷。常见的方法有:标准城镇年暴雨径流污染物排放量、单位负荷法、萨特冲刷函数(模拟法)、简

易模型法等,具体见表2。

2.3 农村非点源污染负荷估算方法

农村非点源来源最为广泛,国家及各地方研究污染较多,详见表3。农田径流法通过核算不同类型的土壤的各类作物在降雨径流影响下,农药化肥的流失量。畜禽养殖是指非规模化养殖的各类畜禽的污染排放量,以及污染物的流失量。农村生活污染通过人均产物系数法进行核算,可以通过经验系数以及实测获得。

表2 城市非点源负荷估算方法列表

方法	方法来源	公式	参数	备注
标准城镇暴雨径流污染物排放量	江苏省《饮用水水源地环境现状调查与评价报告》； 中国环境科学研究院《全国饮用水水源地环境保护规划》	COD: 50 t/a , 氨氮: 12 t/a 。	标准城镇定义： 地处平原地带，城镇非农业人口在 100 万 ~ 200 万，建成区面积在 100 km^2 左右，年降水量 400 ~ 800mm，城镇雨水收集管网普及率 50% ~ 70% 的城镇。	
单位负荷法	金相灿《湖泊富营养化控制及管理技术》； 江苏省《饮用水水源地环境现状调查与评价报告》	对某一城市土地利用类型，单位面积上的年污染负荷量可按式计算： $L_i = a_i F_i r_i P$	L_i —污染物年排放量 ($\text{kg}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)； a_i —污染物浓度参数 ($\text{kg}/\text{cm} \cdot \text{km}^2$) (实测或经验系数)； F_i —人口密度参数选择； r_i —扫街频率参数； P —年降水量 (cm/a)；	
萨特冲刷函数(模拟法)	金相灿《湖泊富营养化控制及管理技术》化学工业出版社	$P_t = P_0 (1 - e^{-kt})$	P_0 —路边最初集聚固形物的质量； P_t —经 t 时间后降雨搬运的物质质量； k 街道冲刷系数 ($10 \sim 1000 \mu\text{m}$)； r 降雨强度；	
简易模型法	河北省环境监测中心《河北省非点源污染分析》	$L = R \times C \times A \times 10^{-6}$	L —年负荷量 R —年径流量 C —不同土地类型径流污染物平均浓度 A —集水区面积	应用地区： 河北省

3 非点源污染负荷估算方法分析研究

3.1 各类方法原理比较

综合比较上述方法，非点源污染负荷估算方法的原理大致可分为三类：一类是实测河流污染物总负荷，以及点源负荷，通过差值估算出非点源的污染负荷；第二类是非点源污染负荷通过汛期非点源污染平均浓度和汛期径流量（河流、土地利用类型径流量、泥沙）的乘积获得；第三种方法是污染负荷直接通过单位污染排放负荷与污染源总量乘积计算，再乘以一定的流失系数得出。

3.2 应用范围比较

3.2.1 按污染类型分

按污染物来源分，可分为城镇径流、农田径流、畜禽养殖、农村生活类非点源污染的计算方法，具体方法见表2、表3。综合考虑城市和农村非点源污染的方法，具体见表1。

3.2.2 按应用区域及机理分

表1中综合类方法中水量水质类方法主要应用于一条河流或一个水系，而其它方法则适用于大尺度的范围，包括一个地区或一个流域。针对河流本身的非点源研究则从河流断面的常年水质、水量监测数据方面进行数据分析、处理，直接分析非点源污染对水体的影响，这类方法如径流分割法、水量水质法、降雨差值法等；针对地区（流域）的研究从非点源来源入手，结合地区降雨、地形以及经济生活等方面因素，对非点源的迁移、转化以及入

河进行分析。

3.2.3 各类方法精确度比较

从精度上划分，不同估算方法各有其特点：模型法因考虑因素多、覆盖面全，精度较为准确，其所得结果更接近客观实际，但需要参数多，要准备较多的基础资料。其它方法比较便捷、操作简单，能直观快速地得出某类非点源的影响大小，但获得的结果精确性相对较粗。

3.3 方法参数比较

非点源污染负荷估算方法涵盖污染来源及处理因素、污染物转移传输因素、受纳水体水文水质因素。各类参数越全面详细，得出的非点源污染负荷影响越准确。各类方法所需要参数汇总如下：

(1) 综合分析类方法

模型法：

气象参数：降雨量、地表径流深度、径流曲线参数、降雨侵蚀因子。

地形参数：土壤类型、土地利用类型、年平均土壤排放量、土壤侵蚀因子、地形因子、坡长因子、坡度因子。

地表控制参数：地表植被覆盖因子、水土保持控制因子。

水量水质参数：径流水质、水量监测。

水量水质类方法：

河流断面水质资料：汛期污染物平均浓度、非汛期污染物平均浓度。

表3 农村非点源污染负荷各类估算方法列表

方法	方法来源	公式	参数	应用地区	备注
农田径流	江苏省《饮用水水源地环境现状调查与评价报告》； 中国环境科学研究院《全国饮用水水源地环境保护规划》	给出标准农田污染物流失源强系数： COD $150\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ，氨氮 $30\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ 。	所谓标准农田为：平原、种植作物为小麦、土壤类型为壤土、化肥施用量为 $1.67 \sim 2.33\text{kg}/\text{hm}^2$ ，降水量在 $400 \sim 800\text{mm}$ 范围内。	江苏、全国	相关修正参数： 农作物类型修正 土壤类型修正 化肥施用量修正 降水量修正
	排放系数法 (环保总局推荐数据)	《上海环境科学》黄浦江上游汇水区畜禽业污染及防治； 华东师范大学环资系	畜禽污染物负荷 = 畜禽数 × 污染物排放系数 污染物排放量 = 畜禽污染物负荷 × 流失率	畜禽粪便中污染物含量： (t/head. a) COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 猪：0.0266、0.0021 牛：0.2482、0.0251 羊：0.0044、0.00057 家禽：0.00119、0.000125	长江三角洲
畜禽养殖	《上海农业学报》上海市郊区非点源污染综合调查评价			上海郊区	流失率% (尿) 牛 5.7 (50) 猪 5.3 (50) 肉鸡 0.58 蛋鸡 11.25 鸭 24.6
	《湖泊科学》2000.6 江苏太湖地区水污染物及其向水体的排放量，江苏省农林厅			江苏太湖地区	流失率 COD、TN、TP 牛 0.1、0.26、0.12 猪 0.16、0.27、0.13 羊 5.5、5.2、5.3 家禽 6.2、5.6、6.1
	《Journal of Hydrology》1995.10 “Evaluation and management of the impact of land use change on the nitrogen and phosphorus load delivered to surface waters; the export coefficient modelling approach”			英国 Slapton 流域	流失率 (产生与输出之比)% N P 牛 16.2 2.85 猪 14.5 2.55 羊 17 3 家禽 15.3 2.7
分散式畜禽污染	《海河水利》2004.8, 河北省非点源污染分析，河北省环境监测中心	畜禽污染物负荷 = 排泄粪便 × 粪便污染物含量	粪便污染物含量%： 总氮：0.44 ~ 0.99 总磷：0.12 ~ 0.58 氨氮：0.08 ~ 0.31 COD：0.46 ~ 5.2	河北省	流失率% 总氮：5.2 ~ 8.5 总磷：5.2 ~ 8.5 氨氮：3.0 ~ 4.15 COD：5.5 ~ 8.6
农村生活	污染人均产污系数法	国家环保局确定的太湖流域污染源调查	COD _{Cr} : 16.4 总氮：5.0 总磷：0.44 氨氮：4.0 (g/head · d)		
	不同类型估算法	《上海农业学报》上海市郊区非点源污染综合调查评价，上海农学院	生活污水 COD _{Cr} : 5.84 总氮：0.584 总磷：0.146 (kg/a · d)	太湖、江苏地区 上海地区	流失率取 85%
	实验研究	P. J. Johnes 《Journal of Hydrology》1995.10	人粪尿 COD _{Cr} : 19.8 总氮：3.06 总磷：0.524 kg/a · head	太湖、江苏地区 上海地区	流失率取 10%
		人生活及粪尿	输出量 (包括生活、排泄) 氮 2.14kg/a; 磷 0.38 kg/a	Slapton 流域	降雨中营养物输出率 20a 平均为 56%

汛期平均地表径流量、雨季径流量。

(2) 城市非点源污染负荷方法

众多随机因素决定着污染物的累积和冲刷两个环节,使得各次暴雨所形成的城市地表径流的污染物差异程度很大。主要参数有:

城区雨、污水管网及泵站分布、数量,排水量及水质,道路状况。

影响径流因素:降雨强度、降雨量、降雨历时。

城市土地利用类型(居民、工业、商业等);绿地分布情况。

市容环卫:大气污染状况、地表清扫状况等。

(3) 农村非点源污染负荷方法

农田非点源污染调查参数包括:土地利用情况、土壤类型、农作物播种面积及产量、农药化肥施用量、农业生产灌溉面积及用水量等。

非规模化畜禽养殖的数量、分布,污染物排放系数等。

农村人口、生活用水量、农村生活垃圾排放量等。

4 结论及建议

4.1 负荷估算方法的选择

上述非点源负荷估算方法从应用区域及机理分为两类:针对某个地区(流域)和针对某个河流(水系)的非点源研究。河流水质、水质历史统计资料完好的地区,建议选择水量水质类方法进行研究。针对地区(流域)的研究方法强调从非点源来源入手,这类方法可以直观地看出不同类型非点源的来源及影响程度,可为非点源污染控制提出针对性的措施。

4.2 负荷研究方法最佳利用

这些方法计算得出的非点源污染负荷并非严格意义上准确,但通过这些方法,首先可以计算出各类污染源的污染排放量,其次可直观了解不同类型非点源污染源的污染情况。建议从以下几点实现非点源污染负荷方法的最佳利用:

(1) 对数据资料长期积累

非点源污染来源广泛、随机性强,因此建议对一个地区、流域或河流的非点源污染,采用长期动态跟踪的研究,全面掌握非点源的污染大小,从而提出控制对策。建议对数据资料长期积累,特别是上述提及的各类参数,包括水文站常规水量、水质系列资料、气象站气象资料等。

(2) 逐步采用模型法

模型法虽然所需参数数据繁多,但其全面反映非点源污染的产生、传输、去向等,同时结合计算机信息系统,可以实现数据有效分类处理、统一管理,及时准确地反映非点源污染的影响,更有针对性地为管理部门决策提供支持。

(3) 模型法和其它方法同时采用、互为校验

模型法较为全面、先进,但其参数众多,有些实地参数实测困难,或一时难以获得,可以先按照经验参数计算。同步采用其他传统方法进行计算,与模型法互为校验,从而得出更为精确的非点源污染负荷。

参考文献:

- [1] 李怀恩. 流域非点源污染模型研究进展与发展趋势 [J]. 水资源保护, 1996, (2).
- [2] 胡雪涛, 陈吉宁, 张天柱. 非点源污染模型研究 [J]. 环境科学, 2002, 23 (3).
- [3] 王晓燕, 王晓峰, 汪清平, 等. 北京密云水库小流域非点源污染负荷估算 [J]. 地理科学, 2004, 24 (2).
- [4] 程红光, 岳勇, 杨胜天, 等. 黄河流域非点源污染负荷估算与分析 [J]. 环境科学学报, 2006, 26 (3).
- [5] 李怀恩. 估算非点源污染负荷的平均浓度法及其应用 [J]. 环境科学学报, 2000, 20 (4).
- [6] 郝芳华, 杨胜天, 程红光, 等. 大尺度区域非点源污染负荷计算方法 [J]. 环境科学学报, 2006, 26 (3).
- [7] 王晓燕. 密云水库潮白河流域非点源污染负荷 [J]. 城市环境与城市生态, 2003, (2).
- [8] 金相灿. 湖泊富营养化控制及管理技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [9] 张淑荣, 陈利顶, 傅伯杰. 于桥水库流域农业非点源磷污染控制区划研究 [J]. 地理科学, 2004, 24 (2).
- [10] 张大弟, 张晓红, 章家骥, 等. 上海市郊区非点源污染综合评价 [J]. 上海农业学报, 1997, 13 (1).

Study on Methods of Estimating Non – point Source Pollution Load

FAN Zai – yi¹, SONG Bing – kui², YANG Yong², WANG Wen – mei², CHEN Ying²

(Environmental Protection Bureau of Tianjin Port Free Trade Zone, Tianjin 300308 China)

Abstract: The paper summarized the estimation methods of NPS pollution load from China and overseas, based on

which, three types of NPS pollution estimation methods were classified, which were comprehensive analysis, urban NPS method and rural NPS method. The principles, application conditions, and specific parameters of different methods were further analyzed and compared. Finally, it provided us with the suggestion on both method selection and the best utilization policy.

Key words: non – point source pollution; load estimation; method

《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：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》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）》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

生物炭输入对土壤污染物迁移行为的影响

安增莉¹, 方青松², 侯艳伟¹

(1. 华侨大学化工学院, 福建 厦门 361021; 2. 厦门市环境监测中心站, 福建 厦门 361004)

摘要: 重点综述了生物炭输入对土壤中污染物的吸附固持作用及生物有效性的影响, 分析其作为土壤添加剂消减土壤污染风险的有效性, 为生物炭在土壤中的应用研究提供依据。

关键词: 生物炭; 输入; 土壤; 污染物; 迁移

中图分类号: X13 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0007-04

土壤是人类赖以生存、发展的主要自然资源之一, 也是人类生态环境的重要组成部分。随着经济的迅速发展, 人类活动对土壤环境日益加剧的干扰导致土壤环境质量下降, 进入土壤中的外源污染物逐渐积累, 最终会影响植物的生长发育, 造成地下水的污染, 对食品安全和人体健康产生威胁, 给全球可持续发展带来严峻挑战^[1]。

生物炭是生物质热解的固体产物, 将生物炭作为土壤添加剂在增加土壤碳汇的同时还能改善土壤环境质量、持留土壤养分、提高粮食产量, 在应对由于人类活动而加剧的全球变暖和因土壤质量恶化导致的粮食产量不足等问题上显示出巨大的潜力, 成为近年来的研究热点^[2~4]。生物炭具有很强的稳定性和吸附性, 向土壤环境中大量输入生物炭, 必然对土壤中各类污染物的环境行为产生影响, 最终影响污染物在环境中的归趋。本文就生物炭施用对土壤中 N、P、重金属和有机污染物的吸附固持作用进行概述, 探讨其对污染物生物有效性的影响, 并对今后研究的重点进行展望。

1 生物炭的概念和特性

生物炭是生物质通过热裂解的方法在缺氧或者少氧条件下制备的一种富有孔隙结构、含碳量高的碳化物质^[5]。生物炭的制备原料来源广泛, 农林业废弃物如木材、秸秆、果壳及工业和城市生活中产生的有机废弃物如垃圾、污泥都可以作为原料。生物炭的组份复杂, 含有 C、H、O、N、P、K、Ca、Na、Mg 等多种元素。因原料不同, 不同类型生物炭元素含量等差异较大, 如总 N 含量范围在 1.8 ~ 56.4 g/kg, 总 P 在 2.7 ~ 480 g/kg, pH 值在

4 ~ 12^[5]。

生物炭的性质主要受原材料、温度、制备时间的影响。不同生物质材料含有的纤维素、半纤维素、木质素的比重不同, 组织结构不同, 碳化物的孔隙结构也有很大差别^[6]。生物炭的制备温度一般 < 700℃, 随制备温度的提高, 生物炭的 pH 值和表面积逐渐增加, 产率降低, 芳香化程度逐渐升高, 表面含氧官能团的组成发生变化, 碱性官能团的数目逐渐增多, 元素组成、CEC 等也会发生变化^[7~10]。

生物炭表面的物理化学性质使其成为一种良好的吸附材料。首先, 生物炭具有疏松多孔的结构, 比表面积巨大。据报道, 850℃ 下炭化竹材和椰子壳, 发现 1h 炭化后的竹炭比表面积高达 370 m²/g, 而椰子壳炭则为 410 m²/g^[4]。其次, 生物炭表面带有大量负电荷和较高的电荷密度, 并且富含一系列含氧、含氮、含硫官能团, 具有很大的阳离子交换量 (CEC), 理论上能够吸附大量可交换态阳离子^[11]。由于生物炭的 CEC 与其 O/C 比有很好的相关性, 新制备的生物炭在空气和水中暴露一段时间后, 经过微生物促进的表面氧化作用, 其表面含氧官能团增加, CEC 会增大^[11~12]。

生物炭具有的高度芳香化结构使其与其他任何形式的有机碳相比具有更高的生物化学和热稳定性, 可长期保存于环境和古沉积物中而不易被矿化^[13]。Kuzyakov 等人^[14]利用¹⁴C 标记的方法分析了多年生黑麦草制备的生物炭的滞留时间, 结果显示, 在理想条件下, 生物炭每年可以降解 0.5%, 但是在自然条件下, 生物炭的平均滞留时间大约是 2000a, 半衰期是 1400a。Goldberg^[15]认为生物炭可以通过光化学裂解、微生物降解和无机分解等 3 种机制降解。生物炭在土壤中的滞留时间很大程度上

收稿日期: 2011-03-05

基金项目: 侨办科研基金项目 (08QZR04)。

作者简介: 安增莉 (1987-), 女, 汉族, 华侨大学化工学院环境科学与开程系, 硕士研究生, 研究方向: 环境地球化学。

取决于多种因素,包括生物炭的组成、化学性质、土壤环境和气候条件等。

2 生物炭对土壤污染物环境风险的消减作用

2.1 生物炭对土壤中 N、P 的持留

生物炭添加到土壤之后可以固持土壤中的 N、P 等农业面源污染物,减少土壤渗漏和地表流失,降低水体的富营养化风险。这主要通过以下两个方式实现:一方面,生物炭对土壤中溶解态的 NH_4^+ 、 NO_3^- 和 PO_4^{3-} 具有相当强的吸附特性,并可有效降低农田土壤氮的挥发,从而显著减少相关元素通过淋洗进入地下水或通过水土流失进入地表水的量^[16-19]。另一方面,生物炭对营养元素的吸附将 N、P 等元素固定在土壤的表层,保证了作物生长所需养分的供给,提高了营养元素的利用效率,可降低土壤化学肥料的施加量,从而减少 N、P 等养分元素的外源输入^[13]。此外,Rondon 等^[20]研究表明,向土壤中添加生物炭还可以显著提高大豆的固氮能力,在提高土壤生产力的同时增加土壤肥力,有效地减少土壤对化学肥料的需求量。因此,探索将生物炭合理地应用于富营养化水体周围的土壤以控制 N、P 等营养元素的流失,对于消减由于过量施用化学肥料引起的农业面源污染具有积极地作用。

2.2 生物炭对土壤中重金属的吸附和固持

生物炭比其它土壤有机质对阳离子的吸附能力更强^[13]。生物炭的施用能够显著影响土壤中重金属的形态和迁移行为^[21-24]。林爱军^[21]等研究发现土壤施加 10 mg/kg 骨炭后,水溶态、交换态、碳酸盐结合态和铁锰氧化物结合态 Cu、Pb 的浓度都显著下降;水溶态和交换态 Cd 的浓度也得到降低。王卫汉等^[25]进行了改性纳米碳黑用于重金属污染土壤改良的研究,与对照相比,土壤添加 1%、3% 和 5% 改性纳米碳黑培养 60d 后,有效态 Cu 含量分别降低了 47.3%、72.0% 和 80.9%,有效态 Zn 含量分别降低了 3.0%、17.7% 和 43.6%。生物炭不仅可以直接吸附固持土壤中的重金属离子,还可以通过影响土壤的 pH 值、CEC、持水性等理化性质减少土壤中重金属向植物体系的迁移。Uchimiya 等^[26]的研究表明,生物炭的输入引起的土壤 pH 值升高会促进土壤中的 Cd^{II} 、 Ni^{II} 的固定。Glaser 等^[27]的研究表明,土壤中的生物炭表面可部分被轻度氧化形成羰基、酚基和醌基,提高土壤的 CEC。

因重金属的性质不同,生物炭对土壤中不同重

金属的固持呈现不同的效果。一般,生物炭对土壤中重金属的固持机理主要为以下三种:①添加生物炭后,土壤的 pH 值升高,土壤中重金属离子形成金属氢氧化物、碳酸盐或磷酸盐而沉淀或者增加了土壤表面活性位点;②金属离子与碳表面电荷产生静电作用;③金属离子与生物炭表面官能团(特别是含氧、磷、硫、氮的官能团)形成特定的金属配合物,这种反应对于与特定配位体有很强亲和力的重金属离子在土壤中的固持非常重要^[26,28,29]。生物炭对土壤中重金属离子的固持作用可降低重金属的生物有效性,消减其向植物根系的迁移,降低土壤污染对植物的基因毒性,对于修复土壤重金属污染具有很大的潜力。

2.3 生物炭对土壤中有机污染物环境行为的影响

在土壤中,生物炭对疏水性有机污染物具有比土壤有机质高几个数量级的吸附亲和性^[30]。生物炭能强烈吸附疏水性有机污染物(如 PAHs、PCBs、PCDDs、农药、MCPA 等)。其吸附过程包括表面吸附和分配作用两个不同的过程^[29,31-33]。生物炭表面含有的官能团与离子或有机物能形成稳定的化学键,从而发生表面吸附,表面饱和和吸附量与吸附剂的比表面积呈良好的线性关系。由于热解温度的不同,生物炭表面理化性质和结构有显著差异,表面吸附的贡献量随炭化温度升高而迅速增大,而在低的热解温度下制备的生物炭由于含有较多的有机成分,分配作用起主要作用^[12,31]。除了生物炭的比表面积、孔隙结构、原子(极性)以及芳香度等结构参数,生物炭对不同有机污染物的吸附强度和解吸滞后程度还取决于有机污染物的分子大小、疏水性以及环境的 pH 值、其它可溶性有机物的浓度等因素^[32,33]。由于不同位点的表面结构、能量和吸附位点饱和等原因,土壤中有有机污染物在生物炭上的吸附都是非线性吸附,随着土壤中碳含量的增加,对污染物的最大吸附容量和非线性程度逐渐增强^[34-35]。

利用生物炭消减 PAHs 等有机污染物风险的研究越来越为人们所关注,向污染土壤中添加生物炭已经被认为是控制外源污染物迁移转化及毒性的一种有效办法^[36]。Wallstedt 等^[37]将生物炭添加到污染土壤后发现土壤中水溶态酚类含量明显降低。Wen 等^[38]研究发现,五氯酚(PCP)污染的土壤中添加生物炭之后,PCP 的生物可给性迅速降低。花莉等^[39]利用温室盆栽实验,研究了生物炭输入对污泥施用土壤性质、植物生长及土壤-植物系统

中多环芳烃迁移性能的影响。发现生物质炭的输入使得污泥-土壤体系中的多环芳烃转移到植株中的量明显减少,含炭堆肥污泥处理中多环芳烃在黑麦草中的累积量比普通污泥相应处理降低了27%~34%。

与重金属不同,土壤中的有机污染物可以通过水解、氧化、光解等化学作用和生物作用进行降解,生物炭对有机污染物的固持作用在降低污染物生物有效性的同时也降低了土著微生物对污染物的降解率,增加了土壤中有机污染物的滞留时间^[40]。如余向阳等^[35]研究发现,土壤中生物炭含量为0.1%~1.0%时,毒死蜱降解半衰期为对照土壤的1.3~2.9倍。邱宇平等^[41]也发现土壤中加入0.5%的草木灰后,敌草隆的降解速率常数下降了45%,半衰期时间延长了66%。

3 结论和展望

综上所述,生物炭的输入可以增强土壤的吸附性能,锁控土壤中的N、P等营养元素和污染物质,减少污染物的生物有效性,从而控制土壤环境中污染物质向水体和植物体系的迁移,对于消减环境中由于过量施肥造成的农业面源污染,污染土壤中重金属和有机物的稳定化具有很高的应用价值。将生物炭的制备与其土地施用结合起来,不仅可以缓解能源危机、增加土壤中的碳汇,还可以改善土壤的理化性质,增加土壤持水能力,提高土壤肥力,有效控制污染物质向其它生态系统的迁移。

目前,对于生物炭的土地施用研究还仅限于短期的温室培养或田间实验,对于长期的大规模的土地施用仍然缺乏系统的理论基础。另外,生物炭的土地施用是一个不可逆的过程,由于其高度的稳定性,在土壤中可长期存在,如何进行跟踪实验或模拟其在土壤中的转化过程,对生物炭进行完整的全生命周期评价,还需要进行大量的研究。

参考文献:

[1] 张书海,沈跃文. 污灌区重金属污染对土壤的危害[J]. 环境监测管理与技术, 2000, 12 (2).

[2] Lehmann J. Black is the new green [J]. Nature, 2006, 442 (10).

[3] Lehmann J. A handful of carbon [J]. Nature, 2007, 447 (10).

[4] 刘玉学,刘微,吴伟祥,等. 土壤生物质炭环境行为与环境效应[J]. 应用生态学报, 2009, 20 (4).

[5] Lehmann J, Joseph S. Biochar for environmental management: science and technology [M]. London: Earthscan, 2009.

[6] Marco K, Peter S N, Mark G J, et al. Dynamic Molecular Structure of Plant Biomass - Derived Black Carbon (Biochar) [J]. Environmental Science and Technology, 2010, 44 (4).

[7] Dinesh M, Charles U, Pittman J, et al. Pyrolysis of Wood/Biomass for Bio - oil: A Critical Review [J]. Energy and Fuels,

2006, 20 (3).

[8] Chun Yuan, Sheng Guangyao, Chou C T, et al. Compositions and sorptive properties of crop residue - derived chars [J]. Environmental Science and Technology, 2004, 38 (17).

[9] 吴成, 张晓丽, 李关宾. 黑炭制备的不同热解温度对其吸附菲的影响 [J]. 中国环境科学, 2007, 27 (1).

[10] 陈宝梁, 周丹丹, 朱利中, 等. 生物炭质吸附剂对水中有机污染物的吸附作用及机理 [J]. 中国科学 B 辑: 化学, 2008, 38 (6).

[11] Liang B, Lehmann J, Solomon D, et al. Black carbon increases cation exchange capacity in soils [J]. Soil Science Society of America, 2006, 70 (5).

[12] James W L, Michelle K, Barbara R E, et al. Characterization of Biochars Produced from Cornstovers for Soil Amendment [J]. Environmental Science and Technology, 2010, 44 (20).

[13] Lehmann J. Bio - energy in the black [J]. The Ecological Society of America, 2007, 5 (7).

[14] Kuzakov Y, Subbotina I, Chen H, et al. Black carbon decomposition and incorporation into soil microbial biomass estimated by ¹⁴C labeling [J]. Soil Biology and Biochemistry, 2009, 41 (2).

[15] Goldberg E D. Black Carbon in the Environment: Properties and Distribution [M]. New York: John Wiley, 1985.

[16] Steiner C, Teixeira W G, Lehmann J, et al. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil [J]. Plant and Soil, 2007, 291 (1 - 2).

[17] Kei M, Toshitatsu M, Yasuo H, et al. Removal of nitrate - nitrogen from drinking water using bamboo powder charcoal [J]. Biore-source Technology, 2004, 95 (3).

[18] Iyobe T, Asada T, Kawata K, et al. Comparison of removal efficiencies for ammonia and amine gases between woody charcoal and activated carbon [J]. Journal of Health Science, 2004, 50 (2).

[19] Lehmann J, da Silva Jr J P, Steiner C, et al. Nutrient availability and leaching in an archaeological anthrosol and a ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments [J]. Plant and Soil, 2003, 249 (2).

[20] Rondon M, Lehmann J, Ramírez J, et al. Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with biochar additions [J]. Biology and Fertility of Soils, 2007, 43 (6).

[21] 林爱军, 张旭红, 苏玉红, 等. 骨炭修复重金属污染土壤和降低基因毒性的研究 [J]. 环境科学, 2007, 28 (2).

[22] 苏天明, 李杨瑞, 江泽普, 等. 泥炭对菜心-土壤系统中重金属生物有效性的效应研究 [J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14 (2).

[23] Schmidt M W I, Noack A G. Black carbon in soils and sediments: analysis, distribution, implications and current challenges [J]. Global Biogeochemical Cycle, 2000, 14 (3).

[24] Hua L, Wu W X, Liu Y, et al. Reduction of nitrogen loss and Cu and Zn mobility during sludge composting with bamboo charcoal amendment [J]. Environmental Science and Pollution Research,

- 2009, 16 (1).
- [25] 王汉卫, 王玉军, 陈杰华, 等. 改性纳米碳黑用于重金属污染土壤改良的研究 [J]. 中国环境科学, 2009, 29 (4).
- [26] Uchimiya M, Lima I M, Klasson K T, et al. Immobilization of Heavy Metal Ions (Cu^{II} , Cd^{II} , Ni^{II} , and Pb^{II}) by Broiler Litter - Derived Biochars in Water and Soil [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2010, 58 (9).
- [27] Glaser B, Haumaier L, Guggenberger G, et al. Black carbon in soils: The use of benzene carboxylic acids as specific markers [J]. Organic Geochemistry, 1998, 29 (4).
- [28] Cao X D, Ma L N, Gao B, et al. Dairy - manure derived biochar effectively sorbs lead and atrazine [J]. Environmental Science and Technology, 2009, 43 (9).
- [29] Keiluweit, M.; Kleber, M. Molecular - level interactions in soils and sediments: the role of aromatic π - systems [J]. Environmental Science and Technology, 2009, 43 (10).
- [30] Yang Y N, Sheng G Y. Enhanced Pesticide Sorption by Soils Containing Particulate Matter from Crop Residue Bums [J]. Environmental Science and Technology, 2003, 37 (16).
- [31] Chen, B L, Zhou D D, Zhu, L Z. Transitional adsorption and partition of nonpolar and polar aromatic contaminants by biochars of pine needles with different pyrolytic temperatures [J]. Environmental Science and Technology, 2008, 42 (14).
- [32] 周尊隆, 吴文玲, 李阳, 等. 3种多环芳烃在木炭上的吸附/解吸行为 [J]. 农业环境科学学报, 2008, 27 (2).
- [33] Qiu Y P, X iao Y X, Cheng H Y, et al. Influence of Environmental Factors on Pesticide Adsorption by Black Carbon: pH and Model Dissolved Organic Matter [J]. Environmental Science and Technology, 2009, 43 (13).
- [34] Yu X Y, Ying G G, Kookana R S. Sorption and desorption behaviors of Diuron in soils amended with Charcoal [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54 (22).
- [35] 余向阳, 应光国, 刘贤进, 等. 土壤中黑碳对农药敌草隆的吸附、解吸迟滞行为研究 [J]. 土壤学报, 2007, 44 (4).
- [36] Smernik R. The Influence of Soil Charcoal on the Sorption of Organic Molecules. International Agrichar Initiative (IAI) 2007 Conference.
- [37] Wallstedt A, Coughlan A, Munson A D, et al. Mechanisms of interaction between *Kalmia angustifolia* cover and *Picea mariana* seedlings [J]. Canadian Journal of Forest Research, 2002, 32 (11).
- [38] Wen B, Li R J, Zhang S Z, et al. Immobilization Of Pentachlorophenol In Soil Using Carbonaceous Material Amendments [J]. Environmental Pollution, 2009, 157 (3).
- [39] 花莉, 陈英旭, 吴伟祥, 等. 生物质炭输入对污泥施用土壤 - 植物系统中多环芳烃迁移的影响 [J]. 环境科学, 2009, 30 (8).
- [40] Zhang P, Sheng G Y, Feng Y C, et al. Role of wheat - residue - derived char in the biodegradation of benzonitrile in soil: Nutritional stimulation versus adsorptive inhibition [J]. Environmental Science and Technology, 2005, 39 (14).
- [41] 邱宇平, 程海燕, 龚兵丽, 等. 草木灰对土壤中敌草隆吸附及微生物降解行为的影响 [J]. 华东师范大学学报 (自然科学版), 2006, (6).

Effects on Transfer Behavior of Soil Pollutants from Inputs of Biochar

AN Zeng - li¹, FANG Qing - song², HOU Yan - wei¹

(College of Chemical Engineering, Huaqiao University, Xiamen Fujian 361021 China)

Abstract: The effects of biocar on the immobility and bioavailability of contaminants were reviewed, and the efficiency of reducing environmental risk after the application of biochar in soil also was analyzed. The results provided the academic supports for the study of biochar application.

Key words: biochar; input; soil; pollutant; transfer

钴-60 γ 辐照装置退役处置 β 放射性表面沾污测量

沈思林

(云南省辐射环境监督站, 云南 昆明 650034)

摘要: 介绍了辐照装置退役, 放射性表面沾污的测量过程。

关键词: 辐照装置; 退役; 表面沾污; 测量

中图分类号: X34 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0011-03

1 前言

昆明某钴-60 γ 辐照装置始建于1976年, 设计装源活度为0.37TBq (10万Ci), 至2007年年底存有活度约7200Ci, 根据该院放射源台帐盘查结果, 共计有30枚钴-60放射源分别贮存在贮源主、副井内。该装置设计为静态堆码式, 配套建有种子室、准备室、库房、办公室、仪器室、值班室等附属设施。该装置于2006年1月停止运行, 等待退役处置, 所属单位于2006年12月向云南省环保局提出退役请示。

钴-60是金属元素钴的放射性同位素之一, 可从核燃料后处理的高放废液中获得, 也可采用反应堆照射获得; 可用天然金属钴或含钴的其他合适材料制成靶子, 在高中子注量率反应堆中辐照适当时间, 即可获得比活度高的钴-60。

钴-60半衰期为5.27a, 它通过 β 衰变放出能量高达315keV的高速电子成为镍-60, 同时会放出两束伽马射线, 其能量分别为1.17及1.33MeV。用于辐射照射的钴-60活度较高, 非工作状态一般贮存在贮源水井中加以屏蔽。如水质不能达到相关标准, 长期贮存时有可能腐蚀破坏钴源包壳, 导致井水被污染, 进而在退役过程中可能污染工作场所、设备等。另外, 在运行过程中的蒸发、挥发、溢出或洒落, 退役期间源的倒装、转移等过程也会发生污染。一旦污染发生, 贮源井水, 工作场所的地面、墙面, 设备等将会在退役过程中受到程度不同、面积不等的放射性表面污染。由于钴-60产生 β 衰变, 故可以用测定 β 污染的方法快速获知污染的位置、程度, 为退役和后期污染处置提供依据。

在整个辐照装置中, 辐照室、衰变池、临近附属建筑及外围场地是最可能受到污染的场所。通过对这些场所 β 放射性表面沾污的测量, 可以掌握辐照装置工作场所受到污染的区域和污染程度, 为后期处置提供治理依据。治理结束后, 再次的测量可以检查这些区域是否已经符合相关标准限值, 整个项目区域是否达到清洁解控、无限制开放的要求。

2 测量标准与方法

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); 《表面污染测定》(GB14056-1993); 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001)。表面污染控制水平见表1。

表1 工作场所的放射性表面污染控制水平 (Bq/cm²)

表面类型	α 放射性物质		β 放射性物质
	极毒性	其他	
工作台、设备、控制区	4	4×10	4×10
墙壁、地面 监督区	4×10^{-1}	4	4
工作服、手套、控制区	4×10^{-1}	4×10^{-1}	4
工作鞋 监督区	4×10^{-1}	4×10^{-1}	4
手、皮肤、内衣、工作袜	4×10^{-2}	4×10^{-2}	4×10^{-1}

注: 控制区内的高污染子区除外。

3 测量仪器性能及检定情况

采用北京核仪器厂生产的BH3206型 α 、 β 表面污染测量仪作为测量仪器, 该仪器可同时测出污染物表面总 α 、总 β 计数, 其基本性能和检定情况见表2。

4 监测点位布设

β 表面污染监测主要针对辐照室及其附属用房。退役前进行现状监测以检查是否存在污染, 放射源清运离开后, 又对这些区域进行复查, 检查在

源的倒装、转移、运输过程中是否发生了污染。点位布置如下：

- (1) 辅助用房地面、操作台面，走道；
- (2) 迷道入口开始，每1m间隔设置一测点至辐照室；
- (3) 辐照室地面内均匀布设测点，辐照室墙壁4个方向，每个方向测量0.5m处和1m处两测点；监测点位布置见图1。

5 测量污染物表面活性计算

测量污染物表面活性计算公式：

$$A(\beta) = \frac{R_b(\beta) - R_o(\beta)}{\epsilon_s(\beta)}$$

其中： $R_b(\beta)$ —测量得到的污染物表面的 β 计数率，计数· S^{-1} (CPS)；

$R_o(\beta)$ —测量得到的污染物表面的 β 本底计数率，计数· S^{-1} (CPS)；

$\epsilon_s(\beta)$ —标准源的计数率，计数· S^{-1} (CPS)。

6 监测结果

表2 仪器性能及检定情况

仪器名称	仪器型号	α 、 β 探测效率	校准单位	编证书号	有效期
α 、 β 表面污染测量仪	BH3206	36.5% 37.6%	中国计量科学研究院	DYhb2008-5619	2a

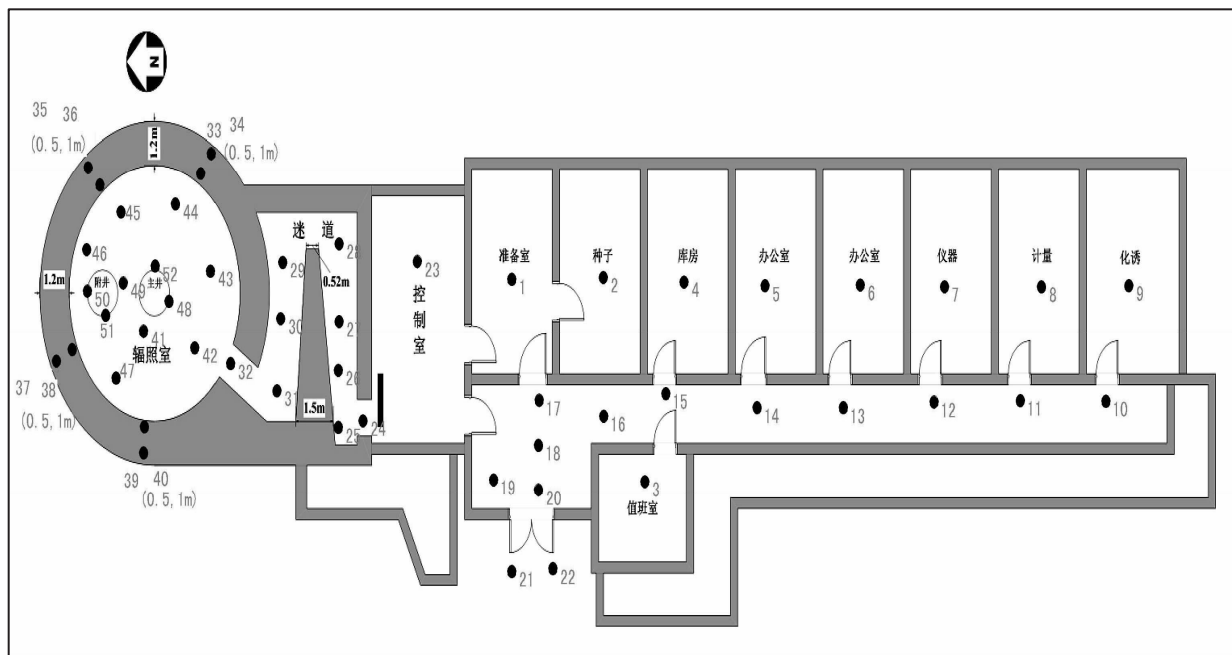


图1 监测点位布置图

表3 β 表面污染监测结果

(Bq/cm^2)

退役前现状测值			退役后现状测值		
点位数	β 表面污染测值范围	最高测值点位	点位数	β 表面污染测值范围	最高测值点位
52	— ~7.57	辐照厅入口	52	— ~0.21	辐照厅入口

地面、墙壁的表面污染 β 控制水平定为《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的监督区限值的1/10,即0.4 Bq/cm^2 。

注：(1)“—”表示未检出，指 β 表面污染水平 $<0.088 Bq/cm^2$ 。

(2) 18#、19#、20#、21#、22#为门厅污染处，倒源结束后采取机械剥离法进行污染治理。

(3) 25#为迷道污染处，48#为主井井沿处，50#、51#为副井井沿处，52#为主井井沿处。

7 结论

β 表面污染测量主要针对可能存在污染的辐照室和附属建筑,退役及环境治理前,除去辐照室门厅(图1第18~22号测点)及迷道处(图1第25号测点)因受污染倒源铅罐的污染,最高测值达 $7.57\text{Bq}/\text{cm}^2$ 外,其余区域测值为未检出 $\sim 0.29\text{Bq}/\text{cm}^2$,以上两受污染位置经过机械剥离处理后,测值恢复到正常水平。

退役及环境治理结束后,整个辐照室区域 β 表面污染监测测值为未检出 $\sim 0.29\text{Bq}/\text{cm}^2$,测值已经达到预定的表面污染控制水平(地面、墙壁 β 表面污染 $<0.40\text{Bq}/\text{cm}^2$,相当于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的监督区限值 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的 $1/10$),符合该标准规定的 β 表面污染限值要求,说明通过治理,整个区域达到无限制开放的要求。

Detection of Beta Activity on the Surface of Decommissioned Cobalt - 60 γ - irradiation Rig

SHEN Si - lin

(Yunnan Irradiation Environment Monitoring Station, Kunming Yunnan 650034 China)

Abstract: The process of monitoring beta activity on the surface of the decommissioned γ - irradiation rig was introduced in detail.

Key words: irradiation rig; decommission; surface pollution; detect

河南省 CDM 项目发展存在问题与对策研究

田水泉¹, 贾晓敏², 杨风岭³

(1. 许昌学院, 河南 许昌 461000; 2. 许昌市统计局, 河南 许昌 461000;
3. 平顶山学院, 河南 平顶山 467000)

摘要: 根据中国清洁机制发展网发布的信息, 对河南省 CDM 项目的开发、项目分布和方法学运用等情况进行了归类统计, 分析总结了项目运行中存在的主要问题, 并对项目进一步发展提出了对策和措施。

关键词: 清洁发展机制; 问题; 对策; 河南省

中图分类号: X799 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0014-05

清洁发展机制 (Clean Development Mechanism, 简称 CDM) 是根据《京都议定书》建立的一种创新性的温室气体减排国际合作机制, 其核心内容是允许发达国家的政府、基金或企业与发展中国家进行 CDM 项目级合作, 在发达国家以低成本兑现其温室气体减排国际承诺的同时, 帮助发展中国家在国际碳排放权交易中获得资金和技术支持, 实现可持续发展。自 2005 年 2 月 16 日《京都议定书》生效以来, 许多发达国家的政府、基金或企业纷纷与发展中国家合作开展 CDM 项目活动。河南省作为中国温室气体减排潜力较大的省份之一, CDM 项目经过几年的建设取得了一些成果。本文对河南省开发的 CDM 项目进行了归类统计, 分析总结了项目运行中存在的问题, 并就如何进一步提升河南省的 CDM 项目建设能力和水平提出了一些对策与措施。

1 我国 CDM 项目发展现状

我国发展 CDM 项目的重点领域是以提高能源效率、开发利用新能源和可再生能源及回收甲烷和煤层气三大领域为主。国家发展与改革委员会的最新统计资料显示, 截止 2010 年 12 月 21 日, 经国家发展和改革委员会批准的 CDM 项目共有 2847 个 (含注册和签发项目), 其中节能和提高能效项目 499 个, 占 17.53%; 新能源和可再生能源项目 2018 个, 占 70.88%; 甲烷回收利用项目 192 个, 占 6.74%。在联合国 CDM 执行理事会 (EB) 成

功注册项目累计 1145 个 (含签发项目), 其中节能和提高能效项目 92 个, 新能源和可再生能源项目 915 个, 甲烷回收利用项目 69 个, 分别占注册项目总数的 8.03%、79.91% 和 6.03%; 签发 CER 的项目数累计 336 个, 其中节能和提高能效项目 37 个, 新能源和可再生能源项目 253 个, 甲烷回收利用项目 17 个, 分别占签发项目总数的 11.01%、75.30% 和 5.06%。

表 1 中国 CDM 项目情况

CDM 项目分类	获国家发改委批准的项目	在 EB 成功注册的项目	已签发 CER 的项目
节能和提高能效	499	92	37
新能源和再生能源	2018	915	253
甲烷回收利用	192	69	17
燃料替代	46	19	10
N ₂ O 分解消除	28	25	6
HFC-23 分解	11	11	11
垃圾焚烧发电	8	4	1
其他	45	10	1
合计	2847	1145	336

数据来源: 包括以下表格数据均是根据中国清洁发展机制网发布的资料整理, 数据统计截止于 2010 年 12 月 21 日。

2 河南省 CDM 项目开发现状

2.1 CDM 项目开发进展情况

由表 2 可以看出, 河南省 2006 年有 7 个项目获得批准之后, 每年获得批注的项目数虽有所增加, 但年平均增加幅度不大, 尤其是在 2008 年达到 26 项之后, 批准的项目数逐年减少。从注册的 CDM 项目数来看, 2007 年有 4 个注册项目, 2009 年有 12 个, 但到 2010 年只有 2 个项目注册成功, 并且出现了注册项目数减少的情况。从获得经核证

收稿日期: 2011-02-09

基金项目: 河南省政府决策研究招标课题 (2010B625) 和校内科研基金项目 (2011B025) 阶段成果。

作者简介: 田水泉 (1965-), 男, 汉, 河南省鄢陵县人, 硕士, 讲师, 从事绿色化学化工研究工作。

减排量签发的 CDM 项目数来看,从 2006 年到 2009 年的 4a 间没有一个项目获得经核证减排量签发,到 2010 年有 11 个项目获得经核证减排量签发。由此看来,河南省的 CDM 项目总体上进展比较缓慢,大部分项目还在 DOE 的审核阶段,并未在 EB 注册。

表 2 河南省 CDM 项目进展情况

年份	获国家发改委批准的项目数	在 EB 成功注册的项目数	签发 CER 的项目数
2006 年	7	0	0
2007 年	20	4	0
2008 年	26	8	0
2009 年	24	12	0
2010 年	20	2	11

2.2 河南省 CDM 项目建设的总体水平

由表 3 可以看出,截止 2010 年 12 月 21 日,河南省先后有 97 个 CDM 项目通过国家发改委批准,占全国已批准项目数的 3.41%,位居全国第九位。97 个 CDM 项目估计减排总量为 18168657.43tCO₂e,占全国批准项目估计减排总量的 5.14%,位居全国第十位。其中有 26 个项目在联合国执行理事会注册成功,占全国注册成功数目的 2.27%,位居全国第二十位。26 个项目估计减排总量为 9270528 tCO₂e,占全国注册项目估计减排量的 3.39%,位居全国第十位。有 11 个项目获得签发,占全国签发项目总数的 3.27%,位居全国第十三位;这 11 个项目的经核证减排总量为 6650087 tCO₂e,占全国签发经核证减排总量的 4.42%,位居全国第七位。对比其他省份,河南省的 CDM 项目建设能力仅处于全国中等水平。

从三大重点建设领域来看,在节能和提高能效领域,河南省先后有 38 个项目通过国家发展和改革委员会批准,占全国已批准项目数的 7.62%;其中有 10 个项目在联合国执行理事会注册成功,占全国注册成功数目的 10.87%;有 4 个项目获得签发,占全国签发项目总数的 10.81%。在新能源和再生能源领域,25 个项目通过批准,占全国已批准项目数的 1.24%;其中有 4 个项目注册成功,占全国注册成功数目的 0.44%;有 1 个项目获得签发,占全国签发项目总数的 0.4%。在甲烷回收利用领域,有 22 个项目通过批准,占全国已批准项目数的 11.46%;其中有 7 个项目注册成功,占全国注册成功数目的 10.14%;有 2 个项目获得签发,占全国签发项目总数的 11.76%。从三大主要

领域 CDM 项目的开发情况来看,河南省的节能和提高能效、甲烷回收利用类 CDM 项目较多,但新能源和再生能源类项目所占的比例远低于全省平均值和全国同类项目的平均值。

表 3 河南省 CDM 项目类型

CDM 项目分类	获国家发改委批准的项目	在 EB 成功注册的项目	已签发 CER 的项目
节能和提高能效	38	10	4
新能源和再生能源	25	4	1
甲烷回收利用	22	7	2
燃料替代	4	2	2
N ₂ O 分解消除	4	2	2
其他	4	1	0
合计	97	26	11

2.3 CDM 项目地区分布情况

从表 4 可以看出,全省 18 个市中除 1 个市没有开发 CDM 项目外,其余 17 个市均有 CDM 项目获得批准,其中郑州市开发项目最多,其次是新乡市。全省各市平均批准项目数为 5.4 个,有 9 个市开发的项目数高于市均项目数,其它 9 个市开发的项目数低于市均项目数。可见,各市 CDM 项目发展不均衡。

同时,对河南省成功注册和签发项目的统计结果显示,在 26 个注册项目中,水泥余热发电项目、煤层气综合利用项目、焦炉煤气利用项目、N₂O 分解和燃料替代项目占 95% 以上;11 个签发项目中,水泥余热发电项目占 4 个,煤层气综合利用、N₂O 分解和燃料替代项目各 2 个,风力发电项目 1 个。CDM 项目主要以工业减排为主,而具有地区资源禀赋特点和产业基础优势的项目很少。

表 4 河南省 CDM 项目地区分布

地市	郑州市	新乡市	安阳市	南阳市	平顶山市	信阳市
批准项目数	14	12	8	8	8	7
地市	洛阳市	许昌市	周口市	漯河市	三门峡市	鹤壁市
批准项目数	6	6	6	5	4	4
地市	焦作市	商丘市	驻马店	济源市	开封市	濮阳市
批准项目数	3	3	1	1	1	0

2.4 项目方法学运用情况

CDM 项目方法学是所有项目参与方为识别、设计、开发、实施、监测 CDM 项目整个过程而必须严格遵照执行的“核心”规范和项目设计文件的“指南”^[2]。由表 5 可以看出,截止到 2010 年 12 月 21 日,联合国清洁发展机制执行理事会共批准 CDM 项目方法学 213 个,其中大型项目方法学

108个、整合型项目方法学71个、小型项目方法学24个。

表5 批准方法学数目^[3]

领域(类别)	大型项目	小型项目	整合项目
能源行业 (可再生能源/不可再生能源)(1)	33	14	9
能源输配(2)	1	1	0
能源需求(3)	8	9	0
制造业(4)	11	11	5
化工行业(5)	13	5	1
建筑行业(6)	0	0	0
运输行业(7)	2	8	1
开采/矿产行业(8)	0	0	1
金属制造(9)	7	0	0
燃料逃逸排放 (固体、油、气体)(10)	6	1	1
卤烃和SF6生产和消费 过程逃逸排放(11)	6	2	0
溶剂使用(12)	0	0	0
废物处理(13)	8	10	3
造林和再造林(14)	10	7	2
农业(15)	3	3	1
合计	108	24	71

2.4.1 大型 CDM 项目方法学运用

从表6可以看出,在河南省已开发的 CDM 项目中,有9个大型项目方法学被采用,其中4个项目采用了 AM0021、AM0029 和 AM0028 方法学,并获得经核证减排量签发,分别是“河南神马尼龙化工有限责任公司 N₂O 分解项目”、“驻马店中原燃气-蒸汽联合循环发电项目”、“河南郑州天然气联合循环并网发电项目”和“河南开封晋开化工有限责任公司 N₂O 分解项目”。这4个 CDM 项目中,只有2个属于国家鼓励重点发展的项目。

表6 大型 CDM 项目方法学运用

方法学	AM0018	AM0021	AM0024	AM0025	AM0028
使用频次	2	1	1	1	2
方法学	AM0029	AM0031	AM0034	AM0041	-
使用频次	2	1	1	2	-

2.4.2 整合型 CDM 项目方法学运用

从表7可以看出,在河南省开发的 CDM 项目中,对整合型项目方法学应用频次相对较高的依次是 ACM0012(主要适用于利用废气、废热或废压获得能量项目)、ACM0008(主要适用于煤层甲烷气和煤矿甲烷气收集项目活动)、ACM0006(适用于生物质废弃物联网发电项目)和 ACM0004(主

要适用于利用废气、废热、余压发电项目)。采用此类方法学获得经核证减排量签发的项目有7个,占经核证减排量签发项目总数的63.64%,这7个项目是“河南三门峡25.5MW风电项目”、“河南豫鹤同力余热发电项目”、“河南黄河同力余热发电项目”、“河南平原同力余热发电项目”、“河南豫龙同力余热发电项目”、“河南郑煤集团煤矿瓦斯综合利用项目”、“河南省义马煤业(集团)有限责任公司煤矿瓦斯综合利用项目”。

表7 整合型项目方法学运用

方法学	ACM0001	ACM0002	ACM0004	ACM0005	ACM0006	ACM0008
使用频次	2	5	7	3	9	10
方法学	ACM0009	ACM0010	ACM0012	AM0013	ACM0017	-
使用频次	2	1	19	2	2	-

2.4.3 小型 CDM 项目方法学运用

从表8可以看出,在河南省已开发的 CDM 项目中,有8个小型项目方法学被采用,其中 AMSI.D(适用于可再生能源风电项目)、AMSIH.Q(适用于废气利用的能源系统项目)和 AMSIIL.G(适用于垃圾填埋气回收项目)被采用的频次较高,但没有一个项目获得经核证减排量签发。

表8 小型项目方法学运用统计表

方法学	AMSI.C	AMSI.D	AMSIH.D	AMSIIL.D
使用频次	4	3	1	1
方法学	AMSIH.H	AMSIH.M	AMSIH.Q	AMSIIL.G、AMSI.D
使用频次	1	1	6	5

表9 甲烷回收利用 CDM 项目开发主体分布

开发主体	省外公司	省内公司	业主	省内高校	个人	联合
开发项目数	75	2	2	7	2	9

由此可见,在河南省已开发的 CDM 项目中,主要集中于对整合型项目方法学的运用,对其它两类方法学的运用相对较少,存在着对 CDM 项目方法学整体性运用不高的问题。

2.5 CDM 项目开发主体情况

从表9可以看出,参与河南省 CDM 项目开发的有省外 CDM 咨询机构(包括国外和省外高等学校)、省内 CDM 咨询机构、实施 CDM 项目的业主、省内高等院校和个人。在河南省已开发的 CDM 项目中,省外 CDM 咨询机构开发 CDM 项目最多,占到了开发 CDM 项目总数的77.32%;省内两家 CDM 咨询机构开发了2个 CDM 项目,所占比例较低;企业自主开发 CDM 项目2个;高等院

校仅有郑州大学参与开发了 7 个 CDM 项目。河南省 CDM 咨询机构少、企业自主开发能力不强、地方高等院校的参与度不高是影响 CDM 项目活动开展的重要因素。

3 存在的问题及对策措施

河南省 CDM 项目经过几年的建设和发展,虽取得了一些成果,但通过前面的统计分析可以看出,CDM 项目在具体运行中还存在一些问题:CDM 项目进展比较缓慢,总体建设能力偏低;CDM 项目区域发展不均衡,主要集中在几个市;CDM 项目以工业减排为主,具有区位优势的项目少;企业自主开发和高等院校参与开发的项目过少;方法学的整体运用程度不高等。之所以产生以上问题,主要原因是思想认识上重视不够,管理上缺乏规范性的引导,实践应用研究创新不足,概括起来主要体现在以下几个方面:①企业对 CDM 项目认知度不够,CDM 项目建设能力差;②部分地市重视不够,参与程度低;③发展 CDM 项目的观念滞后;④企业的自主开发能力不强,高等院校的参与度不高;⑤对 CDM 项目方法学的应用性研究薄弱。针对上述存在的问题,根据我国发展循环经济和建设资源节约型、环境友好型社会的目标要求,只有从根本上解决思想认识问题,管理上加强规范和引导,实践中加强方法学的应用性研究,才能使河南省 CDM 项目活动得以健康发展。具体应采取以下措施:

(1) 采取措施,增强企业的 CDM 项目建设能力

针对企业 CDM 项目建设能力差的问题,一是要成立规范的中介机构,培养大量专业化、高素质、高效率的 CDM 团队,提高他们的服务水平,以便能协助企业有组织、有计划地进行 CDM 项目开发;二是要有针对性地对企业相关人员进行培训,使他们对 CDM 项目的申报程序、文件规范及管理规则有更深入的了解,熟练掌握管理、识别和筛选 CDM 项目的知识和技巧;三是要定期召开 CDM 项目专题研讨会,展示可复制和推广的示范性 CDM 项目成果,为 CDM 项目各相关方提供交流和借鉴成功经验的机会。

(2) 完善政策,加强对 CDM 项目活动的引导

部分地市对发展 CDM 项目重视不够、参与程度低是制约 CDM 项目发展进程的关键因素。为此,省政府应快速出台相关政策,加强对 CDM 项目活动的引导。首先要针对 CDM 的经济效益、经营风

险和如何依靠 CDM 项目引进吸收国外先进技术等出台专门指导意见,从宏观层面引导地方政府和企业发展 CDM 项目;其次,要加大对 CDM 项目活动的扶持力度,从产业政策、金融政策和税收政策等多方面给予 CDM 项目企业支持,促进 CDM 在河南省快速发展;第三,要以我国低碳省区和低碳城市试点工作的启动为契机,综合采取激励性和约束性的评价手段,建立与全国接轨的碳交易市场和经济激励机制,引导地方政府和企业参与开发 CDM 项目。

(3) 更新观念,重点发展有区位优势的 CDM 项目

发展 CDM 项目,获得资金和技术是手段,履行节能减排,实现经济、社会和生态的可持续发展是核心。河南省正处于经济高速发展时期,又面临着能源短缺和保护环境的双重压力,不可能像国内其它发达省份那样耗费巨额资金来发展 CDM 项目,因此,重点发展有区位优势的 CDM 项目是其必然的选择。第一要对申请开发的 CDM 项目进行严格把关,审核其是否具有地方特色和区位优势;第二要加大对已实施项目的监管力度,保证项目实施过程中能真正做到节约成本费用,提高资金的使用效率;此外,还要从经济效益、生态效益和社会效益以及可持续发展等方面对项目进行综合评价。

(4) 加强制度建设,调动和发挥企业和高等院校的积极性

当前,河南省企业的自主创新意识不强、高等院校的参与度不高是影响 CDM 项目活动开展的重要因素。为此,应在以下几个方面有所作为:首先要在省政府的科技规划中,把 CDM 项目研发作为一项战略并给予适当倾斜,在各类科研计划中安排一定项目;其次要加强省级 CDM 项目研发机构建设,建立以市场为导向,企业、地方高等院校和科研机构为主体,产、学、研相结合的 CDM 项目技术创新体系,大力提高 CDM 项目研发的原始性创新能力、集成创新能力和引进消化吸收再创新能力;第三,省政府要保证对有地方优势的 CDM 项目研究与开发经费的投入,鼓励地方高等院校和科研机构进入企业,优先推荐具有自主知识产权的 CDM 项目。

(5) 深入调研,加强 CDM 方法学的应用性研究

针对方法学整体性运用不高的问题,一是要加强对已批准方法学的使用条件研究,以便能使企业

拟开发的 CDM 项目顺利通过注册、核证和签发, 用最短的时间做最多的项目; 二是要加强对修改或偏移方法学的研究, 使其能够很好地适用于拟开发的 CDM 项目; 三是要瞄准河南省温室气体减排有潜力的行业领域, 研究、创建新的 CDM 项目方法学, 使它们快速开发成合格的 CDM 项目。

4 结束语

减少温室气体排放, 缓解气候变暖对人类生存造成的不良影响是世界各国面临的一个共同问题。为此, 我国明确提出了“节能减排”, “建设资源节约、环境友好型社会”, “加强应对气候变化能力建设, 为保护全球气候做出新贡献”的科学决策。积极推进实施 CDM 项目活动, 正是履行和实现这一伟大决策的战略性措施。同时, 也是我国应对全球气候变暖, 担当“世界公民”责任的必然之举。河南省作为全国人口大省和传统农业大省, 正在向新兴经济强省和工业强省的方向迈进, 在发

展 CDM 项目方面具有很大的优势和潜力^[4], 只有审时度势、抓住机遇、乘势而上, 大力发展 CDM 项目, 才能突破能源资源对经济发展的瓶颈制约, 缓解经济社会发展与人口资源环境的矛盾。同时, 具有区位优势 CDM 项目的开发与实施, 也必将对河南省规避绿色贸易壁垒, 发挥后发优势, 抢占生态经济发展的制高点具有重要的现实意义。

参考文献:

- [1] 国家发展和改革委员会应对气候变化司主办. 项目数据库系统 [EB/OL]. (2010-12-21) <http://cdm.ccchina.gov.cn>.
- [2] 陈谦磊. 清洁发展机制的指南和发展 [M]. 北京: 经济日报出版社, 2008.
- [3] CDM Methodologie. Home > AboutCDM > CDMInNumbers [EB/OL]. (2010-12-10) <http://cdm.unfccc.int/Statistics/Approved.MethPie.Chart.html>.
- [4] 陈磊山, 刘旭彤, 陆根法. 河南省清洁发展机制潜力研究 [J]. 环境保护, 2009, 38 (6).

Study on Existing Problems and Countermeasures for Development of CDM projects in Henan province

TIAN Shui - quan¹, JIA Xiao - min², YANG Feng - ling³
(Xu Chang College, Xuchang Henan 461000 China)

Abstract: The development and distribution and application of methodology of CDM projects in Henan province were categorized based on the information from the web of China Clean Development Mechanism. The existing problems on complementing the projects were analyzed. The countermeasures on projects development were put forward.

Key words: clean development mechanism; problem; countermeasure; Henan province

湖北省环境保护“十一五”规划中期评估

孙瑞林, 罗 枫

(湖北省环境科学研究院, 湖北 武汉 430072)

摘要: 采用定量评估和定性评估相结合的方式, 对湖北省环境保护“十一五”规划中期实施情况进行评估。分析其实施过程中存在的主要问题, 提出改进和加强的建议。

关键词: 环保; “十一五”规划; 中期评估; 湖北

中图分类号: X3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0019-05

2008年6月,《湖北省环境保护“十一五”规划》(以下简称《规划》)经省政府常务会议审议通过,并以《省人民政府关于印发湖北省环境保护“十一五”规划的通知》(鄂政发〔2008〕36号)的形式印发各市、州、县人民政府和省政府各部门贯彻执行。《规划》确定了环保总体目标、22项环保指标、12项环保主要任务、6项保障措施、8项环保重点工程项目。2009年1月,湖北省环保局、省发改委联合印发《省环保局、省发改委关于印发〈湖北省环境保护“十一五”规划〉重点项目清单的通知》(鄂环发〔2009〕2号)(以下简称《通知》),要求各市、州、直管市、神农架林区人民政府做好项目的落实实施工作。

为了客观评价《规划》实施情况,分析其实施的经验和存在的问题,明确其下一步实施的重点和调整建议,依据《规划》文本、《省人民政府关于印发湖北省环境保护“十一五”规划的通知》、环境保护部“关于印发《国家环境保护“十一五”规划中期评估技术指南》的通知”(环发〔2008〕118号)、环境保护部和国家发改委“关于开展《国家环境保护“十一五”规划》中期评估的通知”(环函〔2009〕39号)及“省环保局关于开展《湖北省环境保护“十一五”规划》中期评估工作的函”(鄂环函〔2009〕191号)等文件对中期评估的有关要求,采用自查、抽查、实地调研、数据验证、定量评估与定性评估相结合的方式开展了《规划》实施中期评估。

1 评估方法和数据来源

1.1 定量评估方法

定量评估是评估《规划》实施的重点。对于

已有量化的指标等直接采用2008年底实现情况与2010年预测值相比较的方法进行评估。

1.2 定性评估方法

对于没有量化的指标、任务、措施等采用直观的红绿灯分析方法进行定性评估。根据指标、任务、措施等完成程度与工作进度分为红灯、黄灯、绿灯三个水平:红灯代表评估指标等进展较差;黄灯代表进展正常但有待加强;绿灯代表进展顺利。具体说明如下:

以与时间进度对应的任务量为标准,基本达到标准的为黄灯,超越1a的为绿灯,延迟1a的为红灯;

对于尚未提上议事日程、没有责任主体、没有进度计划安排的,则被认定为评估指标进展较差,用红灯;

对于正在进行保障制度政策制定实施、拟定了具体方案、已经有了政策雏形或者初稿的,用黄灯;

对于各任务目标已经有保障措施、部分已经颁布实施制度和政策的指标,则被认定为进展良好,用绿灯表示。

1.3 数据来源

湖北省环保局统计、监测、核查数据;各省直部门统计、年报数据;专项检查调查数据;各省直部门、省环保局局内各处室及局属单位按省环保局相关要求提供的相应评估报告和数据表。统计口径统一为2008年12月底。

2 规划实施评估

2.1 环保指标实现情况

环保指标实现情况列于表1。由表1可见,重点城市集中式饮用水源地水质达标率、地表河流省控断面达Ⅲ类水质的比例、空气质量好于二级标

收稿日期: 2011-02-12

作者简介: 孙瑞林(1957-),男,工程师,主要从事环保规划编制与研究。

准天数超过 292d 的重点城市数量 3 项环境质量指标；氨氮排放量、烟尘排放量、工业粉尘排放量、固体废物排放量 4 项总量控制指标；工业用水重复

利用率、工业废水排放达标率、工业烟尘排放达标率、重点污染源在线监控率 4 项污染防治指标：已提前实现。

表 1 环保指标实现情况

指标	2008 年情况	2010 年预测值
A. 环境质量指标		
重点城市集中式饮用水源地水质达标率/%	99.94	95
地表河流省控断面达 III 类水质的比例/%	82.9	73.5
汉江流域规划控制断面水质达标率/%	68.4	75.6
空气质量好于二级标准天数超过 292d 的重点城市数量/个	15	13
重点城市区域环境噪声 < 55db 的比例/%	62.5	80
有健全管理机构的自然保护区比例/%	92	90
B. 总量控制指标		
化学需氧量排放量/万 t	58.57	58.50
氨氮排放量/万 t	6.88	7.37
二氧化硫排放量/万 t	66.98	66.10
烟尘排放量/万 t	23.98	28.49
工业粉尘排放量/万 t	22.19	32.11
固体废物排放量/万 t	5.82	15.97
C. 污染防治指标		
设市城市生活污水处理率/%	67.00	70.00
城市生活垃圾无害化处理率/%	27.11	60.00
工业用水重复利用率/%	80.10	72.00
工业固体废物综合利用率/%	74.72	75.00
工业废水排放达标率/%	93.67	89.55
工业烟尘排放达标率/%	93.51	87.91
重点污染源在线监控率/%	94.7	80
辐射工作单位安全许可证发放率/%	90	100
D. 环境管理能力指标		
县级环境监测能力达到标准化水平的比例/%	未验收	80
县级环境监察能力达到标准化水平的比例/%	34	70

注：重点城市指 17 个市、州、直辖市及神农架林区；重点污染源指污染负荷比占 65% 的工业污染源。

化学需氧量排放量、二氧化硫排放量、设市城市生活污水处理率、工业固体废物综合利用率、辐射工作单位安全许可证发放率 5 项指标实现情况离预测值差距不大，通过“十一五”后 2a 的冲刺努力是能够实现的。化学需氧量排放量、二氧化硫排放量 2 项指标是国家定的约束性指标，是“十一五”期内必须完成的指标，它的完成也将带动设市城市生活污水处理率指标和燃煤电厂脱硫重点项目的完成。

汉江流域规划控制断面水质达标率、重点城市区域环境噪声 < 55db 的比例、有健全管理机构的自然保护区比例、城市生活垃圾无害化处理率、县级环境监测能力达到标准化水平的比例、县级环境

监察能力达到标准化水平的比例 6 项指标实现情况离预测值还有一定的差距。有的差距还比较大，还需做更进一步的努力。

2.2 环保主要任务完成情况和保障措施落实情况

《规划》确定的主要任务和保障措施内容多，涉及面很广，鉴于篇幅所限，本文将任务、措施按大项进行综合评估。各大项中所提出的具体任务、措施 80% 以上已完成或落实，用绿灯表示，否则为黄灯。主要任务完成情况和保障措施落实情况分别列于表 2 和表 3。

过去 3a 时间里，省委、省政府坚持把环境保护作为贯彻落实科学发展观的重要举措，作为调整经济结构、转变发展方式的突破口和重要抓手，加

强组织领导，出台了一系列强有力的政策措施，加大资金投入，全面推进各项环保工作。全省各地市、各部门综合运用法律、经济、技术及必要的行政手段，协同节能减排，形成合力，积极推动环境质量改善，使得《规划》确定的主要任务和保障措施绝大部分得以完成和落实，为完成《规划》所提出的指标、目标奠定了坚实的基础。

表2 环保主要任务完成情况

主要任务	综合评估结论
A. 切实加强节能减排工作，确保完成主要污染物减排任务。	绿灯
B. 积极推进“两型”社会建设，大力发展循环经济。	绿灯
C. 深入开展环境保护专项治理。	绿灯
D. 加强环境监督管理，深化工业污染防治。	绿灯
E. 强化重点流域水污染防治工作，保障饮用水源安全。	绿灯
F. 加强生态环境建设，遏制生态恶化趋势。	黄灯
G. 加强农村环境保护工作，解决突出的农村环境问题。	黄灯
H. 开展城市环境综合整治，加快城市环境基础设施建设。	黄灯
I. 加强核与辐射环境管理。	绿灯
J. 加强固体废物与危险废物污染防治。	黄灯
k. 提高环境监管能力。	黄灯
L. 大力发展环保产业。	绿灯

表3 保障措施落实情况

保障措施	综合评估结论
A. 完善环境保护目标责任制。	绿灯
B. 提高环境综合执法能力。	绿灯
C. 健全社会监督机制。	绿灯
D. 加大环境保护投入。	黄灯
E. 提高科技创新水平。	绿灯
F. 加强环保干部教育培训。	绿灯

2.3 重点项目实施情况

2.3.1 危险废物处置重点项目实施情况

危险废物处置重点项目主要包括全省危险废物处置中心和11个市（州）的医疗废物处置设施建设共12个项目，计划总投资30892万元。截止2008年底，1个危废处置项目和7个医废处置项目获得中央资金补助开工建设。8个项目总投资28925万元，中央补助资金17476万元，地方自筹8051万元，已完成投资13356万元，占项目总投资的46.2%。2个医废处置项目可行性研究报告已通过国家技术复核，待国家下达补助资金计划。2个医废处置项目可行性研究报告已上报国家进行技术复核。项目实施进度总体偏慢。

2.3.2 燃煤电厂脱硫重点项目实施情况

《规划》中燃煤电厂脱硫重点项目15个。《通知》调整为17个，计划总投资435635万元。截止2008年底，有10个项目建成投入运行；有4个项目部分机组脱硫设施建成投入运行；其余均在建设之中。燃煤电厂脱硫重点项目实施顺利。

2.3.3 自然保护区基础能力提高项目实施情况

《规划》主要加强28个省级以上（包括长远发展规划级别）自然保护区的基础设施建设和管护工作。《通知》增加了1个县级市项目，计划基建投资62000万元，管护投资14400万元。据统计有7个国家级和2个省级自然保护区得到国家和省级的基建投资；有5个省级自然保护区得到省级和省级以下基建投资。总投资金额为11297.6万元，其中国家投资5473万元，占48.44%；地方投资5824.6万元，占51.56%。截止2008年底，现状级别为国家级的自然保护区有9个，省级的有15个，其中有健全管理机构的自然保护区22个，所占比例为91.67%，达到国家要求（国家要求为90%）。但离《规划》指标要求还有一定差距。

2.3.4 重要生态功能保护区建设项目实施情况

重要生态功能保护区建设项目1个，主要完成鄂西北山区国家级生态功能保护区第一期建设任务。计划总投资41719.9万元，其中：生态功能保护和恢复投资24440.6万元；产业引导和社区共管投资10170.0万元；监管能力建设投资7109.3万元。目前，项目仅处于预可研阶段。

2.3.5 农村小康环保行动计划工程项目实施情况

农村小康环保行动计划工程项目6个，计划总投资30300万元。2007年，围绕国家农村小康环保行动计划提出的总体要求，编制了《湖北省农村小康环保行动计划》，提出全省农村环境保护工作指导性意见。编制完成了《湖北省畜禽养殖业污染调查报告》，省环保局依据报告及时向省政府上报了《畜禽养殖业环境保护有关问题的报告》，受到省政府的关注与支持。2008年，编制了《湖北省农村环境综合整治规划》、《仙洪试验区新农村建设环境保护规划》、《湖北省典型农村环境状况调查报告》。全省土壤污染现状调查落实资金823万元，现工作已基本完成，进入报告编制阶段。新建了鄂州市国家级生态示范区和1个国家级生态村，在武汉城市圈率先启动生态县（市、区）的创建工作。以仙洪新农村试验区为重点，实施“两清”、“两减”、“两治”、“两创”环保示范工程建设。省环保局以洪湖市滨湖办事处为实施重

点,实施了农村生活污染及畜禽、水产养殖示范工程。2008年,全省共创建优美乡镇10个,共有31个行政村获得国家专项资金资助(总额度为2204万元)开展环境综合整治。农村小康环保行动计划工程项目实施进度总体偏慢。

2.3.6 核安全与辐射环境基础建设工程项目实施情况

核安全与辐射环境基础建设工程项目15个,计划总投资16532万元。截止2008年底,完成《湖北省辐射环境保护条例》起草工作;湖北省放射性废物库改造项目进展顺利,能够通过国家验收;湖北省放射性废物(源)处置项目进入设计、招投标阶段;湖北省辐射环境监测能力建设、湖北省核事故应急环境监测能力建设、湖北省放射性污染源调查专项行动能力建设、湖北省放射源数据库动态管理系统建设、无主放射源的处理处置工程等项目进展顺利。部分项目尚未获得准确信息。

2.3.7 环境管理能力建设工程项目实施情况

环境管理能力建设工程项目计划总投资115957.96万元。其中:环境监测能力建设计划投资46100.8万元;环境监察能力建设计划投资47846万元;环保基础设施建设计划投资22011.16万元。

截止2008年底,全省已建成市级城市空气质量自动监测站42个。2008年中央减排专项资金下达湖北省1041万元用于14个空气质量自动监测站建设;下达358万元用于12个地级市酸沉降监测能力建设,共购置酸沉降点监测设备62台(套)。2006~2007年,中央环保专项资金下达湖北省1805万元用于10个市级和2个县级环境监测站监测能力建设,共购置监测设备846台(套)。2006~2008年,对209家环境监察机构标准化建设投资6612.5万元,其中国家补助3461万元,地方自筹3151.5万元,共采购执法车辆211辆,仪器设备3445台(套)。2007年投资122万元,完成全省重点污染源在线监控系统建设工作。国控企业在线监测现场端建设总投资达到10897万元,其中地方财政补助105万元,省级财政补助505万元,企业自筹10287万元。2006年投资643.032万元(省财政和地方财政各投资321.516万元)对10个重点地级市环境监测站装备了基本的水、气应急监测仪器(104台套)、个人安全防护设备(36套)和水质应急监测车(10辆)。2007年投资1688.94万元(省财政和地方财政各投资844.47万元)对

省环境监测中心站和2个重点区域环境监测站装备了仪器设备及个人安全防护设备共计119台套,应急监测车3辆。部分项目尚未获得准确信息。

2.3.8 工业及区域综合性污染防治项目实施情况

工业及区域综合性污染防治项目565个,计划总投资3357546.01万元。其中:主要工业污染源大气污染防治重点项目159个,计划投资376378万元;主要工业污染源水污染防治重点项目301个,计划投资289733.01万元;区域综合性污染治理重点项目105个,计划投资2691435万元。截止2008年底,尚未获得项目实施准确信息。

3 规划实施存在的主要问题

3.1 部分环保指标的实现存在较大困难

汉江流域规划控制断面水质达标率、重点城市区域环境噪声<55db的比例、城市生活垃圾无害化处理率、县级环境监测能力达到标准化水平的比例、县级环境监察能力达到标准化水平的比例5项指标实现情况与目标值差距较大,与其相关的措施和项目实施起来也存在较大困难,这是“十一五”后2a需重点关注的问题。

3.2 重点项目建设资金渠道比较单一

规划的重点项目的建设资金渠道仍然比较单一,主要依靠中央投资。城市生活污水处理、城市生活垃圾无害化处理、危险废物和医疗废物处置、自然保护区基础能力建设、重要生态功能保护区建设、农村小康环保行动计划工程、核安全与辐射环境基础建设工程、环境管理能力建设工程这方面项目没有中央投资支持,大都难以实施。这方面项目建设历史欠账较多,资金需求量很大。

3.3 《规划》实施信息尚不够准确

《规划》于2008年6月才获省政府批准下发执行。而通过批准的《规划》当中已说明城市污水处理厂和垃圾处理场等城市基础设施建设工程项目由省建设厅专项规划下达,其余重点项目的具体清单由省环保局会同有关部门研究后另行下达。重点项目清单于2009年1月才印发各市、州、直管市、林区人民政府实施。从时间上来说,均已过半。其间随着节能减排、四个专项治理等工作的出现,也产生了许多新的重点项目,但并没有及时对重点项目清单进行调整。因此,在评估之时尚未获得重点项目实施的准确信息,投资构成亦不清楚。

4 规划实施建议

4.1 健全、加强部门协调机制,全力保障《规划》顺利实施

《规划》的指标、任务、措施等涉及多个职能部门，省政府应当明确其分属各部门的职责，同时还应加强各部门之间的协调，建立环境保护部门统一监督管理、各有关部门责权明确、分工协作、各司其职、通力合作的环境管理体制，方能确保《规划》顺利实施。

4.2 重点实现《规划》实施薄弱指标的攻坚克难

《规划》实施中期绝大部分指标完成情况良好，但仍有一些指标完成情况不甚理想，没有实现时间过半，完成过半，对《规划》顺利实施形成一定的不利影响，应突出抓好，强力推进。如汉江流域规划控制断面水质达标率，应重点考虑干流钟祥市皇庄段、天门市罗汉闸段、汉川市石剑和小河段，以及支流的氮、磷和有机物污染治理问题；重点城市区域环境噪声 < 55db 的比例，应重点抓好孝感、恩施、鄂州、荆门、黄石、襄樊 6 市城市区域环境噪声防治工作；县级环境监测能力达到标准

化水平的比例，应尽快完成验收工作。

4.3 创新机制，努力增加项目建设资金投入

《规划》当中提出的项目建设资金筹措方法及措施，在实施过程中并没有得到很好的实现。未来的 2a 中，各级政府应努力创新机制，加大建设资金投入，同时充分利用市场机制，通过吸引社会投资、发行专项债券、引进投资基金等多种方式，形成多元化的投资格局。

4.4 加强环境统计工作，确保《规划》实施信息完整、准确、可靠

在未来的 2a 中，应及时调整、下发重点项目清单，并严格督促各市、州、直管市、林区人民政府努力实施。同时，应加强环境统计工作，积极协调有关部门做好相关数据收集统计工作，为将来完整、准确、可靠完成《规划》实施终期评估工作奠定基础。

Medium – term Assessment of the 11th – five Years Environmental Protection Planning in Hubei Province

SUN Rui – lin, LUO Feng

(Hubei Environment Science Research Academy, Wuhan Hubei 430072 China)

Abstract: Both quantitative evaluation methods and qualitative evaluation methods were applied to assess the medium – term implementation of the 11th – five years environmental protection planning in Hubei province. The main problems existed in the process were analyzed, based on which, the suggestions on improving and strengthening the planning were pointed out finally.

Key words: environmental protection; the 11th – five years planning; medium – term assessment; Hubei province

纳板河流域国家级自然保护区 社区经济发展模式初探

王建青, 玉香章, 王东升

(纳板河流域国家级自然保护区, 云南 景洪 666100)

摘要:总结了纳板河流域国家级保护区基本情况和社区经济现状及区域经济的特点, 分析了存在问题。提出纳板河流域国家级自然保护区社区建设的目标, 提出了社区经济发展的对策与措施。

关键词:自然保护区; 社区; 发展模式; 纳板河

中图分类号: X17 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0024-03

1 保护区基本情况

纳板河流域国家级自然保护区是一个以完整小流域为自然单元, 融保护、科研和社区发展为一体的新型自然保护区, 位于云南省南部西双版纳傣族自治州中北部景洪市与勐海县接壤地带, 地理坐标东经 $100^{\circ}32' \sim 100^{\circ}44'$, 北纬 $22^{\circ}04' \sim 22^{\circ}17'$, 总面积 26600hm^2 。保护区距景洪市公路约 25 km, 水路约 15 km, 外界交通便捷。

纳板河保护区总体气候类型属北热带湿润气候。年均温度 $18 \sim 22^{\circ}\text{C}$, 最冷月均温 $12 \sim 16^{\circ}\text{C}$, 最热月均温 $22 \sim 26^{\circ}\text{C}$, 极端最低温多年平均 $> -1^{\circ}\text{C}$, 年降雨量 $1100 \sim 1600\text{mm}$, 雨量充沛而集中, 干湿季分明, 约 80% 以上的降水量集中在 5 ~ 10 月雨季。年日照时数 $1800 \sim 2300\text{h}$ 。由于保护区内垂直高差较大, 山地气候垂直带明显。海拔高度 $800 \sim 900\text{m}$ 以下属北热带气候, 海拔 $800 (\sim 900) \sim 1400 (\sim 1500)\text{m}$ 属于南亚热带气候, 海拔 $1400 (\sim 1500)\text{m}$ 以上的山地属中亚热带气候。

保护区动植物资源丰富, 已知高等植物有 278 科 1053 属 2345 种或变种。植物区系组成起源古老, 以热带成分为主; 植被类型丰富, 共 8 种植被型 13 个植被亚型 28 个群系, 拥有西双版纳所有 8 种植被类型, 是东南亚热带北缘植被组成的缩影。共记录到脊椎动物 35 目 100 科 437 种。现已鉴定的昆虫种类分属 9 目 60 科 203 属 327 种。

2 社区经济现状与存在问题

2.1 社区经济现状

2.1.1 行政区划及人口现状

保护区境内有 5 个完整的行政村, 分别隶属景

洪市嘎洒镇和勐海县勐宋乡, 即景洪市嘎洒镇所辖的曼典村、纳板村委会和勐海县勐宋乡所辖的糯有、岗蚌、大安村委会。5 个村委会共辖 33 个村民小组, 每个村民小组是 1 个自然村(寨)。此外还有 1 个创业大沟管理站, 1 个橡胶种植队, 1 个农场作业区。主要居住有傣族、哈尼族、拉祜族、汉族、彝族、布朗族等 6 个民族。至 2009 年底, 全区人口共 1371 户, 5853 人, 平均 $22\text{人}/\text{km}^2$ 。其中男 3012 人, 占人口总数的 51.46%; 女 2841 人, 占人口总数的 48.54%; 出生 55 人, 出生率为 9.41‰, 死亡 31 人, 死亡率为 5.31‰, 人口自然增长率为 4.11‰。劳动力资源总数为 3632 人, 占人口总数的 62.05%。

2.1.2 产业结构现状

纳板河保护区内居民全部为农业人口, 无村办企业, 社区主要产业为大农业, 包括种植业、林业、牧业和渔业, 其次有极少量的运输业、商业和工业。生产方式以农业生产方式为主。保护区耕地总面积 1024.3hm^2 , 其中水田面积 348.6hm^2 , 山地面积 675.7hm^2 , 种植水稻、玉米、橡胶、云麻、茶叶等。饲养的牲畜种类主要有水牛、黄牛、猪、鸡等, 其次还养有少量的蜜蜂。饲养方式猪为圈养, 鸡、牛放养。

2009 年保护区内人均纯收入为 2843 元, 尽管当地居民收入已有大幅度提高, 但是大多数居民仍处于较为贫困状态; 当地社区总收入 2525 万元(含社区居民自身消费在内), 其中农业 728.95 万元、林业 518.76 万元、牧业 280.95 万元、工业 41.75 万元、运输业 48.19 万元、商业 32.59 万元、服务业 12.16 万元。由此可见经济收入仍以农林牧业收入为主。

2.1.3 交通通讯现状

纳板河保护区与外界交通较为便捷。现有南(果河)景(洪)公路自东南向西北斜穿全境至过门山管理站,全长46km,是保护区与外界、各村寨连接的主干线,公路在主干线的基础上向树状发展,西北部与西南部初步连接成网状。其中景洪至大糯有岔路口为乡镇公路,全长约40 km,路面状况很好,为水泥或沥青路面。其余为简易沙石路面,路面状况较差,通行较为困难。现状公路网使保护区内32个村寨相互连接,有市郊公交车连通,初步能适应区内农村经济发展的需要。

近几年,纳板河保护区通讯也大为改善,保护区管理局已开通了程控电话、有线电视和宽带网,保护区各基层保护站均安装了卫星电视和无线载波电话。保护区内及周边村寨大都在无线载波电话覆盖范围之内,并大多安装了无线载波电话和卫星电视。

2.2 存在问题

2.2.1 产业结构单一,技术含量低

纳板河保护区现有居民是长期历史原因形成的,过去他们靠山林生活,对山林的破坏影响很严重。人口的不断增加和落后的经济文化条件,给保护区带来的压力越来越大。纳板河保护区内居民以拉祜族、哈尼族为主,经济收入以种植业和养殖为主,林业为辅。居民农闲时进山挖野生药材,采集蕨菜和食用菌,采集薪材等。居民经济结构单一,经济收入低下,仍属自然封闭的小农经济。

2.2.2 信息不灵

由于缺乏与外界的交流,对外界各种供求信息、致富信息缺乏了解,因此无法及时调整种养结构,同时生产出的产品也缺乏市场竞争力。

2.2.3 基础条件差,交通不便

水利设施差,水坝、水渠均为简易工程,每年都要重修重建。保护区虽有水田348.6hm²,但由于缺乏有效的浇灌,大部分田只有等到雨季时才能耕种,每年均会错过最佳耕种时期,影响了粮食的产量,导致部分群众粮食不够吃。

现有公路网虽能把32个村寨相互连通,但多为简易沙石路,路面状况较差,通行较为困难,特别是雨季有的道路无法通行。

2.2.4 社区缺乏参与自然保护的 platform

一是社区缺乏群众参与的基础。社区观念落后,法制意识淡薄,对立情绪严重。部分村民把收入的减少归结于保护区的建立和严格管理。现行政

策对建立保护区和野生动物损害庄稼等问题的处理欠妥,群众觉得只有保护的义务,没有从保护中受益,不能调动村民参与保护的积极性。二是社区缺乏自然保护的经济基础。由于自然环境恶劣,交通困难,信息闭塞,社区经济发展落后。三是社区缺乏有效的资源保护机制。集体林管理松散,急功近利的掠夺式利用仍然存在。

3 社区经济发展战略目标

稳定发展保护区与社区之间的合作伙伴关系,协调当地群众生产生活与自然保护的关系,充分利用自然保护区人才、技术、资金和信息等优势,通过实施社区共管项目,全面提高社区的社会、经济和文化发展水平,减少社区对自然保护区资源的直接依赖,使其积极参与到对自然资源的保护中来,实现保护区与社区经济共同发展,达到保护区自然资源的有效管理和利用,探索保护区人与自然和谐发展的模式、最终实现自然保护区和社区的可持续发展。

4 社区经济发展的对策与措施

4.1 建立有效的社区共管伙伴合作运行机制

在自然保护区与社区居民冲突管理过程中,周边社区居民往往处于弱势地位,如果没有一个有效的组织载体,使其能够平等地参与自然保护区的决策和管理,无法真正地建立保护区和周边社区的和谐关系。因此,建立有效的社区共管伙伴合作运行机制,构建社区参与式管理新模式,是消除和缓减自然保护区与周边社区之间冲突的有效组织形式。

4.2 加强科技培训,用替代性开发利用方式解决森林及林产品保护,把资源变成商品

由于保护区的管理体制问题,容易产生保护与社区利益、经营与社区发展脱节。存在保护区是就保护而保护,很少考虑社区的利益和发展问题,没有把保护区工作融入到社区经济发展的整体格局当中去,没有充分利用保护区的品牌和优越的资源优势为当地社区经济发展服务。同时,保护区已经开展的一些经营活动也没有融入到地方经济发展当中去,也是很单纯地仅筹集一点经费式的粗放的、低效益的经营,没有考虑经营怎样带动当地经济的问题,因此也是零碎的、不完整的甚至是落后的经营,它与社区经济发展也是脱节的。在今后的保护区建设和发展上,要把社区发展作为重要内容,针对纳板河流域的实际情况和资源状况,帮助村民在科技、开发,提高竹笋、茶叶等生产加工制作水平,家畜养殖,从业资格等方面进行培训,提供农

产品销售信息,扩大就业渠道,可以开展观赏苗木、药材、野生蔬菜、竹笋等基地的建设,使村民从纯农业上转到三产业上来。

4.3 调整产业结构,增加群众收入水平

选择适宜、快速、高效的多种经营项目,调整种植业结构,开展特色种植养殖,逐步使居民更多地分流转向从事生态旅游服务业,开辟新的经济增长点,提高经济效益,增加农民收入,改善生活水平。

4.4 资金扶持

保护区内的村民相对于区外居民来说,显得较为贫困,经济收入较低。其资金只能维持一些简单的生产,要想开展其它特色产业活动,单靠自己的力量是不够的,还需要外界给予一定的资金扶持。

保护区在自身条件允许的前提下,应加大对周边社区公益事业的支持,并积极帮助周边社区向外争取资金和项目。

参考文献:

- [1] 西双版纳纳板河流域国家级自然保护区管理所. 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] 杨云, 李建友. 西双版纳纳板河流域国家级自然保护区社区合作管理的理论与实践 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2010.
- [3] 孟庆坤. 承德市自然保护区资源保护与周边社区协调发展经验初探 [J]. 中国环境管理, 2002, (4).
- [4] 黄文娟. 国家级自然保护区实施社区共管的初步研究 [D]. 中南林学院, 2004.

Preliminary Discussion on Development Model of Community Economy in Nabanhe Basin National Nature Reserve

WANG Jian - qing, YU Xiang - zhang, WANG Dong - sheng
(Nabanhe Nature Reserve, Jinghong Yunnan 666100 China)

Abstract: The general information on Nabanhe basin National Nature Reserve is summarized as well as the present status of community economic and its characteristics of this region, based on which, the existing problems are analyzed. The objectives on community construction in Nabanhe basin National Nature Reserve were pointed out as well as the countermeasures.

Key words: nature reserve; community; development model; Nabanhe river

浅析我国森林生态效益补偿制度

张 丽

(云南省审计厅, 云南 昆明 650021)

摘 要: 概述了中国森林生态效益补偿研究的发展历程和总体状况, 通过对森林生态效益补偿制度的回顾、补偿现状的描述, 综述相关文献分析了森林生态效益补偿制度存在的一些问题, 并提出了相应的建议。

关键词: 森林; 生态效益; 生态补偿

中图分类号: X37 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0027-03

1 森林生态效益补偿制度建立的回顾

森林具有涵养水源、保持水土、调节气候、保护生物多样性、保护和美化环境、防风固沙、防灾减灾等巨大的生态效益。然而, 森林生态效益由于其本身具有无形性、多效性、外部性、公共产品特性以及受益主体的广泛性和模糊性等诸多特征, 其本身的生态价值往往得不到实现^[1], 因此建立森林生态补偿机制是其效益持续发挥和不断增强的必要措施, 也是落实科学发展观、构建和谐社会的重要措施。

我国对森林生态效益补偿的研究始于 20 世纪 80 年代初期。2001 年国家林业局和财政部联合颁发了《森林生态效益补助基金管理办法》, 补偿对象主要是对重点公益林。该《办法》的发布, 正式启动了全国森林生态效益补助试点工作; 2004 年 12 月 10 日, 国家林业局召开电视电话会议全面启动森林生态效益补偿基金制度; 2004 年中央财政拿出 20 亿元人民币, 对 0.27 亿 hm^2 的重点公益林进行森林生态效益补偿, 同时, 财政部、国家林业局下发了《中央森林生态效益补偿基金管理办法》(财农 [2004] 169 号)。2006 年补偿基金规模扩大到 30 亿。2007 年 3 月财政部、国家林业局下发了《关于印发〈中央财政森林生态效益补偿基金管理办法〉的通知》(财农 [2007] 7 号), 对财政补偿政策进行了微调, 不断完善森林生态补偿制度。

2 森林生态效益补偿现状^[2]

根据国家林业局 2007 年所做的区域森林生态效益补偿政策调研报告, 根据《森林法》及《森林法实施条例》, 国家林业局和财政部联合颁布了

《重点公益林区划界定办法》, 区划界定重点公益林, 实施中央财政森林生态效益补偿。同时, 地方各省区根据各自的生态保护需要, 区划界定地方公益林, 并由地方进行补偿。

2.1 公益林的区域分布

重点公益林是指生态区位极为重要或生态状况极为脆弱, 对国土生态安全、生物多样性保护和经济社会可持续发展具有重要作用, 以提供森林生态和社会服务产品为主要经营目的的重点防护林和特种用途林。

根据《重点公益林区划界定办法》, 截至 2006 年, 在全国近 2.87 亿 hm^2 林地中 (不含台湾省), 经各地区划界定并由国家林业局会同财政部核查认定的重点公益林面积 1.04 亿 hm^2 , 占全国林地面积的 36.33%。2007 年, 财政部对部分省提出的漏划问题予以认可。目前, 全国重点公益林实际认定面积达到 1.052 亿 hm^2 , 约占全国林地总面积的 37.2%^[2]。

2.2 公益林补偿情况

根据财政部和国家林业局联合发布的《中央财政森林生态效益补偿基金管理办法》(财农字 [2007] 7 号) 的规定, 生态效益补偿的对象是承担公益林保护管理的单位或公益林经营者和所有者, 具体包括国有林场、自然保护区、乡村集体组织、林农个人等; 补偿范围是重点公益林林地, 平均每年补助 75 元/ hm^2 。截至 2007 年, 中央财政已对 0.45 亿 hm^2 重点公益林实施了补偿, 每年投入中央补偿基金 33.4 亿元, 累计投入 133.4 亿元。

3 森林生态效益补偿存在的问题

3.1 理论研究滞后

森林生态补偿的涵义、理论依据和补偿标准的

计算是森林生态补偿理论研究的核⼼问题，也是决定森林生态补偿实施可行性和有效性的关键问题。

20多年来，中国森林生态效益补偿实践研究取得了一些成功经验，同时也积极借鉴国外理论研究具有参考价值的成果和补偿工作中的有益做法。但是，在森林生态效益补偿理论研究方面仍存在许多不足。中国建立森林生态效益补偿机制的条件正在逐步成熟，理论研究远不能满足建立完善的补偿制度。例如森林生态效益核算补偿的标准、方法的研究已经开展，但已有的研究离实际需要还有一定的差距；在森林生态效益评价方面，评估研究的技术手段落后，大多仅限于静态，难以做到动态管理和评估，评估结果实际操作性差。这就使得政府难以制定出提供生态公益产品的生产者的利益密切相关的可操作的政策、方法和措施。

3.2 基金来源单一，政府补偿比重过大

目前，我国的补偿基金来源主要是财政预算安排：国家（公共）补偿财政转移支付为主，只有少数地方财政进行了配套，个人和社会的投入更少，基本没有发挥市场补偿的作用。

森林生态效益本身具有公共物品的属性，决定了它的补偿主要应由政府“埋单”。但鉴于目前我国经济还不发达，国家作为森林生态效益补偿的唯一主体，既面临维护公益林生态效益较高成本的压力，又面临基金来源有限的难题。全社会共享森林生态效益，现行的森林生态效益补偿基金却全部来自政府财政，不仅导致补偿标准偏低和补偿范围过窄，并且，就中央财政森林生态效益补偿基金而言，仅对4660万 hm^2 重点公益林给予了补助，尚占不到国家认定的重点公益林总面积1.05亿 hm^2 的一半，补偿范围过窄。而且没有真实体现“谁受益、谁补偿”和“谁破坏、谁补偿”的原则，难以激励各种社会主体保护生态的积极性，不利于预防生态破坏，也很难达到创立森林生态效益补偿制度的预期目标。

3.3 补偿标准静态性

根据《中央财政森林生态效益补偿基金管理办法》（财农〔2007〕7号）的精神，区域性有差异，补偿基金由于地区区域、区位、地类和质量等因素，其管护成本和生态价值是不相同的；补偿基金应随价格指数的变化调整，但目前在全国范围使用相同的补偿标准，采用“一刀切”的形式，补偿标准缺乏动态性、灵活性，势必会挫伤补偿对象

的积极性，不能使政策发挥其必然的效率，达不到该项政策的目标。

目前，森林生态效益现行的补偿标准为75元/ $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ，综合很多文献阐述，更合理的补偿标准应指向150元/ $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ，但其与森林的成本价值和发挥的生态效益、实际造林管护费用有很大的差距，公益林生态价值远未在现行补偿标准中得到体现。

3.4 补偿基金管理体系不完善

目前，我国的补偿基金管理体系不完善，政府主导型森林生态建设补偿的实现机制中存在着多环节委托代理链，中间涉及各级林业和财政部门，重复环节过多而缺乏效率，易产生补偿基金使用不合理现象，降低了激励作用。

4 完善森林生态效益补偿制度的几点建议

4.1 加强生态补偿科学基础性研究

加快理论研究的步伐，为森林生态补偿制度建设奠定坚实的基础。2010年5月20日，国家林业局中国森林生态服务评估研究成果新闻发布会在北京召开，中国林科院用第七次全国森林资源连续清查数据，完成了中国森林生态服务评估研究。这项研究包括中国森林生态服务功能评估、中国森林植被生物量和碳储量评估。这也是我国首次在全国尺度上，对森林植被碳储量以及森林涵养水源、保育土壤、固碳释氧、营养物质积累、净化大气环境和生物多样性保护等生态服务进行评估。

此评估研究结果的发布，意味着我国对森林生态服务评估研究迈出新步伐。它对全面认识和客观评价森林的地位和作用，对健全生态效益补偿机制，都具有十分重要的意义。

4.2 扩大补偿基金规模并实行有差别的补偿标准政策

补偿标准是森林生态效益补偿的核⼼问题，关系到补偿的效果，同时受到补偿基金承受能力约束。因此，必须完善森林生态效益补偿的财政政策体系，建立多渠道、多层次的基金筹措方式。

在补偿基金来源上，实行政府补偿为主与社会各种有效补偿兼容并蓄。可以从以下几方面考虑：

（1）加大中央政府财政转移支付力度，加强地方政府对森林生态补偿的支持与合作。财政转移支付是森林生态补偿最直接的手段，也是最容易实现的手段，因此在相当长的一段时间内我国的补偿制度还将以财政支付为主体。此外，地方政府除了负责辖区内生态补偿机制的建立之外，应根据自身财力情况给予支持和合作，以发挥中央和地方财政

的双重作用。

(2) 积极探索多渠道的融资机制。森林生态补偿不能单靠政府补贴,很多学者都提出了自己的建议。比如征收生态补偿费(税)、优惠信贷、碳排放权交易机制、BOT 融资模式、收缴全民义务植树绿化费、发行“绿色森林彩票”等方式筹集森林生态效益补偿基金、社会捐赠等。促使补偿主体多元化,补偿方式多样化。例如,开征生态税的设想,征收对象可以定义为:凡在我国境内受益于森林生态效益从事生产经营活动的单位和个人,都应该按规定交纳森林生态效益税^[3]。税收所得可作为补偿基金来源,既有利于控制污染物的排放,又有利于森林资源的保护,符合科学发展观和可持续发展理论。再如,碳排放交易机制借助整个《京都议定书》框架下的国际碳交易市场,将其纳入市场运作,通过森林碳汇贸易可以促进我国的生态建设,是扩展补偿基金来源的有效途径。

另外在保证基金来源的基础上,提高补偿标准,可根据补偿当地的地域、造林方式、经济发展水平等因素,实行有差别的补偿制度,制定更为合理的补偿标准。

从长远发展来看,除了最直接的经济补偿,还需要包括政策补偿、实物补偿和智力补偿等,增加

教育、技术、文化等的投入^[4]。

4.3 完善基金管理体系

完善的组织管理体系对于实施生态补偿必不可少。由于涉及多个部门,各级政府可通过加强部门间的协调与合作,建立生态补偿的征收机制和发放机制,实现补偿基金在受偿方和支付方之间的转移支付。所以,建立生态补偿组织管理体系也是保障森林生态补偿制度顺利实施的关键因素。

通过审计调查,可为各级政府和相关部门提供森林生态效益基金管理使用的总体情况。通过对审计调查发现问题进行进一步的深入分析,可了解目前该制度实施中存在的一些问题,能够在以后的审计工作中提出更有效地、针对性更强的建议和意见。在森林生态效益补偿制度完善和加强管理方面发挥审计的重要作用,为我国的可持续发展提供了保障。

参考文献:

- [1] 陈波,支玲,刑红. 中国森林生态效益补偿研究综述 [J]. 林业经济问题, 2007, 27 (1).
- [2] 本调研课题组. 区域森林生态效益补偿政策调研报告 [D].
- [3] 李文华,李世东,李芬,等. 森林生态补偿机制若干重点问题研究 [J]. 中国人口. 资源与环境, 2007, (2).
- [4] 宋鹏飞,张震云,郝占庆. 关于建立和完善中国生态补偿机制的思 [J]. 生态学杂志, 2008, 27 (10).

Brief Talk on Ecological Efficiency Compensation System for the Forest in China

ZHANG Li

(Yunnan Audit Bureau, Kunming Yunnan 650021 China)

Abstract: The history and advances of ecological efficiency compensation system in China was introduced. The present situation on compensation system in China was demonstrated also. The existing problems in the whole system were analyzed, based on which, the suggestions on improving the whole system were put forward.

Key words: forest; ecological efficiency; ecological compensation

高校垃圾分类回收管理初步研究

——以云南师范大学呈贡校区为例

何雪, 白晓燕

(云南师范大学旅游与地理科学学院, 云南昆明 650092)

摘要: 通过问卷调查和访谈的方式, 调查了云南师范大学呈贡校区校园目前的垃圾排放量、垃圾桶配置情况及垃圾处理方法。在此基础上, 提出了大学校园的垃圾分类体系、垃圾分类设施的布局及相关收集与管理措施。

关键词: 校园垃圾; 垃圾分类; 垃圾分类管理; 云南

中图分类号: X705 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0030-05

随着学校规模的扩大、学生人数的增加以及师生生活水平的提高, 校园生活垃圾数量也不断增加。垃圾的简易排放和不当处理易造成巨大的环境污染, 例如不当的填埋会造成地下水污染和土壤污染; 简易焚烧会导致有毒气体、温室气体对大气的污染; 部分垃圾的不当堆积导致重金属污染和病原体滋生等。垃圾的分类回收再利用可以有效控制因垃圾的不当处理而导致的环境污染, 有效减少资源的浪费, 同时取得一定的经济效益。因此, 需要建立一个合理健全的垃圾分类体系, 确立和实施一套有效可行的管理办法来对垃圾进行合理的管理, 以实现垃圾的源头的减量化和垃圾的资源化, 以获得良好的环境效益和经济效益。

垃圾分类收集的目的是实现垃圾处理的减量化和资源化。高校校园垃圾中资源垃圾所占的比例较高, 而高校的学生掌握一定的环保知识并具有一定的环境意识, 因此可以在校园内试行垃圾分类管理, 并通过高校试点来带动垃圾分类管理在社会上的推广。开展校园垃圾分类调查研究, 有助于推动校园节能减排活动, 促进绿色校园的建设。本研究在云南师范大学人文社科校级重大项目 and 云南师范大学 2009 年大学生科研基金项目的资助下, 以云南师范大学呈贡校区 (西启园片区) 为例, 从校园垃圾数量, 各校园功能区垃圾种类分布, 垃圾处理状况, 垃圾桶布局, 学生垃圾分类意识, 分类垃圾桶种类等方面, 对该区域的垃圾分类管理进行初

步探讨。

1 垃圾分类回收的意义

(1) 有利于垃圾有效管理和优化垃圾处理。对垃圾进行分类回收, 根据垃圾性质的不同进行细分, 细分后的垃圾易于进行垃圾末端处理的无害化和资源化。特别是在垃圾源头进行分类, 分类效率较高, 成本较低。垃圾源头的细分是该分类方式的基础和关键, 垃圾分类有助于实现垃圾减量化从而减少运输垃圾的劳力和财力, 简化末端的无害化处理, 有益于垃圾管理, 优化垃圾处理系统。

(2) 是实施垃圾多级减量的主要环节和关键环节。垃圾分类收集有利于实现垃圾的减量化, 有利于减少垃圾处理中形成的二次污染, 有利于降低能源消耗量。垃圾中可回收物质资源化利用后, 垃圾体积和重量减少, 可减少垃圾运输和处理的工作量。

(3) 具有较高的资源化价值。废纸是校园垃圾的主要组成成分之一, 而废纸可作为造纸工业的主要原料。校园里每日约产生 1.05t 废纸垃圾, 利用 1t 废纸, 可造纸 800kg, 相当于节约木材 4m³ 或少砍伐树木 20 棵; 每日约产生 1.23t 废塑料垃圾, 1t 废塑料再生利用约可提炼出 0.7t 汽油/柴油; 每日约产生 0.7t 玻璃垃圾, 每 1t 废玻璃回收后可生产一块篮球场面积的平板玻璃或 500g 瓶子 2 千只^[2]; 利用废电池可回收镉、镍、锰、锌等宝贵的重金属, 同时可减少重金属对环境的污染及对人体健康的危害^[3]。因此, 校园垃圾具有较高的资源化程度, 对其进行分类收集和取理后可以取得较高的环境效益和经济效益。

(4) 有利于提高环保意识。首先, 垃圾的分类收

收稿日期: 2011-01-16

基金项目: 云南师范大学人文社科校级重大项目 (2007XRZ01) 和云南师范大学 2009 年大学生科研基金项目资助。

集是一项需要学生亲身参与的环保活动,能拉近学生与环保行动的距离;其次,垃圾分类能够让学生更好地了解垃圾的资源化,从而转变对垃圾的看法,认识到垃圾的资源性;再次,学生能亲身体会到垃圾的不当处理所带来的危害,认识到自己是垃圾的制造者应当承担一定的环保责任;最后,垃圾分类有利于学生了解分类知识,形成垃圾分类的习惯,将来走上社会后也能坚持垃圾分类,有利于以后社会环保事业的发展。

2 研究方法

对各个功能区垃圾数量及种类、垃圾桶配置调查。

采用分层采样法。根据校园的实际情况,对教学区、宿舍区和食堂区等功能区的垃圾进行采样。每周至少采样统计4次,分别在各功能区人流集中的垃圾桶摆放点进行垃圾采样,分析各个功能区垃圾成分。在垃圾集中堆放的垃圾房进行垃圾总量的统计。

问卷调查法。据学校实际情况设计了垃圾分类意识问卷调查,共发放问卷243份,回收问卷229份,有效问卷为229份。通过对调查问卷进行统计分析,了解学生对校园垃圾分类的支持情况,了解学生对垃圾分类知识的掌握程度,并获取学生对垃圾桶的摆放意见,从垃圾投放者的角度求证在校园进行垃圾分类的可行性。

访谈法。对垃圾运输人员和各功能区清洁人员进行访谈调查,访谈针对校园目前的垃圾处理模式以及对垃圾分类的支持情况,从校园垃圾管理员的角度,分析垃圾桶摆放的合理性和目前校园垃圾管理存在的问题。

3 调查结果与分析

3.1 校园垃圾数量和种类

由于本次研究开始于2009年11月,当时校区内的人流主要集中于西启园,而东区大部分区域尚未投入使用,所以本次研究的区域主要是云南师范大学呈贡校区西启园。该区域包括了10栋学生宿舍楼、2家超市、2个食堂、4栋教学楼、2个运动场、校医院、活动中心以及红烛广场等功能区,其中食堂内部的厨余垃圾由食堂自行处理,因此食堂区只考虑食堂门口及其附近的垃圾。通过对各个区域内垃圾桶中的垃圾进行7d的数量平均统计,并向校园清洁工了解了各个区域的垃圾组成情况,统计得知学校的垃圾平均日产量为4.2t,其中各个功能区的垃圾数量所占比例如图1所示。

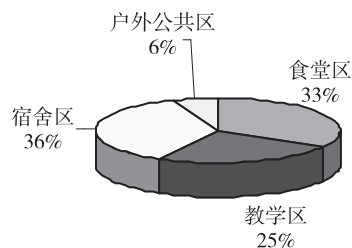


图1 各功能区垃圾数量所占比例图

由图1可以看出,由于宿舍区人员最为集中,垃圾日产量在校园垃圾总量中所占比例较高,其次是食堂区,教学区垃圾数量较少,户外公共区(包括运动场、学生活动中心、红烛广场等区域)垃圾数量所占比例最小。通过对7d内各区域内不同种类垃圾的数量统计得出校园垃圾主要有塑料瓶、食品包装、废纸、剩菜饭等,其中70%~80%的垃圾主要由塑料瓶、玻璃瓶、废纸、废金属、废织物等组成,属于可回收利用的资源垃圾。20%~25%的垃圾属于可堆肥垃圾,包括枯枝落叶、食物残渣、果皮等易被微生物分解的垃圾,可以对其进行堆肥处理后生产有机肥料,也可以对其进行卫生填埋,既不影响环境卫生,又能让这类垃圾被微生物快速分解。5%左右的垃圾属于有毒垃圾,主要包括废旧锂、汞电池,破旧体温计,废旧日光灯管等,可以在校内对其进行专门收集,并交由专业的处理厂家对其进行回收处理。

3.2 校园垃圾分类回收管理具有一定可行性

3.2.1 学生的支持率较高

校园垃圾分类回收支持率高,有助于垃圾分类回收管理。在对学生的抽样调查中发现,有89.7%的同学认为有必要进行垃圾分类,有91.3%的学生愿意参与校园垃圾分类,并有62%的学生认为自己能坚持垃圾分类的生活方式,只是对垃圾分类知识的了解程度较低,这一点可以通过对分类知识的宣传来弥补。因此,从垃圾投放者的角度看,在校内实行垃圾分类回收是可行的。

3.2.2 校园管理人员的期望

校园垃圾分类回收管理也是校园垃圾管理人员的期望。在对校园垃圾管理人员的访谈中发现,有80%以上的清洁工认为目前学校的垃圾管理方式存在一些问题,如部分区域垃圾桶数量不够、垃圾包装方式的不规范导致二次污染等;有76%的清洁工认为垃圾分类收集有利于垃圾的管理,同时也能更好地保持校园环境。

3.2.3 经济上可行

校园垃圾分类回收管理在经济上具有可行性。

从学校的角度看,校园垃圾组成成分主要有废纸、塑料瓶、玻璃瓶等,这类垃圾可以进行外售,可用所获收入来完善垃圾分类设施和聘请垃圾管理人员。许多发达国家的高校如美国的康奈尔大学、美国佛蒙特大学等,利用校园垃圾的分类,并对其进行回收再利用后节省了部分学校开支,甚至可以从中获得。

3.3 呈贡校区校园垃圾处理存在的问题

3.3.1 回收利用不彻底、回收效率低

由于缺乏对纸质垃圾的收纳和回收,在集中收集的垃圾中存在大量没有充分利用甚至空白的纸张,但没有对其进行回收再利用,造成资源的浪费。其次,很多可以回收再利用的纸张由于被油、脏水等污染后不便于回收导致纸质资源浪费。由清洁工自行回收的垃圾仅限于方便回收和出售的垃圾,如塑料饮料瓶、干净的废纸和少量金属,被回收的垃圾在校园垃圾中所占比例较低。由于没有对垃圾进行妥善包装和运输,导致了校园环境的二次污染,影响校内环境卫生。由于没有对垃圾进行具体分类并且没有垃圾分类收纳的地点,虽有志愿者定期去每一间宿舍回收,但劳动量大,效率较低,回收的垃圾量有限。

3.3.2 垃圾收集设施配置不当

垃圾收集的设施存在问题,没有分类垃圾桶、垃圾处理方式的集中导致了资源浪费。调查中发现,部分区域内的垃圾桶数量不够,导致垃圾堆放在垃圾桶以外的区域,影响校内环境卫生,如2号和3号学生公寓之间的区域,该区域人流量大、商铺较多,因此垃圾数量较多,垃圾桶容量不够导致垃圾堆放在桶外,产生异味、影响地面卫生。

3.3.3 缺乏对有毒垃圾的专门收集

学校目前没有专门的有毒垃圾回收箱来收集诸如废旧电池、废旧日光灯管、废旧水银温度计、过期药品等有毒垃圾,尚未将有毒垃圾交与专门的污水处理厂进行处理,而是将有毒垃圾与其它垃圾混合收集和运输。

造成上述问题的主要原因有以下几方面:

(1) 缺乏明确的分类体系。目前学校没有形成一套完整的垃圾分类体系,垃圾的分类标准和方法不明确,缺乏垃圾分类的依据,限制了学生垃圾分类处理的实施。

(2) 设施不配套。目前学校没有对校园垃圾进行分类收集,缺乏垃圾分类的相关设施,而设置垃圾分类设施是实现垃圾源头分类收集的基础,也

是师生能够对垃圾进行分类投放的客观条件。分类垃圾桶的缺乏导致垃圾源头分类无法实行,导致云南师范大学呈贡校区只能进行垃圾混合收集管理,不利于实现垃圾的资源化和减量化。

(3) 未成立垃圾分类管理机构,垃圾分类管理不到位。目前,校园垃圾的管理是由学校的后勤部门负责,具体的管理由清洁工负责,对垃圾实行混合收集,而没有垃圾分类收集管理机构。垃圾管理的方式正处在简单的清理和保洁阶段,没有对垃圾进行分类管理。

(4) 垃圾分类管理意识薄弱。对学生进行垃圾分类意识调查的229份有效问卷进行分析发现,在学校目前的条件下只有48.1%的同学有垃圾分类的意识。学生对垃圾分类的相关知识了解较少,没有掌握垃圾分类的办法,更不了解垃圾不当处理的危害和垃圾分类的益处。清洁工只对涉及到自身利益的易回收垃圾进行收集,忽视了其它垃圾的分类收集。

4 呈贡校区校园垃圾分类回收管理建议

4.1 建立新校园垃圾分类系统

校园垃圾分类回收体系即垃圾资源化过程,主要包括三个部分:校内垃圾的分类、校内垃圾的收集和回收后的再生。明确的分类体系是实施垃圾分类收集的基本条件。依据一定的分类标准,制定一套可行的分类方法对垃圾进行具体分类以形成一个完整的分类体系是必要的,合理的垃圾分类标准能正确地引导学生将垃圾分类投放。

由于学校各个功能区垃圾数量和成分的不同,各个区域内的垃圾分类回收的模式不同。教学区可设置废纸收集箱、橡塑收集箱、废金属收集箱、废电池收集箱;宿舍区的垃圾可分为可回收成分和可堆肥成分;食堂的垃圾较为单一可采取“单独收集+及时处理”的模式^[4]。

根据我国国情,垃圾可分为5大类:即资源垃圾、有机质垃圾、有毒垃圾、特殊垃圾及其它垃圾。其中,资源垃圾的分类方法主要有先混合收集再后续分类和源头分类;有机质垃圾主要包括厨房有机质垃圾和自然界生态垃圾;有毒垃圾数量占城市垃圾数量的2%~3%;其它垃圾可以在适当的地方进行有目的、有步骤的堆放和填埋^[5]。

垃圾分类可以先按成分分级后再进行分类,一般可分为三级:第一级类别主要有可燃垃圾、可堆肥垃圾、可回收垃圾、粗大垃圾和有害垃圾等;第二级类别大多指具有相同理化性质的某种物质,如

塑料、玻璃和金属等，少数是指具有相同功能的某种物质，如瓶罐类、电池等；第三级类别是指垃圾中的典型物质，对象具体明确，分类后有利于选择适宜的技术进行资源回收和再生利用^[6]。

借鉴上述三种观点，不同区域进行不同的模式

分类，分类方式必须考虑分类后各种成分的数量及其后处理技术的能力，根据学校目前条件，综合考虑了各区域中垃圾中的可回收利用成分、不可回收利用成分及其它垃圾的成分所占比例，提出了针对校区内垃圾的总体情况分类体系（图2）。

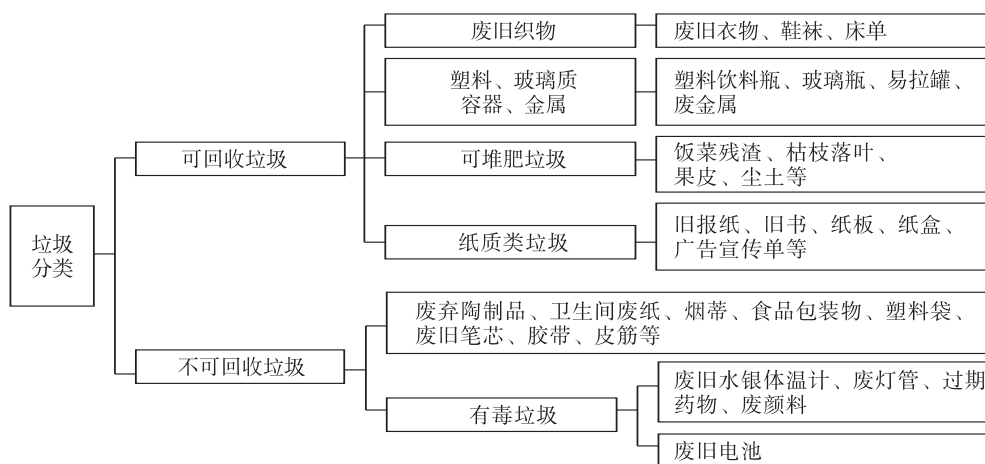


图2 垃圾分类体系图

针对大学校园人员集中，垃圾日产量大，功能区不同垃圾数量和成分均不相同，但垃圾总体成分比较集中的特点，对校园垃圾按成分分级后再进行分类，根据学校目前条件宜将垃圾按两级分类：第一级类别为多种物质的集合，第一级类别将垃圾分为可回收利用成分、不可回收利用成分；第二级类别将理化性质相同的垃圾进行再分类，将垃圾进行第二级分类。

4.2 加强垃圾分类管理

制定相应的管理措施和规范，需要成立一个垃圾回收管理机构来负责管理和执行相应措施，该机构应开展如下工作，以保证垃圾分类回收长期持续地进行：

4.2.1 合理设置分类垃圾桶

根据校园垃圾种类和数量及校园实际情况设计分类垃圾桶，通过征求学生和清洁工的意见并结合学校各区域的人流集中程度，合理调节垃圾桶疏密程度，消除垃圾桶空白区或过密集区。提出各个区域内的垃圾桶配置方法：

校园内分类垃圾桶种类包括5类：废纸垃圾桶（收集旧报纸、旧书、纸板、纸盒、广告宣传单等），可堆肥垃圾桶（收集食物残渣、果皮、枯枝落叶等），其他可回收垃圾桶（收集废旧织物、塑料饮料瓶、玻璃瓶、易拉罐、废金属等垃圾），不可回收垃圾桶（收集废弃陶制品、卫生间废纸、

烟蒂、食品包装物、塑料袋、废旧笔芯、胶带、皮筋等），废旧电池收集桶。

户外公共场所：共设置43组垃圾桶，每组包括5个垃圾桶，分别是废纸垃圾桶、可堆肥垃圾桶、其他可回收垃圾桶、不可回收垃圾桶、废旧电池收集桶。摆放地点为客流量集中的地方，如超市门口、宿舍楼门口、十字路口、体育场门口等。

教学区：每栋教学楼的出入口处设1组垃圾桶，每组包括5个垃圾桶，分别是废纸垃圾桶、可堆肥垃圾桶、其他可回收垃圾桶、不可回收垃圾桶、废旧电池收集桶，共计摆放7组垃圾桶。

食堂门口：每个食堂门口设置1组垃圾桶，包括废纸垃圾桶、可堆肥垃圾桶、其他可回收垃圾桶、不可回收垃圾桶，每组包括4个垃圾桶，共计摆放5组。

宿舍楼内：该区域垃圾桶分为废纸垃圾桶、可堆肥垃圾桶、其他可回收垃圾桶、不可回收垃圾桶、废旧电池收集桶，每组5个，每层楼2组，放置在各层的公共盥洗室内。

校园内各区域的垃圾桶设计图及垃圾桶布局图见于《呈贡校区垃圾桶及垃圾桶布局设计报告》。

4.2.2 合理安排清洁工的工作任务

根据不同种类的垃圾数量和性质的不同，可安排垃圾清运人员对垃圾进行不同频率的高效运输处理。例如废纸类垃圾数量最多，每天可对此类垃圾

进行1~2次的清运处理,而有毒类垃圾数量较少,可对此类垃圾进行1周1~2次的清运处理;可堆肥垃圾易腐烂应及时处理,其他垃圾可根据具体数量进行适时运输。避免学生将垃圾分类后又被清洁工混合清运,而要做到实在的分类收集和回收。

4.2.3 组建垃圾分类处理监督队

学生按照分类标准对垃圾进行投放是垃圾分类收集管理的基础,垃圾分类回收管理机构可以组织一支由学生志愿者组成的监督队伍对投放者进行监督。

4.2.4 加强与废品回收企业的联系

回收企业并非仅仅是回收废品的小商贩,更重要的是包括技术能力能达到对垃圾进行批量处理,能够实现垃圾的合理再利用的企业,例如:学校可以与造纸厂联系将校内回收的纸进行收购并制造成再生纸,再向其购买纸张,这样既能降低造纸成本又能节约资源。避免以往垃圾车对分类垃圾箱内的垃圾进行混合运输的现象发生。同时可以联系大学城其他学校,让企业对大学城片区的垃圾资源进行统一收购和处理。这样不仅能提高垃圾的利用率,而且能够给学校带来一定的经济效益。

4.2.5 加强宣传力度

从对同学的垃圾分类意识的调查中发现,82.3%的人支持在校内实行废品回收,但是只有20%左右的人对分类知识有所了解,可见垃圾分类知识的宣传和普及是十分必要的。

可以利用校内报刊以及校内广播进行垃圾分类的专题报道,报道内容应包括校园垃圾的基本情况、垃圾分类的标准和方法、分类收集设施的情况、垃圾造成的环境污染、垃圾的资源化程度等,以增进学生对垃圾分类的了解,增强学生的环保意识。

可组织环保社团和公益社团进行宣传,具体可以组织社员进行垃圾分类知识宣讲并开展有奖问答,组织学生观看环境教育影片等,提高学生对垃圾分类知识的兴趣从而获取更多相关知识。

可邀请相关的环保专家到学校进行垃圾分类知

识的专题讲座,可开设“环境与可持续发展教育”课程,为学生提供更多学习相关知识的机会,以提高学生的环境意识和环保责任感。

可对清洁工进行分类知识的培训,让其了解垃圾分类的具体方法,避免其在工作中由于分类知识的缺乏而导致的一系列问题。

5 结语

在国内城市陷入垃圾包围以及全球变暖的大背景下,垃圾分类在许多国家都得以推行,垃圾分类收集和综合管理模式已成为目前发达国家主要的垃圾处理模式。垃圾分类收集管理是发展循环经济,促进节能减排,实现垃圾减量化、资源化和无害化的重要途径,并且符合可持续发展的要求,是一种值得长期坚持实施的垃圾管理办法,是一项值得被重视的系统工程。垃圾分类在校内的实施需要学校后勤部门、全体学生、校内清洁工以及相关环卫部门的长期共同努力,也需要对垃圾的分类管理模式进行不断完善和发展,使之趋向健全,以更好地推广到整个社会,实现垃圾分类收集的规范化和规模化。

衷心感谢云南师范大学旅游与地理科学学院王金亮教授及云南师范大学人文社科校级重大项目(2007XRZ01)和云南师范大学2009年大学生科研基金项目对本次研究的支持和帮助!

参考文献:

- [1] 杨育明. 浅谈城市垃圾分类收集及综合处理 [J]. 中国科技信息, 2007, (6).
- [2] 徐国梅. 试论循环经济与城市生活垃圾回收及资源化 [J]. 环境科学与管理, 2007, 32 (6).
- [3] 王超, 王科社. 北京市垃圾的分类回收及处理 [J]. 环境卫生工程, 2005, 13 (1).
- [4] 郭延柱, 王艳艳, 王聪杰. 绿色学校垃圾分类回收体系的建设及运行 [J]. 环境科学与管理, 2008, 33 (1).
- [5] 胡秀仁. 城市生活垃圾的源头分类收集 [J]. 环境保护, 2000, (8).
- [6] 沈颖. 城市生活垃圾分类收集的意义及实施建议 [J]. 科技信息, 2009, (25).

(下转第38页)

对绿色印刷的探讨

刘铁波

(云南省新闻出版局印刷发行管理处, 云南 昆明 650034)

摘要:介绍了绿色印刷的概念、起源, 中国印刷业现状及实施绿色印刷情况, 国际上绿色印刷的发展情况, 目前中国对实施绿色印刷的相关措施。认为发展绿色印刷势在必行。

关键词:绿色印刷; 绿色包装; 现状; 趋势

中图分类号: X-1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0035-04

随着经济的发展, 社会日益繁荣, 环保问题已成为近几年来热门话题。这并不单纯是一个潮流问题, 更是与人们息息相关的问题, “保护环境, 人人有责”。绿色印刷告诉我们印刷要有环境保护意识, 要加强印刷企业重视环保的观念, 大力推进节约资源、能源工作, 实行循环经济, 进而给人类创造一个良好的生存空间。

1 绿色印刷的起源

所谓绿色印刷, 就是我们在实现印刷过程中, 实现环保、低能耗以及较高的生产效率。

据资料记载, 20世纪80年代, 欧美国家率先倡导和兴起绿色印刷的概念。目前, 绿色印刷正以其强大的影响力引导并推动着全球的印刷业健康、有序地发展。

2 中国印刷业现状及实施绿色印刷情况

2.1 中国印刷业现状

中国改革开放30年, 印刷业受益于国民经济的快速增长, 取得了较快的发展, 在20世纪末完成了印刷技术的第二次革命, 淘汰了铅排、铅印工艺, 实现了出版物的照排胶印, 广大从业人员彻底远离了铅污染的作业环境。由于众多印刷企业仍沿用着传统印刷工艺, 在有些生产环节仍存在一些问题如有机溶剂挥发、废水排放等环境问题。随着人类生存系统的脆弱, 环境的恶化, 资源高度缺乏, 在资源存量和环境承载两个方面, 都已不堪重负。印刷行业不但要大量耗电, 会产生噪音, 在使用的油墨和粘合剂中更会造成有害物质的排放。继续走传统的经济发展之路, 只能减缓我国实现现代化的进程, 阻碍包装印刷业健康持续地发展。在绿色低碳的历史潮流中, 印刷行业的改变势在必行。

2.2 中国绿色印刷落后欧美三十年, 亟待发展

与国外相比, 绿色印刷在中国的发展还是处于幼稚的时期, 中国的环保绿色印刷产业远远落后美国、英国等国家, 环保低碳印刷技术和相关产业亟需发展。据有关媒体报道, 新闻出版总署印刷发行司副司长曾在一次国际印刷展览会论坛上总结和高度赞扬了我国印刷行业的飞速发展, 但同时也指出印刷行业在绿色低碳方面任重道远。

2.3 中国实施绿色印刷情况

我国有很大的减排压力, 印刷行业也要承担起节能减排、控制污染的任务, 我国目前已经把印刷行业列入污染防治对象的行列。虽然一些企业家认为减排控污导致成本增加, 但是凡是有社会责任感的企业都应该把发展绿色产业作为企业发展的方向。而且, 通过生产绿色安全的产品也是增加企业公信力和产品口碑的好方法。最终, 企业一定会因此受益。

值得高兴的是, 现在我们可以看见国家已经不再以经济建设发展速度作为社会指标, 建设和谐社会正在成为今后国家的发展重心。而建设和谐社会的重要组成部分就是最大限度地满足并保障人民群众的衣、食、住、行的要求和安全; 控制污染, 推广绿色、环保、安全的食品、饮料、药品、保健品的包装, 这正是我们所有印刷人的目标。作为印刷行业的管理人员, 不仅仅要推广先进的印刷技术和设备, 也要为建设和谐社会贡献一份力量。

2010年本色纸在上海世博会上被作为特许用纸而为世人所知, 上海在进行秋季教材环保印刷试验时选择了本色纸。本色纸具有保护视力和保护环境的优点。这种纸以农作物秆为主要原料, 在生产过程中不添加漂白剂和荧光剂, 其颜色为淡黄色, 用其制作的印刷品长时间阅读不会造成视疲劳。很

多出版社和印刷企业都希望今后把纸张列入推广绿色印刷的范围之内。这次秋季教材的绿色主要体现在所用材料上。

油墨是印刷业最大的污染源之一,在油墨方面许多印刷企业都采用了获得环境标志认证的胶印油墨,所用油墨为环保大豆油墨,印后封面涂覆工艺更趋环保。由于人们环保意识的提高,用于柔性版、凹版印刷的水基油墨和UV油墨将得到长足的发展。这些油墨从制造到各项性能都与传统的油墨有很多不同之处,这就促使油墨制造者更加深入地研究各种油墨的性能,使其更加适应印刷过程和环保的要求,环保油墨的研发和推广便首当其冲。要油墨符合环保要求,首先应改变油墨成分,即采用环保型材料配制的新型油墨。目前,环保油墨主要有水性墨、UV墨、水性UV墨和一些醇溶性墨等。新型环保油墨目前在发达国家和地区使用已经相当普遍,像在日本,大阪印刷油墨公司最近推出了新型环保油墨,为单张纸胶印油墨,就符合日本环境协会去年末修订的绿色标志认定标准。

印后环节书刊装订胶的使用对绿色印刷的实施也至关重要,目前PUR胶粘材料是继EVA溶胶以后的又一种新型粘接材料。PUR胶分水性和热熔型两种,现在粘接书刊本册所用的是热熔性的。PUR是近些年世界上使用粘接书刊本册等的新型粘接材料,在我国已开始使用,并在逐渐推广和普及,今后会有很大的发展。PUR胶的特点是低碳节能环保性好、粘接性能好、耐高温性好、安全可靠性好、书册粘后翻阅时平摊性好。目前PUR胶在我国使用时间较短,据了解在国外一些先进国家使用PUR胶的时间已有7、8a,用量也越来越大,在粘接书刊本册使用量中已达到60%左右,今后还会增加。巴西现已使用PUR胶粘接学生用教科书,其数量每年有2亿册,其他许多国家也将其用于教科书的粘接。我国使用PUR胶粘接书册已有4a多的时间,主要是广东一带,特别是一些外单加工的要求,近期内单也开始使用并逐渐增加,扩大了使用地区范围。在近几次印刷展会上,均有PUR胶订设备的展示。这种展会展示,展会外宣传、论证的行为,证实了人们改变落后的理念,对PUR胶这个新型环保材料有了新的认识并付诸于行动。最近全国印刷标准化技术委员会为了行业内能更好地使用新的低碳环保粘接材料,响应新闻出版总署提出的早日实现绿色印刷的号召,于2010年8月在上海召开了有关PUR胶使用的论证

会和“书刊装订用PUR型热熔胶使用要求及检测方法”的新闻出版行业标准编写小组的讨论会,该标准预计于近期出台。PUR胶使用标准的制定对推动印刷业使用新型环保材料,早日实现绿色印刷是一项极大的促进,也为我国在制定国际印后标准这一件有深远意义的大事上奠定了极好的基础。使用PUR胶粘接书刊本册是大势所趋,并不为人们的意识所转移,希望我国印刷企业及早意识到并积极行动起来,为我国早日步入低碳节能的绿色印刷时代,为我们的子孙后代早日享受那无污染、无侵害的环保年月而做出应有的贡献。目前,我国已经有许多大型印刷企业开始注重环保,如深圳、浙江等地的一些印刷企业,都已开始实施“绿色印刷”。

3 国际上绿色印刷的发展情况

美国早以立法控制过度包装,英国也有规定禁止使用含有有毒物质的印刷材料。与中国一海之隔的日本早在2001年出台了绿色印刷的标准,控制有害材料的使用,在2006年出台了绿色印刷的认证。

在国外,不仅增加了对废料处理的要求,也提供了减少墨量消耗的途径。比如,早在2000年6月,英国就立法禁止用溶剂型油墨印刷食品包装薄膜。据了解,英国60%的印刷品采用无醇或少醇油墨印刷。而美国环境保护管理局强烈反对使用溶剂型油墨,柔印水性油墨是目前唯一一种经美国食品药品协会认可的无毒油墨,广泛用于食品和药品的包装印刷。在许多国家,人们非常关注商品对健康和环境的影响,如法国最近一项调查显示,95%的法国人希望了解所购买商品对健康和环境的潜在危害,并希望政府制定增加商品安全透明度的相关法律。83%接受调查的法国人认为今天的儿童比他们的父辈面临更多的商品安全威胁,特别是今天的商品比过去的商品含有更多的对人体健康有潜在威胁的物质。此外,在欧美、日本等发达国家,除胶印印刷外,水墨正逐步取代传统的溶剂性油墨。近年来,随着人们的环保意识的增强,环保的绿色柔印方式更值得我们期待。

目前国际商界流行一种被称为“绿色包装”的纸包装,纸袋主要成份是天然植物纤维素,容易被土壤微生物分解,很快重新加入自然循环。据资料记载,美国纸板包装协会正以数百万美元的广告费推行纸包装。日本的牛奶、饮料、酒类,大多已改为纸质包装。有的专家还从仿生学的角度,研究

分析了天然包装的巧妙,探究自然的奥秘,希望能从诸如桔子的“缓冲式”包装、豆荚的“颗粒”包装、鸡蛋的气室防震功能和薄壳建筑式构造、贝壳中珍珠的养护与收藏等自然包装中,探究“绿色包装”的新路子。法国的食品货架上,已看不到塑料、玻璃等一类难以回收的包装,而绝大多数的奶制品、果汁和液体食品都采用无菌纸盒包装,无需冷藏可保鲜6个月,回收后,可做成“采乐板”制作家具、装饰材料、玩具等,这种绿色包装已成为世界液体食品包装的主流。

4 目前中国对实施绿色印刷的相关措施

为促进我国印刷产业发展方式转变,环境保护部、新闻出版总署于2010年9月签署了《实施绿色印刷战略合作协议》。两部门将研究制定绿色印刷行动方案,发布印刷环境标志标准,完善绿色印刷评价体系,推动产业转型升级。根据此次签署的合作协议,环保部和出版总署将在印刷企业中推广绿色印刷标准,加强政策扶持并淘汰落后的工艺、技术和产能。相关措施将优先在中小学教材印刷中展开,并逐步向政府采购产品印刷、食品包装印刷等领域推广。此前,出版总署已经组织上海和北京的7家出版单位及十多家印刷企业开展了2010年秋季中小学教材绿色印刷试点工作,2010年秋季中小学生的教材共有100种1400多万册采用了绿色印刷,覆盖了全国20余个省(区、市)。

中国政府高度重视环保问题,将通过三大举措实现印刷业的绿色环保:一是通过若干国家级计划推动印前数字化和出版产品数字化;二是利用先进技术改善各印刷环节污染高、能耗高的现状;三是通过强制手段有计划地淘汰一批落后的老旧设备,使中国印刷业实现硬件整体提升。

当前,伴随着中国印刷业的持续快速发展,国家、消费者对印刷品的环保、健康状况重视程度日益提高,尤其是与人体健康密切相关的食品、日用品的包装更是关注焦点。为了应对国内环保产品标准要求的贯彻与实施,近两年国家出台了多项标准,其中对油墨的使用环境、安全性能提出了限制要求,在食品包装方面:出台了《食品容器、包装材料用添加剂使用卫生标准》,对接触食品的油墨其添加剂的使用提出了限制要求;在烟草包装方面:出台了《卷烟条与盒包装纸中挥发性有机化合物(VOCs)的限量指标》对苯、二甲苯等15项VOC进行了限制;在塑料包装方面:出台了《包装用塑料复合膜、袋干法复合、挤出复合》对油

墨的重金属等指标进行了限制。为了符合国际、国内环保标准的要求,促进产品环保化、标准化,越来越多的出版、包装厂商对各类印刷材料的绿色环保提出了相应的要求,始终以高新化、环保化、标准化作为产品质量管理目标,向国际先进标准看齐,在产品的设计、原材料采购、工程管理、检验、出厂等各个环节实施标准化管理,保证产品达到环保要求。

目前,中国正积极探索环境保护新道路,要把环境保护的新理念和新要求全面渗透到经济社会发展之中。印刷业实现绿色发展既可以遏制大量印刷品带来的环境污染,也能够促进全行业技术升级和结构调整,迎来更大的发展空间。

另外,进一步完善法制建设。我国的绿色包装印刷必须按照国际惯例,建立健全我国的绿色包装印刷法律法规制度。一方面针对我国包装行业发展不良的现状,政府应出台相应的法规加以限制,从宏观引导其向健康的方向发展;另一方面,需要政府在政策上给予扶持,加快缩短与发达国家的差距。

5 结语

发展经济与保护环境是不可避免的矛盾,要从根本上解决这一矛盾,就必须尽快在发展方式上实现由传统经济到循环经济的转变,从消费方式上实现可持续消费。在立足于印刷业快速发展的同时,应注意行业结构、效益和质量统筹。绿色印刷就是要告诉我们,印刷要有环境保护意识,要加强印刷企业重视环保的观念,大力推进节约资源、能源工作,实行循环经济,坚持科学发展观。为了保护生态环境,节约地球资源,有利于人体健康,造福子孙后代,促进我国国民经济可持续发展,就要消除印刷中由于环境问题造成的危害,进而给人类创造一个良好的生存空间。

“新绿色”理念能让印刷厂为自己的企业和这个地球的健康发展做出正确的决策,而且实施绿色印刷对每个人来说都是一件好事。大力发展绿色印刷、绿色包装,是发展经济的本质要求,是建立资源节约型社会、促进人与自然和谐发展的有力举措。因此,发展绿色印刷,势在必行。

参考文献:

- [1] 走向环保,走向和谐——发展中的浙江绿色印刷 [EB/OL]. http://www.exam8.com/lunwen/gongxue/gongyeshaji/200907/1166586_3.html.
- [2] 李亚星. 绿色印刷:印刷企业应该走在变化的前面 [EB/OL]. <http://info.printing.hc360.com/2010/11/220837286011>

-2.shtml.

[tp://yinshua.info.u69cn.com/detail/28923.shtml](http://yinshua.info.u69cn.com/detail/28923.shtml).

[3] “绿色印刷术”：未来印刷不耗水 [EB/OL]. <http://news.hexun.com/2010-05-05/123609364.html>.

[5] 新闻出版总署副署长：推动中国印刷业绿色环保 [EB/OL]. <http://news.hexun.com/2009-06-19/118817145.html>.

[4] 增强环保意识我国绿色印刷发展势在必行 [EB/OL]. ht-

Study on Green Printing

LIU Tie-bo

(Yunnan Provincial Information & Press Administration, Printing Administration Section,
Kunming Yunnan 650034 China)

Abstract: The concept and origin of green printing were introduced in detail. The present status of printing industry in China was demonstrated as well as the development situation of green printing. The measures in China to improve the development of green printing showed that it is an inevitable trend to carry out green printing in China.

Key words: green printing; green package; present status; trend

~~~~~  
(上接第 34 页)

## Study on Management on Classification and Recovery of Refuse from the University Campus by Taking Chengong Campus of Yunnan Normal University as a Case

HE Xue, BAI Xiao-yan

(Yunnan Normal University, Kunming Yunnan 650092 China)

**Abstract:** The discharge amounts and distribution of garbage collecting vats in the campus were investigated in Chengong campus of Yunnan Normal University by asking the students and teachers some questions and handing out some questionnaires. At the same time, the treatment method of the refuse was also surveyed. The classification system and distribution of garbage collecting vats in the campus were pointed out as well as related management measures.

**Key words:** garbage from the campus; refuse classification; classification management of garbage; Yunnan

# 毛家村水库径流区生态环境状况与建设途径

浦梅

(安宁市水利勘测设计队, 云南 安宁 650300)

**摘要:**毛家村水库是会泽县城居民主要的饮用水源, 其水质经会泽县环境监测站监测, 符合饮用水标准, 但存在许多不容忽视的污染问题。其水质污染是点源和面源污染, 水体趋于富营养化和粪大肠菌群超标。认为应从饮用水源保护、水环境整治、控制污染源、实施水土保持工程4个方面来加强生态环境建设, 确保县城居民饮用水安全。

**关键词:**生态环境; 饮用水安全; 生态建设; 毛家村水库; 会泽县

**中图分类号:** X17 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0039-03

## 1 毛家村水库及径流区生态环境概况

### 1.1 毛家村水库概况

毛家村大(二)型水库位于金沙江右岸支流的以礼河中上游, 距会泽县城10km, 为以礼河梯级电站多年调节的龙头水库。坝址以上控制流域面积868.2km<sup>2</sup>, 多年平均流量15.9m<sup>3</sup>/s, 设计洪水量1700m<sup>3</sup>/s, 设计灌溉面积4.93万hm<sup>2</sup>, 总装机容量32.15万kW, 平均发电量12.27亿kW·h, 总库容5.53亿m<sup>3</sup>, 是发电、灌溉、防洪、县城供水为一体的综合利用水库。

### 1.2 毛家村水库径流区环境状况

(1) 径流区人类活动及污染源。径流区包括待补、大海、新街、金钟等4乡(镇), 38个村(居)民委员会, 总人口10.3526万人, 其中, 农业人口9.45万人, 养殖畜禽28万多头(只)。耕地面积0.52万hm<sup>2</sup>, 总退耕还林0.035万hm<sup>2</sup>, 水土流失面积0.835万hm<sup>2</sup>。

径流区耕地面积年农药总用量约7.695t、化肥总用量约6435.97t, 根据农业种植面积和源强污染物排放系数及流失系数宏观计算, 农药含量0.0139mg/L, 化肥含量11.638mg/L, COD 1.58mg/L, NH<sub>4</sub>-N 0.32mg/L。以《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)和《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)为依据, 生活饮用水源COD < 15mg/L, 为Ⅰ类水质(COD ≤ 2.0), NH<sub>4</sub>-N > Ⅱ类水质(≤ 0.2) < Ⅲ类水质(≤ 1.0)标准。

(2) 毛家村水库水质及入库河流监测。据会泽县环境监测站对毛家村水库的定期监测, 毛家村水库水质达到GB3838-2002中Ⅱ类水质标准及饮用水源地补充项目标准。毛家村水库6条主要入库河流, 除新街迤扯河铁超标1.2倍, 铅为Ⅲ类, 粪大肠菌群为Ⅴ类, 脚踏河和咩则河粪大肠菌群为Ⅳ类, 超过集中式生活饮用水地表水源地二级保护区要求的Ⅲ类水质标准外, 其余河流均达到Ⅲ类水质标准。

(3) 其它污染源。库区有机动船30余艘, 燃油泄露; 沿库区左岸待昭高速公路, 车辆行驶过程中油类泄漏、污物撒落, 运输有毒有害化学品车辆化学品溢漏以及交通事故等均会对库水产生污染。待昭高速公路基本没有缓冲距离和污水拦截条件, 增大了库水污染风险。

(4) 会泽县城居民饮水量。毛家村水库是会泽县城集中式城市供水的主要水源地, 2001年会泽县金钟水厂已建成, 设计近期日供水0.75万m<sup>3</sup>, 远期日供水1.5万m<sup>3</sup>, 年用水273.75万m<sup>3</sup>~547.5万m<sup>3</sup>, 最大用水量占总库容的9.9%。

### 1.3 毛家村水库水质改善方向

毛家村水库水质污染主要是点源和面源污染, 水体趋于富营养化和粪大肠菌群超标。水体富营养化是水体中含有大量氮、磷等生物营养物质。水体富营养化一旦形成, 在一定条件下易发生水华现象, 导致水体透明度下降、溶解氧减少, 水质恶化, 水就不能被人畜直接利用。因此, 水环境质量亟待改善, 以治理地表水污染为核心, 截污治污, 已成为区域生态环境和经济社会协调发展的迫切要求。

收稿日期: 2011-01-28

作者简介: 浦梅(1974-), 女, 云南会泽人, 工程师, 主要从事水利工程勘测设计工作。

## 2 毛家村水库生态环境建设途径

### 2.1 饮用水源保护

(1) 保护蓄水质和量。清除水源保护区内的污染源,可在待补和新街两乡镇建设垃圾处理厂。做好取水口附近的水质监测工作和备用水源地建设,应对水污染突发事件。通过工程措施把毛家村水库、跃进水库、金乐水库并网运行,实现“毛、跃、金”联合调度,加强应急体系建设和供水网络建设,完善水源调度系统,提高县城供水应急机制和应急能力,加强县城供水保障能力和提高抗御外部干扰的能力。

(2) 提高植被覆盖率,加强水资源涵养能力。继续落实退耕还林还草的各项扶持政策,巩固退耕还林还草的建设成果。按照政策对公益林的保护给予扶持和支持,加大对森林资源的保护和管理力度,加强林木的营造、抚育,森林覆盖率由现状的41%提高到60%左右。发展厩舍养殖,减少畜牧业对自然植被的压力。构建适宜的人居环境,建立庭院经济,改变农村环境,大力发展水果、药材、花木、花椒等。在庭院建立苗圃,降低苗木成本和增加苗木总量,以扩大种植面积。

### 2.2 水环境整治

(1) 截污引清改善污染水体。对城镇生活污水、工业废水、农业面源与河道内源等4类污染源进行控制,实现污水集中处理,达标排放。从生态、水景观、给水、排水、污水处理、灌溉、排涝、文化遗产、旅游、水上活动等各方面,统筹规划供水、节水与水污染防治,增强水资源系统的整体性、适配性、扩展性和应急能力。具备可靠的供水水源,安全运行的供水排水系统,良好的灌溉用水,满足与人居环境相适应的健康水环境。截污的方式主要是兴建污水处理厂及污泥的处置与处理。引清是充分发挥水利工程措施改善水质,提高水体的流动和交换性,“流水不腐,户枢不蠹”,降低水体污染程度。遵循生态、景观要求原则,建设生态河道,加强对河道的治理,净化水环境。

(2) 毛家村水库功能的局部转移。从机制和利益分配上统筹做好水资源平衡,协调各方利益,削减毛家村水库发电的主要功能,加强县城水环境功能。削污引清是治理县城、娜姑、老厂污染水体的有效措施,还应提高金钟水厂对县城供水的安全性。按国家标准《室外给水设计规范》(GB13—86)要求,“输水干管一般不宜少于2条,当有安全贮水池或其他安全供水措施时,也可以修建一条

输水干管”,金钟水厂原水供水工程采用一条输水干管,无安全贮水池(水库),可考虑增设一条输水干管或建设末端贮水池(水库)保障县城供水安全。

### 2.3 控制污染源

(1) 面污染源控制。农业生产是面污染源的主要形式,大量有毒有机污染物通过食物链传递,通常成为危害人体健康的重要途径。应大力发展有机生态农业,建立生态农业补偿机制,建立稳定的补偿资金来源渠道,明确补偿环节、补偿主体、补偿标准和补偿办法,形成有效的激励机制。建立耕地质量档案,鼓励农民培肥地力,按照土壤肥力的提高幅度给农户合理的补贴。安排专项资金大力推广保护性耕作,开展受污染土地治理和修复,切实加强耕地质量建设。对使用有机肥、深施化肥、低残留生物农药无害化生产的农户给予一定经济补偿,鼓励农业标准化建设和资源循环利用。鼓励推广应用节肥、节药、节水等资源节约型和环境友好型技术,鼓励家禽粪便的资源化利用,减少化肥、农药的过量使用,控制农业面源污染。

(2) 点污染源控制。建立村庄保洁机制,对农村生产、生活垃圾定点堆放和贮存,进行无害化处理和利用,推广“村收集、乡镇运输、县处理”的垃圾处理模式。继续扩大实施沼气建设项目,解决农村部分燃料和人畜粪便的处理问题,对有机废物资源化处理和综合利用,改变农村生活习惯和人居环境,控制农村的点污染源。库区水产养殖应达标排放,防止未达标的养殖废水排入河道,加大群众监督和处罚力度,交费排放。规范矿产资源开采,坚决执行“谁破坏、谁治理、谁恢复”的措施,加强径流区生态环境保护与建设。

### 2.4 实施水土保持工程

(1) 坡改梯建设。坡改梯建设与中低产田地改造相对应,提高土地生产力和改变种植习惯。变薄田为良田,变“雷响田”为“活水田”,藏粮于田,藏富于田。变跑水、跑土、跑肥的“三跑田”为保水、保土、保肥的“三保田”。在地埂上采用紫花苜蓿、白三叶、黑麦草、鸭毛草、高羊毛草等护坡。

(2) 生物措施建设。生物措施的建设应因地制宜,亲近自然,显现物种多样性,增强抗病虫害能力。根据当地地理、气候特征,以及物种的多样性,选择本土物种进行栽(种)植,慎重引进外地物种。维持本土物种多样性,还源于当地自然的



多样性。按照适地适树的要求，调整农业内部产业结构，实行水保林、用材林、经果林一齐上，乔、灌、草相结合，形成立体生态群落，提高生态自我修复能力和植被覆盖率，创造良好的生态环境。

### 3 毛家村水库径流区生态环境建设保障

毛家村水库水质保障前提应以污染总量控制指标为基础，建立水质安全系统和预警机制。社会经济、生态环境之间的相互关系应和谐，以公平性为原则，实施水污染物总量控制。在国家《水法》

框架内，以《会泽县饮用水源地保护区划分实施办法》和《会泽县城市集中式饮用水源地环境保护规划》为基础，对毛家村水库径流区生态环境保护立法。立足现实，着远未来，统筹规划，分步实施，确保毛家村水库水体的质量，维护县城居民饮用水安全。

#### 参考文献：

- [1] 范美师，何向英. 会泽县水资源状况及利用途径 [J]. 云南水力发电，2010，(4).

## Ecological Environment Situation and Construction in Maojiacun Reservoir and its Basin

PU Mei

(Anning Branch of Water Conservancy Investigation & Design, Anning Yunnan 650300 China)

**Abstract:** Maojiacun reservoir is the main drinking water source in Huize county. The water quality of the reservoir can reach the national standard as drinking water. However, there are some polluted problems that cannot be neglected. The main sources of the water body are from point pollution sources and non-point pollution sources, which have led to eutrophication of the water body and fecal coliform that is over the national standard. Four important measures involving in the drinking water sources protection and water environmental quality control and controlling pollution sources and implementing soil and water conservation are put forward to strengthen ecological environment construction to ensure safe water in Huize urban area.

**Key words:** ecological environment; safe drinking water; ecological construction; Maojiacun reservoir; Huize county

# 保山市生态功能区划研究

张星梓, 吴学灿, 余艳红, 周盈涛, 段禾祥  
(云南省环境科学研究院, 云南 昆明 650034)

**摘要:**在生态环境现状及成因、生态敏感性和生态功能重要性评价的基础上,在GIS平台上,归纳和综合信息,运用要素叠置空间分析法,采取二级区划体系,以地形地貌因子为主导因子,将保山市分为5个生态区,按生态功能分异,进一步划分为19个生态功能区,并从维护市域生态功能合理结构、维护各生态功能区健康功能和保护生态敏感区的层面提出生态功能区保护及调控策略。

**关键词:**生态功能区;区划;保山市

**中图分类号:**X32 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-9655(2011)03-0042-04

## 1 生态功能区划目的、原则及方法

### 1.1 区划目的

在明确保山市生态系统类型的结构和过程特征的基础上,对不同生态系统类型的生态服务功能及其重要性做出评价,明确生态环境敏感区,并结合保山市的社会、经济状况,提出生态功能区划,揭示各生态区域的综合发展潜力、资源利用的优劣势和科学合理的开发利用方向,以及生态环境管理的要求和途径,为保山经济的发展和环境保护政策的制定提供科学依据。

### 1.2 区划原则

**可持续发展原则:**促进资源的合理利用与开发,避免盲目的资源开发和生态环境破坏,增强区域经济社会发展的生态环境支撑能力,促进区域的可持续发展。

**发生学原则:**研究生态环境敏感性、生态系统服务功能与生态环境问题形成机制,及其空间分布规律,确定区划中的主导因子及区划的生态学基础。

**区域相关原则:**在空间尺度上,任一类生态服务功能都与该区域,甚至更大范围的自然环境与社会经济因素相关,在评价与区划中,需要从更大流域、区域尺度进行考虑。

**相似性原则:**区划单元内部必须具有自然地理特征、社会经济特征、生态功能特征的相对一致性。不同等级的区划单位各有一致性标准。

**区域共轭性原则:**区域所划分的对象必须是具有独特性,空间上完整的自然区域,不存在彼此分离的部分。

与其它相关规划相衔接原则:在对已有环境功能、水功能、土地利用区划等相关规划分析的基础上,进行生态功能区划,区划成果应与相关规划相衔接。

**保护优先原则:**保护是不可恢复或替代的极其重要的生态组分,重点保护生物多样性功能和水源涵养功能;保护敏感、易产生生态退化的区域;维持区域生态功能与过程,通过构建合理的生态格局、维持自然地理过程等措施来实现维护区域生态和过程的目的。

### 1.3 区划方法

在生态环境现状及成因、生态敏感性和生态功能重要性评价的基础上,在GIS平台上,归纳和综合信息,运用要素叠置空间分析法进行分区。一级区主要以地形地貌图层为背景,结合大的流域界限、生态系统类型结构及其组合规律进行划分。二级区在一级区划的基础上,主要根据生态敏感性和生态服务功能重要性评价结果,进行土壤侵蚀敏感性、生境敏感性、水源涵养功能、生态景观保护功能、生物多样性保护功能、生态农业及生态城镇发展功能、重要资源开发功能等图层的叠加分析,在ARC/INFO软件的支持下,划分保山市的生态功能区。

## 2 生态功能区划方案

### 2.1 区划依据

根据生态环境现状评价、生态敏感性评价及生态服务功能重要性评价结果,保山市生态功能区划采用二级区划,即生态区和生态功能区。

**一级区划分:**以地形地貌因子为主导,综合考虑气候等因素,一级区划分为5个生态区,主要环境特征及区划依据见表1。

表1 保山市生态区环境特征及划分依据

| 生态区         | 主要生态环境特征及划分依据 |              |                                 |                     |
|-------------|---------------|--------------|---------------------------------|---------------------|
|             | 地形地貌          | 流域           | 植被                              | 气候                  |
| 西北部中山、盆地生态区 | 中山湖积盆地、火山熔岩台地 | 伊洛瓦底江流域      | 中山湿性常绿阔叶林、半湿润常绿阔叶林、暖温性灌丛        | 高黎贡山以西，气温较低、多雨、日照少  |
| 西南部中山山原生态区  | 中山山原          | 怒江流域、伊洛瓦底江流域 | 季风常绿阔叶林区、半湿润常绿阔叶林、暖温性针叶林、寒温性针叶林 | 高黎贡山以西，气温较低、多雨、日照少  |
| 中南部河谷生态区    | 河谷、宽谷盆地       | 怒江流域         | 暖温性灌丛、干热性灌丛、暖热性针叶林              | 暖热型河谷气候             |
| 中北部中山、盆地生态区 | 中山、丘陵、盆地      | 怒江流域、澜沧江流域   | 暖温性灌丛、暖温性针叶林                    | 中亚热带半湿润气候，气候温和，雨量适中 |
| 东部中山山原生态区   | 中山山原          | 澜沧江流域、怒江流域   | 暖温性针叶林、暖温性灌丛、半湿润常绿阔叶林           | 中亚热带半湿润气候，气候温和，雨量适中 |

二级区划分：以生态环境敏感性和生态服务功能重要性不同，划分为19个生态功能区。区划依据见表2。

表2 保山市生态功能区区划依据

| 生态功能区           | 区划依据                                              |
|-----------------|---------------------------------------------------|
| 生物多样性保护、森林生态保护区 | 生物多样性保护及维持功能重要，森林生态系统较完善，不在水源涵养区、水土流失防治区、生态景观保护区内 |
| 生态城镇建设区         | 盆地区、中心城市、生态城市发展功能重要                               |
| 生态农业建设区         | 盆地区、生态农业发展功能重要                                    |
| 水源涵养区           | 山地区、水源涵养功能重要                                      |
| 生态景观保护区         | 山地区、生态景观保护功能重要                                    |
| 水土流失防治区         | 山地区、土壤侵蚀现状中度以上                                    |
| 生态保留区           | 尚未开发，但具有潜在发展空间，生态环境不敏感                            |
| 生态农林牧业建设区       | 山地区，林、牧业较发达，土壤侵蚀、地质灾害、生境不敏感                       |

## 2.2 分区系统

保山市共划分为5个生态区、9类生态功能区、19个生态功能小区，生态功能区分区系统如下：

### (1) 生态区（一级区）：

I 西北部中山、盆地生态区；

II 西南部中山山原生态区；

III 中南部河谷生态区；

IV 中北部中山、盆地生态区；

V 东部中山山原生态区。

### (2) 生态功能分区（二级区）：

I 西北部中山、盆地生态区：

I-1 槟榔江、瑞丽江上游水源涵养区；

I-2 腾冲盆地生态城市建设与火山热海景观保护区；

I-3 龙川江河谷生态农业建设区。

II 西南部中山山原生态区：

II-1 小黑山生物多样性保护区；

II-2 龙陵山地生态农林牧业建设区。

III 中南部河谷生态区：

III-1 高黎贡山生物多样性保护区；

III-2 怒江河谷上游宽谷生态农业建设区；

III-3 怒江河谷下游森林生态保护区；

III-4 勐波罗河宽谷生态农业建设区；

III-5 勐波罗河下游、勐统河河谷生态保留区。

IV 中北部中山、盆地生态区：

IV-1 怒江上游怒山水源涵养区；

IV-2 澜沧江河谷水土流失防治区；

IV-3 保山盆地生态城市与生态农业建设区；

IV-4 施甸盆地生态农业建设区；

IV-5 施甸山地生态农林牧业建设区。

V 东部中山山原生态区：

V-1 黑惠江河谷水土流失防治区；

V-2 昌宁澜沧江-怒江分水岭森林生态保护区；

V-3 右甸盆地生态农业建设与水土流失治理区；

V-4 昌宁翁堵、更嘎山地生态农林牧业建设区。

### 3 生态功能区保护及调控策略

#### 3.1 维护市域生态功能合理结构

保山市地处横断山脉南延帚形山地区，形成高中山峡谷与低山丘陵盆地相间排列的地貌。市域呈现岭谷平行排列，低山丘陵起伏，盆地镶嵌其中的地貌结构。山岭一般为高中山，是区内生物多样性集中、水源发育和森林生态保护最完好的区域；宽谷一般为重要的粮食、热作生态农业建设区；中低山山原区为生态农林牧业建设区；盆地区主要是生态城市与生态农业建设区；峡谷为森林生态保护或水土流失防治区。

从结构上看，高黎贡山和怒江河谷将市域划分为5个部分。市域必须保护好作为生态良好区的高黎贡山生物多样性廊道；必须利用和保护好河谷、盆地等重要的农产品提供区，如怒江河谷、龙川江河谷、保山盆地、施甸盆地等；必须加强生态支撑区的水源涵养和水土流失的治理与保护。

从数量上看，保山市生态良好区的面积为2739.8 km<sup>2</sup>，生态产品提供区的面积为10360.6 km<sup>2</sup>，生态支撑区的面积为4794.5 km<sup>2</sup>，三者的比例为1:3.8:1.7。可见，保山市可开发建设面积较大，生态良好区比例较小。

要维护市域生态功能结构合理性，首先，应划定生态保护基本控制区，包括各级各类法定保护区；其次，应维持三区之间合理的面积构成，不应降低生态良好区和生态支撑区的面积比例；最后，应加强各种生态功能区的维护，使之达到数量和质量要求，满足主导生态功能的实现。

#### 3.2 维护各生态功能区健康功能

按生态功能区类型，保山市生态功能分为9类：水源涵养功能区、生态景观保护功能区、生物多样性保护功能区、森林生态保护功能区；生态城市建设功能区、生态农业建设功能区、生态农林牧业建设功能区；水土流失防治功能区；生态保留功能区。各类区应根据不同的生态功能要求，实施相应的生态调控策略。

水源涵养区。槟榔江、龙江上游和怒江上游怒山水源涵养区，以满足下游地区的水环境质量要求，保障重点城镇建设区清洁水源供给为主要功能，具体策略：①按水环境功能区设置目标要求对

主要水库、河流进行达标管理；②加强水源涵养林保护与建设；③防止水体污染；④限制规模性的开发建设活动，加强矿产、水电等资源开发的生态恢复；⑤以流域为重点建设合理的水资源利用系统，提高或稳定区域人均可用水量水平；⑥建立生态补偿机制。

生态景观保护区。腾冲中部生态城市建设与火山热海景观保护区，以切实加强旅游景观资源和腾冲北海湿地的保护，处理好旅游开发、矿产开发与保护的矛盾为主要功能，具体策略：①提倡精品旅游与生态旅游的结合；②完善景区环保设施；③控制合理的游客承载量；④加强自然景观资源的管护和抚育；⑤严格控制景观不协调项目和非旅游项目的开发。

生物多样性与森林生态保护区。小黑山、高黎贡山生物多样性保护区和怒江河谷下游、澜沧江-怒江分水岭森林生态保护区，以保护特有的山地生态植被类型、河谷生态植被类型、湿地生态系统、珍稀濒危物种和野生动植物基因的完整性、原始性和典型性为主要功能，具体策略：①提高自然保护区管护能力；②控制人口密度，禁止权属变更，禁止规模开发活动，建立有效保护机制；③建设社区共管体系，建立协商机制，提高社区参与能力；④切实保护未划入自然保护区的生态公益林地；⑤减少对河谷地区植被的人为活动干扰，将对矿产开发等对河谷森林植被、生境的影响降到最低。

生态城市建设区。保山盆地生态城市与生态农业建设区，以区域核心城市建设为主要功能，具体策略：①强化城镇体系建设，完善城镇产业布局；②提高土地利用效益，建设良好基础设施，发挥城市经济功能；③合理功能布局，控制环境污染，美化绿化环境，创造良好人居条件；④加强城镇噪声、空气、污水、垃圾等综合环境治理；⑤突出城市生态文明，体现传统历史文化；⑥保护城市水源，净化城市河流；⑦建设生态园林城市。

生态农业建设区。龙川江河谷、怒江河谷上游宽谷、勐波罗河宽谷以及施甸盆地、右甸盆地和保山盆地生态农业建设区，以农业产业发展和粮食生产基地建设为主要功能，具体策略：①防止土壤物理性质恶化，减少农耕地化学污染，提高土地生产力；②控制化肥、农药施用量，推进科学施肥施药；③减少畜禽粪便污染，控制作物秸秆污染，推进农业固体废物资源化和综合利用；④提高农业生物防治水平，保障食品安全性，提高绿色（有机）

食品的比例；⑤提高农业水资源保障水平，提高农业水利化水平，推进节水措施；⑥保护基本农田，发展烟、茶、蔗、桑、果、咖啡、药材等多种经济作物；⑦加强河谷、盆地周边山地森林植被恢复，改造中、低产田，防治水土流失。

生态农林牧业建设区。龙陵山地、施甸山地、昌宁翁堵、更嘎山地生态农林牧业建设区，以中、低山地区农业、林业、畜牧业综合发展为主要功能，具体策略：①严禁破坏天然林和生态公益林；②避免在海拔 800m 以下的沟谷区和海拔 2500m 以上的山脊区以及重要水源功能区发展速生商品经济林，避免对野生动物栖息地的侵扰；③采取保水保土耕作方式，加强山地生态农林业发展的水土流失防治；④鼓励发展山区立体生态农林业，探索农业循环发展模式；⑤鼓励发展乡土珍贵树种，适度引进国内外优良树种；发展工业原料林和竹笋两用林；发展适合本地区的核桃、茶叶等经济林木种植，发展野生菌、药材等生物资源开发产业；⑥发展良种畜禽集中养殖，保护天然草场，预防草场退化，完善草场设施，发展良种草场，控制畜牧容量；⑦加强商品林建设基地环境影响评价，鼓励斑块镶嵌式布局模式。

水土流失防治区。澜沧江河谷、黑惠江河谷水土流失防治区以及右甸盆地生态农业建设与水土流失治理区，以水土流失预防、监督、综合治理为主

要功能，具体策略：①加强重点小流域综合治理，控制土壤流失；②大力开展坡耕地治理，加强土地整理与中、低产田改造，控制旱地水土流失；③加强矿产资源开发中的水土流失防治与恢复；④防治泥石流、山体滑坡等地质灾害；⑤防止河道塞积；⑥防止农田、村庄的冲毁和公路、通讯、水利设施的损害；⑥尽量减少河谷植被破坏。

生态保留区。勐统河、勐波罗河下游河谷生态保留区。①鼓励发展交通等基础设施建设；②作好开发工作的规划与环评工作，防止生态破坏与环境污染；③加强水土流失监管与防治；④尽可能保护河谷植被。

### 3.3 保护好生态敏感区

各类生态敏感点是生态功能区保护的重点，也是生态功能区相关功能实现的基础。保山市生态敏感区主要包括生物多样性和重要生境保护区，澜沧江、怒江、伊洛瓦底江水系水体功能保护区，城市饮用水源保护区，水土流失高度敏感区，景观保护区和基本农田保护区。各类敏感区大部分有相关的法律法规保护，如各级自然保护区、风景名胜区、水源保护区、基本农田保护区等，必须严格执行相关规定。而对于水土流失高度敏感区，需要进一步明确防护和治理的范围，制定相应的治理措施和限制开发等规定。

## Study on Ecological Functional Zones in Baoshan Municipality

ZHANG Xing - zi, WU Xue - can, YU Yan - hong, ZHOU Ying - tao, DUAN He - xiang  
(Yunnan Institute of Environmental Science, Kunming Yunnan 650034 China)

**Abstract:** Based on the current situation, evolution and sensitivity of the ecological environment in Baoshan Municipality, the ecological functional zones in the whole municipality were delineated after evaluation the significance of the ecological function. The data has been processed by application of GIS, spatial analysis has been done by overlaying the key elements. There are two grades in our classification system. In the first grade, the municipal area is divided in 5 different parts based on the features of the topographical factors; and they have been disintegrated into 19 ecological zones in the second - grade classification for their different ecological functions. The protection and regulation strategies have been given for the ecological zones, in order to maintain their proper structures and healthy functions, as well as to protect the ecologically sensitive area.

**Key words:** ecological functional zone; zoning; Baoshan municipality

# 彝良县角奎镇塘房村环境综合整治措施研究

王恩宣<sup>1</sup>, 万飞虎<sup>2</sup>

(1. 昭通市环境监测站, 云南 昭通 657000; 2. 云南泽塔工程技术咨询有限公司, 云南 昭通 657000)

**摘要:**以彝良县角奎镇塘房村为例, 对农村环境综合整治方案中相关环保措施的选择和优化进行了分析和探讨。

**关键词:**农村环境; 综合整治; 措施; 研究

**中图分类号:** X3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0046-03

## 1 塘房村自然经济情况

塘房村隶属于彝良县角奎镇村委会, 地处角奎镇东北边, 是角奎镇政府驻地, 到村道路为柏油路, 交通方便。现有农户 1167 户, 乡村人口 3687 人 (其中农业人口 687 人, 劳动力 2105 人), 从事第一产业人数 985 人。全村国土面积 7.25km<sup>2</sup>, 海拔 847.00m, 年平均气温 17.70℃, 年降水量 770.00mm, 适合种植粮食等农作物; 全村耕地面积 109.47hm<sup>2</sup>, 人均耕地 0.05 hm<sup>2</sup>, 林地 25.73 hm<sup>2</sup> (其中经济林果地 14.47 hm<sup>2</sup>, 人均经济林果地 0.004 hm<sup>2</sup>, 水面面积 6.33 hm<sup>2</sup>, 荒山荒地 570.22 hm<sup>2</sup>, 其他面积 13.67 hm<sup>2</sup>)。2008 年全村经济总收入 880.26 万元, 农民人均纯收入 1608 元。农民收入主要以种植业为主, 郊区农家乐开始兴起。

该村已实现通水、通电、通路、通电视、通电话五通, 有部分路灯。全村有 455 户通自来水, 有 551 户饮用井水, 有 358 户还存在饮水困难或水质未达标。有 991 户通电, 有 761 户通有线电视, 拥有电视机农户 917 户; 安装固定电话或拥有移动电话的农户数 690 户, 其中拥有移动电话农户数 685 户。村内主干道部分为硬化的路面, 全村共拥有汽车 22 辆, 摩托车 89 辆。

到 2008 年底, 全村建有沼气池农户 207 户; 装有太阳能农户 15 户; 建有小水窖 143 口; 已完成“一池三改”(改厨、改厕、改厩)的农户 20 户。有小学 2 所, 校舍建筑面积 2,885.00km<sup>2</sup>, 教师 36 人, 在校学生 618 人, 距离角奎镇中学 2.00km。目前整个行政村农村义务教育在校学生 1226 人 (其中小学生 618 人, 中学生 608 人)。

## 2 塘房村现有的环保设施和存在的主要环境问题

塘房村属角奎镇的行政村, 虽然已有 207 户人

家用了沼气池, 但沼气池的主要用途是处理居民和畜禽粪便, 覆盖面和使用率都不够, 导致村庄环境问题依然存在, 目前存在以下环境问题:

(1) 生活垃圾、牲畜粪便和农作物秸秆随意堆放在房前屋后和田间地头, 生活污水和养殖废水没有进行规范的收集和处理, 严重影响当地的村容村貌和生态环境。

(2) 农田不合理的施肥和农药使用导致的面源污染对当地南瓠河水质造成一定的影响。

(3) 塘房村饮用水水源地目前还存在农田和采石场等污染源, 饮用水安全受到威胁。

## 3 环境综合整治方案实施措施的选择和优化

### 3.1 生活垃圾

目前塘房村生活垃圾没有得到妥善的收集和处置, 更谈不上分类, 大多随意堆放在各家房前屋后, 遇雨天垃圾随雨水冲进下游的河沟和水塘, 严重影响环境和村容村貌。根据 2010 年 2 月 8 号执行的《农村生活污染防治技术政策》, “对无法纳入城镇垃圾处理系统的农村生活垃圾, 应选择经济、适用、安全的处理处置技术, 在分类收集基础上, 采用无机垃圾填埋处理、有机垃圾堆肥处理等技术”, 结合塘房村的实际情况, 设置垃圾分类收集容器, 对金属、玻璃、塑料等垃圾进行回收利用; 危险废物应单独收集后按照危险废物的管理规定交由有资质的单位处置; 无机垃圾填埋处理地点需要进行地质勘查, 按照生活垃圾填埋场选址和建设要求进行选址和建设, 根据选址地质条件做好防渗处理, 条件允许的话部分垃圾可进入彝良县生活垃圾处置场进行处置; 考虑到经济合理的原则, 生活垃圾和农田秸秆均可采用双室堆沤肥处理, 节省投资, 同时有机垃圾采用双室堆沤肥处理后用作农田有机肥, 不仅可以改善土壤结构, 还可以提高土

壤肥力,减少化肥用量,体现了生态农业的要求。

### 3.2 生活污水

塘房村经济社会发展较为落后,居民居住较为分散,不具备建设二级生化污水处理设施的基础条件,且该村基本习惯使用旱厕,因此在该村宜推广使用非水冲式卫生旱厕,排水系统采用粪便与生活杂排水分离方案,分离后的生活污水主要作为厨房用水、洗衣用水、洗澡水和清洗水等,称为灰水。灰水污染物浓度相对较低,TN、TP含量只有黑水的10%~20%,这样不仅可以减少后续处理过程处理难度,还可以在保证治理效果的前提下节省治理投资。

根据《村镇生活污染控制技术规范》征求意见稿,对于黑水(含粪便污水)宜采用沼气池处理后用作肥料,对于灰水等其他低浓度污水采用自然处理技术,自然处理技术包括人工湿地法、土地处理法和稳定塘法。人工湿地系统水质净化技术是一种生态工程方法,其原理是在一定的填料上种植特定的湿地植物,从而建立起一个人工湿地生态系统,当污水通过系统时,经砂石、土壤过滤,植物根际的多种微生物活动,污水的污染物质和营养物质被系统吸收、转化或分解,从而使水质得到净化。人工湿地具有污染负荷大、技术成熟等特点,目前普遍用于处理低浓度生活污水和农村面源污染控制;土地处理技术是简单的利用土地渗滤的方法吸收和降解污染物,使污水得到净化的一种方法,土地处理是实现污水资源化的重要途径,具有投资省、管理方便、能耗低、运行费用少和处理效果稳定等优点,但有占地面积大、受气候影响大等缺点,适用于地下水位深、有废弃土地资源的村镇;稳定塘是人工的接近自然的生态系统,它具有管理方便、能耗少等优点,适用于有湖、塘、洼地可供利用的且气候适宜、日照良好的地区。综合以上处理方案,考虑到人工湿地不仅可以处理生活污水,还可以较好地控制面源污染,占地相对较小,投资和运行费用均可以接受,当地地下水位较高,不适合土地处理,稳定塘有改善污水可生化性的功能,不仅可以改善湿地处理的效果,还可以储存作为农田灌溉用水的补充水源,因此,本方案认为稳定塘+人工湿地方案最佳。

为了在源头上控制污染,尽量减少生活污水的排放,在塘房村严禁使用水冲厕,各家需设置一个沉淀池用来储存生活污水,沉淀后的污水可以用来浇灌房前屋后的菜地,减少污水排放量,以减少对发达河的影响。

### 3.3 人及牲畜粪便

村民在使用旱厕的前提下,人粪尿浓度较高,牲畜基本上都是小规模饲养,一般都是人工干清粪工艺,所以人及牲畜粪便含水率适宜进沼气池处理或是双室堆沤肥方式处理。目前该村已有两百余口沼气池,本着节省投资和使用经验的考虑,对已有的沼气池继续沿用,可以选用沼气池或双室堆沤肥池,沼气池可以处理农田秸秆和人畜粪便,也可以用来照明和用作生活燃料,但是需要将秸秆从地里运至住处,运输成本较高;双室堆沤肥池成本很低,位于农田旁,便于处理秸秆,需要将人畜粪便运至农田,运输成本较低,但是不能产生沼气。本着经济、合理、可行、可操作性强的原则,沼气池和田间双室堆沤肥池均需采用,可以互相弥补处理量和运输成本的不足。

### 3.4 农田面源污染

农田面源污染源主要是过量和不合理施用农药、化肥以及秸秆随意堆置导致,由于化肥的利用率低,大量随地表径流进入地表水体,造成水质恶化;长期过量施用化肥,还造成土壤板结,肥力下降;农药的滥用现象也日益严重,农业生产中使用的农药主要以杀虫剂为主,据保守估计,在叶菜上使用过高毒农药的种植户占到30%以上,此外,农作物秸秆数量也在日益增加,其中40%以上的农作物秸秆未得到有效利用,农田面源污染呈增长趋势。

农田面源污染治理措施必须是管理措施和工程治理措施相结合,可以建设农药包装废弃物收集设施,收集和清运农药投入废弃物。应用新农药、新化肥,推行测土配方施肥等先进的农业生产技术,积极引导和鼓励农民使用生物农药或高效、低毒、低残留农药,推广病虫草害综合防治、生物防治和精准施药等技术,可降低农药、化肥污染的影响。工程措施:在田间建双室堆沤肥池,可随时处置分散的农业废弃物,建设稳定塘和人工湿地,农田灌溉和雨水可以先通过稳定塘,然后进入人工湿地得到净化,进一步减轻农田面源污染对地表水的影响。通过以上管理和工程保障措施,可大大减轻农田面源污染对地表水的影响。

### 3.5 关于饮用水安全

塘房村饮用水源以发达河和地下水为主,存在土地开垦和放牧养殖的问题,主要的问题是雨天泥沙量和细菌指标超标。为保障饮用水安全和改善现有水质,对饮用水安全提出的治理方案是尽快划定饮用水源保护区,设置水源保护警示标志牌,保护

区内禁止放牧养殖和种植行为，关闭所有可能的排污设施，对已有的农田实行退耕还林，荒地和裸露地全部恢复植被，对保护区内的采石场弃渣设拦砂坝和截水沟进行治理，对开采面上方周围设截水沟，对各开采平台恢复植被，控制水土流失和地质灾害的发生，确保水源地不受污染威胁。

#### 4 环境综合整治方案的总体设计

根据塘房村所处的自然环境和社会经济环境，应用环境科学、污染生态学及环境工程科学技术，针对塘房村生活和生产过程产生的生活污水、生活垃圾和人畜粪便污染突出，农田化肥流失及农田秸秆利用率低等问题，从农村环境污染治理，农田面源污染治理等方面进行综合整治方案设计，总体方案构成框架如图1。

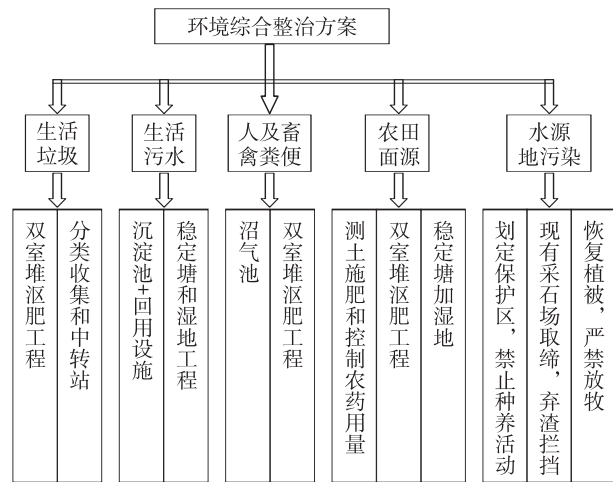


图1 环境综合整治方案构成框架

#### 5 环境综合整治效果的技术和管理保障措施

(1) 加大农村环境整治力度，建立农村环境卫生管理机制，加强宣传力度，提高全社会的环境意识。

(2) 做好当地生活污水量的估算，开展黑、灰水分离处理。

(3) 制定生活垃圾收集、处置与村镇发展相一致的发展规划，确定收集与处置采取政府支持与市场运作的原则。

(4) 严格控制家庭散养畜禽数量，提倡适度规模化养殖，做好散养畜禽卫生防疫工作，预防生态污染和疾病传播。

(5) 建立健全服务体系，强化服务功能，完善村镇生活污染治理机构，配足一定数量的人员，建立村镇一级技术服务站，标准产品、器材和工程技术市场，确保质量和效益。

(6) 定期对堆肥、人工湿地出水进行监测，及时了解处理效率，及时解决问题。

(7) 在村内建设公厕，减少面源污染，推广太阳能，减少烧柴对当地森林的破坏。

(8) 政府给予资金保证，并给予相关补贴，制定相关的长期管理和评比机制，杜绝形式主义。

(9) 发挥群众参与的优势，探索村民自主管理的途径，组织引导农村干部群众参与环境公共设施运营维护与管理，通过村民缴费或村集体经济解决管理资金来源问题，通过村规民约来规范管理。

## Research on Environmental Comprehensive Treatment in Tangfang Village of Kuijiao Town in Zhaotong

WANG En-xuan<sup>1</sup>, WAN Fei-hu<sup>2</sup>

(Zhaotong Environmental Monitoring Station, Zhaotong Yunnan 657000 China)

**Abstract:** The selection and optimization of environmental protection measures in villages were analyzed and discussed by taking Tangfang village of Kuijiao town in Zhaotong as a case.

**Key words:** village environment; comprehensive treatment; measure; research



# 对保护高原湖泊剑湖的思考

张宝元

(剑川县环境监测站, 云南 剑川 671300)

**摘要:** 剑湖是剑川人民赖以生存、发展的母亲湖, 是滇西北生物多样性保护重要区域。分析了剑湖面临的环境保护危机, 针对剑湖环保现状提出十项治理对策措施。

**关键词:** 剑湖; 保护; 对策和措施; 剑川

**中图分类号:** X524 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0049-04

## 1 剑川和剑湖基本概况

大理州剑川县位于滇西北横断山脉中段, “三江并流”世界自然遗产保护区南端, 西界怒江兰坪, 北靠丽江玉龙, 是大理州的北大门, 县域面积 2250km<sup>2</sup>。2010 年, 全县地区生产总值 12.9 亿元, 财政总收入 1.66 亿元, 工业总产值 16 亿元, 农民年人均纯收入 2356 元。森林覆盖率 70%。县城建成区面积 2.55 km<sup>2</sup>, 城镇化率 26.3%。属国家扶贫开发重点县, 云南省革命老区。2010 年末全县总人口 17.7 万人, 白族占总人口的 91.4%, 为全国白族人口比例最高的县份, 被誉为“白族之乡”。

剑湖位于剑川县金华坝子东南, 距县城东南 4.5km, 是云南省现存的 28 个高原湖泊之一, 居全省高原湖泊第 13 位。在达到海拔 2188 m 水位时, 湖面积近 8 km<sup>2</sup>, 湖盆南北长 3.35 km, 东西最宽处 3.25 km, 平均水深 2.7 m, 最大水深 6 m。水温适中, 年平均水温为 11℃左右。剑湖是澜沧江重要支流黑惠江的源头湖泊, 为省级重点保护湖泊, 2006 年被省人民政府列为省级湿地自然保护区, 也是滇西北生物多样性保护重要区域。剑湖有充沛的水源, 除有格美江、金龙河、永丰河、回龙河等注入外, 更有湖内之四股自涌泉水沸涌而出, 使剑湖出水口海尾河能常年滔滔外泄, 使整个剑湖成为一地活水。

## 2 剑湖目前保护现状

剑湖目前海拔 2186 m, 由于湖水不断退缩, 湖滨形成大片沼泽湿地, 已是一个进入老年期的高原断陷湖泊。剑湖水质已由 20 世纪 90 年代初的 II 类水质变为现在的 III 类水质, 枯期 4~6 月份为 IV 类水质。剑川“剑阳八景”中的“海门秋月”的奇观, 由于剑湖水面缩小, 河流改道, 已不复见。

随着剑川社会经济的发展, 城镇化进程加快, 在人民群众生活水平不断提高的同时, 农村环境问题日益突出, 人居环境“脏、乱、差”问题普遍存在, 位于剑湖周边的农村也不例外。在剑湖湿地周边社区社会经济快速发展的形势下, 由于村落环保设施滞后, 环境监管能力极为薄弱, 人畜粪便、生活污水、垃圾任意排放, 成为剑湖主要污染源之一。工农业生产、旅游开发等各种干扰加大, 对剑湖湿地产生影响, 使剑湖湿地正在面临着前所未有的巨大压力。目前, 剑湖污染负荷逐年增大, 水体日渐污染, 湖区生态系统恶化, 功能衰退, 加速了湖泊的老化和消亡过程, 直接影响到湖区人民群众的生产和生活。剑湖的污染源主要来自面源污染, 除农药、化肥外影响最为严重的是生活污染源。县城污水, 湖区周边村落畜禽养殖、生活污水、生活垃圾等对剑湖的污染已不容忽视。借鉴滇池、洱海等高原湖泊的保护经验, 尽早进行防治, 可最大限度降低治理成本。

## 3 剑湖保护目前存在的主要环境问题

### 3.1 湖泊老化, 功能衰退

剑湖老化的主要表现: 湖水变浅, 湖面缩小, 调蓄功能衰减, 水质向营养型发展, 水体渐趋浑浊, 水生植物增多。与 20 世纪 50 年代相比, 剑湖已面目全非。为泄水造田, 剑湖的出水口海尾河 1952 年进行了裁弯改直, 1956 年进行了疏挖。加之径流区森林砍伐严重, 水土流失面积逐年增加, 大量泥沙通过金龙河为主的 7 条河流冲入剑湖, 致使湖面逐年缩小, 湖水逐年变浅。剑湖水面面积从建国初的 9.36km<sup>2</sup> 缩小到目前的 6.23km<sup>2</sup>, 蓄水量减少 1732 万 m<sup>3</sup>, 使剑湖的调蓄功能降低。

### 3.2 水土流失严重, 生态失调

剑湖径流区过去森林资源丰富, 莽莽林海流出

的清泉水注入剑湖,构成了水生动植物的天堂。但随着工农业生产的发展和人口的增多,对森林资源的保护与利用不协调,致使剑湖径流区森林砍伐过度,森林覆盖率急聚下降,水土流失面积达到 $105.45\text{km}^2$ ,占径流区总面积的 $21.7\%$ ,导致永丰河、金龙河、石狮子河等主要剑湖水源日渐枯竭,到枯水季节,已基本无水补充剑湖。

剑湖1984年的地形图和1999年补测的地形图量算绘制的湖容曲线表明,15a间剑湖在正常水位 $2188\text{m}$ 时的容积减少了 $160\text{万m}^3$ ,而面积变化不大,因此年均进入剑湖并淤积起来的泥沙量为 $10.67\text{万m}^3$ 。

由于水土流失严重,湖内历年水草死亡之后,腐烂沉积,使剑湖的淤积物逐年增加。造成部分湖湾及河流入水口水体变浅,底泥肥厚,营养盐充足,水草茂盛,水面为大量漂浮、浮叶植物所覆盖,面临着沼泽化的危险。

### 3.3 水体日渐污染

剑湖径流区是剑川县的政治、经济和文化中心,县城驻地—金华镇就坐落于该区域内,许多工矿企业也分布在该区域内。由于剑湖在径流区内位置最低,自然成为一切废弃物、污水排污的纳垢场所,上百万吨县城污水未经处理直接排入剑湖;每年所产生垃圾,因无垃圾处理场,最终随污水、洪水流入剑湖而污染水质。加之剑湖周边村庄垃圾的乱倾乱倒和人畜污水污染,以及剑湖流域径流区 $0.67\text{万hm}^2$ 耕地使用农药化肥造成农业面源污染。加重了剑湖的营养盐水平,加快了剑湖的营养化进程。目前剑湖水草覆盖率达 $60\%$ 以上。

## 4 剑湖保护的对策和措施

### 4.1 增强保护剑湖的紧迫感和责任感,牢固树立“剑川与剑湖共休戚”、“剑湖美、剑川兴”的理念

剑湖是剑川生存和发展的母亲湖,保护剑湖是各级政府贯彻落实科学发展观的具体集中体现,是对政绩观的集中检验;保护剑湖是一项社会系统工程,是各级职能部门和剑川全社会共同的责任,是剑川今天每一个个体义不容辞的责任和义务。全社会都应牢固树立剑湖的环境状况就是剑川人民生活质量状况,就是剑川是否科学发展、包容性发展的理念,把加快发展剑川与保护开发剑湖紧密结合起来,高度重视剑湖生态环境建设,始终坚持生态优先。

剑湖湿地生态系统的保护与可持续利用是建设生态文明建设的基本要求,是构建资源节约型和环境

友好型社会的重要组成部分。剑湖所处的地理位置特殊,形成的地质成因复杂,年代久远,属于老龄化和正在加快陆地化进程的湿地类型,生态系统十分脆弱。而目前经济社会发展不断加快,特别是湖周围人口增加,各种干扰加大,旅游开发对剑湖湿地产生的影响,使剑湖湿地正在面临着前所未有的巨大压力。保护剑湖湿地生态系统结构与功能的完整性和湿地生物多样性安全,使剑湖湿地的资源环境得到保护、恢复和可持续利用,既是剑川县生态保护和经济社会发展的迫切需要,也是国家加强生态建设的整体战略和滇西北湿地保护与可持续利用战略目标的需要。将剑湖湿地建设成集湿地保护、宣传教育、科研教学、生态旅游、社区示范为一体的综合性湿地示范区,同时促进当地社会经济发展,成为省内、国内湿地保护恢复建设的典范,应该成为各级政府和职能部门重要而紧迫的任务。

### 4.2 坚持统筹兼顾的科学理念,研究完善治理规划

剑湖治理是一个系统工程,涉及污水处理、底泥疏浚、面山绿化、区域内重点污染源治理、垃圾处置、水生生态系统恢复、湖滨带建设、河道和湖堤的整治及环境管理能力的加强等。根据国家《湿地保护条例》基本要求和滇西北高原湿地的现状与面临的问题,应遵循湿地生态规律和经济社会发展规律,针对湖泊老化问题,以水、土、林等资源合理利用为中心,以疏浚、固堤、扩容和增强湖泊调蓄功能为重点,生物措施、工程措施并举,长短结合,标本兼治。针对目前剑湖综合治理涉及的部门众多,各自为政,又难以专门成立行之有效的政府职能部门的实际,建议剑川县委县政府成立专门委员会,由人大、政府、政协领导和各职能部门专家为成员,负责剑湖综合治理总规和分系统分项目规划制定的组织协调工作,并负责定期对项目制定、评审、申报和实施情况进行督查。专门委员会每年定期向县人大和政府报告剑湖生态环境状况和综合治理实施情况。

### 4.3 更新保护理念,实现剑湖保护“三个转变”

坚持从湖内治理为主向全流域保护治理转变;从专项治理向系统、综合治理转变;以专业部门为主向上下结合、各级各部门密切配合协同治理转变。按照“生态优先、重点突出、集中治理”的要求,全面有效控制各类污染源。通过取消网箱养鱼、机动渔船等措施有效控制内源污染;通过结构调整和工业园区建设控制工业污染;通过环湖截污

和集中处理控制城镇生活污染；通过畜禽粪便产沼气控制畜禽养殖污染；通过垃圾集中收贮和污水土地处理等手段控制农村污染；通过湖滨带和湿地恢复建设，减轻面源污染；利用剑湖出水口节制闸，采取科学调度、高水位运行，实施水量生态调度制度，使水量调度与污染防治有机地结合在一起。

#### 4.4 积极探索让剑湖休养生息的有效途径

探索“循法自然、科学规划、全面控污、行政问责、全民参与”的“剑湖保护模式”。全面实施剑湖生态修复、环湖治污和截污、流域农业农村面源污染治理、主要入湖河道综合整治和城镇垃圾收集污水处理系统建设、流域水土保持、环境教育管理等系统工程，科学合理划定沿岸禁止建设、限制开发、规划发展的区域，完善以县级行政主管部门为主体的多层级流域基层管理模式，并层层签订保护治理目标责任书，成立流域保护治理监督委员会，加强基层环保工作机构建设，增设镇级环境管理所，创建入湖河道管护河（段）长制，聘请农村垃圾管理员、河道管理员、滩地管理员，深入推进生态文明县建设，全面实施“清洁水源、清洁能源、清洁田园、清洁家园”等环境保护治理工程，大力实施流域“镇村整治”工程，使流域农业产业结构不断优化，田园风光得到有效保护，村庄环境得到很大提升，农村面源污染得到有效控制，稳定改善水质，探索一条符合实际的可持续发展之路。

#### 4.5 综合整治流域农村环境

按照“治湖先治污，治污须治源”的基本思路，把主要入湖河流水环境综合整治作为重点。通过开展流域农村综合环境整治，确保穿越村镇流入剑湖的河流和小溪无污染河水注入，对保护剑湖有着极其重要的意义。

为避免流域人畜粪便形成面源污染，在乳牛和牲畜养殖集中的剑湖流域，采用政府主导，国家、企业、集体、农户联合投资方式，建成低投资、低成本的若干单室沤肥池或人畜粪便处理太阳能中温沼气站，处理人畜粪便保护环境和节约能源。根据剑湖周边村落的地势条件，在沿湖各村庄各建1座面积450m<sup>2</sup>，处理规模30~50m<sup>3</sup>/d“氧化塘+表流湿地”农村分散式污水收集处理系统，推广农户型污水处理池。“氧化塘+表流湿地”采用硅藻精土水处理工艺，利用硅藻精土处理剂处理污水的方法，把剑湖周边村落污水集中收集到该处，再统一进行净化处理，经过净化处理后，作为农业灌溉用

水或排入湿地。

结合新农村建设和剑湖综合治理，大力实施沿湖农村改厕改圈、硬化亮化绿化美化工程。在每个流域村子都建设统一的垃圾堆放点，每天都有垃圾清运车把垃圾拉走，从周边村庄选聘滩地协管员、河道管理员和垃圾收集员，负责清理流入河道的垃圾，使农村基础设施和环境得到明显改善。

#### 4.6 花大力气培养群众的生态文明意识

采取“政府引导、上下联动、部门包村、全民参与”的方式，启动“剑湖保护月”活动。安排环保专项资金，对开展活动的村委会给予补助。将生态文明意识的培养和环境整治作为流域村挂钩联系部门和新农村指导员的重要职责。在剑湖流域的生态敏感区内，出台适当的补贴政策，引导环湖周围农民调整种植结构，减少或避免农药化肥的施用，发展绿色农业、无公害农业、观光农业。重视在流域中小学开展保护环境、保护剑湖教育活动。大力开展民族生态文化建设，用民族语言和群众喜闻乐见的形式长期不懈地开展保护剑湖宣教活动。

#### 4.7 推进湿地、滩地的保护和恢复

湖泊的湖滨带是陆地生态系统和水生生态系统之间重要的生态交错带，是健全的湖泊生态系统不可缺少的有机组成部分。湖滨湿地是陆源污染物进入湖泊的最后一道天然屏障，是保护湖泊水质的基础。应尽快建成湖滨生态恢复带、实施重点湖湾生态治理项目。对海拔2188m线内的348.3hm<sup>2</sup>耕地进行“退（耕）田还湿”；并取缔在保护区内围造的鱼塘、鱼庄，对海拔2188m线内的所有鱼塘进行退湖。建立对蓝藻水华的监测系统，增加监测点密度和监测次数，制定对蓝藻水华应急处置方案。

#### 4.8 实施重点区域清淤疏浚工程

剑湖湖泊淤积严重地带主要分布于金龙河入湖河口片区、永丰河入湖河口片区和石狮子河入湖河口片区，主要针对这三片进行清淤。可以采取机械清除湖底淤泥，并用于垫高沿湖低洼冷浸田，同时扩容调蓄水量，恢复湖泊应有的功能。工程实施可与中低产田改造工程有机结合，同步解决湖泊周边耕地冷浸问题，增加沿湖群众粮食收入。

#### 4.9 实施流域农业面源污染治理，大力调整流域种植结构

取消流域使用化学除草剂，提倡人工薅锄、使用有机肥、稻田养鱼的“一取消三提倡”生态农业建设工作。开展测土配方、平衡施肥，降低氮、磷化肥亩用量，推广使用缓释肥，鼓励使用有机

肥,开展生态稻米和优质无公害特色蔬菜种植,减少农药和化肥的使用,有效控制农村面源污染。通过剑湖周边产业带建设项目实施,提高剑湖湿地的自我更新能力。沿湖可布局鱼塘水产养殖及鱼家乐餐饮服务产业带,莲藕、慈姑水生作物产业带,林木种植及空闲地水产养殖、海菜产业带,建设农业生态观光园,沿湖堤内侧建设十里荷花长廊。把生态环境保护工作与区域内群众的自身利益结合起来,让群众在保护中得到实惠,保护工作在群众支持下得以永续。

#### 4.10 大力实施“森林剑川”工程,积极发展低碳经济

通过实施天然林保护、退耕还林、退耕还湿、中低产林改造等一系列重大工程,使剑湖径流区的

荒山荒坡重披绿装,提高森林覆盖率。对剑湖主要入湖河流永丰河、金龙河、石狮子河等必须建立起阻止泥沙入湖的防护系统,通过有计划地植树造林,提高植被覆盖率,增强水源涵养功能,严禁陡坡开荒,改坡地为梯地,同时配合修筑拦沙坝,以减少水土流失。并以小流域为单元进行综合治理,发展经济林果,注重经济效益。做到工程措施、林业措施和耕作措施相结合,治坡措施与治沟措施相结合,造林与封山育林相结合。实现生态、经济和社会效益相统一。同时,在剑湖径流区的产业发展布局上,严禁上马“三高”企业,大力发展具有民族文化特色和区域比较优势的木雕和民族文化旅游产业,大力发展低碳循环经济。

## Consideration on Jianhu Lake Conservation in Plateau Area

ZHANG Bao - yuan

(Jianchun County Environmental Monitoring Station, Jianchuan Yunnan 671300 China)

**Abstract:** Jianhu lake is the mother lake in Jianchuan county, it is also an important area for biodiversity protection in North - west of Yunnan province. The threats of lake protection were analyzed, based on which, ten kinds of measures were pointed out.

**Key words:** Jianhu lake; conservation; countermeasure; Jianchuan

# 垂直流人工湿地净化湖水的除磷研究

余波平, 彭立新

(深圳市环境科学研究院, 广东 深圳 518001)

**摘要:** 将欧盟资助项目研究成果应用于实际工程中, 以垂直流人工湿地净化湖水的应用工程作为研究对象, 通过实例总结系统的除磷效能, 考察垂直流人工湿地对湖水净化后水质维护效果与应用前景, 检验参数的合理性, 并分析相关原因。结果表明, 两种功能的垂直流人工湿地均达到了设计的除磷效果, 在水力负荷为 1000mm/d ~ 2000mm/d 时, 两系统的平均去除率分别为 TP: 27.3% 和 49.1%, 磷酸盐: 20.1% 和 34.8%。湖水经湿地净化后能维持较好的水质, TP 能达到地表水 III 类标准。

**关键词:** 垂直流人工湿地; 湖水净化; 除磷

**中图分类号:** X52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0053-04

目前, 国内外的人工湿地处理系统多局限于单一的表面流或潜流系统<sup>[1~3]</sup>。现有人工湿地处理系统大多数除磷效果不佳, 水力负荷和污染负荷较低, 需用土地面积大, 且系统的运行寿命较短。潜流湿地若设计不当常会发生堵塞。磷是湖泊等水体富营养化的重要因素乃至限制因素, 研究人工湿地系统中的磷去除机理具有重要的意义。

## 1 垂直流人工湿地的磷去除机理

湿地系统去除来水中磷的机理主要为物理、化学和生物作用<sup>[4~7]</sup>, 详见表 1。

表 1 湿地中的磷去除机理

|    | 机理       | 备注                          |
|----|----------|-----------------------------|
| 物理 | 沉积       | 固体重力沉淀                      |
| 化学 | 沉淀       | 不溶物的形成或共沉淀                  |
|    | 吸附       | 吸附在基质或植物表面                  |
| 生物 | 植物吸收     | 适宜条件下植物摄取量较显著               |
|    | 微生物吸收与积累 | 物吸收量取决于其生长所需, 积累量和环境中的氧状态有关 |

磷在污水中常以磷酸盐 ( $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ )、聚磷酸盐和有机磷存在。磷是植物生长所必需的元素, 污水中的无机磷被植物吸收和同化合成 ATP 等, 通过收割被带出系统。生物氧化将绝大多数磷转化为磷酸盐。生物同化无机磷或微生物分解有机磷时, 磷的价态不变。低氧化态磷热力学不稳定 (即使在高还原性的湿地土壤中也易被

氧化为  $\text{PO}_4^{3-}$ ), 土壤磷以 +5 价 (氧化态) 为主。土壤中磷化氢 (气态磷) 极少<sup>[5,13]</sup>。湿地土柱 (soil column) 中的磷几乎都是结合态磷 (bound P)、无机磷和有机磷<sup>[14]</sup>。

湿地中磷的存在形式有三种: 有机磷化合物、不溶性磷酸盐和可溶性磷酸盐。有机磷化合物主要存在于微生物和植物体内, 不溶性磷酸盐是磷的主要存在形式, 可溶性磷酸盐是唯一能够被微生物和植物利用的形式。人工湿地对磷的去除是由植物吸收、微生物去除及物理化学作用完成的。如同无机氮一样, 废水中的无机磷在植物吸收及同化作用下, 可变成植物的有机成分 (如 RNA、DNA、ATP 等, 磷是核糖核酸 RNA 和脱氧核糖核酸 DNA 以及三磷酸腺苷 ATP 的重要元素, 同时还是许多酶促反应的辅酶因子的组成元素, 是细胞内光磷酸化和氧化磷酸化等能量转化的关键元素<sup>[8]</sup>), 通过植物的收割而得以去除。物理化学作用对无机磷的去除, 主要是可溶性的无机磷酸盐很容易与土壤中的  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  等发生化学沉淀反应。其中, 与土壤中  $\text{Ca}^{2+}$  易于在碱性条件下发生化学反应, 形成羟基磷灰石, 而与  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  主要是在中性或酸性环境条件下发生反应, 分别形成磷酸铝或磷酸铁沉淀。一般认为, 磷酸根离子主要通过配位体交换而被吸附到  $\text{Al}^{3+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  的表面。但是, 上述磷的转变只是改变了磷在湿地中的存在形式, 并没有真正地去除磷。即使对植物定期收割, 它对磷的同化吸收也是有限的; 生物除磷 (包括聚磷菌的过量吸收) 要求磷最终以生物体组成部分的形式排出系统外, 而在人工湿地中则不存在这种情况。因此, 磷

收稿日期: 2011-02-11

基金项目: 欧盟资助项目 (ERBIC18CT960059)。

作者简介: 余波平 (1981-), 男, 湖北荆州人, 工程师。

就会在湿地系统内逐渐地积累，直到饱和状态。这就会出现湿地对磷的去除因湿地的不同运行时间而有很大的差别。解决湿地磷饱和的方法有：更换整个基质；要降低湿地出水中磷含量，可以考虑增加后续化学除磷工艺（也可以降低湿地的维护费用）。

可用于化学除磷的金属盐有3种，即钙盐、铁盐和铝盐。最常用的是石灰（Ca(OH)<sub>2</sub>）、硫酸铝（Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·18H<sub>2</sub>O）、三氯化铁（FeCl<sub>3</sub>）、硫酸铁（Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>）、硫酸亚铁（FeSO<sub>4</sub>）和氯化亚铁（FeCl<sub>2</sub>），具体沉淀物见表2。

表2 磷酸盐沉淀物汇总表

| 磷酸盐沉淀剂               | 可能形成的沉淀物                                                                                                                                                                          |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 二价钙 Ca <sup>2+</sup> | 各种磷酸钙沉淀，例如 β-磷酸三钙（Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ）、羟基磷灰石（Ca <sub>5</sub> (OH)(PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ）、磷酸二钙（CaHPO <sub>4</sub> ）、碳酸钙（CaCO <sub>3</sub> ） |
| 二价铁 Fe <sup>2+</sup> | 磷酸亚铁（Fe <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ）、磷酸铁（Fex(OH) <sub>y</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ）、氢氧化亚铁（Fe(OH) <sub>2</sub> ）、氢氧化铁（Fe(OH) <sub>3</sub> ）          |
| 三价铁 Fe <sup>3+</sup> | 磷酸铁（Fex(OH) <sub>y</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ）、氢氧化铁（Fe(OH) <sub>3</sub> ）                                                                                             |
| 三价铝 Al <sup>3+</sup> | 磷酸铝（Alx(OH) <sub>y</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ）、氢氧化铝（Al(OH) <sub>3</sub> ）                                                                                             |

磷在湿地系统中的物料平衡，可表示如下：

系统输入磷的总量 = 系统流出的净化水中磷的量 + 植物吸收磷的量 + 土壤截留磷的量

湿地土壤一直被认为是进入湿地系统的磷的最终归宿，约有70%的磷被土壤吸收。根据有关资料，水生植物对磷的吸收与稳定化作用，与水中所含碳化合物有关。当碳与磷质量比为150:1时，磷能被同化而成为生物量。Brix<sup>[9]</sup>表明，一些水生植物对磷的吸收蓄积能力可达3~5g/(m<sup>2</sup>·a)；作物吸收的磷，在其衰老死亡时能将作物磷的35%

~75%快速释放<sup>[10]</sup>，其余部分逐渐积累稳定成为腐殖质，腐殖质及其吸附的磷可占土壤TP含量的40%以上<sup>[11]</sup>。这部分含磷物质在好氧情况下很容易被植物吸收而重新利用，但在厌氧条件下却不会被生物酶所分解，可以稳定地积蓄和保存，成为磷去除的一个重要途径<sup>[12]</sup>。湿地中的有机质、Ca、Fe、Al的质量分数及土壤的通透性能等都会影响磷的去除效果，铁铝氧化物含量对土壤吸附磷的能力起着决定性的作用。笔者认为，湿地土壤中的氧化还原电位和植物的输氧作用等也对土壤对磷的吸附有较大的影响。磷的去除效果对水力负荷的变化十分敏感，去除效果在湿地土壤吸附交换达到平衡后会明显下降。若湿地运行较长时间后发生堵塞，可停运一段时间以恢复其功能。有研究表明：湿地土壤经过一定时间的停歇和空气接触，可以恢复74%左右的蓄磷能力<sup>[13]</sup>。

## 2 垂直流人工湿地除磷实例分析

### 2.1 工程实例

天津东丽湖小区位于天津市东丽区内，是中国首席生态住宅区，在区域内，人工开挖了水域面积为10.5万m<sup>2</sup>的滑水赛道人工湖，湖长约1000m，宽100m，深1.5~1.8m，湖水量约为15万m<sup>3</sup>。为补水和维持湖水水质，修建了人工湿地水质净化系统。根据小试结果<sup>[14]</sup>，选定湿地水力负荷为1000~2000mm/d，湿地植物主要种植芦苇，再搭配香蒲和马兰花。

湿地填料采用砂石级配填料，主要分层如下：净化层：80cm厚（级配填料）；过渡层：20cm厚0~0.5cm碎石；布水层：20cm厚2~4cm碎石。工程于2005年3月建成并运行至今。垂直流人工湿地系统占地8150m<sup>2</sup>，分为2个系统，即：

表3 采样点分布表

| 编号                                    | 点位布设                     | 采样频率                  | 采样方法                                             |
|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|
| 1号点                                   | 河水                       | 每月1次                  | 定点采样                                             |
| 2号点                                   | 循环净化湿地进口                 | 每月1次                  | 定点采样                                             |
| 3号点                                   | 循环净化湿地出口                 | 每月1次                  | 定点采样                                             |
| 4号点 (4 <sub>1</sub> 、4 <sub>2</sub> ) | 断面：靠近人工湖入口处<br>点位：南、北岸两点 | 4、5、9、10、11月份，每月采样1次； | 4、5、9、10、11月份采样均为平面1组定点样（距水面0.9m处）；6、7、8月份每月2次样。 |
| 5号点 (5 <sub>1</sub> 、5 <sub>2</sub> ) | 断面：人工湖中心段点位：南、北岸两点       | 6、7、8月每月采样2次或更多。      |                                                  |
| 6号点 (6 <sub>1</sub> 、6 <sub>2</sub> ) | 断面：靠近人工湖出口处点位：南、北岸2点     |                       |                                                  |
| 7号点                                   | 补水净化湿地进口                 | 每月1次                  | 定点采样                                             |
| 8号点                                   | 补水净化湿地出口                 | 每月1次                  | 定点采样                                             |

注：1~3月和12月为冰冻期，故未采样。

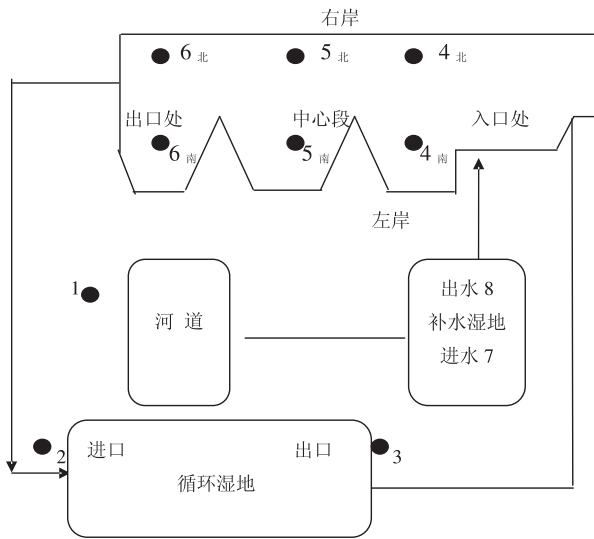


图1 采样点分布图

(1) 湖水循环净化系统：湖水经取水管道流入泵池，提升至湿地进行处理，再进入排水泵池，最后进入人工湖，循环净化水量 1 万  $m^3/d$ ，占

地  $7410m^2$ 。

(2) 湖水补水净化系统：河水（补水水源）经提升后进入湿地，净化后流入出水池，再被提升至人工湖，作为该湖补充水，补水量为  $1000m^3/d$ ，占地  $740m^2$ 。

### 2.2 采样与分析方法

点位布设见表 3，分析方法见《水和废水检测分析方法》（第四版）。

### 2.3 TP 和磷酸盐去除结果与讨论

湿地对循环净化系统中 TP 和磷酸盐的去除规律见图 2、图 3。湿地进水中 TP 的含量为  $0.242mg/L$  ( $0.085 \sim 0.700mg/L$ )，磷酸盐为  $0.101mg/L$  ( $0.038 \sim 0.260mg/L$ )，处理后出水中 TP 为  $0.173mg/L$  ( $0.060 \sim 0.500mg/L$ )，磷酸盐为  $0.081mg/L$  ( $0.027 \sim 0.200mg/L$ )，TP 与磷酸盐平均去除率依次为 27.3% ( $24.1\% \sim 32.5\%$ ) 和 20.1% ( $13.0\% \sim 28.9\%$ )，去除率比较稳定，湿地表现出较好的净化效果。

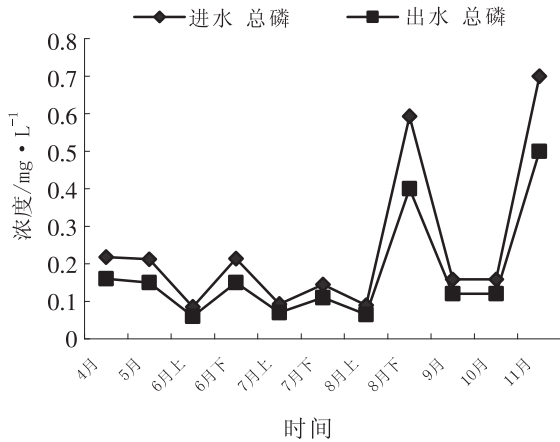


图2 湿地进出水TP变化

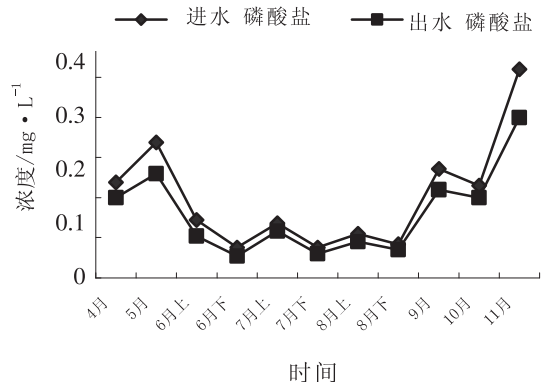


图3 湿地进出水磷酸盐变化

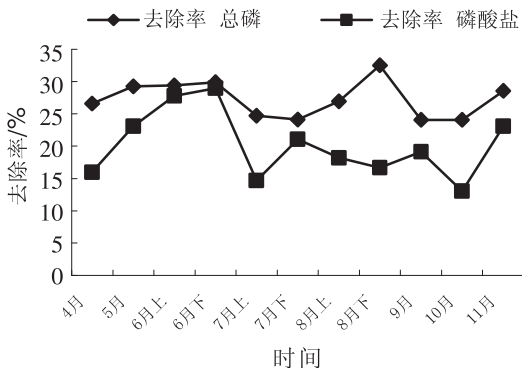


图4 湿地进出水TP和磷酸盐去除率

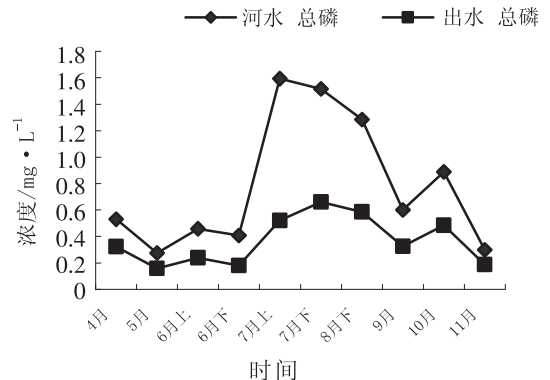


图5 河水与湿地出水TP变化

补水净化系统中湿地对 TP 和磷酸盐的净化效果见图 4 ~ 图 7。河水中 TP 含量为 0.785mg/L (0.276 ~ 1.593mg/L)，磷酸盐为 0.657mg/L (0.123 ~ 1.498mg/L)，处理后出水中 TP 为 0.367mg/L (0.160 ~ 0.660mg/L)，磷酸盐为 0.394mg/L (0.102 ~ 0.802mg/L)，TP 与磷酸盐平均去除率依次为 49.1% (37.0% ~ 67.4%) 和

34.8% (17.1% ~ 50.0%)，因湿地进水中 TP 和磷酸盐含量变化较大，故湿地的净化效果并不稳定，最高去除率发生在 8 ~ 9 月份，最低发生在 11 月份，其中 10 月份去除率极低，可能湿地经过一段时间运行，对磷的去除逐步达到饱和状态，随着时间的推移，被截留和吸收的磷已经逐渐趋于平衡。

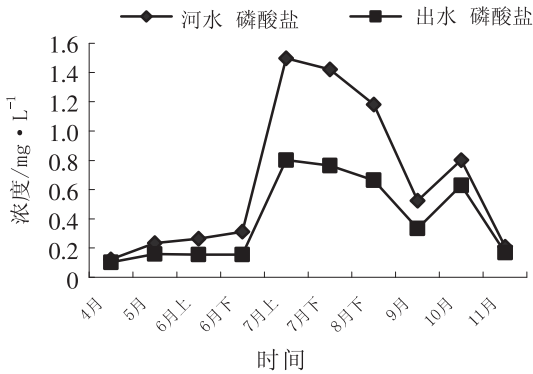


图6 河水与湿地出水磷酸盐变化

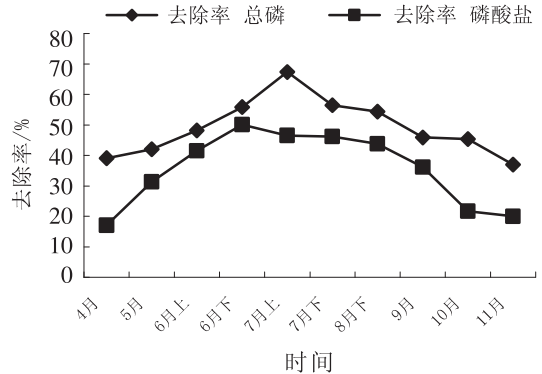


图7 河水与出水TP及磷酸盐去除率

### 3 结论

(1) 在水力负荷为 1000mm/d ~ 2000mm/d 时，垂直流人工湿地系统平均去除率分别为 TP: 27.3% 和 49.1%，磷酸盐: 20.1% 和 34.8%，高于其他形式湿地 10% 左右<sup>[15]</sup>。

(2) 湿地对湖水水质维护有较好的效果，在原湖水水质为 V 类 ~ 劣 V 类时，一般能维持在 III 类水质。

(3) 按照小试系统所得到的优化参数设计湖水循环净化湿地和湖水补水净化湿地，去磷效果均达到了最初的设计值。

#### 参考文献:

[1] P F Cooper, M B Green. Reed Bed Treatment Systems for Sewage Treatment in the United Kingdom: the First 10 Years Experience [J]. Wat. Sci. Tech, 2005, 32 (3).

[2] Scott Wallace. Advanced Designs for Constructed Wetlands Biocycle [J]. 2005, 42 (6).

[3] 王世和, 王薇. 潜流式人工湿地的运行特性研究 [J]. 中国给水排水, 2003, 19 (4).

[4] 吴振斌, 陈辉蓉, 贺锋, 等. 人工湿地系统对污水磷的净化效果 [J]. 水生生物学报, 2001, 25 (1).

[5] 梁威, 吴振斌. 人工湿地对污水中氮磷去除机制研究进展 [J]. 环境科学研究动态, 2000, (3).

[6] 李科德, 胡正嘉. 芦苇床系统净化污水的机理 [J]. 中国环境科学, 1995, 15 (2).

[7] 卢少勇. 人工湿地的磷去除机理 [J]. 生态环境, 2006, 15 (2).

[8] 张笑一. 地沟式污水土地处理和人工湿地中植物对磷去除的效果研究 [J]. 农业环境科学学报, 2004, 23 (1).

[9] H Brix. Use of Constructed Wetland in Water Pollution Control: Historical Development Present Status and Future Perspectives [J]. Wat Sci Tech, 1994, 30 (8).

[10] N M Wang, J M William. A Detailed Ecosystem Model of Phosphorus Dynamics in Created Riparian Wetlands [M]. Ecol Eng, 2000.

[11] J W B Stewart, H Tiessen. Dynamics of soil Organic Phosphorus [M]. Biogeochemistry, 1984.

[12] K R Reddy, D E M Angelo. Biogeochemical Indicators to Evaluate Pollutant Removal Efficiency in Constructed Wetlands [J]. Wat Sci Tech, 1997, 35 (5).

[13] A Drizo, C A Frost. Physico - Chemical Screening of Phosphate Removing Substrates for Use I Constructed Wetland Systems [J]. Water Research, 1997, 33 (7).

[14] 余波平. 垂直流人工湿地净化湖水的应用研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2006.

[15] 徐治国. 湿地植物对外源氮、磷输入的响应研究 [J]. 环境科学研究, 2007, 20 (1).

(下转第 60 页)



# 大宁河 2010 年春季水华浮游植物群落结构分析

刘敏, 吴光应, 王坚, 洪尚波

(巫山县环境监测站, 重庆 巫山 404700)

**摘要:** 2010 年 3 月对大宁河发生水华现象的水质及其浮游植物进行调查监测研究, 应用多样性指数、物种丰富度指数及均匀性指数对藻类多样性进行评价, 研究了藻类的优势种、细胞密度及藻类的空间分布。结果表明, 其水质属于中富营养型, 浮游植物主要为甲藻门的拟多甲藻, 绿藻门的小球藻, 共鉴定出 7 个门 31 个属。在水平方向, S8 点的藻密度最大; 在垂直方向, 各种浮游植物藻类细胞密度出现明显的分层变化, 不同深度的优势种也有一定的差异; 在水华期间, 表层藻细胞密度最高, 随着深度的增加, 藻类细胞密度逐渐减小。

**关键词:** 浮游植物; 群落结构; 分析; 大宁河

**中图分类号:** X172 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0057-03

随着三峡工程的三期蓄水, 巫山县境内长江一级支流大宁河等的流速、流量、水域环境发生了改变, 水生物群落也随着发生巨大变化。浮游植物是水生态系统的组分之一, 是水体初级生产者, 其群落结构与数量对水体生态系统的演替和发展影响较大。水库在兴建和形成过程中, 由于水动力学条件的变化, 浮游植物的种属和数量通常会发生改变, 甚至会出现“疯长”, 并导致水华暴发<sup>[1]</sup>。因此掌握浮游植物的群落结果及其特征具有十分重要的意义。2010 年 3 月, 在大宁河出口菜子坝至东坪坝段发现水面漂浮藻类水华现象, 3 月 12 日到 25 日对水华段进行了调查及水质监测研究。本文旨在通过对大宁河春季水华浮游植物群落结构的特征的分析, 研究藻类的分布差异, 进而为控制水华的发生提供相应的对策。

## 1 调查分析方法

### 1.1 采样断面与方法

根据水华发生情况, 合理设置采样监测断面, 共 8 个点, 分别为 S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8, 详见图 1。各个断面采集 0.5m、2.0m 和 5.0m 3 个水深的水样, 每隔 1d 采样 1 次。

调查与监测项目包括水温、pH、溶解氧、电导率、浊度、透明度、叶绿素、总氮、总磷、氨氮、高锰酸盐指数、水流速度及流量、藻密度及优势种等。水温、pH、溶解氧、电导率、浊度、叶绿素在现场用便携式多参数水质测定仪 DS5X 测定; 透明度用塞式盘在现场测定; 总氮采用碱性过

硫酸钾消解紫外分光光度法; 总磷采用钼酸铵分光光度法; 高锰酸盐指数为酸性高锰酸钾法; 为了控制测定的准确性, 在 TN、TP 和高锰酸盐指数分析时, 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, 平行样的相对误差 < 10%。水样的采集、保存及具体分析方法参见文献 [2~5], 浮游植物的分类、计数采用显微镜视野计数法<sup>[2,3,6,7]</sup>。

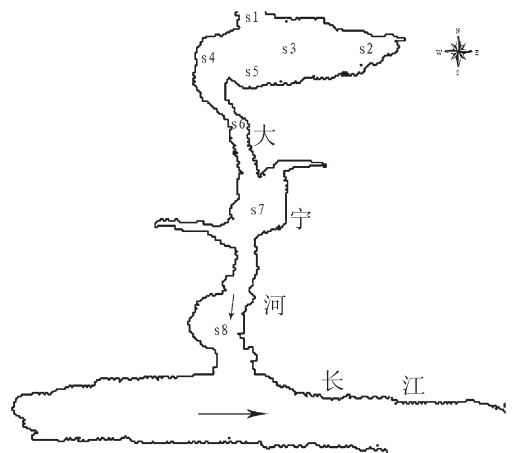


图1 采样点示意图

### 1.2 研究方法

Shannon - Wiener 多样性指数 ( $H'$ )、Margalef 丰富度指数 ( $d$ ) 和 Pielou 均匀性指数 ( $J$ ) 的计算公式分别为:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i (P_i = N_i/N)$$

$$d = (S - 1)/\ln N$$

$$J = H'/\log 2S$$

式中:  $S$  为种类数,  $N$  为同一样品中的个体总数,

$N_i$  为第  $i$  种的个体数<sup>[8]</sup>。

## 2 结果与讨论

### 2.1 浮游植物的种类

在整个调查研究中, 8 个采样点共鉴定出藻类 7 个门 (见图 2), 共有 31 属, 其中裸藻 2 属, 蓝藻 4 属, 硅藻 9 属, 绿藻 13 属, 黄藻、隐藻、甲藻各 1 属。总体来看, 大宁河春季藻类是以甲藻和绿藻为主, 分别占 39% 和 38%。各采样点均没有出现极为单一的优势种群。从出现的频率和数量来看, 甲藻门的拟多甲藻, 绿藻门的衣藻、小球藻是较为主要的种类, 这些在各个采样点上都有出现, 并且在数量上都占有一定的比例, 我们认为这与采样点的水质、所处环境有关。河流型的藻类生态特征是以硅藻为主, 而湖泊水库型的藻类生态特征是以绿藻为主<sup>[8]</sup>, 从 S1 到 S8 8 个采样点的硅藻有逐渐递增, 而绿藻有逐渐递减的趋势, 所以总体特征上来看与一般湖泊水库的情况相接近。

大宁河浮游植物的门类和种类较少, 调查中没有发现清洁水体指示种类金藻门等, 而富营养化指示种类绿藻门等较多, 说明水体有富营养化的趋势。

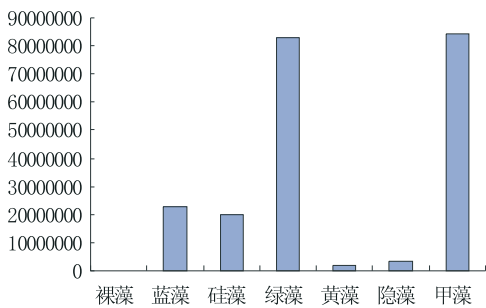


图2 藻类的种类组成

### 2.2 藻类细胞密度的变化

藻类细胞密度的变化范围为  $6.35 \times 10^5 \sim 210.75 \times 10^5$  cells/L, S8 点的藻类细胞密度最高, S1 点的藻类细胞密度最低。浮游植物是对水质变化较敏感的代表性水生生物<sup>[9]</sup>, 水体透明度、温度、pH 发生变化, 藻类也会发生相应的变化, 它们在选择适合自己生存的空间。S8 点的水温逐渐升高, 日照充足, 透明度下降, pH 也发生明显的变化 (如图 3), 为藻类的生长提供了一定的条件。

### 2.3 藻类的水平分布情况

由表 1 可见, 3 月 12 日各采样点表层的藻类细胞密度都比较低, 14 日各采样点表层的藻细胞密度 S1 到 S8 有逐渐增大的趋势, 各种藻类都在选择自己适合的生存空间, 离长江口越近藻细胞密度

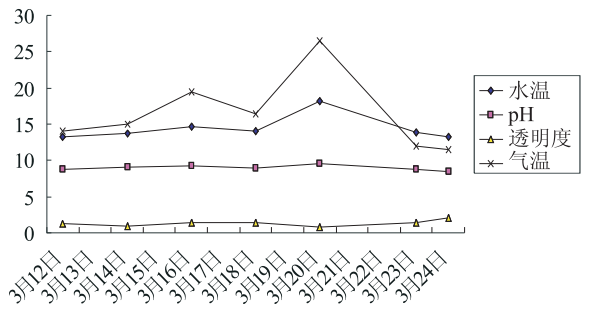


图3 S8环境温度的变化

越大, 富营养化程度越大。同一采样点 3 月 12 日到 14 日藻密度有逐渐增大的趋势, 随之又逐渐减小, 说明只要条件适应时, 藻类就会迅速萌发, 从而形成水华。

表 1 0.5 m 处藻类细胞密度 ( $\times 10^5$  个/L)

| 采样点 (Sampling Point) | 3月12日 (March 12) | 3月14日 (March 14) | 3月16日 (March 16) |
|----------------------|------------------|------------------|------------------|
| S1                   | 6.35             | 26.6             | 20.1             |
| S2                   | 21.5             | 58.15            | 44.85            |
| S6                   | 3.87             | 106.55           | 47.8             |
| S7                   | 50.35            | 117.7            | 29.15            |
| S8                   | 28.15            | 121.2            | 41.45            |

### 2.4 藻类的垂直分布情况

深水水体中, 由于不同深度水层所接受的光照强度以及水体热力学状态的明显差异, 导致浮游藻类有垂直分层的现象<sup>[10]</sup>。因为本地区温度及光照条件的不同, 对浮游植物类生长影响较大, 加之各种浮游植物藻类的生活习性和外界环境的不同, 由此出现了分层的现象。从图 4 可以明显地看出, 表层的藻类细胞密度最高, 随着水深的增加, 藻类细胞密度呈逐渐减少的趋势。

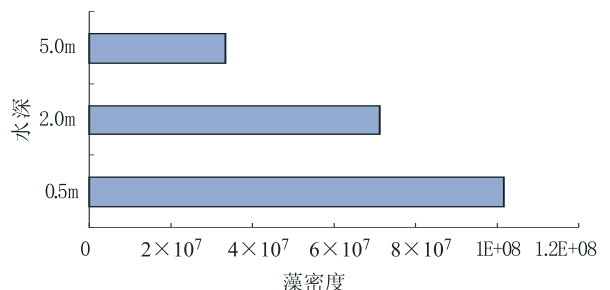


图4 不同深度的藻密度

如图 5 所示, 在 0.5 m 处的藻类分布中, 甲藻类占 44%, 成为优势种群, 其次是绿藻类占 37%; 2.0 m 深处甲藻和绿藻为优势种, 都占 38%; 5.0 m 深处绿藻为优势种, 占 48%, 其次是甲藻占 24%。每层的优势群体不一样, 每层的光照、温度及营养盐等各条件都不一样, 所以各种藻类都在选择它们

自己最适合的生存条件,种间、种内相互竞争空间生长,最后形成一个较为稳定的群落结构,不过这个群落结构又在不断变化。

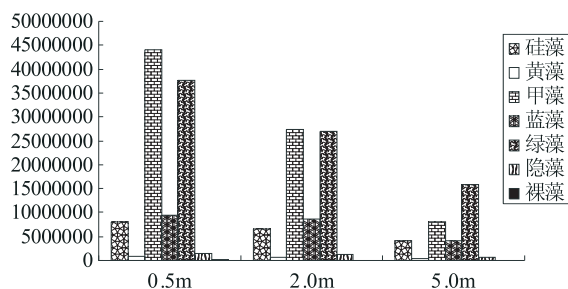


图5 不同深度主要藻类所占比例变化

## 2.5 多样性指数的计算

表2 各采样点的  $H'$ 、 $d$ 、 $J$  值

| 采样点 | $H'$  | $d$   | $J$   |
|-----|-------|-------|-------|
| S1  | 2.718 | 1.085 | 1.059 |
| S2  | 2.756 | 1.166 | 0.953 |
| S3  | 2.133 | 0.935 | 0.769 |
| S4  | 2.632 | 1.193 | 0.864 |
| S5  | 2.098 | 0.719 | 0.974 |
| S6  | 3.016 | 1.334 | 0.975 |
| S7  | 2.854 | 1.207 | 0.937 |
| S8  | 2.852 | 1.213 | 0.952 |

一般来说,藻类的  $H'$  越高,其群落结构越复杂,稳定性越大,水质越好。而当水体受到污染时,敏感型种类消失,  $H'$  减小,群落结构趋于简单,稳定性变差,水质下降<sup>[11]</sup>。研究表明  $J$  与  $H'$  有密切关系,例如竞争、捕食、演替等生态过程都能够通过改变  $J$  来改变  $H'$ ,而不会改变种类丰富度<sup>[12]</sup>。由表2可见,  $H'$  值为 2.098 ~ 3.016、 $d$  值为 0.719 ~ 1.334、 $J$  值为 0.769 ~ 1.059,其均值分别为 2.632、1.106、0.935。根据评价标准<sup>[11-13]</sup>进行综合评价可得,(评价标准:  $H'$ : >3, 轻或无污染; 1~3, 中污染; 0~1, 重污染。 $d$ : >5, 清洁; >4, 轻污染; >3, 中污染; <3, 重污染。 $J$ : 0~0.3, 重污染; 0.3~0.5, 中污染; 0.5~

0.8, 轻或无污染。)其水质属于中富营养型,水质的生物监测与化学监测结果基本相同。

## 3 基本结论

大宁河浮游植物总体特征与一般湖泊水库的情况相接近,春季水华藻类是以甲藻和绿藻为主,优势种为甲藻门的拟多甲藻,绿藻门的衣藻、小球藻。

藻类种间、种内相互竞争生存空间,都在选择自己的适应生存空间,这样出现了明显的垂直分层现象,且每层出现的数量及优势种群都不一样。

水华期间水质处于中富营养型,所以控制水华的发生,必须要控制有机物的污染,这样可减少水体中的营养盐浓度从而抑制藻类的生长。

### 参考文献:

- [1] 张远, 郑丙辉, 刘鸿亮. 三峡水库蓄水后的浮游植物特征变化及影响因素 [D]. 上海: 中国科学院上海冶金研究所, 2000.
- [2] 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.
- [3] 金相灿, 屠清英. 湖泊富营养化调查规范 (第二版) [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990.
- [4] H JII T 9122002, 地表水和污水监测技术规范 [S].
- [5] GB 383822002, 地表水环境质量标准 [S].
- [6] 赵文. 水生生物学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [7] 周凤霞, 陈剑虹. 淡水微型生物图谱 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [8] 况琪军, 胡征宇, 周广杰, 等. 香溪河流域浮游植物调查与水质评价 [J]. 武汉植物学研究, 2004, 22 (6).
- [9] 洪松, 陈静生. 中国河流水生生物群落结构特征探讨 [J]. 水生生物学报, 2002, 26 (3).
- [10] 周广杰, 况琪军, 胡征宇, 等. 香溪水库浮游藻类种类演替及水华发生趋势分析 [J]. 水生生物学报, 2006, 30 (1).
- [11] 况琪军, 马沛明, 胡征宇, 等. 湖泊富营养化的藻类生物学评价与治理研究进展 [J]. 安全与环境学报, 2005, 5 (2).
- [12] Gao X L, Song J M. Phytoplankton distributions and their relationship with the environment in the Changjiang Estuary, China [J]. Marine Pollution Bulletin, 2005, (50).
- [13] 沈韞芬, 章宗涉, 龚循矩, 等. 微型生物监测新技术 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1990.

## Analysis on Structure of Phytoplankton Community Leading to Bloom in Spring of 2010 in Daning River

LIU Min, WU Guang-ying, WANG Jian, HONG Shang-bo

(Wushan Environmental Protection Bureau, Wushan Chongqing 404700 China)

**Abstract:** The water quality and phytoplankton community were studied in Daning river in March of 2010 during

the algae bloom period. The diversity of the algae was investigated by diversity indices and species richness index and evenness index. The dominant species and cell density and spatial distribution were researched. The results showed that the water quality of the river is mesotrophic, the main categories of phytoplankton are peridiniopsis lemmermann from Pyrrophyta and chlorella from Chlorophyta. There are 7 classes and 31 genera. On the vertical direction, there is the highest algae density in the eighth site, however, in the horizontal direction, there are obvious stratification changes with different dominant species in different level. There was the highest cell density in the surface, the density decreased with increasing depth during algae bloom period.

**Key words:** phytoplankton; structure of community; analysis; Daning river

(上接第 56 页)

## Phosphorus Removal in Lake by Vertical Flow Constructed Wetland

YU Bo - ping, PENG Li - xin

(Shenzhen Research Academy of Environmental Sciences, Shenzhen Guangdong 518001 China)

**Abstract:** Sponsored by European Unite project, research of vertical flow constructed wetland (VFCW) was conducted to optimize the operating parameters. The result obtained from pilot tests was used in the design of practical projects, including in a water - supply VFCW and a water - cycling VFCW, based on which, the operational efficiency was systematically evaluated through long - term performance. Results of applied studies indicated that the performance of the two VFCWs perfectly satisfied originally designed purposes. The average efficiencies in pollutants removal by water - supply VFCW and water cycling VFCW were TP: 27.3% and 49.1%, phosphate: 20.1% and 34.8% under the hydraulic load of 1000mm/d to 2000mm/d respectively. Long - term performance of VFCWs greatly increased the lake water quality which the total phosphorus met or even better than the third level of the surface water quality standard.

**Key words:** vertical flow constructed wetland (VFCW); lake water purification; phosphorus removal

# 滇池外海沉水植物生态环境 调查与分布特点分析

宋任彬, 韩亚平, 潘珉, 何锋, 郭艳英  
(昆明市滇池生态研究所, 云南 昆明 650228)

**摘要:** 设立 8 个调查区对滇池外海湖滨水生植物现状和分布特点进行了调查, 结合历史资料对比, 分析了环境改变对自然湖滨带水生植物演替变化的影响。

**关键词:** 沉水植物; 生境特征; 调查; 滇池

**中图分类号:** X173 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0061-04

滇池是我国著名的高原淡水湖泊之一, 是昆明市赖以生存和发展的“母亲湖”, 具有城市供水、农业用水、调蓄、防洪、旅游、水产养殖、调节气候等多项功能。滇池全流域均在昆明市辖区内, 是昆明市居民最密集、经济最发达的地区, 又是昆明市未来发展的重要空间资源。受人类活动和水环境污染的影响, 滇池湖滨湿地总量大幅减少, 自然湿地几乎消失, 流域原生湿地植物种类和数量急剧减少, 甚至灭绝。湿地系统的恢复与重建已成为滇池治理与保护工作中的重要内容之一。

湖滨带是湖泊流域中水域和陆地相邻生态系统间的过渡地带, 是湖泊的天然保护屏障。湖滨带具有截污和过滤功能, 改善水质功能, 控制沉积和侵蚀功能, 保持生物多样性功能, 同时还可以为人类带来经济和美学方面的价值, 为人类生产再生资源, 改善环境。湖滨带与湖泊水体唇齿相依, 没有湖泊就没有湖滨带, 失去湖滨带的湖泊的生态系统是不完整的。

由于水体严重污染和对湖滨带的大量人为破坏, 如围海造田、盲目围垦、环湖防浪堤建设、湖周土地无序开发等, 使滇池的湖滨自然生态带基本消失, 滇池湖滨带的消失加剧了滇池水体的富营养化及生态系统的退化。要对滇池生态系统退化有一个完整正确的认识, 必须对滇池生态系统在结构和功能上进行全面的调查分析。

## 1 调查方法

### 1.1 调查方法

借助 2007 年的卫片图、2001 年测绘的 1:2000

地形图, 结合现场调查, 确定残存湖滨的分布范围。现场调查项目: 对选定植物群落进行 1m × 1m 的样方调查。

**植物群落指标:** 种类组成、覆盖度、分布面积、生物量、优势度。

**种类组成:** 初次进行水生植被的调查, 应采集每种植物, 并压制标本, 对标本进行编号, 以供鉴定核对。得出一份完整的群落组成名单, 可从科属组成、区系组成的地理和历史成分、生态成分等方面对残存湖滨带植被种类组成性质进行分析。

**覆盖度 (Coverage):** 取投影盖度和基部盖度。  
**生物量 (Biomass):** 取干重和湿重。  
**优势度 (DV)** =  $[(\text{相对频度 (RF)} + \text{相对生物量 (RB)}) / 2] \times 100\%$ 。  
**相对频度 (%)** = 某一种类的频度 / 所有种类的频度之和  $\times 100\%$ 。  
**频度 (Frequency):** 各种植物个体在不同地点的出现率  $F = P/T \times 100$   $F$  为频度,  $P$  为某一种出现的样方数目,  $T$  为全部样方树木。  
**相对生物量** = (某一种类的生物量 / 所有种类的生物量之和)  $\times 100\%$ 。

**水质指标:** pH、水温、水深、透明度、溶解氧、总氮、总磷、 $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 、 $\text{BOD}_5$ 、叶绿素、SS 等。

**地质指标:** 有机质、全氮、全磷等。

### 1.2 调查地点及对象

本次调查样地位于云南省昆明市的滇池外海湖滨湿地, 总面积约为 3400 $\text{hm}^2$ 。调查对象为各调查点湖滨近岸带沉水植物群落、浮叶植物群落和挺水植物群落。湿地植被通常沿水位梯度呈带状分布, 该格局的形成是物种的竞争能力和对环境胁迫的耐受力的权衡 (Grime, 1977, 1988)。由于明显的水位梯度区分, 在淡水湿地中水位是决定植物分布的主导因素 (Grace, 1989; Silvertown et al.,

1999; 王海洋等, 1999; Casanova&Brock, 2000; 刘贵华等, 2001; Liu et al. 2006), 湿地植被呈现明显的带状分布。

因此在滇池湖滨周边选取各具代表性的8个调查片区别进行挺水植物和沉水植物的调查; 8个调查片区别位于滇池东岸的晋宁三合淤泥河河口、晋宁海晏清水沟河口、晋宁白鱼河口, 滇池西岸的西华红映湖滨, 滇池北岸的盘龙江小河半岛西岸带, 滇池西南岸的晋宁古城河口、海门/海丰海口河出湖口处。所选的8个调查区域涵盖了滇池东南西北不同岸带, 具有不同风浪风向的气候特征、不同土壤底质的地理特征和不同水体流向的水纹特征。

## 2 调查结果与分析

### 2.1 调查初步结果

通过本次调查发现滇池湖滨带的挺水植物群落主要包括由茭草 (*Zizania caduciflora*)、芦苇 (*Phragmites australis*)、香蒲 (*Typha orientalis Presl*)、水凤仙 (*Himalayan Balsam*) 和酸模叶蓼 (*Polygonum lapathifolium*) 等组成的挺水植物区; 主要由微齿眼子菜 (*Potamogeton maackianus*)、轮叶黑藻 (*Hydrilla verticillata*)、穗花狐尾藻 (*Myriophyllum spicatum*) 和篦齿眼子菜 (红线草 *Potamogeton pectinatus*) 等组成的沉水植物群落。

由于历史原因滇池芦苇群落主要是湖滨土地荒弃后依靠人工恢复和自身种子库恢复生长而成, 茭草和香蒲群落主要为人工种植后自然生长演替而形成。目前滇池湖滨带挺水植物中茭草群落占优势, 且分布面积较广。漂浮植物主要以外来入侵水葫芦和大藻为主, 在西华红映湖滨及清水沟湖滨发现野菱群落。沉水植物在全湖形成以红线草为主要优势种, 浅水区域及岸上的低洼塘内以穗状狐尾藻群落为主, 在海门/海丰海口河出湖口处发现小面积的苦草和轮藻。

少数沉水植物的种子可以在不同水位区之间扩散, 但它们扩散到新位点后由于水位条件的限制不能完成正常的生活史, 因而种子库得不到有效的补充和更新。滇池湖滨带挺水植物以芦苇和茭草为优势种, 而在2009年末至2010的百年一遇的持续大旱期间, 滇池运行水位维持在一个极低的水平, 酸模叶蓼 (*Polygonum lapathifolium*)、辣蓼 (*Polygonum flaccidum*) 和两栖蓼 (*Polygonum amphibium*) 等在滇池湖滨带大面积生长, 因此在水文极端变化的年份, 种子库限制可能会成为决定地表植物分布格局的主导因素。

### 2.2 沉水植物的演化

据资料调查, 20世纪50年代末, 滇池湖体面积90%以上为水生植被所覆盖, 在水深4m内的湖体都有水草生长。

水体透明度的大小是衡量水体吸收太阳光能多少的标志, 沉水植物是靠水体吸收太阳能来进行光合作用的。由于随生活生产污水进入滇池的污染物质长期在水中悬浮, 加上湖泊的浮游生物数量激增, 造成了湖泊水体透明度明显下降。光能的不足使滇池水深3~3.3m以上没有水生植被生长, 因此是制约滇池沉水植被分布的重要生态因素。

### 2.3 自然生境状况

依据调查结果分析, 滇池南岸面源为磷矿区和磷肥加工企业, 经过雨水冲刷, 沉积湖滨土壤全氮、全磷含量较高, 古城片区可达1%以上。滇池外海其余岸带湖滨土壤底泥中的全氮、全磷的含量分别处在0.1%~0.4%和0.1%~0.2%的水平。在滇池北岸带沉水植物群落比较单一, 以篦齿眼子菜群落和狐尾藻群落为代表, 南岸和西岸沉水植物群落丰富度比北岸高, 微齿眼子菜群落、马来眼子菜群落、轮叶黑藻群落、穗花狐尾藻群落和篦齿眼子菜群落均有分布。

表1 各样点氮、磷情况

(%)

|    |    | 样点一   | 样点二   | 样点三   | 样点四   | 样点五   | 样点六   |
|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 土壤 | 全氮 | 0.301 | 0.262 | 0.302 | 0.670 | 0.962 | 0.325 |
|    | 全磷 | 0.151 | 0.120 | 0.069 | 0.166 | 0.336 | 1.302 |
| 水体 | 总氮 | 2.453 | 2.283 | 1.643 | 2.043 | 0.754 | 1.187 |
|    | 总磷 | 0.106 | 0.149 | 0.031 | 0.149 | 0.038 | 0.480 |

有机质的含量依据片区的沉积状况变幅较大, 水体氮磷含量和土壤氮磷含量普遍成正相关性。由于沉水植物生长繁茂, 个别采样区域水体氮磷含量水平远低于土壤氮磷含量水平。沉水植物群落分布

与土壤底质氮磷无明显相关联系。可见, 在不同水体区域内有机磷含量的高低, 不仅受沉水植物降解功能的影响, 同时可能还受到水体物理特征的影响。

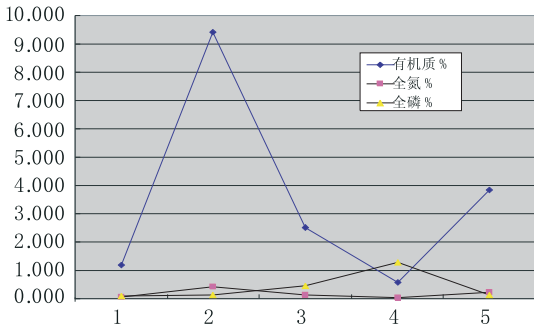


图1 不同点马来眼子菜土壤营养概况

## 2.4 沉水植物生境现状

通过分析可以看出在目前的水环境条件下，水深和透明度是影响沉水植物分布的关键因素，植株生长对光照的需求和耐受直接影响了不同沉水植物群落在滇池外海的分布情况。在水深超过 3.3m 的深水区域未发现采集到沉水植物样本，几乎所有沉水植物绝迹；水深 1.6 ~ 3.3m 水生植物优势种为篦齿眼子菜，水深超过 2.8m 时种群生物量和多优度有明显下降趋势，当水深降至 1.6m 时逐步开始发现马来眼子菜、穗状狐尾藻、轮叶黑藻，微齿眼子菜在水深低于 1m 才开始出现分布。

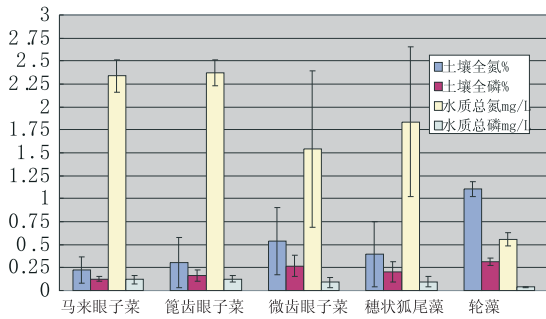


图2 滇池外海常见沉水植物生境表

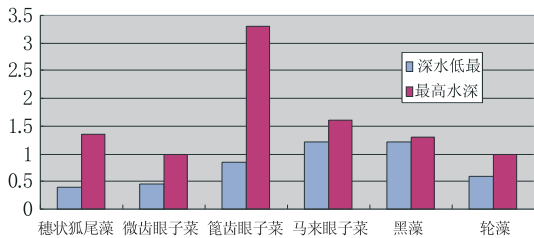


图3 沉水植物群落水深适应性调查

轮藻发现的区域地处滇池南岸的海丰地区，经过采样发现该区域的土壤的全磷、全氮、有机质含量是所有观测点中最高的，而水质环境是最好的，达到地表Ⅲ类水标准，形成了鲜明的对比。此区域东南方背靠山峰，西北有一人工修筑的塘埂，因此不易形成较大风浪，减少了风浪对污泥的扰动，使透明度较长时间保持在一个较高的水平，为

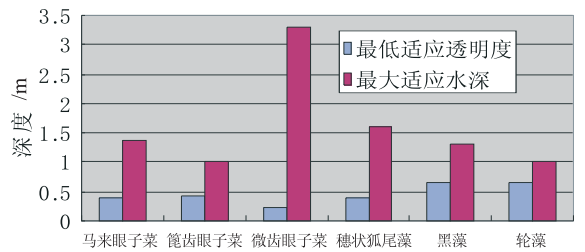


图4 不同沉水植物群落分布透明度和水深比较

沉水植物的生长提供了有力的条件；沉水植物的大量生长又反过来改善水质，为污染耐受性差的物种提供了生长条件。因此可以看出，减少风浪对沉水植物区的侵扰，可以为沉水植物的恢复创造有力条件。

经过滇池水环境综合治理，滇池外海水质有稳定好转，处在V类水质标准，仍属于富营养化较重的水平。受水质等自然生态环境的影响和多年的物种相互竞争自然演替的影响，沉水植物的种类和分布形成了一个相对稳定的格局。从此次现场调查的情况来看，滇池外海常见的沉水植物物种为：篦齿眼子菜、马来眼子菜、金鱼草、穗状狐尾藻、微齿眼子菜、黑藻；篦齿眼子菜在分布面积和数量上都表现出明显优势，曾认为在滇池自然水体灭绝的轮藻群落被发现。通过数据对比发现环境适应性最强的篦齿眼子菜和分布最少的轮藻在适应透明度和适应水深比分别达到最大比值，分别为 0.07 和 0.65。呈现出环境适应性越强比值越小的趋势。由于影响沉水植物分布的因素很多，相互作用关系复杂，各生态因子对沉水植物分布的影响还有待进一步分析研究。

## 3 小结与讨论

(1) 滇池水污染导致水生植物群落发生大面积萎缩，物种多样性下降。持续的水体高富营养化水平，使得沉水植物物种多样性程度保持在一个低的水平（常见沉水植物在 5 ~ 6 种），沉水植物物种以耐污性强适应范围广的眼子菜属为主，群落的分布比 20 世纪六七十年代有较大的萎缩，依据调查情况在水深 3m 的范围内均有不同程度的分布。

(2) 滇池外海沉水植物群落分布与土壤水质的氮磷含量没有明显的关联，水体透明度和水深是影响沉水植物分布和种群分布的关键因素。风浪在浅水型湖泊对底泥的扰动影响较为显著，迎风岸带水体经风浪冲刷直接造成水体透明度下降，滇池外海东岸和北岸的沉水植物种群数量分布较少且种群结构单一。

(3) 在水文极端变化的年份，种子库限制可

能会成为决定地表植物分布格局的主导因素, 形成新的优势种的几率增加。

参考文献:

[1] 孙利青. 长治漳泽水库湿地植物群落的数量分类与排序研究 [J]. 科技情报开发与经济, 2010, (2).  
[2] 郝翠. 天津滨海新区自然湿地植物分布与土壤理化性质的关系 [J]. 湿地科学, 2009, 7 (3).  
[3] 徐洋. 生态位限制和物种库限制对湖滨湿地植物群落分布格局的影响 [J]. 植物生态学报, 2009. 33 (3).  
[4] 李恒. 滇池植被变迁和生态条件的关系 [J]. 云南大学学报, 1985, 7 (S).

[5] 夏天翔. 抚仙湖不同类型岸带沉水植物分布及水体氮磷特征 [J]. 生态学杂志, 2007, 26 (6).  
[6] 张福林. 不同沉水植物对沉积物磷迁移转化的影响 [J]. 生态环境学报, 2009, 18 (6).  
[7] Old van Venterink H, Verkroost AWM, et al. Species richness – productivity patterns differ between N-, P-, and K-limited wetlands [J]. Ecology, 2003.  
[8] 徐治国. 植物 N/P 与土壤 pH 值对湿地植物物种丰富度的影响 [J]. 中国环境科学, 2006, 26 (3).  
[9] 吴振斌. 沉水植物重建对富营养化水体氮磷营养水平的影响 [J]. 应用生态学报, 2003, (8).

## Preliminary Investigation and Analysis on the Submerged Plants Ecological Environment and Distribution Characteristics in Outer Dianchi Lake

SONG Ren – bin, HAN Ya – ping, PAN Min, HE Feng, GUO Yan – ying  
(Kunming Institute of Ecology of Dianchi Lake, Kunming Yunnan 650034 China)

**Abstract:** The spot investigation on submerged plants had been carried out in eight sites Outer Dianchi lake was conducted to obtain the present situation and distribution characteristics of the plants. By analyzing the changes of the submerged vegetation between the past and the current situation, the characteristics of changes resulted from environmental impacts on the submerged plants species construction were indicated.

**Key words:** submerged plants; biotope characteristics; investigate; Dianchi lake



# 南涧县工业废气排放变化趋势及其防治对策

方芹丽

(南涧县环境保护局, 云南 大理 675700)

**摘要:** 对2007年南涧县第一次污染源普查结果及2009年动态更新调查数据中的工业废气排放数据进行汇总分析, 研究了南涧县废气排放的变化趋势, 提出相应的废气污染防治对策。

**关键词:** 废气排放; 变化趋势; 防治对策

**中图分类号:** X51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0065-02

2007年南涧县开展了第一次污染源普查工作, 2009年完成调查数据的动态更新工作。通过两次全县范围内大规模污染源普查, 获取了较为详实、全面、系统的排污资料, 建成了县级数据库。

## 1 南涧县废气排放情况及污染变化趋势

南涧县2007年普查中涉及废气排放的工业企业19家, 工业废气排放总量10165.4万Nm<sup>3</sup>, 其中燃烧过程排放量6795.52万Nm<sup>3</sup>, 占工业废气排放总量的66.85%。全县废气处理设施3套, 其中除尘设施2套, 脱硫设施没有, 实际废气处理量2838万Nm<sup>3</sup>, 处理率为27.92%。

2009年, 动态更新筛选后的废气重点排放调查工业企业21家, 工业废气排放总量为18057.58万Nm<sup>3</sup>, 其中燃烧过程排放量12803.17万Nm<sup>3</sup>, 占工业废气排放总量的70.9%。全县废气处理设施7套, 其中除尘设施3套, 脱硫设施1套, 实际废气处理量10777.37万Nm<sup>3</sup>, 处理率为59.68%。

2009年废气排放总量比2007年增加了7892.18万Nm<sup>3</sup>, 增加幅度较大, 究其原因, 主要是政府招商引资力度加大, 新建了南涧开启矿业有限责任公司、南涧县水泥有限责任公司和两个机制砖厂。由于资金、技术等方面的原因, 废气处理率不高, 废气治理工程或未动工、或配套不健全, 导致全县废气达标率仍处于十分低的水平, 废气污染形势仍十分严峻。

## 2 南涧县污染物排放情况及变化趋势

污染源普查汇总数据显示, 南涧县废气排放污染物主要以SO<sub>2</sub>为主。

2007年, 全县SO<sub>2</sub>年产生量61.67t, 排放量59.35t, 脱硫率为3.76%; 2009年SO<sub>2</sub>产生总量450.39t, 排放量192.31t, 脱硫率为57.3%。数据

显示, SO<sub>2</sub>排放量呈逐年上升趋势, 但脱硫率却大幅提高。分析主要原因, 为南涧县开启矿业有限责任公司、南涧县益民砖厂和团山机制砖厂的相继投产, 致使全县二氧化硫排放量大幅增加, 但是, 由于新建的南涧县开启矿业有限责任公司按照环评要求, 投入了脱硫设备, 使得2009年全县的脱硫效率大幅提高。

## 3 废气排放分布情况

### 3.1 区域分布情况

#### 3.1.1 废气排放区域分布情况

南涧县2007年和2009年度区域工业废气排放情况统计详见表1。

表1 南涧县工业废气区域排放情况统计表 (万Nm<sup>3</sup>)

| 年度    | 南涧镇      | 宝华镇    | 无量乡    | 公郎镇   | 小湾东镇   |
|-------|----------|--------|--------|-------|--------|
| 2007年 | 9175.92  | 606.7  | 283.92 | 51.56 | 47.32  |
| 2009年 | 17235.74 | 544.87 | 147.88 | 0     | 129.09 |

从废气排放区域来看, 2007年废气排放量最大的是南涧镇, 其废气排放量占全县废气排放总量的90.27%; 宝华镇占5.97%, 无量乡占2.79%, 公郎镇占0.51%, 小湾东镇占0.46%。拥翠乡、乐秋乡和碧溪乡无产生废气排放的工业企业, 故无废气排放统计。

2009年南涧镇废气排放量占全县废气排放量的95.45%; 宝华镇、无量乡、小湾东镇三乡镇排放量占全县的3.02%、0.82%、0.71%。

从废气排放量区域分布情况看, 南涧县工业废气污染负荷较重的乡镇是南涧镇, 仅1个镇的废气排放量就占全县的95%以上。

#### 3.1.2 废气中主要污染物SO<sub>2</sub>区域分布情况

南涧县2007年和2009年度工业废气中主要污染物二氧化硫排放情况统计详见表2。

表2 南涧县二氧化硫排放情况统计表 (t)

| 年度    | 南涧镇    | 无量乡   | 宝华镇  | 小湾东镇 | 公郎镇  |
|-------|--------|-------|------|------|------|
| 2007年 | 35     | 15.81 | 3.58 | 3.01 | 1.95 |
| 2009年 | 177.76 | 9.41  | 3.24 | 3.03 | 0    |

从废气中主要污染物 SO<sub>2</sub> 排放情况来看, 2007 年废气中主要污染物 SO<sub>2</sub> 排放量南涧镇最大, 其次分别是无量乡、宝华镇、小湾东镇和公郎镇, 分别占全县总排放量的 58.97%、26.64%、6.03%、5.07% 和 3.29%。2009 年, SO<sub>2</sub> 排放最多的依然

为南涧镇, 其次是无量乡、宝华镇、小湾东镇, 排放量分别占全县排放量的 92.43%、4.89%、1.68% 和 1.58%。

以污染物 SO<sub>2</sub> 排放总量的区域分布来看, 两年的情况相同, 南涧镇依然是全县工业经济发展的中心。

### 3.2 行业分布情况

南涧县 2007 年和 2009 年度工业废气行业排放情况统计详见表 3。

表3 南涧县工业废气行业排放情况统计表

(万 Nm<sup>3</sup>)

| 年度    | 非粘土砖瓦及建筑砌块制造业 | 冶金行业   | 水泥制造业 | 精制茶加工行业 | 水泥制品制造业 | 林产化学产品制造业 | 畜禽屠宰业  |
|-------|---------------|--------|-------|---------|---------|-----------|--------|
| 2007年 | 5490.44       | 0      | 2838  | 962.5   | 489.6   | 282.91    | 101.97 |
| 2009年 | 6109.55       | 5678.4 | 4540  | 785.11  | 391.47  | 553.05    | 0      |

从废气排放行业分析, 2007 年废气排放量最大的为非粘土砖瓦及建筑砌块制造业, 废气排放量占全县工业废气排放量的 54.01%; 水泥制造业占 27.92%, 精制茶加工行业占 9.47%, 水泥制品制造业占 4.82%, 林产化学产品制造业占 2.78%, 畜禽屠宰业占 1%。

2009 年非粘土砖瓦及建筑砌块制造业废气排放量占全县工业废气排放量的 34.38%, 冶金行业占 31.45%, 水泥制造业占 25.14%, 精制茶加工行业占 4.35%, 林产化学产品制造业占 3.06%, 水泥制品制造业占 2.17%。

以行业废气排放量情况看, 除因 2009 年新建的冶金行业增加并名列第二外, 其他行业排放情况不变。

### 4 工业废气污染防治对策

(1) 加快产业调整步伐。对消耗资源多、耗能高、污染大、效益差的企业, 根据产业调整政策, 坚决实行关、停、并、转, 把废气污染负荷有效控制下来。如, 南涧县现有机制砖厂 6 家, 将之整合成规模化的大型砖厂。

(2) 加快污染源治理, 实现达标排放。充分发挥污染治理设施的作用, 保证治理设施正常运行。对达标排放的企业, 要加强监督, 巩固达标成果, 杜绝反弹; 对未实现达标排放的企业, 利用排污收费的杠杆作用, 促使企业尽快采取措施, 实现达标排放。

(3) 把好新、改、扩建项目的审批关, 实现新

建项目“三同时”。随着国家西部大开发战略的实施, 防止能耗高、污染大的项目向南涧县转移, 应引起有关领导和部门的高度重视。要彻底改变批一个项目, 就产生一个新的污染源, 几年以后, 成为老污染源<sup>[1]</sup>; 老污染源的问题没有解决, 新的污染源又产生。

(4) 认真执行企业排污申报制度, 加强监管机制。要把排污申报登记制度作为一项经常性的、基础性的工作抓好、抓紧、抓死。把排污申报作为企业的一项自觉接受环保部门监督的行为, 使之制度化。通过排污申报各项基础数据的考核, 促进企业积极开展源头治理, 把煤耗、水耗、能耗、原辅材料的消耗在生产过程中严格控制下来, 实现资源优化配置, 把污染排放降至最小, 有效地控制各个企业的排污量。

(5) 实施排污许可证制度<sup>[1]</sup>。对每一个排污单位审核废气污染物允许排放量, 到年底由环保部门和工商行政管理部门共同把关审核废气污染物排放情况, 将废气污染物排放控制与工商营业执照年检结合起来。

(6) 限期达标。加强日常监管, 对污染负荷比重较大的南涧镇的废气重点污染源, 限期治理。对已完成治理项目的重点污染源, 确保设施正常运转, 达标排放。

#### 参考文献:

[1] 王世庆. 环境监察 (第三版) [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2009.

# 赤泥及粉煤灰处理磷石膏堆场 废水的方案筛选及评价

安 全, 刘 方, 杨爱江

(贵州大学 资源与环境工程学院, 贵州 贵阳 5500025)

**摘 要:** 采用  $L_9(3^4)$  的正交设计法, 以可溶性正磷酸盐下降率及 pH 值上升率为评定指标, 对赤泥及粉煤灰处理磷石膏堆场废水的优化方案进行筛选。实验结果表明, 降低可溶性磷酸盐含量的最佳方案为赤泥 1.60g, 粉煤灰 0.80g, 水样 100ml, 时间 4d。提高 pH 的最佳方案为赤泥 1.60g, 粉煤灰 0.40g, 水样 100ml, 时间 3d。

**关键词:** 磷石膏; 含磷废水; 处理; 赤泥; 粉煤灰; 方案筛选

**中图分类号:** X703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0067-04

磷石膏是磷酸及磷肥类工业在生产过程中所产生的一种工业副产品, 是磷肥工业的固体废弃物。其含有大量的磷, pH 约为 1.5 ~ 4.5, 呈酸性, 此外还含有多种其他杂质。磷石膏杂质分为可溶性和不可溶性杂质两大类<sup>[1,2]</sup>。虽然关于磷石膏资源化途径的利用研究已有很多, 但其利用率还不到 10%<sup>[3]</sup>。当前磷石膏的处置方式仍然以露天堆置为主, 由于无序堆放, 磷石膏不仅占据大量的土地资源, 破坏地貌景观, 而且其中的有害物质被雨水淋溶渗出, 污染周围的水体、土壤、植被、大气等。有研究表明, 磷石膏堆场废水对周围环境危害很大, 附近的天然池塘的 pH、 $PO_4^{3-}$  成分远远超过我国国家地表水标准的 V 类水要求<sup>[4]</sup>, 这样就会造成周边水体富营养化或水体酸化等现象。

赤泥和粉煤灰都是产量大的固体废弃物。赤泥是氧化铝工业产生的废渣, 呈碱性, 主要成分是二氧化硅、氧化钙和铁铝金属氧化物, 具有比表面积大、孔隙率大的特点<sup>[5]</sup>。粉煤灰是燃煤电厂排放的固体废弃物, 以  $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$  为主要成分, 并含有少量的  $Fe_2O_3$ 、CaO 等, 具有多孔结构, 比表面积也比较大<sup>[4]</sup>。现阶段, 已有不少研究者利用这两种固体废弃物分别来处理含磷废水, 处理效果显著。因此, 拟用赤泥、粉煤灰这两大固体废弃物作为添加剂, 对其进行改良, 主要针对废水的 pH 值

和可溶性正磷酸盐的含量进行分析。对于赤泥、粉煤灰、磷石膏堆场废水及停留时间的比例配比问题将采用正交设计法进行设计, 利用 SPSS 软件进行结果分析。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

150ml 三角瓶, 保鲜膜, 赤泥、粉煤灰、磷石膏堆场废水。其中: 赤泥取自贵州铝厂赤泥堆场; 粉煤灰采自贵阳电厂粉煤灰堆场; 磷石膏堆场废水取自平坝磷石膏堆场。

### 1.2 实验方法

将赤泥、粉煤灰在室内风干, 剔除石块、草屑等杂质, 研磨后过 80 目筛备用。实验利用正交表  $L_9(3^4)$  设计由赤泥、粉煤灰、水样、停留时间为 4 因素的正交试验因素水平表, 共 9 个处理。经过前期实验, 确定各因素的水平范围, 具体配比见表 1。

表 1 正交试验设计因素水平表

| 处理号            | 赤泥/g<br>A | 粉煤灰/g<br>B | 水样/ml<br>C | 停留时间/d<br>D | 组合                                                          |
|----------------|-----------|------------|------------|-------------|-------------------------------------------------------------|
| T <sub>1</sub> | 1(1.60)   | 1(0.40)    | 1(100)     | 1(2)        | A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub> |
| T <sub>2</sub> | 1         | 2(0.80)    | 2(120)     | 2(3)        | A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub> |
| T <sub>3</sub> | 1         | 3(1.20)    | 3(140)     | 3(4)        | A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> |
| T <sub>4</sub> | 2(1.20)   | 1          | 2          | 3           | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub> |
| T <sub>5</sub> | 2         | 2          | 3          | 1           | A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub> |
| T <sub>6</sub> | 2         | 3          | 1          | 2           | A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub> |
| T <sub>7</sub> | 3(0.80)   | 1          | 3          | 2           | A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub> |
| T <sub>8</sub> | 3         | 2          | 1          | 3           | A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub> |
| T <sub>9</sub> | 3         | 3          | 2          | 1           | A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub> |

收稿日期: 2011-01-27

基金项目: 贵州省科学技术基金“喀斯特地区矿山典型固废有毒污染物的化学特征及生态毒理效应研究”(黔科合字 2009-2034)。

作者简介: 安全 (1986-), 女, 在读硕士研究生, 研究方向: 环境污染与控制。

将不同的固液配比放入三角瓶中，每个配比重复3次，1个空白。固液混匀之后，用保鲜膜封住三角瓶瓶口，静止相应停留时间。除此之外，需在保鲜膜上戳上一定量的小孔，这样可以减少水样蒸发，同时又不会造成三角瓶内处于缺氧状态，可以加强所测数据的准确性。

### 1.3 测定项目及方法

实验样品均为当天测定，测定所有试验样品的pH值、可溶性正磷酸盐的含量。其中，pH值使用玻璃电极法，可溶性正磷酸盐采用钼酸盐比色法<sup>[6]</sup>。

### 1.4 评定指标及分析方法

实验以pH值的上升率，可溶性正磷酸盐的下降率为评定指标。数据利用spss.统计软件对测定指标进行极差分析（直观分析）和方差分析，筛选出其相应的最佳方案。大体步骤如下<sup>[7,8]</sup>：①利用spss.统计软件Data菜单中的Orthogonal Design模块直接生成正交表 $L_9(3^4)$ ，把系统自动生成的数据经过适当调整后，使其与实验设计的配比一致，随后输入实验结果；②选用Analyze菜单中的General linear model下的Univariate进行分析，系统得出相应图表，经过图表分析可得出所测指标的最佳配比分析结果；③若分析得出结果与正交试验因素表（表1）无相同配比，则需做补充验证实验，验证分析结果是否合理。

## 2 结果与分析

### 2.1 正交设计实验结果

磷石膏堆场废水测定结果为：可溶性正磷酸盐含量为612.5mg/L，pH值为3.825。正交设计实验结果由各评定指标的平均值表示（图1）。由图1可粗略看出，对于水体中可溶性磷酸盐的去除率效果，最优方案的是 $T_2$ ，其次为 $T_1$ ，效果最差的

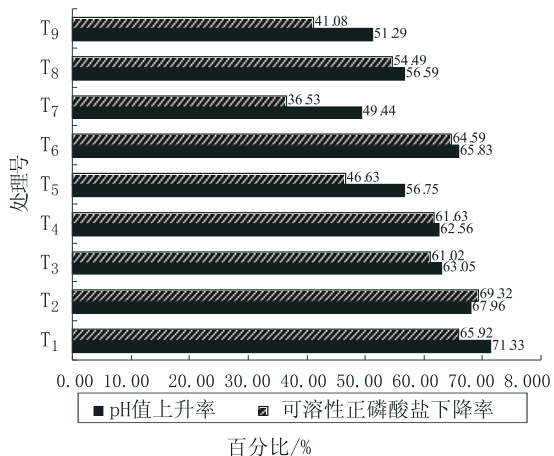


图1 正交设计实验结果

为 $T_7$ 。对于pH值的上升最为有效的方案依次为 $T_1$ 、 $T_2$ 及 $T_6$ ，效果最差的方案为 $T_7$ 。

### 2.2 可溶性正磷酸盐的最佳方案筛选

根据1.4所述步骤，系统自动生成单因素方差分析的系列表格。

表2 主体间效应的检验 (%)

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F         | Sig.  |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|-----------|-------|
| Corrected Model | 3292.806 <sup>a</sup>   | 8  | 411.601     | 370.094   | 0.000 |
| Intercept       | 83737.155               | 1  | 83737.155   | 75292.915 | 0.000 |
| A               | 2108.793                | 2  | 1054.397    | 948.069   | 0.000 |
| B               | 20.466                  | 2  | 10.233      | 9.201     | 0.002 |
| C               | 870.039                 | 2  | 435.019     | 391.151   | 0.000 |
| D               | 293.507                 | 2  | 146.754     | 131.955   | 0.000 |
| Error           | 20.019                  | 18 | 1.112       |           |       |
| Total           | 87049.979               | 27 |             |           |       |
| Corrected Total | 3312.824                | 26 |             |           |       |

a. R Squared = 0.994 (Adjusted R Squared = 0.991)

由表2可知，对于水体中可溶性正磷酸盐含量的去除来说，赤泥（A）、水样（C）、停留时间（D）的sig.都为0（ $p < 0.01$ ），粉煤灰（B）的显著值sig.为0.002（ $p < 0.01$ ），因此这4个因素对于水样中的可溶性正磷酸盐含量的去除的影响都极为显著，但之间仍有差异。根据sig.值得出粉煤灰略小于其他3个因素的结论。虽然A、C、D对于该指标的去除率都比B的效果显著，但由F值的大小可得出 $A > C > D$ 的结论。因此，赤泥（A）、粉煤灰（B）、水样（C）、时间（D）这4因素对于该指标的影响程度可表示为 $A > C > D > B$ 。

表3 估算表 (%)

|   | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval |             |        |
|---|------|------------|-------------------------|-------------|--------|
|   |      |            | Lower Bound             | Upper Bound |        |
| A | 1    | 65.421     | 0.352                   | 64.683      | 66.160 |
|   | 2    | 57.617     | 0.352                   | 56.878      | 58.355 |
|   | 3    | 44.032     | 0.352                   | 43.294      | 44.771 |
| B | 1    | 54.693     | 0.352                   | 53.955      | 55.432 |
|   | 2    | 56.814     | 0.352                   | 56.076      | 57.553 |
|   | 3    | 55.562     | 0.352                   | 54.824      | 56.301 |
| C | 1    | 61.667     | 0.352                   | 60.928      | 62.405 |
|   | 2    | 57.343     | 0.352                   | 56.605      | 58.082 |
|   | 3    | 48.060     | 0.352                   | 47.321      | 48.799 |
| D | 1    | 51.209     | 0.352                   | 50.470      | 51.947 |
|   | 2    | 56.814     | 0.352                   | 56.076      | 57.553 |
|   | 3    | 59.047     | 0.352                   | 58.308      | 59.785 |

在表3中，对于A因素来说，Mean栏数值依次为：65.421，57.617，44.032，通过比较可得

出:  $A_1 > A_2、A_3$ , 所以最优水平为  $A_1$ 。同理, 通过分析可得出 B、C、D 的最佳水平为  $B_2、C_1、D_3$ 。通过组合各因素的最佳水平便可得出最佳组合方案:  $A_1B_2C_1D_3$ , 即是赤泥取 1.60g, 粉煤灰 0.80g, 水样 100ml, 停留 4d 后, 对于降低废水中可溶性正磷酸盐的含量效果最佳。但是得出的最佳方案  $A_1B_2C_1D_3$  在  $L_9(3^4)$  设计表中无匹配, 故需做补充验证实验。

补充验证实验选择正交设计表中该指标去除率最高的  $T_2$  号处理  $A_1B_2C_2D_2$  和分析得出的最佳配比  $A_1B_2C_1D_3$  进行补充实验, 试验号标记为  $U_1, U_2$ 。为保证验证实验结果的有效性, 每组配比重复 3 次, 1 个空白。具体实验结果见表 4。

表 4 可溶性正磷酸盐的验证实验结果 (%)

| 名称  | $U_1 (A_1B_2C_2D_2)$ |       |       | $U_2 (A_1B_2C_1D_3)$ |       |       |
|-----|----------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|
| 下降率 | 75.04                | 73.17 | 73.64 | 79.12                | 80.31 | 80.31 |
| 平均值 | 73.95                |       |       | 79.91                |       |       |

由表 4 可知,  $U_2$  对于磷石膏堆场废水中可溶性正磷酸盐的去除率要优于  $U_1$  的, 因此可以认为  $A_1B_2C_1D_3$  为该指标的最佳方案确实可信。

### 2.3 pH 值的最佳实验筛选

对于筛选提高渗滤液 pH 值的最佳方案的具体分析步骤与可溶性正磷酸盐的方法相同, 故不详细列出相关表格, 只摘取主要部分进行说明。

分析表 5 可知赤泥 (g)、粉煤灰 (g)、水样 (ml)、停留时间 (d) 对于 pH 值的显著效果顺序为赤泥 (g) > 水样 (ml) > 时间 (d) > 粉煤灰 (g), 适合提高磷石膏渗滤液 pH 值的最佳组合为  $A_1B_1C_1D_2$ , 即为赤泥取 1.60g, 粉煤灰取 0.40g, 磷石膏堆场废水水样取 100ml, 停留时间为 3d 时。但是正交试验因素水平表 (表 1) 中同样未有相同组合, 因此仍必须做补充实验, 验证分析结果。验证实验由图 1 分析得出的 1 号组合  $A_1B_1C_1D_1$  和分析得出的  $A_1B_1C_1D_2$  组合进行, 标记为  $W_1, W_2$ , 各重复 3 次, 1 个空白, 实验结果见表 6。

表 5 单因素分析表 (%)

|     |   | Mean   |        |        | Std. Error | F        | Sig.  |
|-----|---|--------|--------|--------|------------|----------|-------|
|     |   | 1      | 2      | 3      |            |          |       |
| 赤泥  | A | 67.422 | 61.697 | 52.497 | 0.176      | 1822.180 | 0.000 |
| 粉煤灰 | B | 61.086 | 60.464 | 60.066 | 0.176      | 8.491    | 0.003 |
| 水样  | C | 64.588 | 60.633 | 56.394 | 0.176      | 539.574  | 0.000 |
| 时间  | D | 59.783 | 61.076 | 60.757 | 0.176      | 14.563   | 0.000 |

表 6 pH 值验证试验结果

| 项目    | 组合             | 上升率/% |       |       | 平均值/% |
|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|
| $W_1$ | $A_1B_1C_1D_1$ | 71.74 | 77.05 | 71.26 | 73.35 |
| $W_2$ | $A_1B_1C_1D_2$ | 75.66 | 74.22 | 73.49 | 74.46 |

由表 6 可知  $W_1$  的 pH 值上升率的平均值低于  $W_2$  的, 因此认为分析得出的组合  $A_1B_1C_1D_2$  为提高磷石膏渗滤液 pH 值的最佳方案确实可信。

## 3 结果与讨论

### 3.1 结果

实验结果表明, 赤泥 (g)、粉煤灰 (g)、水样 (ml)、停留时间 (d) 这 4 因素对于磷石膏堆场废水的 pH 值和可溶性正磷酸盐含量的影响效果都极为显著, 但也存在一定的差异性。4 因素的影响水平都为赤泥 (g) > 水样 (ml) > 停留时间 (d) > 粉煤灰 (g)。减少废水中可溶性正磷酸盐含量的最优组合为: 升高 pH 值的最优组合为赤泥 1.60g, 粉煤灰 0.40g, 磷石膏堆场废水水样 100ml, 停留 3d。

通过计算, 在实际运用中, 处理 1t 该磷石膏堆场废水, 当投加赤泥 1.6kg, 粉煤灰 0.8kg, 静止 4 d 后, 可溶性正磷酸盐含量可减少 79.91%, 废水可溶性正磷酸盐含量由 612.5mg/L 下降至 123.05mg/L 左右; 当投加赤泥 1.6kg, 粉煤灰 0.4g, 静止 3 d 后, pH 值将上升 74.46%, 废水 pH 值由 3.825 上升至 6.67 左右。

### 3.2 讨论

现阶段, 磷石膏堆场废水的处理常采用石灰乳中和处理, 与其相比, 利用赤泥、粉煤灰处理废水有一定的优越性, 具体在以下几个方面:

(1) 虽然石灰来源广, 易得, 但本文采用的赤泥、粉煤灰, 都是固体废弃物, 就以废治废的原则来看, 为赤泥、粉煤灰的资源化利用提供了另一个途径。

(2) 利用石灰法处理不同浓度的含磷废水的报道屡见不鲜, 但是相关研究表明<sup>[9-12]</sup>, pH 值 > 11 时, 去磷效果最好, 最佳可去除 99% 左右。例如, 处理 100ml pH 为 5 左右, 含磷浓度约为 182mg/L 的磷肥厂废水, 使用石灰 1.2g, 常温搅拌 60min 后, 溶液呈强碱性, 磷的去除率为 95% 左右, 即石灰的单位去磷率为 14.41mg/g 左右<sup>[13]</sup>。而利用筛选得出配比处理 100ml 可溶性正磷酸盐含量为 612.5mg/L, pH 值为 3.825 的磷石膏堆场废水, 废水中的可溶性正磷酸盐虽然只下降 79.97%, 但是由于原水中可溶性正磷酸盐的浓度

比较大,赤泥和粉煤灰的混合物单位去磷率为20.39mg/g左右,由此可见利用赤泥和粉煤灰联合处理,除磷效果比单一使用石灰处理效果显著。

(3) 本法无需长时间搅拌,只需静止相应时间,便可达到预想效果。这样可在缺乏电力资源,相关设备及经济水平不发达地区使用。

参考文献:

[1] 邢华,陆树立. 中国磷石膏资源化分析[J]. 环境污染与防治, 2008, 30 (4).  
[2] 段先前,韦俊发,丁坚平. 贵州某磷石膏堆场渗漏污染评价[J]. 资源环境与工程, 2008, 22 (2).  
[3] 沈婷,王芳,李国英. 磷石膏的物理力学特性[J]. 磷肥与复肥, 2008, 23 (3).  
[4] 王琪. 工业固体废物处理及回收利用[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2006.  
[5] 周爱民. 矿山废料胶结充填[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2007.

[6] 本书编委会. 水和废水监测分析方法(第4版)[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.  
[7] 刘海超,李德豹,刘婧. 正交试验在牙膏配方筛选中的应用[J]. 口腔护理用品工业, 2010, (2).  
[8] 孙影. SPSS13.0 软件在化学正交设计试验中的应用[J]. 化学教育, 2006, 27 (8).  
[9] 尚伟民,王淑萍,胡爱林,等. 磷肥废水处理工程应用实例[J]. 工业用水与废水, 2006, 37 (4).  
[10] 郭海英,陈丹. 化学法除磷的试验研究[J]. 环境保护科学, 2010, 36 (2).  
[11] 徐丰果,罗建中,凌定勋. 废水化学除磷的现状与进展[J]. 工业水处理, 2003, 23 (5).  
[12] 尔丽珠. 石灰法处理高浓度含磷废水技术[J]. 电镀与精饰, 2008, 30 (5).  
[13] 王代芝. 絮凝沉降-粉煤灰吸附法处理高浓度含磷废水[J]. 粉煤灰综合利用, 2007, (6).

## Screening and Evaluation of Red Mud and Fly Ash Treatment Scheme for the Phosphorus Wastewater from the Storage Yard

AN Quan, LIU Fang, YANG Ai-jiang

(College of Resource and Environmental Engineering of Guizhou University,  
Guiyang Guizhou 5500025 China)

**Abstract:**  $L_9$  ( $3^4$ ) orthogonal design was applied to select optimization scheme of phosphorus wastewater from the storage yard by red mud and fly ash. The decreasing rate of resoluble orthophosphate and the increasing rate of pH value were regarded as the evaluation indices to find the best scheme. The results indicated that the best plan for reducing the resoluble orthophosphate is 1.60g of red mud, 0.80g of fly ash, 100 ml water sample in 4 days. However, 1.60g of red mud, 0.40g of fly ash, 100ml of water sample and 3 days was the optimum condition of improving pH value.

**Key words:** phosphor gypsum; phosphorus wastewater; treatment; red mud; fly ash; scheme selection

# 浅谈尾矿库环境污染隐患及防治对策

梁小丽

(南宁市环境保护监测站, 广西 南宁 530012)

**摘要:** 探讨了尾矿库污染物的主要来源, 尾矿库主要污染形式, 尾矿库环境污染隐患构成。从尾矿库污染监测、污染防治能力建设、环境整治工作等方面提出了污染防治对策。

**关键词:** 尾矿库; 环境污染; 隐患; 对策

**中图分类号:** X5      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0071-03

尾矿是指金属或非金属矿山开采出的矿石, 经选矿厂选出有价值的精矿后排放的“废渣”。尾矿库是指筑坝拦截谷口或围地构成的、用以堆存金属非金属矿山进行矿石选别后排出尾矿、湿法冶炼过程中产生的废物或其他工业废渣的场所。我国现有尾矿库 12718 座, 其中在建尾矿库 1526 座, 占总数的 12%, 已经闭库的尾矿库 1024 座, 占总数的 8%, 截止 2007 年, 全国尾矿堆积总量为 80.46 亿 t。仅 2007 年, 全国尾矿排量近 10 亿 t<sup>[1]</sup>。我国目前尾矿库种类复杂、数量繁多、分布广泛, 尾矿库环境事件频发, 数量惊人的尾矿对矿山周边地区的生态环境和水资源造成污染, 直接破坏生态环境。随着国民经济的飞速发展, 国家对环境保护的要求越来越高, 因而对尾矿库的环保要求也提高了。

## 1 尾矿库环境污染隐患

### 1.1 尾矿库污染物来源

尾矿库的污染物主要来源于三个方面: ①固体悬浮物, 这是尾矿水中最主要的污染物, 在各种类型的选矿厂中都存在; ②矿石中含有污染环境的重金属离子, 如来源于闪锌矿的锌和镉、来源于黄铁矿和磁黄铁矿的钴和镍、来源于黄铜矿的铜等, 这些元素经选矿后, 仍然存在于尾矿中; ③选矿工艺中添加的硫化物、氯化物、氰化物等药剂分解出组分, 如氰、酚以及各种盐、酸根等残存于尾矿中<sup>[2]</sup>。

### 1.2 尾矿库主要污染形式

尾矿库主要污染形式为: ①某些尾矿直接携带超标污染物, 如放射性元素铀、镭、氡等及其他有害组分; 尽管这些放射性核素的活度较低, 但其半衰期长、废物数量大、分布面广, 对环境构成长

久潜在危害。②选矿生产过程使用的化学药剂残存于尾矿并与其某些组分反应, 产生新的污染源; ③自然曝化条件下, 尾矿发生氧化、水解和风化等表生变化, 使原本无污染的组分转变为污染组分, 如有色金属矿山普遍存在的某些重硫化物; ④选矿厂排出的尾矿水中常含有大量的药剂及有害物质。其来源为选矿过程中加入的浮选药剂以及矿石中的金属元素, 常见的有氰化物、黄药、黑药、松油、铜离子、铅离子、锌离子, 个别情况下还可能有砷、汞等。尾矿水中这些有害物质达不到排放标准时, 对人体、牲畜、鱼类及农田均有害。排入尾矿库的尾矿浆里的水分向周围地下环境渗漏, 污染地下水系; 流经尾矿库的地表水, 通过与尾矿相互作用, 溶解某些有害组分并携带转移, 造成大范围污染。尾矿库废水污染主要是弱酸性排水和重金属离子对下游水体和灌区土壤的污染, 并通过水—(土)—植物(水生生物)链危害人体健康<sup>[3]</sup>。

### 1.3 尾矿库环境污染隐患构成

(1) 未执行环境影响评价制度。根据统计, 全国尾矿库中, 已进行过环境评价的有 2885 座, 占 36.43%; 没有进行过环境评价的有 5034 座, 占 63.57%。其中尾矿库经过环境评价比率达 50% 以上的省份有 10 个, 约占有尾矿库省份的 35%<sup>[4]</sup>。一些尾矿库建库前未进行环境影响评价, 在这些矿井开设初始就没有评估其项目建设可能对环境产生的影响, 提出污染防治对策和措施, 从而造成污染隐患。

(2) 未执行“三同时”制度。一些尾矿库未能执行“三同时”制度, 环境保护要求没有在基本建设程序的各个阶段得到落实, 不能防止在项目建设过程中和建设项目建成投产使用后产生新的环境污染和生态破坏, 从而埋下了环境污染隐患。

收稿日期: 2010-12-29

作者简介: 梁小丽 (1971-), 女, 广西南宁人, 工程师, 从事环境监测及管理工作。

(3) 尾矿库废水污染。尾矿废水中含有悬浮物、油类、COD 和有毒有害元素等, 未经处理超标排放, 对环境造成污染<sup>[5]</sup>。使用尾矿废水灌溉, 会直接导致农作物减产, 还可能导致谷物、蔬菜、水果等农产品有毒有害元素超标, 人长期食用将导致慢性中毒。污水渗漏, 尾矿库废水未采取碱性物质中和、湿地处理系统、铁氧化细菌隔离、显微密封技术和覆盖技术、腐蚀阳极法等国际上先进的废水防治技术。尾矿废水渗入泥沙最终慢慢进入周边河流及地下水中, 污染周边的水环境。

(4) 重金属超标。一些尾矿库含有污染环境的重金属离子, 由于企业未能采取有效的污染治理措施, 使含有重金属离子的尾矿库矿渣进入环境, 造成重金属污染。重金属不能被生物降解, 相反却能在食物链的生物放大作用下, 成千百倍地富集, 最后进入人体。重金属在人体内能和蛋白质及酶等发生强烈的相互作用, 使它们失去活性, 也可能在人体的某些器官中累积, 造成慢性中毒。

(5) 粉尘污染。尾矿是经破碎磨细选矿后丢弃的矿渣, 粒度细, 一些尾矿库没有采取覆土恢复植被、水幕法、覆盖膜防尘等有效防止尾矿库粉尘污染的措施, 表面干燥无覆盖时, 遇大风将导致尾矿飞扬, 形成沙尘, 易造成附近大气环境的污染, 人过量吸入, 则可能导致尘肺病。如果尾矿粉尘含有害、有毒元素, 后果更为严重。

(6) 尾矿输送管道破裂泄漏。输送管道破裂, 若发现不及时, 导致大量尾矿泄漏, 将造成严重的环境污染, 对水源、农作物等造成危害。

(7) 影响库区生态环境。尾矿库在建设和堆积过程中将对库区形成的自然景观、环境要素、生态平衡造成局部破坏和改变, 从而使环境质量发生一定的变化。

## 2 尾矿库污染防治对策

### 2.1 开展尾矿库污染监测

尾矿库的长期稳定是环境保护的目标, 在使用过程中要对各种环境因素予以高度重视, 并对尾矿库行为进行定期监测, 以保证其安全运行。在重点监控尾矿库周边设置观测井, 每年2次对观测井水质、尾矿渗滤液和堆体导出水中重金属含量进行监测, 同时每年对尾矿库渣样、周围受影响的地下水、地表水进行1次监测, 通过监测及时掌握尾矿库污染物的变化, 发现异常情况及时采取措施, 确保环境安全。对不列为重点监控的尾矿库, 也要定期对其矿渣样、渗漏水、周围受影响的地下水、地表水、土壤进行监测,

掌握其污染情况, 为管理决策提供依据。

### 2.2 加大尾矿库污染防治投入、加强尾矿库污染防治能力建设

矿山企业应加大尾矿库污染防治投入, 采取措施加强尾矿库污染防治能力建设。尾矿库管理部门应加大技术创新, 改进选矿生产工艺, 优先选用采、选矿清洁生产工艺, 从源头上减少污染物的产生; 加大对废水治理设施的投入, 提高废水利用率, 尽量减少污水的排放量, 同时要做好尾矿库的防渗漏处理工作, 防止尾矿库水渗漏污染周围的水环境; 采取有效措施, 做好尾矿库扬尘防治, 对于已关停或闭库的尾矿库, 应加强安全管理, 及时采取生态恢复措施。

### 2.3 进一步加强尾矿库环境整治工作

(1) 对尾矿库进行全面甄别和梳理, 在确定尾矿库数量和使用情况的基础上, 将已被关闭的尾矿库企业列入重点监管对象, 将存在安全隐患的尾矿库全部移交安监部门处理。对执行环保制度不到位、污染防治设施不健全的尾矿库企业, 依法从重从快处理。

(2) 进一步加强对违法建设和停用尾矿库的环境监管。对位于饮用水源地保护区、自然保护区、重要生态功能保护区等禁建区及影响河道、公路、铁路安全的尾矿库, 提请同级政府依法予以取缔; 对已闭库、销库、废弃、关闭、停用的尾矿库, 明确要求企业采取相应污染治理和生态恢复措施, 并符合现行环保监管要求; 同时检查废弃、闭库、销库的尾矿库环境安全管理责任落实情况, 关闭停用的尾矿库, 明确环境安全管理责任。

(3) 强化项目管理, 限期完善各种环保手续。要求企业履行环评手续, 并严格执行“三同时”验收制度。

(4) 继续加大环境执法力度, 整治企业违法排污行为。认真检查尾矿库污染防治措施落实情况, 对达不到环保要求、污染环境的尾矿库, 责令限期整改和治理, 经整改和治理仍达不到要求的, 依法予以关闭停用。

### 2.4 推动尾矿库污染防治公众参与

尾矿库作为一个污染源, 其尾砂、粉尘、废水都会对周围环境造成一定的影响, 应对尾矿库周围的居民开展尾矿库污染防治教育, 让其认识到尾矿库可能存在的安全隐患以及防治措施, 并与当地政府及周围居民加强沟通, 教育周围居民如何避险和防范尾矿库事故, 让周围居民共同维护尾矿库安全、环保设施。



## 2.5 加强尾矿库环境影响的跟踪评价和后评估工作

加强尾矿库环境影响的跟踪评价工作,分别从环境保护的角度、经济发展的角度、生态环境的角度三个方面进行分析,重点检查该项目的环境影响是否符合项目实施后的实际情况,对不符合实际情况,造成严重不良影响、生态破坏的,应责成建设单位开展环境影响后评估工作,检验建设项目是否真正做到了“三同时”和建设项目对周围环境构成的影响,验证评价单位所编制的环境影响报告书的主要结论是否准确,及时调整好环境保护对策和措施的落实,为彻底消除尾矿库环境污染隐患提供技术支持。

## 2.6 加强尾矿库安全监管、预防产生新隐患和发生事故

地方政府要依法建立健全安全监管机构,充实基层安全监管人员,配备必要的执法装备、设备,改善安全执法条件,加强尾矿库安全监管人员业务培训,不断提高安全监管执法水平。各级安全监管、发展改革、经济管理、国土资源和环保部门,要依法对企业和尾矿库隐患治理情况进行严格的监管和指导,督促各地和相关企业逐级抓好落实。各级发展改革部门要严格立项审批手续,核准或备案有选矿厂建设内容的项目时,要及时将项目核准或备案文件抄送安全监管部门;经济管理部门要加强对选矿业安全管理和排查治理隐患工作的指导;国土资源部门要严格尾矿库用地审批工作,加大整治力度,依法取缔、关闭无证开采的矿山;环保部门要做好尾矿库企业排污申报、登记工作,对污染严重的尾矿库,责令限期整改和治理,经整改和治理仍达不到环保要求的,依法予以关闭停用;安全监管部门要严格安全许可工作,对不具备安全生产条件和超量储存的尾矿库要责令停止使用、限期治理,未按期完成治理的要提请当地政府依法实施关闭。对新建尾矿库,环保和安全监管部门要严格环评准

入和安全设施“三同时”制度,严格技术规范,加强源头治理。在企业破产、关闭时,安全监管部门要检查企业是否遗留尾矿库安全隐患,如存在安全隐患,在企业清算时应留足安全隐患治理资金。

## 2.7 其他对策

应认真研究本地区尾矿库安全、环保管理现状,定期开展安全、环保检查,加大尾矿库重点监控、隐患排查力度,及时发现和预防各种安全隐患。积极开展相关法规和标准的宣传贯彻工作,落实生产企业的主体责任,使企业了解《安全生产许可证条例》及《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》、《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》等有关规定和具体的要求,督促尾矿库生产经营单位认真落实尾矿库安全生产管理、环境保护的主体责任。

## 3 结语

我国尾矿库数量多、分布广,隐患多且杂,治理难度大,管理部门要彻底摸清辖区尾矿库基本情况,建立尾矿库监管台帐;对库内尾矿渣特征污染物含量情况进行监测;对发现存在环境安全隐患的尾矿库,明确责任主体,督促其尽快进行治理和整改,并落实突发环境事件应急预案,多部门联合做好尾矿库的环境保护工作,消除尾矿库环境污染隐患。

### 参考文献:

- [1] 本规划课题组. 金属尾矿综合利用专项规划(2010-2015年)[R].
- [2] 王涛,侯克鹏. 尾矿库的安全管理与环境保护[J]. 中国矿山工程, 2008, (3).
- [3] 沈楼燕,李海港. 尾矿库防渗土工膜渗漏问题的探讨[J]. 有色金属(矿山部分), 2009, 61(3).
- [4] 谢旭阳,田文旗,王云海,等. 我国尾矿库安全现状分析及管理对策研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2009, 5(2).
- [5] 傅联海,张阳. 尾矿库危险有害因素及安全管理对策和措施[J]. 黄金, 2008, 29(5).

## Brief Talk on Environmental risk of Tailings Reservoir and Countermeasures

LIANG Xiao-li

(Nanning Environmental Monitoring Station, Nanning Guangxi 530012 China)

**Abstract:** The main sources of the pollutants in tailings reservoir were studied as well as the dominant environmental pollution forms. The pollution monitoring of the tailings reservoir and ability of pollution control and environmental treatment and so on were pointed out as the main countermeasures to prevent environmental risk from the tailings reservoirs.

**Key words:** tailings reservoir; environmental pollution; risk; countermeasure

# 玉溪市医疗废水处理现状及对策

龚慧仙

(玉溪市环境监测站, 云南 玉溪 653100)

**摘要:**就玉溪市医疗机构污水处理现状进行分析, 找出存在问题, 并提出相应的对策措施。

**关键词:**医院污水; 污水处理; 存在问题; 对策措施

**中图分类号:** X703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0074-03

医疗废水作为一种有直接危害和潜在危害的危险废弃物, 关系到人们健康和社会稳定, 无论是在政策层面, 还是在技术研发和推广应用层面, 都受到了各方面的极大关注。玉溪市在医疗废水治理方面投入了相当大的力量, 在大、中型医院建设了较完善的废水处理设施, 为了解玉溪市医疗废水治理效果, 特作本次调查。

## 1 调查范围及内容

### 1.1 调查范围

分别对玉溪市中医院、综合医院、妇幼保健院、两个县级综合医院、两个乡镇卫生院的医疗废水处理效果进行调查。

### 1.2 调查内容

医院污水处理站排放口污染物浓度, 主要指标为: pH、COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、SS、氨氮、动植物油、石

油类、色度、总铬、六价铬、总砷、总铅、粪大肠菌群数、总余氯。

### 1.3 采样方式和采样频次

采样点位设置在污水处理站规范排口, 用瞬时采样方式采样, 为使监测结果具有代表性, 每个周期采1次样, 每次3个样品, 连续监测2d, 样品按规范要求进行保存和运输。

### 1.4 监测方法

测试项目均采用标准分析方法<sup>[1]</sup>, 其中除连续流动分析法为玉溪市环境监测站非认证方法外, 其余监测方法均为玉溪市环境监测站认证方法。

## 2 结果与分析评价

### 2.1 测试结果

经采样分析, 各医院污水处理站排放口污染物浓度(浓度为6个样品的平均值)见表1。

表1 医院污水处理站排放口污染物测试结果

(mg/L)

|                    | 中医院    | 综合医院   | 妇幼保健院  | 县级医院1  | 县级医院2  | 乡镇卫生院1  | 乡镇卫生院2 |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
| 处理工艺               | 生化法    | 电催化法   | 生化法    | 生化法    | 生化法    | 高效活性污泥法 | 生化法    |
| pH                 | 7.56   | 7.82   | 7.34   | 7.63   | 11.92  | 8.56    | 8.72   |
| COD <sub>Cr</sub>  | 170    | 76     | 49     | 184    | 183    | 15      | 170    |
| BOD <sub>5</sub>   | 40     | 20     | 20     | 78     | 44     | 2       | 34     |
| SS                 | 92     | 21     | 13     | 100    | 94     | 12      | 48     |
| NH <sub>3</sub> -N | 15.2   | 81.6   | 8.2    | 21.6   | 34.3   | 0.047   | 120    |
| LAS                | 0.2842 | 0.2515 | 0.2711 | 1.1815 | 0.2165 | 0.0642  | 0.1627 |
| 粪大肠菌群数             | 0      | 16000  | 38     | 230    | 0      | 0       | 2010   |
| 动植物油               | 0.147  | 0.498  | 0.159  | 2.156  | 2.145  | 0.073   | 4.305  |
| 石油类                | 0.05L  | 0.046  | 0.094  | 0.214  | 0.055  | 0.05L   | 0.253  |
| 色度(度)              | 33     | 31     | 28     | 80     | 22     | 24      | 370    |
| 总余氯                | 64.73  | 1.08   | 0.03L  | /      | 83.55  | 7.28    | 0.03L  |

注: (1) 标有L为方法检出限, 结果低于方法检测限;

(2) 计量单位: pH无量纲, 色度为稀释倍数, 粪大肠菌为个/L。

### 2.2 结果分析评价

中医院、综合医院、妇幼保健院, 医疗废水经

处理后排入城市下水道, 进入污水处理厂, 评价执行GB18466-2005《医疗机构水污染物排放标准》表2中的预处理标准<sup>[2]</sup>; 2个县级医院、2个乡镇

卫生院医疗废水经院污水处理站处理后直接排放，评价执行 GB18466-2005《医疗机构水污染物排放标准》表 2 中排放标准限值。标准限值见表 2。

表 2 医疗机构水污染物排放标准限值 (mg/L)

|       | pH  | COD <sub>Cr</sub> | BOD <sub>5</sub> | 粪大肠菌群数 | SS | NH <sub>3</sub> -N | 总余氯 | LAS | 动植物油 | 石油类 | 色度 |
|-------|-----|-------------------|------------------|--------|----|--------------------|-----|-----|------|-----|----|
| 预处理标准 | 6~9 | 250               | 100              | 5000   | 60 | /                  | /   | 10  | 20   | 20  | /  |
| 排放标准  | 6~9 | 60                | 20               | 500    | 20 | 15                 | 0.5 | 5   | 5    | 5   | 30 |

注：pH 无量纲、色度为度、粪大肠菌为个/L。

评价方法采用单项污染指数法，计算公式为：

$$L_i = C_i/S_i$$

式中： $C_i$  - 第  $i$  种评价指标的监测值； $S_i$  - 第  $i$

种评价指标的标准值。

$L_i > 1$  时，表示该污染物浓度超标； $L_i = 1$  时，表示该污染物浓度处于临界状态； $L_i < 1$  时，表示该污染物浓度达标。评价结果见表 3。

表 3 医院污水处理站排放口污染物评价结果

|                    | 中医院   | 综合医院  | 妇幼保健院 | 县级医院 1 | 县级医院 2 | 乡镇卫生院 1 | 乡镇卫生院 2 |
|--------------------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|
| COD <sub>Cr</sub>  | 0.68  | 0.3   | 0.2   | 3.1    | 0.7    | 0.25    | 2.8     |
| BOD <sub>5</sub>   | 0.4   | 0.2   | 0.2   | 3.9    | 2.2    | 0.1     | 1.7     |
| SS                 | 1.5   | 0.4   | 0.2   | 5      | 4.7    | 0.6     | 2.4     |
| NH <sub>3</sub> -N | /     | /     | /     | 1.44   | 2.29   | 0.003   | 8       |
| LAS                | 0.03  | 0.03  | 0.03  | 0.23   | 0.04   | 0.01    | 0.03    |
| 粪大肠菌群数             | 0     | 32    | 0.08  | 0.46   | 0      | 0       | 35.05   |
| 动植物油               | 0.007 | 0.02  | 0.008 | 0.43   | 0.43   | 0.01    | 0.86    |
| 石油类                | 0.001 | 0.002 | 0.005 | 0.04   | 0.011  | 0.005   | 0.051   |
| 色度/度               | /     | /     | /     | 2.67   | 0.73   | 0.80    | 12.33   |
| 总余氯                | /     | /     | /     | /      | 167.1  | 14.56   | 0.03    |

从表 3 可以看出，县乡级医院医疗废水治理效果相对较差，超标项目多。超标项目及超标幅度主要为：粪大肠菌群数，0~31 倍；总余氯，14~166 倍；氨氮，0.44 倍；化学需氧量，1.8~2.1 倍；五日生化需氧量，0.7~2.9 倍；悬浮物，0.5~3.7 倍。

### 3 存在的主要问题

依据监测结果对处理工艺进行评价：

(1) 处理方法滞后。资金投入不足，设备和处理工艺滞后。调查的 7 家医疗机构中，综合医院采用的电催化法较为先进，属于一级强化处理，其它几家的处理工艺为简易生化处理，属于过渡性的处理措施。有待于进一步改进和完善。

(2) 处理工人操作技术差，不能熟练掌握处理技术。综合医院采用的处理工艺虽然先进，但是医院污水处理后仍然出现超标项目，说明操作工人技术差，使得污水处理系统运行效果差，排放口污染物浓度不能达到 GB18466-2005《医疗机构水污染物排放标准》表 2 排放标准或预处理标准要求。

(3) 医院特殊医疗废水未进行分类收集、分类处理，不能满足 GB18466-2005《医疗机构水污染物排放标准》的特殊医疗废水处理要求。

### 4 对策措施

(1) 建立市一级的专门管理机构，加强监管力度

建立由环境保护、卫生、规划、市政和环卫等方面管理与技术人员组成的市一级的专门管理机构，协调部门关系，统一管理渠道，从根本上解决医疗废水的安全、有序管理的问题。另外督促医院安装在线监测系统，实时监控污水处理效果，加强监管力度。

(2) 加大资金投入，完善污水处理设施

所有医疗机构应建设污水处理站，将污水就地处理，严禁从渗井、渗坑排放污水。污水处理站的规模一般按每张病床 1.2t/d 的水量设计建设，传染病医院按每张病床 1.2t/d 的污水量设计建设，对于病床数较少而门诊人数较多的医疗机构应按人数做适当修正。对新建医疗机构应采用先进的处理工艺，对现有医疗机构应改进其污水处理工艺，提高污水处理效率，确保各项出水水质指标达到 GB18466-2005《医疗机构水污染物排放标准》的预处理标准或排放标准。

医疗废水治理的重点是杀灭污水中各种致病细菌。我国医疗废水消毒可选择的设备主要有 4 种：

加氯机、次氯酸钠发生器、臭氧发生器和二氧化氯消毒设备。加氯机杀菌力强，原料消耗费用低，但液氯投放量要求高，消毒范围窄，易形成致癌、致突变、致畸变的“三致”氯代有机物。次氯酸钠发生器电耗盐耗大，运行费用高。臭氧发生器杀菌效率高，不受 pH 值和温度影响，无二次污染，但投资高，运行故障多，要求对原水进行严格的预处理。二氧化氯消毒设备杀菌效率高，速度快，广谱性好，体积小，安装方便。因此，污水处理站应选二氧化氯消毒设备。另外处理系统运行要有一定的灵活性和调节余地，以适应水质、水量的变化<sup>[3]</sup>。

### (3) 运用法律手段，强化执法力度

各级环保部门要严格按照《水污染防治法》、《医疗废水处理技术规范》要求，进一步加大环境检测、监察力度，对污水不能达标排放的医疗机构限期整改，确保医院污水处理设施正常运行、污染

物达标排放。

### (4) 采用经济手段，促进污染治理

部分医院过分追求经济效益，忽视污染治理工作。针对此现象，环保部门应通过各种经济手段调整各方面利益，把医院的局部利益和全社会的利益有机结合起来。运用排污收费这一杠杆，督促医疗机构的污染治理工作，坚持“谁污染，谁治理”的环境保护政策，由污染产生者负责污染物排放的治理，促进和调动排污单位提高污染治理的积极性，变被动治理为主动治理。

#### 参考文献：

- [1] 本书编委会. 水和废水监测方法（第四版）[M]. 北京：中国环境科学出版社，2002.
- [2] GB18466-2005，医疗机构水污染物排放标准[S].
- [3] 河军. 几种常用医疗废水处理方法比较，百度文库.

## Current Situation and Measures of Medical Wastewater Treatment in Yuxi City

GONG Hui - xian

(Yuxi Environmental Monitoring Station, Yuxi Yunnan 653100 China)

**Abstract:** The current situation of wastewater from the medical institutions in Yuxi city was investigated as well as the main existing problems. The countermeasures are put forward to solve the difficulties.

**Key words:** medical wastewater; wastewater treatment; existing problem; countermeasure

# 稀土磁盘在芯棒限动连轧管 油环水处理中的应用

刘 彬

(无锡西姆莱斯石油专用管制造有限公司, 江苏 无锡 214028)

**摘 要:** 介绍了稀土磁盘技术在芯棒限动连轧管油环水处理中的工艺流程、设计参数、处理效果, 及其取得的社会效益和应用前景。

**关键词:** 稀土磁盘; 芯棒限动连轧管; 废水; 处理

**中图分类号:** X703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0077-02

西姆莱斯(辽阳)石油专用管制造有限公司地处水资源相对贫乏的东北地区, 当地生活和工业用水基本上是采用地下水。公司芯棒限动连轧管(Retained-mandrel pipe mill, MPM)生产过程中主要产生含石墨、氧化铁皮和含油废水, 废水量为 $2000\text{m}^3/\text{h}$ 。由于稀土磁盘技术具有占地面积小、能耗低、净化效率稳定、运行维护操作简单、投资小等优点<sup>[1]</sup>, 选择稀土磁盘作为芯棒限动连轧管油环水处理的主要设备。

## 1 稀土磁盘技术

稀土磁盘分离废水设备包括: SMDD2500 磁盘机<sup>[2]</sup>、MDWD II-750 型压榨机、DOS-9 不锈钢圆盘除油机及 DN500×2400 管式静态混合搅拌器, 主要设备性能参数见表 1。稀土磁盘是由 300 块永磁材料做成的磁盘一片片串装而成, 磁盘间为流水

通道, 通过对磁盘上磁极的布置, 使磁盘间形成强磁场。当水流流经磁盘间的流道时, 水中所含的磁性悬浮颗粒受到磁场的吸引力  $F_m$  的作用, 同时也受到重力  $F_g$  和水流阻力  $F_c$  的作用。当磁场力 ( $F_m$ ) 大于作用力 ( $F_g + F_c$ ) 在磁力方向上的分量时, 颗粒向磁源方向移动, 从流体中分离出来, 吸附到磁盘上。磁盘以  $0.125 \sim 0.295\text{r}/\text{min}$  的转速运转, 让悬浮物脱去大部分水分, 运转到刮渣条, 形成隔磁卸渣带, 由刮渣轮刮入螺旋输送机, 氧化铁皮渣经管道流入压渣机, 挤压脱水后进入渣池。被刮去渣的磁盘又重新转入水中, 形成周而复始的分离净化废水过程。其净化效率主要取决于磁场强度和磁场梯度的高低、悬浮物粒径和磁化率(或磁化系数)的高低等。

表 1 稀土磁盘主要设备性能参数

| 名称  | 型号          | 处理能力/ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ | 效率/%  | 转速/ $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ | 功率/kW   | 辊径/mm       |
|-----|-------------|----------------------------------------|-------|--------------------------------------|---------|-------------|
| 磁盘机 | SMDD2500    | 2000~3000                              | >80   | 0.125~0.295                          | 2.5+1.5 | 1500        |
| 压榨机 | MDWD-II-750 | 750                                    | 60~80 | 1.66                                 | 1.5     | 500/600/150 |
| 除油机 | DOS-9       | 1~3                                    | 70~95 | 14                                   | 1.1     | 480         |

## 2 工艺流程设计与特点

稀土磁盘污水处理技术工艺流程见图 1。浊环水经高低压水泵以  $0.35 \sim 1.66\text{MPa}$  工作压力和  $1800 \sim 2000\text{m}^3/\text{h}$  流量经全自动管道过滤器过滤后送往现场各用户, 在完成了喷淋冷却及高压除鳞

后, 经冲渣沟自流进入旋流池, 沉淀池中连续投加化学混凝剂(PAC)进行絮凝沉淀, 在重力、机械力和化学絮凝辅助作用下, 80%~90%以上的氧化铁皮渣在旋流池中沉淀, 未沉淀的细小氧化铁皮颗粒物的含油废水经提升泵进入连续投加化学絮凝剂(PAC)的管式静态混合搅拌器后, 进入稀土磁盘机的调节水箱, 然后经稀土磁盘处理后进入热水调节池, 热水调节池中的热水经冷却塔冷却后进入凉

收稿日期: 2011-02-25

作者简介: 刘彬(1977-), 男, 本科, 工程师, 现从事环保工程项目建设与管理工作。

水池后经泵站进入旁通过滤器后送入生产现场。该工艺与传统方法相比,省去了平流沉淀或化学除油器和砂过滤器等,工艺流程相对较短,投资较少,且其占地面积仅为普通方法的2/3。稀土永磁材料

性能稳定、寿命长,一般使用寿命可达20a<sup>[3,4]</sup>。运行稳定可靠,操作维护方便,耗电也较少,如SMDD2500磁盘机电机4kW、MDWD-Ⅱ-750压榨机电机1.5kW。

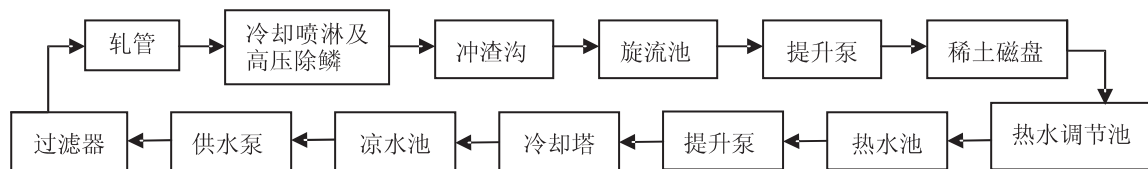


图1 稀土磁盘污水处理技术工艺流程

### 3 处理效果

分别对稀土磁盘进、出口水中悬浮物的含量、压榨机出渣中干固体与水的比例和稀土磁盘进、出口水中含油量进行测定,结果分别见表2、表3和表4(以下数据皆由环境监测站提供)。由表中可见,经稀土磁盘处理后废水中悬浮物含量、出渣含水率和除油率分别为19mg/L、70.1%和75.4%,达到设计目标要求的处理效果(悬浮物含量<50mg/L,出渣含水率>70%,除油率>70%)。

表2 稀土磁盘进、出口水中悬浮物的含量 (mg/L)

| 序号 | 进口  | 出口 | 进口均值 | 出口均值 | 去除率/% |
|----|-----|----|------|------|-------|
| 1  | 310 | 20 |      |      |       |
| 2  | 227 | 18 |      |      |       |
| 3  | 164 | 17 | 249  | 19   | 92.4  |
| 4  | 217 | 19 |      |      |       |
| 5  | 327 | 21 |      |      |       |

注:数据来自环境监测报告。

表3 压榨机出渣中干固体和水的比例 (%)

| 序号 | 干固体  | 水含量  | 干固体均值 | 水含量均值 |
|----|------|------|-------|-------|
| 1  | 30.9 | 69.1 |       |       |
| 2  | 28.7 | 71.3 |       |       |
| 3  | 29.5 | 70.5 | 29.9  | 70.1  |
| 4  | 30.7 | 69.3 |       |       |
| 5  | 30.1 | 69.9 |       |       |

注:数据来自环境监测报告。

表4 稀土磁盘进、出口水中含油量 (mg/L)

| 序号 | 进口   | 出口  | 进口均值 | 出口均值 | 去除率/% |
|----|------|-----|------|------|-------|
| 1  | 11.3 | 2.2 |      |      |       |
| 2  | 13.6 | 2.4 |      |      |       |
| 3  | 8.2  | 1.9 | 13   | 3.2  | 75.4  |
| 4  | 17.9 | 5.4 |      |      |       |
| 5  | 14   | 4.2 |      |      |       |

注:数据来自环境监测报告书。

### 4 社会效益

东北地区水资源较为匮乏,使用稀土磁盘技术,每年可减少地下水资源开采量超过10万t,同时解决了溢流外排水污染物超标的问题,实现了污染物“零”排放的目标,保护了水源,保护了环境。

### 5 结论

(1) 废水特征及成分分析。针对热轧无缝钢管废水中悬浮物高的特殊性(含有氧化铁皮、油、石墨、硼砂等),分析悬浮物本质,采取合理有效的处理方法,节省投资,效果较好。在土地日趋紧张的情况下,稀土磁盘技术是目前及今后废水处理的一种趋势。

(2) 优化处理方法。采用物理和化学相结合的方法,可以有效地减少单一化学方法造成的二次污染。利用稀土磁盘处理废水,其技术优于传统方法,技术成熟,运行稳定、可靠,不增加污泥量,不改变污泥性质,而且占地少,投资小。

(3) 便于运行和管理,提高作业时间,降低水环境承载能力。采用平流沉淀池,每1~2a,必须对池子进行彻底的清理,工作量大,同时还需要将大量的废水排入水环境。

#### 参考文献:

[1] 周勉,倪明亮.磁分离技术在水处理工程中的应用工艺及发展趋势[J].水工业市场,2009,(8).  
 [2] 倪明亮,汤志刚.稀土磁盘分离净化设备[P].中国:00222525.5.2001.  
 [3] 龚健.稀土磁盘分离技术在钢铁工业废水处理中的应用分析及探讨[J].冶金环境保护,2000,(2).  
 [4] 刑瑶,王须革.稀土磁盘分离净化设备在热轧浊环水处理系统中的应用[A].中国环境科学学会学术年会优秀论文集[C].2008.

(下转第85页)

# 蓄水式花台（盘）的机遇和优势

杨敏

（云南省环境科学研究院，云南昆明 650034）

**摘要：**分析了目前的环境保护形势和要求，阐述了蓄水式花台（盘）（专利号：ZL200920111891.2）技术应用的机遇，以及在实际应用中应注意的问题。

**关键词：**蓄水式花台（盘）；机遇；优势；问题

**中图分类号：**X52 **文献标识码：**A **文章编号：**1673-9655 (2011) 03-0079-03

随着社会的发展，城市化进程越来越快，许多我们过去未遇到过、未意识到的问题逐渐突显出来，带来了一系列的城市环境问题。

## 1 城市发展进程中逐渐突显出来的问题

### 1.1 人口越来越多

随着城市化率的提高，城市面积越来越大，城市人口也越来越多。

1.2 用水量越来越大，污水越来越多，处理投入规模越来越高

要保证人们的生活水平不断提高，生活、生产用水量越来越大，城市供水越来越困难，污水量越来越大，污水处理费、水价越来越高。

如果花巨资修建雨水储存设施，存在许多问题：

（1）工程投资大，储存 1m<sup>3</sup> 水池，直接工程投资 1000~1200 元；

（2）雨水的收集措施有一定的要求，不能将污水收集到雨水收集池中，管理措施和技术措施都要跟上，运行管理不简单；

（3）雨水的储存时间不能太长，否则会变成死水一潭；

（4）雨水回用要耗用人力和物力；

（5）城市用地紧张，建设雨水收集池效益不明显，直接导致建设者的积极性不高；

（6）我国是人多地少的国家，特别是大中城市，寸土寸金，占用有限的土地资源或高投入的地下建设蓄水设施是不符合中国国情的。

### 1.3 绿地越来越少

城市发展的越来越大，绿地越来越少，固化的

土地越来越多。

昆明新建的西二环高架桥两侧原设计有设置花盆，因考虑浇水过程中花盆里的红土溅到或流到桥面，会对桥面景观造成影响而取消。如果采用蓄水式花台设计就可以避免此类事情发生，从而使得设计师的美好愿望能够顺利实现，使高架桥成为春城的一道美丽风景线，同时为改善环境、节能减排作出贡献。

### 1.4 气温变化越来越明显，热岛效应越来越严重

城市越大、建构物越密集、热岛效应越明显。

1.5 污水排放量越来越大、浓度越来越高、有毒有害物质越来越多

城市人口增加、配套设施增加，污水量自然加大。自然降水基本不变，污水量增加了，同时进行清污分流，污水的浓度自然就越来越高。同时，由于化学品、添加剂的使用越来越多、越来越广泛，对人、环境有毒有害物质越来越多。

虽然加强了污水收集处理和再生水回用，但投资高，再生水回用不完又排到环境中，没有使效益最大化，造成新的浪费。

1.6 汽车尾气排放量越来越大、污染程度越来越高

随着城市汽车拥有量的增加，汽车尾气排放量也大量增加，城市绿地、植物越来越少，环境自然净化能力进一步下降，污染进一步加剧。

## 2 环保方面近期施行的相关法律法规

（1）《中华人民共和国清洁生产促进法》，2003 年 1 月 1 日起施行；

（2）《中华人民共和国循环经济促进法》，2009 年 1 月 1 日起施行；

（3）《中华人民共和国城市规划法》，2008 年

收稿日期：2011-03-21

作者简介：杨敏（1962-），云南省环境科学研究院高级工程师，兼云南省环保产业协会秘书长，主要从事环境工程咨询、设计工作。

1月1日起施行。

### 3 已实施的相关保护生态环境对策措施

(1) 宣传节约用水, 控制地下水开采, 提高水资源费和用水价格;

(2) 加强城市规划和绿化;

(3) 积极采取措施收集雨水, 加强污水收集处理和再生水回用;

(4) 种植针对  $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$  净化度较高的适生植物, 在绿化的同时, 提高对空气的自然净化度。

### 4 针对当前环保形势的建议

#### 4.1 加强城市总体规划, 确保生态环境平衡

随着城区范围的扩大, 大量耕地非正常减少, 淡水和能源供应紧张, 交通拥挤、犯罪增加、环境恶化。水体污染严重影响了人们的生活和生产。加强城市总体规划, 准确定位城市功能, 确保城市特色, 确保生态环境平衡, 是当前紧迫的核心工作。

#### 4.2 从源头抓取, 节能减排、减污增效

保护环境应从我做起, 从每一个公民做起。随着我国节能减排工作的深入, 节约用水, 促进环境的改善已经提到各级政府的议事日程, 有的城市甚至提出了贮存利用雨水的具体方案和措施。如何能寻求到一种利国利民、利人利己, 人人都能积极主动参与, 简单易行, 并能直接享受到环境保护、节能减排好处的办法, 值得我们思考和研究。

建议将家中洗菜、洗衣水用于冲厕、拖地、打扫卫生、养花种菜。这样, 有限的水资源能得到多次利用, 减少了新鲜水的用量和废水的排放量, 节约了家庭开支。同时, 废水用于浇花种菜, 美化了环境, 水分蒸发增加了空气的湿度, 调节了小气候, 减缓了城市的热岛效应, 也是控源截污的重要措施之一。

#### 4.3 加强宣传, 让环境保护深入人心

应加强节约用水、建设节水型社会、节能减排宣传力度, 让环境保护深入人心, 变为每一个公民的自觉行动。

#### 4.4 采用蓄水式花台(盘)

按照昆明市总人口 608 万(最新说法 720 万)人, 按户均人数 3.5 人计, 约有 173.7 万户。设定每户仅有一套住房, 全市就有 17.37 万套。按每套住房可设置的蓄水式花台的总长度为 10m, 花台宽度 0.5m, 蓄水高度 0.02m 计, 全市仅住宅部分就可直接蓄水 17.37 万  $\text{m}^3$ 。若加上各类楼堂馆所, 多处住宅量, 则蓄水量会更高。这样藏水于民, 符合政府希望和相关政策, 能改善小气候、实现水资

源的充分循环利用, 同时美化环境。若投资建设 17.37 万  $\text{m}^3$  的蓄水池, 1000 元/ $\text{m}^3$ , 则需投资 17.37  $\times$  1000 = 17370 万元; 补贴给再生水回用的 17.37 万  $\text{m}^3 \times 0.7$  元/ $\text{m}^3$  = 12.16 万元/a。若将投资、补贴给市民, 管理费用也不用投入了。同时, 若投资建设 17.37 万  $\text{m}^3$  的污水处理厂及其配套管网工程, 投资 10 ~ 20 亿元也不能彻底解决污水问题, 处理后的水仍然是污水, 不能随意排放。

### 5 蓄水式花台(盘)设计

楼堂馆所、商住楼、高架桥有已经存在的和新建的两种, 为方便推广使用, 设计两种建构筑物的蓄水式花台(盘), 保障养花、种菜、节约用水, 储存雨水, 延长浇水时间, 保证短期内花草不至于由于主人出差在外无法及时浇水而缺水枯死。

对于新建的办公楼堂馆所、商住楼, 采用一次规划设计, 强化窗台、阳台设计, 从内容和结构上给予充分的考虑, 既要实用, 又要安全。

另一种是利用现有的防盗笼或在现有的建构筑物上安装设计托盘蓄水式花台, 材质可采用不锈钢、碳钢、工程塑料等, 为保证美观、耐用、轻型、可靠, 材料首选不锈钢薄板制造。可设计成 2 ~ 6m 长的模块形式, 侧面开孔槽, 便于根据各户阳台大小组合; 侧面、底部开  $\phi 10$  孔, 以便于调节水位和放净清洗, 孔可用橡胶盖封堵; 靠墙部分可预开孔槽, 便于采用膨胀螺栓固定于墙面。

### 6 蓄水式花台(盘)存在问题与对策

设置蓄水式花台要充分考虑安全问题。新建的建筑物一次性设计好了, 安全应该是有保证的。但已有建筑物因原设计没有考虑栽花种草的荷载问题, 须因地制宜, 根据房屋情况设置蓄水式花台: 适当少栽种几盆花; 选用较为轻便、美观的不锈钢花台, 最大限度地减轻整个花台的荷载。实现家庭美化、节能减排。为保证该项工作既能达到目的, 又能确保安全, 建议确定持有该技术资质的专业安装公司负责安装, 避免偷工减料。可以购买保险, 以确保该项目能够办好。

### 7 蓄水式花台(盘)能带来的效益

实施蓄水式花台(盘), 能提高百姓参与环境保护的意识, 使他们认识到, 保护环境不仅仅是政府的事, 也是每个公民的事, 同时也减轻了政府的负担。

绿色植物吸收  $\text{CO}_2$ , 释放出  $\text{O}_2$ , 能调节改善环境空气。而在家里栽种绿色植物, 可以使青少年在家庭内就接受环境教育, 从小培养节约用水、保



护环境的良好习惯，使国民素质得以提高。

措施之一，能促进节水型社会的形成。

实施蓄水式花台（盘）也是控源截污的重要

## Advantages and Challenges of Water Saved parterre

YANG Min

(Yunnan Institute of Environmental Science, Kunming Yunnan 650034 China)

**Abstract:** The new technology of water saved parterre (Patent number: ZL200920111891) was introduced. The challenges of application of the new method were stated. The problems that should be laid much attention on were pointed out in the application process.

**Key words:** water saved parterre; challenge; advantage; problem

# 《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）》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

# 从大气环境影响角度探讨城市总体规划布局合理性

李洁, 丁飒, 董润莲

(河南省环境保护科学研究院, 河南 郑州 450004)

**摘要:**通过对城市总体规划热源、电源废气排放对城市大气环境影响的定量预测, 工业用地其它废气可能对居住用地产生的大气环境影响的定性分析研究, 从大气环境影响角度, 提出城市规划布局建议。

**关键词:**大气; 环境影响; 城市规划; 布局; 合理性

**中图分类号:** X32   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0082-04

城市总体规划是城市规划编制工作的第一阶段, 也是城市建设和管理的依据。用地布局规划是城市总体规划的重要内容之一。城市用地布局从源头上决定了城市发展与环境保护能否实现和谐、共赢, 特别是居住用地与工业用地之间、城市建设用地与重要环境敏感区域之间是否能够避免互相影响和干扰。规划城市用地布局的环境合理性对于城市的发展具有重要作用。现结合个人工作实际并以某市城市总体规划为例, 定量预测与定性分析相结合, 从大气环境影响角度探讨其布局合理性。

## 1 城市总体规划简介

### 1.1 城市现状

某城市位于山区到平原过渡地带, 地形基本呈西北向东南倾斜。西部为横贯南北的基岩山区, 海拔高度一般在 450~200m; 中部为丘陵, 海拔高度一般为 200~100m; 东部为平原, 海拔高度一般为 100~56m。受城市资源条件影响、地形条件限制, 该城市现形成了新、老城区分别位于中心城区东南、西北部, 彼此分离、呼应的局面。

### 1.2 城市总体规划简介

#### (1) 新城区用地策略

结合新城区中心开发建设, 加快居住用地供给, 适当提高开发强度, 提高容积率, 集约土地利用, 便于吸纳老城区及周边人口集聚, 加快城镇化进程。进一步完善公共配套设施, 提升新城区环境品质, 增强吸引力。严格控制新城区产业类型, 限制污染型产业的发展, 以减少产业对生活区的影响。

#### (2) 老城区用地策略

集中在避陷区新增部分居住用地, 便于旧区改

造及棚户区改造的时候疏散人口。完善公共配套服务功能, 改善居住环境, 采用“有机更新”的方式, 通过改善基础设施、公共交通条件, 增加公共绿地和开放空间, 提升老城区居住区整体环境质量。加快沉陷区的旧区改造和棚户区改造, 待地质勘测确定为稳定区后再原地建设新居住区。

#### (3) 工业用地布局

规划确定 8 个工业片区。其中三类工业主要布局老城区周边, 新城区南部、北部布置工业, 以一、二类污染较轻工业为主。

#### (4) 供热、供电工程相关规划

该城市总体规划确定规划期内, 新增火电厂 1 座、热电厂 3 座、区域供热锅炉房 3 座, 详见表 1。

## 2 大气环境影响预测分析方案

### 2.1 预测分析思路

从大气环境影响角度来看, 城市中工业用地的布局及城市热源、电源的选址对城市大气环境影响较大, 与居住用地之间的相互制约较为明显。城市实施集中供热后, 工业用地上企业的建设不再有配套锅炉、电站的建设, 所排放废气多为工艺废气和无组织排放废气, 排放高度相对较低, 影响范围多集中在近距离区域; 而城市热源、电源一般都为高架源, 烟气排放高度高、扩散距离远, 对城市大气环境影响范围较大。

故在此以规划热源、电源废气排放做为排放源对城市大气环境进行定量预测, 对工业用地其它废气可能对居住用地产生的大气环境影响进行定性分析。在此基础上, 从大气环境影响角度提出城市规划布局建议。

### 2.2 预测源强

城市规划新增热源、电源情况见表 1。

表1 该市规划新增热源厂、电厂一览表

| 序号 | 名称    | 规模/MW                    | 烟囱   |        |                                     |        | 排污量/g·s <sup>-1</sup> |                 |                 |
|----|-------|--------------------------|------|--------|-------------------------------------|--------|-----------------------|-----------------|-----------------|
|    |       |                          | 高度/m | 出口内径/m | 烟气量/m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> | 烟气温度/℃ | PM <sub>10</sub>      | SO <sub>2</sub> | NO <sub>2</sub> |
| ①  | 第一锅炉房 | 176.23/t·h <sup>-1</sup> | 100  | 2.5    | 8.9                                 | 68     | 7                     | 14              | 14              |
| ②  | 第二锅炉房 | 94/t·h <sup>-1</sup>     | 80   | 2      | 7.8                                 | 68     | 4                     | 8               | 8               |
| ③  | 第三锅炉房 | 240/t·h <sup>-1</sup>    | 135  | 2.5    | 11.9                                | 68     | 9                     | 19              | 19              |
| ④  | 第一热电厂 | 2×30                     | 120  | 4.5    | 6.2                                 | 68     | 4                     | 16              | 32              |
|    |       | 2×300                    | 240  | 9.5    | 22.73                               | 68     | 64                    | 258             | 516             |
| ⑤  | 第二热电厂 | 2×300                    | 240  | 9.5    | 22.73                               | 68     | 64                    | 258             | 516             |
|    |       | 2×300                    | 240  | 9.5    | 22.73                               | 68     | 64                    | 258             | 516             |
| ⑦  | 火电厂   | 2×1000                   | 240  | 9.5    | 42.44                               | 68     | 120                   | 481             | 963             |

2.3 预测模式选择

预测采用 AERMOD 模式。AERMOD 是一个稳态烟羽扩散模式，可基于大气边界层数据特征模拟点源、面源等排放出的污染物在短期（小时平均、日平均）、长期（年平均）的浓度分布，适用于农村或城市地区、简单或复杂地形条件的一、二级评价项目。

2.4 模式参数的选择

AERMOD 系统包括 AERMOD 扩散模式、AERMET 气象预处理和 AERMAP 地形预处理模块。AERMET 气象预处理所需的气象资料来自于该地地面气象数据和低空气象数据。AERMAP 地形预处理所需的 DEM 数据由 <http://srtm.csi.cgiar.org/> 提

供。模式中地表参数选取见表 2。

表2 模式中地表参数的选取

| 季节 | 0~360°扇区  |          |       |
|----|-----------|----------|-------|
|    | ALBEDO 参数 | BOWEN 参数 | 地表粗糙度 |
| 春季 | 0.14      | 1.0      | 1.00  |
| 夏季 | 0.16      | 2.0      | 1.00  |
| 秋季 | 0.18      | 2.0      | 1.00  |
| 冬季 | 0.35      | 1.5      | 1.00  |

3 预测结果及分析

长期气象条件下，各网格点的 NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 和 PM<sub>10</sub> 地面年均浓度预测结果见图 1~图 3。

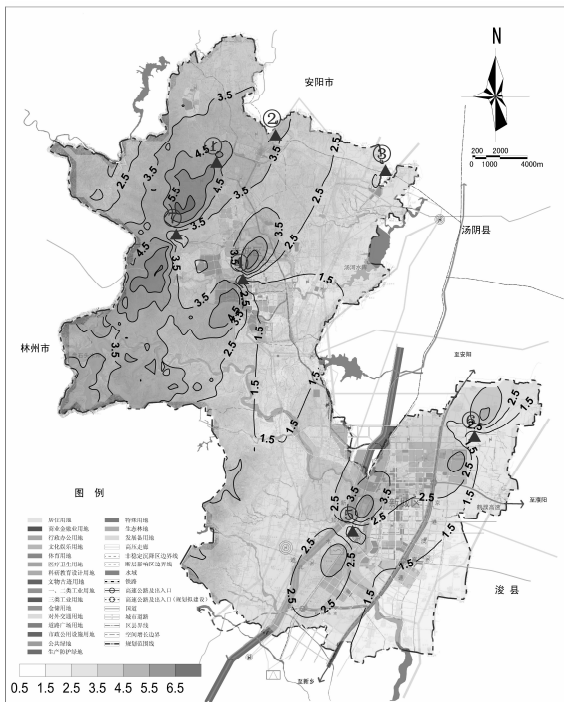


图1 本地区NO<sub>2</sub>年均浓度等值线图

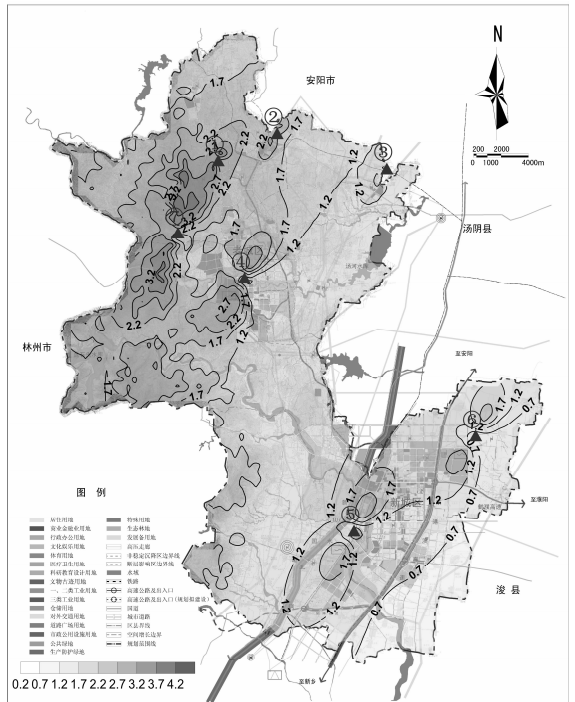


图2 本地区SO<sub>2</sub>年均浓度等值线图

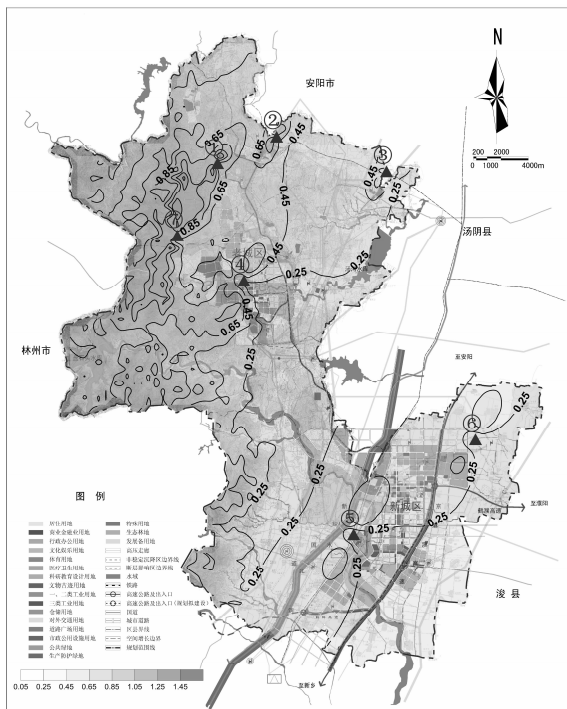


图3 本地区PM<sub>10</sub>年均浓度等值线图

从预测结果来看:

新增高架源影响区域呈现为三条带状分布线,自西向东依次为:西部山区影响带、老城区影响带、新城区影响带。可见,规划新增高架源对该市西部山区、老城区、新城区影响较大。

该地常年主、次导风向为南、北风,新增高架源基本分布在新、老城区南北侧,位于城区主、次导风向上风向,从而使其影响区域落在新、老城区。其中,老城区主要是受第一热电厂影响,而新城区受到东北侧第二热电厂、西南侧第三热电厂的共同影响。老城区为一片山间狭长地带,大气扩散条件较差,现状分布有较多以大气污染为主的重工业,大气环境质量较差。第一热电厂及其所在煤化工园区位于老城区西侧,与老城区平行发展,且贴近老城区,从而使老城区基本处于重工业包围之中。老城区大气环境质量可能受到进一步的影响。

西部山区影响带是三条影响带中污染物浓度最

高、污染影响范围最大的污染带,这主要是由火电厂规划建设造成。该火电厂规划建设2×1000MW机组,工程装机规模大,污染物排放量大,布局在西部山区,排放烟气受到高大山体阻挡,从而形成沿西部山区的环境空气影响带。

#### 4 城市规划布局建议

##### 4.1 对老城区规划布局建议

将老城区定位为“工业基地”,重点布局工业用地,尤其是三类工业用地,将现有部分居住用地分阶段置换为工业用地,控制工业用地向西部山区深入。控制老城区人口发展,减少居住用地规模,留出与产业配套的生活服务区,并确保居住用地与工业用地之间留有足够的环境防护距离。

##### 4.2 对新城区规划布局建议

新城区工业用地应以一类工业为主,适度布置二类工业,严禁布局三类工业。做好新城区以居住功能为主区域与工业区之间的生态防护隔离,合理控制新城区工业规模,避免形成工业、居住的混杂局面,影响城市环境及城市品质的提升。

##### 4.3 对热源、电源布局建议

第三热电厂规划为城市南部居住、工业服务,布置在居住用地与工业用地之间略偏西位置。该地主导风向为南、北风。该热电厂对城市南部居住用地大气环境影响相对较大,建议该热电厂适当向西南调整。

##### 参考文献:

[1] Cimorelli Alan J. AERMOD: description of model formulation (draft) R. USA: AMS IIEPA Regulatory Model Improvement Committee, 2004.

[2] EPA (USA). User's guide for the AERMODUG, EPA (USA) document R. North Carolina: U. S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards Emissions, Monitoring, and Analysis Division, Research Triangle Park, 1998.

[3] HJ2. 2-2008, 环境影响评价技术导则-大气环境 [S].

[4] GB3095-1996, 环境空气质量标准 [S].

## Rationality Analysis on Urban Master Planning Distribution on the Perspective of Air Environment Impact

LI Jie, DING Sa, DONG Run-lian

(Henan Research Academy of Environmental Science, Zhengzhou Henan 450004 China)

**Abstract:** The urban air environment impacts from the emission of waste gas from the heating sources and electrical sources based on the urban master planning is calculated quantitatively. The air environmental potential impacts on residential areas from the industrial areas were analyzed qualitatively as well. The suggestions on urban master planning distribution were put forward on the angle of air environmental protection.

**Key words:** air; environmental impact; urban planning; distribution; rationality

(上接第 66 页)

## Trends of Emission of Industrial Waste Gas and Countermeasures in Nanjian County

FANG Qin - li

(Nanjian Environmental Protection Bureau, Dali Yunnan 675700 China)

**Abstract:** The data of emission of industrial waste gas in Nanjian county from the first pollution source census in 2007 and the updating data in 2009 were summarized and analyzed. Based on which, the trends of emission of industrial waste gas was studied. The countermeasures on emission control are put forward.

**Key words:** emission of industrial waste gas; trend; countermeasure

(上接第 78 页)

## Application of Rare Earth Magnetic Disc in Wastewater Treatment from Multi - stand Pipe Mill

LIU Bin

(Wuxi Semless Oil Pipe Co. , Ltd, Wuxi Jiangsu 214028 China)

**Abstract:** The rare earth magnetic disc technology, as a new purifying technology in metallurgical wastewater, is of advantages of short process and compact land occupation. It has been widely used in metallurgical enterprises in recent years. The technological process, design parameter, treatment effect, social benefit and application prospect on wastewater treatment in retained - mandrel pipe mill were demonstrated.

**Key words:** rare earth magnetic disc; multi - stand pipe mill; wastewater; treat

# 健康风险评估模型在水环境安全评价中的应用研究

汤锐, 郑一新

(昆明市环境科学研究院, 云南 昆明 650032)

**摘要:** 采用美国 EPA 规定的水中优先控制污染物的水体有机物浓度标准, 计算滇池罗家营水域中污染物的健康风险, 并参考美国 EPA 对致癌风险和非致癌风险的相关定义, 对这些化合物的环境健康风险进行了评价。结果表明: 2007 年滇池罗家营水域污染物非致癌及致癌健康风险值均低于美国 EPA 给出的参考标准, 表明该水域水总污染物不会对人体健康产生风险。

**关键词:** 有机物污染; 健康风险评估; 滇池

**中图分类号:** X82      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0086-04

健康风险评估 (health risk assessment, HRA) 是 20 世纪 80 年代以后兴起的狭义环境风险评估的重要组成部分, 它是将风险度作为评价指标, 把环境污染与人体健康联系起来, 定量描述污染物对人体产生健康危害的风险。目前, 健康风险评估主要用于研究各种气、液态流出物对人体健康危害的影响, 而对于水环境污染造成对人体健康危害的风险研究较少。在我国, 水污染导致的人体健康受损及生态严重破坏案例越来越多。由于国内外多次发生因水源污染导致的灾害性事故, 促使科学界开始了对水环境健康风险评估和评价研究。水环境健康风险评估主要是针对水环境中对人体有害的物质, 一般包括两类: 基因毒物质和躯体毒物质。前者包括放射性污染物和化学致癌物; 后者则指非致癌物<sup>[2]</sup>。

滇池自 1980 年开始恶化, 从原来的 II 类水逐步变成现在的劣 V 类, 但滇池外海现仍然为昆明主城备用饮用水源地, 在特殊年份或者缺水时仍然要启动滇池供水。因此, 有必要对滇池的水环境安全进行评价。本研究采用美国 EPA 的暴露计算方法, 对滇池水体半挥发性有机污染物的健康风险进行初步评价。

## 1 健康风险评估模型

饮水是人体终生的必需并且饮用水源地水中污染物浓度通常较低, 因此其对人体的危害主要是慢性危害<sup>[1]</sup>。污染物慢性危害效应根据其导致人体疾病类型的不同又可以分为致癌效应 (导致人体罹患癌症) 和非致癌毒害效应 (导致人体产生癌症以外的其它疾病), 不同的危害效应其致病的毒

理学机理不一样, 因此其剂量即效应评价亦是不同的。致癌效应通常用斜率系数 (Slope Factor, SF) 来表示暴露剂量与致癌概率之间的定量关系, 非致癌慢性毒害则通常用参考剂量 (Reference Dose, R<sub>p</sub>) 来表示暴露剂量与人群健康效应间的定量关系。风险表征是定量风险评估的最后步骤, 目的是把上述定性、定量的评价综合起来, 分析判断源水水质导致饮水人群发生有害效应的可能性, 并对其可信程度和不确定性加以阐述, 为饮用水管理机构的决策提供科学依据。根据化学污染物健康危害效应的不同, 风险分析计算的具体公式有所差别。

进行风险评估时, 可按照致癌性将风险分为致癌风险和非致癌风险<sup>[4]</sup>。

### (1) 非致癌风险 (常规毒性风险)

一般认为生物体对非致癌物的反应有剂量阈值, 低于阈值则认为不产生不利于健康的影响。非致癌风险通常用风险指数进行描述, 其定义为由于暴露造成的长期日摄入量与参考剂量的比值, 可用下式计算:

$$HI = CDI/R_{fo} \quad (1)$$

式中, CDI 为长期日摄入量, mg/(kg·d); R<sub>fo</sub> 为污染物的参考剂量, mg/(kg·d)。需要指出的是致癌物质也存在非致癌风险。

### (2) 致癌风险 (遗传毒性风险)

对于致癌性物质, 一般认为没有剂量阈值, 只要有微量存在, 即会对人体产生不利影响。致癌风险通常用风险值 (Risk) 表示, 其定义为长期日摄入量与致癌斜率因子的乘积, 表示暴露于该物质而导致的一生中超过正常水平的癌症发病率。可用

下式计算:

$$\text{低剂量暴露: Risk} = \text{CDI} \times \text{SF} \quad (2)$$

当用低剂量计算值  $> 0.01$  时换用下式计算:

$$\text{高剂量暴露: Risk} = 1 - \exp(-\text{CDI} \times \text{SF}) \quad (3)$$

式中, SF 为污染物的致癌斜率因子,  $\text{kg} \cdot \text{d}/\text{mg}$ 。

长期日摄入剂量的计算采用 USEPA 使用的计算公式, 具体如下:

$$\text{饮水途径暴露: CDI} = C \times U \times \text{EF} \times \text{ED} / (\text{BW} * \text{AT}) \quad (4)$$

式中: C 为水中化学物质的质量浓度,  $\text{mg}/\text{L}$ ; U 为日饮水量,  $\text{L}/\text{d}$ ; EF 为暴露频率,  $\text{d}/\text{a}$ ; ED 为暴露延时, a; BW 为平均体重,  $\text{kg}$ ; AT 为平均暴露时间, d。

计算所需参数根据国内相关研究及参考文献引

用: 日饮水量 (U) 为  $2 \text{ L}/\text{d}$ ; 暴露频率 (EF) 取  $365 \text{ d}/\text{a}$ ; 暴露延时 (ED), 对于非致癌物取 30a, 对于致癌物取 70a; 平均体重 (BW) 取  $70 \text{ kg}$ ; 平均暴露时间 (AT), 对于非致癌物取 30a (即  $10950 \text{ d}$ ), 对于致癌物取 70a (即  $25550 \text{ d}$ )。

## 2 结果与分析

本次研究对滇池外海罗家营取水口水域进行持久性有机污染物监测, 共检出半挥发性有机化合物 25 种, 有机氯农药 20 种, 属中国提出的 68 种优先控制污染物的有 12 种, 属美国 EPA 提出的 129 种优先控制污染物的有 4 种。

根据美国 EPA 综合风险信息系统 IRIS 的分类信息, 25 种污染物中通过饮用水对人体有致癌效应的有 13 种<sup>[5]</sup>。计算中所使用的致癌污染物斜率系数采用美国 EPA 的数据。

表 1 13 种致癌污染物的斜率系数

( $\text{mg}/\text{kg} \cdot \text{d}$ )

| 铬 (六价)                | 砷                     | 铅                     | 苯                     | 四氯乙烯                  | 三溴甲烷                  | 呋唑   |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|
| $7.30 \times 10^{-3}$ | 1.5                   | $5.50 \times 10^{-2}$ | $5.50 \times 10^{-2}$ | $5.40 \times 10^{-1}$ | $7.90 \times 10^{-3}$ | 3.00 |
| 二氯甲烷                  | 1, 2-二氯乙烷             | 1, 1-二氯乙烯             | 三氯乙烯                  | 对二氯苯                  | 1, 1, 2-三氯乙烷          |      |
| $7.50 \times 10^{-3}$ | $9.10 \times 10^{-2}$ | $6.00 \times 10^{-1}$ | $4.00 \times 10^{-1}$ | $2.4 \times 10^{-2}$  | $5.70 \times 10^{-2}$ |      |

表 2 25 种污染物参考计量

( $\text{mg}/\text{kg} \cdot \text{d}$ )

| 铬 (六价)                | 砷                     | 铅                     | 苯                     | 四氯乙烯                  | 三溴甲烷                  | 苊                     |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| $3.00 \times 10^{-3}$ | $3.00 \times 10^{-4}$ | $3.50 \times 10^{-3}$ | $4.00 \times 10^{-3}$ | $1.00 \times 10^{-2}$ | $2.00 \times 10^{-2}$ | $4.00 \times 10^{-2}$ |
| 二氯甲烷                  | 1, 2-二氯乙烷             | 1, 1-二氯乙烯             | 三氯乙烯                  | 对二氯苯                  | 1, 1, 2-三氯乙烷          |                       |
| $6.00 \times 10^{-2}$ | $2.00 \times 10^{-2}$ | $5.00 \times 10^{-2}$ | $3.00 \times 10^{-4}$ | $1.07 \times 10^{-1}$ | $4.00 \times 10^{-3}$ |                       |
| 硝酸盐                   | 氯化物                   | 氰化物                   | 铜                     | 锌                     | 汞                     |                       |
| 1.6                   | $6.00 \times 10^{-2}$ | $2.00 \times 10^{-2}$ | $4.00 \times 10^{-2}$ | $3.00 \times 10^{-1}$ | $3.00 \times 10^{-4}$ |                       |
| 镉                     | 铁                     | 锰                     | 硒                     | 挥发酚                   | 1, 1, 1-三氯乙烷          |                       |
| $5.00 \times 10^{-4}$ | $3.00 \times 10^{-1}$ | $1.40 \times 10^{-1}$ | $5.00 \times 10^{-3}$ | $3.00 \times 10^{-1}$ | $2.00 \times 10^{-1}$ |                       |

注: 镉虽为致癌物质, 但其致癌途径主要为呼吸暴露, 饮水未发现致癌作用<sup>[6]</sup>; 12 种致癌物质对人体兼有非致癌慢性毒害效应, 因此需要同时进行非致癌风险评价。

根据健康风险评估模型, 对滇池罗家营水域危害人体健康的污染物进行评价, 结果见表 3。

由于查阅到的相关参数有限, 特别是对滇池罗家营水域检测出的 25 种有机污染物, 只查阅到其中 4 种污染物的参考剂量或致癌斜率, 对最终计算结果有一定影响。

根据美国 EPA 的相关定义<sup>[7]</sup>, 对于非致癌风险, 当风险指数超过 1 时, 认为会对人体健康产生危害。由计算结果可以看出, 2007 年滇池湖体中的污染物风险指数值合计为  $6.8 \times 10^{-3}$ , 低于美国 EPA 对非致癌风险的可接受风险值, 说明这些污染物不会对人体产生明显的非致癌健康危害, 滇池目前的

POPs 浓度不会对人体健康产生非致癌的危害。

参考国际上部分机构的最大可接受风险水平对滇池罗家营水域的污染物致癌风险进行评价。

通过计算, 2007 年检出的污染物计算所得污染物风险指数均在  $2.5 \times 10^{-5} \sim 3.16 \times 10^{-11}$ , 均小于此类机构所提出的可接受最大风险水平, 可认为这些污染物不会对人体产生致癌风险。需要说明的是呋唑主要用于染料、杀虫剂、润滑剂及橡胶抗氧化剂等的制造, 其本身并未列入具有致癌作用的化合物, 但其某些衍生物在动物试验中表现出致癌作用, 在此将其看作有致癌风险的一类物质进行评价。

表3 滇池罗家营水域污染物健康风险值计算

| 目标化合物           | 致癌风险                  | 非致癌风险                 | 目标化合物     | 致癌风险                   | 非致癌风险                 |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------|------------------------|-----------------------|
| 一溴二氯甲烷          | -                     | -                     | g-六六六     | -                      | -                     |
| 1, 1, 2-三氯乙烷    | $8.55 \times 10^{-7}$ | $3.75 \times 10^{-3}$ | d-六六六     | -                      | -                     |
| 1, 1, 1, 2-四氯乙烷 | -                     | -                     | 七氯        | -                      | -                     |
| 1, 1-二氯丙烯       | -                     | -                     | 环氧七氯      | -                      | -                     |
| 苯               | $5.13 \times 10^{-7}$ | $2.33 \times 10^{-3}$ | 艾氏剂       | -                      | -                     |
| 邻二甲苯            | -                     | -                     | 顺式氯丹      | -                      | -                     |
| 间二甲苯, 对二甲苯      | -                     | -                     | 反式氯丹      | -                      | -                     |
| 乙苯              | -                     | -                     | a-硫丹      | -                      | -                     |
| 正丁基苯            | -                     | -                     | b-硫丹      | -                      | -                     |
| 氯代苯             | -                     | -                     | 狄氏剂       | -                      | -                     |
| 1, 4-二氯苯        | -                     | -                     | 异狄氏剂      | -                      | -                     |
| 1, 2, 3-三氯苯     | -                     | -                     | p, p'-滴滴滴 | -                      | -                     |
| 溴代苯             | -                     | -                     | p, p'-滴滴伊 | -                      | -                     |
| 4-硝基苯胺          | -                     | -                     | p, p'-滴滴涕 | -                      | -                     |
| 4-甲基苯酚          | -                     | -                     | 异狄氏剂醛     | -                      | -                     |
| 2, 4, 5-三氯苯酚    | -                     | -                     | 异狄氏剂酮     | -                      | -                     |
| 4, 6-二硝基邻甲苯酚    | -                     | -                     | 甲氧滴滴涕     | -                      | -                     |
| 2-氯乙基醚          | -                     | -                     | 百菌清       | -                      | -                     |
| 双(2-氯异丙基)醚      | -                     | -                     | 铜         | -                      | $6.78 \times 10^{-6}$ |
| 4-氯苯基苯基醚        | -                     | -                     | 锌         | -                      | $5.19 \times 10^{-7}$ |
| 呋唑              | $2.5 \times 10^{-5}$  | -                     | 砷         | $3.16 \times 10^{-11}$ | $3.51 \times 10^{-4}$ |
| 邻苯二甲酸双(2-乙基己基)酯 | -                     | -                     | 镉         | -                      | $1.96 \times 10^{-4}$ |
| 邻苯二甲酸正二辛脂       | -                     | -                     | 铅         | $1.5 \times 10^{-9}$   | $1.23 \times 10^{-4}$ |
| 芴               | -                     | $3.98 \times 10^{-5}$ | 氰化物       | -                      | $2.2 \times 10^{-7}$  |
| 苯并[ghi]花        | -                     | -                     | 挥发酚       | -                      | $2.19 \times 10^{-7}$ |
| a-六六六           | -                     | -                     |           | -                      |                       |
| b-六六六           | -                     | -                     | 合计        |                        | $1.27 \times 10^{-2}$ |

注：“-”表示没有查到相关数据，无法计算。

表4 部分机构推荐的最大可接受风险水平和可忽略风险水平<sup>[8]</sup>

| 机构              | 最大可接受风险水平          | 可忽略风险水平            | 备注    |
|-----------------|--------------------|--------------------|-------|
| 瑞典环境保护局         | $1 \times 10^{-6}$ | -                  | 化学污染物 |
| 荷兰建设和环境保护部      | $1 \times 10^{-6}$ | $1 \times 10^{-8}$ | 化学污染物 |
| 英国皇家协会          | $1 \times 10^{-6}$ | $1 \times 10^{-7}$ | -     |
| 美国环境保护署         | $1 \times 10^{-4}$ | -                  | -     |
| 国际辐射防护协会 (ICRP) | $5 \times 10^{-5}$ | -                  | 辐射    |

表5 各种风险水平及可接受程度<sup>[9]</sup>

| 风险值                    | 危险性               | 可接受程度           |
|------------------------|-------------------|-----------------|
| $10^{-3}$              | 危险性特别高，相当于人的自然死亡率 | 不可接受，必须采取措施改进   |
| $10^{-4}$              | 危险性中等             | 应采取改进措施         |
| $10^{-5}$              | 与游泳事故和煤气中毒属同一等级   | 人们对此关心，并愿采取措施   |
| $10^{-6}$              | 相当于地震和天灾风险        | 人们并不关心该类事故的发生   |
| $10^{-7} \sim 10^{-8}$ | 相当于陨石坠落伤人         | 没人愿意为该类事故投资加以防范 |

### 3 讨论

(1) 通过环境健康风险评价，可以将水环境质

量和公众的健康危害定量地联系起来，并定量地描述环境污染对公众健康危害的程度，使评价指标落



实到人体健康上。

(2) 由于各种污染物对人体健康产生的危害作用机理不尽相同,其累计效应会表现出相加、协同或是拮抗效应,发达国家已经重视累计效应的分析,但仍未形成系统的理论和方法学,国内对健康风险评估的研究直到20世纪90年代才开始,因此没有对各污染物的联合健康效应进行评价。

(3) 由于滇池湖泊的特点,水的交换周期要比江河海洋长,因而其对 POPs 的稀释能力较差,为一个脆弱的生态系统,生态平衡一旦遭到破坏就不容易恢复。POPs 的污染可以说是遍布整个湖泊的生态系统。不仅如此,POPs 的浓度还随着食物链营养等级的提升逐级浓缩<sup>[3]</sup>,应引起环保部门的重视,必要时建议采取相应的措施。

(4) 滇池水体中污染物的健康风险值均在可接受的参考值范围内,因此可认为2007年滇池水体中的污染物不会对人体造成健康风险,但是其他污染物虽然健康风险值较低,但对有致癌作用的污染物,特别是味唑、砷、铅等一类物质,由于本文中大部分有机物缺少参考标准值,计算得出的健康风险值要比实际风险值低,建议以后进行更深入的相关研究,更好地为环保部门制定相关政策提供依据。

(5) 水环境健康风险评估包括直接接触、摄入水体中食物、饮水3种暴露途径,此处仅对饮水途径对人体造成的健康危害进行了评价,因此对滇池罗家营水域的健康风险评估还需要在今后进一步完善。

#### 参考文献:

- [1] 陈炼钢,陈敏建,丰华丽. 基于健康风险的水源地水质安全评价[J]. 水利学报,2008,(2).
- [2] 曾光明,卓利,钟政林,等. 水环境健康风险评估模型及其应用[J]. 水电能源科学,1997,(12).
- [3] 戴世明,吕锡武. 水环境中持久性有机污染物的污染状况及管理对策[J]. 南通职业大学学报,2009,(6).
- [4] 韩冰,何江涛,陈鸿汉,等. 地下水有机污染人体健康风险评估初探[J]. 地质前缘,2006,13(1).
- [5] OAK RIDGE National Laboratory. Toxicity summary for cadmium in risk assessment information system [EB/OL]. <http://rais.ornl.gov/tox/profiles/cadmium.shtml#41>.
- [6] 美国 EPA. Integrated risk information system [EB/OL]. <http://www.epa.gov/iris/index.html>.
- [7] U. S. EPA. Guidelines for exposure assessment [R]. FRI4129-5. Washington DC: Office of Health and Environmental Assessment, U. S. EPA, 1992.
- [8] 李丽娜. 上海市多介质环境中持久性毒害污染物的健康风险评估[D]. 上海:华东大学,2007.
- [9] 倪彬,王洪波,李旭东,等. 湖泊饮用水源地水环境健康风险评估[J]. 环境科学研究,2010,(1).

## Application of Health Risk Assessment Model on Water Environment Safe Evaluation

TANG Rui, ZHENG Yi-xin

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

**Abstract:** The health risks of water pollutants in Luojiaying area of Dianchi lake were calculated by applying organic concentration as standard index adopted from EPA of USA. The environmental health risk was assessed based on the conception of carcinogenic risk and non-carcinogenic risk from EPA. The results indicated that the health risk value was less than the reference value given by EPA, which showed that the water in Luojiaying area of Dianchi lake would not lead to any health risk to the people there.

**Key words:** organic pollutants; health risk assessment; Dianchi lake

# 农药厂搬迁厂址用于房地产开发的 选址环境影响评价

钱 永

(苏州科技大学 化学与生物工程学院, 江苏 苏州 215011)

**摘 要:**传统有机磷、有机氯农药具有高毒性、持久性和环境激素效应,处于痕量和超痕量浓度水平都可能给人类生命健康和生态环境带来严重威胁和风险。由于农药及其副产物的历史残留、累积及跨界迁移和分布,农药厂搬迁厂址用于房地产开发场地环评具有很大困难。结合南方某市一大型农药厂搬迁厂址用于房地产开发项目的案例,探讨了该类场地评价中基础资料的搜集方法和环评中应遵循的理念和原则。

**关键词:**农药厂; 选址; 房地产开发; 环境影响评价

**中图分类号:** X82      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0090-04

## 1 前言

随着我国城市化进程和城市扩建的迅猛发展,城市土地资源尤其是房地产用地日益稀缺。历史上存在于城郊的一些农药、印染和化工等生产企业已逐渐处于城市的主城区位置,不能满足环境安全、生态宜居城市的要求。近年这些生产企业纷纷被搬迁或拆迁,原厂址往往被规划用于房地产开发。

我国《建设项目环境影响评价分类管理名录》把房地产开发项目划归污染型项目管理,污染型建设项目环境影响评价主要包括水、气、固、噪、生态等方面的环境现状调查和评价,以及对项目施工期和运营期上述因素的环境影响预测和评价。常规的房地产开发项目环境影响较小,环境影响评价主要包括对上述因素的环境现状调查和评价,对施工期的大气扬尘、废水排放、施工噪声以及运营期的生活污水、交通噪声、生活固废的影响等方面进行预测与评价。而对于农药厂搬迁厂址用于房地产开发项目,由于原来农药厂的遗留污染非常严重和复杂,这类项目环境影响评价中的场地评价就成了环评难点。这部分评价一般发生在房地产项目建设前期购买土地时,选址评价直接决定房地产开发项目能否立项,而且搬迁场地的遗留污染问题直接影响房地产开发项目作为污染型项目环评中的环境现状调查与评价、施工期及运营期的环境影响预测和评价的有效性和安全可靠,然而国内这方面的经验

和理论都十分匮乏。本文试图结合苏南某市大型农药厂拆迁厂址用于房地产开发实例,重点探讨该类房地产开发选址评价中资料收集方法和选址评价应遵循的理念和原则。

## 2 农药厂搬迁厂址环评资料收集方法探讨

农药厂搬迁厂址用于房地产开发项目,其场地评价的资料收集类似于常规污染型环评项目的工程分析过程,类比、物料衡算和资料复用等常规工程分析方法仍可以借用。但也应注意到农药厂搬迁往往在几年甚至十几年前完成,“事过境迁”,基础资料的收集存在一定困难;农药生产时期可能历经几十年,在这个过程中农药品种、产量和生产工艺都有可能发生变化,综合考虑农药品种、产量及工艺副产物的波动性带来的污染因素也存在一定难度;同时传统的有机氯、有机磷农药多是高毒、高残留农药,残留农药污染水平与其土壤降解动力学规律及在土壤、大气和水体的跨界输移及累积分布都有关;这些农药可能在极低浓度水平就对人类健康和生态系统存在环境风险,因此农药厂搬迁厂址环评资料收集必须注意采取更加宽泛而细致的方法。以苏南某市大型农药厂搬迁厂址用于房地产开发项目场地环评为例,该项目场地评价基础资料收集主要采取了以下一些策略和方法。

### 2.1 广泛而有历史追溯性的文献资料搜集

本阶段资料搜集要注意一般文献技术资料查取与地方行政管理技术资料相结合。通过走访该市相关部门如地方工业主管部门、地方文史管理(地方志等)等行政管理部门查取资料,除了要搜集当地气候、气象、大气、水文(地表水、地下水)、土

收稿日期: 2010-12-27

基金项目: 建设部研究开发项目(2008-K6-4)。

作者简介: 钱永(1970-),男,江苏省人,副教授,博士,国家注册环境影响评价师。主要从事精细化工和污染控制化学研究。

壤地质资料等外,更要注意搜集汇总该农药厂不同历史时期的主要农药品种及其历史产量情况。

表1 苏南某市搬迁农药厂农药品种及历史产量情况

(t)

| 农药名称  | 最初年产量及年份 |       | 最高年产量及年份 |        | 终止年份及产量 |      | 累计总产量  |
|-------|----------|-------|----------|--------|---------|------|--------|
|       | 年份       | 产量    | 年份       | 产量     | 年份      | 产量   |        |
| 六六六   | 1959     | 6.2   | 1962     | 21.7   | 1969    | 7.7  | 145.6  |
| 滴滴涕   | 1958     | 2.7   | 1963     | 20.8   | 1971    | 4.8  | 55     |
| 敌百虫   | 1959     | 1     | 1977     | 1179   | 1979    | 386  | 5033.8 |
| 甲基对硫磷 | 1960     | 3     | 1978     | 5323   | 1985    | 3738 | 40136  |
| 乐果乳剂  | 1964     | 45.5  | 1980     | 3535   | 1985    | 5674 | 82536  |
| 甲胺磷   | 1979     | 108.5 | 1983     | 4291   | 1985    | 2396 | 14697  |
| 乐胺磷   | 1984     | 183   | 1984     | 183    | 1985    | 51   | 234    |
| 马拉硫磷  | 1973     | 15.9  | 1976     | 938.6  | 1979    | 744  | 4228   |
| 磺胺汞   | 1965     | 469   | 1970     | 2746.6 | 1974    | 568  | 9988   |
| 治螟磷   | 1961     | 9.3   | 1979     | 1656.7 | 1982    | 468  | 14118  |
| 稻瘟净   | 1973     | 490.5 | 1974     | 789    | 1977    | 324  | 1951   |

由表1可见,该厂在不同历史时期的主要农药产品六六六、滴滴涕、乐果、对硫磷、甲基对硫磷、敌百虫目前均已列入我国水体优先控制污染物黑名单,农药磺胺汞有可能带来土壤重金属污染,而且六六六、滴滴涕具有几十年的半衰期和显著“三致”毒性是国际公约严格控制的典型 POPs。这些信息在后续的预测和评价中都应予以足够重视。在该过程中也要注意加强对各农药品种在不同历史时期生产工艺、“三废”治理以及事故污染排放的调查。

## 2.2 类比分析与排放因子相结合

调查各种农药相同时期类似生产工艺的污染物排放情况,采用类比分析的方法可以估算不同历史年份各农药的排放量。同时尽可能地通过国内外数据库(如美国 EPA) 查取各种农药和中间体生产中的排放因子,通过排放因子法推算各种农药和污染物不同历史时期的排放量,进而根据降解规律推算残留农药和污染物浓度水平。

## 2.3 现场踏勘走访与布点监测相结合

农药厂搬迁厂址环评与待建项目不同,污染情况为既定事实,除查询相关管理部门历史资料外,还可以通过走访原工厂技术人员、老职工和周围群众了解一些生产及污染情况,通过现场踏勘掌握原农药厂生产车间、库房、原料以及废物场地布局情况。由于农药种类繁多、各种农药及副产物的特殊性,它们在土壤中不同时期的残留浓度,在土壤、水及大气颗粒的污染分布可能要借助权威专家的最新科研成果加以推导计算<sup>[1]</sup>,另外也有必要通过现场合理布点监测当下土壤污染物浓度水平。有学者研究表明某农药厂 DDT 加工对其周边特别是下风向 1000m 内的土壤造成了较为严重的影响<sup>[2]</sup>,因此现场监测除了重点关注厂界内的合理布点外,

也要充分考虑厂区周围区域土壤的污染。

## 2.4 污染物质物理化学性质及生物学毒性参数搜集

农药在土壤、大气、地下水、地表水转移、分布及降解可能生成次级污染物,另外它们在生态系统中逐级生物富集最终危及人类生命健康和生物群落,这些都与农药的物理化学性质及生物学毒性指标直接相关。要通过查阅大量科研文献和技术资料汇集相关农药的水体溶解度、蒸汽压、分子连接指数、油水分配平衡参数、半衰期、半数致死量 LD50 等,尤其要注意搜集项目相关 POPs 的一些毒性参数等。

## 2.5 农药的降解及跨界转移规律及参数搜集

农药通过大气挥发、土壤颗粒吸附、水中溶解渗透等带来土壤-地表(地下)水-大气的综合污染,污染水平及趋势与污染物性质、降解动力学规律、区域气候(气象)条件、大气颗粒情况、地质条件、水文及水文地质等因素有关。大量数值模拟、参数评估和概率统计等评价和预测方法的研究成果可被引用于测评不同历史时期不同农药品种对所在场地的土壤、地下水、地表水、大气及周边一定范围的污染水平和污染态势<sup>[3-5]</sup>。

## 2.6 土壤评价指标及方法搜集

土壤环境质量评价一般应采用《土壤环境质量标准》(GB 15618—1995)中二级标准和《展览会土壤环境质量评价标准(暂行)》(HJ 350—2007),但这些标准中指标都较少,土壤风险评价必要时需要参考国外标准以及最新科学研究文献资料。由于农药厂搬迁厂址用于房地产开发项目主要保护目标是人类自身,尤其应注意搜集 POPs 农药的生态毒性指标因子比如对人和动物的遗传毒性、“三致”毒

性及儿童暴露和健康风险指标<sup>[6-7]</sup>。考虑到该类项目场地评价的特殊性及风险评价方法非常匮乏,也应注意搜集类似或可以借鉴的风险评价方法<sup>[8]</sup>。

### 3 农药厂搬迁厂址用于房地产开发项目场地评价的理念和原则

基于老城区搬迁的农药厂大多都建于20~30a以前,产品是非常传统的有机磷、有机氯等剧毒农药,对环境的污染突出体现在农药及其原料残留的土壤污染方面,许多农药、原料及副产物是典型的持久性有机污染物,而且环境是个大系统,必须考虑这些农药、原料及副产物在土壤、水及大气环境系统的跨界转移和分布。与常规污染型建设项目不同,房地产开发项目主要是用于人们聚居或者集聚活动的场所,因此农药厂搬迁厂址用于房地产开发项目的场地环境影响评价必须遵循以下的理念和原则。

#### 3.1 以人为本原则

房地产开发项目作为人类居住、休闲或商业活动的场所,必然是人群集聚的场所。随着人类对自身生命健康安全和环境质量的要求日益提高,房地产开发项目越来越追求生态文明和环境保护的最佳化。“生态住宅”、“环保型人居工程”等房地产开发理念正是“以人为本”理念的体现。对于农药厂搬迁厂址用于房地产开发项目的场地评价更要注意“以人为本”的原则。传统农药大多具有“三致”毒性,某些农药及其副产物在痕量或超痕量的残留水平都有可能给人类生命健康带来巨大威胁和危害,场地评价中必须以对人民高度负责的态度深入调查和研究如下问题:开发场地历史上农药、原料及其副产物对人类都具有哪些化学、生物学毒性,在土壤中残留累积程度如何,将来在房地产开发项目建设开发以及运营过程中怎样通过土壤、水和大气进行跨界输移和转化从而危害人们生命健康和生活环境。污染型建设项目选址环境影响评价主要是分析项目实施产生的污染可能带来的大气、水、固体废物和噪声等要素对周围环境的影响程度、范围及污染防治措施,给出可行性结论。而房地产项目的环评更应该注重其服务功能和大量人群集聚作为环境保护目标的属性<sup>[9]</sup>。

#### 3.2 评价的系统性原则

农药厂搬迁厂址用于房地产开发项目的场地环境影响评价由于其自身的特殊性和复杂性,必然要求场地评价要强调评价的系统性。主要包括:

(1) 污染源调查既要主要对主要农药品种、数量、物理化学、生物学、毒理学特性等进行调查分析,

也要包括各种农药生产工艺、副产品及原料的调查、收集和分析。例如,有研究发现某农药厂附近土壤有溶剂  $\text{CCl}_4$  污染特征,  $\text{CCl}_4$  主要在3m以内的土层中检测出,且随深度增加而增加,  $\text{CCl}_4$  在土壤中的分布主要受  $\text{CCl}_4$  的挥发作用及其自然衰减作用控制<sup>[10]</sup>;

(2) 如前文,既要主要对农药厂停产搬迁时生产的主要农药情况进行调查、收集和分析,也要对不同历史时期的生产状况进行调查分析;

(3) 重点研究农药在土壤中残留、运移和降解的规律,同时也要研究其在大气、地表水和地下水的跨界转移、分布和转化规律。要考察农药残留、跨界转移、分布归趋和消解的一般规律,也要综合考虑当地水文、土壤地质和气候条件对场地农药残留污染的影响;

(4) 既要考虑开发场地对项目所承载的人群生命健康、活动的影响及所在场地未来生态环境的影响,也要分析开发项目施工期及运营期历史遗留污染问题对周边人类活动和生态环境的影响;

(5) 既要考虑土壤修复或置换等污染控制对项目自身在环境和经济方面的影响,也要考虑项目场地治理对输出地环境的可能影响;

(6) 既要研究农药厂址遗留污染的现时监测和污染治理措施,也要从区域整体上对污染防治措施和环境管理提出具体要求。

#### 3.3 科学性原则

房地产开发项目环境现状和影响预测因子一般选取 TSP、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、pH、 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、 $\text{BOD}_5$ 、TP、石油类、氨氮等。与此不同,农药厂搬迁厂址用于房地产开发项目的场地评价由于遗留污染物农药、原料及其副产物具有的持久性、“三致”毒性和环境激素效应特性,该类项目在评价等级、评价范围、评价重点、评价因子的确定方面都将面临新的疑难问题而不能沿袭前者。这些问题的解决必须依据环境及相关学科的科学原理及最新研究成果,坚持科学原则来考察确定。例如主要污染因子的确定,同常规污染型项目相比,某些农药污染因子浓度水平可能很低,处于痕量、超痕量水平,急性化学毒性和常规环境污染效应不显著,但由于其极高的环境残留性、跨界转移能力和“三致”毒性,仍然应被列为主要污染因子,必须依据农药厂原有合成工艺、遗留污染农药的物理化学性质及生物毒理学的最新研究成果来科学分析确定。污染物调查和环境影响预测也必须遵循科学原则,运用所涉及

的农药及其他化学物质的跨界迁移、转化和消解的科学规律和最新科学研究成果来分析探讨。污染场地的污染防治和修复, 风险评价预测也同样要遵循科学规律。综合运用自然科学、社会科学和技术科学等多学科的原理和方法进行农药厂搬迁场地用于房产开发选址环评尤为重要。

### 3.4 防治措施的有效性和环境效益一致性原则

污染土壤修复技术和标准在国内都很匮乏, 国际上污染土壤的治理和修复办法也并不十分成熟, 主要有表层土置换回填、物理化学方法处理以及植物修复等方法, 各有优缺点和适应性。污染土壤的修复和治理本身就是环境治理领域比较困难的工程领域, 对于农药厂搬迁遗留污染比较严重、比较特殊的场地, 以上几种方法总体上在技术和经济成本方面都存在巨大困难和风险。在做到污染场地得到有效治理修复以确保拟开发房产项目环境质量的同时, 也必须兼顾现阶段土壤修复的巨大经济投入, 即场址评价中必须要坚持环境经济效益的一致性。本文项目污染土壤面积大, 农药品种众多, 历史产量大, 遗留污染严重, 土壤修复等治理成本初步估算在几十亿元以上, 技术和经济成本风险均较大, 因此该厂址一直搁置于规划用地阶段而并未真正进行房地产开发。

## 4 结语

基于目前我国房地产开发项目尚无与其自身相适应的评价技术导则和规范, 农药厂搬迁厂址用于房地产开发项目的场地环境影响评价理念和方法有

许多需要探讨和完善的空间。随着人们对生活环境质量 and 自身生命健康的日益重视, 化工、农药类搬迁场地用于房产开发项目的选址环境影响评价理应更加科学严谨和安全可靠, 该类评价在基础资料收集方法及环境与风险评价的理念和原则方面还将在实践中得到不断改进。

#### 参考文献:

- [1] 丛鑫, 薛南冬, 梁刚, 等. 某有机氯农药企业搬迁遗留场地表层土壤中污染物残留特征研究 [J]. 农业环境科学学报, 2008, 27 (3).
- [2] 韩文亚, 黄俊, 杨波, 等. 华北某农药厂周边的滴滴涕污染状况初步研究 [J]. 环境污染与防治, 2008, 30 (1).
- [3] 汤亚飞, 王焰新, 蔡鹤生. 地表水环境中农药迁移与归宿 [J]. 武汉化工学院学报, 2005, 27 (4).
- [4] 曹红英, 龚钟明, 曹军, 等. 估算天津环境中  $\gamma$ -HCH 归宿的逸度模型 [J]. 环境科学, 2003, 24 (2).
- [5] 汤亚飞, 王焰新, 蔡鹤生. 采用 AF 参数评价农药对地下水的污染 [J]. 安全与环境工程, 2005, 12 (3).
- [6] 程晓洁, 汝少国. 有机磷农药遗传毒性研究 [J]. 海洋科学, 2008, 32 (9).
- [7] 邓晓, 李勤奋, 倪春燕, 等. 乐果对土壤微生物种群的影响 [J]. 生态环境, 2007, 16 (2).
- [8] Yong Qian, Minghui Zheng, Bin Zhang, et al. Determination and assessment of HCHs and DDTs residues in sediments from Lake Dongting, China [J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2006, (116).
- [9] 康瑾瑜. “以人为本”是房地产建设项目环境影响评价中的重要原则 [J]. 中国环境管理干部学院学报, 2006, 16 (2).
- [10] 朱雪强, 韩宝平, 周东来. 某农药厂周围土壤四氯化碳污染特征研究 [J]. 农业环境科学学报, 2006, 25 (2).

## Discussion on EIA of the Site of Former Pesticide Factor Used for Real Estate Development

QIAN Yong

(College of Chemical and Biological Engineering, University of Science and Technology of Suzhou, Suzhou, Jiangsu 215011 China)

**Abstract:** Most of traditional organochlorine and organophosphorous pesticides have high toxicity, persistence and effects of eco-environmental hormone. Trace or below trace of them could bring great threat and risk to human beings' health and eco-environment. Unlike EIA on routine polluting projects, there are specialties and difficulties in EIA of the site of former pesticide factory used for real estate development due to the residues, transfer and distribution across soil-water-air phase of historical organochlorine and organophosphorous pesticides and their by-products. Discussions on the methods for data collection and some special ideals or principles during EIA of the site were conducted according to a real case of real estate development on a former large-scale pesticide factory site.

**Key words:** pesticide factory; site selection; real estate development; environmental impact assessment (EIA)

# 深圳湾水环境质量及变化趋势分析

王越兴

(深圳市环境科学研究院, 广东 深圳 518001)

**摘要:** 20世纪90年代中期, 深圳湾水质严重污染。随着深圳市污水处理设施陆续投入运行, 2000年前后, 水质一度有所改善。此外深圳湾水体交换不畅、底泥污染物释放进一步恶化了水质。但由于污水处理设施建设落后于经济的发展和污水排放量, 目前深圳湾水质状况仍然堪忧。提出了改善水质的对策建议。

**关键词:** 水环境; 趋势; 对策; 深圳湾

**中图分类号:** X82 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0094-03

## 1 深圳湾概况

深圳湾是一个半封闭感潮海湾, 位于珠江口伶仃洋以东, 北接深圳市福田和南山区, 南连香港新界西北地区。整个湾长约14km, 面积大约为80km<sup>2</sup>, 平均水深仅约3m。内湾水浅, 退潮时大部分表面外露, 形成潮间带泥滩。海湾自东向西逐渐变深, 到湾口处最深约为16m, 连接伶仃洋的龙鼓水道。

深圳湾内湾的湿地为大量水禽及候鸟提供栖息地和中途停歇地。为此, 深港两地政府分别在其管辖范围内设立保护区, 如深圳市的红树林区国家级自然保护区和香港的米埔湿地。

深圳湾流域范围广大, 面积共607km<sup>2</sup>。深圳集水区则属深圳经济特区的核心地带, 包括罗湖区、福田区、南山区和龙岗区布吉街道。香港一侧的集水区主要包括北区和元朗区, 大部分属乡村地区, 市镇有上水、粉岭、元朗及天水围等。

深圳湾流域内河流众多, 其中深圳河、元朗河、大沙河、凤塘河、新洲河直接排放入湾内, 布吉河、沙湾河、平原河及梧桐河则汇入深圳河后流入深圳湾<sup>[1]</sup>。

深圳市经过30a的快速发展, 原来以农业生态为主的环境已被城市生态系统所替代, 水环境受到严重污染。目前, 深圳湾水系深圳境内主要河段水质指标劣于国家地表水V类标准, 深圳湾近岸海域水质为劣IV类(目标为III类)。

## 2 深圳湾水质状况

图1显示了深圳湾出口1985~2009年活性磷酸盐和无机氮等标污染(Pi)的变化过程。数据表明, 20世纪80年代深圳湾水质尚可, 1987年深圳湾水质符合III类海水水质标准。1990年之后, 深圳湾出口处水质急剧恶化, 水质基本为劣IV类。2010年深圳湾水质均为劣IV类<sup>[2~6]</sup>。

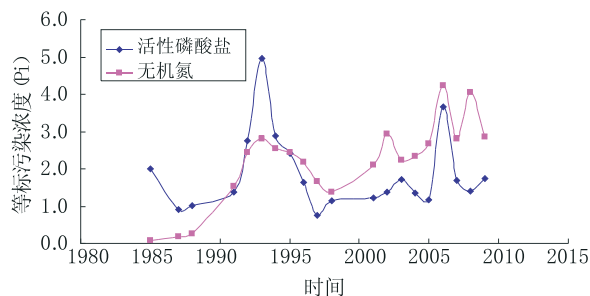


图1 深圳湾氮、磷等标污染浓度变化趋势图

## 3 变化趋势分析

深圳湾的水质受多种因素影响, 简单归纳为陆源污染物排放, 深圳河及内湾沉积物污染物释放, 潮汐对污染物扩散的影响以及深圳湾外围珠江口水质。

### 3.1 总污染负荷快速增加, 污水处理设施建设滞后

随着深圳的飞速发展, 特区内人口的急剧增加是深圳湾水质恶化的主要原因。如图2所示, 深圳湾深圳境内人口从1980年的10万急剧增长到2010年的近400万<sup>[7]</sup>, 这给深圳湾水质带来了极大的压力。

污水处理设施处理能力低, 污染削减量不足。如图1所示, 氮磷等标污染浓度有两个峰值, 一个

收稿日期: 2011-02-19

作者简介: 王越兴(1977-), 男, 浙江省绍兴市人, 香港大学博士, 工程师, 长期从事水环境研究、水污染治理技术研究。主要研究方向为水环境污染治理及管理, 底泥污染物扩散等。

在 1993 年, 另一个在 2006 年。在 1990 年之前, 无机氮的浓度可以达到Ⅲ类水质标准, 但之后无机氮一直高于Ⅲ类水质标准, 并在 1993 年达到第一个峰值。在 1993 年之前, 深圳湾流域仅有滨河污水处理厂和南山污水处理厂已投入运行, 处理能力为 10 万 t/d。这不足以有效消除因人口急剧增长而增加的污染负荷。由于社会经济调整, 1994 年深圳湾流域人口有所下降, 使得入湾负荷得以降低。之后随着蛇口污水处理厂、滨河三期、南山污水处理厂二期尤其是排海工程、罗芳污水处理厂的相继投入运行, 深圳湾的水质有较大改善, 活性磷酸盐及无机氮浓度基本接近达标。但 2001 年之后, 由于人口的继续快速增长, 无新的污水处理厂投入运行, 滨河污水厂改造等原因, 导致污染物浓度又一次上升, 到 2006 年达到顶峰。2006 年布吉应急工程投入运行, 有效改善了布吉河水质, 使深圳湾水质有所改善。目前, 滨河污水厂改造完成, 西丽再生水厂投入运行, 将进一步改善深圳湾水质。

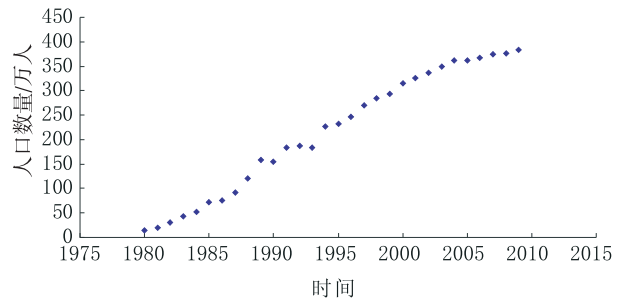


图2 深圳湾深圳境内人口变化趋势图

流域内最早建成的污水处理厂为 1987 年投入运行的滨河污水处理厂。表 1 列出了各污水厂建成时间及处理规模。目前, 流域内污水处理能力约为 149 万 t/d。深圳市污水排海工程于 1997 年投入运行, 该工程将南山污水处理厂尾水及流域内部分污水排入珠江口, 总计为 73.6 万 t/d。但由于部分城区的管网问题, 目前部分污水仍然直排入河, 造成深圳湾的污染负荷居高不下。

表 1 流域内污水厂情况简介

| 序号 | 项目名称    | 处理规模<br>/万 t·d <sup>-1</sup> | 建成时间         | 服务范围            | 出水设计标准 | 出水执行标准 |
|----|---------|------------------------------|--------------|-----------------|--------|--------|
| 1  | 罗芳污水处理厂 | 10<br>25                     | 1998<br>2001 | 罗湖区东部           | 一级 B   | 二级     |
| 2  | 滨河污水处理厂 | 5<br>25                      | 1987<br>1997 | 罗湖区西部、<br>福田区东部 | 一级 B   | 二级     |
| 3  | 南山污水处理厂 | 56                           | 1997         | 南山区大部、<br>福田区西部 | 一级 B   | 一级 B   |
| 4  | 蛇口污水处理厂 | 3                            | 1996         | 蛇口片区            | 一级 B   | 二级     |
| 5  | 西丽再生水厂  | 5                            | 2010         | 西丽片区            | 一级 A   | 一级 A   |
| 6  | 布吉水质净化厂 | 20                           | 2006         | 布吉河河水           | 无      | 二级     |
|    | 小计      | 149                          |              |                 |        |        |

### 3.2 污染物扩散较难

污染物在深圳湾, 尤其是内湾停留时间较长, 不利于其稀释扩散。研究表明污染物在深圳湾内湾的平均停留时间在旱季约为 10~14d, 雨季为 8~9d; 在深港西部通道附近则分别降到 7~8d, 到外湾则只需 4d<sup>[8]</sup>。

### 3.3 底泥污染严重

由于入湾河流携带大量泥沙, 使得部分污染物沉积, 深圳湾底泥污染问题也日趋严重。深圳湾内湾底泥释放对水质的影响达 25%; 外湾底泥污染释放占 8%。内湾底泥的污染负荷就已经超过内湾的纳污能力。随着陆源污染的减少, 这一比例还将上升<sup>[8]</sup>。

## 4 对策及建议

### 4.1 污染削减措施

深圳河湾流域的产业结构特点决定了污水主要为生活污水。污染物削减主要依靠污水处理厂, 辅以河道处理工程。

#### (1) 污水处理厂及配套管网建设

目前深圳湾流域正在建设的污水厂及配套管网有: 埔地吓污水处理厂 (5 万 t/d), 布吉污水处理厂 (20 万 t/d)。滨河污水厂的改造工程已进入试运行阶段 (18 万 t/d)。已规划的有福田污水处理厂 (40 万 t/d)。

表 2 列出了新建污水厂规模及污染物削减能力。参考 2009 年深圳市污水处理厂进出水平均污

染物浓度估算新建污水厂的削减能力。化学需氧量进出水浓度分别为 228.2mg/L 和 33.8mg/L, 氨氮进出水平均浓度分别为 25.5mg/L 和 7.3mg/l, 总磷进出水平均浓度分别为 7.18mg/L 和 1.50mg/L。

表2 新建污水厂规模和污染物削减能力

| 新建污水处理厂  | 规模<br>/万 t · d <sup>-1</sup> | 削减量/t · a <sup>-1</sup> |        |        |
|----------|------------------------------|-------------------------|--------|--------|
|          |                              | 化学需氧量                   | 氨氮     | 总磷     |
| 埔地吓污水处理厂 | 5                            | 1277.2                  | 119.6  | 103.5  |
| 布吉污水处理厂  | 20                           | 8514.7                  | 797.2  | 414.6  |
| 福田污水处理厂  | 40                           | 17029.4                 | 1594.3 | 829.3  |
| 总计       | 65                           | 26821.4                 | 2511.1 | 1347.4 |

由表2可见, 近期化学需氧量、氨氮、总磷的削减量分别为 26821t/a、2511t/a、1347t/a。削减后, 入海支流的化学需氧量排放量为 28664t/a, 总磷的排放量为 269t/a, 不过这对深圳湾水质达标的压力仍然较大。

### (2) 河流综合整治

目前, 深圳市正在实施一系列的河流综合改造工程。如新洲河综合改造工程、福田河生态景观改造工程、福田红树林修复示范工程和布吉河(特区内)水环境综合整治工程, 此外还有深圳河湾截污二期工程。这些工程涉及初雨水截污工程、水

质净化工程、补水回用等。这些工程能在一定程度上削减污染, 增加水环境容量。

### 4.2 其他措施

(1) 纠正乱接、误接市政管网, 从根本上解决乱接、误接造成的污染源。

(2) 底泥清除。深圳和香港正开展深圳河污染底泥治理策略合作研究, 该研究将为下一步工作提供科学依据。

(3) 面源污染控制。

#### 参考文献:

- [1] 胡嘉东. 深圳河湾水系水质改善策略研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [2] 深圳市环境保护局. 深圳市环境质量报告书 (1990 - 2000 年度) [R]. 深圳: 深圳市环境保护局, 2001.
- [3] 深圳市环境保护局. 深圳市环境质量报告书 (2001 - 2005 年度) [R]. 深圳: 深圳市环境保护局, 2006.
- [4] 深圳市环境保护局. 深圳市环境质量报告书 (2006 年度) [R]. 深圳: 深圳市环境保护局, 2007.
- [5] 深圳市环境保护局. 深圳市环境质量报告书 (2007 年度) [R]. 深圳: 深圳市环境保护局, 2008.
- [6] 深圳市环境保护局. 深圳市环境质量报告书 (2007 年度) [R]. 深圳: 深圳市环境保护局, 2008.
- [7] 米红. 深圳市人口容量及其调控政策研究 [R]. 2005.
- [8] 深圳市环境保护局, 香港环境保护署. 后海湾 (深圳湾) 水污染控制联合实施方案第一次检讨最终报告 [R]. 2008.

## Water Quality and Its Trend Analysis in Shenzhen Bay

WANG Yue - xing

(Shenzhen Academy of Environmental Science, Shenzhen, Guangdong 518001 China)

**Abstract:** In 1990's, water of Shenzhen Bay was polluted heavily. With the operation of municipal sewage treatment plants after 1995, water quality was improved since then. Because of poor water exchange ability and polluted sediment in Shenzhen Bay, the water quality became deteriorated further. Moreover, due to the construction of new wastewater treatment plants behind the economic development and sewage drainage, water quality of Shenzhen Bay needs great concern. The countermeasures on promoting water quality were put forward.

**Key words:** water environment; trend; countermeasure; Shenzhen Bay



# 铜陵市环境空气中 PM<sub>10</sub> 的化学组成特征

王永贤

(铜陵市环境监测站, 安徽 铜陵 244000)

**摘要:** 可吸入颗粒物 PM<sub>10</sub> 是铜陵市环境空气中的主要污染物, 本次工作采集了样品, 并测量了样品中 15 种元素、5 种水溶性离子的含量, 初步了解了铜陵市环境空气中颗粒物污染的化学组成及其变化特征。

**关键词:** PM<sub>10</sub>; 化学组成; 铜陵市

**中图分类号:** X16 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0097-02

## 1 样品的采集与分析

铜陵市环境空气监测共设 3 个测点, 分别是第四中学 (文居区)、公路局 (交通区)、新民污水厂 (工业区), 采样点高度 12m, 可吸入颗粒物专用采样器, 共采集样品 120 组, 每组 2 张滤膜, 每张采用 20cm × 15cm 大滤膜, 用 1000L/min 的流量采集 10h, 将收集的可吸入颗粒物用于分析, 样品的质量浓度用重量法测定, 一张滤膜分析检测 15 种元素: 硅、硫、钙、钾、铝、铁、钠、锌、磷、镉、钡、铅、锰、铜、砷, 另一张滤膜采用离子色谱仪分析检测 5 种水溶性离子的含量<sup>[1,2]</sup>。

## 2 元素含量分布特征

表 1 铜陵市环境空气中 PM<sub>10</sub> 的化学成份及元素浓度 (μg/m<sup>3</sup>)

| 项目  | 市第四中学 | 市公路局  | 新民污水厂 | 全市平均  |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| 铝   | 2.20  | 2.48  | 3.57  | 2.75  |
| 砷   | 0.09  | 0.09  | 0.12  | 0.10  |
| 钙   | 2.77  | 3.84  | 3.98  | 3.53  |
| 钡   | 0.56  | 0.38  | 0.53  | 0.49  |
| 铜   | 0.62  | 0.74  | 1.16  | 0.84  |
| 铁   | 1.81  | 2.46  | 2.24  | 2.17  |
| 钾   | 3.16  | 3.46  | 4.47  | 3.68  |
| 磷   | 0.34  | 0.54  | 0.59  | 0.49  |
| 铅   | 0.55  | 0.67  | 1.12  | 0.78  |
| 硫   | 5.64  | 5.81  | 8.23  | 6.56  |
| 硅   | 8.88  | 6.88  | 11.21 | 8.99  |
| 锌   | 0.45  | 0.53  | 0.67  | 0.55  |
| 锰   | 0.15  | 0.18  | 0.09  | 0.14  |
| 钠   | 0.95  | 1.20  | 1.55  | 1.23  |
| 镉   | 0.01  | 0.01  | 0.02  | 0.01  |
| 氯离子 | 0.68  | 0.82  | 1.62  | 1.04  |
| 氟离子 | 0.13  | 0.18  | 0.32  | 0.21  |
| 铵离子 | 8.12  | 5.86  | 7.59  | 7.19  |
| 硝酸根 | 7.19  | 7.08  | 8.36  | 7.54  |
| 硫酸根 | 18.5  | 18.02 | 24.8  | 19.44 |

由表 1 可见, 铜陵市环境空气 PM<sub>10</sub> 中各元素差异很大, PM<sub>10</sub> 中 15 中元素按其浓度大小排列依此为硅、硫、钙、钾、铝、铁、钠、锌、磷、钡、铅、锰、铜、砷、镉, 平均浓度在 1.0 ~ 10 μg/m<sup>3</sup> 的元素有硅、硫、钙、钾、铝、铁、钠; 平均浓度在 0.1 ~ 1.0 μg/m<sup>3</sup> 的元素有锌、磷、钡、铅、锰、铜, 平均浓度在 0.01 ~ 0.1 μg/m<sup>3</sup> 的元素有砷、镉。其中, 硅、硫、钙、钾、铝、铁、钠 7 个元素占所测 15 个元素含量的 92%, 除硫外, 其余 6 个元素均是地壳元素中含量排位靠前的 6 个, 硫在地壳中的丰度并不高, 而在 PM<sub>10</sub> 中有相对较高的浓度, 说明除了有地壳的贡献外主要来自铜陵市工业废气中二氧化硫的排放。铜陵市是一座工矿城市, 有色金属冶炼、化工是支柱产业, 每年排入空气中的二氧化硫高达 2 ~ 4 万 t, 是铜陵市环境空气中第二大污染物。另外值得一提的是 PM<sub>10</sub> 中铜、铅的含量与国内其它城市相比处于较高的水平, 这与铜陵市长期以来对铜矿的采、选、炼有关, 而铅又是铜的伴生元素, 因此 PM<sub>10</sub> 中铜、铅的含量都较高。

与各类功能区相比, 除锰和铁, 其余 13 种元素均是工业区最高, 说明铜陵市工业区污染最重。

从理论上讲, 气溶胶离子中的元素硫全部以硫酸盐形式存在, 且硫酸盐绝大多数是以水溶性的硫酸根离子存在, 铜陵市 PM<sub>10</sub> 中硫酸盐与元素硫的相关关系为: 文居区  $y = 2.8x + 2.7$ ; 交通区  $y = 2.8x + 1.8$ ; 工业区  $y = 2.9x + 0.9$ 。相关性较好, R<sup>2</sup> 均在 0.80 到 0.85 之间, 其中工业区 R<sup>2</sup> 最高, 这与工业区二氧化硫的排放量大有关, 因为二氧化硫在空气中转化为硫酸盐, 导致相关系数增高。

## 3 水溶性离子浓度分布特征

由表 1 可见, 5 种离子浓度从大到小的排序是硫酸根 > 硝酸根 > 铵离子 > 氯离子 > 氟离子, 3 个

测点离子分布显示出硫酸根离子浓度最高,且远高于其它离子。硫酸根离子除少量天然来源,主要是来自工业二氧化硫,因为铜陵市环境空气中二氧化硫含量较高。根据铜陵市环境监测结果显示,二氧化硫含量在  $50 \sim 190 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 年平均浓度在  $60 \sim 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。空气中的二氧化硫在锰和铁元素的催化作用下被氧化成三氧化硫,而三氧化硫与水蒸气形成硫酸分子附着在尘埃的表面<sup>[3]</sup>。

硝酸根离子与铵根离子浓度相当,且都高于其它离子,各功能区相差不大。铜陵市环境空气中氮氧化物年平均浓度在  $20 \sim 35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 与国内其它城市相比处于中下水平,  $\text{PM}_{10}$  中硝酸盐主要是由大气

中氮氧化物氧化形成硝酸,硝酸再与大气中的氨等发生反应,从而形成较为稳定的硝酸根离子。铵盐是  $\text{PM}_{10}$  中的重要组成部分,铵根离子主要来自牲畜喂养、农业灌溉和有机质的降解等而产生的氨在大气中的转化,而且氨在大气中极不稳定,很快转化为铵根离子。

参考文献:

- [1] 铜陵市环保局. 铜陵市“十五”环境质量报告书 [R]. 2006.
- [2] 吴鹏鸣. 环境监测原理与应用 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2000.
- [3] 郑伟俊. 大气污染控制理论 [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 1988.

## Characteristics of Chemical Components of $\text{PM}_{10}$ in Air Environment in Tongling City

WANG Yong-xian

(Tongling Environmental Monitoring Station, Tongling Anhui 244000 China)

**Abstract:**  $\text{PM}_{10}$  is the main air pollutant in Tongling city. Fifteen elements and five water soluble ions were detected from the air samples. Based on which, the general characteristics of chemical components of  $\text{PM}_{10}$  in air environment were analyzed.

**Key words:**  $\text{PM}_{10}$ ; chemical component; Tongling city

# 三点比较式臭袋法测定恶臭浓度的方法探讨

许卫娟

(启东市环境监测站, 江苏 启东 226200)

**摘要:**我国 GB14554-1993《恶臭污染物排放标准》中规定恶臭浓度的标准方法为三点比较式臭袋法。本文就其采样分析的过程、步骤中存在的干扰因素进行了一些探讨。

**关键词:**恶臭浓度; 三点比较式臭袋法; 干扰因素; 探讨

**中图分类号:** X83      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1673-9655 (2011) 03-0099-02

恶臭是指损害人类生活环境、产生令人难以忍受的气味或使人产生不愉快感觉的气体<sup>[1]</sup>。由自然和人工发生。随着经济的发展, 环境问题日益突出, 恶臭污染已严重影响人们的生活质量。三点比较式臭袋法作为目前国内环境监测机构在恶臭监测中广泛采用的标准方法, 具有不受恶臭物质种类、被测数量、浓度范围及所含成分浓度比例的限制, 也不受恶臭源排放方式的影响<sup>[2]</sup>。它是一种利用人的感觉器官及嗅阈值, 根据嗅觉器官试验法对现场采取的臭气气味的大小予以数量化表示, 以判断臭气浓度的方法。现针对其在监测采样、室内分析等方面存在的干扰因素进行一些探讨。

## 1 采样前准备

三点比较式臭袋法是一种感官恶臭测试方法, 主观性和人为因素较强。嗅辨员需要用自己的嗅觉去判断臭气样的强弱、有无。因此, 嗅觉实验室应远离一切恶臭排放源, 避免实验过程中环境臭气对样品的干扰和对嗅辨员嗅觉造成的干扰。同时, 实验室的温度和湿度要适宜, 一般温度保持在 17~25℃, 相对湿度保持在 40%~70%, 同时嗅辨实验室应通风良好。

采样仪器的准备。试验器材如采样瓶、采样袋、实验袋、注射器、针头、硅胶管、硅胶塞等必须存放在清洁的环境中。采样瓶使用前必须进行再清洗, 可以直接用水洗涤后晾干, 也可以用干净的无臭空气进行吹洗。同时要注意瓶塞的清洗与定期更换。

## 2 现场采样

企业实际生产情况。某些企业为了逃避现场检

查, 往往通过降低生产负荷或减少生产量等手段来减少污染物排放, 导致监测结果偏低。因此在恶臭采样时一定要观察企业生产是否正常, 是否达到应有的生产负荷。一定要在生产正常后方可采样, 才能监测出企业真实的排污状况。

监测点位的确定。在实际工作中采样点位的设置应遵循以下原则: ①要体现出排放源对周围环境污染的贡献值; ②采集恶臭污染物最严重的气味样品; ③关注排放源对周围敏感点的影响程度。所以现场监测人员在采样中一定要综合考虑到风向、风速、排放方式、扩散范围、周围建筑物分布等因素对测点的影响, 设置最佳采样点位, 以获得最具代表性的监测样品。

## 3 实验室分析

三点比较式臭袋法是一种感官测试法, 测试过程中嗅辨员的人数、结构、嗅觉敏感程度、情绪、工作状态等都有可能影响测试数据的准确性。嗅辨员的人数至少在 6 人以上。嗅辨员的嗅觉性别、年龄均影响其嗅觉灵敏程度, 在人员组成上最好男女各半, 并涵盖各年龄阶段。嗅辨员的状态包括身体状况、是否食用刺激性食物、是否使用或携带有气味的香料及化妆品都会对分析结果产生较大的影响。

## 4 恶臭浓度的计算

恶臭浓度分析测定登记表中数据较多, 计算较为复杂, 容易出误差。因此, 在计算时应认真细致, 反复核对同时严格执行三审制度, 确保数据正确无误<sup>[3]</sup>。

**参考文献:**

- [1] GB14554-93, 恶臭污染物排放标准 [S].
- [2] 本书编委会. 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.
- [3] 朱金华. 影响恶臭监测结果的因素及其对策 [J]. 污染防治技术, 2007, 20 (1).

收稿日期: 2011-01-06

作者简介: 许卫娟 (1969-), 女, 江苏启东人, 工程师, 学士学位, 从事环境监测工作。

# Discussion on Testing the Odor Concentration with Triangle Odor Bag Method

XU Wei - juan

(Qidong Environmental Monitoring Station, Qidong Jiangsu 226200 China)

**Abstract:** The standard method to detect odor concentration in " Emission Standard for Odor Pollutants (GB14554 - 1993)" is the triangle odor bag method. Due to the complicated progress and steps of sampling analysis, Some interference factors of it were discussed.

**Key words:** odor concentration; triangle odor bag method; interference factors; discussion



## 《环境科学导刊》杂志

《环境科学导刊》，投稿及联系邮箱：[ynehjkx@yies.org.cn](mailto:ynehjkx@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：[ynehjkx@yies.org.cn](mailto:ynehjkx@yies.org.cn)