

GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCES

Vol.25 No.1

广州环境科学

第二十五卷 第一期



广州市环境科学学会 主办

1

2010

首届穗版内部资料优秀奖
《中文科技期刊数据库》入编期刊
《中国知识资源总库》入编期刊
《华艺线上图书馆》入编期刊

《广州环境科学》编委会

(按姓氏笔画排序)

主 任 傅家谟

副 主 任 甘海章 赖光赐

委 员 王作新 刘攸弘 齐雨藻

朱锡海 陈成章 汪晋三

李萍萍 余国扬 吴政奇

吴乾钊 林锦河 骆世明

姚继业 曾凡棠 彭绍盛

主 编 甘海章

栏目编辑 王仁宇 王良焱 尹伊伟

刘攸弘 李战隆 施性清

黄卓尔

责任编辑 熊晓琪

主管单位 广州市环境保护局

主办单位 广州市环境科学学会

编辑出版 《广州环境科学》编辑部

地 址 广州市广卫路2号之一

广卫商务大厦1708室

邮政编码 510030

电 话 (020)83355374

E-mail: gzhjkx@126.com

印 刷 广州市财隆彩色印刷有限公司

广东省连续性内部资料出版物

登记证粤内登字A第10070号

内部资料·免费交流

目 次

综述

中国人居环境研究现状中存在的问题

..... 陈玲玲, 查良松 (1)

水环境及污染防治

活性炭吸附法处理染料废水研究的进展概况

..... 李凤懿, 谭君山 (5)

邯郸市西污水处理厂工艺运行的优化

..... 张志军 (9)

新鲜垃圾渗滤液的自然衰减与渗滤液自身回灌法降解的比较

..... 郭丽芳, 王新文 (13)

大气环境及污染防治

在用电喷汽油车污染物排放特征分析

..... 农加进, 姚欣灿, 黄 荣 (16)

固体废物及处理

脱硫废弃物改良不同类型盐碱地种植马莲试验研究

..... 李 明, 孙兆军, 李 茜, 等 (22)

城镇污水厂污泥处理处置技术政策探讨

..... 李穗中 (25)

环境与可持续发展

浅谈太阳能在建筑中的利用

..... 谢 浩 (29)

环境经济

建立广州市循环经济评估体系的探讨

..... 黎广明, 何国伟 (32)

环境伦理学

人与自然和谐的实现路径探析——以亚里士多德的中道思想为视角

..... 任大伟, 吴玘超 (38)

环境信息与计算机技术

基于VB和MapX的肇庆市水资源信息查询系统的开发

..... 黄晓玲, 周劲风, 李耀初 (42)

动态信息与简讯

我国海洋赤潮研究的最新动态

(41)

封面摄影

东湖春晓

琚 鸿

中国人居环境研究现状中存在的问题*

陈玲玲 查良松

(安徽师范大学国土资源与旅游学院, 安徽 芜湖 241000)

摘 要 随着经济的发展,人们面临着越来越严重的环境问题,人居环境开始被广泛关注。作者在阅读了近现代中国学者对人居环境研究的 80 余篇权威期刊文献后,总结了中国人人居环境的研究现状,发现研究结论中存在的矛盾并尝试对其进行了理论分析,提出人居环境的发展阶段可划分为三个阶段:人居硬环境时代——人居软环境时代——和谐人居时代,总结出中国正处于人居软环境时代,明确人居环境发展的最终理想目标:和谐人居。

关键词 人居软环境 人居硬环境 和谐人居

众所周知,随着经济的发展,人类对居住环境的要求越来越高,而经济的不适当发展策略造成了资源日益枯竭、环境日益恶化、水资源污染等问题,威胁着人的健康和城市的可持续发展。这使人居环境面临着沉重的压力,也促使我们对人居环境更加关注。确保“人类居住区更安全、更健康、更舒适、更公平、更持久,也更具效率”已成为当今世界各国的一个重要发展战略^{[1]658-672}。

1 人居环境概述

对人居环境的研究可以追溯到 20 世纪 50 年代,希腊学者 C.A.Doxiadi 提出了人类聚居学的概念,之后又有其他学者提出了“花园城市”、“生态城市”等充实完善着这个概念。中国对人居环境的研究起步较晚,1993 年 8 月,吴良镛院士约周干峙、林志群同志一起分析研讨,第一次正式提出了“人居环境科学”,定义如下:人居环境是一门以人类聚居为研究对象,着重探讨人与环境之间的相互关系的科学。它强调把人类聚居作为一个整体,而不像城市规划学、地理学、社会学那样,只涉及人类聚居的一部分或是某个侧面。吴良镛院士在之后的数年里建立了人居环境科学的框架体系,引导中国人人居环境的研究走向系统与完善。“人居环境”是一个综合的概念,包括人、自然、居住、社会和支撑系统五大系统,其中自然系统和人类系统是构成人居环境的两个基本系统^[2]。由此可见,城市人居环境是一个以人为主

体,以自然环境为依托,以社会经济活动为基本内容的高度集中的复合人工生态系统。并且人与这个复杂系统之间又在进行不断的强烈的相互作用,使其不断的相互影响。人居环境包括人居软环境和人居硬环境两个方面。

随着人类对居住水平要求的提高,环境的恶化等,政府对人居环境开始愈发关注。联合国在 1985 年 12 月正式确立每年 10 月的第一个星期一为世界人居日,从 1989 年起,联合国还创立了“联合国人类居住环境奖”,以表彰在人居环境方面作出突出贡献的政府、组织或个人。中国建设部也从 2000 年开始设立了“中国人居环境奖”,以表彰在城乡建设和管理中坚持以人为本,坚持全面协调可持续发展的科学发展观,树立正确的政绩观,不断加强城乡基础设施和生态环境建设,切实改善人居环境,努力构建资源节约、环境友好的社会主义和谐社会,为实现全面建成小康社会做出突出贡献的城市。从而呼吁人们对人居环境的重视和维护。

近年来,国家出台了有很多有关提升人居环境重视度的措施、方案,各相关方面的学者也对人居环境做了很多研究。研究方向主要有以下几个方面:从研究范围来看,以区域、城市、社区为研究范围^[3-9];从研究手段上来看,开始引入新技术,例如 GIS 和 RS 等^[10-13];从研究内容上来看,以统计年鉴、图表数据或问卷调查等为资料探讨人居环境评价指标体系的较多^[14-15],但对各方面研究结果的比较性探讨较

注: * 基金项目:国家自然科学基金(40771207),安徽省普通高校人文社会科学重点基地项目(07sk109zd)

收稿日期: 2009-10-13, 修改稿收到日期: 2009-12-14

少。本文将中国人居环境奖评奖结果和部分从事人居环境研究的学者的结论进行对比,引出两者结论之间的矛盾,进而对矛盾进行分析探讨,并试图总结规律性结论,和大家共同探讨,希望有助于对人居环境的理解和研究。

2 矛盾的描述

2001~2007年全国共有17个城市获得中国人居环境奖:江苏省昆山市、山东省日照市、河北省廊坊市、浙江省绍兴市、江苏省张家港市、山东省威海市、海南省海口市、山东省烟台市、江苏省扬州市、山东省青岛市、福建省厦门市、海南省三亚市、广东省深圳市、辽宁省大连市、浙江省杭州市、新疆维吾尔自治区石河子市、广西壮族自治区南宁市。2002年,内蒙古自治区包头市获得联合国人居环境的最高奖——人居奖。总结这18个城市人居环境的共同特征:自然环境优美、经济环境也较为理想。

有学者研究论证:中国城市的人居环境得分前几名分别是深圳、上海、北京、广州等^[16-17];2005年3月5日,《商务周刊》发表了对中国宜居城市指数的初步调查成果,结果显示:上海名列最适宜居住的城市榜首^[18];从省级范围来看,一个省内部的人居环境状况差异也有类似的结果,有研究显示,江苏省一类住区多分布在江苏省南部,三类区都分布在经济欠发达的北部地区^{[19]30-33};在城市范围内,也有学者得出了宜居性由城市“中心向外围逐渐降低”的结论^[4,20]。有学者对这样的意识现状有了明确的结论:经济发展是影响人居环境可持续发展的最根本因素^[21]。总结这些研究结论的特征:城市经济和其人居环境排名有极大的相关性。为了下文描述方便,我们将这些经济 and 人居环境指数排名相关性极强的论断暂定名为“经济决定论”。在这里,还要强调一点,他们的这些结论都有其合理性,我们这里所要讨论的只是这种结论所反映的人们对人居环境认识的一种状态。

比较上述两种结果,中国城市人居环境质量排名次序有着较大差异。

3 指标体系和资料来源

在分析矛盾之前,我们先介绍这两种不同结论的指标体系和资料来源。

由2002年中国人居环境奖评选参考指标体系

可以看出,中国人居环境奖是考虑绿化、基础设施、用水、交通、空气质量、噪声、住房、社区治安文化卫生教育、社区文明稳定、防灾减灾工作、固液气废弃物的处理等进行评选。总的来说,是考虑了自然、人文、经济等方面,较为全面。

各学者对人居环境进行研究时也多是在这几方面进行考察,但各个学者采用的指标相互之间差异较大。总结得出经济决定论的评价体系,多是考虑经济水平、社会发展、基础设施建设、生态建设等,很少涉及到气温、水文、植被等自然特征;从所使用的数据资料来看,经济决定论的数据多是没把自然因素考虑进去的统计数据,或者是通过采访市民、做问卷调查的量化数据。

4 理论分析

我们先找出上述两种矛盾结论的相同点:即人居环境排名靠前的城市经济发展均较好。从理论上分析,这是因为人居环境包含的五大系统中,经济和其中的社会、居住、支撑三大系统有着很强的相关性,经济是构成基础设施、交通等的基础,是人居环境评价中重要的指标。所以,经济在很大程度上影响人类的生活宜居性,引导着人口的分布。有研究表明,中国城市人口规模与经济实力要素、社会发展要素和消费要素显著相关^[22]。小城镇人居环境的优劣与其社会经济发展水平密切相关^[8]。人居环境的改善必须以经济的发展为基础,在一定时期内经济的超前发展也是正常的^{[23]15-20}。但是经济对人居环境所起的作用到底是决定性的还是只是在一定程度上的,还需要我们进一步分析。

下面从“经济决定论”的评价指标体系和数据来源来考察。

4.1 指标体系不包含自然指标或者人为赋予的指标权重较高

人居环境的五大系统之中,自然和人是两个最基本的系统。从地理学的人地关系理论来看,人类社会对地理环境具有依赖性,后者经常影响人类活动的地域性,虽然在二者关系中人通常居于主动地位^[24]。我们这样认为并非是倡导地理环境决定论,而是强调地学因素在区域发展中的重要性^{[1]658-672}。在研究一个城市内部人居环境空间差异时,其由于研究对象面积较小,自然因子差异很小,略去自然指标是

可行的,而如果研究对象处于区域层次时,由于对象面积较大,自然因子将存在较大的差异,此时,评价指标不应该将自然指标忽略不计。另外,就客观指标加权求值时,人为主观性较强的赋予权重会给经济或者受经济状况决定的因子赋予较高的权重,从而增加了经济对人居环境的影响力^[16-18]。

4.2 以问卷调查为资料来源

人是人居环境科学的另一个基本的系统,是我们评价的目的,也是人居环境最有发言权的主体,是评价人居环境的核心原则“以人为本”要求我们在评价时要遵循的。就资料来源——问卷调查来说,结果反映的是居民的主观感受,是人居环境最有说服力的数据。而以这样的数据所得出的结论多是“经济决定论”^{[19]30-33}。以此推论,人居环境评价指标体系或许可以简化一下,以经济作为唯一标准,这样就可以准确快捷地得到各城市人居适宜性排名。但是从长远的发展态势来看,这样的结论又是绝对不科学的。市场经济的理性对经济资源的优化配置作用发挥得淋漓尽致,然而它对保证城市与区域持续发展的非经济资源(生态环境、社会文化、公益行为等)并不偏好,对区域内的恶性经济竞争(争夺市场、重复建设、诸侯经济等)也无能为力^[25]。经济发展靠前的城市的环境问题、资源问题、交通问题、噪声等污染问题,以及由此引起的人们健康问题是如此的突出。这样的不良后果,推翻了前面很有说服力的成果——“经济决定论”。

但是,居民主观感受所得出的经济决定论总能反映些问题。

4.3 提出中国处于人居软环境阶段

人居环境包括人居软环境和人居硬环境两个方面。所谓人居硬环境即人居物资环境,是指一切服务于城市居民并为居民所利用,以居民行为活动为载体的各种物质设施的总和。它是一切有形环境的总和。人居软环境即人居社会环境,指的是居民在利用和发挥硬环境系统功能中形成的一切非物质形态事物的总和。它虽然是一种无形的环境,但居民随时随地身处其中并感受其效果,如生活情趣、生活方便舒适程度、信息交流与沟通、社会秩序、安全和归属感等。人居硬环境与软环境的关系体现为:硬环境是软环境的载体,而软环境的可居性是硬环境的价值取向^{[23]15-20}。

从人居硬环境、人居软环境理论上来看,我们可以把上文两种不同的结论总结如下:对于人居环境奖的获奖结果,人居硬环境和人居软环境均占有一定的权重。而“经济决定论”则是经济起着决定性的作用。我们可以用“在城市发展的低级阶段,城市硬环境的改善会成为此时城市人居环境改善的重点所在。而当城市进入比较高级的发展阶段时,城市软环境开始在城市人居环境改善过程中起主导作用”^[26]来解释上述矛盾。中国自身的城市发展就可以验证这句话的正确性。在农业社会,自然环境起着决定作用,城镇只是一处贸易场所,并不是人人向往的理想的居住之地。随着社会的发展,城市渐渐强大起来,它的跃起的经济、它的集聚的效益以及由此所带来的成功的机会、交通的便利、信息的流畅、文化交流的多元性,使人们开始向往大城市,开始蜂拥而至大城市。而这些便利是以城市的经济发展为前提的。即中国的大部分居民处于对经济崇拜的时代,人们追求经济带来的发展机遇。这也是人们对生活便利性、舒适度、对人居环境质量有越来越高的追求的反映。这也是现在的中国人民对人居环境认识所处的阶段——人居软环境阶段,这也就是为什么人们填写的人居环境问卷调查的结果突出反映的是经济的力量。也是为什么主观性较强设定权重时,研究结果反映出的也是经济的力量。换句话说,中国人民对人居环境的认识,大多数是处于人居软环境时代,尚缺少对自然环境基底的足够认识。我们或许只能说:目前影响区域人居环境的最主要的因素是社会发展因素^[27],在“现阶段”,经济是人居环境发展的一个“决定”因素。

4.4 对和谐人居的需求

城市作为一种人居形式,是社会经济发展的必然趋势,但这种过度追求经济忽略自然的、不可逆转的趋势使得城市环境问题在性质、范围、程度和规模上日趋恶化,给人居环境带来越来越多的压力。《雅典宪章》强调指出“居住是城市的第一功能”。《马丘比丘宪章》提出“同样重要的目标是争取获得生活的基本质量以及与自然环境的协调”。当人与环境发生冲突时,当环境对人类身体健康造成影响时,当城市由于经济的过快发展而使城市不再适宜居住时,我们已经不能称城市为理想的人居环境的住所。从长远观点来看,以可持续发展理论为指导,以“和谐社

会”为目标,我们必须改变现在的这种“经济决定论”的思想认识。我们必须以“和谐人居”为人居环境的建设目标。

5 发展“和谐人居”的建议与策略

“经济决定论”的演化格局的形成是多种历史因素所致,其中有城市发展中的某些客观必然性,但却不能说是我们必须经历的问题阶段。新一代社会科学家和社会哲学家雷内都博斯(Rene Dubos)时常告诫我们:趋势并不等于是命运。或许我们该做的能做的很多。我们理想的人居环境,我们应该追求的人居环境状态,应该是——和谐人居,这包括人、自然和经济之间的和谐,是人居软环境和人居硬环境的和谐,是人们心里感受和外在自然、外在资源、外在城市的和谐。这要求我们摒弃片面的奢华、非理性的盲从和不切实际的“形式”,切切实实地使住宅回归舒适、健康、安全和文明,使城市住区人居环境更贴近自然、和谐^[28]。人们在意识到环境问题之后必将向理性和务实方向发展。现实也证明了这点,很多相关人士正在朝向“和谐人居”努力。我国现在进行的国家主体功能区规划就是一个对改善人居环境很有意义的一大项目,有利于引导经济布局、人口分布与资源环境承载能力相适应,促进人口、经济、资源环境的空间均衡,促进区域协调发展,它所要求的从“经济增长优先”到“生态环境优先”的模式是人居环境发展的理想模式,也是一种趋势^[29-30],对于实现科学发展、和谐发展,全面建成小康社会,具有十分重要的意义,也对我国的人居环境向更好的方向发展有着积极的作用。

追求“和谐人居”,除了国家要从整体上进行规划,对各区域发展进行引导之外,还需要相关学者对人居环境进行进一步的深入研究,对人居环境的发展的主导因素、发展规律等进行系统完善,给政府决策以更好的理论支持和指导。国家尚需要制定相应的法律法规,确保人们进行经济活动时,不超越自然环境的承载力,保护自然资源可持续地为人居提供较适宜的环境基底。与此同时,国家和各级部门需组织相应的活动,宣传人居环境中自然适宜性理念,引导大众思维,使居民对人居环境中自然的重要程度有明确的定义和认识。

要进入“和谐人居”时代,要求保持正确的认识态度和长远目标,调整规划理念,更科学地改造世

界,用“绿色手段”赢得发展。吴良镛院士提出,我们对于21世纪中国人居环境问题应当有一个清晰的共识,即要树立生态、经济、科技、人文和文化五大原则。这五大原则各有其重要性又相互支撑,共同组成了一个系统科学的人居环境发展原则,在实践过程中发挥作用还需要人类根据五大原则,调整自身的行为方式。就如环保外交家努尔·布朗在第三届全球人居环境论坛上发言时所说:“人是自然界一股强大的力量,是改变地球的主要因素之一,然而人也是自身未来命运的创造者,人可以创造出未来整个世界的一大半——只是希望在创造出来的未来世界中人类能与自然和谐相处”。

6 结论

总结上文我们可以把人居环境发展阶段的理论进行完善,进而提出人居环境发展的三个阶段:人居硬环境时代——人居软环境时代——和谐人居时代。这是符合人类社会发展的规律。中国现在是处于人居软环境时代。要想进入和谐人居时代,尚需要社会各界的努力。

纵观工业化以来的城市发展史,发达国家都不同程度地走过了一条对居住环境由忽视到重视的曲折之路,希望我们的伟大国家能在人居环境方面取得更好的成绩。

7 参考文献

- [1] 李华生,徐瑞祥,高中贵,等.南京城市人居环境质量预警研究[J].经济地理,2005,25(5):658-672.
- [2] 吴良镛.人居环境科学导论[M].北京:中国建筑工业出版社,2001.
- [3] 李华生,徐瑞祥,高中贵,等.人居环境质量评价研究——以南京市为例[J].人文地理,2005,(81):1-5.
- [4] 湛丽,张文忠,李业锦.大连居民的城市宜居性评价[J].地理学报,2008,63(10):1022-1032.
- [5] 李王鸣,叶信岳,孙于.城市人居环境评价——以杭州城市为例[J].经济地理,1999,19(2):38-42.
- [6] 祁新华,程煜,陈烈,等.大城市边缘区人居环境系统演变规律——以广州市为例[J].地理研究,2008,27(2):421-430.
- [7] 艾彬,徐建华,黎夏,等.社区居住环境的空间数据探索性分析[J].地理科学,2008,28(1):52-58.
- [8] 宁越敏,项鼎,魏兰.小城镇人居环境的研究——以上海市郊区三个小城镇为例[J].城市规划,2002,26(10):31-35.
- [9] 封志明,唐焰,杨艳昭,等.基于GIS的中国人居环境指数模

(下转第21页)

活性炭吸附法处理染料废水研究的进展概况

李凤镜 谭君山

(广州环发环保工程有限公司, 广州 510180)

摘 要 介绍了我国活性炭吸附法处理含染料废水的进展概况。简述了活性炭吸附染料的各种影响因素及报道最新的耦合活性炭吸附处理染料废水的方法,指出了活性炭处理印染废水的局限性,简单介绍了活性炭的再生方法,并展望了活性炭吸附法处理染料废水技术的发展前景。

关键词 活性炭 吸附 染料 废水处理

随着染料与印染工业的发展,其生产废水已成为当前最重要的水体污染源之一。这类废水具有颜色深、COD、BOD 值较高,组成复杂多变,排放量大,分布面广,难降解等特点,若不经处理直接排放,将给生态环境带来严重危害。染料废水处理主要有化学法、生化法及物理化学法^[1]。活性炭是多孔性物质,且具有很大的比表面积,是目前最有效的吸附剂之一,能有效地去除废水的色度、COD^[2]。对于一些难以生化降解、成分复杂的染料废水,如偶氮染料废水等,可以用活性炭吸附的方法进行脱色处理^[3]。

1 活性炭吸附法

活性炭吸附法是一种应用较早的方法。该法对去除水中溶解性有机物非常有效。但它再生比较困难,处理成本较高,因此应用面窄。一般可用于浓度较低的染料废水处理或深度处理^[4]。

活性炭是目前最有效的吸附剂之一,但由于活性炭去除色度和 COD 时大多数是和其它工艺耦合的,因此活性炭吸附多用于深度处理或将活性炭作为载体和催化剂,单独使用活性炭处理较高浓度的染料废水的研究还是比较少。

1.1 活性炭对不同染料的吸附

对于印染工业,活性炭能有效去除废水中的活性染料、酸性染料、碱性染料、偶氮染料。活性炭在吸附水溶性染料时吸附率高,但不能吸附悬浮固体和不溶性染料^[5]。

现时国内对多种染料进行活性炭吸附,其中对

红色、黑色的染料研究较多,如酸性品红、碱性品红、活性艳红、活性黑、耐晒黑等等,普遍的脱色率达 90%以上^{[2][4][6][5][7]}。

不同的染料吸附的平衡时间也不一样,并在吸附动力学上有不同的表现。活性炭使一些染料脱色能较快达到平衡,一些则需要较长时间,平衡时间由 3 h 到 17 h 不等^[2]。另外,各种染料的吸附等温线一般都符合 Freundlich 方程^{[2][6][4][3][6][7]}。

1.2 pH 值对活性炭吸附染料的影响

几乎所有研究活性炭对染料吸附影响因素的文献都对 pH 值对活性炭吸附染料的影响作了实验分析。pH 值对活性炭吸附染料的影响不能一概而论,其结果与染料废水本身的组成与性质有关。例如,酸性染料的脱色率会随 pH 值增加而降低,碱性染料的脱色率则会随 pH 值增加而增加,而 pH 值呈中性的染料的脱色率跟 pH 值的变化没有太大的关系。但总体说来,pH 值对活性炭吸附染料是存在一定影响的。

如在研究活性炭对酸性品红、碱性品红、活性黑的吸附得出,染料废水的 pH 值在 2~11 之间变化时,酸性品红、碱性品红、活性黑 B-113 的脱色率分别在 91%~95%、97.5%~100%、92.5%~97.5%之间变化。从整体来看,pH 值的变化对废水脱色率影响幅度不大^[2]。

1.3 其它因素对活性炭吸附染料的影响

除了染料种类和 pH 值以外,还有其它一些会影响活性炭吸附染料的因素,比如活性炭的孔径分布、表面化学特性、加入量、吸附温度等。

近年来,很多科学家通过对活性炭吸附过程的进一步深入了解,在吸附机理和活性炭预处理技术方面都取得了很大的进展。G.M.Walker 等研究了 3 种酸性染料在活性炭上的吸附行为,发现只有 14% 的比表面积发挥了吸附作用,一方面原因是由于存在多分子层的吸附,另一方面原因是活性炭中很多微孔孔径太小,不能吸附染料大分子。Tamai Hisashi 等也证实了中孔较多的活性炭易吸附染料分子,主要原因是中孔不仅对吸附有贡献,同时也为吸附质的扩散提供了宽敞的通道^[46]。这说明活性炭孔径小,虽然会有较大的比表面积,但是如果孔径过小,对于吸附大分子染料是不利的。活性炭吸附染料,即对活性炭的液相吸附,或者活性炭作为催化剂载体,炭表面的化学特性对吸附性能产生显著影响。在吸附(分离)操作中,吸附剂的孔径与吸附质分子或离子的几何大小有一个匹配问题。只有吸附质分子或离子能进入和充填的孔隙才是有效孔隙,据资料报道:对吸附剂利用率最高的孔径和吸附质分子直径的比值是 1.7~3.0,对需要重复再生的吸附剂这一比值为 3~6 或更高^[8]。

同时,不同的活性炭存在的形态对于吸附作用也是有影响的。活性炭多见有粉末状、颗粒状的,现在也有使用活性炭纤维作为吸附材料^[9]。目前粉末状活性炭也逐渐被活性炭纤维取代。活性炭纤维一般是用天然纤维或人造有机化学纤维经过炭化制成,其主要成份由碳原子组成。碳原子主要以类似石墨微晶片、乳层堆叠的形式存在。活性炭纤维有较发达的比表面积(2 000 m²/g)和较窄的孔径分布,与活性炭相比,有较快的吸附、脱附速度和较大的吸附容量。因此活性炭纤维对染料的吸附更显著。

对于加入量来说,活性炭越多,吸附效果越好;对于不同的染料有不同的最佳加入量,掌握最佳的加入量^[29],一来可以达到好的吸附效果,二来节省原料。

而对于吸附温度来说,实践证明,在一定范围内,温度越高吸附效率越高^[210],但超过适用温度范围,则温度越高吸附效率越低,这与染料颗粒热运动频繁,碰撞几率上升有关。

2 活性炭吸附处理染料废水的耦合方法

2.1 微波强化内电解染料

这些年来我国逐渐发展了一种微波强化内电解

处理染料废水的新方法,用活性炭与铸铁按一定比例混合,以活性炭的吸附作用、炭与铸铁以及铸铁本身的内电解作用处理印染废水;然后利用微波再生炭铁混合物。这样不仅吸附饱和的活性炭被微波再生,吸附作用恢复并稍有提高,同时微波起到了强化炭铁混合物的内电解作用的效果。采用这种新方法对染料模拟废水进行处理,结果令人满意^[75]。

2.2 颗粒活性炭负载 TiO₂ 薄膜

现时,国内外非均相光催化氧化处理污水的研究工作多采用无毒、难溶、可重复使用的钙钛矿型的 TiO₂ 作为催化剂,以紫外光激发 TiO₂,产生 OH·自由基,使有机物氧化。这一理论取得一定的成果。但是,该技术在实际应用中仍然存在着问题,其中需要解决的主要问题之一是 TiO₂ 催化剂的固定。有研究以杏壳颗粒活性炭作为催化剂的载体,以钛酸四丁酯为前驱物,采用溶胶-凝胶法对 TiO₂ 光催化剂进行固定,并对含染料溶液进行了光催化降解,利用溶胶-凝胶技术制备以颗粒活性炭为载体的 TiO₂ 膜处理染料污水,脱色率较高,平均可达 92%^[10]。

2.3 载锰活性炭对甲基紫染料微波降解

有研究者制备出一系列负载锰氧化物的颗粒活性炭,通过研究并发现:在活性炭存在下,微波辐射可使甲基紫染料废水迅速脱色。甲基紫的微波降解动力学可近似看作一级反应。微波辐射时间、甲基紫溶液初始浓度、溶液 pH 值、活性炭量和微波辐射功率等因素对甲基紫的微波降解均有影响。相对于普通活性炭,适当负载锰氧化物后可以明显提高甲基紫的降解率^[11]。

活性炭与其它材料、方法复合处理染料废水的例子不胜枚举,并在不断的发展当中,通过研究,已经得到不少令人可喜的结果。

3 活性炭处理印染废水的局限性

3.1 活性炭处理印染废水的特性

活性炭并不是对所有类型的印染废水处理效果都是一致的,它主要在脱色方面的效果较大,因此,如在采用其他工艺的同时加入活性炭吸附工艺处理印染废水,处理效果显著。

印染废水具有的特点:水量大、有机污染物含量高、色度深、碱性和 pH 值变化大、水质变化剧烈。在城市下水道和污水处理厂建设较完善的城市,废水

首先在工厂作预处理,达到城市下水道排放标准后进行集中处理。废水经过预处理再排放可改善污水水质,降低城市污水厂处理负荷,同时便于根据不同的废水水质采取不同的预处理手段。在对印染废水进行最终处理时,有机物的去除一般以生物法为主,对难于生物降解的印染废水,采用厌氧(水解)好氧联合处理较为合适,而印染废水的一个重大特点就是色度高,有的可高达 4 000 倍以上,这时用到活性炭吸附最为适合^[12]。

活性炭对染料具有选择性,其脱色性能顺序依次为碱性染料、直接染料、酸性染料和硫化染料。通常活性炭由动物性炭、木炭、沥青炭等含炭为主的物质经高温炭化和活化而成。活性炭微孔多、大中孔不足、亲水性强,限制了大分子及疏水性染料的内扩散,适用于分子量不超过 400 的水溶性染料分子脱色,对大分子或疏水性染料的脱色效果较差。采用活性炭可以有效去除废水中的活性染料、碱性染料、偶氮染料。在一定条件下,活性炭还可直接吸附某些重金属离子。另外,活性炭吸附水溶性染料时吸附率高,但不能吸附悬浮固体(SS)及不溶性染料。活性炭虽然吸附性能优良,但由于成本高,一般应用于浓度较低的染料废水处理或深度处理^[13]。

目前,国内外已有采用活性炭吸附法,该法对去除水中溶解性有机物非常有效,但它不能去除水中的胶体和疏水性染料,并且它只对阳离子染料、直接染料、酸性染料、活性染料等水溶性染料具有较好的吸附性能^[14]。

3.2 预防和治理印染废水

从我国染料行业废水治理技术的现状来看,尽管经过多年努力,已取得一批实用技术,解决了不少问题,但总体上没有实质性的突破,特别是产品结构及工厂布局等不合理因素的存在,加重了废水的治理难度。因此,认为解决废水问题的根本出路在于工艺改革,通过采用先进的生产工艺来减排或不排废水^[14]。这方面国内已有许多成功的例子,如苯胺和邻甲苯胺的生产将铁粉还原改为氢化还原,彻底消除了铁泥水的污染;又如以氢化还原代替硫化碱还原用于氨基苯甲醚的生产,彻底消除了含硫废水等。

预防和治理印染废水的污染是相辅相成的两个方面,如果既采用预防措施,又采用各种方法积极治理,并做到处理后的水循环使用,这不仅能降低水的消耗,而且能有效地减轻印染废水对环境的污染^[15]。

4 活性炭的再生

随着活性炭对染料废水吸附的广泛应用及应用范围不断扩大,失效活性炭的再生开始得到了人们的重视。

4.1 传统的活性炭再生法

4.1.1 热再生法

热再生法是目前应用最多,工业上最成熟的活性炭再生方法^[16]。处理染料废水后的活性炭在再生过程中,根据加热到不同温度时有机物的变化,一般分为干燥、高温炭化及活化三个阶段。热再生法虽然有再生效率高、应用范围广的特点,但在再生过程中,须外加能源加热,投资及运行费用较高。

4.1.2 生物再生法

生物再生法是利用经驯化过的细菌,解析活性炭上吸附的有机物,并进一步消化分解成 H_2O 和 CO_2 的过程。生物法简单易行,投资和运行费用较低,但所需时间较长,受水质和温度的影响很大。微生物处理污染物的针对性很强,需就特定物质专门驯化。因而限制了生物再生法的工业化应用。

传统的活性炭再生技术除了各自的弊端外,通常还有三点共同的缺陷:①再生过程中活性炭损失往往较大;②再生后活性炭吸附能力会有明显下降;③再生时产生的尾气会造成空气的二次污染。因此,人们或对传统的再生技术进行改进,或探索全新的再生技术。

4.2 目前新兴的活性炭再生技术

4.2.1 溶剂再生法

溶剂再生法是利用活性炭、溶剂与被吸附质三者之间的相平衡关系,通过改变温度、溶剂的 pH 值等条件,打破吸附平衡,将吸附质从活性炭上脱附下来。有机再生溶剂对印染废水处理中的活性炭进行再生。该再生剂是一种无色透明复配有机溶剂,经蒸馏后能反复使用^[16]。

4.2.2 电化学再生法

电化学再生法是一种正在研究的新型活性炭再生技术^[18]。该方法将吸附过染料的活性炭填充在两个主电极之间,在电解液中,加以直流电场,活性炭在电场作用下极化,一端成阳极,另一端呈阴极,形成微电解槽,在活性炭的阴极部位和阳极部位可分别发生还原反应和氧化反应,吸附在活性炭上的污

染物大部分因此而分解。该方法操作方便且效率高、能耗低,其处理对象所受局限性较小,若处理工艺完善,可以避免二次污染。

4.2.3 超声波再生法

由于活性炭热再生需要将全部活性炭、被吸附物质及大量的水份都加热到较高的温度,有时甚至达到汽化温度,因此能量消耗很大,且工艺设备复杂。其实,如在活性炭的吸附表面上施加能量,使被吸附物质得到足以脱离吸附表面而重新回到溶液中去,就可以达到再生活性炭的目的。超声波再生就是针对这一点而提出的。超声再生的最大特点是只在局部施加能量,而不需将大量的水溶液和活性炭加热,因而施加的能量很小^[19]。

4.2.4 微波辐照再生法

微波辐照再生法是在热再生法基础上发展起来的活性炭再生技术。其原理是以电为能源,利用微波辐照加热实现再生^[20]。微波辐照法再生活性炭的时间短、能耗低、设备构造简单,具有较好的应用前景。然而,在微波加热使有机物脱附过程中,是否有其它的中间产物产生等问题还有待于进一步研究。

5 活性炭吸附法处理染料废水的发展前景

染料废水的脱色是急待解决的难题,因此开展活性炭吸附对染料废水脱色的研究具有现实意义。但活性炭再生比较难、成本较高是限制活性炭吸附法的一大原因。因此,提高活性炭再生技术,循环利用活性炭以降低成本是今后研究的重点。同时,鉴于活性炭处理的特殊性质,将其与其他化学剂及与其它方法耦合,处理染料废水效果就会更好,因此,现时大多数有关活性炭吸附法处理染料废水的报道不断推陈出新,有着良好的发展前景。

6 参考文献

[1] 刘冬莲. 染料废水处理方法的研究进展[J]. 河南化工, 2004, 12: 5-7.

- [2] 张小璇,叶李艺,沙勇,等. 活性炭吸附法处理染料废水[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2005, 44(4): 3-10.
- [3] 叶匀分,奚伟军. 染料废水的综合处理[J]. 复旦学报(自然科学版), 2003, 42(6): 5.
- [4] 陆朝阳,沈莉莉,张全兴. 吸附法处理染料废水的工艺及其机理研究进展[J]. 工业水处理, 2004, 24(3): 2-6.
- [5] 吴萨日娜,武志云. 印染废水的常用脱色方法[J]. 纺织信息周刊, 2005, 21: 5.
- [6] 王毅力. 不同染料化合物在颗粒活性炭上的分形吸附规律[J]. 环境化学, 2005, 24(3): 7.
- [7] 杨良玉,曾庆福,杨俊,等. 微波强化内电解处理活性艳红染料废水[J]. 环境污染治理技术与设备, 2005, 6(8): 2-5.
- [8] 蒋文举,江霞,朱晓帆,等. 微波处理对活性炭孔隙结构的影响[J]. 林产化学与工业, 2004, 4(4): 3.
- [9] 林海,管小东,李天昕. 活性炭纤维电化学处理染料废水[J]. 北京科技大学学报, 2003, 25(2): 9.
- [10] 张桂兰. 颗粒活性炭负载 TiO_2 薄膜用于染料污水脱色的研究[J]. 干旱环境监测, 2004, 18(3): 12.
- [11] 国伟林,姬广磊,王西奎. 载锰活性炭对甲基紫染料微波降解作用研究[J]. 济南大学学报(自然科学版), 2004, 18(4): 8.
- [12] 周雪怡. 混凝-活性炭吸附处理酸性印染废水的研究[J]. 中国给水排水, 1998, 15(2): 36.
- [13] 朱保家. 印染废水吸附脱色技术的研究发展[J]. 沿海企业与科技, 2003, 2: 13.
- [14] 戴日成,张统,郭茜,等. 印染废水水质特征及处理技术综述[J]. 给水排水, 2000, 26(10): 5-7.
- [15] [日]炭素材料学会编. 高尚愚,陈维译. 活性炭基础与应用[M]. 北京:中国林业出版社, 1984: 53.
- [16] 张果金,周永璋. 活性炭再生技术的研究进展[J]. 南京化工大学学报, 1999, 21(6): 23.
- [17] Newcombe G, Drikas M. Wat. Res. [J]. 化工科技, 1993, 27(1): 161-165.
- [18] 张会平,傅志鸿. 活性炭再生技术的发展[J]. 化工科技, 2000, 8(1): 124.
- [19] 王三反. 超声波再生活性炭的初步研究[J]. 中国给水排水, 1998, 14(2): 24-26.
- [20] 傅大放,邹宗柏. 活性炭的微波辐照再生试验[J]. 中国给水排水, 1997, 13(5): 729.

Development in Research on Dye Wastewater Treatment with Activated Carbon

Li Fengyi Tan Junshan

Abstract The development in research on dye wastewater treatment with activated carbon in China has been reviewed. Various factors with influence on the adsorption of dye onto activated carbon are simply described, and the latest integrated technique for dye wastewater treatment with activated carbon is discussed. A brief introduction of the activated carbon regeneration methods is made. The limitations of dyeing and printing wastewater treatment by this technique are also pointed out. Finally, the direction of its research development is predicted.

Key words activated carbon adsorption dye wastewater treatment

邯郸市西污水处理厂工艺运行的优化

张志军

(邯郸市市政污水处理有限责任公司, 河北 邯郸 056002)

摘 要 由于实际进水水质与设计值有偏差,造成采用改良氧化沟工艺的邯郸市西污水处理厂运行管理困难且费用较高。针对该厂的实际运行情况,探讨了曝气系统的 DO、MLSS、泥龄等运行参数的控制问题,并对各参数进行了分析、优化调整。结果显示:该厂好氧区出水 DO 控制在 2.5~3.5 mg/L,缺氧区 DO 控制在 0.3~0.7 mg/L 时,可保证良好的除磷效果;将 MLSS 控制在 5 000 mg/L 左右,并通过排泥将泥龄控制在 16~19 d 左右时,氧化沟系统可在最低运行能耗下获得最优硝化、脱氮效果;避免过多的硝酸盐随回流污泥进入厌氧选择池也是该系统工艺控制的关键,适宜的进水 BOD₅/TN 比值以及稳定可靠的反硝化控制,可进一步提高该系统的处理效果,尤其是脱氮效果。

关键词 改良氧化沟 脱氮除磷 优化控制

邯郸市西污水处理一期工程是经国家发改委批准立项,河北省利用世行贷款建设的城市基础设施项目之一。采用改良型推流式氧化沟工艺,建设规模为处理能力 10 万 m³/d,其中生活污水约占 65%,工业废水约占 35%。该工程于 2004 年 5 月建成投产。受收水管网及收水率制约,目前实际处理量为 8.5 万 m³/d。该厂主要处理邯郸市京广铁路东北部和铁路以西区域的生活污水及该区域内的部分工业企业生产废水,服务面积约 50 km²,服务人口约 45 万人,2020 年规划收集污水量为 20 万 m³/d,分两期实施。运行实践表明,该污水厂的出水水质始终优于《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)的二级标准,已达到了设计要求。

1 工艺流程

该厂采用的改良氧化沟工艺,将氧化沟和厌氧选择池合建为一个处理单元,它是一个多沟串联系统,分为两组,每组 8 个廊道,共安装 24 台转碟曝气机,其中单、双速转碟各 12 台,在各沟道内交替均匀布置。进水与回流污泥在厌氧选择池内均匀混合后进入氧化沟,在沟内往复循环流动。由于该氧化沟工艺独特的沟型和转碟曝气机的布置方式,为有机物的去除和脱氮除磷创造了良好的宏观和微观环境,使得该系统最终能获得稳定、优良的出水水质。氧化沟出水进入中心进水周边出水的辐流式沉淀池,

进行泥水分离后,其出水一部分排放至厂区北部输元河,另一部分通过抽升泵站及管路排入市内沁河,做为景观用水。污泥通过剩余污泥泵房排入污泥浓缩池及脱水机房进行相应的处理,最终进行填埋或制肥。改良氧化沟的主要构筑物及设计参数见表 1^[1]。平面图见图 1。

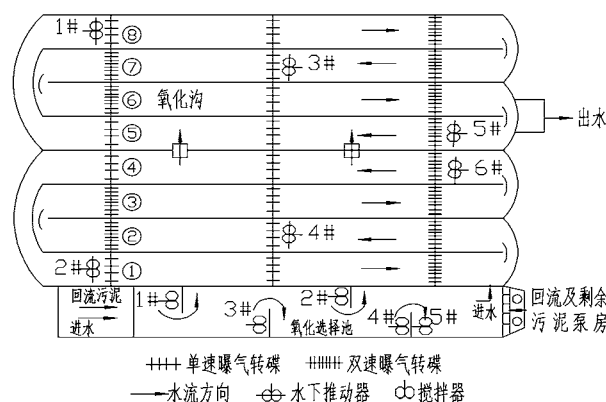


图 1 改良氧化沟单组沟平面示意

2 工艺控制

改良氧化沟工艺是集有机物降解、脱氮、除磷 3 种功能于一体的生物处理技术,因此该工艺的运行控制应同时满足各项功能的要求。针对该厂的进水水质特点,在总结氧化沟工艺长期运行控制经验的基础上,得出了具体的优化控制方式。

表1 西污水处理厂主要构筑物及设计参数

构筑物名称	数量	尺寸	参数
粗格栅间	1座	12×12 m	栅条间隙 20 mm、宽度 10 mm
进水泵房	1座	12×6 m	5 417 m³/h
细格栅间	1座	12×12 m	栅条间隙 6 mm、宽度 8 mm
沉砂池	2座	直径 4.87 m、池深 5.05 m	5 417 m³/h
厌氧选择池	1座	4格、水深 4 m、4 200 m³	停留时间 1 h、流量 4 167 m³/h
氧化沟	2座	池宽 7.5 m、水深 4 m、单池容积 36 000 m³	停留时间 17.3 h、污泥产率 0.8 kg DS/kg BOD ₅ 、污泥负荷 0.062 5 kg BOD ₅ /kg MLSS·d、容积负荷 0.25 kg BOD ₅ /m³·d
剩余污泥泵房	1座	9×8 m	剩余泥量 14 400 kg DS/d、含水率 99.2%、最大回流比 100%
沉淀池	4座	直径 45 m、水深 4 m	水力停留 4.7 h、表面负荷 0.85 m³/m²·h
污泥浓缩池	2座	直径 20 m、池边水深 4 m	水力停留 16.7 h、污泥固体表面负荷 45 kg DS/m²·h
排泥泵房	1座	6×6 m	干泥量 14 400 kg DS/d、含水率 97.5%、工作时间 24 h/d
污泥脱水机房	1座	24×10 m	干泥量 14 400 kg DS/d、含水率 97.5%、工作时间 24 h/d

2.1 对曝气系统 DO 的控制

在该改良氧化沟脱氮除磷工艺中,由于生物除磷本身并不消耗氧气,故实际供氧量只需考虑以下3部分:脱碳需氧量、硝化需氧量及反硝化产氧量。在该厂的实际运行控制中,各段曝气量一般是根据在线 DO 仪和便携式 DO 仪的监测值,通过调整曝气转碟开启台数或叶轮转速来控制的。经长期的运行实践可得出各区DO 的控制范围:氧化沟内 MLSS 较高(一般可达到 4 000~5 800 mg/L),一般保持缺氧区 DO 为 0.3~0.7 mg/L,好氧区 DO 控制在 2.0~3.2 mg/L,若太低会抑制硝化作用,太高则会使 DO 随回流污泥进入厌氧区,影响聚磷菌的释磷,而且会使聚磷菌在好氧区消耗过多的有机物,从而影响对磷的吸收。从实际运行效果来看,该氧化沟工艺的除磷效果始终能保持在较高的水平,这得益于对氧化沟各区内 DO 的有效控制,尤其是好氧区,其出水 DO 控制在 2.5~3.5 mg/L,当混合液进入二沉池完成泥水分离后,充足的 DO 保证了聚磷菌能将磷牢牢地聚积于体内而不释放于水中,最终确保了良好的除磷效果。

2.2 对 MLSS 的控制

在运行过程中,经监测分析发现该氧化沟的 MLSS 偏高,一般为 4 000~5 800 mg/L,有时甚至高

达 6 000 mg/L 以上。在这种情况下,由于提高了沟内的活性污泥浓度,降低了有机负荷,相应地延长了污泥龄,为硝化菌的生长提供了有利条件,最终也获得了较好的脱氮效果,因此较高的 MLSS 对硝化、脱氮过程较为有利。然而同时也发现,系统中 TP 也得到了较好的去除,两者间并没有出现矛盾关系。其原因可能是污泥中的聚磷菌数量也相应增加。传统除磷理论认为,排除的剩余污泥量越多,即泥龄越短,对磷的去除率就会越高,但加大排泥量必然会导致 MLSS 降低。在实际运行控制中,发现适当地减少排泥量,即提高 MLSS,结果反而对除磷更为有利。该厂 MLSS 为 4 500 mg/L(设计值)左右时的除磷效果并不是很理想,经过调整并尝试逐渐减少排泥量,将 MLSS 提高至 5 000 mg/L 左右时发现除磷效果更好,也相应地保证了系统较好的硝化、脱氮效果,当然 MLSS 也不能过高,在实际运行中有时因受季节影响造成不能正常排泥,沟内 MLSS 曾一度增至 7 000 mg/L 以上,并导致局部出现污泥膨胀现象,所幸出水水质未曾受到影响,只是运行能耗相应增加(约 15%~20%)。因此,在实际运行控制中,应尽可能将 MLSS 控制在 5 000 mg/L 左右,以使氧化沟系统在最低运行能耗下获得最优处理效果。调整 MLSS 前、后处理效果的对比见表 2。

表2 MLSS 调整前、后对 NH₄⁺-N、TN、TP 去除效果的对比

MLSS	NH ₄ ⁺ -N			TN			TP		
	进水	出水	去除率 /%	进水	出水	去除率 /%	进水	出水	去除率 /%
4 500	19.54	5.77	70.47	47.30	25.42	46.26	3.16	1.12	64.56
5 000	20.07	3.25	82.96	49.89	23.76	52.38	2.75	0.39	85.82

2.3 对泥龄和排泥的控制

生物脱氮过程一般要求有较长的泥龄，而生物除磷是通过排除富磷的剩余污泥来实现，故不得不维持较高的污泥排放量，系统的泥龄也不得不相应地降低。一般是将泥龄控制在一个较窄的范围内，以兼顾脱氮与除磷的需要。基于此，为取得较好的脱氮除磷效果，该氧化沟系统的泥龄采用 18 d（实际泥龄控制在 16~19 d）以保持较高的 MLSS，一般 TN、TP 的去除率可分别达到 45%、75%以上。在排泥控制过程中，除了用泥龄核算排泥量外，还需保持系统中稳定的 MLSS 和 MLVSS，一般应通过排泥使 MLSS 保持在 4 600~5 400 mg/L、MLVSS 保持在 2 300~2 700 mg/L。在实际运行过程中，按上述范围进行操作控制，均能获得稳定、优良的出水水质。

2.4 BOD₅/TN 和 BOD₅/TP

硝化菌的比例与污水的 BOD₅/TN 值相关。从理论上讲，当污水的 BOD₅/TN > 2.86 时，有机物即可满足反硝化的碳源需要，但由于实际上并不是所有的 BOD₅ 都能被反硝化菌利用，故实际运行中应控

制其值 > 4.0^[2]。硝化则与 BOD 负荷有关。有资料显示，BOD₅ 负荷 < 0.15 kg BOD₅ / (kg MLSS · d) 时，处理系统的硝化反应才能顺利进行。在实际操作控制中，一般将该厂氧化沟系统的污泥负荷保持在 0.06~0.13 kg BOD₅ / (kg MLSS · d) 左右，硝化率 > 70%。污水生物脱氮除磷工艺中厌氧区有机基质的含量、种类及其与微生物营养物之间的比例关系（主要指 BOD₅/TP）是影响聚磷菌摄磷效果的一个不可忽视的控制因素，其值越大则释磷效果越好，对后续除磷越有利，尤其是进水中易降解有机物的含量越高越好。有研究表明^[3]，若要使出水中磷含量控制在 1.0 mg/L 以下，进水中 BOD₅/TP 应控制在 20~30。通过实际运行控制发现，该厂进水水质（BOD₅/TP=54，BOD₅/TN=3.4）可保证 BOD₅/TP > 20，而 BOD₅/TN < 4，因此除 TN 外，其他参数均能很好地满足系统运行需要。

3 运行效果

邯郸市西污水处理厂的设计及实际进、出水水质如表 3 所示，主要设计参数及 2008 年实际运行参数见表 4。

表 3 邯郸市西污水处理厂的设计及实际进、出水水质

参数	进水水质 /mg·L ⁻¹			出水水质 /mg·L ⁻¹			去除率 /%	
	设计值	实际波动范围	平均值	设计值	实际波动范围	平均值	设计	实际
BOD ₅	200	46~398	184	≤30	3~29	16	≥85	91.30
COD	450	89~751	353	≤120	13~89	41	≥73	88.38
SS	250	65~870	375	≤30	4~62	17	≥88	95.47
NH ₄ ⁺ -N	25	11.57~34.85	23.69	≤25	0.22~24.75	6.75		71.51
TN	35	27~94.82	53.49		18.23~45.50	26.04		51.32
TP	3	1.47~9.09	3.43	≤1	0.06~0.65	0.42	≥67	87.76

表 4 主要设计参数及 2008 年的实际运行参数

参数	流量 /10 ⁴ m ³ ·d ⁻¹	泥龄 /d	HRT/h	污泥回流比 /%	供气量 /kgO ₂ ·h ⁻¹	MLSS/mg·L ⁻¹	污泥负荷 /kgBOD ₅ ·(kgMLSS·d ⁻¹)
设计	10	18	15.4	100	712.4	4 500	0.069 4
运行	7.8	16~19	20	65~90	545.7	5 000	0.078

目前该厂所接纳的城市污水中约 65%为生活污水，2009 年部分月份的实际运行结果见表 5。

由表 5 可知，该处理工艺运行稳定，出水水质均能达标。运行中发现，2009 年 4 月底，由于配套管网收集水量增加，使得该氧化沟系统的进水水质、水量发生突变，加之后期雨季的影响，对氮的处理效果有

所降低，但其出水仍可达标。

4 结语

对改良氧化沟系统的 DO、MLSS、泥龄等运行参数进行了分析、优化调整，使该工艺具有良好的去除有机物及脱氮除磷效果。在实际运行过程中借助

表 5 2009 年 1 月~8 月进、出水水质和水量

月份	水量 /m ³ ·d ⁻¹	COD/mg·L ⁻¹		BOD ₅ /mg·L ⁻¹		SS/mg·L ⁻¹		NH ₄ ⁺ -N/mg·L ⁻¹		TN/mg·L ⁻¹		TP/mg·L ⁻¹	
		进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水
1	70 970	435	28	297	11	318	10	26.96	11.01	51.78	27.02	3.75	0.22
2	78 570	484	25	212	6	498	7	22.00	0.19	52.81	23.25	3.96	0.11
3	74 520	398	23	173	7	419	10	18.47	0.86	50.14	23.91	3.08	0.03
4	74 670	274	21	239	6	239	9	22.18	3.66	57.32	20.31	3.96	0.13
5	80 640	415	33	223	13	437	8	23.59	5.39	71.85	26.09	6.32	0.08
6	81 670	495	41	294	25	527	17	33.77	24.81	89.45	43.88	7.37	0.53
7	83 550	538	32	370	14	542	9	30.29	21.05	75.42	40.14	11.50	0.19
8	81 290	412	31	242	8	402	13	26.33	18.32	60.57	41.02	5.04	0.14

PLC 系统,使整个系统易于操作管理,最终确保了出水达标排放。

1) 由于该厂采用改良氧化沟独特的设计构造和转碟曝气机的布置形式,其对 COD、BOD₅、SS、NH₄⁺-N、TP 的去除效果均较好,去除率分别达到 88.38%、91.30%、95.47%、71.51%、87.76%,出水水质远远优于设计要求。

2) 该系统脱氮除磷的效果在很大程度上取决于对 DO 的控制,由于该厂氧化沟内 MLSS 较高(一般可达到 4 000~5 800 mg/L),一般保持缺氧区 DO 为 0.3~0.7 mg/L,好氧区 DO 的经验值是 2.0~3.2 mg/L。实际运行时,还应根据进水水质波动情况,进一步加强 DO 浓度的控制调整,以保证在最佳的处理效果基础上节约运行费用、降低能耗。

3) 运行中对氧化沟内的 MLSS 要进行严格控

制(该值最佳范围为 4 600~5 400 mg/L),并通过排泥将泥龄控制在 16~19 d 左右,以强化氧化沟系统的脱氮除磷效果。

4) 避免过多的硝酸盐随回流污泥进入厌氧选择池也是该系统工艺控制的关键,适宜的进水 BOD₅/TN 比值以及稳定可靠的反硝化控制也非常重要,这可进一步提高该系统的处理效果,尤其是脱氮效果。

5 参考文献

- [1] 张志军. 邯郸市沁河退污还清工程[J]. 中国给水排水, 2007, 23(12): 54-57.
- [2] 李思敏, 李艳平, 秦卫峰, 等. 改良型氧化沟工艺处理城市污水的优化控制[J]. 中国给水排水, 2008, 24(10): 91-94.
- [3] 郑兴灿, 李亚新. 污水除磷脱氮技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1998.

Optimization of Process for Sewage Treatment Plant in Handan

Zhang Zhijun

Abstract Because of the difference between the practical influent quality and the design value, the sewage treatment plant with the modified oxidation ditch was difficult to be operated in Handan City and the operation cost was high. Aimed at the practical operation situation of the plant, the control problems of operational parameters, such as DO in aeration system, MLSS, sludge age and so on were discussed. By analyzing and optimally adjusting the parameters, the good effects of nitrogen and phosphorus removal were obtained. The results showed that when the DO value in the aerobic zone was 2.5~3.5 mg/L and 0.3~0.7 mg/L in the anoxic zone, the good effect of phosphorus removal was obtained. Under the conditions of MLSS 5 000 mg/L and sludge age 16~19 d, the best nitrification and denitrification effects of oxidation ditch system under the lowest energy consumption were achieved. To avoid excessive nitrate entering the anaerobic selective basin through return sludge was the key of this process. At the same time, the suitable ratio of BOD₅/TN and the stable control of denitrification could improve the system effects, especially nitrogen removal.

Key words modified oxidation ditch nitrogen and phosphorus removal optimal control sewage treatment plant

新鲜垃圾渗滤液的自然衰减与渗滤液自身回灌法降解的比较

郭丽芳 王新文

(洛阳理工学院建筑工程系, 河南 洛阳 471023)

摘 要 通过对实验所得数据进行分析,发现准好氧填埋场渗滤液自然衰减速度快于厌氧填埋场渗滤液的自然衰减速度;渗滤液自然衰减的速度远远小于回灌型厌氧填埋场渗滤液的降解速度,更小于回灌型准好氧填埋场渗滤液的降解速度。渗滤液回灌的方法可以加速填埋场垃圾的降解,部分解决垃圾填埋场渗滤液处理困难的问题。

关键词 生活垃圾填埋 渗滤液 自然衰减 回灌法降解

填埋技术作为生活垃圾的传统和最终处理方法,目前仍然是我国大多数城市解决生活垃圾出路的最主要方法,但是其产生的渗滤液是一种高浓度有机废水,其成分复杂,水质水量变化幅度大。当前我国的渗滤液处理工艺多是照搬城市污水处理工艺,由于没有充分考虑渗滤液的特点,因而处理效果不是难以达标就是运行费用高昂。本实验旨在探索一种简单的用渗滤液回灌垃圾填埋柱的方法使渗滤液浓度降解到较低水平,以利后续的处理。

1 实验材料与方法

1.1 实验材料

本实验采取 65%(质量分数)的新鲜垃圾和 35%老垃圾充分混合作为实验用的垃圾,混合前除去其中的玻璃、石块、橡胶、大块塑料袋等不可降解的大块物质,没有粉碎(较大块的都是水果,蔬菜等容易生物降解的物质),混合后垃圾的含水率为 50%,挥发分 60.47%,垃圾体的初始压实密度 0.964 kg/L(本实验的老垃圾已经矿化为土壤,和新垃圾很容易混合均匀,而且占有相对很小的体积,致使本实验初始密度较实际填埋场高)。

1.2 实验装置

本实验采用 3 个自制的垃圾填埋实验柱。该柱由内径 40 cm、长 150 cm 的 PVC 管制作而成。柱子下端装有一根带阀门的渗滤液排放管;柱子上端装一根排气管。实验柱下端距底部 8 cm 处装一多孔圆形

隔板,隔板下面是渗滤液收集槽,隔板上面为 8 cm 厚的一层小石子,石子层上面填充 90 cm 厚的实验垃圾。为使布水均匀和防止垃圾上端表层被堵塞,在垃圾上端置一多孔圆形 PVC 布水器,并在布水器上面铺设一高 15 cm 的锥形小石层。详见图 1。

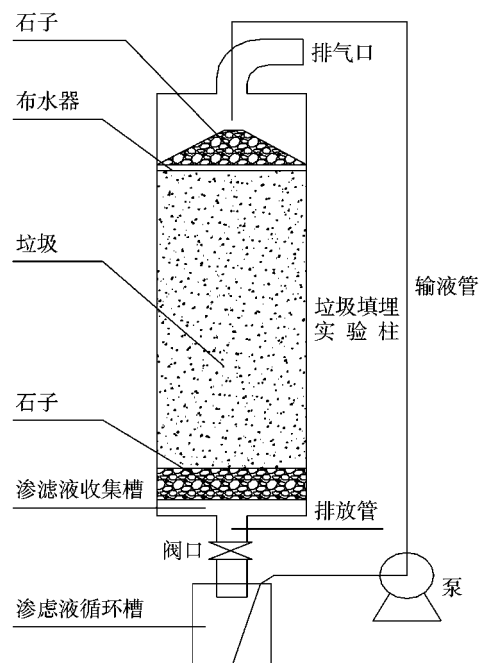


图 1 渗滤液回灌实验装置示意

1.3 实验方法

3 个垃圾填埋实验柱分别编号为 1# 柱、2# 柱、3# 柱。1# 柱和 2# 柱作为准好氧填埋实验柱,在实验

过程中,上端的排气口和下端排放管的阀门全都敞开;3#柱作为厌氧填埋实验柱,除了取样分析时需打开阀门排放渗滤液外,其余时间均要关闭阀门并塞紧排气口。

3根实验柱在装填垃圾并有渗滤液后即进行渗滤液回灌实验。应用小流量药液泵以100 mL/min的流量进行回灌,每天回灌一次,1#柱回灌量为1.8 L;2#、3#柱回灌量为1.25 L^[1]。

3个实验柱装填垃圾55 d后,分别取出渗滤液盛于与垃圾填埋柱编号对应的1#瓶、2#瓶、3#瓶存放。1#柱、2#柱和3#柱仍按上述流量继续进行回灌实验。

本实验以测定渗滤液COD值的方法来观察1#瓶、2#瓶和3#瓶中渗滤液自然降解的情况以及1#柱、2#柱、3#柱在回灌情况下渗滤液的降解情况。COD采用HACH公司COD测定仪用重铬酸钾法进行测定。每隔7 d分别测定一次。

2 实验结果与讨论

2.1 取自不同垃圾填埋柱的渗滤液自然降解的分析与比较

2.1.1 1#瓶和2#瓶渗滤液的降解曲线

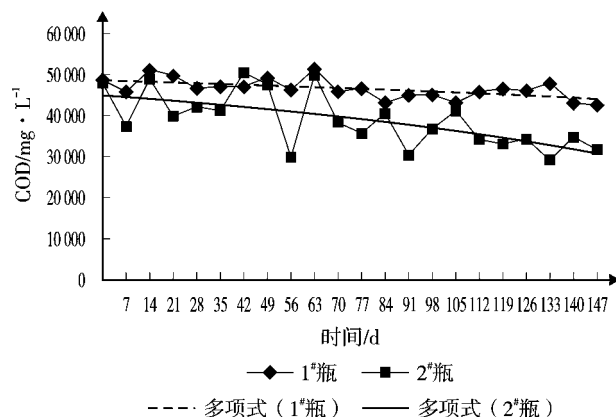


图2 1#瓶和2#瓶渗滤液的降解曲线与降解趋势线

由图2可以发现2#瓶存放的渗滤液降解速度快于1#瓶渗滤液的降解速度。1#和2#垃圾柱填埋的垃圾性质相同,回灌的水量有差异,其中1#柱的回灌水量大于2#柱。填埋55 d的垃圾填埋柱处于酸化阶段,因2#柱回灌水量较少,水解酸化到达的时间较早,酸积累程度较轻,而1#柱的回灌水量较大,使得反应器内的空气量较小,准好氧状态不及2#柱,酸积累程度较严重,酸积累持续的时间也较长,微生

物的量及活性弱于2#柱。从而使得取自2#柱的垃圾渗滤液自然降解速度快于取自1#柱的渗滤液的降解速度。

2.1.2 2#瓶和3#瓶渗滤液的降解曲线

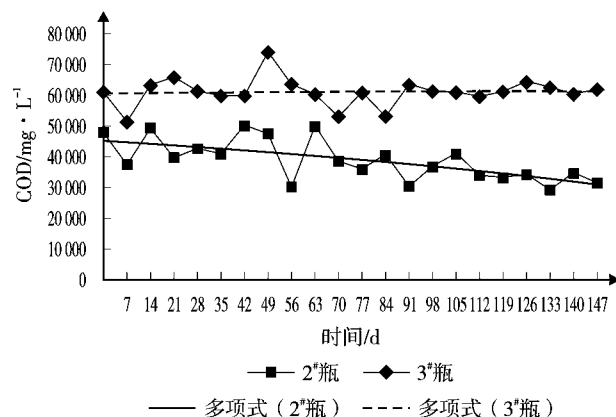


图3 2#瓶和3#瓶渗滤液的降解曲线与降解趋势线

由图3可以看出,2#瓶自然存放的渗滤液有一定程度的降解,而3#瓶的渗滤液基本没有降解,2#柱和3#柱虽然回灌的水量相当,但是填埋的方式不同,3#厌氧填埋柱的垃圾渗滤液的自然降解速度基本趋于零,可能因为3#柱是厌氧填埋,早期随垃圾一起填埋进去的空气很快消耗殆尽,垃圾体处于厌氧状态,酸积累现象更严重,致使pH值低,其环境更不适合微生物的生存繁殖,生物量少,从而取自3#柱的渗滤液自然降解速度更慢。

2.2 渗滤液自然降解与回灌于垃圾体本身后的降解的分析与比较

由图4、图5、图6可以看出各个垃圾填埋柱的渗滤液通过回灌的方式可以降解大部分的有机物,其降解速度远远超过了渗滤液自然降解的速度,其中厌氧填埋渗滤液的降解速度较快,准好氧填埋渗滤液的降解速度最快。这可能是因为准好氧填埋结构的优势,酸化阶段很快结束,垃圾体进入准好氧阶段,空气通过渗滤液收集管不断进入垃圾体,实验中混入了35%的老垃圾,接种了大量的微生物且有机物处于营养过剩状态,微生物以最大速度分解代谢基质,并进行自身的增值,COD浓度快速下降,至150 d左右的时候COD已经下降到了2 000 mg/L左右。而厌氧填埋的垃圾在降解过程中因为缺少氧气,酸化阶段比

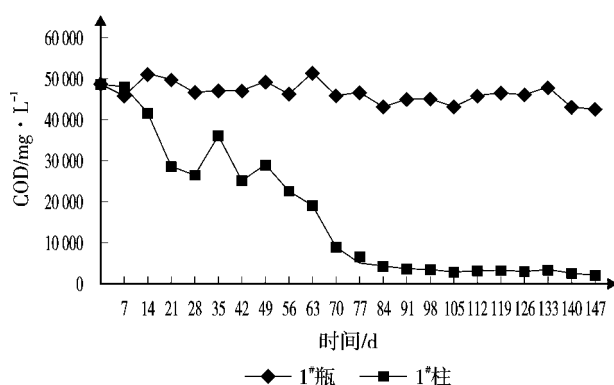


图 4 1# 瓶和 1# 柱渗滤液的降解曲线

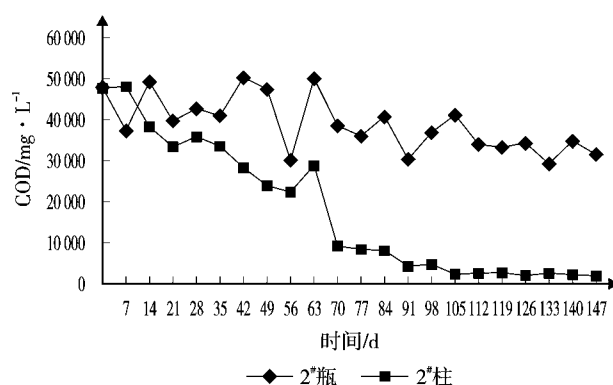


图 5 2# 瓶和 2# 柱渗滤液的降解曲线

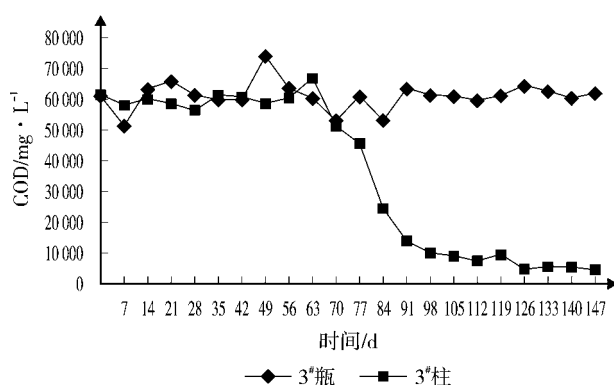


图 6 3# 瓶和 3# 柱渗滤液的降解曲线

准好氧填埋延长了 70 d, 经过酸化阶段后, 垃圾也迅速降解, 渗滤液的 COD 值迅速降低, 至 150 d 左右时, 已经降到了 5 000 mg/L 左右。

3 结论

1) 对于准好氧填埋回灌量大的垃圾填埋柱

产生的渗滤液的自然降解速度小于回灌量小的垃圾填埋柱产生的渗滤液的降解速度。

2) 对于回灌水量相同的垃圾填埋柱, 准好氧填埋柱产生的渗滤液自然降解速度大于厌氧填埋柱渗滤液自然降解的速度。

3) 渗滤液通过回灌的方法降解的速度较自然降解的速度快很多, 其中准好氧填埋柱回灌后降解的速度最快, 厌氧填埋柱次之。

4) 填埋场渗滤液的回灌一方面可以解决垃圾填埋场渗滤液难以处理的难题, 另一方面, 渗滤液的回灌还加速了垃圾的降解, 使得垃圾填埋场稳定化的时间缩短, 部分地解决了垃圾处理困难的问题^[2]。

4 参考文献

- [1] 唐晓武, 罗春泳, 陈云敏. 回灌渗滤液运移过程的数值模拟[J]. 中国给水排水, 2003, 19.
- [2] 张益, 陶华. 垃圾处理处置技术及工程实例[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 34-35.

Comparison of the Natural Attenuation of Fresh Landfill Leachate and the Degradation of Leachate Recirculation

Guo Lifang Wang Xinwen

Abstract Experimental results showed that the natural decay rate of semi-aerobic landfill leachate is faster than that of the anaerobic landfill leachate; the natural decay rate of leachate is slower than the degradation rate of recirculation anaerobic landfill leachate, and is much slower than that of recirculation semi-aerobic landfill leachate. Leachate recirculation can accelerate the degradation process in landfill, which partially resolves the difficulties of landfill leachate treatment.

Key words municipal landfill leachate natural attenuation degradation by recirculation

在用电喷汽油车污染物排放特征分析

农加进 姚欣灿 黄 荣
(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

摘 要 基于简易瞬态工况法实车测试, 分析在用电喷汽油车的污染物排放特征, 结果表明, 使用年限较长、总行驶里程较大的车辆, 污染物排放水平较高, 发动机排量较大的第二类轻型车其污染物排放水平也相对较高。

关键词 汽油车 污染物 排放特征

近年来, 随着经济的快速发展, 城市交通取得了重大进展, 其表现之一就是城市机动车保有量的迅猛增长, 污染物排放也成为大中城市大气污染的主要来源, 引起了社会各界的广泛关注。国家也出台了相关政策, 以经济奖励的方式鼓励淘汰更新老旧车辆, 北京、上海、广州等城市先后实施了机动车环保标志分类管理制度, 限制高污染排放车辆的行驶区域以加快其淘汰更新。随着这些措施的有效推进, 属于高污染排放的化油器车辆将逐渐退出大中城市的中心城区, 甚至提前报废淘汰, 而符合国家第一阶段及之后机动车排放标准的电喷汽油车将成为城市机动车构成的主力军, 是未来在用车污染物排放监管工作的主要对象。为此, 本文将通过实车试验, 分析在用轻型电喷汽油车的污染物排放状况, 为其排气监管措施的制定提供参考。

1 试验情况

简易瞬态工况法可以测试出点燃式轻型汽车在特定工况下的单位行驶里程污染物排放量, 表征车辆的实际排放水平。2007 年 3 月, 随机组织 487 辆电喷轻型汽油车进行简易瞬态工况法(VMas)排气测试, 目的是获取车辆实际道路行驶工况下的排放状况, 准确识别高排放车辆, 掌握影响车辆排放水平的各因素的作用规律。试验时, 严格按照 GB 18285-2005《点燃式发动机汽车排气污染物排放限值及测量方法(双怠速法及简易工况法)》规范性附录 D 规定的简易瞬态工况法测量方法进行^[1]。

试验车辆分布情况如表 1 所示。为便于表述, 本

文将第一类轻型车定义为“1 类”车, 即设计乘员数不超过 6 人(包括司机), 且最大总质量 $\leq 2\,500\text{ kg}$ 的载客汽车; 基准质量 $RM \leq 1\,250\text{ kg}$ 、 $1\,250\text{ kg} < RM \leq 1\,700\text{ kg}$ 和 $RM > 1\,700\text{ kg}$ 的第二类轻型车分别定义为“2 类”、“3 类”和“4 类”车。由表可知, 各类车的试验车辆均超过 100 辆, 表明由此获得的试验数据, 其统计结果具有普遍性。表中超标率是基于广州市使用的简易瞬态工况法排放限值^[2]进行统计, 即 1 类、2 类、3 类、4 类车的 CO 排放限值分别为 8.8、12.0、17.3、17.8 g/km, HC+NO_x 排放限值分别为 3.1、4.5、4.6、4.6 g/km。第一类轻型车的超标率为 5.6%, 小于第二类轻型车 8.7% 的总体超标率; 第二类轻型车中, 4 类车的超标率最低, 为 6.2%, 3 类车的超标率最大, 为 10.9%。结合试验数据, 超标车辆中 CO 超标占较大比重, 少量由 HC+NO_x 超标引起。

表 1 试验车辆情况表

车类	细分类	基准质量 RM kg	数量 辆	超标率 %
第一类 轻型车	1 类	$RM \leq 2\,500$	108	5.6
	2 类	$RM \leq 1\,250$	131	9.2
第二类 轻型车	3 类	$1\,250 < RM \leq 1\,700$	119	10.9
	4 类	$RM > 1\,700$	129	6.2
2、3、4 类车小计			379	8.7
全体车辆			487	8.0

2 试验结果与分析

2.1 不同登记注册年份车辆排放分析

试验车辆按不同登记注册年份统计的分布情况如表 2 所示,由于试验工作是在 2007 年 3 月份开展,表中 2007 年份的车辆基本上均属于新车,数量较少,而对于第二类轻型车,相应的国家第一阶段机动车排放标准是 2001 年 10 月 1 日起实施,因此组织到该年度注册的试验车辆也较少,其余年份均有一定数量的各类试验车。第一类轻型车以私家车为主,且主要集中在 2004 和 2005 年度。表中超标率数据是基于广州市使用的简易瞬态工况法排放限值进行统计。

表 2 不同登记注册年份试验车辆分布表

年份	试验车辆数量 / 辆				超标率 %
	1 类	2 类	3 类	4 类	
2001	5	2	5	3	33.3
2002	7	10	25	17	15.3
2003	6	15	23	21	12.3
2004	42	39	19	37	5.8
2005	35	39	23	23	6.7
2006	6	14	18	24	1.6
2007	7	12	6	4	0

不同登记注册年份车辆的 CO 和 HC+NO_x 单车排放均值分布情况如图 1 和图 2 所示,图中“全体”曲线代表各年份所有试验车辆的污染物排放均值。由图可以看出,总体上试验车辆各污染物排放均值均呈随使用年限的减短而明显下降的趋势,即越早登记注册使用的车辆,污染物排放就越严重,其中 1 类、2 类、3 类、4 类车的 CO 排放均值分别从 2001 年的 5.26、10.36、11.37、11.35 g/km 下降至 2007 年的 0.64、1.01、1.66、2.08 g/km,HC+NO_x 排放均值分别从 2001 年的 1.88、3.66、2.06、1.57 g/km 下降至 2007 年的 0.24、0.21、0.41、0.27 g/km。结合表 2 超标率数据显示,车辆的超标率与车龄有明显的相关性,使用年限越长的车辆超标率越大。

图 1、图 2 显示,第二类轻型车污染物排放均值明显大于第一类轻型车,表 3 为不同登记注册年份的第二类与第一类轻型车污染物排放对比情况,数据表明:整体上第二类轻型车的 CO 排放约为第一类轻型车的 2.1~5.2 倍,HC+NO_x 排放约为第一类轻型车的 1.1~7.9 倍,其中 2001 和 2007 年分的第二类轻型车 NO_x 排放水平出现偏小现象。

对于第二类轻型车,根据不同基准质量划分的

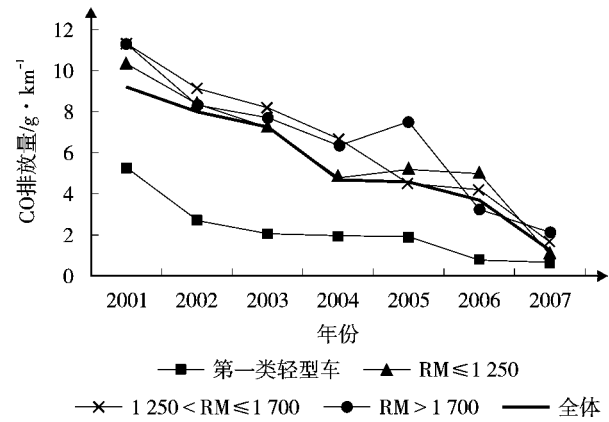


图 1 各登记年份车辆 CO 排放均值

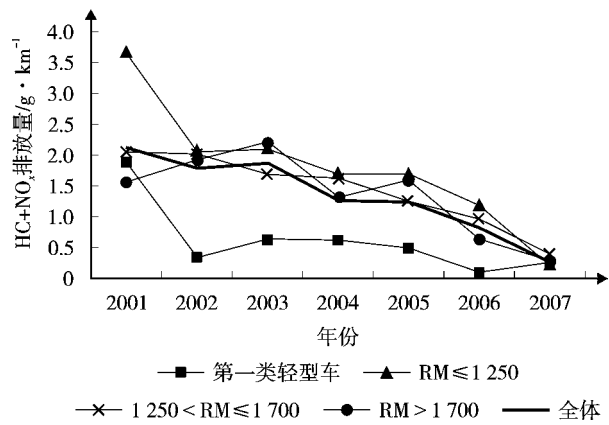


图 2 各登记年份车辆 HC+NO_x 排放均值

表 3 不同登记注册年份的第二类比第一类轻型车排放均值倍数

年份	排放均值倍数			
	CO	HC	NO _x	HC+NO _x
2001	2.1	3.5	0.8	1.2
2002	3.2	4.4	7.2	5.9
2003	3.8	6.5	2.4	3.1
2004	2.9	3.1	2.2	2.4
2005	3.0	3.4	3.1	3.2
2006	5.2	7.2	8.3	7.9
2007	2.1	2.5	0.6	1.1

2 类、3 类、4 类轻型车之间,其污染物排放均值相当。由图 1 可以看出,整体上基准质量 $RM \leq 1250$ kg 的 2 类车的 CO 排放均值最小,基准质量 $RM > 1700$ kg 的 4 类车次之,基准质量 $1250 \text{ kg} < RM \leq 1700 \text{ kg}$ 的 3 类车 CO 排放均值较大;由图 2 可以看出,整体上基准质量 $RM \leq 1250$ kg 的 2 类车的 HC+NO_x 排

放均值大于基准质量较大的3类和4类车。此结果表明,在制定或修订简易瞬态工况法地方排放限值时,基准质量 $1\,250\text{ kg} < \text{RM} \leq 1\,700\text{ kg}$ 和 $\text{RM} > 1\,700\text{ kg}$ 的第二类轻型汽车可以采用相同的CO排放限值,所有第二类轻型汽车可以采用相同的HC+NO_x排放限值。

2.2 不同行驶里程车辆排放分析

按不同行驶里程范围统计的试验车辆分布情况见表4所示。由表计算可知,约87%的第一类轻型车和68%的第二类轻型车其行驶里程在8万km之内,而行驶里程超过10万km的第二类轻型车在各里程范围内的分布相对均匀。

表4 不同行驶里程试验车辆分布

行驶里程 / $\times 10^4\text{ km}$	试验车辆数量 / 辆			
	1类	2类	3类	4类
≤ 2	20	31	32	31
2~4	32	20	21	21
4~6	26	24	10	19
6~8	16	19	11	17
8~10	6	13	5	9
10~12	3	7	12	7
12~14	3	4	9	9
14~16	1	4	6	5
> 16	1	9	13	11

不同行驶里程范围内车辆的CO和HC+NO_x单车排放均值分布情况如图3和图4所示,图中“全体”曲线代表各行驶里程范围所有试验车辆的排放均值。由图可以看出,不同行驶里程车辆的污染物排放均值有较大波动,但总体上试验车辆的各污染物排放均值均呈随车辆行驶里程的增加而增大的趋势。对全体车辆而言,行驶里程2万km之内车辆的CO和HC+NO_x单车排放均值分别为3.74、0.89 g/km;行驶里程8~10万km之内车辆的CO和HC+NO_x单车排放均值分别为5.04、1.22 g/km;行驶里程超过16万km的车辆CO和HC+NO_x单车排放均值分别为9.55、2.25 g/km。表明随着行驶里程的增加、车况的老化,车辆的污染物排放也相对恶化,且行驶里程越大,排放恶化越明显;在相同行驶里程范围内,第二类轻型车的污染物排放明显大于第一类轻型车。

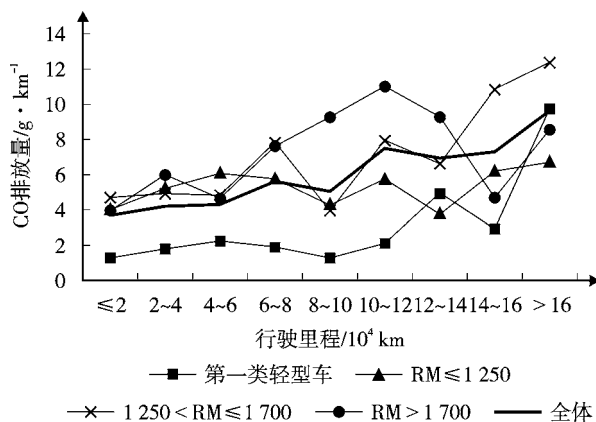


图3 各行驶里程车辆CO排放均值

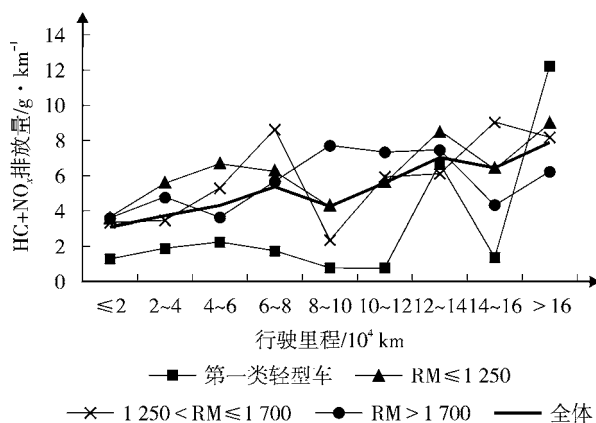


图4 各行驶里程车辆HC+NO_x排放均值

结合图3、图4和表5可知,在8万km的总行驶里程范围内,根据不同基准质量划分的2类、3类、4类车,其污染物排放均值则比较接近,而整体上第二类轻型车的CO排放均值约为第一类轻型车的2.4~3.6倍,HC+NO_x排放均值约为2.3~3.7倍,其中HC排放的差异相对较大。

表5 不同行驶里程的第二类轻型车比第一类轻型车排放均值倍数

行驶里程 / $\times 10^4\text{ km}$	排放均值倍数			
	CO	HC	NO _x	HC+NO _x
≤ 2	3.4	4.1	2.3	2.8
2~4	2.9	3.2	2.1	2.4
4~6	2.4	2.9	2.1	2.3
6~8	3.6	3.4	3.9	3.7

在超过8万km行驶里程的车辆中,第一类轻型车的数量虽然较少,但其排放污染均较为严重,说

明这部分高行驶里程车辆的车况老化明显。对于第二类轻型车,基准质量 $RM \leq 1\,250\text{ kg}$ 的 2 类车,其 CO 排放均值与 8 万 km 内车辆的相当,而基准质量 $1\,250\text{ kg} < RM \leq 1\,700\text{ kg}$ 的 3 类车和 $RM > 1\,700\text{ kg}$ 的 4 类车,其 CO 排放明显恶化,且排放均值明显大于基准质量较小的 2 类车。

2.3 不同发动机排量车辆排放分析

根据市场上第一、二类轻型汽车发动机排量统计的各类试验车辆分布情况如表 6 所示,“1.1~1.4”表示排量大于 1.1 L 且小于或等于 1.4 L,其余排量分段含义相同。结合广州市实际情况及市场车型特征,对表 6 中数据说明如下:由于执行“限小”措施,在 2007 年开展试验工作之前广州市没有在册登记的排量小于 1 L 的汽车;对于 2 类车,即基准质量 $RM \leq 1\,250\text{ kg}$ 的第二类轻型车,主要车型是微型客车和微型货车,大部分车辆的排量在 1.1 L 之内,只有少量车辆的排量达 1.3 L;对于 3 类车,即基准质量 $1\,250\text{ kg} < RM \leq 1\,700\text{ kg}$ 的车辆,涵盖了第二类轻型车的各种车型,分布较为均匀;对于 4 类车,即基准质量 $RM > 1\,700\text{ kg}$ 的车辆,整车较重,其车型主要为商务车和 11 座小型客车,排量均不小于 1 993 mL,且主要集中在 2.0~2.4 L 排量区间。

表 6 不同发动机排量试验车辆分布

排量 / L	试验车辆数量 / 辆			
	1 类	2 类	3 类	4 类
1.0~1.1	—	104	19	—
1.1~1.4	9	27	14	—
1.4~1.6	45	—	12	—
1.6~2.0	32	—	16	13
2.0~2.2	3	—	25	67
2.2~2.4	16	—	26	41
> 2.4	3	—	7	8

不同排量范围车辆的 CO 和 HC+NO_x 单车排放均值分布情况如图 5 和图 6 所示,表 7 给出了不同排量范围内第二类与第一类轻型车单车排放均值倍数情况。由图、表可以看出,在简易瞬态工况法检测条件下,不同排量范围内第二类轻型车单车污染物排放值总体上大于第一类轻型车;在 1.1~1.4 L 排量范围内,第二类轻型车的单车 CO 排放值与第

一类轻型车相当,HC 排放值明显高于第一类轻型车,NO_x 约为第一类轻型车的 50%;而排量超过 1.4 L 时,第二类轻型车的 CO 和 HC+NO_x 单车排放均值为第一类轻型车的 2.7~7.8 和 2.6~10.7 倍,NO_x 单项排放比值甚至高达 13.5,且排量越大,倍数也越大。

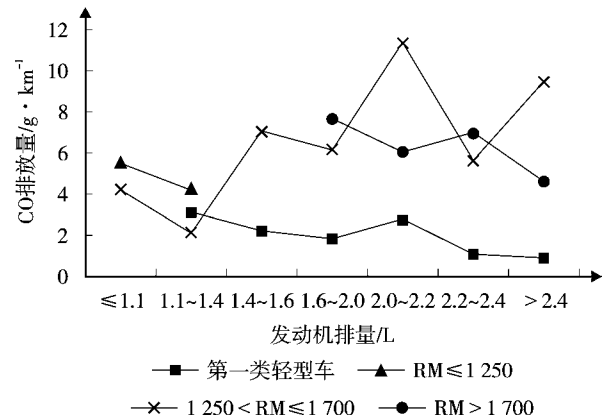


图 5 各排量车辆 CO 排放均值

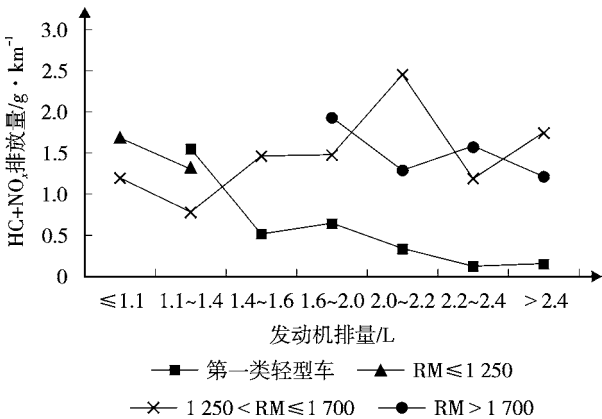


图 6 各排量车辆 HC+NO_x 排放均值

表 7 不同排量范围内第二类比第一类轻型车排放均值倍数

排量 / L	排放均值倍数			
	CO	HC	NO _x	HC+NO _x
1.1~1.4	1.1	1.7	0.5	0.7
1.4~1.6	3.1	3.3	2.6	2.8
1.6~2.0	3.7	5.5	2.0	2.6
2.0~2.2	2.7	4.6	4.6	4.6
2.2~2.4	6.1	8.7	12.0	10.7
> 2.4	7.8	4.7	13.5	8.8

对于第一类轻型车,车辆的CO、HC+NO_x排放水平明显较低,且总体上呈随车辆排量的增加而减小的趋势。归其原因,主要有以下几个方面:这部分车辆属于乘用性质的小型轿车,所装备的发动机技术含量较高,且排量较大的发动机主要装备于高端车辆,其排放控制技术也相对全面、先进;主要在城市道路行驶,使用环境相对较好,运行工况稳定,有利于车况的保持;维护保养频率较高,可及时修复受损的车况等。同时,其中排量较大的车辆,其功率、扭矩均较大,为克服简易瞬态工况法测试时测功机所施加的行驶模拟阻力,发动机相对负荷较小,仍可保持良好的燃烧状态;而对于小排量汽车,进行工况测试时发动机的相对负荷已经较大,需要浓燃烧以维持稳定运行,也增加了污染物的排放。

对于第二类轻型车,结合实验数据,车辆的HC排放值约为第一类轻型车的1.7~8.7倍,但排放水平较低,单车排放均值小于0.8 g/km,CO和NO_x的排放水平相对较高,其中NO_x是HC+NO_x排放值的主要贡献因素。总体上,基准质量1 250 kg < RM ≤ 1 700 kg的3类车CO、HC+NO_x排放均值呈随车辆排量的增大而缓慢增加的趋势,而基准质量RM > 1 250 kg的4类车则呈相反现象。虽然排量大于1.6 L车辆的单车排放均值随排量波动较大,但整体上可以认为这部分车辆的CO、HC+NO_x排放水平相当,且排放均值高于发动机排量小于1.6 L的车辆。由此可见,基准质量RM > 1 250 kg的第二类轻型汽车,随着车辆排量的增加,其污染物排放值也在增加,但排放水平较为接近,因此,这部分车辆可以采用相同的简易瞬态工况法排放限值。

3 结论

经过对不同登记注册年份、行驶里程和发动机排量范围车辆的试验分析,结果表明,在简易瞬态工况法检测条件下,在用点喷轻型汽油车的污染物排放体现较为明显的规律。

1) 整体上,第一类轻型车的单位行驶里程污染物排放均值较小,排放相对稳定;第二类轻型车单位行驶里程污染物排放均值明显高于第一类轻型车,而且车辆使用条件较为复杂,车况容易老化,使得不同基准质量车辆间的排放差异较大,波动明显。因此,应从管理层面采取相应措施以加强第二类轻型

车的维护保养工作,实现车辆稳定达标排放。

2) 随登记注册并投入使用时间的加长,各类车辆的单位行驶里程污染物排放均值明显升高;随着行驶里程的增加,单位行驶里程污染物排放均值呈明显上升趋势。表明随车辆使用年限的增加、行驶里程的加大,带来老旧车辆发动机各零部件的磨损、三元催化净化器等后处理装置的老化、失效,使得车辆的污染物排放明显增加。因此,电喷车污染物排放监管中应加强老旧车辆的维护保养工作,确保车辆发动机的良好工作状态,并保证三元催化净化器等后处理装置处于有效工作状态。同时,在相关配套措施上,应加强车辆维修行业的管理,以保证其维修工作的公正性、有效性,确实达到老旧车辆尾气排放的维护治理目的。

3) 不同发动机排量范围的车辆,污染物排放水平有一定的差别。对于发动机排放控制水平较高的第一类轻型车,单位行驶里程污染物排放值呈现随排量增加而减小的趋势,而对于第二类轻型车,总体上大排量车污染物排放水平较高。

4) 试验结果表明,使用简易瞬态工况法开展轻型汽油车排气检测的地区,为便于管理及排放限值的使用,在制定、修订污染物排放限值时,各基准质量范围的第二类轻型车可使用相同的HC+NO_x排放限值,基准质量RM > 1 250 kg的第二类轻型车可以采用相同的CO排放限值。为此,若将本文所提及的广州市所采用的限值进行调整,即第二类轻型车的HC+NO_x排放限值均调整为4.5 g/km,基准质量RM > 1 700 kg第二类轻型车的CO排放限值也调整为17.3 g/km,据此重新统计试验车辆的超标情况,仅基准质量RM > 1 700 kg第二类轻型车的超标率由原先的6.2%提高到7.0%,其他各类车的超标率不变。

4 参考文献

- [1] 国家环境保护总局,国家质量监督检验检疫总局. GB 18285-2005 点燃式发动机汽车排气污染物排放限值及测量方法(双怠速法及简易工况法)[s]. 中国环境出版社,2005.
- [2] 广东省质量技术监督局,广东省环境保护局. DB44/632-2009 在用点燃式发动机轻型汽车排气污染物排放限值(简易瞬态工况法)[s]. 广东省标准化研究院,2009.

The Characteristics of Pollutants Emission from Electronic Injection Gasoline Vehicles

Nong Jiajin Yao Xincan Huang Rong

Abstract Based on the testing results obtained with the short transient driving cycle, the characteristics of pollutants emission from electronic injection gasoline vehicles were discussed. The results showed that the emission level of pollutants from a vehicle is higher while the service life and/or the travel-miles are longer. In addition, high levels of pollutants are emitted from the second type of light vehicles with large engine displacement.

Key words gasoline vehicles pollutant emission characteristics

(上接第 4 页)

- 型的建立与应用[J]. 地理学报, 2008, 63(12): 1327-1336.
- [10] 吴良镛, 毛其智. “数字城市”与人居环境建设[J]. 城市规划, 2002, 26(1): 13-15.
- [11] 柴峰, 李君. 基于 RS 和 GIS 的人居环境信息系统研究[J]. 计算机应用研究, 2003, (11): 90-91.
- [12] 何新东, 李静. 城市生态环境分区遥感综合分析——以贵阳市城区为例[J]. 地球信息科学, 2005, 7(1): 126-129.
- [13] 沈兵明, 金艳. 基于 GIS 的山地人居环境自然要素综合评价[J]. 经济地理, 2006, 26 增刊: 305-311.
- [14] 俞义, 王深法, 陈苇. 水网平原区人居环境质量评价指标体系及其可行性研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2004, 30(1): 27-33.
- [15] 刘颂, 刘滨谊. 城市人居环境可持续发展评价指标体系研究[J]. 城市规划汇刊, 1999, 22(5): 35-37.
- [16] 周志田, 王海燕, 杨多贵. 中国适宜人居城市研究与评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2004, 14(1): 27-30.
- [17] 李明, 李雪铭. 基于遗传算法改进的 BP 神经网络在我国主要城市人居环境质量评价中的应用[J]. 经济地理, 2007, 27(1): 99-103.
- [18] 胥晓莺. 宜居——不同人眼中不同的风景[J]. 商务周刊, 2005: 44-48.
- [19] 刘钦普, 林振山, 冯年华. 江苏城市人居环境空间差异定量评价研究[J]. 地域研究与开发, 2005, 24(5): 30-33.
- [20] 任学慧, 林霞, 张海静, 等. 大连城市居住适宜性的空间评价[J]. 地理研究, 2008, 2(3): 683-692.
- [21] 郑佳, 陈忠祥, 王尧, 等. 中国西北地区城市可持续人居环境综合评价[J]. 宁夏大学学报(自然科学版), 2005, 26(2): 171-175.
- [22] 朱传耿, 孙姗姗, 李志江. 中国人口城市化的影响要素与空间格局[J]. 地理研究, 2008, 27(1): 13-23.
- [23] 宁越敏, 查志强. 大都市人居环境评价和优化研究——以上海市为例[J]. 城市规划, 1999, 23(6): 15-20.
- [24] 吴传钧. 人地关系与经济布局[M]. 北京: 学苑出版社, 1998: 28-34.
- [25] 陆大道, 刘卫东. 论我国区域发展与区域政策的地学基础[M]. 地理科学, 2000, 20(6): 487-493.
- [26] 张京祥, 吴启焰. 试论新时期区域规划的编制与实施[J]. 经济地理, 2001, 21(5): 513-517.
- [27] 李志勇, 徐红宇. 珠江三角洲城市人居环境评估与优化研究[J]. 广州环境科学, 2007, 22(2): 37-43.
- [28] 温倩, 方凤满. 安徽省人居环境空间差异分析[J]. 云南地理环境研究, 2007, 19(2): 84-87.
- [29] 张元端. 中国人居环境与新城镇发展推进工程倡议书[J]. 住宅科技, 2003, (11): 3-5.
- [30] 方忠权, 丁四保. 主体功能区划与中国区域规划创新[J]. 地理科学, 2008, 28(4): 483-487.
- [31] 沈山, 林炳耀. 《地域主体功能区划: 理论、方法、案例》评介[J]. 地理研究, 2008, 27(6): 256.

Problems in Human Settlements Research in China

Chen Lingling Cha Liangsong

Abstract With the economic development, resulted in increasingly serious environmental problems, the human settlements have been of interests. Based on the information from more than 80 articles on human settlements research in China, the author summed up the current status of human settlements research in China, pointed out the contradictions among similar studies with different conclusions. An attempt is made to conduct a theoretical analysis, and to propose the division of development stage in human settlements into three phases: the hard human settlement age, the soft human settlement age, and the harmonious human settlement age. It can be concluded that China is in the soft human settlement age, and is going to construct harmonious human settlements.

Key words hard human settlement soft human settlement harmonious human settlement

脱硫废弃物改良不同类型盐碱地种植马莲试验研究*

李 明 孙兆军 李 茜 张俊华

(宁夏大学新技术应用研究开发中心, 银川 750021)

摘 要 宁夏地区盐碱地土壤分布广泛,它与荒漠化过程相伴而生,不但造成了资源的破坏、农业生产的巨大损失,而且还对生物圈和生态环境构成威胁。马莲抗逆性强,尤其耐盐碱,是盐化草甸的建群草种。本试验利用燃煤烟气脱硫废弃物改良盐碱地及耐盐草种引进技术,结合当地不同区域盐碱地类型,深入研究,对马莲在不同盐碱地环境下生长情况进行观测和统计。试验结果表明,脱硫废弃物改良碱化土(西大滩农场)改良后 pH 值、全盐、碱化度较改良前分别降低了 12.49%、35.6%、36.31%,改良后种植马莲较未改良的成活率提高了 74.25%~82.17%,改良前后具有极显著差异($p < 0.01$);脱硫废弃物改良盐碱土(阅海小西湖)改良后 pH 值、全盐、碱化度较改良前分别降低了 3.06%、33.04%、18.56%,改良后种植马莲较未改良的成活率提高了 66%~71.4%。同时,发现脱硫废弃物改良碱化土较改良盐碱土种植马莲效果显著($p < 0.01$)。

关键词 脱硫废弃物 盐碱地改良 马莲

宁夏回族自治区位于西北地区东部、黄河中上游,地处中温带半干旱、干旱地区,降水稀少(平均年降水量 292 mm),蒸发强烈(年平均蒸发量 2 444 mm),当地水资源总量为 1 117 亿 m^3 , 仅占全国水资源总量的 0.104%。近年来,引黄灌区的土壤盐渍化问题受到了宁夏回族自治区的高度关注,土壤盐碱化已成为影响宁夏农业生产的重要问题之一,银川北部地区盐碱地已占总耕地面积的 49%以上,急需改造治理^[1]。马莲根系发达,抗旱性和适应性极强,耐盐碱,叶片青绿柔韧、返青早、绿期长,花色淡雅。这些特征就决定了它非常适用于北方气候干燥、土壤沙化地区的水土保持和盐碱地的绿化改造。近年来逐渐被用作护坡、园林绿化和荒漠化治理的生态植被材料。

目前,利用工农业废弃物改良盐碱地是循环经济重要内容之一,其研究日益受到重视,取得了较好的生态环境效益^[2]。张俊华等研究表明,脱硫渣和糠醛渣改良效果明显,土壤 pH 值、可溶性盐和碱化度有不同程度的降低,油葵出苗率高 60%。本试验旨在研究在盐碱地上,马莲这种耐盐碱草种的生长情况,从而为盐碱地土壤改良提供科学依据和有效的技术措施,以期提高土地生产力,改善生态环境^[3]。

1 试验材料与方法

1.1 改良原理

燃煤烟气脱硫废弃物和营养改良促进剂改良盐碱地技术,主要是利用燃煤烟气脱硫废弃物 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 中的 Ca^{2+} 置换交换性 Na^+ 、 Mg^{2+} ,从而降低了土壤中交换性钠、交换性镁,降低对植物的毒害作用,改善土壤化学性质;同时引进由糠醛渣、有机肥、桔秆草粉等组成的营养改良促进剂,促进盐碱地改良中的离子交换速度,补充土壤有机质,降低 pH 值,同时再种植耐盐碱牧草,实现快速有效改良。

1.2 试验地概况

1.2.1 西大滩前进农场

前进农场地势平缓低洼,分布有我国特有的白僵土,地下水深 1.5 m 左右,碱化度 20%以上, pH 值 9 以上,地下水矿化度 1~10 g/L,土质粘重,透水性差。试验区土壤测定:pH 值 8.79、全盐 0.3~1.0 g/kg、碱化度 31%以上。

1.2.2 阅海小西湖

项目试验区位于贺兰山洪积扇边缘和黄河冲积平原交汇处的宁夏银川悦海公园,这里地势低洼,湖泊遍布,土壤以沼泽盐化土壤为主,地下水埋深 1~1.5 m 左右,土质粘重,排水不畅,土壤 pH 值 8~9,

注: * 国家林业局“948”项目(2007-4-16),国家林业行业专项(200804012),国家科技支撑项目(2007BAQ00021)

收稿日期: 2009-12-18, 修改稿收到日期: 2010-03-01

全盐含量 0.6~1.2 g/kg,属中度以上盐碱地,以氯化物、硫酸盐为主;由于地下水矿化度、矿化类型明显差异,造成了这一地区盐化、碱化分布不均匀,相应形成复杂多变的盐化、碱化土壤。

1.3 试验材料

试验材料:选择符合国家安全标准的内蒙古海勃湾电厂产生的脱硫废弃物(CaSO₄·2H₂O 占 7 4%以上,重金属低于国标 GB 15618-1995);自制的改良剂(主要成分为糠醛渣,取自于宁夏平罗糠醛厂);马莲 3 750 株。

1.4 试验设计

2007 年 5 月 6 日按大区对比安排田间种植马莲,试验设置 3 个处理 3 次重复:对照组(CK)无黄沙覆盖,不施脱硫渣和改良剂;处理一(T1)有黄沙覆盖,不施脱硫渣和改良剂;处理二(T2)有黄沙覆盖,施脱硫渣 34.5 t/hm²,改良剂 15 t/hm²。小区面积均为 100 m²,种植前灌大水洗盐,5 d 后再灌大水一次,精细平地,做到同一块田高低相差不超过 10 cm,整地时深耕细耙,均匀施用有机肥 30 t/hm²,耙 15 cm 深耙 2 次,采用苗栽方法,株距 60 cm,行距 70 cm。

1.5 测定指标

1.5.1 马莲成活率

1.5.2 土壤 pH 值、碱化度和盐分含量

用酸度计法测量 pH 值,重量法测量全盐,计算法计算碱化度。

2 试验结果

2.1 改良前后土壤理化性质对比

2.1.1 前进农场试验区

试验区 pH 值较试验前平均下降了 12.49%;全盐含量较试验前平均下降了 35.6%;碱化度较试验前平均下降了 36.31%。见表 1。

2.1.2 小西湖试验区

试验区土壤 pH 值较试验前平均下降了 3.06%;全盐含量较试验前平均下降 33.04%;碱化度较试验前平均下降了 18.56%。见表 2。

2.2 马莲种植效果

在马莲种植后的 45、75、165 d 分别测定了成活率和覆盖度,试验组间差异不显著;试验组与对照组

表 1 前进农场平沙大道改良前后土壤变化情况统计

时间	处理	pH 值	全盐 /g·kg ⁻¹	碱化度 /%
2007.10	改 良	8.6	0.22	23.15
	未改良	9.3	0.31	31.45
2008.10	改 良	8.2	0.16	19.11
	未改良	9.4	0.30	32.02
2009.10	改 良	7.7	0.15	17.87
	未改良	9.3	0.22	31.15

表 2 银川市阅海公园小西湖北侧改良前后土壤变化情况统计

时间	处理	pH 值	全盐 /g·kg ⁻¹	碱化度 /%
2007.10	改 良	8.1	0.57	14.45
	未改良	8.8	0.77	19.45
2008.10	改 良	7.9	0.50	13.21
	未改良	8.0	0.76	18.89
2009.10	改 良	8.1	0.47	19.45
	未改良	8.1	0.77	19.45

差异极显著。前进农场马莲的成活率提高 74.25%~82.17%,株高提高 104%,覆盖度提高 30%。阅海小西湖马莲的成活率试验组比对照组提高 66%~71.4%,株高提高 65.38%,覆盖度提高 80%。结果见表 3、表 4。

表 3 前进农场平沙大道马莲的成活率、株高、覆盖度统计分析

处理方法	成活率 /%	株高 /cm	覆盖度 /%
CK	50.5	25	50
T1	88.0	52	85
T2	92.0	50	95

表 4 阅海小西湖马莲的成活率、株高、覆盖度统计分析

处理方法	成活率 /%	株高 /cm	覆盖度 /%
CK	52.5	26	65
T1	87.5	41	80
T2	90.0	45	90

3 结论与讨论

3.1 改良结果分析

试验结果表明:前进农场马莲的成活率较阅海小西湖高,试验组间差异不显著,试验组与对照组差异极显著。

试验前后土壤理化性状变化:试验区土层平均 pH 值较试验前下降了 9.01%~12.1%。改良后不同施用方法 pH 值降低效果:脱硫渣 + 改良剂 + 黄沙 >

黄沙>未施。

3.2 试验区土壤理化性质分析

1) 前进西大滩农场位于宁夏银北地区,是典型龟裂碱土,特点之一是具有高碱度,pH 值在 8.5 以上,甚至在 10 左右即土壤呈强碱性,全盐 1.0 g/kg 左右,碱化度 31.54%左右,原因之一是它形成于石灰性母质上,土壤普遍含有碳酸钙、镁,这些盐类的水解都能影响土壤的 pH 值;另一个主要原因是碱性钠盐的存在,土壤盐分中含有碳酸钠和重碳酸钠,这两种盐类都是强碱盐类,水解后溶液显强碱性;第三个原因是土壤胶体上吸附的 Na^+ 、 Mg^{2+} 水解,产生 OH^- ,增加了土壤的碱度。

2) 银川阅海小西湖试验区,土壤盐分组成以氯化物硫酸盐或硫酸盐氯化物为主,全盐含量 0.77 g/kg 左右,pH 值 8~9 左右,碱化度 20%~45%,地下水埋深 1.0~1.5m,矿化度 10~30 g/L,属中度以上盐碱地,以氯化物、硫酸盐为主;由于地下水矿化度、矿化类型明显差异,造成了这一地区盐化、碱化分布不均匀,土壤同时处于盐化和碱化过程中。

3.3 经过 3 a 的改良,试验区土壤全盐和 pH 值均较试验前明显下降的原因分析

1) 脱硫渣和改良剂的改良作用:脱硫废弃物主要成分为 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 和 CaSO_3 的混合物,并富含 S、Ca、Si 等植物必需或有益的矿质营养,因而在土壤改良上有广泛的应用前景^[4-5]。本研究表明脱硫废弃物改良碱化土壤和盐化土壤方面,其改良机理是利用脱硫废弃物中的 Ca^{2+} 置换土壤胶体中的交换性 Na^+ ,以降低土壤交换性 Na^+ 含量,相应地降低土壤碱性成分,从不同类型盐碱地的大田试验研究结果来看,均取得了显著效果^[6]。施用改良剂可以提高土壤有机质、养分、CEC 等理化指标;施用改良剂后土壤容重降低、空隙度增大,土壤粘粒含量降低,砂粒和粉粒含量增加。根据当地的土壤特性,施用脱硫废弃物后土壤容重、孔隙度和机械组成变化很小,但配合改良剂施用后容重平均降低 10.44%,孔隙度也有较大幅度的增加,粘粒含量降低,砂粒和粉粒含量增加,明显提高马莲的成活率。

2) 马莲的生物改良作用:据测量,马莲在含盐量达 7%,pH 值达 7.9~8.8 的条件下仍能正常生长开花,对盐碱地具有好的改良效果。马莲的根系入土深度可达 1 m 以上,须根稠密而发达,呈伞状分布,

不仅有极强的抗旱性和适应性, also 具有很强的缚土保水能力。马莲直立生长的叶片可有效地减少水分蒸发,缓解雨水对地表的直接冲刷,而且还利于根部透气,马莲根系生长具有高渗透功能,对降水快速入渗拦蓄,涵养地下水源,对造就湿地环境有明显效应。在干旱、贫瘠、恶劣的环境条件下,马莲的地上部分会变得相对低矮(地上生长量会低 20%以上),同时根系会更加发达(根系会增加 10%以上)。

3) 水盐调控作用:由于种植前的整地增加了表层土壤的渗透性,平整的地面和草株的阻拦作用减少了雨水的地表径流,使试验地能够保蓄水份,并使其容易下渗到土壤下部,随着排水系统排走。同时,由于草株枝叶对地面的覆盖作用,而大大减少了土壤表面的水分蒸发。根据“盐随水来,盐随水去”的水盐运动规律,试验地表层土壤的盐分会不断被淋洗到下部,并通过排水系统排走,下部土壤和地下水中的盐分不易返回到上部,使土壤含盐量逐渐下降,脱盐速度明显加快。

3.4 燃煤烟气脱硫废弃物用于改良土壤可行性分析

从表 5 可知,本试验所用的内蒙古海勃湾电厂烟气脱硫废弃物中的重金属含量(数据由该厂提供)均在国家有关农用粉煤灰中污染物控制标准(GB 8173-1987)以内,总 Pb、总 Cr、总 As 都在土壤环境质量标准值二级以下。结果显示,燃煤烟气脱硫废弃物可以农用。

表 5 脱硫废弃物的重金属元素含量测试结果与国标比较 mg/kg

重金属	试验用 废渣含量	农用粉煤灰 控制标准 ^[7]		土壤环境质量标准值 ^[8]		
总 Pb	4.08	250	500	≤35	≤250	≤500
总 Cd	<0.05	5	10	≤0.20	≤0.30	≤1.0
总 Cr	9.70	250	500	≤90	≤250	≤300
总 As	1.08	75	75	≤15	≤30	≤40
总 Se	0.84	15	15	—	—	—
总 Ni	7.82	200	300	≤40	≤40	≤200
总 Cu	11.4	250	500	≤35	≤150	≤400
总 Hg	0.658	5.0		≤0.15	≤0.50	≤1.5

3.5 展望

在我国实施燃煤电厂烟气脱硫废弃物的资源化利用势在必行。预计到 2010 年我国燃煤烟气脱硫废弃物排放量将达到 300 万 t 以上,不仅要占用大量土地,存储管理不善还可能造成二次污染。利用燃煤
(下转第 37 页)

城镇污水厂污泥处理处置技术政策探讨

李穗中

(广州市固体废物管理中心, 广州 510030)

摘 要 通过对《城镇污水处理厂污泥处理处置及污染防治技术政策(试行)》提出的各种污泥处理处置方式进行技术和经济可行性分析,评述其可操作性。认为含水率 80%的污泥集中处理处置设施不宜采用厌氧消化、堆肥、填埋和热干化技术,实行污泥在污水厂内脱水至含水率 60%以下是污泥处理处置节能减排最有效的措施。

关键词 污水处理 污泥 处理 处置 污染防治 技术政策 可行性

近年来,随着城市化进程的加快,城市污水处理量大幅增长。据统计^[1],截至 2009 年 9 月底,全国设市城市、县及部分重点建制镇(以下简称“城镇”)共建成污水处理厂 1792 座,处理能力达 9904 万 m^3/d ;在建城镇污水处理项目 1977 个,设计能力约 5527 万 m^3/d 。按 1 万 t 污水处理产干泥 1.5 t 估算,全部建成投产后全国将产生含水 80%的污泥 4224 万 t/a 以上,但迄今绝大部分城镇未能妥善处置污泥而正在造成环境污染。污泥处置问题正困扰着各级政府管理部门,污泥减量化、稳定化、无害化和资源化已成为我国乃至全世界环境技术领域广泛关注的课题。

2009 年 2 月我国住房和城乡建设部、环境保护部、科学技术部联合发布了《城镇污水处理厂污泥处理处置及污染防治技术政策(试行)》(下简称《政策》),提出污泥处理处置源头削减和全过程控制原则,具体阐述了何种情况下宜采用的污泥处理工艺,并作出了相应的规定,全面系统地指出了污泥的各种出路。《政策》提出减少源头污泥产生量,但未将具体的技术措施列入污泥处理技术路线。本文认为,污泥产生量的源头削减是解决今后各种污泥处理处置方式可操作性的关键,通过对《政策》提出的各种污泥处理处置方式的技术和经济可行性分析,探讨其可操作性,可为实施污泥处理处置的决策者、管理者和执行者提供技术依据,并供《政策》补充修订参考。

1 污泥处置方式的技术经济可行性分析

1.1 《政策》的污泥处置方式和处理技术

《政策》对污泥处置和处理技术概括提出有以下几种方式:

1) 园林绿化、土地改良用土(相关采用厌氧消化、高温好氧发酵(堆肥)等处理技术);

2) 建筑材料综合利用(相关采用污泥热干化、污泥焚烧等制作水泥添加剂料、制砖、制轻质骨料和路基材料等处理技术);

3) 填埋(相关采用高温好氧发酵、石灰稳定、添加粉煤灰和陈化垃圾对污泥进行改性等处理技术)。

1.2 污泥厌氧消化的可行性分析

对污泥以园林绿化、农业利用为处置方式时,《政策》鼓励城镇污水处理厂采用厌氧消化处理技术路线。本文认为,在城镇污水处理厂内设置污泥厌氧消化,早在 2000 年颁布的《城市污水处理及污染防治技术政策》就已提出:日处理能力在 10 万 m^3 以上的污水二级处理设施产生的污泥,宜采取厌氧消化工艺进行处理;日处理能力在 10 万 m^3 以下的污水处理设施产生的污泥,可进行堆肥处理和综合利用。国内已有案例证明该处理技术路线是可行的,应予肯定,只是进入本世纪后蜂拥而起的新建污水厂均未执行该污泥处理路线而造成今天的问题。

对于不得不新建的污泥集中处理处置设施,则不宜采用厌氧消化处理技术。因为厌氧消化除了产生的沼气经脱硫可利用外,其外排沼液量与污泥含水率成正比,而沼液属高浓度有机废液,以国内某污泥处理厂沼液成分为例: $\text{COD}=10\,000\text{ mg/L}$ 、 $\text{TN}=2\,000\text{ mg/L}$ 、

$\text{NH}_3\text{-N}=1\ 500\ \text{mg/L}$, 其氨氮和有机污染物浓度与卫生填埋场垃圾渗滤液相似, 处理难度和成本比厌氧消化大得多, 国内目前处理这类废水比较成功并能长期运行的工艺是“氨吹脱(先加石灰, 后再中和)+吸收(气氨)+厌氧过滤+SBR(或MBR)”^[2]。有工程方案提出, 沼液返回污水厂处理, 但这股沼液累积了各污水处理厂污泥的生物氮, 对于按一定条件设计的某个污水处理系统是无法接纳的, 故只能就地单独处理。这样, 整个项目除主体厌氧消化工程外, 还必须配套沼气脱硫、沼液净化、沼渣制肥等工序, 流程长、操作环节多、运行和管理难度大、投入大而经济效益低, 污染防控任务重。据某市拟建一个日处理城市污水厂 600 t 污泥(厌氧消化法)和日处理印染污泥 330 t(转窑干燥烧砖 2 400 万块/a)的集中处理设施的可行性研究报告, 该项目需征地 6.7 hm^2 , 装机容量 1 250 KVA, 总投资 26 201 万元, 其中, 厌氧消化及污水处理固定资产投资在 1.2 亿元以上, 项目年需政府补贴 5 568 万元。因而, 含水率 80% 的污泥集中处理设施不宜用厌氧消化处理工艺, 原因就是经济不可行。

1.3 污泥高温好氧发酵(堆肥)的可行性分析

对污泥以园林绿化、农业利用、填埋为处置方式时,《政策》鼓励采用高温好氧发酵(堆肥)技术路线。高温好氧发酵(堆肥)要求一定的含水率, 最佳湿度范围一般为 50%~60% 左右^[3]。这意味着含水率 80% 的污泥, 最少要按污泥(湿基计): 添加物(干基计)=1:1(重量比)配料。在具备大量可供利用的农业废弃物作为高温好氧发酵添加的辅助填充料时(以一个 600 t/d 污泥集中处理厂为例, 年需农业废弃物超过 22 万 t), 堆肥可行, 但已有多个堆肥厂存在产品销售困难, 经济可行性有待分析。此外, 参照建设部标准[2001]213 号堆肥项目建设标准, 项目必须设有强制通风和渗沥液收集处理系统, 应有电耗指标。如前节所述, 渗沥液是高浓度有机废液, 排气含尘和恶臭, 都应提出处理技术路线。这些污染的防控措施也应补充入《政策》内。若使堆肥前污泥含水率降至 60% 以下, 添加物需求量就小得多, 渗沥液可返回作物料调节用水而无须处理, 堆肥项目的建设规模、投资与运行成本均可成倍下降。

1.4 污泥热干化、焚烧的可行性分析

上海市政院 5 年前曾作耗用燃料的污泥干化工

程方案运行费比较^[4], 按 1 t 干泥量计, 使用天然气是 460 元, 使用柴油是 722 元, 使用煤是 700 元。《政策》指出, 不宜采用优质一次能源作为主要干化热源, 因而, 污泥干化耗用燃料方案是不符合今天能源政策的。据实测^[4], 干化系统每蒸发 1 kg 水分, 消耗热能为 2 800 kJ, 能耗很大。同时, 热干化产生含恶臭的气汽混合物, 只有抽送入焚烧炉作助燃空气处理才较彻底(但不能破坏焚烧系统物料平衡和热平衡)。广州越堡利用水泥窑余热废气烘干污泥 600 t/d 项目, 总投资 7 000 多万元(不包括废气除臭), 干化后的污泥直接进入窑尾分解炉焚烧。该厂废气除臭迄今还在招标, 未定方案。不管除臭用什么工艺, 都会产生除臭二次废物, 都会加大污泥处置成本和潜存环境风险。因此,《政策》应予明确。

本文认为, 在缺乏与垃圾焚烧厂或水泥厂或热电厂合建可利用余热的场合, 含水率 80% 污泥的热干化在经济上是不可行的。

对于污泥热干化和焚烧处理工艺, 污泥的含水率直接影响到干化、除臭和焚烧处理装置的建设规模, 因而, 污泥的含水率越低越好, 但是机械脱水程度越高, 设备投资会增加, 加药量也会增加, 处理费随之提高, 而污泥含水率降至某一程度后, 其焚烧已足以维持自热平衡, 无须外加燃料。据实测^[5], 上海石洞口污水处理厂污泥平均低位发热量 12.681 MJ/kg(北京高碑店污水处理厂为 9.83~14.36 MJ/kg, 干基计), 理论上该污泥含水率低于 70% 即可实现焚烧自热平衡, 无须外加燃料。因此, 合理选择污泥源头脱水率很重要。

《政策》鼓励污泥焚烧厂与垃圾焚烧厂合建, 本文认为若源头污泥脱水至含水率低于 60%, 用不着干化就可以掺入垃圾焚烧, 技术上和经济上才是可行的。

1.5 污泥填埋的可行性分析

生活垃圾填埋场污控标准(GB 16889-2008)规定, 入场污泥含水率应小于 60%。《政策》提出石灰稳定污泥是技术可行的, 污泥掺入生石灰后, 石灰水化反应放热可蒸发水份、杀灭虫卵和病菌、固化重金属, 但需再添加其他无毒无害的干燥废物至符合填埋入场标准。若污泥含水率 80%, 则需按 1:0.33 重量比添加石灰及其他无毒无害的干燥物料, 这将导致最终填埋量大幅增加, 所需费用可能高昂, 经济上

是不可行的。《政策》提出采用添加粉煤灰和陈化垃圾对厌氧消化沼渣进行改性以满足填埋要求。粉煤灰是国内市场化程度很高的建材原料,污泥添加粉煤灰去填埋是不现实的;添加陈化垃圾就要求开挖填埋已久的垃圾堆体,技术、安全、卫生和管理上都有极大风险,也是不现实的。只有使入场前污泥脱水至含水率低于 60%,这样就可直接填埋而用不着添加什么,技术上和经济上才是可行的。

综上所述,只有使污泥脱水至含水率低于 60%,则无论采用哪种污泥处理技术(厌氧消化除外)和处置方式,技术上和经济上才是可行的。

2 污泥脱水至含水率 60%的技术经济可行性

关于污水厂污泥脱水机理和方法的试验研究已有许多报导和成果,本文不在此讨论。本文认为只有机械脱水比较符合污水厂实际。因此,主要讨论污泥的机械脱水至含水率 60%的技术经济可行性。

2.1 污泥机械脱水的影响因素

为了判断污泥机械脱水至 60%的技术可行性,有必要了解影响污泥机械脱水的因素。

污水厂污泥是一种由有机残片、细菌菌体、胶体、各种微生物以及有机、无机颗粒组成的极其复杂的非均质体,成分较接近粘土。据测定^[6],活性污泥的平均粒径是 132.6 μm ,消化污泥为 70.48 μm 。因此,污水厂污泥细小、较难过滤,但仍可采用普通过滤法分离,而消化污泥脱水性能要比活性污泥差,这也是符合实际的。根据生产实践得出的 Darcy 过滤方程可知,滤机生产能力与过滤工作压力、过滤面积成正比,与悬浮液的粘度、介质阻力(滤布阻力和滤饼厚度)成反比。悬浮液的粘度又与固体浓度成正比,与固体粒度成反比。

2.2 污泥机械脱水方法比较

目前适用于污水厂污泥过滤的机械有板框压滤机、卧式螺旋离心沉降分离机、叠螺式污泥脱水机、带式压滤机等。最常用的是机械化自动化程度高和占地少的带式压滤机,但产泥含水率高,与离心机、叠螺机相同,均在 80%以上。只有板框压滤机,由于可采用大于其他几种机械十几倍的工作压力(1.6 MPa 以上),故能获得含水率小于 60%的污泥。因而,是今天污水厂源头污泥量削减的首选设备。广东某公司采用国产的全自动板框压滤机于大型污

水厂污泥脱水,已取得含水率小于 60%的污泥,证明了污水厂污泥脱水至含水率小于 60%在技术上是可行的。

板框压滤机作为固液分离设备,应用于工业生产已有悠久历史,全国各地均有生产。它具有分离效果好、适应性广、价格低廉的优点,特别适用于粘细物料的分离,但传统板框压滤机有笨重、效率低、间歇生产、工人劳动强度大、操作环境差、单机生产能力小和占地大等缺点。随着科技发展,今天的新型全自动板框压滤机生产能力与效率较传统板框压滤机有了大幅度提高,已可完全满足各种规模的污水厂需求。

因此,污水厂污泥脱水至含水率小于 60%在技术上设备上都不存在问题。经济上,在相同污泥处理量下,新型全自动板框压滤机购置费会比带式压滤机高,占地也大些,但产泥因含水率低而成倍下降,后续处理处置不存在带式压滤机的难题,因而,经济上也是可行的。

3 污水厂污泥的集中处理问题

在 1.2 节已介绍污泥集中处理的投资和运行费用之高昂,如果全国按平均 10 个污水厂建一个污泥集中处理厂计,共需建 377 个,总投资将达数百亿元,年需政府补贴 60 多亿元。而若污水厂实现所产污泥含水率小于 60%,那就没有建设污泥集中处理厂的必要。这是一件很有“中国特色”的事情!因为很难在全世界找到类似案例。任何一个城市的总体规划中也找不到污泥集中处理厂的布点。广州津生污泥处理厂的教训值得吸取。

津生污泥处理厂^[7]是为处理广州市猎德、大坦沙、沥滘等城市污水厂约 1 000 t/d 污泥集中处理而建的项目,是我国首个对污水厂污泥进行无害化、资源化集中处理的建设项目。自 2004 年投产,建成 5 年,就因臭气扰民,遭广州市人大代表连续 5 年建议整治该厂。3 年多内,市环保局接投诉近 200 宗,一直没法处理,原因是一旦关停,污泥怎么办?直至惊动广东省委,被列为省委百宗信访大案之一,决定对污泥厂扰民问题实行省领导“包案”处理,广州市有关部门才决定与津生污泥厂解除合同。有人算了一笔账,该公司共处理 70 多万 t 污泥,已经从市政府赚了 1.3 亿多元。这种由企业垄断公益事业的事件,在其运营服务的几年,与各污水厂矛盾不断,正

是由于该污泥厂技术路线和规划布局从一开始就缺乏科学性,终于铸成了一个失败的案例。该公司代表说:“由于 BOT 这种形式在我国尚缺乏法律规范,企业与政府签订 BOT 服务合同,由企业全面承担投资风险,而事实上承担全市这么重要的任务又要承担全部投资风险就成为了企业的两大包袱,给企业带来很大的困扰,有着难以承受之重。”此例真是于国于民于己都不利。

前车之辙,后车之鉴。污水厂排水标准愈来愈严格,但污水处理排泥始终没有一个标准,污泥处置不善的恶果是污染物通过土壤返回水环境,使污水处理前功尽弃。本文建议,《政策》修订时应写进已建、在建和将建的污水厂出厂污泥含水率必须小于 60%。这样,污水厂污泥产量减半,而且满足《政策》所提倡和鼓励的污泥处置方式和处理技术路线的操作要求,不但减排,还可实现节能。

4 结语

综上所述,本文对《政策》修订有如下建议和意见:

- 1) 含水率 80% 的污泥集中处理处置设施不宜用厌氧消化处理工艺。
- 2) 含水率 80% 的污泥集中处理处置设施慎用污泥高温好氧发酵(堆肥)工艺。
- 3) 含水率 80% 污泥的热干化在经济上是不可行的。
- 4) 污泥脱水宜选用全自动板框压滤或隔膜板框压滤。
- 5) 出台规定污水厂出厂污泥含水率必须小于 60%。

6) 建设污泥集中处理厂不符合节能减排,宜予明确谨慎。

目前大部分城市污水处理厂属事业单位性质,城市政府是污泥处理处置的责任主体,污泥处理处置是需要政府投入和建立收费体系来支撑的公益事业。社会上有些人以污泥处理处置为商机谋利是符合市场经济规律的,但应防止个别为谋私利而不顾公众利益、不顾实际、漫天要价甚至昧着科学良知的投机和炒作,这是有关行政管理部门应予以注意和警惕的。

5 参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 关于全国城镇污水处理设施 2009 年第三季度建设和运行情况的通报 建城[2009]263 号[EB].
- [2] 夏文林,张智良. 深圳某填埋场垃圾渗滤液处理试验研究[R]. [2010-01-10].
- [3] 罗维,陈同斌. 湿度对堆肥理化性质的影响[J]. 生态学报, 2004, 24(11): 2656-2663.
- [4] 张辰. 以上海市为例谈污泥处理处置专业规划[C]. [2010-01-10].
- [5] 杨新海,张辰. 上海市石洞口城市污水处理厂污泥干化焚烧工程[J]. 给水排水, 2003, (09): 10-12.
- [6] 裴海燕,胡文容,李晶,等. 活性污泥与消化污泥的脱水特性及粒径分布[J]. 环境科学, 2007, 28(10): 2236-2242.
- [7] 冯宙锋. 2010 年关停津生污泥处理厂[N]. 南方都市报, 2009-02-25(A204).

On the Technology Policy on Sludge Treatment and Disposal for Urban Wastewater Treatment Plants

Li Suizhong

Abstract The technical and economic feasibility analysis on the sludge treatment and disposal methods raised by "Technology Policy on Sludge Treatment, Disposal and Pollution Prevention in Urban WWTPs(Trial Implementation)" and a review of its operability were made in this paper. It is proposed that the anaerobic digestion, composting, landfill and thermal drying techniques should not be applied to the concentrated Treatment and Disposal facilities for Sludge with moisture content of 80%, and the implementation of dewatering of sewage sludge to reduce the moisture content to below 60% inside the wastewater plants is the most effective measure for energy saving and emission reduction of sludge treatment and disposal.

Key words wastewater treatment sludge treatment disposal pollution prevention technology policy feasibility

浅谈太阳能在建筑中的利用

谢 浩

(广东工业大学, 广州 510500)

摘 要 文章介绍了建筑围护结构(太阳墙系统、被动式太阳房等)的生态建筑特征,以及其太阳能利用原理,通过实例分析生态建筑大师托马斯·赫尔佐格在利用太阳能进行建筑设计的先进理念,并探讨它们对我国太阳能建筑设计的启示作用。

关键词 太阳能 太阳能建筑 生态 围护结构 建筑节能

我国蕴藏着丰富的太阳能资源,太阳能的利用前景广阔。随着近 30 a 经济的高速发展,中国已成为世界能耗大国,经济的发展对能源的需求依赖度也在增强。绿色、节能日益成为人们关注的话题。

1 建筑围护结构与太阳能

建筑围护结构是建筑空间的“皮肤”,是建筑室内外环境的分界面,它具有隔热、抗寒、防水、通风和采光等功能,也为室内空间提供安全、隐私、出入口和视域,同时它还调整室内外光、热、声、气等各种形式的能量流。创造舒适的室内环境是建筑围护结构的基本目标之一,但在舒适与节能之间往往存在着矛盾。因此,有必要在围护结构的设计中引入生态概念,将太阳能的利用与建筑围护结构的设计巧妙地结合起来。

从古到今,创造节能舒适的室内环境始终是建筑围护结构的基本目标之一。然而这个目的并不容易达到,得失总是相伴而生的。当建筑围护结构遮蔽严寒的时候,也把阳光隔离在外;当开大窗户以获得充足光线的时候,建筑的隔热性能又大幅度降低。同时,建筑的室外环境总是在四季的更替、昼夜的交换中时刻地变化。尽管有时居住者可以从天气的变化中获益,但大多数情况下,室外环境的变化总是使得人们为了维持舒适的环境而付出过多的能耗。这从围护结构与太阳能的关系中可见一斑:在夏季,为了抵御强烈的太阳辐射带来的高温,人们不得不消耗大量电能制造清凉的室内环境,而作为无污染的能源太阳能却得不到利用。在冬季,为了阻挡寒风,围

护结构将太阳能阻挡在外,而为享受空调带来的温暖环境却消耗着大量不可再生的能源^[1]。

2 “太阳墙”的原理与应用

由加拿大 Conserval 公司研制的太阳墙系统是一种复合式和开放式的围护系统,通过在建筑外墙安装的复合金属墙板,可以使围护结构与自然界“共同呼吸”,这种生态围护结构能够利用太阳能高效采暖、有效通风,很好地解决了太阳能利用和建筑设计一体化的问题。通过在围护结构设计中引进生态概念,太阳墙这种多功能围护结构将围护功能和太阳能的利用巧妙地结合在一起。实践表明,这种围护结构融入自然、利用自然并与之和谐共生,在为居住者提供舒适居住环境的同时节约了大量不可再生能源,为绿色建筑的推广提供了广阔的前景。人与自然是控制与被控制的关系,我们创造舒适的室内环境的同时也应该保持与环境和谐共生。太阳墙围护结构系统正是从生态的理念出发,它可以巧妙地根据室外太阳辐射的变化而变化,充分利用太阳能这种可再生的清洁能源,与自然达到和谐。太阳墙系统的工作原理是:室外新鲜空气经太阳墙系统加热后由鼓风机泵入室内,置换室内污浊空气,起到供暖和换气的双重功效。简单地说,太阳墙可以最大限度地利用太阳能,将其转换成热能,以热空气的形式传递到室内。太阳墙全新风供暖系统核心组件是太阳墙板,它是在钢板或铝板表面镀上一层热转换效率达 80% 的高科技涂层,并在板上穿有许多微小孔缝,经过特殊设计和加工处理制成的,能最大限度地

将太阳能转换成热能。太阳墙板组成太阳墙系统的外壳,安装后与传统的金属墙立面相似。太阳墙板有多种色彩选择,易于融入建筑整体风格。

建筑师关注的问题不仅仅是如何在建筑中使用可再生能源,而且还要更多地考虑如何将太阳能系统与建筑立面有机地结合起来。对建筑师来说,建筑的外观设计是极其重要的,但也要充分兼顾建筑运行维护的需要。综合各方面因素,太阳墙系统可作为新建大楼的可再生能源系统。它除了具有供热量大、二氧化碳减排量大的优点,还具有无需维护和无运动部件等特点。有些公共建筑的南向墙面和屋顶使用了大面积的玻璃幕墙,如果用太阳墙板来代替部分玻璃幕墙,既可以美化建筑造型,又可以在冬季为建筑输送热风,在炎热的夏季为建筑遮挡强烈的阳光,还可以节约玻璃幕墙的安装费用,可谓一举多得。可见,太阳墙全新风供暖系统是一项用于提供经济适用的采暖通风解决方案的太阳能高科技新技术。其突出优点在于:① 造价低廉,无需维护;② 微能耗,从而降低运行费用;③ 提供新鲜空气,改善居民的室内环境,预防疾病。另外,太阳墙使用年限在 30 a 以上,年平均投资回报率为 30% 左右。按简单回收投资年限法计算,投入的太阳墙费用,与所节省的能源费用相抵,3~5 a 就可收回成本。在建筑上,太阳墙要解决美观问题,与其他墙面实现一体化。目前,太阳墙的蓄能功能还比较差,要研究解决方案,比如把 PVC 管预埋到水泥地面下^[2]。

3 被动式节能太阳房

绿色设计、被动式节能技术等已成为建筑行业的重点研究项目。太阳房是指主要依靠太阳能来采暖和制冷的房屋,分为主动式和被动式两大类:主动式太阳房的采暖方式与利用常规能源房屋的采暖系统基本相同,因此所需的费用较大。而被动式太阳房则是在房屋设计时,从传热学的原理出发,将房屋建造成一种利用太阳能进行冬季室内采暖和夏季降温的高效率节能房,是环保型生态建筑。被动式太阳房巧妙之处在于它能够利用房屋自身的构造收集太阳能,同时又有很好的蓄热性能,并保持一定时间内的稳定。所以,它可以满足冬季采暖、夏季隔热、自然通风和调节室内空气的作用。所有这些,不是依靠房屋以外的机械作用,而是依赖房屋本身的形体和巧妙的构造。这也是被动式太阳房与主动式太阳房的主

要区别。

从广义的角度来看,被动式太阳房与普通房始终是接轨的,其共同之处是在利用太阳能,只是被动式太阳房在利用太阳能方面的目的、方向更为明确,它以最大的可能使房屋的耗热降到最低,且尽可能从多个方面有目的地、有意识地获取太阳能。被动式太阳房的能量来源于可再生能源,主要是由屋顶上的太阳能装置来提供,只是在极少的情况下需要额外的能量用于取暖,例如使用地源热泵技术。房子大多朝南,窗户面积也尽可能地大,试图接收尽可能多的阳光。3 层隔离窗的设计是为了使室内产生的热量不会向外流失。被动式房屋只有依靠高标准的隔热装置,才能储存各种热量。被动式太阳房的核心是自动通风系统,从室内排出的空气中抽取热量,再使用这个热量为吸入的新鲜空气加热。因此,被动式太阳房是一种经济有效地利用太阳能采暖的建筑,是太阳能热利用的一个重要领域,具有重要的经济效益和社会效益。它的推广有利于节约常规能源、保护自然环境、减少污染,使人与自然环境得到和谐的发展。从利用太阳能的方式来划分,被动式太阳房大致有如下几种类型:

3.1 直接受益式

这是让太阳光通过透光材料直接进入室内的采暖形式,是太阳能采暖中与普通房差别最小的一种。冬天阳光通过较大面积的南向玻璃窗,直接照射到室内的地面、墙壁和家具上面,使其吸收大部分热量,温度升高,少部分阳光被反射到室内的其他表面(包括窗),再次进行阳光的吸收和反射作用(或通过窗户透出室外)。被围护结构内表面吸收的太阳能,一部分以辐射和对流的方式在室内空间传递,一部分导入蓄热体内,然后逐渐释放出热量,使房间在晚上和阴天也能保持一定的温度。

3.2 集热墙式

这种太阳房主要是利用南向垂直集热墙,吸收穿过玻璃采光面的阳光,然后通过传导、辐射及对流,把热量送到室内。墙的外表面一般被涂成黑色或某种暗色,以便有效地吸收阳光。

3.3 附加阳光间式

这种太阳房是直接受益式和集热墙式的混合产物。其基本结构是将阳光间附建在房子南侧,中间用

一堵墙(带门、窗或通风孔)把房子与阳光间隔开。实际上在一整天的时间里,附加阳光间内的温度都比室外温度高,因此,阳光间既可以供给房间以太阳热能,又可以作为一个缓冲区,减少房间的热损失,使建筑物与阳光间相邻的部分获得一个温和的环境。

3.4 组合式

以上几种基本类型的被动式太阳房都有其独特之处。把由两个或两个以上被动式基本类型组合而成的系统称为组合式系统。不同的采暖方式结合使用,可以形成互为补充的、更为有效的被动式太阳能采暖系统。直接受益窗和集热墙两种形式结合而成的组合式太阳房,可同时具有白天自然照明和全天太阳能供热比较均匀的优点。

4 太阳能利用于建筑设计中的实例

托马斯·赫尔佐格作为德国著名的建筑师,他提出了太阳能应用于都市建筑的构想,提倡进行最佳气候条件下的建筑物立面设计,通过太阳能技术有效地运用建筑材料大幅度降低对不可再生能源的使用,成功地把美学、技术和功能有机地融入到建筑中。比如,雷根斯堡住宅的屋顶以倾斜玻璃顶的形式一直延伸到地面,南面的阳台和温室起到了温度过度区域的作用,体现了对太阳能的直接利用。常用的房间位于北部绝热性能好的较封闭的服务空间与南面能直接利用太阳能的缓冲区之间。通过可移动的玻璃隔断,可使起居空间扩大至温室。又比如,双户住宅设计有两大特点:首先是所有的居室都朝南,冬天太阳高度角很低,除了后面的北墙之外都可以沐浴在阳光中。这种设计有助于避免在冬天建筑内部的热量从暖侧向冷侧转移的问题。其次是在南立面使用了 TIM 透明保温绝热材料,白天从太阳光暴晒中吸取热量,晚上向室内房间放出热量。

另外,林茨设计中心是一座玻璃展览大厅的屋顶结构设计成一个扁平的、全部由玻璃表面覆盖的拱形结构。为保证展示区高标准的采光质量,而且使室内热舒适度降低,又不增加额外的能耗,开发了一种新构件用于透光屋顶上,将一种塑料格栅装配在屋顶面板上,通过复杂的反射、折射仅使来自北向的漫射光能够进入建筑,而把南侧直射光屏蔽掉,避免夏天室内产生过热现象。汉诺威世博会会馆由边长约 40 m 的正方形独立伞盖结构单元,构成了一组

“大屋顶”,巨大的透明屋顶界定和遮蔽设计地段。于是,很多公众性的活动能够在“露天”环境中举行,不会受到不良气候的影响。通过现代制造工艺与手工艺的结合,使“大屋顶”成为一种用木材和膜结构体现的高科技建筑^[3]。

5 启示

托马斯·赫尔佐格的设计思想对于我国建筑设计工作者来说,带来一种全新的设计理念,使我们的建筑师不仅仅要考虑建筑的功能性,还要考虑建筑物功能性、舒适性、美观性与生态性的完美结合。然而,他的设计思想也是有一定的局限性,比如造价高昂,这是绝大多数业主无法承受的,同时对各方面技术的苛求也限制了其发展。正如托马斯·赫尔佐格所说,“不能简单地制定一个生态的国际标准。不同的国家在不同时期会有不同的条件,还是应该根据国情去定。”在中国这样一个经济和技术水平都不是十分先进的国家里,建筑业的各个环节更应该贯彻生态建筑思想。其实,我们也不乏适应自然环境的建筑精品,如西北的窑洞,是纯粹的绿色建筑,它具有低耗能、低污染、冬暖夏凉和环境宜人等特点。

太阳能是可再生能源中在建筑上应用最为方便、最具潜力和前途的生态能源。太阳能热水、太阳能采暖和太阳能光电都已在建筑上得到了有效的应用。太阳能建筑不仅适用于居住建筑,还适用于其它各种建筑类型。对于仅在白天使用夜间停用的建筑如办公楼、教学楼等则更符合太阳能的利用特点。对于需要大量热水和通风的工业及大型商业、体育娱乐建筑,太阳能热水、空气预热系统(如太阳墙)可以节省大量热水和空调新风加热能耗。农业建筑中的禽畜饲养建筑、农作物加工或烘干等建筑,都适合于设计成太阳能建筑。因此,要使收集到的有限太阳能成为建筑的有效能源供给,首先就必须使建筑本身具有节能的性质,即“太阳能建筑首先必须是节能的建筑”。要节约建筑的常规能耗并保持一个更为舒适、健康的居住环境,必须开发利用新能源才能实现,而太阳能建筑则是满足这一要求的、在更高层次上节约常规矿物能源的绿色节能建筑。“专门的建筑与太阳能一体化设计”是其能否成为太阳能建筑的关键,即在建筑设计开始就必须把太阳能的利用与建筑实行一体化设计,也可以说是对建筑实施太阳能设计,而不是仅仅在建筑上放置了太阳能利用装

(下转第 48 页)

建立广州市循环经济评估体系的探讨

黎广明¹ 何国伟²

(¹广州市环境保护局, 广州 510030; ²广州大学环境科学与工程学院, 广州 510006)

摘 要 在调查研究广州市环境现状、经济和地域特征的基础上,分析了广州市推进循环经济工作的必要性,提出了适合广州市循环经济评估指标体系。

关键词 循环经济 评估制度 资源利用

广州是个经济高速发展、工业和商业高度集中、人口不断扩大和密集的城市。要实现持续的增产不增污,并逐渐减少污染排放,广州必须持续改变粗放型的工业增长模式,改变不良的生活消费习惯,走循环经济和实施清洁生产的路径,在生产行业系统内部以互联的方式进行物质交换,达到最大限度利用进入系统的资源和能源,实现“少原料、低能耗、高利用、低排放”的模式。本文在循环经济的理论及经验的指导下,试图分析论证和建立适合广州经济发展特点的“循环经济评估体系”。

1 广州市推进循环经济的现状分析

1.1 循环经济的含义

循环经济实际是一种生态经济原理和系统集成战略的减物质化经济模式,它以资源的高效利用和循环利用为核心,以“减量化、再利用、资源化”为原则,以低消耗、低排放、高效率为基本特征,符合可持续发展理念的经济增长模式,是对“大量生产、大量消费、大量废弃”的传统增长模式的根本变革。循环经济的特点是要求社会生产力遵循客观规律,包括经济规律和生态规律,并首先强调要遵循生态规律和服从自然。

1.2 广州市能源消耗特征

根据 2000~2008 年《广州年鉴》统计,广州能源消耗平均每年以 14.9% 的速度增加(一次能源消费以煤炭为主),原煤使用量每年以近 300 万 t 的净增量在发展(2008 年达到 3 160 万 t)。2008 年广州能

源消费总量为 3 160 万 t 标煤,生产性消费占 85%,其中第二产业占 89.4%。能源效应在不断地增加。2006 年万元 GDP 的能耗为 0.746 t 标煤,2007 年万元 GDP 的能耗为 0.713 t 标煤,2008 年万元 GDP 的能耗为 0.695 t 标煤,见图 1。

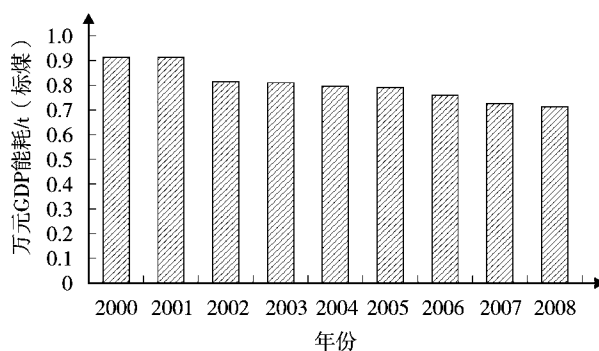


图 1 广州市万元生产总值能耗变化

1.3 广州市水资源和使用状况

广州市地处南方丰水区,境内河流水系发达,老城区有河涌 231 条,总长达 913 km。全市水域面积 7.44 万 hm^2 ,占全市总面积的 10%。平均水资源总量 79.79 亿 m^3 ,入境客水量 114 亿 m^3 ,为本地水资源的 14 倍,广州市 2002 年至 2008 年工业用水和废水排放情况详见表 1 所列。

1.4 广州市固体废物产生量和处理量状况

广州市近年来固体废物产生量年增长率为 6% 以上。2008 年,全市工业固体废物、危险废物等产生量达到 661.56 万 t,见表 2。

工业固体废物利用率比较高,2008 年利用率、

表 1 广州市工业用水、废水排放情况

万 t

指标名称	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
工业用水量	446 509	205 299	401 153	340 620	469 861	572 913	662 293
其中:新鲜用水量	326 174	101 786	230 418	223 972	334 200	325 132	437 463
重复用水量	120 334	103 512	170 735	116 648	135 661	247 781	224 831
重复用水率 /%	26.95	50.42	42.56	34.25	28.87	43.25	33.95
工业废水排放量	24 148	21 213	21 638	20 249	20 445	21 103	34 475
其中:排入污水处理厂	1 144	934	949	951	945	1 841	2 616
工业废水排放达标量	20 550	18 384	19 894	19 449	19 629	20 102	33 045
工业废水达标排放率 /%	85.10	86.66	91.94	96.05	96.01	95.25	95.85

注: 资料来自《广州年鉴》(2002)~(2008)。

表 2 广州市工业固体废物处置、利用、排放情况

万 t

指标名称	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
工业固体废物产生量	417.74	538.89	566.58	540.36	632.30	609.03	661.56
其中:危险废物产生量	21.11	23.76	22.97	22.49	18.34	20.39	16.38
工业固体废物综合利用量	395.76	547.29	625.42	520.25	605.46	592.13	605.65
其中:危险废物综合利用量	6.76	9.08	7.91	4.93	9.72	13.34	3.83
其中:综合利用往年贮存量	29.22	51.82	108.09	29.91	32.12	38.27	2.22
工业固体废物综合利用率 /%	88.55	92.65	92.70	91.23	91.13	91.48	91.24
工业固体废物处置量	39.31	31.97	37.68	44.15	42.81	39.04	43.6
其中:危险废物处置量	14.28	14.65	15.04	17.56	7.34	7.04	12.70
其中:处置往年贮存量	0.10	0.03	0	0	0	0	0.01
工业固体废物处置利用率 /%	97.32	98.06	98.29	98.97	97.56	97.57	97.81
工业固体废物贮存量	10.03	9.71	11.36	5.62	17.46	16.13	14.55
其中危险废物贮存量	0.07	0.08	0.04	0.00	1.38	0.01	0.00
工业固体废物排放量	1.96	1.76	0.20	0.25	0.26	0.2	0.06
其中:危险废物排放量	0	0	0	0	0	0	0

注: 资料来自《广州年鉴》(2002)~(2008)。

处置率分别为 91.24%和 6.59%。但是依然存在以下问题:一般工业固体废物与生活垃圾混合收集的现象严重,造成比较严重二次污染;生活垃圾无害化资源化水平低,垃圾处理厂建设区域联合不足;废旧电子电器无序处理造成严重生态环境污染和资源浪费。

2 建立广州市循环经济评估制度的必要性分析

2.1 建立健全循环经济的地方法律法规

法律是一种强制性规则,有了规则就可以消除不确定性,减少市场参与者行为及政府决策的不可预测性,降低交易成本,提高资源配置的效率。综合分析广州环境、经济、地理特征等因素,下列法规迫切需要建立或完善。

2.1.1 制订和完善城市生活垃圾及工业废物处理处置法规

根据广州市的经济和环境特征,有必要制定《城

市生活垃圾分类收集和处理处置法》,同时要完善有关包装物、电子垃圾、大型家具、废旧汽车、废旧电池、餐饮废物、庭园及绿化废物和农业废物等方面的法规以及相关的垃圾收费规定。通过立法的形式赋予相关生产者和消费者的义务与责任。完善垃圾收费机制与系统,对于任何家庭、机关、企业进入垃圾填埋系统的废物收取高费用,对于分类送入资源循环系统的给予免费或奖励。用法规、税费等形式鼓励、引导市民将垃圾在源头主动分类,以减轻垃圾后续处理的压力,提高生垃圾的资源化、无害化、减量化程度。

2.1.2 建立健全建筑节能及太阳能的利用等清洁能源方面的促进法规

广州没有煤炭资源,能源的短缺和燃煤造成的大气污染严重制约着广州市的经济发展。广州的太阳能资源丰富,2008 年广州市各地日照数为 2 387 h,年太阳总辐射量 4 367~4 597 MJ/m²,相当于 149 t 标准煤所产生的热量。全市年太阳总辐射量相当于

$9 \times 10^{12} \text{ kW} \cdot \text{h}$ 的能量, $1.102 \times 10^{12} \text{ t}$ 标煤所产生的热量,是个巨大的能源宝库,但广州市太阳能资源利用率非常低下,有必要根据本地的实际情况,立法和制定相关标准促进太阳能的利用、促进节能技术的发展,包括利用太阳能制冷采暖、太阳能发电供热,建筑节能技术及节能墙体材料等。

2.2 建立健全循环经济技术的标准体系

标准是法规体系中的重要部分,是评价检验循环经济法规实施的重要途径。根据广州市的现状,亟待完善制定建筑、交通技能、家用电器、办公设备强制性能效标准,节水型城市考核标准、雨水利用标准以及各种行业的清洁生产标准。

2.3 建立激励政策和约束机制

研究制定鼓励生产节能、节水产品的税收政策和有利于循环经济的财税政策,鼓励发展节能省地型建筑,完善消费税制,对过度包装、大排量高耗油汽车课以重税;加速折旧,激励先进等措施加快落后设备、技术和生产工艺的淘汰;提高对高能耗、高物耗、高污染低效率的资源性产品和初级产品的出口关税,增加对浪费资源、污染环境的产业征税;增设煤炭资源消费税税目,对使用太阳能、风能及制造生产相关产品的企业免税或实行优惠税率;大幅度提高耕地、湿地的占用税等措施。对开展循环经济的企业进行财政补贴,开征资源税,抑制资源的过度消耗,通过财税政策来鼓励对环境有建设意义的活动,建立投资生态工业基础设施的投融资体系。

2.4 建立健全循环经济的评估制度

循环经济是一种新型制度体系和运行模式,将资源融入到了一个包含生态资源、环境因素及社会、技术、制度、政策共有的经济大循环中。只有通过正确的评价,认清循环经济的发展规律,方能沿着循环经济的道路不断发展。因此,有必要建立科学的循环经济发展的评估体系,通过定期对本地区的循环经济状况进行全面的定量、定性分析,使决策部门正确了解本地区的循环经济发展优势以及阻碍循环经济发展的因素,挖掘发展潜力、明确发展方向。

3 建立广州市循环经济评估指标体系的原则与架构

评价指标体系是指由若干个相互联系的评价指

标组成的有机整体,它能全面、系统、科学和准确地反映一定时期内城市经济、环境多个侧面的变化特征和发展规律,这种指标体系不是指标的简单拼凑和堆砌,而是一种复杂系统的多指标综合评价。

3.1 建立评价指标体系的原则

循环经济评估指标应该体现资源的节约利用,包括自然资源、环境容量资源。体现资源赋存量是有限的,必须节约资源,反对浪费的宗旨。评估指标必须体现资源的高效利用,鼓励通过技术进步不断挖掘资源利用潜力,尽可能利用有限的资源生产更多的产品,创造更高的价值。评估指标要体现资源的综合利用,物有所用、物尽其用,减少环境污染,废物最小化的宗旨。评价指标要体现经济上合理、技术上可行,社会上可接受,生态上符合自然法则和规律。

3.2 分层次的循环经济评估指标体系的架构

循环经济可分为3个不同的层面,不同的层面评估要素不同,尽可能体现各层面的特征。经济社会分为企业、园区和区域3个层面。

企业层面上是企业内部的循环,企业根据循环经济的思想设计生产过程,促进原料和能源的循环利用。通过实施清洁生产和ISO环境管理体系,积极利用生态工业技术和设备,设计和改造工艺流程,形成无废、少废的生态工艺,使上游产品所生产的废物成为下游产品的原料,在企业内部实现物质的闭路循环和高效利用。

园区层面上的中循环多呈现为生态工业园区等形式,关注的是园区内物质流的流动情况,物质流动过程的损耗、物质的循环状况,区域内企业的关联度、能源及材料的利用率等。应用的是工业生态学理论指导下的评价方法,评价指标体系包括经济指标、生态指标、生态网络指标及管理指标,反映物质集成、能量集成、水资源集成、信息共享和基础设施共享等的效果。

区域层面上的大循环关注的是社会、经济、生态和环境系统的协调发展状况。采用物质流分析评价方法,指标体系应该包括经济效益指标、资源能源效率指标、生态环境效率指标等,分为经济、环境、社会3个功能团。

4 广州市循环经济的评估指标体系建议

循环经济的企业和园区层面上的指标体系可以

应用、借鉴清洁生产等方面的研究成果,本文将不做讨论。本研究的重点为构筑区域层面的大循环经济指标体系。

4.1 评价依据

首先,为便于与国内其它区域进行比较,广州市的循环经济评估指标体系大方向应与国家指标体系框架内容相一致。

其次,广州市地处我国南方沿海地区,经济发达,毗邻港澳,是国际窗口城市,具有独特的经济、地理、文化特征,评估指标应体现这些特征。

其三,广州已经成功建成国家的环保模范城市,要巩固创模成果,迎接日后的复评,评价指标体系应考虑创模复评指标。

4.2 评估目标值的选择

从量化指标来看,怎样的经济才算得上循环经济?国民经济体系物质流分析结果表明,经济系统内部的物质循环率很低,2008年日本总物质投入量约为30亿t,约1/3以废弃物和二氧化碳的形式排放到环境中,循环利用只有3亿t,物质循环率仅为10%左右。日本循环型社会的基本计划到2010年物质循环率达到14%左右。那么,对于广州,如何选择循环经济的评估体系的目标值是一个值得研究的课题^[1]。

4.2.1 人均 GDP

分析2002~2008年间广州市人均GDP的变化情况,2006~2008年平均年增长率为13.51%,2002~2008年的平均年增长率为10.47%,设定进行循环经济的目标增长率为15%,即近期3年内人均GDP的目标值设定为10 000美元/人。

4.2.2 万元 GDP 的综合能耗

分析2004~2008年广州市的万元GDP的综合能耗的情况,以平均3.68%的速率下降,综合考虑国内的发达工业城市上海和国外发达国家的状况,该值在近3年内设定为0.67 t标煤^[2]。

4.2.3 万元 GDP 的用水量

分析2000~2008年广州市的万元GDP的综合水耗和人均水耗的情况,结合国内水资源利用的统计预测资料,确定近3年广州市循环经济的万元GDP的用水量的目标值为100 m³/万元。

4.2.4 经济增长率

分析广州市2002~2008年的经济增长情况,地

区生产总值平均每年以17.0%的速度增长,以2007年增长最快,3年平均增长速度为17.44%,因而选择近3年的目标值为15%。

4.2.5 科技进步贡献率

分析广州市2004~2008年科技经费投入与产出的状况,研发经费与地区总值的比重改变不大,2004年为1.8%,2008年最高为2.6%,5年平均为2.1%。科技在工业总产值的份额逐年增加,2008年从2004年的50.30%提高到52.40%,对比发达国家指标,通过加大科技研发经费的投入,科技进步的贡献率应大幅度提高方能推进循环经济的发展,因此选择科技贡献率的目标值为70%^[3]。

4.2.6 城市生活污水处理率

广州市生活污水连年增长,到2008年达到91 681万t,若处理处置不善,对广州市的环境造成极大的影响。国家环保城市要求城市污水集中处理率为80%以上,2008年广州已达到71.02%,随着9个污水处理厂的投产,污水处理率将大幅度提高,但对于推行循环经济来讲,应严格要求,污水处理率应达到100%^[4]。

4.2.7 关于生活垃圾的相关目标值

城市生活垃圾的问题是制约广州市城市化的关键问题之一,广州市的生活垃圾中可资回收利用的物质几乎占到垃圾总量的70%以上,是推进循环经济中最有潜力进行资源化最大利用发展点,发达国家几乎都进行分类收集,垃圾回收利用率达到30%~40%,10年发展的目标是50%,广州市要成为国际化大都市,目标也应与国际的发达国家接近^[5]。

4.2.8 关于工业固体废物的相关目标值

广州市工业固体废物的产生量增长到2007年后基本趋于平缓,但万元产值的排放量不断减少,说明在工业层面的废物的循环水平逐年较高,随着循环经济的推进,指标将大大改观,因此,将工业固废循环利用率指标设定为≥85%,工业产值固体废物排放量为100 t/万元GDP。

4.2.9 绿色能源比重

绿色能源包括天然气、太阳能、风能和再生能源等,绿色能源在全球能源结构中的比重达到15%~20%,美国天然气已占能源消费比重的27%。广州在市区逐步将石油液化气改为天然气,广州具有丰富的太阳能资源,因此将推进循环经济的目标值设定为40%^[6]。

4.3 广州循环经济指标体系的设置

综合考虑国内外相关的循环经济的评估指标体

系的研究成果,基于对广州市相关的统计资料的分析,提出的广州推进循环经济的评估指标体系见表 3。表中列入“创模考核”指标及其目标值,以资比较。

表 3 建议的广州市推进循环经济的评估指标体系

	二级指标		目标值	
	循环经济	创模考核	循环经济	创模考核
经 济 发 展 指 标	人均 GDP	人均 GDP	10 000(美元)/人	> 1.5 万元
	万元 GDP 的综合能耗	万元 GDP 的综合能耗	0.67 t 标煤	< 全国城市平均水平
	万元 GDP 的用水量	万元 GDP 的用水量	100 t	< 全国城市平均水平
	经济增长率	经济增长率	15%	< 全国城市平均水平
	科技进步贡献率	—	≥ 70%	
	城市生活污水集中处理率	城市生活污水集中处理率	100%	≥ 80%
	城市生活污水中水回用率		≥ 40%	
	生活垃圾资源回收利用率		≥ 40%	≥ 85%
	生活垃圾分类收集率	生活垃圾无害化处理率	≥ 90%	
	生活垃圾填埋率		≤ 20%	
环 境 指 标	绿色能源比重	城市清洁能源使用率	≥ 40%	≥ 50%
	太阳能、生物能比重		≥ 20%	
	工业固废循环利用率	工业固体废弃物处置利用率	≥ 85%	≥ 90%
	万元工业产值固体废物排放量		100%	
	万元工业产值工业废水排放量	工业废水排放达标率	100%	95%
	工业废气达标排放率	全年 API 指数≤100 的天数	100%	≥ 全年天数的 85%
	危险废物无害化处置率	危险废物处置率	100%	100%
	重点工业企业污染物排放稳定达标率	重点工业企业污染物排放稳定达标率	100%	100%
	饮用水源水质达标率	集中式饮用水源达标率	≥ 95%	≥ 80%
	环境保护投资指数	环境保护投资指数	3%	≥ 1.7%
社 会 指 标	开展清洁生产的企业率	—	≥ 95%	
	促进循环经济建设的政策法规	—	定性	
	体系的建设与实施	—	定性	
	循环经济信息系统的建设	—	定性	
	公众循环经济的认知与参与度	公众对城市环境保护的满意率	≥ 85%	≥ 85%
	中小学环境教育普及率	中小学环境教育普及率	100%	≥ 85%

5 结束语

广州市 8 年的全国环保模范城市的创建过程也是推行循环经济的前期准备、理论倡导过程,处于社会、经济持续快速发展的广州在“十一五”期间仍将面临提高社会生产力、增强综合经济实力、提高人民生活水平、建设“一个龙头、三个中心”的历史任务,同时又面临着控制环境污染、提高城市生态环境质量等严峻问题。本文通过资料收集,分析近年来广州地区环境现状和经济发展情况,提出广州推进循环经济工作的必要性。在此基础上,本文还就广州建立循环经济指标体系的原则和基本架构分析论证了建立循环经济体系的可行性,并具体从经济发展、环

境、社会三方面提出了广州循环经济指标体系的指标设置内容及其目标值的建议。

6 参考文献

[1] 杨国秀. 广东全面建成小康社会发展战略[M]. 广州: 广东人民出版社, 2006.

[2] 庄丽娟. 广东国际竞争力研究[M]. 广州: 广东人民出版社, 2006.

[3] 闫小培, 曹小曙. 城市区域可持续发展: 港澳珠江三角洲可持续发展研究[M]. 广州: 中山大学出版社, 2006.

[4] ECON Analysis(2004), Circular Economy—An interpretation: Commissioned by The World Bank[R].

[5] Society if Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC). Guidelines for Life Cycle Assessment: A Code of Practice[R].

Pensacola, FL, 1993.

[6] Long B. Organization for Economic Cooperation and Develop-

ment[C]. Paper Presented at CEO's International Congress, Paris, Feb, 24-26, 1997.

On the Establishment of Circular Economy Evaluation System in Guangzhou

Li Guangming He Guowei

Abstract Based on the investigation on the environment, economy and geographical characteristics in Guangzhou, this paper pointed out the necessity of promoting circular economy in Guangzhou, and put forward a circular economy evaluation index system which is suitable for the city.

Key words circular economy evaluation system resource utilization

(上接第 24 页)

烟气脱硫废弃物改良土壤不仅可避免燃煤烟气脱硫废弃物对环境的污染, 而且还能改良土壤理化性质, 促进农作物的生长, 实为一个既符合循环经济发展又保护环境的方案。

本研究表明脱硫废弃物在改良盐碱地的过程中, 虽然降低了土壤碱性成分, 也降低了土壤的盐分含量, 工作仍有深入研究之必要。为了最大限度的降低土壤碱性成分, 同时尽可能地控制土壤盐分的增加, 达到比较理想的改良效果, 脱硫废弃物最佳施用量等问题尚待进一步研究。

4 参考文献

- [1] 李茜, 孙兆军, 秦萍, 等. 燃煤烟气脱硫废弃物和糠醛渣对盐碱土的改良效应[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(4): 70-73.
- [2] 李茜, 孙兆军, 秦萍. 宁夏盐碱地现状及改良措施综述[J].

安徽农业科学, 2007, 35(33): 10808-10810.

- [3] 罗成科, 肖国举, 张峰举, 等. 脱硫石膏改良中度苏打盐渍土施用量的研究[J]. 生态与农村环境学报, 2009, 25(3): 44-48.
- [4] 张俊华, 孙兆军, 贾科利, 等. 燃煤烟气脱硫废弃物及专用改良剂改良龟裂碱土的效果[J]. 西北农业学报, 2009, 18(5): 208-212.
- [5] Clark R B, Ritchf K D, Baligarv C. Benefits and Constraints for Use of FGD Products on Agricultural Land[J]. Fuel 2001, 80(6): 821-828.
- [6] 李淑仪, 蓝佩玲, 徐胜光, 等. 燃煤烟气脱硫副产物在酸性土壤的农业资源化利用[J]. 生态科学, 2003, 22(3): 222-226.
- [7] 国家环境保护局. GB 8173-1987 农用粉煤灰中污染物控制标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 1987-10-05.
- [8] 国家环境保护局, 国家技术监督局. GB 15618-1995 土壤环境质量标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 1995-07-13.

Experiment on the Improvement of Saline-alkaline Soils with Desulfurized Waste and Cultivation of *Iris Ensata Thunb*

Li Ming Sun Zhaojun Li Qian Zhang Junhua

Abstract The saline-alkaline soil in Ningxia is widely distributed and accompanied by desertification processes, not only resulted in resource damage, huge losses of agricultural production, but also pose a threat to the biosphere and the ecological environment. *Iris ensata Thunb*, exhibiting strong resistance, especially to salinity, is the constructive species of salt meadow grasses. In this paper, a study was conducted to investigate the growth status of *Iris ensata Thunb* in different regions of saline-alkaline soils by application of coal-fired flue gas desulphurized waste and cultivation of salt-tolerant grass species. The results show that the pH value, total salt, and basicity of the modified alkaline soil (Xidatan Farm) by application of desulphurized waste decreased 12.49%, 35.6% and 36.31%, respectively; the survival rates of *Iris ensata Thunb* cultivated in the improved soils increased 74.25%~82.17% compared with those planted in pre-improved soils, showing a strong significant difference ($p < 0.01$). The pH value, total salt, and basicity of the modified saline-alkaline soil (small West Lake in Yuehai) by application of desulphurized waste decreased 3.06%, 33.04% and 18.56%, respectively; the survival rates of *Iris ensata Thunb* cultivated in the improved soils increased 66%~71.4% compared with those planted in pre-improved soils. Compared with the case of saline-alkaline soil, the improved effect of *Iris ensata Thunb* cultivated in the improved alkaline soils by application of desulphurized waste was more obvious ($p < 0.01$).

Key words desulfurized waste saline-alkaline soil improvement *iris ensata thunb*

人与自然和谐的实现路径探析 ——以亚里士多德的中道思想为视角

任大伟 吴玘超

(南京师范大学公共管理学院, 南京 210097)

摘 要 随着生态危机的发生日益威胁着人类的生存,人们开始反思,生态危机不仅是一个技术问题,更是人的价值观和人生态度问题。人与自然的和谐是保护自然生态环境的关键,通过对亚里士多德中道德性论的分析,试以中道的态度把握人与自然和谐的实现。

关键词 中道 人与自然 和谐

伴随着科技的进步及其对自然变革所取得巨大成果,人开始为自己的能力而骄傲,为自己创造出的奇迹而沾沾自喜,人与自然的关系经历了人类依赖自然→畏惧自然→征服自然的变化。当人类以征服者的姿态从自然界无限攫取的时候,自然环境恶化,资源的匮乏等生态危机已经给人类的生存与发展发出了严重警告。生态危机表面上看是人的物质欲望的膨胀、科技的滥用、社会制度的危机,其本质原因在于哲学世界观及哲学思维方式。人们对人与自然关系的认识,正是由于哲学世界观和思维方式的不同而具有不同的结论,由此导致人们对自然的不同态度和行为。因此人类必须关注生态伦理,重新反思人与自然的关系,准确界定人类对自然存在物的恰当行为,促进人与自然的和谐发展。

1 人与自然的和谐是保护自然生态环境的关键

在自然的舞台上,人类既是观众又是演员,人类是自然界生命之网上的一根线,与自然界处于千丝万缕的联系之中,二者在本质上是一个唇齿相依、休戚与共的整体。人与自然的和谐发展是一种新的生存理性,代表着人类的一种反省,一种觉悟,一种良知。人与自然和谐相处是文明社会、理想社会的基本特征之一。要实现人与自然和谐相处,就必须正确认识和处理好人与自然的关系。

1.1 人与自然的不和谐因素产生的理论阐释

英国经济学家舒马赫在谈到人与自然关系不断

恶化的原因时曾指出:“出现这么惊人、这么根深蒂固的错误,与过去三、四个世纪中人类对待自然的态度在哲学上……的变化有密切的关系。”^[1]传统的社会生产和发展建立在两个假定之上:①自然资源无限性的假定,这种假定认可了人们对自然资源的随意和无偿使用;②自然界消化废物能力无限性假定,这种假定默许了人们随意把自己不需要的一切东西扔到大自然中去。这就片面强调了人类对自然的控制和征服,正是由于这种价值观念的影响,在传统工业模式下,人类走上了可持续发展的道路。

此外,由于人类改造自然的社会实践活动的作用具有双重性:如果人类能够正确地认识到自然规律,恰当地把握住人类与自然的关系,就能不断地取得改造自然的成果,提高人类认识自然和改造自然的能力;相反,如果对自然界更深层次的本质联系尚未认识,就会影响到自然内部的平衡,从而破坏人与自然的关系,受到大自然的无情报复。恩格斯曾对人类由于认识上的盲目性,不顾后果地掠夺自然的危害性作了极其深刻的论述:“我们不要过分陶醉于我们对自然界的胜利。对于每一次这样的胜利,自然界都报复了我们。每一次胜利在第一步都确实取得了我们预期的结果,但在第二步和第三步却有了完全不同的、出乎预料的影响,常常把第一个结果又取消了。”^[2]

1.2 人与自然和谐相处的可能性

人与自然的和谐是生态平衡的要求。“人向自然生成”和“自然向人生成”本来是两个相对立的命题,

但是,他们的合理部分却能达到很好的融合,保护自然生态环境的关键就在于创造这样的一种和谐。

1.2.1 自然对人的和谐

自从自然界经过漫长的发展,演化出人和人类社会之后,人便作为有思维的“万物之灵”与自然相对立。然而,人和自然并不是绝对对立的异质存在,而是处于相互对立又相互依存的统一体中。这时的自然具有双重属性:它既是自在的存在,又是为人的存在。

自然作为为人的存在,是人生存和发展的物质前提。人生存所需要的吃、穿、住等方面的物质生活资料以及享受、发展、自我实现等更高层次的需求,这一切都离不开物质资料的生产,因而离不开自然。正因为如此,恩格斯告诫人类必须时时记住:“我们统治自然界,决不像征服者统治异民族一样,决不像站在自然界以外的人一样,——相反地,我们连同我们的肉、血和头脑都是属于自然界,存在于自然界的;我们对自然界的整个统治,是在于我们比其他一切动物强,能够认识和正确运用自然规律。”^[4]作为自然存在物的人不能将自然界看成是外在于人、异己于人的对象性存在,而必须从人类生态系统的整体性、目的性、稳定性等要求出发,自觉维护人与自然的平衡,实现人与自然的和谐,在人类社会的生存发展过程中由“必然王国”走向“自由王国”。

因此,从这一切中,我们不难看出,“自然界的本性是关爱生命,这种关爱就表现为创生万物,使生命多样化,使生命之流源源流淌。”^{[4]250,253,91}正是因为我们认识到了大自然的这种关爱,所以,人类应该尊重自然界,为自然界的存在尽道德义务,努力追求人与自然的和谐。

1.2.2 人对自然的和谐

自然环境创造、孕育了人类,人类又变革、开发了自然环境。人类的一切活动都会直接和间接影响着生态系统。生态系统具有自我维护平衡的能力,但是这种能力在人类面前是非常有限的。尤其是人类进入近现代社会以后,随人口的增多和科技力量的滥用,生态系统调节能力呈现出一种衰弱的趋势。如果生态平衡被打破,引起自然界供养能力衰退,最终可能导致整个生态系统的崩溃。因此,人与自然和谐是生态平衡的要求^{[4]250,253,91}。

不仅如此,人性的重塑是保护生态自然的必要条件,而人与自然的和谐恰恰是人性重塑的关键。依照中国人“天人合一”的思想,大自然关爱生命的本

性应该是人性生成的根源。根据马克思人化自然界和人的自然化的辩证法,人应该将自然本性纳入自我意识之中,并依据这种关爱生命的本性进行改造自然界的活动。人只有通过关爱生命和关爱自然界,才能从动物中彻底超拔出来,而成为作为人的人,超越动物本能进入更高层次的生命境界,不仅为自己生存也能够为他人生存而尽一份力量。更重要的是,爱人只是狭隘的爱,能爱人,亦能爱自然,才是“厚德载物”,才是博大的爱,人须有这样的爱,才能是其所是。

当人性得以重新塑造时,人类才能真正做到保护生态自然。“人把自然界视为目的,自然界也将人类视为目的;人类怎样对待自然界,自然界就将怎样对待人类。”当人类能出自本性地关爱自然时,自然就会以其博大的“好生之德”关爱人类。

2 从中道看人与自然的和谐

在对如何实现人与自然和谐的探讨中,我们的耳朵里灌满了人类中心主义和非人类中心主义的激烈争辩。它们争辩的焦点在于生态伦理行为是以人的价值为中心还是以自然界的价值为中心。

然而,事实上,在人与自然界的相互作用中,人始终是作为主动行为者出现的,在这种情况下,生态伦理的建立事实上只能以人类对自然世界的基本观念和价值理解为前提。而人类中心主义者和非人类中心主义者恰恰在争论的过程中对人性产生了遗忘。因此,在某种意义上可以说二者都是极端的,按照亚里士多德的中道论,人类中心主义和非人类中心主义的伦理价值观引导出来的行为也是恶的。因此,我们选择中道德性。

2.1 亚里士多德的中道思想

亚里士多德的中道思想是在继承与发展古希腊传统思想的基础上,“将这些传统思想加以理论化、系统化,将其作为一个基本原则运用于政治和伦理,从而建立了自己的中道学说”^[5]。

“中道”在亚里士多德的著作中,又叫做“中庸”。所谓“中道”、“中庸”就是“适度”、“适中”、“执中”的意思,也就是“无过无不及”的中间状态,具体而言就是“要在应该的时间,应该的境况,应该的关系,应该的目的,以应该的方式”感受情感和选择行为,这被亚里士多德称为是“最好的”^{[6]157-158,312}。

亚里士多德的中道原理有其特定的适用范围,“并非全部行为和感受都可能有个中间性。有一些行

为和感受的名称就是和罪过联系在一起的,例如,恶意、歹毒、无耻等,在行为方面如通奸、偷盗、杀人等,所有这一切,以及诸如此类的行为都是错误的,因为其本身就是罪过,谈不上什么过度和不及。”^{[6]157-158,312}由此可见,亚里士多德的中道原理其适用范围是一定的,对于恶的、不正当的情感和行为,它们的恶性质,不在于是否以适当的时候,用适当的态度,施于适当的人,而是“只要这样做就是罪过。因为既不存在过度和不及的中间,也不存在中间的过度和不及”^{[6]157-158,312}。

亚里士多德的中道思想并不是通常人们所说的“折中主义”、“调和主义”,二者有本质区别。折中主义的实质是在各种不同的因素中,特别是在对立的、不同质的因素中去求取中间道路。而事实上,亚里士多德的中道思想是排斥折衷调和的,它反对机械地取中点,指出中道是与二恶相对的一个极端,是极端的善,中道只能在德性的意义上使用,在过度与不及里,不能有适度。显然,亚里士多德的这种中道思想对是非曲直的区别有着鲜明的态度和严格的界限,这与良莠不分、善恶不辨、不讲原则、万事求同的折中主义是截然不同的。

由此可见,中庸之道在于和谐,其实质是对适度与和谐的追求。中庸之道,并不是依违两可、苟且折中,乃是一种不偏不倚的毅力、综合的意志,力求取法乎上,圆满地实现个性与共性统一的和谐目的:个体自我身心的和谐,人与人之间的和谐,社会的和谐,人类与自然的和谐……^[7]。人与人之间失去了和谐就会摩擦不断,不能融洽相处。社会失去了和谐就会战乱纷起,动荡不安。人与自然失去了和谐就会破坏生态,遭受到大自然的惩罚。

2.2 以中道对待人与自然

虽然亚里士多德的中道德性论主要是针对社会生活而阐发的,但在人与自然的关系问题上同样适用,而且,现代经济发展中的急功近利、惟利是图、贪得无厌所导致的对自然类似于杀鸡取卵、竭泽而渔式的掠夺,迫切需要我们z把中道德性思想运用于人与自然的关系中。

2.2.1 对自然的索取要适可而止

自然是自在的存在,具有不以人的意识而存在的客观实在性和不以人的意志为转移的自身运动规律。人是自然长期发展的产物,因此,自然对人来说具有发生学意义上的优先性,具有客观实在性,具有自身

的运动规律,这是不因人而存在、也不因人而改变的。

因此,尊重自然,保护自然,按自然规律办事是非常必要的。人类为了正常的生存,不得不以其他生命的牺牲为代价,这是自然规律,也是由人的本质所决定的,无可厚非。但是,人类并不能完全从人类的利益出发,对自然过度索取。“过度不及都属于恶,中道才是德性”。对自然的过度索取必然导致人类自身的灾难。因此,在进行经济建设、获取经济利益的同时,我们必须采取中道的做法,与自然和谐相处,自觉约束自己的行为,以理性为指导,节制人类过分的物质需求。厉行节约,倡导绿色发展、低耗发展,可持续发展。保证自然环境和自然资源的可持续利用和充分利用,不能因为满足当代人的需要和发展而破坏后代人生存发展的环境和自然条件,最终确保人类自身的健康发展和正常延续。

2.2.2 应按照中道德性论的要求,确立适当、理性的消费观

对物质生活的“中道”而言,亚里士多德认为是节俭。对节俭的过度与不及则是奢侈和吝啬。吝啬的本质是对人的基本生活需要的剥夺或过分限制,是一种有意压抑正常生活欲求的经济行为。奢侈行为的本质是纵欲和享乐。无论是吝啬还是奢侈都不具有价值合理性和道德正当性。

我们的地球是有限的,自然资源是有限的,地球受污染的能力也是有限的,有限性自然条件不可能创造出无限性经济增长。奢侈消费看似促进了人类的进步、经济的发展,但是,却是以地球的资源极大损耗和污染为代价的。高消费必然导致对自然资源的疯狂掠夺和浪费。从这个意义上而言,它引发了一种极大的“恶”。

亚里士多德说:“节制人的欲望部分应该与理性相一致。两者都以高尚为目标。一个节制的人欲求他所应该欲求的东西,以应该的方式,在应该的时间,这也正是理性的安排。”^[8]我们所说的适当、理性的消费观,应该是和社会发展的水平、人类文明的程度以及自然所能承受的限度相适应的消费观。必须确立适当、理性的消费观,既注意满足需要,又要避免奢侈浪费。既要反对落后的、保守的、不合时宜的消费理念,又要反对脱离现阶段经济、文化发展水平和自然资源的承载能力的“超前”消费和“超级”享乐;既保证经济发展,又保证不浪费资源,从而从根本上克服资源短缺、生态失衡和环境破坏等严重危机,确

保人与自然的和谐共生。

3 参考文献

- [1] 舒马赫. 小的是美好的[M]. 北京:商务印书馆, 1984:1.
- [2] 马克思恩格斯全集:第 20 卷[M]. 北京:人民出版社, 1971:519.
- [3] 马克思恩格斯选集:第 3 卷[M]. 北京:人民出版社, 1972:518.
- [4] 曹孟勤. 人性与自然:生态伦理哲学基础与反思[M]. 江苏:

南京师范大学出版社, 2004:250, 253, 91.

- [5] 罗国杰, 宋希仁. 西方伦理思想史:上卷[M]. 北京:中国人民大学出版社, 1985:149.
- [6] 苗力田. 亚里士多德全集Ⅷ[M]. 北京:中国人民大学出版社, 1992:157-158, 321.
- [7] 李建森, 王薇. 中庸之道与构建和谐社会[J]. 理论导刊, 2005, (11):

The Approach to Harmonization Between Human Being and the Nature ——in the view of Aristotle's moral theory

Ren Dawei Wu Jichao

Abstract As the ecological crisis becomes an increasingly serious problem threatening the survival of human being, people began to reconsider that the ecological crisis is not only a technical issue, but also an issue concerning the values and attitude towards life. The harmony between human and nature is the key for the protection of natural ecological environment. Through the analysis of Aristotle's moral theory, it is attempted to achieve the harmony between human and nature via media.

Key words golden means human and nature harmony

我国海洋赤潮研究的最新动态

2009 年 11 月 16~18 日, 在珠海市召开了庆祝中国藻类学会成立 30 周年暨第 15 次学术讨论会。与会专家对海洋环境问题给予了极大的关注, 特别是海洋赤潮方面的问题, 现将有关这方面的研究工作报导摘录于下, 供读者参考。

暨南大学齐雨藻教授在大会上作了题为“我国近海有害藻华(HABs)及其生态影响”的报告。报告指出近 20 a 来我国近海有害藻华的发生频率大大增加。其中长江口外东海的赤潮发生最多范围也最广。东海原甲藻(*Prorocentrum danghaiense*)所形成的赤潮几乎每年都会出现, 而 2004 年这种赤潮形成的面积达 10 000 km², 为全球之最。据研究, 我国发生赤潮的原因种约 40 余种, 但常年发生并对环境及经济造成重大影响的种类约 10 种左右, 其中亚历山大藻、凯伦藻等是常见的赤潮原因种。2005 年由米氏凯伦藻(*Kaetnia milkimotol*)形成的赤潮对浙南水产养殖业造成了 4 000 万元左右的经济损失, 而另一种对鱼有毒害的赤潮球棕囊平藻(*Phaeocystis globosa*)1999 年在广东饶平发生时更对水产业造成了 7 000 万元的损失, 值得注意的是这种赤潮最近在珠海海区频繁出现, 最近在珠海海域又发生过一种旋沟藻赤潮, 从 10 月下旬开始一直延续到 11 月 16 日, 面积直达香港大屿山, 共占 300 km² 多面积。另一方面值得重视的有害藻华则被称为“绿潮”, 是由绿藻大规模爆发造成的。2008 年在青岛海域曾大量爆发的一种被称为“浒苔”的绿藻藻华, 面积覆盖达 12 000 km², 产量 100 万 t, 是世界罕见的灾害性绿潮, 因为浒苔常常附生在其他养殖物体上, 故也对养殖业造成重大危害。报告最后指出:有害藻华的频发与海洋污染加剧造成了人为的富营养化及全球性的气候暖化密切相关, 如不采取有效措施, 海洋环

境还将进一步恶化。

海洋暖化造成的赤潮高发现象在本地区的研究工作中得到进一步的证实, 王朝晖等的报告中对广东大亚湾浮游植物种群、孢囊与麻痹性贝毒之间的关系进行了深入的研究后发现, 该海域养殖的贝类在冬季低温季节毒素的含量反常地出现高峰, 是由于核电站排出的温热使海水升温到正好适合有毒赤潮历山大藻大量发生的温度所致。李丽、吕颂辉等对广东沿海赤潮高发区的研究也指出:过去赤潮在本地区主要在春季发生, 现在已扩展到春夏秋冬均有发生, 且范围不断扩大, 种类不断增多, 其中有毒种类也日渐增加。

过去对赤潮毒素的研究工作主要集中在对人类健康危害较大的贝毒问题上, 但实际上我国目前发生的赤潮表现较大危害的是对水产养殖造成的重大损失, 因此本次会议对鱼毒素的问题也开始得到了重视, 如恒清柳、江天久、吴霓等提交的报告中对鱼毒素的溶血性活性及其测定方法进行了研究, 是一个很好的开端。

向大会提交的有关赤潮的报告中有一些是使用现代生物学技术进行的研究工作, 如使用分子生物学技术及基因分析等方法对赤潮原因种进行准确鉴定及其地理来源的探讨等, 这些都标志着我国赤潮研究工作进入了一个新的水平。

值得向海洋环境监测及赤潮调研工作者推荐的一份报告是:华南师范大学生科院及暨南大学赤潮与水环境中心合作建立了一个常见的赤潮生物图象库及人工互动检索系统, 可在电脑上进行检索, 这将为赤潮发生时对生物种类的鉴定带来很大的方便, 有需要进一步了解的读者可直接同上述 2 个单位联系。

基于 VB 和 MapX 的肇庆市水资源信息查询系统的开发

黄晓玲 周劲风 李耀初
(中山大学环境科学系, 广州 510275)

摘 要 在 Visual Basic 开发环境下,借助 MapInfo MapX 组件,采用 Microsoft Access 2003 为后台数据库,设计开发了肇庆市水资源信息查询系统。该系统能有效管理空间数据和属性数据,实现了地图控制、图形编辑、专题图制作、空间查询和空间分析等主要功能。

关键词 MapX 水资源 信息查询系统

水资源是一种有限的重要资源,如何实现水资源的合理利用与配置,已成为当前我们面临的重要问题,而加快水资源管理工作的现代化、信息化建设,已是当务之急^[1]。地理信息系统(GIS)技术作为发展“数字水利”的高新技术,以其强大的空间信息分析、管理、存储、模拟、数据更新、决策和预测能力服务于水利工程及管理^[2]。GIS 的二次开发中,组件式 GIS (Components GIS,以下简称 ComGIS)是一种方便、快捷、灵活和功能强大的 GIS 集成方法,它将 GIS 功能分散制作成 ActiveX 控件,这些标准的 ActiveX 控件可以被任何支持它们的开发环境所调用,以利于在 GIS 集成应用系统中使用 GIS 功能。如今比较流行的 ComGIS 软件有 ESRI 公司的 MapObjects、MapInfo 公司的 MapX 等。利用 MapX 控件轻松地将地图功能嵌入到应用程序中,可以脱离 GIS 的基本平台运行^[3]。笔者将这一技术应用到水资源管理中,开发了基于组件式 GIS 技术的肇庆市水资源信息查询系统,实现了地图编辑与管理、空间属性双向查询、专题图应用、空间分析等功能。

MapX 是由著名的桌面 GIS 厂商美国 MapInfo 公司推出的基于 ActiveX 技术的可编程控件,它使用与

MapInfo Professional 一致的地图数据格式,并实现了 MapInfo Professional 95%以上的功能,它为开发人员提供了一个快速、易用、功能强大的地图化组件。在 Visual Basic、Visual C++、Delphi、PowerBuilder 等可视化开发环境中,只需在设计阶段将 MapX 控件放入窗体中,并对其运行编程以设置属性、调用方法或相应事件,即可实现数据可视化、专题分析、地理查询、地理编程等丰富的地图信息系统功能^[4]。在 MapX5.0 组件的模型结构中,基本组成单元是 Object 和 Collection。位于顶层的是 Map 对象本身,分为 Layers、DateSets、Annotations 3 个分支,Layers 实现层的管理,如添加、删除图层等;DataSets 用于访问空间数据表;Annotations 是修饰图层,可在其上添加、删除专题图,增删装饰图层等。这 3 个分支分别适合于图层管理、属性数据管理、专题管理等,为水资源的管理提供了条件。

1 系统总体设计

1.1 系统的功能结构设计

肇庆市水资源信息查询系统的功能结构设计如图 1 所示。

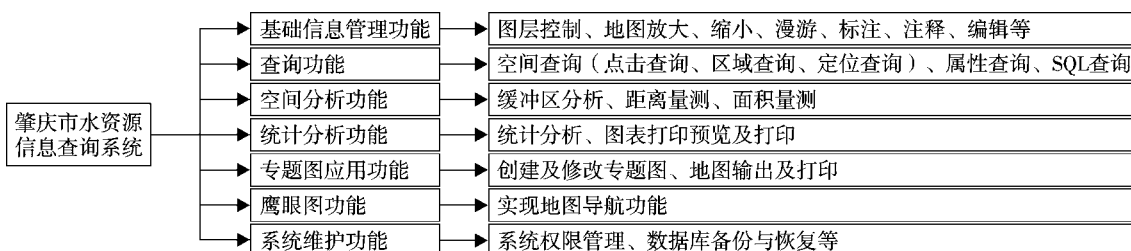


图 1 系统的功能结构

1.2 系统界面的设计

系统采用 Windows 操作平台,空间数据库用 MapInfo MapX 5.0 进行处理,属性数据库采用 Microsoft Access 2003 数据库,利用 Visual Basic 6.0 开发工具进行系统界面的设计开发。系统界面包括操作栏菜单、地物控制工具栏、地图显示窗口、图元查询窗口、专题地图操作窗口、鹰眼图窗口、状态栏等六部分,系统操作界面如图 2 所示。

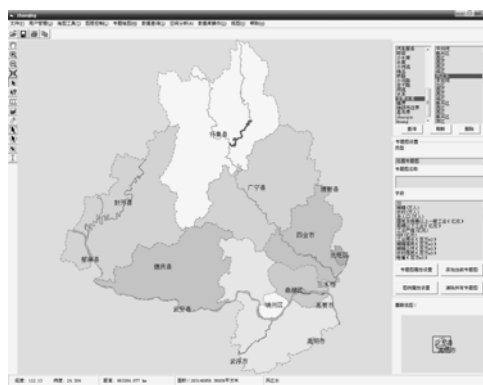


图 2 系统的操作界面

2 系统数据库的建立

2.1 数据库数据的预处理

前期的准备工作中最重要的是对数据库数据预处理。这也是设计信息管理系统前所要做的基础工作。首先是资料的收集,然后将收集上来的数据分类进行图件处理和数据整理。整理属性数据然后整编输入数据库;而图件整理完毕后要选择矢量化的方式,有两种方式提供选择,分别为数字化和矢量化,然后将数字化和矢量化后的数据建立拓扑关系入图形库。将数据库和图形库中的资料进行数据转换处理和属性连接,通过格式转换入信息数据库^[5]。

2.2 空间数据库的建立

空间数据库主要由基础地理数据和专题数据库组成,各种空间数据按其特性分层进行存储。其中基础地理数据划分为一些最基本的地图图层,如行政区、城镇、主干路、铁路等,专题数据则由主要水系、水库分布、旅游景点、科研院所、文化教育、居民小区等组成。这些数据库中包括两个字段:name 和 ID。name 字段为区划名称,ID 为区划编号。区划编号与 Access 数据库中的区划编号是统一的,以便在程序

中地理查询功能的实现。另外,可以对需要的图层进行属性数据添加,并用标识码(ID)将它和图形信息进行关联。

在本系统中所用到的电子地图是矢量图,它是由点状态要素、线状态要素、面状态要素等基本要素组成。矢量地图的制作方法有很多种,通常使用遥感数据矢量化和扫描矢量化两种,根据具体的情况与要求,选择相应的矢量地图制作方法。

2.3 属性数据库的建立

本系统的属性数据库采用 Microsoft 公司的 Access 2003 数据库。

2.3.1 属性数据内容

肇庆市水资源信息查询系统的数据及资料来源于中山大学环境科学研究所、肇庆市水利局于 2005 年 12 月编制的《肇庆市水资源综合规划》,系统的属性数据,主要包括以下方面的内容:

1) 肇庆市的社会经济统计数据和生产水平数据,如国内生产总值、工业总产值、农业总产量、农林业生产状况、耕地面积、人口等统计信息。

2) 与各专题图相对应的统计数据,如河流特征、地下水资源量、水利工程设施(引水工程、提水工程、蓄水工程、浅层地下水供水工程)的统计数据。

3) 调查数据或监测数据,如人均用水量、工业用水量、农业用水量、废污水(COD、氨氮)的排放量和入河量、各断面水质监测结果统计(平均值)等数据。

2.3.2 属性数据库表结构设计

在矢量数据结构支持下,空间数据与属性数据是分开存储的,而 GIS 是将空间数据和属性数据融为一体的技术。因此在进行数据表结构设计时,采用给外部数据表添加数据项的方法,将图形和外部属性数据相结合,两者之间用标识符 ID 号对应起来。系统采用的是关系型的小型桌面数据库管理系统 Access 2003,它相对来说结构简单、数据修改和更新较方便、易于维护、使用方便。

3 系统主要功能的实现

3.1 基础信息管理功能

将系统中涉及到的各种自然地理信息、水资源信息、水利工程信息、社会经济信息以及历史信息以电子地图的形式分层管理起来,并实现图层控制、地图放大、缩小、漫游、标注、选择、注释、编辑等基本功

能。核心代码:

```
Map1.Layers.LayersDlg// 调用 MapX 自带的图层控制对话框
Map1.CurrentTool = miZoomin // 实现地图放大
Map1.CurrentTool = miZoomout // 实现地图缩小
Map1.CurrentTool = miPanTool // 实现地图漫游
Map1.CurrentTool = miLabelTool // 实现地图标注
Map1.CurrentTool = miSelectTool // 单击选择工具
Map1.CurrentTool = miRadiusSelectTool // 半径选择工具
Map1.CurrentTool = miRectSelectTool // 矩形选择工具
Map1.CurrentTool = miPolygonSelectTool // 多边形选择工具
Map1.CurrentTool = miSymbolTool // 添加符号注释
Map1.CurrentTool = miTextTool // 添加文本注释
frmMain.Map1.Annotations.RemoveAll // 删除所有注释
Map1.CurrentTool = miAddPointTool // 添加点, 先指定唯一的 Insertionlayer 图层
Map1.CurrentTool = miAddLineTool // 添加直线, 先指定唯一的 Insertionlayer 图层
Map1.CurrentTool = miAddPoylLineTool // 添加折线, 先指定 Insertionlayer 图层
Map1.CurrentTool = miAddRegionTool // 添加多边形, 无指定 Insertionlayer 图层
```

3.2 查询功能

系统将地理信息与属性信息有机地结合在一起, 不仅可以实现传统的数据查询, 而且引入了图示查询, 利用 GIS 中的电子地图作为系统背景, 支持对各类信息的查询、检索、浏览, 实现空间属性双向查询, 包括点击查询、区域查询、定位查询、属性数据查询、SQL 查询。通过查询地理目标的属性信息, 为管理与决策提供更为形象、直观的科学依据。

3.2.1 点击查询

点击 MapX 地图中任意图元, 则弹出一个窗口, 显示该图元的属性信息。核心代码:

```
Private Sub manuAttribute_Click() ' 单击“查看属性”工具
```

```
Dim SelectCount As Integer
```

```
SelectCount = 0
```

```
For i = 1 To Map1.Layers.Count
```

```
If Map1.Layers(i).Selection.Count <> 0 Then
```

```
SelectCount = SelectCount + Map1.Layers(i).Selection.Count
Exit For
End If
Next
AllAttribute = False
ListAttribute = True
If SelectCount = 0 Then
IsStyle = False
Me.Map1.CurrentTool = miSelectTool
Else
FrmAttribute.Show vbModeless, Me ' 调出属性窗口 FrmAttribute
End If
End Sub
```

其中 ListAttribute 是一个自定义的函数名称, 写于属性窗口 FrmAttribute 的代码中。

3.2.2 区域查询

区域查询时指定一个几何图形, 同样弹出一个属性窗口, 显示该图形范围内的空间对象以及相应的属性。包括矩形查询、圆形查询和多边形查询。

3.2.3 定位查询

1) 在查找窗口(图 3)输入目标名称, 点击“查询”, 则 MapX 地图自动以你所选择的地物为中心显示地图, 并调整显示比例。



图 3 定位查询窗口

2) 在系统操作窗口右上侧选择框内(图 4), 选择你要查询的地物名称, 则 MapX 地图自动以你所选择的地物为中心显示地图, 并闪烁目标图元。



图 4 定位查询(闪烁)

3.2.4 属性查询

用户可以从菜单栏中直接选择要查询的数据表,并可进行统计分析。

3.2.5 SQL 查询

用户可以通过 SQL 查询分析器, 自定检索条件, 查询需要的数据, 也可以通过 SQL 语句进行跨表操作, 检索到满足用户需求的数据, 进行统计分析, 请参看下面 3.4 统计分析功能和图 7。

3.3 空间分析功能

空间图形数据具有拓扑关系, 通过 GIS 技术强大的空间信息处理功能, 我们可以实现复杂的空间分析功能。其中, 系统可以实现缓冲区分析、距离量测、面积量测等空间分析功能。

3.3.1 缓冲区分析

当考察发生在地理要素(点、线、面)及其附近的活动的影 响范围时, 需要围绕地理要素生成缓冲区, 进行缓冲区的分析。如图 5 和图 6 所示。

在 MapX 中, 缓冲区的生成有两种方法: FeatureFactory.BufferFeatures 方法和 Buffer 函数。本系统采用的是 FeatureFactory.BufferFeatures 方法, 调用规则如下:

[Feature =] FeatureFactory.BufferFeatures (Source, Distance, [Units], [Resolution])

参数 Source 为指定的图元, Distance 是缓冲的距离, Units 是单位, Resolution 指用多边形拟合圆形缓冲区的时候, 采纳的顶点数。

3.3.2 距离量测

本系统具有查询空间对象几何参数的功能, 可



图 5 创建缓冲区窗口



图 6 河流缓冲效果

以显示点的位置坐标(经纬度)、计算两点间的距离。只要先选择自定义工具“距离量测”, 将鼠标点击出发点, 然后按住鼠标左键拖拽, 最后点击目的地。双击鼠标左键结束量算工作后系统界面的状态栏第二栏就会显示出两个点间的距离长度值, 如图 2 所示。

3.3.3 面积量测

系统也可以实现一个面状目标的面积, 系统会根据我们划定的区域目标来计算出该面状目标的面积。只要先选择自定义工具“面积量测”, 在地图上画好目标区域, 双击鼠标左键结束量算工作后系统界面状态栏第三栏就会显示显示目标区域的面积值, 如图 2 所示。

3.4 统计分析功能

统计分析功能主要是对属性数据的统计与分析、工程管理数据的统计与分析、图表的生成和打印。用户可以通过 SQL 查询分析器(图 7), 自定检索条件, 查询需要的数据, 也可以通过 SQL 语句进行跨表操作, 检索到满足用户需求的数据。系统提供了 SELECT 语句使用帮助, 用户如果需要帮助, 只需点击该按钮, 便会弹出帮忙窗口。

本窗体还使用了外部控件 Printgrid 来打印表格



图7 查询分析器窗口

中的数据。用户单击“打印预览”，可以看预览表格打印后的效果并可进行打印设置。用户也可以直接选择要统计分析的表，然后选择要查询的项目，然后单击“执行查询”便可得到查询结果。此外，用户单击“绘图”按钮即可得到图表显示(图8)，因为本窗体使用了MSChart控件来用图表显示数据，并通过编写程序代码，实现预览图表、直接打印图表的功能。当用户选择图例，然后点击柱状图标，还可以显示具体的数据。

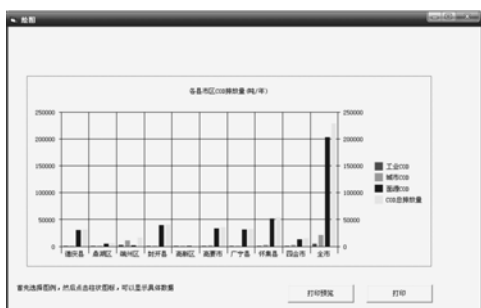


图8 绘图及预览

3.5 专题图应用功能

专题图应用功能包括专题制图、地图输出、地图打印。

1) 专题地图是将数据库表中的特定数据赋给地图对象的颜色、图案或符号从而创建不同的专题地图。专题地图可以把抽象的数据转化为直观的图形，不仅可以对数据值进行分析，还可以对数据的空间分布进行分析，MapX 提供了范围值、等级符号、点密度、独立值、直方图和饼图等 6 种专题地图方式^[6]。

专题地图的制作建立在数据绑定基础上，在开始应用专题地图前，要确定需要显示哪些信息以及信息驻留的位置。创建专题所应用的数据来自数据集的 Field 对象或 Field 集合。这些字段作为 Themes 集合的 Themes.Add 方法的 Fields 参数来传递。创建专题方法如下：

```
Map1.Datasets(1).Themes.Add (miThemeRanges, 'TotPop', 'My ranges Themes')
```

在创建完专题图后，有两种方法可以操作专题图，用以修改专题图的特性。

① Them.eThemeDlg 方法，此方法显示对话框使用用户可以直接修改专题；语句如下：

```
Map1.Datasets(1).Themes(1). ThemeDlg
```

② 专题的 ThemeProperties 对象属性

在创建专题地图时，MapX 会自动地创建专题图的图例，来解释专题图的各种颜色、符号和大小所代表的含义。如果要改变 MapX 默认的专题图图例，则通过图例对象 Legend 的方法，调用 MapX 内置的“图例设置”对话框直接修改专题图图例的特性。语句如下：

```
Map1.DataSets(1).Themes(1).Legend.LegendDlg
```

2) 地图输出主要是输出任意比例的图片并保存在硬盘上，图片格式有元文件(*.wmf)、位图(*.bmp)、JPG 图像(*.jpg)、TIF 图像(*.tif)、GIF 图像(*.gif)、便携网络图形(*.png)、PhotoShop 图像(*.psd)七种供选择。地图输出图片使用 ExportMap 方法，格式如下：

```
Map1.ExprotMap(Location, Format, [W],[H])
```

Location——输出文件位置；

Format——输出文件格式，如 JPEG；

[W],[H]——指定输出图片宽度、高度。

3) 地图打印设置窗口如图 9 所示，地图打印窗口如图 10 所示。

3.6 鹰眼图功能

鹰眼是 GIS 中一个基本的功能，而鹰眼图是按全图显示比例显示电子地图，是电子地图的缩略图。缩略图上具有一个矩形框，代表电子地图的当前显示区域。当把矩形框移动到用户需要的区域上，释放鼠标左键，地图显示窗口里的电子地图也快速移动到相应的位置。利用鹰眼图，可以实现地图的快速定位和浏览。此外，鹰眼图还能方便、直观地表示出当前的浏览区域在整个地图区域中所处的位置。

VB 下鹰眼图实现的思路是这样的：在某一 Form 上放两个 MapX 控件：Map1(主图)，Map2(鹰眼图)；然后在鹰眼图上创建一个图层，在该图层上添加一个矩形 Feature，该矩形的大小随着主图边界而变化。具体实现代码请见参考文献^[7]。

3.7 系统维护功能



图 9 地图打印设置窗口



图 10 地图打印窗口

3.7.1 用户管理功能

1) 添加用户: 为系统增加新的用户, 每个用户都有用户名、密码和权限。

2) 删除用户: 将多余的用户删除, 但是超级用户不能将自己删除。

3) 密码修改: 用户能够根据自己的需要修改密码。

4) 权限管理: 用户的使用权限要能够修改。

3.7.2 数据库管理功能

1) 备份数据库: 把数据库备份出来, 以便在数据库被破坏之后进行恢复。

2) 恢复数据库: 在已有的数据库发生损坏时利用以前备份的数据库进行还原。

4 结论和展望

本文以 MapX+VB 组合形式, 选择肇庆市为试点, 开发出肇庆市水资源信息查询系统, 实现了地图编辑与管理、空间属性双向查询、专题图应用、空间分析等功能, 便于水资源管理人员通过图形宏观地了解和把握水资源的总体情况, 又能使普通用户通过各种快捷的查询手段了解各种情况, 为肇庆市的水资源管理与决策提供更为形象、直观的依据, 促进水资源管理水平的现代化和科学化。该系统能脱离 MapInfo 软件平台独立运行。

水资源地理信息系统的建设并不是一个一蹴而就的过程, 而是一个在使用中不断完善, 不断改进的持续开发过程, 该系统要完善还需在以下几个方面做进一步的研究:

1) 由于时间、费用等各种因素的存在, 本系统使用的数据资料来源于中山大学环境科学研究所、肇庆市水利局于 2005 年编制的《肇庆市水资源综合规划》, 大部分的数据都是 2000 年、2002 年的, 并不是最新的数据, 因此信息源还不够及时和丰富, 数据量还不充足, 这都有待于进一步补充, 也即系统管理内容的完善。

2) 从 GIS 技术的发展历程与趋势来看, WebGIS 是以后的总体趋势, 因此, 水资源地理信息系统在功能不断完善的同时, 应向网络化和分布式计算以及专家系统等方向发展, 在三维可视化方面可以向虚拟现实方向发展。

3) 本系统的数据库系统采用的是 Access 数据库, 但当信息数据越来越庞杂时, 就应该把数据库系统升级到 SQL Server、Oracle 等大中型数据库系统。MapX 中提供了一些比较简单的空间查询和分析功能, 利用它可以实现一般的应用开发, 而大型的空间数据库例如 Oracle 则提供了专门的空间模块 Spatial, 它提供了强大的地图空间分析功能, 可以应付绝大多数的应用。

4) 水资源地理信息系统是一个涉及诸多学科领域的综合信息系统。地理信息系统的真正价值在于它能快速、正确、有效地解决实际问题, 而问题的解决依赖于合适的专业模型。本系统只是一个信息查询系统, 采用了 GIS 提供的最通用最基本的分析模型, 如缓冲分析, 并没有开发专业模型, 因此还必须不断扩充和完善系统的专业模型, 增加和改进系统的模拟功能。

5 参考文献

- [1] 高振东, 何俊仕. 水资源管理地理信息系统的探讨[J]. 农业与技术, 2006, 26(1): 46-49.
- [2] 刘耀林. 地理信息系统[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 124-167.
- [3] 范大凯, 吴建平. 基于 MapX 的 GIS 应用开发实例[J]. 东北测绘, 2001, (2): 31-35.
- [4] 杨斌. 组件式 GIS 技术在流域水资源管理信息系统中的应用研究[D]. 新疆乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2006.
- [5] 李森. 黑龙江省鸡东县水资源信息管理系统开发与建设[D].

吉林省长春市:吉林大学,2007.

- [6] 齐锐,屈韶琳,阳琳赞. 用 MapX 开发地理信息系统[M]. 北京:清华大学出版社,2003:1-11,202-220.

- [7] 许士敏. 基于 MAPX 控件的鹰眼图实现. James MapInfo 技术论坛.

Development of Water Resource Referral Information System for Zhaoqing with VB and MapX

Huang Xiaoling Zhou Jinfeng Li Yaochu

Abstract On the Visual Basic development environment, the water resource Referral Information System for Zhaoqing has been designed and developed by using MapInfo MapX component and Microsoft Access 2003 as back-end database. The system is able to effectively manage spatial data and attribute data, and to realize the map control, graphics editing, thematic map production, spatial inquiry, spatial analysis and other major functions.

Key words MapX water resource referral information system

.....
(上接第 31 页)

置就可以把它称为太阳能建筑^[4]。

在进行太阳能建筑设计时, 首先应该做好总平面的布局设计, 因地制宜确定朝向及合理的日照间距, 保证太阳能建筑集热面具有良好的冬季日照和减少夏季太阳对室内过热的影响, 做好环境自然通风降温 and 遮阳。在单体设计时, 应选择有利于太阳能利用的平面和剖面形状, 根据建筑功能及气候分区进行合理的空间和平面布局, 并做好围护结构的“截流”设计, 如保温、隔热、遮阳等。根据建筑的不同类型选择合理的太阳能收集、储存和使用系统, 选择适当的材料和构造措施对建筑进行深入的太阳能一体化设计。还要注意系统及建筑的各使用构配件在今后的使用、维护方便, 以保证太阳能建筑的使用效果良好。太阳能建筑与一般建筑相比, 其技术要求相对更为复杂, 需要建筑设计和产品开发人员熟悉太阳能利用原理和建筑一体化设计方面的知识。只有这样, 才能使建筑及其技术设计、太阳能利用产品设计、开发和生产的各方相互交流合作, 共同朝着创造新型太阳能建筑的方向努力, 将太阳能利用构配件、设备及系统的应用转化为建筑的设计语言, 并形成建筑的太阳能设计体系, 使太阳能建筑形成自身特

有的审美要素和特点。

6 结语

太阳能以其储量的“无限性”、存在的普遍性和开发利用的清洁性等优势, 已经成为解决能源短缺、环境污染和温室效应等问题的有效途径, 是人类社会理想的替代能源。要充分掌握新材料和新技术, 了解并运用地域性特征(如日照情况的分析、材料的使用), 并渗透到建筑设计中。总之, 太阳能建筑的发展需要建筑师和工程师的积极工作, 更需要政府及社会各方的支持与共同努力。

7 参考文献

- [1] 夏云, 夏葵, 施燕. 生态与可持续建筑[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001: 25-54.
- [2] 英格伯格·弗拉格等编, 李宝峰译. 建筑 + 技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003: 38-43.
- [3] 李海英, 白玉星, 高建岭, 等. 生态建筑节能技术. 北京: 中国电力出版社, 2007: 202-209.
- [4] [美] 布莱恩·爱德华兹编, 朱玲, 郑志宇译. 绿色建筑[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2005: 74-76.

On the Application of Solar Energy in Buildings

Xie Hao

Abstract The ecological characteristics of building envelope (the solar wall system, the passive solar house, etc.) and the principles for using solar energy were introduced. The advanced concept of building design for harnessing solar energy was analyzed with Thomas Herzog concept. The solar energy building design in China is discussed.

Key words solar energy building ecology building envelope building energy saving

CONTENTS

Problems in Human Settlements Research in China	
.....	<i>Chen Lingling, Cha Liangsong</i> (1)
Development in Research on Dye Wastewater Treatment with Activated Carbon	
.....	<i>Li Fengyi, Tan Junshan</i> (5)
Optimization of Process for Sewage Treatment Plant in Handan	
.....	<i>Zhang Zhijun</i> (9)
Comparison of the Natural Attenuation of Fresh Landfill Leachate and the Degradation of Leachate Recirculation	
.....	<i>Guo Lifang, Wang Xinwen</i> (13)
The Characteristics of Pollutants Emission from Electronic Injection Gasoline Vehicles	
.....	<i>Nong Jiajin, Yao Xincan, Huang Rong</i> (16)
Experiment on the Improvement of Saline-alkaline Soils with Desulfurized Waste and Cultivation of Iris Ensata Thunb	
.....	<i>Li Ming, Sun Zhaojun, Li Qian, et al</i> (22)
On the Technology Policy on Sludge Treatment and Disposal for Urban Wastewater Treatment Plants	
.....	<i>Li Suizhong</i> (25)
On the Application of Solar Energy in Buildings	
.....	<i>Xie Hao</i> (29)
On the Establishment of Circular Economy Evaluation System in Guangzhou	
.....	<i>Li Guangming, He Guowei</i> (32)
The Approach to Harmonization Between Human Being and the Nature——in the view of Aristotle's moral theory	
.....	<i>Ren Dawei, Wu Jichao</i> (38)
Development of Water Resource Referral Information System for Zhaoqing with VB and MapX	
.....	<i>Huang Xiaoling, Zhou Jinfeng, Li Yaochu</i> (42)