

文章编号:1006-7329(1999)06-0031-04

水污染控制系统规划方法研究

何 强 龙腾锐 夏志祥

(重庆建筑大学 城市建设学院 400045)

摘 要 介绍了水污染控制规划及其方法的历史沿革与发展,并介绍了两种水污染控制规划新方法——地理信息系统(GIS)法和类神经网络(ANN)法。目前,水资源短缺和水环境污染已成为制约我国社会经济发展的重要因素,因此研究和总结水污染控制规划的方法,提高其在城市规划中的地位,对水资源的可持续利用必将发挥重要作用。

关键词 水污染控制;系统规划方法;水资源

中图法分类号 X32

文献标识码 A

人类对水环境问题的认识,经历了曲折的道路,付出过昂贵的代价。泰晤士河从重污染到鱼虾重现,治理历时百余年;而我国高原明珠昆明的滇池,在历经 7000 年清澈之后,三十年的污染已使水质劣于地面水类标准^[1]。从工业革命时代的不治理污染,到本世纪 60 年代以前的排出口治理,再到现在的流域水污染控制规划,体现出了人类对水环境问题认识的不断深入。而可持续发展思想的提出,更使人类反思了自己开发资源、改造自然的行为。1996 年 4 月,八届人大审议通过了新的《中华人民共和国水污染防治法》,确定了水污染控制规划的地位与作用,并将其提高到了立法的高度。水污染控制规划成为了城市规划的重要组成部分,并将从合理利用水资源、保护水环境的角度对城市的工业布局、功能分区、污水厂选址等提出建设性意见,它与城市规划的相互协调必将有利于提高城市规划的可操作性。

1 水污染控制规划概况

1.1 基本概念

水污染控制规划是本世纪 60 年代以后,随着系统工程方法和计算机技术的发展而提出的新课题。是在污染源调查和水质现状评价的基础上,依照国家或城市对相应水体功能的环境质量要求,建立相应的数学模型,计算出水体中各污染物的最大允许排放量(即水环境容量),然后根据规划水平年的预测的污染负荷计算出污染物削减量,以使水域功能满足所要求的环境质量标准。满足污染物削减量可以有多种方法和措施,水污染控制规划必须通过经济效益、环境效益和社会效益的分析和比较,优化出最佳的实施方案。

由此可见,水污染控制规划是一个多变量、多目标、多层次的复杂系统^[2],是协调环境、社会和经济所构成的复杂系统的一种寻优过程。必须用全面的、相互联系的和发展的观点对这一系统进行定量化的研究,通过不断的“分析——综合——分析”过程,才能找到一个最佳的污染控制方案,从而达到预期的社会效果。

1.2 数学模型

数学模型是一个用于描述物质在水环境中的混合、迁移过程的数学方程,即描述水体中污染物与时间、空间的定量关系^[3]。建立水域系统的数学模型,是整个规划的基础工作之一,在水污染控制

收稿日期:1999-10-20

基金项目:国家自然科学基金资助项目(59978054)

作者简介:何 强(1965-),男,江苏省江阴市人,副教授,博士生,主要从事水污染防治研究。

规划中占有重要的位置,但不是第一位的问题^[2]。规划中最重要的是对所研究的系统各部分、各要素有深刻的认识,对实际问题有透彻的理解,并占有大量的实际资料,才可能得到一个切合实际的数学模型。

自第一个水质数学模型 Streeter - Phelps 模型应用于水环境问题的研究以来,经过了 70 多年的发展,应用已越来越广泛,目前已成为水污染控制规划的有效工具。特别是近几十年,应用水质数学模型进行河流、湖泊、水库及河口等的污染控制规划已取得了成功。如 50 和 60 年代污染严重的芝加哥河、泰晤士河、莱茵河以及特拉华河口等,利用所建立的水质数学模型进行水污染控制规划和管理,近年来水质已有大幅度的提高^[3]。

河流的水质模型,受到诸如物理的、化学的、生物学的、水文学的、水力学的等多种因素的影响,通常较为综合和复杂,但衡量数学模型合理与否的标准,不在于它的复杂程度,而在于它是否能够反映实际水体系统的主要特征。高水平的数学模型,能够抓住水体的主要特征,并对实际水体系统进行合理的简化和抽象,既能反映系统的本质特征,又能避免复杂的数学运算。当然数学模型的开发与应用也有其局限性,因为客观实际是不断变化的,一个最好的数学模型也不会比实际系统更真实,因此,数学模型(包括相应的数据库)必须根据变化着的实际情况,不断进行检验和修正,使其尽可能接近实际系统。在这一点上,后面即将介绍的 GIS 技术有着无比的优越性,它会使数据和模型的更新变得简单和方便。

1.3 规划过程

水污染控制系统一般可分为三个结构层次:流域系统、城市或区域系统以及单个企业系统,与之相对应,水污染控制规划也可分为三个层次:即流域规划(River Basin Planning)、区域规划(Areawide Planning)和设施规划(Facilities Planning)。无论是哪一个层次的规划,一般都可分为规划目标、建立模型、模拟优化和评价决策等几个阶段。在规划过程中,这几个阶段常根据需要相互穿插进行,然后得出多个可能的方案,通过反复论证和协调,最终优化出一个最佳方案。一个付诸实施的规划方案,应该是整体与局部、局部与局部、主观与客观、现状与远景、经济与环境、需要与可能等各方面的统一,而这些问题在实际工作中又往往表现为社会各部门、各阶层之间的协调统一问题,因此可以说整个规划过程实际上是协调上述矛盾从而达到统一的过程,是寻求一个最佳的技术与管理的折衷方案的过程。

2 水污染控制规划方法

2.1 水污染控制规划方法历史沿革

系统最优化技术是从所有可能的方案中选择最佳的一种,以达到最优目标的科学。因此必然成为水污染控制规划的主要技术支撑。虽然最优化技术是随着 60 年代计算机技术的普遍应用而发展起来的,但最优化理论的研究却始于 40 年代。目前常用的线性规划(Linear Programming)是优化理论中研究最早、理论较为成熟的一个分支,其意义是在满足一组线性约束和变量为非负的限制条件下,求多变量线性函数的最优值。早在 1936 年,前苏联数学家、经济学家康托诺维奇就在《管理中的数学方法》中详细介绍了线性规划问题。1947 年美国工程师 G. B. Dantzig 提出了单纯形法(Simplex Method),它是求解线性规划问题的实用算法,因而对线性规划理论的提炼和改进作出了卓越贡献。整数规划(Integer Programming)是线性规划的特殊形式,是考虑到实际问题中许多变量具有可分割性,即变量只有取非负整数才有意义,如人数、工厂数等,把决策变量(至少一个)限于取整数的线性规划。

非线性规划(Nonlinear Programming)突破了线性规划的约束条件,适用于当目标函数或约束条件中有一个或多个为非线性函数时,因此其应用甚广。但是其求解比线性规划复杂得多,也没有普遍有效的算法,而且所得结果往往是局部最优解。

动态规划(Dynamic Programming)是用于解决多阶段决策过程的最优化问题的一种方法,它将原始问题分成几个阶段(子问题),顺序解决,最后一个问题的最优解即是原始问题的最优解。由于它是在时间过程中,依次分阶段决策,时间是很重要的因素,故称为动态规划。近十年来,动态规划在环境管理,特别是水质管理和规划中应用日益普遍。实践证明,动态规划是一种值得重视的优化方法。

2.2 水污染控制规划新方法

从水污染控制规划方法的发展历史可以看出,尽管这些传统方法可以较好地解决寻优问题,但都有一个共同的不足之处,即无法直观地显示方案和结果,而且数据和模型更新困难。在计算机技术相对发达的今天,基于高技术的水污染控制规划新方法应运而生。

2.2.1 地理信息系统(GIS)法

地理信息系统(GIS)是一门介于信息科学、空间科学与地球科学之间的生长点和新技术,它具有地理位置的空间数据为研究对象,以空间数据库为核心,采用空间分析和建模方法,适时提供多种空间和动态的资源与环境信息。它涉及人工智能、环境工程、规划理论、地学、数学等多种学科和专业。GIS自60年代提出以后,经过70年代的巩固,80年代的突破,已进入90年代的全面发展和应用阶段。一些具有代表性的软件如ARC/INFO、ARC/VIEW、INTERGRAPH等已在国际上拥有众多用户。

我国70年代末开始引进GIS技术,目前已在城市规划、城市防灾、资源管理等领域得到了迅速发展和应用。它的空间分析能力、数据库与图形之间的动态连接等功能,对水污染控制规划极为有用和有利,它能够方便地将大量的数据转换成图形,因而具有直观、方便、准确和适时的特点,如可以用不同的颜色直观地表示出水体的污染程度,并可随时更新数据库。目前国内GIS在水污染控制规划中的应用正处于研究和发展之中。

2.2.2 类神经网络(ANN)法

类神经网络(ANN)法是80年代中期迅速发展起来的一种模仿生物神经网络的资讯处理系统。它用大量简单的相联的人工神经元来模仿生物神经网络,人工神经元是生物神经元的简单模拟,它从外界环境或其它人工神经元取得资讯,并加以非常简单的计算,输出结果到外界环境或其它人工神经元。众所周知,生物神经系统是一个相当敏感的网络系统,在大脑的指挥下各司其职。将其特点应用到水污染控制规划中,可以在流域污染控制规划的统一指导下,使各个子系统,如污染源系统、水质监测系统、水文地质系统等的工作相互协调,一旦某个子系统发生改变,如污染负荷突然增加,那么它对其它子系统的影响也会在“一定量的范围”内协调控制,从而为决策者提供所需的量的依据。能够确定上述“一定量的范围”则是ANN的一个突出特点。目前国内ANN在水污染控制规划中的应用也正处于研究和发展之中。

3 结 语

人们对水污染问题的认识,经历了不治理到末端治理,再到水污染控制规划的漫长历程,每一次观念的转变都以水环境污染和水资源短缺的危险为代价。在此过程中,水污染控制规划从没有发展到了立法的高度,以它为主要内容的环境规划,也与城市社会经济发展规划、城市建设总体规划一起,成为城市综合整治的三大支柱。我国是个缺水大国,人均水资源占有量不到世界平均的四分之一,且水污染和水浪费现象严重。随着人们对水危机认识的加深,以及计算机技术和系统工程学的发展,水污染控制规划的新方法将不断成熟,而一些更新更完善的方法也将产生,水污染控制规划的水平也必将产生质的飞跃,它在合理开发和利用水资源的过程中,必将发挥越来越重要的作用。

参 考 文 献

- [1] 国家环保局,国家计委,国家经贸委.《中国跨世纪绿色工程计划》第一期(1996-2000年)[M].北京:中国环境科学出版社,1996
- [2] 付国伟,程声通.水污染控制系统规划[M].北京:清华大学出版社,1985
- [3] 谢永明编著.环境水质模型概论[M].北京:中国科学技术出版社,1996
- [4] Brill, E. D. et. al. A branch and bound method for use in planning regional wastewater treatment system[J]. Water Resource Research, 1981, 14(1)
- [5] Strachan, A. J. UK Developments in Environmental GIS[J]. International Journal of Geographic, <http://Uncweb.carl.org:80/cgi-bin/ResultsScreen> (08/01/96)
- [6] 韦鹤平编著.环境系统工程[M].上海:同济大学出版社,1993
- [7] 肖维品等编著.工程运筹学[M].贵阳:贵州人民出版社,1990
- [8] 刘天齐等编著.城市环境规划规范及方法指南[M].北京:中国环境科学出版社,1993

Research on the Method of Water Pollution Control Planning

HE Qiang LONG Teng-rui

(Faculty of Urban Construction, Chongqing Jianzhu University, 400045, China)

Abstract The definition, history and development process of water pollution control planning are introduced in this paper. The new methods of water pollution control planning based on GIS and ANN technology are introduced as well. At present, the water resources shortage and water environment pollution have restricted the development of the society and economy, so the improvement of the standard of water pollution control will be benefit for the sustainable utilization of the water resources.

Key Words water pollution control; system planning; water resource

(上接第 23 页)

The Effect of Temperature on Degradation of Organic Matter by Microbes during Sludge Composting

DING Wen-Chuan HAO Yi-Qiong LI Hong

(Faculty of Urban Construction, Chongqing Jianzhu University, 400045, China)

Abstract This study demonstrated that the temperature variation could cause alternation of quantity and population of microbes and affect biodegradation of organic matter during natural composting process of static pile sludge. It was found that the biodegradable solids of composting mass were mostly degraded during moderate thermophilic period and the mesophilic and thermophilic microorganisms played a major role during sludge composting process.

Key Words sludge composting; microbial population; organic matter