

文章编号:1671-683X(2002)03-0037-04

面向可持续发展的水利规划理论与实践

左其亭¹,张浩华²,欧军利³

(1. 郑州大学环境与水利学院,河南 郑州 450002;2. 郑州市政工程管理处,河南 郑州 450000;3. 新疆水利勘测设计研究院,新疆 乌鲁木齐 810002)

摘要:以可持续发展理论为指导,结合水利规划的实际需求相结合,探讨可持续发展目标原则下的水利规划的基本概念和规划思路,提出一套基于发展综合指标测度 *DD* 的量化研究方法,为新思路下水利规划提出一种新的技术路线,并在新疆博斯腾湖流域得到成功应用。

关键词:可持续发展;可持续水资源管理;水利规划;量化研究方法

中图分类号:TU 323.1 **文献标识码:**A

随着社会的发展,环境与发展的矛盾日益突出,可持续发展作为“解决环境与发展问题的唯一出路”已成为世界各国之共识。水是人类生存不可缺少的必要条件,水资源可持续利用是可持续发展的前提条件之一。然而,随着人类社会的发展,对水资源的需求日益增长,在世界许多地区出现了水资源污染、水资源短缺等严重问题。如何使有限的水资源满足不断增加的需水要求,同时又不导致水质恶化呢?这就给研究水资源的学术界提出了一个十分严峻又富有挑战性的课题^[1]。1996年,联合国教科文组织(UNESCO)国际水文计划工作组将“可持续水资源管理”定义为“支撑从现在到未来社会及其福利而不破坏它们赖以生存的水文循环及生态系统完整性的水的管理与使用”。这是针对现行水资源管理提出的新的思路,即在可持续发展思想的指导下提出的。但是,如何去量化研究它,以及如何在定量上寻找以可持续发展为指导的水资源规划与管理决策,还是一个难题^[2,3]。

本文从量化的角度,提出一套定量研究方法,主要内容包括:面向可持续发展的水利规划与管理的量化研究方法以及水资源优化配置模型;并给出在可持续发展思路指导下的水利规划研究方法步骤,最后给出一个具体应用实例^[4~6]。

1 水利规划应以可持续发展为基本指导思想

1.1 可持续发展的概念与内涵

关于“可持续发展”这一术语的定义,目前有许多种,最常被引用的定义仍是1987年Brundtland夫人等在世界环境与发展委员会上提出的定义,即可持续发展是指“人类在社会经济发展和能源开发中,以确保它满足目前的需要而不破坏未来发展需求的能力^[7]”。

综观可持续发展的定义和论述,可以把可持续发展的基本思想概括为:①可持续发展鼓励经济增长,但可持续发展所鼓励的经济增长决不是以消耗资源、污染环境为代价,而是力求减少消耗、避免浪费、减小对环境的压力。②促进社会进步是可持续发展的最终目标,可持续发展鼓励经济增长,但短期的经济增长不是可持续发展的最终目的,提高生活质量、促进社会进步才是可持续发展的最终目标。③可持续发展以资源、环境为基础,社会进步、经济增长必须同资源环境可承载能力相协调。④可持续发展战略的实施以适宜的政策和法律体系为条件,必须有全社会公众的广泛参与。

1.2 可持续发展——水资源—生态环境状况与社会—经济发展的综合

收稿日期 2002-03-10,修订日期 2002-06-30

基金项目 河南省科技攻关项目(0224660030);河南省软科学基金资助项目(0213010900);2000年度河南省杰出青年基金资助项目

作者简介 左其亭(1967-)男,河南省固始县人,郑州大学副教授,博士,主要从事水文水环境、区域水资源规划与
万方数据
管理方面的研究。

面向可持续发展的水利规划目标,是为社会经济的发展 and 生态环境的保护提供源源不断的水资源,实现水资源在当代人之间、当代人与后代人之间,以及人类社会与生态环境之间公平合理的分配。因此,水利规划研究的对象系统应该界定在社会经济—水资源—生态环境复合系统上。在这个复合系统中,社会经济、水资源、生态环境三大子系统相互作用与影响,构成了有机的整体。

(1) 生态环境系统和水资源系统是社会经济发展系统赖以存在和发展的物质基础,它们为社会经济的发展提供持续不断的自然资源和环境资源。

(2) 社会经济系统在发展的同时,一方面通过消耗资源和排放废物对生态环境和水资源进行污染破坏,降低它们的承载能力;另一方面又通过环境治理和水利投资对生态环境和水资源进行恢复补偿,以提高它们的承载能力。

(3) 水资源系统在社会经济系统和生态环境系统之间起到一条纽带作用。它置身于生态环境系统之中,是组成和影响生态环境的重要因子。同时它又是自然和人工的复合系统,一方面靠流域水文循环过程产生其物质性;另一方面靠水利工程设施实现其资源性。

1.3 现行水利规划面临的挑战

就现行的水利规划而言,主要考虑的是经济效益(economic benefit)、技术效率(technical efficiency)和实施的可靠性(performance reliability)。尽管它们仍然被应用,但已经不能满足可持续发展的要求。从《21世纪议程》要求的社会、经济、资源、环境相协调的高度,已迫切需要逐步转变到新的行为准则,需要站在可持续发展的高度来研究和制定水利规划。具体地说,现行水利规划面临以下挑战:①不仅需要考虑经济效益,而且迫切需要考虑社会效益、环境效益;②需要站在可持续发展的高度,考虑社会经济发展与资源环境保护之间的协调、考虑当代人与后代人之间的协调;③不仅需要研究水资源、水利工程建设等问题,而且要研究社会经济系统发展变化以及与社会经济—生态环境间的协调问题。④不仅仅要考虑水资源的供需平衡,而且要考虑不同区域、不同时代(现代与后代)用水间的平衡,以谋求社会经济持续协调发展^[8,9]。

2 面向可持续发展的水利规划方法量化研究

可持续发展的目标是,使社会经济发展与生

态环境保护相协调。在文献[1]中,作者曾对社会经济发展与生态环境保护相协调进行了度量,引进了发展综合指标测度 DD 。它是社会经济发展水平综合指标与生态环境质量综合指标的集成,计算式为

$$DD = EG^{\beta_1} \cdot LI^{\beta_2}$$

式中: β_1, β_2 分别为给定“社会经济发展水平” EG 、“生态环境质量” LI 的一个指数权重。根据考虑方面的重要程度,给 β_1, β_2 赋值,通常可取 $\beta_1 = \beta_2 = 0.5$ 。

根据以上度量方法和具体情况要求,可以建立面向可持续发展的水资源优化配置模型。形式如下:

目标函数: $\text{Max}(DD)$;

约束条件: $\begin{cases} EG \geq EG_0, \\ LI \geq LI_0, \\ \text{SubMod}(EE - SE), \\ \text{其它约束} \end{cases}$

式中: EG_0 为社会经济发展水平最低要求值; LI_0 为生态环境质量最低要求值; $\text{SubMod}(EE - SE)$ 为生态环境系统与社会经济系统相互作用关系的定量描述模型总称。

它是一个涉及社会经济、生态环境两大方面、且在社会经济系统与生态环境系统的耦合系统中运行、满足一定约束条件、要求总体效益最大的优化模型。该模型是一个十分复杂的多阶段非线性优化模型,其求解比较困难。对此,作者在文献[3]中介绍了采用计算机模拟技术的方法,求得模型的近似最优解。这样可以大大减少计算工作量。

3 面向可持续发展的水利规划研究思路与技术路线

基本的研究思路和过程介绍如下:

(1) 根据研究区的具体实际,制定水利规划的依据、具体任务、目标和指导思想,重点要体现可持续发展的思想;

(2) 了解社会经济发展现状和发展趋势,建立社会经济主要指标的发展预测模型,对未来不同规划水平年的发展状况进行科学预测;

(3) 分析研究区水资源量和可供水资源量,并建立水量模型,以作为研究的基础模型;

(4) 综合社会经济系统和水资源与环境系统之间的联系,建立“水资源与社会经济生态环境耦合模型”,作为面向可持续发展的水资源优化配置模型的基础模型;

(5) 研究可持续发展的量化方法,并建立面向可持续发展的水资源优化配置模型;

(6) 通过优化模型的求解和优化方案的寻找,来制定水利规划的具体内容。

详细的研究过程及技术路线如图1所示。

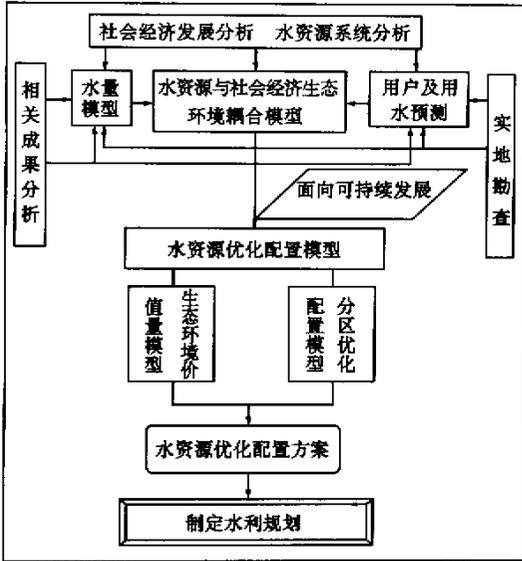


图1 研究技术路线框图

Fig.1 The frame of study technique route

4 应用实例——新疆博斯腾湖流域水利规划与水资源管理研究

博斯腾湖位于新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州境内,是目前我国最大的内陆淡水湖泊。它既是开都河的尾闾,又是孔雀河的源头,兼有开都河来水的水资源调控、孔雀河流域农田灌溉、工业及城乡生活用水、流域生态环境保护和向塔里木河中下游紧急调水等多种功能。在水资源十分珍贵的新疆南部地区,有着十分重要的地位。

流入博斯腾湖的常年性河流只有开都河。开都河发源于西部积雪的高山(天山中部),由冰雪融水补给,也是天山南坡水量丰富的河流之一。在宝浪苏木处,该河流又分为东、西两支,东支注入博斯腾湖大湖,西支注入博斯腾湖小湖。以开都河为界(宝浪苏木分水枢纽以下,以东支为界),把开都河流域分成左、右两个灌区。灌区从开都河引水进行农田灌溉,并不断向大、小湖排水(盐)。经过博斯腾湖的调节,从大湖出口——西泵站、小湖出口——达吾提闸汇入到孔雀河,肩负着孔雀河流域农田灌溉、工业及城乡生活用水等重担。

如何协调该区工业、农业发展与生态环境保护的关系?如何协调上游灌区(即开都河灌区)发

展规模与下游灌区(即孔雀河灌区)发展规模的关系?目前该区发展态势如何?采取什么样的措施,才能保证走可持续发展道路?等等。这些都是急待回答的问题。

由于在博斯腾湖流域,影响社会经济发展的最主要因素是水资源,水资源可持续利用是保证该区可持续发展的重要前提。本文作者与新疆巴音郭楞蒙古自治州水利局合作,开展了“博斯腾湖流域可持续水资源管理应用研究”。

首先,进行水文学、生态学基础研究、社会经济系统动态变化系统研究,得到全流域水量水质生态耦合系统模型和社会经济发展预测模型。

其次,针对博斯腾湖流域,提出一套可持续发展定量研究方法,包括量化准则、量化指标、量化方法等。

最后,建立了博斯腾湖流域水资源优化配置模型,在此基础上,制定了该地区水利规划。内容包括:①经济结构的调整:包括工业规模增加、农业规模减小以及农业内部结构调整的具体建议;②节水灌溉措施以及农业灌溉效率的确定;③博斯腾湖生态环境保护的具体措施,包括人工育苇面积及相应技术措施、博斯腾湖控制水位等;④上游灌区(即开都河灌区)发展规模及引水量大小的优化确定,以及下游灌区(即孔雀河灌区)引水量范围的确定;⑤确保博斯腾湖水质缓慢变好的水管理措施,包括:宝浪苏木东西支分水比例、博斯腾湖大湖水位、西泵站扬水量、地下水开采量等主要控制参数。为该流域水资源管理提出一套新的管理策略。

参考文献:

- [1] 左其亭,王中根.现代水文学[M].郑州:黄河水利出版社,2002.
- [2] 左其亭,夏军.陆面水量—水质—生态耦合系统模型研究[J].水利学报,2002(2):61-65.
- [3] 左其亭,夏军,陈曙.区域生态经济协调发展量化研究[J].生态经济,2001(增刊):9-13.
- [4] 夏军.可持续水资源系统管理研究与展望[J].水科学进展,1997(6):370-375.
- [5] 吴泽宁,左其亭,张晨光.水资源配置中环境资源价值评估方法及应用[J].郑州工业大学学报,2001,22(4):1-4.
- [6] XIA Jun, ZUO Qi-ting, PANG Jin-wu. Enlightenment on sustainable management of water resources from past practices in the Bositing Lake basin, Xinjiang, China[J]. Regional Management of Water Resources, 2001, 268: 41-

48. AHS symposium 6 [J], IAHS Publication, 1995, 231 : 1 - 11.
- [7] BRUNDTLAND G H. Our Common Future , Report of the World Commission on Environment and Development [M]. Oxford : Oxford University Press , 1987. 3 - 15.
- [8] SIMONOVIC A P. Modeling and management of sustainable basin-scale water resource systems , proceedings of I-
- [9] ZBIGNIEW W , KUNDZEWIOZ. Water resources for sustainable development [J]. Hydrological Sciences , 1997, 42 (4) 467 - 480.

Theory and Application of Hydraulic Plan Oriented to Sustainable Development

ZUO Qi - ting¹ , ZHANG Hao - hua² , OU Jun - li³

(1. College of Environmental & Hydraulic Engineering , Zhengzhou University , Zhengzhou 450002 , China ; 2. Zhengzhou Management Office of Municipal Engineering , Zhengzhou 450000 , China ; 3. Xinjiang Institute of Water Resources & Hydroelectric Investigation and Design , Urumuq 810002 , China)

Abstract : Sustainable Development has become basic guiding ideology of social development and economic development , especially when the contradiction between environment and development is becoming more and more acute. Under the condition of the new idea , the hydraulic plan and management have been given a new meaning. The idea of sustainable development must be considered in hydraulic plan new. In this paper new concepts about hydraulic plan under the idea of sustainable development have been introduced. The quantitative study method and study steps are firstly put forward. At the end of the paper a case study , water resources management of the Bositeng Lake that is the biggest inland fresh water lake in the inland region of Northern-West part of China , has been addressed. A series of analysis and case study are given to show that the idea and method are very good. The paper provides exercisable and concrete methods for practical application of hydraulic plan oriented to sustainable development.

Key words : sustainable development ; management of sustainable water resources ; hydraulic plan ; quantitative method

(上接第 24 页)

Grey Risk Calculation Model for Water Resources System

WU Ze - ning¹ , WANG Jing¹ , ZHAO Nan²

(1. College of Environmental & Hydraulic Engineering , Zhengzhou University , Zhengzhou 450002 , China ; 2. Xinyang Water Conservancy Bureau , Xinyang 464000 , China)

Abstract : Characteristics of grey uncertainty existing widely in water resources system is discussed. From the general concept and expression of risk , the concepts of grey risk probability , grey risk degree and their calculation models are put forward combining grey system theory with risk analysis theory. Taking a river flood risk analysis , the model and method are certified. The result shows that the model and method are applicable and can be used to calculate the risk resulting from grey uncertainty factors.

Key words : risk analysis ; grey ; grey number ; grey risk probability ; grey risk degree