

国外水资源研究与管理

GUOWAI SHUIZIZIYUAN YANJIU YU GUANLI

王辉 饶和平 主编

长江出版社



国外水资源研究与管理

GUOWAI SHUIZIYUAN YANJIU YU GUANLI

王辉 饶和平 主编

长江出版社



图书在版编目(CIP)数据

国外水资源研究与管理/王辉,饶和平主编. —武汉:
长江出版社,2006.2

ISBN 7-80708-118-X

I. 国… II. ①王…②饶… III. ①水资源—研究
—世界②水资源管理—世界 IV. ①TV211②TV213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 011755 号

国外水资源研究与管理

王辉 饶和平 主编

责任编辑:高伟 王振

装帧设计:刘斯佳

出版发行:长江出版社

地 址:武汉市解放大道 1863 号

邮 编:430010

E-mail:cjpub@vip.sina.com

电 话:(027)82927763(总编室)

(027)82926806(市场营销部)

经 销:各地新华书店

印 刷:武汉市长江印务公司

规 格:880mm×1230mm 1/32

10.125 印张 278 千字

版 次:2006 年 3 月第 1 版

2006 年 3 月第 1 版印刷

ISBN 7-80708-118-X/TV · 30

定 价:26.00 元

(版权所有 翻版必究 印装有误 负责调换)

《国外水资源研究与管理》

编纂人员

主 编 王辉 饶和平

副 主 编 张明波 孔祥林 李明新

编写人员 王辉 周丰年 孔祥林 蒋鸣 胡卫东

李蓉 黎刚 徐德辉 刘明 张沙

李静希 薛小红 江世荣 魏运明 李身渝

黄锦鑫 蒲菽蓁 朱红 刘忠清 车友宜

钱卓洲 马元珽

主 审 郭海晋 杨明华 金栋梁

审 定 王俊

编 辑 秦兆梅 周丽莲

前 言

水资源是人类赖以生存的重要基础资源,是维系生态环境良性循环、支持经济社会可持续发展的重要因素。联合国《水资源综合评估报告》指出,水问题将严重制约 21 世纪全球经济与社会的发展,并可能导致国家间的冲突。水资源安全问题已经成为与粮食安全问题、能源安全问题相并列的人类社会重要的战略问题,是当前各国政府重要的科学议题之一。

进入 21 世纪,我国在发展经济的同时,更多关注发展带来的生态环境问题,注重人口、资源和环境的协调发展,提出了以人为本,全面、协调、可持续发展的科学发展观。水资源可持续利用是实现经济社会可持续发展的必要前提。我国水资源的人均占有量低,时空分布变异性大,与土地资源和人口资源的匹配状况极不理想,生态环境脆弱。我国北方缺水地区的水资源开发利用程度已超出当地水资源和环境的承载能力范围,生态环境已受到明显影响。同时,我国在科学管理和合理配置有限水资源的研究和实施方面起步较晚,水资源的利用效率和管理水平亟待提高。根据新的形势和经济社会发展的迫切需要,水利部及时提出了落实科学发展观,坚定不移地走可持续发展的水利之路,由过去重点对水资源进行开发、利用、治理,转变为在对水资源开发、利用、治理的同时,特别强调对水资源的科学管理和配置、节约和保护。因此,分析我国水资源分布特征,评价水资源开发利用现状,研究水资源未来演变趋势,预测水资源供需发展态势,探索科学管理和合理配置之路,是我们水资源工作者的重要任务。

长江水利委员会水文局长期从事长江流域水资源的监测、分析

和相关的科学研究工作。20 世纪 80 年代,水文局就会同流域内各省(自治区、直辖市)完成了长江流域、西南诸河、浙闽台诸河的水资源调查评价工作。进入 21 世纪以来,在长江流域及西南诸河水资源综合利用规划工作中,水文局承担了长江流域及西南诸河的水资源调查评价工作。另外,水文局还开展了跨省区典型流域水资源配置研究、典型流域水资源承载能力研究、长江上游水资源开发工程对枯季径流影响及预测研究等。

为进一步提升水文局水资源综合研究水平,学习、借鉴国外先进经验,了解国外在水文水资源学科发展方面的新技术、新动态,并力求把国外先进的技术理论和研究方法应用到我们的科研和生产实践中,以提升水文局水资源研究的整体水平和保证研究成果质量的先进性及适用性,水文局和长江水利委员会网络与信息中心合作,开展国外水资源研究与管理信息研究工作,从 2001—2005 年出版的有关科技期刊和学术交流论文中,有针对性地挑选了一些文章进行整理、综合分析、研究、编撰、出版。所选文章涉及水资源统一管理、水资源监测、水资源评价、水资源开发与保护、地下水分析研究等内容。本书的编辑出版,将有助于我国水文水资源监测、开发研究和管理方面的工程技术人员和科研、管理人员了解国外水资源研究与管理的新动态,促进我国水资源研究及管理技术的发展和提高。

本书从选稿、编撰、审定到编辑出版,无不凝聚了课题组全体同志的心血,在此向他们表示由衷的感谢。限于时间和水平,本书如存在不确切甚至错误之处,诚恳欢迎广大读者批评指正。

长江水利委员会水文局

2006 年 1 月

目 录

水资源研究篇

第 1 章 日本水资源研究进展	(1)
1 水资源概况	(1)
2 水资源学术领域的有关动向	(3)
3 水资源统一管理	(5)
第 2 章 美国地下水资源研究进展与未来方向	(8)
1 地下水问题的演化及相应的研究计划	(8)
2 地下水资源计划的战略方向及优先研究领域	(11)
第 3 章 用韦布尔分布与广义极值分布估算实测流量数据的趋势	(17)
1 概述	(17)
2 有时间趋势时韦布尔参数的最大似然估计	(19)
3 应用实例——用时间趋势法拟合巴拉圭河卡塞雷斯站年最小流量	(23)
4 该方法在其他极值分布中的推广应用	(30)
5 结果讨论	(32)
第 4 章 气候改变及气候变化性对水资源系统可靠性、恢复能力和脆弱性影响的模拟	(35)
1 概述	(35)
2 水资源评价指标	(38)
3 气候变化性与改变情况	(40)
4 模拟方法与结果	(43)
5 结果概括与讨论	(52)
第 5 章 水文模型预测干河径流量和地下水补给量应用研究——以埃及东部沙漠地区为例	(56)
1 概述	(56)

2 现场情况介绍.....	(58)
3 模型建立与方法.....	(59)
4 模型验证.....	(70)
5 结果讨论.....	(74)
第6章 水质模型研究进展及其发展趋势	(78)
1 水质模型研究发展历史.....	(78)
2 水质模型研究近期发展概况.....	(90)
3 水质模型研究的发展趋势.....	(94)
第7章 用基于地理信息系统的地貌单位线法估算设计洪水	(98)
1 概述.....	(98)
2 方法.....	(99)
3 计算结果	(101)

水资源规划与评价篇

第8章 使用总径流综合法评价全球水资源现状	(104)
1 概述	(104)
2 用总径流综合法(TRIP)估算可用水量	(105)
3 用 G-GIS 估算需水量	(109)
4 全球水资源评价	(112)
5 未来开展研究的要求	(114)
第9章 水资源规划研究前河道径流量资料的初步分析	(117)
1 概述	(117)
2 水文资料的初步检验方法	(118)
3 应用实例及结果	(124)
第10章 无水文资料流域水资源的开发规划——以斯里兰卡 为例	(132)
1 概述	(132)
2 斯里兰卡的小水库灌溉工程	(133)
3 小水库改建规划	(136)
4 马基奇查瓦梯级水库应用实例	(147)

第 11 章 美国水利工程规划与评价的拓展	(152)
1 概述	(152)
2 水资源规划的原则与指南	(153)
3 新的规划过程	(154)
4 事后评价的框架和标准	(156)
第 12 章 注重环境保护的水资源规划	(160)
1 概述	(160)
2 将环境目标综合到水资源规划中的方法	(163)
3 综合的环境经济 WRP 模型	(170)
4 应用实例	(176)

水资源管理篇

第 13 章 水资源管理概述	(186)
1 水资源管理的范畴	(186)
2 水资源管理的目标与原则	(191)
3 水资源管理的主要内容	(194)
第 14 章 国外水资源管理	(198)
1 美国水资源管理	(198)
2 法国水资源管理	(202)
3 南非水资源管理	(205)
4 澳大利亚水资源管理	(210)
5 日本水资源管理	(213)
6 英国水资源管理	(217)
7 德国水资源管理	(221)
8 埃及水资源管理	(226)
第 15 章 水文测验资料在英国水资源管理和防洪中的价值	(231)
1 英国环境部的防洪与水资源活动	(232)
2 英国环境部的水资源管理	(234)
3 英国环境部的防洪	(237)
4 气候变化	(240)

5 英国环境部设立的水文站网	(241)
6 确定水文资料经济效益的难度	(243)
7 气象资料产生的经济效益	(244)
8 前景展望	(248)
第 16 章 水文模拟与地理信息系统在水资源管理中的结合应用	(250)
1 概述	(250)
2 模型评价	(251)
3 GIS 的实现	(255)
4 研究地区概况	(256)
5 水文数据库的建立	(257)
6 主要控制区	(259)
7 模拟结果讨论	(260)
第 17 章 跨境水资源管理体制的性质、特征及其优缺点	(263)
1 概述	(263)
2 跨境水资源管理的组织——国际法及其国际条约的原则	(265)
3 条约的发展与实践	(268)
4 国际法与国际条约的实际应用	(269)
第 18 章 水资源规划与管理的传统方法与统一方法之比较	(282)
1 概述	(282)
2 传统的水资源规划与管理方法	(283)
3 水资源统一规划与管理	(289)
4 体制:忽略的环节	(291)
第 19 章 水资源统一管理再思考	(294)
1 概述	(294)
2 水资源统一管理	(295)
3 水资源统一管理概念流行的原因分析	(301)
参考文献	(309)

水资源研究篇

第1章 日本水资源研究进展

1 水资源概况

1.1 水资源开发

为了解决水资源和水环境问题,日本国土交通省下设水资源局、河川局和污水及废水管理局。水资源局负责制定全国长期水需求计划。在人口密集和工业集中的地区,以及跨行政辖区的河段,由水资源局与政府其他部门和相关辖区行政长官共同协商,制定水资源开发的总体规划。在这个规划的基础上,河川局、农林水产省、水资源开发公团和当地政府共同进行水资源开发设施的建设。河川局负责A级河流的管理,包括防洪、水利工程设施建设、河流取水许可等;污水和废水管理局负责生活污水系统的建设和管理。根据取水口资料统计,1994年日本全国的耗水量为890亿 m^3 ,其中,农业用水量占总耗水量的2/3,生活用水略呈上升趋势,而工业用水略呈下降趋势,农业用水无甚变化。

可利用的水资源包括河流水(包括湖泊和沼泽地)、地下水、泉水、水库蓄水、废水再利用和海水淡化水,其中主要是河流水和地下水,特别是河流水占很大份额并呈逐年上升趋势。自1955年以来的经济高速增长导致了工业的快速发展和城区人口的增加,城市的需水量大幅度增加。

经济的增长需要水资源作为支撑,而水资源的开发需要大量的

投资。1961 年日本出台了《水资源开发保护法》和《水资源开发公团法》。《水资源开发保护法》规定,只有在水是一个亟待解决的问题的河流流域,一个河流系统才被赋予“水资源开发河流系统”。其“水资源开发总体规划”应包括以下 3 个部分:第一是所有功能和供水目标的未来水需求;第二是满足供水目标所需的基础设施建设的主要内容;第三是有关水资源开发和利用的其他主要内容。根据《水资源开发公团法》,日本水资源开发公团于 1962 年成立。该公团根据“水资源开发总体规划”进行拦河坝和运河的建设,并负责已建工程的运行管理。

1.2 环境保护

水资源开发工程建设不可避免地对自然环境造成影响。在日本,对于拟建工程,必须对工程对自然环境可能造成的损害进行调研;在工程建设过程中,必须采取适当的措施避免或减小对环境造成的破坏;在工程完工以后,必须维持良好的自然环境。

由于大坝蓄水对库区水质产生各种影响,在日本,要求采取多种措施保证良好水质。对于生态系统的保护来说,要求将建坝前的坝区原有本地物种移植别处,并专门保护起来。此外,如果在河流上修建拦河坝将水流完全阻断,则要求设渔道以保证洄游鱼类的生存环境。如果修建蓄水面积超过 100 hm^2 的水库,要求在项目建设之前,进行环境评价。日本的《环境评价法》于 1997 年 6 月 9 日颁布,评价的内容包括水污染、土地占用、地质特征、植物、动物以及景观等。

在日本,地下水主要用于生活用水和工业用水。地下水由于取用方便、费用较低,而且地下水水质有保障、水温变化小,是用水户的首选。但是地下水过量开采导致了地下水位的下降,造成如地面沉降、海水入侵等问题,而且这些问题出现后,解决起来很困难。因此,日本对开采地下水有严格的要求。

大坝的建设造成土地和房屋低于河流水面,社区财产遭受损失,并对当地社会经济造成影响。库区居民需要搬迁,同时在大多数情

况下,还面临重新寻找就业机会的问题。在 20 世纪 60 年代,日本解决这一问题主要靠发放补偿金的方式,进入 70 年代后,除补偿金的方式外,还开展了生活区和社区的重建。为了大坝建设的顺利开展,1973 年日本出台了《库区开发特殊措施法案》和《库区居民搬迁法》,同时建立了库区开发基金,用以扶持淹没地区居民区的重建。

近年来日本干旱频繁发生。由于人们生活水平的提高和工业的不断发展,加之 60 年代以来频繁出现的小降雨年份,水需求量已经超过了水供给量。根据 1956—1975 年的降雨资料,10 年一遇的潜在年水资源量为 3 350 亿 m^3 。另外,1976—1995 年,同等的水量对应的是 4 年一遇的频率,这一潜在水资源量的降低可能是近年水资源短缺的原因之一。在发生旱灾的年份,一些水利设施就要实施取水限制,具体的取水限制条件由旱灾咨询委员会制定,同时有河流管理部门和水权持有者的参与。若发生全国范围的严重干旱,将召开政府各部门参加的会议,通过采取地区性的和全国范围的各项措施,减缓灾害损失。

2 水资源学术领域的有关动向

2.1 日本水文与水资源学会(JSHWR)

日本水文与水资源学会成立于 1988 年,是一个集气象、水文、林业、农业、土木工程、水资源、生态、社会、经济、与水相关的法律法规以及其他相关领域的跨学科的学术组织,旨在促进研究者和实践者之间跨学科的和综合性的研究和创新(非传统的研究),加强对话与合作,促进新技术的应用;同时从自然科学与社会学相结合的更广泛的视角开展水文和水资源领域的国际交流与合作。会员不但包括大学里的研究人员,同时还有政府部门的决策者和实施者,共同探讨水文和水资源领域面临的问题和今后的发展方向。

到 2001 年 12 月,日本水文与水资源学会有定期会员 1 155 人,

其中学生会员 174 人,支持人员 74 人。为向会员提供各项服务及组织各项活动,学会设立理事会和董事会,设一名主席和数名副主席,以及 2 名监事。董事会负责学会的重要事务,并负责各委员会之间的协调工作,讨论学会提出的问题并代表全体大会做出适宜的决策。学会设有 7 个委员会,包括学术奖励、研究协调、计划、出版、国际交流、财务和总部以及其他特别委员会。学术奖励委员会的日常工作是遴选国内外有突出学术成绩的候选人;研究协调委员会负责研究项目的协调和决定研究基金的使用;计划委员会负责研讨会和培训项目的安排,并为一些专题活动申请外渠道基金来源;出版委员会负责 6 个国内期刊的出版和 1 个国际期刊——《水文过程专题》的编辑;国际交流委员会致力于促进国际交流项目的开展,支持年轻学者参加国际交流活动;财务委员会负责管理协会的资金;总部负责协调各委员会之间的重大事项。此外,信息处理专门委员会主要负责管理学会的网页。学会现任主席是 Kyushu 大学的 Kusuda 教授,总部的现任主任是京都大学的 Takara 教授,任期为 2 年。上一任的主要任务是促进政府和企业部门的研究人员与工程师之间的对话与合作,并支持成立亚太水文水资源协会的工作。

2.2 亚太水文水资源协会 (APHW)

水文过程取决于物理、化学和生物过程,这已是全世界的共识。但是,不同地区的水文现象本身却表现出相当大的差异性,并很大程度地取决于具体的地理条件。通常,水文和水资源领域的研究者和实践者仅关心他们各自所在地区的情况,从这点来说,水文学研究是与具体的地点联系起来的。因此,根据某一地区研究开发出的学术概念或方法不一定适用于其他地区。此外,某一具体地区的研究目标也可能不同于其他地区。

为了鼓励和促进位于季风区的亚太地区的合作研究活动的开展,2001 年 12 月 13 日在东京成立了亚太水文水资源协会 (APHW) 预备委员会,经过预备委员会的广泛深入的讨论,APHW 于 2002 年

9月1日成立。在成立大会上,通过了协会的工作框架。协会的宗旨为:根据亚太地区的地理和气候条件,促进区域内水资源管理以及研究活动的开展。主要的活动有促进亚太地区的水文学研究、水资源利用的方法论研究、大型会议和小型研讨会的组织、教育项目的开展、数据和信息的共享等。为实现上述目标,并考虑协会组织结构的特点,协会同时接受个人会员和团体会员,并免收会员费,但接受个人和团体的捐赠。因此,协会的组织机构很简单,仅设一位专职秘书长负责协会的管理,秘书长可在任期内根据需要任命助手,秘书还可根据需要设立专门委员会来完成任期内的职责,同时可以确定工作框架、任命专门委员会的主席,专门委员会主席可以在征得秘书长同意后任命委员会的成员。

为了与在东京召开的第三届世界水论坛相衔接,2003年3月13-15日在东京召开了APHW第一次大会。会议议题集中关注亚太地区的水文和水资源问题,包括区域特征和水问题、已有经验的总结、明智的管理、水资源开发、水资源合理利用、气候变化和灾害等。

3 水资源统一管理

3.1 “健全的水循环”规划

近来,日本根据社会和经济的发展,对于河流流域,提出了多种观点和多重标准,尤其是生活环境以及生活舒适度已经成为了一个重要的方面。日本政府提出了一个称为“健全的水循环”的新的河流规划,其中包括流域内的水量、水质和生态系统。同时,许多研究者利用地理信息系统、数字高程图、土地利用图、人口分布图等建立了各种分布式径流模型。通过这些信息,能够较容易地获得流域内的长期或短期的水量和水质状况。

3.2 评价函数的形成

在日本,流域管理可以表述为:①考虑全流域的长期和短期的环境;②评价切实可行的和可以改进的参数;③改进不合乎需要的地点或参数,以保护生命系统的可持续性。不同的河流流域由于其地理位置和流域内土地利用方式的差异,呈现出不同的特征和状况。评价因子是由时间、空间、目的和地区的重要性等广泛的视角中抽象出来的。在此提出的考虑评价流域环境的主要因子有如下9个,即高水位、低水位、流量过程、水质、河岸结构、城市化程度、河流景观、沿河人口分布和亲水性。

对于防洪来说,高水位是根据设计洪水位来评价的,而低水位是根据干旱的风险来评价的。流量过程对于河道的冲刷、动植物栖息环境和取水有着重要影响。对于水资源利用和水环境保护来说,河流水质必须控制在一定的标准范围内。长期以来,在城市河段,由于防洪的标准较高,大堤往往为混凝土结构或组合结构。山区河段的河岸由于其各不相同的特征,为游客提供了欣赏自然风光的场所。以上功能可通过简单的方程来描述。土地利用方式的不同不仅影响径流渗透率,而且影响作为环境因子之一的生活废水的扩散过程。这一指标将对景观和水的舒适度产生很大影响。每一具体地点的河流景观的评价将根据不同的利用目的,如自然生命系统或水的舒适度来进行。沿河人口分布对河流的利用也有很大的影响,其影响途径有饮用水、废水排放、休闲空间和活动区等。道路和停车场是衡量游客接近河流的难易度的因子,应用人口和距离的联合函数来表达。

上述所有因子的量都是运用模糊概念定义的,取值为0~1,这些因子分为3类:一是基于物理概念的非稳定事件;二是结构物;三是流域的社会状况。流域的状况通过运用模糊最小化过程,综合考虑上述各种功能量值来进行评价。因此,规划和管理的目标就是通过改进的条件遗传算法,使这一综合量值最大化。上述过程称为通过非线性模拟和随机优化两种不同的方法的混合规划和管理。

为评价水量和水质(或生态系统状态),通过 GIS 技术表达时间和空间过程,运用网格化的多层径流模型进行环境评价。流域模拟采用了网格化和多层的径流模型与 GIS 数据相连。由于要考虑全流域,基本的网格为正方形,并且根据数字高程图,在一个网格中只设有一条直线通道。山区、稻田、城区根据分类的渗透率,由它们的占有比率来确定。对于稻田来说,自河流流进的流量、分布过程和蓄水(或漫流)过程采用线性存蓄法的概念进行描述。河水中某种物质的浓度通过扩散和弥散过程进行计算。由于水温是影响河流生物的一个重要因子,水温的分析需要考虑大气温度、土壤温度以及大气、地下水和表层土之间的热传导率的热平衡。

3.3 水循环的模拟

对于水量来说,引进了热量平衡法计算任意网格的日蒸发量和融雪量。在径流过程中,径流模型的应用是结合地表水的运动波法和地下水的线性存蓄法。城区生活污水的分析运用运动波法并取梯度为 15。对于水质来说,从环境角度考虑,主要分析水温和水中污染物的浓度。地下水的温度等于土壤温度,生活污水排放系统的水温等于大气温度,因为径流过程对生活污水系统几乎没有影响。从住房中流出的水的温度取与进入污水处理厂的水的温度相等。稻田的水温根据热平衡法计算,考虑降雨、气温和灌溉季节的河水温度。