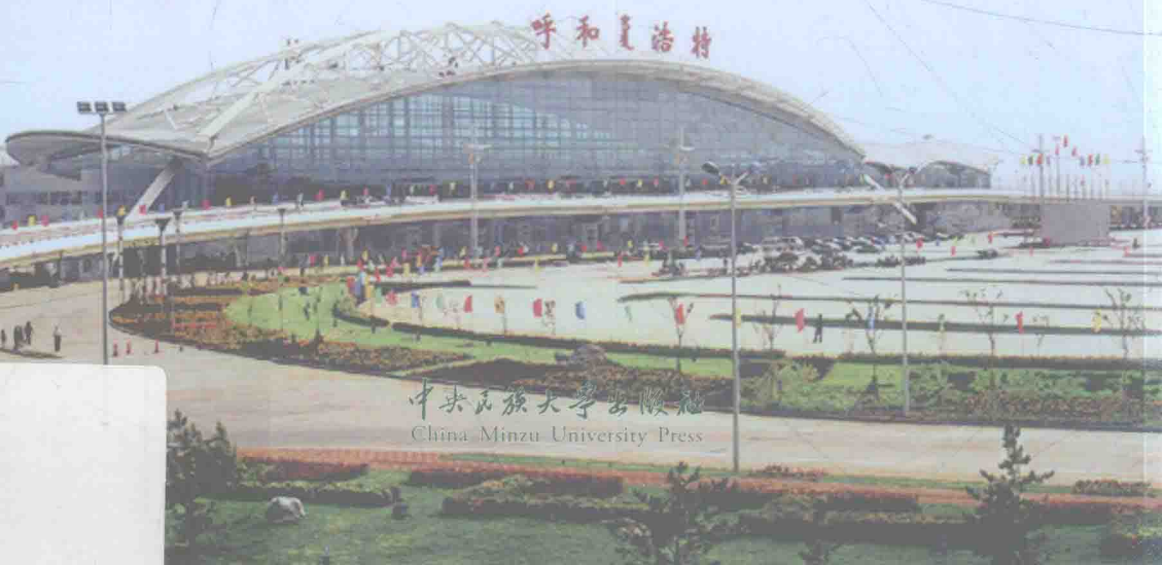


国家自然科学基金、内蒙古自然科学基金联合资助项目

呼和浩特市水资源 优化配置研究



◎ 赵明 周瑞平 / 著



中央民族大学出版社
China Minzu University Press

呼和浩特市 水资源优化配置研究

HUHEHAOTESHI SHUIZIZIYUAN YOUHUA PEIZHI YANJIU

◎ 赵 明 周瑞平 / 著



中央民族大学出版社
China Minzu University Press

图书在版编目 (CIP) 数据

呼和浩特市水资源优化配置研究/赵明, 周瑞平著. —北京:
中央民族大学出版社, 2014.9

ISBN 978 - 7 - 5660 - 0812 - 1

I. ①呼… II. ①赵…②周… III. ①水资源管理—资源
配置—优化配置—研究—呼和浩特市 IV. ①TV213.4

· 中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 214059 号

呼和浩特市水资源优化配置研究

著 者 赵明 周瑞平

责任编辑 云 峰

封面设计 布拉格

出 版 者 中央民族大学出版社

北京市海淀区中关村南大街 27 号 邮编: 100081

电话: 68472815 (发行部) 传真: 68932751 (发行部)

68932218 (总编室) 68932447 (办公室)

发 行 者 全国各地新华书店

印 刷 厂 北京春飞无限彩色印刷技术有限公司

开 本 787 × 1092 (毫米) 1/16 印张: 12.75

字 数 195 千字

版 次 2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5660 - 0812 - 1

定 价 32.00 元

版权所有 翻印必究

前言

水是人类生存和社会经济发展的生命线。水资源是有限的无可替代的宝贵的基础性自然资源和战略性经济资源，是一个国家或地区综合实力与发展后劲的重要体现指标。随着人口的增长、经济的发展和人民生活水平的提高，中国面临着严重的水资源短缺问题，尤其是中西部干旱半干旱地区。我国淡水资源总量占全球水资源的 6%，但人均占有量仅为世界平均水平的 1/4、美国的 1/5，在世界上名列第 121 位，是全球 13 个人均水资源最贫乏的国家之一。在开源受到限制的情况下，如何通过节流来缓解水资源短缺，保障中西部各行业可持续发展，已经是一个迫在眉睫的问题。解决水资源短缺问题的根本出路在于协调好水资源与社会经济发展的关系，即在保证社会发展和经济稳步增长的同时，研究合理的生产力布局、人口规模和产业结构布局，优化配置水资源，并处理好短期利益与长远利益、区域发展与总体发展的关系。那么如何在保证社会发展、经济稳步增长的同时，实现水资源的可持续利用？带着这样的问题，我们对处在半干旱地区的内蒙古首府呼和浩特市水资源优化配置问题进行了深入研究，并提出了提高呼和浩特市水资源配置效率的举措。

呼和浩特市地处我国北方干旱半干旱地区，降雨的时空分布极不均匀，地表水资源贫乏，人均水资源占有量只有全国的 1/6，是北方严重缺水城市之一。随着呼和浩特市社会经济的发展和人民生活水平的提高，城市用水量迅速增长，水资源的供需矛盾十分严重，水资源地区间分配、行业间分配不均，水资源利用中农业灌溉用水比重较大，约占 70%。因此，根据呼和浩特市水资源利用中存在的这些问题，研究呼和浩特市水资源的合理优化配置与可持续利用是必要的。

本书第一章主要阐述研究背景、目的和意义，对国内外区域水资源基本理论、水安全、水资源承载力以及水资源优化配置的研究情况进行了综述。概括了西方区域水资源研究的发展阶段及其主要观点，总结了国外水资源配

置的基本研究成果。同时,回顾和评析了我国水安全、水资源承载力、水资源优化配置相关概念、研究历史、分析方法、研究的用途、成果及存在的问题,为研究提供基础理论和方法支持。

第二章对研究区的自然和社会经济状况进行了深入地分析研究。

第三章着重对研究区的水资源现状、特点、性质等作了客观深入的分析,论述了区域经济发展与水资源的关系,分析了水资源对区域经济发展的影响作用和水资源短缺对区域经济发展的制约作用,并指出当前呼和浩特市经济发展中水环境和水资源面临的主要问题。

第四章对呼和浩特市水资源供需平衡进行了预测。在分析呼和浩特市水资源开发利用现状的基础上;运用系统动力学原理建立呼和浩特市水资源供需平衡模型,对呼和浩特市水资源系统分别建立了包括人口、经济、畜牧业、耕地和水资源在内的六个子系统进行因果关系分析;建立系统动力学方程式预测 2020 年呼和浩特市水资源在高、中、低不同方案下的供需状况,并进行水资源供需平衡分析。

第五章对呼和浩特市水资源安全与经济社会可持续发展进行了分析和研究。从定性与定量的角度,对其水安全状况进行评价。在分析现状年呼和浩特市水资源供需状况、水安全情势及产生原因的基础上,构建呼和浩特市水安全评价指标体系。参考国际会议上提出的水安全的内容,结合呼和浩特市实际,利用层次分析法(AHP)构建指标体系,并计算各指标权重,应用多层次多目标模糊优选模型对呼和浩特市六个单元(六个旗县区)的水安全状况做出定量评价,比较不同区域的水安全形势,并对评价结果进行分析。

第六章通过对呼和浩特市水文特征的分析,运用模糊评价法对呼和浩特市地表水和地下水环境质量进行了综合评价,即依据呼和浩特市地表水的 7 个监测断面在丰、平、枯水期及平均情况下的监测数据,选择影响呼和浩特市地表水环境质量的 12 个评价指标,建立各指标对各级标准的隶属度函数,形成隶属度矩阵,对呼和浩特市水环境质量进行不同时期的水质模糊评价。结果显示:呼和浩特市地表水水资源存在着较为严重的污染,在平均情况下,所选取的 7 个监测断面的水质等级均为Ⅴ类;在丰水期水质等级为Ⅰ类,在平水期水质等级均为Ⅴ类,在枯水期水质等级几乎为Ⅴ类。同时在分析呼和浩特市水文地质环境的基础上,运用模糊评价法对 1999 年和 2005 年水环境质量进

行了综合评价,对比评价结果表明,十年间水环境质量发生了明显的下降。

第七章对呼和浩特市水资源承载力进行了分析和研究。从呼和浩特市水资源的现状及存在的问题出发,利用呼和浩特市1995年到2005年11年的水资源数据,运用系统动力学方法,构建呼和浩特市水资源因果关系图构造出由六个模块组成的呼和浩特市水资源承载力系统动力学模型,改变其参数,设计出四个方案,对呼和浩特市未来用水进行了预测,得出呼和浩特市未来20年的水资源承载力及用水量。

第八章对呼和浩特市水资源优化配置作了研究。以全面、协调、可持续发展观,从资源、环境、人口与发展之间的关系入手,在目前呼和浩特市水资源利用状况的基础上,提出水资源优化配置方案,并针对目前水资源配置中存在的问题,提出相应的优化措施。

本书编写分工:第一章“绪论”,由赵明、周瑞平编写;第二章“研究区概况”,由赵明、王永霞、周瑞平编写;第三章“水资源开发利用现状及特征”,由周瑞平编写;第四章“水资源供需平衡预测”,由周瑞平、王永霞编写;第五章“水安全与经济社会可持续发展研究”,由赵明、李瑞英、周瑞平编写;第六章“水环境质量的模糊综合评价”,由周瑞平编写;第七章“水资源承载力分析”,由赵明、胡学媛和周瑞平编写;第八章“水资源优化配置”,由赵明、周瑞平编写。统稿由赵明、周瑞平完成,校对由吴艳茹、周瑞平完成。

本书是在“呼和浩特市水资源承载力及优化配置”课题前期研究的基础上,经过加工和完善形成的,根据国内外最新研究成果,经过资料收集与整理、集体讨论与研究、专家咨询等工作,最终形成此成果。所以说,该书是课题组集体智慧和辛勤劳动的结晶。

本书的写作和出版过程中,许多领导、专家和学者为此书的出版提出了建设性的意见和建议,付出了辛勤劳动,在此一并表示感谢。

本书试图在水安全、水资源承载力、水资源优化配置等方面有所突破和创新,但由于编著者能力有限,有些提法很不成熟,书中的疏漏和值得商榷之处在所难免,期盼读者不吝赐教。

编者

2013年12月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 研究背景	(1)
第二节 国内外研究进展	(3)
一、国外研究进展	(4)
二、国内研究进展	(8)
第三节 相关概念的界定	(14)
一、水资源承载力概念界定	(14)
二、水资源优化配置概念界定	(18)
第四节 水资源优化配置的理论、方法与发展趋势	(20)
一、水资源优化配置的理论	(20)
二、水资源优化配置的方法	(23)
三、水资源优化配置研究发展趋势	(26)
第二章 研究区概况	(28)
第一节 研究区范围	(28)
第二节 自然地理环境	(29)
一、地形地貌	(29)
二、气候	(30)
三、水文地质	(32)
四、土壤植被	(33)
第三节 社会经济环境	(35)
第三章 水资源开发利用现状及特征	(38)
第一节 水资源开发利用现状	(38)
第二节 水资源特征评价	(40)
一、水资源总量贫乏,人均地均不足	(40)

二、水资源年际和年内变化较大	(41)
三、水文地质条件优越	(41)
第三节 水资源开发利用中存在的问题	(42)
一、水资源逐年减少, 供需矛盾日益突出	(42)
二、地下水过度超采, 水位持续下降	(42)
三、用水效率低, 浪费严重	(43)
四、水污染加剧, 水环境日益恶化	(43)
第四节 水资源供需现状	(44)
一、供水现状	(44)
二、用水量现状	(44)
第四章 水资源供需平衡预测	(46)
第一节 水资源供需评价的基本原则	(46)
一、供需综合评价的原则	(47)
二、协调发展的原则	(48)
三、效益与环境统一的原则	(48)
四、量化及可对比的原则	(48)
五、层次分析的原则	(48)
第二节 公式法供需平衡预测	(49)
一、供水预测	(49)
二、需水预测	(49)
三、供需平衡分析	(51)
第三节 系统动力学模型供需平衡预测	(51)
一、建立 SD 模型的目的和边界	(52)
二、呼和浩特市水资源子系统分析	(53)
三、因果关系分析和因果关系图	(55)
四、SD 模型流程图与方程的建立	(57)
五、水资源仿真方案的设定及仿真结果分析	(59)

第五章 水安全与经济社会可持续发展研究	(65)
第一节 水安全情势	(66)
一、水安全的主要问题	(67)
二、水安全问题产生的原因	(69)
第二节 研究内容、方法与技术路线	(72)
一、研究内容	(72)
二、资料来源	(72)
三、技术路线	(73)
第三节 呼和浩特市水安全评价指标体系的构建	(73)
一、指标选取的原则	(73)
二、指标体系的构建	(74)
第四节 呼和浩特市水安全状况的评价	(76)
一、计算评价指标权重	(76)
二、计算评价指标决策优属度	(82)
三、水安全评价结果分析	(88)
四、呼和浩特市水供需平衡预测	(96)
第六章 水环境质量的模糊综合评价	(99)
第一节 地表水水环境评价	(100)
一、水文地质特征	(100)
二、模糊综合评价模型建立与应用	(101)
三、结果分析	(128)
第二节 地下水环境质量评价	(132)
一、地下水环境特征	(133)
二、评价方法选择	(133)
三、评价模型的建立	(134)
第七章 水资源承载力分析	(137)
第一节 研究内容、方法与技术路线	(137)
一、研究内容	(137)
二、研究方法与技术路线	(137)
第二节 水资源承载力系统动力学模型的构建	(139)

一、呼和浩特市水资源承载力系统	(139)
二、模型流程图与方程的建立	(142)
三、1995—2005 年模型模拟	(145)
第三节 仿真预测结果分析	(146)
一、设计的四种方案及结果	(147)
二、各方案中的重要指标分析	(150)
第八章 水资源优化配置	(153)
第一节 水资源配置现状	(153)
第二节 水资源配置预测	(154)
第三节 水资源优化配置对策	(155)
一、全面推行节约用水,建立节水型社会	(156)
二、提高水资源重复利用率,促进内部挖潜	(158)
三、大力改造兴建水利设施,加大区域水利基础设施建设	(159)
四、加强水资源保护意识,防止水环境进一步恶化	(160)
五、合理开发水资源,维持采补平衡	(161)
六、加快产业结构调整,合理配置水资源	(163)
七、增加资金投入,实施科教兴水战略	(164)
八、加强法治建设,依法推进流域管理与水行政区域 管理相结合	(164)
九、从长远和全局利益出发,加强水资源规划和管理	(165)
十、完善和创新水资源配置的理论	(167)
十一、其他措施	(168)
节水防污附图	(169)
参考文献	(182)
后记	(191)

第一章 绪 论

第一节 研究背景

水是一种特殊的资源，支撑着所有的生命，它既是基础性资源又是战略性资源，也是整个国民经济的命脉。人类的一切活动均建立在水资源的开发与利用上。水资源配置与人类社会的协调发展密不可分。水的多功能性和不可替代性使之成为支撑社会经济发展的基本要素。随着社会经济的发展，出现了土地荒漠化、水污染等种种生态环境问题。而“水多、水少、水脏、水浑和水生态失衡”等问题已经危及人民生命财产安全、恶化了生态环境、威胁着社会稳定、制约了经济发展。

水资源是基础性自然资源，也是生态环境建设的主要因素，同时又是战略性经济资源，是综合国力的有机组成部分。联合国《世界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发展，并可能导致国家间的冲突。探讨 21 世纪水资源的国家战略及其相关科学问题，是各国政府的重要议题之一。特别是近年来，世界范围内水资源状况不断恶化，致使水资源供求矛盾日益突出，甚至成为危及国际和平与发展的导火索，也成为地区和流域内影响生态系统良性发展的重要问题。因此，如何有效地对水资源进行合理利用、保护及管理，成为世界水资源研究的重要课题。

随着我国水资源问题的日益突出，有关水资源配置研究的领域也在不断拓展，如为实现水资源的优化配置，在水资源承载能力和水价、水权、水市场以及水资源实时监控管理、水务一体化管理等方面的研究。西北是我国最干旱的地区，是水资源贫乏地区，生态环境极其脆弱，其原因就是长期以来只顾开发不顾保护利用。所以开发大西部，要着眼于可持续发展来研究解决

西部水资源的配置问题。西部水资源配置的总要求为：在保证生态环境建设必要用水和社会经济发展合理用水的同时，还要保持水资源的可持续利用。所以研究呼和浩特市水资源优化配置及生态环境建设是很有必要的。

西北干旱、半干旱区，水资源短缺，生态环境脆弱，水资源是制约当地社会经济发展和生态环境改善的主要因素。呼和浩特市地处我国北方内陆干旱半干旱地区，土默特平原的东北部，属黄河流域大黑河水系。水资源总量为 33997.2 万立方米，人均占有水资源量只有 450 立方米，是全国人均占有量的 1/6，为全国严重缺水城市之一。近 10 年来，随着呼和浩特市经济社会的发展，水资源开发利用规模不断扩大，引起了一系列的生态环境问题：如区域地下水位下降、森林植被退化、土地荒漠化、沙尘暴等。由此，人们逐渐认识到水资源开发利用过程中应考虑生态环境的问题。随着国家实施西部大开发战略，将进一步促进西部经济的发展。同时，长期困扰西北干旱区生态和经济发展的水资源短缺问题已成为人们关注的焦点。随着经济不断发展、人口不断增加，未来供需水量是否仍可达到平衡？不平衡时采取什么措施解决？这些问题亟待解决。如果水资源供应不足，必将导致经济发展受阻，严重时甚至影响社会安定。

呼和浩特市地处我国北方干旱半干旱地区，属于我国西北地区。土地总面积为 1.72 万平方公里，建成区面积为 176 平方公里，2013 年，呼和浩特市实现地区生产总值 2710.40 亿元，比上年增长了 10%，其中第一产业产值为 134.72 亿元、第二产业产值为 866.74 亿元、第三产业产值为 1708.93 亿元。人均生产总值已达 92312.76 元，比上年增长了 11%。在 1996—2013 年期间，国内生产总值和人均生产总值均持续上升。呼和浩特市总人口为 300.11 万人，其中城市人口为 198.79 万人，乡村人口为 101.32 万人。农民人均收入已达 12736 元。现状年（2013 年）工业总产值为 1435.70 亿元，比上年增长了 15.30%。连续几年增速在 27 个省会（首府）城市居于首位，是内蒙古省域经济发展最活跃的地区之一。然而，由于其所处的地理位置和气候条件，特别是降雨在时空上的严重不均匀，致使水旱灾害发生频繁，尤其是近几年，水资源供需矛盾进一步加剧，沙尘暴频发，生态环境恶化，给国民经济各部门，特别是对农牧业生产和人民生活水平带来很大的影响，甚至造成重大损失。同时随着社会经济的不断发展，区域人口急剧膨胀，工农

业迅速崛起,造成区内地表水资源利用不足,地下水资源长期超采,加之生活污水和工业废水的低处理水平和任意排放以及上游补给区生态环境的恶化,水环境污染日趋加重,水资源可利用量逐年减少,水资源的开源与节流、供给与需求、短缺与浪费、用水和防污的矛盾日益加剧,水资源短缺已经成为下一步经济发展和社会进步的严重障碍。为了缓解水资源供需矛盾,政府在抓好节水工作的同时,兴建“引黄入呼”供水工程。但从长远分析,即使“引黄入呼”两期工程全部投产,人均拥有水量仍不足 500 立方米。所以解决呼和浩特市缺水的根本问题在于用好黄河水的基础上必须立足本地水资源来发展。因此,查明呼和浩特市水资源开发利用现状,找出水资源开发和管理等方面存在的问题,提出解决城市水资源紧缺的基本思路 and 措施,对于合理开发利用、科学配置水资源,提高水资源承载力及利用率,保障水资源永续利用和城市社会经济可持续发展有重要意义。

第二节 国内外研究进展

全世界人均水资源拥有量为 7342 立方米,但由于世界水资源的分配,在时间和空间上很不平衡,所以很多国家和地区都缺水。世界上 65% 的水资源集中在 10 个国家里,而人口占世界 40% 的 80 个国家严重缺水。据估计全球用水量每年大致以 5% 的速度增加。世界人口在 20 世纪增加了两倍,而人类的用水量却增加了 5 倍。

由于水资源的稳定性和需求的不断增长,使水具有了越来越重要的战略地位。国外一些专家指出,在 21 世纪,水对人类的重要性将像 20 世纪石油对人类的重要性一样,成为一种决定国家富裕程度的珍贵商品。一些世界著名的科学家提醒人们:一个国家如何对待它的水资源将决定这个国家是继续发展还是衰落。那些将治理水系作为急迫任务的国家将占有竞争优势。

许多发达国家从 20 世纪 60 年代起就开始重视对国民经济各部门未来用水量的预测。1977 年联合国世界水会议在阿根廷马德普拉塔召开,号召各国要进行一次专门的国家级水资源评价活动。1987 年联合国世界环境与发展委员会出版了《我们共同的未来》,它使水资源研究开始围绕着面向未来

的可持续发展这一中心问题蓬勃展开,从而推动了需水量预测研究的深入进行;1992年1月在爱尔兰都柏林召开的国际水与环境会议上,通过了都柏林声明和会议报告;1992年6月在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展会议上通过了《21世纪议程》,其中第十八章是“保护淡水资源质量的供应、水资源开发、管理和利用的综合性办法”。在都柏林会议报告中提到解决城市和工业用水的供需矛盾时应当遵循几项关键性原则,即:

(1) 水应当作为商品对待。水的价格和水所具有的可利用价值相一致。

(2) 必须要有相应机构来管理水资源。

(3) 在采取行动解决水供需问题时,应适当重视对污水的管理(减少、再利用、再循环、汇集并进行处理或处置)。

在联合国环境与发展大会上通过的《21世纪议程》,许多人习惯称这份文件为《地球宣言》,文中对水资源配置问题提出建议,其中一条为:“合理配置水资源,包括注意城市发展与水资源的协调、满足居民用水基本要求。”

在人口不断增长的压力下,解决水资源供需矛盾的任务十分艰巨。有人估计到20世纪20年代初,世界上可能会有 30×10^8 人生活在缺水条件下。因此,切实地并及时地解决好各地的水供需矛盾,实属刻不容缓。

如何解决水资源供应问题,保持水资源供给和需求之间的相对平衡,世界各缺水国家和地区长期以来都做了大量的探索,概括起来,主要包括三个方面:一是采取积极的措施,通过区域调水解决地区之间水资源分布不均问题;二是通过科学管理维护水资源的供需平衡;三是开发和采用各种节水技术。

一、国外研究进展

西方许多国家自20世纪70年代末就开始对世界社会、经济、资源与环境的协调发展加以密切的关注。人们目前所面临的挑战是:在已经控制和利用水的同时,学会如何与水维持一种平衡,并在这一平衡下和谐地生存和发展。从国际水科学研究发展趋势看,水资源供需平衡分析是当今国际水科学前沿问题,是人类社会经济发展活动对水资源需求所面临的新的应用基础科学问题,而水资源供需平衡被破坏带来的用水基本需求得不到满足、生态用

水被挤占、工农业城市发展水的需求矛盾,使得水资源供需平衡研究成为资源与环境科学研究的重要课题。

20 世纪 60 年代以来,各国陆续开展了中长期供需水量的预测工作。联合国工作发展组织的研究结果认为,从目前工业发展的趋势来看,2025 年工业用水量要比 1995 年增加一倍多,届时工业用水量将达到 1.5×10^{12} 立方米。

国外对水资源优化配置的研究源于 20 世纪 40 年代马斯 (Masse) 提出的水库优化调度问题。1950 年美国总统水资源政策委员会的报告,是最早综述水资源开发、利用和保护问题的报告之一。这个报告的出台,推动了行政管理部门进一步开展水资源方面的调查研究工作。1960 年科罗拉多几所大学对计划需水量进行估算,并对满足未来需水量的途径进行研讨,体现了水资源优化配置的思想。1961 年,穆尔 (Moore) 提出了一定时间内最优水量分配问题。1972 年,比勒斯 (Buras) 出版的《水资源科学分配》一书是由福特基金从 20 世纪 60 年代中期开始资助的“数学分析在水资源工程中的应用”项目的成果,系统进行了线性规划和动态规划在水资源配置中应用的研究,并提出水资源系统模拟的一些思路。1976 年,罗杰斯 (Rgers) 在对印度南部 Cauvery (考维利河) 河进行规划时,以流域上游地区农作物总经济效益极大和灌溉面积积极大为目标函数,建立了多目标优化模型对水资源进行配置。1977 年,黑姆斯 (Haines) 等将层次分析法 (AHP) 和大系统分解原理应用于水资源配置模型中,简化了流域水资源优化配置的方法,将流域大系统分解为若干相对独立的子系统,每个子系统应用优化技术分别求出优化解,然后通过全局变量把各子系统优化结果反馈给流域大系统优化模型,得到整个流域的优化解。经过 70 年代和 80 年代的发展,水资源分配的研究范围不断扩大,程度也进一步加深。1982 年,荷兰学者罗米津 (E. Romijin) 和托宁加 (Mtaminga) 考虑了水的多功能性和多种利益的关系,强调决策者和决策分析者之间的合作,建立了水资源量分配问题的多层次模型,体现了水资源配置问题的多目标和层次结构的特点。20 世纪 90 年代以来,由于水污染和水危机的加剧,传统的以水量和经济效益最大为目标的水资源优化配置模式已不能满足需要,国外开始在水资源优化配置中注重水质约束、环境效益以及水资源可持续利用研究。国外首先兴起各种新型的优化

算法,如遗传算法(GA)、模拟退火算法(SA)等,开始在水资源优化配置中运用,在理论和实践上又前进了一步。1992年,沃尔什(Walsh)对地理信息系统扩展到水资源领域进行了综合的讨论与分析,随后许多专家学者对如何连接地理信息系统与水资源配置模型进行了有益的尝试。进入21世纪之后,国外对水资源配置机制进行了研究,主要考虑了水资源产权界定、组织安排和经济机理对配置效益的影响,认为纯粹的市场或纯粹的政府都难以满足合理配置水资源的要求,制度和经济是医治市场和制度失灵的良方,有效的流域水资源管理政策和体制是解决配置中冲突的根本途径。

随着人们生活水平的提高,水环境污染日趋加重,水安全概念随之诞生。当今世界各国共同面临着水资源危机的挑战——全球1/5的人口得不到安全的饮用水,30亿人缺乏用水卫生设施,致使每年有300—400万人死于水致性疾病。如果水资源危机得不到有效解决,水资源短缺与水环境恶化将威胁人类的生存。为达成对全球水资源问题的共识,并把这种共识转化为行动,2000年3月17—22日在荷兰海牙召开了第二届世界水论坛及部长级会议(简称海牙会议),会议向全世界发出了“为21世纪提供用水安全”的呼吁。这是有史以来规模最大的世界水资源政策大会,共有来自135个国家和国际组织的4600余位代表参加,世界各国113名部长级以上官员参加了水论坛部长级会议,并一致通过了《21世纪水安全——海牙世界部长级会议宣言》。世界水论坛是由非政府组织世界水理事会举办的定期水资源政策讲坛。第一届世界水论坛于1997年在摩洛哥马拉喀什举办。本届论坛经过了两年的筹备,世界水理事会向大会提交了《世界水展望——使水成为每个人关注的事情》,非政府网络组织“全球水伙伴”向大会提交了《实现水安全:行动框架》。提交这次会议的两份文件《世界水展望》和《行动框架》,对自1977年马尔德拉普拉塔会议以来的一系列与水有关的国际会议制定的国际水资源政策进行了全面总结。主要政策有:(1)1977年马尔德拉普拉塔会议上倡导的马尔德拉普拉塔行动,开始了对全球淡水资源的全面评估。(2)1992年在里约热内卢环发大会通过的联合国《21世纪议程》第十八章《保护淡水资源的质量和供应:水资源开发、管理和利用的综合性方法》,提出了淡水资源的7个工作领域,即水资源综合开发与管理,水资源评价,水资源、水质和水生态系统保护,饮用水的供应与卫生,水与可持续的城市

发展, 可持续的粮食生产及农村发展用水, 气候变化对水资源的影响。

(3) 1992年都柏林水与可持续发展会议通过的《都柏林宣言》形成了国际水资源政策框架, 为实现水资源综合管理, 《都柏林宣言》提出了消除贫困与疾病、防治自然灾害、水资源保护与再利用、可持续的城市发展、农业生产与农村用水、保护水生态环境、解决与水有关的纠纷、水资源综合管理的实施环境、知识基础、能力建设等 10 方面的行动。这套政策框架在以后的一系列与水有关的国际会议上得到完善和发展。

斯德哥尔摩国际水讨论会从 1991 年开始, 每年一次, 到 2000 年已经开了 10 次, 随着近年来对水的重要性的认识不断提高, 以及世界水资源危机日甚一日, 它已成为世界上有关水资源开发利用和保护、管理的最有影响的论坛之一。2000 年 8 月斯德哥尔摩第十次世界水论坛讨论会的主题是“21 世纪的水安全”, 提出要用创新的方法解决 21 世纪的水安全问题, 并在此次会议上提出水安全的含义, 包括: 确保淡水、沿海和相关的生态系统得到保护和改善; 确保可持续发展和政治稳定得到加强; 确保每个人能够以可承受的开支获得足够安全的淡水来保持健康和丰富的生活; 确保人们不受与水有关的灾难的侵袭。它与 2000 年 3 月“海牙部长级宣言”的标题是完全一致的, 也可以说是对宣言提出的“常规模式不是我们的选择”的意见, 进一步从理想到行动, 对开创性方法的探讨。会议明确指出, 水是社会、经济发展和提高生活质量的关键因素; 要用水资源的可持续利用支持国民经济的可持续发展; 水量不足和水污染制约着可持续发展。要用机能整体性方法管理水质。由土地向水体排放有毒物质最小化是水质管理的基本原则, 要研究实行各种措施的主要障碍以及克服各种障碍的有效方法, 并逐步实施。水土和生态系统必须统一管理。只有用创新和革命的方法才能求得“21 世纪水安全”。为实现用水安全, 我们面临着如下的主要挑战: (1) 满足基本需要: 承认获得安全和充足的水以及卫生环境是人类的基本需要, 对人类的健康和福祉关系重大。(2) 保证食物供应: 通过更加有效的开源和使用以及更平等的粮食生产用水分配来确保食品供应, 尤其是对贫穷和易受影响人群的供应。(3) 保护生态系统: 通过对水资源的可持续性管理保证生态系统的完整性。(4) 共享水资源: 促进和平合作, 发展各级不同的水用户之间的协调; 对于同流域或跨流域的项目应通过可持续性流域管理或其他适当的