

流域水资源管理

阮本清 梁瑞驹 著
王 浩 杨小柳

国家自然科学基金重点项目资助

科学出版社

2001

内 容 简 介

本书将流域水资源管理的自然属性与经济社会属性融为一体,系统地研究了流域水资源管理的体制建设、法制建设、经济运行机制、水资源权属管理等问题,建立了流域用水评价指标体系、区域用水水平的多层次灰关联综合评价模型、多水源联合调配数学模型和区域水资源承载力评价指标体系,对水资源系统的风险模拟求解过程与方法进行了详细研究。并以黄河流域为例,分析了我国现行流域水资源管理体制中的主要矛盾和重大问题,给出了许多宏观和微观研究实例。

本书对我国在有限的水资源条件下的可持续发展问题有独到见解,可供水资源规划、水资源管理、环境科学、生态学的专业人员和高年级本科生、研究生参考。

流 域 水 资 源 管 理

阮本清 梁瑞驹 著
王 浩 杨小柳

责任编辑 吴寅泰

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

深 海 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001年11月第一版 开本: B5 (720×1000)

2001年11月第一次印刷 印张: 13

印数: 1—1000 字数: 260 000

ISBN 7-03-009995-8/P · 1296

定价: 26.00 元

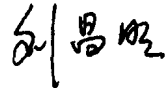
序 一

水是自然界的重要组成物质，是环境中最活跃的要素，是人类和一切生物赖以生存和发展的最重要最基本的物质基础。随着经济社会的不断发展，水已经成为许多地区可持续发展的重要制约因素。如何有效解决水资源供需矛盾，是当今重大问题。实践证明，对水的科学管理是实现水资源可持续利用的有效方法之一。水资源的自然流域特性和多功能属性，不仅构成了经济社会发展的资源基础，又是生态环境的控制因素，同时也是诸多水问题和生态问题的共同症结所在。因此以流域为单元对水资源实行统一管理，已为世界上大多数国家所接受，成为国际公认的科学原则。流域水资源管理不仅涉及与水有关的自然生态系统，而且与经济社会乃至人文法规等有着密切的联系，是一个交叉研究课题。本书作者比较全面、系统地对流域水资源管理展开了研究，研究内容涵盖了水资源管理的主要方面。

本书作者基于在流域管理机构工作多年的亲身经历，广泛、深入地对国内外有关水资源管理的历史、现状、未来发展趋势等进行了调研，并在认真分析、研究的基础上，作出了系统的、内容丰富的、资料翔实的评述，提出了许多颇有见地的观点和研究方法。用综合与分析相结合的方式，将流域水资源管理的自然属性与经济社会属性融为一体，吸收国内外水资源管理的成功经验，把握发展动态，密切联系中国水问题实际，揭示了流域水资源管理理论的基本内涵，系统地研究了流域水资源管理的体制建设、法制建设、经济运行机制、水资源的权属管理，建立了流域用水评价指标体系和区域用水水平的多层次灰关联综合评价模型，建立了多水源联合调配数学模型及其求解方法，提出了区域水资源承载力评价指标体系和计算模型，对水资源系统的风险模拟求解过程与方法进行了详细研究。同时，以黄河流域为例，审视了我国现行流域水资源管理体制中的主要矛盾和重大问题，并将黄河流域这个实例贯穿本书始终，给出了许多宏观和微观研究实例。初步构筑成“流域水资源管理”的理论体系和操作性较强的分析计算方法。

《流域水资源管理》一书不仅具有系统性，而且在研究思路与方法上亦有相当的深度，且有创见，如水资源内涵的9个特性分析、理论联系实际的黄河流域水资源管理的实证研究、用水水平的评价方法、水资源优化配置模型、水资源承

承载力分析计算模型、水资源系统的风险模拟模型等，值得相关各部门和水利工作者参考。如前所述，流域水资源管理涉及到自然科学、社会科学和管理科学等诸多方面，研究的问题非常复杂，并随着时间的推移还会出现许多新的问题。所以，对“流域水资源管理”的研究需要坚持不懈，不断完善，并注重理论联系实际，使其真正能够指导生产实际，提高水资源管理水平。

中国科学院院士 
2001年6月

序 二

随着经济社会的不断发展以及世界范围内水危机的日益严重,水资源可持续利用问题已成为世人关注的焦点。比较一致的观点是必须加强水资源的管理,以杜绝在水资源的开发利用过程中,损害水资源的自然再生能力,和在用水中对资源的浪费与扩大污染源。当前水资源的统一管理被普遍认为是有效的方法之一,自然还有全面管理等提法。但在实践中这些还都有待于如何具体实现和逐步予以完善。由于水资源本身的特点,加强流域水资源管理是问题的核心和基础。本书作者正是由这一点出发,比较深入全面地阐述了流域水资源管理问题。本书以其翔实的内容,对帮助人们加深水资源管理内涵的理解和如何实施等均有积极的作用,也可作为指导实际工作的参考。

加强水资源管理的主要目的,就是要从当地的水资源特点和社会对水资源的需求实践出发,建立与之相适应的一套管理制度和手段,以保证社会、经济的可持续发展和人类生存环境的安全,包括应当采取的政治的、经济的、法律的以及其他有关的各类有效措施,并通过这些措施不断提高广大当事者——人民群众、各级权力机构、有关的组织和团体对加强水资源管理的重视程度,自觉地采取行动或规范自己的行为,以达到保护水资源可持续利用的目的。本书作者从描述水资源的特性出发,论证了流域层次的水资源管理问题,提出了流域水资源管理的基本原则、内容、目标和功能等,以及为实现水资源管理目标的流域管理机构应具有的职责和作用。

实行以河流流域为单元的水资源管理体制,适应了以河川径流为主体的流域水资源特点,而且地下水资源中与自然界水文循环联系较密切的浅层地下水,其地下分水线也大都与河流流域分水线基本一致,也可纳入流域水资源的范畴。因此,以流域为单元的水资源管理体制似乎是当然的。但一切管理体制又往往与行政的管辖范围有密切联系。例如每个国家都把主权管辖范围内的水资源问题统一考虑。我国行政的二级管理机构(省、自治区、直辖市)也都对辖区的水资源统一考虑,但行政辖区与河流的自然流域范围不完全一致。中国的大河大多是跨省区的,一个大河流域涉及几个省级管辖区。这种情况有时由于河流跨越几个国家,如我国的澜沧江、欧洲的莱茵河和多瑙河等而更加复杂。因此,实行以流域为主

体的水资源管理体制，必须与行政辖区的水资源管理体制相协调，并制定可行的办法。对此，本书作者也试探性提出一个可行的建议，以求缓解实际工作中的困难。

经济杠杆在水资源管理中的有效作用是不容忽视的。由于社会和经济发展阶段和水平的不同，以及历史上形成的原因，对水资源价值和价格观方面的认识也有很大差异。在我国一个相当长的时期内，水价一直偏低甚至无偿使用。为了理顺这种关系，本书从国内外研究水资源价值的各种学说为出发点，论述了水资源的价值和价格观，并对建立合理水价形成机制及对水价性质的分解，提出了对适应社会主义市场经济条件下水资源价格核算的原则及其定量计算，这对进行我国水价体系改革会有很好的参考价值。同时，还对水资源费管理办法的原则、标准等进行了有益的探讨。此外，作者还探讨了水权和水权管理问题，提出在社会主义市场经济条件下，水市场主要表现为水资源使用权的转让，并通过这种转让以实现水资源的合理配置，这是在现实条件下水市场的实质问题。

在加强水资源管理中，同时强调了用水管理和需水管理，其中一个关键的技术问题是流域用水评价指标体系的建立，使评定合理用水指标有了科学的依据，并在此基础上建立流域水资源优化配置模型，通过在黄河下游沿黄地区的实例运算，提供了一种可行的范例。

在水资源开发和经济、社会不断发展的过程中，对水资源条件不甚充裕且需水要求不断增加的地区，要特别注意水资源承载能力的研究。本书提出了对水资源承载力的一个较为完整的定义，在对水资源承载能力分析中，分别对水资源的人口承载能力和对经济承载能力的分析方法，提出有益的探讨，并创造性地提出区域水资源承载力评价指标体系。应当看出，水资源的承载能力实际上不是一个定值，而是随当地的气候和水资源自然条件、社会和经济条件、科学技术发展水平和人们对水资源的开发利用及保护全过程中的管理水平而变化的。在一定历史时期，水资源承载能力则表现为：当超过某一定水资源的开发利用程度时，就会出现对水资源的再生和持续利用产生破坏影响，以致影响社会经济的可持续发展，并对人类的生存环境产生威胁。但随人类的认识水平、管理水平和科学技术能力的发展，不断提高水资源的可利用量和有效利用率，水资源承载能力也会有所提高。因此，加深对水资源承载能力的研究，是提高水资源效益的一个重要课题。

本书体现了作者在流域水资源管理长期实践中积累的经验 and 观察到的问题，又通过对国内外经验的分析综合，形成一些独到的见解，内容比较丰富，这是本书的突出方面。当然，水问题十分复杂，如何进一步加强和改善水资源管理，全世界也还都在探索之中，并随时间的推进还会不断涌现新的问题。为此要不断充

实水资源管理的内涵，不断发展新的理论、见解和方法，总的目标是要不断提高水资源的可持续利用程度，以保证经济社会的可持续发展。这是一个长期的任务。本书的问世在这方面起了一个很好的带头作用。并望通过全体水利工作者的共同努力，不断提高我国水资源管理的理论水平和应用水平，以适应发展的需要。

原水利电力部水文局局长
中国水利水电科学研究院教授

陈家琦

2001年6月

前 言

水作为一种自然资源和环境要素，其形成和运动具有明显的地理特征，它以流域为单元构成一个统一体。随着水文地理和生态学等学科不断发展，人们逐步认识到，以流域为单元对水资源实行综合管理，顺应了水资源的自然运移规律和经济社会特性，可以使流域水资源的整体功能得以充分发挥。流域是具有层次结构和整体功能的复合系统，流域水循环不仅构成了经济社会发展的资源基础，还是生态环境的控制因素，同时也是诸多水问题和生态问题的共同症结所在。因此以流域为单元对水资源实行统一管理，已成为目前国际公认的科学原则。世界范围内水危机的日益严重，更显现出这一问题的重要性和现实意义。

流域是一个从源头到河口的天然集水单元，流域水资源管理就是将流域的上、中、下游，左岸与右岸，干流与支流，水量与水质，地表水与地下水，治理、开发与保护等作为一个完整的系统，将兴利与除害结合起来，运用行政、法律、经济、技术和教育等手段，按流域进行水资源的统一协调管理。因此，流域水资源管理既不允许顾此失彼，更不允许以邻为壑，需要统筹兼顾各地区、各部门之间的用水需求，保证流域生态系统的优化平衡，全面考虑流域的经济效益、社会效益和环境效益。所以，流域水资源管理的实质，就是要建立一套适应水资源自然流域特性和多功能统一性的管理制度，使有限的水资源实现优化配置和发挥最大的综合效益，保障和促进经济社会的可持续发展。

目前，以流域为单元对水资源进行综合开发与统一管理，已为许多国际组织所接受和推荐，并形成潮流。1968年，欧洲议会通过的《欧洲水宪章》，提出水资源管理应以自然流域为基础，流域应建立适当的水资源管理机构；联合国环境与发展会议通过的《21世纪议程》全面阐述了流域水资源管理的目标和任务，而实现这一目标和任务的途径是多方面的，应当根据各国的社会、经济情况，水资源管理的目标和当前的主要矛盾，水资源管理的历史沿革，国家的体制等来确定。虽然一些国家的流域水资源管理在一定条件下取得了较大的成功，但从各国流域水资源管理的模式来看，在管理体制、管理方法、管理目标等方面，存在着很大的差异。所以，流域水资源管理不可能有固定的成功模式予以套用，需要依据不同的边界条件来选择适宜的管理模式。

我国流域水管理机构在代表水利部行使所在流域水行政主管职责中发挥了不可替代的作用,为促进流域内经济发展和社会进步做出了重要贡献。我国现行的流域水资源管理体制是在计划经济体制下产生的,存在有许多的先天不足。近十多年来,经过不断的探索,已进行了不少的改革。但是,随着经济社会的发展,社会主义市场经济体制的逐步建立,传统水利向现代水利、可持续发展水利的转变,以及水资源开发利用投资体制和利益格局的多元化,给流域水资源的统一管理既带来了机遇,也产生了一系列新问题、新矛盾。此外,在流域水资源管理的法制建设、经济运行机制、权属管理以及流域水资源管理的技术手段等方面也亟需按照社会主义市场经济体制的要求进行改革和完善。

尽管世界各国结合自己的国情对流域水资源的管理体制、政策、法规等进行了不断的调整和探索,取得了较为丰富的理论和实践成果,但由于流域水资源系统是一个动态、多变、非平衡、开放耗散的“非结构化”或“半结构化”系统,不仅涉及到与水有关的自然生态系统,而且与经济社会乃至人文法规等有着密切的联系,对于流域水资源管理尚有许多规律性东西需要进一步研究和探讨,仍有许多问题有待进一步发展和完善。

基于上述认识,本书在认真总结和充分利用前人研究成果的基础上,以流域水资源管理为题,从流域水资源管理的体制建设、法制建设、权属管理、经济运行机制等宏观管理模式,从流域用水水平的评价方法、流域水资源优化配置模型、流域水资源适度承载能力分析模型、流域水资源管理风险分析与评价等微观管理技术,对流域水资源管理进行了较为系统的研究。力求在本书中能够阐明流域水资源管理的基本概念,并试图从理论和实践、宏观和微观的结合上探讨流域水资源管理的一般规律和法则。期盼本书能起到抛砖引玉的效果,以引起人们对流域水资源管理的重视和更大兴趣,把水管理这个古老学科赋予新的内涵,建立起能够解决生产实际的流域水资源管理科学体系,来丰富水资源学这门新兴学科。

流域水资源管理是一个极其复杂的系统工程,涉及面非常广泛,本书仅能算是流域水资源管理的初步探索,难免挂一漏万,且限于作者水平和其他客观条件,书中在理论、方法、结构安排、内容论述等方面,都可能存在这样那样的问题和错误,不足和谬误之处,敬请各位同行专家批评指正。此外,书中对于别人的论点和成果都尽量给予引证,如有不慎遗漏的,恳请诸位专家谅解。

作 者

2001年6月5日

目 录

序一

序二

前言

第一章 流域水资源管理概论	1
1.1 流域水资源管理的内涵	1
1.1.1 水资源的特性	1
1.1.2 流域自然地理和社会经济特征	3
1.1.3 流域水资源管理的含义	6
1.1.4 流域水资源管理的原则	8
1.2 流域水资源管理的目标、内容和功能	9
1.2.1 流域水资源管理的目标	9
1.2.2 流域水资源管理的内容	11
1.2.3 流域水资源管理的功能	13
1.3 国内外流域水资源管理发展动态	15
1.3.1 我国流域水资源管理发展历程	15
1.3.2 国外流域水资源管理发展历程	17
1.3.3 国内外流域水资源管理发展趋势	18
1.4 流域水资源管理的意义	20
1.4.1 流域开发治理在我国战略地位	20
1.4.2 流域水资源管理的成就及问题	21
1.4.3 流域水资源管理的现实性与必要性	24
第二章 流域水资源管理体制建设	25
2.1 国外流域水资源管理体制评述	25
2.1.1 美国的流域水资源管理体制	25
2.1.2 英国的流域水资源管理体制	26
2.1.3 法国的流域水资源管理体制	27
2.1.4 前苏联的水资源管理体制	28
2.1.5 日本的水资源管理体制	28
2.1.6 印度的水资源管理体制	29

2.1.7	综合评述	30
2.2	我国流域水资源管理体制的演变	31
2.2.1	国家级水资源管理体制	31
2.2.2	流域机构的变迁	32
2.3	我国流域水资源管理体制现状评述	33
2.3.1	当前流域机构的基本职责——以黄河水利委员会为例	33
2.3.2	流域机构设置——以黄河水利委员会为例	34
2.3.3	管理体制现状评述	40
2.4	完善流域水资源管理体制	42
2.4.1	流域管理体制改革的的基本原则	42
2.4.2	构建新型流域水资源管理机构的设想	43
2.4.3	强化流域管理机构的行政执法能力	44
第三章	流域水资源管理法制建设	47
3.1	流域水资源管理法制建设的意义	47
3.2	国内外水法的历史沿革	49
3.2.1	我国古代水法梗概	49
3.2.2	我国民国时期的水法	50
3.2.3	《水法》颁布前我国的水法规	52
3.2.4	我国现行的水法规概况	53
3.2.5	国外现代水法的发展趋势	54
3.3	流域水资源管理的法律地位	57
3.3.1	流域水资源管理的法律地位	57
3.3.2	流域与区域水资源管理的行政隶属关系	58
3.3.3	流域水资源管理的新型上下级关系	59
3.4	流域水资源管理的法治体系建设	60
3.4.1	流域水资源管理法律体系的构想	60
3.4.2	建立流域水资源管理执法监督体系	61
3.5	流域水资源管理法律体系的实施	62
第四章	流域水资源的权属管理	65
4.1	水权的概念及界定	65
4.1.1	水权的概念	66
4.1.2	水权的界定	68
4.2	国内外水权研究动态	70
4.2.1	日本的水权管理制度	70

4.2.2	美国的水权管理制度	73
4.2.3	我国水资源权属管理研究现状	78
4.3	取水许可制度应向水权制度转变	80
4.3.1	水权制度与取水许可制度的差异分析	80
4.3.2	取水许可制度向水权制度转变的现实性与必要性	81
4.4	水权与水市场	83
4.4.1	水权转让的内涵	84
4.4.2	国外水权转让的实践	85
4.4.3	我国水权转让的实践	86
4.5	水市场的性质及宏观调控机理	88
4.5.1	水市场是准市场	89
4.5.2	水市场的宏观调控机理	90
第五章	流域水资源管理经济运行机制	91
5.1	水资源管理的经济学基础	91
5.1.1	资源的稀缺性及经济标志	91
5.1.2	水资源的价值与价格	93
5.2	水资源供求与价格的关系	97
5.2.1	资源供求对资源价格的影响	97
5.2.2	资源价格对资源供求的影响	98
5.2.3	资源供求与价格关系综合分析	99
5.2.4	价格-需求弹性与价格-供给弹性	101
5.3	水资源商品价格的形成机制	104
5.3.1	建立合理水价形成机制的必要性	104
5.3.2	三重水价的概念	105
5.4	资源水价的定价方法	106
5.4.1	水资源价格核算的原则	107
5.4.2	资源水价计算方法	108
5.5	水资源费(税)的动态管理	111
5.5.1	水资源条件有别,分时域合理定价	111
5.5.2	依效益合理配水,分层次动态管理	112
第六章	流域用水水平评价方法	114
6.1	用水水平评价的目的意义	114
6.2	用水评价指标体系的建立原则及层次结构	116
6.2.1	建立用水评价指标体系的原则	116

6.2.2	用水评价指标体系的层次结构	118
6.3	用水评价指标的定义及计算方法	118
6.3.1	工业用水评价指标的定义及计算方法	118
6.3.2	农业用水评价指标的定义及计算方法	120
6.3.3	生活用水评价指标的定义与计算方法	123
6.4	用水水平的多层次灰关联综合评价模型	124
6.4.1	用水水平评价指标体系的建立	124
6.4.2	各子系统的灰关联评估	125
6.4.3	用水水平的综合评判	127
6.5	用水水平多层次灰关联综合评价实例	127
6.5.1	研究区概况	127
6.5.2	研究区用水水平评价指标体系的建立	128
6.5.3	研究区用水水平的多层次灰关联综合评判	130
6.5.4	评判结果分析	132
第七章	流域水资源优化配置模型	134
7.1	水资源优化配置的基本概念	134
7.1.1	水资源优化配置的内涵及功能	134
7.1.2	水资源优化配置的目标	135
7.1.3	水资源优化配置的基本原则	136
7.2	水资源优化配置理论基础	137
7.2.1	水资源优化配置基本原理	137
7.2.2	水资源优化配置的一般形式	139
7.3	流域多水源联合调配数学模型	141
7.3.1	决策变量描述	141
7.3.2	水资源优化配置数学模型	142
7.4	多水源联合调配数学模型求解方法	143
7.4.1	子区(第一级)优化的数学模型	144
7.4.2	水资源优化配置总协调管理模型	145
7.4.3	协调求解方法	145
7.5	实例研究——以黄河下游沿黄地区为例	146
7.5.1	研究对象的多目标多层次结构描述	146
7.5.2	水资源优化配置具体原则	148
7.5.3	水资源优化配置方案	148
7.5.4	结果分析	151

第八章	流域水资源承载力分析模型	152
8.1	水资源承载力概述	152
8.1.1	资源承载力研究概况及动态	152
8.1.2	水资源承载能力的内涵	155
8.1.3	水资源承载能力的特性	156
8.1.4	水资源承载能力的主要影响因素	157
8.1.5	水资源承载能力的主要研究内容	158
8.2	水资源承载力评价指标的含义及计算	159
8.2.1	水资源人口承载力分析	159
8.2.2	水资源经济承载力分析	160
8.2.3	研究的时间尺度划分	162
8.2.4	分析实例——以黄河下游沿黄地区为例	162
8.3	水资源适度承载力分析模型	163
8.3.1	目标函数	163
8.3.2	约束条件	164
8.4	模型实例——以黄河下游沿黄地区为例	165
8.4.1	适度承载力计算模型求解过程及主要参数的确定	166
8.4.2	计算成果及成果分析	168
第九章	流域水资源系统风险分析与评价	170
9.1	风险的基本概念描述	170
9.1.1	概述	170
9.1.2	风险的概念	171
9.1.3	风险分析的概念	172
9.1.4	风险型决策的概念	172
9.2	风险分析的基本方法与步骤	173
9.2.1	风险分析的内容、目标及原则	173
9.2.2	风险因素辨识	173
9.2.3	风险因素(变量)的量化	173
9.2.4	风险评价与处理	174
9.3	水资源管理风险分析模型	174
9.3.1	水资源系统风险分析问题描述	174
9.3.2	水资源系统风险评价模型	175
9.4	水资源风险分析模型的模拟求解方法	177
9.4.1	M-C 方法的基本概念	177

9.4.2	M-C 风险模拟过程	178
9.4.3	M-C 随机数生成技术	178
9.4.4	M-C 方法的精度及收敛性讨论	179
9.5	研究实例：一种供用水系统的风险分析与评价方法	180
9.5.1	系统描述与检验	181
9.5.2	风险模拟模型	182
9.5.3	模型参数确定	183
9.5.4	风险分析与评价	184
	参考文献	187
	致谢	191

第一章 流域水资源管理概论

水资源具有鲜明的自身特点：以流域为基本单元，相互转化，相互补给。流域是具有层次结构和整体功能的复合系统，流域水循环不仅构成了社会经济发展的资源基础，是生态环境的控制因素，同时也是诸多水问题和生态问题的共同症结所在。因此以流域为单元对水资源实行统一管理，已成为目前国际公认的科学原则。加强流域机构的执法地位，做好省际协调，保证水资源优化配置和重要缺水地区的水资源供应，是水资源管理理论的重要内容。

1.1 流域水资源管理的内涵

水资源的自然流域特性和多功能属性，决定了水资源应当以流域为单元实施统一管理。目前，社会各界都在强调流域水资源的统一管理。然而，流域水资源管理的含义如何描述，还未见到比较系统的研究和论述。为更加有效地实施流域水资源管理，首先需对这些基本概念作认真的理解。以下从水资源的特性、流域的特征等最基本概念入手，对流域水资源的内涵进行探讨。

1.1.1 水资源的特性

水是自然界的重要组成物质，是环境中最活跃的要素。它不停地运动着，积极参与自然环境中一系列物理的、化学的和生物的过程。水是一种动态资源，在水多的地方和洪水季节往往泛滥成灾；在水少的地方和枯水季节往往又变得“水贵如油”（李广贺，1998）。

水资源的基本特点表现为：一是水资源本身的水文和气象本质，即时空变化既有一定的因果性、周期性，又带有一定的随机性，从而对其未来变化的估计只能是大概的、模糊的，而不可能准确无误地进行预测和预估；二是水资源本身具有二重性，既能给人类带来灾难，又可为人类所利用以有益于人类（陈家琦、王浩，1996）。

水具有许多自然特性和多种独特的功能，并按一定的规律运移变换。只有充