

国家科学技术部公益性研究项目资助
中国农业科学院杰出人才项目资助

水资源管理学 导论

姜文来 唐曲 雷波 等著

4



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

国家科学技术部公益性研究项目资助

中国农业科学院杰出人才项目资助

水资源管理学导论

姜文来 唐曲 雷波 等著



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

水资源管理学导论/姜文来等著. —北京: 化学工业出版社, 2004. 8

ISBN 7-5025-6072-6

I. 水… II. ①姜… ②唐… ③雷… III. 水资源管理 IV. TV213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 089493 号

国家科学技术部公益性研究项目资助

中国农业科学院杰出人才项目资助

水资源管理学导论

姜文来 唐曲 雷波 等著

责任编辑: 刘兴春

责任校对: 凌亚男

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
环境科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 23¼ 字数 562 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6072-6/X·521

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

水资源危机是制约我国国民经济持续、健康、协调发展的重要“瓶颈”，也是世界性难题，如何安全地渡过危机，通过水资源可持续利用支撑世界的繁荣，世人瞩目！科学高效的水资源管理是解决水资源危机的有效途径。

水资源管理是既古老而又常新的永久话题，大禹治水妇孺皆知，水资源危机将水资源管理推到前沿。长期的治水实践积累了丰富的水资源管理的经验和教训，为水资源管理学的诞生奠定了深厚的基础。目前，有关水资源管理方面的文献很多，非常遗憾的是，还没有系统论述水资源管理学的著作，这与水资源管理的巨大需求很不匹配。世界水资源问题的产生，除了人口增加、经济发展对水资源需求增长以外，在很大程度上是水资源管理还没有完全适应各种因素对水资源提出的挑战。水资源危机在一定程度上来说是水资源管理的危机。正因如此，作者认为构建水资源管理学条件和时机已经成熟。

本书的逻辑和基本结构是，在界定水资源管理学基本概念的基础上，对水资源管理学的基本理论进行探讨，然后专题阐述水资源管理的各个领域，最后展开案例研究。本书第一章、第二章、第三章、第四章、第十一章、第十七章由姜文来撰写，第六章、第七章、第九章、第十章、第十二章、第十三章、第十四章由唐曲撰写，第五章、第八章、第十五章、第十六章由雷波撰写，第十八章由姜文来、杨瑞珍、罗其友撰写，第十九章由姜文来、唐曲、陶陶、罗其友撰写。全书统稿由姜文来、唐曲完成，姜文来最后审定。

本书得到科学技术部公益性研究项目、中国农业科学院杰出人才项目等多项项目的资助，其中，第十八章和第十九章主要根据公益性研究项目“首都圈农业水资源保障研究”和“民勤水资源可持续利用研究”研究成果改编的，两个成果先后通过验收和鉴定，专家给予了高度的评价。

中国农业科学院农业资源与农业区划研究所所长唐华俊研究员对本书的出版给予了大力支持，以他为核心的所领导创立的积极向上、宽松活跃的学术环境是本书完成的有力支撑，张海林副所长在项目争取上做了大量的工作，科研处任天志处长、苏胜娣副处长、人事处杨宏处长提供了诸多方便，在此表示衷心的感谢。

特别感谢中国农业科学院农业资源与农业区划研究所农业布局与区域发展研究室室主任罗其友研究员，他为本书写作提供了大量的方便，在课题设计、争取、讨论、研究和写作过程中都付出许多心血，陶陶副研究员给予了无私的帮助，第十九章中生态需水量一节的研究成果就是他完成的，我们经常交流本书的有关内容，他给我们很大的启示；李建平助理研究员也给予了许多帮助。在此，向他们表示诚挚的谢意！

化学工业出版社环境科学与工程出版中心为本书的出版花费了大量精力，促进了本书早日问世，在此表示深深的谢意。

本书在写作过程中参考了大量的文献，向所有参考文献的作者表示诚挚的敬意与谢意！

由于参考文献很多，尽管作者做了许多细致的工作，但仍存在个别文献处理不合适的可能，如果存在此类问题，作者向您表示真诚的歉意。

水资源管理学的构建是一个漫长的过程，本书只提出了一个基本的框架。之所以称其为“导论”，是因为它概括性地论述了水资源管理学，意在抛砖引玉，为您提供借鉴或者批判的靶子，以便完善和发展水资源管理学。作者深知本书还存在这样或者那样的问题，一些专题应该深入探讨，如水资源核算、水资源资产管理等是水资源管理热门话题，本书没有深入论及，只是让读者参考著者的《水资源价值论》和《资源资产论》；调水特别是一些重大的水利工程论及不深入，待今后有机会再版时改进。由于作者水平有限，不足之处敬请读者批评指正，真诚地希望提出宝贵的意见。

姜文来

2004年7月20日

内 容 提 要

水资源危机是制约我国国民经济持续、健康、协调发展的重要“瓶颈”，也是世界性难题，如何通过水资源可持续利用支撑世界的繁荣，平安地渡过危机，世人瞩目！科学高效的水资源管理，是解决水资源危机的有效途径。

本书初步构建了水资源管理学的框架与体系，在界定水资源管理学内涵、研究内容、进展以及同其他相关学科关系的基础上，阐述了水资源管理学的理论基础，研究并探讨了水资源的数量管理、质量管理、经济管理、权属管理、规划管理、工程管理、地下水资源管理、国际水资源管理、投资管理、行政管理、风险管理、安全管理、数字化管理和其他水资源综合管理，并以首都圈农业水资源、民勤水资源为例，进行了专题研究。

本书是国内外首部系统论述水资源管理学的专著，可供水利、地理、环境、生态、资源、环境经济、生态经济、资源经济等有关专业的科研、教学参考，也可以作为水资源管理系统培训的高级教材。

目 录

第一章 水资源管理学概述	1
第一节 水资源管理学内涵	1
第二节 水资源管理学研究内容	4
第三节 水资源管理学研究进展	6
第四节 水资源管理学与相关学科关系	13
第二章 水资源管理学理论基础	15
第一节 水资源可持续利用理论	15
第二节 水资源系统复合理论	30
第三节 水资源生命周期理论	36
第四节 水资源管理学的管理学基础	42
第三章 水资源量管理	48
第一节 水资源量	48
第二节 水资源量供需平衡管理	54
第三节 海水利用	59
第四节 非常规水资源开发利用	64
第五节 水资源流	68
第六节 节水途径与措施	72
第四章 水资源质量管理	76
第一节 水资源质量管理的内容及原则	76
第二节 我国水资源质量现状	78
第三节 我国水资源质量管理存在的问题	81
第四节 水资源质量管理展望	83
第五章 水资源经济管理	88
第一节 水资源价值	88
第二节 水资源经济管理体系	97
第三节 水资源经济管理的经济学解释	98

第四节	水资源效益分析	99
第五节	水资源折补	103
第六节	水资源污染控制	106
第六章	水资源权属管理	110
第一节	产权经济理论基础	110
第二节	水权的基本理论	113
第三节	水权制度安排	115
第四节	完善我国的水权制度	122
第七章	水资源规划管理	127
第一节	水资源规划管理概述	127
第二节	我国水资源规划管理的回顾与展望	129
第三节	水资源规划管理的工作流程和内容	132
第四节	水资源规划的技术方法	139
第八章	水资源工程管理	149
第一节	水资源工程管理概述	149
第二节	我国水资源工程管理现状及其体制改革	152
第三节	我国水资源工程建设管理	156
第四节	我国水资源工程产权管理	158
第五节	我国水资源工程布局	159
第九章	地下水资源管理	165
第一节	地下水资源现状	165
第二节	地下水资源面临的主要问题	167
第三节	地下水资源管理	169
第十章	国际水资源管理	172
第一节	国际水资源管理概述	172
第二节	国际水资源条约	177
第三节	中国的国际水资源管理	181
第十一章	水资源综合管理	185
第一节	水资源管理与森林	185
第二节	水资源管理与湿地	189
第三节	水资源管理与性别	196

第十二章 水资源投资管理	201
第一节 水资源投资管理概述	201
第二节 水利投资及其管理	205
第三节 水污染防治投资及其管理	211
第四节 中国的水资源投资管理	216
第十三章 水资源行政管理	223
第一节 水资源行政管理概述	223
第二节 水资源行政管理的职能和组织结构	224
第三节 我国水资源行政管理的现状和改革方向	230
第四节 水资源行政管理的手段	237
第五节 水资源行政管理的监督机制	240
第十四章 水资源法律管理	244
第一节 水资源法律管理的历史沿革	244
第二节 水资源法律管理的作用、性质和特点	248
第三节 水资源立法的内容	250
第四节 水法规体系	253
第十五章 水资源数字化管理	259
第一节 水资源数字化管理概述	259
第二节 3S技术与数字水资源	261
第三节 水资源管理信息系统	266
第四节 数字流域	271
第十六章 水资源风险管理	276
第一节 风险和风险管理	276
第二节 水资源风险	279
第三节 水资源风险管理	281
第四节 水资源风险评价	282
第五节 水资源风险管理决策	286
第十七章 水资源安全管理	289
第一节 水资源安全内涵及意义	289
第二节 水资源安全面临的挑战	291
第三节 水资源安全评价	292

第四节	水资源安全预警·····	295
第五节	水资源安全保障·····	296
第十八章	首都圈农业水资源保障研究 ·····	298
第一节	首都圈农业水土资源概况·····	298
第二节	首都圈农业水资源供需研究·····	300
第三节	首都圈农业种植结构调整研究·····	305
第四节	首都圈农业水资源保障研究·····	312
第十九章	民勤水资源可持续利用研究 ·····	317
第一节	研究区概况·····	317
第二节	水资源与生态环境·····	321
第三节	民勤盆地水资源承载力指标研究·····	329
第四节	民勤盆地生态需水量评价研究·····	335
第五节	民勤水资源可持续利用方案·····	340
第六节	水资源可持续利用的对策措施·····	352
参考文献	·····	355

第一章 水资源管理学概述

本章在探讨水资源、水资源管理内涵的基础上,界定了水资源管理学、水资源管理学研究对象,分析了国内外水资源管理学研究进展,探讨了水资源管理学与相关学科的关系。

第一节 水资源管理学内涵

一、水资源定义

水资源是人类生产和生活不可缺少的自然资源,也是生物赖以生存的环境资源和支撑国民经济健康发展的经济资源。随着水资源短缺在世界范围内的蔓延,水资源已成为世界关注的焦点之一,成为政府、学术界的重要议题。

近20年来,“水资源”名词在我国广泛流行,但对其内涵却仁者见仁、智者见智,尚无公认的定论。在国外,较早采用“水资源”这一概念的是美国地质调查局(USGS)。1894年,该局设立了水资源处(陈家琦,1994),其主要业务范围是对地表河川径流和地下水的观测。1963年,英国通过了水资源法,在该法中将水资源定义为“具有足够数量的可用水源”。1965年,美国通过了水资源规划法案,同时成立了水资源理事会,此时水资源具有浓厚的行业内涵。在《英国大百科全书》中,水资源被定义为“全部自然界任何形态的水,包括气态水、液态水和固态水”。1977年联合国教科文组织(UNESCO)建议“水资源应指可利用或有可能被利用的水源,这个水源应具有足够的数量和可用的质量,并能在某一地点为满足某种用途而可被利用”。

我国开发利用水资源具有悠久的历史,逐渐形成了比较完整且具有中国特色的水利科学体系。我国水利的内涵极其丰富,在西方国家文字中,暂时还找不到与我国“水利”一词完全相对应的较贴切的译文。随着时间的发展,西方的“水资源”也越来越具有“水利”的意义(陈家琦,1994)。

《中国大百科全书》是国内最具有权威性的工具书之一,但在不同卷册中对水资源给予了不同解释。例如,在大气科学、海洋科学、水文科学卷中,水资源被定义为“地球表层可供人类利用的水,包括水量(水质)、水域和水能资源,一般指每年可更新的水量资源”(叶永毅,1987);在水利卷中,水资源则被定义为“自然界各种形态(气态、固态或液态)的天然水,并将可供人类利用的水资源作为供评价的水资源”(陈志恺,1992)。为了对水资源的内涵有全面深刻的认识,并尽可能达到统一,1991年《水科学进展》杂志社邀请一部分知名专家学者进行了一次笔谈,许多专家就水资源认识发表了自己的见解。

从上述众多的水资源定义中我们可以发现,水资源定义尚未完全统一;各种水资源的定义基本上都是围绕着水的形态、利用、水量等展开论述,很少涉及水资源的质即水质,然

而,水质对于水资源而言是十分重要的,如果不考虑水质而研究水资源,必将导致水资源开发利用的失误。

20世纪70年代以来,水资源的开发利用出现了新的问题,主要表现在以下3方面。

(1) 水资源出现了短缺 所谓短缺是指相对水资源需求而言,水资源供给不能满足生产生活的需求,导致生产开工不足,饮用发生危机,造成了巨大的社会经济损失,逐渐显现出水资源是国民经济持续、快速、健康发展的“瓶颈”,水资源产业是国民经济基础产业,优先发展它是一种历史的必然趋势。

(2) 工农业生产和人民生活过程中排放出大量的污水 它们一方面污染了水源,导致水资源功能下降,使本来就具有的水资源供需矛盾更加尖锐,给经济环境带来极大的不利影响,严重地制约着经济社会的可持续发展;另一方面,为了缓解水资源的供需矛盾和日益严重的水环境恶化的世界性难题,污水处理回用已迫在眉睫。

(3) 水资源开发利用带来了一系列环境问题 必须正确处理它们对环境所造成的冲击,尽可能将其对环境所形成的不利影响降低到最低程度,这样水利工程才能发挥最大的效益;也只有这样,对水资源的开发利用、保护和管理才能做出正确决策。因此,从现实角度来看,水资源不仅具有自然属性、社会属性、环境属性,更重要的是它还具有经济属性。

基于上述理由,作者给水资源重新进行了界定,认为:水资源包含水量与水质两个方面,是人类生产、生活及生命生存不可替代的自然资源和环境资源,是在一定的经济技术条件下能够为社会直接利用或待利用,参与自然界水分循环,影响国民经济的淡水。

细加分析此定义,我们会发现它有3个显著的特征。

① 将经济、技术因素隐含在水资源中,强调了水资源的经济属性和社会属性,因而水资源量具有相对的动态性。一些暂时无法利用的水(如南极的冰山),尽管对国民经济没有影响,但当经济技术发展到一定阶段可以开发利用时,它就是水资源,水资源量含有一定的经济技术水量。

② 将失去使用价值的污水划归到水资源行列中。在以往的水资源概念中,污水没有相应的地位,很少论及。世界各国每年向环境排放大量的污水,它们对国民经济和社会发展产生巨大影响。污水也是待开发利用的资源,目前正在兴起的污水资源化技术为解决水资源供需矛盾、保护水环境带来了佳音,如果在理论上不给它相应的地位是很不符合现实要求的。

③ 明确强调水资源是环境资源,因而水资源的开发利用必须限制在环境可承受的范围之内,在研究水资源时,立足于水量、水质兼顾,避免两者的分离出现偏差的同时必须考虑水资源环境的制约因素,否则,在理论上是不完善的,在实践上是要付出代价的。

值得说明的是,“水资源”与“水”是两个不同的概念,水的范围比水资源大得多。在水资源管理中,水对水资源管理具有特别重要的意义。也就是说,水资源管理学中在关注水资源本身的同时也特别关注能解决水资源供需矛盾的各种水,如海水、雨水、虚拟水等。

二、水资源管理内涵

同水资源概念一样,目前尽管我们经常提到水资源管理的概念,但学术界对其认识还没有统一。《中国大百科全书》在不同的卷中有对水资源管理不同的解释。

水资源管理是“水资源开发利用的组织、协调、监督和调度。运用行政、法律、经济、

技术和教育等手段，组织各种社会力量开发水利和防治水害；协调社会经济发展与水资源开发利用之间的关系，处理各地区、各部门之间的用水矛盾；监督、限制不合理的开发水资源和危害水源的行为；制定供水系统和水库工程的优化调度方案，科学分配水量”（陈家琦等，水利卷）。

为防止水资源危机，保证人类生活和经济发展的需要，运用行政、技术、立法等手段对淡水资源进行管理的措施。水资源管理工作的内容包括调查水量，分析水质，进行合理规划、开发和利用，保护水源，防止水资源衰竭和污染等；同时也涉及水资源密切相关的工作，如保护森林、草原、水生生物，植树造林，涵养水源，防止水土流失，防止土地盐渍化、沼泽化、沙化等（李宪法等，环境科学卷）。

运用、保护和经营已开发的水源、水域和水利工程设施的工作。水利管理的目标是：保护水源、水域和水利工程，合理使用，确保安全，消除水害，增加水利效益，验证水利设施的正确性。为了实现这一目标，需要在工作中采取各种技术、经济、行政、法律措施。随着水利事业的发展和科学技术的进步，水利管理已逐步采用先进的科学技术和现代化管理手段（李石等）。

作者认为，目前关于水资源管理的概念不明确。不同时代，水资源管理概念是不同的。在古代，偏重于干旱洪涝灾害的管理，那时一切活动都围绕其进行，大禹治水的故事流传至今，不仅仅说明了大禹治水的精神可颂扬，在一定程度上也说明洪涝灾害依然是威胁人类生存的大问题。随着人口的不断增多，经济的迅速发展，淡水相对于人的需求供给不足，水向水资源转变，水具有了经济内涵，此时，人类面临的问题除了干旱洪涝灾害之外，增加了水资源短缺问题，为了增加水资源供给，人类加大了水资源的开发力度，在一定程度上缓解了水资源的供需矛盾，但同时带来了新的问题——生态环境的恶化，生态环境恶化正在蚕食人类的文明。目前，人类同时面临着干旱洪涝灾害、水资源短缺、生态环境恶化等多重危害，水资源管理必须解决这个问题。如果仅仅以水论水，解决我们面临的困境几乎是不可能的。所以，水资源管理中的“水资源”，不仅包括通常我们所说的可供人类利用的淡水资源，而且应包括能够被人类可利用的一切水，如海水、污水、微咸水、洪水等，只有将水资源管理放在与水有关的复合系统之中，从综合的角度出发，采取协调的手段才能解决人类对水资源的需求问题。

从这个角度来看，上述概念都存在不同的问题，陈家琦概念注重于开发利用，而且给出了水资源管理的内容；李宪法的定义则是以解决水资源危机为出发点的；李石的定义最终落在“开发的水源、水域和水利工程设施”上，范围更加狭窄。从目前的角度来看，这些定义有一定的合理性，但毋庸置疑，也存在明显的缺陷，主要表现在：从整体上来看，这些定义以水资源开发作为主线，保护的目的是为了地更好地开发，保护为开发服务，“保护”处于被动的地位；其次，视野相对狭窄，此概念大多只局限于水资源本身，缺乏复合系统下对水资源的综合认识，以水论水；第三，生态环境的概念缺乏；第四，资源高效利用问题；第五，概念烦琐，在解释概念的同时将水资源管理所包含的内容也纳入进去，没有进行精确化。

1996年，联合国教科文组织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他们赖以生存的水文循环及生态系统的稳定性的水的管理

与使用”。

作者认为，所谓的水资源管理，就是为了满足人类水资源需求及维护良好的生态环境所采取的一系列措施的总和。

三、水资源管理学

目前，关于水资源管理，我们开展了系列的工作，理论上的探讨进行较为深入，实践中也进行了不断地摸索，积累了大量的理论和实践成果，在本章水资源管理学进展中将进行详细论述。

水资源管理是否已经成长为“水资源管理学”了呢？目前，国内外学者缺乏这方面的论述。水资源管理是否成长为水资源管理学主要取决于水资源管理学是否具有明确的研究对象，只有明确的研究对象，水资源管理才能发展为水资源管理学。

作者认为，水资源管理学具有明确的研究对象，其对象就是围绕水资源而展开的一系列管理活动，水资源管理是水资源学的核心。

水资源管理学就是水资源管理知识体系。通过对水资源管理的研究，提高水资源利用率和利用效率，保障水资源安全；通过水资源可持续利用支撑国民经济健康发展。

水资源管理学是一门交叉的综合性学科，是建立在水资源学、管理学等多学科基础之上的新学科。

第二节 水资源管理学研究内容

水资源危机的出现及加剧与人类在经济活动中缺乏对水资源的有效保护和管理有着重要的关系。水资源是社会经济发展的重要自然资源，人类的绝大多数经济活动都要涉及水资源。可持续发展是当前和未来人类社会与经济发展的基本战略目标。关于可持续发展的定义和解释多种多样，但都基本围绕着“满足目前需要但不破坏未来发展需求的能力”这一核心思想。实现社会可持续发展的一个重要内容就是实现水资源等自然资源的可持续利用。在人类追求可持续发展目标的前提下，实现水资源的可持续利用要求人类必须正视干旱洪涝灾害、水资源短缺、水环境污染等水资源危机，这也给水资源管理活动提出了新的要求和挑战。传统的水资源管理活动显然无法满足这些要求和挑战。实现可持续的水资源利用目标必须改变传统的水资源管理活动，以可持续发展的观点、系统的观点和综合的观点构建全新的现代水资源管理体系。

水资源管理学的研究内容至少应包括以下几个方面。

1. 水资源数量管理和质量管理

水资源数量管理和质量管理包括水资源数量管理、水资源质量管理以及水资源数量和质量综合管理。

2. 水资源法律管理

水资源法律管理，是通过法律手段强制性管理水资源行为。在水资源管理学中，水资源法律管理占有重要地位，其主要内容包括国内外水资源法律的比较、水资源法律演进、水资

源法律具体内容、水资源法律存在的问题与改进等，通过法律手段调控水资源合理利用。

3. 水资源权属管理

水资源权属管理是水资源管理学的重要内容，包括水权的分配、交易、管理等。

4. 水资源行政管理

水资源行政管理，是通过行政手段对水资源管理的行为，是以水资源管理行政体制为研究核心，重点研究中央和地方行政关系以及涉水管理部门协调管理的问题，实现政府管理“到位”而不“越位”等。流域管理和水务管理理论与方法也是行政管理的重要研究内容。

5. 水资源规划管理

水资源规划是对未来水资源开发利用的科学描述。水资源管理学中的水资源规划，主要研究水资源规划的理论与方法，如水资源规划的内容、原则、水资源规划的方法、水资源规划实施的保障等。

6. 水资源配置管理

水资源配置是水资源可持续利用的核心内容之一，它是以水资源承载力为基础平台的水的分配。在水资源配置过程中，由于我们长期挤占了生态用水，必须给予认真的考虑和回补。水资源优化配置的理论与方法能为水资源配置提供理论基础和指南。

7. 水资源经济管理

水资源经济管理就是通过经济手段对水资源利用进行调节和干预，包括水资源价值理论、水资源经济管理体系、节水效益分析、水资源折旧、排污收费等。

8. 水资源投资管理

水资源投资是维护水资源的重要保障。水资源投资管理主要包括与水资源投资有关的资金的筹措、资金的利用效率、资金的回收、资金的增（保）值、资金投入对国民经济的影响等。

9. 水资源风险管理

水资源开发利用与保护，既有自然风险（如干旱、洪水等），也有人为的作用而产生的人为风险（如设备出现故障导致供水中断等），水资源风险管理研究这些风险的产生、降低甚至消除，提出风险发生情况下采取的应急措施。

10. 水资源利用技术管理

水资源利用技术管理主要包括城市节水技术管理（工业、城镇生活节水）、农业节水技术管理、污水处理技术管理以及水资源配置技术等。

11. 水资源工程管理

我国的水利工程遍布大江南北，这些工程布局是否合理缺乏全局性的分析和研究。水资源工程管理就是结合社会、经济、环境等特点，研究水资源工程如何布局的理论与方法。在水资源工程布局过程中，要将产业布局、产业结构、产业制度和产业规模等作为重要因素加以考虑，谋划优化的水资源工程布局，取得较高的综合效益。

12. 水资源数字化管理

随着信息技术的飞速发展，水资源的管理必将由传统的管理走向数字化管理，“3S”技术在水资源管理中日益普及。水资源数字化管理就是如何利用现代信息技术管理水资源，提高水资源管理的效率。数字河流（湖泊）、工程仿真模拟、遥感监测、决策支持系统等是

水资源数字化管理的重要内容。

13. 行业水资源管理

水资源具有多种功能,不同行业由于水资源利用方式、利用技术、利用效益等诸多因素的差异,对水资源管理也不相同,水资源管理具有一定的行业特点。行业水资源管理就是分行业研究水资源管理,如农业水资源管理、水资源景观管理、工业水资源管理等。

14. 国际水资源管理

世界有众多的国际河流,这些河流的开发利用,由于涉及到相关的国家,上、下游之间的矛盾处理更加复杂,水资源管理更具有特殊性。国际水资源管理是以国际河流为研究对象,研究其开发、利用、保护和协调等相关问题。

15. 水资源综合管理

涉及水资源部门、行业和领域极其广阔,对水资源管理不能就水论水,必须将其放在社会、经济、环境等复合体系中进行处理。森林管理、湿地管理、妇女在水资源管理中作用、WTO条件下水资源管理等都应包括在其中。

16. 水资源安全管理

水资源安全管理是水资源管理学的最终目标,通过水资源管理实现水资源安全是全社会共同关注的话题。

第三节 水资源管理学研究进展

一、国外水资源管理学研究进展

1. 国际水资源管理实践

在实际水资源管理活动中,针对水资源短缺、水环境污染等水资源危机的出现,世界上一些国家从20世纪60年代开始就提出了相应的水资源管理措施。尤其是近几年来,面对不断加剧的水资源危机,世界各国都进行了一系列的改革活动,以建立适应可持续发展要求的现代水资源管理体系,突出表现在变水资源的“供应管理”为“需求管理”,突出水质管理和水环境保护的重要性,强调水资源综合管理的地位和作用。

1992年6月,在联合国召开的环境与发展大会的文件中提出了应该由国家组织实施的水资源管理的一些具体措施,这些措施包括:制定国家水资源发展规划,实施淡水水资源保护措施,组织研究信息化、数据化和模型化等现代水资源管理模式和方法,通过需求管理、价格机制等调控措施实现水资源的合理配置以及加强水资源管理知识的传播和教育等16项具体措施(陈家琦等,1996;阮本清等,2001)。此后,联合国发展计划署在2000年将水资源管理活动看作“21世纪最紧迫的环境问题”。为此,联合国将2003年定为“世界淡水年”。在联合国《联合国环境项目·水资源管理》中指出,“我们不必惊讶的是,地球上的水资源足够满足人类需求”,“水资源危机的一个主要问题是水资源管理问题”。为了解决水资源危机问题,联合国与各国政府一道对地区水资源管理活动进行相关研究,并为地区政府的水资源管理活动提供指导和必要的技术支持。为此,联合国组织发起了“世界水资源评估项目”,该活动的内容包括:确保

满足每一个人利用清洁卫生的水资源基本需求；用较为公平的方法配置水资源，以确保食物的供给；保护生态系统，主要是保护植物、动物和流域免遭污染；分配水资源，主要是防止一些国家或地区采用大坝截水等方式阻碍其相邻国家或地区获得对生存至关重要的水资源；监测和控制诸如干旱、洪水和热带暴风雨等风险发生；水资源价值估算，为水商品确定适当的水价；为了缓解水资源危机，达到上述水资源管理目标，推行适当的管理机制管理水资源活动；确保向获益地区传播水资源管理基础知识和技术等信息；确保充足的水资源供应，以满足地区工业、农业和人道主义等方面对水资源的需求。

针对 20 世纪 60 年代人口迅速增长的现实，荷兰政府将主要精力集中在保障将来的淡水需求上。荷兰政府的第一个水政策文献（1968 年文献）指出：对那些用于满足将来饮用水与农业用水的基础设施应首先得到建设。文献还考虑到了水资源污染和水环境保护等问题，指出政府的水资源管理活动必须致力于降低河流中耗氧物和其他有害物质的含量。针对莱茵河污染物排放以及受北海影响造成的盐碱化问题，荷兰与沿岸各国政府就莱茵河周边国家对地表水污染这一议题进行了谈判，一致认为水管理问题应从 4 个方面进行解决，即地表水量、地下水水量、地表水水质与地下水水质。然而，随着用水需求的持续增长和地表水质的恶化，加剧了荷兰的水资源危机，水文专家与供水的权力部门希望用一种统一的解决方法。《生命离不开水》是由荷兰交通部、公共工程部、水资源管理部于 1985 年编写的，它呼唤能用一种集自然、社会与环境管理于一身的一体化方法来解决水问题。20 世纪 50 年代，荷兰有 2500 个水委会，但这些部门在管理权力上是非常弱的。1953 年风暴灾害促成了地方与地区间水管理部门的重新组合。1970 年水委会又赋予地区与地方的水质管理权，并专门成立了几个只负责水质管理的水委会。20 世纪 80 年代中期，开始了新一轮水委会重组与综合整治的浪潮，至 20 世纪末已有 66 个水委会负责地方与地区的防洪、水质与水量等方面的水资源管理。当前，荷兰的水资源管理活动由公共事业部门负责，其管理对象包括地下水、地表水、水量、水质与水环境如河床、河岸及技术性的基础设施。为了满足社会经济体系对水资源的需求，荷兰制定了一个有效的制度与管理框架进行水管理。在国家水资源管理体系中，中央政府主要制定一些对国家水战略问题有指导性的方针，也负责一些国家级水域及防洪工程的管理；省级水利部门的职责是制定那些非国家管理而具有地区水域性质的水与防洪的战略政策，也负责地下水的开采及部分渠道航运的管理；水委会及市政部门负责具体的管理并对水政策中存在的问题提出具体的修改意见，其中市政部门的主要任务是考虑城市的污水收集与排放，水委会主要是负责城市与农村整个排水过程，包括水质、水量、废水处理与防洪。

美国也是较早走上依法管水、依法治水的国家之一。美国是水资源比较丰富的国家，淡水拥有量为 $24780 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，人均占有量为 9913 m^3 ，居世界各国中的第 59 位。早在 1972 年，美国联邦政府就颁行了“清洁用水法”，对水体的开发、利用尤其是水质提出严格的要求。随后，各州也依据此法陆续出台了一系列包括水资源环保、水排放、地下水开采方面更为严格的地方法规（贾大明，1998）。美国水资源的管理分别由农业部的自然资源保护局、国家地理调查局的水资源处、国家环境保护署和陆军工程兵团，依据联邦政府授权的职能分别管理。农业部自然资源保护局负责农业水资源的开发、利用和环保责任，在各州设立 52