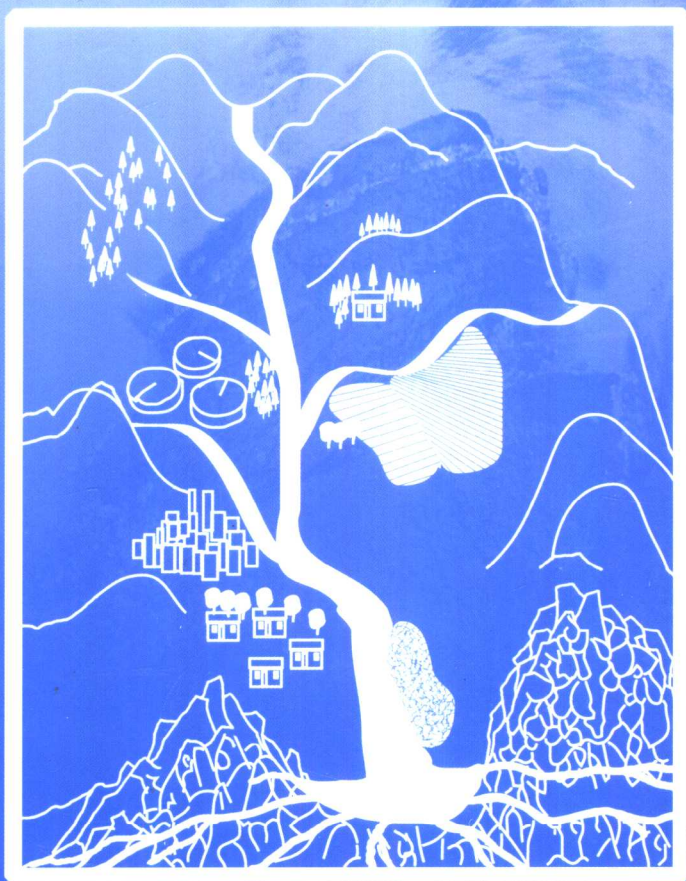




生命之河 系列丛书

# 流域综合管理导论

杨桂山 于秀波  
李恒鹏 高俊峰 等 编著



科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

生命之河系列丛书

# 流域综合管理导论

杨桂山 于秀波 等 编著  
李恒鹏 高俊峰

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书在系统回顾流域综合管理问题的提出及发展历程基础上,全新诠释流域综合管理的概念、内涵、目标与任务。针对流域系统的基本特征和当今流域综合管理涉及的重大问题,探讨了流域系统模拟与评估方法、数字流域以及流域综合管理程序、管理体制和管理手段等。选择国内外各具特色的代表性流域,全面总结了各流域综合管理的成功实践经验。本书基于国内外流域综合管理发展趋向和热点问题的评述,展望了未来流域综合管理发展的新思路、新机制、新体制和新方法。

本书可供从事地理、资源、环境、生态、经济、管理、信息等研究的科研人员,水利、流域管理部门的管理者以及高等院校相关专业师生阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

流域综合管理导论 / 杨桂山 等编著. —北京: 科学出版社, 2004

(生命之河系列丛书)

ISBN 7-03-013643-8

I. 流… II. ①杨… ②于… III. 流域-环境管理 IV. X321

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 065731 号

责任编辑: 彭胜潮 李久进/责任校对: 钟 洋

责任印制: 钱玉芬/封面设计: 王 浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencpp.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2004年8月第一版 开本: 787×1092 1/16

2004年8月第一次印刷 印张: 16

印数: 1—2 000

字数: 353 000

定价: 38.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈路通〉)

世界自然基金会  
《生命之河系列丛书》编委会

顾问 孙鸿烈 陈宜瑜 印 红  
郝克明 雷光春 Jamie Pittock

主任 于秀波

委员 梁海棠 王利民 李利锋 张 琛  
陈立伟 朱 江 赵建国 雷 刚

## 序 一

湿地是重要的生态系统之一,具有非地带性的特点,在各气候带均有分布。湖泊、沼泽、泛滥平原、河口三角洲、沿海滩涂、红树林等均属于湿地范畴。我国湿地面积为 65.94 万  $\text{km}^2$  (大部分为人工湿地),占世界湿地总面积的 10%,居世界第四位。我国的湿地广泛分布于长江中下游平原、松嫩平原、三江平原、青藏高原与东部沿海等地。

湿地具有重要的经济功能,为人类提供动植物产品与水资源,是人类生存的支撑系统之一;而且湿地还具有强大的生态服务功能,可以调蓄洪水、净化水质、维持生物多样性等。湿地国际(Wetland International)所列出的湿地功能就达 14 项之多。

国人对湿地功能的认识经历了一个过程。在中华人民共和国成立后的很长时间里,湿地一直被作为宜农荒地看待,认为湿地的利用方向就是疏干并开垦为农田,以便生产更多的粮食。显然,这是与我国当时粮食供给紧张的状况相联系的。那时,我国大批湿地被围垦,长江中下游地区也不例外。例如,20 世纪 30 年代洞庭湖面积有  $6000\text{km}^2$  余,经过多年围垦,现今只剩下  $2700\text{km}^2$ ,水面减少了一半还多。洞庭湖过去是一个完整的湖泊,而现在已被分隔为西洞庭湖、东洞庭湖和南洞庭湖等三个小湖,原来的全国第一大淡水湖现在只能屈居第二了。值得注意的是,大规模围湖造田不仅大大削弱了湿地的经济功能,而且也削弱了生态服务功能。一个明显的标志是 1998 年长江中游与松花江的洪涝灾害。这两个地区具有共同的特点:一是中游地区许多湖泊与沼泽被围垦;二是上游地区大片原始森林被砍伐。这次大水灾给我们的一个重要启示:森林和湿地在调蓄洪水中的作用不容忽视。

正是基于对湿地重要功能的认识,1998 年国务院出台了“平坑行洪,退田还湖,移民建镇”等“32 字”方针,在长江中下游湖南、湖

北、江西和安徽四省实施湿地恢复计划。1998~2002年间,国家投入109亿元移民建镇资金,就近移民62万户,计242.65万人,平退圩垸1428个;其中长江干流、洞庭湖和鄱阳湖地区平退圩垸1033个,还江还湖面积3169km<sup>2</sup>,增加蓄洪容积131.94亿m<sup>3</sup>。长江中游湿地恢复计划不仅是我国有史以来最大的湿地保护计划,而且在国际上也不多见。

应该看到,虽然退田还湖是湿地恢复的关键一步,但仅仅是第一步。退田还湖的目的在于湿地功能的恢复,而湿地功能的恢复是一个长期的过程,而且退田还湖又涉及千家万户农民的生计。因此,需要认真研究湿地功能恢复和农民替代生计问题,以探索出具有中国特点的可持续利用湿地的路子来。

长江水系是我国乃至全球最重要的湿地生态系统之一,它由众多类型的湿地(沼泽、湖泊、冲积平原、河流等)组成。如此众多的湿地生态系统组合在一起,生态学过程、地球化学过程与社会经济发展融合在一起,产生了数以万计的生物物种,创造出辉煌灿烂的文明历史。因此,长江是生命之河。只有从流域的尺度上把握湿地恢复和可持续利用的方向,才能真正恢复长江的生命活力,恢复这一庞大而复杂生态系统的生态学与地球化学过程,使之成为人类的乐园。1998年世界自然基金会正式启动了以“携手保护生命之河、共同创造绿色希望”为目的的长江项目。这一项目从实现湿地可持续利用的目标出发,努力推动全流域湿地保护与恢复工作,并取得了一系列宝贵经验。

为了及时反映长江项目的最新进展与研究成果,世界自然基金会决定编辑出版《生命之河系列丛书》。希望该丛书的问世,将在长江流域生态恢复、流域与湿地的综合管理以及生物多样性保护等方面,起到积极的推动作用,使长江这条母亲河成为充满活力的“生命之河”。

中国科学院院士





## 序 二

流域是地球表层相对独立的自然综合体,流域以水为纽带,将上下游、左右岸连接为一个不可分割的整体。以流域为单元进行综合管理是实现资源、环境与经济协调发展的最佳途径,这一观点已成为各国政府和科学界的共识。近年来,流域综合管理成为许多国际机构关注和研究的热点,如联合国环境规划署、世界水伙伴、世界自然基金会、世界自然保护联盟、国际湿地公约局与世界水理事会等,都从不同角度推动流域综合管理工作。2002年约翰内斯堡世界可持续发展峰会和2003年国际淡水年等,充分显示了国际社会对清洁淡水供给问题的关注。清洁淡水的有效供给,离不开流域综合管理。

流域系统本身是一个完整的系统,但是长期以来,流域管理中的地区分割和部门分割问题非常突出,加剧了流域资源退化和生态环境恶化,跨部门和跨地区利益冲突成为流域管理亟待解决的重要问题。以长江流域为例,长江干流跨11个省(自治区、市),沿江有成千上万个用水企业,长江水利委员会、长江渔业资源管理委员会、长江航运管理局、长江水资源保护局等从事流域资源与环境管理的机构,如何提高流域管理的有效性,积极推进流域综合管理工作,是我国许多部门所面临的共同挑战。对长江实施流域管理,虽然取得了很大成效,但问题依然存在。

2002年底,中国环境与发展国际合作委员会正式成立流域综合管理课题组,其总体目标是通过促进流域水资源、流域生态系统与生物多样性、流域环境的“治理”,促进流域公共福利的最大化,并着手在长江流域开展综合管理研究。作为流域综合管理课题组的一项工作内容,中国科学院南京地理与湖泊研究所流域管理与模拟实验室与世界自然基金会淡水与海洋项目,合作编写了这本《流域综合管理导论》。该书在系统回顾流域综合管理问题的提出与发展历程的基础上,全新诠释流域综合管理的概念内涵、目标与

任务,系统探讨流域综合管理的理论框架,总结了国内外各具特色的代表性流域开展流域管理的经验,并展望了未来流域综合管理发展趋向。这是一本全面、系统介绍流域综合管理理念的新著,希望该书的出版能有助于我国流域综合管理学科体系的完善、推动我国流域综合管理实践向前发展。

中国科学院院士

陈宜瑜



# 前 言

流域是指被地表水或地下水分水线所包围的范围,也即河流湖泊等水系的集水区域。流域是以水为媒介,由水、土、气、生等自然要素和人口、社会、经济等人文要素相互关联、相互作用而共同构成的自然-社会-经济复合系统。

自古人类择水而居。人类发展的历史进程表明,古代文明源于流域,现代文明依赖于流域。流域既是人类文明的发源地,也是当今人口、经济与城市集中分布区,与人类的生存与发展息息相关。然而,人类长期的生息运作,使流域系统不断发生巨大变化,导致资源结构性短缺矛盾加剧,环境污染加重,生态日趋脆弱,灾害损失剧增;湖泊及流域上中下游之间、部门之间的利益冲突和矛盾日益尖锐。流域已成为区域人地关系最为复杂的地理单元。以行政区为研究单元,人为割裂流域各区段之间自然联系的传统思路与方法,不仅越来越难适应当今地学研究强调自然与人文综合集成、强调定量、强调微观机理的学科发展趋向,而且也无法适应管理实践的需求。

以不同尺度的流域为对象,探索流域管理的理论与实践,不仅有助于理解流域演变的客观规律,在微观尺度上揭示水陆界面过程和物质输移规律,在中观尺度上理解水陆生态系统的结构与功能演变过程及相互作用机制,在宏观尺度上定量区分全球变化和人类活动等对流域系统的影响;而且还有助于大幅提高管理效能,在最小的人力与物力投入前提下,谋求公共福利最大化,在避免上中下游不同区段之间、部门之间以及区段与部门之间的矛盾和冲突的同时,保证流域资源可持续利用和生态环境的持续改善。因而,流域管理得到国际科学界和政府、社会的广泛关注和高度重视。

早期的流域管理往往局限于防洪、供水、航运等单一目标管理,后来随着流域经济快速发展和人口剧增,人类对流域资源利用和环境破坏的强度不断加大,管理工作者和地理学家逐渐将流域管理这个概念的内涵加以延拓和发展,开始重视流域资源开发与水环境相互作用调控的研究与管理。20世纪30年代以来,欧美的一些发达国家对一些河流(如罗纳河、莱茵河、田纳西河等)从全流域角度进行水资源利用、航道整治、水污染控制等方面的综合研究和统一管理,并取得显著成效。20世纪80年代以来,可持续发展战略逐渐形成共识。1992年都柏林的“国际水与环境大会”及巴西里约热内卢“联合国环境与发展大会”均强调“加强流域的规划与管理,以便控制和遏制环境恶化”。

尽管从流域宏观角度进行资源管理的观念已为人们接受和熟识,但科学家们数十年来所极力倡导的真正意义上的流域综合管理作为一个学科的发展却未能实现。近年来,以流域资源可持续利用、生态环境持续改善和社会经济可持续发展为目标的流域综合管理理念,在一些发达国家(如澳大利亚、英国、荷兰、美国等)被广泛接受。英国学者J. L. Gardiner于1993年最先提出以流域可持续发展为目标的流域综合管理,英国国家河流管理局于1995年发表了《泰晤士河流域21世纪议程与持续发展战略》,从流域水资

源、水环境、洪水、自然保护、休闲地、航运与产业等角度编制了综合流域规划。欧洲有关各国于1998年共同发表了《莱茵河流域21世纪行动计划》，强调全流域自然与人文各要素的综合协调管理是实现流域可持续发展目标的前提和条件。

从21世纪开始，针对全球环境变化与一些紧急事件的发生，流域综合管理这个概念得以加强。政府和科学界开始对20世纪50年代以来的管理思路与策略重新进行评估和修订，强调在现代条件下，围绕解决当前紧迫的食物保障、淡水供应和生态环境质量维护等一系列问题，建立流域模拟与综合管理决策模型、指导流域综合管理实践的重要性。政府与科学家的共同关注，大大促进了流域综合管理研究与实践的深入。

现代流域管理科学的任务，既不是传统意义上单一目标的水资源调配，更不仅仅是行政意义上的政府决策；而是以流域为单元，针对流域人口、资源、环境与发展问题，重点研究流域人与自然关系演变的复杂过程、地域分异规律与调控机理，为流域以可持续发展为目标的综合管理实践提供理论与方法指导。当今的流域管理科学是地理学、经济学、管理学以及资源科学、生态科学、环境科学、信息科学和系统科学等多学科的交叉融合，并广为政府、科学界和社会公众关注和重视的一门新兴学科。流域综合管理就是以流域管理科学为指导，对流域内的资源全面实现有计划、可持续的开发利用与管理，以协调流域内各利益相关方的利益，不断维护和改善生态环境质量，逐步提高居民生活水平，最终达到流域可持续发展的目标。

我国是一个幅员辽阔、自然条件复杂多样、区域差异明显的发展中大国，目前正处于经济快速发展、社会飞速进步的大变革时期。黄河、长江等大江(河)大河流域不仅孕育了中华民族几千年的灿烂文明，而且大多也成为我国现今人口密集、城市集中和经济增长活跃的地带。目前，这些流域在长期的高强度人类活动干扰下所面临的人口、资源、环境与发展问题往往比其他区域更加深刻而复杂，也比以往任何时期更加严峻。但是至今并没有形成一套系统、科学与行之有效的流域综合管理理论与方法，用以有效协调流域各相关利益方的矛盾和冲突，遏制流域生态环境恶化的势头，实现流域可持续发展的目标。因此，在推崇创新的新经济时代，以流域为单元，研究流域中人与自然的关系，创新发展流域综合管理的理论和方法，用于指导流域综合管理实践，不仅成为相关学科亟待攻克的前沿领域，而且也是国家经济建设的紧迫要求。

世界自然基金会从1999年开始在长江中游地区开展湿地保护与恢复示范、推广工作，并积极促进流域综合管理研究，参与发起了中国环境与发展国际合作委员会流域综合管理课题组。中国科学院南京地理与湖泊研究所在国家知识创新工程试点过程中，瞄准国际学科前沿和国家战略需求，依据研究所自身的学科优势和特点，于1998年10月筹建了包括从事资源、环境、经济和信息科学研究人员在内的流域管理与模拟实验室，旨在创新发展以人与自然关系协调为核心的流域综合管理科学，推进我国流域综合管理的实践。双方在合作交流过程中，均感觉到真正意义上的流域综合管理还是一个全新的理念，尤其是在我国，综合管理的概念还没有被普遍接受和认同，急需一部系统介绍流域综合管理理论与方法框架的参考书。在此共识下，双方合作编写了这本导论，希望能有助于我国流域综合管理学科体系的完善、推动我国流域综合管理实践向前发展。

本书提纲由杨桂山、于秀波构思,经集体讨论拟定。全书共分两篇十二章。上篇为流域综合管理进展与基本框架,重点论述流域综合管理理念的产生、流域综合管理的概念内涵、发展历程、流域系统的基本特征、流域系统评估与过程模拟方法、数字流域与流域综合管理决策支持以及流域综合管理实施等。下篇为流域综合管理的实践经验与展望,选择国内外有代表性的欧洲莱茵河流域、美国密西西比河流域、澳大利亚墨累-达令河流域、中国鄱阳湖流域和太湖流域,重点评述各流域面临的主要问题、流域管理实践的体制与机制、流域管理的效果与经验启示。各章节执笔人如下:前言由杨桂山编写;第一章李恒鹏;第二章于兴修、杨桂山、周静;第三章于兴修;第四章李恒鹏、于兴修;第五章高俊峰、李恒鹏;第六章李恒鹏、于兴修;第七章姜彤、吕偲;第八章许朋柱;第九章于秀波;第十章吴国琛;第十一章高俊峰;第十二章杨桂山、于兴修。全书最后由杨桂山、朱季文统稿。参加书稿内容讨论的还有雷光春、梁海棠等。

本书的顺利出版,作者首先要感谢世界自然基金会淡水与海洋项目的支持,感谢中国环境与发展国际合作委员会流域综合管理课题组的指导。感谢孙鸿烈院士、陈宜瑜院士在百忙之中为本书作序。

本书是一本综述和导论性质的参考书,虽是在编著者原有研究基础和大量文献调研与反复研讨的基础上完成的,但由于真正意义上的流域综合管理缺乏较为成熟的理论与方法可资借鉴,加之编著者水平所限,对大量参考文献的精髓没能完全领会,书中错误或不当之处在所难免,恳请有关专家和读者批评指正。

杨桂山

2003年10月

# 目 录

序 一  
序 二  
前 言

## 上篇 流域综合管理进展与基本框架

<b>第一章 流域综合管理概述</b> .....	3
第一节 流域综合管理问题的提出 .....	3
第二节 流域综合管理的概念与内涵 .....	9
第三节 流域综合管理的目标和任务 .....	13
主要参考文献 .....	15
<b>第二章 流域综合管理现状与发展历程</b> .....	16
第一节 流域综合管理现状 .....	16
第二节 流域综合管理发展历程 .....	28
第三节 流域综合管理存在的问题 .....	33
主要参考文献 .....	38
<b>第三章 流域系统</b> .....	40
第一节 流域系统概念与特征 .....	40
第二节 流域系统的组成 .....	43
第三节 流域系统的结构与功能 .....	46
主要参考文献 .....	50
<b>第四章 流域系统模拟与评估</b> .....	52
第一节 流域系统模拟及其意义 .....	52
第二节 流域系统过程模拟 .....	57
第三节 流域系统评估 .....	70
主要参考文献 .....	74
<b>第五章 数字流域与流域综合管理决策支持</b> .....	76
第一节 数字流域的体系结构 .....	76
第二节 数字流域的关键技术 .....	81
第三节 数字流域的应用 .....	92
第四节 流域综合管理决策支持 .....	97
主要参考文献 .....	102
<b>第六章 流域综合管理体制与方法</b> .....	104

第一节 流域综合管理程序 .....	104
第二节 流域管理体制 .....	106
第三节 流域综合管理手段 .....	111
主要参考文献 .....	116

## 下篇 流域综合管理的实践经验与展望

<b>第七章 欧洲莱茵河流域管理 .....</b>	<b>119</b>
第一节 流域概况 .....	119
第二节 莱茵河流域环境问题及成因 .....	121
第三节 莱茵河流域国际协调管理 .....	125
第四节 莱茵河流域管理效果、经验与启示 .....	132
主要参考文献 .....	139
<b>第八章 美国密西西比河流域管理 .....</b>	<b>141</b>
第一节 流域概况 .....	141
第二节 流域面临的主要问题 .....	144
第三节 流域管理实践 .....	147
第四节 流域管理效果、经验与启示 .....	161
主要参考文献 .....	166
<b>第九章 澳大利亚墨累-达令河流域管理 .....</b>	<b>167</b>
第一节 流域概况 .....	167
第二节 流域问题与威胁 .....	169
第三节 流域管理实践 .....	171
第四节 流域管理经验与启示 .....	178
主要参考文献 .....	180
<b>第十章 中国鄱阳湖流域管理 .....</b>	<b>181</b>
第一节 流域概况 .....	181
第二节 鄱阳湖流域综合管理的实践——山江湖工程 .....	186
第三节 山江湖工程的基本经验 .....	194
第四节 鄱阳湖流域的发展思路及综合管理构想 .....	199
主要参考文献 .....	205
<b>第十一章 中国太湖流域管理 .....</b>	<b>206</b>
第一节 流域概况 .....	206
第二节 面临的主要问题 .....	208
第三节 太湖流域管理实践 .....	211
第四节 流域管理经验与启示 .....	217
主要参考文献 .....	219
<b>第十二章 流域综合管理展望 .....</b>	<b>220</b>

第一节 流域综合管理发展现状经验与启示 .....	221
第二节 流域综合管理发展趋向 .....	228
第三节 关于中国流域综合管理的思考 .....	234
主要参考文献 .....	237

上篇 流域综合管理进展  
与基本框架





# 第一章 流域综合管理概述

作为地球表面相对独立的自然综合体,流域是大气圈、岩石圈、陆地水圈、生物圈和人文圈相互作用的联结点。流域以水为纽带,将上、中、下游组成一个普遍具有因果联系的复合生态系统。以流域为单元进行综合管理是实现资源开发与环境保护相协调的最佳途径,这一观点已经被世界各国政府和学者普遍接受。然而,流域综合管理因涉及多学科,多部门,内容非常广泛,世界各国及相关国际组织一直致力于探索流域综合管理实施策略,但目前还没有形成完整的理论体系。为了有效实施流域综合管理,并在流域资源利用和环境保护中贯彻综合管理的思想,需要对流域综合管理进行系统的分析和认识。

## 第一节 流域综合管理问题的提出

### 一、流域综合管理的重要性

当今社会,人类对自然的影响比以往任何时候都广泛而深刻。长期以来,人类强调单一经济目标的流域资源开发利用模式导致流域资源与环境问题日趋严重。世界各大流域普遍出现了资源退化、环境恶化与灾害加剧的趋势,主要表现在以下5个方面。

#### 1. 水土流失与土地退化

水是生命之源,土是生存之本,水土是流域自然系统的重要组成要素,也是人类赖以生存和发展的基本条件。水土流失是流域物质循环的重要表现形式。自然植被破坏与扩大耕地,改变了流域水土界面,致使水土流失不断加剧。19世纪以来全世界土壤资源受到严重破坏,水土流失、盐渍化、沙化、贫瘠化、渍涝化以及自然生态失衡而引起的水旱灾害等,使耕地逐渐退化而丧失生产能力,部分地区土壤平均侵蚀率见表1.1所示。目前,全球约 $15 \times 10^8 \text{hm}^2$ 的耕地,由于水土流失与土壤退化,每年约损失 $5 \times 10^6 \sim 7 \times 10^6 \text{hm}^2$ 。如果土壤以这样的毁坏速度计算,全球每20年丧失掉的耕地,就等于今天印度的全部耕地面积( $1.4 \times 10^8 \text{hm}^2$ )。由于世界人口的不断增加,人均占有土地面积将会逐渐减少。

我国水土流失相当严重,治理赶不上破坏,水土流失面积有增无减。土地沙漠化也在不断扩展,每年沙化土地相当于一个中等县的土地面积。水土流失带来一系列的问题,直接影响流域的可持续发展,如水土流失导致土壤肥力下降、输沙量增加、河水变浑、河床抬高,水库淤积、湖泊消亡、生物多样性减少等,同时水土流失将土壤氮、磷等营养盐物质带入河流,导致河流和湖泊的富营养化、恶化水质。由于水是物质迁移的媒介,迁移