

詹姆斯·韦斯特维尔特(美) 著

程国栋 李新 王书功 译

刘凤景 校

流域管理的 模拟建模

Simulation Modeling for Watershed Management



黄河水利出版社

流域管理的模拟建模

詹姆斯·韦斯特维尔特(美) 著
程国栋 李 新 王书功 译
刘风景 校

黄河水利出版社

图书在版编目(CIP)数据

流域管理的模拟建模/(美)詹姆斯·韦斯特维尔特
(Westervelt, J.)著;程国栋,李新,王书功译. —郑州:
黄河水利出版社, 2004. 2

书名原文: Simulation Modeling for Watershed Manage-
ment

ISBN 7-80621-762-2

I. 流… II. ①詹…②程…③李…④王…
III. 流域模型-研究 IV. P344

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 004923 号

Translation from the English language edition:

Simulation Modeling for Watershed Management by James
Westervelt

Copyright © 2001 Springer-Verlag New York, Inc.

Springer-Verlag is a company in the BertelsmannSpringer
publishing group

All Rights Reserved

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话及传真:0371-6022620

E-mail: yrcp@public. zz. ha. cn

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16

印张:9.25

字数:220 千字

印数:1—1 100

版次:2004 年 2 月第 1 版

印次:2004 年 2 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80621-762-2/P·29 定价:26.00 元

著作权合同登记号:图字 16-2004-1

译者前言

我们热诚地把一本介绍和展望现代模拟建模技术应用于流域管理的新著推荐给广大读者。

流域是水资源、土地资源和其他自然资源管理的基本单元,各类科学和管理模型,特别是空间显式的模拟模型正日益成为流域管理的主要工具。目前流域研究中最关键、最有待解决的问题都是集成层面上的问题,集中表现为保持流域的可持续发展应该采取什么样的水资源和土地资源管理策略;对于不同方式的流域管理情景,流域生态、水文和社会经济等各子系统会有什么样的响应。回答这些问题,需要从水土气生人等复杂系统集成角度出发,综合应用多学科和跨学科的模拟模型,并将它们集成为恰当的流域管理模型,才能较为准确地描述流域过程并且回答宏观层面的决策问题。

本书正是从这样一个角度出发,为我们廓清了流域管理中使用模拟建模的悠久传统,清晰和全面地介绍了这一领域内的常用模拟模型和建模环境,展望了其应用前景,为读者进一步扩展了视野。作者自信地指出,从现在起,“流域模拟模型将与 GIS 相匹配,以完成一个历时几十年的转变,这一转变通过正式获得关于流域系统状态和动态变化的知识来极大地改进流域管理”。

我们认为,在这样一个日益重要、蓬勃发展的领域内,将这样一本代表流域管理中的模拟建模最新进展,全面回答了其科学和技术问题,并且具有前瞻性的著作翻译出来,将有助于流域科学研究。

我们也认为,在国内推动这一领域的进展,有待于模拟建模能力的建设和人才队伍的培育和孕育。我们期望能以此书的出版为契机,使得越来越多的研究人员就这一多学科和跨学科的新领域展开积极和富有成效的讨论。

本书原著是由 Springer 在 2001 年出版的。作者 James Westervelt 博士是伊利诺斯大学美国陆军工程兵团建筑工程研究所的研究人员(j-westervelt@cecer.army.mil)。本书中文版的翻译工作得到了他的支持。

本书由中国科学院寒区旱区环境与工程研究所的程国栋、李新和王书功翻译。程国栋翻译了引言、第二部分(第 5~12 章)和结论,王书功翻译了第一部分(第 1~4 章),李新翻译了第三部分(第 13~17 章)。全书由刘风景校对,李新作二次校对。由于译者水平所限,错误难免,敬请读者予以指正。黄河水利出版社的余甫坤先生和张长虹先生为本书的尽快付梓付出了大量细致入微的工作,在此致谢!

译者

2004 年 2 月

绪 言

本书向流域管理人员和流域管理专业的学生介绍空间显式的模拟建模在管理决策的评价中日益增长的作用。在基于流域的科学研究中,模拟建模具有悠久的历史。目前,模拟建模已用于辅助与重大经济协调发展有关的流域管理决策的评估当中;基于教学的模拟建模也已可用,并正在用于课堂教学中;最后,地理信息系统在流域和自然资源的管理中已成为常规工具,并和廉价的、不断增加的数字地图数据库联系在一起。地理信息系统的开发旨在帮助我们了解我们管理活动的后果,这一技术对获取土地和流域系统的状况是非常有用的,但这仅仅是事情的一半。若要充分发挥地理信息系统在预测和评估流域管理决策选择中的作用,还必须有效地与我们对土地和流域系统动态的知识紧密结合。本书向你介绍作为地理信息系统自然延伸的基于管理的流域模拟建模。不管你是一个专业的流域管理人员,一个可能正在参与地方流域管理委员会的公民,还是一个对流域规划饶有兴趣的学生,本书都将带你漫游,以训练你访问和使用可用的和新兴的流域管理技术的能力。

本书不折不扣地反映了合作团队的努力。本书的写作动机来自多年来由美国陆军工程兵团工程研究和开发中心(ERDC)的 Bill Goran 所倡导的模拟建模工作。本书的写作创作基金来源于伊利诺斯食物和农业研究理事会,是由该理事会领导之一、伊利诺斯大学农业和消费经济系的 Sarahelen Thompson 提供的。创作素材是由几十年来多人热心致力于流域或景观模拟建模的开发中积累起来的。本书的精髓是通过与位于厄巴纳·尚佩恩的伊利诺斯大学地理系的 Bruce Hannon 及城市和区域规划系的 Lewis Hopkins 的许多次极有启发的谈话中提炼出来的。ERDC 的 Gloria Wienke 使本书的可读性大大加强。Manette Messenger 使本书内容更切合实际,他生来就是要把微笑带给世界。我的妻子,也是我最好的朋友 Eileen 的深情支持,使我的写作时间得以保证。波士顿大学 CAS 地理系的 Matthias Ruth 和一位匿名的评论家,对本书的编辑提供了很大帮助。作为这一团队的一分子,我深感幸福,谢谢大家。最后,衷心感谢 Springer-Verlag 的工作人员,特别要感谢 Janet Slobodien 和 Tony Orrantia 在最后阶段所作的指导。

詹姆斯·韦斯特维尔特

引言

自然资源管理始终是一种引起争议的尝试。这迫使我们承认并理解我们的社会充满着具有十分不同的世界观和生活目标的个人。每个人对于可选的流域管理方案的结果有着十分不同的看法,由此产生的争议只有通过公众意见听证会、立法过程和法院系统解决。科学在改进我们预测管理对自然和经济影响的后果的综合能力上能够起到关键的作用。科学上预见的后果必须通过公众意见筛选,在筛选时,好坏的概念能够使我们从一系列备选方案中作出抉择。

科学是一个使我们的理解和知识形式化的过程。非形式的知识(我们的理解)再塑成假设,然后它要经受科学家团体的衡量和仔细检验,经得起这一深刻检验的知识正式成为科学本体的一部分。管理是一个必须巧妙地结合正式和非正式知识的过程。流域管理不可避免地是一种不严密的活动,与之相连的哲学是“对付过去”。为避免作出有长期影响的不良决定,许多管理者接受了一种叫做适应管理的战略。他们先着手一个没有完全包含全部,但看上去是不错的计划。如果该计划可行,他们就更进一步,根据收集的对最近活动的反馈,在该方向上做微小的改动。管理团体愿意采取的步骤部分地与他们预测这些步骤将产生的后果的能力的确定性水平有关。

几乎是普遍使用的一个基于科学的形式化技术是 20 世纪 70 年代中期开发的地理信息系统(GIS)。对 GIS 的普遍认同,使它成为自然资源智能管理中的一个必需的工具。GIS 提供了两个基本功能:首先,它使我们能够对景观和流域系统状态的看法形式化。其次,它使我们能够叠加、分析和调查存储了有效信息的数字图。GIS 仅仅形式化了重要信息的一半即系统状态信息,这些信息是我们预测可选的流域管理决策的后果所必需的。除了系统状态知识,我们还把握系统的动态变化。经常使用 GIS 的流域管理团体目前提出了关于系统动态变化的非正式的思路。既然 GIS 现在已被采纳为流域管理的十分宝贵的工具,它就必须与流域模拟建模相匹配,以完成一个历时几十年的转变,这一转变通过正式获得关于流域系统状态和动态变化的知识来极大地改进流域管理。

本书提供了五个基本的信息:

- (1)模拟建模正在变得更通用;
- (2)基于教育的模拟建模对任何人都是可以获取的;
- (3)为科学研究而开发的模型是有用的,但其本身尚有不足;
- (4)对严格的流域模拟建模而言,专家和他们的模型需要筛选;
- (5)面向流域系统管理的模拟建模工具正在取得快速进展。

在我们的社会中模拟模型正变得日益有用。儿童使用的电子游戏是基于模拟的,包括喷气客机在内的装备在设计阶段也使用模拟技术。在水文学、生态学、经济学、交通控制、制造业和商业管理等领域,科学家经常使用模拟模型进行理解和预测。一些软件公司提供可扩充的、对任何具有基本代数学背景的人均能理解的模拟建模程序。毕业时具有一些模拟建模经验的文科学生的数量正在增加。用于支持科学家的模拟模型与用于支持

自然资源管理者的模拟模型之间有很大的不同。由水文学家、生态学家和其他学科科学家开发的强大的模拟建模对于流域管理方案的选择评价是不完备的,而且经常是不合适的。当这些模型适用时,明智的做法通常是将这类模型的操作留给科学界,因为模型的输入需求可能使人望而却步,用户界面通常很差,而输出又很难解释。如有耐心并能和科学家紧密配合,则模型在比较选择中是有用的。最后,期望在未来的几十年内,基于流域的决策支持系统将愈来愈多地使用模拟建模。政府部门正在积极努力,试图为流域管理决策者提供强有力的多学科模拟建模工具。GIS 供货商也将在他们将来的 GIS 版本中提供种类增多的模拟建模工具。

本书分为三部分。第 I 部分:历史、理论和挑战,提供模拟建模的背景信息。其中,第 1 章回顾了使当地的流域管理成为可能的最近的历史;第 2 章评述了与模拟建模有关的挑战,阐述了常常引起疑问的有关从事模拟建模的合理性问题。第 3 章和第 4 章分别回顾了由生态学界和水文学界开发和实施的模拟建模。

有兴趣了解哪些现有模型可用于基于管理的流域模拟的读者可直接跳到第 II 部分阅读,即选择模型和建模环境。这一部分有单学科模型(第 5 章),多学科模型(第 6 章)和用于开发全新模型的软件(第 7 章)。评价管理方案的模拟模型常常是多学科的,需要在模拟模型中收入当地情况。第 8 章提供了一个如何协调开发新的多学科模拟模型的方法。第 9 章和第 10 章研究怎样用模拟模型阐明和研究管理方案选择的后果。第 11 章探究了模型误差和不确定性分析的挑战。第 12 章提供了用于评价的可用模型,以满足特定的流域管理决策过程的需要。

第 III 部分:集成的流域建模与模拟展望。简略地展望了在不久的将来,面向管理的模拟模型将变得像 20 世纪 90 年代的 GIS 一样既普遍而又重要。设计原理(第 14 章)之后是从土地管理者(第 15 章)、模拟模型开发人员(第 16 章)和系统开发人员(第 17 章)的角度对集成的流域建模和模拟系统的看法。这三部分加在一起覆盖了基于流域的模拟建模的过去、现在和将来。

目 录

译者前言

绪言

引言

插图目录

第 I 部分 历史、理论和挑战	(1)
第 1 章 流域和景观管理概述	(1)
1.1 地方化的流域管理	(1)
1.2 管理委员会及管理方案	(3)
第 2 章 管理和建模的挑战	(5)
2.1 模拟建模的目标	(8)
2.2 数据和模型的先后顺序	(12)
2.3 如何使模型经济实效	(13)
2.4 模型应该有多正式	(14)
第 3 章 生态建模和模拟展望	(18)
3.1 生态学基本理论	(18)
3.2 生态模拟软件	(25)
第 4 章 水文建模和模拟展望	(29)
4.1 模拟模型	(29)
4.2 地理信息系统的角色	(33)
第 II 部分 选择模型和建模环境	(35)
第 5 章 单学科模拟模型处理的问题	(35)
5.1 用地表水侵蚀和污染模型处理的问题	(35)
5.2 河流管理	(36)
5.3 溪流管理	(38)
5.4 植被群落演替	(38)
5.5 城市增长	(40)
第 6 章 多学科模拟模型处理的问题	(43)
6.1 模型集成环境实例	(44)
6.2 多学科模型实例	(47)
第 7 章 建立新的模型	(50)
7.1 基于地理信息系统的途径	(50)
7.2 引导型的动态建模软件	(51)
7.3 强大的动态建模软件	(54)

第 8 章	协调大尺度、跨学科的流域建模	(56)
8.1	建模步骤	(56)
8.2	管理关注	(64)
8.3	结论	(66)
第 9 章	分析可选方案	(67)
9.1	决策的协调分析	(67)
9.2	分析的途径	(68)
9.3	小结	(70)
第 10 章	谁开发和运行模型	(71)
第 11 章	误差和不确定性分析	(74)
11.1	误差来源	(75)
11.2	追踪误差和不确定性	(76)
第 12 章	模型评价准则	(79)
12.1	确定需求	(79)
12.2	确定建模的预期目标	(80)
12.3	模型选择标准	(81)
12.4	建模环境选择标准	(84)
第Ⅲ部分	集成的流域建模与模拟展望	(90)
第 13 章	通向未来的模型集成之路	(91)
13.1	公共用户界面	(92)
13.2	科学模型集成于管理模型的底层	(93)
13.3	科学模型转换为管理模型的模块	(95)
13.4	新的管理模型	(96)
13.5	新的建模语言	(97)
第 14 章	设计原理	(98)
14.1	采用当前的生态、经济和管理理论	(98)
14.2	使用现有的代码	(99)
14.3	尽量减少特定模块的作者	(99)
14.4	采用已有的软件	(99)
14.5	一切模块化的设计	(100)
14.6	允许分布式处理	(100)
14.7	允许多层次接口	(100)
14.8	将模型组件设计为对象	(101)
第 15 章	流域管理者的视点	(102)
15.1	系统设计原理	(102)
15.2	多种模型	(102)
15.3	模型修正	(105)

第 16 章	模型开发者的视点	(106)
16.1	致读者	(106)
16.2	想象	(106)
16.3	系统设计原理	(111)
16.4	模型控制中心	(111)
16.5	子系统	(113)
16.6	指示器和控制器	(115)
第 17 章	程序员的视点	(117)
17.1	致读者	(117)
17.2	系统设计原理	(117)
17.3	系统概观	(117)
17.4	子系统封装	(118)
17.5	数据缓存对象和数据寄存器	(120)
17.6	模拟记时器	(120)
17.7	指示器和控制器	(120)
17.8	实施途径	(121)
结论		(123)
参考文献		(124)
附录		(131)

插图目录

图 1-1	行政界线两侧的土地覆盖差异	(2)
图 2-1	当前的景观建模方法	(6)
图 2-2	新兴的景观建模方法	(7)
图 2-3	未来的景观建模方法	(8)
图 2-4	建模在不同利益相关者收益和科学不确定性等级上的作用	(16)
图 3-1	Logistic 生长曲线	(19)
图 6-1	DIAS 环境的概念示意图	(45)
图 6-2	Stella/SME 模型开发过程	(46)
图 7-1	计算机模型和建模环境的区别	(50)
图 7-2	Stella 模型例子	(52)
图 7-3	基于 Starlogo 的花粉传播模型	(53)
图 7-4	SME 的模型—视图—驱动器途径	(55)
图 9-1	多目标协调分析	(69)
图 9-2	对行动评级	(70)
图 10-1	科学家使用模型	(72)
图 10-2	管理使用的管理模型	(72)
图 10-3	直接与科学模型连接的管理模型	(73)
图 11-1	一个简单的人口模型	(77)
图 11-2	初始人口敏感性分析	(78)
图 13-1	模型应用于流域管理的一般方法	(91)
图 13-2	公共用户界面下的模型集成	(92)
图 13-3	过程连接的图形化建模环境	(93)
图 13-4	科学模型集成于管理模型的底层	(94)
图 13-5	科学模型转换为管理模型的模块	(95)
图 17-1	I-STEMS 系统概观	(118)

第 I 部分 历史、理论和挑战

第 1 章 流域和景观管理概述

几十年来,流域模拟建模一直是科学家的领地中的一个重要工具。地方化的流域管理方法需要当地居民和流域管理人员熟悉这类工具。近期地方流域管理发展到了什么程度?本章首先简要回顾地方化流域管理的崛起,然后介绍流域管理委员会及其所提出的流域管理方案在当今社会中的作用。

1.1 地方化的流域管理

面向流域的管理方法日渐普及,我们经常可以听到流域分析、流域健康、流域协调发展、流域管理和流域委员会等诸如此类的名词。尽管按流域进行土地管理正在变得愈来愈普及,但流域管理作为一研究领域和土地管理的方法,几十年来一直是由科学家们大力推动和发展的。传统的土地管理通常按照历史上形成的行政区划进行,这些行政边界,多是分割不同的景观、流域以及生态系统的直线状界线。如果行政边界影响到生态过程时,有时从卫星照片上就能够清晰地看到直线边界两侧在管理上的差异。图 1-1 是得克萨斯州一处军事基地和私人土地之间的边界的卫星图片,图片中较暗的一半(西南部分)是军事基地中的林地,图片中较亮的一半(东北部分)是私人牧草地。有趣的是,因为两个区调查队在不同的时间完成各县国土调查,行政边界可能会在土壤图中清晰可见,由此造成土壤类型边界看起来并不是自然跨越各县边界。各个地区是通过不同机制自然联系在一起的。在大陆尺度上,气候和地形决定了多种生态分区,而每一类生态分区又由更小尺度上的不同格局的土地镶嵌体构成。水是所有生命必不可缺的资源。在大陆尺度上,人们通过年降水循环特征界定各个生态分区。在更为局地的尺度上,水的运移是通过一系列过程的相互结合完成的,包括大气降水、地面漫流、地下水以及河网水流动。通过这些过程,水与其赋存的生物物理环境不断发生交互作用,它的性质也随之发生变化。上游任何一种生物体的活动,都能帮助我们判断影响这种生物体健康状况的水质以及水的其他特征。由此,本章给出了按流域管理自然资源的首要推动因素。采用流域作为自然资源的管理单元,是对自然地理环境重要性的一种认同。

景观中任意一点的可用水量以及水质状况均取决于降水在该点上游景观中的运动。栖息地的健康状态与可用水量和水质有着直接的关系,野生动物的种群规模是栖息地健康水平的指示灯。除了干旱区的人类居住地从几百英里外的河流输入生活用水外,绝大部分人类居住区的饮用水直接从当地河流、湖泊和地下含水层中抽取。这类生活用水的

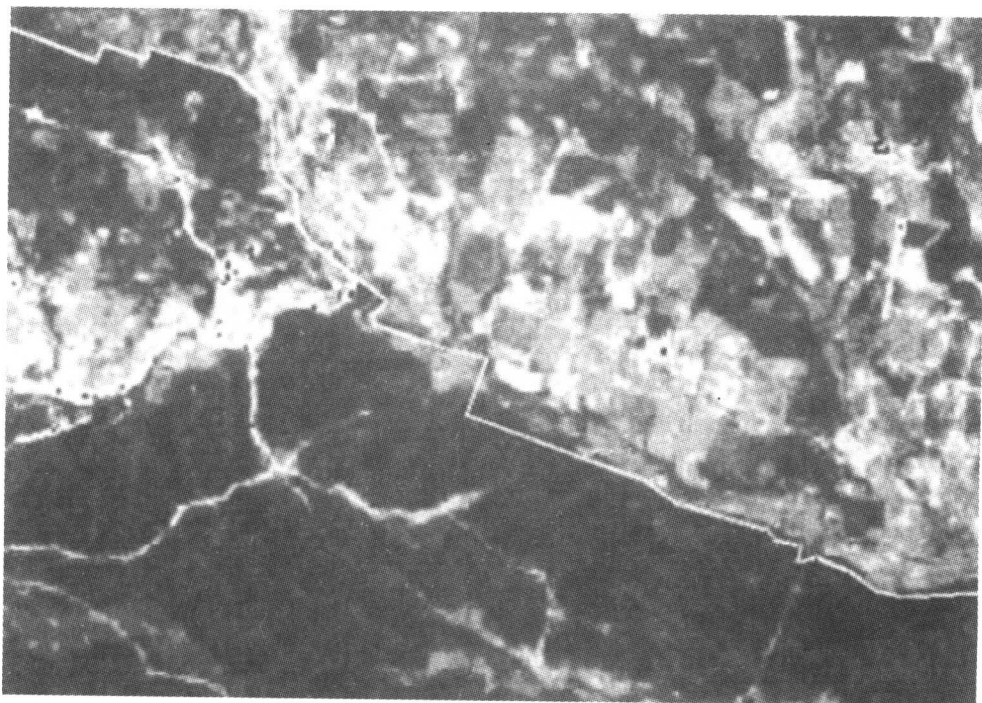


图 1-1 行政界线两侧的土地覆盖差异

质量是上游自然过程和人类活动的函数。顺流而下的河水把流域中各个位置的土地所有者、居住者和他们上游的邻居紧密地联系在一起了,因为上游居民的活动增加了河水携带物质的种类和数量。这些河水从上游流过来,然后继续流向下游邻居居住地。

为什么流域管理现在如此受欢迎呢?主要是因为人口的增长极大地加剧了当地人口数量对流域下游水质和水量的影响。解决污染的传统方法就是“稀释”,随着点源污染和非点源污染的增加,流域水体稀释污染物的能力不断下降,以至于流域下游出现了健康和安全问题。正是流域下游出现的一系列广为人知的严重影响,促进了 1972 年联邦水污染控制法案的通过,该法案通常被称为净水法案(CWA)(Adler 等,1993 年)。净水法案的首要目的就是要显著改善美国的水质状况。1977 年的净水法案的修正案和 1987 年的水质法案重申和加强了最初的净水法案。在最初的法案中,提出了两个国家目标,即到 1985 年,实现在美国范围内停止向所有水体排泄污染物和使这些水体的水质等级达到可以让人们安全游泳和钓鱼的目标。为此,美国成立了一个综合性机构,专门负责确立用于处理水污染及水质问题的标准、工具以及财政支持。贯彻净水法案的途径包括:通过国家排污许可证制度限制向河道中排放废弃物,开发保护湿地和水生栖息地,扶持和支持那些建立和更新污水处理厂的项目以及控制化学物质泄漏。

净水法案并未涉及农业用地以及正常的农业活动,如施肥、播种、犁地、收获以及农用地塘开挖。为了鼓励有利于环境的耕作,政府出台了一些对应用环保型耕作方式的土地所有者进行财政补偿的计划。例如联邦保护储备计划(CRP)^①以及相关的州与联邦保护

^① CRP—<http://www.fsa.usda.gov/dafp/cepd/crep/crephome.htm>

储备增强计划(CREP)。政府对于自愿将农业用地用于退耕还林、建立野生动物栖息地以及侵蚀缓冲带之类用途的土地所有者,将获得联邦及州政府的经济补偿。通过净水法案,联邦政府确立了它对国有水体水质以及流经私人财产的水体水质的影响。个体土地所有者总是力争保留他们的私有财产,包括按照他们的意愿进行耕作和建筑的权力。在水质改善工程中,州、县、控水专区、城镇以及其他政府实体扮演了利益相关者的角色。

美国环境保护局(EPA)负责净水法案的实施。近些年来,美国环境保护局已经介入净水事务,以帮助社会满足法案的要求并实现法案的目标(Ficks,1997年)。它除了组建一些地方化流域管理小组并给予了相应的支持和资助之外,还提出了一个新的理念:科学家参与管理而不是领导管理。现在,地方组织、居民以及土地所有者之间的对话联系正在加强,从而避免了“大政府”和当地土地所有者之间的对抗。为了建立和应用地方流域管理方案,联邦和州所属的各级政府机构提供必要资金和支持,使专门化流域管理小组获得了其发展所需的合法性。

美国环境保护局用以支持地方规划的项目^②涉及到教育、流域过去和现在的数据、指南、金融和技术资源等方面。翔实广泛的互联网资源扩充了印刷品材料。教育贯穿在孩子们的游戏中和中小学教师讲述的课程之中。在美国环境保护局的众多存储诸如有毒物向空气和水体排放、河流流量和水质信息以及饮用水来源和质量等信息的数据库中,部分数据库实现了信息的按流域检索与查询,任何感兴趣的公民都可以随时查询与他们所在地流域有关的地图、图表、数据表、文字说明及图像。美国环境保护局的存储和检索系统数据库(STORET)^③是美国存放河流量及其水质信息的主要数据库之一,这个海量数据库对公众访问完全公开。它存放着联邦、州以及地方政府部门、印第安部落、志愿者组织、科研单位以及其他机构收集的有关地表水和地下水的生物的、化学的和物理的原始数据。

州和联邦政府负责水管理的机构主要依赖地方民众参与的管理小组来应用学术和政府机构的专业技术开发流域管理方案。因此,通过出版物和电子媒体,特别是互联网,民众可以随时获得建议、数据、支持、资金和其他所需资源,在许多流域管理所取得的成果中,大部分成果是由地方流域管理小组和他们所选举的官员共同合作所取得的。

1.2 管理委员会及管理方案

流域管理委员会由当地人员组成,负责制订并实施流域管理方案。如上文所述,流域管理委员会从联邦和所在州可提供的资金中获得经济支持,以提出和实施管理方案。美国环境保护局、美国陆军工程兵团以及美国内务部提供专业技术和资金支持。自然资源保护局(NRCS)也促进了流域管理的发展,它的地区办公机构在地方流域管理中发挥着重要的作用。流域管理要求流域内各方自愿合作并且相互协调,通过达成共识,来确定流域管理方案,以应对当地、地区、州以及联邦利益相关者所共同关心的问题。流域管理小组赢得了越来越多的认可,近些年的立法和政治家们的演讲都反映出对它们的支持。白

② Surf Your Watershed—<http://www.epa.gov/surf/>

③ STORET—<http://www.epa.gov/owow/wtrl/STORET/>(已改为 <http://www.epa.gov/STORET/>,译者注)

宫环境质量理事会近期启动了美国遗产河流项目^①。在这个项目中,有一百多条河流被地方流域管理小组提名为遗产河流,这大大出乎白宫的预料。净水法案提及了流域管理小组以及它们在国家水标准达标方面所发挥的作用。副总统阿尔·戈尔曾经直接领导联邦部长们提出了一个能够实现净水法案所要求的“可渔可游”的水标准的方案。在农业部长的领导下,经过酝酿,一项被称为“克林顿总统净水倡议”的方案于1998年在国情咨文中被提出。

流域管理小组能够极大地影响地方自然资源的管理,并能利用联邦和州提供的资金和专业技术,提出并实施流域管理方案。尽管资金把握在各级政府机关手中,当地居民仍然可以通过流域管理小组对资金的使用施加影响。大体上讲,流域管理分为两个步骤,第一步是创建流域管理方案,第二步是实施这个方案。资助实施流域管理的前提条件是必须有一个完整的流域管理方案。管理方案的建立绝非易事,但是目前人们已经积累了许多经验教训(Ficks,1997年)和大量研究实例,它们可以帮助新的流域管理小组克服在方案制订过程中可能遇到的困难(Heathcote,1998年)。流域管理小组可以适时控制流域模拟建模在管理方案的发展、实施及监控过程中的应用。

在过去的几十年里,美国人愈来愈趋向于相互协作共同解决净水问题,特别是地方净水问题。政府机构也学会了通过提供资金和技术同地方团体紧密合作,以发挥它们的作用。当联邦政府机构与各个地方民间团体合作时,项目进展迅速。联邦环境保护局正在致力使专业技术、资金和海量数据库的获取变得更加便利。

地方管理小组将流域管理牢牢掌握在手中,政府和大学供职的科学家不再是流域管理的领导者,而是作为技术委员会的成员参与流域管理。流域管理人员和参与流域管理的居民必须熟悉学术界使用的模拟模型,并参与这些模型的应用。通过随后几章的学习,管理人员和居民将具备上述能力。

① 美国遗产河流— <http://www.epa.gov/rivers/>

第2章 管理和建模的挑战

到目前为止,模拟建模在各流域管理小组中并没有得到广泛应用。本章将探讨关于建模的基本理念,建模与数据采集的关系以及在何种条件下建模最为经济。尽管在某些特定背景下不宜使用模拟建模,但是本章仍然试图探讨模拟建模的应用潜力。

就管理决策而言,需要认真考虑以下两个基本问题:第一,决策将会对人类、经济和自然系统造成什么样的影响;第二,个人和社会如何看待这些影响。模拟建模可以帮助我们科学知识形式化,进而回答第一个问题;通过民主政治程序,多元化社会能够通过个人和团体的内省回答第二个问题。本书着重于通过开发和应用一系列工具来回答第一个问题。精确的预测后果有助于进行候选方案的合理性论证。

在何种条件和背景下,自然资源的管理要运用模拟模型呢?模拟建模面临的挑战数量众多,而且各种各样,例如模型设计及开发是否合理、模型是否经济,以及模型是否富有成效等。或许你已经参加过这类问题的讨论,你发现有时候你支持或反对应用模型或建模。模型设计和开发的费用可能很高,但是在土地管理中一旦发生错误,那么可能会产生灾难性的后果,人们可能要为之付出更为昂贵的经济代价。本章将结合景观模拟建模的优点和不足,探讨建模的不同原因和目的。

人们经常对应用模拟建模来评价土地管理可选方案的观点报以非常不信任的态度。许多人认为,建模屡试屡败,是一种对时间、金钱以及人力资源的浪费。现实中有相当数量的个体模型不尽人意,难以实现人们的所有期望。事实上,人们的期望易于超过实际可能。因此,建模人员必须避免过于自信,认为其建立的模型能完全反映所模拟的系统。

建模是人类认识周围世界的一项基本活动,人们对其周围人或事物及其相互关系的阐述,都属于建模的范畴。任何人都不可避免地要进行建模活动,比如,在你每天上班的路上,你会运用潜意识中的有关生活环境和生活经验的概念模型,这些模型可以帮助你预测其他行车者的意图、车辆的大小和数量、路面的承载力以及你周围其他人或事物的行为。如果你的模型精确无误,你通常会或行或止,安全上班;反之,如果你的模型有问题,那么你可能会遇上大麻烦。如果发生类似如前方道路突然出现结冰、有人莽撞驾车、猛烈的暴风雨不期而至以及其他出乎意料的事件,有问题的模型可能会引发致命的后果。每个人心中都有关于这个世界的各种模型以及它们的状态和运行规则,因而人们都期待着各种事件都照既定的方式发生。年轻人被赋予相对较高的保险等级。年轻人心目中的模型可能是假定在面对危机时,他们可以在其反应时间内逃离困境。他们也许还假设其他驾车者的行车速度较慢,可以轻松超过他们。他们的模型并不具有足够的预测能力,确保自己可以完全免于麻烦。因此,作为一个群体,年轻人支付相对较高的保险费。通过经验的积累(通常是交通事故,甚至有些是重大的交通事故),这些模型的预测能力被不断提高,行车速度也降低到一个合理的等级。但是,即使是最有经验的驾驶员,在遇到出其不意的新情况时,也会措手不及。

为了使我们的模型切实可用,重要的是确保他人的模型与我们的模型协调一致,文化、法律和道德准则为此提供了一个总框架。例如,每一门学科都发展起了专门的文化和语言,并融合到模型的共享之中。我们中的每一个人,都有关于标准个体、境遇、住所、城市和自己的模型,我们一直无意识地将生活中的经验和感觉与这些模型相匹配。在对周围世界的认识(也可以说是模型)的基础上,我们做出各种决策。因此,可以说,建模是人类固有的、自然的,而且是不可避免的活动。随着越来越多的非正式概念模型被改造成为形式化模型,建模在实际工作中的作用也在不断改变。以下的三幅插图以及相关的论述描绘了建模在过去、现在和未来的工作中所扮演的角色。图 2-1 描述了当今一个复杂的土地管理决策的制定过程。参与决策的每一个人都至少掌握一个关于景观机理的概念模型。图中每个矩形框都代表一个参与管理的个人。概念模型的建立依赖正规的专业训练、工作经验和人们处理抽象化概念以及模型的天赋。一般而言,进行一项土地管理决策需要一定数量的人员参与,其中每个人都具有独特的教育、职业和实践背景。因为背景与个性的差异,参与人员对流域的认识(模型)各不相同,他们对物种需求、栖息地的适宜性、水文状况、生物多样性、遗传学以及化学与噪音的影响等方面有不同的认识。提交给管理小组的潜在管理计划实际上是向小组成员的个人概念模型提交的,基于非正式的个人概念模型,每个小组成员都能就一项管理行为所产生的后果发表自己的意见。通常情况下,由于各人在背景、专业技术和个性上的差异,这些观点难以趋于一致,造成参与人员对人类、经济以及自然系统到对管理策略的响应存在不同的看法,为了解决这类分歧,通常需要运用相应的政治程序。

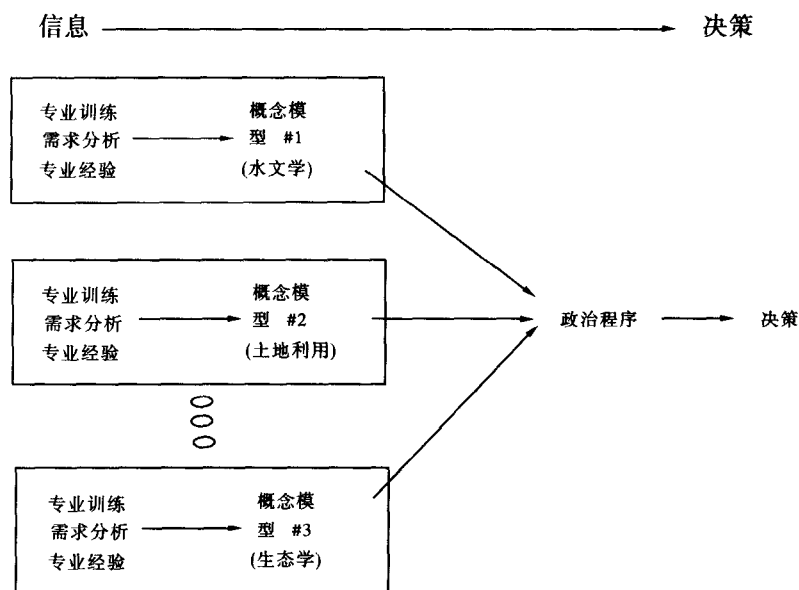


图 2-1 当前的景观建模方法

这种景观建模的方法十分有效,它一直是民主社会中制定多学科复杂决策的主要方法。然而,这种方法也存在若干不足之处。首先,个体模型肯定是不全面的,每个人仅能