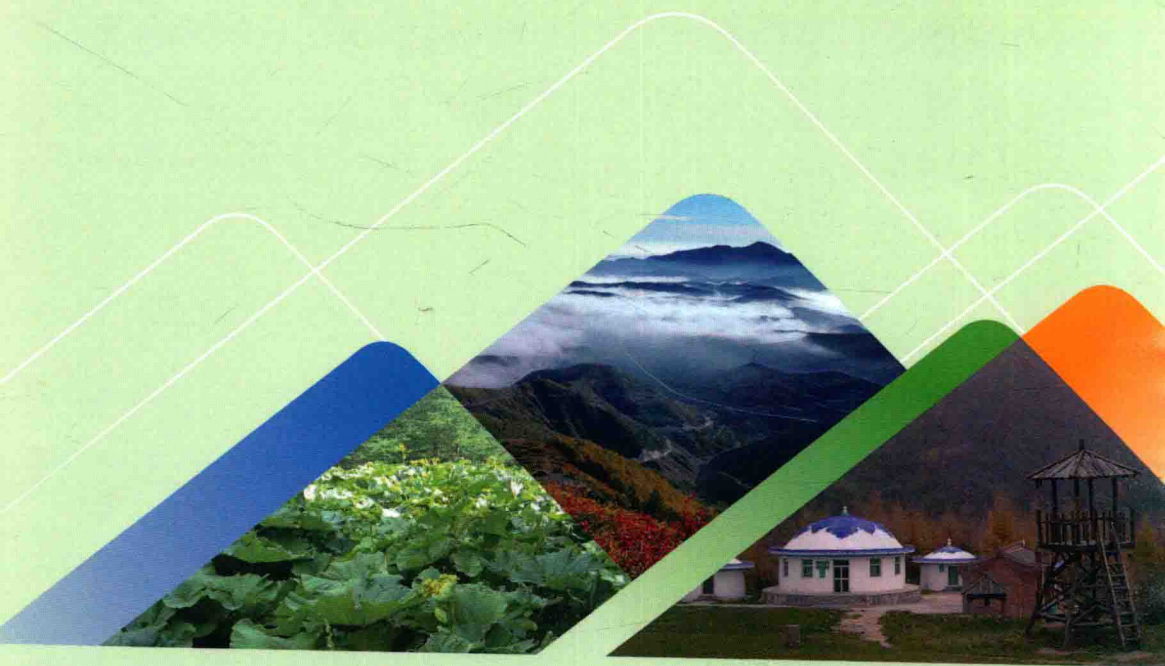


六盘山生态旅游区 人类旅游活动的 干扰响应与调控模拟

席建超 著



科学出版社

六盘山生态旅游区人类旅游活动的 干扰响应与调控模拟

席建超 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是作者多年来对游憩生态学研究工作的系统总结,其主体工作是在六盘山国家自然保护区内完成的。研究先后得到国家自然科学基金“六盘山生态旅游区敏感景观对人类旅游活动干扰的响应研究”和“六盘山生态旅游区水质变化对人类旅游活动干扰的动态响应及其模拟研究”两个项目资助。本书在充分吸收国内外关于旅游活动环境影响最新研究成果基础上,从“人-地”关系的双重视角,综合了多科学理论和方法,重点研究了生态旅游区人类旅游活动的干扰模式,敏感生态因子对人类旅游活动干扰的响应过程,以及两者之间的动态耦合关系,提出生态旅游区可持续发展的调控路径。本书初步构建了生态旅游区人类旅游干扰研究的一般科学范式,研究结论丰富了游憩生态学的基础理论和方法,同时也为旅游区生态环境合理利用和有效保护提供理论基础。

本书可作为从事旅游环境影响研究的科研教学人员,以及旅游大专院校研究生工具书,也可以作为生态旅游区规划建设、管理维护的管理工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

六盘山生态旅游区人类旅游活动干扰响应与调控模拟/席建超著.

—北京:科学出版社,2015.9

ISBN 978-7-03-045540-6

I. ①六… II. ①席… III. ①六盘山-生态旅游-旅游区-生态环境-环境影响-研究 IV. ①F592.743 ②X83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 206253 号

责任编辑:李秀伟 岳漫宇 田明霞 / 责任校对:胡小洁

责任印制:徐晓晨 / 封面设计:北京图阅盛世文化传媒有限公司

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>

北京京华虎彩印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 9 月第 一 版 开本:720×1000 B5

2015 年 9 月第一次印刷 印张:9

字数:172 000

定价:68.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

21 世纪人类正面临着全球环境变化和全球社会可持续发展的巨大挑战。最近几年,全球环境变化(GEC)研究愈加关注人类活动的作用。旅游业是当今世界发展最为迅速、前景最为广阔的新兴产业之一,这种趋势在中国旅游业发展表现更为显著,目前已经拥有了全球最大的入境旅游市场。未来 10 年,我国出境旅游人次将再翻一番。而且世界旅游组织的预测表明,在未来 15 年内,中国旅游人数预计每年增长 7.8%,并将于 2020 年成为世界第一大旅游目的地。作为人类历史上迄今为止最大规模的异地迁徙活动,显然,旅游业在促进区域社会经济快速发展的同时,也必然会对旅游区生态环境产生深远的影响。作为中国城市化不断加快进程中最后保留的绿地,旅游者大量涌入,最直接影响是对自然保护区原生态环境的冲击,这种影响因旅游活动时空节律性而表现更加突出。因此认识并确定旅游区在人类旅游活动干扰时产生脆弱性的动力学因素,研究人类旅游活动时空变化规律与生态旅游区环境响应过程间的耦合关系,预测其未来发展趋势,将成为生态旅游区进行合理开发和有效保护的重要理论基础。

对典型地区深入细致的剖析是科学研究的重要途径,也是学术研究的重要方法之一。本研究选择六盘山生态旅游区作为研究对象主要基于以下考虑:六盘山区是黄河支流泾河、清水河源头,也是黄土高原区重要生态涵养区,对旅游活动冲击较为敏感。而作为国家首个“国家级旅游扶贫示范区”,近年来旅游业发展迅猛,旅游生态环境影响开始凸显。因此,研究人类旅游活动干扰的作用机制,以及六盘山旅游区生态环境系统演变规律,对国内诸多同类型区域具有典型示范意义。研究可丰富游憩生态学的基本理论和方法,为六盘山生态旅游区生态环境保护提供科学基础,也有助于深化全球变化背景下人类活动对西北生态敏感区环境效应的认识和理解。

书中内容以作者近年来相关领域的科研成果为基础,大部分内容已在国内外重要期刊公开发表,本书对这些研究结果进行了较为系统地总结。全书共分 6 个主要部分,第 1 章,重点介绍研究背景、国内外研究进展,提出研究意义价值所在;第 2 章,重点分析研究了旅游区旅游活动干扰的主要方式及其环境影响;第 3 章,基于既成事实法和模拟实验法,重点研究了旅游步道对人类旅游活动干扰的响应;第 4 章,重点研究了旅游活动干扰对旅游水环境干扰及响应过程;第 5 章,重点进行了旅游水环境响应的系统模拟研究;第 6 章,结合研究成果,提出了旅

游区生态环境可持续发展的系统调控路径。

本书研究受到作者主持的国家自然科学基金“六盘山生态旅游区敏感景观对人类旅游活动干扰的响应研究”)和“六盘山生态旅游区水质变化对人类旅游活动干扰的动态响应及其模拟研究”两个项目的共同资助,在研究过程中,我的学生赵美凤硕士和武国柱硕士参与了大量野外调研工作。六盘山森林公园管理局对实地调研工作给予大力支持。在编写过程中,主要引用了本书作者的研究成果,同时也参考了相关领域的国内外文献,在此,向文献作者们致以真诚的谢意。正是因为有了他们的认可与支持,才有了本书的出版;藉本书出版之际,向为本书出版做出奉献的所有人员致以诚挚的谢意。

由于本书所涉及内容受研究范围、研究时间和作者水平所限,全书虽经仔细核对,但难免有不详与错误之处,诚请读者批评指正。

作 者

2015年8月于中国科学院天地科学园

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 研究目的和意义	1
1.2 国内外研究进展	3
1.2.1 国外进展	3
1.2.2 国内进展	5
1.2.3 小结与讨论	9
1.3 研究方法和技术路线	10
1.3.1 研究方法	10
1.3.2 研究技术路线	11
参考文献	13
第 2 章 生态旅游区旅游活动干扰方式	19
2.1 研究区域概况	19
2.1.1 自然地理概况	19
2.1.2 社会经济概况	21
2.1.3 生态旅游发展	22
2.2 旅游活动干扰及环境影响	24
2.2.1 旅游活动干扰及其特征	24
2.2.2 旅游活动干扰作用路径及其影响	26
2.2.3 旅游活动干扰与生态系统过程变化	30
2.3 旅游活动对旅游区干扰模式	30
2.3.1 数据采集方法	30
2.3.2 旅游总体干扰情况	32
2.3.3 “线性”步道冲击模式	33
2.3.4 “面状”野营地冲击评估	35
2.3.5 小结与讨论	36
2.4 旅游活动对旅游区水质的干扰模式	37
2.4.1 研究方法	38
2.4.2 游客基本行为特征分析	39

2.4.3	旅游活动各环节人均污染物排放量	41
2.4.4	不同类型游客污染物排放量和干扰类型	43
2.4.5	不同类型游客水质干扰类型及行为模式	44
2.4.6	小结与讨论	46
2.5	基于非参与式调查的旅游活动偏好	47
2.5.1	研究方法	49
2.5.2	旅游区不同地点的吸引力和持续力	50
2.5.3	旅游者游览时间与旅游者特性的关联性	53
2.5.4	小结与讨论	54
	参考文献	55
第3章	旅游活动游步道干扰及其响应	59
3.1	基于既成事实分析法的旅游活动干扰响应	59
3.1.1	“既成事实分析法”调查	59
3.1.2	主要干扰响应变量指标构建	60
3.1.3	旅游践踏干扰响应调查结果	62
3.1.4	旅游践踏干扰效果的主要影响因子探讨	65
3.1.5	旅游践踏干扰的可接受改变限度 (LAC)	66
3.1.6	小结与讨论	66
3.2	基于践踏实验旅游活动干扰的动态响应	68
3.2.1	践踏模拟实验设计及其方法流程	68
3.2.2	不同植被类型及土壤硬度对践踏响应评价指标构建	69
3.2.3	基于模拟旅游践踏干扰响应结果分析	70
3.2.4	旅游活动干扰强度与主要响应变量之间关系探讨	73
3.2.5	不同时期植被响应程度与可接受改变限度 (LAC) 的关系	74
3.2.6	小结与讨论	75
3.3	基于践踏实验的典型植被对旅游活动干扰的敏感性研究	75
3.3.1	植被践踏敏感性表征指标构建	75
3.3.2	3种植被类型的相对敏感性分析	76
3.3.3	3种植被类型中主要物种的绝对敏感性分析	78
3.3.4	小结与讨论	80
	参考文献	81
第4章	旅游区水质变化对旅游活动干扰的动态响应	84
4.1	旅游区水环境监测技术流程	84
4.1.1	采样时间	84
4.1.2	采样区	84

4.2 旅游活动干扰水质动态响应	85
4.2.1 旅游活动干扰响应指标构建	85
4.2.2 旅游区水质变化对旅游活动干扰的响应	87
4.2.3 小结与讨论	90
4.3 旅游区水质时空变化评价	91
4.3.1 生态旅游区水质物元评价模型	92
4.3.2 水质监测数据及分级标准	94
4.3.3 物元模型评价结果分析	95
4.3.4 小结与讨论	98
参考文献	99
第5章 旅游区水质变化对旅游活动干扰的系统模拟	100
5.1 旅游活动干扰与旅游水环境系统	100
5.1.1 基本内涵的界定	100
5.1.2 旅游水环境系统组成	101
5.1.3 旅游水环境系统特征	106
5.2 旅游区水质演变系统模拟	108
5.2.1 旅游水环境模拟基本流程	108
5.2.2 旅游水环境系统模型	110
5.2.3 关键技术参数	110
5.2.4 模拟因子辨识	113
5.2.5 模型计算与验证	114
5.3 旅游区水质变化对旅游活动干扰的响应模拟	115
5.3.1 旅游功能分区水质标准	115
5.3.2 污水控制情景方案	115
5.3.3 水质变化对旅游活动干扰的响应阈值	116
5.4 小结与讨论	117
参考文献	118
第6章 旅游区可持续发展生态系统调控路径	119
6.1 旅游区生态环境系统调控目标	119
6.2 旅游区生态环境系统调控原则	119
6.3 旅游区生态环境系统调控总体思路	120
6.3.1 以关键生态环境因子响应规律为依据	120
6.3.2 以生态旅游的基本理念为指导	121
6.3.3 以综合系统调控为重要手段	121
6.4 旅游区生态可持续发展的系统调控路径选择	123

6.4.1 旅游区经营管理者的绿色运营与管理	123
6.4.2 各级政府有序管理和调控	127
6.4.3 社区居民教育培训与积极参与	128
6.4.4 旅游者环境意识培育与参与	129
参考文献	130
第7章 未来展望	131
附录1	133
附录2	135

第1章 绪 论

1.1 研究目的和意义

21 世纪人类正面临着全球环境变化和全球社会可持续发展的巨大挑战。最近几年,全球环境变化(GEC)研究愈加关注人类活动的作用(刘燕华等,2004)。旅游业是当今世界发展最为迅速、前景最为广阔的新兴产业之一。世界旅游组织统计数据显示,2013 年全球国际旅游人数比 2012 年增长 5%,达到 10.87 亿人次。2013 年全球国际旅游收入由 2012 年的 1.078 万亿美元上升至 1.159 万亿美元。世界旅游组织(World Tourism Organization, WTO)发布的最新版《世界旅游趋势与展望》报告中预测,中国在未来几年,将继续引领全球出境游输出国市场,其中 2014 年的出境游增长率将达到 16%左右。全年旅游总收入可达 2.9 万亿元,国内旅游人数可达 32.5 亿人次,国内旅游收入可达 2.54 万亿元;出境旅游人数约 9730 万人次;入境过夜人数约 5570 万人次,旅游外汇收入约 478 亿美元。新增旅游直接就业 50 多万人。据世界旅游组织数据,2013 年我国以近 1 亿人次出境旅游,成为世界第一大出境客源市场。同时我国也以境外旅游消费 1020 亿美元,超过美国 and 德国而成为世界第一。10 年前,我国在全球出境游消费的份额为 1%,这一数字在 2023 年将增长至 20%。未来 10 年,我国出境旅游人次将再翻一番。而且世界旅游组织的预测表明,在未来 15 年内,中国旅游人数预计每年增长 7.8%,预计到 2020 年,中国将成为世界第一大旅游目的地。旅游活动成为人类历史上迄今为止最大规模的异地迁徙活动(UNEP, 2012)。显然,旅游业在促进区域社会经济快速发展的同时,必然会对生态环境产生深远的影响。

自然保护区是人类社会不断加快的城市化进程中最后保留的绿地。随着旅游者的大量涌入,最直接的影响是对自然保护区原生生态环境产生冲击和破坏。中国人与生物圈国家委员会的调查显示:在我国已开展旅游活动的自然保护区中,有 44%的保护区存在垃圾公害,12%出现水污染,11%有噪声污染,3%有空气污染。调查还显示,我国 22%的自然保护区由于开展旅游而造成保护对象受损害,11%出现旅游资源退化,其整体发展态势令人忧虑(木禾,1999)。此外,人类活动的水环境效应问题也一直是全球研究的热点和前沿(联合国,2005;姜文来,2008;孙金华等,2006)。水质污染是我国面临的最主要的水环境问题(张德尧和程晓冰,2000)。作为短时段、区域性旅游区水环境变化的主要驱动因素之一,生态旅游作

为目前自然保护区中最重要的社会经济活动,也是地表水和地下水的主要利用者之一。因近年来生态旅游的迅猛发展,许多管理措施尚不完善,生态旅游区水环境问题也较为突出。因此,认识并确定生态旅游区在人类旅游活动干扰时产生脆弱性的人力及地带的动力学因素,研究人类旅游活动时空变化规律与生态旅游区环境响应变化过程之间的耦合关系及其阈值,预测其未来发展趋势,将成为对生态旅游区进行合理开发和有效保护的重要理论基础。

对典型地区深入细致地剖析是科学研究的重要途径,也是地理学研究的重要方法之一。本研究选择六盘山生态旅游区作为研究对象主要基于以下考虑。①六盘山地处西北生态脆弱区,其生态环境对人类旅游活动冲击影响较为敏感。六盘山国家级自然保护区,气候具有大陆性季风特征,夏季高温多雨,冬季寒冷干燥,年平均气温 5.8℃,平均降水 680mm,年平均蒸发量约为 1481mm;降水主要集中在夏季,占全年的 70%~80%。径流年内分配不均匀,洪水、枯水流量相差悬殊,一般是夏丰(占 42.7%)、秋平(占 31.6%)、冬少(占 10.1%)。近年来,由于全球气候变暖的影响,流域降水减少趋势加剧,水量逐年减少,水质逐渐恶化,对人类活动的影响非常敏感。②六盘山旅游业发展迅速,旅游区生态环境污染问题日渐凸显。六盘山位于宁夏、甘肃、陕西交界地带,是我国西部黄土高原上的重要水源涵养林地、国家级自然保护区与国家森林公园,有黄土高原上的“绿岛”和“湿岛”之称。优越的区位条件使其成为辐射三省(自治区)的重要生态旅游区。自 2003 年被评为首个“国家级旅游扶贫示范区”以来,旅游业发展迅速,2008 年接待游客 86.94 万人次,实现国内旅游总收入 1.84 亿元。旅游业已成为保护区最主要的经济收入来源之一。在生态旅游区内,大规模旅游活动的开展,已经开始对景区部分景点环境产生诸多负面影响。另外,旅游区内水资源量丰沛,年径流量 2.1 亿 m³,水资源总量并不匮乏。但因区内枯水期和丰水期季节性反差较大,加上旅游季节较短,活动较为集中,对区域水质影响和冲击较大。特别是近年来旅游区周边新建诸多宾馆饭店及乡村休闲度假旅游兴起,大量旅游生活污水和旅游污染物不断通过各种途径进入泾河景观水体中,水体富营养化的态势不断加剧。③六盘山区是黄河支流泾河、清水河等的源头,其旅游生态环境问题在国内同类型自然保护区中具有代表性。许多国家级自然保护区是我国主要大江大河的源头和重要的水源涵养区。同样,这些自然保护区也面临着人类无序旅游开发所引发的生态环境干扰问题。生态环境的干扰不仅关系到自然保护区自身可持续发展,更牵涉整个流域的生态环境综合管理问题。因此,深入细致研究六盘山生态旅游区水环境系统的演变机制,对国内诸多同类型自然保护区水环境的利用和保护具有典型示范意义。

有鉴于此,本研究认为对六盘山生态旅游区旅游水质变化进行模拟研究具有重要的理论意义和实际应用价值。本研究可丰富旅游生态学的基础理论和研究方

法,为六盘山生态旅游区生态环境保护提供理论基础,为生态旅游区管理提供科学依据,同时有助于深化全球变化背景下人类活动对西北生态敏感区环境效应的认识和理解。

1.2 国内外研究进展

1.2.1 国外进展

旅游活动与环境休戚相关。环境是旅游活动赖以发展的基础,旅游活动不可避免地对自然环境、人文环境产生积极或消极的影响(保继刚等,1993)。旅游环境影响研究在空间尺度上包括全球尺度、区域尺度和旅游景区(点)3个层面。例如,Gossling(2002)研究旅游活动对全球环境变化的影响直接体现在区域土地覆盖和土地利用的变化,能源利用及其相关影响,生物跨区域迁徙障碍,野生物种的灭绝、疾病的传播与扩散,以及对环境认知在心理和认识上的转变5个方面,并认为这些影响最终带来的环境变化将通过局部的或个体的方式与全球环境变化总体趋势相叠加。在区域尺度上,如席建超等(2004)研究了由旅游活动所引发的区域生态赤字问题;在旅游景区尺度上,相关研究主要集中在旅游活动对植被、土壤、动物、水体、空气、地形与生态系统等的影响(Ceballos-Lascurain,1996)。总体来看,已有研究大多探讨旅游活动对环境的消极影响,积极影响探讨相对较少;研究区域大多集中在旅游景区等较小范围内,较大区域研究相对较少(保继刚等,1993)。

最早关于旅游景区环境影响的研究始于20世纪20年代末,由美国学者Meinecke(1928)开展。然而,直到1935年,Bates的工作才使旅游环境影响研究取得了突破性进展,他关于旅游活动对土壤和植被研究所采用的理论与方法为后续研究奠定了坚实的基础(Bates,1935,1938)。当然在其后研究中,许多学者也作出了自己的贡献,如英国学者Bayfield(1979)、Goldsmith等(1970)与Liddle(1975),美国学者Cole(1988)、Kuss和Morgan(1980)、Sun和Liddle(1993a)等。Liddle(1991)对旅游活动践踏对沙丘植被与土壤结构影响的研究比早期研究成果更进一步,并提出应该在全世界范围内拓展此项工作。Cole(1978,1988)构建了关于旅游活动和野外露营对山地型旅游区环境影响的知识体系;Kuss和Morgan(1980)、Kuss和Hall(1991)研究了在旅游活动干扰下土壤结构动态变化过程,探讨了如何预测未来土壤走向脆弱的方法。Liddle(1988)提出了旅游环境影响理论,认为对于人类旅游活动的影响,生态系统存在着一定的抗干扰能力,并具有一定的恢复机制。Sun(1992)、Liddle(1991)及Sun和Liddle(1993c)以实地试验为基础,发展和完善了旅游环境影响理论。Cole和Bayfield(1993)采用践踏试验(控

制人类旅游活动行为)来比较不同试验结果的差异。为了给森林公园管理提供科学依据, Waston 等(1993)在美国加利福尼亚对 Sierra(雪乐山)和 Inyo(因约)国家森林公园针对徒步旅行和骑马旅游活动对环境的影响进行集中试验研究, 以此为基础提出了能够管理和预测旅游活动环境影响的动态计量模型。

旅游水环境影响研究是旅游环境影响研究的重点领域之一(Ceballos-Lascurain, 1996)。最早的研究出现在 20 世纪 60 年代, 伴随着旅游环境问题的出现, 旅游对水体的污染开始受到国外学者广泛关注, 其研究主要集中在旅游活动对旅游区水质和水量影响方面(王群等, 2005)。Hunter 和 Green(1995)指出污水污染是大众旅游业发展最主要的不利影响因素。旅游活动引发的水环境污染也是旅游区生态环境退化的主要原因(Lal, 1984; Henry, 1988; Becheri, 1991; Andronickou, 1987; Smith and Jenner, 1989; Green and Hunter, 1992), 其中游船排放汽油、柴油、有机和无机废物的影响是重要原因(Grenon and Batisse, 1989; Tananone, 1990)。旅游业发展对旅游地下水资源带来深远影响。例如, Tananone(1990)报道了泰国因高尔夫球场大量使用杀虫剂和化肥而造成地下水污染的问题; 地下水的过度抽取还会导致季节性降水减少、海水入侵、地下水位下降、海平面上升, 引发洪水、地面下沉、水质恶化等问题(German, 1997; Kocasoy, 1989)。此外, 水资源农转非也引发一系列问题, 如突尼斯农业用水转为海滨地区的旅游业用水, 导致一些地区土壤干化, 不可耕种, 最后不得而被抛弃(Kocasoy, 1989; 联合国, 2005)。水体污染反过来又制约了旅游业发展, 造成了当地污染加重, 降低了当地旅游形象, 进而阻碍了当地旅游业发展进程。Bywater(1991)在亚得里亚海域中北部其他地区也发现旅游者数量急速下降的趋势。水体污染还严重影响居民和游客身体健康。

20 世纪七八十年代有学者开始关注旅游区水资源供需矛盾及所引发区域水资源潜在危机问题(Kent et al., 2002)。相关研究主要集中在休闲度假领域, 如海滨地区旅游人口的不断增加, 需要大量的淡水供应, 且需水时空变化不均, 对用水量影响最大。1975 年, Scherb 调查地中海地区海滨野营地用水为 1451t/天, Grenon 和 Batisse(1989)指出 1984 年其用水已增长至 2501t/天, 而当地居民每人最多只消费水 70L。Jackson(1984)研究发现加勒比海地区平均每位游客用水是当地居民的 3 倍。Holder(1988)也指出了加勒比海度假地旅游者和居民高质饮用水缺乏所导致的一系列后果, 其后面连锁反应直接损害了海底生物系统。滑雪度假地人工造雪, 需要成千上万升淡水, 这些淡水从湖泊中提取, 毁坏了湖泊生态系统。Romeril(1989)指出由于大量的淡水用于造雪, 减少了河流、湖泊水量, 改变了河道生态, 不能渗透的碎石和混凝土代替了自然土壤, 导致洪水冲刷更为严重。Tyler(1989)强调了进入地中海的污水对旅游者和当地居民健康的危害, 随着公众健康意识增强, 沙滩度假的吸引力逐渐削弱。此外, Kocasoy(1989)在土耳其

度假地进行健康调查发现,旅游旺季时,外国游客和儿童游泳时易于感染与污染有关的疾病。如此的影响和相应的结果可能造成旅游度假地的旅游活动相应减少。另外,自然环境中水资源的减少也降低了旅游景区(如湿地,这是旅游产品多样化的一种重要旅游资源)的价值,缩短了旅游地生命周期,进入停滞期甚至消亡期。此外,还有许多学者提出旅游地水环境管理对策主要有管理政策、技术措施、经济措施和教育措施等(Halcrow, 1994; Smith, 1997; Morris and Dickinsohn, 1987)。此外,旅游环境影响研究作为旅游区环境容量的基础理论依据,也推动了旅游环境容量的研究。作为衡量人类旅游活动对环境影响的阈值研究,对其内涵、量测标准和方法进行探讨的研究时有报道(Doxy, 1975; Getz, 1982)。相关案例研究也不断出现(Kim, 1997; Lee, 1997)。近年来随着相关研究不断发展,国外对旅游环境容量研究逐渐形成了从理论框架到管理工具的演变,旅游环境容量管理在生态旅游区资源管理中发挥了巨大作用。

1.2.2 国内进展

我国旅游业起步晚,直到20世纪80年代初才有学者开始介入此领域的研究。例如,台湾学者刘儒渊和曾家琳(2006)在塔塔山国家公园等地进行了长达10余年的定点定位观测试验,得出了较为系统的研究成果;宋力夫等(1985)研究了京津地区旅游生态环境的演变;保继刚等(1987)对颐和园旅游环境容量进行了探讨;汪嘉熙(1986)对苏州园林生态环境进行了研究等。90年代,旅游业快速发展,旅游生态学研究逐渐受到国内旅游学术界的广泛重视,并一度成为研究的热点,出现了两本《旅游环境学》教材(王湘, 2001; 颜文洪和张朝枝, 2005)和《旅游环境保护概论》(林越英, 1999)、《风景旅游区的保护与管理》(崔凤军, 2001)等专著及大量研究文章,如刘振礼(1992)对旅游接待地社会影响及对策的研究,蒋文举等(1996)分析旅游对峨眉山生态环境的影响及保护对策,李贞等(1998)研究旅游开发对丹霞山植被的影响,刘赵平(1998)以野三坡为例研究旅游对接待地的社会文化影响,程占红等(2004)、刘鸿雁和张金海(1997)、管东生等(1999)初步研究了旅游活动对景区植被与土壤的影响,谭周进等(2005, 2006)对土壤酶及微生物作用强度及碳、氮、磷影响的研究等,孙玉军等(2001)探讨景区索道对环境的影响及其管理,王宪礼等(1999)在长白山自然保护区做的专题研究,程占红等(2002)对芦芽山自然保护区旅游活动对生态环境影响进行全面研究。对于人类旅游活动与旅游区环境临界阈值的研究,主要表现在旅游环境容量方面,有不少研究报道,在概念体系与量测模型方面的成果较为突出(楚义芳, 1991; 崔凤军, 1998),有一定的应用价值,并有一些案例研究(吴长年等, 1998; 孙玉军, 2000; 刘玲, 2000)。

旅游水环境影响研究在 20 世纪 80 年代初才有学者开始介入此领域进行研究,如宋力夫等(1985)、保继刚等(1986)等对旅游区环境演变及环境容量的研究中曾经涉及水污染问题。旅游水环境影响研究在《旅游环境学》教材和《旅游环境保护概论》、《风景旅游区的保护与管理》等专著也有提及,更多学者开始关注旅游水环境研究工作(林越英,1999;蒋文举等,1996;王宪礼等,1999;程占红和张金屯,2002;程占红等,2003;席建超等,2008a,2008b;武国柱等,2008)。在这些论著和文章中,水环境也是旅游环境影响关注的重点对象之一,但是上述成果基本上以定性的描述为主,并未做深入探究。真正对旅游水环境专题的研究直到 2002 年才开始有学者介入。全华等(2002)报道了张家界国家森林公园环境演变趋势,并建立了基于环境脆弱因子的阈值模型。杨桂华等(2002)以滇西北碧塔海自然保护区为例对生态旅游的大气及水环境效应进行了研究;王群等(2007)以牯牛降旅游景区(观音堂核心景区)、普陀山旅游景区、黄山旅游景区 3 个不同发展阶段的山岳型旅游地为案例,提出了山岳型水环境管理模式。范弢(2007)、宁宝英和何元庆(2007)研究了古城丽江旅游对水环境的影响问题,认为水环境是丽江世界文化遗产地生态地质环境的重要组成部分。但是旅游活动也引发了古城水污染加剧、水资源量衰减、景观生态用水不足和景观水质下降等问题。总体来看,国内旅游水环境的研究主要有以下特点:①在研究切入点上,国内学者从旅游与环境共生存的系统角度,全面分析了旅游与水质水量的关系,并按照“发现问题—分析问题—解决问题—实施对策—监督管理—改进优化”的研究链进行(王群等,2005);②在研究对象区域选择上,对生态敏感区,如干旱半干旱、海滨、岛屿、山岳和极低地等高度关注也成为研究的一大特点;③在研究方法上,田野调查、问卷调查、访谈法、比较法和抽样分析等得到广泛应用,而地理学分析法、大气环流模式(GCM)、3S 技术也有涉猎;④在研究结论上,注重与管理实践相结合,在管理对策研究和实践运用方面取得较大进展。

1. 已有水质模型研究进展

水质模型涉及水环境科学的很多基本理论和水污染控制的实际问题,污染物在水环境中的迁移、转化和归宿研究的深入,以及数学手段和计算机技术在水环境研究中的应用推动了水质模型在旅游水环境中的应用不断发展。污染物进入水体后,首先随水流迁移,在这个过程中受到水力、水文、物化等这些因素的影响,进而发生迁移、混合、稀释和降解作用。水质模型的目的就是把这些相互制约的因素之间的定量关系确定下来,准确预测水体的水质从而为水质的规划控制及管理提供技术支持。

1) 水质模型产生和发展阶段

水质模型的形成和发展已经经历了半个多世纪,大致可以分为以下 3 个发展阶段(金蜡华和徐峰俊, 2004)。

第一阶段(20 世纪 20 年代中期至 70 年代初期):在这一阶段中,水质模型的研究处于最初时期,研究对象仅是水体水质本身,Streeter 和 Phelps 共同研究并提出了第一个水质模型,后来科学家在其基础上成功地将 BOD-OD 模型运用在水质预测等方面。

第二阶段(20 世纪 70 年代初期至 80 年代中期):在 S-P 模型的基础上有了新的发展,将其用于比较复杂的系统。这是水质模型的迅速发展阶段,特点是状态变量(水质组分)的数量逐渐增长;在多维模型系统中纳入了水动力模型;将底泥等作用纳入了模型内部;与流域模型进行连接,以使面源污染能被连入初始输入;开始出现了多维模拟、形态模拟、多介质模拟、动态模拟等多种模型研究,代表模型有一维动态模型 LAKECO、WRMMS、动态模型 WASP,能进行一维、二维、三维动态水质模拟。

第三阶段(20 世纪 80 年代中期至今):是水质模型研究的深化、完善与广泛应用的阶段。这个阶段模型的主要特点有:正式出现完善的多介质模型,代表模型有 QUAL 系列模型、动态 WASP 模型等,特别是 WASP 模型在此阶段得到进一步更新,适用于河流、水库、湖泊、河口、海岸等多种区域;考虑水质模型与面源模型的对接;多种新技术方法,如随机数学、模糊数学、人工神经网络、3S 技术引入水质模型研究。

2) 主要水质模型简介

主要水质模型见表 1.1。

2. 旅游区水质变化模拟研究进展

20 世纪 60 年代末,国外学者在旅游环境影响评价研究中曾经涉及旅游区水质评价。20 世纪 70 年代,部分学者使用传统水质指标评价方法,对国家公园、自然保护区等生态环境敏感区域进行水质评价,但未考虑旅游活动的影响(Silsbee and Larson, 1982; Farag et al., 2001; Cabell et al., 1983; Ronald, 1982; Kling et al., 1987)。Silsbee 和 Larson (1982) 对美国田纳西州大烟山国家公园河流水质在 1977 年 10 月至次年 9 月时段内、28 个采样点氮、磷等 16 项水质指标进行了调查评价。Farag 等(2001)调查分析了美国大提顿国家公园两个高强度人类活动地区水样中大肠菌群、蓝氏贾第鞭毛虫、球虫等指标的变化。随着休闲度假业的日渐兴起,国外学者关注旅游水环境质量的适宜性评价,并注重旅游水质与旅游需求的关系。

表 1.1 国际上比较流行的水质模型

模型名称	开发团队	维数	稳态或非稳态	适用领域	特点	国内应用实例
MIKE 系列	丹麦水动力研究所 (DHI)	1-D 2-D 3-D	稳态和非稳态	河流和渠道 河流、沿海水流和海洋 河流、沿海水流和深海	可广泛地应用于河流、湖泊、河口和海岸河流的水动力模拟,但是难以进行小尺寸局部水工建筑物的绕流模拟	苏州河 (朱宜平等, 2007)、长江口 (江霜英等, 2008)
WASP	美国环保署 (USEPA)	1-D 2-D 3-D	稳态和非稳态	河流、湖泊、河口、水库	可模拟常规污染物和有毒有机物、重金属,常应用于富营养化问题;灵活性好,可与其他水动力程序相连;可与 GIS 集成	奥林匹克森林公园 (佟庆远等, 2006)、三峡 (孙学成等, 2003)、陈行水库 (刘登国等, 2005)、汉江 (杨家宽等, 2005)
Delft3D	荷兰代尔夫特水动力研究所	1-D 2-D 3-D	稳态和非稳态	河流、湖泊、河口、水库	支持曲面格式,可以精确地进行大尺度的水流、水动力、波浪、泥沙、水质和生态的计算;可与 GIS 集成, Matlab 环境结合	渤海湾 (储慶, 2004)、鳌江口 (左书华, 2007)、长江口 (黄坚等, 2003; 刘成等, 2003)、大鹏湾 (栗苏文等, 2005)
EFDC	美国威廉玛丽大学 (VIMS) 美国环保署 (USEPA)	3-D	非稳态	河流、湖泊、水库、湿地	在水动力模拟方面有突出优势:可以模拟多种水动力过程;模拟精度已达到相当高的水平。但是对输入数据的要求非常高	虎门太平水道航道 (李瑞杰等, 2003)、滇池 (陈异晖, 2005)
QUAL2E	美国环保署 (USEPA)	1-D	稳态	水系、渠道	用于模拟混合良好的河川和湖泊,可按用户希望的任意组合方式模拟 15 种水质组分;将河流系统划分为一系列恒定非均匀流的河段;可进行不确定性分析	津江 (赵新华等, 2005)、富春江 (方晓波等, 2007)
BASINS	美国环保署 (USEPA)	模型系统	稳态	水系、河流、渠道	基于 GIS 环境,集流域分析、评价、总量控制、污染治理与费用效益分析等于一体	滇池 (邢可霞等, 2004)

Cabell 等 (1983) 结合水质指标和游客健康风险建立了海滨度假区水质标准体系。Ronald (1982) 运用旅行成本法, 分析了由于区域水环境质量的提高, 垂钓、露营、游船、游泳等娱乐项目达到相应的水质要求, 从而使得游客数量增加。

2000 年以后, 旅游水环境系统被认定是社会-生态耦合系统, 部分学者从人地关系的角度对水质变化进行系统模拟, 以解决旅游活动和水环境污染之间的矛盾。Manfredi 等 (2010) 分析了由于尼泊尔萨加玛塔国家公园及其缓冲区旅游者和当地居民增多, 从而导致固体废弃物增加, 进而引发水质变化的过程。运用参与式模拟方法 (participatory modeling) 建立了固体废弃物-水质管理概念模型, 使用 Cmap Tools 和 Simile 软件进行定量模拟, 提出最优旅游管理措施。

国内旅游水质变化模拟研究起步较晚。20 世纪 80 年代, 有学者开始介入此领域进行研究, 基本以定性描述为主。直到 20 世纪 80 年代末, 部分学者开始运用