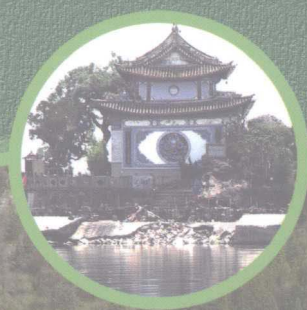


湖泊生态安全 调查与评估

中国环境科学研究院 等 编著



科学出版社

湖泊生态安全调查与评估

中国环境科学研究院 等 编著



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是全国重点湖泊水库生态安全调查与评估项目的部分成果,是我国第一部针对湖泊生态安全调查与评估技术方法的研究著作。本书介绍了对我国湖泊生态安全的理解、湖泊生态安全调查与评估方法及内容,阐述了湖泊生态安全调查与评估的程序和方法,剖析了6大湖泊生态安全评估实践,分析了全国重点湖泊面临的主要生态安全问题及其发展趋势,并提出了基于保障湖泊生态系统健康安全为目标的对策。

本书的出版希望在湖泊管理方面发挥重要作用。本书适合湖泊保护与治理、环境管理、城市规划、水利管理部门的工程技术人员及决策者参考。

图书在版编目(CIP)数据

湖泊生态安全调查与评估/中国环境科学研究院等编著. —北京:科学出版社,2012

ISBN 978-7-03-034479-3

I. ①湖… II. ①中… III. ①湖泊-生态安全-调查方法②湖泊-生态安全-评估方法 IV. ①X171.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 109687 号

责任编辑:杨 震 刘 冉 / 责任校对:张怡君

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:耕者设计工作室

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>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年10月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2012年10月第一次印刷 印张:24 插页:2

字数:480 000

定价:88.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

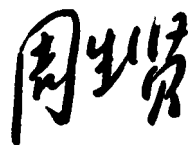
水是生命之源、生产之要、生态之基。党中央、国务院高度重视水环境保护。2008年1月,胡锦涛总书记作出“让江河湖泊休养生息、恢复生机”的重要指示。让江河湖泊休养生息的提出,为从根本上解决水环境问题指明了方向,成为新时期我国水环境保护的重要指导思想和战略任务。让江河湖泊休养生息的实质是坚持以人为本,遵循自然规律,以水环境容量和承载力为基础,统筹环境保护与经济发展关系,积极主动给予江河湖泊以人文关怀,采取综合手段,提高水环境的生态服务功能,促进经济社会又好又快发展和人的全面发展。总之,其核心是以人为本、改善民生;目标是恢复生机、提升活力;前提是尊重规律、道法自然;方法是系统管理、综合治理;关键是控源截污、转型发展。

近年来,我们认真贯彻落实,对让江河湖泊休养生息的认识不断深化,实践加速推进,措施日臻完善。多次召开环境保护部际联席会议,形成齐抓共管、协力推进水污染防治工作的良好局面。严格开展重点流域水污染防治专项规划实施情况考核,全面建立重点流域省界断面水质考核制度。特别是从2010年起,我部联合财政部开展水质较好湖泊生态环境保护工作。“十二五”期间,中央财政将通过专项资金投入100亿元“以奖促保”,完成30个湖泊生态环境保护任务。再经过“十三五”的努力,共形成1000亿元以上的投入规模,把我国面积在50平方公里以上的优质生态湖泊都保护起来。

湖泊生态安全调查与评估是对湖泊生态健康状况的诊断,可以为让江河湖泊休养生息探寻合适的技术路线图。2007年6月,温家宝总理作出批示,要求对我国几大湖泊水库的生态安全问题逐一进行评价,并提出综合治理措施。为认真落实温家宝总理的重要批示精神,由环境保护部牵头,会同地方政府、发展和改革委员会、水利部共同组成领导小组,并专门设立办公室,成立项目组,选择6个重点湖泊(太湖、巢湖、洞庭湖、鄱阳湖、洪泽湖和滇池)和3个重点水库(三峡水库、丹江口水库和小浪底水库),开展生态安全调查与评估工作。坚持湖泊保护优化流域地区经济发展、一湖一策、污染治理与生态修复相结合的原则,针对湖泊水生态状况、湖泊生态系统服务功能、湖泊流域社会经济影响以及生态灾变等4个方面开展了生态安全调查,提出了我国湖泊生态安全“4+1”评估技术方法,为做好让江河湖泊休养生息政策措施的顶层设计奠定了科学基础。

在发展和改革委员会、水利部和江苏省等地方政府的大力支持下,中国环境科学研究院组织全国40多个单位的100多位专家,花了近两年的时间完成9个重点

湖泊和水库生态安全调查与评估工作,其中部分成果汇集成《湖泊生态安全调查与评估》一书。这是我国第一部针对湖泊生态安全调查与评估技术方法的研究著作,本书的出版一定会在保障和提升我国湖泊生态安全保障水平方面发挥重要作用。

A stylized, bold Chinese signature in black ink, reading '周贤' (Zhou Xian).

二〇一二年九月十一日

目 录

序

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 湖泊生态安全	1
1.1.2 我国湖泊生态安全现状	1
1.1.3 我国湖泊面临的主要生态危害	3
1.1.4 湖泊生态安全调查与评估	5
1.2 主要内容及研究意义	7
1.2.1 主要内容	7
1.2.2 研究意义	7
1.3 国内外研究进展	8
1.3.1 国外研究进展	8
1.3.2 国内研究进展	14
1.4 湖泊生态安全调查与评估的方法和内容	19

方 法 篇

第 2 章 湖泊生态安全调查的程序与方法	23
2.1 湖泊生态安全调查程序	23
2.2 湖泊生态安全调查内容与指标	23
2.2.1 湖泊生态安全调查内容	23
2.2.2 湖泊生态安全调查指标	24
2.3 湖泊生态安全调查方法	31
2.3.1 湖泊水生态系统健康调查方法	31
2.3.2 湖泊流域社会经济活动影响调查方法	45
2.3.3 湖泊生态服务功能调查方法	63
2.3.4 湖泊生态灾变调查方法	66
2.4 湖泊生态安全调查总结	68
2.4.1 数据的记录与处理	68
2.4.2 资料整理	69
2.4.3 调查报告的撰写	69

第3章 湖泊生态安全评估的程序与方法	71
3.1 湖泊水生态系统健康评估方法	71
3.1.1 评估指标与方法及模型	71
3.1.2 评估方法的验证与修正	73
3.1.3 评估结果及其解析	75
3.1.4 实际评估过程中可能出现的问题及其解决方法	77
3.2 湖泊流域社会经济活动影响评估方法	77
3.2.1 概述	77
3.2.2 评估指标与方法及模型	79
3.2.3 评估方法的验证与修正	108
3.2.4 实际评估过程中可能出现的问题及其解决方法	108
3.3 湖泊生态服务功能评估方法	109
3.3.1 湖泊生态服务功能状态评估	109
3.3.2 湖泊生态服务功能经济价值及损失评估	124
3.4 湖泊生态灾变评估方法	145
3.4.1 评估指标与方法及模型	146
3.4.2 评估结果及其解析	151
3.4.3 评估方法的验证与修正	153
3.4.4 实际评估过程中可能出现的问题及其解决方法	154
3.5 湖泊生态安全综合评估方法	155
3.5.1 评估指标与方法及模型	156
3.5.2 评估结果及其解析	161
3.5.3 评估方法的验证与修正	166
3.5.4 实际评估过程中可能出现的问题及其解决方法	176

实 践 篇

第4章 重点湖泊生态安全评估实践	181
4.1 太湖	181
4.1.1 主要水环境问题及发展趋势	181
4.1.2 生态安全“4+1”评估	194
4.1.3 生态安全问题成因分析	201
4.2 巢湖	203
4.2.1 主要水环境问题及发展趋势	203
4.2.2 生态安全“4+1”评估	211
4.2.3 生态安全问题成因分析	217

4.3 滇池	222
4.3.1 主要水环境问题	222
4.3.2 生态安全“4+1”评估	224
4.3.3 生态安全问题成因分析	230
4.4 洪泽湖	242
4.4.1 主要水环境问题及发展趋势	242
4.4.2 生态安全“4+1”评估	253
4.4.3 生态安全问题成因分析	258
4.5 洞庭湖	260
4.5.1 主要水环境问题及发展趋势	260
4.5.2 生态安全“4+1”评估	272
4.5.3 生态安全问题成因分析	277
4.6 鄱阳湖	279
4.6.1 主要水环境问题及发展趋势	279
4.6.2 生态安全“4+1”评估	291
4.6.3 生态安全问题成因分析	299

对策及展望篇

第5章 重点湖泊生态安全问题诊断与变化趋势分析	305
5.1 湖泊生态安全问题的范畴与尺度转换	305
5.1.1 生态安全问题识别	305
5.1.2 湖泊生态安全问题识别与尺度转换	306
5.1.3 湖泊生态安全问题代表性范例选择	307
5.2 重点湖泊生态安全主要问题诊断	308
5.2.1 太湖生态安全主要问题诊断	308
5.2.2 巢湖生态安全主要问题诊断	311
5.2.3 滇池生态安全主要问题诊断	314
5.2.4 鄱阳湖生态安全主要问题诊断	317
5.2.5 洞庭湖生态安全主要问题诊断	320
5.2.6 洪泽湖生态安全主要问题诊断	324
5.3 重点湖泊生态安全变化趋势分析	327
5.3.1 太湖湖泊生态安全变化趋势分析	327
5.3.2 巢湖湖泊生态安全变化趋势分析	327
5.3.3 滇池湖泊生态安全变化趋势分析	328
5.3.4 鄱阳湖湖泊生态安全变化趋势分析	328

5.3.5	洞庭湖湖泊生态安全变化趋势分析·····	328
5.3.6	洪泽湖湖泊生态安全变化趋势分析·····	328
第6章	重点湖泊生态安全保障对策·····	330
6.1	重点湖泊环境治理与生态恢复共性对策·····	330
6.1.1	基本策略·····	330
6.1.2	湖泊治理以湖泊水生态系统的健康为目标·····	330
6.1.3	流域生态建设是富营养化防治的主要任务·····	330
6.1.4	充分利用水利工程满足湖泊水生生物群落建设的需求·····	330
6.1.5	加强污水管网的建设,控制农村生活污染·····	330
6.1.6	加强湖泊流域管理体系与能力建设·····	331
6.2	重点湖泊生态安全保障对策·····	331
6.2.1	太湖生态安全保障对策·····	331
6.2.2	巢湖生态安全保障对策·····	337
6.2.3	滇池生态安全保障对策·····	344
6.2.4	鄱阳湖生态安全保障对策·····	348
6.2.5	洞庭湖生态安全保障对策·····	354
6.2.6	洪泽湖生态安全保障对策·····	358
参考文献	·····	364
后记	·····	371
彩图		

第 1 章 绪 论

1.1 研究背景

1.1.1 湖泊生态安全

关于生态安全,迄今尚未有一个确切的定义。最初关于生态安全的认识是,生态安全指生态系统相对于“生态威胁”的一种功能状态。之后,生态安全的概念在此基础上得到了较多的引申和发展。目前,对生态安全通常有广义和狭义两种理解。其中广义的生态安全是以国际应用系统分析研究所(IIASA)的定义为代表,指在人类的生活、健康、安乐、基本权利、生活保障来源、必要资源、社会秩序和人类适应环境变化的能力等方面不受威胁的状态,包括自然生态安全、经济生态安全和社会生态安全。狭义的生态安全是指自然和半自然生态系统的安全,即生态系统完整性和健康的整体水平反映。本书中的生态安全,是从狭义的角度理解,将湖泊生态安全定义为“在人类活动影响下维持湖泊生态系统的完整性和生态健康,为人类稳定提供生态服务功能和免于生态灾变的持续状态”。

这一定义的本质可以从两个方面理解:其一是生态风险;其二是生态健康。具体包含四个层面的含义:其一,安全的基础是湖泊生态系统的健康和完整,即湖泊生态系统具有良好的水质状况与水生态结构,能够维持水生态系统结构稳定,并依据自身规律自然健康演化;其二,安全变化的原因是人类活动的影响,人类社会经济活动对湖泊的干扰在湖泊的承受范围之内,湖泊生态系统能够消纳人类正常社会经济活动产生的污染物,能够从人类合理活动的干扰中恢复过来;其三,安全变化的结果是生态服务功能的削弱、中断乃至发生生态灾变;其四,生态安全是一个动态的概念,应从动态和历史变化的角度理解。

1.1.2 我国湖泊生态安全现状

湖泊是我国最重要的淡水资源之一,具有水利防洪、用水供水、水产养殖以及气候调节等多种功能,对社会经济的发展发挥着不可估量的作用。近几十年来,由于湖泊流域社会经济快速发展,污染治理设施滞后,氮、磷等污染负荷削减难度较大,致使我国众多湖泊长期接纳过量的氮、磷营养盐负荷,富营养化程度普遍较高,湖泊水体处于“水华”频发的高生态风险状态之下。我国大中型湖泊的富营养化问题直接影响其周边及下游城镇、农村地区的饮用水安全,危及居民的健康及安全。

2007年5月太湖水华暴发引发的无锡市饮用水污染事件更是给环境保护工作敲响了警钟。水污染与富营养化严重影响了湖泊生态系统的结构和功能,进而威胁其生态安全,并在一定程度上威胁到社会的可持续发展,影响流域群众的生产和生活。我国湖泊生态安全状况的主要表现有以下几个方面。

1. 水污染形势严峻,水环境质量下降

当前我国湖泊水污染普遍严重,有相当数量的湖泊水质为Ⅴ类或劣Ⅴ类。环境保护部2010年统计数据显示,26个国控重点湖泊(水库)中,满足Ⅱ类水质的1个,占3.8%;Ⅲ类的5个,占19.2%;Ⅳ类的4个,占15.4%;Ⅴ类的6个,占23.1%;劣Ⅴ类的10个,占38.5%。主要污染指标为总氮和总磷。全国九大重点湖泊(水库)中,太湖、巢湖、鄱阳湖、洞庭湖、滇池,三峡水库、丹江口水库与小浪底水库水质均已处于《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)Ⅲ类水标准以下,其中鄱阳湖、洞庭湖和洪泽湖整体水质Ⅲ类到Ⅳ类,局部水域部分时间段为Ⅴ类,太湖、滇池、巢湖为劣Ⅴ类。湖泊水质恶化的现状导致湖泊水质达不到水环境功能要求,水环境承载力下降,湖泊水体各种功能的环境价值也在不同程度上降低,甚至丧失。

2. 富营养化问题严重,水华频繁暴发

据《2010年环境质量公报》,26个国控重点湖泊(水库)中,营养状态为重度富营养的1个,占3.8%;中度富营养的2个,占7.7%;轻度富营养的11个,占42.3%;其他均为中营养,占46.2%。蓝藻水华(藻型)暴发和高等水生植物(草型)过度繁殖是我国湖泊富营养化的重要表现形式,其中以水华暴发最常见,问题也最为严重。2010年的监测结果表明,九大重点湖泊(水库)中,太湖、巢湖、洪泽湖和滇池均已处于富营养化水平,其中太湖和巢湖处于中度富营养化水平,滇池处于重度富营养化水平,藻类水华常年发生;三峡水库局部水体、小浪底水库局部水域已发现了藻类水华,鄱阳湖、洞庭湖局部水域也有水华发生。水华暴发是湖泊生态灾变的重要表征,对生态系统健康,特别是人类健康的危害不容忽视。

3. 不合理的人类活动对湖泊的影响和破坏严重

我国有相当数量的湖泊正逐渐由自然状态变成人为控制状态,在经济发达地区尤为严重。一方面是由于人类对湖泊认识的不足,缺乏对湖泊的科学保护、合理利用和有效管理,导致对湖泊的过度开发和无序利用,造成湖泊萎缩,生态破坏等一系列问题。以湖泊围垦为例,据不完全统计,新中国成立以来,长江大通以上中下游地区有1/3以上的湖泊面积被围垦,围垦总面积超过13 000 km²,相当于目前五大淡水湖面积总和的1.3倍,因围垦而消亡的湖泊达1000余个。

另一方面,随着湖泊流域社会经济的快速发展,沿湖带开发强度及规模不断增加,导致湖泊资源以及环境压力日益增大,湖泊有限的生态承载力和环境容量难以承受。以经济发达的太湖流域为例,1999~2009年,十年的发展使太湖流域人口数量增长了42%,年用水总量从284.8亿立方米增至353.3亿立方米,年废水排放总量从49.2亿立方米增至62.4亿立方米;与此同时,水质污染日益严重,至2009年,太湖7.6%的水域水质为Ⅳ类,18.5%的水域为Ⅴ类,其余73.9%的水域均劣于Ⅴ类,太湖整体为中度富营养。

4. 湖泊生态系统的结构和功能总体处于不断退化的状态

我国湖泊生态系统的结构和功能总体处于不断退化的状态。具体表现为湖泊萎缩退化严重,湖泊生物资源退化,生物多样性下降,湖泊与江河水力联系受到阻隔,生态服务功能退化等。近年来,我国相当数量的湖泊出现了水位持续下降,集水面积和蓄水量不断减小的问题,部分湖泊甚至干涸。自20世纪50年代以来,全国大于 10 km^2 的湖泊中,干涸面积 4326 km^2 ,萎缩减少面积约 9570 km^2 ,减少蓄水量516亿立方米。另据统计,滇池在20世纪50年代沉水植物有42种,20世纪80年代下降到13种,到目前只剩8种。

洞庭湖湖区生物物种资源丰富,共有水生植物160多种,鸟类258种,其中一级保护物种20种,一级保护动物13种,是重要的生物物种资源库。但由于泥沙淤积与围湖造田,自然湿地锐减,湿地生境受到很大破坏,水生生物及鸟类的生长、繁衍和栖息空间大幅度减小。长江中下游地区是我国湖泊分布最密集的区域之一,历史上该地区的湖泊大多与长江自然连通,发挥着正常的洪水调蓄和生物多样性维持等生态功能;而目前仅有洞庭湖、鄱阳湖和石臼湖等为数不多的几个湖泊自然通江,众多湖泊的环境净化、水量调蓄能力等生态服务功能急剧下降。

1.1.3 我国湖泊面临的主要生态危害

1. 湖泊富营养化造成巨大的资源损失

我国是世界湖泊富营养化最严重的地区之一。2004年,环境保护部和国家统计局首次发布的数据显示,全国因环境污染造成的经济损失为5118亿元,占当年GDP的3.05%;虚拟治理成本为2874亿元,占当年GDP的1.8%,其中湖泊富营养化是最重要的原因之一,表现为水体透明度明显下降,水生生态系统严重退化。国家重点治理的“三湖”水质现在均为劣Ⅴ类,其中滇池处于重度富营养状态。不少湖泊出现藻类暴发,水体缺氧,藻类产生的毒素具有潜在的致癌作用,严重影响我国社会经济发展。目前我国淡水渔业的收入每年为80多亿元,而一些湖泊由于污染所造成的损失却远高于此,显然已经付出了沉重的“代价”。

2. 湖泊有毒水华频发导致水体毒性化

湖泊富营养化使水体中藻类大量繁殖,形成蓝藻水华。在太湖、滇池、巢湖等大中型湖泊中,近年来频繁发生蓝藻水华,水华面积逐年扩大,持续时间逐年延长。巢湖从20世纪70年代开始,就多次出现“水华”,2003年7月中旬,更出现了大面积蓝藻暴发并蔓延至东半湖龟山一带,局部水域所堆积的水华蓝藻最厚可达1 m以上。2006年夏季,太湖蓝藻水华的分布水域已经从原来的北部梅梁湾发展到湖心,几乎遍布全湖。甚至湖泊水质达Ⅰ类、Ⅱ类标准的千岛湖、洱海每年在局部区域也会发生水华。而水华蓝藻中,80%是产毒的微囊藻,导致水体毒性化,对饮用水源带来极大威胁。自从1878年Francis首次报道了微囊藻毒素引起动物中毒死亡事件后,世界各地由微囊藻毒素引起的鸟类、鱼类和家畜的中毒事件频繁发生,譬如我国内蒙古达赉湖由于鱼腥藻、微囊藻水华,每年都造成牛羊等牲畜死亡。

3. 蓝藻水华严重危及湖泊饮用水源和水产品安全

富营养化湖泊中的蓝藻水华造成的最大危害是威胁水源地供水安全。例如太湖是其流域重要的水源地,全太湖有12个水厂,直接供应周边无锡、苏州和常州以及上海等大中城市几千万人口的生活和生产用水。由于水华蓝藻大量生长,释放到水体中的微囊藻毒素具有损害肝脏和促癌效应,而目前水厂广泛采用的常规处理工艺还无法完全去除源水中的藻毒素和其他持久性污染物。因此,富营养化湖泊中的蓝藻水华发生对供水安全和人类健康产生了极大威胁。我国是有毒藻类分布最广、影响最大的国家之一。我国滇池水体的藻毒素浓度是日本霞浦湖的近10倍。我国东南沿海一些市县,如浙江的海宁、江苏的启东和海门、广西的扶绥等是原发性肝癌、大肠癌高发区,这些地区饮用水中微囊藻毒素LR质量浓度最高时超过了世界卫生组织的标准,该地区的原发性肝癌与饮用水源中微囊藻毒素高本底含量密切相关。滇池的微囊藻水华常年不消退,水质腐败,毒素含量居高不下,使附近自来水厂被迫关闭或多次迁址重建。微囊藻毒素还可在各种鱼类和其他各种经济水生动物体内大量富集,并通过食物链进入人体,对人类健康构成严重威胁,譬如,在蓝藻水华爆发期间,太湖和巢湖多种鱼类、虾、蚌、螺等动物体内富集的微囊藻毒素超过或大大超过世界卫生组织的标准。由于蓝藻水华在湖滨的大量堆积、腐败而产生恶臭,严重影响湖泊景观美学价值。因此,湖泊蓝藻水华对水域生态、景观环境、水产养殖造成了严重危害,严重危及湖泊水源的安全和水产品安全,直接威胁湖区居民的健康和生存。

4. 湖泊生物多样性下降,水生生态系统受到破坏

在富营养化湖泊中,随着蓝藻的大量繁殖,水生高等植物、鱼类和底栖生物等

显著减少甚至消亡,引起湖泊的物种多样性下降和生态系统退化,进而引起水质和水功能的退化。以巢湖为例,巢湖曾有鱼类达 94 种,虾类 8 种,各种水鸟 44 种,由于水质恶化和水工程建设等,水生生物的栖息地遭受严重破坏,部分名贵鱼种绝迹,湖面水鸟甚少。太湖的鱼类从 20 世纪 60 年代的 106 种,减少到现存的 70 多种,洄游性鱼类几乎绝迹;底栖动物中螺、蚌等种群大幅度下降,而耐污性的水蚯蚓、水生昆虫等却显著增加;浮游动物中枝角类、桡足类的种类数减少,而小型的原生动物和轮虫种类增加;成片水生高等植物群落消失,仅剩周边地区零星芦苇丛,整个水生生态系统结构呈现出种类小型化和物种多样性显著下降的特点。

1.1.4 湖泊生态安全调查与评估

1. 湖泊作为重要的国土资源,其生态健康与安全是我国 21 世纪社会经济发展的保障

我国是一个多湖泊国家,共有湖泊约 2 万多个,面积在 1 km^2 以上的天然湖泊 2759 个,总面积达 $91\,019\text{ km}^2$,约占国土总面积的 0.95%,但湖泊的汇水范围及其对流域的社会与经济发展所产生的影响都远远高于上述比例。湖泊是陆地水资源的重要组成部分,储水总量为 7088 亿立方米,其中淡水储量为 2260 亿立方米,是地下水可开采量的 2.2 倍,也是我国饮用水的重要来源,全国城镇饮用水水源的 50%以上源于湖泊。湖泊作为一种与人类生存和发展密切相关的独特资源,在供水、防洪、航运、旅游及维系区域生态平衡方面发挥着巨大作用,是我国各民族人民赖以生存的重要资源。全国粮食产量的 $1/4\sim 1/3$ 来自于湖泊流域,湖泊流域的工农业总产值占全国的 30%以上。因此,湖泊作为重要的国土资源,其生态健康与安全是我国 21 世纪社会经济发展的重要保障。

2. 湖泊富营养化发展迅猛,态势十分令人担忧,危及饮用水安全,严重威胁着周边人民的的生活和健康

我国湖泊富营养化始于 20 世纪 70 年代初期,80 年代末,被调查的 26 个湖泊中 61%处于富营养状态,到 90 年代后期,随着经济的快速发展,已有 88.6%的被调查湖泊处于富营养状态。位于经济发达地区的太湖水质平均每十年下降一个等级,巢湖富营养化已扩展到全湖;进入 21 世纪,我国湖泊富营养化呈现高速发展的态势。目前洱海处于富营养化初期,根据预测,到 2015 年,GDP 按照 8%的速度增长,通过实施治理工程,水质尚可保持在Ⅲ类水平,如果 GDP 按照 12%的速度增长,必然导致全面富营养化。目前,我国已经发生富营养化的湖泊面积达到 5000 km^2 ,具备发生富营养化条件的湖泊面积达到 $14\,000\text{ km}^2$,根据目前的发展速度,到 2015 年,我国发生富营养化的湖泊面积将达到 8000 km^2 。按照《国民经济和

社会发展第十一个五年规划纲要》,“十一五”期间,我国国内生产总值年均增长 7.5%,实现人均国内生产总值比 2000 年翻一番;全国总人口由 13.076 亿上升到 13.60 亿;城镇化率由 43%提高到 47%。

由此可见,在未来几十年内,随着流域的经济快速发展和人口迅猛增加,我国湖泊富营养化发展迅猛,态势令人担忧,湖泊的资源利用和水环境保护的矛盾将会更加突出。太湖流域经济的快速增长和人口的高度集中以及独特的自然特征,造成流域水环境状况日趋恶化。自 20 世纪 80 年代起,太湖的水质平均每十年下降一个等级,湖区的水污染尤其是生态退化现象极为严重。2006 年,全湖各大湖区的水质均处于 V 类和劣 V 类,而且水质持续恶化的趋势尚未得到遏制,水污染形势非常严峻,全湖的富营养化已成为流域社会经济可持续发展的主要制约因素,其中北部的梅梁湾是污染最为严重的湖湾,已经持续多年为劣 V 类水质,严重威胁周边人民的的生活和健康。在当前我国建设和谐社会的主题下,控制水体污染、改善水质、保障居民饮水安全和健康是一个紧迫任务。

巢湖富营养化由来已久,20 世纪 70 年代开始,巢湖就多次出现“水华”污染,湖泊水质开始下降。到 80 年代,湖泊富营养化已扩展到全湖。90 年代以来,全湖长期处于重富营养化状态,水质超过了 GB 3838—2002 规定的 V 类标准。巢湖是巢湖市区唯一的饮用水源,也是合肥市的重要饮用水源之一,巢湖水资源和水环境状况是合肥市、巢湖市及周边城镇与农村居民生活水平提高和经济发展命脉,是安徽省社会经济持续发展的基础。作为合肥市的重要水源地和巢湖市的唯一水源地,在富营养化态势长期居高不下的情况下,近年来巢湖水华呈明显加剧趋势,突出表现在暴发频度和暴发范围上。暴发频度方面,由原先主要集中在 6 月,发展到目前 6~11 月均有暴发;暴发范围方面,由原先主要集中于西半湖,蔓延到东半湖龟山一带,目前全湖均有水华暴发,巢湖水华触目惊心,已严重威胁到区域的饮用水安全。

总之,近几十年来,伴随着经济的迅猛增长和人口的发展,全国湖泊生态环境已进入大范围生态退化和复合型污染的新阶段。我国大中型湖泊不仅水质下降,而且其生态系统普遍退化或严重退化,藻类水华暴发事件频发,许多湖泊饮用水源服务功能几乎丧失,其他生态服务功能(如鱼类产卵场、生物栖息地、游泳和娱乐等)也已严重受损,众多湖泊的生态安全状况令人担忧,严重影响了湖泊区人民的生产生活与饮用水安全,突显出湖泊的生态安全问题已成为制约区域社会经济可持续发展的重大环境问题之一。

温家宝总理 2007 年 6 月 10 日作出专门批示,要求:“对我国几大湖泊的生态安全问题,要逐一进行评价,并提出综合治理措施。此项工作要会同地方政府、发改委、水利部一起进行。工作部署要区分轻重缓急,有步骤有计划地进行。”按照温总理的批示要求,由环境保护部牵头,会同地方政府、国家发展和改革委员会、水利

部共同组成领导小组,办公室设在环境保护部污染防治司,选择全国优势单位共同实施,本书为该项目部分成果的总结。

1.2 主要内容及研究意义

1.2.1 主要内容

本书主要包括如下两方面内容:

(1) 介绍湖泊生态安全调查与评估方法体系,并展示将该方法体系应用于全国六大重点湖泊生态安全调查与评估的实际案例,以指导全国范围内的湖泊开展生态安全调查与评估工作。

(2) 诊断我国湖泊的主要生态安全问题,提出湖泊生态安全保障方案及发展趋势,宣传在湖泊生态安全调查与评估过程中形成的新认识、新结论,推进我国湖泊管理从水质管理向流域生态管理的方向发展。

1.2.2 研究意义

水质恶化、富营养化及生态系统退化等问题,已经严重威胁我国湖泊的生态安全,成为危及经济社会发展的重大环境问题之一。本书提出的湖泊生态安全调查与评估方法体系,填补了我国湖泊生态安全调查与评估方法体系的空白,对各基层单位进行湖泊生态安全的调查与评估具有一定的指导作用。本书的出版,将大力推进全国范围的湖泊生态安全调查与评估工作,也有望推动我国湖泊生态安全相关标准和技术规范等的出台,可为建立我国湖泊生态安全制度提供理论和实践基础。

本书在六大重点湖泊的生态安全调查评估具体案例以及理论方法提升的基础上,进一步诊断了我国湖泊的主要生态安全问题,并提出了我国湖泊管理的发展趋势,指出了我国湖泊的水污染问题不仅仅是水质问题,要解决目前我国湖泊面临的诸多问题,不能单纯依靠水质管理,应由水质管理向流域生态系统综合管理转变。这一理念的提出为我国湖泊管理指明了发展方向,势必将推动我国湖泊管理的发展,对我国的湖泊保护和管理工作的具有十分重大的意义。

多年来,以“三湖”为重点实施污染治理是我国湖泊保护和管理的重点,经历了控源治污、控源与生态修复相结合以及控源、生态修复与管理相结合等发展阶段。多年的湖泊保护实践证明,要想保护好湖泊,必须协调好湖泊保护与资源利用以及区域经济发展间的关系,在保护中发展,在发展中保护,走湖泊可持续发展的道路,体现使江湖休养生息的思路。本书从保障湖泊生态安全的角度,立足于湖泊保护和社会经济可持续,从流域、生态系统整体出发,从健康不健康、会不会发生灾变

出发,体现了我国湖泊保护与治理思路的变化。

1.3 国内外研究进展

1.3.1 国外研究进展

生态安全的本质有两个方面:一方面是生态风险;另一方面是生态系统健康。生态风险表征了环境压力造成危害的概率和后果,相对来说,它更多地考虑了突发事件的危害,而生态系统健康是生态安全的核心。国外对生态安全的研究主要是针对这两者的研究。

1. 生态系统健康的概念

1788年,苏格兰生态学家 James Hutton 在给爱丁堡皇家协会的一篇论文中提到,地球是一个大的具有自我维持能力的超有机体。他最早提出了“自然健康”的概念。1941年,Aldo Leopold 提出“土地健康”(land health)的概念,但当时并未引起足够的重视。20世纪70年代,Odum 提出“生态系统是一个具有自我调节和反馈功能的有机体(生物),在一定胁迫下可以自我恢复”的理论。但这一理论忽视了生态系统在外界胁迫下可产生的种种不健康症状。进入20世纪80年代,Rapport 等系统研究了胁迫下生态系统的行为,提出:“不能把生态系统作为一个生物对待,它在逆境下不具自主性;生态系统受到胁迫后,生态服务功能严重降低,必然对人类产生潜在的威胁。”

1988年,Schaeffer 等在没有明确生态健康定义的前提下,首次探讨了生态系统健康的度量问题。Costanza 是从生态系统自身出发定义生态系统健康的典型代表,把生态系统健康的概念归纳如下:①健康是生态内稳定现象;②健康是没有病态;③健康是多样性或复杂性;④健康是稳定性或可恢复性;⑤健康是有活力或增长的空间;⑥健康是系统要素间的平衡。1998年,Rapport 将生态系统健康的概念总结为:以符合适宜的目标为标准来定义的一个生态系统的状态、条件或表现,即生态系统健康应该包含两方面内涵:满足人类社会合理要求的能力和生态系统本身自我维持与更新的能力。1991年2月,在美国科学促进联合会年会上,国际环境伦理学会召开了“从科学、经济学和伦理学定义生态系统健康”讨论会。1992年,美国国会通过了“森林生态系统健康和恢复法”。同年,《水生生态系统健康杂志》(*Journal of Aquatic Ecosystem Health*)创刊。1994年,在加拿大渥太华召开了第一届国际生态系统健康与医学研讨会,就生态健康评估、人与生态系统关系、生态系统健康政策等主题开展讨论,并宣告“国际生态系统健康学会(International Society for Ecosystem Health, ISEH)”成立。由此,在全球展开了