

湖泊生态环境与治理 10

湖泊生态安全保障策略

中国环境科学研究院 等 编著



科学出版社

湖泊生态环境与

湖泊生态安全保障策略

中国环境科学研究院等 编著



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是我国湖泊环境污染防治、生态安全调查与评估,以及良好湖泊生态环境保护等项目和专项工作成果的经验总结与推广,旨在为我国湖库生态安全保护工作提供技术参考,引导我国湖库生态环境保护思路的转变,建立并完善我国湖库保护工作长效机制,实现我国湖库生态环境保护工作的系统性、科学性和有效性,切实改善湖库流域水环境质量,维护人民群众身体健康和保障湖库水体生态系统安全。全书共 14 章,在介绍湖库生态安全调查与问题诊断方法的基础上,重点探讨了“一湖(库)一策”的湖库生态安全保障方案编制的技术方法;根据湖库生态安全评估结果,按照污染治理型、防治结合型和生态保育型湖库三大类型提出了湖泊生态安全保障的分类策略,并以我国九大重点湖泊水库为案例,提出“一湖(库)一策”的生态安全保障措施。

本书可供从事水环境保护、环境工程、水利和流域管理方面的科研人员、工程技术人员、管理人员以及环境科学和环境工程等相关专业的大专院校师生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

湖泊生态环境与治理/中国环境科学研究院等编著. —北京:科学出版社, 2016. 1

ISBN 978-7-03-046714-0

I. ①湖… II. ①中… III. ①湖泊-生态环境-环境管理-研究 IV. ①X524

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 302493 号

责任编辑:杨 震 刘 冉 / 责任校对:刘亚琦

责任印制:徐晓晨 / 封面设计:铭轩堂

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>

北京厚诚则铭印刷科技有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 1 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2016 年 1 月第一次印刷 印张: 21

字数: 420 000

定价: 3200.00 元(全 24 册)

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

湖泊作为我国水资源的重要载体,是集饮水、灌溉、行洪、航运、养殖和旅游等生态服务功能为一体的我国重要的国土资源,在人类社会生产和发展中发挥着不可替代的作用。保护湖泊生态环境,维持湖泊流域生物多样性和良好的湖泊服务功能,是我国生态文明建设的重要组成部分。党中央、国务院高度重视水环境保护。2008年1月,胡锦涛总书记视察安徽时作出重要指示,要重点搞好淮河、巢湖流域环境综合整治,让江河湖泊得以休养生息、恢复生机。2007年6月,温家宝总理作出批示,对我国几大湖泊水库的生态安全问题,要逐一进行评价,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、国家发展和改革委员会、水利部共同组成领导小组,并专门设立了办公室,成立了项目组,选择了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),进行生态安全调查与评估工作。

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余家单位的100多位专家,花了将近两年的时间完成9个重点湖泊和水库生态安全调查评估与保障策略研究工作,其中部分成果汇集成《湖泊生态安全保障策略》一书。本书在对我国重点湖泊生态健康状况进行生态安全调查和评估的基础上,对这些湖泊存在的环境问题进行了诊断,对其成因进行分析;按照湖泊污染程度的不同,将其分为三种类型:太湖、巢湖、滇池等污染严重的湖泊定义为污染治理型湖泊;抚仙湖、梁子湖等水质较好的湖泊定义为生态保育型湖泊;洞庭湖、鄱阳湖等一些水质相对较好,但初现污染征兆的抢救型湖泊,定义为防治结合型湖泊。不同污染程度的湖泊,由于面临的保护形势和压力不尽相同,采取的保护措施亦应有所侧重。

本书结合不同类型湖泊的污染特征和保护途径,重点探讨了“一湖(库)一策”的湖泊生态安全保障方案编制的“1+5”技术方法,在湖泊生境调查分析和诊断的基础上,通过对湖泊发展形势的预测,合理设定1个保护目标,通过流域社会经济调控、流域土地资源调控、流域水污染控制、湖泊水生态系统调控以及流域生态安全管理5方面调控,保障湖泊流域生态安全。以我国九大重点湖泊水库为案例提出了“一湖(库)一策”的生态安全保障策略,形成了问题调查诊断—目标设定—保护途径的理论体系。本书在湖泊环境问题的诊断和成因分析,以及分类保护策

略和主要任务等方面做了有益的探索,为湖泊的生态环境保护提供了可借鉴的案例。从我国湖泊的现状及面临的保护压力来看,分类保护的策略对针对性指导各湖泊的具体保护工作十分必要。

刘鸿亮

2013年6月

前 言

湖泊水库作为我国重要的国土资源,在供水、航运、旅游、调节气候、维护生态与生物多样性以及提供水产品等多种生态服务价值等方面发挥着重大的作用,其生态健康与安全是我国社会经济发展的重要保障。长期以来,我国的湖库环境质量总体下降趋势明显,水质恶化,蓝藻水华频发,湖库富营养化形势严峻,湖泊系统生态环境不容乐观。

近三十年来,我国在湖库保护方面投入了大量的人力、物力和财力,在湖库水质和水生态改善、资源环境的可持续利用方面取得了一定成效,同时在良好湖泊生态环境保护方面也开展了积极的探索。回顾我国湖库环境保护的历程,尽管我国湖库保护方面的投入和成果都十分显著,但由于湖库的成因、分布、自然环境及流域经济社会发展水平和人口规模等因素各有不同,各湖库生态环境恶化的成因及污染状况不同,导致我国湖库生态环境保护还存着诸多值得进一步系统分析和解决的问题,我国湖库生态环境保护与管理仍面临严峻挑战。

为落实党中央“让江河湖泊休养生息”和十八大“建设美丽中国”的战略部署,本书在介绍了湖库生态安全调查与问题诊断方法的基础上,重点探讨了“一湖(库)一策”的湖库生态安全保障方案编制的技术方法;根据湖库生态安全评估结果,按照污染治理型、防治结合型和生态保育型湖库三大类型提出了湖泊生态安全保障的分类策略,并以我国九大重点湖泊水库为案例,提出“一湖(库)一策”的生态安全保障策略。

本书是我国湖泊环境治理、生态安全调查与评估和良好湖泊生态环境保护等项目和专项工作成果的经验总结与推广,旨在为我国湖库生态安全保护工作提供技术参考,引导我国湖库生态环境保护思路的转变,建立并完善我国湖库保护工作长效机制,实现我国湖库生态环境保护工作的全面系统性、科学性和有效性,切实改善湖库流域水环境质量,维护人民群众身体健康和保障水生态安全。

由于湖泊生态系统复杂多样,不同湖泊水库的问题差异较大,本书尚有较多不足之处,谨供湖库生态环境保护工作者参考。建议在湖泊生态环境保护的具体工作中,吸收本策略的思路、方法,结合湖泊现状、特点和地方社会经济等实际情况,采取“一湖(库)一策”,切实做好我国湖库生态环境的保护工作。

目 录

序

前言

第 1 章 湖库生态安全调查与问题诊断方法研究	1
1.1 生态安全内涵	1
1.1.1 生态安全概念	1
1.1.2 湖库生态安全评估概念	3
1.1.3 湖库生态安全评估基本方法	4
1.2 湖泊流域生态安全调查技术方法	9
1.2.1 湖泊水生态系统状况调查	9
1.2.2 湖泊生态服务功能调查	9
1.2.3 湖泊流域社会经济影响调查	10
1.2.4 流域主要污染源、污染负荷调查方法	11
1.2.5 湖库生态安全管理状况调查	12
1.3 湖库生态安全问题诊断分析方法	12
1.3.1 湖库生态安全评估结果分析	12
1.3.2 湖库优先关注问题的甄别与确定	13
第 2 章 湖库生态安全演变趋势预测方法	16
2.1 流域社会人口、产业发展规模预测方法	16
2.1.1 人口规模预测方法	16
2.1.2 经济发展与产业规模预测方法	17
2.2 流域污染负荷排放预测方法	17
2.2.1 点源污染负荷分析预测	17
2.2.2 非点源污染负荷估算	18
2.3 流域水资源、土地利用预测方法	20
2.3.1 流域水资源利用预测	20
2.3.2 流域土地利用规模预测	21
2.4 水环境质量与水生态安全预测	21
2.4.1 湖库水环境质量预测方法	21
2.4.2 湖库水生态安全变化趋势预测	21

第 3 章 湖库流域生态承载力研究方法	22
3.1 湖库流域生态承载力研究总体思路	22
3.2 基于 GIS 的湖库流域生态环境分区技术	23
3.3 湖库流域水环境容量计算方法	25
3.3.1 湖库水环境容量计算方法	25
3.3.2 入湖库河流水环境容量计算方法	31
3.4 湖库流域水资源承载力计算方法	35
3.5 湖库流域土地资源承载力计算方法	40
3.6 湖库流域生态承载力(狭义)计算方法	44
第 4 章 湖库生态安全目标研究方法	47
4.1 湖库生态安全目标制定总体思路	47
4.1.1 湖库生态安全目标确定思路	47
4.1.2 湖库生态安全目标确定技术路线	48
4.2 湖库生态安全目标框架设计	49
4.2.1 湖库生态安全总体目标确定方法	49
4.2.2 湖库生态安全目标协调与宏观环境分析	51
4.2.3 湖库生态安全总体目标的时间划分	51
4.2.4 湖库生态安全总体目标的内容划分	52
4.3 湖库生态安全指标体系确定	53
4.3.1 湖库生态安全保障工程指标确定	53
4.3.2 湖库生态安全保障管理指标确立	53
4.3.3 湖库生态安全指标体系	54
4.4 湖库流域综合治理目标反馈与调整	55
4.4.1 湖库流域综合治理目标适应性管理	55
4.4.2 湖库流域综合治理利益相关者参与	57
第 5 章 流域社会经济调控方案研究方法	59
5.1 流域社会经济调控方案研究总体思路	59
5.2 流域产业结构与规模调控方案研究方法	59
5.2.1 流域产业结构与规模调控方案研究	60
5.2.2 单位产品的资源消耗及水污染排放水平核算方法	61
5.3 流域产业组织与布局调控方案研究方法	62
5.3.1 流域产业组织与布局调控方案研究	62
5.3.2 产业集中度、规模化水平等核算方法	63
5.4 流域资源节约与循环经济调控方案研究方法	64
5.4.1 流域资源节约与循环经济调控方案研究	64

5.4.2 产业资源利用效率评估方法	65
5.5 流域人口规模调控方案研究方法	65
5.5.1 流域人口规模调控方案研究	66
5.5.2 流域内人口承载力分析方法	67
5.6 流域绿色消费模式调控方案研究方法	70
5.6.1 流域绿色消费模式调控方案研究	70
5.6.2 绿色消费模式分析技术方法	70
第6章 流域土地资源调控方案研究方法	79
6.1 流域土地资源调控总体思路	79
6.2 评估流域土地资源,支撑优化调控	80
6.2.1 流域生态脆弱性评估	80
6.2.2 流域土地利用适宜性评估	83
6.2.3 流域土地资源分区调控的 GIS 方法	87
6.3 流域红线保护方案,构筑生态安全格局	87
6.3.1 流域红线保护区划定	87
6.3.2 流域内红线区管理与保护	90
6.4 流域黄线控制方案,形成生态安全屏障	92
6.4.1 流域黄线控制区划定	92
6.4.2 流域内黄线区管理与修复	93
6.5 流域蓝线优化方案,保障流域生态安全	95
6.5.1 协调城乡发展,引导土地集约利用	95
6.5.2 矿区生态修复方案	97
第7章 流域水资源调配方案研究方法	100
7.1 流域水资源调配方案总体思路	100
7.2 流域水资源配置方案调查分析	101
7.3 流域饮用水源安全保障方案研究	101
7.3.1 饮用水水源地现状及存在问题分析	101
7.3.2 优化流域饮用水源安全保障方案	101
7.3.3 开展湖库流域饮用水水源地保护	102
7.4 基于生态保障的跨流域/区域调水方案	102
7.4.1 跨流域/地区水资源调控目的	102
7.4.2 跨流域/地区水资源调控措施	102
7.4.3 跨流域/地区水资源调控工程环境影响分析	103
7.5 流域推进节水型社会建设方案	103
7.5.1 发展农业节水,逐步减少农业用水	103

7.5.2	采取综合措施,推进工业节水	104
7.5.3	建设节水防污型城镇,提高生活用水效率	104
第8章	流域水污染控制方案研究方法	106
8.1	流域水污染控制总体思路	106
8.2	水污染物总量控制方案	107
8.2.1	水污染物总量控制方案制定步骤	107
8.2.2	流域水(环境)功能区划与水质目标分析	107
8.2.3	主要污染物控制指标	108
8.2.4	流域水环境容量(水域纳污能力)核算	108
8.2.5	流域限制排污总量和分配	109
8.3	城市生活污染控制方案	111
8.3.1	城市生活污染控制方案	112
8.3.2	常用的生活污水处理技术	113
8.4	工业点源控制方案	113
8.4.1	建立以循环经济为理念的生态产业园	114
8.4.2	园区内实施清洁生产机制	115
8.4.3	主要行业废水厂内处理技术	117
8.5	农业非点源控制方案	119
8.5.1	农业非点源污染的原因	119
8.5.2	农业非点源污染的原因技术措施	120
8.5.3	农业非点源污染的分区分级及方案优化	122
8.6	船舶污染控制措施	123
8.6.1	船舶污染控制的技术措施	123
8.6.2	船舶污染控制的重点工作	123
8.6.3	加强船舶污染监管能力建设	123
8.7	旅游污染控制方案	124
8.7.1	景点污染控制	125
8.7.2	经济分流	125
8.7.3	外部分流	125
第9章	湖库水生态系统调控方案研究方法	126
9.1	湖库生态系统调控思路	126
9.1.1	湖库生态系统调控方案编制流程	126
9.1.2	湖库生态安全调控方案编制原则	127
9.2	入湖河道及湖滨带生态修复方案	128
9.2.1	入湖河道及湖滨带生态修复内容	128

9.2.2 入湖河道及湖滨带生态修复技术	128
9.3 湖库内源污染控制方案	129
9.3.1 湖库内源污染控制内容	129
9.3.2 湖库内源污染控制技术	129
9.4 湖库水生态灾害应急控制方案研究方法	132
9.4.1 湖库水生态灾害应急控制重点	132
9.4.2 湖库水生态灾害应急控制技术	132
第10章 流域生态安全管理方案研究方法	134
10.1 流域生态安全管理方案研究总体思路	134
10.2 流域生态安全管理现有政策绩效评估	135
10.2.1 流域生态安全管理现有政策绩效评估研究步骤	135
10.2.2 流域生态安全管理政策的绩效评估方法	135
10.3 流域污染源管理方案研究	138
10.3.1 提高废污水污染物排放标准	138
10.3.2 建立、健全工业企业环保准入制度	138
10.3.3 制定农业面源污染控制标准	138
10.3.4 提高排污费和污水处理费征收标准	139
10.4 流域水生态安全监控管理方案	139
10.4.1 流域水环境监测系统完善、整合	139
10.4.2 湖库水环境预警系统建设	140
10.5 流域环境综合管理政策研究	141
10.5.1 流域环境综合管理政策设计	141
10.5.2 流域生态安全管理政策方案设计技术方法	142
第11章 我国重点湖库生态安全状况及污染防治分类	145
11.1 我国重点湖库生态安全级别与流域污染防治分类	145
11.2 污染治理型湖库水污染防治思路	146
11.2.1 保护路线	146
11.2.2 重点任务	147
11.3 防治结合型湖库水污染防治思路	149
11.3.1 保护路线	149
11.3.2 重点任务	150
11.4 生态保育型湖库水污染防治思路	153
11.4.1 保护路线	153
11.4.2 重点任务	154

第 12 章 污染治理型湖库流域生态安全保护策略	156
12.1 太湖生态环境保护策略	156
12.1.1 太湖流域概况	156
12.1.2 总体目标与分期目标	160
12.1.3 太湖流域生态安全分区保护策略	160
12.1.4 太湖流域生态安全保障策略	163
12.1.5 “十一五”实施效果	168
12.2 巢湖生态环境保护策略	169
12.2.1 巢湖流域概况	169
12.2.2 总体目标与分期目标	174
12.2.3 巢湖流域生态安全分区保护策略	175
12.2.4 巢湖流域生态安全保障策略	175
12.2.5 “十一五”实施效果	189
12.3 滇池生态环境保护策略	189
12.3.1 滇池流域概况	189
12.3.2 总体目标与分期目标	192
12.3.3 滇池流域生态安全分区保护策略	194
12.3.4 滇池流域生态安全保障策略	196
12.3.5 “十一五”实施效果	211
第 13 章 防治结合型湖库流域生态安全保障策略	212
13.1 洞庭湖生态环境保护策略	212
13.1.1 洞庭湖流域概况	212
13.1.2 总体目标与分期目标	214
13.1.3 洞庭湖流域生态安全保护分区	215
13.1.4 洞庭湖流域生态安全保障策略	217
13.1.5 “十一五”实施效果	228
13.2 洪泽湖生态安全保障策略	229
13.2.1 洪泽湖流域概况	229
13.2.2 总体目标与分期目标	235
13.2.3 洪泽湖流域生态安全分区保护策略	236
13.2.4 洪泽湖流域生态安全保障策略	238
13.3 鄱阳湖生态安全保障策略	247
13.3.1 鄱阳湖流域概况	247
13.3.2 总体目标与分期目标	253
13.3.3 鄱阳湖流域生态安全分区保护策略	254

13.3.4 鄱阳湖流域生态安全保障策略	255
13.3.5 “十一五”实施效果	259
第 14 章 生态保育型湖库流域生态安全保障策略	261
14.1 三峡生态安全保护策略	261
14.1.1 库区流域概况	261
14.1.2 总体目标和分期目标	262
14.1.3 三峡流域生态安全保护分区	263
14.1.4 三峡流域生态安全保障策略	265
14.1.5 “十一五”实施效果	280
14.2 丹江口水库生态安全保护策略	281
14.2.1 丹江口水库流域概况	281
14.2.2 总体目标与分期目标	286
14.2.3 丹江口水库流域生态安全分区保护策略	287
14.2.4 丹江口水库流域生态安全保障策略	288
14.3 小浪底水库生态安全保护策略	297
14.3.1 小浪底水库流域概况	297
14.3.2 总体目标与分期目标	300
14.3.3 小浪底水库流域生态安全分区保护策略	301
14.3.4 小浪底水库流域生态安全保障策略	302
参考文献	311
后记	319

第 1 章 湖库生态安全调查与问题诊断方法研究

1.1 生态安全内涵

1.1.1 生态安全概念

生态安全作为一种管理目标,提出已近二十年,尽管出现频率越来越高,但其概念尚未有科学的界定。1989 年,国际应用系统分析研究所(IASA)在提出建立优化的全球生态安全监测系统时,首次提出了“生态安全”(ecological security)的概念,认为生态安全是指在人的生活、健康、安乐、基本权利、生活保障来源、必要的资源、社会秩序、人类适应环境变化的能力等方面不受威胁,并认为存在狭义和广义两种理解。1998 年发表的《生态安全与联合国体系》中,各国专家和代表在联合国重大会议及著名高校关于生态安全的概念、不安全的成因、影响和发展趋势等方面发表了不同的看法,其中有悲观危机的观点,有中立的客观认识,也不乏乐观向上的见解。由此,生态安全作为一个热点已被越来越多的专家学者、决策者和公众所关注。国内外不同学者对生态安全的概念给予了不同的表述,但在生态安全定义的内涵和外延上却形成了许多共识:

1) 生态安全是指生态系统的安全

在自然及社会属性上,生态系统包括自然生态系统、人工生态系统和自然-经济-社会复合生态系统。在空间尺度上,生态系统包括全球生态系统、区域生态系统和微观生态系统等若干层次。在环境要素上,生态系统包括陆地生态系统以及本研究所关注的水生态系统等。

2) 生态安全是生态系统相对于“生态威胁”的一种功能状态

生态安全是生态系统在其一定时期本质属性和总体功能的表现。生态系统的状态可分为“安全”与“威胁”两种。生态安全与风险互为反函数。

3) 生态安全具有相对性

生态系统没有绝对的安全,只有相对的安全。生态安全由众多因素构成,其对人类生存和发展的满足程度各不相同,生态安全的满足也不相同。若用生态安全系数来表征生态安全满足程度,则各地生态安全的保证程度可以不同。因此,生态安全可以通过建立反映生态因子及其综合体系质量的评估标准,来定量地评估某一区域或国家的安全状况。

4) 生态安全具有动态性

生态安全不是一劳永逸的,它可以随环境变化而变化,即生态因子的变化,反馈给人类生活、生存和发展条件,导致安全程度的变化,甚至由安全变为不安全。

5) 生态安全具有空间地域性

安全与威胁往往具有区域性、局部性。这个地区不安全,并不意味着另一个地区也不安全。

本研究支持狭义的理解,将湖库生态安全定义为“在人类活动影响下维持湖库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”。这个定义包含了四层含义:①安全的基础是湖库生态系统是否健康和完整;②安全变化的原因是人类活动影响;③安全变化的结果是生态服务功能的削弱、中断以致发生生态灾变;④生态安全是一个动态的概念,应从动态和历史的角度的评估。

在湖库生态系统中,湖库是主体,其水生态健康状况是系统安全的基础。围绕这个基础,有三个联系过程揭示了生态安全变化,如图 1-1-1 所示,体现为以下三个过程:

1) 灾变风险下的健康变化过程

水质和水生态系统生物组成发生很大变化,对湖库生态安全产生冲击;但由于暴发时间短,其影响在基于稳态建立的水生态健康评估中不显著。因此,生态安全

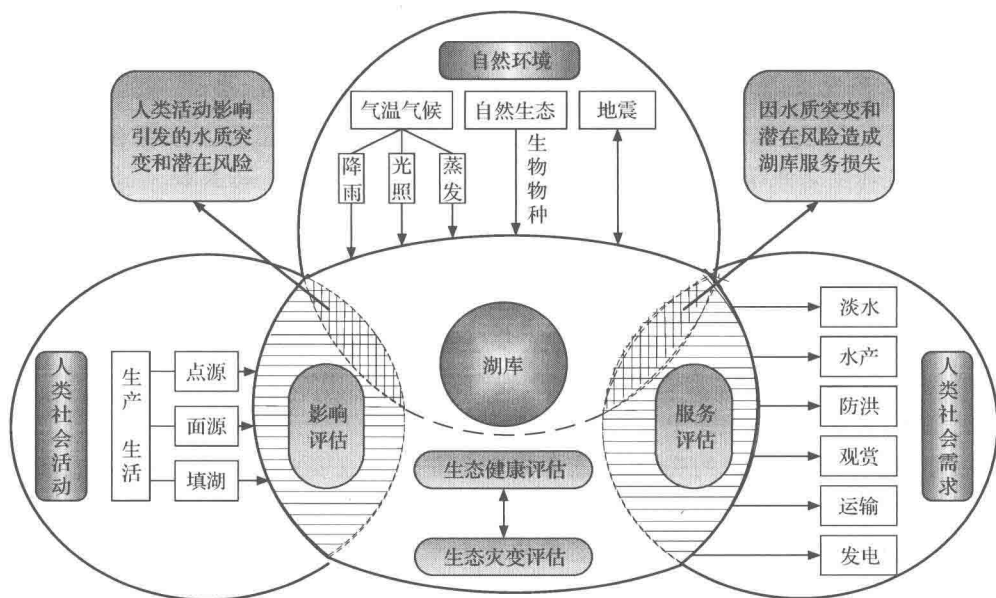


图 1-1-1 湖库生态安全的内涵解析示意图

首先要结合水生态健康评估和灾变评估,建立与灾变的生态和社会效应相适应的健康评估。

2) 灾变风险下的人类活动对健康的胁迫过程

人类活动和自然条件作为湖库系统的环境,对湖库的生态安全产生着重要影响。持续超出生态系统承载能力的人类活动损害湖库的水生态健康。这一状况下,特定的自然气候条件将会引发湖库系统灾变。因此,生态安全需要分析人类活动影响对水生态健康和灾变风险的胁迫关系。

3) 灾变风险下的健康变化造成服务损益的过程

湖库的不健康和灾变的产生直接导致湖库输出的服务功能下降或中止,提供的资源质量降低且数量减少。面对资源不足,人类社会或者降低自身发展需要,或者掠夺湖库资源,都将导致不可持续的发展,即生态不安全。因此,生态安全需要分析水生态健康变化和灾变风险对湖库生态系统服务输出的影响。

1.1.2 湖库生态安全评估概念

随着生态安全概念的日益深入,生态安全评估研究与应用得到了长足发展。目前被广泛应用的生态安全评估模式是联合国经济合作开发署(OECD)最初提出的表征人类与环境系统的压力-状态-响应(P-S-R)框架模式。在此基础上,联合国可持续发展委员会(UNCSD)又提出了驱动力-状态-响应(D-S-R)概念模型,而欧洲环境署则在P-S-R基础上添加了“驱动力”(driving force)和“影响”(impact)两类指标,构成了D-P-S-I-R框架。

我们认同上述DPSIR模型,认为人类活动、水生态健康、服务价值损失是湖库生态系统的驱动力/压力、状态和响应(见图1-1-2),人类活动影响改变了湖库生态健康,这一变化产生服务价值的损益,从而在这些因素之间建立联系。生态安全评估是对各组分之间动态联系和循环反馈的全过程的评价:即良性循环的过程安全,恶性循环的过程则不安全。评估需要对各组分的评估结果进行组合和解析。补充灾变评估作为生态安全的非稳态研究,在识别DPSIR各组分间相互联系的过程中将非稳态的灾变与稳态的健康状态结合考虑。灾变评估应当反映在整个生态安全的评估体系中。

湖库生态安全评估指标体系以扩展的DPSIR模型为基本框架,定量描述研究对象的驱动力、压力、状态、影响的稳态特征,并定量非稳态的风险来研究基于人类活动影响、生态健康、服务价值和灾变风险4部分评估的指标体系,识别各部分相互联系的共同过程,选取与过程直接相关的核心指标,建立生态安全评估的指标体系,加上湖库生态安全综合评估,形成湖库生态安全“4+1”评估。

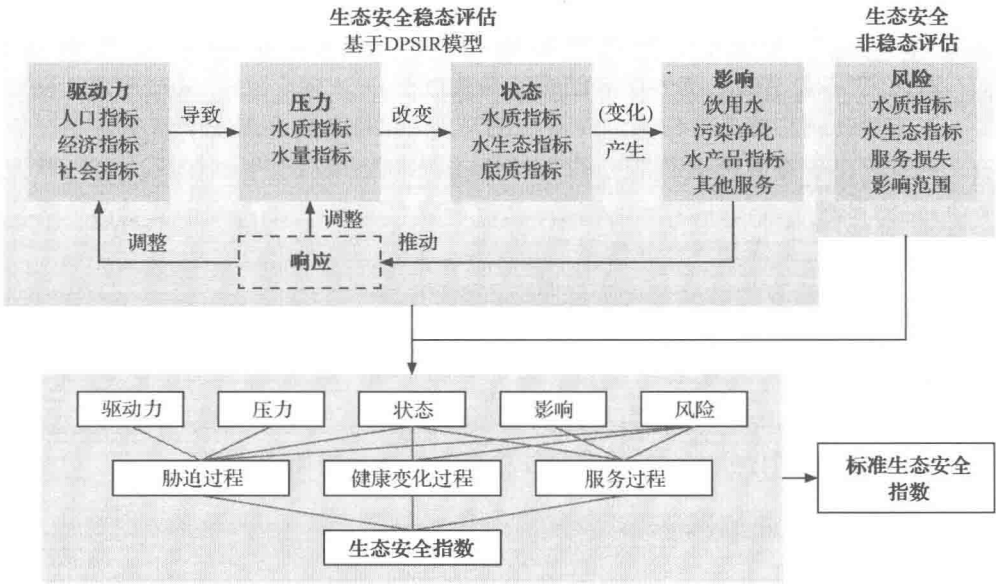


图 1-1-2 湖库生态安全评估概念模型

1.1.3 湖库生态安全评估基本方法

1. 水生态系统健康评估

湖库水生态系统健康评估的综合评估指标由物理化学指标体系、生态指标体系两个二级指标组成,然后基于熵权法算得各指标权重,根据各指标及其权重算得湖泊水生态系统健康综合指数(ecosystem health comprehensive index,EHCI),评估湖泊的水生态健康状况。水生态系统健康综合指数参考国内外研究的相关标准,提出了水生态系统健康评估标准,把生态系统健康状态分为很好、好、中等、较差、很差五级。

推荐湖泊水生态系统健康综合评估指标体系见表 1-1-1,具体计算过程可参考科学出版社 2012 年出版的《湖库生态安全调查与评估》一书相关内容。

表 1-1-1 湖泊水生态系统健康综合评估指标体系

指标类别	物理化学指标	生态指标
评估指标	水温、pH、溶解氧(DO)、透明度(SD)、高锰酸盐指数、生化需氧量、总氮(TN)、总磷(TP)、氨氮(NH ₄ ⁺ -N)、铜、锌、氟化物、锡、砷、汞、镉、铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群等	浮游植物数量、浮游动物数量、底栖动物生物量、水生植物覆盖度、浮游植物叶绿素 a、细菌总数、浮游植物多样性指数