

湖泊营养物氮磷削减达标管理

邓祥征 何连生 席北斗 战金艳 著



科学出版社

湖泊生态环境与治理 12

湖泊营养物氮磷削减达标管理

邓祥征 何连生 席北斗 战金艳 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书结合湖泊营养物生态分区和富营养化控制标准,提出了针对湖泊富营养化的水环境容量的计算方法,研究了湖泊流域水环境承载力计算的技术方法;引入了营养物外源核算的方法,进而阐明营养物主要来源,系统研究了容量总量分配的方法,制定了湖泊营养物容量总量控制与氮磷负荷削减分类指导技术纲要;结合我国湖泊营养物生态分区的特征、分类的标准,提出了不同分区、分类湖泊营养物控制的技术方向和特点,提出了我国湖泊富营养化分区、分类控制策略;最后系统报道了湖泊营养物削减的实施方案和保障机制的研究成果,按照总体设计、分类指导、分步实施的原则,提出了“目标-过程-模拟-决策”一体化的湖泊富营养化控制策略研究思路,制定出了国家宏观层面的、以营养生态分区为基本控制单元的湖泊营养物分区、分类、分期削减方案,为国家和地方合理削减入湖营养物、有效控制湖泊富营养化提供了科学依据。

本书适合环境科学、环境政策、区域发展与规划及相关研究领域的人员阅读,可供从事环境科学、环境工程、公共管理等领域的专家、学者与决策者以及区域发展规划、环境规划部门的工程技术人员参考,也可用作上述专业领域研究生、高年级本科生相关课程的辅助教科书。

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:李 影

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 4 月第三次印刷 印张: 14 1/2

字数: 290 000

定价: 3200.00 元(全 24 册)

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

湖泊是大自然赐予人类的“天然宝库”，作为自然生态系统的重要组成部分，与人类生存和发展息息相关，是维系人与自然和谐发展的重要纽带，在支撑区域生态安全和流域经济社会可持续发展等方面发挥着重要作用。强化湖泊保护，合理开发利用湖泊资源，维护其生态系统健康，让湖泊休养生息、恢复生机，已经成为世界各国的共识。

我国湖泊数量众多、分布广泛、类型多样，区域差异性显著，是流域经济社会可持续发展和人们赖以生存的基础，在国民经济的可持续发展中具有重要的价值。过去的三十年来，随着湖泊流域人口增长，工业化、城镇化进程快速推进，大量氮磷进入湖泊，超过其环境承载力，湖泊环境保护与流域经济社会发展之间存在诸多矛盾，缺乏基于区域差异性的分区控制策略，流域经济社会发展模式相对粗放，对湖泊水环境造成极大威胁，致使我国湖泊富营养化趋势日益严重，范围不断扩大、频率不断加快、危害不断加重，严重威胁着湖泊生态系统健康和饮用水安全。我国政府高度重视湖泊环境保护与富营养化的控制，提出了“让江河湖泊休养生息、恢复生机”的战略思想。

做好湖泊富营养化防治的顶层设计和防治策略，必须依靠环境科技的进步。目前，美国、欧盟、澳大利亚等基于营养物生态分区，科学确定营养物基准，已出台和正在出台的湖泊、水库营养物基准和富营养化控制标准，对控制湖泊富营养化、恢复湖泊水生态系统健康发挥了巨大作用。虽然我国的水质标准已有很大进步，而我国在湖泊营养物基准和富营养化控制标准研究方面几乎空白，在湖泊富营养化管理方面主要依据《中华人民共和国地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)，缺乏针对不同区域特点的营养物基准和富营养化控制标准，无法体现分区控制和分类指导，与国外先进的水质标准体系相比，仍存在诸多不足之处，还难以达到我国的水生态安全保障的基本目标。基于我国湖泊地理自然、气候、经济社会等区域差异性显著的特点，急需在我国湖泊区域差异性调查和营养物生态分区的基础上，制定不同分区湖泊营养物基准和富营养化控制标准，按照“分区、分类、分期、分级”的总体思路，实施基准标准战略是我国湖泊富营养化防治的全新理念，也是解决我国湖泊富营养化问题的必由之路。本丛书在国家“十一五”水体污染控制与治理科技重大专项“我国湖泊营养物基准和富营养化控制标准研究”(2009ZX07106—001)的大力资助下，在系统开展我国湖泊富营养化区域差异性调查与分析的基础上，阐明了我国湖泊富营养化区域差异规律与驱动机制，建立了能反映区域差异的全国

湖泊营养物生态分区理论和技术方法体系,完成全国 8 个一级分区和 37 个二级分区,统筹运用多元统计、模型推断、历史反演等科学方法,提出适合我国国情的不同分区湖泊营养物基准制定的方法学,并在典型湖区进行应用,确定了典型湖区的参照状态和营养物基准,综合考虑湖泊功能、经济社会发展水平等,实现了湖泊营养物基准向标准的科学转化,构建了湖泊富营养化控制分级标准及其评估技术体系,并在五个典型湖泊进行标准应用示范,提高标准的可操作性,基于湖泊水环境承载力构建绿色流域管理体系,并提出了国家湖泊流域营养物分区分类削减策略。本丛书的部分内容填补了我国在湖泊水质基准方面的空白,将完善我国水质标准体系,提高我国湖泊综合管理水平,规范营养物削减和富营养化综合防治体系,引导并集成适用于不同区域不同富营养化程度湖泊污染控制技术体系,推动我国湖泊富营养化的控制和生态恢复工作。本丛书的出版将对我国湖泊保护、综合治理及管理制度的创新产生重要而深远的影响。

为科学开展湖泊富营养化防治并保障其水生态系统健康,需要综合运用科技、法律法规、经济政策等手段,在相当长的时期内统筹解决。在技术上,希望相关的环境科研工作者继续发挥刻苦钻研的工作精神,在已取得成绩的基础上,持续突破创新,为建立基于不同分区营养物基准标准的我国湖泊富营养化防控和绿色流域管理体系做出应有的贡献,同时,期待更多的好书不断面世。

刘鸣亮

2012 年 7 月

前 言

我国湖泊富营养化程度日益严重,氮磷削减达标的实施方案和保障机制亟待发展与完善。本书从湖泊营养物基准和富营养化控制标准出发,在流域尺度上,系统阐述了湖泊营养物环境容量的科学含义及计算方法,并以湖泊营养物容量为基础,提出了流域水环境承载力核算的科学意义及相关模型方法,以湖泊流域的总量控制为目标,探讨了湖泊营养物容量分配的方法;在国家尺度上,系统总结了目前国内外湖泊富营养化控制技术的优缺点,依据湖泊营养物生态分区及湖泊营养状态分类的特点,系统集成我国湖泊富营养化控制的策略;并从理论方法落实到实践应用,探讨了以产业结构调整为主的氮磷营养盐减排手段。

本书旨在从科学方法到管理策略的制定方面有所突破和创新,丰富和完善湖泊富营养化控制策略。研究过程融合经济学、环境科学、地理学等多学科知识,以环境优化经济、绿色流域建设为指导理念,提出以“目标-过程-模拟-决策”一体化的思路研究湖泊营养物氮磷削减达标实施方案。在目标层,提出了基于营养物基准、富营养化控制标准的水环境容量计算方法,构建了宏观尺度解析重要污染行业氮磷产排量的核算方法,并研究了基于系统动力学的流域水环境承载力计算模型构建技术及思路,研究了基于基尼系数的分配方法;在过程层,总结分析了控源、修复等技术工程的特点,形成了以环境 CGE 模型为支撑的结构减排方案设计的方法;在模拟层,结合湖泊水质模型和富营养化模型,在点、面、内源控制措施下,核定营养物的削减量,模拟湖泊水质改善状况,综合评估组合控制技术的效益;在决策层,在总结湖泊营养物生态分区和分类的基础上,以“目标-过程-模拟”的分析为支撑,制定出国家宏观层面的湖泊富营养化控制策略和实施方案,并以典型湖泊为案例区开展了相关方法的设计与实施效果的验证工作。

本书共分为 9 章,第 1 章作为全书的基础,给出了若干基本概念的名词解释,论述了氮磷削减达标的国内外研究进展和国内湖泊富营养化的现状;第 2、3 章从湖泊层面上解析了湖泊水环境容量和承载力内涵,并给出了具体核算方法和典型湖泊计算结果,为后续研究提供基础;第 4~6 章阐述了工程技术减排、生态修复减排、源头结构减排的湖泊营养物削减达标措施方案和湖泊营养物氮磷总量控制技术,以作为湖泊营养物削减的控制组合策略的技术支撑;第 7~9 章从湖泊营养物氮磷总量控制策略的角度,提出了分区管理、分类控制和分期达标的控制组合策略,确定了我国湖泊营养物氮磷削减达标的保障机制和实施方案,并在典型湖上展开实证分析。本书有助于读者在了解我国湖泊水质状况之余,对湖泊氮磷削减达

标的宏观战略有更清晰的认知,为水环境保护与社会经济发展提供思路 and 参考。全书对大专院校及科研单位相关专业的研究人员具有较强的参考价值,同时可作为国家各级环保规划与管理部门工作人员的参考书。

本书力图涵盖湖泊营养物氮磷削减达标的诸多方面,在编写过程中参考了大量国内外学者的文献资料,大部分引述来源均已在书中列出,疏漏之处,谨致歉意。

本书是基于作者多年研究成果而撰写的著作。研究过程中在数据采集与处理、系统开发与集成、资料收集与调研等方面得到了国家水体污染控制与治理科技重大专项(2009ZX07106—001)的经费支持。本书撰写过程中,项目成员吴锋、刘东东、石庆玲、屈瑞洁等在文献整理、插图绘制、模型参数订正等多方面做了大量工作,特致谢意。还要特别感谢科学出版社杨震、刘冉两位编辑,他们耐心、细致的工作保障了本书的及时出版。

受作者学识水平及时间和条件所限,本书在分析、论证方面还缺乏系统性与深度,书中存在的不妥之处,恳望广大读者批评指正。

著 者

2012 年 6 月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 概念辨识	1
1.2 研究进展	9
1.2.1 国外研究概述	9
1.2.2 国内研究概述	9
1.2.3 国内研究需求	12
参考文献	14
第 2 章 湖泊水环境容量	17
2.1 湖泊水环境容量的内涵	17
2.2 湖泊水环境容量的特征	18
2.3 湖泊水环境容量的估算	20
2.3.1 水质标准控制方法	20
2.3.2 设计水文条件方法	21
2.3.3 模型选择方法	25
2.3.4 模型参数选择方法	34
2.3.5 营养物容量计算结果校核方法	37
2.3.6 负荷估算的技术方法	38
2.3.7 污染物负荷容量的估算	39
2.4 典型湖泊水环境容量	43
2.4.1 典型湖泊概况	43
2.4.2 方法与模型	44
2.4.3 数据及处理	48
2.4.4 结果与分析	48
2.4.5 讨论与结论	49
参考文献	50
第 3 章 湖泊水环境承载力	52
3.1 湖泊水环境承载力内涵	52
3.1.1 水环境承载力概念	52
3.1.2 水环境承载力影响因素	53

3.1.3 湖泊水环境承载力评估指标体系	54
3.2 湖泊水环境承载力估算方法	56
3.2.1 湖泊水环境承载力评估方法流程	56
3.2.2 湖泊水环境承载力评估技术路线	58
3.3 典型湖泊流域水环境承载力	58
3.3.1 乌梁素海流域水环境承载力评估	58
3.3.2 巢湖流域水环境承载力评估	68
参考文献	77
第4章 湖泊营养物氮磷削减达标控制	79
4.1 化学处理技术	79
4.1.1 典型化学处理工艺	79
4.1.2 工艺流程介绍	80
4.2 工程技术	82
4.2.1 营养盐削减工程措施	82
4.2.2 BMP 实施	87
4.3 生态修复技术	89
4.3.1 生态治污策略	89
4.3.2 治污工程特征分析	91
4.4 管理政策与措施	92
4.4.1 管理减排政策体系	92
4.4.2 管理减排部门职责	97
参考文献	98
第5章 湖泊营养物氮磷削减达标与结构减排	100
5.1 结构减排及原理分析	100
5.1.1 结构减排背景分析	101
5.1.2 结构减排技术原理分析	101
5.2 污染物源解析	103
5.2.1 基础数据的制备	104
5.2.2 污染物负荷核算体系	104
5.3 结构减排模型参数	105
5.3.1 投入产出模型的基本框架	105
5.3.2 投入产出模型的基本方程	106
5.3.3 投入产出模型的主要参数	107
5.3.4 氮磷减排效率模型	109
5.4 典型湖泊氮磷削减达标与结构减排	110

5.4.1 数据来源与处理	110
5.4.2 环境-经济投入产出表的构建	111
5.4.3 三大产业之间经济增长的作用分析	113
5.4.4 三大产业内部行业对经济增长的作用分析	113
5.4.5 三大产业部门的氮磷减排效率	115
5.4.6 结构减排方案及效果	116
5.4.7 结构减排结果与讨论	118
参考文献	119
第6章 湖泊营养物氮磷总量控制技术	121
6.1 湖泊营养物氮磷总量控制技术现状	121
6.2 湖泊营养物氮磷总量控制的核定	122
6.3 湖泊营养物氮磷总量分配的方法	123
6.3.1 基于基尼系数法氮磷总量分配技术	123
6.3.2 基于基尼系数法氮磷总量分配结果	125
6.4 湖泊营养物氮磷总量控制技术与措施	126
6.4.1 湖泊流域 TMDL 总量控制	126
6.4.2 湖泊富营养化控制技术分析	133
参考文献	137
第7章 中国湖泊营养物氮磷总量控制策略	138
7.1 中国湖泊营养物氮磷总量的地域特征	138
7.1.1 中东部湖区湖泊概况	139
7.1.2 云贵高原湖区湖泊概况	140
7.1.3 其他湖区湖泊概况	140
7.2 中国湖泊营养物氮磷总量控制分区策略	143
7.2.1 中国湖泊营养物氮磷总量控制分区标准	143
7.2.2 中国湖泊营养物氮磷总量控制分区策略	144
7.3 中国湖泊营养物氮磷总量分类控制策略	155
7.3.1 中国湖泊营养物氮磷总量控制分类管理必要性	156
7.3.2 中国湖泊营养物氮磷总量控制分类管理对象与要求	156
7.3.3 中国湖泊营养物氮磷总量分类控制策略	157
参考文献	166
第8章 中国湖泊营养物氮磷削减达标的保障	168
8.1 中国湖泊营养物氮磷削减达标的效益评估	168
8.1.1 生态治污工程技术效益分析	168
8.1.2 城市污水处理成本效益分析	170

8.2	中国湖泊营养物氮磷削减达标的制度保障	176
8.2.1	国外湖泊管理机制的经验借鉴	176
8.2.2	国内部分较有成效地区湖泊的管理体制	178
8.2.3	中国湖泊营养物氮磷削减达标的保障对策	178
8.3	中国湖泊营养物氮磷削减达标的政策措施	180
8.3.1	湖泊营养物控制生态补偿机制	180
8.3.2	湖泊营养物控制经济激励政策	184
8.3.3	湖泊营养物控制特别政策法规	185
8.3.4	湖泊营养物控制排污权交易对策	186
8.4	典型湖泊营养物氮磷削减达标的保障机制	187
	参考文献	190
第9章	中国湖泊营养物氮磷削减达标实施方案	193
9.1	中国湖泊营养物氮磷削减达标的分区管理方案	193
9.1.1	中国各营养物生态分区湖泊综合现状	193
9.1.2	中国湖泊各营养物生态分区湖泊富营养化优先控制目标	194
9.1.3	中国各湖泊营养物生态分区氮磷削减达标的管理方案	199
9.2	中国湖泊营养物氮磷削减达标的分类指导方案	201
9.2.1	湖泊水体水生态状态评估技术方法	201
9.2.2	云贵高原湖区和中东部平原湖区湖泊水生态现状分类	204
9.2.3	湖泊营养物氮磷削减达标的分类控制指导方案	207
9.3	中国湖泊营养物氮磷削减达标的分期实施方案	210
9.3.1	中长期主要污染物排放趋势预测分析	210
9.3.2	中长期湖泊营养物负荷排放和达标方案分析	215
9.3.3	各湖区氮磷削减达标分期控制的实施技术方案	216
9.4	典型湖泊营养物氮磷削减达标的综合实施方案	219
9.4.1	乌梁素海	219
9.4.2	千岛湖和抚仙湖	220
	参考文献	221

第 1 章 绪 论

我国湖泊众多,面积大于 1 km^2 的湖泊有 2300 多个,湖泊水资源总量达到 6380 亿 m^3 , 占我国城镇饮用水源的 50% 以上,是我国城乡最主要的水源地。我国的湖泊流域人口密集,社会经济发达。湖泊水资源是我国 21 世纪国民经济持续发展和国家稳定的重要保证之一。同时,中国国土辽阔,自然条件迥异,社会经济发展很不平衡;分布在不同的自然地理区域内的湖泊,在成因、类型、演变过程、物理、化学、生物学特性以及营养物效应和富营养化表现形式等方面均存在着显著的地域性差异。我国东部平原湖泊大部分属河成湖和海成湖,湖泊与河流有千丝万缕的联系,多数湖泊都与大河相通,与河流特征有很大的相似性;东北平原、山地湖泊则处寒冷地带,冰封时间较长;云贵高原湖泊多属构造湖和岩溶湖;蒙新高原湖泊形成多与风蚀、风积有关,因受干燥气候的影响,湖水浅,矿化度高,多为咸水湖和盐湖,湖面、湖形游移多变;青藏高原湖泊面积最大,高程都在 4000 m 以上,主要靠冰川和冰雪融水补给,由于气候干燥,湖面缩小,水质盐化,多为咸水湖和盐湖,几乎不受污染。

湖泊的形成演化过程不仅受流域自然环境因素的影响,还受人类活动的扰动。湖泊富营养化问题是湖泊水体在自然环境因子和人类活动的双重影响下,大量营养盐输入湖泊,使水体逐步由生产力水平较低的贫营养状态向生产力水平较高的富营养状态过渡的一种现象。湖泊随着自然环境条件的变迁有其发生、发展、衰老和消亡的必然过程。在自然状态下,由湖泊形成初始阶段的贫营养逐渐向富营养过渡直至最后消亡的演变过程极为缓慢。但在人类活动的影响下,这种演化过程大大加速,氮磷等营养物质大量进入湖泊,在适宜的外界环境因素作用下,引起藻类及其他浮游生物迅速繁殖,水体溶解氧量下降,水质恶化,鱼类及其他水生生物大量死亡,造成了目前湖泊富营养化问题日益严重的困局,湖泊富营养化已经成为世界性的水污染治理难题。准确地分析湖泊环境变化的各种过程与规律,特别是定量刻画人与自然相互作用下的湖泊环境响应过程,是进行湖泊富营养化控制的前提与保障。

1.1 概念 辨 识

由于我国经济的快速发展与人类活动强度的增大,湖泊富营养化问题日益突出。根据国内外湖泊富营养化控制经验,并结合近年我国对化学需氧量(COD)控

制的有效实践,本书把总氮、总磷作为总量控制指标,以湖泊水环境容量和水环境承载力核算为基础,以氮磷削减达标的几大策略为支撑,最后提出我国湖泊富营养化“分区管理、分类控制、分期削减”的宏观策略,制定湖泊营养物氮磷削减实施方案。为了更好地理解本书所提及的理论过程和实践成果,现对本书涉及的几个重要命题的概念与内涵作一详细阐述。

1. 环境和水环境

环境是在特定区域空间中直接或间接影响人类社会生存和发展的所有生物和非生物要素,通过特定的生态联系形成的有机统一整体。环境与人们的生产生活息息相关。经济发展决定人们的生活水平,环境状况决定人们的生存条件。现阶段,全球环境质量普遍偏低,环境问题较为严重,环境保护滞后于经济发展,环境保育工作处于负重爬坡状态,这些都是不争的严峻现实。就如同两人跑步,一人在前,一人在后,后面的人要想赶上前面的人,不能指望前面的人放慢或停下脚步,只能加快自己的步伐奋起直追。环境质量有鲜明的特征,从与人类关系的角度概括起来主要有:相对稳定性、普遍联系性、消费平等性以及质量可控性等。

水环境是指自然界中水的形成、分布和转化所处的空间环境。通常所说的水环境不仅包括围绕人群空间及可直接或间接影响人类生活和发展的水体,还包括影响该类型水体正常功能的各种自然因素和有关的社会因素。也有文献提到的水环境仅指相对稳定的、以陆地为边界的天然水域所处的空间环境。

根据研究的需要,水环境还可以进行进一步细分。一般的研究中我们将水环境分为地表水环境和地下水环境两部分。其中,地表水环境主要涵盖河流、湖泊、水库、海洋、池塘、沼泽、冰川等水环境;地下水环境则包括泉水、浅层地下水、深层地下水等水环境。还有一种常用的划分方法是按照所包括的环境要素将水环境划分为海洋环境、湖泊环境以及河流环境等。其中海洋环境中的海洋水占世界总水量的 97.28%,而湖泊水和河流水所占总量的比例则很小,仅占 2.72%,且其所处的空间环境十分复杂。

水环境是区域环境的基本要素之一,既是人类社会赖以生存和发展的场所,又是受人类干扰和破坏最严重的领域。水环境的污染和破坏已成为当今世界主要的环境问题之一,水环境特别突出的富营养化问题严重影响了人们的日常生活。

2. 氮磷排放和湖泊富营养化

氮磷排放是指由于自然或人为的原因,氮磷营养盐通过不同的途径进入到环境中的过程。氮和磷是组成水圈生态系统的藻类、细菌、原生动物、后生动物的必需要素,但过多排入这些元素就会导致湖泊和海洋等水体的富营养化问题,所以氮磷在水体中的富集是导致水体富营养化的主要原因。因此,削减氮磷营养盐的排

放量是治理水体富营养化的关键,是对富营养化水体进行生态修复、工程治理的重要前提。目前水体中氮磷营养盐的来源主要有水体底泥的内源释放、大气沉降、工业点源,以及农村、城市生活污水及农业面源等多种途径,本研究的氮磷排放主要是指来自于产业生产活动、居民生活所引起的氮磷营养盐的排放。

湖泊富营养化是由于人类活动(主要是工业废水和生活污水的排放等)的影响,使得生物所需的氮磷等营养物质大量进入湖泊、河口、海湾等缓流水体,在短时间内引起藻类及其他浮游生物迅速繁殖,使水体溶解氧量下降、水质恶化,造成鱼类及其他生物大量死亡。排除人类活动的干扰因素,在自然条件下,湖泊由于底泥中营养物质的释放,也有可能从贫营养状态过渡到富营养状态,不过这种自然过程非常缓慢。水体富营养化引起浮游藻类大量繁殖,从而形成水华,严重影响了水环境生态的健康。

3. 区域、区域经济和区域环境

区域是个相对的地域概念。对于全球而言,一个国家或地区(如亚太地区等)就是一个区域;对于国家而言,一个省、市、流域或湖泊等都可以看作是一个区域;而对于市而言,一个乡镇也可以成为一个区域。但区域的概念又不可以无限制地缩小,以至于把一块地或是一间房也都称为一个区域。所谓区域,其面积必须有一定的大小,同时在这个地域中还必须有相对独立的自然生态系统。

区域经济是特定地区国民经济整体的总称,是大国经济发展非均衡的表现。由于独特的自然、社会和经济条件的限制,各地区的经济发展水平、结构和布局存在着一定差异。

区域环境指一定地域范围内的自然和社会因素的总和。就其总体目标而言,区域环境必须落实到一定的区域上,区域的范围大到全球或一个国家,小到一个市、县或乡镇;就其对象而言,区域环境必须关注人类的社会行为对环境所造成的影响和所受到的制约。区域环境是一种结构复杂、功能多样的环境,可分为自然区域环境(如森林、草原、水域等)、社会区域环境(如各级行政区、城市、工业区等)、农业区域环境(如作物区、牧区、农牧交错区等)以及旅游区域环境(如西湖、桂林、庐山、黄山等)等。环境管理工作的重点和中心在于区域环境管理。

4. 水资源量

水资源量指研究区内当地降水形成的地表、地下产水总量(不包括区外来水量),由地表水资源量与地下水资源量相加,再扣除两者之间互相转化的重复计算量而得。地表水资源量就是河流、湖泊、冰川等地表水体中由当地降水形成的、可以更新的动态水量,用天然河川径流量来表示,频率选择 20%、50%、75% 和 95% 四种。地下水资源量是指地下水体中参与水循环且可以更新的动态水量。地形地

貌、地质构造及水文条件对地下水的补给、径流和排泄产生影响,为了准确评价地下水资源量,一般按地形地貌及水文地质条件进行分区。从某种意义上讲,水资源量是水环境容量的基础。为了确保用水安全,水环境容量计算采用的是较高保证率的水文设计条件。并不是所有的水资源量都用来计算环境容量。本书所提到的水资源量是指一定频率保证下的地表水资源量。

5. 水环境功能区

水环境功能区划体现人们对水环境质量的需求,反映了人们对水资源的态度:开发、利用或保护。已划分水环境功能区的水域,要从时间、空间两个方面规范功能区达标标准。未划分水环境功能区的水域可不进行容量计算,若考虑计算湖泊水环境容量,则要按照较高的功能标准进行。本书采用环境保护部 2009 年发布的地表水环境功能区的分类方法和分类编码(表 1-1),该分类设一级类目,根据《中华人民共和国水污染防治法》和《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)的规定要求分为 9 类。

表 1-1 地表水环境功能区类别代码表

代码	地表水环境功能区类别名称	说 明
10	自然保护区	对有代表性的自然生态系统、珍惜濒危野生动植物物种的天然集中分布区、有特殊意义的自然遗迹等保护对象所在的陆地水体,依法划出一定面积予以特殊保护和管理的区域
11	国家级自然保护区	在国内外有典型意义、在科学上有重大国际影响或者有特殊科学价值的自然保护区,列为国家级自然保护区,执行地表水环境质量Ⅰ类标准
12	地方级自然保护区	除列为国家级自然保护区的外,其他具有典型意义或者重要科学研究价值的自然保护区列为地方自然保护区,执行地表水环境质量Ⅰ类或Ⅱ类标准
20	饮用水水源保护区	国家为防治饮用水水源地污染、保证水源地环境质量而划定,并要求加以特殊保护的一定面积的水域和陆域
21	一级保护区	保护区内水质主要是保证饮用水卫生的要求,水质不得低于地表水环境质量Ⅱ类标准
22	二级保护区	在正常情况下满足水质要求,在出现污染饮用水源的突发情况下,保证有足够的采取紧急措施的时间和缓冲地带,水质不得低于地表水环境质量Ⅲ类标准,并保证流入一级保护区的水质满足一级保护区水质标准的要求

续表

代码	地表水环境功能区类别名称	说 明
23	准保护区	为了在保障水源水质的情况下兼顾地方经济的发展,通过对其提出一定的防护要求来保证饮用水水源地水质。水质标准应保证流入二级保护区的水质满足保护区水质标准的要求
30	渔业用水区	鱼、虾、蟹、贝类的产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道和养殖鱼、虾、蟹、贝类、藻类等水生动植物的水域
31	珍贵鱼类保护区	执行地表水环境质量Ⅱ类标准
32	一般鱼类用水区	执行地表水环境质量Ⅲ类标准
40	工业用水区	各工矿企业生产用水的集中取水点所在水域的指定范围,执行地表水环境质量Ⅳ类标准
50	农业用水区	灌溉农田、森林、草地的农用集中提水站所在水域的指定范围,执行地表水环境质量Ⅴ标准
60	景观娱乐用水区	具有保护水生生态的基本条件、供人们观赏娱乐、人体非直接接触的水域,天然浴场、游泳区等直接与人体接触的景观娱乐用水区执行地表水环境质量Ⅱ类标准;国家重点风景游览区及与人体非直接接触的景观娱乐用水区执行地表水环境质量Ⅳ类标准;一般景观用水区执行地表水环境质量Ⅴ类标准
70	混合区	污水与清水逐渐混合、逐步稀释、逐步达到水环境功能区水质要求的水域
80	过渡区	水质功能相差较大(两个或两个以上水质类别)的水环境功能区之间划定的、使相邻水域管理目标顺畅衔接的过渡水质类别区域执行相邻水环境功能区对应高低水质类别之间的中间类别水质标准
90	保留区	目前尚未开发或开发利用程度不高,为今后开发利用预留的水域,保留区内的水质应维持现状不受破坏

6. 排污方式

湖泊排污方式的不同会导致不同的营养物容量。排污方式的不同体现在排污口沿湖位置的不同、排污孔疏密程度以及数量的不同等方面。排污口沿湖(或其他水体)位置布设对湖泊整体水环境容量影响较大,排污口排放方式(岸边或中心,浅水或深水),对局部的污染物稀释混合影响很大。一般来说,在其他条件相同的情况下,集中排放的环境容量比分散排放小,瞬时排放比连续排放的环境容量小,岸边排放比河心排放的环境容量小,上游三孔排污方式优于上游单孔排污方式和上游二孔排污方式。因此,限定的排污方式是确定环境容量的一个重要因素。

7. 负荷容量比

负荷容量比是湖泊等水体内的污染物负荷与营养物容量之间的比值,其大小可以在一定程度上反映湖泊的富营养化状态,为湖泊营养物削减达标提供一定的参照和依据。若负荷容量比大于 1,则说明该水体的营养物总量已处于超负荷的情况,应及时采取相应措施对其营养物进行控制和治理;若负荷容量比小于 1,则说明该水体的营养物尚未达到饱和状态,可以更多地进行营养物的预防与治理。图 1-1 为核算过的重点湖泊的氮磷负荷,该结果可以为湖泊营养物削减达标提供参照。

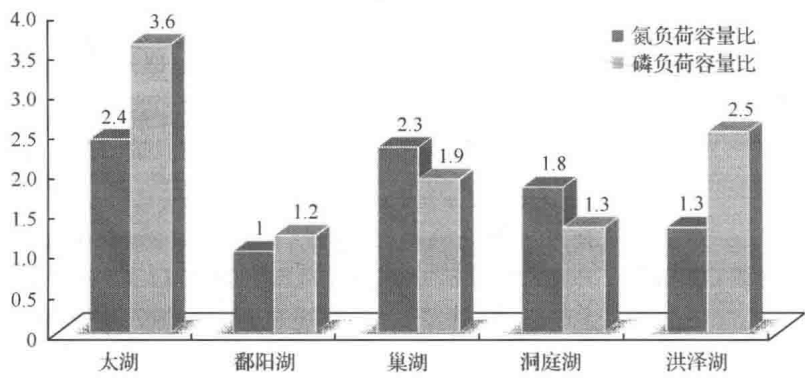


图 1-1 重点湖泊负荷容量比

8. 水质保护目标

水质的好与不好是相对的,凡是达到水功能区水质目标的,即为达标,认为水质是好的;凡是污染程度超过功能区水质目标的,即为超标,认为水质是不好的。计算湖泊营养物容量必须明确湖泊的水质保护目标。在此,我们依据水质基准和水体用途制定的湖泊富营养化水质控制标准,即将湖泊水质标准分为六个等级,分别为:

I 类,贫营养状态,主要适用于自然保护区,采用最高要求的控制标准,与本生态区的营养物基准值基本相当,TSI<30;

II 类,中营养状态,主要适用于集中式生活饮用水地表水源地一级保护区、珍稀水生生物栖息地、鱼虾类产卵场、仔稚幼鱼的索饵场等,采用严格的控制标准,TSI 30~50;

III 类,轻富营养状态,主要适用于集中式生活饮用水地表水源地二级保护区、鱼虾类越冬场、洄游通道、水产养殖区等渔业水域及游泳区,采用较为严格的控制标准,TSI 50~60;