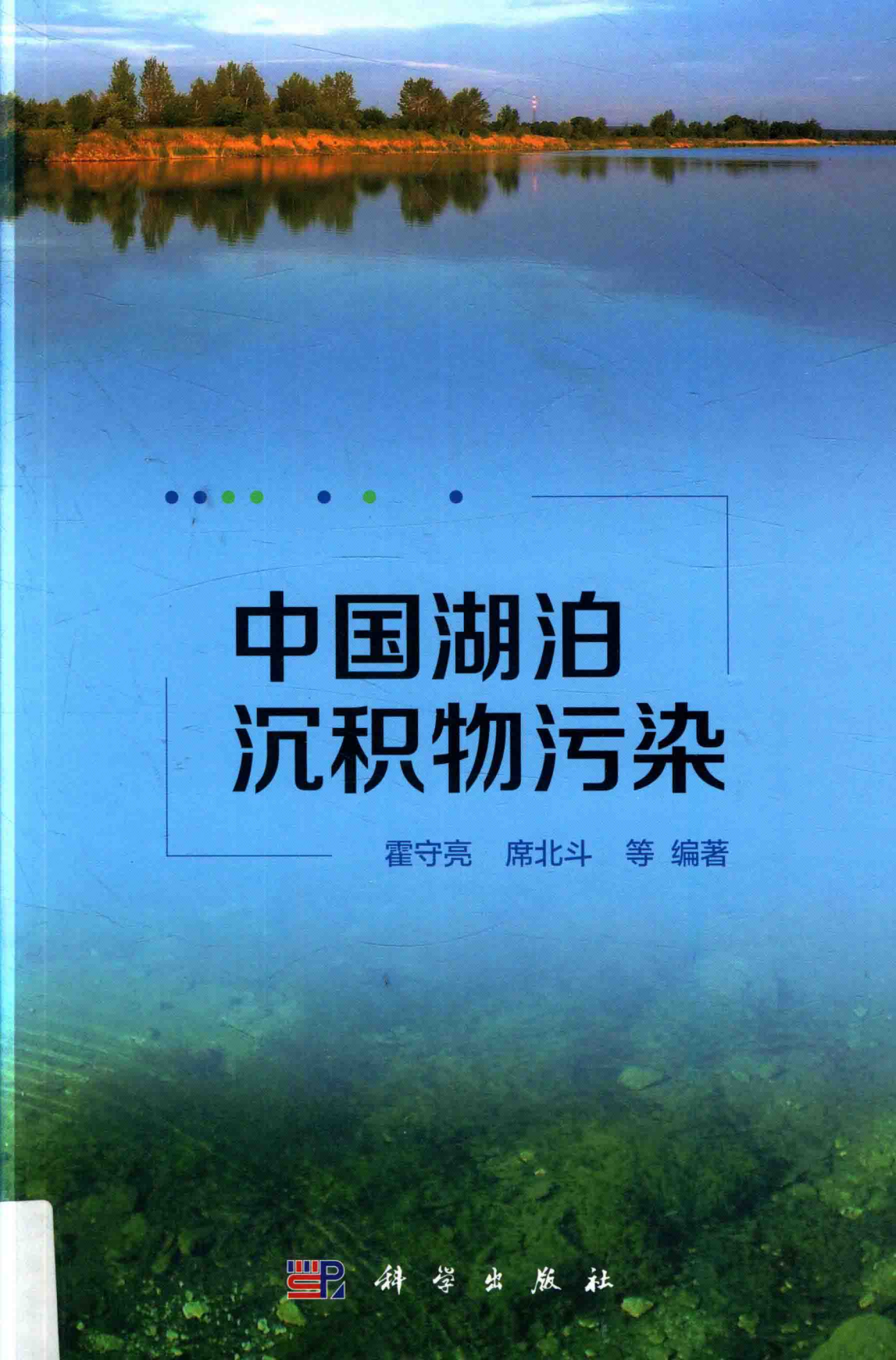




● ● ● ● ● ● ●

中国湖泊 沉积物污染

霍守亮 席北斗 等 编著



科学出版社

中国湖泊沉积物污染

霍守亮 席北斗 等 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以全国不同流域特征、水文状况、生态结构、污染程度的典型湖泊沉积物为研究对象,阐明了全国湖泊沉积物氮磷、重金属和有机污染物的污染特征、来源、区域差异性和环境风险,解析了沉积物-水界面营养盐和重金属交互作用机制,揭示了典型闸控湖泊生态环境演变过程及驱动机制,重建湖泊环境的演化历史和污染过程。本书发布了我国湖泊沉积物污染的大量数据,集成了相关沉积物环境地球化学过程的最新研究方法,有助于推进我国湖泊沉积物的相关研究和实践。

本书可供湖泊科学、环境地球化学、环境化学、环境科学与工程、环境管理和生态学等专业的研究人员、管理人员阅读,也可作为有关专业研究生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

中国湖泊沉积物污染/霍守亮,席北斗等编著. —北京:科学出版社, 2017.3

ISBN 978-7-03-052053-1

I. ①中… II. ①霍… ②席… III. ①湖泊沉积物-湖泊污染-污染防治-中国 IV. ①X524

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 047689 号

责任编辑:刘 冉 / 责任校对:何艳萍
责任印制:肖 兴 / 封面设计:北京图阅盛世

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>

北京通州皇家印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 3 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2017 年 3 月第一次印刷 印张: 25 1/4

字数: 500 000

定价: 138.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



前 言

湖泊是维系人与自然和谐发展的重要纽带。我国湖泊众多, 约占国土面积的 0.9%, 宛如镶嵌在祖国锦绣山河之中的颗颗明珠, 孕育了我们伟大的中华民族。湖泊具有保障区域生态平衡、供给生产生活用水、维持水生多样性、防洪减灾、提供水生生物资源和旅游休闲等多种功能, 保护湖泊, 是我国生态文明建设和实现美丽中国的重要组成部分。当前, 我国湖泊以富营养化为主的复合污染问题日益突出, 严重威胁着湖泊流域生态安全和饮用水安全。

长期的湖泊水污染问题, 导致营养盐、重金属、有毒有机物在湖泊沉积物中累积, 形成较高的污染水平。受污染的沉积物不仅直接危害底栖生物, 其中蓄积的污染物在适当的环境条件下会释放到上覆水中, 进一步危害到水生生态系统。因此, 系统研究和阐明我国湖泊沉积物氮磷、重金属和有机污染物的污染特征、来源、区域差异性和环境风险, 揭示典型湖泊生态环境演变过程及驱动机制, 解析沉积物-水界面氮磷、重金属等环境地球化学过程, 是解决我国湖泊复合污染问题的重要步骤。

本书是“十一五”、“十二五”国家水体污染控制与治理科技重大专项课题“我国湖泊营养物基准和富营养化控制标准研究(2009ZX07106-001)”和“东部浅水湖泊营养物基准标准及太湖达标应用研究(2012ZX07101-002)”沉积物方面研究成果的总结和深化。作者系统地选取了全国五大湖区中不同流域特征、水文状况、生态结构、污染程度的 50 余个典型湖泊沉积物作为研究对象, 阐明了全国湖泊沉积物氮磷、重金属和有机污染物的污染特征、来源、区域差异性和环境风险, 解析了沉积物-水界面营养盐和重金属交互作用机制, 揭示了典型闸控湖泊生态环境演变过程及驱动机制, 重建湖泊环境的演化历史和污染过程。

本书内容涉及面广, 从全国湖泊沉积物区域差异性分布的角度揭示了氮磷、重金属和有机污染物的主要驱动因子及界面过程, 采用沉积物柱芯物理、化学和生物代用指标和有毒有害污染物指标联合反演典型湖泊环境质量演变, 提出了有机污染物来源解析的思路和方法。本书发布了我国湖泊沉积物污染的大量数据, 集成了相关沉积物环境地球化学过程的最新研究方法, 有助于推进我国湖泊沉积物的相关研究和实践, 为相关的环境基准标准和法律法规的制定提供科学依据。

本书编写工作由霍守亮和席北斗统筹、策划和负责。本书共分 14 章: 第 1

章由席北斗和咎逢宇完成,针对全国湖泊沉积物氮、磷营养盐的分布特征及影响因素开展了系统研究,尤其是有机氮、磷的分布特征及其环境效应;第2章由霍守亮和郭伟完成,系统研究了全国湖泊沉积物不同形态重金属污染的区域差异性及环境风险;第3章、第5章和第6章由霍守亮和齐彦杰完成,系统解析了全国湖泊沉积物中全氟化合物的浓度水平、组成特征、历史污染过程和空间分布差异,探讨了全氟化合物污染分布的影响因素和来源解析;第4章、第8章、第9章和第10章由霍守亮、席北斗和李超灿完成,系统分析了全国湖泊沉积物中多环芳烃、有机氯农药及多氯联苯的浓度水平、组成特征、空间分布差异、历史污染过程及影响因素;第7章和第11章由霍守亮和咎逢宇完成,系统研究了典型湖泊生态环境演变过程及驱动机制,重建典型湖泊环境的演化历史和污染过程;第12章由霍守亮、华飞和苏明舟完成,系统研究了典型湖泊沉积物溶解性有机氮的分布特征及生物有效性;第13章由张靖天和王健完成,探索沉积物-水界面的氮磷和重金属生物地球化学过程;第14章由席北斗和咎逢宇完成,分析了湖泊沉积物及间隙水的化学特征、重金属分布特征,探索了湖泊沉积物和间隙水化学指标的近红外光谱快速测定方法。最后由霍守亮和马春子完成了对全书的通稿和校稿工作。本书经多次讨论、补充和修改后定稿,但尚有许多不足之处有待完善,疏漏不当之处在所难免,望同行学者不吝指正。

感谢环境基准与风险评估国家重点实验室营养物基准研究组的所有同事和研究生,他们辛苦的大量现场调查工作,为本书的研究提供翔实、宝贵的数据。感谢中国科学院广州地球化学研究所的于志强研究员为本书有机污染物的分析提供了大量帮助。同时,感谢刘鸿亮院士、吴丰昌研究员、陈荷生研究员、尹澄清研究员在本书成果形成过程中给予的指导和建议。感谢科学出版社和本书责任编辑刘冉女士的支持和编辑指导。

编 者

2017年3月

目 录

第 1 章 中国湖泊沉积物营养盐分布特征.....	1
1.1 研究区域概况.....	2
1.1.1 东部平原湖区典型湖泊——巢湖.....	4
1.1.2 云贵高原湖区典型湖泊——程海、杞麓湖、泸沽湖.....	6
1.1.3 青藏高原湖区典型湖泊——青海湖.....	7
1.1.4 蒙新高原湖区典型湖泊——乌梁素海、呼伦湖.....	8
1.1.5 东北平原山地湖区——五大连池、镜泊湖.....	10
1.2 材料与方法.....	11
1.2.1 样品采集.....	11
1.2.2 数据分析.....	12
1.3 沉积物中磷的分布特征.....	14
1.3.1 沉积物特性.....	14
1.3.2 沉积物中 P_0 的形态分布特征.....	15
1.3.3 沉积物中 P_1 的形态分布特征.....	18
1.3.4 沉积物各形态有机磷与其他因素之间的关系.....	19
1.4 沉积物中氮的分布特征.....	20
1.4.1 沉积物中总氮 (TN) 的分布特征.....	20
1.4.2 沉积物中有机氮 (N_o) 的分布特征.....	21
1.4.3 沉积物可交换态氮 (N_{EX}) 的分布特征.....	21
1.4.4 沉积物固定态铵 (N_{FIX}) 的分布特征.....	22
1.5 本章小结.....	23
参考文献.....	24
第 2 章 中国湖泊沉积物重金属污染分布特征与风险评价.....	28
2.1 材料与方法.....	29
2.1.1 研究区域概况.....	29
2.1.2 样品采集与数据分析.....	30
2.1.3 沉积物污染指数.....	31
2.1.4 统计分析.....	32

2.2	沉积物重金属污染区域差异性	32
2.3	沉积物重金属的化学分级	35
2.4	沉积物重金属的 AVS 和 SEM 分布	38
2.5	沉积物重金属的风险评价	41
2.6	本章小结	46
	参考文献	47
第 3 章	中国湖泊沉积物中全氟化合物的空间分布差异和影响因素	52
3.1	材料与方法	53
3.1.1	样品采集与数据分析	53
3.1.2	沉积物样品前处理	55
3.1.3	仪器分析	57
3.1.4	质量控制与质量保证 (QC/QA)	58
3.1.5	源解析方法	58
3.2	湖泊沉积物中全氟化合物的浓度水平	61
3.3	湖泊沉积物中全氟化合物的组成特征	64
3.4	湖泊沉积物中全氟化合物的空间分布差异	64
3.5	湖泊沉积物中全氟化合物污染分布的影响因素初探	66
3.6	湖泊沉积物中全氟化合物污染来源解析	67
3.6.1	层序聚类分析和相关性分析	67
3.6.2	PCA-MLR 和 PMF 模型	68
3.7	本章小结	70
	参考文献	71
第 4 章	中国湖泊沉积物中多环芳烃、有机氯农药和多氯联苯的空间分布 差异和影响因素	75
4.1	材料与方法	75
4.1.1	沉积物样品前处理	75
4.1.2	仪器分析	77
4.1.3	质量控制与质量保证 (QC/QA)	79
4.1.4	定量溯源受体模型简介	82
4.2	湖泊表层沉积物中多环芳烃、有机氯农药和多氯联苯浓度水平和 组成特征	84
4.2.1	表层沉积物中多环芳烃浓度水平和组成特征	84
4.2.2	表层沉积物中有机氯农药浓度水平和组成特征	90
4.2.3	表层沉积物中多氯联苯浓度水平和组成特征	94

4.3	湖泊沉积物中多环芳烃、有机氯农药和多氯联苯的空间分布差异	98
4.3.1	不同湖区多环芳烃的空间差异性	98
4.3.2	不同湖区有机氯农药的空间差异性	100
4.3.3	不同湖区多氯联苯的空间差异性	105
4.4	湖泊沉积物中多环芳烃、有机氯农药和多氯联苯污染分布的影响 因素初探	108
4.4.1	人类活动对湖区半挥发性持久性有机污染物的影响	108
4.4.2	沉积物的有机质特性对半挥发性持久性有机污染物的影响	109
4.4.3	其他因素对沉积物中半挥发性持久性有机污染物分布的影响	116
4.5	湖泊沉积物中多环芳烃、有机氯农药、多氯联苯污染来源解析	117
4.5.1	湖泊沉积物中多环芳烃的来源解析	118
4.5.2	湖泊沉积物中有机氯农药的来源解析	132
4.5.3	湖泊沉积物中多氯联苯的来源解析	142
4.6	本章小结	151
	参考文献	153
第 5 章	重污染区湖泊沉积物中全氟化合物的来源解析	161
5.1	材料与方法	162
5.1.1	研究区域概况	162
5.1.2	样品采集	162
5.1.3	数据分析	163
5.2	受体模型	163
5.3	沉积物中 PFASs 的污染现状	164
5.4	源解析方法	164
5.4.1	PCA-MLR 模型	164
5.4.2	PMF 模型	166
5.4.3	Unmix 模型	166
5.5	三种受体模型源解析结果比较	166
5.6	本章小结	170
	参考文献	170
第 6 章	巢湖流域沉积物中全氟化合物的污染 分布和历史沉积行为	173
6.1	材料与方法	174
6.1.1	样品采集	174
6.1.2	沉积物柱芯年代序列	174
6.1.3	数据分析	174

6.2	巢湖流域沉积物中 PFASs 的污染水平和空间分布	177
6.3	巢湖沉积物中 PFASs 的历史沉积规律	183
6.4	生物地球化学循环对沉积物中 PFASs 污染状况的影响	191
6.5	本章小结	194
	参考文献	194
第 7 章	巢湖沉积物氮磷、重金属污染演替过程	198
7.1	材料与方法	199
7.1.1	样品采集	199
7.1.2	样品预处理及分析	200
7.2	沉积岩芯年代序列	201
7.3	沉积物的粒度分布特征	204
7.4	巢湖沉积物营养代用指标剖面分布特征及指示意义	204
7.4.1	沉积物营养物剖面分布特征	204
7.4.2	湖泊营养物来源	207
7.4.3	湖泊历史生产力的变化	213
7.5	巢湖沉积物金属元素富集特点及其 对人类活动的指示意义	214
7.5.1	巢湖沉积物重金属背景值的确定及剖面分布特征	214
7.5.2	巢湖重金属富集和污染历史	217
7.6	巢湖沉积物营养盐与重金属的关系	221
7.7	本章小结	221
	参考文献	222
第 8 章	巢湖流域沉积物中多环芳烃的污染分布和历史沉积行为	226
8.1	研究区域概况	226
8.2	巢湖流域沉积物中多环芳烃的污染水平和空间分布	227
8.3	巢湖流域沉积物中多环芳烃的历史沉积规律	229
8.3.1	柱芯沉积物中多环芳烃的垂向污染特征	229
8.3.2	多环芳烃的沉积通量变化规律	231
8.4	生物地球化学循环对沉积物中多环芳烃污染状况的影响	233
8.4.1	多环芳烃与 TOC 的关系	233
8.4.2	颗粒粒径变化对多环芳烃沉积的影响	234
8.4.3	人类历史社会经济活动与多环芳烃的对应关系	237
8.4.4	多环芳烃与流域内其他污染之间的关系	237
8.5	本章小结	239
	参考文献	240
第 9 章	巢湖流域沉积物中有机氯农药的污染分布和历史沉积行为	242
9.1	巢湖流域沉积物中有机氯农药的污染水平和空间分布	242
9.2	巢湖流域沉积物中有机氯农药的历史沉积规律	243

9.2.1 柱芯沉积物中有机氯农药的垂向污染特征	243
9.2.2 有机氯农药的沉积通量变化规律	246
9.3 生物地球化学循环对沉积物中有机氯农药污染状况的影响	247
9.3.1 有机氯农药与 TOC 的关系	247
9.3.2 颗粒粒径变化对有机氯农药沉积的影响	248
9.3.3 人类历史社会经济活动与有机氯农药的对应关系	249
9.3.4 有机氯农药与流域内其他污染之间的关系	250
9.4 本章小结	251
参考文献	252
第 10 章 巢湖流域沉积物中多氯联苯的污染分布和历史沉积行为	254
10.1 巢湖流域沉积物中多氯联苯的污染水平和空间分布	254
10.2 巢湖流域沉积物中多氯联苯的历史沉积规律	256
10.2.1 柱芯沉积物中多氯联苯的垂向污染特征	256
10.2.2 多氯联苯的沉积通量变化规律	258
10.3 生物地球化学循环对沉积物中多氯联苯污染状况的影响	259
10.3.1 多氯联苯与 TOC 的关系	259
10.3.2 颗粒粒径变化对多氯联苯沉积的影响	260
10.3.3 人类历史社会经济活动与多氯联苯的对应关系	261
10.3.4 多氯联苯与流域内其他污染之间的关系	262
10.4 本章小结	264
参考文献	264
第 11 章 程海沉积物氮磷、重金属污染过程	266
11.1 材料与方法	266
11.2 沉积岩芯年代序列	267
11.3 程海沉积物营养代用指标剖面分布特征及指示意义	268
11.3.1 沉积物营养代用指标的剖面分布特征	268
11.3.2 湖泊营养物来源	271
11.3.3 湖泊历史生产力的变化	275
11.4 程海沉积物金属元素富集特点及其对人类活动的指示意义	277
11.4.1 程海沉积物重金属背景值的确定及剖面分布特征	277
11.4.2 程海重金属污染历史	280
11.5 本章小结	281
参考文献	281

第 12 章 湖泊沉积物溶解性有机氮分布特征及生物有效性研究	285
12.1 材料与方法	285
12.1.1 研究区域概况	285
12.1.2 样品采集和预处理	285
12.1.3 试验方法	285
12.2 湖泊沉积物溶解性有机氮分布特征	288
12.2.1 东北平原山地湖区湖泊沉积物溶解性有机氮分布特征	288
12.2.2 东部平原湖区湖泊沉积物溶解性有机氮分布特征	296
12.2.3 云贵高原湖区湖泊沉积物溶解性有机氮分布特征	307
12.3 湖泊沉积物溶解性有机氮生物有效性	315
12.3.1 湖泊沉积物溶解性有机氮微生物生物有效性	315
12.3.2 湖泊沉积物溶解性有机氮藻类可利用性	324
参考文献	334
第 13 章 湖泊沉积物间隙水的化学特征研究	338
13.1 巢湖沉积物间隙水化学特征	338
13.1.1 沉积物间隙水中营养物统计分析	338
13.1.2 沉积物间隙水剖面分布特征	339
13.1.3 沉积物间隙水中各营养盐指标相关性分析	342
13.1.4 间隙水与沉积物营养盐指标相关关系	343
13.2 巢湖间隙水重金属分布特征	345
13.2.1 DGT 方法测定间隙水中有效态重金属浓度	347
13.2.2 DGT 方法测定表层水中有效态重金属的浓度	349
13.2.3 相关性分析	351
13.3 太湖间隙水活性磷分布特征	352
13.4 太湖间隙水重金属分布特征	357
13.4.1 材料与方法	359
13.4.2 沉积物中重金属水平	360
13.4.3 间隙水中重金属浓度水平	360
13.4.4 评价金属浓度的 DGT 扩散胶厚度的确定	367
13.4.5 Eh 和 AVS 对重金属成岩过程的影响	370
参考文献	373
第 14 章 湖泊沉积物及间隙水近红外光谱特征	378
14.1 样品近红外光谱分析方法	379
14.2 近红外光谱校正模型的建立方法	379

14.2.1	沉积物近红外光谱校正模型的建立方法	379
14.2.2	间隙水近红外光谱校正模型的建立方法	379
14.3	湖泊沉积物近红外光谱研究	380
14.3.1	分层沉积物化学组分分析结果	380
14.3.2	沉积物近红外光谱图	380
14.3.3	分层沉积物不同组分近红外校正模型优化与选择	380
14.3.4	校正模型对分层沉积物不同组分的预测效果	384
14.4	湖泊沉积物间隙水近红外光谱研究	385
14.4.1	沉积物间隙水化学组分分析结果	385
14.4.2	湖泊沉积物间隙水近红外光谱分析	385
14.4.3	近红外校正模型的建立与优化	386
14.4.4	校正模型对间隙水中化学组分预测效果分析	388
14.5	本章小结	390
	参考文献	390

第1章 中国湖泊沉积物营养盐分布特征

我国幅员辽阔,湖泊数量众多、分布广泛、类型多样、成因复杂,不同区域湖泊的富营养化成因、类型、演变过程等方面存在显著的差异性。近几十年来,随着区域气候环境变化和人类活动干扰加剧,我国湖泊的数量、面积和分布都发生了较为显著的变化,湖泊水量、水质和水生生物种群与数量也发生了明显变化。水体富营养化、水面萎缩与盐碱化、生态系统退化等已经成为我国湖泊普遍面临的重大问题,严重影响了我国经济社会的可持续发展和居民的生活安定。

我国地貌以山地和高原为主体,形成巨大的地形阶梯,这种地貌特征及其诱导的东亚季风和南亚季风气候,决定了我国湖泊在空间分布上,显示出具有区域特色的成层格局。由于区域自然地理环境的差异,以及成因和发展演化阶段的不同,湖泊显示出不同的特点和多种多样的类型。按照自然地理特点和气候差异,可以将我国的湖泊分为五大湖区:东部平原湖区、蒙新高原湖区、云贵高原湖区、东北平原山地湖区和青藏高原湖区。青藏高原、长江中下游平原是我国湖泊分布最密集的地区,大小湖泊星罗棋布,从而形成东西相对的两大稠密湖群区,显示出我国湖泊深受构造、气候控制的区域分布特色。

分布在青藏高原和蒙新高原地区的湖泊以闭流咸水湖和盐湖为主,表现出大陆腹地非季风气候区的环境特点。云贵高原的湖泊得到西南季风带来的降水补给,均为外流淡水湖,但因湖泊均位于大的断裂带,是大河水系的分水岭地带,具有出流很小的半闭流特点,盐类易于积聚,其矿化度明显超过东部平原地区的湖泊。分布于长江中下游平原、黄淮海平原、松嫩平原等地区的湖泊位于东亚季风盛行区,降水丰沛,湖泊、河流关系密切,多为淡水湖,但受人为活动影响明显,处于不同程度的富营养化过程之中。

沉积物是湖泊生态系统的重要组成部分,它作为水体营养物质的主要归宿,同时也向上覆水释放营养盐,湖泊沉积物中磷的释放是影响上覆水体营养水平的重要因素(张路等, 2006; Xie et al., 2003; Norton et al., 2008)。大量研究表明,不同污染状况、深度和生态系统类型的湖泊沉积物中,磷的形态、含量及其释放机制存在较大差异(Wang et al., 2005; 金相灿等, 2006; Havens et al., 2001),不同形态磷的生物地球化学循环作用不同(翁焕新和刘云峰, 1997)。目前对沉积物中无机磷的形态及其释放机制开展了大量的研究(Petticrew and Arocena, 2001;

Zhou et al., 2001; Kaiserli et al., 2002)。有机磷的形态及其迁移转化机制也开展了部分研究 (Oluyedun et al., 1991; Golterman et al., 1998; Hupfer et al., 1995; Hupfer and Lewandowski, 2005; Carman et al., 2000; Reitzel et al., 2006; Reitzel et al., 2007; Zhang et al., 2008)。有机磷是沉积物中磷及有机质的重要组成部分, 有机磷经磷酸酶水解、细菌降解或光解等作用后很快地转化成生物活性磷, 通过间隙水向上覆水体迁移释放, 从而维持浮游生物的生长, 在水体中重新参加循环 (Jensen et al., 1992; Baldwin, 1996; Zhang et al., 2007)。沉积物中磷的潜在释放很大程度上取决于沉积物中有机磷的组分和分布 (Murphy et al., 2001)。因此, 研究湖泊沉积物有机磷的形态及其含量分布尤为重要, 但目前还缺乏系统的研究。

湖泊沉积物中氮的赋存形态和分布特征的解析是准确理解及进一步研究沉积物-水系统中氮素地球化学循环及其环境影响的前提。近年来, 许多学者对某个湖泊 (吕伟昌等, 2007) 或一定流域范围内的湖泊群 (王圣瑞等, 2008) 的氮形态分布做了大量工作, 但有关全国范围内的湖泊沉积物中氮形态研究系统报道还较少。

以我国不同湖区九个典型湖泊为研究对象, 通过对表层沉积物氮和磷进行分级提取, 研究不同流域特征、生态结构、污染程度的湖泊沉积物中氮和磷形态分布特征, 分析氮和磷分级组分与其他指标的关系, 探讨氮和磷组分与生物有效性和湖泊富营养化的关系。

1.1 研究区域概况

在对全国湖泊区域差异性调查和营养物生态分区的基础上 (图 1-1 和图 1-2), 分析不同湖区湖泊的富营养化现状、湖泊特点, 调查的 125 个湖泊中 TP 和 TN 达到 I 类水体的仅有 5 个湖泊, 主要集中在云贵高原湖区和蒙新高原湖区的深水湖; 全国 80% 湖泊处于富营养状态, 以东部平原湖区、云贵高原湖区和东北平原山地湖区污染最为严重, 不同湖区湖泊的污染程度和流域社会经济发展及水文特征呈现明显的相关关系。基于全国湖泊水体氮、磷营养盐分布特征分析, 在不同分区选取 1~3 个不同流域特征、水文状况、生态结构、污染程度的典型湖泊为研究区域 (图 1-3)。其中, 东部平原湖区主要为浅水湖泊, 污染最为严重, 基本全部处于富营养化状态, 选择典型浅水富营养化湖泊巢湖; 云贵高原湖区主要以浅水湖泊和深水湖泊两种类型, 浅水湖泊富营养化较为严重, 选择富营养化浅水湖泊杞麓湖、中营养深水湖泊程海和贫营养盐深水湖泊泸沽湖; 青藏高原湖区选择典型湖泊青海湖; 蒙新高原湖区选择草型富营养化湖泊乌梁素海和呼伦湖; 东北平原山地湖区选择浅水湖五大连池和深水湖镜泊湖。

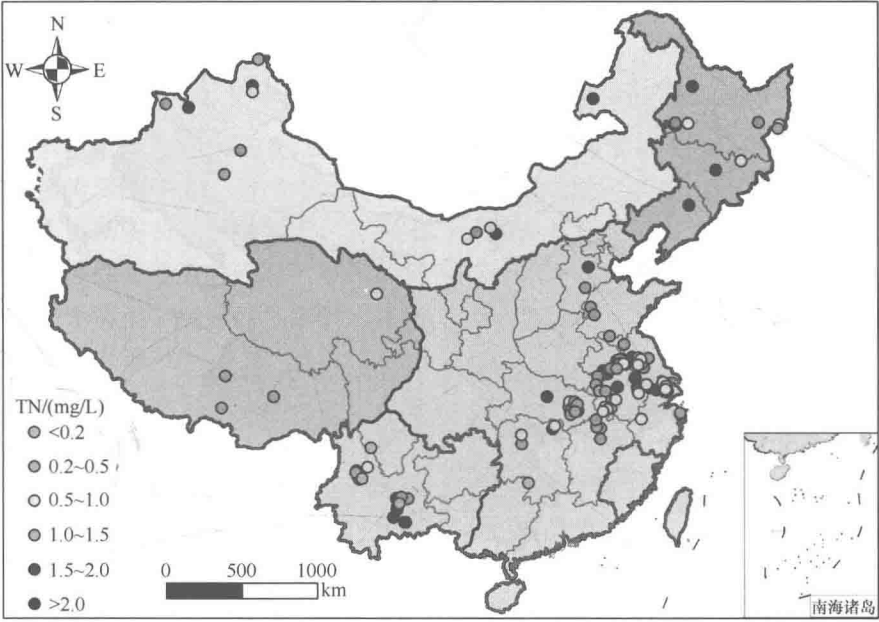


图 1-1 不同湖区湖泊水体中 TN 含量分布图
请扫描封底二维码查看书中彩图

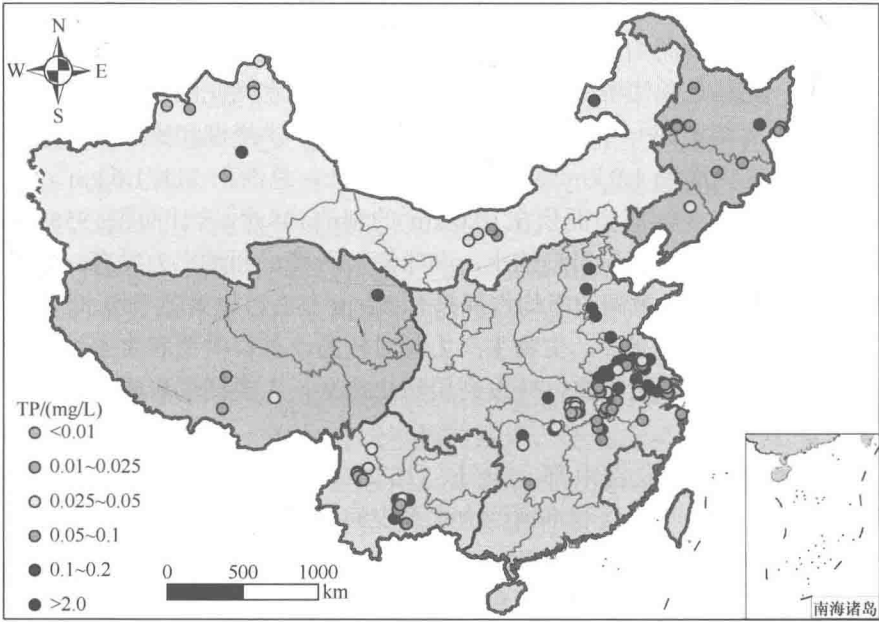


图 1-2 不同湖区湖泊水体中 TP 含量分布图

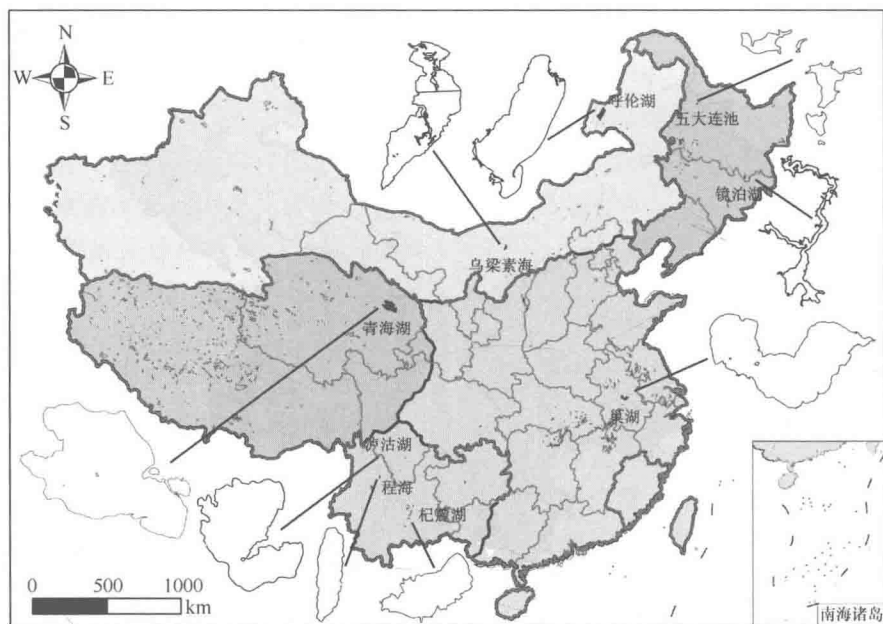


图 1-3 九个研究湖泊地理位置

1.1.1 东部平原湖区典型湖泊——巢湖

东部平原湖区的湖泊主要分布在长江中下游平原，是我国湖泊分布密度最大的地区之一，尤其是长江中下游平原及三角洲地区，水网交织，湖泊星罗棋布。我国著名的五大淡水湖——鄱阳湖、洞庭湖、太湖、洪泽湖和巢湖均分布于该区内。据统计，区内面积 1.0 km^2 以上的湖泊 696 个，总面积 21171.6 km^2 ，约占全国湖泊总面积的 23.3%；其中面积在 10.0 km^2 的湖泊 138 个，合计面积 19587.5 km^2 。湖泊由于长期泥沙淤积面积日趋缩小，湖床渐被淤高，洲滩广为发育，普遍呈现浅水型湖泊的特点，多数湖泊平均水深只有 2.0 m 左右，如巢湖平均水深 2.69 m。湖泊生物种类丰富、分布广，生物生产力相对较高，种群类型和生态结构复杂多样。资源类型多、蕴藏量丰富，开发利用历史悠久，人类活动影响强烈，也是该区湖泊主要特色之一。

巢湖流域位于安徽省中部，介于 $116^{\circ}24'30'' \sim 118^{\circ}00'00''\text{E}$ 、 $30^{\circ}58'40'' \sim 32^{\circ}06'00''\text{N}$ 之间，处于长江和淮河两大水系中间，属长江水系。巢湖湖区位置为 $117^{\circ}16'54'' \sim 117^{\circ}51'46''\text{E}$ ， $30^{\circ}25'28'' \sim 31^{\circ}43'28''\text{N}$ ，属长江下游左岸水系，是我国五大淡水湖泊之一。巢湖流域总面积为 16459 km^2 ，并以巢湖与其出水河流裕溪河之间的闸门为界分为两个部分，巢湖闸以上区域面积 9130 km^2 ，闸以下区域面积为 7329 km^2 。流域涵盖合肥、肥西、舒城、肥东、居巢、含山、和县、庐江、

无为等市县。

巢湖流域属亚热带和暖温带过渡性的副热带季风气候区,气候温和湿润。年平均温度 $15\sim 16^{\circ}\text{C}$, 1月平均气温 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$, 7月平均气温 $28\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。极端最高气温 39.2°C , 极端最低气温 -20.6°C 。多年平均降水量为 1100 mm, 流域各站最大年降水均值为 1450 mm, 最小年均值为 630 mm, 倍比 2.3。巢湖流域内大面积出露第四纪上更新统和全新统黏土、亚黏土, 出露岩石分布于巢湖四周的低山和低山丘陵区。流域主要为岩性。流域内的丰乐河、派河、南淝河、柘皋河上游成土母质为下蜀系黄土, 杭埠河上游低山丘陵区的成土母质多为片麻岩、花岗岩、紫红色火山碎屑岩等。

巢湖流域内原生植被基本已不复存在, 现存植被基本为人工林和次生林以及大范围分布的种植农作物。森林植被主要分布于低山区、低山丘陵区及部分丘陵岗地, 流域森林覆盖率 15.2%。巢湖流域农业种植作物主要有水稻、油菜、棉花、小麦、大豆、薯类、花生、西瓜、黄麻, 以蔬菜类为主。

流域的地形地貌特点形成的河流水系密度大, 纵横交错, 呈放射状汇入巢湖, 然后由裕溪河联结汇入长江。巢湖流域内共有大小河流 33 条, 分别属于杭埠河—丰乐河、派河、南淝河—店埠河、柘皋河、白石山河、裕溪河、兆河等七条水系。主要入湖河道杭埠河—丰乐河、派河、南淝河、白石山河等四条河流占流域径流量 90% 以上, 其中杭埠河—丰乐河是注入巢湖水量最大的河流, 其次为南淝河、白石山河, 分别占总径流量的 65.1%、10.9% 和 9.4%。

巢湖湖流的平均流速一般介于 $0.02\sim 0.07\text{ m/s}$ 之间, 最大流速为 0.62 m/s , 但个别地方也有零速出现。就平面分布来看, 东半湖平均流速大于西半湖, 而西半湖各入湖口附近又大于离岸较远的开阔区域, 巢湖最大流速出现在姥山—中庙一线。垂线上的流速一般表层大, 底层次之。巢湖湖流性质根据其形成原因, 大致可以认为是以吞吐流为主的并受风力作用而产生的混合流, 即入湖水流是湖流的主要动力因素。湖流运动总的趋势是从西向东, 它与入流、出流方向基本一致。

巢湖流域是安徽省社会经济领先发展的地区, 由于近三十年来流域内产业经济和人口的快速增长, 加之基础设施的滞后, 主要污染物的排放量已经超过了水环境的承载能力, 水质严重恶化, 生态系统功能退化, 富营养化问题十分突出, 目前已成为我国湖泊水污染与富营养化的重灾区。更要引起注意的是, 巢湖是巢湖市的唯一水源地, 频发的水华已经严重威胁到巢湖市几十万人的健康安全。巢湖是我国重点治理的“三湖三河”之一, 20 世纪 70 年代, 巢湖就多次出现“水华”污染, 湖泊水质开始下降, “九五”以来, 巢湖湖体的水质已降至 V 类或劣 V 类, 在 13 个常规监测断面中, 劣 V 类水质所占比例持续扩大,