

水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”成果系列丛书

湖泊富营养化控制与治理技术及综合示范主题

Comprehensive Water and Environmental Management for Lake Bosten

博斯腾湖水环境 综合治理

汤祥明 许 柯 赛·巴雅尔图 等编著



化学工业出版社

水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”成果系列丛书

湖泊富营养化控制与治理技术及综合示范主题

Comprehensive Water and Environmental Management for Lake Bosten

博斯腾湖水环境 综合治理

汤祥明 许柯 赛·巴雅尔图 等编著



化学工业出版社

·北京·

本书以我国西北干旱地区的典型湖泊——新疆巴音郭楞蒙古自治州的博斯腾湖为研究对象，通过遥感解译、模型计算、现场监测等方法，系统解析了博斯腾湖水资源时空分布规律及演化趋势、博斯腾湖污染成因、博斯腾湖湖滨湿地演变过程，并在此基础上提出了博斯腾湖湖滨自然湿地生态修复综合技术方案，以及博斯腾湖水污染防治与富营养化控制综合治理中长期规划技术方案。

本书具有较强的技术应用性和参考价值，可供环境工程、市政工程、水利、地理等领域的工程技术人员、科研人员和管理人员参考，也可供高等学校相关专业师生参阅。

图书在版编目 (CIP) 数据

博斯腾湖水环境综合治理/汤祥明, 许柯, 赛·巴雅尔图 等编著. —北京: 化学工业出版社, 2015. 5
ISBN 978-7-122-23909-9

I. ①博… II. ①汤… ②许… ③赛… III. ①博斯腾湖-水环境-综合治理-研究 IV. ①X524

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 094980 号

责任编辑: 刘兴春
责任校对: 王素芹

装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 18 $\frac{3}{4}$ 字数 453 千字 2015 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 98.00 元

版权所有 违者必究

水专项“十一五”成果系列丛书

指导委员会成员名单

组 长 周生贤

副组长 仇保兴 吴晓青

成 员 (按姓氏笔画排序)

丁仲礼	王伟中	王衍亮	王善成	田保国
冯仁国	旭日干	刘志全	阮宝君	杜占元
吴宏伟	张悦	张少春	张学文	张桃林
陈宜明	赵英民	胡四一	雷朝滋	解振华

环境保护部水专项“十一五”成果系列丛书

编写委员会成员名单

主 编 周生贤

副主编 吴晓青

成 员 (按姓氏笔画排序)

马中	王子健	王业耀	王明良	王凯军
王金南	王桥	王毅	孔海南	孔繁翔
毕军	朱昌雄	朱琳	任勇	刘永定
许振成	苏明	李安定	杨汝均	张世秋
张永春	金相灿	周怀东	周维	郑正
孟伟	胡洪营	柯兵	柏仇勇	俞汉青
姜琦	徐成	梅旭荣	彭文启	

《博斯腾湖水环境综合治理》

编著人员名单

编著人员 汤祥明 许 柯 赛·巴雅尔图 高 光
任洪强 陈勇民 赵巧华 赵景峰 高 湘
马燕武 森 盖 邵克强 龚 伊 胡 洋
刘 颢 冯 丽 贾尔恒·阿哈提 杨永虎
吴 巍 徐永明 白淑英 谢春刚 陈 朋
吾甫尔·托乎提 古 琼 张建平 巴图那生

[总序]

我国作为一个发展中的人口大国，资源环境问题是长期制约经济社会可持续发展的重大问题。在经济快速增长、资源能源消耗大幅度增加的情况下，我国污染排放强度大、负荷高，主要污染物排放量超过受纳水体的环境容量。同时，我国人均拥有水资源量远低于国际平均水平，水资源短缺导致水污染加重，水污染又进一步加剧水资源供需矛盾。长期严重的水污染问题影响着水资源利用和水生态系统的完整性，影响着人民群众身体健康，已经成为制约我国经济社会可持续发展的重大瓶颈。

“水体污染控制与治理”科技重大专项（以下简称“水专项”）是《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006~2020年）》确定的十六个重大专项之一，旨在集中攻克一批节能减排迫切需要解决的水污染防治关键技术，构建我国流域水污染治理技术体系和水环境管理技术体系，为重点流域污染物减排、水质改善和饮用水安全保障提供强有力科技支撑，是新中国成立以来投资最大的水污染治理科技项目。

“十一五”期间，在国务院的统一领导下，在科技部、发展改革委和财政部的精心指导下，在领导小组各成员单位、各有关地方政府的积极支持和有力配合下，水专项领导小组围绕主题主线新要求，动员和组织全国上千家单位、上万名科技工作者，启动了32个项目、230个课题，经过不懈努力，基本实现了“控源减排”阶段目标，申请专利上千项，授权专利上百项，标准管理部门批准立项标准30余项，正在制定的技术标准上百项，专项成果通过应用产生的直接效益上亿元，取得了阶段性成果。一是突破了化工、轻工、冶金、纺织印染、制药等重点行业“控源减排”关键技术214项，支撑主要污染物减排任务超额完成；突破了城市污水处理厂提标改造和深度脱氮除磷关键技术，为城市水环境质量改善提供了支撑；研发了受污染原水净化处理、管网安全输配等40多项饮用水安全保障关键技术，为城市实现从源头到龙头的供水安全保障奠定科技基础。二是紧密结合重点流域污染防治规划的实施，选择太湖、滇池、辽河等重点流域开展大兵团联合攻关，综合集成示范多项关键技术，为重点流域水质改善提供了技术支持，环境监测结果显示，辽河、淮河干流化学需氧量消除劣Ⅴ类，海河水质有所改善；太湖富营养状态由中度变为轻度，劣Ⅴ类入湖河流由8条减少为1条；巢湖富营养化程度得到明显改善，基本遏制了蓝藻水华大面积爆发；滇池外海水质明显好转。三是研发了一批关键设备和成套装备，带动节能环保战略性新兴产业加快发展，针对水环境监测、污泥处理处置、水处理等设备国产化率低等问题，集中力量重点研发50项国家亟需的产业化关键技术和设备，扶持一批环保企业成功上市，建立一批号召力和公信力强的水专项产业技术创新战略联盟。四是加强队伍建设，培养了一大批科技攻关团队和领军人才，采用地方推荐、部门筛选、公开择优等多种方式遴选出近300个水专项科技攻关团队，建立院士工作站、研究基地等平台，引进多名海外高层次人才，培养上百名学科带

头人、中青年科技骨干和 5000 多名博士、硕士，建立人才凝聚、使用、培养的良性机制，形成大联合、大攻关、大创新的良好格局。五是加大宣传力度，营造水专项组织实施的社会氛围，水专项通过举办各类展览、研讨、培训等形式，广泛宣传水专项的总体部署、战略目标和主要成就，赢得了各地各部门和广大人民群众的理解和支持，在“十一五”国家重大科技成就展、“十一五”环保成就展、全国科技成果巡回展等一系列展览中，党和国家领导人对水专项取得的积极进展给予充分肯定。这些成果为重点流域水质改善、地方治污规划、水环境管理等提供了技术和决策支持。

在看到成绩的同时，我们也清醒地看到存在的突出问题和矛盾。水专项离国务院的要求和人民群众的期待还有较大差距，仍存在一些不足和薄弱环节。2011 年专项审计中指出水专项“十一五”在课题立项、成果转化和资金使用等方面不够规范。“十二五”我们需要进一步完善立项机制，提高立项质量；进一步提高项目管理水平，确保专项实施进度；进一步严格成果和经费管理，发挥专项最大效益；在调结构、转方式、惠民生、促发展中发挥更大的科技支撑和引领作用。

我们也要科学认识解决我国水环境问题的复杂性、艰巨性和长期性，水专项亦是如此。刘延东国务委员指出，水专项因素特别复杂、实施难度很大、周期很长、反复也比较多，要探索符合中国特色的水污染治理成套技术和科学管理模式。水专项不是包打天下，解决所有的水环境问题，不可能一天出现一个一鸣惊人的大成果。与其他重大专项相比，水专项也不会通过单一关键技术的重大突破，实现整体的技术水平提升。在水专项实施过程中，妥善处理好当前与长远、手段与目标、中央与地方等各个方面的关系，既要通过技术研发实现核心关键技术的突破，探索出符合国情、成本低、效果好、易推广的整装成套技术，又要综合运用法律、经济、技术和必要行政的手段来实现水环境质量的改善，积极探索符合代价小、效益好、排放低、可持续的中国水污染治理新道路。

党的十八大报告强调，要实施国家科技重大专项，大力推进生态文明建设，努力建设美丽中国，实现中华民族永续发展。水专项作为一项重大的科技工程和民生工程，具有很强的社会公益性，将水专项的研究成果及时推广并为社会经济发展服务是贯彻创新驱动发展战略的具体表现，是推进生态文明建设的有力措施。为广泛共享水专项“十一五”取得的研究成果，水专项管理办公室组织出版水专项“十一五”成果系列丛书。该丛书汇集了一批专项研究的代表性成果，具有较强的学术性和实用性，可以说是水环境领域不可多得的资料文献。丛书的组织出版，有利于坚定水专项科技工作者专项攻关的信心和决心；有利于增强社会各界对水专项的了解和认同；有利于促进环保公众参与，树立水专项的良好社会形象；有利于促进专项成果的转化与应用，为探索中国水污染治理新道路提供有力的科技支撑。

最后，我坚信在国务院的正确领导和有关部门的大力支持下，水专项一定能够百尺竿头，更进一步。我们一定要以党的十八大精神为指导，高擎生态文明建设的大旗，团结协作、协同创新、强化管理，扎实推进水专项，务求取得更大的成效，把建设美丽中国的伟大事业持续推向前进，努力走向社会主义生态文明新时代！

周生贤

2013 年 7 月 25 日

[前言]

干旱、半干旱地区生态环境脆弱，水资源已成为制约当地人类社会经济活动与流域生态环境建设的关键。水资源不仅是湖泊资源的核心，而且也是湖泊生态系统赖以维持和发展的物质基础。据统计，在中国年降水量小于 200mm 的干旱区内有大、小湖泊近 400 个，在我国三大自然地理区域（东部季风区、西北干旱区和青藏高原区）中居第 2 位。干旱区的内陆湖泊是以流域为单元实现水分循环的重要环节，它们不仅是干旱区气候的指示器，而且对流域生态与环境状况的反应极为灵敏。近 50 年来，伴随着西部内陆干旱区土地资源的大规模开发利用，大量入湖地表径流被拦截，加剧了下游区域水资源的短缺，导致湖泊迅速萎缩、咸化甚至干涸等一系列环境问题，严重危及湖泊及所处区域的生态安全。因此，开展湖泊流域以水资源优化调控技术为核心的相关研究是改善此类湖泊生态环境、维系流域可持续发展的关键。

博斯腾湖是我国最大的内陆淡水湖，地处内陆干旱地区，属温带大陆性干旱气候，生态环境极为脆弱。湖区内水体的交换能力较低，加上上游开都河流域的年均降雨量仅 60mm，及沿湖四县粗放型的农业灌溉又挤占了大量的入湖淡水、环湖周边地区工业排污量不断加大、大量盐分随农田排水直接进入湖体等诸多原因，近年来博斯腾湖区的水质日益恶化，面临着越来越严峻的生态与环境问题。同时，博斯腾湖作为国家级的著名风景名胜区，随着流域社会经济的快速发展，对博斯腾湖旅游资源的开发力度将会进一步加大，必将会导致区域内污染负荷总量的快速、大量增加，给博斯腾湖及其流域的生态环境带来更大的压力，使得原本就已十分突出的水环境问题势必更加严峻。

博斯腾湖目前所面临的水资源短缺、水体富营养化和咸化、湖滨湿地生态系统退化等生态环境问题是我国西部干旱、半干旱地区湖泊中一种普遍存在的现象。然而由于受认识及环境条件的限制，目前对这种盐污染与氮、磷等有机物污染复合作用下的湖泊生态环境退化过程尚缺乏系统的研究，而其发展态势又如此快速，加之干旱、半干旱区脆弱的生态环境，一旦恶化将导致其生态环境向着逐步消亡的方向发展而无法逆转。因此对于这种既具有典型意义又维系区域生态环境安全和区域社会、经济发展生死存亡的关键湖泊，开展其生态环境退化原因的诊断分析，探索遏制或扭转其生态环境退化的态势，并提出切实有效的治理技术方案和管理措施。无论是对于博斯腾湖本身，还是整个西北地区干旱、半干旱内陆湖泊及其周边生态环境的改善都具有非常重大的现实意义和社会经济价值。

本书通过收集过去 50 年来博斯腾湖及其流域的水文、气象及土地利用等数据资料，采用高精度遥感图像分析、水量平衡分析等手段和方法，研究了自然气候和人类社会活动对于博斯腾湖水量变化的影响，建立了博斯腾湖水盐平衡模型，揭示了博斯腾湖水资源量时空变化规律；结合博斯腾湖历史监测数据及项目期内监测数据，对博斯腾湖水环境质量现状及变

化趋势进行了评价和分析，建立了污染物时空分布规律及演化趋势模型，阐明了博斯腾湖水环境问题成因及演化趋势；通过对博斯腾湖及其湖周湿地 2 年多的生态环境要素综合调查，系统研究了博斯腾湖及其湖周湿地生态系统的结构、现状及演化过程，阐明了博斯腾湖湿地退化的原因，在此基础上构建了干旱、半干旱地区湖泊水环境综合治理及生态修复集成技术体系，编制了博斯腾湖水污染综合治理技术方案，并在博斯腾湖周边湿地开展了技术示范。研究成果为我国干旱、半干旱地区湖泊水环境污染综合治理提供了理论依据与技术支持。

本项研究工作得到了新疆巴音郭楞蒙古自治州党委、政府、环保局、新疆巴音郭楞蒙古自治州博斯腾湖科学研究所、中国科学院南京地理与湖泊研究所、南京大学、南京信息工程大学、新疆维吾尔自治区环境科学研究院、新疆维吾尔自治区水产研究所、四川师范大学、西安建筑工业大学等诸多单位的领导、科研人员的关心和支持。本书的出版得到了国家“十一五”水专项课题“干旱、半干旱地区湖泊水环境综合治理及生态修复技术研究示范”(2009ZX07106-004)和“十二五”水专项子课题“典型区域农业面源控制关键技术与示范”(2013ZX07104-004)等课题的资助，在此一并致以诚挚的谢意。

由于编著者水平有限及编著时间仓促，书中不足和疏漏之处在所难免，恳请广大读者不吝批评指正。

编著者

2015 年 1 月

[目 录]

第一篇

博斯腾湖水、盐及污染物时空分布规律及演化趋势

1

第一章

博斯腾湖水资源时空分布及变化规律

3

第一节 博斯腾湖水文要素特征及变化规律

3

一、博斯腾湖流域河流渠系分布

3

二、博斯腾湖水资源年际变化的定量估算

4

三、水文要素的季节变化

6

四、水文要素的年际变化

8

五、小结

11

第二节 气候变化与博斯腾湖水资源的关系

11

一、博斯腾湖流域气候变化特征

11

二、博斯腾湖库容与汇入流出水量的关系

17

三、博斯腾湖水位变化的分型和可能机制

17

四、开都河径流量的季节变化特征及其与气候因子的关系

19

五、小结

25

第三节 土地利用动态变化对博斯腾流域水资源影响分析研究

26

一、博斯腾湖流域各个时期土地利用变化状况

26

二、各个时期土地利用转换状况

30

三、土地利用变化对水资源的影响

32

四、小结

33

第四节 地表蒸散的遥感反演

33

一、研究数据

33

二、蒸散的空间分布特征

34

三、蒸散的时间变化规律

38

四、焉耆盆地人类活动对地表蒸散及开都河径流量的影响

41

五、小结

46

第五节 雪量变化对博斯腾湖水资源的影响

47

一、数据源及其数据处理

47

二、积雪时空变化

48

三、积雪变化影响因素

51

四、积雪变化对博斯腾湖流域水资源的影响

55

五、小结

58

第二章	博斯腾湖水环境质量及演化趋势	60
	第一节 博斯腾湖水环境质量现状及中长期变化趋势	60
	一、水环境区划	60
	二、水环境质量评价方法	60
	三、水质现状评价	61
	四、水质变化趋势	64
	第二节 博斯腾湖流域污染物来源	68
	一、污染物产生量调查与分析	68
	二、博斯腾湖流域排污口调查与分析	85
	三、入湖污染物总量分析	89
	第三节 博斯腾湖盐分、污染物赋存形式及分布规律	91
	一、博斯腾湖盐分、主要污染物的赋存形式	91
	二、博斯腾湖底质中污染物的赋存形式	97
第三章	博斯腾湖水、盐及污染物时空分布规律及演化趋势模拟	103
	第一节 博斯腾湖水资源量收支及平衡	103
	一、大湖区的逐年水量估算与水量平衡年际变化	104
	二、大湖区水量平衡的季节变化	106
	三、水量平衡分析	107
	四、小结	108
	第二节 焉耆盆地的盐量收支与平衡	109
	一、盆地盐量来源与数据基础	109
	二、焉耆盆地的盐量收支	109
	三、焉耆盆地的盐量平衡分析	111
	第三节 博斯腾湖区盐量收支与盐量平衡	112
	一、湖区盐量来源与数据基础	112
	二、博斯腾湖区盐量收支及平衡	112
	第四节 博斯腾湖咸化趋势数值模拟	116
	第五节 近 50 年来湖水咸化过程的驱动因子分析	119
	第六节 博斯腾湖盐分、主要污染物的分布规律	120
	一、博斯腾湖大湖区风生湖流水动力学特性	120
	二、博斯腾湖大湖区盐分分布规律	128
	三、博斯腾湖大湖区污染物分布规律	141
	四、结论	165

第二篇

博斯腾湖污染成因及污水生物强化净化技术研究

167

第四章	博斯腾湖污染成因	169
	第一节 咸化成因分析	169
	一、自然因素	169
	二、人为因素	170
	第二节 有机污染及富营养化成因	171

第五章	低温环境下污水生物强化净化技术研究	173
	第一节 低温下序批式活性污泥法和移动床生物膜反应器性能比较	173
	一、活性污泥低温条件下沉降性能研究	173
	二、低温对 SBR、MBBR 污水处理效果影响研究	176
	第二节 降温过程中活性污泥微生物适冷性及有机物降解效能	178
	一、分析与讨论	179
	二、小结	182

第三篇

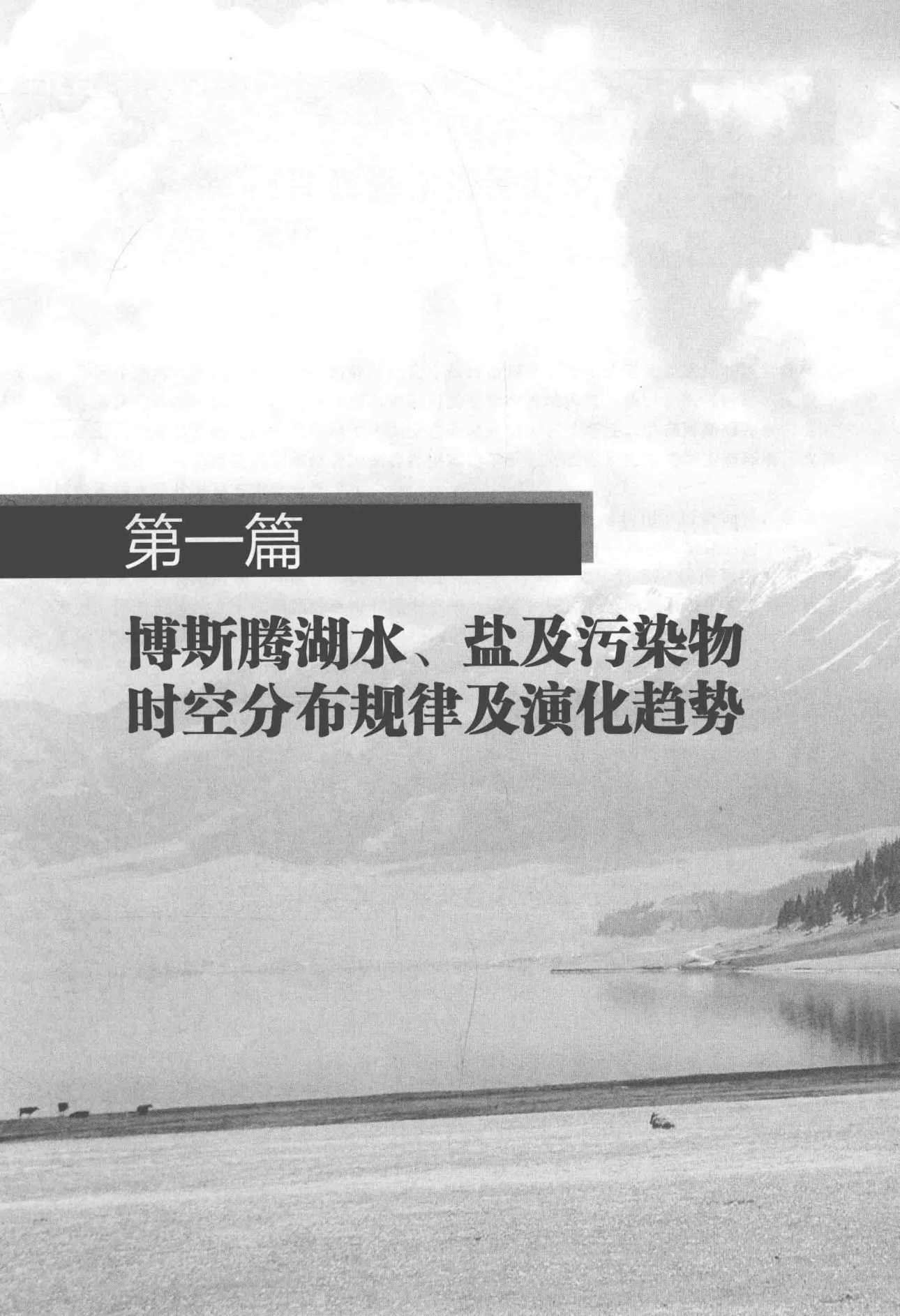
博斯腾湖湖滨湿地保育与生态修复实践

183

第六章	博斯腾湖湖滨湿地保育	185
	第一节 博湖芦苇湿地面积及芦苇产量的变化	185
	第二节 博斯腾湖湿地生态要素相关性分析	186
	一、水质主要营养指标的因子分析	187
	二、水质主要咸化指标的因子分析	189
	三、水体水质富营养化演替	192
	第三节 芦苇植物中营养物质的含量及对营养盐的去除	192
	一、芦苇植物中营养物质的含量	192
	二、芦苇植物对营养物质的吸收量估算	192
第七章	博斯腾湖湖滨湿地生态修复技术研究及示范	195
	第一节 湖滨湿地退化识别技术	195
	一、技术概述	195
	二、技术工艺及设计	196
	三、主要技术经济指标	196
	四、技术示范实例及其应用效果	197
	第二节 处理含盐水体的人工湿地构建技术	198
	一、技术概述	198
	二、技术工艺及设计	198
	三、技术示范实例及其应用效果	199
	第三节 削减水体营养盐与盐分的组合人工载体技术	200
	一、技术概述	200
	二、技术工艺及设计	201
	三、技术示范实例及其应用效果	202
	第四节 示范区建设及运行	202
	一、污染源控制、入湖沟渠氮、磷削减野外研究基地	202
	二、自然湿地保育和修复技术研究示范区	209
	第五节 示范区运行效果	214
	一、监测点位布设	214
	二、监测与分析方法	216
	三、监测结果	216
	四、监测结论	221

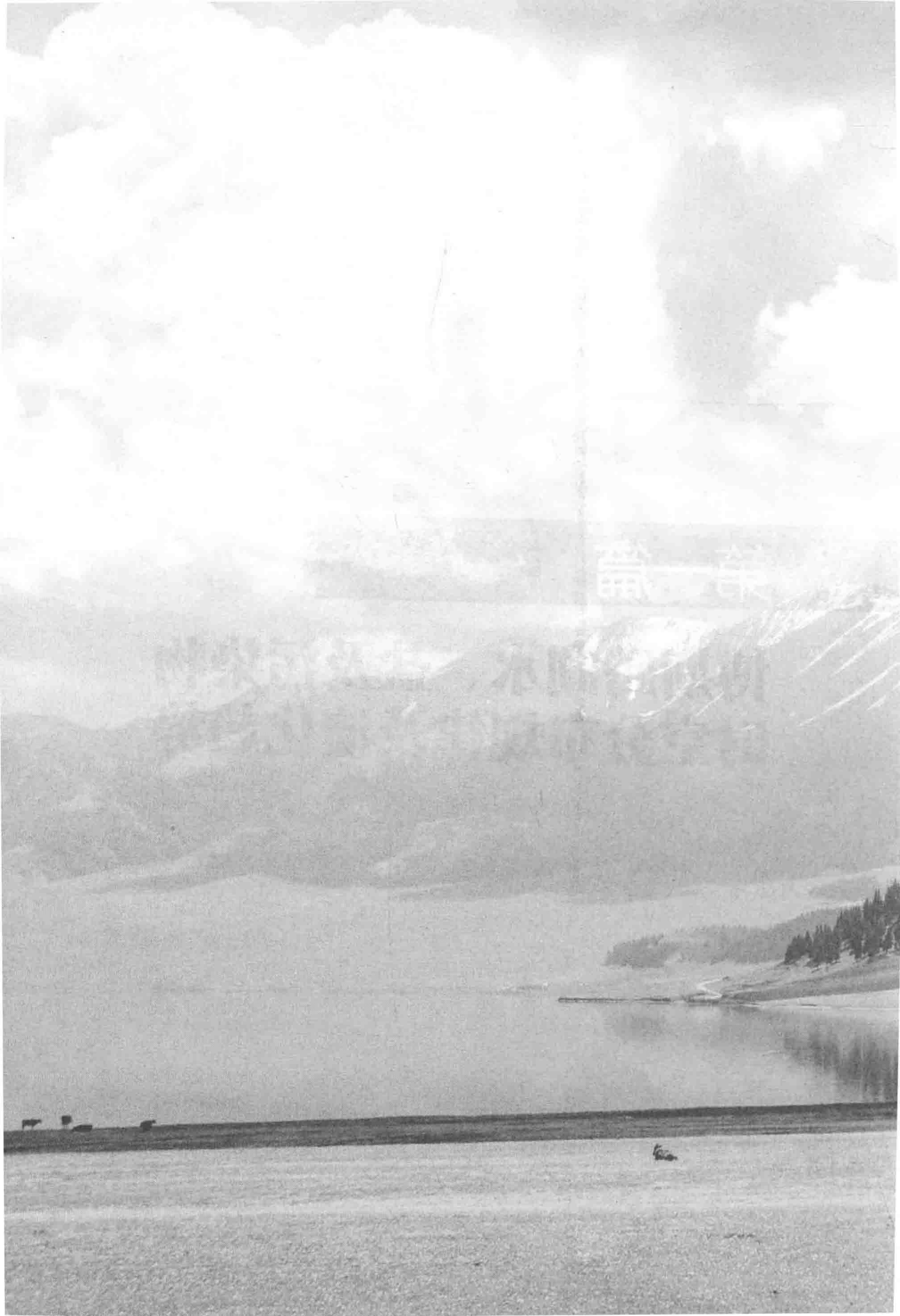
第八章	博斯腾湖湖滨自然湿地生态修复综合技术方案	225
	第一节 总论	225
	一、规划编制背景和意义	225
	二、规划的指导思想	226
	三、规划的原则	226
	四、规划的范围	227
	五、规划的总体目标	227
	六、规划的依据	227
	第二节 博斯腾湖湖滨自然湿地生态修复原则及配置方式	227
	一、博湖及其周边湿地中的水生和湿生植物	227
	二、博湖湖滨自然湿地生态修复中植物的选择原则	228
	三、湖滨自然湿地生态修复中水生植物的配置	229
	四、生态修复过程中植物配置的注意事项	231
	第三节 博湖湖滨自然湿地生态修复的工程措施	233
	一、工程目标	233
	二、博湖湖滨自然湿地生态修复的工程措施	233
	第四节 博湖湖滨自然湿地生态修复工程投资概算	235
	一、工程概况	235
	二、概算原则	235
	三、工程概算依据	235
	四、投资概算及其构成	235
	第五节 工程建设与保障运行管理	236
	一、工程建设保障	236
	二、项目的运行管理	237
	第六节 博湖湖滨自然湿地生态修复工程的效益分析	238
	一、社会经济效益	238
	二、生态效益	238
第九章	博斯腾湖水污染防治与富营养化控制综合治理中长期规划技术方案	240
	第一节 社会经济与环境现状	240
	一、区域社会经济概况	240
	二、水系水文概况	242
	三、水环境质量现状	243
	四、主要污染物来源	247
	五、污染物排放量预测及环境容量计算	251
	第二节 存在的主要问题	252
	一、水位下降和湖泊萎缩导致博斯腾湖自净能力下降、湿地退化	252
	二、博斯腾湖已成为微咸湖，并呈现富营养化趋势	252

三、农业污染未得到有效控制，农田排水是博斯腾湖水体的主要污染源	253
四、部分工业废水未能稳定达标排放	253
五、生活污水处理设施亟需完善	254
第三节 指导思想与原则	254
一、指导思想	254
二、编制原则	254
第四节 规划目标和指标	255
一、近期目标	255
二、中期目标	256
三、远期目标	256
四、主要指标	256
第五节 主要任务	256
一、多途径控制农业污染，减少淡水用量，削减污染物产生量和入湖量	256
二、优化调整产业结构布局	258
三、全面提高工业废水处理水平，削减工业污染排放量	259
四、建设和完善生活污染处理系统	259
五、充分恢复和重建湿地生态，实现污染物生态拦截，提高湖体自净能力	260
第六节 重点工程	261
一、工程项目	261
二、投资概算	261
三、实施计划	261
四、职责分工	262
第七节 目标可达性分析	262
一、总量控制指标的可达性分析	262
二、污染防治指标的可达性分析	262
第八节 保障措施	264
一、重大治污项目实行主要领导负责制	264
二、拓宽资金渠道，强化融资治污	264
三、开发先进实用技术，提高治理技术水平	265
四、建立流域内水污染综合治理的技术服务机构，提高企业的污水处理水平	265
五、进一步充实博斯腾湖水环境综合整治的技术力量	265
六、严格执行排放标准，完善相关法律法规	265
七、提高监管监控能力，加强监督执法力度	266
八、加强环境宣传教育，积极促进公众参与	266
附录	267
参考文献	281



第一篇

博斯腾湖水、盐及污染物 时空分布规律及演化趋势



第一章 博斯腾湖水资源时空分布及变化规律

近年来博斯腾湖水位呈下降趋势,成为导致博斯腾湖生态系统退化、咸化和富营养化加剧等问题的直接原因之一。博斯腾湖水资源量的变化与流域内气候条件、人类活动、土地开发、出入湖水量等诸多因素密切相关,探究它们之间的内在关联性,掌握博斯腾湖水资源时空变化规律,可为博斯腾湖水位合理调控提供理论依据,对于保护博斯腾湖生态环境、改善博斯腾湖水质状况具有重要意义。

通过收集过去 50 年来博斯腾湖及其流域的水文、气象及土地利用等历史资料,定量估算了开都河、黄水沟、清水河的来水总量和流量的年际变化,分析其水量变化与博斯腾湖大湖水位关系,利用焉耆、和静、和硕 3 个气象站以及博湖水文站的 E20 值推算出大湖的蒸发量,同时分析这 3 个气象站的降雨和蒸发的季节特点,建立了博湖的水量平衡模型;利用高精度遥感图像,分析地表的植被变化和高山区的冰雪变化;通过对开都河过去 40 年出山径流量的研究,探索博斯腾湖流域河流出山径流量对气候过程的响应,建立“冰雪储量-气候过程-出山径流量”的相互关系,揭示近 50 年来导致河流出山径流量变化的气候原因;通过分析博斯腾湖及流域土地开发、人工调水量以及对应的生态植被变化状况,结合博斯腾湖流域的“气候-水平衡数值模型”,研究气候变动及水土开发活动对博斯腾湖流域的水文过程和水量时空分布的影响,评价该地区的水资源利用现状,并利用所建立的博斯腾湖流域“气候-水平衡数值模型”,计算气候过程和水土开发对博斯腾湖水位的影响。

第一节 博斯腾湖水文要素特征及变化规律

一、博斯腾湖流域河流渠系分布

(一) 博斯腾湖流域水系分布

据 1:500000 地形图绘制了孔雀河铁门关以上的博斯腾湖流域分水岭边界,其流域的面积为 43890km²。基于 STRM³-DEM (3"分辨率) 的高程数据,以及 GPS 实地调查数据,对博斯腾湖流域的水系做了初步提取与绘制(见图 1-1)。

(二) 焉耆盆地内河流渠系分布

以 Google earth 为底图,结合巴州水文水资源勘测局确定的 26 条排渠和巴州环境监测站补充 7 条后的 33 条排渠为依据,除去坐标有误和无法辨认的河渠外,勾绘出 27 条主要排渠,