

李洪远 孟伟庆 主编

BINHAI SHIDI HUANJING
YANBIAN YU SHENGTAI HUIFU



化学工业出版社

滨海湿地环境演变与生态恢复

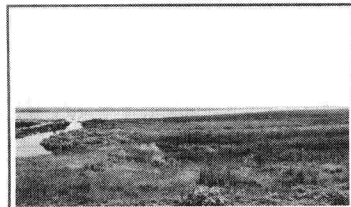
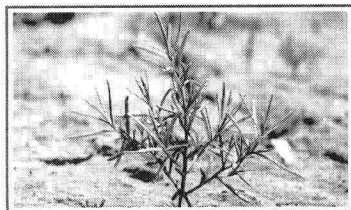
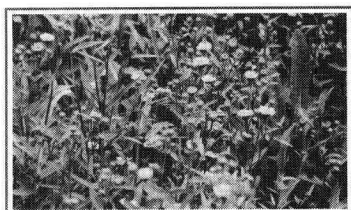


本书的影响预测研究关键技术与技支撑计划重点项目“滨海新区湿地生态恢复关键技术与开发利用模式研究”(08ZCGYSF00200)和天津市自然科学基金重点项目“天津滨海新区土地利用变化对土壤碳储量的影响预测研究”(11JCZDJC24500)的资助。

滨海湿地环境演变与生态恢复

——天津滨海新区案例研究

BINHAI SHIDI HUANJING
YANBIAN YU SHENGTAI HUIFU



李洪远 孟伟庆 ◎ 主 编

莫训强 郝翠 丁晓 马春 ◎ 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

湿地是分布于陆生生态系统和水生生态系统之间具有独特水文、土壤、植被与生物特征的生态系统,是自然界最富生物多样性的生态景观和人类最重要的生存环境之一。滨海湿地是一种重要的湿地生态系统类型,而海岸带地区是经济社会快速发展的地区,对湿地生态系统造成的干扰也最大。本书从滨海湿地入手,以天津滨海湿地为案例,在对滨海新区的湿地生态系统进行全面详细的现状调查的基础上,从湿地类型、环境演变、景观格局动态、健康评价、退化诊断、生态蓄水量、产业生态适宜性以及生态恢复重建技术等方面对该区域的湿地环境演变与生态恢复进行了系统研究,其研究结果为滨海湿地的生态恢复与可持续保护利用提供了丰富的基础数据和理论依据。

本书可供生物多样性保护、自然地理学、生态学、环境科学、国土规划和湿地科学工作者以及大专院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

滨海湿地环境演变与生态恢复/李洪远,孟伟庆主编.

北京:化学工业出版社,2012.1

ISBN 978-7-122-12541-5

I. 滨… II. ①李…②孟… III. 海滨-沼泽化
地-生态恢复-研究-中国 IV. P942.078

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第209097号

责任编辑:满悦芝
责任校对:宋 玮

装帧设计:史利平

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 装:北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张18¼ 彩插5 字数452千字 2012年2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:68.00元

版权所有 违者必究

《滨海湿地环境演变与生态恢复》编写人员

主 编：李洪远 孟伟庆

副 主 编：莫训强 郝 翠 丁 晓 马 春

编写人员：李洪远 孟伟庆 莫训强 郝 翠 丁 晓

马 春 朱 琳 李晴新 冯海云 吴贤斌

罗新正 王 炜 李姝娟 吴 璇 王秀明

常 华 梁耀元 李 端 程 晨 蔡 喆

闫 维 陈小奎 王 英 肖学斌 郭 丽

翟付群 许 诺

前言

湿地是分布于陆生生态系统和水生生态系统之间具有独特水文、土壤、植被与生物特征的生态系统，是自然界最富生物多样性的生态景观和人类最重要的生存环境之一。湿地科学是一门新兴的边缘学科，它涉及地理学、土壤学、水文学、生物学、生态学、经济学和社会学等各个领域。同时湿地巨大的生态效益、环境效益、经济效益以及湿地所面临的威胁也引起了管理者和学者们的重视，研究人员已经开展了广泛的研究，其中湿地生态系统环境演变及其驱动力以及湿地生态恢复是目前湿地研究的热点。

我国地域辽阔，地貌类型千差万别，湿地类型也复杂多样，在湿地环境演变和生态恢复方面，一些学者已经开展湖泊湿地、河流湿地等类型的研究，但针对滨海湿地的系统研究还不多。天津滨海新区位于天津东部沿海，环渤海经济圈的中心地带，滨海湿地是该区域主要的自然生态系统类型，但随着近年来城市开发建设和经济的快速发展，该区域湿地生态系统呈现出人工化、盐渍化与破碎化的趋势。本书以天津滨海新区为案例，以天津市科技支撑计划重点项目（08ZCGYSF00200）和天津市自然科学基金重点项目（11JCZDJC24500）为依托，在对滨海新区湿地生态系统进行全面细致的现状调查基础上，从湿地类型、环境演变、景观格局动态、健康评价、退化诊断、生态需水量、产业生态适宜性以及生态恢复重建技术等方面，对滨海湿地环境演变与生态恢复进行了系统研究，研究结果为滨海湿地的生态恢复与可持续保护利用提供了丰富的基础数据和理论依据。

本书由李洪远、孟伟庆主编，莫训强、郝翠、丁晓、马春担任副主编，各章编写负责人分别为：第一章（李洪远、孟伟庆），第二章（孟伟庆、郝翠），第三章（孟伟庆、郝翠），第四章（李洪远、莫训强），第五章（孟伟庆、郝翠、莫训强），第六章（孟伟庆、冯海云、王秀明），第七章（李晴新、朱琳），第八章（李洪远、冯海云、孟伟庆），第九章（马春、李洪远、莫训强），第十章（马春、李洪远、莫训强），第十一章（丁晓、吴璇），第十二章（丁晓、李姝娟）。其他参与编写的人员详见参与编写人员名单。各章编写完成后，由孟伟庆、莫训强负责统一编排和图表处理。最后由李洪远统稿并定稿。

湿地生态系统的环境演变与生态恢复是多学科的交叉与综合，本书所呈献的系列研究成果是项目组全体成员集体智慧的结晶，大量翔实的野外第一手资料是我们冒着酷暑、忍受着蚊虫叮咬而辛勤工作的结果。这里特别感谢参与项目工作的所有专家学者，博、硕士生以及在研究过程中给予我们帮助的国内外人士。编写过程中也参考了许多国内外有关研究成果，在此向相关学者致以诚挚的谢意。

由于项目研究周期、范围和深度所限，书中可能存在疏漏之处，敬请专家、学者和广大读者给予批评和指教。

李洪远

2011年12月于南开大学

目 录

第一章 绪论	1	第二章 天津滨海地区湿地综合	
第一节 研究背景	1	分类	21
第二节 国内外湿地科学研究进展	4	第一节 湿地分类的研究进展	21
一、湿地的定义	5	一、湿地分类的研究进展	21
二、湿地生态系统服务、功能与		二、国外的湿地分类	22
价值研究	7	三、国内的湿地分类	25
三、湿地评价指标体系的研究		四、目前的分类研究存在的问题	26
进展	8	第二节 滨海新区湿地分类	27
四、湿地景观格局动态研究进展	10	一、滨海新区湿地的分类原则和	
五、退化湿地的生态恢复与重建		思路	27
研究进展	11	二、滨海新区湿地类型划分系统	28
六、我国湿地科学研究应加强的		三、关于分类名词的解释	29
领域	13	四、滨海新区湿地类型的分布与	
第三节 滨海新区发展历程回顾	15	特征	30
一、港口城市雏形形成时期	15	第三章 湿地生态系统的发育演化及	
二、港口城市空间格局形成时期	15	景观格局动态	37
三、“一心三点”式地域空间格局		第一节 滨海新区湿地生态系统的	
初步形成时期	16	发育演化	37
四、地域空间结构调整与快速		第二节 滨海新区湿地景观格局	
发展时期	16	特征和动态变化	39
五、新时期深度发展时期	17	一、景观格局的分析方法	39
六、小结	17	二、软件环境	41
第四节 滨海新区自然环境概况	18	三、数据来源	41
一、地理位置	18	四、数据处理与信息提取	41
二、气候特征	18	五、湿地景观格局指数的选取	50
三、地形地貌	18	六、滨海新区湿地景观分布和	
四、地质条件	18	指数特征	53
五、土壤特征	19	七、滨海新区湿地景观格局动态	
第五节 滨海新区社会与经济发展		变化	56
状况	19	第三节 滨海新区湿地景观格局的	
一、行政区划	19	驱动力分析	63
二、人口	20	一、自然驱动力分析	63
三、经济结构	20	二、人工干扰驱动力分析	64
四、公共事业	20	三、小结	67

第四章 天津滨海地区湿地生物	
多样性	68
第一节 滨海新区湿地生物多样性	
调查与评价	68
一、植物物种多样性调查	68
二、植物多样性调查结果分析	70
三、湿地动物资源调查与分析	72
四、生物多样性减少的原因	78
五、滨海新区生物多样性保护	
对策	78
第二节 滨海新区湿地土壤种子库	
调查	80
一、土壤种子库采样地选择	80
二、土壤种子库研究方法	81
三、土壤种子库研究结果	83
第五章 天津滨海新区湿地植物区系	
特征及植被演替	84
第一节 滨海新区湿地植物区系	
特征	84
一、滨海新区湿地植物的生态类群	
划分	84
二、天津滨海新区湿地植物的区系	
组成	86
三、天津滨海新区湿地植物区系地理	
成分分析	98
四、天津滨海新区湿地植物区系	
特点分析	103
第二节 滨海新区湿地植被的演替	103
一、湿地植被的空间序列演替	104
二、湿地植被的时间序列演替	
规律	106
三、小结	108
第三节 植物群落类型与土壤环境	
关系分析	109
一、植被调查与土壤样品分析	109
二、数据处理和分析方法	110
三、结果分析	112
四、小结	114
第六章 滨海新区湿地生态系统服务	
功能价值评估	116
第一节 滨海新区湿地生态系统服务	

功能内容	116
一、生产功能	116
二、生态功能	116
三、人文功能	118
第二节 价值构成及其估算方法	118
一、价值构成体系	118
二、估算方法的确定	119
第三节 估算过程及结果	121
一、直接使用价值	121
二、间接使用价值	122
三、非使用价值	124
四、讨论分析	128
第七章 天津滨海湿地生态系统	
健康评价	130
第一节 模糊综合评价法评价区湿地	
生态系统健康	130
一、评价指标体系及指标权重的	
确定	130
二、湿地健康评价及评价标准的	
确定	130
三、评价模型及隶属度函数的	
构造	132
四、评价结果及分析	134
第二节 基于物种多样性指标法评价	
海岸带湿地生态系统健康	134
一、方法简介	134
二、数据来源及分析	135
三、物种多样性指标分析结果	135
四、小结	144
第八章 滨海新区湿地生态系统退化	
程度诊断分析	145
第一节 参照系统的选定	145
第二节 诊断途径及指标体系的	
选取	145
第三节 权重赋值	149
第四节 诊断结果	155
第九章 滨海新区湿地生态恢复与	
重建的技术体系	159
第一节 退化湿地生态恢复与重建的	
理论基础	159
一、退化生态系统恢复与重建的	

概念	159	四、滨海新区典型湿地示范观测区	
二、退化湿地生态恢复与重建的		植被恢复模式	216
理论基础	159	五、滨海新区湿地植被恢复的	
第二节 退化湿地生态恢复与重建的		建议	219
目标、原则和方法	161	六、滨海新区湿地植被恢复评价	
一、生态恢复的目标与原则	161	指标体系	220
二、湿地生态恢复和重建的程序 ...	167	第二节 土壤种子库与湿地植	
三、湿地生态恢复和重建的方法 ...	170	被恢复	222
第三节 滨海新区湿地生态恢复的		一、土壤种子库在植被恢复与重建	
限制因素	172	中的潜力	222
一、干扰程度限制	172	二、土壤种子库在湿地植被恢复	
二、生态限制	173	中的应用	223
三、制度限制	174	三、土壤种子库用于滨海新区湿地	
第四节 滨海新区湿地生态恢复的		植被恢复的实践	225
判定标准和评价指标体系 ...	174	第十一章 滨海新区湿地产业生态	
一、指标确定的原则	174	适宜性分析	229
二、指标体系	175	第一节 滨海湿地产业发展类型	
第五节 滨海新区典型湿地的生态		分析	229
恢复与重建	178	一、盐业	229
一、滨海新区典型湿地生态恢复		二、人工湿地污水处理	230
与重建的技术框架	178	三、芦苇种植业	231
二、滨海新区湿地优先恢复区的		四、海水灌溉农业	232
技术措施	180	五、围垦农业	232
三、滨海新区典型湿地生态恢复与		六、水产养殖业	233
重建的模式	181	七、旅游业	234
第六节 滨海新区湿地生态恢复的		八、科研教育开发	235
生态需水量研究	194	九、滨海湿地产业综合模式	237
一、生态环境需水量及生态需		第二节 滨海新区湿地产业生态适宜	
水量的概念	194	性评价及其指标体系	241
二、湿地生态用水量的概念	194	一、基于 GIS 的湿地产业生态适宜	
三、湿地生态需水量的计算方法 ...	195	性评价	241
四、天津滨海新区湿地生态		二、滨海新区湿地产业生态适宜性	
需水量	197	评价指标体系	242
第十章 滨海新区湿地植被恢复	201	三、各产业类型的生态适宜性	
第一节 滨海新区湿地植被恢复		评价	243
模式	201	四、结论	249
一、滨海新区湿地植被群落类型及		第十二章 滨海新区湿地产业选择与可持	
其群落特征	201	续开发利用模式研究	251
二、湿地植被恢复原则	206	第一节 滨海新区湿地产业体系的	
三、滨海新区典型湿地示范观测区		构建和评估	251
研究	207	一、湿地产业效益评估方法	251

二、各典型湿地产业的生态系统		地产业模式的效益评估	265
服务功能	258	二、不同滨海湿地产业模式的	
三、各典型湿地产业的效益评估	259	对比分析	274
第二节 滨海新区湿地综合利用		参考文献	276
模式的设计研究	265	附表	281
一、基于能值分析法的不同滨海湿			

第一章 绪论

第一节 研究背景

湿地是分布于陆生生态系统和水生生态系统之间具有独特水文、土壤、植被与生物特征的生态系统,是自然界最富生物多样性的生态景观和人类最重要的生存环境之一。湿地是地球上生产力最高的生态系统。从生态学观点看,湿地是水域和陆地相交错而成的一类独特的生态系统,兼有水体生态系统和陆地生态系统两种特征,与人类的生存、繁衍、发展息息相关,具有非常重要的生态功能,在抵御洪水、减缓径流、蓄洪防旱、降解污染、调节气候、美化环境和维护区域生态平衡等方面有其他系统所不能替代的作用,被誉为“地球之肾”、“生命的摇篮”、“文明的发源地”和“物种的基因库”。因而在世界自然保护大纲中,湿地与森林、海洋一起并列为全球 3 大生态系统。

天津滨海新区湿地拥有丰富的港口资源、土地资源、生物资源、矿物资源和旅游资源,湿地资源的开发对天津的经济建设具有举足轻重的地位。在人口和经济的压力下,在连续数年气候干旱下,滨海新区湿地景观变化的一个显著特征是湿地的人工化、破碎化、盐碱化;湿地类型空间变化过程表现为由天然湿地向人工湿地转换。

根据相关数据统计,滨海新区的非农业人口从 1994 年的 69.57 万人增加到 2008 年的 112.5 万人。根据滨海新区总体规划预计,到 2020 年滨海新区人口规模将增加到 550 万人。地区总产值从 1994 年的 168.66 亿元增加到 2008 年的 15000 亿元以上。在不久的将来,滨海新区将会成长为天津市的经济重心与经济中心,并将带动环渤海地区及三北地区的经济发展。随着经济的迅速发展,滨海新区对人口的吸引力会越来越强,会促使人口从中心城区和近郊区向滨海新区迁移。伴随着滨海新区人口的快速增加,湿地生态系统面临的压力必定会增大。

个别地方目前存在着对资源的毁灭性地野蛮利用,如投毒设网掠捕水禽、收集鸟蛋、毒鱼、炸鱼、排水捕鱼等,不仅直接导致湿地动物资源减少,还破坏了湿地生态环境。滨海新区具有 150 多千米的海岸线,目前由于开发建设已经进行围海造地,自然岸线剩下很少,另外,个别区域滥捕的现象十分严重,不仅使重要的天然经济鱼类资源受到很大的破坏,而且也严重影响着这些湿地的生态平衡,威胁着其他水生物种的安全。许多海域的经济鱼类年捕获量明显下降,渔捕物的种类日趋单一、种群结构低龄化、小型化。在内陆湿地生态系统中,生物多样性受到严重威胁。湿地水禽由于过度猎捕、捡拾鸟蛋等导致种群数量大幅度下降,特别是在鸟类迁徙季节,个别人使用排铳、地枪、农药等方法,不择手段地进行猎取,严重破坏了水禽资源。此外,沼泽湿地中的泥炭资源、北方沿海的贝壳砂以及砂岸,也都因过度或不合理开采而受到破坏。

湿地是工农业和居民生活等的主要水源地,过度的和不合理的用水已使滨海新区湿地供

水能力受到重大影响。因过度从湿地取水或开采地下水,使部分区域湿地水文受到威胁。在水资源利用中,农业用水约占总用水量的70%,但水的利用率却相当低,只有20%~40%,远远低于发达国家70%~80%的利用率水平;此外,传统的灌溉方式导致土地的次生盐碱化,使滨海新区本来盐碱化的土地更加严重。在工业生产中,个别工业循环用水率还不高,淡水资源浪费比较严重;同时,个别企业将污水直接排入河道或排污河,既降低了水的利用率,又污染了湿地。

以海河流域湿地为例,由于水资源开发利用程度提高等原因,海河流域大面积的湿地已经消失或正在萎缩,从20世纪50年代到21世纪初,主要湿地面积已经减少了5/6。据资料调研,20世纪50年代初,天然湿地在海河平原广泛分布。七里海、大港等湖泊密布、湿地连片,洼淀状况基本维持在自然水平上。根据有关资料显示,当时海河流域的湿地面积约为 $1\times 10^4\text{ km}^2$,基本形成了洼淀群。改革开放尤其是滨海新区经济技术开发区建设以来,由于人口增长及经济快速发展,海河流域对水资源的开发利用程度逐步提高,流域内由丰水转变为缺水。

开发荒地后会使水禽栖息地减少,围垦不仅缩小了湿地,也使湿地植被群落结构变化,生物量减少,水情发生变化,鱼类产卵场和育肥场遭到破坏,大批湿地生物被毁灭。盲目围垦和城市开发占用造成了滨海新区天然湿地面积削减、功能下降;天津的滨海湿地情况也不容乐观,人为填水造田、盖房,使滨海湿地面积急剧缩减,面积仅为50年前的1/11。

目前滨海新区范围内有些湿地都被人们填平了,用来进行开发和城市建设。湿地对调节气候具有重要作用,像目前随着滨海新区大面积、高强度的开发开放,湿地及其他自然保留地仍会大量减少和消失,会导致建成区的“热岛效应”增加,这也是造成该区域气候干旱的原因之一。而且湿地还是直接支持重要动植物物种生命循环的生境,是一些珍稀水禽的栖息地。反过来,气候干旱化同时又成为大量湿地逐渐减少和消失的原因。近年来,由于干旱,河流上游工业和农牧业截留用水不断增加,导致下游湿地逐渐干枯和水质变坏。如北大港古泻湖湿地原库容 $5\times 10^8\text{ m}^3$,现在已退化44%,即现库容为 $2.8\times 10^8\text{ m}^3$ 。其他许多小面积的湿地已经干涸,原来生物多样性丰富的自然保留地生态功能降低,生态价值减小。

随着今后滨海新区经济和社会的快速发展,如果不加大保护力度,滨海新区范围内的湿地生态系统将会进一步减少,后果严重。

环境污染对湿地的威胁正随着工业化进程而迅速增大,如工业废水、工业污水、农药污染、油类污染等。湿地污染较重,水体富营养化对鱼、贝类会产生毒性伤害,如渤海海面近年不断发生大面积赤潮($2000\sim 5000\text{ km}^2$);二氧化硫、化学需氧量、固体废物等污染物的排放量在滨海新区分别位于第2、3、5位,高于全市平均水平;大港区飞机灭蝗大量喷洒农药,对水生生物造成了一定影响。与20世纪60年代相比,芦苇产量也相应减少50%左右,淡水鱼类减少30种,鸟类减少20种;一些珍禽如鹈鹕、白尾海雕等珍禽已罕见;自然银鱼、紫蟹、中华绒鳌已绝迹。

滨海新区范围内拥有众多的河流和水库湿地,但区域范围内河流、水库、海域均受到不同程度的污染,水体污染问题极为复杂。上游淡水资源被截流,致使下游主要河道全年大部分时间无来水补充,航运功能完全丧失,河流湖泊水系水环境容量和自净能力大幅度下降,上游及本地区大量污水排放又使污染加剧,多数水体水质指标已超过Ⅴ类水,水体功能不断下降。

海岸侵蚀在滨海湿地区是较普遍的问题,海浪、潮流、飓风、植被破坏、开采矿物和砂

石是造成海岸侵蚀的主要因素。在砂质海岸区,由于采挖建筑用砂,已使许多良好的砂质海岸遭受破坏,海岸侵蚀加剧。在渤海湾沿岸,因大量采挖贝壳砂用于建筑、饲料等,使许多岸段的贝壳堤消失,也造成了海岸严重侵蚀。一些沿海湿地的破坏,使城镇受到海水严重的侵蚀和渗透,海水对淡水系统的影响直接威胁着淡水资源供应。

目前存在着对湿地保护认识不够的问题,不当的人为活动使新区湿地面积迅速减少,使湿地的生产和生态功能降低,遭受威胁的种类和程度急剧增加,而且随着经济和人口的增长,威胁还会加大。湿地生态系统的破坏在许多情况下是不可逆转的,即使经过治理使其恢复也要经过相当长的时间,要付出巨大的代价。

在此背景下,急迫需要对滨海新区的湿地生态系统的演替、退化和恢复进行基础性和全面性的研究,加强对滨海新区湿地生态系统的恢复和保护,促进滨海新区湿地产业的科学发展和合理发展,对促进滨海新区社会整体的可持续发展具有重要的意义。

虽然湿地享有“地球之肾”的美誉,具有巨大的生态和社会价值,但湿地曾经被认为是无价值的、可能引起疾病或令人不快的危险地带。随着人类文明的发展,工农业生产和城市化过程等人类活动对湿地的影响越来越广泛、深刻,长期以来由于将湿地围垦用于农业、工业、交通、城镇用地,筑堤、分流等切断或改变了湿地的水分循环过程,建坝淹没湿地,过度砍伐、燃烧或啃食湿地植物,过度开发湿地内的水生生物资源,堆积废弃物,排放污染物等原因,大面积的湿地被开发破坏。

工业文明在创造财富的同时也在改造着大自然,开发和利用使湿地资源受到严重的破坏,湿地类型和面积不断减小,生物多样性逐步丧失,湿地生产力和环境净化功能日趋下降。

过去几十年世界各国均花费很大的人力、物力对湿地进行研究和保护。湿地退化和退化湿地的生态恢复、重建已经成为国际上众多学者共同关注的热门研究领域,湿地利用与保护的概念已从“湿地作为水禽及其栖息地”上升到新的高度,即“保护湿地,更是为了保护其所具有的巨大的生态、社会与经济功能,特别是保护湿地在提供淡水资源、蓄洪防旱减灾、控制环境污染等方面的功能和效益”。分析湿地退化的原因、过程,保护湿地使其不至于进一步退化和对退化湿地的生态恢复、重建工作关系到区域经济发展、国家水安全、生态安全甚至全球生态安全,意义重大。

湿地生态系统的恢复与重建是目前湿地研究的一大热点。我国湿地的恢复研究主要集中在南方生物海岸湿地的恢复和重建上,包括红树林和珊瑚礁生态系统两大部分。红树林生态系统的修复与重建主要表现为红树林的引种与造林,现已形成一整套较为成熟的红树林造林技术,并正在华南沿海各地推广使用。珊瑚礁生态系统修复重建的主要对象是造礁石珊瑚,现有的一些研究已从理论上提出了保护或移植关键种、改善群落空间格局而缩短向顶极群落生态演替时间的恢复战略。近年来,我国北方湿地生态系统的恢复重建也有了一定的发展。2002年国家投资近亿元进行黄河三角洲湿地生态恢复和保护工程,工程的实施使黄河三角洲湿地的生态环境得到了改善,为进一步救治、保护动植物和进行湿地的研究提供了有利的条件。但还没有针对天津地区湿地资源的主要分布区域——滨海新区进行过专门的研究,滨海新区的沿海湿地作为中国湿地的重要组成部分,也没有过相关的专门研究,因此,本书的研究具有开创性。

天津市滨海新区地处华北平原东北部,山东半岛与辽东半岛交汇点及海河流域下游,东临渤海。位于京津冀和环渤海湾城市带的交汇处,与世界上170多个国家和地区的300多个

港口有贸易往来,是我国北方亚欧大陆桥最近的桥头堡。滨海新区包括塘沽、汉沽、大港 3 个行政区的全部用地及东丽和津南的部分区域及天津港、天津经济技术开发区、天津港保税区等 7 个功能区。

天津滨海新区已纳入国家“‘十一五’总体发展规划”,对滨海新区的定位是:依托京津冀、服务环渤海、辐射“三北”、面向东北亚,成为国家级综合试验区域,我国第三经济增长极。国家要求把滨海新区建设成为经济繁荣、社会和谐、环境优美的宜居生态型新城。生态环境优劣直接影响着经济发展。滨海新区陆域面积约 $22.70 \times 10^4 \text{ km}^2$,海域面积 $30 \times 10^4 \text{ km}^2$,海岸线 153km。其中滨海新区陆域湿地面积 13 多万公顷,占滨海新区陆域土地总面积的 52%。因此,对湿地的科学保护与合理利用不仅关系到滨海新区的生态与经济的可持续发展,同时,对带动“环渤海”区域及我国经济发展将有着重要的作用。

天津滨海新区湿地资源的开发对天津的经济建设具有举足轻重的地位。在人口和经济的压力下,沿海地区大力发展城市化(包括港口)、工业(如石油开采和造船等)、娱乐业以及水产养殖等,生态环境已发生恶化。除气候连续干旱、降雨和上游来水不断减少等自然原因外,不合理利用是天津湿地面积不断减少的重要原因。近年,天津湿地景观变化的一个显著特征是湿地的人工化、破碎化、盐碱化,湿地类型空间变化过程表现为天然湿地向人工湿地转换,人工湿地向城镇和工业用地转换,具体形式以天然湿地→水田、天然湿地→城镇建设用地、水田→果园和旱地→城镇建设用地转换为主导。改革开放后,天津经济迅猛发展,天津经济技术开发区及大港工业区建设占用了大片的河流湿地、湖泊湿地、海岸湿地。建立开发区所占用的滩涂湿地和河流湿地总面积达 3300 km^2 。蕴藏丰富石油资源的大港区的大部分是建在海岸滩涂湿地上的。

加强滨海新区滨海湿地的保护和恢复,引导滨海湿地利用和产业发展合理化、效益最大化,有利于提高生态系统稳定性、增强生态系统的功能,进而改善滨海新区的生态环境。滨海新区湿地产业发展模式的构建,有助于实现资源开发的有序性和资源的可持续利用,为资源开发生态环境管理体系的建立提供帮助和借鉴。因地制宜地发展湿地产业、建立合理的湿地产业发展模式、控制湿地产业的发展规模,有利于预防自然灾害,对治理原有污染、预防新污染有重要意义。湿地产业发展经济效益、社会效益和生态效益的协调机制和方法,可为其他地区滨海湿地的保护和利用指明方向,为我国其他类型湿地产业研究提供借鉴,对滨海新区湿地进行生态恢复技术研究具有重大的生态意义和社会意义。

第二节 国内外湿地科学研究进展

湿地研究是当前地理科学、环境科学与生态科学等多种学科交汇研究的一个热门领域。美国和加拿大在 20 世纪 80 年代完成本国湿地调查、编目的基础上,研究重点转向湿地分类、湿地生态系统及其形成过程的研究,尤其重视湿地环境保护的人工控制。俄罗斯、芬兰在湿地演化与泥炭利用方面一直走在世界前列,当前也大力开展生态保护和环境变化的研究。《国际湿地公约》及“人与生物圈计划”等都推动湿地保护不断强化。

中国湿地研究虽起步于 20 世纪 50 年代,但直到 90 年代才完成全国湿地初步调查,不同类型的湿地生态系统研究比较薄弱,湿地保护初步受到重视。中国已制定了湿地调查大纲和湿地保护行动计划,在湿地区域分异、湿地系统环境变化、湿地形成的界面层圈作用和沉积动力学、湿地保护与可持续发展等领域正在加强研究。我国湿地研究半个世纪的历程中,

在 20 世纪 80 年代以前,我国湿地研究停留在宏观植被生态学水平,80 年代后则进入湿地生态系统研究。同时,在湿地环境变化的现代过程,湿地资源的合理利用、湿地生态系统的管理、立法与保护等方面的研究非常活跃,方法手段也从定性走向定性与定量相结合,常规调查与 3S 技术相结合,生物过程与物理、化学过程相结合。红树林生态系统研究达到国际领先水平。本书将目前国内外湿地科学的研究分成几个方面,从湿地的概念,湿地的分类,湿地的形成发育和演化过程,湿地生态系统的生态过程,湿地生态系统服务、功能和价值,退化湿地的生态恢复与重建等方面对湿地科学的研究进展进行总结。

一、湿地的定义

湿地是一种特殊的自然综合体,由于它的成因和类型不同,人们认识上的差异以及目的不同,对湿地的理解也不同。“湿地”一词源自英文 wetland,原意为潮湿的土地。湿地一般是指从水体到陆地的自然过渡地带。我国历史上不同时代、地域、类型的湿地,名称也不相同。譬如对常年积水、湖滨和浅湖地带称作“沮泽”;地表临时积水或过湿的地带称为“卑湿”、“泽国”;滨海滩涂和沼泽称作“斥泽”、“斥卤”或“泻卤”;森林或迹地的过湿地带称为“窝稽”、“沃沮”。在一些古代著名作品中也有关于湿地的论述,《徐霞客游记》中,有“前麓皆水草沮洳”;《黑龙江外记》中,有“山中林木蓊蔚水泽沮洳之区号窝集”;《宋史》写有“濒海斥卤,地形沮洳”等。

最早关于湿地的定义是在 1956 年由美国渔业和野生动物局 (Fish and Wildlife Service) 为保护候鸟及鱼类资源而提出的:“湿地指的是被浅水、暂时或间歇水体所覆盖的低地……,它包括以出露植被为明显特征的浅湖和池塘;但是不包括永久性河流、水库和深湖泊的水面,以及那些对湿地植被生长没有什么效果的暂时性水面。”这一定义列出了湿地的两个基本特征,即湿地水文和湿地植物。1979 年,加拿大国家湿地工作组 (Canadian National Wetlands Working Group) 对湿地进行了如下定义:“湿地是指那些水位在地表、接近或高于地表,因而使得土壤在相当长的时间内处于饱和状态的地带。这些条件促成了湿地即水生过程,具体表现为湿地土壤、水生植物和各种适于潮湿环境的生物活动。”同年,美国渔业和野生动物局对湿地的定义进行了补充修改,“湿地是指从陆地系统向水系统过渡的地带,其地下水位通常是处于或接近地表,或整个地带被浅水覆盖。湿地应至少具备下面 3 项特征中的一个:①至少间歇地支持以湿地植物为主的植被;②基层主要是未被排水的湿地土壤;③如基层不是土壤,则在每年生长期的一段时间内处于饱和状态或被浅水所覆盖。”与加拿大的湿地定义相比,渔业和野生动物局的定义有两处较大的改动:一是湿地不必常年支持湿地植物;二是湿地可以在特殊条件下只具有 3 项指标中的一个。在美国水资源保护中具有里程碑地位的《净水法案》(Clean Water Act, 1977) 中第 404 条将湿地定义为:“能够在一定的保证率情况下,在特定的时段内被地表或地下水淹没或饱和的地带,并且在正常情况下支持适宜于饱和土壤条件下生活的植被生长……”。此后,湿地的 3 个特征,即湿地水文、湿地植物和湿地土壤,就成为识别湿地的依据。近年来,湿地定义本身基本没有什么变动,研究重点主要是如何确定“保证率和时段”。

日本学者通常把湿地称作湿原。认为湿地的主要特征是潮湿、地下水位高,土壤经常处于水分过饱和状态,从而导致特征植物的生长和发育。俄罗斯在俄语中没有湿地专有名词,近些年来俄罗斯国家湿地组织用组合词“水-沼泽土地”代替湿地一词。在俄语中常见的与湿地相关的有沼泽、沼泽化土地、泥炭地等。

湿地概念直到 20 世纪 80 年代中期才在国内得到广泛流传。在此之前,从 20 世纪 20 年

代开始我国一直使用“沼泽”的概念，并且在 20 世纪 50 年代就开始了大规模的沼泽研究并取得了较大进展。由于沼泽是最典型的湿地类型，我国学者对湿地概念的接受是一个渐进的过程。直到目前为止，由于湿地生态系统的功能复杂性、类型多样性以及研究者的知识背景和研究目的等原因，在湿地的研究和保护中，对于湿地的定义还存在不同的观点。

不同的研究者或研究部门先后对湿地做出了多种定义，其中在学术界影响较大的湿地定义约有 60 种。如动力地貌学领域认为湿地是区别于其他地貌系统（如河流地貌系统、海湾、湖泊等水体）的具有不断起伏的水位和水流缓慢的浅水地貌系统；生态学认为湿地是陆地与水体生态系统之间的过渡地带，其地表被浅水覆盖或者其水位在地表附近。

目前关于湿地的多种定义，大体可以分为两类。一类是广义的，也是被公认的，主要是管理者给出的定义，最权威、最具代表性的就是《湿地公约》中对湿地的定义：“天然或者人工、长久或者暂时性的沼泽地、泥炭地或水域地带，静止或流动的淡水、半咸水、咸水水体，包括低潮时水深不超过 6m 的水域；同时，还包括临近湿地的河湖沿岸、沿海区域以及位于湿地范围内的岛屿或低潮时水深不超过 6m 的海水水体”。我国湿地主管部门国家林业局将湿地定义为：“湿地系指天然或人工、长久或暂时性沼泽地、湿原、泥炭地或水域地带；带有静止或流动淡水、半咸水、咸水水体者，包括低潮时水深不超过 6m 的海域”。

另一类是狭义的，主要是学者根据不同的研究领域，给出的湿地定义。由于研究者从不同的学科出发，研究的区域及对象的不同，给出的定义也不同，因此湿地的定义可以概括分为水文学、植物学、泥炭地质学和景观学等方面给出的定义。我国的科学工作者总结和提出了符合我国湿地自然特性的概念，认为湿地具有 3 个相互制约的特征：地表经常过湿或有薄层积水；必须生长有湿生植物；土层严重潜育化或有泥炭的形成和积累。

根据湿地的 3 个决定性因素——水、土壤和植被，归纳起来都遵循下列 3 个基本原则：①无论是在地表，还是在植物的根区，湿地以水的存在为特征；②湿地的土壤条件通常不同于临近的高地，多为水成土；③湿地植被由适合于湿润环境的植物组成，但缺乏耐受洪水胁迫的植物。根据湿地的广义定义，河流、湖泊、沼泽、珊瑚礁都是湿地；此外还包括人工湿地，如水库、鱼（虾）塘、盐池、水稻田等。由于《湿地公约》中所定义的湿地范围广泛、概念清晰、界定明确，同时也比较适合我国湿地的特点，因此在我国被广泛采用。

《Ramsar 湿地公约》提出的湿地定义将湿地的外延扩大了，例如在美国、加拿大，根据公约提出的湿地定义，水深超过 6m 以上的水域通常也被认为属于湿地范畴，1989 年 Navid 也指出，这个湿地定义包括河流、海岸、珊瑚礁等众多湿地类型。定义对湿地外延的扩大无形中分散了湿地研究的焦点，增加了湿地保护实践的困难，将水体及一些人工系统定义为湿地对湿地的研究和保护有两方面的不利因素。首先，从湿地作为“地球之肾”的功能来说，正是由于其处于过渡带的特殊地理位置，才能隔断污染物进入江河湖泊这些自然界中扩散性强的系统的途径，并在这些污染物对人类造成危害之前将其消化、分解。一旦污染物进入江河湖泊或稻田、鱼塘这类与人类活动有直接联系的系统中，就已经造成了污染。同时，定义中人工湿地与天然湿地无论在形式还是在功能上都不能相提并论。把天然湿地转化成人工湿地以后，自然湿地原有的、能够改善人类生活环境及为野生动植物提供栖息地或繁殖地等许多功能都会消失。所谓的“人工湿地”，尽管具备湿地的一些特征，但已经与天然湿地差异很大了。“人工湿地”与国际上习用的“人工建成的湿地（constructed wetlands）”是两个完全不同的概念，前者是指如水渠、水库、稻田、虾蟹池这样的人工系统，而后者是指在人为因素下建成的“自然”湿地系统。

在湿地研究中,要了解湿地这种自然综合体的本质特征及其资源环境效应,应该以湿地的科学定义为理论基础;在湿地的资源环境利用与保护等实际工作中,为便于开展工作,可以推广普及湿地的管理定义(即《Ramsar 湿地公约》中的湿地定义)。

本书倾向于将两类湿地定义结合起来进行滨海新区湿地的研究。应用科学领域的湿地定义便于开展湿地退化研究,而《Ramsar 湿地公约》的湿地管理定义将研究范围限定得较大,有利于参考当地林业、水利等部门提供的资料进行退化湿地的生态恢复与重建、在实践工作中推广应用研究的成果。

二、湿地生态系统服务、功能与价值研究

湿地具有多种功能和价值,是人类重要的环境资本之一,但湿地的效益未得到社会公众、政府和湿地开发部门的足够重视。国外对湿地效益的研究工作开展得较早,但大多只局限于本国湿地类型的研究。

由于研究历史较短,目前还没有关于生态系统服务、功能和价值的统一认识。Daily 把生态系统服务定义为自然生态系统及其物种所提供的能够满足和维持人类生活需要的条件和过程。欧阳志云等提出生态系统服务功能是生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用,即通过生态系统的功能直接或间接得到的产品和服务,包括提供人类生活需用的产品和保证人类生活质量的功能。因此,湿地生态系统服务是指湿地生态系统及所属物种所提供的能够维持人类生活需要的条件和过程,即湿地生态系统发生的各种物理、化学和生物过程为人类提供的各项服务,它的功能是湿地生态系统所形成的自然环境和效用。而湿地生态经济价值评价是基于湿地生态系统提供的服务,运用评价方法将抽象的服务转化为人们能感知的货币,直观地反映湿地各项服务所创造价值的评判过程。湿地的“功能”强调的是过程,是提供服务的基础和前提。“服务”是功能所导致的对人类生存有益的结果,如较干净的水、较好的景观以及人类健康风险的减小等,它突出了人的需要。而湿地的“价值”是严格的经济学术语,是所有人对湿地所有服务的支付意愿的货币表达的总和。

目前,国内对湿地效益的研究和评价工作才刚刚起步。张民祥等根据 Edward 等对湿地效益的定义,即“湿地效益是湿地提供的功能、用途和属性的总称”,从功能、用途和属性 3 个方面对湿地的效益进行了研究,并参考 Edward 和 CPHome 等人的研究,提出了中国湿地 20 项效益以及各自的存在特征。蔡晓明从天然的基因库、潜在资源、进化功能、气候和水文调节等 4 个方面对湿地功能作了表述。俞孔坚等根据 Costanza 等对生态系统服务功能的定义及划分,结合湿地生态系统的特点,主要从自然生产、生物多样性、调节局地小气候和物质循环、减缓旱涝灾害、净化环境、感官、心理和精神益处、精神文化的源泉、教育场所等方面作了论述。在《中国湿地行动计划》中则从生态效益、经济效益和社会效益 3 方面对湿地功效进行了表述。另外,“国际地圈生物圈计划”(IGBP)在 1996 年将湿地的作用定义为“发生在湿地中的各种过程及其表现形式”,并将这些作用归为 3 类,即水文作用、生物地球化学作用、生物栖息地及食物网的维持。

综上所述,湿地给一个社会带来的效益可归纳为以下几个方面。湿地效益包括但不限于:①维持生物多样性;②调蓄洪水;③防止自然灾害;④降解污染物;⑤调节气候;⑥防止盐碱浸入海岸蓄水层和水体;⑦野生生物栖息地;⑧提供丰富的动植物产品;⑨提供水资源;⑩提供矿物资源;⑪提供能源;⑫提供水路运输;⑬提供基因库;⑭观光与旅游;⑮具有社会文化意义;⑯教育与科研价值;⑰维持自然系统过程。

三、湿地评价指标体系的研究进展

湿地评价主要是对湿地功能、价值以及人为干扰后的环境影响评价、生态风险评价、湿地生态系统的健康评估等。确定湿地评价指标是当今世界共同关注的课题之一。评价一块湿地的价值,必须是在对这一湿地的土、水、生物全面调查的基础上,更新评估技术,才能进行科学的评价。

1. 湿地生态系统服务功能评价

对于湿地生态系统服务功能评价目前尚无公认的等级标准和体系。对湿地功能进行评价的方法很多,主要包括3种类型:用湿地的市场价值评价湿地;把湿地功能划分成不同层次,评价者可根据自己的偏好选择评价的着眼层次,并考虑其他层次的功能特点;是定性标准定量打分的方法,对湿地的功能及特征的各要素和因子进行打分,然后评定湿地功能的等级。Brinson等在其湿地水文地貌分类的基础上提出了湿地功能评价的方法。Ainslie在Brinson的HGM评价方法的基础上提出了一种快速的湿地功能评价方法,该方法正被越来越多的国家和地区采用。John等通过对湿地功能的研究与评价方法的分析,认为自20世纪80年代以后,对湿地的功能、用途和属性的货币价值的研究在评价方法上主要采用资源经济学的理论和方法。

国内对湿地功能的研究与评价工作刚刚起步,仅仅是针对某一具体湿地或湿地中某一具体的功能进行评价,但在评价手段和方法上有所突破。如吴炳方等通过利用地理信息系统、遥感数据、模拟、统计分析和空间计算等方法,定量分析评价东洞庭湖湿地的防洪功能,并提出了湿地防洪功能的评价方法。崔丽娟等对湿地的社会经济价值指标体系作了研究。严承高等对湿地生物多样性价值指标及方法作了研究。许健民在分析黄河三角洲湿地资源概况的基础上,从多样性、代表性、稀有性、面积的适宜性、自然性、脆弱性等方面对黄河三角洲湿地生态保护功能作出了评价。

2. 湿地环境影晌的评价

对湿地环境影晌的评价,其评价的基本程序类似于常规的环境影晌评价,只是针对现状评价的取样技术(尤其是湿地水质取样技术)和方案需充分反映测定目标量的空间不均匀性。湿地脆弱性研究是湿地环境影晌评价的一个主要方面,刘振乾等依据综合性、主导性、景观生态学、可操作性4条原则分别从湿地生态脆弱性的影晌因子和表现因子两方面建立了湿地生态脆弱性评价指标体系和方法,并用该方法对三江平原湿地进行了评价。结果表明该方法科学、实用,对湿地资源的合理利用与保护具有指导意义,具有推广价值。张崢等在借鉴有关区域生态系统评价理论的基础上,选取多样性、代表性、稀有性、自然性、稳定性和人类威胁等指标并进行分级处理,制定了一套湿地生态评价指标体系。

3. 湿地区域风险评价

湿地区域风险评价是湿地评价的一个新的研究领域,它是在区域尺度上描述和评价湿地环境污染、人为活动或自然灾害对湿地生态系统结构和功能产生不利作用的可能性和危险程度。许学工等以黄河三角洲为例进行了区域生态风险评价理论和方法的探讨,针对黄河三角洲主要生态风险源进行了分级评价,并提出了度量生态损失与生态风险的指标和公式。

4. 湿地生态系统健康的评价

目前湿地生态系统健康尚没有一个完整的定义。表1.1列举了相关学者对生态系统健康内涵的理解,从中可以看出,稳定性、抵抗力和恢复力是“健康”最重要的特性;当考虑了