

黄河三角洲湿地保护与恢复的现状、问题与建议

孙志高¹, 牟晓杰^{1,2,3}, 陈小兵¹, 王玲玲^{1,3}, 宋红丽^{1,3}, 姜欢欢^{1,3}

(1. 中国科学院烟台海岸带研究所海岸带环境过程重点实验室, 山东 烟台 264003; 2. 中国科学院湿地生态与环境重点实验室, 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012; 3. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要:黄河三角洲湿地是中国暖温带保存最完整、最广阔和最年轻的湿地生态系统,其原始性、脆弱性和作为珍稀濒危鸟类重要栖息地的作用在国际上备受关注。着眼于当前黄河三角洲湿地的生态问题及变化趋势,分析了黄河三角洲湿地保护与恢复的现状、问题和发展趋势,阐明了黄河三角洲湿地保护与恢复的基本框架和关键技术,明确了下一步黄河三角洲湿地保护与恢复的主要任务,并从区域可持续发展角度提出了黄河三角洲湿地保护与恢复的措施与建议。

关键词:湿地; 保护; 恢复; 黄河三角洲

中图分类号: X171 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-5948(2011)02-107-09

1 黄河三角洲湿地生态现状与变化趋势

1.1 黄河三角洲湿地概况

黄河三角洲按形成年代可分为古代黄河三角洲、近代黄河三角洲和现代黄河三角洲。古代黄河三角洲是黄河于1855年夺大清河入海前,河道多次变迁冲积而成的诸多三角洲总称,是以河南省巩县为顶点,北起天津附近,南达徐淮的一个庞大的全新三角洲体系,面积约为 $25 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。近代黄河三角洲是1855年黄河于河南铜瓦厢决口夺大清河入渤海后冲积形成的三角洲,以垦利县宁海为顶点,北起套尔河口,南至支脉沟口的扇形淤积地区,面积约 $0.54 \times 10^4 \text{ km}^2$,其中96%属东营市,4%属滨州市。现代黄河三角洲是1934年黄河分流点下移形成的以垦利县鱼洼为顶点的三角洲,北起挑河湾,南至宋春荣沟,面积约 $0.22 \times 10^4 \text{ km}^2$ ^[1]。地质构造上,黄河三角洲为新生代断块—拗陷盆地,是一个大型复式石油天然气富集区。黄河三角洲属暖温带季风气候,自然生态系统具有原生性特征,区内发育了广阔的湿地生态系统(表1)。黄河三角洲湿地可分为浅海、滩涂、河流

和沼泽等9种类型,其中浅海面积最大(41.22%)、滩涂次之(24.64%)^[1]。黄河三角洲地处东北亚内陆和环西太平洋鸟类迁徙的重要中转站、越冬栖息地和繁殖地,1992年经国务院批准建立了黄河三角洲国家级自然保护区,以保护黄河口新生湿地生态系统和珍稀濒危鸟类。黄河三角洲特殊的地理位置和较短的成陆时间使得其土壤熟化程度低,养分少,但含盐量高,极易盐碱化^[2]。另外,黄河三角洲湿地生态系统发育层次低,物种多样性比较贫乏^[3],食物网结构比较简单,适应变化能力弱,整个生态系统不成熟、也不稳定,这就使得黄河三角洲湿地生态系统常常处于一种物质与能量、结构与功能的非均衡状态,缺乏自我调节能力,抵抗外界干扰能力差,属脆弱生态敏感区^[4]。

1.2 黄河三角洲湿地生态问题与变化趋势

1.2.1 湿地淡水资源缺乏

黄河三角洲的淡水资源主要包括当地水资源和黄河水资源。从当地水资源上看,该区年降水量为564 mm,地表径流量约为 $4.4 \times 10^8 \text{ m}^3$,降水多集中在夏秋季节,占全年降水量的66.8%。地下水可开采量仅 $1.345 \times 10^8 \text{ m}^3$,以微咸水和盐卤水为主,能饮用和灌溉的浅层及深层淡水分布面积仅

收稿日期:2010-11-18; 修订日期:2011-03-10

基金项目:山东省自然科学基金重点项目(ZR2010DZ001)、中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-223)、国家自然科学基金项目(40803023)和国家海洋局近岸海域生态环境重点实验室基金项目(200906)资助。

作者简介:孙志高(1979-),男,山东省烟台人,博士,副研究员,主要从事湿地恢复生态工程研究。E-mail: zgsun@yic.ac.cn

表1 黄河三角洲湿地类型及面积

Table 1 Types and areas of wetlands in the Yellow River Delta

湿地类型	面积(hm ²)	比例(%)	湿地类型	面积(hm ²)	比例(%)
河流	31 421.3	4.21	沟渠	95 347.0	12.76
水库和湖泊	28 561.9	3.82	滩涂	184 089.7	24.64
坑塘	34 778.4	4.65	浅海	308 000.2	41.22
水田	15 433.0	2.07	其他	16 050.0	2.15
沼泽和湿草甸	33 457.9	4.48	合计	747 139.4	100.00

占4%，主要分布于小清河以南地区^[9]。因此，黄河是三角洲唯一可大规模开发利用的淡水资源。自20世纪70年代开始，黄河断流加剧了黄河三角洲生态环境的恶化，进入90年代以来，断流时间不断延长，断流范围不断扩大，1995年实际断流100 d，1996年断流93 d，1997年断流时间最长达到了227 d^[6]。1999年以来，虽然水利部门对黄河水资源实行统一调度并实施“调水调沙”工程使得黄河下游断流得到有效控制和缓解，但从黄河上游注入河口湿地的水量仍明显减少。

1.2.2 湿地与近岸生态退化

黄河上游来水量的减少可导致土壤盐碱化加剧、地下水位下降、地面蒸发减少和生境退化等一系列生态问题^[7-9]，而一些依赖于湿地生存的动植物(特别是鸟类和水生生物)也由于湿地水环境功能的下降明显减少。此外，减少的河口入海水量以及黄河尾间治理工程对于近岸水域海洋生物的危害更为严重^[7]，特别是黄河尾间治理工程的海岸堤坝一定程度上在保护油田及东营市开发建设的同时也阻断了陆海的生态交汇。由于失去了泥沙夹带的重要饵料来源，海洋生物的正常生殖繁衍受到影响，大量洄游鱼类游移它处，造成海洋生物链断裂，进而给近岸生态系统造成无法弥补的损失^[7]。另外，近20多年来，湿地受人为干扰的程度也在不断加剧，人工湿地面积增加，天然湿地面积减少，湿地斑块数由1986年的186个增加到2006年的815个，湿地破碎化指数则由26增加到54^[10]。由于人为干扰强度的加大，黄河三角洲湿地与近岸生态系统的整体结构与功能呈现出不同程度的退化状态。

1.2.3 岸线蚀退与自然灾害

黄河三角洲为沿海冲积平原，平均海拔较低(海拔4 m以下区域占50%以上)，且为新形成大

陆，地质松软，自然地面下降速率约为3 mm/a^[11]。受黄河上游径流量和岸线变化等自然因素的影响，海水倒灌引起的侵蚀作用使得整个湿地面积增加不大甚至处于减少状态。据国家海洋局2000年的海平面公报，最近几年来的中国沿海海平面上升速率已达3 mm/a^[11]。因此，黄河三角洲滨海湿地面临的海平面上升威胁很大。黄河三角洲海岸线长达400多公里，常处于东北向岸风场作用下，易受海潮、风暴潮侵袭，是中国风暴潮重灾区之一。另外，黄河下游部分处于淤积状态的河道也使得其过洪、防洪、防凌、防灾能力下降^[12]，而海平面上升又可能引发更为频繁的自然灾害(如风暴潮和洪涝灾害等)，进而导致湿地抵御自然灾害和环境污染风险的能力大大降低。

1.2.4 湿地污染加剧

据2009年山东省海洋环境质量公报(<http://www.gov.cn/>)，黄河口生态系统处于亚健康状态，其湿地水土环境污染较为突出。根据统计数据，黄河2009年排入海的污染物量分别为COD_{Cr} 433 065 t、营养盐4 650 t、石油类6 472 t、重金属579 t和砷152 t，陆源污染物大量入海，在一定程度上导致了湿地和近岸水体的富营养化以及生态系统污染、生态功能退化和生物多样性丧失，并对附近海域浮游生物群落的结构和功能产生重要影响^[13,14]。近年来，由于黄河三角洲工农业生产的迅速发展、油田开发力度的加大以及湿地保护认识和规划管理滞后等原因，黄河三角洲湿地生态系统正承受着来自工农业和人们生活环境污染(主要为重金属、农药和氮、磷等污染)以及油田开发和生产过程中油污(主要为石油烃)污染等的多重压力^[15-17]。

综上所述，黄河三角洲湿地生态环境问题是多种因素共同作用的结果，随着该区工农业生产

的迅速发展、油田开发力度的加大以及海岸蚀退、海平面上升等自然因素的影响,该区湿地生态环境问题日渐突出。

2 黄河三角洲湿地保护与恢复现状、问题及发展趋势

2.1 湿地退化主要原因

自胜利油田开发、东营建市至今,黄河三角洲的经济发展取得了巨大成就。与此同时,大片原生湿地也转化为石油基地、城镇矿区、低产田或盐碱荒地,加之受气候偏干、黄河来水量减少、海水入侵、风暴潮、海岸线蚀退及各种自然灾害侵扰等影响,黄河三角洲湿地出现大幅度萎缩、生物多样性受损和植被逆向演替等众多生态问题。同时,已开发区域的工业污染亦有随经济迅速发展而增加趋势,其对于湿地的影响也不容忽视。素以湿地面积高速增长著称的黄河三角洲,自1996年以来出现了负增长,水下岸坡不断刷深。据实测资料^[18],在1996~1997年不到一年时间内,海岸线蚀退1.4 km,目前平均年蚀退率为0.5 km/a。刁口河流路停止行河初期(1976~1980年),2 m等深线蚀退2 km,年蚀退率至少为0.5 km/a,1980年以后蚀退速率逐渐减缓为0.38 km/a。修建海堤的岸段,虽然岸线基本稳定,但海堤底部却发生剧烈冲刷。

2.2 基于补水为主体的湿地保护与恢复措施

黄河三角洲湿地保护与恢复工程源于20世纪90年代的人类关注和政策导向以及黄河三角洲湿地的特殊重要性。在中国21世纪议程中,黄河三角洲开发被列为优先发展项目,而黄河三角洲湿地生态系统同时也被列入中国湿地保护行动计划优先项目^[19],因而如何处理好湿地开发与保护的关系就显得尤为重要。1995~1997年,联合国开发计划署(UNDP)援助实施了“支持黄河三角洲可持续发展”项目,成为UNDP支持中国21世纪议程的第一个优先项目。虽然1992年黄河三角洲国家级自然保护区的建立对湿地保护发挥了巨大作用,但并不能遏制滨海湿地减少和退化的趋势。由于水文过程是决定湿地类型形成与维持的最重要因素,所以黄河水利委员会、黄河三角洲自然保护区等有关部门以引黄补水作为主要手段对退化

湿地进行了初步恢复。根据国务院授权,在“维持黄河健康生命”治河新理念的支持下,黄河水利委员会自1999年开始对黄河水量实行统一调度,始于2002年以来的12次调水调沙工程(<http://www.hwcc.com.cn/>)不仅疏通了黄河输水河道,而且也作为黄河三角洲湿地生态保护输送了充沛的淡水资源,使黄河入海口地区的湿地得到有效恢复,生态效益凸显。更为重要的是,湿地恢复工程大大增加了三角洲湿地面积,部分恢复了三角洲湿地的生态功能,促进了整个黄河三角洲生态系统的良性循环与稳定^[20-22]。到目前为止,科技部、国家林业局、山东省、东营市和黄河三角洲自然保护区等有关部门针对黄河三角洲退化湿地也相继启动了一系列恢复工程。2003年,东营市、垦利县在保护区实施了野生大豆保护与恢复工程(<http://www.people.com.cn/>)。2003年,国家林业局全面实施自然保护区湿地生态恢复工程,初期完成恢复面积5万亩,2006年、2008年分别完成恢复面积10万亩和15万亩^①。2005年,中日韩三国实施的黑嘴鸥(*Larus saundersi*)繁殖地保护与恢复工程启动,对鸟类食物补给区的部分退化湿地进行恢复(<http://www.cctv.cn/>)。2006年,科技部启动“十一五”科技支撑计划“黄河三角洲生态系统综合整治技术与模式”,对主要退化湿地进行了恢复示范(<http://www.bzst.gov.cn/>)。2008年,黄河水利委员会结合调水调沙,首次对黄河下游实施生态调度,增加河口湿地的淡水补给,扩大湿地恢复面积(<http://www.sdhh.gov.cn/>)。近年来,国家林业局、山东省、东营市、滨州市和黄河三角洲自然保护区等各级部门还通过实施湿地生态环境监测、人工湿地公园建设、油田滚动式开发、污染物总量控制以及提高公众参与等措施加强对现有湿地的保护和恢复。如无棣县围绕“生态无棣”建设主题,坚持发展经济与保护生态环境并重的原则,加大对湿地和河流的治理。东营市为防止滥垦土地破坏湿地做出规定,在保护区、小岛河及莱州湾滩涂等重要湿地内一律禁止开垦或随意变更土地用途。对随意变更土地用途的,责令其停止违法行为,采取补救措施,努力恢复湿地的自然特性和生态特征,并依法追究责任。

^①国家重点基础研究发展计划项目“黄淮海地区湿地水生态过程、水环境效应及生态安全调控”研究简报。2007年第7期总第11期,2007年6月18日。

2.3 湿地保护与恢复存在的问题

尽管当前黄河三角洲湿地恢复工程对遏制湿地退化趋势作用明显,但这些恢复工程主要集中在新生湿地区域,对其他类型湿地、尤其是蚀退区退化湿地的恢复很少或尚未涉及。在保护与恢复的技术层面上,当前对该区退化湿地的恢复手段比较单一,主要是基于补充淡水为主体的自然恢复模式,且恢复效果依赖于淡水补充时间与补充量,对人工促进恢复模式(如人工重建生态工程及人工促进工程)尚未开展有效实践。由于黄河三角洲地区的年蒸发量远大于年降水量,所以基于淡水补给的退化湿地恢复模式仅在黄河入海口退化湿地区具有有效性,而在其他地区尚不具备普适性。因而,探索有效的人工促进模式以提高有限淡水(含微咸水)利用率,把土壤盐分控制在植物耐盐阈值内,最终提升退化湿地自我维持能力就成为一个非常关键的科学问题。另外,当前湿地保护与恢复过程中如何正确处理与区域开发的利益关系尚存在不确定性,为此需要对该区湿地进行生态系统服务价值评估,本着代际公平的原则予以保护,通过确定区域开发的规模、范围和强度,以便有效地协调石油开发与湿地保护与恢复的关系。同时,当前对黄河三角洲石油开发所产生的湿地水土污染问题尚缺乏足够重视,对石油工业废水的处理尚限于减少废水污染物浓度和提高油田采出水回注率等几项措施,当前国际先进的石油原位生物强化修复技术在本区还没得到应用。在管理体制上,尽管各部门启动了多项恢复项目,但这些项目之间缺乏有机的联系与衔接,由此一方面造成资源浪费,另一方面也限制了恢复的效果。此外,湿地资源过度利用、湿地保护与利用的法律法规尚不完善、自然保护区管理亟待加强、湿地管理协调机制尚未建立、湿地保护宣传教育滞后等也是制约当前黄河三角洲湿地保护与恢复的重要问题。

2.4 湿地保护与恢复的发展趋势

黄河三角洲湿地保护与恢复的发展趋势是将自然恢复模式与人工恢复模式相结合,通过利用生态系统的自然恢复能力和人工促进恢复能力,基本恢复现有退化湿地生态系统的必要功能,并使其具有自我维持能力,具体包括:①实现湿地基底(特别是蚀退区退化湿地基底)的稳定性,保证生

态系统的正向演替;②增加湿地植被覆盖率和物种丰富度,恢复生物群落,提高生态系统的自我维持能力,而引种及选育高效耐盐植物物种是关键;③恢复湿地良好水文状况,保障水源供给,并对污染物进行监测和控制,以改善湿地水环境质量;④恢复湿地土壤肥力,改善植被生长状况,提高湿地生态系统的生产力,而盐碱地改良是恢复工程的关键;⑤减少和控制湿地环境污染,尽可能减少石油开发对湿地生态系统产生的不利影响;⑥恢复湿地景观,增加视觉和美学享受,实现区域自然、社会和经济的协调、和谐发展;⑦加强湿地保护与恢复的科研工作和宣传力度,提高公众生态保护意识,实现公众参与。

3 黄河三角洲湿地保护与恢复的措施、任务与建议

3.1 黄河三角洲湿地保护与恢复措施

3.1.1 湿地保护与恢复模式

贯彻黄河三角洲高效生态经济战略,将黄河三角洲全面开发与生态保护相结合,逐步实现三角洲经济、社会发展与环境、生态保护的和谐。下一步黄河三角洲湿地保护与恢复的重点是将自然恢复模式与人工恢复模式相结合,通过利用生态系统的自然恢复能力和人工促进恢复能力,基本恢复现有退化湿地生态系统的必要功能,并使其具有自我维持能力。

3.1.1.1 自然恢复模式

适用于黄河三角洲受损但不超负荷并具有可逆性的湿地生态系统,在外界压力和干扰被去除后,湿地恢复可在自然过程中进行。自然恢复模式可以怪柳(*Tamarix chinensis*)林、红柳(*Tamarix ramosissima*)林和芦苇(*Phragmites australis*)湿地的恢复为典型代表,其可能恢复过程为怪柳林、红柳林、芦苇和碱蓬(*Suaeda glauca*)地在经过一定时间的自然恢复过程后将形成以灌丛和芦苇为主导的湿地生态系统,在风力、鸟类和潮水的种质传播下,将恢复到半自然湿地景观的灌丛、芦苇和碱蓬湿地生态系统,通过进一步的自然演替形成较为理想的自然湿地生态系统。

3.1.1.2 人工促进恢复模式

适用于黄河三角洲受损超负荷且不具有可逆性的湿地生态系统,外界压力和干扰被去除后,只

依靠自然力很难或不可能使系统恢复到原始状态,必须依靠人为的干扰措施才能使其发生逆转,达到恢复目的。包括人工重建生态工程及人工促进恢复工程两种模式。前者主要是采用微生物修复技术、植物恢复技术等进行生态环境的重建;后者则是在对退化湿地实行一系列人工促进恢复措施后,通过植被恢复、鸟类招引和生物放养等措施增加生物多样性,进而将退化湿地塑造成半自然状态的生态系统,通过进一步的自然演替可形成较为理想的自然湿地生态系统。

3.1.2 湿地恢复主要流程

湿地恢复的主要流程详见图1。

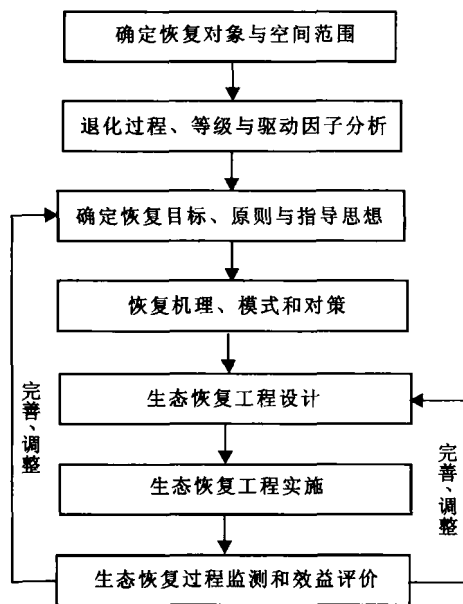


图1 黄河三角洲湿地恢复技术流程

Fig.1 Technique program of wetland restoration in the Yellow River Delta

3.1.3 湿地恢复关键技术

湿地恢复的关键技术被列于表2。

3.2 黄河三角洲湿地保护与恢复的主要任务

针对当前黄河三角洲生态保护与恢复的现状、问题及发展趋势,下一步黄河三角洲生态保护与恢复包括以下主要任务。

3.2.1 退化湿地自然恢复与人工恢复

依据恢复生态学的自我设计理论和演替理论,选择黄河三角洲退化湿地典型区,在采取严格保护措施的基础上,根据湿地自然演替规律,结合人工促进恢复技术,对其乡土植物、动物与水禽进行原生恢复。根据自然选择形成典型的乔木、灌木、草甸、水禽等乡土动植物群落,构建和恢复合

理的乡土植物—动物(水禽)生态链,形成一个完全原生态且具有良好自我维持功能的湿地生态系统。如前所述,对于因黄河入海水量减少而导致的新生区域湿地退化,可通过调水调沙增加入海水量进行有效的自然恢复。而对于无淡水入海的黄河故道蚀退区域,由于淡水资源缺乏,且年蒸发量远大于年降水量,所以基于淡水补给的恢复模式仅在黄河入海口退化湿地区具有有效性,而在其他地区尚不具备普适性。因而,需探索有效的人工促进模式以提高有限淡水(含微咸水)利用率,通过盐碱地改良,把土壤盐分控制在植物耐盐阈值内,最终提升退化湿地自我维持能力。对于油田开发区石油污染导致的湿地退化,可采取人工恢复工程(物理清污与油污底泥覆盖工程)对受石油污染的湿地底泥进行清淤,然后利用建设工程开挖表土,并利用芦苇等湿地植物加以覆盖和净化,以减轻底泥或土壤的污染作用。同时,对油污土壤、底泥及水体采用植物和微生物复合净化技术,通过投加多功能载体及营养物催效剂等方法改善污染土壤、底泥和水体的微生态环境,强化低温下的石油降解过程。对于石油污染湿地的生态恢复主要是在石油污染净化的基础上进行具有湿地特色的景观与园林建设,即在示范区的岸边、路旁、采油井周围进行园林绿地建设,进而形成独具特色的采油景观、人工湿地景观和自然湿地景观。

3.2.2 退化湿地生态系统物种多样性恢复

3.2.2.1 植物多样性恢复

黄河三角洲水生植物多样性的恢复主要是在退化湿地的典型区域内进行。根据黄河三角洲原有的乡土湿地水生植物种类和群落,按照湿生植物带→挺水植物带→浮水植物带→沉水植物带分布模式进行恢复。在具体恢复过程中,应尽可能保留现有植被,既要保证湿地生物多样性,又要适当考虑不同湿地植物景观的营造,以使湿地植物多样性和植物景观多样性得到充分体现^[23,24]。黄河三角洲湿地陆生植物多样性恢复主要是结合基质绿化工程进行,选择不同类型的乡土陆生植物,合理搭配,营建不同的植物群落,构建鸟类赖以生存的不同生境。同时,在具体恢复工程中还应考虑植物景观的季相变化。

3.2.2.2 动物多样性恢复

黄河三角洲湿地水生动物多样性的恢复主要

表2 黄河三角洲湿地恢复关键技术

Table 2 Key techniques of wetland restoration in the Yellow River Delta

类型	关键技术	恢复对象	恢复目的	恢复目标
湿地生境恢复	湿地基底清淤技术	淤积河道	维护基底稳定性, 稳定湿地面积, 改造湿地地形和地貌	提高生境异质性和稳定性, 特别是恢复湿地水状况, 实现生物-土壤系统的自动调节和自动恢复
	湿地基底改造技术	湿地植物生长所需基底		
	水土流失控制技术	植被覆盖度较低及风暴潮侵蚀影响严重区恢复		
	污水处理技术	各种水体污染源阻断、污水处理及水体功能恢复		
湿地水体恢复	水体富营养化控制技术	水体富营养化、营养盐失衡及水体功能恢复	恢复湿地水文条件、改善湿地水环境质量	
	水利工程技术	湿地水文条件恢复		
湿地土壤恢复	土壤污染控制技术	各种土壤污染生态恢复	恢复与改善湿地土壤环境质量	
	土壤肥力恢复技术	盐碱地改良及肥力恢复		
湿地生物恢复	湿地生物物种选育、培育、引入及保护技术	湿地植物退化、生物多样性降低等的恢复	恢复与改善湿地物种多样性	增强湿地生物物种、种群及群落的稳定性, 提高生物多样性
	湿地种群动态与种群行为调控技术	生物种群退化恢复	恢复与改善湿地种群稳定性	
	湿地群落结构优化配置及群落演替的控制与恢复技术	湿地生物群落结构异常及生态功能下降的恢复	恢复与改善湿地种群结构	
湿地结构与功能恢复	生态系统总体设计、构建与集成技术	河口湿地—近海生态系统结构与功能改变、污染及资源过度利用等的恢复	恢复与改善河口湿地—近海生态系统的结构与功能	优化生态系统的结构, 增强生态系统的生态功能和稳定性

是采取“疏水纳苗”和“人工放养”两种形式进行。前者是通过疏通黄河三角洲分布区内的各相邻水体, 以此把水体中的水生动物特别是鱼类联系起来。“疏水纳苗”应结合水位、水量和水质控制项目一起进行; 后者主要是根据待恢复湿地水体中鱼类的构成, 放养不同生态位的鱼、虾、螺蛳等, 以使水体中的水生动物种群更加合理^[22]。为了在较短时间内恢复和提高黄河三角洲湿地的生物多样性, 特别是鸟类和水禽的多样性, 应在现有条件相对较好的地方, 根据鸟类的生活习性, 人工营造栖息环境, 招引鸟类来此定居和繁衍。可在黄河三角洲准备恢复的典型样区内设置鸟食投放区, 并建造人工鸟巢。此外, 还可在典型样区内实行矮围蓄水, 即采取不同措施形成不同深度的浅水沼泽, 通过工程措施使鸟类和水禽栖息地保持一定水位, 以恢复良好的水生生物生境, 使水禽拥有良好和安全的越冬环境^[23,24]。同时, 可在矮围蓄水区放养水禽喜食鱼苗以吸引水禽, 还可营造不同类型的水禽栖息地, 如不同生境的小树丛、灌丛和草丛等。

3.2.2.3 退化湿地生态系统多样性恢复

芦苇沼泽、灌丛湿地和碱蓬湿地等是黄河三角洲湿地生态系统和生物多样性的主要支撑点。长期以来, 在自然和人为影响下, 各类型湿地的规模不断减少, 严重影响了湿地的生态功能。因此, 恢复和重建黄河三角洲的芦苇、碱蓬和灌丛等是湿地生态恢复不可缺少的组成部分。在原有湿地类型和地貌景观的基础上, 在黄河三角洲典型地区建立人工湿地岛屿, 形成深水、浅水、沼泽、滨水直至旱生的主体生境序列, 表现形式采用同心圆方式布局, 由外向里依次是深水→浅水→湿生植物→喜湿灌木→喜湿乔木→人工岛。在这个圈层状的生境序列中进一步利用坡度、光照、土壤和水体组合等手段, 对各圈层进行小气候生境的营造。通过人工岛屿的修建, 为生物栖息提供良好的场所, 并形成“水系廊道—岛屿斑块”有机结合的湿地景观^[23,24]。

3.2.2.4 退化湿地生态系统景观多样性恢复

黄河三角洲湿地景观多样性恢复主要包括基质绿化、水系廊道景观建设和滨海湿地防护三方

面。黄河三角洲的主要基质包括水域、陆地和滨海滩涂。基质绿化主要是对黄河三角洲滨海堤岸和滩涂等基质的绿化,而陆地绿化主要是在现有黄河三角洲林地上开展绿化项目。水系廊道景观建设主要包括水系疏通、岸线整治和驳岸建设^[23,24]。水系疏通是将黄河三角洲现有水系进行合理疏通,形成水循环畅通的沟、渠、塘、内河和入海河流的水系网络,以增强其过洪、防洪、防凌能力。岸线整治主要是为了创造黄河三角洲水系丰富多样的水流,满足不同生物对生境的需求,实现三角洲水系自然化和曲线化,提高生物多样性。结合水系疏通和水系岸线整治项目,可根据河岸具体情况,分区域、分阶段对现有和疏通水系的驳岸进行建设。黄河三角洲今入海口和蚀退区地处陆海相互作用强烈区,大风浪可导致海蚀作用的进行,进而导致湿地面积减少。在大风浪影响较少地区采取堤岸加固工程以保护滨海湿地。而在大风浪影响严重地区可采用消浪墙构筑技术,即在滨海湿地水生植物生长区与深水面之间建设多重消浪墙,以减弱大风浪对滨海湿地的侵蚀,进而增强滨海湿地的防潮和防灾能力。

3.3 黄河三角洲湿地保护与恢复建议

3.3.1 树立可持续发展观,在经济—社会—环境系统框架下协调经济发展与环境保护的关系

黄河三角洲湿地退化不仅仅是生态环境问题,更是人口与经济问题,其产生具有深刻社会经济根源。湿地淡水资源缺乏、垦殖率逐年提高、湿地资源开发强度大、综合效率低以及胜利油田采油面积扩张是造成湿地面积萎缩的主要原因。因此,对黄河三角洲湿地保护与恢复必须放在黄河三角洲经济—社会—环境这个大系统中通盘考虑。首先,促使胜利油田在生产建设过程中,从设计、地面设施建造、井场道路修建到开采作业等各个环节更加注重采用环保措施与技术,以减少对地层的破坏和地下水的污染;其次,在对黄河三角洲进行生态功能区划的前提下,大力发展循环经济,采用“资源—生产—再生资源”的循环发展模式,减少废弃物排放,实现最大的经济效益、社会效益和环境效益。

3.3.2 加强基于水的流动性和水生态系统整体性的黄河入海河段区域生态管理

黄河促淤造陆作用是三角洲湿地消长的根本

动力,黄河水资源是维持三角洲湿地平衡的主导因素,也是湿地植被演替发展的动力,满足湿地正常发育所需的最低水量条件是湿地恢复的关键。因此,应在黄河流域水资源综合规划的基础上,制定符合流域现状的更为合理的水资源配置方案和法律保障体系,明确地区断面水资源下泄控制量及下限生态下泄流量,近期确保利津水文站最小流量控制在50 m/s以上,逐渐使利津水文站的非汛期多年平均最小流量达到240 m/s,实现黄河功能上的不断流。

3.3.3 建立黄河三角洲湿地保护与可持续利用的管理协调机制

目前黄河三角洲的湿地管理主体较多,涉及农业、林业、国土、水利和环保等多个政府部门,而多部门管理的结果又往往是管理混乱,缺乏协调性。由于该区在湿地管理工作中缺乏相应政策,再加上各管理机构的管理权限冲突、协调能力差,湿地管理难度非常大。因此要加强湿地资源的管理工作,建立高效的湿地保护与管理协调机制是关键。为此有必要在政府部门设置一个能够促进各管理部门协调发展的功能,以便于对湿地资源进行有效的保护和管理。在实际操作中还要强化湿地资源的统一和综合管理并采取统一管理和分类分层管理相结合、一般管理和重点管理相结合的措施,切实做好湿地资源的分类管理和重点管理工作。

3.3.4 建立并完善黄河三角洲湿地保护与利用的政策、法制和补偿体系

中国的湿地管理工作起步较晚,缺乏专门的法律法规,而相应政策体系也不完善。近年来,尽管黄河三角洲不同地区(如滨州市和东营市)制定了一些与湿地管理相关的法规和地方条例,但总的来讲,该区湿地法律和政策的保护力度仍然不够,至今尚未有专门的湿地保护法规出台。因此,加快湿地保护的立法进度、制定完善的法制体系是有效保护湿地和实现湿地资源可持续利用的关键。而建立有效的湿地管理政策对于湿地资源的保护和合理利用也有着重要意义。为此,要评估现行政策和法规在该区湿地保护中的作用,及时建立并完善与湿地有关的政策和法规,并在国土资源利用的整体经济运行机制下,逐步建立和完善鼓励并引导人们保护与合理利用湿地、限制破

坏湿地的经济政策与补偿体系。要以法律法规的形式,明确各湿地管理机构的权限和分工,并规范其管理程序。

3.3.5 加强黄河三角洲湿地资源综合保护,探索退化湿地自然与人工促进恢复模式

鉴于黄河三角洲湿地资源的现状及存在问题,采取多方面有效措施,加强湿地资源的综合保护,开展退化湿地的恢复和重建,减轻人为因素对湿地的负面影响就显得非常必要。为此,要将湿地保护与合理利用纳入到黄河三角洲不同地区的土地利用、生态治理、资源恢复等方面的管理规划中,通过实行环境影响评价制度评估湿地资源利用与保护中存在的问题,并以此来寻求解决方案。当前对黄河三角洲退化湿地的恢复手段比较单一,主要是基于补充淡水为主体的自然恢复模式,且恢复效果依赖于淡水补充时间与补充量,对人工促进恢复模式尚未开展有效实践。另外,当前黄河三角洲湿地恢复工程主要集中在新生湿地区域,对其他类型湿地、尤其是蚀退区退化湿地的恢复很少或尚未涉及。由于黄河三角洲地区的年蒸发量远大于年降水量,所以基于淡水补给的退化湿地恢复模式仅在黄河入海口退化湿地区具有有效性,而在其他地区尚不具备普适性。因而,探索有效的自然与人工促进模式以提高有限淡水(含微咸水)利用率,把土壤盐分控制在植物耐盐阈值内,最终提升退化湿地自我维持能力就成为一个非常关键的科学问题。

3.3.6 加强黄河三角洲湿地保护区的管理与科研平台建设,完善环境监测体系

天然湿地锐减和生物多样性受损是黄河三角洲湿地所面临的主要威胁之一。尽管1992年黄河三角洲国家级自然保护区的建立对湿地生物及其生境保护发挥巨大作用,但其管理机制、设施等亦亟需加强。为此,要建立和完善黄河三角洲湿地保护区的管理机制,完善保护和管理设施,提高现有保护区的保护功能,进而使生物多样性得到有效保护。另外,由于黄河三角洲湿地生态系统的长期定位研究严重不足,所以当前亟需建立和完善以黄河三角洲滨海湿地生态试验站为核心的湿地监测体系,全面掌握湿地的动态变化,为湿地的科学研究和合理利用提供及时、完备和准确的基础资料。充分利用“3S”技术及计算机网络技术,

加强该区湿地资源动态和湿地水文动态等方面的监测,建立黄河三角洲主要湿地网络数据库,实现湿地科研资源共享,为湿地保护区的科学管理提供技术支撑。

3.3.7 加强黄河三角洲湿地科学研究,积极开展国际交流与合作

加强湿地科学研究是认识和了解湿地的主要途径,也是促进湿地保护与可持续利用的重要保证。依托黄河三角洲滨海湿地生态试验站,通过基础研究和应用研究,可对黄河三角洲湿地的功能、价值和生态过程等有着更为全面和深入的了解,从而为黄河三角洲的湿地保护奠定科学基础。当前,湿地保护已成为国际社会关注的热点,而黄河三角洲湿地对于全球气候变化、近海水环境保护、东北亚内陆和环西太平洋鸟类保护等均有着重要意义。因此,为了更好的保护和利用黄河三角洲湿地资源,必须加强湿地研究的国际交流与合作,通过引进国外先进的技术和管理经验,积极开展该区湿地资源的环境监测与评价,并诊断其健康状况,预测其发展趋势,从而为湿地资源的有效管理与合理利用提供科学依据。

3.3.8 加强宣传教育和专业人才培养,提高公众参与

公众是湿地保护的主体,黄河三角洲地区的大多数群众参与湿地保护的能力不高,缺乏提出意见和做出决策的知识背景,因此现阶段对公众的湿地教育极为重要。为此,必须通过一系列强有力的宣传教育和培训措施,提高公众对湿地特别是对湿地各种功能和效益等方面的认识,增强公众的湿地保护意识,进而形成有利于湿地保护的良好氛围。要通过“湿地日”、“爱鸟周”等开展形式多样的宣传活动,并借助电视、广播、报纸和网络等媒体的广泛宣传,使公众及时了解到湿地资源利用和保护的信息,进而提高公众参与湿地保护和管理的积极性。此外,要将湿地知识带进课堂,通过多种途径,为黄河三角洲地区的湿地保护、管理和科研事业培养大量合格的各级、各类专业人才,进而为该区湿地保护与恢复奠定人力基础。

参考文献

- [1]田家怡,王秀风,蔡学军,等.黄河三角洲湿地生态系统保护与恢复技术[M].青岛:中国海洋大学出版社,2005:1~2,24~26.
- [2]王海梅,李政海,宋国宝.黄河三角洲植被分布、土地利用类型与土壤理化性状关系的初步研究[J].内蒙古大学学报(自然科学版),2006,37(1):69~75.
- [3]刑尚军,郝金标,张建锋,等.黄河三角洲植被基本特征及其主要类型[J].东北林业大学学报,2003,31(6):85~86.
- [4]王海梅.黄河三角洲土地利用/覆盖变化及生态系统特征分析[D].呼和浩特:内蒙古大学,2005:8~10.
- [5]雷仲敏,刘志远,董华,等.黄河可持续发展的经济学分析与评价[M].北京:中国环境科学出版社,2009:298~299.
- [6]史培军,王静爱,冯文利,等.中国土地利用/覆盖变化的生态环境安全响应与调控[J].地球科学进展,2006,21(2):111~119.
- [7]王立红.黄河断流对下游生态环境的影响研究[J].山东师大学报(自然科学版),2000,15(4):418~421.
- [8]刑尚军,张建锋,宋玉民,等.黄河三角洲湿地的生态功能及生态修复[J].山东林业科技,2005,2:69~70.
- [9]吴后建,王学雷.中国湿地生态恢复评价研究进展[J].湿地科学,2006,4(4):304~310.
- [10]宗秀影.黄河三角洲湿地格局与变化分析[D].太原:太原理工大学,2009.
- [11]陈为峰,周维芝,史衍玺.黄河三角洲湿地面临的问题及其保护[J].农业环境科学学报,2003,22(4):499~502.
- [12]崔树强.黄河断流对黄河三角洲生态环境的影响[J].海洋科学,2002,26(7):42~46.
- [13]潘怀剑,田家怡.黄河三角洲水质污染对淡水鱼类多样性的影响[J].水产科学,2001,20(4):17~20.
- [14]申保忠,田家怡.黄河三角洲水质污染对淡水底栖动物多样性的影响[J].滨州学院学报,2005,21(6):43~46.
- [15]李任伟,李原,张淑坤,等.黄河三角洲沉积物烃类污染及来源[J].中国环境科学,2001,21(4):301~305.
- [16]李任伟,李禾,李原,等.黄河三角洲沉积物重金属、氮和磷污染研究[J].沉积学报,2001,19(4):622~629.
- [17]李在田,冯雪阳.黄河三角洲地区农业环境现状与污染防治措施[J].安全与环境工程,2007,14(1):33~35.
- [18]燕昀胜,蒲高军,张建华,等.主编.黄河三角洲胜利滩海油区海岸蚀退与防护研究[M].郑州:黄河水利出版社,2006:22~23.
- [19]曹景华,王志秀,王学义.黄河三角洲实施“生态湿地恢复工程”[J].走向世界,2004,2:39~40.
- [20]Cui B S, Yang Q C, Yang Z F, *et al.* Evaluating the ecological performance of wetland restoration in the Yellow River Delta, China[J]. Ecological Engineering, 2009, 35: 1 090-1 103.
- [21]Cui B S, Tang N, Zhao X S, *et al.* A management-oriented valuation method to determine ecological water requirement for wetlands in the Yellow River Delta of China[J]. Journal for Nature Conservation, 2009, 17(3): 129-141.
- [22]唐娜,崔保山,赵欣胜.黄河三角洲芦苇湿地的恢复[J].生态学报,2006,26(8):2 616~2 624.
- [23]王保忠,计家荣,骆林川,等.南京新济洲湿地生态恢复研究[J].湿地科学,2006,4(3):210~218.
- [24]但新球,骆林川,吴后建,等.长江新济洲群湿地恢复技术与途径研究[J].湿地科学与管理,2006,2(2):10~18.

Actualities, Problems and Suggestions of Wetland Protection and Restoration in the Yellow River Delta

SUN Zhi-Gao¹, MOU Xiao-Jie^{1,2,3}, CHEN Xiao-Bing¹, WANG Ling-Ling^{1,3},
SONG Hong-Li^{1,3}, JIANG Huan-Huan^{1,3}

(1. Key Laboratory of Coastal Zone Environmental Processes, Yantai Institute of Coastal Zone Research, Chinese Academy of Sciences, Yantai 264003, Shandong, P.R.China; 2. Key Laboratory of Wetland Ecology and Environment, Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, Jilin, P.R.China; 3. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, P.R.China)

Abstract: The wetlands in the Yellow River Delta are the most integrated, expansive and youngest wetland ecosystems conserved in warm temperate zone of China, and their originality, frangibility and the functions for the habitats of rare avifauna are paid more and more attentions in international academe. With a view to the ecological problems of wetlands and their change trends in the Yellow River Delta, this paper analyzed the actualities, problems and development trend of protection and restoration of the wetlands, elucidated the basic frames and key techniques of protection and restoration of the wetlands, and discussed the main tasks of wetland protection and restoration in the next step. Finally, this paper put forward some countermeasures and advices for the wetland protection and restoration on regional sustainable development.

Keywords: wetlands; protection; restoration; the Yellow River Delta