

天津市滨海新区芦苇湿地恢复适宜性评价

许妍¹, 许自舟^{1,2}, 梁斌¹, 洛昊¹, 鲍晨光¹, 梁雅惠¹, 马明辉¹

(1. 国家海洋环境监测中心, 辽宁 大连 116023; 2. 大连海事大学 环境科学与工程学院, 辽宁 大连 116026)

摘要: 利用综合评价模型, 结合地理信息系统技术的空间分析功能, 以土地利用、土壤类型、坡度、降雨量和人类干扰活动作为评价因子, 对天津滨海新区芦苇湿地恢复进行了适宜性评价。结果表明, 较适宜开展湿地恢复的比例为 21.46%, 一般适宜比例为 21.87%, 不适宜比例占 56.68%, 其中较适宜湿地恢复的区域集中分布在北大港湿地自然保护区周边、独流减河下游、北塘入海口以及沿海滩涂, 海河流域两侧也有零星分布。在适宜性评价基础上, 对未来芦苇湿地恢复与建设的重点区域进行了成效预评估, 芦苇对 TC、TN、TP 的年吸收通量约为 1.3935×10^4 、 0.0258×10^4 、 0.0017×10^4 t, 能有效地减少入海排污压力和污染物对近岸海域环境质量的影响。研究结论可为天津湿地治理与生态恢复、土地利用结构调整、景观优化等提供理论依据和科学参考。

关键词: 湿地恢复; 适宜性; 滨海新区

中图分类号: X37 文献标识码: A

doi: 10.11759/hyxx20150422003

文章编号: 1000-3096(2016)03-0101-07

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, 享有“自然之肾”之称。近几十年来, 随着工农业的迅猛发展, 人口的大量增加和城市化进程的不断加快, 我国湿地面临生态环境破坏、自然景观消失、生物多样性减少、生态系统结构和功能丧失等多种生态灾难^[1]。为了更好地保护和开发利用湿地, 国内外都在积极采取措施阻止湿地的退化或消失, 湿地的生态恢复与重建问题已成为生态学和环境科学的研究热点。然而, 并不是所有退化的湿地均适宜进行恢复, 因此, 如何选择最具湿地恢复潜力的区域进行生态治理以及依据湿地退化程度进行恢复适宜性等等级划分是有效开展湿地恢复与重建的重要前提。

湿地恢复适宜性分析是指在一个特定的环境内, 环境的总体或者环境的某些要素对于实施湿地生态恢复的适宜程度。通过适宜性分析, 有助于正确认识区域条件的差异、生态的空间分异规律以及生态的适应性, 从而为引导区域湿地恢复与建设合理布局提供科学依据。自 20 世纪末以来, 适宜性分析被广泛应用于城市建设、土地资源利用、森林开发保护、珍稀物种生境等方面^[2-9], 但相关问题探讨大多停留在描述性的分析阶段。近年来, GIS 技术和评价模型被广泛应用于适宜性评价^[10-14]。在大尺度上直观、准确的对湿地适宜性进行评价与分析, 能极大地提高湿地恢复的效率, 但目前围绕湿地恢复的研究多

集中于恢复方法、治理措施等方面, 针对湿地恢复适宜性评价研究较少。因此, 本文根据湿地生态环境及湿地恢复条件, 运用 GIS 空间分析技术和综合评价法, 开展天津滨海新区芦苇湿地恢复的适宜性评价, 以期为天津滨海新区芦苇湿地的生态恢复和重建提供参考。

1 研究区概况

天津滨海新区 (38°40'N~39°00'N, 117°20'E~118°00'E) 位于天津市东部临海地区, 海河流域下游, 渤海湾顶端, 南、北分别与河北省的黄骅市、丰南县相接(图 1), 陆域面积 2 270 km², 海域面积 3 000 km², 海岸线 153 km, 是海洋生态系统与陆地生态系统相互交汇的复合地带。区内年均气温 12.6℃, 年均降水量为 604.3 mm^[15]; 地貌属于滨海冲积平原, 海拔高度 1~3 m, 地面坡度小于 1/100000; 有海河、蓟运河、永定新河、独流减河等主要河流穿流入海, 湿地资源

收稿日期: 2015-04-22; 修回日期: 2015-07-23

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金(41301079); 国家海洋局青年海洋科学基金(2013125); 天津科技兴海项目(KJXH2013-17)

[Foundation: Youth Program of National Natural Science Foundation of China, No.41301079; Youth Program of National Marine Science Foundation of China's State Oceanic Administration, No.2013125; Program of Strengthening the Ocean by Science and Technology of Tianjin City Government, No. KJXH2013-17]

作者简介: 许妍(1981-), 女, 辽宁省营口市人, 博士, 助理研究员, 主要从事海洋生态环境评价、风险评估与生态区划研究, E-mail: yxu@nmemc.org.cn; 马明辉(1962-), 通信作者, 研究员, E-mail: mhma@nmemc.org.cn

丰富、多样化程度较高, 主要包括滩涂沼泽、海滩涂、河口水域等自然湿地及盐田、坑塘、水库、水稻田等人工湿地。受自然因素和人为因素的影响, 近年来天津滨海新区湿地面积急剧减少, 湿地植被群落和种群结构发生明显变化。与 20 世纪 60 年代相比, 天津滨海湿地芦苇产量减少了约 50%, 淡水鱼类减少了 30 种, 鸟类减少了 20 种, 湿地水质和物种多样性均发生了较大变化^[16]。

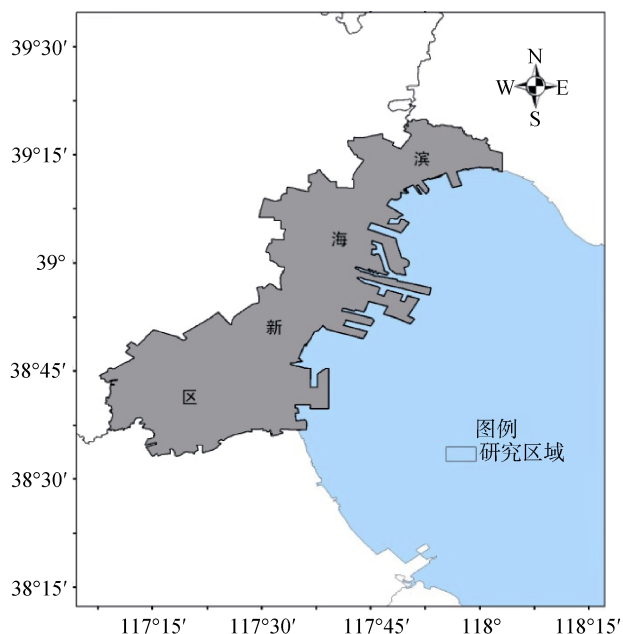


图 1 研究区域

Fig.1 Location of the study area

2 材料与方法

2.1 指标选择与数据来源

湿地的恢复受多种因素制约。指标的选取既要反映评价单元地域差异的本底特征, 又要具有相对独特性和不可替代性。相关研究表明, 芦苇是一种耐盐碱性湿地植物, 多生长于河岸、湖滨、池沼、溪边浅水地区, 土壤含水率、含盐量对其生长具有重要作用^[17-19]。因此, 本文根据影响湿地恢复的主要因素和芦苇的生长条件, 综合考虑地形、水文、土壤、土地利用等自然条件以及人为活动干扰对湿地恢复的影响, 结合天津滨海新区湿地现状及相关调查实测数据, 从土地利用、土壤类型、降雨量、坡度及交通路网等 5 方面建立芦苇湿地恢复适宜性的评价指标体系。由于天津市滨海新区土壤含盐量在 0.04%~2.568%^[20], 符合芦苇生长条件^[21-22], 因此, 文中未将土壤含盐量单列指标进行评价。

研究区高程数据来自中国科学院计算机网络信息中心地理空间数据云网站提供的 SRTM DEM 数据, 分辨率为 90 m, 并运用 GIS 技术获取区域的坡度数据; 土地利用数据基于 30 m LANDSAT TM 遥感影像解译获得, 并结合实际情况进一步解译出包含芦苇地、海涂、滩地、河流、湖泊、水库与坑塘等湿地类型; 土壤类型来源于国际土壤资料与信息中心; 降雨量数据来源于天津市气象站实际监测数据, 运用 ArcGIS 技术对降雨量进行 Kriging 插值, 得到反映研究区范围的降雨量图; 交通路网则利用研究区影像获取道路情况, 并利用 ArcGIS 软件中的 Bufferwizard 工具进行缓冲区分析, 进而间接测度人为干扰程度。

2.2 等级划分与评价方法

2.2.1 等级划分

目前, 针对湿地恢复适宜性评价尚无统一、明确的标准。本研究在参考相关研究成果的基础上^[17, 23], 充分考虑天津滨海新区的生态环境特征, 依据对湿地恢复适宜性程度和限制性强度, 将土地利用类型、坡度、土壤类型、水文条件及人为干扰等影响湿地恢复的主要指标划分为 3 个等级, 并分别赋值 3、2、1, 赋值越高代表越适宜进行湿地恢复, 反之亦然(表 1)。其中, 土地利用类型和土壤类型按照与湿地景观类型越接近、含水量越多越适宜湿地恢复的原则进行赋值; 坡度以 2°以内作为形成湿地的最佳范围; 降水作为影响水文过程空间不均匀性的第一主导因子, 降雨量丰富的地区更有利于湿地恢复; 交通路网则按照距离越近, 人类干扰程度越大的原则, 将距主要道路的距离分为 0~200 m 和大于 200 m 两个等级。

2.2.2 综合评价

运用 ArcGIS 技术进行图像数字化, 获取评价指标的属性数据并建立空间数据库进行湿地恢复适宜性评价。首先, 对单项指标的适宜性情况进行分析(图 2); 然后, 采用逐级分层归并方法, 将平行独立的各项指标进行等权叠加, 综合分析自然环境因素的适宜性分布特征以及人类活动影响度的空间分布; 最终计算得到湿地恢复的适宜性指数, 并采用 Natural break 分级分类法将湿地适宜性水平分为较适宜、一般适宜和不适宜 3 个等级(表 2), 得到天津滨海新区湿地恢复适宜性的空间分布情况。

表 1 单项指标湿地恢复适宜性得分

Tab. 1 The suitability score of single indicators of wetland restoration

指标	赋值		
	1	2	3
土地利用类型	城市化建设用、旱地等农业用地及林地等	滩地、沼泽、草甸、海涂等	河流、湖泊、水库、坑塘等
土壤类型	滨海盐土、潜育盐土等	沼泽土等含水量较高的土壤	潮土等水成土、半水成土
坡度	2°~28°	0.5°~2°	0°~0.5°
降水条件	485~508 mm	508~528 mm	528~557 mm
交通路网	0~200 m		>200 m

表 2 天津滨海新区湿地恢复适宜性等级划分

Tab. 2 The hierarchy of wetland restoration of the Tianjin Binhai New Area

适宜等级	恢复程度	计算结果
较适宜	有利于芦苇湿地的恢复，在常规条件下，能达到最好的恢复效果	6~9
一般适宜	能够满足芦苇湿地恢复的需求，能够得到一定的恢复效果，可视为次适宜生境	5~6
不适宜	不能满足湿地恢复的需求	3~5

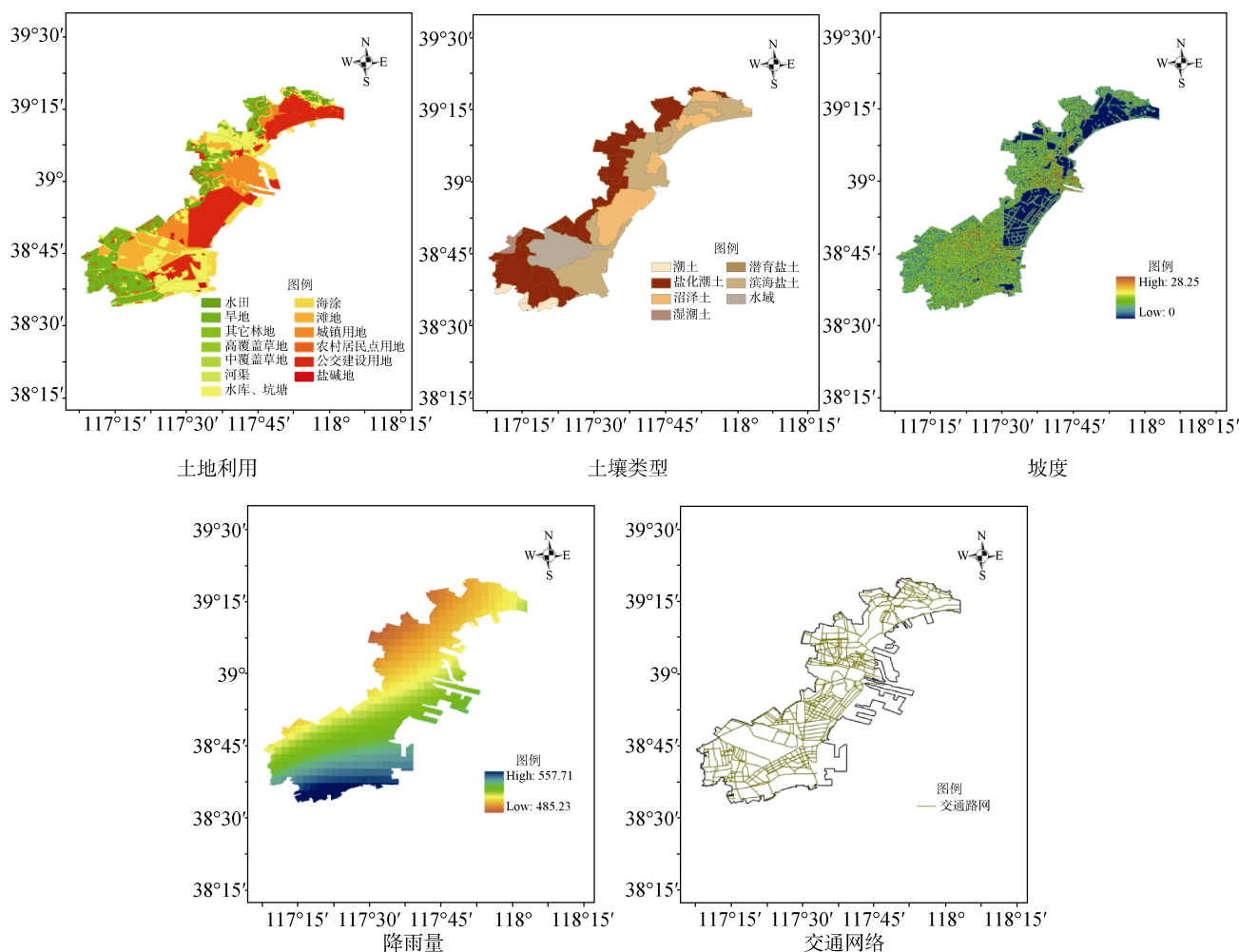


图 2 湿地恢复适宜性评价的单项指标分布情况

Fig. 2 The single index of wetland restoration evaluation

$$S = \sum_{i=1}^n w_i Y_i$$

式中, S 为湿地恢复的适宜性指数, Y_i 为指标值, w_i 为第 i 个指标的权重, i 为指标数。

3 结果与分析

3.1 适宜性评价结果分析

通过对天津滨海新区湿地恢复适宜性结果进行统计分析得出, 受自然环境和人类活动两方面因素的综合影响, 滨海新区内适宜开展芦苇湿地恢复的区域具有明显的空间分异特征(图 3)。其中, 较适宜区域综合评价价值在 6~9 之间, 一般适宜区域综合评价价值在 5~6 之间, 不适宜恢复区域综合评价价值在 3~5 之间。

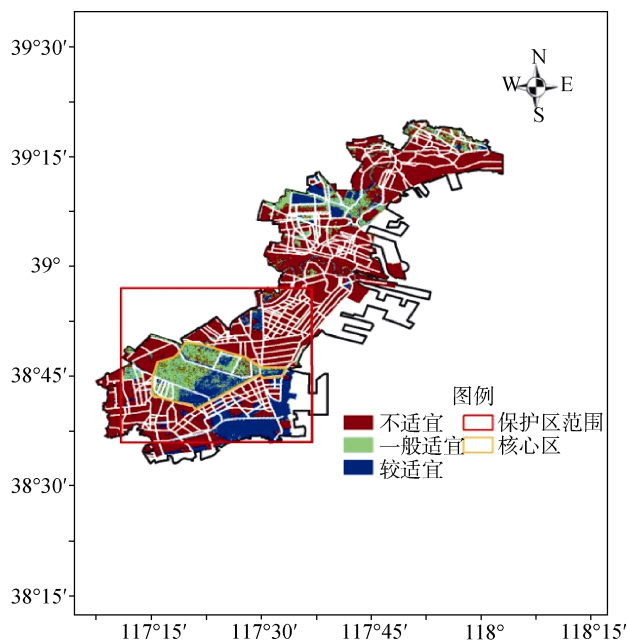


图 3 适宜性综合评价结果
Fig. 3 Suitability evaluation results

较适宜区所占比例为 21.46%, 集中分布在北大港湿地自然保护区、北塘入海口和海河流域两侧, 其中, 北大港湿地包括北大港水库、沙井子水库、钱圈水库、独流减河下游和沿海滩涂, 周边河流纵横交错, 有独流减河、子牙新河等十一条河流, 是天津市最大的芦苇湿地分布区, 但近年来, 受养殖发展影响, 自然保护区内芦苇沼泽面积较 1984 年减少了 16.3%, 尤其是独流减河下游两河道间和沙井子水库南侧芦苇沼泽破坏十分严重, 芦苇沼泽面积分别减少了 55%和 54%^[24]。因此, 这一区域既是芦苇湿地恢复的适宜区, 也是重点区域。北塘入海口处的北塘水库、黄港水库等区域地势低平, 地下潜水位较浅, 广泛形成了隐域性草甸、潮土、沼泽土等, 适宜芦苇种植

和湿地恢复。而海河流域由于人类过度开发, 适宜开展湿地恢复的区域较少, 仅沿河道两侧呈零散分布。

一般适宜区域所占比例为 21.87%, 主要分布在北大港自然保护区的西部和北部, 北塘水库和黄港水库外围区域, 白河、蓟运河两侧及二者交汇处和滨海新区北部地区, 其中部分区域为现有芦苇分布区, 这些区域多为海涂、滩地等用地类型, 湿地可恢复性仅次于水体, 相对较适宜区而言, 该区域降雨量有所减少但仍较为丰富, 且地势低洼易涝、长期或季节积水。总体上, 该区域适宜湿地恢复的程度仅次于较适宜区, 适于开展芦苇湿地建设和恢复。

不适宜进行湿地恢复的区域比例为 56.68%, 主要为城乡、工矿以及居民用地集中区。从用地类型上看, 公路、城镇、工业、铁路作为城市景观类型本身不适于开展湿地恢复, 而农村旱地、果园、草地和灌木、林地、疏林等亦不属于湿地类的景观类型, 且人为干扰较大, 因此, 该区域无论从自然因素还是人为因素角度均不适宜进行湿地恢复和芦苇种植。

3.2 芦苇湿地恢复的成效预评估

依据湿地恢复适宜性综合评价结果, 结合目前天津市滨海新区的湿地分布现状(图 4), 考虑污染物在海口的汇集情况及对入海污染物削减等需求, 重点确定了北塘入海口、海河入海口和独流减河入海口 3 大重点芦苇湿地恢复与建设区域(图 5)。对原有芦苇生长但目前已被破坏的适宜区采取种植、补种芦苇植物等

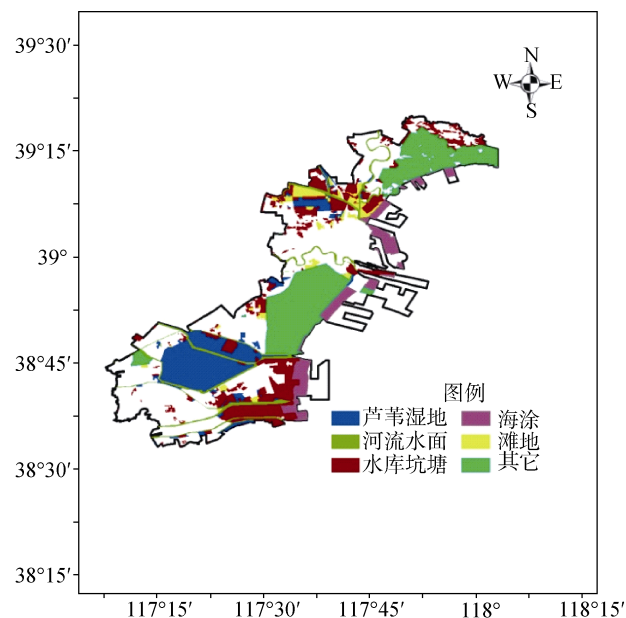


图 4 天津市滨海新区湿地分布情况
Fig. 4 The distribution of wetlands in the Binhai new area

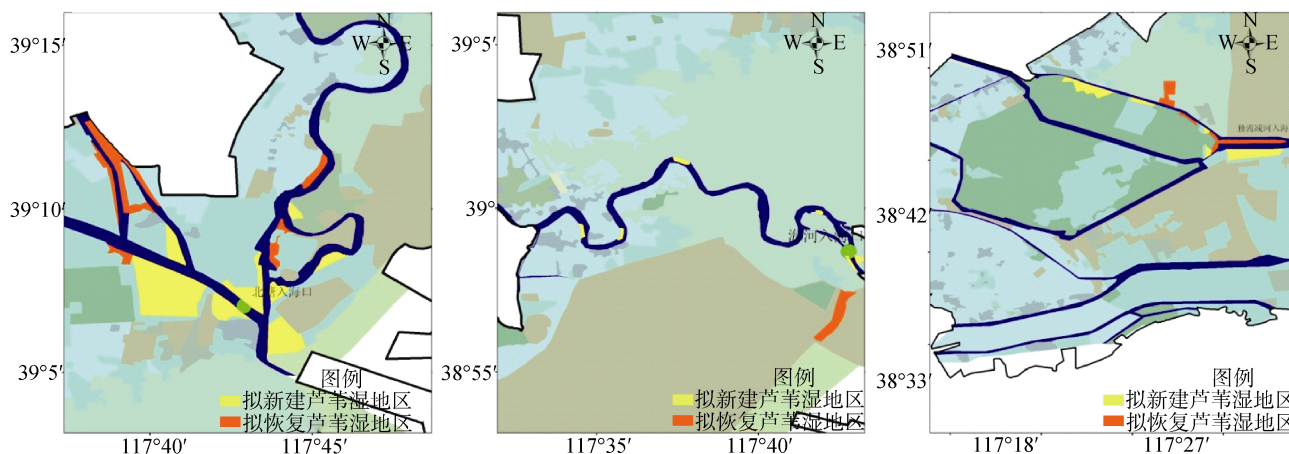


图5 滨海新区主要芦苇湿地恢复与建设区域

Fig. 5 The main area of reed wetland restoration and construction

措施; 对没有芦苇但适宜芦苇生长的地区开展芦苇湿地建设工程。其中, 北塘入海口拟优先开展湿地修复的面积为 20.9 km²、海河入海口湿地修复的面积为 2.12 km²、独流减河入海口湿地修复的面积为 12.7 km²。

依据马明辉等^[25]对环渤海湿地芦苇 TC、TN、TP 吸收通量的研究结果, 取 3 个航次的生物量平均值 881.83 g/m² 作为天津滨海新区芦苇单位面积生物量值, 运用单位面积生物量与总面积之积计算得出滨海新区 3 大流域入海口处的芦苇总生物量分别为 1.843×10⁴、0.187×10⁴、1.112×10⁴ t。按照芦苇 TC、TN、TP 的平均含量分别为 44.35、0.82、0.055 t 进一步估算得出滨海新区恢复芦苇湿地后, 芦苇对 TC、TN、TP 的吸收通量约为 1.3935×10⁴、0.0258×10⁴、0.0017×10⁴ t(如表 3 所示)。由此可见, 芦苇湿地在碳循环及净化水环境中具有重要生态功能。通过芦苇湿地种植与恢复, 可达到增强主要污水排海通道的自然降解能力, 减少入海排污压力和污染物对近岸海域环境的影响, 能够为天津近岸污染物入海环境消减提供依据, 也可作为天津滨海芦苇湿地保护规划以及沿岸污水处理效益分析提供参考。

表 3 三大重点恢复区芦苇湿地年吸收通量计算结果
Tab. 3 The result of reed wetland absorption flux in three key recovery areas

重点恢复区	吸收通量(10 ⁴ t)		
	TC	TN	TP
北塘入海口	0.8174	0.0151	0.0010
海河入海口	0.0829	0.0015	0.0001
独流减河入海口	0.4932	0.0091	0.0006
总计	1.3935	0.0258	0.0017

4 讨论与结论

(1) 在阐释湿地恢复适宜性内涵的基础上, 从自然因素和人为干扰两方面选取土地利用、土壤类型、坡度、降雨量及交通路网等指标, 采用综合评价法对天津市滨海新区芦苇湿地恢复适宜性进行了实证研究。结果表明, 滨海新区较适宜开展湿地恢复的比例为 21.46%, 主要分布在北大港湿地自然保护区周边、独流减河下游、北塘入海口以及沿海滩涂, 海河流域两侧也有零星分布。

(2) 依据已有湿地芦苇 TC、TN、TP 年吸收通量的研究结果, 对滨海新区北塘入海口、海河入海口和独流减河入海口未来三大重点区域的芦苇湿地恢复成效进行了预评估, 结果表明芦苇湿地恢复后, 对 TC、TN、TP 的年吸收通量约为 1.3935×10⁴、0.0258×10⁴、0.0017×10⁴ t, 能有效的减少入海排污压力和污染物对近岸海域环境质量的影响。

(3) 湿地恢复的适宜性评价结果可为天津滨海新区芦苇湿地的生态恢复与重建提供参考, 避免因盲目采取生态恢复手段和措施, 而造成区域生态环境的进一步破坏和资源浪费。但考虑到滨海新区正处于快速发展阶段, 文中使用数据与实际相比可能会存在一定的滞后性, 因此, 开展湿地修复时应结合适宜性评价结果, 进行实地现场勘查, 对适宜性结果进行核实与验证。

参考文献:

[1] 张永泽, 王焜. 自然湿地生态恢复研究综述[J]. 生态学报, 2001, 21(2): 309-314.
Zhang Yongze, Wang Xuan. A review of ecological

- restoration studies on natural wetland[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(2): 309-314.
- [2] 梁涛, 蔡春霞, 刘民. 城市土地的生态适宜性评价方法——以江西萍乡市为例[J]. *地理研究*, 2007, 26(4): 782-788.
Liang Tao, Cai Chunxia, Liu Min, et al. Study on methodology of ecological suitability assessment of urban landuse: An example of Pingxiang[J]. *Geographical Research*, 2007, 26(4): 782-788.
- [3] 曹铭昌, 刘高焕, 单凯, 等. 基于多尺度的丹顶鹤生境适宜性评价——以黄河三角洲自然保护区为例[J]. *生物多样性*, 2010, 18(3): 283-291.
Cao Mingchang, Liu Gaohuan, Shan Kai, et al. A multi-scale assessment of habitat suitability of red-crowned crane at the Yellow River Delta Nature Reserve, Shandong, China[J]. *Biodiversity Science*, 2010, 18(3): 283-291.
- [4] 李佳, 李言阔, 缪沪君, 等. 江西桃红岭国家级自然保护区梅花鹿生境适宜性评价[J]. *生态学报*, 2014, 34(5): 1274-1283.
Li Jia, Li Yankuo, Miao Lujun, et al. Habitat assessment of sika deer(*cervus nippon*) in the Taohongling National Nature Reserve, Jiangxi Province, China[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2014, 34(5): 1274-1283.
- [5] 邹丽丽, 陈晓翔, 何莹, 等. 基于逻辑斯蒂回归模型的鹭科水鸟栖息地适宜性评价[J]. *生态学报*, 2012, 32(12): 3722-3728.
Zou Lili, Chen Xiaoxiang, He Ying, et al. Assessment of ardeidae waterfowl habitat suitability based on a binary logistic regression model[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(12): 3722-3728.
- [6] 唐常春, 孙威. 长江流域国土空间开发适宜性综合评价[J]. *地理学报*, 2012, 67(12): 1587-1598.
Tang Changchun, Sun Wei. Comprehensive evaluation of land spatial development suitability of the Yangtze River Basin[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(12): 1587-1598.
- [7] 李晓文, 赵振坤, 罗菊春. 涨渡湖湿地恢复与生境改造对水禽生境的影响[J]. *资源科学*, 2005, 27(6): 112-117.
Li Xiaowen, Zhao Zhenkun, Luo Juchun. Wetland restoration and habitat rehabilitation and their ecological consequences on habitats of waterbirds[J]. *Resources Science*, 2005, 27(6): 112-117.
- [8] Ouyang N L, Lu S L, Wu B F, et al. Wetland Restoration Suitability Evaluation at the Watershed Scale-A Case Study in Upstream of the Yongdinghe River [J]. *Procedia Environmental Sciences*, 2011, 10: 1926-1932.
- [9] Mora J W, Mager III J N, Spieles D J. Habitat and Landscape Suitability as Indicators of Bird Abundance in Created and Restored Wetlands [J]. *ISRN Ecology*, 2011, 1-10.
- [10] 杞银凤, 廖峻涛, 彭贵鸿, 等. 丽江拉市海湿地恢复区越冬水鸟栖息地适宜性的模糊综合评价[J]. *云南大学学报(自然科学版)*, 2013, 35(4): 565-570.
Qi Yinfeng, Liao Juntao, Peng Guihong, et al. Fuzzy synthetic evaluation of the suitability of wintering waterbird habitats in Lashihai Wetland Restoration Area, Lijiang[J]. *Journal of Yunnan University(Natural Science Edition)*, 2013, 35(4): 565-570.
- [11] 王光明, 潮洛濛. 基于生物多样性保护的城市建设用地生态适宜性评价——以西鄂尔多斯地区为例[J]. *内蒙古大学学报(自然科学版)*. 2012, 43(4): 431-438.
Wang Guangming, Chao Luomeng. West Ordos as an example for ecological applica evaluation of urban construction land based on biodiversity conservation[J]. *Journal of Inner Mongolia University(Natural Science Edition)*. 2012, 43(4): 431-438.
- [12] J Malczewski. GIS-based land-use suitability analysis: A critical overview[J]. *Progress in Planning*, 2004, 62(1): 1-2.
- [13] Shealer A D, Alexander M J. Use of aerial imagery to assess habitat suitability and predict site occupancy for a declining wetland-dependent bird [J]. *Wetlands Ecol Manage*, 2013, 21: 289-296.
- [14] 董张玉, 刘殿伟, 王宗明, 等. 遥感与 GIS 支持下的盘锦湿地水禽栖息地适宜性评价[J]. *生态学报*, 2014, 34(6): 1503-1511.
Dong Zhangyu, Liu Dianwei, Wang Zongming, et al. Assessment of the habitat suitability for waterfowls in the Panjin, Liaoning with GIS and remote sensing[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2014, 34(6): 1503-1511.
- [15] 孟伟庆, 李洪远, 郝翠, 等. 天津滨海新区湿地环境演化与景观生态格局动态[J]. *城市环境与城市生态*, 2009, 22(2): 4-7.
Meng Weiqing, Li Hongyuan, Hao Cui, et al. Wetland environmental evolvment and dynamic change of wetland landscape patterns in Binhai New Area of Tianjin[J]. *Urban Environment and Urban Ecology*, 2009, 22(2): 4-7.
- [16] 肖庆聪, 魏源送, 王亚炜, 等. 天津滨海新区湿地退化驱动因素分析[J]. *环境科学学报*, 2012, 32(2): 480-488.
Xiao Qingcong, Wei Yuansong, Wang Yawei, et al. Driving factors of coastal wetland degradation in Binhai New Area of Tianjin[J]. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2012, 32(2): 480-488.
- [17] 刘长发, 郑晶予, 李晋, 等. 基于 GIS 的双台子河口潮滩湿地翅碱蓬和芦苇生境适宜度分析[J]. *水生态学杂志*, 2012, 33(3): 14-19.
Liu Changfa, Zheng Jingyu, Li Jin, et al. Habitat suitability analysis of *suaeda salsa* and *phragmites australis* in wetlands of Shuangtaizi Estuary based on GIS[J]. *Journal of Hydroecology*, 2012, 33(3): 14-19.
- [18] 赵可夫, 冯立田, 张圣强. 黄河三角洲不同生态型芦苇对盐度适应生理的研究. 渗透调节物质及其贡献[J]. *生态学报*, 1998, 18(5): 463-469.
Zhao Kefu, Feng Litian, Zhang Shengqing. Adaptive physiology of different ecotypes of *Phragmites com-*

- munis to salinity in the Yellow River Delt[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 1998, 18(5): 463-469.
- [19] 赵永全. 银川平原退化芦苇湿地恢复生态学研究[D]. 银川: 宁夏大学, 2014.
Zhao Yongquan. Studies on recovery ecology of the degraded *Phragmites australis* wetland in Yinchuan plain[D]. Yinchuan: Ning Xia University, 2014.
- [20] 王立艳, 潘洁, 于彩虹, 等. 天津滨海盐碱地土壤含盐量测定方法的研究[J]. *天津农业科学*, 2011, 17(5): 40-42.
Wang Liyan, Pan Jie, Yu Caihong, et al. Study on the determination of soil salt content in Tianjin Binhai saline land[J]. *Tianjin Agricultural Sciences*, 2011, 17(5): 40-42.
- [21] 邓春暖, 章光新, 李红艳, 等. 莫莫格湿地芦苇对水盐变化的生理生态响应[J]. *生态学报*, 2012, 32(13): 4146-4153.
Deng Chunnuan, Zhang Guangxin, Li Hongyan, et al. Eco-physiological responses of *Phragmites australis* to different water-salt conditions in Momoge Wetland[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(13) : 4146-4153.
- [22] 张爽, 郭成久, 苏芳莉, 等. 不同盐度水灌溉对芦苇生长的影响[J]. *沈阳农业大学学报*, 2008, 39(1): 65-68.
Zhang Shuang, Guo Chengjiu, Su Fangli, et al. Effect of salinity on the growth of reed[J]. *Journal of Shenyang Agricultural University*, 2008, 39(1): 65-68.
- [23] 欧阳宁雷. 半湿润半干旱区湿地可恢复性评价方法研究[D]. 长沙: 中南大学, 2012.
Ouyang Ninglei. Wetland recoverability evaluation in sub-humid and semi-arid area[D]. Chang Sha: Central South University, 2012.
- [24] 陈清, 高军, 王中良. 天津典型芦苇沼泽湿地时空变化特征及主要影响因素分析[C]. 中国地理学会 2013年(华北地区)学术年会. 会议论文. 2013, 313-323.
Chen Qing, Gao Jun, Wang Zhongliang. The analysis of Tianjin typical reed wetland temporal variation characteristics and main influence factors[C]. *Geographical society of China (north China) academic conference in 2013. Conference papers. 2013, 313-323.*
- [25] 马明辉, 关春江, 冯金祥, 等. 环渤海湿地芦苇对 TC、TN、TP 吸收通量的研究[J]. *海洋环境科学*, 2012, 31(3): 375-378.
Ma Minghui, Guan Chunjiang, Feng Jinxiang, et al. Uptake flux of total carbon, total nitrogen, total phosphorus in wetland of round Bohai Sea [J]. *Marine Environmental Science*, 2012, 31(3): 375-378.

Suitability evaluation of reed wetland restoration in the Tianjin Binhai New Area

XU Yan¹, XU Zi-zhou^{1, 2}, LIANG Bin¹, LUO Hao¹, BAO Chen-guang¹, LIANG Yan-hui¹, MA Ming-hui¹

(1. National Marine Environmental Monitoring Center, Dalian 116023, China; 2. Dalian Maritime University, Environmental science and Engineering College, Dalian 116026, China)

Received: Apr. 22, 2015

Key words: Wetland restoration; suitability; Binhai New Area

Abstract: In this study the evaluation of reed wetland restoration in the Tianjin Binhai New Area has been carried out using a combined comprehensive evaluation model and spatial analysis function methodology, which utilized land use, soil type, slope, rainfall and human activity as evaluation factors. It has been found that the 21.46% and 21.87% regions were suitable for developing wetland restoration, whereas the 56.68% region was not. The most suitable regions for wetland restoration were determined to be the area surrounding the Wetland Nature Reserve, the downstream area of the Duliujian River, the Beitang estuary, the coastal tidal flats in the north port, and along various locations on both sides of the Haihe River basin. Based upon the results of the suitability evaluation, we suggest key areas of future wetland restoration and construction. Reed absorption fluxes of TC, TN and TP were about $1.3935 \times 10^4 \text{t}$, $0.0258 \times 10^4 \text{t}$, $0.0017 \times 10^4 \text{t}$, can effectively reduce the effects of sea pollution and contaminants on the near shore environmental quality. The results given within this study provide a scientific basis for the ecological restoration, land use structure adjustment and landscape optimization. for the management of Tianjin wetland.

(本文编辑: 康亦兼)