

# 辽河三角洲滨海湿地景观规划预案设计及其实施措施的确定

李晓文\*, 肖笃宁, 胡远满

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

**摘要:** 系统介绍了景观规划“预案”研究的有关概念及预案设计的原则和方法。以辽河三角洲滨海湿地为实例, 对其协调区域开发与湿地保护的景观规划进行了多预案设计, 运用景观生态决策与评价支持系统(LEDESS)确定实现各预案所需措施并对其涉及的空间范围进行了模拟和定位。模拟结果以空间直观的形式显示实现各预案景观规划目标所需采取的措施和涉及的空间范围, 可为区域开发的方法和模式选择、湿地保护的生态工程设计提供具体的参考依据。

**关键词:** “预案”研究; 景观规划与评价; LEDESS 模型; 实施措施; 辽河三角洲湿地

## The landscap planning scenarios designing and the measures identification in the Liaohe River Delta wetland

LI Xiao-Wen, XIAO Du-Ning, HU Yuan-Man (Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Science, Shenyang, 110015, China)

**Abstract:** The concept, principle and methodology of scenarios study and its application in regional landscape planning were introduced. As a case study in Liaohe River Delta wetland aiming to compromise the intensively competed landuse between the regional development and nature conservation, three landuse scenarios were designed and elaborated according to the different landscape targets. Based on Landscape Ecological Decision and Evaluation Support System(LEDESS), the measures to realize landscape targets were developed and their relevant spatial scope were identified. The spatially explicit results produced from LEDESS can provide the foundation and be served as practical references for the wetland ecological engineering to achieve the landscape targets of the scenarios.

**Key words:** scenarios study; landscape planning and evaluation; LEDESS model; measures; Liaohe River Delta wetland

文章编号: 1000-0933(2001)03-0353-12 中图分类号: Q149 文献标识码: A

### 1 有关概念

“预案”研究方法(Scenarios approach)作为协助决策的工具可追溯至本世纪 50 年代, 欧美一些核物理学家率先采用这种方法, 通过计算机模拟解决有关概率等非确定性问题。70 年代初, 欧美国家的不少公司和政府机构开始将“预案”研究(Scenarios study)作为规划与决策的一种工具。从决策论角度, “预案”(Scenario)可定义为“对现状、未来存在的可能性, 决策者对未来所期待的状态的描述, 以及相关的系列事件, 经由这些事件可将现存状态导向未来的目标”<sup>[1]</sup>。与传统的预测研究不同, 预案研究目的主要不是用来回答“将会发生什么? 而是着重“如果… , 也许将会发生什么? 因此, 预案研究侧重对未来各种可能性的探索并寻求实现的途径, 而不仅是对未来的预测。设计“预案”时, 首先必须把握现实真实的状况, 缺乏现实基础的预

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(项目编号 49631040)

收稿日期: 1999-11-19; 修订日期: 2000-11-21

作者简介: 李晓文(1968-), 男, 湖北武汉人, 博士。主要从事湿地和景观生态学研究。

\* 通讯址: 北京大学城市与环境学系生态室, 100871。

案将是一个无法检验的“科学”虚构；同时还必须找到实现的路径，否则，所设计的预案不过是“乌托邦”式的理想。依据可能性与决策之间的关系，可将其划分为如下范畴(如图 1)：①潜在可能的(Possible)，②较可能的(Probable)(包含于前者范畴内)，③所期望的(Desirable)(至少与前两种范畴有部分重叠)。对未来的预测应主要着眼于“较可能”(Probable)的范畴。而对未来“潜在可能”性的探索则需要通过对未来精心的设计来发掘。“所期望”范畴属于决策的范畴。如果决策者对未来的期望是“较可能的”，则决策是可行的。问题是如果“较可能”范畴并不是决策者“所期望”的，此时就必须在“潜在可能”与“所期望”范畴的交集中寻求解决途径<sup>[2]</sup>。

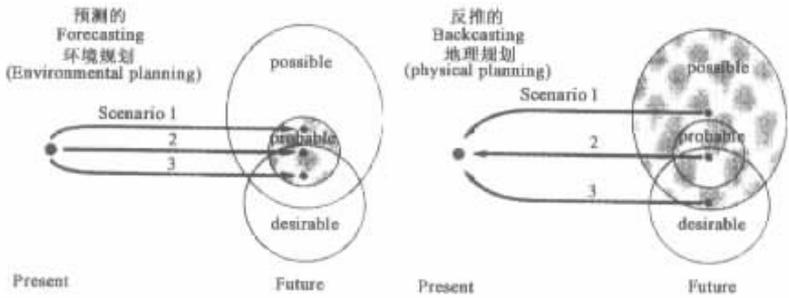


图 1 预测性预案与反推式预案<sup>[2]</sup>

Fig. 1 Forecasting and backcasting scenario

图 1 示两种不同类型的预案：预测的(Forecasting)和“反推的”(Backcasting)。预测性的预案研究仅将设计的各种可能依现实趋势投射到未来“较可能(Probable)的范畴中。大部分的环境规划属于这一类，如预测气候变化对不同生态系统可能带来的影响等。这类预案研究中，各类预测模型成为来确定环境因子变化所导致影响的主要工具。“反推式”预案研究则首先对决策对象未来潜在可能性(Possible)进行分析，在此基础上进行初步规划设计，再返回现状进行比较，寻找实现途径并最终确定决策者所期望的选择。这种“反推”式的预案研究程序则往往是生态与地理规划所采用的，而所谓决策支持系统(Decision-support systems, DSS)在此常作为反推式预案研究的工具<sup>[3]</sup>。

80 年代，随着环境问题的日益突出，欧美生态学与景观规划学家将预案研究方法运用于协调保护与开发的矛盾，以可持续发展为目标的区域与环境管理、规划的实践中。欧洲的景观生态学者，就反推式预案研究应用于乡村环境管理和规划方面作了大量工作，涉及水资源管理、污染物控制、莱茵河流域大规模湿地恢复、物种保护和生态旅游等诸多方面<sup>[4~6]</sup>。反推式预案研究方法应用于区域景观规划，其程序如图 2：①预案的设计；②返回现状(一种反推的过程)以寻找并描绘从现状到“所期望”未来(Desirable future)的实现途径。③对规划与设计的评估(生态后果、经济投入等)。在规划与设计阶段，运用有关生态系统和景观水平的知识寻找和构建解决问题的方法，整体论的方法在此阶段显得尤为重要，而对规划和设计的评价则是一个分析的过程。由于预案研究的整个过程是一个交替循环的过程。因此，评价的结果往往需要重新输入新一轮规划过程中以调整预案并重新评价它们，最终完成更为综合性的规划与数据

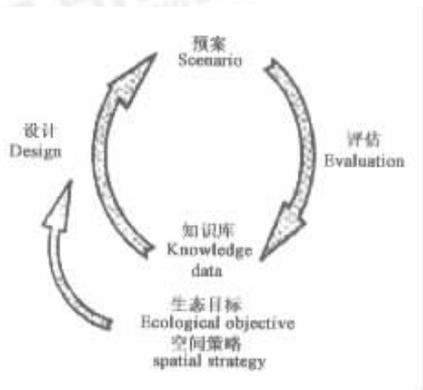


图 2 反推式预案研究的交替循环程序<sup>[3]</sup>

Fig. 2 The cycling procedure of backcasting scenarios

由于预案研究的整个过程是一个交替循环的过程。因此，评价的结果往往需要重新输入新一轮规划过程中以调整预案并重新评价它们，最终完成更为综合性的规划与数据

辽东湾滨海湿地位于辽宁省盘锦市境内,辽河三角洲最南端,双台河口入海口处,大致为目前辽宁双台河口国家级自然保护区所辖范围(图 3)。地理位置  $121^{\circ}30' \sim 122^{\circ}00'E, 40^{\circ}45' \sim 41^{\circ}10'N$ ,主要湿地景观类型为人工管理的近  $80\,000\text{hm}^2$  世界第二大的芦苇沼泽及大面积的潮间滩涂和浅海湿地。这些不同类型湿地类型构成 100 多种水禽重要的栖息地和繁殖地,本区是丹顶鹤在地球上繁殖分布的最南限,同时也是黑嘴鸥在世界上最重要的繁殖地。辽宁双台河口国家级自然保护区作为一个以保护丹顶鹤、黑嘴鸥等珍稀水禽及其赖以生存的湿地生态系统为主的野生动物类型自然保护区,在 1993 年被纳入“中国人与生物圈”保护区网络<sup>[7,8]</sup>。

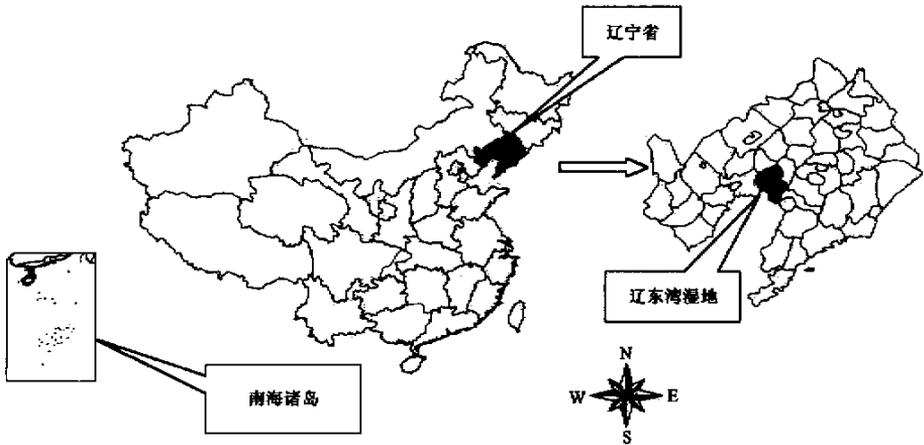


图 3 辽东湾湿地地理位置图

Fig. 3 The geographical position of the Liaohe River Delta wetland

另一方面,辽河三角洲也是我国重要的油气资源基地,我国第三大油田——辽河油田即坐落于此。同时,辽河三角洲还是全国重要的粮食开发及水产养殖基地,特别是 80 年代中期以来进行的两期三角洲农业综合开发已彻底改变了昔日“南大荒”的原貌,而代之以自然斑块与人为斑块复杂镶嵌的景观,自然保护与经济开发的矛盾日益突出<sup>[9,10]</sup>。

### 3 协调区域农业开发与湿地保护的景观规划“预案”设计

#### 3.1 经济目标和人为活动

辽河三角洲的西岸淤积着大面积的滩涂湿地。新生滩涂湿地具有重要的生物保护价值,应重视对其进行保护。但按照现行保护区管理规定:将所有新生湿地划为保护区核心区的同时,还要维持原有的保护区边界,从较长时期,缺乏现实性,从生态经济角度讲是一种浪费。实际上,由于辽河三角洲为典型的淤长型滨海湿地,湿地淤长带动的生境演替不断产生新生滩涂湿地,同时随着植被脱盐化、草甸化过程也将导致的原有生境的退化,这部分失去保护价值的生境完全可以用作其他经济用途。

基于上述认识,本研究假定,若干年后,由于经济发展的需要,西岸(包括部分东岸区域)也需要进行大规模农业开发,且经济开发规模(水稻田及水产养殖)与业已完成的东岸大洼小三角洲农业开发规模相似,研究的焦点是如何通过各种可能的湿地调整、生境补偿措施兼顾湿地生物保护与农业开发的需求,以避免东岸开发过程所导致的黑嘴鸥、丹顶鹤重要生境的消失。由于农业开发是在保护区内进行,其规模和开发方式显然应受到一定限制,本研究假定的开发规模为  $8\,000\text{hm}^2$ 。另外,为减轻生境破碎化的影响,开发方式采取从苇田边缘逐渐推进,与滩涂湿地淤长方向一致的“滚动”开发模式(图 4)。

伴随区域农业开发,建成区的扩展是可以预见的,滩涂水产养殖作为区内一项重要人类经济活动,也应予以考虑。区内大规模油田开发铺设了大量的道路和油井,作为点状和线状地物,它们不会显著改变区域土地性质,但对生境造成的分割和干扰作用,对水禽生境有着深刻的影响。为简化问题,本研究没有将油

田开发作为一种单独规划目标,在对“预案”进行评估时,将与油田开发有关的油井、道路等人为设施作为重要的生境破碎化因子予以考虑。

### 3.2 物种保护与生境补偿

湿地调整(Wetland mitigation)的原则要求在区域开发过程中,通过一定补偿措施维持天然湿地“无净损失”(No-net-loss)<sup>[11,12]</sup>。滩涂地区发展苇田及采取一定措施(如建生境岛等)人工恢复、创造翅碱蓬滩涂生境是两个有关生物保护与生境补偿的景观规划目标。本区处于人工管理下的苇田是濒危保护水禽丹顶鹤和众多鹭类、雁鸭类等淡水鸟类的良好生境。大规模农业开发将占用大面积的苇田,因此有必要通过一定人为手段,扩展苇田面积,补偿其损失。但滩涂苇田开发也会占用本区最具特色的保护物种黑嘴鸥等滩涂鸟类适宜的潮间滩涂。因此用于补偿农业的损失而进行的滩涂苇田开发必须控制适度规模,这也限制了农业开发的规模。同时,依据湿地调整原则,还必须采取相应的措施补偿滩涂生境的损失。总之,如何协调辽东湾湿地稻田开发、水产养殖、建成区扩展、苇田开发和滩涂鸟类生境保护对土地资源需求的冲突,并寻找合理的空间解决方案及管理模式,是本研究的着眼点。

### 3.3 预案设计原则及方法

在进行“预案”设计时,可以采取所谓“Bottom-up”及“Top-down”两种互补的方法<sup>[13]</sup>。“Bottom-up”的方法是同时考虑所有决定景观规划的限制因素,以明确规划的各种可能性及其供选择范围的边界。所考虑因素应与研究目的相关,本文研究目的是通过合理规划途径,寻找缓解农业开发与生物保护的矛盾,针对此研究目的,“Bottom-up”的研究方法应考虑如下因素:①区域农业开发的强度及其限制;②生物保护、生境补偿的方式及其限制;③与规划目标相关的自然生态单元的适宜性及其被改变的可能性;④所有与目标物种生境需求有关的生境类型;⑤所有有利于实现规划目标生境管理方式;⑥空间策略及其分布格局。

上述因素可以被看作构造景观规划“预案”的基本素材,由于这些因子本身也存在一定变动范围,理论上,其不同的组合结果也将是极其多样的,但并非每一组合的结果都有意义。此时,需采取“Top-down”的方法对其进行筛选。“Top-down”的方法是基于景观要素设计的一些基本原理和概念,将这些不同因子经过筛选组合成连贯的、有意义的、相互关联的景观要素组合。它强调的是一种整体论的方法,着眼于控制景观结构及其变化的驱动力和过程而非单一的生境因子。本研究中,水盐动态导致的生境及植被演替过程、区域农业开发与生物保护(生境补偿)的矛盾与协调过程被认为是本区景观变化的主要驱动因子。这样,在“预案”设计过程中,“Top-down”把握、限定预案设计的方向及可能性,而“Bottom-up”则提供构建“预案”的基本材料,并使“预案”在规划与评价过程中维持“同质性”,同时由于同一“构件”(某一因子),可用于设计不同“预案”,可方便对不同“预案”及其结果进行比较<sup>[13]</sup>。

### 3.4 预案设计

依据上述预案设计原则,有关假设和限制因子,基于协调农业开发与湿地保护的目标,本研究提出以下3个预案:A. 湿地调整 B. 生境管理 C. 农业开发。3个预案的景观规划目标图分别如图5、图6及图7,各预案景观规划、生境管理目标及生境补偿途径分别如表1及表2。其中,“湿地调整”和“生境管理”两个预案都是通过不同数据生境补偿措施以减轻农业开发对生境造成的破坏,并优化生境质量。但前者涉及大规模土地利用方式的调整并要求在数量上维持湿地生境“无净损失”,同时十分强调应采取的空间策略(表

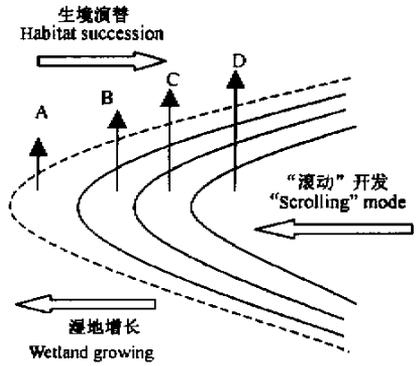


图4 辽东湾滨海湿地生境演替及其“滚动”开发模式 (A:浅海湿地 B:潮间带裸滩涂 C:潮上带翅碱蓬滩涂 D:芦苇沼泽及草甸)

Fig. 4 Habitat succession and “scrolling” development mode in Liaohai River Delta wetland (A: shallow sea wetland B: intertidal bare beach C: upper intertidal beach covered by *Suaeda* grassland D: Reed marsh or meadow)

3),而后者主要依靠各种生境管理措施减轻生境破碎化因素的影响以优化生境质量。预案 C(农业开发)则在进行大规模农业开发的同时,不采取任何生境补偿措施,预案 C 可用以评估农业开发的影响。3 个预案所涉及的大规模农业开发均采用与滩涂湿地淤长方向一致的“滚动”开发模式以尽量减轻生境破碎化的影响。将各预案导致的生态后果与现状进行比较,最终可以确定农业开发(预案 C)导致的生态后果,以及预案 A、预案 B 所采取的生境调整和生境管理措施的效果。

表 1 各预案的景观规划和生境管理目标

Table 1 Landscape targets and habitat management of the scenarios

| 规划及生境管理目标<br>The targets of landscape<br>planning and management | 预案 A<br>Scenario A                  | 预案 B<br>Scenario B                                     | 预案 C<br>Scenario C     |
|--|-------------------------------------|--|------------------------|
| 水稻田 Paddy fields   | 开发 8000hm <sup>2</sup>              | 开发 8000hm <sup>2</sup>                                 | 开发 8000hm <sup>2</sup> |
| 虾蟹田 Aquacultural fields  | 维持原有规模                              | 基本维持原有规模   | 维持原有规模                 |
| 建成区 Built-up area  | 扩展 800hm <sup>2</sup>               | 扩展 800hm <sup>2</sup>                                  | 扩展 800hm <sup>2</sup>  |
| 芦苇沼泽 Reed marsh  | 通过生境补偿措施维持芦苇湿地没有净损失,通过生境管理减轻破碎化因素影响 | 不采取大规模湿地调整等工程措施对生境进行补偿,通过生境管理措施提高生境质量,并对退化苇田生境进行恢复。    | 维持原状                   |
| 翅碱蓬滩涂<br><i>Suaeda</i> intertidal beach                          | 通过生境恢复及补偿手段维持翅碱蓬滩涂面积上无净损失,并提高其生境质量。 | 不采取大规模湿地调整等工程措施对生境进行补偿,通过生境管理措施提高生境质量,并对退化翅碱蓬滩涂进行生境恢复。 | 维持原状                   |
| 道路 Main roads *  | 对核心生境某些路段重新规划                       | 两侧营建防护林带减少路面裸露面积,减轻车辆、噪声对水禽生境的影响                       |                        |
| 油井 Oil wells *   | 在核心区部分,依照立地自然植被对其进行人工伪装,并拆除废弃油井。    | 对所有工作油井进行人工伪装,并拆除废弃油井。                                 | 维持原状                   |

\* 生境管理目标 Management targets

表 2 各预案总体目标和生境补偿途径

Table 2 The general objectives and habitat compensation for each scenarios

| 预案<br>Scenario                      | 总体目标<br>Objectives  | 生境补偿途径<br>The methods of habitat compensation          |
|-------------------------------------|---|--|
| A. 湿地调整<br>Wetland mitigation       | 在大规模农业开发背景下,通过湿地调整、生境补偿等措施,维持自然湿地面积无净损失(no-net-loss),并优化生境质量。 | 通过区域范围内大规模湿地生态工程对生境进行恢复和补偿,核心区内辅以相应的生境管理手段。            |
| B. 生境管理<br>Habitat management       | 主要通过各种生境管理措施,优化生境质量,以尽量减少、补偿农业开发对生境造成的破坏。                     | 不采用大规模湿地生态工程,不涉及大范围土地利用方式的改变,主要通过湿地生境一系列优化管理措施对生境进行补偿。 |
| C. 农业开发<br>Agricultural development | 仅以大规模农业开发为目的,不考虑生境补偿。   | 无  |

#### 4 各预案景观规划目标所需措施的确定

##### 4.1 区域景观要素的分级分类:自然生态单元与地表覆盖物

景观要素的分级分类是分析判定生境适宜性的基础,从水禽生境角度而言,辽河三角洲立地的无机自然条件(Abiotic condition),即自然生态单元(Physiotope)和在其上发育的以植被为主的地表覆盖物类型(Landcover type)不同组合与匹配方式决定着生境的适宜性。

研究中选取土壤水分、盐分和及其机械组成作为影响自然生态单元分类的主导因子,就辽河三角洲滨

海湿地而言,这3个因子的相互作用决定着生境演变及相关的植被过程,从而也深刻的影响着生境的适宜性及其变化。依据胡远满的工作<sup>[7]</sup>,将区域土壤水分状况分为干燥、潮湿、浅积水、深积水和潮间带5个等级;土壤盐分划分为盐渍化、半盐渍化和非盐渍化3个类型;土壤机械组成划分为粘土质和粉沙质两种类型。

表3 预案A的景观规划目标及相关的湿地调整措施、空间策略和生境管理手段

Table 3 Landscape targets, measures and spatial strategies of wetland mitigation in "No-net-loss" scenario A

| 景观规划目标<br>Landscape targets             | 规划面积<br>Planning scale | 湿地调整的方法<br>Measures of<br>wetland mitigation | 空间策略<br>Spatial strategies          | 管理措施<br>Management types                |
|---|------------------------|--|-------------------------------------|---|
| N1 水稻田<br>Paddy fields                  | 开发 8000hm <sup>2</sup> | M2 排水并耕作<br>M3 淡水灌溉并耕作                       | “滚动”开发,尽量减轻生境破碎化。充分利用不适生境和边缘生境。     | 化肥、农药污染控制,减轻污染物迁移与扩散。                   |
| N3 建成区<br>Built-up area                 | 扩展 800hm <sup>2</sup>  | 基建   | 主要基于原有规模的扩展并尽量利用非适宜生境,集中使用土地资源并控制规模 | 人为活动、生活及工业污水的控制与管理。                     |
| N2 虾蟹田<br>Aquacultural fields           | 维持 2000hm <sup>2</sup> | 建造虾蟹池<br>排水(淡水)并沟通与海水联系                      | 控制规模并尽量避开黑嘴鸥生境敏感区域。                 | 减轻人为活动的干扰并控制海水污染。                       |
| 苇田<br>Reed marsh                        | 维持无净损失,并改善生境质量         | M1 淡水灌溉<br>控制水位<br>建防潮堤并淡水灌溉                 | 成片扩展,损失部分通过利用废弃虾蟹田和滩涂开发补偿。          | 严格控制人为活动、拆除对核心区废弃油井,对工作油井进行伪装,对部分道路重新规划 |
| 翅碱蓬滩涂<br><i>Suaeda</i> intertidal beach | 恢复、人工模拟黑嘴鸥生境,并改善其生境质量。 | 恢复与潮水联系<br>建造生境岛<br>利用废弃的虾蟹田                 | 依照物种迁移趋势、“集中”与“分散”相结合               | 严格控制油田开采、水产养殖等人为活动,对部分敏感区道路重新规划。        |

表4 辽东湾湿地自然生态单元类型划分

Table 4 The classification of Physiotopes in Liaohe River Delta wetland

| 自然生态单元 Physiotopes |   | 地表覆盖物 Land cover |                                      |
|--------------------|---|------------------|--------------------------------------|
| 编码 Code            | 类型划分 Classification                     | 编码 Code          | 类型划分 Classification                  |
| P1                 | 潮湿盐渍化粘土 Wet salt clay                   | C1               | 翅碱蓬滩涂 <i>Suaeda</i> intertidal beach |
| P2                 | 潮湿半盐渍化粘土 Wet brackish clay              | C2               | 芦苇沼泽 Reed marsh                      |
| P3                 | 浅积水半盐渍化粘土 Shallow water brackish clay   | C3               | 灌丛草地 Shrubs & weeds                  |
| P4                 | 浅积水非盐渍化粘土 Shallow water fresh clay      | C4               | 水稻田 Paddy field                      |
| P5                 | 潮下带盐渍化粉沙潮滩 Lower intertidal sand beach  | C5               | 河流 River                             |
| P6                 | 深积水半盐渍化粘土 Deep water brackish clay      | C6               | 虾蟹田 Shrimp & crab ponds              |
| P7                 | 深积水非盐渍化粘土 Deep water fresh clay         | C7               | 水库 Reservoir                         |
| P8                 | 潮上带盐渍化淤泥质潮滩 Upper intertidal clay beach | C8               | 裸滩涂 Bare beach                       |
| P9                 | 虾蟹田 Shrimp & crab fields                | C9               | 潮沟 Tidal ditches                     |
| P10                | 河流 River                                | C10              | 建成区 Built-up area                    |
| P11                | 建成区 Build-up area                       |                  |                                      |

在 Arc/Info 地理信息系统的支持下,将水分、盐分和土壤机械组成等因子图进行空间叠加,并重新分类,得出综合3个因子的自然生态单元分类图,考虑到建成区、虾蟹田、河流及潮间带的特殊性,将这些景

观要素类型单独列出。地表覆盖物主要取决于植被和土地利用类型,并进一步考虑植被间的演替关系和区域土地利用类型。最终,自然生态单元和地表覆盖物类型划分如表 4,各类型空间分布如图 8 和图 9。

4.2 LEDESS 模型:确定景观规划目标所需措施

LEDESS 模型,即景观生态决策与评价支持系统(Landscape ecological decision and evaluation support system, LEDESS)是一个基于知识库系统和栅格(Grid)地理信息系统、集成多种空间分析功能的空间明晰化(Specially explicit model, SEM)模型<sup>[14]</sup>,可处理用户定义的针对不同研究区域和研究目标的图层数据和知识库系统(Knowledge-based system)<sup>[15]</sup>。用来评估规划方案导致的生态后果,此模型依据的生态学原理是:植被动态是一个取决于自然生态单元、景观规划的目标植被和相应管理措施的过程。模型的主要操作包括景观规划决策及对其生态后果评价,包括立地、植被和生境等相互关联的模块(如图 10)。其中,运用立地模块用来生成各景观规划目标所需措施并对这些措施进行空间定位(图 11)。

4.3 确定所需“措施”的知识库

用户知识库系统的构建是运用 LEDESS 模型的关键步骤。知识库系统使用户通过某种标准格式以系统组建已获得的知识,并使 LEDESS 模型能方便的加以利用。表 5 即为通过对比景观规划目标与当前的自然生态单元类型以确定所需采取的措施的知识库表。如想在潮湿盐渍化粘土(P1)自然生态单元类型上发展芦苇沼泽(N4),可通过淡水灌溉(M1)来实现;欲在潮间带(P10)上发展苇田,则需建堤并淡水灌溉(M4)。另外,有些自然生态单元类型本身就适合某类规划目标,如浅积水半盐渍化粘土(P4)本身即适于发展苇田,无须任何措施(0),还有一些自然生态单元类型,依照现实可能性,找不到合适措施实现规划目标,如想在河流(P10)或建成区(P11)中发展苇田(N4)是不现实的。

表 5 通过景观规划目标和自然生态单元以确定所需措施的知识库表

Table 5 The knowledge table to identify the measures based on landscape targets and existing physiotopes

| 景观规划目标<br>Landscape targets | 现存自然生态单元类型 Existing physiotopes |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------------------|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                             | P1                              | P2  | P3  | P4  | P5  | P6  | P7  | P8  | P9  | P10 | P11 |
| N0                          | M11                             | M11 | M11 | M11 | M11 | M11 | M11 | M11 | M11 | M11 | M11 |
| N1                          | M3                              | M3  | M2  | M11 | 99  | M2  | M2  | M3  | M3  | 99  | 99  |
| N2                          | M7                              | M7  | M7  | M7  | M7  | 99  | 99  | M7  | M11 | 99  | 99  |
| N3                          | M10                             | M10 | M10 | M10 | 99  | 99  | M10 | M10 | 99  | 99  |     |
| N4                          | M1                              | M1  | M11 | M11 | 99  | M5  | M5  | M4  | 99  | 99  |     |
| N5                          | M11                             | M6  | M6  | 99  | 99  | 99  | 99  | M8  | M9  | 99  | 99  |

\* N0—维持原状 N1—水稻田 N2—虾蟹田 N3—建成区 N4—芦苇沼泽 N5—生境恢复(滨海鸟类) P1—潮湿盐渍化粘土 P2—潮湿半盐渍化粘土 P3—浅积水半盐渍化粘土 P4—浅积水非盐渍化粘土 P5—潮下带盐渍化粉沙潮滩 P6—深积水半盐渍化粘土 P7—水库 P8—潮上带盐渍化淤泥质潮滩 P9—虾蟹田 P10—河流 P11—建成区 0—无须采取措施 M1—淡水灌溉 M2—排水并耕作 M3—淡水灌溉并耕作 M4—建堤并淡水灌溉 M5—控制适宜水位 M6—海水联系 M7—建虾蟹田 M8—建生境岛 M9—利用废弃虾蟹田 M10—基建 M11—维持原状 99—无合适措施

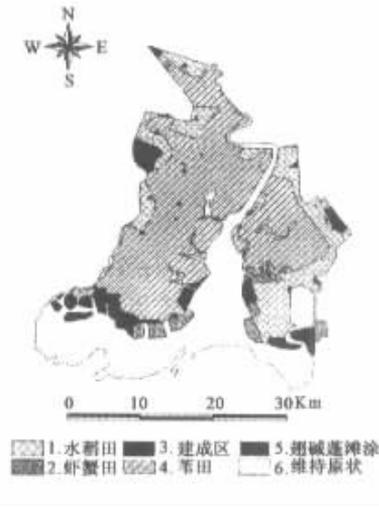


图 5 预案 A 的景观规划图

Fig. 5 Landscape targets map of scenario A (Wetland mitigation)

1. Paddy 2. Atuaculture fields 3. Built-up area 4. Reed marsh 5. Suaeda grassland 6. Remaining originally

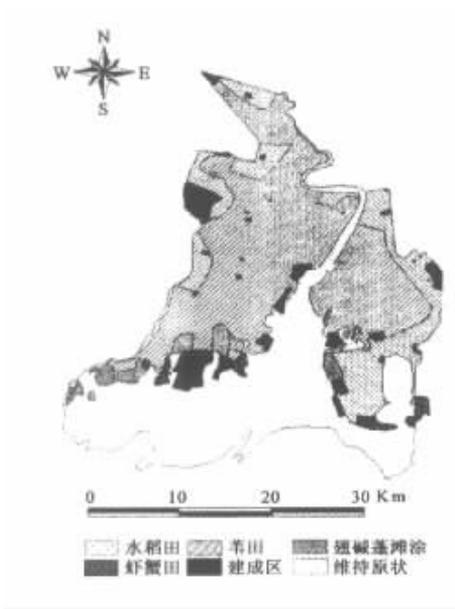


图 6 预案 B 的景观规划图

Fig. 6 Landscape targets map of scenario B  
Legends see fig. 5

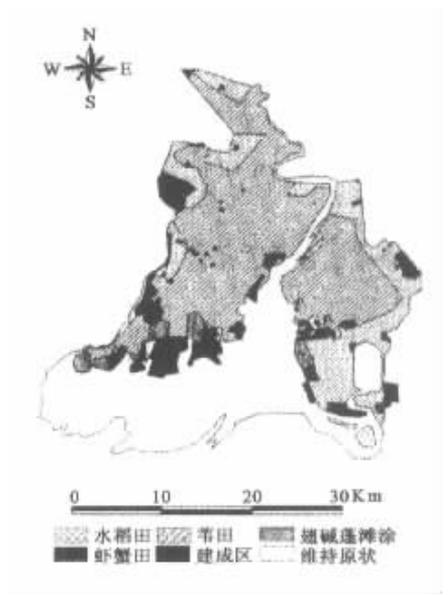


图 7 预案 C 的景观规划图

Fig. 7 Landscape targets map of scenario C  
Legends see fig. 5

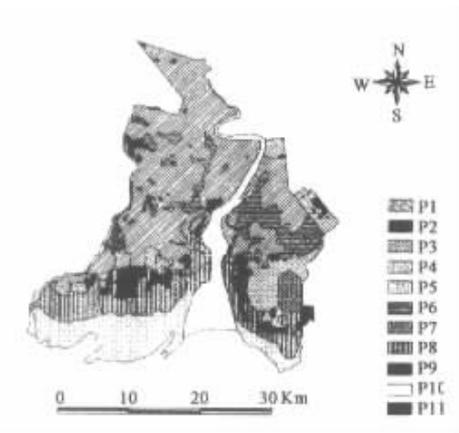


图 8 辽河三角洲湿地自然生态单元分类图

Fig. 8 The physiotope maps of Liaohe River Delta wetland  
P1~P11 Legends see table 4

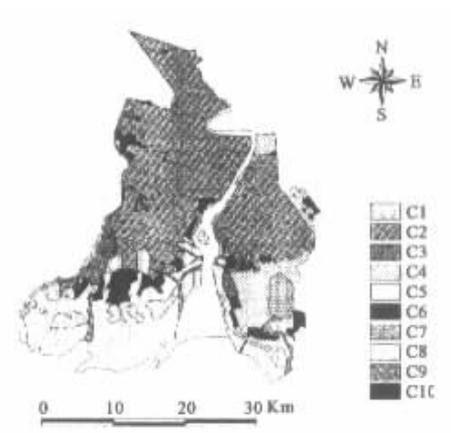


图 9 辽河三角洲湿地地表覆盖物分类图

Fig. 9 Landcover maps of Liaohe River Delta wetland  
C1~C10 Legends see talbe 4

### 5 结果与讨论

LEDESS 模型作为一种地理和生态规划的工具,在知识库系统的支持下,通过将规划目标与现状(自然生态单元)的比较,最终确定实现规划目标所需的措施。实际上,作为“反推式”预案研究关键的一步就是要寻找能将现状导向未来目标的途径。本研究中,LEDESS 模型作为一种媒介,不断让规划目标“反推”至现状,在“**现实与数据**”反复“对话”过程中,找到实现未来规划目标的方法和途径,并以空间明晰化的方式予以表达。

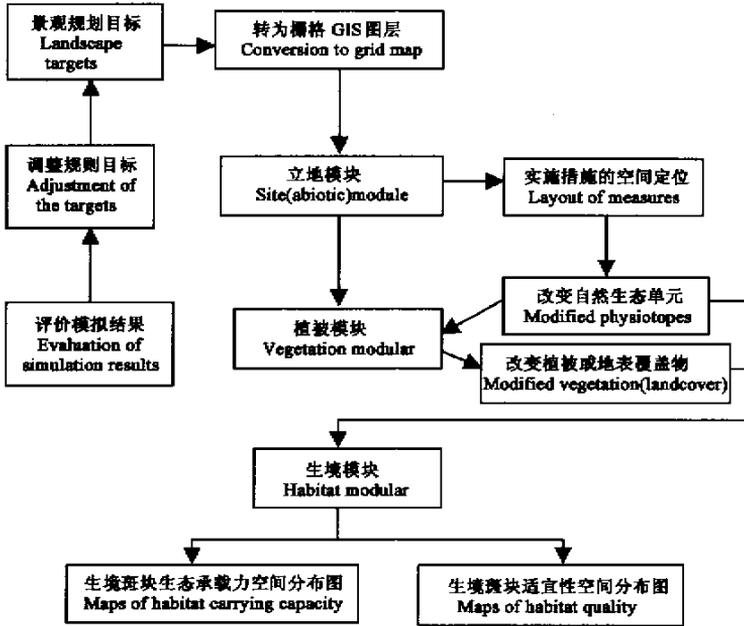


图 10 LEDESS 模型的系统结构

g. 10 The system structure and operation of LEDESS-model

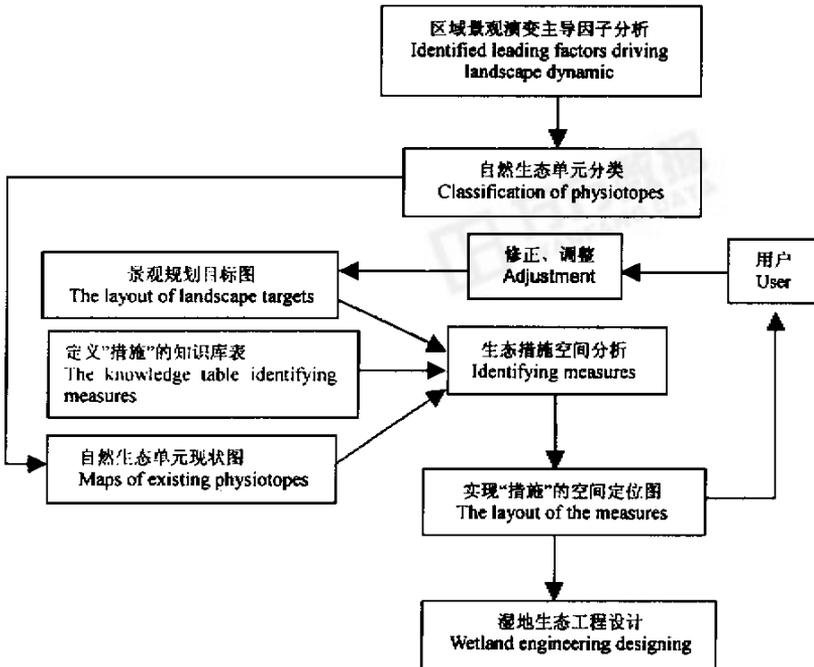


图 11 LEDESS 模型立地模块系统结构图

The systematic and operation of site modular of LEDESS-model

预案 A(湿地调整)是一个通过大规模湿地调整措施来缓解区域农业开发与自然保护矛盾的景观规划方案。图 12 显示了实现预案 A 的规划目标所需采取的湿地调整措施及涉及的空间范围。对比图 12 与图 13 可看出,农业开发(8000hm<sup>2</sup>)主要利用苇田靠近内陆外侧的边缘生境。在保护区的西岸(如东郭苇场外缘及欢喜岭镇附近),一部分芦苇沼泽由于高强度的油田开发导致严重的生境破碎化,对丹顶鹤等珍稀水禽而言,实际上已基本失去利用价值,通过排水耕作(M2)的措施开发为稻田(7230hm<sup>2</sup>),另一部分苇田,其植被伴随地势抬高、脱盐化等湿地演变过程,开始演替为灌丛草甸等植被类型,也逐渐丧失了作为水禽生境的功能,则通过灌溉耕作(M3)将其转变为稻田(684hm<sup>2</sup>)。而在保护区东岸(赵圈河苇场外缘),稻田开发所利用的苇田则是在原有基础上的扩展(M2)。



图 12 预案 A 湿地调整的措施及涉及的空间范围

Fig. 12 The measure layout for wetland mitigation of scenario A

Legends 1~10 are as same as fig. 13, 11. Remaining originally

实现预案 B 和预案 C 的规划目标所需有关措施及其涉及的空间范围分别如图 14 和图 15。其中,主要经济目标,如水稻开发、建成区扩展的规模和方式与预案 A 一致,预案 C 仅包括稻田开发、建成区扩展等经济目标,对自然湿地维持原状,不采取措施对其损失进行补偿。

预案 C 主要用做对照,以评估上述经济活动导致的生态后果。预案 B 则主要通过一定生境管理措施,以

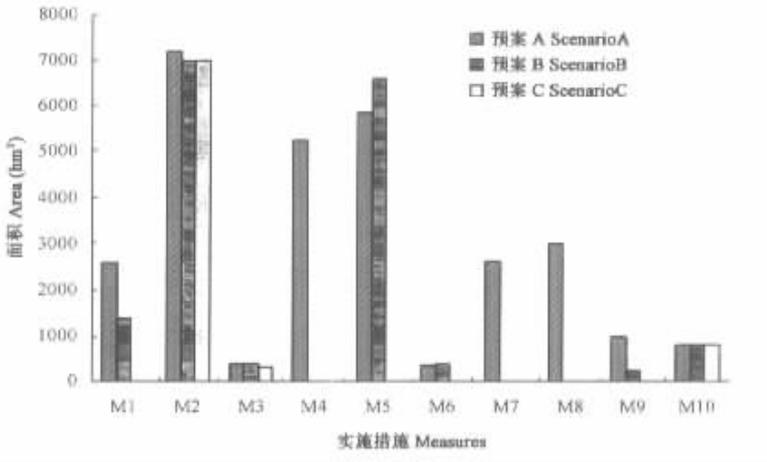


图 13 各预案所需采取的措施及其面积

Fig. 13 The measures and their spatial scopes of the scenarios

M1:淡水灌溉 Irrigation M2:排水并耕作 Drainage & cultivation M3:淡水灌溉并耕作 Irrigation & cultivation M4:建堤并淡水灌溉 Building dyke & irrigation M5:控制适宜水位 M6:恢复与海水的联系 Reconnection seawater M7:建虾蟹田 Building aquacultural ponds M8:建生境岛 Building habitat islands M9:利用废弃虾蟹田 Utilizing deserted aquacultural ponds M10:基建 Infrastructure construction.

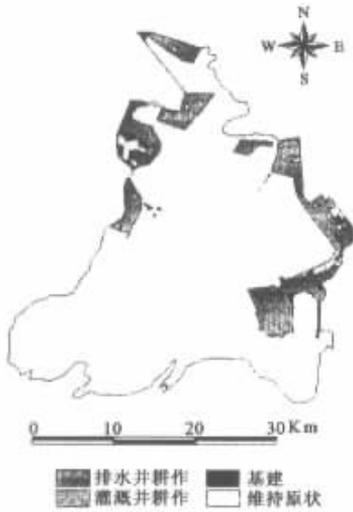


图 14 实现预案 C 的措施及空间范围

Fig. 14 The measure layout of scenario C

Legend see fig. 13

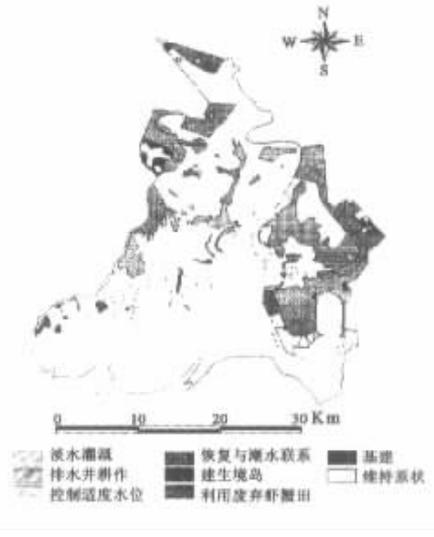


图 15 实现预案 B 的措施及涉及的空间范围

Fig. 15 The measure layout of scenarios B

Legend see fig. 13

减轻生境破碎化影响来优化生境质量,即通过对生境质量的改善来弥补其总量上的损失。另外,预案 B 也采取了一定湿地调整措施以补偿湿地损失,但与预案 A 不同,预案 B 不采取兴建拦潮堤、建生境岛等投资巨大、人为大规模改变湿地性质的工程措施。如针对芦苇湿地而言,主要通过合理灌溉(M1)、控制过高水位(M5)等措施将灌丛草甸转变为苇田(1384hm<sup>2</sup>),并将深积水苇田转变为浅积水苇田(6600hm<sup>2</sup>)以弥补芦苇湿地损失。针对黑嘴鸥滩涂生境,主要包括局部地区恢复与海水联系,即 M6(403hm<sup>2</sup>)、M7(133hm<sup>2</sup>)等措施恢复原来潮间滩涂性质,以及在局部生境敏感区将部分虾蟹田废弃从而转变为黑嘴鸥繁殖生境(M11, 264hm<sup>2</sup>)等措施以弥补滩涂生境的损失。

通过 LEDESS 模型对实现各预案景观规划目标所需措施的空间模拟,不仅可以确定各预案所需措施,还可以使规划决策者直观地明确实施措施的具体方位,有利于具体的区域开发模式及生态保护措施的设计和实施。

### 参考文献

[ 1 ] Veeneklaas F R and van den Berg L M. Scenario building: art, craft or just a fashionable whim? In: Schoute, J. F. Th., Finke, P. A., Veeneklaas, F. R. et al, eds. *Scenario studies for the rural environment*. Kluwer Academic Publishers. Amsterdam, 1995.

[ 2 ] Harms W B. Scenarios for nature development. In: Schoute, J. F. Th., Finke, P. A., Veeneklaas, F. R. eds. *Scenario studies for the rural environment*. Kluwer Academic Publishers. Amsterdam, 1995.

[ 3 ] Schoonenboom I J. Overview and state of the art of scenario studies for the rural environment. In: Schoute, J. F. Th., Finke, P. A., Veeneklaas, F. R. et al, eds. *Scenario studies for the rural environment*. Kluwer Academic Publishers. Amsterdam, 1995.

[ 4 ] Apeldoorn R C, Jan P Knaapen, Peter Schippers, et al. Applying ecological knowledge in landscape planning: a simulation model as a tool to evaluate scenarios for the badger in the Netherlands, *Landscape and Urban Planning*, 1998, 45: 1-15.

[ 5 ] Foppen R P B & Reijnen R. Ecological network in riparian systems: examples for Dutch sustainable management of

rive basins. Backhuys Publishers, Leiden, 1998. 85~93.

- [6] Reijnen R, Harms W B, Foppen R P B V, *et al.* Ecological networks in river rehabilitation scenarios: a case study for the Lower Rhine, Lelystad, RIZA, Institute for Inland Water Management and Waster Water Treatment. Publications and reports of the project 'Ecological Rehabilitation' of Rivers Rhine and Meuse'. 1995. No. 58.
- [7] 胡远满. 人类活动对水禽生境的破碎化影响. 生物圈保护区及其持续发展国际学术研讨会, 昆明, 1997. 11
- [8] 肖笃宁. 辽河三角洲的自然资源与区域开发, 自然资源学报, 1994, **19**(1), 43~50.
- [9] 肖笃宁, 胡远满, 李秀珍, 等. 我国北方滨海湿地的生态环境特点和利用保护. 中国湿地研究. 长春: 吉林科技出版社, 1995. 262~268.
- [10] Xiao Duning, *et al.* Protection of littoral wetland in the Northern China: Ecological and environmental characteristics. *AMBIO*. 1996, **125**: 2~5.
- [11] Zedler J B. Ecological issues in wetland mitigation: an introduction to the forum. *Ecological Applications*, 1996, **6**(1): 33~37.
- [12] 李晓文, 胡远满, 肖笃宁. 湿地自然保护策略——生境的更新与调整. 见: 肖笃宁主编. 景观生态学研究进展. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1999a. 62~70.
- [13] Harms W B, Knaapen J P, Rademakers J G M. Landscape planning for nature restoration; comparing regional sceparios. In: Vos, C & P. Opdam. *Landscape ecology and management of a landscape under stress*. IALE-studies 1. Chapman & Hall, London, 1993.
- [14] Dunning J B and Stewart D J. Spatially Explicit Population Models: Current Forms and Future Use. *Ecological Applications*. 1995. **5**(1): 3~11.
- [15] Harms W B. Landscape fragmentation by urbanization in the Netherlands: options and ecological consequences. *Journal of Environmental Science*, 1999. **11**(2): 141~148.