

基于景观安全格局的曹妃甸新区生态基础设施构建研究^①

张利, 张乐, 王观湧, 王洪新, 许皞, 门明新*

(河北农业大学国土资源学院, 河北保定 071000)

摘要:通过对影响曹妃甸新区景观生态安全的水文、地质灾害和海岸防护、生物多样性保护、文化遗产和游憩 4 种景观过程进行分析和模拟, 运用最小累积阻力面模型和加权叠加方法, 分别构建了单一因素的高中低 3 种水平的景观安全格局, 进而采用析取运算(V)进行叠加, 形成了曹妃甸新区 3 种安全水平的综合安全格局。结果显示, 曹妃甸新区低、中、高 3 个不同安全水平的生态安全格局用地分别占研究区总面积的 14.15%、42.19%、25.02%。其中低水平安全格局为城市发展提供最基本的生态系统服务, 是城市发展底线, 须严格保护。研究可为曹妃甸新区国际生态城建设提供参考, 同时对促进中国东部沿海城市可持续发展也具有一定的参考意义。

关键词:生态基础设施; 景观安全格局; 土地利用; 曹妃甸新区

中图分类号: q149; p901

在中国经济高速增长, 城市化不断加快的过程中, 国土生态安全面临着严重威胁^[1], 如土地后备资源不足, 水资源短缺, 河湖调蓄能力下降, 城市空间结构不合理, 景观破碎化趋势明显等问题。如何构建合理的土地生态系统, 恢复景观生态平衡, 成为保障国土生态安全的关键问题之一^[2]。而解决这一关键问题的有效途径就是构建生态基础设施^[3](EI, ecological infrastructure)。生态基础设施从本质上讲是城市可持续发展所依赖的自然系统, 是城市及其居民能持续地获得生态服务的基础。这些生态服务包括提供新鲜空气、食物、游憩、安全庇护以及审美和教育等。生态基础设施不仅包括城市绿地系统的概念, 更广泛地包含一切能提供上述生态服务的城市绿地系统、林业及农业系统、自然保护地系统, 并进一步可以扩展到以自然为背景的文化遗产网络^[4]。

国际上, 早在 1870 年 奥姆斯特德发表的“Public Parks and the Enlargement of Towns”一文中便提到了建立公共绿地、公园地的社会性意义^[5-7]。1984 年, 生态基础设施首次出现在联合国教科文组织的“人与生物圈”的报告中, 这里的生态基础设施主要是指自然景观和腹地对城市的持久支持能力。不久, 有学者就用生态基础设施进行生物栖息地网络的设计^[8]。1990 年, 荷兰农业、自然管理和渔业部的自然政策规划也

提出了全国尺度的生态基础设施概念^[9]。进入 21 世纪, 西方国家又陆续提出绿色基础设施的概念^[10-11], 以期通过绿道或连接环节形成全州网络系统, 减少因发展带来的土地破碎化等负面影响。在我国, 2009 年俞孔坚以北京市为例, 基于 GIS 平台建立了最小耗费距离模型, 构建了北京市生态基础设施, 为区域生态安全格局研究提供了重要参考^[12]。2012 年俞孔坚等人^[13]在武汉五里界生态城设计上引入了生态基础设施系统, 进一步扩大了生态基础设施的应用范围。近年来, 生态基础设施应用领域不断扩大, 从自然保护区和风景名胜区逐步扩展到经济快速发展区和生态脆弱区。其中快速城市化地区的生态基础设施构建已成为生态、地理、城市规划等学科共同关注的热点。

近年来, 在建设曹妃甸国际生态城的背景下, 曹妃甸新区土地利用发生了剧烈变化。为了保证曹妃甸国际生态城的建设, 保护新区内多样性的生态资源, 实现人与自然和谐共存, 曹妃甸新区急需构建生态基础设施。本文基于景观生态安全格局理论和方法, 构建单一的水文、海岸防护和地质灾害、生物多样性保护、文化遗产保护和游憩安全格局, 并通过叠加形成曹妃甸新区综合生态安全格局, 最终构建曹妃甸新区生态基础设施。研究成果对曹妃甸新区国际生态城建

基金项目: 国土资源部公益性行业科研专项(201311060)和国家重点基础研究发展规划项目(2005CB121107)资助。

* 通讯作者(menmingxin@sina.com)

作者简介: 张利(1981—), 男, 山东潍坊人, 讲师, 博士研究生, 主要从事土地资源利用与景观生态规划研究。E-mail: zhang_li126@126.com

设具有一定的指导和借鉴意义。

1 研究区概况

曹妃甸新区位于河北省唐山市南部沿海,地理坐标为北纬 38°54′~39°26′,东经 118°70′~118°54′,总面积为 1 943.72 km²。曹妃甸新区属燕山冲洪积平原的滨海区,表层为滦河冲积和海相沉积的松散沉积物,地质条件较差,近岸海域及渤海湾沿岸是风暴潮严重地区。经由曹妃甸新区的自然河流及主要人工排水干渠共 9 条,均由北向南穿境入海,属季节性河流。此外,唐海湿地是多种候鸟迁徙的驿站及多种野生动植物的繁衍基地,具有比较复杂的水陆动植物共生体系。良好的自然条件为曹妃甸新区生态城市建设提供了基础条件。

2 研究方法

生态基础设施是由基础性景观要素构成的结构性景观网络,其规划应当基于景观过程分析,通过景观安全格局途径来识别和进行。景观安全格局(SP)是以景观生态学理论和方法为基础,基于生态过程和格局的关系,来判别对这些过程的健康与安全具有关键意义的景观格局^[14]。

本文针对曹妃甸新区的生态问题,重点研究水文安全格局、海岸防护和地质灾害安全格局、生物多样性保护安全格局、文化遗产保护和游憩安全格局。每个单一过程的安全格局具体构建路线如下^[15-17]:

(1) 确定源。源应具有广泛的代表性,能充分反映研究区的多种生境特点,主要通过资源的空间分布和适应性来分析确定。

(2) 建立阻力面。物种对环境的利用被看作是对空间的竞争性控制和覆盖过程,而这种控制和覆盖必须通过克服阻力来实现,阻力面反映了物种空间运动的趋势,最为常用的是最小累积阻力模型(MCR, minimum cumulative resistance),基本公式如下:

$$MCR = f \min \sum_{j=n}^{i=m} (D_{ij} \times R_i)$$

式中: f 是一个未知的正函数,反映空间中任一点的最小阻力与其到所有源的距离的正相关关系; D_{ij} 是物种从源 j 到空间某一点所穿越的某景观的基面 i 的空间距离; R_i 为景观基面 i 对某物种运动的阻力。

(3) 景观安全水平划分。通过模拟分析景观过程建立缓冲区,判别廊道、辐射道、战略点等并将其组合在一起,构成研究区的景观生态安全格局,根据不同景观基质对生态安全的影响程度的不同,划分为不同的等级水平。

(4) 通过叠加技术将单一过程的安全格局整合起来,得到综合生态安全格局,即综合生态基础设施,并将其划分为低、中、高 3 种不同安全水平。其中,低水平生态基础设施是那些提供了最基本生态系统服务的关键性景观格局,它在区域生态系统中处于核心地位,应该予以严格保护。

3 曹妃甸新区生态安全格局的构建

3.1 单一过程的景观安全格局

3.1.1 水文安全格局 曹妃甸新区位于燕山冲积平原的滨海区,咸水层分布较广泛,淡水资源短缺,地质条件较差,含水层薄,泥沙较多,而且大多数河流,属于季节性河流,冬春季水量较少或干枯,汛期水势猛涨,易发生洪涝灾害。目前水系统的完整和水环境的健康已成为曹妃甸新区可持续发展的关键环节。

(1) 洪水安全格局构建。根据地形图、数字高程模型(DEM)以及历年洪水统计数据,得到洪水安全格局的源,运用 ARCGIS 9.3 的水文分析模块对洪水过程进行模拟,确定径流沿地形运动停滞的低洼地位置,并将径流汇水点以及汇水区出水点作为控制水流的战略点,在确定洪水发生频率的高、中、低区域的基础上,明确防洪的关键区域和空间位置,建立多层次的防洪系统,形成不同安全水平的洪水安全格局。

(2) 地表水源保护和地下水补给安全格局。沙河、小戟门河、双龙河、一排干、小青龙河、溯河、滦南二排干、滦南第二泄洪道及小青河为曹妃甸新区的重要水源地,为了保证曹妃甸新区居民的饮用水安全,防止水源的枯竭和水体的污染,应对其加以保护。Lena 等人^[18]研究表明:50 m 宽的草地缓冲带可以减少 95% 的依附于沉积物的磷元素,滨河林地以及湿地能够通过土壤微生物过程去除约 100% 的氮元素。同时为了兼顾生物的迁徙和土地的节约利用,满足动植物迁移和传播以及生物多样性保护的功能,保护鱼类、小型哺乳、爬行和两栖类动物,本文将河流水系缓冲区 50 m 以内范围设定为一级水源保护区,将河流水系缓冲区 50 ~ 100 m 范围设定为二级水源保护区;将河流水系缓冲区 100 ~ 150 m 设定为三级水源保护区。

(3) 地下淡水安全格局。曹妃甸新区地下淡水资源匮乏,地下淡水资源主要集中在八分场、曾家湾、九分场等地。其中,曾家湾是地下水补给的最重要的水源地,根据地下水补给模数分布图,并经适宜性分析得到曹妃甸地下水补给的高适宜区、中适宜区和低适宜区。最终依据适宜性高低确定地下淡水安全格局。

不同的水文过程被认为在综合水安全格局构建时具有相同重要性,赋予相同的权重。最后将三者叠加,最终形成了曹妃甸新区综合水安全格局(图 1)。

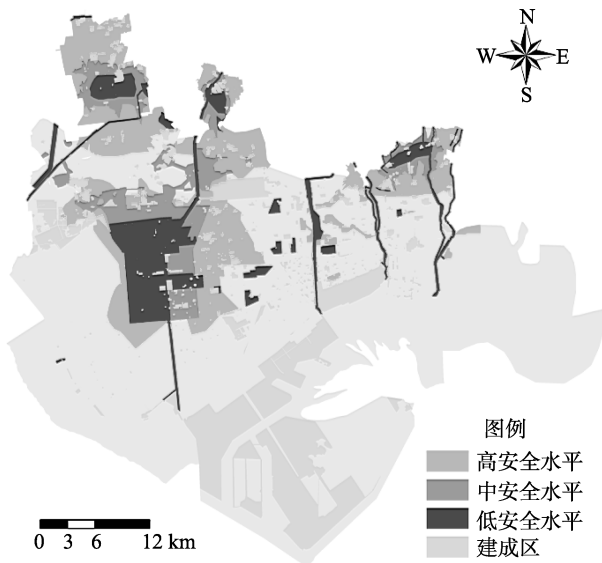


图 1 综合水安全格局
Fig. 1 Comprehensive water security pattern

3.1.2 地质灾害和海岸防护安全格局 地面沉降、地裂缝和风暴潮是曹妃甸新区主要的地质灾害要素。本文根据地质灾害和风暴潮的空间分布确定海岸防护和地质灾害的源,通过对灾害类型的诱因和灾害易发区内土地利用格局的分析,确定对灾害防护起关键作用的区域和空间联系。

(1) 地面沉降安全格局。根据地面累计沉降量和沉降速率计算地面沉降危险性指数,并据此将地面沉降大于 0.6 m 的区域划为低水平生态安全格局;地面沉降在 0.2 ~ 0.6 m 之间的区域划为中水平生态安全格局,地面累积沉降小于 0.2 m 的区域为高水平生态安全格局。

(2) 地裂缝安全格局。地裂缝的存在严重影响着区域的稳定性,构建地裂缝安全格局,首先对研究区地裂缝稳定性进行评价,根据曹妃甸新区地裂缝危害程度,将地裂缝中心地带至两侧 100 m 以内的两翼地带设定为不稳定区域,为中水平生态安全格局;地裂缝中心地带至两侧 500 m 以内的两翼地带设定为基本稳定区域,为高水平生态安全格局。

(3) 风暴潮安全格局。根据曹妃甸新区历史风暴潮淹没范围和程度,划分曹妃甸新区风暴潮风险区。风暴潮高风险区为低水平安全格局;风暴潮较高风险区为中水平安全格局;风暴潮低风险区为高水平安全格局。

综合以上 3 种生态要素采用析取法,取最大值,

确立了曹妃甸新区地质灾害和海岸防护安全格局,见图 2。

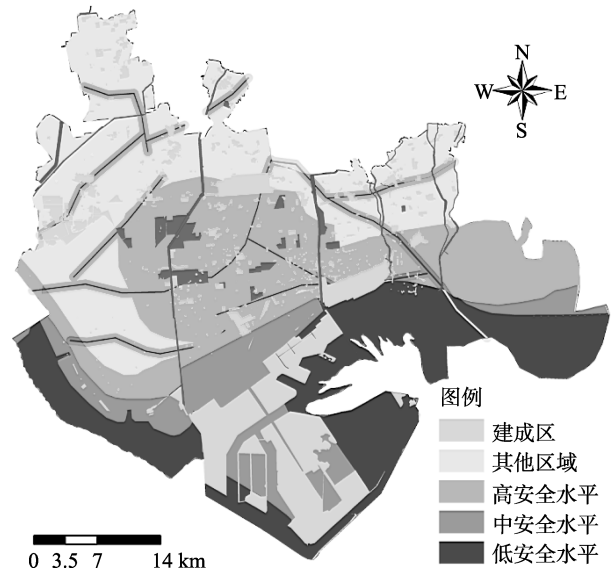


图 2 地质灾害和海岸防护安全格局
Fig. 2 Security pattern for geological disasters and coastal protection

3.1.3 生物多样性保护安全格局 (1) 曹妃甸新区焦点物种的选择。当前,城市化地区大尺度生物多样性的保护和管理面临着重要问题,如受技术、资金、时间的限制,无法对研究区内大部分的物种开展长期的观察与研究。在数据相对缺乏,且物种栖息地面临着严重威胁的情况下,选择焦点物种不失为一种高效可行的途径。本次焦点物种的选择遵循以下原则^[19-23]:物种的稀有性和特有性,受威胁的状态及在其他生态系统和群落中的地位;对其他物种及各类栖息地具有指示作用,可以代表一类典型栖息地;相关资料详尽,能够引起公众的注意。根据以上原则,结合国外研究成果^[24]及曹妃甸新区实际物种情况,最终选取丹顶鹤为焦点物种。

(2) 丹顶鹤栖息地适宜性分析。丹顶鹤的适宜生境与水体分布、土地类型关系紧密,同时人类活动对其也有较大影响,参照王彦平等^[25]、周学红等^[26]研究成果,结合具体情况,确定了影响丹顶鹤选择栖息地的因子,并通过专家打分法确定了其权重,见表 1,然后采用加权平均法进行了丹顶鹤生物栖息地适宜性评价,根据评价结果,确定了丹顶鹤的适宜栖息地范围。

(3) 丹顶鹤生境阻力面分析。选取土地利用类型作为阻力因子,采用特尔斐法确定了各土地利用类型对鸟类迁徙过程的相对阻力大小:水域和湿地<滩涂用地<养殖用地<林地和果园<农田<盐田用地<建设

表 1 丹顶鹤栖息地适宜性分析
Table 1 Habitat suitability analysis of red-crowned crane

评价因子	分类	分值	权重
土地类型	淡水水域及湿地	10	0.6
	沿海滩涂	8	
	耕地	6	
	林地、未利用地	5	
	盐田	4	
距水系距离(m)	居民点及工矿用地、港口码头	1	0.2
	0 ~ 50	10	
	50 ~ 100	6	
距城镇、居民点距离(m)	>100	1	0.1
	500	10	
	200 ~ 500	6	
距交通干道距离(m)	<200	1	0.1
	>200	10	
	100 ~ 200	6	
	0 ~ 100	1	

用地。运用最小累积阻力模型分别模拟焦点物种穿越不同景观基面的过程，基于 ARCGIS9.3 的 cost weighted 命令，建立等阻面，见图 3。根据已经确定的源和建立的阻力面判别缓冲区、廊道、辐射道、战略点，并将其设定为低水平安全格局；低水平安全格局周围 3 km 范围内能为物种提供栖息地的水田、养殖水面、荒草地、林带等为中水平安全格局；中安全格局周围 5 km 范围内能为物种提供栖息地的水田、养殖水面、荒草地、林带等为高水平安全格局，最终形成曹妃甸的生物多样性保护安全格局(图 4)。

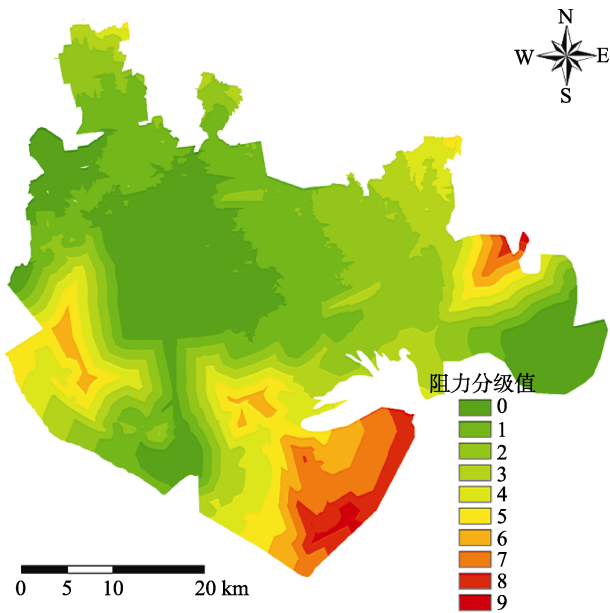


图 3 阻力面分级图

Fig. 3 Classification map of resistance surface

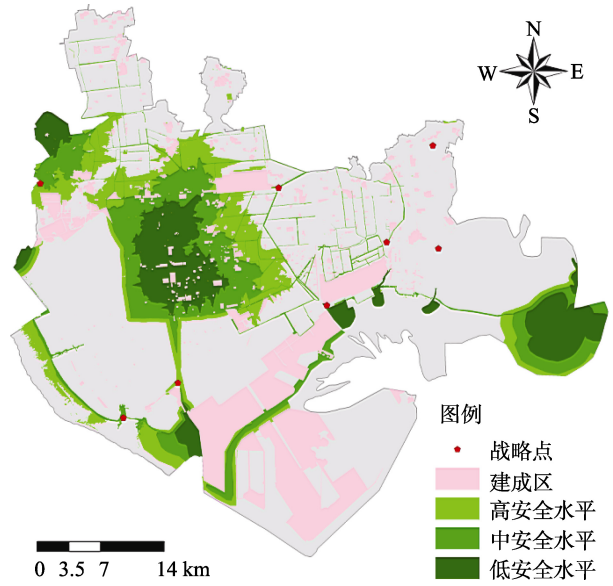


图 4 生物多样性保护安全格局

Fig. 4 Security pattern for biodiversity conservation

3.1.4 游憩安全格局的构建 曹妃甸新区旅游景区相对较少，很难满足市民日益增长的户外游憩需求，所以曹妃甸新区的文化遗产要素也成为了人们户外游憩活动与教育的重要场所，为有效地利用现有的这些游憩资源，增加各区域之间的可达性，形成游憩板块和路线之间的有机整体，构建曹妃甸游憩安全格局至关重要。

首先，曹妃甸的石臼坨鸟类自然保护区、唐海湿地和鸟类自然保护区以及草泊水库具有较高的游憩价值，并综合考虑重要的文化遗产要素，将它们作为游憩过程的源，见图 5。其次，分析不同景观要素对游憩体验过程的适宜性程度：河湖水系是游憩廊道的基本构成要素，故其阻力值最低；耕地和林地等与游憩体验活动兼容性较高的景观要素，阻力值居中；而建成区和盐田，特别是高速公路和轨道交通对游憩体验具有较低的兼容性，不宜作为游憩廊道的构成要素，阻力值较高。最后，运用最小累积阻力模型，模拟人在景观中的游憩体验过程，景观阻力越大，则该活动越不适宜开展，相反，景观阻力越小，则适合开展活动，并适合建立游憩廊道，根据此模型，确定游憩体验过程的阻力系数，然后根据各景观要素以及文化遗产要素的空间分布情况，建立反映游憩体验活动的可达性阻力面。游憩安全格局划定以网络连通性为原则，经过人工判读，确定游憩安全格局。最终确定核心景观以及各遗产点和廊道系统的核心保护范围作为低水平安全格局，核心区以外的中适宜区作为中水平安全格局；低适宜区作为高水平安全格局，结果见图 5。

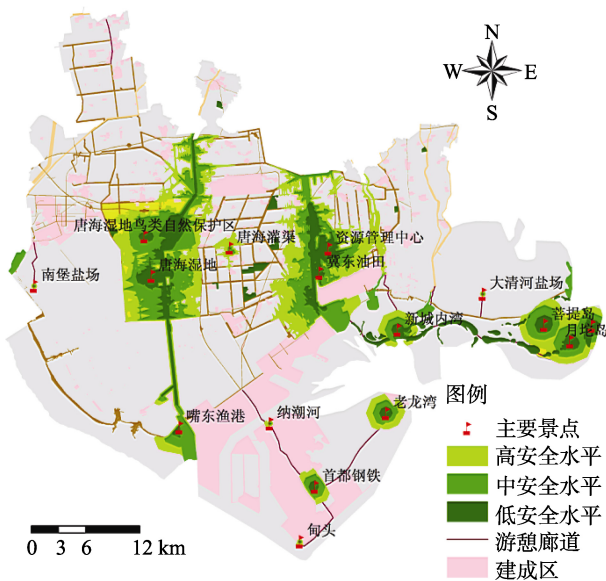


图 5 游憩安全格局的构建
Fig. 5 Security pattern for recreation

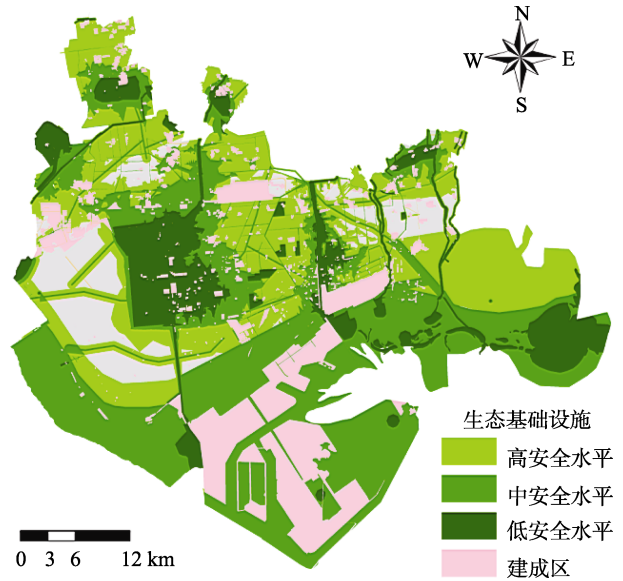


图 6 综合生态安全格局(生态基础设施)
Fig. 6 Comprehensive ecological security pattern(EI)

3.2 曹妃甸新区综合生态安全格局构建

综合以上水文、海岸防护和地质灾害、生物多样性保护、游憩 4 种安全格局，建立曹妃甸新区综合生态安全格局。以上 4 方面单一的生态过程被认为具有同等的重要性，因此赋予相同的权重，将 4 个单一过程的安全格局进行叠加，通过析取分析(V)取最大值，最终形成曹妃甸新区综合安全格局(生态基础设施)，见图 6。

基于以上对曹妃甸新区生态基础设施的构建得

出以下结果：低生态安全格局是为保障自然生态系统服务所保留的最小生态用地底线，也是开发建设不可逾越的底线，确定为绝对禁止区，面积为 281.78 km²，占总面积的 14.15%；中生态安全格局作为低生态安全格局的过渡地带，为相对禁止区，面积为 839.96 km²，占总面积 42.19%；高生态安全格局可以适当发展新的建设区，为限制建设区，面积为 498.23 km²，占总面积 25.02%。曹妃甸新区综合生态安全格局所考虑的生态过程(要素)和各安全水平的划分如表 2 所示。

表 2 不同安全水平生态安全格局的划分标准
Table 2 Classification standards of ecological SP at different security levels

生态过程或要素		低生态安全格局	中生态安全格局	高生态安全格局
水文	地上水保护	河道、水库、唐海湿地核心区及滨水缓冲区 50 m	低安全格局外边界至滨水缓冲区 100 m	中安全格局外边界至滨水缓冲区 150 m
	洪水调蓄	模拟洪水淹没范围高风险区	模拟洪水淹没范围较高风险区	模拟洪水淹没范围低风险区
	地下水补给	地下水补给高适宜区	地下水补给中适宜区	地下水补给低适宜区
	地下水源保护	一级水源保护区	二级水源保护区	
海岸防护和	风暴潮高风险区	风暴潮中风险区	风暴潮低风险区	
地质灾害	地面沉降	地面沉降中心地带累积沉降 >0.6m	地面沉降中心地带累积沉降 0.2~0.6 m	地面沉降中心地带累积沉降 <0.2 m
	地裂缝	地裂缝所在地	地裂缝所在地边缘至两侧 100 m 以内的两翼地带	地裂缝两翼地带至地裂缝两侧 500 m 的边缘地带
生物多样性	坑塘水面、河流、水库、唐海湿地核心区	低安全格局周围 3 km 范围内能为物种提供栖息地的水田，养殖水面，荒草地、林带等	中安全格局周围 5 km 范围内能为物种提供栖息地的水田，养殖水面，荒草地、林带等	
	丹顶鹤			
游憩	文化遗产	各遗产点核心保护区	遗产廊道和各遗产点的严格控制区	遗产点的一般控制范围
	旅游景区	唐海湿地鸟类自然保护区和白坨鸟类自然保护区核心区	唐海湿地鸟类自然保护区和白坨鸟类自然保护区核心区外 3 km 范围内的河流、湿地等	中安全格局外 5 km 范围内的河流、湿地、当地乡村风格建筑和环境等

4 结语

(1) 景观格局动态变化的驱动因子是多样性的, 本文构建了水文安全格局、地质灾害和海岸防护安全格局、生物多样性保护安全格局和游憩安全格局的单一过程的安全格局, 然后通过叠加构建了曹妃甸新区综合安全格局。曹妃甸新区现有的生态服务包括水文调节、生物多样性保护、旅游景区与文化遗产保护等, 本研究强调生态安全格局在空间结构的完整性和生态服务上的综合性, 将生态服务整合到一个完整的景观格局中。

(2) 本研究在景观安全格局和生态基础设施理论的指导下, 提出了曹妃甸新区生态基础设施的构建框架, 运用 GIS 空间分析等技术, 对区域单一的生态过程进行了分析, 最终将全区土地划分绝对禁止区、相对禁止区和限制建设区, 并从整体上指导城市总体布局和生态建设。绝对禁止区应以保护生态和绿化为主, 严格禁止城市开发和村镇建设, 保护其自然属性; 相对禁止区需要限制开发, 施行保护措施, 严格控制面源污染, 以恢复生态过程为主; 限制建设区应限制建设大型项目和有污染的企业, 鼓励建设与生态安全过程密切的设施和项目。

(3) 基于曹妃甸新区国际生态城建设的需要, 生态安全格局的研究成果可直接指导曹妃甸新区城乡空间布局和生态建设。将生态基础设施与城市总体规划、土地利用规划等规划相结合, 形成科学的规划理念, 是生态安全格局理论对城市规划的重要贡献。

参考文献:

- [1] 中国科学院可持续发展战略研究组. 2005 中国可持续发展战略报告[J]. 北京: 科学出版社, 2005: 80-84
- [2] 俞孔坚. 城市生态基础设施建设的十大景观战略. 住宅产业[J], 2010(4): 73-77
- [3] Costanza R, Daily HE. Natural capital and sustainable development[J]. Conservation Biology, 1992, 6(1): 37-46
- [4] Benedict MA, McMahon ET. Green infrastructure Linking Land Scrape and Communities[M]. Washington DC: Island Press, 2006: 8-12.
- [5] 李迪强, 蒋志刚, 王祖望. 青海湖地区生物多样性的空间特征与 GAP 分析[J]. 自然资源学报, 1999, 14(1): 47-54
- [6] 李俊霖. 宁陕县长安河流域土地覆被与景观格局特征变化研究(硕士学位论文)[D]. 西安: 陕西师范大学, 2005
- [7] 安立伟. 呼和浩特市金川经济技术开发区绿地结构及景观格局分析(硕士学位论文)[D]. 呼和浩特: 蒙古农业大学, 2009
- [8] Ahern J. Greenways as a planning strategy[J]. Landscape and Urban Planning, 1995, 33(1): 131-155
- [9] Mander U, Jagonaegi J, et al. Network of Compensative Areas as an Ecological Infrastructure of Territories[A] // Connectivity in Landscape Ecology, Proceedings of the 2nd International Seminar of the International Association for Landscape Ecology[M]. Paderborn: Ferdinand Schoningh, 1988: 35-38
- [10] 赵杨, 贺坤, 岳良冰. 基于绿色基础设施理论的余姚城市绿心概念设计[J]. 上海应用技术学院学报(自然科学版), 2012, 12(4): 58-61
- [11] 陈利顶, 吕一河, 田惠颖, 施茜. 重大工程建设中生态安全格局构建基本原则和方法[J]. 应用生态学报, 2007, 18(3): 674-680
- [12] 俞孔坚, 王思思, 李迪华, 李春波. 北京市生态安全格局及城市增长前景. 生态学报, 2009, 29(3): 139-154.
- [13] 俞孔坚, 张媛, 刘云千. 生态基础设施先行: 武汉五里界生态城设计案例探析[J]. 规划师, 2012, 28(10): 27-30
- [14] 李晖, 易娜, 姚文璟, 王思琪, 李志英, 杨树华. 基于景观安全格局的香格里拉县生态用地规划[J]. 生态学报, 2011, 31(20): 68-76
- [15] 俞孔坚. 生物保护的景观生态安全格局[J]. 生态学报, 1999, 19(1): 8-14
- [16] Yu KJ. Security patterns and surfacemodel in landscape ecological planning[J]. Landscape and Urban Planning, 1996, 36(1): 1-17
- [17] Opdam P, Verboom J, Pouwels R. Landscape cohesion: an index for the conservation potential of landscapes for biodiversity[J]. Landscape Ecology, 2003, 18(2): 113-126
- [18] Lena BM, Gilles P, Ann F, Charles R. Structure and function of buffer strips from a water quality perspective in agriculture landscapes[J]. Landscape and Urban Planning, 1995, 31(1): 323-331
- [19] Thomas B, Kennedy E. Conservation biology: Biodiversity barometers[J]. Nature, 2004, 431(7012): 1 046-1 047
- [20] Noss RF, Strittholt JR, Vance BK, Carroll C, Frost P. A conservation plan for the Klamath-Siskiyou ecoregion[J]. Natural Areas Journal, 1999, 19(4): 392-411
- [21] Erwin TL. An evolutionary basis for conservation strategies [J]. Science, 1991, 253(5021): 750-752
- [22] 王棒, 关文彬, 吴建安, 马克明, 刘国华, 汪西林. 生物多样性保护的区域生态安全格局评价手段—GAP 分析 [J]. 水土保持研究, 2006, 13(1): 192-196
- [23] 俞孔坚, 李迪华, 段铁武. 生物多样性保护的景观规划途径[J]. 生物多样性, 1998, 6(3): 45-52
- [24] 石春芳, 赵明华. 鸟类——城市生态环境的指示种[J]. 内蒙古科技与经济, 2005, 1(3): 127-128
- [25] 王彦平, 陈水华, 丁平. 惊飞距离——杭州常见鸟类对人为侵扰的适应性[J]. 动物学研究, 2004, 25(3): 30-36
- [26] 周学红, 蒋琳, 王强, 张伟, 程鲲, 丁海华. 朱鹮游荡期对人类干扰的耐受性[J]. 生态学报, 2009, 29(10): 18-26

Study on Construction of Ecological Infrastructure in Caofeidian New Area Based on Landscape Security Pattern

ZHANG Li, ZHANG Le, WANG Guan-yong, WANG Hong-xin, XU Hao, MEN Ming-xin*

(Institute of Land Resources, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China)

Abstract: In this study, through the analysis and simulation of landscape process which influence the landscape ecological security of Caofeidian new area: hydrological, geological hazards and coastal protection, protection of biodiversity, cultural heritage and recreation, the minimum cumulative resistance model and weighted superposition method were used, and the landscape security pattern of single factor in high, medium and low level was constructed, then the extraction operation (V) was superimposed, in the end a comprehensive security pattern of Caofeidian new area in three security levels was formed. The results showed that the different security levels, low to high, of the ecological security pattern of land accounted for the total area of 14.15%, 42.19% and 25.02% in Caofeidian new area. The low level security pattern provided the most basic services for ecological system for the city development, which was the bottom line of city development and must be strictly protected. This study can provide a reference not only for Caofeidian international eco-city construction, but also for the sustainable development of China's eastern coastal city.

Key words: Ecological infrastructure, Landscape security pattern, Land use, Caofeidian new district