

干旱区绿地适宜性评价研究

——以新疆北屯市为例

武文丽¹,黄春波²,付宗驰^{1*},刘 宁³

(1. 石河子大学 农学院,新疆 石河子 832000; 2. 华中农业大学 园艺林学学院/湖北省林业信息工程技术中心,湖北 武汉 430070;
3. 湖北省林业勘察设计院,湖北 武汉 430079)

摘 要:针对干旱区恶劣的自然环境条件,建立一套基于“目标-准则-指标”3个层次的绿地适宜性评价体系。以新疆北屯市为例,采用层次分析法评价研究区绿地适宜性,并在此基础上提出绿地生态设施功能分区与规划对策,为干旱区城市绿地规划和建设提供依据和参考。结果表明,林地(42.39%)和农田(30.32%)是研究区主要景观,有较好的生态基底;绿地极适宜区(23.6%)是绿地丰富、人类休憩和旅游较频繁的区域,高适宜区(32.1%)分布在极适宜区周围的地带,中适宜区(21.6%)现有植被生态功能较低、受间接人为活动影响较强、生态系统结构较差,低适宜区(14.5%)植被稀疏、生态环境差,不适宜区(8.2%)主要是人类活动的硬质表面;结合北屯市土地利用现状和城市发展需求,软质表面被划分为绿地生态恢复区、绿地生态保育区、中低影响发展区和绿地适宜发展区,对各区制订对策为北屯绿地建设提供理论指导和科学依据。

关键词:干旱区;适宜性评价;绿地;层次分析法;GIS

中图分类号:S731.2 文献标志码:A 文章编号:1001-7461(2018)05-0236-09

Green Space Suitability Evaluation in Arid Area:
A Case Study of Beitun City, Xinjiang

WU Wen-li¹, HUANG Chun-bo², FU Zong-chi^{1*}, LIU Ning³

(1. Agricultural College, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000, China; 2. College of Horticulture and Forestry Sciences/Hubei Engineering Technology Research Center for Forestry Information, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070, China;
3. The Forestry Prospecting and Design Institute of Hubei Province, Wuhan, Hubei 430079, China)

Abstract: Focused on the conditions of severe natural environment in arid area, a suitability evaluation system for green space based on “Target, Criterion, Index” was established. Beitun City of Xinjiang was set as the study area, the green space suitability was evaluated by AHP, and the functional partition and planning countermeasures of greening ecological facilities were put forward. This suitability evaluation system could provide the basis and reference for the planning and construction of urban green space in arid area. The results showed that the forest land (42.39%) and farmland (30.32%) were the main landscapes of Beitun City, which provided a better ecological base for the construction of green spaces. The green area was large in the most suitable area (23.6%), which distributed around by the highly suitable area (32.6%). Moreover, the moderately suitable area (21.6%) had lower ecological function and was influenced by human activities indirectly. The low suitable area (14.5%) had sparse vegetation and poor ecological environment. The non-suitability area (8.2%) was mainly the hard surface of human activities. Combined the status of the land use in Beitun City with urban development needs, the existing soft surface were divided into eco-

收稿日期:2017-10-18 修回日期:2018-04-28
基金项目:国家科技支撑计划项目(2013BAJ03B02);石河子大学优秀中青年骨干教师培养支持计划。
作者简介:武文丽,女,讲师,研究方向:地域性景观设计理论与实践。E-mail:wuwenlishu@163.com
* 通信作者:付宗驰,男,讲师,研究方向:气候适应性园林理论与实践。E-mail:fzch_agr@shzu.edu.cn

logical restoration area, green land ecological conservation area, middle and low impact development area and green space suitable development area, and the countermeasures of this areas were proposed based on the theoretical guidance and scientific basis for the green space construction of Beitun City.

Key words: arid region; suitable evaluation; green space; analytic hierarchy process method; GIS

受规划师主观经验影响,绿地规划常因个人不科学的主导因素损害公众利益。不论是先于城市规划还是基于城市规划的绿地生态设施,都要合理评估现状生态资源,通过绿地适宜性的评价指导绿地的规划和建设^[1-3]。适宜性分析是指土地针对某种特定开发活动的分析,通过对多个影响因素的综合考虑与评价分析,提出适宜等级的区域划分^[4]。随着城市用地规划重视系统性和科学性,基于 GIS 的适宜性分析方法使得绿地规划获得了强有力的技术支撑,多学科的有机结合显示出广阔的发展前景^[5-6]。通过评价影响生态环境的各因子,寻找最需要建设绿地的区域,能为优化城市绿地布局提供科学的参考依据。

与一般区域相比,西北干旱区面临着干旱缺水、风沙频繁、寒暑异变的严酷自然条件^[7-9],城镇绿地系统的建设中一味引进和照搬国外及内地城市绿化模式,造成城市绿化与管理成本高、生态环境效益低、地域特色不明显等现状^[10]。随着广袤的土地资源和丰富的矿产资源开发,城镇化水平得到迅速提升,严酷环境下的城镇建设对绿化、美化双重功能的城镇绿地系统建设需求更为迫切^[1,11]。而干旱区绿地适宜性评价相关研究甚少,如何有效降低城市绿地系统建设和维护成本,降低绿化建设的资源与能源消耗,是西北干旱区生态城镇绿化植被与景观生态建设亟需突破的问题。因此,为干旱区建立绿地适宜性评价体系,能为绿地生态设施功能分区与规划对策提供科学依据。

西北干旱区城镇绿化与景观生态建设必须以当地严酷自然条件和特殊生境为条件,本研究以新疆北屯市为例,构建适合西北干旱区环境条件的绿地适宜性评价体系,通过 3S 技术及层次分析法评价北屯市绿地适宜性,为城市绿地规划提供科学依据,也为干旱区城镇绿地规划和评价提供参考。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

北屯市位于新疆维吾尔自治区北部阿勒泰市和福海县之间,额尔齐斯河东西向穿越其北侧;市区东侧的得仁山是北屯城区部分第三纪泥岩出露地表形成的台地,面积 8.5 km²,与北屯建成区相对高差 50 m。北屯城区沿额尔齐斯河展开,东西长 10 km,南

北平均宽度约 1 km。研究区(图 1)地处额尔齐斯河南岸,总面积 237.4 km²。研究区内山坡凹凸不平、色彩丰富,是独特的地质景观,得仁山山顶地势平坦,东部及南部大部分地区依然保持原始的荒漠戈壁地貌,有少量沙生植被^[12-13]。研究区东南侧有南湖,水面约 2.1 km²,湖面高程约为 521.4 m。2009 年末城市人口 5.3 万,建成区面积 12.23 km²,人均建设用地 230.9 m²。

北屯市具有典型的干旱气候特征:气候干旱,降水少,蒸发量大。年均气温 4.1℃,年降水量 93.9 mm,年蒸发量 1 661.4 mm。全年无霜期 140~154 d。由于经历反复河流冲游,改造了两岸的荒漠,使其逐渐形成冲积平原。自然土壤类型主要有暗色草甸土、普通草甸土、盐化草甸土、灌耕草甸土、河滩潮湿土、草甸棕钙土及半固定风沙土等。

受气候条件影响,平原植被稀疏,植被覆盖度 30%~40%。由于额尔齐斯河河谷范围辽阔,自然条件复杂,植被类型丰富多样,形成了乔、灌、草混生结构。受河谷水分条件影响,林分分布于河谷、渠道的两侧。山前砾石带由于地下水位较低,植被稀疏,以荒漠灌木为主。

1.2 数据来源与预处理

数据来源主要有 2014 年生长季和非生长季的 Landsat 8 影像、Aster 获取的 DEM(Digital Elevation Model)数据、北屯市 1:10 000 地形图、2010—2030 年北屯市城市总体规划、北屯市统计年鉴及其他统计资料。

首先基于遥感影像解译获取北屯市水体、林地、农田、道路、城市建设用地、工业污染区、裸地等 7 种土地利用/覆盖类型^[14],分析北屯土地利用现状及生态资源分布状况,然后依据干旱区城市绿地规划的特点,识别影响北屯市绿地布局的重要影响因子。

采用缓冲区分析、景观类型识别等手段获取影响绿地布局因子的水平空间分布特征;通过 DEM 和地形图获取研究区的坡度和高程等垂直空间分布特征;以生长季 Landsat 遥感影像热红外波段为数据源,通过相对亮温和地表温度反演研究方法,获取北屯市地表温度空间分布图。

2 研究方法

2.1 适宜性评价体系及技术流程

城市绿地生态适宜性评价应根据主要生态环境

问题的形成机制^[3,15],分析生态环境适宜性的区域分布规律,明确特定生态环境问题可能发生的范围与程度。绿地是开放、半封闭的系统,处于人类活动区域和自然景观之间的过渡地带^[16],而干旱地区生态环境对影响绿地正常发展、所处位置以及现有绿地现状尤其适宜。结合北屯市用地现状和区域绿地的特征和实际情况,从湿地资源、动植物生境、景观特征、人为干扰和温度风险 5 方面构建绿地适宜性

评价体系(图 2)。适宜性等级通常为极适宜、高适宜、中适宜、低适宜和不适宜 5 级,利用 GIS 强大的空间分析能力,对影响城市绿地生态环境的组成因子按照一定的加权叠加模拟分析^[4],得到区域生态环境适宜性空间分布以及综合适宜性分区,是目前对城市生态问题进行客观分析最直接、有效的方法。绿地适宜性模型的基本表达式为:

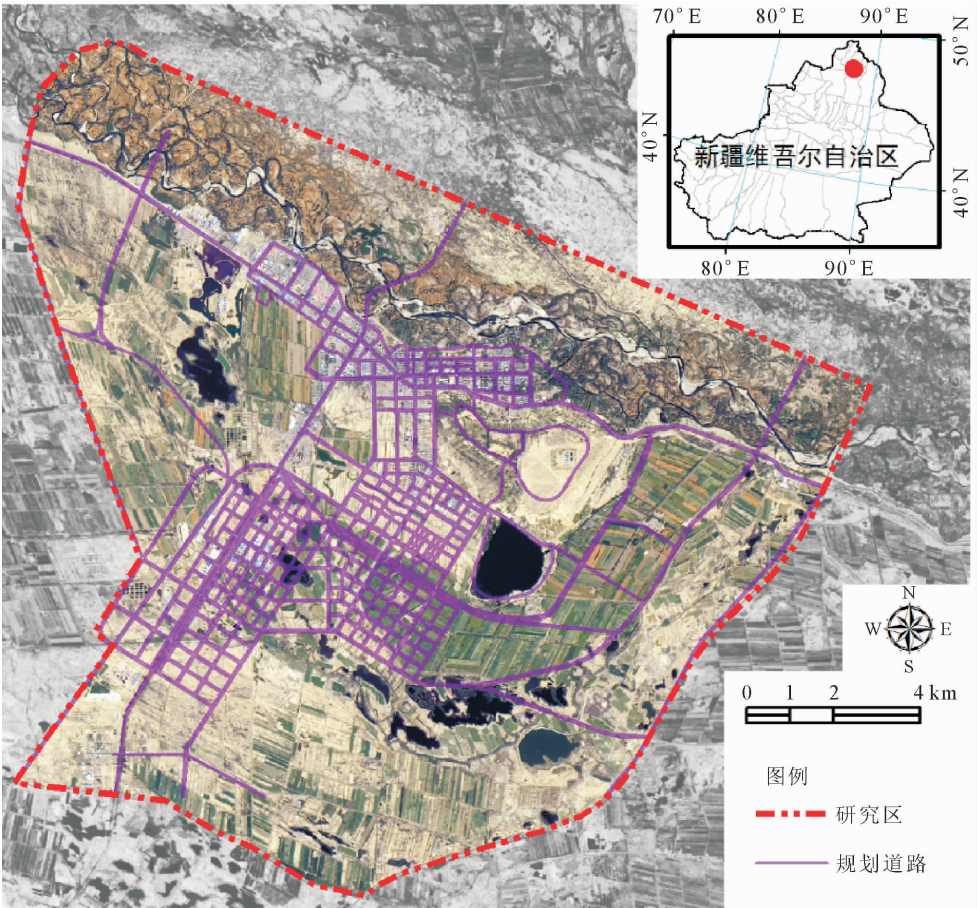


图 1 研究区区位
Fig. 1 The location of the study area

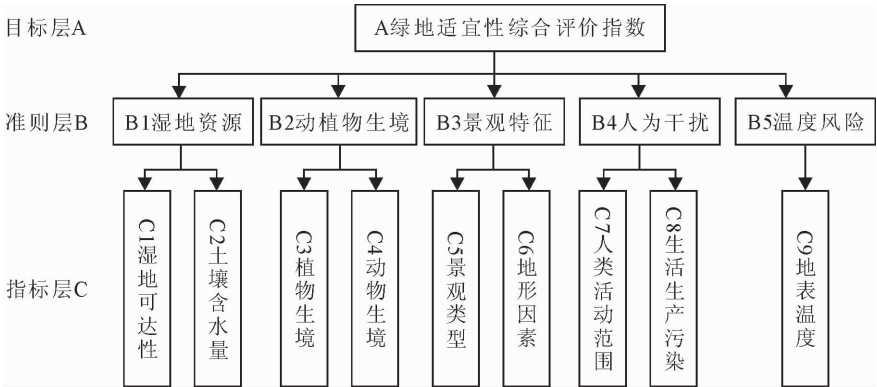


图 2 北屯市绿地适宜性评价体系
Fig. 2 Green space suitability evaluation system in Beitun City

$$S=\sum_{i=1}^n W_i \times x_i$$

(1)

式中, S 为生态适宜性; W_i 是第 i 个适宜性因子的权重($i=1,2,3,\cdots,n$); x_i 是第 i 个因子的适宜性等级得分。因子按照评价目标确定其不同类型/标准上的得分,分别赋予一个{9,7,5,3,1}的分值,分值越大表示绿地生态环境越好,适宜性越高。

2.2 干旱区绿地适宜性影响因子选择

2.2.1 湿地资源

2.2.1.1 湿地可达性 作为干旱区生态系统的重要组成部分,河流水系是制约绿地生长的关键要素^[7]。根据土地利用现状,对现有湿地资源进行缓冲分析,按照缓冲距离来设定绿地适应性高低。

2.2.1.2 土壤水含量 归一化差异水体指数(NDWI,Normalized Difference Water Index)能反映地表水体信息^[17],并能用于分析其地表水分布特征及面积、水量和计算,对水资源开发、保护、利用等具有重要意义。此外,该指数能补充不同湿地资源质量的差异和丰富度。

2.2.2 动植物生境

2.2.2.1 植物生境 归一化植被指数(NDVI,Normalized Difference Vegetation Index)能反映地表植被覆盖情况和植物的生境^[14],NDVI 越高说明植被现状环境越好,其绿地适应性等级得分越高。

2.2.2.2 动物生境 由于北屯特殊的地理和气候等自然条件,该区仅有较为常见的鸟类和小型动物,而不同景观类型提供给鸟类和小型哺乳类动物的生境和食物不同,本研究将景观类型作为指标能合理评判动物生境类型适宜性。

2.2.3 景观特征

2.2.3.1 景观类型 不同区域的同一景观、同一区域的不同景观都存在差异而限制了绿地生态设施的规划,景观类型是人类对自然改造的直接体现^[6],结

合对景观类型的报道及北屯市土地利用解译结果划分景观等级,最终得到城市化的环境污染耐受度,用以评判绿地适应性。

2.2.3.2 地形因素 地形控制绿地设施的规划和建设,通过 DEM 数据分析北屯高程和坡度。坡度反映地表倾斜程度,坡度小则地势相对平坦,城市建设成本低;坡度过大,保水性差,不利于植被生长,易造成水土流失和形成地质灾害。高程越高越不适宜进行城市绿地建设,但人为干预越小,更适宜生物栖息,城市绿地适宜性越高。

2.2.4 人为干扰

2.2.4.1 人类活动范围 人为活动干扰是影响绿地生态设施建设的重要指标,快速城市化造成的土地硬化质严重降低了城市绿地生态服务功能,限制绿地生态基础设置的规划和建设^[3]。而道路是人类活动的直接媒介,对道路进行缓冲区分析,根据人类活动范围的远近确定绿地适宜性的高低。

2.2.4.2 生活生产污染 废气、废水等污染物对于植物生长和生态环境造成很大的破坏,污染源分布与绿地适宜性有必然的联系。在污染源周边规划防护隔离绿地,可有效改善附近的生态环境。

2.2.5 温度风险 北屯地处新疆地区,不仅受城市热岛效应影响,而且不同景观对温度调控有显著差异。根据秋季瞬时地表温度^[18]差异,划分绿地适应性高(地表温度低)、中(地表温度中)、低(地表温度高)3 个等级。

2.2.6 适宜性分级 结合北屯市生态环境现状和城市建设的实际情况,对各指标进行等级划分和绿地适宜性得分赋值(表 1),其中 NDWI、NDVI、海拔和地表温度都通过 ArcGIS 软件中“自然间断法”完成分级^[4]。

表 1 各评价因子得分标准
Table 1 Score of each evaluation factor

| 准则层 | 指标层 | 等级(得分) |
|-------|--------|---|
| 湿地资源 | 湿地可达性 | <100 m (9),100~300 m (7),300~500 m (5),500~1 000 m (3),>1 000 m (1) |
| | 土壤含水量 | NDWI 高 (9),NDWI 较高 (7),NDWI 中 (5),NDWI 较低 (3),NDWI 低 (1) |
| 动植物生境 | 植物生境 | NDVI 高 (9),NDVI 较高 (7),NDVI 中 (5),NDVI 较低 (3),NDVI 低 (1) |
| | 动物生境 | 水体、林地 (9),农田 (5),裸地 (1),非生境 (0) |
| 景观特征 | 景观类型 | 水体、林地 (9),农田 (7),裸地 (5),城市建设用地、道路 (3),工业污染区 (1) |
| | 地形因素 | 高海拔 (9),中海拔 (5),低海拔 (1);陡坡>15°(9),缓坡 5~15°(5),平地<5°(1) |
| 人为干扰 | 人类活动范围 | >500 m (9),300~500 m (7),100~300 m (5),50~100 m (3),<50 m (1) |
| | 生活生产污染 | >1 000 m (9),500~1 000 m (7),300~500 m (5),150~300 m (3),<150 m (1) |
| 温度风险 | 地表温度 | 温度高 (9),温度中等 (5),温度低 (1) |

2.3 权重确定

根据各准则在生态适宜性中的重要性程度,依据层次分析法^[4]对其进行比较分析,构造判断矩阵,

并计算出各准则的权重值(表 2)。该矩阵的最大特征值 $\lambda_{\max}=5.21$,矩阵偏离一致性指标 $CI=(\lambda_{\max}-n)/(n-1)=0.05$,查阅平均随机一致性指标 RI 可

知,相应的 5 阶矩阵的平均随机一致性指标 $RI=1.12$,随机一致性比率 $CR=CI/RI=0.0469<0.1$,判断矩阵通过一致性检验,权重满足研究要求。通过专家咨询法,准则层下的指标因子均采用等权重处理。

表 2 权重判断矩阵及权重分析

| Table 2 Weights of factors | | | | | | |
|----------------------------|------|------|------|------|------|-------|
| 因子 | 湿地资源 | 生境质量 | 景观特征 | 人为干扰 | 温度风险 | 权重值 |
| 湿地资源 | 1 | 1/3 | 1/2 | 1 | 2 | 0.149 |
| 生境质量 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 0.397 |
| 景观特征 | 2 | 1/3 | 1 | 2 | 2 | 0.202 |
| 人为干扰 | 1 | 1/2 | 1/2 | 1 | 3 | 0.177 |
| 温度风险 | 1/2 | 1/3 | 1/2 | 1/3 | 1 | 0.075 |

3 结果与分析

3.1 土地利用现状分析

遥感解译获取研究区各类土地利用的面积(表 3),林地面积最大,约有 100.64 km^2 (42.39%);农田其次,约 71.97 km^2 (30.32%)。人工硬质表面约占研究区总面积的 6.33%(其中道路面积 4.65 km^2 ,

城市建设用地面积 10.37 km^2),此外还有约 0.68 km^2 (0.28%)的工业污染区。虽然研究区地处新疆,但林地和农田是该区域的主要景观,且水资源较丰富(5.32%),生态基础较优越。

表 3 北屯市各土地利用/覆盖类型面积

| Table 3 Area of each land use / cover type of Beitun City | | |
|---|-------------------|-------|
| 土地利用/覆盖类型 | 面积/ km^2 | 占比/% |
| 水体 | 12.63 | 5.32 |
| 林地 | 100.64 | 42.39 |
| 农田 | 71.97 | 30.32 |
| 道路 | 4.65 | 1.96 |
| 城市建设用地 | 10.37 | 4.37 |
| 工业污染区 | 0.68 | 0.28 |
| 裸地 | 36.46 | 15.36 |

土地利用/覆盖空间分布图(图 3)显示,林地在研究区北部成片分布,且自北向南逐渐减少,农田是南部的主要景观。这可能是受自然条件和人类活动干扰的综合影响,水是最主要的自然限制因子,北部的额尔齐斯河能为森林生长提供良好的生长条件,自北向南地形地势逐渐变好,而人工引水能保证农作物的正常生长,因此南部被开发为农田。

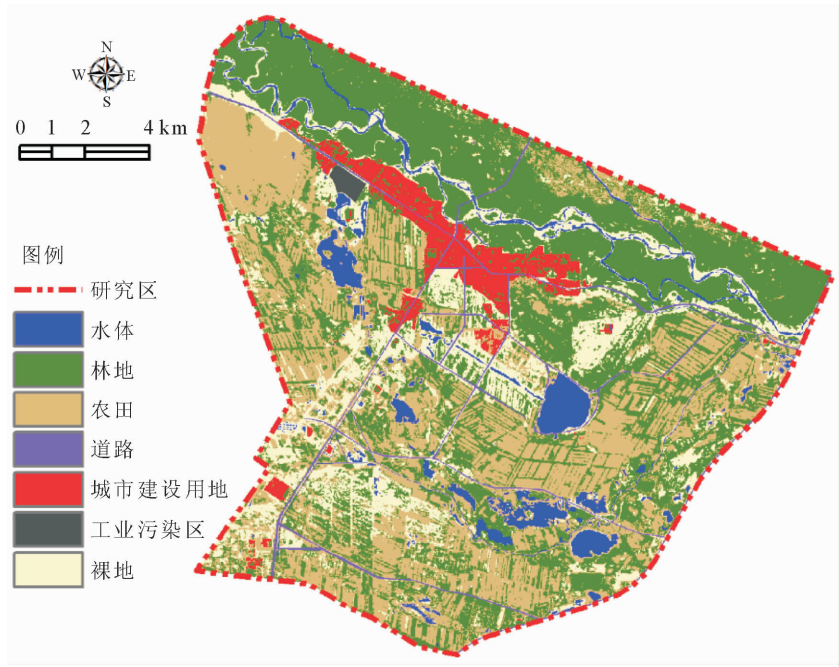


图 3 北屯市用地现状分布

Fig. 3 The land use map of Beitun

水是新疆地区最宝贵的资源,研究区内水体分布均匀,河流、小西湖、南湖等成为主要的湿地景观,各湿地斑块之间的水渠保障了水资源的连通。此外,人工开凿的水渠在解决农田耕作的同时加强了各湿地斑块内的信息交流和物质流动。干旱地区的裸地较易发生地类转换,且容易被开发。北屯市裸地斑块破碎极大、零散分布,为绿地的恢复提供土地保障。北

屯是一个待开发、欠发展的城市,城市建设用地分布较集中,且道路数量较少、分布简单。东北部的工业污染区是一片已被严重污染的水域,完全不能反映水体的特征,更不能发挥水体的价值。

3.2 绿地适宜性分析

北屯市背临额尔齐斯河,虽然有南湖、玉带湖等水资源,但容易受到季节性局部缺水。水体距离确

定的湿地可达性(图4,C1)显示,河、湖、水渠等湿地资源附近可达性极高,而城镇的湿地可达性最低。水体的NDWI最高(图4,C2),城市建设用地及周边土壤含水量较高。等权重叠加得到湿地资源适宜性(图4,B1),极适宜区占总面积的18.8%,主要分布在湿地周边,适宜进行绿地开发或生态保护;高适宜区(23.6%)对湿地生态的直接影响较大,适合绿地建设;中适宜区(18.5%)属于过渡带,当前生态环境较良好,但易遭破坏;低适宜区(27.1%)距离湿地景观较远,受直接影响较小;不适宜区(12.0%)主要是城市建设用地,硬质化严重、难以进行大规模绿地建设。

基于NDVI分级的植物生境(图4,C3)显示,湖泊和额尔齐斯河等水体植被覆盖度低,而水体周围的植被覆盖度极高、植物种类丰富度高。基于景观类型的动物生境(图4,C4)显示,水体、林地等自然资源最适合动物生存,而农田为小型哺乳动物、鸟类提供食物和活动场所。等权重叠加得到动植物生境适宜性(图4,B2),极适宜区域(46.2%)主要是林地和部分农田,生物多样性极高;高适宜区(21.4%)镶嵌在植被分布集中的区域,为生物扩展提供空间;中适宜区(11.7%)是综合性较强的过渡带,可结合区域经济和生态保护合理开发;低适宜区(14.2%)和不适宜区(6.4%)是人类活动的区域,镶嵌少量植被,不足以为生物提供良好的生存环境,可通过构建林网提升该区域生态环境。

生态环境越好、资源越丰富,景观类型的绿地适宜性越高(图4,C5)。地形限制绿地建设,地形分析结果显示北屯高程变化大、坡地少,综合高程和坡度得知东南部适宜性最高,而西北部适宜性最低(图4,C6)。等权重叠加得到绿地的景观特征适宜性(图4,B3),极适宜区(28.9%)的原始景观较好;高适宜区(25.9%)主要分布在额尔齐斯河周围,应合理保护和调控;中适宜区(25.8%)分布较集中,可进行绿地生态建设;低适宜区(13.6%)和不适宜区(5.8%)难以进行绿地建设。

活动范围最远的地方是额尔齐斯河以北及研究区西部,而城镇和农田附近活动较强(图4,C7)。生活生产污染分布在城市建设用地周边,建筑用地1 000 m以外的直接污染较少(图4,C8)。人为干扰是影响绿地生态设施建设的重要指标,快速城市化使土地硬质化从而导致绿地生态服务功能降低,限制绿地生态基础设置的规划和建设。C7和C8等权重叠加得到绿地的人为干扰强度(图4,B4),轻微干扰区域占总面积的63.6%,适宜规划和建设绿地或其他生态设施。

北屯昼夜温差大,市区的城市热岛效应不明显,但区域景观受温度调控较大。夏季影像的热红外波段反演瞬时地表温度、城市和疏林地地表温度较高(图4,C9)。自然间断法得到温度风险的3个等级(图4,B5),高风险区(39.9%)适合进行绿地建设改善该区域气候环境;中风险区(39.7%)属于过渡区;低风险区(20.4%)主要是部分农田、湿地和密林景观,具有较高的生态价值。

结合5个准则因子分析北屯绿地适宜性(图4,A),极适宜区(23.6%)分布于林地丰富、人类休憩和旅游较频繁的区域,主要位于额尔齐斯河周围和南湖以南的农田区域,包括湖泊、农田和疏林地,在不改变原格局基础上容易进行绿地生态设施规划。高适宜区(32.1%)分布在极适宜区周围,主要是水陆交界、农林与人工表面空交界的区域,可能受一定程度的人类活动影响,但本身生态功能较强,没有剧烈干预,能保证其正常的生态结构和功能。可适当开发绿地设施,但应注意人类活动的方式及强度,尤其是南湖和得仁山周围的游憩线路开发,需配合生态基础设施规划。中适宜区(21.6%)植被生态功能较低,受间接人为活动影响较强,生态系统结构较差,属于生态过渡带。低适宜区(14.5%)位于得仁山和部分裸地,植被稀疏,不能保持稳定的绿地生长环境。不适宜区(8.2%)是受人类活动影响最直接的硬质表面,该区的绿地只有景观和遮荫功能,难以产生其他生态效益。原有的硬质表面重建或改建绿地需要高额的投资,为实现城市用地效益最大化并发挥绿地生态功能,建议提高现有绿地质量,丰富植被种类,建设道路林网。

4 结论与讨论

4.1 结论

干旱、盐碱、风沙等是干旱区城镇绿地生态建设面临的突出问题,而大量引种绿化植被建设城镇生态景观,又使城镇生态建设陷入高耗能、高耗水、生物入侵等怪圈。本研究以新疆北屯市为例,充分考虑了西北干旱区的自然环境特点,从湿地资源、动植物生境、景观特征、人为干扰和温度风险5方面构建绿地适宜性评价体系,采用层次分析法研究该区域的绿地适宜性,并在此基础上提出了绿地生态设施功能分区与规划对策。遥感和地信技术能够快速准确地获取绿地相关指标的空间和属性信息,通过9个指标得出不同适宜性等级的绿地建设区和绿地布局规划策略,该评价体系的绿地适宜性评价结果更直观、更科学、更高效,能够为城市绿地的合理布局提供科学的方向和理论基础,在指导干旱区绿地城

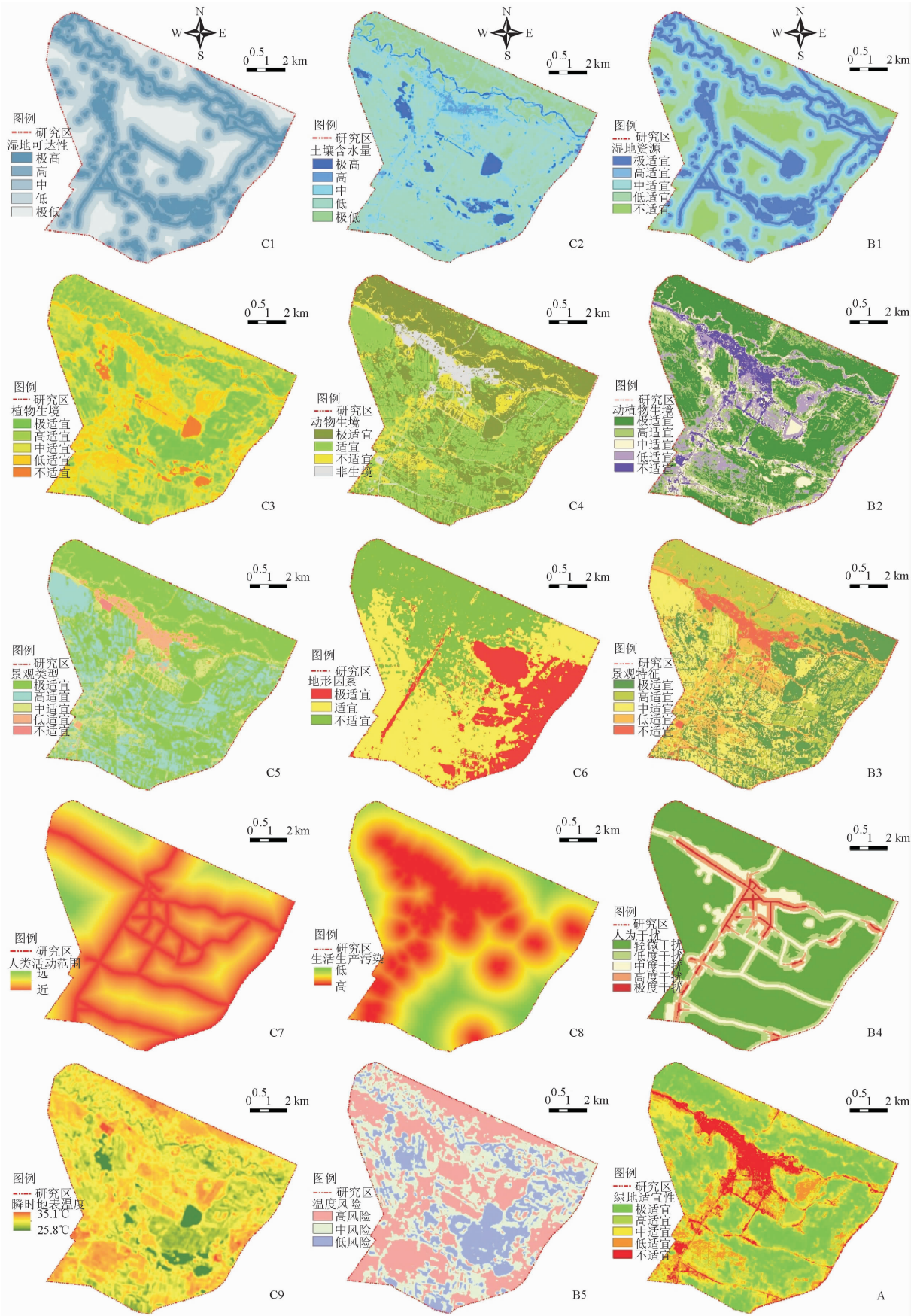


图 4 适宜性评价结果

Fig. 4 Maps of suitability evaluation

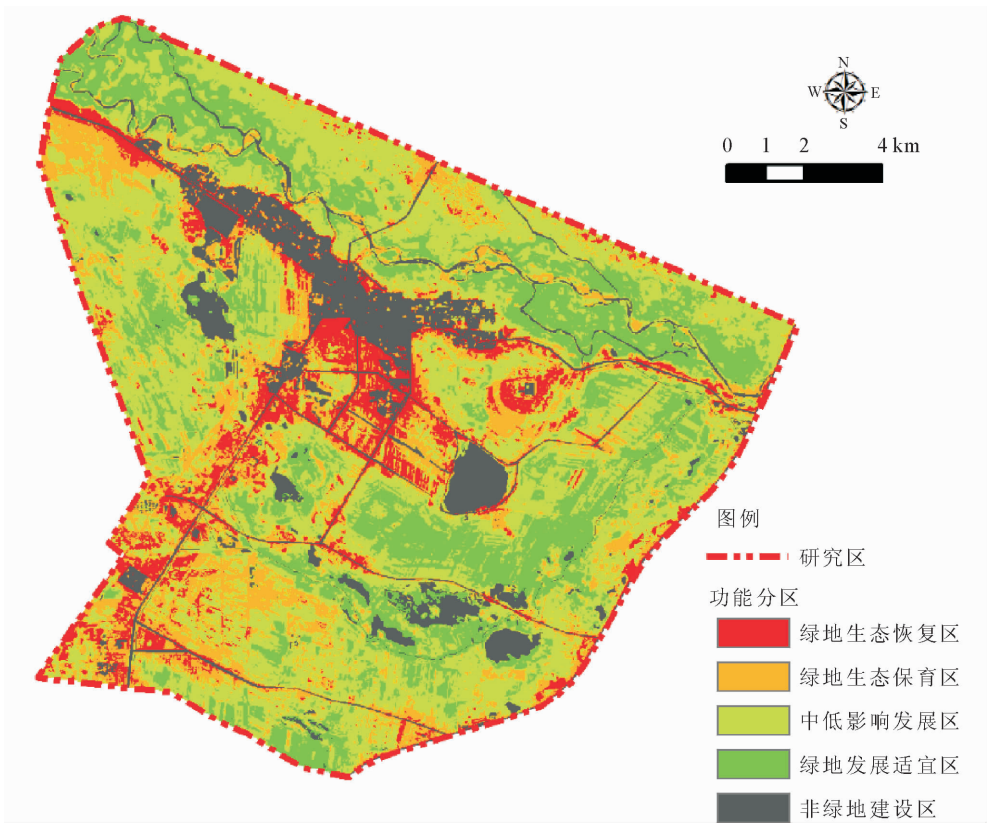


图 5 绿地生态功能分区

Fig. 5 Zoning map of green space ecological function

市绿地规划建设有一定的参考价值。

4.2 讨论

基于绿地适宜性评价和景观资源特征,将研究区的林地、农田和裸地资源进行功能分区,提供绿地的规划和建设,以确定合理绿地资源的利用与保护对策。当前景观资源被划分为绿地生态恢复区、绿地生态保育区、中低影响发展区和绿地适宜发展区 4 个绿地生态功能区(图 5)。

绿地生态恢复区是绿地生态系统破坏较严重和绿地资源欠缺的区域。由于自然条件的影响或者人类活动的干扰,该类绿地生态系统结构非常简单,无法自然恢复,需要借助人工措施进行绿地恢复,这类地区应设置严格的管理措施,通过低影响恢复措施促进绿地生态系统或者绿地动植物群落的快速形成。应严格保护自然本底,恢复乡土植被,提高生态系统的多样性和稳定性,建立生态良性循环;如果要进行围垦开发,需有计划地保护周围绿地,逐步恢复区域绿地生态功能。

绿地生态保育区人为活动较剧烈,但有较好的绿地生态条件,是能通过改善生态环境来提高动植物多样性价值的区域。可通过设置严格的保护范围和管理措施促进绿地生态系统的自然恢复,只需给予一定的时间来让该区域的绿地自我保育。若想尽

快实现绿地景观的规划和发展,可通过人工措施进行促进绿地生态设施的建设,通过植树造林等措施实现生态保护和经济发展的良性互动,并控制人为活动。

中低影响发展区的绿地景观质量较好,可进行中低影响绿地开发和建设,发展生态旅游、湿地公园等。该区域位置较好,是水陆交界、农林与人工表面空交界区域,在加强保护、完善保护管理体制的前提下,可以适当开发旅游业、休闲观光、钓鱼、农家乐等活动,但要配合绿地生态设施规划。人类活动对其影响较小,而其本身生物多样性较高,具有一定的绿地生态功能,保持自然状态并控制建设建筑。

绿地发展适宜区离人类活动区域较远,人类活动对其影响较小,而其本身生物多样性较高,绿地景观较好,为北屯市绿地规划和区域生态建设提供了发展区。该区域绿地具备植被丰富、自然条件优良、生物多样较高等优点,在开发绿地资源或进行绿地规划时能以最小的成本实现最大的利益,是后期适宜的发展区。

参考文献:

[1] 王保忠,王彩霞,何平,等.城市绿地规划研究进展[J].世界林业研究,2004,17(4):28-31.
WANG B Z,WANG C X,HE P,*et al.* Advances in urban green

space system planning at home and abroad [J]. *World Forestry Research*, 2004, 17(4): 28-31. (In Chinese)

[2] WOLCH J R, BYRNE J, NEWELL J P. Urban green space, public health, and environmental justice: the challenge of making cities ‘just green enough’ [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2014, 125: 234-244.

[3] KABISCH N. Ecosystem service implementation and governance challenges in urban green space planning—the case of Berlin, Germany [J]. *Land Use Policy*, 2015, 42: 557-567.

[4] DESAI A R, BHAGAT S S. Analysis of suitable locations of urban green space based on AHP for Surat City [J]. *Journal of Recent Activities in Infrastructure Science*, 2017, 2(2).

[5] KONG F, YIN H, NAKAGOSHI N. Using GIS and landscape metrics in the hedonic price modeling of the amenity value of urban green space: a case study in Jinan City, China [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2007, 79(3): 240-252.

[6] 付晖, 付广. 基于 GIS 的海口市绿地适宜性评价研究 [J]. *西北林学院学报*, 2016, 31(4): 291-297.

FU H, FU G. Land suitability evaluation of urban green space based on GIS in Haikou [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2016, 31(4): 291-297. (In Chinese)

[7] 徐晓红, 尹林克, 胡秀琴, 等. 干旱区绿洲城市园林绿地系统健康的评价方法——以新疆克拉玛依市为例 [J]. *干旱区研究*, 2008, 25(4): 10-15.

XU X, YI L, HU X, *et al.* Study on the evaluation methods of the health of green-land system in the oasis cities in arid areas—a case study in Karamay City, Xinjiang [J]. *Arid Zone Research*, 2008, 25(4): 10-15. (In Chinese)

[8] ZRIBI M, CHAHBI A, SHABOU M, *et al.* Soil surface moisture estimation over a semi-arid region using ENVISAT ASAR radar data for soil evaporation evaluation [J]. *Hydrology & Earth System Sciences*, 2011, 15(1): 345-358.

[9] AHMED K, SHAHID S, HARUN S B, *et al.* Assessment of groundwater potential zones in an arid region based on catastrophe theory [J]. *Earth Science Informatics*, 2015, 8(3): 539-549.

[10] 李园园, 宋于洋. 基于景观的干旱区绿洲石河子市绿地结构特征分析 [J]. *西北林学院学报*, 2015, 30(3): 258-262.

LI Y Y, SONG Y Y. Analysis of green space structural features of Shihezi City in arid zone oasis based on landscape [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2015, 30(3): 258-262. (In Chinese)

[11] 张艳芳, 任志远. 干旱区城市景观的演化与生态建设研究——以陕西榆林市为例 [J]. *干旱区资源与环境*, 2003, 17(3): 17-22.

ZHANG Y F, REN Z Y. Study on evolution and ecological construction of urban landscape in arid area—a case study of Yulin City, Shaanxi [J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2003, 17(3): 17-22. (In Chinese)

[12] 黄俊芳, 王让会, 林毅, 等. 北屯绿洲生态系统耗散特性分析 [J]. *中国沙漠*, 2008, 28(3): 491-497.

HUANG J F, WANG R H, LIN Y, *et al.* Analysis of ecosystem’s dissipation characteristics of Beitun oasis, Xinjiang [J]. *Journal of Desert Research*, 2008, 28(3): 491-497. (In Chinese)

[13] 林毅, 王让会, 黄俊芳, 等. 新疆北屯绿洲弃耕农田的植被变化特征 [J]. *干旱区研究*, 2007, 24(6): 747-752.

LIN Y, WANG R H, HUANG J F, *et al.* Study on the succession of vegetation in farmlands discarded from cultivation in the Beitun oasis, Xinjiang [J]. *Arid Zone Research*, 2007, 24(6): 747-752. (In Chinese)

[14] 黄春波, 佃袁勇, 周志翔, 等. 基于时间序列统计特性的森林变化监测 [J]. *遥感学报*, 2015, 19(4): 657-668.

HUANG C B, DIAN Y Y, ZHOU Z X, *et al.* Forest change detection based on time series images with statistical properties [J]. *Journal of Remote Sensing*, 2015, 19(4): 657-668. (In Chinese)

[15] 陈永生. 城市公园绿地空间适宜性评价指标体系建构及应用 [J]. *东北林业大学学报*, 2011, 39(7): 105-108.

CHEN Y S. Construction and application of suitability evaluation index system for urban park green space [J]. *Journal of Northeast Forestry University*, 2011, 39(7): 105-108. (In Chinese)

[16] 申世广, 范晨璟, 王浩, 等. 基于土地适宜性评价的黑虎山风景区保护与利用 [J]. *西北林学院学报*, 2013, 28(2): 202-206.

SHEN S G, FAN C J, WANG H, *et al.* Protection and development of the scenic spots in Heihushan based on land ecological suitability evaluation [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2013, 28(2): 202-206. (In Chinese)

[17] GAO B C. NDWI—a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. [J]. *Remote Sensing of Environment*, 1996, 58(3): 257-266.

[18] JIMÉNEZ-MUNOZ J C, SOBRINO J A, SKOKOVIC D, *et al.* Land surface temperature retrieval methods from landsat-8 thermal infrared sensor data [J]. *IEEE Geoscience & Remote Sensing Letters*, 2014, 11(10): 1840-1843.