

# 基于层次分析的湿地公园对城市生态安全 影响评价研究

——以西安灞柳湿地公园为例

薛亮,任志远

(陕西师范大学旅游与环境学院,陕西西安710062)

**摘要:**以西安灞柳湿地公园为例,在综合考虑湿地公园对城市生态安全影响的多种因素下,建立了湿地公园对城市生态安全影响评价指标体系,并以层次分析法为主要研究方法,通过建立加权求和定量评价模型,对西安灞柳城市湿地公园建成前后西安市的生态安全状况进行了定量分析和评价。结果表明,城市湿地公园的建立使西安市城市生态安全等级由建成前的相对不安全(0.646)提高为相对安全(0.665),这说明城市湿地公园在一定程度上对于所在城市的生态安全产生积极的影响,同时为进一步建设生态城市提供了新的思路。

**关键词:**湿地公园;城市生态安全;层次分析法;评价指标体系

**中图分类号:**X826 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-5948(2007)03-237-06

随着社会经济的发展,城市化进程的加快,人类活动对环境造成的压力也越来越大,从而导致大多数城市面临着生态环境问题,同时城市生态安全问题也将日益突出,有可能成为制约区域可持续发展的重要因素之一。城市生态环境的安全状态是决定城市区域内能否健康、持续发展的基本保证。通过对城市生态安全的分析,为整个城市实现生态化建设规划提供方向,使城市内区域间协调发展,实现区域内的优化整合,实现生态建设和生态安全同步发展<sup>[1~4]</sup>。

湿地是介于陆地和水体之间的过渡客体,属半陆半水的生态系统,是自然界最富生物多样性的生态景观和人类最重要的生存环境之一,是生态系统重要组成部分,在维护区域生态平衡和经济可持续发展中发挥重要作用,被誉为“地球之肾”<sup>[4]</sup>。

湿地作为重要的过渡性生态系统,具有重要的调节、缓冲和滤过功能,对区域生态安全具有重要的作用,所以,城市湿地公园的建设必定对所在城市的生态安全产生积极影响,同时为城市提供多种可直接利用的资源,在蓄洪防旱调节河川径流,补充地下水,调节气候,控制水土流失等方面有重要的生态功能和巨大的公益价值<sup>[4~10]</sup>。因此,湿地

公园对城市生态安全影响评价是解决城市生态安全问题的关键之一,也是城市生态安全研究中的一个难点,本文评价了西安灞柳湿地公园对西安市生态安全的影响,丰富了湿地公园对城市生态安全影响评价的研究,也为西安市进一步建设生态城市提供基础数据。

## 1 研究区概况

研究区西安灞柳城市湿地公园的范围为北到渭河河道中心线,南到规划中的新流路,南北跨度约为2120m;东界为兴南村西,西界为三郎村东,曲折延伸至村西北处上灞河0号橡胶坝,到灞河河道中心线,东西跨度约为2820m,占地面积约为4.77km<sup>2</sup>。湿地公园未建成前(图1),湿地公园所在区域内水域面积为1.25km<sup>2</sup>,占公园总面积的26.21%,建筑用地总面积为0.35km<sup>2</sup>,占公园总面积的7.34%,其余均为其它用地,共3.17km<sup>2</sup>,占公园总面积的66.44%。湿地公园建成后(图2)常年积水总面积为1.62km<sup>2</sup>,占公园总面积的33.96%;季节性积水总面积为1.29km<sup>2</sup>,占公园总面积的27.04%;绿地总面积为1.21km<sup>2</sup>,占公园总面积的25.37%;建筑用地总面积为0.18km<sup>2</sup>,占公园总面积的3.77%;道

收稿日期:2007-07-06;修订日期:2007-08-27

基金项目:国家自然科学基金项目(40771019)和陕西省自然科学基金(2005D14)资助。

作者简介:薛亮(1978-),男,陕西省洋县人,讲师,博士研究生,主要研究方向为遥感与地理信息系统应用。E-mail:brxue@snnu.edu.cn

路广场等用地总面积为 0.47 km<sup>2</sup>,占公园总面积的 9.86%。西安灞柳城市湿地公园主要由湿地景观保护圈(包括湿地景观保护区和湿地景观展示区)、湿地景观恢复圈(包括湿地景观恢复区和湿地文化研究区)、游览活动组织圈(包括湿地生态探险区、水上

果蔬观赏区、湿地民风体验区和湿地休闲娱乐区)和公园管理服务圈(包括入门形象标志区和中心服务管理区)组成。灞柳城市湿地公园是一个集城市湿地、农耕湿地和文化湿地于一体的现代化城市湿地公园。



图 1 西安市灞柳湿地公园现状

Fig 1 The present map of Baliu Wetland Park in Xi'an

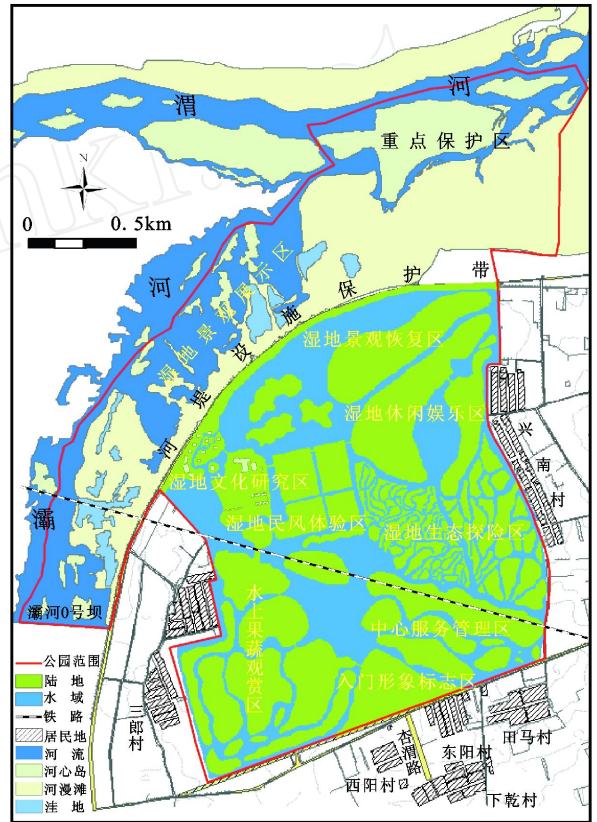


图 2 西安市灞柳湿地公园规划

Fig 2 The layout of Baliu Wetland Park in Xi'an

## 2 研究方法

利用 ERDAS、ArcGIS等地理信息系统软件,对研究区 2006年的卫星遥感影像进行分类、解译等处理,得出湿地公园建成前即现状条件下的城市绿地面积、地表水体面积、建筑用地面积、道路广场等用地的面积,其它相关指标通过查阅研究区及西安市地理志获得。

### 2.1 构建指标体系

本文采用层次分析法构建指标体系。层次分析方法是一种实用的多准则决策方法,首先确定评价体系的目标层,然后根据评价系统中各因素之间

的关系,建立系统的递阶结构<sup>[1]</sup>。体系共分 3 层:目标层、准则层和指标层。体系的最高目标层(O)为湿地公园对城市生态安全影响评价指标,具体采用生态安全等级表示。准则层以制约和影响城市生态安全的主要因素组成,分为准则层 A 和准则层 B,准则层(A)包含资源安全(A1)、生态环境安全(A2)和经济能力与环保意识(A3),准则层(B)为准则层 A 的因素说明,包含资源安全中的水资源安全、土地资源安全,生态环境安全中的自然生态环境和人工环境,经济能力与环保意识中的经济能力、环保意识。指标层(C)由可度量的指标构成,是生态安全指标体系最基本的层面,根据准则

层的特征和含义来选取,本文选取了 14个指标层评价指标(C1~C14)(图3)。区域生态安全综合状况可由各个指标通过一定的方法定量化计算得

到,在评价中首先确定各个指标的权重,然后通过一定的方法来计算得到最终目标层的生态安全等级。

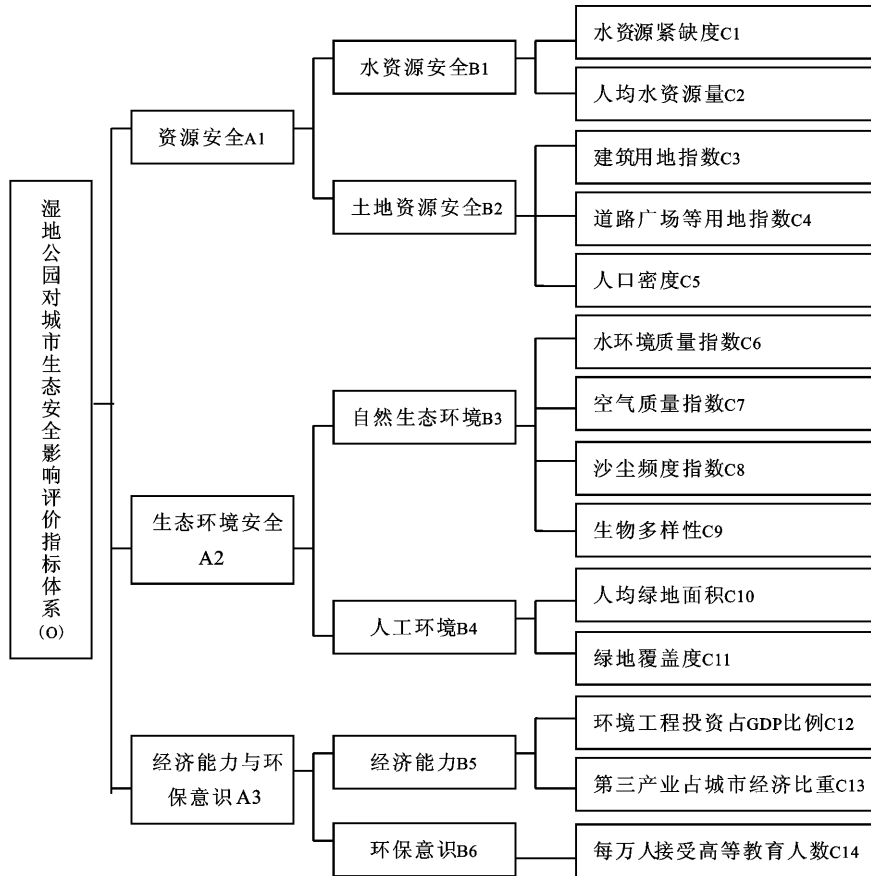


图 3 湿地公园对城市生态安全影响评价指标体系

Fig. 3 Assessment index system of urban ecological security affected by the Wetland Park

### 2.2 确定指标权重和排序

首先构造判断矩阵,这是整个数据工作的基础,一般通过征求专家意见来完成。从层次结构模型的第二层开始,对从属于上层的一个因素的 n个因素,采用两两比较法确定因素之间的相对重要性,采用 1~9及其倒数的标度方法两两比较确定构造出一个 n阶矩阵,直到最下层。其次,计算层次单排序,其目的是对于上层次中的某元素而言,确定本层次与之联系的各个元素重要性的权重值,它是本层次所有元素对上一层次某元素而言的重要性排序的基础。层次单排序的任务可以归结为计算判断矩阵的特征根和特征向量问题,即对于判断矩阵 B,计算满足  $BW = \lambda_{max}W$  的特征根和特征向量。式中, B 为判断矩阵,  $\lambda_{max}$  为 B 的最大特征

根, W 为对应  $\lambda_{max}$  的正规化特征向量, W 的分量  $W_i$  就是对应元素单排序的权重值。最后,计算层次总排序,利用同一层次的所有单排序的结果,就可以计算针对上一层次而言本层次所有元素的重要性的权重值。层次总排序按照从上到下顺序进行,对于最高层,其层次单排序结果即为层次总排序值。为了评价排序的计算结果的一致性,对于层次总排序和层次单排序,都需要进行一致性检验<sup>[11]</sup>。

### 3 结果与分析

由于湿地公园尚处于规划、设计阶段,故本研究结合近期开发步骤(截至 2010年将一期建设工程完成,初步形成灞柳城市湿地公园),建成后的

数据则是通过将建成前的数据、各指标变化趋势和建成后研究区各项指标的变化数据及“十一五”规划预测、估算得到,为了尽可能表明湿地公园对城市生态安全影响程度,故 C1~C11这 11个指标数据受西安市其它区域影响的相应变化不予考虑。

### 3.1 不同指标权重的确定

根据上述研究方法,本研究需要构建 4个判断

矩阵,即 O-A判断矩阵、A1-C判断矩阵、A2-C判断矩阵、A3-C判断矩阵,分别表示各指标之间两两比较后的相对重要性,依次通过层次单排序和层次总排序的计算,并通过检验判断矩阵一致性,最终本文确定目标层、准则层、指标层各指标的权重,如表 1所示,一致性检验结果为  $CR=0.065$ ,小于 0.10,具有满意的一致性。

表 1 指标权重

Table 1 The indexes of weight

指标体系	权 重 (W)
目标层	A1 (0.337), A2 (0.468), A3 (0.195)
准则层	B1 (0.518), B2 (0.482), B3 (0.487), B4 (0.513), B5 (0.533), B6 (0.467)
指标层	C1 (0.073), C2 (0.112), C3 (0.038), C4 (0.083), C5 (0.067), C6 (0.053), C7 (0.051), C8 (0.045), C9 (0.078), C10 (0.113), C11 (0.136), C12 (0.062), C13 (0.051), C14 (0.034)

### 3.2 研究区生态安全等级划分

依据湿地公园对生态安全影响评价标准中各个指标相关标准值来源,本文各个社会经济指标主要参照全国平均水平、发达地区标准及国际通用标

准,并结合专家意见和相关文献<sup>[3,4,6,10]</sup>,将湿地公园对城市生态安全影响程度划分为 4个等级:安全、相对安全、相对不安全、不安全,并确定出相关的标准值区间阈值列于表 2。

表 2 生态安全等级

Table 2 The security grades of ecology

评价等级	综合评价值	说 明
安全	> 0.85	城市生态环境基本未受到破坏,生态结构合理、稳定,生态系统自身功能和自我恢复能力强
相对安全	0.65~0.85	城市生态环境受到轻微破坏,生态结构比较合理、稳定,生态系统自身功能和自我恢复能力较强
相对不安全	0.45~0.65	城市生态环境受到中度破坏,生态系统能够维持部分功能,具有一定的抗外界干扰能力
不安全	< 0.45	城市生态环境退化严重,生态结构极不合理,生态系统脆弱,抗外界干扰能力差

### 3.3 湿地建设前、后安全评价

建立指标体系后,由于各指标系数数量纲不统一,指标之间及指标内部仍没有可比性,因而对于从相关文献资料查阅到的各指标数据<sup>[12~15]</sup>,都需先经过无量纲化预处理过程,本文采用与标准值相比较的规范化处理方法,其结果见表 3。考虑到影响评价指标在低层次上的不可替代性和高层次上的相对互补性特点,本文选择了加权求和的方法来构建多指标的湿地公园对城市生态安全影响综合定量评价模型:  $ES = \sum_{i=1}^{14} W_i C_i$ ,其中,ES表示生态安全指数,  $W_i$ 表示第  $i$ 种指标的权重,  $C_i$ 表示第  $i$ 中指标数据的无量纲化后的值。将对应数据带入该

评价模型,即可计算出湿地公园建成前后西安市城市生态安全指数,灞柳湿地公园建成前,西安市的城市生态安全指数为 0.646,建成后为 0.665。

从计算结果看,西安市生态安全指数受湿地公园的影响,由目前的 0.646变为 0.665,对应的生态安全等级由相对不安全变为相对安全,单从这一点进行分析,可得出湿地公园的建设对于城市生态安全起到了积极、有效的促进作用,虽然指数变化仅为 0.019,但在一定程度上可以反映出湿地公园作为城市中重要的过渡性生态系统,对城市生态安全具有重要的作用。从各指标变化来看,湿地公园建成前后都有不同程度的变化,不论是人均水资源

表3 指标无量纲化计算结果

Table 3 The results of Non - dimensional - normalization of indexes

指标	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
建成前	0.377	0.714	0.706	0.753	0.826	0.741	0.792
建成后	0.379	0.719	0.707	0.759	0.826	0.764	0.823
指标	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
建成前	0.114	0.764	0.253	0.779	0.800	0.659	0.917
建成后	0.166	0.820	0.255	0.782	0.840	0.704	1.017

量,还是人均绿地面积,均有不同程度的提高,这些变化都是湿地公园带来的直接影响。

## 4 讨论

湿地作为重要的自然资源,在社会经济发展中起着重要作用,特别是对于促进经济建设与生态环境的可持续发展至关重要,这已被越来越多的人所认同。湿地公园的建设不仅可以在一定程度上改善城市的生态安全状况,而且可以美化城市景观,保护城市生物多样性,有效改善和提高地方小气候环境质量,对于城市生态环境建设具有特殊而重要的意义,并对所在流域的湿地资源在不同空间尺度上起到一定的保护作用。全国各大城市皆可因地制宜,通过建立湿地公园来调节当地的小气候,改善生态环境,为更好地建设生态城市而努力。

由于指标体系的选取受分析方法、指标定量化程度和研究过程中的认知程度等条件的限制,湿地公园对城市生态安全影响评价指标体系需要在今后的实践中不断加以完善。

## 参考文献

- [1] 施晓清,赵景柱,欧阳志云.城市生态安全及其动态评价方法[J].生态学报,2005,25(12):3 237~3 243.
- [2] 刘勇,刘友兆,徐萍.区域土地资源生态安全评价——以浙江嘉兴市为例[J].资源科学,2004,26(3):69~75.
- [3] 肖笃宁,陈文波,郭福良.论生态安全的基本概念和研究内容[J].应用生态学报,2002,13(3):354~358.
- [4] 廖利,张璐,邹茜.区域生态安全评价方法研究——以温州市瓯海区为例[J].华中科技大学社会科学学报(城市科学版),2006,23(3):16~19.
- [5] 袁军,吕宪国.湿地功能评价研究进展[J].湿地科学,2004,2(2):153~160.
- [6] 刘红玉.中国湿地资源特征现状与生态安全[J].资源科学,2005,27(3):54~60.
- [7] 宋长春.湿地生态系统对气候变化的响应[J].湿地科学,2003,1(2):122~127.
- [8] 王亚文,曹明明.西安地区湿地的历史与现状[J].湿地科学,2005,3(2):154~159.
- [9] 姜明,吕宪国,杨青.湿地土壤及其环境功能评价体系[J].湿地科学,2006,4(3):168~173.
- [10] 高娟.浅水湖泊湿地生态安全评价研究[D].北京:首都师范大学硕士论文,2006.
- [11] 徐建华.现代地理学中的数学方法(第二版)[M].北京:高等教育出版社,2004.
- [12] 陕西师大地理系《西安市地理志》编写组.西安市地理志[M].西安:陕西人民出版社,1987.
- [13] 西安市灞桥区地方志编纂委员会.灞桥区志[M].西安:三秦出版社,2003.
- [14] 陕西省统计局.2006陕西统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2006.
- [15] 西安市环境保护局.西安市环境保护“十一五”规划[EB/OL].<http://www.sei.gov.cn/printpage.asp?ArticleID=93652>

## Assessment of Influence of Wetland Park on Urban Ecological Security Based on AHP

——A Case of Baliu Wetland Park, Xi 'an

XUE Liang, REN Zhi-Yuan

(College of Environment and Tourism Science, Shanxi Normal University, Xi 'an 710062, Shanxi, P. R. China)

**Abstract:** As one of the important transitional ecosystems, wetland has not only the functions such as conditioning, buffering and filtering, but also plays an important role on regional ecological security. The establishment of urban wetland park will have an active influence on urban ecological security. So the assessment of urban ecological security affected by wetland park is both one of the key to resolve the problem of urban ecological security and one of the issues about the research on urban ecology.

Taking Baliu wetland park in Xi 'an as an example, and the factors of urban ecological security affected by wetland park, using the AHP (Analytic Hierarchy Process) as the main research method, the influence of wetland park to urban ecological security were assessed in the paper. The assessment index system was made, and the ecological securities in Xi 'an before and after the establishment of Baliu wetland park were quantitatively analyzed. Firstly, the judging matrix, which is the basis of all data processing was constructed; secondly, individual sorting of hierarchy so as to determine the weight values of every elements relative to the present hierarchy, which was the basis of importance sort all of every elements in the present hierarchy according to some element in the above hierarchy, were calculated; at last, the total sorting of hierarchy and so as to assess the consistency of sorting results was calculated. In the grade division of ecological security, according to the standard value source of every index in the assessment system of urban ecological security affected by wetland park, and considering the advices of experts and the relative documentations, 4 grades were divided according to the degree of urban ecological security affected by wetland park, which were security, relative security, relative insecurity and insecurity, and the threshold of standard value intervals was determined. The results indicated that after the establishment of Baliu wetland park, the index value of ecological security of Xi 'an changed from 0.646 to 0.665, and the establishment of the park has a rather active effect on the promotion of the ecological security rank, which is from relative insecurity to relative security. Only analyzing this aspect, the active influence of wetland park should be found on urban ecological security to some degree. The establishment of Wetland Park will provide further construction of ecological city with new idea.

**Key words:** wetland park; urban ecological security; AHP; assessment index system