

西安市典型区域城市生境制图与 自然保护规划研究

赵振斌, 薛亮, 张君, 卫海燕

(陕西师范大学旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

摘要: 城市自然保护已成为城市生态建设的重要内容。城市自然保护有赖于相关数据采集、评价方法的建立和规划途径的支持。本文结合西安市典型区域, 运用 RS 和 GIS 技术, 探讨了城市生境制图的一般方法与程序, 主要工作包括以下方面: 城市生境分类体系的建立; 城市生境制图及数据库的建立; 城市生境保护价值评价; 城市生境链的规划。主要结论: ①城市生境制图是一种多学科结合的综合性研究, 为城市生态建设提供了新的数据源; ②通过生境单元综合评价, 有价值的生境单元及空间格局可被识别出来; ③基于生境制图及评价的生境链规划为城市自然保护提供了一条极富操作性的途径。

关 键 词: 西安市; 生境制图; 自然保护; 规划

中图分类号: P285.2⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2007)04-0561-06

城市自然保护已成为城市生态建设、人居环境建设的重要内容^[1~3]。城市自然保护的主要目的是为城市居民提供接近自然的机会^[4]。20 世纪 90 年代以来, 城市自然保护成为许多国家地区履行“生物多样性公约”, 实施地方“21 世纪议程”的重要内容^[5~6]。作为一种“保护区外的保护”, 城市自然保护也被纳入区域自然保护体系之中^[7]。

城市自然保护面临的首要问题, 是相关基础数据的获取与评价。1984 年英国在大伦敦议会 (GLC) 领导下开展了大伦敦地区生物生境的综合调查。借助航空像片, 第一次提供了城市生物的生境范围、质量和分布的资料, 并最终确定了有保护意义的地点^[8]。1980 年代, Sukopp, Schult 为代表的德国学者, 创立了城市生境制图 (Biotop mapping) 的方法, 并于 1988、1993 年发表并修订了柏林市的生境分类体系^[9~10], 建立了具有国家标准意义的城市生境制图规范。这一工作推动了德国城市自然保护活动的广泛开展。至 2000 年, 德国已有 223 个大中城市开展了生境制图工作。1997 年受联合国环境署和教科文组织资助, 在德国 Dresden 大学举办了有 21 个国家人员参加的生境制图研讨班^[11], 德国生境制图方法受到广泛重视。

随着我国城市建设水平的不断提高, 城市自然保护也日益受到重视, 成为城市人居环境建设的重要内容^[12~13]。因此探索应用性强的城市基础生态数据调查方法及应用途径, 对我国城市建设是非常迫切的。

1 研究区概况

本研究选择西安市南郊城乡过渡地带为研究区域, 面积约 $3 \times 4 \text{ km}^2$ 。选择这一区域是出于以下考虑: 城乡过渡地带景观类型复杂, 理论上具有较多的生境类型, 并可能具有较高的物种多样性特征^[14]; 这一地带土地利用和景观变化快, 有利于研究城市扩展与生境变化。

研究区位于渭河二级阶地上, 地势平坦。行政上包括雁塔区和曲江新区的部分地区。从土地利用方式来看, 主要是居住用地、公共设施用地、道路广场用地和绿化用地, 占研究区面积的 49.4%; 水域和其它用地 (主要为人工水面、农村用地、闲置地) 占 36.9%。这是因为本区是西安市的文教区和旅游区, 大学分布数量较多, 园林等公共绿地面积较大, 同时从 1990 年代起, 这一地区也是西安市的房地产集中开发区域, 建设有大规模的商品化住

收稿日期: 2006-02-19 修订日期: 2006-11-23

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40371003); 教育部重大攻关项目 (04JZD00010); 陕西省自然科学基金项目 (2005D14); 陕西师范大学重点科研基金项目。

作者简介: 赵振斌 (1965-), 男, 陕西洛南人, 博士, 副教授, 主要从事城市景观生态研究。E-mail: zhaozh@263.net

宅小区。研究区包括一定比例的农田和村镇用地,同时,由于新区及地产的开发,区内分布有较大比例的未利用闲置地。研究区的用地类型构成反映了该区域城乡过渡地带的景观特征。

2 研究区生境制图

就城市而言,由城市建筑物、植被、动物、土壤、人类活动等因素共同形成的景观生态单元被称为城市生境^[9,10]。城市生境制图是在3S技术支持下对城市生境进行划分,并记录其属性和空间生态数据的工作。城市生境制图的尺度主要涉及地方和局地尺度。本研究中制图比例尺为1:1万,这一尺度与城市土地规划的尺度一致,增强了生境制图的规划指导意义。

2.1 生境制图的依据

本研究选择土地利用方式、利用历史、建筑物格局三要素来划分生境类型。土地利用方式由城市土地利用类型来反映。研究区内的土地利用主要有居住用地、道路广场用地、绿地及公共设施用地等类型。包括部分工业用地、市政公用设施用地、仓储用地和其他用地类型。按照Sukopp的研究,土地利用类型对城市气候、土壤、水环境的形成与分异和动植物群落的构成都有影响^[15],因此,土地利用类型直接影响到城市生境的形成。但是,由于土地利用类型主要是从社会经济角度来进行划分,因此仅仅用土地利用类型来进行城市生境研究显然有其不足之处。因此,在土地利用基础上,参考其它城市生态要素来进行生境划分是必要的。

土地利用历史主要考虑利用方式的延续性(Continuity)。延续性影响到生境的结构功能质量^[6]。利用方式稳定,持续时间长的城市区域往往成为本地物种、稀有物种分布的中心,且拥有代表性的景观,具有生态意义和重要保护价值^[6,9]。研究区保留有历史很长的用地类型,比如宗教园林(大慈恩寺)。有一部分属于1960~1970年代形成的用地类型,如老式单位家属区、高校校园、墓园(烈士陵园)。但绝大部分是1980~1990年代城市扩张时期出现的新利用类型,如居住小区、曲江新区、市政设施(曲江水厂、天然气站)和闲置地。历史悠久的用地方式显示出极高的自然保护价值,如大慈恩寺历史悠久,可追溯到唐代,用地性质稳定,这里分布着西安市的众多古树名木,如国槐(*Sophora japonica*)、紫藤(*Wisteria sinensis sweet*)、

怪柳(*Tamarix chinensis*)、古柏(*Platycladus orientalis*)等^[16]。同时,大雁塔、大慈恩寺也以其独特的宗教建筑景观,成为西安市的重要城市地标。

建筑物格局主要考虑了建筑密度和建筑物空间排布(排式、蜂窝状),高度(高层、多层)等方面。其中建筑密度实际反映了土地利用的强度,是主要的考虑因素。通过遥感影像的分析,在研究区区分出了三个等级的建筑密度:<45%,松散布局;45%~75%,较松散布局;>75%,密集布局。另外,在一些类型中区分出了地面铺砌类型(铺砌运动场、土质运动场)。建筑物格局与绿地率,绿地格局,地面铺砌状况密切相关,影响城市生境质量的高低,是较小尺度生境研究的主导要素。

2.2 研究区生境分类与制图

利用Spot影像,结合地面调查,形成研究区城市生境分类系统。生境类型体系采用开放式分类方法,共有三个等级单位(类型、亚类、小类)。部分类型由于性质单一或成因单一,仅有一级单位。类型系统初步形成的基础上,采用监督分类的方式形成生境类型图,如图1所示。

2.3 研究区生境数据库的形成

在生境类型图形成的基础上,通过野外调查,选择不同生境类型的典型单元,采集生境类型的属性数据,借助Arc/View构建研究区城市生境数据库。考虑到生态数据的可比性,在典型单元中选择2~3块100×100m样地,取其平均值采集数据。记录信息由两部分组成:基础信息,包括单元序号、类型、名称、地点、面积、形状、土地利用性质;景观生态信息,包括建筑面积、绿地率、户外铺砌类型及面积比例、建筑物类型结构、高度及排布形式、绿化植物种类、平均1m高胸径、1m高胸径≥50cm的大树数量及分布、自生草本植物种组成、指示鸟类种群(乌鸫*Turdus merula*、白头鹎*Pycnonotus sinensis*)的分布状况、生态小结构(大树、水面、林片)、美学价值评价、接触自然的潜力、干扰(污染、振动、噪音)。GIS辅助数据库的建立为生境评价及保护提供了基础,同时也使生境制图信息具有可更新性。

3 生境综合保护价值评价

通过保护价值评价,可综合反映生境结构与功能状况的优劣,揭示优良生境单元的空间格局特征,为生境保护提供参照信息。城市受人类影响深

表 1 制图区域生境分类体系

Tab 1 The category system of the biotopes in the study area

1 居住区生境类型	4 校园生境类型	8 交通用地生境类型
1 1 松散排式居住区	4. 1 松散布局大型校园	8. 1 主干道路
1 1 1 1950~ 70年代排式居住区	4. 1 1 1950~ 70年代大型园林式校园	8. 2 大型交通绿地
1 1 2 1980~ 90年代排式居住区	4. 1 2 1990年代新建大型校园	8. 3 停车场
1 1 3 5年以来的新建排式居住区	4. 2 较松散布局小型校园	9 市内开敞空间生境类型
1 2 松散别墅居住区	4. 3 密集建筑的小型校园	9. 1 运动场
1 3 密集蜂窝状居住区	5 商贸设施生境类型	9. 1. 1 铺砌运动场
1 4 较松散高层居住区	5. 1 密集大型商贸设施	9. 1. 2 土质运动场
1 5 较松散村落居住区	5. 2 密集仓储设施	9. 2 铺砌广场
2 工业用地生境类型	5. 3 密集棚户市场设施	10 闲置地生境类型
2 1 密集厂房用地	6 公共设施用地生境类型	10. 1 农田闲置地
2 2 较松散厂房用地	6. 1 松散大型市政设施	10. 1. 1 4~ 10 年的老农田闲置地
2 3 较松散混合工业用地	6. 2 较松散大型服务设施	10. 1. 2 1~ 3 年的新农田闲置地
3 园地生境类型	6. 2 1 1990年代新建设施	10. 2 建筑拆迁地
3 1 松散布局的植物园	6. 2 2 1950~ 70年代老设施	10. 3 堆土地
3 2 松散布局的墓园	7 农业生产区域生境类型	11 人工湖泊
3 3 松散布局的公共园林	7. 1 农田	12 建设工地
3 3 1 近 5 年来新建公园	7. 1. 1 菜地	13 垃圾堆放地
3 3 2 1950~ 70年代老公园	7. 1. 2 大田	14 挖掘地段
3 4 松散布局的传统宗教园林	7. 2 苗圃	

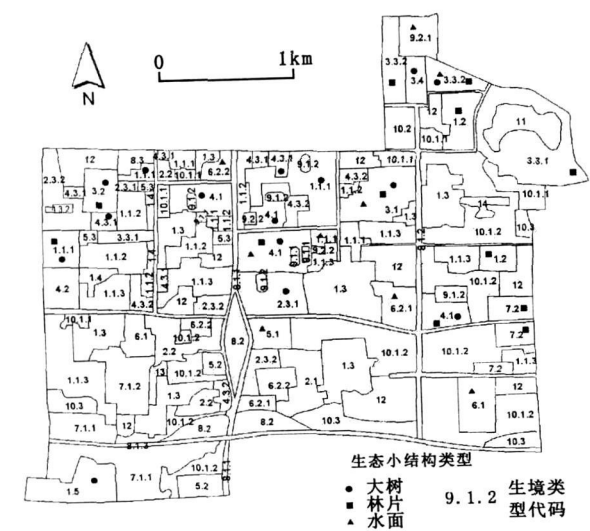


图 1 研究区生境类型图

Fig 1 The biotope map of the study area

刻,因此,城市生境保护价值评价不能直接应用自然生境的评价方法,比如强调稀有性,规模等。城市生境评价应兼顾多种目标,即将生境结构、物种、城市景观建设等因素综合考虑^[17]。本研究选择了六个评价指标:绿地率、建筑密度、植被类型结构、乔木 1m 高胸径、生态小结构、指示鸟种的分布状况。这些因子可综合表征生境的结构、功能质量。

其中,绿地率是评价生境价值的基本指标,一般与建筑密度呈反比例增长关系。植被类型结构指孤植树木、林片、草地、灌木树篱、花坛 5 种的组合情况。乔木 1m 高胸径指生境类型中乔木的平均胸径,由系统随机抽样平均获得。胸径指标可反映生境发育历史,一般历史长的生境具有较大的该指标值。生态小结构 (Small scale patterns)指生境类型中大树 (1m 高胸径 ≥ 50 cm)、水面 (面积 $\geq 25m^2$)、林片 (面积 ≥ 0.01 hm^2 ,郁闭度 > 0.3) 的分布及组合情况。生态小结构可反映生境结构质量的高低,不但具有重要的生态学意义,如形成边缘生境,为城市动物种群提供水源、栖身之处及筑巢地,而且也具有重要的景观美学意义。

由于自生鸟类对环境具有很高的敏感性^[18],同时也是城市自然保护的目标,因此选择鸟类为指示种,反映生境质量的高低。本研究选择乌鸫 (*Turdus merula*) 为指示种。乌鸫为西安市留鸟,属于鸣禽,以昆虫、草籽、浆果为食,常小群活动,繁殖期成对出现。近年随着城市绿化水平的提高,乌鸫种群数量增加,但其分布上具有明显的相对集中性。我们利用线路调查和样点调查相结合的方法,从 2004 年 5 月到 2005 年 5 月对研究区内的乌鸫种群分布状况进行了调查,结果说明研究区内乌鸫

空间分布与生境类型有显著关系。

3 1 单要素评价图层的生成

依靠上述建成的研究区生境数据库,生成评价要素专题图层。参照 Freeman^[17]和 Wittig^[19]等学者的生境质量评价方法,结合研究区实际,确定本研究单要素评价给分标准,形成单要素评价图层。评价给分标准如表 2 所示。

表 2 生境保护价值单要素评价给分标准

Table 2 Score descriptions on single factor

评价要素	分值		
	1	3	5
绿地率(%)	≤ 20	20~ 40	≥ 40
建筑密度(%)	≥ 45	20~ 45	≤ 20
植被类型(层)	≤ 1	2~ 3	≥ 4
乔木 1m 高胸径 (cm)	≤ 10	10~ 20	≥ 20
生态小结构(种)	0	1	≥ 2
指示鸟种分布	无分布 (平均遇见率 0只 /h)	稀有 (平均遇见率 < 1只 /h)	常见 (平均遇见率 1~ 10只 /h)

较高保护价值的生境类型 (2级);评价总分值 ≤ 15 为保护价值低的生境类型 (3级),最后,形成研究区生境综合保护价值评价图,如图 2 所示。

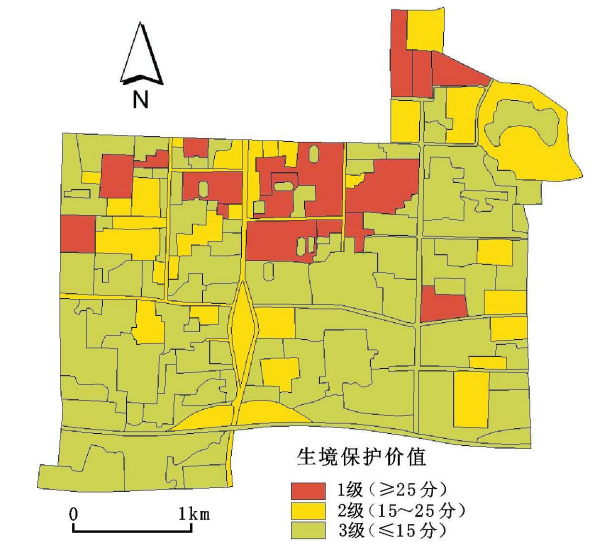


图 2 生境综合保护价值评价图

Fig 2 The comprehensive conservation value of biotopes

通过上述评价可以看出,综合保护价值高的生境主要是公共园林(春晓园、雁塔西苑)、宗教园林(大慈恩寺)、植物园(西安植物园)、建于 1950 ~ 70 年代的多层排式居住区(东风仪表厂、陕西师大等单位家属区)、建于 60 年代的大型园林式高校校园(陕西师大、西北政法学院等校园)、墓园(西安烈士陵园)等类型。这些类型一般具有较高

3 2 研究区生境综合保护价值评价

在生境单要素保护价值评价的基础上,运用 ARC/INFO 软件对单要素评价结果进行叠加 (Overlay) 处理,用单要素评价分值算术和的方法得到综合评价图层的属性值,并按下列标准划分综合保护价值等级:评价总分值 ≥ 25 为具有很高保护价值的生境类型 (1级);评价总分值 15~ 25 为具有

的绿地率,有多层植被结构,由于利用方式稳定,历史较长,乔木胸径较大(乔木 1m 高胸径一般为 25 ~ 40 cm,最大胸径可达 100 cm),有 2 种以上的生态小结构,同时也是指示鸟种乌鸫的主要分布区域,因此具有很高的综合保护价值。

4 研究区生境链的规划

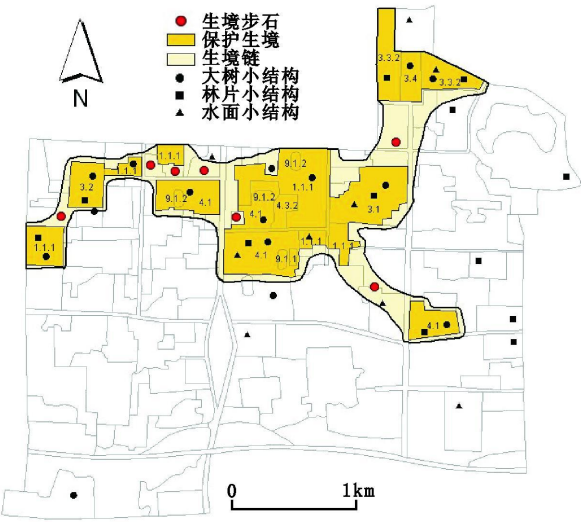
4 1 生境链概念的提出

城市受人类影响深刻,生境具有破碎化的特征,呈斑状分布。城市自然保护必须将分散的生境斑块组织起来,形成有效力的保护体系。德国学者在生境制图的基础上,进行城市生境连续体 (Biotopverbund) 的规划^[10]。以此为基础,本研究将“生境链”作为一种新的城市空间规划概念 (Spatial planning concept) 提出。生境链是有保护价值的城市生境单元与生态步石 (Stepping stone) 共同组成的城市自然保护空间体系。属于较小尺度上的城市自然保护设施。生境链的意义表现在以下方面:突破传统孤立保护、挂牌保护的模式,实施整体保护、网络保护;为城市自然保护、景观建设提供了操作性强的空间规划途径。岛屿生物地理学理论 (Island biogeography theory)^[20]、景观生态学理论^[21]、异质种群理论 (Meta-population theory)^[22] 为生境链概念提供了理论依据。

4 2 研究区生境链规划

由生境综合保护价值评价图可见,研究区保护

价值高的生境单元主要集中在北部, 且呈带状分布。用生态步石将这些分散的生境斑块连接起来, 并划出其整体保护范围, 便形成了研究区生境链。生态步石即在隔离的生境斑块间有意识设立的绿地斑块, 具有沟通生境斑块间物种交流, 降低破碎化影响的功效。如图 3 所示。



Landscape and Urban Planning 1988 **15**: 39~ 58

[10] Schulte W., Sukopp H., Werner P. Comprehensive biotope mapping as a basis for nature conservation orientated planning[J]. Natur und Landschaft 1993 **68**(10): 491~ 526

[11] Wolfgang Schulte, Herbert Sukopp 李建新. 德国人文聚落区生态单元制图国家项目 [J]. 生态学报, 2003, **23**(3): 588~ 597.

[12] 王秉洛. 城市绿地系统生物多样性保护的特点和任务 [J]. 中国园林, 1998 **14**(1): 4~ 7

[13] 吴人韦. 城市生物多样性 strategy[J]. 城市规划汇刊, 1999, **19**(1): 18~ 20.

[14] Zerbe S. Biodiversity in Berlin and its potential for nature conservation[J]. Landscape and Urban Planning 2003 **62** 139~ 148.

[15] Sukopp H. Urban ecology as the basis of urban planning[M]. Amsterdam: SPB Academic Publishing 1995 163~ 172.

[16] 陕西省林业厅. 陕西古树名木[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999, **8** 38~ 73

[17] Freeman C. Development of a simple method for site survey and assessment in urban areas[J]. Landscape and Urban Planning 1999 **44** 1~ 11.

[18] Pertti K. Birds as a tool in environmental monitoring. Annals of Zoological Fennica, 1989, **26** 153~ 166

[19] Wittig R. and Schreiber K. F. A quick method for assessing the importance of open spaces in towns for urban nature conservation [J]. Biol Conserv., 1983 **26** 54~ 64

[20] Richard B. Primack. 保护生物学概论 [M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1996 48~ 51

[21] Forman R T T. Land mosaics: the ecology of landscapes and regions[M]. Cambridge University Press 1995

[22] Hanski I. Metapopulation dynamics and conservation: a spatially explicit model applied to butterflies[J]. Biological Conservation 1994 **68** 167~ 180.

[23] 李金纲, 杜央威, 郝琳. 陕西师范大学校园鸟类调查 [J]. 陕西师范大学学报, 2004, **32**(1): 82~ 85

Urban Biotope Mapping and Nature Conservation Planning
in Typical Area of Xi'an City of China

ZHAO Zhen-Bin, XUE Liang, ZHANG Jun, WEI Hai-Yan

(College of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062)

Abstract Urban nature conservation has come to be one focus of urban ecological construction. This work should rely on the advent of the approaches of the relevant data gathering, evaluation and planning. A typical study area is chosen on the border in the south of Xi'an City of China, and with RS and GIS, general ways and procedures of urban biotope mapping are studied in this paper. The work includes the following main aspects: the building of the urban biotope category system, the building of the urban biotope data base of study area, the evaluation of the biotopes relating to the value of nature conservation in urban area, and the planning of the urban biotope chain. The result shows that: 1) the urban biotope mapping is an inter-discipline and comprehensive work in urban area, which provides a new data source for the urban ecological construction and researches; 2) some biotope spatial patterns can be identified in the multi-purposed evaluation process, which provides the conservation potential in urban area; 3) the biotope chain planning provides a very practical and meaningful approach to urban nature conservation.

Key words Xi'an City; Biotope mapping; urban nature conservation; planning