

西安市城市森林景观格局分析

秦耀民¹, 胥彦玲², 李怀恩¹, 刘康³, 徐东平⁴, 董亚妮⁵

(1. 西安理工大学 西北水资源与环境生态教育部重点实验室, 陕西 西安 710048;

2. 北京市科学技术情报研究所, 北京 100037; 3. 西北大学 城市与资源学系, 陕西 西安 71006;

4. 西安理工大学 水利水电学院, 陕西 西安 710048; 5. 陕西省地质矿产实验研究所, 陕西 西安 710054)

摘要: 以 2006 年西安市区 Quickbird 遥感卫星影像为基础, 结合西安市林地资源调查统计数据, 将 GIS 与景观格局分析相结合, 对西安市三环以内城市森林景观格局进行了分析。结果表明, 西安市区森林资源总量贫乏, 分布不平衡, 城市森林面积和质量水平较低, 布局上不均匀, 小型斑块所占比重大, 破碎化度高, 植物配置不合理, 城市森林的总体作用不强。

关键词: 城市森林; 景观格局; GIS

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)06-0225-05

中图分类号: Q 149

Landscape Patterns of Urban Forest in Xi'an City Based on GIS

QIN Yao-min¹, XU Yan-ling², LI Hua-en¹, LIU Kang³, XU Dong-ping⁴, DONG Ya-ni⁵

(1. Key Laboratory of Northwest Water Resources, Environment and Ecology, Ministry of Education,

Xi'an, Shaanxi 710048, China; 2. Beijing Municipal Institute of Science and Technology Information, Beijing 100037, China; 3. Department of Urban and Resources Science, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710069, China; 4. Institute of Water Resources and Hydro-Electric Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an, Shaanxi 710048, China; 5. Shaanxi Experimental Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an, Shaanxi 710054, China)

Abstract: This study is performed by using Quickbird images in 2006 as the data resource. Combined investigation with statistics of forestland resources in Xi'an City and integrated GIS with the analysis of landscape patterns, the forest landscape attributes in the city are analyzed. Results show that forest resources in the Xi'an City are deficient, unbalanced, and centralized. Urban forest coverage is low and small patches occupies a large proportion. The present layout of urban greening species fails to form intense ecological relationship and is not strong enough to benefit the people.

Keywords: urban forest; landscape pattern; GIS

景观生态学是地理学与生态学之间的交叉学科。它是景观为对象, 通过能量流、物质流、信息流和物种流在地球表层的交换, 研究景观的空间结构、内部功能及各部分之间的相互关系^[1-2]。它的优势在于集中了地理学与生态学的精华, 克服了两者的弱点, 把地理学研究空间相互作用的水平方法与生态学研究功能相互作用的垂直方法结合起来, 探讨空间异质性的发展和动态, 空间异质性对生物和非生物过程的影响及对空间异质性的管理^[3-4]。近年来, 景观生态学作为生态学的一门新兴学科, 在国内得到了极大的应用和发展^[5]。随着景观生态学研究领域的扩大, 人们逐渐将目光转向城市, 从景观生态学的角度对城市这一人类活动中心进行研究, 为城市生态研究提供一种新的思想和方法^[6]。景观生态学的发展为城市绿化的深入研究提供了一个较好的理论基础和方法, 有助于把握城

市绿化在景观空间尺度上的特征以及景观动态过程, 为建立城市绿化信息系统提供生态学的依据。

随着城市的不断扩张和发展, 城市问题日益突出, 逐渐成为广大公众所关注的焦点。城市森林的存在, 缓解了日益加剧的城市发展与城市内和谐统一的生态系统之间的矛盾, 城市森林作为城市景观的重要组成部分, 在城市景观的结构、功能及其变化等方面发挥着重要的作用, 因此对城市森林的研究近些年来得到了迅速的发展, 成为了研究的热点问题之一^[7-14]。目前国内对城市森林景观格局的研究大多以研究区整体为对象, 本研究对西安市城市森林进行了分类和景观格局分析, 以期通过对城市森林的研究, 找到一条解决城市发展与生态平衡之间矛盾的最佳途径, 为今后进行城市绿地的景观规划、城市森林建设和改造提供有价值的建议。

1 研究区概况

西安市位于 $33^{\circ} 42' - 34^{\circ} 44.5' N$, $107^{\circ} 40' - 109^{\circ} 49' E$ 的关中平原中部, 地处关中盆地, 属于暖温带半湿润大陆性季风气候, 地区年平均气温 $13.1^{\circ} C \sim 13.5^{\circ} C$, 年降水量为 $504.7 \sim 982.8 mm$ 。市区植被种类丰富, 其中自然植被主要为森林、灌丛、草甸和水生植被。由于秦岭山脉的阻挡, 焚风作用显著, 又因为西安城市建设的发展, 城市热岛现象明显, 因此开展城市森林的研究意义重大。

2 研究方法

结合 2006 年西安市林地资源调查统计数据, 对西安城市森林进行分类, 主要分为单位附属城市森林、居民区城市森林、公共城市森林、生产用城市森林和道路城市森林 5 种类型。借助截止 2006 年底西安

表 1 西安城市森林景观格局指数

类 型	CA	NP	PD	ED	MPS	MPE	PSCV
单位附属城市森林	1 295.36	1 766	5.81	40.95	0.73	8.97	335.03
居民区城市森林	801.59	1 225	4.03	24.75	0.65	7.17	315.58
道路城市森林	531.79	347	1.14	17.11	1.53	8.37	211.17
公共城市森林	244.85	48	0.16	2.96	5.10	18.39	161.41
生产用城市森林	63.19	8	0.03	0.66	7.90	22.94	137.99

西安市三环范围内城市森林中单位附属城市森林在斑块数量和斑块面积上相对于其它类型的城市森林都占有优势, 其值分别为 1 766 和 1 295.36, 其次依次为居民区城市森林 1 225 和 801.59, 道路城市森林 347 和 531.79, 公共城市森林 48 和 244.85, 生产用城市森林 8 和 63.19。

从整个范围来看, 斑块面积变异系数大, 分布不均匀; 斑块密度、边界密度和平均斑块面积小, 城市森林斑块破碎化程度高。其中单位附属城市森林、居民区城市森林、道路城市森林 3 种城市森林类型相对于公共城市森林、生产用城市森林两种城市森林类型的平均斑块面积小, 破碎化程度高; 斑块面积变异大, 有少量大面积绿地存在。

根据以遥感影像图为基础提取的西安城市森林分布图, 结合 2006 年林业最新统计资料, 可以看出西安城市森林分布不均匀。其中, 大片片状城市森林集中分布在公共城市森林中的公园和南郊的生产用城市森林中, 而分散的城市森林则主要分布在市区二环以内的地区。城市森林面积 $2 987 hm^2$, 覆盖率为 9.76% (未包括农用地), 与城市生态环境改善密切相关的城市森林一般以城市森林绿地为主, 乔灌草结

市建成区范围内城市森林建设详细统计资料和 2006 年西安市区 Quickbird 卫星遥感影像图, 对组成建成区内城市森林的绿地斑块按面积大小分级, 然后进行不同面积等级和不同类型的景观格局分析, 以期为西安城市森林发展规划提供依据。

研究区范围内选择斑块类型水平上的斑块组成和面积指数斑块数量 (NP)、类型面积 (CA)、平均斑块面积 (MPS)、斑块面积变异系数 (PSCV); 斑块类型破碎化指数斑块密度 (PD)、边界密度 (ED)、平均边界长度 (MPE) 共 7 个景观指数进行分析。

3 结果与分析

3.1 西安市三环以内城市森林景观格局分析

对西安三环范围各类城市森林进行景观格局分析, 选取的面积指数有: NP, CA, MPS, PSCV; 斑块破碎化指数有 PD, ED 和 MPE, 结果见表 1。

合, 绿化模式丰富, 斑块丰富度高, 但绿地斑块面积小, 连通性不强, 破碎化程度高。

3.2 西安市三环以内城市森林分布格局

城市内部的景观可分为人造建筑景观与自然生态景观两大类型。城市生态环境质量的好坏总体上取决于这两类景观的相对比例关系及其分布状态格局。城市中最重要的生态用地是城市森林, 它对城市良好的生态环境质量的维持发挥着至关重要的作用, 是改善和调节城市环境的重要生态源地。而且, 由于城市与城市郊区在空间上邻接, 城市郊区的绿地也能对城市发挥一定的生态作用。

3.2.1 西安城市森林现状 依据 2006 年西安市绿化普查所得数据及卫星图片判读数据, 对城市不同分区内城市绿化面积进行统计及景观格局分析。通过对西安 2006 年卫星图片判读数据的提取及 GIS 软件的处理、分析可知, 三环以内地区总面积 $30 597 hm^2$, 城市森林覆盖总面积 $2 987 hm^2$, 其中单位附属城市森林 $1 311.15 hm^2$, 占总森林面积的 43.89% ; 居民区城市森林 $806.69 hm^2$, 占总森林面积的 27.00% ; 公共城市森林 $250.36 hm^2$, 占总森林面积的 8.38% ; 生产用城市森林 $63.62 hm^2$, 占总森林面

积的 2.13%; 道路城市森林 555.67 hm², 占总森林面积的 18.60%; 三环以内地区的绿地率仅为 9.76%, 是比较低的。西安三环以内不同城市森林分类及组成详见表 2。

表 2 西安三环以内不同城市森林分类及组成

城市森林类型	绿化覆盖面积/hm ²	占研究区面积/%	占总绿地面积/%
单位附属城市森林	1 311.15	4.29	43.89
居民区城市森林	806.69	2.64	27.00
公共城市森林	250.36	0.82	8.38
生产用城市森林	63.62	0.21	2.13
道路城市森林	555.66	1.82	18.60
合计	2 987.48	9.76	100.00

可以看出, 单位附属城市森林的比例最大, 占全市总绿化面积的 43.89%, 在西安整个城市森林系统中占有十分重要的位置, 其绿化状况直接影响着城市总体绿化水平和改善城市环境的质量; 其次分别为居民区城市森林占 27.00%; 道路城市森林面积占 18.60%; 公共城市森林占 8.38%; 生产用城市森林占 2.13%。与人们生活联系较紧密的公共城市森林所占比例较小, 说明西安市公共城市森林建设仍需加强, 并有较大的发展空间。

3.2.2 西安市居住区城市森林空间分布 居住区城市森林分布特征: 西安市三环以内居住区城市森林面积为 806.69 hm², 绝大多数居住区城市森林分布在一环和二环之间的地段和南郊二环与三环之间的文化区, 表明这两个地段有着良好的人居环境, 在居住区城市森林中占主导地位。北郊的广大地区虽然也分布着众多数量的居住区城市森林, 但分布极其分散且分布密度低, 主要是由于北郊为近年来新开发的新兴地区, 处于发展的起步阶段, 居住环境居中。而东郊和西郊人口密度比较大, 但其绿地面积最少, 居住环境较恶劣, 主要是因为东郊为西安的老纺织区、西郊为西安的老工业区, 这两地区分布着众多的工矿企业。下一步城市建设应加大东、西郊居住区的环境建设力度。

通过对居住区城市森林布局的空间特征分析可以看出, 西安市楼房居住区的住宅建设及其布局基本分为两类形式: 第一类是以行列式建筑布局为主的居住区。其特点是住宅楼层为 4~6 层, 建筑物大多呈东西走向行列式等高排列, 造型单调, 数量较少, 而且整体布局缺乏起伏变化和节奏韵律。西安市 2000 年以前所建成的居住区多为此类形式, 小区绿化的特点是以楼间绿地为主。第二类形式为组团式建筑布置的居

住区。其特点是以楼群相互围合成若干个相对封闭的绿化空间, 形成组团式集中绿地, 具有院落式绿化布局的特点, 便于在一定面积(一般为 1 000 m² 左右)中集中展示绿化效果, 发挥绿化生态效益并为就近居民服务, 自 2000 年以后的西安市新建的小区及改造的居住区绿地, 有较大一部分采用第二类形式。

从总体上来看, 当前西安居住区城市森林存在的主要问题有: ①西安市地处西部地区, 经济条件相对落后, 而且居住小区发展的历史短暂, 无法满足居民居住环境方面的需求, 由于总体规划上景观要素考虑较少, 部分居住区绿化不够完善, 部分绿地功能欠缺, 绿地系统科学性、合理性较差, 植物缺乏合理配置, 乔灌草比例, 针阔叶乔比例失调。有的小区甚至没有绿化, 环境质量差。总之, 没有形成舒适优美的人居环境。②居住区城市森林分布不平衡, 基本上是南北多、东西少; 旧城区多, 新城少; 而且破碎度较高, 大面积的绿地相对较少, 分布也比较零乱。在今后的城市建设中应注重绿量的提高和居住环境质量的提高。

从长期发展的眼光看, 结合新居民小区的建设 and 旧小区的绿化改造, 应注意增加乔木树种的比例和立体绿化的水平, 对于改善小区环境, 提高小区绿化水平和人均绿量的占有率具有重要意义。这就需要在科学分析研究的基础上, 为西安市居住区环境的宜人化提供充足的理论依据。

3.2.3 西安市公共城市森林空间分布 公共城市森林包括公园、游园、广场、景点、居住区级各类公园等, 是城市最主要的游憩场所, 在城市森林系统中占较重要地位。西安市三环以内公共城市森林面积有 250.36 hm², 占城市森林面积的 8.38%, 其中以公园绿地为主, 在公共城市森林中起决定性作用。西安市公共城市森林主要分布在东城区、大雁塔风景区、城墙周围, 这占了其中的绝大部分, 主要为大面积的片状绿地分布。这主要是由于西安市的几个大型公园都位于东城区和大雁塔风景区, 而环城公园位于城墙四周。面对西安市城市森林的实际情况, 除充分考虑市场经济发展和市民生活提高的前景, 需要做出合乎客观规律的科学决策, 除不断提高城市人均公共绿地指标外, 还应使市区公园均匀分布, 便于居民就近利用。鉴于今后居民中老龄人的比重增加, 可就近利用的居住区、小区公园更加重要。

目前公共城市森林存在的主要问题是: 公共城市森林面积较小, 人均公共绿地面积低。西安市 2001 年人均公共绿地面积 5.30 m², 而我国 2001 年人均公共绿地面积为 6.83 m², 离全国的平均水平还有一定差距。公共城市森林的分布也不均, 大部分分布在少数

几个地区,大多数地区缺乏公共绿地。因此今后的城市建设应加强公共城市森林的普及,在努力提高绿量的基础上使公共城市森林均匀地分布于城市之中。

3.2.4 西安市道路城市森林空间分布 城市道路是城市的窗口,是反映城市形象和特色的重要景观。凯文·林奇认为构成城市形象的 5 大要素中道路处于首要地位,足以说明道路城市森林作为道路的组成部分在创造城市形象的重要性。道路城市森林具有遮荫防晒、减弱交通噪声、吸附尘埃等功能,对改善城市卫生,美化市容等方面具有积极作用。同时,城市绿色廊道应该成为构筑城市历史文化氛围的桥梁和展示城市文脉的风景线,起到保护城市历史景观地带、构造城市景观特色、营建纪念性场所和体现现代城市文化氛围和文明程度的作用。道路城市森林是城市绿化的网络和骨架,是联系城市各类绿地的纽带,最能反映城市森林水平。

西安市主要道路城市森林系统总的可以概括为“两轴,一环”,“两轴”即大庆路、莲湖路、西五路、东五路、长乐路和长安路、南大街、北大街两条道路城市森林,是贯穿新老城区东西、南北的两条绿轴。“一环”即二环路道路城市森林,形成了环绕城区的一条绿色廊道。西安市道路城市森林主要分布于一环与二环之间的主要道路上,而城墙以内及二环以外的道路的城市森林分布较少。西安市道路城市森林拥有较高的空间绿量,虽然面积在西安市城市森林系统中只占 18.60%,但其较大的空间绿量与在城市中分布的均匀性,可发挥较大的景观与生态服务功能。

目前道路城市森林存在的主要问题是:道路城市森林分布不均匀,大部分集中分布于一环与二环之间,而一环内及二环外分布较少,今后的城市建设应加强这两处的道路城市森林建设,特别是对于人口流量较大的一环内地区,提高道路城市森林的水平有着极其重要的意义。近几年,西安的城市森林美化以改善城市大环境为目的,以改造东西、南北中轴线为重点,高标准地完成了南二环路的绿化、美化,完成了兴庆路南端绿岛的绿化栽植,并配合钟鼓楼广场的建设及南门外外盘道,北门内外盘道大环境改造,高水平、高标准完成了绿化栽植工作,取得了一定的成绩。

3.2.5 西安市单位附属城市森林空间分布 西安是西北重要的工业城市,市内分布着大量的工厂和企业,同时西安又是全国重要的教育人才输出基地,拥有着众多的高等院校。因此单位附属城市森林在西安的整个城市森林系统占有举足轻重的地位。西安三环以内的单位附属城市森林面积为 1 311.15 hm^2 ,占整个城市森林面积的 43.89%,在各种类型的城市

森林中列第一位。西安单位附属城市森林主要分布于西安市的西郊工业区、东郊纺织城和南郊的文化区,以上 3 地分布着大量的工厂、企业和学校。整个单位附属城市森林的破碎化程度比较高,分布的密度相对较高,分布相对比较集中。

从实地调查中发现,单位性质不同,对绿化的重视程度差异较大。大中院校、机关、事业单位和名胜区绿化水平较高,平均绿化率水平 25%~28%,其中,大学校园平均绿化率>45%,园林局、环保局等事业单位绿化水平高达 60%;机械、化工、建材厂等工矿企业单位的绿化水平相对较低,平均绿化率 20%左右,西安农药厂、水泥厂、化工厂都是污染比较严重的工厂,绿化水平低,植物生长不良,栽种的植物品种单调,对抗性树种选择缺乏科学认识。城市不同分区内单位的绿化水平以东、西郊绿化水平普遍较高,老城区内绿化水平较低。

从单位附属城市森林的特点来看,西安单位附属城市森林存在的主要问题为:城市森林个体面积小,破碎化程度高。小型单位的单位附属城市森林均不大,而组成大型单位附属城市森林的每一个绿地个体也比较细小,缺乏大片的绿地。个体面积小,使得单位附属城市森林在改善环境生态效益方面,具有与公共城市森林、片状城市森林等大面积的城市森林完全不同的特征。由于所属单位的性质和功能的不同,不同单位附属城市森林个体在环境特点、用地规模、绿化水平、养护管理等方面均存在着很大的差异。单位城市森林总体水平仍有待于提高,重点对象是提高老城区、小单位和工矿企业单位的绿化规划和建设水平。随着城市园林建设力度不断加大,城市绿化的潜力越来越集中于厂区。厂区绿化已不单是观赏或装饰的附属事物,而是城市建设和可持续发展的基础性工作,是改善城市生态,改善人民生活、工作乃至生存环境的重要组成部分。在污染严重的区域选择抗性植物,增加绿化面积,提高环境质量,成为厂区绿化的重要课题。

3.2.6 西安市生产城市森林空间分布 苗木是城市园林绿化建设的基础,提高园林绿化水平的关键是要有立足适合本地区的各种树木和花灌木以及草皮等地被植物。西安市三环以内的生产绿地主要分布于南郊的几个苗圃,数量不多,西安三环以内生产城市森林的面积为 63.62 hm^2 ,占整个城市森林面积的 2.13%,在各种类型的城市森林中所占比例最小。目前西安市的生产城市森林不能完全满足西安市城市建设的需要,每年仍有大量苗木从外地调入,对城市绿地群落植物的健康生长产生负面影响。所以,

今后城市建设需要继续扩大生产绿地面积,加强育苗力度,为西安市城市森林建设提供充足健康苗源。

4 结论

(1) 西安城市森林的总体水平没有达到良好的城市森林环境。因此,现有树木不足以发挥有效的森林生态作用,充分影响城市的小气候。若按30%的城市森林为有效面积计算,市区还应增加至少6192 hm²的城市森林。

(2) 目前居住区林木生态贡献率低,这一现象将随着树木的生长逐渐改善。随着房地产业的迅猛发展,这类土地在城市中的份额逐渐增高,应该重视其绿地面积与单位绿量的增加。

(3) 部分类型城市森林的特征显著,生产城市森林、风景区城市森林与各类公园具良好的城市森林效应;高校及政府机关、工厂单位等城市森林总体上已十分接近森林的环境;其它类型城市森林效应明显偏低。

(4) 成片的城市森林(如公园)总量偏低、分布不够均匀,服务半径不够合理,应该重视这类城市森林类型,使之发挥最好的生态效应与景观游憩功能。

(5) 总体城市森林分布不够均匀,只集中分布于部分地区,破碎程度比较高,整体的森林生态环境效应不强。

[参 考 文 献]

[1] 肖笃宁. 景观生态[M]. 北京: 科学出版社, 1990.
[2] 福尔曼. 景观生态学[M]. 北京: 科学出版社, 1990.

[3] Turner M G. Spatial and temporal analysis of landscape patterns[J]. *Landscape Ecology*, 1990, 4(1): 21-30.
[4] 张俊国 张铁峰 王彪. 景观生态学研究进展与展望[J]. *林业勘察设计*, 2008(2): 26-28.
[5] 陈昌笃, 崔海亭, 于子成. 景观生态学的由来和发展[M]// 肖笃宁. 景观生态学理论方法和原理. 北京: 林业出版社, 1991: 1-5.
[6] 高峻, 杨名静, 陶康华. 上海城市绿地景观格局的分析研究[J]. *中国园林*, 2000, 16(1): 53-56.
[7] Sudha P, Ravindranath N H. A study of Bangalore urban forest[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2000, 47: 47-63.
[8] Nowak D J, Noble M H, Sisinni S M, et al. Assessing the U. S. urban forest Resource[J]. *Journal of Forestry*, 2001, 99(3): 37-42.
[9] 邵天一, 周志翔, 卞鹏程, 等. 宜昌城区绿地景观格局与大气污染的关系[J]. *应用生态学报*, 2004, 15(4): 691-696.
[10] 代保清, 肖笃宁, 王艳, 等. 沈阳市庭院绿地的结构特征与异质性分析[J]. *应用生态学报*, 2005, 16(2): 301-306.
[11] 周亮, 张志云, 吴丽娟, 等. 北京城市扩展轴上的绿地景观格局梯度分析[J]. *林业资源管理*, 2006(5): 47-52.
[12] 尹海伟, 孔繁花. 济南市城市绿地可达性分析[J]. *植物生态学报*, 2006, 30(1): 17-24.
[13] 吴泽民, 吴文友, 高健, 等. 合肥市区城市森林景观格局分析[J]. *应用生态学报*, 2003, 14(12): 2117-2122.
[14] 彭镇华. 论中国森林生态网络体系城市点的建设[J]. *世界林业研究*. 2002, 15(1): 54-61.