

沈阳市庭院绿地的结构特征与异质性分析*

代保清^{1,2**} 肖笃宁¹ 王艳^{1,3} 纪凯²

(¹中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016; ²沈阳市城市建设管理局, 沈阳 110015; ³沈阳师范大学, 沈阳 110034)

【摘要】 对沈阳城区庭院绿地的景观结构和格局进行了分析. 结果表明, 沈阳市庭院绿地景观斑块以居住区最多, 占研究区庭院总数的 32.2%, 但绿地面积只占 19.5%. 各类庭院占地平均为 4.04 hm², 庭院绿地面积平均为 0.93 hm², 绿地率为 23%. 研究区内 62.7% 的庭院绿地率在 15% 以下, 绿地率达到 30% 以上的庭院仅占总数的 13.3%. 庭院绿地以微型斑块为主, 占庭院总数的 70% 以上. 景观多样性指数以居住区绿地最高, 而医院和部队绿地最低. 在 7 个城区中不同庭院绿地类型的优势度差异较大, 尤其是于洪区的工厂绿地优势度是和平区的 31.23 倍. 各区庭院绿地均匀度指数变化幅度较大, 其中居住区绿地的均匀度指数最大, 部队绿地最小. 居住区绿地斑块破碎化程度最大, 部队绿地最小; 老城区较新城区破碎化程度严重, 其中沈河区破碎化程度最重.

关键词 庭院绿地 空间特征 景观异质性

文章编号 1001-9332(2005)02-0301-06 **中图分类号** Q149 **文献标识码** A

Structural characteristics and heterogeneity analysis of yard-greenbelts in Shenyang city. DAI Baoqing^{1,2}, XIAO Duning¹, WANG Yan^{1,3}, JI Kai² (¹Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China; ²Management Department of Urban Construction of Shenyang, Shenyang 110015, China; ³Shenyang Normal University, Shenyang 110034, China). -Chin. J. Appl. Ecol., 2005, 16(2): 301~306.

The analysis of the landscape and pattern of yard-greenbelts in Shenyang city indicated that residential greenbelt had the highest green path number, occupying 32.2% of all greenbelt types, but the virescence situation in residential area was the worst because its greenbelt ratio was only 19.5% in average. The average area of all yards was 4.04 hm², with an average greenbelt of 0.93 hm², and the green belt ratio was 23% in average that was lower than the standard established by the government. About 62.7% of all yards were lower than 15% in virescence, and 30% of them had a < 13.3% of virescence. Micro-green patch was dominant (over 70%) in Shenyang yard-greenbelts. Landscape diversity index of residential areas was the highest, while that of hospital and army units was the lowest. The dominant degrees of all yard-greenbelt types in the researched 7 districts of the city were obviously different. The dominance of factory greenbelt in Yuhong district was 31.23 times of that in Heping district. The evenness indexes were also very different, the highest in residential greenbelt and the lowest in army unit. The highest fragmentation degree was in residential greenbelt and the lowest in army unit. The fragmentation degrees of old districts, especially in Shenhe district were more serious than the new districts.

Key words Yard-greenbelt, Special characteristics, Landscape heterogeneity.

1 引言

随着城市园林绿化事业的蓬勃发展, 城市绿化在城市建设中越来越占有举足轻重的地位, 城市园林绿化的功能目标日趋多样化. 搞好城市绿化建设, 不仅有利于城市生态环境的改善, 而且有利于城市资产的增值, 打造名牌城市. 沈阳市作为东北地区的中心城市, 绿化工作受到高度重视. 沈阳市政府明确提出沈阳市城市绿化的最终目标是将沈阳建设成“森林城市”, 形成外围森林环抱、城市内绿化成网的绿化格局. 因此, 研究沈阳城市绿地空间格局对于沈阳城市绿化建设具有非常重要的意义.

按照《城市绿地分类标准》(中华人民共和国行

业标准)(2002年9月1日起实施)的划分, 城市绿地类型一般分为: 公园绿地、生产绿地、防护绿地、附属绿地和其他绿地. 庭院绿地是附属绿地的一部分, 包括居住绿地、公共设施绿地、工业绿地、仓储绿地、特殊绿地等, 在城市绿地系统中往往以面的形式存在, 且形态多样、分布广、数量大, 是城市普遍绿化的基础, 也是体现城市建设和管理“以人为本”的重要内容, 在城市绿地系统中占有十分重要的地位. 搞好庭院绿化工作, 不但能体现出单位的精神风貌, 而且能绿化美化工作和生活环境及改善生态环境质量,

* 国家自然科学基金项目(90102004)和辽宁省博士启动基金资助项目(20031029).

** 通讯联系人.

2004-03-22 收稿, 2004-06-28 接受.

有利于城市综合生态功能的发挥。

目前关于城市绿地状况及建设的研究报道很多[1,3,5,11~13,24,25],但关于城市庭院绿地的研究报道却非常少.本文应用景观格局分析等方法,对城市庭院绿地的分布格局及景观异质性等进行研究,并提出相应对策,为城市主管部门进一步发掘城市庭院绿化潜力,促进庭院绿化工作的开展和绿化水平的提高提供参考。

2 研究地区与研究方法

2.1 研究区概况

本项研究以沈阳市为例,研究区范围为沈阳市市内五区及东陵、于洪两区的建成区部分(经济技术开发区和浑南新区建区较晚,作为特殊区域未列入研究范围),面积 213 km²,研究区内人口 374 万人,17 559 人·km².海拔高在 70~150 m,地带性植被为暖温带落叶阔叶林.气候为暖温带季风气候区,年平均气温 7.9 ℃,年平均降水量 727.4 mm,无霜期平均 150 d.

2.2 研究方法

2.2.1 城市庭院绿地景观结构要素分析 本文所研究的城市庭院绿地是指城区中机关团体、企事业单位、居民住宅区、部队等庭院的绿化用地.根据沈阳市 2002 年底全市普查资料和沈阳市城建局年度统计资料,结合样地实测,获得庭院绿地在各区的数量、分布、结构、植物配置等数据,进行统计分析.

2.2.2 景观格局分析 应用景观生态学的理论和方法对城市绿地景观格局进行分析评价是研究城市绿地问题的一条新途径[4,14,19].景观格局研究通常使用景观组分的斑块数量和面积等属性特征进行相关指数计算[2,6,20,23].异质性是景观的根本属性,是景观要素空间分布的不均匀性[7,16].景观异质性是反映区域景观多样性及分布的一个量度.对于城市绿地系统而言,景观异质性程度反映了城市绿化现状及合理性,并为进一步完善城市绿化工作提供理论依据.

关于景观异质性的指数有多种表述[18],本研究选用以下几个指数来反映沈阳市庭院绿地景观异质性程度:景观优势度指数(D)、景观多样性指数(H)、景观均匀度指数(E)和景观破碎化指数.

①景观优势度指数是计测斑块在景观中重要地位的一种指标,表示景观多样性对最大多样性的偏离程度.具有较大优势度的斑块在景观中具有重要作用.

$$D = H_{\max} + \sum P_i \cdot \log_2 P_i$$

其中, $H_{\max} = \log_2 m$ 为各类型景观所占比例相等时,景观拥有的最大多样性指数. P_i 为第 i 种绿地斑块类型占总斑块类型的面积比; m 为绿地斑块类型总数.

②景观多样性是指景观要素在结构与功能方面的多样性,它反映了景观的复杂程度[17,8].当景观是由单一要素构成时,景观是均质的,其多样性指数为 0^[10].

$$H = - \sum P_i \cdot \log_2 P_i$$

P_i 为第 i 种绿地斑块类型占总斑块类型的面积比.

③景观均匀度指数是描述各类景观中不同景观类型的分配均匀程度,均匀度和优势度指数呈负相关.

$$E = H/H_{\max} \cdot 100\%$$

④斑块密度指数 PD(patch density):斑块密度指数 PD(块/km²)为工作区斑块总数与绿地总面积之比.显然,PD 值越大,绿地切割程度越深[15].

破碎化程度指数 FN:

$$FN = N \frac{N}{\sum_{i=1}^N S_i}$$

N 为工作区绿地斑块数, S_i 为第 i 斑块面积.上式为斑块数与平均斑块面积之比. FN 值越大,斑块分割越严重.

3 结果与分析

3.1 城市庭院绿地景观结构分析

3.1.1 城市庭院绿地组成 为研究方便,本文将庭院绿地按工厂绿地、机关绿地、学校绿地、医院绿地、部队绿地和居住区绿地等分类统计.庭院绿地在上述划分类型中的分布构成了庭院绿地的景观结构.根据 2002 年的统计结果,庭院绿地的组成情况如表 1 所示.

表 1 研究区内城市庭院绿地主要类型及数量特征

庭院绿地类型 Yard types	土地面积 Total area (hm ²)	绿地面积 Green space area (hm ²)	绿地率 Percentage of green space (%)	庭院数量 Yard number	庭院平均大小 Average size of yard (hm ²)
工厂 Factory	2095.27	535.95	25.58	479	4.37
机关 Government branch	419.72	121.75	29.01	222	1.89
学校 Campus	1251.73	312.91	25.00	437	2.86
医院 Hospital	91.62	17.99	19.64	33	2.78
部队 Army station	1540.05	514.06	33.38	81	19.01
居住区 Residential area	2738.01	430.64	15.73	767	3.57
其他单位 Other units	1482.71	274.8	18.53	362	4.10
合计 Total	9619.11	2208.1	22.96	2381	4.04

将统计资料进行比较可以看出:各类庭院在占地面积、绿地面积、庭院数量、庭院平均大小上差别较大.从庭院数量上看,居住区数量最多,其次是工厂和学校.研究区内各类庭院平均占地面积为 4.04 hm²,其中部队庭院虽数量较少但占地平均值最大,达到 19.01 hm²,工厂、其它企事业单位和居住区平均占地分别为 4.37 hm²、4.10 hm²、3.57 hm²,学校、医院和机关占地面积较小,分别为 2.86 hm²、2.78 hm²、1.89 hm².从庭院总面积来看,占地面积的排列顺序为:居住区 > 工厂 > 部队 > 学校 > 其他 > 机关 > 医院.

各类庭院绿地面积所占比例如图 1 所示,其中

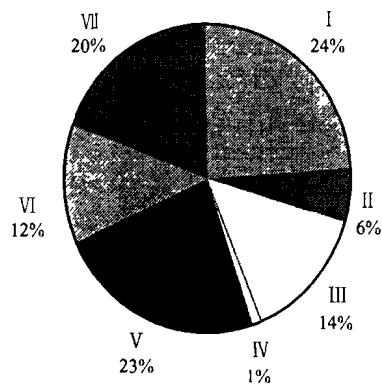


图1 各类型庭院绿地所占比例。

Fig.1 Ratios of different yard-greenbelt.

I. 工厂 Factory; II. 机关 Government branch; III. 学校 Campus; IV. 医院 Hospital; V. 部队 Army station; VI. 居住区 Residential area; VII. 其他企事业单位 Other units. 下同 The same below.

以工厂和部队所占比例最高,医院和机关最少.比例所占大小一方面反映各类庭院绿化水平,同时也受庭院数量的影响。

从庭院的绿化情况来看,不同类型的庭院绿地率有明显差异,按绿地率排序为:部队>机关>工厂>学校>医院>其他企事业单位>居住区,其中部队的绿地率最高,为33.38%,居住区绿地率最低,为15.73%。可见,居住区数量最多、面积最大,但绿地率最低,绿化情况较差.与其他类型的绿地相比,居住区的绿化情况与人们生活质量关系更为密切,目前这种状况不能体现对居住区环境质量的重视,所以居住区绿化应重点加强。

3.1.2 庭院绿地在各行政区的分布 由于各个行政区的发展历史和功能取向不同,绿化现状也很不平衡.由图2可见,各行政区庭院绿地面积的排序为:于洪区>皇姑区>东陵区>铁西区>大东区>沈河区>和平区.出现这种分布格局的差异主要是由于

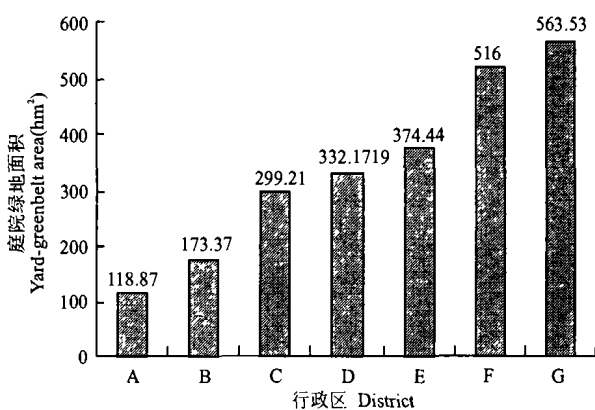


图2 各行政区庭院绿地面积排序

Fig.2 Order of yard-greenbelt area for the districts of Shenyang.

A: 和平区 Heping; B: 沈河区 Shenhe; C: 大东区 Dadong; D: 铁西区 Tiexi; E: 东陵区 Dongling; F: 皇姑区 Huanggu; G: 于洪区 Yuhong. 下同 The same below.

位于市中心区域的和平区、沈河区等老城区建筑密集,为商业高度密集区,庭院用地相对紧张;位于城市外围或新建的区域,如东陵区 and 于洪区,可用于绿化的面积则相应较多。

各种类型庭院绿地在各行政区的分布也有较大差别(图3).由于沈阳市的工厂大多集中在铁西、大东、皇姑、于洪区等区,所以这几个区内工厂绿地面积所占比重较大;校园绿地在沈河、和平、皇姑区、东陵区所占比例较大,因为大、中、小学校主要集中于这几个区内,东陵区学校数量虽然较少,但拥有农业大学等占地面积较大的高校,所以校园绿地面积也相应较大;部队附属绿地在于洪、东陵、皇姑区较多。

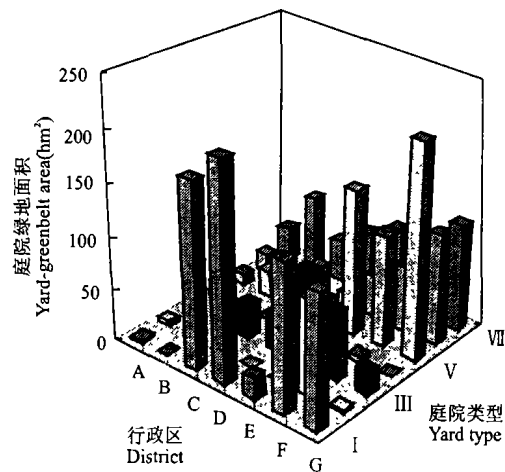


图3 各类型庭院绿地在各行政区的分布

Fig.3 Distribution of different yard-greenbelt types in the districts.

3.1.3 城市庭院绿地斑块大小与数量特征 城市景观的破碎性,是与城市人口的工作、生活相适应的.许多小斑块依其性质、功能的不同,组合成大小不一的“功能团”,也可把这些“功能团”视为斑块^[9].庭院绿地一般由一个庭院中的多块绿地构成,有大有小,为了研究方便,以庭院为单位(一个庭院中的绿地面积作为一个斑块的面积来考虑)研究其斑块组成、数量和特征.为深入研究各类庭院绿地斑块中不同大小级别斑块的数量组成,根据城市庭院绿地特点,将斑块划分为5个规模等级,分别是超大斑块(>10 hm²)、大斑块(5~10 hm²)、中斑块(1~5 hm²)、小斑块(0.3~1 hm²)、微型斑块(≤0.3 hm²)。

从调查结果看(图4),在研究区的2381个庭院中,庭院绿地斑块面积平均为0.93 hm².各类庭院绿地中面积在1~10 hm²之间的中、大庭院绿地斑块277个,占庭院总数的11.6%;3000~10000 m²之间的小斑块375个,占庭院总数的15.7%;微型斑块占71.8%,其中面积在1000~3000 m²之间的

微型斑块 404 个,占庭院总数的 17%,面积在 1 000 m² 以下的微型庭院绿地斑块 1 304 个,占庭院总数的 54.8%。由此可见,沈阳市庭院绿地以微型斑块为主,中等斑块、大型斑块到超大型斑块较少。

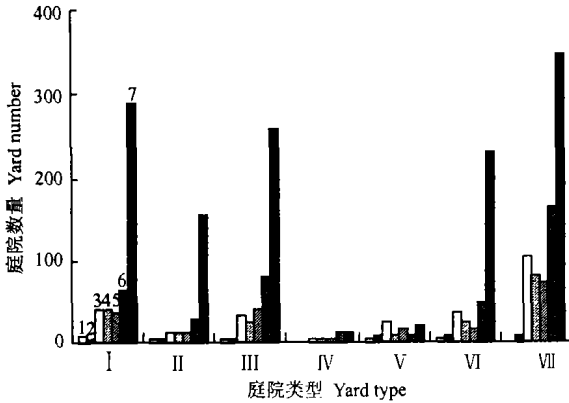


图 4 庭院中各类绿地的斑块数分配

Fig. 4 Distribution of different greenbelt patches.

1) ~ 7) 不同规模等级庭院绿地的数量 Yard number of different greenbelt area. 1) >10 hm²; 2) 5~10 hm²; 3) 1~5 hm²; 4) 0.5~1 hm²; 5) 0.3~0.5 hm²; 6) 0.1~0.3 hm²; 7) <0.1 hm².

从植物群落的生态功能来看,小型绿地不足以维持生物多样性及各种生态作用的发挥.因此,庭院绿地应注重发展一些中到大型的斑块,如果在庭院中建大型绿地有困难,在城市绿化总体规划中应考虑布置一些公园、大型游园等,让城区居民在走出家门 500 m 之内就能进入一块较大的绿地.这能充分体现以人为本的原则,让市民享受到绿地带来的益处。

3.1.4 庭院绿地率及数量特征 研究区内城市庭院土地总面积为 9 619.11 hm²,绿地面积 2 208.1 hm²,平均绿地率为 22.96%。在调查的 2 381 个庭

院中,绿地率达到 30% 以上的庭院仅占总数的 13.3%,绿地率在 25% 以上的庭院仅占总数的 19.4%,绿地率在 20% 以上的庭院占总数的 27%,62.7% 的庭院绿地率在 15% 以下(图 5)。

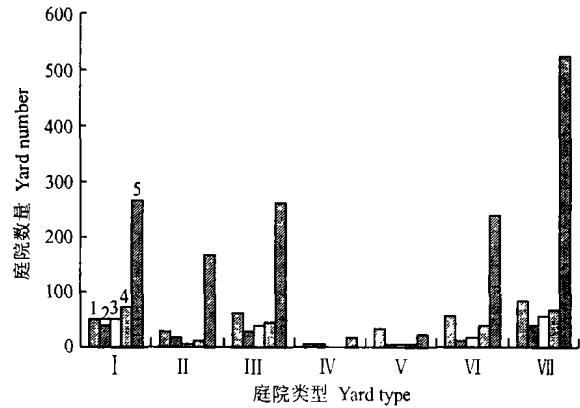


图 5 各类庭院绿地率的分配

Fig. 5 Distribution of different yard-greenbelt rate.

1)~5)达到不同绿地率的庭院数量 1)~5)Yard number of different green-belt rate. 1) >30%; 2) 25%~30%; 3) 20%~25%; 4) 15%~20%; 5) <15%。

建设部城市绿化规划建设指标规定:单位附属绿地面积占单位总用地面积比率不低于 30%,其中学校、医院、机关团体、公共文化设施、部队等单位的绿地率不低于 35%,新建居住区绿地占居住区总用地比率不低于 30%。沈阳市目前能达到该标准的庭院仅占研究区庭院总数的 15.9%。此现状距国家园林城市标准确定的“达标单位占 70% 以上”相距甚远,必须采取措施大力加强庭院绿化建设,方能使沈阳市跨入园林城市的行列。

表 2 研究区内城市庭院绿地景观异质性

Table 2 Landscape heterogeneity of yard-greenbelts

庭院类型 Yard type	指数 Index	和平区 Heping	沈河区 Shenhe	大东区 Dadong	皇姑区 Huanggu	铁西区 Tiexi	东陵区 Dongling	于洪区 Yuhong
I	H	4.33	3.40	4.75	2.03	5.97	2.56	1.43
	D	0.13	0.41	1.64	3.61	2.01	1.02	4.06
	E	0.97	0.89	0.74	0.36	0.75	0.71	0.26
II	H	3.67	4.05	1.92	3.42	2.42	2.11	3.14
	D	1.33	1.90	0.66	2.90	0.75	1.21	1.38
	E	0.73	0.68	0.74	0.54	0.67	0.64	0.69
III	H	3.24	5.02	4.52	4.42	5.20	2.51	3.52
	D	2.87	1.19	1.80	1.92	1.09	2.13	1.39
	E	0.53	0.81	0.71	0.70	0.83	0.54	0.72
IV	H	2.02	1.37	3.15	2.49	3.01	1.06	0.02
	D	1.79	1.63	0.85	1.90	0.45	2.11	0.98
	E	0.53	0.46	0.79	0.57	0.87	0.33	0.02
V	H	1.83	1.36	1.83	2.29	-	-	0.51
	D	0.98	1.45	1.34	0.52	-	-	1.07
	E	0.65	0.48	0.58	0.82	-	-	0.32
VI	H	3.88	4.11	3.34	-	4.52	4.42	4.30
	D	2.23	1.59	2.83	-	1.34	1.16	1.68
	E	0.64	0.72	0.54	-	0.77	0.79	0.72
VII	H	3.50	6.39	6.18	4.73	5.30	5.10	5.53
	D	0.82	1.47	1.62	0.91	1.21	0.54	1.05
	E	0.81	0.81	0.79	0.84	0.81	0.90	0.84

3.2 庭院绿地景观异质性分析

3.2.1 城市庭院绿地景观多样性指数(H) 从沈阳市7个城区的庭院绿地多样性指数来看,以居住区绿地多样性指数最高,反映居住区绿地类型较丰富,居住区绿地多样性指数依次排序为:沈河区>大东区>于洪区>铁西区>东陵区>皇姑区>和平区,多样性指数最低的庭院绿地为医院和部队,其中于洪区、东陵区的部队绿地多样性指数最低,主要原因在于这两个区部队绿地数量较少。

3.2.2 城市庭院绿地景观优势度(D) 不同庭院绿地类型的优势度在沈阳市7个城区中差异较大,其中和平区工厂绿地、医院绿地、居住区绿地优势度指数均为最小,铁西区机关绿地、学校绿地、部队绿地及沈河区工厂绿地的优势度指数也较小,说明这2个区的上述庭院绿地类型斑块大小较为均匀。学校绿地、机关绿地的优势度要高于居住区绿地和医院绿地,优势度值相差最大的为工厂绿地,于洪区的工厂绿地优势度值是和平区的31.23倍。

3.2.3 城市庭院绿地景观均匀度(E) 各城区的均匀指数变化较大,其中以居住区绿地的均匀指数最大,说明居住区绿地在各区的分配较为均匀;部队绿地的均匀指数最小,说明这类庭院绿地类型的分布不均匀,其中部队绿地在于洪区的分配极不均匀,面积大小相差悬殊。和平区各工厂绿地面积小且绿地率低,但其均匀度值最高,达到0.97,说明其绿地配置非常均匀。

3.2.4 城市庭院绿地景观破碎化分析 从表3可见,医院绿地斑块密度最大,达到 $1.83 \text{ 个} \cdot \text{hm}^{-2}$,其绿地斑块平均面积为 0.55 hm^2 ;部队绿地斑块密度最小,仅为 $0.16 \text{ 个} \cdot \text{hm}^{-2}$,但其绿地斑块平均面积为 6.35 hm^2 。其他类型庭院平均绿地面积较小,很难维持斑块内部生物多样性和群落结构的复杂性,这样的斑块生态输出功能不高。且城市庭院绿地斑块多为人工植物景观,植物品种单一,层次相对简单,稳定性较差。

表3 庭院绿地景观破碎化情况

Table 3 Fragmentation degree of yard-greenbelts

庭院类型 Yard type	绿地面积 Greenbelt area (hm^2)	庭院数量 Yard number (ind.)	庭院平均 绿地面积 Average greenbelt area(hm^2)	PD ($\text{number} \cdot \text{hm}^{-2}$)	FN
I	535.95	479	1.12	0.89	428.10
II	121.75	222	0.55	1.82	404.80
III	312.91	437	0.72	1.40	610.30
IV	17.99	33	0.55	1.83	60.53
V	514.06	81	6.35	0.16	12.76
VI	274.8	362	0.76	1.32	476.87
VII	430.64	767	0.56	1.78	1366.08

比较各行政区庭院绿地斑块密度,城市中心区域,即老城区的PD值较大,外围新城区PD值较小,反映老城区庭院绿地被切割程度较深,其中铁西区斑块密度最大,为 $3.11 \text{ 个} \cdot \text{hm}^{-2}$,其次为沈河区 $2.49 \text{ 个} \cdot \text{hm}^{-2}$,于洪区和东陵区最小,分别为 $0.46 \text{ 个} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和 $0.42 \text{ 个} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

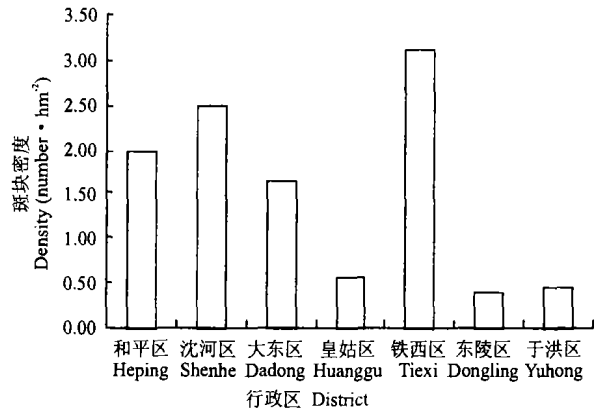


图6 各行政区庭院绿地斑块密度

Fig. 6 Greenbelt patch density in the 7 districts.

各种绿地类型中破碎化程度最低的是部队绿地(12.76),最高的是居住区绿地(1366.08),再次说明居住区的绿化情况最差,是城市绿化必须下大力气解决的问题。

3.2.5 沈阳市城市庭院生态建设对策 1)加大庭院绿地建设力度。据2002年末统计数据,沈阳市城市庭院绿地占城市绿地面积的45%,但城市庭院绿地率不到23%,特别是居住区绿地率平均仅为15.73%,距国家相关指标的规定和城市居民的要求都相距甚远,因此必须严格控制各类单位、居住区的附属绿地建设指标,加大庭院绿化力度(特别是和平、沈河等中心区),深入挖潜,清理违章建筑,逐步改善和完善城区内各类庭院绿地的建设,扩大绿地面积和树木覆盖率。2)提高庭院绿地的植物配置水平。要充分认识到城市庭院绿地环境的多样性,充分利用绿化树种资源,创造丰富的植物景观。在设计中,要充分考虑到目前出现频率较低树种的应用,塑造群落间的多样性,提高树种资源的利用水平^[21,22];在庭院绿化建设中注重乔木、灌木、草坪的合理组合,使绿地景观具有丰富的层次性、较高的生物量和复杂的群落结构;在绿化形式上要因地制宜,在较易实现较大面积绿化的部队、工厂等大庭院进行高质量绿化,建设庭院中的城市森林,在城市绿地系统中发挥“绿肺”作用。3)增加大型绿地斑块,合理配置公共绿地。把城市绿地系统作为一个有机整体,通过在城市中心区的缺乏大型绿地斑块(包括庭院绿地斑块)

区域增加大型绿地,协调斑块大小变化,使整个城市景观建设均衡布局。在旧城区的改造过程中,应考虑建设 10 000 m² 以上的大块绿地,并注重小块绿地均匀分布。

参考文献

- Alex Wilson, Jenifer L, et al. 1998. Green Development. New York: John Wiley & Sons Inc. 2~24, 124~156
- Chen L-D(陈利顶), Fu B-J(傅伯杰). 1996. Analysis of impact of human activity on landscape structure in Yellow River Delta - A case study of Dongying region. *Acta Ecol Sin*(生态学报), 16(4): 337~344(in Chinese)
- Deng H(邓泓), Wang X-Y(王祥荣), Shao M-C(邵茂才). 2000. Discussion of the greenland construction of factory district - Based on the case of Baogang steel company. *Urban Environ Ecol*(城市环境与城市生态), 13(4): 26~29(in Chinese)
- Gao J(高峻), Yang M-J(杨名静), Tao K-H(陶康华). 2000. Analyse on the pattern of urban greenary features in Shanghai. *Chin Landscape Archit*(中国园林), (1): 53~56(in Chinese)
- Gao J(高峻), Song Y-C(宋永昌). 2001. Dynamic of the urban greenspace system and its relationship with landuse - Case study of the southwest Shanghai city. *Urban Environ Ecol*(城市环境与城市生态), 14(3): 18~20(in Chinese)
- Li H-B(李海滨), Wu Y-G(伍业刚). 1992. Quantitative methods of landscape ecology. In: Liu J-G(刘建国) ed. Introduction of Modern Ecology. Beijing: Science and Technology Press. 204~234(in Chinese)
- Li T-S(李团胜). 1998. Heterogeneity and its maintenance of urban landscape. *Chin J Ecol*(生态学杂志), 17(1): 70~72
- Li X-W(李晓文), Hu Y-M(胡远满), Xiao D-N(肖笃宁). 1999. Landscape ecology and biodiversity conservation. *Acta Ecol Sin*(生态学报), 19(3): 399~407
- Li X-Z(李秀珍), Xiao D-N(肖笃宁). 1995. Discussion on urban landscape ecology. *Urban Environ Ecol*(城市环境与城市生态), 8(2): 26~30(in Chinese)
- Li Z(李贞), Wang L-Y(王丽荣), Guan D-S(管东生). 2000. Landscape heterogeneity of urban vegetation in Guangzhou. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), 11(1): 127~130(in Chinese)
- Liu P(刘平), Zhao S-P(赵思平), Wang R-S(王如松). 2000. The ecological design of urban inhabited environment - The ecological design of Wanghaishicheng in Haikou. *Urban Environ Ecol*(城市环境与城市生态), 13(4): 13~16(in Chinese)
- Jiang Y-X(蒋有绪). 2001. Eco-landscape forest as an important component of urban forest in Shenzhen municipality. *Sci Silvae Sin*(林业科学), 37(1): 138~140
- Sun B(孙冰), Su J(粟娟), Xie Z-Z(谢左章), et al. 1997. Spatial characteristics and future structure of urban forest in Guangzhou. *Urban Environ Ecol*(城市环境与城市生态), 10(2): 50~54(in Chinese)
- Wang L-R(王丽荣), Li Z(李贞), Guan D-S(管东生). 1998. Landscape ecological analysis of Guangzhou greenbelt system. *Urban Environ Ecol*(城市环境与城市生态), 11(3): 26~29(in Chinese)
- Wang X-L(王宪礼), Bu R-C(布仁仓), Hu Y-M(胡远满), et al. 1996. Analysis of landscape fragmentation in Liaohe delta wetlands. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), 7(3): 299~304(in Chinese)
- Xiao D-N(肖笃宁). 1992. From geography go to landscape ecology. *Adv Earth Sci*(地球科学进展), 7(6): 18~23(in Chinese)
- Xiao D-N(肖笃宁). 1998. Ecological principles of landscape classification and assessment. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), 9(2): 217~221
- Xiao D-N(肖笃宁), Bu R-C(布仁仓), Li X-Z(李秀珍). 1997. Spatial ecological and landscape heterogeneity. *Acta Ecol Sin*(生态学报), 17(5): 453~461(in Chinese)
- Xiao D-N(肖笃宁), Gao J(高峻), Shi T-M(石铁矛). 2001. Application of landscape ecology in urban planning and management. *Adv Earth Sci*(地球科学进展), 16(6): 813~820(in Chinese)
- Xiao D-N(肖笃宁), Zhao Y(赵羿), Sun Z-W(孙中伟), et al. 1990. Study on the variation of landscape pattern in the west suburbs of Shenyang. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), 1(1): 75~84(in Chinese)
- Yang X-J(杨学军), Lin Y-X(林源祥), Hu W-H(胡文辉), et al. 2000. Investigation on species abundance of gardening plant community in Shanghai city. *Chin Landscape Archit*(中国园林), 16(3): 67~69(in Chinese)
- Yang X-J(杨学军), Tang D-Q(唐东芹), Qian H-M(钱虹妹), et al. 2000. Utilization and development strategy of gardening tree species resources in Shanghai's city greening. *J Plant Resour Environ*(植物资源与环境学报), 9(4): 30~33(in Chinese)
- Zeng H(曾辉), Kong N-N(孔宁宁). 2002. Landscape pattern analysis based on boundary characteristics. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), 13(1): 81~86(in Chinese)
- Zhang Q-F(张庆费), Xia L(夏樛), Qiao P(乔平), et al. 2001. Development dynamic, distribution pattern and scale characters of the parks system in Shanghai. *Chin Landscape Archit*(中国园林), (1): 58~61
- Zhong Y-G(宗跃光). 1999. The corridor effects in urban ecological landscape planning - A case study on Beijing. *Acta Ecol Sin*(生态学报), 19(2): 145~150

作者简介 代保清,男,1968年生,博士,主要从事城市景观生态学方面的研究,参与出版专著2部,发表论文数篇。Tel: 024-81022705, E-mail: dbqcn@sina.com
