

武汉市绿色廊道景观格局

蔡婵静^{1,2}, 周志翔^{1,*}, 陈 芳¹, 郑忠明^{1,3}

(1. 华中农业大学园艺林学学院, 武汉 430070; 2. 江汉大学医学与生命科学学院, 武汉 430056; 3. 武汉市园林局, 武汉 430010)

摘要:绿色廊道作为城市关键的景观结构要素,在维持城市生物多样性,改善城市生态环境,调节小气候等方面发挥着重要的作用。以武汉市建成区为例,探讨城市绿色廊道景观格局定量研究的方法,使其充分发挥生态功能,从而指导城市绿色廊道的规划与建设。利用 GIS 处理基础资料,对城市廊道系统进行提取与分类,生成拓扑关系图,并计算景观格局指标参数。从廊道景观的构成和绿色廊道的网络结构两方面详细分析了武汉市建成区各行政区内各类型绿色廊道的景观格局。结果表明:在武汉市建成区内,灰色廊道最长,占廊道总长的 63.53%;绿色廊道极其缺乏,总密度仅为 2.63 km/km²;在绿色廊道中,绿色道路廊道最长,占绿色廊道总长的 60.29%。绿色廊道普遍较窄,绿带的长度不到其它类型绿色廊道总长的 1/3;绿色道路廊道最窄,少数达 20 m。绿色铁路廊道面积较小,为 1.68 km²,其它类型的绿色廊道面积相当,各占总面积的 30%左右;3 个行政区中,武昌的绿色廊道长度最长,面积最大。绿色廊道网络线点率、环通度及连通度均不高,网络结构简单,不利于城市生物多样性的维持。绿色道路廊道网络结构相对最复杂;绿带的网络连通性最差,没有回路存在;武昌的绿色河流廊道、绿带以及绿色铁路廊道网络结构最复杂,绿色道路廊道网络最复杂的是汉口。武汉市绿色廊道的建设,应注重长度和宽度的增加,提高绿带的比例;重视各类型绿色廊道及其在各行政区间的均匀分布;减少绿色廊道的断开区,增加网络连通性;使其走向与城市主导风向一致,兼顾通风走廊的功能。

关键词:绿色廊道;景观构成;网络结构;景观格局;武汉市

文章编号:1000-0933(2006)09-2996-09 中图分类号:Q149, S731.2 文献标识码:A

The landscape patterns of the green corridors in Wuhan City, China

CAI Chan-Jing^{1,2}, ZHOU Zhi-Xiang^{1,*}, CHEN Fang¹, ZHENG Zhong-Ming^{1,3} (1. College of Horticulture and Forest, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China; 2. College of Medicine and Life Science, Jiangnan University, Wuhan 430056, China; 3. Bureau of Urban Utilities and Landscaping of Wuhan, Wuhan 430010, China). Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(9): 2996 ~ 3004.

Abstract: As critical urban landscape components, the green corridors play significant roles in maintaining biological diversity, improving ecological environment and regulating microclimate. This paper discussed the quantitative study method for the landscape patterns of urban green corridors taking the built up area of Wuhan as a case, which can benefit the urban planning and construction to improve the ecological functions of green corridors. GIS technology was employed to process the basic data, distill and classify Wuhan's corridors, to obtain topological framework maps and to calculate the landscape pattern indices. The landscape patterns of each type of green corridors in each of the three districts have been analyzed from two aspects, the landscape composition of the corridors and the structure of the green network. The results indicate: (1) In the built-up area in Wuhan, the gray corridors, which account for 63.53 percent of the total corridor length, are the longest. The green corridors are scarce and their overall density is 2.63 km/km². Among the green corridors, the green road corridors are the longest and they are 60.29 percent in the whole green corridors. (2) Most Wuhan's green corridors are narrow. The green belts are less than one third of the

基金项目:武汉市建设局科研资助项目(200616)

收稿日期:2005-12-26; **修订日期:**2006-08-05

作者简介:蔡婵静(1979~),女,湖北武汉人,硕士生,主要从事城市景观生态及生态评价、规划研究。E-mail: caicj1026@163.com

*通讯作者 Corresponding author. E-mail: whzhouzx@163.com

Foundation item: The project was supported by the construction scientific research projects of the government of Wuhan City (No. 200616)

Received date: 2005-12-26; **Accepted date:** 2006-08-05

Biography: CAI Chan-Jing, Master candidate, mainly engaged in urban landscape ecology, ecological assessment and ecological planning. E-mail: caicj1026@163.com

other green corridors. The narrowest is the green road corridor, which is usually less than 20 m. (3) Except for the green railway corridors, with a small area of 1.68 km^2 , the other types' areas are close with about 30 % of the total area for each type. Among three districts, the green corridors in Wuhan are the longest and the largest. (4) Ratio of line to node, circuitry and connectivity are small and the green network is simple in Wuhan. The network of the green road corridors is the most complicated and the green belts' connectivity is the lowest. The network structures of the green river corridors, the green belts and the green railway corridors in Wuchang district are the most complicated, however, the network structure of the green road corridors in Hankou district is the most complicated. As to the construction of the green corridors in Wuhan, some suggestions should be noticed. The length and the width of the green corridors should be increased. More green belts ought to be built. All types of green corridors should be distributed evenly among the districts. The disconnection of the network should be decreased and the connectivity should be increased. As the ventilation corridors, the green corridors' orientation should be parallel to the dominant wind direction.

Key words: green corridor; landscape composition; network structure; landscape pattern; Wuhan City

廊道作为景观生态研究的一个重要课题,目前已渗透到城市生态、城市景观规划与研究之中。城市内部不同性质、不同功能的组成部分构成了城市景观的结构要素——基质、斑块和廊道^[1]。绿色廊道是廊道系统中的关键类型,是指以植物绿化为主的线状要素,如街道绿化带、环城防风林带、滨水河岸植被带等^[2]。它在维持城市生物多样性,改善城市生态环境,调节小气候等方面发挥着重要的作用。国内外对绿色通道研究较多^[3~8],对绿色廊道的宽度与维持生物多样性的关系的研究也较深入且成果丰富^[9~12];作为城市绿地系统和绿色网络的重要组成部分,诸多研究定性的阐述了城市绿色廊道布局和要求^[13~16];定量研究廊道的工作在国内外也有开展^[17~20]。但借助于 GIS 对城市绿色廊道的景观格局进行全面的、定量的研究较少,而采用 GIS 的研究手段,探讨定量研究城市绿色廊道景观格局的方法,能方便、准确的对城市绿色廊道的景观格局现状进行分析研究,为城市绿色廊道的合理规划提供有力的理论依据,为城市的可持续发展提供保证。

1 研究区域与数据

武汉是湖北省省会,位处江汉平原东部,长江中游,东经 $113^{\circ}41' \sim 115^{\circ}05'$,北纬 $29^{\circ}58' \sim 31^{\circ}22'$ 之间。长江、汉水纵横交汇于市区,形成了武昌、汉口、汉阳三镇鼎立的格局。研究对象为武汉市建成区(图 1),包括江汉区、青山区和硚口区、江岸区、武昌区的大部分以及汉阳区、武汉经济技术开发区、洪山区的小部分,面积 290.82 km^2 。研究区大部分位于中环线以内,武汉经济技术开发区和青山区部分在中环线以外。数据资料采用武汉市绿地系统现状图(比例尺 1:10000,武汉市园林局 2002 年制)。

2 研究方法

2.1 廊道的类型

不同学者对廊道的分类方法不同^[21~23],将廊道系统分为灰色廊道、绿色廊道和蓝色廊道有利于清晰的比较各类型廊道的格局和分析绿色廊道的建设情况。蓝色廊道是河流的河道部分,灰色廊道由各等级道路和铁路构成。绿色廊道包括绿色道路廊道、绿色铁路廊道、绿色河流廊道和绿带。绿带是有足够宽度的绿色廊道,绿带的命名取决于所研究的有机体^[21]。

2.2 廊道数据的获取

依据斑块周长面积比值进行分段统计分析,对景观中的廊道进行判别。斑块面积与周长面积比成反比,同一面积的斑块,当周长面积的比值达到足够大时判定其为廊道,廊道越狭长或形状越复杂,周长面积的比值越大。根据武汉市绿地系统现状图,利用 GIS 的空间数据分析功能,计算各斑块的周长面积比(Y),生成周长面积比-面积关系的散点图,拟和趋势线。周长面积比值处于趋势线正负标准差范围内的为斑块,超出趋势线正标准差(SDV)的属于廊道,如长江等,周长面积比值大于趋势线标准差(SDV)的 2 倍的,为形状复杂或较狭长的廊道,如小河流^[24]。完成以上步骤后,通过人工目视对生成的廊道系统分布图进行修正,并利用 GIS 获取一系列其它指标参数数值。

2.3 绿色廊道的景观格局分析

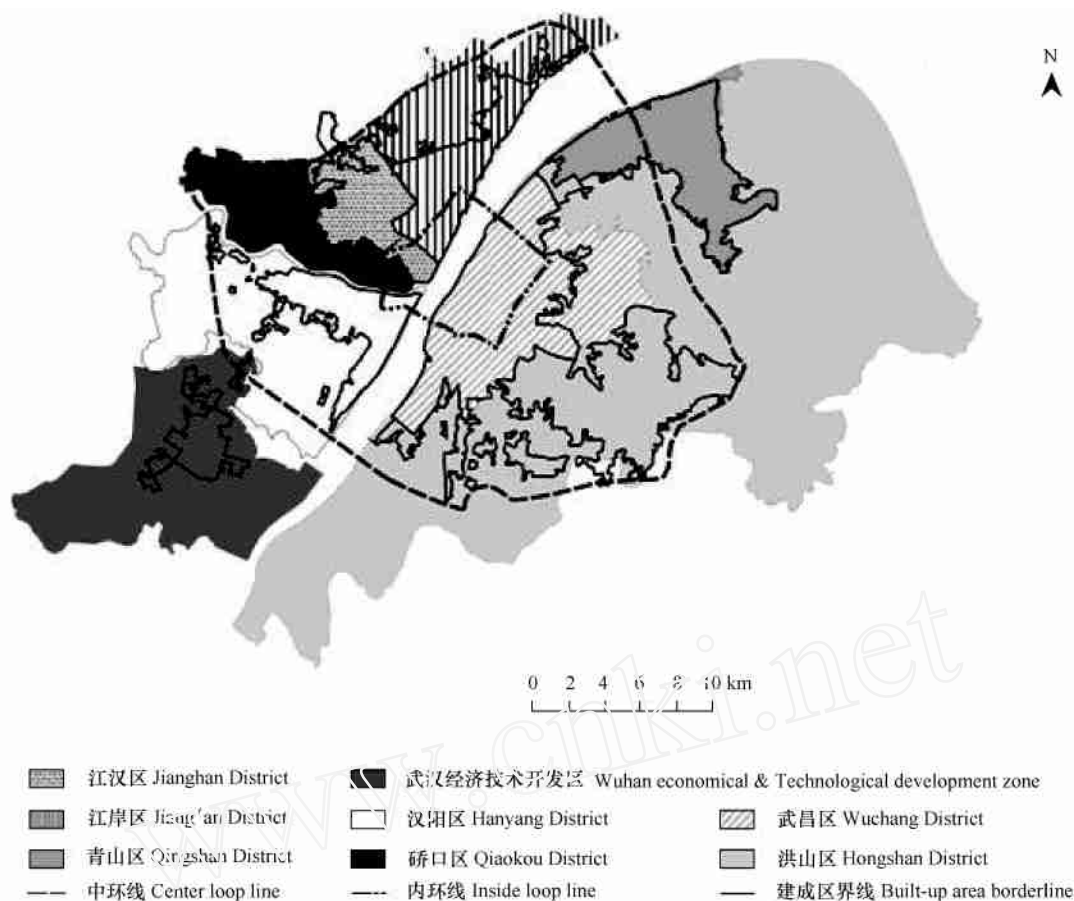


图1 研究区范围

Fig. 1 The range of study area

廊道本身的结构特征影响其生态功能的发挥,并且呈现线状或带状的廊道在空间上相互交错,形成形态各异的网络结构,对区域景观的生态效应产生进一步的影响。对廊道及其网络结构的描述有较成熟的指标体系(表1)^[25~29]。研究中等或大尺度下绿色廊道的景观格局应从廊道的景观构成和绿色廊道的网络结构两方面进行。对行政区各类廊道的长度、宽度、面积、密度和绿色廊道的建设率进行统计比较,描述廊道景观中绿色廊道的构成情况;选用线点率、环度和连通性描述绿色廊道网络的结构特征。

3 结果与分析

3.1 武汉市廊道的提取及分类

依据周长面积比-面积关系的散点图,拟和趋势线(图2),提取武汉市廊道系统,曲线表达式如下:

$$Y(\text{周长面积比}) = 2.30 \times (\text{面积}) - 0.36$$

$$SDV(\text{标准差}) = 0.10$$

对提取的廊道进行分类,生成武汉市各类型廊道分布图(图3、图4)。

3.2 武汉市绿色廊道的景观格局

3.2.1 武汉市廊道景观构成 通过计算各行政区各类型廊道的长度、面积和密度(表2),对武汉市建成区各类型廊道在行政区间的分布和各行政区的廊道分布进行了阐述。

(1) 宽度 绿色道路廊道的宽度普遍较窄,少数可达20 m。绿色河流廊道和绿色铁路廊道的宽度相对较宽,最宽的绿色河流廊道可达150 m。在研究区范围内,没有严格意义上的绿带(宽数百米到几十公里)存在。即使暂且将宽50 m以上的绿色廊道看作绿带,也只有小部分绿色廊道满足要求,且多为绿色河流廊道和绿色铁路廊道。

(2) 长度 武汉市廊道系统中,灰色廊道的长度最长,为 1603.34 km,占廊道总长的 63.53 %;绿色廊道次之,占总长的 30.29 %;蓝色廊道最短。就各行政区而言,各类型廊道的长度比较也是如此,在 3 个行政区内灰色廊道的长度都占到廊道总长的 60 %以上,绿色廊道占 30 %左右。3 种类型的廊道在行政区间的分布均以武昌的长度最长,达 50 %以上,汉阳的长度最短。

表 1 廊道及其网络结构的指标体系^[25~29]

Table 1 The index system of corridor and network structure ^[25~29]			
指标 Index		公式 Formula	生态学意义 Ecological meaning
廊道结构 Corridor structure	长度 Length	—	廊道同基质接触的程度
	宽度 Width	—	廊道同基质接触的程度;对物种沿廊道和穿越廊道迁移的影响
	周长面积比 Ratio of perimeter to area	$P = L_k/A_k$; L_k —第 k 类廊道长度(km), A_k —第 k 类廊道面积(km ²)	区分廊道和斑块,简单廊道和复杂廊道
	密度 Density	$D = L/A$; L —廊道长度(km), A —廊道景观面积(km ²)	表述廊道的疏密程度
	曲度 Curvature	$Dq = Q/L$; Q —廊道实际长度, L —从初始位置到某特定位置的直线距离	数值范围[1,2],值越大弯曲程度越复杂。衡量生物在景观中两点间的移动速度
	绿色廊道建设率 Construction ratio of green corridors	$C = l/L$; l —绿色廊道长度, L —所紧邻的道路、河流、铁路、灰色廊道的长度	数值范围[0,1],反映各类型绿色廊道的建设完全性,值为 1,达到最大建设率,值越小,建设越不充分
网络结构 Network structure	网络交点 Point of intersection	—	十字型、T 型、L 型和终点等不同的交点连接类型影响物质能量的流通方式和交点上物种的丰富度
	网眼大小 Size of mesh	—	影响物种觅食、保护领地或吸收阳光和水分等功能的完成和生物多样性
	线点率 Ratio of line to node	$\beta = m/n$	数值范围[0,3], $\beta = 0$ 表示无网络存在; β 值增大,网络复杂性增加,表示网络内每一节点的平均连线数增加, β_i 为最低限度的连接
	环度 Circuitry	$K = m - n + p$ $\alpha = \frac{m - n + p}{2n - 5p}$	表示能流、物流和物种迁移路线的可选择程度,可以很好的反映网络的复杂程度。数值范围[0,1], $\alpha = 0$ 意味网络中不存在回路, $\alpha = 1$ 意味网络中已达到最大限度的回路数
	连通度 Connectivity	$\gamma = \frac{m}{3(n - 2p)}$	测度网络连通性,影响动植物的活动和能量的流通。数值范围[0,1], $\gamma = 0$ 说明网络内无连接,只有孤立点存在; $\gamma = 1$ 表示网络内每一个节点都存在着与其它所有节点相连的连线

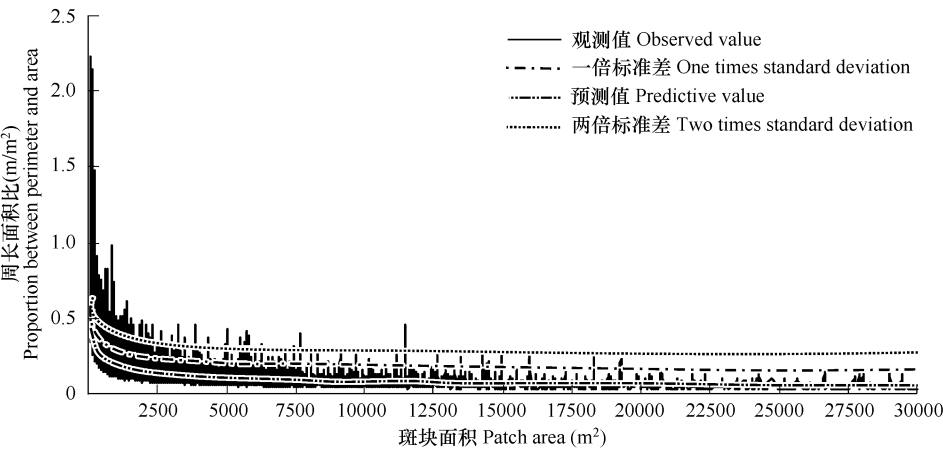


图 2 武汉市廊道提取曲线的模拟
Fig.2 The simulation of curve distilling Wuhan 's corridors

在各类型绿色廊道中,绿色道路廊道的长度占到了绿色廊道总长度的 60.29%,其次是绿带、绿色河流廊道、绿色铁路廊道。绿带应主要由绿色河流廊道、绿色铁路廊道和部分绿色道路廊道组成,特别是各环线的绿色廊道,但实际上绿带的长度不到其它类型绿色廊道总长的 1/3,可见绿带极度缺乏。对于各行政区而言,绿色道路廊道的长度也都是最大的,在武昌,绿色道路廊道的长度达到了 244.92 km。

在武汉市建成区内,各绿色廊道在行政区间的分布均以武昌的最长。绿色河流廊道在汉口与武昌的长度分布较一致,相差 0.19%。绿色铁路廊道在 3 个行政区间的分布相差甚远,汉口的绿色铁路廊道长 1.46 km,而武昌的长 54.49 km。

(3) 面积 总体而言,绿带、绿色道路廊道和绿色河流廊道的面积相当,各占总面积的 30% 左右。面积最大的是绿带,为 7.58 km²,最小的是绿色铁路廊道,仅为 1.68 km²。对各行政区而言,汉口绿色道路廊道的面积最大,占各绿色廊道总面积的 39.41%,汉阳和武昌的绿色廊道中面积最大的均是绿带,分别为 1.47 km² 和 4.43 km²。

各类型绿色廊道在武昌的面积都最大,武昌的绿色河流廊道、绿色道路廊道和绿带都占各自总面积的 50% 以上,绿色铁路廊道的面积达 1.40 km²,约为汉口的 46 倍;除绿色铁路廊道外,汉阳的各绿色廊道面积都为最小。

(4) 密度 各类型廊道中,灰色廊道的密度最大,为 5.51 km/km²,绿色廊道的密度不到灰色廊道的一半,为 2.63 km/km²,可见绿色廊道极其缺乏。各类型绿色廊道中绿色道路廊道的密度最大,绿带的密度仅为绿色廊道总密度的 19.77%,说明绿带建设不足。

绿色河流廊道、绿带的密度在汉阳最大,而相对汉阳和武昌而言,汉口的绿色道路廊道密度最大。对各行政区而言,密度最大的均为绿色道路廊道。

(5) 建设率 绿色廊道的长度与所紧邻的道路、河流、铁路、灰色廊道的长度比为绿色廊道建设率。该值能够反映各类型绿色廊道的建设完全性,其值为 1 时,达到最大建设率,值越小,建设越不充分(表 3)。

总体而言,河流绿色廊道建设率最高,为 0.57,但与最大值还相差甚远,只有大约一半的河流岸线有绿色廊道;整个灰色廊道大约只有 30% 的长度有绿色廊道。与汉口和汉阳比较,武昌的道路和铁路沿线的绿色廊道建设相对较完全,但河流岸线的绿色廊道建设比较缺乏;汉口的铁路沿线绿色廊道非常缺乏,建设率仅为 0.02,而其河流两岸的绿色廊道建设较充分;汉阳的道路沿线绿色廊道较缺乏,建设率为 0.22。总之,各行政区各类型绿色廊道的建设都很不足,还有很大的发展余地。



图 3 武汉市建成区绿色铁路廊道、绿色河流廊道及灰色廊道分布

Fig. 3 The green railway corridors, the green river corridors and the gray corridors in Wuhan's built-up area



图 4 武汉市建成区绿色道路廊道及绿带分布

Fig. 4 The green road corridors and the green belts in Wuhan's built-up area

3.2.2 武汉市绿色廊道网络结构 在抽象的拓扑图中,对绿色廊道网络的互不连接数目、连线数目、节点数目进行测定,通过计算回路数、线点率、环通度及连通度(表 4),分析绿色廊道网络的结构特征。

绿色廊道网络总的线点率为 1.03,汉口的最大,为 1.18;各类绿色廊道中,绿色道路廊道的线点率最大,为 1.08。总体上,武汉市建成区内绿色网络结构较简单,每一节点的平均连线数低,节点间物质能量的流通和物种迁移的效率不高。汉口由于商业发展水平高,道路错综复杂,与道路伴随的绿色道路廊道的网络线点率相应也高,达 1.21。绿色道路廊道高的线点率来自于对道路物流和能流效率的高要求,而实际上,在繁忙的城市中心,在绿色廊道的宽度受到空间限制的情况下,绿色道路廊道的主要生态功能体现在美化、游憩、改善环境质量之上,因此,汉口绿色网络的高线点率并不能完全说明在该地域,绿色廊道内部的物质能量流通效率就高。而对于通道功能较强的绿色河流廊道、绿色铁路廊道,特别是绿带,则应具有高的线点率。

表 2 武汉市建成区廊道景观构成

Table 2 The landscape composition of the corridors in Wuhan 's built-up area										
廊道类型 Corridor type		指标 Index	汉口 Hankou		汉阳 Hanyang		武昌 Wuchang		总计 Total	
绿色廊道 Green corridor	绿色河流廊道 Green river corridor	L (km)	32.55		23.43		32.72		88.69	
		CL (%) DL (%)	14.00	36.70	20.18	26.42	7.87	36.89	11.60	
		A (km ²)	1.65		1.22		3.05		5.92	
		CA (%) DA (%)	29.74	27.93	33.16	20.61	24.04	51.46	27.02	
		D (km/km ²)	0.42		0.61		0.19		0.31	
绿色道路廊道 Green road corridor	绿色道路廊道 Green road corridor	L (km)	164.27		51.64		244.92		460.83	
		CL (%) DL (%)	70.69	35.65	44.49	11.21	58.90	53.15	60.29	
		A (km ²)	2.19		0.74		3.80		6.73	
		CA (%) DA (%)	39.41	32.55	20.08	10.98	29.99	56.47	30.72	
		D (km/km ²)	2.12		1.34		1.40		1.57	
绿带 Green belt	绿带 Green belt	L (km)	34.12		32.22		83.70		150.04	
		CL (%) DL (%)	14.68	22.74	27.76	21.47	20.13	55.78	19.63	
		A (km ²)	1.68		1.47		4.43		7.58	
		CA (%) DA (%)	30.29	22.22	39.94	19.38	34.92	58.39	34.59	
		D (km/km ²)	0.44		0.84		0.48		0.52	
绿色铁路廊道 Green railway corridor	绿色铁路廊道 Green railway corridor	L (km)	1.46		8.79		54.49		64.74	
		CL (%) DL (%)	0.63	2.25	7.57	13.58	13.10	84.17	8.47	
		A (km ²)	0.03		0.25		1.40		1.68	
		CA (%) DA (%)	0.55	1.83	6.81	14.90	11.05	83.28	7.67	
		D (km/km ²)	0.02		0.23		0.31		0.22	
总计 Total	总计 Total	L (km)	232.40		116.07		415.83		764.29	
		CL (%) DL (%)	30.68	30.13	27.24	15.25	31.03	54.62	30.29	
		A (km ²)	5.56		3.68		12.67		21.91	
		DA (%)	25.37		16.79		57.84		—	
		D (km/km ²)	3.00		3.02		2.38		2.63	
蓝色廊道 Blue corridor	蓝色廊道 Blue corridor	L (km)	38.42		35.01		82.52		155.95	
		CL (%) DL (%)	5.07	24.64	8.22	22.45	6.16	52.91	6.18	
		A (km ²)	—		—		—		80.02	
		D (km/km ²)	—		—		—		0.54	
		L (km)	486.64		275.08		841.63		1603.34	
灰色廊道 Gray corridor	灰色廊道 Gray corridor	CL (%) DL (%)	64.25	30.35	64.55	17.16	62.81	52.49	63.53	
		D (km/km ²)	6.28		7.15		4.81		5.51	
		行政区面积 (km ²)	77.52		38.45		174.85		290.82	
		District area								

长度 Length(L);行政区各类型廊道长度比 Length proportion of each type of corridors in one district (CL);廊道在各行政区间的长度比 Length proportion of a type of corridors among districts (DL);面积 Area(A);行政区各类型廊道面积比 Area proportion of each type of corridors in one district (CA);廊道在各行政区间的面积比 Area proportion of a type of corridors among districts(DA);密度 Density(D)

绿色廊道网络总的环通度很低,仅为 0.08,汉口的最大,为 0.15;各类绿色廊道中,绿带的环通度最低,为

0,没有回路存在;汉阳、汉口的绿色铁路和绿色河流廊道的网络环通度也为0;绿色道路廊道网络,汉口的环通度最高,为0.15。绿色廊道网络中回路的极度欠缺,严重阻碍了绿色廊道中物质、能量的流通和物种的迁移,使景观整体的生态效益低下,城市中生物多样性减少。特别是作为动植物生长环境、迁移和繁殖通道的城市绿带完全没有回路存在,对城市生态极为不利。

表3 武汉市建成区绿色廊道建设率

Table 3 The construction ratio of the green corridors in Wuhan's built-up area

行政区 District	道路绿色廊道建设率 Construction ratio along road	铁路绿色廊道建设率 Construction ratio along railway	河流绿色廊道建设率 Construction ratio along river	灰色廊道绿色廊道建设率 Construction ratio along gray corridor
汉口 Hankou	0.39	0.02	0.85	0.34
汉阳 Hanyang	0.22	0.25	0.67	0.22
武昌 Wuchang	0.39	0.25	0.40	0.36
总计 Total	0.36	0.20	0.57	0.33

表4 武汉市建成区绿色廊道网络结构

Table 4 The structure of the green network in Wuhan's built-up area

绿色廊道 Green corridor	指标 Index	汉口 Hankou	汉阳 Hanyang	武昌 Wuchang	总计 Total
绿色河流廊道 Green river corridor	线点率 Ratio of line to node	0.50	0.50	0.82	0.67
	环通度 Circuitry	0.00	0.00	0.14	0.50
	连通度 Connectivity	0.00	0.00	0.60	0.93
绿色道路廊道 Green road corridor	线点率 Ratio of line to node	1.21	1.09	0.99	1.08
	环通度 Circuitry	0.15	0.07	0.05	0.09
	连通度 Connectivity	0.45	0.39	0.40	0.42
绿带 Green belt	线点率 Ratio of line to node	0.67	0.71	0.90	0.84
	环通度 Circuitry	0.00	0.00	0.00	0.00
	连通度 Connectivity	0.67	0.56	0.38	0.41
绿色铁路廊道 Green railway corridor	线点率 Ratio of line to node	0.50	0.75	0.91	0.87
	环通度 Circuitry	0.00	0.00	0.05	0.05
	连通度 Connectivity	0.00	0.50	0.44	0.46
总计 Total	线点率 Ratio of line to node	1.18	0.95	0.96	1.03
	环通度 Circuitry	0.15	0.06	0.05	0.08
	连通度 Connectivity	0.46	0.43	0.41	0.43

绿色廊道网络总的连通度较低,为0.43,3个行政区间的差异较小;除绿色河流廊道的连通度较大为0.93外,其它各类型绿色廊道网络的连通度差异较小。武汉市建成区内,多数节点间不能通过绿色廊道连接,这不利于动植物的迁移、寻食和繁殖。绿色河流廊道由于节点数少,又受地形的限制,因此连通度较高。

4 结论与讨论

(1) 借助 GIS 使城市廊道的提取、生成、分类及景观格局指标的计算更加科学便捷。

(2) 将城市廊道分为绿色廊道、灰色廊道和蓝色廊道,将绿色廊道分为绿色道路廊道、绿色铁路廊道、绿色河流廊道和绿带,有利于对各类型廊道的景观格局进行细致的研究与比较。

(3) 武汉市建成区廊道系统中,灰色廊道占主体,长度最长,密度最大,绿色廊道非常缺乏;各类廊道长度在行政区间的分布与行政区的面积成正比,在面积最大的武昌,各类廊道也最长。各类型绿色廊道建设都很不足。绿色道路廊道的长度最长,密度最大,没有严格意义上的绿带存在,宽度 50 m 以上的绿色廊道总长也不及其它类型绿色廊道总长的 1/3,其密度仅为绿色廊道总密度的 19.77%;绿带、绿色道路廊道和绿色河流廊

道的面积相当,以绿带面积最大;由于相对发达的商业经济,汉口有着错综复杂的道路系统,相应的在汉口,绿色道路廊道的面积最大,而在以旅游建设为主的汉阳和以文化建设为主的武昌,绿带的面积最大,绿色河流廊道和绿带的建设在汉阳最为完善;各行政区绿色廊道的面积也基本与行政区的面积成正比。武汉市建成区内绿色网络结构较简单,每一节点的平均连线数低;绿色廊道网络特别是绿带网络中,回路极度欠缺;多数节点间不能通过绿色廊道连接;对武汉市的生态环境极为不利。

针对武汉市绿色廊道景观格局的现状和存在的问题,在今后城市绿色廊道的建设过程中应注意:

协调各类型廊道的比例,加大绿色廊道的建设,在灰色廊道系统逐步发达的过程中,同时跟上绿色道路廊道的建设;

在空间允许的条件下,尽量加宽现有绿色廊道,逐步建设城市绿带体系;

针对各行政区的特色,着重建设不同类型的绿色廊道系统;

在行政区、城市和区域等各级尺度上建立完善的绿色网络系统,保证网络的连通性和城市内部与外部物质能量交流的通畅性;

为增加城市物种多样性,针对特定的城市物种,在掌握其生活行为规律的基础上,建立网络回路;

绿色廊道的走向要尽量与城市的主导风向保持一致,起到通风走廊,调节城市小气候的作用。

References:

- [1] Li X Z, Xiao D N. Study on the urban landscape ecology. *Urban Environment & Urban Ecology*, 1995, 8(2):26~30.
- [2] Cao X X, Di Q M, Gao Z Y. Landscape ecology principles and methods of urban biodiversity protection. *Acta Xinyang Normal University*, 2003, 16(2):186~190.
- [3] Fdos J G. Introduction and overview: the greenway movement, uses and potentials of greenways. *Landscape Urban Planning*, 1995, 33:1~13.
- [4] Fdos J G, Ryan R L. International greenway planning: an introduction. *Landscape Urban Planning*, 2004, 68:144~146.
- [5] Meng Y F. Greenway and its planning principles. *Chinese Garden*, 2004, 20(5):14~18.
- [6] Viles R L, Rosier D J. How to use roads in the creation of greenways: case studies in three New Zealand landscape. *Landscape Urban Planning*, 2001, 55:15~27.
- [7] Gobster P H. Perception and use of a metropolitan greenway system for recreation. *Landscape Urban Planning*, 1995, 33:401~413.
- [8] Turner T. Greenways, blueways, skyways and other ways to a better London. *Landscape Urban Planning*, 1995, 33:269~282.
- [9] Liu C L. Studied on the forest eco-tourism region network analysis and choosing the address of service facilities. *Resource Development & Market*, 2000, 16(1):55~56.
- [10] Budd W W, Cohen P L, Saunders P R, et al. Stream corridor management in the Pacific Northwest: determination of stream-corridor widths. *Environ. Manage.*, 1987, 11:587~597.
- [11] Brazier J R, Brown G W. Buffer strips for stream temperature control. Corvallis, OR: Forest Research Laboratory, School of Forestry, Oregon State University, 1973. 9~15.
- [12] Steinblums I J, Froehlich H A, Lyons J K. Designing stable buffer strips for stream protection. *J. For.*, 1984, 82:49~52.
- [13] Li W F, Wang Y L, Jiang Y Y, et al. Spatial approaches to ecological regulation in urban areas: a case in Shenzhen. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 3(9):1823~1831.
- [14] Li T S. Construction of urban landscape ecology: a case in Shenyang. *Urban Environment & Urban Ecology*, 1996, 9(3):34~37.
- [15] Yan L Z, Tao K H, Zhou G Q. Striving toward creating green space benefiting urban ecology. *Chinese Garden*, 1999, 15(1):4~7.
- [16] Dou J F. Ecological construction of urban green landscape in Chongqing City. *Journal of Chongqing Jianzhu University*, 2002, 24(4):7~10.
- [17] Poole G C. Fluvial landscape ecology: addressing uniqueness within the river discontinuum. *Freshwater Biology*, 2002, 47(4):641~660.
- [18] Economides S. Minimizing the environmental impact of territorial corridors: a case study. *Interfaces*, 1977, 7(3):61~69.
- [19] Forman R T T. Estimate of the area affected ecologically by the road system in the United States. *Conservation Biology*, 2000, 14:31~35.
- [20] Forman R T T, Deblinger R D. The ecological road-effect zone of a Massachusetts(USA) suburban highway. *Conservation Biology*, 2000, 14:36~46.
- [21] Xiao D N, Zhang Q D, Zhao Y, et al. *Landscape Ecology*. Beijing: Science Press, 1990.
- [22] Zong Y G. Corridor effects and urban landscape structure. *Urban Environment & Urban Ecology*, 1996, 9(3):21~25.
- [23] Che S Q. Study on the green corridors in urbanized areas. *Urban Ecological Study*, 2001, 25(11):44~48.
- [24] Bu R C, Wang X L. Analysis on landscape elements and fragmentation of Yellow River delta. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999, 10(3):321~

324.

- [25] Fu B J, Chen L D, Ma K M, *et al.* Landscape ecology: principles and application. Beijing: Science Press, 2001. 63 ~ 64.
- [26] Ma M G, Cao Y, Cheng G D. Oasis corridor landscape in arid regions: a case study of Jinta oasis. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, 13(12): 1624 ~ 1628.
- [27] Forman R T T, Godron M. Patches and structural components for a landscape ecology. *BioScience*, 1981, 1: 733 ~ 740.
- [28] Forman R T T, Godron M. *Landscape Ecology*. New York: Wiley, 1986.
- [29] Forman R T T. *Land Mosaics: The Ecology of Landscape and Regions*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1995.

参考文献:

- [1] 李秀珍, 肖笃宁. 城市的景观生态学探讨. *城市环境与城市生态*, 1995, 8(2): 26 ~ 30.
- [2] 曹新向, 翟秋敏, 郭志勇. 城市生物多样性保护的景观生态学原理和方法. *信阳师范学院学报(自然科学版)*, 2003, 16(2): 186 ~ 190.
- [5] 孟亚凡. 绿色通道及其规划原则. *中国园林*, 2004, 20(5): 14 ~ 18.
- [9] 刘春玲. 森林生态旅游区网络分析及服务设施选址研究——以河北省太行山区森林旅游区为例. *资源开发与市场*, 2000, 16(1): 55 ~ 56.
- [13] 李卫锋, 王仰麟, 蒋依依, 等. 城市地域生态调控的空间途径——以深圳为例. *生态学报*, 2003, 3(9): 1823 ~ 1831.
- [14] 李团胜. 城市景观生态建设——以沈阳市为例. *城市环境与城市生态*, 1996, 9(3): 34 ~ 37.
- [15] 严玲璋, 陶康华, 周国祺. 努力创造有利于城市生态质量的绿色空间环境. *中国园林*, 1999, 15(1): 4 ~ 7.
- [16] 豆俊峰. 重庆城市绿地景观生态建设. *重庆建筑大学学报*, 2002, 24(4): 7 ~ 10.
- [21] 肖笃宁, 张启德, 赵羿, 等. *景观生态学*. 北京: 科学出版社, 1990.
- [22] 宗跃光. 廊道效应与城市景观结构. *城市环境与城市生态*, 1996, 9(3): 21 ~ 25.
- [23] 车生泉. 城市绿色廊道研究. *城市生态研究*, 2001, 25(11): 44 ~ 48.
- [24] 布仁仓, 王宪礼. 黄河三角洲景观组分判定与景观破碎化分析. *应用生态学报*, 1999, 10(3): 321 ~ 324.
- [25] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. *景观生态学原理及应用*. 北京: 科学出版社, 2001. 63 ~ 64.
- [26] 马明国, 曹宇, 程国栋. 干旱区绿洲廊道景观研究——以金塔绿洲为例. *应用生态学报*, 2002, 13(12): 1624 ~ 1628.