

基于绿视率的城市绿道空间绿量可视性特征

赵庆, 唐洪辉, 魏丹, 钱万惠

(广东省林业科学研究院, 广东 广州 510520)

摘要: 为了解城市绿道植物空间绿量可视性特征, 通过构建绿视率计量方法, 以广东省立绿道1号线为例进行调查分析, 探索了基于绿视率的城市绿道空间绿量可视性特征。结果表明: ①省立绿道1号线沿线4个区域总的绿视率均值为31.06%, 其中天河区(38.19%)>海珠区(35.97%)>越秀区(26.76%)>荔湾区(26.67%)。②天河区绿道与荔湾区、越秀区绿道绿视率存在显著差异($P < 0.05$), 表明天河区绿道空间绿量可视性优于荔湾区和越秀区; 虽然海珠区绿道绿视率较荔湾区和越秀区高, 但通过方差分析多重比较来看, 3个区的绿道绿视率并无显著差异($P > 0.05$), 表明荔湾区、越秀区、海珠区绿道的空间绿量可视性较相似。③越秀区和天河区绿道绿视率较为集中地分布在24%~40%区间, 说明越秀区和天河区各自区域绿道内部的绿视率数值较为稳定, 其空间绿量可视性效果差异不大, 给人感觉一种持续、稳定的绿色空间; 而荔湾区和海珠区绿道绿视率的分散在10%~50%, 说明荔湾区和海珠区各自区域绿道内部的绿视率数值不稳定, 其空间绿量可视性效果差异较大, 给人一种间断、具有冲击力的绿色空间。基于绿视率的空间绿量可视性可用于评价城市森林建设的视觉效果。图4表4参21

关键词: 园林学; 绿道; 空间绿量; 植物景观; 绿视率; 可视性特征

中图分类号: S731.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2016)02-0288-07

Spatial visibility of green areas of urban greenway using the green appearance percentage

ZHAO Qing, TANG Honghui, WEI Dan, QIAN Wanhui

(Guangdong Academy of Forestry, Guangzhou 510520, Guangdong, China)

Abstract: To understand the spatial visibility of green areas of urban greenway in urban greenway, the green-appearance percent was used to determine and analyze green areas of greenway line 1. Through the photos took by Nikon D800, the green-appearance percent was calculated with Photoshop. Results indicated that 1) the average total green-appearance percent of greenway of four Guangzhou Districts was 31.9% with Tianhe (38.2%) > Yuexiu (36.0%) > Haizhu (26.8%) > Liwan (26.7%). 2) Using one-way ANOVA, the green-appearance percent of greenway in Tianhe District was significantly greater ($P < 0.05$) than Yuexiu and Liwan Districts. 3) The green-appearance percent of greenway in Yuexiu and Tianhe Districts was between 24.0% and 40.0%; Whereas, in Liwan and Haizhu Districts green areas were 10.0% to 50.0%. Thus, Yuexiu and Tianhe Districts were relatively stable providing a sustained, stable green space; but Liwan and Haizhu Districts were unstable with a discontinuous, sporadic green space. The green-appearance percent cloud be used to evaluate the visual impact of various planning and management on urban forests. [Ch, 4 fig. 4 tab. 21 ref.]

Key words: landscape architecture; greenway; green area; vegetative landscape; green appearance percent; spatial visibility

收稿日期: 2015-05-11; 修回日期: 2015-06-25

基金项目: 国家林业公益性行业科研专项(201404301)

作者简介: 赵庆, 工程师, 博士, 从事城市林业、风景园林等研究。E-mail: zhaqingflzzq@qq.com

1 “绿化覆盖率”与“绿视率”

在城市发展过程中，绿道扮演着一个重要的角色，是对当前城市化进程给人在生理和心理上压力的一种回应^[1]。绿道在城市环境中以自然廊道的形式呈现，为人造空间增添了自然的气息，软化了由建筑构成的生硬空间。城市绿道的“绿”字表明了其功能的实现依赖于绿色植物，包括乔木、灌木以及地被植物等。绿色植物的功能主要包括景观功能、生态功能以及意向功能^[2]：①景观功能主要是绿色植物对人的视觉作用；②生态功能包括了绿色植物的生态作用；④意向功能是指植物能够向人们传递一种精神上的意向。绿色植物的三大功能中，尤以景观功能对人的影响最为直接，作用于城市的方方面面：THAYER 等^[3]研究发现：绿色植物的存在通常会提高城市景观的等级；SCHROEDER 等^[4]和 BUHYOFF 等^[5]研究表明：更倾向于将植物景观作为一个整体视图来评价居住区街道景观，同时 SCHROEDER^[6]也注意到场地的地表裸露程度与其景观吸引力的关系表现为强负相关；众多城市景观评价的研究也表明人们更偏爱于具有大量植被的城市景观^[7]；AOKI^[8-9]在研究中发现，人们对不同类型景观的绿色植物视觉偏好是不同的，以街道景观为例，当绿色植物可见比例大于 30% 时，被证明是更受人们所欢迎的城市街道景观。通过以上研究推断，绿色植物的景观功能在城市绿道景观评价中起到相当大的作用。过去，我们对绿色植物生态方面的研究倾注了大量的研究，而在景观以及意向功能上的研究相当有限，其中一个重要的原因是绿色植物视觉景观定量研究的切入点以及方法的匮乏。以往关于绿色植物视觉景观的定量研究，大都是将其采用“绿化覆盖率”或“绿地率”这一量化指标来衡量^[10-13]。然而，这 2 个指标衡量的是二维平面层上的绿化状况^[14]，它并不能表明被人直接视觉感受到的三维空间层面上的绿化状况^[12,15-16]。如图 1 所示，2 块面积形状相同的场地，其“绿化覆盖率”或“绿地率”相同，但由于植物高度的不同，导致人在视觉上感受到这 2 块场地绿化状况的不同。“绿视率”(green appearance percentage)这一概念的出现为空间绿量可视性的定量研究提供了一种新的途径。“绿视率”这一理论于 2002 年由日本的野隆造教授提出，并被国际社会所认可^[14]，用来表示绿色在人视野中所占的比例。“绿量”是指三维绿色生物量^[17]，反映了城市绿化的空间结构量值^[18]，具有重要的生态和景观意义^[19-20]。本研究使用“绿视率”指标来量化城市绿道空间绿量可视性：即在空间水平上，以人的视角所能捕获到的绿量为计量单位，通过探索基于“绿视率”的城市绿道空间绿量可视性计算方法，推动城市绿道的定量研究和规划设计水平。

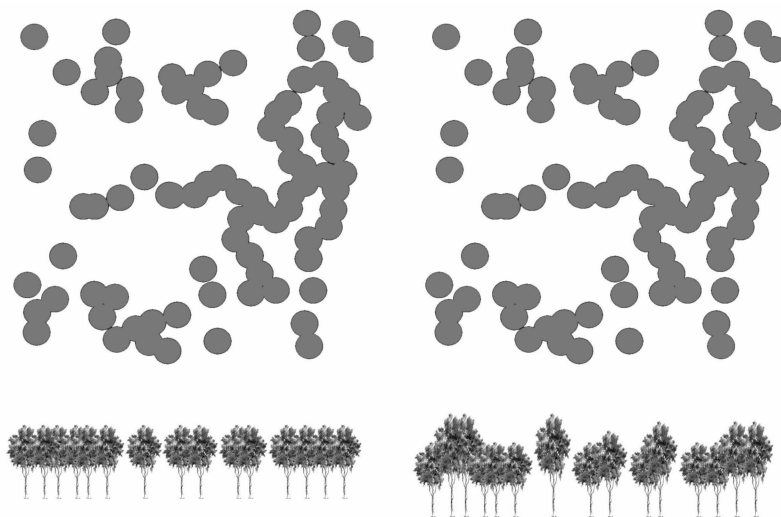


图 1 二维平面和三维空间的视觉差异

Figure 1 Visual differences of two-dimensional plane and three-dimensional space

2 研究地点与方法

2.1 研究地点

本次研究地点为广州市中心城区(环城高速以内)的广东省立绿道 1 号线，总长度 43.1 km，其中涉

及海珠区 10.6 km, 越秀区 7.6 km, 荔湾区 18.6 km, 天河区 6.3 km。

2.2 研究方法

城市绿道空间绿量可视性将通过“绿视率”指标来衡量。“绿视率”的计算方法及计算过程如下。

2.2.1 样本选择 在广州市中心城区街道图上将省立绿道 1 号线所经过的路段标出, 并用不同颜色区分行政区域(图 2), 以便把各行政区作为研究区进行绿道空间绿量可视性比较研究。在每个研究区内, 将省立绿道 1 号线所在道路与其他道路的交叉点、景观节点(如驿站等)作为绿视率指标数据采集的样点, 原因有 2 点: ①道路交叉点以及景观节点为人停留时间较长的地点, 其空间绿量的高低直接影响人对该区域绿道的感受, 将其作为“绿视率”指标采集的样点符合客观实际。②道路交叉点以及景观节点便于地图选点以及实际样点定位。为了减少 2 个相邻研究区的交叉影响, 在采集样点数据时, 将排除研究区内靠近边界的样点。



图 2 绿视率样点位置图(局部)

Figure 2 Sample locations of green appearance percentage (part)

2.2.2 数据采集规则 通过一定规则拍摄照片的方式, 获取样点空间绿量数据。本研究采用的照片拍摄设备统一为尼康 D800 数码单反相机, 镜头型号为尼康 AF-S Nikkor 24~70 mm f/2.8G ED。尼康 D800 数码单反相机为全画幅数码单反相机, 搭配尼康 AF-S Nikkor 24~70 mm f/2.8G ED 镜头时, 将镜头焦距调整到 24 mm, 其拍摄的视角范围无重叠度, 可以避免拍摄重叠而导致的绿视率重复计算。在采集每个样本的空间绿量数据时, 照片拍摄者必须站在每个样点(交叉口)的东南角(东南向边缘), 将镜头焦距始终固定为 24 mm, 并以同一高度人的水平视角分别朝正东、正西、正南、正北等 4 个方向各拍摄 1 张照片, 在记录表中分别标志每张照片的编号以及拍摄方向, 以便内业处理。

2.2.3 绿视率计算 首先, 将拍摄的图片导入 Adobe Photoshop CS5 中, 打开 Adobe Photoshop CS5 的直方图, 在“源”选项栏中选择“整个图像”, 信息表的“像素”一栏所显示的“317400”为整幅图片的像素值; 其次, 新建图层并点中激活, 然后点击画笔工具, 配合 Wacom 新帝设计数位板, 将图片中的绿色植物所占据的部分手动覆盖颜色, Adobe Photoshop CS5 的直方图, 在“源”选项栏中选择“选中的图层”, 信息表的“像素”一栏所显示的“83345”为绿色植物的总像素值(图 3), 则该图片的绿视率为“选中的图层”像素值“83345”与“整个图像”像素值“317400”的比值即“26.30%”。通过以上 4 个步骤, 分别计算出各个样点 4 个方向所拍摄图片的绿视率, 而各个样点的绿视率为 4 个方向绿视率总和的算数平均值。

3 结果与分析

3.1 绿道绿视率数据采集与计算

本研究调查的广东省立绿道 1 号线(中心城区部分)经过 4 个行政区域, 搜集样本 36 个, 共拍摄图片 144 张, 各个样本的基础数据以及绿视率计算结果如表 1 所示。



图 3 绿视率像素计算方法

Figure 3 Calculation method of green appearance percentage pixels

从计算结果分析：此次搜集的广东省立绿道 1 号线所有样本中绿视率最高点在天河区临江大道与员村南路交口附近，其绿视率为 65.68%；所有样本绿视率最低点在荔湾区康王路和长寿路交口附近，其绿视率为 6.37%；样本的绿视率集中在 20.00%~40.00% 区间，该范围绿视率样本占有所有样本数的 72.20%。

3.2 区域绿道绿视率差异分析

通过对 4 个区域 36 个样点进行均值分析，得出省立绿道 1 号线沿线绿视率荔湾区为 26.67%，越秀区为 26.76%，天河区为 38.19%，海珠区为 35.97%，4 个区域总的绿视率均值为 31.06%。结果表明：天河区和海珠区绿道沿线的空间绿量可视性在平均水平以上，而荔湾区和越秀区绿道沿线的空间绿量可视性在平均水平以下，其中天河区绿道沿线的空间绿量可视性最好(表 2)。①这是因为荔湾区和越秀区为广州市的老城区，而省立绿道 1 号线经过该 2 个区域的建筑集中路段，因此，其整体绿视率较低，空间绿量可视性排名靠后；②海珠区同样作为广州老城区，由于绿道经过该区东面绿化集中区域，其整体绿视率较荔湾区和越秀区高；③天河区是广州市的新城区，天河区省立绿道 1 号线处于珠江景观带沿线，有较好的绿化基础，因此其绿视率最高。通过绿视率单因素方差分析得出 4 个区域间的绿视率显著性为 0.05(表 3)，表明 4 个区域绿道沿线的绿视率有显著差异，说明省立绿道 1 号线空间绿量可视性存在区域不均衡的现象。

通过对 4 个区域绿道绿视率的多重比较分析发现(表 4)，天河区绿道与荔湾区、越秀区绿道绿视率存在显著差异($P < 0.05$)，表明天河区绿道空间绿量可视性较荔湾区和越秀区有明显的提升；虽然海珠区绿道绿视率较荔湾区和越秀区高，但通过方差分析多重比较来看，3 个区的绿道绿视率没无显著差异($P > 0.05$)，表明荔湾区、越秀区、海珠区绿道的空间绿量可视性较相似。

通过对绿道绿视率样本散点图分析发现(图 4)，4 个不同区域样本绿视率的离散程度有明显不同。除了天河区样本 27 具有特殊性之外，越秀区和天河区绿道绿视率较为集中地分布在 24.00%~40.00%，说明越秀区和天河区各自区域绿道内部的绿视率数值较为稳定，其空间绿量可视性效果差异不大，给人感觉一种持续、稳定的绿色空间。样本 27 位于天河区临江大道与员村南路交叉口的公园内，省立绿道 1 号线穿过该公园，因此，该样本绿量不仅包含了绿道植物景观自身所提供的绿量，同时公园内丰富的

表1 广东省立绿道1号线绿视率一览

Table 1 List of green appearance percentage of Guangdong greenway line 1

序号	所属区域	小地名	像素值(总像素值: 1 269 600)				绿视率/%
			北	东	南	西	
1	荔湾区	中山八路 黄沙大道	85 617	122 528	14 722	33 993	20.23
2	荔湾区	中山八路 泮塘路	111 199	111 168	53 557	60 826	26.52
3	荔湾区	中山八路 华贵路	48 330	167 184	146 742	64 656	33.63
4	荔湾区	中山七路 康王中路	74 589	137 992	90 185	82 303	30.33
5	荔湾区	康王路 龙津东路	88 151	127 508	95 605	63 971	29.56
6	荔湾区	康王路 长寿路	12 834	8 484	8 019	51 596	6.37
7	荔湾区	康王路 六二三马路	46 639	126 296	137 919	18 894	25.97
8	荔湾区	康王路 和平路	88 069	26 693	99 451	47 252	20.59
9	荔湾区	桥中路 双桥路	143 657	48 427	40 509	160 568	30.97
10	荔湾区	花地河 醉观公园	163 960	138 662	132 441	72 777	40.00
11	荔湾区	百花路 浣花西路	166 832	120 554	180 074	73 897	42.64
12	荔湾区	增南路 龙溪大道	46 978	82 644	145 815	108 109	30.21
13	荔湾区	人民南路 西堤二马路	0	12 359	20 273	90 793	9.72
14	越秀区	沿江西路 新堤二横路	81 198	105 272	100 365	97 346	30.26
15	越秀区	沿江西路 解放南路	52 717	65 219	18 159	53 485	14.93
16	越秀区	沿江中路 侨光路	90 678	118 379	14 713	103 385	25.77
17	越秀区	沿江中路 天字码头	140 235	102 790	0	65 972	24.34
18	越秀区	沿江东路 江湾大桥	55 216	67 714	101 156	101 566	25.65
19	越秀区	沿江东路 东湖路	61 659	150 080	102 725	66 289	29.99
20	越秀区	大通路 烟雨路	93 657	106 125	99 938	84 968	30.30
21	越秀区	烟雨路 海山街	131 844	112 863	76 413	96 197	32.87
22	天河区	临江大道 华穗路	52 405	76 264	163 747	94 407	30.47
23	天河区	临江大道 猎德大道	42 671	120 069	178 661	152 343	38.89
24	天河区	临江大道 马场路	56 891	124 592	210 878	105 400	39.21
25	天河区	临江大道 中轴线	53 436	83 134	156 791	104 285	31.32
26	天河区	临江大道 平江路	75 231	97 870	151 767	195 969	41.02
27	天河区	临江大道 员村南路	171 513	206 628	268 240	187 512	65.68
28	天河区	临江大道 员村二横路	19 178	125 308	169 473	126 930	34.73
29	天河区	琶洲大桥 临江大道	85 617	122 528	14 722	33 993	24.17
30	海珠区	科韵路 新港东路	111 199	111 168	53 557	60 826	50.27
31	海珠区	新滘东路 科韵路	48 330	167 184	146 742	64 656	47.28
32	海珠区	外环东路 西五路	74 589	137 992	90 185	82 303	36.61
33	海珠区	小洲驿站	88 151	127 508	95 605	63 971	31.33
34	海珠区	闸口	12 834	8 484	8 019	51 596	47.50
35	海珠区	华州路	46 639	126 296	137 919	18 894	16.47
36	海珠区	内环西路 南三路	88 069	26 693	99 451	47 252	30.30

绿色植物增加了该样本周围的整体绿量；而荔湾区和海珠区绿道绿视率的分散在 10.00%~50.00%区间，说明荔湾区和海珠区各自区域绿道内部的绿视率数值不稳定，其空间绿量可视性效果差异较大，给人一种间断、具有冲击力的绿色空间。

表2 绿视率均值分析

Table 2 Mean analysis of green appearance percentage

区域	均值	标准差	标准误	均值的 95% 置信区间	
				下限	上限
荔湾区	0.266 723	0.104 574 0	0.029 003 6	0.203 530	0.329 916
越秀区	0.267 638	0.056 133 0	0.019 846 0	0.220 709	0.314 566
天河区	0.381 863	0.124 244 4	0.043 927 0	0.277 992	0.485 733
海珠区	0.359 657	0.126 058 3	0.047 645 6	0.243 073	0.476 242
总数	0.310 583	0.113 886 2	0.018 981 0	0.272 050	0.349 117

4 讨论

在城市化日益加剧的环境下，城市绿道植物景观从定性表面的审美要求，逐渐趋向定量本质的方向发展，采用一系列指标来量化评价其质量。本研究正是基于城市绿道景观的人性化需求日益增强的背景下，提出以“绿视率”为基础的空间绿量可视性计算方法，并通过广东省立绿道 1 号线的调查与分析，得到不同区域之间以及同一区域内部空间绿量可视性的异同。从不同区域绿道空间绿量可视性的绝对数值来说，天河区绿道>海珠区绿道>越秀区绿道>荔湾区绿道；而从同一区域绿道内部空间绿量可视性的稳定程度来说，越秀区绿道>天河区绿道>荔湾区绿道>海珠区绿道。

表 3 绿视率单因素方差分析

Table 3 One-way ANOVA of green looking ratio

项目	平方和	自由度	均方	F 值	显著性
区间	0.097	3	0.032	2.909	0.050
区内	0.357	32	0.011		
总数	0.454	35			

表 4 区域绿道绿视率多重比较

Table 4 Multiple comparison of regional green appearance percentage

方法	(I)区域	(J)区域	均值差(I-J)	显著性	95% 置信区间	
					下限	上限
最小显著差法 (LSD)	荔湾区	越秀区	-0.000 914 4	0.985	-0.097 550	0.095 721
		天河区	-0.115 139 4*	0.021	-0.211 775	-0.018 504
		海珠区	-0.092 934 3	0.070	-0.193 753	0.007 884
	越秀区	荔湾区	0.000 914 4	0.985	-0.095 721	0.097 550
		天河区	-0.114 225 0*	0.038	-0.221 751	-0.006 699
		海珠区	-0.092 019 9	0.102	-0.203 320	0.019 280
	天河区	荔湾区	0.115 139 4*	0.021	0.018 504	0.211 775
		越秀区	0.114 225 0*	0.038	0.006 699	0.221 751
		海珠区	0.022 205 1	0.687	-0.089 095	0.133 505
	海珠区	荔湾区	0.092 934 3	0.070	-0.007 884	0.193 753
		越秀区	0.092 019 9	0.102	-0.019 280	0.203 320
		天河区	-0.022 205 1	0.687	-0.133 505	0.089 095

说明：* 表示均值差的显著性水平为 0.05。

在自然条件下，绿化覆盖率高的区域，通常其“绿视率”也趋于一个相对较高的数值，这是因为当这个地区植被绝对数量越大，这些绿色植物被人的视线所捕捉到的机会也越多。然而，在城市环境中，建筑、道路是绿道整体景观的组成部分，会直接影响到人视野能捕捉到的绿量，因此，通过文中基于“绿视率”的空间绿量可视性计算方法计算 2 条绿化覆盖率相同的城市绿道，其植物空间可视性通常并不一致。本研究所提出的基于绿视率的空间绿量可视性计算方法，弥补了国内绿化指标只立足于平面的不足，直接从人的视觉感受出发，针对城市绿道植物景观的质量，提供了一种可行的数量化评价手段^[21]。

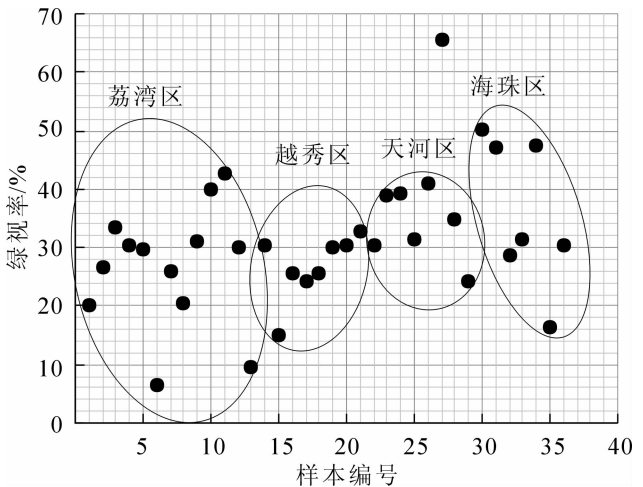


图 4 区域绿道绿视率散点图

Figure 4 Green appearance percentage scatter plot of regional greenway

5 参考文献

[1] SEARNS R M. The evolution of greenways as an adaptive urban landscape form [J]. *Landsc Urban Plan*, 1995, 33(1/3): 65 - 80.

[2] APPELYARD D. Urban trees, urban forests: what do they mean?[C]//*Proceeding of the National Urban Forestry Con-*

- ference. Syracuse: State University of New York College of Environmental Science and Forestry, 1978: 138 – 155.
- [3] THAYER R L Jr, ATWOOD B G. Plants, complexity and pleasure in urban and sub-urban environment [J]. *Environ Psychol Nonv Behav*, 1978, **3**(2): 67 – 76.
- [4] SCHROEDER H W, CANNON W N Jr. The esthetic contribution of trees to residential streets in Ohio towns [J]. *J Arboric*, 1983, **9**(9): 237 – 243.
- [5] BUHYOFF G J, GAUTHIER L J, WELLMAN J D. Predicting scenic quality for urban forests using vegetation measurements [J]. *For Sci*, 1984, **30**(1): 71 – 82.
- [6] SCHROEDER H W. Visual impact of hillside development: comparison of measurements derived from aerial and ground-level photographs [J]. *Landsc Urban Plan*, 1988, **15**(1): 119 – 126.
- [7] SMARDON R C. Perception and aesthetics of the urban environment: review of the role of vegetation [J]. *Landscape Urban Plan*, 1988, **15**(1): 85 – 106.
- [8] AOKI Y. Evaluation methods for landscapes with greenery [J]. *Landsc Res*, 1991, **16**(3): 3 – 6.
- [9] AOKI Y. Trends of researches on visual greenery since 1974 in Japan [J]. *Environ Inf Sci*, 2006, **34**(4): 46 – 49.
- [10] NOWAK D J. Notes: estimating leaf area and leaf biomass of open-grown deciduous urban trees [J]. *For Sci*, 1996, **42**(4): 504 – 507.
- [11] CCOTT K I, MCPHERSON E G, SIMPSON J R. Air pollutant uptake by Sacramento 'urban forest [J]. *J Arboric*, 1998, **24**(4): 224 – 233.
- [12] 李房英, 黄浩, 陈丽静, 等. 福州市道路绿地的调查与分析[J]. 福建林学院学报, 2004, **24**(1): 50 – 53.
LI Fangying, HUANG Hao, CHEN Lijing, et al. Investigation and analysis of road-greenbelt in Fuzhou [J]. *J Fujian Coll For*, 2004, **24**(1): 50 – 53.
- [13] 李金路. 从统计上看我国城市绿地率和绿化覆盖率的数量差[J]. 中国园林, 1997, **13**(3): 17 – 18.
LI Jinlu. The quantity difference between urban green space and green coverage from a statistical perspective in China [J]. *Chin Landsc Archit*, 1997, **13**(3): 17 – 18.
- [14] 邓小军, 王洪刚. 绿化率, 绿地率, 绿视率[J]. 新建筑, 2002(6): 75 – 76.
DENG Xiaojun, WANG Honggang. Green ration, green space ratio, green looking ratio [J]. *New Architec*, 2002(6): 75 – 76.
- [15] ROWNTREE R A. Urban forest ecology: conceptual points of departure [J]. *J Arboric*, 1998, **24**(2): 62 – 71.
- [16] 田梦. 城市道路绿化模式与绿视率的关系探讨: 以重庆市为例[D]. 重庆: 西南大学, 2011.
TIAN Meng. *Research on the Relationship Between Green Model and Green Looking Ratio-Taking Chongqing as an Example* [D]. Chongqing: Southwest University, 2011.
- [17] 周坚华. 上海市绿化三维量调查及其对策研究[J]. 中国园林, 1997, **12**(6): 58 – 60.
ZHOU Jianhua. Investigation and countermeasure research on the three dimensional quantity of green in Shanghai City [J]. *Chin Landsc Archit*, 1997, **12**(6): 58 – 60.
- [18] 刘立民, 刘明. 绿量—城市绿化评估的新概念[J]. 中国园林, 2000, **16**(5): 32 – 34.
LIU Limin, LIU Ming. Green quantity—the new concept of urban green evaluation [J]. *Chin Landsc Archit*, 2000, **16**(5): 32 – 34.
- [19] 蒋跃辉. 合理、特色的城市道路绿化系统研究: 以厦门市市府大道绿化系统建构为例[J]. 规划师, 2002, **18**(6): 33 – 37.
JIANG Yuehui. Research on reasonable, characteristic green space system of urban road [J]. *Planners*, 2002, **18**(6): 33 – 37.
- [20] 陈自新, 苏雪痕, 刘少宗, 等. 北京城市园林绿化生态效益的研究[J]. 中国园林, 1998, **14**(1/6): 57 – 60, 51 – 54, 53 – 56, 46 – 49, 57 – 60, 53 – 56.
CHEN Zixin, SU Xueheng, LIU Shaozong, et al. The ecological effects and benefits of urban landscape in Beijing [J]. *Chin Landsc Archit*, 1998, **14**(1/6): 57 – 60, 51 – 54, 53 – 56, 46 – 49, 57 – 60, 53 – 56.
- [21] 吴立蕾, 王云. 城市道路绿视率及其影响因素: 以张家港市西城区道路绿地为例[J]. 上海交通大学学报: 农业科学版, 2009, **27**(3): 267 – 271.
WU Lilei, WANG Yun. The green looking ratio of urban roads and its major factors: example as Zhangjiagang City [J]. *J Shanghai Jiaotong Univ Agric Sci*, 2009, **27**(3): 267 – 271.