

乡村振兴背景下广州市增城区新农村人居环境绿化现状调查与研究

李荣喜, 许雯, 董斌*, 林瑜, 李秀平 (广东农工商职业技术学院, 广东广州 510507)

摘要 以增城区的村落作为研究对象, 在其辖区范围内选择 11 个镇 21 个行政村, 对公共绿地、庭院绿地、河道绿地等进行物种多样性和植物群落特征调查, 综合分析增城区新农村的绿化现状。推荐 49 种乡土植物(乔木 24 种、灌木 15 种、草本 10 种)和 16 种绿化配置模式作为增城新农村绿化的建议, 最终达到提高人居环境的目的。

关键词 增城; 新农村; 植物群落; 人居环境

中图分类号 S731.7 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)17-0128-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.17.033

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Investigation and Research on the Greening Situation of Human Settlement Environment in New Rural Areas of Zengcheng District of Guangzhou under the Background of Rural Revitalization

LI Rong-xi, XU Wen, DONG Bin et al (Guangdong Agriculture Industry Business Polytechnic, Guangzhou, Guangdong 510507)

Abstract Taking villages in Zengcheng District as the research object, 21 administrative villages in 11 towns were selected within their jurisdiction. Species diversity and plant community characteristics of public green space, courtyard green space and river green space were investigated, and the greening status of new countryside in Zengcheng District was comprehensively analyzed. 49 native plants (24 arbors, 15 shrubs, 10 herbs) and 16 planting modes were recommended as green proposals for new countryside in Zengcheng, and ultimately to improve the living environment of human beings.

Key words Zengcheng; New countryside; Plant community; Human settlement environment

广州市增城区位于广州东部, 处于珠三角 1 小时都市生活圈内, 是珠三角城镇群和广深经济带的重要节点, 现有林地面积 7.89 万 hm^2 , 森林覆盖率 55.88%, 绿化覆盖率 50.3%, 人均公共绿地面积 20.58 m^2 , 先后被评为“全国绿化模范县(市)”、国内首个“全国生态文明建设示范市”^[1]。目前, 对于增城地区儿童公园、林地、街道绿化等有较多报道^[2-4], 但是新农村绿化方面鲜有研究; 同时, 关于新农村植物的相关调查较多, 但是关于广州增城地区也尚未见相关报道。该研究首次针对广州增城地区开展新农村植物调查, 包括公共绿地、庭院绿化、道路绿化、河道绿化, 较为系统地研究增城地区新农村植物绿化的现状, 进行景观评价与分析, 同时给出针对性的绿化建议。

1 调查对象及方法

1.1 调查对象 在增城地区管辖范围内选择 21 个行政村, 其中中新镇 1 个、仙村镇 2 个、荔城街道 1 个、石滩镇 3 个、派潭镇 2 个、永宁街道 2 个、小楼镇 3 个、新塘镇 1 个、朱村街道 2 个、正果镇 3 个、增江街道 1 个。调查村落具体地点见表 1。

1.2 调查与分析法

1.2.1 调查方法。 每个行政村随机选择 5 条主干道、10 个庭院及公共绿地。实地测量并记录植物品种、株高、株数、冠幅、胸径、生长势等指标。

1.2.2 分析方法。

1.2.2.1 植物群落的数量特征分析。

(1) 密度(density): 指单位面积上的植物个体数, 它是某

种植物的个体数与样方面积之比。

$$D(\text{密度}) = N(\text{某种植物的个体数}) / S(\text{样方面积})$$

相对密度为某种植物的密度占有所有物种密度之和的百分比, 相对密度 = 某种植物的密度 / 所有物种密度 $\times 100\%$ 。

(2) 盖度: 指植物地上部分垂直投影的面积占地面的百分比。

相对投影盖度 = 某种植物的覆盖面积 / 同一生活型植物的总覆盖面积 $\times 100\%$;

相对显著度 = 某植物的胸高断面面积 / 同一生活型植物的胸高断面面积 $\times 100\%$

(3) 重要值: 某种植物在群落中的相对重要性。

相对重要值(乔木) = 相对密度 + 相对显著度;

相对重要值(灌木) = 相对密度 + 相对投影盖度

1.2.2.2 植物群落的物种多样性分析。 Simpson 多样性指数(D) = 随机取样的 2 个个体属于不同种的概率 = $1 - \text{随机取样的 2 个个体属于同种的概率}^{[5]}$ 。

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$$

2 结果与分析

2.1 植物群落区系特征 在调查的 21 个村落中, 共有 193 种植物, 分属于 74 科 158 属, 其中裸子植物 6 科 7 属, 被子植物 68 科 151 属。植物种类排名前 10 的科为木犀科(3 属 4 种)、樟科(2 属 3 种)、豆科(10 属 12 种)、芸香科(3 属 6 种)、杨柳科(1 属 2 种)、桑科(2 属 11 种)、叶下珠科(3 属 3 种)、锦葵科(4 属 7 种)、金缕梅科(1 属 1 种)、龙胆科(1 属 1 种)。

通过表 2 可以看到增城区新农村乡土植物的应用情况。其中, 增城新农村调查地植物种类属于增城地区地带性乡土植物的有 89 种, 占调查地植物种类总数的 46.11%, 说明外来植物的应用程度较高。被子植物外来引种及栽培植物均

基金项目 广东省高等职业教育作物生产技术品牌专业建设资助项目(粤教高函[2015]191 号); 广东省高等职业教育园林技术品牌专业建设资助项目(粤教高函[2016]293 号)。

作者简介 李荣喜(1985—), 男, 福建龙岩人, 助理研究员, 硕士, 从事园林植物应用研究。* 通信作者, 副教授, 博士, 从事园林植物设计研究。

收稿日期 2020-02-28

占有较大的比例,乡土植物的比例仅占 26. 94%。

表 1 增城区新农村绿化调查村落区位
Table 1 Zengcheng new rural greening survey village location

序号 No.	行政村名 Administrative villages name	地形 Terrain	自然村名 Natural village name	所属镇或街道 Town or street	所属县、市或辖区 County, city or jurisdiction	所属城市 City
1	南池村	丘陵	南池村	中新镇	增城区	广州
2	基岗村	丘陵	基岗村	仙村镇	增城区	广州
3	沙滘村	丘陵	沙滘村	仙村镇	增城区	广州
4	新围村	丘陵	新围村	荔城街道	增城区	广州
5	谢屋村	丘陵	旧谢、新谢	石滩镇	增城区	广州
6	塘口村	丘陵	塘口村	石滩镇	增城区	广州
7	下围村	丘陵	下围村	石滩镇	增城区	广州
8	汉湖村	丘陵	汉湖村	派潭镇	增城区	广州
9	邓村	丘陵	邓村	派潭镇	增城区	广州
10	冯村	平原	冯村、耕寮村	永宁街道	增城区	广州
11	陂头村	平原	陂头村	永宁街道	增城区	广州
12	约场村	丘陵	约场村	小楼镇	增城区	广州
13	西园村	丘陵	西园村	小楼镇	增城区	广州
14	西镜村	丘陵	西镜村	小楼镇	增城区	广州
15	南埔村	平原	水南、夏埔	新塘镇	增城区	广州
16	联兴村	丘陵	联兴村	朱村街道	增城区	广州
17	山角村	丘陵	山角村	朱村街道	增城区	广州
18	到蔚村	丘陵	到蔚村	正果镇	增城区	广州
19	西湖滩村	丘陵	西湖滩村	正果镇	增城区	广州
20	麦村	平原	麦村	正果镇	增城区	广州
21	四丰村	丘陵	四丰村	增江街道	增城区	广州

表 2 增城区新农村调查区域植物区系组成及比较
Table 2 Flora composition and comparison of new rural survey areas
in Zengcheng District

类型 Type	调查区域植物区系组成 Floristic composition of the investigated area			增城区植物区系组成 Floristic composition of Zengcheng District		
	科 Family	属 Genus	种 Species	科 Family	属 Genus	种 Species
裸子植物 Gymnosperms	6	7	7	9	35	86
被子植物 Angiosperm	68	151	186	175	—	约 1 200
合计 Total	74	158	193	184	—	约 2 086

由表 3 可知,调查地中使用的乡土植物只占 1. 78%,其中被子植物的比例仅为 1. 00%,说明许多抗逆性强的乡土植物在新农村绿化中有待开发运用。

表 3 增城区新农村调查地乡土植物区系组成
Table 3 Analysis of native plants composition of new rural areas in Zengcheng District

类型 Type	调查地乡土 植物种数 Number of native plants in the survey area	调查地植 物种数 Number of plant species in the survey area	调查地乡土植物占调 查地植物总数比 The ratio of native plants in the surveyed area to the total number of plants in the survey area//%	广东省乡 土植物总数 Total number of native plants in Guangdong	调查地乡土植物占广 东省乡土植物总数比 The proportion of native plants in the surveyed area to the total number of native plants in Guangdong Province//%
裸子植物 Gymnosperms	4	7	57. 14	32	12. 50
被子植物 Angiosperm	48	186	25. 81	4 968	0. 97
合计 Total	52	193	26. 94	5 000	1. 04

2. 2 植物群落配置特征 由表 4 可以看出,石滩公共绿地和正果庭院乔木层密度较高,分别为 0. 431、0. 078 株/m²,其次是小楼公共绿地和石滩庭院乔木层密度,分别为 0. 349、0. 077 株/m²,除中新公共绿地乔木层数据缺失,荔城庭院和朱村公共绿地乔木层密度较小,为 0. 007、0. 005 株/m²;从灌木层看,小楼公共绿地和庭院灌木层密度较高,分别为 0. 244、0. 103 株/m²,除荔城、新塘、增江、中新数据缺失,新塘庭院和朱村公共绿地灌木层密度比较低,分别为 0. 020、0. 003 株/m²。11 个镇中,乔木密度大于灌木密度的有仙村庭院、正果庭院、派潭公共绿地、仙村公共绿地、石滩公共绿地、小楼公共绿地,占所调查镇的 47. 34%,其余 52. 66%调查地均乔木密度小于灌木密度。因此,乔木和灌木在这些调查地的整个植物景观的营造中处于相持地位。

表 4 增城区新农村植物群落乔、灌木密度比

镇/街道 Town/Street	庭院绿地 Courtyard green space			公共绿地 Public green space		
	乔木密度 Arbor density 株/m ²	灌木密度 Shrub density 株/m ²	乔、灌木密度比 Density ratio of arbors and shrubs	乔木密度 Arbor density 株/m ²	灌木密度 Shrub density 株/m ²	乔、灌木密度比 Density ratio of arbors and shrubs
荔城 Licheng	0. 007	0. 000	—	0. 005	0. 000	—
派潭 Paitan	0. 013	0. 076	0. 171	0. 188	0. 074	2. 541
石滩 Shitan	0. 077	0. 087	0. 885	0. 431	0. 148	2. 912
仙村 Xiancun	0. 026	0. 024	1. 083	0. 085	0. 076	1. 118
小楼 Xiaolou	0. 033	0. 103	0. 320	0. 349	0. 244	1. 430
新塘 Xintang	0. 008	0. 020	0. 400	0. 025	0. 000	—
永宁 Yongning	0. 018	0. 063	0. 286	0. 044	0. 059	0. 746
增江 Zengjiang	0. 021	0. 053	0. 396	0. 023	0. 000	—
正果 Zhengguo	0. 078	0. 069	1. 130	0. 056	0. 089	0. 629
中新 Zhongxin	0. 020	0. 043	0. 465	0. 000	0. 000	—
朱村 Zhucun	0. 062	0. 101	0. 614	0. 003	0. 003	1. 000

2.3 植物群落数量特征

2.3.1 乔木层数量特征。增城地区新农村绿化应用的乔木种类较丰富,根据相对重要值进行排序,排名前 20 的树种见表 5。

从表 5 可以看出,橄榄(*Canarium album*)的相对显著度排在首位,相对重要值显著突出,达 19. 803。其他乔木树种重要值变化平缓,表明树种分布较为均匀。重要值排位靠前的乔木还有垂柳(*Salix babylonica*)、假柿木姜子(*Litsea mono-*

petala)、大花紫薇(*Lagerstroemia speciosa*)、龙眼(*Dimocarpus longan*)、桉(*Eucalyptus robusta*)、垂叶榕(*Ficus benjamina*)、香樟(*Cinnamomum camphora*)、黄葛榕(*Ficus virens* var. *sublan-ceolata*)、落羽杉(*Taxodium distichum*)等,既能说明上述乔木种类栽植较多,是增城区农村绿化的主要树种,又说明上述树种栽植成活率高,并且在植物形态和景观效果方面较为突出,是深受农民喜爱和能代表地域气候的植物种类^[6]。

表 5 增城地区新农村植物群落乔木数量特征

种名 Species name	排序 Order	密度 Density 株/m ²	相对密度 Relative density//%	相对显著度 Relative significance//%	相对重要值 Relative importance
橄榄 <i>Canarium album</i>	1	0. 018	1. 134	18. 669	19. 803
垂柳 <i>Salix babylonica</i>	2	0. 176	11. 090	1. 000	12. 090
假柿木姜子 <i>Litsea monopetala</i>	3	0. 009	0. 567	6. 735	7. 302
大花紫薇 <i>Lagerstroemia speciosa</i>	4	0. 115	7. 246	0. 050	7. 296
龙眼 <i>Dimocarpus longan</i>	5	0. 001	0. 063	7. 104	7. 167
桉 <i>Eucalyptus robusta</i>	6	0. 037	2. 331	3. 953	6. 285
垂叶榕 <i>Ficus benjamina</i>	7	0. 017	1. 071	4. 084	5. 155
香樟 <i>Cinnamomum camphora</i>	8	0. 081	5. 104	0. 029	5. 133
黄葛榕 <i>Ficus virens</i> var. <i>sublanceolata</i>	9	0. 003	0. 189	4. 881	5. 070
落羽杉 <i>Taxodium distichum</i>	10	0. 001	0. 063	4. 789	4. 852
马占相思 <i>Acacia mangium</i>	11	0. 045	2. 836	1. 916	4. 752
秋枫 <i>Bischofia javanica</i> Blume	12	0. 071	4. 474	0. 022	4. 496
红花羊蹄甲 <i>Bauhinia blakeana</i> Dunn	13	0. 052	3. 277	0. 998	4. 274
非洲楝 <i>Khaya senegalensis</i> A. Juss.	14	0. 036	2. 268	1. 885	4. 154
海南蒲桃 <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.	15	0. 032	2. 016	2. 064	4. 080
肉桂 <i>Cinnamomum cassia</i> Presl	16	0. 016	1. 008	2. 900	3. 909
红千层 <i>Callistemon rigidus</i> R. Br.	17	0. 050	3. 151	0. 653	3. 804
长芒杜英 <i>Elaeocarpus apiculatus</i>	18	0. 020	1. 260	2. 278	3. 539
蒲葵 <i>Livistona chinensis</i>	19	0. 035	2. 205	2. 428	4. 634
白兰 <i>Michelia alba</i> DC.	20	0. 030	1. 890	1. 249	3. 139

此外,应用较多的树种还有麻楝(*Chukrasia tabularis*)、杜英(*Elaeocarpus decipiens*)、凤凰木(*Delonix regia*)等。在新农村绿化中,可种植一些观赏效果好的树种,比如小花紫薇(*Lagerstroemia micrantha*)、红枫(*Acer palmatum* ‘*Atropurpure-*

um’)、长芒杜英(*Elaeocarpus apiculatus*)、黄金串钱柳(*Melaleuca bracteata*)、蓝花楹(*Jacaranda mimosifolia*)等。

2.3.2 灌木层数量特征。增城地区新农村绿化应用的乔木种类也较丰富,根据相对重要值进行排序,排名前 20 的树种

见表 6。

从表 6 可以看出,灌木层中龙牙花(*Erythrina corallodendron*)、基及树(*Carmona microphylla*)相对密度和相对投影盖度都比较高,在增城新农村绿化中占有一定的优势。排名较前、观赏特性鲜明的灌木种类还有龙舌兰(*Agave americana*)、米仔兰(*Aglaia odorata*)、海桐(*Pittosporum tobira*)、龙船花(*Ixora chinensis*)、光叶子花(*Bougainvillea glabra*),适宜种植在道路视线开阔位置。此外,灌木层相对重要值变化相对

大,表明灌木种类个体间的大小差异。

分析前 20 位灌木种类可以看出,增城地区大部分灌木为常绿种类,说明常绿灌木在岭南地区地被绿化上的优势。但是同时,应用的树种多为常绿种类,植物配置过于单调,可以多种植观赏价值高的色叶植物,如变叶木(*Codiaeum variegatum*)、朱蕉(*Codiaeum variegatum*)、红背桂花(*Excoecaria cochinchinensis*)等,将其种植于宅旁、路边、公共绿地上,营造乡土景观。

表 6 增城地区新农村植物群落灌木数量特征					
Table 6 Characteristics of shrub number in new rural plant community in Zengcheng District					
种名 Species name	排序 Order	密度 Density 株/m ²	相对密度 Relative density/%	相对投影盖度 Relative projection coverage/%	相对重要值 Relative importance
龙舌兰 <i>Agave americana</i>	1	0.005	0.315	39.586	39.901
龙牙花 <i>Erythrina corallodendron</i>	2	0.014	0.882	11.380	12.262
基及树 <i>Carmona microphylla</i>	3	0.015	0.945	8.462	9.408
米仔兰 <i>Aglaia odorata</i>	4	0.007	0.441	7.158	7.599
海桐 <i>Pittosporum tobira</i>	5	0.002	0.126	4.771	4.897
龙船花 <i>Ixora chinensis</i>	6	0.001	0.063	3.248	3.311
光叶子花 <i>Bougainvillea glabra</i>	7	0.005	0.315	2.901	3.216
鹅掌柴 <i>Schefflera octophylla</i>	8	0.006	0.378	2.556	2.934
黄蝉 <i>Allemanda nerifolia</i> Hook.	9	0.009	0.567	2.207	2.774
红花檵木 <i>Loropetalum chinense</i> var. <i>rubrum</i>	10	0.011	0.693	1.872	2.565
含笑 <i>Michelia figo</i> (Lour.) Spreng.	11	0.009	0.567	1.638	2.205
九里香 <i>Murraya exotica</i> L.	12	0.030	1.890	0.243	2.133
木犀 <i>Osmanthus fragrans</i> Loureiro	13	0.015	0.945	1.059	2.004
毛杜鹃 <i>Rhododendron pulchrum</i>	14	0.006	0.378	1.250	1.628
女贞 <i>Ligustrum lucidum</i> Ait.	15	0.001	0.063	1.558	1.621
杜鹃 <i>Rhododendron simsii</i> Planch.	16	0.006	0.378	0.914	1.292
灰莉 <i>Fagraea ceilanica</i>	17	0.012	0.756	0.257	1.013
假连翘 <i>Duranta repens</i> L.	18	0.012	0.756	0.182	0.938
红果仔 <i>Eugenia uniflora</i> Linn.	19	0.003	0.189	0.416	0.605
锦叶扶桑 <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> 'Cooperi'	20	0.001	0.063	0.247	0.310

2.4 植物群落多样性分析 乔木层比较中,Simpson 指数最高的是正果庭院,为 0.913;灌木层比较中,Simpson 指数最高的是石滩庭院,为 0.925。从图 1、2 可以看出,无论乔木还是

灌木,大多数村庭院物种多样性比公共绿地多,乔木相对于灌木物种多样性较多。说明人们对于居住环境的改善需求大,体现了居民对于提高绿化率的追求。

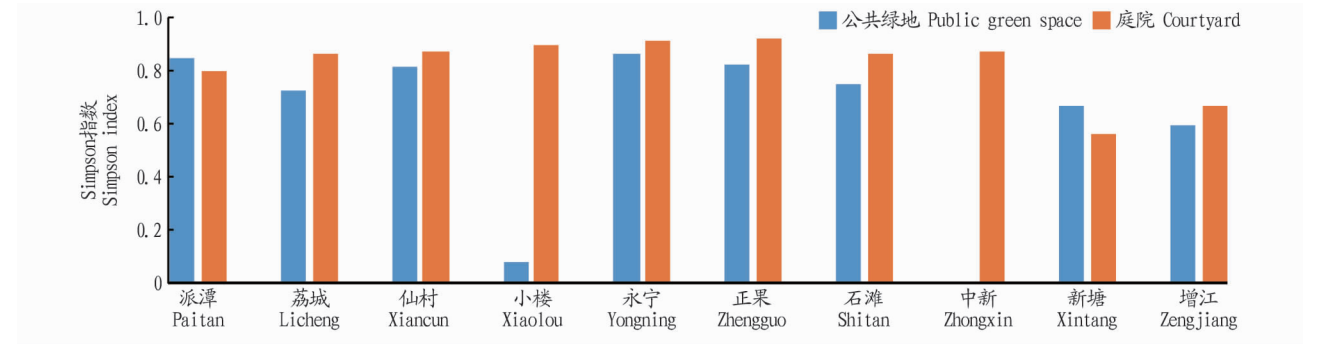


图 1 乔木层 Simpson 指数分析
Fig.1 Simpson index analysis of tree layer

3 结论与讨论

乡村绿化规划时应统筹兼顾,与周围环境相协调,保留有本地特色的景观和名木古树,对原有的景观做出合理取舍,避免出现“千村一面”的状况。新农村植物景观的构成,需要增加具有丰富层次、多变空间的景观^[7]。接下来新农村

绿化建设的研究,需要引入更多的植物景观评价方法,如 AHP 景观评价体系、叠加技术法、专家评分法、审美态度测量法、AVC 综合评价法、内容研究法^[8-9]。乡村绿化树种选择方面,结合新农村建设“四旁”绿化及苗木产业化树种选择的原则与方法,尽量选择树高 2.0~

2.5 m 的全冠苗,苗木经济实惠、生长快、效果好,尽量少种或不种大规模苗、名贵树木和引种草皮^[10];同时可以充分考虑经济林木,因为经济林木在农村园林绿化中可以丰富树种资源、提高景观效果、增加经济收入、改善人居环境^[11]。调查过程中发现部分村庄存在植物配置不当,生长混乱的状况,

所以乡村建设过程中应充分考虑建设成本和维护成本,应选择乡土树种和管理粗放的植物,避免建造成本过高和后期维护困难等问题。村委会也应定期对村内的植物和各类公共设施进行检查、维护和置换。

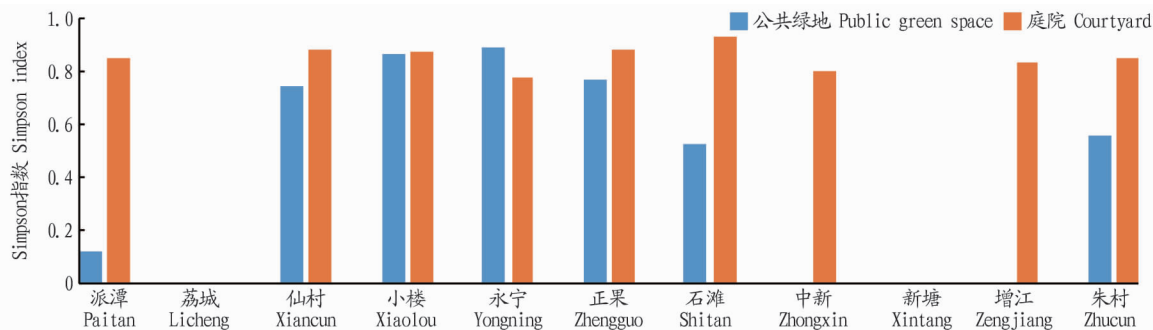


图2 灌木层 Simpson 指数分析

Fig. 2 Simpson index analysis of shrub layer

根据因地制宜、生态平衡原则,结合增城区新农村的绿化现状,推荐一些乡土植物材料包括乔木 24 种、灌木 15 种、草本 10 种,并依据不同的功能用地总结了 16 种绿化配置模式,具体如下:

(1) 公共绿地植物配置模式: a. 美丽异木棉+大叶紫薇+白兰+朱瑾+红花檵木+小叶紫薇+细叶结缕草; b. 黄槐决明+苹婆+垂叶榕+糖胶树+九里香+海桐+翠芦莉+紫背万年青; c. 白兰+杜英+红千层+刺葵+假连翘+红花檵木+鹅掌柴+沿阶草; d. 鸡冠刺桐+黄钟木+鸡蛋花+光叶子花+红花檵木+尖叶木樨榄+狗牙根; e. 榕树+木棉+假槟榔+垂叶榕+黄婵+光叶子花+米仔兰+细叶结缕草; f. 香樟+糖胶树+小叶榄仁+灰莉+黄金榕+木犀+葱兰+狗牙根。

(2) 道路绿地植物配置模式: a. 垂叶榕+灰莉+黄杨+台湾草; b. 小叶榄仁+美丽异木棉+红花檵木+假连翘+萼距花; c. 大王椰子+假连翘+龙船花+台湾草; d. 羊蹄甲+杜英+假连翘+朱瑾; e. 美丽异木棉+羊蹄甲+九里香+光叶子花; f. 火焰树+大叶紫薇+美丽异木棉+鹅掌柴+基及树。

(3) 河道绿地植物配置模式: a. 垂柳+细叶结缕草; b. 落

羽杉+细叶结缕草; c. 凤凰木+再力花+朱蕉+菖蒲; d. 木棉+假连翘+狗牙根。

参考文献

- [1] 刘权,蓝锦光. 增城区绿道建设现状与探讨[J]. 现代园艺, 2019(5): 102-106.
- [2] 张少弘. 关于公园绿化改造的研究: 以增城儿童公园为例[J]. 建材与装饰, 2016(26): 85-86.
- [3] 王海华. 增城区乡土树种人工林生长表现及生态效益评价[D]. 广州: 华南农业大学, 2016.
- [4] 钟献正. 生态景观林带在“农家乐”休闲旅游中的功能分析: 以广州市增城北部景观走廊为例[J]. 广东林业科技, 2014, 30(5): 74-79.
- [5] 董东平. 土壤与植物地理野外调查研究[M]. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 2007: 183-184.
- [6] 李舒仪. 南京玄武湖公园植物景观评价与优化[D]. 南京: 南京林业大学, 2009.
- [7] 罗芸, 何凯明. 园林植物景观评价研究进展[J]. 现代农业科技, 2019(10): 117-118.
- [8] 鲁苗. 浅析乡村景观评价方法研究[J]. 设计艺术研究, 2018, 8(6): 106-115.
- [9] 杨婷, 王秀荣. 基于内容研究法的公园植物景观评价体系研究[J]. 北方园艺, 2019(4): 197-202.
- [10] 谢善雄, 欧斌. 新农村建设中绿化树种的选择[J]. 江西林业科技, 2005(4): 21-25.
- [11] 折小园, 弓弼, 王晓斐, 等. 经济林木在陕西新农村人居环境绿化中的应用: 以关中地区为例[J]. 西北林学院学报, 2014, 29(1): 234-238.
- [12] 肖琳, 田光进. 天津市土地利用生态风险评价[J]. 生态学杂志, 2014, 33(2): 469-476.
- [13] 谭三清, 李宇, 李春华, 等. 长沙市土地利用生态风险及评价[J]. 中国农学通报, 2010, 26(15): 336-342.
- [14] 曾勇. 区域生态风险评价: 以呼和浩特市为例[J]. 生态学报, 2010, 30(3): 668-673.
- [15] 高宾, 李小明, 李志刚, 等. 基于景观格局的锦州湾沿海经济开发区生态风险分析[J]. 生态学报, 2011, 31(12): 3441-3450.
- [16] 吴莉, 侯西勇, 徐新良, 等. 山东沿海地区土地利用和景观格局变化[J]. 农业工程学报, 2013, 29(5): 207-216, 293.
- [17] 田颖, 李冰, 王水. 江苏沿海地区土地利用/覆被及景观格局变化分析[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(1): 318-322.
- [18] 位宏, 徐丽萍, 李晓蕾, 等. 博斯腾湖流域景观生态风险评价与时空变化[J]. 环境科学与技术, 2018, 41(S1): 345-351.
- [19] JIN C J, ZHANG J Q, ZHANG Y, et al. Research on the watershed ecological risk management [J]. Applied mechanics and materials, 2014, 44(8): 272-276.
- [20] 王涛, 张超, 于晓童, 等. 洱河流域土地利用变化及其对景观生态风险的影响[J]. 生态学杂志, 2017, 36(7): 2003-2009.
- [21] XIE H L, WANG P, HUANG H S. Ecological risk assessment of land use change in the Poyang Lake eco-economic zone, China [J]. International journal of environmental research and public health, 2013, 10: 328-346.
- [22] 黄木易, 何翔. 近 20 年来巢湖流域景观生态风险评估与时空演化机制[J]. 湖泊科学, 2016, 28(4): 785-793.
- [23] 王娟, 崔保山, 刘杰, 等. 云南澜沧江流域土地利用及其变化对景观生态风险的影响[J]. 环境科学学报, 2008, 28(2): 269-277.
- [24] 高永年, 高俊峰, 许妍. 太湖流域水生生态功能区土地利用变化的景观生态风险效应[J]. 自然资源学报, 2010, 25(7): 1088-1096.
- [25] 许妍, 高俊峰, 高永年. 基于土地利用动态变化的太湖地区景观生态风险评价[J]. 湖泊科学, 2011, 23(4): 642-648.
- [26] 卢宏伟, 曾光明, 谢更新, 等. 洞庭湖流域区域生态风险评价[J]. 生态学报, 2003, 23(12): 2520-2530.

(上接第 103 页)