

广州市不同环境屋顶自然生长的植物多样性分析

简曙光, 谢振华, 韦强, 张倩媚, 刘世忠, 敖惠修, 任海*

中国科学院华南植物园, 广东 广州 510650

摘要: 通过对广州市不同环境屋顶自然生长的植物进行广泛调查, 共记录到维管植物 49 科 109 属 128 种, 其中, 在污染严重、中等和轻微的环境分别记录到 21 种、73 种和 111 种。结果表明, 植物种类的数量与环境受污染程度成反比, 而与周围植物的多少成正比。对植物形态学及生态生物学特征的分析结果表明, 屋顶自然生长的植物与地上自然生长的植物相比, 植株较矮小, 叶片较小, 根系较发达, 根冠比较大, 这是屋顶植物长期适应屋顶特殊环境的结果。通过调查及分析, 推荐 12 种有较好屋顶绿化潜力的植物。

关键词: 屋顶绿化; 自然生长的植物; 环境; 调查; 广州

中图分类号: X173

文献标识码: A

文章编号: 1672-2175 (2005) 01-0075-06

随着我国城市化进程的加快, 城市空气质量下降、噪音增加、温度升高和湿度下降, 人居环境恶化。为了改善城市人类居住、工作和生活环境的质量, 扩大城市绿地的数量与质量并减轻城市热岛效应成为当务之急。目前, 最有效途径就是推行立体绿化。立体绿化是指地面绿化、墙体绿化、屋顶绿化的总称。屋顶绿化是指在建筑物的顶面进行绿化, 它是现代化城市改善环境的最佳途径之一。很多研究表明: 屋顶绿化能够吸滤尘埃及有毒气体, 减少细菌量; 吸收二氧化碳, 放出氧气; 减轻噪音; 调节温度和湿度^[1-5]。除了改善生态环境外, 屋顶绿化还是开拓城市空间、节省土地、“包装”城市的有效办法, 能使人们产生良好的心理效应, 是建筑与绿色艺术的结合, 是人类与自然的有机结合。

鉴于屋顶绿化在净化空气、调节小气候、美化城市和活跃景观等方面的重要作用, 国内外都非常重视屋顶绿化的研究与开发工作, 对屋顶绿化植物种类的筛选与配置是其重要方向^[2-4]。选择合适的覆盖植物是屋顶绿化的关键, 但目前用于屋顶绿化的植物种类有限, 且尚未能筛选出耐干旱、耐贫瘠、耐热抗寒、病虫害少、节省水分和管理费用的优良覆盖植物。本文针对上述问题, 通过对广州市属各区(包括郊区)不同环境的屋顶自然生长植物及其生态生物学特征进行系统调查与研究分析, 查清广州市不同环境屋顶自然生长的植物种类及其分布特点, 探讨屋顶植物适应特殊环境的机理, 为屋顶绿化植物种类的筛选提供理论依据。

1 方法

1.1 调查方法

在广州市市属 8 个区及郊区(本次调查选择了

番禺区)选择有代表性的地点调查统计屋顶自然生长的植物种类, 每个区选择 2 个以上的地点进行调查统计, 选择调查的地点同时考虑环境的多样化, 包括市中心和市郊, 老城区和新城区, 污染轻微、中等和严重的一类区、二类区和三类区(参照根据《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》制定了《环境空气质量标准》(GB 3095 - 1996), 将有关地区按功能划分为三种类型的区域), 及周围植物丰富、一般和很少的地点, 观察并记录所有自然生长于屋顶的植物种类、数量、生长状况及可见的生态生物学特性, 比较不同地点和不同环境植物种类及数量的差异。

1.2 分析测试方法

挖取 4 种常见并有代表性的屋顶自然生长的植物, 用游标卡尺测量其根、茎、叶的长度和宽度(精确到 0.1 mm), 同时用电子天平称量其地上部和地下部生物量(分地上部和地下部收取植物材料, 用水洗净, 在 105℃ 杀青 40 min, 然后在 75℃ 下烘 48 h, 自然冷却 0.5 h 后称干质量, 精确到 0.001 g), 并与附近自然生长于地面的同种植物进行比较, 分析其差异的显著性。本文选择构树(*Broussonetia papyrifera*)、加拿大蓬(*Erigeron canadensis*)、飞扬草(*Euphorbia hirta*)和蜈蚣草(*Pteris vittata*)这 4 种植物进行测量和分析, 每种植物随机挖取 4~5 株。

2 结果与分析

2.1 植物种类统计

通过对广州市属 8 区及番禺区(郊区), 共 26 个地点的屋顶自然生长的植物种类调查统计, 共记录维管植物 49 科 109 属 128 种, 其中: 蕨类植物 6

基金项目: 广东省科技攻关项目(2002C32205); 中国科学院华南植物园所长基金项目(2002-3293)

作者简介: 简曙光(1972-), 男, 博士, 主要从事植物生态学及保护生物学研究。E-mail: jiansg@scbg.ac.cn

*通讯联系人, Author for correspondence

收稿日期: 2004-06-27

科6属10种,种子植物共43科103属118种(其中,双子叶植物共39科80属95种,单子叶植物共4科23属23种)。记录到植物种类较多的科有菊科(16种)、禾本科(12种)、桑科(8种)、景天科(7种)、茜草科(5种)和鸭跖草科(5种)。这些植物种类中,大多数属热带亚热带乡土物种,也有部分属于外来植物(39种)^[6],其中,木本、草本和藤本植物分别有15种、94种和19种。

在所调查的9个区中,植物种类从多到少分别为:天河区(6个点,87种)、东山区(3个点,51种)、海珠区(4个点,41种)、白云区(1个点,31种)、黄埔区(1个点,25种)、越秀区(5个点,24种)、芳村区(3个点,17种)、荔湾区(2个点,11种)、番禺区(1个点,8种)。市属8区中天河区最多,荔湾区最少。

在所调查的26个地点中,植物种类最多的是华南植物园(71种),其次为南洋电器厂(45种)、中山大学测试大楼(35种)和广州市园林科学研究所(31种)。植物种类少的地点有:珠江纸厂厂房(5种)、广州水泥厂职工医院(6种)和百莲达影视艺术学校(6种)。

2.2 不同生长环境植物的种类及数量比较

对受污染程度不同的环境屋顶自然生长的植物进行统计分析,结果如表1所示。从表1可以看出,调查到屋顶自然生长的植物种类数量与环境受污染程度成反比,而与周围植物的多少成正比。

表1 不同环境调查到地点数和屋顶自然生长的植物种数

Table 1 Number of investigation sites in different environment and plant species recorded

环境	调查地点数	植物种数
三类区:污染严重、周围植物少	5	21
二类区:污染中等、周围植物一般	17	73
一类区:污染轻微或无、周围植物丰富	4	111

2.2.1 三类区:污染严重、周围植物少的环境

调查了芳村区广州钢铁厂、天河区广州纸厂和荔湾区广州水泥厂等3个区共5个地点。

植物种类有蜈蚣草(*Pteris vittata*)、塘葛菜(*Rorippa indica*)、喜旱莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、酢浆草(*Oxalis corniculata*)、叶下珠(*Phyllanthus urinaria*)、飞扬草(*Euphorbia hirta*)、构树(*Broussonetia papyrifera*)、笔管榕(*Ficus virens*)、对叶榕(*Ficus hispida*)、天胡荽(*Hydrocotyle sibthorpioides*)、车前草(*Plantago major*)、加拿大蓬(*Erigeron canadensis*)、假臭草(*Eupatorium catarium*)、爬墙虎(*Parthenocissus tricuspidata*)、五爪金龙(*Ipomoea coirica*)、薄荷(*Mentha haplo-*

calyx)、韩信草(*Scutellaria indica*)、五色梅(*Lantana camara*)、鸭跖草(*Commelina communis*)、铺地锦竹草(*Callisia repens*)和牛筋草(*Eleusine indica*)等15科19属21种,仅占全部记录到植物科、属、种的30.61%、17.59%、16.41%。

以上21种植物数量均很少,其中,蜈蚣草、构树、笔管榕、加拿大蓬、塘葛菜、喜旱莲子草、假臭草、薄荷和韩信草总共发现均不足5株,有的仅1-3株。多数植物生长于有盆栽土壤或潮湿有积水的地方,且长势很差。此外,生长于荔湾区水泥厂和广州钢铁厂附近的车前草、薄荷、韩信草、鸭跖草、构树和榕树等植物表现出一定的受污染物质毒害的症状,如叶片干枯、不完整、有斑点等。

2.2.2 二类区:污染中等、周围植物一般(有一定数量,但不丰富)的环境

调查了越秀区广德大厦、海珠区江南西集贸市场办公楼、黄埔区长州岛海军训练基地旧住宅楼和番禺区南村镇里仁洞管理区居民住宅楼等7个区共17个地点。植物种类包括除五爪金龙、薄荷、韩信草和铺地锦竹草这4种植物以外,其它所有三类区的种类,共有38科65属73种,占记录到全部植物种类科、属、种的77.55%、60.19%、57.03%。

其中,蕨类植物有小叶海金沙(*Lygodium scandens*)、剑叶凤尾蕨(*Pteris ensiformis*)、蜈蚣草、半边旗(*Pteris semipinnata*)和华南毛蕨(*Cyclosorus parasiticus*)等3科3属5种。种子植物有草胡椒(*Peperomia pellucida*)、塘葛菜、芥菜(*Capsella bursa-pastoris*)、落地生根(*Kalanchoe pinnata*)、长寿花(*Kalanchoe blossfeldiana* 'Tom')、鹅肠草(*Stellaria media*)、土人参(*Talinum paniculatum*)、马齿苋(*Portulaca oleracea*)、腋花蓼(*Polygonum plebeium*)、商陆(*Phytolacca acinosa*)、喜旱莲子草、刺苋(*Amaranthus spinosus*)、虾钳菜(*Alternanthera sessilis*)、藤三七(*Boussingaultia gracilis* var. *pseudo-baselloides*)、落葵(*Basella rubra*)、红花酢浆草(*Oxalis corymbosa*)、酢浆草、草龙(*Ludwigia hyssopifolia*)、老鼠拉冬瓜(*Zehneria marginata*)、白千层(*Melaleuca leucadendron*)、铁苋菜(*Acalypha australis*)、飞扬草、叶下珠、小叶三点金(*Desmodium microphyllum*)、朴树(*Celtis sinensis*)、榕树(*Ficus microcarpa*)、笔管榕、对叶榕、构树、透明草(*Pilea microphylla*)、雾水葛(*Pouzolzia zeylanica*)、爬墙虎、苦楝(*Melia azedarach*)、天胡荽(*Hydrocotyle sibthorpioides*)、崩大碗(*Centella asiatica*)、驳骨丹(*Buddleja asiatica*)、鸡矢藤(*Paederia scandens*)、伞房花耳草

(*Hedyotis corymbosa*)、长春花(*Catharanthus roseus*)、加拿大蓬、旱莲草(*Eclipta prostrata*)、一点红(*Emilia sonchifolia*)、黄鹌菜(*Youngia japonica*)、野苦苣(*Sonchus arvensis*)、金腰箭(*Synedrella nodiflora*)、假臭草、三叶鬼针草(*Bidens pilosa*)、泥胡菜(*Hemistepta lyrata*)、鹅不食草(*Epaltes australis*)、芙蓉菊(*Crossostephium chinensis*)、车前草、少花龙葵(*Solanum americanum*)、鱼黄草(*Merremia hederacea*)、野甘草(*Scoparia dulcis*)、通泉草(*Mazus pumilus*)、狗肝菜(*Dicliptera chinensis*)、水蓼衣(*Hygrophila salicifolia*)、马缨丹、海芋(*Alocasia macrorrhiza*)、土半夏(*Typhonium blume*)、鸭跖草、痰火草(*Murdannia bracteata*)、水竹草(*Tradescantia fluminensis*)、水蜈蚣(*Kyllinga brevifolia*)、石芒草(*Arundinella nepalensis*)、升马唐(*Digitaria ciliaris*)、牛筋草、稗草(*Echinochloa crusgalli*)和两耳草(*Paspalum conjugatum*)等35科62属68种。

以上植物中，多数植物数量较少，少数植物数量较多，如酢浆草、叶下珠、飞扬草、构树、雾水葛、旱莲草、黄鹌菜、野甘草、鸭跖草和水蜈蚣等较常见，株数在20株以上，在很多地方均有发现；多数植物也生长正常，但较矮小，未有受污染物质毒害的症状。

2.2.3 一类区：污染极少或无污染，周围植物丰富的环境

调查了华南植物园、南洋电器厂、中山大学和广州市园林科学研究所等4个区共4个地点，共记录植物共44科95属111种，占记录到全部植物种类科、属、种的89.80%、87.96%、86.42%。其中，蕨类植物有小叶海金沙、剑叶凤尾蕨、蜈蚣草、井栏边草(*Pteris multifida*)、鞭叶铁线蕨(*Adiantum caudatum*)、铁线蕨(*Adiantum capillus-veneris*)、毛轴碎米蕨(*Cheilosoria chusana*)、华南毛蕨和肾蕨(*Nephrolepis auriculata*)等6科6属9种。

种子植物有威灵仙(*Clematis chinensis*)、草胡椒、长萼堇菜(*Viola inconspicua*)、长寿花、管叶伽蓝菜(*Kalanchoe tubiflora*)、彩蝶(*Kalanchoe sp.*)、落地生根、鸡爪三七(*Kalanchoe laciniata*)、绿景天(*Sedum sp.*)、马齿苋(*Portulaca oleracea*)、土人參、松叶牡丹(*Portulaca grandiflora*)、珊瑚蓼(*Antigonon leptopus*)、火炭母(*Polygonum chinense*)、商陆、小商陆(*Rivina humilis*)、刺苋、虾钳菜、喜旱莲子草、藤三七、红花酢浆草、酢浆草、八宝树(*Duabanga grandiflora*)、草龙、白千层、叶下珠、铁苋菜、飞扬草、土蜜树(*Bridelia*

tomentosa)、朴树、对叶榕、榕树、笔管榕、垂叶榕(*Ficus benjamina*)、构树、号角树(*Cecropia peltata*)、薜荔(*Ficus pumila*)、透明草、雾水葛、苕麻(*Boehmeria nivea*)、糯米团(*Pouzolzia zeylanica*)、雀梅藤(*Sageretia thea*)、蛇葡萄(*Ampelopsis sinica*)、爬墙虎、苦楝、天胡荽、崩大腕、驳骨丹(白背枫)、金银花(*Lonicera japonica*)、长春花、鸡矢藤、玉叶金花(*Mussaenda pubescens*)、伞房花耳草、白花蛇舌草、六月雪(*Serissa foetida*)、加拿大蓬、旱莲草、胜红蓟(*Ageratum conyzoides*)、假臭草、黄鹌菜、野苦苣、假苘蒿(*Gynura crepidioides*)、钻形紫菀(*Aster ageratoides*)、一点红、三叶鬼针草、地胆草(*Elephantopus scaber*)、香丝草(*Conyza bonariensis*)、芙蓉菊(*Crossostephium chinensis*)、车前草、少花龙葵(*Solanum americanum*)、假烟叶树(*Solanum erianthum*)、牵牛花(*Pharbitis nil*)、五爪金龙、鱼黄草、炮仗花(*Pyrostegia venusta*)、狗肝菜、水蓼衣(*Hygrophila salicifolia*)、马缨丹、野甘草、薄荷、韩信草(*Scutellaria indica*)、紫苏(*Perilla frutescens*)、鸭跖草、吊竹梅(*Zebrina pendula*)、大苞水竹叶、水竹草、铺地锦竹草、海芋(*Alocasia macrorrhiza*)、合果芋(*Syngonium podophyllum*)、野芋(*Colocasia antiquorum*)、碎米莎草(*Cyperus iria*)、水蜈蚣(*Kyllinga brevifolia*)、石芒草、升马唐、稗草、竹叶草(*Oplismenus undulatifolius*)、竹节草(*Chrysopogon aciculatus*)、类芦(*Neyraudia arundinacea*)、白茅(*Imperata cylindrica*)、金丝草(*Pogonatherum crinitum*)、牛筋草和狗牙根(*Cynodon dactylon*)等38科89属102种。

在以上111种植物中，包括了三类区和二类区两种环境80%以上的植物种类，但有井栏边草、鞭叶铁线蕨、铁线蕨、毛轴碎米蕨、威灵仙、长萼堇菜、管叶伽蓝菜、珊瑚蓼、火炭母、八宝树、白千层、土蜜树、垂叶榕、号角树、苕麻、苦楝、驳骨丹、胜红蓟、假苘蒿、钻形紫菀、地胆草、牵牛花、炮仗花、海芋、合果芋、碎米莎草、竹叶草、竹节草、类芦、白茅、金丝草和狗牙根等32种植物在其它两种环境中未记录到，其中，大多数种类仅发现于华南植物园。以上很多植物数量也较多，如蜈蚣草、透明草、喜旱莲子草、酢浆草、叶下珠、飞扬草、笔管榕、构树、雾水葛、加拿大蓬、旱莲草、野甘草、马缨丹和鸭跖草等均很常见，株数在30株以上，在很多地方均有发现，且多数生长正常，但植株相对较矮小，未有病虫害及受污染气体毒害的症状。

2.3 屋顶自然生长的植物与地上同种植物的形态学及生态生物学特征比较

2.3.1 形态学特征

4种屋顶自然生长的植物与地上生长的同种植物的根、茎、叶的长度和宽度、生物量及根冠比如表2所示。从表2可以看出,屋顶自然生长的植物

的根长、根基部直径、茎高、茎基部直径、叶长、叶宽及生物量均小于地上自然生长的植物的相应指标,除蜈蚣草的全部指标及构树和加拿大蓬的根长外,其它指标在二者之间均有显著意义($p < 0.05$);根冠比则表现为屋顶自然生长的植物大于地上自然生长的植物,但无显著意义。根长与茎高

表2 屋顶植物与地上植物的形态学特征比较(平均值±标准差)

Table 2 Comparisons of the morphological characteristics of the plants growing on the roof of building to that growing on the ground (Mean ± SD)

项目	构树		加拿大蓬		飞扬草		蜈蚣草	
	<i>Broussonetia papyrifera</i>		<i>Erigeron canadensis</i>		<i>Euphorbia hirta</i>		<i>Pteris vittata</i>	
	屋顶	地上	屋顶	地上	屋顶	地上	屋顶	地上
根长/cm	39.63 ± 20.78	64.14 ± 35.10	10.90 ± 5.69	16.92 ± 8.10	6.48 ± 1.45	13.67 ± 7.29	4.54 ± 2.09	5.26 ± 0.92
根基部直径/cm	0.28 ± 0.21	0.58 ± 0.21	0.22 ± 0.03	0.46 ± 0.17	0.09 ± 0.01	0.24 ± 0.18		
茎高/cm	26.20 ± 6.80	62.78 ± 36.07	18.12 ± 12.53	22.42 ± 12.59	7.00 ± 1.65	30.83 ± 24.09		
茎基部直径/cm	0.43 ± 0.17	0.69 ± 0.31	0.44 ± 0.27	0.49 ± 0.21	0.14 ± 0.03	0.32 ± 0.14		
叶长/cm	5.53 ± 1.42	10.91 ± 4.59	6.97 ± 3.22	10.56 ± 4.69	1.25 ± 0.22	3.40 ± 0.29	28.28 ± 4.10	28.44 ± 15.90
叶宽/cm	4.40 ± 1.15	8.60 ± 3.28	2.00 ± 1.45	2.11 ± 1.01	0.59 ± 0.10	1.17 ± 0.16	4.78 ± 0.86	14.52 ± 5.94
地上部生物量/g	1.71 ± 0.93	11.67 ± 18.10	0.89 ± 0.86	1.68 ± 0.91	0.06 ± 0.02	1.01 ± 1.10	0.81 ± 0.24	1.07 ± 1.37
地下部生物量/g	1.43 ± 1.68	6.38 ± 4.68	0.29 ± 0.44	0.47 ± 0.29	0.02 ± 0.01	0.12 ± 0.12	0.44 ± 0.32	0.45 ± 0.55
总生物量/g	3.14 ± 2.60	18.05 ± 18.76	1.18 ± 1.27	2.15 ± 1.16	0.08 ± 0.02	1.12 ± 1.23	1.25 ± 0.56	1.51 ± 1.52
根冠比	0.65 ± 0.51	0.52 ± 0.13	0.28 ± 0.17	0.27 ± 0.11	0.25 ± 0.17	0.12 ± 0.01	0.55 ± 0.27	0.41 ± 0.15
根长与茎高比	1.51 ± 0.45	1.08 ± 0.39	0.66 ± 0.21	0.69 ± 0.30	0.93 ± 0.20	0.46 ± 0.25		

比总体也表现为屋顶自然生长的植物大于地上自然生长的植物,且多数有显著意义($p < 0.05$);在调查及测量过程中也发现,在地上部分高度相当的情况下,屋顶自然生长的植物根系长度一般大于地上自然生长的植物,数量也多于后者。

2.3.2 生态生物学特征

通过调查统计,我们发现,与地上自然生长的植物相比,屋顶自然生长的植物由于长期适应屋顶的极端环境,形成了一些独特的生态生物学特征,主要有:(1)植株较矮小,叶片较小,角质层较厚,有的种类叶片丛生或肉质化;(2)根系较发达,在缝隙中穿透能力强;(3)生长时间短(如以种子存在的时间较长,晚出苗,早落叶)开花结实时间短(开花快,结实快,但较晚,持续时间短);(4)繁殖能力强(可以种子或孢子进行有性繁殖,也可以通过营养体进行无性繁殖),结实量较大;另外,不少屋顶植物还可以通过风力、动物或其它媒介将地面植物的种子或繁殖体传播到屋顶进行繁殖。

3 讨论

3.1 不同环境屋顶自然生长植物的种类及数量

屋顶环境通常非常恶劣,土壤极少,甚至无,极贫瘠;非常干旱,即使下雨或者人工浇灌,水分也很快蒸发;而且风大,空气流动快,由于暴露无遮荫,夏天,特别是白天温度很高,冬天,特别是晚上温度很低,温差特别大。屋顶如此极端的环境,很多植物难以适应,土壤、水分和温度是植物在屋

顶生长的限制性因子^[2, 3]。由于不同地点环境差异较大,在不同的地点记录到的植物种类也不同。通过本次调查,我们发现广州市市属各区及各个地点记录到的植物种类及数量与调查地点的环境有很大相关性,种类多的天河区、东山区、海珠区和白云区均包含有污染轻微或无、周围植物丰富的一类区,如华南植物园、南洋电器厂、中山大学和广州市园林科学研究所,这几个地点也是记录到植物种类最多的4个点。华南植物园因具有得天独厚的条件,植被良好,植物种类丰富(约8000种),受污染极少,记录植物种类最多,有40科62属71种,占记录到全部植物种类科、属、种的81.63%、57.41%、55.47%。而芳村区和荔湾区均包含有污染严重和周围植物少的三类区,如钢铁厂和水泥厂,屋顶植物种类较少。番禺区由于房屋建筑时间短,屋顶很少生长植物,发现屋顶植物也少。植物种类少的几个地点如珠江纸厂和广州水泥厂等,均是受污染严重、周围植物少的环境。可见,屋顶自然生长植物的种数及株数均与环境受污染程度成反比,而与周围植物的多少成正比。

3.2 屋顶自然生长的植物的生态生物学特征及其适应环境的机理

本实验结果表明,屋顶自然生长的植物与地上自然生长的植物相比,植株个体较矮小,生物量较小;叶片较短较窄,角质层较厚,有的丛生或肉质化;根系较发达,根冠比较大。这也是植物为适应

屋顶极端的环境，通过自然选择长期进化的结果，最终有利于其在屋顶极端环境中生长、繁殖及发挥改善环境的生态功能。如植株矮小、叶片小、角质层厚及肉质化等生物学特征可有效防止植物体内水分的过度蒸腾；发达的根系可更好地固着屋顶和更多地吸收水分和营养以满足生长的需要，从而弥补地上部分生长受到的限制；本实验结果也表明，同等个体大小的植物，屋顶自然生长的植物的根系通常比地上自然生长的植物更长，数量稍多，根冠比较大。另一方面，由于屋顶极端的环境，生长繁殖条件均不及地面植物，屋顶植物通过缩短生长时间（如以种子存在的时间较长，晚出苗，早落叶等）和开花结实时间（开花快但较晚，时间短），增加结实量来实现后代繁衍。屋顶植物的这些特点与石灰岩地区的植物相似，它们都是适应生长于土壤少、干旱、贫瘠、温差大的环境^[7]。

3.3 屋顶绿化对改善居住环境的作用及具有开发利用潜力的植物种类

屋顶绿化迎合现代人的环保需求，具有很好的生态、经济和社会效益，如具有净化空气、吸烟滞尘、减弱噪声、维持碳氧平衡、遮荫覆盖、调节大气温度和湿度、抑制“热岛效应”和美化城市景观等作用，是改善现代化城市环境，扩大绿地的数量与质量并减轻城市热岛效应的最佳途径之一^[2,3]。

理想的用于屋顶绿化的植物应是既能适应屋顶极端环境，又有较好环保和景观价值的种类，即应同时具有以下特性：强壮并具有抵抗极端气候的能力；根系浅，适应种植于土层浅、少肥的环境；耐干燥、潮湿积水；耐夏季高温热风及冬季露地低温；抗屋顶大风；抗空气污染并能吸收污染物质；易移栽成活、耐修剪、生长缓慢；易养护^[2,3]。通过调查及统计，目前华南地区生长于屋顶的植物（包括人工栽培的种类）有几百种之多，而用于屋顶绿化的植物种类多为绿化常用种，如：木本植物的茶花（*Camelia japonica*）、红果子（*Eugenia uniflora*）、木槿（*Hibiscus syriacus*）、九里香（*Murraya paniculata*）、龙船花（*Ixora chinensis*）、福建茶（*Carmona microphylla*）、假连翘（*Duranta erecta*）、马缨丹、棕竹（*Rhapis excelsa*）和短穗鱼尾葵（*Caryota mitis*）等，藤本植物的薜荔、爬墙虎、）杜鹃（*Bougainvillea glabra*）、炮仗花、凌霄（*Campsis grandiflora*）、软枝黄蝉（*Allemanda cathartica*）和大花老鸭嘴（*Thunbergia grandiflora*）等，草本植物的蟛蜞菊（*Wedelia chinensis*）、沿阶草（*Ophiopogon japonicus*）、鸭跖草、吊竹梅、大苞水竹叶、铺地锦竹草、蚌花（*Tradescantia spathacea*）、

合果芋、狗牙根和台湾草等，但尚未有同时具有以上特性的理想的屋顶绿化植物种类。本次调查记录广州市屋顶自然生长的49科108属128种植物中，乔木、灌木、草本和藤本等各种类型均有，其中有不少生长力强，耐干旱，耐贫瘠，耐热抗寒，能适应屋顶极端环境，又有较好环保和景观价值的种类，如草本植物的管叶伽蓝菜、绿景天、松叶牡丹、吊竹梅和铺地锦竹草，木本植物的马缨丹，藤本植物的珊瑚蓼、爬墙虎、玉叶金花、五爪金龙和炮仗花等。另外，玉吊钟（*Kalanchoe verticillata*）、地稔（*Melastoma dodecandrum*）和黄金榕（*Ficus microcarpus* 'Golden Leaf'）等几种植物在本次调查虽然未记录到，目前也少用于屋顶绿化，但通过初步调查研究发现，它们具有生长力强，适应性好，对环境耐受性及净化功能较好，可用于屋顶绿化生态系统的配置，具有较好的开发利用价值。以上这些适用于屋顶绿化的植物种类均具有较好的开发利用前景，现将其中一些目前还较少用于屋顶绿化的种类的主要生态生物学特性及用途简单介绍如下：

（1）管叶伽蓝菜：常绿草本，高10~30 cm，茎叶肉质，棒形；花期10月-3月，花大，顶生，橙红色；喜高温环境，抗性极强，对土壤要求不严，生长力极强。适合用于屋顶、天台及其它干旱地被绿化。

（2）玉吊钟：多年生肉质草本，茎直立，分枝较密，高15~30 cm；叶灰绿色，长卵圆形，扁平，边缘具钝齿；喜高温，耐干旱，耐瘠薄，生性强健。适合用于屋顶及天台绿化。

（3）绿景天：多年生肉质草本，植物低矮，叶色浓绿，有较高景观价值；抗性强，耐寒、耐热、耐旱、耐贫瘠，病虫害较少。适合用于屋顶及天台绿化。

（4）松叶牡丹：多年生草本，植株低矮，花色美丽，有红、粉、白及重瓣等多个品种，且耐寒、耐旱、耐热，耐贫瘠土壤。适合用于屋顶及天台绿化。

（5）珊瑚蓼：多年生攀援状藤本，茎自块根长出，叶片卵形或卵状三角形；花序总状，顶生或腋生，花紫红色、淡红色或白色，花期秋季，有较好景观价值。适合用于屋顶、棚架和蔓篱等立体绿化。

（6）炮仗花：常绿木质藤本，茎具三叉状卷须，能攀附他物生长；春季开花，橙黄色，盛花时繁花簇，极为壮观，有较高景观价值；生性强健，喜高温及阳性环境。适合用于屋顶及垂直绿化。

（7）铺地锦竹草：多年生匍匐性或半直立草本，

叶卵圆形,茎下垂,节部常生很多根,覆盖性好,为优良的观叶植物,有较好景观价值;耐干旱,耐瘠薄。适合用于屋顶、天台绿化或吊盆观赏。

(8) 吊竹梅:多年生草本,茎匍匐或下垂;叶有金属般光泽,中肋紫色,边缘有白斑,叶背紫色,花玫瑰红至粉色,为优良的观叶植物,有较好景观价值;喜温暖湿润和半荫环境,耐干旱瘠薄。适合用于屋顶、天台绿化或吊盆观赏。

(9) 地稔:披散或匍匐状半灌木;茎多分枝,下部伏地,铺地性好;叶对生,卵形或椭圆形;花两性,1-3朵生于枝端,淡紫色,有较高景观价值;较耐干旱和瘠薄。适合用于屋顶、天台及地被绿化。

(10) 玉叶金花:藤状小灌木,花萼片叶状纯白色,花色鲜黄,自夏至秋季持续开放,有较好景观价值。适合用于屋顶、棚架和蔓篱等立体绿化。

(11) 马缨丹:常绿蔓性灌木,头状花序,初开时黄色,后变为金黄色、橙色,几乎全年开花;喜光照及高温多湿环境,耐干旱,不择土壤,适应性强。可用于屋顶、绿篱、地被或垂直绿化。

(12) 黄金榕:灌木或小乔木;枝叶浓密,叶金黄色,卵形或椭圆形;喜高温多湿环境,也较耐干旱和瘠薄,生长力强,吸滞尘埃能力强。适合用于屋顶、道路及地被绿化。

致谢:华南植物园邢福武研究员帮助鉴定部分标本,作者在此表示感谢!

参考文献:

- [1] 黄金奇. 屋顶花园设计与营造[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994: 88-94.
HUANG JINQI. Construction and Design of Roof Garden[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 1994: 88-94.
- [2] 林夏珍. 论屋顶环境与屋顶绿化[J]. 浙江林学院学报, 1998, 15(1): 91-95.
LIN XIAZHEN. Roof Environment and Roof Gardens [J]. Journal of Zhejiang Forestry College, 1998, 15(1): 91-95.
- [3] 张阳, 武六元. 建筑立体绿化的相关问题研究[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2003, 35(2): 166-168.
ZHANG YANG, WU LIUYUAN. Study on the problems of roof gardening[J]. Journal of Xi'an University of Architecture & Technology (Natural Science Edition), 2003, 35(2): 166-168.
- [4] 李金娜. 花园城市与屋顶绿化[J]. 山西建筑, 2002, 28(4): 152-153.
LI JINNA. Garden city and roof garden [J]. Shanxi Architecture, 2002, 28(4): 152-153.
- [5] 徐世玲. 屋面绿化: 上海居住区环境绿化初探[J]. 上海交通大学学报, 1996, 30(1): 129-134.
XU SHILING. Roof Greening: Discussion on Greening of Environment for Shanghai Residential Areas[J]. Journal of Shanghai Jiaotong University, 1996, 30(1): 129-134.
- [6] 李振宇, 解炎. 中国外来入侵种[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002: 98-189.
LI ZHENGYU, XIE YAN. Invasive species in China[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2002: 98-189.
- [7] 严岳鸿, 陈红锋, 邢福武, 等. 广东石门台自然保护区石灰岩地区植物区系和植被[J]. 热带亚热带植物学报, 2002, 10(4): 348-355.
YAN YUEHONG, CHEN HONGFENG, XING FUWU, et al. Flora and Vegetation in Limestone Area in Shimentai Nature Reserve, Guangdong[J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2002, 10(4): 348-355.

Diversity of plant species naturally growing on the building roofs with different environmental conditions in Guangzhou city

JIAN Shu-guang, XIE Zhen-hua, WEI Qiang, ZHANG Qian-mei, LIU Shi-zhong, AO Hui-xiu, REN Hai

South China Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China

Abstract: An extensive investigation on the plant species naturally growing on the building roofs of Guangzhou city was conducted in 2003. We found 128 vascular plant species in total, which belong to 49 families and 108 genera. The habitat condition of these plants was distinguished into three types based on the degree of pollution. The results showed that more species occurred in less polluted roof environment. One hundred and eleven species were found in the slightly-polluted roofs, 73 in the moderately-polluted roofs, and 21 in the severely-polluted roofs. Our results also showed that the number of species lived in building roofs increased with the species richness of the nearby environment. Compared with the plants living on the ground, roof plants had shorter stems, smaller leaves, more and longer roots, and higher root-shoot ratios. It indicated that roof plants have developed a suite of morphological characteristics in order to adapt to the harsh environment. Based on the adaptive ability of these roof plants, 12 plant species were recommended as the prior choices for roof gardening in Guangzhou city.

Key words: roof gardening; naturally growing plant species; environment; investigation; Guangzhou