

# 华南 12 种垂直绿化植物的生态效应

黎国健, 丁少江, 周旭平

(深圳市城市绿化管理处, 广东 深圳 518026)

**摘要:**通过测定叶面积指数、光合速率及蒸腾速率,比较分析了深圳市 12 种垂直绿化植物释氧固碳、吸热降温增湿效应,并量化评价了这些植物的生态学效应.结果表明,桂叶老鸦嘴 *Thunbergia laurifolia* 的单位绿化面积释氧量为  $65.48 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ,固碳量为  $90.07 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ,使其周围  $1\ 000 \text{ m}^3$  空气降温达到  $2.14 \text{ }^\circ\text{C}$ ,相对湿度增加  $2.60\%$ ,而凌霄 *Campsis grandiflora* 的上述指标分别只有  $2.78 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ 、 $3.83 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ 、 $0.16 \text{ }^\circ\text{C}$  及  $0.16\%$ .

**关键词:**华南地区;垂直绿化植物;释氧;固碳;降温增湿;量化评价

中图分类号:Q948.1

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2008)02-0011-05

## Ecological Effects of the Twelve Species for Vertical Greening in South China

LI Guo-jian, DING Shao-jiang, ZHOU Xu-ping

(Shenzhen Urban Greening Management, Shenzhen 518026, China)

**Abstract:**The capacities of oxygen release, transpired water release, and absorbed caloric were calculated by measuring leaf area indices, photosynthetic rates, and transpiration rates of the twelve species for vertical greening in Shenzhen. The ecological benefits were also evaluated quantitatively. The results showed that *Thunbergia laurifolia* released  $65.48 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} \text{ O}_2$  and absorbed  $90.07 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} \text{ CO}_2$  in a day, and it reduced air temperature by  $2.14 \text{ }^\circ\text{C}$  per  $1\ 000 \text{ m}^3$  and increased air humidity by  $2.60\%$ ; comparatively, the figures for *Campsis grandiflora* were only  $2.78 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ,  $3.83 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ,  $0.16 \text{ }^\circ\text{C}$  and  $0.16\%$ , respectively.

**Key words:**South China; vertical greening; oxygen-release; absorbed caloric; transpired water release; quantitative evaluation

近年来,随着经济的飞跃发展,对城市园林绿化的投入不断加大.垂直绿化作为园林绿化的一种特殊形式,不仅可以拓宽绿化空间,丰富绿化层次,增加绿化量和绿化率,提高整体绿化水平,还可以通过丰富的植物季相变化补充建筑物的立面效果和艺术效果,使得这些生硬的景观转化为具有生命力和柔和亲切感的软质景观,环境更加整洁美观,生动活泼<sup>[1]</sup>.以往有关华南地区垂直绿化植物的研究多集中在植物的选择、生长习性观察和植物配置等方面<sup>[1-7]</sup>,刘光立等<sup>[8-10]</sup>对爬山虎 *Parthenocissus tricuspidata*、木香 *Rosa bankiae*、油麻藤 *Mucuna sempervirens* 和紫藤 *Wisteria sinensis* 4 种垂直绿化植物的释氧固

碳、降温增湿、吸污效应和杀菌滞尘等生态效应进行了比较详细的研究,揭示出木香具有较好的生态效益,爬山虎次之,油麻藤较弱.本文通过测定叶面积指数、光合速率以及蒸腾速率,量化评价了华南地区 12 种垂直绿化植物的释氧固碳、吸热降温、增湿等生态效应,拟为华南地区垂直绿化工作提供参考资料.

## 1 材料与方法

### 1.1 参试材料

以生长于深圳香莲立交的 12 种垂直绿化植物为研究对象,它们是:蓝翅西番莲 *Passiflora alatocaerulea*、蒜香藤 *Pseudocalymma alliaceum*、变色牵牛

收稿日期:2007-07-09

作者简介:黎国健(1974—),男,工程师,E-mail:LLGGJJJ@126.com

基金项目:科技部农业科技成果转化资金项目(04EFN214410229)

*Pharbitis indica*、美丽栎桐 *Clerodendrum speciosissimum*、海刀豆 *Canavalia maritima*、炮仗花 *Pyrostegia venusta*、桂叶老鸦嘴 *Thunbergia laurifolia*、日本黄素馨 *Jasminum polyanthum*、猫爪花 *Macfadyena unguis-cati*、凌霄 *Campsis grandiflora*、爬墙虎 *Parthenocissus tricuspidata*、薜荔 *Ficus pumila*, 这些植物均为生长 3 年的健康植株。

## 1.2 研究方法

采用美国 CID 公司出品的 CI-340 轻便型手持式光合作用测定系统开放式气路, 在室外自然光照条件下, 进行活体光合速率、蒸腾速率、叶面温度的测定。

测定时间为 2005-07-20—2005-08-06, 7:00 ~ 19:00, 每 2 h 测定 1 次

参照刘光立等<sup>[9]</sup>和张迎辉等<sup>[11]</sup>研究方法, 调查 1 m<sup>2</sup>垂直绿化墙体上垂直绿化植物的叶片数量( $C$ )。并在植物不同部位随机选取 20 枚叶片, 测量其单叶面积( $S_L$ ), 取平均值, 根据每平方米叶片总面积( $S = S_L \times C$ ), 计算叶面积指数( $r$ )。

## 1.3 生态效益计算

净同化量是昼净光合量与夜间暗呼吸量的差, 暗呼吸消耗量按白天同化量的 20% 计算, 从而计算出一昼夜植物的释氧和固碳效应。参照李辉等<sup>[12]</sup>方法, 根据单位面积日蒸腾总量和释水量, 求算植物的降温和增湿效应。

1.3.1 释氧固碳量计算 在植物的光合作用日变化曲线中, 其净同化量是由净光合速率曲线和时间横轴所围合的面积, 公式为

$$P = \sum_{i=1}^j [(P_i + P_{i+1})/2 \times (t_{i+1} - t_i) \times 3600/1000],$$

式中:  $P$  为单位叶面积日同化量/ $\text{mmol}$ ;  $P_i$  为初测点瞬时净光合速率;  $P_{i+1}$  为下一测点净光合速率/ $(\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$ ;  $t_i$  为初测点时间/ $\text{h}$ ,  $t_{i+1}$  为下一测点时间;  $j$  为测试次数。参照李辉等<sup>[12]</sup>方法, 通过单位叶面积日同化量计算  $\text{CO}_2$  积累量和  $\text{O}_2$  释放量。

1.3.2 蒸腾强度计算 单位叶面积日蒸腾总量( $E$ )计算公式为

$$E = \sum_{i=1}^j [(e_i + e_{i+1})/2 \times (t_{i+1} - t_i) \times 3600/1000],$$

式中:  $e_i$  为初测点瞬时蒸腾速率/ $(\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$ ;  $e_{i+1}$  为下一测点蒸腾速率。为更直观比较各植物蒸腾作用, 将蒸腾速率换算为以单位时间和单位叶面积蒸腾水量表示的蒸腾强度。以全天各测定时段的蒸腾强度平均值作为全天单位叶面积平均蒸腾强度 [ $E_0/(\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1})$ ]。则各垂直绿化单位绿化面积、单位时间内的蒸腾强度 [ $E_m/(\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1})$ ] 为

$$E_m = E_0 \cdot r.$$

1.3.3 垂直绿化的降温效应的测定与计算 以 CI-340 轻便型手持式光合作用测定系统测得叶面温度 ( $\theta/^\circ\text{C}$ )。然后, 根据植物的蒸腾作用伴随着能量的消耗和潜能的转换获得蒸腾潜热( $L$ )<sup>[13]</sup>

$$L = 4.1868(597 - 5/9\theta),$$

式中:  $L$  定义为在温度  $\theta$  时, 使 1 g 水汽化所需吸收的热量/ $\text{J}$ ;  $\theta$  为叶面温度, 由 CI-340 轻便型手持式光合作用测定系统测得, 取平均值。

根据杨士弘<sup>[12]</sup>蒸腾潜热和降温的估算方法, 考虑到空气湍流、对流和辐射的作用, 空气与叶面之间及空气微团之间的热量扩散和交换作用, 所选评估尺度是底面积为 10 m<sup>2</sup>, 高 100 m 的空气柱; 此 1000 m<sup>3</sup>空气热量为  $Q/(\text{J} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1})$ , 单位体积热量消耗量  $Q_0 = Q/1000$ , 气温下降值  $\Delta\theta = Q/\rho_c$ ,  $\rho_c$  为空气容积热容量, 其值为  $1256 \text{ J} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

## 1.4 生态效应综合评分

为了使评价体系充分体现各品种的综合生态效应, 对上述的生态效应进行量化处理后, 用“标准分”对各个品种进行综合评定。标准差( $s$ )、标准分( $Z$ )分别为

$$s = \sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 / N},$$

$$Z = (X - \bar{X}) / s,$$

式中,  $X$  为个体生态效应具体量化数值,  $\bar{X}$  为生态效应量化平均数值,  $N$  为个体数量。  $Z$  有正负, 或等于 0, 为了避免负数和 0 的出现, 选择一个固定的平均值(基础分)和新的测定单位来对原标准分( $Z$ )进行转换。这里使用的平均值为 50, 以 100 分制进行换算, 则

$$T = 50 + 10Z.$$

## 2 结果与分析

### 2.1 垂直绿化的释氧固碳效应

根据测得的净光合速率, 按公式计算出单位叶面积垂直绿化植物全日释氧固碳量, 结果见表 1。从表 1 可见, 12 种植物的释氧固碳量均不相同。从单位叶面积来比较, 以桂叶老鸦嘴的释氧固碳量最高, 每日固碳量达  $15.53 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ , 释氧量为  $11.29 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ; 其次为薜荔, 每日固碳量达  $10.33 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ , 释氧量为  $7.51 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ; 但蓝翅西番莲和变色牵牛的释氧固碳量较低, 每日的释氧量分别只有  $1.92$  和  $1.67 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。测定结果表明, 12 种测试植物的单位叶面积释氧固碳效应排列为: 桂叶老鸦嘴 > 薜荔 > 美丽栎桐 > 海刀豆 > 日本黄素馨 > 爬墙虎 > 凌霄 > 炮仗花 > 蒜香藤 > 猫爪花 > 蓝翅西番莲 > 变色牵牛。由于这些植物的叶面

积指数不同,因此其单位绿化面积的释氧固碳效应与单位叶面积的释氧固碳效应的排序也不同.其中,以爬墙虎、日本黄素馨、凌霄的差异最为明显,而桂叶老鸦嘴、薜荔、美丽栢桐等变化不大.比较结果显

示,12种测试植物的单位绿化面积释氧固碳效应排列顺序为:桂叶老鸦嘴>薜荔>美丽栢桐>爬墙虎>海刀豆>蒜香藤>猫爪花>变色牵牛>蓝翅西番莲>日本黄素馨>炮仗花>凌霄.

表1 垂直绿化单位面积的日释氧固碳量

Tab.1 The capacity of CO<sub>2</sub> sequestration and O<sub>2</sub> release of the vertical greening

植物名称 plant names	叶面积指数 leaf area index	净同化量 net assimilation/ (mmol·m <sup>-2</sup> ·d <sup>-1</sup> )	单位叶面积固碳量 carbon sequestration of unit leaf area/ (g·m <sup>-2</sup> ·d <sup>-1</sup> )	单位叶面积释氧量 release oxygen of unit leaf area/ (g·m <sup>-2</sup> ·d <sup>-1</sup> )	单位绿化面积固碳量 carbon sequestration of green unit area/ (g·m <sup>-2</sup> ·d <sup>-1</sup> )	单位绿化面积释氧量 release oxygen of units green/ (g·m <sup>-2</sup> ·d <sup>-1</sup> )
桂叶老鸦嘴 <i>Thunbergia laurifolia</i>	5.80	352.86	15.53	11.29	90.07	65.48
蓝翅西番莲 <i>Passiflora alataocerulea</i>	3.74	60.01	2.64	1.92	9.87	7.18
爬墙虎 <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	5.33	157.11	6.91	5.03	36.83	26.81
美丽栢桐 <i>Clerodendrum speciosissimum</i>	4.71	189.73	8.35	6.07	39.33	28.59
日本黄素馨 <i>Jasminum polyanthum</i>	1.35	165.86	7.30	5.31	9.86	7.17
猫爪花 <i>Macfadyena unguis-cati</i>	3.42	98.41	4.33	3.15	14.81	10.77
凌霄 <i>Campsis grandiflora</i>	0.71	122.64	5.40	3.92	3.83	2.78
炮仗花 <i>Pyrostegia venusta</i>	1.78	112.21	4.93	3.59	8.79	6.39
海刀豆 <i>Canavalia maritima</i>	3.07	166.00	7.30	5.31	22.41	16.30
蒜香藤 <i>Pseudocalymma alliaceum</i>	3.42	102.45	4.51	3.28	15.42	11.22
薜荔 <i>Ficus pumila</i>	4.33	234.83	10.33	7.51	44.73	32.52
变色牵牛 <i>Pharbitis indica</i>	4.71	52.33	2.30	1.67	10.83	7.87

## 2.2 垂直绿化单位面积蒸腾强度

从表2可见,就全日单位叶面积平均蒸腾强度来看,桂叶老鸦嘴最高,达到192.18 g·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>,其次为薜荔,达121.70 g·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>,再次是凌霄,为115.53 g·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>,而以蓝翅西番莲最低,只有37.66 g·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>.但单位绿化面积蒸腾量则发生较大变化,仍以桂叶老鸦嘴最强,每平方米每小时达1114.64 g的水量,其次仍为薜荔,达526.96 g·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>,但紧接着的却不是凌霄,而是美丽栢桐,达452.40 g·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>,而凌霄只有82.03 g·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>,是本研究中单位绿化面积蒸腾强度最低的植物.

## 2.3 垂直绿化的降温效应

根据从CI-340轻便型手持式光合作用测定系统中测得的叶面温度,推算出L、E<sub>m</sub>、Q、Q<sub>0</sub>和Δθ等参数(表2).由表2可见,蒸腾强度大的植物,消耗热量多,导致周围空气降温,两者成正比关系.蒸腾强度最大的桂叶老鸦嘴使其周围1000 m<sup>3</sup>空气降温达到2.14℃,降温效应十分显著;薜荔的降温效应为1.01℃;蒸腾强度最弱的凌霄的降温效果只有0.16℃.这些降温值,是在充分考虑了大气的对流、湍流、辐射产生的热量交换的基础上测定的.比较结果表

明,12种测试植物的降温效应排列顺序为:桂叶老鸦嘴>薜荔>美丽栢桐>爬墙虎>变色牵牛>海刀豆>蒜香藤>猫爪花>蓝翅西番莲>炮仗花>日本黄素馨>凌霄.

## 2.4 垂直绿化的增湿效应

根据叶面绝对温度(θ/K)、绝对湿度,计算出水汽压增加值、每平方米垂直绿化植物蒸腾强度及对周围1000 m<sup>3</sup>空气柱体所增加的相对湿度(Δf)(表3).从表3可以看出,蒸腾强度大的植物,转化为水分较多,导致周围空气相对湿度相应也增加,两者呈正比关系.蒸腾强度最大的桂叶老鸦嘴使其周围1000 m<sup>3</sup>空气增湿达2.60%,薜荔增湿1.13%,美丽栢桐的增湿效应为0.94%,凌霄的增湿效应最弱,仅为0.16%.12种垂直绿化品种的增湿效应排列为:桂叶老鸦嘴>薜荔>美丽栢桐>爬墙虎>变色牵牛>海刀豆>蒜香藤>猫爪花>蓝翅西番莲>炮仗花>日本黄素馨>凌霄.该排列情况与降温效应相同,但变色牵牛、海刀豆、蒜香藤、猫爪花、蓝翅西番莲、炮仗花和日本黄素馨等生态效应中等的种类的排序与其释氧固碳效应的排序稍有不同.

## 2.5 垂直绿化植物的生态效应综合评定

考虑到固碳与放氧是同一系统同时发生的生态

表2 垂直绿化植物的蒸腾强度及降温效应

Tab. 2 Intensity of vertical greening evaporation and its temperature reduction effect

植物名称 plant names	叶面积指数 leaf area index	平均蒸腾强度 average transpiration intensity ( $E_0$ )/ ( $g \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ )	单位绿化面积蒸腾强度 flat green area transpiration intensity ( $E_m$ )/ ( $g \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ )	叶面温度 leaf temperature ( $\theta$ )/ $^{\circ}C$	蒸腾潜热 transpiration latent heat ( $L$ )/J	1 000 m <sup>3</sup> 空气 热量消耗量 1 000 m <sup>3</sup> ( $Q$ )/(J·m <sup>-3</sup> ·h <sup>-1</sup> )	单位体积热量消耗量 energy consumption per unit volume ( $Q_0$ )/ (J·m <sup>-3</sup> ·h <sup>-1</sup> )	气温下降值 temperatures dropped value ( $\Delta\theta$ )/ $^{\circ}C$
桂叶老鸦嘴 <i>Thunbergia laurifolia</i>	5.80	192.18	1 114.64	36.67	2 414.23	2 691 002.33	2691.00	2.14
薛荔 <i>Ficus pumila</i>	4.33	121.70	526.96	38.20	2 410.68	1 270 329.67	1270.33	1.01
美丽栎桐 <i>Clerodendrum speciosissimum</i>	4.71	96.05	452.40	38.90	2 409.04	1 089 850.99	1089.85	0.87
爬墙虎 <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	5.33	62.34	332.27	38.79	2 409.29	800 536.14	800.54	0.64
变色牵牛 <i>Pharbitis indica</i>	4.71	53.51	252.03	42.00	2 401.84	605 336.13	605.34	0.48
海刀豆 <i>Canavalia maritima</i>	3.07	67.41	206.95	39.97	2 406.53	498 031.54	498.03	0.40
蒜香藤 <i>Pseudocalymma alliaceum</i>	3.42	54.59	186.70	40.27	2 405.86	449 174.23	449.17	0.36
猫爪花 <i>Macfadyena ungnis-cati</i>	3.42	44.05	150.65	41.07	2 403.98	362 159.11	362.16	0.29
蓝翅西番莲 <i>Passiflora alatacaerulea</i>	3.74	37.66	140.85	39.90	2 406.70	338 983.45	338.98	0.27
炮仗花 <i>Pyrostegia venusta</i>	1.78	74.14	131.97	40.06	2 406.32	317 562.24	317.56	0.25
日本黄素馨 <i>Jasminum polyanthum</i>	1.35	86.30	116.51	40.62	2 405.02	280 209.29	280.21	0.22
凌霄 <i>Campsis grandiflora</i>	0.71	115.53	82.03	40.40	2 405.53	197 325.29	197.33	0.16

表3 垂直绿化植物的增湿效应

Tab. 3 Vertical greening humidity enhancement effect

植物名称 plant names	单位绿化面积蒸腾强度 flat green area transpiration intensity ( $E_m$ )/( $g \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ )	空气绝对湿度 air absolute humidity ( $g \cdot m^{-3}$ )	叶面绝对温度 leaf absolute temperature ( $\theta$ )/K	水汽压增加值 vapor pressure to increase value/hPa	饱和水汽压 saturated vapor pressure/hPa	相对湿度的增加 increase in relative humidity ( $\Delta f$ )/%
桂叶老鸦嘴 <i>Thunbergia laurifolia</i>	1 114.64	1.114 64	309.67	1.59	61.17	2.60
蓝翅西番莲 <i>Passiflora alatacaerulea</i>	140.85	0.140 85	312.90	0.20	73.11	0.28
爬墙虎 <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	332.27	0.332 27	311.79	0.48	68.79	0.69
美丽栎桐 <i>Clerodendrum speciosissimum</i>	452.40	0.452 40	311.90	0.65	69.21	0.94
日本黄素馨 <i>Jasminum polyanthum</i>	116.51	0.116 51	313.62	0.17	76.03	0.22
猫爪花 <i>Macfadyena ungnis-cati</i>	150.65	0.150 65	314.07	0.22	77.91	0.28
凌霄 <i>Campsis grandiflora</i>	82.03	0.082 03	313.41	0.12	75.17	0.16
炮仗花 <i>Pyrostegia venusta</i>	131.97	0.131 97	313.06	0.19	73.74	0.26
海刀豆 <i>Canavalia maritima</i>	206.95	0.206 95	312.97	0.30	73.38	0.41
蒜香藤 <i>Pseudocalymma alliaceum</i>	186.70	0.186 70	313.27	0.27	74.60	0.36
薛荔 <i>Ficus pumila</i>	526.96	0.526 96	311.20	0.76	66.59	1.13
变色牵牛 <i>Pharbitis indica</i>	252.03	0.252 03	315.00	0.37	81.92	0.45

效应,受影响因素相同,为了避免重复计分,因此只采用放氧功能指标进行评定,用标准分进行得分换算。而降温增湿虽都与蒸腾强度密切相关,但还受其他因素影响,因此将降温与增湿同时进行评定,用标准分进行换算。最后对上述3项得分进行综合评定,以标准分进行排名,分数高者则综合效应高,反之亦然。

根据表1的放氧效应数据、表2的降温效应数据、表3的增湿效应数据分别求得标准差,进行标准分换算,然后对上述所得的标准分再进行综合评定,

用标准分进行排序。排序结果见表4。

从表4可以看出,桂叶老鸦嘴的生态效应最高,排在第1位,排在第2位的是薛荔,美丽栎桐则居第3。而排在最后2位的分别是日本黄素馨和凌霄。12种垂直绿化植物单位绿化面积综合生态效应排列为:桂叶老鸦嘴>薛荔>美丽栎桐>爬墙虎>海刀豆>变色牵牛>蒜香藤>猫爪花>蓝翅西番莲>炮仗花>日本黄素馨>凌霄。综合排名与释氧固碳、降温、增湿等排名均不相同,说明植物品种释氧固碳能力强的,不一定降温增湿效应也强。反之亦然。

表4 垂直绿化植物的生态效应综合评分表<sup>1)</sup>

Tab. 4 Integrated scoring for bio-effects of vertical greening

植物名称 plant names	放氧效应 release oxygen effect		降温效应 cooling effect		增湿效应 humidifying effect		综合分数 composite scores		综合排名 comprehensive rankings
	Z	T	Z	T	Z	T	Z	T	
桂叶老鸦嘴 <i>Thunbergia laurifolia</i>	2.763	77.63	2.914	79.14	2.980	79.80	2.899	78.99	1
薜荔 <i>Ficus pumila</i>	0.821	58.21	0.789	57.89	0.735	57.35	0.785	57.85	2
美丽栎桐 <i>Clerodendrum speciosissimum</i>	0.589	55.89	0.525	55.25	0.445	54.45	0.522	55.22	3
爬墙虎 <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	0.484	54.84	0.092	50.92	0.064	50.64	0.214	52.14	4
海刀豆 <i>Canavalia maritima</i>	-0.135	48.65	-0.359	46.41	-0.364	46.36	-0.287	47.13	5
变色牵牛 <i>Pharbitis indica</i>	-0.632	43.68	-0.209	47.91	-0.303	46.97	-0.383	46.17	6
蒜香藤 <i>Pseudocalymma alliaceum</i>	-0.434	45.66	-0.434	45.66	-0.440	45.60	-0.438	45.62	7
猫爪花 <i>Macfadyena unguis-cati</i>	-0.461	45.39	-0.566	44.34	-0.562	44.38	-0.532	44.68	8
蓝翅西番莲 <i>Passiflora alatacaerulea</i>	-0.672	43.28	-0.604	43.96	-0.562	44.38	-0.615	43.85	9
炮仗花 <i>Pyrostegia venusta</i>	-0.719	42.81	-0.641	43.59	-0.593	44.07	-0.654	43.46	10
日本黄素馨 <i>Jasminum polyanthum</i>	-0.673	43.27	-0.698	43.02	-0.654	43.46	-0.678	43.22	11
凌霄 <i>Campsis grandiflora</i>	-0.932	40.68	-0.811	41.89	-0.745	42.55	-0.833	41.67	12

1) Z 为标准分; T = 50 + 10Z, T 满分为 100 分

### 3 讨论

城市绿化植物能通过光合作用维护城市二氧化碳与氧化的平衡,减轻城市大气污染;通过蒸腾作用降低空气温度,增加空气相对湿度,改善城市小气候环境,从而有效缓解城市效应。而垂直绿化作为新时期园林绿化的一种特有模式,在城市寸土尺金的空间限制中,将绿化向第三空间延伸,既节约城市资源,又美化环境。但不同的植物和不同的群落,其生态效应存在差异<sup>[8,13-14]</sup>。传统的垂直绿化植物通常仅从美化的角度进行选择。本文从生态学的角度开展垂直绿化植物的量化评价,对于城市绿化建设具有较高的参考价值。假设一个成年人每天需要呼吸消耗 O<sub>2</sub> 750 g 左右,产生 CO<sub>2</sub> 900 g 左右<sup>[9]</sup>,那么,11.5 m<sup>2</sup> 左右的桂叶老鸦嘴就能满足一个成年人一天的 O<sub>2</sub> 需求,但对凌霄而言,则需 270 m<sup>2</sup> 左右。如将垂直绿化植物的降温效应与功率为 1 kW 的空调进行比较(把空调制冷效率看作 100%),1 m<sup>2</sup> 的桂叶老鸦嘴每小时吸热量相当于空调工作 44.64 min,耗电量约 0.74 度,按深圳目前电价每度人民币 0.70 元计,每小时节省电费达人民币 0.52 元,每天节省电费达人民币 12.50 元。如将深圳约 70 万 m<sup>2</sup> 垂直绿化植物的二分之一换植桂叶老鸦嘴,则每天节省电费达人民币 4 374 306.00 元。而种植 35 万 m<sup>2</sup> 的凌霄,每天节约电费仅人民币 320 743.90 元,为桂叶老鸦嘴的 0.073 倍,差距非常明显。

与其他研究结果<sup>[9,11]</sup>相比,本研究中的爬山虎,除了其蒸腾潜热值稍低外,其他生态学参数值均较高,反映了同一种植物在不同的生长环境条件下,其生态效益也存在差异。由此可见,选择生态效应显著的垂直绿化植物,能有效改变城市生态环境,减轻城市热岛效应。而如何兼顾生态效应与美化功能,是新

时代园林绿化工作的一个新课题。

#### 参考文献:

- [1] 丘进渊. 福州市垂直绿化植物的选择与配置研究[J]. 福建林业科技, 2007, 34(1): 228-230.
- [2] 张晓然,陈萃,陈碧梅. 深圳市垂直绿化的特点和发展方向[J]. 中国园林, 2001(5): 10-11.
- [3] 徐晓帆,吴豪. 深圳市立交桥垂直绿化植物选择与配置[J]. 广东园林, 2005, 30(4): 15-16, 22.
- [4] 丁少江,黎国健,雷江丽. 立交桥垂直绿化中常绿、花色植物种类配置的研究[J]. 中国园林, 2006(2): 85-91.
- [5] 谢良生. 华南地区适宜岩质坡面绿化的攀援植物筛选[J]. 中国园林, 2006(11): 73-76.
- [6] 许衡,杨和生. 梅州市区垂直绿化现状调查及应用前景[J]. 嘉应学院学报:自然科学版, 2004, 22(6): 49-51.
- [7] 石亮成,汪绪斌,黄海英,等. 广西攀援植物资源与垂直绿化品种选择[J]. 广西植物, 2005, 25(2): 174-178.
- [8] 刘光立,陈其兵. 四种垂直绿化植物杀菌滞尘效应的研究[J]. 四川林业科技, 2004, 25(3): 53-55.
- [9] 刘光立,陈其兵. 成都市四种垂直绿化植物生态学效应研究[J]. 西华师范大学学报:自然科学版, 2004, 25(3): 259-262.
- [10] 刘光立,陈其兵. 四种垂直绿化植物的吸污效应研究[J]. 西南园艺, 2004, 32(4): 1-2.
- [11] 张迎辉,姜成平,赵文飞,等. 城市垂直绿化植物爬山虎的生态效应[J]. 浙江林学院学报, 2006, 23(6): 669-672.
- [12] 李辉,赵卫智. 北京五种草坪地被植物生态效益的研究[J]. 中国园林, 1998, 14(4): 36-38.
- [13] 杨士弘. 城市生态环境学[M]. 北京:科学出版社, 1996.
- [14] 杜克勤,刘步军,吴昊. 不同绿化树种温湿度效应的研究[J]. 农业环境保护, 1997, 16(6): 266-268.

【责任编辑 李晓卉】