

# 极危植物焕镛木的群落学特征及其保护

董安强<sup>1,2</sup>, 曾庆文<sup>1\*</sup>, 韦强<sup>1</sup>, 韦联栋<sup>3</sup>, 吴邦林<sup>3</sup>,  
兰杰<sup>3</sup>, 刘万成<sup>3</sup>, 欧文斌<sup>3</sup>, 卢燕<sup>3</sup>

(1. 中国科学院华南植物园, 广州 510650; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049; 3. 广西罗城县林业局, 广西 罗城 546400)

**摘要:**对广西罗城大黄泥常绿阔叶林进行样方调查,分析了极危植物焕镛木(*Woonyoungia septentrionalis* (Dandy) Law)群落的组成结构特征。1 200 m<sup>2</sup>样地内有维管植物 129 种,隶属 57 科 103 属,以热带属占绝对优势;优势科为樟科、壳斗科、茜草科等。群落中焕镛木为优势种,重要值最大,为 35.06,其次为粗丝木、红锥,重要值分别为 22.09 和 19.66,因此,本群落可命名为焕镛木-粗丝木-红锥群落(*Woonyoungia septentrionalis* + *Gomphandra tetrandra* + *Castanopsis hickelii* Community)。群落成层现象明显,可分为乔木层(3 亚层)、灌木层和草本层 3 个层次,层间植物丰富。生活型以中、小高位芽为主,占 67.18%。叶型以中、小型革质单叶为主。种群频度分布规律为 A > B > C < D > E,属于 A 级的种类占优势,为总种数的 41.09%。乔木径级以小径级为主。焕镛木是我国南亚热带常绿阔叶林中非常珍稀濒危的物种,希望有关部门尽快在此设立保护区,以保护焕镛木的种质基因资源。

**关键词:**极危植物; 焕镛木; 群落学特征; 保护对策

中图分类号: Q948.15

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2009)02-0105-09

## The Community Characteristics and Conservation Strategies of Critically Endangered Species *Woonyoungia septentrionalis* (Dandy) Law

DONG An-qiang<sup>1,2</sup>, ZENG Qing-wen<sup>1\*</sup>, WEI Qiang<sup>1</sup>, WEI Lian-dong<sup>3</sup>, WU Bang-lin<sup>3</sup>,  
LAN Jie<sup>3</sup>, LIU Wan-cheng<sup>3</sup>, OU Wen-bin<sup>3</sup>, LU Yan<sup>3</sup>

(1. South China Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China;

2. Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. Forestry Bureau of Luocheng County, Guangxi Province, Luocheng 546400, China)

**Abstract:** The China endemic species *Woonyoungia septentrionalis* community structure was investigated at Dahuangni, Luocheng County, Guangxi Province. The results showed that there were 129 vascular plants belonging to 57 families and 103 genera in plots of 1 200 m<sup>2</sup>, which dominated by Tropical genera. The community could be named as *Woonyoungia septentrionalis* + *Gomphandra tetrandra* + *Castanopsis hickelii* Community according to species importance value. The community could be vertically divided into three layers: tree layer (including 3 sublayers), shrub layer and herb layer, and interlayer species were rich. The mesophanerophytes and microphanerophytes made up 67.18% in life form, and the mesophyll and microphyll were dominate. The frequency distribution from the Raunkiaer was A > B > C < D > E, accounted for 41.09% in class A. The structure of *Woonyoungia septentrionalis* populations indicated that young trees were the main component of the community. *Woonyoungia septentrionalis* is a critically endangered species which must be protected by *in-situ* conservation, and establishment nature reserve as soon as possible.

**Key words:** Critically endangered plant; *Woonyoungia septentrionalis*; Community characteristics; Conservation strategies

收稿日期: 2007-12-19 接受日期: 2008-01-06

基金项目: 国家自然科学基金项目(30470186; 30871960); 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-Z-026); 广东省科技厅科技计划项目(2007A020200004-8)资助

\* 通讯作者 Corresponding author

焕镛木 (*Woonyoungia septentrionalis* (Dandy) Law) 是中国特有的单种属植物。1931 年, 英国木兰科专家 J E Dandy 根据秦仁昌教授 1928 年在广西省罗城县东南部唐家坡海拔 300 m 林中采集的标本 (R. C. Ching 5247), 发表了单性木兰属新种 (*Kmeria septentrionalis* Dandy)<sup>[1]</sup>。此后在其模式产地的多次野外调查中再没有发现, 曾经一度被认为已经绝灭。直至 1986 年, 中国植物学家刘玉壶等发现采自贵州荔波县海拔 740 m 的该种标本 (黄德富 1275 号), 并在广西环江木论板南屯又重新发现了该种群<sup>[2]</sup>, 其后在云南马关古林箐也发现了该种群, 但这些种群均较小。1997 年刘玉壶根据其花单性异株, 雌雄花的花被片异形, 雌蕊群具雌蕊 6~9 枚, 心皮全部合生, 仅柱头面露出; 成熟心皮革质, 互相连合成球形的聚合果, 背缝线开裂等特征发表了新属—焕镛木属<sup>[3]</sup>。焕镛木仅分布于海拔 200~750 m 的石灰岩山地常绿阔叶林中, 分布区非常狭窄, 属于国家一级重点保护的极危野生植物, 而且具有兼性无融合生殖繁育系统<sup>[4]</sup>。因此, 焕镛木在植物系统演化及物种多样性保护研究中具有相当重要的意义。

本研究以广西罗城大黄泥的样地调查为基础, 分析了焕镛木群落的种类组成、区系成分、外貌和结构特征, 为森林生态系统的结构功能研究提供了基础资料, 也为焕镛木的保护和持续利用提供科学依据。

## 1 自然概况

广西罗城县是全国唯一的仫佬族自治县, 位于广西壮族自治区西北部, 云贵高原苗岭山脉九万大山南麓, 东经 108°28'49"~109°9'16", 北纬 24°36'50"~25°11'55"。气候属于亚热带湿润季风气候型, 地带性植被为常绿阔叶林。年日照 1 389.5~1 777.1 h, 年均降雨量约 1 600 mm, 无霜期达 350 d 以上, 年均气温 18~20℃, 1 月份 8.8℃、7 月份 27.2℃。气候上具有南北过渡性质, 光照充足, 雨量充沛, 冬无严寒, 夏无酷热。境内喀斯特地形发育良好, 区内自然条件优越, 自然植被保存较为完整。

本次调查的群落位于广西罗城县桥头乡大黄泥屯后山的石灰岩山地常绿阔叶林中。其土壤类型为棕色石灰土, 基质为石灰岩, 表土层为

枯枝落叶所覆盖的黑色腐殖质土。

## 2 研究方法

### 2.1 调查方法

在有代表性的地段采用相邻格子法设置 3 个 20 m×20 m 的大样方。将每个大样方分成 12 个 5 m×5 m 的小样方。在大样方中对高于 1.5 m 的立木进行每木调查。样方内乔木层采用“每木记帐调查法<sup>[5-6]</sup>”, 记录其种名、树高、胸径、冠幅。在大样方中设置 4 个 5 m×5 m 的灌木层样方, 调查高度在 0.5~1.5 m 之间的植物种类、高度和冠幅。在每个灌木层样方中设一个 1 m×1 m 的草本层样方, 记录低于 0.5 m 的植物种类、高度和盖度。另在大样方中记录所有藤本植物。

### 2.2 数据处理<sup>[5-6]</sup>

相对多度 = (某一种植物的个体总数/同一生活型植物个体总数) × 100。

频度 = 该种植物出现的样地数/所调查的样地总数。

相对频度 = (一个种的频度/所有种的频度总和) × 100。

相对显著度 = (该种所有个体胸面积之和/所有种个体胸面积总和) × 100。

重要值 = 相对多度 + 相对显著度 + 相对频度。

## 3 结果和分析

### 3.1 群落的种类组成

经过调查, 1 200 m<sup>2</sup> 的样地中共有维管束植物 129 种, 隶属 56 科 103 属 (表 1)。其中蕨类植物只有粗毛鳞盖蕨 (*Microlepia strigosa*) 1 种; 单子叶植物 7 科 10 属 10 种, 分别占科、属、种总数的 12.50%、71%、7.75%; 双子叶植物有 48 科 92 属 118 种, 分别占 85.71%、89.32%、91.47%。群落的组成种类丰富, 科、属的组成复杂。含 4 种及以上的科有 11 科, 含 45 属 62 种, 分别占科、属、种总数的 19.64%、3.69%、48.06%; 其中含 10 种以上的科只有茜草科, 有 8 属 11 种, 占科、属、种总数的 1.79%、7.77%、8.53%; 这 11 科是该植物区系的主要组成科。只含 1 种的有 28 科, 含 2~3 种的有 17 科, 30 属 39 种。该区的优势科较明显, 以茜草科、樟科、大戟科、紫金牛科、壳斗科等为主。

表 1 焕镛木群落维管植物名录(样地面积 1 200 m<sup>2</sup>)Table 1 A list of vascular species in *Woonyoungia septentrionalis* community in a plot of 1 200 m<sup>2</sup>

| 植物 Species   | 植物 Species   | 植物 Species                                 |
|--|--|--|
| 1 粗毛鳞盖蕨 <i>Microlepia strigosa</i>                           | 44 老虎刺 <i>Caesalpinia nuga</i>                     | 87 南酸枣 <i>Choerospondias axillaris</i>     |
| 2 焕镛木 <i>Woonyoungia septentrionalis</i>                     | 45 龙须藤 <i>Bauhinia championii</i>                  | 88 野漆 <i>Toxicodendron succadameum</i>     |
| 3 木论木兰 <i>Magnolia mulunensis</i>                            | 46 仪花 <i>Lysidice rhodostegia</i>                  | 89 黄杞 <i>Engelhardtia roxburghiana</i>     |
| 4 假鹰爪 <i>Desmos chinensis</i>                                | 47 昆明鸡血藤 <i>Millettia reticulata</i>               | 90 桃叶珊瑚 <i>Aucuba chinensis</i>            |
| 5 毛鹰爪 <i>Desmos dumosus</i>                                  | 48 毛瓣鸡血藤 <i>Millettia lasiopetala</i>              | 91 小花八角枫 <i>Alangium faberi</i>            |
| 6 长序润楠 <i>Machilus chekiangensis</i>                         | 49 山鸡血藤 <i>Millettia dielsiana</i>                 | 92 鸭脚木 <i>Schefflera octophylla</i>        |
| 7 红果黄肉楠 <i>Actinodaphne cupularis</i>                        | 50 疏花山蚂蝗 <i>Desmodium laxum</i>                    | 93 毛柿 <i>Diospyros strigosa</i>            |
| 8 华润楠 <i>Machilus chinensis</i>                              | 51 中南鱼藤 <i>Derris fordii</i>                       | 94 铁榄 <i>Sinosideroxylon wightianum</i>    |
| 9 怀德琼楠 <i>Beilschmiedia tsangii</i>                          | 52 欏木 <i>Loropetalum chinense</i>                  | 95 矮地茶 <i>Adisia brevicaulis</i>           |
| 10 假桂皮树 <i>Cinnanomum tonkinense</i>                         | 53 秀柱花 <i>Eustigma oblongifolium</i>               | 96 鲫鱼胆 <i>Maesa perlaris</i>               |
| 11 近轮叶木姜子 <i>Litsea elongata</i> var. <i>subverticillata</i> | 54 鹅耳枥 <i>Carpinus turczanowii</i>                 | 97 罗伞树 <i>Adisia quiuegona</i>             |
| 12 绒毛山胡椒 <i>Lindera nacusua</i>                              | 55 白锥 <i>Castanopsis fabri</i>                     | 98 密花树 <i>Rapanea nerrifolia</i>           |
| 13 香港新木姜 <i>Neolitsea cambodiana</i> var. <i>glabra</i>      | 56 红锥 <i>Castanopsis hickelii</i>                  | 99 山血丹 <i>Ardisia punctata</i>             |
| 14 樟叶木防己 <i>Cocculus laurifolius</i>                         | 57 茅栗 <i>Castanea seguinii</i>                     | 100 酸味子 <i>Embelia laeta</i>               |
| 15 细轴莪花 <i>Wikstroemia mutans</i>                            | 58 托蓝青冈 <i>Cyclobalanopsis patelliformis</i>       | 101 樟叶素馨 <i>Jasminum cinnamomifolium</i>   |
| 16 光叶海桐 <i>Pittosporum glabratum</i>                         | 59 糙叶树 <i>Aphananthe aspera</i>                    | 102 络石藤 <i>Trachelospermum jasminoides</i> |
| 17 聚花海桐 <i>Pittosporum balansae</i>                          | 60 樟叶朴 <i>Celtis cinnamomea</i>                    | 103 山橙 <i>Melodinus suaveolens</i>         |
| 18 毛嘉锡树 <i>Casearia vilitimba</i>                            | 61 假斜叶榕 <i>Ficus subulata</i>                      | 104 狗骨柴 <i>Tricahysia dubia</i>            |
| 19 二列柃 <i>Eurya distichophylla</i>                           | 62 台湾榕 <i>Ficus formosana</i>                      | 105 黄脉九节 <i>Psychotria straminea</i>       |
| 20 华南毛柃 <i>Eurya ciliata</i>                                 | 63 藤榕 <i>Ficus hederacea</i>                       | 106 毛九节 <i>Psychotria siamica</i>          |
| 21 尾叶山茶 <i>Camellia caudata</i>                              | 64 天仙果 <i>Ficus erecta</i> var. <i>beecheyhana</i> | 107 毛乌口树 <i>Tarenna mollissima</i>         |
| 22 光叶雀梅 <i>Sageretia lucida</i>                              | 65 广西紫麻 <i>Oreocnide kwangsiensis</i>              | 108 茜草 <i>Rubia cordifolia</i>             |
| 23 红车 <i>Syzygium hancei</i>                                 | 66 大果冬青 <i>Ilex macrocarpa</i>                     | 109 三角瓣花 <i>Prismatomeris tetrandra</i>    |
| 24 黄杨叶蒲桃 <i>Syzygium buxifolium</i>                          | 67 谷木冬青 <i>Ilex memecylifolia</i>                  | 110 乌口树 <i>Tarenna attenuata</i>           |
| 25 灶地乌骨木 <i>Syzygium championii</i>                          | 68 苦丁茶 <i>Ilex latifolia</i>                       | 111 香楠 <i>Aidia canthioides</i>            |
| 26 黑叶谷木 <i>Memecylon nigrescens</i>                          | 69 台湾冬青 <i>Ilex formosana</i>                      | 112 鱼骨木 <i>Canthium dicoccum</i>           |
| 27 华杜英 <i>Elaeocarpus chinensis</i>                          | 70 疏花卫矛 <i>Euonymus laxiflorus</i>                 | 113 越南山黄皮 <i>Aidia cochinchinensis</i>     |
| 28 翻白叶树 <i>Pterospermum heterophyllum</i>                    | 71 窄翅卫矛 <i>Euonymus streptopterus</i>              | 114 栀子 <i>Gardenia jasminoides</i>         |
| 29 粗糠柴 <i>Mallotus philippensis</i>                          | 72 中华卫矛 <i>Euonymus chinensis</i>                  | 115 千里光 <i>Seneco scandens</i>             |
| 30 红背山麻杆 <i>Acalypha trewioides</i>                          | 73 沙拉木 <i>Salacia chinensis</i>                    | 116 菜豆树 <i>Radermachera sinica</i>         |
| 31 龙眼睛 <i>Phyllanthus reticulatus</i>                        | 74 粗丝木 <i>Gomphandra tetrandra</i>                 | 117 白花鬼灯笼 <i>Clerodendrum fortunatum</i>   |
| 32 毛果巴豆 <i>Croton lachnocarpus</i>                           | 75 胡颓子 <i>Elaeagnus pungens</i>                    | 118 杜虹花 <i>Callicarpa pedunculata</i>      |
| 33 山乌柏 <i>Sapium discolor</i>                                | 76 豆叶九里香 <i>Murraya euchrestifolia</i>             | 119 三对节 <i>Clerodendrum serratum</i>       |
| 34 石岩枫 <i>Mallotus repandus</i>                              | 77 黄皮 <i>Clausena lansium</i>                      | 120 鸭跖草 <i>Commelina communia</i>          |
| 35 圆叶野桐 <i>Mallotus roxburghianus</i>                        | 78 簕欓花椒 <i>Zanthoxylum avicennae</i>               | 121 艳山姜 <i>Alpinia zerubet</i>             |
| 36 常山 <i>Dichroa febrifuga</i>                               | 79 三叉苦 <i>Euodia lepta</i>                         | 122 大盖球子草 <i>Peliosanthes macrophylla</i>  |
| 37 桃叶石楠 <i>Photinia prunifolia</i>                           | 80 山小桔 <i>Glycosmis citrifolia</i>                 | 123 山菅兰 <i>Dianella ensifolia</i>          |
| 38 乌泡子 <i>Rubus parkeri</i>                                  | 81 海南椴木 <i>Dysoxylum hainanense</i>                | 124 土麦冬 <i>Liriope spicata</i>             |
| 39 腺叶野樱 <i>Prunus phaeosticta</i>                            | 82 四瓣崖摩 <i>Aphananixis tetrapetala</i>             | 125 大托叶菝葜 <i>Smilax perfoliata</i>         |
| 40 野枇杷 <i>Eriobotrya cavaleriei</i>                          | 83 黄梨木 <i>Boniodendron minus</i>                   | 126 鱼尾葵 <i>Caryota ochlandra</i>           |
| 41 藤金合欢 <i>Acacia sinuata</i>                                | 84 罗浮槭 <i>Acer fabri</i>                           | 127 露兜藨 <i>Pandanus tectorius</i>          |
| 42 天香藤 <i>Albizia corniculata</i>                            | 85 青窄槭 <i>Acer davidii</i>                         | 128 淡竹叶 <i>Lophatherum gracile</i>         |
| 43 华南皂荚 <i>Gledisia fera</i>                                 | 86 黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>                   | 129 散穗弓果黍 <i>Cyrtococcum accrescens</i>    |

### 3.2 区系成分分析

根据吴征镒对中国植物属的分布类型划分<sup>[7-9]</sup>, 焕镛木群落的 102 属种子植物以热带分布为主, 达 81 属, 占总属数的 80.2% (除去世界分布属); 温带的属有 20 属, 占 19.8%。其中泛热带分布 30 属, 占 29.7%; 热带亚洲分布 (印度-马来西亚) 分布的有 16 属, 占 15.84%; 旧世界热带分布 14 属, 占 13.86%。热带性较强的科属有海桐花科海桐花属 (*Pittosporum*)、棕榈科鱼尾葵属 (*Caryota*)、大戟科野桐属 (*Mallotus*)、含羞草科合欢属 (*Albizia*)、芸香科黄皮属 (*Clausena*)、紫金牛科酸藤子属

(*Embelia*)、茜草科鱼骨木属 (*Canthium*)、露兜科的露兜树属 (*Pandanus*) 等。温带性的科属主要有蔷薇科李属 (*Prunus*)、桦木科鹅耳枥属 (*Carpinus*)、壳斗科栗属 (*Castanea*)、槭树科槭属 (*Acer*) 等。中国特有的属只有木兰科的焕镛木属 (*Woonyoungia*) (表 2)。

本群落植物区系是以温暖湿润地区的泛热带成分为主, 热带地区也占一定比例, 而寒冷或干旱地区的成分则很少, 与温带和东亚植物区系联系密切。此外, 从属的组成可看出本群落植物的地理成分以常见的华南植物区系成分为主。区系构成与厚叶木莲群落<sup>[10]</sup>十分相似。

表 2 焕镛木群落种子植物属区系成分分析

Table 2 The areal-types of genus of the *Woonyoungia septentrionalis* community

| 分布区类型<br>Areal-types  | 属数 Number<br>of genera | %     |
|---|------------------------|-------|
| 1. 世界分布 Cosmopolitan  | 1                      | -     |
| 2. 泛热带分布 Pantropic  | 30                     | 29.70 |
| 2-1. 热带亚洲、大洋洲和中、南美洲(墨西哥)间断 Tropical Asia, Australia, C. to S. America disjunct                                    | 2                      | 1.98  |
| 3. 热带亚洲至热带美洲间断分布 Tropical Asia, Tropical America disjunct   | 3                      | 2.97  |
| 4. 旧世界热带分布 Old World Tropics  | 14                     | 13.86 |
| 4-1. 热带亚洲、非洲和大洋洲间断 Tropical Asia, Africa (or E. Africa Madagascar) & Australasia disjunct                         | 2                      | 1.98  |
| 5. 热带亚洲至热带大洋洲分布 Tropical Asia and Tropical Australia  | 8                      | 7.92  |
| 6. 热带亚洲至热带非洲分布 Tropical Asia, Tropical Africa   | 1                      | 0.99  |
| 7. 热带亚洲分布(印度-马来西亚) Tropical Asia (India-Malaysia)   | 16                     | 15.84 |
| 7-4. 越南(或中南半岛)至华南(或西南) Vietman, S. China  | 4                      | 3.96  |
| 8. 北温带分布 Northern Temperature   | 5                      | 4.95  |
| 8-4. 北温带和南温带(全温带)间断 North Temperate and South Temperate disjunct  | 1                      | 0.99  |
| 9. 东亚和北美间断分布 E. Asia, N. America disjunct   | 7                      | 6.93  |
| 12-3. 地中海区至温带、热带亚洲、大洋洲和南美洲间断<br>Mediterranean to Temperate, Tropical Asia, Australasia and South America disjunct | 1                      | 0.99  |
| 14. 东亚分布(喜马拉雅-日本) East Asia   | 6                      | 5.94  |
| 15. 中国特有分布 Endemic to China   | 1                      | 0.99  |
| 合计 Total  | 102                    | 100   |

### 3.3 群落的外貌

**生活型谱** 根据 Raunkiaer 生活型分类系统<sup>[11]</sup>绘制生活型谱(表 3), 该焕镛木群落以高位芽植物为主, 共有 108 种, 占总种数的 84.38%, 其中以小高位芽植物种数最多, 有 51 种, 占 39.84%, 如光叶海桐 (*Pittosporum glabratum*)、二列柃 (*Eurya distichophylla*)、灶地乌骨木 (*Syzygium championii*)、台湾榕 (*Ficus formosana*) 等; 其次为中高位芽植物, 有 35 种, 占 27.34%, 如华润楠 (*Machilus chinensis*)、香港新木姜 (*Neolitsea cambodiana* var. *glabra*)、红车 (*Syzygium hancei*)、粗糠柴 (*Mallotus philippensis*)、樟

叶朴 (*Celtis cinnamomea*) 等; 大高位芽植物只有 9 种, 占 7.03%, 如红锥 (*Castanopsis hickelii*)、托盘青冈 (*Cyclobalanopsis patelliformis*) 等; 藤本高位芽植物有 13 种, 占 10.16%, 如藤金合欢 (*Acacia sinuata*)、老虎刺 (*Caesalpinia nuga*)、龙须藤 (*Bauhinia championii*)、山鸡血藤 (*Millettia dielsiana*) 等; 矮高位芽植物有 13 种, 占 10.16%, 如山血丹 (*Ardisia punctata*)、毛九节 (*Psychotria siamica*) 等; 一年生植物稀少, 有散穗弓果黍 (*Cyrtococcum accrescens*)、鸭跖草 (*Commelina communia*) 两种。因此, 常绿小高位芽植物是该群落的主要组成部分, 中高位芽植物

占有较大比例,大高位芽植物也占一定比例,可以推测该群落正向更成熟的阶段发展。其中藤本高位芽植物所占比例较大且多为木质藤本,反映了本区高温多雨的气候条件。

与邻近地区的狭叶坡垒(*Hopea chinensis*)群落的植物生活型相比<sup>[11]</sup>,本群落无地面芽植物,而隐芽植物在两个群落中均未出现。狭叶坡垒群落中

高位芽植物种类最多,占总种数的 88.3%,其中以小高位芽居多,占 44.9%,中高位芽次之,占 25.9%,矮位芽仅占 7.5%,藤本植物丰富,占 10.2%,构成成分与焕镡木群落大同小异。很明显,两个群落是同一森林类型,只是处于不同演替阶段和发育时期,且群落的优势种不同。

表 3 焕镡木群落植物生活型谱

Table 3 Life form spectrum of *Woonyoungia septentrionalis* community

|                         | 高位芽 Phanerophytes |        |         |        |          | 地上芽          | 一年生         |
|-------------------------|-------------------|--------|---------|--------|----------|--------------|-------------|
|                         | 大 Mega            | 中 Meso | 小 Micro | 矮 Nano | 藤本 Liana | Chamaephytes | Therophytes |
| 种数 Number<br>of species | 9                 | 35     | 51      | 13     | 13       | 5            | 2           |
| %                       | 7.03              | 27.34  | 39.84   | 10.16  | 10.16    | 3.91         | 1.56        |

**叶级谱** 按照 Raukiaer 的划分方法<sup>[12]</sup>,焕镡木群落植物的叶级谱(表 4)以中型叶居多,有 82 种,占 63.57%,常见的种类如中南鱼藤(*Derris fordii*)、樟叶木防己(*Cocculus laurifolius*)、怀德琼楠(*Beilschmiedia tsangii*)、长序润楠(*Machilus chekiangensis*)、光叶雀梅(*Sageretia lucida*)、常山(*Dichroa febrifuga*);其次为小型叶,占总数的 31.78%,常见的种类有华润楠、细轴堯花(*Wikstroemia mutans*)、光叶海桐、华南毛柃(*Eurya ciliate*)、灶地乌骨木等;大叶级仅 3 种,如艳山姜(*Alpinia zerubet*)等;细型叶有 1 种,茜草(*Rubia*

*cordifolia*);微型叶 2 种,如藤金合欢(*Acacia sinuata*);巨型叶无。叶型的特征与南亚热带常绿阔叶林中小型叶比例较大的特征相符合。叶的叶型以单叶为主,有 104 种,占总数的 80.62%;复叶 25 种,占总数的 19.39%。全缘叶 53 种,占总数的 41.09%;非全缘叶 76 种,占总数的 58.91%。革质叶 73 种,占总数的 56.59%;纸质叶 55 种,占总数的 42.64%;膜质叶 1 种,占总数的 0.78%。综上所述,焕镡木群落的外貌是由单叶、革质、中小型叶为主的常绿阔叶高位芽植物所决定。

表 4 焕镡木群落植物的叶级、叶型、叶质、叶缘

Table 4 The leaf-size class, leaf form, leaf texture and leaf margin of the species in the *Woonyoungia septentrionalis* community

|                         | 叶级 Leaf class |        |         |        |         | 叶型 Leaf form |          | 叶质 Leaf texture |               |               | 叶缘 Leaf margin |              |
|-------------------------|---------------|--------|---------|--------|---------|--------------|----------|-----------------|---------------|---------------|----------------|--------------|
|                         | 大 Macro       | 中 Meso | 小 Micro | 细 Nano | 微 Lepto | 复 Compound   | 单 Single | 纸质 Herbaceous   | 膜质 Membranous | 革质 Cortaceous | 全缘 Entire      | 非全缘 Unentire |
| 种数 Number<br>of species | 3             | 82     | 41      | 1      | 2       | 25           | 104      | 55              | 1             | 73            | 53             | 76           |
| %                       | 2.33          | 63.57  | 31.78   | 0.78   | 1.55    | 19.38        | 80.62    | 42.64           | 0.78          | 56.59         | 41.09          | 58.91        |

### 3.4 群落的垂直结构

在样地内有 1 064 株高于 1.5 m 的立木,其中高度小于 4 m 的植株有 781 株,占总数的 73.40%;高度大于 15 m 的有 35 株,占 3.69%。群落内植物发育时间较长,明显分为乔木层、灌木层、草本层和层间植物 4 个层次和数个亚层。

**乔木层** 焕镡木和粗丝木(*Gomphandra tetrandra*)的重要值最高,分别为 35.06 和 22.09,在群落中处于优势地位。其次分别为红锥

(*Castanopsis hickelii*)、托盘青冈(*Cyclobalanopsis patelliformis*)、毛柿(*Diospyros strigosa*)、欆木(*Loropetalum chinense*)、白锥(*Castanopsis fabri*)、窄翅卫矛(*Euonymus streptopterus*)、木论木兰(*Magnolia mulunica*)、黄杞(*Engelhardtia roxburghiana*)等。如果以优势种来命名,本群落则应称为焕镡木-粗丝木-红锥群落。乔木层可划分 3 个亚层:第一亚层高在 15 m 以上,平均胸径 25 cm 以上,主要种类为常绿大、中高位芽植物,如焕镡木、红锥、白

锥、南酸枣 (*Choerospondias axillaris*)、绒毛山胡椒 (*Lindera nacusua*) 等。第二亚层高 8~15 m, 胸径 14~25 cm, 主要种类为中、小高位芽植物, 如怀德琼楠、华润楠、华杜英 (*Elaeocarpus chinensis*)、鹅耳枥 (*Carpinus turczaninowii*)、托盘青冈、黄杞等, 第三亚层高 2~8 m, 主要种类为假桂皮树 (*Cinnamomum tonkinense*)、聚花海桐 (*Pittosporum balansae*)、二列柃、灶地乌骨木、红背山麻杆 (*Acalypha trewioides*)、糙叶树 (*Aphananthe aspera*)、谷木冬青 (*Ilex*

*memecylifolia*)、桃叶珊瑚 (*Aucuba chinensis*)、毛柿等。乔木层植物中有 43 种的重要值在 2 以下, 有 64 种的重要值在 10 以下(表 5)。

**灌木层** 据调查, 低于 1.5 m 的灌木在 75 m<sup>2</sup> 样方内共有 195 株(表 6), 平均 6.11 株 m<sup>2</sup>, 覆盖度约为 80%, 包括许多乔木幼苗, 如粗丝木、毛柿等。其中常山 (*Dichroa febrifuga*) 个体数量最多, 62 株, 占总数的 30.77%。其次是粗丝木、窄翅卫矛等。

表 5 焕镛木群落乔木层物种重要值

Table 5 Importance values (IV) of species in tree layer of the *Woonyoungia septentrionalis* community

| 植物<br>Species                               | 株数<br>Number | 平均高度<br>Mean<br>height (m) | 频度<br>Frequency | 胸高断面面积总和<br>Sum of breast<br>area (cm <sup>2</sup> ) | 相对多度<br>RA (%) | 相对频度<br>RF (%) | 相对显著度<br>RP (%) | 重要值<br>IV |
|---|--------------|----------------------------|-----------------|--|----------------|----------------|-----------------|-----------|
| 1 焕镛木 <i>Woonyoungia septentrionalis</i>    | 66           | 7.40                       | 1.00            | 10161.95   | 9.02           | 4.94           | 21.1            | 35.06     |
| 2 粗丝木 <i>Gomphandra tetrandra</i>           | 131          | 2.20                       | 0.75            | 295.47   | 17.9           | 3.7            | 0.49            | 22.09     |
| 3 红锥 <i>Castanopsis hickelii</i>            | 17           | 13.22                      | 0.75            | 6559.38  | 2.32           | 3.7            | 13.64           | 19.66     |
| 4 托盘青冈 <i>Cyclobalanopsis patelliformis</i> | 20           | 8.55                       | 0.67            | 6500.85  | 2.73           | 3.29           | 13.51           | 19.53     |
| 5 毛柿 <i>Diospyros strigosa</i>              | 85           | 3.96                       | 1.00            | 719.51   | 11.6           | 4.94           | 1.48            | 18.02     |
| 6 欐木 <i>Loropetalum chinense</i>            | 32           | 6.42                       | 0.83            | 3402.63  | 4.37           | 4.12           | 7.07            | 15.56     |
| 7 白锥 <i>Castanopsis fabri</i>               | 6            | 16.92                      | 0.42            | 5139.63  | 0.82           | 1.65           | 10.69           | 13.16     |
| 8 窄翅卫矛 <i>Euonymus streptopterus</i>        | 39           | 2.91                       | 0.75            | 1352.10  | 5.33           | 2.47           | 2.79            | 10.59     |
| 9 木论木兰 <i>Magnolia mulunica</i>             | 36           | 3.05                       | 0.67            | 1114.17  | 4.92           | 3.29           | 2.31            | 10.52     |
| 10 黄杞 <i>Engelhardtia roxburghiana</i>      | 16           | 5.73                       | 0.67            | 1947.10  | 2.19           | 3.29           | 4.05            | 9.53      |
| 11 粗糠柴 <i>Mallotus philippensis</i>         | 29           | 2.74                       | 0.92            | 117.20   | 3.96           | 3.29           | 0.23            | 7.48      |
| 12 桃叶石楠 <i>Photinia prunifolia</i>          | 2            | 14.25                      | 0.16            | 2643.71  | 0.27           | 0.82           | 5.5             | 6.59      |
| 13 桃叶珊瑚 <i>Aucuba chinensis</i>             | 30           | 2.65                       | 0.33            | 95.11  | 4.10           | 2.06           | 0.19            | 6.35      |
| 14 谷木冬青 <i>Ilex memecylifolia</i>           | 19           | 3.90                       | 0.58            | 989.86   | 2.60           | 2.47           | 1.27            | 6.34      |
| 15 华杜英 <i>Elaeocarpus chinensis</i>         | 7            | 5.10                       | 0.58            | 976.07   | 0.96           | 2.88           | 2.03            | 5.87      |
| 16 灶地乌骨木 <i>Syzygium championii</i>         | 19           | 3.11                       | 0.42            | 490.74   | 2.60           | 1.65           | 1.02            | 5.27      |
| 17 密花树 <i>Rapanea nerrifolia</i>            | 15           | 3.63                       | 0.42            | 208.22   | 2.05           | 2.06           | 0.43            | 4.54      |
| 18 铁榄 <i>Sinosideroxylon wightianum</i>     | 7            | 4.44                       | 0.16            | 663.21   | 0.96           | 2.06           | 1.38            | 4.40      |
| 19 二列柃 <i>Eurya distichophylla</i>          | 12           | 2.94                       | 0.58            | 25.14  | 1.64           | 2.47           | 0.051           | 4.16      |
| 20 南酸枣 <i>Choerospondias axillaris</i>      | 2            | 25.00                      | 0.16            | 1409.55  | 0.27           | 0.82           | 2.93            | 4.02      |
| 21 樟叶木防己 <i>Cocculus laurifolius</i>        | 6            | 2.23                       | 0.83            | 203.70   | 0.82           | 2.47           | 0.41            | 3.70      |
| 22 光叶海桐 <i>Pittosporum glabratum</i>        | 8            | 2.94                       | 0.50            | 177.95   | 1.09           | 2.06           | 0.37            | 3.52      |
| 23 假桂皮树 <i>Cinnamomum tonkinense</i>        | 11           | 3.66                       | 0.25            | 34.32  | 1.50           | 1.65           | 0.071           | 3.22      |
| 24 怀德琼楠 <i>Beilschmiedia tsangii</i>        | 5            | 5.94                       | 0.50            | 192.77   | 0.68           | 2.06           | 0.40            | 3.14      |
| 25 豆叶九里香 <i>Murraya euchrestifolia</i>      | 7            | 2.22                       | 0.50            | 36.72  | 0.96           | 2.06           | 0.055           | 3.07      |
| 26 海南欐木 <i>Dysoxylum hainanense</i>         | 6            | 3.69                       | 0.42            | 45.98  | 0.82           | 2.06           | 0.095           | 2.97      |
| 27 聚花海桐 <i>Pittosporum balansae</i>         | 7            | 3.54                       | 0.33            | 172.86   | 0.96           | 1.65           | 0.36            | 2.97      |
| 28 香楠 <i>Aidia canthioides</i>              | 6            | 3.50                       | 0.25            | 216.98   | 0.82           | 1.23           | 0.45            | 2.50      |
| 29 鱼尾葵 <i>Caryota ochlandra</i>             | 3            | 6.50                       | 0.25            | 332.01   | 0.41           | 1.23           | 0.69            | 2.33      |
| 30 樟叶朴 <i>Celtis cinnamomea</i>             | 3            | 7.17                       | 0.25            | 214.30   | 0.41           | 1.23           | 0.45            | 2.09      |

表 6 焕镛木群落灌木层物种重要值

Table 6 Importance values (IV) of species in shrub layer of *Woonyoungia septentrionalis* community

| 植物<br>Species                            | 株数<br>Number | 平均高度<br>Mean<br>height (m) | 相对多度<br>RA (%) | 相对频度<br>RF (%) | 相对显著度<br>RP (%) | 重要值<br>IV |
|--|--------------|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------|
| 1 常山 <i>Dichroa febrifuga</i>            | 62           | 1.19                       | 31.96          | 3.45           | 10.79           | 46.2      |
| 2 粗丝木 <i>Gomphandra tetrandra</i>        | 28           | 1.25                       | 14.43          | 3.45           | 20.87           | 38.75     |
| 3 窄翅卫矛 <i>Euonymus streptopterus</i>     | 15           | 1.21                       | 7.73           | 5.17           | 9.20            | 22.10     |
| 4 粗糠柴 <i>Mallotus philippensis</i>       | 14           | 1.03                       | 7.22           | 6.90           | 6.54            | 20.66     |
| 5 毛柿 <i>Diospyros strigosa</i>           | 6            | 1.50                       | 3.09           | 5.17           | 6.54            | 14.80     |
| 6 焕镛木 <i>Woonyoungia septentrionalis</i> | 7            | 1.37                       | 3.61           | 5.17           | 5.75            | 14.53     |
| 7 假鹰爪 <i>Desmos chinensis</i>            | 4            | 1.35                       | 2.06           | 3.45           | 5.41            | 10.92     |
| 8 木论木兰 <i>Magnolia mulunica</i>          | 4            | 1.23                       | 2.06           | 1.72           | 5.58            | 9.36      |
| 9 豆叶九里香 <i>Murraya euchrestifolia</i>    | 2            | 1.10                       | 1.03           | 3.45           | 3.17            | 7.65      |
| 10 樟叶木防己 <i>Cocculus laurifolius</i>     | 3            | 1.07                       | 1.55           | 3.45           | 2.50            | 7.50      |
| 11 山小桔 <i>Glycosmis citrifolia</i>       | 3            | 1.27                       | 1.55           | 3.45           | 2.00            | 7.00      |
| 12 黄杞 <i>Engelhardtia roxburghiana</i>   | 3            | 1.10                       | 1.55           | 3.45           | 1.21            | 6.21      |
| 13 怀德琼楠 <i>Beilschmiedia tsangii</i>     | 2            | 0.95                       | 1.03           | 3.45           | 1.71            | 6.19      |
| 14 密花树 <i>Rapanea nerrifolia</i>         | 3            | 1.27                       | 1.55           | 3.45           | 0.71            | 5.71      |
| 15 谷木冬青 <i>Ilex memecylofolia</i>        | 2            | 1.30                       | 1.03           | 3.45           | 1.04            | 5.52      |
| 16 光叶海桐 <i>Pittosporum glabratum</i>     | 5            | 1.14                       | 2.58           | 1.72           | 1.17            | 5.47      |
| 17 梔子 <i>Gardenia jasminoides</i>        | 2            | 1.70                       | 1.03           | 1.72           | 1.17            | 3.92      |
| 18 三角瓣花 <i>Prismatomeris tetrandra</i>   | 2            | 1.05                       | 1.03           | 1.72           | 0.87            | 3.62      |
| 19 乌泡子 <i>Rubus parkeri</i>              | 2            | 1.35                       | 1.03           | 1.72           | 0.83            | 3.58      |

草本层 草本层植物种类丰富(表 7),3 个 1 m × 1 m 的样方中,共有 17 种草本植物,以矮地茶(*Adisia brevicaulis*)、常山(*Dichroa febrifuga*)、散穗

弓果黍(*Cyrtococcum accrescens*)为优势种,这 3 种即有 233 株,占总数的 51.43%。

表 7 焕镛木群落草本层物种重要值

Table 7 Importance values (IV) of species in herb layer of *Woonyoungia septentrionalis* community

| 植物<br>Species                            | 株数<br>Number | 平均高度<br>Mean<br>height (m) | 相对多度<br>RA (%) | 相对频度<br>RF (%) | 相对显著度<br>RP (%) | 重要值<br>IV |
|--|--------------|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------|
| 1 矮地茶 <i>Adisia brevicaulis</i>          | 98           | 0.11                       | 28.57          | 3.71           | 9.13            | 41.41     |
| 2 散穗弓果黍 <i>Cyrtococcum accrescens</i>    | 66           | 0.09                       | 19.24          | 2.49           | 13.48           | 35.21     |
| 3 常山 <i>Dichroa febrifuga</i>            | 41           | 0.24                       | 11.95          | 3.71           | 14.78           | 30.44     |
| 4 土麦冬 <i>Liriope spicata</i>             | 31           | 0.17                       | 9.04           | 2.49           | 17.39           | 28.92     |
| 5 络石藤 <i>Trachelospermum jasminoides</i> | 41           | 0.20                       | 11.95          | 2.49           | 4.35            | 18.79     |
| 6 山血丹 <i>Ardisia punctata</i>            | 1            | 0.10                       | 0.29           | 1.22           | 13.04           | 14.55     |
| 7 艳山姜 <i>Alpinia zerubet</i>             | 6            | 0.51                       | 2.62           | 2.49           | 4.35            | 8.59      |
| 8 淡竹叶 <i>Lophatherum gracile</i>         | 9            | 0.10                       | 1.74           | 2.49           | 3.48            | 8.58      |
| 9 疏花山蚂蝗 <i>Desmodium laxum</i>           | 13           | 0.15                       | 3.79           | 3.71           | 0.87            | 8.37      |
| 10 山菅兰 <i>Dianella ensifolia</i>         | 6            | 0.20                       | 1.75           | 1.22           | 4.35            | 7.32      |
| 11 粗毛鳞盖蕨 <i>Microlepia strigosa</i>      | 9            | 0.20                       | 2.62           | 1.22           | 2.61            | 6.45      |
| 12 露兜筋 <i>Pandanus tectorius</i>         | 1            | 0.40                       | 0.29           | 1.22           | 4.35            | 5.86      |
| 13 毛果巴豆 <i>Croton tachnocarpus</i>       | 7            | 0.12                       | 2.04           | 1.22           | 1.74            | 5.00      |
| 14 鸭跖草 <i>Commelina communis</i>         | 8            | 0.10                       | 2.33           | 1.22           | 0.87            | 4.42      |
| 15 大盖球子草 <i>Peltosanthus macrophylla</i> | 3            | 0.17                       | 0.87           | 2.49           | 0.43            | 3.79      |
| 16 茜草 <i>Rubia cordifolia</i>            | 2            | 0.25                       | 0.58           | 2.49           | 0.43            | 3.50      |
| 17 千里光 <i>Senecio scandens</i>           | 1            | 0.40                       | 0.29           | 1.22           | 0.43            | 1.94      |

**层间植物** 群落的层间植物主要以粗大的木质藤本为主,且多缠绕在粗大树干上,形成独特的景观。主要种类有如藤金合欢(*Acacia sinuata*),老虎刺(*Caesalpinia nuga*),龙须藤(*Bauhinia championii*),山鸡血藤(*Millettia dielsiana*)等。

### 3.5 频度分析

频度是表示某一种群个体在群落中水平分布的均匀程度<sup>[13]</sup>。数值大表示个体在群落中的分布是均匀的,相反则分布不均匀。按 Raunkiaer 标准划分为 5 个等级,1%~20% 为 A 级,21%~40% 为 B 级,41%~60% 为 C 级,61%~80% 为 D 级,81%~100% 为 E 级。结果显示(图 1),A 级的种类最多,计有 53 种,占总数的 41.09%,如台湾榕、苦丁茶(*Ilex latifolia*)、疏花卫矛、青窄槭(*Acer davidii*);属于 B 级的种类有 38 种,占 29.46%,如鱼骨木(*Canthium dicocum*)、越南山黄皮(*Aidia cochinchinensis*)、樟叶朴(*Celtis cinnamomea*);属于 C 级的种类有 12 种,占 9.30%,如怀德琼楠、光叶海桐、豆叶九里香;属于 D 级的有 19 种,占 14.73%,常见的有木论木兰、假鹰爪(*Desmos chinensis*)等;属于 E 级的有 7 种,5.43%,如粗糠柴、欐木等。即 A > B > C < D > E。大部分种类在各样方中出现的频度较低。

### 3.6 种群的年龄结构

植物的年龄结构不仅反映着该种群的现状,而且反映着种群发展的趋势。我们对样方内焕镞木的全部立木级(size class)进行了调查。根据立木级(I 级幼苗:树高小于 33 cm;II 级幼树:树高大于或等于 33 cm,胸径小于 2.5 cm;III 级幼树:胸径为 2.5~7.5 cm;IV 级立木:胸径为 7.5~22.5 cm;V 级

大树:胸径大于 22.5 cm)绘制年龄结构图可以较好地反映焕镞木的种群结构(图 2)。据统计,焕镞木在该群落中的个体数量共有 81 株,其中 I 级幼苗 2 株,II 级幼树 29 株,III 级幼树 29 株,IV 级立木 14 株,V 级大树 7 株。从图 2 可以看出,焕镞木的径级分布以小径级的乔木占多数,但 I 级幼苗较少,随着径级的增大,株数越来越少。树木的胸径与年龄存在着正相关关系,由上可知,在焕镞木种群中,低龄幼树占优势,表明焕镞木种群处于发展增长状态中,但其种子的萌发率及幼苗成苗率已随林分的郁闭度的增加而明显减少。

## 4 结语和讨论

焕镞木是中国特有的单种属植物,广西罗城大黄土屯地地处亚洲南亚热带,水热条件优越,植物种类丰富。1 200 m<sup>2</sup>样地中共有维管束植物 129 种,隶属 57 科 103 属,主要优势科为茜草科、樟科、大戟科、壳斗科等。区系组成以热带成分占绝对优势。从群落结构看,群落顶层高 25 m 左右,成层现象明显,终年常绿。可划分为乔木层、灌木层和草本层等 3 个层次,藤本植物丰富,叶型以中、小型革质单叶为主。这些都表明焕镞木所处的群落发育时间较长,既不同于海南的低地雨林,也与亚热带阔叶林有较大区别<sup>[14-15]</sup>。

焕镞木的种群结构并非典型的生长趋势,虽然 I 级幼苗稀少,但有高达 25 m 的成熟植株占据着群落上层,胸径 7.5 cm 以下的幼树数量较多,在群落中占据重要位置,短时间内不存在从群落中消失的危险。因为整个群落已发展到成熟阶段,上层树木比较集中,林冠较整齐,使得林下光照不足,从而导致种内和种间竞争,产生自疏和他疏作用。焕镞

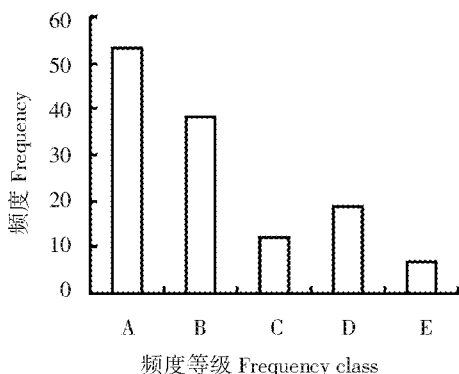


图 1 焕镞木群落频度统计

Fig. 1 Frequency of the *Woonyungia septentrionalis*

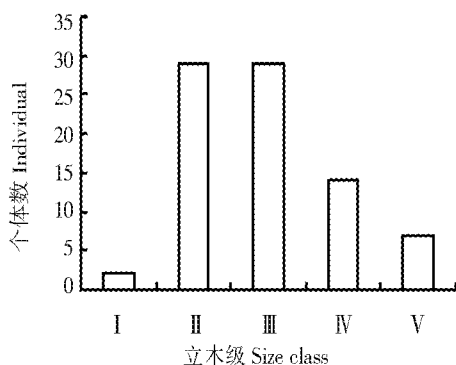


图 2 焕镞木的种群年龄结构

Fig. 2 The age-structure patterns of *Woonyungia septentrionalis* community



木种子含有丰富的营养物质,常被许多动物(如鼠类、鸟类等)取食。成熟的种子落地数月后才能开始萌发,这样就增加了动物对其种子的取食机会,也可能是其种子在野外萌发率不高的原因之一。

焕镞木其原产地森林群落保存较为完好,只要生境不被破坏,便可稳定增长。但当地经济相对落后,对其保护首先应杜绝乱砍滥伐现象,并通过建立自然保护区的方式对其进行就地保护。另外,焕镞木树形优美,花大,乳白色,种子红色,具有较高的观赏价值,是一种优良的园林观赏植物及城市绿化树种,我们从1986年开始对焕镞木进行迁地保护研究,当年所引种的植株已高达10 m左右,枝繁叶茂,6 a开始开花结实,已实现从种子到种子的保育目标。应设法将焕镞木应用到园艺绿化上去,大量繁殖苗木,广泛种植,扩大其种群数量,使之不再稀有,这应该是保护焕镞木种质资源的最好方法之一。

## 参考文献

- [1] Dandy J E. Four new Magnolieae from Kwaagsi [J]. J Bot, 1931, 69: 231-233.
- [2] Law Y H(刘玉壶), Pan C F(庞成发), Chen Z Y(陈忠毅), et al. Rediscovering of *Kmeria septentrionalis* [J]. Plants(植物杂志), 1987 (5): 17.(in Chinese)
- [3] Law Y H(刘玉壶). *Woonyungia* Law — A new genus of Magnoliaceae from China [J]. Bull Bot Res(植物研究), 1997, 17: 353-356.(in Chinese)
- [4] Zeng Q W(曾庆文), Zhang D X(张奠湘), Gao Z Z(高泽正), et al. Facultative Apomixis in an Endangered Dioecious Species, *Woonyungia septentrionalis* (Magnoliaceae) [J]. Acta Bot Sin(植物学报), 2003, 45(11): 1270-1273.(in Chinese)
- [5] Wang B S(王伯荪), Yu S X(余世孝), Peng S L(彭少麟). Lab Manual of Phytocoenology [M]. Guangzhou: Guangdong High Education Press, 1996: 85-131.(in Chinese)
- [6] Lin P(林鹏). Phytocoenology [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1986: 1-161.(in Chinese)
- [7] Wu Z Y(吴征镒). The areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. Acta Bot Yunnan(云南植物研究), 1991(Supp. IV): 1-139.(in Chinese)
- [8] Wu Z Y(吴征镒). Addenda et corrigenda ad typi arealorum generorum spermatophytorum sinicarum [J]. Acta Bot Yunnan(云南植物研究), 1993(Supp. IV): 141-178.(in Chinese)
- [9] Wu Z Y(吴征镒), Zhou Z K(周浙昆), Li D Z(李德铎), et al. The areal-types of the World families of seed plants [J]. Acta Bot Yunnan(云南植物研究), 2003, 25(3): 245-257.(in Chinese)
- [10] Zeng Q W(曾庆文), Zhou R Z(周仁章), Liu Y Z(刘银至), et al. The community characteristics and conservation strategies of endangered species *Manglietia pachyphylla* [J]. J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报), 1999, 7(2): 109-119.(in Chinese)
- [11] Huang S X(黄仕训), Chen H(陈泓), Pan B(盘波), et al. Characteristics of *Hopea chinensis* Community, an endemic and endangered species in Guangxi [J]. Acta Bot Boreal-Occid Sin(西北植物学报), 2008, 28(1): 164-170.(in Chinese)
- [12] Mueller-Dombois D, Edenberg H. Bao S C(鲍显诚), Zhang S(张绅), Yang B S(扬邦顺), et al. Translated. Purposes and Methods of Vegetation Ecology [M]. Beijing: Science Press, 1986: 1-124.(in Chinese)
- [13] Sun R Y(孙儒永), Li B(李博), Zhu G Y(诸葛阳), et al. Ecology [M]. Beijing: High Education Press, 1993: 1-324.(in Chinese)
- [14] Chen H F(陈红锋), Yan Y H(严岳鸿), Qin X S(秦新生), et al. Study on characteristics of the tropical lowland rainforest in Tongtieling, Hainan Island [J]. Acta Bot Boreal-Occid Sin(西北植物学报), 2005, 25(1): 103-112.(in Chinese)
- [15] Wang B S(王伯荪). Phytocoenology [M]. Beijing: High Education Press, 1987: 302-305.(in Chinese)