



广东省龙眼洞林场维管束植物的区系特征分析

黄玉林, 廖宇杰, 洪维, 高阿拉萨, 李仕裕, 徐蕾, 叶华谷, 王发国

引用本文:

黄玉林, 廖宇杰, 洪维, 高阿拉萨, 李仕裕, 徐蕾, 叶华谷, 王发国. 广东省龙眼洞林场维管束植物的区系特征分析[J]. 热带亚热带植物学报, 2022, 30(4): 533–542.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11926/jtsb.4505>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

[广西武鸣县种子植物区系研究](#)

Study on the Flora Characteristics of Seed Plants in Wuming County, Guangxi

热带亚热带植物学报. 2022, 30(3): 367–376 <https://doi.org/10.11926/jtsb.4446>

[尧山国家级自然保护区种子植物区系研究](#)

Floristic Studies of Seed Plants in Yaoshan National Nature Reserve

热带亚热带植物学报. 2020, 28(3): 217–226 <https://doi.org/10.11926/jtsb.4097>

[横县野生种子植物区系及与附近地区的比较研究](#)

Flora Characteristics of Wild Seed Plants in Hengxian County and Its Comparison with Neighboring Areas

热带亚热带植物学报. 2020, 28(6): 615–623 <https://doi.org/10.11926/jtsb.4163>

[高黎贡山南北段种子植物区系比较研究](#)

Comparative Study on Seed Plant Flora between Southern and Northern Gaoligong Mountains

热带亚热带植物学报. 2016, 24(3): 327–332 <https://doi.org/10.11926/jtsb.1005-3395.2016.03.011>

[广州市植物多样性现状调查与分析](#)

Investigation and Analysis of Plant Diversity in Guangzhou

热带亚热带植物学报. 2021, 29(3): 229–243 <https://doi.org/10.11926/jtsb.4241>

[向下翻页，浏览PDF全文](#)

广东省龙眼洞林场维管束植物的区系特征分析

黄玉林^{1,2}, 廖宇杰^{1,3}, 洪维⁴, 高阿拉萨², 李仕裕¹, 徐蕾¹, 叶华谷¹,
王发国^{1*}

(1. 中国科学院华南植物园, 广东省应用植物学重点实验室, 广州 510650; 2. 吉首大学生物资源与环境科学学院, 湖南 吉首 416000; 3. 中国科学院大学, 北京 100049; 4. 广东省龙眼洞林场, 广州 510520)

摘要: 为了解广东省龙眼洞林场的植物区系特征, 采用线路调查法, 对维管束植物的组成、区系成分和濒危等级进行了调查分析。结果表明, 龙眼洞林场内维管束植物 783 种, 隶属于 151 科 473 属, 蕨类植物中的优势科有鳞始蕨科(Lindsaeaceae)、铁线蕨科(Adiantaceae)、鳞毛蕨科(Dryopteridaceae)等 11 科; 种子植物中的优势科有旋花科(Convolvulaceae)、防己科(Menispermaceae)、爵床科(Acanthaceae)、葡萄科(Vitaceae)等 62 科。种的分布区类型相较于属的分布区类型更为广泛, 热带、亚热带成分的种数量突出, 其优越的地形特点与独特的亚热带湿润气候相互渗透与交织, 在林场内部有许多中国特有植物类群。珍稀濒危植物有桫欏(*Alsophila spinulosa*)、土沉香(*Aquilaria sinensis*)等 12 种, 数量较少, 其中桫欏处于易危状态。林场内的资源植物丰富, 有 681 种, 大致可分为药用植物、食用植物、观赏植物和工业原料植物 4 大类型, 其中, 药用植物覆盖到本林场的 71.14%, 数量最多。建议对林场内的资源植物进行开发利用, 并对珍稀濒危植物加强保护。

关键词: 广东省龙眼洞林场; 维管束植物; 区系成分; 特有植物; 珍稀濒危植物; 资源植物

doi: 10.11926/jtsb.4505

Flora Characteristics of Vascular Plants in Longyandong Forest Farm, Guangdong Province

HUANG Yulin^{1,2}, LIAO Yujie^{1,3}, HONG Wei⁴, GAO Alasa², LI Shiyu¹, XU Lei¹, YE Huagu¹,
WANG Faguo^{1*}

(1. Guangdong Provincial Key Laboratory of Applied Botany, South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China; 2. College of Biology Resource and Environmental Science, Jishou University, Jishou 416000, Hunan, China; 3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 4. Longyandong Forest Farm of Guangdong Province, Guangzhou 510520, China)

Abstract: In order to understand the flora characteristics of vascular plants in Longyandong Forest Farm, Guangzhou, Guangdong Province, the species composition, flora characteristics and endangered grade of vascular plants were investigated and analyzed by route survey. The results showed that there were 783 species, belonging to 473 genera and 151 families in the forest farm, including 11 dominant families in ferns, such as Lindsaeaceae, Adiantaceae, Dryopteridaceae, and 62 dominant families in spermatophytes, such as Convolvulaceae, Menispermaceae, Caesalpinaceae and Vitaceae. Compared with the areal types, the areal types at species level were more extensive than those at genera level with large tropical and subtropical components. Superior topographic features and unique subtropical humid climate interpenetrate and interweave, forming a lot of endemic to China species in

收稿日期: 2021-08-19 接受日期: 2021-10-21

基金项目: 广州市野生动植物保护管理办公室项目(SYZFCG-[2017]032); 广东省龙眼洞林场项目(Y934111001); 中国科学院大学生创新实践训练计划(KCJH-80107-2020-017)资助

This work was supported by the Project of Guangzhou Municipal Wildlife Conservation and Management Office (Grant No. SYZFCG-[2017]032), the Project of Longyandong Forest Farm in Guangdong (Grant No. Y934111001), and the Project for Innovative Practice Training in College Students of Chinese Academy of Sciences (Grant No. KCJH-80107-2020-017).

作者简介: 黄玉林(1999 生), 女, 主要从事植物资源研究。E-mail: 3256592169@qq.com

* 通信作者 Corresponding author. E-mail: wangfg@scbg.ac.cn

the forest. There were also 12 key protected plants, eg. *Alsophila spinulosa* and *Aquilaria sinensis*. Especially *A. spinulosa* was in a vulnerable state. There were 681 resource species in the forest farm, which could be divided into four types, such as medicinal, edible, ornamental and industrial raw material species, and the medicinal species had the largest number covered 71.14% of the forest farm. Therefore, it was suggested to develop and utilize the resource plants and strengthen the protection of rare and endangered plants in the forest farm.

Key words: Longyandong Forest Farm in Guangdong; Vascular plant; Floristic element; Endemic species; Rare and endangered plant; Resource plant

植物区系是指在地质、环境变化和自身演化等特定历史条件的综合影响下, 某个特定区域特定时段生长的所有植物类型的总和, 植物的科、属、种自然而成的复合体^[1-3]。这往往对生物多样性、珍稀濒危物种评价与保护等方面具有重要意义^[4]。我国大陆面积幅员辽阔, 地形地貌复杂多样, 植物种类众多, 是世界植物区系的一个不可缺少的组成部分, 也是研究植物区系地理起源的主要地区之一。然而随着社会的发展, 人类活动极大地改变了植物的生境, 如生态旅游、林业建设、引入外来植物等, 导致某个区域内植物的种类和数量发生改变, 原有的植物区系也发生了变化^[5]。

广东省龙眼洞林场分布于广州市天河区、白云区与黄埔区, 场内有帽峰山(广州市区最高峰, 海拔 534.9 m)、火炉山、凤凰山和筲箕窝水库等, 是广州“市肺”的关键组成部分。建场 60 a 来, 龙眼洞林场经历了荒山造林、商业性采伐到生态建设的历程。自 20 世纪 90 年代末龙眼洞林场就停止商业性采伐, 调整树种和林分结构, 大力营造针阔混交林和阔叶林, 在森林资源培育、提高森林质量和生物多样性保护方面取得了一定成绩。如今林场内植物资源十分丰富, 维管束植物资源占全广州市的 22.61%^[6], 本区分布有华南胡椒(*Piper austrosinense*)、薄叶红厚壳(*Calophyllum membranaceum*)、大苞耳草(*Hedyotis bracteosa*)和小果葡萄(*Vitis balansana*)等华南特有类群。目前, 对林场内特殊植被群落特征进行了初步调查^[7-9], 也对林场内自然保护地开展了研究, 并提出优化方案^[10-11], 然而有关林场内植物资源调查与区系特点的研究鲜见报道。另外, 受外来入侵种的影响, 如凤眼蓝(*Eichhornia crassipes*)、马缨丹(*Lantana camara*)和微甘菊(*Mikania micrantha*)、大藻(*Pistia stratiotes*)等^[12-13], 林场的植物群落结构与生态系统的稳定性也遭到了一定破坏。因此, 系统调查龙眼洞林场的植物本底资源尤为迫切。本研究基于龙眼洞林场维管束植物资源的全面调查,

对其植物区系分布区类型、珍稀濒危植物和资源植物类型进行统计与分析, 摸清林场内植物区系的组成、分布区类型和自然地理条件要素三者的关系, 为该地区植物的保护和合理开发利用提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

广东省龙眼洞林场(位于 113°20'~113°27' E, 23°11'~23°18' N)分散在广州市天河区、白云区和黄埔区内, 属南亚热带季风气候, 夏季高温多雨, 有明显干湿季节, 年均温 20 °C, 雨量充足, 年降雨量 1 694 mm, 4—9 月为主要雨季, 降雨量占全年的 80%以上, 无霜期长达 340 d, 气候条件较好^[14]。林场是由帽峰山向西南延伸形成的丘陵地带, 林地呈块状分布, 总面积达 1 622.15 hm², 存在较大面积的人工林和次生林, 如红锥(*Castanopsis hystrix*)人工林、红锥-马占相思林(*Acacia mangium*)、闽楠(*Phoebe bournei*)-樟树(*Cinnamomum camphora*)-山乌柏林(*Triadica cochinchinensis*)、浙江润楠(*Machilus chekiangensis*)-山乌柏林等^[7-9]。其中被列入省级和国家生态公益林的林地面积占总面积的 72%^[10], 适合发展林业。从植物多样性来看, 得益于独特的地形与气候特征, 林场蕴藏着丰富的野生植物资源, 在保护生物多样性、涵养水源、调节气候、调节生态平衡等方面起到了极其重要的作用。

1.2 方法

野外调查 采用线路调查的方法, 于 2019 年 10 月至 2021 年 5 月对龙眼洞林场的植物资源展开野外调查, 线路覆盖了火炉山、凤凰山、帽峰山、筲箕窝、莲花顶森林公园、荔枝园等绝大部分地区, 沿线采集并拍摄植物标本、记录标本号与生境信息等内容, 通过文献资料的检索与查阅, 对植物标本

进行鉴定和分类统计。野外采集的植物标本全部保存至中国科学院华南植物园标本馆(IBSC)。

植物名录的建立 主要依据《广州野生植物》^[15]、《广东植物名录》^[16]、《广东植物多样性编目》^[17]、《中国植物志》^[18]等鉴定植物,并将全部维管束植物整理成名录,其中蕨类植物按秦仁昌系统^[19-20]排列,裸子植物按郑万钧系统^[21]排列,被子植物按哈钦松(Hutchinson)系统^[22-23]排列。

植物区系类型的划分 依据吴征镒^[24]的中国种子植物属的分布区类型、《中国蕨类植物科属志》^[25]、《广东植物多样性编目》^[17]和《中国植物志》^[18]等资料,鉴于属、种的分布区系更能反映较小范围的区系性质与特点^[26],结合龙眼洞林场的植物区系分布情况,分别对蕨类植物、种子植物属与种的区系组成进行统计和分析。

2 结果和分析

2.1 维管束植物的组成

根据野外调查,龙眼洞林场的维管束植物有 783 种,隶属 151 科 473 属,包含蕨类植物 25 科 41 属 70 种、裸子植物 3 科 6 属 8 种、被子植物 123 科 426 属 705 种,其中栽培植物 47 种,隶属于 26 科 44 属。可见,被子植物占该林场物种总数的 90.04%,明显高于蕨类植物与裸子植物。

2.2 科属特征

龙眼洞林场的 25 科蕨类植物可划分为 3 个等级,分别为较大科(含 6 种以上),寡种科(含 2~5 种)与单种科(仅含 1 种)(表 1)。寡种科有鳞始蕨科(Lindsaeaceae, 2 属 5 种)、铁线蕨科(Adiantaceae, 1 属 4 种)和鳞毛蕨科(Dryopteridaceae, 2 属 4 种)等 11 科,占蕨类植物总科数的 44%,为蕨类植物的优势科,其中有较为原始的卷柏科(Selaginellaceae)、海金沙科(Lygodiaceae)等,也有较为进化的水龙骨科(Polypodiaceae),鳞始蕨科、鳞毛蕨科等处于中间进化层,说明该林场蕨类植物在植物区系的演变与进化上具有连贯性。

从表 2 可见,龙眼洞林场的 120 科种子植物可划分为 5 个等级,分别为大型科(含 50 种以上)、较大科(30~49 种)、中型科(11~29 种)、寡种科(2~10 种)与单种科(仅 1 种)。大型科仅有禾本科(Poaceae, 36 属 54 种),占种子植物总科数的 0.83%;较大科有大戟科(Euphorbiaceae, 16 属 33 种)、蝶形花科(Leguminosae, 23 属 34 种)和菊科(Compositae, 30 属 40 种),占总科数的 2.50%;中型科有茜草科(Rubiaceae, 16 属 29 种)、樟科(Lauraceae, 4 属 15 种)、莎草科(Cyperaceae, 11 属 23 种)、桑科(Moraceae, 5 属 20 种)等 14 科,占总科数的 11.67%;寡种科有旋花科(Convolvulaceae, 5 属 9 种)、防己科(Menispermaceae, 7 属 9 种)、爵床科(Acanthaceae, 8 属 9 种)和葡萄科

表 1 广东省龙眼洞林场蕨类植物科属组成

Table 1 Family and genus compositions of ferns in Longyandong Forest Farm, Guangdong

科所含种数 Number of species in family	科数 Number of family	%	属数 Number of genus	%	种数 Number of species	%
≥6	3	12.00	12	29.27	25	35.71
2~5	11	44.00	18	43.90	34	48.57
1	11	44.00	11	26.83	11	15.71
合计 Total	25	100.00	41	100.00	70	100.00

表 2 广东省龙眼洞林场种子植物科属组成

Table 2 Family and genus compositions of spermatophytes in Longyandong Forest Farm, Guangdong

科所含种数 Number of species in family	科数 Number of family	%	属数 Number of genus	%	种数 Number of species	%
≥50	1	0.83	36	8.93	54	8.11
30~49	3	2.50	69	17.12	107	16.07
11~29	14	11.67	90	22.33	208	31.23
2~10	62	51.67	168	41.69	257	38.59
1	40	33.33	40	9.93	40	6.01
合计 Total	120	100.00	403	100.00	666	100.00

(Vitaceae, 5 属 8 种)等 62 科, 占总科数的 51.67%, 是该地区的优势科, 构成了龙眼洞林场种子植物区系的主体部分; 单种科有 40 科, 占总科数的 33.33%。

2.3 区系特征

广东省龙眼洞林场野生维管束植物共 145 科 444 属 736 种, 按照前人^[25-27]的方法对龙眼洞林场维管束植物的属、种的区系分布类型进行划分(表 3)。

表 3 龙眼洞林场维管束植物属、种区系分布区类型

Table 3 Area types of vascular plants genus and species in Longyandong Forest Farm

分布区类型 Area type	属数 Number of genus	%	种数 Number of species	%
1. 世界分布 Cosmopolitan	35	—	15	—
2. 泛热带分布 Pantropic	152	37.16	44	6.10
2-1. 热带亚洲、大洋洲和中、南美洲间断分布 Trop. Asia. Africa & C.to S. America	—	—	5	0.69
2-2. 热带亚洲、非洲和中、南美洲间断分布 Trop. Asia, Africa & C. to S. Amer. disjunct	2	0.49	14	1.94
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer. disjunct	26	6.36	19	2.64
4. 旧世纪热带分布 Old World Tropics	53	12.96	26	3.61
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布 Tropical Asia & Trop. Australasia	46	11.25	59	8.18
6. 热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia & Trop. Africa	16	3.91	24	3.33
6-2. 热带亚洲和东非或马达加斯加间断分布 Trop. Asia & E. Afr. or Madagascar disjunct	—	—	3	0.42
7. 热带亚洲分布 Trop. Asia (Indo-Malesia)	58	14.18	233	32.32
7-1. 爪哇(或苏门达腊)、喜马拉雅间断或星散分布到华南、西南分布 Java (or Sumatra), Himalaya to S., SW. China disjunct or diffused	—	—	4	0.55
7-2. 热带印度至华南(尤其云南南部)分布 Trop. India to S. China (esp. S. Yunnan)	—	—	6	0.83
7-3. 缅甸、泰国至华西南分布 Burma, Thailand to SW. China	—	—	11	2.53
7-4. 越南(或中南半岛)至华南(或西南)分布 Vietnam (or Indo-Chinese Peninsula) to S. China (or SW. China)	—	—	54	7.49
热带小计 Subtotal of Tropical	353	86.31	502	69.63
8. 北温带分布 North Temperate	20	4.89	19	2.64
9. 东亚和北美洲间断分布 E. Asia & N. Amer. disjunct	15	3.67	2	0.28
10. 旧世界温带分布 Old World Temperate	6	1.47	5	0.69
11. 温带亚洲分布 Temp. Asia	1	0.24	11	1.52
12. 地中海区、西亚至中亚分布 Mediterranean, W. Asia to C. Asia	—	—	2	0.28
12-1. 地中海区至中亚和南非洲、大洋洲间断分布 Mediterranea to C. Asia and S. Africa to Australasia disjunct	—	—	1	0.14
13. 中亚分布 C. Asia	—	—	1	0.14
14. 东亚(东喜马拉雅-日本)分布 E. Asia	8	1.96	46	6.38
14-1. 中国-喜马拉雅分布 Sino-Himalaya (SH)	2	0.49	5	0.69
14-2. 中国-日本分布 Sino-Japan (SJ)	3	0.73	23	3.19
温带小计 Subtotal of Temperate	55	13.45	115	15.95
15. 中国特有分布 Endemic to China	1	0.24	8	1.11
15-1. 长江流域以南分布 S. the Yangtze River	—	—	30	4.16
15-2. 华南-华东-西南分布 S.-E.-SW. China	—	—	17	2.36
15-3. 华南-华中-华东分布 S.-C.-E. China	—	—	10	1.39
15-4. 华南-华东分布 S.-E. China	—	—	15	2.08
15-5. 华南-西南分布 S.-SW. China	—	—	8	1.11
15-6. 华南特有分布 S. China	—	—	16	2.22
合计 Total	444	100.00	736	100.00

属的区系特征 龙眼洞林场 444 属野生维管束植物可划分为 15 种分布区类型。世界广布有 35 属, 如毛茛属(*Ranunculus*)、苋属(*Amaranthus*)、酢浆草属(*Oxalis*)、大戟属(*Euphorbia*)、车前属(*Plantago*)和莎草属(*Cyperus*)等。泛热带分布有 152 属, 如

木防己属(*Cocculus*)、算盘子属(*Glochidion*)、含羞草属(*Mimosa*)、相思子属(*Abrus*)、榕属(*Ficus*)和母草属(*Lindernia*)等, 占总属数(世界广布除外, 下同)的 37.16%, 具有一定优势; 其次是热带亚洲分布有 58 属, 占总属数的 14.18%; 旧世界热带分布有 53

属, 占总属数的 12.96%; 热带亚洲至热带大洋洲分布有 46 属, 占总属数的 11.25%, 热带亚洲和热带美洲间断分布有 26 属, 占总属数的 6.36%; 热带亚洲至热带非洲分布较少, 有 16 属, 占总属数的 3.91%。温带分布共有 55 属, 如锥属(*Castanopsis*)、桑属(*Morus*)、木犀属(*Osmanthus*)和蓝马蓝属(*Strobilanthes*)等, 占总属数的 13.45%, 远低于热带分布(86.31%)。中国特有属仅有箬竹属(*Indocalamus*), 占总属数的 0.24%。这说明该地区野生维管束植物属具有明显的热带、亚热带性质。

种的区系特征 龙眼洞林场 736 种野生维管束植物可划分为 15 种分布区类型 16 个变型, 种的区系成分比属更为复杂, 尤其在中国特有分布类型上。世界广布种有 15 种。热带分布共有 502 种, 占总种数(世界分布种除外, 下同)的 69.63%, 其中热带亚洲分布(包括变型)最多, 达 308 种, 占总数的 42.72%。植被的生活型呈现多样化, 有乔木山苍子(*Litsea cubeba*)、猴耳环(*Archidendron clypearia*)和倒吊笔(*Wrightia pubescens*)等; 灌木了哥王(*Wikstroemia indica*)、九里香(*Murraya paniculata*)和桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)等; 草本土牛膝(*Achyranthes aspera*)、马兜儿(*Zehneria indica*)和锈毛莓(*Rubus reflexus*)等; 草质藤本有绞股蓝(*Gynostemma pentaphyllum*)、金瓜(*Gymnopetalum chinense*)、崖爬藤(*Tetrastigma obtectum*)等; 木质藤本有细圆藤(*Pericampylus glaucus*)、定心藤(*Mappianthus iodoides*)、柠檬清风藤(*Sabia limoniacea*)等, 是重要的层间植物类群。其他热带分布类型所占比例不大, 且以草本或灌木居多, 偶有乔木, 热带性质的草本植物更具适应性与广泛性。泛热带分布类型及其变型有 63 种, 占总种数的 8.74%; 热带亚洲至热带大洋洲分布的有 59 种, 占总种数的 8.18%; 热带亚洲至热带非洲分布及其变型的有 27 种, 占总种数的 3.74%。旧世界热带分布有 26 种, 占总种数的 3.61%; 热带亚洲和热带美洲间断分布有 19 种, 占总种数的 2.64%。温带分布有 115 种, 占总种数的 15.95%, 其中东亚(东喜马拉雅-日本)分布及其变型有 74 种, 占总种数的 10.26%, 是温带性质中最多的类型, 包括中国-喜马拉雅(SH)分布的 5 种和中国-日本(SJ)分布的 23 种, 常见的有蕺菜(*Houttuynia cordata*)、忍冬(*Lonicera japonica*)、薯蓣(*Dioscorea polystachya*)等, 且东亚分布类型的植物大部分集中于中国地区^[28]。

植被分布的特有性往往在判定一个植被类型区系的特点和联系时具有重要参考价值^[29]。中国特有分布及其变型共 104 种, 占总数的 14.42%。按地理分布特点将其划分为 6 个变型。其中, 长江流域以南分布种的数量最多, 有 30 种, 占总数的 4.16%, 代表种有山蒟(*Piper hancei*)、毛冬青(*Ilex pubescens*)、罗浮柿(*Diospyros morrisiana*)等; 其次是华南-华东-西南分布分布种有 17 种, 占总数的 2.36%, 如过山枫(*Celastrus aculeatus*)、藤黄檀(*Dalbergia hancei*)、薄叶猴耳环(*Archidendron utile*)等, 该类型的分布特点恰好可以用该林场处于与湖南南部、广西东北部、江西和福建西南部接壤的地理位置来解释, 体现了一定的独特性。华南特有分布种有 16 种, 占总数的 2.22%, 如有华南胡椒、薄叶红厚壳、大苞耳草等, 大多生于疏林或密林中。而此类型的特有种属于箬竹属(*Bambusa*)的比例最大, 恰好与中国特有分布属的特征相吻合, 体现了林场内悠久的植物区系历史与植物演变的稳定性。该林场内发现也有不少植物与港岛植物相互联系, 如海南山姜仅分布广东与海南, 大苞耳草仅分布广东与香港; 另外调查发现, 集中分布于江浙一带的龙眼润楠(*Machilus oculodracontis*)、浙江润楠等华南-华东特有种, 对华南湿润气候的环境也具有较强的适应能力, 常作为该区域内常见的混交林树种; 剩下华南-华东分布种有 15 种, 占总数的 2.08%; 华南-华中-华东分布种有 10 种; 占总数的 1.39%; 华南-西南分布种有 8 种, 占总数的 1.11%。

综上所述, 该地区有 502 种为热带性质, 占总种数的 69.63%, 远高于温带性质(15.95%), 且属于热带亚洲分布的植物类群占主要优势, 表明了该地区植物种类具有热带、亚热带性质。分析中国特有分布种的数据可知, 属于华南、华东、华中、西南的中国特有种共 66 种, 占总数的 9.15%, 要高于中国广布和长江以南分布种的数量, 表明了该林场内中国特有分布种的地理成分复杂, 植物种的区系地域分布存在特殊性, 这往往与该地区独特的气候与地理条件密不可分。

2.4 珍稀濒危植物

龙眼洞林场内珍稀濒危植物名录主要依据《国家重点保护野生植物名录》^[30]、《中国植物红皮书——稀有濒危植物》^[31]、《中国珍稀濒危植物名录》^[32]与《濒危野生动植物种国际贸易公约》^[32]确定, 共

计 12 种(表 4)。其中被《国家重点保护野生植物名录》收录的有金毛狗(*Cibotium barometz*)、桫欏、水蕨(*Ceratopteris thalictroides*)等 8 种国家 II 级重点保护植物;被《中国植物红皮书——稀有濒危植物》收录的桫欏、巴戟天(*Morinda officinalis*)、土沉香(*Aquilaria sinensis*)与普洱茶(*Camellia sinensis* var. *assamica*)等 4 种国家 II 级重点保护植物。其中,巴戟天因具有较高药用价值,采挖严重,在野外很难发

现较大居群和成株,目前已处于濒危状态;被《中国珍稀濒危植物名录》收录的水蕨、花榈木(*Ormosia henryi*)等 7 种国家 II 级重点保护植物;另外还有绶草(*Spiranthes sinensis*)、见血青(*Liparis nervosa*)等 4 种兰科植物被《濒危野生动植物种国际贸易公约》收录,其中见血青、钳唇兰(*Erythrodes blumei*)在龙眼洞林场分布数量较多,其它较少,易受人类活动的影响。

表 4 龙眼洞林场的珍稀濒危植物名录

Table 4 Checklist of rare and endangered plants in Longyandong Forest Farm

植物 Species	科 Family	濒危程度 Endangered degree	保护级别 Protection grade	特有性 Endemism
桫欏 <i>Alsophila spinulosa</i>	桫欏科 Cyatheaceae	VU	2	
金毛狗 <i>Cibotium barometz</i>	蚌壳蕨科 Dicksoniaceae	VU	2	
水蕨 <i>Ceratopteris thalictroides</i>	水蕨科 Parkeriaceae	VU	2	中国特有 Endemic to China
普洱茶 <i>Camellia sinensis</i> var. <i>assamica</i>	山茶科 Theaceae	VU	2	中国特有 Endemic to China
土沉香 <i>Aquilaria sinensis</i>	瑞香科 Thymelaeaceae	VU	2	
山橘 <i>Fortunella hindsii</i>	芸香科 Rutaceae	VU	2	中国特有 Endemic to China
花榈木 <i>Ormosia henryi</i>	蝶形花科 Papilionaceae	VU	2	
巴戟天 <i>Morinda officinalis</i>	茜草科 Rubiaceae	EN	2	中国特有 Endemic to China
钳唇兰 <i>Erythrodes blumei</i>	兰科 Orchidaceae	LC		
绶草 <i>Spiranthes sinensis</i>	兰科 Orchidaceae	VU		
宽叶线柱兰 <i>Zeuxine affinis</i>	兰科 Orchidaceae	VU		
见血青 <i>Liparis nervosa</i>	兰科 Orchidaceae	LC		

VU: 易危; LC: 无危; EN: 濒危。

VU: Vulnerable; LC: Least concern; EN: Endangered.

2.5 资源植物

资源植物是人类赖以生存和发展的重要物质基础之一,渗透到粮食、医药、工业原料等人类生活的各个方面^[33]。资源植物的研究和开发利用,不仅包括对特定区域的资源植物进行分类和调查,还是对这些资源植物的利用历史与范围、利用价值、分布状况以及资源储存量的深刻剖析。参照吴征镒等在中国植物学会 50 周年大会上提出的植物资源分类系统,将龙眼洞林场 681 种(隶属于 151 科 437 属)资源植物分为药用植物、食用植物、观赏植物、工业用植物 4 大类,部分植物同时具有药用、食用等多种用途。

药用植物最多,共 557 种,占总种数的 71.14%。蕨类植物尽管是最原始的维管束植物,仍然对现代人类生活有着直接或间接的关系,林场内大部分蕨类都可入药,如被列入国家二级重点保护植物的金毛狗蕨、桫欏,可用于祛风除湿^[34];卷柏科中的深绿卷柏(*Selaginella doederleinii*)具有抗癌功效^[35];种

子植物中的药用植物主要集中于蓼科、蝶形花科和大戟科等,如土牛膝煎汤或者外敷可以治疗风湿关节痛、咽喉肿痛^[36];玉叶金花(*Mussaenda pubescens*)作为一种壮药具有抗炎镇痛的作用^[37]。

食用植物共 110 种,占总种数的 14.05%。以种子植物的果实和一些草本以及蕨类植物的嫩芽和幼叶为主,如阔叶猕猴桃(*Actinidia latifolia*)、杨梅(*Myrica rubra*)、小果葡萄、荔枝(*Litchi chinensis*)等味道鲜美、含糖量丰富的肉质果实;蕺菜、青葙(*Celosia argentea*)、革命菜(*Crassocephalum crepidioides*)、车前草(*Plantago asiatica*)等常见食用野菜类;除此之外,还有不少植物具有特殊食用方法,如薜荔制作凉粉,风味独特可降暑解渴^[38]。蕨类植物中傅氏凤尾蕨(*Pteris fauriei*)的老叶晒干可泡茶,乌毛蕨(*Blechnum orientale*)的紫红色新嫩叶柄及拳卷嫩芽可食用^[34]。

观赏植物共有 197 种,占总种数的 25.16%。林场内有许多用于城市绿化的观赏性树种,包括观花

类、观果类、观叶类、观姿类。玉兰(*Magnolia denudata*)、紫玉盘(*Uvaria macrophylla*)、桃金娘、紫茉莉(*Mirabilis jalapa*)等常作为城市小区、街道、公园、花园、庭院等地的配植。其中乌桕(*Sapium sebiferum*)、山乌桕、红背山麻杆(*Alchornea trewioides*)等因树叶秋季变红, 色彩鲜艳引人注目, 为城市绿化中优良的彩叶树种, 具较高的观赏价值。

工业用途的植物共 270 种, 占总数的 34.48%。用于工业的植物大多是植物体内油脂贮藏丰富、纤维素含量丰富的植物, 有些植物亦可提取树脂、橡胶等。具有“水中千年松之说”的马尾松(*Pinus massoniana*)是人造纤维工业的重要原料, 同时也是我国松香和松油的主要来源; 笔管草(*Equisetum ramosissimum* sp. *debile*)还可作金工、木工的磨光材料^[39]。

3 结论和讨论

调查表明, 广东省龙眼洞林场内蕨类植物有鳞始蕨科、铁线蕨科、鳞毛蕨科等 11 优势科; 种子植物有旋花科、防己科、爵床科、葡萄科等 62 优势科, 这些类群共同构成了龙眼洞林场内物种多样性与群落结构的稳定性。

从植物的区系特点来看, 属的分布区类型以泛热带分布最多, 热带、亚热带性质明显; 种的区系成分比属的更为复杂, 以热带、亚热带成分为主, 其中以热带亚洲分布(包括变型)最多, 表明该地区植物喜热喜湿, 适宜生长在热带、亚热带湿润气候区。相比于仅 1 中国特有属而言, 中国特有种则明显较多, 且二者的分布情况非常紧密, 体现了林场内悠久的植物区系历史与植物演变的稳定性。温带性质的种数与热带性质的相差较大, 热带与温带性质之间并无明显的过渡地带, 正是因为该地区地理优势与气候独特性的相互渗透与交织, 在林场内部形成了一系列中国特有植物类群。

龙眼洞林场中的 12 种珍稀濒危植物不容忽视, 数量较少, 且分布较为分散, 其中桫欏、巴戟天、土沉香为国家 II 级重点保护植物, 而巴戟天处于濒危状态, 桫欏的数量也很少, 加强对珍稀濒危植物的保护刻不容缓。

林场内的资源植物较为丰富, 共 151 科 437 属 681 种, 主要分为药用类植物、食用植物、观赏植物和工业原料植物 4 大类, 建议对资源植物进行更深入的研究, 筛选出一些有市场前景、易于推广的

物种进行栽培驯化和推广应用。

优良的自然地理环境造就了广东省龙眼洞林场植物的物种多样性, 本次调查共收录 736 种野生维管束植物。但与地处广州的大岭山林场相比, 龙眼洞林场的林地面积约为大岭山林场的 60%, 但其野生维管束植物种数仅达到大岭山林场的 1/2^[40], 植被覆盖率仍待提高。

正是在气候与地形、外来植物和区系成分的演变等综合作用下, 整个林场的植被与资源呈现出多样性与独特性, 涌现了一批中国特有种、珍稀濒危植物与不同功效的资源植物。林场内的中国特有分布植物种类繁多, 分布于华南、华东、华中、西南的中国特有种数量优势明显, 且大多集中于华南、湖南南部、福建、江西一带, 这与林场所处的地理位置与气候条件密切相关。集中于江浙一带的龙眼润楠、浙江润楠等华南-华东特有种在广东地区也常有分布, 表明了该区域的生态环境适宜此类型植物生长。

调查中发现该地区还分布有白花鬼针草(*Bidens pilosa* var. *radiata*)、马缨丹和微甘菊等外来入侵物种, 因其对生长环境要求低, 生长繁殖能力强, 给林业生产和生物多样性造成一定威胁。除此之外, 龙眼洞林场内的大部分乔木, 特别是豆科马占相思受金钟藤(*Merremia boissiana*)的危害最为严重, 致使马占相思人工林和鬃蕨(*Castanopsis fissa*)次生林曾遭到大面积破坏^[41], 现经有效防治后, 仍有周边白云区的大片林地面临受金钟藤侵害的风险, 建议在开展林场植物资源调查的基础上对外来入侵植物进行专项调查, 建立外来植物风险评估体系, 提前做好预防工作; 另一方面若已严重威胁到植物多样性或人类的生产活动等, 应采取更科学的化学防治或生物防治手段来防止入侵植物在本区域内蔓延。

随着历史的变迁, 植物的生长状况因未受到重视或无意识的砍伐等人类活动的干扰, 面临着不同程度的生存危机。调查发现, 龙眼洞林场内仍然存在一些濒危、易危的珍稀濒危植物, 其中被列为国家二级重点保护植物的水蕨, 具有重要的药用价值与观赏价值^[42], 曾在笕箕窝被发现, 但因其对环境要求特殊, 又受水质污染和人类频繁活动的影响, 其分布范围和数量日趋缩小, 目前水蕨已经很难发现。另外, 在帽峰山附近发现了珍贵树蕨类活化石桫欏种群, 有 7 株, 最高 1 株近 5 m, 比广州市其他地区的桫欏种群数量更多, 长势更佳, 保持着较

好的自然更新能力,可能是该桫欏种群位于帽峰山山谷间开阔地,受人为破坏小,且水热条件充足,给桫欏种群孕育了良好的生态环境。因此,建议将该种群列为场内优先保护种群。

建议对本区的珍稀濒危植物加强保护,一方面加强宣传意识,并开发珍稀濒危植物的科学、医用、经济利用价值,另一方面针对植物的濒危状态实施迁地保护或就地保护手段,如可以通过挂牌警示或设置篱笆增加人工保护。除此之外,政府还应对保护区加强监管力度,提高人们的保护意识。

参考文献

- [1] JARAMILLO C, RUEDA M J, MORA G. Cenozoic plant diversity in the neotropics [J]. *Science*, 2006, 311(5769): 1893–1896. doi: 10.1126/science.1121380.
- [2] SUN H, DENG T, CHEN Y S, et al. Current research and development trends in floristic geography [J]. *Biodiv Sci*, 2017, 25(2): 111–122. doi: 10.17520/biods.2016253.
- 孙航, 邓涛, 陈永生, 等. 植物区系地理研究现状及发展趋势 [J]. *生物多样性*, 2017, 25(2): 111–122. doi: 10.17520/biods.2016253.
- [3] Editorial Board of Chinese Physical Geography of the Chinese Academy of Sciences. *Chinese Physical Geography, Volume 1. Plant Geography* [M]. Beijing: Science Press, 1983.
- 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会. 中国自然地理, 上册 植物地理 [M]. 北京: 科学出版社, 1983.
- [4] WU J H, ZHANG S, J Y. *Plant Geography* [M]. 4th ed. Beijing: Higher Education Press, 2004: 126–134.
- 武吉华, 张绅, 江源, 等. 植物地理学 [M]. 第4版. 北京: 高等教育出版社, 2004: 126–134.
- [5] MA K P. On the concept of biodiversity [J]. *Chin Biodiv*, 1993, 1(1): 20–22.
- 马克平. 试论生物多样性的概念 [J]. *生物多样性*, 1993, 1(1): 20–22.
- [6] GUO Y N, WANG G T, LIANG D, et al. Investigation and analysis of plant diversity in Guangzhou [J]. *J Trop Subtrop Bot*, 2021, 29(3): 229–243. doi: 10.11926/jtsb.4241.
- 郭亚男, 王刚涛, 梁丹, 等. 广州市植物多样性现状调查与分析 [J]. *热带亚热带植物学报*, 2021, 29(3): 229–243. doi: 10.11926/jtsb.4241.
- [7] HONG W, LIAO Y J, CHEN F Q, et al. Study on plant composition of *Castanopsis hystrix* plantation forest in Longyandong Forest Farm of Guangdong Province [J]. *For Environ Sci*, 2020, 36(6): 63–70. doi: 10.3969/j.issn.1006-4427.2020.06.011.
- 洪维, 廖宇杰, 陈富强, 等. 龙眼洞林场红锥人工林林下植物组成研究 [J]. *林业与环境科学*, 2020, 36(6): 63–70. doi: 10.3969/j.issn.1006-4427.2020.06.011.
- [8] LIAO Y J, HONG W, CHEN F Q, et al. Studies on species composition and diversity of *Castanopsis hystrix-Acacia mangium* mixed forest in Guangzhou [J]. *J Trop Subtrop Bot*, 2021, 29(5):494–502. doi: 10.11926/jtsb.4361.
- 廖宇杰, 洪维, 陈富强, 等. 广州红锥-马占相思林物种组成与多样性研究 [J]. *热带亚热带植物学报*, 2021, 29(5):494–502. doi: 10.11926/jtsb.4361.
- [9] CHEN F Q, CHENG X X, HONG W, et al. The growth and plant species diversity of *Phoebe bournei* in different types of communities [J]. *For Environ Sci*, 2021, 37(2): 55–61. doi: 10.3969/j.issn.1006-4427.2021.02.009.
- 陈富强, 程欣欣, 洪维, 等. 不同类型群落下闽楠的生长与植物物种多样性分析 [J]. *林业与环境科学*, 2021, 37(2): 55–61. doi: 10.3969/j.issn.1006-4427.2021.02.009.
- [10] LIU X K. The construction of ecological public welfare forest in the Longyandong Forest Farm of Guangdong province [J]. *For Sci Technol Inform*, 2016, 48(4): 22–24. doi: 10.3969/j.issn.1009-3303.2016.04.009.
- 刘新科. 以广东省龙眼洞林场为例浅析生态公益林建设 [J]. *林业科技情报*, 2016, 48(4): 22–24. doi: 10.3969/j.issn.1009-3303.2016.04.009.
- [11] LI X Q, ZHENG Z L. Study on the integration and optimization of the Natural Reserve of Longyandong Forest Farm of Guangdong Province [J]. *For Environ Sci*, 2021, 37(4): 129–134.
- 李学强, 郑在林. 广东省龙眼洞林场自然保护区整合优化 [J]. *林业与环境科学*, 2021, 37(4): 129–134.
- [12] MA J S. *The Checklist of the Chinese Invasive Plants* [M]. Beijing: Higher Education Press, 2013.
- 马金双. 中国入侵植物名录 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2013.
- [13] WANG R J. *Guangzhou Invasive Plants* [M]. Guangzhou: Guangdong Science and Technology Press, 2019.
- 王瑞江. 广州入侵植物 [M]. 广州: 广东科技出版社, 2019.
- [14] TANG H J. Analysis on climate conditions of urban planning in Guangzhou [J]. *Econom Geogr*, 2004(4): 490–493.
- 汤惠君. 广州城市规划的气候条件分析 [J]. *经济地理*, 2004(4): 490–493.
- [15] XING F W, ZENG Q W, XIE Z Z. *Wild Plants of Guangzhou* [M]. Wuhan. Huazhong University of Science and Technolog Press, 2011.
- 邢福武, 曾庆文, 谢左章. 广州野生植物 [M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2011.
- [16] YE H G. *A Checklist of Vascular Plants of Guangdong* [M]. Guangzhou: Guangdong World Books Publishing Company, 2005.
- 叶华谷. 广东植物名录 [M]. 广州: 广东世界图书出版公司, 2005.

- [17] YE H G, PENG S L. Inventory of Plant Diversity of Guangdong [M]. Guangzhou: Guangdong World Books Publishing Company, 2006.
叶华谷, 彭少麟. 广东植物多样性编目 [M]. 广州: 广东世界图书出版公司, 2006.
- [18] Delectis Florae Reipublicae Popularis Sinicae Agendae Academiae Sinicae Edita. Florae Reipublicae Popularis Sinicae, Tomus 1 [M]. Beijing: Science Press, 2004.
中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志, 第1卷 [M]. 北京: 科学出版社, 2004: 1–601.
- [19] QIN R C. The Chinese fern families and genera: Systematic arrangement and historical origin [J]. Acta Phytotax Sin, 1978, 16(3): 1–19.
秦仁昌. 中国蕨类植物科属的系统排列和历史来源 [J]. 植物分类学报, 1978, 16(3): 1–19.
- [20] QIN R C. The Chinese fern families and genera: Systematic arrangement and historical origin [J]. Acta Phytotax Sin, 1978, 16(4): 16–37.
秦仁昌. 中国蕨类植物科属的系统排列和历史来源(续) [J]. 植物分类学报, 1978, 16(4): 16–37.
- [21] Delectis Florae Reipublicae Popularis Sinicae Agendae Academiae Sinicae Edita. Flora Reipublicae Popularis Sinicae, Tomus 7 [M]. Beijing: Science Press, 1978.
中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志, 第7卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1978.
- [22] HUTCHINSON J. The Families of Flowering Plants [M]. London: Macmillan and Company, 1926.
- [23] HUTCHINSON J. The Families of Flowering Plants [M]. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 1959.
- [24] WUZ Y. The areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. Acta Bot Yunnan, 1991(S4): 1–139.
吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型 [J]. 云南植物研究, 1991(S4): 1–139.
- [25] WU Z H, QIN R C. Family and Genus of Ferns in China [M]. Beijing: Science Press, 1991: 95–515.
吴兆洪, 秦仁昌. 中国蕨类植物科属志 [M]. 北京: 科学出版社, 1991: 95–515.
- [26] WANG H S, WU Z F, ZHANG J L. Floristic Geography of North China [M]. Beijing: Science Press, 1997: 33–94.
王荷生, 吴志芬, 张镜铨. 华北植物区系地理 [M]. 北京: 科学出版社, 1997: 33–94.
- [27] ZANG D K. A preliminary study on the ferns flora in China [J]. Acta Bot Boreali-Occid Sin, 1998(3): 148–154.
臧得奎. 中国蕨类植物区系的初步研究 [J]. 西北植物学报, 1998(3): 148–154.
- [28] LIAO W B. A study on the subtropical flora of Guangdong [D]. Guangzhou: Sun Yat-sen University, 1992.
廖文波. 广东亚热带植物区系研究 [D]. 广州: 中山大学, 1992.
- [29] PENG H, YANG X Y, LI X M, et al. Floristic characteristics and their significance in the conservation of evergreen broad-leaved forests in the Zhejiang islands [J]. Plant Sci J, 2019, 37(5): 576–582. doi: 10.11913/PSJ.2095-0837.2019.50576.
彭华, 杨湘云, 李晓明, 等. 浙江海岛常绿阔叶林特征及其主要植物区系分析 [J]. 植物科学学报, 2019, 37(5): 576–582. doi: 10.11913/PSJ.2095-0837.2019.50576.
- [30] National Forestry and Grassland Administration, Ministry of Agriculture and Rural Affairs of People's Republic of China. The plant checklist of national key protected wild plants in China [M]. Beijing: National Forestry and Grassland Administration, National Park Service of People's Republic of China, 2021.
国家林业和草原局, 农业农村部. 国家重点保护野生植物名录 [M]. 北京: 国家林业和草原局和国家公园管理局, 2021.
- [31] FU L G. China Plant Red Data Book: Rare and Endangered Plants [M]. Beijing: Science Press, 1991: 142–669.
傅立国. 中国植物红皮书: 稀有濒危植物 [M]. 北京: 科学出版社, 1991: 142–669.
- [32] iPlant Digital Plant Project Group. List of Rare and Endangered Plants in China [EB/OL]. (2019-08-30). <http://www.iplant.cn/rep/protlist>.
iPlant 数字植物项目组. 中国珍稀濒危植物名录(汇总) [EB/OL]. (2019-08-30). <http://www.iplant.cn/rep/protlist>.
- [33] LIU X Y. Conservation and sustainable utilization of plant resources [J]. J Suzhou Teachers Coll, 2002, 17(4): 61–63. doi: 10.3969/j.issn.1673-2006.2002.04.028.
刘小阳. 植物资源保护与可持续利用 [J]. 宿州师专学报, 2002, 17(4): 61–63. doi: 10.3969/j.issn.1673-2006.2002.04.028.
- [34] ZHANG J, PAN L T, ZHAO J H, et al. Study on the dual-purpose Fern resources for drug and food in Guizhou [J]. Guizhou Agric Sci, 2013, 41(3): 7–10. doi: 10.3969/j.issn.1001-3601.2013.03.003.
张军, 潘炉台, 赵俊华, 等. 贵州药食两用蕨类植物资源调查 [J]. 贵州农业科学, 2013, 41(3): 7–10. doi: 10.3969/j.issn.1001-3601.2013.03.003.
- [35] LI S, HUANG K L. Study Advances on *Selaginella doederleinii* [J]. Lishizhen Med Mat Med Res, 2010, 21(10): 2637–2639. doi: 10.3969/j.issn.1008-0805.2010.10.100.
黎霜, 黄可龙. 深绿卷柏的研究进展 [J]. 时珍国医国药, 2010, 21(10): 2637–2639. doi: 10.3969/j.issn.1008-0805.2010.10.100.
- [36] Compilation group of National Compilation of Chinese Herbal Medicine. National Compilation of Chinese Herbal Medicine, Volume 1 [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1983.

- 《全国中草药汇编》编写组. 全国中草药汇编, 上册 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1983.
- [37] ZHANG Z, HUANG L, ZHANG H, et al. Spectrum-activity relationship of anti-inflammatory and analgesic effect of *Mussaenda pubescens* Ait. f. [J]. Chin PharmacBull, 2020, 36(6): 870–874. doi: 10.3969/j.issn.1001-1978.2020.06.024.
- 张赞, 黄遼, 张慧, 等. 壮药玉叶金花抗炎镇痛作用的谱效关系研究 [J]. 中国药理学通报, 2020, 36(6): 870–874. doi: 10.3969/j.issn.1001-1978.2020.06.024.
- [38] QIN A W, FAN G D, ZHAN Z Y, et al. Utilization prospect and research status of *Ficus pumila* [J]. S China For Sci, 2016, 44(6): 54–57. doi: 10.16259/j.cnki.36-1342/s.2016.06.015.
- 秦爱文, 樊国栋, 占志勇, 等. 薜荔的开发前景及研究现状 [J]. 南方林业科学, 2016, 44(6): 54–57. doi: 10.16259/j.cnki.36-1342/s.2016.06.015.
- [39] WEI K J. Pteridophytes resources and its development in Jiufu Mountain [J]. Resour Develop Market, 2009, 25(7): 644–646. doi: 10.3969/j.issn.1005-8141.2009.07.022.
- 魏开炬. 九阜山蕨类植物资源及其开发利用 [J]. 资源开发与市场, 2009, 25(7): 644–646. doi: 10.3969/j.issn.1005-8141.2009.07.022.
- [40] ZHU Y F. Study on eco-tourism developing of Dalingshan Forestry Farm in Guangzhou [D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2017.
- 朱宇钊. 广州市大岭山林场生态旅游开发研究 [D]. 广州: 华南农业大学, 2017.
- [41] LIAN J Y, CAO H L, WANG Z G, et al. The community characteristics for invading damage of the forest killer: *Merremia boissiana* [J]. Guihaia, 2007, 27(3): 482–486.
- 练据藩, 曹洪麟, 王志高, 等. 金钟藤入侵危害的群落学特征初探 [J]. 广西植物, 2007, 27(3): 482–486.
- [42] WANG L, YU F Q, LONG D D, et al. Discovery and community diversity of *Ceratopteris thalictroides* in urban parks [J]. J Anhui Agric Sci, 2017, 45(15): 11–13. doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2017.15.005.
- 王力, 于法钦, 龙丹丹, 等. 城市公园中水蕨的新发现及其群落物种多样性分析 [J]. 安徽农业科学, 2017, 45(15): 11–13. doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2017.15.005.