

海南番加省级自然保护区黄藤群落特征研究

朱焕丽¹, 李嘉玟¹, 余文刚^{1*}, 吴日智², 李季², 周权男^{2*}

1. 海南大学热带农林学院, 海南海口 570228; 2. 中国热带农业科学院橡胶研究所/海口市热带植物种苗创新重点实验室/农业农村部橡胶树生物学与遗传资源利用重点实验室/海南省热带作物栽培生理学重点实验室/省部共建国家重点实验室培育基地, 海南海口 571101

摘要: 黄藤作为热带地区的重要资源植物, 在生态、经济及药用领域均具有显著价值。本研究以海南番加省级自然保护区次生林中黄藤为研究对象, 通过样地调查与分析, 深入揭示其群落结构特征, 为黄藤资源保护和人工培育提供理论依据。结果表明: 黄藤群落物种组成丰富, 共有 69 科 134 属 161 种。优势科包括豆科、茜草科、棕榈科等, 占总种数的 47.83%; 优势属为榕属、紫金牛属、省藤属等, 占总种数的 13.66%。种子植物科属均以热带性质占主导, 其中热带性质的科有 47 个, 占总科数的 77.05%; 热带性质的属有 108 个, 占总属数的 85.71%。乔木层以榕树、鹅掌柴、紫楠、黄果厚壳桂、青冈、银柴、厚皮树、樟树、两面针和黄杞为优势种; 灌木层以黄藤、棕竹、假鹰爪、白藤、杜茎山、短叶省藤、散尾葵、九节、钩枝藤和黄檀为优势种; 草本层以棕竹、山姜、黄藤、九节、藤黄檀、杜茎山、假鹰爪、木荷、朱砂根和锡叶藤为优势种。灌木层物种多样性最高, 草本层次之, 乔木层最低。该黄藤群落不仅为区域生物多样性研究提供天然的研究对象与样本来源, 支撑黄藤种群的天然更新与生境的持续维系; 同时也是一个天然的种质资源库, 可通过建立样本库(种子、幼苗、成年植株组织)与数字信息库(种源产地、生长环境参数、形态及遗传特征), 逐步完善不同种类和生长阶段的黄藤种源信息储备, 对人工种植黄藤和天然藤本植物群落的可持续经营与管理具有重要意义。

关键词: 黄藤; 次生林; 群落特征; 物种多样性

中图分类号: S718.54

文献标志码: A

Community Characteristics of *Daemonorops jenkinsiana* in Hainan Fanjia Provincial Nature Reserve

ZHU Huanli¹, LI Jiawen¹, YU Wengang^{1*}, WU Rizhi², LI Ji², ZHOU Quannan^{2*}

1. School of Tropical Agriculture and Forestry, Hainan University, Haikou, Hainan 570228, China; 2. Rubber Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences / Haikou Key Laboratory of Tropical Plant Seedling Innovation / Key Laboratory of Rubber Tree Biology and Genetic Resources Utilization, Ministry of Agriculture and Rural Affairs / Hainan Provincial Key Laboratory of Tropical Crop Cultivation Physiology / Cultivation Base of State Key Laboratory Jointly Built by the Province and Ministry, Haikou, Hainan 571101, China

Abstract: As an important resource plant in tropical regions, *Daemonorops jenkinsiana* has significant value in the fields of ecology, economy and medicine. This study investigated the community structure of *D. jenkinsiana* in the secondary forest of Fanjia Provincial Nature Reserve, Hainan. Through sample plot investigation and analysis, the secondary forest in the Fanjia Provincial Nature Reserve of Hainan served as the research object in this study, revealing its community structure characteristics in detail and providing a theoretical foundation for resource protection and artificial cultivation of *D. jenkinsiana*, providing theoretical insights for the conservation and sustainable utilization of *D. jenkinsiana* resources. The *D. jenkinsiana* community was rich in species composition, encompassing a total of 161 plant species belonging to 134 genera and 69 families. In dominant taxa, the dominant families included Fabaceae, Rubiaceae

收稿日期 2025-09-26; 接受日期 2025-12-26

基金项目 “一乡(镇)一名研究生”订单式乡村振兴研究生培养计划专项; 研究生创新科研课题(No. Hys2025-321)。

作者简介 朱焕丽(1998—), 女, 硕士研究生, 研究方向: 热带特色林木资源调查与评价。*通信作者(Corresponding author): 余文刚(YU Wengang), E-mail: 992949@hainanu.edu.cn; 周权男(ZHOU Quannan), E-mail: zhouquannan2004@163.com。

and Arecaceae, accounting for 47.83% of the total species; the dominant genera were *Ficus*, *Ardisia* and *Calamus*, contributing to 13.66% of the total species. Tropical elements dominated both the families and genera of the plants. Among them, there were 47 tropical families, representing 77.05% of the total families, and 108 tropical genera, accounting for 85.71% of the total genera. The dominant species in the arbor layer were *Ficus microcarpa*, *Heptapleurum heptaphyllum*, *Phoebe sheareri*, *Cryptocarya concinna*, *Quercus glauca*, *Aporosa dioica*, *Lannea coromandelica*, *Camphora officinarum*, *Zanthoxylum nitidum*, *Engelhardia roxburghiana*. The dominant species in the shrub layer included *D. jenkinsiana*, *Rhapis excelsa*, *Desmos chinensis*, *Calamus tetradactylus*, *Maesa japonica*, *Calamus egregius*, *Dypsis lutescens*, *Psychotria rubra*, *Ancistrocladus tectorius* and *Dalbergia hupeana*. The dominant species in the herb layer were *Rhapis excelsa*, *Alpinia japonica*, *D. jenkinsiana*, *Psychotria rubra*, *Dalbergia hancei*, *Maesa japonica*, *Desmos chinensis*, *Schima superba*, *Ardisia crenata* and *Tetracera asiatica*. Species diversity was the highest in the shrub layer and lowest in the herb layer. The *D. jenkinsiana* community not only serves as a valuable natural subject and sample source for regional biodiversity studies but also supports population regeneration and the long-term maintenance of habitats. Furthermore, it represents a vital natural germplasm repository. By establishing sample banks (e.g., seeds, seedlings, tissue samples from mature plants) and digital information databases (documenting provenance, growth environment parameters, morphological traits, and genetic characteristics), the provenance information for *D. jenkinsiana* across different species and growth stages can be systematically enriched. The effort holds significant importance for the sustainable management of both cultivated *D. jenkinsiana* plantations and natural liana communities.

Keywords: *Daemonorops jenkinsiana*; secondary forest; community characteristics; species diversity

DOI: 10.3969/j.issn.1000-2561.2026.03.024

棕榈藤是棕榈科 (Palmae) 省藤亚科 (Calamoideae) 省藤族 (Calameae) 植物的总称, 全世界共有 13 属 600 多种^[1-2], 主要分布于亚洲-太平洋及非洲的热带至亚热带森林中^[3]。作为一种重要的非木质林产品, 棕榈藤在家具制造、工艺品加工等领域具有极高的经济价值^[4-5], 支撑着全球数十亿美元的产业和超 500 万人的生计^[6], 同时在森林生态系统的生物多样性保护中也发挥着重要作用^[7]。黄藤为我国特有棕榈藤, 是华南热带、亚热带地区森林生态系统的主要伴生藤本植物^[8]。其茎秆、嫩梢、果实兼具经济与药用价值, 且在多领域具有应用潜力^[9-11]。黄藤萌蘖性与生态适应性强, 可在全光照至郁闭林下生长, 耐低温霜冻及适度干旱, 幼藤生长缓慢, 种植 4~5 a 始花, 6~7 a 进入盛果期^[12]。其萌蘖能力随树龄递增, 藤林密度过大则会提早郁闭、加剧植株竞争, 从而降低萌蘖数量^[13]。

近年来, 因加工业对棕榈藤的过度采伐, 其野生种群数量锐减, 栖息地严重破碎化, 生态系统亟待恢复^[14]。海南岛作为我国棕榈藤核心分布区, 其天然林因过度采伐已退化为次生林, 导致棕榈藤资源锐减。次生林群落中黄藤的伴生物种组成、生态位特征及多样性结构, 直接影响黄藤更新与资源的可持续利用。目前, 国内针对黄藤的研究多集中于育苗技术优化与生长环境调控^[15-17]; 藤材研究集中于理化性质分析 (如纤维结构、力学强度)

与加工工艺改良^[18-24]; 基因研究则侧重基因组基础特征、基因组组装与功能基因挖掘、分子标记开发^[25-27]等方面。而对其伴生群落结构的研究仍较缺乏。本研究通过对海南番加自然保护区次生林中人工种植的黄藤群落进行研究, 旨在掌握该黄藤群落的物种构成、区系特征、垂直结构及重要值等关键特征; 基于群落优势伴生种的共生关系, 优选与黄藤互利或兼容的伴生树种; 通过解析群落的垂直结构, 提出藤-灌-乔的合理空间配置模式, 以最大化利用光热等资源并维持群落稳定; 依据植物区系的热带属性, 初步划定适宜种植区域。研究结果可为黄藤的规模化繁育和种植提供科学参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

海南番加省级自然保护区位于海南省西北部, 地跨儋州市南丰镇与兰洋镇之间, 总面积为 3394 hm², 是海南岛西部最早建立的森林保护区之一。保护区内保存着完整的原始热带雨林植被群落, 拥有雨林、季雨林、常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林 4 类天然植被型, 并可进一步划分为季节雨林、半常绿季雨林、季风常绿阔叶林和次生常绿落叶阔叶混交林 4 类植被亚型^[28]。林下植被层包含大量蕨类植物和藤本植物。保护区属热带海洋季风气候, 土壤类型主要为山地红色、黄色

砖红壤和山地赤红壤等种类^[28]。这些环境特征对维持热带雨林生态系统稳定性具有重要作用。

1.2 方法

采用样方法进行群落结构特征调查,样方设置严格遵循代表性、随机性与可行性三大原则,基于林分地形图与实地踏查结果,考量坡度等关键地形异质性因子,选取黄藤分布密度较高且种群数量较多林分设置为调查样地(表 1),设置 9 个 20 m×20 m 的乔木大样方,总调查面积为 3600 m²,符合热带雨林植物群落最小面积要求。样方间距≥50 m,以降低异质性干扰,保障样本独立性。对各样方内的乔木(胸径≥3 cm)进行每木检尺,记录种

名、树高、胸径和冠幅;在每个大样方四角设置 4 个 5 m×5 m 的灌丛样方,共 36 个,记录灌木样方内所有植物(胸径<3 cm,且株高≥50 cm)的种名、株高、盖度和株数;在大样方四角和中心设置 5 个 1 m×1 m 的草本样方,共 45 个,记录样方中所有草本植物(株高<50 cm)的种名、株数和盖度。

调查过程中,对于能直接辨认出具体种类的植物,未采集标本,仅通过拍照记录;现场难以识别的植物,通过采集标本并拍照留存,带回实验室开展物种鉴定,以《中国植物志》^[29]、《海南植物图志》^[30]、《海南植物志》^[31]等作为参考资料。

表 1 调查样地基本信息
Tab. 1 Fundamental details of sample plots

样地编号 Sample No.	样地面积 Plot area/m ²	海拔 Elevation/m	经度 Longitude	纬度 Latitude	坡度 Slope/(°)
FJ-1	400	310.00	109°63'82.62"E	19°27'90.27"N	10
FJ-2	400	309.82	109°63'20.95"E	19°28'05.52"N	15
FJ-3	400	309.75	109°63'15.77"E	19°28'08.73"N	20
FJ-4	400	303.52	109°62'12.73"E	19°28'00.12"N	30
FJ-5	400	309.00	109°62'04.14"E	19°27'96.25"N	30
FJ-6	400	306.60	109°62'58.69"E	19°28'21.67"N	45
FJ-7	400	322.50	109°62'58.15"E	19°28'27.37"N	15
FJ-8	400	309.58	109°62'13.02"E	19°27'98.57"N	45
FJ-9	400	309.30	109°62'56.62"E	19°28'22.35"N	40

1.3 数据处理

1.3.1 重要值计算 重要值(IV)是表示某个物种在群落中的地位和作用总和的数量指标,广泛用于代表物种的优势度。计算公式如下^[32]:胸高断面积=π×胸径²/4;相对显著度(RD)=某树种的胸高断面积/全部树种总胸高断面积×100%;相对多度(RA)=某物种个体数/全部物种个体数×100%;物种频度=某物种出现的样方数/样方总数×100%;相对频度(RF)=某物种的频度/全部物种总频度×100%;某物种盖度=植物地上部分垂直投影面积/样地总面积×100%;相对盖度(RC)=某物种盖度/样地总面积×100%;乔木层重要值(IV_{乔木})=RD+RA+RF;灌木层和草本层重要值(IV_{灌草})=RA+RF+RC。

1.3.2 物种多样性计算 使用 Past4.17 和 Excel 软件计算 Shannon-Wiener 指数(H)、Margalef 丰富度指数(M)、Simpson 指数(D)和 Pielou 指数(E)等物种多样性指数^[33]。H=-ΣP_i×lnP_i, M=(S-1)/lnN, E=H/lnS。式中,P_i为物种 i 的个体

数占群落中全部个体数的比例,S 为样方内物种总数,N 为样方内所有物种总个体数。

2 结果与分析

2.1 黄藤群落的植物组成

通过调查得出,黄藤群落样方中共记录植物 161 种,隶属 69 科 134 属(表 2)。从植物类群的物种丰富度来看,双子叶植物为群落的优势类群,共 120 种,隶属 49 科 100 属,分别占样方内总物种数、总科数和总属数的 74.53%、71.02%和 74.63%;其次为单子叶植物,共 31 种,隶属 11 科 25 属,分别占总物种数、总科数和总属数的 19.26%、15.94%和 18.65%;蕨类植物的物种丰富度较低,仅有 9 种,隶属 8 科 8 属,分别占总物种数、总科数和总属数的 5.59%、11.59%和 5.97%;裸子植物仅有买麻藤 1 种,占总种数的 0.62%。

2.2 黄藤群落的植物优势科和属

2.2.1 黄藤群落的植物优势科 黄藤群落中共有植物 69 科,科内含有 5 种及以上植物的优势

科共 11 个（表 3），仅占总科数的 15.94%；优势科内含有的属数（60 属）和种数（77 种）分别占总属数（134）的 44.77%、总种数（161）的 47.83%。从优势科的物种丰富度排序来看，豆科为物种最丰富的科，含有 12 个种；茜草科与棕榈科物种丰富度次之，均含 8 种植物；大戟科、樟科与桑科物种数量相同，均有 7 种植物；禾本科、芸香科与壳斗科均有 6 种，均占总种数的 3.73%；其余 2 个优势科为番荔枝科和报春花科，分别含 5 种植物。

表 2 黄藤群落植物物种组成
Tab. 2 Plant species composition of *D. jenkinsiana* community

植物类群 Plant group	科 Family		属 Genus		种 Species	
	数量 Number	占比 Percentage/%	数量 Number	占比 Percentage/%	数量 Number	占比 Percentage/%
蕨类植物	8	11.59	8	5.97	9	5.59
裸子植物	1	1.45	1	0.75	1	0.62
双子叶植物	49	71.02	100	74.63	120	74.53
单子叶植物	11	15.94	25	18.65	31	19.26
总计	69	100.00	134	100.00	161	100.00

表 3 黄藤群落的植物优势科及其种数
Tab. 3 Dominant families and their species numbers in *D. jenkinsiana* community

科 Family	拉丁学名 Latin name	属 Genus		种 Species	
		数量 Number	占比 Percentage/%	数量 Number	占比 Percentage/%
豆科	Leguminosae	11	8.21	12	7.45
茜草科	Rubiaceae	8	5.97	8	4.97
棕榈科	Palmae	6	4.48	8	4.97
大戟科	Euphorbiaceae	7	5.22	7	4.35
樟科	Lauraceae	6	4.48	7	4.35
桑科	Moraceae	2	1.49	7	4.35
禾本科	Poaceae	6	4.48	6	3.73
芸香科	Rutaceae	5	3.73	6	3.73
壳斗科	Fagaceae	2	1.49	6	3.73
番荔枝科	Annonaceae	5	3.73	5	3.10
报春花科	Primulaceae	2	1.49	5	3.10

2.2.2 黄藤群落的植物优势属 黄藤群落中共有植物 134 属，属内含 3 种及以上植物的优势属共 6 个（表 4）。从占比来看，6 个优势属的属数仅占总属数的 4.48%，对应的物种数（22 种）占总种数的 13.66%，表明少数优势属在群落物种组成中具有一定贡献度，但相较于科级优势类群，其对总物种丰富度的累积贡献较低。从优势属的物种丰富度排序来看，榕属与紫金牛属最为丰富，分别含 6 种和 4 种植物；其次为省藤属、菝葜属、锥属与栎属，均含 3 种。

2.3 黄藤群落的种子植物科和属的分布区类型

2.3.1 科的分布区类型 黄藤群落种子植物 61 科划分为 7 个分布区类型和 4 个变型^[34]。结果表明，该群落科级区系以泛热带分布为主，共 35 科，

表 4 黄藤群落的植物优势属及其种数
Tab. 4 Dominant genera and their species numbers in *D. jenkinsiana* community

属 Genera	拉丁学名 Latin name	种数 Number of species	占比 Percentage/%
榕属	<i>Ficus</i>	6	3.73
紫金牛属	<i>Ardisia</i>	4	2.49
省藤属	<i>Calamus</i>	3	1.86
锥属	<i>Castanopsis</i>	3	1.86
菝葜属	<i>Smilax</i>	3	1.86
栎属	<i>Quercus</i>	3	1.86

占种子植物总科数的 57.37%；世界分布次之（8 科，占 13.11%）；旧世界热带分布与温带分布各 4 科（均占 6.56%），其余类型占比较低，且多为间断分布。整体科级组成呈现显著的热带性质（表 5）。

表 5 黄藤群落的种子植物科的分布区类型
Tab. 5 Areal types of seed plant families
in *D. jenkinsiana* community

分布区类型 Areal types	科数 Number of families	占比 Percentage/%
1. 世界分布	8	13.11
2. 泛热带分布	35	57.37
2-1. 热带亚洲大洋洲和中南 美间断分布	1	1.64
2-2. 热带亚洲 非洲和中南 美洲间断分布	1	1.64
4. 旧世界热带分布	4	6.56
4-1. 热带亚洲、非洲和大洋洲 间断分布	1	1.64
6. 热带亚洲至热带非洲分布	3	4.92
7. 热带亚洲（印度-马来西亚）分布	2	3.28
8. 温带分布	4	6.56
8-4. 北温带和南温带间断分布	1	1.64
9. 东亚和北美间断分布	1	1.64
合计	61	100

2.3.2 属的分布区类型 黄藤群落 126 个种子植物属划分为 12 个分布区类型和 1 个变型^[35]。属级区系同样以热带成分为主体，其中泛热带分布最为突出（39 属，占 30.95%），热带亚洲分布次之（24 属，占 19.05%），旧世界热带分布、热带亚洲至热带大洋洲分布及热带亚洲至热带非洲分布亦占一定比例，分别占 11.90%、9.52%和 10.32%。温带成分和间断分布属数较少，中国特有属仅 1 属（表 6）。

2.4 黄藤群落各层次重要值

2.4.1 乔木层重要值 乔木层共有 25 科 40 属 46 种。乔木层树种重要值（IV）排名前 10 的物种见表 7。榕树（*Ficus microcarpa*）在乔木层中的重要值最大，为 25.90，显示了该物种在群落中的优势地位；其次是鹅掌柴（*Heptapleurum heptaphyllum*）重要值为 18.68，其他依次为：紫楠（*Phoebe sheareri*）为 15.51、黄果厚壳桂（*Cryptocarya concinna*）为 13.89、青冈（*Quercus glauca*）重要值为 11.93，银柴（*Aporosa dioica*）为 10.97、厚皮树（*Lannea coromandelica*）为 10.17、樟树（*Camphora officinarum*）为 10.02、两面针（*Zanthoxylum nitidum*）为 9.41、黄杞（*Engelhardia roxburghiana*）为 8.60。这 10 个乔木物种的重要值之和占乔木层重要值总数的 45.03%，说明这 10 个物种是黄藤群落乔木层的优势种。

表 6 黄藤群落的种子植物属的分布类型
Tab. 6 Areal types of seed plant genera
in *D. jenkinsiana* community

分布区类型 Areal type	属数 Number of genera	占比 Percentage /%
1. 世界分布	4	3.17
2. 泛热带分布	39	30.95
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	5	3.97
4. 旧世界热带分布	15	11.90
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布	12	9.52
6. 热带亚洲至热带非洲分布	13	10.32
7. 热带亚洲（印度-马来西亚）分布	24	19.05
8. 北温带分布	4	3.17
8-4. 北温带和南温带（全温带） 间断分布	1	0.80
9. 东亚和北美洲间断分布	2	1.59
10. 旧世界温带分布	2	1.59
14. 东亚（东喜马拉雅-日本）分布	4	3.17
15. 中国特有分布	1	0.80
合计	126	100

表 7 黄藤群落乔木层优势种及其重要值（前 10 位）
Tab. 7 Dominant species and their importance values in
arbor layer of *D. jenkinsiana* community (Top10)

物种 Species	相对显 著度 RD	相对 多度 RA	相对 频度 RF	重要值 IV
榕树 <i>Ficus microcarpa</i>	3.79	15.79	6.32	25.90
鹅掌柴 <i>Heptapleurum heptaphyllum</i>	0.78	11.58	6.32	18.68
紫楠 <i>Phoebe sheareri</i>	8.14	4.21	3.16	15.51
黄果厚壳桂 <i>Cryptocarya concinna</i>	7.04	4.74	2.11	13.89
青冈 <i>Quercus glauca</i>	6.14	2.63	3.16	11.93
银柴 <i>Aporosa dioica</i>	0.44	7.37	3.16	10.97
厚皮树 <i>Lannea coromandelica</i>	3.85	2.11	4.21	10.17
樟树 <i>Camphora officinarum</i>	2.13	3.68	4.21	10.02
两面针 <i>Zanthoxylum nitidum</i>	0.99	4.21	4.21	9.41
黄杞 <i>Engelhardia roxburghiana</i>	2.28	3.16	3.16	8.60

2.4.2 灌木层重要值 灌木层树种共 101 种，隶属 52 科 89 属。在灌木层中，黄藤（*D. jenkinsiana*）、棕竹（*Rhapis excelsa*）和假鹰爪（*Desmos chinensis*）等排名前 10 位的植物重要值之和占灌木层植物重要值的 48.88%（表 8）。黄藤的相对频度、相对多度和相对显著度均较大，优势最为显著。白藤（*Calamus tetradactylus*）、杜茎山（*Maesa japonica*）和短叶省藤（*Calamus egregius*）个体数量较多，重要值分别为 10.68、9.90 和 9.62。散尾葵（*Dypsis lutescens*）、钩枝藤（*Ancistrocladus tectorius*）和黄檀（*Dalbergia hupeana*）以较

表 8 黄藤群落灌木层优势种及其重要值（前 10 位）
Tab. 8 Dominant species and their importance values in shrub layer of *D. jenkinsiana* community (Top10)

物种 Species	相对多 度 RA	相对频 度 RF	相对盖 度 RC	重要 值 IV
黄藤 <i>D. jenkinsiana</i>	8.01	4.05	30.55	42.61
棕竹 <i>Rhapis excelsa</i>	7.64	3.60	16.39	27.63
假鹰爪 <i>Desmos chinensis</i>	10.61	2.70	3.65	16.96
白藤 <i>Calamus tetradactylus</i>	2.98	3.15	4.55	10.68
杜茎山 <i>Maesa japonica</i>	4.28	2.70	2.92	9.90
短叶省藤 <i>Calamus egregius</i>	2.42	3.60	3.60	9.62
散尾葵 <i>Dypsis lutescens</i>	0.93	1.35	6.33	8.61
九节 <i>Psychotria rubra</i>	4.10	1.80	1.36	7.26
钩枝藤 <i>Ancistrocladus tectorius</i>	2.05	1.80	3.23	7.08
黄檀 <i>Dalbergia hupeana</i>	0.93	2.25	3.55	6.73

大的冠幅占优势，重要值分别为 8.61、7.08 和 6.73。九节（*Psychotria rubra*）分布较均匀，重要值为 7.26。

2.4.3 草本层重要值 草本层树种共 82 种，隶属 47 科 76 属。棕竹、山姜（*Alpinia japonica*）和黄藤等排名在前 10 位的植物重要值之和占草本层植物重要值的 42.50%（表 9）。棕竹的相对多度、相对频度和相对盖度均较高，优势最为明显。山姜和黄藤以较多的个体数和较大的冠幅占优势，其重要值分别为 17.22 和 15.45。九节（重要值为 12.69）和藤黄檀（*Dalbergia hancei*）（重要值为 10.91）个体数量较多，分布也较为均匀。杜茎山（重要值为 8.31）和木荷（*Schima superba*）（重要值为 8.64）以个体数量多占优势。假鹰爪、朱砂根（*Ardisia crenata*）和锡叶藤（*Tetracera sarmentosa*）的重要值分别为 7.57、6.96 和 7.50，分布都比较均匀。

表 9 黄藤群落草本层优势种及其重要值（前 10 位）
Tab. 9 Dominant species and thier importance values in herb layer of *D. jenkinsiana* community (Top10)

物种 Species	相对多 度 RA	相对频 度 RF	相对盖 度 RC	重要 值 IV
棕竹 <i>Rhapis excelsa</i>	5.87	2.94	9.84	18.65
山姜 <i>Alpinia japonica</i>	4.69	2.35	10.18	17.22
黄藤 <i>D. jenkinsiana</i>	5.16	4.12	6.17	15.45
九节 <i>Psychotria rubra</i>	4.69	4.12	3.88	12.69
藤黄檀 <i>Dalbergia hancei</i>	4.93	4.12	1.86	10.91
杜茎山 <i>Maesa japonica</i>	3.76	2.35	2.20	8.31
假鹰爪 <i>Desmos chinensis</i>	1.64	2.35	3.58	7.57
木荷 <i>Schima superba</i>	5.16	2.35	1.13	8.64
朱砂根 <i>Ardisia crenata</i>	1.88	2.35	2.73	6.96
锡叶藤 <i>Tetracera sarmentosa</i>	2.82	4.12	0.56	7.50

2.5 黄藤群落各层次物种多样性

通过分析乔木层、灌木层、草本层的 Margalef 指数（*M*）、Shannon-Wiener 指数（*H*）、Simpson 指数（*D*）及 Pielou 指数（*E*），并采用 Kruskal-Wallis 检验，探究不同林层的物种多样性特征，结果表明，*H* 指数表现为灌木层>草本层>乔木层，灌木层 *H* 指数的中位数与上四分位数显著高于草本层和乔木层，且离散程度最强；乔木层的 *H* 指数最低；草本层介于二者之间。*M* 指数分布规律与 *H* 指数一致（灌木层>草本层>乔木层），灌木层 *M* 指数的中位数高于草本层和乔木层，离散性最强且有高值异常点；乔木层 *M* 指数最低。不同林层 *M* 指数无显著差异（*N*=9，*df*=2，检验统计量 4.267^{a,b}，*P*=0.118>0.05）。箱线图显示灌木层 *D* 指数的中位数最高，乔木层的最低，离散性最强且有低值异常点，草本层居中，分布最集中；乔木层、灌木层、草本层的 *E* 指数相对对称（表 10，图 1）。综合来看，灌木层的物种多样性（*M*、*H* 指数）最高且变异程度大，乔木层最低，草本层处于中等水平；各林层的 *E* 指数无显著差异，表明各林层内物种个体分配均衡性相对一致。

3 讨论

3.1 最小取样面积

前期，研究团队针对海南番加省级自然保护区黄藤群落中物种分布均匀的地段，开展系统性物种调查与统计分析。通过逐步扩大取样面积（400、800、1200 m²），最终增至 3600 m²，监测乔木层、灌木层和草本层物种数量的变化趋势，发现在取样面积较小的初始阶段（400~1600 m²），各层次的种-面积曲线斜率均较高，物种数量呈快速上升趋势；当取样面积增至 2400 m² 时，灌木层和草本层的种-面积曲线趋于平缓，物种数量增长缓慢；而乔木层的种-面积曲线直至 3200 m² 后才完全稳定。根据生态学“种-面积曲线法”原则，通常将曲线拐点对应的面积作为群落调查的最小取样面积。因此，本研究确定番加省级自然保护区次生林黄藤群落的最小取样面积为 2400~3600 m²，该范围与文献[36]中“我国热带雨林取样通常最小面积为 2500 m²”的结论吻合，验证了本研究样地设置与抽样设计的科学性与可行性。

3.2 黄藤群落物种组成及区系分析

海南番加省级自然保护区次生林中黄藤群落

表 10 黄藤群落各林层物种多样性指数比较
Tab. 10 Comparison on diversity indices of each layer in *D. jenkinsiana* community

坡度 Slope/(°)	草本层 Herb layer				灌木层 Shrub layer				乔木层 Trees layer			
	M	H	E	D	M	H	E	D	M	H	E	D
0~15	9.214	3.657	0.940	0.967	9.742	3.685	0.928	0.966	4.960	2.773	0.897	0.899
15~30	10.004	3.773	0.964	0.971	12.942	4.066	0.967	0.976	7.611	3.487	0.997	0.966
30~45	8.713	3.577	0.951	0.963	7.328	3.357	0.930	0.950	6.377	3.320	0.996	0.961

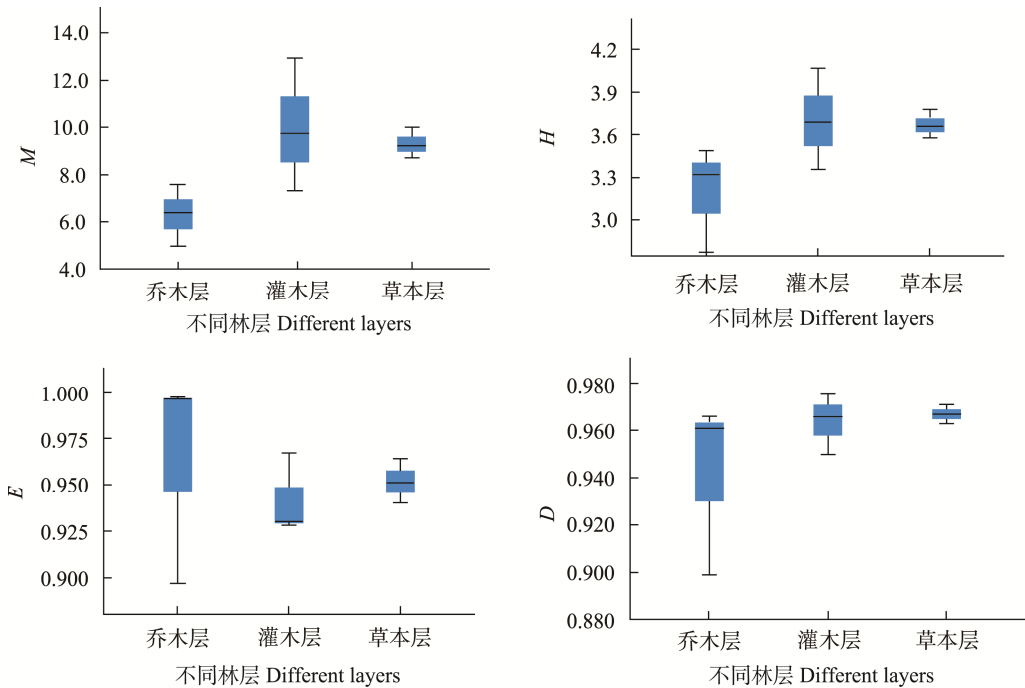


图 1 黄藤群落不同林层多样性指数 Kruskal-Wallis 检验
Fig. 1 Kruskal-Wallis test on diversity indices of different layers in *D. jenkinsiana* community

物种丰富，本次调查共记录维管植物 161 种，隶属 69 科 134 属，包括蕨类植物 8 科 8 属 9 种，双子叶植物有 49 科 100 属 120 种，单子叶植物 11 科 25 属 31 种，裸子植物仅有 1 种。该区域内种子植物科、属的分布区类型统计结果均表明，该植物区系具有显著的热带性质，尤其以泛热带分布成分占主导，热带亚洲分布、旧世界热带分布、热带亚洲至热带非洲、热带亚洲至热带大洋洲等热带性分布类型共同构成了区系的主体，这与李茂金等^[37]对海南番加省级自然保护区维管植物区系特征分析的研究结果一致。

黄藤群落区系特征的形成是区域气候与地理历史共同作用的结果。研究区域位于热带-亚热带过渡地带，气候温暖湿润，雨热同期，适宜多种热带植物类群的生存与繁衍。泛热带成分占优势，反映了该群落与全球热带植物区系的广泛联系，也说明其生态环境具有典型的热带性质。同时，热带亚洲、旧世界热带等区域性热带成分的存在，

表明该区系在热带范围内具有较强的地域性联系，尤其与亚洲热带植物区系关系密切，这可能与该区域地处亚洲大陆东南部、历史上长期受热带季风气候影响有关。尽管以热带成分为主，群落中仍包含一定比例的温带成分及间断分布类型，这些成分的存在可能是历史上植物迁移与扩散路径的遗留。根据黄藤群落物种区系特征，在人工培育中应优先选择热带属性强、生态适应性相似的植物作为伴生种，尤其是群落中与黄藤长期共存的优势属，这些类群在协同进化过程中可能已形成稳定的互利或兼容关系。

3.3 关键优势种与群落稳定性关系

从群落垂直结构看，各林层优势种分化显著。乔木层以榕树、鹅掌柴等高大树种为主，其冠层结构对群落稳定性具有重要作用，能有效调节林下光、湿环境，为下层植物提供适宜生境。灌木层中黄藤与棕竹、假鹰爪等构成稳定优势组合，形成互补竞争的共生关系。草本层亦见黄藤幼苗，

表明其具备良好的弱光适应性。基于这一结构特征,可提出更具针对性的管理建议:在黄藤人工种植或群落恢复实践中,可优先选择具有一定郁闭度的次生林地,利用乔-灌-草复层结构实现光热资源合理分配。乔木层宜选用冠幅较大、透光性较好的树种,为黄藤及林下植物提供适度遮荫;灌木层管理中,应合理调控黄藤与伴生种(如棕竹)的比例与空间布局,以促进种间稳定共存,避免过度竞争;草本层可引入耐荫性强、生态位互补的物种(如山姜等)。这种模拟自然群落结构的“乔-灌-草”协同管理模式,不仅有助于提高黄藤的成活率与生长表现,还能增强人工群落的生态稳定性与土地资源利用效率。

3.4 不足与展望

本研究尚未涉及季节动态变化,无法明确雨季与旱季黄藤群落在资源分配上的差异。例如,雨季土壤水分充足时,黄藤与伴生种之间的养分竞争是否减弱,草本层物种多样性是否发生变化,仍有待验证。这些信息对于优化黄藤人工培育策略具有重要意义。未来可参照彭超等^[38]的生境因子研究方法,开展为期1a的季节动态监测,系统分析不同季节光照、土壤湿度等环境因子与群落多样性的关系,完善资源分配机制的研究。此外,本研究虽识别出若干伴生优势种,但对黄藤与这些关键物种之间的相互作用关系(如竞争或互利)仍缺乏定量解析。后续研究可借鉴陈瑞国等^[14]的生态位分析思路,通过量化黄藤与棕竹、鹅掌柴等关键伴生种的生态位重叠度与种间联结,深入探讨其共存与排斥机制,从而为黄藤人工种植提供更具针对性的技术方案。

参考文献

- [1] 徐瑞晶, 胡璇, 漆良华, 刘广路, 彭超, 舒琪. 海南岛低地雨林恢复对棕榈藤分布及生长的影响[J]. 生态学杂志, 2019, 38(11): 3313-3319.
XU R J, HU X, QI L H, LIU G L, PENG C, SHU Q. Effects of forest restoration on distribution and growth of rattan in lowland rainforest, Hainan Island[J]. Chinese Journal of Ecology, 2019, 38(11): 3313-3319. (in Chinese)
- [2] 王慷林. 中国棕榈藤资源及其分布特征研究[J]. 植物科学学报, 2015, 33(3): 320-325.
WANG K L. Resources and distribution of rattan in China[J]. Plant Science Journal, 2015, 33(3): 320-325. (in Chinese)
- [3] SHARAM M, SHARMA C L, HAOKIP D. Anatomical and physical characteristics of some rattan species[J]. Journal of the Indian Academy of Wood Science, 2018, 15(2): 132-139.
- [4] GUO Z X, TIAN Z W, LIU Y B, DING L H, JIANG S H, WU W J, ZHANG C M, HAN X S, DUAN G G. A review of cellulose and lignin contained rattan materials: structure, properties, modifications, applications and perspectives[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2025, 290: 139081.
- [5] 李以菊, 徐瑞晶, 刘佳军, 刘广路. 棕榈藤萌蘖更新研究进展与展望[J]. 世界竹藤通讯, 2025, 23(2): 100-104.
LI Y J, XU R J, LIU J J, LIU G L. Research on resprouting and regeneration of rattan progress and prospects[J]. World Bamboo and Rattan, 2025, 23(2): 100-104. (in Chinese)
- [6] 王炯亮, 赵韩生, 高志民. 共表达网络分析揭示棕榈藤纤维生长动态调控模块[J]. 世界竹藤通讯, 2020, 18(4): 74-78.
WANG J L, ZHAO H S, GAO Z M. Coexpression analysis reveals dynamic modules regulating the growth and development of cirri in the rattans[J]. World Bamboo and Rattan, 2020, 18(4): 74-78. (in Chinese)
- [7] 徐瑞晶, 胡璇, 漆良华, 彭超, 梁昌强, 孔祥河, 杜文闻. 海南岛甘什岭棕榈藤伴生群落特征及排序分析[J]. 热带作物学报, 2018, 39(6): 1218-1224.
XU R J, HU X, QI L H, PENG C, LIANG C Q, KONG X H, DU W W. Community characteristics and ordination analysis of rattan and its associated species in the communities in Ganshenling, Hainan Island[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2018, 39(6): 1218-1224. (in Chinese)
- [8] 汪佑宏, 刘杏娥, 江泽慧, 费本华, 徐斌, 武恒, 张双燕, 涂道伍. 黄藤纤维细胞木质素分布[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2014, 38(5): 41-44.
WANG H Y, LIU X E, JIANG Z H, FEI B H, XU B, WU H, ZHANG S Y, TU D W. Lignin distribution of *Daemonorops margaritae* fiber[J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 2014, 38(5): 41-44. (in Chinese)
- [9] 许煌灿, 周再知, 尹光天. 藤茎嫩梢的营养成分分析[J]. 林业科学研究, 1991, 4(4): 4.
XU H C, ZHOU Z Z, YIN G T. Analysis of nutritional components in tender shoots of vine stems[J]. Forest Research, 1991, 4(4): 4. (in Chinese)
- [10] 李湘阳, 曾炳山, 裘珍飞, 刘英, 范春节. 黄藤以芽繁芽组培快繁研究[J]. 浙江林业科技, 2007(3): 15-18.
LI X Y, ZENG B S, QIU Z F, LIU Y, FAN C J. *In vitro* propagation of *Daemonorops margaritae* by sucker[J]. Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology, 2007(3): 15-18. (in Chinese)
- [11] 余林鹏, 张康健, 代福宽, 陈宇轩, 汪佑宏, 江泽慧, 田根林. 黄藤(*Daemonorops jenkinsiana*)研究进展[J]. 世界竹

- 藤通讯, 2023, 21(6): 85-91.
- YU L P, ZHANG K J, DAI F K, CHEN Y X, WANG Y H, JIANG Z H, TIAN G L. Research progress in *Daemonorops jenkinsiana*[J]. World Bamboo and Rattan, 2023, 21(6): 85-91. (in Chinese)
- [12] 李荣生, 尹光天, 杨锦昌, 邹文涛. 黄藤果用林的经济价值评估[J]. 世界竹藤通讯, 2015, 13(4): 17-20.
- LI R S, YIN G T, YANG J C, ZOU W T. Valuation of *Daemonorops jenkinsiana* plantation for fruits[J]. World Bamboo and Rattan, 2015, 13(4): 17-20. (in Chinese)
- [13] 杨锦昌, 许煌灿, 尹光天, 冯昌林, 卢立华. 黄藤人工林密度效应[J]. 林业科学, 2006, 42(4): 57-61.
- YANG J C, XU H C, YIN G T, FENG C L, LU L H. The density effect of *Daemonorops margaritae* plantation[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2006, 42(4): 57-61. (in Chinese)
- [14] 陈瑞国, 范少辉, 刘广路, 徐瑞晶, 胡璇, 苏浩然. 海南岛次生低地雨林棕榈藤伴生群落优势种生态位研究[J]. 西北植物学报, 2017, 37(6): 1226-1233.
- CHEN R G, FAN S H, LIU G L, XU R J, HU X, SU H R. Niche characteristics of dominant species of rattan accompanying community in secondary lowland rain forest in Hainan Island, China[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2017, 37(6): 1226-1233. (in Chinese)
- [15] 张帅, 李荣生, 尹光天, 杨锦昌, 邹文涛. 省藤族 4 种栽培植物的高空压条研究[J]. 热带作物学报, 2013, 34(2): 259-262.
- ZHANG S, LI R S, YIN G T, YANG J C, ZOU W T. Propagation of 4 species of calameae plants by air layering[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2013, 34(2): 259-262. (in Chinese)
- [16] 李雁冰, 范少辉, 刘广路, 陈本学, 徐瑞晶, 景雄, 曾宪礼. 遮荫和干旱复合处理对黄藤幼苗个体生长及生理特性的影响[J]. 西北植物学报, 2019, 39(6): 1096-1104.
- LI Y B, FAN S H, LIU G L, CHEN B X, XU R J, JING X, ZENG X L. Effect of shading and drought on the growth and physiological response of *Daemonorops jenkinsiana*[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2019, 39(6): 1096-1104. (in Chinese)
- [17] 李荣生, 尹光天, 杨锦昌, 邹文涛, 王旭, 余纽, 程林林. 辐照剂量对棕榈藤种子萌发和苗木生长的影响[J]. 世界竹藤通讯, 2016, 14(5): 7-11.
- LI R S, YIN G T, YANG J C, ZOU W T, WANG X, YU N, CHENG L L. Effects of irradiation dose on seed germination and seedling growth of rattans[J]. World Bamboo and Rattan, 2016, 14(5): 7-11. (in Chinese)
- [18] 郑雅娟, 吕文华. 黄藤材主要变色菌的生物学特性[J]. 森林与环境学报, 2016, 36(2): 236-239.
- ZHENG Y X, LYU W H. Biological characteristics of stain fungi on *Daemonorops margaritae* cane[J]. Journal of Forest and Environment, 2016, 36(2): 236-239. (in Chinese)
- [19] 刘杏娥, 金克霞, 崔贺帅, 马建锋. 黄藤细胞壁木质素区域化学分子光谱成像研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2017, 37(10): 3138-3144.
- LIU X E, JIN K X, CUI H S, MA J F. The lignin topochemistry of *Daemonorops margaritae* (Hance) Becc. by molecular spectroscopic imaging[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2017, 37(10): 3138-3144. (in Chinese)
- [20] 张菲菲, 李担, 汪佑宏, 徐斌, 江泽慧, 刘杏娥, 田根林. 棕榈藤材藤龄的判断[J]. 东北林业大学学报, 2017, 45(6): 26-29.
- ZHANG F F, LI D, WANG Y H, XU B, JIANG Z H, LIU X E, TIAN G L. Judgment of rattan age[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2017, 45(6): 26-29. (in Chinese)
- [21] 郑雅娟, 吕文华. 黄藤材主要变色菌的分离和鉴定[J]. 西北林学院学报, 2015, 30(5): 219-223.
- ZHENG Y X, LYU W H. Isolation and identification of stain fungi associated with *Daemonorops margaritae* cane[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2015, 30(5): 219-223. (in Chinese)
- [22] 郑雅娟, 吕文华. 两种国产藤材的抗弯性能及变异[J]. 木材加工机械, 2014, 25(5): 44-47.
- ZHENG Y X, LYU W H. Bending properties and the variation of two domestic commercial rattan cane[J]. Forestry and Grassland Machinery, 2014, 25(5): 44-47. (in Chinese)
- [23] 王传贵, 裴韵文, 张双燕, 王翔, 陈美玲. 不同染料对棕榈藤材的影响及机理分析[J]. 林产化学与工业, 2014, 34(4): 121-125.
- WANG C G, PEI Y W, ZHANG S Y, WANG X, CHEN M L. Effect of different dyes on rattan and its dyeing mechanism[J]. Chemistry and Industry of Forest Products, 2014, 34(4): 121-125. (in Chinese)
- [24] 汪佑宏, 徐斌, 武恒, 涂道伍, 吴明山, 江泽慧, 费本华, 刘杏娥, 田根林. 棕榈藤材解剖特征的取样方法[J]. 东北林业大学学报, 2014, 42(10): 90-94.
- WANG Y H, XU B, WU H, TU D W, WU M S, JIANG Z H, FEI B H, LIU X E, TIAN G L. Sampling methods for anatomical characteristics of rattan[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2014, 42(10): 90-94. (in Chinese)
- [25] 史晶晶, 徐瑞晶, 徐浩, 马霜, 贾秋蕊, 高志民. 黄藤染色体核型及基因组大小分析[J]. 热带亚热带植物学报, 2019, 27(3): 315-322.
- SHI J J, XU R J, XU H, MA S, JIA Q R, GAO Z M. Karyotype and genome size analyses of *Daemonorops jenkinsiana*[J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2019,

- 27(3): 315-322. (in Chinese)
- [26] 王思宁, 赵韩生, 高志民. 单叶省藤和黄藤基因组组装研究[J]. 世界竹藤通讯, 2018, 16(6): 58-63.
WANG S N, ZHAO H S, GAO Z M. Genome assembly research on *Calamus simplicifolius* and *Daemonorops jenkinsiana*[J]. World Bamboo and Rattan, 2018, 16(6): 58-63. (in Chinese)
- [27] 孙化雨, 李利超, 赵韩生, 杨意宏, 王思宁, 高志民. 黄藤 2 个 NAC 基因的分子特征及其 SSR 分子标记开发[J]. 林业科学, 2017, 53(8): 132-140.
SUN H Y, LI L C, ZHAO H S, YANG Y H, WANG S N, GAO Z M. Molecular characteristics and SSR marker development of two NAC genes from *Daemonorops jenkinsiana*[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2017, 53(8): 132-140. (in Chinese)
- [28] 王优道. 海南番加省级自然保护区植物资源现状分析[J]. 热带林业, 2017, 45(3): 35-37.
WANG Y D. Analysis on the current situation of plant resources in Fanjia Nature Reserve of Hainan Province[J]. Tropical Forestry, 2017, 45(3): 35-37. (in Chinese)
- [29] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
Editorial Committee of Flora of China, Chinese Academy of Sciences. Flora of China[M]. Beijing: Science Press, 2004. (in Chinese)
- [30] 杨小波. 海南植物图志[M]. 北京: 科学出版社, 2015.
YANG X B. Iconographia Florae Hainanensis[M]. Beijing: Science Press, 2015. (in Chinese)
- [31] 广东省植物研究所. 海南植物志(第四卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1977.
Guangdong Institute of Botany. Flora Hainanica (Vol. 4)[M]. Beijing: Science Press, 1977. (in Chinese)
- [32] 刘闯, 龚理, 张伟雄, 钟锦城, 张荣京. 广东陆河南万红锥林的群落特征[J]. 热带作物学报, 2021, 42(5): 1499-1504.
LIU C, GONG L, ZHANG W X, ZHONG J C, ZHANG R J. Community characteristics of *Castanopsis hystrix* forest in Nanwan of Luhe county, Guangdong[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2021, 42(5): 1499-1504. (in Chinese)
- [33] MAGURRAN A E. Ecological diversity and its measurement[J]. Biometrics, 1988, 46(2): 81-99.
- [34] 李锡文. 中国种子植物区系统计分析[J]. 云南植物研究, 1996(4): 3-24.
LI X W. Floristic statistics and analyses of seed plants from China[J]. Plant Diversity, 1996(4): 3-24. (in Chinese)
- [35] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991, 13(增刊 4): 1-139.
WU Z Y. Distribution types of genera of seed plants in China[J]. Plant Diversity, 1991, 13(Suppl. 4): 1-139. (in Chinese)
- [36] 林育真, 付荣恕. 生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
LIN Y Z, FU R S. Ecology[M]. Beijing: Science Press, 2004. (in Chinese)
- [37] 李茂金, 陈玉凯, 陈冬洋, 吴庭天. 海南番加省级自然保护区维管植物区系特征分析[J]. 乡村科技, 2023, 14(11): 133-136.
LI M J, CHEN Y K, CHEN D Y, WU T T. Floristic characteristics analysis of vascular plants in Hainan Fanjia Provincial Nature Reserve[J]. Rural Science and Technology, 2023, 14(11): 133-136. (in Chinese)
- [38] 彭超, 范少辉, 刘广路, 徐瑞晶, 胡璇, 苏浩然. 海南岛低地次生雨林棕榈藤分布及其影响因子[J]. 生态学杂志, 2017, 36(10): 2725-2733.
PENG C, FAN S H, LIU G L, XU R J, HU X, SU H R. Distribution and impact factors of rattan in lowland secondary rain forest in Hainan Island, China[J]. Chinese Journal of Ecology, 2017, 36(10): 2725-2733. (in Chinese)