

中国岛屿特有植物油叶柯群落特征与物种多样性分析

林新豪¹, 傅可怡¹, 杨芝来¹, 张世泓¹, 丁明艳², 马少伟³, 冯欣欣⁴, 施诗^{1,①}

(1. 华南农业大学林学与风景园林学院, 广东 广州 510642; 2. 顺德职业技术大学设计学院, 广东 佛山 528333;
3. 广东珠海淇澳-担杆岛省级自然保护区管理处, 广东 珠海 519000; 4. 东莞植物园, 广东 东莞 523086)

摘要: 为探究呈岛屿间断分布的中国特有种油叶柯 [*Lithocarpus konishii* (Hayata) Hayata] 的群落结构、区系特征及多样性, 在其分布区广东担杆岛、香港及海南文昌设置 13 个典型样地 (总面积 5 800 m²) 并开展群落学调查, 分析其群落的物种组成、结构特征、区系特征、物种多样性及类型。结果表明: 13 个油叶柯样地物种组成丰富, 共有维管植物 200 种 (含种下等级, 下同), 隶属于 74 科 162 属, 其中海南文昌样地的物种数 (140 种) 远多于香港和广东担杆岛样地。从生活型看, 13 个油叶柯样地中乔木、灌木、草本和藤本分别有 41、85、57 和 17 种, 占比分别为 20.5%、42.5%、28.5% 和 8.5%。从地理成分看, 13 个油叶柯样地植物群落在科和属水平均以泛热带和热带亚洲分布为主, 热带性质明显。多样性分析结果显示: 油叶柯样地灌木层的物种多样性指数总体高于乔木层和草本层。基于乔木层重要值的聚类分析结果, 13 个油叶柯样地的植物群落划分为油叶柯+鹅掌柴林 [Form. *L. konishii*+*Heptapleurum heptaphyllum* (Linn.) Y. F. Deng]、台湾相思+油叶柯林 (Form. *Acacia confusa* Merr.+*L. konishii*)、油叶柯+文昌锥林 (Form. *L. konishii*+*Castanopsis wenchangensis* G. A. Fu et C. C. Huang) 3 类, 与地理分布相吻合。综上所述, 油叶柯群落为具热带特性的常绿阔叶林, 但因处于次生演替不稳定阶段, 亟需制定针对性保护策略以维持生态系统稳态。

关键词: 油叶柯; 物种组成; 生活型; 群落类型; 物种多样性

中图分类号: Q948.15; S718.54 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2026)01-0083-10

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2026.01.08

Analysis on community characteristics and species diversity of endemic plant *Lithocarpus konishii* on Chinese islands LIN Xinhao¹, FU Keyi¹, YANG Zhilai¹, ZHANG Shihong¹, DING Mingyan², MA Shaowei³, FENG Xinxin⁴, SHI Shi^{1,①} (1. College of Forestry and Landscape Architecture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 2. School of Design, Shunde Polytechnic University, Foshan 528333, China; 3. Guangdong Zhuhai Qi'ao-Dangan Island Provincial Nature Reserve Management Office, Zhuhai 519000, China; 4. Dongguan Botanical Garden, Dongguan 523086, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2026, 35(1): 83-92

Abstract: To investigate the community structure, floristic characteristics, and diversity of *Lithocarpus konishii* (Hayata) Hayata, a Chinese endemic species with a discontinuous island distribution, 13 typical plots (total area of 5 800 m²) were established in its distribution areas including Dangan Island of Guangdong, Hong Kong, and Wenchang of Hainan, a community survey was conducted, and the species composition, structural characteristics, floristic characteristics, species diversity, and types of the communities were analyzed. The results show that the 13 *L. konishii* plots have rich species composition, comprising a total of 200 vascular plant species (including infraspecies, the same below) belonging to 162 genera of 74 families, among which the number of species in the Wenchang of Hainan plot (140 species) is much higher than those in the Hong Kong and Dangan Island of Guangdong plots. In terms of

收稿日期: 2025-08-08

基金项目: 质兰基金会项目(2022070051B); 广州市园林科技协同创新中心项目(202206010058)

作者简介: 林新豪(2000—), 男, 广东揭阳人, 硕士研究生, 主要从事植物亲缘地理学方面的研究。

①通信作者 E-mail: shis@scau.edu.cn

引用格式: 林新豪, 傅可怡, 杨芝来, 等. 中国岛屿特有植物油叶柯群落特征与物种多样性分析[J]. 植物资源与环境学报, 2026, 35(1): 83-92.

life forms, there are 41, 85, 57, and 17 species of tree, shrub, herb, and vine respectively in 13 *L. konishii* plots, and the proportions are 20.5%, 42.5%, 28.5%, and 8.5% respectively. In terms of geographical element, the plant communities of the 13 *L. konishii* plots are predominantly pantropic and tropical Asian distributions at both family and genus levels, indicating distinct tropical characteristics. The diversity analysis result shows that the species diversity indexes of the shrub layer in the *L. konishii* plots are generally higher than those of the tree and herb layers. Based on cluster analysis result of importance values of the tree layer, the plant communities of the 13 *L. konishii* plots are classified into three types, namely Form. *L. konishii*+*Heptapleurum heptaphyllum* (Linn.) Y. F. Deng, Form. *Acacia confusa* Merr.+*L. konishii*, and Form. *L. konishii*+*Castanopsis wenchangensis* G. A. Fu et C. C. Huang, which correspond to their geographical distributions. In conclusion, *L. konishii* communities are evergreen broad-leaved forests with tropical characteristics, but due to its unstable stage of secondary succession, targeted conservation strategies are urgently needed to maintain ecosystem stability.

Key words: *Lithocarpus konishii* (Hayata) Hayata; species composition; life form; community type; species diversity

油叶柯 [*Lithocarpus konishii* (Hayata) Hayata] 隶属于壳斗科 (Fagaceae) 柯属 (*Lithocarpus* Blume), 为中国特有的常绿阔叶乔木, 目前仅分布于海南文昌东部、广东担杆岛、香港以及台湾, 呈现典型的岛屿间断分布格局^[1]。油叶柯主要生长于近海岸的缓坡及海岸岩石山地环境, 具备耐盐碱、耐干旱瘠薄及抗风等生态适应性, 在岛屿生态系统中发挥着保持水土、涵养水源等重要生态功能^[2]。2004年《中国物种红色名录》^[3]将油叶柯列为易危 (VU) 物种。2013年《中国生物多样性红色名录》(<http://protection.especies.cn/redlist/list>) 将其评估为近危 (NT) 物种, 显示其濒危程度有所缓解。2024年, *The IUCN Red List of Threatened Species*^[4]将油叶柯评估为无危 (LC) 物种, 但指出该物种评级主要由于其在台湾地区分布的数量较为稳定, 然而由于森林砍伐及栖息地被破坏, 其海南亚种群可能已经灭绝或面临严重衰退, 香港亚种群数量极少且呈高度碎片化状态, 海南和香港的油叶柯种群仍面临严峻生存压力。

目前, 关于油叶柯的研究相对匮乏, 主要集中于繁殖技术、遗传多样性和应用价值等方面。黄怡菁等^[5]研究发现, 油叶柯种子萌发率较高, 但萌发后的死亡率较高, 成活率偏低。王君玮^[6]采用空中压条、扦插、嫁接3种方式对油叶柯进行了无性繁殖实验, 验证了多种繁殖方式的可行性。Hung等^[7]使用cpDNA和mtDNA分子标记对台湾中南部地区的油叶柯进行遗传多样性分析, 结果显示该地区遗传多样性显著下降。Fu等^[8]则首次公布了油叶柯的完整叶绿体基因组序列, 为其系统发育和保护基因组学研究奠定数据基础; 施诗等^[9]对油叶柯岛屿间断分布的

生物地理格局进行了研究, 认为油叶柯遗传多样性整体偏低, 其中台湾种群遗传多样性最高, 可能在第四纪末期通过陆桥与香港、海南等地的种群进行过基因交流。然而, 针对油叶柯群落方面的研究尚属空白, 亟需开展油叶柯群落特征与物种多样性研究。

植物群落研究是生态学的重要分支, 其核心内容包括群落分类、物种组成与物种多样性等特征^[10-12]。群落分类有助于揭示群落类型形成、演替与环境之间的关系, 而物种组成分析则为群落分类提供基础支撑。在此基础上, 可进一步探讨群落生态过程与功能特性, 从而为生态恢复、森林经营和生物多样性保护提供科学依据^[13]。目前, 已有学者针对珍稀濒危植物的群落特征和多样性开展研究, 例如: 朱成林等^[14]对珍稀植物沙冬青 [*Ammopiptanthus mongolicus* (Maxim. ex Kom.) S. H. Cheng] 群落的物种组成进行分析, 建议加强保护现有沙冬青群落; 黄志宏等^[15]对极小种群植物银杉 (*Cathaya argyrophylla* Chun et Kuang) 群落的生境、组成和结构特征进行研究, 为制定有效的保护策略提供了重要参考。为更全面地了解油叶柯的群落特征, 本研究对广东、香港、海南油叶柯分布区的植物群落类型、物种组成及多样性进行调查和分析, 旨在揭示油叶柯的生境结构和演替状态, 为其资源保护及可持续利用提供基础资料和科学依据。

1 研究地概况和研究方法

1.1 研究地概况

通过查询标本记录和文献以及走访调查获得较全面的油叶柯地理分布数据, 最终确定对分布于广东

担杆岛、香港和海南文昌的油叶柯野生资源进行调查,其中,广东担杆岛和香港的油叶柯呈不连续性的斑块状分布,海南仅文昌区域有油叶柯分布,离海岸线较近。

广东担杆岛(北纬 21° 58' ~ 22° 04'、东经 114°07' ~ 114°19')地形以丘陵和山地为主,属南亚热带季风气候,具有显著的海洋性特征,年均温 22.2 °C,年降雨量 1 875.7 mm;土壤以赤红壤为主,多为轻壤或中壤,砂砾较多;担杆岛原生植被良好,自然植被以灌木林为主,兼有少量人工栽植的台湾相思(*Acacia confusa* Merr.)及木麻黄(*Casuarina equisetifolia* Linn.)林^[16-18]。

香港(北纬 22° 08' ~ 22° 35'、东经 113° 49' ~ 114°31')地形以丘陵和山地为主,属南亚热带季风气候,具有显著的海洋性特征,年均温 23.3 °C,年降雨量 2 214 mm;土壤呈酸性,包括红壤、赤红壤、砖红壤、黄壤和冲积土等;香港原生植被为热带或南亚热带常绿阔叶林,有超过 2 500 种的原生植物,但由于人类活动,原生植被破坏严重^[19-20]。

海南文昌(北纬 19°21' ~ 20°01'、东经 108°28' ~

111°03')属热带季风气候,具有显著的海洋性特征,年均温约 24 °C,年降雨量 1 799.4 mm,土壤发育程度较低;森林面积 9.6×10^4 hm²,森林覆盖率 40.8%^[21]。

1.2 野外调查

对油叶柯在广东担杆岛、香港和海南文昌的分布点进行全面踏查,选择野生种群分布集中且林分保持完好的典型地段共设立 13 个样地,记录其分布地、经纬度、海拔、郁闭度、坡度、坡向、岩石裸露度和调查面积(表 1)。为确保取样的全面性,在广东担杆岛和香港的样地设置囊括了油叶柯的全部已知天然群落,在海南文昌的样地设置也覆盖了油叶柯的核心分布区及绝大多数已知群落。每个样地划分为若干个面积为 10 m×10 m 的小样方,对胸径(DBH)大于或等于 2 cm 的乔木进行每木调查,详细调查和记录物种名称、高度、胸径和冠幅;同时记录样地内所有油叶柯的胸径、高度和冠幅;在每个小样方的东南角设置 1 个面积为 2 m×2 m 的灌木及草本样方,记录灌木和草本植物的物种名称、株数、高度及盖度。乔木的高度使用测高杆(精度 1 mm)测量,灌木和草本植物的高度使用卷尺(精度 1 mm)测量。

表 1 油叶柯样地概况

Table 1 General conditions of the plots of *Lithocarpus konishii* (Hayata) Hayata

样地编号 No. of plot	地点 Location	纬度 Latitude	经度 Longitude	海拔/m Altitude	郁闭度 Canopy density	坡度/(°) Slope	坡向 ¹⁾ Aspect ¹⁾	岩石裸露度/% Rock exposure rate	调查面积/m ² Survey area
广东担杆岛 Dangan Island of Guangdong									
DG1	白石顶附近 Near Baishiding	N22°02'13"	E114°14'49"	153	0.5	9	西 West	30	400
DG2	白石顶附近 Near Baishiding	N22°01'46"	E114°15'01"	200	0.7	11	南 South	5	400
DG3	白石顶附近 Near Baishiding	N22°02'00"	E114°14'45"	113	0.5	12	东南 Southeast	8	400
DG4	白石顶附近 Near Baishiding	N22°01'59"	E114°14'43"	123	0.6	7	南 South	25	400
香港 Hong Kong									
HK1	西贡浪茄 Long Ke, Sai Kung	N22°22'06"	E114°22'30"	87	0.7	20	南 South	5	200
HK2	大屿山分流 Lantau Island Diversion	N22°12'22"	E113°51'36"	92	0.7	18	南 South	5	200
海南文昌 Wenchang of Hainan									
WC1	西郊村 Xijiao Village	N19°48'51"	E110°55'52"	36	0.8	3	东 East	0	900
WC2	海棠堆村 Haitangdui Village	N19°50'54"	E110°53'29"	25	0.6	0	—	0	900
WC3	达品村 Dapin Village	N19°43'50"	E110°50'53"	10	0.9	0	—	0	400
WC4	石龙仔村 Shilongzai Village	N19°42'11"	E110°55'36"	20	0.9	0	—	0	400
WC5	宝德村鹿场 Deer Farm, Baode Village	N19°49'56"	E110°55'45"	26	0.9	3	东 East	0	400
WC6	宝坑村 Baokeng Village	N19°29'24"	E110°45'59"	22	0.8	0	—	0	400
WC7	坡尾村 Powei Village	N19°50'10"	E110°56'32"	43	0.9	0	—	0	400

¹⁾ —: 无坡向 No slope aspect.

1.3 数据处理和分析

1.3.1 植物生活型划分 根据 Whittaker 系统^[22]划分植物的生活型并进行统计。

1.3.2 植物区系划分 分别采用吴征镒等^[23-24]对中国种子植物及廖文波等^[25]对广东蕨类植物的区系划分方法,对科、属的地理成分类型进行统计,若区系划

分中未查询到相应的科、属,则使用哈钦松系统分类的科、属进行补充统计。

1.3.3 重要值(IV)计算 参考文献[26-27]计算重要值,将重要值大于或等于10%的物种作为优势种。

1.3.4 物种多样性指数计算 参照马克平等^[28-29]和张巍等^[30]对植物群落 α 多样性的测度方法,计算物种丰富度(S)、Shannon-Wiener指数(H')、Simpson指数(D)和Pielou均匀度指数(J)。

1.3.5 群落分类 利用R 4.4.3和EXCEL 2016软件,选用Bray-Curtis距离,采用组间连接法,以各样地乔木层物种的重要值作为数量分类的分析对象,对油叶柯13个样地进行系统聚类分析^[31]。群落命名参考《中国植被志》,依据建群种+共优种来组成。根据每个群落的建群种或者共优种来划分,同一个群落中的建群种或者共优种为相同。基于群落内优势种的重要值确定建群种,当重要值大于或等于75%时将其归为单优势种;当重要值介于[10%,75%)之间,其中,重要值相差不大于10个百分点的优势种归为共优种,重要值相差超过10个百分点,依据重要值由大至小排列来确定优势种;当群落内物种重要值小于10%时,该群落可判定为优势种不明显。

2 结果和分析

2.1 群落物种组成

油叶柯13个样地共调查到维管植物74科162属200种(含种下等级,下同)。其中蕨类植物6科6属6种,裸子植物2科2属2种,被子植物66科154属192种。其中,广东担杆岛样地共有45科73属84种,香港样地共有22科33属35种,海南文昌样地共有63科120属140种。海南文昌样地调查到的植物种类远多于广东担杆岛和香港样地,香港样地调查到的植物种类最少。

植物生活型统计结果(表2)显示:油叶柯13个样地中灌木种类最多(85种),占总种数的42.5%;其后依次为草本(57种)、乔木(41种)、藤本(17种),占比分别为28.5%、20.5%和8.5%。3个地区的样地中灌木种类均最多,广东担杆岛样地灌木占比为53.6%,其余生活型占比较均衡。香港样地灌木占比为51.4%,其次为乔木(占比为31.4%),但藤本极度缺乏,仅1种(占比为2.9%)。海南文昌样地灌木和草本占比均较高,分别为38.6%和35.0%,共同构成

表2 油叶柯样地植物生活型的统计结果¹⁾

Table 2 Statistical results of life forms of plants in the plots of *Lithocarpus konishii* (Hayata) Hayata¹⁾

生活型 Life form	DG		HK		WC		全部 All	
	种数 Number of species	占比/% Proportion	种数 Number of species	占比/% Proportion	种数 Number of species	占比/% Proportion	种数 Number of species	占比/% Proportion
乔木 Tree	13	15.5	11	31.4	30	21.4	41	20.5
灌木 Shrub	45	53.6	18	51.4	54	38.6	85	42.5
草本 Herb	14	16.7	5	14.3	49	35.0	57	28.5
藤本 Vine	12	14.3	1	2.9	7	5.0	17	8.5
合计 Total	84	100.0	35	100.0	140	100.0	200	100.0

¹⁾ DG: 广东担杆岛 Dangan Island of Guangdong; HK: 香港 Hong Kong; WC: 海南文昌 Wenchang of Hainan.

了群落的优势成分。说明油叶柯群落整体以灌木占优,但各地区的群落生活型谱系结构存在差异。

2.2 群落区系特征

科的分布区类型统计结果(表3)显示:油叶柯13个样地中种子植物科的分布区类型共7个,广东担杆岛、香港和海南文昌样地油叶柯群落中热带性质科的占比分别为87.1%、87.5%和95.7%,其中泛热带分布型占比最多,常见的有锦葵科(Malvaceae)、芸香科(Rutaceae)、红树科(Rhizophoraceae)、山茶科

(Theaceae)、茜草科(Rubiaceae)等。

属的分布区类型统计结果(表4)显示:油叶柯13个样地中种子植物属的分布区类型共11个,广东担杆岛、香港和海南文昌样地油叶柯群落中热带性质属的占比分别为92.8%、87.5%和93.6%,其中泛热带分布型占比最多,如割鸡芒属(*Hypolytrum* Rich.)、山芝麻属(*Helicteres* Linn.)、叶下珠属(*Phyllanthus* Linn.)、鸡血藤属(*Callerya* Endl.)、漆树属[*Toxicodendron* (Tourn.) Mill.]等,表现出明显的热带性质。

表 3 油叶柯样地种子植物科的分布区类型¹⁾Table 3 Areal-types of families of seed plants in the plots of *Lithocarpus konishii* (Hayata) Hayata¹⁾

分布区类型 Areal-type	DG		HK		WC	
	<i>n</i>	P/%	<i>n</i>	P/%	<i>n</i>	P/%
1. 世界广布 Wide spread	11		4		13	
2. 泛热带分布 Pantropic	23	74.2	13	81.3	35	76.1
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop. As. & Trop. Amer. Disjuncted	2	6.5	1	6.3	5	10.9
4. 旧世界热带分布 OW Trop.	1	3.2	—		2	4.3
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布 Trop. As. to Trop. Australasia	1	3.2	—		2	4.3
8. 北温带分布 N. Temp.	3	9.7	1	6.3	1	2.2
12. 地中海、西亚至中亚分布 Medit., W. As. to C. As.	1	3.2	1	6.3	1	2.2
合计 Total	42	100.0	20	100.0	59	100.0

¹⁾ DG: 广东担杆岛 Dangan Island of Guangdong; HK: 香港 Hong Kong; WC: 海南文昌 Wenchang of Hainan. *n*: 科数 Number of families; P: 占比 Proportion. 计算占比时不包括世界广布型 The wide spread type is not included in the calculation of proportion. —: 无分布 No distribution.

表 4 油叶柯样地种子植物属的分布区类型¹⁾Table 4 Areal-types of genera of seed plants in the plots of *Lithocarpus konishii* (Hayata) Hayata¹⁾

分布区类型 Areal-type	DG		HK		WC	
	<i>n</i>	P/%	<i>n</i>	P/%	<i>n</i>	P/%
1. 世界广布 Wide spread	2		—		6	
2. 泛热带分布 Pantropic	34	49.3	10	31.3	46	42.2
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop. As. & Trop. Amer. Disjuncted	3	4.3	4	12.5	8	7.3
4. 旧世界热带分布 OW Trop.	6	8.7	3	9.4	15	13.8
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布 Trop. As. to Trop. Australasia	12	17.4	5	15.6	14	12.8
6. 热带亚洲至热带非洲分布 Trop. As. to Trop. Afr.	5	7.3	2	6.3	6	5.5
7. 热带亚洲(印度、马来西亚)分布 Trop. As. (Indomal.)	4	5.8	4	12.5	13	11.9
8. 北温带分布 N. Temp.	1	1.4	—		—	
9. 东亚和北美洲间断分布 E. As. & N. Amer. Disjuncted	2	2.9	3	9.4	5	4.6
10. 旧世界温带分布 OW Temp.	1	1.4	1	3.1	—	
14. 东亚分布(东喜马拉雅—日本) E. As. (E. Himal.-Japan)	1	1.4	—		2	1.8
合计 Total	71	100.0	32	100.0	115	100.0

¹⁾ DG: 广东担杆岛 Dangan Island of Guangdong; HK: 香港 Hong Kong; WC: 海南文昌 Wenchang of Hainan. *n*: 属数 Number of genera; P: 占比 Proportion. 计算占比时不包括世界广布型 The wide spread type is not included in the calculation of proportion. —: 无分布 No distribution.

2.3 物种多样性分析

油叶柯不同样地乔木层、灌木层和草本层的物种多样性指数见表 5。结果显示:油叶柯样地乔木层的 Shannon-Wiener 指数 (H') 在 0.585 ~ 2.461 之间, Simpson 指数 (D) 在 0.397 ~ 0.889 之间, Pielou 均匀度指数 (J) 在 0.649 ~ 0.928 之间; 灌木层的 H' 值在 1.134 ~ 3.171 之间, D 值在 0.780 ~ 0.989 之间, J 值在 0.319 ~ 0.924 之间; 草本层的 H' 值在 1.209 ~ 2.531 之间, D 值在 0.566 ~ 0.903 之间, J 值在 0.581 ~ 1.000 之间。总体上看,油叶柯 13 个样地灌木层的物种丰富度和多样性指数高于乔木层和草本层。从 J 值看,灌木层的均匀度波动幅度最大,广东担杆岛和香港样地灌木层的均匀度低于乔木层和草本层,而海南文昌样地灌木层的均匀度则高于乔木层和草本层。

从不同分布地看,在乔木层中,海南文昌(WC)样地的 H' 和 D 值最高,其次为广东担杆岛(DG)样地,香港(HK)样地最低;广东担杆岛样地和香港样地的 J 值较高。在灌木层中,广东担杆岛样地的 H' 和 D 值最高,海南文昌样地的这 2 个指数也较高;香港样地的 J 值最高。在草本层中,海南文昌样地的 H' 和 D 值最高,香港样地的 J 值最高。

从 13 个样地看,在乔木层中,海南文昌 WC4 样地的 H' 和 D 值最高(分别为 2.461 和 0.889),广东担杆岛 DG3 样地的 J 值最高(0.928);在灌木层中,广东担杆岛 DG4 样地的 H' 值最高(3.171),广东担杆岛 DG3 样地的 D 值最高(0.989),海南文昌 WC1 样地的 J 值最高(0.924);在草本层中,海南文昌 WC5 样地的 H' 和 D 值最高(分别为 2.531 和 0.903),香港

表5 油叶柯不同样地的物种多样性指数¹⁾Table 5 Species diversity indexes of different plots of *Lithocarpus konishii* (Hayata) Hayata¹⁾

样地编号 No. of plot	乔木层 Tree layer				灌木层 Shrub layer				草本层 Herb layer			
	S	H'	D	J	S	H'	D	J	S	H'	D	J
DG1	8	1.874	0.824	0.901	24	2.833	0.928	0.891	8	1.209	0.566	0.581
DG2	6	1.538	0.750	0.858	34	2.769	0.915	0.785	12	2.076	0.820	0.835
DG3	5	1.494	0.750	0.928	35	1.134	0.989	0.319	13	2.161	0.839	0.843
DG4	8	1.715	0.760	0.824	31	3.171	0.950	0.923	8	1.746	0.772	0.840
均值 Mean	6.8	1.655	0.771	0.878	31.0	2.477	0.945	0.730	10.3	1.798	0.749	0.775
HK1	9	2.014	0.846	0.917	14	2.278	0.861	0.863	4	1.352	0.734	0.975
HK2	2	0.585	0.397	0.845	10	1.970	0.812	0.856	5	1.609	0.800	1.000
均值 Mean	5.5	1.302	0.622	0.883	12.0	2.124	0.837	0.859	4.5	1.481	0.767	0.988
WC1	10	1.967	0.825	0.853	12	2.296	0.880	0.924	7	1.607	0.760	0.826
WC2	10	1.992	0.824	0.865	18	2.558	0.901	0.885	20	2.430	0.869	0.811
WC3	17	1.840	0.694	0.649	16	2.268	0.859	0.818	7	1.616	0.749	0.831
WC4	15	2.461	0.889	0.909	27	2.787	0.904	0.846	13	2.004	0.808	0.781
WC5	11	1.601	0.653	0.668	18	2.352	0.857	0.814	21	2.531	0.903	0.831
WC6	10	1.839	0.768	0.799	17	2.120	0.780	0.748	15	2.002	0.817	0.739
WC7	10	1.816	0.765	0.789	13	2.111	0.841	0.823	8	1.677	0.758	0.806
均值 Mean	11.9	1.930	0.774	0.790	17.3	2.356	0.860	0.837	13.0	1.981	0.809	0.804

¹⁾ DG: 广东担杆岛 Dangan Island of Guangdong; HK: 香港 Hong Kong; WC: 海南文昌 Wenchang of Hainan. S: 物种丰富度 Species richness; H': Shannon-Wiener 指数 Shannon-Wiener index; D: Simpson 指数 Simpson index; J: Pielou 均匀度指数 Pielou evenness index.

HK2 样地的 J 值最高(1.000)。

从同一分布地看,在乔木层中,广东担杆岛 DG1 样地的 H' 和 D 值最高,DG3 样地的 J 值最高;在灌木层中,DG4 样地的 H' 和 J 值最高,DG3 样地的 D 值最高;在草本层中,DG3 样地的 H'、D 和 J 值均最高。在乔木层和灌木层中,香港 HK1 样地的各物种多样性指数高于 HK2 样地;而在草本层中,HK2 样地的各物种多样性指数高于 HK1 样地。在乔木层中,海南文昌 WC4 样地的 H'、D 和 J 值均最高;在灌木层中,WC4 样地的 H' 和 D 值最高,WC1 样地的 J 值最高;在草本层中,WC5 样地的 H' 和 D 值最高,WC3 和 WC5 样地的 J 值最高。

2.4 群落类型划分

根据乔木层物种重要值的聚类结果,13 个油叶柯样地被划分为 3 个群落类型,即油叶柯+鹅掌柴林〔Form. *L. konishii*+*Heptapleurum heptaphyllum* (Linn.) Y. F. Deng〕,包括广东担杆岛(DG)4 个样地;台湾相思+油叶柯林 (Form. *A. confusa*+*L. konishii*),包括香港(HK)2 个样地;油叶柯+文昌锥林 (Form. *L. konishii*+*Castanopsis wenchangensis* G. A. Fu et C. C. Huang),包括海南文昌(WC)7 个样地,与地理分布相符合。13 个油叶柯样地各层次重要值排名前 3 的物种的重要值见表 6。

2.4.1 油叶柯+鹅掌柴林 该类型群落乔木层高度为 2.00~4.50 m,主要优势种为油叶柯和鹅掌柴,常见物种有密花树(*Myrsine seguinii* H. Lév.)和山油柑〔*Acronychia pedunculata* (Linn.) Miq.〕等。油叶柯在 DG1、DG2、DG3 和 DG4 样地乔木层中的重要值分别为 15.0%、28.5%、27.1% 和 33.7%;鹅掌柴在 DG1、DG3 和 DG4 样地乔木层中的重要值分别为 15.5%、29.6% 和 10.1%,在 DG2 样地乔木层缺失。灌木层高度为 0.10~1.70 m,优势种不明显,常见物种有山油柑、石斑木〔*Rhaphiolepis indica* (Linn.) Lindl.〕和桃金娘〔*Rhodomyrtus tomentosa* (Aiton) Hassk.〕等,油叶柯在 DG1、DG2、DG3、DG4 样地的灌木层中缺失。草本层的主要优势种为沿阶草(*Ophiopogon bodinieri* H. Lév.) 和华珍珠茅(*Scleria ciliaris* Nees),常见物种有海金沙〔*Lygodium japonicum* (Thunb.) Sw.〕、无根藤(*Cassytha filiformis* Linn.) 和扇叶铁线蕨(*Adiantum flabellulatum* Linn.) 等。层间植物有寄生藤〔*Dendrotrophe varians* (Blume) Miq.〕、夜花藤(*Hypserpa nitida* Miers) 和买麻藤(*Gnetum montanum* Markgr.) 等。

2.4.2 台湾相思+油叶柯林 该类型群落乔木层高度为 2.00~7.50 m,主要优势种为台湾相思和油叶柯,常见物种有竹节树〔*Carallia brachiata* (Lour.)

表 6 油叶柯不同样地各层次重要值 (IV) 排名前 3 的物种¹⁾Table 6 The species with the top three importance values (IV) at each layer in different plots of *Lithocarpus konishii* (Hayata) Hayata¹⁾

样地编号 No. of plot	乔木层 Tree layer		灌木层 Shrub layer		草本层 Herb layer	
	种类 Species	IV/%	种类 Species	IV/%	种类 Species	IV/%
DG1	密花树 <i>Myrsine seguinii</i>	26.4	香港大沙叶 <i>Pavetta hongkongensis</i>	9.8	沿阶草 <i>Ophiopogon bodinieri</i>	42.7
	鹅掌柴 <i>Heptapleurum heptaphyllum</i>	15.5	紫玉盘 <i>Uvaria macrophylla</i>	9.7	华珍珠茅 <i>Scleria ciliaris</i>	14.9
	油叶柯 <i>Lithocarpus konishii</i>	15.0	九节 <i>Psychotria asiatica</i>	9.0	无根藤 <i>Cassytha filiformis</i>	10.4
DG2	油叶柯 <i>Lithocarpus konishii</i>	28.5	山油柑 <i>Acronychia pedunculata</i>	8.7	华珍珠茅 <i>Scleria ciliaris</i>	19.9
	山油柑 <i>Acronychia pedunculata</i>	25.1	石斑木 <i>Rhaphiolepis indica</i>	8.1	海金沙 <i>Lygodium japonicum</i>	11.6
	罗汉松 <i>Podocarpus macrophyllus</i>	16.3	桃金娘 <i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	7.6	异叶双唇蕨 <i>Lindsaea heterophylla</i>	11.2
DG3	鹅掌柴 <i>Heptapleurum heptaphyllum</i>	29.6	山油柑 <i>Acronychia pedunculata</i>	7.9	华珍珠茅 <i>Scleria ciliaris</i>	23.7
	油叶柯 <i>Lithocarpus konishii</i>	27.1	清香藤 <i>Jasminum lanceolaria</i>	7.6	海金沙 <i>Lygodium japonicum</i>	14.1
	杂色榕 <i>Ficus variegata</i>	14.9	桃金娘 <i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	5.0	羊角拗 <i>Strophanthus divaricatus</i>	10.1
DG4	油叶柯 <i>Lithocarpus konishii</i>	33.7	石斑木 <i>Rhaphiolepis indica</i>	6.8	华珍珠茅 <i>Scleria ciliaris</i>	24.1
	山油柑 <i>Acronychia pedunculata</i>	18.4	桃金娘 <i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	6.3	扇叶铁线蕨 <i>Adiantum flabellulatum</i>	16.6
	鹅掌柴 <i>Heptapleurum heptaphyllum</i>	10.1	鸡眼藤 <i>Morinda parvifolia</i>	5.3	海金沙 <i>Lygodium japonicum</i>	12.0
HK1	台湾相思 <i>Acacia confusa</i>	33.8	桃金娘 <i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	20.7	芒萁 <i>Dicranopteris pedata</i>	46.4
	油叶柯 <i>Lithocarpus konishii</i>	12.8	毛椴 <i>Melastoma sanguineum</i>	12.3	海金沙 <i>Lygodium japonicum</i>	35.0
	竹节树 <i>Carallia brachiata</i>	12.8	狗骨柴 <i>Diplospora dubia</i>	9.1	地桃花 <i>Urena lobata</i>	18.7
HK2	油叶柯 <i>Lithocarpus konishii</i>	50.9	桃金娘 <i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	24.0	岗松 <i>Baeckea frutescens</i>	35.3
	台湾相思 <i>Acacia confusa</i>	49.1	石斑木 <i>Rhaphiolepis indica</i>	14.9	红毛草 <i>Melinis repens</i>	20.3
	—	—	越南叶下珠 <i>Phyllanthus cochinchinensis</i>	12.7	芒萁 <i>Dicranopteris pedata</i>	15.8
WC1	赤楠 <i>Syzygium buxifolium</i>	22.3	箬欖花椒 <i>Zanthoxylum avicennae</i>	14.3	露兜草 <i>Pandanus austrosinensis</i>	35.0
	红枝蒲桃 <i>Syzygium rehderianum</i>	17.0	九节 <i>Psychotria asiatica</i>	14.3	微甘菊 <i>Mikania micrantha</i>	17.7
	油叶柯 <i>Lithocarpus konishii</i>	14.6	豺皮樟 <i>Litsea rotundifolia</i> var. <i>oblongifolia</i>	9.3	无根藤 <i>Cassytha filiformis</i>	15.9
WC2	苦楮 <i>Castanopsis sclerophylla</i>	18.9	山芝麻 <i>Helicteres angustifolia</i>	10.9	求米草 <i>Oplismenus undulatifolius</i>	13.9
	油叶柯 <i>Lithocarpus konishii</i>	17.2	油棕 <i>Elaeis guineensis</i>	10.8	叠穗莎草 <i>Cyperus imbricatus</i>	10.7
	密花树 <i>Myrsine seguinii</i>	11.4	箬欖花椒 <i>Zanthoxylum avicennae</i>	8.4	含羞草 <i>Mimosa pudica</i>	7.0
WC3	油叶柯 <i>Lithocarpus konishii</i>	27.2	越南叶下珠 <i>Phyllanthus cochinchinensis</i>	15.3	海金沙 <i>Lygodium japonicum</i>	29.7
	文昌锥 <i>Castanopsis wenchangensis</i>	8.8	鹅掌柴 <i>Heptapleurum heptaphyllum</i>	13.3	露兜草 <i>Pandanus austrosinensis</i>	21.8
	岭南山竹子 <i>Garcinia oblongifolia</i>	8.7	短穗鱼尾葵 <i>Caryota mitis</i>	10.8	飞机草 <i>Chromolaena odorata</i>	15.1
WC4	岭南山竹子 <i>Garcinia oblongifolia</i>	13.0	越南叶下珠 <i>Phyllanthus cochinchinensis</i>	13.0	假蒟 <i>Piper sarmentosum</i>	19.9
	油叶柯 <i>Lithocarpus konishii</i>	12.0	大青 <i>Clerodendrum cyrtophyllum</i>	7.0	肾蕨 <i>Nephrolepis cordifolia</i>	12.2
	香蒲桃 <i>Syzygium odoratum</i>	10.1	箬欖花椒 <i>Zanthoxylum avicennae</i>	6.7	露兜草 <i>Pandanus austrosinensis</i>	9.1
WC5	油叶柯 <i>Lithocarpus konishii</i>	27.9	越南叶下珠 <i>Phyllanthus cochinchinensis</i>	16.5	假俭草 <i>Eremochloa ophiuroides</i>	10.9
	红厚壳 <i>Calophyllum inophyllum</i>	13.1	长春花 <i>Catharanthus roseus</i>	10.3	假臭草 <i>Praxelis clematidea</i>	9.3
	文昌锥 <i>Castanopsis wenchangensis</i>	11.0	银柴 <i>Aporosa dioica</i>	7.1	华珍珠茅 <i>Scleria ciliaris</i>	8.2
WC6	油叶柯 <i>Lithocarpus konishii</i>	23.8	越南叶下珠 <i>Phyllanthus cochinchinensis</i>	20.4	弓果黍 <i>Cyrtococcum patens</i>	16.0
	文昌锥 <i>Castanopsis wenchangensis</i>	20.5	箬欖花椒 <i>Zanthoxylum avicennae</i>	14.4	大白花鬼针草 <i>Bidens alba</i>	15.4
	白楸 <i>Mallotus paniculatus</i>	11.4	蛇婆子 <i>Waltheria indica</i>	8.1	含羞草 <i>Mimosa pudica</i>	11.2
WC7	文昌锥 <i>Castanopsis wenchangensis</i>	22.0	越南叶下珠 <i>Phyllanthus cochinchinensis</i>	17.3	华珍珠茅 <i>Scleria ciliaris</i>	24.2
	油叶柯 <i>Lithocarpus konishii</i>	19.1	九节 <i>Psychotria asiatica</i>	12.9	露兜草 <i>Pandanus austrosinensis</i>	19.4
	香蒲桃 <i>Syzygium odoratum</i>	13.9	文昌锥 <i>Castanopsis wenchangensis</i>	11.1	求米草 <i>Oplismenus undulatifolius</i>	15.0

¹⁾ DG: 广东担杆岛 Dangan Island of Guangdong; HK: 香港 Hong Kong; WC: 海南文昌 Wenchang of Hainan. —: 无分布 No distribution.

Merr.)等。台湾相思在 HK1 和 HK2 样地乔木层中的重要值分别为 33.8% 和 49.1%; 油叶柯在 HK1 和 HK2 样地乔木层中的重要值分别为 12.8% 和 50.9%。灌木层高度为 0.20~1.60 m, 主要优势种为桃金娘, 常见物种有毛椴 (*Melastoma sanguineum* Sims)、石斑木和越南叶下珠 [*Phyllanthus cochinchinensis* (Lour.)

Spreng.]等, 油叶柯在 HK1 和 HK2 样地的灌木层中缺失。草本层的主要优势种为芒萁 [*Dicranopteris pedata* (Houtt.) Nakaike] 和岗松 (*Baeckea frutescens* Linn.), 常见物种有海金沙、红毛草 [*Melinis repens* (Willd.) Zizka] 和地桃花 (*Urena lobata* Linn.) 等。层间植物只有蔓九节 (*Psychotria serpens* Linn.) 1 种。

2.4.3 油叶柯+文昌锥林 该类型群落乔木层高度为2.00~12.50 m,主要优势种为油叶柯和文昌锥,常见物种有赤楠(*Syzygium buxifolium* Hook. et Arn.)、苦槠[*Castanopsis sclerophylla* (Lindl.) Schottky]、红枝蒲桃(*Syzygium rehderianum* Merr. et L. M. Perry)、红厚壳(*Calophyllum inophyllum* Linn.)、白楸[*Mallotus paniculatus* (Lam.) Müll. Arg.]、岭南山竹子(*Garcinia oblongifolia* Champ. ex Benth.)和香蒲桃[*Syzygium odoratum* (Lour.) DC.]等,油叶柯在WC1、WC2、WC3、WC4、WC5、WC6和WC7样地乔木层中的重要值分别为14.6%、17.2%、27.2%、12.0%、27.9%、23.8%和19.1%,优势明显;文昌锥在WC3、WC5、WC6和WC7样地乔木层中的重要值分别为8.8%、11.0%、20.5%和22.0%,在WC1、WC2和WC4样地乔木层缺失。灌木层高度为0.15~1.80 m,主要优势种为越南叶下珠和籐欏花椒[*Zanthoxylum avicennae* (Lam.) DC.],常见物种有九节(*Psychotria asiatica* Linn.)、山芝麻(*Helicteres angustifolia* Linn.)和鹅掌柴等,上述7个样地灌木层有少量油叶柯幼苗。草本层的主要优势种为露兜草(*Pandanus austrosinensis* T. L. Wu)和华珍珠茅,常见物种有假蒟(*Piper sarmentosum* Roxb.)、无根藤、海金沙和弓果黍[*Cyrtococcum patens* (Linn.) A. Camus]等。层间植物有锡叶藤[*Tetracera sarmentosa* (Linn.) Vahl]、弓果藤(*Toxocarpus wightianus* Hook. et Arn.)和鸡眼藤(*Morinda parvifolia* Bartl. ex DC.)等。

3 讨 论

3.1 油叶柯不稳定的次生演替群落

调查结果显示:13个油叶柯样地共有维管植物200种,隶属于74科162属,物种丰富度高。乔木层以常绿阔叶树种为主,其中油叶柯在13个样地中均为优势种,其他优势种包括鹅掌柴、台湾相思和文昌锥。灌木层物种多样性突出,优势种有越南叶下珠、桃金娘和籐欏花椒;草本层以芒萁、露兜草和华珍珠茅为主。聚类分析将13个油叶柯样地划分为3类群落,分别为油叶柯+鹅掌柴林、台湾相思+油叶柯林和油叶柯+文昌锥林,三者物种组成与结构存在明显差异。油叶柯群落乔木层物种丰富度总体低于灌木层和草本层,这可能与岛屿生境中乔木层郁闭度相对较低有关,较好的林下光照条件促进了灌木层和草本层

植物的定居和生长,从而提高了林下层的物种丰富度。此外,灌木层均匀度指数波动幅度最大,反映了灌木层物种组成较为复杂,在不同样地间优势种的优势度差异较为明显。油叶柯13个样地以灌木生活型为主导,结合研究区域南亚热带高温高湿的生境特征^[32],表明其在区系成分上具有典型的热带性质^[33-36]。值得注意的是,海南文昌样地灌木层有少量油叶柯幼苗,但广东担杆岛和香港样地的油叶柯在灌木层缺失,可能与样地高岩石裸露率抑制种子萌发及幼苗生长有关^[37-38]。当前油叶柯群落为次生林,虽物种丰富但尚未形成稳定顶极群落。另外,频繁的人类活动,尤其采伐行为,导致演替进程受阻,群落长期处于不稳定状态。

3.2 台湾相思+油叶柯林的保护优先级

油叶柯样地灌木层的Shannon-Wiener指数和Simpson指数普遍高于乔木层和草本层,这种分层差异可归因于乔木层因油叶柯等少数优势种呈集聚分布而多样性受限;灌木层则得益于强大的林下更新潜力^[39],形成了更多样的物种组合;而草本层则因上层林冠的荫蔽及地表凋落物的抑制作用,物种多样性偏低^[40]。此外,油叶柯不同样地间的物种多样性也存在明显差异,这可能主要由不同程度的人为干扰所驱动,同时海拔和坡向等生境因子也起一定作用^[41-42]。

从整体来看,13个油叶柯样地的Shannon-Wiener指数(0.585~3.171)和Pielou均匀度指数(0.319~1.000)与成熟亚热带植被(Shannon-Wiener指数为4~5,Pielou均匀度指数为0.7~0.8)^[43-44]相比有较大差距,表明所有群落都处于不稳定的演替阶段。其中,台湾相思+油叶柯林表现尤为典型,其乔木层和灌木层的Shannon-Wiener指数和Simpson指数在各群落类型中均最低,但Pielou均匀度指数最高,这是早期演替群落的突出标志。因此,为促进区域生态系统的正向演替,建议将香港大屿山分流和西贡浪茄的台湾相思+油叶柯林列为优先保护对象,以加速其生态恢复进程^[45]。

3.3 样地间群落特征差异的驱动因子分析

广东担杆岛、香港和海南文昌样地油叶柯群落的物种丰富度和结构表现出明显的地理分异特征。海南文昌样地的植物种类远多于广东担杆岛和香港样地,推测除了受生境条件影响外,也可能与岛屿面积有关。根据岛屿面积越大,距离大陆越近,则物种越多的理论^[46],海南岛因其更大的面积和丰富的生境

多样性,能够承载更高水平的区域物种库。而香港和广东担杆岛面积较小,受岛屿面积效应影响,生境异质性相对较低。海南文昌样地油叶柯群落中,作为油叶柯重要伴生种的文昌锥,也是该地的特有种。油叶柯和文昌锥这 2 种分布局限且具重要生态价值的壳斗科植物在同一区域共存,不仅证明了海南岛作为生物多样性热点地区的独特性,也使得该区域群落的保护价值更为突出。相比之下,尽管广东担杆岛作为自然保护区植被保存完好,但其有限的岛屿面积且与大陆的隔离,可能限制了其物种的总体容量。此外,在海南文昌和香港样地,高强度的开发活动虽可能对局地物种多样性造成负面影响,但海南巨大的背景物种库使其在植物数量上依然占据优势,香港样地则由于长期高强度的城市化进程导致了严重的生境破碎化,物种容量较低。

群落的结构差异与地理条件、局域生境及干扰历史密切相关。地理位置邻近、生境相似(均为临海山坡)的广东担杆岛和香港样地油叶柯群落,呈现趋同的结构特征,二者均为灌木层植物数量占优势,乔木层相对孱弱,多为小型乔木。这种结构可能反映了海岛前沿地带乔木生长长期受强风、浅薄土层等恶劣立地条件限制。与之形成鲜明对比的是,海南文昌样地油叶柯群落的乔、灌、草 3 层结构更为均衡,且乔木层较高,这主要得益于该地距离海岸较远,土层较厚,水肥保持能力更佳。然而,实地调查发现,海南文昌地区大量原生的油叶柯林地已被大面积开垦,转变为农田或经济作物种植园。这种高强度的土地利用方式转变,导致油叶柯原始生境的大面积丧失和破碎化,不仅彻底阻断了其种群在这些区域的自然更新与扩张,更对其在该地区的长期生存构成了直接威胁。综合来看,无论是广东担杆岛和香港样地的恶劣生境,还是海南文昌样地的高强度人为干扰,都对油叶柯的生长与扩张构成了胁迫。但油叶柯在这些样地中依然表现出较强的适应能力和生命力,说明油叶柯不仅是海岛生态系统的重要组成部分,更具备作为先锋树种的潜力,在热带、亚热带地区的海岸防护林体系构建和生态恢复工程中具有广阔的应用前景。

4 结 论

广东担杆岛、香港和海南文昌样地油叶柯群落大多以阔叶林为主,垂直结构分层显著,并且存在一定

数量的层间植物,并以油叶柯、鹅掌柴及台湾相思为乔木层优势种,但群落整体的物种多样性和稳定性处于较低水平,对环境波动和人为干扰敏感,亟需采取紧急保护措施。此外,岩石裸露较少的区域有利于油叶柯生长。油叶柯群落中灌木层物种丰富,竞争可能激烈,建议必要时可以对灌木层采取疏伐等保育措施。对于油叶柯生长状况不佳的区域,建议通过植被恢复来改善土壤结构,降低岩石裸露率,并减少人为干扰,必要时可进行迁地保护。此外,对于更新状态良好的台湾相思+油叶柯林,应立即实施严格的就地保护,以维持其种群与结构的长期稳定。

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第二十二卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1998: 145.
- [2] WU Z Y, RAVEN P H. Flora of China; Vol. 4 [M]. Beijing: Science Press, 1999: 358.
- [3] 汪松, 解焱. 中国物种红色名录: 第一卷 红色名录 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 312-316.
- [4] STRIJK J S. *Lithocarpus konishii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2024; e.T138596122A225152716. [EB/OL]. (2020-12-14) [2025-07-18]. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2024-2.RLTS.T138596122A225152716.en>.
- [5] 黄怡菁, 陈韦竣, 阮素芬, 等. 小西氏石栎种子发展潜力之研究: II、去除种壳部位与湿冷层积对种子萌发与上胚轴发育之影响 [J]. 科学农业, 2009, 57(10/11/12): 236-246.
- [6] 王君玮. 小西氏石栎之开花结实习性与无性繁殖之潜力 [D]. 台北: 台湾大学, 2010: 1-87.
- [7] HUNG K H, HSU T W, SCHAAL B A, et al. Loss of genetic diversity and erroneous phylogeographical inferences in *Lithocarpus konishii* (Fagaceae) of Taiwan caused by the Chi-Chi Earthquake: implications for conservation [J]. Annals of the Missouri Botanical Garden, 2005, 92(1): 52-65.
- [8] FU K, LU L, DING M, et al. The characteristic of the complete chloroplast genome of *Lithocarpus konishii* (Fagaceae), a rare and endemic species in South China [J]. Mitochondrial DNA Part B: Resources, 2023, 8(6): 686-690.
- [9] 施诗, 凡强, 陈素芳, 等. 海南与台湾间断分布生物地理格局研究: 以油叶柯的亲缘地理学分析为依据 [EB/OL]. (2016-10-25) [2025-08-03]. <https://www.paper.edu.cn/releasepaper/content/201610-176>.
- [10] PHILLIPS O L, VARGAS P N, MONTEAGUDO A L, et al. Habitat association among Amazonian tree species: a landscape-scale approach [J]. Journal of Ecology, 2003, 91(5): 757-775.
- [11] 谭一波, 申文辉, 郑威, 等. 广西容县红锥天然林物种组成与群落结构特征 [J]. 中南林业科技大学学报, 2015, 35(5): 98-102.
- [12] 马克平, 黄建辉, 于顺利, 等. 北京东灵山地区植物群落多样

- 性的研究: II 丰富度、均匀度和物种多样性指数[J]. 生态学报, 1995, 15(3): 268-277.
- [13] 姚良锦, 姚 兰, 易咏梅, 等. 湖北七姊妹山亚热带常绿阔叶阔叶混交林的物种组成和群落结构[J]. 生物多样性, 2017, 25(3): 275-284.
- [14] 朱成林, 卓 立, 林芷叶, 等. 新疆乌恰县沙冬青群落物种组成分析[J]. 植物资源与环境学报, 2024, 33(5): 113-116.
- [15] 黄志宏, 陈晓霞, 何德操, 等. 湖南八面山银杉的生境群落特征与物种多样性[J]. 湖南林业科技, 2025, 52(1): 45-52.
- [16] 林奕军, 甘加俊, 熊晴帆, 等. 广东珠海淇澳-担杆岛省级自然保护区生物多样性现状及保护对策[J]. 绿色科技, 2021, 23(16): 149-152.
- [17] 彭逸生, 庄雪影, 何奕雄, 等. 担杆岛自然保护区种子植物区系及猕猴食物资源研究[J]. 华南农业大学学报, 2008, 29(1): 73-78.
- [18] 何奕雄, 刘凯昌, 区庄葵. 广东担杆岛自然保护区生态旅游资源及其开发对策[J]. 林业建设, 2002(3): 19-23.
- [19] 张万里, SHEA M, 何立群, 等. 香港大屿山林木群落结构的比较研究[J]. 植物研究, 2005, 25(2): 226-229.
- [20] 邢福武, CORLETT R T, 周锦超. 香港的植物区系[J]. 热带亚热带植物学报, 1999, 7(4): 295-307.
- [21] 陈元端, 蔡兴新. 文昌市森林资源二类调查报告[J]. 热带林业, 2008, 36(3): 46-48.
- [22] WHITTAKER R H. Evolution and measurement of species diversity [J]. *Taxon*, 1972, 21(2/3): 213-251.
- [23] 吴征镒, 孙 航, 周浙昆, 等. 中国种子植物区系地理[M]. 北京: 科学出版社, 2010: 120-291.
- [24] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991(增刊4): 1-139.
- [25] 廖文波, 张宏达. 广东蕨类植物区系的特点[J]. 热带亚热带植物学报, 1994, 2(3): 1-11.
- [26] 高 亮, 周建广, 丁 晖, 等. 武夷山国家公园黄山松林海拔梯度生态位及种间联结性[J]. 生态学报, 2024, 44(21): 9836-9847.
- [27] 陈水飞, 徐 辉, 林文俊, 等. 武夷山国家公园植物群落物种多样性沿海海拔梯度的变化分析[J]. 植物资源与环境学报, 2023, 32(1): 1-9.
- [28] 马克平. 生物群落多样性的测度方法: I α 多样性的测度方法(上)[J]. 生物多样性, 1994, 2(3): 162-168.
- [29] 马克平, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法: I α 多样性的测度方法(下)[J]. 生物多样性, 1994, 2(4): 231-239.
- [30] 张 巍, 孟庆彬, 王洪刚, 等. 宽叶蓝靛果在不同海拔分布的生物多样性分析[J]. 森林工程, 2017, 33(3): 28-32.
- [31] 蔡北溟, 陈晓双, 达良俊, 等. 上海市环城绿带建成初期林下自然草本植物多样性格局及其成因[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2012(6): 13-20.
- [32] 熊 能, 金则新, 李建辉, 等. 千岛湖姥山岛次生林群落学特征研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(10): 5274-5277.
- [33] 杨 冰, 袁丛军, 戴晓勇, 等. 贵州省特有植物百里杜鹃野生种群及所在群落特征[J]. 植物资源与环境学报, 2020, 29(4): 61-68.
- [34] 徐 敏, 骆争荣, 于明坚, 等. 百山祖北坡中山常绿阔叶林的物种组成和群落结构[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2007, 33(4): 450-457.
- [35] 龙海燕, 杨成华, 邓伦秀, 等. 大白杜鹃群落特征及其物种多样性分析[J]. 安徽农业科学, 2025, 53(21): 105-107, 112.
- [36] 刘 利. 中国沿海主要岛屿植物区系的性质及其相互关系与分布格局[J]. 西北植物学报, 2015, 35(8): 1676-1682.
- [37] 张兴旺, 谢艳萍, 吴晓敏, 等. 福建省明溪县极小种群野生植物喜树种群结构与动态特征[J]. 生态环境学报, 2023, 32(6): 1037-1044.
- [38] 张明月, 刘楠楠, 刘 佳, 等. 湖南大围山和八面山香果树种群的年龄结构和演替动态比较[J]. 西北植物学报, 2017, 37(8): 1603-1615.
- [39] 张雨桐, 刘 华, 陈永富, 等. 大岗山植物群落物种多样性与群落结构研究[J]. 热带作物学报, 2023, 44(5): 1052-1061.
- [40] 钟悦鸣, 郭兴帅, 姚志勇. 桂西地区南亚热带落叶栎林群落组成及物种多样性研究[J]. 西北植物学报, 2022, 42(11): 1945-1953.
- [41] 张智婷, 刘松涛, 赵海超, 等. 大海陀自然保护区珍稀植物胡桃楸群落特征及多样性研究[J]. 安徽农业科学, 2025, 53(4): 98-102.
- [42] 王晓凤, 米湘成, 王希华, 等. 中国中亚热带常绿阔叶林群落木本植物多样性比较[J]. 生物多样性, 2023, 31(11): 23296.
- [43] 柏文富, 禹 霖, 李建挥, 等. 大围山樱属植物群落结构及物种多样性[J]. 应用生态学报, 2021, 32(4): 1201-1212.
- [44] 张坚强, 张琳婷, 赵东铭, 等. 珠海淇澳岛次生植被特征及物种多样性[J]. 西北植物学报, 2019, 39(1): 173-184.
- [45] 邱志军, 刘 鹏, 刘春生, 等. 金华北山常绿阔叶林群落结构及优势乔木树种更新类型[J]. 广西植物, 2010, 30(5): 629-635.
- [46] MACARTHUR R H, WILSON E O. *The Theory of Island Biogeography* [M]. Princeton: Princeton University Press, 2001: 21-23.

(责任编辑: 张明霞)