

洞头国家级海洋公园主要植被类型及其特征

邓文婕¹ 吴华征² 李添翔¹ 周丽娜¹ 胡仁勇¹ 金鑫杰¹ 张永普^{1,3} 张永华^{1,3}
刘金亮^{1,3*}

¹温州大学生命与环境科学学院, 浙江温州 325053; ²温州市自然资源和规划局洞头分局, 浙江温州 325088; ³温州大学浙江省水环境与海洋生物资源保护重点实验室, 浙江温州 325053

摘要 洞头国家级海洋公园位于中国浙江东南沿海, 属于中亚热带常绿阔叶林区域, 至今缺乏系统的植被调查数据, 对该区域内植被了解不足。该研究利用样方调查法, 在洞头国家级海洋公园内选择16个岛屿共设置90个植物群落调查样方, 记录样方中的物种组成、数量特征和生境信息等, 并参考《中国植被志》进行植被类型划分和命名。结果表明: 在洞头国家级海洋公园中共发现3个植被型组、8个植被型、34个群系和80个群丛, 广泛分布有黑松(*Pinus thunbergii*)林、木麻黄(*Casuarina equisetifolia*)林、台湾相思(*Acacia confusa*)林、滨柃(*Eurya emarginata*)灌丛、柃木(*Eurya japonica*)灌丛等, 为了解中国东部海岛的植被类型提供了详实的数据资料。

关键词 洞头列岛; 植被类型; 海洋岛屿; 亚热带; 国家公园

邓文婕, 吴华征, 李添翔, 周丽娜, 胡仁勇, 金鑫杰, 张永普, 张永华, 刘金亮 (2024). 洞头国家级海洋公园主要植被类型及其特征. 植物生态学报, 48, 254-268. DOI: 10.17521/cjpe.2023.0126

Main vegetation types and characteristics in Dongtou National Marine Park, Zhejiang, China

DENG Wen-Jie¹, WU Hua-Zheng², LI Tian-Xiang¹, ZHOU Li-Na¹, HU Ren-Yong¹, JIN Xin-Jie¹, ZHANG Yong-Pu^{1,3}, ZHANG Yong-Hua^{1,3}, and LIU Jin-Liang^{1,3*}

¹College of Life and Environmental Science, Wenzhou University, Wenzhou, Zhejiang 325053, China; ²Dongtou Branch of Wenzhou Natural Resources and Planning Bureau, Wenzhou, Zhejiang 325088, China; and ³Zhejiang Provincial Key Laboratory for Water Environment and Marine Biological Resources Protection, Wenzhou University, Wenzhou, Zhejiang 325053, China

Abstract

Dongtou National Marine Park (DNMP) locates at the southeast coast of China, and the climax vegetation belongs to the subtropical evergreen broadleaf forests. However, we are still unclear about the vegetation types on most islands in DNMP. The objective of this study is to investigate vegetation types and characteristics across islands in DNMP. We conducted vegetation survey by setting up 90 sampling plots on the islands in DNMP. Species composition and habitat information in each plot were recorded and vegetation type classification and naming were referred according to the *Vegetography of China*. A total of 3 Vegetation Formation Groups, 8 Vegetation Formations, 34 Alliances, and 80 Associations were found in DNMP. The widely distributed vegetation types included *Pinus thunbergii* evergreen needleleaf forest, *Casuarina equisetifolia* evergreen broadleaf forest, *Acacia confuse* evergreen broadleaf forest, *Eurya emarginata* evergreen broadleaf shrubland, and *Eurya japonica* evergreen broadleaf shrubland. Our finding provides basic and detail information of vegetation structure and composition in these continental islands in eastern China.

Key words Dongtou archipelago; vegetation type; ocean island; subtropical; national park

Deng WJ, Wu HZ, Li TX, Zhou LN, Hu RY, Jin XJ, Zhang YP, Zhang YH, Liu JL (2024). Main vegetation types and characteristics in Dongtou National Marine Park, Zhejiang, China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 48, 254-268. DOI: 10.17521/cjpe.2023.0126

由于海岛的气候和地理因素与陆地截然不同, 且受大陆性和海洋性气候共同作用的影响, 岛屿上的植物和植被兼具大陆和海岛两种特性(Kier et al.,

2009; Nogué et al., 2013), 使得海岛植物区系和植被类型与相近纬度的大陆地区相比存在着较大的差异(王金旺等, 2017)。此外, 海岛生态系统的自我调节

收稿日期Received: 2023-05-06 接受日期Accepted: 2023-06-20

基金项目: 国家自然科学基金(32271606)。Supported by the National Natural Science Foundation of China (32271606).

* 通信作者Corresponding author (jinliang.liu@foxmail.com)

能力和恢复能力相比大陆生态系统要弱得多,使得海岛生态环境的恢复工作难度大(陈思思, 2018)。因此,了解海岛植被资源现状及其分布特征,对于海岛生物多样性保护和植被恢复等均具有重要的意义。

相较于陆地生态系统,国内外对于岛屿生态系统,尤其是海岛植被或植物资源的现状研究,仍然非常不足(Butler et al., 1999; Elliman, 2005; 任海等, 2017)。由于经济、人力等因素限制,国内对海岛植被调查研究仍不完善。虽然已在南海诸岛(任海等, 2017; 黄圣卓等, 2020)、舟山群岛(王国明和叶波, 2017)、南麂列岛(戎建涛等, 2017)、上海大金山岛(朱春玲等, 2008)以及山东贝壳堤岛(肖兰等, 2018)等岛屿有部分植被或植物资源的相关研究,但相较于我国广阔的海岸线和岛屿数量,尚不能全面反映我国海洋岛屿的植被状况。

浙江东临东海,拥有海岛3 000多个,是全国岛屿最多的省份(吴承祯等, 2019)。而洞头国家级海洋公园作为浙江省主要的国家级海洋公园,虽然已对底栖动物与浮游植物等相关物种的多样性进行过一定程度的调查,但针对植被类型的相关报道较少(楼哲丰等, 2013; 彭茂潇等, 2013)。本研究通过对洞头国家级海洋公园岛屿植被类型进行全面、系统调查,明确洞头国家级海洋公园内的植被类型,不仅对此区域生态保护和生态修复工作有实践指导作用,也对我国海岛植物群落类型、特征和生物多样性保护、资源利用等方面提供资料和数据支撑。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

洞头国家级海洋公园是浙江省首个国家级海洋公园,总面积为311.04 km²,海域面积295.27 km²,占总面积的94.9%(陈增成, 2018)。洞头国家级海洋公园地处我国沿海南部,介于121.05°–121.28° E, 27.68°–28.02° N之间,属于亚热带海洋性季风气候,四季分明(张晨晨, 2021)。该区域年平均气温17.5 °C,年降水量为1 319 mm,岛屿海拔多在50–100 m之间。洞头诸岛海岸线长331 km,为基岩海岛,岩性尤为单一,几乎都是块状凝灰岩构成(杜珍珍等, 2016)。岛屿上植物物种多样性丰富,包含滨海或海岛特有植物,如海桐(*Pittosporum tobira*)、厚叶石斑

木(*Rhaphiolepis umbellata*)、滨海前胡(*Peucedanum japonicum*)等。

1.2 群落调查

2021年春季(5–6月)和秋季(9–10月),选取温州市洞头国家级海洋公园岛屿的典型植被进行调查。在植被调查开始前,对目标调查区域先行制定详尽的规划和探勘路线,使用ArcGIS 10.8软件规划出调查路线和样地位置,共选取16个岛屿设置样点(表1)。根据地形地势,设置规格20 m × 20 m的调查样方。记录样方处的经纬度、海拔、坡度、坡向、土壤类型、地表特征、干扰类型、干扰强度等信息(方精云等, 2009)。同时记录样方内物种的名称、所在层次、生活型、高度、相对多盖度和相对群聚度。相对多盖度反映各物种在样方中的相对盖度大小,参考Braun-Blanquet分级(Braun-Blanquet et al., 1932)进行划分(表2),而相对群聚度反映样方中各物种的相对多度和分布范围大小(表3)(方精云等, 2009)。将高于5.0 m的乔木、大型灌木和竹类统计为乔木层物种,高度在0.5–5.0 m之间的小乔木和灌木物种计入灌木层。生活型为草本的物种不论其高度多少,统一计入草本层,低矮匍匐的小灌木和乔木幼苗(高度<0.5 m)为了便于描述和特定研究也计入草本层(王国宏等, 2020)。

由于受到岛屿地形等因素限制,无法建立标准固定的监测样方和准确测量树木胸径,故采用相对多盖度和相对群聚度反映样方中物种的多度和个体分布(张欢等, 2021)。除此之外,岛屿上标准样方的建立难度较大,全部采用标准样方进行调查会忽略掉岛屿上许多天然植被。为了数据的统一,并尽可能多的调查到岛屿上的植被类型,本研究采用法瑞学派的调查方法。

1.3 数据处理

按中国植被分类系统高级分类单位划分方案划分植被类型,主要基于植被的外貌和自然环境;植被中级和低级分类单位的划分主要基于群落的结构和物种组成(郭柯等, 2020)。采用《<中国植被志>编研内容与规范》(王国宏等, 2020)对植物群系和群丛进行划分与命名,并按重要值划分建群种和优势种。重要值计算公式如下:

$$\text{重要值}(\%) = (\text{相对群聚度} + \text{相对多盖度} + \text{相对高度})/3 \quad (1)$$

表1 洞头国家级海洋公园16个岛屿的基本属性

Table 1 Basic properties of the sixteen islands in Dongtou National Marine Park

岛屿名 Island name	经度 Longitude (° E)	纬度 Latitude (° N)	面积 Area (km ²)	距大陆距离 Distance to mainland (km)	距最近岛屿距离 Distance to the nearest island (km)	样方数量 Number of plots
南园岛 Nanyuan Island	121.25	27.83	0.017	29.20	0.31	2
四屿 Siyu Island	121.16	27.74	0.024	31.19	0.15	1
双峰岛 Shuangfeng Island	121.14	27.70	0.024	29.80	1.73	4
香花屿 Xianghua Island	121.17	27.75	0.025	31.90	0.17	5
小竹峙岛 Xiaozhuzhi Island	121.22	27.82	0.045	24.93	0.18	4
北片岛 Beipan Island	121.27	28.01	0.055	4.90	0.44	3
南片岛 Nanpan Island	121.26	28.01	0.075	5.53	0.44	3
中瞿岛 Zhongqu Island	121.09	27.80	0.079	22.60	0.24	4
虎头峙岛 Hutouzhi Island	121.25	27.84	0.114	23.69	0.20	2
小瞿岛 Xiaoqu Island	121.10	27.81	0.153	22.45	0.24	4
大竹峙岛 Dazhuzhi Island	121.22	27.82	0.453	24.12	0.18	7
北策岛 Beice Island	121.13	27.77	0.835	24.06	0.28	5
南策岛 Nance Island	121.15	27.76	1.050	27.84	0.13	10
大瞿岛 Daqu Island	121.09	27.79	2.320	28.89	0.68	11
半屏岛 Banping Island	121.13	27.80	2.440	24.08	0.21	8
洞头岛 Dongtou Island	121.17	27.82	24.600	19.10	0.24	17

表2 物种相对多盖度分级标准

Table 2 Classification criteria of species relative coverage in plant communities

分级 Scale	r	+	1	2	3	4	5
相对多盖度范围 Range of coverage (%)	少有出现 Rare	0–1	1–5	5–25	25–50	50–75	75–100

表3 物种相对群聚度分级标准

Table 3 Classification criteria of species relative sociability in plant communities

分级 Scale	1	2	3	4	5
描述 Description	单株散生 Scattered growth	成丛生长 Clumped growth	小块生长 Growth in small piece area	小片生长 Growth in small area	大片生长和背景化 Growth in large area and backgrounding

相对群聚度(%) = (某个种的群聚度/物种所在
层次的总群聚度) × 100 (2)

相对多盖度(%) = (某个种的多盖度/物种所在
层次的总多盖度) × 100 (3)

相对高度(%) = (某个种的高度/物种所在层次
的总高度) × 100 (4)

1.4 植被分类方法

由于洞头国家级海洋公园海岛群落结构和物种组成相对简单, 群落层次分明, 故将物种重要值的大小作为划分植被型、群系和群丛的依据。植被型组的划分, 参考群落的优势层和层内优势种的生活型确定。群落植被型的划分中, 如果群落中针叶树与阔叶树的重要值在25%–75%之间划归为针叶与阔叶混交林, 群落中所有针叶树的重要值之和不足25%为阔叶林, 针叶树重要值之和超过75%为针叶林(郭柯等, 2020)。群丛划分中各层优势种的确定,

则以重要值75%为确定群落各层优势种的阈值, 相对重要值 ≥ 75%的物种确定为单优势种, 其他物种为伴生种(王国宏等, 2020), 当在10%–75%的相对重要值区间存在多个物种, 则根据相对重要值由大到小进行排序, 相对重要值相差不超过2%的物种作为该层共优势种, 用于植被特征描述和群丛的命名。

2 结果

在洞头国家级海洋公园内的16座岛屿上, 发现森林、灌丛和草地3个植被型组, 常绿阔叶林、常绿针叶林、落叶阔叶林等8个植被型, 滨桉(*Eurya emarginata*)林、木麻黄(*Casuarina equisetifolia*)林、桉木(*Eurya japonica*)林、台湾相思(*Acacia confusa*)林、黑松(*Pinus thunbergii*)林等34个群系, 共80个群丛(表4)。

表4 洞头国家级海洋公园植被类型组成及群丛数量

Table 4 Composition of vegetation types and the number of Association in Dongtou National Marine Park

植被型组 Vegetation Formation Group	植被型 Vegetation Formation	群系 Alliance	群丛数 Number of Association
森林 Forest	常绿针叶林 Evergreen Needleleaf Forest	黑松林 <i>Pinus thunbergii</i> Evergreen Needleleaf Forest	2
		马尾松林 <i>Pinus massoniana</i> Evergreen Needleleaf Forest	1
	落叶阔叶林 Deciduous Broadleaf Forest	枫香树林 <i>Liquidambar formosana</i> Deciduous Broadleaf Forest	1
		木麻黄林 <i>Casuarina equisetifolia</i> Evergreen Broadleaf Forest	10
	常绿阔叶林 Evergreen Broadleaf Forest	木荷林 <i>Schima superba</i> Evergreen Broadleaf Forest	1
		台湾相思林 <i>Acacia confusa</i> Evergreen Broadleaf Forest	15
		樟林 <i>Cinnamomum camphora</i> Evergreen Broadleaf Forest	1
		毛竹林 <i>Phyllostachys edulis</i> Bamboo Forest	1
	竹林 Bamboo Forest		
	常绿针叶灌丛 Evergreen Needleleaf Shrubland	黑松灌丛 <i>Pinus thunbergii</i> Evergreen Needleleaf Shrubland	3
灌丛 Shrub	落叶阔叶灌丛 Deciduous Broadleaf Shrubland	构灌丛 <i>Broussonetia papyrifera</i> Deciduous Broadleaf Shrubland	1
		光叶蔷薇灌丛 <i>Rosa luciae</i> Deciduous Broadleaf Shrubland	2
		朴树灌丛 <i>Celtis sinensis</i> Deciduous Broadleaf Shrubland	3
		天仙果灌丛 <i>Ficus erecta</i> Deciduous Broadleaf Shrubland	3
	常绿阔叶灌丛 Evergreen Broadleaf Shrubland	野梧桐灌丛 <i>Mallotus japonicus</i> Deciduous Broadleaf Shrubland	3
		油柿灌丛 <i>Diospyros oleifera</i> Deciduous Broadleaf Shrubland	1
		滨柃灌丛 <i>Eurya emarginata</i> Evergreen Broadleaf Shrubland	6
		构棘灌丛 <i>Maclura cochinchinensis</i> Evergreen Broadleaf Shrubland	1
	黑松+柃木灌丛 <i>Pinus thunbergii</i> + <i>Eurya japonica</i> Evergreen Broadleaf Shrubland		1
		欖木灌丛 <i>Loropetalum chinense</i> Evergreen Broadleaf Shrubland	1
		柃木灌丛 <i>Eurya japonica</i> Evergreen Broadleaf Shrubland	4
		台湾相思灌丛 <i>Acacia confusa</i> Evergreen Broadleaf Shrubland	5
草地 Grassland	灌草丛 Shrubby Grassland	鬼针草灌草丛 <i>Bidens pilosa</i> Shrubby Grassland	1
		火炭母灌草丛 <i>Persicaria chinensis</i> Shrubby Grassland	1
		狼尾草灌草丛 <i>Pennisetum alopecuroides</i> Shrubby Grassland	1
		芒灌草丛 <i>Miscanthus sinensis</i> Shrubby Grassland	1
		芒萁灌草丛 <i>Dicranopteris pedata</i> Shrubby Grassland	1
		五节芒灌草丛 <i>Miscanthus floridulus</i> Shrubby Grassland	1
		野艾蒿灌草丛 <i>Artemisia lavandulifolia</i> Shrubby Grassland	1
		滨海前湖草丛 <i>Peucedanum japonicum</i> Grassland	1
		东南景天草丛 <i>Sedum alfredii</i> Grassland	1
		火炭母草丛 <i>Persicaria chinensis</i> Grassland	1
		山菅兰草丛 <i>Dianella ensifolia</i> Grassland	1
		五节芒草丛 <i>Miscanthus floridulus</i> Grassland	2
		鸭跖草草丛 <i>Commelina communis</i> Grassland	1

字体加粗的群系为人工植被。

Bold font represents artificial vegetation.

2.1 常绿针叶林(Evergreen Needleleaf Forest)

2.1.1 黑松林(*Pinus thunbergii* Evergreen Needleleaf Forest)

该类型主要分布于洞头岛中坡和大瞿岛上坡, 分布海拔为56–140 m, 土壤类型以黄壤居多, 岩石裸露率5%。群落地被层厚度2 cm, 地被层盖度

40%–80%。该类型共2个群丛: 黑松-白檀-蓬蘽+苎麻 常绿针叶林 (*Pinus thunbergii* - *Symplocos tanakana* - *Rubus hirsutus* + *Boehmeria nivea* Evergreen Needleleaf Forest)、黑松-鹅掌柴-山菅兰 常绿针叶林 (*Pinus thunbergii* - *Heptapleurum heptaphyllum* - *Dianella ensifolia* Evergreen

Needleleaf Forest)。黑松林乔木层盖度50%–70%，层高6.7 m，优势种为黑松。灌木层盖度25%–70%，以白檀、鹅掌柴为主要优势种，其他常见物种有野梧桐 (*Mallotus japonicus*)、楝叶吴茱萸 (*Tetradium glabrifolium*)、山槐 (*Albizia kalkora*)、枫香树 (*Liquidambar formosana*)、扁担杆 (*Grewia biloba*)、楮 (*Broussonetia kazinoki*)、柃木、梔子 (*Gardenia jasminoides*)、琴叶榕 (*Ficus pandurata*)、杜鹃 (*Rhododendron simsii*)等。草本层盖度5%–35%，高度0.1–1.2 m，优势种主要有蓬蒿、苎麻等。层间植物主要有雀梅藤 (*Sageretia thea*)、蛇葡萄 (*Ampelopsis glandulosa*)、千金藤 (*Stephania japonica*)、鸡矢藤 (*Paederia foetida*)等。

2.1.2 马尾松林 (*Pinus massoniana* Evergreen Needleleaf Forest)

该类型主要分布于半屏岛中坡，海拔16 m，土壤类型为黄壤，岩石裸露率1%，地被层厚度8 cm，地被层盖度95%。该类型共1个群丛：马尾松-滨柃-大吴风草+穹隆蔓草 常绿针叶林 (*Pinus massoniana* - *Eurya emarginata* - *Farfugium japonicum* + *Carex gibba* Evergreen Needleleaf Forest)，乔木层盖度40%，树高6.2–7.0 m，优势种为马尾松。灌木层盖度90%，以滨柃、海桐为主要优势种，少量鹅掌柴、天仙果 (*Ficus erecta*)分布其中。草本层盖度10%，高度0.2–0.6 m，物种有大吴风草、穹隆蔓草、山菅兰和积雪草 (*Centella asiatica*)。层间植物有扶芳藤 (*Euonymus fortunei*)、菝葜 (*Smilax china*)、鸡矢藤、两面针 (*Zanthoxylum nitidum*)。

2.2 落叶阔叶林 (Deciduous Broadleaf Forest)

2.2.1 枫香树林 (*Liquidambar formosana* Deciduous Broadleaf Forest)

该类型分布于洞头岛上坡，分布海拔为86 m，土壤类型以红黄壤为主，岩石裸露率10%，地被层厚度2.5 cm，地被层盖度60%。该类型共1个群丛：枫香树-山莓-五节芒 落叶阔叶林 (*Liquidambar formosana* - *Rubus corchorifolius* - *Miscanthus floridulus* Deciduous Broadleaf Forest)。枫香树林乔木层盖度60%，高度6.5–9.0 m，优势种为枫香树、木麻黄和朴树 (*Celtis sinensis*)。灌木层盖度20%，优势种为山莓，其他常见物种有榔榆 (*Ulmus parvifolia*)、雅榕 (*Ficus concinna*)、天仙果等。草本层盖度15%，高度0.3–1.7 m，优势种主要有五节芒，常见物种有

苎麻、火炭母 (*Persicaria chinensis*)和渐尖毛蕨 (*Cyclosorus acuminatus*)。层间植物有海金沙 (*Lygodium japonicum*)。

2.3 常绿阔叶林 (Evergreen Broadleaf Forest)

2.3.1 木麻黄林 (*Casuarina equisetifolia* Evergreen Broadleaf Forest)

该类型在洞头岛分布广泛，分布海拔为19–92 m。土壤类型以黄壤为主，群丛类型丰富。岩石裸露率1%–10%，地被层厚度1–3 cm，地被层盖度差异大。该类型共10个群丛 (方框1)，木麻黄林乔木层盖度70%–85%，个别群落乔木层盖度仅有5%–20%，高度5.6–13.0 m，优势种为木麻黄，常见物种有黑荆 (*Acacia mearnsii*)和朴树。灌木层盖度3%–50%，以鹅掌柴、天仙果、野梧桐为主要优势种，常见物种有柃木、茅莓 (*Rubus parvifolius*)、石楠 (*Photinia serratifolia*)、厚叶石斑木等。草本层盖度1%–50%，高度0.1–0.9 m，优势种主要有五节芒、火炭母、芒、长叶雀稗 (*Paspalum longifolium*)等，常见物种有野菊 (*Chrysanthemum indicum*)、牛膝 (*Achyranthes bidentata*)、狗脊等。层间植物有葛 (*Pueraria montana* var. *lobata*)、海金沙、常春藤 (*Hedera nepalensis* var. *sinensis*)、忍冬 (*Lonicera japonica*)等。

2.3.2 木荷林 (*Schima superba* Evergreen Broadleaf Forest)

该类型主要分布于洞头岛中坡，分布海拔为114 m，土壤类型以黄壤为主，岩石裸露率6%，地被层厚度2 cm，地被层盖度10%。该类型共1个群丛：木荷-白檀+野梧桐-蓬蒿+求米草 常绿阔叶林 (*Schima superba* - *Symplocos tanakana* + *Mallotus japonicus* - *Rubus hirsutus* + *Oplismenus undulatifolius* Evergreen Broadleaf Forest)。木荷林乔木层盖度40%，高度5.6–9.0 m，优势种为木荷，常见物种有台湾相思和油柿 (*Diospyros oleifera*)。灌木层盖度20%，以白檀、野梧桐和野鸦椿 (*Euscaphis japonica*)等为主要优势种，其他常见物种有楝叶吴茱萸、楮、盐麸木 (*Rhus chinensis*)等。草本层盖度50%，高度0.2–0.7 m，优势种主要有蓬蒿、求米草 (*Oplismenus undulatifolius*)等。层间植物有海金沙、网络夏藤 (*Wisteriopsis reticulata*)、菝葜等。

2.3.3 台湾相思林 (*Acacia confusa* Evergreen Broadleaf Forest)

该类型为洞头岛典型代表群系，分布广泛，大

方框1 木麻黄林分类检索表

Box 1 Identification key to *Casuarina equisetifolia* Forest in Dongtou National Marine Park

- A1 乔木层由木麻黄单优势种组成。
- B1 乔木层总盖度 $\geq 75\%$ 。
- C1 有稀疏灌木和草本植物(盖度 $\leq 25\%$)。木麻黄-天仙果-五节芒 常绿阔叶林 *Casuarina equisetifolia* - *Ficus erecta* - *Miscanthus floridulus* Evergreen Broadleaf Forest
- C2 灌木丰富(盖度 $\geq 25\%$)，草本稀疏(盖度 $< 25\%$)。木麻黄-野梧桐-芒 常绿阔叶林 *Casuarina equisetifolia* - *Mallotus japonicus* - *Miscanthus sinensis* Evergreen Broadleaf Forest
- B2 乔木层总盖度 $< 75\%$ 。
- C1 林下灌木丰富(盖度 $\geq 25\%$)。
- D1 林下有明显的灌木层和草本层(盖度 $\geq 25\%$)。木麻黄-天仙果+桉木-蕨+狗脊 常绿阔叶林 *Casuarina equisetifolia* - *Ficus erecta* + *Eurya japonica* - *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum* + *Woodwardia japonica* Evergreen Broadleaf Forest
- D2 草本稀疏(盖度 $< 25\%$)。木麻黄-滨柃-山菅兰 常绿阔叶林 *Casuarina equisetifolia* - *Eurya emarginata* - *Dianella ensifolia* Evergreen Broadleaf Forest
- C2 林下灌木稀疏(盖度 $< 25\%$)。
- D1 草本植物丰富(盖度 $\geq 25\%$)。木麻黄-海桐-山菅兰 常绿阔叶林 *Casuarina equisetifolia* - *Pittosporum tobira* - *Dianella ensifolia* Evergreen Broadleaf Forest
- D2 草本稀疏(盖度 $< 25\%$)。木麻黄-桉木+海桐-长叶雀稗 常绿阔叶林 *Casuarina equisetifolia* - *Eurya japonica* + *Pittosporum tobira* - *Paspalum longifolium* Evergreen Broadleaf Forest
- C3 林下有稀疏灌木和草本植物(盖度 $\leq 25\%$)。木麻黄-朴树-山菅兰 常绿阔叶林 *Casuarina equisetifolia* - *Celtis sinensis* - *Dianella ensifolia* Evergreen Broadleaf Forest
- A2 乔木层除了木麻黄外(相对重要值 $< 75\%$)，还有黑松、朴树等次优势种。
- B1 乔木层由木麻黄和黑荆组成。木麻黄-黑荆-灌木-草本 常绿阔叶林 *Casuarina equisetifolia* - *Acacia mearnsii* - Shrub - Herb Evergreen Broadleaf Forest
- B2 乔木层由木麻黄和朴树组成。木麻黄-朴树-灌木-草本 常绿阔叶林 *Casuarina equisetifolia* - *Celtis sinensis* - Shrub - Herb Evergreen Broadleaf Forest
- B3 乔木层由木麻黄、桉和樟组成。木麻黄-桉-樟-灌木-草本 常绿阔叶林 *Casuarina equisetifolia* - *Eucalyptus robusta* - *Cinnamomum camphora* - Shrub - Herb Evergreen Broadleaf Forest

多在洞头岛中坡和上坡可见，分布海拔为10–97 m。土壤类型以黄壤和红黄壤为主。岩石裸露率1%–25%，地被层厚度1–3 cm，地被层盖度70%–95%，个别群落地被层盖度仅20%–50%。该类型共15个群丛(方框2)，乔木层盖度45%–85%，高度5–12 m，优势种为台湾相思、木麻黄、朴树等，少数合欢(*Albizia julibrissin*)、山槐、毛竹(*Phyllostachys edulis*)等。台湾相思林灌木层优势种有天仙果、野梧桐、楝叶吴萸，常见物种有椿叶花椒(*Zanthoxylum ailanthoides*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、枫香树、榔榆、倒卵叶算盘子(*Glochidion obovatum*)等。草本层盖度差异大，高度0.1–0.7 m，优势种主要有穹隆薹草、井栏边草(*Pteris multifida*)、芒萁、鸭跖草(*Commelina communis*)等，常见物种有韩信草(*Scutellaria indica*)、小蓬草(*Erigeron canadensis*)、枸棘(*Maclura cochinchinensis*)、毛茛(*Ranunculus japonicus*)等。层间植物有扶芳藤、异叶蛇葡萄(*Ampelopsis glandulosa* var. *heterophylla*)、蔓胡颓子(*Elaeagnus glabra*)、乌蕈莓(*Causonis japonica*)、络石(*Trachelospermum jasminoides*)等。

2.3.4 樟林(*Cinnamomum camphora* Evergreen Broadleaf Forest)

该类型主要分布于洞头岛上坡，分布海拔为

114 m，土壤类型以黄壤为主，岩石裸露率5%，地被层厚度2 cm，地被层盖度10%。该类型共1个群丛：樟-桉木+油柿-芒萁+狗脊 常绿阔叶林(*Cinnamomum camphora* - *Eurya japonica* + *Diospyros oleifera* - *Dicranopteris pedate* + *Woodwardia japonica* Evergreen Broadleaf Forest)。樟林乔木层盖度30%，高度为11–14 m，优势种为樟，另分布有木麻黄。灌木层盖度40%，以桉木、油柿、野鸦椿、野梧桐为主要优势种，其他常见物种有油桐(*Vernicia fordii*)、白檀、山莓和野山植(*Crataegus cuneata*)。草本层盖度60%，高度0.3–1.2 m，优势种主要有芒萁和狗脊，常见物种有芒(*Miscanthus sinensis*)、韩信草和乌蕈(*Odontosoria chinensis*)。层间植物有菝葜、雀梅藤和海金沙。

2.4 竹林(Bamboo Forest)

2.4.1 毛竹林(*Phyllostachys edulis* Bamboo Forest)

该类型在大瞿岛上坡可见，分布海拔为93 m，土壤类型以黄壤为主，岩石裸露率2%，地被层厚度3 cm，地被层盖度95%。该类型共1个群丛：毛竹-朱砂根+野梧桐-蕨 竹林(*Phyllostachys edulis* - *Ardisia crenata* + *Mallotus japonicus* - *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum* Bamboo Forest)。竹林乔木层盖度90%，高度6.5–9.0 m，物种以毛竹为主。灌木层盖度

方框2 台湾相思林分类检索表

Box 2 Identification key to *Acacia confusa* Forest in Dongtou National Marine Park

- A1 乔木层由台湾相思单优势种组成。
- B1 乔木层盖度 $\geq 75\%$, 灌木层和草本层明显。
- C1 林下有明显的灌木层和草本层(盖度 $\geq 25\%$)。台湾相思-滨柃+海桐-求米草+圆叶景天 常绿阔叶林 *Acacia confusa* - *Eurya emarginata* + *Pittosporum tobira* - *Oplismenus undulatifolius* + *Sedum makinoi* Evergreen Broadleaf Forest
- C2 林下草本层稀疏(盖度 $< 25\%$)。台湾相思-天仙果-大吴风草 常绿阔叶林 *Acacia confusa* - *Ficus erecta* - *Farfugium japonicum* Evergreen Broadleaf Forest
- B2 乔木层盖度为 $\geq 75\%$, 灌木层物种稀疏。
- C1 兼有灌木层和草本层, 灌木层物种稀疏。
- D1 草本层稀疏(盖度 $< 25\%$)。台湾相思-茅莓-酸模 常绿阔叶林 *Acacia confusa* - *Rubus parvifolius* - *Rumex acetosa* Evergreen Broadleaf Forest
- D2 草本层葱郁(盖度 $\geq 25\%$)。台湾相思-茅莓-滨海薹草 常绿阔叶林 *Acacia confusa* - *Rubus parvifolius* - *Carex bodinieri* Evergreen Broadleaf Forest
- C2 无明显灌木层。台湾相思-五节芒+天南星 常绿阔叶林 *Acacia confusa* - *Miscanthus floridulus* + *Arisaema heterophyllum* Evergreen Broadleaf Forest
- B3 乔木层盖度 $< 75\%$ 。
- C1 有稀疏灌木和草本植物(盖度 $\leq 25\%$)。台湾相思-楝叶吴萸-琴叶紫菀 常绿阔叶林 *Acacia confusa* - *Tetradium glabrifolium* - *Aster panduratus* Evergreen Broadleaf Forest
- C2 有明显灌木和草本植物(盖度 $\geq 25\%$)。
- D1 灌木层由单优势种组成。台湾相思-杜鹃-芒萁 常绿阔叶林 *Acacia confusa* - *Rhododendron simsii* - *Dicranopteris pedata* Evergreen Broadleaf Forest
- D2 灌木层由多个物种共同组成建群种。台湾相思-野梧桐+白檀-芒萁 常绿阔叶林 *Acacia confusa* - *Mallotus japonicus* + *Symplocos tanakana* - *Dicranopteris pedata* Evergreen Broadleaf Forest
- C3 灌木葱郁(盖度 $\geq 25\%$), 草本稀疏(盖度 $\leq 25\%$)。
- D1 草本层由单优势种组成。台湾相思-海桐-山菅兰 常绿阔叶林 *Acacia confusa* - *Pittosporum tobira* - *Dianella ensifolia* Evergreen Broadleaf Forest
- D2 草本层由多个物种共同组成建群种。台湾相思-天仙果-积雪草+渐尖毛蕨 常绿阔叶林 *Acacia confusa* - *Ficus erecta* - *Centella asiatica* + *Cyclosorus acuminatus* Evergreen Broadleaf Forest
- C4 灌木稀疏(盖度 $\leq 25\%$), 草本葱郁(盖度 $\geq 25\%$)。台湾相思-野梧桐-蕨 常绿阔叶林 *Acacia confusa* - *Mallotus japonicus* - *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum* Evergreen Broadleaf Forest
- A2 乔木层除了台湾相思(相对重要值 $< 75\%$)外, 还有木麻黄、山槐、海桐等次优势种。
- B1 乔木层仅一个次优势种。
- C1 乔木层由台湾相思和山槐组成。台湾相思-山槐-灌木-草本 常绿阔叶林 *Acacia confusa* - *Albizia kalkora* - Shrub - Herb Evergreen Broadleaf Forest
- C2 乔木层由台湾相思和木麻黄组成。台湾相思-木麻黄-灌木-草本 常绿阔叶林 *Acacia confusa* - *Casuarina equisetifolia* - Shrub - Herb Evergreen Broadleaf Forest
- B2 乔木层由三个物种构成建群种。
- C1 乔木层由台湾相思、朴树和合欢组成。台湾相思-朴树-合欢-灌木-草本 常绿阔叶林 *Acacia confusa* - *Celtis sinensis* - *Albizia julibrissin* - Shrub - Herb Evergreen Broadleaf Forest
- C2 乔木层由台湾相思、木麻黄和海桐组成。台湾相思-木麻黄-海桐-灌木-草本 常绿阔叶林 *Acacia confusa* - *Casuarina equisetifolia* - *Pittosporum tobira* - Shrub - Herb Evergreen Broadleaf Forest

30%, 物种有朱砂根、野梧桐、天仙果、柃木、鹅掌柴。草本层盖度30%, 高度0.2–0.5 m, 物种有蕨、天南星(*Arisaema heterophyllum*)、韩信草、穹隆薹草。层间植物有雀梅藤和木防己(*Cocculus orbiculatus*)。

2.5 常绿针叶灌丛(Evergreen Needleleaf Shrubland)

2.5.1 黑松灌丛(*Pinus thunbergii* Evergreen Needleleaf Shrubland)

该类型分布于洞头岛中下坡, 分布海拔为60–80 m, 土壤类型为黄壤, 岩石裸露率1%–15%, 地被层厚度1–2 cm, 地被层盖度85%–95%。该类型共3个群丛: 黑松-芒 常绿针叶灌丛(*Pinus thunbergii* - *Miscanthus sinensis* Evergreen Needleleaf

Shrubland)、黑松-芒萁 常绿针叶灌丛(*Pinus thunbergii* - *Dicranopteris pedata* Evergreen Needleleaf Shrubland)、黑松-大白茅+异果黄堇 常绿针叶灌丛(*Pinus thunbergii* - *Imperata cylindrica* var. *major* + *Corydalis heterocarpa* Evergreen Needleleaf Shrubland)。灌木层盖度80%–90%, 高度为0.5–4.3 m, 优势种有黑松, 常见物种有滨柃、台湾相思、野梧桐、杜鹃、樟、海桐等。草本层盖度45%–80%, 高度0.1–0.7 m, 优势种有芒、异果黄堇(*Corydalis heterocarpa*)、大白茅(*Imperata cylindrica* var. *major*)等, 物种有狗脊、山菅兰、楝叶吴萸、了哥王(*Wikstroemia indica*)。层间物种有菝葜、蛇葡萄、海金沙等。

2.6 落叶阔叶灌丛 (Deciduous Broadleaf Shrubland)

2.6.1 构灌丛 (*Broussonetia papyrifera* Deciduous Broadleaf Shrubland)

该类型主要分布于大瞿岛下坡, 分布海拔为25 m, 土壤类型以黄壤为主, 岩石裸露率5%, 地被层厚度2 cm, 地被层盖度75%。该类型共1个群丛: 构-苎麻 落叶阔叶灌丛 (*Broussonetia papyrifera* - *Boehmeria nivea* Deciduous Broadleaf Shrubland)。灌木层盖度75%, 优势种有构和毛竹。草本层盖度50%, 高度0.1–1.1 m, 优势种主要有苎麻、野艾蒿 (*Artemisia lavandulifolia*), 常见物种有何首乌 (*Pleuropterus multiflorus*)、龙芽草 (*Agrimonia pilosa*)、井栏边草、黄鹌菜 (*Youngia japonica*)、火炭母、求米草、翅果菊 (*Lactuca indica*)、小窃衣 (*Torilis japonica*)。

2.6.2 光叶蔷薇灌丛 (*Rosa luciae* Deciduous Broadleaf Shrubland)

该类型在洞头岛分布稀少, 分布海拔为12–49 m, 土壤类型以黄壤为主, 岩石裸露率15%–45%, 地被层厚度1–2 cm, 地被层盖度45%–85%。该类型共2个群丛: 光叶蔷薇-假还阳参 落叶阔叶灌丛 (*Rosa luciae* - *Crepidiastrum lanceolatum* Deciduous Broadleaf Shrubland)、光叶蔷薇-沟叶结缕草 落叶阔叶灌丛 (*Rosa luciae* - *Zoysia matrella* Deciduous Broadleaf Shrubland)。灌木层盖度10%–80%, 高度为0.7–1.6 m, 物种只有光叶蔷薇 (*Rosa luciae*) 和冬青卫矛 (*Euonymus japonicus*)。草本层盖度70%–75%, 高度0.1–1.1 m, 优势种有假还阳参、普陀狗娃花 (*Aster arenarius*), 其他常见物种有沟叶结缕草、健壮藎草 (*Carex wahuensis* subsp. *robusta*)、长叶雀稗、牡蒿 (*Artemisia japonica*)、芙蓉菊 (*Crossostephium chinense*) 等。层间植物以木防己、天门冬 (*Asparagus cochinchinensis*) 为主。

2.6.3 朴树灌丛 (*Celtis sinensis* Deciduous Broadleaf Shrubland)

该类型在洞头岛上中下坡均可见, 分布海拔为64–67 m, 土壤类型以黄壤和红黄壤居多, 岩石裸露率1%–5%, 地被层厚度2–3 cm, 地被层盖度90%–95%。该类型共3个群丛: 朴树-芒 落叶阔叶灌丛 (*Celtis sinensis* - *Miscanthus sinensis* Deciduous Broadleaf Shrubland)、朴树-五节芒 落叶阔叶灌丛

(*Celtis sinensis* - *Miscanthus floridulus* Deciduous Broadleaf Shrubland)、朴树-苎麻 落叶阔叶灌丛 (*Celtis sinensis* - *Boehmeria nivea* Deciduous Broadleaf Shrubland)。灌木层盖度75%–85%, 高度为0.6–3.0 m, 以朴树、海桐为主要优势种, 其他常见物种有海州常山 (*Clerodendrum trichotomum*)、天仙果、毛竹、榔榆。草本层盖度65%–75%, 高度0.1–1.7 m, 优势种主要有五节芒和苎麻, 其他常见物种有野苘蒿 (*Crassocephalum crepidioides*)、甘菊 (*Chrysanthemum lavandulifolium*)、垂序商陆 (*Phytolacca americana*)、牡蒿、小蓬草。层间植物有海金沙、鸡矢藤。

2.6.4 天仙果灌丛 (*Ficus erecta* Deciduous Broadleaf Shrubland)

该类型主要分布于洞头岛上坡, 分布海拔为37–74 m, 土壤类型以黄壤为主, 岩石裸露率1%–5%, 地被层厚度2 cm, 地被层盖度90%–95%。该类型共3个群丛: 天仙果-芒 落叶阔叶灌丛 (*Ficus erecta* - *Miscanthus sinensis* Deciduous Broadleaf Shrubland)、天仙果-大吴风草+火炭母 落叶阔叶灌丛 (*Ficus erecta* - *Farfugium japonicum* + *Persicaria chinensis* Deciduous Broadleaf Shrubland)、天仙果-五节芒 落叶阔叶灌丛 (*Ficus erecta* - *Miscanthus floridulus* Deciduous Broadleaf Shrubland)。灌木层盖度20%–50%, 高度为0.7–2.3 m, 优势种为天仙果、鸡桑 (*Morus australis*)、茅莓等, 其他常见物种有海州常山、海桐、野梧桐、梔子。草本层盖度45%–95%, 高度0.2–1.5 m, 优势种为芒、大吴风草、火炭母等, 常见物种有苎麻、蕨、倒卵叶算盘子等。层间植物有葛、葎草 (*Humulus scandens*)、小叶葡萄 (*Vitis sinocinerea*) 等。

2.6.5 野梧桐灌丛 (*Mallotus japonicus* Deciduous Broadleaf Shrubland)

该类型主要分布于洞头岛中坡、上坡, 分布海拔为23–60 m, 土壤类型有黄壤、红黄壤, 岩石裸露率2%–5%, 地被层厚度1–3 cm, 地被层盖度60%–90%。该类型共3个群丛: 野梧桐-蕨 落叶阔叶灌丛 (*Mallotus japonicus* - *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum* Deciduous Broadleaf Shrubland)、野梧桐-苎麻+楝叶吴茱萸 落叶阔叶灌丛 (*Mallotus japonicus* - *Boehmeria nivea* + *Tetradium glabrifolium* Deciduous Broadleaf Shrubland)、野梧桐+天仙果-山菅兰 落叶

阔叶灌丛 (*Mallotus japonicus* + *Ficus erecta* - *Dianella ensifolia* Deciduous Broadleaf Shrubland)。乔木层盖度5%, 高度5.6–8.0 m, 零星分布有台湾相思和毛竹。灌木层盖度75%–90%, 物种有天仙果、野梧桐、柃木、过山枫(*Celastrus aculeatus*)、倒卵叶算盘子、海桐。草本层盖度30%–95%, 高度0.1–1.0 m, 优势种有蕨、野艾蒿、鬼针草(*Bidens pilosa*)、苎麻、楝叶吴茱萸、山菅兰等, 其他物种有芒萁、小窃衣、羊蹄(*Rumex japonicus*)、石松(*Lycopodium japonicum*)等。层间物种有海金沙、雀梅藤、两面针和天门冬。

2.6.6 油柿灌丛 (*Diospyros oleifera* Deciduous Broadleaf Shrubland)

该类型主要分布于洞头岛中坡, 分布海拔为53 m, 群落草本物种丰富度高, 土壤类型为红黄壤, 岩石裸露率1%, 地被层厚度3 cm, 地被层盖度80%。该类型共1个群丛: 油柿-芒 落叶阔叶灌丛 (*Diospyros oleifera* - *Miscanthus sinensis* Deciduous Broadleaf Shrubland)。灌木层盖度30%, 高度为1.5–3.0 m, 物种有油柿、野梧桐和天仙果。草本层盖度50%, 高度0.2–2.5 m, 物种有芒、五节芒、苎麻、羊蹄、喜旱莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、小蓬草、野艾蒿、薤白(*Allium macrostemon*)、蓟(*Cirsium japonicum*)、鬼针草、火炭母。

2.7 常绿阔叶灌丛 (Evergreen Broadleaf Shrubland)

2.7.1 滨柃灌丛 (*Eurya emarginata* Evergreen Broadleaf Shrubland)

该类型主要分布于洞头岛下坡, 分布海拔10–87 m, 土壤类型以黄壤为主, 岩石裸露率5%–6%, 地被层厚度2–3 cm, 地被层盖度差异较大。该类型共6个群丛(方框3), 部分样地由于滨柃长势较好, 个体高度超过5 m, 形成乔木层, 但鉴于滨柃的生长型为灌木, 故仍将其归于灌丛。乔木层以黑松和滨柃为主。灌木层盖度50%–90%, 以滨柃、青冈(*Quercus glauca*)、海桐、野梧桐为主要优势种, 其他物种有海桐、天仙果、木麻黄、倒卵叶算盘子、楝叶吴茱萸、白檀、构、天仙果、野梧桐、鹅掌柴等。草本层盖度20%–85%, 高度0.1–1.5 m, 优势种有山菅兰、五节芒、穹窿薹草(*Carex gibba*)等, 常见物种有苎麻、多茎湿鼠曲草(*Gnaphalium polycaulon*)、渐尖毛蕨(*Cyclosorus acuminatus*)、滨海薹草(*Carex*

bodinieri)、薊、细毛鸭嘴草(*Ischaemum ciliare*)、圆叶景天。层间植物有菝葜、海金沙、四叶葎(*Galium bungei*)、木防己等。

2.7.2 构棘灌丛 (*Maclura cochinchinensis* Evergreen Broadleaf Shrubland)

该类型在双峰屿中坡可见, 分布海拔为14 m, 土壤类型为黄壤, 岩石裸露率15%, 地被层厚度5 cm, 地被层盖度85%。该类型共1个群丛: 构棘-健壮薹草 常绿阔叶灌丛 (*Maclura cochinchinensis* - *Carex wahuensis* subsp. *robusta* Evergreen Broadleaf Shrubland)。灌木层盖度70%, 高度为0.5–1.0 m, 物种有构棘和茅莓。草本层盖度12%, 高度0.1–0.5 m, 物种有健壮薹草、长叶雀稗、苦苣菜(*Sonchus oleraceus*)、猪毛蒿(*Artemisia scoparia*)、蓝花参(*Wahlenbergia marginata*)、芙蓉菊和牛膝。层间物种有匙羹藤(*Gymnema sylvestre*)、小叶葡萄。

2.7.3 黑松+柃木灌丛 (*Pinus thunbergii* + *Eurya japonica* Evergreen Broadleaf Shrubland)

该类型主要分布于大瞿岛上坡, 分布海拔111 m。土壤类型以黄壤为主, 岩石裸露率10%, 地被层厚度3 cm, 地被层盖度60%。该类型共1个群丛: 黑松+柃木-五节芒 常绿阔叶灌丛 (*Pinus thunbergii* + *Eurya japonica* - *Miscanthus floridulus* Evergreen Broadleaf Shrubland)。灌木层盖度70%, 以黑松、柃木、楝叶吴茱萸为主要优势种, 其他物种有欒木(*Loropetalum chinense*)、盐麸木、鹅掌柴、油柿、南烛(*Vaccinium bracteatum*)等。草本层盖度50%, 高度0.2–1.2 m, 优势种为五节芒, 常见物种有蕨、穹窿薹草和山菅兰。层间植物有木防己。

2.7.4 欒木灌丛 (*Loropetalum chinense* Evergreen Broadleaf Shrubland)

该类型在小瞿岛下坡可见, 分布海拔为28 m, 土壤类型为黄壤, 岩石裸露率5%, 地被层厚度3 cm, 地被层盖度95%。该类型共1个群丛: 欒木-五节芒 常绿阔叶灌丛 (*Loropetalum chinense* - *Miscanthus floridulus* Evergreen Broadleaf Shrubland)。灌木层盖度70%, 优势种有欒木、柃木、厚叶石斑木, 常见物种有海桐、倒卵叶算盘子、野梧桐等。草本层盖度35%, 高度0.5–1.3 m, 物种有五节芒、阔鳞鳞毛蕨(*Dryopteris championii*)、琴叶紫菀(*Aster panduratus*)和野青茅(*Deyeuxia pyramidalis*)。层间物种有金樱子(*Rosa laevigata*)、菝葜、蔓胡颓子和天门冬。

方框3 滨柃灌丛分类检索表

Box 3 Identification key to *Eurya emarginata* Shrubland in Dongtou National Marine Park

- A1 群落含乔木层。
- B1 乔木层物种丰富(盖度 $\geq 75\%$)。
- C1 有稀疏草本植物(盖度 $< 25\%$)。滨柃-青冈-芒萁 常绿阔叶灌丛 *Eurya emarginata* - *Quercus glauca* - *Dicranopteris pedata* Evergreen Broadleaf Shrubland
- C2 有明显灌木层和草本层(盖度 $\geq 25\%$)。滨柃-野梧桐-五节芒 常绿阔叶灌丛 *Eurya emarginata* - *Mallotus japonicus* - *Miscanthus floridulus* Evergreen Broadleaf Shrubland
- B2 乔木层物种稀少(高度 $< 75\%$)。滨柃-海桐-山菅兰+芒 常绿阔叶灌丛 *Eurya emarginata* - *Pittosporum tobira* - *Dianella ensifolia* + *Miscanthus sinensis* Evergreen Broadleaf Shrubland
- A2 群落不含乔木层。
- B1 草本稀疏(盖度 $< 25\%$)。滨柃-穹窿薹草 常绿阔叶灌丛 *Eurya emarginata* - *Carex gibba* Evergreen Broadleaf Shrubland
- B2 有明显草本层(盖度 $\geq 25\%$)。
- C1 草本层优势种为山菅兰。滨柃-山菅兰 常绿阔叶灌丛 *Eurya emarginata* - *Dianella ensifolia* Evergreen Broadleaf Shrubland
- C2 草本层优势种为五节芒。滨柃-五节芒 常绿阔叶灌丛 *Eurya emarginata* - *Miscanthus floridulus* Evergreen Broadleaf Shrubland

2.7.5 柃木灌丛(*Eurya japonica* Evergreen Broadleaf Shrubland)

该类型主要分布于洞头岛中坡、上坡, 分布海拔38–132 m, 下坡少量分布。土壤类型以黄壤为主, 岩石裸露率1%–30%, 地被层厚度1–3 cm, 地被层盖度10%–95%。该类型共4个群丛: 柃木-芒萁 常绿阔叶灌丛(*Eurya japonica* - *Dicranopteris pedata* Evergreen Broadleaf Shrubland)、柃木-滨海薹草 常绿阔叶灌丛(*Eurya japonica* - *Carex bodinieri* Evergreen Broadleaf Shrubland)、柃木-穹窿薹草 常绿阔叶灌丛(*Eurya japonica* - *Carex gibba* Evergreen Broadleaf Shrubland)、柃木-欏木+杜鹃-石韦 常绿阔叶灌丛(*Eurya japonica* - *Loropetalum chinense* + *Rhododendron simsii* - *Pyrrosia lingua* Evergreen Broadleaf Shrubland)。部分样地柃木个体生长较高, 高度超过5 m, 形成乔木层, 但鉴于柃木的生长型为灌木, 故仍将其归于灌丛。乔木层优势种为柃木, 常见种有朴树和白檀。灌木层盖度50%–90%, 以欏木、滨柃、天仙果为主要优势种, 其他物种有野梧桐、杜鹃、天仙果、朴树、黑松、密花树(*Myrsine seguinii*)、赤楠(*Syzygium buxifolium*)、刨花润楠(*Machilus pauhoi*)、梔子等, 还有少量豆腐柴(*Premna microphylla*)、黄杨(*Buxus sinica*)幼苗。群落草本层盖度差异大, 高度0.1–1.2 m, 优势种主要有芒萁、蕨、石韦, 常见物种有五节芒、寒莓(*Rubus buergeri*)、金疮小草(*Ajuga decumbens*)、渐尖毛蕨、穹窿薹草、淡竹叶(*Lophatherum gracile*)、翅果菊、龙葵(*Solanum nigrum*)、小蓬草、乌蕨等。层间植物有葛、海金沙、网络夏藤、菝葜、鸡矢藤、络石等。

2.7.6 台湾相思灌丛(*Acacia confusa* Evergreen Broadleaf Shrubland)

该类型主要分布于洞头岛中坡、上坡, 分布海拔20–42 m。土壤类型以黄壤为主, 岩石裸露率3%–15%, 地被层厚度1–2 cm, 地被层盖度85%–95%。该类型共5个群丛: 台湾相思-五节芒 常绿阔叶灌丛(*Acacia confusa* - *Miscanthus floridulus* Evergreen Broadleaf Shrubland)、台湾相思-酢浆草 常绿阔叶灌丛(*Acacia confusa* - *Oxalis corniculata* Evergreen Broadleaf Shrubland)、台湾相思-芒 常绿阔叶灌丛(*Acacia confusa* - *Miscanthus sinensis* Evergreen Broadleaf Shrubland)、台湾相思-芒萁 常绿阔叶灌丛(*Acacia confusa* - *Dicranopteris pedata* Evergreen Broadleaf Shrubland)、台湾相思+滨柃-五节芒 常绿阔叶灌丛(*Acacia confusa* + *Eurya emarginata* - *Miscanthus floridulus* Evergreen Broadleaf Shrubland)。灌木层盖度60%–85%, 高度为0.5–3.1 m, 以台湾相思、滨柃、野梧桐、天仙果为主要优势种, 其他物种有黑松、海桐、椿叶花椒、茅莓、倒卵叶算盘子、木麻黄。草本层盖度35%–75%, 高度0.1–1.3 m, 优势种主要有芒萁和芒, 其他物种有羊蹄、滨海前胡、半夏(*Pinellia ternata*)、猪毛蒿、一点红(*Emilia sonchifolia*)、火炭母、野梧桐、天仙果、梔子、滨海薹草、扇叶铁线蕨(*Adiantum flabellulatum*)等。层间植物有羊角藤(*Morinda umbellata* subsp. *obovata*)、菝葜、鸡矢藤、蛇葡萄等。

2.8 灌草丛(Shrubby Grassland)

2.8.1 鬼针草灌草丛(*Bidens pilosa* Shrubby Grassland)

该类型分布于南片岛上坡, 海拔15 m处。土壤

类型为黄壤, 岩石裸露率1%, 地被层厚度4 cm, 地被层盖度98%。该类型共1个群丛: 鬼针草 灌草丛 (*Bidens pilosa* Shrubby Grassland)。灌木层盖度5%, 高度1.3–1.5 m, 物种有滨柃和天仙果。草本层盖度98%, 高度0.5–1.0 m, 物种有鬼针草、火炭母、猪殃殃 (*Galium spurium*)、五节芒、羊蹄、蓟、野茼蒿、异果黄堇和酢浆草 (*Oxalis corniculata*)。层间物种有葛和海金沙。

2.8.2 火炭母灌草丛 (*Persicaria chinensis* Shrubby Grassland)

该类型分布于北片岛上坡, 分布海拔为44 m。土壤类型为黄壤, 岩石裸露率1%, 地被层厚度5 cm, 地被层盖度90%。该类型共1个群丛: 火炭母 灌草丛 (*Persicaria chinensis* Shrubby Grassland)。群落灌木层盖度10%, 高度2.3–3.0 m, 物种为滨柃。草本层盖度95%, 高度0.5–1.0 m, 物种有火炭母、羊蹄、苎麻、野艾蒿和蓟。层间物种有葛。

2.8.3 狼尾草灌草丛 (*Pennisetum alopecuroides* Shrubby Grassland)

该类型分布于南策岛中坡, 海拔52 m处。土壤类型为红黄壤, 岩石裸露率1%, 地被层厚度1 cm, 地被层盖度90%。该类型共1个群丛: 狼尾草 灌草丛 (*Pennisetum alopecuroides* Shrubby Grassland)。灌木层盖度1%, 高度0.8–1.0 m, 物种有黑松和台湾相思。草本层盖度95%, 高度0.1–0.8 m, 优势种有狼尾草、鬼针草、芒等, 其他物种有狗尾草 (*Setaria viridis*)、马兰 (*Aster indicus*)、猪毛蒿、截叶铁扫帚 (*Lespedeza cuneata*)、牛膝和鸭跖草。层间物种有蛇葡萄和鹿藿 (*Rhynchosia volubilis*)。

2.8.4 芒灌草丛 (*Miscanthus sinensis* Shrubby Grassland)

该类型分布于洞头岛下坡, 分布海拔为18–57 m, 土壤类型有黄壤、红黄壤, 岩石裸露率1%–30%, 地被层厚度1–2 cm, 地被层盖度70%–90%。该类型共1个群丛: 芒 灌草丛 (*Miscanthus sinensis* Shrubby Grassland)。灌木层盖度5%, 高度1.1–3.0 m, 物种有柃木、天仙果和光叶蔷薇。草本层盖度65%–95%, 高度0.1–3.0 m, 物种有芒、长叶雀稗、猪毛蒿、火炭母、普陀狗娃花、圆叶景天、酢浆草和小窃衣。层间物种有葛、忍冬、蛇葡萄、菝葜、鸡矢藤、天门冬、木防己和小叶葡萄。

2.8.5 芒萁灌草丛 (*Dicranopteris pedata* Shrubby Grassland)

该类型分布于洞头岛上坡, 海拔45 m处。土壤类型为黄壤, 岩石裸露率10%, 地被层厚度2 cm, 地被层盖度20%。该类型共1个群丛: 芒萁 灌草丛 (*Dicranopteris pedata* Shrubby Grassland)。灌木层盖度10%, 高度0.7–2.3 m, 物种有杜虹花 (*Callicarpa pedunculata*)、滨柃、椿叶花椒和野梧桐。草本层盖度70%, 高度0.2–0.5 m, 物种有芒萁、灯芯草 (*Juncus effusus*)、鸭舌草 (*Monochoria vaginalis*)、芒和星宿菜 (*Lysimachia fortunei*)。层间物种有菝葜和雀梅藤。

2.8.6 五节芒灌草丛 (*Miscanthus floridulus* Shrubby Grassland)

该类型在洞头岛广泛分布, 分布海拔为17–68 m, 土壤类型为黄壤, 岩石裸露率2%–15%, 地被层厚度1–6 cm, 地被层盖度80%–95%。该类型共1个群丛: 五节芒 灌草丛 (*Miscanthus floridulus* Shrubby Grassland)。灌木层盖度10%–15%, 高度1.1–1.7 m, 物种有台湾相思、海桐、黑松、天仙果、光叶蔷薇。草本层盖度65%–90%, 高度0.1–1.6 m, 物种有甘菊、野艾蒿、鬼针草、火炭母、五节芒、牛膝、蓟、山菅兰、羊蹄、苦苣菜。层间物种有葛、菝葜、鸡矢藤和网络夏藤。

2.8.7 野艾蒿灌草丛 (*Artemisia lavandulifolia* Shrubby Grassland)

该类型分布于南策岛中坡, 海拔50 m处。土壤类型为红黄壤, 裸露率1%, 地被层厚度1 cm, 地被层盖度95%。该类型共1个群丛: 野艾蒿+滨海薹草 灌草丛 (*Artemisia lavandulifolia* + *Carex bodinieri* Shrubby Grassland)。灌木层盖度5%, 高度0.5–0.7 m, 优势种为野梧桐。草本层盖度90%, 高度0.2–0.4 m, 物种有野艾蒿、滨海薹草、鬼针草、琴叶紫菀、野艾蒿、倒卵叶算盘子、茅莓和蓟。层间物种有雀梅藤。

2.8.8 滨海前胡草丛 (*Peucedanum japonicum* Grassland)

该类型分布于香花屿上坡, 海拔42 m处。土壤类型为黄壤, 岩石裸露率40%, 地被层厚度2 cm, 地被层盖度60%。该类型共1个群丛: 滨海前胡 草丛 (*Peucedanum japonicum* Grassland)。群落中无灌木物种, 草本层盖度60%, 高度0.1–0.6 m, 物种有

滨海前胡、健壮藁草、长叶雀稗、普陀狗娃花、全缘贯众、台湾佛甲草(*Sedum formosanum*)、芙蓉菊、沟叶结缕草、假还阳参和狭叶尖头叶藜(*Chenopodium acuminatum* subsp. *virgatum*)。

2.8.9 东南景天草丛(*Sedum alfredii* Grassland)

该类型分布于四屿中坡, 海拔10 m处。土壤类型为岩石, 裸露率80%, 地被层厚度0.5 cm, 地被层盖度1%。该类型共1个群丛: 东南景天 草丛(*Sedum alfredii* Grassland)。群落中无灌木物种, 草本层盖度5%, 高度0.1–0.9 m, 物种有东南景天、全缘贯众(*Cyrtomium falcatum*)、普陀狗娃花、假还阳参、厚穗狗尾草(*Setaria viridis* subsp. *pachystachys*)、芋(*Colocasia esculenta*)、晚红瓦松(*Orostachys japonica*)、鹤草(*Silene fortunei*)、沟叶结缕草和光叶蔷薇。

2.8.10 火炭母草丛(*Persicaria chinensis* Grassland)

该类型分布于北片岛上坡, 海拔39 m处。土壤类型为黄壤, 岩石裸露率1%, 地被层厚度5 cm, 地被层盖度90%。该类型共1个群丛: 火炭母 草丛(*Persicaria chinensis* Grassland)。群落中无灌木物种, 草本层盖度98%, 高度0.4–1.1 m, 物种有火炭母、羊蹄、苕麻、野艾蒿、野百合(*Lilium brownii*)、雀舌草(*Stellaria alsine*)。层间物种有葛。

2.8.11 山菅兰草丛(*Dianella ensifolia* Grassland)

该类型分布于双峰屿上坡, 海拔17 m处。土壤类型为黄壤, 岩石裸露率5%, 地被层厚度2 cm, 地被层盖度95%。该类型共1个群丛: 山菅兰 草丛(*Dianella ensifolia* Grassland)。群落中无灌木物种, 草本层盖度80%, 高度0.1–1.0 m, 物种有山菅兰、长叶雀稗、猪毛蒿、小窃衣、火炭母和狭叶尖头叶藜。层间物种有匙羹藤。

2.8.12 五节芒草丛(*Miscanthus floridulus* Grassland)

该类型在洞头岛较为常见, 分布海拔为84–99 m, 土壤类型为黄壤, 岩石裸露率40%–80%, 地被层厚度1 cm, 地被层盖度10%–50%。该类型共2个群丛: 五节芒 草丛(*Miscanthus floridulus* Grassland)、五节芒+喀西茄 草丛(*Miscanthus floridulus* + *Solanum aculeatissimum* Grassland)。群落中无灌木物种, 草本层盖度80%–90%, 高度0.1–0.8 m, 物种有五节芒、喀西茄、日本芥苳(*Mosla japonica*)、酢浆草、厚穗狗尾草、狗尾草、小蓬草、龙葵、藿香

藜(*Ageratum conyzoides*)、截叶铁扫帚、牛膝、苦苣菜、大狼毒(*Euphorbia jolkinii*)等。层间物种有葛、忍冬、雀梅藤、匙羹藤、鸡矢藤、千金藤和木防己。

2.8.13 鸭跖草草丛(*Commelina communis* Grassland)

该类型分布于双峰屿下坡, 海拔13 m处。土壤类型为岩石, 岩石裸露率30%, 地被层厚度0.1 cm, 地被层盖度10%。该类型共1个群丛: 鸭跖草 草丛(*Commelina communis* Grassland)。群落无灌木层物种, 草本层盖度70%, 高度0.2–0.6 m, 物种有鸭跖草、东南景天、茵陈蒿(*Artemisia capillaris*)、换锦花(*Lycoris sprengeri*)、五节芒、朝阳隐子草(*Cleistogenes hackelii*)、茅莓和厚穗狗尾草。层间物种有小叶葡萄。

3 讨论和结论

洞头国家级海洋公园主要植被类型为滨海常绿阔叶矮林, 分布海拔为10–120 m, 群系多为台湾相思林、木麻黄林、滨柃灌丛、柃木灌丛、野梧桐灌丛、天仙果灌丛和黑松灌丛等浙江海岛代表性的植被类型。由于海岛特殊环境的影响, 浙江海岛上的大多数常绿阔叶林比大陆群落要低矮得多(彭华等, 2019)。为适应海岛特殊地势和气候, 调查岛屿上常见种有木麻黄、柃木、滨柃、台湾相思、天仙果、野梧桐、欒木等, 多为滨海常见灌木或小乔木, 有耐干旱瘠薄、抗海风海雾等强抗逆性, 其种子多, 萌发率高, 生长力强, 故多分布于海岛(张凯迪等, 2019)。台湾相思林、木麻黄林等为洞头国家级海洋公园岛屿主要人工植被类型(张晨晨, 2021)。

与我国东部岛屿植被相比, 舟山群岛以青冈林、红楠(*Machilus thunbergii*)林、苦槠(*Castanopsis sclerophylla*)林、普陀樟(*Cinnamomum japonicum*)林等常绿阔叶林为主要植被(邓力豪, 2022), 而洞头岛上以木麻黄林、台湾相思林等人工植被为主要植被类型。舟山群岛常绿灌丛有柃木灌丛、滨柃灌丛、厚叶石斑木灌丛等, 洞头岛常绿灌丛有柃木灌丛、滨柃灌丛、构棘灌丛、欒木灌丛(叶激华等, 2011; 王国明和叶波, 2017)。南麂岛主要植被类型有台湾相思林、黑松林、木麻黄林等, 南麂岛黑松在乔木层占据绝对优势地位(戎建涛等, 2017), 洞头岛黑松在灌木层占据绝对优势地位, 主要分布在在南策岛、大竹峙岛、小竹峙岛等岛屿。这可能是由于洞头岛经历黑

松林改造的影响, 导致黑松林乔木稀少, 灌木层物种多样性增加(李效文等, 2015)。

台湾相思林具有抗旱性、抗风性、耐贫瘠等特点, 有效防止了黑松、马尾松病虫害的侵害, 是海岛上主要的人工植被类型。台湾相思原产于中国台湾, 广泛分布于中国浙江、福建等东南沿海地区。台湾相思林是洞头岛屿最典型的群系, 其灌木层优势种有天仙果、海桐、桉木、鹅掌柴、野梧桐等, 草本层优势种有芒麻、山菅兰、五节芒、火炭母等, 与戎建涛等(2017)调查的南麂岛台湾相思林物种组成相似。然而, 受纬度影响, 福建平潭海岛上台湾相思林物种组成与洞头各岛屿上的台湾相思林物种差异较大(马晓迪等, 2022)。平潭岛台湾相思林乔木层优势种包括台湾相思、木麻黄, 灌木层包括算盘子(*Glochidion puberum*)、福建胡颓子(*Elaeagnus oldhamii*)和茅莓, 草本层主要有弓果黍(*Cyrtococcum patens*)、假臭草(*Praxelis clematidea*)和芒, 而洞头岛灌木层优势种有天仙果、野梧桐、海桐等, 草本层优势种有火炭母、山菅兰、芒等。

中国南海诸岛属热带海洋珊瑚岛, 受热带海洋性季风气候影响, 与洞头岛植被类型差异较大。以海岸桐(*Guettarda speciosa*)、榄仁(*Terminalia catappa*)、海巴戟(*Morinda citrifolia*)等乔木为优势种的群落为主, 灌木层以草海桐(*Scaevola taccada*)、银毛树(*Tournefortia argentea*)等为优势种(张浪等, 2011; 任海等, 2017)。与我国南海一些海岛相比, 洞头岛草本植物物种丰富度更高, 而木本植物物种丰富度较低。可能由于热带海岛拥有更为充裕的热量和降水等优势条件, 更有利于丰富木本植物的多样性。而洞头岛受亚热带海洋性季风气候控制, 对草本植物多样性的作用远高于热带海洋性气候的岛屿(张家涌, 2020)。南海岛屿与洞头岛共有优势种稀少, 包括木麻黄、台湾相思、朴树等。南海海岛优势种多为银合欢(*Leucaena leucocephala*)、海南大风子(*Hydnocarpus hainanensis*)、木姜子(*Litsea pungens*), 其优势种组成极具地域特殊性, 有海南大风子、海南菜豆树(*Radermachera hainanensis*)、海南流苏树(*Chionanthus hainanensis*)等南海代表型物种。

致谢 感谢温州大学的李雪、赖婵娟、刘腾腾等硕士研究生参与野外工作, 也感谢温州市自然资源和规划局洞头分局的陈增成等对野外调查工作的支持。

参考文献

- Braun-Blanquet J (1932). *Plant Sociology: the Study of Plant Communities*. McGraw-Hill, New York.
- Butler BJ, Barclay JS, Fisher JP (1999). Plant communities and flora of Robins Island (Long Island), New York. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 126, 63-76.
- Chen SS (2018). *The Characteristics of Typical Island Vegetation and Its Relationship with Environment in Eastern China*. Master degree dissertation, Shanghai Ocean University, Shanghai. 4-5. [陈思思 (2018). 中国东部典型海岛植被特征及其与环境关系的研究. 硕士学位论文, 上海海洋大学, 上海. 4-5.]
- Chen ZC (2018). *Study on Standardized Management of Zhejiang Dongtou National Marine Park*. Master degree dissertation, Changchun University of Technology, Changchun. 11. [陈增成 (2018). 浙江洞头国家级海洋公园规范化管理研究. 硕士学位论文, 长春工业大学, 长春. 11.]
- Deng LH (2022). *Study on Community Characteristics of Evergreen Broad-leaved Forest in Zhoushan Islands*. Master degree dissertation, Central South University of Forestry & Technology, Changsha. 1-20. [邓力豪 (2022). 舟山群岛常绿阔叶林群落特征研究. 硕士学位论文, 中南林业科技大学, 长沙. 1-20.]
- Du ZZ, Wang MM, Zhou GQ, Zhu YZ (2016). Study on the characteristics of marine geomorphology in Dongtou, Zhejiang Province and its tourism utilization optimization. *Reform & Opening*, (23), 72-74. [杜珍珍, 王梦梦, 周国强, 朱宇喆 (2016). 浙江洞头海洋地貌特征及其旅游利用优化研究. *改革与开放*, (23), 72-74.]
- Elliman T (2005). Vascular flora and plant communities of the Boston Harbor Islands. *Northeastern Naturalist*, 12, 49-74.
- Fang JY, Wang XP, Shen ZH, Tang ZY, He JS, Yu D, Jiang Y, Wang ZH, Zheng CY, Zhu JL, Guo ZD (2009). Methods and protocols for plant community inventory. *Biodiversity Science*, 17, 533-548. [方精云, 王襄平, 沈泽昊, 唐志尧, 贺金生, 于丹, 江源, 王志恒, 郑成洋, 朱江玲, 郭兆迪 (2009). 植物群落清查的主要内容、方法和技术规范. *生物多样性*, 17, 533-548.]
- Guo K, Fang JY, Wang GH, Tang ZY, Xie ZQ, Shen ZH, Wang RQ, Qiang S, Liang CZ, Da LJ, Yu D (2020). A revised scheme of vegetation classification system of China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 44, 111-127. [郭柯, 方精云, 王国宏, 唐志尧, 谢宗强, 沈泽昊, 王仁卿, 强胜, 梁存柱, 达良俊, 于丹 (2020). 中国植被分类系统修订方案. *植物生态学报*, 44, 111-127.]
- Huang SZ, Duan RJ, Cai CH, Mei WL, Dai HF (2020). A survey of vascular plants in Zhubi and Yongshu Islands, China. *Journal of Tropical Biology*, 11, 42-50. [黄圣卓, 段瑞军, 蔡彩虹, 梅文莉, 戴好富 (2020). 中国渚碧岛和永暑岛维管植物调查. *热带生物学报*, 11, 42-50.]

- Kier G, Kreft H, Lee TM, Jetz W, Ibisch PL, Nowicki C, Mutke J, Barthlott W (2009). A global assessment of endemism and species richness across island and mainland regions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, 9322-9327.
- Li XW, Wang JW, Wu HZ, Xia HT, Chen QX (2015). Study on the influence of forest phase transformation on community diversity of *Pinus thunbergia* Parl. in Dongtou. *Forest Science and Technology*, (7), 10-12. [李效文, 王金旺, 吴华征, 夏海涛, 陈秋夏 (2015). 洞头黑松林相改造对群落多样性影响研究. 林业科技通讯, (7), 10-12.]
- Lou ZF, Sun M, Guan WC, Zhang P (2013). Characteristics of phytoplankton community in aquaculture area of Dongtou Island. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 37, 588-594. [楼哲丰, 孙敏, 关万春, 张鹏 (2013). 洞头岛养殖区浮游植物群落特征研究. 水生生物学报, 37, 588-594.]
- Ma XD, Jiang DG, Liu ZL, Wang F, Wen RL, Deng CY (2022). Niche of dominant plant populations of *Acacia confusa* community in Pingtan Island. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 43, 2614-2625. [马晓迪, 姜德刚, 刘子琳, 王芳, 温瑞龙, 邓传远 (2022). 平潭岛台湾相思群落优势种群生态位研究. 热带作物学报, 43, 2614-2625.]
- Nogu  S, de Nascimento L, Fernández-Palacios JM, Whittaker RJ, Willis KJ (2013). The ancient forests of La Gomera, Canary Islands, and their sensitivity to environmental change. *Journal of Ecology*, 101, 368-377.
- Peng H, Yang XY, Li XM, Cai YH (2019). Floristic characteristics and their significance in the conservation of evergreen broad-leaved forests in the Zhejiang islands. *Plant Science Journal*, 37, 576-582. [彭华, 杨湘云, 李晓明, 蔡燕红 (2019). 浙江海岛常绿阔叶林特征及其主要植物区系分析. 植物科学学报, 37, 576-582.]
- Peng MX, Qian PL, Zhang YP, Wang TG, Zhou HB (2013). Community structure of macrozoobenthos in rocky intertidal zone of uninhabited islands in Dongtou County, Zhejiang Province of East China in summer. *Chinese Journal of Ecology*, 32, 2469-2479. [彭茂潇, 钱培力, 张永普, 王铁杆, 周化斌 (2013). 洞头无居民海岛岩相潮间带夏季大型底栖动物群落格局. 生态学杂志, 32, 2469-2479.]
- Ren H, Jian SG, Zhang QM, Wang FG, Shen T, Wang J (2017). Plants and vegetation on South China Sea Islands. *Ecology and Environmental Sciences*, 26, 1639-1648. [任海, 简曙光, 张倩媚, 王发国, 沈彤, 王俊 (2017). 中国南海诸岛的植物和植被现状. 生态环境学报, 26, 1639-1648.]
- Rong JT, Zhu H, Ku WP, Huang Y, Wang YY, Hu HM (2017). Characteristics of vegetation communities of the main forest types in Nanji Island, Zhejiang Province. *Journal of Northwest Forestry University*, 32(2), 294-300. [戎建涛, 朱弘, 库伟鹏, 黄瑛, 王艳英, 胡寒梅 (2017). 浙江南麂岛主要森林植被群落学特征研究. 西北林学院学报, 32(2), 294-300.]
- Wang GH, Fang JY, Guo K, Xie ZQ, Tang ZY, Shen ZH, Wang RQ, Wang XP, Wang DL, Qiang S, Yu D, Peng SL, Da LJ, Liu Q, Liang CZ (2020). Contents and protocols for the classification and description of Vegetation Formations, Alliances and Associations of vegetation of China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 44, 128-178. [王国宏, 方精云, 郭柯, 谢宗强, 唐志尧, 沈泽昊, 王仁卿, 王襄平, 王德利, 强胜, 于丹, 彭少麟, 达良俊, 刘庆, 梁存柱 (2020). 《中国植被志》研编内容与规范. 植物生态学报, 44, 128-178.]
- Wang GM, Ye B (2017). Floristic composition and diversity of typical plant community in Zhoushan Archipelago, East China. *Chinese Journal of Ecology*, 36, 349-358. [王国明, 叶波 (2017). 舟山群岛典型植物群落物种组成及多样性. 生态学杂志, 36, 349-358.]
- Wang JW, Wei X, Chen QX, Li XW, Yang S (2017). Factors affecting species richness and beta diversity of vascular plants on small islands in the Wenzhou region of eastern China. *Acta Ecologica Sinica*, 37, 523-540. [王金旺, 魏馨, 陈秋夏, 李效文, 杨升 (2017). 温州沿海小型海岛植物丰富度和 β 多样性及其影响因子. 生态学报, 37, 523-540.]
- Wu CZ, Li XM, Lv LL, Hou CY, Cao RQ, Hu XS (2019). Analysis of woody plant species characteristics of major islands in Zhejiang Province. *Journal of Forest and Environment*, 39, 367-371. [吴承祯, 李晓明, 吕林玲, 侯纯杨, 曹荣青, 胡喜生 (2019). 浙江主要海岛木本植物物种组成特征分析. 森林与环境学报, 39, 367-371.]
- Xiao L, Yang SC, Hou R, Liu CA, Lu WZ, Chen PF (2018). Ecological niche characteristics of vascular plant species in the Natural Chenier Island Reserve of Wudi, Shandong Province. *Journal of Xiamen University (Natural Science)*, 57, 79-84. [肖兰, 杨盛昌, 侯蕊, 刘长安, 卢伟志, 陈鹏飞 (2018). 山东无棣贝壳堤岛保护区维管束植物的生态位特征. 厦门大学学报(自然科学版), 57, 79-84.]
- Ye JH, Zhang J, Gao HD, He WZ, Zhu JR, Ying BG, Yuan WG, Shen AH, Song XZ, Jiang B (2011). Biodiversity in *Pinus thunbergii* forest in Zhoushan. *Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology*, 31(4), 28-30. [叶激华, 张骏, 高洪娣, 贺位忠, 朱锦茹, 应宝根, 袁位高, 沈爱华, 宋绪忠, 江波 (2011). 舟山黑松林群落物种多样性特征研究. 浙江林业科技, 31(4), 28-30.]
- Zhang CC (2021). *The Characteristics and the Control Factors of Island Vegetation Landscape in Dongtou Island*. Master degree dissertation, Nanjing University, Nanjing. 1-3. [张晨晨 (2021). 洞头海岛植被景观特征及控制因子研究. 硕士学位论文, 南京大学, 南京. 1-3.]
- Zhang H, Zhang YL, Zhang YC, Yan P (2021). Main plant communities and characteristics of Desert Grassland Nature Reserve in Qitai, Xinjiang, China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 45, 918-924. [张欢, 张云玲, 张彦才, 阎平 (2021). 新疆奇台荒漠类草地自然保护区主要植

- 物群落及其特征. 植物生态学报, 45, 918-924.]
- Zhang JY (2020). *The Characteristics of Plant Community and Its Response to Environment in the Northern Islands of South China Sea*. Master degree dissertation, Hunan Agricultural University, Changsha. 1-72. [张家涌 (2020). 中国南海北部海岛植物群落特征及其对环境的响应, 硕士学位论文, 湖南农业大学, 长沙. 1-72.]
- Zhang KD, Wei YY, Gong Y, Guo ZJ, Zhao M (2019). Floristic composition and diversity of plant communities of the five nonresidential coastal islands of Zhejiang, China. *Journal of Earth Environment*, 10, 58-68. [张凯迪, 魏艳艳, 龚元, 郭智娟, 赵敏 (2019). 浙江沿海无居民海岛植物群落物种组成及多样性. 地球环境学报, 10, 58-68.]
- Zhang L, Liu ZW, Jiang DQ (2011). Ecological investigation of the vegetation in the Paracel Islands. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 27(14), 181-186. [张浪, 刘振文, 姜殿强 (2011). 西沙群岛植被生态调查. 中国农学通报, 27(14), 181-186.]
- Zhu CL, Han YJ, Xie JZ, Sun HJ, Li ZC (2008). Investigation and analysis on characteristics of forest communities in Dajinshan Island, Shanghai. *China Forestry Science and Technology*, 22(6), 57-59. [朱春玲, 韩玉洁, 谢锦忠, 孙海菁, 李正才 (2008). 上海大金山岛森林群落调查与特征分析. 林业科技开发, 22(6), 57-59.]
- 责任编辑: 阎恩荣 责任编辑: 乔鲜果

附录 洞头国家级海洋公园样地数据

Supplement Plot data in Dongtou National Marine Park, China

<https://www.plant-ecology.com/fileup/1005-264X/PDF/cjpe.2023.0126-D1.xlsx>