

舟山市种子植物物种多样性及其分布特征

高浩杰^{1*}, 王国明¹, 郁庆君²

(1. 浙江省舟山市林业科学研究院, 浙江定海 316000; 2. 浙江省岱山县农林水利围垦局, 浙江岱山 316200)

摘要: 通过野外调查和查阅文献资料, 分析了舟山市种子植物物种组成、区系特点及物种多样性的分布特征。结果表明: 舟山市共有野生种子植物 1372 种, 隶属于 141 科 627 属; 植物区系组成以小型科属为主, 生活型以草本植物居多, 地理成分广泛而多样, 滨海特有植物较多, 重点保护植物较少; 在 10 个典型岛屿中, 物种丰富度及物种密度的分布极不均匀, 南部岛屿的物种丰富度及物种密度相对较高, 北部岛屿相对较低; 在 8 种主要森林群落类型中, 乔木层、灌木层、草本层中物种丰富度最高的分别是红楠林、香樟林、滨柃灌丛, 物种丰富度、Simpson 指数和 Shannon-Weaver 指数表现为灌木层>乔木层>草本层, Pielou 均匀度指数在乔木群落中变化趋势不明显, 但在灌丛群落中呈现草本层>灌木层的规律。本文通过对舟山市种子植物物种多样性的调查分析, 为舟山群岛野生植物资源的研究和保护积累了基础材料, 为海岛植物资源的开发和利用提供了理论依据。

关键词: 物种多样性; 分布特征; 种子植物; 植物区系; 群落; 舟山

中图分类号: Q948. 525. 5

文献标识码: A

文章编号: 2095-0837(2015)01-0061-11

Distribution Characteristics and Species Diversity of Seed Plants in Zhoushan, Zhejiang

GAO Hao-Jie^{1*}, WANG Guo-Ming¹, YU Qing-Jun²

(1. Zhoushan Forestry Academy of Zhejiang, Dinghai, Zhejiang 316000, China; 2. Daishan Agri-forest and Water Conservancy Bureau of Zhejiang, Daishan, Zhejiang 316200, China)

Abstract: Based on field investigation and related literature, the composition of species, floral characteristics and spatial distribution characteristics of seed plants in Zhoushan were studied. Results showed that the study area had a total of 1372 species of wild seed plants, belonging to 627 genera and 141 families. The seed plant flora were found in many small families and genera, the major life form was herbaceous, the geographical components were widely varied, and seashore plants were abundant, though there were relatively fewer protected plants. The distribution of species richness and density was very uneven in the ten typical islands. Generally, the southern islands had higher species richness and species density than the northern islands. Of the eight major forest community types, *Machilus thunbergii* forest had the highest species richness in the arbor layer, *Cinnamomum camphora* forest had the highest species richness in the shrub layer, and *Eurya emarginata* bush had the highest species richness in the grass layer. Species richness, Simpson index and Shannon-Weaver index showed the characteristics of shrub layer > arbor layer > grass layer. The Pielou index had no significant variation in the arbor communities, but showed the characteristic of grass layer > shrub layer in the bush communities. Based on our investigation and analysis of species diversity of seed plants in Zhoushan, material for research on and protection of wild plant

收稿日期: 2014-03-11, 退修日期: 2014-03-14。

基金项目: 浙江省舟山市科技计划项目(2013C31074)。

作者简介: 高浩杰(1985-), 男, 工程师, 主要从事林业科技推广工作(E-mail: gaohaojie@sina.com)。

* 通讯作者(Author for correspondence)。

resources in the Zhoushan islands were accumulated, and a theoretical basis for the development and utilization of plant resources was provided.

Key words: Species diversity; Distribution characteristics; Seed plants; Flora; Community; Zhoushan

物种多样性是生物多样性在物种水平上的表现形式^[1], 物种多样性空间分布格局的基本形式主要包括面积、纬度和栖息地等^[2]。种子植物是现今地球表面绿色的主体, 它们的物种多样性由于受到历史、地理位置、海拔、生境等多因素的影响, 向来是不均匀的^[3]。通过对植物多样性空间格局在不同形式中变化规律的研究, 可以更好理解其形成的机制。近年来围绕植物物种多样性垂直分布格局和水平分布格局已有报道和探讨^[4-10], 但这些研究大部分都在山地地区, 在岛屿地区的研究并不多见, 尤其是浙江海岛种子植物物种多样性及其分布特征的研究还未见报道。本研究利用舟山市种子植物物种信息数据库, 分析该地区种子植物的物种组成、区系特点, 探讨物种多样性在 10 个典型岛屿中的分布规律及 8 种主要森林群落类型的物种多样性特征, 以期为舟山市植物资源的可持续利用和生物多样性的保护提供理论依据。

1 研究区概况

研究区位于浙江省舟山市, 该地区处于长江口南侧、杭州湾外缘的东海洋面上, 地理位置为 29°32′~31°04′N、121°30′~123°25′E, 区域总面积 22 238 km², 其中陆地面积 1440.23 km², 由 1390 个岛屿组成, 以舟山岛面积最大 (502 km²), 为中国第 4 大岛。舟山市属北亚热带南缘海洋性季风气候, 年平均气温 15.6℃~16.6℃, ≥10℃平均积温 4784℃~5120.8℃, 无霜期 251~303 d, 年降水量 936.3~1330.2 mm, 平均蒸发量 1208.7~1446.2 mm, 雨季主要集中在 4~9 月。年均雾日 18.5~95.9 d, 以春季最多, 8~10 月份最少。年均风速 3.3~7.8 m/s, 6 级大风日 152.2 d, 影响海岛的热带风暴和台风年均 4.3 次, 集中在 7~9 月。土壤类型有粗骨土、红壤、水稻土、潮土、风砂土、滨海盐土 6 类, 隶属于 15 亚类 30 属, 其中山地丘陵土壤主要有粗骨土和红壤 2 类。

舟山群岛陆域系大陆浙东天台山山脉向东海透

迤延伸而成, 境内岛屿基本呈东北-西南走向, 东北部以小岛为主, 大岛多集中在西南部。较大岛屿以丘陵为主, 小岛则一岛一丘。全市丘陵以海拔 250 m 以下、坡度 25°以下为主, 最高峰为桃花岛的对峙山, 海拔 544.4 m。舟山市植被属“中亚热带常绿阔叶林北部亚地带”的浙闽山丘甜槠、木荷林区中天台、括苍山山地丘陵、岛屿植被片^[11], 该区域是浙江海岛植被资源最丰富的地区之一^[12]。

2 研究方法

2.1 野外调查及数据处理

于 2012 年 4 月至 2013 年 11 月对全市岛屿的植物资源进行采集和调查, 并对乡(镇)以上行政单位的岛屿进行重点调查(简称重点岛屿), 其它岛屿进行一般调查(简称一般岛屿)。重点岛屿采用详查法, 即采用植物群落区划、路线踏查与样地调查相结合的方法进行调查。一般岛屿采用概查法, 即在收集以往调查材料的基础上, 结合典型岛屿的调查结果, 确定岛屿植物资源现状并作出粗略评价。本次调查共采集种子植物标本 2080 号(部分常见种仅拍照片记录), 整理鉴定工作到 2014 年 1 月结束。

利用野外调查数据和查阅文献^[11,13-22], 将每个物种的科名、属名、种名、生活型、分布岛屿、生境、保护等级等基本信息输入计算机系统, 建立研究区域种子植物物种信息数据库, 并根据 *Flora of China* 编制舟山市种子植物名录。

2.2 种子植物区系特点分析

对所有植物科属的等级大小、各生活型数目分别进行统计, 获得舟山市种子植物科属和生活型组成; 对每个种子植物科、属的分布区类型进行标识, 统计分析各分布区类型所含的科、属数目及所占比例, 并对本区域内种子植物区系在科、属水平上进行划分^[23,24]; 根据物种的生境和保护等级, 统计分析种子植物区系中滨海特有植物和重点保护植物的种数及所占比例。

2.3 不同岛屿物种丰富度及物种密度的分布规律

在不同经纬度上(尽量涵盖舟山市岛屿的北端、东端、南端和西端),选取 10 个受人为干扰较少、植被保存相对完整的典型岛屿开展野外调查,由南向北依次为六横岛、桃花岛、朱家尖岛、大猫岛、盘峙岛、秀山岛、大长涂岛、衢山岛、泗礁岛和花鸟岛。计算每个岛屿的平均经纬度及面积,并记录各岛屿种子植物的物种种数^[4,5]。

物种丰富度及物种密度测度:(1)物种丰富度 S = 区域内物种的种类数;(2)物种密度(species density) = $S/\ln A$ (A 为区域面积)。物种密度反映单位面积上物种的种类数,该指数消除了面积对物种丰富度的影响。通过计算不同经纬度岛屿的物种丰富度及物种密度,研究物种丰富度及物种密度的分布规律。

2.4 不同森林群落类型的物种多样性特征

对研究区域的现有山地丘陵植被进行分类,选取 8 种主要森林群落类型开展样地调查。每个样地的乔木样方为 20 m × 20 m,内设 4 个 5 m × 5 m 的灌木样方和 4 个 1 m × 1 m 的草本样方。调查记录乔木树种的株数、胸径、树高,灌木树种的高度、多度、盖度,草本植物的高度、多度、盖度,同时记录样地的经纬度、海拔、坡向等基本信息^[1]。

物种多样性测度:(1)乔木重要值 $IV_{tr} = (\text{相对高度} + \text{相对密度} + \text{相对显著度})/3$,灌木和草本重要值 $IV_{sh} = (\text{相对高度} + \text{相对密度} + \text{相对盖度})/3$;(2) Simpson 指数 $D = 1 - \sum P_i^2$;(3) Shannon-Weaver 指数 $H' = -\sum P_i \ln P_i$;(4) Pielou 均匀度指数 $J' = H' / \ln S$ 。公式中 P_i 为物种 i 的重要值, S 为物种 i 所在样地的物种丰富度。

3 结果与分析

3.1 物种组成

舟山市共有野生种子植物 141 科 627 属 1372 种(含 17 亚种、99 变种、20 变型),其中裸子植物 5 科 6 属 9 种(含种下等级,下同),被子植物 136 科 621 属 1363 种,双子叶植物 116 科 465 属 1008 种,单子叶植物 20 科 156 属 355 种。该区

域种子植物科、属、种数目分别占浙江省种子植物科、属、种数目的 76.6%、46.7% 和 31.7%^[14]。

3.2 植物区系特点

3.2.1 科、属的大小级组成

根据各科所含种数的多少,可将舟山市种子植物 141 科划分为 5 个等级:极小科(1 种)、小科(2~9 种)、中等科(10~19 种)、大科(20~99 种)、特大科(≥ 100 种)(表 1)。舟山市拥有特大科 2 个,为禾本科(Poaceae)、菊科(Asteraceae);大科 10 个,为莎草科(Cyperaceae)、豆科(Fabaceae)、蔷薇科(Rosaceae)、唇形科(Lamiaceae)、百合科(Liliaceae)、蓼科(Polygonaceae)、大戟科(Euphorbiaceae)、茜草科(Rubiaceae)、玄参科(Scrophulariaceae)、石竹科(Caryophyllaceae);中等科 27 个,主要为伞形科(Apiaceae)、马鞭草科(Verbenaceae)、兰科(Orchidaceae)、旋花科(Convolvulaceae)、十字花科(Brassicaceae)、荨麻科(Urticaceae)、桑科(Moraceae)、毛茛科(Ranunculaceae)、葡萄科(Vitaceae)、景天科(Crassulaceae)等;小科 67 个,主要为杨柳科(Salicaceae)、防己科(Menispermaceae)、虎耳草科(Saxifragaceae)、鼠李科(Rhamnaceae)、锦葵科(Malvaceae)、胡颓子科(Elaeagnaceae)、紫金牛科(Myrsinaceae)、山矾科(Symplocaceae)、眼子菜科(Potamogetonaceae)、灯心草科(Juncaceae)等;极小科 35 个,主要为杉科(Taxodiaceae)、柏科(Cupressaceae)、杨梅科(Myricaceae)、山龙眼科(Proteaceae)、铁青树科(Olacaceae)、山茱萸科(Cornaceae)、白花丹科(Plumbaginaceae)、棕榈科(Arecaceae)、谷精草科(Eriocaulaceae)、姜科(Zingiberaceae)等。经统计,种类最多的 40 个科共含物种 1081 个,占总种数的 78.79%,它们构成了舟山市种子植物区系的主要优势科(表 2)。该地区小科占总科数的 47.52%,但所含种数却只占总种数的 19.31%,而大科虽只占总科数的 7.09%,所含种数却占总种数的 29.88%。这表明舟山市种子植物科的组成以小科为主,种类则主要集中在大科^[11]。

表 1 舟山市种子植物科、属大小级组成
Table 1 Composition of families and genera of seed plants in Zhoushan

| 等级 Size | 科数 Number of families | 含属数 Number of genera | 含种数 Number of species | 等级 Size | 属数 Number of genera | 含种数 Number of species |
|---|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---|---------------------------|-----------------------------|
| 特大科 (≥100 种) Families with more than 100 species | 2 | 123 | 280 | 特大属 (≥20 种) Genera with more than 20 species | 2 | 53 |
| 大科 (20 ~ 99 种) Families with 20–99 species | 10 | 160 | 410 | 大属 (10 ~ 19 种) Genera with 10–19 species | 14 | 164 |
| 中等科 (10 ~ 19 种) Families with 10–19 species | 27 | 155 | 382 | 中等属 (6 ~ 9 种) Genera with 6–9 species | 30 | 206 |
| 小科 (2 ~ 9 种) Families with 2–9 species | 67 | 154 | 265 | 小属 (2 ~ 5 种) Genera with 2–5 species | 211 | 579 |
| 极小科 (1 种) Families with one species | 35 | 35 | 35 | 极小属 (1 种) Genera with one species | 370 | 370 |
| 合计 Total | 141 | 627 | 1372 | 合计 Total | 627 | 1372 |

根据各属所含种数的多少, 可将舟山市种子植物 627 属划分为 5 个等级: 极小属 (1 种)、小属 (2 ~ 5 种)、中等属 (6 ~ 9 种)、大属 (10 ~ 19 种)、特大属 (≥20 种) (表 1)。舟山市拥有特大属 2 个, 为藁草属 (*Carex* Linn.)、蓼属 (*Polygonum* Linn.); 大属 14 个, 为蒿属 (*Artemisia* Linn.)、堇菜属 (*Viola* Linn.)、刚竹属 (*Phyllostachys* Sieb. et Zucc.)、飘拂草属 (*Fimbristylis* Vahl)、景天属 (*Sedum* Linn.)、莎草属 (*Cyperus* Linn.)、悬钩子属 (*Rubus* Linn.)、紫堇属 (*Corydalis* DC.)、蔷薇属 (*Rosa* Linn.)、胡枝子属 (*Lespedeza* Michx.)、大戟属 (*Euphorbia* Linn.)、冬青属 (*Ilex* Linn.)、卫矛属 (*Euonymus* Linn.)、藁草属 (*Scirpus* Linn.); 中等属 30 个, 主要为榕属 (*Ficus* Linn.)、珍珠菜属 (*Lysimachia* Linn.)、番薯属 (*Ipomoea* Linn.)、苦苣菜属 (*Ixeris* Cass.)、苧麻属 (*Boehmeria* Jacq.)、毛茛属 (*Ranunculus* Linn.)、山矾属 (*Symplocos* Jacq.)、紫珠属 (*Callicarpa* Linn.)、紫菀属 (*Aster* Linn.)、稗属 (*Echinochloa* Beauv.) 等; 小属 211 个, 主要为冷水花属 (*Pilea* Lindl.)、酸模属 (*Rumex* Linn.)、牛膝属 (*Achyranthes* Linn.)、蝇子草属 (*Silene* Linn.)、鹅绒藤属 (*Cynanchum* Linn.)、茄属 (*Solanum* Linn.)、母草属 (*Lindernia* All.)、鬼针草属 (*Bidens* Linn.)、雀麦属 (*Bromus* Linn.)、狗尾草属 (*Setaria* Beauv.) 等; 极小属 370 个, 主要为杉木属 (*Cunninghamia* R. Br.)、刺柏属 (*Juniperus* Linn.)、竹柏属 (*Nageia* Gaertner)、蕺菜属

(*Houttuynia* Thunb.)、三白草属 (*Saururus* Linn.)、草胡椒属 (*Peperomia* Ruiz et Pavon)、鹿蹄草属 (*Pyrola* Linn.)、越桔属 (*Vaccinium* Linn.)、川蔓藻属 (*Ruppia* Linn.)、角果藻属 (*Zannichellia* Linn.) 等。经统计, 种类最多的 40 个属所含种数之和为 387, 占总种数的 28. 21%, 它们构成了舟山市种子植物区系的主要优势属 (表 2)。该地区极小属占总属数的 59. 01%, 但所含种数却仅占总种数的 26. 97%, 而小属虽只占总属数的 33. 65%, 所含种数却占总种数的 42. 20%。这表明舟山市种子植物属的组成以极小属为主, 种类则主要集中在小属^[11]。

3. 2. 2 生活型统计

对舟山市种子植物生活型的统计结果表明, 草本植物是本区的主体, 共计 937 种, 木本植物较少, 为 435 种。多年生草本、1 ~ 2 年生草本、落叶灌木、常绿灌木、落叶乔木和常绿乔木分别占物种总数的 40. 74%、27. 55%、13. 78%、8. 16%、4. 96% 和 4. 81%^[11]。

3. 2. 3 科、属分布区类型

舟山市种子植物 141 科可划分为 11 个分布区类型和 7 个变型^[23] (表 3), 以世界广布、泛热带分布和北温带分布这 3 个类型为主。在世界分布中, 代表科有金鱼藻科 (Ceratophyllaceae)、马齿苋科 (Portulacaceae)、苋科 (Amaranthaceae)、藜科 (Chenopodiaceae)、石竹科、蓼科、白花丹科、泽泻科 (Alismataceae)、水鳖科 (Hydrocharitaceae)、眼子菜科、浮萍科 (Lemnaceae)、兰科、莎

表 2 舟山市种子植物排名前 40 位的优势科、属及所含种数
Table 2 Quantity of species in the top 40 dominant families and genera of seed plants in Zhoushan

| 序号 No. | 科名 Family | 含属数 Number of genera | 含种数 Number of species | 属名 Genera | 含种数 Number of species |
|-----------|----------------------|----------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|
| 1 | 禾本科 Poaceae | 73 | 153 | 藎草属 <i>Carex</i> Linn. | 33 |
| 2 | 菊科 Asteraceae | 50 | 127 | 蓼属 <i>Polygonum</i> Linn. | 20 |
| 3 | 莎草科 Cyperaceae | 14 | 92 | 蒿属 <i>Artemisia</i> Linn. | 15 |
| 4 | 豆科 Fabaceae | 38 | 69 | 堇菜属 <i>Viola</i> Linn. | 14 |
| 5 | 蔷薇科 Rosaceae | 15 | 48 | 刚竹属 <i>Phyllostachys</i> Sieb. et Zucc. | 14 |
| 6 | 唇形科 Lamiaceae | 18 | 45 | 飘拂草属 <i>Fimbristylis</i> Vahl | 14 |
| 7 | 百合科 Liliaceae | 20 | 31 | 景天属 <i>Sedum</i> Linn. | 13 |
| 8 | 蓼科 Polygonaceae | 6 | 30 | 莎草属 <i>Cyperus</i> Linn. | 13 |
| 9 | 大戟科 Euphorbiaceae | 10 | 26 | 悬钩子属 <i>Rubus</i> Linn. | 11 |
| 10 | 茜草科 Rubiaceae | 18 | 25 | 紫堇属 <i>Corydalis</i> DC. | 10 |
| 11 | 玄参科 Scrophulariaceae | 11 | 24 | 蔷薇属 <i>Rosa</i> Linn. | 10 |
| 12 | 石竹科 Caryophyllaceae | 10 | 20 | 胡枝子属 <i>Lespedeza</i> Michx. | 10 |
| 13 | 伞形科 Apiaceae | 15 | 19 | 大戟属 <i>Euphorbia</i> Linn. | 10 |
| 14 | 马鞭草科 Verbenaceae | 6 | 19 | 冬青属 <i>Ilex</i> Linn. | 10 |
| 15 | 兰科 Orchidaceae | 14 | 18 | 卫矛属 <i>Euonymus</i> Linn. | 10 |
| 16 | 旋花科 Convolvulaceae | 6 | 18 | 藎草属 <i>Scirpus</i> Linn. | 10 |
| 17 | 十字花科 Brassicaceae | 11 | 17 | 榕属 <i>Ficus</i> Linn. | 9 |
| 18 | 荨麻科 Urticaceae | 6 | 17 | 珍珠菜属 <i>Lysimachia</i> Linn. | 9 |
| 19 | 桑科 Moraceae | 5 | 17 | 番薯属 <i>Ipomoea</i> Linn. | 9 |
| 20 | 毛茛科 Ranunculaceae | 5 | 16 | 苦苣菜属 <i>Ixeris</i> Cass. | 9 |
| 21 | 景天科 Crassulaceae | 3 | 16 | 紫菀属 <i>Aster</i> Linn. | 8 |
| 22 | 葡萄科 Vitaceae | 5 | 16 | 稗属 <i>Echinochloa</i> Beauv. | 8 |
| 23 | 藜科 Chenopodiaceae | 5 | 15 | 苎麻属 <i>Boehmeria</i> Jacq. | 7 |
| 24 | 苋科 Amaranthaceae | 4 | 15 | 毛茛属 <i>Ranunculus</i> Linn. | 7 |
| 25 | 卫矛科 Celastraceae | 3 | 15 | 胡颓子属 <i>Elaeagnus</i> Linn. | 7 |
| 26 | 堇菜科 Violaceae | 1 | 14 | 山矾属 <i>Symplocos</i> Jacq. | 7 |
| 27 | 忍冬科 Caprifoliaceae | 4 | 14 | 紫珠属 <i>Callicarpa</i> Linn. | 7 |
| 28 | 报春花科 Primulaceae | 4 | 13 | 石荠苎属 <i>Mosla</i> Buch. –Ham. ex Maxim. | 7 |
| 29 | 木犀科 Oleaceae | 7 | 13 | 婆婆纳属 <i>Veronica</i> Linn. | 7 |
| 30 | 茄科 Solanaceae | 6 | 13 | 忍冬属 <i>Lonicera</i> Linn. | 7 |
| 31 | 山茶科 Theaceae | 5 | 12 | 鼠麴草属 <i>Gnaphalium</i> Linn. | 7 |
| 32 | 壳斗科 Fagaceae | 5 | 11 | 画眉草属 <i>Eragrostis</i> Wolf | 7 |
| 33 | 罂粟科 Papaveraceae | 2 | 11 | 柳属 <i>Salix</i> Linn. | 6 |
| 34 | 芸香科 Rutaceae | 6 | 11 | 藜属 <i>Chenopodium</i> Linn. | 6 |
| 35 | 紫草科 Boraginaceae | 8 | 11 | 苋属 <i>Amaranthus</i> Linn. | 6 |
| 36 | 天南星科 Araceae | 5 | 11 | 花椒属 <i>Zanthoxylum</i> Linn. | 6 |
| 37 | 樟科 Lauraceae | 7 | 10 | 蛇葡萄属 <i>Ampelopsis</i> Michaux | 6 |
| 38 | 冬青科 Aquifoliaceae | 1 | 10 | 金丝桃属 <i>Hypericum</i> Linn. | 6 |
| 39 | 萝藦科 Asclepiadaceae | 6 | 10 | 紫金牛属 <i>Ardisia</i> Swartz | 6 |
| 40 | 虎耳草科 Saxifragaceae | 5 | 9 | 女贞属 <i>Ligustrum</i> Linn. | 6 |
| | 合计 Total | 443 | 1081 | 合计 Total | 387 |

表 3 舟山市种子植物科、属的分布区类型
Table 3 Areal-types of families and genera of seed plants in Zhoushan

| 分布区类型 Areal-type | 科数 No. of families | 属数 No. of genera |
|---|-----------------------|---------------------|
| 1 世界广布 Widespread | 48 | 79 |
| 2 泛热带分布 Pantropic | 39 | 131 |
| 2-1 热带亚洲-大洋洲和热带美洲(南美洲或/和墨西哥) Trop. Asia-Australasia and Trop. Amer. (S. Amer. or/and Mexico) | 1 | 7 |
| 2-2 热带亚洲-热带非洲-热带美洲(南美洲) Trop. Asia-Trop. Afr.-Trop. Amer.(S. Amer.) | 2 | 6 |
| 2S 以南半球为主的泛热带 Pantropic especially S. Hemisphere | 7 | — |
| 3 东亚及热带南美间断 Trop. & Subtr. E. Asia & (S.) Trop. Amer. disjuncted | 10 | 17 |
| 4 旧世界热带 Old World Tropics | 2 | 24 |
| 4-1 热带亚洲、非洲和大洋洲间断或星散分布 Trop. Asia, Trop. Afr. and Trop. Australasia disjuncted or diffused | — | 4 |
| 5 热带亚洲至热带大洋洲 Trop. Asia to Trop. Australasia Oceania | 2 | 24 |
| 6 热带亚洲至热带非洲 Trop. Asia to Trop. Africa | — | 20 |
| 6d 南非(主要是好望角) S. Afr. , chiefly Cape | 1 | — |
| 7 热带亚洲 Trop. Asia | — | 31 |
| 7-1 爪哇(或苏门答腊) ,喜马拉雅间断或星散分布到华南、西南 Java or Sumatra, Himalaya to S. , SW. China disjuncted or diffused | — | 1 |
| 7d 全分布区东达新几内亚 New Guinea | 1 | — |
| 8 北温带分布 N. Temp. | 4 | 82 |
| 8-4 北温带和南温带间断分布 N. Temp. & S. Temp. disjuncted | 16 | 24 |
| 8-5 欧亚和南美洲温带间断 Eurasia & Temp. S. Amer. disjuncted | 1 | 1 |
| 9 东亚及北美间断 E. Asia & N. Amer. disjuncted | 2 | 34 |
| 9-1 东亚和墨西哥间断分布 E. Asia & Mexico disjuncted | — | 1 |
| 10 旧世界温带 Old World Temp. | 2 | 35 |
| 10-1 地中海区,至西亚(或中亚) 和东亚间断分布 Mediterranean, W. Asia (or C. Asia) & E. Asia disjuncted | — | 9 |
| 10-3 欧亚和南非(有时也在澳大利亚) Eurasia & S. Afr. (sometimes also Australia) disjuncted | — | 4 |
| 11 温带亚洲 Temp. Asia | — | 9 |
| 12 地中海区、西亚至中亚 Medit. ,W. to C. Asia | — | 1 |
| 12-3 地中海区至温带—热带亚洲,大洋洲和/或北美南部至南美洲间断 Mediterranean to Temp.—Trop. Asia, with Australasia and/or S. N. to S. Amer. disjuncted | — | 1 |
| 13 中亚 C. Asia | — | 1 |
| 14 东亚 E. Asia | 3 | 38 |
| 14-1 中国—喜马拉雅 Sino-Himalaya | — | 3 |
| 14-2 中国—日本 Sino-Japan | — | 33 |
| 15 中国特有分布 Endemic to China | — | 7 |
| 合计 Total | 141 | 627 |

草科、禾本科、香蒲科(Typhaceae)、毛茛科、
杨梅科、堇菜科(Violaceae)、十字花科、榆科
(Ulmaceae)等;在泛热带分布中,代表科有樟科
(Lauraceae)、金粟兰科(Chloranthaceae)、马兜
铃科(Aristolochiaceae)、胡椒科(Piperaceae)、
落葵科(Basellaceae)、天南星科(Araceae)、薯
蓣科(Dioscoreaceae)、雨久花科(Pontederia-
ceae)、鸭跖草科(Commelinaceae)、谷精草科、

棕榈科、防己科、山茶科(Theaceae)、藤黄科
(Clusiaceae)、沟繁缕科(Elatinaceae)、大风子
科(Flacourtiaceae)、西番莲科(Passifloraceae)、
葫芦科(Cucurbitaceae)、山柑科(Capparida-
ceae)、梧桐科(Sterculiaceae)等;在北温带分布
中,代表科有松科(Pinaceae)、百合科、忍冬科
(Caprifoliaceae)、列当科(Orobanchaceae)、柏
科、杉科、川蔓藻科(Ruppiaceae)、灯心草科、

罂粟科 (Papaveraceae)、金缕梅科 (Hamamelidaceae) 等。

中国种子植物 15 个属的地理分布类型在舟山市种子植物属中均有其代表^[24], 反映出舟山市种子植物区系地理成分广泛而多样。可将其归纳为世界广布、热带分布 (第 2~7 项)、温带分布 (第 8~14 项) 和中国特有分布 4 大类 (表 3)。除世界广布外, 舟山市拥有热带分布 265 属, 温带分布 276 属, 中国特有分布 7 属, 分别占总属数的 48.36%、50.36%、1.28%。这种热带分布和温带分布比例大体相当的格局, 说明舟山市种子植物区系具有南北过渡的特征, 即亚热带性质^[11,12,25,26]。中国特有分布属较为贫乏^[21], 仅有杉木属、牛鼻栓属 (*Fortunaria* Rehd. et Wils.)、枳属 (*Poncirus* Raf.)、明党参属 (*Changium* Wolff)、秦岭藤属 (*Biondia* Schltr.)、盾果草属 (*Thyrocarpus* Hance)、鸡仔木属 (*Sinoadina* Ridsd.) 7 个。

3.2.4 滨海特有植物

特殊的海岛地理环境和气候条件使舟山市拥有较多的滨海特有植物, 它们外貌整齐、季相变化明显, 易形成群落, 是海岛常见的自然景观。此类植物由于长期受海洋性气候、土壤的影响, 常年沐浴海风、海雾及海水盐性飞沫影响, 通常较为低矮、叶片较厚、肉质化程度高、叶色浓绿有光泽、花色鲜艳、株型优美^[11]。经统计, 舟山市共有滨海特有植物 140 种, 占全部种子植物总数的 10.2%, 种类相对丰富^[21]。根据它们的生长环境, 可分为 3 类: 泥质海岸植物、沙质海岸植物和岩质海岸植物。

在泥质海岸植物中, 多为盐碱指示植物, 代表种有灰绿藜 (*Chenopodium glaucum*)、盐角草 (*Salicornia europaea*)、盐地碱蓬 (*Suaeda salsa*)、拟漆姑 (*Spergularia marina*)、海滨木槿 (*Hibiscus hamabo*)、怪柳 (*Tamarix chinensis*)、补血草 (*Limonium sinense*)、滨艾 (*Artemisia fukudo*)、碱菀 (*Tripolium pannonicum*)、假牛鞭草 (*Parapholis incurva*)、束尾草 (*Phacelurus latifolius*)、互花米草 (*Spartina alterniflora*)、盐地鼠尾粟 (*Sporobolus virginicus*) 等。

在沙质海岸植物中, 以耐旱、耐盐碱、耐瘠

薄、耐沙蚀的草本植物为主, 代表种有狭叶尖头叶藜 (*Chenopodium acuminatum* subsp. *virgatum*)、刺沙蓬 (*Salsola tragus*)、番杏 (*Tetragonia tetragonoides*)、海滨山黧豆 (*Lathyrus japonicus*)、珊瑚菜 (*Glehnia littoralis*)、肾叶打碗花 (*Calystegia soldanella*)、砂引草 (*Tournefortia sibirica*)、单叶蔓荆 (*Vitex rotundifolia*)、茵陈蒿 (*Artemisia capillaris*)、沙苦蕒菜 (*Ixeris repens*)、卤地菊 (*Melanthera prostrata*)、龙爪茅 (*Dactyloctenium aegyptium*)、甜根子草 (*Saccharum spontaneum*)、大穗结缕草 (*Zoysia macrostachya*)、筛草 (*Carex kobomugi*)、矮生藁草 (*Carex pumila*)、绢毛飘拂草 (*Fimbristylis sericea*) 等。

在岩质海岸植物中, 以木本植物居多, 也有一些草本和藤本植物, 代表种有普陀鹅耳枥 (*Carpinus putoensis*)、普陀樟 (*Cinnamomum japonicum*)、舟山新木姜子 (*Neolitsea sericea*)、海桐 (*Pittosporum tobira*)、台湾蚊母树 (*Distylium gracile*)、毛柱郁李 (*Cerasus pogonostyla*)、厚叶石斑木 (*Rhaphiolepis umbellata*)、光叶蔷薇 (*Rosa luciae*)、狭刀豆 (*Canavalia lineata*)、金柑 (*Citrus japonica*)、倒卵叶算盘子 (*Glochidion obovatum*)、野梧桐 (*Mallotus japonicus*)、全缘冬青 (*Ilex integra*)、冬青卫矛 (*Euonymus japonicus*)、滨柃 (*Eurya emarginata*)、柃木 (*Eurya japonica*)、大叶胡颓子 (*Elaeagnus macrophylla*)、菱叶常春藤 (*Hedera rhombea*)、多枝紫金牛 (*Ardisia sieboldii*)、滨海珍珠菜 (*Lysimachia mauritiana*)、日本女贞 (*Ligustrum japonicum*)、上狮紫珠 (*Callicarpa siongsaiensis*)、日本荚蒾 (*Viburnum japonicus*)、日本珊瑚树 (*Viburnum odoratissimum* var. *awabuki*)、匙叶紫菀 (*Aster spathulifolia*)、假还阳参 (*Crepidiastrum lanceolatum*)、芙蓉菊 (*Crossostephium chinensis*)、普陀南星 (*Arisaema ringens*) 等。

3.2.5 重点保护植物

根据 1999 年经国务院批准、国家林业局和农业部发布的《国家重点保护野生植物名录 (第一批)》及 2012 年浙江省人民政府公布的《浙江省重点保护野生植物 (第一批)》, 舟山市共有国家一级

重点保护野生植物 1 种，为普陀鹅耳枥；国家二级重点保护野生植物 9 种，分别为中华结缕草(*Zoysia sinica*)、香樟(*Cinnamomum camphora*)、普陀樟、舟山新木姜子、野大豆(*Glycine soja*)、毛红椿(*Toona ciliata*)、野荞麦(*Fagopyrum dibotrys*)、榉树(*Zelkova schneideriana*)、珊瑚菜；浙江省重点保护野生植物 22 种，分别为蛇足石杉(*Huperzia serrata*)、竹柏(*Nageia nagi*)、海儿参(*Pseudostellaria heterophylla*)、毛叶铁线莲(*Clematis lanuginosa*)、龙须藤(*Bauhinia championii*)、海滨山黧豆、野豇豆(*Vigna vexillata*)、山绿豆(*Vigna minima*)、全缘冬青、三叶崖爬藤(*Tetrastigma hemsleyanum*)、海滨木槿、杨桐(*Cleyera japonica*)、柃木、红山茶(*Camellia japonica*)、堇叶紫金牛(*Ardisia violacea*)、日本女贞、蔓九节(*Psychotria serpens*)、日本莢蒾、水车前(*Ottelia alismoides*)、寒竹(*Chimonobambusa marmorea*)、薏苡(*Coix lacryma-jobi*)、华重楼(*Paris polyphylla* var. *chinensis*)。舟山市拥有的国家一级、二级、省重点保护野生植物分别占浙江省国家一级、二级、省重点保护植物总数的 9.1%、22.5%、15.8%。

3.3 10 个典型岛屿物种丰富度及物种密度的分布规律

3.3.1 不同岛屿物种丰富度比较

对 10 个典型岛屿的调查结果显示，各岛屿种

子植物物种丰富度差异显著。这 10 个岛屿含物种数的大小顺序为：桃花岛 > 朱家尖岛 > 六横岛 > 秀山岛 > 大长涂岛 > 大猫岛 > 衢山岛 > 盘峙岛 > 泗礁岛 > 花鸟岛(表 4)。其中丰富度最高的是桃花岛，为 919；朱家尖岛次之，为 687；花鸟岛和泗礁岛的丰富度最低，分别为 42 和 117。可见在不同的地理位置，舟山市种子植物物种丰富度分布极不均匀。其原因可能是植物分布受多重因素制约，比如经纬度、海拔、地形地貌、区域面积、离大陆距离、海岸线长度、气候条件、人为干扰等^[26]。总体来看，南部岛屿物种丰富度要高于北部岛屿。

木本植物物种丰富度和草本植物物种丰富度的变化规律与岛屿全部物种的丰富度表现基本相同。木本植物物种丰富度以桃花岛和朱家尖岛最高，分别为 397 和 319；以花鸟岛和泗礁岛最低，分别为 13 和 43。草本植物物种丰富度最高的是桃花岛，为 522；朱家尖岛次之，为 368；最低的是花鸟岛和泗礁岛，分别为 29 和 74。

3.3.2 不同岛屿物种密度比较

10 个岛屿全部物种密度的变化幅度为 35.35~248.04 种/km²，密度大小顺序为：桃花岛 > 朱家尖岛 > 秀山岛 > 大猫岛 > 盘峙岛 > 六横岛 > 大长涂岛 > 衢山岛 > 泗礁岛 > 花鸟岛(表 4)。其中密度最高的是桃花岛，为 248.04 种/km²；朱家尖岛次之，为 165.70 种/km²；花鸟岛和泗礁岛的密度

表 4 10 个典型岛屿物种丰富度和物种密度的比较
Table 4 Species richness and density comparison of ten typical islands

| 岛屿 Island | 木本植物物种丰富度 Woody species richness | 草本植物物种丰富度 Herb species richness | 木本植物物种密度 Woody species density (Species/km ²) | 草本植物物种密度 Herb species density (Species/km ²) |
|----------------|-------------------------------------|------------------------------------|---|--|
| 花鸟 Huaniao | 13 | 29 | 10.94 | 24.41 |
| 泗礁 Sijiao | 43 | 74 | 14.05 | 24.17 |
| 衢山 Qushan | 61 | 109 | 14.90 | 26.63 |
| 大长涂 Dachangtu | 89 | 261 | 25.33 | 74.30 |
| 秀山 Xiushan | 118 | 336 | 37.70 | 107.35 |
| 盘峙 Panzhi | 74 | 82 | 55.64 | 61.65 |
| 大猫 Damao | 115 | 148 | 63.15 | 81.27 |
| 朱家尖 Zhujiajian | 319 | 368 | 76.94 | 88.76 |
| 桃花 Taohua | 397 | 522 | 107.15 | 140.89 |
| 六横 Liheng | 230 | 303 | 50.19 | 66.11 |

最低，分别为 35.35 种/km²和 38.22 种/km²。表明各岛屿物种分布密度极不均匀，舟山市种子植物物种密度在不同的地理位置差异显著，南部岛屿的物种密度相对较高，北部岛屿则相对较低。

木本植物物种密度和草本植物物种密度在 10 个岛屿的分布差异亦较明显。木本植物物种密度以桃花岛和朱家尖岛最高，分别为 107.15 种/km²和 76.94 种/km²，以花鸟岛和泗礁岛最低，分别为 10.94 种/km²和 14.05 种/km²。草本植物物种密度最高的是桃花岛，为 140.89 种/km²；秀山岛次之，为 107.35 种/km²；最低的是泗礁岛和花鸟岛，分别为 24.17 种/km²和 24.41 种/km²。

3.4 不同森林群落类型各层次的物种多样性特征

3.4.1 各层次的物种多样性指数特征

因受历史性人为影响和破坏及 20 世纪 90 年代起受松材线虫病的危害，舟山市原生性森林植被早已不复存在，仅有局部地区尚有少量次生常绿阔叶林和常绿灌丛分布，地带性植物群落类型主要有青冈(*Cyclobalanopsis glauca*)林、香樟林、红楠(*Machilus thunbergii*)林、普陀樟林、赤楠(*Syzygium buxifolium*)灌丛、柃木灌丛、滨柃灌丛、厚叶石斑木灌丛等。

通过对各森林群落类型不同层次物种多样性指

数的比较可见(表 5)，舟山市 8 种主要森林群落类型乔木层的物种丰富度(*S*)以红楠林最高，为 13；香樟林次之，为 10。乔木层物种的 Simpson 指数(*D*)和 Shannon-Weaver 指数(*H'*)以香樟林最高，红楠林次之。在香樟林中往往伴生有朴树(*Celtis sinensis*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)、白栎(*Quercus fabri*)、青冈、赛山梅(*Styrax confusus*)等物种；在红楠林中往往伴生有日本珊瑚树、舟山新木姜子、普陀樟、香樟、青冈等物种，表明这两种群落类型的乔木层具有较高的物种多样性。Pielou 均匀度指数(*J'*)以香樟林最高，青冈林次之，表明此两种群落类型的乔木层各物种个体数量的差异较小。

灌木层的物种丰富度差异较大，以香樟林最高，为 29；普陀樟林次之，为 20；最低为青冈林和厚叶石斑木灌丛。灌木层物种的 Simpson 指数、Shannon-Weaver 指数和 Pielou 均匀度指数以普陀樟林最高，分别为 0.9、2.634 和 0.879；滨柃灌丛最低，分别为 0.592、1.344 和 0.584。在滨柃灌丛中，滨柃的重要值为 0.612，是所有群落类型灌木层中物种重要值最高的，说明同一个种的个体数量太大，会导致物种多样性及均匀度偏低。

在草本层中，物种丰富度以滨柃灌丛最高为 8，

表 5 各森林群落类型不同层次物种多样性指数比较
Table 5 Species diversity index comparison of different layers in each forest community type

| 群落类型 Community type | 乔木层 Arbor layer | | | | 灌木层 Shrub layer | | | | 草本层 Herb layer | | | |
|---|-----------------|----------|-----------|-----------|-----------------|----------|-----------|-----------|----------------|----------|-----------|-----------|
| | <i>S</i> | <i>D</i> | <i>H'</i> | <i>J'</i> | <i>S</i> | <i>D</i> | <i>H'</i> | <i>J'</i> | <i>S</i> | <i>D</i> | <i>H'</i> | <i>J'</i> |
| 青冈林 <i>Cyclobalanopsis glauca</i> forest | 5 | 0.620 | 1.180 | 0.733 | 9 | 0.650 | 1.445 | 0.658 | 3 | 0.640 | 1.062 | 0.966 |
| 香樟林 <i>Cinnamomum camphora</i> forest | 10 | 0.726 | 1.730 | 0.751 | 29 | 0.893 | 2.617 | 0.777 | 6 | 0.671 | 1.328 | 0.741 |
| 红楠林 <i>Machilus thunbergii</i> forest | 13 | 0.677 | 1.659 | 0.647 | 16 | 0.761 | 1.862 | 0.671 | 5 | 0.469 | 0.957 | 0.595 |
| 普陀樟林 <i>Cinnamomum japonicum</i> forest | 5 | 0.638 | 1.171 | 0.728 | 20 | 0.900 | 2.634 | 0.879 | 4 | 0.608 | 1.072 | 0.773 |
| 赤楠灌丛 <i>Syzygium buxifolium</i> bush | — | — | — | — | 11 | 0.715 | 1.702 | 0.710 | 6 | 0.807 | 1.692 | 0.944 |
| 柃木灌丛 <i>Eurya japonica</i> bush | — | — | — | — | 13 | 0.752 | 1.665 | 0.649 | 7 | 0.655 | 1.267 | 0.654 |
| 滨柃灌丛 <i>Eurya emarginata</i> bush | — | — | — | — | 10 | 0.592 | 1.344 | 0.584 | 8 | 0.728 | 1.565 | 0.753 |
| 厚叶石斑木灌丛 <i>Rhaphiolepis umbellata</i> bush | — | — | — | — | 9 | 0.763 | 1.648 | 0.750 | 7 | 0.769 | 1.649 | 0.847 |

Notes: *S*, Species richness; *D*, Simpson index; *H'*, Shannon-Weaver index; *J'*, Pielou index.

最低为青冈林。物种的 Simpson 指数和 Shannon-Weaver 指数以赤楠灌丛最高, 为 0.807 和 1.692, Pielou 均匀度指数以青冈林最高为 0.966。红楠林的 3 个多样性指数值均最低, 主要原因是其林分郁闭度大, 草本层往往以某一物种占绝对优势, 这亦说明单优群落会导致物种多样性及均匀度偏低。

3.4.2 物种多样性指数的变化规律

在 8 种主要森林群落类型中, 物种丰富度指数呈现出灌木层 > 乔木层 > 草本层的规律(表 5)。Simpson 指数的变化规律在乔木群落中与物种丰富度基本相同, 即灌木层 > 乔木层 > 草本层, 但在灌丛群落中表现为草本层 > 灌木层。Shannon-Weaver 指数的变化规律总体上亦为灌木层 > 乔木层 > 草本层, 只有在滨柃灌丛和厚叶石斑木灌丛中表现为草本层 > 灌木层。Pielou 均匀度指数在乔木群落中变化趋势不显著, 在灌丛群落中呈现出草本层 > 灌木层的规律。

4 小结

舟山市共有野生种子植物 141 科 627 属 1372 种(含 17 亚种、99 变种、20 变型), 尽管其陆域面积仅占全省总面积的 1.4%, 但植物的科、属、种分别占浙江省种子植物科、属、种数目的 76.6%、46.7%和 31.7%, 可见该地区种子植物种类较丰富^[12]。

种子植物区系科属组成以小科(2~9 种)、极小属(1 种)为主, 种类则主要集中在大科(20~99 种)、小属(2~5 种); 生活型以多年生草本居多, 常绿乔木最少; 地理成分广泛而多样, 在科级水平上以世界广布、泛热带分布和北温带分布 3 个类型为主, 在属级水平上以热带分布和温带分布为主, 说明舟山市种子植物区系具有南北过渡特征, 且中国特有分布属较贫乏; 生长在泥质海岸、沙质海岸、岩质海岸的滨海特有植物较多(共 140 种), 占种子植物总数的 10.2%。拥有国家一级、二级、省重点保护野生植物种类较少, 仅有 1 种、9 种和 22 种, 分别占浙江省国家一级、二级、省重点保护植物总种数的 9.1%、22.5%和 15.8%。

舟山市不同地理位置的岛屿植物分布极不均匀, 导致 10 个典型岛屿物种丰富度及物种密度存

在显著差异。其中物种丰富度及密度以低纬度的桃花岛最高, 以高纬度的花鸟岛最低, 总体上呈现由南向北逐渐减少的趋势。这可能意味着舟山市种子植物物种丰富度及物种密度在南部岛屿较高, 北部岛屿则相对较低。

在舟山市 8 种主要森林群落类型中, 乔木层、灌木层、草本层物种丰富度最高的分别是红楠林、香樟林、滨柃灌丛。物种丰富度指数、Simpson 指数和 Shannon-Weaver 指数基本表现为: 灌木层 > 乔木层 > 草本层, Pielou 均匀度指数在乔木群落中变化趋势不明显, 但在灌丛群落中呈现出草本层 > 灌木层的规律。

参考文献:

- [1] 王德国, 邢韶华, 崔国发, 华发春, 张育德, 满自红. 甘肃连城自然保护区 8 种主要森林类型的植物物种多样性研究[J]. 西部林业科学, 2008, 37(3): 51-55.
- [2] 陈灵芝, 马克平. 生物多样性科学: 原理与实践[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2001: 144.
- [3] 陈丽, 董洪进, 彭华. 云南省高等植物多样性与分布状况[J]. 生物多样性, 2013, 21(3): 359-363.
- [4] 王志恒, 陈安平, 朴世龙, 方精云. 高黎贡山种子植物物种丰富度沿海拔梯度的变化[J]. 生物多样性, 2004, 12(1): 82-88.
- [5] 和霞, 杜凡, 杨宇明, 尹伍元, 庄翠珍, 岩香甩, 赵明旭. 铜壁关自然保护区种子植物物种丰富度的海拔梯度格局——兼论物种密度的计算方法[J]. 热带亚热带植物学报, 2011, 19(6): 543-548.
- [6] 冯建孟, 王襄平, 徐成东, 杨元合, 方精云. 玉龙雪山植物物种多样性和群落结构沿海拔梯度的分布格局[J]. 山地学报, 2006, 24(1): 110-116.
- [7] 冯建孟, 董晓东, 徐成东, 查凤书. 取样尺度效应对滇西北地区种子植物物种多样性纬度分布格局的影响[J]. 生物多样性, 2009, 17(3): 266-271.
- [8] 马斌, 周志宇, 张莉丽, 高文星, 陈善科, 张宝林. 阿拉善左旗植物物种多样性空间分布特征[J]. 生态学报, 2008, 28(12): 6099-6106.
- [9] 冯建孟, 朱有勇. 云南地区裸子植物的区系组成及物种多样性分布格局[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2011, 33(10): 51-56.
- [10] 冯建孟, 徐成东. 云南西部地区地带性植物群落物种多样性的地理分布格局[J]. 生态学杂志, 2009,

- 28(4): 595–600.
- [11] 李根有, 赵慈良, 金水虎. 普陀山植物[M]. 香港: 中国科学文化出版社, 2012: 7–98.
- [12] 陈征海, 唐正良, 裘宝林. 浙江海岛植物区系的研究[J]. 云南植物研究, 1995, 17(4): 405–412.
- [13] 浙江植物志编辑委员会. 浙江植物志: 第 1~7 卷[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1989–1993.
- [14] 郑朝宗. 浙江种子植物检索鉴定手册[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2005: 2–531.
- [15] 裘宝林, 陈征海, 张晓华. 见于浙江的中国及中国大陆新记录植物[J]. 云南植物研究, 1994, 16(3): 231–234.
- [16] 陈征海, 唐正良, 王国明, 胡明辉. 《浙江植物志》拾遗[J]. 浙江林学院学报, 1995, 12(2): 198–209.
- [17] 崔大练, 马玉心, 韩红. 浙江拟漆姑草属一新变种[J]. 植物分类与资源学报, 2012, 34(2): 155–156.
- [18] 陈锋, 谢文远, 陈征海, 张宏伟, 张芬耀, 李根有. 浙江省 2 种归化植物新记录[J]. 浙江林学院学报, 2010, 27(3): 480–482.
- [19] 高浩杰, 陈征海. 裸冠菊属: 华东地区一新归化属[J]. 浙江农林大学学报, 2011, 28(6): 992–994.
- [20] 郝思军, 徐炳声, 缪柏茂. 舟山群岛植物区系地理的数值研究[J]. 植物分类学报, 1989, 27(6): 405–420.
- [21] 金佩聿, 陈翔虎, 张晓华, 李根有, 张若蕙. 舟山群岛植物区系的研究[J]. 浙江林业科技, 1991, 11(3): 1–30.
- [22] 宋国元, 曹同, 姚建新. 杭州湾滩浒岛种子植物区系的研究[J]. 广西植物, 2005, 25(1): 1–7.
- [23] 吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 彭华, 孙航. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. 云南植物研究, 2003, 25(3): 245–257.
- [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, 13(增刊IV): 1–139.
- [25] 盛束军, 郑朝宗, 丁炳扬. 浙江北部沿海岛屿与毗邻地区植物区系的亲缘关系研究[J]. 杭州大学学报: 自然科学版, 1998, 25(1): 62–68.
- [26] 万利琴, 丁炳扬, 郭水良. 舟山群岛主要岛屿间种子植物区系的差异及其影响因素[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2008, 34(6): 677–683.

(责任编辑: 张 平)