

浙江普陀山岛植被区划方案

许铭山^{1,2,3}, 赵慈良^{2,4}, 刘翔宇^{1,2,3}, 阎恩荣^{1,2,3}

(1. 华东师范大学 生态与环境科学学院, 上海 200241; 2. 浙江普陀山森林生态系统定位观测研究站, 浙江 舟山 316107; 3. 浙江天童森林生态系统国家野外科学观测研究站, 浙江 宁波 315114; 4. 浙江舟山群岛新区普陀山公用事业管理中心, 浙江 舟山 316107)

摘要: 植被是海岛生态系统的重要组成部分。因海岛植被特征与大陆植被迥异, 现有的陆域植被区划方案不能完全适用于海岛植被, 亟须研究海岛植被区划方案, 为海岛资源开发与管理、生物多样性保护、生态可持续发展提供重要依据。以浙江省普陀山岛为例, 基于 123 个样地的群落调查、全岛地形地貌普查以及 5 类微生境的长期气象观测数据, 综合提出海岛植被区划需遵循地域分异的相对一致性、植被类型和植物区系相统一、生物因子与非生物因子相结合的原则。制定了海岛植被区划的 3 级指标体系: 一级指标为山体走势和气候; 二级指标为海拔或地貌、植被类型; 三级指标为微地形、群丛或群落。依据此方案将普陀山岛植被划分为东南坡温暖湿润区和西北坡冬季寒冷干旱区 2 个大区域, 森林、灌丛、草丛等 5 个二级区域以及 13 个群落或群丛等三级区域, 并详细阐述了每一级区域划分的依据, 包括微气候、地形地貌、群落结构和物种组成等。针对区划结果, 依据每一级区域中植被的特征提出相应的经营、管理措施, 主要包括间伐、抚育、封育、自然演替等。图 1 表 2 参 13

关键词: 植物学; 普陀山岛; 植被区划; 方案

中图分类号: S718.3; Q948.15 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2018)04-0657-07

Vegetation regionalization scheme in Putuo Island, Zhejiang Province

XU Mingshan^{1,2,3}, ZHAO Ciliang^{2,4}, LIU Xiangyu^{1,2,3}, YAN Enrong^{1,2,3}

(1. School of Ecological and Environmental Sciences, East China Normal University, Shanghai 200241, China; 2. Putuo Forest Ecosystem Research and Observation Station, Zhoushan 316107, Zhejiang, China; 3. Tiantong National Station for Forest Ecosystem Research, Ningbo 315114, Zhejiang, China; 4. Public Utility Management Center of Putuo Mountain in Zhoushan Islands New District, Zhoushan 316107, Zhejiang, China)

Abstract: Vegetation is an important part of island ecosystem. Due to the distinction of island vegetation from mainland vegetation, the existing mainland vegetation regionalization cannot be entirely applied to the islands. Hence island vegetation regionalization is necessary to provide scientific basis for the development and management of forest resources, protection of biodiversity and sustainable development of forest. Taking Putuo Island in Zhejiang Province as an example, and drawing on the vegetation investigation of 123 communities, survey of topography and landforms, long-term meteorological observation of 5 types micro-environments, this research put forward three principles that island vegetation regionalization should follow: the relative uniformity of geographical differences, the unification of vegetation types and flora, and the combination of biotic and abiotic factors. A system with three levels of indexes was developed: the primary indexes were mountain trend and climate; the secondary indexes were altitude and vegetation types; and the tertiary indexes were micro-topography and communities. According to this regionalization scheme, Putuo Island vegetation could be divided into two main zones including Southeast warm and humid zone and Northwest winter cold and dry zone, five secondary

收稿日期: 2017-08-14; **修回日期:** 2017-10-31

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(31670438); 国家海洋局海洋公益性行业科研专项(201505009)

作者简介: 许铭山, 从事海岛森林生态系统功能生态学研究。E-mail: msxu@des.ecnu.edu.cn。通信作者: 阎恩荣, 教授, 博士生导师, 从事植物功能生态学和代谢生态学研究。E-mail: eryan@des.ecnu.edu.cn

zones including forests, shrubs, grasses and etc., and thirteen tertiary zones. The research also described the basis of island vegetation regionalization, including the characteristics of microclimate, topography and land-forms, community structure, and species components of each zone. Finally, the paper put forward the conservation measures for each zone, including thinning, nurturing, breeding, and natural succession. Putuo Island vegetation regionalization scheme filled the gap of island vegetation regionalization research, and provided references and theoretical guidance for the vegetation regionalization of other islands. [Ch, 1 fig. 2 tab. 13 ref.]

Key words: botany; Putuo Island; vegetation regionalization; scheme

植被是人类生存环境的重要组成部分,它深刻影响着人类的发展进程。植被区划指根据植被空间分布和组合,在研究区域植被分类、植被与环境关系、植物区系及植被历史发展过程的基础上归纳出的植被空间结构的地理特征^[1]。中国植被区划工作始于20世纪50年代,主要依据气候因素和植被特征确定植被的基本分类单位:植被型(高级单位)、群系(中级单位)和群丛(低级单位)等,进而划分出不同植被对象的植被型和植被型组等^[2-4]。海岛植被是海岛生态系统的重要组成部分,在调节气候、保持水土、美化景观、发挥生态功能等方面有重要作用。海岛植被区划能为海岛资源开发与管理、生物多样性保护、可持续发展提供科学依据。由于海岛特殊的生境地貌和植被特征,传统的陆域植被区划方案不能完全适用于海岛,但是当前还没有专门针对海岛植被的区划方案。蔡燕红等^[5]认为探索海岛植被类型与气候因子间的关系,是找到海岛植被区划的主要途径。另外,综述以往陆地植被区划的成果,方精云等^[6-9]利用植被,气候因子(气温指数、降水、光照),地理空间特征(土壤要素、地形地貌、生态梯度、海拔)等指标,在判断相似性和规律性的基础上进行植被区划。普陀山岛是浙江省海岛天然植被资源最丰富的岛屿之一^[10],分布着典型的海岛型亚热带常绿阔叶林。普陀山岛植物种类丰富,但自然环境复杂,人为干扰严重,亟须进行植被区划,加速植被恢复,提高景观质量。本研究以普陀山岛为例,探讨海岛植被区划的原则、指标体系及方案,不仅为普陀山岛营林建设、植被恢复与保护、群落结构优化、专题风景林构建、森林资源开发与管理提供可靠方案和理论依据,也能为其他海岛的植被区划提供借鉴。

1 普陀山岛概况

普陀山岛位于舟山群岛东部海域,陆域面积为11.7 km²,属于中亚热带海洋性季风气候,冬暖夏凉,四季分明,雨水充沛。最高峰为中部的佛顶山,海拔为288.2 m。地貌以低山丘陵为主,北部和南部岸线曲折多湾^[11]。全岛植被随地形、土壤性质及海潮侵袭程度,以佛顶山为中心,向外围呈环状分布,主要植被类型有常绿阔叶林和落叶阔叶混交林等。

2 调查方法与区划原则

2.1 海岛植被调查和微环境气象监测

2014年11月至2016年8月,采用典型样地法和统计样方法对普陀山岛植被进行了详细调查。典型样地法只记录样地的群落名称、物种组成、多优度-聚集度、盖度、平均高度等。统计样方法指主观固定面积法^[12]。首先,用典型样地法调查了92个样地,在此基础上对典型森林和灌丛群落采用固定样地法调查,森林样地采用20 m×20 m,灌丛样地采用10 m×10 m,对样方内所有胸径>1 cm的植株,挂牌并记录物种名称、胸径、基径、冠幅、枝下高和叶下高等指标,共计调查31个样地。

根据普陀山岛的地形、地貌特征和植被类型,在普陀山岛山体顶部、山体上坡、山体下坡、坡麓-谷头平地 and 近岸陡坡等5类地理分区单元,建立长期固定观测场,安装EM50气象观测仪,并对其中的植被组成、微气候和土壤特征进行长期的连续观测,其中微环境特征见表1。

2.2 海岛植被区划原则

2.2.1 地域分异的相对一致性原则 海岛植被分布表现为地带性和非地带性,地带性植被是与海岛特定生境相联系的植被或群落类型,反映了地带性气候和土壤的综合特征,因此,它属于典型群落或顶极群落类型。非地带性植被是地带性植被内由特定的土壤或地形所造成的植被类型^[13]。海岛植被通常以地带性植被为主体,但在局部范围内非地带性植被也可能占优势。气候(主要是气温和水分)和地貌(主要是

表 1 普陀山岛 5 类地理单元的微环境特征

Table 1 Micro-environment characteristics of the 5 geographical units in Putuo Island

地理空间单元	群落类型	风速/ (m·s ⁻¹)	气温/ ℃	空气湿 度/%	土壤温 度/℃	土壤容重/ (kg·cm ⁻³)	土壤湿度/%	光合有效辐射/ (μmol·m ⁻² ·s ⁻¹)
山体顶部	台湾蚊母树 <i>Distylium gracile</i> 林	3.6	15.3	34.3	8.8	0.98	22.2	11.2
山体上坡	青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i> 林	1.8	16.5	33.6	16.1	1.17	16.0	26.3
山体下坡	马尾松 <i>Pinus massoniana</i> 林	1.2	16.6	22.4	16.3	1.26	12.4	30.7
坡麓-谷头平地	枫香 <i>Liquidambar formosana</i> 林	0.7	16.6	32.2	16.4	1.28	26.1	56.2
近岸陡坡	滨柃 <i>Eurya emarginata</i> 灌丛	0.8	16.3	32.5	16.5	1.26	18.9	55.3

说明：各项数据为 2015 年 1 月 15 日至 10 月 17 日期间的平均值

绝对海拔)是自然地理环境的基本要素，而土壤和植被等则是反映自然地理环境的表观要素。对于中型海岛(5~100 km²)，海拔引起的垂直地带性规律是形成植被地域分异的基础，它决定着海岛植被区域分布的基本格局。因此，海岛区划的高级单位基本上取决于海拔所决定的辐射和热量条件、海陆位置所决定的水分条件以及水热条件的结合。低级单位的划分则着重考虑地形、地貌、土壤、植被与生物区系等。

2.2.2 植被类型和植物区系相统一原则 植被类型是植被分区的重要依据，尤其是反映气候条件的地带性植被类型是植被区划高级单位的依据。海岛植被区划是根据植被类型及其分布特征而划定的，一定的植被类型是由一定的植物种类所组成的，故各区划单位的植物种类是有差别的。在一系列植被类型组合的基础上，同时在这些植被组合中找出占优势的、具代表性的植被类型来确定植被区的基本性质。此外，植物区系成分，尤其是群落建群种、优势种和标志种的地理成分具有标志意义。

2.2.3 生物因子和非生物因子相结合原则 植物群落是植物种类在气候、地貌、土壤等自然环境因素综合影响下，长期选择、适应而结合起来的自然历史产物。在一定的自然环境条件下，分布着一定的植物群落。非生物因子(如气候、地形、地貌、土壤等)决定了植被类型的地带性，而这种地带性特征在大尺度上决定了物种选择的基本对象。此外，非生物因子形成的局部环境和微生境，会改变植被地带性分布规律，因此，海岛植被区划在考虑微气候、地形地貌和土壤等非生物因素的同时，还须考虑植被分区界限的划定和植被特征。

3 植被区划的指标体系

海岛植被区划指标体系是多种因素综合作用的结果。由于植被类型、结构和功能及其形成过程的复杂性，因而在区划指标选取时，应在综合分析各因素的基础上，抓主导因素，这样既可以把握植被分区的本质，又不至于使指标体系过于庞杂。植被主要受气候、地形、土壤、历史、生物等因素控制^[5]，气候是特定海岛植被分异的决定因素，而地貌和地形对水热因子的分布起重要作用，它们往往影响着植物的生理生态适应性，因此，地形地貌和微气候，以及植被类型往往在区划过程中被确定为主导要素。本研究在详细调查普陀山岛植被的基础上，依据植被综合特征，采用三级区划指标体系，根据气候、地形地貌、植被特征以及人类活动等，在不同级别的区划中分别选取定性和定量指标。

3.1 一级植被区划指标

普陀山岛主要受东南季风和冬季西北风的影响，这两者共同决定了普陀山岛的主要气候划分区，即东南面温暖湿润区域和西北坡冬季寒冷干旱区域。气候主要决定了普陀山岛植被类型的分异，因此，海岛东南面以喜暖喜湿的常绿阔叶林占主体，西北坡以耐寒、耐旱的落叶灌丛和常绿灌丛占优。在一级区划中依据普陀山岛的气候和地势特点，选取 2 类指标：①气候，即空气温湿度、土壤温湿度和风力，数据主要源于普陀山岛长期监测数据；②地势，主要指大的地势格局或山体走向，数据源于调查。

3.2 二级植被区划指标

普陀山岛地貌主要分为山地、海蚀海积阶地、海积地、海蚀地、沙滩等 5 种类型。以佛顶山向四面延伸，山体中部和底部临海个别区段较平缓，但山体西北坡上部，以及山体下坡绝大多数临海地段陡峭。普陀山岛地形地貌特征的分异程度较高，导致了海岛不同海拔和坡位水热因子分布的差异，以及植被类型垂直地带性的分化。在一级区划指标的基础上，二级区划指标主要考虑普陀山岛的海拔和地形地貌，选取以下 2 类指标：①海拔和地貌类型，主要是山顶、山麓、近岸生境等；②植被类型，主要指植

被类型的垂直分异。以地带性植被外貌为区域单元划分的主要标志,充分考虑海拔变化引起的温湿度和土壤分布的区域差异。其中海拔、地貌、植被类型数据源于调查,空气温湿度、土壤温湿度源于普陀山岛5类生境中EM50的长期监测。

3.3 三级植被区划指标

微地形是对二级区划指标海拔和地貌的进一步细分。微地形格局能进一步影响水热因子分布,导致同一植被类型内群丛或群落类型的分异。因此,三级区划指标选取以下2类:①微地形,即坡位、坡度、地形凸凹度;②植被群丛或群落类型,以对特定地段的微生境特征具有最佳适合度的群丛或群落类型作为区划的主要标志,充分考虑微生境变化引起的植物组合的差异。微地形因子通过踏查得到,植被群丛或群落类型源于调查的123个植被群落。

4 植被区划方案

普陀山岛植被区划方案见表2。参考地势、地形、土壤和小气候要素,绘制了普陀山岛植被区划图(图1)。

4.1 东南坡温暖湿润区

东南坡温暖湿润区位于以龙头山—佛顶山—雪浪山—达摩峰—西天山顶为连线的东南侧,主要包括南天门景区、普济寺景区、法雨寺景区、金沙山、天竺水库等。海拔大多为50~150 m,常年受东南季风影响,雨水充沛,冬季风速为 $0.7\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,年平均气温为 $16.6\text{ }^{\circ}\text{C}$,土壤肥厚。植被主要以喜暖喜湿的常绿阔叶林为主,林分结构相对完整,乔木层优势种有青冈,石栎 *Lithocarpus glaber*, 樟树 *Cinnamomum camphora*, 枫香等;灌木层主要有滨柃, 檵木 *Loropetalum chinense*, 红山茶 *Camellia japonica* 等;草本层以大吴风草 *Farfugium japonicum*, 披针叶薹草 *Carex lanceolata*, 红盖鳞毛蕨 *Dryopteris erythrosora* 等为主。该区域植被整体较好,主要以保护为主,部分地段需要恢复。

4.1.1 山地森林 ①山顶台湾蚊母树-铁冬青 *Ilex rotunda* 群丛。该群丛是普陀山岛最具海岛特色的常绿阔叶林类型,分布于佛顶山慧济寺周围,是保存最为完好的海岛顶级森林。该林分包含2个亚群丛:台湾蚊母树-铁冬青典型亚群丛和含红山茶的亚群丛,平均林龄约100 a,群落外貌整齐,台湾蚊母树和铁冬青为建群种,同时伴有普陀樟 *Cinnamomum japonicum*, 红山茶和红楠 *Machilus thunbergii*, 灌木层有杜茎山 *Maesa japonica*, 紫金牛 *Ardisia japonica* 等耐荫灌木,草本植物有大吴风草,刺头复叶耳蕨 *Arachniodes exilis*, 络石 *Trachelospermum jasminoides* 等,该群丛是普陀山岛植物的重要资源库,应以保

表2 普陀山岛植被区划方案

Table 2 Vegetation regionalization scheme of Putuo Island

一级分区	二级分区	三级分区	群落类型
东南坡温暖湿润区	山地森林	山顶台湾蚊母树-铁冬青群丛	台湾蚊母树-铁冬青典型亚群丛 含红山茶的亚群丛
		山地上坡青冈-石栎群丛	青冈-石栎群丛
		山地下坡青冈-樟树群丛	青冈-樟树典型亚群丛 樟树群落
		坡麓枫香-樟树群丛	枫香-樟树群丛
		谷头平地黄连木-枫香群丛	黄连木-枫香群丛
		近岸陡坡滨柃-海桐灌丛	滨柃-海桐群落
	山地灌丛	砂生草丛	单叶蔓荆-沙钻薹草群落
	滨海滩涂草丛	盐生草丛	小蓬草-结缕草群落
西北坡冬季寒冷干旱区	山地森林	山地上坡青冈-石栎群丛	缓坡青冈-石栎群丛 陡坡青冈-檵木群落
		山地下坡青冈-普陀樟群丛	青冈-普陀樟群丛
		谷头平地黄连木-枫香群丛	黄连木-枫香群丛
		山顶朴树-柘木灌丛	朴树-柘木群落
	山地灌丛	近岸陡坡滨柃-檵木灌丛	滨柃-檵木群落

育为主, 尽量减少人为干扰。②山地上坡青冈-石栎群丛青冈-石栎群丛。该群丛是普陀山岛分布面积最大且最为典型的常绿阔叶林, 较耐寒、耐旱, 海拔为 150~250 m。土壤为凝灰岩、花岗岩发育的饱和红壤、中性粗骨土, 疏松湿润, pH 6.0~6.5, 立地条件相对优越, 群落处于演替中后期, 结构和外貌相对完整, 林冠整齐, 物种多样性较高, 人为干扰小。青冈和石栎为该群丛的共建种, 桧木 *Eurya japonica*, 赤楠 *Syzygium buxifolium*, 四川山矾 *Symplocos setchuensis*, 榿木等为伴生种, 分布于灌木层; 林下伴生植物兰花三七 *Liriope yomena* 可以作为区分种。该群丛具有很高的生态系统服务价值, 因而主要以封育为主, 适度清理林内杂物, 加速其向顶极方向演替。③山地下坡青冈-樟树群丛。该群丛包含青冈-樟树典型亚群丛和樟树群落, 是普陀山岛另一种分布较广的常绿阔叶林, 位于山脊线东南侧海拔 100~150 m 的区域, 主要沿西山新村、圆通禅林经普济寺、法华洞、悦岭禅院、常乐禅院和双泉禅院至积善庵一带的低山坡上。林内生境相对优越, 土壤深厚、水分供应充足, 是森林遭破坏后形成的次生类型, 群落外貌较整齐, 呈深绿色, 层次明显。乔木层主要有青冈, 枫香, 麻栎 *Quercus acutissima*, 樟树等。灌木层有四川山矾, 桧木, 胡颓子 *Elaeagnus pungens*, 赤皮青冈 *Cyclobalanopsis gilva* 等。草本层中大吴风草, 芒萁 *Dicranopteris dichotoma* 较多见。④坡麓枫香-樟树群丛。该群丛位于正趣亭、三甲塘水库、逸云庵、半山庵一带, 海拔为 50~100 m, 地势平坦, 温暖湿润的坡麓或山坳中。枫香、樟树是优良的景观树种, 建议采取必要的恢复措施, 达到更好的景观效果和生态价值。⑤谷头平地黄连木-枫香群丛。该群丛分布于普济寺周边, 地势平坦、生境优越, 避风的凹谷地带。其林分结构完整、分层明显。乔木层以黄连木 *Pistacia chinensis*, 樟树, 朴树 *Celtis sinensis*, 黄檀 *Dalbergia hupeana*, 构树 *Broussonetia papyrifera* 等为主。灌木层主要有珊瑚树 *Viburnum odoratissimum*, 海桐 *Pittosporum tobira*, 红楠 *Machilus thunbergii*, 胡颓子 *Elaeagnus pungens*, 天仙果 *Ficus erecta*, 木麻黄 *Casuarina equisetifolia* 等。草本层物种有沿阶草 *Ophiopogon bodinieri*, 野菊 *Dendranthema indicum* 等。

4.1.2 山地灌丛(近岸陡坡滨柃-海桐灌丛) 滨柃和海桐是海岛近岸常见物种, 分布在近岸海拔 0~50 m 的范围内。该区域岩石裸露、坡度较大, 受海风和海水侵蚀严重。其林分结构完整, 紧密整齐, 人为干扰小。物种有滨柃, 海桐, 红楠, 普陀樟, 女贞 *Ligustrum lucidum*, 天仙果, 桧木, 大叶黄杨 *Euonymus japonicus* 等。整个群落处于演替的前中期, 应尽量减少干扰, 使其自然演替。

4.1.3 滨海滩涂草丛 ①砂生草丛。该草丛属于滨海泛滥地草本植被, 主要由莎草科 *Cyperaceae* 植物组成, 具有非常强大的克隆生长能力, 往往形成以单个物种为优势的单优群落。另外, 一些木本植物在该类生境也具有非常强的抗旱能力和耐瘠薄特性, 虽然不能生长为直立的灌木状, 但通过匍匐茎蔓延占据成片生境, 从而与砂生草本植物共同形成砂生灌草丛植被类型, 主要分布在千步沙、百步沙、金沙等。该草丛耐盐碱, 群落整齐, 主要物种有单叶蔓荆 *Vitex rotundifolia*, 沙钻蔓草 *Carex kobomugi*, 沙滩甜根子草 *Saccharum arenicola*, 肾叶打碗花 *Calystegia soldanella* 等, 伴有绢毛飘拂草 *Fimbristylis sericea*, 狭叶尖头藜 *Chenopodium acuminatum*, 白茅 *Imperata cylindrica* 等。砂生草丛和砂生灌草丛分布区域游客多, 破坏严重, 应适当实施封育, 为海滩景观增添绿色。②盐生草丛。类似于泛滥地草甸, 分布于滨海海陆过渡带泛滥地的砂土或泥土上。群落是周期性水淹的综合影响下发育的, 这类群落因年龄较轻, 种类组

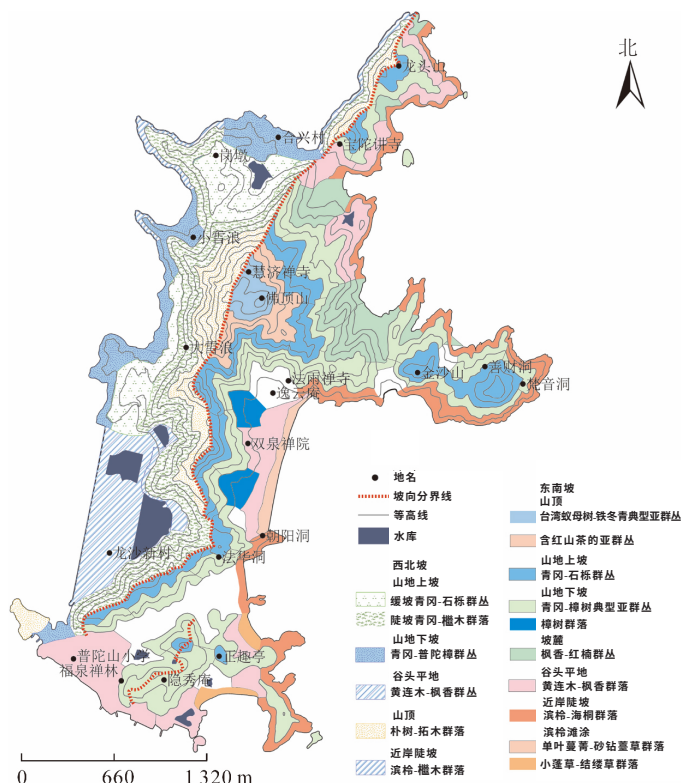


图 1 普陀山岛植被区划图

Figure 1 Vegetation regionalization map of Putuo Island

成比较贫乏。在比较干燥的地段上很多是双子叶植物,在中度湿润地段上则多是禾本科 Poaceae 植物。主要分布于千步沙、百步沙等,有小蓬草 *Conyza Canadensis*-结缕草 *Zoysia japonica* 群落、狗尾草 *Setaria viridis* 群落等。群落外貌整齐,以小蓬草和狗尾草占优势,伴生种有白茅,野艾蒿 *Artemisia lavandulae-folia*,茵陈蒿 *Artemisia capillaris* 等。

4.2 西北坡冬季寒冷干旱区

西北坡冬季寒冷干旱区位于沿西山、佛顶山、龙头山山脊线的西北侧。冬季受强劲的西北风影响,寒冷干燥,风力强劲(风速为 $1.8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$),年平均气温为 $15.0\text{ }^{\circ}\text{C}$,太阳辐射强,且坡度较大、土层稀薄、岩石裸露较多。植被整体较差,主要分布一些耐旱、抗风以落叶为主的植物。物种有青冈、白栎、榿木、茅草等。整体景观效果较差,需要保护和恢复。

4.2.1 山地森林 ①山地上坡青冈-石栎群丛主要包括陡坡青冈-榿木群落和缓坡青冈-石栎群丛。其中,陡坡青冈-榿木群落分布在龙头山、佛顶山、西山等山脊连线的西北侧,海拔为 $180\sim 280\text{ m}$ 。该区域坡度较大、岩石裸露、土层稀薄,在冬季受西北风影响严重,植被分布不均匀、群落外貌不太完整。主要物种有抗风性较好的青冈、榿木、石栎、柃木、四川山矾、天仙果等。在经营方面以自然演替为主,人为干预较少。②山地下坡青冈-普陀樟群丛为马尾松 *Pinus massoniana* 林砍伐后形成的稳定性较差的群落,呈片状分布。土壤为花岗岩发育的中性粗骨土类、棕石、砂土属,林地多巨大砾石。群落外貌较整齐,呈深绿色。该群落主要以恢复为主,间伐或疏伐材质、构型不好的落叶种,保留优质的常绿树种,促进其向顶级植被演替。③谷头平地黄连木-枫香群丛主要分布于风洞嘴沿海的沙滩或沙丘堆积物上和龙沙水库上侧的山坳中。地势相对较低、土层较厚、海风干扰较小。乔木层优势种为黄连木、枫香、樟树,伴有日本野桐 *Mallotus japonicus*,朴树,红楠等。灌木层有珊瑚树,胡颓子,天仙果,日本野桐,梾子 *Gardenia jasminoides*,青冈,毛竹 *Phyllostachys edulis*,苦槠 *Castanopsis sclerophylla*,毛瑞香 *Daphne kiusiana*,络石,风藤 *Piper kadsura* 等。草本层有淡竹叶 *Lophatherum gracile*,沿阶草、蕨类等;在浙东沿海海岸带和海岛滩涂岸边的盐碱沙滩上,黄连木具有非常强的适应能力,一般可以形成以黄连木为绝对优势种的单优群落。该群丛以保护和加速恢复为主,发挥其景观和生态系统服务功能。

4.2.2 山地灌丛 ①山顶朴树-柃木灌丛主要分布在西北坡受风力干扰较大的山坡上,生境内岩体较大,土层较薄,养分贫瘠。可能长期受海风干扰,群落外貌、结构、林相较差。灌木层树种有朴树,柃木 *Cudrania tricuspidata*,黄连木,榿木,青冈,毛瑞香,黄檀,日本野桐,榔榆 *Ulmus parvifolia*,椿叶花椒 *Zanthoxylum ailanthoides*,构树,滨柃,风藤,络石等。草本层包括堇菜 *Viola verecunda*,海金沙 *Lygodium japonicum*,天南星 *Arisaema heterophyllum*,女菀 *Turczaninowia fastigiata*,麦冬 *Ophiopogon japonicus*,野葡萄 *Ampelopsis sinica* 以及毛瑞香,柃木,柃木的幼苗等。该区域应增加耐盐、耐旱、抗风的优质常绿植物,增加群落物种多样性,提高风景林景观效果。②近岸陡坡滨柃-榿木灌丛分布于普陀山岛西北坡濒海岩壁区域,海拔为 $20\sim 50\text{ m}$ 。该区域岩石较大,土壤稀薄且贫瘠。主要物种有滨柃、榿木、柃木等。从立地条件的特殊性看,群落处于原生演替灌丛阶段,当前主要维持其现有植被状况,间伐或抚育,优化群落结构,使其维持稳定。

5 结论与讨论

海岛植被受多重因素的综合影响,在植被区划时同样要遵从地域分异、植被类型和植物区系相统一、生物因子和非生物因子相结合的原则,这基本与陆地植被区划原则相似^[13]。在构建海岛植被区划指标体系时,气候和地势是一级指标;海拔和地貌类型以及植被类型是二级指标;微地形和植被群丛或群落类型是三级指标。三层指标体系符合海岛生境特殊,面积较小且各岛屿环境差异大的特点。气候是海岛植被区划的关键指标^[5],如东南季风会造成东南坡温暖湿润的微环境,植被倾向于树干高大、叶片较大、枝条伸展方向以水平为主的常绿乔木。西北坡在冬季受强烈的西北风影响,极易造成岩石裸露、土壤稀薄的环境,植物以落叶矮灌树种为主,这些植物往往叶片较小,树冠紧凑,以避免大风侵袭。地形地貌也是海岛植被区划的重要指标,如山坡、山麓、沟谷的植被类型差异很大。群落和群丛是植被划分的基本单元,在海岛同样适应,由于海岛生境破碎严重,海岛的植物群落面积一般小于陆地,同样微地形的差异也会引起植被类型的变化。综合表明:对于海岛整体,主要强调大格局上气候对植被的影响以

及水热平衡对植被的分异。在岛屿内部, 地形地貌对植被的分布有很大影响, 同时区划时还要考虑群落和群丛的差异性。

本研究根据实地调查数据和综合经验, 提出了海岛植被区划方案, 并以普陀山岛为例进行了植被区划, 得到了实地验证, 做出了比较详细的普陀山岛植被区划图, 具有一定的科学性和实用性。以此方案为依据, 针对不同海岛植被的特殊性, 对其植被进行区划研究。

6 参考文献

- [1] 黄威廉, 屠玉麟. 贵州植被区划[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 1983, 1(1): 26 – 46, 49.
HUANG Weilian, TU Yulin. Vegetation regionalization in Guizhou Province [J]. *J Guizhou Norm Univ Nat Sci*, 1983, 1(1): 26 – 46, 49.
- [2] 钱崇澍, 吴征镒, 陈昌笃. 中国植被的类型[J]. 地理科学, 1956, 22(1): 37 – 92.
QIAN Chongshu, WU Zhengyi, CHEN Changdu. The vegetation types of China [J]. *Acta Geogr Sin*, 1956, 22(1): 37 – 92.
- [3] 中国植被编辑委员会. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [4] 陈灵芝. 中国植物区系与植被地理[M]. 北京: 科学出版社, 2015.
- [5] 蔡燕红, 宋振亚, 李亚蔚, 等. 中国陆地与海岛植被分类研究综述与展望[J]. 海洋学报, 2016, 38(4): 95 – 108.
CAI Yanhong, SONG Zhenya, LI Yawei, *et al.* A review and outlook of terrestrial and insular vegetation classification research in China [J]. *Haiyang Xuebao*, 2016, 38(4): 95 – 108.
- [6] 李飞, 赵军, 赵传燕, 等. 中国潜在植被空间分布格局[J]. 生态学报, 2008, 28(11): 5347 – 5355.
LI Fei, ZHAO Jun, ZHAO Chuanyan, *et al.* The potential vegetation spatial distributions and patterns in China [J]. *Acta Ecol Sin*, 2008, 28(11): 5347 – 5355.
- [7] 方精云. 也论我国东部植被带的划分[J]. 植物学报, 2001, 43(5): 522 – 533.
FANG Jingyun. Re-discussion about the forest vegetation zonation in Eastern China [J]. *Acta Bot Sin*, 2001, 43(5): 522 – 533.
- [8] 於琰, 李克让, 陶波, 等. 植被地理分布对气候变化的适应性研究[J]. 地理科学进展, 2010, 29(11): 1326 – 1332.
YU Li, LI Kerang, TAO Bo, *et al.* Simulating and assessing the adaptability of geographic distribution of vegetation to climate change in China [J]. *Prog Geog*, 2010, 29(11): 1326 – 1332.
- [9] 方精云, 宋永昌, 刘鸿雁, 等. 植被气候关系与我国的植被分区[J]. 植物学报, 2002, 44(9): 1105 – 1122.
FANG Jingyun, SONG Yongchang, LIU Hongyan, *et al.* Vegetation climate relationship and its application in the division of vegetation zone in China [J]. *Acta Bot Sin*, 2002, 44(9): 1105 – 1122.
- [10] 胡军飞, 许洛山, 田文斌, 等. 浙江普陀山主要林型群落结构特征分析[J]. 浙江农林大学学报, 2016, 33(5): 768 – 777.
HU Junfei, XU Mingshan, TIAN Wenbin, *et al.* Community structure for main forests in Mount Putuo, Zhejiang Province [J]. *J Zhejiang A&F Univ*, 2016, 33(5): 768 – 777.
- [11] 中国海岛志编纂委员会. 中国海岛志: 浙江卷第 2 册[M]. 北京: 海洋出版社, 2013: 412 – 459.
- [12] 宋永昌, 王祥荣. 浙江天童国家森林公园的植被和区系[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1995.
- [13] 郑度. 关于地理学的区域性和地域分异研究[J]. 地理研究, 1998, 17(1): 4 – 9.
ZHENG Du. A study on the regionality and regional differentiation of geography [J]. *Geogr Res*, 1998, 17(1): 4 – 9.