

## 浙江普陀山外来入侵植物组成及危害现状

朱峻熠<sup>1</sup>, 胡军飞<sup>2</sup>, 欧丹燕<sup>2</sup>, 黄 燕<sup>3</sup>, 魏子璐<sup>1</sup>, 吴昊正基<sup>1</sup>, 金水虎<sup>1</sup>

(1. 浙江农林大学 林业与生物技术学院, 浙江 杭州 311300; 2. 浙江舟山群岛新区普陀山公用事业管理中心, 浙江 舟山 316107; 3. 岱山县城市管理局, 浙江 岱山 316200)

**摘要:** 【目的】外来入侵植物对其入侵地的生物多样性和生态安全造成了严重影响。本研究目的是为掌握浙江普陀山外来入侵植物的危害现状, 评估其主要危害和防控区域。【方法】对岛屿不同区域进行样方调查, 通过分布区域、优势度、浙江省外来植物入侵等级进行加权统计评分的方法, 评定各外来入侵植物的危害程度、入侵等级, 确定普陀山外来入侵植物的重点危害区域和防控区域。【结果】普陀山外来入侵植物全为草本植物, 共计 47 种, 分属于 21 科 36 属。来自美洲的入侵植物有 38 种, 占总种数的 80.85%。中度危害与严重危害的种类共 23 种; 入侵等级为 1 级与 2 级的种类共 22 种。丘陵山地、郊野荒地以及海岸滩涂是普陀山外来入侵植物的重点危害和防控区域。【结论】普陀山的外来入侵植物危害现状较为严重, 建议加大宣传力度, 开展海岛联动防控, 加强外来物品入岛检验检疫工作, 做好外来植物应用前的入侵危害风险评估与防控工作预案。表 1 参 31

**关键词:** 外来入侵植物; 浙江普陀山; 种类组成; 原产地; 入侵等级; 重点危害与防控区域

**中图分类号:** Q948      **文献标志码:** A      **文章编号:** 2095-0756(2020)04-0737-08

## Species components and hazards of alien invasive plants in Putuoshan Island, Zhejiang Province

ZHU Junyi<sup>1</sup>, HU Junfei<sup>2</sup>, OU Danyan<sup>2</sup>, HUANG Yan<sup>3</sup>, WEI Zilu<sup>1</sup>, WU Haozhengji<sup>1</sup>, JIN Shuihu<sup>1</sup>

(1. College of Forestry and Biotechnology, Zhejiang A&F University, Hangzhou 311300, Zhejiang, China; 2. Putuo Public Utilities Management Office, Zhoushan 316107, Zhejiang, China; 3. Daishan Urban Administration Bureau, Daishan 316200, Zhejiang, China)

**Abstract:** [Objective] Alien invasive plants have huge negative impacts on the biodiversity and ecological security of native ecosystems. This research aims to understand the situation of invasive plants in Putuoshan Island, Zhejiang Province. [Method] Sample surveys were conducted in different areas of Putuoshan Island. According to the weighted statistics of distribution area, coverage and the Zhejiang invasion level, the harm degree and invasion grade of various invasive plants were assessed, and the key harm areas, and prevention and control areas of invasive plants in Putuoshan Island were determined. [Result] There were totally 47 alien invasive species of plants, belonging to 36 genera of 21 families, and all of them being herbaceous. Moreover, out of total observed invasive species, 80.85% (38 species) were found to be native of America. 23 species of plants were in moderate or serious harm, and 22 species could be seen in plants belonging to class I and class II degree. [Conclusion] Hilly mountains, desolated land and coastal wetlands are important ecological regions of Putuoshan Island where control of alien invasive species is much needed. Since the present situation of invasive plants in Putuoshan Island is serious, it is necessary to increase publicity about bad impacts of invasive species, carry out joint programs to control their spreading, and strengthen the quarantine inspection of alien

收稿日期: 2019-09-12; 修回日期: 2020-03-07

作者简介: 朱峻熠, 从事植物分类研究。E-mail: 524334569@qq.com。通信作者: 金水虎, 教授, 从事植物分类和植物资源研究。E-mail: jsh501@163.com

plants into the island. Additionally, adequate risk assessment of non-native plants should be carried out before their intentional application to prevent and control any invasive hazards in future. [Ch, 1 tab. 31 ref.]

**Key words:** alien invasive plants; Putuoshan Island; species composition; country of origin; intrusion level; key hazard and prevention area

外来入侵植物 (alien invasive plants) 是指那些原自然分布区属于其他地区但由于某种原因传入本地或引入当地后逸为野生, 并对当地生物多样性构成一定威胁、对农林业生产造成一定危害的物种<sup>[1]</sup>。生物入侵是造成全球生物多样性丧失的第二大因素, 仅次于土地利用变化<sup>[2]</sup>。外来植物的入侵对涵养水源、维持生物多样性和生态平衡等都有不同程度的影响, 开展入侵植物的防控已受到世界各国的重视<sup>[3-4]</sup>。调查研究外来入侵植物的危害, 结合当地实际环境情况, 开展相应的科学有效的防控及合理利用是研究外来入侵植物的主要内容<sup>[5-7]</sup>。海岛生态相对脆弱, 外来植物的入侵对其生物多样性、生态安全的危害更是难以估量。目前, 对海岛外来入侵植物多侧重于入侵种类、危害程度调查研究等方面。开展普陀山不同区域外来入侵植物调查, 评估其主要危害和防控区域, 可为实施针对性的有效防控提供依据。

## 1 调查地概况

浙江普陀山属于舟山群岛的重要海岛, 位于杭州湾口南缘, 舟山群岛东部海域, 地处 29°58'03"~30°02'03"N, 122°21'06"~122°24'09"E, 陆地面积 11.82 km<sup>2</sup>, 海岸线长 32.7 km<sup>[8]</sup>。全岛被流纹质熔结花岗岩覆盖, 受海潮冲击造就了特有的地质结构, 形成了优美独特的海岛自然风貌。普陀山地势西北高峻, 东南平缓, 最高处海拔 286.3 m。普陀山地处亚热带海洋型季风气候区, 四季分明, 气候湿润, 季风明显, 雨量充沛。据历年气象资料统计, 年平均气温为 16.1 ℃, 最热 8 月平均最高气温 30.1 ℃, 最冷 1 月平均最低气温 3.2 ℃。

普陀山生境类型多样, 可划分郊野荒地、丘陵山地、果园农地、园林绿地、海岸滩涂和库塘堤岸 6 个区域。郊野荒地面积约 0.033 km<sup>2</sup>, 主要位于普陀山北侧合兴村周围; 丘陵山地面积约 8.626 km<sup>2</sup>, 全岛分布; 果园农地面积 0.173 km<sup>2</sup>, 分布于南部望海楼、梵山, 中部佛顶山, 北部龙头生态园和合兴村等地的茶园果园; 园林绿地面积 0.340 km<sup>2</sup>, 主要集中在南部西天景区居住区、单位绿地及沿路绿地等地; 海岸滩涂面积 0.188 km<sup>2</sup>, 环岛分布于六岙气门、千步沙、百步沙、金沙、虢虎沙、后岙沙等; 库塘堤岸面积 2.460 km<sup>2</sup>, 包括星散分布的龙沙水库、合兴水库、外岙水库等 6 座水库, 以及六岙海堤等。

普陀山植被类型丰富, 在中国植被区划中属于中亚热带常绿阔叶林北部亚地带, 物种组成多样。据调查, 共有维管植物 168 科 719 属 1 484 种 (含种下等级)。

## 2 调查研究方法

在全面踏查、整理资料的基础上, 参考中国外来入侵植物名单和名录确定普陀山外来入侵植物种类<sup>[9-10]</sup>, 按照恩格勒系统进行分类整理, 确定各入侵植物的生活型<sup>[11-12]</sup>; 参考吴征镒对植物科、属的分布区类型的研究<sup>[13-14]</sup>, 划分普陀山外来入侵植物的分布区类型; 2015-2017 年不同的物候期, 在郊野荒地、丘陵山地、果园农地、园林绿地、海岸滩涂和库塘堤岸各区域内随机设置 10~15 个 2 m×2 m 的草本样方, 参考相关文献<sup>[15]</sup>, 调查计算各入侵植物的重要值, 并根据重要值划定优势度, 进而评定其危害程度和入侵等级。

危害程度用优势度和分布区域加权计算。根据样方调查结果, 将各入侵种的重要值化为 4 个等级的优势度并赋值: 第 1 档赋值 10 分, 每增加 1 档相应增加 10 分。对各入侵种分布区域赋值: 在 1 个区域分布记作 10 分, 每增加 1 个区域加记 10 分。

考虑到入侵植物在样地中的优势度更能反映其危害程度, 将其优势度权重定为 0.7, 分布区域的权重定为 0.3, 重要值=(相对密度+相对频度+相对盖度)/3, 危害程度=0.7×优势度+0.3×入侵区域分布值。

入侵等级用危害程度和浙江省外来入侵植物危害程度等级加权计算<sup>[16]</sup>。对浙江省入侵植物危害程度等级赋值: 每一级别 10 分, 最高 30 分; 危害程度沿用之前计算结果。入侵植物的危害程度更能反映普

陀山当地入侵情况，所以占权重 0.7，浙江入侵植物危害程度等级分值占权重 0.3，即入侵等级=0.7×危害程度+0.3×浙江省入侵植物危害等级。

综合分析各区域内入侵植物的种类数量、危害程度和入侵等级，确定普陀山外来入侵植物的重点危害与防控区域。

### 3 结果与分析

#### 3.1 物种组成与生活型

3.1.1 物种组成 经调查整理，普陀山外来入侵植物共计 47 种，分属于 21 科 36 属(表 1)。其中数量最多的为菊科 Asteraceae，有 15 种，占总入侵植物的 31.91%；旋花科 Convolvulaceae 5 种，占 10.64%；禾本科 Poaceae 和豆科 Leguminosae 各有 3 种，各占 6.38%；苋科 Amaranthaceae、大戟科 Euphorbiaceae、伞形科 Umbelliferae、茄科 Solanaceae 均有 2 种，各占总种数的 4.26%；只有 1 个种的有酢浆草科 Oxalidaceae、唇形科 Labiatae、藜科 Chenopodiaceae、紫茉莉科 Nyctaginaceae、商陆科 Phytolaccaceae、落葵科 Basellaceae、石竹科 Caryophyllaceae、十字花科 Brassicaceae、小二仙草科 Haloragaceae、玄参科 Scrophulariaceae、车前科 Plantaginaceae、桔梗科 Campanulaceae 和雨久花科 Pontederiaceae，均分别占总种数的 2.13%。

3.1.2 生活型 普陀山外来入侵植物全为草本植物，其中：1、2 年生草本植物共 31 种，如大狼把草 *Bidens frondosa*、鬼针草 *B. pilosa* 等，占总种数的 65.96%；多年生草本共 9 种，如喜旱莲子草 *Alternanthera philoxeroides*、美洲商陆 *Phytolacca americana* 等，占总种数的 19.15%；草质藤本植物 7 种，如赤小豆 *Vigna umbellata*、圆叶牵牛 *Ipomoea purpurea* 等，占总种数的 14.89%。草本植物具有更好的生态适应性，同时有不少种类，如菊科植物等种实量大，且容易传播等是其种类数量较多的原因之一。

#### 3.2 原产地与分布区类型

3.2.1 原产地 普陀山外来入侵植物的原产地主要在美洲、欧洲、非洲、亚洲和大洋洲六大洲(少量种类同时来自不同洲，均重复统计)。其中 38 种来自于美洲，占总种数的 80.85%；有 7 种来自于欧洲，占总种数的 14.89%；各有 4 种来自于亚洲和非洲，各占总种数的 8.51%；1 种来自于大洋洲，占总种数的 2.13%。

3.2.2 分布区类型 参考世界种子植物分布区类型<sup>[13-14]</sup>，从科的分布区类型看，普陀山外来入侵植物主要来自于世界广布型的科(1 型)，占总科数 21 科中的 16 个，包括有菊科(15 种)、旋花科(5 种)、禾本科(3 种)、豆科(3 种)等共计 41 种，占总种数的 87.23%。从属的分布区类型来看，除去世界广布(1 型)的 13 属，普陀山外来入侵植物还包括热带成分(2、6 型)共计 17 属，21 种，温带成分(8、10 型)共计 6 属，7 种。可见普陀山外来入侵植物主要以热带成分为主。

#### 3.3 危害程度和入侵等级

3.3.1 危害程度 普陀山 47 种外来入侵植物危害程度的计算结果分值区间为 10~46 分，将其划分为 4 个级别：严重危害、中度危害、轻度危害和潜在危害。普陀山 47 种外来入侵植物中，严重危害的植物(大于 35 分)共计 8 种，占总数的 17.02%，有喜旱莲子草、土荆芥 *Chenopodium ambrosioides*、凤眼莲 *Eichhornia crassipes* 等。中度危害的(25~35 分)共计 15 种，占总数的 31.91%，如大花金鸡菊 *Coreopsis grandiflora*、田菁 *Sesbania cannabina* 等。轻度危害的(15~25 分)共计 13 种，占总数的 27.66%，如有紫茉莉 *Mirabilis jalapa*、圆叶牵牛等。潜在危害的植物(小于 15 分)共计 11 种，占总数的 23.41%，如田野水苏 *Stachys arvensis*、费城飞蓬 *Erigeron philadelphicus* 等。

3.3.2 入侵等级 普陀山 47 种外来入侵植物的入侵等级分值区间 10~42 分，将其入侵等级划分为 5 级。1 级入侵植物(大于 30 分)：指在普陀山分布广泛，且已对生态环境和经济造成较严重影响。2 级入侵植物(22~30 分)：指在普陀山分布较广，对生态环境和经济造成较大影响。3 级入侵植物(17~22 分)：指在普陀山分布较少，对生态环境和经济造成一定影响，或分布较广，仅具潜在危害的入侵植物。4 级入侵植物(13~17 分)：指在普陀山局部分布，对生态环境和经济尚未造成影响，且难以形成新的入侵发展趋势。5 级入侵植物(小于 13 分)：指在普陀山偶有分布，不影响生态环境和不造成经济损失<sup>[17-18]</sup>。入侵等级为 1 级的外来入侵植物共计 9 种，占总数的 19.15%，如加拿大一枝黄花 *Solidago*

*canadensis*、三裂叶薯 *Ipomoea triloba* 等。入侵等级为 2 级的外来入侵植物共计 13 种, 占总数的 27.66%, 如阿拉伯婆婆纳 *Veronica persica*、北美独行菜 *Lepidium virginicum* 等。入侵等级为 3 级的入侵植物共计 12 种, 占总数的 25.53%, 如紫茉莉、睫毛牛膝菊 *Galinsoga ciliata* 等。入侵等级为 4 级的入侵植物共计 8 种, 占总数的 17.02%, 有牛茄子 *Solanum capsicoides*、赤小豆等。入侵等级为 5 级的入侵植物共计 5 种, 占总数的 10.64%, 有粉绿狐尾藻 *Myriophyllum aquaticum*、硬雀麦 *Bromus rigidus* 等。

### 3.4 重点防控区域

普陀山郊野荒地、丘陵山地、果园农地、园林绿地、海岸滩涂和库塘堤岸 6 个不同区域外来植物入侵情况见表 1。普陀山的郊野荒地共有外来入侵植物 43 种, 占总数的 91.49%, 如皱果苋 *Amaranthus viridis*、飞扬草 *Euphorbia hirta* 等。丘陵山地共有外来入侵植物 40 种, 达总种数的 85.11%, 如土荆芥、毛果甘薯 *Ipomoea cordatotriloba* 等。果园农地区域范围较小, 分布有外来入侵植物共计 26 种, 占总数的 55.32%, 如钻形紫菀 *Aster subulatus*、藿香蓟 *Ageratum conyzoides* 等。园林绿地共分布有外来入侵植物 22 种, 占总数的 46.81%, 有北美车前 *Plantago virginica*、野胡萝卜 *Daucus carota* 等。海岸滩涂共分布有外来入侵植物 16 种, 占总数的 34.04%, 如裸柱菊 *Soliva anthemifolia*、美洲商陆等。库塘堤岸分布有外来入侵植物共计 23 种, 占总数的 48.94%, 有一年蓬 *Erigeron annuus*、凤眼莲等。

分析普陀山外来入侵植物在各区域的种类数量和入侵等级, 发现丘陵山地和郊野荒地 2 个区域的种类不仅数量明显较其他区域多, 且其入侵等级较高的种类数量所占比例也显著较高, 属于普陀山外来入侵植物的重点危害区域与防控区域。尽管海岸滩涂的外来入侵植物种类最少 (16 种), 但大多属于危害等级较高的入侵植物, 入侵等级 1 级和 2 级的入侵植物共有 10 种, 占海岸滩涂总入侵植物的 62.5%。同时, 滩涂是进山游客的重要聚集地, 游客的大量活动给外来植物的入侵扩散提供了便利条件。如普陀山的百步沙是蒺藜草 *Cenchrus echinatus* 在浙江唯一的分布点, 调查发现其在普陀山的分布范围因人类无意的传播而快速蔓延, 因而将海岸滩涂也列入普陀山的重点防控区域。

## 4 结论与讨论

### 4.1 普陀山外来入侵植物现状

通过对普陀山外来入侵植物的调查统计, 发现海岛上的外来入侵植物种类较多, 分属于 21 科, 共计 47 种, 占全国现有外来入侵植物 283 种的 16.61%<sup>[19]</sup>, 占浙江外来入侵植物 166 种的 28.31%<sup>[16]</sup>, 这与普陀山独特的地理位置, 海岛气候, 以及多样的生境和植被类型等自然条件有密切的关系<sup>[20]</sup>。普陀山外来入侵植物种类最多的 3 个科依次为菊科、旋花科、禾本科, 其顺序与浙江全省的菊科、豆科、禾本科, 以及和同属浙江舟山嵊泗县花鸟岛的菊科、旋花科、禾本科的排序一致度较高<sup>[21]</sup>, 其排序基本反映了浙江全省的情况, 可作为浙江东南沿海海岛的代表。

普陀山外来入侵植物的原产地也比较集中, 主要以热带成分为主。其外来入侵植物原产地来自于美洲的有 38 种, 占总种数的 80.85%, 来自于欧洲占 14.89%。与浙江全省的情况对照, 其排序完全一致, 但普陀山来自美洲的比例高于全省的 57.79%, 来自欧洲的比例低于全省 19.59%<sup>[16]</sup>。除气候因素, 这或许与普陀山独特的地理位置及海岛环境和外来人员与物资有关。

外来入侵植物的入侵等级通常依据种群现状和危害程度进行划分<sup>[15]</sup>。普陀山 47 种外来植物的入侵等级普遍较高, 危害方式多样。其中入侵等级为 1 级与 2 级的种类共达 22 种, 危害程度达到中度及以上的有 23 种植物, 1 级入侵等级占比 19.15% 高于浙江省的 13.86%, 9 种 1 级入侵植物中有 6 种同属浙江省 1 级危害程度, 分别是加拿大一枝黄花、喜旱莲子草、土荆芥、凤眼莲、钻形紫菀、藿香蓟, 而美洲商陆、北美车前、三裂叶薯 3 种植物因在普陀山岛上广泛分布且数量较大, 从而危害程度和入侵等级更高, 反映了普陀山外来入侵植物较严重的危害程度。

外来入侵植物的扩散与生境及人为干扰密切相关<sup>[22]</sup>。丘陵山地、海岸滩涂人员活动相对集中, 郊野荒地相对疏于管理, 导致了其外来入侵植物种类相对集中, 且入侵等级较高, 是普陀山外来入侵植物的重点防控区域。结合普陀山外来植物的入侵等级, 将喜旱莲子草、加拿大一枝黄花、美洲商陆、北美车前和蒺藜草列为普陀山重点防控种类。蒺藜草虽暂时还未在普陀山出现爆发性繁殖, 入侵等级较低, 但参考其在中国北方地区对生态环境、畜牧业和经济造成的巨大损失, 以及普陀山作为浙江的唯一分布

表 1 普陀山外来入侵植物种类统计表

Table 1 Species of alien invasive plants in Putuoshan Island

科名/科分布区类型	属名/属分布区类型	入侵物种	优势度	入侵区域	入侵等级	原产地
藜科 Chenopodiaceae/1	藜属 <i>Chenopodium</i> /3	土荆芥 <i>Ch. ambrosioides</i>	++++ D、E、F、H、L		1	热带美洲
苋科 Amaranthaceae/1	莲子草属 <i>Alternanthera</i> /2	喜旱莲子草 <i>A. philoxeroides</i>	++++ C、D、E、F、H、L		1	巴西
	苋属 <i>Amaranthus</i> /1	皱果苋 <i>A. viridis</i>	+ D、F		3	南美洲
紫茉莉科 Nyctaginaceae/3	紫茉莉属 <i>Mirabilis</i> /3	紫茉莉 <i>M. jalapa</i>	+ D、F、H、L		3	热带美洲
商陆科 Phytolaccaceae/2	商陆属 <i>Phytolacca</i> /2	美洲商陆 <i>Ph. americana</i>	++++ C、D、E、F、H、L		1	北美洲
落葵科 Basellaceae/2	落葵薯属 <i>Anredera</i> /3	落葵薯 <i>A. cordifolia</i>	+ H		4	南美洲
石竹科 Caryophyllaceae/1	蝇子草属 <i>Silene</i> /8	西欧蝇子草 <i>S. gallica</i>	+ C、D、E、H、L		3	欧洲西部
十字花科 Brassicaceae/1	独行菜属 <i>Lepidium</i> /1	北美独行菜 <i>L. virginicum</i>	++ D、E、F、H		2	北美洲
豆科 Leguminosae/1	草木樨属 <i>Melilotus</i> /10	黄香草木樨 <i>M. officinalis</i>	+++ C、D、E、H		2	西亚至南欧
	田菁属 <i>Sesbania</i> /2	田菁 <i>S. cannabina</i>	++ C、D、E、F、H		2	大洋洲
	豇豆属 <i>Vigna</i> /2	赤小豆 <i>V. umbellata</i>	++ D、E、H、L		4	西亚和欧洲
酢浆草科 Oxalidaceae/1	酢浆草属 <i>Oxalis</i> /1	红花酢浆草 <i>O. corymbosa</i>	+++ D、E、F、H、L		3	南美热带
大戟科 Euphorbiaceae/2	大戟属 <i>Euphorbia</i> /1	泽漆 <i>Eu. helioscopia</i>	+ C、D、E、H		4	欧洲和非洲
		飞扬草 <i>Eu. hirta</i>	+ D、H		4	热带美洲
小二仙草科 Haloragaceae/1	狐尾藻属 <i>Myriophyllum</i> /1	粉绿狐尾藻 <i>M. aquaticum</i>	+ E、L		5	南美洲
伞形科 Umbelliferae/1	胡萝卜属 <i>Daucus</i> /8	野胡萝卜 <i>D. carota</i>	++ C、D、E、F、H、L		2	欧洲
	天胡荽属 <i>Hydrocotyle</i> /2	南美天胡荽 <i>H. verticillata</i>	+ E、L		4	热带美洲
旋花科 Convolvulaceae/1	番薯属 <i>Ipomoea</i> /2	毛果甘薯 <i>I. cordatotriloba</i>	+ H、D、F、E		3	美洲
		瘤梗甘薯 <i>I. lacunosa</i>	+++ H、D		2	北美洲
		牵牛 <i>I. nil</i>	++ D、F、H、L		2	南美洲
		圆叶牵牛 <i>I. purpurea</i>	+ D、F、L		3	美洲
		三裂叶薯 <i>I. triloba</i>	+++ D、E、F、H、L		1	西印度群岛
唇形科 Labiatae/1	水苏属 <i>Stachys</i> /1	田野水苏 <i>S. arvensis</i>	+ D、H		5	欧洲、西亚和北非
茄科 Solanaceae/1	酸浆属 <i>Nicandra</i> /1	假酸浆 <i>N. physalodes</i>	+ D、F、H		4	秘鲁
	茄属 <i>Solanum</i> /1	牛茄子 <i>S. surattense</i>	+ F		4	巴西
玄参科 Scrophulariaceae/1	婆婆纳属 <i>Veronica</i> /8	阿拉伯婆婆纳 <i>V. persica</i>	+++ D、F、H、L		2	西亚
车前科 Plantaginaceae/1	车前属 <i>Plantago</i> /1	北美车前 <i>P. virginica</i>	+++ C、D、F、H、L		1	北美洲
桔梗科 Campanulaceae/1	异檐花属 <i>Triodanis</i> /2	卵叶异檐花 <i>T. biflora</i>	+ D、H、L		4	美洲
菊科 Asteraceae/1	藿香蓟属 <i>Ageratum</i> /3	藿香蓟 <i>A. conyzoides</i>	+++ D、H、F		1	热带美洲
		紫菀属 <i>Aster</i> /1	钻形紫菀 <i>A. subulatus</i>	++ C、D、F、H、L	1	北美洲
		夏威夷紫菀 <i>A. sandwicensis</i>	++ D、F、H、L	3	夏威夷	
	鬼针草属 <i>Bidens</i> /1	大狼把草 <i>B. frondosa</i>	+++ D、H	2	北美洲	
		鬼针草 <i>B. pilosa</i>	++ D、H	2	美洲	
	金鸡菊属 <i>Coreopsis</i> /2	大花金鸡菊 <i>C. grandiflora</i>	+ C、D、E、F、H、L	3	美国	
	野茼蒿属 <i>Crassocephalum</i> /6	野茼蒿 <i>C. crepidioides</i>	+ D、E、F、H	3	非洲	
		飞蓬属 <i>Erigeron</i> /1	一年蓬 <i>E. annuus</i>	+++ D、E、F、H、L	2	北美洲
			野塘蒿 <i>E. bonariensis</i>	++ C、D、E、H	2	南美洲
			小蓬草 <i>E. canadensis</i>	++ C、D、E、H	2	北美洲
			费城飞蓬 <i>E. philadelphicus</i>	+ D、H	5	北美洲
			苏门白酒草 <i>E. sumatrensis</i>	+ C、D、E、H	2	南美洲
	牛膝菊属 <i>Galinsoga</i> /1	睫毛牛膝菊 <i>G. ciliata</i>	+ D、F、H	3	墨西哥	
裸柱菊属 <i>Soliva</i> /3	裸柱菊 <i>S. anthemifolia</i>	+ C、D	5	南美洲		
一枝黄花属 <i>Solidago</i> /8	加拿大一枝黄花 <i>S. canadensis</i>	++++ C、D、E、F、H、L	1	北美洲		
禾本科 Poaceae/1	雀麦属 <i>Bromus</i> /8	硬雀麦 <i>B. rigidus</i>	+ D、H	5	欧洲和非洲	

表 1 (续)

Table 1 Continued

科名/科分布区类型	属名/属分布区类型	入侵物种	优势度	入侵区域	入侵等级	原产地
		扁穗雀麦 <i>B. catharticus</i>	+	D、F、H	3	南美洲
	蒺藜草属 <i>Cenchrus</i> /2	蒺藜草 <i>C. echinatus</i>	+	D、H	3	热带美洲
雨久花科 Pontederiaceae/2	凤眼莲属 <i>Eichhornia</i> /3	凤眼莲 <i>E. crassipes</i>	++++	D、E、L	1	巴西

说明:世界种子植物分布区类型:1.世界广布;2.泛热带;3.东亚(热带、亚热带)及热带南美间断;6.热带亚洲至热带非洲;8.北温带;10.旧世界温带。入侵区域缩写含义:C.海岸滩涂;D.郊野荒地;E.库塘堤岸;F.果园农地;H.丘陵山地;L.园林绿地。拉丁学名参考《浙江植物志》,部分根据《浙江种子植物检索鉴定手册》和《中国植物志》订正

点,将其列入重点防控种类以尽早在暴发前抑制、清除<sup>[23-24]</sup>。

#### 4.2 普陀山外来入侵植物的管理对策

无意引入和自然传播是普陀山外来入侵植物入侵的主要途径,也使得普陀山外来入侵植物的管理更为复杂。普陀山为著名的5A级风景区,拥有多个轮船码头和1个机场,每年有700余万游客进出,巨大的人流和物流给外来植物入侵提供了通道与便利。海岛季风也会带着外来植物的种子,飘落到岛上生根繁殖。随着经济的发展,普陀山与外界的联系会越发频繁,外来入侵植物进入岛屿的可能性也会随之加大。外来入侵植物具有易于入侵传播的特征,一旦暴发,便难以控制,将对普陀山相对脆弱的岛屿生态系统带来巨大的风险。

建议开展与舟山本岛乃至宁波港的海岛联动检查防控<sup>[25]</sup>,加强对游客和车辆的检验检疫,特别留意具有特殊种实传播结构的植物<sup>[26]</sup>。在游客入岛渡口设立外来入侵植物危害防控知识宣传牌,对码头和载运游客的渡轮进行定期的消毒清扫,拒绝外来有害植物的繁殖体随人流、物流进岛而引入。

针对普陀山外来入侵植物的现状与可能面临的入侵危害风险,提倡大力发展应用乡土植物,在引种和应用国外植物时,需提前做好入侵危害的风险评估,做好防控工作预案<sup>[27-28]</sup>。做好自然生态系统保护和恢复工作的同时,建议重点抓好丘陵山地、郊野荒地和海岸滩涂等重点危害区域与危害种类的防控工作;加强动态监测,开展外来入侵植物生物特性、种群动态、扩散潜力和防控措施与效果等研究,实施切实有效的防控措施<sup>[29-31]</sup>。

## 5 参考文献

- [1] 赵雨云,龙梅芳.生物入侵名词匡正[J].安徽农学通报,2006,12(9):36.  
ZHAO Yuyun, LONG Meifang. Biological invasion noun [J]. Anhui Agric Sci Bull, 2006, 12(9): 36.
- [2] SALA O, CHAPIN III F, GARDNER R, et al. Global Change. Biodiversity and Ecological Complexity[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1999, 1999: 304-328.
- [3] 叶頔,李景文,尚红喜.北京市湿地植物多样性及旱生植物入侵对生物多样性的影响[J].科学技术与工程,2006,6(18):1671-1815.  
YE Di, LI Jingwen, SHANG Hongxi. Plant diversity and impact by xerophytes invasion in wetland in Beijing [J]. Sci Technol Eng, 2006, 6(18): 1671-1815.
- [4] 李振宇,解焱.中国外来入侵种[M].北京:中国林业出版社,2002.
- [5] 苏琴.化学防治与生物防治的优缺点浅析[J].北方农业学报,2011(6):84-85.  
SU Qin. Analysis on the advantages and disadvantages of chemical control and biological control [J]. J Northern Agric, 2011(6): 84-85.
- [6] 张可,冯芹,张建红.浅谈生物入侵的危害及防治措施[J].四川林勘设计,2012(2):66-69.  
ZHANG Ke, FENG Qin, ZHANG Jianhong. Analysis on the harm of biological invasion and its control measures [J]. Sichuan For Explor Design, 2012(2): 66-69.
- [7] LEVINE J M. Species diversity and biological invasions: relating local process to community pattern [J]. Science, 2000, 288(5467): 852-854.

- [8] 刘翔宇, 何东, 田文斌, 等. 浙江普陀山岛森林木本植物的种间关联格局[J]. *植物生态学报*, 2017, **41**(12): 1219 – 1227.  
LIU Xiangyu, HE Dong, TIAN Wenbin, *et al.* Patterns of species associations in woody plants in forest communities of Putuoshan Island, Zhejiang, China [J]. *Chin J Plant Ecol*, 2017, **41**(12): 1219 – 1227.
- [9] 徐海根, 强胜. 中国外来入侵物种编目[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2004.
- [10] 马金双. 中国入侵植物名录[M]. 北京: 高等教育出版社, 2013.
- [11] 浙江植物志编委会. 浙江植物志[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1993.
- [12] 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.
- [13] 吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 等. 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.  
WU Zhengyi, ZHOU Zhekun, LI Dezhu, *et al.* The areal-types of the world families of seed plants [J]. *Acta Bot Yunnan*, 2003, **25**(3): 245 – 257.
- [14] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. *植物资源与环境学报*, 1991, **13**(增刊 4): 1 – 3.  
WU Zhengyi. The areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. *Plant Diversity*, 1991, **13**(suppl 4): 1 – 3.
- [15] 李飒, 汤升虎, 董万鹏, 等. 贵州省植物园入侵植物危害程度评价[J]. *贵州科学*, 2018, **36**(3): 1 – 3.  
LI Sa, TANG Shenghu, DONG Wanpeng, *et al.* Evaluation of the harm extent of invasive plants in Guizhou Botanical Garden [J]. *Guizhou Sci*, 2018, **36**(3): 1 – 3.
- [16] 闫小玲, 寿海洋, 马金双. 浙江省外来入侵植物研究[J]. *植物分类与资源学报*, 2014, **36**(1): 77 – 88.  
YAN Xiaoling, SHOU Haiyang, MA Jinshuang. The alien invasive plants in Zhejiang Province, China [J]. *Plant Diver Resour*, 2014, **36**(1): 77 – 88.
- [17] 汪远, 李惠茹, 马金双. 上海外来植物及其入侵等级划分[J]. *植物分类与资源学报*, 2015, **37**(2): 185 – 202.  
WANG Yuan, LI Huiru, MA Jinshuang. Alien plants in Shanghai and rating of their invasion [J]. *Plant Diver Resour*, 2015, **37**(2): 185 – 202.
- [18] 严靖, 闫小玲, 王樟华, 等. 安徽省外来入侵植物的分布格局及其等级划分[J]. *植物科学学报*, 2017, **35**(5): 679 – 690.  
YAN Jing, YAN Xiaoling, WANG Zhanghua, *et al.* Distribution pattern and rating of alien invasive plants in Anhui Province [J]. *Plant Sci J*, 2017, **35**(5): 679 – 690.
- [19] 丁炳扬, 胡仁勇. 温州外来入侵植物及其研究[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2011.
- [20] 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.
- [21] 何伟平, 宋盛, 张瑜飞, 等. 浙江海岛外来入侵植物调查分析: 以嵊泗县花鸟岛为例[J]. *华东森林经理*, 2017, **31**(4): 28 – 32.  
HE Weiping, SONG Sheng, ZHANG Yufei, *et al.* Analysis of the investigation results for the plants invasive from outside on the islands off the coast of Zhejiang Province: taking Huaniao island in Shengsi county as an example [J]. *East China For Manage*, 2017, **31**(4): 28 – 32.
- [22] 石洪山, 曹伟, 高燕, 等. 东北草地外来入侵植物现状与防治策略[J]. *草业科学*, 2016, **33**(12): 2485 – 2493.  
SHI Hongshan, CAO Wei, GAO Yan, *et al.* Situation and control strategies of alien invasive plants in Northeast China grasslands [J]. *Pratacult Sci*, 2016, **33**(12): 2485 – 2493.
- [23] 安瑞军, 王永忠, 田迅. 外来入侵植物: 少花蒺藜草研究进展[J]. *杂草学报*, 2015, **3**(1): 27 – 31.  
AN Ruijun, WANG Yongzhong, TIAN Xun. Research progress of the invasive plant: *Cenchrus pauciflorus* [J]. *Weed Sci*, 2015, **3**(1): 27 – 31.
- [24] 胡冬冬, 马丹丹, 刘建强, 等. 普陀山禾本科 1 种浙江分布新记录植物——蒺藜草[J]. *浙江林业科技*, 2009, **29**(6): 64 – 65.  
HU Dongdong, MA Dandan, LIU Jianqiang, *et al.* A new record of *Gramineae* in Zhejiang [J]. *J Zhejiang For Sci Technol*, 2009, **29**(6): 64 – 65.
- [25] 蒋奥林, 朱双双, 李晓瑜, 等. 2008–2016 年间广州市外来入侵植物的变化分析[J]. *热带亚热带植物学报*, 2017, **25**(3): 288 – 298.  
JIANG Aolin, ZHU Shuangshuang, LI Xiaoyu, *et al.* Dynamic changes in alien invasive plants in Guangzhou during 2008–2016 [J]. *J Trop Subtrop Bot*, 2017, **25**(3): 288 – 298.
- [26] 张秋霞, 李德宝, 夏顺颖, 等. 云南入侵植物的生物学性状初步研究[J]. *广西植物*, 2018, **38**(3): 269 – 280.  
ZHANG Qiuxia, LI Debao, XIA Shunying, *et al.* Biological traits of alien invasive plants in Yunnan Province [J]. *Guihaia*,

- 2018, **38**(3): 269 – 280.
- [27] 陈洁君, 王晶. 我国外来入侵生物防控科技进展[J]. *生物安全学报*, 2018, **27**(1): 16 – 19.  
CHEN Jiejun, WANG Jing. Progress in prevention and control of invasive species in China [J]. *J Biosafety*, 2018, **27**(1): 16 – 19.
- [28] 侯新星, 辛建攀, 陆梦婷, 等. 江苏外来入侵植物区系、生活型及繁殖特性[J]. *生态学杂志*, 2019, **38**(7): 1982 – 1990.  
HOU Xinxing, XIN Jianpan, LU Mengting, *et al.* Analysis of flora, life form and reproductive characteristics of alien species in Jiangsu Province [J]. *Chin J Ecol*, 2019, **38**(7): 1982 – 1990.
- [29] 周雨露, 李凌云, 高俊琴, 等. 种间竞争对入侵植物和本地植物生长的影响[J]. *生态学杂志*, 2016, **35**(6): 1504 – 1510.  
ZHOU Yulu, LI Lingyun, GAO Junqin, *et al.* Effects of interspecific competition on the growth of invasive and native species [J]. *Chin J Ecol*, 2016, **35**(6): 1504 – 1510.
- [30] 蒋奥林, 朱双双, 陈雨晴, 等. 中国香港外来入侵植物[J]. *广西植物*, 2018, **38**(3): 289 – 298.  
JIANG Aolin, ZHU Shuangshuang, CHEN Yuqing, *et al.* Alien invasive plants in Hong Kong [J]. *Guihaia*, 2018, **38**(3): 289 – 298.
- [31] 李根有, 金水虎, 袁建国. 浙江省有害植物种类、特点及防治[J]. *浙江林学院学报*, 2006, **23**(6): 614 – 624.  
LI Genyou, JIN Shuihu, AI Jianguo. Species, characteristics and control measures of injurious plants in Zhejiang Province [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2006, **23**(6): 614 – 624.