

衢州市衢江区森林、草地、湿地生态系统外来入侵物种普查与风险评估

韩斐斐^{1*}, 王柏昌¹, 马 超^{2#}

¹国家林业和草原局华东调查规划院, 浙江 杭州

²浙江华东林业工程咨询设计有限公司, 浙江 杭州

收稿日期: 2025年9月30日; 录用日期: 2025年10月27日; 发布日期: 2025年11月3日

摘 要

目的: 系统掌握衢江区森林、草地、湿地生态系统中外来入侵物种的种类、分布、危害程度及风险等级, 为区域生态安全管理提供科学依据。方法: 依据《全国森林、草原、湿地生态系统外来入侵物种普查技术规程》开展实地踏查、样地调查、样方调查与标本采集, 结合遥感数据与历史资料, 对浙江省重点外来入侵物种进行普查, 并依据《森林、草地、湿地生态系统外来入侵物种风险评估指标体系》开展风险评估。结果: 共记录外来入侵物种13种, 其中植物10种、脊椎动物1种、无脊椎动物1种、植物病原微生物1种, 累计发生面积30991.23亩。松材线虫、福寿螺和加拿大一枝黄花为区域重点高危物种, 风险等级分别为一级和二级。结论: 衢江区外来入侵物种呈现扩散趋势, 需加强早期监测、风险评估与综合治理, 建立跨区域协同管理机制。

关键词

外来入侵物种, 生态系统, 普查, 风险评估

Census and Risk Assessment of Alien Invasive Species in Forest, Grassland and Wetland Ecosystems of Qujiang District, Quzhou City

Feifei Han^{1*}, Baichang Wang¹, Chao Ma^{2#}

¹East China Academy of Inventory and Planning of NFGA, Hangzhou Zhejiang

²Zhejiang East China Forestry Engineering Consulting & Design Co., Ltd., Hangzhou Zhejiang

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 韩斐斐, 王柏昌, 马超. 衢州市衢江区森林、草地、湿地生态系统外来入侵物种普查与风险评估[J]. 林业世界, 2026, 15(1): 1-12. DOI: 10.12677/wjf.2026.151001

Abstract

Objective: To systematically identify the species, distribution, damage levels, and risk grades of alien invasive species in forest, grassland, and wetland ecosystems in Qujiang District, providing a scientific basis for regional ecological security management. **Method:** Following the *Technical Regulations for the National Census of Alien Invasive Species in Forest, Grassland and Wetland Ecosystems*, we conducted field reconnaissance, sample-plot and quadrat surveys, and specimen collection, integrated remote-sensing data with historical records to census the priority alien invasive species in Zhejiang Province, and performed risk assessments according to the *Risk Assessment Indicator System for Alien Invasive Species in Forest, Grassland and Wetland Ecosystems*. **Result:** A total of 13 alien invasive species were recorded, including 10 plant species, 1 vertebrate, 1 invertebrate, and 1 plant pathogenic microorganism, with a cumulative affected area of 30991.23 mu. *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhner), *Pomacea canaliculata* Lamarck and *Solidago canadensis* L. were identified as high-risk species in the region, with risk levels classified as Grade I and Grade II. **Conclusion:** Alien invasive species in Qujiang District show a trend of spread. Enhanced early monitoring, risk assessment, and integrated management are urgently needed, along with the establishment of a cross-regional collaborative management mechanism.

Keywords

Invasive Alien Species, Ecosystem, Census, Risk Assessment

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

外来物种入侵(Invasive Alien Species, IAS)是全球性生态安全问题, 已成为影响生物多样性、生态系统稳定性和农林牧渔生产的重要因素。中国是全球受外来入侵物种影响最严重的国家之一[1]。为落实国家生物安全战略, 2021 年国家五部门联合发布《进一步加强外来物种入侵防控工作方案》[2], 明确提出在全国范围内开展外来入侵物种普查[3] [4]。

浙江省于 2022 年启动森林、草地、湿地生态系统外来入侵物种普查工作[5] [6], 衢江区作为典型丘陵山区, 生态系统类型多样, 人为活动频繁, 具备外来物种入侵的典型风险特征。本研究基于浙江省统一部署, 系统开展衢江区外来入侵物种普查与风险评估, 旨在为区域生态安全提供数据支撑与决策依据。

2. 研究区域

2.1. 基本情况

衢江区位于浙江省西部, 金衢盆地西缘, 是衢州市区的重要组成部分, 介于东经 118°41'51"~119°06'39", 北纬 28°31'~29°20'之间, 东西宽 38.1 公里, 南北长 87.9 公里, 土地总面积 1748 平方公里。衢江区属亚热带季风气候区, 因冬季受大陆气团控制, 夏季受海洋气团影响, 具有四季分明、冬夏长春秋短、光照充足、降雨丰沛而季节分配不均的地带性特征。衢江区位于金衢盆地中西部, 地势由南、北部之高山峻

岭分别向中部倾斜,依次为中山、中低山、丘陵、平原,呈阶梯形过渡,同时又从南西向北东方向张开,构成畚箕状的盆地地形,境内河流东西横贯,南北汇流。

2.2. 资源概况

(1) 森林资源

衢江区林地大部分分布在南北部山区,总面积 1,568,467 亩,占土地总面积的 59.84%。

(2) 湿地资源

衢江区湿地总面积 3572 亩,占土地总面积的 1.36%。全区湿地主要为内陆滩涂,大多分布在乌溪江国家湿地公园、下中洲省级湿地公园、衢江月牙湖滩林湿地、衢江前松园洪泛湿地和衢江灰坪天坑湿地。

(3) 草地资源概况

衢江区草地主要为其他草地,总面积 22,248 亩,占土地总面积的 8.49%。在全区零星分布。

2.3. 外来入侵物种情况

根据衢江区历年外来入侵物种资料查证,截止 2022 年,衢江区往年共发现外来入侵物种 23 种,其中植物 19 种,病虫害 4 种,其种类、分布以及发生情况来源于 2022 年 3 月区县上报数据,详见表 1 和表 2。

Table 1. List of invasive alien plants in Qujiang District
表 1. 衢江区外来入侵植物情况

序号	入侵 物种名称	拉丁名	发生区域	发生生境	入侵途径	危害方式	发生面积 或长度
1	南美天胡荽	<i>Hydrocotyle verticillata</i> Thunb.	全旺镇(红岩村)	沟渠	水景植物	排挤、覆 盖、化感	0.2 千米
2	喜旱莲子草	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	高家镇(凌村村) 大洲镇(东岳村、外 焦村、石屏村、五石埂村、沧南村) 横路办事处(贺邵溪、下山溪)	公路沿线	引作饲料	排挤、水 体污染、 堵塞航道	0.2 千米
3	长芒苋	<i>Amaranthus palmeri</i> S. Watson	横路办事处(横路、东方)			排挤	8 亩
4	刺苋	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	周家乡(三源、川坑等村) 高家镇 峡 川镇(李泽村、大李村、峡口村、后 山村、东坪村、乌石坂村、大桥 村、失母湾村、珠坞村、高岭村、 下叶村) 云溪乡(锦桥村、西垅村) 大洲镇(五石埂村、东岳村、石屏村) 杜泽镇(下溪村) 横路办事处(贺邵 溪、横路、下山溪、毛家、横路、 东方、清水) 全旺镇(马蹊村、柴公 岗、官塘、红岩村)	路边	随农作 物、蔬菜 种子带入	排挤、中 毒、刺伤	10 千米
5	三裂叶豚草	<i>Ambrosia trifida</i> L.	高家镇(划船塘村) 廿里镇(杨家突 村) 横路办事处(贺邵溪、下山溪、 横路) 全旺镇(官塘)	荒地、路 边	无意,可 能随农产 品进入	排挤、化 感、过敏	80 亩
6	马缨丹	<i>Lantana camara</i> L.	峡川镇(大桥村) 全旺镇(官塘畈)	路边	引作观赏	排挤、化 感、中毒	0.8 千米
7	大藻	<i>Pistia stratiotes</i> L.	大洲镇(东岳村、五石埂村、沧南 村、石屏村) 横路办事处(东方) 全 旺镇(红岩村、官塘畈)	河流	引作观 赏、饲料	排挤、覆 盖、水体 污染、堵 塞河道	8 千米

续表

8	加拿大一枝黄花	<i>Solidago canadensis</i> L.	全区均有分布	荒地(居多)、耕地附近	引作观赏	排挤、化感、过敏	3400 余亩
9	互花米草	<i>Spartina alterniflora</i> Loisel.	杜泽镇(文林) 全旺镇(柴公岗、立新河道)	园地、耕地、荒地附近	引作护滩、促淤、保堤	排挤、水体污染、减少水鸟生境	40 亩
10	土荆芥	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	横路办事处(横路、东方) 全旺镇(官塘茶山)	园地附近	引作药用	排挤、化感、过敏	46 亩
11	反枝苋	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	高家镇 云溪乡(棠陵邵村、西垅村) 大洲镇(石屏村) 横路办事处(贺邵溪、横路、下山溪、毛家、清水、东方) 全旺镇(柴公岗、全旺畈)	公路沿线	无意识, 随人为活动带入	排挤、化感、中毒、过敏、寄主	2 千米
12	喀西茄	<i>Solanum aculeatissimum</i> Jacquem.	全旺镇(全旺畈)	路边灌丛、荒地	无意, 人类活动带入	排挤	5 亩
13	水盾草	<i>Cabomba caroliniana</i> A. Gray	廿里镇(塘底村) 大洲镇(东岳村、沧南村、五石埂村) 横路办事处(横路、下山溪、毛家、东方) 全旺镇(柴公岗、黄毛畈村、官塘村)	池塘	引入栽培花卉	排挤、污染水体、阻碍航道	150 亩
14	大狼把草	<i>Bidens frondosa</i> L.	周家乡(丰上清、双溪等村)高家镇(全镇零星分布, 尤其是盈川、航墩、凌村等村公路沿线) 莲花镇(莲东村) 峡川镇(李泽村、大李村、峡口村、后山村、东坪村、乌石坂村、大桥村、失母湾村、珠坞村、高岭村、下叶村) 大洲镇(东岳村、石屏村、沧南村、五石埂村) 杜泽镇(杜四村) 横路办事处(贺邵溪、横路、下山溪、毛家、横路、东方、童何、清水) 全旺镇(马蹊村、红岩村、柴公岗、官塘畈)	荒地、耕地附近	无意, 可能附着人畜和货物进入	排挤	80 亩
15	毒莴苣	<i>Lactuca serriola</i> L.	高家镇(全镇零星分布) 横路办事处(贺邵溪、横路、毛家、横路、东方) 全旺镇(官塘畈)	路边、田埂附近	无意, 随作物种子带入	排挤、中毒	8 千米
16	阔叶丰花草	<i>Spermacoce alata</i> Aubl.	大洲镇(外焦村、沧南村) 全旺镇(马蹊村、柴公岗)	荒地	饲料或花卉	排挤、化感	60 亩
17	粉绿狐尾藻	<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdc.	高家镇(郑家垅头、枫树底、欧塘、中央徐等村)大洲镇(水浮莲) 横路办事处(贺邵溪、横路、东方) 全旺镇(全旺畈)	衢江沿线	引入湿地观赏、绿化	排挤、水体污染	6 千米
18	伊乐藻	<i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) H.St.John	高家镇(郑家垅头村溪滩) 峡川镇(李泽村、大李村、峡口村、后山村、东坪村、乌石坂村、大桥村、失母湾村、珠坞村、高岭村、下叶村) 云溪乡(锦桥村、西垅村) 横路办事处(贺邵溪、横路、下山溪、东方、清水) 全旺镇(立新河道)	河道内	引入水族箱供观赏及水生生态修复	排挤、堵塞河道	6 千米

续表

19	埃格草	<i>Elodea densa</i> (Planch.) Casp.	高家镇(郑家垅头、枫树底、欧塘、中央徐、松旺等村) 廿里镇(江山港沿线) 云溪乡(勃垅村、西垅村) 杜泽镇(杜一村) 横路办事处(贺邵溪、横路、毛家、横路、清水) 全旺镇(红岩村、马蹊村)	河边	引入水族箱供观赏	排挤、堵塞河道	5 千米
----	-----	--	--	----	----------	---------	------

Table 2. List of invasive alien pests and diseases in Qujiang District
表 2. 衢江区外来入侵病虫害情况

序号	入侵物种名称	拉丁名	发生区域	发生生境	入侵途径	危害方式	发生面积或长度
1	埃及吹绵蚧	<i>Icerya aegyptiaca</i> (Douglas)	周家乡(诚后、板桥等村) 莲花镇(莲东村)	柑橘地附近	-	主要危害木兰科植物	800 亩
2	日本松干蚧	<i>Matsucoccus matsumurae</i> (Kuwana.)	高家镇(凌村村)	园地附近	随着木材调运传入	危害赤松、油松、黑松以及马尾松幼树的枝干。	3 亩
3	扶桑绵粉蚧	<i>Phenacoccus solenopsis</i> Tinsley	高家镇(全镇零星分布)横路办事处(贺邵溪、下山溪)	辣椒、茄子等蔬菜种植地、柑橘园附近	主要随棉花秸秆或种子传播传入	以雌成虫和若虫吸食汁液危害	80 亩
4	福寿螺	<i>Pomacea canaliculata</i> Lamarck	周家乡(全乡水稻田) 高家镇(全镇所有沟渠、水域、稻田) 莲花镇(铜山溪、东湖畈、洞峰, 外黄, 犁金园, 杜山沿、西山下等村) 廿里镇(江山港沿线、杨村溪、万亩水田) 云溪乡(车塘、云溪、胡山、棠陵邵等村) 大洲镇(五石埂村、沧南村、东岳村)杜泽镇(杜泽畈、白水畈均有) 后溪镇(全镇) 横路办事处(贺邵溪、下山溪、横路、东方、毛家、清水、童何) 全旺镇(里舍村、全旺村、岩头村、尹家村)	水稻田(耕地)、沟渠、水域附近	食用养殖引入	啃食植物、污染水体、寄生虫等	45,000 亩

3. 普查执行情况

3.1. 普查范围

衢江区所有陆地国土上的森林、草地、湿地生态系统。重点关注浙江衢江千里岗省级自然保护区、浙江衢州紫微山国家森林公园、浙江衢江乌溪江国家湿地公园、受人为和自然干扰严重的林草湿生态系统、经济贸易往来和人类活动频繁地区等外来入侵物种重点分布区。衢江区外来入侵物种分布重点区域主要在自然保护区和北部乡镇。

3.2. 普查对象

浙江在梳理省内历年生物入侵记录、整合多方文献并征询专家意见后，从国家所列物种中进一步筛

选，最终锁定 49 种“必查对象”：其中国家级 36 种、省级新增 13 种，涵盖昆虫 12 种、植物 30 种、病原微生物 2 种、无脊椎动物 1 种及脊椎动物 4 种[5]。衢江区外来入侵物种普查对象以浙江省重点普查名单为准，详见表 3。

Table 3. List of key invasive alien species surveyed in forest-grassland-wetland ecosystems of Zhejiang Province [5]
表 3. 浙江省林草湿重点外来入侵物种普查名单[5]

序号	种类	拉丁名	物种类别	调查类别
1	悬铃木方翅网蝽	<i>Corythucha ciliate</i> Say	昆虫	国家级
2	锈色棕榈象	<i>Red Palm Weevil</i> Olivier	昆虫	国家级
3	美国白蛾	<i>Hyphantria cunea</i> Drury	昆虫	国家级
4	红火蚁	<i>Solenopsis invicta</i> Buren	昆虫	国家级
5	日本松干蚧	<i>Matsucoccus matsumurae</i> (Kuwana.)	昆虫	国家级
6	双钩异翅长蠹	<i>Heterobostrychus aequalis</i> (Waterhouse)	昆虫	国家级
7	长林小蠹	<i>Hylurgus ligniperda</i> Fabricius	昆虫	国家级
8	小圆胸小蠹	<i>Euwallacea fornicatus</i> (Eichhoff)	昆虫	国家级
9	扶桑绵粉蚧	<i>Phenacoccus solenopsis</i> Tinsley	昆虫	国家级
10	舞毒蛾	<i>Lymantria dispar</i> Linnaeus	昆虫	省级
11	橙带蓝尺蛾	<i>Milionia basalis</i> Walker	昆虫	省级
12	埃及吹绵蚧	<i>Icerya aegyptiaca</i> (Douglas)	昆虫	省级
13	松材线虫	<i>Bursaphelenchus xylophilus</i> (Steiner and Buhrer)	植物病原微生物	国家级
14	猕猴桃细菌性溃疡病菌	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>actinidiae</i> Takikawa <i>et al.</i>	植物病原微生物	国家级
15	凤眼莲	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	植物	国家级
16	互花米草	<i>Spartina alterniflora</i> Loisel.	植物	国家级
17	石茅(假高粱)	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	植物	国家级
18	豚草	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	植物	国家级
19	薇甘菊	<i>Mikania micrantha</i> Kunth in Humb.& al.	植物	国家级
20	喜旱莲子草	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	植物	国家级
21	刺苋	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	植物	国家级
22	大藻	<i>Pistia stratiotes</i> L.	植物	国家级
23	加拿大一枝黄花	<i>Solidago canadensis</i> L.	植物	国家级
24	落葵薯	<i>Anredera cordifolia</i> (Ten.) Steenis	植物	国家级
25	马缨丹	<i>Lantana camara</i> L.	植物	国家级
26	三裂叶豚草	<i>Ambrosia trifida</i> L.	植物	国家级
27	土荆芥	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	植物	国家级
28	大米草	<i>Spartina anglica</i> C. E. Hubb.	植物	国家级
29	刺萼龙葵	<i>Solanum rostratum</i> Dunal	植物	国家级
30	长芒苋	<i>Amaranthus palmeri</i> S. Watson	植物	国家级
31	粉绿狐尾藻	<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdc.	植物	国家级

续表

32	水盾草	<i>Cabomba caroliniana</i> A. Gray	植物	国家级
33	伊乐藻	<i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) H.St.John	植物	国家级
34	埃格草	<i>Elodea densa</i> (Planch.) Casp.	植物	国家级
35	反枝苋	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	植物	省级
36	南美天胡荽	<i>Hydrocotyle verticillata</i> Thunb.	植物	省级
37	五爪金龙	<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet	植物	省级
38	三裂叶薯	<i>Ipomoea triloba</i> L.	植物	省级
39	喀西茄	<i>Solanum aculeatissimum</i> Jacquem.	植物	省级
40	阔叶丰花草	<i>Spermacoce alata</i> Aubl.	植物	省级
41	大狼把草	<i>Bidens frondosa</i> L.	植物	省级
42	白花鬼针草	<i>Bidens alba</i> L.	植物	省级
43	毒莴苣	<i>Lactuca serriola</i> L.	植物	省级
44	南美蜚蠊菊	<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	植物	省级
45	福寿螺	<i>Pomacea canaliculata</i> Lamarck	无脊椎动物	国家级
46	美洲牛蛙	<i>Lithobates catesbeiana</i> Shaw	脊椎动物	国家级
47	红耳龟	<i>Trachemys scripta elegans</i> Schoepff	脊椎动物	国家级
48	鳄龟	<i>Macrolemys temmincki</i> Troost in Harlan	脊椎动物	国家级
49	家八哥	<i>Acridotheres tristis</i> Linnaeus	脊椎动物	国家级

3.3. 调查方法

(1) 踏查

选择外来入侵物种在当地生命活动最旺盛、危害特征最易识别的窗口期进行踏查，同时整个踏查借助典型危害症状反向追溯未知或可疑的外来入侵物种。覆盖衢江区 20 个乡镇(街道)，累计踏查路线 103 条，调查距离 698.14 km，覆盖面积 139.64 km²。

(2) 样地调查

踏查结束后，凡出现以下任一情形，即布设样地开展外来入侵物种详细调查：① 首次在当地露面或以往数据空白的入侵物种；② 既往资料已标明且现阶段仍呈高发态势的入侵热点区域。依据《全国森林、草原、湿地生态系统外来入侵物种普查技术规程》，要求每个乡镇林草湿范围内不少于 3 个样地，样地覆盖比例：森林区域内人工林样地累计面积原则上不应少于入侵物种寄主面积的 3%，天然林不少于 0.2%；草原和湿地区域内样地累计面积应不小于入侵物种寄主面积的 0.5%。样地面积：森林区域样地设置面积一般应为 600 m² (寒温带暖温带森林)或 1000 m² (亚热带、热带森林)；草原(湿地)区域样地设置面积一般为 100~2500 m²。根据衢江区踏查结果，共设置样地 61 个，涵盖林地、草地、湿地等生态系统类型，每个样地设置 10 个样方，共 609 个样方。

(3) 标本采集与鉴定

凡调查过程中确认的外来入侵物种，均需按规范留存凭证：需制作者即采制成标本，若属国家重点保护类或位于自然保护地内，则同步履行相关法规要求；现场无法定种的，按相关要求采集样本并详细记录采集数据，携回鉴定；不宜取样的，则尽量使用高清影像捕捉关键形态，确保鉴定依据完整。本次普查采集植物、动物、病原微生物标本共 33 份，采用形态学与分子生物学方法鉴定。

(4) 风险评估

依据《森林、草地、湿地生态系统外来入侵物种风险评估指标体系》[7], 从传入风险、扩散风险、潜在危害、防控难度四个维度进行定性与定量评估。具体指标详见表 4。

Table 4. Risk assessment index system for invasive alien species in forest-grassland-wetland ecosystems
表 4. 森林、草地、湿地生态系统外来入侵物种风险评估指标体系表

一级指标(标准层)	二级指标(标准层)	具体参数和赋分区间(具体评估指标)	数据来源
P1 传入定值风险	P11 环境因子适宜度	评估区域气候环境, 水环境的适宜度低(0~1); 评估区域气候环境, 水环境的适宜度一般(1~3); 评估区域气候环境, 水环境的适宜度高(3~4) (注: 气候因子包括温度、湿度、光照、降水等, 水生生物还需考虑水环境)	需要了解当地气候情况
	P12 食物(基质)因子的适宜度	评估区域的动物食料/昆虫、微生物寄主/土壤对植物生存适合度低(0~1); 评估区域的动物食料/昆虫、微生物寄主/土壤对植物生存适合度一般(1~3); 评估区域的动物食料/昆虫、微生物寄主/土壤对植物生存适合度高(3~4) (注: 主要考虑病虫寄主和动物食料种类、数量、分布范围, 以及区域内土壤的适宜度或适宜植物生存的土壤分布范围)	
	P13 生长繁殖特性	繁殖能力弱(0~1); 繁殖能力一般(1~3); 繁殖能力强(3~4) (注: 繁殖能力综合考虑繁殖方式(有性、无性等)、产卵数量、生长周期等)	普查数据 (分析范围)
	P14 天敌情况	分布范围(按分布的县级区划占皮风险评估区域内所有县级行政区数量的百分比计算) <2% (0~1); 2%~20% (1~3); >20% (3~4)	
P2 扩散风险	P21 分布情况	分布范围(按分布的县级区划占皮风险评估区域内所有县级行政区数量的百分比计算) <2% (0~1); 2%~20% (1~3); >20% (3~4) (分布范围)	普查数据 (分布范围)
	P22 现有管理措施	没有相应的管理措施或管理办法(0~1); 被省级列为检疫或重点管理对象(1~3); 被国家列为检疫或重点管理对象(3~4)	
	P23 传播扩散能力	仅能通过自然传播方式进行短距离传播扩散或迁徙(0~1); 仅可通过人为活动进行传播(1~3); 可以通过自然传播方式, 以及生物携带, 运输工具、包装携带等人为传播方式进行传播扩散(3~4)	普查数据 (传播途径)
	P24 适生范围	评估区域内适生地区占评估区域的比例<2% (0~1); 2%~35% (1~3); 35% (3~4) (注: 适生范围按县级行政区划数量(或按面积)计算。)	
P3 潜在危害与影响	P31 对社会经济的影响	未造成明显经济损失(0~1); 已对当地造成较大经济损失(1~3); 已在分布地区造成了极大的经济损失(3~4) (注: 造成的经济损失包括树木死亡、对林草产业和畜牧业的影响、对社会经济的影响等)	
	P32 对生态环境的影响	只危害森林、草地、湿地生态系统类型中的-1种(0~1); 危害森林、草地、湿地生态系统类型中的 2 种(1~3); 对森林、草地、湿地 3 种生态系统类型都有危害(3~4)	
	P33 危害对象重要程度	危害对象经济价值低, 对社会和生态环境的影响小(0~1); 危害对象经济价值, 以及对社会和生态环境的影响一般(1~3); 危害对象经济价值高, 对社会和生态环境的影响大(3~4) (注: 昆虫、病原微生物、线电分析危害的寄主经济价值和当地社会生态环境的危害; 动物分析其食料的经济价值和当地社会生态环境的危害; 植物分析对当地社会和生态环境造成的危害)	

续表

P4 危害控制	P41 检验鉴定识别难度	检验方法可靠、快捷(0~1); 现有检验方法可靠性很差, 花费时间长(3~4); 其它介于二者之间, 根据物种具体情况打分(1~3)
	P42 监测调查难度	监测方法简单, 易于掌握种群发生发展动态、危害的趋势等(0~1); 监测调查难度大(3~4); 其它介于二者之间, 根据物种具体情况打分(1~3)
	P43 控制管理难度	现有防治方法简单有效, 控制率>85%以上(0~1); 现有方法控制率一般, 30%~85% (1~3); 现有防治方法复杂控制率较低, 在 30%以下(3~4)

具体评估模型如下:

$$P = \sqrt[4]{P_1 * P_2 * P_3 * P_4}$$

其中:

$$P_1 = 0.3 * P_{11} + 0.3 * P_{12} + 0.2 * P_{13} + 0.2 * P_{14}$$

$$P_2 = \sqrt[4]{P_{21} * P_{22} * P_{23} * P_{24}}$$

$$P_3 = \max(P_{31}, P_{32}, P_{33})$$

$$P_4 = (P_{41} + P_{42} + P_{43})/3$$

根据上述体系表和评估模型进行计算, 评估值按表 5 所列对应等级进行判定。

Table 5. Risk classification of invasive alien species in forest-grassland-wetland ecosystems

表 5. 森林、草地、湿地生态系统外来入侵物种风险等级划分表

风险等级	风险水平	评估值	风险等级意义	管理策略
一级	高危险	2.8~4	风险高	采取严格的措施加强管理。国家和应重点关注该物种的发生危害情况, 并组织对其进行控制。
二级	中风险	1.2~2.8	风险中等	可应采取措施防范风险, 分布区域的省级防控机构应组织对其发生危害情况进行监测。
三级	低风险	0~1.2	风险低	市县级应组织对其发生危害情况进行监测

4. 普查结果与分析

4.1. 普查结果

本次调查路线共 103 条, 调查人次 188 人次, 调查距离 698.14 千米, 覆盖林草湿总面积为 209460.00 亩, 林草湿覆盖率达 13.14%, 调查样地 61 个, 物种记录条数 1832 条, 共记录到外来入侵物种 13 种, 占全省普查种类的 28.57%, 其中:

植物 10 种, 分别为: 白花鬼针草、刺苋、大狼把草、凤眼蓝、加拿大一枝黄花、阔叶丰花草、南美天胡荽、三裂叶薯、土荆芥、喜旱莲子草。

脊椎动物 1 种: 红耳龟。

无脊椎动物 1 种: 福寿螺。

植物病原微生物 1 种: 松材线虫(该数据由日常监测普查数据补充获得, 来源于近三年的秋季普查数据)。

在 13 种外来物种数量中, 松材线虫只有面积分布, 难以计数, 因此未计入占比。其它外来入侵物种

种类组成及占比见图 1。

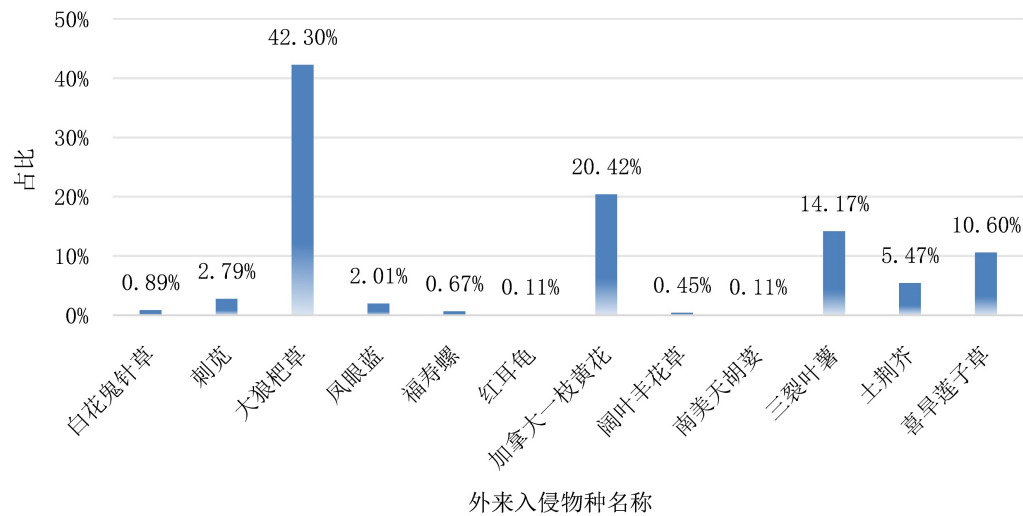


Figure 1. Species composition and proportion of invasive alien species in Qujiang District
图 1. 衢江区外来入侵物种种类组成及占比统计

4.2. 外来入侵物种趋势分析

由于人为活动以及在本区没有天敌的影响，外来入侵物种有逐步扩大的趋势，重点预防区域为城区乡镇、林地周围人为活动较为频繁的区域；重要侵入风险点为与城区紧邻的山区乡镇，外来入侵物种易由此开始在林草湿范围扩散；重点危害种类为松材线虫、福寿螺和加拿大一枝黄花。衢江区外来入侵物种分布情况详见表 6。

Table 6. Occurrence sites of invasive species in Qujiang District, Quzhou City
表 6. 衢州市衢江区外来入侵物种的分布情况

序号	物种名称	乡镇(街道)	用地类型	发生面积(亩)
1	刺苋	杜泽镇、后溪镇、黄坛口乡、全旺镇、上方镇、双桥乡、太真乡、峡川镇、周家乡	沟渠、果园、河流水面、内陆滩涂、其他草地、乔木林地、竹林地	357.32
2	加拿大一枝黄花	大洲镇、杜泽镇、浮石街道、高家镇、后溪镇、湖南镇、黄坛口乡、灰坪乡、举村乡、莲花镇、廿里镇、全旺镇、上方镇、双桥乡、太真乡、云溪乡、樟潭街道、周家乡	果园、坑塘水面、内陆滩涂、其他草地、其他林地、乔木林地、水库水面、竹林地	2696.34
3	土荆芥	大洲镇、杜泽镇、后溪镇、湖南镇、黄坛口乡、灰坪乡、全旺镇、上方镇、双桥乡、太真乡、峡川镇、周家乡	沟渠、果园、河流水面、内陆滩涂、其他草地、其他林地、乔木林地、竹林地	321.87
4	喜旱莲子草	杜泽镇、浮石街道、高家镇、后溪镇、湖南镇、黄坛口乡、莲花镇、廿里镇、全旺镇、上方镇、双桥乡、峡川镇、云溪乡、樟潭街道、周家乡	沟渠、果园、河流水面、坑塘水面、内陆滩涂、其他草地、其他林地、乔木林地、水库水面、竹林地	1210.62
5	三裂叶薯	大洲镇、杜泽镇、浮石街道、高家镇、后溪镇、湖南镇、黄坛口乡、莲花镇、全旺镇、上方镇、双桥乡、太真乡、峡川镇、云溪乡、樟潭街道、周家乡	茶园、沟渠、果园、河流水面、坑塘水面、内陆滩涂、其他草地、其他林地、乔木林地、水库水面、竹林地	2008.91

续表

6	大狼把草	大洲镇、杜泽镇、高家镇、后溪镇、湖南镇、黄坛口乡、灰坪乡、举村乡、莲花镇、岭洋乡、廿里镇、全旺镇、上方镇、双桥乡、太真乡、峡川镇、云溪乡、周家乡	茶园、沟渠、果园、河流水面、坑塘水面、内陆滩涂、其他草地、其他林地、乔木林地、水库水面、竹林地	6284.41
7	阔叶丰花草	高家镇、莲花镇	茶园、果园、其他林地	181.00
8	白花鬼针草	湖南镇、黄坛口乡、举村乡	其他草地、竹林地	124.60
9	南美天胡荽	杜泽镇	沟渠	50.96
10	凤眼蓝	杜泽镇、浮石街道、高家镇、云溪乡	坑塘水面、内陆滩涂	137.93
11	福寿螺	杜泽镇、云溪乡、周家乡	沟渠、坑塘水面、其他林地、水库水面	145.33
12	红耳龟	大洲镇	坑塘水面	63.30
13	松材线虫	大洲镇、杜泽镇、横路办事处、湖南镇、黄坛口乡、莲花镇、岭洋乡、廿里镇、全旺镇、上方镇、双桥乡、太真乡、峡川镇、周家乡	乔木林地	17408.65

*用地类型参照《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南(试行)》(自然资办发[2020]51号) [8]。

4.3. 外来入侵物种风险评估

本次普查(含松材线虫病秋季普查),共发现外来入侵物种 13 种,对其开展风险分析评估,根据评估结果、踏查和走访调查以及历史资料发现,其中对农林牧渔生产危害较大的有三种,分别是加拿大一枝黄花、福寿螺和松材线虫,详见表 7 和表 8。

Table 7. Risk assessment of invasive species in Qujiang District, Quzhou City
表 7. 衢州市衢江区外来入侵物种风险评估表

序号	中文名	拉丁名	传入定殖风险	扩散风险	潜在危害与影响	危害控制	风险值	风险等级
1	松材线虫	<i>Bursaphelenchus xylophilus</i> (Steiner and Buhner)	2.90	3.72	4.00	5.33	3.89	一级
2	福寿螺	<i>Pomacea canaliculata</i> Lamarck	3.20	2.63	3.00	2.67	2.87	一级
3	加拿大一枝黄花	<i>Solidago canadensis</i> L.	2.90	3.46	3.00	1.67	2.66	二级
4	大狼把草	<i>Bidens frondosa</i> L.	2.75	3.13	2.00	1.67	2.31	二级
5	刺苋	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	1.95	3.22	1.50	2.00	2.08	二级
6	白花鬼针草	<i>Bidens alba</i> L.	1.30	2.06	1.50	2.00	1.68	二级
7	喜旱莲子草	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	1.70	2.71	1.00	1.67	1.67	二级
8	三裂叶薯	<i>Ipomoea triloba</i> L.	1.90	3.13	0.50	1.67	1.49	二级
9	凤眼蓝	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	2.40	2.71	0.50	1.33	1.44	二级
10	土荆芥	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	1.70	2.71	0.50	1.67	1.40	二级
11	红耳龟	<i>Trachemys scripta elegans</i> Schoepff	1.60	1.46	0.50	1.67	1.18	三级
12	阔叶丰花草	<i>Spermacoce alata</i> Aubl.	1.10	1.73	0.50	1.50	1.09	三级
13	南美天胡荽	<i>Hydrocotyle verticillata</i> Thunb.	1.10	1.41	0.50	1.33	1.01	三级

Table 8. Risk classification of invasive alien species in Qujiang District, Quzhou City
表 8. 衢州市衢江区外来入侵物种风险等级划分表

风险等级	外来入侵物种	管理策略
一级	松材线虫、福寿螺	采取严格的措施加强管理。国家和应重点关注该物种的发生危害情况，并组织对其进行控制。
二级	加拿大一枝黄花、大狼把草、刺苋、白花鬼针草、喜旱莲子草、三裂叶薯、凤眼蓝、土荆芥	可应采取措施防范风险，分布区域的省级防控机构应组织对其发生危害情况进行监测。
三级	红耳龟、阔叶丰花草、南美天胡荽	市县级应组织对其发生危害情况进行监测

5. 结语

本次普查(含松材线虫病秋季普查)共记录 13 种外来入侵物种, 占浙江省 49 种重点普查物种的 26.53%, 类群构成呈现显著失衡特征: 植物类占比 76.92%(10 种), 涵盖菊科(3 种: 白花鬼针草、大狼把草、加拿大一枝黄花)、苋科(2 种: 刺苋、喜旱莲子草)等优势科; 无脊椎动物(福寿螺)、脊椎动物(红耳龟)、植物病原微生物(松材线虫)各占 7.69%。衢江区外来入侵物种呈现“多点发生、快速扩散”的趋势, 主要驱动因素包括: 人为活动频繁, 交通、贸易、旅游等带来引入风险; 生态系统破碎化, 原生植被退化, 为入侵物种提供空生态位; 缺乏有效监测与早期预警机制。

从乡镇尺度看, 杜泽镇(9 种)、黄坛口乡(8 种)为物种富集核心区, 岭洋乡(2 种)为边缘区, 呈现“人类活动密集区物种丰富度高、自然保护区及偏远山区低”的梯度特征。从生态系统尺度看, 乔木林地(松材线虫、大狼把草等)、其他草地(加拿大一枝黄花、三裂叶薯等)、内陆滩涂(凤眼蓝、喜旱莲子草等)为入侵高频生境, 合计占总发生面积的 82.3%, 反映出入侵物种对干扰生境的偏好性。

本次普查首次系统厘清了衢江区森林、草地、湿地生态系统外来入侵物种的种类、分布与危害, 数据证明该地区入侵物种以植物类为主, 优势物种扩散主导生态风险, 且防控体系存在技术、方法与机制层面的短板。未来需以科研为支撑, 通过监测技术升级、治理方法创新与防控机制完善, 构建“预防 - 治理 - 修复”一体化的综合防控体系, 全面提高对外来入侵物种的监测能力, 加强对外来入侵物种的日常管理及治理, 提升社会公众的科学认知[9], 将松材线虫、福寿螺、加拿大一枝黄花列为优先控制对象, 推动建立区域外来物种入侵防控示范区。同时, 需加强与周边区域的协同研究, 探索金衢盆地共性入侵物种的扩散规律与防控技术, 为长三角地区林草湿生态系统外来入侵物种防控提供科学参考。

参考文献

- [1] 鞠瑞亭, 李博, 陈家宽. 外来物种入侵防治的启示: 以上海世博会为视角[J]. 生物多样性, 2012, 20(3): 259-266.
- [2] 农业农村部, 自然资源部, 生态环境部, 海关总署, 国家林业和草原局. 进一步加强外来物种入侵防控工作方案[Z]. 2021-01-20.
- [3] 张国良, 付卫东, 刘坤. 防止外来物种入侵, 维护农业生态的安全[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2020.
- [4] 农业农村部, 财政部, 自然资源部, 生态环境部, 住房和城乡建设部, 海关总署, 国家林业和草原局. 关于印发外来入侵物种普查总体方案的通知(农科教发[2021]21 号) [Z]. 2021.
- [5] 浙江省林业局. 关于组织开展全省森林、草地、湿地生态系统外来入侵物种普查工作的通知(浙林湿〔2022〕21 号) [Z]. 2022.
- [6] 浙江省农业农村厅等 8 部门. 关于印发浙江省外来入侵物种普查总体方案的通知(浙农专发[2022]18 号) [Z]. 2022.
- [7] 浙江省林业局. 浙江省林业局关于进一步推进林业外来入侵物种普查工作的通知(浙林字函[2023]107 号) [Z]. 2023.
- [8] 自然资源部. 国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南[S]. 自然资办发[2023]234 号, 2023-11-22.
- [9] 卢佳, 刘诚, 侯志颖, 贾玉芳. 浙江省余杭区林湿生态系统外来入侵物种现状及防控策略[J]. 林业世界, 2024, 13(4): 261-269.