

云南高原湖滨带紫茎泽兰生态入侵机制分析与治理

任芯瑶

(西南林业大学生态与环境学院(湿地学院))

DOI: 10.65285/NLKX.V11I1.004

摘要: 紫茎泽兰 (*Ageratina adenophora*) 是中国首批公布的重点管理外来入侵物种的“头号公敌”。本研究于 2026 年 6 至 7 月对云南省阳宗海湖滨带开展植被调查,并结合滇池与抚仙湖的对比观测,分析阳宗海湖滨带外来植物入侵格局。结果表明:阳宗海四个典型群落外来物种占比介于 50% 至 100% 之间,其中一处群落本地植物完全缺失;滇池与抚仙湖已有紫茎泽兰零星分布。针对紫茎泽兰的入侵危机,本文通过梳理其入侵机制,提出了“生境阻截—种群清除—资源转化”的三级综合治理方案。

关键词: 紫茎泽兰;高原湖滨带;替代控制;资源化利用;综合治理

The Ecological Invasion Mechanism Analysis and Control of *Ageratina adenophora* in Yunnan Plateau Lakeside Zone

Xinyao Ren

College of Ecology and Environment (College of Wetlands), Southwest Forestry University

Abstract: *Ageratina adenophora* is listed as one of the most destructive invasive alien species in China. From June to July 2026, vegetation investigations were conducted in the lakeside zone of Yangzonghai Lake in Yunnan Province. Combined with comparative observations of Dianchi Lake and Fuxian Lake, this paper analyzes the invasive distribution pattern of alien plants in plateau lakeside zones. The results show that the proportion of alien species in four typical communities of Yangzonghai Lake ranges from 50% to 100%, and native plants are completely absent in one community. Sporadic distribution of *Ageratina adenophora* has been found in Dianchi Lake and Fuxian Lake. In view of the invasion risk of *Ageratina adenophora*, this paper systematically sorts out its invasion mechanism and proposes a three-level comprehensive control strategy of "habitat interception, population removal and resource transformation".

Keywords: *Ageratina adenophora*; plateau lakeside zone; alternative control; resource utilization; comprehensive governance

前言

外来植物入侵是当前全球生物多样性丧失的主要驱动因素之一,中国已成为全球遭受外来物种入侵危害最严重的国家之一。入侵植物通过资源竞争与化感作用的协同效应,可导致本地物种多样性显著下降,并改变生态系统的养分循环格局与能量流动途径^[1]。紫茎泽兰 (*Ageratina adenophora*) 作为我国危害最严重的外来入侵物种之一,自 20 世纪 40 年代由缅甸传入云南以来,已在西南地区大面积扩散,仅云南省就有 93 个县(市)有紫茎泽兰分布,面积达 250 多万公顷,占云南 80% 的土地;该物种目前仍以每年 10 至 30 公里的速度随西南季风向东部和北部扩散^[2]。

湖滨带作为水陆生态系统的关键交错区,既是生物多样性的热点区域,也是抵御外来物种入侵的最后一道生态屏障。然而,受水文周期性波动与高强度人为干扰的双重影响,湖滨带植被群落的抵抗力与恢复力相对脆弱,对外来植物入侵尤为敏感,容易导致湖滨带生态系统的退化。张瑞东等学者 2024 年调查到云南九大高原湖泊湖滨带共记

录入入侵植物 64 种,隶属 23 科 52 属。其中滇池湖滨带入侵植物多达 31 种^[3];阳宗海作为云南九大高原湖泊之一,其湖滨带长期受农业耕作与面源污染的影响,已成为观察外来植物入侵湖滨带生态系统的典型窗口。

本研究于 2026 年 6 至 7 月以阳宗海湖滨带为重点研究区域,结合滇池国家湿地公园与抚仙湖的对比观测开展了调查。

一、紫茎泽兰入侵概况

西南生态安全的“头号公敌”紫茎泽兰原产于美洲墨西哥至哥斯达黎加一带,约在 20 世纪 40 年代由缅甸首次传入我国云南临沧地区沧源、耿马等县,被俗称为“飞机草”,在 2003 年 1 月 10 日国家环保总局和中国科学院发布的 16 种《中国第一批外来入侵物种名单》中名列第一位^[4]。经半个多世纪的传播扩散,紫茎泽兰现已在我国云南、贵州、四川、广西、西藏等省区广泛分布。

(一) 旱地入侵严重影响农牧业及生态

根据 2022 至 2023 年森林、草原、湿地生态系统外

来入侵物种普查数据，紫茎泽兰在昆明市的入侵面积达 49704.3714 平方米，占全市入侵物种总面积的 86.31%，在 17 个普查单元中的风险等级均为一级高风险，是昆明市入侵面积最大、危害程度最严重的外来物种^[5]。在农业方面，被紫茎泽兰侵入 3 年后的草地，牧草基本消退；在畜牧业方面，植株含有毒物质，家畜误食可致中毒甚至死亡。据中国科学院植物研究所估计，紫茎泽兰对中国畜牧业和草原生态系统服务功能造成的损失分别为 9.89 亿元和 26.25 亿元；另据中国科学院昆明植物研究所研究，每年综合损失约 36.2 亿元人民币^[6]。

（二）湖滨带新威胁：从旱地向湿地渗透

近年该物种正在向湖滨带等湿地生态系统渗透。滇池外海一侧岸堤上，紫茎泽兰已成片生长、连续蔓延十余米。

本研究在阳宗海、南滇池、抚仙湖三处湖泊的湖滨带调查中，在滇池南岸与抚仙湖的非样方区域已记录到零星个体，表明紫茎泽兰已在湖滨带建立早期定植点，正处于从陆地向湿地生境渗透的初级阶段。湖滨带作为高原湖泊的最后一道生态屏障，一旦被紫茎泽兰侵入并形成单优群落，将对湖泊生态系统安全构成严重威胁。值得注意的是，阳宗海群落（外来种占比 100%）的极端案例说明该区域湖滨带的原生植被覆盖已出现严重退化斑块，裸露土壤与降低的生物抵抗能力契合了紫茎泽兰种子萌发与幼苗建成的偏好条件。滇池南岸与抚仙湖的零星个体记录表明，紫茎泽兰已具备向湖滨带持续输入繁殖体的现实路径。在正处于紫茎泽兰从“偶然定植”向“种群建立”转变的关键预警窗口期开展系统性风险评估与前置防控部署，是以最低生态代价遏制其湖滨带扩散的战略机遇。

二、紫茎泽兰的入侵机制

（一）化感作用

化感作用是紫茎泽兰最关键的入侵“武器”。紫茎泽兰可通过茎、叶、根系向周围环境释放化感物质，抑制本土植物的种子萌发与幼苗建成。其根际两种主要化感物质——泽兰二酮（DTD）和羟基泽兰酮（HHO）——对多种本土草本植物的胚根伸长和侧根发育具有显著抑制效应^[7]。该“化学武器”使紫茎泽兰能够在种间竞争中排挤本土植物，逐步形成大面积单优群落，导致被入侵的生态系统往往出现本地植物多样性急剧下降、群落结构趋于单一化的退化特征。

（二）根际有益菌偏利效应

紫茎泽兰入侵后能够显著改变根际土壤微生物群落结构和微环境，通过根系分泌物促进特定有益菌的选择性富集，形成对自身生长有利的植物—土壤正反馈效应^[8]。即根际土壤中蜡样芽孢杆菌的含量随紫茎泽兰入侵程度的加深而明显增加，入侵地的菌含量是非入侵地的近两倍；紫茎泽兰根系分泌物处理后，土壤中铵态氮和有效磷含量均显著增加。这一正反馈循环使紫茎泽兰能够持续维持根际微环境的“自适化”，形成了难以打破的入侵强化机制。换言之，紫茎泽兰不仅被动适应环境，还能主动改造土壤条

件以利于自身生长，也增加了治理的难度。

（三）强大的繁殖与适应能力

在繁殖策略上，紫茎泽兰兼具数量优势与途径优势。紫茎泽兰的种子小且轻，顶部长有冠毛，每株可结种子 3 至 4.5 万粒，多者可达 10 万粒，千粒重仅 0.045 克。种子不仅能靠风传播，还能靠水、动物和人类进行传播。在萌发方面，紫茎泽兰种子在 10 至 30℃ 范围内均能萌发。除有性繁殖外，紫茎泽兰的根茎也具有无性繁殖能力。其株高可达 30 至 200 厘米，在海拔 640 至 2450 米范围内均能完成生活史，一旦定植便极难彻底清除。

总的来说，紫茎泽兰的入侵是“化学抑制—土壤改造—快速繁殖”三重机制的协同结果，单一手段的防治往往难以奏效，需要采取综合性的治理策略。

三、阳宗海湖滨带外来植物入侵格局调查

（一）调查区域与方法

主要样本采集地阳宗海位于云南省昆明市东南部，属金沙江水系，是云南九大高原湖泊之一；另在滇池南岸与抚仙湖沿湖岸各预设 1 条样线，记录样线两侧出现的所有维管植物物种。在阳宗海南岸湖滨带选取四个典型植物群落斑块作为调查样点，记录全部物种并统计外来种与本土种数量。物种鉴定依据《云南植物志》及“植物智”APP，物种来源参考《中国外来入侵植物名录》^[9]。

对阳宗海与抚仙湖的草本样方计算以下多样性指数：

Shannon-Wiener 指数 $H' = - \sum (P_i \times \ln P_i)$ ，其中 $P_i = n_i/N$ ；

Pielou 均匀度指数 $J = H' / \ln S$ 。

（二）调查结果与分析

阳宗海四个典型调查群落的外来物种占比依次为 100%、71.4%、50%、57.1%（表 1），呈现出从极端入侵到中度入侵的梯度分布格局。

表 1 阳宗海四个调查植物群落的物种组成与外来种占比

群落编号	物种组成	外来种数	本土种数	外来种占比
群落 1	小蓬草、车轴草、红花酢浆草、鬼针草	4	0	100%
群落 2	银合欢、大滨菊、鬼针草、香蒲、再力花、水烛、美丽月见草	5	2	71.4%
群落 3	牛筋草、小蓬草、飞廉、白车轴草、鬼针草、两耳草、红花酢浆草、花叶滇苦菜	4	4	50.0%
群落 4	酢浆草、飞蓬、白车轴草、粉花月见草、鬼针草、细柄草、蒲公英	4	3	57.1%

注：调查时间为 2026 年 6 月 22 日至 7 月 10 日，样点位于阳宗海南岸湖滨带。

群落1全部由外来种组成,小蓬草(*Erigeron canadensis*)与鬼针草(*Bidens pilosa*)均为典型的化感型入侵植物,其入侵机制与紫茎泽兰属于同一功能类型。该点位已丧失本地植物繁殖体库的恢复能力,是湖滨带生态系统严重受损的典型示例。群落2中外来乔木银合欢(*Leucaena leucocephala*)及大型挺水植物再力花(*Thalia dealbata*)在垂直空间上构成优势层片,本土香蒲(*Typha orientalis*)与水烛(*Typha angustifolia*)仅少量残存。

(三) 入侵对群落多样性的影响

阳宗海草本样方(1×1 m)记录8个物种,其中滨菊(*Leucanthemum vulgare*)84株,占总个体数的50.9%,为绝对优势种。Shannon-Wiener指数 $H' = 1.266$, Pielou均匀度指数 $J = 0.609$ 。

抚仙湖草本样方(1×1 m)记录11个物种,个体数最多的土牛膝(*Achyranthes aspera*)287株,仅占总个体数的24.5%,物种分布相对均匀。 $H' = 2.047$, $J = 0.854$ 。

两地方物种数相近(8 vs 11),但多样性指数差异显著——阳宗海 H' 较抚仙湖低61.7%,均匀度低40.2%。这一结果表明,入侵种的爆发性优势不仅压低物种丰富度,更通过个体数量的极度集中分配显著降低群落的整体多样性,导致湖滨带生态系统功能退化。

(四) 紫茎泽兰的湖滨带渗透信号

阳宗海群落1(外来种占比100%)的极端案例说明该区域湖滨带的生态屏障已严重受损,对外来物种的抵抗力极弱。紫茎泽兰一旦借助风力或水力将种子传播至此,极有可能在短期内建立稳定种群并加速扩散。因此,当前正处于防控的关键窗口期。

四、综合治理应对方案

通过生境管理切断入侵通道,主动清除削减现有种群,建立资源化利用途径消化清除物并产生经济效益,方可形成可持续的治理闭环。

(一) 生境阻截——切断入侵通道

生境阻截的核心在于切断紫茎泽兰种子着床与幼苗建成的环境条件。紫茎泽兰种子萌发需要裸露土壤与适宜养分条件,消除“裸露土壤+养分富集”的耦合效应,可从源头上阻止其建立新种群。

(二) 种群清除——削减现有种群

针对已形成一定规模的入侵湖滨带斑块实施“物理清除+替代控制”联合修复,预计3年内样方内本土植物物种数可恢复至入侵前的70%以上,群落Shannon-Wiener指数可提升至1.8以上。50米湖滨缓冲带的划定与禁耕禁牧措施的实施,可切断紫茎泽兰种子的持续输入与幼苗建成条件。替代植物芦苇与菰同时具备水质净化功能,可协同削减入湖污染负荷。

(三) 资源转化——创收变废为宝

提取紫茎泽兰天然色素助力云南本土扎染等非遗产业

发展,制成优质生物肥^[10]反作用于当地农牧业。

结语:

紫茎泽兰入侵已从旱地向湿地渗透,阳宗海局部湖滨带已出现外来物种占绝对优势(最高达100%)的退化斑块,表明该区域生态屏障功能已严重受损,为紫茎泽兰的入侵提供了易感生境,正处于从“偶然定植”向“种群建群”转变的关键预警窗口期,亟待前置干预和采取“生境管理—种群清除—资源转化”多级联动的综合治理。建议在与阳宗海类似的高入侵风险高原湖滨带率先启动三级治理试点,建立社区参与的固定监测样线体系以追踪防控效果,并融合生态学、非遗文化保护与工程技术的跨学科综合治理协同模式,为云南九大高原湖泊及全国同类型水陆交错带的外来入侵植物早期预警与长效治理提供可资借鉴的经验范式。

参考文献:

- [1] Vilà M, Espinar J L, Hejda M, et al. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems[J]. Ecology Letters, 2011, 14(7): 702–708.
- [2] 吴鹏,等. 云南省草原中紫茎泽兰资源现状研究[J]. 林业调查规划, 2025, 50(04): 145–151.
- [3] 张瑞东,等. 云南九大高原湖泊湖滨带入侵植物物种组成与分布特征[J]. 生态环境学报, 2024, 33(3): 351–361.
- [4] 国家环保总局, 中国科学院. 中国第一批外来入侵物种名单[Z]. 2003-01-10.
- [5] 昆明市林业和草原局. 森林、草原、湿地生态系统外来入侵物种普查报告[R]. 2023.
- [6] 鲁萍,等. 外来入侵种紫茎泽兰研究进展与展望[J]. 植物生态学报, 2005(06).
- [7] 胡世俊,等. 紫茎泽兰化感作用对三种云南乡土植物种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 生态环境学报, 2016, 25(7): 1148–1154.
- [8] Sun Y Y, Zhang Q X, Zhao Y P, et al. Beneficial rhizobacterium provides positive plant-soil feedback effects to *Ageratina adenophora*[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2021, 20(5): 1327–1335.
- [9] 闫小玲,等. 中国外来入侵植物的等级划分与地理分布格局分析[J]. 生物多样性, 2014, 22(05): 667–676.
- [10] 罗昆娅. 将“生态杀手”紫茎泽兰制成优质生物肥[N]. 昆明日报, 2026-04-15(5).

作者简介:

任芯瑶(2005.02-)、女、甘肃山丹人、本科在读、研究方向: 湿地保护与恢复。