



• 研究报告 • 生物入侵专题

植物入侵导致群落谱系结构更加聚集：以广西国家级自然保护区草本植物为例

杨向林^{1,2}, 赵彩云^{1*}, 李俊生³, 种方方^{1,4}, 李文金²

1. 中国环境科学研究院生态研究所, 北京 100012; 2. 兰州大学生态学院, 兰州 730000; 3. 中国地质调查局自然资源综合调查指挥中心, 北京 100055; 4. 郑州大学生态与环境学院, 郑州 450001

摘要: 外来植物入侵威胁着自然保护区的原生群落结构和生态系统功能, 其中以草本植物尤为明显。为明晰外来入侵草本物种组成及其对保护区植物群落谱系结构的影响, 本研究对广西13个国家级自然保护区进行了野外调查, 基于1,046个样方数据并结合从GenBank获取的*rbcl*、*matK*和ITS核苷酸序列构建系统发育树, 以平均系统发育距离的标准化效应(the standardized effect size of MPD, SES.MPD)和平均最近系统发育距离的标准化效应(the standardized effect size of MNTD, SES.MNTD)两个指标衡量草本群落的谱系结构变化。结果表明: (1) 13个保护区共发现外来入侵草本植物47种, 隶属于15科38属, 32种(68.1%)为严重和恶性入侵类, 且主要是原产于美洲的一年生菊科草本。所调查的保护区均遭受入侵, 大明山保护区外来入侵植物数量最高, 达24种, 元宝山保护区外来入侵植物数量最低, 仅为5种。(2)在两种系统发育度量水平上, 无论原生草本群落的谱系结构是聚集还是发散, 8个(61.5%)保护区均由于外来物种入侵而导致草本群落的聚集性增加。本研究从系统发育的角度探索了外来入侵植物对生物多样性的影响, 为未来自然保护区的入侵植物防控提供了理论基础。

关键词: 国家级自然保护区; 草本植物; 群落系统发育结构; 外来入侵效应

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. doi: 10.17520/biods.2024175; cstr: 32101.14.biods.2024175.

Yang XL, Zhao CY, Li JS, Chong FF, Li WJ (2024) Invasive plant species lead to a more clustered community phylogenetic structure: An analysis of herbaceous plants in Guangxi's national nature reserves. Biodiversity Science, 32, 24175. doi: 10.17520/biods.2024175; cstr: 32101.14.biods.2024175.

Invasive plant species lead to a more clustered community phylogenetic structure: An analysis of herbaceous plants in Guangxi's national nature reserves

Xianglin Yang^{1,2}, Caiyun Zhao^{1*}, Junsheng Li³, Fangfang Chong^{1,4}, Wenjin Li²

1 Institute of Ecology, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China

2 College of Ecology, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

3 Command Center for Comprehensive Survey of Natural Resources, China Geological Survey Bureau, Beijing 100055, China

4 College of Ecology and Environment, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China

ABSTRACT

Aims: Invasive alien plants, particularly herbaceous species, posed a threat to the native community structure and ecosystem functions of nature reserves. This study aims to investigate the influence of invasive alien herbs on the phylogenetic structure of plant communities across 13 national nature reserves in Guangxi.

Methods: A total of 1,046 plots were surveyed for herbaceous plants in 13 national nature reserves. A phylogenetic tree was constructed using species data and nucleotide sequences, including the *rbcl*, *matK*, and ITS obtained from GenBank. The structural composition of herb communities was assessed using standardized effect sizes of mean phylogenetic distance and mean nearest-taxon distance (SES.MPD and SES.MNTD). R software was used to visualize

收稿日期 Received: 2024-05-09; 接受日期 Accepted: 2024-07-17

基金项目: 生物多样性调查评估项目(2019HJ2096001006)和国家重点研发计划(2016YFC1201100) Supported by the Biodiversity Survey and Assessment Project (2019HJ2096001006) and National Key Research and Development Program (2016YFC1201100)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: zhaocy@craes.org.cn

the phylogenetic changes in herb communities following the naturalization of invasive alien herbs.

Results: (1) Forty-seven species of invasive alien herb plants (from 38 genera and 15 families) were recorded in 13 national nature reserves. Thirty-two (68.1%) of these species were classified as serious and malignant invasive species, predominantly comprising annual Asteraceae herbs originating from the Americas. Each national nature reserve were affected by invasive alien herbs, with the highest number of species found in Damingshan National Nature Reserve (24 species) and the lowest number found in Yuanbaoshan National Nature Reserve (5 species). (2) In eight (61.5%) national nature reserves, the introduction of invasive alien herbs consistently led to reduced phylogenetic diversity at two phylogenetic levels, regardless of whether these communities were initially clustered or overdispersed. This reduction indicated increased phylogenetic clustering among herb communities.

Conclusion: Compared to communities composed solely of native species, the inclusion of invasive alien species leads to a more clustered phylogenetic structure. We examined the impacts of alien invasion on biodiversity from a phylogenetic perspective, provides a theoretical foundation for future prevention and management of invasive alien plants in nature reserves.

Key words: national nature reserves; herbaceous species; community phylogenetic structure; alien invasion effect

自然保护区在生物多样性、自然价值景观和生态系统保护方面发挥着不可替代的关键作用(Rodrigues et al, 2004; Watson et al, 2014)。全球建立的自然保护区已超过10万个(Foxcroft et al, 2017)。一般来说, 自然生态系统应比人类改造过的地区更具抵抗入侵的能力(Foxcroft et al, 2011), 然而由于面临包括旅游、偷猎、非法采伐资源(Barber et al, 2004; Rands et al, 2010)以及极端气候变化(Hannah et al, 2002)等多重压力, 入侵物种往往能突破“防线”, 并在保护区内迅速扩散传播(Foxcroft et al, 2017)。

我国67个自然保护区共发现235种外来入侵植物(Chen et al, 2021), 其中南方及沿海地区的国家级自然保护区受入侵的影响较为严重(宫璐等, 2017; 赵彩云等, 2022)。自然保护区内的中低海拔区域和道路近旁是入侵植物出现的高频地带(汤敏喆等, 2012; 高珂晓等, 2019; Li et al, 2023)。受人为影响的保护区小生境被入侵的程度更高(Spear et al, 2013; 郭朝丹等, 2021; 赵彩云等, 2022)。通常情况下, 外来植物的入侵和定殖会对当地物种多样性、土壤理化性质和生态系统的功能结构产生不利影响(李礼等, 2018; Sodhi et al, 2019; 柳晓燕等, 2021; 朱金方等, 2021)。近年来, 随着分子生物学的快速发展, 从系统发育进化维度探讨入侵物种对群落谱系结构的影响逐渐兴起。例如, Lososová等(2015)对捷克共和国88种植物群落类型的研究发现, 外来物种更倾向于入侵系统发育聚集的本地群落, 导致被入侵的植物群落谱系结构逐渐变得更加聚集单一。对北美和中国的研究结果表明, 外来物种的入侵增

加了被子植物群落在平均系统发育距离和平均最近分类群距离这两个谱系水平上的聚集程度, 从而降低了区域植物的系统发育多样性(Qian et al, 2022; Qian & Sandel, 2022)。然而, 目前此类方法多见于宏观地理空间下的观察研究, 对以自然保护区为背景的群落物种库的研究仍较为缺乏。因此, 为有效推测保护区内本地-外来植物群落间的生态进程, 有必要结合物种的分类学特征和系统发育信息, 深入揭示入侵对群落谱系多样性的影响。

广西壮族自治区位属中国低纬度地区, 地形和生境多样, 自然保护区数量众多, 使得土著植被类型在一定程度上都得到了保护(Guo & Cui, 2015; 李玉清和唐晓晖, 2022)。然而, 漫长的边境线以及频繁的人类活动还是为外来物种的侵入创造了条件, 使其成为我国遭受生物入侵比较严重的地区之一(Bai et al, 2013; 李象钦等, 2019)。当前广西发现的外来入侵植物有180–200种, 且大部分是草本植物(马金双和李惠茹, 2018; 唐赛春等, 2023)。鉴于外来物种的强繁殖适应能力(杨博等, 2010), 它们很有可能蔓延至保护区内部并大肆增长。关于广西保护区入侵植物的研究, 一些调查的时间已较为久远(韦原莲等, 2006), 其结果无法及时反映当地的入侵现况; 一些覆盖范围较小(高珂晓等, 2019; Li et al, 2023), 无法完整代表区域尺度下外来入侵植物在自然保护区内的组成分布; 而从系统发育角度探讨入侵对保护区植物多样性影响的更少。因此, 本文聚焦于广西的13个国家级自然保护区, 通过多年来的持续调查, 旨在: (1)摸清其外来入侵草本植物的物种组成和分布现状; (2)揭示外来入侵草本物种对

保护区草本植物群落谱系结构的潜在影响及其变化规律。研究结果可为认识我国热带和亚热带自然植物群落受入侵影响的普适性规律提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 研究区域

本文调查的广西13个国家级自然保护区主要分布于沿海到山地丘陵地带(21°28′–25°58′ N, 106°11′–110°31′ E), 年平均气温18.5℃, 年平均降水量2,000 mm, 占地面积30.0–582.8 km²不等, 代表了中国热带和亚热带季风生态气候区的典型栖息地(附录1–2)。

其中, 大明山国家级自然保护区从低海拔到高海拔植被类型依次为常绿阔叶林、落叶和针叶混交林以及山顶苔藓矮林等^①; 雅长兰科植物国家级自然保护区是天然的兰科植物基因库, 具有很高的科研与经济价值^②; 岑王老山国家级自然保护区拥有珍稀濒危植物高达104种, 如杪椌(*Alsophila spinulosa*)、叉孢苏铁(*Cycas segmentifida*)、伯乐树(*Bretschneidera sinensis*)等^③; 大瑶山国家级自然保护区是我国10个银杉分布区中唯一处于中亚热带南缘地带的分布区^④; 十万大山国家级自然保护区是广西季雨林和沟谷雨林的主要分布地, 尤以狭叶坡垒(*Hopea chinensis*)为常见植被类型(和太平, 2007); 九万山国家级自然保护区的地带性植被为中亚热带常绿阔叶林, 同时该区域也是中亚大陆候鸟迁徙的重要通道路线^⑤; 恩城国家级自然保护区具有典型的喀斯特地貌, 是全国为数不多黑叶猴(*Trachypithecus francoisi*)的栖息地之一^⑥; 北仑河口和山口红树林国家级自然保护区是红树林(mangrove)的主要分布区域(梁士楚等, 2004; 田禾等, 2024); 金花茶国家级自然保护区是全球金花茶的分布中心, 主要分布有东兴金花茶(*Camellia*

tunghinensis)、显脉金花茶(*C. euphlebia*)和金花茶(*C. nitidissima*)等3种金花茶组植物^⑦; 猫儿山国家级自然保护区森林覆盖率达96.8%, 拥有以热带和亚热带植物分布为主的219科782属2,120种植物(蒋得斌等, 2006); 弄岗国家级自然保护区拥有种子植物中国特有属8属, 而其中的异裂菊属(*Heteroplexis*)和异裂苣苔属(*Pseudochirita*)更是广西特有属(黄俞淞等, 2013); 元宝山国家级自然保护区是我国一级保护濒危植物元宝山冷杉(*Abies yuanbaoshanensis*)分布较集中的地区(李先琨等, 2002)。

1.2 研究方法

1.2.1 野外调查与物种数据

2015–2018年, 本研究对广西13个国家级自然保护区开展了植物调查, 调查时间集中在当地植被的生长旺季7–9月。为全面掌握每个自然保护区外来入侵草本植物的种类和数量, 在各保护区内沿其交通线路于周边生境中设置2 m × 10 m的样带, 并在样带内随机选择3–6个1 m × 1 m的样方。样带或样方的具体数量依据人类活动和野外实际状况确定。采样点主要分布在保护区的实验区和缓冲区, 少量位于核心区, 以尽可能涵盖区内干扰较为频繁的生境。我们在13个国家级自然保护区共布设246条样带1,046个样方, 包括大明山保护区26条(87个样方)、雅长兰科植物保护区29条(110个样方)、岑王老山保护区21条(106个样方)、大瑶山保护区38条(113个样方)、十万大山保护区13条(53个样方)、九万山保护区26条(134个样方)、恩城保护区27条(160个样方)、北仑河口保护区14条(58个样方)、山口红树林保护区7条(27个样方)、金花茶保护区14条(55个样方)、猫儿山保护区10条(33个样方)、弄岗保护区12条(68个样方)和元宝山保护区9条(42个样方)样带, 主要生境包括村庄、道路、河流、撂荒地和农田等。具体信息详见附录1, 附录3。

使用全球定位系统(GPS)记录样点的经纬度和海拔, 对样方内的草本植物进行鉴定并统计其种类、株数和盖度。针对初步调查数据, 参照《中国植物志》在线网站(<http://www.iplant.cn/>)和World Flora Online网站(<https://wfoplantlist.org/>), 对物种的科属组成、拉丁名称等进行了规范化处理。同时, 根据

① 吴磊 (2012) 广西大明山国家级自然保护区植物物种多样性研究. 硕士学位论文, 广西师范大学, 广西桂林.

② 李述万 (2017) 广西雅长兰科植物国家级自然保护区维管束植物物种多样性研究. 硕士学位论文, 广西师范大学, 广西桂林.

③ 刘思聪 (2017) 天然林分空间结构探究——以岑王老山国家级自然保护区为例. 硕士学位论文, 广西大学, 南宁.

④ 韦胜灵 (2017) 广西大瑶山国家级自然保护区管理评价及对策研究. 硕士学位论文, 广西大学, 南宁.

⑤ 周海峰 (2014) 广西九万山国家级自然保护区野生观赏植物资源调查研究. 硕士学位论文, 广西大学, 南宁.

⑥ 农时越 (2022) 恩城国家级自然保护区维管植物区系地理学研究. 硕士学位论文, 广西师范大学, 广西桂林.

⑦ 徐竟甯 (2014) 广西防城金花茶国家级自然保护区野生观赏植物资源调查与评价. 硕士学位论文, 广西大学, 南宁.

《中国外来入侵植物名录》(马金双和李惠茹, 2018), 补充外来物种的入侵等级、原产地、生活型等信息。其中, 《中国外来入侵植物名录》中将中国外来入侵植物分为5类: I类(恶性入侵)、II类(严重入侵)、III类(局部入侵)、IV类(一般入侵)和V类(有待观察)。由于第V类在中国是否为入侵物种尚不确定, 因此本研究将I-IV类物种归为外来入侵物种, 即对生态系统或经济活动具有有害影响的外来草本植物。

1.2.2 构建系统发育树

为了解外来入侵草本物种对保护区本地草本植物群落谱系结构的影响, 从GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>)中检索了这些物种的核酮糖-1, 5-双磷酸羧化酶/加氧酶(rubisco, *rbcL*)、巨核细胞相关酪氨酸激酶(megakaryocyte-associated tyrosine kinase, *matK*)和内源转录间隔区(internally transcribed spacer, ITS)序列以构建系统发育树。非被子植物在本次调查中较少(占调查的总物种数6.8%, 附录4-5), 但是它们在系统发育树上的分支比被子植物的长很多, 可能导致异常高的系统发育度量(Letcher, 2010), 从而模糊整体的系统发育模式。为避免这一问题, 我们参照以往的研究(Letcher, 2010; Qian et al, 2013)剔除了34种蕨类植物。对于在NCBI基因库中缺失序列的被子植物物种, 下载其近缘的同属物种序列来替代; 若同属物种序列仍旧缺失, 则将该物种排除, 以确保本研究使用的序列数据在属和种水平上尽可能全面和准确。最终, 共纳入406种物种(64科264属, 占被子植物物种总数的86.9%)进行分析, 其中包括45种(14科36属)外来入侵草本植物和361种(63科242属)本地草本植物(附录6)。Qian和Jin (2021)的研究表明, 从仅在属级解析与完全在种级解析的系统发育树中导出的指标具有高度相关性(Pearson相关系数范围为0.966至1.000)。因此, 本研究构建的系统发育树及其度量指标可被认为是稳健的。

使用在线工具 MAFFT (<https://mafft.cbrc.jp/alignment/software/>)对所有草本植物的3类基因序列数据分别进行比对(Katoh et al, 2019), 然后使用NCBI中BLAST功能来提高序列间的相似性和可靠性。利用BioEdit软件修剪间隙和离群序列(Hall, 1999), 并通过BioEdit和MEGA X软件(Kumar et al,

2018)将各序列对齐拼接, 从而形成超矩阵序列。运用MEGA X软件的MODELS功能筛选出最优进化树模型(Kumar et al, 2018), 即基于GTR + G + I (General Time Reversible + Gamma Distributed With Invariant Sites)参数模型的最大似然法(maximum likelihood, ML)。最终系统发育树的构建结果见附录6, 节点支持1,000次重复的自展分析评估检验。

1.2.3 指标计算

平均成对系统发育距离(mean pairwise phylogenetic distance, MPD)表示某单位空间内两两物种之间的系统发育距离的平均值, 能够同时反映系统发育树中的浅层和深层进化的特征(Webb et al, 2002; Tucker et al, 2017); 平均最邻近系统发育距离(mean nearest taxon phylogenetic distance, MNTD)表示每个物种与其最近缘物种的系统发育距离的平均值, 对系统发育进化树的尖端分化和姐妹分类单元更为敏感(Webb et al, 2002; Tucker et al, 2017)。本研究采用两个主要指标来描述保护区群落物种组合的系统发育结构: 平均成对系统发育距离的标准化效应(the standardized effect size of MPD, SES.MPD)和平均最邻近系统发育距离的标准化效应(the standardized effect size of MNTD, SES.MNTD)。通过对MPD和MNTD的标准化效应值(SES.MPD和SES.MNTD)进行分析, 可以揭示群落物种系统发育结构在深层和浅层水平上的组装模式。

基于系统发育树和物种多度数据矩阵, 利用R语言的picante包(Kembel et al, 2010)计算每个样方内本地草本植物群落和全部(本地和入侵)草本植物群落的SES.MPD与SES.MNTD, 计算方法如下:

$$SES.MPD = \frac{MPD_{obs} - meanMPD_{rand}}{sdMPD_{rand}} \quad (1)$$

$$SES.MNTD = \frac{MNTD_{obs} - meanMNTD_{rand}}{sdMNTD_{rand}} \quad (2)$$

式中, MPD_{obs} 或 $MNTD_{obs}$ 是观测到的MPD或MNTD值, $meanMPD_{rand}$ 和 $meanMNTD_{rand}$ 分别为零物种池获得的MPD和MNTD的平均值; $sdMPD_{rand}$ 和 $sdMNTD_{rand}$ 分别是零物种池的MPD和MNTD的标准偏差(Lososová et al, 2015)。由于系统发育多样性指数在某种程度上与物种丰富度相关(Cadotte et al, 2010), 因此采用零模型生成的标准化效应大小来进行评估。通过将系统发育树上的物种标签随机打

乱999次以模拟群落随机化, 此方法保证了观察到的物种丰富度、物种占有率和物种周转率(Wang et al, 2013)。若某样方内物种数量少于2个, 无法计算SES.MPD和SES.MNTD, 则将该样方剔除。

随后, 为了评估外来入侵物种对草本植物群落系统发育结构的影响, 即“外来效应”是否是导致植物群落系统发育结构更趋于集群或发散, 计算了全部13个保护区及单个保护区的SES.MPD和SES.MNTD的 Δ 值。 Δ SES.MPD定义为基于全部草本植物(即外来入侵物种和本地物种)的SES.MPD减去仅基于本地草本的SES.MPD (Sandel & Tsirogianis, 2016; Qian et al, 2022; Qian & Sandel, 2022)。 Δ SES.MNTD的计算方法与之同理。当 Δ SES.MPD或 Δ SES.MNTD > 0时, 表明外来入侵物种的加入导致群落差异增大, 即保护区草本植物群落结构趋于发散势(系统发育多样性提高); 当 Δ SES.MPD或 Δ SES.MNTD < 0时, 表明整个草本群落的差异减小, 系统发育结构趋于聚集(系统发育多样性降低); 当 Δ SES.MPD或 Δ SES.MNTD = 0或非常接近0时, 表明草本群落的系统发育结构无明显变化(系统发育多样性不变) (Sandel & Tsirogianis, 2016; Qian et al, 2022; Qian & Sandel, 2022)。

1.2.4 统计分析

利用R语言的iNEXT包对13个保护区所调查的草本植物群落进行基于Hill数的稀疏化和外推分析, 以评估各个保护区的调查样本量是否充足有效。该过程通过指定Hill数的多样性阶数 q 来进行计算($q =$

0时, Hill数等价于物种丰富度; $q = 1$ 时, 等价于Shannon-Wiener多样性指数; $q = 2$ 时, 等价于Simpson多样性指数) (Chao et al, 2014)。另外, 采用单样本Wilcoxon检验分析全保护区及各国家级自然保护区的 Δ SES.MPD或 Δ SES.MNTD是否显著偏离零值。草本植物群落的系统发育结构的变化通过ggplot2和tidyverse包可视化。

2 结果

2.1 外来入侵草本植物种类组成

稀疏和外推曲线显示, 13个保护区的草本植物物种丰富度、Shannon-Wiener多样性指数和Simpson多样性指数均随样本量的增加而趋于平稳, 表明此次调查取样数量足够, 满足后续分析的要求(图1)。

本次调查共记录47种外来入侵草本植物, 隶属15科38属。其中, 菊科物种最多(20种, 占外来入侵物种的42.6%); 其次为豆科(5种, 0.6%)。根据外来入侵等级划分, I级恶性外来入侵物种17种, II级严重外来入侵物种15种, III级局部外来入侵物种4种, IV级一般外来入侵物种11种。I级和II级外来入侵物种共32种, 占外来入侵草本植物总种数的68.1%。从原产地分布来看, 外来入侵物种主要来源于美洲(包括北美、南美和热带美洲), 共33种, 占入侵草本植物总种数的70.2%。生活型以一年生草本为主, 共22种, 占比46.8% (附录4)。此外, 调查还记录了454种本地草本植物, 隶属于88科297属(附录5)。

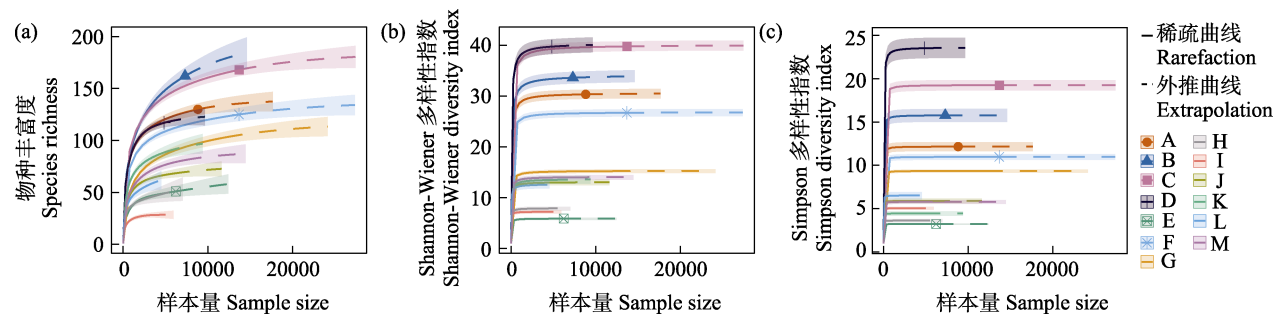


图1 广西不同国家级自然保护区草本植物群落基于Hill数的稀疏化和外推曲线。图a、b、c分别为物种丰富度、Shannon-Wiener多样性指数和Simpson多样性指数随采样个体数量的变化趋势。A-M分别代表大明山、雅长兰科植物、岑王老山、大瑶山、十万大山、九万山、恩城、北仑河口、山口红树林、金花茶、猫儿山、弄岗和元宝山国家级自然保护区。Fig. 1 Rarefaction and extrapolation curves based on Hill number of herbaceous plant communities in different national nature reserves in Guangxi. Subfigure a, b and c show the changing trends of species richness, Shannon-Wiener diversity index and Simpson diversity index with the number of sampled individuals, respectively. A-M respectively represent Damingshan, Yachang Orchid, Cenwanglaoshan, Dayaoshan, Shiwandashan, Jiuwanshan, Encheng, Beilun Estuary, Shankou Mangrove, Yellow Camellia, Maoershan, Nonggang and Yuanbaoshan national nature reserves.

2.2 外来入侵草本植物分布

所有13个国家级自然保护区均受到了外来草本植物的入侵。其中, 元宝山国家级自然保护区外来入侵植物的丰富度最低, 仅为5种; 大明山国家级自然保护区外来入侵植物的丰富度最高, 为24种(图2, 附录4)。菊科植物在各个保护区的占比普遍较高。例如, 在大明山、雅长兰科植物等10个国家级自然保护区中, 一半及以上的外来入侵草本植物隶属于菊科, 而元宝山国家级自然保护区的入侵草本植物全部为菊科植物(图3a)。从入侵等级来看, I级恶性入侵和II级严重入侵物种在每个保护区均占70%及以上(图3b), 其中大明山保护区发现的恶性入侵类(I级)物种最多, 达12种(附录4)。此外, 分布于各保护区的入侵草本植物绝大多数原产自美洲, 其占比均在75%及以上(图3c)。从生活型来看, 以短生命周期的一年生和二年生为主, 其中猫儿山和元宝山保护区尤为明显(图3d)。

2.3 保护区草本植物群落谱系结构变化

针对所调查的13个国家级自然保护区总体而言, 本地草本植物群落在平均系统发育距离和平均最邻近系统发育距离水平上的系统发育结构表现为不同的状态。其中, SES.MPD均值为0.177, 表明群落整体处于发散状态(图4a); 而SES.MNTD均值为-0.081, 显示为轻微聚集状态(图5a)。外来入

侵草本植物的引入显著改变了群落的系统发育结构。在两种水平下, 群落的谱系结构均表现出向聚集趋势的变化($P < 0.01$, 图4a, 图5a, 图6), 这表明外来入侵物种的加入导致了系统发育多样性的降低。

针对单个保护区, 在平均系统发育距离水平上, 雅长兰科植物、九万山和山口红树林保护区的本地草本植物谱系结构呈聚集状态, 其余10个保护区的系统发育结构则呈发散状态(图4)。外来入侵草本植物导致大明山、岑王老山等10个保护区的 Δ SES.MPD均显著小于零($P < 0.05$, 图6a), 群落的系统发育结构向聚集趋势改变(图4, 图6a); 山口红树林保护区的 Δ SES.MPD极显著大于零(均值为0.585, $P < 0.01$, 图6a), 即系统发育结构向发散趋势改变(图4, 图6a); 北仑河口和弄岗保护区与零值比较无显著差异($P > 0.05$, 图6a)。

在平均最邻近系统发育距离水平, 岑王老山、大瑶山、十万大山、北仑河口和弄岗保护区的本地草本谱系结构为发散状态, 其余8个保护区均为聚集结构(图5)。入侵导致岑王老山、北仑河口等9个保护区的 Δ SES.MNTD均显著小于零($P < 0.05$, 图6b), 系统发育结构向聚集趋势改变(图5, 图6b); 十万大山、山口红树林、弄岗和元宝山保护区的 Δ SES.MNTD与零值比较无显著差异($P > 0.05$, 图6b)。

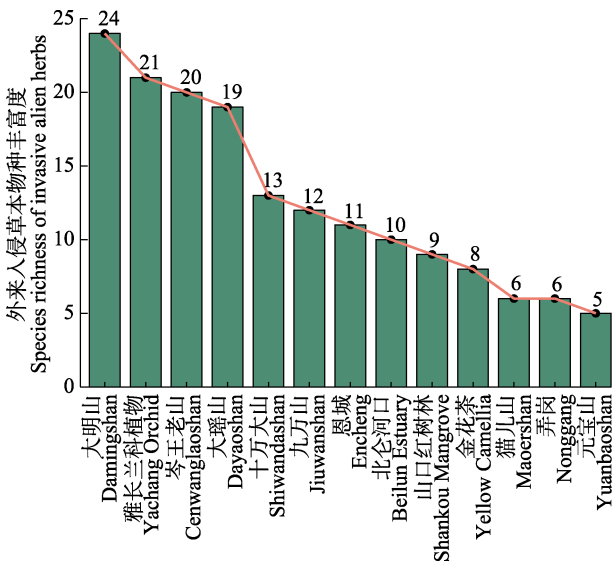


图2 广西13个国家级自然保护区外来入侵草本植物的物种丰富度

Fig. 2 Species richness of invasive alien herb plants in 13 national nature reserves of Guangxi

3 讨论

3.1 外来入侵草本植物种类特征

广西13个国家级自然保护区的外来入侵草本植物以菊科种类居多, 生活型主要为一年生或二年生, 如鬼针草(*Bidens pilosa*)、藿香蓟(*Ageratum conyzoides*)和小蓬草(*Erigeron canadensis*)等(图3, 附录4)。该类物种通常能产生大量瘦果并借冠毛随风和水流传播, 或通过附在人的衣服、畜皮毛以及交通工具上, 随人类活动而无意传播(曹婧等, 2020; 马金双, 2020)。一旦在新的栖息地定殖, 它们通常具备生长快、成熟早、适应能力强等特性, 能够在短时间内建立可繁殖性种群, 迅速占据空余的生态位并排挤本地植物, 逐渐成为优势物种(马金双和李惠茹, 2018; 唐赛春等, 2023)。此外, 也有一些外来草本植物是被人为有意引入的, 如草木犀(*Melilotus officinalis*)、南苜蓿(*Medicago polymorpha*)和紫苜蓿

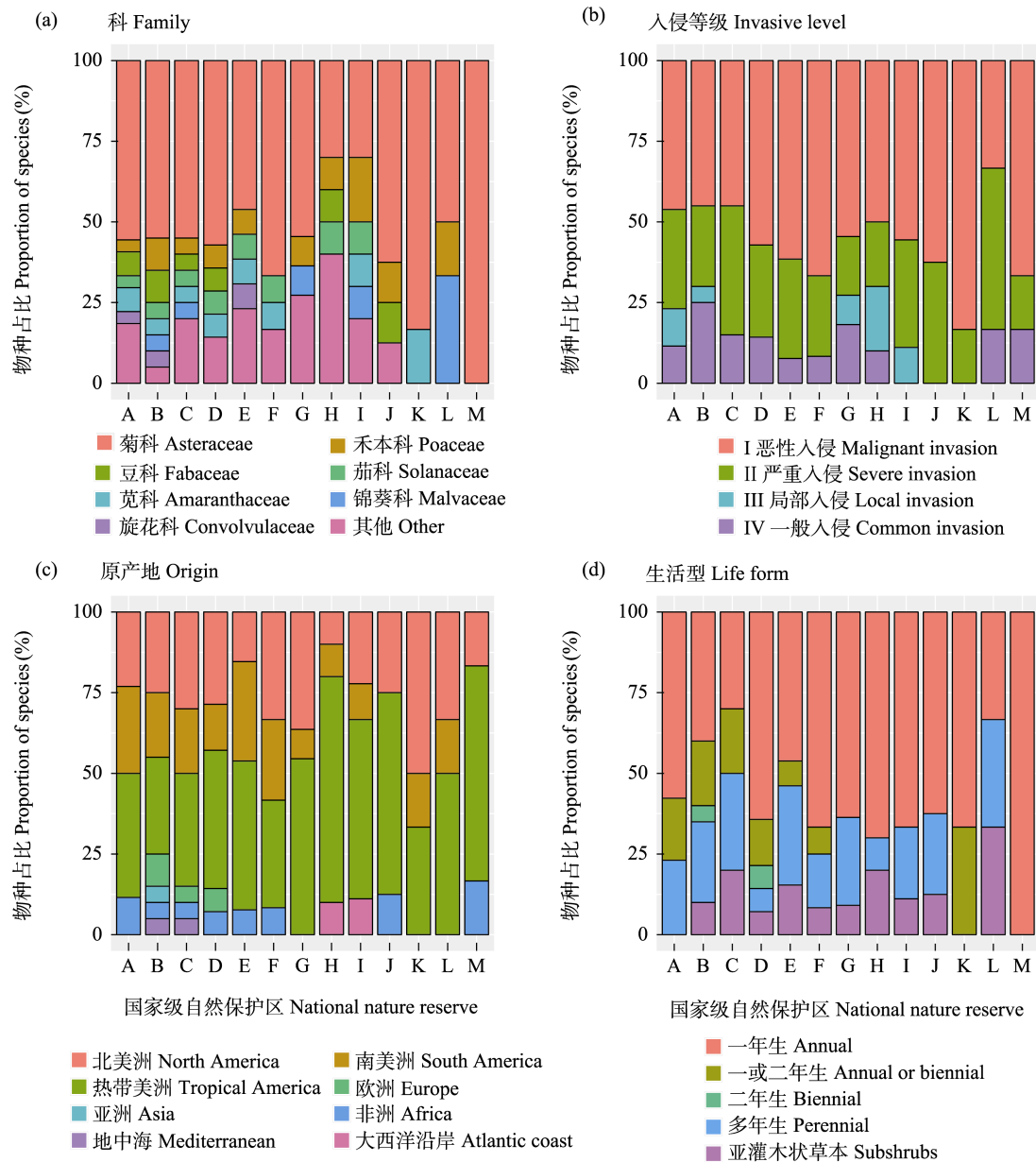


图3 广西13个自然保护区按科(a)、入侵等级(b)、原产地(c)和生活型(d)划分的外来入侵草本植物种类比例。A–M分别代表大明山、雅长兰科植物、岑王老山、大瑶山、十万大山、九万山、恩城、北仑河口、山口红树林、金花茶、猫儿山、弄岗和元宝山国家级自然保护区。

Fig. 3 Species proportions of invasive alien herbs by family (a), invasive level (b), origin (c) and lifeform (d) in each nature reserve. A–M respectively represent Damingshan, Yachang Orchid, Cenwanglaoshan, Dayaoshan, Shiwandashan, Jiuwanshan, Encheng, Beilun Estuary, Shankou Mangrove, Yellow Camellia, Maoershan, Nonggang and Yuanbaoshan national nature reserves.

(*M. sativa*)等豆科植物常用作牧草、绿肥、蜜源植物; 红花酢浆草(*Oxalis corymbosa*)和小叶冷水花(*Pilea microphylla*)等小型观赏植物, 通常在园艺贸易活动中随带土苗木传播; 垂序商陆(*Phytolacca americana*)因其药用价值而被人工栽培(曹婧等, 2020; 马金双, 2020)。

从原产地来看, 各保护区所记录的入侵草本植物大多起源于美洲, 这与云南西双版纳和高黎贡山国家级自然保护区的入侵植物调查结果一致(陶永祥等, 2017; 林若竹等, 2022)。众所周知, 美洲尤其是热带美洲, 与我国西南高温、多雨、潮湿的环境相似, 这为外来物种在广西保护区的新栖息地提供

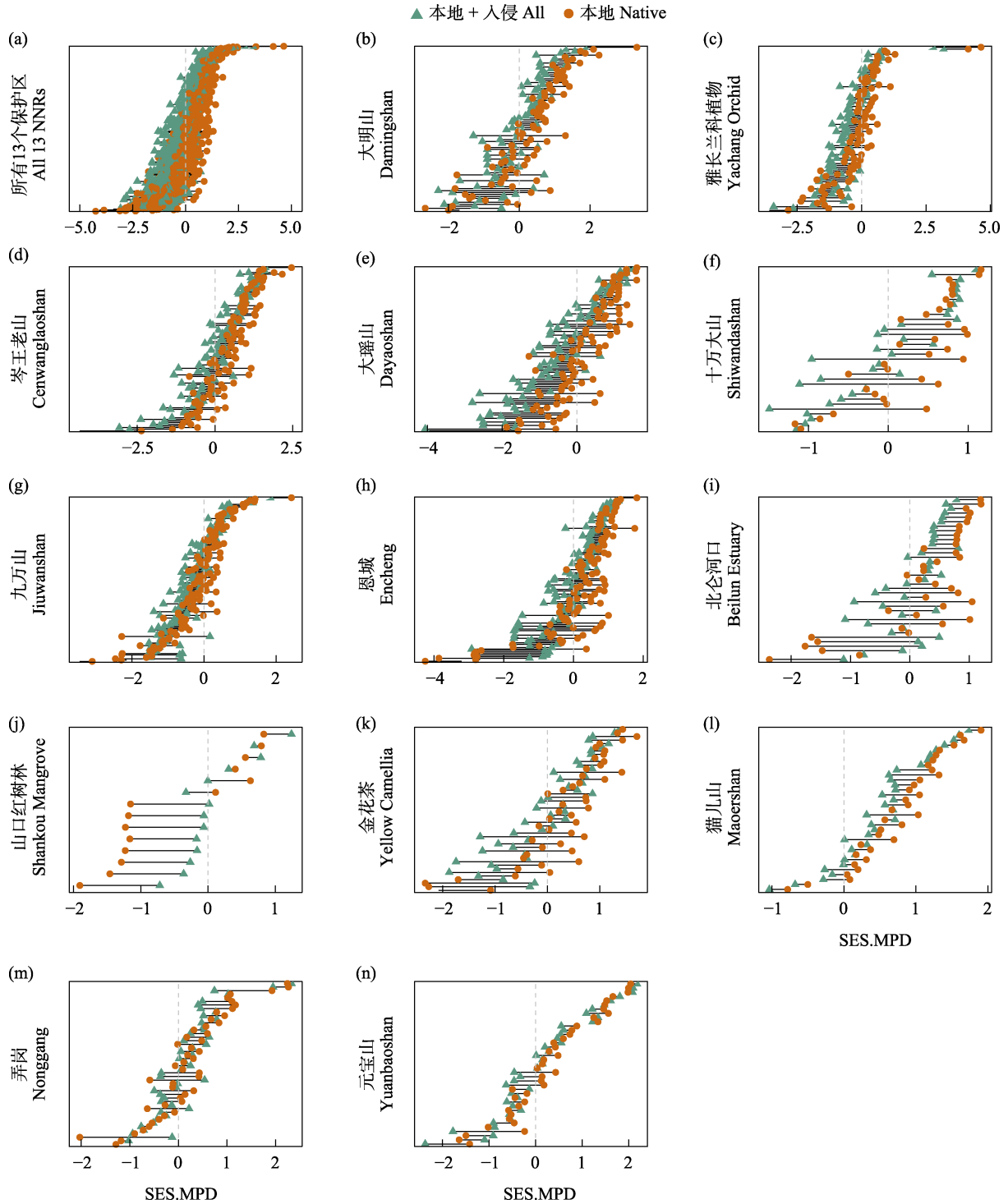


图4 广西国家级自然保护区草本植物群落平均谱系结构变化。SES.MPD: 平均谱系距离标准化效应值。从圆圈(仅本地物种)到三角(全部物种)的位移表示群落平均系统发育结构的变化。全部草本群落值 > 本地草本群落值, 表明引进外来入侵物种导致了系统发育分散; 全部草本群落值 < 本地草本群落值, 表明引进外来入侵物种导致了系统发育聚集。

Fig. 4 The changes in herbaceous plant community structure in Guangxi national nature reserves (NNRs) based on SES.MPD. SES.MPD, The standardized effect size value of mean pairwise phylogenetic distance. The displacement from circle (native assemblage only) to triangle (full assemblage) represents the changes in mean phylogenetic structure. When SES.MPD of full assemblage is greater than that of native assemblage, it indicates that the phylogenetic divergence due to the introduction of invasive alien species. Conversely, the value of full assemblage is less than the value of native assemblage, it indicates that the phylogenetic convergence due to the introduction of invasive alien species.

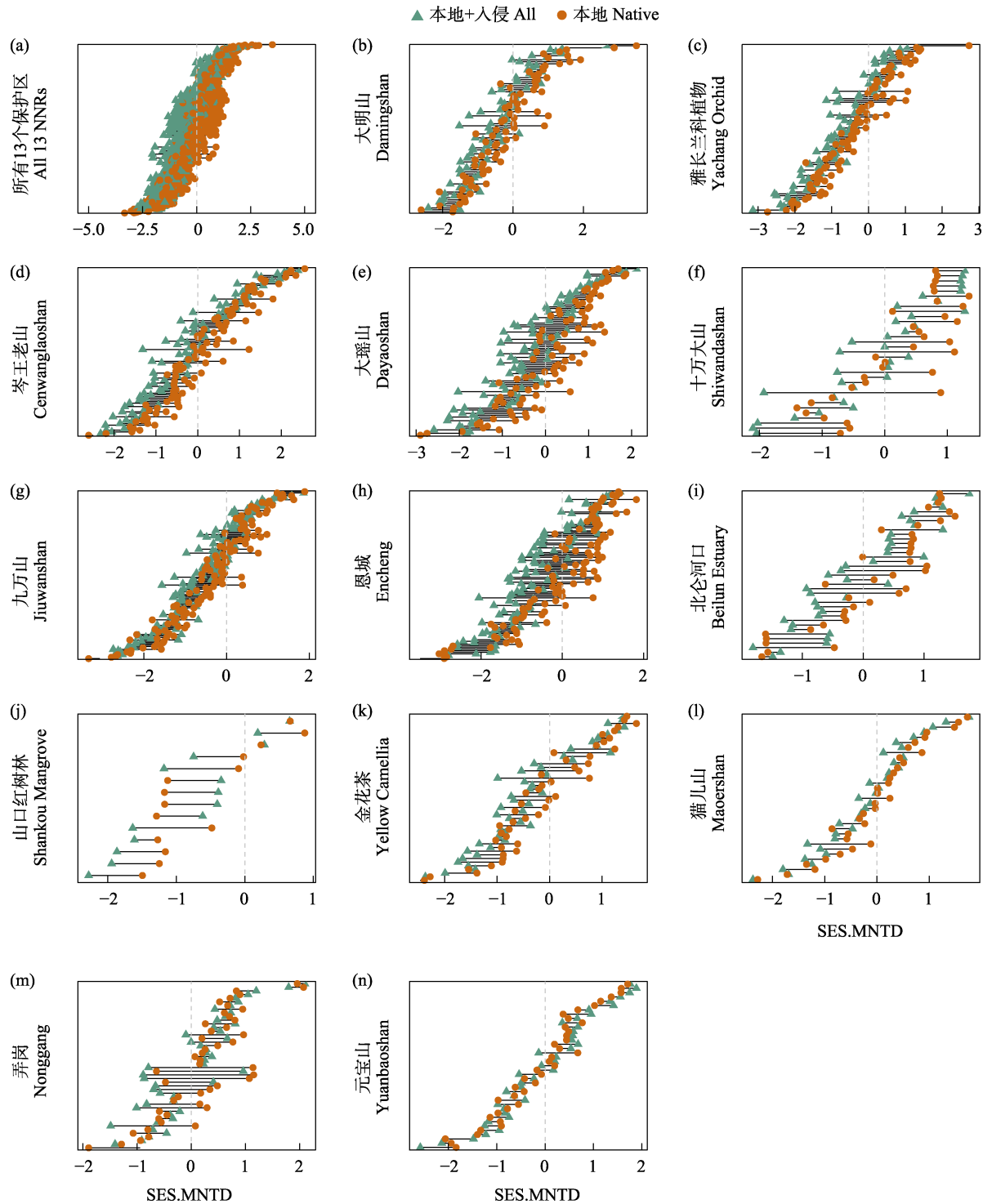


图5 广西国家级自然保护区草本植物群落平均最邻近谱系结构变化。**SES.MNTD**: 平均最邻近谱系距离标准化效应值。从圆圈(仅本地物种)到三角(全部物种)的位移表示群落平均最邻近系统发育结构的变化。全部草本群落值 > 本地草本群落值, 表明引进外来入侵物种导致了系统发育分散; 全部草本群落值 < 本地草本群落值, 表明引进外来入侵物种导致了系统发育聚集。

Fig. 5 The changes of herbaceous plant community structure in Guangxi national nature reserves (NNRs) based on SES.MNTD. SES.MNTD, The standardized effect size value of mean nearest taxon phylogenetic distance. The displacement from circle (native assemblage only) to triangle (full assemblage) represents the changes of mean nearest phylogenetic structure. The value (SES.MNTD) of full assemblage > value of native assemblage, indicating that the phylogenetic divergence due to the introduction of invasive alien species. While the value of full assemblage < value of native assemblage, indicating that the phylogenetic convergence due to the introduction of invasive alien species.

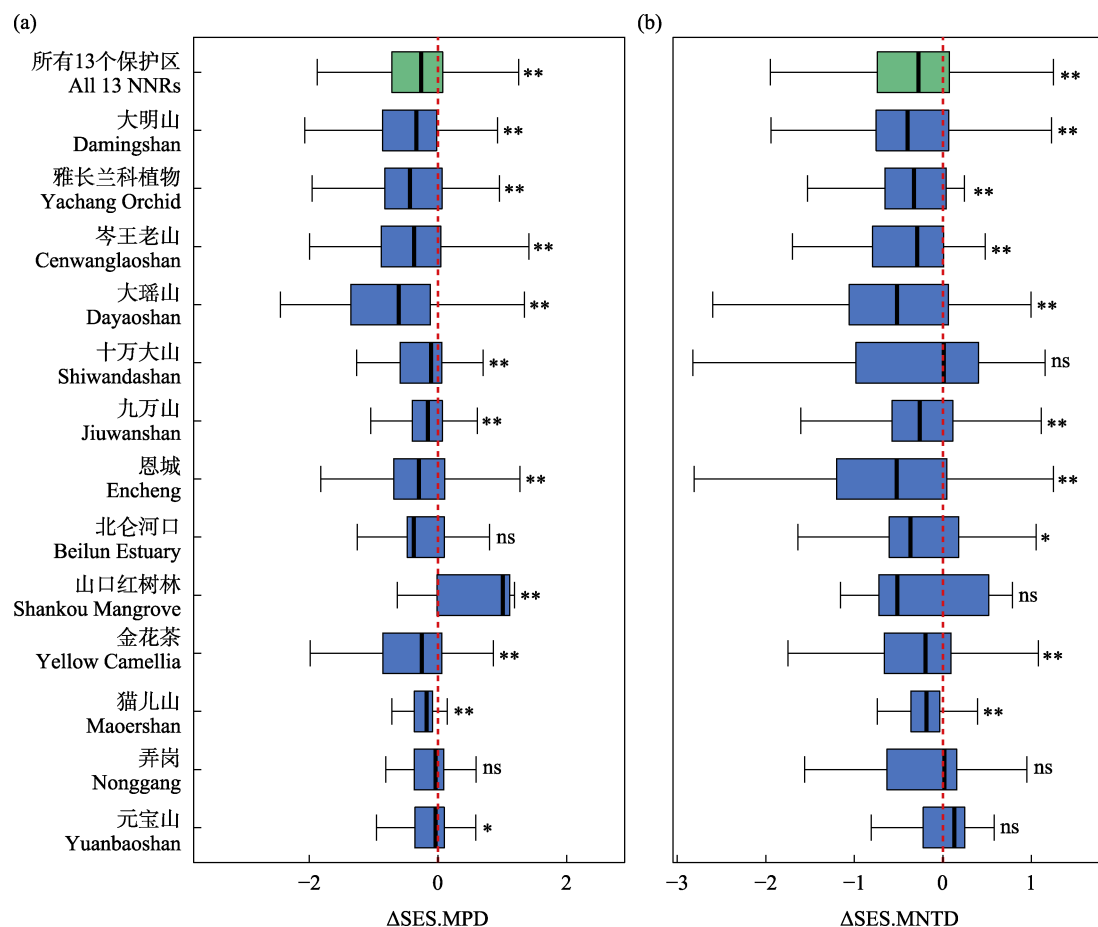


图6 广西国家级自然保护区草本植物群落 $\Delta\text{SES.MPD}$ (a)和 $\Delta\text{SES.MNTD}$ (b)的单样本Wilcoxon检验结果。 $\Delta\text{SES.MPD}$: 平均谱系距离的标准化效应变化量; $\Delta\text{SES.MNTD}$: 平均最邻近谱系距离的标准化效应变化量。蓝色箱体代表各自然保护区 $\Delta\text{SES.MPD}$ 和 $\Delta\text{SES.MNTD}$ 值的分布情况, 绿色代表所有13个保护区。误差棒显示第10、90百分位, 框内黑竖线条为中位数。*表示 $\Delta\text{SES.MPD}$ 或 $\Delta\text{SES.MNTD}$ 与零值比较具有显著性差异($P < 0.05$); **表示极显著性差异($P < 0.01$); ns表示差异不显著($P > 0.05$)。红色虚线表示零轴。

Fig. 6 The one-sample wilcoxon test results of $\Delta\text{SES.MPD}$ (a) and $\Delta\text{SES.MNTD}$ (b) for herbaceous plant community in Guangxi national nature reserves (NNRs). Blue box represents the distribution of $\Delta\text{SES.MPD}$ and $\Delta\text{SES.MNTD}$ values of each national nature reserve, while the green box represents all 13 reserves. $\Delta\text{SES.MPD}$, The change of standardized effect size of MPD; $\Delta\text{SES.MNTD}$, The change of standardized effect size of MNTD. Error bar displays the 10th and 90th percentiles, and black vertical lines inside the box represent the median. * indicates a significant difference ($P < 0.05$) between $\Delta\text{SES.MPD}$ or $\Delta\text{SES.MNTD}$ and zero values, ** indicates extremely significant differences ($P < 0.01$), and ns indicates nonsignificant differences ($P > 0.05$). The red dashed line represents the zero axis.

了有利的适应条件(闫小玲等, 2014; 陈菁, 2021)。此外, 近年来中国一直是北美最大的贸易伙伴之一, 外来植物可能随着人类航运足迹, 先在东南亚等地区定居, 进而传播至我国南方沿海地区(闫小玲等, 2014; 陈菁, 2021)。已有研究表明我国香港和台湾已成为外来入侵物种进入中国大陆的“跳板”(Lu et al, 2018), 因此, 亟需加强生物安全管理。

从历史角度来看, 绝大多数入侵草本植物是在1900年前后随人类活动引入我国的, 其中一些植物的引入与历史事件密切相关。例如, 土荆芥

(*Dysphania ambrosioides*)可能通过当时的通商口岸广州口岸随货物贸易无意传入, 喜旱莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)则是在抗日战争期间引入, 并在各类干扰生境逸生(马金双和李惠茹, 2018; 马金双, 2020)。最为重要的是, 具有显著入侵性的I级(恶性入侵)和II级(严重入侵)的草本植物种类已经占据了绝大多数(图3, 附录4)。这一现象与近年来中国自然保护区外来入侵植物风险研究结果一致, 即危害等级越高的外来植物更容易入侵保护区(Yang et al, 2023)。

3.2 外来入侵草本植物分布

不同自然保护区的外来入侵草本植物丰富度存在差异, 究其原因, 主要是各保护区的人为活动压力不同。例如, 元宝山国家级自然保护区山高林密, 原始自然植被得到了很好的保护, 人为活动痕迹罕有发现, 游客数量较少, 因此外来草本植物不易被携带入侵。与之相对的是, 大明山保护区临近首府南宁市, 又横跨四县交界^①, 交通发达, 流量大, 因此该保护区入侵草本植物的物种丰富度最高(图2, 附录4)。在入侵草本植物物种丰富度同样较高的雅长兰科植物、岑王老山和大瑶山等保护区(图2, 附录4), 外来入侵草本植物主要分布在道路(公路、小径)和农田周边, 村寨居民区也成为了其扩散的主要来源。相较之下, 金花茶、猫儿山和弄岗等保护区的内部道路很少, 房屋分布稀少, 调查样方主要集中在天然林和人工林下等生境(附录3), 这些区域的入侵草本植物种类较少(图2, 附录4)。这一现象与赵彩云等(2019)对云南省纳板河流域国家级自然保护区不同生境的外来入侵草本植物调查结果相似, 表明有人类干扰的生境更易受到外来植物的侵占。

此外, 也有一些外来物种因其自身生长习性而入侵具有特定生境的保护区。例如, 互花米草(*Spartina alterniflora*)仅在北部湾沿岸的北仑河口和山口红树林国家级自然保护区记录到(附录4)。该物种在潮间带具有较强的定殖与扩张能力, 已经对我国沿海滩涂湿地的生物多样性构成了严重威胁(谢宝华和韩广轩, 2018)。不容忽视的是, 随着经济发展和景区的逐步开放, 本就具备较强竞争力的入侵物种在人类的“助力”下将持续加速传播(Fuentes-Lillo et al, 2021)。譬如九万山、十万大山等一些保护区内的观光、骑行、登山等娱乐活动, 将成为外来入侵物种向保护区内部进一步扩散的“垫脚石”。

3.3 入侵草本物种导致保护区植物群落谱系结构更加聚集

无论在平均系统发育距离还是平均最邻近系统发育距离水平, 入侵物种引入普遍增强了广西多数自然保护区草本群落的谱系聚集程度(即谱系多

样性降低)(图4-6)。这一现象在涵盖了北部高海拔山地、西南喀斯特地貌区以及南部海岸河流等多种栖息地类型的保护区中普遍存在(山口红树林保护区除外)(附录1-3)。Carvallo等(2014)对智利中部地中海气候地区的研究发现, 系统发育上的集群是由于一些外来植物科(如菊科、十字花科、豆科、罂粟科和禾本科)的过多引进, 以及栖息地过滤和人类干扰的双重作用所致。在本研究中, 所调查的保护区也面临类似情况, 外来入侵物种以短生命周期和繁殖迅速的物种为主, 这些物种通常属于菊科(如飞蓬属(*Erigeron*)、鬼针草属(*Bidens*)和藿香蓟属(*Ageratum*))(附录4), 并且多起源于美洲大陆, 能够适应开阔、营养丰富的栖息地, 具有较强的适应性和快速扩散的能力。

调查还显示, 入侵物种主要分布在人类活动频繁的栖息地, 如道路、村庄和农田(附录3)。这些干扰源为一年生、自交系生殖的外来物种形成持久的种子库提供了条件。更为重要的是, 许多外来入侵草本植物与土著植物属于同一科属或近缘科属(附录4-5), 进一步加剧了草本群落系统发育结构的聚集程度。值得注意的一个特例是, 被入侵的山口红树林保护区的草本植物群落谱系多样性反而升高了(图4j, 图6a)。该保护区以河流、滩涂等潮湿生境为主(附录3), 其原生植物种类少且系统发育多样性低(即系统发育发散度不足)(图4j, 图5j, 附录5)。在这种系统发育结构较薄弱的群落类型中, 外来物种通常来自与本地物种远缘的亲属, 这些外来种很少共享害虫、病原体和食草动物等天敌, 缺乏与本地物种相同的负面生物媒介。结果, 外来物种在这些群落中往往不会直接取代本地物种, 而是与本地物种共存, 从而导致生物多样性的增加。此现象也验证了Gerhold等(2011)提出的假设, 即在系统发育较差的群落中, 本地物种与外来物种可以并存并提高群落的生物多样性。

本研究发现, 群落谱系结构聚集趋势的增强在本地物种系统发育聚集(多样性低)和系统发育发散(多样性高)的保护区中均有发生(图4, 图5), 这一发现与Lososová等(2015)的研究结果有一定差别。Lososová等(2015)观察到, 在捷克系统发育聚集的本地植物群落往往会接受近缘外来物种入侵, 从而使整个群落的谱系结构变得更加聚集; 然而, 在系

^① 吴磊 (2012) 广西大明山国家级自然保护区植物物种多样性研究. 硕士学位论文, 广西师范大学, 广西桂林.

统发育发散的本地群落中并未检测到类似的趋势。该结果的差异可能源于研究使用的空间尺度的不同: 在广泛的区域尺度上, 环境过滤作用是植物群落物种构建的主导因素(Cadotte et al, 2018; Park et al, 2020); 而在局地尺度上, 生物间的相互作用更为复杂, 生态位填充和资源竞争在物种构建中发挥着更重要的作用(Thuiller et al, 2010; Ma et al, 2016)。

本研究的采样单元空间尺度较为精细, 区域背景下丰富的生物多样性和温暖适宜的环境为该地区的显著特征, 且非生物环境约束较为宽松。因此, 在这种环境下, 外来物种很可能会通过竞争排斥和生态位抢占的方式, 进一步导致保护区草本植物群落系统发育多样性的降低。正如Loiola等(2018)在捷克2.7万个植被样地的对比研究中所发现的那样, 外来入侵物种通常会填补系统发育空白, 逐步排挤本地物种, 导致原有物种的功能性丧失, 而非创造和扩大新的系统发育空间。

本研究与Qian和Sandel (2022)在北美的研究结果类似, 他们侧重于被子植物的跨分类研究, 而我们集中在自然保护区的局地景观尺度。相似的发现表明, 外来入侵物种可能通过“外来效应”降低当地植物群落的系统发育多样性。然而, 本研究仅描述了“外来入侵效应”的现象, 未深入探讨本地与外来物种间的具体相互作用机制。未来的研究应通过控制和对照实验进一步验证这一点, 例如通过植物性状特征(株高、种子质量、比叶面积等)来评估物种在生态位和竞争能力上的差异(Kraft et al, 2015; Kunstler et al, 2016)。

最后, 本研究还发现系统发育多样性高的本地群落记录到的外来入侵物种数量少(如猫儿山保护区)。这与Gerhold等(2011)对荷兰植被样地的研究相似, 即系统发育发散的植物群落比系统发育聚集的植物群落受到的入侵更少。系统发育多样性高的植物群落对入侵具有更强的抵抗力, 通常受干扰较小, 可用资源的波动也较小(Davis et al, 2000)。高谱系多样性意味着本地物种具有更高的功能和进化多样性, 能够更有效地利用资源, 从而给外来入侵种留下的可用空间较少(Stachowicz et al, 2002)。考虑到入侵是一个动态且持续的过程(Richardson et al, 2000), 我们推测本地-外来物种间的相互竞争可能在不同阶段持续存在: 在外来种初到时, 本地种通过抵触外

来种的方式阻止其定殖; 而在随后的归化和种群繁殖阶段, 外来种也同样试图通过自身优势排挤本地种, 从而使得整个植物群落的系统发育结构趋于聚集和单一。实际上, 在本次野外调查的过程中, 一些典型外来菊科物种如飞蓬属、鬼针草属和藎香蓟属的丰富度、个体数量和覆盖度均占优势, 导致本地物种逐渐丧失, 进而使得入侵抵抗力和整个植物群落的谱系多样性下降。另一方面, 外来物种的负面影响可能会在一段时间后才显现出来(Robeck et al, 2024)。研究表明, 一些目前稀少和无害的外来物种可能在未来会成为入侵物种, 这与时间的滞后影响有关, 即在物种的引入和种群指数增长之间可能存在几十年到几百年的延迟(Theoharides & Dukes, 2007)。此外, 外来入侵植物还可能通过诱导本地物种的遗传进化来影响当地生物群系(类延宝等, 2010)。例如, 外来入侵植物可能通过与本地植物交配使得本地种逐渐失去适应的基因型, 产生的可育杂交种取代了本地种(Pliszko & Zalewska-Gałosz, 2016)。

综上所述, 在缺乏物种表型数据的情况下, 使用系统发育方法来解释群落聚类模式并预测未来入侵具有重要意义。本研究发现的系统发育聚集现象也表明, 在广西热带、亚热带自然保护区的植物群落中, 与本地物种有相近科属谱系或相似生态适应性的外来物种是主要的成功入侵者。而群落谱系结构的不利变化则意味着本地物种的丧失, 将对当地生态系统的功能产生负面影响。推测这种变化主要是由于外来入侵种对本地种的生态位抢占和竞争排斥所致, 然而具体的作用机制需要在更为全面的实验研究中进一步证实, 并在更为广阔多样的空间区域下深入观察。

致谢: 感谢北京市植物园管理处的李飞飞研究员, 中国环境科学研究院生态研究所的朱金方副研究员, 研究生郭朝丹、李白、高珂晓、熊蕴琦、邓贞贞等在野外调查工作中的付出和帮助; 感谢审稿专家和责任编委提出的宝贵修改意见。

ORCID

杨向林  <https://orcid.org/0009-0009-7571-6971>
赵彩云  <https://orcid.org/0000-0002-7371-6654>
种方方  <https://orcid.org/0009-0009-5020-1293>

李文金  <https://orcid.org/0000-0002-6426-4852>

参考文献

- Bai F, Chisholm R, Sang WG, Dong M (2013) Spatial risk assessment of alien invasive plants in China. *Environmental Science & Technology*, 47, 7624–7632.
- Barber CV, Miller KR, Boness M (2004) Securing Protected Areas in the Face of Global Change: Issues and Strategies, IUCN, Gland (Switzerland).
- Cadotte MW, Borer ET, Seabloom EW, Cavender-Bares J, Harpole WS, Cleland E, Davies KF (2010) Phylogenetic patterns differ for native and exotic plant communities across a richness gradient in Northern California. *Diversity and Distributions*, 16, 892–901.
- Cadotte MW, Campbell SE, Li SP, Sodhi DS, Mandrak NE (2018) Preadaptation and naturalization of nonnative species: Darwin's two fundamental insights into species invasion. *Annual Review of Plant Biology*, 69, 661–684.
- Cao J, Xu H, Pan XB, Rong YP (2020) Study on the status of invasive plants in Chinese grassland. *Acta Agrestia Sinica*, 28, 1–11. (in Chinese with English abstract) [曹婧, 徐晗, 潘绪斌, 戎郁萍 (2020) 中国草地外来入侵植物现状研究. *草地学报*, 28, 1–11.]
- Carvalho GO, Teillier S, Castro SA, Figueroa JA (2014) The phylogenetic properties of native- and exotic-dominated plant communities. *Austral Ecology*, 39, 304–312.
- Chao A, Gotelli NJ, Hsieh TC, Sander EL, Ma KH, Colwell RK, Ellison AM (2014) Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: A framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84, 45–67.
- Chen J (2021) The Distribution Patterns and the Major Influencing Factors of Invasive Alien Species in China. PhD dissertation, Nanjing Forestry University, Nanjing. (in Chinese with English abstract) [陈菁 (2021) 中国外来入侵物种的分布格局及主要影响因素. 博士学位论文, 南京林业大学, 南京.]
- Chen SB, Chen ZY, Huang WJ, Shao CL, Mao LF, Slik JWF (2021) Explaining the geographic pattern of plant invasion in 67 nature reserves in China. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 655313.
- Davis MA, Grime JP, Thompson K (2000) Fluctuating resources in plant communities: A general theory of invasibility. *Journal of Ecology*, 88, 528–534.
- Foxcroft LC, Jarošík V, Pyšek P, Richardson DM, Rouget M (2011) Protected-area boundaries as filters of plant invasions. *Conservation Biology*, 25, 400–405.
- Foxcroft LC, Pyšek P, Richardson DM, Genovesi P, MacFadyen S (2017) Plant invasion science in protected areas: Progress and priorities. *Biological Invasions*, 19, 1353–1378.
- Fuentes-Lillo E, Lembrechts JJ, Cavieres LA, Jiménez A, Haider S, Barros A, Pauchard A (2021) Anthropogenic factors overrule local abiotic variables in determining non-native plant invasions in mountains. *Biological Invasions*, 23, 3671–3686.
- Gao KX, Li FF, Liu XY, Xiong YQ, Li JS, Zhao CY (2019) Elevational patterns of invasive nonnative and native herbaceous species in Jiuhuan Mountain National Nature Reserve of Guangxi. *Biodiversity Science*, 27, 1047–1055. (in Chinese with English abstract) [高珂晓, 李飞飞, 柳晓燕, 熊韞琦, 李俊生, 赵彩云 (2019) 广西九万山国家级自然保护区外来入侵和本地草本植物多样性垂直分布格局. *生物多样性*, 27, 1047–1055.]
- Gerhold P, Pärtel M, Tackenberg O, Hennekens SM, Bartish I, Schaminée JHJ, Fergus AJF, Ozinga WA, Prinzing A (2011) Phylogenetically poor plant communities receive more alien species, which more easily coexist with natives. *The American Naturalist*, 177, 668–680.
- Gong L, Li JS, Liu XY, Zhao XJ, Zhao CY (2017) Analysis of invasive alien species in Chinese national nature reserves. *Ecological Science*, 36, 210–216. (in Chinese with English abstract) [宫璐, 李俊生, 柳晓燕, 赵相健, 赵彩云 (2017) 我国部分国家级自然保护区外来入侵物种的分布概况. *生态科学*, 36, 210–216.]
- Guo CD, Zhu JF, Liu XY, Zhao CY, Li JS (2021) Contrasting biodiversity of invasive herbs inside and outside nature reserves in Guizhou. *Biodiversity Science*, 29, 596–604. (in Chinese with English abstract) [郭朝丹, 朱金方, 柳晓燕, 赵彩云, 李俊生 (2021) 贵州典型自然保护区内外外来入侵草本植物的比较. *生物多样性*, 29, 596–604.]
- Guo ZL, Cui GF (2015) Establishment of nature reserves in administrative regions of mainland China. *PLoS ONE*, 10, e0119650.
- Hall T (1999) Bioedit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 41, 95–98.
- Hannah L, Midgley GF, Millar D (2002) Climate change-integrated conservation strategies. *Global Ecology and Biogeography*, 11, 485–495.
- He TP (2007) Research on plant flora of Shiwandashan Mountain National Natural Reserve in Guangxi. *Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition)*, 35(7), 75–84, 89. (in Chinese with English abstract) [和太平 (2007) 广西十万大山国家级自然保护区植物区系研究. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 35(7), 75–84, 89.]
- Huang YS, Wu WH, Jiang RH, Liu SY, Liu Y, Li XK (2013) Primary study on species diversity of plant in Longgang National Nature Reserve of Guangxi. *Guihaia*, 33, 346–355, 345. (in Chinese with English abstract) [黄俞淞, 吴望辉, 蒋日红, 刘晟源, 刘演, 李先琨 (2013) 广西弄岗国家级自然保护区植物物种多样性初步研究. *广西植物*, 33, 346–355, 345.]
- Jiang DB, Luo YZ, Wang SN, Peng GL (2006) Amphibians and reptiles in Maershan National Nature Reserve. *Sichuan Journal of Zoology*, 25, 294–297. (in Chinese with English

- abstract) [蒋得斌, 罗远周, 王绍能, 彭桂莲 (2006) 广西猫儿山国家级自然保护区的两栖爬行动物. 四川动物, 25, 294–297.]
- Katoh K, Rozewicki J, Yamada KD (2019) MAFFT online service: Multiple sequence alignment, interactive sequence choice and visualization. *Briefings in Bioinformatics*, 20, 1160–1166.
- Kembel SW, Cowan PD, Helmus MR, Cornwell WK, Morlon H, Ackerly DD, Blomberg SP, Webb CO (2010) Picante: R tools for integrating phylogenies and ecology. *Bioinformatics*, 26, 1463–1464.
- Kraft NJB, Godoy O, Levine JM (2015) Plant functional traits and the multidimensional nature of species coexistence. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 112, 797–802.
- Kumar S, Stecher G, Li M, Knyaz C, Tamura K (2018) MEGA X: Molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, 35, 1547–1549.
- Kunstler G, Falster D, Coomes DA, Hui F, Kooyman RM, Laughlin DC, Poorter L, Vanderwel M, Vieilledent G, Wright SJ, Aiba M, Baraloto C, Caspersen J, Gourlet-Fleury S, Hanewinkel M, Herault B, Kattge J, Kurokawa H, Onoda Y, Peñuelas J, Poorter H, Uriarte M, Richardson S, Ruiz-Benito P, Sun IF, Ståhl G, Swenson NG, Thompson J, Westerlund B, Wirth C, Zavala MA, Zeng HC, Zimmerman JK, Zimmermann NE, Westoby M (2016) Plant functional traits have globally consistent effects on competition. *Nature*, 529, 204–207.
- Lei YB, Xiao HF, Feng YL (2010) Impacts of alien plant invasions on biodiversity and evolutionary responses of native species. *Biodiversity Science*, 18, 622–630. (in Chinese with English abstract) [类延宝, 肖海峰, 冯玉龙 (2010) 外来植物入侵对生物多样性的影响及本地生物的进化响应. 生物多样性, 18, 622–630.]
- Letcher SG (2010) Phylogenetic structure of angiosperm communities during tropical forest succession. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277, 97–104.
- Li B, Ni XY, Zhao CY (2023) Altitudinal patterns of native and invasive alien herbs along roadsides in the Dayao Mountain National Nature Reserve, Guangxi, China. *Diversity*, 15, 105.
- Li L, Lin YB, Liu C (2018) Review on biological characteristics and management strategies of *Eichhornia crassipes* (mart.) solms. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 46(3), 60–62, 67. (in Chinese with English abstract) [李礼, 林艺滨, 刘灿 (2018) 入侵植物凤眼莲的生物学特性及生态管理对策. 安徽农业科学, 46(3), 60–62, 67.]
- Li XK, Su ZM, Xiang WS, Ning SJ, Tang RQ, Ou ZL, Li RT (2002) Study on the structure and spatial pattern of the endangered plant population of *Abies yuanbaoshanensis*. *Acta Ecologica Sinica*, 22, 2246–2253. (in Chinese with English abstract) [李先琨, 苏宗明, 向悟生, 宁世江, 唐润琴, 欧祖兰, 李瑞棠 (2002) 濒危植物元宝山冷杉种群结构与分布格局. 生态学报, 22, 2246–2253.]
- Li XQ, Tang SC, Wei CQ, Pan YM, Wang YB (2019) Alien invasive plants in the Sino-Vietnamese border area, Guangxi. *Journal of Biosafety*, 28, 147–155. (in Chinese with English abstract) [李象钦, 唐赛春, 韦春强, 潘玉梅, 王云波 (2019) 广西中越边境的外来入侵植物. 生物安全学报, 28, 147–155.]
- Li YQ, Tang XH (2022) Spatial distribution characteristics and utilization guidance of nature reserves and nature parks in Guangxi. *Natural Protected Areas*, (1), 82–92. (in Chinese with English abstract) [李玉清, 唐晓晖 (2022) 广西自然保护区和自然公园空间分布特征与利用引导. 自然保护地, (1), 82–92.]
- Liang SC, Liu JF, Liang MZ (2004) Ecological study on the mangrove communities in Beilunhekou National Nature Reserve. *Journal of Gaungxi Normal University (Natural Science Edition)*, 22(2), 70–76. (in Chinese with English abstract) [梁士楚, 刘镜法, 梁铭忠 (2004) 北仑河口国家级自然保护区红树植物群落研究. 广西师范大学学报(自然科学版), 22, 70–76.]
- Lin RZ, Xu CL, Ye JF, Yang CJ, Huai WX, Li JH, Gao G, Yao YX, Zhao WX (2022) Assessment of invasive seed plants in Gaoligongshan National Nature Reserve, Yunnan Province, China. *Terrestrial Ecosystem and Conservation*, 2, 37–46. (in Chinese with English abstract) [林若竹, 徐聪丽, 叶建芳, 杨昌级, 淮稳霞, 李家华, 高歌, 姚艳霞, 赵文霞 (2022) 高黎贡山国家级自然保护区入侵性种子植物现状. 陆地生态系统与保护学报, 2, 37–46.]
- Liu XY, Zhu JF, Li FF, Zhao CY (2021) Effect of invaded *Ambrosia artemisiifolia* on understory native plant community structure in Yili River Valley of Xinjiang. *Acta Ecologica Sinica*, 41, 9613–9620. (in Chinese with English abstract) [柳晓燕, 朱金方, 李飞飞, 赵彩云 (2021) 豚草入侵对新疆伊犁河谷林下本地草本植物群落结构的影响. 生态学报, 41, 9613–9620.]
- Loiola PP, de Bello F, Chytrý M, Götzenberger L, Carmona CP, Pyšek P, Lososová Z (2018) Invaders among locals: Alien species decrease phylogenetic and functional diversity while increasing dissimilarity among native community members. *Journal of Ecology*, 106, 2230–2241.
- Lososová Z, de Bello F, Chytrý M, Kühn I, Pyšek P, Sádlo J, Winter M, Zelený D (2015) Alien plants invade more phylogenetically clustered community types and cause even stronger clustering. *Global Ecology and Biogeography*, 24, 786–794.
- Lu JB, Li SP, Wu YJ, Jiang L (2018) Are Hong Kong and Taiwan stepping-stones for invasive species to the mainland of China? *Ecology and Evolution*, 8, 1966–1973.
- Ma C, Li SP, Pu ZC, Tan JQ, Liu MQ, Zhou J, Li HX, Jiang L (2016) Different effects of invader-native phylogenetic relatedness on invasion success and impact: A meta-analysis

- of Darwin's naturalization hypothesis. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283, 20160663.
- Ma JS (2020) *Aline Invasive Flora of China*. Shanghai Jiao Tong University Press, Shanghai. (in Chinese) [马金双 (2020) 中国外来入侵植物志. 上海交通大学出版社, 上海.]
- Ma JS, Li HR (2018) *The Checklist of the Alien Invasive Plants in China*. Higher Education Press, Beijing. (in Chinese) [马金双, 李惠茹 (2018) 中国外来入侵植物名录. 高等教育出版社, 北京.]
- Park DS, Feng X, Maitner BS, Ernst KC, Enquist BJ (2020) Darwin's naturalization conundrum can be explained by spatial scale. *Proceedings of the National Academy, USA*, 117, 10904–10910.
- Pliszko A, Zalewska-Gałosz J (2016) Molecular evidence for hybridization between invasive *Solidago canadensis* and native *S. virgaurea*. *Biological Invasions*, 18, 3103–3108.
- Qian H, Jin Y (2021) Are phylogenies resolved at the genus level appropriate for studies on phylogenetic structure of species assemblages? *Plant Diversity*, 43, 255–263.
- Qian H, Qian SH, Sandel B (2022) Phylogenetic structure of alien and native species in regional plant assemblages across China: Testing niche conservatism hypothesis versus niche convergence hypothesis. *Global Ecology and Biogeography*, 31, 1864–1876.
- Qian H, Sandel B (2022) Darwin's preadaptation hypothesis and the phylogenetic structure of native and alien regional plant assemblages across North America. *Global Ecology and Biogeography*, 31, 531–545.
- Qian H, Swenson NG, Zhang JL (2013) Phylogenetic beta diversity of angiosperms in North America. *Global Ecology and Biogeography*, 22, 1152–1161.
- Rands MRW, Adams WM, Bennun L, Butchart SHM, Clements A, Coomes D, Entwistle A, Hodge I, Kapos V, Scharlemann JPW, Sutherland WJ, Vira B (2010) Biodiversity conservation: Challenges beyond 2010. *Science*, 329, 1298–1303.
- Richardson DM, Pyšek P, Rejmánek M, Barbour MG, Panetta FD, West CJ (2000) Naturalization and invasion of alien plants: Concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6, 93–107.
- Robeck P, Essl F, van Kleunen M, Pyšek P, Pergl J, Weigelt P, Mesgaran MB (2024) Invading plants remain undetected in a lag phase while they explore suitable climates. *Nature Ecology & Evolution*, 8, 477–488.
- Rodrigues ASL, Andelman SJ, Bakarr MI, Boitani L, Brooks TM, Cowling RM, Fishpool LDC, Da Fonseca GAB, Gaston KJ, Hoffmann M, Long JS, Marquet PA, Pilgrim JD, Pressey RL, Schipper J, Sechrest W, Stuart SN, Underhill LG, Waller RW, Watts MEJ, Yan X (2004) Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature*, 428, 640–643.
- Sandel B, Tsirogianis C (2016) Species introductions and the phylogenetic and functional structure of California's grasses. *Ecology*, 97, 472–483.
- Sodhi DS, Livingstone SW, Carboni M, Cadotte MW (2019) Plant invasion alters trait composition and diversity across habitats. *Ecology and Evolution*, 9, 6199–6210.
- Spear D, Foxcroft LC, Bezuidenhout H, McGeoch MA (2013) Human population density explains alien species richness in protected areas. *Biological Conservation*, 159, 137–147.
- Stachowicz JJ, Fried H, Osman RW, Whitlatch RB (2002) Biodiversity, invasion resistance, and marine ecosystem function: Reconciling pattern and process. *Ecology*, 83, 2575.
- Tang MZ, Ren MX, Zheng JM, Ding JQ (2012) Seasonal dynamics of plant diversity in woodland invaded by *Solidago canadensis* (Asteraceae) in Lushan Nature Reserve. *Plant Science Journal*, 30, 366–373. (in Chinese with English abstract) [汤敏喆, 任明迅, 郑景明, 丁建清 (2012) 加拿大一枝黄花对庐山自然保护区林地植物多样性及其季节动态的影响. 植物科学学报, 30, 366–373.]
- Tang SC, Li XQ, Wei CQ, Pan YM, Lü SH (2023) Current status and research progress of alien invasive plants in Guangxi. *Journal of Guangxi Academy of Sciences*, 39, 146–155. (in Chinese with English abstract) [唐赛春, 李象钦, 韦春强, 潘玉梅, 吕仕洪 (2023) 广西外来入侵植物的现状及研究进展. 广西科学院学报, 39, 146–155.]
- Tao YX, Zhao JW, Wang LX, Guo XM (2017) Investigation on the present situation of alien invasive plants in Xishaungbanna Nature Reserve. *Journal of Shandong Forestry Science and Technology*, 47, 58–61. (in Chinese with English abstract) [陶永祥, 赵建伟, 王兰新, 郭贤明 (2017) 西双版纳自然保护区外来入侵植物现状调查. 山东林业科技, 47, 58–61.]
- Theoharides KA, Dukes JS (2007) Plant invasion across space and time: Factors affecting nonindigenous species success during four stages of invasion. *New Phytologist*, 176, 256–273.
- Thuiller W, Gallien L, Boulangeat I, De Bello F, Münkemüller T, Roquet C, Lavergne S (2010) Resolving Darwin's naturalization conundrum: A quest for evidence. *Diversity and Distributions*, 16, 461–475.
- Tian H, Yang G, Zhang MH, He YY, Liang MM, Lu Z, Yu LJ (2024) Utilization of artificial alternative habitat by waterbirds in Shankou Mangrove National Nature Reserve, Guangxi, southern China. *Chinese Journal of Ecology*, 43, 3702. (in Chinese with English abstract) [田禾, 杨岗, 张明辉, 贺垚银, 梁苗苗, 陆舟, 余丽江 (2024) 广西山口红树林国家级自然保护区水鸟对人工替代栖息地的利用. 生态学杂志, 43, 3702.]
- Tucker CM, Cadotte MW, Carvalho SB, Davies TJ, Ferrier S, Fritz SA, Grenyer R, Helmus MR, Jin LS, Mooers AO, Pavoine S, Purschke O, Redding DW, Rosauer DF, Winter M, Mazel F (2017) A guide to phylogenetic metrics for conservation, community ecology and macroecology. *Biological Reviews*, 92, 698–715.

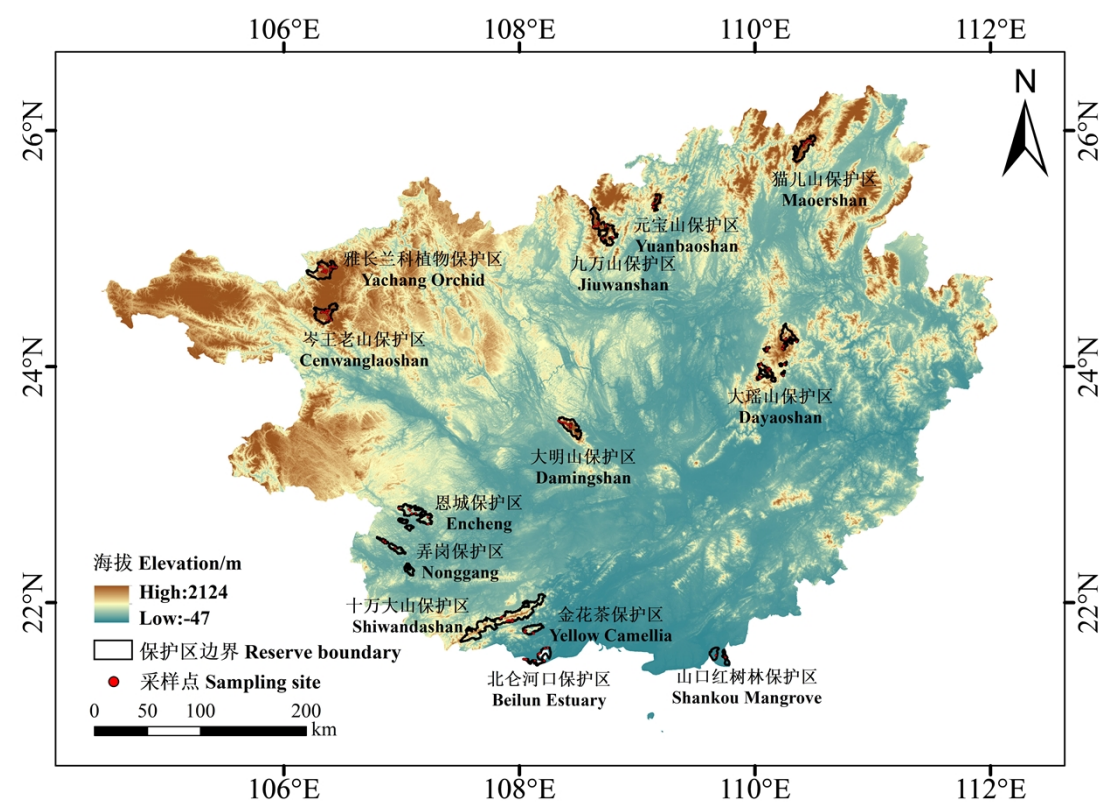
- Wang JJ, Shen J, Wu YC, Tu C, Soininen J, Stegen JC, He JZ, Liu XQ, Zhang L, Zhang EL (2013) Phylogenetic beta diversity in bacterial assemblages across ecosystems: Deterministic versus stochastic processes. *The ISME Journal*, 7, 1310–1321.
- Watson JEM, Dudley N, Segan DB, Hockings M (2014) The performance and potential of protected areas. *Nature*, 515, 67–73.
- Webb CO, Ackerly DD, McPeck MA, Donoghue MJ (2002) Phylogenies and community ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33, 475–505.
- Wei YL, Ye D, Wen YG, Men YY (2006) Invasive plant species in Shiwandashan Mountain National Nature Reserve, Guangxi, China. *Journal of Forestry Engineering*, 20(11), 23–26. (in Chinese with English abstract) [韦原莲, 叶铎, 温远光, 门媛媛 (2006) 广西十万大山自然保护区外来入侵植物研究. *林业科技开发*, 20(11), 23–26.]
- Xie BH, Han GX (2018) Control of invasive *Spartina alterniflora*: A review. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 29, 3464–3476. (in Chinese with English abstract) [谢宝华, 韩广轩 (2018) 外来入侵种互花米草防治研究进展. *应用生态学报*, 29, 3464–3476.]
- Yan XL, Liu QR, Shou HY, Zeng XF, Zhang Y, Chen L, Liu Y, Ma HY, Qi SY, Ma JS (2014) The categorization and analysis on the geographic distribution patterns of Chinese alien invasive plants. *Biodiversity Science*, 22, 667–676. (in Chinese with English abstract) [闫小玲, 刘全儒, 寿海洋, 曾宪锋, 张勇, 陈丽, 刘演, 马海英, 齐淑艳, 马金双 (2014) 中国外来入侵植物的等级划分与地理分布格局分析. *生物多样性*, 22, 667–676.]
- Yang B, Yangjin ZG, Pan XY, Xu HG, Li B (2010) Alien terrestrial herbs in China: Diversity and ecological insights. *Biodiversity Science*, 18, 660–666. (in Chinese with English abstract) [杨博, 央金卓嘎, 潘晓云, 徐海根, 李博 (2010) 中国外来陆生草本植物: 多样性和生态学特性. *生物多样性*, 18, 660–666.]
- Yang YB, Bian ZH, Ren WJ, Wu JH, Liu JQ, Shrestha N (2023) Spatial patterns and hotspots of plant invasion in China. *Global Ecology and Conservation*, 43, e02424.
- Zhao CY, Li JS, Liu F (2019) Effects of different habitats on distribution of invasive alien grasses in Nabanhe River Basin National Nature Reserve, Yunnan Province. *Journal of Plant Protection*, 46, 114–121. (in Chinese with English abstract) [赵彩云, 李俊生, 刘峰 (2019) 云南省纳板河流域国家级自然保护区不同生境对外来入侵草本植物分布的影响. *植物保护学报*, 46, 114–121.]
- Zhao CY, Liu XY, Li FF, Zhu JF, Guo CD, Li JS (2022) The distribution pattern and determinant factors of the main invasive alien plants in national nature reserves in China. *Acta Ecologica Sinica*, 42, 2532–2541. (in Chinese with English abstract) [赵彩云, 柳晓燕, 李飞飞, 朱金方, 郭朝丹, 李俊生 (2022) 我国国家级自然保护区主要外来入侵植物分布格局及成因. *生态学报*, 42, 2532–2541.]
- Zhu JF, Liu XY, Li JS, Li FF, Zhao CY (2021) Effects of different invasion degrees of *Chromolaena odorata* on physical and chemical properties of soil in karst areas. *Acta Ecologica Sinica*, 41, 9630–9636. (in Chinese with English abstract) [朱金方, 柳晓燕, 李俊生, 李飞飞, 赵彩云 (2021) 不同入侵程度下飞机草对喀斯特地区土壤理化性质的影响. *生态学报*, 41, 9630–9636.]

(责任编辑: 吴永杰 责任编辑: 李会丽、张德纯)

附录 Supplementary Material

<https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>



附录 1 广西壮族自治区 13 个国家级自然保护区植物调查样方分布图

Appendix 1 Plots of plants investigation in thirteen national nature reserves in Guangxi Zhuang Autonomous Region

附录 2 广西壮族自治区 13 个国家级自然保护区基本概况

Appendix 2 Basic overview of the thirteen national nature reserves in Guangxi Zhuang Autonomous Region

国家级自然保护区 National nature reserve	位置 Location	年均温度 Mean annual temperature (°C)	年降水量 Mean annual precipitation (mm)	保护区面积 Area (km ²)	海拔范围 Altitude (m a.s.l.)	气候类型 Climate type
大明山 Damingshan	23°24′–23°30′ N, 108°20′–108°34′ E	12.4–19.7	2,630	169.94	335–1,464	南亚热带湿润山地季风气候 South subtropical humid mountain monsoon climate
雅长兰科植物 Yachang Orchid	24°44′–24°53′ N, 106°11′–106°27′ E	16.8–20.4	941–1,217	220.62	761–1,615	中亚热带季风气候 Central subtropical monsoon climate
岑王老山 Cenwanglaoshan	24°22′–24°32′ N, 106°15′–106°26′ E	13.7	1,657	252.13	1,078–1,645	南亚热带季风气候 South subtropical monsoon climate
大瑶山 Dayaoshan	23°52′–24°22′ N, 110°01′–110°22′ E	17.0	1,824	255.95	292–1,571	亚热带山地气候 Subtropical mountain climate
十万大山 Shiwandashan	21°40′–22°04′ N, 107°29′–108°13′ E	21.0	2,000–2,700	582.8	137–547	南亚热带海洋性季风气候 South subtropical maritime monsoon climate
九万山 Jiuwanshan	25°01′–25°19′ N, 108°35′–108°48′ E	12.0–17.1	1,600–2,100	252.13	271–1,194	中亚热带季风气候 Central subtropical monsoon climate
恩城 Encheng	22°36′–22°50′N, 106°58′–107°15′E	21.3	1,362	258.2	133–379	南亚热带季风气候 South subtropical monsoon climate
北仑河口 Beilun Estuary	21°31′–21°37′ N, 108°00′–108°16′ E	22.2	2,500–2,700	30.0	1–20	南亚热带海洋季风气候 South subtropical marine monsoon climate
山口红树林 ShanKou Mangrove	21°28′–21°37′ N, 109°37′–109°47′ E	22.9	1,573	80.0	0–12	南亚热带湿润气候 South subtropical humid climate
金花茶 Yellow Camellia	21°43′–21°49′ N, 108°02′–108°12′ E	21.8	2,900	91.0	92–848	北热带季风气候 Northern tropical monsoon climate
猫儿山 Maoershan	25°44′–25°58′ N, 110°19′–110°31′ E	12.8	2,510	170.1	1,330–2,110	中亚热带山地气候 Central subtropical mountain climate
弄岗 Nonggang	22°13′–22°39′ N, 106°42′–107°04′ E	22.0	1,150–1,550	100.8	156–225	北热带湿热气候 Northern tropical humid climate
元宝山 Yuanbaoshan	25°19′–25°27′ N, 109°07′–109°12′ E	16.4	2,379–2,813	42.2	913–1,600	中亚热带季风气候 Central subtropical monsoon climate

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

附录 3 广西 13 个国家级自然保护区草本样方调查信息

Appendix 3 Plots investigation of herbs in thirteen national nature reserves in Guangxi

自然保护区 Nature reserve	样带(样方数量) Transect(No. of plots)	经度 Longitude (°E)	纬度 Latitude (°N)	海拔 Altitude (m)	生境 Habitat type
大明山 Damingshan	T1(3)	108.4309	23.4982	1,210	沥青路边 Asphalt roadside
	T2(4)	108.3387	23.5394	335	沥青路边 Asphalt roadside
	T3(5)	108.3415	23.5327	478.25	景区检票口 Scenic area ticket gate
	T4(4)	108.3445	23.5336	565	游道 Tourist boardwalk
	T5(3)	108.3598	23.5268	840	人工林 Artificial forest
	T6(3)	108.3807	23.5225	1,078	原生林 Primary forest
	T7(3)	108.3940	23.5170	1,222	废弃房屋 Abandoned house
	T8(4)	108.4120	23.5070	1,269	撂荒地 Abandoned land
	T9(3)	108.4225	23.5090	1,200	游道 Tourist roads
	T10(3)	108.4354	23.4986	1,205	景区停车场 Scenic area parking lot
	T11(5)	108.4456	23.5158	1,225	原生林 Primary forest
	T12(3)	108.4390	23.5130	1,214	森林边缘步道 Forest edge trail
	T13(3)	108.4421	23.5131	1,187	原生林 Primary forest
	T14(5)	108.4431	23.5065	1,222	标志性景点 Iconic attractions
	T15(3)	108.4382	23.5006	1,211	沥青路边 Asphalt roadside
	T16(3)	108.4355	23.4792	1,464	风景栈道 Scenic plank road
	T17(3)	108.4307	23.4799	1,359	旅游木板路 Tourist boardwalk
	T18(3)	108.4350	23.4832	1,321	沥青路边 Asphalt roadside
	T19(3)	108.4367	23.4891	1,287	沥青路边 Asphalt roadside
	T20(3)	108.4372	23.4953	1,198.86	撂荒地 Abandoned land
	T21(3)	108.4342	23.5079	1,178	沥青路边 Asphalt roadside
	T22(3)	108.4358	23.5073	1,186	森林边缘步道 Forest edge trail

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

大明山 Damingshan	T23(3)	108.4351	23.5058	1,188	沥青路边 Asphalt roadside
	T24(3)	108.4337	23.5040	1,232	沥青路边 Asphalt roadside
	T25(3)	108.4342	23.5027	1,223	体育馆周围 Around the gymnasium
	T26(3)	108.4380	23.4951	1,223	森林边缘步道 Forest edge trail
雅长兰科植物 Yachang Orchid	T1(3)	106.4359	24.8396	1,169	沥青路边 Asphalt roadside
	T2(3)	106.3146	24.8479	780	森林边缘步道 Forest edge trail
	T3(6)	106.3140	24.8487	776	撂荒地 Abandoned land
	T4(5)	106.3036	24.8489	784	人工林 Artificial forest
	T5(5)	106.3025	24.8449	902	沥青路边 Asphalt roadside
	T6(6)	106.3303	24.8449	761	农业用地 Agricultural land
	T7(5)	106.3401	24.8243	879	人工林 Artificial forest
	T8(5)	106.3535	24.8168	918	村庄 Village
	T9(5)	106.3656	24.8145	971	沥青路边 Asphalt roadside
	T10(6)	106.3645	24.8027	1,056	原生林 Primary forest
	T11(3)	106.3567	24.7923	1,073	沥青路边 Asphalt roadside
	T12(5)	106.3247	24.8041	1,077	沥青路边 Asphalt roadside
	T13(3)	106.3306	24.8037	967	村庄 Village
	T14(3)	106.3372	24.8083	789	村庄 Village
	T15(3)	106.3444	24.8001	835	撂荒地 Abandoned land
	T16(3)	106.3507	24.8005	1,023	原生林 Primary forest
	T17(3)	106.4467	24.8397	1,264	农业用地 Agricultural land
	T18(3)	106.4294	24.8419	1,132	人工林 Artificial forest
	T19(3)	106.4227	24.8436	1,084	原生林 Primary forest
	T20(3)	106.4126	24.8482	1,033	原生林 Primary forest
	T21(5)	106.3950	24.8073	1,302	人工林 Artificial forest
	T22(3)	106.3943	24.8115	1,272	人工林 Artificial forest
	T23(3)	106.3966	24.8151	1,272	人工林 Artificial forest

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

雅长兰科植物 Yachang Orchid	T24(3)	106.4001	24.8199	1,203	沥青路边 Asphalt roadside
	T25(3)	106.3982	24.8272	1,230	沥青路边 Asphalt roadside
	T26(3)	106.3996	24.8363	1,281	农田 Farmland
	T27(3)	106.3960	24.8380	1,224	撂荒地 Abandoned land
	T28(9)	106.3946	24.8419	1,615	沥青路边 Asphalt roadside
	T29(3)	106.3920	24.8428	1,116	沥青路边 Asphalt roadside
岑王老山 Cenwanglaoshan	T1(5)	106.4009	24.3930	1,244	山路 Mountain road
	T2(5)	106.3678	24.3907	1,269	原生林 Primary forest
	T3(5)	106.3847	24.4070	1,249	山路 Mountain road
	T4(5)	106.3838	24.4207	1,230	原生林 Primary forest
	T5(5)	106.3702	24.4403	1,361	山路 Mountain road
	T6(5)	106.3712	24.4691	1,421	山路 Mountain road
	T7(5)	106.3914	24.8280	1,645	板栗林 Chestnut forest
	T8(5)	106.3845	24.4708	1,550	人工林 Artificial forest
	T9(5)	106.3609	24.4696	1,249	次生林 Secondary forest
	T10(5)	106.3448	24.4567	1,431	原生林 Primary forest
	T11(5)	106.3327	24.4653	1,334.84	板栗林 Chestnut forest
	T12(5)	106.3309	24.4658	1,298	桃林 Peach forest
	T13(5)	106.3157	24.4563	1,125	茶树林 Camellia sinensis forest
	T14(5)	106.3212	24.4571	1,086.67	村庄 Village
	T15(5)	106.3234	24.4580	1,083	玉米田 Cornfield
	T16(6)	106.3678	24.4574	1,082	村庄 Village
	T17(5)	106.3695	24.4573	1,078	玉米田 Cornfield
	T18(5)	106.3617	24.4551	1,201	村庄 Village
	T19(5)	106.3613	24.4560	1,166	农田 Farmland

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

岑王老山 Cenwanglaoshan	T20(5)	106.3747	24.4788	1,105.8	村庄 Village
	T21(5)	106.3718	24.4776	1,121	农田 Farmland
大瑶山 Dayaoshan	T1(1)	110.1084	23.9608	1,630	栈道 Plank road
	T2(3)	110.9613	23.9613	1,904	观景台 Observation deck
	T3(3)	110.1099	23.9653	1,571	废弃索道 Abandoned cableway
	T4(1)	110.1095	23.9675	1,464	栈道 Plank path
	T5(3)	110.0385	24.0023	1,313	河道 River course
	T6(3)	110.0512	24.0211	1,292	停车场 Parking lot
	T7(4)	110.1123	24.9734	1,219	废弃房屋 Abandoned house
	T8(3)	110.1186	24.9704	1,094	沥青路边 Asphalt roadside
	T9(3)	110.1178	23.9772	998	沥青路边 Asphalt roadside
	T10(3)	110.1185	23.9823	908	沥青路边 Asphalt roadside
	T11(3)	110.1219	23.9806	808	人工林 Artificial forest
	T12(3)	110.1219	23.9806	808	人工林 Artificial forest
	T13(3)	110.1281	23.9807	754	保护区边界 Reserve boundaries
	T14(3)	110.3556	24.2157	350	森林边缘步道 Forest edge trail
	T15(3)	110.3576	24.2144	338	河边木板路 Riverside boardwalk
	T16(3)	110.3543	24.2135	336	废弃房屋 Abandoned house
	T17(3)	110.3536	24.2095	292	水泥路 Cement road
	T18(3)	110.2393	24.1450	1,002	路边防护站 Protection station roadside
	T19(3)	110.2358	24.1507	1,059	水泥路 Cement road
	T20(3)	110.2331	24.1527	1,092	沥青路边 Asphalt roadside
	T21(3)	110.2664	24.2401	622	沥青路边 Asphalt roadside
	T22(3)	110.2659	24.2393	596	沥青路边 Asphalt roadside
	T23(3)	110.2654	24.2370	535	沥青路边 Asphalt roadside
	T24(3)	110.2668	24.2347	511	撂荒地 Abandoned land

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

大瑶山 Dayaoshan	T25(3)	110.2659	24.2305	505	撂荒地 Abandoned land
	T26(3)	110.2440	24.1687	1,176	河边木板路 Riverside boardwalk
	T27(3)	110.2428	24.1744	1,148	废弃农场 Abandoned farm
	T28(3)	110.2489	24.0206	509	森林边缘道路 Roadside forest edge
	T29(3)	110.2525	24.0199	550	沥青路边 Asphalt roadside
	T30(3)	110.2515	24.0177	563	森林边缘道路 Roadside forest edge
	T31(5)	110.1091	24.1563	909	气象站 Weather station
	T32(3)	110.1113	24.1494	962	废弃房屋 Abandoned house
	T33(3)	110.1070	24.1446	707	保护区边界 Reserve boundaries
	T34(3)	110.1032	24.1392	630	景区入口 Scenic area entrance
	T35(3)	110.0359	23.9118	862	沥青路边 Asphalt roadside
	T36(3)	110.0435	23.9089	824	公园 Park
	T37(3)	110.0464	23.9008	879	沥青路边 Asphalt roadside
	T38(3)	110.0446	23.8971	919	保护区边界 Reserve boundaries
十万大山 Shiwandashan	T1(4)	107.8208	21.8966	239	沥青路边 Asphalt roadside
	T2(4)	107.8208	21.8966	239	沥青路边 Asphalt roadside
	T3(4)	107.8256	21.8976	260	人工林 Artificial forest
	T4(4)	107.8375	21.8704	308	人工林 Artificial forest
	T5(4)	107.8953	21.8433	547	原生林 Primary forest
	T6(4)	107.9035	21.8433	470	原生林 Primary forest
	T7(4)	107.8996	21.8464	402	原生林 Primary forest
	T8(4)	107.9122	21.8487	319	原生林 Primary forest
	T9(4)	107.9246	21.8474	267	原生林 Primary forest
	T10(5)	107.9485	21.8243	155	原生林 Primary forest
	T11(4)	107.9491	21.8203	148	村庄 Village
	T12(4)	107.9498	21.8125	147	村庄 Village

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

十万大山 Shiwandashan	T13(4)	107.9518	21.8140	137	水泥路边 Cement roadside
	T1(5)	108.7362	25.1990	885	沥青路边 Asphalt roadside
	T2(6)	108.7302	25.1806	1,009.84	沥青路边 Asphalt roadside
	T3(6)	108.7313	25.1807	978	沥青路边 Asphalt roadside
	T4(5)	108.7321	25.1847	982	人工林 Artificial forest
	T5(5)	108.7355	25.1883	893.29	森林边缘步道 Forest edge trail
	T6(5)	108.7352	25.1925	805.42	森林边缘步道 Forest edge trail
	T7(5)	108.7344	25.1933	809	撂荒地 Abandoned land
	T8(5)	108.7327	25.1944	788	沥青路边 Asphalt roadside
	T9(5)	108.6757	25.2199	816	森林边缘步道 Forest edge trail
九万山 Jiuwanshan	T10(5)	108.6712	25.2226	926	农田 Farmland
	T11(5)	108.6687	25.2225	990	农田 Farmland
	T12(5)	108.6731	25.2124	1,142	栈道 Plank road
	T13(5)	108.6756	25.2058	1,193	撂荒地 Abandoned land
	T14(5)	108.6716	25.2003	1,154	沥青路边 Asphalt roadside
	T15(5)	108.6673	25.1934	1,138	废弃房屋 Abandoned house
	T16(5)	108.6644	25.1936	1,151	撂荒地 Abandoned land
	T17(5)	108.6418	25.1954	1,130	栈道旁的森林 Forest beside the plank road
	T18(7)	108.6318	25.1829	993	撂荒地 Abandoned land
	T19(5)	108.7025	25.0929	773	沥青路边 Asphalt roadside
	T20(5)	108.7021	25.0905	707	森林边缘步道 Forest edge trail
	T21(5)	108.7047	25.0895	677	沥青路边 Asphalt roadside
	T22(5)	108.7107	25.0894	660	沥青路边 Asphalt roadside
	T23(5)	108.7117	25.0852	558	沥青路边 Asphalt roadside

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

九万山 Jiuwanshan	T24(5)	108.8009	25.0884	284	废弃房屋	Abandoned house
	T25(5)	108.7878	25.0969	506	原生林	Primary forest
	T26(5)	108.7944	25.0938	271	原生林	Primary forest
恩城 Encheng	T1(6)	107.2279	22.6628	217	人工林	Artificial forest
	T2(6)	107.2279	22.6628	217	人工林	Artificial forest
	T3(6)	107.2279	22.6628	217	人工林	Artificial forest
	T4(6)	107.2242	22.7201	219.82	撂荒地	Abandoned land
	T5(6)	107.2242	22.7201	219.82	撂荒地	Abandoned land
	T6(6)	107.2242	22.7201	219.82	撂荒地	Abandoned land
	T7(6)	107.0736	22.7775	229	撂荒地	Abandoned land
	T8(6)	107.0736	22.7775	229	撂荒地	Abandoned land
	T9(6)	107.0736	22.7775	229	撂荒地	Abandoned land
	T10(6)	106.9787	22.7927	368	人工林	Artificial forest
	T11(6)	106.9787	22.7927	368	人工林	Artificial forest
	T12(6)	106.9787	22.7927	368	人工林	Artificial forest
	T13(6)	107.0596	22.7892	267.7	次生林	Secondary forest
	T14(6)	107.0596	22.7892	267.7	次生林	Secondary forest
	T15(6)	107.0596	22.7892	267.7	次生林	Secondary forest
	T16(6)	107.0875	22.7560	132.63	原生林	Primary forest
	T17(6)	107.0875	22.7560	132.63	原生林	Primary forest
	T18(6)	107.0875	22.7560	132.63	原生林	Primary forest
	T19(6)	107.0875	22.7560	132.63	原生林	Primary forest
	T20(5)	107.0875	22.7560	132.63	原生林	Primary forest
	T21(5)	107.0875	22.7560	132.63	原生林	Primary forest
	T22(6)	106.9781	22.7975	378.53	人工林	Artificial forest
	T23(6)	106.9781	22.7975	378.53	人工林	Artificial forest

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

恩城 Encheng	T24(6)	106.9781	22.7975	378.53	人工林 Artificial forest
	T25(6)	107.1213	22.7575	178.88	次生林 Secondary forest
	T26(6)	107.1213	22.7575	178.88	次生林 Secondary forest
	T27(6)	107.1213	22.7575	178.88	次生林 Secondary forest
北仑河口 Beilun Estuary	T1(4)	108.0145	21.5488	20	海堤 Seawall
	T2(4)	108.0201	21.5470	7	沥青路边 Asphalt roadsideside
	T3(3)	108.0332	21.5475	2	河流边 Riverside
	T4(5)	108.0469	21.5446	6	河口 River estuary
	T5(4)	108.0469	21.5446	6	河口 River estuary
	T6(6)	108.0469	21.5446	6	河口 River estuary
	T7(4)	108.1311	21.5316	18	鱼塘 Fish pond
	T8(4)	108.1281	21.5299	6	红树林 Mangrove forest
	T9(4)	108.1648	21.5803	9	海滩 Beach
	T10(4)	108.1573	21.5773	7	海堤 Seawall
	T11(4)	108.2183	21.6122	3	海滩 Beach
	T12(4)	108.2183	21.6122	3	沥青路边 Asphalt roadside
	T13(4)	108.2414	21.6169	13	红树林 Mangrove forest
	T14(4)	108.2176	21.5080	1	村庄 Village
山口红树林 Shankou Mangrove	T1(3)	109.6717	21.5550	5	红树林 Mangrove forest
	T2(5)	109.6717	21.5550	12	土路边 Dirt roadside
	T3(5)	109.6672	21.5503	0	泥滩 Mudflat
	T4(4)	109.7503	21.5339	0	堤岸 Embankment
	T5(4)	109.7503	21.5339	2	堤岸 Embankment
	T6(3)	109.7503	21.5339	2	堤岸 Embankment
	T7(3)	109.7503	21.5336	2	农场小径 Farm trail

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

金花茶 Yellow Camellia	T1(4)	108.0574	21.7626	848	人工林 Artificial forest
	T2(4)	108.0554	21.7638	830	人工林 Artificial forest
	T3(4)	108.0498	21.7637	615	人工林 Artificial forest
	T4(4)	108.0450	21.7580	441	人工林 Artificial forest
	T5(4)	108.0408	21.7525	324	人工林 Artificial forest
	T6(4)	108.0434	21.7524	271	人工林 Artificial forest
	T7(4)	108.0505	21.7483	199	人工林 Artificial forest
	T8(4)	108.1146	21.7465	123	人工林 Artificial forest
	T9(4)	108.1151	21.7455	132	马尾松林 <i>Pinus massoniana</i> forest
	T10(4)	108.1238	21.7388	92	人工林 Artificial forest
	T11(4)	108.1238	21.7374	105	撂荒地 Abandoned land
	T12(4)	108.1182	21.7412	132	马尾松林 <i>Pinus massoniana</i> forest
	T13(4)	108.1180	21.7420	144	马尾松林 <i>Pinus massoniana</i> forest
	T14(3)	108.1228	21.7372	123	路边 Roadside
猫儿山 Maoershan	T1(3)	110.4127	25.8665	2,110	栈道 Plank road
	T2(3)	110.4135	25.8660	2,050	路边 Roadside
	T3(3)	110.4217	25.8904	1,952	路边 Roadside
	T4(3)	110.4326	25.8961	1,968	路边树林 Roadside woods
	T5(3)	110.4184	25.8823	1,933	路边树林 Roadside woods
	T6(4)	110.4343	25.8996	1,937	路边树林 Roadside woods
	T7(3)	110.4406	25.9056	1,851	原生林 Primary forest
	T8(3)	110.4474	25.9113	1,776	路边树林 Roadside woods
	T9(3)	110.4658	25.9120	1,561	沥青路边 Asphalt roadside
	T10(5)	110.4776	25.8953	1,330	沥青路边 Asphalt roadside
弄岗 Nonggang	T1(5)	106.8614	22.5094	206.24	路边 Roadside

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

弄岗 Nonggang	T2(4)	106.8614	22.5094	206.24	路边 Roadside
	T3(5)	106.8614	22.5094	206.24	路边 Roadside
	T4(6)	106.8614	22.5094	206.24	路边 Roadside
	T5(6)	106.8445	22.5243	224.63	人工林 Artificial forest
	T6(6)	106.8445	22.5243	224.63	人工林 Artificial forest
	T7(6)	106.8445	22.5243	224.63	人工林 Artificial forest
	T8(6)	106.9456	22.4632	168.56	原生林 Primary forest
	T9(6)	106.9456	22.4632	168.56	原生林 Primary forest
	T10(6)	106.9456	22.4632	168.56	原生林 Primary forest
	T11(6)	106.9455	22.4624	156.35	原生林 Primary forest
	T12(6)	106.9455	22.4624	156.35	原生林 Primary forest
元宝山 Yuanbaoshan	T1(5)	109.1649	25.4296	1,600	人工林 Artificial forest
	T2(5)	109.1439	25.3830	1,316	沥青路边 Asphalt roadside
	T3(2)	109.1463	25.3823	1,400	界碑 Boundary marker
	T4(4)	109.1396	25.3826	1,324	草地 Grassland
	T5(6)	109.1350	25.3830	1,308	杜鹃林 Rhododendron forest
	T6(5)	109.1342	25.3757	913	路边草地 Roadside grassland
	T7(7)	109.1334	25.3462	1,086	山路 Mountain road
	T8(4)	109.1365	25.3462	1,111	山路 Mountain road
	T9(4)	109.1400	25.3496	1,158	牛棚旁草地 Grassland next to cowshed

附录 4 广西 13 个国家级自然保护区外来入侵草本植物种类、原产地、入侵等级(IL)、生活型及分布。A-M 分别代表大明山、雅长兰科植物、岑王老山、大瑶山、十万大山、九万山、恩城、北仑河口、山口红树林、金花茶、猫儿山、弄岗和元宝山国家级自然保护区。

Appendix 4 The species composition, origin, invasive level (IL), life form and distribution of invasive alien herbs in thirteen national nature reserves, Guangxi. A-M respectively represent Damingshan, Yachang Orchid, Cenwanglaoshan, Dayaoshan, Shiwandashan, Jiuwanshan, Encheng, Beilun Estuary, Shankou Mangrove, Yellow Camellia, Maershan, Nonggang and Yuanbaoshan National Nature Reserve.

物种 Species	原产地 Origin	IL	生活型 Life form	分布 Distribution
菊科 Asteraceae				
紫茎泽兰属 <i>Ageratina</i>				
紫茎泽兰 <i>A. adenophora</i>	墨西哥 Mexico	I	多年生草本 Perennial	B、C
藿香蓟属 <i>Ageratum</i>				
藿香蓟 <i>A. conyzoides</i>	热带美洲 Tropical America	I	一年生草本 Annual	A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、M
熊耳草 <i>A. houstonianum</i>	热带美洲 Tropical America	II	一年生草本 Annual	A
鬼针草属 <i>Bidens</i>				
大狼把草 <i>B. frondosa</i>	北美洲 North America	I	一年生草本 Annual	A、C、D、F、K
鬼针草 <i>B. pilosa</i>	美洲 America	I	一年生草本 Annual	A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K、L、M
飞机草属 <i>Chromolaena</i>				
飞机草 <i>C. odorata</i>	墨西哥 Mexico	I	多年生草本 Perennial	B、E、G、J、L、
菊苣属 <i>Cichorium</i>				
菊苣 <i>C. intybus</i>	欧洲 Europe	IV	多年生草本 Perennial	C
野苣荬属 <i>Crassocephalum</i>				
野苣荬 <i>C. crepidioides</i>	非洲 Africa	II	一年生草本 Annual	A、B、C、D、E、F、J、M
飞蓬属 <i>Erigeron</i>				
一年蓬 <i>E. annuus</i>	北美洲 North America	I	一或二年生草本 Annual or Biennial	A、B、C、D、K
香丝草 <i>E. bonariensis</i>	南美洲 South America	II	一或二年生草本 Annual or Biennial	A
小蓬草 <i>E. canadensis</i>	北美洲 North America	I	一年生草本 Annual	A、B、C、D、E、F、G、I、J、K、M

物种 Species	原产地 Origin	IL	生活型 Life form	分布 Distribution
苏门白酒草 <i>E. sumatrensis</i>	南美洲 South America	I	—或二年生草本 Annual or Biennial	A、B、C、E、F
菊苣属 <i>Erechtites</i>				
败酱叶菊苣 <i>E. valerianifolius</i>	热带美洲 Tropical America	IV	一年生草本 Annual	D、F、M
牛膝菊属 <i>Galinsoga</i>				
牛膝菊 <i>G. parviflora</i>	南美洲 South America	II	一年生草本 Annual	A、B、C、D、K
粗毛牛膝菊 <i>G. quadriradiata</i>	墨西哥 Mexico	II	一年生草本 Annual	A、D
银胶菊属 <i>Parthenium</i>				
银胶菊 <i>P. hysterophorus</i>	热带美洲 Tropical America	I	一年生草本 Annual	A、B
假臭草属 <i>Praxelis</i>				
假臭草 <i>P. clematidea</i>	南美洲 South America	I	一年生草本 Annual	B、D
苦苣菜属 <i>Sonchus</i>				
苦苣菜 <i>S. oleraceus</i>	欧洲和地中海沿岸 European and Mediterranean coasts	IV	—或二年生草本 Annual or Biennial	B、C
联毛紫菀属 <i>Symphyotrichum</i>				
钻叶紫菀 <i>S. subulatum</i>	北美洲 North America	I	一年生草本 Annual	A、D、F、G、H
金腰箭属 <i>Synedrella</i>				
金腰箭 <i>S. nodiflora</i>	南美洲 South America	II	一年生草本 Annual	G、L
禾本科 Poaceae				
黑麦草属 <i>Lolium</i>				
黑麦草 <i>L. perenne</i>	欧洲 Europe	IV	多年生草本 Perennial	B
雀稗属 <i>Paspalum</i>				
两耳草 <i>P. conjugatum</i>	热带美洲 Tropical America	II	多年生草本 Perennial	A、B、C、D、E、G、I、J、L
米草属 <i>Spartina</i>				

物种 Species	原产地 Origin	IL	生活型 Life form	分布 Distribution
互花米草 <i>S. alterniflora</i>	北美洲大西洋沿岸 Atlantic coast of North America	I	多年生草本 Perennial	H、I
豆科 Fabaceae				
苜蓿属 <i>Medicago</i>				
南苜蓿 <i>M. polymorpha</i>	北非 North Africa	IV	—或二年生草本 Annual or Biennial	A
紫苜蓿 <i>M. sativa</i>	西亚 West Asia	IV	多年生草本 Perennial	B
草木犀属 <i>Melilotus</i>				
草木犀 <i>M. officinalis</i>	西亚至南欧 West Asia to Southern Europe	IV	二年生草本 Biennial	B、D
含羞草属 <i>Mimosa</i>				
含羞草 <i>M. pudica</i>	热带美洲 Tropical America	II	亚灌木状草本 Subshrubs	C、H、J
车轴草属 <i>Trifolium</i>				
白车轴草 <i>T. repens</i>	欧洲和北非 Europe and North Africa	II	多年生草本 Perennial	A
茄科 Solanaceae				
洋酸浆属 <i>Physalis</i>				
小酸浆 <i>P. minima</i>	热带美洲 Tropical America	IV	一年生草本 Annual	H
茄属 <i>Solanum</i>				
喀西茄 <i>S. aculeatissimum</i>	巴西 Brazil	II	亚灌木状草本 Subshrubs	B、C、D、E、F
车前科 Plantaginaceae				
野甘草属 <i>Scoparia</i>				
野甘草 <i>S. dulcis</i>	热带美洲 Tropical America	II	亚灌木状草本 Subshrubs	C、E、H
商陆科 Phytolaccaceae				
商陆属 <i>Phytolacca</i>				

物种 Species	原产地 Origin	IL	生活型 Life form	分布 Distribution
垂序商陆 <i>P. americana</i>	北美洲 North America	II	多年生草本 Perennial	A、C、F
落葵科 Basellaceae				
落葵薯属 <i>Anredera</i>				
落葵薯 <i>A. cordifolia</i>	南美洲 South America	I	多年生草本 Perennial	C
茜草科 Rubiaceae				
墨苜蓿属 <i>Richardia</i>				
墨苜蓿 <i>R. scabra</i>	美洲安第斯山区 Andes Mountains in America	III	一年生草本 Annual	A、H
钮扣草属 <i>Spermacoce</i>				
阔叶丰花草 <i>S. alata</i>	热带美洲 Tropical America	I	一年生草本 Annual	D、E、F、G、H、I、J
苋科 Amaranthaceae				
莲子草属 <i>Alternanthera</i>				
喜旱莲子草 <i>A. philoxeroides</i>	巴西 Brazil	I	多年生草本 Perennial	A、E、F
苋属 <i>Amaranthus</i>				
皱果苋 <i>A. viridis</i>	南美洲 South America	II	一年生草本 Annual	I
腺毛藜属 <i>Dysphania</i>				
土荆芥 <i>D. ambrosioides</i>	热带美洲 Tropical America	I	一年生草本 Annual	A、B、C、D、K
酢浆草科 Oxalidaceae				
酢浆草属 <i>Oxalis</i>				
红花酢浆草 <i>O. corymbosa</i>	热带美洲 Tropical America	IV	多年生草本 Perennial	C、D、G
大戟科 Euphorbiaceae				
大戟属 <i>Euphorbia</i>				
飞扬草 <i>E. hirta</i>	热带美洲 Tropical America	III	一年生草本 Annual	A、B、H、I
通奶草 <i>E. hypericifolia</i>	美洲 America	III	一年生草本 Annual	G

物种 Species	原产地 Origin	IL	生活型 Life form	分布 Distribution
锦葵科 Malvaceae				
赛葵属 Malvastrum				
赛葵 M. coromandelianum	美洲 America	II	亚灌木状草本 Subshrubs	C、D、I、L
黄花稔属 Sida				
黄花稔 S. acuta	热带美洲 Tropical America	IV	亚灌木状草 Subshrubs	B、G、L
旋花科 Convolvulaceae				
番薯属 Ipomoea				
五爪金龙 I. cairica	美洲 America	I	多年生草本 Perennial	A、E
三裂叶薯 I. triloba	西印度群岛 West Indies	II	一年生草本 Annual	B
柳叶菜科 Onagraceae				
月见草属 Oenothera				
粉花月见草 O. rosea	热带美洲 Tropical America	III	多年生草本 Perennial	A
荨麻科 Urticaceae				
冷水花属 Pilea				
小叶冷水花 P. microphylla	热带美洲 Tropical America	IV	一年生草本 Annual	A、D、E

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

附录 5 广西 13 个国家级自然保护区本地草本植物名录。A-M 分别代表大明山、雅长兰科植物、岑王老山、大瑶山、十万大山、九万山、恩城、北仑河口、山口红树林、金花茶、猫儿山、弄岗和元宝山国家级自然保护区。

Appendix 5 List of native herbs in thirteen national nature reserves in Guangxi. A-M respectively represent Damingshan, Yachang Orchid, Cenwanglaoshan, Dayaoshan, Shiwandashan, Jiuwanshan, Encheng, Beilun Estuary, Shankou Mangrove, Yellow Camellia, Maoershan, Nonggang and Yuanbaoshan National Nature Reserve.

物种 Species	属 Genus	分布 Distribution
被子植物门 Angiospermae		
阿福花科 Asphodelaceae		
山菅兰 <i>Dianella ensifolia</i>	山菅兰属 <i>Dianella</i>	C、F、J
芭蕉科 Musaceae		
野蕉 <i>Musa balbisiana</i>	芭蕉属 <i>Musa</i>	D
报春花科 Primulaceae		
矮桃 <i>Lysimachia clethroides</i>	珍珠菜属 <i>Lysimachia</i>	D
泽珍珠菜 <i>Lysimachia candida</i>	珍珠菜属 <i>Lysimachia</i>	F
广西过路黄 <i>Lysimachia alfredii</i>	珍珠菜属 <i>Lysimachia</i>	M
过路黄 <i>Lysimachia christinae</i>	珍珠菜属 <i>Lysimachia</i>	A
百合科 Liliaceae		
野百合 <i>Lilium brownii</i>	百合属 <i>Lilium</i>	B
车前科 Plantaginaceae		
车前 <i>Plantago asiatica</i>	车前属 <i>Plantago</i>	A、B、C、D、E、F、G、J、K
平车前 <i>Plantago depressa</i>	车前属 <i>Plantago</i>	F、M
疏花车前 <i>Plantago asiatica</i> subsp. <i>erosa</i>	车前属 <i>Plantago</i>	M
鞭打绣球 <i>Hemiphragma heterophyllum</i>	鞭打绣球属 <i>Hemiphragma</i>	K
唇形科 Lamiaceae		
筋骨草 <i>Ajuga ciliata</i>	筋骨草属 <i>Ajuga</i>	C、J
紫背金盘 <i>Ajuga nipponensis</i>	筋骨草属 <i>Ajuga</i>	A、G
荆芥 <i>Nepeta cataria</i>	荆芥属 <i>Nepeta</i>	A、C
香薷 <i>Elsholtzia ciliata</i>	香薷属 <i>Elsholtzia</i>	A、B、C、D、J、K
蜜蜂花 <i>Melissa axillaris</i>	蜜蜂花属 <i>Melissa</i>	C、F
风轮菜 <i>Clinopodium chinense</i>	风轮菜属 <i>Clinopodium</i>	B、D、G、J
细风轮菜 <i>Clinopodium gracile</i>	风轮菜属 <i>Clinopodium</i>	A、B、C、D、F、K、M
疏花风轮菜 <i>Clinopodium laxiflorum</i>	风轮菜属 <i>Clinopodium</i>	C
小花风轮菜 <i>Clinopodium micranthum</i>	风轮菜属 <i>Clinopodium</i>	C
夏枯草 <i>Prunella vulgaris</i>	夏枯草属 <i>Prunella</i>	B、C、D
薄荷 <i>Mentha canadensis</i>	薄荷属 <i>Mentha</i>	C
融瓣花 <i>Galeopsis bifida</i>	融瓣花属 <i>Galeopsis</i>	C
活血丹 <i>Glechoma longituba</i>	活血丹属 <i>Glechoma</i>	A、B、C
尾叶香茶菜 <i>Isodon excisus</i>	香茶菜属 <i>Isodon</i>	A

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

唇形科 Lamiaceae

腺花香茶菜 <i>Isodon adenanthus</i>	香茶菜属 <i>Isodon</i>	G
紫苏 <i>Perilla frutescens</i>	紫苏属 <i>Perilla</i>	A、B
野生紫苏 <i>Perilla frutescens</i> var. <i>purpurascens</i>	紫苏属 <i>Perilla</i>	B
血见愁 <i>Teucrium viscidum</i>	香科科属 <i>Teucrium</i>	C、J、M
石生鸡脚参 <i>Orthosiphon marmoritis</i>	鸡脚参属 <i>Orthosiphon</i>	D
臭茉莉 <i>Clerodendrum chinense</i> var. <i>simplex</i>	大青属 <i>Clerodendrum</i>	G、L
石芥苳 <i>Mosla scabra</i>	石芥苳属 <i>Mosla</i>	B、F、G、M
小鱼仙草 <i>Mosla dianthera</i>	石芥苳属 <i>Mosla</i>	B、F、G、L
广防风 <i>Anisomeles indica</i>	广防风属 <i>Anisomeles</i>	F、J
红根草 <i>Salvia prionitis</i>	鼠尾草属 <i>Salvia</i>	F
鼠尾草 <i>Salvia japonica</i>	鼠尾草属 <i>Salvia</i>	K、L
地笋 <i>Lycopus lucidus</i>	地笋属 <i>Lycopus</i>	B
中华锥花 <i>Gomphostemma chinense</i>	锥花属 <i>Gomphostemma</i>	K

大戟科 Euphorbiaceae

铁苋菜 <i>Acalypha australis</i>	铁苋菜属 <i>Acalypha</i>	A、B、C、D、L
裂苞铁苋菜 <i>Acalypha supera</i>	铁苋菜属 <i>Acalypha</i>	C

大麻科 Cannabaceae

葎草 <i>Humulus scandens</i>	葎草属 <i>Humulus</i>	A、C
----------------------------	--------------------	-----

灯芯草科 Juncaceae

灯芯草 <i>Juncus effusus</i>	灯芯草属 <i>Juncus</i>	K、M
---------------------------	--------------------	-----

豆科 Fabaceae

海刀豆 <i>Canavalia rosea</i>	刀豆属 <i>Canavalia</i>	H
链荚豆 <i>Alysicarpus vaginalis</i>	链荚豆属 <i>Alysicarpus</i>	H
广东金钱草 <i>Desmodium styracifolium</i>	假地豆属 <i>Grona</i>	C
三点金 <i>Desmodium triflorum</i>	假地豆属 <i>Grona</i>	F、M
野豇豆 <i>Vigna vexillata</i>	豇豆属 <i>Vigna</i>	L
贼小豆 <i>Vigna minima</i>	豇豆属 <i>Vigna</i>	C
尖叶长柄山蚂蝗 <i>Hylodesmum</i> <i>podocarpum</i> subsp. <i>Oxyphyllum</i>	长柄山蚂蝗属 <i>Hylodesmum</i>	A、B、C、D、G、J
长柄山蚂蝗 <i>Hylodesmum podocarpum</i>	长柄山蚂蝗属 <i>Hylodesmum</i>	B
百脉根 <i>Lotus corniculatus</i>	百脉根属 <i>Lotus</i>	B、D
大野豌豆 <i>Vicia sinogigantea</i>	野豌豆属 <i>Vicia</i>	G
野扁豆 <i>Dunbaria villosa</i>	野扁豆属 <i>Dunbaria</i>	B
决明 <i>Senna tora</i>	决明属 <i>Senna</i>	G、L
狸尾豆 <i>Uraria lagopodioides</i>	狸尾豆属 <i>Uraria</i>	G
鹿藿 <i>Rhynchosia volubilis</i>	鹿藿属 <i>Rhynchosia</i>	G
天蓝苜蓿 <i>Medicago lupulina</i>	苜蓿属 <i>Medicago</i>	G

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

豆科 Fabaceae

鸡眼草 <i>Kummerowia striata</i>	鸡眼草属 <i>Kummerowia</i>	F、M
葛 <i>Pueraria montana</i> var. <i>lobata</i>	葛属 <i>Pueraria</i>	B、C、J、L
粉葛 <i>Pueraria montana</i> var. <i>thomsonii</i>	葛属 <i>Pueraria</i>	M
三裂叶野葛 <i>Pueraria phaseoloides</i>	葛属 <i>Pueraria</i>	E、F
甘草 <i>Glycyrrhiza uralensis</i>	甘草属 <i>Glycyrrhiza</i>	I

防己科 Menispermaceae

粪箕笃 <i>Stephania longa</i>	千金藤属 <i>Stephania</i>	B、G、L
----------------------------	-----------------------	-------

凤仙花科 Balsaminaceae

绿萼凤仙花 <i>Impatiens chlorosepala</i>	凤仙花属 <i>Impatiens</i>	F
-------------------------------------	-----------------------	---

禾本科 Poaceae

白茅 <i>Imperata cylindrica</i>	白茅属 <i>Imperata</i>	A、B、E、H、I、J
稗 <i>Echinochloa crus-galli</i>	稗属 <i>Echinochloa</i>	A、B、C、G、H
光头稗 <i>Echinochloa colona</i>	稗属 <i>Echinochloa</i>	C、G
无芒稗 <i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>mitis</i>	稗属 <i>Echinochloa</i>	A
湖南稗子 <i>Echinochloa frumentacea</i>	稗属 <i>Echinochloa</i>	E
拂子茅 <i>Calamagrostis epigeios</i>	拂子茅属 <i>Calamagrostis</i>	H
狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>	狗牙根属 <i>Cynodon</i>	A、B、G、H、I、M
画眉草 <i>Eragrostis pilosa</i>	画眉草属 <i>Eragrostis</i>	A、B、C、H、I、K、M
小画眉草 <i>Eragrostis minor</i>	画眉草属 <i>Eragrostis</i>	A、C
荩草 <i>Arthraxon hispidus</i>	荩草属 <i>Arthraxon</i>	A、B、C、D、E、F、G、H、J、K、L
矛叶荩草 <i>Arthraxon lanceolatus</i>	荩草属 <i>Arthraxon</i>	B、L
类芦 <i>Neyraudia reynaudiana</i>	类芦属 <i>Neyraudia</i>	H
粽叶芦 <i>Thysanolaena latifolia</i>	粽叶芦属 <i>Thysanolaena</i>	E
龙爪茅 <i>Dactyloctenium aegyptium</i>	龙爪茅属 <i>Dactyloctenium</i>	H、I
马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	马唐属 <i>Digitaria</i>	A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、M
芒 <i>Miscanthus sinensis</i>	芒属 <i>Miscanthus</i>	A、B、E、G、H、J
五节芒 <i>Miscanthus floridulus</i>	芒属 <i>Miscanthus</i>	A、B、C、D、E、F、G、H、J、L、M
牛筋草 <i>Eleusine indica</i>	稷属 <i>Eleusine</i>	A、B、C、D、E、F、G、H、I、L
细柄草 <i>Capillipedium parviflorum</i>	细柄草属 <i>Capillipedium</i>	B、G、H、I
野生稻 <i>Oryza rufipogon</i>	稻属 <i>Oryza</i>	H
刚莠竹 <i>Microstegium ciliatum</i>	莠竹属 <i>Microstegium</i>	B、C、J、L
蔓生莠竹 <i>Microstegium fasciculatum</i>	莠竹属 <i>Microstegium</i>	A、B、C、D、F、G、J、K、L
莠竹 <i>Microstegium vimineum</i>	莠竹属 <i>Microstegium</i>	B、E
弓果黍 <i>Cyrtococcum patens</i>	弓果黍属 <i>Cyrtococcum</i>	A、B、C、D、F、G、H、I、J、L、M

禾本科 Poaceae

皱叶狗尾草 <i>Setaria plicata</i>	狗尾草属 <i>Setaria</i>	B、C
棕叶狗尾草 <i>Setaria palmifolia</i>	狗尾草属 <i>Setaria</i>	A、B、C、D、E、F
金色狗尾草 <i>Setaria pumila</i>	狗尾草属 <i>Setaria</i>	A、B
狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	狗尾草属 <i>Setaria</i>	B、C、F、M
狼尾草 <i>Pennisetum alopecuroides</i>	狼尾草属 <i>Pennisetum</i>	C
雀稗 <i>Paspalum thunbergii</i>	雀稗属 <i>Paspalum</i>	A、C、I
圆果雀稗 <i>Paspalum scrobiculatum</i> var. <i>orbiculare</i>	雀稗属 <i>Paspalum</i>	A、G、L、M
假俭草 <i>Eremochloa ophiuroides</i>	蜈蚣草属 <i>Eremochloa</i>	M
蜈蚣草 <i>Eremochloa ciliaris</i>	蜈蚣草属 <i>Eremochloa</i>	A、B、C、F、G
淡竹叶 <i>Lophatherum gracile</i>	淡竹叶属 <i>Lophatherum</i>	A、E、F、J
露籽草 <i>Ottochloa nodosa</i>	露籽草属 <i>Ottochloa</i>	A、J
披碱草 <i>Elymus dahuricus</i>	披碱草属 <i>Elymus</i>	A、B、D、K
千金子 <i>Leptochloa chinensis</i>	千金子属 <i>Leptochloa</i>	A、D
早熟禾 <i>Poa annua</i>	早熟禾属 <i>Poa</i>	A
求米草 <i>Oplismenus undulatifolius</i>	求米草属 <i>Oplismenus</i>	B、D、F、G、K、L、M
竹叶草 <i>Oplismenus compositus</i>	求米草属 <i>Oplismenus</i>	A、K
地毯草 <i>Axonopus compressus</i>	地毯草属 <i>Axonopus</i>	A、D、E、I、J
雀麦 <i>Bromus japonicus</i>	雀麦属 <i>Bromus</i>	D
牛鞭草 <i>Hemarthria sibirica</i>	牛鞭草属 <i>Hemarthria</i>	D
芦苇 <i>Phragmites australis</i>	芦苇属 <i>Phragmites</i>	D
臂形草 <i>Brachiaria eruciformis</i>	臂形草属 <i>Brachiaria</i>	B、G、L
鸭嘴草 <i>Ischaemum aristatum</i> var. <i>glaucum</i>	鸭嘴草属 <i>Ischaemum</i>	J
粗毛鸭嘴草 <i>Ischaemum barbatum</i>	鸭嘴草属 <i>Ischaemum</i>	M
棒头草 <i>Polypogon fugax</i>	棒头草属 <i>Polypogon</i>	F
石芒草 <i>Arundinella nepalensis</i>	野古草属 <i>Arundinella</i>	F、M
鼠尾粟 <i>Sporobolus fertilis</i>	鼠尾粟属 <i>Sporobolus</i>	B、F、K
野青茅 <i>Deyeuxia pyramidalis</i>	野青茅属 <i>Deyeuxia</i>	F
稷 <i>Panicum miliaceum</i>	黍属 <i>Panicum</i>	C、H、I
心叶稷 <i>Panicum notatum</i>	黍属 <i>Panicum</i>	K
草沙蚕 <i>Tripogon bromoides</i>	草沙蚕属 <i>Tripogon</i>	A
金茅 <i>Eulalia speciosa</i>	黄金茅属 <i>Eulalia</i>	K、M
蔺草 <i>Beckmannia syzigachne</i>	蔺草属 <i>Beckmannia</i>	E
筒轴茅 <i>Rottboellia cochinchinensis</i>	筒轴茅属 <i>Rottboellia</i>	B
京芒草 <i>Achnatherum pekinense</i>	芨芨草属 <i>Neotrinia</i>	B
菅 <i>Themeda villosa</i>	菅属 <i>Themeda</i>	B
短柄草 <i>Brachypodium sylvaticum</i>	短柄草属 <i>Brachypodium</i>	B
大油芒 <i>Spodiopogon sibiricus</i>	大油芒属 <i>Spodiopogon</i>	B
白羊草 <i>Bothriochloa ischaemum</i>	孔颖草属 <i>Bothriochloa</i>	B

禾本科 Poaceae

金丝草 <i>Pogonatherum crinitum</i>	金发草属 <i>Pogonatherum</i>	A
箭竹 <i>Fargesia spathacea</i>	箭竹属 <i>Fargesia</i>	D
箬叶竹 <i>Indocalamus longiauritus</i>	箬竹属 <i>Indocalamus</i>	M
箬竹 <i>Indocalamus tessellatus</i>	箬竹属 <i>Indocalamus</i>	G

胡椒科 Piperaceae

假蒟 <i>Piper sarmentosum</i>	胡椒属 <i>Piper</i>	G、L
-----------------------------	------------------	-----

葫芦科 Cucurbitaceae

西瓜 <i>Citrullus lanatus</i>	西瓜属 <i>Citrullus</i>	H
绞股蓝 <i>Gynostemma pentaphyllum</i>	绞股蓝属 <i>Gynostemma</i>	A、B、C、G、J
赤爬 <i>Thladiantha dubia</i>	赤爬属 <i>Thladiantha</i>	A、C、D、G
大苞赤爬 <i>Thladiantha cordifolia</i>	赤爬属 <i>Thladiantha</i>	F
栝楼 <i>Trichosanthes kirilowii</i>	栝楼属 <i>Trichosanthes</i>	B、C、D
全缘栝楼 <i>Trichosanthes pilosa</i>	栝楼属 <i>Trichosanthes</i>	F
王瓜 <i>Trichosanthes cucumeroides</i>	栝楼属 <i>Trichosanthes</i>	L
蛇瓜 <i>Trichosanthes anguina</i>	栝楼属 <i>Trichosanthes</i>	K

虎耳草科 Saxifragaceae

虎耳草 <i>Saxifraga stolonifera</i>	虎耳草属 <i>Saxifraga</i>	A、B
大落新妇 <i>Astilbe grandis</i>	落新妇属 <i>Astilbe</i>	K

夹竹桃科 Apocynaceae

萝藦 <i>Cynanchum rostellatum</i>	鹅绒藤属 <i>Cynanchum</i>	A
鹅绒藤 <i>Cynanchum chinense</i>	鹅绒藤属 <i>Cynanchum</i>	D

姜科 Zingiberaceae

益智 <i>Alpinia oxyphylla</i>	山姜属 <i>Alpinia</i>	C
艳山姜 <i>Alpinia zerumbet</i>	山姜属 <i>Alpinia</i>	D、E、G
姜 <i>Zingiber officinale</i>	姜属 <i>Zingiber</i>	D
团聚姜 <i>Zingiber tuanjuum</i>	姜属 <i>Zingiber</i>	L
舞花姜 <i>Globba racemosa</i>	舞花姜属 <i>Globba</i>	D

金丝桃科 Hypericaceae

地耳草 <i>Hypericum japonicum</i>	金丝桃属 <i>Hypericum</i>	C、E、F、G、J、M
密腺小连翘 <i>Hypericum seniawinii</i>	金丝桃属 <i>Hypericum</i>	F、M
黄海棠 <i>Hypericum ascyron</i>	金丝桃属 <i>Hypericum</i>	B

堇菜科 Violaceae

如意草 <i>Viola arcuata</i>	堇菜属 <i>Viola</i>	A、B、C、D、F、K
光叶堇菜 <i>Viola sumatrana</i>	堇菜属 <i>Viola</i>	F
七星莲 <i>Viola diffusa</i>	堇菜属 <i>Viola</i>	F、M
柔毛堇菜 <i>Viola fargesii</i>	堇菜属 <i>Viola</i>	B

锦葵科 Malvaceae

黄葵 <i>Abelmoschus moschatus</i>	秋葵属 <i>Abelmoschus</i>	G
甜麻 <i>Corchorus aestuans</i>	黄麻属 <i>Corchorus</i>	G

景天科 Crassulaceae

珠芽景天 <i>Sedum bulbiferum</i>	景天属 <i>Sedum</i>	A
凹叶景天 <i>Sedum emarginatum</i>	景天属 <i>Sedum</i>	D
佛甲草 <i>Sedum lineare</i>	景天属 <i>Sedum</i>	F、M

桔梗科 Campanulaceae

铜锤玉带草 <i>Lobelia nummularia</i>	半边莲属 <i>Lobelia</i>	A、B、C、D、F、J、K
半边莲 <i>Lobelia chinensis</i>	半边莲属 <i>Lobelia</i>	D
山梗菜 <i>Lobelia sessilifolia</i>	半边莲属 <i>Lobelia</i>	B、K
江南山梗菜 <i>Lobelia davidii</i>	半边莲属 <i>Lobelia</i>	F、M
羊乳 <i>Codonopsis lanceolata</i>	党参属 <i>Codonopsis</i>	B

菊科 Asteraceae

金纽扣 <i>Acmella paniculata</i>	金纽扣属 <i>Acmella</i>	B、F、H、K、M
毛连菜 <i>Picris hieracioides</i>	毛连菜属 <i>Picris</i>	H
蟛蜞菊 <i>Sphagneticola calendulacea</i>	蟛蜞菊属 <i>Sphagneticola</i>	H
李花菊 <i>Wollastonia biflora</i>	李花菊属 <i>Wollastonia</i>	C、H
一点红 <i>Emilia sonchifolia</i>	一点红属 <i>Emilia</i>	D、E、F、H、J、M
艾纳香 <i>Blumea balsamifera</i>	艾纳香属 <i>Blumea</i>	A、B、C、D
白子菜 <i>Gynura divaricata</i>	菊三七属 <i>Gynura</i>	C
菊三七 <i>Gynura japonica</i>	菊三七属 <i>Gynura</i>	A
刺儿菜 <i>Cirsium arvense</i> var. <i>integrifolium</i>	薊属 <i>Cirsium</i>	C
大丁草 <i>Leibnitzia anandria</i>	大丁草属 <i>Leibnitzia</i>	B、C、J、M
东风菜 <i>Aster scaber</i>	紫菀属 <i>Aster</i>	A、B、C、F、G、K、M
马兰 <i>Aster indicus</i>	紫菀属 <i>Aster</i>	B、C、F、G、M
山马兰 <i>Aster lautureanus</i>	紫菀属 <i>Aster</i>	F
三脉紫菀 <i>Aster trinervius</i> subsp. <i>ageratoides</i>	紫菀属 <i>Aster</i>	A、B、C、K
微糙三脉紫菀 <i>Aster ageratoides</i> var. <i>scaberulus</i>	紫菀属 <i>Aster</i>	F、M
风毛菊 <i>Saussurea japonica</i>	风毛菊属 <i>Saussurea</i>	C、K
红果黄鹌菜 <i>Youngia erythrocarpa</i>	黄鹌菜属 <i>Youngia</i>	A、C、F、K
黄鹌菜 <i>Youngia japonica</i>	黄鹌菜属 <i>Youngia</i>	C、D、J
蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>	蒲公英属 <i>Taraxacum</i>	B、C、J
千里光 <i>Senecio scandens</i>	千里光属 <i>Senecio</i>	A、B、C、D、J
三角叶须弥菊 <i>Himalaiella deltoidea</i>	须弥菊属 <i>Himalaiella</i>	C
鼠曲草 <i>Pseudognaphalium affine</i>	鼠曲草属 <i>Pseudognaphalium</i>	A、B、C
腺梗豨薟 <i>Sigesbeckia pubescens</i>	豨薟属 <i>Sigesbeckia</i>	A、F
豨薟 <i>Sigesbeckia orientalis</i>	豨薟属 <i>Sigesbeckia</i>	C
下田菊 <i>Adenostemma lavenia</i>	下田菊属 <i>Adenostemma</i>	A、B、C、F、J、K

菊科 Asteraceae

宽叶下田菊 <i>Adenostemma lavenia</i> var. <i>latifolium</i>	下田菊属 <i>Adenostemma</i>	B、K
烟管头草 <i>Carpesium cernuum</i>	天名精属 <i>Carpesium</i>	B、C、K
天名精 <i>Carpesium abrotanoides</i>	天名精属 <i>Carpesium</i>	B、K
艾 <i>Artemisia argyi</i>	蒿属 <i>Artemisia</i>	A、D
萎蒿 <i>Artemisia selengensis</i>	蒿属 <i>Artemisia</i>	A、B、E、G
猪毛蒿 <i>Artemisia scoparia</i>	蒿属 <i>Artemisia</i>	J
牡蒿 <i>Artemisia japonica</i>	蒿属 <i>Artemisia</i>	F
野艾蒿 <i>Artemisia lavandulifolia</i>	蒿属 <i>Artemisia</i>	C
五月艾 <i>Artemisia indica</i>	蒿属 <i>Artemisia</i>	B、K
飞蓬 <i>Erigeron acris</i>	飞蓬属 <i>Erigeron</i>	A
小鱼眼草 <i>Dichrocephala benthamii</i>	鱼眼草属 <i>Dichrocephala</i>	A、C、D、J
鱼眼草 <i>Dichrocephala integrifolia</i>	鱼眼草属 <i>Dichrocephala</i>	F
乳苣 <i>Lactuca tatarica</i>	莴苣属 <i>Lactuca</i>	D
翼柄翅果菊 <i>Lactuca triangulata</i>	莴苣属 <i>Lactuca</i>	C
毛脉翅果菊 <i>Lactuca raddeana</i>	莴苣属 <i>Lactuca</i>	F
山莴苣 <i>Lactuca sibirica</i>	莴苣属 <i>Lactuca</i>	F
福王草 <i>Nabalus tatarinowii</i>	耳菊属 <i>Nabalus</i>	A
紫菊 <i>Notoseris macilenta</i>	紫菊属 <i>Notoseris</i>	F、K
黑花紫菊 <i>Notoseris melanantha</i>	紫菊属 <i>Notoseris</i>	D
苦苣菜 <i>Ixeris polycephala</i>	苦苣菜属 <i>Ixeris</i>	D
无毛蟹甲草 <i>Parasenecio albus</i>	蟹甲草属 <i>Parasenecio</i>	K
蟹甲草 <i>Parasenecio forrestii</i>	蟹甲草属 <i>Parasenecio</i>	D、K
狼把草 <i>Bidens tripartita</i>	鬼针草属 <i>Bidens</i>	G
鳢肠 <i>Eclipta prostrata</i>	鳢肠属 <i>Eclipta</i>	E、G
苣荬菜 <i>Sonchus wightianus</i>	苦苣菜属 <i>Sonchus</i>	J、K
泥胡菜 <i>Hemisteptia lyrata</i>	泥胡菜属 <i>Hemisteptia</i>	J
细叶湿鼠曲草 <i>Gnaphalium japonicum</i>	湿鼠曲草属 <i>Gnaphalium</i>	F
圆舌黏冠草 <i>Myriactis nepalensis</i>	黏冠草属 <i>Myriactis</i>	F
野菊 <i>Chrysanthemum indicum</i>	菊属 <i>Chrysanthemum</i>	K
香青 <i>Anaphalis sinica</i>	香青属 <i>Anaphalis</i>	K
三脉香青 <i>Anaphalis triplinervis</i>	香青属 <i>Anaphalis</i>	K
橐吾 <i>Ligularia sibirica</i>	橐吾属 <i>Ligularia</i>	K
佩兰 <i>Eupatorium fortunei</i>	泽兰属 <i>Eupatorium</i>	K
白头婆 <i>Eupatorium japonicum</i>	泽兰属 <i>Eupatorium</i>	B、M
稻槎菜 <i>Lapsanastrum apogonoides</i>	稻槎菜属 <i>Lapsanastrum</i>	B、K
苍耳 <i>Xanthium strumarium</i>	苍耳属 <i>Xanthium</i>	B
田基黄 <i>Grangea maderaspatana</i>	田基黄属 <i>Grangea</i>	A、C、K

菊科 Asteraceae		
小甘菊 <i>Cancrinia discoidea</i>	小甘菊属 <i>Cancrinia</i>	F
黑花假福王草 <i>Paraprenanthes melanantha</i>	假福王草属 <i>Paraprenanthes</i>	D
爵床科 Acanthaceae		
爵床 <i>Justicia procumbens</i>	爵床属 <i>Justicia</i>	A、B、C、F、G、K
狗肝菜 <i>Dicliptera chinensis</i>	狗肝菜属 <i>Dicliptera</i>	D、G、L
苦苣苔科 Gesneriaceae		
光萼汉克苣苔 <i>Henckelia anachoreta</i>	汉克苣苔属 <i>Henckelia</i>	D
兰科 Orchidaceae		
春兰 <i>Cymbidium goeringii</i>	兰属 <i>Cymbidium</i>	J
绶草 <i>Spiranthes sinensis</i>	绶草属 <i>Spiranthes</i>	K
斑叶兰 <i>Goodyera schlechtendaliana</i>	斑叶兰属 <i>Goodyera</i>	M
蓼科 Polygonaceae		
金荞麦 <i>Fagopyrum dibotrys</i>	荞麦属 <i>Fagopyrum</i>	B
火炭母 <i>Persicaria chinensis</i>	蓼属 <i>Persicaria</i>	A、C、D、F、G、J、L
掌叶蓼 <i>Persicaria palmata</i>	蓼属 <i>Persicaria</i>	C
尼泊尔蓼 <i>Persicaria nepalensis</i>	蓼属 <i>Persicaria</i>	A、C、D、F、K、M
水蓼 <i>Persicaria hydropiper</i>	蓼属 <i>Persicaria</i>	A、C、D、G、J
酸模叶蓼 <i>Persicaria lapathifolia</i>	蓼属 <i>Persicaria</i>	C、E、M
香蓼 <i>Persicaria viscosa</i>	蓼属 <i>Persicaria</i>	A、K
刺蓼 <i>Persicaria senticosa</i>	蓼属 <i>Persicaria</i>	D、G
红蓼 <i>Persicaria orientalis</i>	蓼属 <i>Persicaria</i>	D、G
圆基长鬃蓼 <i>Persicaria longiseta</i> var. <i>rotundata</i>	蓼属 <i>Persicaria</i>	D
伏毛蓼 <i>Persicaria pubescens</i>	蓼属 <i>Persicaria</i>	F、M
头花蓼 <i>Persicaria capitata</i>	蓼属 <i>Persicaria</i>	B、F、K
愉悦蓼 <i>Persicaria jucunda</i>	蓼属 <i>Persicaria</i>	F
酸模 <i>Rumex acetosa</i>	酸模属 <i>Rumex</i>	K
卷茎蓼 <i>Fallopia convolvulus</i>	何首乌属 <i>Pleuropterus</i>	B
柳叶菜科 Onagraceae		
草龙 <i>Ludwigia hyssopifolia</i>	丁香蓼属 <i>Ludwigia</i>	H
柳叶菜 <i>Epilobium hirsutum</i>	柳叶菜属 <i>Epilobium</i>	A、K
毛脉柳叶菜 <i>Epilobium amurense</i>	柳叶菜属 <i>Epilobium</i>	F
光滑柳叶菜 <i>Epilobium amurense</i> subsp. <i>cephalostigma</i>	柳叶菜属 <i>Epilobium</i>	K
滇藏柳叶菜 <i>Epilobium wallichianum</i>	柳叶菜属 <i>Epilobium</i>	K
露珠草 <i>Circaea cordata</i>	露珠草属 <i>Circaea</i>	B
龙胆科 Gentianaceae		
獐牙菜 <i>Swertia bimaculata</i>	獐牙菜属 <i>Swertia</i>	K
龙胆 <i>Gentiana scabra</i>	龙胆属 <i>Gentiana</i>	K

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

龙胆科 Gentianaceae

香港双蝴蝶 *Tripterospermum nienkui* 双蝴蝶属 *Tripterospermum* M

列当科 Orobanchaceae

野菰 *Aeginetia indica* 野菰属 *Aeginetia* F

马鞭草科 Verbenaceae

马鞭草 *Verbena officinalis* 马鞭草属 *Verbena* B、C、D、E

过江藤 *Phyla nodiflora* 过江藤属 *Phyla* G

马兜铃科 Aristolochiaceae

马兜铃 *Aristolochia debilis* 马兜铃属 *Aristolochia* C

细辛 *Asarum heterotropoides* 细辛属 *Asarum* D

牻牛儿苗科 Geraniaceae

老鹳草 *Geranium wilfordii* 老鹳草属 *Geranium* A、B、C

鼠掌老鹳草 *Geranium sibiricum* 老鹳草属 *Geranium* B

毛茛科 Ranunculaceae

毛茛 *Ranunculus japonicus* 毛茛属 *Ranunculus* C

禺毛茛 *Ranunculus cantoniensis* 毛茛属 *Ranunculus* A、B、C、D、F、K、M

石龙芮 *Ranunculus sceleratus* 毛茛属 *Ranunculus* A

长冬草 *Clematis hexapetala* var. *tchefouensis* 铁线莲属 *Clematis* C

铁线莲 *Clematis florida* 铁线莲属 *Clematis* B、C、J

打破碗花花 *Anemone hupehensis* 银莲花属 *Anemone* C

野棉花 *Anemone vitifolia* 银莲花属 *Anemone* B

大火草 *Anemone tomentosa* 银莲花属 *Anemone* B

铁破锣 *Beesia calthifolia* 铁破锣属 *Beesia* A

母草科 Linderniaceae

宽叶母草 *Lindernia nummulariifolia* 陌上菜属 *Lindernia* C

荨麻母草 *Lindernia elata* 陌上菜属 *Lindernia* D

母草 *Lindernia crustacea* 陌上菜属 *Lindernia* F、M

单色蝴蝶草 *Torenia concolor* 蝴蝶草属 *Torenia* C、D、F、M

黄花蝴蝶草 *Torenia flava* 蝴蝶草属 *Torenia* M

葡萄科 Vitaceae

乌藟莓 *Causonis japonica* 乌藟莓属 *Causonis* A、B、C、D、G、L、M

白粉藤 *Cissus repens* 白粉藤属 *Cissus* A

崖爬藤 *Tetrastigma obtectum* 崖爬藤属 *Tetrastigma* D、G、L

茜草科 Rubiaceae

薄叶新耳草 *Neanotis hirsuta* 新耳草属 *Neanotis* C

粗叶耳草 *Hedyotis verticillata* 耳草属 *Hedyotis* C

耳草 *Hedyotis auricularia* 耳草属 *Hedyotis* B、C、D

长节耳草 *Hedyotis uncinella* 耳草属 *Hedyotis* C

白花蛇舌草 *Hedyotis diffusa* 耳草属 *Hedyotis* D、F

茜草科 Rubiaceae		
金毛耳草 <i>Hedyotis chrysotricha</i>	耳草属 <i>Hedyotis</i>	F、M
伞房花耳草 <i>Hedyotis corymbosa</i>	耳草属 <i>Hedyotis</i>	I
细叶亚婆潮 <i>Hedyotis auricularia</i> var. <i>mina</i>	耳草属 <i>Hedyotis</i>	B
糙叶丰花草 <i>Spermacoce hispida</i>	钮扣草属 <i>Spermacoce</i>	C
丰花草 <i>Spermacoce pusilla</i>	钮扣草属 <i>Spermacoce</i>	C
六叶葎 <i>Galium hoffmeisteri</i>	拉拉藤属 <i>Galium</i>	C
四叶葎 <i>Galium bungei</i>	拉拉藤属 <i>Galium</i>	K
茜草 <i>Rubia cordifolia</i>	茜草属 <i>Rubia</i>	B、G
翅果耳草 <i>Leptopetalum pteritum</i>	网籽耳草属 <i>Leptopetalum</i>	G
蔷薇科 Rosaceae		
蛇莓 <i>Duchesnea indica</i>	蛇莓属 <i>Duchesnea</i>	A、B、C、D、F、G、K、M
龙牙草 <i>Agrimonia pilosa</i>	龙牙草属 <i>Agrimonia</i>	A、B、C、E、F、M
路边青 <i>Geum aleppicum</i>	路边青属 <i>Geum</i>	F
西南蕨麻 <i>Argentina lineata</i>	蕨麻属 <i>Argentina</i>	C
黄花委陵菜 <i>Potentilla chrysantha</i>	委陵菜属 <i>Potentilla</i>	C
委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	委陵菜属 <i>Potentilla</i>	C
五叶双花委陵菜 <i>Potentilla biflora</i> var. <i>lahulensis</i>	委陵菜属 <i>Potentilla</i>	C
西南委陵菜 <i>Potentilla lineata</i>	委陵菜属 <i>Potentilla</i>	C
蛇含委陵菜 <i>Potentilla kleiniana</i>	委陵菜属 <i>Potentilla</i>	A、B、F、K、M
茄科 Solanaceae		
少花龙葵 <i>Solanum americanum</i>	茄属 <i>Solanum</i>	A、C、D、F、H
龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	茄属 <i>Solanum</i>	B、C
黄果茄 <i>Solanum virginianum</i>	茄属 <i>Solanum</i>	A
龙珠 <i>Tubocapsicum anomalum</i>	龙珠属 <i>Tubocapsicum</i>	F
秋海棠科 Begoniaceae		
秋海棠 <i>Begonia grandis</i>	秋海棠属 <i>Begonia</i>	C
秋水仙科 Colchicaceae		
万寿竹 <i>Disporum cantoniense</i>	万寿竹属 <i>Disporum</i>	B
忍冬科 Caprifoliaceae		
川续断 <i>Dipsacus asper</i>	川续断属 <i>Dipsacus</i>	C
缬草 <i>Valeriana officinalis</i>	缬草属 <i>Valeriana</i>	K
攀倒甑 <i>Patrinia villosa</i>	败酱属 <i>Patrinia</i>	C、M
败酱 <i>Patrinia scabiosifolia</i>	败酱属 <i>Patrinia</i>	C
伞形科 Apiaceae		
积雪草 <i>Centella asiatica</i>	积雪草属 <i>Centella</i>	A、B、C、F、G、M
鸭儿芹 <i>Cryptotaenia japonica</i>	鸭儿芹属 <i>Cryptotaenia</i>	A、C、D、F、K
芫荽 <i>Coriandrum sativum</i>	芫荽属 <i>Coriandrum</i>	C
紫花前胡 <i>Angelica decursiva</i>	当归属 <i>Angelica</i>	K

伞形科 Apiaceae

变豆菜 *Sanicula chinensis* 变豆菜属 *Sanicula* B

桑科 Moraceae

水蛇麻 *Fatoua villosa* 水蛇麻属 *Fatoua* G

莎草科 Cyperaceae

球穗扁莎 *Pycnus flavidus* 扁莎属 *Pycnus* F
红鳞扁莎 *Pycnus sanguinolentus* 扁莎属 *Pycnus* C
三穗薹草 *Carex tristachya* 薹草属 *Carex* C
十字薹草 *Carex cruciata* 薹草属 *Carex* B、D、F、K、M
穹隆薹草 *Carex gibba* 薹草属 *Carex* F、M
长梗薹草 *Carex glossostigma* 薹草属 *Carex* F、M
禾状薹草 *Carex alopecuroides* 薹草属 *Carex* M
柔叶薹草 *Carex miyabei* 薹草属 *Carex* B
水蜈蚣 *Kyllinga polyphylla* 水蜈蚣属 *Kyllinga* A、B、C、D、G、L
单穗水蜈蚣 *Kyllinga nemoralis* 水蜈蚣属 *Kyllinga* F、M
碎米莎草 *Cyperus iria* 莎草属 *Cyperus* M
砖子苗 *Cyperus cyperoides* 莎草属 *Cyperus* M
异型莎草 *Cyperus difformis* 莎草属 *Cyperus* K
褐穗莎草 *Cyperus fuscus* 莎草属 *Cyperus* F、M
风车草 *Cyperus involucratus* 莎草属 *Cyperus* D
香附子 *Cyperus rotundus* 莎草属 *Cyperus* H
三棱水葱 *Schoenoplectus triqueter* 水葱属 *Schoenoplectus* G
暗褐飘拂草 *Fimbristylis fusca* 飘拂草属 *Fimbristylis* F、M
割鸡芒 *Hypolytrum nemorum* 割鸡芒属 *Hypolytrum* B
毛果珍珠茅 *Scleria levis* 珍珠茅属 *Scleria* H

商陆科 Phytolaccaceae

商陆 *Phytolacca acinosa* 商陆属 *Phytolacca* A、C

十字花科 Brassicaceae

蔊菜 *Rorippa indica* 蔊菜属 *Rorippa* C、G
无瓣蔊菜 *Rorippa dubia* 蔊菜属 *Rorippa* D
芥 *Capsella bursa-pastoris* 芥属 *Capsella* C
豆瓣菜 *Nasturtium officinale* 豆瓣菜属 *Nasturtium* D
碎米荠 *Cardamine hirsuta* 碎米荠属 *Cardamine* F

石竹科 Caryophyllaceae

无心菜 *Arenaria serpyllifolia* 无心菜属 *Arenaria* A、C、D
漆姑草 *Sagina japonica* 漆姑草属 *Sagina* A、F、K
无瓣繁缕 *Stellaria pallida* 繁缕属 *Stellaria* D
鹅肠菜 *Stellaria aquatica* 繁缕属 *Stellaria* M

薯蓣科 Dioscoreaceae

参薯 *Dioscorea alata* 薯蓣属 *Dioscorea* A、C

薯蓣科 Dioscoreaceae		
薯蓣 <i>Dioscorea polystachya</i>	薯蓣属 <i>Dioscorea</i>	B、C、D、E、G、J、L
黄独 <i>Dioscorea bulbifera</i>	薯蓣属 <i>Dioscorea</i>	A、B、C
日本薯蓣 <i>Dioscorea japonica</i>	薯蓣属 <i>Dioscorea</i>	A、B、F、K、L、M
光叶薯蓣 <i>Dioscorea glabra</i>	薯蓣属 <i>Dioscorea</i>	G
五叶薯蓣 <i>Dioscorea pentaphylla</i>	薯蓣属 <i>Dioscorea</i>	L
裂果薯 <i>Schizocapsa plantaginea</i>	裂果薯属 <i>Schizocapsa</i>	G、L
三白草科 Saururaceae		
截菜 <i>Houttuynia cordata</i>	截菜属 <i>Houttuynia</i>	B、C、D、F、M
天门冬科 Asparagaceae		
沿阶草 <i>Ophiopogon bodinieri</i>	沿阶草属 <i>Ophiopogon</i>	A、C、E
天门冬 <i>Asparagus cochinchinensis</i>	天门冬属 <i>Asparagus</i>	B
天南星科 Araceae		
芋 <i>Colocasia esculenta</i>	芋属 <i>Colocasia</i>	B、C
魔芋 <i>Amorphophallus konjac</i>	魔芋属 <i>Amorphophallus</i>	B、C、D
野魔芋 <i>Amorphophallus variabilis</i>	魔芋属 <i>Amorphophallus</i>	B
疣柄魔芋 <i>Amorphophallus paeoniifolius</i>	魔芋属 <i>Amorphophallus</i>	G
海芋 <i>Alocasia odora</i>	海芋属 <i>Alocasia</i>	L
大野芋 <i>Leucocasia gigantea</i>	大野芋属 <i>Leucocasia</i>	D、G、L
犁头尖 <i>Typhonium blumei</i>	犁头尖属 <i>Typhonium</i>	B、D
天南星 <i>Arisaema heterophyllum</i>	天南星属 <i>Arisaema</i>	B
通泉草科 Mazaceae		
通泉草 <i>Mazus pumilus</i>	通泉草属 <i>Mazus</i>	A、C、D、F、J
透骨草科 Phrymaceae		
透骨草 <i>Phryma leptostachya</i> subsp. <i>asiatica</i>	透骨草属 <i>Phryma</i>	B
无患子科 Sapindaceae		
倒地铃 <i>Cardiospermum halicacabum</i>	倒地铃属 <i>Cardiospermum</i>	F、G、J、K
五加科 Araliaceae		
红马蹄草 <i>Hydrocotyle nepalensis</i>	天胡荽属 <i>Hydrocotyle</i>	D
天胡荽 <i>Hydrocotyle sibthorpioides</i>	天胡荽属 <i>Hydrocotyle</i>	A、C、E、F、G、H、J、K、L、M
食用土当归 <i>Aralia cordata</i>	楸木属 <i>Aralia</i>	F、K
仙茅科 Hypoxidaceae		
大叶仙茅 <i>Curculigo capitulata</i>	仙茅属 <i>Curculigo</i>	C
仙人掌科 Cactaceae		
岩牡丹 <i>Ariocarpus retusus</i>	岩牡丹属 <i>Ariocarpus</i>	B
苋科 Amaranthaceae		
牛膝 <i>Achyranthes bidentata</i>	牛膝属 <i>Achyranthes</i>	B、F、G
土牛膝 <i>Achyranthes aspera</i>	牛膝属 <i>Achyranthes</i>	B、C、D、E、G、L

苋科 Amaranthaceae

青葙 <i>Celosia argentea</i>	青葙属 <i>Celosia</i>	F、H
猪毛菜 <i>Kali collinum</i>	猪毛菜属 <i>Salsola</i>	A、J
莲子草 <i>Alternanthera sessilis</i>	莲子草属 <i>Alternanthera</i>	D、G
白花苋 <i>Aerva sanguinolenta</i>	白花苋属 <i>Ouret</i>	L
杯苋 <i>Cyathula prostrata</i>	杯苋属 <i>Cyathula</i>	M

旋花科 Convolvulaceae

飞蛾藤 <i>Dinetus racemosus</i>	飞蛾藤属 <i>Dinetus</i>	B、H
厚藤 <i>Ipomoea pes-caprae</i>	番薯属 <i>Ipomoea</i>	H、I
番薯 <i>Ipomoea batatas</i>	番薯属 <i>Ipomoea</i>	G
毛牵牛 <i>Ipomoea biflora</i>	番薯属 <i>Ipomoea</i>	B
篱栏网 <i>Merremia hederacea</i>	鱼黄草属 <i>Merremia</i>	H

荨麻科 Urticaceae

冷水花 <i>Pilea notata</i>	冷水花属 <i>Pilea</i>	C、D、K
糯米团 <i>Gonostegia hirta</i>	糯米团属 <i>Gonostegia</i>	B、C、D、E、F、I、J、M
艾麻 <i>Laportea cuspidata</i>	艾麻属 <i>Laportea</i>	D
狭叶荨麻 <i>Urtica angustifolia</i>	荨麻属 <i>Urtica</i>	C、G
野线麻 <i>Boehmeria japonica</i>	苕麻属 <i>Boehmeria</i>	A
序叶苕麻 <i>Boehmeria clidemioides</i> var. <i>diffusa</i>	苕麻属 <i>Boehmeria</i>	F
托叶楼梯草 <i>Elatostema nasutum</i>	楼梯草属 <i>Elatostema</i>	D
雾水葛 <i>Pouzolzia zeylanica</i>	雾水葛属 <i>Pouzolzia</i>	B、D、E、F、K
赤车 <i>Pellionia radicans</i>	赤车属 <i>Pellionia</i>	F
蝎子草 <i>Girardinia diversifolia</i> subsp. <i>suborbiculata</i>	蝎子草属 <i>Girardinia</i>	B

鸭跖草科 Commelinaceae

大苞鸭跖草 <i>Commelina paludosa</i>	鸭跖草属 <i>Commelina</i>	C、D、H
鸭跖草 <i>Commelina communis</i>	鸭跖草属 <i>Commelina</i>	A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K
饭包草 <i>Commelina benghalensis</i>	鸭跖草属 <i>Commelina</i>	B、F、K、M
牛轭草 <i>Murdannia loriformis</i>	水竹叶属 <i>Murdannia</i>	F
竹叶吉祥草 <i>Spatholirion longifolium</i>	竹叶吉祥草属 <i>Spatholirion</i>	B
紫竹梅 <i>Tradescantia pallida</i>	紫露草属 <i>Tradescantia</i>	G
紫露草 <i>Tradescantia ohienensis</i>	紫露草属 <i>Tradescantia</i>	B

野牡丹科 Melastomataceae

楮头红 <i>Sarcopyramis napalensis</i>	肉穗草属 <i>Sarcopyramis</i>	K
肉穗草 <i>Sarcopyramis bodinieri</i>	肉穗草属 <i>Sarcopyramis</i>	M
锦香草 <i>Phyllagathis cavaleriei</i>	锦香草属 <i>Phyllagathis</i>	M
叶底红 <i>Bredia fordii</i>	野海棠属 <i>Bredia</i>	D
异药花 <i>Fordiophyton faberi</i>	肥肉草属 <i>Fordiophyton</i>	A、K

杨向林, 赵彩云, 李俊生, 种方方, 李文金 (2024) 植物入侵导致群落谱系结构更加聚集: 以广西国家级自然保护区草本植物为例. 生物多样性, 32, 24175. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2024175>

叶下珠科 *Phyllanthaceae*

叶下珠 <i>Phyllanthus urinaria</i>	叶下珠属 <i>Phyllanthus</i>	A、B、C、D、E、F、G、H、 I、J、L
---------------------------------	-------------------------	---------------------------

鸢尾科 *Iridaceae*

鸢尾 <i>Iris tectorum</i>	鸢尾属 <i>Iris</i>	B
-------------------------	-----------------	---

远志科 *Polygalaceae*

华南远志 <i>Polygala chinensis</i>	远志属 <i>Polygala</i>	D
--------------------------------	---------------------	---

芸香科 *Rutaceae*

芸香 <i>Ruta graveolens</i>	芸香属 <i>Ruta</i>	H
---------------------------	-----------------	---

芝麻科 *Pedaliaceae*

芝麻 <i>Sesamum indicum</i>	芝麻属 <i>Sesamum</i>	G
---------------------------	--------------------	---

紫草科 *Boraginaceae*

勿忘草 <i>Myosotis alpestris</i>	勿忘草属 <i>Myosotis</i>	C
-------------------------------	----------------------	---

酢浆草科 *Oxalidaceae*

黄花酢浆草 <i>Oxalis pes-caprae</i>	酢浆草属 <i>Oxalis</i>	C、D、G
酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>	酢浆草属 <i>Oxalis</i>	A、B、C、E、F、I、J、K、M

蕨类植物门 *Pteridophyta*

叉蕨科 *Tectariaceae*

无盖轴脉蕨 <i>Tectaria subsageniacea</i>	叉蕨属 <i>Tectaria</i>	L
-------------------------------------	---------------------	---

凤尾蕨科 *Pteridaceae*

半边旗 <i>Pteris semipinnata</i>	凤尾蕨属 <i>Pteris</i>	E、G、J、L
井栏边草 <i>Pteris multifida</i>	凤尾蕨属 <i>Pteris</i>	A、C、G、K
傅氏凤尾蕨 <i>Pteris fauriei</i>	凤尾蕨属 <i>Pteris</i>	B、D、F、G、K、L、M
剑叶凤尾蕨 <i>Pteris ensiformis</i>	凤尾蕨属 <i>Pteris</i>	D、G、L
蜈蚣凤尾蕨 <i>Pteris vittata</i>	凤尾蕨属 <i>Pteris</i>	D、G

骨碎补科 *Davalliaceae*

骨碎补 <i>Davallia trichomanoides</i>	骨碎补属 <i>Davallia</i>	L
------------------------------------	----------------------	---

海金沙科 *Lygodiaceae*

小叶海金沙 <i>Lygodium microphyllum</i>	海金沙属 <i>Lygodium</i>	H
海金沙 <i>Lygodium japonicum</i>	海金沙属 <i>Lygodium</i>	A、B、C、F、G、J、L

金星蕨科 *Thelypteridaceae*

金星蕨 <i>Parathelypteris glanduligera</i>	金星蕨属 <i>Parathelypteris</i>	A、B
毛蕨 <i>Cyclosorus interruptus</i>	毛蕨属 <i>Cyclosorus</i>	D
齿牙毛蕨 <i>Cyclosorus dentatus</i>	毛蕨属 <i>Cyclosorus</i>	F
疏羽凸轴蕨 <i>Metathelypteris laxa</i>	凸轴蕨属 <i>Metathelypteris</i>	F、M

卷柏科 *Selaginellaceae*

翠云草 <i>Selaginella uncinata</i>	卷柏属 <i>Selaginella</i>	D、G
薄叶卷柏 <i>Selaginella delicatula</i>	卷柏属 <i>Selaginella</i>	L
深绿卷柏 <i>Selaginella doederleinii</i>	卷柏属 <i>Selaginella</i>	M

里白科 *Gleicheniaceae*

芒萁 <i>Dicranopteris pedata</i>	芒萁属 <i>Dicranopteris</i>	A、D、G
铁芒萁 <i>Dicranopteris linearis</i>	芒萁属 <i>Dicranopteris</i>	B、C、E、F、J、M

鳞毛蕨科 *Dryopteridaceae*

贯众 <i>Cyrtomium fortunei</i>	贯众属 <i>Cyrtomium</i>	K
------------------------------	----------------------	---

鳞始蕨科 *Lindsaeaceae*

乌蕨 <i>Odontosoria chinensis</i>	乌蕨属 <i>Odontosoria</i>	B、C、D、F、J
---------------------------------	------------------------	-----------

木贼科 *Equisetaceae*

节节草 <i>Equisetum ramosissimum</i>	木贼属 <i>Equisetum</i>	B、C
木贼 <i>Equisetum hyemale</i>	木贼属 <i>Equisetum</i>	D

肾蕨科 *Nephrolepidaceae*

肾蕨 <i>Nephrolepis cordifolia</i>	肾蕨属 <i>Nephrolepis</i>	A、B、C、E、F、J
----------------------------------	------------------------	-------------

水龙骨科 *Polypodiaceae*

石韦 <i>Pyrrosia lingua</i>	石韦属 <i>Pyrrosia</i>	D
瓦韦 <i>Lepisorus thunbergianus</i>	瓦韦属 <i>Lepisorus</i>	F
伏石蕨 <i>Lemmaphyllum microphyllum</i>	伏石蕨属 <i>Lemmaphyllum</i>	L

石松科 *Lycopodiaceae*

石松 <i>Lycopodium japonicum</i>	石松属 <i>Lycopodium</i>	C、E、J、L
垂穗石松 <i>Palhinhaea cernua</i>	垂穗石松属 <i>Palhinhaea</i>	G、M

乌毛蕨科 *Blechnaceae*

乌毛蕨 <i>Blechnopsis orientalis</i>	乌毛蕨属 <i>Blechnopsis</i>	A、F、G、J
-----------------------------------	-------------------------	---------

碗蕨科 *Dennstaedtiaceae*

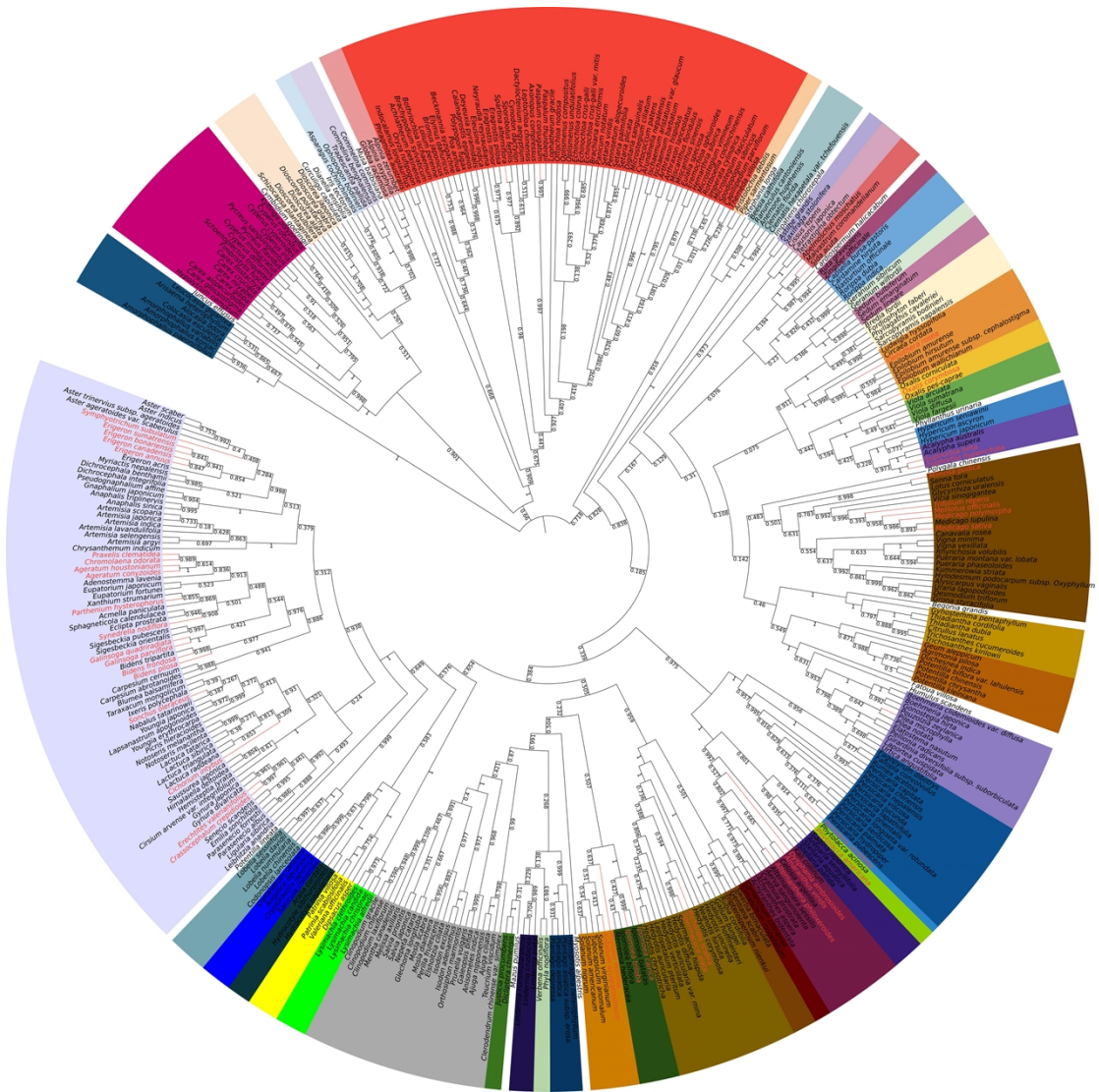
蕨 <i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	蕨属 <i>Pteridium</i>	A、B、C、G、J
华南鳞盖蕨 <i>Microlepia hancei</i>	鳞盖蕨属 <i>Microlepia</i>	G、L

岩蕨科 *Woodsiaceae*

岩蕨 <i>Woodsia ilvensis</i>	岩蕨属 <i>Woodsia</i>	F
----------------------------	--------------------	---

紫萁科 *Osmundaceae*

紫萁 <i>Osmunda japonica</i>	紫萁属 <i>Osmunda</i>	C
华南羽节紫萁 <i>Plenasium vachellii</i>	羽节紫萁属 <i>Plenasium</i>	G



附录 6 基于 *rbcL*、*matK* 和 ITS 序列构建的系统发育树。不同颜色的扇环表示不同的植物科, 其中少于 3 种物种在内的科用白色表示。红色树枝及拉丁名称代表外来入侵草本物种, 黑色的代表本地草本物种。节点上的数值表示后验概率。

Appendix 6 The phylogenetic tree construction based on *rbcL*, *matK*, and ITS sequences. Various color annular sectors represent different plant families, which the families with less than three species are represented in white. The red branches and Latin names indicate invasive alien herbs, while the black indicate native herbs. Scores on nodes indicate posterior probabilities.