doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.06.018

西双版纳鸟类多样性研究

姜志诚¹, 陈典², 曹光洪², 曾熙雯¹, 段禾祥¹

(1. 云南省生态环境科学研究院, 云南 昆明 650034;
2. 云南省西双版纳板河流域国家级自然保护区管理局, 云南 景洪 666100)

摘要:随着观鸟活动在国内的盛行,非自然保护地的观测数据逐年增多,及时开展区域鸟类编目工作是掌握本底资源的基础工作。全方位地收集来自自然保护地的文献资料,统计整理 2003—2021 年西双版纳州观鸟数据,形成西双版纳州鸟类名录并分析其鸟类多样性。结果表明,西双版纳州有鸟类 21 目 83 科 301 属 605 种,其中留鸟占比 70.58%。有国家重点保护鸟类 160 种,其中 110 种仅分布于个别县市,有 118 种鸟类被评估为受威胁物种,需要重点关注。各县市鸟类种的相似度一般,但科的相似度较高,全州鸟类属-科多样性较高。根据研究结果提出西双版纳州鸟类保护建议。

关键词:西双版纳;鸟类多样性;区系组成;居留型;物种相似度

中图分类号:S718.63;Q16 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2023)06-0102-06

引文格式:姜志诚,陈典,曹光洪,等. 西双版纳鸟类多样性研究[J]. 林业调查规划,2023,48(6):102-107,113.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.06.018

JIANG Zhicheng, CHEN Dian, CAO Guanghong, et al. Avian Diversity of Xishuangbanna in Yunnan[J]. Forest Inventory and Planning, 2023, 48(6): 102-107, 113. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.06.018

Avian Diversity of Xishuangbanna in Yunnan

JIANG Zhicheng¹, CHEN Dian², CAO Guanghong², ZENG Xiwen¹, DUAN Hexiang¹

(1. Yunnan Research Academy of Eco-environmental Sciences, Kunming 650034, China;
2. Xishuangbanna Nabanhe National Nature Reserve Administration, Jinghong, Yunnan 666100, China)

Abstract: With the popularity of bird watching activities in China, the observation data outside the natural protected areas is increasing year by year. Timely making regional bird catalog is the basic work for the management and protection of biological resources. By collecting the literature materials from the natural protected areas, the bird watching data of Xishuangbanna was counted and sorted out from 2003 to 2021, the bird checklist was formed and the avian diversity was analyzed. A total of 605 species from 301 genera, 83 families and 21 orders were recorded in Xishuangbanna, of which 70.58% were resident birds. There were 160 national key protected species, of which 110 species were narrowly distributed in individual county, and 118 species were assessed as threatened and need special attention. The similarity of species in counties was general, but the similarity of families was high, and the diversity of genera and families in the whole prefecture was high. According to the research results, some suggestions on bird protection in Xishuangbanna were put forward.

收稿日期:2022-04-22;修回日期:2022-05-09.

第一作者:姜志诚(1994-),男,云南昆明人,硕士,助理工程师.研究方向为动物生态学.Email:279644739@qq.com

责任作者:段禾祥(1981-),男,湖南益阳人,硕士,正高级工程师.研究方向为生态环境保护.Email:hxdun_yn@126.com

Key words: Xishuangbanna; avian diversity; fauna composition; resident type; species similarity

鸟类是物种多样性的组成之一,也是生物资源、生物多样性指标中的重要参考内容之一,是生态系统生产总值核算中不可或缺的部分^[1-3]。西双版纳的鸟类调查可追溯到 20 世纪 50 年代末,随着 20 世纪 80 年代西双版纳国家级自然保护区的建立,西双版纳鸟类科学考察也有序开展^[4-11]。同时观鸟旅游在国内的推广盛行,对中国及各省、市鸟类新记录的发现也做了重要贡献^[12-13],例如自 2011 年春节期中国科学院西双版纳热带植物园成功举办第一届观鸟节之后,至 2021 年已陆续举办了 7 届观鸟节活动,为勐腊县勐仑镇甚至整个西双版纳州的鸟类观测记录做出重要贡献^[14]。开展鸟类资源编目,可为地区、自然保护区等鸟类生态建设提供基础资料,同时为生物多样性保护与管理提供科学依据。

1 研究区域概况

西双版纳位于云南省南部,土地面积 19 124.5 km²,占云南省土地面积的 4.85%。东北、西北与普洱市接壤,东南与老挝相连,西南与缅甸接壤,所处的印缅生态热点地区(Indo-Burma)是全球 36 个生物多样性热点区之一^[15]。西双版纳处于滇西横断山系南段尾端,分属无量山和临沧大雪山南段山缘、低中山地区。州内最高点为勐海县勐宋乡的滑竹梁子,海拔 2 429 m,最低点为澜沧江与南腊河会合处,海拔 477 m。高温多雨、干湿季分明而四季不明显^[16]。西双版纳作为中国生物多样性功能保护区和重点生态功能区,同时也是云南省生态空间格局“三屏两带”的重要组成部分^[17-18]。

2 材料与方法

2.1 观鸟数据收集

在中国观鸟记录中心(www.birdreport.cn)收集西双版纳地区 2003—2021 年公开经审核的县级观鸟数据。

2.2 文献收集

系统地收集西双版纳境内自然保护区鸟类相关文献资料(包括综合科考报告、专项调查、出版物及鸟类新纪录等)。

2.3 数据处理

2.3.1 数据统一

目前国内鸟类观测与分类的依据主要为《中国

鸟类野外手册》和《中国鸟类分类与分布名录(第三版)》构成,但收集得到的各类数据时间相差较远,同时中国鸟类分类体系也发生了一些变化^[19-20]。因此,以《中国鸟类分类与分布名录(第三版)》的分类系统和鸟类名称为依据,对鸟类中文名、拉丁学名、分类阶元进行统一。

2.3.2 区系分析

参考中国和云南鸟类学专著^[21-25]对鸟类区系、居留型等进行整理和编目,并参照中国和云南脊椎动物受威胁等级^[26-29]进行标注。分析研究区域内鸟类动物地理区系、居留型、保护级别及受威胁等级等。

2.3.3 G-F 指数分析

对形成的西双版纳鸟类名录,采用蒋志刚和纪力强^[30]的 G-F 指数公式分析物种多样性。

1) 科的多样性指数 D_F

$$D_{Fk} = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i \quad (1)$$

式中: k 为科, F 为科一级的参数; n 为科 k 中属的数量; $P_i = sk_i / Sk$, sk_i 为 k 科中某一属 i 的物种数, Sk 为 k 科中总的物种数。

总 F 指数:

$$D_F = \sum_{k=1}^m D_{Fk} \quad (2)$$

式中: m 为该名录中所有科的数量。

2) 属的多样性指数 D_G

$$D_G = - \sum_{j=1}^p D_{Gi} = - \sum_{j=1}^p q_j \ln q_j \quad (3)$$

式中: $q_i = s_j / S$, s_j 为某一属下物种数量 j ; S 为某一科下所有属中物种数量; p 为某一科下所有属的数量。

3) G-F 指数 D_{G-F}

$$D_{G-F} = 1 - \frac{D_G}{D_F} \quad (4)$$

若动植物中所有的科都是单科种,即 $DF=0$ 时,则该地区的 G-F 指数为 0。

2.3.4 各行政单元鸟类多样性比较

采用 Jaccard 相似性指数^[31-33]对 3 个行政单元鸟类种类相似性进行分析。其中包含科与种两个分类阶元的相似性比较。

Jaccard 物种相似性指数:

$$I = c / (a + b - c) \quad (5)$$

式中: a 为 A 地物种数; b 为 B 地物种数; c 为 A 地和 B 地共有的物种数。

3 结果与分析

3.1 鸟类物种组成

西双版纳州境内鸟类有 605 种, 隶属 21 目 83 科 301 属, 各阶元鸟类数量及占比见表 1。

表 1 西双版纳州鸟类组成

Tab. 1 Composition of birds in Xishuangbanna

目	科		种	
	数量 /科	占比 /%	数量 /种	占比 /%
鸡形目 Galliformes	1	1.20	13	2.15
雁形目 Anseriformes	1	1.20	13	2.15
鸚鵡目 Podicipediformes	1	1.20	1	0.17
鸽形目 Columbiformes	1	1.20	16	2.64
夜鹰目 Caprimulgiformes	1	1.20	4	0.66
雨燕目 Apodiformes	2	2.41	8	1.32
鹃形目 Cuculiformes	1	1.20	16	2.64
鹤形目 Gruiformes	2	2.41	11	1.82
鸨形目 Charadriiformes	9	10.84	27	4.46
鹳形目 Ciconiiformes	1	1.20	2	0.33
鳾鸟目 Suliformes	1	1.20	1	0.17
鹈形目 Pelecaniformes	2	2.41	14	2.31
鹰形目 Accipitriformes	2	2.41	32	5.29
鸢形目 Strigiformes	2	2.41	15	2.48
咬鹃目 Trogoniformes	1	1.20	2	0.33
犀鸟目 Bucerotiformes	2	2.41	5	0.83
佛法僧目 Coraciiformes	3	3.61	16	2.64
鹭形目 Piciformes	2	2.41	27	4.46
隼形目 Falconiformes	1	1.20	6	0.99
鹦鹉目 Psittaciformes	1	1.20	4	0.66
雀形目 Passeriformes	46	55.42	372	61.49
合计	83	100.00	605	100.00

注: 分类系统参照中国鸟类分类与分布名录(第三版)^[20]。

由表 1 可见, 统计结果较《西双版纳鸟类多样性》^[13]一书中的鸟类数据 20 目 74 科 260 属 469 种增加了 1 目 9 科 41 属 136 种, 种一级增幅 29.00%。本次统计西双版纳州鸟类占云南省鸟类记录(945 种)^[33]的 64.02%, 占《中国鸟类观察手册》(1 491 种)^[34]的 40.58%。雀形目鸟类 372 种, 占此次统计鸟类的 61.49%; 非雀形目鸟类中, 物种数量前三的为鹰形目(32 种, 5.29%)、鸨形目(27 种, 4.46%)和鹭形目(27 种, 4.46%)。

3.2 区系组成和居留型分析

按照中国综合自然区划的划分, 西双版纳属 VIIA3 云南南缘谷地丘陵, 在中国动物地理区划中, 西双版纳所处区域为东洋界, 中印亚界, VII 华南区 VIIB 滇南山地亚区^[25]。对西双版纳州鸟类区系开展统计分析, 统计结果, 东洋界鸟种 427 种, 占鸟类物种数的 70.58%; 古北界鸟种 58 种, 占 9.59%; 东洋-古北界广布种 120 种, 占 19.83%, 是典型的以东洋界鸟类为主要区系组成的区域(表 2)。按居留类型, 留鸟 427 种, 占鸟类物种数的 70.58%; 夏候鸟 47 种, 占 7.77%; 冬候鸟 97 种, 占 16.03%; 旅鸟和迷鸟 34 种, 占 5.62%(表 3)。

表 2 西双版纳州及下辖县市鸟类区系组成

Tab. 2 Statistics of bird fauna in Xishuangbanna 种

行政单位	东洋界	广布种	古北界	合计
西双版纳州	427	120	58	605
景洪市	373	112	43	528
勐海县	325	91	22	438
勐腊县	387	96	38	521

表 3 西双版纳州及下辖县市鸟类居留型

Tab. 3 Statistics of bird resident types in Xishuangbanna 种

行政单位	留鸟	冬候鸟	夏候鸟	旅鸟和迷鸟	合计
西双版纳州	427	97	47	34	605
景洪市	379	84	44	15	522
勐海县	328	63	35	12	438
勐腊县	383	69	43	26	521

3.3 濒危和保护物种

在西双版纳分布的鸟类中, 有国家一级重点保护野生动物 18 种, 国家二级重点保护野生动物 142 种(表 4)。被 IUCN 物种红色名录和中国脊椎动物红色名录及云南省生物物种红色名录评估为受威胁(即极危、濒危、易危和近危)的物种分别有 36 种、116 种和 118 种, 共有 118 种鸟类需要重点关注, 占鸟类物种数的 19.50%。

对西双版纳州下辖县市鸟类记录深入分析, 县级狭域分布的物种数量为: 景洪市 41 种, 勐海县 6 种, 勐腊县 63 种(表 5)。国家一级保护物种狭域分

表 4 西双版纳州及下辖县市国家重点保护鸟类数量组成
Tab. 4 Statistics of key protected wild birds in

保护级别	Xishuangbanna			种
	西双版纳州	景洪市	勐海县	
国家一级保护物种	18	13	11	13
国家二级保护物种	124	113	92	104
合计	142	126	103	117

表 5 西双版纳州下辖县市狭域分布鸟类数量组成
Tab. 5 Statistics of narrowly distributed species in

狭域分布	counties of Xishuangbanna			种
	景洪市	勐海县	勐腊县	
物种数量	41	6	63	
国家一级保护物种	1	2	2	
国家二级保护物种	10	0	9	

布为:景洪市有草原雕(*Aquila nipalensis*);勐海县有彩鹇(*Plegadis falcinellus*)、乌雕(*Clanga clanga*);勐腊县有白肩雕(*Aquila heliaca*)、棕颈犀鸟(*Aceros nipalensis*)。

3.4 G-F 指数分析

使用 G-F 指数对西双版纳州及下辖县市鸟类开展种和属一级阶元的多样性计算(表 6)。

表 6 西双版纳州及下辖县市鸟类 G-F 指数
Tab. 6 G-F index of birds in Xishuangbanna

G-F 指数	景洪市	勐海县	勐腊县	均值	西双版纳州
D_G	3.44	3.94	3.48	3.62 ± 0.21	3.07
D_F	58.85	54.28	59.03	57.39 ± 2.07	59.83
D_{G-F}	0.94	0.93	0.94	0.94 ± 0.01	0.95

西双版纳州总体 G-F 多样性指数达 0.95,属间多样性 D_G 相对较低,而种间多样性 D_F 均较高。各县 G-F 指数均处于较高水平,说明在西双版纳州及各县市分布的鸟类中,单科种占比较少。计算 3 县市的 G 指数、F 指数及 G-F 指数均值,西双版纳州属的多样性指数 D_G 低于各县及县级均值,科的多样性指数 D_F 高于各县及县级均值,因此,全州的鸟类 G-F 多样性指数均高于各县。

3.5 物种相似度

利用 Jaccard 相似性指数开展西双版纳州鸟类

相似性的科、种阶元比较(表 7)。

表 7 西双版纳下辖县市鸟类科、种相似度
Tab. 7 Similarity of bird families and species in

相似度	counties of Xishuangbanna			%
	景洪市	勐海县	勐腊县	
景洪市		92.59	91.46	
勐海县	78.23		91.25	
勐腊县	75.13	70.04		

科的相似度较高,而种的相似度一般,且种的相似度随经度增加而降低。

3.6 数据贡献

3.6.1 自然保护地数据

西双版纳州境内有自然保护地 12 处^[35],包括国家级、州级、县级自然保护区、风景名胜区及森林公园,面积占西双版纳州国土面积的 28.60%。自然保护地覆盖西双版纳州下辖的景洪市、勐海县及勐腊县,其中面积最大的是西双版纳国家级自然保护区,也是本研究中数据贡献最大的自然保护地。各保护地鸟类物种数据见表 8。

3.6.2 观鸟数据

收集 2003—2021 年中国观鸟中心发布的西双版纳州及下辖县市的观鸟数据,其中勐腊县鸟类物种数据最丰富,占全州观鸟数据的 88.84%;勐海县最少,仅占全州观鸟数据的 32.42%(表 9)。

3.6.3 数据比较

整个西双版纳州的观鸟数据与全境自然保护地科考和监测数据相比,二者重叠度较高,特别是西双版纳国家级自然保护区下辖 5 个互不相连的片区跨景洪市、勐海县和勐腊县,占西双版纳州国土面积的 12.68%,对反映西双版纳州整体鸟类具有一定代表性。

从各县的观鸟数据和境内各自然保护地(含跨行政区)科考与监测数据分析,勐腊县观鸟数据较科考数据而言记录的鸟类更为丰富,其原因是中国科学院西双版纳热带植物园位于勐腊县勐仑镇,紧邻西双版纳国家级自然保护区勐仑子片区,是非常易于观察野生鸟类的区域(食宿行及基础生态环境条件较优越),同时,定期开展的观鸟节活动为勐腊县鸟类监测提供了重要数据来源。勐海县观鸟数据最少,主要为保护区数据。

表 8 西双版纳州境内保护地及鸟类数据

Tab. 8 Natural protected areas and data of birds in Xishuangbanna

序号	自然保护地	级别	类型	行政区域	面积/hm ²	鸟类物种数据	数据来源
1	西双版纳国家级自然保护区	N	F	JH, MH, ML	242510.00	20 目 74 科 469 种	[4, 13]
2	云南西双版纳纳板河流域国家级自然保护区	N	F	JH, MH	26600.00	15 目 46 科 278 种	[36]
3	西双版纳澜沧江—湄公河流域鼈、双孔鱼州级保护区	P	W	ML	67.00	—	
4	西双版纳罗梭江鱼类州级自然保护区	P	W	ML	600.00	—	
5	西双版纳布龙州级自然保护区	P	F	JH, MH	35485.00	16 目 54 科 309 种	[37]
6	西双版纳易武州级自然保护区	P	F	ML	33369.90	—	
7	景洪县级自然保护区	C	F	JH	47258.00	—	
8	勐海县级自然保护区	C	F	MH	28315.73	16 目 45 科 290 种	[38]
9	勐腊澜沧江绿三角县级自然保护区	C	F	ML	14752.00	—	
10	西双版纳风景名胜	N	S	JH, MH, ML	114790.00	16 目 68 科 275 种	[39]
11	云南西双版纳国家森林公园	N	F	JH	1801.70	—	
12	景洪嘎洒省级森林公园	Pr	F	JH	1338.66	—	

注:级别:N为国家级,Pr为省级,P为州级,C为县级;类型:F为森林生态,W为野生动物,S为风景名胜;行政区域:JH为景洪市,MH为勐海县,ML为勐腊县。

表 9 2003—2021 年中国观鸟中心发布的西双版纳州及下辖县市鸟类数据

Tab. 9 Bird data of Xishuangbanna released by China Bird Report from 2003 to 2021

观鸟数据	景洪市	勐海县	勐腊县	西双版纳州
目	19	15	19	20
科	69	51	69	77
种	342	154	422	475

4 结论与建议

4.1 区系特点突出

西双版纳地处滇西横断山系南段尾端、东亚—澳大利亚候鸟迁徙通道上,又紧邻中亚—印度候鸟迁徙通道^[40]。西双版纳作为我国与老挝、缅甸接壤的陆地区域,鸟类区系以东洋界为主,古北界及东洋—古北广布种较少,鸟类分布型的组成以南中国型和东洋型为主。

4.2 鸟类物种丰富度高,各县存在差异

通过对西双版纳州及下辖 3 个县市鸟类 G-F 多样性指数及 Jaccard 相似性指数进行计算与分析,西双版纳州及各县市鸟类物种丰富度指数较高,同时,各县科一级相似度较高,但种一级相似度勐海和勐腊县较低,存在差异。西双版纳州海拔变化呈西北高东南低的特点,在海拔上勐海县高于景洪市,景洪市高于勐腊县;通过对 3 个不同海拔区域的县市

鸟类进行统计对比分析,在物种数量上,景洪市高于勐腊县,勐腊县高于勐海县,呈近似驼峰分布形态,该分布形态接近 Colwell and Lee^[41]提出的物种分布在空间梯度的中间地带达到最高的“中间膨胀效应”(Mid-Domain effect)。

4.3 观鸟旅游成为鸟类数据重要来源

我国传统的鸟类数据获取,以林业和草原主管部门牵头,在自然保护地由经过专业培训的人员开展,特点是集中、高效且具有系统性;而随着低投资、低影响的观鸟生态旅游在国内的盛行,现如今鸟类数据获取方式已发生改变,大量观鸟爱好者分布在全国各地,可实时更新区域鸟类状况,同时也对非自然保护地鸟类的监测起到补充。观鸟旅游是一项跨学科的旅游产业,科学合理地发展观鸟旅游,需要各主管部门积极协作,对社会发展具有重要意义。

4.4 鸟类保护建议

4.4.1 加大鸟类资源保护及监管力度

现有林业和草原、自然保护区管理部门等可以联合院所、高校、地方鸟类协会等开展鸟类监测工作,逐步摸清西双版纳州鸟类迁徙通道、迁徙周期等基本信息。各级保护地主管部门不定期地组织人员深入森林公园、湿地公园、山塘水库、农田村庄等各处鸟类栖息地开展候鸟保护专项执法检查,重点清理捕鸟网、粘网等非法猎捕工具,制止候鸟等野生动物活动区域的人为干扰活动。

4.4.2 规划和建设重点保护鸟类保护小区

针对在中国、云南省、西双版纳州特有和珍稀濒

危鸟种,规划和建设鸟类保护小区。例如笔者于2020年经现场调研了解到西双版纳州与缅甸交界某处存在国家一级濒危保护鸟类跨境种群,鉴于我国境内该物种保护现状及种群遗传方面的考虑,有关部门及科研机构是否需对该种群进行分子遗传方面的鉴定,并开展该物种在西双版纳州境内的保护小区建设,值得商榷。

4.4.3 提高对鸟类保护的科普宣传教育

在习近平生态文明思想指导下,促进生物多样性保护科普教育是提高全面生态文明意识的重要手段之一。为贯彻《全民科学素质行动计划纲要》,各地各级宣传教育部门应联合林业和草原、生态环境部门推动生物多样性保护进校园、进社区,并通过互联网媒体扩大宣传力度。结合科普宣传教育,主管部门可因地制宜,组织观鸟协会在人员相对集中的少数民族节日开展常见、珍惜濒危鸟类摄影展,发放保护鸟类宣传资料,讲述鸟类保护知识、法律法规等,呼吁大众积极参与鸟类保护工作。

致谢:对自然保护地工作人员、提供西双版纳州鸟类文献资料的老师和朋友表示感谢!

参考文献:

- [1] 白杨,李晖,王晓媛,等. 云南省生态资产与生态系统生产总值核算体系研究[J]. 自然资源学报,2017,32(7): 1100-1112.
- [2] 欧阳志云,林亦晴,宋昌素. 生态系统生产总值(GEP)核算研究——以浙江省丽水市为例[J]. 环境与可持续发展,2020,45(6):80-85.
- [3] 陈宗铸,雷金睿,吴庭天,等. 国家公园生态系统生产总值核算——以海南热带雨林国家公园为例[J]. 应用生态学报,2021,32(11):3883-3892.
- [4] 郑作新,潘清华,唐瑞昌. 中国鸟类的新纪录[J]. 动物学报,1957(1):36-48,103-104.
- [5] 郑作新. 云南南部新近采得的中国鸟类新纪录[J]. 科学通报,1958,3(4):111-112.
- [6] 杨元昌,张庆,何纪昌. 西双版纳鸟类区系 I [J]. 西南林学院学报,1989,9(1):70-83.
- [7] 杨元昌,张庆,何纪昌. 西双版纳鸟类区系 II [J]. 西南林学院学报,1989,9(2):87-114.
- [8] 杨元昌,张庆,何纪昌. 西双版纳鸟类区系 III [J]. 西南林学院学报,1990,10(6):108-115.
- [9] 依万诺夫. 云南南部鸟类调查报告 I [J]. 动物学报,1959,11(2):329-352.
- [10] 依万诺夫. 云南西双版纳及其附近地区鸟类调查报告 II [J]. 动物学报,1960,13(1-4):70-96.
- [11] 罗爱东,陈明勇,董永华. 西双版纳鸟类多样性(全2册)[M]. 昆明:云南美术出版社,2015.
- [12] 李雪艳,梁璐,宫鹏,等. 中国观鸟数据揭示鸟类分布变化[J]. 科学通报,2012,57(31):2956-2963.
- [13] 桂巧玲,杨建美. 基于观鸟数据的云南省鸟种分布特征与观鸟旅游研究[J]. 旅游纵览,2021,9:133-135.
- [14] 中国科学院昆明分院. 版纳植物园将迎来第二届观鸟节[EB/OL]. (2011-12-27). http://www.kmb.cas.cn/kpyd/201112/t20111227_3418097.html.
- [15] 张洋,林广思. 印缅生态热点地区(中国区)生物多样性保护现状与分析[J]. 风景园林,2015(6):16-24.
- [16] 西双版纳国家级自然保护区管理局. 西双版纳国家级自然保护区[M]. 昆明:云南教育出版社,2006.
- [17] 董文渊,王逸之. 生态保护红线划定对云南生物多样性保护影响研究[J]. 环境科学导刊,2015,34(6):18-21.
- [18] 吴学灿. 划定生态保护红线优化生态安全格局[J]. 社会主义论坛,2017(5):17,8.
- [19] 约翰·马敬能,卡伦·菲利普斯,何芬奇. 中国鸟类野外手册[M]. 长沙:湖南教育出版社,2000.
- [20] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录(第三版)[M]. 北京:科学出版社,2017.
- [21] 郑作新. 中国鸟类区系纲要[M]. 北京:科学出版社,1987.
- [22] 彭燕章,杨德华,匡邦郁. 云南鸟类名录[M]. 昆明:云南科技出版社,1987.
- [23] 杨岚,文贤继,韩联宪,等. 云南省鸟类志(上卷·非雀形目)[M]. 昆明:云南科技出版社,1995.
- [24] 杨岚,文贤继,杨晓军,等. 云南省鸟类志(下卷·雀形目)[M]. 昆明:云南科技出版社,2004.
- [25] 张荣祖. 中国动物地理[M]. 北京:科技出版社,2011.
- [26] 蒋志刚,江建平,王跃招,等. 中国脊椎动物红色名录[J]. 生物多样性,2016,24:500-551.
- [27] 高正文,孙航,夏峰,等. 云南省生物物种红色名录(2017版)[M]. 昆明:云南科技出版社,2017.
- [28] IUCN. The IUCN red list of threatened species. Version[EB/OL]. [2021-03-10]. <https://www.iucn-redlist.org>.
- [29] 国家林业和草原局,农业农村部. 国家重点保护野生动物名录[EB/OL]. [2021-03-06]. <http://www.forestry.gov.cn/main/146/20210208/102043002888786.html>.
- [30] 蒋志刚,纪力强. 鸟兽物种多样性测度的 G-F 指数方法[J]. 生物多样性,1999,7(3):220-225.

(下转第 113 页)

0.29~0.63 适宜滇南苏铁生长的结论基本吻合。因此,可以得出滇南苏铁不适宜在郁闭度大的森林环境中分布。

3 结论与讨论

1) 森林中林下植物主要伴生种与其群落物种的组成极具相关性。恐龙河州级自然保护区森林郁闭度整体为 0.6 以下的次生林是滇南苏铁生长的主要生境,共分布有 61 科 127 属 196 种维管束植物;在 5 个样方中共调查到 1 078 株,种群密度为 0.23/m²。目前保护区的森林环境是滇南苏铁的适生环境,但随着森林植被的恢复或郁闭度的增加,可能影响滇南苏铁种群数量,因此维持现有的森林郁闭度是对滇南苏铁种群的一种保护措施。

2) 受不同森林郁闭度以及种间关系影响,滇南苏铁种群在 I~VI 龄级整体表现出种群数量逐渐减少的趋势,年龄结构呈金字塔型,说明更新能力较强,只要原生境不被破坏,种群能够自然增长或维持现有种群数量。滇南苏铁的存活曲线趋近于 Deevey-II 型,种群未来可能会发生衰退,但由于 I~IV 龄级的个体数量相对稳定,只要原生境不被人为破坏或发生区域自然灾害,滇南苏铁种群灭绝的可能性极小。

3) 滇南苏铁种群呈聚集分布,且指标中 *k* 值随着森林郁闭度的增加而逐渐变小,说明其种群密度受森林郁闭度影响;根据森林郁闭度 0.29~0.63 适宜滇南苏铁生长的结论,认为滇南苏铁不适宜在郁闭度大的森林环境中分布。

参考文献:

- [1] HARPER J L. Approaches to the study of plant competition [J]. Symp Soc Exp Biol, 1961(15): 1-39.
- [2] HARPER J L. The demography of plants with clonal growth [M]. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1978.
- [3] HARPER J L, WHITE J. The demography of plants [J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1974(5): 419-463.
- [4] 祝廷成, 钟章成, 李建东. 植物生态学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1998.
- [5] 李玉媛. 云南国家重点保护野生植物 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 2005.
- [6] 孙卫邦. 云南省极小种群野生植物保护名录 (2021 版) [M]. 昆明: 云南科技出版社, 2021.
- [7] 郑进烜, 余昌元. 双柏恐龙河州级自然保护区 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 2021.
- [8] 谢春平, 吴昌魁, 付桂, 等. 五指山地区海南苏铁种群结构特征与动态 [J]. 中南林业科技大学学报, 2019, 39(1): 77-85.
- [9] 李娟, 林建勇, 何应会, 等. 广西崇左叉叶苏铁种群结构与分布格局研究 [J]. 广东农业科学, 2016, 43(12): 25-29.
- [10] 李苑菱, 张丽, 杨小波, 等. 海南岛野生茶树空间分布及种群动态研究 [J]. 林业资源管理, 2017, 46(2): 81-87, 138.
- [11] 茹文明, 张桂萍, 毕润成, 等. 濒危植物脱皮榆种群结构与分布格局研究 [J]. 应用与环境生物学报, 2007, 13: 14-17.
- [12] 吴二焕, 李东海, 杨小波, 等. 海南苏铁种群结构与森林群落郁闭度的关系 [J]. 生物多样性, 2021, 29(11): 1461-1469.

责任编辑: 杨焱熔

(上接第 107 页)

- [31] 孙孺泳. 动物生态学原理 (第三版) [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2001.
- [32] 卢双珍, 喻庆国, 曹顺伟. 云南糯扎渡自然保护区热带林群落物种多样性相似性研究 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(9): 3773-3775.
- [33] 孙航, 高正文. 云南省生物物种名录 (2016 版) [M]. 昆明: 云南科技出版社, 2016.
- [34] 刘阳, 陈水华. 中国鸟类观察手册 [M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2021.
- [35] 云南省林业和草原局. 云南自然保护地年报 2020 [R]. 昆明, 2021.
- [36] 刘峰. 纳板河流域国家级自然保护区综合科学考察报告 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 2014.
- [37] 陈明勇. 西双版纳布龙州级自然保护区科学考察报告

[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2012.

- [38] 刘国龙, 马杰. 西双版纳勐海县级自然保护区 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 2019.
- [39] 王西敏, 赵江波, 顾伯健. 雨林飞羽——中国科学院西双版纳热带植物园鸟类 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2017.
- [40] 亚太地区迁徙水鸟保护委员会. 2001-2005 亚太地区迁徙水鸟保护战略 [R]. 北京: 湿地国际-中国办事处, 2002.
- [41] COLWELL R K, LEES D C. The mid-domain effect: geometric constraints on the geography of species richness [J]. Trends Ecol Evol, 2000, 15: 70-76.

责任编辑: 许易琦