

◆生物多样性及其保育◆

广西猫儿山国家级自然保护区蝴蝶群落结构与多样性*

姚维^{1,2}, 周善义^{1,2}, 陈志林^{1,2}, 唐祺玲^{1,2}, 周雪婷^{1,2}, 黄婉玲³, 汪国海³, 韦新葵^{1,2**},
周岐海^{1,2**}

(1. 广西师范大学珍稀濒危动植物生态与环境保护教育部重点实验室, 广西桂林 541006; 2. 广西师范大学广西珍稀濒危动物生态学重点实验室, 广西桂林 541006; 3. 广西民族师范学院化学与生物工程学院, 广西崇左 532200)

摘要:蝴蝶是重要的生态质量、环境状况和生物多样性监测指示物种之一, 研究其种群动态和群落结构对区域生物多样性保护具有重要意义。为厘清广西猫儿山国家级自然保护区蝴蝶资源和多样性现状, 本研究利用样线法对该区域的蝴蝶种类进行为期3年的调查。结果表明: 广西猫儿山国家级自然保护区共记录蝴蝶7301只, 隶属于5科76属134种, 其中东洋种为优势类群(100种, 占总种数的74.63%), 其余为广布种(34种, 占总种数的25.37%)。蛱蝶科(Nymphalidae)种类最丰富(34属71种), Shannon-Wiener指数最高(3.11), 粉蝶科(Pieridae)种类最少(5属7种), Shannon-Wiener指数最低(1.24)。优势种蝴蝶16种、少见种25种、稀有种24种, 及常见种85种。蝴蝶物种数随海拔升高而降低, 410—640 m海拔段蝴蝶物种数最多(107种), 1350—1980 m海拔段蝴蝶物种数最少(59种), 不同海拔段间蝴蝶相似性系数较低。不同生境中, 乔木林的Shannon-Wiener指数(3.59)和物种丰富度(12.30)最高, 农田/居民点的Shannon-Wiener指数(3.19)和物种丰富度(8.70)最低。不同年份之间的蝴蝶物种数量波动幅度较小。本研究结果可为广西猫儿山国家级自然保护区蝶类资源的保护和利用提供基础资料, 同时为该保护区的管理和自然资源保护利用提供参考。

关键词:蝴蝶; 生物多样性; 群落结构; 种群动态; 广西猫儿山国家级自然保护区

中图分类号: Q968 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2024)06-1089-12

DOI: 10.13656/j.cnki.gxkx.20241207.003

生物多样性是人类赖以生存和发展的物质基础, 对于维护生态系统平衡和生物资源持续利用具有重要作用^[1-3]。然而, 随着人类活动和气候变化的加剧,

全球生物多样性正在加速衰退^[4]。蝴蝶是生物多样性的的重要组成部分^[5], 数量多且空间分布范围广, 其群落特征的演变能够迅速有效地反映出栖息地的环

收稿日期: 2024-06-18

修回日期: 2024-08-21

* 国家自然科学基金项目(32170492, 32270504)和生态环境部生物多样性调查专项资助。

【第一作者简介】

姚维(1994—), 男, 硕士, 实验员, 主要从事动物生态学研究。

【**通信作者简介】

韦新葵(1975—), 女, 讲师, 主要从事动植物保护研究, E-mail: 80484012@qq.com。

周岐海(1976—), 男, 教授, 主要从事动物生态学研究, E-mail: zhouqh@mailbox.gxnu.edu.cn。

【引用本文】

姚维, 周善义, 陈志林, 等. 广西猫儿山国家级自然保护区蝴蝶群落结构与多样性[J]. 广西科学, 2024, 31(6): 1089-1100.

YAO W, ZHOU S Y, CHEN Z L, et al. Butterfly Community Structure and Diversity in Guangxi Mao'ershan National Nature Reserve [J]. Guangxi Sciences, 2024, 31(6): 1089-1100.

境质量、生态系统结构的完整性及人类活动干扰强度的变化^[6,7],是环境监测和栖息地评价的首选指示物种^[8,9]。因此,研究特定区域中蝴蝶的多样性,尤其是长期监测反映出的蝴蝶群落结构的演变,对于评估该区域生物多样性具有重要指导意义。

自然生态系统中影响蝴蝶多样性的因素较多^[10-12],除受自身的生物学特征影响外,还受生物因素(人为干扰、捕食、种间竞争和进化速度)和非生物因素(降雨、温度、风速、湿度和海拔等)共同影响^[13,14]。研究表明,在多种因素共同作用下蝴蝶的群落结构呈现出明显的空间异质性^[15,16]。例如,热带山地中的蝴蝶多样性会随着不同海拔的气候和植被组成而发生变化,呈现出随海拔升高而降低或先升高后降低的趋势^[17];中国南方热带雨林中的蝴蝶多样性呈现出随着人类活动干扰强度的增加而降低的趋势^[18]。

广西猫儿山国家级自然保护区位于我国西南地区,区内植被垂直分布明显^[19]。因其丰富的野生动植物资源,被列为我国14个具有国际意义的陆地生物多样性关键地区之一,同时也是我国16个生物多样性热点地区之一。广西猫儿山国家级自然保护区具有丰富的蝴蝶资源,但该区域的蝴蝶多样性调查资料较为零散或久远^[20-22],加之蝴蝶易受气候变化的影响,其数量和空间分布常随时间变化而呈现差异,导致现有的资料难以反映广西猫儿山国家级自然保护区的蝴蝶多样性现状。此外,虽然王敏等^[23]在2012年基于前期调查结果出版了《广西猫儿山国家级自然保护区蝴蝶》,共记录有蝴蝶280种,但其主要侧重于照片收集,未对蝴蝶的多样性及其影响因子进行详细分析。因此,为了详细掌握广西猫儿山国家级自然保护区蝴蝶种类组成和群落结构信息,本课题组于2016—2018年4—9月对广西猫儿山国家级自然保护区蝴蝶的多样性进行为期3年的调查,分析该保护区蝴蝶的多样性和群落结构动态,以期为该保护区蝶类资源的保护和利用提供基础资料,同时为该保护区的管理和自然资源保护利用提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

广西猫儿山国家级自然保护区(110°19′—110°31′E,25°44′—25°58′N)位于广西东北部,为漓江源头,主峰海拔2141.5 m,是华南最高峰。该保护区东西宽20 km,南北长23 km,总面积17008.5 ha。

该区域属于中亚热带山地气候,极端最高气温23℃,极端最低气温-19℃,年降水量2509.1 mm,相对湿度92%^[19]。区域内植被垂直分布明显,从山脚到山顶,依次为常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、常绿针阔叶混交林、山顶矮林和山顶灌草丛,是热带、亚热带、暖温带和温带及中亚热带的重要野生动植物种质基因库。

1.2 方法

本课题组于2016—2018年4—9月依据中华人民共和国生态环境部蝴蝶监测计划——全国蝴蝶多样性观测网络(China BON-Butterflies)^[24]和《生物多样性观测技术导则 蝴蝶》(HJ 710.9—2014)技术规程要求,综合考虑不同海拔、不同生境及不同季节,在广西猫儿山国家级自然保护区内沿小径或步道设置5条2 km样线。将该保护区生境划分为乔木林、灌丛、竹林、河岸带和农田/居民点。研究区域海拔为410—1980 m,按照海拔将其分为低(410—640 m)、中(725—911 m)和高(1350—1980 m)3个梯度的观测区。观测时按照1.0—1.5 km/h的速度缓慢匀速前行,记录样线左右2.5 m、上方5 m、前方5 m范围内见到的所有蝴蝶的种类和数量(不记录身后的蝴蝶,避免重复计数)^[25]。若蝴蝶数量过大,可登记估计值或使用相机拍摄后计数。对不能确定的种类,网捕后进行鉴定,种类确定后原地释放;对当场不能确定的种类,少量网捕并编号,带回实验室鉴定。种类鉴定参考《中国蝴蝶图鉴》^[26]、《中国蝶类志》^[27]、《中国蝴蝶原色图鉴》^[28]。每年调查6次,前后调查时间间隔至少为20 d。

1.3 数据分析

采用Shannon-Wiener指数^[29]、物种丰富度(物种数量)^[30]、均匀度指数^[31]及优势度指数^[6]来反映广西猫儿山国家级自然保护区内的蝴蝶多样性及群落特征,同时使用相似性系数^[6,32]分析不同生境中蝴蝶多样性的异同。

(1)Shannon-Wiener指数(H')公式如下:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i,$$

式中, S 为物种数^[29]; P_i 为第*i*种的个体比例, $P_i = N_i/N$, N_i 为第*i*种的个体数, N 为全部物种的个体总数^[30]。

(2)物种丰富度(R)采用Margalef公式计算:

$$R = \frac{(S-1)}{\ln N}.$$

(3) 均匀度指数(J)采用 Pielou 公式计算:

$$J = \frac{H'}{\ln S}$$

(4) 优势度指数(I_d)采用 Berger-Parker 公式计算:

$$I_d = \frac{N_{\max}}{N_t}$$

式中, N_{\max} 为优势种的种群个体数量, N_t 为全部物种的个体数量^[6]。

(5) 相似性系数(C_s)采用 Jaccard 公式计算:

$$C_s = \frac{c}{(a + b - c)}$$

式中, c 为 A、B 两个样点的共有物种数, a 、 b 分别为样点 A、B 的物种数。当 C_s 为 $[0.00, 0.25)$ 时, 为极不相似; 当 C_s 为 $[0.25, 0.50)$ 时, 为中等不相似; 当 C_s 为 $[0.50, 0.75)$ 时, 为中等相似; 当 C_s 为 $[0.75, 1.00]$ 时, 为极相似^[6,32]。

本研究中, 当记录到某种蝴蝶的个体数 ≥ 150 只时将其定为优势种, 2—5 只时定为少见种, 仅为 1 只时定为稀有种, 其余定为常见种^[32]。蝶类类群采用五科分类系统划分^[26], 根据各物种在我国的地理分布记录进行区系成分划分, 将主要或完全分布于东洋区的种类称为东洋种, 主要分布于古北界的种类称为古北种, 分布范围跨越两界的种类称为广布种^[25]。

表 1 广西猫儿山国家级自然保护区蝴蝶的科、属、种数量, 个体数和多样性指数

Table 1 Number of family, genus, species, and individual and diversity indices of butterflies in Guangxi Mao'ershan National Nature Reserve

科 Family	属 Genus	种 Species	个体数 Individual	Shannon-Wiener 指数 H'	物种丰富度 R	均匀度指数 J	优势度指数 I_d
Papilionidae	5	17	865	1.91	1.80	0.68	0.60
Pieridae	5	7	1 049	1.24	0.67	0.64	0.81
Nymphalidae	34	71	4 024	3.11	7.87	0.73	0.71
Lycaenidae	16	19	1 017	1.80	2.02	0.61	0.62
Hesperiidae	16	20	346	2.45	2.14	0.82	0.00

表 2 广西猫儿山国家级自然保护区蝴蝶群落区系、种类组成及数量

Table 2 Fauna, species composition, and number of butterflies in Guangxi Mao'ershan National Nature Reserve

序号 No.	科 Family	属 Genus	种 Species	个体数 Individual	东洋种 Oriental species	广布种 Widespread species
1	Papilionidae	<i>Byasa</i>	<i>Byasa menci</i> C. Felder & R. Felder, 1862	9		+
2		<i>Papilio</i>	<i>Papilio slateri</i> Hewitson, 1856	1	+	
3			<i>P. agenor</i> Linnaeus, 1758	15	+	

2 结果与分析

2.1 物种组成和群落多样性特征

本次调查共记录蝴蝶 7 301 只, 分属 5 科 76 属 134 种。在区系组成上, 主要以东洋种为主(100 种), 占总种数的 74.63%, 其余 34 种均为广布种, 占总种数的 25.37%; 从属的数量来看, 蛱蝶科(Nymphalidae)最多(34 属), 灰蝶科(Lycaenidae)和弄蝶科(Hesperiidae)次之(均为 16 属), 凤蝶科(Papilionidae)和粉蝶科(Pieridae)最少(均为 5 属); 从种的数量来看, 蛱蝶科最多(71 种), 弄蝶科(20 种)、灰蝶科(19 种)和凤蝶科(17 种)次之, 粉蝶科最少(7 种)。从个体数量看, 蛱蝶科最多(4 024 只), 占总个体数量的 55.12%; 弄蝶科最少(346 只), 占总个体数量的 4.74%(表 1 和表 2)。

不同蝴蝶科的 Shannon-Wiener 指数、物种丰富度、均匀度指数和优势度指数存在差异。其中蛱蝶科的 Shannon-Wiener 指数最高(3.11), 粉蝶科最低(1.24); 蛱蝶科的物种丰富度最高(7.87), 粉蝶科最低(0.67); 弄蝶科的均匀度指数最高(0.82), 灰蝶科最低(0.61); 粉蝶科的优势度指数最高(0.81), 弄蝶科最低(0.00)。

续表

Continued table

序号 No.	科 Family	属 Genus	种 Species	个体数 Individual	东洋种 Oriental species	广布种 Widespread species
4			<i>P. protenor</i> Cramer, 1775	31		+
5			<i>P. polytes</i> Linnaeus, 1758	23	+	
6			<i>P. nephelus</i> Boisduval, 1836	42	+	
7			<i>P. helenus</i> Boisduval, 1836	53	+	
8			<i>P. paris</i> Linnaeus, 1758	15	+	
9			<i>P. arcturus</i> Westwood, 1842	2	+	
10			<i>P. dialis</i> Leech, 1893	13	+	
11			<i>P. bianor</i> Cramer, 1777	314		+
12			<i>P. xuthus</i> Linnaeus, 1767	1		+
13		<i>Graphium</i>	<i>Graphium sarpedon</i> Linnaeus, 1758	203	+	
14			<i>G. chironides</i> Honrath, 1884	121	+	
15			<i>G. cloanthus</i> Westwood, 1841	15	+	
16			<i>G. agamemnon</i> Linnaeus, 1758 *	4	+	
17			<i>G. mandarinus</i> Oberthür, 1879	3	+	
18	Pieridae	<i>Eurema</i>	<i>Eurema hecabe</i> Linnaeus, 1758	390		+
19		<i>Delias</i>	<i>Delias pasithoe</i> Linnaeus, 1767 *	1	+	
20		<i>Aporia</i>	<i>Aporia largeteau</i> Oberthür, 1881	43		+
21		<i>Talbotia</i>	<i>Talbotia naganum</i> Moore, 1884	15	+	
22		<i>Pieris</i>	<i>Pieris rapae</i> Linnaeus, 1758	126		+
23			<i>P. canidia</i> Sparrman, 1768	459		+
24			<i>P. melete</i> Ménétériès, 1857	15		+
25	Nymphalidae	<i>Danaus</i>	<i>Danaus genutia</i> Cramer, 1779	2	+	
26		<i>Parantica</i>	<i>Parantica sita</i> Kollar, 1844	8		+
27		<i>Ideopsis</i>	<i>Ideopsis similis</i> Linnaeus, 1758	42	+	
28		<i>Euploea</i>	<i>Euploea mulciber</i> Cramer, 1777	9	+	
29		<i>Aemona</i>	<i>Aemona amathusia</i> Hewitson, 1867	1	+	
30		<i>Stichopthalma</i>	<i>Stichopthalma howqua</i> Westwood, 1851	318	+	
31		<i>Melanitis</i>	<i>Melanitis leda</i> Linnaeus, 1758	1	+	
32		<i>Lethe</i>	<i>Lethe dura</i> Marshall, 1882	65	+	
33			<i>L. chandica</i> Moore, 1857	225	+	
34			<i>L. insana</i> Kollar, 1844	4	+	
35			<i>L. confusa</i> Aurivillius, 1897	45	+	
36			<i>L. helena</i> Leech, 1891	1	+	
37			<i>L. siderea</i> Marshall, 1880 *	14	+	
38			<i>L. procne</i> Leech, 1891	20		
39			<i>L. christophi</i> Leech, 1891	7	+	
40			<i>L. syrcis</i> Hewitson, 1863	697		+
41			<i>L. lanaris</i> Butler, 1877	61		+

续表

Continued table

序号 No.	科 Family	属 Genus	种 Species	个体数 Individual	东洋种 Oriental species	广布种 Widespread species
42			<i>L. satyrina</i> Butler, 1871	3	+	
43		<i>Neope</i>	<i>Neope bremeri</i> Felder, 1862 *	1	+	
44			<i>N. pulaha</i> Moore, 1857	6	+	
45			<i>N. obscura</i> Wang et Fan, Sp. n.	43	+	
46			<i>N. muirheadii</i> Felder, 1862	97	+	
47		<i>Penthema</i>	<i>Penthema adelma</i> Felder, 1862	95	+	
48		<i>Ypthima</i>	<i>Ypthima baldus</i> Fabricius, 1775 *	63		+
49			<i>Y. motschulskyi</i> Bremer & Grey, 1853	211	+	
50			<i>Y. conjuncta</i> Leech, 1891	318	+	
51		<i>Mycalesis</i>	<i>Mycalesis francisca</i> Cramer, 1782	272	+	
52			<i>M. misenus</i> de Niceville, 1889 *	1	+	
53			<i>M. mucianus</i> Fruhstorfer, 1908 *	1	+	
54			<i>M. intermedia</i> Moore, 1892 *	2	+	
55		<i>Polyura</i>	<i>Polyura narcaea</i> Hewitson, 1854	1		+
56			<i>P. eudamippus</i> Doubleday, 1843	12	+	
57		<i>Cethosia</i>	<i>Cethosia biblis</i> Drury, 1770	17	+	
58		<i>Helcyra</i>	<i>Helcyra subalba</i> Pujade, 1885	1		+
59			<i>H. superba</i> Leech, 1890	1	+	
60		<i>Hestina</i>	<i>Hestina assimilis</i> Linnaeus, 1758	10		+
61		<i>Stibochiona</i>	<i>Stibochiona nicea</i> Gray, 1846	6	+	
62		<i>Argynnis</i>	<i>Argynnis hyperbius</i> Linnaeus, 1763	292		+
63			<i>A. sagana</i> Doubleday, 1847	38		+
64			<i>A. childreni</i> Gray, 1831	67	+	
65		<i>Tanaecia</i>	<i>Tanaecia whiteheadi</i> Crowley, 1900	6	+	
66		<i>Euthalia</i>	<i>Euthalia anosia</i> Moore, 1857	1	+	
67			<i>E. hebe</i> Leech, 1891	1	+	
68		<i>Limenitis</i>	<i>Limenitis sulphitia</i> Cramer, 1779	6	+	
69		<i>Athyma</i>	<i>Athyma opalina</i> Kollar, 1848	6	+	
70			<i>A. selenophora</i> Kollar, 1848	35	+	
71			<i>A. zeroa</i> Moore, 1872	3	+	
72			<i>A. jina</i> Moore, 1857	4	+	
73			<i>A. asura</i> Moore, 1857	1	+	
74		<i>Bhagadatta</i>	<i>Bhagadatta austenia</i> Moore, 1872	124	+	
75		<i>Auzakia</i>	<i>Auzakia danava</i> Moore, 1858	1	+	
76		<i>Neptis</i>	<i>Neptis sappho</i> Pallas, 1771	12		+
77			<i>N. soma</i> Moore, 1858	2	+	
78			<i>N. clinia</i> Moore, 1872	110	+	
79			<i>N. mahendra</i> Moore, 1872 *	7	+	

续表

Continued table

序号 No.	科 Family	属 Genus	种 Species	个体数 Individual	东洋种 Oriental species	广布种 Widespread species
80			<i>N. miah</i> Moore, 1857	3	+	
81			<i>N. ananta</i> Moore, 1857	17	+	
82			<i>N. speyeri</i> Staudinger, 1887	1		+
83			<i>N. leucoporus</i> Fruhstorfer, 1908 *	5	+	
84		<i>Junonia</i>	<i>Junonia almana</i> Linnaeus, 1758	150	+	
85			<i>J. orithya</i> Linnaeus, 1758	18		+
86			<i>J. iphita</i> Cramer, 1782	189	+	
87		<i>Cyrestis</i>	<i>Cyrestis thyodamas</i> Boisduval, 1836	11	+	
88		<i>Kallima</i>	<i>Kallima inachus</i> Boisduval, 1836	2	+	
89		<i>Vanessa</i>	<i>Vanessa indica</i> Herbst, 1794	7		+
90			<i>V. cardui</i> Linnaeus, 1758 *	1		+
91		<i>Symbrenthia</i>	<i>Symbrenthia hypselis</i> Godart, 1823	26	+	
92			<i>S. lilaea</i> Hewitson, 1864 *	12	+	
93		<i>Hypolimnas</i>	<i>Hypolimnas bolina</i> Linnaeus, 1758	4		+
94		<i>Kaniska</i>	<i>Kaniska canace</i> Linnaeus, 1763	2	+	
95		<i>Telchinia</i>	<i>Telchinia issoria</i> Hübner, 1819	179	+	
96	Lycaenidae	<i>Abisara</i>	<i>Abisara fylloides</i> Moore, 1901	44	+	
97			<i>A. fylla</i> Westwood, 1851	2	+	
98			<i>A. neophron</i> Hewitson, 1861	2	+	
99			<i>A. echerius</i> Moore, 1901	1	+	
100		<i>Zemeros</i>	<i>Zemeros flegyas</i> Cramer, 1780	145	+	
101		<i>Stiboges</i>	<i>Stiboges nymphidia</i> Butler, 1876 *	28	+	
102		<i>Taraka</i>	<i>Taraka hamada</i> Druce, 1875	14		+
103		<i>Curetis</i>	<i>Curetis acuta</i> Moore, 1877	4	+	
104		<i>Chrysozephyrus</i>	<i>Chrysozephyrus tienmushanus</i> Shirōzu & Yamamoto, 1959	1	+	
105		<i>Cigaritis</i>	<i>Cigaritis lohita</i> Horsfield, 1829	14	+	
106		<i>Mahathala</i>	<i>Mahathala ameria</i> Hewitson, 1862	1	+	
107		<i>Sinthusia</i>	<i>Sinthusia chandrana</i> Moore, 1882	38	+	
108		<i>Heliophorus</i>	<i>Heliophorus ila</i> de Nicéville, 1896	49	+	
109		<i>Tongeia</i>	<i>Tongeia filicaudis</i> Pryer, 1877	8		+
110			<i>T. potanini</i> Alphéraky, 1889	4		+
111		<i>Jamides</i>	<i>Jamides bochus</i> Stoll, 1782	26	+	
112		<i>Pseudozizeeria</i>	<i>Pseudozizeeria maha</i> Kollar, 1848	456		+
113		<i>Lampides</i>	<i>Lampides boeticus</i> Linnaeus, 1767	3		+
114		<i>Udara</i>	<i>Udara dilecta</i> Moore, 1879	177		+
115	Hesperiidae	<i>Hasora</i>	<i>Hasora anura</i> de Nicéville, 1889	12		+
116		<i>Chaospes</i>	<i>Chaospes furcata</i> Evans, 1932	2	+	

续表

Continued table

序号 No.	科 Family	属 Genus	种 Species	个体数 Individual	东洋种 Oriental species	广布种 Widespread species
117			<i>C. stigmata</i> Evans, 1932	1	+	
118			<i>C. benjamini</i> Guérin-Méneville, 1843	17	+	
119		<i>Satarupa</i>	<i>Satarupa monbeigi</i> Oberthür, 1921	1		+
120		<i>Tagiades</i>	<i>Tagiades litigiosa</i> Möschler, 1878	50	+	
121		<i>Apostictopterus</i>	<i>Apostictopterus fuliginosus</i> Leech, 1894	1	+	
122		<i>Notocrypta</i>	<i>Notocrypta curvifascia</i> C. Felder & R. Felder, 1862	6	+	
123		<i>Halpe</i>	<i>Halpe gamma</i> Evans, 1937	2	+	
124			<i>H. nephele</i> Leech, 1893	5	+	
125		<i>Onryza</i>	<i>Onryza maga</i> Leech, 1890	62	+	
126		<i>Ampittia</i>	<i>Ampittia virgata</i> Leech, 1890	24	+	
127		<i>Baoris</i>	<i>Baoris farri</i> Moore, 1878	5	+	
128		<i>Caltoris</i>	<i>Caltoris cahira</i> Moore, 1877	34	+	
129		<i>Pelopidas</i>	<i>Pelopidas mathias</i> Fabricius, 1798	8		+
130		<i>Polytremis</i>	<i>Polytremis theca</i> Evans, 1937	48	+	
131		<i>Isoeteinon</i>	<i>Isoeteinon lamprospilus</i> C. Felder & R. Felder, 1862	17	+	
132		<i>Thymelicus</i>	<i>Thymelicus leoninus</i> Butler, 1878	3		+
133		<i>Telicota</i>	<i>Telicota ancilla</i> Herrich-Schäffer, 1869	41	+	
134			<i>T. augias</i> Linnaeus, 1763	7	+	

Note: * indicates new record species in the area, which is based on reference [23]; + is the mark of zoogeographical region.

2.2 优势种、稀有种和常见种

在所有物种中,有 16 种蝴蝶的个体数量 ≥ 150 只,为优势种,占总物种数的 11.94% 和总个体数量的 66.43%,其中,蛱蝶科的优势种数量(10 种)和个体数量(2 851 只)最多,占总个体数量的 39.05%。少见种包括统帅青凤蝶(*Graphium agamemnon* Linnaeus, 1758)、华夏剑凤蝶(*G. mandarinus* Oberthür, 1879)、波太玄灰蝶(*Tongeia potanini* Alphéraky, 1889)、尖翅银灰蝶(*Curetis acuta* Moore, 1877)、黄带褐蛱蝶(*Abisara fylla* Westwood, 1851)、长尾褐蛱蝶(*A. neophron* Hewitson, 1861)、峨眉酣弄蝶(*Halpe nephele* Leech, 1893)和刺脛弄蝶(*Baoris farri* Moore, 1878)等 25 种,占总物种数的 18.66%。稀有种包括报喜斑粉蝶(*Delias pasithoe* Linnaeus, 1767)、柑橘凤蝶(*Papilio xuthus* Linnaeus, 1767)、臀珠斑凤蝶(*P. slateri* Hewitson, 1856)、玛灰蝶(*Mahathala ameria* Hewitson, 1862)、蛇目褐蛱蝶(*Abisara echerius* Moore, 1901)、

小红蛱蝶(*Vanessa cardui* Linnaeus, 1758)、布萊荫眼蝶(*Neope bremeri* Felder, 1862)、密纹飒弄蝶(*Satarupa monbeigi* Oberthür, 1921)和暗标绿弄蝶(*Choaspes stigmata* Evans, 1932)等 24 种,占总物种数的 17.91%(表 2)。

2.3 不同海拔段蝶类物种组成、多样性和相似性变化

不同海拔段之间蝴蝶属、种数量和多样性随着海拔升高而降低,其中 410—640 m 海拔段蝴蝶属、种数目最多,为 62 属 107 种,1 350—1 980 m 海拔段蝴蝶属、种数目最少,为 39 属 59 种,725—911 m 海拔段属、种数目介于两者之间(表 3)。不同海拔段之间蝴蝶群落结构的相似度不高。其中 1 350—1 980 m 海拔段和 725—911 m 海拔段共有物种 35 种,相似性系数为 0.27;1 350—1 980 m 海拔段和 410—640 m 海拔段共有物种 44 种,相似性系数为 0.27;725—911 m 海拔段和 410—640 m 海拔段共有物种 56 种,相似性系数为 0.31。

表3 广西猫儿山国家级自然保护区不同海拔蝴蝶科、属、种数量, 以及个体数和多样性指数

Table 3 Number of family, genus, species, and individual and diversity indices of butterflies in different altitudes in Guangxi Mao'ershan National Nature Reserve

海拔范围/m Altitude range/m	科 Family	属 Genus	种 Species	个体数 Individual	Shannon- Wiener 指数 H'	物种丰富度 R	均匀度指数 J	优势度指数 I_d
410-640	5	62	107	5 397	3.59	12.33	0.77	0.67
725-911	5	43	71	1 202	3.28	9.87	0.77	0.12
1 350-1 980	5	39	59	702	3.26	8.85	0.80	0.00

2.4 不同生境蝶类物种组成、多样性和相似性变化

从属、种数来看, 乔木林生境属、种数最多(55 属 93 种), 农田/居民点生境属、种数最少(43 属 65 种)。从个体数量来看, 竹林的个体数量最多(2 145 只), 灌丛最少(735 只)。从 Shannon-Wiener 指数来看,

乔木林最高(3.59), 农田/居民点最低(3.19); 从物种丰富度来看, 乔木林最高(12.30), 农田/居民点最低(8.70); 从均匀度指数来看, 灌丛最高(0.84), 竹林最低(0.76); 从优势度指数来看, 农田/居民点最高(0.23), 灌丛最低(0.00)(表4)。

表4 广西猫儿山国家级自然保护区不同生境蝴蝶的科、属、种数量, 以及个体数和多样性指数

Table 4 Number of family, genus, species, and individual and diversity indices of butterflies in different habitats in Guangxi Mao'ershan National Nature Reserves

生境 Habitat	科 Family	属 Genus	种 Species	个体数 Individual	Shannon- Wiener 指数 H'	物种丰富度 R	均匀度指数 J	优势度指数 I_d
Arbor forest	5	55	93	1 768	3.59	12.30	0.79	0.18
Thickets	5	43	69	735	3.55	10.30	0.84	0.00
Bamboo	5	54	85	2 145	3.39	10.95	0.76	0.22
Riparian zone	5	49	83	1 081	3.52	11.74	0.80	0.14
Farmland/ Settlements	5	43	65	1 572	3.19	8.70	0.77	0.23

各生境间的蝴蝶群落相似性系数为 0.48—0.70。乔木林除了与灌丛、农田/居民点为中等不相似外, 与其余生境之间均为中等相似。河岸带和竹林的蝴蝶群落相似性系数最高(0.70), 乔木林和农田/居民点的相似性系数最低(0.48)(表5)。

表5 广西猫儿山国家级自然保护区不同生境间蝴蝶群落的共有物种(对角线上方)和相似性系数(对角线下方)

Table 5 Shared species (above diagonal) and similarity coefficient (below diagonal) of butterflies in different habitats of Guangxi Mao'ershan National Nature Reserve

生境 Habitat	乔木林 Arbor forest	灌丛 Thickets	竹林 Bamboo	河岸带 Riparian zone	农田/居民点 Farmland/ Settlements
Arbor forest		53	61	59	51
Thickets	0.49		57	56	47
Bamboo	0.52	0.59		69	57
Riparian zone	0.50	0.58	0.70		54
Farmland/ Settlements	0.48	0.54	0.61	0.57	

2.5 不同年份之间蝶类物种组成、多样性和相似性变化

2016—2018 年间, 广西猫儿山国家级自然保护区的蝴蝶群落变化较小。从物种数来看, 2016 年最高(99 种), 2017 年最低(83 种); 从个体数来看, 2016 年最多(2 649 只), 2017 年最少(2 249 只); 从 Shannon-Wiener 指数来看, 2018 年最高(3.62), 2016 年最低(3.44); 从物种丰富度来看, 2016 年最高(12.43), 2017 年最低(10.62); 从均匀度指数来看, 2017 年最高(0.81), 2016 年最低(0.75); 从优势度指数来看, 2016 年最高(0.46), 2017 年最低(0.17)(表6)。

3 年间蝴蝶物种相似度均为中等相似, 其中 2016 年和 2018 年之间的相似性系数最低(0.53), 2017 年和 2018 年之间相似性系数最高(0.61), 2016 年和 2018 年之间的相似性系数(0.57)介于前两者之间。3 年间每年均出现的蝴蝶有 76 种, 占总物种数的 56.72%。

表 6 广西猫儿山国家级自然保护区不同年份的蝴蝶科、属、种数量,以及个体数和多样性指数

Table 6 Number of family, genus, species, and individual and diversity indices of butterflies in different years in Guangxi Mao'ershan National Nature Reserve

年份 Year	科 Family	属 Genus	种 Species	个体数 Individual	Shannon- Wiener 指数 H'	物种丰富度 R	均匀度指数 J	优势度指数 I_d
2016	5	63	99	2 649	3.44	12.43	0.75	0.46
2017	5	56	83	2 249	3.59	10.62	0.81	0.17
2018	5	60	94	2 403	3.62	11.95	0.80	0.30

3 讨论

本研究共记录蝴蝶 5 科 76 属 134 种(表 1),表明广西猫儿山国家级自然保护区的蝴蝶资源较为丰富。然而本研究的结果远少于前人记录的 280 种^[23],许多蝴蝶在本次调查中未被记录。物种组成变化原因多样,受气候条件、寄主资源及蜜源植物的可用性等多种因素共同影响,是各项因素综合作用的结果^[33]。此外,本研究记录到 13 种未出现在王敏等^[23]出版的《广西猫儿山自然保护区蝴蝶》中的蝴蝶物种(表 2),这可能与相邻生态系统或斑块间物种的迁移有关。因此,有必要加强本地蝶类资源的调查力度,加大蝴蝶动态监测频率,为该地区的环境动态变化提供更多的理论依据。

从物种组成来看,蛱蝶科蝴蝶个体数和物种数均最高,粉蝶科物种数最低(表 1),这与以往的研究一致^[10,34]。这种结构组成上的差异可能与其生物学特性有关。蛱蝶科的主要寄主植物在不同海拔均有分布,且蛱蝶生活习性多样,食性较广,飞行活跃,拥有更大的觅食区域,因而生境多样^[25,33]。粉蝶科物种虽然种类数量较少,但个体数较多,且主要分布于农田/居民点区域,可能与农田中种植大量作物有关。农田中的十字花科等农作物为粉蝶科的主要寄主植物,可以为其提供丰富的食源,因此种群可以快速发展^[7,25,35]。此外,蝴蝶 Shannon-Wiener 指数和均匀度指数较高,优势度指数较低,说明该区域蝶类物种丰富,优势种效应并不突出,物种分布较为均匀,群落结构较为稳定。较高的蝴蝶多样性可能与保护区良好的栖息环境和保护管理措施有关。然而,广西猫儿山国家级自然保护区的蝴蝶稀有种和少见种共有 49 种,占全部种类的 36.57%。稀有种作为群落中最多样化的组成部分,其丧失可能导致额外物种消失,从而对生态系统功能造成威胁^[36]。

广西猫儿山国家级自然保护区蝴蝶的空间分布

存在一定的垂直分布特征,多样性指数随着海拔的升高而降低(表 3),与王缉健^[21]在 1994 年得到的结果一致。这种空间分布变化可能是由于低海拔区域的气候较为暖和,且拥有丰富的蜜源植物,为蝴蝶提供了良好的活动和繁殖场所,而高海拔区域的大风、浓雾和蜜源植物稀少等因素,导致蝶类活动和取食困难,因此种类和数量较少。同时,猫儿山气候复杂,局部地区气温变化很大,山顶和山脚、山谷的温差为 10—14 °C^[19]。较大的温差可能也是影响蝴蝶分布的原因之一。此外,本研究发现广西猫儿山国家级自然保护区蝴蝶主要分布于较低的海拔范围(410—640 m),并且随着海拔的升高而递减,这与其他研究存在差异^[2,36],但符合蝴蝶种类和数量随海拔变化而递增、递减或先增加后减少的 3 种分布模式之一。

植被类型、寄主植物丰富度、蜜源植物及人为干扰等也是影响蝴蝶群落结构和动态的重要因素^[37-41]。本研究中,乔木林的蝶类物种数量最多,农田/居民点最低,两者间的蝴蝶群落相似性系数最低。段明祎等^[42]的研究也发现农田生境中的蝴蝶个体数量较少,且群落组成与其他生境之间具有差异。广西猫儿山国家级自然保护区内保存有较为完好的森林植被,植物生长茂盛、结构复杂,高大树木分布在周围,使得此区域内透光性较好,为蝴蝶活动和繁殖提供了良好的条件。而农田/居民点生境主要种植玉米、水稻等作物,种类单一,且原生植被遭到房屋、道路等人工建筑物分割,可供蝴蝶利用的空间与食物资源较少^[43],同时农田的耕作以及杀虫剂、除草剂的使用也会对蝶类多样性产生一定影响,且居民点和农田多被打造为旅游景点,人类干扰程度较为严重^[44],导致蝴蝶类群减少,群落结构简单化。因此,建议在开发旅游资源的同时注重对自然环境的保护,尽量减少或避免破坏自然植被,并对游客及附近村民加强环保意识的宣传。

连续 3 年的调查结果表明,广西猫儿山国家级自

然保护区蝴蝶群落变化较小, 呈现相对稳定的年际变化特征, 与王朝雅等^[35]的研究一致。这可能与该保护区内较为稳定的植被环境和栖息地变化有关。随着该保护区内大面积的封山育林和禁止砍伐等保护措施的落地, 许多蝴蝶赖以生存的植物资源得以长久维持^[45]。

4 结论

综上, 在广西猫儿山国家级自然保护区蝶类多样性调查中, 共记录到蝴蝶 5 科 76 属 134 种。其中东洋种为优势类群, 蛱蝶科种类最丰富(34 属 71 种), 而粉蝶科种类最少(5 属 7 种)。在海拔分布上, 蝴蝶物种数随海拔升高而降低, 410—640 m 海拔段蝴蝶属、种数目最多(62 属 107 种)。在不同生境间, 乔木林蝴蝶属、种数目最多(55 属 93 种)。不同年份之间, 蝴蝶物种数量波动幅度较小。

致谢

广西猫儿山国家级自然保护区管理局对本次观测提供了帮助和协助, 在此表示感谢。在标本鉴定的过程中得到了蝴蝶观测群里各位专家老师的帮助, 也一并表示感谢。

参考文献

- [1] 郝淑莲, 薛琪琪, 冯丹丹, 等. 山西南部山地蝴蝶多样性与生态位差异比较研究[J]. 生态与农村环境学报, 2019, 35(10): 1314-1321.
- [2] 王灵敏, 李晨阳, 尹晶, 等. 文山市蝴蝶群落结构与物种多样性[J]. 西南农业学报, 2023, 36(6): 1336-1345.
- [3] CHEN X H, TAN S L, LIANG Y L, et al. The pollination of *Habenaria rhodocheila* (Orchidaceae) in South China: when butterflies take sides [J]. Ecology and Evolution, 2021, 11(6): 2849-2861.
- [4] LOREAU M, NAEEM S, INCHAUSTI P, et al. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges [J]. Science, 2001, 294 (5543): 804-808.
- [5] 何凯, 李斌强, 杨晓军, 等. 寻甸不同生境类型的蝴蝶多样性时空动态分析[J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2024, 44(6): 116-127.
- [6] 马克平, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法 I: α 多样性的测度方法(下) [J]. 生物多样性, 1994, 2(4): 231-239.
- [7] 邓敏, 廖明玮, 王晨彬, 等. 人为干扰对壶瓶山国家级自然保护区蝴蝶物种多样性的影响[J]. 生物多样性, 2020, 28(8): 931-939.
- [8] BASSET Y, BARRIOS H, RAMIREZ J A, et al. Contrasting the distribution of butterflies and termites in plantations and tropical forests [J]. Biodiversity and Conservation, 2017, 26(1): 151-176.
- [9] BONEBRAKE T C, PONISIO L C, BOGGS C L, et al. More than just indicators: a review of tropical butterfly ecology and conservation [J]. Biological Conservation, 2010, 143(8): 1831-1841.
- [10] 洪芳, 向颖, 陈朝阳, 等. 龙栖山自然保护区蝴蝶群落多样性及区系组成[J]. 生物多样性, 2020, 28(8): 1003-1007.
- [11] WALE M, ABDELLA S. Butterfly diversity and abundance in the middle Afromontane area of northwestern Ethiopia [J]. Psyche: A Journal of Entomology, 2021, 2021: 8805366.
- [12] SAMRAJ J M, AGNIHOTRI M. Impact of land use pattern and seasonality on butterfly diversity in a subtropical Terai Arc Landscape (TAL), Pantnagar, Uttararakhand (India) [J]. Tropical Ecology, 2021, 62(2): 301-310.
- [13] 王群, 郭志祥, 李进斌, 等. 云南哀牢山、无量山国家级自然保护区蝴蝶种群动态及多样性[J]. 生物多样性, 2020, 28(8): 921-930.
- [14] COMAY O, BEN YEHUDA O, SCHWARTZ-TZACHOR R, et al. Environmental controls on butterfly occurrence and species richness in Israel: the importance of temperature over rainfall [J]. Ecology and Evolution, 2021, 11(17): 12035-12050.
- [15] MAJUMDER J, LODH R, AGARWALA B K. Butterfly species richness and diversity in the trishna wildlife sanctuary in South Asia [J]. Journal of Insect Science, 2013, 13: 79.
- [16] 易浪, 董亚坤, 苗白鸽, 等. 云南高黎贡山地区蝴蝶群落多样性[J]. 生物多样性, 2021, 29(7): 950-959.
- [17] BEIRÃO M V, NEVES F S, FERNANDES G W. Climate and plant structure determine the spatiotemporal butterfly distribution on a tropical mountain [J]. Biotropica, 2021, 53(1): 191-200.
- [18] MIAO B G, PENG Y Q, YANG D R, et al. Climate and land-use interactively shape butterfly diversity in tropical rainforest and savanna ecosystems of southwestern China [J]. Insect Science, 2021, 28(4): 1109-1120.
- [19] 李光照. 苗儿山植物区系的初步研究[J]. 广西植物, 1985, 5(3): 211-226.
- [20] 周善义, 张忠如. 猫儿山林区蝶类初报[J]. 广西师范大学学报(自然科学版), 1991(1): 93-96.
- [21] 王缉健. 猫儿山蝴蝶的垂直分布[J]. 广西植保, 1994,

- 7(2):18-20.
- [22] 蒋得斌,李光平,罗远周,等. 广西猫儿山自然保护区蝴蝶名录[J]. 广西植保,2004,17(4):3-4.
- [23] 王敏,唐东明. 广西猫儿山国家级自然保护区蝴蝶[M]. 南宁:广西民族出版社,2012.
- [24] 马方舟,徐海根,陈萌萌,等. 全国蝴蝶多样性观测网络(China BON-Butterflies)建设进展[J]. 生态与农村环境学报,2018,34(1):27-36.
- [25] 宁帅军,何静,周琼,等. 湖南借母溪国家级自然保护区蝶类多样性及区系分析[J]. 湖南师范大学自然科学学报,2024,47(4):132-142.
- [26] 武春生,徐海峰. 中国蝴蝶图鉴[M]. 福州:海峡书局,2017.
- [27] 周尧. 中国蝶类志[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1994.
- [28] 周尧. 中国蝴蝶原色图鉴[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1999.
- [29] MARGALEF R. Some concepts relative to the organization of plankton [M]//HAWKINS S J, EVANS A J, DALE A C, et al. Oceanography Marine Biology: An Annual Review. 1st ed. Boca Raton: CRC Press, 1967, 5:257-289.
- [30] PIELOU E C. Ecological diversity [M]. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 1975.
- [31] WHITTAKER R H. Evolution and measurement of species diversity [J]. Taxon, 1972, 21(2/3):213-251.
- [32] 胡冰冰,李后魂,梁之聘,等. 八仙山自然保护区蝴蝶群落多样性及区系组成[J]. 生态学报, 2010, 30(12):3226-3238.
- [33] 徐志峰,钟问,张东康,等. 新疆吉木萨尔县蝴蝶群落多样性[J]. 生物多样性, 2020, 28(8):993-1002.
- [34] 黄敦元,黄世贵,王建皓,等. 齐云山国家级自然保护区蝴蝶群落多样性[J]. 生物多样性, 2020, 28(8):958-964.
- [35] BOGNER K K, HAINES W P, KIM J, et al. Endemic island plant-herbivore interactions: Kamehameha butterfly (Nymphalidae) and Hawaiian Urticaceae [J]. Biotropica, 2024, 56(1):149-161.
- [36] 王朝雅,李金涛,刘畅,等. 西双版纳热带植物园蝴蝶多样性稳定的年际变化及幼虫与植物的互作网络结构[J]. 生物多样性, 2023, 31(12):211-221.
- [37] CORBET S A. Butterfly nectaring flowers: butterfly morphology and flower form [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 2000, 96(3):289-298.
- [38] INOUE T. Chronosequential change in a butterfly community after clear-cutting of deciduous forests in a cool temperate region of central Japan [J]. Entomological Science, 2003, 6(3):151-163.
- [39] DENNIS R L H, HODGSON J G, GRENYER R, et al. Host plants and butterfly biology. Do host-plant strategies drive butterfly status? [J]. Ecological Entomology, 2004, 29(1):12-26.
- [40] GRILL A, KNOFLACH B, CLEARY D F R, et al. Butterfly, spider, and plant communities in different land-use types in Sardinia, Italy [J]. Biodiversity and Conservation, 2005, 14(5):1281-1300.
- [41] OKAMURA Y, TSUZUKI N, KURODA S, et al. Interspecific differences in the larval performance of pieris butterflies (Lepidoptera: Pieridae) are associated with differences in the glucosinolate profiles of host plants [J]. Journal of Insect Science, 2019, 19(3):2.
- [42] 段明祎,朱慧,曲叶宽,等. 松嫩平原不同生境蝴蝶群落多样性及其保护建议[J]. 生态学报, 2023, 43(18):7682-7692.
- [43] 伍素,李义,杨开慧,等. 贵州花溪大学城破碎化林地蝴蝶多样性与嵌套分布格局[J]. 四川动物, 2023, 42(5):579-585.
- [44] 房丽君,张宇军,邢小宇. 秦岭国家植物园蝴蝶群落结构与多样性[J]. 生物多样性, 2020, 28(8):965-972.
- [45] 王召龙,李小刚,梅丽茹,等. 甘肃连城国家级自然保护区蝶类多样性及种-多度分布[J]. 西北农业学报, 2024, 33(2):329-340.

Butterfly Community Structure and Diversity in Guangxi Mao'ershan National Nature Reserve

YAO Wei^{1,2}, ZHOU Shanyi^{1,2}, CHEN Zhilin^{1,2}, TANG Qiling^{1,2}, ZHOU Xueting^{1,2},
HUANG Wanling³, WANG Guohai³, WEI Xinkui^{1,2**}, ZHOU Qihai^{1,2**}

(1. Key Laboratory of Ecology of Rare and Endangered Species and Environmental Protection, Guangxi Normal University, Ministry of Education, Guilin, Guangxi, 541006, China; 2. Guangxi Key Laboratory of Rare and Endangered Animal Ecology, Guangxi Normal University, Guilin, Guangxi, 541006, China; 3. College of Chemistry and Bioengineering, Guangxi Minzu Normal University, Chongzuo, Guangxi, 532200, China)

Abstracts: Butterflies are important indicator species for monitoring ecological quality, environmental status, and biodiversity. Studying the population dynamics and community structure of butterflies is of great significance for regional biodiversity conservation. To reveal the butterfly resources and diversity status in the Guangxi Mao'ershan National Nature Reserve, the transect method was used to survey the butterflies in five habitats across three years. The results showed that 7 301 butterflies were recorded in the reserve, identified as 134 species belonging to 76 genera of 5 families. Oriental species were dominant (100 species, 74. 63%), and the rest were widespread species (34 species, 25. 37%). Among the five families, Nymphalidae had the highest number of species (71 species of 34 genera) and Shannon-Wiener index (3. 11), while Pieridae had the lowest number of species (7 species of 5 genera) and Shannon-Wiener index (1. 24). There were 16 dominant butterfly species, 25 uncommon species, 24 rare species, and 85 common species. The number of butterfly species decreased with the rise in altitude, and the number of butterfly species was the highest (107) within the altitude range of 410–640 m and the lowest (59) within the altitude range of 1 350–1 980 m. The similarity coefficient of butterfly species among different altitude ranges was low. Arbor forest had the highest Shannon-Wiener index (3. 59) and richness index (12. 30), while farmland/settlements had the lowest Shannon-Wiener index (3. 19) and richness index (8. 70). The diversity of butterflies showcased mild interannual fluctuations. The results can provide basic information for the conservation and utilization of butterfly resources in Guangxi Mao'ershan National Nature Reserve and give insights into the management of the reserve and the conservation and utilization of natural resources.

Key words: butterfly; biodiversity; community structure; population dynamics; Guangxi Mao'ershan National Nature Reserve

责任编辑:梁 晓,于子涵



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxxk@gxas.cn

投稿系统网址: <http://gxxk.ijournal.cn/gxxk/ch>