

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2024.01.010

广东梅县阴那山省级自然保护区蝶类多样性及其区系分析

李保铨¹, 李柳红¹, 周露露¹, 彭秋燕², 何惠婷², 韩婉诗², 陈天鹏²

(1. 广东梅县阴那山省级自然保护区管理处, 广东 梅县 514000; 2. 广州草木蕃环境科技有限公司, 广东 广州 510520)

摘要: 为了解广东梅县阴那山省级自然保护区蝶类资源和物种多样性情况, 2021 年 7—12 月利用样线法进行观测调查。结果表明, 阴那山自然保护区共调查到蝶类 10 科、75 属、110 种; 区系组成主要以东洋界为主, 古北界和东洋界共有为辅; 随海拔升高, 蝶类群落属数、种数、个体数量、优势度指数、丰富度指数和多样性指数均表现为先增长后下降的单峰趋势, 并均在 401~600 m 达到最大值, 高海拔地区蝶类群落的均匀度指数大于低海拔地区; 相邻海拔地区蝶类群落的相似性较高, 且高海拔与低海拔间蝶类种类存在明显差异。以期为阴那山省级自然保护区预测气候变化、保护蝴蝶资源和评价生态环境等提供基础资料和理论依据。

关键词: 蝴蝶; 群落组成; 物种多样性; 分布区系; 阴那山省级自然保护区; 广东

中图分类号: Q969.432.2; Q16; S759.9 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2024)01-0051-07

引文格式: 李保铨, 李柳红, 周露露, 等. 广东梅县阴那山省级自然保护区蝶类多样性及其区系分析[J]. 林业调查规划, 2024, 49(1): 51-57. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2024.01.010

LI Baoquan, LI Lihong, ZHOU Lulu, et al. Species Diversity and Fauna Analysis of Butterfly in Meixian Yinna Mountain Provincial Nature Reserve of Guangdong Province[J]. Forest Inventory and Planning, 2024, 49(1): 51-57. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2024.01.010

Species Diversity and Fauna Analysis of Butterfly in Meixian Yinna Mountain Provincial Nature Reserve of Guangdong Province

LI Baoquan¹, LI Lihong¹, ZHOU Lulu¹, PENG Qiuyan², HE Huiting²,
HAN Wanshi², CHEN Tianpeng²

(1. Administration of Meixian Yinna Mountain Provincial Nature Reserve, Meixian, Guangdong 514000, China;
2. Guangzhou Caomufan Ecological Research Co., Ltd., Guangzhou 510520, China)

Abstract: The butterfly resources and species diversity in Meixian Yinna Mountain Provincial Nature Reserve of Guangdong Province was studied by the line-transect method from July to December 2021. The results showed that 110 species of butterflies belonging to 75 genera and 10 families were investigated in the reserve; the fauna distribution type was mainly dominated by the Oriental, supplemented by the Palearctic and Oriental; the number of genera, species, individuals, dominance index, richness index and diversity index of butterfly community at each altitude gradient showed a single peak trend of increasing first and then decreasing with the increase of altitude, reaching the maximum at 401-600 m, and the

收稿日期: 2022-07-07.

基金项目: 广东省 2021 年度自然资源事务管理—生态林业建设专项资金; 广东梅县阴那山省级自然保护区综合能力建设项目 (440001202115632).

第一作者: 李保铨 (1983-), 男, 广东梅州人, 工程师. 主要从事林业工程及森林资源调查. Email: 29023199@qq.com

责任作者: 陈天鹏 (1994-), 男, 吉林梨树人, 硕士. 主要从事野生动物资源调查. Email: 674167419@qq.com

evenness index was higher at high altitude than at low altitude; the similarity coefficient was higher in the adjacent elevation gradient, and there were obvious differences between high altitude species and low altitude species. The results of this survey provided basic data and theoretical basis for predicting climate change, protecting butterfly resources and evaluating ecological environment in Yinna Mountain Provincial Nature Reserve.

Key words: butterfly; community composition; species diversity; fauna distribution; Yinna Mountain Provincial Nature Reserve; Guangdong

蝴蝶隶属于节肢动物门 (Arthropoda)、昆虫纲 (Insecta)、鳞翅目 (Lepidoptera), 经历卵、幼虫、蛹、成虫 4 个阶段, 是一种完全变态的昆虫^[1]。蝴蝶是一类重要的传粉昆虫, 蝴蝶成虫以花蜜汁液为食, 部分植物进化出细长花距, 依靠鳞翅目昆虫的虹吸式口器才能完成传粉。据统计, 世界已知蝴蝶种类共计超 15 000 种, 我国已记录蝴蝶种类超 2 100 种^[2]。

因对环境因子变化高度敏感, 并能够快速反映出该区域环境变化情况, 所以蝴蝶被认为是生态环境监测和评价的指示生物, 也是生态系统中其他无脊椎动物的伞物种^[3]。国外对蝴蝶长期监测已有数 10 年的历史, 如 1976 年英国将蝴蝶作为环境变化的指示生物进行长期系统监测, 随后美国、澳大利亚、日本等国家相继开展蝴蝶长期监测项目^[4]; 我国对于蝴蝶的监测工作起步较晚, 2016 年生态环境部启动了全国蝴蝶多样性观测项目, 并在全国范围内建立了首个国家级的蝴蝶多样性观测网络, 在《2017 年中国生物多样性观测报告》中指出近 1/3 观测样区的蝴蝶多样性受到旅游开发等各种因素的威胁, 从而导致蝴蝶多样性严重下降。

近年来, 随着森林生态旅游产业的蓬勃发展, 人类活动对生物多样性造成严重威胁。广东省梅州地区旅游资源丰富, 但蝶类多样性相关研究尚未见报道。2021 年 7—12 月对广东梅县阴那山省级自然保护区的蝴蝶资源进行调查, 分析了物种多样性、垂直分布及区系组成, 以期为自然保护区建立以蝶类为指示生物的监测网络, 为保护珍稀濒危蝴蝶资源、预测气候变化和评价生态环境等提供基础资料和理论依据。

1 研究区概况

广东梅县阴那山省级自然保护区 (以下简称“阴那山自然保护区”) 位于梅州市梅县区雁洋镇 (116°21′31.78″E ~ 116°25′39.60″E, 24°21′35.89″N ~ 24°25′31.24″N), 面积 2 566 hm², 区内海拔最高点为

阴那山主峰五指峰 (1 298 m), 是形成于 1 亿多年前的中生代造山运动期的褶皱 (断层山脉), 保护区地处南亚热带北缘, 因受东南季风影响, 属于典型的亚热带季风湿润气候, 具有亚热带与中亚热带过渡气候特征, 年均温为 22.1℃, 年均降雨量为 1 678.12 mm, 雨期集中在 4—9 月份, 有明显的干湿季节之分。保护区主要保护对象为亚热带常绿阔叶林及珍稀动植物。

2 研究方法

2.1 观测时间

5 次野外调查于 2021 年 7—12 月进行, 每次调查间隔在 20 d 以上, 选择天气晴朗或多云天气进行调查, 观测时间在每天 9:00—17:00, 避开极热天气。

2.2 调查方法

主要调查方法为样线法与网捕法相结合, 根据调查区域的地形地貌以及植被类型, 设置样线。留意路边花草树木或小溪、水坑等, 沿样线缓慢匀速步行, 并记录沿途 5 m 可见范围内的蝶类种类及数量, 对于无法鉴定到种的蝶类, 可网捕采集, 装入三角硫酸纸袋中记录采集信息, 查阅相关资料进行鉴定。

2.3 分类鉴定

本研究中采用周尧 1994 年制定的分类系统^[5]。根据蝴蝶标本的外部形态特征进行鉴定, 如斑纹、触角、翅脉等; 若蝴蝶标本外部形态区别不明显, 可通过解剖观察外生殖器特征。相关文献参考《中国蝶类志》《中国蝴蝶分类与鉴定》《中国蝴蝶图鉴》《The Nymphalidae of China》《中国灰蝶志》^[5-9], 珍稀濒危保护物种等级划分参考《中国物种红色名录》^[10]。

2.4 数据处理

2.4.1 生物多样性指数

采用 Shannon-Wiener 多样性指数、Margalef 物种丰富度指数、Berger-Parker 优势度指数、Pielou 均匀度指数和 Jaccard 相似性系数进行多样性分析^[11-12]。

Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 公式为:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{N_i}{N} \ln \frac{N_i}{N}$$

(1)

式中: S 为群落中的物种数; N_i 为群落中蝴蝶 i 的个体数; N 为群落中蝴蝶个体总数。

Margalef 物种丰富度指数(D)公式为:

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

(2)

式中: S 为群落中的物种数; N 为群落中蝴蝶个体总数。

Berger-Parker 优势度指数(d)公式为:

$$d = \frac{N}{N_{\max}}$$

(3)

式中: $N_{\max}$ 为优势种的种群数量; N 为群落中蝴蝶个体总数。

Pielou 均匀度指数(E)公式为:

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

(4)

式中: H' 为多样性指数; S 为群落中的物种数。

Jaccard 相似性系数(C)公式为:

$$C = \frac{c}{a + b - c}$$

(5)

式中: c 为不同海拔梯度的共同物种数; a 和 b 分别为海拔梯度 A 和海拔梯度 B 的物种数。 C 取值在 0~1 之间,当 $0.00 \leq C < 0.25$ 时,表示群落极不相似;当 $0.25 \leq C < 0.50$ 时,表示群落中等不相似;当 $0.50 \leq C < 0.75$ 时,表示群落中等相似;当 $0.75 \leq C \leq 1.00$ 时,表示群落极相似。

本研究中某个物种个体数占总物种个体数的比例,占比 5%~100%为优势种,占比 1%~5%为常见种,占比 0.5%~1%为少见种,占比 0.5%~0%为稀有种。

2.4.2 不同海拔梯度垂直分布分析

将阴那山自然保护区整体划分 5 个海拔梯度,以 200 m 为一个海拔梯度,分别为 200~400 m、401~600 m、601~800 m、801~1 000 m、1 001~1 298 m。

3 结果分析

3.1 蝶类群落组成特征与多样性

在阴那山自然保护区内共记录到蝶类 1 310 只,隶属于 10 科、75 属、110 种(表 1),其中被《中国物种红色名录》评估为“近危等级 (NT)”2 种,为鹤顶粉蝶和燕凤蝶;“易危等级 (VU)”1 种,为拟四眼矍眼蝶。

表 1 广东梅县阴那山省级自然保护区蝴蝶名录
Tab. 1 Checklist of butterfly in Meixian Yinna Mountain Provincial Nature Reserve

科	属	种	个体数量/只
凤蝶科 Papilionidae	凤蝶属 <i>Papilio</i>	巴黎翠凤蝶 <i>Papilio paris</i> Linnaeus	39
		碧凤蝶 <i>Papilio bianor</i> Cramer	36
		玉斑凤蝶 <i>Papilio helenus</i> Linnaeus	36
		玉带凤蝶 <i>Papilio polytes</i> Linnaeus	74
		美凤蝶 <i>Papilio memnon</i> Linnaeus	3
		燕凤蝶属	
		燕凤蝶 <i>Lamproptera curius</i> (Fabricius)	12
		青凤蝶属	
		碎斑青凤蝶 <i>Graphium chironides</i> (Honrath)	2
		青凤蝶 <i>Graphium sarpedon</i> (Linnaeus)	38
粉蝶科 Pieridae	绿凤蝶属 <i>Pathysa</i>	木兰青凤蝶 <i>Graphium doson</i> (C. & R. Felder)	2
		宽带青凤蝶 <i>Graphium cloanthus</i> (Westwood)	1
		统帅青凤蝶 <i>Graphium agamemnon</i> (Linnaeus)	1
		绿凤蝶 <i>Pathysa antiphates</i> (Cramer)	1
	黄粉蝶属 <i>Eurema</i>	无标黄粉蝶 <i>Eurema brigitta</i> (Stoll)	1
		聚黄粉蝶 <i>Eurema blanda</i> (Boisduval)	7
		宽边黄粉蝶 <i>Eurema hecabe</i> (Linnaeus)	177
		尖角黄粉蝶 <i>Eurema laeta</i> (Boisduval)	1
	迁粉蝶属 <i>Catopsilia</i>	梨花迁粉蝶 <i>Catopsilia pyranthe</i> (Linnaeus)	41
	鹤顶粉蝶属 <i>Hebomoia</i>	鹤顶粉蝶 <i>Hebomoia glaucippe</i> (Linnaeus)	1
	橙粉蝶属 <i>Ixias</i>	橙粉蝶 <i>Ixias pyrene</i> (Linnaeus)	23
	纤粉蝶属 <i>Leptosia</i>	纤粉蝶 <i>Leptosia nina</i> (Fabricius)	1
	飞龙粉蝶属 <i>Talbotia</i>	飞龙粉蝶 <i>Talbotia naganum</i> (Moore)	1
	粉蝶属 <i>Pieris</i>	东方菜粉蝶 <i>Pieris canidia</i> (Sparman)	4
		菜粉蝶 <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus)	11
	园粉蝶属 <i>Cepora</i>	黑脉园粉蝶 <i>Cepora nerissa</i> (Fabricius)	9
	斑粉蝶属 <i>Delias</i>	报喜斑粉蝶 <i>Delias pasithoe</i> (Linnaeus)	119

续表 1

科	属	种	个体数量/只
斑蝶科 Danaidae	斑蝶属 <i>Danaus</i>	红腋斑粉蝶 <i>Delias acalis</i> (Godart)	32
		虎斑蝶 <i>Danaus genutia</i> (Cramer)	24
	青斑蝶属 <i>Tirumala</i>	青斑蝶 <i>Tirumala septentrionis</i> (Butler)	16
	绢斑蝶属 <i>Parantica</i>	绢斑蝶 <i>Parantica aglea</i> (Stoll)	13
环蝶科 Amathusiidae	紫斑蝶属 <i>Euploea</i>	蓝点紫斑蝶 <i>Euploea midamus</i> (Linnaeus)	68
	纹环蝶属 <i>Aemona</i>	纹环蝶 <i>Aemona amathusia</i> (Hewitson)	8
眼蝶科 Satyridae	暮眼蝶属 <i>Melanitis</i>	睇暮眼蝶 <i>Melanitis phedima</i> (Cramer)	3
		黛眼蝶属 <i>Lethe</i>	16
	白带黛眼蝶 <i>Lethe confusa</i> Aurivillius	玉带黛眼蝶 <i>Lethe verma</i> (Kollar)	2
		曲纹黛眼蝶 <i>Lethe chandica</i> Moore	5
	连纹黛眼蝶 <i>Lethe syrcis</i> (Hewitson)	长纹黛眼蝶 <i>Lethe europa</i> (Fabricius)	3
		波纹黛眼蝶 <i>Lethe rohria</i> Fabricius	1
	蒙链荫眼蝶 <i>Neope muirheadii</i> (C. & R. Felder)	小眉眼蝶 <i>Mycalis mineus</i> (Linnaeus)	2
		平顶眉眼蝶 <i>Mycalis panthaka</i> Fruhstorfer	9
	丽眼蝶属 <i>Mandarinia</i>	蓝斑丽眼蝶 <i>Mandarinia regalis</i> (Leech)	5
		矍眼蝶属 <i>Ypthima</i>	6
	矍眼蝶 <i>Ypthima balda</i> (Fabricius)	拟四眼矍眼蝶 <i>Ypthima imitans</i> Elwes & Edwards	31
		黄襟蛱蝶 <i>Cupha erymanthis</i> (Drury)	4
蛱蝶科 Nymphalidae	斐豹蛱蝶属 <i>Argyreus</i>	斐豹蛱蝶 <i>Argyreus hyperbius</i> (Linnaeus)	2
	枯叶蛱蝶属 <i>Kallima</i>	枯叶蛱蝶 <i>Kallima inachus</i> (Doyère)	2
	斑蛱蝶属 <i>Hypolimnas</i>	幻紫斑蛱蝶 <i>Hypolimnas bolina</i> (Linnaeus)	1
	琉璃蛱蝶属 <i>Kaniska</i>	琉璃蛱蝶 <i>Kaniska canace</i> (Linnaeus)	8
	红蛱蝶属 <i>Vanessa</i>	大红蛱蝶 <i>Vanessa indica</i> (Herbst)	4
	眼蛱蝶属 <i>Junonia</i>	波纹眼蛱蝶 <i>Junonia atlites</i> (Linnaeus)	1

续表 1

科	属	种	个体数量/只
盛蛱蝶属 <i>Symbrenthia</i>	散纹盛蛱蝶 <i>Symbrenthia lila</i> Hewitson	黄豹盛蛱蝶 <i>Symbrenthia brabira</i> Moore	4
		波蛱蝶属 <i>Ariadne</i>	1
波蛱蝶属 <i>Ariadne</i>	波蛱蝶 <i>Ariadne ariadne</i> (Linnaeus)	矛翠蛱蝶 <i>Euthalia aconthea</i> (Cramer)	19
		翠蛱蝶属 <i>Euthalia</i>	4
裙蛱蝶属 <i>Cynitia</i>	绿裙蛱蝶 <i>Cynitia whiteheadi</i> (Crowley)	线蛱蝶属 <i>Limenitis</i>	7
		残钨线蛱蝶 <i>Limenitis sulpitia</i> (Cramer)	10
带蛱蝶属 <i>Athyma</i>	离斑带蛱蝶 <i>Athyma ranga</i> Moore	珠履带蛱蝶 <i>Athyma asura</i> Moore	6
		新月带蛱蝶 <i>Athyma selenophora</i> (Kollar)	1
环蛱蝶属 <i>Neptis</i>	相思带蛱蝶 <i>Athyma nefte</i> (Cramer)	中环蛱蝶 <i>Neptis hylas</i> (Linnaeus)	2
		珂环蛱蝶 <i>Neptis clinia</i> Moore	64
耶环蛱蝶 <i>Neptis yerburii</i> Butler	娜环蛱蝶 <i>Neptis nata</i> Moore	阿环蛱蝶 <i>Neptis ananta</i> Moore	4
		弥环蛱蝶 <i>Neptis mia</i> Moore	6
蟠蛱蝶属 <i>Pantoporia</i>	金蟠蛱蝶 <i>Pantoporia hordonia</i> (Stoll)	电蛱蝶属 <i>Dichorragia</i>	15
		电蛱蝶 <i>Dichorragia nesimachus</i> (Doyère)	2
丝蛱蝶属 <i>Cyrestis</i>	网丝蛱蝶 <i>Cyrestis thyodamas</i> Boisduval	猫蛱蝶属 <i>Timelaea</i>	5
		白裳猫蛱蝶 <i>Timelaea albescens</i> (Oberthür)	8
尾蛱蝶属 <i>Polyura</i>	大二尾蛱蝶 <i>Polyura eudamippus</i> (Doubleday)	螯蛱蝶属 <i>Charaxes</i>	1
		白带螯蛱蝶 <i>Charaxes bernardus</i> (Fabricius)	1
珍蝶科 Acraeidae	珍蝶属 <i>Acraea</i>	苳麻珍蝶 <i>Acraea issoria</i> (Hübner)	16
蛱蝶科 Riodinidae	褐蛱蝶属 <i>Abisara</i>	蛇目褐蛱蝶 <i>Abisara echerius</i> (Stoll)	2
		白点褐蛱蝶 <i>Abisara burnii</i> (de Nicéville)	1
白蛱蝶属 <i>Stiboges</i>	长尾褐蛱蝶 <i>Abisara neophron</i> (Hewitson)	白蛱蝶 <i>Stiboges nymphidia</i> Butler	9
			6

续表 1

科	属	种	个体数量/只
灰蝶科 Lycaenidae	波蛱蝶属 <i>Zemeros</i>	波蛱蝶 <i>Zemeros flegyas</i> (Cramer)	52
	蛱灰蝶属 <i>Taraka</i>	蛱灰蝶 <i>Taraka hamada</i> Druce	3
	银灰蝶属 <i>Curetis</i>	尖翅银灰蝶 <i>Curetis acuta</i> Moore	14
	娆灰蝶属 <i>Arhopala</i>	齿翅娆灰蝶 <i>Arhopala rama</i> (Kollar)	1
		娆灰蝶 <i>Arhopala</i> sp.	1
	银线灰蝶属 <i>Spindasis</i>	豆粒银线灰蝶 <i>Spindasis syama</i> (Horsfield)	2
	莱灰蝶属 <i>Remelana</i>	莱灰蝶 <i>Remelana jangala</i> (Horsfield)	1
	安灰蝶属 <i>Ancema</i>	安灰蝶 <i>Ancema ctesia</i> (Hewitson)	4
	娜灰蝶属 <i>Nacaduba</i>	古楼娜灰蝶 <i>Nacaduba kurava</i> (Moore)	3
	雅灰蝶属 <i>Jamides</i>	雅灰蝶 <i>Jamides bochus</i> (Stoll)	23
		素雅灰蝶 <i>Jamides alecto</i> (Felder)	20
	咖灰蝶属 <i>Catochrysops</i>	咖灰蝶 <i>Catochrysops strabo</i> Fabricius	1
	亮灰蝶属 <i>Lampides</i>	亮灰蝶 <i>Lampides boeticus</i> Linnaeus	3
	丸灰蝶属 <i>Pithecopis</i>	黑丸灰蝶 <i>Pithecopis corvus</i> Fruhstorfer	4
	妩灰蝶属 <i>Udara</i>	白斑妩灰蝶 <i>Udara albo-caerulea</i> (Moore)	1
	钮灰蝶属 <i>Acytolepis</i>	钮灰蝶 <i>Acytolepis puspa</i> (Horsfield)	1
	棕灰蝶属 <i>Euchrysops</i>	棕灰蝶 <i>Euchrysops cnejus</i> (Fabricius)	1
	吉灰蝶属 <i>Zizeeria</i>	酢浆灰蝶 <i>Zizeeria maha</i> (Kollar)	27
弄蝶科 Hesperiidae	趾弄蝶属 <i>Hasora</i>	三斑趾弄蝶 <i>Hasora badra</i> (Moore)	1
		纬带趾弄蝶 <i>Hasora vitta</i> (Butler)	1
	绿弄蝶属 <i>Choaspes</i>	绿弄蝶 <i>Choaspes benjaminii</i> (Guérin-Ménéville)	3
	白弄蝶属 <i>Abraximorpha</i>	白弄蝶 <i>Abraximorpha davidii</i> (Mabille)	2
	星弄蝶属 <i>Celaenorrhinus</i>	白角星弄蝶 <i>Celaenorrhinus leucocera</i> (Kollar)	1
	裙弄蝶属 <i>Tagiades</i>	沾边裙弄蝶 <i>Tagiades litigiosa</i> Möschler	3
	飒弄蝶属 <i>Satarupa</i>	蛱型飒弄蝶 <i>Satarupa nymphalis</i> (Speyer)	1
	腌翅弄蝶属 <i>Astictopterus</i>	腌翅弄蝶 <i>Astictopterus jama</i> C. & R. Felder	19
	袖弄蝶属 <i>Notocrypta</i>	曲纹袖弄蝶 <i>Notocrypta curvifascia</i> (C. & R. Felder)	2

续表 1

科	属	种	个体数量/只
	黄室弄蝶属 <i>Potanthus</i>	孔子黄室弄蝶 <i>Potanthus confucius</i> (C. & R. Felder)	2
	稻弄蝶属 <i>Parnara</i>	直纹稻弄蝶 <i>Parnara guttata</i> (Bremer & Grey)	2
	籼弄蝶属 <i>Borbo</i>	籼弄蝶 <i>Borbo cinnara</i> (Wallace)	2
	珂弄蝶属 <i>Caltoris</i>	斑珂弄蝶 <i>Caltoris bromus</i> (Leech)	1
		珂弄蝶 <i>Caltoris cahira</i> (Moore)	1

从物种数量方面看,蛱蝶科物种数量(29种)最多,占总数的26.36%,其次为灰蝶科(17种)、粉蝶科(14种)、弄蝶科(14种)、眼蝶科(13种)、凤蝶科(12种)、蛱蝶科(5种)、斑蝶科(4种)、珍蝶科(1种)和环蝶科(1种);从个体数量方面看,粉蝶科个体数量(428只)最多,占总数的32.67%,其次为凤蝶科(245只)、蛱蝶科(183只)、斑蝶科(121只)、灰蝶科(110只)、眼蝶科(88只)、蛱蝶科(70只)、弄蝶科(41只)、珍蝶科(16只)、环蝶科(8只),具体见表2。

表 2 广东阴那山省级自然保护区蝶类数量特征

Tab. 2 Quantitative characteristics of butterfly in Yinna Mountain Provincial Nature Reserve

科	属数 /个	占比 /%	种数 /种	占比 /%	个体数 量/只	占比 /%
凤蝶科 Papilionidae	4	5.33	12	10.91	245	18.70
粉蝶科 Pieridae	9	12.00	14	12.73	428	32.67
斑蝶科 Danaidae	4	5.33	4	3.64	121	9.24
环蝶科 Amathusiidae	1	1.33	1	0.91	8	0.61
眼蝶科 Satyridae	6	8.00	13	11.82	88	6.72
蛱蝶科 Nymphalidae	20	26.67	29	26.36	183	13.97
珍蝶科 Acraeidae	1	1.33	1	0.91	16	1.22
蛱蝶科 Riodinidae	3	4.00	5	4.55	70	5.34
灰蝶科 Lycaenidae	15	20.00	17	15.45	110	8.40
弄蝶科 Hesperidae	12	16.00	14	12.73	41	3.13
合计	75	100.00	110	100.00	1310	100.00

从表2可知,玉带凤蝶、宽边黄粉蝶、报喜斑粉蝶和蓝点紫斑蝶为研究区内优势种,常见种有21种,少见种和稀有种共计85种。

3.2 蝶类群落多样性指数

阴那山自然保护区在不同海拔梯度蝶类群落属数、种数和个体数情况如表 3 所示。

表 3 广东阴那山省级自然保护区蝶类不同海拔
梯度蝶类群落多样性指数

Tab. 3 Diversity indexes of butterfly community at
different altitude gradients in Yinna Mountain
Provincial Nature Reserve

海拔梯度 /m	属 数 /个	种 数 /种	个体 数量 /只	优势度 指数 (<i>d</i>)	丰富度 指数 (<i>D</i>)	多样性 指数 (<i>H'</i>)	均匀度 指数 (<i>E</i>)
200~400	37	61	542	6.30	9.53	3.13	0.76
401~600	66	97	614	7.97	14.33	3.78	0.83
601~800	31	43	91	7.00	8.87	3.33	0.90
801~1000	17	19	42	5.25	4.82	2.56	0.87
1001~1298	11	13	21	3.50	3.94	2.31	0.90

从表 3 可知,研究区域海拔 401~600 m 蝶类群落属数、种数和个体数量最高,其次为 200~400 m、601~800 m、801~1 000 m,最低为 1 001~1 298 m。

对不同海拔梯度蝶类群落的多样性指标进行分析发现,丰富度指数最高为海拔 401~600 m,其次为 200~400 m、601~800 m、801~1 000 m,最低为 1 001~1 298 m;优势度指数和多样性指数方面规律相同,指数最高为海拔 401~600 m,其次为 601~800 m、200~400 m、801~1 000 m,最低为 1 001~1 298 m;均匀度指数最高为海拔 601~800 m 和 1 001~1 298 m,其次为 801~1 000 m、401~600 m,最低为 200~400 m。

阴那山自然保护区不同海拔蝶类群落相似性系数情况如表 4 所示。

表 4 广东阴那山省级自然保护区不同海拔
梯度蝶类群落相似性矩阵

Tab. 4 Similarity matrix of butterfly at different altitude
gradients in Yinna Mountain Provincial Nature Reserve

海拔梯度	200~ 400 m	401~ 600 m	601~ 800 m	801~ 1000 m	1001~ 1298 m
200~400 m	1	49	32	13	9
401~600 m	0.4495	1	37	17	12
601~800 m	0.4444	0.3592	1	14	9
801~1000 m	0.1940	0.1717	0.2917	1	10
1001~1298 m	0.1385	0.1224	0.1915	0.4545	1

从表 4 可知,海拔 200~400 m 与 401~600 m、

601~800 m 间蝶类群落达中等不相似,601~800 m 与 801~1 000 m 间蝶类群落达中等不相似,801~1 000 m 与 1 001~1 298 m 间蝶类群落达中等不相似,其他海拔梯度间蝶类群落均为极不相似。

3.3 地理区系分析

阴那山自然保护区蝶类地理区系组成如表 5 所示。

表 5 广东阴那山省级自然保护区蝶类区系组成

Tab. 5 Faunas of butterfly in Yinna Mountain
Provincial Nature Reserve

分布型	物种数量/只	占比/%
1. 东洋界	78	70.91
2. 古北界+东洋界	20	18.18
3. 东洋界+澳洲界	5	4.55
4. 东洋界+澳洲界+非洲界	1	0.91
5. 古北界+东洋界+澳洲界	2	1.82
6. 古北界+东洋界+新北界	1	0.91
7. 古北界+东洋界+澳洲界+非洲界	1	0.91
8. 古北界+东洋界+非洲界+新北界	1	0.91
9. 古北界+东洋界+澳洲界+非洲界 +新北界+新热带界	1	0.91
总计	110	100.00

阴那山自然保护区蝶类地理区系中有 9 种分布型,其中 70.91% 分布于东洋界,属于主导分布型,其次 18.18% 分布于东洋界+古北界,4.55% 分布于东洋界+澳洲区,其他分布型共占 6.36%。

4 讨论与结论

本次调查共记录蝶类 10 科、75 属、110 种,约占广东省蝴蝶种类的 20%,对比惠东古田省级自然保护区(54 种)、东莞莲花山自然保护区(50 种)和河源市桂山和福礞生态谷蝶(46 种),阴那山自然保护区蝶类群落具有较高的生物多样性^[13-16]。阴那山自然保护区蝶类地理区系组成属于以东洋界为主导的分布型,同时在一定程度上表现出受古北界和澳洲界影响的分布特征,与所处的地理位置相吻合。

阴那山自然保护区在不同海拔梯度蝶类群落属数、种数、个体数量、优势度指数、丰富度指数和多样性指数方面均表现为随着海拔升高呈现先增长后下降的单峰趋势,均在 401~600 m 达到最大值,符合物种丰富度单峰分布格局^[17-19];Pielou 均匀度指数表现为高海拔大于低海拔,主要因为随着海拔升高,环境压力增大,种间竞争减弱,生物多样性丰富,海

拔401~600 m处植被类型为亚热带常绿阔叶林,具有植物种类丰富,垂直结构复杂,人为干扰少等特点,为蝶类生存和躲避天敌提供了良好条件,但海拔200~400 m由于靠近亚热带常绿阔叶林,同时受到轻度人类活动干扰,对部分寄主植物的传播和扩散起到推动作用,在一定程度上提高了蝶类群落的多样性和丰富度^[16,20-22],优势种个体数量在低海拔蝶类群落中占比过大,造成低海拔蝶类群落均匀度较低。

阴那山自然保护区相邻海拔梯度的蝶类群落相似性较高,且高海拔种类与低海拔种类间存在明显区别,主要原因是高海拔地区与低海拔地区间生境存在明显差异,大多数蝴蝶的幼虫食性较专一,植被差异导致蝶类群落出现差异性,而相邻海拔梯度生境较为相似,出现相似的蝶类群落。

综上所述,为了更好地评估阴那山保护区的生物多样性情况,应设置监测网络,以蝶类为指示生物,结合气象因子、寄主植物、人为干扰等因素设置固定长期监测样线;开展蝶类与植物协同进化机制、灰蝶与蚂蚁互利共生现象等专项研究;开展科普教育,如以蝴蝶为主题的博物馆展览、科普教育、观蝶日等活动,以增强公众的生物多样性保护意识。

致谢:广东梅县阴那山省级自然保护区管理处陈宏财、赖可欣及广州草木蕃环境科技有限公司陈灏楠、林溢晖等同志参与了调查;中国科学院昆明动物研究所常洲老师、余甜甜博士,西南科技大学黄珍富老师,北京市农林科学院马丽君博士在蝶类鉴定方面给予技术指导,特此致谢。

参考文献:

- [1] 许再福. 普通昆虫学[M]. 北京:科学出版社,2009.
- [2] 寿建新,周尧,李宇飞. 世界蝴蝶分类名录[M]. 西安:陕西科学技术出版社,2006.
- [3] BHARDWAJ M,UNIYAL V P,SANYAL A K,et al. Butterfly communities along an elevational gradient in the Tons valley, Western Himalayas: Implications of rapid assessment for insect conservation[J]. Journal of Asia-Pacific Entomology, 2012, 15(2): 207-217.
- [4] 房丽君,徐海根,关建玲. 欧洲蝴蝶监测的历史、现状与我国的发展对策[J]. 应用生态学报, 2013, 24(9): 2691-2698.
- [5] 周尧. 中国蝶类志[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1994.
- [6] 王敏,范晓凌. 中国灰蝶志[M]. 郑州:河南科学技术出版社,2002.
- [7] 周尧. 中国蝴蝶分类与鉴定[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1998.
- [8] LANG S Y. The Nymphalidae of China (Lepidoptera, Rhopalocera)[M]. Pardubice: Tshikolovets Publications, 2017.
- [9] 武春生,徐增峰. 中国蝴蝶图鉴[M]. 福州:海峡书局,2017.
- [10] 汪松,解焱. 中国物种红色名录[M]. 北京:高等教育出版社,2004.
- [11] 马克平,王恩明. 生物群落多样性的测度方法: I α 多样性的测度方法(上)[J]. 生物多样性, 1994, 2(3): 162-168.
- [12] 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.
- [13] 刘桂林,庞虹,周昌清,等. 东莞莲花山自然保护区蝴蝶群落多样性研究[J]. 应用生态学报, 2004, 15(4): 4.
- [14] 翁锦泗,吕文龙,胡诗佳,等. 广东古田自然保护区蝶类群落多样性[J]. 生态学杂志, 2017, 36(1): 132-136.
- [15] 钟平生,张颂声,李东平,等. 河源桂山和福礫生态谷蝴蝶多样性调查[J]. 福建林业科技, 2018, 45(1): 5.
- [16] 洪雪萌,戈昕宇,李俊兰. 赛罕乌拉自然保护区蝶类多样性及其影响因素[J]. 生物多样性, 2018(26): 590-600.
- [17] FU C Z, HUA X, LI J, et al. Elevational patterns of frog species richness and endemic richness in the Hengduan Mountains, China: Geometric constraints, area and climate effects[J]. Ecography, 2006(29): 919-927.
- [18] KESSLER M. The elevational gradient of Andean plant endemism: Varying influences of taxon-specific traits and topography at different taxonomic levels[J]. Journal Biogeography, 2002(29): 1159-1166.
- [19] VETAAS O R, GRYTNES J. Distribution of vascular plant species richness and endemic richness along the Himalayan elevation gradient in Nepal[J]. Global Ecology and Biogeography, 2002(11): 291-301.
- [20] 刘争,蔡东章,刘昊,等. 河南鸡公山蝴蝶资源与区系[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版), 2021, 34(1): 50-60.
- [21] NELSON S M. Butterflies (Papilionoidea and Hesperioidea) as potential ecological indicators of riparian quality in the semi-arid western United States[J]. Ecological Indicators, 2007, 7(2): 469-480.
- [22] RIVA F, ACORN J H, NIELSEN S E. Localized disturbances from oil sands developments increase butterfly diversity and abundance in Alberta's boreal forests[J]. Biological Conservation, 2018(217): 173-180.

责任编辑: 陈旭