



刘昊, 李新生, 蔡东章, 刘争, 李学松, 王德森. 鸡公山自然保护区蝶类多样性及其影响因素 [J]. 环境昆虫学报, 2021, 43 (5): 1190–1202.

鸡公山自然保护区蝶类多样性及其影响因素

刘 昊¹, 李新生², 蔡东章¹, 刘 争¹, 李学松¹, 王德森^{3,4,5*}

(1. 河南鸡公山国家级自然保护区管理局, 河南信阳 464000; 2. 信阳市森林病虫害防治检疫站, 河南信阳 464000;

3. 华南农业大学昆虫学系, 广州 510642; 4. 广东省生物农药创制与应用重点实验室, 广州 510642;

5. 生物防治教育部工程研究中心, 广州 510642)

摘要: 2019年4–10月, 在鸡公山自然保护区的核心区和实验区内不同生境、不同人为干扰程度的区域选取6条样线, 对蝶类群落进行了观测研究。共记录蝴蝶3431头, 隶属于10科79属127种; 其中蛱蝶科 Nymphalidae 的种类数最多, 共23属36种; 粉蝶科 Pieridae 和灰蝶科 Lycaenidae 为保护区优势科, 菜粉蝶 *Pieris rapae* (Linnaeus)、蓝灰蝶 *Everes argiades* (Pallas) 和苧麻珍蝶 *Acraea issoria* (Hübner) 为保护区优势种。保护区内蝶类群落的种–多度曲线呈正态分布模式, 表明区内生态环境整体情况较好。不同样线中蝶类群落的种类、数量及多样性指标存在明显差异, 无人类活动的样线V和VI中蝶类群落的各项多样性指数均优于另外4条样线; 适度人为干扰的样线I、II和IV中蝶类群落的各项指数均大于旅游景区样线III的, 且样线III的优势度指数明显大于其他样线。各样线蝶类群落的种类数、个体数以及多样性指数的变化趋势与温度相一致, 呈显著正相关关系; 而与降雨量无显著相关性。由此可见, 鸡公山保护区现有的旅游规模、森林经理和项目建设对蝶类群落产生了负面影响, 但是适度的人类活动能在一定程度上延缓蝶类多样性的降低。

关键词: 鸡公山自然保护区; 蝶类; 多样性; 监测; 影响因素

中图分类号: Q968.1; S476

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2021) 05-1190-13

Butterfly diversity and its influencing factors in Jigongshan Nature Reserve

LIU Hao¹, LI Xin-Sheng², CAI Dong-Zhang¹, LIU Zheng¹, LI Xue-Song¹, WANG De-Sen^{3,4,5*}

(1. National Nature Reserve Administration of Henan Jigong Mountain, Xinyang 464000, Henan Province, China; 2. Forest Pest Management and Quarantine Station of Xinyang City, Xinyang 464000, Henan Province, China; 3. Department of Entomology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 4. Key Laboratory of Bio-Pesticide Innovation and Application, Guangdong Province, Guangzhou 510642, China; 5. Engineering Research Center of Biological Control, Ministry of Education, Guangzhou 510642, China)

Abstract: To investigate the diversity of butterfly community and its influencing factors in Jigongshan Nature Reserve, we selected six transects in different vegetation habitats and interference areas. A total of 3431 butterfly individuals were recorded, of which 127 species in 79 genera under 10 families were identified from April to October 2019. Among them, Nymphalidae had 23 genera and 36 species, with the most number of genera and species. Pieridae and Lycaenidae were the dominant family, with the most number of individuals. *Pieris rapae* (Linnaeus), *Everes argiades* (Pallas) and *Acraea issoria* (Hübner) were the dominant species in this area. The species-abundance analysis showed a normal distribution

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2018YFD0201300)

作者简介: 刘昊, 男, 1979年生, 河南信阳人, 本科, 工程师, 研究方向为森林资源保护与利用、森林病虫害防治, E-mail: 455964381@qq.com

* 通讯作者 Author for corresponding: 王德森, 博士, 副教授, 研究方向为昆虫学, E-mail: desen@scau.edu.cn

收稿日期 Received: 2020-07-19; 接受日期 Accepted: 2020-12-22

model, suggested a relatively stable ecological environment in the reserve. The species, individual number, diversity index, richness index, evenness index and dominance index of butterfly community varied significantly among different transects. In detail, butterfly diversity in the core zone was better than the other four transects with human disturbance. The characteristic indexes of transects with appropriate interference were higher than those of scenic area, and the butterfly community in scenic area had the highest dominance index. The species number, individual number and diversity index of butterfly in different transects varied significantly among different months, and showed the same trends as temperatures. Moreover, the numbers of butterfly species and individuals had a significant positive correlation with temperature, but no significant correlation with rainfall. In conclusion, the existing tourism scale, forest manager and project construction had negative effects on the butterfly community in the reserve, but appropriate interferences can delay the degradation of butterfly diversity.

Key words: Jigongshan Nature Reserve; butterfly; diversity; influencing factors; monitoring

蝴蝶隶属于昆虫纲鳞翅目锤角亚目 (Lepidoptera: Rhopalocera), 为昼出性、寡食性昆虫, 对栖境专一性较强, 其生存空间相对独立 (翟卿等, 2020)。许多研究表明蝴蝶对栖息地的植被、温度、湿度、光照水平、地形地貌等环境因素的细微变化高度敏感且反应迅速, 易受到森林火灾、林木采伐、生产建设等人类活动或家畜的影响 (Bonebrake *et al.*, 2010; Bhardwaj *et al.*, 2012; 周光益等, 2016; Franzén *et al.*, 2017; Riva *et al.*, 2018), 而且蝴蝶具有种类繁多、分布广泛、便于调查和监测等特点, 符合指示生物的许多标准, 被选为监测、评价环境质量的指示性昆虫 (邓合黎等, 2012; 马方舟等, 2018), 同时蝶类也是进行陆生节肢动物多样性监测及生态系统水平研究的最好材料之一 (翟卿等, 2020)。

欧洲国家对蝴蝶的种类组成、种群动态与分布的观测调查已有近 70 年的历史, 评估了区域及国家范围的蝴蝶物种丰富度变化趋势, 分析了其与栖境和气候变化等环境因素的相关性 (Ehrlich and Murphy, 1987; Brown, 1991), 为研究、保护和利用蝴蝶资源及预测环境变化提供了基础数据 (房丽君等, 2013)。我国该类研究起步相对较晚 (房丽君等, 2013), 但近年来蝴蝶群落多样性研究逐渐成为评价环境变化、保护蝴蝶资源的热门课题 (戈昕宇等, 2018; 林宏伟等, 2018; 郝淑莲等, 2019; 翟卿等, 2020)。自然保护区拥有相对独立、多样的生境类型, 成为研究蝴蝶群落特性的首选区域 (顾伟等, 2015; 周光益等, 2016; 洪雪萌等, 2018; 李欣芸等, 2020)。

目前, 我国已对涉及 23 个省 (区、市) 的 60 多个自然保护区蝶类群落多样性进行了不同程

度的研究。在我国南北地理分界线、世界动物地理区划东洋界和古北界的过渡带淮河沿线附近, 仅有王松等 (2009) 研究了安徽鹞落坪自然保护区的蝶类多样性。鸡公山自然保护区位于该过渡带中, 且处于大别山系和桐柏山系交界线上, 黄斌等 (2011) 在区内开展了蝶类资源调查和区系分析, 《河南鸡公山国家级自然保护区科学考察集》记录了鸡公山范围内蝴蝶的种类 (叶永忠等, 2014)。近年来, 随着鸡公山旅游产业的迅速发展, 保护区内及其周边生产建设活动的日益频繁, 可能会对保护区内蝶类的多样性造成影响, 因此开展蝶类群落多样性及其影响因素的研究迫在眉睫。本研究在保护区内设定了 6 条观测样线, 分析了蝴蝶群落的时空分布、动态变化规律及其影响因素, 以期为自然保护区的昆虫资源保护、利用以及生态系统健康评价提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 目标区域概况

鸡公山自然保护区位于河南省南部, 大别山最西端 (114°01′~114°06′E, 31°46′~31°51′N), 海拔 156~830 m。具有北亚热带向暖温带过渡的季风气候和山地气候特征, 四季分明, 年平均气温 15.2℃, 极端最高气温 40.9℃, 极端最低气温 -20℃, 无霜期 220 d, 年平均降水量 1 381 mm, 季节分配夏季最多, 占 45%; 冬季最少, 占 8.5%。植被类型众多、生物多样性丰富 (叶永忠等, 2014)。

1.2 样线设置

依据生境和人为干扰程度不同, 在保护区内

选定 6 条样线, 每条样线长 2 km, 分布如图 1 所示, 样线详细信息如下:

样线 I: 位于试验区内, 属于山地沟谷, 沿小溪上行的生产通道, 坡度平均 5°, 海拔 225 ~ 365 m, 平均郁闭度 0.5。沿线植被类型包括: 针阔混交林、灌草丛、水生植被, 优势树种为马尾松 *Pinus massoniana*、落羽杉 *Taxodium distichum*、麻栎 *Quercus acutissima*、栓皮栎 *Quercus variabilis*、枫杨 *Pterocarya stenoptera*、野核桃 *Juglans cathayensis* 等, 优势灌木有山胡椒 *Lindera glauca*、黄荆 *Vitex negundo* 等, 草本植物以蒿类 *Artemisia* spp.、野豌豆 *Vicia* spp.、酸模叶蓼 *Polygonum lapathifolium*、野青茅 *Deyeuxia sylvatica* 等为主。沿线开展了抚育、更新造林等营林生产活动, 引种了 100 多种彩叶树种、花卉等, 修建了水坝、护坡、道路等基础设施。有少量游客观光, 每天 10 人次左右, 参照中华人民共和国国家环境保护标准生物多样性观测技术导则 (蝴蝶) HJ710.9 - 2014, 人为干扰中度。

样线 II: 在试验区内登山古道, 沿线多为山脊和山坡, 坡度平均 25°, 海拔 314 ~ 563 m, 平均郁闭度 0.6。植被类型为阔叶混交林, 以麻栎、栓皮栎、化香 *Platycarya strobilacea*、枫香 *Liquidambar formosana* 为主; 灌木以山胡椒、黄荆、盐肤木 *Rhus chinensis* 为主; 草本植物以芦苇 *Phragmites australis*、苕麻 *Boehmeria nivea* 为主。沿路有较多旅游设施, 有少量游客徒步观光, 每天约 20 人次, 人为干扰弱。

样线 III: 位于山顶风景区内, 坡度小于 5°, 海拔 741 ~ 753 m, 平均郁闭度 0.5。针阔混交林, 主要有马尾松、茅栗 *Castanea seguinii*、化香、枫香, 以及三叶木通 *Akebia trifoliata*、中华猕猴桃 *Actinidia chinensis*、杜鹃 *Rhododendron simsii*、白鹃梅 *Exochorda racemosa*、求米草 *Oplismenus undulatifolius*、狗尾草 *Setaria viridis*、菊类 *Spiraea* spp.、野豌豆等。游客较多, 平均 500 人次/天, 常住人口 600 多人, 人为干扰中度。

样线 IV: 位于试验区内波尔登森林公园, 坡度平均 15°, 海拔 244 ~ 388 m, 平均郁闭度 0.7。沿线以 20 ~ 40 年生的麻栎、栓皮栎、落羽杉、杉木 *Cunninghamia lanceolata*、毛竹 *Phyllostachys pubescens* 纯林为主; 灌木层主要是山胡椒、盐肤木等, 草本优势类群是黄堇 *Corydalis pallida*、苕麻等。样线位于公园的偏远处, 游客每天 10 人次左

右, 人为干扰较弱。

样线 V: 位于核心区内老岭, 坡度平均 10°, 海拔 617 ~ 767 m, 平均郁闭度 0.8。以茅栗、麻栎、毛樱桃 *Cerasus tomentosa* 为主的阔叶混交林, 夹杂少量马尾松; 灌木以白鹃梅、杜鹃、黄荆为主。无人为干扰。

样线 VI: 位于核心区西坡, 坡度平均 20°, 海拔 226 ~ 341 m, 郁闭度 0.8。以麻栎、栓皮栎为主的阔叶混交林; 灌木以山胡椒、盐肤木、黄荆为主。无人为干扰。

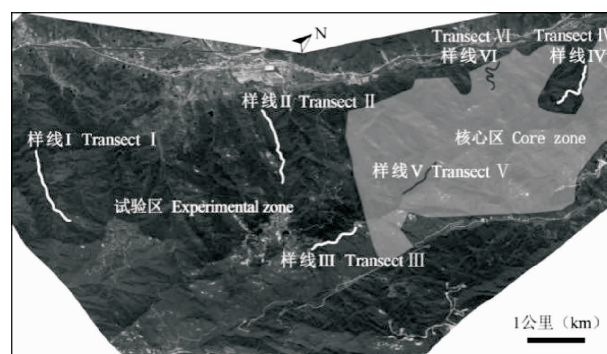


图 1 鸡公山自然保护区蝴蝶调查样线分布图

Fig. 1 Distribution of the survey line of butterfly in Jigongshan Nature Reserve

1.3 观测时间和方法

野外调查于 2019 年 4 - 10 月进行, 每月 20 日开始, 遇大风、降雨天气顺延。4 月和 10 月, 每天 10:00 - 12:00, 14:00 - 16:00; 5 - 9 月每天 9:30 - 11:30, 15:00 - 17:00, 进行调查。按照生物多样性观测技术导则 (蝴蝶) HJ710.9 - 2014 的观测方法, 以 1.5 ~ 2 km/h 的步速观测记录或网捕样线两边宽 2.5 m、由地面向上 5 m 范围内的蝴蝶。常见种类记录后就地放飞, 不能当场识别的带回室内鉴定, 参照《中国蝶类志》(周尧, 1994) 和《中国蝴蝶分类与鉴定》(周尧, 1998) 等资料。部分鉴定工作在华南农业大学昆虫学系完成。

1.4 数据处理

蝴蝶群落多样性分析选择以下 5 个指标 (赵志模等, 1990; 马克平等, 1994):

- (1) 物种数 (S)
- (2) Shannon-Wiener 多样性指数 (H)

$$H = - \sum P_i \ln P_i, P_i = N_i / N$$

P_i 为群落中蝴蝶 i 的个体数比例, N_i 为群落中蝴蝶 i 的个体数, N 为蝴蝶个体总数。

(3) Margalef 物种丰富度指数 (R)

$$R = (S - 1) / \ln N$$

S 为蝴蝶种数, N 为蝴蝶个体总数。

(4) Berger-Parker 优势度指数 (D)

$$D = N_{max} / N$$

N_{max} 为优势种的种群数量, N 为蝴蝶个体总数。

(5) Simpson 均匀度指数 (E)

$$E = H / \ln S$$

H 为多样性指数, S 为蝴蝶种数。

本文定义单种个体数占总个体数的比例超过 5% 为优势种, 1% ~ 5% 为常见种, 0.5% ~ 1% 为少见种, 低于 0.5% 为稀有种。

根据本研究调查记录的蝴蝶种类和个体数情况, 选择 log₃ 作为标尺, 在 X 轴为 log₃ 标尺的倍程刻度 (即 1, 2 ~ 4, 5 ~ 13, 14 ~ 40, 41 ~ 121, 122 ~ 364 倍程), Y 轴为普通算术刻度的半对数直角坐标系中, 以蝴蝶个体数为横坐标, 种类数为纵坐标绘制种 - 多度曲线。

利用 Office Excel 2007 对数据进行多样性分析, SPSS 22.0 对数据进行 Pearson 相关性分析。降水及气温数据由河南省信阳市鸡公山气象站提供。

2 结果与分析

2.1 蝶类群落组成特征

本次共记录蝴蝶 3 431 头, 隶属于 10 科 79 属 127 种。其中蛱蝶科 Nymphalidae 的属、种数量最多, 共 23 属 36 种, 分别占总数的 29.11% 和 28.35%; 其次分别为灰蝶科 Lycaenidae、弄蝶科 Hesperidae、眼蝶科 Satyridae、粉蝶科 Pieridae 和凤蝶科 Papilionidae。珍蝶科 Acraeidae、绢蝶科 Parnassiidae、喙蝶科 Libytheidae 和斑蝶科 Danaidae 均发现 1 属 1 种 (见表 1)。个体数量排序为: 灰蝶科 > 粉蝶科 > 蛱蝶科 > 眼蝶科 > 弄蝶科 > 凤蝶科 > 珍蝶科 > 绢蝶科 > 斑蝶科 > 喙蝶科。菜粉蝶 *Pieris rapae*、蓝灰蝶 *Everes argiades* 和 苧麻珍蝶 *Acraea issoria* 均超过总个体数的 5%, 为区内优势种。常见种有 18 种, 其中冰清绢蝶 *Parnassius glacialis*、斑缘豆粉蝶 *Colias erate*、拟稻眉眼蝶 *Mycalesis francisca*、萌链荫眼蝶 *Neope muirheadi*、红灰蝶 *Lycaena phlaeas*、深山珠弄蝶 *Erynnis*

montana 都超过 100 头, 转为优势种的可能性极大。少见种和稀有种共 106 种。

表 1 鸡公山自然保护区蝶类数量特征
Table 1 Quantitative characteristics of butterfly of Jigongshan Nature Reserve

科名	属数(%)	种数(%)	个体数(%)
Family	Genus	Species	Individual number
凤蝶科 Papilionidae	7(8. 86)	17(13. 39)	281(8. 19)
绢蝶科 Parnassiidae	1(1. 27)	1(0. 79)	159(4. 63)
粉蝶科 Pieridae	8(10. 13)	18(14. 17)	664(19. 35)
斑蝶科 Danaidae	1(1. 27)	1(0. 79)	13(0. 38)
眼蝶科 Satyridae	10(12. 66)	17(13. 39)	382(11. 13)
蛱蝶科 Nymphalidae	23(29. 11)	36(28. 35)	614(17. 90)
喙蝶科 Libytheidae	1(1. 27)	1(0. 79)	10(0. 29)
珍蝶科 Acraeidae	1(1. 27)	1(0. 79)	252(7. 34)
灰蝶科 Lycaenidae	13(16. 46)	18(14. 17)	690(20. 11)
弄蝶科 Hesperidae	14(17. 72)	17(13. 39)	366(10. 67)
合计 Total	79(100. 00)	127(100. 00)	3 431(100. 00)

调查发现不同样线中蝴蝶群落的种类结构和个体数量存在一定差异 (见表 2)。中度人为干扰的样线 I 中观测到蝴蝶 790 头, 隶属于 9 科 47 属 71 种, 菜粉蝶、苧麻珍蝶、蓝灰蝶为该生境的优势种, 共占此生境总个体数的 37.47%, 菜粉蝶 (124 头) 和苧麻珍蝶 (122 头) 占绝对优势; 干扰较弱的样线 II 中共记录 446 头, 隶属 9 科 44 属 59 种, 冰清绢蝶、菜粉蝶、拟稻眉眼蝶、苧麻珍蝶、蓝灰蝶为该生境的优势种, 共占 46.41%; 中度干扰的样线 III 共记录 495 头, 隶属 8 科 32 属 37 种, 其中斑缘豆粉蝶、菜粉蝶、苧麻珍蝶、蓝灰蝶、红灰蝶和深山珠弄蝶为优势种, 共占 69.70%, 菜粉蝶最多, 共 130 头, 此生境中凤蝶和弄蝶的种类较少, 均为 2 属 2 种。较弱干扰的样线 IV 中共记录 549 头, 隶属 9 科 36 属 45 种, 冰清绢蝶、菜粉蝶、蒙链荫眼蝶、斐豹蛱蝶 *Argyreus hyperbius*、蓝灰蝶、红灰蝶和深山珠弄蝶为该生境的优势种, 共占 60.29%; 无人为干扰的样线 V 中共记录 564 头, 隶属 10 科 64 属 88 种, 该样线中无优势种。无人为干扰的样线 VI 中共记录 587 头, 隶属 10 科 57 属 77 种, 斑缘豆粉蝶为该生境的优势种, 占该生境总个体数的 6.98%。

表 2 不同生境蝶类群落的多样性指数

Table 2 Diversity indexes of butterfly community in different habitats

样线 Transects	科数 Number of family	属数 Number of genera	种数 Number of species	个体数 Individual number	多样性指数(<i>H</i>) Diversity index	丰富度指数(<i>R</i>) Richness index	均匀度指数(<i>E</i>) Evenness index	优势度指数(<i>D</i>) Dominance index
I	9	47	71	790	3.472	10.492	0.814	0.157
II	9	44	59	446	3.281	9.508	0.805	0.152
III	8	32	37	495	2.702	5.802	0.748	0.263
IV	9	36	45	549	3.103	6.975	0.815	0.129
V	10	64	88	564	4.200	13.733	0.938	0.039
VI	10	57	77	587	4.064	11.922	0.936	0.070
合计 Total	10	79	127	3 431				

2.2 各样线蝶类群落多样性比较

各样线蝶类群落的多样性指标如表 2 所示,不同样线之间群落多样性指标均有明显差异。无人干扰的样线 V 和 VI 记录蝴蝶的科、属、种数量最多,这两条样线的多样性指数、均匀度指数、丰富度指数均明显高于其它样线,优势度指数明显低于其它样线;两者之间比较,除了样线 V 总个体数低于 VI 之外,其它指标均优于样线 VI,可能是因为样线 VI 在核心区边缘,受到人类活动的影响。中度干扰的样线 I 和较弱干扰样线 II、IV 的各项指标,除了样线 I 的个体数最大之外,其它指标均处于中等水平。中度干扰的样线 III 优势度指数最高,且与第 2 名(样线 I)差距较大,其个体数仅大于样线 II,其它多样性指标均为最低。

2.3 蝶类群落种-多度分析

鸡公山自然保护区蝶类群落的种-多度曲线呈正态分布(图 2),处于 0~1 倍程的稀有种和处于 4~5 倍程的常见种、优势种在群落中都只占少数,绝大多数种类的个体数在 5~40 之间。各样线中蝶类群落种-多度曲线如图 3 所示,样线 I、V、VI 呈现出对数正态分布模式,样线 V 和 VI 拟合效果较好,这三条样线中稀有种和优势种较少,个体数在 5~40 之间的种类较多,说明大多数蝶类都表现出了较高的适应性。样线 II、III、IV 均为不典型的对数正态分布模式,稀有种和少见种较多,特别是样线 II 和 III,个体数小于 13 的种类占总数的绝大部分;样线 IV 中稀有种、少见种和常见种的数量比较均衡,第 2 倍程的种类数量最多,有向正态分布转化的趋势。

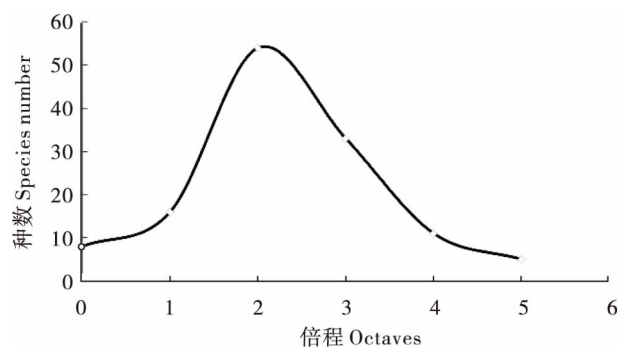


图 2 鸡公山保护区蝶类群落种-多度曲线

Fig. 2 Species-abundance curve for the butterflies in Jigongshan Nature Reserve

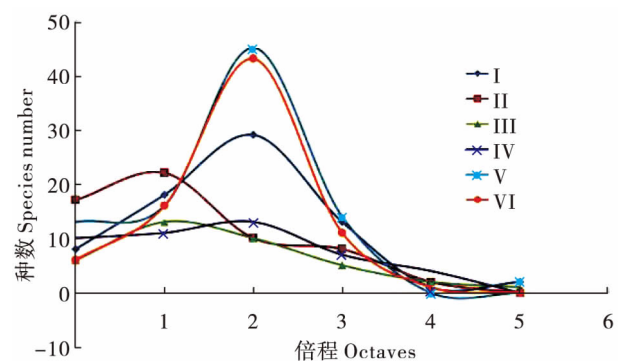


图 3 不同样线中蝶类群落种-多度曲线

Fig. 3 Species-abundance curves for the butterflies in different transects

2.4 各样线蝶类群落多样性的时序动态分析

6 条样线中蝶类群落的多样性指数、优势度指数、均匀度指数、种类数和个体数在 4~10 月的动态变化情况如图 4 所示。各样线中蝶类群落多样性指数在不同月份间均有明显变化,都呈现先升

高后下降的动态规律,且都在6-8月到达最大值,这与7-8月鸡公山气温达到全年最大值、大多数蝴蝶种类都能繁衍、寄主植物繁茂等因素密切相关,而5月之前、9月之后,气温较低且不稳定,导致部分种类数量少或不能生存。样线II在5月,样线I和III在8月都出现了明显下降;5月是登山古道(样线II)的游客高峰期,7-8月是鸡公山区内苎麻珍蝶第二代成虫高发期,可能是上述现象的主要因素;9月的高温干旱,推测是各样线蝴蝶多样性指数保持高位的一个重要因素。

优势度分析结果表明:样线I、V、VI动态变化相对比较平稳,而样线II、III、IV的多样性指数波动比较明显;样线II和IV分别在5月、10月

出现两次高峰,样线III在4月、6月出现两次高峰。一方面可能由于这三条样线中分别发生了不同蝶类害虫的严重危害;另一方面是气候因素和人类活动影响了蝴蝶的个体数量。

各样线蝶类群落均匀度指数变化都较平稳,大部分都集中在0.8~0.95之间,基本都在4月和10月出现两个高峰,可能是因为4月和10月气温较低,只有部分种类的少数个体出来活动。样线I、II、III、IV波动相对较大,且样线I、II、IV的上下波动规律基本一致,而样线III在4-9月之间呈现相反的上下波动,在8月还出现了最低值0.755。

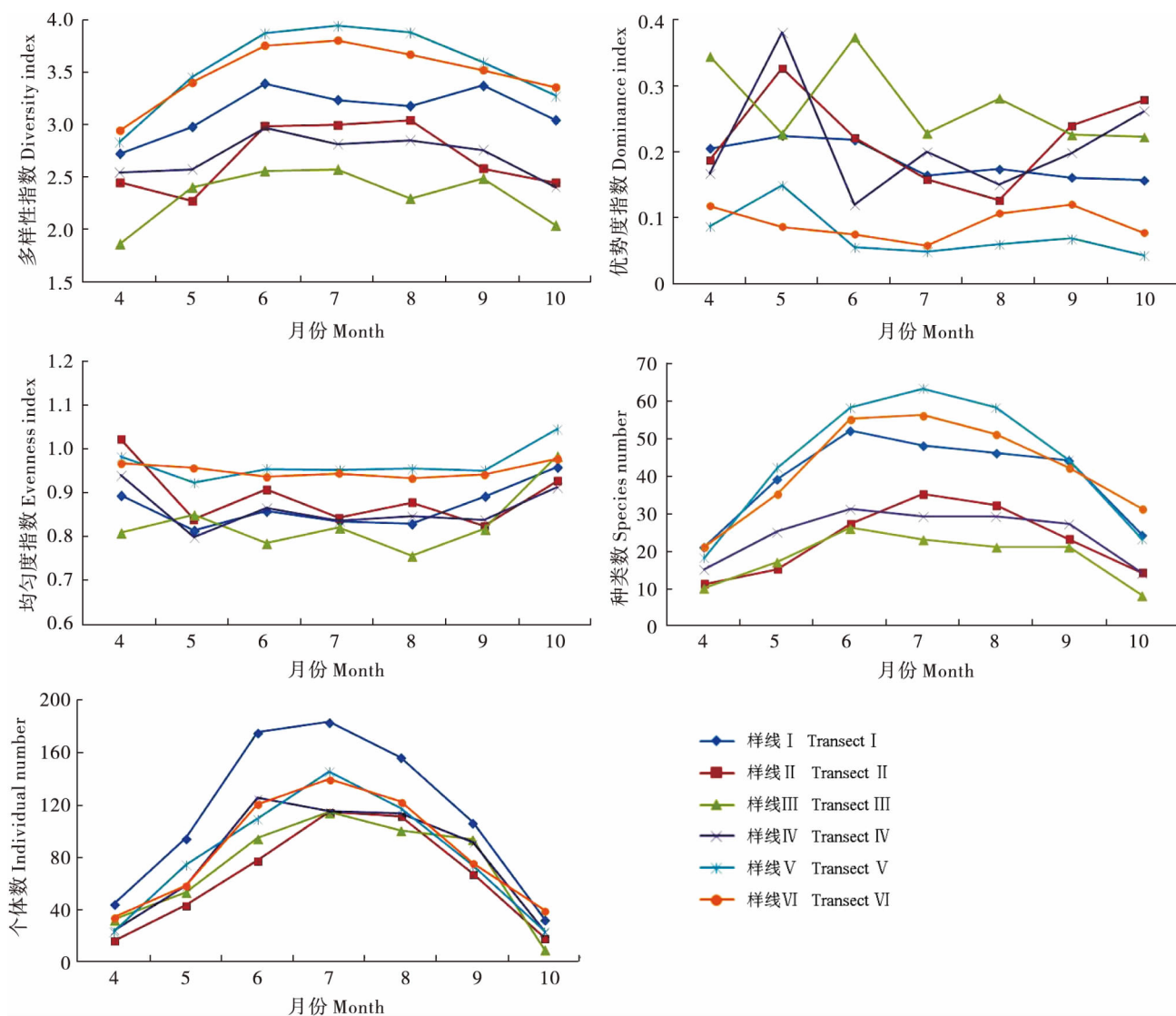


图4 各样线中蝶类群落多样性指标的动态变化

Fig. 4 Temporal dynamics of the diversity index, dominance index, evenness index, individual number and species number of butterfly community in different transects

各样线中蝴蝶的种类数和个体数随着时间的推移,变化趋势基本一致,前期逐渐增多,6月或7月达到最大值后,逐渐减少。其中样线 I、III、IV 的种类数在6月达到最大值,另外三条样线种类数在7月到达最大。而只有样线 IV 的个体数在6月到达最大,其余5条样线都在7月最大,主要是因为样线 IV 中特有的优势种蒙链荫眼蝶、斐豹蛱蝶和深山珠弄蝶在6月同时大量出现。

2.5 蝶类多样性与气象因素的相关性分析

鸡公山气象站观测记录的温度、降雨量数据如图5所示。2019年6–9月,鸡公山的月平均气温都在20℃以上,7月、8月温度最高,达24.5℃,能满足绝大多数蝴蝶种类的发育温度要

求。2019年鸡公山区域严重干旱,年降雨量仅为历史平均值的51.76%,特别是5月、7月、8月、9月的降雨量均不足历史平均值的1/5,出现了炎热干旱天气,为多数种类蝴蝶的繁殖、发育提供了有利条件。Pearson 相关性分析结果见表3。月平均温度与蝴蝶种类数、个体数呈显著正相关,相关系数分别为0.977和0.970,表明温度是决定蝶类能否生存、是否繁盛的重要因素。降雨量与蝴蝶的种类数、个体数均无相关性。蝴蝶的种类数和个体数也呈显著正相关,相关系数为0.977,而且种类数和个体数都在7月达到峰值108种、810头。月平均温度与月降水量无相关性。

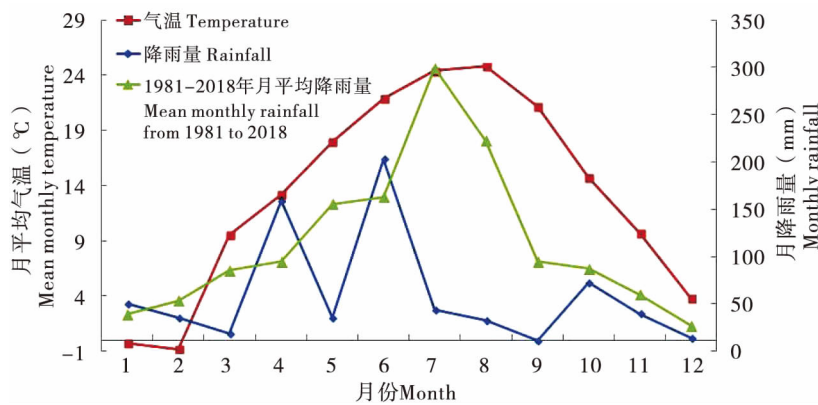


图5 鸡公山自然保护区月平均温度和月降雨量

Fig. 5 Mean monthly temperature and rainfall at Jigongshan Nature Reserve

表3 蝴蝶种类、个体数与气候因素的 Pearson 相关性分析

Table 3 Correlation (Pearson's) analysis of butterfly species, individuals and climatic factors

	种类数 Species number	个体数 Individual number	月平均温度 Mean monthly temperature	月降雨量 Monthly rainfall
种类数 Species number	1	0.977**	0.977**	-0.253
个体数 Individual number		1	0.970**	-0.131
月平均温度 Mean monthly temperature			1	-0.324
月降雨量 Monthly rainfall				1

注: ** $P < 0.01$.

3 结论与讨论

3.1 鸡公山保护区蝶类群落构成

本次观测共记录蝶类10科79属127种,占鸡公山区域记录种类(叶永忠等,2014)的94.03%,首次发现中华麝凤蝶 *Byasa confusa* 在鸡

公山保护区分布。保护区蛱蝶科种类最多,灰蝶科和粉蝶科的个体数量较多,为保护区的优势类群。菜粉蝶、蓝灰蝶、苎麻珍蝶为保护区优势种。

3.2 人类活动对蝶类多样性的影响

蝶类和植物之间联系密切,大多在幼虫期取食一种或几种植物,成虫期也或多或少与某些开花的蜜源植物有很强的联系 (Tudor *et al.*, 2004;

李密等, 2011), 植物往往是影响蝴蝶分布、数量、活动最具决定性的因素 (李欣芸等, 2020)。人类生产生活、旅游、施工建设等活动必然改变区域内植物的物种数量和结构组成, 进而影响蝶类的生存、繁殖。不同程度的人为干扰会对蝶类群落产生正面或者负面的影响 (洪雪萌等, 2018), 适度的扰动会提高蝶类群落的多样性和丰富度, 且大于生境景观因素的效果 (Bhardwaj *et al.*, 2012; Riva *et al.*, 2018)。样线 I、II、III、IV 存在不同程度、不同类型的人为活动, 其蝶类群落各项指标 (除样线 I 的个体数外) 均低于无人干扰的样线 V 和 VI, 且优势度高于样线 V、VI, 表明各样线中的人为活动均对蝶类产生了负面影响; 样线 I 中的项目建设明显改变了植被结构和数量, 间伐、改培、低产林改造, 以及抚育 (除杂、割灌等) 等营林措施降低了原生植被的数量, 但是槭树属 *Acer* Linn. 种质资源保存圃、栎类 *Quercus* L. 彩叶园、经济林 (美国山核桃 *Carya illinoensis*、软籽石榴 *Punica granatum* 等)、百花园 (月季 *Rosa chinensis*、菊花 *Dendranthema morifolium* 等) 等项目引种了近百种珍稀树种和花卉, 在一定程度上缓和了项目施工的负面影响, 正如 Bhardwaj 等 (2012) 和 Riva 等 (2018) 的研究结论: 人类活动提供的额外资源能维持较大的蝴蝶群落结构; 样线 II 中观测到的属数、种数、多样性、丰富度明显高于样线 III 和 IV, 洪雪萌等 (2018) 研究推测人类干扰可以帮助植物传粉、受精, 有利于植物种群的扩大, 从而增加蝶类寄主植物的丰富度, 更利于蝶类多样性发展; 样线 II 中的干扰也有缓解负面影响的趋势。样线 III 周边种植了大面积的农作物、花卉, 人工清理杂草、杂灌过频, 以及客流量较大, 属于过度干扰, 对蝶类群落产生了不可逆的负面影响; 样线 IV 穿过栎类、毛竹等纯林, 林下堇菜、苎麻生长旺盛, 其他灌草种类多样, 有达到新的生态平衡的趋势, 蝶类多样性也有望恢复到平均水平。位于核心区内的样线 V 和 VI, 生境处于原始状态, 乔、灌、草各层植物种类多样、数量均衡、结构稳定, 整个生态系统的自我调节能力较强, 决定了蝶类种群的稳定、多样。

综上所述, 鸡公山保护区现有的旅游规模、森林经理和项目建设对蝶类群落种群结构、多样性、稳定性产生了一定影响。适度强度的森林旅游、科学的营林措施、环境友好型的项目建设,

最大限度地降低对蝶类繁殖栖息生境的干扰, 能减轻人类活动对蝴蝶群落的负面影响, 可延缓试验区内蝶类多样性的退化, 甚至有望得以恢复。

3.3 气温和降水对蝶类群落的影响

生境温度是影响蝴蝶生长发育、活动能力和飞行速度的重要因素 (Jia *et al.*, 2010; 李密, 2011), 鸡公山区域气温在 7–8 月达到最高, 调查结果显示蝶类群落多样性指数、种类数、个体数和气温变化趋势基本一致, 且优势度在高温时处于较低水平。洪雪萌等 (2018) 对赛罕乌拉自然保护区蝶类多样性的研究表明, 高温和最大降雨量共同作用下蝶类群落的多样性指数、种类数和个体数仍能达到最大值, 而鸡公山 2019 年 7–9 月的降雨量很低, 初步推测单一的气温因素是影响蝶类多样性指标的关键原因。正常降雨量年份的蝶类调查数据将能进一步明确气温和降水量对蝶类群落的作用程度。4–10 月蝶类种类数、个体数与气象因素的相关性分析结果表明: 蝶类的种类数和个体数均与温度显著正相关, 而与降雨量无相关性 (但有负相关的趋势), 结果与前人的报道相一致 (贾玉珍等, 2010; Jia *et al.*, 2010; 洪雪萌等, 2018)。

此外, 调查中发现郁闭度较低的区域利于蝶类活动, 且视野开阔便于调查; 蛱蝶和弄蝶飞行较快、凤蝶飞行较高, 是影响调查结果的几个重要的主观因素。

参考文献 (References)

- Bhardwaj M, Uniyal VP, Sanyal AK, *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.
- Bonebrake TC, Ponisio LC, Boggs CL, *et al.* More than just indicators: A review of tropical butterfly ecology and conservation [J]. *Biological Conservation*, 2010, 143 (8): 1831–1841.
- Brown JKS. Conservation of Neotropical Environments: Insects as indicators. In: Collins NM, Thomas JA, eds. *The Conservation of Insects and Their Habitats* [C]. London: Academic Press, 1991: 349–404.
- Deng HL, Ma Q, Li AM. The establishment of the indication on environmental health of butterfly and of the environmental monitoring evaluation system in Chongqing [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32 (16): 5208–5218. [邓合黎, 马琦, 李爱民. 重庆市蝴蝶多样性环境健康指示作用和环境监测评价体系构建 [J]. 生态学报, 2012, 32 (16): 5208–5218]
- Ehrlich PR, Murphy DD. Conservation lessons from long-term studies of checkerspot butterflies [J]. *Conservation Biology*, 1987,

- 1 (2): 122–131.
- Fang LJ, Xu HG, Guan JL. History and present status of butterfly monitoring in Europe and related development strategies for China [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2013, 24 (9): 2691–2698. [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]
- Franzén M, Schrader J, Sjöberg G. Butterfly diversity and seasonality of Ta Phin mountain area (N. Vietnam, Lao Cai province) [J]. *Journal of Insect Conservation*, 2017, 21 (3): 465–475.
- Ge XY, Hong XM, Ma FZ, et al. The species diversity of butterfly community in Saihanwula Nature Reserve of Inner Mongolia [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2018, 37 (8): 2376–2383. [戈昕宇, 洪雪萌, 马方舟, 等. 内蒙古赛罕乌拉自然保护区蝶类群落多样性 [J]. 生态学报, 2018, 37 (8): 2376–2383]
- Gu W, Ma L, Liu ZQ, et al. Diversity of butterflies in Liangshui nature reserve of Xiao Xing'an Mountains [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35 (22): 7387–7396. [顾伟, 马玲, 刘哲强, 等. 小兴安岭凉水自然保护区蝶类多样性 [J]. 生态学报, 2015, 35 (22): 7387–7396]
- Hao SL, Xue QQ, Feng DD, et al. Comparative study on butterfly diversity and niche difference in mountainous region of Southern Shanxi Province [J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2019, 35 (10): 1314–1321. [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]
- Hong XM, Ge XY, Li JL. Butterfly diversity and its influencing factors in Saihanwula Nature Reserve [J]. *Biodiversity Science*, 2018, 26 (6): 590–600. [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 (6): 590–600]
- Huang B, Wang LM, Zhao Q. On resources and fauna in Jigongshan mountain nature reserve [J]. *Journal of Xinyang Normal University (Natural Science Edition)*, 2011, 24 (3): 360–366. [黄斌, 王利明, 赵琴. 鸡公山国家级自然保护区蝶类资源与区系研究 [J]. 信阳师范学院学报 (自然科学版), 2011, 24 (3): 360–366]
- Jia YZ. Study on Quantitative Dynamics of Insect Along Successional Gradient in Broad-leaved and Korean Pine Mixed Forests in the Changbai Mountain, China [D]. Beijing: Beijing Forestry University PhD dissertation, 2010. [贾玉珍. 长白山阔叶红松林不同演替阶段昆虫数量动态研究 [D]. 北京: 北京林业大学博士学位论文, 2010]
- Jia YZ, Zhao XH, Meng QF. Effects of temperature and rainfall on composition and diversity of butterflies in broad-leaved and Korean pine mixed forests in the Changbai Mountains, China [J]. *Chinese Journal of Applied and Environmental Biology*, 2010, 16 (1): 7–12. [贾玉珍, 赵秀海, 孟庆繁. 温度和降雨对长白山阔叶红松林蝶类组成和多样性的影响 [J]. 应用与环境生物学报, 2010, 16 (1): 7–12]
- Li M. Studies on Conservation Biology of Butterfly in Wuyunjie National Nature Reserve [D]. Changsha: Hunan Agricultural University PhD dissertation, 2011. [李密. 乌云界国家级自然保护区蝴蝶保护生物学研究 [D]. 长沙: 湖南农业大学博士学位论文, 2011]
- Li XY, Yan YC, He ZS, et al. Diversity of butterflies community and its environmental factors in Helan Mountain Nature Reserve, Ningxia [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2020, 42 (3): 660–673. [李欣芸, 杨益春, 贺泽帅, 等. 宁夏贺兰山自然保护区蝴蝶群落多样性及其环境影响因子 [J]. 环境昆虫学报, 2020, 42 (3): 660–673]
- Lin HW, Wang CJ, Yang L, et al. Effects of urbanization on butterfly diversity of Taizhou [J]. *Sichuan Journal of Zoology*, 2018, 37 (5): 541–547. [林宏伟, 王昌杰, 杨莉, 等. 城市化对台州市蝴蝶多样性的影响 [J]. 四川动物, 2018, 37 (5): 541–547]
- Ma FZ, Xu HG, Chen MM, et al. Progress in construction of China butterfly diversity observation network (China BON-Butterflies) [J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2018, 34 (1): 27–36. [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]
- MaKP, Liu YM. Biodiversity measurement method I: α variety [J]. *Chinese Biodiversity*, 1994, 2 (4): 231–239. [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 [J]. 生物多样性, 1994, 2 (4): 231–239]
- Riva F, Acorn JH, Nielsen SE. Localized disturbances from oil sands developments increase butterfly diversity and abundance in Alberta's boreal forests [J]. *Biological Conservation*, 2018, 217: 173–180.
- Tudor O, Dennis RLH, Greatorex-Davies JN, et al. Flower preferences of woodland butterflies in the UK: Nectaring specialists are species of conservation concern [J]. *Biological Conservation*, 2004, 119 (3): 397–403.
- Wang S, Bao FY, Mei BM, et al. Vertical distribution and community diversity of butterflies in Yaoluoping National Nature Reserve, Anhui, China [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2009, 20 (9): 2262–2270. [王松, 鲍方印, 梅百茂, 等. 安徽鹞落坪国家级自然保护区蝶类的垂直分布及其群落多样性 [J]. 应用生态学报, 2009, 20 (9): 2262–2270]
- Ye YZ, Li PX, Qu WY. Scientific Survey of Henan Jigongshan Nature Reserve [M]. Beijing: China Science Press, 2014. [叶永忠, 李培学, 瞿文元. 河南鸡公山国家级自然保护区科学考察集 [M]. 北京: 中国科学出版社, 2014]
- Zhai Q, Cao L, Cao ZM, et al. Diversity and fauna analysis of butterflies in Baotianman Nature Reserve [J]. *Journal of Xinyang Normal University (Natural Science Edition)*, 2020, 33 (1): 60–68. [翟卿, 曹龙, 曹振民, 等. 宝天曼自然保护区蝴蝶群落多样性与区系分析 [J]. 信阳师范学院学报 (自然科学版), 2020, 33 (1): 60–68]
- Zhao ZM, Guo YQ. Principle and Methods of Community Ecology [M]. Chongqing: Publishing House of Scientific and Technical Documentation, Chongqing Branch, 1990. [赵志模, 郭依泉. 群落生态学原理与方法 [M]. 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, 1990]

Zhou GY, Gu MB, Gong YN, *et al.* Diversity and fauna of butterflies in Nanling National Nature Reserve [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2016, 38 (5): 971 –978. [周光益, 顾茂彬, 龚粤宁, 等. 南岭国家级自然保护区蝴蝶多样性与区系研究 [J]. 环境昆虫学报, 2016, 38 (5): 971 –978]

Zhou Y. Monographia Rhopalocerorum Sinensium [M]. Zhengzhou (in Chinese): Henan Scientific and Technological Publishing House, 1994. [周尧. 中国蝶类志 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1994]

Zhou Y. Classification and Identification of Chinese Butterflies [M]. Zhengzhou: Henan Scientific and Technological Publishing House, 1998. [周尧. 中国蝴蝶分类与鉴定 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1998]

附表 鸡公山自然保护区不同样线蝴蝶的种类和数量

Appendix: Species and individual number of butterflies in different study routes in Jigongshan Nature Reserve

科 Family	属 Genus	种 Species	蝴蝶数量 (头) Butterfly number						总计 Total
			I	II	III	IV	V	VI	
凤蝶科 Papilionidae	宽尾凤蝶属 <i>Agehana</i>	宽尾凤蝶 <i>A. elwesi</i>					14		14
		麝凤蝶属 <i>Byasa</i>				1	2	6	9
		中华麝凤蝶 <i>B. confusa</i>	1	1	8	2	5	2	19
		长尾麝凤蝶 <i>B. impediens</i>		9		21	6	6	42
		灰绒麝凤蝶 <i>B. menciui</i>					2		2
	青凤蝶属 <i>Graphium</i>	青凤蝶 <i>G. sarpedon</i>		2		1	6	19	28
	剑凤蝶属 <i>Pazala</i>	金斑剑凤蝶 <i>P. alebion</i>					1		1
	珠凤蝶属 <i>Pachliopta</i>	红珠凤蝶 <i>P. aristolochiae</i>				1	6	7	14
	凤蝶属 <i>Papilio</i>	碧凤蝶 <i>P. bianor</i>				1	18	21	40
		玉斑凤蝶 <i>P. helenus</i>	5						5
		绿带翠凤蝶 <i>P. maackii</i>					4		4
		金凤蝶 <i>P. machaon</i>	1	2		1		9	13
		美姝凤蝶 <i>P. macilentus</i>	2	1			4		7
		玉带凤蝶 <i>P. polytes</i>	5				3		8
		蓝凤蝶 <i>P. protenor</i>					2		2
		柑桔凤蝶 <i>P. xuthus</i>	7	17	4	10	14	17	69
		丝带凤蝶 <i>S. montelus</i>	2	2					4
	绢蝶属 <i>Parnassius</i>	冰清绢蝶 <i>P. glacialis</i>	27	33	17	49	22	11	159
粉蝶科 Pieridae	襟粉蝶属 <i>Anthocharis</i>	黄尖襟粉蝶 <i>A. scolymus</i>	3		9		1		13
	豆粉蝶属 <i>Colias</i>	斑缘豆粉蝶 <i>C. erate</i>	17	7	59	13	13	41	150
		橙黄豆粉蝶 <i>C. fieldii</i>	7						7
		黎明豆粉蝶 <i>C. hoes</i>					5		5
	黄粉蝶属 <i>Eurema</i>	槩黄粉蝶 <i>E. blanda</i>					2		2
		宽边黄粉蝶 <i>E. hecabe</i>						5	5
		尖角黄粉蝶 <i>E. laeta</i>	5						5
		钩粉蝶属 <i>Gonepteryx</i>					1	6	7
		钩粉蝶 <i>G. rhamni</i>						6	6
	粉蝶属 <i>Pieris</i>	东方菜粉蝶 <i>P. canidia</i>	9	4		8	1	8	30
		黑纹粉蝶 <i>P. melete</i>	1		3		2		6

续表 Continued table

科 Family	属 Genus	种 Species	蝴蝶数量 (头) Butterfly number						总计 Total	
			I	II	III	IV	V	VI		
斑蝶科 Danaidae	绢粉蝶属 <i>Aporia</i>	暗脉菜粉蝶 <i>P. napi</i>	2				2		4	
		菜粉蝶 <i>P. rapae</i>	124	24	130	37	22	6	343	
		暗色绢粉蝶 <i>A. bieti</i>	4		3			2	9	
		绢粉蝶 <i>A. crataegi</i>	16		2			10	28	
		灰姑娘绢粉蝶 <i>A. potanini</i>	2					4	6	
	云粉蝶属 <i>Pontia</i>	云粉蝶 <i>P. edusa</i>	27				5		32	
	飞龙粉蝶属 <i>Talbotia</i>	飞龙粉蝶 <i>T. naganum</i>						6	6	
	绢斑蝶属 <i>Parantica</i>	大绢斑蝶 <i>P. sita</i>					7	6	13	
	眼蝶科 Satyridae	丽眼蝶属 <i>Mandarinia</i>	蓝斑丽眼蝶 <i>M. regalis</i>		2			6		8
		眉眼蝶属 <i>Mycalesis</i>	拟稻眉眼蝶 <i>M. francisca</i>	14	36	12	10	15	17	104
		稻眉眼蝶 <i>M. gotama</i>	7	1		8		5	21	
		僧袈眉眼蝶 <i>M. sangaica</i>					15	4	19	
荫眼蝶属 <i>Neope</i>		蒙链荫眼蝶 <i>N. muirheadi</i>	6	8	16	58	10	15	113	
矍眼蝶属 <i>Ypthima</i>		矍眼蝶 <i>Y. balda</i>		1					1	
		中华矍眼蝶 <i>Y. chinensis</i>		5	1	8	5	7	26	
		乱云矍眼蝶 <i>Y. megalomma</i>			3			6	9	
		东亚矍眼蝶 <i>Y. motschulskyi</i>	2	1			5	4	12	
舜眼蝶属 <i>Loxerebia</i>		白瞳舜眼蝶 <i>L. saxicola</i>		4			1	7	12	
蛇眼蝶属 <i>Minois</i>		蛇眼蝶 <i>M. dryas</i>	8						8	
珍眼蝶属 <i>Coenonympha</i>		牧女珍眼蝶 <i>C. amaryllis</i>	6						6	
黛眼蝶属 <i>Lethe</i>		棕褐黛眼蝶 <i>L. christophi</i>	1	1				3	5	
		直带黛眼蝶 <i>L. lanaris</i>	1		1				2	
白眼蝶属 <i>Melanargia</i>		白眼蝶 <i>M. halimede</i>		1	2	1		6	10	
		曼丽白眼蝶 <i>M. meridionalis</i>	3	2			7	7	19	
毛眼蝶属 <i>Lasiommata</i>		斗毛眼蝶 <i>L. deidamia</i>		1		3	1	2	7	
蛱蝶科 Nymphalidae		斐豹蛱蝶属 <i>Argyreus</i>	斐豹蛱蝶 <i>A. hyperbius</i>			7	55	6	9	77
		老豹蛱蝶属 <i>Argyronome</i>	老豹蛱蝶 <i>A. Laodice</i>					3	2	5
		铠蛱蝶属 <i>Chitoria</i>	栗铠蛱蝶 <i>C. subcaerulea</i>						7	7
		青豹蛱蝶属 <i>Damora</i>	青豹蛱蝶 <i>D. sagana</i>			1		6	6	13
		豹蛱蝶属 <i>Argynnis</i>	绿豹蛱蝶 <i>A. paphia</i>	3						3
		云豹蛱蝶属 <i>Nephargynnis</i>	云豹蛱蝶 <i>N. anadyomene</i>	2		1		5		8
		福蛱蝶属 <i>Fabriciana</i>	灿福蛱蝶 <i>F. adippe</i>	5				2	5	12
			蟾福蛱蝶 <i>F. nerippe</i>	2				5		7
		脉蛱蝶属 <i>Hestina</i>	黑脉蛱蝶 <i>H. assimilis</i>					1		1
		眼蛱蝶属 <i>Junonia</i>	美眼蛱蝶 <i>J. almanac</i>	5				7		12

续表 Continued table

科 Family	属 Genus	种 Species	蝴蝶数量 (头) Butterfly number						总计 Total
			I	II	III	IV	V	VI	
		翠蓝眼蛱蝶 <i>J. orithya</i>	5	2			5	7	19
	猫蛱蝶属 <i>Timelaea</i>	猫蛱蝶 <i>T. maculata</i>		7	1	7	16	5	36
	迷蛱蝶属 <i>Mimathyma</i>	迷蛱蝶 <i>M. chevana</i>	2	2					4
	闪蛱蝶属 <i>Apatura</i>	柳紫闪蛱蝶 <i>A. ilia</i>	14	3	6	17	9	20	69
	白蛱蝶属 <i>Helcyra</i>	银白蛱蝶 <i>H. subalba</i>					2	2	4
	紫蛱蝶属 <i>Sasakia</i>	大紫蛱蝶 <i>S. charonda</i>	4	3			5	7	19
	朱蛱蝶属 <i>Nymphalis</i>	朱蛱蝶 <i>N. xanthomelas</i>					5	4	9
	琉璃蛱蝶属 <i>Kaniska</i>	琉璃蛱蝶 <i>K. canace</i>	3		6	6	8	5	28
	线蛱蝶属 <i>Limenitis</i>	断眉线蛱蝶 <i>L. doerriesi</i>	6			4			10
		扬眉线蛱蝶 <i>L. helmanni</i>	6				5	7	18
		戟眉线蛱蝶 <i>L. homeyeri</i>	4		4		5		13
		残锷线蛱蝶 <i>L. sulphitia</i>				2	15	5	22
	环蛱蝶属 <i>Neptis</i>	重环蛱蝶 <i>N. alwina</i>	6	1			6	3	16
		中环蛱蝶 <i>N. hylas</i>			9		11	2	22
		啡环蛱蝶 <i>N. philyra</i>	7				2		9
		朝鲜环蛱蝶 <i>N. philyroides</i>		3				1	4
		链环蛱蝶 <i>N. pryri</i>	6	2		2			10
		小环蛱蝶 <i>N. sappho</i>	17	9	3	2	14	16	61
		黄环蛱蝶 <i>N. themis</i>	5	7				8	20
	蛱蝶属 <i>Araschnia</i>	曲纹蛱蝶 <i>A. doris</i>	4						4
	带蛱蝶属 <i>Athyma</i>	幸福带蛱蝶 <i>A. fortuna</i>	9	2	1	2	7	6	27
	钩蛱蝶属 <i>Polygonia</i>	白钩蛱蝶 <i>P. c - album</i>		1					1
		黄钩蛱蝶 <i>P. c - aureum</i>			3	6	8	9	26
	尾蛱蝶属 <i>Polyura</i>	二尾蛱蝶 <i>P. narcaea</i>		1			7		8
	红蛱蝶属 <i>Vanessa</i>	小红蛱蝶 <i>V. cardui</i>					6		6
		大红蛱蝶 <i>V. indica</i>		1		1	1	1	4
喙蝶科 Libytheidae	喙蝶属 <i>Libythea</i>	朴喙蝶 <i>L. lepita</i>	1	1		2	3	3	10
珍蝶科 Acraeidae	珍蝶属 <i>Acraea</i>	苎麻珍蝶 <i>A. issoria</i>	122	46	31	22	15	16	252
灰蝶科 Lycaenidae	琉璃灰蝶属 <i>Celastrina</i>	琉璃灰蝶 <i>C. argiola</i>	6	19		4		8	37
		大紫琉璃灰蝶 <i>C. oreas</i>	5	6	5	1	8	1	26
	丫灰蝶属 <i>Amblopala</i>	丫灰蝶 <i>A. avidiena</i>					6		6
	银灰蝶属 <i>Curetis</i>	尖翅银灰蝶 <i>C. acuta</i>					6	7	13
	蓝灰蝶属 <i>Everes</i>	蓝灰蝶 <i>E. argiades</i>	50	68	59	71	15	25	288

续表 Continued table

科 Family	属 Genus	种 Species	蝴蝶数量 (头) Butterfly number						总计 Total
			I	II	III	IV	V	VI	
弄蝶科 Hesperiidae		长尾蓝灰蝶 <i>E. lacturnus</i>	4	1			5	2	12
	亮灰蝶属 <i>Lampides</i>	亮灰蝶 <i>L. boeticus</i>	3	3			2	5	13
	酢浆灰蝶属 <i>Pseudozizeeria</i>	酢浆灰蝶 <i>P. maha</i>	5	2	6	1	8	8	30
	燕灰蝶属 <i>Rapala</i>	蓝燕灰蝶 <i>R. caerulea</i>		4		1		1	6
		霓纱燕灰蝶 <i>R. nissa</i>		1					1
		彩燕灰蝶 <i>R. selira</i>	5				2		7
	山灰蝶属 <i>Shijimia</i>	山灰蝶 <i>S. moorei</i>	7		2		6	1	16
	灰蝶属 <i>Lycaena</i>	橙灰蝶 <i>L. dispar</i>	1						1
		红灰蝶 <i>L. phlaeas</i>	26	9	33	34	7	8	117
	黑灰蝶属 <i>Niphanda</i>	黑灰蝶 <i>N. fusca</i>	8	2	3		14		27
	乌灰蝶属 <i>Satyrrium</i>	大乌灰蝶 <i>S. grande</i>			2		5		7
	玄灰蝶属 <i>Tongeia</i>	点玄灰蝶 <i>T. filicaudis</i>						5	5
	蚜灰蝶属 <i>Taraka</i>	蚜灰蝶 <i>T. hamada</i>	6	20	5	14	15	18	78
	星弄蝶属 <i>Celaenorrhinus</i>	斑星弄蝶 <i>C. maculosus</i>	7	7		8	8	4	34
	绿弄蝶属 <i>Choaspes</i>	绿弄蝶 <i>C. benjaminii</i>	12			7		5	24
	黑弄蝶属 <i>Daimio</i>	黑弄蝶 <i>D. tethys</i>		2					2
	稻弄蝶属 <i>Parnara</i>	曲纹稻弄蝶 <i>P. ganga</i>	15	2			1		18
		直纹稻弄蝶 <i>P. guttata</i>	19			4		11	34
	谷弄蝶属 <i>Pelopidas</i>	隐纹谷弄蝶 <i>P. mathias</i>	24		4				28
		中华谷弄蝶 <i>P. sinensis</i>					6	1	7
	赭弄蝶属 <i>Ochlodes</i>	宽边赭弄蝶 <i>O. ochracea</i>					5	4	9
		白斑赭弄蝶 <i>O. subhyalina</i>					1		1
	带弄蝶属 <i>Lobocla</i>	双带弄蝶 <i>L. bifasciata</i>	1						1
	花弄蝶属 <i>Pyrgus</i>	花弄蝶 <i>P. maculatus</i>		3					3
	梳翅弄蝶属 <i>Ctenoptilum</i>	梳翅弄蝶 <i>C. vasava</i>	17	18		8	5	9	57
	珠弄蝶属 <i>Erynnis</i>	深山珠弄蝶 <i>E. montana</i>	16	19	33	27	6	15	116
	刺脰弄蝶属 <i>Baoris</i>	刺脰弄蝶 <i>B. farri</i>		1			5		6
	珂弄蝶属 <i>Caltoris</i>	无斑珂弄蝶 <i>C. bromus</i>				5	1	5	11
	黄室弄蝶属 <i>Potanthus</i>	曲纹黄室弄蝶 <i>P. flavus</i>		2		3	1	7	13
	豹弄蝶属 <i>Thymelicus</i>	黑豹弄蝶 <i>T. sylvaticus</i>		1			1		2
总计 Total			790	446	495	549	564	587	3 431