

Diversity and Faunal Analysis of Butterflies within and outside the Huangsang National Nature Reserve of Hunan

Ying Xiang¹, Suqun Liu¹, Xing Zhao¹, Qiang Hu¹, Anqi Tan¹, Youxiang Zhang^{1*}, Zhixiao Liu¹, Fangzhou Ma^{2*}

¹College of Biology and Environmental Sciences, Jishou University, Jishou Hunan

²Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Environmental Protection, Nanjing Jiangsu

Email: yxzhang12@126.com, mfz@nies.org

Received: Apr. 8th, 2017; accepted: Apr. 23rd, 2017; published: Apr. 28th, 2017

Abstract

The diversity of butterfly in the Huangsang National Nature Reserve of Hunan Province (China) was investigated monthly in 6 selected different habitat transects from April to October, 2016. A total number of 3611 individuals were observed and found they belonged to 170 species of 96 genera under 5 families. The family Lycaenidae had the largest number of individuals (1365), accounting for 37.8% of the total. Followed by Hesperidae, Lycaenidae, Pieridae, and Papilionidae, the family Nymphalidae had the largest number of species (87), for 51.2% of the total, and the largest Taxonomic Diversity Index value ($H'(GS) = 9.9636$), and relatively larger Pielou Evenness Index (J value) & Margalef Species Richness Index (R value). The butterfly community in the transect IV located in the core area of the Reserve had the highest $H'(GS)$ and R value, relatively larger J value, and lower D value, while the one of the transect V in the experimental area had the lowest $H'(GS)$ and R value, relatively lower J value, and larger D value. The result obtained by cluster analysis for the 6 transects showed that the similarities of these butterfly communities were related to the habitat quality as well as vegetable types, however, the butterfly communities between the transect I, II (outside the Reserve) and the other four transects (within the Reserve) had relatively low similarity. Overall, from July to October, the butterfly communities present the relatively higher Species Diversity Index (H') and R value but the lower D value. The butterfly fauna in this Reserve was dominated by the Oriental species (123, 72.35%), followed by the Widespread (45 species, 26.47%) and the Palearctic (2 species), and thus it appeared certain complexity and transitivity.

Keywords

Butterfly Diversity, Fauna, The Huangsang National Nature Reserve, Hunan

*通讯作者。

湖南黄桑国家级自然保护区及其周边蝶类多样性及区系分析

向颖¹, 刘素群¹, 赵欣¹, 胡强¹, 谭安琪¹, 张佑祥^{1*}, 刘志霄¹, 马方舟^{2*}

¹吉首大学生物资源与环境科学学院, 湖南 吉首

²环境保护部南京环境科学研究所, 江苏 南京

Email: yxzhang12@126.com, mfz@nies.org

收稿日期: 2017年4月8日; 录用日期: 2017年4月23日; 发布日期: 2017年4月28日

摘要

2016年4~10月, 在湖南黄桑国家级自然保护区选取6条生境不同的样线逐月进行了蝶类多样性调查, 共记录到蝴蝶3611只, 隶属5科96属170种。虽然灰蝶科的个体数最多(1365只, 37.8%), 但以蛱蝶科的种类最多(87种, 占51.2%), 其等级多样性指数最高($H'(GS) = 9.9636$), 均匀度指数(J 值)和物种丰富度指数(R 值)也较高, 属于优势类群。就 $H'(GS)$ 值排序, 蛱蝶科之后依次为弄蝶科、灰蝶科、粉蝶科、凤蝶科。位于保护区核心区的样线IV的蝶类群落具有最高的 $H'(GS)$ 和 R 值, 其 J 值也较高, 但 D 值较低。位于保护区实验区的样线V的蝶类群落 $H'(GS)$ 与 R 值均为最低, J 值也较低, 但 D 值较高。对6条样线进行的聚类分析表明, 蝶类群落的相似度与生境质量及植被类型相关, 位于保护区边界的样线I、II与处于保护区内的另4条样线的相似度都较低。7~10月间, 蝶类的物种多样性指数(H')和 R 值稳定在较高的水平, 但 D 值较低。区内的蝶类区系以东洋界种类为主体(123种, 72.35%), 广布种有一定的数量(45种, 26.47%), 古北界种类也有2种(1.18%), 表明该保护区的蝶类区系具有一定的复杂性和过渡性。

关键词

蝶类多样性, 区系, 黄桑国家级自然保护区, 湖南

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

生物多样性是人类赖以生存的物质基础, 保护生物多样性已成为当前国际自然资源保护实践的主要内容[1]。蝶类是生物资源的重要组成部分, 也是生物多样性研究与保护的重要类群[2]。它们对环境变化较为敏感, 许多种类已被公认为生态系统健康状况与气候变化的指示生物[3]。通过对蝶类进行长期定点的动态监测, 掌握目标区域内蝶类多样性的现状及生境异变信息, 分析其受胁因子, 可为蝶类资源保护实践提供科学依据。

在蝶类本底资源调查与多样性动态监测的国内外大背景下, 近年湖南省在蝶类资源、区系及多样性研究方面也取得了重要的进展, 如唐卷云等[4]对湖南云山蝶类的物种资源进行了调查及多样性分析; 李

密等[2]对乌云界国家级自然保护区的蝴蝶物种多样性及其保护进行了研究；张佑祥、刘志霄等[5] [6]对湖南壶瓶山国家级自然保护区和小溪国家级自然保护区的蝶类资源及其区系特征进行了专题研究。但有关黄桑保护区及雪峰山一带的蝶类本底资源状况至今尚缺乏研究报道。

2016年，我国环保部首次启动了在全国范围内“以蝴蝶为监测对象的生物多样性观测与保护项目”，湖南绥宁县境内的黄桑国家级自然保护区被列为该项目的样区之一。在该项目的支持及统一规范安排下，我们于2016年4~10月逐月对该区域内的蝶类进行了较为系统的调查，并就其多样性现状及区系组成进行了分析，现将研究结果报道如下。

2. 研究方法

2.1. 自然概况

湖南黄桑国家级自然保护区(以下简称“黄桑”或“保护区”，109°45'~110°10'E，26°17'~26°35'N)位于湘西南边陲的邵阳市绥宁县境内，地处“八十里大南山”北坡与“雪峰山”南麓交接处，是“三水”(沅江、巫水、莠竹水)的发源地。保护区总面积为12,590 km²，属中山地貌，山高谷深(海拔480~1913 m)，地形复杂，溪河纵横，植被繁茂，森林覆盖率达93.5%。黄桑属中亚热带湿润气候，年均温15.7℃，年均相对湿度86.6%，年均降水量1421 mm，年均日照时数1348.9 h，无霜期270 d。区内生物资源丰富，有维管束植物213科，2000余种[7] [8]优越的自然条件为蝴蝶等野生动物类群的繁衍创造了良好的条件。

2.2. 样线的设置

选择不同的生境类型及海拔高度，在保护区内、外选定了6条监测样线。

样线 I——苗溪(408~458 m)：是紧邻保护区的一条溪谷便道，位于山脉东麓，附近的居民较少，人为活动相对较弱。样线的一边以人工杉木林为主，另一侧以常绿阔叶天然林为主。主要植物种类有：杉木 *Cunninghamia lanceolata*、盐肤木 *Rhus chinensis*、苦楝 *Picrasma quassioides*、枫香 *Liquidambar formosana*、溪畔杜鹃 *Rhododendron rivulare*、淡竹叶 *Lophatherum gracile*、大叶白纸扇 *Mussaenda esquirolii*、芒 *Miscanthus sinensis* 等，平均郁闭度约为85%。

样线 II——大湾塘(419~552 m)：保护区外的一段沿河乡村公路，位于山脉西麓。人为干扰因素主要是道路交通。河两岸的山势起伏较大。植被主要为常绿阔叶林，常见植物有青冈 *Cyclobalanopsis glauca*、豆腐柴 *Premna microphylla*、溪畔杜鹃 *Rhododendron rivulare*、水团花 *Adina pilulifera*、尖连蕊茶 *Camellia cuspidata*、钩藤 *Uncaria rhynchophylla*、盐肤木 *Rhus chinensis*、紫麻 *Oreocnide frutescens* 等，平均郁闭度约为70%。

样线 III——兰家村(477~483 m)：位于保护区的实验区内，处于保护区山脉的东南区，是典型的农耕区和居民区，在6条样线中，该样线的人为活动干扰程度最大。样线的两边生境多样，有山林、灌草丛、河流、水田、旱地、果园等。优势植物为杉木 *Cunninghamia lanceolata*、马尾松 *Pinus massoniana*、毛竹 *Phyllostachys heterocycla*、紫麻 *Oreocnide frutescens*、臭牡丹 *Clerodendrum bungei*、芒 *Miscanthus sinensis*、白茅根 *Imperata koenigii* 等，平均郁闭度约为50%。

样线 IV——红军路(506~550 m)：位于保护区的核心区，是一条约60 cm宽的“红军路”(当年红军路过的小道)，人为干扰较少，植被茂密，属典型的常绿阔叶林。优势植物有樟 *Cinnamomum camphora*、毛桂 *Cinnamomum appelianum*、钩栲 *Castanopsis tibetana*、毛豹皮樟 *Litsea coreana*、溪畔杜鹃 *Rhododendron rivulare*、箬竹 *Indocalamus tessellatus*、紫麻 *Oreocnide frutescens*、接骨草 *Sambucus chinensis* 等。该样线较为阴凉，平均郁闭度约为95%。

样线 V——上堡(界溪) (788~844 m): 位于保护区的实验区内, 处于山脉的西麓, 是沿界溪沟前往上堡侗寨的一段乡村公路, 因旅游开发, 来往车辆较多, 人为干扰最大。样线沿途有村寨及农田, 植被类型以针阔混交林为主。优势植物为枫香 *Liquidambar formosana*、溪畔杜鹃 *Rhododendron rivulare*、杉 *Cunninghamia lanceolata*、马尾松 *Pinus massoniana*、盐肤木 *Rhus chinensis*、芒萁 *Dicranopteris dichotoma*、糯米团 *Gonostegia hirta*、苍耳 *Xanthium sibiricum* 等, 平均郁闭度约为 75%。

样线 VI——铁杉林(728~862 m): 位于山脉的西麓, 是由保护区的缓冲区进入核心区的一段乡村公路。因山腰有保存完好的铁杉群落而成为游客必到的旅游景点。样线虽途经村寨及农耕区, 但附近的植被较好, 以常绿阔叶林和针阔混交林为主, 优势植物有青冈 *Cyclobalanopsis glauca*、亮叶桦 *Betula luminifera*、构树 *Broussonetia papyrifera*、毛竹 *Phyllostachys heterocycla*、枫香 *Liquidambar formosana*、序叶苧麻 *Boehmeria clidemioides*、白茅根 *Imperata koenigii* 等, 平均郁闭度约为 75%。

2.3. 调查时间与方法

2016 年 4~10 月, 按环保部项目专家制订的统一要求, 采用样线法[9]对保护区境内的蝶类进行观测。每次观测都选择在晴朗或多云、温暖(17℃以上)、微风(风速小于四级)的时段进行, 观测时间一般为 09:00~17:00, 每条样线每月观测一次。观测时 3~4 人为一组, 以 1~1.5 km/h 的速度沿样线缓慢前行, 样线宽度设置为 5 米, 监测并记录垂直高度 5 m 空间范围内所见到的蝴蝶的种类及数量。对于熟悉的种类我们仅记录其个体的数量, 并尽可能地拍摄其生态照片, 对于不熟悉的种类我们先记录其个体数, 再尽可能地拍摄其生态照片或将其网捕, 将采到的标本置于三角纸袋中, 并标明采集时间、地点等信息, 带回室内后进行标本制作与分类鉴定[10] [11] [12] [13] [14]。

2.4. 数据分析

以下数据处理采用 Excel, Spss13.0 和 Matlab 软件进行处理。

采用以下公式[15]进行蝶类的多样性分析:

① 多样性指数(H')采用 Shannon-Wiener 公式:

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

式中, P_i 是第 i 种的个体比例, $P_i = N_i/N$, N_i 是第 i 种的个体数, N 是全部物种的个体总数。

等级多样性指数公式为:

$$H'(GS) = H'(G) + H'(S)$$

式中, $H'(G)$ 为属级多样性, $H'(S)$ 为种级多样性。

② 均匀度指数(J)采用 Pielou 公式:

$$J = -\sum P_i \ln P_i / \ln S$$

式中, J 为均匀度, $-\sum P_i \ln P_i$ 为 Shannon-Wiener 多样性指数, S 为物种数。

③ 优势度指数(D)采用 Berger-Parker 公式:

$$D = N_{\max} / N_t$$

式中: N_{\max} ——优势种的种群数量; N_t ——所有种类的种群数量。

④ 物种丰富度(R)采用 Margalef 公式:

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

式中, S 为物种数, N 为个体数。

⑤ 群落相似性指标

群落相似性系数采用 Jaccard 的相似性系数公式:

$$I = c / (a + b - c)$$

式中, a 为 A 生境物种数, b 为 B 生境物种数, c 为 A、B 两生境共有的物种数。

3. 结果与分析

3.1. 蝶类群落的组成

2016 年 5~10 月, 共观测记录到蝶类个体 3611 只, 按蝶类的 5 科分类系统[9] [16], 归属 96 属 170 种, 其中蛱蝶科种数最多(87 种, 占 51.2%), 依次是灰蝶科(32 种, 18.8%)、弄蝶科(27 种, 15.9%)、凤蝶科(16 种, 9.4%)和粉蝶科(8 种, 4.7%)(表 1)。

3.2. 蝶类的科、属、种多样性

依据蝶类的 5 科系统分类标准, 将调查所得的数据进行处理, 得到蝶类群落数量特征的各项指数如表 2 所示。

由表 2 可见, 在黄桑的蝶类群落中, 蛱蝶科是优势科, 其属数及种数最多; 等级多样性指数排序为: 蛱蝶科 > 弄蝶科 > 灰蝶科 > 粉蝶科 > 凤蝶科; 均匀度指数的排序则是弄蝶科 > 蛱蝶科 > 粉蝶科 > 凤蝶科 > 灰蝶科。灰蝶科的均匀度指数之所以最小, 其主要原因是 6 月份妩灰蝶大爆发(我们在样线 I 中共观测记录到妩灰蝶 604 只)。物种丰富度指数依次为蛱蝶科 > 弄蝶科 > 灰蝶科 > 凤蝶科 > 粉蝶科, 而优势度指数依次是粉蝶科 > 凤蝶科 > 灰蝶科 > 弄蝶科 > 蛱蝶科。

蛱蝶科的多样性最高, 优势度最低, 表明蛱蝶科的优势种群并不明显。弄蝶科均匀度最大, 等级多样性指数与物种丰富度较高, 但优势度较低, 表明该科不同种类的个体数差异并不明显, 种群相对稳定。灰蝶科具有较高的等级多样性指数和物种丰富度, 但均匀度指数最小, 表明灰蝶科的种类较为丰富, 但不同种类的种群数量差异较大。

就属而言, 多样性指数最高的是蛱蝶科{其优势属是环蛱蝶属(13 种), 其次是黛眼蝶属(10 种)和带蛱蝶属(9 种)}, 而后依次为弄蝶科、灰蝶科、粉蝶科和凤蝶科。就属所包含的种类而言, 仅 29 个属的种数在 2 种以上, 其他的 67 个属都是单种属, 表明黄桑蝶类属的多样性较高。

就种而言, 妩灰蝶、碧翠凤蝶、宽边黄粉蝶和东方菜粉蝶的个体数均超过 200 只, 是黄桑的优势蝶种。而臀珠斑凤蝶、美姝凤蝶、宽尾凤蝶、银白蛱蝶、绢蛱蝶、咖灰蝶和绿伞弄蝶等 42 种都仅记录到 1 只, 可视为黄桑的稀有蝶种。

3.3. 各样线的蝶类多样性

由表 3 可见, 等级多样性指数依次为 IV > II > III > VI > I > V; 均匀度指数依次为 II > IV > III > VI > V > I; 优势度指数依次为 I > V > VI > III > IV > II; 物种丰富度依次为 IV > I > II > III > VI > V。黄桑蝴蝶群落不同生境分布的水平结构上, 多样性指数与均匀度指数和物种丰富度不具有相关性, 多样性指数与优势度指数成显著负相关($r = -0.925, p < 0.01$)。

3.4. 不同样线蝶类的相似性

将不同样线蝶类群落的相似性系数进行欧氏距离的聚类分析[17]。由图 1 可见, 在距离系数(欧式距离)为 0.2522 水平时, 样线 IV 与 VI 聚在一起, 表明两者的相似度最高, 但与样线 I 的相似度最低。

Table 1. Species and individuals of butterflies observed in different transects of the Huangsang National Nature Reserve, Hunan**表 1.** 湖南黄桑国家级自然保护区不同样线中所观察到的蝴蝶种类与个体数

种 类 species	数量 No. of individuals						总计 total	区系成分 Faunal component
	I	II	III	IV	V	VI		
一、凤蝶科 Papilionidae								
1. 麝凤蝶 <i>Byasa alcinous</i>	1	1	1	2	1	1	7	W
2. 臀珠斑凤蝶 <i>Chilasa slateri</i>			1				1	O
3. 柑桔凤蝶 <i>Papilio xuthus</i>					1	1	2	O
4. 美凤蝶 <i>P. memnon</i>	4	2	3	1		2	12	W
5. 蓝美凤蝶 <i>P. protenor</i>	16	38	27	25	26	19	151	W
6. 妹美凤蝶 <i>P. macilentus</i>			1				1	O
7. 玉带美凤蝶 <i>P. polytes</i>		1	5				6	O
8. 玉斑美凤蝶 <i>P. helenus</i>	4	4	7	31	13	10	69	O
9. 宽带美凤蝶 <i>P. nephelus</i>	2	2	2	5		1	12	O
10. 碧翠凤蝶 <i>P. bianor</i>	37	19	23	37	52	48	216	W
11. 巴黎翠凤蝶 <i>P. paris</i>				1	1		2	O
12. 金凤蝶 <i>P. machaon</i>		1	1				2	O
13. 青凤蝶 <i>Graphium sarpedon</i>	5	4	6	5	2	2	24	O
14. 黎氏青凤蝶 <i>G. leechi</i>				5			5	O
15. 碎斑青凤蝶 <i>G. chironides</i>			1			6	7	O
16. 宽尾凤蝶 <i>Agehana elwesi</i>						1	1	O
二、粉蝶科 Pieridae								
17. 黑角方粉蝶 <i>Dercas lycorias</i>	47	7	14	1	11	0	80	O
18. 橙翅方粉蝶 <i>D.s nina</i>	35		1	11	0	0	47	O
19. 宽边黄粉蝶 <i>Eurema hecabe</i>	70	30	59	17	27	54	257	W
20. 尖钩粉蝶 <i>Gonepteryx mahaguru</i>	1						1	O
21. 菜粉蝶 <i>Pieris rapae</i>		1			1		2	W
22. 东方菜粉蝶 <i>P. canidia</i>	32	4	72	0	56	49	213	W
23. 黑纹粉蝶 <i>P. melete</i>	2		0	2	1	0	5	W
24. 飞龙粉蝶 <i>Talbotia naganum</i>	8	1	0	0	1	3	13	O
三、蛱蝶科 Nymphalidae								
25. 虎斑蝶 <i>Danaus genutia</i>	2		4				6	O
26. 大绢斑蝶 <i>Parantica sita</i>	1		1			5	7	W
27. 纹环蝶 <i>Aemona amathusia</i>		1		1			2	O
28. 箭环蝶 <i>Stichophthalma howqua</i>	1	1			3	1	6	O
29. 暮眼蝶 <i>Melanitis leda</i>	9	1	8	2	0	1	21	W
30. 白带黛眼蝶 <i>Lethe confusa</i>	40	1	17	10	2		70	O
31. 直带黛眼蝶 <i>L. lanaris</i>				1			1	O
32. 玉带黛眼蝶 <i>L. verma</i>				3		1	4	O
33. 棕褐黛眼蝶 <i>L. christophi</i>				4			4	O

Continued

34. 白条黛眼蝶 <i>L. albolineata</i>				3			3	O
35. 连纹黛眼蝶 <i>L. syrcis</i>	2			8		4	14	O
36. 蛇神黛眼蝶 <i>L. satyrina</i>		1				2	3	O
37. 深山黛眼蝶 <i>L. insana</i>				1			1	O
38. 曲纹黛眼蝶 <i>L. chandica</i>	1	0	1	4			6	O
39. 圆翅黛眼蝶 <i>L. butleri</i>				1			1	O
40. 蒙链荫眼蝶 <i>Neope muirheadii</i>				2		1	3	O
41. 稻眉眼蝶 <i>Mycalesis gotama</i>	25	13	13	4	5	1	61	O
42. 拟稻眉眼蝶 <i>M. francisca</i>		2					2	O
43. 白斑眼蝶 <i>Penthemaadelma</i>				2		1	3	O
44. 矍眼蝶 <i>Ypthima balda</i>	2		2		1		5	W
45. 完璧矍眼蝶 <i>Y. perfecta</i>					1		1	O
46. 东亚矍眼蝶 <i>Y. motschulskyi</i>	6	17	29	0	10	14	76	W
47. 中华矍眼蝶 <i>Y. chinensis</i>	1	3	2	0	2	1	9	W
48. 大波矍眼蝶 <i>Y. tappana</i>		1					1	O
49. 卓矍眼蝶 <i>Y. zodia</i>	1						1	O
50. 蓝斑丽眼蝶 <i>Mandarinia regalis</i>	1			2			3	O
51. 白带螯蛱蝶 <i>Charaxes bernardus</i>				3			3	O
52. 二尾蛱蝶 <i>Polyura narcaea</i>	6	1	15	3	8	6	39	W
53. 大二尾蛱蝶 <i>Polyura eudamippus</i>				1			1	O
54. 红锯蛱蝶 <i>Cethosia biblis</i>	8	3	0	2			13	O
55. 白斑迷蛱蝶 <i>Mimathyma schrenckii</i>				3			3	W
56. 武铠蛱蝶 <i>Chitoria ulupi</i>				1			1	W
57. 猫蛱蝶 <i>Timelaea maculata</i>		1					1	W
58. 黄帅蛱蝶 <i>Sephisa princeps</i>					1		1	W
59. 银白蛱蝶 <i>Helcyra subalba</i>		1		1		1	3	O
60. 傲白蛱蝶 <i>H. superba</i>	1	2	0	9	1	2	15	O
61. 黑脉蛱蝶 <i>Hestina assimilis</i>	2	0	0	2	2		6	W
62. 拟斑脉蛱蝶 <i>H. persimilis</i>				1			1	W
63. 素饰蛱蝶 <i>Stibochiona nicea</i>	16	9	5	16			46	O
64. 电蛱蝶 <i>Dichorragia nesimachus</i>		1		1			2	O
65. 绿豹蛱蝶 <i>Argynnis paphia</i>						3	3	W
66. 斐豹蛱蝶 <i>Argyreus hyperbius</i>	21	6	10	0	8	4	49	W
67. 青豹蛱蝶 <i>Damora sagana</i>	1	0	8	0	1	7	17	P
68. 银豹蛱蝶 <i>Childrena childreni</i>						3	3	O
69. 嘉翠蛱蝶 <i>Euthalia kardama</i>			2	2			4	O
70. 渡带翠蛱蝶 <i>E. duda</i>	1	1		1			3	O
71. 西藏翠蛱蝶 <i>E. thibetana</i>		1					1	O
72. 红斑翠蛱蝶 <i>E. lubentina</i>	1	3					4	O
73. 断眉线蛱蝶 <i>Limenitis doerriesi</i>	3			11	2		16	P

Continued

74.残鐞线蛱蝶 <i>L. sulphita</i>	6	6	6	0	4		22	O
75.离斑带蛱蝶 <i>Athyma ranga</i>	1			2			3	O
76.珠履带蛱蝶 <i>A. asura</i>	2	1	4	1	1		9	O
77.虬眉带蛱蝶 <i>A. opalina</i>	0	1	2	3			6	O
78.六点带蛱蝶 <i>A. punctata</i>						3	3	O
79.双色带蛱蝶 <i>A. cama</i>	1						1	O
80.新月带蛱蝶 <i>A. selenophora</i>	12			1		1	14	O
81.孤斑带蛱蝶 <i>A. zeroca</i>	19	0	2	8	1		30	O
82.玉杵带蛱蝶 <i>A. Jina</i>	1	0	2	0	5	13	21	O
83.幸福带蛱蝶 <i>A. fortuna</i>	0	0	2	0	1		3	O
84.珂环蛱蝶 <i>Neptis clinia</i>	9		1			4	14	O
85.小环蛱蝶 <i>N. sappho</i>	4	4	11	6	9	15	49	W
86.中环蛱蝶 <i>N. hylas</i>	3	1	3	4	0	1	12	O
87.耶环蛱蝶 <i>N. yerburii</i>		1		1			2	O
88.弥环蛱蝶 <i>N. miah</i>		1	1	7	0	1	10	O
89.断环蛱蝶 <i>N. sankara</i>			3				3	O
90.司环蛱蝶 <i>N. speyeri</i>				1			1	W
91.阿环蛱蝶 <i>N. ananta</i>		1					1	O
92.娜巴环蛱蝶 <i>N. namba</i>				1			1	O
93.桂北环蛱蝶 <i>Neptis guia</i>				1			1	O
94.玛环蛱蝶 <i>N. manasa</i>	1					1	2	O
95.重环蛱蝶 <i>N. alWina</i>						1	1	W
96.环蛱蝶 <i>N. nata</i>		1					1	O
97.网丝蛱蝶 <i>Cyrestis thyodamas</i>	1	1					2	O
98.枯叶蛱蝶 <i>Kallima inachus</i>	3			1			4	O
99.幻紫斑蛱蝶 <i>Hypolimnas bolina</i>			1				1	O
100.大红蛱蝶 <i>Vanessa indica</i>	1	2	0	2	4	2	11	W
101.小红蛱蝶 <i>V. cardui</i>					1		1	W
102.琉璃蛱蝶 <i>Kaniska canace</i>					1		1	W
103.白钩蛱蝶 <i>Polygonia c-album</i>	1						1	W
104.钩翅眼蛱蝶 <i>Junonia iphita</i>				5			5	O
105.美眼蛱蝶 <i>J. almana</i>	1	1	32	0	1		35	W
106.翠蓝眼蛱蝶 <i>J. orithya</i>			3				3	W
107.散纹盛蛱蝶 <i>Symbrenthia lilaea</i>	7	8	0	12	16	15	58	O
108.黄豹盛蛱蝶 <i>S. brabira</i>		6		2			8	O
109.绢蛱蝶 <i>Calinaga buddha</i>						1	1	O
110.苎麻蛱蝶 <i>Acraea issoria</i>	1		3		4	4	12	O
111.朴喙蝶 <i>Libythea celtis</i>	34	1	3	7	0	1	46	W
四、灰蝶科 Lycaenidae								
112.黄带褐蛱蝶 <i>Abisara fylla</i>	3	3		60			66	O

Continued

113.白带褐蛱蝶 <i>A. fylloides</i>	3	2	1	1			7	O
114.蛇目褐蛱蝶 <i>A. echerius</i>	45	10	3	6			64	O
115.白点褐蛱蝶 <i>A. burnii</i>	3			4			7	O
116.波蛱蝶 <i>Zemeros flegyas</i>	36	27	2	12	1	2	80	O
117.蚜灰蝶 <i>Taraka hamada</i>	2	1	3	1			7	W
118.尖翅银灰蝶 <i>Curetis acuta</i>	7	5	1	7	1	1	22	W
119.齿翅娆灰蝶 <i>Arhopala rama</i>	1	2			2		5	O
120.百娆灰蝶 <i>A. bazala</i>		1					1	O
121.玛灰蝶 <i>Mahathala ameria</i>	1						1	O
122.银线灰蝶 <i>Spindasis lohita</i>	2		2				4	O
123.豆粒银线灰蝶 <i>Spindasis syama</i>			1				1	O
124.灿烂双尾灰蝶 <i>TaJuria luculenta</i>				2			2	O
125.双尾灰蝶 <i>T. cippus</i>				1			1	O
126.燕灰蝶 <i>Rapala varuna</i>				1			1	O
127.东亚燕灰蝶 <i>R. micans</i>		3					3	W
128.生灰蝶 <i>Sinthusia chandrana</i>	2	4	3				9	O
129.彩灰蝶 <i>Heliophorus kohimensisi</i>		1					1	O
130.莎菲彩灰蝶 <i>H. moorei</i>	1	1			29	20	51	O
131.斜斑彩灰蝶 <i>H. phoenicoparyphus</i>			1		3		4	O
132.浓紫彩灰蝶 <i>H. ila</i>	3	6	1	3	1		14	O
133.雅灰蝶 <i>Jamides bochus</i>	3	21	1	4	6	6	41	O
134.咖灰蝶 <i>Catochrysops strabo</i>	1						1	O
135.亮灰蝶 <i>Lampides boeticus</i>			2				1	W
136.酢浆灰蝶 <i>Pseudozizeeria maha</i>	16	41	63	4	8	7	139	W
137.蓝灰蝶 <i>Everes argiades</i>						1	1	W
138.点玄灰蝶 <i>Tongeia filicaudis</i>	9	22	4	0	4	6	45	W
139.波太玄灰蝶 <i>Tongeia potanini</i>		5		1			6	O
140.黑丸灰蝶 <i>Pithecopus corvus</i>	5	4		12			21	O
141.钮灰蝶 <i>Acytolepis puspa</i>	1				2		3	O
142.妩灰蝶 <i>Udara dilecta</i>	604			55	57	26	742	O
143.白斑妩灰蝶 <i>U. albocaerulea</i>							14	O
五、弄蝶科 HesperIIDae								
144.绿弄蝶 <i>Choaspes benjaminii</i>	3	1		1	0	1	6	O
145.绿伞弄蝶 <i>Bibasis striata</i>	1						1	O
146.斑星弄蝶 <i>Celaenorhynchus maculosus</i>				8	7		15	W
147.白弄蝶 <i>Abraximorpha davidii</i>						2	2	O
148.黑弄蝶 <i>Daimio tethys</i>	1		1				2	O
149.黑边裙弄蝶 <i>Tagiades menaka</i>		13		1			14	O

Continued

150.四川飒弄蝶 <i>Satarupa valentini</i>						1	1	O
151.曲纹袖弄蝶 <i>Notocrypta curvifascia</i>	3		4	2			9	O
152.宽纹袖弄蝶 <i>N. feisthamelii</i>				2			2	O
153.晓徘弄蝶 <i>Pedesta xiaoqingae</i>	3						3	W
154.讴弄蝶 <i>Onryza maga</i>	4						4	O
155.峨眉酣弄蝶 <i>Halpe nephele</i>	1		1		8		7	O
156.刺脰弄蝶 <i>Baoris farri</i>	1	1					2	W
157.放踵珂弄蝶 <i>Caltoris cahira</i>	7					1	8	O
158.直纹稻弄蝶 <i>Parnara guttata</i>		1	1				2	W
159.曲纹稻弄蝶 <i>P. ganga</i>		1	1				2	W
160.南亚谷弄蝶 <i>Pelopidas agna</i>			9				9	O
161.盒纹孔弄蝶 <i>Polytremis theca</i>	3	1	1			1	6	O
162.黄纹孔弄蝶 <i>P. lubricans</i>	2		3				5	O
163.白斑赭弄蝶 <i>Ochlodes subhyalina</i>	1						1	O
164.黑豹弄蝶 <i>T. sylvaticus</i>					2		2	W
165.旃弄蝶 <i>Isoteinon lamprospilus</i>	13	5	26	1			45	O
166.白斑蕉弄蝶 <i>Erionota grandis</i>				1			1	O
167.孔子黄室弄蝶 <i>Potanthus confucius</i>	1	0	2				3	O
168.曲纹黄室弄蝶 <i>P. flavua</i>	1	2	1	1	3		8	O
169.红翅长标弄蝶 <i>Telicota ancilla</i>				1			1	O
170.钩形黄斑弄蝶 <i>Ampittia virgata</i>	2	1	4	1	1	9	18	O
合计	1319	406	573	494	423	397	3611	

注: I: 苗溪样线; II: 大湾塘样线; III: 兰家村样线; IV: 红军路样线; V: 上堡样线; VI: 铁杉林样线。O: 东洋界种; W: 广布种; P: 古北界种。

Table 2. Diversity characteristic index of butterfly community in the Huangsang National Nature Reserve, Hunan
表 2. 湖南黄桑国家级自然保护区蝶类群落的多样性特征指数

科名 Families	属数 Genera	种数 Species	个数 Individuals	等级多样性指数 taxa diversity index			均匀度 指数(J) Evenness index	优势度 指数(D) Dominance index	物种丰 富度(R) Species richness
				H'(GS)	H'(G)	H'(S)			
凤蝶科 Papilionidae	5	16	518	3.9677	1.6266	2.3410	0.5853	0.8417	2.4000
粉蝶科 Pieridae	5	8	618	4.0914	2.1556	1.9357	0.6452	0.8899	1.0892
蛱蝶科 Nymphalidae	41	87	948	9.9636	4.6807	5.2830	0.8199	0.0802	12.5468
灰蝶科 Hesperiidae	22	32	1365	6.8118	4.1250	2.6868	0.5373	0.6454	4.2943
弄蝶科 Hesperiidae	23	27	179	8.3980	4.4502	3.9478	0.8303	0.4358	5.0122

Table 3. Diversity indices of butterfly community in different transects of the Huangsang National Nature Reserve, Hunan
表 3. 湖南黄桑国家级自然保护区不同样线蝶类的群落多样性指数

样线 Transect	科数 No. of Families	属数 No. of Genera	种数 No. of Species	个体数 No. of individuals	等级多样性指数 Taxa diversity index			均匀度指 数(J) Evenness index	优势度指 数(D) Dominance index	物种丰富 度(R) Species Richness
					$H'(GS)$	$H'(G)$	$H'(S)$			
I	5	65	92	1319	9.6442	5.7756	3.8686	0.5930	0.4579	12.6659
II	5	49	77	406	10.5167	5.3526	5.1641	0.8241	0.1881	12.6532
III	5	46	74	573	10.1292	5.1813	4.9479	0.7968	0.2406	11.4945
IV	5	53	85	494	10.5679	5.3220	5.2459	0.8184	0.2328	13.5428
V	5	39	55	423	9.5677	5.0374	4.5303	0.7836	0.3901	8.9295
VI	5	41	59	397	9.7226	5.0558	4.6668	0.7933	0.3813	9.6926

注: I: 苗溪样线; II: 大湾塘样线; III: 兰家村样线; IV: 红军路样线; V: 上堡样线; VI: 铁杉林样线。

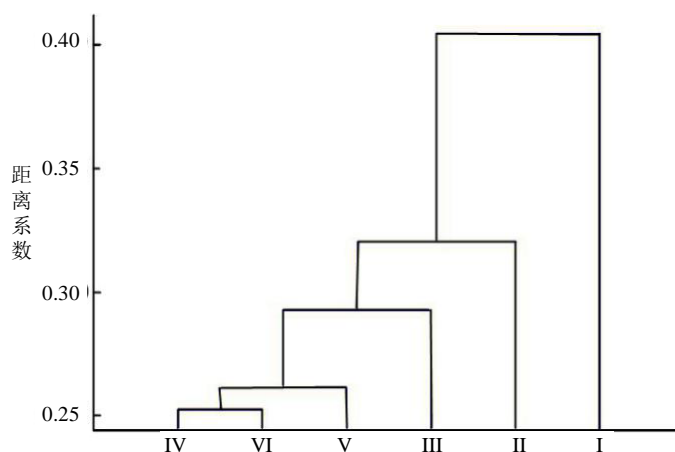


Figure 1. Cluster of butterfly communities in different transects of the Huangsang National Nature Reserve, Hunan

图 1. 湖南黄桑国家级自然保护区不同样线蝶类群落的聚类

3.5. 蝶类群落的时序动态

由于调查期间一直下大雨, 4 月份的数据没有收集到, 仅将 5~10 月的蝶类个体数、种数、多样性指数、丰富度、优势度及均匀度进行时序动态分析, 结果如图 2 所示。由图 2 可见, 6 月的蝶类个体数最多, 7~10 月的个体数大体维持在 400~600 只; 5~7 月蝴蝶的种类呈线性增长, 7~10 月蝶种基本稳定在 80 种左右, 表明自 7 月起, 蝶类开始大量出现, 这正好与植物的快速生长期和花期相契合。由图 3 可见, 该区的多样性指数与丰富度指数的时序变化趋势基本一致, 都是从 7 月起就维持在一个较高的水平, 变化较小, 这可能与黄桑的植被、水文、温度等自然条件在 7 月之后比较适合于蝴蝶的繁育有关。由图 4 可见, 区内的多样性指数与优势度的变化趋势相反, 6~7 月优势度下降, 7 月之后就维持在一个较低的水平, 而 5~7 月多样性指数先下降后上升, 7~10 月基本维持在一个较高的水平。由图 5 可见, 区内的多样性指数与均匀度指数的变化趋势基本相似, 6 月呈现低谷, 而 7 月快速上升, 之后一直到 10 月都维持在一个较高的水平。

在时间序列上, 黄桑蝶类的群落多样性指数与均匀度指数呈显著的正相关($r = 0.980, p < 0.01$), 与物种丰富度也是呈明显的正相关($r = 0.906, p < 0.05$), 但与优势度呈显著的负相关($r = -0.948, p < 0.01$)。

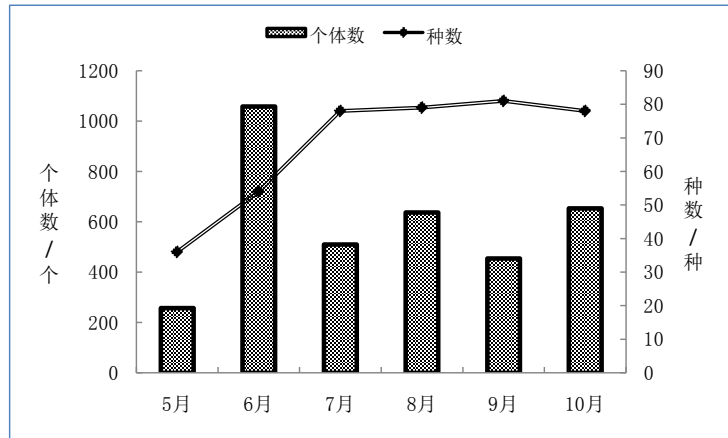


Figure 2. Fluctuation of individuals and species of butterflies in the Huangsang National Nature Reserve of Hunan from May to October

图 2. 黄桑自然保护区蝴蝶个体数与种数时间动态

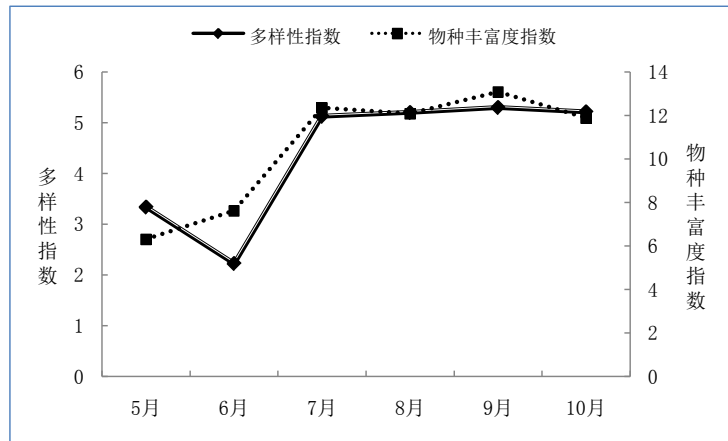


Figure 3. Taxa diversity index and species richness of butterflies in the Huangsang National Nature Reserve of Hunan from May to October

图 3. 黄桑自然保护区蝴蝶多样性指数与物种丰富度指数时间动态

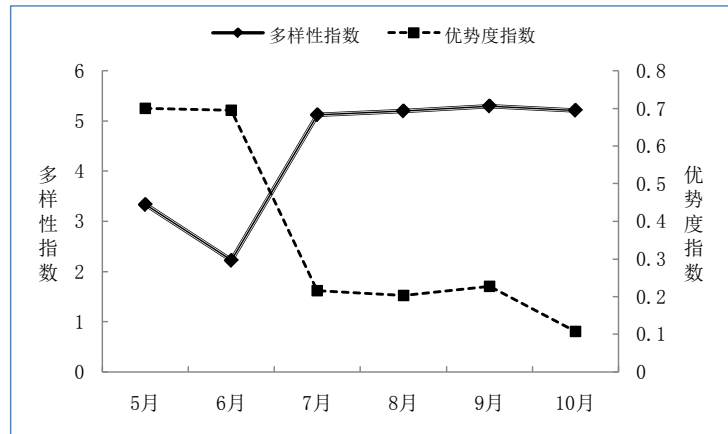


Figure 4. Taxa diversity index and dominance index of butterflies in the Huangsang National Nature Reserve of Hunan from May to October

图 4. 黄桑自然保护区蝴蝶多样性指数与优势度指数时间动态

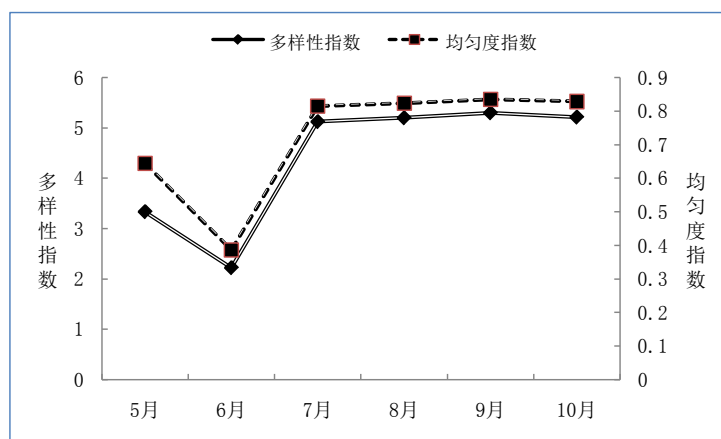


Figure 5. Taxa diversity index and evenness index of butterflies in the Huangsang National Nature Reserve of Hunan from May to October
图 5. 黄桑自然保护区蝴蝶多样性指数与均匀度指数时间动态

总之，7~10月黄桑蝶类的个体数与种数基本稳定，并具有较高的多样性指数及较低的优势度。

3.6. 蝶类区系组成

主要依据《中国蝶类志》[10] [11]和《中国动物志》[12] [13]等文献将 170 种蝴蝶分为古北界种、东洋界种和广布种。

由表 4 可见，东洋界种类是优势类群，总计 123 种，占总种数的 72.35%，其中蛱蝶科种类最多，有 61 种，占东洋界种类的 35.88%。广布种也有一定的数量(45 种)，占总种数的 26.47%，其中蛱蝶科 24 种、灰蝶科 7 种、弄蝶科 6 种、凤蝶科和粉蝶科各 4 种。然而，仅记录到古北界种类 2 种(占总数的 1.18%)。这说明黄桑虽地处世界动物地理区划分中的东洋界，但其蝶类的区系成分具有一定的复杂性和过渡性。

4. 讨论

4.1. 黄桑保护区蝶类的物种多样性

黄桑保护区成立于 1982 年，2005 年晋升为国家级自然保护区，尽管已成立了 35 年，但至今仍未见有关其蝶类的研究报道，因此本文作为资源本底的调查与研究不仅填补了该保护区蝶类研究的空缺，而且也为雪峰山及其周边地区及至我国南方蝶类多样性及区系的深入研究提供了参比数据。

湖南省现已知蝶类 414 种[18]，黄桑蝶类的种数占湖南省蝶类种数的 41.06%，与其他几个国家级自然保护区[2] [5] [6]相比，无论是属数还是种数，黄桑都高居榜首。

黄桑的蝶类多样性指数高达 5.3367，均匀度指数为 0.7202，单一种属多，有 67 属在保护区内仅有一种，占总属数的 69.8%，表明黄桑的蝶类物种多样性丰富，属种较多，保护区的自然条件比较适合于蝴蝶的生存和繁衍。

4.2. 不同样线的蝶类群落多样性

样线 IV 位于保护区的核心区，植被覆盖率最高，植物种类丰富，人为干扰程度最小，其蝶类群落具有最高的 $H'(GS)$ 和 R 值，其 J 值也较高，但 D 值较低，表明其物种多样性高，环境质量较好，适合蝴蝶的生存。样线 II 位于保护区的边缘，是一条沿河公路，水源充足，植被茂盛，人为干扰较少，其蝴蝶群落具有最小的 D 值，其 $H'(GS)$ 、 R 值和 J 值也较高，表明该样线具备蝴蝶生存与繁衍的优良条件。样线 V 位于保护区的实验区，主要的植被类型是针阔混交林，也有农田和村寨，由于旅游开发，该样线的生

Table 4. Faunal components of butterflies in the Huangsang National Nature Reserve, Hunan
表 4. 湖南黄桑国家级自然保护区的蝶类区系组成

科名 Families	总种数 Total	东洋界种(%) Oriental species	古北界种(%) Palearctic species	广布种(%) Widespread species
凤蝶科 Papilionidae	16	12 (7.06%)	0 (0)	4 (2.35%)
粉蝶科 Pieridae	8	4 (2.35%)	0 (0)	4 (2.35%)
蛱蝶科 Nymphalidae	87	61 (35.88%)	2 (1.18%)	24 (14.12%)
灰蝶科 Lycaenidae	32	25 (14.71%)	0 (0)	7 (4.12%)
弄蝶科 Hesperidae	27	21 (12.35%)	0 (0)	6 (3.53%)
总计 Total	170	123 (72.35%)	2 (1.18%)	45 (26.47%)

境破坏最为严重，人为干扰的频度也最大，所以其蝶类群落 $H'(GS)$ 与 R 值均最低。通过对不同样线蝶类多样性的比较，我们也发现，植物群落结构越复杂、生境越多样、人为干扰程度越小，生境质量就越优越，蝴蝶的多样性就越高[19]。总体上，蝶类群落在不同生境分布的水平结构上， $H'(GS)$ 与 J 值并不一致，这也与顾伟等[3]、胡冰冰等[20]的研究结果相符。

影响蝶类群落时序动态的因素是多方面的，如植物多样性、物候期、气温、水文等[21]。从全年来看，黄桑的蝶类群落多样性指数与均匀度指数呈显著的正相关，这也与马玲等[22]、刘文萍等[23]的研究结果一致。而如果群落的多样性指数与均匀度指数的一致性为群落结构稳定的体现[24]，那么目前黄桑的蝶类群落应该还是比较稳定的。

各样线蝶类群落的聚类分析结果表明，不同样线蝶类群落的相似性大小与生境质量及植被类型相关。样线 IV 与 VI 分别位于保护区的核心区与缓冲区，植被类型相似，植物种类较为丰富，比较适合于蝶类的繁育，故两者蝶类群落的相似性最高。而样线 I 位于保护区的边缘，其植被简单，植物种类单一，与前两条样线的相似性较小。

4.3. 建议

由于植被状况、寄主植物丰富度、气候条件和人为活动等许多方面都会对蝶类多样性产生影响[25]，因此要维持黄桑蝶类的多样性及蝶类群落结构的稳定，就必须切实地保护好植被和寄主植物，同时减少人为对生境的破坏，建议保护区加强科普宣教工作，充分调动当地群众自觉保护蝴蝶及其生境的积极性，同时加强旅游管理，严格控制游客的数量，严厉惩治破坏植被及蝶类资源的不良行为。

基金项目

环境保护部生物多样性保护专项资助项目(SDZXWJZ012016050)暨湖南省校企合作生物类专业人才培养示范基地建设项目。

参考文献 (References)

- [1] 李志刚, 李军, 张碧胜, 等. 广州市蝴蝶群落结构与多样性[J]. 生态学杂志, 2008, 27(6): 1047-1050.
- [2] 李密, 周红春, 谭济才, 等. 乌云界国家级自然保护区蝴蝶物种多样性及其保护[J]. 应用生态学报, 2011, 22(6): 1585-1591.
- [3] 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.
- [4] 唐卷云, 唐碧晴, 孙虹, 等. 云山国家森林公园蝶类昆虫多样性分析[J]. 湖南林业科技, 2014, 41(5): 25-28.
- [5] 张佑祥, 阎中军, 刘志霄. 湖南小溪国家级自然保护区蝶类资源及其区系特征[J]. 西南大学学报(自然科学版),

- 2011, 33(8): 74-79.
- [6] 张佑祥, 刘志霄, 于桂清. 湖南壶瓶山国家级自然保护区蝶类区系组成及垂直分布的初步研究[J]. 四川动物, 2007, 26(4): 892-987.
- [7] 周电, 周建军, 喻勋林. 湖南黄桑国家级自然保护区珍稀植物资源调查[J]. 湖南林业科技, 2015, 42(1): 64-69.
- [8] 王业社, 杨贤均, 陈立军, 等. 湖南黄桑国家级自然保护区野生藤本植物多样性和生态特征[J]. 西北植物学报, 2013, 33(10): 2095-2103.
- [9] 徐海根. 生物物种资源监测概论[M]. 北京: 科学出版社, 2013: 204-207.
- [10] 周尧. 中国蝶类志(上、下册)[M]. 郑州: 河南科技出版社, 1994.
- [11] 周尧. 蝴蝶分类与鉴定[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1998.
- [12] 武春生. 中国动物志·昆虫纲(第二十五卷)鳞翅目·凤蝶科[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [13] 武春生. 中国动物志·昆虫纲(第五十二卷)鳞翅目·粉蝶科[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [14] 陈锡昌. 广州蝴蝶[M]. 广州: 读图时代出版社, 2011.
- [15] 梅杰, 冉辉, 杨天友, 等. 贵州梵净山国家级自然保护区蝴蝶多样性[J]. 生态学杂志, 2015, 34(2): 504-509.
- [16] De Jong, R., Vane-Wright, R.I. and Ackery, P.R. (1996) The Higher Classification of Butterflies (Lepidoptera): Problems and Prospects. *Insect Systematics & Evolution*, **27**, 65-101. <https://doi.org/10.1163/187631296x00205>
- [17] 贾玉珍, 赵秀海, 孟庆繁. 长白山针阔混交林不同演替阶段的昆虫多样性[J]. 昆虫学报, 2009, 52(11): 1236-1243.
- [18] 丁非同, 李密, 周方杰, 等. 湖南省蝶类名录[M]. 华中昆虫研究(第6卷): 2010-08-20.
- [19] 王敏, 黄国华, 范晓凌, 等. 石门台自然保护区蝴蝶物种多样性研究[J]. 生物多样性, 2003, 11(6): 441-453.
- [20] 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.
- [21] 查玉平, 骆启桂, 王国秀, 等. 后河国家级自然保护区蝴蝶群落多样性研究[J]. 应用生态学报, 2006, 17(2): 265-268.
- [22] 马玲, 问蓉蓉, 焦玥, 等. 小兴安岭不同林型的昆虫多样性[J]. 林业科学, 2016, 52(2): 82-90.
- [23] 刘文萍, 邓合黎. 木里蝶类多样性的研究[J]. 生态学报, 1997, 17(3): 266-271.
- [24] 贺答汉, 田畴, 任国栋, 等. 荒漠草原昆虫的群落结构及其演替规律初探[J]. 中国草地学报, 1988(6): 24-28.
- [25] 查玉平, 骆启桂, 徐芬, 等. 后河国家级自然保护区蛾类昆虫的季节多样性[J]. 生态学报, 2016, 36(17): 5575-5580.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ije@hanspub.org