

包头市九峰山蝴蝶群落多样性

王旭娜 钱宏革 白晓拴*

(内蒙古师范大学生命科学与技术学院, 呼和浩特 010022)

摘要 为探明包头市九峰山蝴蝶种类多样性, 在该地区设置枣沟收费站(Ⅰ)、南沟门(Ⅱ)、灵应寺(Ⅲ)、枣沟公路 33 km(Ⅳ)、九峰山景区(Ⅴ)5 条样线进行调查。结果表明: 包头市九峰山地区有蝴蝶 37 种, 隶属于 4 科 34 属, 其中包括内蒙古蝴蝶新纪录 2 种, 大卫新灰蝶(*Neolycaena davidi*)和波珠弄蝶(*Erynnis popoviana*); 蛱蝶科(Nymphalidae)的属数和物种数最丰富, 为 16 属 19 种, 是九峰山的优势类群; 弄蝶科(Hesperiidae)的属数和种数最少, 为 4 属 4 种, 是九峰山的稀有类群; 蛱蝶科的多样性指数和均匀度指数最高, 分别为 4.8803 和 0.8517; 粉蝶科(Pieridae)的多样性指数和均匀度指数最低, 分别为 1.0544 和 0.2942, 而其优势度指数最高, 为 0.8784; 5 条样线的蝴蝶多样性显示, 灵应寺(Ⅲ)具有最高的科级(1.1052)、属级(2.2656)和种级多样性指数(2.2951); 九峰山地区蝴蝶的物种数(25 种)、多样性指数(2.3476)和物种丰富度指数(4.0297)在 7 月达到最高值; 该地区的区系成分以古北界成分为主, 计 27 种(72.97%), 广布种 10 种(27.03%), 无东洋种。

关键词 蝴蝶; 物种多样性; 九峰山

The community diversity of butterflies in Jiufeng Mountain of Baotou. WANG Xu-na, QIAN Hong-ge, BAI Xiao-shuan (College of Life Science and Technology, Inner Mongolia Normal University, Huhhot 010022, China).

Abstract: The species diversity of butterfly in Jiufeng Mountain of Baotou was examined based on the investigation in five transect lines: (Ⅰ) Zaogou Toll gate, (Ⅱ) Nangou Gate, (Ⅲ) Lingying Temple, (Ⅳ) Zaogou Road 33 km, (Ⅴ) Jiufeng scenic area. For all the individuals of butterfly collected, there were 37 species belonging to four families and 34 genera. Among them, *Neolycaena davidi* and *Erynnis popoviana* were first recorded in Inner Mongolia. In terms of the richness of genera and species, Nymphalidae was the dominant family, with the highest genus richness (16) and species richness (19). Hesperiidae was the rare family, with the lowest genus richness (4) and species richness (4). Nymphalidae had the highest diversity index (4.8803) and evenness index (0.8517) and Pieridae had the highest dominance index (0.8784), while Pieridae had the lowest diversity index (1.0544) and evenness index (0.2942). Among different transect lines, Lingying Temple (Ⅲ) had the highest indices of family diversity (1.1052), genus diversity (2.2656) and species diversity (2.2951). With the seasonal change, species number (25), diversity index (2.3476) and species richness (4.0297) peaked in July. Among the 37 species, 27 were Palearctic species, accounting for 72.97% of the total species; 10 were widely distributed species, responsible for 27.03% of the total species and none was Oriental species, suggesting that the butterfly fauna was mainly Palearctic in the area.

Key words: butterfly; species diversity; Jiufeng Mountain.

蝴蝶属鳞翅目 (Lepidoptera)、锤角亚目 (Rhopalocera) 昆虫。蝴蝶具有多样的生态特征和生境要求,对天气、气候、光照、栖息地植被及微环境的变化十分敏感,所以蝴蝶被认为是最适合作为检测环境变化的指示生物 (Hamer *et al.*, 1997)。蝴蝶大多白天活动,便于调查,不同区域可比性强、易鉴定,常作为识别生物多样性热点地区及生境监测的指示材料 (王敏等,2003)。

近年来对不同地区的蝴蝶多样性均有研究 (李麒麟等,2016;周光益等,2016;翁锦涸等,2017)。内蒙古地区仅赛罕乌拉国家自然保护区的蝴蝶进行了调查及区系分析 (戈昕宇等,2017)。九峰山地区由于其特殊的地理位置,复杂的生态条件,使得该地区具有丰富的动植物资源。本文通过对九峰山地区不同样线的蝴蝶群落结构、多样性和区系分布的研究,为九峰山地区蝴蝶群落多样性保护与开发利用提供科学依据,同时为该地区及周边生态环境监测提供基础资料和参考。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

九峰山位于阴山山脉中段,内蒙古自治区包头市土默特右旗萨拉齐镇北约 10 km 处,是内蒙古高原地区少有的自然风景区,也是自治区级自然保护区和天然林保护工程区。

该地区为华北区黄土高原亚区和蒙新区东部草原亚区的交汇地带,年平均气温 7℃,最高平均温度 22.8℃ (7 月),最低平均温度 -11.2℃ (1 月)。年降水量约 345 mm (230~478 mm),无霜期 110 d (据包头市土默特右旗气象站) (赵国钦等,1989)。该区内无河流,仅有源于本山区的溪流,每年 7 月、8 月常有山洪发生,并在山前形成宽广的冲积平原和洪积扇 (李利平,1993)。

1.2 研究方法

在九峰山地区设置枣沟收费站 (I)、南沟门 (II)、灵应寺 (III)、枣沟公路 33 km (IV)、九峰山景区 (V) 5 条样线 (表 1)。选择晴朗、天气较好、无风或者微风、蝶类活动频繁的时间段进行采集。采用网捕法采集,样线长 2 km (尚素琴等,2017)。采集时沿设置好的样线前行,速度保持在 1~1.5 km·h⁻¹ 左右,记录样线左右 2.5 m,上方 5 m 范围内见到的所有蝴蝶的种类和数量 (马雄等,2017)。目测不能确定的种类,网捕后进行鉴定,种类确定后原地释

表 1 样线信息
Table 1 The information of sampling lines

样线	名称	海拔 (m)	经纬度 (°)	植被类型	人为干扰强度
I	枣沟收费站	1025	E110.5907 N40.6076	幼龄人工林	强
II	南沟门	1445	E110.6024 N40.7050	灌丛	中
III	灵应寺	1455	E110.6276 N40.7082	灌丛、果园	弱
IV	枣沟公路 33 km	1400	E110.6953 N40.7060	以行道树、灌丛和栽培植物为主	中
V	九峰山景区	1400	E110.7192 N40.7213	农田、灌丛	中

放;对网捕不能确定的种类,及时记录下采集时间、采集样线,带回实验室后鉴定。所获标本主要依据《中国蝶类志》(周尧,1999)、《中国蝴蝶图鉴》(武春生等,2017) 进行分类与命名。

1.3 数据分析

1.3.1 丰富度指数 采用 Margalef 丰富度公式:

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

式中,*S* 为物种数,*N* 为所有类群的个体总数 (左自途等,2008)。

1.3.2 优势度指数 采用 Berger-Parker 优势度公式:

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

式中,*N*_{max} 为优势种的种群数量,*N_i* 为全部物种的种群数量 (刘桂林等,2004;查玉平等,2006;王义平等,2008)。

1.3.3 多样性指数 采用 Shannon 公式:

$$H = - \sum p_i \ln p_i \quad (p_i = N_i / N)$$

式中,*p_i* 是第 *i* 种在总体中的个体比例。*N_i* 是物种 *i* 的个体数,*N* 是全部物种的总个体数。

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。

或,
$$H(FGS) = H(F) + H(G) + H(S)$$

H(*F*)、*H*(*G*)、*H*(*S*) 分别为科级、属级和种级多样性指数 (马克平,1994;杨大荣等,1998;查玉平等,2006)。

1.3.4 均匀度指数 采用 Pielou 均匀度公式:

$$J = H / \ln S$$

式中,*J* 为均匀度,*H* 为多样性指数,*S* 为种数 (马克平,1994;于晓东等,2004;王义平等,2008)。

2 结果与分析

2.1 九峰山蝴蝶群落组成

九峰山蝴蝶调查共获得蝴蝶标本 1450 号,初步

鉴定出 37 种,隶属 4 科 34 属,其中包括内蒙古蝴蝶新纪录 2 种,大卫新灰蝶 *Neolycaena davidi* 和波珠弄蝶 *Erynnis popoviana* (能乃扎布, 1999; 戈昕宇等, 2017; 武春生等, 2017), 具体种类和数量分布见表 2。

2.2 区系成分

以《中国蝶类志》(周尧, 1999) 为主要依据, 可将九峰山的 37 种蝴蝶划归为古北种、东洋种、广布

种。九峰山蝶类区系组成, 以古北种为主 (27), 占总数的 72.97%; 其次是广布种 (10), 占总数的 27.03%; 无东洋种。可见, 九峰山的蝶类区系总体上属于古北界。

2.3 九峰山蝴蝶群落特征

根据调查结果, 统计各科蝴蝶群落数量特征的各项指数见表 3。

表 2 不同样线蝴蝶的种类与数量
Table 2 Species and individual number of butterflies in different lines

物种	数量						区系成分
	I	II	III	IV	V	合计	
粉蝶科 Pieridae							
菜粉蝶 <i>Pieris rapae</i>	3			1		4	W
斑缘豆粉蝶 <i>Colias erate</i>		2	8	9	7	26	W
绢粉蝶 <i>Aporia crataegi</i>	24	81	107	198	175	585	P
淡色钩粉蝶 <i>Gonepteryx aspasia</i>	4	2	8	11	10	35	W
突角小粉蝶 <i>Leptidea amurensis</i>			3			3	P
云粉蝶 <i>Pontia edusa</i>			4	6	3	13	P
蛱蝶科 Nymphalidae							
白钩蛱蝶 <i>Polygonia c-album</i>					6	6	P
黄钩蛱蝶 <i>Polygonia c-aureum</i>		1		1	3	5	W
单环蛱蝶 <i>Neptis rivularis</i>		9	5	7	4	25	P
重环蛱蝶 <i>Neptis alwina</i>		8	13	57	16	94	P
黄环蛱蝶 <i>Neptis themis</i>					3	3	W
大红蛱蝶 <i>Vanessa indica</i>		1		2		3	W
夜迷蛱蝶 <i>Mimathyma nycteis</i>	19	21	2	13	8	63	P
折线蛱蝶 <i>Limenitis sydyi</i>	3	1	2	11	3	20	W
灿福蛱蝶 <i>Fabriciana adippe</i>	2	2	1			5	P
小豹蛱蝶 <i>Brenthis daphne</i>			48	6		54	P
银斑豹蛱蝶 <i>Speyeria aglaja</i>		2	4	1	2	9	P
柳紫闪蛱蝶 <i>Apatura ilia</i>		20	2	2		24	W
荨麻蛱蝶 <i>Aglais urticae</i>	1	5	14	16	5	41	P
白眼蝶 <i>Melanargia halimede</i>		1	5	3	5	14	P
贝眼蝶 <i>Boerebia parmenio</i>	27					27	P
蟾眼蝶 <i>Triphysa dohrnii</i>	51	3	1	9	5	69	P
仁眼蝶 <i>Eumenis autonoe</i>			14	7	10	31	P
寿眼蝶 <i>Pseudochazara hippolyte</i>	1		5		1	7	P
玄裳眼蝶 <i>Satyrus ferula</i>	1	12	44	28	27	112	P
灰蝶科 Lycaenidae							
大卫新灰蝶 <i>Neolycaena davidi</i> *		1		2		3	P
多眼灰蝶 <i>Polyommatus eroses</i>		1		3		4	P
黑灰蝶 <i>Niphanda fusca</i>					1	1	P
红珠灰蝶 <i>Lycæides argyrognomon</i>	7	8	61	16	37	129	P
华夏爱灰蝶 <i>Aricia chinensis</i>				1		1	P
蓝灰蝶 <i>Everes argiades</i>				2		2	W
线灰蝶 <i>Thecla betulae</i>		3		1		4	P
优秀洒灰蝶 <i>Satyrium eximia</i>	1	1	4	11		17	W
弄蝶科 Hesperidae							
波珠弄蝶 <i>Erynnis popoviana</i> *			1		2	3	P
花弄蝶 <i>Pyrgus maculatus</i>			1			1	P
红弄蝶 <i>Hesperia florinda</i>				1		1	P
星点弄蝶 <i>Muschampia tessellum</i>			4	2		6	P

I. 枣沟收费站, II. 南沟门, III. 灵应寺, IV. 枣沟公路 33 km, V. 九峰山景区, P. 古北种, W. 广布种, * 内蒙古新纪录种。

表 3 九峰山蝴蝶群落数量特征
Table 3 Quantity indices of butterfly community in Jiufeng Mountain

科名	属数	种数	个数	多样性指数			均匀度指数 (J)	优势度指数 (D)
				H(GS)	H(G)	H(S)		
蛱蝶科	16	19	612	4.8803	2.3725	2.5078	0.8517	0.1830
粉蝶科	6	6	666	1.0544	0.5272	0.5272	0.2942	0.8784
灰蝶科	8	8	161	1.5808	0.7904	0.7904	0.3801	0.8012
弄蝶科	4	4	11	2.2420	1.1210	1.1210	0.8086	0.5455

由表 3 可见,在科级,蛱蝶科虽在属、种数量上为最多,而优势种不明显。多样性指数与均匀度指数顺序为蛱蝶科(Nymphalidae)>弄蝶科(Hesperidae)>灰蝶科(Lycaenidae)>粉蝶科(Pieridae);优势度指数的顺序依次为粉蝶科>灰蝶科>弄蝶科>蛱蝶科;以个体数量作比较,粉蝶科数量最多,依次为粉蝶科>蛱蝶科>灰蝶科>弄蝶科。粉蝶科属、种数量都比较少,但个体数量却最多,优势种明显。

在属级,以蛱蝶科的环蛱蝶属(*Neptis*)物种数量最多,3 种,为优势属;其次为钩蛱蝶属(*Polygonia*),2 种;其余皆为单种属,有 32 属,占总属数(34 属)的 94.12%。这表明该地区蝴蝶群落在属级有较高的多样性。

在种级,有 3 种蝴蝶的个体数量都超过 100 只,为九峰山的优势种。其中以粉蝶科中的绢粉蝶(*Aporia crataegi*)最多,共 585 只;其余依次为红珠灰蝶(*Lycaeides argyrognomon*),129 只;玄裳眼蝶(*Satyrus ferula*),112 只。而黑灰蝶(*Niphanda fusca*)、华夏爱灰蝶(*Aricia chinensis*)、花弄蝶(*Pyrgus maculatus*)、红弄蝶(*Hesperia florinda*),仅采集到 1 只标本,为该地区的稀有种,占总物种数的 10.81%。菜粉蝶(*Pieris rapae*)、突角小粉蝶(*Leptidea amurensis*)、黄钩蛱蝶(*Polygonia c-aureum*)、黄环蛱蝶(*Neptis themis*)、大红蛱蝶(*Vanessa indica*)、灿福蛱蝶(*Fabriciana adippe*)、大卫新灰蝶(*Neolycaena davidi*)、多眼灰蝶(*Polymommatus erosus*)、蓝灰蝶(*Everes argiades*)、

线灰蝶(*Thecla betulae*)和波珠弄蝶(*Erynnis popoviana*)这 11 种蝴蝶为少见种(标本总数≤5 只),占总物种数的 29.73%。

2.4 不同样线蝴蝶群落多样性

根据调查结果,统计 5 条样线的蝴蝶群落数量特征的各项指数见表 4。

科级多样性指数的顺序为Ⅲ>Ⅴ>Ⅳ>Ⅱ>Ⅰ;属级多样性指数的顺序为Ⅲ>Ⅳ>Ⅱ>Ⅰ>Ⅴ;种级多样性指数的顺序为Ⅲ>Ⅳ>Ⅱ>Ⅴ>Ⅰ;均匀度指数的顺序为Ⅰ>Ⅲ>Ⅱ>Ⅳ>Ⅴ,优势度指数的顺序为Ⅴ>Ⅳ>Ⅱ>Ⅰ>Ⅲ,丰富度指数的顺序为Ⅳ>Ⅲ>Ⅱ>Ⅴ>Ⅰ。

样线Ⅲ具有最高的多样性指数,以及最低的优势度指数,表明样线Ⅲ植物群落相对复杂和稳定,环境质量相对较好,适合蝴蝶生存。样线Ⅰ的蝴蝶种类以及个体数量最少,表明样线Ⅰ的蝴蝶资源匮乏。

2.5 蝴蝶群落的动态变化

对 5、6、7、8 月蝴蝶的个体数、种类数、多样性指数、物种丰富度进行了统计(图 1、图 2)。可以看出,蝴蝶种类数量的高峰出现在 7 月,共 25 种,5 月的种类最少,仅 8 种;个体数量的高峰出现在 7 月,共 692 只,5 月的个体数量最少,仅 129 只。从图 2 可以看出,多样性指数和丰富度指数从 5 月开始上升,于 7 月达到最高点,分别为 2.3476 和 4.0297,之后逐渐下降。九峰山地区蝴蝶群落的多样性指数和丰富度指数都在 7 月达到最高值,表明此时气候适宜,多数蝴蝶寄主植物较为繁茂,较适合蝴蝶活动。

表 4 不同样线蝴蝶多样性指数
Table 4 Diversity index of butterfly community in different lines

样线	科数	属数	种数	个数	多样性指数			均匀度指数 (J)	优势度指数 (D)	丰富度指数 (dM)
					H(F)	H(G)	H(S)			
I	3	13	13	144	0.7215	1.8526	1.8526	0.7223	0.3542	2.4146
II	3	20	21	185	0.9088	2.0063	2.0698	0.6798	0.4378	3.8312
III	4	23	24	361	1.1052	2.2656	2.2951	0.7222	0.2964	3.9057
IV	4	27	28	427	0.9486	2.0850	2.1368	0.6413	0.4637	4.4578
V	4	18	21	333	0.9518	1.8197	1.8938	0.6220	0.5255	3.4434

I. 枣沟收费站, II. 南沟门, III. 灵应寺, IV. 枣沟公路 33 km, V. 九峰山景区。

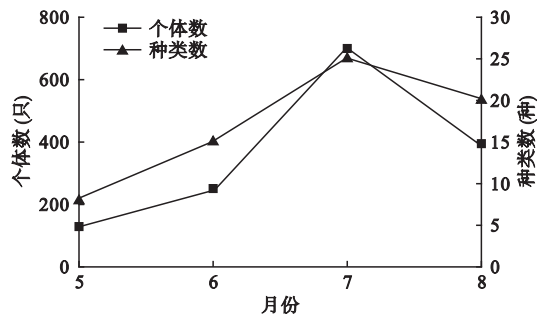


图 1 九峰山蝴蝶物种数和个体数的时间动态
Fig.1 Temporal dynamics of the number of butterfly species and individuals in Jiufeng Mountain

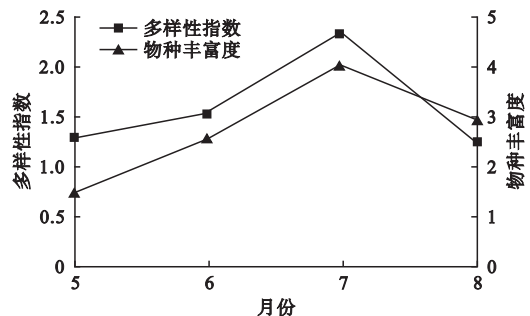


图 2 九峰山蝴蝶多样性指数和物种丰富度的时间动态
Fig.2 Temporal dynamics of diversity index and richness of butterfly in Jiufeng Mountain

3 讨论

内蒙古蝴蝶有 193 种(孟焕文等,2001)。此次野外调查发现 37 种,隶属于 4 科 34 属,占内蒙古已知蝴蝶种类的 18.97%。与内蒙古赛罕乌拉国家自然保护区相比(戈昕宇等,2017),无论是从科数(5 科)、属数(52 属)和种数(66 种),均相对较少。这可能与两地气候差异有关。包头市九峰山蝴蝶以古北种为主(72.97%),表明该地区气候条件较适合古北界生物生存。

蝶类各科的主要多样性指数分析表明:蛱蝶科的多样性指数和均匀度指数均最高;粉蝶科的多样性指数和均匀度指数均最低。研究表明,生境的减少、退化和破碎化是生物多样性面临的最重要的威胁,而对环境的干扰会改变蝴蝶群落的多样性,例如,导致对环境有特殊需要的物种消失,最终引起蝴蝶群落的多样性和丰富度降低(Kitahara *et al.*, 2001)。从保护生物学的角度,相关管理部门应该制定一系列切实可行的保护蝴蝶多样性的政策,尽量控制和减少人类活动对生态环境的干扰和破坏,从而提高蝴蝶群落的物种丰富度。

参考文献

查玉平, 骆启桂, 王国秀, 等. 2006. 后河国家级自然保护区蝴蝶群落多样性研究. 应用生态学报, **17**(2): 265–268.

戈昕宇, 滕悦, 洪雪萌, 等. 2017. 赛罕乌拉国家自然保护区蝶类调查及区系分析. 内蒙古大学学报: 自然科学版, **48**(5): 557–569.

李利平. 1993. 九峰山地区的生物资源及其保护. 资源开发与保护, **9**(4): 275–277.

李麒麟, 林贤贤, 符芳义. 2016. 三亚市蝴蝶多样性调查. 生态学杂志, **35**(12): 3360–3363.

刘桂林, 庞虹, 周昌清, 等. 2004. 东莞莲花山自然保护区蝴蝶群落多样性研究. 应用生态学报, **15**(4): 571–574.

马雄, 马怀义, 马正学, 等. 2017. 甘肃尕斯库勒湖自然保护区蝶类群落及其区系. 草业科学, **34**(2): 389–395.

马克平. 1994. 生物群落多样性的测度方法. I: α 多样性的测度方法(下). 生物多样性, **2**(4): 231–239.

孟焕文, 伊卫东, 李莉, 等. 2001. 内蒙古蝶类资源调查. 内蒙古科技与经济, (4): 42–45.

能乃扎布. 1999. 内蒙古昆虫. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社.

尚素琴, 张红勇, 田赋斌, 等. 2017. 甘肃省兴隆山国家级自然保护区蝶类区系组成与多样性. 草业科学, **34**(6): 1314–1322.

王敏, 黄国华, 范晓凌, 等. 2003. 石门台自然保护区蝴蝶物种多样性研究. 生物多样性, **11**(6): 441–453.

王义平, 吴鸿, 徐华潮. 2008. 浙江重点生态地区蝶类生物多样性及其森林生态系统健康评价. 生态学报, **28**(11): 5259–5269.

翁锦涸, 吕文龙, 胡诗佳, 等. 2017. 广东古田自然保护区蝶类群落多样性. 生态学杂志, **36**(1): 132–136.

武春生, 徐培峰. 2017. 中国蝴蝶图鉴. 福州: 海峡书局出版社.

杨大荣. 1998. 西双版纳片段热带雨林蝶类群落结构与多样性研究. 昆虫学报, **41**(1): 48–55.

于晓东, 罗天宏, 周红章. 2004. 横断山区东部四种林型地表甲虫的物种多样性. 动物学研究, **25**(1): 7–14.

赵国钦, 张文广. 1989. 内蒙古九峰山地区的鸟类区系. 四川动物, **8**(1): 21–23.

周尧. 1999. 中国蝶类志(第二版). 郑州: 河南科学技术出版社.

周光益, 顾茂彬, 龚粤宁, 等. 2016. 南岭国家级自然保护区蝴蝶多样性与区系研究. 环境昆虫学报, **38**(5): 971–978.

左自途, 袁兴中, 刘红, 等. 2008. 重庆市主城区不同生境类型的蝴蝶多样性. 生态学杂志, **27**(6): 946–950.

Hamer KC, Hill JK, Lace LA, *et al.* 1997. Ecological and biogeographical effects of forest disturbance on tropical butterflies of Sumba, Indonesia. *Journal of Biogeography*, **24**: 67–75.

Kitahara M, Sei K. 2001. A comparison of the diversity and structure of butterfly communities in seminatural and human-modified grassland habitats at the foot of Mt. Fuji, central Japan. *Biodiversity and Conservation*, **10**: 331–351.

作者简介 王旭娜,女,1992 年生,硕士,主要从事昆虫分类学研究. E-mail: 627007927@qq.com
责任编辑 李凤芹