•研究报告•

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

王 群¹ 郭志祥¹ 李进斌¹ 王凯博¹ 吴文伟¹
浦恩堂¹ 马方舟^{2*} 何成兴^{1*}

¹ (云南省农业科学院农业环境资源研究所, 昆明 650205)

² (生态环境部南京环境科学研究所/国家环境保护生物安全重点实验室, 南京 210042)

摘要: 蝴蝶是无脊椎动物中最受关注的类群和环境指示生物之一, 其种群动态及群落结构能快速地反映环境的状况。哀牢山和无量山国家级自然保护区具有复杂多样的生境, 含有丰富的动植物资源。为了有效地保护环境和资源, 2016–2018年在这两个自然保护区开展了蝴蝶资源及其种群动态的研究。结果表明: 两地蝴蝶均具有较高的多样性水平, 且哀牢山蝴蝶多样性较无量山丰富。哀牢山共观测记录5科83属149种, 该地蝴蝶Shannon-Wiener指数(H'_s)为3.92, 物种丰富度为16.36, Simpson指数为0.97; 景东县无量山样区共记录蝴蝶5科88属143种, Shannon-Wiener指数(H'_s)为3.64, 物种丰富度为15.04, Simpson指数为0.96。哀牢山、无量山两个样区共有5科99属178种蝴蝶。生境分析表明两地蝴蝶均具有明显的垂直分布特征, 哀牢山蝴蝶主要分布在海拔1,100 m以下, 而无量山蝴蝶主要分布在1,100–1,400 m之间。调查时段分析表明, 两地蝴蝶主要分布在5–9月, 哀牢山8月蝴蝶种类较丰富, 而无量山9月蝴蝶种类较丰富。年份分析表明, 哀牢山、无量山两地均以2016年蝴蝶多样性最丰富, 这与适宜的气候及较弱的人为干扰有密切的关系。两地蝴蝶群落为中等相似, Jaccard相似性系数为0.64, 共有种有114种(64.05%)。鉴于无量山、哀牢山蝴蝶多样性较丰富, 且有13种近危物种、3种易危物种和56种个体数极低(≤ 10 头)的未列入红色名录的物种, 因此蝴蝶保护工作刻不容缓。

关键词: 蝴蝶; 新平县哀牢山; 景东县无量山; 种群动态; 生物多样性

Population dynamics and diversity of butterflies in Ailaoshan and Wuliangshan national nature reserves, Yunnan Province

Qun Wang¹, Zhixiang Guo¹, Jinbin Li¹, Kaibo Wang¹, Wenwei Wu¹, Entang Pu¹, Fangzhou Ma^{2*}, Chengxing He^{1*}

¹ Institute of Agricultural Environment and Resource, Yunnan Agricultural Academy of Sciences, Kunming 650205

² Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Ecology and Environment; National Key Laboratory of Biosafety, Ministry of Ecology and Environment, Nanjing 210042

Abstract: Butterflies are one of the most concerned taxonomic groups and environmental indicators among invertebrate. Population dynamics and community structure of butterflies can quickly and effectively reflect the environmental situation of Ecosystem. Ailaoshan and Wuliangshan national nature reserves are rich in animal and plant resources with complicated and diversified habitats. To effectively protect and utilize environment and resources, this study researched population quantitative characteristics and diversity of butterflies in the two reserves during 2016 to 2018. Both Ailaoshan and Wuliangshan had high diversity levels, though Ailaoshan was more abundant than Wuliangshan. In Ailaoshan, 149 species were attributed to 5 families and 83 genera with H'_s of 3.92, a Simpson's index (D) of 0.97, and species richness (R) of 16.36. In Wuliangshan, 143 species were attributed to 5 families and 88 genera with H'_s of 3.64, D of 0.96, and R of 15.04. In total among both areas, 178 species were identified, belonging to 5 families and 99 genera. The two

收稿日期: 2019-11-20; 接受日期: 2020-02-06

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFC0507206)和生态环境部生物多样性保护专项(SDZXWJZ1011)

* 共同通讯作者 Co-authors for correspondence. E-mail: hechengxing69@163.com; mzf@nies.org

regions shared similarities in butterfly communities, with a Similarity index of 0.64. There was evidence of vertical butterfly distribution Ailaoshan and Wuliangshan as most butterflies were distributed below altitude 1,100 meters in Ailaoshan, and between 1,100 to 1,400 meters in Wuliangshan. There were seasonal differences as well, as the butterflies mainly appear from May to September, but species abundances peaked in Ailaoshan in August while Wuliangshan peaked in September. Annual analysis showed 2016 had a greater abundance of butterflies, which is closely related to suitable climate and weak human disturbance. Overall, 13 threatened and 3 vulnerable species according to China Species Red List, and 56 unlisted species with less than 10 individuals were recorded in Ailaoshan and Wuliangshan national nature reserves. Therefore, butterfly protection is urgent and recommended in these regions.

Key words: butterfly; Ailaoshan National Nature Reserve; Wuliangshan National Nature Reserve; population dynamics; biodiversity

蝴蝶是无脊椎动物中颇受关注的环境指示生物和关键类群(Nowicki et al, 2008)。它们对栖息微环境变化敏感, 寄主植物单一, 对生境变化的反应速度比其寄主植物快3–30倍(Maes & Dyck, 2001), 是监测环境变化的重要指示物种(Kerr, 2001; Forister et al, 2010)。因其色泽、斑纹及形态多样纷呈而具有极高的观赏价值。因此, 蝴蝶是一类集经济、文化、科学及生态价值于一身的资源昆虫, 是生物多样性研究与保护的重要类群(张佑祥等, 2011)。蝴蝶物种多样性高、分布范围广, 对生境条件具有较强的专一性, 其种群的时空动态和群落结构特征演变能够快速、有效地反映环境质量、生态系统健康程度以及人类活动干扰等生态环境状况(马克平和刘玉明, 1994; 王敏等, 2003), 其多样性观测数据可作为不同类型生态系统的评价依据, 在许多国家和地区为生物多样性保护与评估、国家尺度的生态规划、生态环境科普教育及环境保护技术研发等提供参考。2016年, 原环境保护部启动了全国蝴蝶多样性观测, 建立了全国蝴蝶观测网络, 为全国蝴蝶多样性系统长期观测奠定了坚实基础(马方舟等, 2018)。

哀牢山地处我国西南低纬高原, 位于我国云贵高原、横断山脉和青藏高原三大自然地理区域的结合部, 既是滇西纵谷区与滇中高原区的地理界线, 又是云南冬季西暖东寒的气候分界线(哀牢山自然保护区综合考察团, 1988)。无量山地处滇西缅北、横断山脉、云贵高原及中南半岛等4个地理区域的结合部位, 在云南地貌区划中属横断山脉南端中山峡谷亚区, 与哀牢山同处于横断山系和云南高原两大地理区域的接合部(云南省林业厅, 2004; 袁军, 2010)。山体支脉向东西两翼扩展呈扇形。保护区为中山峡谷地区, 系云岭山脉南延两大分支中的西支

山脉, 与东支山脉哀牢山平行。地势为北高南低, 中间高两头低, 北部狭窄高峻, 海拔2,500 m以上, 南部开阔低矮, 海拔约1,500 m, 相对高差大, 由澜沧江水面到山顶, 气候与植被呈垂直分布。哀牢山、无量山特殊的地理位置及其复杂多样的生态环境蕴育了丰富的动植物资源, 但有关蝴蝶的资源调查却微乎其微(王群等, 2019)。为明确掌握蝴蝶资源状况、多样性的受威胁状况、种群动态变化及其反映出的环境变化问题, 开展蝴蝶多样性观测是一项重要工作。借助全国蝴蝶多样性观测网络(China BON-Butterflies, 供各观测单位传送数据使用)平台, 2016–2018年于蝴蝶活动频繁期, 在哀牢山、无量山各设置了5条样线, 进行了18次定点定期观测调查取样, 以期初步了解两地蝶类资源多样性及种群动态, 从而为保护利用两地的蝴蝶资源提供相关信息, 为探讨生物多样性丧失与保护、监测及影响生物多样性变化因素等研究提供数据。

1 研究地区概况

1.1 哀牢山概况

哀牢山国家级自然保护区位于云南省中部哀牢山脉中北段上部, 地理坐标为100°44′–101°30′ E, 23°36′–24°56′ N。保护区南北长约130 km, 南部东西宽约4–9 km, 北部南华片东西宽达20多公里, 总面积67,700 ha, 主峰哀牢山海拔3,166 m。哀牢山自然保护区地跨云南省楚雄、南华、双柏、景东、镇沅、新平6个县, 属森林生态系统类型自然保护区。1988年5月建立国家级自然保护区(哀牢山自然保护区综合考察团, 1988)。哀牢山保护区在动植物区系上位于东亚与南亚、喜马拉雅和印缅区系的汇合处, 不少动物南来北至, 东进西入(张正全, 2007), 是许多动植物的迁移通道。

1.2 无量山概况

无量山国家级自然保护区位于云南省景东县 and 南涧县的交界处, 地理坐标为 $100^{\circ}19'-100^{\circ}45' E$, $24^{\circ}17'-24^{\circ}54' N$ 。南北长约83 km, 东西宽约7 km, 呈窄带状, 总面积31,313.0 ha (云南省林业厅, 2004)。保护区地处无量山北段, 山体高大, 地形地势险峻, 总趋势为西北高、东南低。保护区内沿山脊两侧为深切割峡谷地貌, 局部坡岸悬崖峭壁, 河床落差大, 谷地呈“V”字型, 水力资源极为丰富。气候属中、亚热带型高原季风气候, 受地势高差悬殊的影响, 气候、土壤垂直变化明显, 有亚热带、中亚热带、北亚热带、暖温带等垂直气候带。土壤的垂直带谱为赤红壤、红壤、黄棕壤、棕壤, 顶部还有少量的亚高山草甸土。保护区位于山体上部, 保留有常绿阔叶林、针阔混交林与灌丛草地等类型(袁军, 2010; 王群等, 2019)。

2 研究方法

2.1 调查方法

哀牢山蝴蝶观测样线设置(王群等, 2019)如下: 根据不同生境及海拔高度与功能区划类型, 在保护区内及外围选择嘎洒镇新寨(A1)、张家寨(A2)、东关岭(A3)、石门峡(A4)及茶马古道垭口(A5)等5条样线(附录1), 长度总计为10.71 km。其中A1样线位于保护区外围试验区, 海拔为700 m左右, 周围有居民居住, 主要植被为农田、果树及阔叶林。A2样线位于保护区缓冲区, 海拔为1,100 m左右, 周围植被为竹林、阔叶林。A3样线位于保护区核心区, 海拔约2,000 m, 植被主要是针阔混交林。A4样线也位于保护区核心区, 海拔约2,100 m, 植被为常绿阔叶林。A5样线位于保护区缓冲区, 海拔约2,400 m, 周围植被为灌木及阔叶林, 并有一座金矿。

无量山蝴蝶观测样线设置如下: 根据不同生境及海拔高度与功能区划类型, 在无量山保护区内及外围选择岩子脚(B1)、牛筋桩(B2)、文龙(B3)、樱花谷(B4)及孔雀山森林公园等5条样线(附录1), 长度总计为10.14 km。其中, B1样线为保护区外围试验区, 海拔为1,200–1,300 m左右, 人为干扰影响较小, 主要植被为针叶林、灌木、阔叶混交林; B2样线位于保护区缓冲区, 海拔为1,200 m左右, 周围植被为针叶林、灌木、阔叶混交林, 并有少部分居民和农田, 样线一侧为河流; B3样线位于保护区试验

区, 海拔约1,300–1,400 m, 样线两侧均为高山, 山间有一条河, 植被主要是常绿阔叶林, 植物多样性丰富; B4样线位于保护区核心区, 海拔2,100 m左右, 样线设在茶园, 周围植被为常绿阔叶林; B5样线位于保护区试验区外围, 海拔约1,100–1,200 m, 植被主要为针叶林、人工植被及晚熟芒果园。

蝴蝶观测时间是每年蝴蝶活动频繁期每月调查1次, 3年共18次。云南哀牢山、无量山4月份就有蝴蝶开始频繁活动, 因此制定每年4–9月为蝴蝶观测期。由于本项目于2016年4月开始启动、制定观测方案及调查方法, 故2016年的调查期顺延了1个月, 推迟至5–10月, 2017年及2018年的调查期均为4–9月。调查采用样线法, 观测与网捕相结合, 每月中旬晴天调查1次。采集、观测并记录所见到的蝴蝶种类、数量、活动状态及生境概况。以直接计数和网捕累积计数相结合进行种类及数量的精确统计。无法识别的蝴蝶采集放置在写有时间、地点及采集人的三角袋内, 带回室内进行标本制作、分类鉴定。蝶类种类鉴定依据《中国蝶类志》(周尧, 1994)和《中国蝴蝶分类与鉴定》(周尧, 1998), 难以鉴定的种类采用生殖器鉴定及分子手段。高级阶元分类根据分子数据等划分的5科分类系统(Heikkilä et al, 2011; Kawahara & Breinholt, 2014), 将斑蝶科、眼蝶科、喙蝶科及珍蝶科划入蛱蝶科, 蛱蝶科划入灰蝶科。

2.2 数据分析

采用Shannon-Wiener指数、物种丰富度(物种数量)、均匀度指数及优势度指数反映物种多样性及群落特征; 采用相似性系数分析不同区域的异同。

Shannon-Wiener 指数(H')按下式计算(Pielou, 1975; 马克平和刘玉明, 1994):

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i \quad (1)$$

式中, 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。

等级多样性指数公式(马克平和刘玉明, 1994; 查玉平等, 2006; 胡冰冰等, 2010)为:

$$H'_{(gs)} = H'_g + H'_s \quad (2)$$

$$\text{或: } H'_{(fgs)} = H'_f + H'_g + H'_s \quad (3)$$

式中, $H'_{(fgs)}$ 为科等级多样性, $H'_{(gs)}$ 为属等级多样性, H'_f, H'_g, H'_s 分别为科级、属级、种级多样性指数。

物种丰富度(R)采用 Margalef 公式(Margalef, 1958, 1967):

$$R = (S-1)/\ln N \quad (4)$$

式中, S 为物种数。

Simpson 指数(D)按以下公式(Pielou, 1975)计算:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2 \quad (5)$$

均匀度指数(J)采用 Pielou 公式(Whittaker, 1972):

$$J = \frac{H'}{\ln S} \quad (6)$$

优势度指数(I_d)采用 Berger-Parker 公式(马克平和刘玉明, 1994):

$$I_d = \frac{N_{\max}}{N_t} \quad (7)$$

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。

采用相似性系数分析不同区域的异同。采用 Jaccard相似性系数(C_s) (Jaccard, 1900; 阳含熙和卢泽愚, 1981; 胡冰冰等, 2010)计算:

$$C_s = \frac{c}{(a+b-c)} \quad (8)$$

式中, c 为A、B两个样点中的共有物种数, a 、 b 分别为样点A、B所具有的物种数。当 C_s 为0–0.25时, 为

极不相似; C_s 为0.25–0.50时, 为中等不相似; C_s 为0.50–0.75时, 为中等相似; C_s 为0.75–1.00时, 为极相似。

3 结果

3.1 哀牢山蝴蝶数量特征及多样性

对哀牢山不同生境、不同调查时段及不同年份开展了蝴蝶种群数量及多样性分析。

3.1.1 种群数量特征

在 2016–2018 年哀牢山共观测到 8,502 只蝴蝶, 隶属粉蝶科、凤蝶科、灰蝶科、蛱蝶科及弄蝶科等 5 科 83 属 149 种(表 1), 具体种类见附录 2。从表 1 可看出, 哀牢山具有很丰富的蝴蝶多样性($H'_s = 3.92$, $R = 16.36$, $D = 0.97$)。其中蛱蝶科无论是属、种及种群个体数, 还是均匀度、Shannon-Wiener 指数、物种丰富度及 Simpson 指数均最高。灰蝶科和凤蝶科优势度较高。哀牢山蝴蝶个体数大于 200 头的有 11 种, 即雅灰蝶(*Jamides bochus*)、亮灰蝶(*Lampides boeticus*)、青斑蝶(*Tirumala limniace*)、宽边黄粉蝶(*Eurema hecabe*)、蛇眼蛱蝶(*Junonia lemonias*)、菜粉蝶(*Pieris rapae*)、东方菜粉蝶(*P. canidia*)、蓝点紫斑蝶(*Euploea midamus*)、浓紫彩灰蝶(*Heliophorus ila*)、珍贵妩灰蝶(*Udara dilecta*)及酢浆灰蝶(*Pseudozizeeria maha*)。灰蝶科和弄蝶科多样性均较

表1 哀牢山、无量山国家级自然保护区2016–2018年间蝴蝶的属、种数量以及个体数和多样性指数

Table 1 The number of genus, species and individuals and diversity indices of butterflies in Ailaoshan and Wuliangshan national nature reserves between 2016 and 2018

	科 Family	属数 Genus	种数 Species	个体数 Individuals	H'_s	H'_g	$H'_{(gs)}$	J	I_d	R	D
哀牢山 Ailaoshan	粉蝶科 Pieridae	14	23	1,737	2.30	1.83	4.13	0.73	0.21	2.95	0.86
	凤蝶科 Papilionidae	7	21	639	2.39	1.24	3.63	0.78	0.25	3.10	0.87
	灰蝶科 Lycaenidae	16	21	2,474	1.80	1.78	3.59	0.59	0.31	2.56	0.78
	蛱蝶科 Nymphalidae	30	65	3,128	3.25	2.56	5.81	0.78	0.15	7.95	0.94
	弄蝶科 Hesperidae	16	19	524	2.14	1.68	3.81	0.73	0.23	2.87	0.84
	合计 Total	83	149	8,502	3.92	3.45	8.79	0.78	0.09	16.36	0.97
无量山 Wuliangshan	粉蝶科 Pieridae	14	20	3,852	2.06	1.79	3.86	0.69	0.26	2.30	0.83
	凤蝶科 Papilionidae	6	19	1,248	2.04	0.82	2.86	0.69	0.35	2.52	0.81
	灰蝶科 Lycaenidae	14	19	3,762	1.77	1.73	3.51	0.60	0.27	2.19	0.80
	蛱蝶科 Nymphalidae	37	64	3,497	3.05	2.48	5.53	0.73	0.15	7.72	0.92
	弄蝶科 Hesperidae	16	21	216	2.47	2.11	4.59	0.81	0.23	3.72	0.88
	合计 Total	88	143	12,575	3.64	3.26	6.90	0.73	0.08	15.04	0.96

H'_s : 种级Shannon-Wiener多样性指数; H'_g : 属级Shannon-Wiener多样性指数; $H'_{(gs)}$: 属等级Shannon-Wiener多样性指数; J : 均匀度指数; I_d : 优势度指数; R : 物种丰富度; D : Simpson指数。

H'_s , Shannon-Wiener diversity index at species level; H'_g , Shannon-Wiener diversity index at genus level; $H'_{(gs)}$, Shannon-Wiener diversity index at genus hieracay level; J , Evenness index; I_d , Dominance index; R , Richness; D , Simpson index.

表2 哀牢山和无量山国家级自然保护区不同生境、时段及年份的蝴蝶科、属、种数量以及个体数和多样性指数
Table 2 The number of family, genus, species and individuals and diversity indices of butterflies in different habitats, survey time and years in Ailaoshan and Wuliangshan national nature reserves

	科数 Family	属数 Genus	种数 Species	个体数 Individuals	H'_s	H'_g	H'_f	$H'_{(fgs)}$	J	I_d	R	D
哀牢山 Ailao Mountains												
样线 Line transect												
A1	5	58	94	3,613	3.51	2.96	1.22	7.69	0.77	0.12	11.35	0.95
A2	5	68	104	2,817	3.52	3.13	1.40	8.05	0.76	0.15	12.97	0.94
A3	5	34	40	445	2.72	2.66	1.30	6.68	0.74	0.19	6.40	0.90
A4	5	45	62	1,186	3.15	2.99	1.30	7.43	0.76	0.19	8.62	0.92
A5	5	29	34	441	2.87	2.82	1.17	6.86	0.81	0.15	5.42	0.92
调查时段 Time												
4月 April	5	39	50	732	2.78	2.45	1.39	6.61	0.71	0.24	7.43	0.89
5月 May	5	47	69	1,149	3.57	3.22	1.52	8.31	0.84	0.08	9.65	0.96
6月 June	5	50	70	1,769	3.28	3.02	1.29	7.59	0.77	0.21	9.23	0.93
7月 July	5	53	76	1,558	3.25	2.96	1.28	7.49	0.75	0.28	10.20	0.90
8月 August	5	53	84	1,422	3.70	3.26	1.28	8.24	0.84	0.10	11.43	0.96
9月 September	5	58	84	1,589	3.66	3.33	1.42	8.40	0.83	0.10	11.26	0.96
10月 October	5	20	24	283	2.96	2.67	1.44	7.08	0.93	0.11	4.07	0.94
年份 Year												
2016	5	54	86	2,864	3.80	3.20	1.34	8.33	0.85	0.09	10.68	0.97
2017	5	62	101	3,103	3.48	3.28	1.37	8.13	0.75	0.18	12.44	0.94
2018	5	64	89	2,535	3.52	3.20	1.39	8.11	0.78	0.17	11.23	0.94
无量山 Wuliang Mountains												
样线 Line transect												
B1	5	58	91	2,058	3.39	2.94	1.35	7.67	0.75	0.14	11.80	0.94
B2	5	58	89	3,225	3.25	2.90	1.26	7.41	0.72	0.16	10.89	0.93
B3	5	51	81	1,945	3.22	2.92	1.33	7.47	0.73	0.20	10.56	0.93
B4	5	33	41	1,767	2.34	2.24	1.13	5.71	0.63	0.36	5.35	0.82
B5	5	54	82	3,580	3.16	2.84	1.27	7.26	0.72	0.17	9.90	0.93
调查时段 Time												
4月 April	5	34	49	1,446	2.34	1.99	1.19	5.52	0.60	0.44	6.60	0.78
5月 May	5	45	64	1,612	3.38	3.00	1.28	7.66	0.81	0.12	8.53	0.95
6月 June	5	55	85	3,554	3.06	2.89	1.27	7.22	0.69	0.16	10.27	0.92
7月 July	5	65	89	2,277	3.15	2.89	1.32	7.37	0.70	0.25	11.38	0.91
8月 August	5	58	79	1,564	3.29	3.03	1.41	7.72	0.75	0.15	10.61	0.94
9月 September	5	61	93	1,767	3.64	3.19	1.43	8.27	0.80	0.09	12.30	0.96
10月 October	5	17	23	355	2.91	2.47	1.16	6.55	0.93	0.10	3.75	0.94
年份 Year												
2016	5	59	89	4,878	3.47	3.09	1.34	7.90	0.77	0.14	10.36	0.95
2017	5	66	99	3,304	3.20	2.93	1.36	7.49	0.70	0.23	12.09	0.92
2018	5	64	93	4,393	3.14	2.91	1.24	7.28	0.69	0.20	10.97	0.92

H'_s 、 H'_g 、 J 、 I_d 、 R 和 D 同表1; H'_f : 科级Shannon-Wiener多样性指数; $H'_{(fgs)}$: 科等级Shannon-Wiener多样性指数。
 H'_s 、 H'_g 、 J 、 I_d 、 R and D are same as Table 1. H'_f , Shannon Wiener index at family level; $H'_{(fgs)}$, Shannon-Wiener diversity index at family hieracay level.

低,这在其属种个体数及多样性指数(H'_s)、物种丰富度及Simpson指数上均有反映。

3.1.2 哀牢山不同生境、时段及年份蝴蝶种群数量及多样性

哀牢山5条样线均分布有5科蝴蝶(表2)。其中波蚬蝶(*Zemeros flegyas*)、菜粉蝶、大绢斑蝶(*Parantica sita*)、东方菜粉蝶、二尾蛱蝶(*Polyura narcaea*)、宽边黄粉蝶、亮灰蝶、浓紫彩灰蝶、迁粉蝶(*Catopsilia pomona*)、深山黛眼蝶(*Lethe insana*)、雅灰蝶及中华矍眼蝶(*Ypthima chinensis*)等12种蝴蝶为常见种,在5条样线均有分布。从表2可以看出,A1、A2样线的属种、种群个体数及多样性较高,A3和A5样线多样性较低。93.3%的蝴蝶种类和80.9%的个体分布在A1、A2样线,并且这两条样线均在海拔1,100 m以下,说明哀牢山蝴蝶的分布与海拔有一定的关系,存在垂直分布特征。且这两条样线周围有农田分布,有一定的农事活动干扰,但并没有降低蝴蝶的多样性。相反,种类多样的农田、果园植物为蝴蝶取食花蜜汁液提供了保障,蝴蝶也为农作物、果树授粉结实起到促进作用。

调查时段分析表明哀牢山5科蝴蝶在4–10月期间均有分布(表2)。鉴于10月仅有2016年的调查数据,4月仅有2017年和2018年的数据,因此仅比较5–9月多样性。其中,8月蝴蝶种类及物种多样性最丰富($H'_s = 3.70$, $R = 11.43$, $D = 0.96$)。此外,2016年的蝴蝶种群动态分析表明10月蝴蝶种属及种群个体数均为最少,为20属24种283只。在2016–2018年4–10月期间,每月均出现的蝴蝶有10种,包括巴黎翠凤蝶(*Papilio paris*)、菜粉蝶、翠蓝眼蛱蝶(*Junonia orithya*)、大绢斑蝶、黄裳眼蛱蝶(*Junonia hierta*)、宽边黄粉蝶、青斑蝶、玉斑美凤蝶(*Papilio helenus*)、中华矍眼蝶及酢浆灰蝶等。

年度间分析表明,2016年蝴蝶种类虽然不是最多,但其 H'_s 却最高,为3.80(表2)。2016–2018年间每年均出现的蝴蝶有43种,包括巴黎翠凤蝶、碧翠凤蝶(*Papilio bianor*)、波纹眼蛱蝶(*Junonia atlites*)、波蚬蝶、槲黄粉蝶(*Eurema blanda*)、橙黄豆粉蝶(*Colias fieldii*)、翠蓝眼蛱蝶、大绢斑蝶、东方菜粉蝶、豆粒银线灰蝶(*Spindasis syama*)、断纹黄室弄蝶(*Potanthus trachalus*)、二尾蛱蝶、飞龙粉蝶(*Talbotia naganum*)、鹤顶粉蝶(*Hebomoia glaucippe*)、黑脉园粉蝶(*Cepora nerissa*)、虎斑蝶(*Danaus genutia*)、幻

紫斑蛱蝶(*Hypolimnys bolina*)、黄裳眼蛱蝶、金斑蝶(*Danaus chrysippus*)、宽边黄粉蝶、蓝点紫斑蝶、亮灰蝶、美眼蛱蝶(*Junonia almana*)、暮眼蝶(*Melanitis leda*)、浓紫彩灰蝶、迁粉蝶、青斑蝶、青凤蝶(*Graphium sarpedon*)、曲纹稻弄蝶(*Parnara ganga*)、散纹盛蛱蝶(*Symbrenthia lilae*)、蛇眼蛱蝶、深山黛眼蝶、娑环蛱蝶(*Neptis soma*)、网丝蛱蝶(*Cyrestis thyodamas*)、秀蛱蝶(*Pseudergolis wedah*)、雅灰蝶、艳妇斑粉蝶(*Delias belladonna*)、银豹蛱蝶(*Childrena childreni*)、优越斑粉蝶(*Delias hyparete*)、玉斑美凤蝶、直纹稻弄蝶(*Parnara guttata*)、中华矍眼蝶及酢浆灰蝶等。

3.2 无量山蝴蝶数量特征及多样性

3.2.1 种群数量特征

无量山同哀牢山一样具有粉蝶科、凤蝶科、灰蝶科、蛱蝶科及弄蝶科等5科蝴蝶,隶属88属143种,共计12,575只(表1),个体数量明显高于哀牢山。具体种类见附录2。无量山蝴蝶也具有较丰富的多样性($H'_s = 3.64$, $R = 15.04$, $D = 0.96$)。尽管蛱蝶科种群个体数较灰蝶科、粉蝶科少,但其种属数及多样性指数仍然是最高($H'_s = 3.05$, $R = 7.72$, $D = 0.92$);凤蝶科、粉蝶科、灰蝶科各级多样性指数均较低,但具有较高的优势度, I_d 分别为0.35、0.26及0.27,这与个体数较大的物种有一定的关系。弄蝶科个体数最低,且单种属较多。无量山蝴蝶个体数大于200头的有17种,包括酢浆灰蝶、东方菜粉蝶、迁粉蝶、浓紫彩灰蝶、宽边黄粉蝶、雅灰蝶、波蚬蝶、中华矍眼蝶、矍眼蝶(*Ypthima balda*)、青凤蝶、嵩青斑蝶(*Tirumala septentrionis*)、虎斑蝶、菜粉蝶、巴黎翠凤蝶、鹤顶粉蝶、秀蛱蝶及亮灰蝶等,其中酢浆灰蝶、东方菜粉蝶个体数高达1,000头以上。

3.2.2 无量山不同生境、时段及年份蝴蝶种群数量特征及多样性

表2可以看出,无量山5条样线均分布有5科蝴蝶,其中B1、B2、B3及B5样线的属种、个体数及多样性均较高,B4样线多样性较低。由表2可知,95.1%的种类和85.9%的个体分布在B1、B2、B3及B5样线上,说明无量山蝴蝶主要分布在海拔1,200–1,400 m范围,存在垂直分布特征。另外,B4、B5样线都属风景游览区,人为干扰程度较强,且B4样线海拔较高,成为蝴蝶多样性较低的主要原因。波蚬蝶、菜粉蝶、翠蓝眼蛱蝶、东方菜粉蝶、断纹黄室弄蝶、

钩翅眼蛱蝶(*Junonia iphita*)、黑脉园粉蝶、矍眼蝶、宽边黄粉蝶、宽带美凤蝶(*Papilio nephelus*)、亮灰蝶、青凤蝶、娑环蛱蝶、小环蛱蝶(*Neptis sappho*)、雅灰蝶、银豹蛱蝶、玉斑美凤蝶、中华矍眼蝶及酢浆灰蝶等19种在5条样线均有分布,说明这些种类适应较广,不同海拔生境均适合其生存。

调查时段分析表明无量山5科蝴蝶在4–10月期间均有分布(表2)。鉴于10月仅有2016年的调查数据,4月仅有2017年和2018年的数据,因此时段仅分析5–9月。9月种数及物种多样性指数最丰富。属种及个体数从5月份开始逐渐增加至7月份,8月份略有回落,到9月又略增加。2016年的蝴蝶种群动态分析表明10月蝴蝶种属数及种群个体数为最少。4月、7月的优势度 I_d 较高,分别为0.44和0.25,具有一些个体数较大的蝴蝶种类。每月均出现的蝴蝶有10种,即巴黎翠凤蝶、翠蓝眼蛱蝶、宽边黄粉蝶、青凤蝶、散纹盛蛱蝶、小红蛱蝶(*Vanessa cardui*)、秀蛱蝶、艳妇斑粉蝶、玉斑美凤蝶及窄斑翠凤蝶(*Papilio arcturus*),说明这些蝴蝶对无量山春、夏、秋季的气候均较适应。

无量山年度间分析结果与哀牢山趋势相同,即2016年蝴蝶种类虽然不是最多,但其个体数及多样性指数($H'_s = 3.47$)却最高(表2)。每年均有分布的蝴蝶共计46种,即巴黎翠凤蝶、白带褐蛱蝶(*Abisara fylloides*)、报喜斑粉蝶(*Delias pasithoe*)、波蛱蝶、橙粉蝶(*Ixias pyene*)、橙黄豆粉蝶、翠蓝眼蛱蝶、达摩凤蝶(*Papilio demoleus*)、大绢斑蝶、东方菜粉蝶、豆粒银线灰蝶、断纹黄室弄蝶、二尾蛱蝶、鹤顶粉蝶、黑脉园粉蝶、红锯蛱蝶(*Cethosia biblis*)、虎斑蝶、幻紫斑蛱蝶、宽边黄粉蝶、宽带袖弄蝶(*Notocrypta eitschbergeri*)、蓝点紫斑蝶、亮灰蝶、美眼蛱蝶、暮眼蝶、浓紫彩灰蝶、迁粉蝶、青斑蝶、青凤蝶、散纹盛蛱蝶、蓝青斑蝶、蛇眼蛱蝶、娑环蛱蝶、网丝蛱蝶、小红蛱蝶、秀蛱蝶、雅灰蝶、艳妇斑粉蝶、银豹蛱蝶、银线尾蛱蝶(*Dodona eugenes*)、银线灰蝶(*Spindasis takanonis*)、优越斑粉蝶、玉斑美凤蝶、窄斑翠凤蝶、中华矍眼蝶、中环蛱蝶(*Neptis hylas*)及酢浆灰蝶等。

3.3 哀牢山、无量山两个样区蝴蝶种类比较

哀牢山、无量山两个样区蝴蝶合并分析,可知两个样区共有蝴蝶5科99属178种(附录2)。其中共有种114种,占总种数的64.05%;哀牢山分布而无量

山没有的蝴蝶种类达35种,无量山分布而哀牢山没有的种类达29种。Jaccard相似性系数为0.64,显示两地蝴蝶群落为中等相似。

两地合计有99属,共有的属有72个,占总属数的72.73%;蝴蝶种类最多的属是凤蝶属(*Papilio*),有11个种(附录2)。其中哀牢山有83个属,哀牢山分布而无量山没有的属有11个;无量山有88个属,无量山分布而哀牢山没有的属有16个。

根据《中国物种红色名录》(汪松和解焱, 2005),两地区有近危(NT)种13种,易危(VU)种3种(附录2)。近危物种有鹤顶粉蝶、窄斑翠凤蝶、金裳凤蝶(*Troides aeacus*)、裳凤蝶(*T. helena*)、燕凤蝶(*Lamproptera curia*)、绿带燕凤蝶(*L. meges*)、海蓝娆灰蝶(*Arhopala hellenore*)、姹蛱蝶(*Chalinga elwesi*)、暗翠蛱蝶(*Euthalia eriphylae*)、珀翠蛱蝶(*E. pratti*)、黄带弄蝶(*Lobocla liliana*)、刷胫弄蝶(*Sarangesa dasahara*)及黄裳肿脉弄蝶(*Zographetus satwa*)等,易危物种有云南麝凤蝶(*Byasa hedistus*)、彩裙麝凤蝶(*B. polla*)、江崎矍眼蝶(*Ypthima esakii*)。除窄斑翠凤蝶、云南麝凤蝶、海蓝娆灰蝶个体数量在10头以上外,其余《中国物种红色名录》记载的物种个体数均以个位数计,形势很严峻。其中海蓝娆灰蝶仅于2017年在哀牢山张家寨样线观测到10头。云南麝凤蝶在哀牢山有32头,2016年张家寨及2018年嘎洒镇新寨、张家寨、东关岭样线有分布;无量山13头,仅于2016、2017年在孔雀山森林公园出现。窄斑翠凤蝶在哀牢山、无量山均有出现,其中哀牢山43头,仅于2016、2017年在张家寨样线有记录;无量山82头,3年间除樱花谷外,其余4条样线均有分布。从附录2还可以看出,还有56种《中国物种红色名录》之外的蝴蝶个体数量极少(≤ 10 头)。

4 讨论

4.1 哀牢山、无量山蝴蝶资源仍需保护

哀牢山和无量山两个国家级自然保护区自然条件优越、地形复杂、生境多样、森林覆盖率高,动植物种类繁多(哀牢山自然保护区综合考察团, 1988; 云南省林业厅, 2004; 张正全, 2007; 袁军, 2010)。本研究通过3年调查,结果表明哀牢山、无量山蝶类资源相对丰富,共记录蝴蝶5科99属178种。尽管无量山蝴蝶属数及个体数均高于哀牢山,但蝴蝶种类数量及多样性指数均表明,哀牢山蝴蝶多样性更丰

富。这可能与无量山单种属数较多,且存在一些个体数量较大的优势种有关。两地区有近危物种13种,易危物种3种。还有56种未列入《中国物种红色名录》,但个体数却极低(≤ 10)。因此尽管哀牢山、无量山蝴蝶多样性较丰富,但仍然要重视蝴蝶资源的保护及利用。

4.2 影响蝴蝶分布的因素

影响物种分布格局的因素主要有地质历史、气候、物种自身的散布能力、物种的生态幅、物种间的相互作用以及人为因素等等(Cox et al, 2016)。蝴蝶的分布及其多样性除了自身的因素外,与其地理环境、气候、植被、生境及人为干扰程度有密切的关系。其中,气候与植被是较为关键的影响因子。

不同生境、调查时段及调查年份个体数量及多样性分析表明,两地有一定的共性和特殊性。两地蝴蝶分布均具有一定的垂直分布特征。海拔高度的变化致使气温、湿度和土壤等随之变化,从而影响了生境中的植被类型及植被的丰富程度,因此间接影响了蝴蝶在不同生境内的分布(Wettstein & Schmid, 1999; Weibull et al, 2000; Vu, 2009)。哀牢山蝴蝶主要分布在海拔1,100 m以下(93.3%的蝴蝶种类和80.9%的个体数),无量山蝴蝶主要分布在海拔1,100–1,400 m范围(95.1%的种类和85.9%的个体数)。蝴蝶是对环境反应较敏感的物种之一,其垂直分布特征正是对落差较大的山地环境变化的敏感反应。蝴蝶垂直分布特征在许多山地研究中均有一定的表现,如安徽鹞落坪国家级自然保护区海拔800–1,200 m蝴蝶种类最丰富(王松等, 2009);湖南壶瓶山国家级自然保护区88.01%的蝶类分布在海拔1,100 m以下(张佑祥等, 2007);大理苍山洱海国家级自然保护区蝴蝶物种丰富度随海拔升高,呈现先增加后降低的单峰分布格局,90%以上的物种分布在海拔1,600–2,400 m,而海拔1,500 m以下及3,000 m以上分布很少,3,400 m以上未见分布(毛本勇等, 2009)。

宏观尺度上气候是决定物种分布的主要环境因子(Woodward & Lomas, 2004; Box & Fujiwara, 2012)。气候变化对蝴蝶的地理分布受影响显著(Parmesan et al, 1999),甚至关系到蝴蝶种群的生存(Thomas CD et al, 2004; Swaay et al, 2008)。调查时段分析表明,两地蝴蝶主要分布在5–9月,哀牢山8月蝴蝶种类最丰富,无量山9月蝴蝶种类最丰富。哀

牢山、无量山均处于横断山系和云贵高原两大地理区域的接合部,山体连绵高大,峡谷与高山并存,立体气候与海拔高差关系明显,植被复杂多样,为丰富多样的蝴蝶提供了适宜的栖息环境及食物来源。5–9月是哀牢山、无量山气候较适宜动植物生长的季节即盛花盛果期,同时也是蝴蝶适宜生长繁衍的季节。后河国家级自然保护区蝴蝶在不同季节的多样性分析中也表现出类似的趋势,即春、夏、秋3季蝴蝶群落的物种丰富度指数及各级多样性指数均以夏季最高(查玉平等, 2006)。无量山蝴蝶8月份多样性稍有回落,可能与该地8月降水相对集中有关。尽管哀牢山、无量山10月份蝴蝶调查仅有2016年的数据,与当年的调查数据比较来看,蝴蝶属种数及个体数是急剧下降的,但仍有部分蝴蝶在活动。为了长期监测蝴蝶种群动态变化,这两地将每年增加10月份的观测。

植被既是蝴蝶生存的栖息环境,也是其取食的来源,因此植被的变化会使蝴蝶的分布发生相应的变化(Masters et al, 2010),栖息地退化是导致生物多样性减少的主要原因(Thomas JA et al, 2004)。与2016年比较,2017年及2018年的多样性均有一定程度的降低,这与气候及人为干扰有重要关系。2017年度前期干旱少雨,从7月中旬至9月上旬持续降雨58天。年份分析表明,哀牢山、无量山两地均以2016年蝴蝶多样性最丰富。另外,哀牢山A1样线2017年开始修路,无量山B1、B3样线内修南景高速公路,周围环境不同程度遭到破坏。因此,哀牢山、无量山两个样区观测到的蝴蝶个体数量明显减少,从而物种多样性指数也明显下降。

4.3 哀牢山、无量山蝴蝶群落中等相似

通过两地蝴蝶种属比较,发现两地蝴蝶共有种有114种,占总种数的64.05%,Jaccard相似性系数为0.64,说明两地蝴蝶群落为中等相似,这暗示哀牢山、无量山两地生境、气候及植被既有一定的相似性,又都有各自独特的特点。其中仅哀牢山独有的蝴蝶种类达35种,无量山独有的种类达29种(见附录2)。哀牢山与无量山同处于横断山系和云南高原两大地理区域的接合部,分属云岭山脉南延的两大平行分支,即东支山脉和西支山脉,并处于相同的动物地理区划,两地的气候和植被均具立体特征,这为蝴蝶群落的中等相似提供了前提。

蝴蝶与环境之间的互作和协同进化是一个极

为复杂的过程, 短时间内的观测并不能客观真实地反映蝴蝶与环境之间的微变化。通过多样性观测能够掌握全国蝴蝶多样性的时空分布特征及动态变化趋势, 据此提出优先保护的蝴蝶物种名录和优先保护区域, 并分析蝴蝶多样性变化的驱动因素, 识别蝴蝶面临的威胁因素, 为消除或减少这些危害提供基础数据。因此尽管这两地少见稀有、濒危蝴蝶物种, 但均有其独有的种类, 值得保护利用, 建议长期进行资源观测。

参考文献

- Ailaoshan Nature Reserve Comprehensive Investigation Team (1988) Collection of Comprehensive Investigation Reports of the Ailaoshan Nature Reserve. Yunnan Ethnic Press, Kunming. (in Chinese) [哀牢山自然保护区综合考察团 (1988) 哀牢山自然保护区综合考察报告集. 云南民族出版社, 昆明.]
- Box EO, Fujiwara K (2012) A comparative look at bioclimatic zonation, vegetation types, tree taxa and species richness in Northeast Asia. *Botanica Pacifica*, 1, 5–20.
- Choi I (1994) Monographia Rhopalocerorum Sinensium. Henan Science and Technology Press, Zhengzhou. (in Chinese) [周尧 (1994) 中国蝶类志. 河南科学技术出版社, 郑州.]
- Choi I (1998) Classification and Identification of Chinese Butterflies. Henan Science and Technology Press, Zhengzhou. (in Chinese) [周尧 (1998) 中国蝴蝶分类与鉴定. 河南科学技术出版社, 郑州.]
- Cox CB, Moore PD, Ladle R (2016) Biogeography: An Ecological and Evolutionary Approach. John Wiley & Sons, New Jersey.
- Forister ML, McCall AC, Sanders NJ, Fordyce JA, Thorne JH, O'Brien J, Waetjen DP, Shapiro AM (2010) Compounded effects of climate change and habitat alteration shift patterns of butterfly diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 107, 2088–2092.
- Heikkilä M, Kaila L, Mutanen M, Peña C, Wahlberg N (2011) Cretaceous origin and repeated tertiary diversification of the redefined butterflies. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279, 1093–1099.
- Hu BB, Li HH, Liang ZP, Zhao TJ, Ren XB (2010) Diversity and fauna of butterflies in Baxian Mountain State Nature Reserve. *Acta Ecologica Sinica*, 30, 3226–3238. (in Chinese with English abstract) [胡冰冰, 李后魂, 梁之聘, 赵铁建, 任秀柏. (2010) 八仙山自然保护区蝴蝶群落多样性及区系组成. *生态学报*, 30, 3226–3238.]
- Jaccard P (1900) Contribution au probleme de l'immigration post -glaciaire de la flora alpine. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 36, 732–739.
- Kawahara AY, Breinholt JW (2014) Phylogenomics provides strong evidence for relationships of butterflies and moths. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281, 20140970.
- Kerr JT (2001) Butterfly species richness patterns in Canada: Energy, heterogeneity, and the potential consequences of climate change. *Conservation Ecology*, 5, 131–147.
- Ma FZ, Xu HG, Chen MM, Tong WJ, Wang CB, Cai L (2018) Progress in construction of China butterfly diversity observation network (China BON-Butterflies). *Journal of Ecology and Rural Environment*, 34, 27–36. (in Chinese with English abstract) [马方舟, 徐海根, 陈萌萌, 童文君, 王晨彬, 蔡蕾 (2018) 全国蝴蝶多样性观测网络(China BON-Butterflies)建设进展. *生态与农村环境学报*, 34, 27–36.]
- Ma KP, Liu YM (1994) Measurement of biotic community diversity I. α diversity (Part 2). *Chinese Biodiversity*, 2, 231–239. (in Chinese) [马克平, 刘玉明 (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, 231–239.]
- Maes D, Dyck HV (2001) Butterfly diversity loss in Flanders (north Belgium): Europe's worst case scenario? *Biological Conservation*, 99, 263–276.
- Mao BY, Yang ZZ, Bai XM, Xu JS, Feng JM (2009) Fauna and distribution pattern of butterflies in Cangshan Erhai National Nature Reserve. *Journal of Dali University*, 8(8), 49–58. (in Chinese with English abstract) [毛本勇, 杨自忠, 白雪梅, 徐吉山, 冯建孟 (2009) 苍山洱海国家级自然保护区蝴蝶及其分布格局. *大理学院学报*, 8(8), 49–58.]
- Margalef DR (1958) Information theory in ecology. *General Systematics*, 3, 36–71.
- Margalef R (1967) Some concepts relative to the organization of plankton. *Oceanography Marine Biology: An Annual Review*, 5, 257–289.
- Masters GJ, Brown VK, Clarke IP, Whittaker JB, Hollier JA (2010) Direct and indirect effects of climate change on insect herbivores: Auchenorrhyncha (Homoptera). *Ecological Entomology*, 23, 45–52.
- Nowicki P, Settele J, Henry PY, Woyciechowski M (2008) Butterfly monitoring methods: The ideal and the real world. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, 54, 69–88.
- Parmesan C, Ryrholm N, Stefanescu C, Hill JK, Thomas CD, Descimon H, Huntley B, Kaila L, Kullberg J, Tammaru T (1999) Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature*, 399, 579–583.
- Pielou EC (1975) *Ecological Diversity*. John Wiley & Sons Inc., New Jersey.
- Swaay C, Nowicki P, Settele J, Van Strien A (2008) Butterfly monitoring in Europe: Methods, applications and perspectives. *Biodiversity and Conservation*, 17, 3455–3469.
- Thomas CD, Alison C, Green RE, Michel B, Beaumont LJ, Collingham YC, Erasmus BFN, Martinez Ferreira DS, Alan G, Lee H (2004) Extinction risk from climate change. *Nature*, 427, 145–148.
- Thomas JA, Telfer MG, Roy DB, Preston CD, Greenwood J,

- Asher J, Fox R, Clarke RT, Lawton JH (2004) Comparative losses of British butterflies, birds, and plants and the global extinction crisis. *Science*, 303, 1879–1881.
- Vu LV (2009) Diversity and similarity of butterfly communities in five different habitat types at Tam Dao National Park, Vietnam. *Journal of Zoology*, 277, 15–22.
- Wang M, Huang GH, Fan XL, Xie GZ, Huang LS, Dai KY (2003) Species diversity of butterflies in Shimentai Nature Reserve, Guangdong. *Biodiversity Science*, 11, 441–453. (in Chinese with English abstract) [王敏, 黄国华, 范晓凌, 谢国忠, 黄林生, 戴克元 (2003) 石门台自然保护区蝴蝶物种多样性研究. *生物多样性*, 11, 441–453.]
- Wang Q, Guo ZX, Li JB, Ma FZ, Wu WW, Wang KB, He CX (2019) Butterfly in Ailaoshan National Natural Reserve: Faunal composition and species diversity. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 35(5), 75–83. (in Chinese with English abstract) [王群, 郭志祥, 李进斌, 马方舟, 吴文伟, 王凯博, 何成兴 (2019) 哀牢山国家级自然保护区蝴蝶区系及多样性. *中国农学通报*, 35(5), 75–83.]
- Wang S, Bao FY, Mei BM, Ding SC (2009) Vertical distribution and community diversity of butterflies in Yaoluoping National Nature Reserve, Anhui, China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 20, 2262–2270. (in Chinese with English abstract) [王松, 鲍方印, 梅百茂, 丁仕超 (2009) 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. *应用生态学报*, 20, 2262–2270.]
- Wang S, Xie Y (2005) *China Species Red List, Vol. III. Invertebrates*. Higher Education Press, Beijing. (in Chinese) [汪松, 解焱 (2005) 中国物种红色名录, 第三卷: 无脊椎动物. 高等教育出版社, 北京.]
- Weibull AC, Bengtsson J, Nohlgren E (2000) Diversity of butterflies in the agricultural landscape: The role of farming system and landscape heterogeneity. *Ecography*, 23, 743–750.
- Wettstein W, Schmid B (1999) Conservation of arthropod diversity in montane wetlands: Effect of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterflies and grasshoppers. *Journal of Applied Ecology*, 36, 363–373.
- Whittaker RH (1972) Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21, 213–251.
- Woodward FI, Lomas MR (2004) Vegetation dynamics—Simulating responses to climatic change. *Biological Reviews*, 79, 643–670.
- Yang HX, Lu ZY (1981) *Numerical Classification Methods in Plant Ecology*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [阳含熙, 卢泽愚 (1981) 植物生态学的数量分类方法. 科学出版社, 北京.]
- Yuan J (2010) Wuliangshan State Natural Reserve biodiversity and its protection countermeasures research. *Journal of Fujian Forestry Science and Technology*, 37(3), 131–135. (in Chinese with English abstract) [袁军 (2010) 无量山国家级自然保护区生物多样性及保护对策研究. *福建林业科技*, 37(3), 131–135.]
- Yunnan Forestry Department (2004) *Wuliangshan National Nature Reserve*. Yunnan Science and Technology Press, Kunming. (in Chinese) [云南省林业厅 (2004) 无量山国家级自然保护区. 云南科技出版社, 昆明.]
- Zha YP, Luo QG, Wang GX, Wu SB, Huang DQ, Deng CS (2006) Community diversity of butterfly in Houhe National Nature Reserve. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 17, 265–268. (in Chinese with English abstract) [查玉平, 骆启桂, 王国秀, 吴少斌, 黄大钱, 邓长盛 (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, 265–268.]
- Zhang YX, Liu ZX, Yu GQ (2007) Faunistic structure and vertical distribution of butterflies in Hupingshan Mountain National Nature Reserve, Hunan. *Sichuan Journal of Zoology*, 26, 892–897. (in Chinese with English abstract) [张佑祥, 刘志霄, 于桂清 (2007) 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. *四川动物*, 26, 892–897.]
- Zhang YX, Yan ZJ, Liu ZX (2011) Faunal characteristics of butterflies in Xiaoxi National Nature Reserve of Hunan, China. *Journal of Southwest University (Natural Science Edition)*, 33(8), 74–79. (in Chinese with English abstract) [张佑祥, 阎中军, 刘志霄 (2011) 湖南小溪国家级自然保护区蝶类资源及其区系特征. *西南大学学报(自然科学版)*, 33(8), 74–79.]
- Zhang ZQ (2007) Status quo of the biodiversity of Ailaoshan Nature Reserve and countermeasures for protection and management. *Forest Inventory and Planning*, 32(3), 68–70, 75. (in Chinese with English abstract) [张正全 (2007) 哀牢山自然保护区生物多样性现状及保护管理对策. *林业调查规划*, 32(3), 68–70, 75.]

(责任编辑: 白明 责任编辑: 时意专)

附录 Supplementary Material

附录1 哀牢山、无量山国家自然保护区蝴蝶样线基本地理信息

Appendix 1 Geographic information of butterfly line transect on Ailaoshan and Wuliangshan national nature reserves

<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2019364-1.pdf>

附录2 哀牢山及无量山国家级自然保护区蝴蝶名录

Appendix 2 List of butterflies on Ailaoshan and Wuliangshan national nature reserves

<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2019364-2.pdf>

王群, 郭志祥, 李进斌, 王凯博, 吴文伟, 浦恩堂, 马方舟, 何成兴 (2020) 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. 生物多样性, **28** (8): 921–930. <http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2019364>

附录1 哀牢山、无量山自然保护区蝴蝶样线基本地理信息。^a 哀牢山的样线设置与王群等(2019)相同;^b 孔雀山森林公园。

Appendix 1 Geographic information of butterfly line transect on Ailaoshan and Wuliangshan national nature reserves. ^a The transect lines in the Ailao Mountains are the same as Wang et al (2019). ^b indicates Kongqeshan forest park.

样区	样线名称	编码	长度	经度	纬度	海拔	植被	干扰程度
Sample region	Transect line	Code	Length (km)	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Vegetation	Disturbance
哀牢山 ^a Ailaoshan ^a	嘎洒镇新寨	A1	2.26	101°32′–101°32′ E	24°06′–24°07′ N	618–730	农田、果园、阔叶林	强 Strong
	Xinzhai, Gasa town						Field, orchard and broad-leaf forest	
	张家寨	A2	2.05	101°30′–101°31′ E	24°05′–24°06′ N	1,016–1,096	竹林、阔叶林	中 Middle
	Zhangjiazhai						Bamboo and broad-leaved forest	
	东关岭	A3	2.2	101°32′–101°32′ E	23°59′–23°59′ N	2,017–2,032	针阔混交林	弱 Weak
	Dongguanling						Coniferous and broad-leaved mixed forest	
	石门峡	A4	2.13	101°31′–101°31′ E	23°57′–23°58′ N	2,087–2,112	常绿阔叶林	弱 Weak
	Shimenxia						Evergreen broad-leaved forest	
	茶马古道垭口	A5	2.07	101°28′–101°29′ E	23°55′–23°56′ N	2,250–2,420	灌木、阔叶林及金矿	强 Strong
	Tea-Horse Road Pass						Shrub, broad-leaved forest and gold mine	
无量山 Wuliangshan	岩子脚	B1	2.17	100°46′–100°47′ E	24°31′–24°32′ N	1,204–1,327	针叶林、灌木、阔叶混交林	弱 Weak
	Yanzijiao						Conifer, shrub and broad-leaf mixed forest	
	牛筋庄	B2	1.91	100°44′–100°45′ E	24°37′–24°37′ N	1,251–1,254	针叶林、灌木、阔叶混交林	弱 Weak
	Niujinzhuan						Conifer, shrub and broad-leaf mixed forest	
	文龙	B3	2.39	100°37′–100°38′ E	24°43′–24°43′ N	1,390–1,431	常绿阔叶林	弱 Weak
	Wenlong						Evergreen broad-leaved forest	
	樱花谷	B4	1.63	100°31′–100°31′ E	24°46′–24°46′ N	2,130–2,177	针阔混交林、茶园	强 Strong
	Yinghuagu						Coniferous and broad-leaved mixed forest, tea garden	
	孔雀山 ^b	B5	2.04	100°52′–100°52′ E	24°25′–24°24′ N	1,170–1,288	针叶林、公园	强 Strong
	Kongqeshan ^b						Coniferous forest, park	

王群, 郭志祥, 李进斌, 王凯博, 吴文伟, 浦恩堂, 马方舟, 何成兴 (2020) 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. 生物多样性, **28** (8): 921–930.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2019364>

附录2 哀牢山及无量山国家级自然保护区蝴蝶名录。*根据《中国物种红色名录第三卷无脊椎动物》核定的濒危等级; NT: 近危(Near Threatened); VU: 易危物种 (Vulnerable)。● 有分布 (Existence)
Appendix 2 List of butterfly species in the Ailaoshan and Wuliangshan national nature reserves

序号	种名	拉丁名	哀牢山	无量山	个体数	等级
Number	Species	Latin name	Ailaoshan	Wuliangshan	No. of inds.	Rank*
粉蝶科 Pieridae						
1	绢粉蝶	<i>Aporia crataegi</i>	●	●	28	
2	大翅绢粉蝶	<i>Aporia largeaui</i>			2	
3	白翅尖粉蝶	<i>Appias albina</i>		●	5	
4	兰姬尖粉蝶	<i>Appias lalage</i>	●	●	6	
5	迁粉蝶	<i>Catopsilia pomona</i>	●	●	999	
6	黑脉园粉蝶	<i>Cepora nerissa</i>	●	●	145	
7	斑缘豆粉蝶	<i>Colias erate</i>	●		20	
8	橙黄豆粉蝶	<i>Colias fieldii</i>	●	●	77	
9	艳妇斑粉蝶	<i>Delias belladonna</i>	●	●	164	
10	优越斑粉蝶	<i>Delias hyparete</i>	●	●	143	
11	报喜斑粉蝶	<i>Delias pasithoe</i>	●	●	46	
12	黑角方粉蝶	<i>Dercas lycorias</i>	●	●	78	
13	橙翅方粉蝶	<i>Dercas nina</i>	●		11	
14	槲黄粉蝶	<i>Eurema blanda</i>	●	●	44	
15	宽边黄粉蝶	<i>Eurema hecabe</i>	●	●	1,207	
16	圆翅钩粉蝶	<i>Gonepteryx amintha</i>	●	●	2	
17	钩粉蝶	<i>Gonepteryx rhamni</i>	●		3	
18	鹤顶粉蝶	<i>Hebomoia glaucippe</i>	●	●	290	NT
19	橙粉蝶	<i>Ixias pyene</i>	●	●	117	
20	东方菜粉蝶	<i>Pieris canidia</i>	●	●	1,341	
21	黑纹粉蝶	<i>Pieris melete</i>	●	●	37	
22	菜粉蝶	<i>Pieris rapae</i>	●	●	593	
23	云粉蝶	<i>Pontia edusa</i>	●	●	33	
24	飞龙粉蝶	<i>Talbotia naganum</i>	●	●	198	
凤蝶科 Papilionidae						
25	云南麝凤蝶	<i>Byasa hedistus</i>	●	●	45	VU
26	突缘麝凤蝶	<i>Byasa plutonius</i>	●		2	
27	彩裙麝凤蝶	<i>Byasa polla</i>	●		2	VU
28	统帅青凤蝶	<i>Graphium agamemnon</i>	●		2	
29	碎斑青凤蝶	<i>Graphium chironides</i>	●	●	43	
30	宽带青凤蝶	<i>Graphium cloanthus</i>	●	●	38	
31	青凤蝶	<i>Graphium sarpedon</i>	●	●	451	
32	燕凤蝶	<i>Lamproptera curia</i>	●	●	20	NT
33	绿带燕凤蝶	<i>Lamproptera meges</i>	●	●	18	NT
34	窄斑翠凤蝶	<i>Papilio arcturus</i>	●	●	125	NT
35	碧翠凤蝶	<i>Papilio bianor</i>	●	●	79	
36	巴黎翠凤蝶	<i>Papilio paris</i>	●	●	329	

王群, 郭志祥, 李进斌, 王凯博, 吴文伟, 浦恩堂, 马方舟, 何成兴 (2020) 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. 生物多样性, **28** (8): 921–930.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2019364>

序号	种名	拉丁名	哀牢山	无量山	个体数	等级
Number	Species	Latin name	Ailaoshan	Wuliangshan	No. of inds.	Rank*
37	柑橘凤蝶	<i>Papilio xuthus</i>	●	●	15	
38	牛郎凤蝶	<i>Papilio bootes</i>	●		1	
39	达摩凤蝶	<i>Papilio demoleus</i>	●	●	87	
40	玉斑美凤蝶	<i>Papilio helenus</i>	●	●	250	
41	金凤蝶	<i>Papilio machaon</i>		●	29	
42	美凤蝶	<i>Papilio memnon</i>		●	1	
43	宽带美凤蝶	<i>Papilio nephelus</i>	●	●	64	
44	玉带美凤蝶	<i>Papilio polytes</i>	●	●	114	
45	红绶绿凤蝶	<i>Pathysa nomius</i>	●		160	
46	华夏剑凤蝶	<i>Pazala glycerion</i>	●	●	7	
47	金裳凤蝶	<i>Troides aeacus</i>		●	3	NT
48	裳凤蝶	<i>Troides helena</i>	●	●	2	NT
灰蝶科 Lycaenidae						
49	海蓝娆灰蝶	<i>Arhopala hellenore</i>	●		10	NT
50	璃灰蝶	<i>Celastrina argiola</i>	●		2	
51	尖翅银灰蝶	<i>Curetis acuta</i>	●	●	14	
52	布彩灰蝶	<i>Heliophorus brahma</i>		●	9	
53	浓紫彩灰蝶	<i>Heliophorus ila</i>	●	●	1,131	
54	雅灰蝶	<i>Jamides bochus</i>	●	●	1,561	
55	亮灰蝶	<i>Lampides boeticus</i>	●	●	948	
56	鹿灰蝶	<i>Loxura atymnus</i>	●		14	
57	酢浆灰蝶	<i>Pseudozizeeria maha</i>	●	●	1,217	
58	燕灰蝶	<i>Rapala varuna</i>	●	●	11	
59	生灰蝶	<i>Sinthusia chandrana</i>		●	6	
60	豆粒银线灰蝶	<i>Spindasis syama</i>	●	●	15	
61	银线灰蝶	<i>Spindasis takanonis</i>	●	●	9	
62	线灰蝶	<i>Thecla betulae</i>	●	●	4	
63	珍贵妩灰蝶	<i>Udara dilecta</i>	●		238	
64	赭灰蝶	<i>Ussuriana michaelis</i>		●	2	
65	毛眼灰蝶	<i>Zizina otis</i>		●	8	
66	蛇目褐蛱蝶	<i>Abisara echerius</i>	●	●	103	
67	黄带褐蛱蝶	<i>Abisara fylla</i>	●	●	63	
68	白带褐蛱蝶	<i>Abisara fylloides</i>	●	●	49	
69	黑燕尾蛱蝶	<i>Dodona deodata</i>		●	1	
70	秃尾蛱蝶	<i>Dodona dipoea</i>	●		4	
71	银纹尾蛱蝶	<i>Dodona eugenus</i>	●	●	62	
72	斜带缺尾蛱蝶	<i>Dodona ouida</i>	●		2	
73	白蛱蝶	<i>Stiboges nymphidia</i>	●		20	
74	波蛱蝶	<i>Zemeros flegyas</i>	●	●	733	
蛱蝶科 Nymphalidae						
75	荨麻蛱蝶	<i>Aglais urticae</i>		●	79	

王群, 郭志祥, 李进斌, 王凯博, 吴文伟, 浦恩堂, 马方舟, 何成兴 (2020) 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. 生物多样性, **28** (8): 921–930.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2019364>

序号	种名	拉丁名	哀牢山	无量山	个体数	等级
Number	Species	Latin name	Ailaoshan	Wuliangshan	No. of inds.	Rank*
76	直纹蛱蝶	<i>Araschnia prorsoides</i>	●		54	
77	斐豹蛱蝶	<i>Argyreus hyperbius</i>	●	●	18	
78	玉杵带蛱蝶	<i>Athyma jina</i>	●	●	7	
79	相思带蛱蝶	<i>Athyma nefte</i>	●		3	
80	玄珠带蛱蝶	<i>Athyma perius</i>	●	●	17	
81	新月带蛱蝶	<i>Athyma selenophora</i>		●	8	
82	奥蛱蝶	<i>Auzakia danava</i>	●	●	7	
83	红锯蛱蝶	<i>Cethosia biblis</i>	●	●	74	
84	白带锯蛱蝶	<i>Cethosia cyane</i>	●	●	12	
85	姹蛱蝶	<i>Chalinga elwesi</i>		●	1	NT
86	银豹蛱蝶	<i>Childrena childreni</i>	●	●	24	
87	网丝蛱蝶	<i>Cyrestis thyodamas</i>	●	●	70	
88	青豹蛱蝶	<i>Damora sagana</i>	●	●	59	
89	暗翠蛱蝶	<i>Euthalia eriphylae</i>	●	●	2	NT
90	红斑翠蛱蝶	<i>Euthalia lubentina</i>	●		2	
91	绿裙边翠蛱蝶	<i>Euthalia niepelti</i>	●	●	24	
92	尖翅翠蛱蝶	<i>Euthalia phemius</i>	●	●	47	
93	珀翠蛱蝶	<i>Euthalia pratti</i>	●	●	5	NT
94	蒺藜纹脉蛱蝶	<i>Hestina nama</i>	●	●	27	
95	幻紫斑蛱蝶	<i>Hypolimnas bolina</i>	●	●	186	
96	枯叶蛱蝶	<i>Kallima inachus</i>		●	1	
97	残锷蛱蝶	<i>Limenitis sulpitia</i>		●	1	
98	环带迷蛱蝶	<i>Mimathyma ambica</i>		●	2	
99	云豹蛱蝶	<i>Nephargynnis anadyomene</i>	●	●	13	
100	阿环蛱蝶	<i>Neptis ananta</i>	●		3	
101	珂环蛱蝶	<i>Neptis clinia</i>	●	●	49	
102	中环蛱蝶	<i>Neptis hylas</i>	●	●	26	
103	弥环蛱蝶	<i>Neptis miah</i>	●		1	
104	娜环蛱蝶	<i>Neptis nata</i>		●	7	
105	链环蛱蝶	<i>Neptis pryeri</i>	●	●	32	
106	小环蛱蝶	<i>Neptis sappho</i>	●	●	69	
107	娑环蛱蝶	<i>Neptis soma</i>	●	●	282	
108	丽蛱蝶	<i>Parthenos sylvia</i>		●	1	
109	珥蛱蝶	<i>Phalanta phalantha</i>	●	●	38	
110	凤尾蛱蝶	<i>Polyura arja</i>	●	●	29	
111	窄斑凤尾蛱蝶	<i>Polyura athamas</i>		●	1	
112	针尾蛱蝶	<i>Polyura dolon</i>	●	●	38	
113	大二尾蛱蝶	<i>Polyura eudamippus</i>	●	●	22	
114	二尾蛱蝶	<i>Polyura narcaea</i>	●	●	132	
115	秀蛱蝶	<i>Pseudergolis wedah</i>	●	●	321	
116	帅蛱蝶	<i>Sephisa chandra</i>		●	1	

王群, 郭志祥, 李进斌, 王凯博, 吴文伟, 浦恩堂, 马方舟, 何成兴 (2020) 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. 生物多样性, **28** (8): 921–930.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2019364>

序号	种名	拉丁名	哀牢山	无量山	个体数	等级
Number	Species	Latin name	Ailaoshan	Wuliangshan	No. of inds.	Rank*
117	肃蛱蝶	<i>Sumalia daraxa</i>	●		10	
118	散纹盛蛱蝶	<i>Symbrenthia lilaea</i>	●	●	114	
119	小红蛱蝶	<i>Vanessa cardui</i>	●	●	107	
120	大红蛱蝶	<i>Vanessa indica</i>	●	●	6	
121	翠紫锯眼蝶	<i>Elymnias hypermnestra</i>		●	6	
122	美眼蛱蝶	<i>Junonia almana</i>	●	●	117	
123	波纹眼蛱蝶	<i>Junonia atlites</i>	●	●	64	
124	黄裳眼蛱蝶	<i>Junonia hierta</i>	●	●	118	
125	钩翅眼蛱蝶	<i>Junonia iphita</i>	●	●	173	
126	蛇眼蛱蝶	<i>Junonia lemonias</i>	●	●	483	
127	翠蓝眼蛱蝶	<i>Junonia orithya</i>	●	●	180	
128	白带黛眼蝶	<i>Lethe confusa</i>	●	●	10	
129	锯纹黛眼蝶	<i>Lethe nicetas</i>	●		3	
130	深山黛眼蝶	<i>Lethe insana</i>	●	●	54	
131	玉带黛眼蝶	<i>Lethe verma</i>		●	2	
132	暮眼蝶	<i>Melanitis leda</i>	●	●	31	
133	睇暮眼蝶	<i>Melanitis phedima</i>	●	●	8	
134	稻眉眼蝶	<i>Mycalesis gotama</i>	●		21	
135	小眉眼蝶	<i>Mycalesis mineus</i>	●	●	57	
136	蒙链荫眼蝶	<i>Neope muirheadii</i>	●	●	8	
137	黄斑荫眼蝶	<i>Neope pulaha</i>	●		23	
138	矍眼蝶	<i>Ypthima balda</i>	●	●	570	
139	中华矍眼蝶	<i>Ypthima chinensis</i>	●	●	674	
140	江崎矍眼蝶	<i>Ypthima esakii</i>	●		8	VU
141	滇矍眼蝶	<i>Ypthima kitawakii</i>	●		2	
142	金斑蝶	<i>Danaus chrysippus</i>	●	●	20	
143	虎斑蝶	<i>Danaus genutia</i>	●	●	342	
144	幻紫斑蝶	<i>Euploea core</i>	●		104	
145	蓝点紫斑蝶	<i>Euploea midamus</i>	●	●	353	
146	异型紫斑蝶	<i>Euploea mulciber</i>	●		28	
147	绢斑蝶	<i>Parantica aglea</i>	●		18	
148	大绢斑蝶	<i>Parantica sita</i>	●	●	215	
149	青斑蝶	<i>Tirumala limniace</i>	●	●	508	
150	膏青斑蝶	<i>Tirumala septentrionis</i>	●	●	364	
151	朴喙蝶	<i>Libythea lepita</i>		●	8	
152	苎麻珍蝶	<i>Acraea issoria</i>	●	●	21	
弄蝶科 Hesperidae						
153	钩形黄斑弄蝶	<i>Ampittia virgata</i>	●		9	
154	尖翅弄蝶	<i>Badamia exclamationis</i>	●	●	53	
155	双色舟弄蝶	<i>Barca bicolor</i>	●	●	35	
156	斑星弄蝶	<i>Celaenorrhinus maculosus</i>	●	●	6	

王群, 郭志祥, 李进斌, 王凯博, 吴文伟, 浦恩堂, 马方舟, 何成兴 (2020) 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. 生物多样性, **28** (8): 921–930.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2019364>

序号	种名	拉丁名	哀牢山	无量山	个体数	等级
Number	Species	Latin name	Ailaoshan	Wuliangshan	No. of inds.	Rank*
157	黑弄蝶	<i>Daimio tethys</i>	•	•	9	
158	黄斑蕉弄蝶	<i>Erionota torus</i>	•	•	6	
159	中华捷弄蝶	<i>Gerosis sinica</i>	•		1	
160	无趾弄蝶	<i>Hasora anura</i>	•	•	91	
161	纬带趾弄蝶	<i>Hasora vitta</i>	•		1	
162	黄带弄蝶	<i>Lobocla liliana</i>		•	1	NT
163	曲纹袖弄蝶	<i>Notocrypta curvifascia</i>		•	5	
164	宽带袖弄蝶	<i>Notocrypta eitschbergeri</i>		•	13	
165	宽纹袖弄蝶	<i>Notocrypta feisthamelii</i>		•	6	
166	角翅弄蝶	<i>Odontoptilum angulatum</i>	•	•	25	
167	幺纹稻弄蝶	<i>Parnara bada</i>	•	•	27	
168	曲纹稻弄蝶	<i>Parnara ganga</i>	•	•	131	
169	直纹稻弄蝶	<i>Parnara guttata</i>	•	•	136	
170	中华谷弄蝶	<i>Pelopidas sinensis</i>	•	•	48	
171	尖翅黄室弄蝶	<i>Potanthus palnia</i>		•	6	
172	断纹黄室弄蝶	<i>Potanthus trachalus</i>	•	•	105	
173	黄襟弄蝶	<i>Pseudocoladenia dea</i>		•	2	
174	刷脰弄蝶	<i>Sarangesa dasahara</i>	•	•	5	NT
175	飒弄蝶	<i>Satarupa gopala</i>		•	5	
176	黑边裙弄蝶	<i>Tagiades menaka</i>	•	•	11	
177	长标弄蝶	<i>Telicota colon</i>	•		2	
178	黄裳肿脉弄蝶	<i>Zographetus satwa</i>	•		1	NT