

长江三峡库区蝶类群落的物种获得率、 小生境占有率及相对多度

杨 萍, 邓合黎, 漆 波, 刘 琼

(重庆市森林病虫害防治检疫站, 重庆 永川 402160)

摘要: 研究于 1998~2003 年在库区 10 个区县, 35 个调查点进行。研究时, 库区蝴蝶的生活环境被划分为 80 个小生境, 设置样带 661 条; 调查期间获得 (Sampled) 蝴蝶 331 种, 10780 只个体。报道三峡库区蝴蝶群落的部分参数: 253 种蝴蝶的小生境占有率低于 10%, 占有 40% 以上小生境的蝴蝶只有 7 种; 在 60 条以上样带都获得的蝴蝶有 16 种, 而在 10 条以下样带内获得的蝴蝶 219 种, 占总数的 66.2%; 优势种 21 个 (6.3%), 常见种 125 个 (37.8%), 少见种 103 个 (31.1%), 罕见种 82 个 (24.8%); 相对多度高于 1% 的种类 22 个, 仅占总数的 6.6%; 个体数分布的规律接近对数级数法则。三峡库区蝶类现在的分布反映了库区生境破碎化的结果, 意味着适宜的生境斑块周围分布不适宜生境, 种群受到面积、隔离、边缘等多种效应的影响, 形成了现有的物种多样性及其空间格局。

关键词: 蝴蝶; 群落; 结构; 参数; 三峡库区

The occupied rate of microhabitats, sampled percentage of species and relative abundance of butterfly community in the Three Gorge Reservoir Area of Yangtze River

YANG Ping, DENG He-Li, QI Bo, LIU Qiong (Chongqing Station of Forest Pests Control and Quarantine, Yongchuan, Chongqing, 402160, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(3): 543~544.

Abstract: Butterflies are considered one of the most useful groups of organisms for monitoring environmental changes because they are easy observe, highly diverse in microhabitat choices, and with survival of many species strongly subject to environmental factors. The building of the Three Gorge Dam in the Yangtze River has raised concern about possible negative impacts on the ecosystem resulting from construction work. Thus, a program of monitoring species in the area prior to dam construction is important for assessing the post-construction effects. To achieve this goal, a survey of the butterfly community structure was carried out at 35 sites in 10 counties within the Three Gorge Reservoir Area of Yangtze River from 1998 to 2003, before the dam started to store water. This study investigated:

(1) the structure and dynamic of butterfly communities, (2) intraspecific and interspecific relationship, (3) growth and decline of populations and (4) interactions between the species and their environments. The monitoring protocol included 661 sampling lines, grouped into 80 microhabitats based on the characteristics in vegetation type and landscape.

The present article is the first in a series of reports to show results of the monitoring protocol. Characteristics of a few parameters of butterfly communities in the Three Gorge Reservoir Area are given, including: (1) sampled percentage of a species, (2) occupied rate of microhabitats of a given species and (3) relative abundance of a species. A total of 331 species occurred among the 10780 individuals of butterflies recorded during the survey. Overall, 253 species were found in less than 10% of defined microhabitat types, whereas only 7 species were obtained from over 40% of the microhabitat types. Only 16

基金项目: 重庆市科学技术委员会基金资助项目 (渝科发计字 98-5206)

收稿日期: 2004-04-05; **修订日期:** 2004-09-26

作者简介: 杨萍 (1965~), 女, 四川渠县人, 工程师, 主要从事昆虫及病虫害防治研究。E-mail: dehl0918@vip.sina.com

Foundation item: Foundation of Chongqing Science and Technology Committee (No. 98-5206)

Received date: 2004-04-05; **Accepted date:** 2004-09-26

Biography: YANG Ping, Engineer, mainly engaged in insect and pest control. E-mail: dehl0918@vip.sina.com

species of butterflies were found from over 60 sampling lines, whereas 219 species were observed in less than 10 sampling lines. Also, 21 species (6.3%) were considered as dominant, 125 (37.8%) as common, 103 (31.1%) as unusual, and 82 (24.8%) as rare. Only 22 species of butterflies, consisting of just 6.6% of total species found, exhibited a value of relative abundance index exceeding 0.01. The patterns of butterfly species abundance and distribution in the Three Gorge Reservoir Area approached a logarithmic progression distribution, favoring a niche pre-emption hypothesis. The environments of the Three Gorge Reservoir Area were found to be generally harsh to the survival of butterflies, with few dominant common species. The next article of the series will report other parameters of butterfly Communities in the Three Gorge Reservoir Area, including diversity indexes and evenness.

Key words: butterfly; community; structure; parameter; Three Gorge Reservoir Area of Yangtze River

文章编号:1000-0933(2005)03-0543-12 中图分类号:Q145+.1 文献标识码:A

蝴蝶以自身容易被人们观察、辨认的特性和对环境非常的依赖及其对环境变化非常的敏感,成为重要的环境监测动物。三峡工程对环境的影响广泛而深远^[1],库区环境的优劣、变化及其趋势就倍受世人关注。所以,库区环境监测的工作就显得非常重要。为此,在三峡大坝临近蓄水前的 1998 年至 2003 年对库区蝴蝶开展了野外调查。根据植被、地形等特点,将三峡库区蝴蝶栖息环境划分为若干小生境,从蝶类群落结构及其动态着手,试图从中分析出三峡库区临近蓄水前的环境质量的优劣、预测其演变的趋势,并作为一定历史时期内,蝶类群落结构及动态的比较基础资料。本文报道的是三峡库区蝶类群落结构及其动态系列研究的第一部分:物种获得率、小生境占有率和相对多度。

1 自然概况^[1,2]

长江三峡库区地跨东经 106°56'~118°08',北纬 29°31'~31°40',东起湖北宜昌,西止水库回水末端的重庆,全长 660 km,东西狭长,两岸分别以大巴山、巫山分水岭和大娄山为界,包括鄂、川两省 21 个县市,面积 5.4 万 km²。库区主要地貌类型分为大巴山-巫山山区和川东平行岭谷区两部分,丘陵和山地占全区总面积的 96%以上。大神农架海拔 3 100 m,是库区最高峰,耸立于库区北侧,与库区最低点三斗坪(大坝坝址,海拔 66 m)的高差达 3 000 多米。许多山岭海拔高度都在 1 500 m 以上,形成山峦迭起、高低参差、复杂多变的地形,其气候、土壤、生物等方面都有明显的垂直带变化。

库区植被的基带是亚热带常绿阔叶林,如今,原生植被几乎消失,生态环境日趋恶化。1 000 m 以下主要是农耕区,1 300 m 以下是常绿阔叶林,1 500~1 800 m 为常绿和落叶混交林,1 800 m 以上则是针叶林,个别地区还有面积不等的草甸草原。库区地处中纬度,属副热带东、西季风环流控制的范围,具有湿润亚热带季风气候的一般特征。全年的气压、温度、湿度、降水、日照和天气特点都有明显的季节变化。年平均降雨量 1 000~1 300 mm,海拔 400 m 以下年平均温度 16~19℃,气候温暖湿润。

2 调查方法、生境类型分析和数据处理

2.1 调查方法

蝴蝶的野外数量统计主要有样方法^[3]、横截法和路线法^[4~7]。经比较,结合本研究的要求,野外调查数据采用路线法获得,具体方法见文献^[8]。

2.2 生境划分

三峡库区蝴蝶栖息环境的主要植被型有森林,灌丛,草地和农田(人工植被)4 类,由于环境过于破碎,在同一小环境内,也很难有纯的单一栖息环境。因此,调查时,生境类型是在植被型前加上该植被内的次要一种生境加以记载,比如,在草地植被型内,出现有次要的灌丛,该生境记载为灌丛草地。令灌丛为 A,森林 B,农田 C,草地 D。本研究共分生境类型 14 个,再加 5 个海拔梯度(一般划分为 100~500 m,500~1000m,1000~1500m,1500~2000m,2000m 以上等 5 个梯度。农田只有 4 个梯度。草地总共只有 15 个小生境),共构成 80 个小生境。每个小生境,从海拔低的高度向上排序。具体编号如次:山坡灌丛 A1~A5,农田灌丛 A6~A10,阔叶林灌丛 A11~A15,针叶林灌丛 A16~20,混交林灌丛 A21~A25;溪流灌丛 A26~29;人工阔叶林 B1,针叶林 B2~B6,阔叶林 B7~B10,针阔混交林 B11~B15,竹林 B16~20;树林农田 C1~C4,溪流农田 C5~C8,丘陵农田 C9~C12,灌丛农田 C13~C16;溪流农田草地 D1,山坡农田草地 D2~D6,山坡果园草地 D7,针叶林林间草地 D8~D9,山坡(农田)灌丛草地 D10,灌丛草地 D11~D13,草原 D14,草甸草原 D15。

2.3 数量等级的划分

在野外调查中,共获得蝴蝶 10780 只,根据其个体数量和占据小生境类型的多少,划分数量等级如下:

罕见种 仅分布在一个小生境内,个体在 2 只以下的种类;表 2 中代号为 1。

少见种 分布在 2~4 个小生境内,个体在 3 只以上的种类;表 2 中代号为 2。

常见种 分布在 5~20 个小生境内,个体在 99 只以下的种类;表 2 中代号为 3。

优势种 分布在 21 个以上小生境,个体在 100 只以上的种类;表 2 中代号为 4。

2.4 数据处理

数据处理及运算按《群落生态学原理与方法》^[9]中的方法进行,并参照马克平^[10]、马克平和刘玉明^[11]的方法:

某物种获得率=获得该物种的样带数/总样带数

某物种的生境占有率=获得该物种的小生境数/总的小生境数

某物种的相对多度=获得该物种的个体数/调查获得的总个体数。

2.5 调查点

本研究的调查范围同文献[1]。调查点分为普查点和群落结构动态调查点,前者涉及库区 21 个区县中的 10 个区县,共 26 个调查点;后者涉及库区 4 个区县,共 9 个调查点(表 1)。

表 1 三峡库区蝶类群落结构研究的调查点
Table 1 The surveying points of the studies on community structure of the butterflies

区县名称 County	普查点 Points of census				群落动态调查点 Surveying points of community dynamic			
巫山 Wushan	官渡 Guandu	曲尺 Quchi	新云 Xinyun	新华 Xinhua	梨子坪 Liziping	江东村 Jiangdongcun	骡坪 Luoping	
巫溪 Wuxi	白果 Baiguo	白鹿 Bailu			高竹 Gaozhu	徐家 Xujia	红池坝 Hongchiba	鸡心岭 Jixinling
武隆 Wulong	天生 Tiansheng	黄莺 Huangyin				芙蓉洞 Furongdong	仙女山 Xiannvshan	白马山 Baimashan
北碚 Beibei						缙云山 Jinyunshan		
长阳 Changyang	火烧坪 Huoshaoping	天柱山 Tianzhushan	白氏坪 Baishiping	龙舟坪 Longzhouping	金子山 Jinzishan			
万州 Wanzhou	龙驹 Longjun	王二包 Wangerbao	打阵坪 Dazhenping					
梁平 Liangping	龙胜 Longsheng	七星 Qixing	福利嘴 Fulizui	城东 Chengdong				
涪陵 Fuling	堡子 Baozi	蔺市 Linshi						
奉节 Fengjie	兴隆 Xinglong							
兴山 Xinshan	神农架 Shenlongjia							

3 结果

3.1 物种的小生境占有率

获得三峡库区蝴蝶共计 331 种,当考察其每个种对 80 个小生境占有的状况时,占有率低于 10%的种类是 253 种,占整个种数的 76.4%;其中,有 96 种只占有 1 个小生境;而能够占有 40%以上小生境(即 32 个)的种类只有 7 种,占总数的 2.1%(表 2)。说明库区绝大部分蝴蝶对生境条件的选择都非常严格。

3.2 获得率

共设置样带 661 条。能够在 10%以上样带(60 条)内都获得的蝴蝶只有 16 种,占总数的 4.8%(16/331);反之,只在 10 条以下样带内获得的蝴蝶是 219 种,占总数的 66.2%(表 2)。说明三峡库区大多数种类的蝴蝶分布范围狭窄,这与库区生态环境的破碎化有密切的关系。据统计,库区内现有大的天然林板块及其周边灌丛的面积,都未超过 100 km²,同时与农作区交错;而且在这样的林内,还有不同程度的垦荒活动,从而使得生境严重破碎。

3.3 相对多度

获得的蝴蝶个体数为 10 780 只。相对多度低于千分之一的蝴蝶有 188 种,占总数的 56.8%(188/331);而相对多度高于 1%的种类只有 22 种,占总数的 6.6%(表 2)。说明对库区环境最为适应的蝴蝶得到大的发展,个体数很多。

3.4 数量等级

331 种三峡库区蝴蝶中,优势种 21 个,占总数的 6.3%(21/331);常见种 125 个,占 37.8%;少见种 103 个,占 31.1%;罕见

表 2 三峡库区蝶类的小生境占有率、物种获得率和相对多度

Table 2 The occupied rate of microhabitats, sampled percentage of species and relative abundance of the butterflies in the Three Gorge Reservoir Area of Yangtze River

种 名 Species	占有率 (%) Occupied rate of microenvi- ronment	排序 Ordin- ation	获得率 (%) Sampled percentage of species	排序 Ordin- ation	相对多度 (×10 ⁻⁴) Relative abundance	排序 Ordina- tion	数量等级 Numerical grade
凤蝶科 Papilionidae							
金裳凤蝶 <i>Troides aeacus</i> (Felder et Felder)	3.75	30	0.61	60	4.64	78	2
麝凤蝶 <i>Byasa alcinous</i> (Klug)	10	25	3.33	43	35.25	49	3
长尾麝凤蝶 <i>Byasa impediens</i> (Rothschild)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
多姿麝凤蝶 <i>Byasa polyeuctes</i> (Doubleday)	3.75	30	0.45	61	3.71	79	2
红珠凤蝶 <i>Pachliopta aristolochiae</i> (Fabricius)	7.5	27	1.82	52	18.55	63	3
褐斑凤蝶 <i>Chilasa agestor</i> (Gray)	2.5	31	0.3	62	1.86	81	2
小黑斑凤蝶 <i>Chilasa epycides</i> (Hewitson)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
美凤蝶 <i>Papilio memnon</i> Linnaeus	11.25	24	2.12	50	22.26	59	3
蓝凤蝶 <i>Papilio protenor</i> Cramer	30	10	7.56	26	57.51	35	3
红基美凤蝶 <i>Papilio alcmenor</i> Felder et Felder	8.75	26	2.12	50	23.19	58	3
美妹凤蝶 <i>Papilio macilentus</i> Janson	2.5	31	0.3	62	1.86	81	2
玉带凤蝶 <i>Papilio polytes</i> Linnaeus	32.5	9	11.35	14	138.22	12	4
玉斑凤蝶 <i>Papilio helenus</i> Linnaeus	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
宽带凤蝶 <i>Papilio nephelus</i> Boisduval	2.5	31	0.3	62	5.57	77	2
巴黎翠凤蝶 <i>Papilio paris</i> Linnareus	8.75	26	1.82	52	12.99	69	3
碧凤蝶 <i>Papilio bianor</i> Cramer	32.5	9	8.32	23	73.28	30	3
窄斑翠凤蝶 <i>Paplio arcturus</i> Westwood	2.5	31	0.3	62	1.86	81	2
柑橘凤蝶 <i>Papilio xuthus</i> Linnaeus	30	10	13.16	10	181.82	10	4
金凤蝶 <i>Papilio machaon</i> Linnaeus	18.75	19	4.69	35	44.53	43	3
宽尾凤蝶 <i>Agehana elwesi</i> (Leech)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
青凤蝶 <i>Graphium sarpedon</i> (Linnaeus)	22.5	16	8.94	20	126.16	16	3
碎斑青凤蝶 <i>Graphium chironides</i> (Honrath)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
宽带青凤蝶 <i>Graphium cloanthus</i> (Westwood)	1.25	32	0.3	62	1.86	81	1
升天剑凤蝶 <i>Pazala euroa</i> (Leech)	3.75	30	0.61	60	3.71	79	2
金斑剑凤蝶 <i>Pazala alebion</i> (Gray)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
铁木剑凤蝶 <i>Pazala timur</i> (Ney)	1.25	32	0.15	63	3.71	79	2
华夏剑凤蝶 <i>Pazala mandarina</i> (Oberthür)	3.75	30	0.61	60	5.57	77	2
褐钩凤蝶 <i>Meandrusa sciron</i> (Leech)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
绢蝶科 Parnassiidae							
冰清绢蝶 <i>Parnassius glacialis</i> Butler	1.25	32	0.45	61	4.64	78	2
粉蝶科 Pieridae							
黑角方粉蝶 <i>Dercas lycorias</i> (Doubleday)	10	25	2.12	50	17.63	64	3
斑缘豆粉蝶 <i>Colias erate</i> (Esper)	18.75	19	4.09	38	38.03	45	3
橙黄豆粉蝶 <i>Colias fieldii</i> Ménétriès	18.75	19	4.39	36	49.17	40	3
宽边黄粉蝶 <i>Eurema hecabe</i> (Linnaeus)	56.25	1	39.64	1	658.63	1	4
尖钩粉蝶 <i>Gonepteryx mahaguru</i> (Gistel)	8.75	26	1.97	51	31.54	51	3
钩粉蝶 <i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus)	8.75	26	1.82	52	13.92	68	3
圆翅钩粉蝶 <i>Gonepteryx amintha</i> Blanchard	17.5	20	5.29	32	56.59	36	3
隐条斑粉蝶 <i>Delias subnubila</i> Leech	1.25	32	0.15	63	1.86	81	1
大翅绢粉蝶 <i>Aporia largeteau</i> (Oberthür)	10	25	1.82	52	41.74	44	3
菜粉蝶 <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus)	48.75	3	24.21	4	413.73	4	4
东方菜粉蝶 <i>Pieris canidia</i> (Sparrman)	53.75	2	37.22	2	603.89	2	4
暗脉菜粉蝶 <i>Pieris napi</i> (Linnaeus)	30	10	6.66	29	63.08	32	3
黑纹粉蝶 <i>Pieris melete</i> Ménétriès	20	18	3.63	41	37.11	47	3
大展粉蝶 <i>Pieris extensa</i> Poujade	5	29	0.91	58	9.28	73	2
飞龙粉蝶 <i>Talbotia nagana</i> (Moore)	3.75	30	1.36	55	13.92	68	2
黄尖襟粉蝶 <i>Anthocharis scolymus</i> Butler	3.75	30	0.45	61	5.57	77	2
红襟粉蝶 <i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
圆翅小粉蝶 <i>Leptidea gigantea</i> (Leech)	5	29	1.36	55	10.21	72	2

续表 2

小粉蝶 <i>Leptidea sinapis</i> Linnaeus	2.5	31	1.06	57	20.41	61	2
斑蝶科 Danaidae							
虎斑蝶 <i>Danaus genutia</i> (Cramer)	6.25	28	1.36	55	7.42	75	3
蔷薇斑蝶 <i>Tirumala septentrionis</i> (Butler)	3.75	30	0.45	61	2.78	80	2
大绢斑蝶 <i>Parantica sita</i> (Kollar)	17.5	20	4.24	37	57.51	35	3
环蝶科 Amathusiidae							
灰翅串珠蛱蝶 <i>Faunis aerope</i> (Leech)	1.25	32	0.76	59	4.64	78	2
双星箭环蝶 <i>Stichophthalma neumogeni</i> Leech	5	29	1.06	57	10.21	72	2
箭环蝶 <i>Stichophthalma howqua</i> (Westwood)	10	25	2.87	45	18.55	63	3
眼蝶科 Satyridae							
暮眼蝶 <i>Melanitis leda</i> (Linnaeus)	8.75	26	2.72	46	22.26	59	3
睇暮眼蝶 <i>Melanitis phedima</i> Cramer	3.75	30	0.91	58	5.57	77	2
黛眼蝶 <i>Lethe dura</i> (Marschall)	10	25	2.57	47	48.24	41	3
曲纹黛眼蝶 <i>Lethe chandica</i> Moore	23.75	15	8.47	22	90.91	24	3
白带黛眼蝶 <i>Lethe confusa</i> (Aurivillius)	32.5	9	11.5	13	105.75	20	4
深山黛眼蝶 <i>Lethe insana</i> Kollar	5	29	0.61	60	3.71	79	2
玉带黛眼蝶 <i>Lethe verma</i> Kollar	10	25	1.66	53	12.99	69	3
紫线黛眼蝶 <i>Lethe violaceopicta</i> (Poujade)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
黑带黛眼蝶 <i>Lethe nigrifascia</i> Leech	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
蟠纹黛眼蝶 <i>Lethe labyrinthea</i> Leech	3.75	30	0.91	58	7.42	75	2
妍黛眼蝶 <i>Lethe yantra</i> Fruhstorfer	3.75	30	0.61	60	3.71	79	2
明带黛眼蝶 <i>Lethe helle</i> (Leech)	2.5	31	0.45	61	3.71	79	2
白条黛眼蝶 <i>Lethe albolineata</i> (Poujade)	3.75	30	0.45	61	3.71	79	2
棕褐黛眼蝶 <i>Lethe christophi</i> (Leech)	3.75	30	0.76	59	11.13	71	2
连纹黛眼蝶 <i>Lethe syrcis</i> (Hewitson)	15	21	9.08	19	269.02	7	3
边纹黛眼蝶 <i>Lethe marginalis</i> (Motschulsky)	6.25	28	0.91	58	11.13	71	3
罗丹黛眼蝶 <i>Lethe laodamia</i> Leech	2.5	31	0.45	61	2.78	80	2
苔娜黛眼蝶 <i>Lethe diana</i> (Butler)	3.75	30	1.21	56	10.21	72	2
直带黛眼蝶 <i>Lethe lanaris</i> Butler	7.5	27	1.06	57	8.35	74	3
门左黛眼蝶 <i>Lethe manzora</i> (Poujade)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
珠连黛眼蝶 <i>Lethe monilifera</i> Oberthür	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
圆翅黛眼蝶 <i>Lethe butleri</i> Leech	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
蛇神黛眼蝶 <i>Lethe satyrina</i> Butler	10	25	2.57	47	34.32	50	3
阿芒荫眼蝶 <i>Neope armandii</i> (Oberthür)	3.75	30	0.61	60	5.57	77	2
黄斑荫眼蝶 <i>Neope pulaha</i> Moore	2.5	31	0.3	62	1.86	81	2
布莱荫眼蝶 <i>Neope bremeri</i> (Felder)	6.25	28	0.76	59	5.57	77	3
蒙链荫眼蝶 <i>Neope muirheadii</i> (Felder)	21.25	17	4.99	34	46.38	42	3
宁眼蝶 <i>Ninguta schrenkii</i> Ménétriès	5	29	1.36	55	13.92	68	2
网眼蝶 <i>Rhaphicera dumicola</i> (Oberthür)	8.75	26	1.21	56	10.21	72	3
藏眼蝶 <i>Tatinga thibetana</i> (Oberthür)	3.75	30	1.06	57	8.35	74	2
黄环链眼蝶 <i>Lopinga achine</i> (Scopoli)	2.5	31	0.3	62	2.78	80	2
斗毛眼蝶 <i>Lasiommata deidamia</i> (Eversmann)	6.25	28	1.66	53	12.99	69	3
多眼蝶 <i>Kirinia epaminondas</i> (Staudinger)	5	29	0.91	58	9.28	73	2
小眉眼蝶 <i>Mycalesis mineus</i> (Linnaeus)	28.75	11	9.23	18	87.19	26	3
稻眉眼蝶 <i>Mycalesis gotama</i> Moore	28.75	11	9.83	16	127.09	15	4
僧袈眉眼蝶 <i>Mycalesis sangaica</i> Butler	7.5	27	1.82	52	15.77	66	3
拟稻眉眼蝶 <i>Mycalesis francisca</i> (Stoll)	32.5	9	9.83	16	105.75	20	4
中介眉眼蝶 <i>Mycalesis intermedia</i> (Moore)	2.5	31	0.3	62	1.86	81	2
平顶眉眼蝶 <i>Mycalesis panthaka</i> Fruhstorfer	18.75	19	4.99	34	50.09	39	3
密纱眉眼蝶 <i>Mycalesis misenus</i> de Nicéville	7.5	27	1.51	54	16.69	65	3
白斑眼蝶 <i>Penthema adelma</i> (Felder)	3.75	30	0.45	61	2.78	80	2
凤眼蝶 <i>Neorina patria</i> Leech	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
白眼蝶 <i>Melanargia halimede</i> (Ménétriès)	11.25	24	3.63	41	76.07	28	3
甘藏白眼蝶 <i>Melanargia ganymedes</i> Rühl-Heyne	3.75	30	0.45	61	4.64	78	2
亚洲白眼蝶 <i>Melanargia asiatica</i> Oberthür	11.25	24	3.03	44	50.09	39	3
山地白眼蝶 <i>Melanargia montana</i> Leech	6.25	28	1.06	57	10.21	72	3

续表 2

蛇眼蝶 <i>Minois dryas</i> (Scopoli)	15	21	5.29	32	65.86	31	3
绢眼蝶 <i>Davidina armandi</i> Oberthür	1.25	32	0.15	63	4.64	78	2
矍眼蝶 <i>Ypthima balda</i> (Fabricius)	48.75	3	20.27	6	308.91	6	4
幽矍眼蝶 <i>Ypthima conjuncta</i> Leech	18.75	19	3.63	41	38.03	45	3
连斑矍眼蝶 <i>Ypthima sakra</i> Moore	7.5	27	1.51	54	19.48	62	3
融斑矍眼蝶 <i>Ypthima nikaea</i> Moore	3.75	30	0.45	61	2.78	80	2
大波矍眼蝶 <i>Ypthima tappana</i> Matsumura	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
前雾矍眼蝶 <i>Ypthima praenubila</i> Leech	8.75	26	1.36	55	20.41	61	3
完璧矍眼蝶 <i>Ypthima perfecta</i> Leech	6.25	28	0.91	58	16.69	65	3
东亚矍眼蝶 <i>Ypthima motschulskyi</i> (Bremer et Grey)	26.25	13	8.32	23	99.26	21	3
中华矍眼蝶 <i>Ypthima chinensis</i> Leech	22.5	16	4.99	34	51.02	38	3
小矍眼蝶 <i>Ypthima nareda</i> Kollar	6.25	28	2.27	49	20.41	61	3
密纹矍眼蝶 <i>Ypthima multistriata</i> Butler	12.5	23	2.72	46	34.32	50	3
乱云矍眼蝶 <i>Ypthima megalomma</i> Butler	6.25	28	0.76	59	4.64	78	3
古眼蝶 <i>Palaeonympha opalina</i> Butler	6.25	28	0.91	58	15.77	66	3
大艳眼蝶 <i>Callerebia suroia</i> Tytler	11.25	24	2.42	48	61.22	33	3
混同艳眼蝶 <i>Callerebia confusa</i> Watkins	6.25	28	1.66	53	53.8	37	3
多斑艳眼蝶 <i>Callerebia polyphemus</i> Oberthür	1.25	32	0.15	63	1.86	81	1
白瞳舜眼蝶 <i>Loxerebia saxicola</i> (Oberthür)	13.75	22	2.87	45	63.08	32	3
草原舜眼蝶 <i>Loxerebia pratorum</i> (Oberthür)	6.25	28	0.76	59	4.64	78	3
大斑草眼蝶 <i>Aphantopus arvensis</i> Leech	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
蛱蝶科 Nymphalidae							
二尾蛱蝶 <i>Polyura narcaea</i> (Hewitson)	10	25	1.82	52	12.06	70	3
大二尾蛱蝶 <i>Polyura eudamippus</i> (Doubleday)	1.25	32	0.91	58	15.77	66	2
白带蛱蝶 <i>Charaxes bernardus</i> (Fabricius)	3.75	30	0.76	59	5.57	77	2
红锯蛱蝶 <i>Cethosia biblis</i> (Drury)	7.5	27	2.12	50	35.25	49	3
紫闪蛱蝶 <i>Apatura iris</i> (Linnaeus)	5	29	0.91	58	7.42	75	2
柳紫闪蛱蝶 <i>Apatura ilia</i> (Denis et Schiffermüller)	1.25	32	0.3	62	1.86	81	1
白斑迷蛱蝶 <i>Mimathyma schrenckii</i> (Ménétrières)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
武铠蛱蝶 <i>Chitoria ulupi</i> (Doherty)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
猫蛱蝶 <i>Timelaea maculata</i> (Bremer et Grey)	2.5	31	0.3	62	1.86	81	2
白裳猫蛱蝶 <i>Timelaea albescens</i> (Oberthür)	1.25	32	0.3	62	1.86	81	1
黑脉蛱蝶 <i>Hestina assimilis</i> (Linnaeus)	8.75	26	1.06	57	8.35	74	3
拟斑脉蛱蝶 <i>Hestina perisimilis</i> (Westwood)	2.5	31	0.3	62	2.78	80	2
蒺藜纹脉蛱蝶 <i>Hestina nama</i> (Doubleday)	1.25	32	0.3	62	1.86	81	1
大紫蛱蝶 <i>Sasakia charonda</i> (Hewitson)	1.25	32	0.61	60	3.71	79	2
秀蛱蝶 <i>Pseudergolis wedah</i> (Kollar)	8.75	26	1.82	52	12.06	70	3
素饰蛱蝶 <i>Stibochiona nicea</i> (Gray)	1.25	32	0.15	63	1.86	81	1
绿豹蛱蝶 <i>Argynnis paphia</i> (Linnaeus)	26.25	13	7.56	26	108.53	19	4
斐豹蛱蝶 <i>Argyreus hyperbius</i> (Linnaeus)	36.25	8	13.16	10	139.15	13	4
老豹蛱蝶 <i>Argyronome laodice</i> (Pallas)	18.75	19	5.14	33	50.09	39	3
云豹蛱蝶 <i>Nephargynnis anadyomene</i> (Felder et Felder)	1.25	32	0.61	60	6.49	76	2
青豹蛱蝶 <i>Damora sagana</i> (Doubleday)	23.75	15	6.35	30	58.44	34	3
银豹蛱蝶 <i>Childrena childreni</i> (Gray)	11.25	24	2.42	48	21.34	60	3
蟾福蛱蝶 <i>Fabriciana nerippe</i> (Felder et Felder)	2.5	31	0.45	61	2.78	80	2
灿福蛱蝶 <i>Fabriciana adippe</i> Denis et Schiffermüller	6.25	28	0.91	58	8.35	74	3
嘉翠蛱蝶 <i>Euthalia kardama</i> (Moore)	8.75	26	2.27	49	21.34	60	3
西藏翠蛱蝶 <i>Euthalia thibetana</i> (Poujade)	1.25	32	0.45	61	5.57	77	2
锯带翠蛱蝶 <i>Euthalia alpherakyi</i> Oberthür	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
波纹翠蛱蝶 <i>Euthalia undosa</i> Fruhstorfer	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
折线蛱蝶 <i>Limenitis sydyi</i> Lederer	15	21	2.42	48	21.34	60	3
细线蛱蝶 <i>Limenitis cleophas</i> Oberthür	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
横眉线蛱蝶 <i>Limenitis moltrechti</i> Kardakoff	3.75	30	0.61	60	7.42	75	2
重眉线蛱蝶 <i>Limenitis amphyssa</i> Ménétrières	6.25	28	0.76	59	5.57	77	3
杨眉线蛱蝶 <i>Limenitis helmanni</i> Lederer	12.5	23	2.72	46	29.69	53	3
戟眉线蛱蝶 <i>Limenitis homeyeri</i> Tancre	8.75	26	1.66	53	16.69	65	3

续表 2

断眉线蛱蝶 <i>Limenitis doerriesi</i> Staudinger	11.25	24	3.93	39	37.11	47	3
残锃线蛱蝶 <i>Limenitis sulpitia</i> (Cramer)	26.25	13	8.02	24	74.21	29	3
虬眉带蛱蝶 <i>Athyma opalina</i> (Kollar)	8.75	26	1.97	51	12.99	69	3
新月带蛱蝶 <i>Athyma selenophora</i> (Kollar)	1.25	32	0.61	60	4.64	78	2
倒钩带蛱蝶 <i>Athyma recurva</i> Leech	2.5	31	0.15	63	1.86	81	2
玉杵带蛱蝶 <i>Athyma jina</i> Moore	17.5	20	3.93	39	30.61	52	3
幸福带蛱蝶 <i>Athyma fortuna</i> Leech	3.75	30	0.45	61	3.71	79	2
拟缕蛱蝶 <i>Litinga mimica</i> (Poujade)	3.75	30	0.45	61	3.71	79	2
婀蛱蝶 <i>Abrota ganga</i> Moore	1.25	32	0.15	63	1.86	81	1
白斑俳蛱蝶 <i>Parasarpa albomaculata</i> (Leech)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
锦瑟蛱蝶 <i>Seokia pratti</i> (Leech)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
苾蛱蝶 <i>Pantoporia bieti</i> (Oberthür)	1.25	32	0.15	63	2.78	80	2
珂环蛱蝶 <i>Neptis clinia</i> Moore	11.25	24	2.57	47	23.19	58	3
仿珂环蛱蝶 <i>Neptis clinioides</i> de Nicéville	11.25	24	2.27	47	17.63	64	3
小环蛱蝶 <i>Neptis sappho</i> (Pallas)	32.5	9	11.8	12	111.32	18	4
中环蛱蝶 <i>Neptis hylas</i> (Linnaeus)	37.5	7	16.94	8	153.99	11	4
耶环蛱蝶 <i>Neptis yerburii</i> Butler	3.75	30	0.76	59	4.64	78	2
娜环蛱蝶 <i>Neptis nata</i> Moore	6.25	28	0.76	59	4.64	78	3
娑环蛱蝶 <i>Neptis soma</i> Moore	12.5	23	1.82	52	12.06	70	3
宽环蛱蝶 <i>Neptis mahendra</i> Moore	5	29	0.61	60	3.71	79	2
弥环蛱蝶 <i>Neptis miah</i> Moore	2.5	31	0.45	61	5.57	77	2
断环蛱蝶 <i>Neptis sankara</i> (Kollar)	6.25	28	1.06	57	7.42	75	3
司环蛱蝶 <i>Neptis speyeri</i> Staudinger	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
卡环蛱蝶 <i>Neptis cartica</i> Moore	15	21	4.69	36	38.96	45	3
阿环蛱蝶 <i>Neptis ananta</i> Moore	1.25	32	0.3	62	14.84	67	2
泰环蛱蝶 <i>Neptis thestias</i> Leech	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
羚环蛱蝶 <i>Neptis antilope</i> Leech	5	29	1.06	57	6.49	76	2
矛环蛱蝶 <i>Neptis arandia</i> (Oberthür)	2.5	31	0.3	62	1.86	81	2
黄重环蛱蝶 <i>Neptis cydippe</i> Leech	1.25	32	0.3	62	2.78	80	2
折环蛱蝶 <i>Neptis beroe</i> Leech	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
茂环蛱蝶 <i>Neptis nemorosa</i> Oberthür	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
黄环蛱蝶 <i>Neptis themis</i> Leech	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
伊洛环蛱蝶 <i>Neptis ilos</i> Fruhstorfer	2.5	31	0.45	61	3.71	79	2
提环蛱蝶 <i>Neptis thisbe</i> Ménétriès	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
朝鲜环蛱蝶 <i>Neptis philyroides</i> Staudinger	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
单环蛱蝶 <i>Neptis rivularis</i> (Scopoli)	1.25	32	0.45	61	3.71	79	2
链环蛱蝶 <i>Neptis pryeri</i> Butler	26.25	13	8.47	22	92.76	23	4
重环蛱蝶 <i>Neptis alwina</i> (Bremèr et Grey)	8.75	26	1.66	53	15.77	66	3
枯叶蛱蝶 <i>Kallima inachus</i> Doubleday	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
幻紫斑蛱蝶 <i>Hypolimnas bolina</i> (Linnaeus)	2.5	31	0.76	59	6.49	76	2
大红蛱蝶 <i>Vanessa indica</i> (Herbst)	22.5	16	5.29	32	61.22	33	3
小红蛱蝶 <i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus)	32.5	9	8.62	21	74.21	29	3
琉璃蛱蝶 <i>Kaniska canace</i> (Linnaeus)	17.5	20	3.78	40	36.18	48	3
朱蛱蝶 <i>Nymphalis xanthomelas</i> Denis et Schiffermüller	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
黄钩蛱蝶 <i>Polygonia c-aureum</i> (Linnaeus)	20	18	6.81	28	87.19	26	3
美眼蛱蝶 <i>Junonia almana</i> (Linnaeus)	18.75	19	5.9	31	56.59	36	3
翠蓝眼蛱蝶 <i>Junonia orithya</i> (Linnaeus)	36.25	8	18.31	7	260.67	8	4
钩翅眼蛱蝶 <i>Junonia iphita</i> Cramer	12.5	23	3.48	42	48.24	41	3
黄豹盛蛱蝶 <i>Symbrenthia brabira</i> Moore	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
散纹盛蛱蝶 <i>Symbrenthia lilaea</i> (Hewitson)	32.5	9	12.71	11	130.79	14	4
直纹蜘蛱蝶 <i>Araschnia prorsoides</i> (Blanchard)	5	29	0.76	59	4.64	78	2
曲纹蜘蛱蝶 <i>Araschnia doris</i> Leech	7.5	27	1.82	52	14.84	67	3
大网蛱蝶 <i>Melitaea scotosia</i> Buter	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
绢蛱蝶 <i>Calinaga buddha</i> Moore	3.75	30	1.06	57	9.28	73	2
珍蝶科 Acraeidae							
苎麻珍蝶 <i>Acraea issoria</i> (Hübner)	3.75	30	1.21	56	24.12	57	2

续表 2

喙蝶科 Libytheidae							
朴喙蝶 <i>Libythea celtis</i> Laicharting	5	29	0.91	58	6.49	76	2
蛱蝶科 Riodinidae							
黄带褐蛱蝶 <i>Abisara fylla</i> Westwood	11.25	24	1.66	53	13.92	68	3
白带褐蛱蝶 <i>Abisara fylloides</i> (Moore)	5	29	0.76	59	5.57	77	2
波蛱蝶 <i>Zemeros flegyas</i> (Cramer)	20	18	7.41	27	98.33	22	3
银纹尾蛱蝶 <i>Dodona eugenes</i> Bates	23.75	15	4.39	36	28.76	54	3
灰蝶科 Lycaenidae							
蚜灰蝶 <i>Taraka hamada</i> (Druce)	22.5	16	8.62	21	89.06	25	3
尖翅银灰蝶 <i>Curetis acuta</i> Moore	2.5	31	0.61	60	3.71	79	2
癩灰蝶 <i>Araragi enthea</i> (Janson)	1.25	32	0.3	62	1.86	81	1
珂灰蝶 <i>Cordelia comes</i> (Leech)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
宓妮珂灰蝶 <i>Cordelia minerva</i> (Leech)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
线灰蝶 <i>Thecla betulae</i> (Linnaeus)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
齿翅烧灰蝶 <i>Arhopala rama</i> (Kollar)	3.75	30	0.45	61	2.78	80	2
玛灰蝶 <i>Mahathala ameria</i> (Hewitson)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
豆粒银线灰蝶 <i>Spindasis syama</i> (Horsfield)	6.25	28	1.36	55	12.99	69	3
银线灰蝶 <i>Spindasis lohita</i> (Horsfield)	3.75	30	0.61	60	3.71	79	2
安灰蝶 <i>Ancema ctesia</i> (Hewitson)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
旖灰蝶 <i>Hypolycaena erylus</i> (Godart)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
玳灰蝶 <i>Deudorix epijarbas</i> (Moore)	5	29	0.91	58	7.42	75	2
霓纱燕灰蝶 <i>Rapala nissa</i> (Kollar)	10	25	1.36	55	10.21	72	3
高沙子燕灰蝶 <i>Rapala takasagonis</i> Matsumura	3.75	30	0.45	61	2.78	80	2
彩燕灰蝶 <i>Rapala selira</i> (Moore)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
蓝燕灰蝶 <i>Rapala caerulea</i> (Bremer et Grey)	6.25	28	1.06	57	9.28	73	3
生灰蝶 <i>Sinthus chandrana</i> (Moore)	11.25	24	1.82	52	12.06	70	3
金梳灰蝶 <i>Ahlbergia chalcidis</i> Chou et Li	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
齿轮灰蝶 <i>Novosatsuma pratti</i> (Leech)	2.5	31	0.3	62	4.64	78	2
幽洒灰蝶 <i>Satyrium iyonis</i> (Ohta et Kusunoki)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
优秀洒灰蝶 <i>Satyrium eximium</i> (Fixsen)	2.5	31	0.3	62	3.71	79	2
台湾洒灰蝶 <i>Satyrium formosanum</i> (Mutsumura)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
拟杏洒灰蝶 <i>Satyrium pseudopruni</i> Murayama	5	29	0.61	60	5.57	77	2
久保洒灰蝶 <i>Satyrium kuboi</i> Chou et Tong	3.75	30	0.45	61	4.64	78	2
摩来彩灰蝶 <i>Heliophorus moorei</i> (Hewitson)	12.5	23	3.63	41	28.76	54	3
浓紫彩灰蝶 <i>Heliophorus ila</i> (de Nicéville)	11.25	24	1.82	52	31.54	51	3
美丽彩灰蝶 <i>Heliophorus pulcher</i> Chou	3.75	30	0.61	60	9.28	73	2
黑灰蝶 <i>Niphanda fusca</i> (Bremer et Grey)	17.5	20	5.9	32	56.59	36	3
锯灰蝶 <i>Orthomiella pontis</i> (Elwes)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
中华锯灰蝶 <i>Orthomiella sinensis</i> (Elwes)	3.75	30	0.61	60	12.06	70	2
雅灰蝶 <i>Jamides bochus</i> Cramer	6.25	28	1.36	55	10.21	72	3
亮灰蝶 <i>Lampides boeticus</i> (Linnaeus)	3.75	30	0.45	61	4.64	78	2
酢浆灰蝶 <i>Pseudozizeeria maha</i> (Kollar)	47.5	4	32.83	3	596.48	3	4
蓝灰蝶 <i>Everes argiades</i> (Pallas)	37.5	7	16.04	9	204.08	9	4
长尾蓝灰蝶 <i>Everes lacturnus</i> (Godart)	7.5	27	1.82	52	22.26	59	3
点玄灰蝶 <i>Tongeia filicaudis</i> (Pryer)	27.5	12	9.38	17	138.22	13	4
玄灰蝶 <i>Tongeia fischeri</i> (Eversmann)	7.5	27	0.91	58	12.06	70	3
竹都玄灰蝶 <i>Tongeia zuthus</i> (Leech)	1.25	32	0.3	62	1.86	81	1
波太玄灰蝶 <i>Tongeia potanini</i> (Alphéraky)	3.75	30	0.45	61	3.71	79	2
驳雾灰蝶 <i>Bothrinia nebulosa</i> (Leech)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
钮灰蝶 <i>Acytolepis puspa</i> (Horsfield)	2.5	31	0.3	62	2.78	80	2
韃斑灰蝶 <i>Celatoxia marginata</i> (de Nicéville)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
白斑妩灰蝶 <i>Udara albocaerulea</i> (Moore)	12.5	23	2.12	50	16.69	65	3
珍贵妩灰蝶 <i>Udara dilecta</i> (Moore)	5	29	1.36	55	36.18	48	3
琉璃灰蝶 <i>Celastrina argiola</i> (Linnaeus)	40	6	10.89	15	125.23	17	4
熏衣琉璃灰蝶 <i>Celastrina lavendularis</i> (Moore)	1.25	32	0.3	62	1.86	81	1
大紫琉璃灰蝶 <i>Celastrina oreas</i> (Leech)	8.75	26	1.06	57	9.28	73	3

续表 2

华西琉璃灰蝶 <i>Celastrina hersilia</i> (Leech)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
靛灰蝶 <i>Caerulea coeligena</i> (Oberthür)	7.5	27	1.51	54	31.54	51	3
白灰蝶 <i>Phengaris atroguttata</i> (Oberthür)	2.5	31	0.3	62	1.86	81	2
多眼灰蝶 <i>Polyommatus eros</i> Ochseneheimer	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
弄蝶科 HesperIIDae							
雕形伞弄蝶 <i>Bibasis aquilina</i> (Speyer)	1.25	32	0.3	62	1.86	81	1
无趾弄蝶 <i>Hasora anura</i> de Nicéville	6.25	28	1.21	56	11.13	71	3
无斑趾弄蝶 <i>Hasora danda</i> Evans	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
绿弄蝶 <i>Choaspes benjaminii</i> (Guérin-Méneville)	2.5	31	0.3	62	1.86	81	1
双带弄蝶 <i>Lobocla bifasciata</i> (Bremer et Grey)	11.25	24	2.27	49	23.19	58	3
嵌带弄蝶 <i>Lobocla proxima</i> (Leech)	1.25	32	0.3	62	3.71	79	2
疏星弄蝶 <i>Celaenorrhinus aspersus</i> Leech	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
斑星弄蝶 <i>Celaenorrhinus maculosus</i> (Felder et Felder)	5	29	1.51	54	27.83	55	2
黄射纹星弄蝶 <i>Celaenorrhinus oscula</i> Evans	1.25	32	0.15	63	1.86	81	1
小星弄蝶 <i>Celaenorrhinus ratna</i> Fruhstorfer	2.5	31	0.3	62	12.99	69	2
黄星弄蝶 <i>Celaenorrhinus pero</i> de Nicéville	1.25	32	0.15	63	2.78	80	1
斜带星弄蝶 <i>Celaenorrhinus aurivittatus</i> (Moore)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
珠弄蝶 <i>Erynnis tages</i> (Linnaeus)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
深山珠弄蝶 <i>Erynnis montana</i> (Bremer)	2.5	31	0.3	62	8.35	74	2
白弄蝶 <i>Abraximorpha davidii</i> (Mabille)	5	29	0.61	60	3.71	79	2
黑弄蝶 <i>Daimio tethys</i> (Ménétrières)	25	14	7.56	26	63.08	32	3
匪夷捷弄蝶 <i>Gerosis phisara</i> (Moore)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
飒弄蝶 <i>Satarupa gopala</i> Moore	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
密纹飒弄蝶 <i>Satarupa monbeigi</i> Oberthür	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
锦瑟弄蝶 <i>Seseria dohertyi</i> (Watson)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
北方花弄蝶 <i>Pyrgus alveus</i> Hübner	1.25	32	0.15	63	1.86	81	1
花弄蝶 <i>Pyrgus maculatus</i> (Bremer et Grey)	10	24	2.12	50	21.34	60	3
曲纹袖弄蝶 <i>Notocrypta curvifascia</i> (Felder et Felder)	7.5	27	0.91	58	6.49	76	2
黑锲弄蝶 <i>Aeromachus piceus</i> Leech	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
疑锲弄蝶 <i>Aeromachus dubius</i> Elwes et Edwards	5	29	0.76	59	5.57	77	2
标锲弄蝶 <i>Aeromachus stigmatus</i> (Moore)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
腌翅弄蝶 <i>Astictopterus jama</i> Felder et Felder	10	24	1.82	52	13.92	68	3
独子酣弄蝶 <i>Halpe homolea</i> (Hewitson)	20	18	4.24	37	44.53	43	3
黄标琵弄蝶 <i>Pithauria marsena</i> (Hewitson)	2.5	31	0.3	62	1.86	81	1
双色舟弄蝶 <i>Barca bicolor</i> (Oberthür)	1.25	32	0.15	63	1.86	81	1
刺脰弄蝶 <i>Baoris farri</i> (Moore)	2.5	31	0.3	62	3.71	79	2
拟杓弄蝶 <i>Pseudoborbo bevani</i> (Moore)	8.75	26	1.97	51	29.69	53	3
无斑珂弄蝶 <i>Caltoris bromus</i> (Leech)	2.5	31	0.3	62	1.86	81	2
放踵珂弄蝶 <i>Caltoris cahira</i> (Moore)	8.75	26	1.97	51	29.69	53	3
方斑珂弄蝶 <i>Caltoris cornasa</i> (Hewitson)	6.25	28	0.91	58	5.57	77	3
直纹稻弄蝶 <i>Parnara guttata</i> (Bremer et Grey)	46.25	5	23.6	5	311.69	5	4
曲纹稻弄蝶 <i>Parnara ganga</i> Evans	30	10	7.72	25	77.92	27	3
么纹稻弄蝶 <i>Parnara bada</i> (Moore)	8.75	26	1.21	56	8.35	74	3
中华谷弄蝶 <i>Pelopidas sinensis</i> (Mabille)	27.5	12	8.02	23	56.59	36	3
南亚谷弄蝶 <i>Pelopidas agna</i> (Moore)	7.5	27	1.36	55	12.06	70	3
隐纹谷弄蝶 <i>Pelopidas mathias</i> (Fabricius)	8.75	26	1.51	54	12.06	70	3
近赭谷弄蝶 <i>Pelopidas subochraceus</i> (Moore)	3.75	30	0.45	61	2.78	80	2
印度谷弄蝶 <i>Pelopidas assamensis</i> (de Nicéville)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
透纹孔弄蝶 <i>Polytremis pellucida</i> (Murray)	2.5	31	0.45	61	2.78	80	2
盒纹孔弄蝶 <i>Polytremis theca</i> (Evans)	5	29	0.91	58	5.57	77	2
刺纹孔弄蝶 <i>Polytremis zina</i> (Evans)	8.75	26	2.72	46	25.97	56	3
黄纹孔弄蝶 <i>Polytremis lubricans</i> (Herrich-Schiffer)	5	29	0.61	60	3.71	79	2
小赭弄蝶 <i>Ochlodes venata</i> (Bremer et Grey)	13.75	22	2.42	48	29.69	53	3
白斑赭弄蝶 <i>Ochlodes subhyalina</i> (Bermer et Grey)	3.75	30	0.45	61	2.78	80	2
雪山赭弄蝶 <i>Ochlodes siva</i> (Moore)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
菩提赭弄蝶 <i>Ochlodes bouddha</i> (Mabille)	1.25	32	0.3	62	1.86	81	1

续表 2

黄赭弄蝶 <i>Ochlodes crataeis</i> (Leech)	2.5	31	0.3	62	1.86	81	2
豹弄蝶 <i>Thymelicus leoninus</i> (Butler)	12.5	32	2.57	47	25.97	56	3
黑豹弄蝶 <i>Thymelicus sylvaticus</i> (Bremer)	5	29	1.66	53	12.06	70	2
崎弄蝶 <i>Isoteinon lamprospilus</i> Felder et Felder	7.5	27	1.21	56	11.13	71	3
黄斑蕉弄蝶 <i>Erionota torus</i> Evans	5	29	0.61	60	3.71	79	2
孔子黄室弄蝶 <i>Potanthus confucius</i> (Felder et Felder)	10	25	1.82	52	12.99	69	3
尖翅黄室弄蝶 <i>Potanthus palnia</i> Evans	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
曲纹黄室弄蝶 <i>Potanthus flavus</i> (Murray)	2.5	31	0.3	62	1.86	81	2
直纹黄室弄蝶 <i>Potanthus rectufasciatus</i> (Elwes et Edwards)	2.5	31	0.45	61	5.57	77	2
宽纹黄室弄蝶 <i>Potanthus flavus</i> (Murray)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
断纹黄室弄蝶 <i>Potanthus trachalus</i> (Mabille)	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
钩形黄斑弄蝶 <i>Ampittia virgata</i> Leech	1.25	32	0.15	63	0.93	82	1
小黄斑弄蝶 <i>Ampittia nana</i> (Leech)	2.5	31	0.3	62	1.86	81	1

种 82 个,占 24.8%(表 2)。不同生境中,优势种的形成,反映了该生境对某些蝴蝶的良好适宜性;反过来,这个生境的蝶类群落中,优势种将对群落稳定性起到重要作用^[9,12]。

3.5 种-多度关系

种-多度关系反映的是物种个体数分布的规律。与自然界常见昆虫群落中,种-多度关系的对数正态分布模型不同,三峡库区蝴蝶个体数分布的规律更接近对数级数法则(图 1)。对数级数模型反映的是生态位优先占领假说,在这种模型中,群落物种对资源的占有一般按如下的规律:第 1 位的优势种优先占领有限资源的一定部分,第 2 位的优势种又占领所余下的资源的一定部分,依此类推^[9,10]。这样的种-多度关系的形成是由于三峡库区蝶类生活在一个较为严酷的环境,这种关系表明其蝶类群落将是物种少而生境又不相互重叠,优势种的个体数或相对重要性表现十分突出^[9]。

4 讨论

最早调查三峡蝴蝶的是 J. H. Leech^[13],在库区内的长阳县和涪陵区的采集,他记载库区蝴蝶 206 种;作为武陵山动物资源调查的一部分,李昌廉^[14]记载库区的武隆县蝶类 20 种;三峡库区环境本底调查时,武春生^[15]记述 123 种;作为重庆市科学技术委员会基金课题《三峡库区蝶类群落结构动态及其环境监测作用的研究》的一部分,刘文萍等^[16]记述 368 种,迄今为止,三峡库区已经记载蝴蝶 406 种^[17],但包括了部分历史记载种类。本研究经过 6a 的野外调查,较客观地反映了目前库区蝴蝶的物种多样性。

在国外,从 20 世纪 50 年代开始,就将蝴蝶作为一种环境优劣指示动物,对其种类和个体数量逐年进行观察、记载,特别是北欧一带的国家,至今,已持续了 50~60a^[8,18]。我国从 20 世纪 90 年代开始蝶类多样性、群落结构及动态的研究^[3,8],近年来陆续对青海祁连地区、广东石门台的蝴蝶群落进行了研究^[19,20],但均未涉及环境质量问题。生物多样性测度是生态系统综合评价的基础内容,评价的内容和目的决定着研究的尺度;不同尺度的评价有着不同的内容和方法。傅伯杰等^[21]将生态系统综合评价尺度被划分为斑块(patch)尺度到全球尺度等 5 级,本研究属于其中的第 4 级的区域(region)级。我国过去有关蝶类多样性研究能纳入这一级尺度的工作,有青海祁连地区^[19]和四川木里地区^[8]的研究。

本研究的结果相对多度低于千分之一的蝴蝶占总数的 56.8%;而相对多度高于 1%的种类有 22 种,占总数的 6.6%,这一方面进一步说明库区大环境虽然较适合蝴蝶生存,每个平方公里分布 0.0061 种(约 5 4000 km² 的范围,本文记载 331 种);但是库区环境恶化(适合蝴蝶生存的天然植被基本被破坏),加上生境的严重破碎化,使得许多蝴蝶虽然在库区有分布,但很难见到。木里地区调查结果表明^[8],蝴蝶的相对多度基本都高于千分之一;而高于 1%的种类只有 12 种,占总数的 12.6%(见文献^[8])。这个结果一方面表明,木里地处横断山中段,是高海拔地区(最低海拔 1 530 m),没有真正的夏季,因此,不太适合蝴蝶生存,每 km² 分布 0.0035 种(约 27 000 km² 的范围,有 95 种);另方面,适应木里环境的蝴蝶个体数量就比较多,这则是由于那儿有较多保存良好而且成片分布的天然植被,这就使得,只要木里有分布的蝴蝶个体数量就高。陈振宁和曾阳^[19]在纬度偏北方,环境条件对蝴蝶生存不利的(最低海拔高度 2 180 m)青海祁连地区进行的多样性研究涉及面积 14 800 km²,分布有蝴蝶 53 种,每 km²

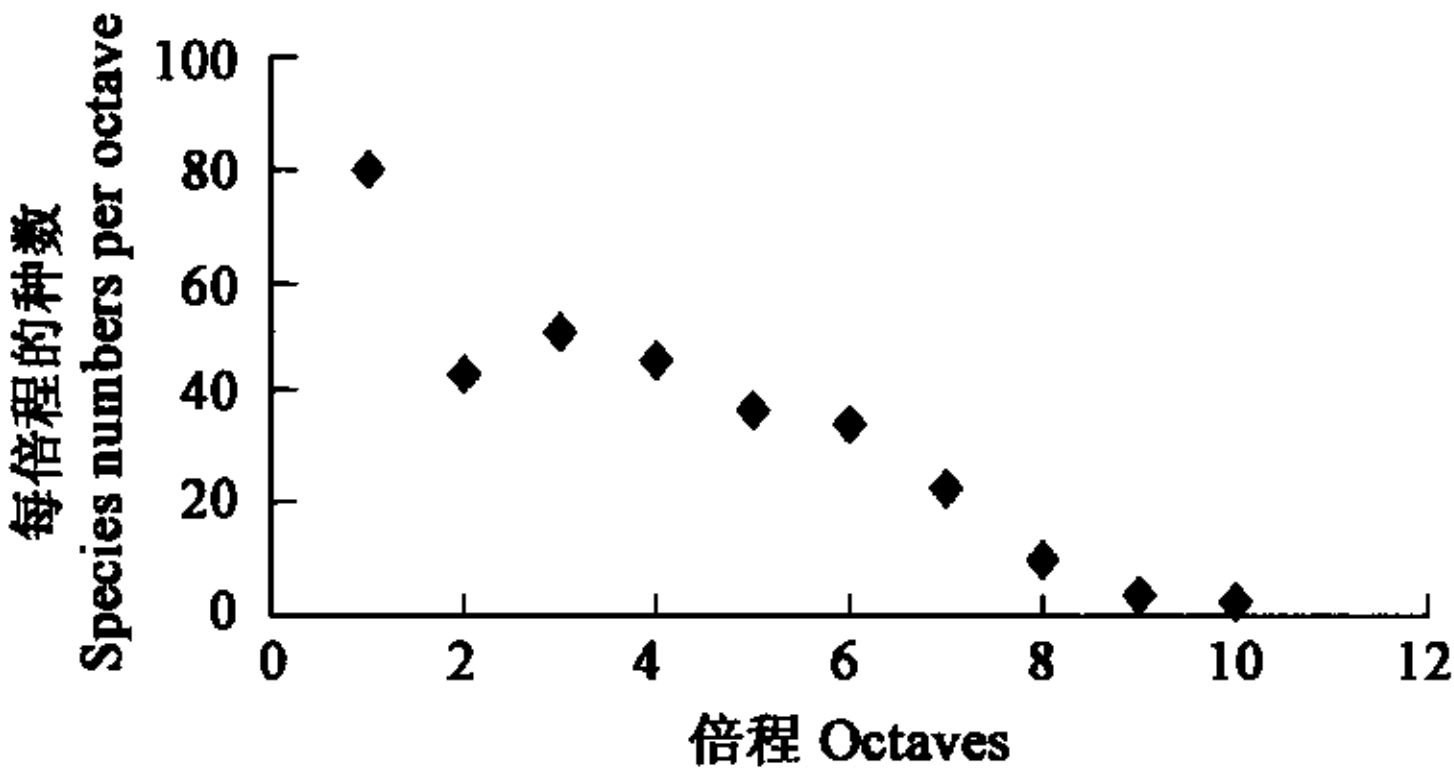


图 1 三峡库区蝴蝶的种-多度关系
Fig. 1 The patterns of species-abundance distribution of butterflies in the Three Gorge Reservoir Area of Yangtze River

分布 0.0036 种蝴蝶,非常接近木里的状况。

生境破碎化是在人为活动和自然干扰下,大块连续分布的自然生境,被其它非适宜生境分隔成许多面积较小生境斑块的过程,其结果可导致生态系统严重退化,原始的自然生境基本不存在;进而改变斑块生境中物种多样性、种间关系,群落结构和生态系统过程^[22]。本文研究的结果表明,三峡库区蝶类现在的分布反映了库区生境破碎化的结果,意味着适宜的生境斑块周围分布不适宜生境,种群受到面积效应、隔离效应、边缘效应等的影响,从而形成现有的物种多样性及其空间格局。

在个体、种群、群落和生态系统 4 个组织层次上,群落结构及其动态不但能反映种内关系、种群消长,种间关系,还最能反映种群与环境及其变化的关系^[10,13],因此,本研究最终目的是通过蝴蝶对微环境的极端敏感性,与植物相互依存、协同演化的密切关系,来分析蝶类群落结构、群落多样性及其动态、趋势,进而监测和反映三峡库区生态环境质量的优劣和变化^[23,24],从而能从一个方面科学实际地反映三峡工程给环境,特别是库区环境所带来的影响。所以本文将三峡库区微环境的植被和微地形、地貌结合起来,划分出能较准确地反映蝴蝶与生存环境关系的 80 个小生境;给出了种的相对多度。由于群落的特征除取决于各组成成员质的特征外,还依赖于它们量的特征。量的特征包括了物种数目和各物种个体数量两方面,因此对蝴蝶在各种小生境的分布状况以数值化来表述;对个体数量等级的划分则采用个体数与分布的小生境数相结合的办法,即既考虑个体数量的多少,又考虑空间分布的宽窄,这样可更全面地反映该物种在群落和系统中的作用。这些工作和数据是本项工作进一步计算出等级多样性指数、均匀度等主要群落结构参数和进行群落结构分析和群落多样性研究的基础。

References:

- [1] Yang X K. Editor-in-chief. *Insect of the Three Gorge Reservoir Area of Yangtze River*. Chongqing: Chongqing Publishing House, 1997. 1~70.
- [2] Xiao W F, Li J W, Yu C Q, et al. *Terrestrial animal and plant ecology of the Three Gorges of Yangtze River*. Chongqing: Southwest China Normal University Publishing House, 2000. 1~65.
- [3] Yang D R. Studies on the structure of the butterfly community and diversity in the fragmentary tropical rainforest of Xishuangbanna, China. *Acta Ecologica Sinica*, 1997, **41**(1): 48~55.
- [4] Hattori T, Yagura Y, Takeda Y, et al. A method of evaluation of naturalness by means of butterfly assemblage. *Humans and Nature*, 1997, **8**: 41~52.
- [5] Natuhara Y, Zmai C, Takahashi M E. Valuation of community indices in seasonal assemblages of butterflies (Lepidoptera) at different frequency of transect count. *Biodiversity and Conservation*, 1998, **7**(5): 631~639.
- [6] Swengel A A. Comparison of butterfly richness and abundance measures in prairie and barrens. *Biodiversity and Conservation*, 1998, **7**(12): 1639~1659.
- [7] Wood B, Gillman M P. The effects of disturbance on forest butterflies using two methods of sampling in Trinidad. *Biodiversity and Conservation*, 1998, **7**(5): 597~616.
- [8] Liu W P, Deng H L. The studies on diversity of butterflies in the Muli. *Acta Ecological Sinica*, 1997, **17**(3): 266~271.
- [9] Zhao Z M, Guo Y Q. *Principle and methods of community ecology*. Chongqing: Publishing House of Scientific and Technical Documentation, Chongqing Branch, 1990. 123~280.
- [10] Ma K P. Measurement of biotic community diversity I; Measurement of α diversity(A). *Chinese Biodiversity*, 1994, **2**(3): 162~168.
- [11] Ma K P, Liu Y M. Measurement of biotic community diversity I; Measurement of α diversity(B). *Chinese Biodiversity*, 1994, **2**(4): 231~239.
- [12] Mackenzie A, Ball A S, Virdee S R. *Instant Notes in Ecology*. BIOS Scientific Publishers Limited, 1998. 167~222.
- [13] Leech J H. *Butterflies from China, Japan, and Core*. London R. H. Porter, 18 Princes Street, Cavendish Square, W., 1892~1984, 1~662.
- [14] Li C L, Li H X. Lepidoptera: Rhopalocera. Huang F S. Editor-in-chief. *Insects of the Wulingshan Mountain in the Southwest China*. Beijing: Science Press, 1992. 546~575.
- [15] Wu C S. Lepidoptera, Rhopalocera: Papilionidae, Parnassiidae, Pieridae, Amathusiidae, Satyridae, Nymphalidae, Libytheidae, Riodinidae, Lycaenidae and Hesperidae. In: YANG X K. Editor-in-chief. *Insect of the Three Groge Reservoir Area of Yangtze River*. Chongqing: Chongqing Publishing House, 1997. 1408~1436.
- [16] Liu W P, Deng H L, Li S H. A report on butterflies survey in the every region of three gorge. *Journal of Southwest Agricultural University*, 2000, **22**(6): 501~506, 509.
- [17] Yang P, Qi B, Deng H L. Ecogeographical study of butterflies in the parallel mountain ridges and valleys in eastern Sichuan Basin. *Journal of Southwest Agricultural University*, 2004, **26**(3): 371~377.

- [18] Pollard E and Yates T J. *Monitoring butterflies for ecology and conservation*. London, Chapman and Hall, 1993. 1~248.
- [19] Chen Z N, Zeng Y. The butterfly diversity of different habitat types in Qilian, Qinghai Province. *Biodiversity Science*, 2003, **9**(2):109~114.
- [20] Wang M, Huang G H, Fan X L, *et al.* Species diversity of butterflies in Shimentai Nature Reserve, Guangdong. *Biodiversity Science*, 2003, **11**(6):441~453.
- [21] Fu B J, Liu S L, Ma K M. The contents and methods of integrated ecosystem assessment (IEA). *Acta Ecologica Sinica*, 2001, **21**(11):1885~1892.
- [22] Wu Z J, Li Y M. Effects of habitat fragmentation on survival of animal populations. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, **23**(11):2424~2435.
- [23] Dang C L, Wang C Y, Wang B R, *et al.* Succession and stability in community. *Chinese Journal of Ecology*, 2002, **21**(2):30~35.
- [24] Liu C R, Ma K P, Zhou W N. Measurement of biotic community diversity Ⅱ. the statistical aspects of the statistical aspects of the patterns of species-abundance distribution. *Chinese Biodiversity*, 1995, **3**(3):157~169.

参考文献:

- [1] 杨星科主编. 长江三峡库区昆虫(上). 重庆:重庆出版社, 1996. 1~70.
- [2] 肖文发, 李建文, 于长青, 等. 长江三峡库区陆生动植物生态. 重庆, 西南师范大学出版社, 2000. 1~65.
- [3] 杨大荣. 西双版纳片断热带雨林蝶类群落结构与多样性研究. 昆虫学报, 1998, **41**(1):48~55.
- [8] 刘文萍, 邓合黎. 木里蝶类多样性研究. 生态学报, 1997, **17**(3):266~271.
- [9] 赵志模, 郭依泉. 群落生态学原理与方法. 重庆, 科学技术文献出版社重庆分社, 1990. 123~280.
- [10] 马克平. 生物群落多样性的测度方法 I. α 多样性的测度方法(上). 生物多样性, 1994, **2**(3):162~168.
- [11] 马克平, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法 I. α 多样性的测度方法(下). 生物多样性, 1994, **2**(4):231~239.
- [14] 李昌廉, 李鸿兴. 鳞翅目:锤角亚目. 见:黄复生主编, 武陵山区昆虫. 北京:科学出版社, 1992. 546~575.
- [15] 武春生. 鳞翅目, 蝶亚目:凤蝶科 绢蝶科 粉蝶科 环蝶科 眼蝶科 蛱蝶科 喙蝶科 蛱蝶科 灰蝶科 弄蝶科. 见:杨星科主编, 长江三峡库区昆虫. 重庆:重庆出版社, 1997. 1408~1436.
- [16] 刘文萍, 邓合黎, 李树恒. 三峡库区蝶类调查报告. 西南农业大学学报, 2000, **22**(6):501~506, 509.
- [17] 杨萍, 漆波, 邓合黎. 盆东平行岭谷蝶类生态地理. 西南农业大学学报, 2004, **26**(3):371~377.
- [19] 陈振宁, 曾阳. 青海祁连地区不同生境类型蝶类多样性研究. 生物多样性, 2003, **9**(2):109~114.
- [20] 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. 生物多样性, 2003, **11**(6):441~453.
- [21] 傅伯杰, 刘世梁, 马克明. 生态系统综合评价的内容与方法. 生态学报, 2001, **21**(11):1885~1892.
- [22] 武正军, 李义明. 生境破碎化对动物种群成活的影响. 生态学报, 2003, **23**(11):2424~2435.
- [23] 党承林, 王崇云, 王宝林, 等. 植物群落的演替与稳定性. 生态学杂志, 2002, **21**(2):30~35.
- [24] 刘灿然, 马克平, 周文能. 生物群落多样性测度方法 Ⅲ. 与物种-多度分布模型有关的统计问题. 生物多样性, 1995, **3**(3):157~169.