

# 石门台自然保护区蝴蝶物种多样性研究

王敏<sup>1</sup> 黄国华<sup>1</sup> 范晓凌<sup>1</sup> 谢国忠<sup>2</sup> 黄林生<sup>2</sup> 戴克元<sup>2</sup>

1(华南农业大学昆虫生态研究室, 广州 510642)

2(石门台自然保护区, 广东英德 513000)

摘要: 1999年6月~2003年4月间,对广东石门台自然保护区的蝴蝶进行了调查,共记录到蝴蝶361种,分隶于11科190属。其中中国特有种51种,占总数的14.1%;国家保护种10种,占我国两次颁布(1989和2000年)的保护物种名录中蝴蝶总数(83种)的12.0%。通过以人工林生境为主的试验区、次生林生境为主的缓冲区和原生林生境为主的核心区等3个功能区中选择样点进行的蝴蝶多样性分析表明,缓冲区的物种多样性及科、属多样性均较高,且有众多的珍稀物种,是一个重要的蝴蝶生息地,应加强管制。进一步说明了保护蝶类的根本在于护林,进而为保护好广东省目前面积最大的自然保护区——石门台自然保护区的生物多样性及不可多得的自然遗产——热带亚热带低地森林提供依据。此外,本文将科、属多样性与物种多样性综合起来考虑,同时使用Shannon-Wiener指数与G-F指数,较为全面地评价了该保护区蝴蝶的群落多样性。

关键词: 蝴蝶 物种多样性 特有种 保护种 石门台自然保护区

中图分类号: Q958

文献标识码: A

文章编号: 1005-0094(2003)06-0441-13

## Species diversity of butterflies in Shimentai Nature Reserve, Guangdong

WANG Min<sup>1</sup>, HUANG Guo-Hua<sup>1</sup>, FAN Xiao-Ling<sup>1</sup>, XIE Guo-Zhong<sup>2</sup>, HUANG Lin-Sheng<sup>2</sup>, DAI Ke-Yuan<sup>2</sup>

1 Laboratory of Insect Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642

2 Shimentai Nature Reserve, Yingde County, Guangdong 513000

**Abstract:** Surveys in Shimentai Nature Reserve from June 1999 to April 2003 recorded 361 species of butterflies, which are classified into 190 genera in 11 families. Among these, endemic Chinese species and nationally endangered species accounted for 14.1% and 12.0%, respectively. The analysis of the coefficient of butterfly communities in the experimental, buffer and core zones of the reserve indicates that the similarity between the experimental and core zones was the lowest among all comparisons. The species and community diversity of the three representative areas was analyzed by using the G-F and Shannon-Wiener indices. Both indices from the buffer zone were higher than other areas. The results indicated that the buffer zone is a stopover site for many endangered species, suggesting that the protection of this area is very important for butterfly conservation. The results also suggested that conservation of forests is a key measure for protecting butterflies in Shimentai Nature Reserve, the largest nature reserve of Guangdong Province for tropical and subtropical lowland forests. As the G-F index reflects the diversity of higher classification units of the community, it is a very useful diversity index for the analysis of butterfly communities. The combination of the G-F index and Shannon-Wiener index provides a comprehensive measure to evaluate community diversity.

**Key words:** butterfly, species diversity, endemic species, endangered species, Shimentai Nature Reserve

蝴蝶是生物多样性极为丰富的昆虫群体中最引人瞩目的类群,其分类研究较昆虫的其他类群更为

细致深入。大部分蝶类对环境变化敏感,可以很好地反映环境的质量和变化,作为生物多样性丰富程度的指示物种,还可以间接地反映生物多样性的变化;加之蝶类大多白天活动,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(Pollard & Yates, 1993; Hermý & Cornelis, 2000)。

石门台自然保护区处于华南地区核心地带。华南地区是我国境内仅有的两个世界级生物多样性热点地区之一,位于全球 8 个最重要的生物多样性热点之一的印度-缅甸区的东北部,有“回归沙漠中的绿洲”之称,目前该地区的原生林仅剩 4.9%(Myers *et al.*, 2000)。根据联合国教科文组织的资料,北回归线上的森林是一种特殊的森林类型,是国际“人与生物圈”的重点研究课题。但是,由于长期以来受到人类活动的影响,目前世界上这种特殊森林类型多遭到破坏,许多珍贵动植物濒临灭绝。在广东省大部分地区的原始森林遭到严重破坏之后,英德市北部山区至今还保存着一片亚热带天然常绿阔叶林,具有特殊的科学研究价值。如何保护好这一地区丰富的生物多样性,使其生物资源得到可持续利用,这对该地区乃至人类的长远发展无疑将是非常重要的。本文根据 1999 年 6 月~2003 年 4 月的调查资料,对石门台自然保护区的蝴蝶资源及其多样性进行了研究,以期在华南地区组建一个以蝴蝶为主题的生物多样性及环境研究与监测网络、促进森林生物多样性保护与可持续利用提供理论依据。

## 1 研究地区概况

石门台自然保护区地处广东省英德市北部、南岭山脉最南端(24°17'49"~24°31'02"N, 113°01'11"~113°46'22"E),包括波罗、石牯塘、横石塘、云岭、沙口、大镇、横石水等八镇境内的主要连片山地,海拔 200~1548 m,总面积 82 260 hm<sup>2</sup>,是广东省目前连片面积最大的森林生态系统自然保护区。全区处于东亚季风区的南亚热带向中亚热带的气候过渡带,属热带季风气候区,年平均气温 20.9℃,全年无霜期平均 319 天,1 月均温 11℃,7 月均温 28.9℃,极端最低温 3.6℃,极端最高温 38.9℃[据英德市气象观测站(24°23'N, 113°18'E)1950~1999 年的资料分析]。植被以天然常绿阔叶林占绝对优势,其中有大面积的原生性森林及部分针叶林和针阔叶混

交林。根据保护区地形及海拔分布,可把主要林带分为沟谷季风常绿阔叶林、山地常绿阔叶林、亚热带针阔叶混交林、山顶矮林、崖壁矮林、亚热带针叶林、亚热带灌丛草坡、亚热带草坡等 8 种类型,其中亚热带草坡呈斑块状分布,主要是历史上人为干扰引起逆行演替的结果(苏志尧等,2002)。各林带在沟谷、山地、山脊和崖壁上保持完整,受人为干扰少,是广东省境内少见的天然林宝库。

## 2 研究方法

### 2.1 调查方法

(1) 资源调查。采用样线法,观察(针对熟悉而又难以捕捉到的大型蝶类则直接记录)与网捕相结合,根据林相分布、海拔高度与功能区划类型,在保护区内选取以试验区边缘为出发点直接深入到核心区中长为 8 km 左右的 15 条样线,于 1999~2001 年间每季度一次进行普查,将采集的蝴蝶包在写有时间、地点及采集人的三角纸包内,带回室内进行标本制作、分类鉴定(周尧,1994;武春生,2001;王敏,范骁凌,2002;Osada,1999;Shirôzu,1960)。调查选择晴天或阴天,采集、观察并记录所见到的蝴蝶种类、数量、活动状态及生境概况。在夏、秋两季,调查时间为 9:00~13:00、15:00~18:00;在冬、春两季,调查时间为 10:00~17:00。

(2) 代表性样点多样性分析。采用样方法,以直接计数和网捕累积计数相结合进行蝴蝶种类及数量的调查。综合保护区的资源条件与自然因子,根据不同的季节、生境、植被群落类型以及寄主和蜜源植物的分布,在 3 个功能区域(试验区、缓冲区、核心区)中各选取 2 个面积为 1 km<sup>2</sup> 且能代表其功能区划模式与生境类型的样方(Sparks *et al.*, 1997; Debinski *et al.*, 2001),于 2001 年 10 月~2003 年 4 月间进行定期调查,每月 1 次,每次 6 人,每人 1 网,每个样方 1 小时(在蝶类活动频繁的 10:00~17:00 进行)。以精确计数为主导,对数量极大的优势类群采用估算。

### 2.2 多样性指数

采用 Shannon-Wiener 多样性指数和 G-F 指数分别反映物种的多样性和科、属的多样性,采用相似性系数分析不同区域的共性与特性。各指数的公式如下:

(1) 多样性指数( $H'$ )

采用 Shannon-Wiener 公式:  $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$ , 其中  $P_i$  是第  $i$  物种的个体比例,  $S$  为总的物种数(马克平, 刘玉明, 1994; 杨大荣, 1998; 陈振宁, 曾阳, 2001)。

### (2) G-F 指数

F 指数(科的多样性):  $D_F = \sum_{k=1}^m D_{FK}$ , 其中  $D_{FK}$  为  $k$  科中的物种多样性, 其计算公式为:

$$D_{FK} = -\sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

其中  $P_i$  为群落中  $k$  科  $i$  属中的物种数占  $k$  科物种总数的比值,  $n$  为  $k$  科中的属数,  $m$  为群落中的科数。

G 指数(属的多样性):  $D_G = -\sum_{j=1}^p q_j \ln q_j$ , 其中  $q_j$  为群落中  $j$  属的物种数与总的物种数之比,  $p$  为群落中的属数。

G-F 指数:  $D_{FG} = 1 - \frac{D_G}{D_F}$ , 如果该地区仅有一个物种, 或仅有几个分布在不同科的物种, 则定义该地区的 G-F 指数为零(蒋志刚, 纪力强, 1999)。

### (3) 相似性系数 ( $C_s$ )

采用 Jaccard 公式:  $C_s = c/(a + b - c)$ 。式中  $c$  为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(阳含熙, 卢泽愚, 1981)。

## 3 结果与分析

### 3.1 蝴蝶种类

从 1999 年 6 月 ~ 2001 年 8 月, 通过对 15 条样线的野外考察, 基本查清了石门台自然保护区的蝶类资源, 共记录到蝴蝶 361 种, 分属于 11 科 190 属(表 1, 详细名录见附表 1)。其中一个中国新记录种, 即越南苏弄蝶(*Sovia lucasii*)。除绢蝶科(Parnassiidae)外, 我国已有分布记录的科在保护区内均有发现。这与保护区面积大、森林植被保存完好是密切相关的(New *et al.*, 1995)。

### 3.2 中国特有种、保护种组成及样方中蝶类成分分析

调查过程中, 保护区共发现 51 种我国特有的蝴蝶, 约占区内全部种类的 14.1%(见附表 1)。根据 2000 年国家林业局颁布的《国家保护的有益的, 或者有重要经济、科学研究价值的野生动物名录》, 保护区内属于国家保护的蝴蝶种类有 10 种(见附表 1), 占我国两次颁布(1989 和 2000 年)的保护物种名录中蝶类总数量(83 种)的 12.0%。可见石门台自然保护区的蝶类资源中, 中国特有种及保护种很丰富, 对这一地区进行有效的保护具有重要意义。

根据样方调查的结果来看(附表 1), 试验区的蝶类相对比较单一、种群数量较大、优势种类明显, 其中相当部分种类与农业生产密切相关, 如: 柑桔凤蝶(*Papilio xuthus*)、达摩凤蝶(*P. demoleus*)、青凤蝶(*Graphium sarpedon*)、东方菜粉蝶(*Pieris canidia*)、菜粉蝶(*P. rapae*)、黑纹菜粉蝶(*P. melete*)、稻眉眼蝶(*Mycalesis gotama*)、拟稻眉眼蝶(*M. francisca*)、曲纹紫灰蝶(*Chilades pandava*)、么纹稻弄蝶

表 1 石门台自然保护区各科蝴蝶的属数、物种数、中国特有种数和保护物种数的统计

Table 1 Number of genera, species, endemic species and endangered species in each butterfly family in Shimentai Nature Reserve

科 Family	属 No. of genera	种 No. of species	中国特有种 No. of endemic species of China	中国保护种 No. of endangered species of China
凤蝶科 Papilionidae	13	33	1	4
粉蝶科 Pieridae	16	31	-	-
斑蝶科 Danaidae	5	17	-	-
环蝶科 Amathusiidae	5	8	2	2
眼蝶科 Satyridae	11	35	15	-
蛱蝶科 Nymphalidae	40	85	11	2
珍蝶科 Acraeidae	1	1	-	-
喙蝶科 Libytheidae	1	1	-	-
蛱蝶科 Riodinidae	4	10	-	-
灰蝶科 Lycaenidae	48	70	14	1
弄蝶科 Hesperidae	46	70	8	1
总计 Total	190	361	51	10

表 2 石门台自然保护区各样点蝴蝶的多样性分析

Table 2 Diversity of butterflies in three studied areas of Shimentai Nature Reserve

样点 Study area	生境 Habitat	物种数 No. of species	属数 No. of genera	科数 No. of families	G 指数 G index	F 指数 F index	G-F 指数 G-F index	Shannon- Wiener 指数 Shannon- Wiener index
试验区 Experimental zone	人工林 Artificial forest	77	55	10	3.527	13.626	0.741	3.835
缓冲区 Buffer zone	次生林 Secondary forest	128	93	10	3.787	18.085	0.791	4.332
核心区 Core zone	原生林 Primary forest	94	63	9	4.093	16.647	0.754	4.221

表 3 石门台自然保护区各样点蝴蝶的相似性系数

Table 3 The similarity coefficient of butterflies in studied areas in Shimentai Nature Reserve

	缓冲区 Buffer zone	核心区 Core zone
试验区 Experimental zone	0.3141	0.1793
缓冲区 Buffer zone		0.2614

(*Parnara bada*)、曲纹稻弄蝶(*P. ganga*)、直纹稻弄蝶(*P. guttata*)等危害林木果树及农作物的种类;蚜灰蝶(*Taraka hamada*)、中华云灰蝶(*Miletus chinensis*)等取食介壳虫、蚜虫的种类(附表 1)。缓冲区蝴蝶的物种数最为丰富,但种群数量比试验区低;核心区蝴蝶的物种数较多,而种群数量明显低于试验区和缓冲区。

### 3.3 各样点的多样性分析及相似性系数比较

对石门台自然保护区 3 个样点的蝴蝶群落进行多样性分析(表 2)和相似性系数比较(表 3)。物种多样性指数和 G-F 指数为缓冲区 > 核心区 > 试验区;F 指数为缓冲区 > 核心区 > 试验区;而 G 指数为核心区 > 缓冲区 > 试验区。在相似性系数上缓冲区与试验区、核心区之间的相似性系数均高于试验区与核心区之间的相似性系数。

## 4 结论与讨论

Shannon-Wiener 指数作为评价生物群落物种多样性的指数,能够同时反映一个群落的物种丰富度和均匀度。但从物种分类的角度看,该指数只考虑了种的分类,而没有涉及到科、属的分类,无法反映一个生物群落中科、属的多样性。因而本文没有再计算物种均匀度和丰富度指数,而以 G-F 指数来反

映该地区的生境复杂性。

(1)在石门台自然保护区共调查到蝴蝶 361 种,分隶于 11 科 190 属,反映了该地区在科、属、种各级水平上的多样性均较高,蝴蝶的种类占目前广东省记录(528 种,本文数据)的 68.4%,多于调查研究较为充分的南岭国家级自然保护区(302 种)(陈锡昌,1997),充分体现了其世界级生物多样性热点地区的特性,也表明了该地区的森林原始性及其保存的完整性。

(2)由表 2 可以看出,缓冲区的多样性指数最高,核心区的多样性指数高于试验区,试验区的蝶类虽然在科的数量上高于核心区,但其 Shannon-Wiener 指数和 G-F 指数均低于其他两个区域,表明该区域种类相对比较单一,这正是因为试验区受人干扰较多的结果。通过蝶类组成成分的分析表明,介于人工林为主的试验区与原生林为主的核心区之间的缓冲区,具有较高的物种多样性以及反映生境复杂性的科、属的多样性(张淑萍等,2002),这与 Srivastava 在热带雨林中调查的结果基本上是一致的(Lawton *et al.*, 1998)。

(3)由表 3 可以看出,缓冲区与试验区、核心区之间蝶类的相似性系数均较高,而核心区与试验区的相似性系数则较低,体现了缓冲区典型的交错过渡带属性,表明了其较高的生境复杂性。上述结果充分证明了生境越复杂、蝶类物种越丰富,因此应加强对缓冲区的管理,保护其林相的自然演替,以实现资源的有效保护。

(4)核心区的 Shannon-Wiener 指数与 G-F 指数较缓冲区低,而 G 指数却是 3 个区域中最高的,这主要是因为原生林中蝴蝶种群数量较低,大部分

蝴蝶常活动于树冠,因而中、小型种类难以观察、采集、记录。原生林树冠蝴蝶的多样性以及原生林与次生林蝶类的多样性比较还有待于进一步研究。

(5)综合以上数据,要实现该区蝶类可持续发展的目标,归根到底是保护南亚热带北缘常绿阔叶林生态系统。全面保护蝶类赖以生存和发展的自然资源 and 自然环境,使其免遭破坏与污染,是保存蝶类多样性,保证资源永续利用的关键所在。

通过 Shannon-Wiener 指数、G-F 指数的综合应用,将科、属多样性与物种多样性结合起来评价,说明了缓冲区的多样性复杂程度高,加强它的保护与管制,减少人为干扰——保护好核心区、管理好试验区,以便保护好广东省目前面积最大的自然保护区——石门台自然保护区的生物多样性及不可多得的自然遗产——热带亚热带低地森林。

致谢:日本知名蝶类专家九州大学的 O. YATA 教授给予了技术指导,华南农业大学昆虫生态研究室部分老师和研究生及植保专业 97、99 级本科生参与了调查,石门台自然保护区管理站、各镇林业站、英德森林公安分局的工作人员及当地村民委员会对我们的考察给予了大力支持,特此致谢。

## 参考文献

Chen X-C (陈锡昌). 1997. A research on butterflies in Nanling National Nature Reserve. *Natural Enemies of Insects* (昆虫天敌), **19**(1): 26 - 40.

Chen Z-N (陈振宁) and Zeng Y (曾阳). 2001. The butterfly diversity of different habitat types in Qilian, Qinghai Province. *Biodiversity Science* (生物多样性), **9**(2): 109 - 114. (in Chinese)

Chou I (ed.) (周尧主编). 1994. *Monographia Rhopalocorum Sinensium* [中国蝶类志(上、下册)]. Henan Science and Technology Press, Zhengzhou. (in Chinese)

Debinski D. M., Ray C. and Saveraid E. H. 2001. Species diversity and the scale of the landscape mosaic: do scales of movement and patch size affect diversity? *Biological Conservation*, **98**: 179 - 190.

Hermly M. and Cornelis J. 2000. Towards a monitoring method and a number of multifaceted and hierarchical biodiversity indicators for urban and suburban parks. *Landscape and Urban Planning*, **49**: 149 - 162.

Jiang Z-G (蒋志刚) and Ji L-Q (纪力强). 1999. Avian mammalian species diversity in nine representative sites in China. *Chinese Biodiversity* (生物多样性), **7**(3): 220 - 225.

(in Chinese)

Lawton J. H., Bignell D. E., Bolton B., Bloemers G. F., Eggleton P., Hammond P. M., Hodda M., Holt R. D., Larsen T. B., Mawdsley N. A., Stork N. E., Srivastava D. S. and Watt A. D. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature*, **391**(1): 72 - 76.

Ma K-P (马克平) and Liu Y-M (刘玉明). 1994. Measurement of biotic community diversity. I. a diversity (Part 2). *Chinese Biodiversity* (生物多样性), **2**(4): 231 - 239. (in Chinese)

Myers N., Mittermeier R. A., Mittermeier C. G., da Fonseca A. B. and Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, **403**(7): 853 - 858.

New T. R., Pyle R. M., Thomas J. A., Thomas C. D. and Hammond P. C. 1995. Butterflies conservation management. *Annual Review of Entomology*, **40**: 57 - 83.

Osada S. 1999. *An Illustrated Checklist of the Butterflies of Laos*. P. D. R. Mokuyo-sha, Tokyo, Japan.

Pollard E. and Yates T. J. 1993. *Monitoring Butterflies for Ecology and Conservation, The British Butterfly Monitoring Scheme*. Chapman and Hall, London, UK.

Shirōzu T. 1960. *Butterflies of Formosa in Color*. Hoikusha, Osaka, Japan. (in Japanese)

Sparks T. H., Mountford J. Q., Manchester S. J., Rothery P. and Treweek J. R. 1997. Sample size for estimating species lists in vegetation surveys. *The Statistician*, **46**: 253 - 260.

Su Z-Y (苏志尧), Chen B-G (陈北光) and Wu D-R (吴大荣). 2002. Vegetation types and community structure of Shimentai Nature Reserve, Yingde, Guangdong. *Journal of South China Agricultural University* [华南农业大学学报(自然科学版)], **23**(1): 58 - 62. (in Chinese)

Wang M (王敏) and Fan X-L (范晓凌). 2002. *Butterflies Fauna Sinica: Lycaenidae* (中国灰蝶志). Henan Science and Technology Press, Zhengzhou. (in Chinese & English)

Wu C-S (武春生). 2001. *Fauna Sinica: Insect*. Vol. 25 (Lepidoptera: Papilionidea) [中国动物志 昆虫纲(第二十五卷)鳞翅目 凤蝶科]. Science Press, Beijing. (in Chinese)

Yang D-R (杨大荣). 1998. Studies on the structure of the butterfly community and diversity in the fragmentary tropical rainforest of Xishuangbanna, China. *Acta Entomologica Sinica* (昆虫学报), **41**(1): 48 - 55. (in Chinese)

Yang H-X (阳含熙) and Lu Z-Y (卢泽愚). 1981. *Quantitative Methods for Classification of Plant Ecology* (植物生态学的数量分类方法). Science Press, Beijing. (in Chinese)

Zhang S-P (张淑萍), Zhang Z-W (张正旺), Xu J-L (徐基良), Sun Q-H (孙全辉) and Liu D-P (刘冬平). 2002. The analysis of waterbird diversity in Tianjin. *Biodiversity Science* (生物多样性), **10**(3): 280 - 285. (in Chinese)

附表 1 石门台自然保护区蝴蝶名录及各样点蝴蝶多度

Appendix 1 A checklist of the butterflies in Shimentai Nature Reserve and abundance of the butterflies in study areas

种类 Species	样点 Study area						中国特 有种 Endemic species of China	中国 保护种 Endangered species of China
	试验区 Experimental zone		缓冲区 Buffer zone		核心区 Core zone			
	个体比例 (%) Percentage	多度 Abund- ance	个体比例 (%) Percentage	多度 Abund- ance	个体比例 (%) Percentage	多度 Abund- ance		
凤蝶科 Papilionidae								
金裳凤蝶 <i>Troides aeacus</i>	0.18	+	0.17	+	0.38	+		✓
暖曙凤蝶 <i>Atrophaneura aidonea</i>			0.07	+				✓
麝凤蝶 <i>Byasa alcinous</i>								
白斑麝凤蝶 <i>B. dasarada</i>								
红珠凤蝶 <i>Pachliopta aristolochiae</i>	0.13	+	0.20	+	0.51	+		
褐斑凤蝶 <i>Chilasa agestor</i>	0.26	+			0.77	+		
斑凤蝶 <i>C. clytia</i>			0.34	+	0.38	+		
小黑斑凤蝶 <i>C. epycides</i>					0.26	+		
玉斑凤蝶 <i>Papilio helenus</i>	0.55	+	0.44	+	0.64	+		
美凤蝶 <i>P. memnon</i>			0.34	+	0.51	+		
宽带凤蝶 <i>P. nephelus</i>			0.30	+	0.26	+		
玉带凤蝶 <i>P. polytes</i>	1.69	++	1.95	++	2.68	+		
蓝凤蝶 <i>P. protenor</i>	2.16	++	2.32	++	2.30	+		
窄斑翠凤蝶 <i>P. arcturus</i>					1.15	+		
碧凤蝶 <i>P. bianor</i>	1.35	++	1.55	+	1.53	+		
达摩凤蝶 <i>P. demoleus</i>	0.81	+	0.61	+	0.64	+		
帕里翠凤蝶 <i>P. paris</i>	3.25	+++	3.73	+++	2.42	+		
柑桔凤蝶 <i>P. xuthus</i>	0.49	+	0.17	+				
金凤蝶 <i>P. machaon</i>			0.27	+	0.51	+		
宽尾凤蝶 <i>Aeghana elwesi</i>					0.38	+	✓	✓
燕尾凤蝶 <i>Lamproptera curia</i>			1.28	+	1.40	+		✓
统帅青凤蝶 <i>Graphium agamemnon</i>	0.34	+	0.50	+	0.77	+		
碎斑青凤蝶 <i>G. chironides</i>					0.51	+		
宽带青凤蝶 <i>G. cloanthus</i>			0.10	+				
木兰青凤蝶 <i>G. doson</i>	0.26	+			0.64	+		
银钩青凤蝶 <i>G. eurypylus</i>					0.38	+		
青凤蝶 <i>G. sarpedon</i>	0.55	+	0.64	+	1.66	+		
细纹凤蝶 <i>Parantispopsis megarus</i>					0.89	+		
斜纹绿凤蝶 <i>Pathysa agetes</i>								
绿凤蝶 <i>P. antiphates</i>	0.29	+	0.44	+				
升天剑凤蝶 <i>Pazala euroa</i>					1.28	+		
华夏剑凤蝶 <i>P. glycerion</i>					0.64	+		
褐钩凤蝶 <i>Meandrusa sciron</i>			0.34	+	1.02	+		
粉蝶科 Pieridae								
迁粉蝶 <i>Catopsilia pomona</i>	0.47	+	0.47	+	1.02	+		
梨花迁粉蝶 <i>C. pyranthe</i>	0.31	+	0.47	+				
铜黄迁粉蝶 <i>C. scylla</i>					0.64	+		
黑角方粉蝶 <i>Dercas lycorias</i>			0.61	+	1.02	+		
橙翅方粉蝶 <i>D. nina</i>					0.64	+		
方粉蝶 <i>D. verhuelli</i>					0.77	+		
斑缘豆粉蝶 <i>Colias erate</i>					0.51	+		
橙黄豆粉蝶 <i>C. fieldii</i>								
槲黄粉蝶 <i>Eurema blanda</i>			0.71	+				
宽边黄粉蝶 <i>E. hecabe</i>	5.57	+++	4.14	+++	7.41	+++		
尖角黄粉蝶 <i>E. laeta</i>								
钩粉蝶 <i>Gonepteryx rhamni</i>								
尖翅钩粉蝶 <i>G. mahagara</i>					1.02	+		
橙粉蝶 <i>Ixias pyrene</i>			1.04	+	1.92	+		
红腋斑粉蝶 <i>Delias acalis</i>					0.89	+		
报喜斑粉蝶 <i>D. pasithoe</i>	1.38	++	1.08	+				
白翅尖粉蝶 <i>Appias albina</i>			0.77	+				

附表 1 (续) Appendix 1 (continued)

种类 Species	样点 Study area						中国特 有种 Endemic species of China	中国 保护种 Endangered species of China
	试验区 Experimental zone		缓冲区 Buffer zone		核心区 Core zone			
	个体比例 (%) Percentage	多度 Abund- ance	个体比例 (%) Percentage	多度 Abund- ance	个体比例 (%) Percentage	多度 Abund- ance		
利比尖粉蝶 <i>A. libythea</i>			0.17	+				
灵奇尖粉蝶 <i>A. lyncida</i>					0.38	+		
雷震尖粉蝶 <i>A. indra</i>								
锯粉蝶 <i>Prioneris thestylis</i>								
大翅绢粉蝶 <i>Aporia largeateui</i>					0.51	+		
黑脉园粉蝶 <i>Cepora nerissa</i>	0.44	+	0.50	+				
青园粉蝶 <i>C. nadina</i>					1.15	+		
东方菜粉蝶 <i>Pieris canidia</i>	9.14	+++	7.34	+++				
黑纹菜粉蝶 <i>P. melete</i>	0.99	+	0.87	+	2.17	+		
菜粉蝶 <i>P. rapae</i>			1.31	+				
飞龙粉蝶 <i>Talbotia naganum</i>			0.84	+	1.40	+		
纤粉蝶 <i>Leptosia nina</i>								
鹤顶粉蝶 <i>Hebomoia glaucippe</i>	0.34	+	0.57	+	0.64	+		
青粉蝶 <i>Pareronia valeria</i>					0.89	+		
斑蝶科 Danaidae								
金斑蝶 <i>Danaus chrysippus</i>								
虎斑蝶 <i>D. genutia</i>	4.92	+++	2.62	++				
君主斑蝶 <i>D. plexippus</i>								
屏纹青斑蝶 <i>Tirumala gautama</i>			0.64	+				
青斑蝶 <i>T. limniace</i>			0.71	+	1.15	+		
蓄青斑蝶 <i>T. septentrionis</i>			0.57	+	1.02	+		
绢斑蝶 <i>Parantica aglea</i>	2.47	++	1.88	++	2.68	+		
黑绢斑蝶 <i>P. melanea</i>			0.61	+	1.40	+		
大绢斑蝶 <i>P. sita</i>			0.50	+				
拟旂斑蝶 <i>Ideopsis similis</i>								
旂斑蝶 <i>I. vulgaris</i>			0.27	+				
幻紫斑蝶 <i>Euploea core</i>			0.71	+	1.40	+		
黑紫斑蝶 <i>E. eunice</i>	0.39	+	0.40	+	1.02	+		
蓝点紫斑蝶 <i>E. midamus</i>	4.82	+++	1.92	++	2.42	+		
异型紫斑蝶 <i>E. mulciber</i>								
双标紫斑蝶 <i>E. sylvester</i>								
妒丽紫斑蝶 <i>E. tulliola</i>			0.17	+				
环蝶科 Amathusiidae								
凤眼方环蝶 <i>Discophora sondaica</i>	0.23	+	0.27	+	0.38	+		
月纹矩环蝶 <i>Enispe lunatum</i>							√	
纹环蝶 <i>Aemonia amathusia</i>								
尖翅纹环蝶 <i>A. lena</i>					0.51	+		
串珠环蝶 <i>Faunis eumeus</i>								
灰翅串珠环蝶 <i>F. aerope</i>								
箭环蝶 <i>Stichopthalma howqua</i>								√
双星箭环蝶 <i>S. neumogeni</i>			0.07	+	0.38	+	√	√
眼蝶科 Satyridae								
稻暮眼蝶 <i>Melanitis leda</i>	1.46	++	0.61	+	0.89	+		
睇暮眼蝶 <i>M. phedima</i>	0.44	+	0.17	+	0.51	+		
圆翅黛眼蝶 <i>Lethe butleri</i>							√	
曲纹黛眼蝶 <i>L. chandica</i>	0.99	+			1.40	+		
棕褐黛眼蝶 <i>L. christophi</i>					0.38	+	√	

附表 1 (续) Appendix 1 (continued)

种类 Species	样点 Study area						中国特 有种 Endemic species of China	中国 保护种 Endangered species of China
	试验区 Experimental zone		缓冲区 Buffer zone		核心区 Core zone			
	个体比例 (%) Percentage	多度 Abund- ance	个体比例 (%) Percentage	多度 Abund- ance	个体比例 (%) Percentage	多度 Abund- ance		
白带黛眼蝶 <i>L. confusa</i>	1.33	++	1.04	+	1.66	+		
苔娜黛眼蝶 <i>L. diana</i>								
长纹黛眼蝶 <i>L. europa</i>	0.57	+						
李斑黛眼蝶 <i>L. gemina</i>							√	
深山黛眼蝶 <i>L. insana</i>					3.07	+		
罗丹黛眼蝶 <i>L. laodamia</i>							√	
直带黛眼蝶 <i>L. lanaris</i>							√	
波纹黛眼蝶 <i>L. rohria</i>	0.31	+						
蛇神黛眼蝶 <i>L. satyrina</i>							√	
连纹黛眼蝶 <i>L. syrcis</i>							√	
玉带黛眼蝶 <i>L. verma</i>			0.61	+				
文娣黛眼蝶 <i>L. vindhya</i>								
紫线黛眼蝶 <i>L. violaceopicta</i>					1.53	+		
布莱荫眼蝶 <i>Neope bremeri</i>							√	
蒙链荫眼蝶 <i>N. muirheadi</i>	0.47	+					√	
黄斑荫眼蝶 <i>N. pulaha</i>								
蓝斑丽眼蝶 <i>Mandarinia regalis</i>							√	
拟稻眉眼蝶 <i>Mycalesis francisca</i>	2.40	++						
稻眉眼蝶 <i>M. gotama</i>								
小眉眼蝶 <i>M. mineus</i>	1.41	++	0.71	+	1.15	+		
白斑眼蝶 <i>Penthema adelma</i>			0.27	+	0.64	+		
凤眼蝶 <i>Neorina patria</i>								
翠袖锯眼蝶 <i>Elymnias hypermnestra</i>	0.18	+						
颠眼蝶 <i>Acropolis thalia</i>					1.92	+	√	
矍眼蝶 <i>Ypthima balda</i>	6.01	+++	4.64	+++				
幽矍眼蝶 <i>Y. conjuncta</i>			0.77	+			√	
黎桑矍眼蝶 <i>Y. lisandra</i>			0.50	+	1.15	+	√	
东亚矍眼蝶 <i>Y. motschulskyi</i>								
前雾矍眼蝶 <i>Y. praenubila</i>			0.34	+			√	
古眼蝶 <i>Palaeonympha opalina</i>					0.64	+	√	
蛱蝶科 Nymphalidae								
凤尾蛱蝶 <i>Polyura arja</i>					0.26	+		
大二尾蛱蝶 <i>P. eudamippus</i>			0.17	+				
二尾蛱蝶 <i>P. narcaea</i>					1.66	+		
忘忧尾蛱蝶 <i>P. nepenthes</i>					1.40	+		
白带螯蛱蝶 <i>Charaxes bernardus</i>								
红锯蛱蝶 <i>Cethosia biblis</i>			0.34	+				
武铠蛱蝶 <i>Chitoria ulupi</i>								
罗蛱蝶 <i>Rohana parisatis</i>			0.27	+				
帅蛱蝶 <i>Sephisa chandra</i>					0.64	+		
银白蛱蝶 <i>Helcyra subalba</i>					0.77	+	√	
傲白蛱蝶 <i>H. superba</i>							√	
芒蛱蝶 <i>Euripus nyctelius</i>								
黑脉蛱蝶 <i>Hestina assimilis</i>	0.39	+	0.24	+	1.02	+		
大紫蛱蝶 <i>Sasakia charonda</i>					0.38	+		
黑紫蛱蝶 <i>S. funebris</i>					0.64	+	√	
素饰蛱蝶 <i>Stibochiona nicea</i>			0.47	+	1.15	+	√	

附表 1(续) Appendix 1(continued)

种类 Species	样点 Study area						中国特 有种 Endemic species of China	中国 保护种 Endangered species of China
	试验区 Experimental zone		缓冲区 Buffer zone		核心区 Core zone			
	个体比例 (%) Percentage	多度 Abund- ance	个体比例 (%) Percentage	多度 Abund- ance	个体比例 (%) Percentage	多度 Abund- ance		
电蛱蝶 <i>Dichorragia nesimachus</i>			0.27	+				
襟蛱蝶 <i>Cupha erymanthis</i>								
珐蛱蝶 <i>Phalantha phalantha</i>								
绿豹蛱蝶 <i>Argynnis paphia</i>								
斐豹蛱蝶 <i>Argyreus hyperbius</i>	0.94	+	0.87	+	2.17	+		
青豹蛱蝶 <i>Damora sagana</i>								
银豹蛱蝶 <i>Childrena childreni</i>								
绿裙玳蛱蝶 <i>Tanaecia julii</i>					0.64	+		
黄翅翠蛱蝶 <i>Euthalia kosempona</i>							√	
红斑翠蛱蝶 <i>E. lubentina</i>								
暗斑翠蛱蝶 <i>E. monina</i>	0.36	+						
绿裙边翠蛱蝶 <i>E. niepelti</i>	0.73	+						
黄带翠蛱蝶 <i>E. patala</i>								
尖翅翠蛱蝶 <i>E. phemius</i>								
铂翠蛱蝶 <i>E. pratti</i>							√	
捻带翠蛱蝶 <i>E. strephon</i>							√	
黑角律蛱蝶 <i>Lexias dirtea</i>								
小豹律蛱蝶 <i>L. pardalis</i>								
迷线蛱蝶 <i>Limenitis misuji</i>							√	
残钹线蛱蝶 <i>L. sulphita</i>	1.38	++	1.21	+				
珠履带蛱蝶 <i>Athyma asura</i>								
双色带蛱蝶 <i>A. cama</i>			0.74	+				
幸福带蛱蝶 <i>A. fortuna</i>							√	
玉杵带蛱蝶 <i>A. jina</i>								
相思带蛱蝶 <i>A. nefte</i>			0.61	+				
虬眉带蛱蝶 <i>A. opalina</i>								
玄珠带蛱蝶 <i>A. perius</i>			0.40	+				
六点带蛱蝶 <i>A. punctata</i>								
离斑带蛱蝶 <i>A. ranga</i>								
新月带蛱蝶 <i>A. selenophora</i>	1.59	++	1.24	+				
婀蛱蝶 <i>Abrota ganga</i>								
穆蛱蝶 <i>Moduza procris</i>								
丫纹俳蛱蝶 <i>Parasarpa dudu</i>			0.10	+				
奥蛱蝶 <i>Auzakia danava</i>					0.77	+		
耙蛱蝶 <i>Bhagadatta austenia</i>			0.13	+				
茈蛱蝶 <i>Pantoporian bieti</i>								
金蛱蝶 <i>P. hordonia</i>			0.40	+				
薄菲蛱蝶 <i>Phaedyma aspasia</i>					0.89	+		
柱菲蛱蝶 <i>P. columella</i>	0.29	+						
阿环蛱蝶 <i>Neptis ananta</i>								
羚环蛱蝶 <i>N. antilope</i>							√	
矛环蛱蝶 <i>N. armandia</i>								
折环蛱蝶 <i>N. beroe</i>							√	
卡环蛱蝶 <i>N. cartica</i>			0.17	+				
珂环蛱蝶 <i>N. clinia</i>			0.13	+				
桂北环蛱蝶 <i>N. guia</i>							√	
中环蛱蝶 <i>N. hylas</i>	3.10	+++	2.59	++	2.94	+		



附表 1 (续) Appendix 1 (continued)

种类 Species	样点 Study area						中国特 有种 Endemic species of China	中国 保护种 Endangered species of China
	试验区 Experimental zone		缓冲区 Buffer zone		核心区 Core zone			
	个体比例 (%) Percentage	多度 Abund- ance	个体比例 (%) Percentage	多度 Abund- ance	个体比例 (%) Percentage	多度 Abund- ance		
紫钹灰蝶 <i>Euspa forsteri</i>							√	
陈氏何华灰蝶 <i>Howarthia cheni</i>							√	
美丽何华灰蝶 <i>H. melli</i>							√	
何华灰蝶 <i>H. sp.</i>					0.26	+		
裂斑金灰蝶 <i>Chrysozephyrus disparatus</i>			0.10	+				
闪光金灰蝶 <i>C. scintillans</i>							√	
百娆灰蝶 <i>Arhopala bazala</i>								
小娆灰蝶 <i>A. paramuta</i>			0.50	+				
奇娆灰蝶 <i>A. comica</i>								
玛灰蝶 <i>Mahathala ameria</i>	0.18	+						
婀玛灰蝶 <i>M. ariadeva</i>								
碧俳灰蝶 <i>Panchala birmana</i>								
黑俳灰蝶 <i>P. paraganesa</i>								
锁铠花灰蝶 <i>Flose asoka</i>			0.13	+				
异灰蝶 <i>Iraota timoleon</i>								
鹿灰蝶 <i>Loxura atymnus</i>								
斑灰蝶 <i>Horaga onyx</i>								
白斑灰蝶 <i>H. albimacula</i>								
捞银线灰蝶 <i>Spindasis lohita</i>			0.10	+				
豆粒银线灰蝶 <i>S. syama</i>	0.68	+						
双尾灰蝶 <i>Tajuria cippus</i>								
豹斑双尾灰蝶 <i>T. maculata</i>								
珀灰蝶 <i>Pratapa deva</i>								
克灰蝶 <i>Creon cleobis</i>					0.13	+		
莱灰蝶 <i>Remelana jangala</i>								
安灰蝶 <i>Ancema ctesia</i>								
玳灰蝶 <i>Deudorix epijarbas</i>			0.07	+				
拟燕玳灰蝶 <i>D. pseudorapaloides</i>							√	
绿灰蝶 <i>Artipe eryx</i>	0.55	+						
霓纱燕灰蝶 <i>Rapala nissa</i>								
高沙子燕灰蝶 <i>R. takasagonis</i>							√	
麻燕灰蝶 <i>R. manea</i>								
生灰蝶 <i>Sinthusa chandrana</i>	0.34	+						
尼彩梳灰蝶 <i>Ahlbergia nicevillei</i>							√	
杨氏斯灰蝶 <i>Strymonidia yangi</i>							√	
浓紫彩灰蝶 <i>Heliophorus ila</i>								
斜斑彩灰蝶 <i>H. phoenicoparyphus</i>	0.60	+					√	
烤彩灰蝶 <i>H. kohimensis</i>			0.84	+				
锯灰蝶 <i>Orthomiella pontis</i>								
峦太锯灰蝶 <i>O. rantaizana</i>					0.26	+	√	
福建锯灰蝶 <i>O. fukienensis</i>							√	
细灰蝶 <i>Syntarucus plinius</i>			0.17	+				
娜灰蝶 <i>Nacaduba kurava</i>			0.13	+				
雅灰蝶 <i>Jamides bochus</i>								
素雅灰蝶 <i>J. alecto</i>								
咖灰蝶 <i>Catochrysops strabo</i>								
亮灰蝶 <i>Lampides boeticus</i>	0.89	+	0.64	+				



附表 1(续) Appendix 1(continued)

种类 Species	样点 Study area						中国特 有种 Endemic species of China	中国 保护种 Endangered species of China
	试验区 Experimental zone		缓冲区 Buffer zone		核心区 Core zone			
	个体比例 (%) Percentage	多度 Abund- ance	个体比例 (%) Percentage	多度 Abund- ance	个体比例 (%) Percentage	多度 Abund- ance		
黄襟弄蝶 <i>Pseudocoladenia dan</i>			0.77	+				
彩弄蝶 <i>Caprona agama</i>								
梳翅弄蝶 <i>Ctenoptilum vasana</i>								
角翅弄蝶 <i>Odontoptilum angulatum</i>								
越南苏弄蝶 <i>Sovia lucasii</i>					0.13	+		
拟苏弄蝶 <i>Parsovia perblla</i>			0.07	+			√	
曲纹袖弄蝶 <i>Notocrypta curvifascia</i>			0.17	+				
姜弄蝶 <i>Udaspes folus</i>								
雅弄蝶 <i>Iambrix salsala</i>			0.27	+				
腌翅弄蝶 <i>Astictopterus jama</i>			0.13	+				
独子酣弄蝶 <i>Halpe homolea</i>								
双子酣弄蝶 <i>H. porus</i>								
讴弄蝶 <i>Onryza maga</i>								
琵琶弄蝶 <i>Pithauria murdava</i>								
花裙陀弄蝶 <i>Thoressa submacula</i>								
刺脛弄蝶 <i>Baoris farri</i>								
方斑珂弄蝶 <i>Caltois cormasa</i>								
糝弄蝶 <i>Borbo cinnara</i>	0.29	+						
拟糝弄蝶 <i>Pseudoborbo bevani</i>								
么纹稻弄蝶 <i>Parnara bada</i>	0.83	+						
曲纹稻弄蝶 <i>P. ganga</i>	1.12	+						
直纹稻弄蝶 <i>P. guttata</i>	1.33	++	0.74	+				
隐纹谷弄蝶 <i>Pelopidas mathias</i>	0.65	+	0.57	+				
黄纹孔弄蝶 <i>Polytremis lubricans</i>								
针纹赭弄蝶 <i>Ochlodes klapperichii</i>								
黑豹弄蝶 <i>Thymelicus sylvaticus</i>			0.10	+				
旖弄蝶 <i>Isotheon lamprospilus</i>			0.17	+				
黄斑蕉弄蝶 <i>Erionata torus</i>								
玛弄蝶 <i>Matapa aria</i>								
须弄蝶 <i>Scobura coniata</i>							√	
素弄蝶 <i>Suastus gremius</i>					0.64	+		
孔子黄室弄蝶 <i>Potanthus confucius</i>								
曲纹黄室弄蝶 <i>P. flavus</i>	0.83	+						
宽纹黄室弄蝶 <i>P. pavus</i>			0.94	+				
长标弄蝶 <i>Telicota colon</i>								
黄纹长标弄蝶 <i>T. ohara</i>			1.11	+				
黄斑弄蝶 <i>Ampittia disoscorides</i>	1.07	+	0.98	+				
钩形黄斑弄蝶 <i>A. virgata</i>			0.61	+				

多度 + :1~50 只; ++ :51~100 只; +++ :100 只以上

Abundance + , 1~50 inds. ; ++ , 51~100 inds. ; + + + , over 100 inds.