

# 甘肃太统一崆峒山国家自然保护区的 蝶类群落特征<sup>\*</sup>

马瑞林<sup>1</sup> 马 雄<sup>3</sup> 杨 镇<sup>2</sup> 马正学<sup>1\*\*</sup>

(1. 西北师范大学生命科学学院 兰州 730070; 2. 兰州外国语高级中学 兰州 730070;

3. 甘肃民族师范学院化学与生命科学系 合作 747000)

**摘 要** 2006—2010 年期间,对太统一崆峒山国家级自然保护区的蝶类进行了研究。采集到蝶类标本共计 4 800 余号,经过整理鉴定出蝶类 230 种及亚种,隶属 10 科 24 亚科 126 属。其中 36 属 71 种为优势类群,占总种数的 30.87%;眼蝶科有 46 种,占 20.0%;灰蝶科有 37 种,占 16.1%,为次优势类群;喙蝶科、蛱蝶科为单属单种,属于罕见类群;其他各科为常见类群。在 230 种蝶类中,属于古北界的种类占总种数的 26.5%,属于东洋界的种类占总种数的 5.7%,两界兼有种类和广布种类占总种数的 67.8%,即广布种类成分最多,东洋界成分最少。230 种蝶类隶属 126 属,其中单种属有 75 个,占总属的 59.5%,包含的种类占总种数的 32.6%;多种属有 51 个,占总属的 40.5%,包含的种类数有 155 种,占总种数的 67.4%;属种比值系数为 0.548。结果表明,该地区蝶类区系以单种属为主。

**关键词** 甘肃省,太统一崆峒山自然保护区,蝶类,群落特征

## Community characteristics of butterflies in the Gansu Taitong—Kongtongshan National Nature Reserve

MA Rui-Lin<sup>1</sup> MA Xiong<sup>3</sup> YANG Zhen<sup>2</sup> MA Zheng-Xue<sup>1\*\*</sup>

(1. College of Life Sciences, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China;

2. Lanzhou Foreign Language Secondary School, Lanzhou 730070, China;

3. Chemistry and Life Science Department of Gansu Normal University for Nationalities, Hezuo 747000, China)

**Abstract** The Distribution of butterflies (Lepidoptera: Rhopalocera) in Gansu's Taitong-Kongtongshan National Nature Reserve was studied from 2006 to 2010. Identification of about 4 800 specimens indicated that 230 species and subspecies of butterflies from 10 families, 24 subfamilies and 126 genera were obtained. The Nymphalidae, with 71 species comprising 30.87% of the total, were the dominant group. The Satyridae and Lycaenidae were represented by 46 species and 37 species, respectively comprising 20.0% and 16.1% of the total. Both the Libytheidae and Riodinidae were represented by just one genus and one species. Palearctic species comprised 26.5% of the 230 species identified, Oriental species 5.7% and widely distributed species 67.8%. 75 of the 126 genera, 59.5% of the total, were monotypic, containing species that comprised 32.6% of the total. Fifty-one genera, 40.5% of the total, were polytypic, containing 155 species or 67.4% of the total. The ratio of genera to species was 0.548. The results show that the butterfly fauna of this region is mainly comprised of monotypic genera.

**Key words** Gansu, Taitong-Kongtongshan National Nature Reserve, butterflies, community characteristics

蝶类是昆虫纲的重要类群。蝶类的幼虫是农、林害虫,但是绝大多数蝶类成虫是传粉昆虫,在生态系统中扮演着极为重要的角色。蝶类对其

栖息地的环境质量要求较高,如植被类型和覆盖率、气候条件、海拔高度、以及人为干扰和环境污染等都对蝶类的群落特征和生存状况产生较大影

\* 资助项目:甘肃省自然科学基金(096RJZA123)、甘肃太统一崆峒山国家级自然保护区科研基金(20100601)。

\*\*通讯作者, E-mail: mzhx53@163.com

收稿日期:2011-01-20,接受日期:2012-01-15

响。当前,自然生态环境受到人类干扰的程度越来越深,生态系统被污染的情况较为普遍,这将对动物和人类的生存带来致命威胁。人类试图通过研究某一地区的生物物种多样性和群落结构特征的动态变化,来间接反映环境质量的健康状况,研究蝶类的群落特征也具有同样的作用(Dennis *et al.*, 2003; 方健惠等, 2010; 汤春梅等, 2010), 这正是本文研究的目的和意义所在。

甘肃省位于我国西北部,在世界动物地理区划上地跨东洋界和古北界两界,自然环境多样且复杂。有关西北部地区昆虫生物多样性研究较贫乏,尤其对蝶类物种多样性和群落结构特征研究工作尚不系统。关于甘肃蝶类研究,较早期的文献以报道中东南部蝶类物种多样性为主,已经报道的蝶类约 320 多种(乔国庆, 1943; 殷梅生, 1978; 马正学等, 1991, 1994a, 1994b; 李锡璋等, 1993; 张自斌和马正学, 1997); 甘肃省西北部地区的研究文献以物种多样性和生态学为主(Murayama, 1980; 村山修一, 1983; 高岚, 1999; 李晓明和倪永清, 2000; 倪永清和谢宗平, 2001, 2002; 关甫国等, 2002; 倪永清等, 2004, 2005); 陇东地区的研究资料以群落特征为主(王洪建和高岚, 1994; 姜双林和张来军, 2000; 张远林, 2000, 2002; 刘爱勤和张翠玲, 2002; 张如力, 2003; 张远林和施泽梅, 2004); 甘肃太统一崆峒山国家级自然保护区和邻近地区的蝶类研究已有文献(唐迎秋, 1989; 李嘉珏和谢忙义, 2001; 李英武和赵辉, 2004), 但是, 尚未见到较系统的研究报道。该地区是我国内陆半湿润半干旱气候过渡地带; 植被区系属于华北、东北、华中、蒙古、中国—喜马拉雅区系成分的交汇点, 但是, 植被成分主要属于华北植被区系, 植被成分复杂, 具有十分明显的古老性、过渡性和复杂性(李嘉珏和谢忙义, 2001); 从动物地理区划上看, 该地区属于古北界的南缘地带。因此, 研究该地区的蝶类资源对于保护生态环境和生物资源具有重要意义, 也为我国蝶类分类和区系研究积累基础资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区自然概况

甘肃太统一崆峒山国家级自然保护区位于陇东黄土高原(106°26'11" ~ 106°37'14"E, 35°23'17" ~ 35°38'46"N), 六盘山东麓, 黄河支流泾河中

上游。东起平泾公路干家坟, 西至大、小马圈一带, 南至大阴山、十万沟, 北至马屯山分水岭。山脉南北走向, 是我国内陆半湿润半干旱气候过渡地带(李嘉珏和谢忙义, 2001)。海拔在 1 200 ~ 2 234 m, 相对高差在 200 ~ 400 m 之间。根据气候区划分, 该地区属温带半湿润大陆性季风气候, 年均气温 8.6℃, 年平均降水量 511.1 mm (多集中在 7—9 月), 年蒸发量为 1 430 mm 左右, 是降水量的 2 倍多。保护区总面积  $1.628 \times 10^6 \text{ hm}^2$ , 其中核心区面积  $6.68 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 、缓冲区面积  $4.65 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 、实验区面积  $4.96 \times 10^5 \text{ hm}^2$  (图 1)。森林覆盖率平均为 62.6%。

保护区在山地环境和森林植被的作用下, 土壤类型带有明显的山地特征。主要有黑褐土、山地棕壤土、灰褐土和红土。保护区属于温带草原植被区域的甘肃黄土高原南部森林草原植被区, 其地带性植被是落叶林和草甸草原。植被分为 4 种类型: 温带针叶林以华山松 (*Pinus armandii*) 和油松 (*P. tabulaeformis*) 林为主; 夏绿落叶阔叶林以温带落叶阔叶林为主, 树种有栎属 (*Quercus*)、桦属 (*Betula*)、杨属 (*Populus*)、椴属 (*Tilia*); 落叶阔叶灌丛(广泛分布于保护区山地和沟谷, 其群落结构简单, 一般仅有灌木层和草本层); 草原(保护区处于草原区南缘的森林草原地带, 植被类型应属于草甸草原)。在森林草原地带内, 最常见的是白羊草 (*Bothriochloa ischaemum*) 草原和长芒草 (*Stipa bungeana*) 草原。在山地, 落叶阔叶林分布在阴坡和半阴坡, 主要是以辽东栎 (*Q. wutaishanica*) 和山地前缘地带的白羊草为代表的草甸草原和耐旱灌丛(李嘉珏和谢忙义, 2001)。

### 1.2 样点设置及采样

2006 年—2010 年 5 月—9 月, 在自然保护区的核心区、缓冲区和实验区内, 不同的海拔高度和植被类型环境中广泛采集蝶类标本, 采样点主要有崆峒山景区、崆峒山前峡、崆峒山后峡; 太统山、南腰峡、三道沟、四道沟、鸭儿沟; 麻武山梁、十万沟峡谷、大阴山以及周边地区等 30 个点(图 1), 把采样点合并为 6 个采样区(主要是按照生态环境特征、海拔高度和植被类型划分采样区); 海拔在 1 369 ~ 2 234 m, 其垂直分布层次性较明显, 各采样区的环境特点描述如下。

1<sup>#</sup>采样区海拔在 1 946 m 以上: 主要是 35°以

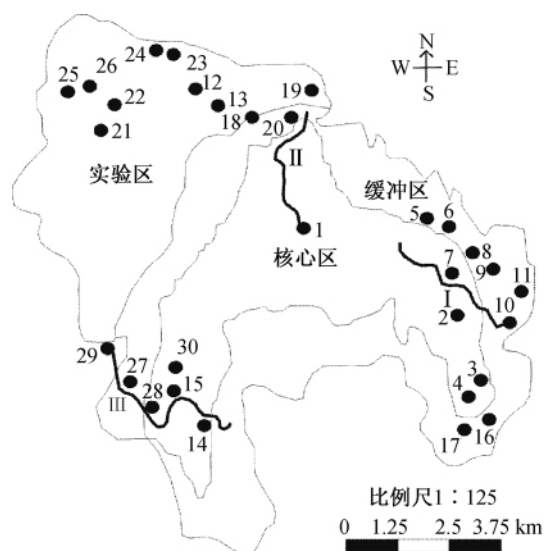


图1 太统一崆峒山自然保护区蝶类采样点分布图

Fig.1 Distribution of sampling lites in Gansu Taitong-Kongtongshan National Nature Reserve

图中1~30表示采样点; I、II、III表示采样线路。

1—30: sample sites of butterfly;

I、II、III: sample regions of butterfly.

上的山坡林地,山顶有高山草甸(2 100 m 以上),人为干扰少;植被类型主要有辽东栎、白桦(*Betula platyphylla*)、木梨(*Pyrus xerophila*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides* subsp. *sinensis*)、胡颓子(*Elaeagnus umbellata*)、红花忍冬(*Lonicera syringantha*)、李(*Prunus salicina*)、箭竹(*Sinarundinaria nitida*)等为主,植被覆盖率90%以上。

2<sup>#</sup>采样区海拔在1 790~1 946 m;主要是30°以上的山坡林地,人为干扰少;分布有胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、猕猴桃属(*Actinidia*)、鼠李属(*Rhamnus*)、接骨木(*Sambucus niuiamsii*)、山麻子(*Ribes manschuricum*)、宝兴茶藨(*R. moupinensis*)、暴马丁香(*Syringa reticulata* var. *mandshurica*)、油松(*Pinus tabulaeformis*)、华山松(*P. armandii*)、鹅耳枥(*Carpinus turctaninouii*)、辽东栎、大果榆(*Ulmus macrocarpa*)、山杨(*Populus davidiana*)、少脉槲(*Tilia paucicostata*)、白杜(*Euonymus bungeanus*)、栎树(*Koelreuteria paniculata*)等,形成了茂密的针阔混交林,植被覆盖率95%以上。

3<sup>#</sup>采样区海拔在1 400~1 790 m;主要是25°以上的山坡林地,人为干扰少;主要分布有稀疏的辽东栎、榆(*U. pumila*)、小叶朴(*Celtis bungeana*)、

山桃(*Prunus davidiana*)、蒙古荚蒾(*Viburnum mongolicum*)、还有少量红柳、少脉雀梅藤(*Sagertia panicostata*)、白刺花(*Sophora viciifolia*)、酸枣(*Ziziphus jujupa* var. *spinosa*)等形成杂木林,或形成白刺花、陕西荚蒾、小叶朴、酸枣等群落,植被覆盖率90%以上。

4<sup>#</sup>采样区海拔在1 400~1 500 m的河谷地带;周围分布有农田,25°以上的山坡林地和荒坡地,局部有水土流失现象;为植物生长提供了十分优越的环境条件,加之阴湿坡陡,人为干扰较少,植物种类丰富,主要有槭属(*Acer*)、胡桃楸(*Juglans mandshurica*)、水榆花楸(*Sorbus alnifolia*)、托叶樱桃(*Cerasus stipulacea*)、臭檀(*Evodia daniellii*)、漆树(*Toxicodendron verniciflum*)、膀胱果(*Staphylea holocarpa*)、三裂叶蛇葡萄(*Ampelopsis delavayana*)、少毛葡萄(*Vitis piasezkii* var. *pagnucii*)、狗枣猕猴桃(*Actinidia tetramera*)、粗齿铁线莲(*Clematis argenteilucida*)、山梅花(*Philadelphus incanus*)、泡花树(*Meliosma cuneifolia*)、倒卵叶五加(*Acanthopanax obovatus*)、楸木(*Aralia chinensis*)、木香薷(*Elsholtzia stauntonii*)、忍冬属、荚蒾属植物;大批的蕨类植物,如麦秆蹄盖蕨(*Athyrium fauaciosum*)、华东蹄盖蕨(*A. nipponicum*)、鞭叶耳蕨(*Polystichum craspedosorum*)、太白凤丫蕨(*Coniogramme taipaishanensis*),植被覆盖率75%以上。

5<sup>#</sup>采样区海拔在1 400~1 500 m,25°以上的山坡,分布有大量农田和荒坡,村落周围有果树和杨柳树,生态环境受到一定程度的人为干扰、污染和干旱的影响,植被低矮,根系发达,分布着一批抗旱性很强的植物,优势树种主要有白刺花、山桃、少脉雀梅藤、木梨、榆、沙棘、胡颓子、胡枝子、栎树、榛、虎榛子;人工栽培的杏、桃、梨、苹果树和花椒树等;杂草主要有禾本科的芨芨草(*Achnatherum chingii*)、白羊草(*Bothriochloa ischaemum*)、旱雀麦(*Bromus tectorum*)、长芒草(*Stipa bungeana*)、菊科的蒿草(*Artemisia* sp.) ;常见的藜(*Chenopodium* sp.)、地肤(*Kochia scoparia*)等,植被覆盖率60%以上。

6<sup>#</sup>采样区海拔在1 369~1 500 m上下的荒坡,属于人工干扰而退化的生态环境(如采石场、弃耕荒坡、道路两边等);植被低矮稀疏,抗旱性很强,优势草本植物有芨芨草、白羊草、旱雀麦、长

芒草等;菊科的蒿草;常见的藜、地肤、刺儿菜(*Cirsium segetum*)、苦苣菜(*Ixeris denticulate*)、马齿苋(*Portulaca oleracea*)、蒺藜(*Tribulus terrestris*)等;木本植物低矮稀疏,主要有白刺花(*Sophora viciifolia*)、木梨、榆、沙棘、胡颓子、胡枝子、榛、虎榛子等,植被覆盖率 40% 上下。

### 1.3 标本的采集与处理

主要是用空网采集标本,结合野外观察、采集幼虫饲养羽化后观察分析等。6 年期间,采集到蝶类标本共计 4 800 余号。成虫标本带回室内经过还软、展翅整理定型,放置在昆虫针插标本盒内保存备用;少部分幼虫标经过饲养观察其特征。

### 1.4 物种鉴定

主要根据成虫形态特征、参考幼虫和生活史特征,依据文献资料鉴定蝶类物种(李传隆和朱宝云,1992;王治国等,1998;周尧,1994,1998;王敏和范晓凌,2002)。

### 1.5 群落结构分析

(1) 根据文献分析蝶类群落结构特征,划分优势类群,分析属、种比值系数及区系成分特征(张荣祖,1978,1998,1999;吴晓菊等,2009);(2) 采用 Gleason-Margalef 物种多样性指数: $d = (S - 1) / \ln N$ (沈韞芬等,1990),式中  $d$  为多样性指数, $S$  为种类数, $N$  为个体总数;(3) Jaccard 相似性系数: $J = c/a + b - c$ (Jaccard, 1908), $J$  为相似性系数, $a$ 、 $b$ 、 $c$  分别为  $a$ 、 $b$  地物种数和  $a$ 、 $b$  两地共有物种数( $J$  值  $> 0.75 \sim 1.00$  为极相似,  $> 0.50 \sim 0.75$  为中等相似,  $> 0.25 \sim 0.50$  为中等不相似,  $0 \sim 0.25$  为极不相似);(4) 划分优势类群和罕见类群。对鉴定到的各级分类单元进行统计,将物种最多的 2 个科(Family)定义为优势类群,将物种次多的 2 个科定义为次优势类群,将单物种的科定义为罕见类群。

### 1.6 数据统计和分析

以上数据通过 Excel 2003 和 SPSS18.0 软件完成统计分析(刘大海等,2008)。

## 2 结果及分析

### 2.1 物种分布特征

对甘肃太统一崆峒山国家级自然保护区分布的蝶类进行整理,共计有 230 种及亚种,隶属 10

科 24 亚科 126 属,其中 163 种为该自然保护区的新记录种(表 1)。蛱蝶科 36 属 71 种、眼蝶科 27 属 46 种、灰蝶科 27 属 37 种、弄蝶科 19 属 29 种、粉蝶科 9 属 31 种、凤蝶科 3 属 7 种、绢蝶科 1 属 4 种、蝼蛄科 2 属 3 种、环蝶科 1 属 1 种、喙蝶科 1 属 1 种。

(1) 物种分布特征 从表 1 中可以看出,在 1<sup>#</sup>~6<sup>#</sup> 采样区分布的蝶类物种数依次为 7 科 29 属 45 种、9 科 109 属 203 种、10 科 119 属 224 种、8 科 117 属 218 种、8 科 106 属 184 种和 7 科 56 属 82 种;从 1<sup>#</sup>~3<sup>#</sup> 采样区分布的蝶类种类数逐渐上升,3<sup>#</sup> 采样区的种类数最多,群落结构最复杂;4<sup>#</sup>~6<sup>#</sup> 采样区分布的种类数依次下降。这主要与人为干扰引起的植被单一化、覆盖率下降和环境污染有关;1<sup>#</sup> 采样区分布的物种数最少,这与海拔升高、植被群落类型简单化、风速加大和气温降低有关;6<sup>#</sup> 采样区分布的蝶类物种数减少主要与人为干扰和环境污染有关(图 2)。

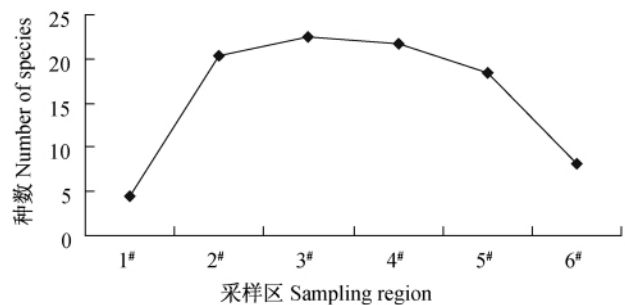


图 2 各采样区蝶类种数分布变化

Fig. 2 Change of the distribution number of butterfly species in sample regions

(2) 蝶类优势种和常见种分布特征 从表 1 中可以看出,1<sup>#</sup> 采样区无优势种类和常见种类,其特点是分布有高山绢蝶和凤蝶科的种类,数量较少;2<sup>#</sup> 样区分布的常见种类有 3 种,以眼蝶科和蛱蝶科的种类为多,种类和个体数量较丰富;3<sup>#</sup> 样区分布的常见种类有 20 种,以眼蝶科、粉蝶科和蛱蝶科的种类为多,种类数和个体数量最多;4<sup>#</sup> 样区分布的常见种有 41 种,除了绢蝶科之外,各科的种类数较丰富,个体数量次多;5<sup>#</sup> 样区分布的优势种 1 种、常见种 5 种,以粉蝶科、眼蝶科、弄蝶科和灰蝶科为多,个体数量有明显下降;6<sup>#</sup> 样区分布的常见种 5 种,以粉蝶科、眼蝶科和灰蝶科为多,数

表1 太统—崆峒山自然保护区蝶类名录及区系成分

Table 1 List and fauna element of butterfly species in Taifong-Kongtongshan National Nature Reserve of Gansu

| 区系成分                                                |                                                                                        |                                  |                          | 区系成分                                                |                                                                      |                                  |                          |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| 物种<br>Species                                       | 分布<br>Distribution                                                                     | Fauna element                    |                          | 物种<br>Species                                       | 分布<br>Distribution                                                   | Fauna element                    |                          |
|                                                     |                                                                                        | 古北界<br>Palaea-<br>retic<br>realm | 东洋界<br>Oriental<br>realm |                                                     |                                                                      | 古北界<br>Palaea-<br>retic<br>realm | 东洋界<br>Oriental<br>realm |
| 凤蝶科 Papilionidae                                    |                                                                                        |                                  |                          | 灿福蛱蝶 <i>Fabriciana adippe ornaticissima</i> Leech   | 1 <sup>#</sup> - 4 <sup>#</sup>                                      |                                  | ✓                        |
| 凤蝶亚科 Papilioninae                                   |                                                                                        |                                  |                          | 珍珠蛱蝶 <i>Clossiana gong gong</i> Oberthur ▲          | 1 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup> (3 <sup>**</sup> , 4 <sup>**</sup> ) |                                  | ✓                        |
| 麝凤蝶 <i>Byasa alcinous</i> Klug ▲                    | 1 <sup>#</sup> , 2 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                | ✓                        | 女神珍珠蛱蝶 <i>Clossiana dia</i> Linnaeus ▲              | 1 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      |                                  | ✓                        |
| 麝凤蝶华西亚种 <i>B. alcinous confuse</i> Rothschild ▲     | 1 <sup>#</sup> , 2 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                | ✓                        | 龙女宝蛱蝶 <i>Boloria pales palina</i> Fruhstorfer       | 1 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      |                                  | ✓                        |
| 蓝凤蝶 <i>Papilio protenor protenor</i> Cramer ▲       | 1 <sup>#</sup> , 2 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                | ✓                        | 洛神宝蛱蝶 <i>Boloria napaea altaica</i> Grun - Gr. ▲    | 1 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      |                                  | ✓                        |
| 碧凤蝶 <i>Papilio bianor bianor</i> Cramer             | 1 <sup>#</sup> , 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup>                                       | ✓                                | ✓                        | 曲斑珠蛱蝶 <i>Lssoria eugenia gentia</i> Fruhstorfer ▲   | 1 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      |                                  | ✓                        |
| 柑橘凤蝶 <i>Papilio xuthus xuthus</i> Linnaeus          | 1 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> , 5 <sup>**</sup> )                   | ✓                                | ✓                        | 线蛱蝶亚科 Limenitinae                                   |                                                                      |                                  |                          |
| 金凤蝶 <i>Papilio machaon venchuanas</i> Moonen        | 1 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                | ✓                        | 孔子翠蛱蝶 <i>Euthalia confucius</i> Westwood ▲          | 1 <sup>#</sup> - 4 <sup>#</sup>                                      |                                  | ✓                        |
| 锯凤蝶亚科 Zerynthinae                                   |                                                                                        |                                  |                          | 西藏翠蛱蝶 <i>E. thibetana thibetana</i> Poujade ▲       | 1 <sup>#</sup> - 4 <sup>#</sup>                                      |                                  | ✓                        |
| 丝带凤蝶 <i>Sericius montelus</i> Gray                  | 4 <sup>#</sup> , 5 <sup>#</sup> , 6 <sup>#</sup>                                       | ✓                                | ✓                        | 红线蛱蝶 <i>Limenitis populi ussuriensis</i> Linnaeus   | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      |                                  | ✓                        |
| 绢蝶科 Parnassiidae                                    |                                                                                        |                                  |                          | 巧克力线蛱蝶 <i>Limenitis ciocolatina</i> Poujade ▲       | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      |                                  | ✓                        |
| 红珠绢蝶 <i>Parnassius bremeri bremeri</i> Bremer ▲     | 1 <sup>#</sup> , 2 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                | ✓                        | 折线蛱蝶 <i>Limenitis sydyi</i> Lederer                 | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                   |                                  | ✓                        |
| 小红珠绢蝶 甘南亚种 <i>P. nomion theagenes</i> Fruhstorfer   | 1 <sup>#</sup> , 2 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                | ✓                        | 横眉线蛱蝶 <i>Limenitis molterchii</i> Kardakoff ▲       | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                      |                                  | ✓                        |
| 白绢蝶 <i>Parnassius stubberdorffii</i> Ménétries ▲    | 1 <sup>#</sup> , 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup>                                       | ✓                                | ✓                        | 重眉线蛱蝶 <i>Limenitis amphysa</i> Menetries ▲          | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                      |                                  | ✓                        |
| 冰清绢蝶 <i>Parnassius glacialis</i> Butler ▲           | 1 <sup>#</sup> , 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup>                                       | ✓                                | ✓                        | 扬眉线蛱蝶 <i>L. helmanni helmanni</i> Lederer           | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                      |                                  | ✓                        |
| 粉蝶科 Pieridae                                        |                                                                                        |                                  |                          | 残碍线蛱蝶 <i>Limenitis sulphitia sulphitia</i> Cramer ▲ | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      |                                  | ✓                        |
| 黄粉蝶亚科 Coliadinae                                    |                                                                                        |                                  |                          | 幸福带蛱蝶 <i>Athyma fortuna fortuna</i> Leech ▲         | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      |                                  | ✓                        |
| 迁粉蝶 <i>Catopsilia pomona pomona</i> Fabricius ▲     | 1 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                | ✓                        | 拟透蛱蝶 <i>Litinga mimica</i> Poujade ▲                | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                     |                                  | ✓                        |
| 斑缘豆粉蝶 中华亚种 <i>Colias erate sinensis</i> Verity ▲    | 4 <sup>#</sup> , 5 <sup>#</sup> , 6 <sup>#</sup>                                       | ✓                                | ✓                        | 线蛱蝶亚科 Limenitinae                                   |                                                                      |                                  |                          |
| 橙黄豆粉蝶 <i>Colias fieldii chinensis</i> Verity        | 1 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (3 <sup>**</sup> , 4 <sup>**</sup> , 5 <sup>**</sup> ) | ✓                                | ✓                        | 中华黄葩蛱蝶 <i>Patsua sinensis</i> Oberthur ▲            | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup> (3 <sup>**</sup> )                   |                                  | ✓                        |
| 黑缘豆粉蝶 <i>Colias palaeno orientalis</i> Staudinger ▲ | 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                | ✓                        | 小环蛱蝶 <i>Neptis sappho intermedia</i> Pryer ▲        | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                   |                                  | ✓                        |
| 黄色豆粉蝶 <i>Colias hyale</i> Linnaeus                  | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                | ✓                        | 中环蛱蝶 <i>Neptis hylas hylas</i> Linnaeus ▲           | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                      |                                  | ✓                        |
| 尖角黄粉蝶 <i>Eurema laeta</i> Boisduval ▲               | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                       | ✓                                | ✓                        | 断环蛱蝶 <i>Neptis sankara antonia</i> Oberthur ▲       | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                      |                                  | ✓                        |
| 宽边黄粉蝶 <i>Eurema hecabe anemone</i> Felder et Felder | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                | ✓                        | 啡环蛱蝶 <i>Neptis philyra excellens</i> Butler ▲       | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      |                                  | ✓                        |
| 尖钩粉蝶 <i>Gonepteryx mahaguru aspasia</i> Menetries   | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                | ✓                        | 羚环蛱蝶 <i>N. antilope antilopsis</i> Murayama ▲       | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      |                                  | ✓                        |

续表 1

| 区系成分                                                |                                                                                        |                                                   | 区系成分                                             |                                                                      |                                                   | 区系成分                                             |                                                                      |                                                   |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 物种<br>Species                                       | 分布<br>Distribution                                                                     | Fauna element<br>古北界<br>Palaea-<br>retic<br>realm | 物种<br>Species                                    | 分布<br>Distribution                                                   | Fauna element<br>古北界<br>Palaea-<br>retic<br>realm | 物种<br>Species                                    | 分布<br>Distribution                                                   | Fauna element<br>古北界<br>Palaea-<br>retic<br>realm |
|                                                     |                                                                                        |                                                   |                                                  |                                                                      |                                                   |                                                  |                                                                      |                                                   |
| 钩粉蝶 <i>Gonepteryx rhamni carnipennis</i> Butler     | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 黄重环蛱蝶 <i>Neptis cydippe cydippe</i> Leech ▲      | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 | 黄重环蛱蝶 <i>Neptis cydippe cydippe</i> Leech ▲      | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 |
| 粉蝶亚科 Pierinae                                       |                                                                                        |                                                   | 蛛环蛱蝶 <i>Neptis arachne arachne</i> Leech ▲       | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 | 蛛环蛱蝶 <i>Neptis arachne arachne</i> Leech ▲       | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 |
| 小蛱蝶粉蝶 <i>Aporia hippia taupingi</i> Bang - Haas ▲   | 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup> , 5 <sup>#</sup>                                       | ✓                                                 | 黄环蛱蝶 <i>Neptis themis themis</i> Leech           | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 | 黄环蛱蝶 <i>Neptis themis themis</i> Leech           | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 |
| 马丁蛱蝶 <i>Aporia martinetti</i> Oberthur ▲            | 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup> , 5 <sup>#</sup>                                       | ✓                                                 | 提环蛱蝶 <i>Neptis thisbe dilutior</i> Oberthur ▲    | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 | 提环蛱蝶 <i>Neptis thisbe dilutior</i> Oberthur ▲    | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 |
| 暗色蛱蝶 <i>Aporia bieti lihsieni</i> Bang - Haas ▲     | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                       | ✓                                                 | 朝鲜环蛱蝶 <i>Neptis philoideus</i> Staudinger ▲      | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 | 朝鲜环蛱蝶 <i>Neptis philoideus</i> Staudinger ▲      | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 |
| 秦岭蛱蝶 <i>Aporia tsinglingica</i> Verity ▲            | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 单环蛱蝶 西亚种 <i>Neptis rivularis sinta</i> Eliot     | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                   | ✓                                                 | 单环蛱蝶 西亚种 <i>Neptis rivularis sinta</i> Eliot     | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                   | ✓                                                 |
| 箭纹蛱蝶 <i>Aporia procris sinensis</i> Bang - Haas ▲   | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                       | ✓                                                 | 链环蛱蝶 川陕种 <i>N. pryeri oberthueri</i> Eliot       | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 | 链环蛱蝶 川陕种 <i>N. pryeri oberthueri</i> Eliot       | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 |
| 锯纹蛱蝶 <i>Aporia goutellei</i> Oberthur ▲             | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 重环蛱蝶 <i>Neptis alvina alvina</i> Bremer et Grey  | 1 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                   | ✓                                                 | 重环蛱蝶 <i>Neptis alvina alvina</i> Bremer et Grey  | 1 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                   | ✓                                                 |
| 灰姑蛱蝶 <i>Aporia intercostata</i> Bang - Haas ▲       | 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup> , 5 <sup>#</sup>                                       | ✓                                                 | 秦非环蛱蝶 <i>Phaedyma chinga shaanxiensis</i> ▲      | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 | 秦非环蛱蝶 <i>Phaedyma chinga shaanxiensis</i> ▲      | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 |
| 酷色蛱蝶 <i>Aporia potanini polanini</i> Alpheraky      | 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup> , 5 <sup>#</sup>                                       | ✓                                                 | 蛱蝶亚科 Nymphalinae                                 |                                                                      |                                                   | 蛱蝶亚科 Nymphalinae                                 |                                                                      |                                                   |
| 大翅蛱蝶 <i>Aporia largeaui largeaui</i> Oberthur ▲     | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                       | ✓                                                 | 荨麻蛱蝶 <i>Aglais urticae kansuensis</i> K.         | 3 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                   | ✓                                                 | 荨麻蛱蝶 <i>Aglais urticae kansuensis</i> K.         | 3 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                   | ✓                                                 |
| 丫纹蛱蝶 <i>Aporia delavayi mitschani</i> Bang - Haas ▲ | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                       | ✓                                                 | 大红蛱蝶指名亚种 <i>Vanessa indica indica</i> Herbst     | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 | 大红蛱蝶指名亚种 <i>Vanessa indica indica</i> Herbst     | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 |
| 欧洲粉蝶 <i>Pieris brassicae nepalensis</i> Doubleday ▲ | 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 小红蛱蝶指名亚种 <i>V. cardui cardui</i> Linnaeus        | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                   | ✓                                                 | 小红蛱蝶指名亚种 <i>V. cardui cardui</i> Linnaeus        | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                   | ✓                                                 |
| 菜粉蝶 <i>Pieris rapae orientalis</i> Oberthur         | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> , 5 <sup>**</sup> , 6 <sup>**</sup> ) | ✓                                                 | 琉璃蛱蝶指名亚种 <i>Kaniska canace canace</i> L.         | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 | 琉璃蛱蝶指名亚种 <i>Kaniska canace canace</i> L.         | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 |
| 东方菜粉蝶 <i>Pieris canidia mars</i> Bang - Haas ▲      | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> , 5 <sup>**</sup> )                   | ✓                                                 | 黄缘蛱蝶 <i>Nymphalis antiopa</i> Linnaeus ▲         | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 | 黄缘蛱蝶 <i>Nymphalis antiopa</i> Linnaeus ▲         | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 |
| 暗脉菜粉蝶指名亚种 <i>Pieris napi napi</i> Linnaeus          | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 朱蛱蝶 <i>N. xanthomelas ferveescens</i> Stichel    | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                   | ✓                                                 | 朱蛱蝶 <i>N. xanthomelas ferveescens</i> Stichel    | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                   | ✓                                                 |
| 黑纹粉蝶 <i>Pieris melete</i> Menetries                 | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 白钩蛱蝶 <i>Polygonia c - album extensa</i> Leech    | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 | 白钩蛱蝶 <i>Polygonia c - album extensa</i> Leech    | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 |
| 大卫粉蝶秦岭亚种 <i>Pieris davidis dilata</i> Verity ▲      | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                       | ✓                                                 | 黄钩蛱蝶 <i>P. c - aureum c - aureum</i> Linnaeus ▲  | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 | 黄钩蛱蝶 <i>P. c - aureum c - aureum</i> Linnaeus ▲  | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 |
| 云粉蝶 <i>Pontia daphidice daphidice</i> Linnaeus      | 1 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> , 5 <sup>**</sup> )                   | ✓                                                 | 孔雀蛱蝶 <i>Inachis io</i> Linnaeus                  | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup> (2 <sup>**</sup> , 3 <sup>**</sup> ) | ✓                                                 | 孔雀蛱蝶 <i>Inachis io</i> Linnaeus                  | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup> (2 <sup>**</sup> , 3 <sup>**</sup> ) | ✓                                                 |
| 黄尖襟粉蝶 <i>Anthocharis scolymus</i> Butler ▲          | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 翠蓝蛱蝶 <i>Junonia orithya orithya</i> Linnaeus ▲   | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                     | ✓                                                 | 翠蓝蛱蝶 <i>Junonia orithya orithya</i> Linnaeus ▲   | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                     | ✓                                                 |
| 红襟粉蝶 <i>A. cardamines cardamines</i> Linnaeus       | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 网蛱蝶 <i>Melitaea diamina protomedia</i> Menetries | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 | 网蛱蝶 <i>Melitaea diamina protomedia</i> Menetries | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 |
| 袖粉蝶亚科 Dismorphiinae                                 |                                                                                        |                                                   | 大网蛱蝶东北亚种 <i>M. scotosia butleri</i> Higgins      | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 | 大网蛱蝶东北亚种 <i>M. scotosia butleri</i> Higgins      | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 |
| 莫氏小粉蝶 <i>Lepidea morsei</i> Fenton ▲                | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 斑网蛱蝶 <i>Melitaea didymoides pekinensis</i> Seitz | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 | 斑网蛱蝶 <i>Melitaea didymoides pekinensis</i> Seitz | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 |
| 突角小粉蝶 <i>Lepidea amurensis</i> Menetries ▲          | 1 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 罗网蛱蝶 <i>Melitaea romanovi</i> Grun - Grshmailo   | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 | 罗网蛱蝶 <i>Melitaea romanovi</i> Grun - Grshmailo   | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                      | ✓                                                 |
| 锯纹小粉蝶 <i>Lepidea serrata</i> Lee ▲                  | 1 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 喙蝶科 Libytheidae                                  |                                                                      |                                                   | 喙蝶科 Libytheidae                                  |                                                                      |                                                   |
| 环蝶科 Amathusiidae                                    |                                                                                        |                                                   | 朴喙蝶 <i>Libythea celtis chinensis</i> Godart      | 3 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                   | ✓                                                 | 朴喙蝶 <i>Libythea celtis chinensis</i> Godart      | 3 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                   | ✓                                                 |

续表 1

| 区系成分                                                  |                                                                                        |                                                   | 区系成分                                           |                                                    |                                                   |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 物种<br>Species                                         | 分布<br>Distribution                                                                     | Fauna element<br>古北界<br>Palaea-<br>retic<br>realm | 物种<br>Species                                  | 分布<br>Distribution                                 | Fauna element<br>古北界<br>Palaea-<br>retic<br>realm |
|                                                       |                                                                                        |                                                   |                                                |                                                    |                                                   |
| 环蝶亚科 Amathusiinae                                     |                                                                                        |                                                   | 蛱蝶科 Riodinidae                                 |                                                    |                                                   |
| 灰翅串珠环蝶 <i>Faunis aerope aerope</i> Leech              | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 蛱蝶亚科 Nemesobiinae                              |                                                    |                                                   |
| 眼蝶科 Satyridae                                         |                                                                                        |                                                   | 露娜小蛱蝶 <i>Polycaena lua</i> Grum - Grshimailo ▲ | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                    | ✓                                                 |
| 暮眼蝶亚科 Melanitinae                                     |                                                                                        |                                                   | 第一小蛱蝶 <i>Polycaena princes</i> Oberthur ▲      | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                    | ✓                                                 |
| 暮眼蝶 <i>Melanitis leda</i> Linnaeus                    | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                       | ✓                                                 | 豹蛱蝶 <i>Takshia nana</i> Leech ▲                | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                    | ✓                                                 |
| 锯眼蝶亚科 Elymininae                                      |                                                                                        |                                                   | 灰蝶科 Lycaenidae                                 |                                                    |                                                   |
| 边纹黛眼蝶 <i>Lethe marginalis</i> Motschulsky ▲           | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                       | ✓                                                 | 云灰蝶亚科 Miletinae                                |                                                    |                                                   |
| 深山黛眼蝶 <i>Lethe insana brisanda</i> de Nicéville ▲     | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 蚜灰蝶指名亚种 <i>Taraka hamada hamada</i> ▲          | 3 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                    | ✓                                                 |
| 小云斑黛眼蝶 <i>Lethe jalauida</i> de Nicéville ▲           | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 银灰蝶亚科 Curetinae                                |                                                    |                                                   |
| 紫线黛眼蝶 <i>Lethe violaceopita</i> Poujade ▲             | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                       | ✓                                                 | 尖翅银灰蝶 <i>Caretis acua</i> Moore ▲              | 3 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                    | ✓                                                 |
| 黑带黛眼蝶 <i>Lethe nigrifascia</i> Leech ▲                | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 线灰蝶亚科 Theclinae                                |                                                    |                                                   |
| 苔娜黛眼蝶 <i>Lethe diana</i> Butler ▲                     | 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 银线工灰蝶 <i>Gonerilia thespis</i> Leech ▲         | 3 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                    | ✓                                                 |
| 比目黛眼蝶 <i>Lethe proxima</i> Leech ▲                    | 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 宓妮珂灰蝶 <i>Cordelia minerva</i> Leech ▲          | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                    | ✓                                                 |
| 蛇黛眼蝶 <i>Lethe satyrina</i> Butler ▲                   | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 艳灰蝶 <i>Favonius orientalis</i> Murray ▲        | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                    | ✓                                                 |
| 蒙链荫眼蝶 <i>Neope muirheadii muirheadii</i> Felder ▲     | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 亲艳灰蝶 <i>Favonius cognatus</i> Staudinger ▲     | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                    | ✓                                                 |
| 丝链荫眼蝶 <i>Neope yama serica</i> Leech ▲                | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 黄灰蝶 <i>Japonica lutea gansuensis</i> Hewitson  | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> ) | ✓                                                 |
| 宁眼蝶 <i>Ninguta schrenkii</i> Menetries ▲              | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 线灰蝶 <i>Thecla betulae</i> Linnaeus             | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                    | ✓                                                 |
| 网眼蝶 <i>Rhaphicera dumicola</i> Oberthur ▲             | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 赭灰蝶 <i>Ussuriana michaelis</i> Oberthur ▲      | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                    | ✓                                                 |
| 带眼蝶 <i>Chonala episcopalis episcopalis</i> Oberthur ▲ | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                                     | ✓                                                 | 彩燕灰蝶 <i>Rapala selira</i> Moore ▲              | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                    | ✓                                                 |
| 藏眼蝶 <i>Tatinga tibetana</i> Oberthur ▲                | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup> (2 <sup>**</sup> , 3 <sup>**</sup> , 4 <sup>**</sup> ) | ✓                                                 | 宽沙燕灰蝶 <i>Rapala nissa nissa</i> Kollar         | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                    | ✓                                                 |
| 黄环链眼蝶 <i>Lopinga achine catena</i> Leech ▲            | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                       | ✓                                                 | 苹果乌灰蝶 <i>Fixsenia pruni</i> Linnaeus ▲         | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> ) | ✓                                                 |
| 链眼蝶 <i>Lopinga dumetora dumetora</i> Oberthur ▲       | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (3 <sup>**</sup> , 4 <sup>**</sup> )                   | ✓                                                 | 优秀洒灰蝶 <i>Satyrrium eximium zhejianganum</i> ▲  | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                    | ✓                                                 |
| 斗毛眼蝶 <i>Lasiommata deidamia deidamia</i> Eversmann    | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup> (2 <sup>**</sup> , 3 <sup>**</sup> , 4 <sup>**</sup> ) | ✓                                                 | 红斑洒灰蝶 <i>Satyrrium runcundulum</i> Leech ▲     | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                    | ✓                                                 |
| 多眼蝶 <i>Kirinia epaminondas</i> Staudinger             | 2 <sup>#</sup> - 6 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 白斑新灰蝶 <i>Neolycaena tengstromi</i> Erschoff ▲  | 1 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                    | ✓                                                 |
| 稻眉眼蝶 <i>Mycalesis gotama oculata</i> Moore ▲          | 4 <sup>#</sup> , 5 <sup>#</sup> , 6 <sup>#</sup>                                       | ✓                                                 | 鼠李新灰蝶 <i>Neolycaena rhyminus</i> Eversmann ▲   | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                    | ✓                                                 |
| 箭纹粉眼蝶 <i>Callarge sagitta</i> Leech ▲                 | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                                                        | ✓                                                 | 灰蝶亚科 Lycaeninae                                |                                                    |                                                   |

续表 1

| 区系成分                                                |                                                                    |                                                   | 区系成分                                              |                                                                                     |                                                   |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 物种<br>Species                                       | 分布<br>Distribution                                                 | Fauna element<br>古北界<br>Palaea-<br>retic<br>realm | 物种<br>Species                                     | 分布<br>Distribution                                                                  | Fauna element<br>古北界<br>Palaea-<br>retic<br>realm |
|                                                     |                                                                    |                                                   |                                                   |                                                                                     |                                                   |
| 眼蝶亚科 Satyrinae                                      |                                                                    |                                                   | 红灰蝶 <i>Lycena phlaeas pseudophlaeas</i> Leech     | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup> (3 <sup>**</sup> ,4 <sup>**</sup> )                  | ✓                                                 |
| 白眼蝶 <i>Melanargia halimede</i> Menetries            | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup> (3 <sup>**</sup> ,4 <sup>**</sup> ) | ✓                                                 | 橙灰蝶 <i>Lycena dispar aurata</i> Leech             | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup> (3 <sup>**</sup> ,4 <sup>**</sup> )                  | ✓                                                 |
| 黑纱白眼蝶 <i>Melanargia lugens</i> Honrath              | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> ,6 <sup>**</sup> ) | ✓                                                 | 眼灰蝶亚科 Polyommatae                                 |                                                                                     |                                                   |
| 山地白眼蝶 <i>Melanargia montana</i> Leech               | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> ,6 <sup>**</sup> ) | ✓                                                 | 黑灰蝶 <i>Niphanda fusca</i> Bremer et Grey          | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup> (3 <sup>**</sup> ,4 <sup>**</sup> )                  | ✓                                                 |
| 西方云眼蝶 <i>Hyponephele dysdora</i> Lederer            | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 锯灰蝶 <i>Orthomiella pontis</i> Elwes               | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                                      | ✓                                                 |
| 蛇眼蝶二点亚种 <i>Minois dryas bipunctatus</i> Motshulsky  | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 中华锯灰蝶 <i>Orthomiella sinensis</i> Elwes           | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                                      | ✓                                                 |
| 蛇眼蝶陕西亚种 <i>Minois dryas shaanxiensis</i> Qian       | 2 <sup>#</sup> ,3 <sup>#</sup> ,4 <sup>#</sup>                     | ✓                                                 | 酢浆灰蝶 <i>Pseudoizeeria maha maha</i> Kollar        | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup>                                                      | ✓                                                 |
| 仁眼蝶 <i>Eumenis autonoe maxima</i> Bang - Haas       | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 枯灰蝶 <i>Cupido minimus qilianus</i> Murayama       | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup>                                                      | ✓                                                 |
| 白带岩眼蝶 <i>Chazara anthe hanifa</i> Nordman           | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 蓝灰蝶 <i>Eures argiades hellotis</i> Menetries      | 1 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup> (3 <sup>**</sup> ,4 <sup>**</sup> ,6 <sup>**</sup> ) | ✓                                                 |
| 小型林眼蝶 <i>Aulocera sybillina</i> Oberthür            | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 点玄灰蝶 <i>Tongeia flicaudis flicaudis</i> Pryer     | 1 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup>                                                      | ✓                                                 |
| 斐眼蝶 <i>Ypthima balda balda</i> Fabricius            | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 琉璃灰蝶 <i>Celastrina argiola caphis</i> Fruhstorfer | 1 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                                      | ✓                                                 |
| 幽斐眼蝶 <i>Ypthima congregata congregata</i> Leech     | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 靛灰蝶 <i>Coerulea coeligena</i> Oberthür            | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                                      | ✓                                                 |
| 东亚斐眼蝶 <i>Ypthima motschulskyi</i> Bremer et Grey    | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 胡麻灰蝶 <i>Maculineaon teleia euphenia</i>           | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> ,6 <sup>**</sup> )                  | ✓                                                 |
| 中华斐眼蝶 <i>Ypthima chinensis</i> Leech                | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 珞灰蝶 <i>Scolitantides orion coreana</i> Matsumura  | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup>                                                      | ✓                                                 |
| 乱云斐眼蝶 <i>Ypthima megalomma</i> Butler               | 1 <sup>#</sup> -4 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 婀灰蝶 <i>Albulina orbitula</i> Prunner              | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                                      | ✓                                                 |
| 连斑斐眼蝶 <i>Ypthima sakra</i> Moore                    | 1 <sup>#</sup> -4 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 红珠灰蝶 <i>Lycacides argyrognomon</i> Bergstrasser   | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup>                                                      | ✓                                                 |
| 古眼蝶 <i>Palaeonympha opalina opalina</i> Butler      | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 青海红珠灰蝶 <i>Lycacides qinghaiensis</i>              | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                                      | ✓                                                 |
| 白瞳舜眼蝶 <i>Loxerebia saxicola</i> Oberthür            | 1 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 茄纹红珠灰蝶 <i>L. cleobis qilianshanus</i>             | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                                      | ✓                                                 |
| 山眼蝶 <i>Paralasa batanga</i> van der Goltz           | 3 <sup>#</sup> ,4 <sup>#</sup> ,5 <sup>#</sup>                     | ✓                                                 | 豆灰蝶 <i>Plebejus argus</i> Linnaeus                | 1 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> ,6 <sup>**</sup> )                  | ✓                                                 |
| 酒眼蝶 <i>Oeneis urdae</i> Eversmann                   | 3 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 多眼灰蝶四川亚种 <i>P. eros gansuensis</i> Murayama       | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup>                                                      | ✓                                                 |
| 牧女珍眼蝶 <i>Coenonympha amaryllis amaryllis</i> Cramer | 1 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 多眼灰蝶中原亚种 <i>P. eros boisdadii</i> (Herrich-S.)    | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                                      | ✓                                                 |
| 西门珍眼蝶 <i>C. semenori semenori</i> Alpheraky         | 1 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 维纳斯灰蝶 <i>P. venus sinica</i> Grum - Gr.           | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                                      | ✓                                                 |
| 爱珍眼蝶 <i>Coenonympha oedippus amurensis</i> Rhtil    | 1 <sup>#</sup> -4 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 弄蝶科 Hesperidae                                    |                                                                                     |                                                   |
| 阿芬眼蝶 <i>Aphantopus hyperanthus</i> Linnaeus         | 1 <sup>#</sup> -4 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 竖翅弄蝶亚科 Coeliadinae                                |                                                                                     |                                                   |
| 螳眼蝶 <i>Triphysa phryne</i> Pallas                   | 2 <sup>#</sup> ,3 <sup>#</sup> ,4 <sup>#</sup>                     | ✓                                                 | 雕形弄蝶 <i>Bibasis aquilina siola</i> Evans          | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                                      | ✓                                                 |
| 红眼蝶 <i>Erebia alemena alemena</i> Grum - Grshmailo  | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                     | ✓                                                 | 花弄蝶亚科 Pyrginae                                    |                                                                                     |                                                   |

续表 1

| 区系成分                                               |                                                                                       |                |                 | 区系成分                                              |                                                                     |                |                 |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|
| 物种<br>Species                                      | 分布<br>Distribution                                                                    | Fauna element  |                 | 物种<br>Species                                     | 分布<br>Distribution                                                  | Fauna element  |                 |
|                                                    |                                                                                       | 古北界<br>Palaea- | 东洋界<br>Oriental |                                                   |                                                                     | 古北界<br>Palaea- | 东洋界<br>Oriental |
|                                                    |                                                                                       | retic          | realm           |                                                   |                                                                     | retic          | realm           |
| 蛱蝶科 Nymphalidae                                    |                                                                                       |                |                 | 窗斑大弄蝶 <i>Capila translucida</i> Leech             | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                      |                | ✓               |
| 蛱蝶亚科 Charaxinae                                    |                                                                                       |                |                 | 曲纹带弄蝶 <i>Lobocla germana</i> Leech                | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                      | ✓              | ✓               |
| 二尾蛱蝶指名亚种 <i>Polyura narcaea</i> Hewitson           | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                      | ✓              |                 | 双带弄蝶 <i>Lobocla bifasciata</i> Bremer et Grey     | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup>                                      | ✓              | ✓               |
| 闪蛱蝶亚科 Apaturinae                                   |                                                                                       |                |                 | 黄射纹星弄蝶 <i>Celaenorhinus oscula</i> Evans          | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                      | ✓              | ✓               |
| 紫闪蛱蝶西北亚种 <i>Apatura iris bieti</i> Oberthur        | 3 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                                     | ✓              |                 | 深山珠弄蝶 <i>Erynnis montanus montanus</i>            | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup> (3 <sup>**</sup> )                   | ✓              | ✓               |
| 柳紫闪蛱蝶华中亚种 <i>Apatura ilia here</i> Felder          | 3 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup> (3 <sup>**</sup> , 4 <sup>**</sup> )                   | ✓              |                 | 珠弄蝶 <i>Erynnis tages tages</i> Northmann          | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup>                                      | ✓              | ✓               |
| 细带闪蛱蝶 <i>Apatura metis</i> Freyer                  | 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup> , 5 <sup>#</sup>                                      | ✓              |                 | 白弄蝶 <i>Abraximorpha davidii davidii</i> Mabilie   | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                      | ✓              | ✓               |
| 迷蛱蝶 <i>Mimathyma chevana</i> Moore                 | 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup> , 5 <sup>#</sup>                                      |                |                 | 花窗弄蝶 <i>Coladenia hoenei</i> Evans                | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                      | ✓              | ✓               |
| 夜迷蛱蝶 <i>Mimathyma mycetes serica</i> Murayama      | 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup> , 5 <sup>#</sup>                                      | ✓              |                 | 黑弄蝶 <i>Daimio tethys tethys</i> Menétrès          | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                   | ✓              | ✓               |
| 白斑迷蛱蝶 <i>Mimathyma schrenckii</i> Menétrès         | 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup> , 5 <sup>#</sup> (3 <sup>**</sup> , 4 <sup>**</sup> ) | ✓              |                 | 飒弄蝶 <i>Satarupa gopala</i> Moore                  | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                      | ✓              | ✓               |
| 猫蛱蝶 <i>Timelaea maculata</i> Bremer et Gray        | 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup> , 5 <sup>#</sup>                                      | ✓              |                 | 星点弄蝶 <i>Satarupa tessellum gigas</i> Bremer       | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                      | ✓              | ✓               |
| 黄帅蛱蝶 <i>Sephisia princeps albomaculata</i> Leech   | 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup> , 5 <sup>#</sup>                                      | ✓              |                 | 花弄蝶 <i>Pyrgus maculatus maculatus</i> Br. et Gr.  | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup>                                      | ✓              | ✓               |
| 银白蛱蝶 <i>Heleyra subalba subalba</i> Poujade        | 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup> , 5 <sup>#</sup>                                      | ✓              |                 | 北方花弄蝶 <i>P. alveus sifanicus</i> Gr. - Grshimailo | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                      | ✓              |                 |
| 黑脉蛱蝶 <i>Hestina assimilis assimilis</i> Linnaeus   | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                                        | ✓              |                 | 弄蝶亚科 Hesperinae                                   |                                                                     |                |                 |
| 拟斑脉蛱蝶 <i>Hestina persimilis chinensis</i> Leech    | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                                        | ✓              |                 | 小星姜弄蝶 <i>Udaspes stellata</i> Oberthur            | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                      | ✓              | ✓               |
| 大紫蛱蝶 <i>Sasakia charonda coreana</i> Leech         | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup> (3 <sup>**</sup> , 4 <sup>**</sup> )                   | ✓              |                 | 白斑银弄蝶 <i>Carterocephalus dieckmanni</i> G.        | 1 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                      | ✓              | ✓               |
| 豹蛱蝶亚科 Argynninae                                   |                                                                                       |                |                 | 黄斑银弄蝶 <i>Carterocephalus alcinoides</i> Lee       | 1 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                      | ✓              | ✓               |
| 绿豹蛱蝶 <i>Argynnis paphia valesina</i> Esper         | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup> (3 <sup>**</sup> , 4 <sup>**</sup> )                   | ✓              |                 | 链弄蝶 <i>Heteropterus morpheus</i> Pallas           | 1 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                   | ✓              | ✓               |
| 斐豹蛱蝶 <i>Argyreus hyperbius hyperbius</i> Linnaeus  | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                      | ✓              |                 | 曲纹稻弄蝶 <i>Parnara ganga</i> Evans                  | 3 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup>                                      | ✓              | ✓               |
| 老豹蛱蝶 <i>Argyronome laodice japonica</i> Pallas     | 1 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup> (3 <sup>**</sup> , 4 <sup>**</sup> )                   | ✓              |                 | 直纹稻弄蝶 <i>Parnara guttata guttata</i> Br. et Grey  | 3 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup> (4 <sup>**</sup> )                   | ✓              | ✓               |
| 红老豹蛱蝶 <i>Argyronome rutilana</i> Motschulsky       | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                      | ✓              |                 | 中华谷弄蝶 <i>Pelopidas sinensis</i> Mabilie           | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup>                                      | ✓              | ✓               |
| 云豹蛱蝶 <i>Nephargynnis anadyomene</i> Felder et Fe.  | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                                        | ✓              |                 | 隐纹谷弄蝶 <i>Pelopidas mathias obertheri</i>          | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup>                                      | ✓              | ✓               |
| 小豹蛱蝶 <i>Brenthis daphne ochroleuca</i> Fruhstorfer | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                                        | ✓              |                 | 弄蝶指名亚种 <i>Hesperia comma comma</i> L.             | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup>                                      | ✓              | ✓               |
| 伊诺小豹蛱蝶 <i>Brenthis ino paidicus</i> Fruhstorfer    | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                      | ✓              |                 | 白斑蛱蝶 <i>Ochloes subhyalina</i> Br. et Grey        | 1 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup>                                      | ✓              | ✓               |
| 青豹蛱蝶 <i>Damora sagana sagana</i> Doubleday         | 2 <sup>#</sup> , 3 <sup>#</sup> , 4 <sup>#</sup>                                      | ✓              |                 | 小赭弄蝶 <i>Ochloes venata venata</i> Bremer et Grey  | 2 <sup>#</sup> -6 <sup>#</sup> (3 <sup>**</sup> , 4 <sup>**</sup> ) | ✓              | ✓               |
| 曲纹豹蛱蝶 <i>Chlidreia zenobia penelope</i> Staudinger | 1 <sup>#</sup> -4 <sup>#</sup>                                                        | ✓              |                 | 黄赭弄蝶 <i>Ochlodes crataeis</i> Leech               | 2 <sup>#</sup> -5 <sup>#</sup> (3 <sup>**</sup> , 4 <sup>**</sup> ) | ✓              | ✓               |

续表 1

| 物种<br>Species                                                                                                                                                                                                                            | 区系成分 |                                 |                |                 | 区系成分                                             |                                                    |                |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------|-----------------|
|                                                                                                                                                                                                                                          | 物种   | 分布<br>Distribution              | Fauna element  |                 | 物种                                               | 分布<br>Distribution                                 | Fauna element  |                 |
|                                                                                                                                                                                                                                          |      |                                 | 古北界<br>Palaea- | 东洋界<br>Oriental |                                                  |                                                    | 古北界<br>Palaea- | 东洋界<br>Oriental |
|                                                                                                                                                                                                                                          |      |                                 | retic          | realm           |                                                  |                                                    | retic          | realm           |
| 银丝豹蛱蝶 <i>Mesoacidalia clara</i> Blanch ▲                                                                                                                                                                                                 |      | 1 <sup>#</sup> - 4 <sup>#</sup> | ✓              |                 | 豹弄蝶 <i>Thymelicus leoninus leoninus</i> Butler ▲ | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup> (3 <sup>**</sup> ) | ✓              | ✓               |
| 银斑豹蛱蝶 <i>Speyeria aglaja clauimacula</i> Matsumura ▲                                                                                                                                                                                     |      | 1 <sup>#</sup> - 4 <sup>#</sup> | ✓              | ✓               | 黑豹弄蝶 <i>Thymelicus sylvaticus sylvaticus</i> Br. | 2 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                    | ✓              | ✓               |
| 蜡福蛱蝶 <i>Fabriciana nerippe</i> Felder et Felder                                                                                                                                                                                          |      | 1 <sup>#</sup> - 4 <sup>#</sup> | ✓              | ✓               | 直纹黄室弄蝶 <i>Potanthus rectifasciatus</i> E. - E. ▲ | 3 <sup>#</sup> - 5 <sup>#</sup>                    | ✓              | ✓               |
| 合计 Total: 10 科 24 亚科 126 属 230 种; 各采样区的物种分别是: 1 <sup>#</sup> : 45, 2 <sup>#</sup> : 203, 3 <sup>#</sup> : 224, 4 <sup>#</sup> : 218, 5 <sup>#</sup> : 184, 6 <sup>#</sup> : 82; 古北界 61 种, 占 26.5%; 东洋界 13 种, 占 5.7%; 两界兼 156 种, 占 67.8%。 |      |                                 |                |                 |                                                  |                                                    |                |                 |

注: ▲ 为该保护区新记录种; \*\* 表示常见种 (个体数/总数 = 1% ~ 10%); \*\*\* 表示优势种 (个体数/总数 > 10%); 1<sup>#</sup> - 6<sup>#</sup> 采样区编号, 下表同。  
▲: refers to the new species in Taitong-Kongtongshan National Nature Reserve of Gansu; \*\*: refers to common species (individual of species ranges 1% - 10%); \*\*\*: refers to dominant species (individual of species is more than 10%); 1<sup>#</sup> - 6<sup>#</sup>: number of sampling region. The same below.

量较少。以上各采样区分布的蝶类种类和个体数量特征与植被类型、覆盖率、海拔高度和人为干扰程度有一定关系。

2.2 群落结构及区系特征

(1) 群落优势类群 从表 1 中可以看出,从属级分类单元分析,分布在该地区的蝶类群落中蛱蝶科有 36 属 71 种,占总种数的 30.87%,为优势类群;眼蝶科有 27 属 46 种,占 20.0%,灰蝶科有

27 属 37 种,占 16.1%,为次优势类群;喙蝶科、蛱蝶科为单属单种,属于罕见类群;其他各科为常见类群。对蝶类属级单元数作一元多项式回归分析 (polynomial regression), 结果是 (NG) 回归曲线  $R^2 = 0.9394$ , 其图形呈抛物线型 (图 3)。导致蝶类群落结构和多样性下降的主要因素是人为干扰和环境污染引起植被单一化、植被覆盖率下降。

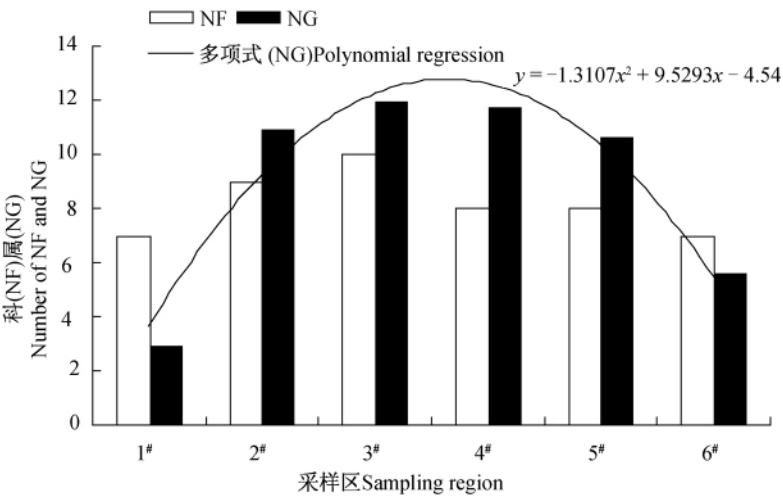


图 3 各采样区蝶类科、属分布变化  
Fig.3 Change of the distribution number of butterfly family and genus in sample regions

(2) 属、种比值系数比较分析 共计有 126 属 230 种蝶类,其中单种属有 75 个,占总属的 59.5%,包含的种类占总种数 32.6%;多种属有 51 个,占总属的 40.5%,含种类数有 155 种,占总种

数的 67.4%;属种比值系数为 0.548。结果表明,该地区分布的蝶类区系以单种属为多,区系起源多元化和群落结构比较复杂 (表 2),这主要与该地区的地理位置的过渡性有关。

表 2 蝶类属及种比值系数分析  
Table 2 Analysis on the proportion of specie and genus of butterfly

| 属数<br>Number of<br>genus | 种及亚种数<br>Number of species<br>and subspecies | 属种比值系数<br>Ratio of genus<br>and species | 单种属数<br>Number of<br>monotypic genus | 多种属数 (种及亚种)<br>Number of polytypic<br>genus (species and subspecies) |
|--------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 126                      | 230                                          | 0.548                                   | 75                                   | 51 (155)                                                             |

(3) 蝶类群落中各项参数 蝶类群落中 Gleason-Margalef 物种多样性指数 ( $d$ )、Simpson 优势度指数 ( $Y$ )、Jaccard 相似性系数 ( $J$ ) 及丰度 ( $F$ ) 和种类数 ( $N_s$ ) 比较分析见表 3。

由表 3 中的数据可以看出,从 1# ~ 6# 样区分布的蝶类群落中各项参数 (多样性指数、优势度指

数、丰度、物种数) 的变化趋势均表现为先升高、再下降,1# 样区最低,6# 样区次低,3# 和 4# 样区蝶类群落参数最高 (图 4)。对以上 4 项参数作二元变量的 Pearson 双侧相关性分析,结果是多样性指数与优势度指数和物种数呈显著相关 ( $P < 0.01$ );物种数与优势度 ( $P < 0.01$ )、物种数与丰度呈显著相

表 3 蝶类多样性指数、优势度指数、丰度和物种数比较分析

Table 3 Change of the number of butterfly diversity index, dominance index, individual number and species number in sample regions

| 项目                 | 各采样区蝶类群落参数 Parameter of butterfly in sampling region |                |                |                |                |                |
|--------------------|------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Item               | 1 <sup>#</sup>                                       | 2 <sup>#</sup> | 3 <sup>#</sup> | 4 <sup>#</sup> | 5 <sup>#</sup> | 6 <sup>#</sup> |
| 多样性指数 ( <i>d</i> ) | 7.2                                                  | 25.9           | 26.6           | 25.6           | 24.7           | 11.3           |
| 优势度指数 ( <i>Y</i> ) | 5                                                    | 21             | 23             | 22.8           | 19             | 9.2            |
| 丰度 ( <i>F</i> )    | 3                                                    | 13             | 24             | 35             | 19             | 7              |
| 种类数 ( <i>Ns</i> )  | 4.5                                                  | 20.3           | 22.4           | 21.8           | 18.4           | 8.2            |

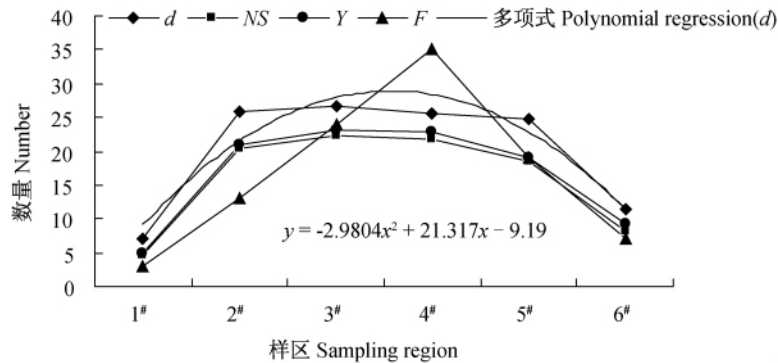


图 4 各采样区蝶类群落参数分布关系和回归分析

Fig. 4 Change of the distribution number and polynomial regression of butterfly in sample regions

关 ( $P < 0.05$ )。这一变化趋势与各采样区海拔高度、植被类型、植被覆盖率、人为干扰和环境污染程度有密切的关系。

对蝶类群落多样性指数 (*d*) 和优势度指数 (*Y*) 作一元多项式回归分析 (polynomial regression), 结果是多样性指数 (*d*) 回归曲线  $R^2 =$

0.9034, 优势度指数 (*Y*) 回归曲线  $R^2 = 0.9492$ , 其图形呈抛物线型 (图 4, 5)。结果表明两项参数之间显著相关 ( $P < 0.05$ )。从图 4 和 5 可以看出, 1<sup>#</sup>、6<sup>#</sup>样区分布的蝶类群落参数最低, 位于抛物线的起点和终点, 分析其原因, 对 1<sup>#</sup>样区蝶类群落特征的影响因素主要是海拔高度, 对 6<sup>#</sup>样区蝶类群

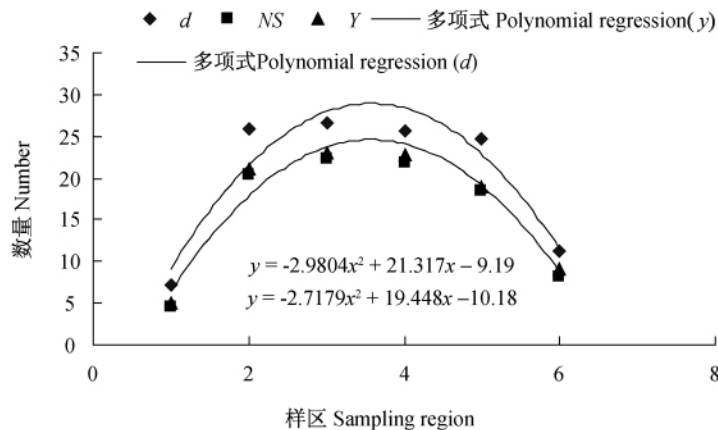


图 5 各采样区蝶类群落参数回归分析

Fig. 5 Polynomial regression of the diversity index and species number of butterfly in sample regions

落特征的影响因素主要是人为干扰和环境污染。在 4<sup>#</sup>样区蝶类丰度参数最高,但是种类数比 3<sup>#</sup>样区有减少,这是生态环境明显受到人为干扰后,导致植被多样性和覆盖率明显下降有关系,随着生态环境受到人为干扰或污染程度加重,引起某些敏感性种类消失,即种类数减少;另一方面是耐受性物种的种群数量升高(在 4<sup>#</sup>样区分布的蝶类 218 种,其中常见种类 41 种),即丰度上升。

(4) 区系特征 从表 1 中可见,在 230 种蝶类中,属于古北界种类有 61 种,占 26.5%;东洋界的种类有 13 种,占 5.7%;两界兼有种类 149 种,占总种数的 67.8%。对各样区分布的蝶类常见种类和优势种类的区系分析结果也显示,古北界种类占 17.8%,东洋界种类占 2.2%,两界兼有物种占 80.0%,即两界兼有种类也占绝对优势。这与该地区地理位置的过渡性有关,该地区在动物地理

区划上地处东洋界与古北界的接壤区(古北界的东南边缘区);是我国内陆半湿润半干旱气候过渡地带;植被区系属于华北、东北、华中、蒙古、中国—喜马拉雅区系成分的交汇地带,植被成分复杂,因此两界兼有种类占优势。

2.3 太统一崆峒山自然保护区与甘肃省其他地区蝶类群落结构的比较

甘肃太统一崆峒山自然保护区与临近地域分布的蝶类群落结构特征的比较见表 4。

从表 4 可以看出,该区分布的蝶类物种多样性仅少于白水江自然保护区;由甘肃省东南向西北延伸其蝶类物种多样性逐渐减少,群落结构趋于简单化。结果表明该地区分布的蝶类物种多样性比较丰富,群落结构较复杂。

表 4 太统一崆峒山自然保护区与临近地域分布的蝶类群落结构特征的比较  
Table 4 Comparison on features of formation of coenosis of butterfly species between  
Taitong-Kongtongshan National Nature Reserve and other butterfly distributions in Gansu

| 分类单元<br>Classification unit | 保护区 Nature reserve  |                     |                   |                     |                   |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
|                             | 白水江<br>Baishuijiang | 崆峒山<br>Kongtongshan | 六盘山<br>Liupanshan | 兴隆山<br>Xinglongshan | 祁连山<br>Qilianshan |
| 科 Family                    | 11                  | 10                  | 8                 | 8                   | 8                 |
| 属 Genus                     | 119                 | 126                 | 67                | 70                  | 65                |
| 种 Species                   | 238                 | 230                 | 116               | 103                 | 115               |

3 讨论

(1) 太统一崆峒山自然保护区蝶类种类丰富(230 种)、群落结构复杂和单属种物种比例高(单种属占 59.5%,属种比值系数为 0.548)。结果显示:该区分布的蝶类物种多样性仅少于白水江自然保护区(王洪建和高岚,1994),从甘肃省东南向西北延伸,蝶类物种多样性逐渐减少,群落结构趋于简单化(唐迎秋,1989;李嘉珏和谢忙义,2001;刘爱勤和张翠玲,2002;倪永清等,2004;方健惠等,2010);在蝶类群落中以单种属为多,显示出该地区蝶类区系起源多元性和群落结构复杂性,这与地理位置的特殊性有关。环境的复杂性和多样性是生物物种多样性丰富的基础。首先,该自然保护区位于陇东黄土高原,六盘山东麓,黄河支流泾河中上游地区,已经记载各类植物 1 000 多种;

该区地处温带草原区的南部森林草原地带,是落叶阔叶林和草甸草原的过渡地带,植物区系属于华北、东北、华中、蒙古、中国—喜马拉雅区系成分的交汇点;植被覆盖率较高(约 90%)、成分复杂,具有明显的古老性、过渡性和复杂性等特点(李嘉珏和谢忙义,2001);植被垂直分布层性较明显。如此丰富的植物多样性,使得该地区的土壤环境复杂,这就为昆虫的生存繁殖提供了一个有利的条件(吴晓菊等,2009)。其次,该地区在动物地理区划上位于东洋界与古北界的过渡地带,即古北界的东南边缘地带,因此两界兼有种类占绝对优势(两界兼有种类占总种数的 67.8%,东洋界的种类占 5.7%)。这也是蝶类种类丰富、群落结构复杂和单属种多的原因之一(张荣祖,1978,1998,1999)。

(2) 6 个采样区分布的蝶类物种数多样性指

数( $d$ )由大到小依次为 $3^{\#} > 2^{\#} > 4^{\#} > 5^{\#} > 6^{\#} > 1^{\#}$ ; 优势度指数( $Y$ )由大到小依次为 $3^{\#} > 4^{\#} > 2^{\#} > 5^{\#} > 6^{\#} > 1^{\#}$ ; 丰富度( $F$ )由大到小依次为 $4^{\#} > 3^{\#} > 5^{\#} > 2^{\#} > 6^{\#} > 1^{\#}$ ; 均显示 $2^{\#}$ 、 $3^{\#}$ 、 $4^{\#}$ 样区分布的蝶类群落结构复杂性高, $1^{\#}$ 和 $6^{\#}$ 样区分布的蝶类群落特征相对简单; 相似性指数显示(表5): $1^{\#}$ 与 $2^{\#} \sim 6^{\#}$ 样区分布的蝶类群落相似性为极不相似( $J = 0.09 \sim 0.22$ )、 $2^{\#}$ 与 $3^{\#}$ 、 $4^{\#}$ 之间为极相似( $J = 0.76$ ), $4^{\#}$ 与 $6^{\#}$ 、 $4^{\#}$ 与 $5^{\#}$ 中等相似( $J = 0.34 \sim 0.50$ ),其他样区为中等不相似。相似性系数表明各采样区环境的异质性,环境的差异性导致蝶类群落结构的差异性。这4项群落参数显示出了较一致的结果,即 $1^{\#}$ 与 $2^{\#} \sim 6^{\#}$ 采样区差异性大, $2^{\#}$ 与 $3^{\#}$ 、 $4^{\#}$ 采样区之间差异性较小。

表5  $1^{\#} \sim 6^{\#}$ 采样区分布的蝶类群落相似性系数  
Table 5 Coefficient of similarities among butterfly species in sampling region  $1^{\#} - 6^{\#}$

| 采样区<br>Sample regions | 采样区 Sample regions |          |          |          |          |
|-----------------------|--------------------|----------|----------|----------|----------|
|                       | $2^{\#}$           | $3^{\#}$ | $4^{\#}$ | $5^{\#}$ | $6^{\#}$ |
| $1^{\#}$              | 0.22               | 0.20     | 0.15     | 0.12     | 0.09     |
| $2^{\#}$              | —                  | 0.76     | 0.76     | 0.40     | 0.34     |
| $3^{\#}$              |                    | —        | 0.47     | 0.53     | 0.37     |
| $4^{\#}$              |                    |          | —        | 0.60     | 0.38     |
| $5^{\#}$              |                    |          |          | —        | 0.45     |

(3)对蝶类群落多样性指数( $R^2 = 0.9034$ )和优势度指数( $R^2 = 0.9492$ )进行回归分析也得出了良好的结果。分析其原因,对 $1^{\#}$ 样区蝶类群落特征的影响因素主要是海拔高度。海拔高度影响了植物群落结构和环境温度,从而导致蝶类物种多样性降低,群落结构单一化;对 $5^{\#}$ 、 $6^{\#}$ 样区蝶类群落特征的影响因素主要是人为干扰和环境污染,由此影响了植物群落结构和植被覆盖率降低。随着生态环境受到人为干扰或污染程度加重,引起敏感性种类消失,即种类数减少;另一方面是耐受性物种的种群数量升高(如 $5^{\#}$ 、 $6^{\#}$ 样区分布的粉蝶科种类和数量增多),即丰度上升。这一研究结果与文献报道的结果一致(倪永清,2004;方健惠等,2010)。由此可见,蝶类对生态环境的变化反映较为敏感,有望成为评价生态环境状况的指示生物。

## 4 建议

(1)绝大多数蝶类是重要的传粉昆虫,在生态

系统中扮演着极为重要的角色;蝶类又是重要的自然艺术品,其为人类提供的经济价值有待研究开发。因此,希望自然保护区一并对蝶类动物资源的保护力度。蝶类对其栖息地的环境质量要求较高,对环境变化反映较为灵敏,建议从保护生态环境入手,达到保护区全面健康发展的目标。

(2)加大对蝶类动物群落特征的动态变化及其与环境相关性研究。当前,自然生态环境受到人类干扰的程度越来越深,生态系统被污染的情况较为普遍,这将对动物和人类的生存带来威胁。人类试图通过研究某一地区的生物物种多样性和群落结构特征的动态变化,来间接反映环境质量的健康状况,研究蝶类的群落特征也具有同样的作用(Dennis *et al.*, 2003;方健惠等,2010;汤春梅等,2010),这也正是本文研究的目的所在。

(3)在保护区内加强退耕还林还草和生态移民的力度,减少人为干扰,以达到改善生态环境现状,提高和丰富植被类型、覆盖率和物种多样性,以达到促进保护区生态环境健康发展。

## 参考文献(References)

- Dennis RLH, Shreeve TG, Van Dyck H, 2003. Towards a functional resource-based concept for habitat: a butterfly biology viewpoint. *Oikos*, 102 (2) :417—426.
- Jaccard P, 1908. Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat.*, 44:223—270.
- Murayama S, 1980. On some butterflies of Simingshan in Prov. Zhejiang, East China, with descriptions of 4 new subspecies. *New Ent.*, 29 (2) :23—27.
- 村山修一, 1983. 中国西南和西北的一些新蝶类. 昆虫分类学报, 5 (4) :281—288.
- 方健惠, 牛犇, 骆有庆, 杜品, 陈莉, 2010. 以绢蝶为代表的甘肃南部蝶类多样性. 生态学报, 30 (18) :4976—4985.
- 高岚, 1999. 甘肃天祝县夏玛林区的蝶类. 兰州大学学报(自然科学版), 35 (2) :115—118.
- 关甫国, 马继英, 杜正贵, 张自斌, 马正学, 2002. 甘肃西部蝶类区系研究. 甘肃科学学报, 14 (2) :19—23.
- 姜双林, 张来军, 2000. 陇东子午岭林区的蝶类及区系研究. 兰州大学学报(自然科学版), 36 (5) :112—117.
- 李传隆, 朱宝云, 1992. 中国蝶类图谱. 上海:上海远东出版社. 1—189.
- 李嘉珏, 谢忙义, 2001. 甘肃太统—崆峒山自然保护区科学考察集. 北京:中国林业出版社. 129—135.
- 李锡璋, 杨友桃, 田建北, 1993. 甘肃蝶类新记录. 兰州大学

- 学报(自然科学版), 29(3):184—188.
- 李晓明,倪永清, 2000. 甘肃祁连山国家级自然保护区的蝶类(一). 甘肃农业大学学报, 35(4):382—387.
- 李英武,赵辉, 2004. 六盘山蝶类资源分布现状. 宁夏农林科技, 46(5):12—13.
- 刘爱勤,张翠玲, 2002. 兴隆地区蝶类资源调查. 热带农业科学, 10(5):22—30.
- 刘大海,李宁,晁阳, 2008. SPSS15.0 统计分析从入门到精通. 北京:清华大学出版社. 151—173.
- 马正学,白占民,李树学,张自斌,刘秀生, 1994a. 莲花山自然保护区的蝶类. 甘肃科学学报, 6(1):45—52.
- 马正学,王士正,甘悦, 1991. 甘肃省蝶类新记录. 西北师范大学学报(自然科学版), 27(4):90—92.
- 马正学,张自斌,王珪, 1994b. 甘肃省蝶类新记录 II. 西北民族学院学报(自然科学版), 15(1):50—52.
- 倪永清,李晓明,倪自银,谢宗平,张勇,朱杰, 2005. 河西走廊北山山地不同生境蝶类群落多样性研究. 草业学报, 14(1):53—57.
- 倪永清,李晓明,谢宗平, 2004. 祁连山北坡及河西走廊蝶类区系研究. 兰州大学学报(自然科学版), 40(4):77—81.
- 倪永清,谢宗平, 2001. 甘肃天祝小三峡旅游区蝶类调查. 甘肃科学学报, 13(1):68—71.
- 倪永清,谢宗平, 2002. 甘肃张掖地区蝶类初报及区系分析. 甘肃高师学报, 7(2):51—54.
- 乔国庆, 1943. 甘肃省蝶类初步报告. 甘肃科学教育馆专刊, 第3号:1—60.
- 沈韞芬,章宗涉,龚循矩,顾曼如,施之新,魏印心, 1990. 微型生物监测新技术. 北京:中国建筑工业出版社. 134—509.
- 汤春梅,杨庆森,蔡继增, 2010. 甘肃小陇山林区不同生境类型蝶类多样性研究. 昆虫知识, 47(3):563—567.
- 唐迎秋, 1989. 六盘山自然保护区的蝶类. 兰州大学学报(自然科学版), 3:78—86.
- 王洪建,高岚, 1994. 甘肃白水江自然保护区的蝶类. 兰州大学学报(自然科学版), 30(1):87—95.
- 王敏,范晓凌, 2002. 中国灰蝶志. 郑州:河南科技出版社. 1—351.
- 王治国,牛瑶,陈棣华, 1998. 河南昆虫志:鳞翅目,蝶类. 郑州:河南科技出版社. 34—87.
- 吴晓菊,马继英,陈学林, 2009. 崆峒山种子植物区系与其他植物区系相似性分析. 甘肃科学学报, 21(1):40—42.
- 殷梅生, 1978. 甘肃省昆虫区系研究(一) 甘肃省蝶类名录. 甘肃农业大学学报, 2:30—50.
- 张荣祖, 1978. 关于《中国动物地理区划》的修改. 动物学报, 24(2):196—202.
- 张荣祖, 1998. “中国动物地理区划”的再修订. 动物分类学报, 23(增刊):208—219.
- 张荣祖著, 2011. 中国动物地理. 北京:科学出版社. 124—227.
- 张如力, 2003. 甘肃蝶类新纪录. 草业学报, 12(3):70—72.
- 张远林,施泽梅, 2004. 甘肃兴隆山自然保护区的蝴蝶资源(三)(鳞翅目:蛱蝶总科). 甘肃林业科技, 29(3):18—25.
- 张远林, 2000. 甘肃兴隆山自然保护区的蝴蝶资源(一)(鳞翅目:弄蝶科). 甘肃林业科技, 25(1):37—38.
- 张远林, 2002. 甘肃兴隆山自然保护区的蝴蝶资源(二)(鳞翅目:凤蝶总科、灰蝶总科). 甘肃林业科技, 27(4):17—21.
- 张自斌,马正学, 1997. 兰州地区蝶类及区系研究. 兰州大学学报(自然科学版), 33(专辑):250—254.
- 周尧主编, 1994. 中国蝶类志. 郑州:河南科学技术出版社. 1—776.
- 周尧, 1998. 中国蝴蝶分类与鉴定. 郑州:河南科学技术出版社. 1—349.