

# 甘肃连城国家级自然保护区鳞翅目 昆虫多样性调查

张童<sup>1,2</sup>, 钱逸凡<sup>1</sup>, 李文涛<sup>3</sup>, 黄治昊<sup>2,4</sup>, 崔国发<sup>2</sup>

(1. 国家林业和草原局华东调查规划院, 浙江 杭州 310019; 2. 北京林业大学, 北京 100083;  
3. 甘肃连城国家级自然保护区管理局, 甘肃 兰州 730399;  
4. 北京市园林绿化科学研究院, 北京 100044)

**摘要:** 探究鳞翅目昆虫在连城保护区的分布, 分析其生物多样性, 为甘肃连城国家级自然保护区的生态景观和病虫害防治提供科学依据。2018年7—8月在甘肃连城国家级自然保护区开展鳞翅目昆虫调查, 采用样线-网扫法和灯诱法共捕捉昆虫2416头, 隶属17科126种。其中, 蛾类2055头, 隶属于12科99种; 蝶类359头, 隶属于5科27种。本次鳞翅目昆虫调查与2003年第1次鳞翅目昆虫调查结果相比增加了3个科, 分别是天蛾科(Sphingidae)、舟蛾科(Notodontidae)和巢蛾科(Yponomeutidae)。分析结果显示, 保护区内蛾类优势种主要为夜蛾科(Noctuidae)、尺蛾科(Geometridae)等, 蝶类优势种主要为蛱蝶科(Nymphalidae)和粉蝶科(Pieridae); 采用灯诱法调查的蛾类昆虫在张家沟灯诱点昆虫的优势度指数最高; 蝶类在小吐鲁沟和淌沟中的昆虫多样性指数最高。本次调查的数据为甘肃连城国家级自然保护区昆虫名录进行了补充, 也为保护区的科研工作、病虫害防治提供基础参考依据。

**关键词:** 昆虫; 资源调查; 鳞翅目; 多样性; 国家自然保护区

**中图分类号:** S433.4

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2097-2172(2025)10-0950-06

**doi:** 10.3969/j.issn.2097-2172.2025.10.012

## Survey on Lepidoptera Diversity in the Gansu Liancheng National Nature Reserve

ZHANG Tong<sup>1,2</sup>, QIAN Yifan<sup>1</sup>, LI Wentao<sup>3</sup>, HUANG Zhihao<sup>2,4</sup>, CUI Guofa<sup>2</sup>

(1. East China Survey and Planning Institute, National Forestry and Grassland Administration, Hangzhou Zhejiang 310019, China;  
2. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 3. Gansu Liancheng National Nature Reserve Administration,  
Lanzhou Gansu 730399, China; 4. Beijing Academy of Forestry and Landscape Architecture,  
Beijing 100044, China)

**Abstract:** To investigate the distribution and diversity of Lepidoptera in the Liancheng National Nature Reserve and provide a scientific basis for ecological landscape management and pest control, a survey of Lepidoptera insects was conducted in the Liancheng National Nature Reserve in Gansu from July to August 2018. A total of 2 416 insects were captured, belonging to 17 families and 126 species, using both transect-net sweeping and light-trapping methods. Among them, 2 057 moths were identified across 12 families and 99 species, while 359 butterflies were identified across 5 families and 27 species. Compared with the first Lepidoptera survey conducted in 2003, this survey identified 3 additional families: Sphingidae, Notodontidae, and Yponomeutidae. According to the analysis, the dominant species of moths in the reserve were Noctuidae and Geometridae, and the dominant species of butterflies were Nymphalidae and Pieridae. The abundance index of moths captured by light-trapping was highest at the Zhangjiagou light-trapping site. The diversity index of butterflies was highest in Xiaotulugou and Tanggou. The results of this study enrich the insect species catalog of the Liancheng National Nature Reserve and provides a scientific basis for further scientific research and pest management within the reserve.

**Key words:** Insect; Resource survey; Lepidoptera; Diversity; National nature reserve

甘肃连城国家级自然保护区(以下简称“连城保护区”)位于甘肃省兰州市永登县连城镇, 是以保护典型原始森林生态系统和珍稀濒危野生动植物及其生境为主的森林生态系统类型自然保护区,

收稿日期: 2025-02-13; 修订日期: 2025-08-29

基金项目: 国家林业和草原局华东调查规划院2025年度科技攻关项目(HDY25N008)。

作者简介: 张童(1995—), 女, 内蒙古呼伦贝尔人, 工程师, 研究方向为生物多样性与自然保护地设计。Email: 404829541@qq.com。

通信作者: 崔国发(1965—), 男, 辽宁北票人, 教授, 主要从事自然保护区学方面的研究工作。Email: fa6716@163.com。

保护区内保存有大面积的青海云杉林、青杆和祁连圆柏等原始森林以及丰富的野生动植物资源<sup>[1-2]</sup>。连城保护区具有典型的温带大陆性气候特征, 冬季寒冷干燥, 春季多风少雨, 夏无酷暑, 秋季温凉。连城保护区独特的地理条件孕育了多样的植被和物种, 是西北干旱和半干旱区生物多样性最为丰富区域之一, 也是我国西北干旱区和黄土高原地区不可多得的野生动物物种基因库。近年来, 随着国家生态文明事业的大力推行, 连城保护区不断加强生态保护力度, 极大地提高了保护区内绿地面积和植被覆盖率<sup>[3]</sup>。2018 年 7 月 20 日, 由连城保护区牵头, 北京林业大学生态与自然保护学院成立调查组, 展开了为期 33 d 的科学考察, 针对保护区内动植物资源、地质生态、社会经济等进行了全面的调查评估。

鳞翅目(*Lepidoptera*)昆虫作为昆虫纲中物种最丰富的类群之一, 是自然生态系统的重要组成部分, 其多样性不仅反映了群落的组成结构, 也能有效体现昆虫栖息地的生境质量<sup>[4-5]</sup>。鳞翅目昆虫分布受多种因素制约, 内部因素包括自身的生物学特征, 外部因素则包括生境状况(如生境类型、植物种类数量等)、气候条件、地理位置和海拔高度等<sup>[6]</sup>。植被类型是影响鳞翅目昆虫分布的关键因子之一。植物不仅为鳞翅目昆虫提供食物来源, 还为其提供了赖以生存的栖息环境<sup>[7-8]</sup>。焦萌等<sup>[9]</sup>的研究表明, 鳞翅目昆虫的生物多样性具有显著的地理分异规律, 例如刺蛾科(*Limacodidae*)在全球范围内表现出对热带-亚热带地区的分布偏好, 其

物种丰富度与植被类型、气候因子密切相关。鳞翅目昆虫是地球上数量最多、种类最丰富的生物种群之一, 其物种多样性对维持生态系统的健康和稳定至关重要。现以连城保护区鳞翅目昆虫为研究对象, 探究该类昆虫在连城保护区的分布, 分析其生物多样性, 以期为连城保护区的生态景观和病虫害防治提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

连城保护区是我国黄河上游重要的森林分布区, 地处青藏高原东部边缘, 祁连山脉东延与陇西沉降盆地间交错的过渡区(102° 35' 57" ~ 102° 54' 32" E、36° 32' 14" ~ 36° 48' 28" N, 海拔 2 000 ~ 3 600 m), 总面积 47 930.0 hm<sup>2</sup><sup>[10]</sup>。

1.2 调查方法

依据《甘肃连城国家级自然保护区综合科学考察报告》显示, 连城保护区的植被类型分为 6 个植被型、28 个群系<sup>[11]</sup>。本次鳞翅目昆虫调查于 2018 年 7—8 月在连城保护区开展, 综合考虑连城保护区植被类型、海拔梯度等多种因素, 共设计了 13 条调查样线, 5 个灯诱点。调查样线覆盖了连城保护区 66.67% 的植被型。调查样线信息见表 1、图 1。

1.2.1 样线-网扫法调查蝶类 样线调查一般选在晴朗或多云少风天气, 于蝶类活动频繁的时间, 采用网捕与记录相结合的方法对路线两侧 5 m 内的蝴蝶进行采集, 然后装入三角纸袋, 记录日期、地点后放入盒中保存。

1.2.2 灯诱法调查蛾类 诱集灯选用 450 W 高压

表 1 调查样线信息

| 调查地点 | 东经           | 北纬          | 海拔<br>/m | 植被型    | 群系                                        |
|------|--------------|-------------|----------|--------|-------------------------------------------|
| 张家沟  | 102° 38' 24" | 36° 39' 00" | 2 963    | 落叶阔叶灌丛 | 鲜黄小檗灌丛( Form. <i>Berberis daphana</i> )   |
| 竹林沟  | 102° 43' 12" | 36° 39' 36" | 2 364    | 寒温性针叶林 | 青杆林( Form. <i>Picea Wilsonii</i> )        |
| 小吐鲁沟 | 102° 39' 00" | 36° 41' 24" | 2 886    | 落叶阔叶林  | 糙皮桦林( Form. <i>Betula utilis</i> )        |
| 大岗子沟 | 102° 40' 48" | 36° 45' 00" | 2 736    | 寒温性针叶林 | 祁连圆柏林( Form. <i>Sabinaprzewalskikon</i> ) |
| 棚子沟  | 102° 44' 24" | 36° 37' 48" | 2 324    | 落叶阔叶林  | 山杨林( Form. <i>Populus davidiana</i> )     |
| 细沟   | 102° 46' 12" | 36° 39' 00" | 2 022    | 温性针叶林  | 油松林( Form. <i>Pinus tabulaeformis</i> )   |
| 大吐鲁沟 | 102° 45' 00" | 36° 38' 24" | 2 177    | 落叶阔叶灌丛 | 虎榛子灌丛( Form. <i>Corylus momdshurica</i> ) |
| 指南北沟 | 102° 43' 48" | 36° 44' 24" | 2 348    | 落叶阔叶林  | 红桦林( Form. <i>Betula albo-sinensis</i> )  |
| 铁城沟  | 102° 47' 24" | 36° 45' 00" | 2 535    | 寒温性针叶林 | 青杆林( Form. <i>Picea Wilsonii</i> )        |
| 淌沟   | 102° 49' 48" | 36° 37' 12" | 2 106    | 落叶阔叶灌丛 | 甘蒙锦鸡儿灌丛( Form. <i>Caragana opulens</i> )  |
| 黑龙沟  | 102° 49' 12" | 36° 44' 24" | 2 820    | 寒温性针叶林 | 青海云杉林( Form. <i>Picea crassifolia</i> )   |
| 黑林坪  | 102° 49' 48" | 36° 40' 12" | 2 872    | 落叶阔叶灌丛 | 黄花柳灌丛( Form. <i>Salix cupularis</i> )     |
| 小杏儿沟 | 102° 45' 36" | 36° 42' 36" | 2 222    | 温性针叶林  | 油松林( Form. <i>Pinus tabulaeformis</i> )   |

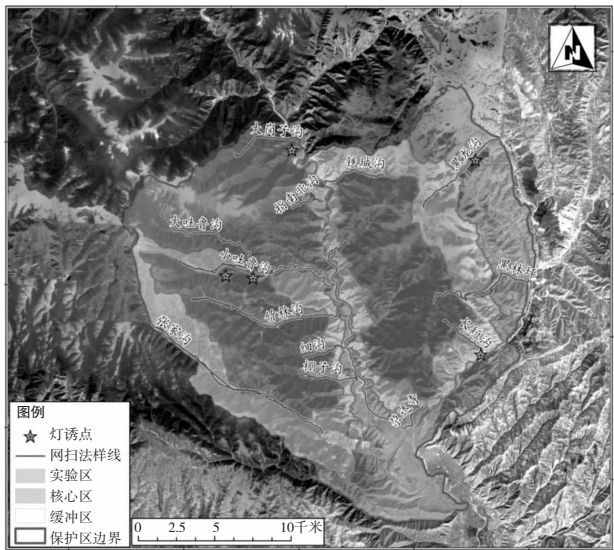


图 1 鳞翅目昆虫调查样线及灯诱点

汞灯，幕布选用 2.0 m × 1.5 m 的白化纤布，选取地点空旷、视野开阔的区域进行采集。开灯诱集时间为 22:00 时至次日 02:00 时。将幕布挂于诱集灯后方 15 ~ 20 cm 处，清除幕布四周的杂草，采集所有落于幕布前后的昆虫。为鉴定方便，大小蛾类分开采集，大型蛾类用毒瓶，小型蛾类用指形管，均使用乙酸乙酯作为毒杀剂，杀死的蛾类置于储虫瓶(管)中，尽量避免摇动，保存后进行种类鉴定和数量统计。

1.3 数据处理与分析

按照群落生态学的统计方法，多样性分析主要采用 Berger-Parker 优势度指数( $D$ )、Shannon-Wiener 多样性指数( $H'$ )、Pielou 均匀度指数( $J$ )、Jacard 相似性系数( $q$ )进行分析<sup>[12]</sup>。

$$D=\frac{N_{\max}}{N}$$

式中， $N_{\max}$  为优势种的个体数； $N$  为多度，指群落中所有物种的个体总数。

$$H'=\sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

$$P_i=\frac{N_i}{N}$$

式中， $P_i$  是第  $i$  种的个体数  $N_i$  占全部个体总数  $N$  中的比例。

$$J=\frac{H'}{\ln S}$$

$$q=c/(a+b-c)$$

式中， $S$  为物种数，反映样地中的物种丰富度； $c$

为 2 个群落共有的类群数， $a$  和  $b$  分别是 A 群落和 B 群落的类群数。根据相似性系数原理，判断相似性程度。当  $q$  为 0 ~ 0.25 时，为极不相似；当  $q$  为 0.25 ~ 0.50，为中等不相似；当  $q$  为 0.50 ~ 0.75 时，为中等相似；当  $q > 0.75$ ，为极相似。

2 结果与分析

2.1 鳞翅目昆虫种类与组成

参照萧刚柔<sup>[13]</sup>、邸济民<sup>[14]</sup>、张远林等<sup>[15-17]</sup>、张星利等<sup>[18]</sup>的方法对采集的昆虫种类进行分析鉴定，结果显示，本次在连城保护区的调查共采集到鳞翅目昆虫标本 2 416 头，分别隶属 17 科 126 种。蛾类个体总数共计 2 055 头，隶属于 12 科 99 种(表2)。其中夜蛾科的物种数、个体数均最高，所占比例分别为 37.37%、42.30%；尺蛾科的物种数较多，所占比例为 17.17%，但个体数较少，所占比例仅为 3.84%；灯蛾科的物种所占比例较少，为 3.03%，但个体数仅次于夜蛾科，所占比例达 18.10%；大蚕蛾科、巢蛾科物种数最少，所占比例均为 1.01%，个体数量所占比例分别为 0.34%、0.78%。

表 2 蛾类种群组成及占比

| 科                  | 物种       |            | 个体       |            |
|--------------------|----------|------------|----------|------------|
|                    | 数量<br>/个 | 所占比例<br>/% | 数量<br>/头 | 所占比例<br>/% |
| 灯蛾科 Arctiidae      | 3        | 3.03       | 372      | 18.10      |
| 草螟科 Crambidae      | 10       | 10.10      | 127      | 6.18       |
| 尺蛾科 Geometridae    | 17       | 17.17      | 79       | 3.84       |
| 枯叶蛾科 Lasiocampidae | 2        | 2.02       | 26       | 1.27       |
| 毒蛾科 Lymantridae    | 6        | 6.06       | 91       | 4.43       |
| 夜蛾科 Noctuidae      | 37       | 37.37      | 871      | 42.38      |
| 舟蛾科 Notodontidae   | 3        | 3.03       | 61       | 2.97       |
| 螟蛾科 Pyralidae      | 9        | 9.09       | 350      | 17.03      |
| 大蚕蛾科 Saturniidae   | 1        | 1.01       | 7        | 0.34       |
| 天蛾科 Sphingidae     | 2        | 2.02       | 12       | 0.58       |
| 卷蛾科 Tortricidae    | 8        | 8.08       | 43       | 2.09       |
| 巢蛾科 Yponomeutidae  | 1        | 1.01       | 16       | 0.78       |
| 合计                 | 99       | 100        | 2 055    | 100        |

共采集到蝶类标本 359 头，隶属于 5 科 27 种(表3)。其中，蛱蝶科物种数、个体数均为最高，所占比例分别为 62.07%、41.73%；粉蝶科物种数仅有 5 个，但个体数量达 103 头，所占比例达 37.05%；凤蝶科物种数最少，所占比例仅为 3.45%，个体头数所占比例为 2.88%；弄蝶科个体

| 表 3 蝶类种群组成及占比   |          |            |          |            |
|-----------------|----------|------------|----------|------------|
| 科               | 物种       |            | 个体       |            |
|                 | 数量<br>/个 | 所占比例<br>/% | 数量<br>/头 | 所占比例<br>/% |
| 弄蝶科 Hesperidae  | 2        | 6.90       | 2        | 0.72       |
| 灰蝶科 Lycaenidae  | 3        | 10.34      | 49       | 17.62      |
| 蛱蝶科 Nymphalidae | 18       | 62.07      | 116      | 41.73      |
| 凤蝶科 Palionidae  | 1        | 3.45       | 8        | 2.88       |
| 粉蝶科 Pieridae    | 5        | 17.24      | 103      | 37.05      |
| 合计              | 29       | 100        | 278      | 100        |

数最少, 所占比例仅为 0.72%。

2.2 蛾类昆虫种群多样性

从表 4 可以看出多样性分析结果。在 5 个灯诱点中, 大吐鲁沟的 Shannon-Wiener 多样性指数 ( $H'=1.76$ )、Pielou 均匀度指数 ( $J=0.29$ ) 均高于其他 4 个灯诱点。多度 ( $N$ ) 表现为黑龙沟 (508) > 小吐鲁沟 (442) > 大吐鲁沟 (418) > 大岗子沟 (386) > 张家沟 (343)。Berger-Parker 优势度指数 ( $D$ ) 表现为张家沟 (0.52) > 小吐鲁沟 (0.48) > 大岗子沟 (0.42) > 大吐鲁沟 (0.39) > 黑龙沟 (0.39)。Shannon-Wiener 多样性指数 ( $H'$ ) 相差较小, 表现为张家沟 (1.76) > 黑龙沟 (1.56) > 小吐鲁沟 (1.50) > 大岗子沟 (1.45) > 张家沟 (1.34)。Pielou 均匀度指数 ( $J$ ) 为 0.23 ~ 0.29。

| 表 4 不同灯诱点蛾类昆虫多样性指数 |               |                                   |                                     |                            |
|--------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 灯诱点                | 多度<br>( $N$ ) | Berger-Parker<br>优势度<br>指数( $D$ ) | Shannon-Wiener<br>多样性指<br>数( $H'$ ) | Pielou<br>均匀度<br>指数( $J$ ) |
| 小吐鲁沟               | 442           | 0.48                              | 1.50                                | 0.25                       |
| 大岗子沟               | 386           | 0.42                              | 1.45                                | 0.24                       |
| 黑龙沟                | 508           | 0.32                              | 1.56                                | 0.25                       |
| 张家沟                | 343           | 0.52                              | 1.34                                | 0.23                       |
| 大吐鲁沟               | 418           | 0.39                              | 1.76                                | 0.29                       |

此外, 5 个灯诱点鳞翅目蛾类昆虫群落组成的相似性系数大多为 0.50~0.75 (表5), 为中等相似, 说明 5 个灯诱点的鳞翅目蛾类群落结构差异较小, 主要是与各个灯诱点的植被类型、植被覆盖率和坡向等因素有关。

| 表 5 蛾类样地 Jacard 相似性系数 |      |      |      |      |      |
|-----------------------|------|------|------|------|------|
|                       | 小吐鲁沟 | 大岗子沟 | 黑龙沟  | 张家沟  | 大吐鲁沟 |
| 小吐鲁沟                  | 1    | 0.51 | 0.50 | 0.75 | 0.42 |
| 大岗子沟                  |      | 1    | 0.63 | 0.71 | 0.50 |
| 黑龙沟                   |      |      | 1    | 0.63 | 0.46 |
| 张家沟                   |      |      |      | 1    | 0.50 |
| 大吐鲁沟                  |      |      |      |      | 1    |

2.3 蝶类昆虫种群多样性

从表 6 可以看出, 铁城沟的物种多度 ( $N$ ) 最高, 为 75; 竹林沟较高, 为 50; 小吐鲁沟、大岗子沟、黑龙沟最低, 均为 8。Berger-Parker 优势度指数 ( $D$ ) 以大岗子沟最高, 为 0.75; 细沟、竹林沟较高, 分别为 0.67、0.65; 小吐鲁沟、大吐鲁沟、淌沟、黑龙沟最低, 均为 0.50。

Shannon-Wiener 多样性指 ( $H'$ ) 以小吐鲁沟、淌沟最高, 均为 1.04。且小吐鲁沟的均匀度指数 ( $J$ ) 最高, 为 0.51。

| 表 6 不同样线蝶类昆虫多样性指数 |               |                                   |                                     |                            |
|-------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 地点                | 多度<br>( $N$ ) | Berger-Parker<br>优势度指数<br>( $D$ ) | Shannon-Wiener<br>多样性指<br>数( $H'$ ) | Pielou<br>均匀度<br>指数( $J$ ) |
| 张家沟               | 37            | 0.63                              | 0.91                                | 0.25                       |
| 竹林沟               | 50            | 0.65                              | 0.87                                | 0.22                       |
| 小吐鲁沟              | 8             | 0.50                              | 1.04                                | 0.51                       |
| 大岗子沟              | 8             | 0.75                              | 0.56                                | 0.27                       |
| 棚子沟               | 23            | 0.58                              | 0.68                                | 0.22                       |
| 细沟                | 17            | 0.67                              | 0.24                                | 0.08                       |
| 大吐鲁沟              | 27            | 0.50                              | 1.03                                | 0.31                       |
| 指南北沟              | 15            | 0.63                              | 0.90                                | 0.33                       |
| 铁城沟               | 75            | 0.56                              | 0.80                                | 0.19                       |
| 淌沟                | 15            | 0.50                              | 1.04                                | 0.38                       |
| 黑龙沟               | 8             | 0.50                              | 0.69                                | 0.34                       |
| 黑林坪               | 21            | 0.55                              | 0.99                                | 0.32                       |
| 小杏儿沟              | 16            | 0.60                              | 0.67                                | 0.24                       |

本次调查结果发现, 13 条调查样线蝶类昆虫群落组成的相似性系数跨度较大 (表7)。张家沟、竹林沟、小吐鲁沟、大吐鲁沟、指南北沟、铁城沟、淌沟、黑林坪等 7 条样线的蝶类组成一致。以张家沟为例, 大岗子沟样线 Jacard 相似性指数最低, 仅为 0.25, 群落结构差异较大; 棚子沟、细沟、黑龙沟和小杏儿沟样线的相似性系数为 0.50~0.75, 群落结构差异较小。

3 讨论与结论

连城自然保护区地处青藏高原东部边缘, 河西走廊的东南端, 黄土高原的西南部, 是黄土高原、河西走廊戈壁和沙漠地区与青藏高原交界地带。独特的保护地理条件, 使得其保存有完好的天然森林植被和丰富的野生动物资源, 是黄土高原地区不可多得的天然生物物种基因库<sup>[19]</sup>。保护区于 2003 年进行过一次鳞翅目昆虫调查, 共计调查鳞翅目昆虫 14 科 267 种, 夜蛾科的物种数、个

表 7 蝶类样线 Jacard 相似性系数

|      | 张家沟 | 竹林沟  | 小吐鲁沟 | 大岗子沟 | 棚子沟  | 细沟   | 大吐鲁沟 | 指南北沟 | 铁城沟  | 淌沟   | 黑龙沟  | 黑林坪  | 小杏儿沟 |
|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 张家沟  | 1   | 1.00 | 1.00 | 0.25 | 0.67 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.67 | 1.00 | 0.67 |
| 竹林沟  |     | 1    | 1.00 | 0.25 | 0.67 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.67 | 1.00 | 0.67 |
| 小吐鲁沟 |     |      | 1    | 0.25 | 0.67 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.67 | 1.00 | 0.67 |
| 大岗子沟 |     |      |      | 1    | 0.33 | 0.00 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.00 | 0.25 | 0.00 |
| 棚子沟  |     |      |      |      | 1    | 0.25 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.33 | 0.67 | 0.33 |
| 细沟   |     |      |      |      |      | 1    | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.67 | 0.50 | 0.67 |
| 大吐鲁沟 |     |      |      |      |      |      | 1    | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.67 | 1.00 | 0.67 |
| 指南北沟 |     |      |      |      |      |      |      | 1    | 1.00 | 1.00 | 0.67 | 1.00 | 0.67 |
| 铁城沟  |     |      |      |      |      |      |      |      | 1    | 1.00 | 0.67 | 1.00 | 0.67 |
| 淌沟   |     |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    | 0.67 | 1.00 | 0.67 |
| 黑龙沟  |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    | 0.67 | 1.00 |
| 黑林坪  |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    | 0.67 |
| 小杏儿沟 |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    |

体数量均最高，分别占总物种数和个体数量 29.13%、36.05%。本次鳞翅目昆虫调查采用样线一网扫法和灯诱法共捕捉昆虫 2 416 头，隶属 17 科 126 种。其中，蛾类 2 055 头，隶属于 12 科 99 种；蝶类 359 头，隶属于 5 科 27 种。与 2003 年调查相比，本次鳞翅目昆虫调查增加了鳞翅目昆虫记录 3 个科，分别是天蛾科(Sphingidae)、舟蛾科(Notodontida)和巢蛾科(Yponomeutidae)。

气候和植被的变化影响着昆虫的群体变化、物种多样性、个体数量、种群动态变化及发生规律<sup>[20-21]</sup>。调查结果显示，采用灯诱法调查的蛾类昆虫，张家沟灯诱点昆虫的优势度指数(*D*)最高，反映出连城保护区蛾类昆虫在“落叶阔叶灌丛-虎榛子灌丛”类型的多样性最高。同时 5 个灯诱点鳞翅目蛾类昆虫的群落组成结构差异较小。采用样线-网扫法调查的蝶类结果显示，多条调查样线的相似性指数极高，这可能和蝶类物种在保护区分布种类有限有关；在以小吐鲁沟为代表的“落叶阔林-糙皮桦林”和淌沟“落叶阔叶灌丛-甘蒙锦鸡儿灌丛”中的昆虫多样性指数最高。

因历史原因，保护区内还存在着永登县连城镇、天祝藏族自治县赛拉隆乡等建制乡镇，人为活动在一定程度上对鳞翅目在内的昆虫多样性产生了影响。通过研究鳞翅目昆虫多样性，初步分析其与植被之间的关系，为研究生态平衡和环境质量起到前期调研工作。通过本次野外昆虫调查，初步探究鳞翅目昆虫对植被类型的偏好性，分析

鳞翅目昆虫种群结构和种群多样性，以期为进一步探究甘肃连城国家级自然保护区鳞翅目昆虫与植被的健康状况的相关性做铺垫。同时，本次调查的数据为甘肃连城国家级自然保护区昆虫名录进行了补充，也为保护区的科研工作、病虫害防治提供基础参考依据。

#### 参考文献：

- [1] 刘金喜. 甘肃连城国家级自然保护区大型真菌物种多样性研究[D]. 兰州：西北师范大学，2021.
- [2] 陈章，龚大洁，瞿丹，等. 连城国家级自然保护区夏季鸟类多样性调查及分析[J]. 干旱区资源与环境，2017，31(5)：168-172.
- [3] 中国新闻网甘肃. 甘肃连城国家级自然保护区森林覆盖率增至 76.28%[EB/OL]. (2022-05-23) [2025-01-30]. <https://www.gs.chinanews.com.cn/news/2022/05-23/350779.shtml>.
- [4] KAWAHARA A Y, PLOTKIN D, ESPELAND M, et al. Phylogenomics reveals the evolutionary timing and pattern of butterflies and moths[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2019, 116(45)：22657-22663.
- [5] BRADY D, SAVIANE A, CAPPELLOZZA S, et al. The circadian clock in Lepidoptera[J]. Frontiers in Physiology, 2021, 12: 776826.
- [6] ROTA J, TWORT V, CHIOCCHIO A, et al. The unresolved phylogenomic tree of butterflies and moths (Lepidoptera): Assessing the potential causes and consequences[J]. Systematic Entomology, 2022, 47(4): 531-550.
- [7] 全林发，姚琼，董易之，等. 鳞翅目昆虫生物钟的

- 研究进展与展望[J]. 农学学报, 2023, 13(9): 38–45.
- [8] 李德贤, 施金铎, 李昊杰, 等. 陕西化龙山国家级自然保护区鳞翅目昆虫多样性与垂直分布研究[J]. 西北林学院学报, 2022, 37(1): 177–182; 266.
- [9] 焦 萌, 李 晶, 赵慧峰, 等. 基于在线数据库的鳞翅目刺蛾科昆虫物种多样性及其全球分布格局[J]. 生物多样性, 2019, 27(7): 778–786.
- [10] 苏腾伟. 甘肃连城国家级自然保护区地栖鸟兽多样性及其空间关联研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2022.
- [11] 黄治昊. 甘肃连城国家级自然保护区景观分布格局及其保护成效研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2021.
- [12] 朱亚灵, 许宏刚, 程晓月, 等. 兰州城区北山林区林木害虫调查研究[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(11): 1066–1072.
- [13] 萧刚柔. 中国森林昆虫[M]. 3 版. 北京: 中国林业出版社, 2021.
- [14] 邸济民. 河北昆虫生态图鉴(下卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2021.
- [15] 张远林. 甘肃兴隆山自然保护区的蝴蝶资源(一)(鳞翅目: 弄蝶科)[J]. 甘肃林业科技, 2000 (1): 37–38.
- [16] 张远林. 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)[J]. 甘肃林业科技, 2002 (4): 17–21.
- [17] 张远林, 施泽梅. 甘肃兴隆山自然保护区的蝴蝶资源(三)(鳞翅目: 蛱蝶总科)[J]. 甘肃林业科技, 2004(3): 18–21; 25.
- [18] 张星利, 杨 沛, 王德君. 甘肃省莲花山自然保护区的蛾类昆虫[J]. 甘肃农业大学学报, 2001(4): 413–420.
- [19] 崔国发. 甘肃连城甘肃连城国家级自然保护区综合科学考察报告[M]. 北京: 中国林业出版社, 2024.
- [20] 何宗娥, 马国月, 周锁记, 等. 青海省德令哈市农田主要捕食性天敌发生动态研究[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(7): 672–675.
- [21] 居 峰, 董丽娜, 陈 希, 等. 不同森林植被类型蛾类群落结构及其多样性研究[J]. 江苏林业科技, 2011, 38(1): 1–6; 11.