



•研究报告•

人为干扰对壶瓶山国家级自然保护区 蝴蝶物种多样性的影响

邓敏^{1,2} 廖明玮^{1,2} 王晨彬³ 廖承清^{1,2} 康祖杰⁴ 马方舟^{3*} 黄国华^{1,2*}

1 (湖南农业大学植物保护学院, 长沙 410128)

2 (植物病虫害生物学与防控湖南省重点实验室, 长沙 410128)

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

4 (湖南壶瓶山国家级自然保护区管理处, 湖南石门 415300)

摘要: 为了解人为干扰对壶瓶山国家级自然保护区(以下简称壶瓶山保护区)蝴蝶物种多样性的影响, 调查组于2017–2018年间采用样线法抽取5条样线对壶瓶山保护区的蝴蝶群落进行调查研究, 分析了人为干扰对蝴蝶发生规律的影响, 并比较了壶瓶山保护区中不同程度人为干扰情况下的蝴蝶发生差异。本调查共观测到蝴蝶6,711只, 隶属5科19亚科119属190种, 各样线的优势种主要有宽边黄粉蝶(*Eurema hecabe*)、东方菜粉蝶(*Pieris canidia*)、酢浆灰蝶(*Pseudozizeeria maha*)、宽带凤蝶(*Papilio nephelus*)等。轻度干扰情况下物种多样性最高, 其次为无干扰条件, 而中度干扰情况下蝴蝶物种多样性最低, 即小规模耕作–居住环境有利于蝴蝶的聚集, 而增加现有的人为干扰程度或扩大干扰范围, 可致使群落中蝴蝶物种数减少、优势类群数量增加。

关键词: 壶瓶山国家级自然保护区; 蝴蝶; 群落组成; 多样性; 人为干扰

Influence of human disturbance on butterfly diversity in the Hupingshan National Nature Reserve

Min Deng^{1,2}, Mingwei Liao^{1,2}, Chenbin Wang³, Chengqing Liao^{1,2}, Zujie Kang⁴, Fangzhou Ma^{3*}, Guohua Huang^{1,2*}

1 College of Plant Protection, Hunan Agricultural University, Changsha 410128

2 Hunan Provincial Key Laboratory for Biology and Control of Plant Diseases and Insect Pests, Changsha 410128

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

4 Administration of Hupingshan National Nature Reserve, Shimen, Hunan 415300

Abstract: In order to understand the impact of human disturbance on butterfly diversity in the Hupingshan National Nature Reserve, we surveyed butterfly abundance in Hupingshan between 2017 and 2018, and analyzed human impacts in the region for the same time period. We compared differences in butterfly assemblages between three different levels of interference: non-interference, mild interference and medium interference. The results showed that of a total of 6,711 individuals observed, which belongs to 5 families, 19 subfamilies, 119 genera, 190 species represented. The highest species diversity was under mild interference, but the lowest diversity was under the medium interference. We conclude that small-scale farming-living environments are conducive to butterfly aggregations. If the existing level of human disturbance or the range of interference is increased, species represented in the butterfly community structure may decrease and the number of dominant species/groups may increase.

Key words: Hupingshan National Nature Reserve; butterfly; community structure; diversity; human disturbance

收稿日期: 2019-10-27; 接受日期: 2020-04-27

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFC0507206)和生态环境部生物多样性保护重大工程

* 共同通讯作者 Co-authors for correspondence. E-mail: mfz@nies.org; ghhuang@hunau.edu.cn

生物多样性作为人类赖以生存的物质基础,是继气候变化后的又一全球性热点话题,它与生态系统的稳定存在密切的关系,是维持生态系统生产力和稳定性、抵抗生物入侵等的决定性因素(李奇等, 2019)。但在整个人类历史中,生物多样性一直在减少,造成物种消失与生态系统退化(Johnson et al, 2017; Xu et al, 2017)。近代以来,随着社会的不断发展,人类改造环境的能力不断加强,活动范围不断扩大,致使全球范围内的生态系统遭到破坏,更加速了物种多样性的丧失(Styles, 2017)。人为干扰对生态系统的影响是普遍的,包括农业活动(Asmah et al, 2016)、景观改造(Sambhu et al, 2018)、城市化(Collier et al, 2010)等。在受到人为干扰后,生态系统生境条件的变化直接影响了植物群落的物种组成和多样性,而昆虫多样性又与植物多样性紧密相关,植被的变化直接影响昆虫的栖息环境,因而导致昆虫物种多样性发生改变(杨立军和张丹丹, 2014)。

蝴蝶不仅具有美学价值与经济价值,其在生态系统的物质循环、能量流动以及信息传递过程中还扮演着十分重要的角色(Pollard & Yates, 1993)。因其对生境的高度敏感性,还常被作为环境监测昆虫,通过研究蝴蝶多样性可客观了解当下环境的多样性水平,并预测生物环境变化趋势(马方舟等, 2018; 张辰生, 2018; Wepprich et al, 2019)。例如,谭灿等(2017)对延安市南泥湾湿地的蝴蝶群落进行调查并对4种不同人为干扰程度下湿地蝴蝶物种多样性特征的变化进行了讨论。Cheng和Bonebrake (2017)应用物种分布模型预测了蝴蝶在香港的分布情况。蝴蝶通常被认为是唯一能准确测量变化的群体(Thomas, 2005),是监测环境变化的最优生物,甚至还可作为其他生物变化趋势的“风向标”,为制定生物保护策略提供科学依据(房丽君和关建玲, 2010; 张立微和张红玉, 2016; Herrando et al, 2019)。在关于城市化对蝴蝶多样性影响的研究中, Iserhard等(2019)发现蝴蝶多样性与绿化区域间的连通性呈正相关。由于城市化的人为干扰,蝴蝶向城外迁移,导致物种分布随着当地栖息地改变以及周边植物群落丰富度的下降而减少(Delpon et al, 2019; Mäkeläinen et al, 2019)。从保护策略来看, Tzortzakaki等(2018)在研究地中海沿城市梯度的蝴蝶多样性时发现,提高植被覆盖率比提高植物多样

性对保护蝴蝶资源更有效。蝴蝶作为重要的环境指示昆虫,其种群结构、多样性指数等均可反应其生境情况的变化。

本文以壶瓶山国家级自然保护区(以下简称壶瓶山保护区)为研究对象,在区内设置5条调查样线,并将每条样线按人为干扰程度划分为5段,比较其蝴蝶群落结构,旨在探索小规模的人为干扰对蝴蝶发生规律的影响和不同生境的总体生物多样性情况,以此来判断生境特殊性和承载量,以期为保护和合理利用蝶类资源提供理论依据,并为我国开展蝴蝶生物多样性监测提供参考。

1 研究区域概况

壶瓶山保护区(110°29′–110°59′ E, 29°50′–30°09′ N)位于湖南省石门县西北部,与湖北省的五峰和鹤峰两县相连,地处武陵山脉东北端、贵州高原向东南丘陵平原延伸的过渡地带,属中山和山河地貌。该保护区于1994年经国务院批准为国家级自然保护区(秦中云等, 2006),总面积66.6 km²,核心区约54.5 km²(田书荣等, 2019),海拔高差达1,800 m。年均气温约9.2℃,年降水量1,898.5 mm(张国珍和杨道德, 2004)。因其海拔高差大、日照时间长、雨量充沛等特点,孕育了丰富多样的自然环境与野生动植物资源,加之其特殊的地理位置与环境,被认为是我国亚热带最重要的物种基因库(张玉荣等, 2005)。

2 研究方法

2.1 样线设置与样段划分

根据生态环境部蝴蝶多样性观测网络的统一要求(马方舟等, 2018),采用Pollard样线法(Pollard, 1977),在同一调查尺度对壶瓶山保护区的蝴蝶物种与数量进行观测,并进行多样性分析。根据生境类型、海拔、土地利用类型等,在保护区内沿小径或步道设置5条观测样线,每条样线长度为2 km(马方舟等, 2018)。样线分别位于大洞坪村(样线A)、三合村(样线B)、云麓村(样线C)、毛竹河(样线D)和平洞村(样线E),海拔范围302–1,048 m(图1)。

5条样线内的植被类型均为常绿阔叶林,但存在程度不同的人为干扰活动。将所有样线均划分成5个400 m长的样段,参照《生物多样性观测技术导则:蝴蝶》(HJ710.9-2014)的强、中、弱、无4个等

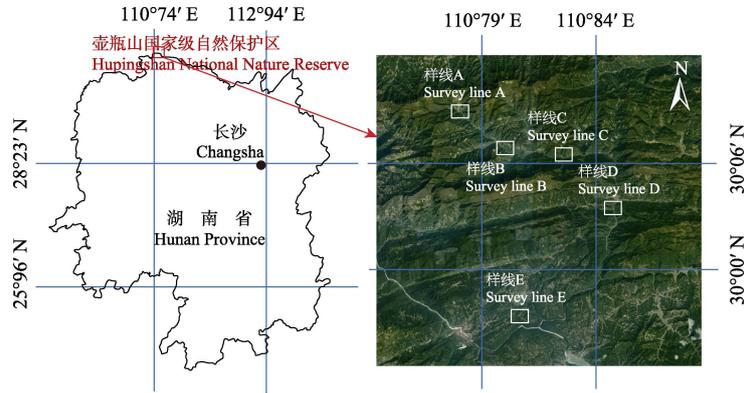


图1 湖南壶瓶山国家级自然保护区蝴蝶调查样线

Fig. 1 Survey transect line of butterfly in Hupingshan National Nature Reserve, Hunan

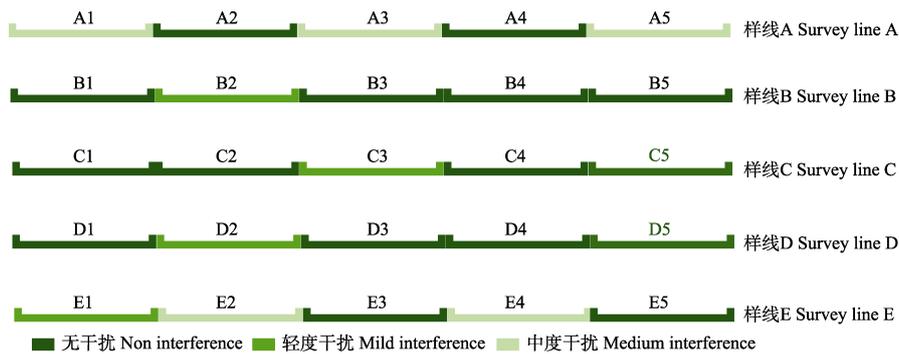


图2 各样段人为干扰程度示意图

Fig. 2 Different human disturbance levels of each subsection

级(洪雪萌, 2018), 结合壶瓶山保护区的实际特点, 将各样段划分为3个干扰程度: (1)无干扰, 即样段两侧无居住人口、无耕作农田, 以常绿阔叶林为主, 几乎不存在干扰; (2)轻度干扰, 即样段内居住人口在3户以下, 且耕作区纵长不超过100 m, 受到干扰较小, 生境基本保持原样; (3)中度干扰, 即样段内居住人口在3户以上(包括3户), 或耕作区纵长超过300 m, 为居民主要的生活工作区, 生境被部分改造, 植被小部分消失或较大部分变为耕作区域, 但去掉人为干扰, 生境仍可恢复。具体各样段等级划分如图2所示。观测时, 样段间设置明显标识物并编号标记, 记录每个样段内生境类型或土地利用方式, 并分别独立记录每样段数据。

于2017–2018年的4–9月对5条样线进行蝴蝶观测。每3人一组, 2人负责捕蝶, 1人负责记录蝴蝶的种类和数量。蝴蝶分类鉴定主要参照《中国蝴蝶图鉴》(武春生和徐培峰, 2017)、《广西猫儿山国家级自然保护区蝴蝶》(王敏和唐东明, 2012)、《中国蝴蝶分类与鉴定》(周尧, 1998)、*The Standard of*

Butterfly in Japan (Shirōzu, 2006)、*Butterflies of the Pacific Northwest* (Pyle & Labar, 2018)、*Britain's Butterflies* (Newland, 2015)、*The Nymphalidae of China (Lepidoptera, Rhopalocera) Part II* (Lang, 2017)等。调查时使用安卓系统的手机应用“GPS工具箱”定位坐标, 在地图上标注路线, 记录样线两边2.5 m、上方5 m、前方5 m范围内见到的所有蝴蝶的种类和数量(不记录身后的蝴蝶, 以免重复计数)。观测指标主要包括蝴蝶的种类、种群数量、受威胁因素(如人为干扰)、植被类型(马方舟等, 2018)。

2.3 数据处理

根据调查记录和采集的标本, 分别统计不同样线和不同样段蝴蝶的种类和数量, 运用Excel 2019及SPSS 22进行单因素方差分析, 主要包括Berger-Parker优势度指数(I_d) (Berger & Parker, 1970)、Shannon-Wiener指数(H') (Shannon, 1948)、Pielou均匀度指数(J) (Pielou, 1966)、Simpson指数(D_s) (Simpson, 1949)、Menhinick丰富度指数(R) (Menhinick, 1964)等, 其计算公式如下:

$$I_d = N_{max}/N_t \quad (1)$$

$$H' = - \sum P_i \ln P_i \quad (2)$$

$$J = - \sum P_i \ln P_i / \ln S \quad (3)$$

$$Ds = 1 - \sum P_i^2 \quad (4)$$

$$R = \ln S / \ln N_t \quad (5)$$

其中, N_{max} 为优势种的种群数量; N_t 为所有种类的种群数量; P_i 为物种*i*的个体数占总个体数的比例; S 为群落物种数。

通常定义个体数所占比例超过所在生境个体总数5%以上的为优势种, 1%–5%的为常见种, 0.5%–1%的为少见种, 不足0.5%的为稀有种(洪雪萌, 2018)。根据调查实际结果, 本文将个体数 ≥ 100 的物种定为优势种, 将 $10 < \text{个体数} < 100$ 的物种定为常见组, 而个体数 ≤ 10 的种类则为稀有组。

3 结果

3.1 各样线蝴蝶群落组成与特征

本次调查在5个样线内共采集到蝴蝶标本6,711只, 共计190种, 隶属于5科19亚科119属。整体来看, 物种数最多的为蛱蝶科, 其次为弄蝶科、灰蝶科、粉蝶科和凤蝶科; 个体数最多的也是蛱蝶科, 其次为粉蝶科、凤蝶科、灰蝶科和弄蝶科。不同样线都以蛱蝶科为优势科, 无论是物种数还是个体数均远高于其他科, 凤蝶科与粉蝶科在各样线上的物种数均相对较少, 而弄蝶科的个体数在各样线上均为最少(表1)。

将蝴蝶种群分为优势组、常见组以及稀有组(图3)。其中优势组共计14种, 分别为宽边黄粉蝶

(*Eurema hecabe*)、东方菜粉蝶(*Pieris canidia*)、宽带凤蝶(*Papilio nephelus*)、酢浆灰蝶(*Pseudozizeeria maha*)、蓝凤蝶(*Papilio protenor*)、碧凤蝶(*Papilio bianor*)、点玄灰蝶(*Tongeia filicaudis*)、菜粉蝶(*Pieris rapae*)、小环蛱蝶(*Neptis Sappho*)、二尾蛱蝶(*Polyura narcaea*)、东亚矍眼蝶(*Ypthima motschulskyi*)、拟斑脉蛱蝶(*Hestina persimilis*)、秀蛱蝶(*Pseudergolis wedah*)和巴黎翠凤蝶(*Papilio paris*); 常见组共计77种, 例如美凤蝶(*Papilio memnon*)、小蘗绢粉蝶(*Aporia hippia*)、素饰蛱蝶(*Stibochiona nicea*)、斐豹蛱蝶(*Argyreus hyperbius*)、曲纹蜘蛛蛱蝶(*Araschnia doris*)等; 稀有组有99种, 如窄斑翠凤蝶(*Papili arcturus*)、锯纹绢粉蝶(*Aporia goutellei*)、大二尾蛱蝶(*Polyura eudamippus*)、蒿菲蛱蝶(*Phaedyma aspasia*)、暮眼蝶(*Melanitis leda*)等。将各组蝴蝶物种在各样线的分布情况进行统计发现, 优势组的14种蝴蝶在各样线中均有分布, 而常见组与稀有组均以样线D最多(表2)。此外, 对各样线的特有种进行统计发现, 样线A与样线D的特有种均为13种, 而样线C仅有4种(表2)。

对各样线各物种的个体数log转换后作为纵坐标, 按种群由大到小排序, 每条样线只标明3种最丰富的物种(图4)。结果表明各样线的优势种主要有宽边黄粉蝶(样线A–E分别为: 129只、113只、183只和118只)、东方菜粉蝶(样线E: 162只)、酢浆灰蝶(样线A: 124只、样线E: 117只)和宽带凤蝶(样线D: 222只)等, 这4个物种在多条样线上均占优势。总体而言, 样线D优势种数量占比最大, 其次是样线E, 样

表1 湖南壶瓶山国家级自然保护区各调查样线蝴蝶各科的物种数和个体数

Table 1 Species and individual number of butterfly in each survey line of Hupingshan National Nature Reserve, Hunan

科 Family	样线A Survey line A		样线B Survey line B		样线C Survey line C		样线D Survey line D		样线E Survey line E		总物种数 Total number of species	总个体数 Total number of individuals
	物种 Species	个体 Individual										
蛱蝶科 Nymphalidae	50	402	54	461	54	421	64	708	63	539	99	2,531
粉蝶科 Pieridae	14	312	14	276	12	188	10	343	9	366	18	1,485
凤蝶科 Papilionidae	9	91	13	275	12	262	15	433	13	257	17	1,318
灰蝶科 Lycaenidae	16	355	17	189	15	184	13	139	14	181	24	1,048
弄蝶科 Hesperiidae	17	86	18	50	18	45	20	133	11	35	32	329

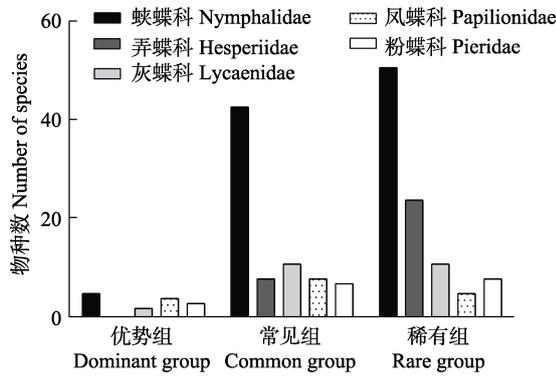


图3 各科蝴蝶在各组中的物种数
Fig. 3 Species number of butterflies of various families in each group

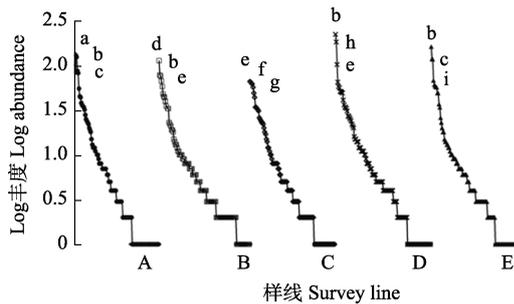


图4 各样线蝴蝶群落的数量级丰度图。a: 东方菜粉蝶; b: 宽边黄粉蝶; c: 酢浆灰蝶; d: 宽带凤蝶; e: 拟斑脉蛱蝶; f: 碧凤蝶; g: 二尾蛱蝶; h: 蓝凤蝶; i: 点玄灰蝶。
Fig. 4 Rank-abundance plots of butterfly communities in each survey line. a, *Pieris canidia*; b, *Eurema hecabe*; c, *Pseudozizeeria maha*; d, *Papilio nephelus*; e, *Hestina persimilis*; f, *Papilio bianor*; g, *Polyura narcaea*; h, *Papilio protenor*; i, *Tongeia filicaudis*.

线A、B、C逐渐减少。

从各样线的蝴蝶多样性指数来看(图5), 样线B的Shannon-Wiener多样性指数最高, 其次为样线C, 而样线E最低; Simpson指数与Pielou均匀度指数一致, 均以样线C最高, 其次为样线B, 样线E最低; 从Menhinick丰富度指数来看, 以样线C最高, 样线B次之, 样线D最低。Shannon-Wiener多样性指数、

Simpson指数、Pielou均匀度指数以及Menhinick丰富度指数均为样线B与样线C显著高于其他样线($P < 0.05$)。

3.2 人为干扰对蝴蝶群落多样性及发生量的影响

各样段单因素方差分析结果表明(图6): 受到轻度干扰的样段, 其Simpson指数、Shannon-Wiener指数、Menhinick丰富度指数最高, 无干扰样段的多样性指数稍低, 但两者差异不显著($P > 0.05$); 而中度干扰样段的相关指数显著低于轻度干扰与无干扰样段($P < 0.05$)。但3种不同干扰程度样段的Pielou均匀度指数并无显著性差异($P > 0.05$)。

4 讨论

本次调查在5个样线内共观测到蝴蝶6,711只个体, 隶属5科19亚科119属190种, 各科物种数和个体数均以蛱蝶科最多。通过对蝴蝶物种进行优势组、常见组和稀有组划分, 发现优势组中均为适生性较强或其寄主植物分布较多的物种, 例如宽边黄粉蝶、东方菜粉蝶、酢浆灰蝶、点玄灰蝶、菜粉蝶、宽带凤蝶等不仅具有强环境适应性(武春生和徐培峰, 2017), 而且它们的寄主植物广泛分布在保护区内(张玉荣等, 2005); 整个保护区内粉蝶科能以较少的物种数(倒数第二)而在个体数上占优(仅次于蛱蝶科), 也是因为该保护区内居民分散, 耕作地分布于保护区内各区域, 为部分以十字花科为寄主的蝴蝶种类提供了丰富的食源, 因此种群可以快速发展。此外, 国内珍稀蝶种宽尾凤蝶(*Agehana elwesi*)、黎氏青凤蝶(*Graphium leechi*)、银白蛱蝶(*Helcyra subalba*)、傲白蛱蝶(*H. superba*)、枯叶蛱蝶(*Kallima inachus*)、大紫蛱蝶(*Sasakia charonda*)等, 在该区内却并不少见, 这不仅与壶瓶山丰富的植被资源息息相关, 更是保护区长期进行生态保护工程建设(包

表2 湖南壶瓶山国家级自然保护区各样线蝴蝶组成

Table 2 Butterfly composition in each survey line of Hupingshan National Nature Reserve, Hunan

样线 Survey line	物种数 Species	个体数 Individual	优势组种数 No. of dominant group species	常见组种数 No. of common group species	稀有组种数 No. of rare group species	特有种数 No. of endemic species
A	106	1,246	14	54	38	13
B	116	1,251	14	62	39	12
C	109	1,100	14	63	31	4
D	122	1,736	14	65	42	6
E	110	1,378	14	61	35	13

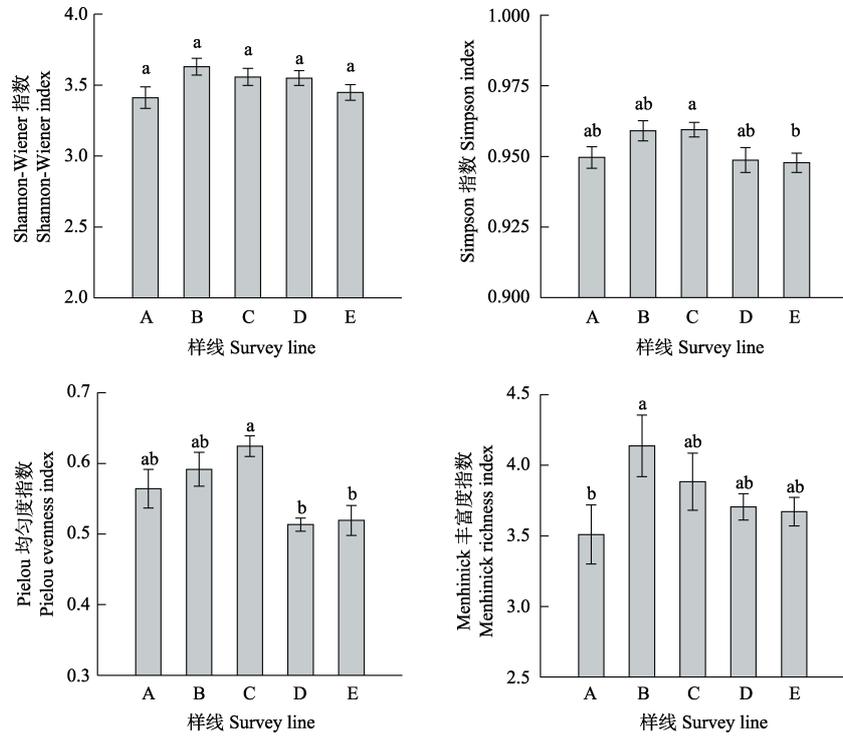


图5 各样线蝴蝶群落多样性指数。不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

Fig. 5 Diversity index of butterfly communities in different survey lines. Different small letter indicates significant difference ($P < 0.05$).

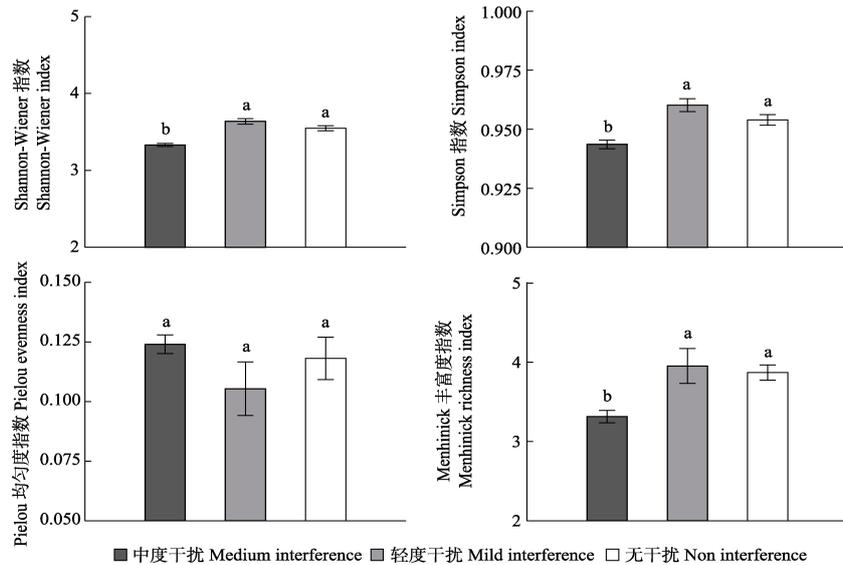


图6 不同干扰程度下的蝴蝶群落多样性指数。不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

Fig. 6 Diversity index of butterfly communities in different disturbance levels. Different small letter indicates significant difference ($P < 0.05$).

括保护管理、科研监测、信息化管理、宣传教育和社区共管)的成果。

研究表明,多样性指数越高,生物的抗干扰能力和恢复能力越强(冯舒, 2017), 因此就多样性指数存在显著性差异的样线C与样线E比较而言, 样线C

的蝴蝶群落具有较高的多样性及较好的稳定性。样线C由4条无干扰样段与1条轻度干扰样段组成, 道路两侧5 m内均有植被分布, 不仅有分布广阔的阔叶林, 还零星分布有居民耕地。而样线E明显不同, 由2条中度干扰、2条无干扰和1条轻度干扰样段组

成,较多的人为干扰对样线E的多样性造成了影响。通过对不同干扰程度的样段进行多样性分析发现,在壶瓶山保护区内,受轻度干扰样段的Simpson指数、Shannon-Wiener指数和Menhinick丰富度指数均最高,而受中度干扰样段的Simpson指数、Shannon-Wiener指数、Menhinick丰富度指数均最低。这一现象符合Connell(1978)的“中度干扰假说”,即经受适度干扰的生境具有较高的生物多样性。生物群落在演替过程中会受到自然因子、人类活动的连续性或间断性的干扰。干扰使生态系统向偏离其本身自然演变的方向发展,演变速度也会有所变化。当干扰程度较低时,生态系统的演化可能会朝着优化系统结构和增加功能的方向发展,即适度的干扰使生态系统保持了较高的多样性(赵晓英,2017)。若干扰程度过低,部分竞争力强的物种将在群落中取得优势;如果干扰程度过高,生长速度更快、侵占能力更强的物种更利于生存;当群落受到适当程度干扰时,物种具有更多的生存机会,群落多样性会提高。王美娜等(2018)在人为干扰对传粉昆虫的影响研究中也证实了这点,即在适当的人为干扰下物种多样性较高。

有学者也曾发现一定程度的人为干扰增加了蝴蝶数量。如Hayes等(2010)在观测蝴蝶类群时发现,在森林生境中干扰程度与蝴蝶总物种数呈正相关,与稀有物种数呈负相关,即干扰程度较小的地区蝴蝶物种较少,稀有物种较多。在本研究中,轻度干扰样段不仅具有原阔叶林生境,同时具有人为干扰情况下的农田生境,其生境类型多样,可为蝴蝶提供更丰富的生存环境,使得更多的物种在该类型样段中聚集,即轻度干扰情况下,物种丰富度最高。中度干扰样段中,耕地面积占大部分,一定程度上改变了原有生境,使得植被趋于单一化,导致该类型样段中蝴蝶物种也相应地偏向单一适应性,如宽边黄粉蝶、菜粉蝶、飞龙粉蝶(*Talbotia naganum*)等,而使得稀有物种如枯叶蝶(*Kallima inachus*)等在该区段大量减少,至少有活动,蝴蝶物种的丰富度显著下降。

有研究表明,较高的生物多样性会提高生态系统的抗逆性,增强生境对极端气候的抗性(Forest et al, 2015)。结合本研究结果,可以推测壶瓶山轻度干扰样段的生态稳定性更好,而中度干扰情况下的样

段生态耐受性较差。若发生极端气候事件或环境变化,中度干扰区的物种可能会受到较大的影响,甚至可能严重影响蝴蝶的活动和发生。一定范围内的小规模耕作-居住环境有利于蝴蝶聚集,如果干扰程度加大或干扰范围扩大,则可能会导致物种数减少,单一物种数量增大。壶瓶山保护区人口居住地分散,居住区周边的农业耕作规模大多比较小,但耕作面积较大、人口较为密集的地区对蝴蝶多样性还是造成了一定的影响。

总体而言,壶瓶山保护区整体生态比较稳定,无强干扰区域,中度干扰区域较少,主要是轻度干扰与无干扰区域,控制现有的人为干扰强度是对该保护区蝴蝶多样性的重要保护措施。加强保护区宣传教育工作,减少人为干扰对原始生境的破坏,加强蝴蝶资源调查并建立长期的蝴蝶监测网络,都可以促进对保护区内生物多样性的保护与利用。

致谢: 湖南农业大学博士研究生许浩、硕士研究生吴雨恒,壶瓶山国家级自然保护区工作人员李欣等参加了部分野外调查工作,在此一并致谢。

参考文献

- Asmah S, Ghazali A, Syafiq M, Yahya MS, Peng TL, Norhisam AR, Puan CL, Azhar B, Lindenmayer DB (2016) Effects of polyculture and monoculture farming in oil palm smallholdings on tropical fruit-feeding butterfly diversity. *Agricultural and Forest Entomology*, 19, 1–11.
- Berger WH, Parker FL (1970) Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments. *Science*, 168, 1345–1347.
- Cheng W, Bonebrake TC (2017) Conservation effectiveness of protected areas for Hong Kong butterflies declines under climate change. *Journal of Insect Conservation*, 21, 599–606.
- Chou I (1998) Classification and Identification of Chinese Butterflies. Henan Science and Technology Publishing House, Zhengzhou. (in Chinese) [周尧 (1998) 中国蝴蝶分类与鉴定. 河南科学技术出版社, 郑州.]
- Collier N, Mackay DA, Benkendorff K, Austin AD, Carthew SM (2010) Butterfly communities in South Australian urban reserves: Estimating abundance and diversity using the Pollard walk. *Austral Ecology*, 31, 282–290.
- Connell JH (1978) Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199, 1302–1310.
- Delpont G, Vogt-schilb H, Munoz F, Richard F, Schatz B (2019) Diachronic variations in the distribution of butterflies

and dragonflies linked to recent habitat changes in Western Europe. *Insect Conservation and Diversity*, 12, 49–68.

- Fang LJ, Guan JL (2010) Progress in the studies of butterflies in responding to global climate change. *Journal of Environmental Entomology*, 32, 311, 399–406. (in Chinese with English abstract) [房丽君, 关建玲 (2010) 蝴蝶对全球气候变化的响应及其研究进展. *环境昆虫学报*, 32, 311, 399–406.]
- Feng S (2017) Non-agricultural landscape structure and the effect on plant species diversity in agricultural landscapes: A case study in Fengqiu County. *Acta Ecologica Sinica*, 37, 1–12. (in Chinese with English abstract) [冯舒 (2017) 农业景观中非农景观要素的结构特征对植物物种多样性的影响——以封丘县为例. *生态学报*, 37, 1–12.]
- Forest I, Dylan C, John C, Michael L, Bernhard S (2015) Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. *Nature*, 526, 574–577.
- Hayes L, Mann DJ, Monastyrskii AL, Lewis OT (2010) Rapid assessments of tropical dung beetle and butterfly assemblages: Contrasting trends along a forest disturbance gradient. *Insect Conservation and Diversity*, 2, 194–203.
- Herrando S, Brotons L, Anton M, Paramo F, Villero D, Titeux, N, Quesada J, Stefanescu, C (2019) Assessing impacts of land abandonment on Mediterranean biodiversity using indicators based on bird and butterfly monitoring data. *Environmental Conservation*, 43, 69–78.
- Hong XM, Ge XY, Li JL (2018) Butterfly diversity and its influencing factors in Saihanwula Nature Reserve. *Biodiversity Science*, 26, 590–600. (in Chinese with English abstract) [洪雪萌, 戈昕宇, 李俊兰 (2018) 赛罕乌拉自然保护区蝶类多样性及其影响因素. *生物多样性*, 26, 590–600.]
- Iserhard CA, Duarte L, Seraphim N, Freitas AVL (2019) How urbanization affects multiple dimensions of biodiversity in tropical butterfly assemblages. *Biodiversity and Conservation*, 28, 621–638.
- Johnson CN, Balmford A, Brook BW, Buettel JC, Galetti M, Lei GC, Wilmshurst JM (2017) Biodiversity losses and conservation responses in the Anthropocene. *Science*, 356, 270–274.
- Lang SY (2017) The Nymphalidae of China (Lepidoptera, Rhopalocera) Part II. Tshikolovets Publications, Pardubice.
- Li Q, Zhu JH, Xiao WF (2019) Relationships and trade-offs between, and management of biodiversity and ecosystem services. *Acta Ecologica sinica*, 39, 2655–2666. (in Chinese with English abstract) [李奇, 朱建华, 肖文发 (2019) 生物多样性与生态系统服务——关系、权衡与管理. *生态学报*, 39, 2655–2666.]
- Ma FZ, Xu HG, Chen MM, Tong WJ, Wang CB, Cai L (2018) Progress in construction of China Butterfly Diversity Observation Network (China BON-Butterflies). *Journal of Ecology and Rural Environment*, 34, 27–36. (in Chinese with English abstract) [马方舟, 徐海根, 陈萌萌, 董文君, 王晨彬, 蔡蕾 (2018) 全国蝴蝶多样性观测网络(China BON-Butterflies)建设进展. *生态与农村环境学报*, 34, 27–36.]
- Mäkeläinen S, Harlio A, Heikkinen RK, Herzon I, Kuussaari M, Lepikkö K, Maier A, Seimola T, Tiainen J, Arponen A (2019) Coincidence of high nature value farmlands with bird and butterfly diversity. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 269, 224–233.
- Menhinick EF (1964) A comparison of some species-individuals diversity indices applied to samples of field insects. *Ecology*, 45, 859–861.
- Newland D (2015) *Britain's Butterflies: A Field Guide to the Butterflies of Britain and Ireland*. Princeton University Press, Princeton.
- Pielou EC (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13, 131–144.
- Pollard E (1977) A method for assessing changes in the abundance of butterflies. *Biological Conservation*, 12, 115–134.
- Pollard E, Yates TJ (1993) *Monitoring butterflies for ecology and conservation: The British butterfly monitoring scheme*. British Ecological Society, 32, 673.
- Pyle RM, Labar CC (2018) *Butterflies of the Pacific Northwest*. Timber Press, Portland.
- Qin ZY, Zhao TZ, Tian SR (2006) Comprehensive evaluation on Hupingshan National Nature Reserve. *Forest Inventory and Planning*, 31(3), 55–58. (in Chinese with English abstract) [秦中云, 赵天忠, 田书荣 (2006) 壶瓶山国家级自然保护区综合评价. *林业调查规划*, 31(3), 55–58.]
- Sambhu H, Nankishore A, Turton SM, Northfield TD (2018) Trade-offs for butterfly alpha and beta diversity in human-modified landscapes and tropical rainforests. *Ecology and Evolution*, 8, 12918–12928.
- Shannon CE (1948) A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27, 379–423, 623–656.
- Shirōzu T (2006) *The Standard of Butterfly in Japan*. Gakken, Tokyo. (in Japanese with English abstract)
- Simpson EH (1949) Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688.
- Styles B (2017) A trove of biodiversity, at risk. *Science*, 358, 728.
- Tan C, Wang TY, Wang L, Fan DM, Ma J, Liu CH (2017) Butterfly diversity of different interference habitats in Nanniwan wetland. *Chinese Journal of Ecology*, 36(10), 159–165. (in Chinese with English abstract) [谭灿, 王亭贻, 王璐, 樊德苗, 马娟, 刘长海 (2017) 南泥湾不同干扰湿地蝶类多样性. *生态学杂志*, 36(10), 159–165.]
- Tian SR, Li ZJ, Kang ZJ, Liao QY, Li DQ (2019) Study on readjustment of the area and function zones of Hunan Hupingshan National Nature Reserve and its impacts. *Forest Resources Management*, (2), 21–29, 87. (in Chinese with English abstract) [田书荣, 李子杰, 康祖杰, 廖庆义, 李迪强 (2019) 湖南壶瓶山国家级自然保护区范围与功能区

- 调整及其影响研究. 林业资源管理, (2), 21–29, 87.]
- Thomas JA (2005) Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies and other indicator groups. *Biological Sciences*, 360, 339–357.
- Tzortzakaki O, Kati V, Panitsa M, Tzanatos E, Giokas S (2018) Butterfly diversity along the urbanization gradient in a densely-built Mediterranean city: Land cover is more decisive than resources in structuring communities. *Landscape and Urban Planning*, 183, 78–87.
- Wang M, Tang DM (2012) *Butterflies of Guangxi Maershan National Nature Reserve*. Guangxi Nationalities Publishing House, Nanning. [王敏, 唐东明 (2012) 广西猫儿山国家级自然保护区蝴蝶. 广西民族出版社, 南宁.]
- Wang MN, Lu XL, Cui Y, Wang MG, Ding SY (2018) Effects of woodland types with different levels of human disturbance on pollinators: A case study in Gongyi, Henan, China. *Acta Ecologica Sinica*, 38, 464–474. (in Chinese with English abstract) [王美娜, 卢训令, 崔洋, 王梦茹, 丁圣彦 (2018) 不同人为干扰下林地类型对传粉昆虫的影响——以河南省巩义市为例. 生态学报, 38, 464–474.]
- Wepprich T, Adrion JR, Ries L, Wiedmann J, Haddad NM (2019) Butterfly abundance declines over 20 years of systematic monitoring in Ohio, USA. *PLoS ONE*, 14, e0216270.
- Wu CS, Xu YF (2017) *Butterflies of China. The Straits Publishing & Distribution Group, Fuzhou*. (in Chinese) [武春生, 徐培峰 (2017) 中国蝴蝶图鉴. 海峡出版发行集团, 福州.]
- Xu HG, Cao MC, Wu Y, Cai L, Cao Y, Ding H, Cui P, Wu J, Wang Z, Le ZF, Lu XQ, Liu L, Li JQ (2017) Optimized monitoring sites for detection of biodiversity trends in China. *Biodiversity and Conservation*, 26, 1959–1971.
- Yang LJ, Zhang DD (2014) Diversity of moth communities and variation along artificial disturbance gradient in Mount Jinggangshan National Nature Reserve, China. *Journal of Environmental Entomology*, 36, 679–686. (in Chinese with English abstract) [杨立军, 张丹丹 (2014) 井冈山自然保护区蛾类多样性及人为干扰的影响. 环境昆虫学报, 36, 679–686.]
- Zhang CS (2018) *Study of Butterfly Diversity in Foping National Nature Reserve*. PhD dissertation, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling. (in Chinese with English abstract) [张辰生 (2018) 佛坪国家级自然保护区蝶类多样性研究. 博士学位论文, 西北农林科技大学, 杨凌.]
- Zhang GZ, Yang DD (2004) *Scientific Investigation Report Set in Hunan Hupingshan National Nature Reserve*. Hunan Science and Technology Press, Changsha. (in Chinese) [张国珍, 杨道德 (2004) 湖南壶瓶山国家级自然保护区科学考察报告集. 湖南科学技术出版社, 长沙.]
- Zhang LW, Zhang HY (2016) Research progress in butterfly as indicators for habitat change. *Journal of Biology*, 33, 88–91. (in Chinese with English abstract) [张立微, 张红玉 (2016) 蝶类对生境的指示作用研究进展. 生物学杂志, 33, 88–91.]
- Zhang YR, Zhang GZ, Zhong WH, Zhang X (2005) The types and characters of the forest plant community of Huping Mountain State Natural Protection Zone. *Hunan Forestry Science & Technology*, 32(1), 14–18. (in Chinese with English abstract) [张玉荣, 张国珍, 钟武洪, 张煊 (2005) 壶瓶山国家级自然保护区森林植物群落类型及特征. 湖南林业科技, 32(1), 14–18.]
- Zhao XY, He XM, Yang XD, Zhang XN, Lü GH (2017) Effects of water and salt changes on desert plant diversity in Aibihu basin. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 31(6), 76–82. (in Chinese with English abstract) [赵晓英, 何学敏, 杨晓东, 张雪妮, 吕光辉 (2017) 艾比湖流域水盐变化对荒漠植物多样性的影响. 干旱区资源与环境, 31(6), 76–82.]

(责任编辑: 黄晓磊 责任编辑: 黄祥忠)

附录 Supplementary Material

附录1 湖南壶瓶山国家级自然保护区各调查样线的蝴蝶种类和数量

Appendix 1 Species and individual number of butterflies in each survey line in the Hupingshan National Nature Reserve, Hunan
<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2019334-1.pdf>

附录1 湖南壶瓶山国家级自然保护区各调查样线的蝴蝶种类和数量

Appendix 1 Species and individual number of butterflies in each survey line in the Hupingshan National Nature Reserve, Hunan

科 Family	属 Genus	种 Species	物种数 Species number					合计 Total
			A	B	C	D	E	
弄蝶科	白弄蝶属 <i>Abraximorpha</i>	白弄蝶 <i>A. davidii</i>	1	2	1	1	3	8
Hesperiidae	锷弄蝶属 <i>Aeromachus</i>	黑锷弄蝶 <i>A. piceus</i>	2		1			3
	黄斑弄蝶属 <i>Ampittia</i>	钩形黄斑弄蝶 <i>A. virgata</i>	1	1	1	4		7
	舟弄蝶属 <i>Barca</i>	双色舟弄蝶 <i>B. bicolor</i>	12			1		13
	星弄蝶属 <i>Celaenorrhinus</i>	斑星弄蝶 <i>C. maculosus</i>		2	1			3
	绿弄蝶属 <i>Choaspes</i>	绿弄蝶 <i>C. benjaminii</i>	5	2	2	4	1	14
	疏翅弄蝶属 <i>Ctenoptilum</i>	疏翅弄蝶 <i>C. vasava</i>		3	8	2		13
	黑弄蝶属 <i>Daimio</i>	黑弄蝶 <i>D. tethys</i>	10	6	8	14	7	45
	捷弄蝶属 <i>Gerosis</i>	匪夷捷弄蝶 <i>G. phisara</i>		1	1		2	4
	无趾弄蝶属 <i>Hasora</i>	无趾弄蝶 <i>H. anura</i>	1			1	1	3
	旖弄蝶属 <i>Isotheon</i>	旖弄蝶 <i>I. lamprospilus</i>	1	9	5	25	12	52
	珞弄蝶属 <i>Lotongus</i>	珞弄蝶 <i>L. saralus</i>				2		2
	袖弄蝶属 <i>Notocrypta</i>	曲纹袖弄蝶 <i>N. curvifascia</i>				1		1
	赭弄蝶属 <i>Ochlodes</i>	黄赭弄蝶 <i>O. crataeis</i>		3				3
	稻弄蝶属 <i>Pamara</i>	曲纹稻弄蝶 <i>P. ganga</i>	1					1
		直纹稻弄蝶 <i>P. guttata</i>	1		2		4	7
	谷弄蝶属 <i>Pelopidas</i>	南亚谷弄蝶 <i>P. agna</i>				1		1
		隐纹谷弄蝶 <i>P. mathias</i>				1		1
		中华谷弄蝶 <i>P. sinensis</i>	2	4		4		10
	琵弄蝶属 <i>Pithauia</i>	黄标琵弄蝶 <i>P. marsena</i>			1			
		琵弄蝶 <i>P. murdava</i>	1			1		2
孔弄蝶属 <i>Polytremis</i>	黄纹孔弄蝶 <i>P. lubricans</i>			5		5		
	刺纹孔弄蝶 <i>P. zina</i>	3	1				4	
黄室弄蝶属 <i>Potanathus</i>	曲纹黄室弄蝶 <i>P. flavus</i>		3		4		7	
襟弄蝶属 <i>Pseudocoladenia</i>	黄襟弄蝶 <i>P. dea</i>	2	2	2		1	7	
花弄蝶属 <i>Pyrgus</i>	花弄蝶 <i>P. maculatus</i>				1	2	3	
飒弄蝶属 <i>Satarupa</i>	飒弄蝶 <i>S. gopala</i>		1	5	1		7	
红标弄蝶属 <i>Telicota</i>	红翅长标弄蝶 <i>T. ancilla</i>		6	2	33		41	
陀弄蝶属 <i>Thoressa</i>	花裙陀弄蝶 <i>T. submacula</i>	1	1		1	1	4	
豹弄蝶属 <i>Thymelicus</i>	豹弄蝶 <i>T. leoninus</i>	34					34	
	黑豹弄蝶 <i>T. sylvaticus</i>	8	1				9	
姜弄蝶属 <i>Udaspes</i>	姜弄蝶 <i>U. folus</i>		2	4	7	1	14	
灰蝶科	褐蛱蝶属 <i>Abisara</i>	黄带褐蛱蝶 <i>A. fylla</i>	4	4	5		3	16
Lycaenidae		白带褐蛱蝶 <i>A. fylloides</i>	2	2	1	1		6
		白带螯蛱蝶 <i>C. bernardus</i>			1		1	2
		尖翅银灰蝶 <i>C. acuta</i>	19	14	14	15	6	68
	尾蛱蝶属 <i>Dodona</i>	银纹尾灰蝶 <i>D. eugenes</i>				2	2	

科 Family	属 Genus	种 Species	物种数 Species number					合计 Total	
			A	B	C	D	E		
	蓝灰蝶属 <i>Everes</i>	蓝灰蝶 <i>E. argiades</i>	12	23	2	5	4	46	
	彩灰蝶属 <i>Heliophorus</i>	浓紫彩灰蝶 <i>H. ila</i>	1					1	
		摩来彩灰蝶 <i>H. moorei</i>	32	22	5	4		63	
		美丽彩灰蝶 <i>H. pulcher</i>	11	2	6	1	2	22	
	雅灰蝶属 <i>Jamides</i>	雅灰蝶 <i>J. bochus</i>		3				3	
	亮灰蝶属 <i>Lampides</i>	亮灰蝶 <i>L. boeticus</i>	8	2		1	4	15	
	灰蝶属 <i>Lycaena</i>	红灰蝶 <i>L. phlaeas</i>	8					8	
	玛灰蝶属 <i>Mahathala</i>	玛灰蝶 <i>M. ameria</i>					1	1	
	锯灰蝶属 <i>Orthomiella</i>	中华锯灰蝶 <i>O. sinensis</i>		2				2	
	浆灰蝶属 <i>Pseudozizeeria</i>	酢浆灰蝶 <i>P. maha</i>	124	58	33	51	117	383	
	燕灰蝶属 <i>Rapala</i>	霓纱燕灰蝶 <i>R. nissa</i>	7	10	4		1	22	
	生灰蝶属 <i>Sinthusia</i>	生灰蝶 <i>S. chandrana</i>	1				3	4	
	线灰蝶属 <i>Spindasis</i>	银线灰蝶 <i>S. lohita</i>					5	5	
		豆粒银线灰蝶 <i>S. syama</i>	2		4	4	7	17	
		点玄灰蝶 <i>T. filicaudis</i>	87	19	57	31	26	220	
	玄灰蝶属 <i>Tongeia</i>	竹都玄灰蝶 <i>T. fischeri</i>		2	3		1	6	
		波太玄灰蝶 <i>T. potanini</i>	22	2	8		1	33	
		白斑妩灰蝶 <i>U. albocaerulea</i>	15	10	5	6		36	
	妩灰蝶属 <i>Udara</i>	妩灰蝶 <i>U. dilecta</i>		3	3	4		10	
		波蚬蝶属 <i>Zemerus</i>	波蚬蝶 <i>Z. flegyas</i>		11	34	14		59
蛱蝶科	珍蝶属 <i>Acraea</i>	苎麻珍蝶 <i>A. issoria</i>					3	3	
Nymphalidae	颠眼蝶属 <i>Acropolis</i>	颠眼蝶 <i>A. thalia</i>		2				2	
	闪蛱蝶属 <i>Apatura</i>	柳紫闪蛱蝶 <i>A. ilia</i>		2		1	1	4	
	蜘蛱蝶属 <i>Araschnia</i>	曲纹蜘蛱蝶 <i>A. doris</i>	36	33	9	15	4	97	
	豹蛱蝶属 <i>Argynnis</i>	绿豹蛱蝶 <i>A. paphia</i>	3	2	1			6	
	斐豹蛱蝶属 <i>Argyreus</i>	斐豹蛱蝶 <i>A. hyperbius</i>	18	12	2	11	18	61	
	老豹蛱蝶属 <i>Argyronome</i>	老豹蛱蝶 <i>A. laodice</i>				1	2	3	
	带蛱蝶属 <i>Athyma</i>	珠履带蛱蝶 <i>A. asure</i>			1		3	2	6
		幸福带蛱蝶 <i>A. fortuna</i>					1		1
		玉杵带蛱蝶 <i>A. jina</i>	5	11	8	34	9	67	
		虬眉带蛱蝶 <i>A. opalina</i>	1					1	
		离斑带蛱蝶 <i>A. ranga</i>				2	2	4	
		孤斑带蛱蝶 <i>A. zeroa</i>		2		1		3	
		大卫绢蛱蝶 <i>C. davidis</i>	2	4	8	14		28	
	姹蛱蝶属 <i>Chalinga</i>	锦瑟蛱蝶 <i>C. pratti</i>					1	1	
	铠蛱蝶属 <i>Chitoria</i>	黄带铠蛱蝶 <i>C. fasciola</i>					1	1	
		铂铠蛱蝶 <i>C. pallas</i>				1		1	
		武铠蛱蝶 <i>C. ulupi</i>					1	1	
	青豹蛱蝶属 <i>Damora</i>	青豹蛱蝶 <i>D. sagana</i>	4	8	2	4	7	25	
	斑蝶属 <i>Danaus</i>	虎斑蝶 <i>D. genutia</i>	1			4	6	11	

邓敏, 廖明玮, 王晨彬, 廖承清, 康祖杰, 马方舟, 黄国华 (2020) 人为干扰对壶瓶山国家级自然保护区蝴蝶物种多样性的影响, 28 (8):931-939. <http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2019334>

科 Family	属 Genus	种 Species	物种数 Species number					合计 Total	
			A	B	C	D	E		
	窗蛱蝶属 <i>Dilipa</i>	明窗蛱蝶 <i>D. fenestra</i>	1			3		4	
	翠蛱蝶属 <i>Euthalia</i>	嘉翠蛱蝶 <i>E. kardama</i>	2	2	8	7	6	25	
		黄铜翠蛱蝶 <i>E. nara</i>			2	1	23	26	
		珀翠蛱蝶 <i>E. pratti</i>				1	6	7	
		西藏翠蛱蝶 <i>E. tibetana</i>				2	13	15	
		串珠环蛱蝶属 <i>Faunis</i>	灰翅串珠蛱蝶 <i>F. aerope</i>		8	3	7	18	36
	白蛱蝶属 <i>Helcyra</i>	银白蛱蝶 <i>H. subalba</i>	4		1	8	4	17	
		傲白蛱蝶 <i>H. superba</i>	12	7	17	11	6	53	
	脉蛱蝶属 <i>Hestina</i>	黑脉蛱蝶 <i>H. assimilis</i>	1	4	2	22	9	38	
		拟斑脉蛱蝶 <i>H. persimilis</i>	3	10	20	102	3	138	
	斑蛱蝶属 <i>Hypolimnas</i>	幻紫斑蛱蝶 <i>H. bolina</i>					2	2	
	眼蛱蝶属 <i>Junonia</i>	美眼蛱蝶 <i>J. almana</i>	1	3	1			5	
		钩翅眼蛱蝶 <i>J. iphita</i>	3	7	18	36	4	68	
		翠蓝眼蛱蝶 <i>J. orithya</i>	9	15	12	8	34	78	
	枯叶蛱蝶属 <i>Kallima</i>	枯叶蛱蝶 <i>K. inachus</i>		7	10	5	5	27	
	琉璃蛱蝶属 <i>Kaniska</i>	琉璃蛱蝶 <i>K. canace</i>	1	3		4	9	17	
	黛眼蝶属 <i>Lethe</i>	圆翅黛眼蝶 <i>L. butleri</i>				1		1	
		棕褐黛眼蝶 <i>L. christophi</i>	1					1	
		白带黛眼蝶 <i>L. confusa</i>	2	6	23	16		47	
		黛眼蝶 <i>L. dura</i>	1					1	
		蛇神黛眼蝶 <i>L. satyrina</i>		1				1	
		连纹黛眼蝶 <i>L. syrcis</i>					12	4	16
		玉带黛眼蝶 <i>L. verma</i>	7					7	
	喙蝶属 <i>Libythea</i>	朴喙蝶 <i>L. lepita</i>	6	6	24	49		85	
	线蛱蝶属 <i>Limenitis</i>	断眉线蛱蝶 <i>L. doerriesi</i>	1	33	5	4	10	53	
		扬眉线蛱蝶 <i>L. helmanni</i>	7	21	8	5	2	43	
		残锬线蛱蝶 <i>L. sulphita</i>	2	2	2	4	10	20	
	丽眼蝶属 <i>Mandarinia</i>	蓝斑丽眼蝶 <i>M. regalis</i>		2	2	1		5	
	暮眼蝶属 <i>Melanitis</i>	暮眼蝶 <i>M. leda</i>				1		1	
		睇暮眼蝶 <i>M. phedima</i>					1	1	
	迷蛱蝶属 <i>Mimathyma</i>	迷蛱蝶 <i>M. chevana</i>	3	1	11			15	
		白斑迷蛱蝶 <i>M. schrenckii</i>		6	2	1		9	
	眉眼蝶属 <i>Mycalesis</i>	拟稻眉眼蝶 <i>M. francisca</i>	5	4	2		5	16	
		僧袈眉眼蝶 <i>M. sangaica</i>					8	8	
	荫眼蝶属 <i>Neope</i>	德祥荫眼蝶 <i>N. dejeani</i>				1	1	2	
		黄斑荫眼蝶 <i>N. pulaha</i>	1				1	2	
	云豹蛱蝶属 <i>Nephargynnis</i>	云豹蛱蝶 <i>N. anadyomene</i>	1	1				2	
	环蛱蝶属 <i>Neptis</i>	阿环蛱蝶 <i>N. ananta</i>		1	1	1	1	4	
		折环蛱蝶 <i>N. beroe</i>		3	3	12	4	22	
		卡环蛱蝶 <i>N. cartica</i>					2	2	

科 Family	属 Genus	种 Species	物种数 Species number					合计 Total
			A	B	C	D	E	
		珂环蛱蝶 <i>N. clinia</i>		8	7	10	1	26
		中环蛱蝶 <i>N. hylas</i>	2	2	1	2	7	14
		玛环蛱蝶 <i>N. manasa</i>		3	3	5	1	12
		弥环蛱蝶 <i>N. miah</i>		18	26	27	9	80
		啡环蛱蝶 <i>N. philyra</i>			2	2		4
		链环蛱蝶 <i>N. Pryeri</i>				10	3	13
		回环蛱蝶 <i>N. reducta</i>					2	2
		断环蛱蝶 <i>N. sankara</i>	1	7	4	4	3	19
		小环蛱蝶 <i>N. Sappho</i>	44	40	25	34	58	201
		娑环蛱蝶 <i>N. soma</i>	20	8	6	5	3	42
		司环蛱蝶 <i>N. speyeri</i>			2	3		5
		提环蛱蝶 <i>N. thisbe</i>				6		6
	绢斑蝶属 <i>Parantica</i>	大绢斑蝶 <i>P. sita</i>			1			1
	斑眼蝶属 <i>Penthema</i>	白斑眼蝶 <i>P. adelma</i>		4	3	6	8	21
	菲蛱蝶属 <i>Phaedyma</i>	蒿菲蛱蝶 <i>P. aspasia</i>		1				1
	钩蛱蝶属 <i>Polygonia</i>	黄钩蛱蝶 <i>P. caureum</i>					14	14
	尾蛱蝶属 <i>Polyura</i>	大二尾蛱蝶 <i>P. eudamippus</i>	1					1
		二尾蛱蝶 <i>P. narcaea</i>	7	44	63	65	11	190
	秀蛱蝶属 <i>Pseudergolis</i>	秀蛱蝶 <i>P. wedah</i>	23	48	31	9	3	114
	紫蛱蝶属 <i>Sasakia</i>	大紫蛱蝶 <i>S. charonda</i>	4		10	27	15	56
	帅蛱蝶属 <i>Sephis</i>	黄帅蛱蝶 <i>S. princeps</i>				1		1
	饰蛱蝶属 <i>Stibochiona</i>	素饰蛱蝶 <i>S. nicea</i>	1	2	3	1	8	15
	箭环蝶属 <i>Stichophthalma</i>	箭环蝶 <i>S. howqua</i>		1			3	4
	盛蛱蝶属 <i>Symbrenthia</i>	黄豹盛蛱蝶 <i>S. brabira</i>	3	1				4
		花豹盛蛱蝶 <i>S. hypselis</i>			1			1
		散纹盛蛱蝶 <i>S. lilaea</i>	3	13	15	11	3	45
	猫蛱蝶属 <i>Timelaea</i>	白裳猫蛱蝶 <i>T. albescens</i>				6	1	7
		猫蛱蝶 <i>T. maculata</i>			1	1		2
	红蛱蝶属 <i>Vanessa</i>	小红蛱蝶 <i>V. cardui</i>		2		2	3	7
		大红蛱蝶 <i>V. indica</i>	2	3	1	1		7
	矍眼蝶属 <i>Ypthima</i>	矍眼蝶 <i>Y. balda</i>	25	13	1	2	14	55
		中华矍眼蝶 <i>Y. chinensis</i>	7	1			49	57
		幽矍眼蝶 <i>Y. conjuncta</i>	1					1
		乱云矍眼蝶 <i>Y. megalomma</i>	8				3	11
		东亚矍眼蝶 <i>Y. motschulskyi</i>	54	10	1	50	68	183
		完璧矍眼蝶 <i>Y. perfecta</i>	38					38
		大波矍眼蝶 <i>Y. tappana</i>	1		1		1	3
		卓矍眼蝶 <i>Y. zodia</i>	13	2		2	3	20
凤蝶科	宽尾凤蝶属 <i>Agehana</i>	宽尾凤蝶 <i>A. elwesi</i>	1	3				4
Papilionidae	麝凤蝶属 <i>Byasa</i>	灰绒麝凤蝶 <i>B. mencia</i>			1	1		2

科 Family	属 Genus	种 Species	物种数 Species number					合计 Total
			A	B	C	D	E	
粉蝶科 Pieridae	青凤蝶属 <i>Graphium</i>	宽带青凤蝶 <i>G. cloantha</i>		5	4	5	1	15
		黎氏青凤蝶 <i>G. leechi</i>	1	1	1	6	10	19
		青凤蝶 <i>G. sarpedon</i>	1	9	4	21	37	72
	凤蝶属 <i>Papilio</i>	红基美凤蝶 <i>Papilio alcmenor</i>	7	19	23	11	1	61
		窄斑翠凤蝶 <i>P. arcturus</i>					1	1
		碧凤蝶 <i>P. bianor</i>	28	67	65	51	57	268
		玉斑凤蝶 <i>P. helenus</i>		5	2	3	6	16
		金凤蝶 <i>P. machaon</i>				3	3	6
		美凤蝶 <i>P. memnon</i>		4	7	2	1	14
		宽带凤蝶 <i>P. nephelus</i>	1	45	66	222	58	392
		巴黎翠凤蝶 <i>P. paris</i>	11	35	22	20	13	101
		蓝凤蝶 <i>P. protenor</i>	35	78	62	58	49	282
		柑橘凤蝶 <i>P. xuthus</i>		2		5	20	27
	剑凤蝶属 <i>Pazala</i>	升天剑凤蝶 <i>P. euroa</i>			5	24	29	
	裳凤蝶属 <i>Troides</i>	金裳凤蝶 <i>T. aeacus</i>	6	2		1	9	
粉蝶科	襟粉蝶属 <i>Anthocharis</i>	黄尖襟粉蝶 <i>A. scolyma</i>	1	1	1		3	
Pieridae	绢粉蝶属 <i>Aporia</i>	小蘗绢粉蝶 <i>A. hippia</i>		8	44	8		60
		锯纹绢粉蝶 <i>A. goutellei</i>	1					1
		大翅绢粉蝶 <i>A. largeateui</i>	4	5	3	12	2	26
	豆粉蝶属 <i>Colias</i>	斑缘豆粉蝶 <i>Colias erate</i>	2	1			1	4
		橙黄豆粉蝶 <i>C. fieldii</i>		4			2	6
	方粉蝶属 <i>Dercas</i>	黑角方粉蝶 <i>D. lycorias</i>	10	10	2	8		30
	黄粉蝶属 <i>Eurema</i>	宽边黄粉蝶 <i>E. hecabe</i>	129	113	49	183	118	592
		尖角黄粉蝶 <i>E. laeta</i>	1	5	1	5	12	24
		北黄粉蝶 <i>E. mandarina</i>		5			7	12
	钩粉蝶属 <i>Gonepteryx</i>	圆翅钩粉蝶 <i>G. amintha</i>	2		12	26	1	41
		尖钩粉蝶 <i>G. mahaguru</i>	4		1			5
		钩粉蝶 <i>G. rhamni</i>		2	5	2		9
	粉蝶属 <i>Pieris</i>	东方菜粉蝶 <i>P. canidia</i>	82	76	32	56	162	408
		黑纹粉蝶 <i>P. melete</i>	24	8	4	2		38
		暗脉粉蝶 <i>P. napi</i>	3					3
菜粉蝶 <i>P. rapae</i>		45	35	34	41	61	216	
	飞龙粉蝶属 <i>Talbotia</i>	飞龙粉蝶 <i>T. naganum</i>	4	3				7
总个体数 Total number of individuals			1,246	1,251	1,100	1,736	1,378	6,711