



蔡东章, 王德森. 河南鸡公山国家级自然保护区昆虫多样性研究 [J]. 环境昆虫学报, 2021, 43 (3): 594–600.

河南鸡公山国家级自然保护区昆虫多样性研究

蔡东章¹, 王德森^{2,3,4*}

(1. 河南鸡公山国家级自然保护区管理局, 河南信阳 464000; 2. 华南农业大学昆虫学系, 广州 510642;
3. 广东省生物农药创制与应用重点实验室, 广州 510642; 4. 生物防治教育部工程研究中心, 广州 510642)

摘要: 2018年5–10月在河南鸡公山国家级自然保护区内开展了昆虫多样性调查工作, 共采集到昆虫2 110头, 分别隶属于15目106科880种。其中以鳞翅目Lepidoptera (274种)、鞘翅目Coleoptera (206种)、半翅目Hemiptera (185种)和膜翅目Hymenoptera (89种)为主, 种数占比分别为31.14%、23.41%、21.02%和10.11%, 其他类群(共126种)占14.32%。9种不同植被类型中昆虫群落多样性分析结果表明: 针阔混交林、阔叶混交林、灌草丛和马尾松林中昆虫群落多样性的各项指标均较高, 落羽杉林和杉木林次之, 草甸、水生植被和竹林最低。在区系组成上, 古北种昆虫最丰富, 有372种, 占总数的42.26%; 其次是东洋种, 有269种, 占30.57%; 广布种最少, 有239种, 占27.15%。在昆虫群落相似性方面, 总体上两种混交林与其他森林类型的相似性较高, 而竹林、草甸和水生植被与其他森林类型的相似性较低。

关键词: 鸡公山国家级自然保护区; 植被类型; 昆虫多样性; 区系组成

中图分类号: Q968.1; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674–0858 (2021) 03–0594–07

Study on insect diversity in the Jigongshan National Nature Reserve, Henan

CAI Dong-Zhang¹, WANG De-Sen^{2,3,4*} (1. National Nature Reserve Administration of Henan Jigong Mountain, Xinyang 464000, Henan Province, China; 2. Department of Entomology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 3. Key Laboratory of Bio-Pesticide Innovation and Application, Guangdong Province, Guangzhou 510642, China; 4. Engineering Research Center of Biological Control, Ministry of Education, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Systematic investigation was conducted to study the diversity of insect in the Jigongshan National Nature Reserve, Henan Province, from May to October, in 2018. A total of 2 110 specimens belonging to 106 families, 15 orders and 880 species were collected. The results of species group analysis showed that Lepidoptera (274 species), Coleoptera (206 species), Hemiptera (185 species) and Hymenoptera (89 species) were the dominant groups in the reserve, accounting for 31.14%, 23.41%, 21.02% and 10.11% of the total species, respectively. Other groups (126 species) accounted for 14.32%. In addition, the index of diversity of whole insect community, such as richness, abundance, diversity, and evenness, were much higher in the mixed coniferous broad leaved forest, broad leaved mixed forest, shrub-grassland and *Pinus massoniana* forest than *Taxodium distichum* forest and *Cunninghamia lanceolata* forest. The results of faunal composition analysis showed that the richest insects in the reserve were

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2018YFD0201300); 宁波市公益类科技计划项目 (202002N3029)

作者简介: 蔡东章, 男, 1980年生, 河南信阳人, 硕士, 工程师, 研究方向为森林资源保护与利用、森林病虫害防治, E-mail: 455964381@qq.com

* 通讯作者 Author for correspondence: 王德森, 男, 博士, 副教授, 研究方向为城市昆虫学、昆虫行为学及害虫综合治理, E-mail: desen@scau.edu.cn

收稿日期 Received: 2020–03–13; 接受日期 Accepted: 2020–04–23

Palearctic species (372 species, accounted for 42.26%), followed by Oriental species (269 species, accounted for 30.57%), while widespread species were the least (239 species, accounted for 27.15%). Similarities of insect community were higher between two kinds of mixed forest and the others, but they were lower between bamboo forest, meadow, aquatic vegetation and the others.

Key words: Jigongshan National Nature Reserve; vegetation types; insect diversity; insect faunal composition

鸡公山自然保护区位于河南省信阳市南部李家寨镇境内的豫鄂两省交界处,地理坐标为: $114^{\circ}01' \sim 114^{\circ}06'E$, $31^{\circ}46' \sim 31^{\circ}51'N$, 总面积 $2\,917\text{ hm}^2$ 。保护区地处北亚热带向暖温带过渡区,位于世界动物地理区划的古北区和东洋区分界线上。区内汇集有丰富的动植物资源,保存着较为完整的天然次生植被和原生植物群落,是中州植物种子资源贮存库、野生动物的庇护所。独特的地理位置使许多在其他地区早已灭绝的子遗物种和一些系统发育上属于原始孤立的类群被保留下来,使得该区动植物区系具有原始古老、多方交汇、种类繁多、地理成分联系复杂的特征,成为中原地带不可多得的资源基因库。

鸡公山自然保护区地貌类型复杂,水热条件优越,森林植被多样,食物资源丰富,为昆虫的繁衍提供了良好的条件,已知昆虫有 18 目 162 科 1 589 种,占河南昆虫总种数的 20.33%、中国昆虫总种数的 2.10%、世界昆虫总种数的 0.16% (叶永忠等, 2014)。卢宝泉 (1990) 对鸡公山保护区陆生半翅目昆虫进行了区系特点分析,探讨了豫南地区在世界动物区系中的归属以及鸡公山地区陆生半翅目昆虫区系形成和生态地理的特点。韩凤英等 (1995) 对鸡公山保护区采集到的蜻蜓目昆虫进行了报道,共采集到 30 种,其中 18 种为河南省新记录。叶永忠等 (2014) 编著的《河南鸡公山国家级自然保护区科学考察集》仅对鸡公山区域内所包含的昆虫种类进行了记载。郭振超等 (2015) 对鸡公山保护区的蚊科昆虫区系进行了研究,明确了该区蚊科昆虫区系具有典型的东洋界特征。然而,有关鸡公山区域内昆虫群落结构、昆虫群落与植物群落互作关系、昆虫区系组成、昆虫群落多样性等相关研究还未见报道。

为此,在本研究中,作者在河南鸡公山国家级自然保护区内开展了昆虫资源调查工作,旨在明确保护区内 9 种植被类型中昆虫群落的情况,初步统计分析群落多样性、区系组成和群落的相似性。研究结果可以为进一步研究鸡公山自然保护区昆虫资源状况奠定基础。

1 材料与方法

1.1 研究材料

2018 年 5 - 10 月份,在鸡公山自然保护区范围内共采集昆虫 2 110 头。2018 年 5 月 - 2019 年 12 月对所采集的昆虫进行整理和鉴定。

1.2 植被类型

本研究选取了鸡公山自然保护区内分布范围广且具有代表性的 9 种植被类型作为昆虫采集地,分别是马尾松林、落羽杉林、杉木林、阔叶混交林、针阔混交林、竹林、灌草丛、草甸和水生植被。每种植被类型选取 3 块 $25\text{ m} \times 25\text{ m}$ 标准样地,样地概况见表 1。

1.3 样地调查

采用五点取样法在晴天的 10:00 - 16:00 进行昆虫采集。具体采集方法根据昆虫的种类、活动能力和活动范围,选取网捕法、振枝法、扫集法和搜索法等。对 27 块样地,每月完成一轮调查。将采集到的昆虫分类保存,带回室内进行分类整理和标本制作,然后进行种类鉴定,并做好记录。

1.4 昆虫种类鉴定

昆虫种类的鉴定主要参考《河南森林昆虫志》(杨有乾等, 1988)、《河南昆虫志鞘翅目(一)》(祝长清, 1999)、《河南直翅类昆虫志》(王治国和张秀江, 2007)、《河南蜻蜓志》(王治国, 2007)、《中国蝴蝶原色图鉴》(周尧, 1999)、《中国蛾类图鉴》(中国科学院动物研究所, 1981)、《中国天牛彩色图鉴》(华立中等, 2009)、《中国昆虫生态大图鉴》(张巍巍和李元胜, 2011) 等书籍。鉴定工作在华南农业大学昆虫学系完成。

1.5 昆虫多样性分析

昆虫多样性评价主要选择以下四个指标: 物种多度 (S)、物种丰富度指数 (R)、Shannon - Wiener 多样性指数 (H')、均匀度指数 (E)。计算公式如下:

表 1 不同植被类型样地概况
Table 1 General status of the plots in different vegetation types

编号 Code	植被类型 Vegetation types	重复 Repetition	海拔 (m) Altitude	坡度 (°) Slope	坡向 Aspect	坡位 Slope location	郁闭度 Canopy density
I	针阔混交林 Mixed coniferous broad leaved forest	1	656	8	阳 Sunny	下 Down	0. 6
		2	533	5	阴 Shade	中 Middle	0. 6
		3	489	14	阳 Sunny	中 Middle	0. 7
II	阔叶混交林 Broad leaved mixed forest	1	464	17	阳 Sunny	上 Up	0. 7
		2	539	14	阴 Shade	上 Up	0. 7
		3	566	7	阳 Sunny	下 Down	0. 7
III	马尾松林 <i>Pinus massoniana</i>	1	326	9	阳 Sunny	下 Down	0. 6
		2	438	4	阳 Sunny	下 Down	0. 5
		3	493	10	阳 Sunny	上 Up	0. 5
IV	灌草丛 Shrub-grassland	1	290	10	阳 Sunny	下 Down	0. 8
		2	283	9	阳 Sunny	下 Down	0. 6
		3	361	7	阴 Shade	下 Down	0. 8
V	落羽杉林 <i>Taxodium distichum</i>	1	389	12	阳 Sunny	下 Down	0. 8
		2	247	10	阴 Shade	中 Middle	0. 7
		3	271	15	阴 Shade	中 Middle	0. 7
VI	杉木林 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	1	496	18	阳 Sunny	上 Up	0. 6
		2	285	6	阳 Sunny	下 Down	0. 6
		3	342	13	阴 Shade	中 Middle	0. 5
VII	草甸 Meadow	1	320	0	—	—	—
		2	525	3	阳 Sunny	上 Up	—
		3	587	5	阳 Sunny	上 Up	—
VIII	水生植被 Aquatic vegetation	1	186	1	阳 Sunny	中 Middle	—
		2	243	1	阳 Sunny	中 Middle	—
		3	258	0	—	—	—
IX	竹林 Bamboo forest	1	366	5	阴 Shade	上 Up	0. 9
		2	420	12	阴 Shade	下 Down	0. 8
		3	355	8	阳 Sunny	中 Middle	0. 8

物种多度 (S) 采用昆虫种数 S 测度;

$R = (S - 1) / \ln N$, (S 为昆虫种数, N 为昆虫个体总数);

$H' = - \sum P_i \ln P_i$, ($P_i = N_i / N$, P_i 为群落中昆虫 i 的个体数比例, N_i 为群落中昆虫 i 的个体数, N 为昆虫个体总数);

$E = H' / \ln S$, (H' 为多样性指数, S 为昆虫种数)。

1. 6 不同植被类型中昆虫群落相似性分析

昆虫群落相似性采用 Jaccard 相似性系数 (J) 进行分析。计算公式如下:

$J = c / (a + b) - c$, (a 为 A 植被类型中昆虫种数, b 为 B 植被类型中昆虫种数, c 为 A、B 两种植被类型中共有昆虫种数)。

根据 Jaccard 相似性系数原理判定, 当 J 为 0 ~ 0. 25 时, 为极不相似; 当 J 为 0. 25 ~ 0. 50 时, 为

中等不相似; 当 J 为 0.50 ~ 0.75 时, 为中等相似; 当 J 为 0.75 ~ 1.00 时, 为极相似。

1.7 数据处理与分析

所有原始数据录入 Excel 2007 中, 并利用该软件对不同植被类型中的昆虫群落多样性指数和相似性系数进行计算。采用 SPSS 22.0 对数据进行统计分析, 用单因素方差分析法和 LSD 多重比较法, 分析不同植被类型对昆虫群落多样性的影响, 显著性水平设定为 $P=0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 昆虫群落结构

采集的 2 110 头昆虫, 经鉴定隶属于 15 目 106 科 880 种 (表 2, 附表 1)。其中鳞翅目 Lepidoptera 25 科 274 种、鞘翅目 Coleoptera 15 科 206 种、半翅目 Hemiptera 28 科 185 种、膜翅目 Hymenoptera 6 科 89 种, 分别占总种数的 31.14%、23.41%、21.02% 和 10.11%。这 4 个目占科数 (106 科) 的 69.81%, 占种数 (880 种) 的 85.68%。其次是直翅目 Orthoptera 11 科 35 种、蜻蜓目 Odonata 5 科 29 种、双翅目 Diptera 5 科 25 种、缨尾目 Thysanoptera 2 科 17 种, 分别占总种数的 3.98%、3.30%、2.84%、1.93%。缨尾目 Thysanura、蜚蠊目 Blattaria、竹节虫目 Phasmatodea、螳螂目 Mantodea、等翅目 Isoptera、广翅目 Megaloptera 和脉翅目 Neuroptera 等 7 个目的种类较少, 均小于 10 种。

2.2 不同植被类型的昆虫多样性

对鸡公山自然保护区 9 种不同植被类型中昆虫多样性特征进行比较分析, 结果如表 3 所示。不同植被类型中物种丰富度指数排序为: 针阔混交林 > 阔叶混交林 > 马尾松林 > 灌草丛 > 落羽杉林 > 杉木林 > 草甸 > 水生植被 > 竹林; 其中, 两种混交林显著高于其他 7 种植被类型, 且两者之间没有显著差异; 马尾松林、灌草丛、落羽杉林、杉木林 4 种植被类型中物种丰富度指数较高; 草甸、水生植被和竹林中较低, 特别是水生植被和竹林显著低于其他植被类型。物种多度排序为: 针阔混交林 > 灌草丛 > 阔叶混交林 > 马尾松林 > 杉木林 > 草甸 > 落羽杉林 > 竹林 > 水生植被; 针阔混交林、灌草丛、阔叶混交林和马尾松林中昆虫物种数均超过 411 种, 显著其他植被类型。Shannon-Wiener 多样性指数排序为: 针阔混交林 >

表 2 鸡公山自然保护区昆虫群落结构
Table 2 Composition of insect communities in the Jigongshan National Nature Reserve

目 Order	科数 Number of family	占比 (%) Percentage	种数 Number of species	占比 (%) Percentage
缨尾目 Thysanura	1	0.94	1	0.11
蜚蠊目 Blattaria	2	1.89	3	0.34
竹节虫目 Phasmatodea	1	0.94	3	0.34
螳螂目 Mantodea	1	0.94	6	0.68
直翅目 Orthoptera	11	10.38	35	3.98
等翅目 Isoptera	1	0.94	2	0.23
蜻蜓目 Odonata	5	4.72	29	3.30
半翅目 Hemiptera	28	26.42	185	21.02
广翅目 Megaloptera	1	0.94	1	0.11
缨尾目 Thysanoptera	2	1.89	17	1.93
脉翅目 Neuroptera	2	1.89	4	0.45
鳞翅目 Lepidoptera	25	23.58	274	31.14
鞘翅目 Coleoptera	15	14.15	206	23.41
膜翅目 Hymenoptera	6	5.66	89	10.11
双翅目 Diptera	5	4.72	25	2.84
合计 Total	106	100.00	880	100.00

马尾松林 > 灌草丛 > 阔叶混交林 > 杉木林 > 水生植被 > 落羽杉林 > 竹林 > 草甸; 针阔混交林中昆虫 Shannon-Wiener 多样性指数最高, 与马尾松林和灌草丛的差异不显著, 与其他 6 种植被类型差异达到显著水平; 只有草甸显著低于其他植被类型。均匀度指数排序: 阔叶混交林 > 针阔混交林 > 马尾松林 > 水生植被 > 灌草丛 > 落羽杉林 > 杉木林 = 竹林 > 草甸; 且阔叶混交林、针阔混交林、马尾松林、水生植被、灌草丛中昆虫均匀度显著高于杉木林、竹林和草甸; 落羽杉林居中, 与其他 8 种植被类型的差异均不显著。

2.3 昆虫区系成分

对昆虫区系分析发现, 鸡公山自然保护区古北种昆虫最丰富有 372 种, 占总数的 42.26%; 其次是东洋种 269 种, 占 30.57%; 广布种最少, 有 239 种, 占 27.15%。详见表 4。

表 3 不同植被类型中昆虫群落多样性特征

Table 3 Diversity indexes of insect groups in different vegetation types

植被类型 Vegetation types	丰富度指数 R Richness index	物种多度 S species abundance	Shannon-Wiener 多样性指数 H' Shannon-Wiener diversity index	均匀度指数 E Evenness index
I	71 ± 6.22 a	586 ± 50.23 a	5.21 ± 0.10 a	0.89 ± 0.10 a
II	67 ± 4.31 a	492 ± 35.96 ab	4.86 ± 0.13 bc	0.92 ± 0.17 a
III	56 ± 3.55 b	411 ± 25.56 b	5.09 ± 0.11 ab	0.84 ± 0.08 a
IV	53 ± 4.28 b	504 ± 35.42 a	5.07 ± 0.19 ab	0.80 ± 0.07 a
V	43 ± 4.54 bc	277 ± 41.57 cd	4.53 ± 0.17 bc	0.78 ± 0.11 ab
VI	40 ± 6.58 c	309 ± 19.78 c	4.73 ± 0.15 bc	0.73 ± 0.13 b
VII	34 ± 5.29 cd	282 ± 46.12 cd	4.36 ± 0.23 d	0.72 ± 0.16 b
VIII	26 ± 6.23 d	203 ± 39.10 d	4.64 ± 0.20 bc	0.81 ± 0.08 a
IX	25 ± 5.53 d	237 ± 52.11 cd	4.41 ± 0.14 cd	0.73 ± 0.12 b

注: 同列不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。Different letters in the same column meant significant difference at 0.05 level.

表 4 鸡公山自然保护区昆虫区系成分

Table 4 Insect faunal composition in the Jigongshan National Nature Reserve

目 Order	种数 Number of species	东洋种 Oriental		古北种 Palaearctic		广布种 Widespread	
		种数 Number of species	占比 (%) Percentage	种数 Number of species	占比 (%) Percentage	种数 Number of species	占比 (%) Percentage
缨尾目 Thysanura	1	0	0	1	0.11	0	0
蜚蠊目 Blattaria	3	0	0	2	0.23	1	0.11
竹节虫目 Phasmatodea	3	1	0.11	1	0.11	1	0.11
螳螂目 Mantodea	6	3	0.34	1	0.11	2	0.23
直翅目 Orthoptera	35	10	1.14	16	1.82	9	1.02
等翅目 Isoptera	2	2	0.23	0	0	0	0
蜻蜓目 Odonata	29	11	1.25	9	1.02	9	1.02
半翅目 Hemiptera	185	57	6.48	83	9.43	45	5.11
广翅目 Megaloptera	1	0	0	1	0.11	0	0
缨翅目 Thysanoptera	17	7	0.80	3	0.34	7	0.80
脉翅目 Neuroptera	4	1	0.11	1	0.11	2	0.23
鳞翅目 Lepidoptera	274	88	10.00	123	13.98	63	7.16
鞘翅目 Coleoptera	206	46	5.23	91	10.34	69	7.84
膜翅目 Hymenoptera	89	37	4.20	30	3.41	22	2.50
双翅目 Diptera	25	6	0.68	10	1.14	9	1.02
合计 Total	880	269	30.57	372	42.26	239	27.15

2.4 昆虫群落组成的相似性

鸡公山自然保护区 9 种主要植被类型中昆虫群落组成的 Jaccard 相似性系数如表 5 所示。马尾

松林与其他植被类型的昆虫群落组成相似性均不高, 仅与针阔混交林达到中等相似水平, Jaccard 相似性系数为 0.53; 落羽杉林与其他植被类型的

Jaccard 相似性系数全部 < 0.50 ，除竹林外 ($J = 0.19$)，全部为中等不相似；杉木林与两种混交林中等相似，与其他植被类型全部为中等不相似；两种混交林与其他植被类型大多为中等相似，两种混交林的 Jaccard 相似性系数为 0.80 ，达到极相似水平；竹林除了与针阔混交林中等相似 ($J = 0.53$) 外，与其他植被类型全部为中等不相似或极不相似；灌草丛与两种混交林、草甸、水生植被达到中等相似水平；草甸、水生植被与其他植被类型多为中等不相似或极不相似。

表 5 不同植被类型昆虫群落相似性比较
Table 5 Comparison of similarity of insect communities between different vegetation types

植被类型 Vegetation types	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
I	0.80	0.53	0.66	0.48	0.60	0.52	0.35	0.53
II		0.44	0.71	0.40	0.56	0.40	0.43	0.37
III			0.39	0.47	0.41	0.25	0.20	0.24
IV				0.33	0.28	0.64	0.55	0.38
V					0.29	0.26	0.52	0.23
VI						0.29	0.33	0.43
VII							0.26	0.19
VIII								0.28

3 结论与讨论

本次调查共采集到 15 目 106 科 880 种昆虫，其中鳞翅目、鞘翅目和半翅目昆虫较多，与这 3 个目物种数量较多一致。石蛎目、长翅目和襀翅目在鸡公山也有分布（叶永忠等，2014），但本次尚未采集到。本调查设计样地涵盖保护区大部分植物种类、生境和地形，但由于时间短、采集方法不够全面、没有开展夜出性昆虫调查等因素，只采集到 880 种，占分布总数 1 589 种（此数据是叶永忠等在保护区及其周边地区采取普查的方式采集的种类数，包括大量农业昆虫）的 55.38% 。鸡公山地处北亚热带向暖温带过渡地带，一些种类虽有分布，但种群数量较少，是没有采集到的另一个因素。我们将进一步丰富采集手段、延长采集时间段，采取多角度、分类别进行昆虫多样性分析研究。

许多研究表明，植被类型越复杂，昆虫群落多样性越高（马国强和刘贤谦，2007；张飞萍和尤民生，2007；徐郑周等，2010），本研究结果符合这一规律。针阔混交林、阔叶混交林和灌草丛中昆虫群落多样性的各项指标均较高，与这 3 类林地中丰富的植物种类密切相关。马尾松林中昆

虫群落多样性指标与上述 3 类林地没有明显差异，可能是因为鸡公山保护区马尾松纯林多在阳坡，林内灌草种类丰富、盖度较大。以上 4 种林地中地面腐殖层较厚、土壤疏松，为各类昆虫的取食、栖息、繁殖提供了良好的自然条件。落羽杉林、杉木林和竹林中昆虫群落多样性的各项指标较低是因为这 3 类林地的郁闭度都大于 0.6 ，而且落羽杉林和竹林多在阴坡、低洼处，不利于植物和昆虫的栖息、繁殖。因此，分析植被类型对昆虫群落多样性的影响时，不仅要考虑树种及混交类型，林下植被对昆虫群落结构的作用也不可忽视（刘哲强等，2015）。

昆虫群落特征指数是反映群落结构水平的重要依据，不仅代表了群落的多样性、丰富度、均匀度等，也在一定程度上体现了其所处地理环境、生存环境及林分状况等条件（孙儒泳，2001）。因此保护和发展混交林、适时开展抚育间伐、改善林间卫生环境等措施，有助于增强保护区林分整体健康状况，进而提高昆虫群落多样性，也是维护生态平衡，提升森林自然控害潜能、预防森林虫害成灾的重要措施。

昆虫区系分析结果符合鸡公山地处位置的实际情况，古北种 372 种，稍多于东洋种 269 种。若不计广布种，鸡公山保护区昆虫区系成分中古北

种和东洋种相差不大,分别占 58.03% 和 41.97%。因此,鸡公山保护区适合开展昆虫资源调查研究,能在较小的区域内采集到更多种类的昆虫,大大提高研究效率。

在昆虫群落相似性方面,总体上两种混交林与其他森林类型的相似性较高,而竹林、草甸和 水生植被与其他森林类型的相似性较低,且多数接近或达到极不相似水平。各森林类型中昆虫群落存在差异,说明不同森林类型中都有对栖息地环境要求较为严格的特异性昆虫(金文斌等, 2015)。本文仅从数量上对不同森林类型中昆虫群落的相似性进行了初步研究,下一步可对不同森林类型中特异性种类进行深入调查,进一步研究昆虫与寄主植物、栖息环境的相互关系等,为分析保护区生态系统的变化规律提供科学依据。

参考文献 (References)

- Guo ZC, Zhang RJ, Zhou SY. A fauna of Formicidae in Jigong mountain nature reserve in Henan Province, China [J]. *Journal of Guangxi Normal University* (Natural Science Edition), 2015, 33 (1): 146–151. [郭振超, 张荣娇, 周善义. 河南省鸡公山自然保护区蚁科昆虫区系研究 [J]. 广西师范大学学报 (自然科学版), 2015, 33 (1): 146–151]
- Han FY, Li JS. The dragonflies from Jigong mountain in Henan [J]. *Journal of Shanxi University* (Natural Science Edition), 1995, 18 (1): 80–82. [韩凤英, 李江颂. 河南鸡公山的蜻蜓 [J]. 山西大学学报 (自然科学版), 1995, 18 (1): 80–82]
- Hua LZ, Nara H, Saemulson GA, et al. Iconography of Chinese Longicorn Beetles (1 406 Species) in Color [M]. Guangzhou: Sun Yat-sen University Press, 2009. [华立中, 奈良一, 塞缪尔森, 等. 中国天牛 (1 406 种) 彩色图鉴 [M]. 广州: 中山大学出版社, 2009]
- Institute of Zoology, Academia Sinica. Iconographia Heterocerorum Sinicorum [M]. Beijing: Science Press, 1981. [中国科学院动物研究所. 中国蛾类图鉴 [M]. 北京: 科学出版社, 1981]
- Jin WB, Qiu S, Tang WD. Study on insect diversity of forest community in Xiaolinling Nature Reserve [J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2015, 44 (2): 91–93, 100. [金文斌, 邱实, 汤宛地. 小秦岭自然保护区森林群落昆虫多样性研究 [J]. 河南农业科学, 2015, 44 (2): 91–93, 100]
- Liu ZQ, Ma L, Jiao Y, et al. Structure dynamics of insect communities in typical artificial and primeval forests during restoring stages in Xiaoxing'an Mountain, Northeast China [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2015, 26 (2): 555–562. [刘哲强, 马玲, 焦玥, 等. 小兴安岭森林恢复期典型人工林与原始林昆虫群落结构动态 [J]. 应用生态学报, 2015, 26 (2): 555–562]
- Lu BQ. Studies on terrestrial Hemiptera insects fauna of Jiong Mountain Range in Henan [J]. *Acta Agriculturae Universitatis Henanensis*, 1990, 24 (1): 92–98. [卢宝泉. 河南鸡公山地区陆生半翅目 (Hemiptera) 昆虫区系研究 [J]. 河南农业大学学报, 1990, 24 (1): 92–98]
- Ma GQ, Liu XQ. Preliminary studies on insect community structure in different mixed forest in Shanxi [J]. *Journal of Shanxi Agricultural University* (Natural Science Edition), 2007, 27 (4): 360–362. [马国强, 刘贤谦. 山西同朔地区不同混交林中昆虫群落结构初步研究 [J]. 山西农业大学学报 (自然科学版), 2007, 27 (4): 360–362]
- Sun RY. *Dongwu Shengtaixue Yuanli* (the 3rd edition) [M]. Beijing: Beijing Normal University Press, 2001: 394–403. [孙儒泳. 动物生态学原理 (第三版) [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2001: 394–403]
- Wang ZG. The Fauna Dragonflies of Henan [M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 2007. [王治国. 河南蜻蜓志蜻蜓目 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2007]
- Wang ZG, Zhang XJ. The Fauna Orthopteroidea of Henan [M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 2007. [王治国, 张秀江. 河南直翅类昆虫志 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2007]
- Xu ZZ, Liu GY, Wang GH, et al. Study on biodiversity and biomass in *Larix principis-rupprechtii* Mayr. plantation community in Yanshan Mountainous Region [J]. *Forest Resources Management*, 2010, 2: 43–49. [徐郑周, 刘广营, 王广海, 等. 燕山山地华北落叶松人工林群落生物多样性及其生物量的研究 [J]. 林业资源管理, 2010, 2: 43–49]
- Yang YQ, Yuan DC, Huang PL, et al. Forest Entomology of Henan [M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 1988. [杨有乾, 袁德灿, 黄品龙, 等. 河南森林昆虫志 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1988]
- Ye YZ, Li PX, Qu WY. Scientific Survey of Menan Jigongshan Nature Reserve [M]. Beijing: China Science Press, 2014. [叶永忠, 李培学, 瞿文元. 河南鸡公山国家级自然保护区科学考察集 [M]. 北京: 中国科学出版社, 2014]
- Zhang FP, You MS. Diversity and stability of the arthropod communities in different forest types of the bamboo *Phyllostachys heterocycla* cv. *Pubescens* [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2007, 50 (1): 31–37. [张飞萍, 尤民生. 不同林分类型毛竹林节肢动物群落的多样性与稳定性 [J]. 昆虫学报, 2007, 50 (1): 31–37]
- Zhang WW, Li YS. Chinese Insects Illustrated [M]. Chongqing: Chongqing University Press, 2011. [张巍巍, 李元胜. 中国昆虫生态大图鉴 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2011]
- Zhou Y. Atlas of China Butterfly in Primary Color [M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 1999. [周尧. 中国蝴蝶原色图鉴 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1999]
- Zhu CQ, Zhu DM, Yin XM, et al. Insect Fauna of Henan Coleoptera (1) [M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 1999. [祝长清, 朱东明, 尹新明, 等. 河南昆虫志鞘翅目 (一) [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1999]