

浙江凤阳山昆虫物种多样性

徐华潮¹, 郝晓东¹, 黄俊浩¹, 叶砭仙², 叶立新²

(1. 浙江农林大学 森林保护研究所, 浙江 临安 311300; 2. 浙江凤阳山国家级自然保护区 管理处, 浙江 龙泉 323700)

摘要: 通过网扫、黑光灯诱集、马氏网诱集等方式, 对浙江凤阳山国家级自然保护区昆虫多样性进行了为期 2 a 的系统调查, 共采集标本 23 231 号; 结合文献记录, 共发现凤阳山昆虫 25 目 239 科 1 161 属 1 690 种。通过对该区昆虫 4 个优势目鳞翅目 Lepidoptera, 鞘翅目 Coleoptera, 膜翅目 Hymenoptera 和双翅目 Diptera 中科的属种多度进行的分析显示, 各科昆虫结构主要以单种科、寡种科和单属科、寡属科组成, 昆虫群落稳定性较好。利用 Margalef 物种丰富度指数(d), Simpson 多样性指数(D), Shannon-Wiener 多样性指数(H')和 Pielou 均匀度指数(J')进行的分析表明, 该区昆虫物种丰富。提出应营造多样性的植物群落、减少人为干扰和加强对昆虫资源潜在价值的研发与利用, 以对昆虫多样性进行保护。图 3 表 2 参 14

关键词: 森林保护学; 物种组成; 昆虫; 物种多样性; 自然保护区

中图分类号: S763.3; Q968.1 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2011)01-0001-06

Insects diversity of Fengyangshan Mountain in Zhejiang Province

XU Hua-chao¹, HAO Xiao-dong¹, HUANG Jun-hao¹, YE Tan-xian², YE Li-xin²

(1. Institute of Forest Protection, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Management Office, Fengyangshan National Nature Reserve, Longquan 323700, Zhejiang, China)

Abstract: 23 231 insects were collected by the methods of net, light trap, malaise trap and etc. to conduct a two years' intensive survey on the diversity of insects from Fengyangshan Mountain in Zhejiang Province. Totally, 1 690 species in 1 161 genera, 239 families and 25 orders were found, including previous records. The four dominant orders (Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera and Diptera) were mostly composed of monotypic families, oligotypic families and mono-genus families, oligo-genus families, which suggested stable insect communities in this area. Community structures were expressed by Margalef's species richness index (d), Shannon-Wiener's diversity index (H'), Simpson's diversity index (D) and Pielou's species evenness (J'). In order to protect insect resources in this area, it was suggested creating diversified plant communities, reducing human disturbance and strengthening the research, development and utilization of the potential values of insect resources. [Ch, 3 fig. 2 tab. 14 ref.]

Key words: forest protection; species composition; insect; species diversity; nature reserve

昆虫物种数占整个生物界物种数的一半以上, 是维护陆地生态系统及生物圈的主要成员, 对整个生物界及人类存在深远影响。物种多样性已成为人类社会可持续发展的重要基础, 昆虫物种多样性研究已成为现代生态学和环境科学研究的热点。在国外, 针对昆虫物种多样性的研究很多, 如土耳其 Dibeck 保护区跳甲亚科 Halticinae 多样性的比较^[1], 美国加州天然草地蝗科 Acrididae 昆虫多样性研究^[2], 加拿大混合牧场蝗科昆虫物种丰富度、密度、多样性研究^[3], Samways^[4]对一些指示性昆虫多样性研究等。国内

收稿日期: 2010-03-23; 修回日期: 2010-05-11

基金项目: 浙江省林业厅资助项目(06A23)

作者简介: 徐华潮, 副教授, 博士研究生, 从事昆虫系统学及害虫综合治理研究。E-mail: xhcinsect@zafu.edu.cn

也有不少关于自然保护区内昆虫物种多样性的研究^[5-13]。为查清浙江凤阳山国家级自然保护区内昆虫资源现状,2007-2008年,我们对浙江凤阳山国家级自然保护区昆虫物种进行了系统调查,从物种组成、季节变化规律和群落多样性等方面对保护区昆虫多样性进行了分析,以期为该区域内昆虫资源的保护和利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 自然概况

浙江凤阳山国家级自然保护区位于浙江省龙泉市南部,27°46'~27°58'N,119°06'~119°15'E,是凤阳山一百山祖国家级自然保护区的重要组成部分。保护区现有面积为1.5万hm²,矗立在保护区核心地段的黄茅尖是江浙第一高峰,海拔为1929m。保护区属亚热带湿润季风气候,年平均气温为11.8℃,年平均降水量2438.2mm,年平均日照1515.5h,年平均蒸发量1171.0mm,平均相对湿度80%。气候特点是温暖湿润,雨水充沛,湿度大,雾多^[14]。

1.2 研究方法

1.2.1 野外调查和标本鉴定 2007年3月-2008年12月,采用网捕、踏查、黑光灯诱集与马氏网诱集相结合的方法展开野外调查。期间,邀请了包括中国科学院动物研究所、北京林业大学等在内的17所科研院所和高等院校的92位昆虫分类学者对保护区内昆虫进行了系统调查,并由他们协助完成了相关类群昆虫的标本鉴定工作。线路踏查:沿山路、山脊、峡谷、溪流、高山人工湖等进行,利用扫网法、振落法、埋罐法、挖掘法等方法采集。主要线路:①大田坪→凤阳庙→黄茅尖,②凤阳庙→大峡谷→凤阳湖,③大田坪→石梁岙→金梨地,④凤阳庙→金梨地→石梁岙→官埔垵→大赛,⑤石梁岙→上圩桥→大峡谷→凤阳湖→瓯江源等。样地详查:依据不同海拔和植被类型,在炉岙村、大田坪水口、大田坪小路、大田坪仓库、石梁岙、金梨地、凤阳庙、苗圃地、上圩桥、双折瀑、大峡谷、凤阳湖等12个地点分别设置黑光灯诱集样地和马氏网诱集样地。黑光灯诱捕主要是在2007年7月25日至8月2日和2008年7月31日至8月6日2次大规模采集期间进行的,诱集时间为18:00至次日凌晨,隔30min收集1次。马氏网诱集全年进行,隔15d收集1次标本。标本保存于体积分数为75%乙醇中,详细记录采集信息,带回实验室鉴定。

1.2.2 查阅文献资料 主要参考《凤阳山自然资源考察与研究》^[14]中作者参与调查且编写的相关昆虫章节,再结合其他文献资料,共记录凤阳山昆虫114科491属736种。

1.3 数据分析

选取鞘翅目 Coleoptera,鳞翅目 Lepidoptera,膜翅目 Hymenoptera 和双翅目 Diptera 等4个优势目进行属种多度分析,选取鞘翅目,鳞翅目,膜翅目,双翅目,蜻蜓目 Odonata,襀翅目 Plecoptera,缨翅目 Thysanoptera,长翅目 Mecoptera,同翅目 Homoptera,直翅目 Orthoptera 和半翅目 Hemiptera 等11个比较常见的昆虫类群进行物种多样性分析。

1.3.1 丰富度指数 采用 Margalef 的物种丰富度 $d = (S - 1) \ln N$, 其中: S 为物种数, N 为所有物种的个体数之和。 d 表示群落中物种的丰富程度, d 越大, 群落中生物种类越多。

1.3.2 多样性指数 Simpson 指数 $D = 1 - \sum N_i(N_i - 1)/N(N - 1)$, 其中: N 为群落总个体数, N_i 为第 i 个种的个体数。 D 表明群落内物种的优势程度, D 值越大, 群落的稳定性越高。Shannon-Wiener 指数 $H' = -\sum P_i \ln P_i$ ($i = 1, 2, 3, \dots$), 其中: P_i 为第 i 个种的个体数占群落总个体的比率, 即 P_i 为 N_i/N 。 H' 表明群落的复杂程度, H' 越大, 群落所含有的信息量越大。

1.3.3 均匀度指数 在多样性的信息量度中, 当物种数给定为 S 时, 其群落的均匀度为 $J' = H'/H_{\max}$, 其中: H_{\max} 为最大多样性指数, $H_{\max} = \ln S$, S 为种类数。 J' 表明群落内生物种分布的均匀程度, J' 越大, 物种越丰富。

2 结果与分析

2.1 物种组成

整个调查期间共采集到昆虫标本23231号,经分类鉴定并结合文献记录,编制浙江凤阳山昆虫名

录, 共计 25 目 239 科 1 161 属 1 690 种, 包含 1 个新属、64 个新种、4 个中国新记录属, 7 个中国新记录种和 113 个浙江新记录种(表 1)。保护区昆虫的属和种十分丰富, 平均有 9.6 个科·目⁻¹, 4.9 个属·科⁻¹, 有 1.5 个种·属⁻¹。

2.2 属种多度

凤阳山昆虫类群中鳞翅目、鞘翅目、膜翅目和双翅目的总科数占浙江凤阳山昆虫总科数的 55.6%, 占总属数的 71.1%, 占总种数的 72.4%; 采集标本共计 18 434 号, 占标本总数的 79.4%。该 4 目为浙江凤阳山自然保护区昆虫的优势类群。现以 4 个优势目为例分别讨论属种多度问题。从属种数量上看, 4 目的属及种多度前 6 位分别为: 鳞翅目有夜蛾科 Noctuidae(61 属)>尺蛾科 Geometridae(44 属)>蛱蝶科 Nymphalidae 和灰蝶科 Lycaenidae(25 属)>舟蛾科 Notodontidae(24 属)>灯蛾科 Arctiidae(20 属)>天蛾科 Sphingidae(19 属), 夜蛾科(72 种)>尺蛾科(55 种)>蛱蝶科(52 种)>眼蝶科 Satyridae(36 种)>灯蛾科 Arctiidae(34 种)>天蛾科和毒蛾科 Lymantriidae(33 种); 鞘翅目有天牛科 Cerambycidae(52 属)>象甲科 Curculionidae (18 属)>拟步甲科 Tenebrionidae (13 属)>叶甲科 Chrysomelidae (9 属)>瓢虫科

表 1 浙江凤阳山昆虫物种多样性

Table 1 Species diversity of insects from Fengyangshan Mountain, Zhejiang Province

类群	科		属		种		新属	新种	中国新记录			浙江新记录			
	数量	%	数量	%	数量	%			数量	数量	科数量	属数量	种数量	科数量	属数量
蜉蝣目 Ephemeroptera	1	0.4	1	0.1	2	0.1									
蜻蜓目 Odonata	12	5.0	25	2.2	31	1.8									1
襀翅目 Plecoptera	5	2.1	11	0.9	17	1.0		5							3
蜚蠊目 Blattodea	3	1.3	3	0.3	5	0.3									
等翅目 Isoptera	3	1.3	8	0.7	17	1.0									
螳螂目 Mantodea	3	1.3	7	0.6	10	0.6									
革翅目 Dermaptera	4	1.7	9	0.8	17	1.0									
直翅目 Orthoptera	10	4.2	61	5.3	85	5.0	1	15							7
竹节虫目 Phasmatodea	2	0.8	7	0.6	7	0.4									
蛭目 Corrodentia	1	0.4	1	0.1	2	0.1									
食毛目 Mallophaga	2	0.8	2	0.2	2	0.1									
虱目 Anoplura	2	0.8	2	0.2	3	0.2									
缨翅目 Thysanoptera	2	0.8	4	0.3	6	0.4									
同翅目 Homoptera	19	7.9	87	7.5	112	6.6									18
半翅目 Hemiptera	17	7.1	71	6.1	104	6.2									17
广翅目 Megaloptera	1	0.4	4	0.3	6	0.4									
蛇蛉目 Raphidioptera	1	0.4	1	0.1	1	0.1									
脉翅目 Neuroptera	4	1.7	11	0.9	12	0.7									
鞘翅目 Coleoptera	31	13.0	166	14.3	221	13.1									5
长翅目 Mecoptera	2	0.8	3	0.3	7	0.4		1							
双翅目 Diptera	29	12.1	100	8.6	164	9.7		17	4	6					22
蚤目 Siphonaptera	3	1.3	3	0.3	3	0.2									
毛翅目 Trichoptera	9	3.8	16	1.4	21	1.2									
鳞翅目 Lepidoptera	43	18.0	399	34.4	565	33.4									1
膜翅目 Hymenoptera	30	12.6	159	13.7	270	16.0		26		1					39
合计	239		1 161		1 690		1	64	4	7					113

Coccinellidae 和肖叶甲科 Eumolpidae (7 属) > 虎甲科 Cicindelidae、步甲科 Cicindelidae 和丽金龟科 Rutelidae (6 属), 天牛科 (75 种) > 象甲科 (22 种) > 拟步甲科 (21 种) > 丽金龟科 (12 种) > 瓢虫科和叶甲科 (9 种) > 虎甲科和肖叶甲科 (8 种); 膜翅目有: 叶蜂科 Tenthredinidae (41 属) > 蚁科 Formicidae (25 属) > 茧蜂科 Braconidae (19 属) > 金小蜂科 Pteromalidae (16 属) > 姬蜂科 Ichneumonidae (14 属) > 胡蜂科 Vespidae 和泥蜂科 Sphecidae (5 属), 叶蜂科 (87 种) > 蚁科 (38 种) > 茧蜂科 (27 种) > 姬蜂科 (24 种) > 金小蜂科 (16 种) > 三节叶蜂科 Argidae (15 种); 双翅目有菌蚊科 Mycetophilidae 和长足虻科 Dolichopodidae (14 属) > 食蚜蝇科 Syrphidae (7 属) > 眼蕈蚊科 Sciaridae, 舞虻科 Empididae, 水蝇科 Ephydriidae 和蝇科 Muscidae (6 属) > 大蚊科 Tipulidae (5 属) > 沼大蚊科 Limoniidae 和食虫虻科 Asilidae (4 属) > 水虻科 Stratiomyidae, 縟蝇科 Lauxaniidae 和花蝇科 Anthomyiidae (3 属), 菌蚊科 (26 种) > 长足虻科 (25 种) > 大蚊科 (12 种) > 眼蕈蚊科和舞虻科 (10 种) > 食蚜蝇科和果蝇科 Drosophilidae (8 种) > 蝇科 (7 种)。

把各科所含的属种数划为若干等级, 对 4 个优势目的科在属和种各数量等级所占比例作比较分析, 即在科级水平上属和种的数量分布(图 1 和图 2)。少于 10 属或少于 15 种的科在各目中占比例: 鳞翅目分别为 72.1% 和 72.1%, 鞘翅目分别为 82.7% 和 82.8%, 膜翅目分别为 90.3% 和 90.3%, 双翅目分别为 83.4% 和 83.4%。4 个优势目中各科主要以单属、寡属和单种、寡种组成属种多度, 即 4 个优势目中各科主要以单属科、寡属科和单种科、寡种科组成, 类群小而生多, 构成了动态稳定群落结构。

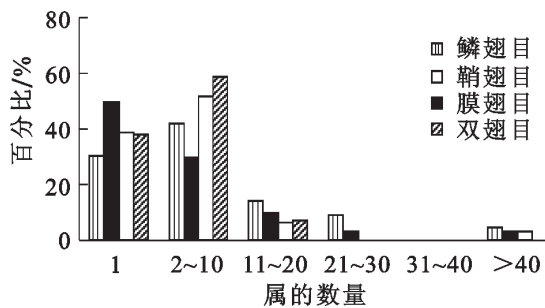


图 1 浙江凤阳山昆虫优势目各科中属的数量分布

Figure 1 Percentage of genus number in respective family by dominant insect orders from Fengyangshan Mountain, Zhejiang Province

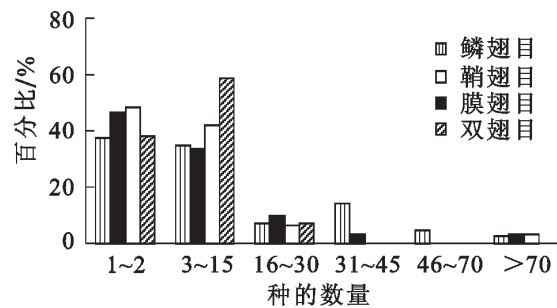


图 2 浙江凤阳山昆虫优势目各科中物种的数量分布

Figure 2 Percentage of species number in respective family by dominant insect orders from Fengyangshan Mountain, Zhejiang Province

2.3 季节变化规律

2.3.1 个体数量的季节变化 依据 12 个样地为期 2 a 的马氏网诱集昆虫各目个体总数, 选取 11 个目为分析对象, 对浙江凤阳山昆虫个体数量的季节变化规律进行了分析(图 3-A)。结果显示, 不同昆虫类群的峰期是不同的: 峰期 4-5 月的有缨翅目、鳞翅目、双翅目、鞘翅目、直翅目和膜翅目; 5-6 月的有襍翅目; 6-7 月的有同翅目; 7-8 月的有长翅目、直翅目、膜翅目和半翅目; 8-9 月的有蜻蜓目。图 3 中昆虫各类群个体数变化曲线基本上反映了气候条件、植被状况等生境因素对昆虫生长、发育、繁殖的影响。

2.3.2 物种数的季节变化 依据全部昆虫标本的数据, 选取 11 个目为分析对象, 分析了浙江凤阳山昆虫代表类群中各目物种数的季节变化规律(图 3-B)。峰期在 7 月的有鳞翅目、蜻蜓目、半翅目、鞘翅目、长翅目和膜翅目; 峰期在 8 月的有缨翅目; 峰期在 7-8 月的有同翅目和直翅目; 峰期在 10 月的有襍翅目。几个主要目的峰期都出现在 7 月, 出现这样的结果可能是由于 2 次大规模野外采集活动都安排在 7 月, 其他月份中采集的次数少、时间短。

2.4 物种多样性

选取 11 个目为分析对象, 采用 SPSS 软件(13.0 版)进行物种多样性分析(表 2)。昆虫 Margalef 丰富度指数 d 值在不同类群中变幅较大, 以膜翅目最高, 长翅目最低, 两者相差约 150 倍; 物种数少的目, 如蜻蜓目、襍翅目、缨翅目、长翅目的丰富度指数均较低; 物种数较多的目, 如膜翅目、鞘翅目、同翅目、双翅目、直翅目、半翅目、鳞翅目的丰富度指数较高。另一方面, 物种数相近的膜翅目和鳞翅目,

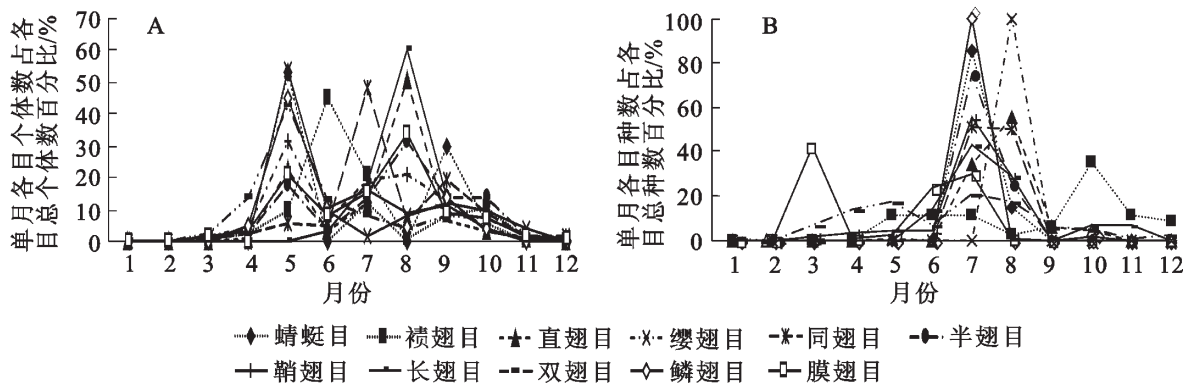


图 3 浙江凤阳山昆虫个体数量和物种数量的季节变化

Figure 3 Seasonal variation of insect individuals and species number from Fengyangshan Mountain, Zhejiang Province

由于标本数量的较大差别，其丰富度指数也有较大差异。代表性昆虫类群中，Shannon-Weaner 多样性指数 H' 值以同翅目、鞘翅目、半翅目、膜翅目、直翅目、鳞翅目和双翅目为较高，而以蜻蜓目、襁翅目、缨翅目和长翅目为较低。Pielou 均匀度指数 J' 值在不同类群中差别不大，Simpson 指数 D 值、Shannon-Wiener 指数 H' 值和 Pielou 均匀度指数 J' 值横向比较差别均很小，都说明浙江凤阳山昆虫群落具有较好的稳定性。

3 结论与建议

与邻近保护区的昆虫物种多样性相比较，如天目山(33 目 351 科 2 342 属 4 209 种)、龙王山(23 目 216 科 1 100 属 1 717 种)、百山祖(22 目 256 科 1 364 属 2 204 种)，凤阳山昆虫种类相对贫瘠，丰富度相对较低，但却拥有一定数量的天敌昆虫、观赏昆虫、药用昆虫、食用昆虫、传粉昆虫以及其他一些具有特有功能昆虫。

为加强浙江凤阳山国家级自然保护区昆虫资源的保护和利用，提出 3 点建议：①营造多样性的植物群落和生境。由于凤阳山保护区内人工林面积大于天然林，植物群落相对比较单一。这种生态环境下的昆虫动态平衡易受到破坏，所以，要注重保护劣势植物群落，通过森林植被演替过程，逐渐向越来越丰富的植被方向演变，意在营造一个动态和谐、能流稳定的昆虫资源生长环境。同时，加强昆虫多样性与环境生态之间关系的研究，对昆虫的种群密度进行实时监控，及时发现和掌控环境的变化动态，为维护凤阳山植物群落和生境多样性提供科学依据。②限制保护区内的人类活动，减少人为干扰。要提高当地如炉岙村、大赛水电站等一带农民保护生物多样性的意识，减少在日常生活耕作时对保护区内生物资源的破坏。保护区管理处要在有关专家的指导下，制定保护区生物标本采集相关条例，对植物资源及昆虫资源等的采集时间、数量、方法等进行严格的控制，避免过度采集和毁灭性采集。宋城山庄要尽量减少因旅游开发对环境造成的影响，应积极向进山游客宣传保护生物多样性的重要性，以不断增强游客对现有资源的保护意识，自觉规范个人行为。③加强对昆虫资源潜在价值的研发与利用。由于昆虫在生态恢复和环境质量监测与评价、地质灾害与天气及气候预报、矿产资源勘探、刑事案件侦破等方面具有潜在应用价值，通过本次昆虫资源调查，发现在保护区内存在有一定数量的指示性昆虫，今后可加强这方面的科研和开发，随着昆虫学及生物技术的进一步发展，相信指示性昆虫必将会有更大的作为，更好地服务于人类的生活、生产及科学研究。

表 2 浙江凤阳山昆虫物种多样性指数

Table 2 Diversity indexes of insects from Fengyangshan Mountain, Zhejiang Province

目	d 值	D 值	H' 值	J' 值
蜻蜓目	6.890	0.917	1.211	0.352
襁翅目	3.400	0.859	0.981	0.346
直翅目	13.130	0.927	1.485	0.334
缨翅目	2.080	0.863	0.756	0.422
同翅目	16.870	0.979	1.734	0.367
半翅目	12.480	0.969	1.640	0.353
鞘翅目	26.370	0.953	1.722	0.319
长翅目	0.190	0.622	0.508	0.261
双翅目	16.550	0.795	1.232	0.242
鳞翅目	11.130	0.927	1.412	0.222
膜翅目	28.790	0.886	1.561	0.279

致谢：浙江凤阳山国家级自然保护区管理处陆正寿、刘胜龙、李美琴等对调查工作积极配合,浙江农林大学吴佳、张苏炯、刘佳敏等帮助整理调查数据。谨致谢意!

参考文献:

- [1] ASLAN E G. Comparative diversity of Aلتicinae (Coleoptera: Chrysomelidae) between 礧, 礧lkara and Dibek nature reserves in Antalya, Turkey [J]. *Biologia*, 2010, **65** (2): 316 – 324.
- [2] ERIE E P, RIEHARD A R. Density, biomass and diversity of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in a California native grassland [J]. *Great Basin Nat*, 1996, **56** (2): 172 – 176.
- [3] ROBERT E D. Species richness, density, and diversity of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in a habitat of the mixed grass prairie [J]. *Can Entomol*, 1984, **116** (5): 703 – 709.
- [4] SAMWAYS M J. Insects in biodiversity conservation: some perspective and directives [J]. *Biodiversity Conserv*, 1993, **2**: 258 – 282.
- [5] 徐华潮, 吴鸿, 杨淑贞, 等. 浙江天目山昆虫物种多样性研究[J]. 浙江林学院学报, 2002, **19** (4): 350 – 355.
XU Huachao, WU Hong, YANG Shuzhen, *et al.* Insect species diversity of Mountain Tianmu in China [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2002, **19** (4): 350 – 355.
- [6] 王义平, 毛晓鹏, 翁国杭, 等. 浙江乌岩岭国家级自然保护区蝴蝶多样性及其森林环境健康评价[J]. 环境昆虫学报, 2009, **31** (1): 14 – 19.
WANG Yiping, MAO Xiaopeng, WENG Guohang, *et al.* Butterfly diversity and evaluation of forest environmental health in Wuyanling of Zhejiang [J]. *J Environ Entomol*, 2009, **31** (1): 14 – 19.
- [7] 师丹, 杨伟, 蒋仕伟, 等. 四川王朗国家级自然保护区昆虫生物多样性初步研究[J]. 四川动物, 2009, **28** (5): 691 – 699.
SHI Dan, YANG Wei, JIANG Shiwei, *et al.* Preliminary research on insects biodiversity in Wanglang National Nature Reserve [J]. *Sichuan J Zool*, 2009, **28** (5): 691 – 699.
- [8] 黄文忠, 李艳红, 肖维良. 海南南湾自然保护区蝗虫生物多样性的研究[J]. 昆虫天敌, 1996, **18** (3): 131 – 138.
HUANG Wenzhong, LI Yanhong, XIAO Weiliang. Study on biological diversity locust of Hainan Nanwan Nature Reserve [J]. *Insect Predators*, 1996, **18** (3): 131 – 138.
- [9] 黄建华. 广西猫儿山天牛科昆虫多样性、丰富度及其影响研究[D]. 桂林: 广西师范大学, 2002.
HUANG Jianhua. *Study on Cerambycidae (Coleoptera: Polyphaga) Diversity, Abundance and Impacts at Maoershan, Guangxi*[D]. Guilin: Guangxi Normal University, 2002.
- [10] 郭成. 黑里河自然保护区昆虫多样性初步研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2008.
GUO Cheng. *Preliminary Study on Insect Diversity of Heilihe Nature Reserve* [D]. Changchun: Northeast Normal University, 2008.
- [11] 周兴银, 邱柳, 高成杰, 等. 鸡足山自然保护区昆虫多样性研究初报[J]. 林业调查规划, 2008, **33** (5): 30 – 33.
ZHOU Xingyin, QIU Liu, GAO Chengjie, *et al.* Preliminary report on insect diversity in Jizushan Nature Reserve [J]. *For Invent Plan*, 2008, **33** (5): 30 – 33.
- [12] 仲雨霞. 北京野鸭湖湿地自然保护区甲虫群落多样性及其动态分布的研究[D]. 北京: 首都师范大学, 2007.
ZHONG Yuxia. *Beetle Community Diversity and Dynamics Distribution of Yeyahu Wetland Nature Reserve in Beijing* [D]. Beijing: Capital Normal University, 2007.
- [13] 宋文军, 马玲, 王慧, 等. 扎龙自然保护区湖泊边昆虫群落多样性[J]. 东北林业大学学报, 2007, **35** (7): 80 – 81.
SONG Wenjun, MA Ling, WANG Hui, *et al.* Insect community diversity of lakes side of Zhalong Nature Reserve [J]. *J Northeast For Univ Soc Sci*, 2007, **35** (7): 80 – 81.
- [14] 洪起平, 丁平, 丁炳扬. 凤阳山自然资源考察与研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 2007: 13 – 18.