



周先涌, 赵胜园, 闫冉, 肖日新, 吴孔明. 海南南部夜间空中昆虫群落结构研究 [J]. 环境昆虫学报, 2020, 42 (3): 638-659.

海南南部夜间空中昆虫群落结构研究

周先涌^{1,2}, 赵胜园², 闫冉², 肖日新³, 吴孔明^{2*}

(1. 福建农林大学植物保护学院, 福州 350002; 2. 中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100193; 3. 海南润达现代农业集团股份有限公司, 海南陵水 570125)

摘要: 海南南部是中国农作物冬季南繁育种的重要基地。为了明确南繁基地空中昆虫群落结构, 利用探照灯诱虫器于 2017 年-2018 年监测了空中飞行的昆虫种类和动态。共计发现 396 种昆虫, 隶属于 13 目 88 科 307 属, 其中包括粘虫、棉铃虫、稻飞虱、稻纵卷叶野螟等重大迁飞性害虫以及黑肩绿盲蝽、异色瓢虫等迁飞性天敌昆虫。鳞翅目 (206 种, 52.02%), 半翅目 (85 种, 21.46%) 和鞘翅目 (57 种, 14.39%) 是该地区的三大优势目。本研究明确了我国重要的农作物南繁基地夜间空中昆虫群落的结构, 为指导作物害虫测报和防控工作提供了依据。

关键词: 南繁基地; 探照灯诱虫器; 昆虫群落; 迁飞

中图分类号: Q968.1; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2020) 03-638-22

Study on the community structure of nocturnal aerial insects in Southern Hainan Province

ZHOU Xian-Yong^{1,2}, ZHAO Sheng-Yuan², YAN Ran², XIAO Ri-Xin³, WU Kong-Ming^{2*} (1. College of Plant Protection, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 2. Key Laboratory for Biology of Plant Disease and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 3. Hainan Runda Modern Agricultural (Group) Co. Ltd., Lingshui 570125, Hainan Province, China)

Abstract: Hainan National Breeding and Multiplication Base (HNBMB) in Southern Hainan Province is an important platform for China's crop breeding innovation in winter season. In order to clarify community structure of insect species there, we set up a vertical search light for collecting flying insect samples from 2017 to 2018. A total of 396 species of insects, belonging to 307 genera, 88 families, 13 orders, were found, including important migratory pests such as armyworm, cotton bollworm, rice planthopper, rice leaf roller and other migratory natural enemies such as *Cyrtorhinus lividipennis* and *Harmonia axyridis*. Lepidoptera (206 species, 52.02%), Hemiptera (85 species, 21.46%) and Coleoptera (57 species, 14.39%) were three main dominant orders. These results indicated the insect species and their structure, and supplying a basis for guiding the population monitoring, control and prevention of crop pests.

Key words: Hainan National Breeding and Multiplication Base (HNBMB); vertical search light tarp; species structure; insect migration

基金项目: 现代农业产业技术体系专项资金 (CARS-15-19); 海南省重点研发计划项目 (ZDYF2018040)

作者简介: 周先涌, 男, 1994 年生, 硕士, 主要研究方向为农业昆虫与害虫防治, E-mail: ZhouXY160721@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence: 吴孔明, 博士, 研究员, 主要研究方向为昆虫生态学, E-mail: wukongming@caas.cn

收稿日期 Received: 2019-04-17; 接受日期 Accepted: 2019-12-31

种子是农业生产的核心要素。利用海南岛南部地区优越的光、温、水等气候条件及自然地理条件,开展作物新品种的冬季加代、育种、制种等工作,对中国农业生产有至关重要的意义(丁照华等,2006;陈冠铭等,2013)。1956年育种学家吴绍骥等创立异地培育理论(吴绍骥等,1960;佟屏亚,2000;陈冠铭和曹兵,2016)并促成了海南省三亚、陵水和乐东等市县南繁工作的兴起(佟屏亚,2001;董照辉等,2010;唐清杰等,2015;王业峰,2016;吕青等,2017)。我国常年农作物用种量高达125亿kg(程兵,2015),其中有80%的品种(董照辉等,2010),包括粮食作物、油料作物、瓜果蔬菜等40多种作物或蔬菜在南繁基地选育或加代(陈冠铭和曹兵,2016)。因此,南繁育种是我国种业发展的“加速器”(陈冠铭等,2013),对国家粮食安全和种业发展作出了重要贡献。但南繁育种也面临着诸多限制,在海南“天然温室”的气候环境下,多种害虫终年繁殖、混合发生、多寄主转移为害,并随种苗调运传播到全国各地(孔祥义等,2006),是影响育种制种和病虫害防治工作的主要因子(姜军等,2003)。

前人已对海南岛昆虫种类开展了多次调查工作(彭正强等,1997;彭正强等,1998;张丹丹,2005;黄小清,2007;魏雪丽,2017),但未对空中昆虫群落结构进行研究。而多数昆虫具有较强的飞行能力,害虫迁飞可以导致区域性灾变(程遐年,1992)。海南岛与东南亚各国隔海相望,南繁基地不仅面临岛内病虫害频发的问题,还受到东南亚地区迁飞害虫的威胁。如褐飞虱 *Nilaparvata lugens*、白背飞虱 *Sogatella furcifera*、稻纵卷叶野螟 *Cnaphalocrocis medinalis*(沈慧梅,2010;刘万才等,2014;陆明红等,2018)、棉铃虫 *Helicoverpa armigera*(Feng et al., 2003)、小地老虎 *Agrotis ipsilon*(Liu et al., 2015)、黄地老虎 *Agrotis segetum*(Guo et al., 2015)等已被证实具备远距离跨海迁飞能力。因此,研究南繁基地空中昆虫群落结构对揭示海南岛内害虫种群的消长规律,明确东南亚迁飞害虫对海南作物生产的影响具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 样本采集

在海南陵水县现代农业示范基地(18°26′38.33″N,109°26′38.33″E)设置探照灯诱虫器。该诱虫器由直径为1m的镀锌铁皮漏斗和装在漏斗内垂直向上照射的GT75型探照灯组成(封洪强,2003)。GT75型探照灯装有JLZ型1000W金属卤化物灯泡(上海亚明照明有限公司;通量90000Lm、色温4000K、显色指数65)。漏斗底部悬挂60目的尼龙网袋用以收集所诱的昆虫。该装置可诱集高空500m的趋光性昆虫(Feng et al., 2003),诱集时间从2017年1月1日到2018年12月31日。每天日落开灯,次日日出关灯(极端天气或停电除外),将诱虫网袋放于-20℃冰柜冷冻处理4h后进行分类。

1.2 分类鉴定

参考《中国动物志昆虫纲》、《中国经济昆虫志》、《中国昆虫生态大图鉴》等文献资料,将收集的昆虫按形态特征进行分类鉴定,并制作标本。非常见种类请相关专家帮助鉴定或复核。

1.3 数据处理

对两年的数据进行处理(2017年1月14日-2月13日、2月14-19日、3月12-24日、4月16-21日、25-26日、28日-5月17日和2018年1月25-26日、31日、2月3日-3月4日、4月19-26日、28日-7月30日数据未处理),计算夜间空中昆虫群落的物种丰富度(Richness, S)、Shannon-Wiener指数(Shannon-Wiener Index, H')、优势集中性指数(Index of Dominant Concentration, C)、均匀度指数(Evenness, E)和群落优势度(Dominance, B)。计算方法参考第四版《昆虫生态及预测预报》和周先涌(2019)对三沙市永兴岛空中昆虫群落机构的记述。

2 结果与分析

2.1 物种组成

经过形态学鉴定,空中诱集昆虫共计396种(亚种),隶属于13目88科307属。其中,在种级分类阶元上,鳞翅目昆虫达206种(亚种),占总已知所有种的52.02%,丰富度最高;半翅目昆

虫的丰富度次之,为 84 种(亚种),占总的 21.46%;鞘翅目昆虫 57 种,占总的 14.39%,丰富度相对较低(图 1)。空中昆虫群落丰富度由高

到低依次为鳞翅目、半翅目、鞘翅目、直翅目、双翅目、膜翅目、蜻蜓目、蜚蠊目、脉翅目、螳螂目、革翅目、蜉蝣目、毛翅目。

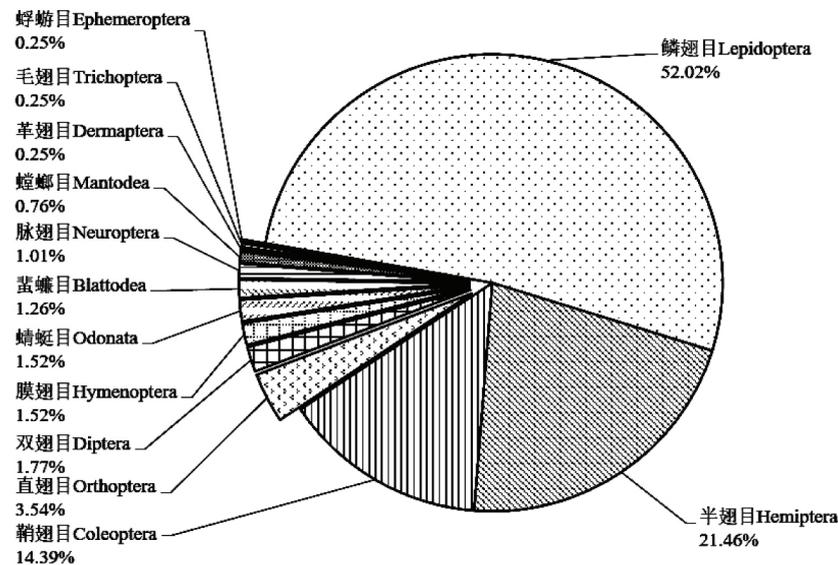


图 1 南繁基地高空灯诱昆虫群落结构

Fig. 1 Community structure of insects trapped by the vertical search-light in HNBMB

鳞翅目 Lepidoptera 共计 22 科 144 属 206 种(亚种)(表 1)。其中,目夜蛾科 Erebidiae 59 种 1 亚种,占 29.13%;草螟科 Crambidae 43 种,占 20.87%;天蛾科 Sphingidae 28 种 7 亚种,占 16.99%;夜蛾科 Noctuidae 31 种,占 15.05%;尺蠖科 Geometridae 5 种,占 2.43%;粉蝶科 Pieridae 1 种 3 亚种,占 1.94%;螟蛾科 Pyralidae 4 种,占 1.94%;刺蛾科 Limacodidae 3 种,占 1.46%;蛱蝶科 Nymphalidae 3 亚种,占 1.46%;灰蝶科 Lycaenidae 1 种 1 亚种,占 0.97%;瘤蛾科 Nolidae 2 种,占 0.97%;舟蛾科 Notodontidae 2 种,占 0.97%;蓑蛾科 Psychidae 2 种,占 0.97%;大蚕蛾科 Saturniidae 2 种,占 0.97%。

半翅目 Hemiptera 共计 23 科 71 属 85 种(亚种)(表 2)。其中,飞虱科 Delphacidae 38 种,占 44.71%;蝽科 Pentatomidae 9 种,占 10.59%;叶蝉科 Cicadellidae 5 种,占 5.88%;盲蝽科 Miridae 5 种,占 5.88%;红蝽科 Pyrrhocoridae 5 种,占 5.88%;地长蝽科 Rhyparochromidae 4 种,占 4.71%;蝉科 Cicadidae 2 种,占 2.35%;缘蝽科 Coreidae 2 种,占 2.35%。

鞘翅目 Coleoptera 共计 17 科 47 属 57 种(表 3)。其中,步甲科 Carabidae 14 种,占 24.56%;金龟科 Scarabaeidae 10 种,占 17.54%;

天牛科 Cerambycidae 5 种,占 8.77%;叶甲科 Chrysomelidae 5 种,占 8.77%;瓢虫科 Coccinellidae 5 种,占 8.77%;锯谷盗科 Silvanidae 3 种,占 5.26%;长蠹科 Bostrichidae 2 种,占 3.51%;象甲科 Curculionidae 2 种,占 3.51%;龙虱科 Dytiscidae 2 种,占 3.51%;埋葬甲科 Silphidae 2 种,占 3.51%。

其它昆虫种类共计 10 目 26 科 45 属 51 种(亚种)(表 4)。其中,直翅目 Orthoptera 14 种,占 29.17%;双翅目 Diptera 7 种,占 14.58%;膜翅目 Hymenoptera 6 种,占 12.50%;蜻蜓目 Odonata 6 种,占 12.50%;蜚蠊目 Blattodea 5 种,占 10.42%;螳螂目 Mantodea 3 种,占 6.25%;脉翅目 Neuroptera 4 种,占 8.33%。

2.2 动态规律

在昆虫数量变化上,存在明显的年季间差异。2017 年单日诱虫量从 2 月中旬开始呈上升趋势,6 月中旬-7 月上旬为单日诱虫高峰期。除了 10 月中旬和 11 月月底出现的 2 个较高的虫量高峰外,之后 5 个月虫量明显降低。2018 年 1 月上旬有一个相对较高的虫峰,随后诱虫量回落。诱虫高峰在 3 月中旬和 8 月中旬,其余时间虫量维持在较低的水平(图 2)。

表 1 高空灯诱鳞翅目昆虫名录

Table 1 Catalogue of Lepidoptera insects captured by vertical search-light trap in Lingshui

科 Family	属 Genus	种 (亚种) Species (subspecies)
草螟科 Crambidae	奇异野螟属 <i>Aethaloessa</i>	火红奇异野螟 <i>Aethaloessa floralis</i> (Zeller , 1852)
	丽野螟属 <i>Agathodes</i>	华丽野螟 <i>Agathodes ostentalis</i> (Geyer , 1837)
	野绢野螟属 <i>Agrioglypta</i>	盾纹野绢野螟 <i>Agrioglypta itysalis</i> (Walker , 1859)
		版纳野绢野螟 <i>Agrioglypta zelimalis</i> (Walker , 1859)
	缀叶野螟属 <i>Botyodes</i>	大黄缀叶野螟 <i>Botyodes principalis</i> Leech , 1889
	暗野螟属 <i>Bradina</i>	纹窗暗野螟 <i>Bradina diagonalis</i> (Guenée , 1854)
	禾草螟属 <i>Chilo</i>	条螟 <i>Chilo sacchariphagus</i> (Bojer , 1856)
	纵卷叶野螟属 <i>Cnaphalocrocis</i>	稻纵卷叶野螟 <i>Cnaphalocrocis medinalis</i> (Guenée , 1854)
		稻显纹纵卷叶野螟 <i>Cnaphalocrocis exigua</i> (Butler , 1879)
	多斑野螟属 <i>Conogethes</i>	桃多斑野螟 <i>Conogethes punctiferalis</i> (Guenée , 1854)
	绢野螟属 <i>Diaphania</i>	瓜绢野螟 <i>Diaphania indica</i> (Saunders , 1851)
	蛀野螟属 <i>Dichocrocis</i>	甘薯蛀野螟 <i>Dichocrocis diminutiva</i> (Warren , 1896)
	斑水螟属 <i>Eoophyla</i>	<i>Eoophyla conjunctalis</i> (Wileman & South , 1917)
	拱翅野螟属 <i>Epipagis</i>	网拱翅野螟 <i>Epipagis cancellalis</i> (Zeller , 1852)
	绢丝野螟属 <i>Glyphodes</i>	三斑绢丝野螟 <i>Glyphodes actorionalis</i> Walker , 1859
		双点绢丝野螟 <i>Glyphodes bivitalis</i> Guenée , 1854
		黄翅绢丝野螟 <i>Glyphodes caesalis</i> Walker , 1859
		亮斑绢丝野螟 <i>Glyphodes canthusalis</i> Walker , 1859
		桑绢丝野螟 <i>Glyphodes pyloalis</i> Walker , 1859
		四斑绢丝野螟 <i>Glyphodes quadrimaculalis</i> (Bremer & Grey , 1853)
棕带绢丝野螟 <i>Glyphodes stolalis</i> Guenée , 1854		
野螟属 <i>Hellula</i>		菜螟 <i>Hellula undalis</i> (Fabricius , 1781)
黄野螟属 <i>Heortia</i>		黄野螟 <i>Heortia vitessoides</i> (Moore , [1885])
切叶野螟属 <i>Herpetogramma</i>		水稻切叶野螟 <i>Herpetogramma licarsialis</i> (Walker , 1859)
烟翅野螟属 <i>Heterocnephis</i>	云纹烟翅野螟 <i>Heterocnephis lymphatalis</i> (Swinhoe , 1889)	
瘦翅野螟属 <i>Ischnurges</i>	艳瘦翅野螟 <i>Ischnurges gratiosalis</i> (Walker , 1859)	
草螟科 Crambidae	锥额野螟属 <i>Loxostege</i>	草地螟 <i>Loxostege sticticalis</i> (Linnaeus , 1761)
	豆荚野螟属 <i>Maruca</i>	细纹豆荚野螟 <i>Maruca amboinalis</i> (Felder & Rogenhoger , [1874])
		豆荚野螟 <i>Maruca vitrata</i> (Fabricius , 1787)
	短梳角野螟属 <i>Meroctena</i>	短梳角野螟 <i>Meroctena tullalis</i> (Walker , 1859)
	牧野螟属 <i>Nomophila</i>	麦牧野螟 <i>Nomophila noctuella</i> (Denis & Schiffermüller , 1775)
	蠹野螟属 <i>Omphisa</i>	甘薯蠹野螟 <i>Omphisa anastomosalis</i> (Guenée , 1854)
	绢须野螟属 <i>Palpita</i>	白蜡绢须野螟 <i>Palpita nigropunctalis</i> (Bremer , 1864)
	绿野螟属 <i>Parotis</i>	绿翅野螟 <i>Parotis angustalis</i> (Snellen , 1895)
绿翅绿野螟 <i>Parotis athysanota</i> (Hampson , 1912)		

续表 1 Continued table 1

科 Family	属 Genus	种 (亚种) Species (subspecies)
		褐缘绿野螟 <i>Parotis marginata</i> (Hampson , 1893)
	扇野螟属 <i>Pleuroptya</i>	三条扇野螟 <i>Pleuroptya chlorophanta</i> (Butler , 1878)
	黑野螟属 <i>Pygospila</i>	白斑黑野螟 <i>Pygospila tyres</i> (Cramer , 1780)
	白禾螟属 <i>Scirpophaga</i>	三化螟 <i>Scirpophaga incertulas</i> (Walker , 1863)
		黄尾白螟 <i>Scirpophaga nivella</i> (Fabricius , 1794)
	青野螟属 <i>Spoladea</i>	甜菜青野螟 <i>Spoladea recurvalis</i> (Fabricius , 1775)
	蓝野螟属 <i>Talanga</i>	六斑蓝野螟 <i>Talanga sexpunctalis</i> (Moore , 1887)
	长翅野螟属 <i>Terastia</i>	斜带长翅野螟 <i>Terastia meticulosalis</i> Guenée , 1854
目夜蛾科 Erebidae	阿夜蛾属 <i>Achaea</i>	飞扬阿夜蛾 <i>Achaea janata</i> (Linnaeus , 1758)
		人心果阿夜蛾 <i>Achaea serva</i> (Fabricius , 1775)
	鹿蛾属 <i>Amata</i>	蕾鹿蛾 <i>Amata germana</i> Felder , 1862
	玫灯蛾属 <i>Amerila</i>	闪光玫灯蛾 <i>Amerila astreus</i> (Drury , 1773)
	桥夜蛾属 <i>Anomis</i>	棉小造桥虫 <i>Anomis flava</i> (Fabricius , 1775)
		超桥夜蛾 <i>Anomis fulvida</i> Guenée , 1852
	关夜蛾属 <i>Artena</i>	锈色关夜蛾 <i>Artena dotata</i> (Fabricius , 1794)
	拟灯蛾属 <i>Asota</i>	窄楔斑拟灯蛾 <i>Asota canaraica</i> (Moore , 1878)
		一点拟灯蛾 <i>Asota caricae</i> (Fabricius , 1775)
目夜蛾科 Erebidae	拟灯蛾属 <i>Asota</i>	橙拟灯蛾 <i>Asota egens</i> (Walker , 1854)
		圆端拟灯蛾 <i>Asota heliconia</i> (Linnaeus , 1758)
		方斑拟灯蛾 <i>Asota plaginota</i> Butler , 1875
	<i>Bastilla</i>	<i>Bastilla joviana</i> (Stoll , 1782)
	拟胸须夜蛾属 <i>Bertula</i>	黑带拟胸须夜蛾 <i>Bertula abjudicalis</i> Walker , [1859] 1858
	丽毒蛾属 <i>Calliteara</i>	无忧花丽毒蛾 <i>Calliteara horsfieldii</i> (Saunders , 1851)
	三角夜蛾属 <i>Chalciope</i>	斜带三角夜蛾 <i>Chalciope mygdon</i> (Cramer , 1777)
	灰灯蛾属 <i>Cretonotos</i>	黑条灰灯蛾 <i>Cretonotos gangis</i> (Linnaeus , 1763)
		八点灰灯蛾 <i>Cretonotos transiens</i> (Walker , 1855)
	雪苔蛾属 <i>Cyana</i>	白玫雪苔蛾 <i>Cyana alborosea</i> (Walker , 1864)
		优雪苔蛾 <i>Cyana hamata</i> (Walker , 1854)
		台雪苔蛾 <i>Cyana formosana</i> (Hampson , 1909)
	巾夜蛾属 <i>Dysgonia</i>	石榴巾夜蛾 <i>Dysgonia stuposa</i> (Fabricius , 1794)
	土苔蛾属 <i>Eilema</i>	端褐土苔蛾 <i>Eilema apicalis</i> (Walker , 1862)
	篦夜蛾属 <i>Episparis</i>	涟篦夜蛾 <i>Episparis tortuosalis</i> Moore , 1867
	春鹿蛾属 <i>Eressa</i>	春鹿蛾 <i>Eressa confinis</i> (Walker , 1854)
	猎夜蛾属 <i>Eublemma</i>	<i>Eublemma baccalix</i> (Swinhoe , 1886)
	黄毒蛾属 <i>Euproctis</i>	幻带黄毒蛾 <i>Euproctis varians</i> (Walker , 1855)
	铅拟灯蛾属 <i>Euplocia</i>	铅拟灯蛾 <i>Euplocia membliaria</i> (Cramer , 1780)

续表 1 Continued table 1

科 Family	属 Genus	种 (亚种) Species (subspecies)
	象夜蛾属 <i>Grammodes</i>	象夜蛾 <i>Grammodes geometrica</i> (Fabricius, 1775)
	亥夜蛾属 <i>Hydrillodes</i>	楞亥夜蛾 <i>Hydrillodes lentalis</i> Guenée, 1852
		印亥夜蛾 <i>Hydrillodes nilgiralis</i> Hampson, 1895
	鹰夜蛾属 <i>Hypocala</i>	钩鹰夜蛾 <i>Hypocala rostrata</i> (Fabricius, 1794)
		苹梢鹰夜蛾 <i>Hypocala subsatura</i> Guenée, 1852
	蓝条夜蛾属 <i>Ischyja</i>	蓝条夜蛾 <i>Ischyja manlia</i> (Cramer, 1776)
	长吻夜蛾属 <i>Marapana</i>	长吻夜蛾 <i>Marapana pulverata</i> Guenée, 1852
	闪拟灯蛾属 <i>Neochera</i>	闪拟灯蛾 <i>Neochera dominia</i> (Cramer, 1780)
目夜蛾科 Erebidae	美苔蛾属 <i>Miltochrista</i>	优美苔蛾 <i>Miltochrista striata</i> (Bremer & Grey, 1851)
		<i>Miltochrista cruciata</i> (Walker, 1862)
	毛胫夜蛾属 <i>Mocis</i>	实毛胫夜蛾 <i>Mocis frugalis</i> (Fabricius, 1775)
		毛胫夜蛾 <i>Mocis undata</i> (Fabricius, 1775)
	蝶灯蛾属 <i>Nyctemera</i>	粉蝶灯蛾 <i>Nyctemera adversata</i> (Schaller, 1788)
		毛胫蝶灯蛾 <i>Nyctemera coleta</i> (Cramer, 1781)
		蝶灯蛾 <i>Nyctemera lacticinia</i> (Cramer, 1777)
	奥苔蛾属 <i>Oeonistis</i>	英奥苔蛾 <i>Oeonistis entella</i> (Cramer, 1779)
	安钮夜蛾属 <i>Ophiusa</i>	安钮夜蛾 <i>Ophiusa tirhace</i> (Cramer, 1777)
	嘴壶夜蛾属 <i>Oraesia</i>	鸟嘴弧夜蛾 <i>Oraesia excavata</i> (Butler, 1878)
		嘴壶夜蛾 <i>Oraesia emarginata</i> (Fabricius, 1794)
	古毒蛾属 <i>Orgyia</i>	涡古毒蛾 <i>Orgyia turbata</i> Butler, 1879
	佩夜蛾属 <i>Oxyodes</i>	佩夜蛾 <i>Oxyodes scrobiculata</i> (Fabricius, 1775)
	同纹夜蛾属 <i>Pericyma</i>	凤凰木同纹夜蛾 <i>Pericyma cruegeri</i> (Butler, 1886)
	圆拟灯蛾属 <i>Peridrome</i>	圆拟灯蛾 <i>Peridrome obicularis</i> (Walker, 1854)
	透翅毒蛾属 <i>Perina</i>	榕透翅毒蛾 <i>Perina unda</i> (Fabricius, 1787)
	盗毒蛾属 <i>Porthesia</i>	双线盗毒蛾 <i>Porthesia scintillans</i> (Walker, 1856)
	洒夜蛾属 <i>Psimada</i>	洒夜蛾 <i>Psimada quadripennis</i> Walker, 1858
	斑翅夜蛾属 <i>Serrodos</i>	铃斑翅夜蛾 <i>Serrodos campana</i> Guenée, 1852
	污灯蛾属 <i>Spilarctia</i>	人纹污灯蛾 <i>Spilarctia subcarnea</i> (Walker, 1855)
	合夜蛾属 <i>Sympis</i>	合夜蛾 <i>Sympis rufibasis</i> Guenée, 1852
	<i>Syntomoides</i>	伊贝鹿蛾 <i>Syntomoides imaon</i> (Cramer, 1779)
	分夜蛾属 <i>Trigonodes</i>	分夜蛾 <i>Trigonodes hyppasia</i> (Cramer, 1779)
	星灯蛾属 <i>Utetheisa</i>	拟三色星灯蛾 <i>Utetheisa lotrix lotrix</i> (Cramer, 1779)
木蠹蛾科 Cossidae	<i>Polyphagozerra</i>	咖啡豹蠹蛾 <i>Polyphagozerra coffeae</i> Nietner, 1861
尺蛾科 Geometridae	造桥虫属 <i>Ascotis</i>	大造桥虫 <i>Ascotis selenaria</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)
	霜尺蛾属 <i>Cleora</i>	瑞霜尺蛾 <i>Cleora repulsaria</i> (Walker, 1860)
尺蛾科 Geometridae	钩翅尺蛾属 <i>Hyposidra</i>	剑钩翅尺蛾 <i>Hyposidra infixaria</i> (Walker, 1860)

续表 1 Continued table 1

科 Family	属 Genus	种 (亚种) Species (subspecies)
	粉尺蛾属 <i>Pingasa</i>	黄基粉尺蛾 <i>Pingasa ruginaria</i> (Guenée, 1857)
	樟翠尺蛾 <i>Thalassodes</i>	樟翠尺蛾 <i>Thalassodes quadraria</i> (Guenée, 1857)
宽蛾科 Depressariidae	草蛾属 <i>Ethmia</i>	点带草蛾 <i>Ethmia lineatonotella</i> (Moore, 1867)
刺蛾科 Limacodidae	双线刺蛾属 <i>Cania</i>	灰双线刺蛾 <i>Cania robusta</i> Hering, 1931
	黄刺蛾属 <i>Monema</i>	黄刺蛾 <i>Monema flavescens</i> Walker, 1855
	绿刺蛾属 <i>Parasa</i>	褐缘绿刺蛾 <i>Parasa consocia</i> Walker, 1865
弄蝶科 Hesperidae	谷弄蝶属 <i>Pelopidas</i>	南亚谷弄蝶指名亚种 <i>Pelopidas agna agna</i> (Moore, 1866)
灰蝶科 Lycaenidae	异灰蝶属 <i>Iraota</i>	铁木菜异灰蝶指名亚种 <i>Iraota timoleon timoleon</i> (Stol, 1790)
	吉灰蝶属 <i>Zizeeria</i>	吉灰蝶 <i>Zizeeria karsandra</i> (Moore, 1865)
夜蛾科 Noctuidae	绮夜蛾属 <i>Acontia</i>	大理石绮夜蛾 <i>Acontia marmoralis</i> (Fabricius, 1794)
	叶蕊夜蛾属 <i>Aegilia</i>	叶蕊夜蛾 <i>Aegilia describens</i> Walker, [1858]
	地夜蛾属 <i>Agrotis</i>	小地老虎 <i>Agrotis ipsilon</i> (Hufnagel, 1766)
	皙夜蛾属 <i>Chasmina</i>	曲缘皙夜蛾 <i>Chasmina candida</i> (Walker, 1865)
	银辉夜蛾属 <i>Chrysodeixis</i>	银辉夜蛾 <i>Chrysodeixis chalcites</i> (Esper, 1789)
	梳状夜蛾属 <i>Ctenoplusia</i>	银纹夜蛾 <i>Ctenoplusia agnata</i> (Staudinger, 1892)
		白条夜蛾 <i>Ctenoplusia albostrata</i> (Bremer & Grey, 1853)
	哈夜蛾属 <i>Hamodes</i>	斜线哈夜蛾 <i>Hamodes butleri</i> (Leech, 1900)
	铃夜蛾属 <i>Helicoverpa</i>	棉铃虫 <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, [1808])
		烟青虫 <i>Helicoverpa assulta</i> (Guenée, 1852)
	粘夜蛾属 <i>Leucania</i>	白点粘夜蛾 <i>Leucania loreyi</i> (Duponchel, 1827)
		白脉粘夜蛾 <i>Leucania venalba</i> (Moore, 1867)
	银锭夜蛾属 <i>Macdunnoughia</i>	银锭夜蛾 <i>Macdunnoughia crassisigna</i> (Warren, 1913)
	秘夜蛾属 <i>Mythimna</i>	暗灰秘夜蛾 <i>Mythimna consanguis</i> (Guenée, 1852)
		艳秘夜蛾 <i>Mythimna pulchra</i> (Snellen, [1886])
		回秘夜蛾 <i>Mythimna reversa</i> (Moore, 1884)
夜蛾科 Noctuidae	秘夜蛾属 <i>Mythimna</i>	粘虫 <i>Mythimna separata</i> Walker, 1865
	裁夜蛾属 <i>Pterogonia</i>	裁夜蛾 <i>Pterogonia episcopalis</i> Swinhoe, 1891
	蛀茎夜蛾属 <i>Sesamia</i>	稻蛀茎夜蛾 <i>Sesamia inferens</i> (Walker, 1856)
	灰翅夜蛾属 <i>Spodoptera</i>	圆灰翅夜蛾 <i>Spodoptera ciliatum</i> Guenée, 1852
		淡剑灰翅夜蛾 <i>Spodoptera depravata</i> (Butler, 1879)
		甜菜夜蛾 <i>Spodoptera exigua</i> (Hübner, 1808)
		斜纹夜蛾 <i>Spodoptera litura</i> (Fabricius, 1775)
		灰翅夜蛾 <i>Spodoptera mauritia</i> (Boisduval, 1833)
		彩灰翅夜蛾 <i>Spodoptera picta</i> (Guérin - Méneville, [1838])
	金杂夜蛾属 <i>Thysanoplusia</i>	拟中金翅夜蛾 <i>Thysanoplusia orichalcea</i> (Fabricius, 1775)
		网纹夜蛾 <i>Thysanoplusia reticulata</i> (Moore, 1882)

续表 1 Continued table 1

科 Family	属 Genus	种 (亚种) Species (subspecies)
	粉纹夜蛾属 <i>Trichoplusia</i>	粉斑夜蛾 <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner , [1803])
	黄夜蛾属 <i>Xanthodes</i>	黄夜蛾 <i>Xanthodes albago</i> (Fabricius , 1794)
		犁纹黄夜蛾 <i>Xanthodes transversa</i> Guenée , 1852
	<i>Pardoxia</i>	<i>Pardoxia graellsii</i> (Feisthamel , 1837)
瘤蛾科 Nolidae	钻夜蛾属 <i>Earias</i>	鼎点金刚钻 <i>Earias cupreoviridis</i> (Walker , 1862)
		埃及金刚钻 <i>Earias insulana</i> (Boisduval , 1833)
舟蛾科 Notodontidae	亥齿舟蛾属 <i>Hyperaeschrella</i>	双线亥齿舟蛾 <i>Hyperaeschrella nigribasis</i> (Hampson , [1893])
	查舟蛾属 <i>Chadisra</i>	后白查舟蛾 <i>Chadisra bipartita</i> (Matsumura , 1925)
蛱蝶科 Nymphalidae	锯眼蝶属 <i>Elymnias</i>	翠袖锯眼蝶海南亚种 <i>Elymnias hypermnestra hainana</i> Moore , 1878
	眼蛱蝶属 <i>Junonia</i>	美眼蛱蝶指名亚种 <i>Junonia almana almana</i> (Linnaeus , 1758)
	暮眼蝶属 <i>Melanitis</i>	暮眼蝶海南亚种 <i>Melanitis leda ismene</i> (Cramer , 1775)
凤蝶科 Papilionidae	凤蝶属 <i>Papilio</i>	玉带凤蝶海南亚种 <i>Papilio polytes mandane</i> Rothschild , 1895
粉蝶科 Pieridae	迁粉蝶属 <i>Catopsilia</i>	迁粉蝶 <i>Catopsilia pomona</i> (Fabricius , 1775)
		梨花迁粉蝶海南亚种 <i>Catopsilia pyranthe chryseis</i> (Drury , [1773])
	黄粉蝶属 <i>Eurema</i>	宽边黄粉蝶海南亚种 <i>Eurema hecabe subdecorate</i> (Moore , 1878)
粉蝶科 Pieridae	青粉蝶属 <i>Pareronia</i>	青粉蝶海南亚种 <i>Pareronia anais hainanensis</i> Fruhstorfer , 1912
菜蛾科 Plutellidae	菜蛾属 <i>Plutella</i>	小菜蛾 <i>Plutella xylostella</i> (Linnaeus , 1758)
蓑蛾科 Psychidae	<i>Acanthopsyche</i>	碧岵蓑蛾 <i>Acanthopsyche bipars</i> (Walker , 1865)
	<i>Eumeta</i>	南大蓑蛾 <i>Eumeta variegata</i> (Snellen , 1879)
羽蛾科 Pterophoridae	羽蛾属 <i>Pterophorus</i>	<i>Pterophorus niveodactyla</i> (Pagenstecher , 1900)
螟蛾科 Pyralidae	蜡螟属 <i>Galleria</i>	大蜡螟 <i>Galleria mellonella</i> (Linnaeus , 1758)
	英斑螟属 <i>Etiella</i>	豆英斑螟 <i>Etiella zinckenella</i> (Treitschke , 1832)
	瘤丛螟属 <i>Orthaga</i>	栗叶瘤丛螟 <i>Orthaga achatina</i> (Butler , 1878)
	秆野螟属 <i>Ostrinia</i>	亚洲玉米螟 <i>Ostrinia furnacalis</i> (Guenée , 1854)
绢蛾科 Scythrididae	<i>Eretmocera</i>	黄斑绢蛾 <i>Eretmocera impactella</i> (Walker , 1864)
天蛾科 Sphingidae	面形天蛾属 <i>Acherontia</i>	鬼脸天蛾 <i>Acherontia lachesis</i> (Fabricius , 1798)
		赭带鬼脸天蛾 <i>Acherontia atropos</i> (Linnaeus , 1758)
	缺角天蛾属 <i>Acosmeryx</i>	斜带缺角天蛾 <i>Acosmeryx shervillii</i> Boisduval , [1875]
	薯天蛾属 <i>Agrius</i>	甘薯天蛾 <i>Agrius convolvuli</i> (Linnaeus , 1758)
	鹰翅天蛾属 <i>Ambulyx</i>	鹰翅天蛾 <i>Ambulyx ochracea</i> Butler , 1885
		橄榄鹰翅天蛾 <i>Ambulyx moorei</i> Moore , [1858]
		栎鹰翅天蛾 <i>Ambulyx obliterated</i> Rothschild , 1920
	绿天蛾属 <i>Callambulyx</i>	榆绿天蛾 <i>Callambulyx tatarinovi</i> (Bremer & Grey , 1853)
	透翅天蛾属 <i>Cephonodes</i>	咖啡透翅天蛾 <i>Cephonodes hylas</i> (Linnaeus , 1771)
	豆天蛾属 <i>Clanis</i>	豆天蛾 <i>Clanis bilineata tsingtauca</i> Mell , 1922
		洋槐天蛾 <i>Clanis deucalion</i> (Walker , 1856)

续表 1 Continued table 1

科 Family	属 Genus	种 (亚种) Species (subspecies)
	芒果天蛾属 <i>Compsogene</i>	芒果天蛾 <i>Compsogene panopus</i> (Cramer, 1779)
	<i>Craspedortha</i>	<i>Craspedortha porphyria</i> (Butler, 1876)
	白腰天蛾属 <i>Daphnis</i>	茜草白腰天蛾 <i>Daphnis hypothous</i> (Cramer, 1780)
		夹竹桃天蛾 <i>Daphnis nerri</i> (Linnaeus, 1758)
		白腰天蛾 <i>Daphnis placida</i> (Walker, 1856)
天蛾科 Sphingidae	斜线天蛾属 <i>Hippotion</i>	云斑斜线天蛾 <i>Hippotion velox</i> (Fabricius, 1973)
		浅斑斜线天蛾 <i>Hippotion echeclus</i> (Boisduval, 1875)
	长喙天蛾属 <i>Macroglossum</i>	长喙天蛾 <i>Macroglossum corythus</i> luteata (Butler, 1875)
		<i>Macroglossum mediovitta</i> Rothschild & Jordan, 1903
		黑长喙天蛾 <i>Macroglossum pyrhosticta</i> Butler, 1875
	六点天蛾属 <i>Marumba</i>	椴六点天蛾 <i>Marumba dyras</i> (Walker, 1856)
		枣桃六点天蛾 <i>Marumba gaschkewitschi gaschkewitschi</i> (Bremer & Grey, 1853)
	红天蛾属 <i>Pergesa</i>	红天蛾 <i>Pergesa elpenor lewisi</i> (Butler, 1875)
		<i>Pergesa acteus</i> (Cramer, 1779)
	霜天蛾属 <i>Psilogramma</i>	丁香天蛾 <i>Psilogramma increta</i> (Walker, 1965)
		霜天蛾 <i>Psilogramma menephron</i> (Cramer, 1780)
	斜纹天蛾属 <i>Theretra</i>	斜纹天蛾 <i>Theretra clotho clotho</i> (Drury, 1773)
		雀纹天蛾 <i>Theretra japonica</i> (Boisduval, 1869)
		海南土色斜纹天蛾 <i>Theretra latreillei distincta</i> Mell, 1928
		土色斜纹天蛾 <i>Theretra latreillei latreillei</i> (Mcleay, 1928)
		青背斜纹天蛾 <i>Theretra nessus</i> (Drury, 1773)
		芋双线天蛾 <i>Theretra oldenlandiae</i> (Fabricius, 1775)
		赭斜纹天蛾 <i>Theretra pallicosta</i> (Walker, 1856)
		芋单线天蛾 <i>Theretra silhetensis</i> (Walker, 1856)
大蚕蛾科 Saturniidae	尾蚕蛾属 <i>Actias</i>	宁波尾大蚕蛾 <i>Actias ningpoana</i> Felder & Felder, 1862
	樗蚕蛾属 <i>Samia</i>	王氏樗蚕 <i>Samia wangi</i> Naumann & Peigler, 2001
斑蛾科 Zygaenidae	环锦斑蛾属 <i>Cyclosia</i>	豹点环锦斑蛾 <i>Cyclosia panthona</i> (Stoll, [1780])

表 2 半翅目高空灯诱昆虫名录

Table 2 Catalogue of Hemiptera insects captured by vertical search-light trap in Lingshui

科 Family	属 Genus	种 (亚种) Species (subspecies)
蛛缘蝽科 Alydidae	蜂缘蝽属 <i>Riptortus</i>	点蜂缘蝽 <i>Riptortus pedestris</i> (Fabricius, 1775)
裂木虱科 Carsidaridae	瘦木虱属 <i>Mesohomotoma</i>	黄瑾瘦木虱 <i>Mesohomotoma camphorae</i> Kuwayama, 1908
蝉科 Cicadidae	螗蛄属 <i>Platypleura</i>	黄螗蛄 <i>Platypleura hilpa</i> Walker, 1850
	马蝉属 <i>Platylomia</i>	皱瓣马蝉 <i>Platylomia radha</i> (Distant, 1881)

续表 2 Continued table 2

科 Family	属 Genus	种 (亚种) Species (subspecies)	
飞虱科 Delphacidae	纹翅飞虱属 <i>Cemus</i>	黑点纹翅飞虱 <i>Cemus nigromaculosus</i> (Muir, 1917) 索特纹翅飞虱 <i>Cemus sauteri</i> (Muir, 1917)	
	扁飞虱属 <i>Eoerysa</i>	甘蔗扁飞虱 <i>Eoerysa flavocapitata</i> Muir, 1913	
	长口飞虱属 <i>Euidellana</i>	浅脊长口飞虱 <i>Euidellana celadon</i> Fennah, 1973	
	背刺飞虱属 <i>Hagamiodes</i>	暗尾背刺飞虱 <i>Hagamiodes fuscicaudata</i> (Muir, 1917)	
	淡肩飞虱属 <i>Harmalia</i>	暗黑淡肩飞虱 <i>Harmalia obscura</i> Ding, 2006 白颈淡肩飞虱 <i>Harmalia sirokata</i> (Marsumura & Ishibara, 1945)	
	小飞虱属 <i>Horcoma</i>	乳翅小飞虱 <i>Horcoma colorata lacteipennis</i> (Muir, 1971)	
	刺缘飞虱属 <i>Indozurriel</i>	喙突刺缘飞虱 <i>Indozurriel rostri</i> Ding & Zhou, 1991	
	宽头飞虱属 <i>Ishiharodelphax</i>	小宽头飞虱 <i>Ishiharodelphax matsuyamensis</i> (Ishibara, 1952)	
	阔条飞虱属 <i>Latistria</i>	埃乌阔条飞虱 <i>Latistria eupompe</i> (Kirkaldy, 1907) 淡黄阔条飞虱 <i>Latistria flavotestacea</i> Kuoh, 1980 普拉阔条飞虱 <i>Latistria placitus</i> (Van Duzee, 1937)	
	梅塔飞虱属 <i>Metadelphax</i>	黑边梅塔飞虱 <i>Metadelphax propinqua</i> (Fieber, 1866)	
	棒突飞虱属 <i>Neometopina</i>	澎湖棒突飞虱 <i>Neometopina penghuensis</i> Yang, 1989	
	褐飞虱属 <i>Nilaparvata</i>	褐飞虱 <i>Nilaparvata lugens</i> (Stål, 1854) 拟褐飞虱 <i>Nilaparvata bakeri</i> (Muir, 1917)	
	瓶额飞虱属 <i>Numata</i>	瓶额飞虱 <i>Numata muiri</i> (Kirkaldy, 1907)	
	平顶飞虱属 <i>Nycheuma</i>	黄褐平顶飞虱 <i>Nycheuma coctum</i> Yang, 1989 茶褐平顶飞虱 <i>Nycheuma cognatum</i> (Muir, 1919)	
	皱茎飞虱属 <i>Opiconsiva</i>	白肩皱茎飞虱 <i>Opiconsiva albicollis</i> (Motschulsky, 1863) 黑皱茎飞虱 <i>Opiconsiva nigra</i> Ding & Tian, 1980	
	飞虱科 Delphacidae	披突飞虱属 <i>Paleg</i>	刺披突飞虱 <i>Palego simulator</i> (Fennah, 1978)
		花翅飞虱属 <i>Peregrinus</i>	玉米花翅飞虱 <i>Peregrinus maidis</i> (Ashmead, 1890)
		扁角飞虱属 <i>Perkinsiella</i>	黑距扁角飞虱 <i>Perkinsiella bakeri</i> Muir, 1916 甘蔗扁角飞虱 <i>Perkinsiella saccharicida</i> Kirkaldy, 1903
		片飞虱属 <i>Platycorpus</i>	儋片飞虱 <i>Platycorpus nadaensis</i> Ding, 1983
		喙头飞虱属 <i>Sardia</i>	喙头飞虱 <i>Sardia rostrata</i> Melichar, 1903
白背飞虱属 <i>Sogatella</i>		白背飞虱 <i>Sogatella furcifera</i> (Horváth, 1899) 烟翅白背飞虱 <i>Sogatella kolophon</i> (Kirkaldy, 1907) 稗飞虱 <i>Sogatella vibix</i> (Haupt, 1927)	
宽片飞虱属 <i>Syndelphax</i>		长突宽片飞虱 <i>Syndelphax disonymos</i> (Kirkaldy, 1907)	
中带飞虱属 <i>Tagosodes</i>		白中带飞虱 <i>Tagosodes baina</i> (Ding & Kuoh, 1981) 丽中带飞虱 <i>Tagosodes pusanus</i> (Distant, 1912)	
白条飞虱属 <i>Terthron</i>		白条飞虱 <i>Terthron albobittatum</i> (Matsumura, 1900)	
托亚飞虱属 <i>Toya</i>		黑面托亚飞虱 <i>Toya terryi</i> (Muir, 1917)	

续表 2 Continued table 2

科 Family	属 Genus	种 (亚种) Species (subspecies)
	匙顶飞虱属 <i>Tripidocephala</i>	美丽匙顶飞虱 <i>Tripidocephala speciosa</i> Ding, 2006
	姬飞虱属 <i>Ulanar</i>	姬飞虱 <i>Ulanar muiri</i> (Metcalf, 1943)
网蝽科 Tingidae	冠网蝽属 <i>Stephanitis</i>	香蕉冠网蝽 <i>Stephanitis typica</i> (Distant, 1903)
负子蝽科 Belostomatidae	负子蝽属 <i>Diplonychus</i>	锈色负子蝽 <i>Diplonychus rusticus</i> Fabricius, 1871
叶蝉科 Cicadellidae	小绿叶蝉属 <i>Empoasca</i>	棉叶蝉 <i>Empoasca biguttula</i> (Ishida, 1913)
	菱纹叶蝉属 <i>Hishimonus</i>	凹缘菱纹叶蝉 <i>Hishimonus sellatus</i> (Uhler, 1896)
	黑尾叶蝉属 <i>Nephotettix</i>	黑尾叶蝉 <i>Nephotettix cincticeps</i> Uhler, 1896
	纹叶蝉属 <i>Recilia</i>	二点黑尾叶蝉 <i>Nephotettix virescens</i> (Distant, 1908)
		电光叶蝉 <i>Recilia dorsalis</i> Motschulsky, 1859
缘蝽科 Coreidae	棘缘蝽属 <i>Cletus</i>	稻棘缘蝽 <i>Cletus punctiger</i> (Dallas, 1852)
	副黛缘蝽属 <i>Paradasynus</i>	刺副黛缘蝽 <i>Paradasynus spinosus</i> Hsiao, 1963
划蝽科 Corixidae	烁划蝽属 <i>Sigara</i>	横纹烁划蝽 <i>Sigara distorta</i> (Distant, 1911)
土蝽科 Cydnidae	鳖土蝽属 <i>Adisa</i>	大鳖土蝽 <i>Adisa magna</i> (Uhler, 1860)
象蜡蝉科 Dictyopharidae	彩象蜡蝉属 <i>Raivuna</i>	中野彩象蜡蝉 <i>Raivuna nakanonis</i> (Matsumura, 1910)
蛾蜡蝉科 Flatidae	络蛾蜡蝉属 <i>Lawana</i>	紫络蛾蜡蝉 <i>Lawana imitata</i> (Melichar, 1902)
大眼长蝽科 Geocoridae	大眼长蝽属 <i>Geocoris</i>	宽大眼长蝽 <i>Geocoris varius</i> (Uhler, 1860)
大红蝽科 Largidae	巨红蝽属 <i>Macrocheraia</i>	巨红蝽 <i>Macrocheraia grandis</i> (Gray, 1832)
盲蝽科 Miridae	后丽盲蝽属 <i>Apolygus</i>	绿盲蝽 <i>Apolygus lucorum</i> (Meyer-Dür, 1843)
	盔盲蝽属 <i>Cyrtorhinus</i>	黑肩绿盲蝽 <i>Cyrtorhinus lividipennis</i> Reuter, 1884
	多盲蝽属 <i>Dortus</i>	黑带多盲蝽 <i>Dortus chinai</i> Miyamoto, 1965
	烟盲蝽属 <i>Nesidiocoris</i>	烟盲蝽 <i>Nesidiocoris tenuis</i> (Reuter, 1895)
	军配盲蝽属 <i>Stethoconus</i>	统帅军配盲蝽 <i>Stethoconus praefectus</i> (Distant, 1909)
蝽科 Pentatomidae	棕蝽属 <i>Castrus</i>	棕蝽 <i>Castrus obscurus</i> (Distant, 1901)
	斑须蝽属 <i>Dolycoris</i>	斑须蝽 <i>Dolycoris baccarum</i> (Linnaeus, 1758)
	二星蝽属 <i>Eysarcoris</i>	描纹二星蝽 <i>Eysarcoris montivagus</i> Distant, 1904
	谷蝽属 <i>Gonopsis</i>	谷蝽 <i>Gonopsis affinis</i> (Uhler, 1860)
	茶翅蝽属 <i>Halyomorpha</i>	茶翅蝽 <i>Halyomorpha halys</i> Stål, 1855
	梭蝽属 <i>Megarrhamphus</i>	平尾梭蝽 <i>Megarrhamphus truncatus</i> (Westwood, 1837)
	绿蝽属 <i>Nezara</i>	稻绿蝽 <i>Nezara viridula</i> (Linnaeus, 1758)
蝽科 Pentatomidae	壁蝽属 <i>Piezodorus</i>	豆壁蝽 <i>Piezodorus hybneri</i> (Gmelin, 1790)
	珀蝽属 <i>Plautia</i>	珀蝽 <i>Plautia crossota</i> (Dallas, 1851)
木虱科 Psyllidae	异木虱属 <i>Heteropsylla</i>	银合欢异木虱 <i>Heteropsylla cubana</i> Crawford, 1914
红蝽科 Pyrrhocoridae	颈红蝽属 <i>Antilochus</i>	颈红蝽 <i>Antilochus coquebertii</i> (Fabricius, 1803)
	棉红蝽属 <i>Dysdercus</i>	叉带棉红蝽 <i>Dysdercus decussatus</i> Boisduval, 1835
		<i>Dysdercus philippinus</i> Herrich-Schäffer, 1853
	斑红蝽属 <i>Physopelta</i>	小斑红蝽 <i>Physopelta cincticollis</i> Stål, 1863

续表 2 Continued table 2

科 Family	属 Genus	种 (亚种) Species (subspecies)
		突背斑红蜡 <i>Physopelta gutta</i> (Burmeister, 1834)
猎蝽科 Reduviidae	黄足猎蝽属 <i>Sirthenea</i>	黄足猎蝽 <i>Sirthenea flavipes</i> (Stål, 1855)
姬缘蝽科 Rhopalidae	<i>Leptocoris</i>	<i>Leptocoris augur</i> (Fabricius, 1781)
地长蝽科	微长蝽属 <i>Botocudo</i>	六斑微长蝽 <i>Botocudo formosanus</i> (Hidaka, 1959)
Rhyparochromidae	刺脛长蝽属 <i>Horridipamera</i>	褐刺脛长蝽 <i>Horridipamera inconspicua</i> (Dallas, 1852)
	斑地长蝽属 <i>Panaorus</i>	白斑地长蝽 <i>Panaorus albomaculatus</i> (Scott, 1874)
	圆眼长蝽属 <i>Pseudopachybrachius</i>	圆眼长蝽 <i>Pseudopachybrachius guttus</i> (Dallas, 1852)
广翅蜡蝉科 Ricaniidae	广翅蜡蝉属 <i>Ricania</i>	八点广翅蜡蝉 <i>Ricania speculum</i> (Walker, 1851)
盾蝽科 Scutelleridae	角盾蝽属 <i>Cantao</i>	角盾蝽 <i>Cantao ocellatus</i> (Thunberg, 1784)

表 3 高空灯诱鞘翅目昆虫名录

Table 3 Catalogue of Coleoptera insects captured by vertical search-light trap in Lingshui

科 Family	属 Genus	种 (亚种) Species (subspecies)
蚊形甲科 Anthicidae	<i>Striticollis</i>	<i>Striticollis tobias</i> (Marseul, 1879)
长蠹科 Bostrichidae	异翅长蠹属 <i>Heterobostrychus</i>	双钩异翅长蠹 <i>Heterobostrychus aequalis</i> (Waterhouse, 1844)
	双棘长蠹属 <i>Sinoxylon</i>	双棘长蠹 <i>Sinoxylon anale</i> Lesne, 1897
步甲科 Carabidae	线角步甲属 <i>Aephnidius</i>	隐线角步甲 <i>Aephnidius adelioides</i> (Macleay, 1825)
	<i>Archicolluris</i>	双斑长颈步甲 <i>Archicolluris bimaculata</i> (Redtenbacher, 1844)
	星步甲属 <i>Calosoma</i>	中华星步甲 <i>Calosoma chinense</i> Kirby, 1819
	青步甲属 <i>Chlaenius</i>	双斑青步甲 <i>Chlaenius bioculatus</i> Chaudoir, 1856
		宽逗斑青步甲 <i>Chlaenius hamifer</i> Chaudoir, 1856
		亮颈青步甲 <i>Chlaenius leucops</i> (Wiedemann, 1823)
		毛胸青步甲 <i>Chlaenius naeviger</i> A. Morawitz, 1862
		大黄缘青步甲 <i>Chlaenius nigricans</i> Wiedemann, 1821
		方胸青步甲 <i>Chlaenius tetragonoderus</i> Chaudoir, 1876
	裂附步甲属 <i>Dischissus</i>	拟背裂附步甲 <i>Dischissus notulatoides</i> Xie & Yu, 1991
	逮步甲属 <i>Drypta</i>	条逮步甲 <i>Drypta lineola</i> Macleay, 1825
	<i>Ophionea</i>	<i>Ophionea ishii</i> Habu, 1961
	屁步甲属 <i>Pheropsophus</i>	爪哇屁步甲 <i>Pheropsophus javanus</i> (Dejean, 1825)
		广屁步甲 <i>Pheropsophus occipitalis</i> (Macleay, 1825)
象甲科 Curculionidae	灰象属 <i>Hypomeces</i>	蓝绿象 <i>Hypomeces squamosus</i> (Fabricius, 1792)
	芒果象甲属 <i>Sternochetus</i>	芒果象甲 <i>Sternochetus frigidus</i> (Fabricius, 1787)
金龟科 Scarabaeidae	喙丽金龟属 <i>Adoretus</i>	隆拱喙丽金龟 <i>Adoretus convexus</i> Burmeister, 1855
	洁蛻螂属 <i>Catharsius</i>	神农洁蛻螂 <i>Catharsius molossus</i> (Linnaeus, 1758)
	异丽金龟属 <i>Anomala</i>	古黑异丽金龟 <i>Anomala antiqua</i> (Gyllenhal, 1817)
		红脚异丽金龟 <i>Anomala rubripes</i> Lin, 1996

续表 3 Continued table 3

科 Family	属 Genus	种 (亚种) Species (subspecies)
	鳞鳃金龟属 <i>Lepidiota</i>	痣鳞鳃金龟 <i>Lepidiota bimaculata</i> (Saunders, 1839)
	码绢金龟属 <i>Maladera</i>	日本码绢金龟 <i>Maladera japonica</i> (Motschusky, 1860)
		小阔胫码绢金龟 <i>Maladera ovatula</i> Fairmaire, 1891
金龟科 Scarabaeidae	蛀犀金龟属 <i>Oryctes</i>	椰蛀犀金龟 <i>Oryctes rhinoceros</i> (Linnaeus, 1758)
	四齿金龟属 <i>Parastasia</i>	缅甸四齿金龟 <i>Parastasia birmana</i> Arrow, 1899
	木犀金龟属 <i>Xylotrupes</i>	橡胶木犀金龟 <i>Xylotrupes gideon</i> (Linnaeus, 1767)
卷象科 Attelabidae	<i>Deporaus</i>	芒果切叶象甲 <i>Deporaus marginatus</i> (Pascoe, 1883)
三锥象甲科 Brentidae	甘薯象属 <i>Cylas</i>	甘薯小象甲 <i>Cylas formicarius</i> (Fabricius, 1798)
天牛科 Cerambycidae	土天牛属 <i>Dorysthenes</i>	蔗根土天牛 <i>Dorysthenes granulatus</i> (Thomson, 1860)
	截突天牛属 <i>Prosoplus</i>	本氏截突天牛 <i>Prosoplus bankii</i> (Fabricius, 1775)
	缝角天牛属 <i>Ropica</i>	双星缝角天牛 <i>Ropica dorsalis</i> Schwarzer, 1925
	凿点天牛属 <i>Stromatium</i>	长角栎天牛 <i>Stromatium longicorne</i> Newman, 1842
	双条天牛属 <i>Xystrocera</i>	合欢双条天牛 <i>Xystrocera globosa</i> (Olivier, 1795)
花金龟科 Cetoniidae	奇花金龟属 <i>Agestrata</i>	绿奇花金龟 <i>Agestrata orichalca</i> (Linnaeus, 1789)
叶甲科 Chrysomelidae	守瓜属 <i>Aulacophora</i>	柳氏黑守瓜 <i>Aulacophora lewisii</i> Baly, 1886
		印度黄守瓜 <i>Aulacophora indica</i> (Gmelin, 1790)
	凸额扁叶甲属 <i>Brontispa</i>	椰心叶甲 <i>Brontispa longissima</i> (Gestro, 1885)
	瘤背豆象属 <i>Callosobruchus</i>	绿豆象 <i>Callosobruchus chinensis</i> (Linnaeus, 1758)
	条跳甲属 <i>Phyllotreta</i>	黄曲条跳甲 <i>Phyllotreta striolata</i> Fabricius, 1801
瓢虫科 Coccinellidae	瓢虫属 <i>Coccinella</i>	狭臀瓢虫 <i>Coccinella transversalis</i> Fabricius, 1781
	和谐瓢虫属 <i>Harmonia</i>	异色瓢虫 <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773)
		八斑和瓢虫 <i>Harmonia octomaculata</i> (Fabricius, 1781)
	兼食瓢虫属 <i>Micraspis</i>	稻红瓢虫 <i>Micraspis discolor</i> (Fabricius, 1798)
	龟纹瓢虫属 <i>Propylea</i>	龟纹瓢虫 <i>Propylea japonica</i> (Thunberg, 1781)
龙虱科 Dytiscidae	真龙虱属 <i>Cybister</i>	黄缘真龙虱 <i>Cybister bengalensis</i> Aubé, 1838
	齿缘龙虱属 <i>Eretes</i>	齿缘龙虱 <i>Eretes sticticus</i> (Linnaeus, 1767)
伪瓢虫科 Endomychidae	弯伪瓢虫属 <i>Ancylopus</i>	四斑伪瓢虫 <i>Ancylopus pictus</i> Wiedemann, 1823
小蠹科 Scolytidae	粒材小蠹属 <i>Xyleborus</i>	四粒材小蠹 <i>Xyleborus similis</i> Ferrari, 1867
埋葬甲科 Silphidae	葬甲属 <i>Nicrophorus</i>	尼负葬甲 <i>Nicrophorus nepalensis</i> Hope, 1831
埋葬甲科 Silphidae	盾葬甲属 <i>Diamesus</i>	横纹盾葬甲 <i>Diamesus osculans</i> (Vigors, 1825)
锯谷盗科 Silvanidae	<i>Monanus</i>	T形斑锯谷盗 <i>Monanus concinnulus</i> (Walker, 1858)
	<i>Psammoecus</i>	三星谷盗 <i>Psammoecus triguttatus</i> Reitter, 1874
锯谷盗科 Silvanidae	<i>Silvanus</i>	双齿谷盗 <i>Silvanus bidentatus</i> (Fabricius, 1792)
隐翅虫科 Staphylinidae	毒隐翅虫属 <i>Paederus</i>	梭毒隐翅虫 <i>Paederus fuscipes</i> Curtis, 1826

表 4 高空灯诱其它昆虫名录

Table 4 Catalogue of other insect orders captured by vertical search-light trap in Lingshui

目 Order	科 Family	属 Genus	种 (亚种) Species (subspecies)	
直翅目 Orthoptera	蝗科 Acrididae	绿纹蝗属 <i>Aiolopus</i>	花胫绿纹蝗 <i>Aiolopus tamulus</i> (Fabricius, 1798)	
		疣蝗属 <i>Trilophidia</i>	疣蝗 <i>Trilophidia annulata</i> (Thunberg, 1815)	
	蟋蟀科 Gryllidae	蟋蟀属 <i>Gryllus</i>	双斑蟋 <i>Gryllus bimaculatus</i> De Geer, 1773	
		姬蟋属 <i>Modicogryllus</i>	南姬蟋 <i>Modicogryllus consobrinus</i> (Saussure, 1877)	
		树蟋属 <i>Oecanthus</i>	青树蟋 <i>Oecanthus euryelytra</i> Ichikawa, 2001	
			印度树蟋 <i>Oecanthus indicus</i> Saussure, 1878	
		油葫芦属 <i>Teleogryllus</i>	南方油葫芦 <i>Teleogryllus mitratus</i> (Brumeister, 1838)	
	蝼蛄科 Gryllotalpidae	蝼蛄属 <i>Gryllotalpa</i>	东方蝼蛄 <i>Gryllotalpa orientalis</i> Burmeister, 1838	
	锥头蝗科 Pyrgomorphidae	负蝗属 <i>Atractomorpha</i>	短额负蝗 <i>Atractomorpha sinensis</i> Bolivar, 1905	
	螽斯科 Tettigoniidae	草螽属 <i>Conocephalus</i>	竹草螽 <i>Conocephalus bambusanus</i> Ingrisch, 1990	
			斑翅草螽 <i>Conocephalus maculates</i> (Le Guillou, 1841)	
	蛉蟋科 Trigonidiidae	墨蛉蟋属 <i>Homoeoxipha</i>	墨蛉 <i>Homoeoxipha obliterated</i> (Caudell, 1927)	
			斑翅灰针蟋 <i>Polionemobius taprobanensis</i> (Walker, 1869)	
			灰斜蛉蟋 <i>Trigonidium humbertianum</i> (Saussure, 1878)	
蜻蜓目 Odonata	蜓科 Aeshnidae	长尾蜓属 <i>Gynacantha</i>	细腰长尾蜓 <i>Gynacantha subinterrupta</i> Rambur, 1842	
	螳科 Coenagrionidae	小螳属 <i>Agriocnemis</i>	黄尾小螳 <i>Agriocnemis pygmaea</i> (Rambur, 1842)	
		褐斑异痣螳 <i>Ischnura</i>	褐斑异痣螳 <i>Ischnura senegalensis</i> (Rambur, 1842)	
	蜻科 Libellulidae	灰蜻属 <i>Orthetrum</i>	狭腹灰蜻 <i>Orthetrum sabium sabium</i> (Drury, 1770)	
			黄蜻属 <i>Pantala</i>	黄蜻 <i>Pantala flavescens</i> (Fabricius, 1798)
			云斑蜻属 <i>Tholymis</i>	云斑蜻 <i>Tholymis tillarga</i> (Fabricius, 1798)
	蜚蠊目 Blattodea	匍蜚蠊科 Blaberidae	蔗蠊属 <i>Pyenoscelus</i>	蔗蠊 <i>Pyenoscelus surinamensis</i> (Linnaeus, 1758)
蜚蠊科 Blattidae		大蠊属 <i>Periplaneta</i>	美洲大蠊 <i>Periplaneta americana</i> (Linnaeus, 1758)	
			斜翅姬蠊科 Ectobiidae	巴蠊属 <i>Balta</i>
		小蠊属 <i>Blatella</i>	德国小蠊 <i>Blatella germanica</i> Linnaeus, 1767	
鼻白蚁科 Rhinotermitidae		乳白蚁属 <i>Coptotermes</i>	台湾乳白蚁 <i>Coptotermes formosanus</i> Shiraki, 1909	
膜翅目 Hymenoptera	蜜蜂科 Apidae	蜜蜂属 <i>Apis</i>	东方蜜蜂 <i>Apis cerana</i> Fabricius, 1793	

续表 4 Continued table 4

目 Order	科 Family	属 Genus	种 (亚种) Species (subspecies)
			大蜜蜂 <i>Apis dorsata</i> Fabricius, 1793
	茧蜂科 Braconidae	愈腹茧蜂属 <i>Phanerotoma</i>	黄愈腹茧蜂 <i>Phanerotoma flava</i> Ashmead, 1906
		滑茧蜂属 <i>Homolobus</i>	拟截距滑茧蜂 <i>Homolobus (Apatia) truncatoides</i> van Achterberg, 1979
	姬蜂科 Ichneumonidae	细颚姬蜂属 <i>Enicospilus</i>	黑斑细颚姬蜂 <i>Enicospilus melanocarpus</i> Cameron, 1902
		离缘姬蜂属 <i>Trathala</i>	黄眶离缘姬蜂 <i>Trathala flavo-orbitalis</i> (Cameron, 1907)
脉翅目 Neuroptera	草蛉科 Chrysopidae	草蛉属 <i>Chrysopa</i>	彩面草蛉 <i>Chrysopa pictifacialis</i> Yang, 1988
		通草蛉属 <i>Chrysoperla</i>	小齿通草蛉 <i>Chrysoperla annae</i> Brooks, 1994
		叉草蛉属 <i>Pseudomallada</i>	异色叉草蛉 <i>Pseudomallada allochroma</i> Yang & Yang, 1999
	褐蛉科 Hemerobiidae	蒿褐蛉属 <i>Psectra</i>	暹罗蒿褐蛉 <i>Psectra siamica</i> Nakahara & Kuwayama, 1961
双翅目 Diptera	摇蚊科 Chironomidae	摇蚊属 <i>Chironomus</i>	爪哇摇蚊 <i>Chironomus javanus</i> Kieffer, 1924
		多足摇蚊属 <i>Polypedilum</i>	云集多足摇蚊 <i>Polypedilum nubifer</i> (Skus, 1889)
		长足摇蚊属 <i>Tanytus</i>	刺铗长足摇蚊 <i>Tanytus punctipennis</i> Meigen, 1818
		长附摇蚊属 <i>Tanytarsus</i>	台湾长附摇蚊 <i>Tanytarsus formosanus</i> Kieffer, 1912
	水虻科 Stratiomyidae	扁角水虻属 <i>Hermetia</i>	<i>Hermetia illucens</i> (Linnaeus, 1758)
双翅目 Diptera	食蚜蝇科 Syrphidae	斑眼蚜蝇属 <i>Eristalinus</i>	棕腿斑眼蚜蝇 <i>Eristalinus arvorum</i> (Fabricius, 1787)
	实蝇科 Tephritidae	离腹寡毛实蝇属 <i>Bactrocera</i>	橘小实蝇 <i>Bactrocera dorsalis</i> (Hendel, 1912)
螳螂目 Mantodea	螳螂科 Mantidae	斧螳属 <i>Hierodula</i>	广斧螳螂 <i>Hierodula patellifera</i> Serville, 1839
		静螳属 <i>Statilia</i>	棕静螳 <i>Statilia maculata</i> (Thunberg, 1784)
		刀螳属 <i>Tenodera</i>	中华刀螳 <i>Tenodera sinensis</i> (Saussure, 1871)
革翅目 Dermaptera	蠼螋科 Labiduridae	蠼螋属 <i>Labidura</i>	蠼螋 <i>Labidura riparia</i> Pallas, 1773
蜉蝣目 Ephemeroptera	蜉蝣科 Ephemeraeidae	蜉蝣属 <i>Ephemera</i>	海南蜉 <i>Ephemera hainanensis</i> You & Gui, 1995
毛翅目 Trichoptera	纹石蛾科 Hydropsychidae	长角纹石蛾属 <i>Macrostemum</i>	斑长角纹石蛾 <i>Macrostemum lautum</i> (Maclaenlan)

2.3 群落多样性

两年共鉴定 94 601 头已知昆虫, 其中 2017 年鉴定 47 834 头昆虫, 隶属于 10 目 41 科 125 属 156 种 (亚种); 2018 年鉴定 46 767 头昆虫, 隶属于 13 目 88 科 307 属 396 种 (亚种)。多样性分析

结果 (表 5) 表明, 2017 年 (3.1384、0.0807 和 0.6500) 和 2018 (3.1321、0.1180 和 0.6076) 年夜间空中昆虫群落多样性高, 分布均匀。在各目中, 2017 年多样性由高到低的顺序为: 半翅目、鳞翅目、鞘翅目、膜翅目、脉翅目、蜚蠊目、直

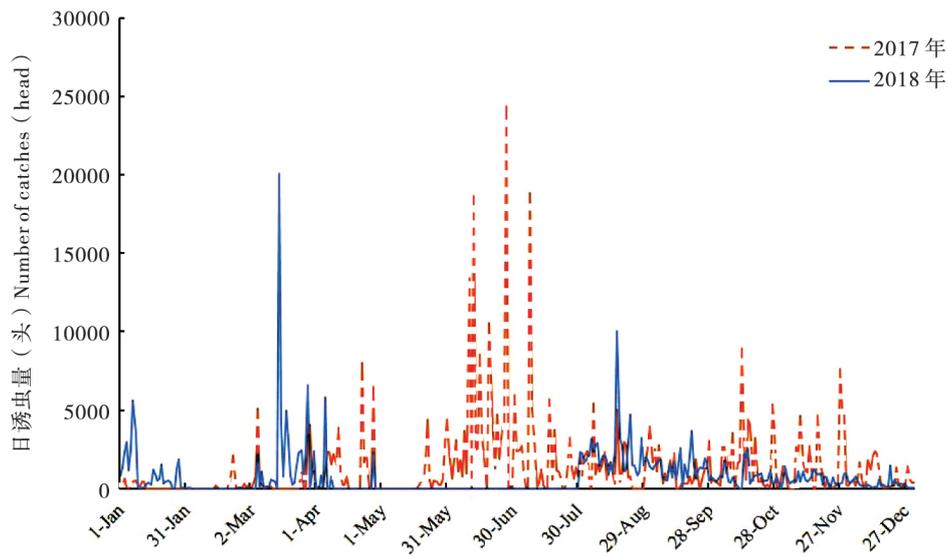


图2 南繁基地夜间单日诱虫量动态变化

Fig. 2 Dynamics of insect catches by the vertical search - light in HNBMB

翅目、蜻蜓目、双翅目、螳螂目、蜉蝣目和毛翅目; 2018 年多样性由高到低的顺序为: 鳞翅目、半翅目、鞘翅目、膜翅目、蜚蠊目、双翅目、直翅目、脉翅目、蜻蜓目、螳螂目、蜉蝣目和毛翅

目。这与优势集中性指数、均匀度指数的结果相一致。表明南繁基地夜间空中昆虫群落的多样性越高, 其分布越均匀。

表5 南繁基地夜间空中昆虫群落多样性指数
Table 5 Diversity index of nocturnal aerial insect community in HNBMB

目 Order	2017			2018		
	<i>H'</i>	<i>C</i>	<i>E</i>	<i>H'</i>	<i>C</i>	<i>E</i>
鳞翅目 Lepidoptera	2.6970	0.1205	0.5062	3.2638	0.0627	0.6126
半翅目 Hemiptera	3.2828	0.0201	0.7389	2.8145	0.0623	0.6335
鞘翅目 Coleoptera	1.3245	0.4441	0.3276	1.3308	0.4512	0.3291
直翅目 Orthoptera	0.1971	0.9274	0.0747	0.3374	0.8521	0.1278
蜻蜓目 Odonata	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
蜚蠊目 Blattodea	0.5860	0.6033	0.3641	0.7956	0.6117	0.4943
膜翅目 Hymenoptera	0.6518	0.5408	0.3638	1.0537	0.3649	0.5881
脉翅目 Neuroptera	0.6279	0.5638	0.4530	0.1669	0.9238	0.1204
双翅目 Diptera	0.0000	1.0000	0.0000	0.5004	0.6800	0.2572
螳螂目 Mantodea	0.0000	-	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
蜉蝣目 Ephemeroptera	0.0000	1.0000	-	0.0000	-	-
毛翅目 Trichoptera	0.0000	1.0000	-	0.0000	1.0000	-
总数 Total	3.1384	0.0807	0.6500	3.1321	0.1180	0.6076

2.4 优势种

优势度结果表明,南繁基地夜间空中昆虫群落的优势目和优势种随着时间在年季间的变化而不同(表6)。2017年和2018年主要的三大优势目分别是半翅目(60.75%和70.65%)、鳞翅目(16.26%和18.06%)和鞘翅目(19.67%和

9.68%)。2017年的优势种主要有褐飞虱(0.1935)、梭毒隐翅虫 *Paederus fuscipes* (0.1274)和横纹烁划蝽 *Sigara distorta* (0.1077),2018年的优势种是横纹烁划蝽(0.3077)。天敌昆虫以黑肩绿盲蝽 *Cyrtorhinus lividipennis* (0.0201)和小齿通草蛉 *Chrysoperla annae* (0.0052)为主。

表6 南繁基地主要害虫和天敌的优势度指数
Table 6 Dominance index of dominant species in HNBMB

种 Species	优势度指数 B		种 Species	优势度指数 B	
	2017	2018		2017	2018
稻纵卷叶野螟 <i>C. medinalis</i>	0.0456	0.0146	黑点纹翅飞虱 <i>C. nigromaculosus</i>	0.0104	0.0159
瓜绢野螟 <i>D. indica</i>	0.0062	0.0096	索特纹翅飞虱 <i>C. sauteri</i>	0.0113	0.0106
甜菜青野螟 <i>S. recurvalis</i>	0.0243	0.0177	褐飞虱 <i>N. lugens</i>	0.1935	0.0967
一点拟灯蛾 <i>A. caricae</i>	0.0003	0.0141	拟褐飞虱 <i>N. bakeri</i>	0.0231	0.0158
伊贝鹿蛾 <i>S. imaoon</i>	0.0108	0.0097	黄褐平顶飞虱 <i>N. coctum</i>	0.0126	0.0251
分夜蛾 <i>T. hyppasia</i>	0.0067	0.0062	白肩皱茎飞虱 <i>O. albicollis</i>	0.0145	0.0161
樟翠尺蛾 <i>T. quadraria</i>	0.0000	0.0055	玉米花翅飞虱 <i>P. maidis</i>	0.0484	0.0214
银纹夜蛾 <i>C. agnata</i>	0.0040	0.0208	白背飞虱 <i>S. frucifera</i>	0.0413	0.0174
稻蛙茎夜蛾 <i>S. inferens</i>	0.0107	0.0020	烟翅白背飞虱 <i>S. kolophon</i>	0.0573	0.0499
圆灰翅夜蛾 <i>S. cilium</i>	0.0109	0.0217	丽中带飞虱 <i>T. pusanus</i>	0.0429	0.0340
斜纹夜蛾 <i>S. litura</i>	0.0035	0.0056	白条飞虱 <i>T. albovittatum</i>	0.0092	0.0002
雀纹天蛾 <i>T. japonica</i>	0.0028	0.0057	横纹烁划蝽 <i>S. distorta</i>	0.1077	0.3077
红脚异丽金龟 <i>A. rubripes</i>	0.0152	0.0132	突背斑红蝽 <i>P. gutta</i>	0.0061	0.0100
日本码绢金龟 <i>M. japonica</i>	0.0097	0.0077	褐刺茎长蝽 <i>H. inconspicua</i>	0.0119	0.0018
齿缘龙虱 <i>E. sticticus</i>	0.0083	0.0023	白斑地长蝽 <i>P. albomaculatus</i>	0.0091	0.0344
梭毒隐翅虫 <i>P. fuscipes</i>	0.1274	0.0630	黑肩绿盲蝽 <i>C. lividipennis</i>	0.0000	0.0201
东方蝼蛄 <i>G. orientalis</i>	0.0243	0.0052	小齿通草蛉 <i>C. annae</i>	0.0008	0.0052

3 结论与讨论

昆虫群落结构反映了某一生境昆虫种群之间、昆虫与环境之间的互作关系(庞雄飞和尤民生,1996)。过去的研究主要集中在生境内的互作关系上,但对生境之间因昆虫迁飞产生的跨生境互作关系缺乏分析。近年来,探照灯诱虫器、昆虫雷达等空中昆虫研究工具的应用对揭示地域性空中昆虫群落优势种群(高丽娜等,2013)和区域性昆虫种群消长规律(姜玉英等,2018),以及季节

性迁飞规律(Hu et al., 2016)发挥了重要作用,完善了昆虫群落的研究工作。

海南南繁是我国农业科技创新的战略资源,研究和明确该区作物病虫害发生规律和有害生物入侵规律意义重大(许桓瑜等,2017;许桓瑜等,2019),而阐明昆虫群落结构是研究害虫种群演替的基础(马世俊,1962)。前人对海南省的昆虫种类和群落进行了大量研究,如彭正强等(1997,1998)通过标本和文献资料整理,记述了海南岛瓢虫科7亚科34属125种,其中包括7种中国分布新纪录和52种海南分布新纪录并分析了该科的

区系; 张丹丹 (2005) 调查了广东和海南两省的草螟科野螟亚科的组成, 共记述了 140 属 335 种昆虫, 其中海南 65 种; 黄小清 (2007) 研究了海南岛蜻蜓目昆虫组成, 发现了 17 科 94 属 159 种 (含亚种); 魏雪丽 (2017) 研究了海南岛草螟科斑野螟亚科的区系, 记述了 78 属 214 种, 其中包括中国特有种 6 种、海南特有属 1 属、海南特有种 6 种, 中国新分布纪录属 1 属、中国新分布记录种 3 种、海南新分布纪录属 4 属、海南新分布记录种 35 种; 周先涌等 (2019) 调查了三沙市永兴岛空中昆虫类群结构组成, 发现了 11 目 70 科 183 属 214 种。以上的研究工作大多侧重于昆虫多样性的普查或新种记述。

本研究采集鉴定了 13 目、88 科、307 属、396 种昆虫。所收集的鳞翅目昆虫中, 已被证实的迁飞性昆虫种类有 30 种, 包括小地老虎 (Liu *et al.*, 2015)、棉铃虫 (陈永林等, 1963; 吴孔明和郭予元, 1996)、白点粘夜蛾 *Leucania loreyi* (Pedgley & Yathom, 1993)、粘虫 *Mythimna separata* (Feng *et al.*, 2008)、圆灰翅夜蛾 *Spodoptera ciliium* (Sparks *et al.*, 2007)、甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* (Fu *et al.*, 2017)、斜纹夜蛾 *Spodoptera litura* (Fu *et al.*, 2015b)、银辉夜蛾 *Chrysodeixis chalcites* (Sparks *et al.*, 2007)、银纹夜蛾 *Ctenoplusia agnata* (Li *et al.*, 2014)、白条夜蛾 *Ctenoplusia albostriata* (Fox, 1978)、银锭夜蛾 *Macdunnoughia crassisigna* (Fu *et al.*, 2015a)、粉斑夜蛾 *Trichoplusia ni* (Michelle *et al.*, 2011)、小菜蛾 *Plutella xylostella* (Fu *et al.*, 2014b)、飞扬阿夜蛾 *Achaea janata* (Fox, 1978)、棉小造桥虫 *Anomis flava* (陈永林等, 1963)、拟三色星灯蛾指名亚种 *Utetheisa lotrix lotrix* (Fox, 1978)、稻纵卷叶野螟 (Riley *et al.*, 1995)、瓜绢野螟 *Diaphania indica* (Holloway, 1977)、菜螟 *Hellula undalis* (Sparks *et al.*, 2007)、水稻切叶野螟 *Herpetogramma licarsisalis* (Fox, 1978)、草地螟 *Loxostege sticticalis* (程遐年, 1992)、豆荚野螟 *Maruca vitrata* (Feng *et al.*, 2003; Ba *et al.*, 2009)、麦牧野螟 *Nomophila noctuella* (Sparks *et al.*, 2007)、白斑黑野螟 *Pygospila tyres* (Holloway, 1982)、甜菜青野螟 *Spoladea recurvalis* (Shirai, 2006)、豆荚斑螟 *Etiella zinckenella* (Tabata & Yasuda, 2011)、赭带鬼脸天蛾 *Acherontia atropos* (Sparks *et al.*, 2007)、甘薯天蛾

Agrius convolvuli (Sparks *et al.*, 2007)、云斑斜线天蛾 *Hippotion velox* (Holloway, 1982)、黑长喙天蛾 *Macroglossum pyrrohosticta* (Kawazu *et al.*, 2008); 另外, Fox (1978) 记载暮眼蝶 *bankia* 亚种具有迁飞性, 但未有文章指出暮眼蝶海南亚种 *Melanitis leda ismene* 是否存在迁飞。半翅目中已被证实的迁飞性昆虫有 6 种, 分别是褐飞虱 (全国褐稻虱科研协作组, 1981; Hu *et al.*, 2017b;)、白背飞虱 (全国白背飞虱科研协作组, 1981; Hu *et al.*, 2017a)、棉叶蝉 *Empoasca biguttula* (程遐年, 1992)、黑尾叶蝉 *Nephotettix cincticeps* (彩万志, 2001; 许再福, 2009)、黑肩绿盲蝽 (Riley *et al.*, 1991)、绿盲蝽 *Apolygus lucorum* (Fu *et al.*, 2014a); 鞘翅目的迁飞昆虫有异色瓢虫 *Harmonia axyridis* (程遐年, 1992); 蜻蜓目中迁飞性昆虫有黄蜻 *Pantala flavescens* (Feng *et al.*, 2006; Cao *et al.*, 2018) 和云斑蜻 *Tholymis tillarga* (Anderson, 2009)。

多样性分析结果和群落优势度结果表明, 鳞翅目、半翅目和鞘翅目是南繁地区夜间空中昆虫群落多样性最高的三大目, 同时是该地区三大主要优势目。封洪强 (2003)、张云慧 (2008)、张智 (2013)、付晓伟 (2015) 和高丽娜等 (2013) 对我国北方地区空中昆虫群落的研究表明, 物种组成上以鳞翅目、半翅目和鞘翅目为主; 周先涌等 (2019) 对我国南海地区的调查也显示, 三沙市永兴岛空中昆虫以鳞翅目、半翅目和鞘翅目为主, 这与本研究结果一致, 反映了自然界夜间空中昆虫组成的实际情况。同时本研究探明了南繁地区空中昆虫群落的结构组成, 丰富了对该地区昆虫多样性的认知, 但关于该地区各迁飞性害虫的行为机制和互作关系仍需开展深入的研究。尤其是 2019 年 1 月, 世界性农业害虫草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) 已全面侵入中南半岛, 并由缅甸入侵我国云南地区 (姜玉英等, 2019; 吴秋琳等, 2019; 张磊等, 2019)。该虫很可能像水稻两迁害虫一样, 在越南和海南之间迁移危害, 对南繁基地的作物育种工作构成威胁。

致谢: 感谢刘星月教授 (中国农业大学)、石福明教授 (河北大学)、周正湘博士 (贵州大学)、韩辉林博士、张超博士 (东北林业大学)、许静杨博士 (天津市植保所)、于昕博士 (重庆师范大

学)、李猷博士(佛罗里达州立大学)、何祝清博士(华东师范大学)、林晓龙博士(南开大学)、蔡波博士(海口海关)、史宏亮博士(北京林业大学)、梁飞扬博士(中国农业大学)、罗心宇博士(石探纪科学教育)、姜春燕博士(中国科学院动物研究所)、周文一博士(台湾)、王旭博士(西北农林科技大学)、朱卫兵博士(中科院上海植生所)、卢秀梅博士(上海农科院)、赵宇晨硕士(宁夏大学)等多位专家在昆虫鉴定过程中给予的帮助;感谢林珠凤副研究员和冯青博士;感谢昌皓杰、徐元厂和郝宁三位实习生;感谢林嘉静、郑亚妹、黎桓言对本研究的大力支持。

参考文献 (References)

- Anderson RC. Do dragonflies migrate across the western India Ocean? [J]. *Journal of Tropical Ecology*, 2009, 25 (4): 347–358.
- Ba NM, Margam VM, Binso - Dabire CL, et al. Seasonal and regional distribution of the cowpea pod borer *Maruca vitrata* (Lepidoptera: Crambidae) in Burkina Faso [J]. *International Journal of Tropical Insect Science*, 2009, 29 (3): 109–113.
- Cai WZ, Pang XF, Hua BZ, et al. Genetal Entomology [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2001: 253. [彩万志, 庞雄飞, 花保祯, 等. 普通昆虫学 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2001: 253]
- Cao LZ, Fu XW, Hu CX, et al. Seasonal migration of *Pantala flavescens* across the Bohai Strait in Northern China [J]. *Environmental Entomology*, 2018, 47 (2): 264–270.
- Chen GM, Cao B. Review of seeding in warm area in winter all over the world [J]. *China Seed Industry*, 2016, 11: 4–9. [陈冠铭, 曹兵. 国内外南繁育制种发展综述 [J]. 中国种业, 2016, 11: 4–9]
- Chen GM, Li JS, Lin YQ, et al. Analysis on the key issues about the regularized construction of the base of Hainan National Breeding and Multiplication [J]. *Chinese Agricultural Bulletin*, 2013, 29 (27): 135–140. [陈冠铭, 李劲松, 林亚琼, 等. 国家南繁育制种基地正规化建设的关键问题分析 [J]. 中国农学通报, 2013, 29 (27): 135–140]
- Chen JM, Cheng JA, He JH. Overview of domestic and foreign research on *Cyrtorhinus lividipennis* [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 1992, 6: 370–373. [陈建明, 程安家, 何军华. 黑肩绿盲蝽的国内外研究概况 [J]. 昆虫知识, 1992, 6: 370–373]
- Chen YL, Song SZ, Deng XS. A preliminary observations of migratory insects in Bohai and Yellow Sea of China [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 1963, 12 (2): 137–148. [陈永林, 宋绍宗, 邓小山. 中国渤海及黄海海面迁飞昆虫的初步观察 [J]. 昆虫学报, 1963, 12 (2): 137–148]
- Cheng B. Based on the International Comparison of Seed Industry Security Research in Our Country [D]. Shenyang: Master Thesis of Shenyang Normal University, 2015. [程兵. 基于国际比较的我国种业安全研究 [D]. 沈阳: 沈阳师范大学硕士学位论文, 2015]
- Cheng XN. Recent advances in research on the migrating insects in China [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 1992, 29 (3): 146–149. [程遐年. 中国迁飞昆虫的研究进展 [J]. 昆虫知识, 1992, 29 (3): 146–149]
- Cheng XN, Chen RC, Xi X, et al. Studies on the migration of brown planthopper *Nilaparvata lugens* Stål [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 1979, 22 (1): 1–21. [程遐年, 陈若簾, 习学, 等. 稻褐飞虱迁飞规律的研究 [J]. 昆虫学报, 1979, 22 (1): 1–21]
- Ding ZH, Meng SD, Zhang FJ, et al. Analysis on the status and problems of Hainan National Breeding and Multiplication [J]. *China Seed Industry*, 2006, 1: 14–15. [丁照华, 孟邵东, 张发军, 等. 我国南繁育制种工作概况及问题探析 [J]. 中国种业, 2006, 1: 14–15]
- Dong ZH, Zhang YL, Liu JF, et al. Suggestion and discussion of construction of South China Crop Breeding Base [J]. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2010, 12 (1): 52–55. [董照辉, 张应禄, 刘继芳, 等. 我国南繁基地建设问题的探讨与建议 [J]. 中国农业科技导报, 2010, 12 (1): 52–55]
- Feng HQ. Community Aloft and Radar Observations of Seasonal Migration of Insects in Northern China [D]. Beijing: Doctoral Thesis of Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2003. [封洪强. 华北地区空中昆虫群落及昆虫季节性迁移的雷达观测 [D]. 北京: 中国农业科学院博士学位论文, 2003]
- Feng HQ, Wu KM, Cheng DF, et al. Radar observations of the autumn migration of the beet armyworm *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) and other moths in Northern China [J]. *Bulletin of Entomological Research*, 2003, 93 (2): 115–124.
- Feng HQ, Wu KM, Ni YX, et al. Nocturnal migration of dragonflies over the Bohai Sea in Northern China [J]. *Ecological Entomology*, 2006, 31 (5): 511–520.
- Feng HQ, Zhao XC, Wu XF, et al. Autumn migration of *Mythimna separata* (Lepidoptera: Noctuidae) over the Bohai Sea in Northern China [J]. *Environmental Entomology*, 2008, 37 (3): 774–781.
- Fox KJ. The transoceanic migration of Lepidoptera to New Zealand – a history and a hypothesis on colonisation [J]. *The New Zealand Entomologist*, 1978, 6 (4): 368–380.
- Fu XW. Study on the Community Structure and Population Dynamics of Migratory Insects Across the Bohai Strait [D]. Beijing: Doctoral Thesis of Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2015. [付晓伟. “渤海湾通道”迁飞性昆虫群落结构及种群动态研究 [D]. 北京: 中国农业科学院博士学位论文, 2015]
- Fu XW, Feng HQ, Liu ZF, et al. Trans - regional migration of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae), in North-East Asia [J]. *PLoS ONE*, 2017, 12 (8): e0183582.
- Fu XW, Hu CX, Feng HQ, et al. Whether *Macdunnoughia crassisignata* (Lepidoptera: Noctuidae) is a long - distant migrant? [J]. *Journal of Insect Behavior*, 2015a, 28 (2): 211–225.
- Fu XW, Liu YQ, Li C, et al. Seasonal migration of *Apolygus lucorum* (Hemiptera: Miridae) over the Bohai Sea in Northern China [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2014a, 1079 (4): 1399–1410.
- Fu XW, Xing ZL, Liu ZF, et al. Migration of diamondback moth,

- Plutella xylostella*, across the Bohai Sea in Northern China [J]. *Crop Protection*, 2014b, 64: 143 – 149.
- Fu XW, Zhao XY, Xie BT, et al. Seasonal pattern of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) migration across the Bohai Strait in Northern China [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2015b, 108 (2): 525 – 538.
- Gao LN, Tian CH, Feng HQ, et al. Preliminary investigation of nocturnal aerial insect community in Northern Henan Province [J]. *Journal of Henan Agricultural Science*, 2013, 42 (2): 83 – 88. [高丽娜, 田彩红, 封洪强, 等. 河南省北部夜间空中昆虫群落初步研究 [J]. 河南农业科学, 2013, 42 (2): 83 – 88]
- Guo JL, Fu XW, Wu X, et al. Annual migration of *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidae): Observed on a small island in Northern China [J]. *PLoS ONE*, 2015, 10 (6): e0131639.
- Holloway JD. The Lepidoptera of Norfolk Island: Their Biogeography and Ecology [M]. Springer Science & Business Media, 1977, 13: 291.
- Holloway JD. Further notes on the Lepidoptera of Norfolk Island, with the particular reference to migrant species [J]. *Journal of Natural History*, 1982, 16 (3): 351 – 365.
- Hu CX, Fu XW, Wu KM. Seasonal migration of white – backed planthopper *Sogatella furcifera* Horváth (Hemiptera: Delphacidae) over the Bohai Sea in Northern China [J]. *Journal of Asia – Pacific Entomology*, 2017a, 20 (4): 1358 – 1363.
- Hu G, Lim KS, Horvitz N, et al. Mass seasonal bioflows of high – flying insect migrants [J]. *Science*, 2016, 6319 (354): 1584 – 1587.
- Hu G, Lu MH, Tuan HA, et al. Population dynamics of rice planthoppers, *Nilaparvata lugens* and *Sogatella furcifera* (Hemiptera: Delphacidae) in Central Vietnam and its effects on their spring migration to China [J]. *Bulletin of Entomological Research*, 2017b, 107: 369 – 381.
- Hu GW, Xie MX, Wang YC. A suggestion for delimitation of the incidence areas of white – backed planthopper in China [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 1988, 31 (1): 42 – 49. [胡国文, 谢明霞, 汪毓才. 对我国白背飞虱的区划意见 [J]. 昆虫学报, 1988, 31 (1): 42 – 49]
- Huang XQ. Study on Diversity of Odonata in Hainan Island [D]. Haikou: Master Thesis of South China University of Tropical Agriculture, 2007. [黄小清. 海南岛蜻蜓目昆虫多样性研究 [D]. 海口: 华南热带农业大学硕士学位论文, 2007]
- Jiang J, Nan YT, Wei GC. Diseases, pests and prevention of corn in Hainan National Breeding and Multiplication [J]. *Crops*, 2003, 5: 17 – 18. [姜军, 南元涛, 魏国才. 南繁玉米的病虫草害及其防治 [J]. 作物杂志, 2003, 5: 17 – 18]
- Jiang YY, Liu J, Zeng J. Using a national searchlight trap network to monitoring the annual dynamics of the oriental armyworm in China [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2018, 55 (5): 778 – 793. [姜玉英, 刘杰, 曾娟. 我国粘虫周年区域动态规律的监测 [J]. 应用昆虫学报, 2018, 55 (5): 778 – 793]
- Jiang YY, Liu J, Zhu XM. Analysis on the occurrence dynamics and future trends of *Spodoptera frugiperda* invading China [J]. *China Plant Protection*, 2019, 39 (2): 33 – 35. [姜玉英, 刘杰, 朱晓明. 草地贪夜蛾侵入我国的发生动态和未来趋势分析 [J]. 中国植保导刊, 2019, 39 (2): 33 – 35]
- Kawazu K, Otuka A, Adat T, et al. Lepidoptera captured on the East China in 2005 and predicted migration sources [J]. *Entomological Science*, 2008, 11 (3): 315 – 322.
- Kong XY, Li JS, Chen GM, et al. Preventive strategy of diseases and pests of Hainan National Breeding and Multiplication [J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2006, 11s: 88 – 89. [孔祥义, 李劲松, 陈冠铭, 等. 海南省南繁地区育种作物病虫害防治对策 [J]. 现代农业科技, 2006, 11s: 88 – 89]
- Li C, Fu XW, Feng HQ, et al. Seasonal migration of *Gtenoplusia agnata* (Lepidoptera: Noctuidae) over the Bohai Sea in Northern China [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2014, 107 (3): 1003 – 1008.
- Liu WC, Lu MH, Zhai BP, et al. Rice production in Vietnam and its occurrence of migratory pests [J]. *China Plant Protection*, 2014, 34 (10): 91 – 95. [刘万才, 陆明红, 翟保平, 等. 越南水稻生产及其迁飞性害虫发生情况 [J]. 中国植保导刊, 2014, 34 (10): 91 – 95]
- Liu YQ, Fu XW, Feng HQ, et al. Trans – region migration of *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae) in Northeast China [J]. *Annals of the Entomological Society of America*, 2015, 108 (4): 519 – 527.
- Liu ZF, Wychhuys KAG, Wu KM. Migratory adaptations in *Chrysoperla sinica* (Neuroptera: Chrysopidae) [J]. *Environmental Entomology*, 2011, 40 (2): 449 – 454.
- Lu MH, Liu WC, Hu G, et al. Analysis of the relationships of rice planthopper and rice leaf folder occurrence between China and Vietnam [J]. *Plant Protection*, 2018, 44 (3): 31 – 36. [陆明红, 刘万才, 胡高, 等. 中越水稻迁飞性害虫稻飞虱、稻纵卷叶螟发生关系分析 [J]. 植物保护, 2018, 44 (3): 31 – 36]
- Lv Q, Ke YC, He ZJ, et al. Analysis on current status and problems of South China Rice Breeding Base [J]. *Rural Economy and Science – Technology*, 2017, 28 (20): 24 – 25. [吕青, 柯用春, 何志军, 等. 南繁制种水稻基地现状以及问题分析 [J]. 农村经济与科技, 2017, 28 (20): 24 – 25]
- Ma SJ. Discussion on dynamic analysis and control of crop pests [J]. *Journal of Plant Protection*, 1962, 4: 337 – 350. [马世俊. 农作物害虫的动态分析及控制途径的商榷 [J]. 植物保护学报, 1962, 4: 337 – 350]
- Michelle TA, Carol ER, Judith HM. Genetic analysis of cabbage looper *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae), a seasonal migrant in Western North America [J]. *Evolutionary Applications*, 2011, 4 (1): 89 – 99.
- National Cooperated Research Group for White Back Planthopper. Studies on the migration of white back planthopper (*Sogatella furcifera* Horváth) [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 1981, 5: 25 – 31. [全国白背飞虱科研协作组. 白背飞虱迁飞规律的初步研究 [J]. 中国农业科学, 1981, 5: 25 – 31]
- National Cooperated Research Group of Brown Planthopper. Advances in the study of the migration of brown planthopper in China [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 1981, 2: 52 – 59. [全国褐稻虱科研

- 协作组. 我国褐稻虱迁飞规律研究的进展 [J]. 中国农业科学, 1981, 2: 52–59]
- Pang XF, You MS. Insect Community Ecology [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1996: 1–11. [庞雄飞, 尤民生. 昆虫群落生态学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 1–11]
- Pedgley DE, Yathom S. Windborne moth migration over the Middle East [J]. *Ecological Entomology*, 1993, 18 (1): 67–72.
- Peng ZQ, Pang H, Ren SX, et al. A check list of ladybeetles from Hainan Island (Coleoptera: Coccinellidae) [J]. *Natural Enemies of Insects*, 1997, 19 (3): 103–129. [彭正强, 庞红, 任顺祥, 等. 海南岛瓢虫名录 [J]. 昆虫天敌, 1997, 19 (3): 103–129]
- Peng ZQ, Ren SX, Pang H, et al. Faunal analysis of Coccinellidae in Hainan Island (Coleoptera: Coccinellidae) [J]. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 1998, 19 (3): 64–76. [彭正强, 任顺祥, 庞红, 等. 海南岛瓢虫科昆虫区系分析 [J]. 热带作物学报, 1998, 19 (3): 64–76]
- Riley JR, Cheng XN, Zhang XX, et al. The long-distant migration of *Nilaparvata lugens* (Stål) (Delphacidae) in China: Radar observations of mass return flight in the autumn [J]. *Ecological Entomology*, 1991, 16 (4): 471–489.
- Riley JR, Reynolds DR, Farrow RA. The migration of *Nilaparvata lugens* (Stål) (Delphacidae) and other hemiptera associated with rice during the dry season in the Philippines: A study using radar, visual observations, aerial netting and ground trapping [J]. *Bulletin of Entomological Research*, 1987, 77 (1): 145–169.
- Riley JR, Reynolds DR, Smith AD, et al. Observations of the autumn migration of the rice leaf roller *Cnaphalocrocis medinalis* (Lepidoptera: Pyralidae) and other moths in Eastern China [J]. *Bulletin of Entomological Research*, 1995, 85 (3): 397–414.
- Shen XM. The Study on Oversea Source Area of *Nilaparvata lugens* (Stål) and *Sogatella furcifera* (Horváth) in China [D]. Nanjing: Doctoral Thesis of Nanjing Agricultural University, 2010. [沈慧梅. 我国褐飞虱与白背飞虱的境外虫源研究 [D]. 南京: 南京农业大学博士学位论文, 2010]
- Shirai Y. Flight activity, and adult nutrition of the beet webworm, *Spoladea recurvalis* (Lepidoptera: Pyralidae) [J]. *Applied Entomology and Zoology*, 2006, 41 (3): 405–414.
- Sparks TH, Dennis RLH, Croxton PJ, et al. Increased migration of Lepidoptera linked to climate change [J]. *European Journal of Entomology*, 2007, 104 (1): 139–143.
- Tabata J, Yasuda K. The sex pheromone of the lima bean pod borer *Etiella zinckenella* (Treitschke) [J]. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 2011, 45 (1): 47–50.
- Tang QJ, Yan XW, Meng WD. Current status and developing strategy of rice production in Hainan [J]. *Hybrid Rice*, 2015, 30 (1): 1–5. [唐清杰, 严小微, 孟卫东. 海南水稻生产现状分析及发展对策 [J]. 杂交水稻, 2015, 30 (1): 1–5]
- Tong PY. Creation of remote cultivation and development of South China Crop Breeding [J]. *China Seed Industry*, 2000, 2: 11–13. [佟屏亚. 异地培育理论的创立与“南繁”的发展 [J]. 中国种业, 2000, 2: 11–13]
- Tong PY. The course and the achievement of crop variety improving in the 20th century in China [J]. *China Historical Materials of Science and Technology*, 2001, 22 (2): 113–127. [佟屏亚. 20世纪中国玉米品种改良的历程和成就 [J]. 中国科技史料, 2001, 22 (2): 113–127]
- Wang Q, Yang J, Zhou GH, et al. The complete genome sequence of two isolates of southern rice black-streaked dwarf virus, a new member of the genus *Fijivirus* [J]. *Journal of Phytopathology*, 2010, 158 (11–12): 733–737.
- Wang YF. Review and prospect on 60 years' cotton winter multiplication in Sanya, China [J]. *China Cotton*, 2016, 43 (11): 1–4. [王业峰. 我国棉花南繁工作 60 年回顾与展望 [J]. 中国棉花, 2016, 43 (11): 1–4]
- Wei XL. Taxonomy and Fauna Study on Spilomelinae from Hainan Island, China (Lepidoptera: Crambidae) [D]. Chongqing: Master Thesis of Southwest University, 2017. [魏雪丽. 海南岛斑野螟亚科的分类和区系研究 (鳞翅目: 草螟科) [D]. 重庆: 西南大学硕士学位论文, 2017]
- Wu KM, Guo YY. Flight activity in *Helicoverpa armigera* [J]. *Acta Ecology Sinica*, 1996, 16 (6): 612–617. [吴孔明, 郭予元. 棉铃虫的飞翔活动 [J]. 生态学报, 1996, 16 (6): 612–617]
- Wu QL, Jiang YY, Wu KM. Analysis of migration routes of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) from Myanmar to China [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (2): 1–6. [吴秋琳, 姜玉英, 吴孔明. 草地贪夜蛾缅甸虫源迁入中国的路径分析 [J]. 植物保护, 2019, 45 (2): 1–6]
- Wu SK. Research on influence of remote cultivation on inbred line of maize and ability of using in production (first issue) [J]. *Journal of Henan Agricultural University*, 1960, 1: 124–153. [吴绍骥. 异地培育对玉米自交系的影响及其在生产上利用可能性的研究 (第 1 期) [J]. 河南农学院报, 1960, 1: 124–153]
- Wu Y, Zhang G, Chen X, et al. The influence of *Sogatella furcifera* (Hemiptera: Delphacidae) migratory events on the South Rice Black-Streaked Dwarf Virus epidemics [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2017, 110 (3): 854–864.
- Xu HY, Lin XM, Wang M, et al. Problems and measures of construction of service and science and technology service system of Hainan National Breeding and Multiplication [J]. *Management of Agricultural Science and Technology*, 2017, 36 (6): 41–44. [许桓瑜, 林祥明, 王明, 等. 南繁科技服务体系建设问题与对策 [J]. 农业科技管理, 2017, 36 (6): 41–44]
- Xu HY, Wang P, Zhang YL, et al. Analysis and thinking about the construction of Nanfan silicon valley [J]. *Journal of Agriculture*, 2019, 9 (1): 89–95. [许桓瑜, 王萍, 张雨良, 等. 南繁硅谷建设的分析与思考 [J]. 农学学报, 2019, 9 (1): 89–95]
- Xu ZF. General Entomology [M]. Beijing: Science Press, 2009: 194. [许再福. 普通昆虫学 [M]. 北京: 科学出版社, 2009: 194]
- Zhai BP. Accompanying migration of natural enemies and biodiversity [J]. *Biodiversity Science*, 2001, 9 (2): 176–180. [翟保平. 天敌伴迁与生物多样性 [J]. 生物多样性, 2001, 9 (2): 176–180]
- Zhang DD. The Taxonomic Study on Pyraustinae of Guangdong and

- Hainan (Lepidoptera: Crambidae) [D]. Guangzhou: Postdoctor Report of Sun Yat-sen University, 2005. [张丹丹. 广东和海南的野螟分类研究(鳞翅目: 草螟科) [D]. 广州: 中山大学博士后报告, 2005]
- Zhang L, Jin MH, Zhang DD, *et al.* Molecular identification of invasive fall armyworm *Spodoptera frugiperda* in Yunnan Province [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (2): 19 - 24. [张磊, 靳明辉, 张丹丹, 等. 入侵云南草地贪夜蛾的分子鉴定 [J]. 植物保护, 2019, 45 (2): 19 - 24]
- Zhang YH. Radar Observation and Population Analysis of Migratory Insects in North and Northeast China [D]. Beijing: Doctorial Thesis of Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2008. [张云慧. 东北与华北地区迁飞昆虫的垂直昆虫雷达监测与虫源分析 [D]. 北京: 中国农业科学院博士学位论文, 2008]
- Zhang Z. Monitoring and Population Dynamics Analyses of Important Migratory Pest Insects in Northern China [D]. Beijing: Doctorial Thesis of Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2013. [张智. 北方地区重大迁飞性害虫的监测与种群动态分析 [D]. 北京: 中国农业科学院博士学位论文, 2013]
- Zhou XY. Community Structure and Population Dynamics of Aerial Insect in Sansha City, Hainan Province [D]. Fuzhou: Master Thesis of Fujian Agriculture and Forestry University, 2019. [周先涌. 海南省三沙市空中昆虫群落结构与种群动态 [D]. 福州: 福建农林大学硕士学位论文, 2019]
- Zhou XY, Zhao SY, Chen SJ, *et al.* Study on the aerial insect species structure in Sansha City, Hainan Province [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2019, 56 (4): 804 - 818. [周先涌, 赵胜园, 陈少健, 等. 海南省三沙市空中昆虫类群结构研究 [J]. 应用昆虫学报, 2019, 56 (4): 804 - 818]