



中国森林病虫  
*Forest Pest and Disease*  
ISSN 1671-0886, CN 21-1459/S

## 《中国森林病虫》网络首发论文

题目：中国红树林的害虫种类及其综合防治  
作者：杨盛昌, 彭建, 薛云红, 郑志翰, 周涵韬  
DOI: 10.19688/j.cnki.issn1671-0886.20190031  
收稿日期: 2019-07-26  
网络首发日期: 2019-10-29  
引用格式: 杨盛昌, 彭建, 薛云红, 郑志翰, 周涵韬. 中国红树林的害虫种类及其综合防治. 中国森林病虫. <https://doi.org/10.19688/j.cnki.issn1671-0886.20190031>



**网络首发:** 在编辑部工作流程中, 稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定, 且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式(包括网络呈现版式)排版后的稿件, 可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定; 学术研究成果具有创新性、科学性和先进性, 符合编辑部对刊文的录用要求, 不存在学术不端行为及其他侵权行为; 稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准, 正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性, 录用定稿一经发布, 不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容, 只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

**出版确认:** 纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社有限公司签约, 在《中国学术期刊(网络版)》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版, 以单篇或整期出版形式, 在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊(网络版)》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物(ISSN 2096-4188, CN 11-6037/Z), 所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

# 中国红树林的害虫种类及其综合防治

杨盛昌<sup>1</sup>, 彭建<sup>1</sup>, 薛云红<sup>2</sup>, 郑志翰<sup>1</sup>, 周涵韬<sup>2</sup>

(1. 厦门大学环境与生态学院, 福建 厦门 361102; 2. 厦门大学海洋与地球学院, 福建 厦门 361102)

**摘要:** 通过对文献资料的统计, 共发现中国红树林害虫 128 种, 隶属 2 纲 7 目 55 科, 其中以鳞翅目、半翅目昆虫为主, 分别占总数的 52.4% 和 26.6%。危害无瓣海桑 *Sonneratia apetala*、桐花树 *Aegiceras corniculatum*、秋茄 *Kandelia obovata*、白骨壤 *Avicennia marina*、海桑 *Sonneratia caseolaris* 的害虫分别有 45 种、45 种、37 种、32 种和 20 种。广东红树林害虫种类最多, 共计 95 种, 广西其次, 有 49 种。鳞翅目害虫多以幼虫取食为害, 主要包括海榄雌瘤斑螟 *Acrobasis* sp.、桐花树毛颚小卷蛾 *Lasiognatha cellifera* Meyrick、棉古毒蛾 *Orgyia postica* Walker、蜡彩袋蛾 *Chalia larminati* Heylaerts、丽绿刺蛾 *Latoia lepida* Cramer 等; 半翅目害虫以幼虫、成虫吸食植物汁液为害, 主要有考氏白盾蚧 *Pseudaulacaspis cockerelli* (Cooley)、广翅蜡蝉 *Ricania* sp. 等。在虫害的综合防治中, 以生物防治为主, 即利用寄生蜂、苏云金杆菌、白僵菌、捕食性天敌和生物制剂等进行防治, 结合物理防治方法可以提升防治效果。此外, 对红树林虫害暴发的原因和机制也进行了探讨分析。

**关键词:** 红树林; 害虫种类; 综合防治; 暴发原因

中图分类号 S763 文献标志码: A

DOI: 10.19688/j.cnki.issn1671-0886.20190031

**Species and integrated control of pests in mangrove community in China/YANG Shengchang, et al.** (College of the Environment and Ecology, Xiamen University, Xiamen 361102, China)

**Abstract:** Through collection of a large number of literature, a total of 128 species of pests are found in mangrove community in China. The kinds of Lepidoptera and Hemiptera are main pests in mangrove, accounting for 52.4% and 26.6%, respectively. *Sonneratia apetala*, *Aegiceras corniculatum*, *Kandelia obovata*, *Avicennia marina*, *Sonneratia caseolaris* are mainly damaged species and a total of 45, 45, 37, 32, 20 pest species are found, respectively. The number of mangrove pest species in Guangdong Province is the most, about 95 species, and followed by 49 species in Guangxi Province. The damage of Lepidoptera is due to the feeding of larvae, such as *Acrobasis* sp., *Lasiognatha cellifera* Meyrick, *Orgyia postica* Walker, *Chalia larminati* Heylaerts and *Latoia*

收稿日期: 2019-07-26

基金项目: 国家重点研发计划典型脆弱生态修复与保护研究重点专项 (2017YFC0506103); 国家海洋公益性行业科研专项 (201305021)

第一作者: 杨盛昌 (1966—), 汉族, 山东泰安人, 博士, 副教授, 主要从事红树林湿地生态系统修复及保育研究, E-mail: scyang@xmu.edu.cn.

*lepada* Cramer; while the damage of Hemiptera is mainly due to the suck of their larvae or adults, such as *Pseudaulacaspis cockerelli* (Cooley) and *Ricania* sp.. The biological control is the most widely used method of controlling pests, such as using parasitic wasps, *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, predatory natural enemies and biological agents for prevention and control. The efficiency will become better in combination with physical control. Besides, we also analyse the causes and mechanism of the outbreak of pests in mangrove community.

**Key words:** mangrove; pest species; integrated control; outbreak causes

红树林是指热带和亚热带地区海岸潮间带生长的木本植物群落,具有高生产力、高归还率和高分解率的特点<sup>[1]</sup>。我国红树林自然分布于海南、广东、广西、福建、台湾、香港和澳门,人工引种可至浙江等地。作为陆海之间的特殊生态系统,红树林具有防浪护堤、促淤造陆、降解污染、水产养殖、生物多样性维持、科普教育和旅游、科学研究等功能和价值<sup>[1-2]</sup>。

近年来,红树林虫害日渐频繁,危害愈加严重。2004年,广西北部湾等沿海地区的白骨壤 *Avicennia marina* 暴发了严重的虫害,导致白骨壤大面积枯萎,种子几乎绝收,引起了政府部门的高度关注<sup>[3]</sup>。2007年,桐花树毛颚小卷蛾 *Lasiognatha cellifera* Meyrick 在广西钦州康熙岭红树林保护区内暴发,对桐花树 *Aegiceras corniculatum* 危害率达 100%,新芽顶梢受害率超过 90%<sup>[4]</sup>。2011年,八点广翅蜡蝉 *Ricabia speculum* Walker 在深圳福田红树林内造成了严重的危害,且此后几年连续发生<sup>[5]</sup>。2015年至 2016年,柚木驼蛾 *Hyblaea puera* (Cramer) 在广西、海南等地多次暴发<sup>[6]</sup>。红树林虫害的不断暴发,严重影响了红树林生态系统的健康水平,给红树林的管理和保育工作带来了极大的困扰。

虽然目前对红树林虫害的调查较多,但缺少完整的害虫种类记录、较为系统的分析和防控思路。因此通过对已有资料的统计分析,并结合本课题组的研究,综述了目前中国红树林虫害的种类、危害及其防控技术现状,提出了中国红树林虫害综合防治的思路,以期为红树林的保育工作提供理论指导。

## 1 红树林群落的害虫种类及其分布

关于中国红树林害虫的报道,最早可以追溯到上世纪 80 年代,林鹏 等<sup>[7]</sup>在福建省的秋茄-桐花树群落中发现卷叶蛾 *Spilonota* sp. 大量取食秋茄 *Kandelia obovata* 叶片,并危害其芽、枝条等。1997年,李云 等<sup>[8]</sup>报道了广东、海南红树林的 5 种有害昆虫,包括棉古毒蛾 *Orgyia postica* Walker、红树林豹蠹蛾 *Zeuzera* sp. 等。1998年,丁秘 等<sup>[9]</sup>在福建漳州首次发现毛颚小卷蛾危害桐花树。1999年,贾凤龙 等<sup>[10]</sup>在深圳福田红树林发现了海榄雌瘤斑螟 *Acrobasis* sp.、丝脉蓑蛾 *Amatissa snelleni* Heylaerts、双纹白草螟 *Pseudocatharylla duplicella* (Hampson) 等害虫及潜在害虫 7 种。

进入 21 世纪,被发现的害虫种类急剧增加。2002年,吴寿德 等<sup>[11]</sup>报道了 1 种危害白骨壤的害虫——螟蛾 *Acrobasis* sp. (后被鉴定为海榄雌瘤斑螟)。2004年,范航清 等<sup>[12]</sup>对广

西北部湾白骨壤林的调查发现主要害虫为海榄雌瘤斑螟、广翅蜡蝉 *Ricania* sp. 和双纹白草螟。2004 年至 2007 年, 徐家雄 等<sup>[13]</sup>在广东、香港地区的红树植物上发现了 26 种有害昆虫, 其中有 15 种为首次报道。2007 年, 丁瑜<sup>[14]</sup>在福建漳江口、九龙江口 2 个红树林自然保护区发现毛颚小卷蛾、丽绿刺蛾 *Latoia lepida* Cramer 和海榄雌瘤斑螟 3 种主要害虫。2007 年, 张飞萍<sup>[15]</sup>报道了厦门市海沧区的秋茄林受考氏白盾蚧 *Pseudaulacaspis cockerelli* (Cooley) 的严重危害。2010 年, 林楠<sup>[16]</sup>报道了荔枝异形小卷蛾 *Cryptophlebia ombrodelta* Lower 严重危害移栽的秋茄胚轴。2011 年, 刘文爱 等<sup>[17]</sup>发现了桐花树的 1 种新害虫——褐袋蛾 *Mahasena colona* Sonan。2012 年, 张文英<sup>[18]</sup>在广西发现迹斑绿刺蛾 *Latoia pastorlis* (Butler) 危害无瓣海桑 *Sonneratia apetala*。2013 年, 付小勇<sup>[19]</sup>在广州南沙湿地的红树林中发现二斑趾弄蝶 *Hasora chromus* (Gramer)、绿黄枯叶蛾 *Trabala vishnou* Lefebure 和星天牛 *Anoplophora chinensis* (Forster) 3 种害虫。2015 年, 池立成<sup>[20]</sup>在福建云霄和深圳福田发现了 1 种直翅目新害虫——突蛉蟀 *Amusurgus* sp.。2015 年, 纪燕玲 等<sup>[21]</sup>在粤东地区红树林中发现 64 种害虫, 其中 14 种为主要害虫。

蒋学建 等<sup>[22]</sup>综述了 6 种红树植物上的 14 种害虫, 其中多为食叶蛾类。付小勇 等<sup>[23]</sup>总结了我国红树林 32 种主要害虫基本情况。李志刚 等<sup>[24]</sup>对近 20 年来红树林的虫害分析, 认为危害较重的有海榄雌瘤斑螟、毛颚小卷蛾、丽绿刺蛾、白囊袋蛾 *Chalioides kondonis* Mats.、蜡彩袋蛾 *Chalia larminati* Heylaerts 和小袋蛾 *Acanthopsyche subferalbata* Hampson 等 18 种。刘文爱 等<sup>[3]</sup>介绍了广西红树林主要害虫 15 种和次要害虫 12 种。范航清 等<sup>[25]</sup>则较为详尽地描述了危害广西红树林的 30 种昆虫和 2 种螨类。

通过对已有资料的统计<sup>[3-6]</sup>, 发现中国红树林的害虫(含螨类)共 2 纲 7 目 55 科 128 种(见表 1), 以鳞翅目和半翅目为主, 分别有 67 种和 34 种, 占害虫总种数的 52.4% 和 26.6% (表 1)。鳞翅目昆虫以毒蛾科 *Lymantriidae*、袋蛾科 *Psychidae* 和螟蛾科 *Pyalidae* 种类最多, 各有 8 种; 半翅目以盾蚧科 *Diaspididae*、广翅蜡蝉科 *Ricaniidae* 和天牛科 *Cerambycidae* 最多, 分别有 7 种、5 种和 4 种。

表 1 红树林有害昆虫及螨类名录

Table 1 The list of pests and mites in mangrove forests in China

目	科	种	危害树种	参考文献
Order	Family	Species	Damaged plants	References
蜱螨目	叶螨科 Tetranychidae	朱砂叶螨 <i>Tetranychus cinnabarinus</i>	桐花树	[21]
Acarina	瘿螨科 Eriophyidae	黄槿瘿螨 (待定)	黄槿	[3]
		白骨壤瘿螨 <i>Acaralox marinae</i> sp.nov	白骨壤	[3,25]
鞘翅目	花金龟科 Cetoniidae	白星花金龟 <i>Protaetia brevitarsis</i>	海桑	[21]

中国森林病虫

Coleoptera	鳃金龟科	鳃金龟 <i>Holotrichia</i> sp.	海桑	[21]
	Melolonthidae			
	丽金龟科 Rutelidae	铜绿丽金龟 <i>Anomala corpulenta</i>	无瓣海桑、桐花树	[21]
		红脚绿丽金龟 <i>Anomala cupripes</i>	无瓣海桑	[55]
	叩甲科 Elateridae	叩甲 <i>Agriotes</i> sp.	无瓣海桑	[21]
	象甲科 Curculionidae	蓝绿象 <i>Hypomeces squamosus</i> Fabricius	阔苞菊	[3,25,58]
		小象甲 <i>Curculio</i> sp.	白骨壤	[13]
	叶甲科 Chrysomelidae	叶甲 <i>Plagioderia versicolora</i>	无瓣海桑、桐花树	[21]
		微小萤叶甲 <i>Exosoma</i> sp.	桐花树	[21]
	跳甲科 Halticidae	跳甲 <i>Altica</i> sp.	无瓣海桑、桐花树	[21]
	天牛科 Cerambycidae	星天牛 <i>Anoplophora chinensis</i> (Forster)	无瓣海桑、秋茄	[19,21,58]
		中华星天牛 <i>Anoplophora maculata</i>	秋茄、白骨壤	[24,51-52]
		咖啡脊虎天牛 <i>Xylotrechus grayii</i> White	桐花树	[13]
		胸斑星天牛 <i>Anoplophora malasiaca</i> Thomson	秋茄、桐花树、白骨壤	[10,13]
	小蠹科 Scolytidae	小蠹 <i>Scolytus</i> sp.	桐花树	[21]
双翅目	蝇科 Muscidae	家蝇 <i>Musca</i> sp.	无瓣海桑	[21]
Diptera	果蝇科 Drosophilidae	果蝇 <i>Drosophila melanogaster</i>	无瓣海桑、桐花树、伴 生植物	[21]
	蚊科 Culicidae	蚊 <i>Aedes</i> sp.	桐花树、海桑、无瓣海 桑	[21]
半翅目	蝽科 Pentatomidae	麻皮蝽 <i>Erthesina fullo</i>	海桑	[21]
Hemiptera		珀蝽 <i>Plautia fimbriata</i>	无瓣海桑、海桑	[21]
	盾蝽科 Scutelleridae	紫蓝丽盾蝽 <i>Chrysocoris stollii</i> Wolff	白骨壤	[3]
	红蝽科 Pyrrhocoridae	离斑棉红蝽 <i>Dysdercus cingulatus</i> Fabricius	桐花树、伴生植物	[3,21]

中国森林病虫

	叉带棉红蜡 <i>Dysdercus decussatus</i>	黄槿	[3]
	Boisduval		
缘蜡科 Coreidae	缘蜡 <i>Riptortus linearis</i>	伴生植物	[21]
蝉科 Cicadidae	蚱蝉 <i>Ctyptotympana astrata</i>	海桑、伴生植物	[21]
	黄螳蛄 <i>Platypleura hilpa</i> Walker	秋茄、白骨壤	[3,58]
叶蝉科 Cicadellidae	叶蝉 <i>Cicadella</i> sp.	海桑	[21]
	黑眼单突叶蝉 <i>Lodiana brevis</i> Walker	白骨壤	[13]
沫蝉科 Cercopidae	沫蝉 <i>Aphrophora</i> sp.	无瓣海桑、海桑、伴生植物	[21]
角蝉科 Membracidae	褐三刺角蝉 <i>Tricentrus brunneus</i>	无瓣海桑	[55]
蛾蜡蝉科 Flatidae	紫络蛾蜡蝉 <i>Lawana imitata</i> Melichar	桐花树、白骨壤	[13,20-21,35]
广翅蜡蝉科 Ricaniidae	广翅蜡蝉 <i>Ricania</i> sp.	桐花树、白骨壤	[12,21,53]
	三点广翅蜡蝉 <i>Ricania</i> sp.	白骨壤、红海榄、无瓣海桑、秋茄、黄槿	[3,55]
	八点广翅蜡蝉 <i>Ricabia speculum</i>	秋茄、小花老鼠筋、桐花树、海漆、海桑、无瓣海桑、白骨壤	[5,20,35]
	柿广翅蜡蝉 <i>Ricania sublimbata</i> Jacobi	白骨壤	[13]
	眼斑宽广蜡蝉 <i>Pochazia discreta</i> Melichar	白骨壤	[13]
象蜡蝉科 Dictyopharidae	象蜡蝉 <i>Dictyophara</i> sp.	无瓣海桑	[21]
	伯瑞香蜡蝉 <i>Dictyophara patruelis</i> (Stal)	白骨壤、黄槿	[3]
蚜科 Aphididae	蚜虫 <i>Aphis</i> sp.	秋茄、无瓣海桑、桐花树	[21,55]
绵蚧科 Margarodidae	绵蚧 <i>Drosicha corpulenta</i>	无瓣海桑	[21]
	吹绵蚧 <i>Icerya purchasi</i> Maskell	无瓣海桑、白骨壤、桐花树、木榄	[13,21,25]

中国森林病虫

		吹绵蚧 <i>Icerya</i> sp.	白骨壤	[10]
	粉蚧科	康氏粉蚧 <i>Pseudococcus comstocki</i>	秋茄、桐花树	[21]
	Pseudococcidae			
	蜡蚧科 Coccidae	日本蜡蚧 <i>Ceroplastes japonicus</i> Green	白骨壤	[13]
		红蜡蚧 <i>Ceroplastes rubens</i>		[48]
	盾蚧科 Diaspididae	盾蚧 <i>Mytilaspis</i> sp.	秋茄、桐花树	[14,21,50]
		介壳虫 (待定)	红海榄	[8]
		考氏白盾蚧 <i>Pseudaulacaspis cockerelli</i>	秋茄	[3,53,59]
		cooley		
		椰圆盾蚧 <i>Aspidiotus destructor</i> Signoret	秋茄	[3]
		黑褐圆盾蚧 <i>Chrysomphalus aonidum</i>	秋茄	[3,48]
		Linnaeus		
		矢尖盾蚧 <i>Unaspis yanonensis</i> Kuwana	秋茄	[3]
		秋茄牡蛎盾蚧 <i>Mytilaspis</i> sp.	秋茄	[13]
膜翅目	木蜂科 Xylocopidae	木蜂 <i>Xylocopa</i> sp.	无瓣海桑、桐花树	[21]
Hymenoptera				
鳞翅目	斑蝶科 Danaidae	紫斑蝶 <i>Euploea core</i>	无瓣海桑、伴生植物	[21]
Lepidoptera	尺蛾科 Geometridae	柑橘尺蛾 <i>Hyposidra talaca</i>	海桑	[21]
		海桑豹尺蛾 <i>Dysphania</i> sp.	无瓣海桑	[3,55]
		豹尺蛾 <i>Dysphania militaris</i> Linnaeus	木榄、秋茄、无瓣海桑	[13,53,58]
		油桐尺蛾 <i>Buzura suppressaria</i> Guenee	水黄皮	[53,58]
	刺蛾科 Eucleidae	黄刺蛾 <i>Cnidocampa flavescens</i>	无瓣海桑、桐花树、秋茄	[13,21,58]
		(Nalker)		
		红树林扁刺蛾 <i>Thoesia sinensis</i>	桐花树	[3,53,55]
		丽绿刺蛾 <i>Latoia lepida</i> Cramer	秋茄、桐花树	[14,25,50,53,56,60]
		迹斑绿刺蛾 <i>Latoia pastorlis</i> (Butler)	无瓣海桑、秋茄	[18,53,55]

## 中国森林病虫

毒蛾科 Lymantriidae	茶黄毒蛾 <i>Euproctis pseudoconspersa</i>	无瓣海桑、伴生植物	[21]
	毒蛾 <i>Lymantria</i> sp.	秋茄	[21]
	毒蛾 <i>Porthesia similis</i>	桐花树	[21]
	棉古毒蛾 <i>Orgyia postica</i> Walker	秋茄、无瓣海桑、白骨壤、桐花树、海桑	[3,8,13,21,36-37,55]
	双线盗毒蛾 <i>Porthesia scintillans</i>	无瓣海桑、桐花树、海桑	[21,55]
	荔枝茸毒蛾 <i>Dasychira</i> sp.	无瓣海桑	[55]
	大茸毒蛾 <i>Dasychira thwaitesi</i>	无瓣海桑	[55]
	黑角舞蛾 <i>Lymantria xyliana</i>	秋茄、榄李等	[24,51-52]
袋蛾科 Psychidae	小袋蛾 <i>Acanthopsyche subferalbata</i> Hampson	秋茄、桐花树、白骨壤、海桑、无瓣海桑	[3,21,55]
	白囊袋蛾 <i>Chalioides kondonis</i> Mats.	秋茄、无瓣海桑、桐花树	[3,13,21,48,55]
	大袋蛾 <i>Clania variegata</i> Snellen	海桑、桐花树	[13,21,25]
	茶袋蛾 <i>Clania minuscula</i>		[25]
	黛袋蛾 <i>Dappula tertia</i>		[25]
	褐袋蛾 <i>Mahasena colona</i> Sonan.	海桑、桐花树、无瓣海桑、秋茄	[3,17,20-21]
	蜡彩袋蛾 <i>Chalia larminati</i> Heylaerts	秋茄、桐花树、木榄、红海榄、黄槿、白骨壤	[3,48]
	小巢蓑蛾 <i>Clania minuscula</i>	无瓣海桑	[55]
粉蝶科 Pieridae	迁粉蝶 <i>Catopsilia pomona</i>	伴生植物	[21]
	粉蝶 <i>Colias</i> sp.	桐花树	[21]
	报喜斑粉蝶 <i>Delias pasithoe</i>	海桑、老鼠簕、伴生植物	[21,34]
	宽边黄粉蝶 <i>Eurema hecabe</i>	无瓣海桑	[21]



中国森林病虫

	菜粉蝶 <i>Pieris rapae</i>	伴生植物	[21]
灰蝶科 Lycaenidae	曲纹紫灰蝶 <i>Chilades pandava</i>	桐花树、伴生植物	[21]
	银线灰蝶 <i>Spindasis syama</i>	伴生植物	[21]
钩蛾科 Drepanidae	无瓣海桑白钩蛾 <i>Ditrigona</i> sp.	无瓣海桑	[3,53,55]
蓑蛾科 Psychidae	丝脉蓑蛾 <i>Amatissa snelleni</i> Heylaerts	桐花树、秋茄、白骨壤	[10,13]
蛱蝶科 Nymphalidae	蜘蛛蝶 <i>Araschnia</i> sp.	伴生植物	[21]
	斐豹蛱蝶 <i>Argyreus hyperbius</i>	伴生植物	[21]
	波纹眼蛱蝶 <i>Junonia atlites</i>	伴生植物	[21]
卷蛾科 Tortricidae	柑橘长卷蛾 <i>Homona coffearia</i> Nietner	桐花树、秋茄	[13,21,49]
	荔枝异形小卷蛾 <i>Cryptophlebia ombrodelta</i> Lower	木榄、桐花树、秋茄	[13,16,20,24]
	卷叶蛾 <i>Spilonota</i> sp.	秋茄	[7,46]
	桐花树毛颚小卷蛾 <i>Lasiognatha cellifera</i> Meyrick	桐花树	[3-4,13-14,21,42,44,48,50]
	栎双色小卷蛾 <i>Pelataea bicolor</i> Walsingham	桐花树	[13]
	黄卷蛾 <i>Archips</i> sp.	桐花树	[50]
枯叶蛾科 Lasiocampidae	绿黄枯叶蛾 <i>Trabala vishnou</i> Lefebure	无瓣海桑、海桑、拉关木	[3,13,20-21,55]
	木麻黄枯叶蛾 <i>Ticera castanea</i> Swinhoe	无瓣海桑	[3,55]
	海桑毛虫 <i>Suana</i> sp.	海桑	[13,54]
螟蛾科 Pyralidae	螟蛾 <i>Pleuroptya</i> sp.	无瓣海桑、秋茄、桐花树	[21]
	螟蛾 <i>Nephoterix syntaractis</i>	白骨壤	[8]
	海榄雌瘤斑螟 <i>Acrobasis</i> sp.	白骨壤、桐花树、秋茄	[3,10-14,36,38]
	红树云斑螟 <i>Ptyomaxia</i> sp.	白骨壤	[50,57]

中国森林病虫

		白骨壤蛀果螟 <i>Dichocrocis</i> sp.	白骨壤、秋茄	[3,53]
		白缘蛀果斑螟 <i>Assara albicostalis</i> Walker	木榄、桐花树	[13,24]
		双纹白草螟 <i>Pseudocathrylla duplicella</i> Hampson	白骨壤	[10,12-13]
		甜菜白带野螟 <i>Hymenia recurvalis</i> Fabricius	白骨壤	[13]
木蠹蛾科 Cossidae		红树林豹蠹蛾 <i>Zeuzera</i> sp.	无瓣海桑	[8,13,37]
		咖啡豹蠹蛾 <i>Zeuzera coffeae</i> Nietner	秋茄、无瓣海桑	[10,13,55]
弄蝶科 Hesperidae		弄蝶 <i>Telicota ancilla</i>	无瓣海桑、桐花树	[21]
		二斑趾弄蝶 <i>Hasora chromus</i> (Gramer)	水黄皮	[19]
潜蛾科 Lyonetiidae		潜叶蛾 <i>Leucoptera</i> sp.	秋茄、桐花树、白骨壤	[13,21]
		潜蛾科 (待定)	白骨壤	[10]
		白骨壤潜叶蛾 (待定)	白骨壤、桐花树	[3,25]
驼蛾科 Hyblaeidae		柚木驼蛾 <i>Hyblaea puera</i> (Cramer)	白骨壤、木榄属和红树属等	[47]
苔蛾科 Lithosiidae		苔蛾 <i>Macrobrotis</i> sp.	海桑	[21]
眼蝶科 Satyridae		暮眼蝶 <i>Melanitis leda</i>	伴生植物	[21]
夜蛾科 Noctuidae		斜纹夜蛾 <i>Prodenia litura</i>	海桑、无瓣海桑	[21]
		细皮夜蛾 <i>Selepa celtis</i>	无瓣海桑	[55]
		同安钮夜蛾 <i>Anua indiscriminata</i>	无瓣海桑	[55]
直翅目	蝗科 Acrididae	稻蝗 <i>Oxya chinensis</i>	伴生植物	[21]
Orthoptera	蟋蟀科 Gryllidae	蟋蟀 <i>Gryllus chinensis</i>	秋茄	[21]
	螽斯科 Tettigoniidae	螽斯 <i>Ducetia</i> sp.	伴生植物、秋茄	[21]
		双叶拟缘螽 <i>Pseudopsyra bilobata</i> Karny	无瓣海桑、白骨壤	[3,21,55]
	蛉蟀科 Trigonidiidae	突蛉蟀 <i>Amusurgus</i> sp.	桐花树、秋茄	[20]

八点广翅蜡蝉、蜡彩袋蛾、三点广翅蜡蝉 *Ricania* sp.、棉古毒蛾和小袋蛾等危害的红树植物种类较多，分别有 7 种、6 种、5 种、5 种和 5 种。不同红树植物上的害虫种数差异较大，其中，无瓣海桑、桐花树、秋茄、白骨壤和海桑 *Sonneratia caseolaris* 等红树植物上的害虫种类较多，分别有 45 种、45 种、37 种、32 种和 20 种，主要为鳞翅目和半翅目害虫；黄槿 *Hibiscus tiliaceus*、阔苞菊 *Pluchea indica* 和水黄皮 *Pongamia pinnata* 等半红树植物上发现的害虫种类较少；伴生植物上共发现 18 种害虫，也以鳞翅目害虫为主（图 1）。对不同地区的统计发现，广东红树林的害虫种类最多，计 95 种；广西其次，计 49 种；而福建、海南、台湾、香港及浙江等地的害虫种类较少（图 2）。

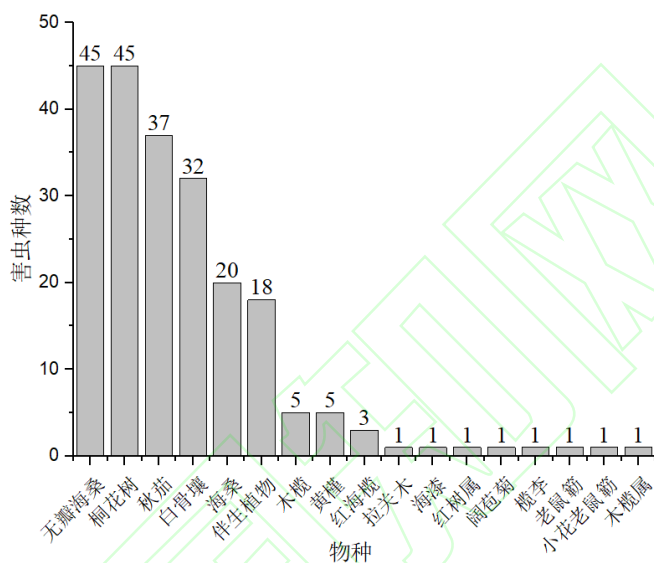


图 1 不同红树树种上的害虫种数

Fig. 1 The number of pest species on different mangrove plants

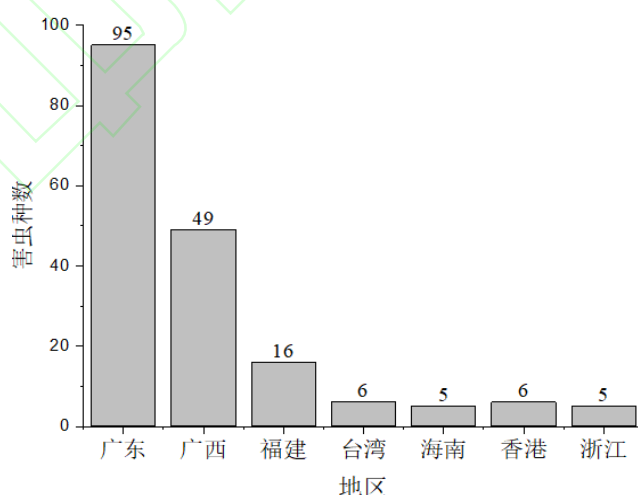


图 2 不同地区红树林中的害虫种数

Fig. 2 The number of pest species in different areas

## 2 红树林主要害虫的特性

红树林主要害虫为鳞翅目和半翅目，鳞翅目以幼虫取食红树植物叶片、嫩芽、嫩枝或蛀果为害，主要有海榄雌瘤斑螟、桐花树毛颚小卷蛾、棉古毒蛾、蜡彩袋蛾、丽绿刺蛾等<sup>[3, 8, 13-14, 24, 47, 56]</sup>；半翅目主要以幼虫、成虫吸食植物汁液为害，主要有三点广翅蜡蝉、考氏白盾蚧、八点广翅蜡蝉等<sup>[3, 5, 39, 59]</sup>。主要害虫的特性如下：

2.1 海榄雌瘤斑螟 海榄雌瘤斑螟，早期亦称广州小斑螟，分布于广东、广西、福建、台湾等地的红树林，主要危害白骨壤<sup>[10-12]</sup>。海榄雌瘤斑螟主要取食白骨壤嫩芽和叶，低龄幼虫取食量较小，中高龄幼虫取食量较大，部分蛀入果内危害繁殖器官，造成白骨壤生长不良，结实率低下<sup>[11, 25, 38, 57]</sup>。海榄雌瘤斑螟在福建 1 a 发生 6 代，危害时期为 5—11 月；在广西、广东（深圳）1 a 发生 6~7 代，以 4 月中旬至 6 月下旬虫口密度较大；在广东（广州）1 a 发生 7 代，4 月中旬至 5 月上旬、8 月上旬至 10 月下旬为数量高峰期<sup>[14, 38, 57]</sup>。

2.2 桐花树毛颚小卷蛾 桐花树毛颚小卷蛾分布于广东、广西、福建、香港等地的红树林，专食桐花树<sup>[9, 14]</sup>。其幼虫将叶片粘连在一起，取食桐花树叶肉，使叶片干枯脱落，影响桐花树生长、结果和观赏价值<sup>[9]</sup>。桐花树毛颚小卷蛾在广西北部湾 1 a 发生 11~12 代，春季和秋季为危害高峰期；在福建 1 a 发生 7 代，于 5 月下旬羽化后危害盛花期桐花树；在广东，5 月上旬到 8 月中旬为其数量高峰期<sup>[9, 13, 44]</sup>。

2.3 棉古毒蛾 棉古毒蛾分布于广东、海南、广西、台湾、福建等地红树林，主要危害无瓣海桑、海桑，少见于白骨壤、桐花树、秋茄林中<sup>[3, 8, 21, 37]</sup>。其幼虫集中为害海桑，将相邻的叶片吃光，并且可以附在叶片、枝条上通过水流传播到周围林中<sup>[8]</sup>。棉古毒蛾在广西、广东 1 a 发生 6 代，主要危害时间为 6—10 月<sup>[3, 37]</sup>。在粤东地区，棉古毒蛾属于中度危险，需要加强监测和防控；但在广西，其天敌较多，通常情况下可以抑制其数量<sup>[3, 21]</sup>。

2.4 蜡彩袋蛾 蜡彩袋蛾，又称蜡彩蓑蛾，主要分布于广西红树林，危害秋茄、桐花树、木榄 *Bruguiera gymnorhiza*、红海榄 *Bruguiera stylosa*、黄槿、白骨壤等，对秋茄、桐花树的危害最严重<sup>[3, 33]</sup>。在广西沿海 1 a 发生 1 代，于 8 月中下旬开始羽化，9 月中下旬为害<sup>[3]</sup>。蜡彩袋蛾在秋茄林中呈聚集分布，虫口密度在红树林内滩、树高 1.6~1.7 m 处最大<sup>[33]</sup>。除了危害秋茄、桐花树、红海榄和木榄等，蜡彩袋蛾还有可能对无瓣海桑有潜在危害<sup>[31]</sup>。

2.5 丽绿刺蛾 丽绿刺蛾分布于广东、广西、福建、浙江等地红树林，主要在福建省为害，危害树种为秋茄和桐花树<sup>[25, 53, 60]</sup>。在福建云霄和龙海红树林自然保护区，有超过 100 hm<sup>2</sup> 的红树植物受丽绿刺蛾危害<sup>[14]</sup>。丽绿刺蛾也是主要的食叶性害虫之一，在福建 1 a 发生 2 代，第 1 代发生于 5—8 月，第 2 代发生于 7 月到次年 5 月，在林间主要分布于植物中上部树冠，下部较少<sup>[14, 25, 56]</sup>。

2.6 考氏白盾蚧 考氏白盾蚧分布于福建、广西、广东红树林，主要危害秋茄<sup>[3, 15, 39, 53, 59]</sup>。考氏白盾蚧以高密度聚集于秋茄叶脉两侧，吸食秋茄叶片的汁液，使叶面出现黄斑，叶片扭曲变黄容易脱落，从而影响秋茄生长。考氏白盾蚧在厦门地区发生严重，1 a 发生 6 代，3—6 月数量较高；在广西也有发生但未有大面积危害<sup>[3, 39]</sup>。

2.7 三点广翅蜡蝉 三点广翅蜡蝉主要分布于广西红树林, 危害白骨壤、红海榄、无瓣海桑、秋茄、黄槿等, 对白骨壤、红海榄、无瓣海桑危害较大<sup>[3, 55]</sup>。三点广翅蜡蝉主要以成虫、若虫聚集于植株嫩枝、嫩芽、叶上吸食植物汁液, 使植株营养不良; 雌成虫可将枝表皮割破, 将卵产寄主组织中, 从而导致枝条枯死, 影响新梢抽发。三点广翅蜡蝉在广西 1a 发生 1 代, 4 月中旬到 5 月上旬为若虫盛发期, 5 月下旬到 6 月中旬为成虫盛发期<sup>[3]</sup>。

2.8 八点广翅蜡蝉 八点广翅蜡蝉分布于福建(厦门)、广东(深圳)等地红树林, 主要危害秋茄、桐花树、白骨壤、小花老鼠簕 *Acanthus ebracteatus*、海漆 *Excoecaria agallocha*、海桑和无瓣海桑等。八点广翅蜡蝉的危害与三点广翅蜡蝉相似, 也主要以若虫、成虫吸食叶和嫩芽汁液为害, 其若虫分泌物可以诱发煤污病。八点广翅蜡蝉在深圳福田红树林 1a 发生 1 代, 越冬卵 4 月开始孵化, 5 月下旬到 6 月下旬为若虫高发期, 7 月为成虫高峰期<sup>[20, 35]</sup>。

### 3 红树林虫害的防控技术

目前红树林虫害防治技术可以分为化学防治、生物防治和物理防治。

3.1 化学防治 化学防治一般采用低毒的药剂进行防治。吴寿德等<sup>[11]</sup>利用低毒杀虫剂——安泰杀虫威防治海榄雌瘤斑螟, 发现防治效果可达 94.74%; 张文英<sup>[18]</sup>利用 30% 敌百虫防治迹斑绿刺蛾, 发现施药 2~4 d 后防治效果达 96% 以上。化学防治见效快、杀伤力强, 但即使是低毒药剂, 也易产生富集, 从而对红树林生态系统及海洋生态系统产生危害, 因此不建议使用。

#### 3.2 生物防治

生物防治主要是利用生物农药和害虫天敌等来防治, 生物农药研究较多的有苏云金杆菌、白僵菌、印楝素、灭幼脲 III 号和信息素等; 天敌研究最多的为寄生蜂<sup>[11, 14, 26, 28-29, 38, 40, 42, 44]</sup>。生物防治效果可达 70%~90% 甚至更高。

3.2.1 生物农药防治 生物农药以苏云金杆菌及其制剂的应用最广泛。吴寿德等<sup>[11]</sup>利用苏云金杆菌、白僵菌等防治白骨壤上的海榄雌瘤斑螟, 发现适宜条件下苏云金杆菌与阿维菌素复配而成的蔬丹防治率最高, 可达 100%, 林间防治率 98.1%; 李罡等<sup>[38]</sup>采用 *Bt* 制剂对海榄雌瘤斑螟进行林间防治实验, 发现 3 龄前使用 *Bt* 制剂非常有效, 平均防治率 90.61%。贾凤龙等<sup>[26]</sup>也采用昆虫生长调节剂灭幼脲 III 号对海榄雌瘤斑螟进行防治, 发现叶背面喷洒灭幼脲 III 号的防治效果较好, 但需要注意有效的喷洒方式和对虾蟹等的影响; 何雪香等<sup>[29]</sup>应用 2 种印楝素农药防治桐花树毛颚小卷蛾、棉古毒蛾和海榄雌瘤斑螟, 发现其效果较好, 且与虫生真菌混合后效果更佳。

3.2.2 害虫天敌防治 目前发现有至少数十种红树林害虫天敌, 包括寄生蜂、寄生蝇、捕食性蜘蛛、瓢虫、螳螂、食虫鸟等<sup>[3, 6, 10, 21, 40, 44-55, 57]</sup>。秦元丽等<sup>[42]</sup>发现茧蜂科和赤眼蜂科 4 种寄生性天敌对毛颚小卷蛾有较好的控制效果, 寄生率最高可达 95.6%; 邓艳等<sup>[41]</sup>人利用螟黄赤眼蜂防治桐花树毛颚小卷蛾, 平均防治率达 75.73%; 戴建青等<sup>[28]</sup>结合寄生蜂、寄生蜂携带病毒的“生物导弹”等技术, 对海榄雌瘤斑螟进行防治, 发现综合防治效果达

44.3%~74.2%，能有效的控制海榄雌瘤斑螟的危害。

生物防治是目前红树林害虫防治的主要方法，其副作用小，且不会对环境产生有害影响，但多集中于 *Bt* 及其制剂、寄生蜂或二者结合等寄生性防治方法，对红树林及其周边的捕食性天敌如某些蜘蛛、鸟类、瓢虫、食虫虻等关注较少。

**3.3 物理防治** 物理防治主要采用水冲、灯光诱捕、粘虫板等措施。范航清 等<sup>[12]</sup>认为可以在虫害发生初期，用水枪对受害白骨壤进行海水冲淋。李德伟 等<sup>[44]</sup>、秦元丽 等<sup>[42]</sup>使用黑光灯诱捕桐花树毛颚小卷蛾，每晚可捕获 300 头左右，有较好的防治效果。王林聪 等<sup>[43]</sup>利用不同波长的诱虫灯对红树林害虫进行诱捕，共诱捕到害虫 81 种，优势种为海榄雌瘤斑螟、八点广翅蜡蝉、毛颚小卷蛾。徐华林 等<sup>[5]</sup>应用粘虫板对八点广翅蜡蝉进行防治，在高峰期每板可以诱捕到约 73 头。

此外，曹庆先 等<sup>[62-63]</sup>基于 ArcView GIS、遥感技术等建立了广西红树林虫害信息管理系统和虫害监测模型，可以对害虫的种类、特征、发生时间、地点、危害情况进行监测和查询，极大的便利了害虫防控工作。

为提高害虫的防治效果，未来需要加强对捕食性天敌的研究，综合采用寄生性天敌、捕食性天敌防治与物理防治结合的防治方法，结合遥感、GIS 等信息技术，提高虫害防治效果。

## 4 虫害的暴发原因和机制

目前，有关红树林虫害的研究多集中于害虫的生物学特性、种群动态和防治等方面，对虫害暴发的原因和机制研究较少。通过对已有文献资料的整理分析，推测红树林虫害暴发的可能原因主要有以下几点：一是红树林生境的变化；二是红树林结构和稳定性的改变；三是害虫的适应能力较强。

**4.1 红树林生境的变化** ① 非生物因素 非生物因素表现为气候、水文、土壤等的变化。气候条件如温度、湿度、降水的变化可以直接影响害虫的生长发育、繁殖等活动，进而影响害虫的数量变化，如范航清 等<sup>[25]</sup>认为 2004 年海榄雌瘤斑螟大暴发可能与当时广西平均气温偏高、降水量偏少及日照时间偏多等异常气候有关。水文条件的变化也可能会影响害虫的发育、传播和淹水特性以及部分水生天敌昆虫（如蜻蜓）的发育等。② 生物因素 生物因素主要为捕食性蜘蛛、鸟类以及害虫的天敌昆虫等减少，如深圳福田红树林的昆虫天敌种数从 1994 年的 37 种降至 1997 年的 13 种，鸟类种数也从 87 种降至 47 种，天敌的减少使红树林害虫失去了有效的制约，从而容易暴发成灾<sup>[10, 24, 26]</sup>。

**4.2 红树林结构和稳定性的变化** 由于城市化建设等人为原因，红树林及其周边的植被类型减少，生态环境逐渐恶化；而一些单一红树植物如秋茄、白骨壤等的大面积种植，使红树林的生物多样性下降，生态系统健康状态恶化，稳定性减弱，受害虫影响的几率增大<sup>[24]</sup>。

**4.3 害虫的适应能力较强** 红树林具有高盐、强光照、间歇性淹水等特点，且红树植物多含有丹宁，但一些害虫对这些逆境有较强的适应性，因而造成暴发灾害的概率较大。例如，丽绿刺蛾对海水浸泡有较强的抗逆性，这是丽绿刺蛾在红树林成灾的主要原因<sup>[56]</sup>。并且一些害

虫的繁殖力较强,如海榄雌瘤斑螟平均产卵量 103 粒,棉古毒蛾平均产卵量 383 粒,蜡彩袋蛾每雌产卵量 450 粒以上,柚木驼蛾每雌产卵量最高 800 粒以上,这些害虫在适宜条件下非常容易大量繁殖<sup>[3,6,25]</sup>。

因此可知,气候、水文、土壤等环境因素的变化改变了红树林害虫的生长繁殖能力及成活率,而城市化、排污等人为干扰及单一种植模式降低了红树林结构和功能的稳定性,减少了害虫天敌种类和数量,使害虫在红树林中缺乏有效的制约,导致虫害暴发成灾。

## 5 展望

近些年来频繁暴发的虫害严重影响了红树林生态系统的健康水平,但是对于害虫暴发的机制和原因还缺乏深入了解,并且除少数主要害虫外,对大部分其他种类的害虫还缺乏认识,防治方面也主要依赖寄生性天敌防治,对原生环境中捕食性天敌的研究还非常缺乏。为了提高红树林生态系统的健康状态,对今后红树林虫害研究提出以下建议:

① 继续加强对红树林害虫的生物学特性、遗传特性及其暴发机制等方面的研究,尤其是阐明虫害与红树林结构功能、多样性的关系,对非主要害虫的潜在危害性也要加以注意,从而为虫害的防控提供更为丰富的背景资料和信息。

② 在红树林生态恢复和再植过程中,应加强害虫种源的检疫,做到源头控制;同时通过优良抗虫植物品种的选育或适宜物种的栽培,降低红树林群落虫害风险。此外,选择适宜的红树林造林地,优化植物配置,避免大规模单一化的红树林种植,提高红树林群落的多样性。

③ 在虫害防治方面,需要加强红树林害虫综合治理技术的研发,以生物防治技术为主,综合 *Bt*、寄生蜂等寄生性天敌和食虫鸟、蜘蛛等捕食性天敌以及灯诱、粘虫板等物理方法等,更有效、有针对性地治理虫害。

④ 充分利用遥感、GIS 等信息技术完善红树林害虫的监测网络,同时通过生态模型的构建预测虫害暴发的可能性及过程,力争在红树林虫害暴发之前或初期加以控制;

⑤ 提高红树林生态系统的管理力度,减少旅游、养殖、挖捕以及排污等人为干扰的影响,维持红树林群落的生物多样性及功能的稳定性。

### 参考文献:

- [1] 王文卿,王瑁.中国红树林[M].北京:科学出版社,2007.
- [2] 杨盛昌,陆文勋,邹祯,等.中国红树林湿地:分布、种类组成及其保护[J].亚热带植物科学,2017,46(4):301-310.
- [3] 刘文爱,范航清.广西红树林主要害虫及其天敌[M].南宁:广西科学技术出版社,2009.
- [4] 秦元丽,罗基同,李德伟,等.桐花树毛颚小卷蛾抗逆性的研究[J].中国森林病虫,2010,29(1):8-9.
- [5] 徐华林,刘赞锋,包强,等.八点广翅蜡蝉对深圳福田红树林的危害及防治[J].广东林业科技,2013,29(5):26-30.
- [6] 刘文爱,李丽凤.白骨壤新害虫柚木肖弄蝶夜蛾的生物特性及防治[J].广西科学,2017,24(5):523-528.
- [7] 林鹏,韦信敏.福建亚热带红树林生态学的研究[J].植物生态学与地植物学丛刊,1981,5(3):177-186.

## 中国森林病虫

- [8] 李云, 郑德璋, 廖宝文, 等. 红树林主要有害生物调查初报[J]. 森林病虫通讯, 1997(4):12-14.
- [9] 丁璐, 黄金水, 吴寿德, 等. 桐花树毛颚小卷蛾生物学特性及发生规律[J]. 林业科学, 2004,40(6):197-200.
- [10] 贾凤龙, 陈海东, 王勇军, 等. 深圳福田红树林害虫及其发生原因[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2001,40(3):88-91.
- [11] 吴寿德, 方柏州, 黄金水, 等. 红树林害虫——螟蛾生物防治技术的研究[J]. 武夷科学, 2002,18(00):116-119.
- [12] 范航清, 邱广龙. 中国北部湾白骨壤红树林的虫害与研究对策[J]. 广西植物, 2004. 24(6):558-562.
- [13] 徐家雄, 林明生, 陈瑞屏, 等. 粤港地区红树林害虫种类调查[J]. 广东林业科技, 2008,24(2):46-49.
- [14] 丁璐. 福建红树林昆虫群落及主要害虫综合治理技术研究[D]. 福州:福建农林大学, 2007.
- [15] 张飞萍. 红树林考氏白盾蚧及人为干扰对毛竹林节肢动物群落共有种和自然控害效能影响的研究[D]. 厦门:厦门大学, 2007.
- [16] 林楠. 舟山地区红树植物秋茄移植技术研究[D]. 舟山:浙江海洋学院, 2010.
- [17] 刘文爱, 范航清. 桐花树新害虫褐袋蛾的研究[J]. 中国森林病虫, 2011,30(4):8-9.
- [18] 张文英. 无瓣海桑害虫—迹斑绿刺蛾生物生态学特性研究[D]. 南宁:广西大学, 2012.
- [19] 付小勇. 广州南沙湿地昆虫群落多样性及三种主要害虫生物学特性的研究[D]. 南昌:南昌大学, 2013.
- [20] 池立成. 红树林群落害虫种类调查和荔枝异形小卷蛾种群遗传分化的研究[D]. 厦门:厦门大学, 2015.
- [21] 纪燕玲, 蔡选光, 纪丹虹, 等. 粤东地区红树林主要害虫种类调查及危险性评价[J]. 中国森林病虫, 2015,34(5):20-24.
- [22] 蒋学建, 罗基同, 秦元丽, 等. 我国红树林有害生物研究综述[J]. 广西林业科学, 2006,35(2):66-69.
- [23] 付小勇, 秦长生, 赵丹阳. 中国红树林湿地昆虫群落及害虫研究进展[J]. 广东林业科技, 2012,28(4):56-61.
- [24] 李志刚, 戴建青, 叶静文, 等. 中国红树林生态系统主要害虫种类、防控现状及成灾原因[J]. 昆虫学报, 2012,55(9):1109-1118.
- [25] 范航清, 刘文爱, 曹庆先. 广西红树林害虫生物生态特性与综合防治技术研究[M]. 北京:科学出版社, 2012.
- [26] 贾凤龙, 王勇军, 咎启杰. 灭幼脲III号、苏云金杆菌防治广州小斑螟药效试验[J]. 昆虫天敌, 2001,23(2):86-89.
- [27] 黄玉猛, 徐家雄, 邱焕秀, 等. 4种药剂对海榄雌瘤斑螟的防治效果差异分析[J]. 林业与环境科学, 2019,35(1):6-10.
- [28] 戴建青, 李军, 李志刚, 等. 红树林害虫海榄雌瘤斑螟防控技术研究[J]. 广东农业科学, 2011,38(13):65-67.
- [29] 何雪香, 秦长生, 廖仿炎, 等. 印楝素农药与虫生真菌混用防治红树林鳞翅目害虫[J]. 生态科学, 2009,28(4):318-23.
- [30] 张秀国, 范航清, 刘文爱. 白骨壤林小袋蛾幼虫空间分布型的初步研究[J]. 中国森林病虫, 2009,28(3):21-23.
- [31] 刘文爱, 范航清. 蜡彩袋蛾取食不同红树植物后纤维素酶活力的测定[J]. 林业科技开发, 2011,25(4):114-16.
- [32] 杨亚蓉. 蜡彩袋蛾生物学与生态学特性初步研究[J]. 生物灾害科学, 2018,41(1):58-61.
- [33] 刘文爱, 范航清. 蜡彩袋蛾在红树林的发生规律[J]. 林业科技开发, 2011,25(6):45-47.
- [34] 包强, 陈晓琴, 徐华林, 等. 红树林新害虫报喜斑粉蝶化蛹场所研究[J]. 中国森林病虫, 2014,33(2):21-23.
- [35] 包强, 陈晓琴, 徐华林, 等. 八点广翅蜡蝉在深圳福田红树林发生规律研究[J]. 广东农业科学, 2013,40(12):90-92.
- [36] 林琴, 池慧, 王展锡. 温州沿海防护林主要虫害发生现状与防治策略[J]. 中国农业信息, 2014(13):52.
- [37] 廖宝文, 郑松发, 陈玉军, 等. 外来红树植物无瓣海桑生物学特性与生态环境适应性分析[J]. 生态学杂志, 2004,23(1):10-15.
- [38] 李罡, 咎启杰, 赵淑玲, 等. 海榄雌瘤斑螟的生物学特性及 *Bt* 对其幼虫的毒力和防效[J]. 应用与环境生物学报, 2007,13(1):50-54.
- [39] 江宝福. 红树林考氏白盾蚧生物学特性和种群动态研究[D]. 福州:福建农林大学, 2009
- [40] 李德伟, 邓艳, 常明山, 等. 赤眼蜂防治红树林害虫的释放技术研究[J]. 中国森林病虫, 2016,35(4):34-35.
- [41] 邓艳, 常明山, 李德伟, 等. 利用螟黄赤眼蜂防治桐花树毛颚小卷蛾试验[J]. 林业科技开发, 2014,28(2):108-110.
- [42] 秦元丽, 邓艳, 常明山, 等. 桐花树毛颚小卷蛾防治试验 [J]. 林业科技开发, 2012,26(4):95-97.
- [43] 王林聪, 李志刚, 李军, 等. 不同波长诱虫灯对红树林主要害虫的诱集作用 [J]. 环境昆虫学报, 2016,38(5):1028-1031.
- [44] 李德伟, 吴耀军, 罗基同, 等. 广西北部湾桐花树毛颚小卷蛾生物学特性及防治 [J]. 中国森林病虫, 2010,29(2):12-14.
- [45] 庄鑫龙, 林晶, 李裕红. 我国东南沿海红树林虫害状况及防治[J]. 海峡科学, 2011(7):19-22.
- [46] 汪维礼. 谈谈秋茄引种栽植技术[J]. 浙江林业科技, 1988,8(3):42-44.
- [47] 胡荣, 陈河, 杨克学, 等. 中国红树林新害虫柚木驼蛾的研究进展[J]. 中国森林病虫, 2016,35(5):34-37.
- [48] 蒋国芳, 周志权. 钦州港红树林昆虫群落及其多样性初步研究[J]. 广西科学院学报, 1996,12(Z1):50-53.
- [49] 徐家雄, 林广旋, 邱焕秀, 等. 广东桐花树群落上的柑橘长卷蛾研究[J]. 广东林业科技, 2008,24(4):15-20.
- [50] 丁璐. 漳江口红树林昆虫群落结构的研究[J]. 福建林业科技, 2009,36(3):15-19.
- [51] 何健镛. 水笔仔红树林的昆虫(续) [J]. 自然保育季刊, 1994,8:43-48.
- [52] 何健镛. 水笔仔红树林的昆虫[J]. 自然保育季刊, 1993,4:29-31.
- [53] 揭育泽, 徐金柱, 秦长生, 等. 广东省重要景观树种病虫害初步调查[J]. 广东林业科技, 2015,31(2):130-135.



## 中国森林病虫

- [54] 庞林. 我区红树林面临锈病和松毛虫的危害[J]. 广西林业, 1999(4):33.
- [55] 邓艳, 张文英, 李德伟, 等. 红树林自然保护区无瓣海桑主要害虫及其寄生性天敌种类调查研究[J]. 西部林业科学, 2012,41(5):73-76.
- [56] 丁秘, 黄金水, 方柏州, 等. 红树林丽绿刺蛾的抗性研究[J]. 林业科学, 2003,39(S1):198-202.
- [57] 徐家雄, 林广旋, 邱焕秀, 等. 广东白骨壤群落上的广州小斑螟生物学特性及种群数量消长规律研究[J]. 广东林业科技, 2008,24(3):8-16.
- [58] 蒋国芳. 山口红树林区昆虫种类组成及其季节变动的初步分析[J]. 广西科学院学报, 1997,13(2):12-18.
- [59] 张飞萍, 杨志伟, 江宝福, 等. 红树林考氏白盾蚧的初步研究[J]. 福建林学院学报, 2008,28(3):316-320.
- [60] 林青兰, 刘际建, 陈春青. 3种生物农药林间防治丽绿刺蛾试验[J]. 防护林科技, 2010(2):40-41.
- [61] 薛云红. 厦门秋茄蚧盾蚧 (*Lepidosaphes* sp.) 生物学特性及其综合防治技术的研究[D]. 厦门:厦门大学, 2018.
- [62] 曹庆先. 基于遥感影像的红树林虫害监测模型[J]. 广西科学, 2017,24(2):144-149.
- [63] 曹庆先, 范航清, 刘文爱. 基于 ArcView GIS 的广西红树林虫害信息管理系统构建[J]. 广西科学院学报, 2010,26(1):27-31.

(责任编辑: 王巧申)