



特邀稿件

Invited Review

谢伟忠, 黄焕华, 黄茂俊, 等. 广东省林业有害生物的发生与防控 [J]. 环境昆虫学报, 2017, 39 (6): 1191–1197.

广东省林业有害生物的发生与防控

谢伟忠¹, 黄焕华^{2*}, 黄茂俊¹, 黄咏槐²

(1. 广东省林业有害生物防治检验管理办公室, 广州 510173; 2. 广东省林业科学研究院, 广州 510173)

摘要: 本文介绍了广东省林业有害生物的发生和防控概况, 阐述了广东省以林业有害生物生态控制和绿色防控为导向, 在立体化监测的基础上, 建立树种合理配植避灾、检疫御灾、持续控制与应急控制相结合减灾的防控技术体系, 以及林业有害生物防控技术规范、标准化, 防控工作社会化的保障体系, 切实保护森林资源。

关键词: 林业有害生物; 立体化监测; 防控; 松材线虫病; 红火蚁; 薇甘菊

中图分类号: Q968.1; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674–0858 (2017) 06–1191–07

Occurrence and control of forestry harmful organisms in Guangdong Province

XIE Wei-Zhong¹, HUANG Huan-Hua^{2*}, HUANG Mao-Jun¹, HUANG Yong-Huai² (1. Forestry Pest Control and Quarantine Management Office of Guangdong Province, Guangzhou 510173, China; 2. Guangdong Academy of Forestry, Guangzhou 510173, China)

Abstract: This paper briefly introduces the occurrence and control of forestry harmful organisms in Guangdong Province. In order to achieve the ecological and green control of forestry harmful organisms, a control system including monitoring disasters three-dimensionally, avoiding disasters by allocating tree species rationally, preventing disasters by quarantining, and reducing disasters by combining with the use of sustainable methods and emergency methods is established; and a security system that based on normalizing and standardizing control techniques for forestry harmful organisms and on pursuing socialization of control work is also described. The above systems help to protect forest resources in Guangdong efficiently.

Key words: Forestry harmful organisms; three-dimension monitoring; control; pine wilt disease; *Solenopsis invicta*; *Mikania micrantha*

1980 年以来, 广东省林业有害生物事件频发, 外来林业有害生物不断入侵, 本土林业有害生物时常在特定区域成灾, 集约经营的人工林 (商品林、经济林) 受灾尤为严重。广东省不断总结林业有害生物防控的经验和教训, 客观评价灾害损失和防控效果, 努力探索、完善防控技术和机制, 根据广东省林业有害生物的发生特点和趋势, 以

生态控制和绿色防控为导向, 完善立体化监测体系, 对林业生产进行全过程监测, 准确预报、主动预警, 采取持续控制为主, 应急控制为辅的防控技术和措施, 实现避灾、御灾、防灾、减灾的系列目标, 防控工作由过去的被动应急救灾逐步迈入了主动御灾、防灾、减灾, 为林业生产和生态建设提供技术支撑。

基金项目 “林业公益性行业科研专项” (201204501); 广东省林业科技创新专项资金项目 (2013KJCX015–01, 2015KJCX042)

作者简介: 谢伟忠, 男, 1962 年生, 高级工程师, 研究方向为林业有害生物管理和防控技术研究; E-mail: 13503039254@139.com

* 通信作者 Author for correspondence, E-mail: hhh87@126.com

收稿日期 Received: 2017–09–04; 接受日期 Accepted: 2017–09–27

1 广东省林业有害生物发生概况

1.1 广东省的地形、地貌和气候概况

广东省地处我国大陆的南部，位于东经 109°45′ – 117°20′、北纬 20°09′ – 25°31′。陆域东邻福建，北接江西、湖南，西连广西，南临南海，西南端隔琼州海峡与海南省相望。地势北高南低，北依五岭，南濒南海，东西向腹部倾斜。境内山地、平原、丘陵纵横交错。北回归线横穿本省大陆中部，属南亚热带和热带季风气候类型，各地年年均气温在 18℃ – 24℃，年平均降水量在 1350 – 2600 mm，是全国光、热和水资源最丰富的地区之一。

1.2 广东省森林资源概况

广东省境内动植物资源比较丰富，共有维管束植物 280 科 1645 属 7055 种，其中木本植物 4000 多种，占全国的 80%；陆生野生动物 771 种，其中哺乳类 110 种，鸟类 504 种。北部南岭地区的典型植被为亚热带山地常绿阔叶林，中部为亚热带常绿季雨林，南部为热带常绿季雨林。

广东省是林业大省，国土面积 1780 万 hm^2 ，林业用地面积为 1096 万 hm^2 （其中，省级以上生态公益林地 481 万 hm^2 ，商品林地 615 万 hm^2 ），森林面积达 1078.14 万 hm^2 ，森林蓄积量达 5.61 亿 m^3 ，森林覆盖率达 58.88%。由广东省森林资源管理总站统计的主要造林树种面积及其比例如表 1。

表 1 广东省主要造林树种及其面积

Table 1 Major afforestation tree species and their area in Guangdong Province

树种 Tree species	拉丁学名 Latin name	面积 (万 hm^2) ($\times 10^4 \text{ hm}^2$) Area	占全省森林面积比 (%) Percentage of total forest in Guangdong Province
马尾松	<i>Pinus massoniana</i> Lamb	197.12	18.28
桉树	<i>Eucalyptus</i> 、 <i>Angophora</i> 、 <i>Corymbia</i>	166.22	15.42
杉木	<i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook	112.37	10.42
湿地松	<i>Pinus elliotii</i> Engelm.	41.56	3.85
竹子	Bambusoideae	32.93	3.05

由表 1 可见，造林面积位列前三位的树种是马尾松、桉树、杉木，分别占 18.28%、15.42%、10.42%，桉树林面积已跃居第二位。

1.3 广东省林业有害生物发生概况

据广东省林业有害生物防治检验管理办公室普查统计，全省已发现的林业有害生物种类已超过 1600 种（其中害虫超过 1100 种，病害超过 400 种），重要种类有 50 多种。根据发生现状及潜在风险等因素划分，主要种类有：松材线虫病 *Bursaphelenchus xylophilus* Nickle、桉树梢枯病 *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl., *Fusicoccum aesculi* Sacc., *Neofusicoccum parvum* (Pennycook & Samuels) Crous, Slippers & A. J. L. Phillips、松褐天牛 *Monochamus alternatus* Hope、松突圆蚧 *Hemiberlesia pitysophila* Takagi、油桐尺蛾 *Buzura suppressaria* Guenee、马尾松毛虫 *Dendrolimus punctatus* Walker、黄脊竹蝗 *Rammeacris kiangsu* (Tsai)、红火蚁 *Solenopsis invicta* Buren、湿

地松粉蚧 *Oracella acuta* (Lobdell) 和薇甘菊 *Mikania micrantha* Kunth, 2012 – 2016 年，主要林业有害生物种类及发生面积如图 1。

从图 1 可见，最近 5 年，全省各种林业有害生物年合计发生面积为 29.07 – 36.49 万 hm^2 ，其中，外来林业有害生物松材线虫、松突圆蚧、湿地松粉蚧、薇甘菊的年合计发生面积合计占 60.83% – 72.92%，松突圆蚧和湿地松粉蚧的年合计发生面积合计占 46.31% – 61.78%。

1.4 广东省林业有害生物的发生特点和发生趋势

广东省由于历史等原因，以前造林树种相对单调，纯林比例较大，树种结构不够合理，生物多样性的丰度较低，加上部分树种未能适地适树，林分的整体御灾能力较差，外来林业有害生物不断入侵和危害，本土林业有害生物时常在特定区域或树种暴发成灾，造成集约经营的人工林（商品林、经济林）受灾较严重，突发灾害事件较多，

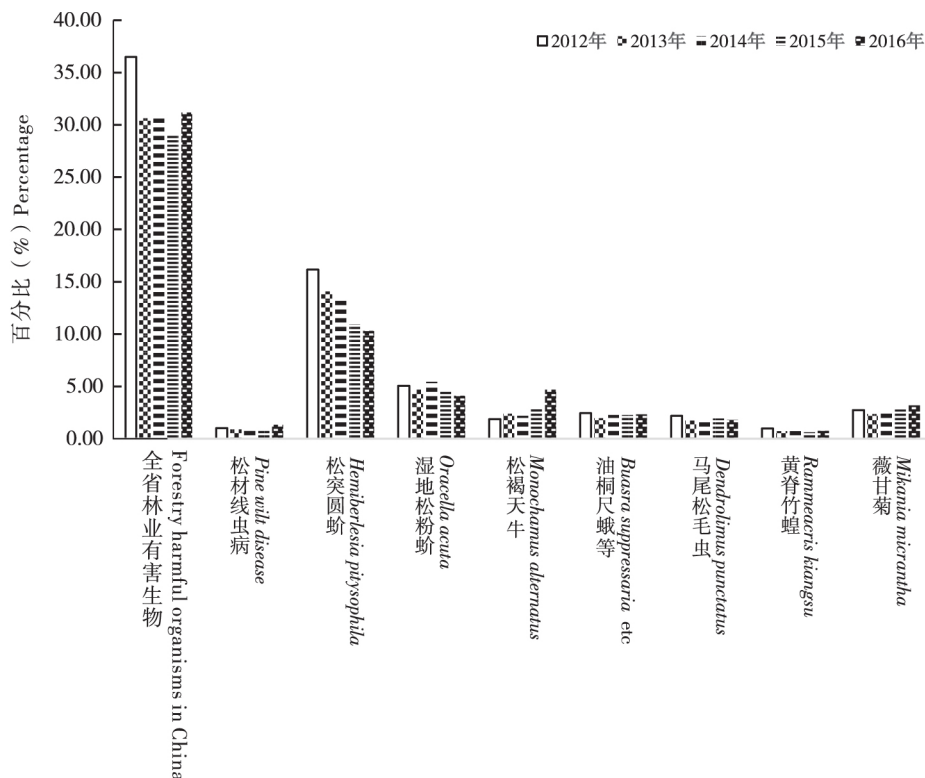


图1 广东省主要林业有害生物及发生面积

Fig. 1 Major forest forestry harmful organisms and their occurrence area in Guangdong Province

形成了具有岭南区域特色和较明显的发生特点和发生趋势。

1.4.1 林业有害生物的种类多, 危害期长, 灾害严重

广东省是全国光、热、水资源最丰富的地区之一, 林业有害生物种类多, 世代多 (如马尾松毛虫每年发生 3-4 代; 松褐天牛每年发生 2-3 代), 发生面积大, 危害期长, 且以松树、桉树受害为主。

1.4.2 外来林业有害生物入侵频次多, 扩散蔓延迅速, 主要种类已经成为广东省的重大林业有害生物

广东省外来林业有害生物入侵频次多、扩散蔓延迅速, 防控形势严峻。据统计, 20 世纪初以来入侵中国大陆并能造成严重危害的主要外来林业有害生物有 38 种 (赵宇翔等, 2015), 其中广东是首次发现地的有 10 种, 已有发生的 23 种。

由于松材线虫、红火蚁和薇甘菊适生范围大, 其入侵、适应、定居、蔓延、扩散、危害是一个多点、多次、持续、长期、复杂的生态过程, 既有自然因素, 也有人为因素, 其发生具有跳跃式、随机性、突发性、持续性等特点, 其防控具有长

期性、艰巨性、复杂性和挑战性, 是广东省目前和今后相当长时期内的主要外来有害生物、重大林业有害生物。松突圆蚧和湿地松粉蚧入侵多年, 虽然基本不再成灾, 发生面积呈现逐年减少, 但其分布、发生范围仍在继续扩大。

1.4.3 油桐尺蛾等食叶害虫已演化为人工林的主要食叶害虫

油桐尺蛾等本土的杂食性食叶害虫从其它寄主树种不断转移并逐步适应桉树林, 已演化为人工林的主要害虫 (黄焕华等, 2007)。单独或多种混合危害桉树林, 在适宜的条件下发生爆发性、持续性、大面积灾害, 在局部地区已经给桉树人工林造成严重损失。虽然近 5 年林业主管部门统计的发生面积仅为 2-3 万 hm^2 , 但因桉树林多为社会企业或自主造林, 统计的发生面积可能不完整。

马尾松毛虫曾经是广东省长期大面积发生的食叶害虫, 发生面积已大幅度下降到每年 2 万 hm^2 左右。黄脊竹蝗、刚竹毒蛾 *Pantana phyllostachysae* Chao、英德跳蚱 *Micadina redtenbacher* Chen & He、云南杂毛虫 *Cyclophragma latipennis* Walker、赭红葡萄天蛾 *Ampelophaga rubigi* Hremer、叶瘤丛螟

Orthaga achatina Butler、樟中索叶蜂 *Mesoleuca rufonota* Rohwer、广州小斑螟 *Oligochroa cantonella* Caradja、黄野螟 *Heortia vitessoides* Moore 等突发性食叶害虫种类和发生频次增多, 时常危害竹子、黎蒴锥 *Castanopsis fissa* (Champ. ex Benth.) Rehd. & Wils.、红椎 *Castanopsis hystrix* Miq.、樟树 *Cinnamomum camphora* (L.) Presl.、土沉香 *Aquilaria sinensis* (Lour.) Spreng. 等人工林。

1.4.4 园林景观树种的“六小”害虫成为常驻性害虫, 时常猖獗危害

在园林景观树种中, 六类小个体害虫(介壳虫、蚜虫、粉虱、蓟马、叶蝉和螨虫)种类多、世代多而重叠、繁殖能力强, 都以口针插入植物组织内吸食汁液, 成为常见、易成灾且难以控制的常驻性害虫, 时常猖獗危害。近十几年来, 吹绵蚧 *Icerya purchasi* Maskell 普遍危害多种阔叶树; 榕管蓟马 *Gynaikothrips uzeli* (Zimmerman) 主要危害垂叶榕 *Ficus benjamina* Linn. (赵超等, 2015); 灰同缘小叶蝉 *Coloana cinerea* Dworakowska 严重危害秋枫 *Bischofia javanica* Bl.。

1.4.5 钻蛀性害虫在特定林分或区域危害主要造林树种

由于松材线虫病、松枯梢病 *Diplodia pinea* Rowan、松突圆蚧、马尾松毛虫和萧氏松茎象 *Hylobitelus xiaoi* Zhang 等病虫害都危害松树, 导致松褐天牛在局部猖獗, 增加了松材线虫扩散蔓延的机会。淡竹笋夜蛾 *Apamea kumaso* (Sugi) 等笋期钻蛀性害虫在肇庆市怀集县及周围的茶秆竹 *Pseudosasa amabilis* (McClure) Keng f. 林时常成灾。很多树种的幼龄林、中龄林、近熟林都有特定的钻蛀性害虫。

1.4.6 林木病害局部流行, 目前仍缺乏高效的防控技术和措施

除松材线虫病外, 松枯梢病普遍发生于马尾松林。桉树梢枯病已在广东省中部流行。木麻黄青枯病 *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi 在台风之后时常流行, 危害沿海木麻黄防护林。肉桂枝枯病 *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Grif. & Maub 在西江流域肉桂栽种区的危害依然较严重。

2 广东省林业有害生物的主要防控技术

三十多年来, 广东省针对林业有害生物的发

生特点和发生趋势, 深入研究成果机理和科学防控的技术和措施, 以林业有害生物生态控制和绿色防控为导向, 建立以适地适树和合理配置树种结构避灾、检疫御灾、防治减灾、应急控制与持续控制相结合的防控机制, 把森林作为一个对象, 尽可能通过树种结构的合理配置或林分改造, 营造有利于林木生长, 不利于林业有害生物发生的环境, 加强检疫, 推进立体化、全方位监测, 保护天敌资源, 采取生物、仿生物制剂持续控制为主等安全、可行、经济的防控技术和措施, 切实避免或减少使用化学农药, 标本兼治, 实现避灾、御灾、防灾、减灾的系列目标, 维护森林健康。

2.1 建立主要林业有害生物立体化监测体系

针对林业有害生物的分布、病害流行动态和昆虫种群动态, 以时效性为先导, 进行定点、定期监测; 对于特定主要林业有害生物进行地面、无人机、卫星监测相结合的立体化、全方位监测。

在地面监测方面, 一是建立了基于林业有害生物监测调查系统(V3.0)数据采集与管理系统, 可现场采集地面线路踏查、标准地调查的林业小班林业有害生物信息(珠三角的广州市等地已对园林景观树种实行网格化管理), 并按省、市、县、镇、村五级分别管理。与全国同步, 定期进行林业有害生物普查, 针对松材线虫病进行每年春季、秋季普查, 已把松材线虫病疫情落实到林业小班。二是对主要林业有害生物的发生趋势和危害程度, 根据特定区域的特点和对象, 建立了国家级中心测报点43个, 以及省-市-县-镇四级构成的林业有害生物系统测报网络, 定期进行短、中、长期预测预报; 对特定林地或高大的林木, 选择不同类型的望远设备(普通望远镜、观鸟望远镜、瞭望台、林间数字监测平台、高位高清监测仪监测)随机或定点监测; 对特定昆虫, 选择适宜的光源(22种波长供选用)引诱监测; 对主要害虫选择不同类型的聚集信息素或性信息素诱捕监测。

在遥感监测松材线虫病、薇甘菊等特定种类的发生范围和程度方面, 若面积较小时, 主要选用有人机、固定翼无人机、多旋翼无人机进行遥感监测或侦查监测; 若面积较大时, 采用高分2号卫星进行遥感监测。

在实时监测方面, 主要根据实际需要选择上述的部分设备, 通过物联网传输, 实现实时、可视化监测。此外, 建立了“广东森林网络医院”,

并与“国家网络森林医院”联网,以及“广东省监测预报微信交流群”,随时随地为林农提供远程诊断、技术咨询,为向社会提供智能化的服务创造条件。

2.2 建立以生态控制和绿色防控为导向的林业有害生物防控技术体系

20 世纪 80 年代以来,外来林业有害生物不断入侵及部分本土病虫害大面积发生并造成严重危害:大面积的纯松林遭受松材线虫病、马尾松毛虫、松突圆蚧、湿地松粉蚧等多种病虫害的共同危害,松树由此被誉为多灾多难的树种;桉树纯林已连片遭受食叶害虫、梢枯病的严重危害;不适合栽种杉木的广东省中、南部的杉木林普遍遭受粗鞘双条杉天牛 *Semanotus sinoauster* Gressitt 危害,肉桂被当作阳性树种营造的纯林普遍遭受肉桂双瓣卷蛾 *Polylopha cassiicola* (Liu & Kawabe) 和枝枯病共同危害。在充分吸取教训,构建立体化监测的基础上,建立以生态控制和绿色防控为导向的林业有害生物防控体系,标本兼治。一是致力于完善适地适树、树种结构配置合理的造林规划,结合一系列林业和生态公益林建设,以及松材线虫病防控工程,选用乡土阔叶树、珍贵树种,采取镶嵌式、块状、带状混交等形式,营造或把纯林改造成多树种合理配置、有一定抗性的混交林,有效地避免林业有害生物的发生和危害。二是建立了相关行业和单位协同开展多种形式的检疫执法和联防联控机制,遏制松材线虫、薇甘菊、红火蚁等外来林业有害生物疫源的扩散。三是长期坚持保护天敌,使用天敌昆虫、生物制剂,以及灭幼脲、苯氧威等仿生制剂和引诱剂等无公害制剂,持续控制林业有害生物。

在松材线虫病防控方面,由于广东省发生早(1988 年)、疫点多、分布范围广,松褐天牛传播松材线虫的效能理论上是长江流域的 2 倍、黄河流域的 4 倍,疫情蔓延扩散迅速,危害严重。如 1988 年首次在深圳市发现松材线虫病的疫区,因早期缺乏有效的技术和措施,松材线虫病迅猛发展而失去持续控制的条件,不得不全部伐除 7 万 hm^2 松林。在总结经验和教训的基础上,着眼于以时间换空间、标本兼治,在实现早期诊断、全面监测掌握疫情的基础上,采取持续控制传播媒介松褐天牛、疫源松材线虫,及时全面清理枯死树和松林改造相结合的技术措施,始终把疫情控制在局部区域。

在松突圆蚧防控方面,分布面积初始以每年 8 万 hm^2 的速度蔓延扩散,2004 年达到最大时为 142.48 万 hm^2 ,发生面积从 1983 年的 7.47 万 hm^2 上升到 1991 年最大时的 62.71 万 hm^2 (梁承丰, 2003)。通过系统研究松突圆蚧的生物学、生态学特性和发生规律,引进、保护、利用和助迁天敌昆虫,把松突圆蚧持续控制在有虫不成灾的状态(张星耀等, 2003)。早期曾到原产地日本引入天敌昆虫—花角蚜小蜂 *Coccobius azumai* Tachikawa 遏制其扩散,由于花角蚜小蜂的夏季耐热性显著低于松突圆蚧(两者的 LT_{100} 分别为 41°C 和 45°C) 而难以为继(钟景辉, 2009),后来转而利用本地寄生蜂友恩蚜小蜂 *Encarsia amicala* Viggiani & Ren、黄蚜小蜂 *Aphytis* sp.。

在食叶害虫防控方面,对于曾经在广东省长期大面积发生的马尾松毛虫,发生面积在 1981—1990 年平均每年达 29.43 万 hm^2 ,最严重的 1991 年为 66.58 万 hm^2 。通过充分保护、发挥天敌的作用,长期坚持采用白僵菌、松毛虫质型多角体病毒等生物制剂,灭幼脲、苯氧威等仿生物制剂,以及松林改造相结合等措施,近 5 年发生面积已控制在每年 2 万 hm^2 左右,仅为 1981—1990 年平均的 7%。对于黄脊竹蝗,采用“多因子相关回归分析”方法进行分析,建立的预测式 $Y = 113.03 - 6.41X_1 - 0.039X_2$ (黄焕华等, 1998),实现定量预测预报;合理选择灭幼脲等昆虫生长调节剂,将其控制在产卵地周围,实现防早、防小、省药、省工的目的(黄焕华等, 1996)。对于桉树食叶害虫,针对树冠层较高,叶面光滑的特点,研究出以利用无公害的烟雾剂为主的食叶害虫控制技术。

在薇甘菊防控方面,通过遏制疫源,使用选择性较强的内吸除草剂(24% 二氯吡啶酸-2,4-滴酸水剂),有效地控制了连片的薇甘菊的蔓延扩散。

2.3 建立林业有害生物防控技术标准化,防控工作社会化的保障体系

建立了“政府主导、社会参与,属地履责、区域协作,联防联控、群防群治”的协调联动机制,从而构建了林业有害生物防控技术规范、标准化,防控工作社会化的保障体系。较系统地制订了广东省主要林业有害生物防治技术标准体系,建立了松突圆蚧、松褐天牛(松材线虫病)、黄脊竹蝗等主要有害生物标准化防治示范区,推进林业有害生物标准化防治。制订了林业有害生

物防治公司资质标准、松材线虫病和薇甘菊防治成本核算等标准,以及林业有害生物灾害保险承保理赔业务规程和损失认定标准,为规范购买社会服务提供依据。

3 广东省林业有害生物防控前景展望

3.1 进一步明确广东省林业有害生物防控的任务和目标

随着广东省一系列林业和生态建设项目的不断推进,乡土树种和珍贵树种等阔叶树种植面积也在逐年增加,松林、桉树林等纯林面积逐步减少,树种结构将得到较大的改善,生物多样性增大,生态公益林的林业有害生物发生面积将有可能减少,但集约经营的松树、桉树等人工林不可避免地会发生林业有害生物严重危害,桉树食叶害虫、部分阔叶林次生性害虫发生面积将有所上升,相信能得到及时、高效的控制;松材线虫、薇甘菊、红火蚁和桉树病虫害依然是广东省的重大林业有害生物。

广东省必须根据林业有害生物的发生特点和发生趋势,以御灾为主,防灾、抗灾、救灾相结合,注重灾前预防转变,加强灾害风险防范、隐患排查和治理;完善林业生产全程监测、准确预报、主动预警、科学防控的机制,提高防控能力和水平,把林业有害生物的发生和危害控制在萌芽状态,为林业生产和生态建设提供技术支撑。

3.2 制订科学的防控策略,确保森林健康

通过顶层设计统筹林业有害生物防御、应急控制和持续控制技术(李小川,2008),从林业生产的全局和林业生态系统的总体出发,根据林业有害生物的发生规律,结合当时当地的具体情况,科学地协调营林防治、物理防治、生物防治等不同方法的单一或组合措施,特别是绿色防控措施,并贯穿于桉树林培育的全过程,使其安全、健康、高效、低耗、稳定、持续,事半功倍。

3.3 深入开展基因调控、生态控制基础研究

在基因调控研究方面,以重要林业有害生物为对象,开展分子检测与调控技术研究,获得一批基于靶标发现和分子识别的林业有害生物高通量分子检测技术,以及基于树木抗性相关基因利用和有害生物致害相关基因干扰的基因调控技术,产出一批林业有害生物分子检测和调控技术产品,

提高林业有害生物分子检测和调控的整体研发水平。

在生态控制研究方面,从林业有害生物灾害防控、森林生态系统功能和森林经营目标的需求出发,分析林业有害生物生态控制的理论基础和技术特点,基于森林生物多样性和景观尺度的异质性相结合,确立生态控制的安全策略,以自然控制和自组织理论为基础,规范林业有害生物生态控制遵循的原则,包括生态系统、协调性、生态平衡、生态位、环境保护、协同进化、林副产品安全、生态系统稳定性、生态系统的高功能(生产力、经济效益、生态效益、社会效益)、森林生态系统生物灾害的持续控制等原则,创造条件实施生态控制和效果评价(梁军等,2005;孙志强等,2010)。

在林业有害生物的成灾机理和调控机制研究方面,针对主要林业有害生物灾害,研究“寄主-林业有害生物-共生体-天敌”种间级联对灾害形成的作用机制,有害生物间的协同与竞争机制,解析灾害扩散流行的分子基础与生态适应性,基于抗性资源为主的对生态系统结构和功能的调控机制,以及景观安全格局阻遏有害生物的扩散蔓延的基础理论。

3.4 交叉学科的融合,将为林业有害生物的立体化实时监测、高效防控提供更先进的技术和装备

随着科学技术的进步和全球经济一体化进程的推进,应用大数据融合分析技术、测报因子时空动态数值化表达技术;地理信息系统作为在景观生态学中一个非常重要的研究技术手段,借助遥感技术(RS)、地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS),不仅可以研究森林景观特征及多样性,还可以对某区域景观安全性做出评价及规划;航空航天多尺度立体监测调查技术所使用的无人机、高分卫星遥感监测和物联网传输为大面积的监测提供了装备;精准的分子检测技术及芯片广泛应用,将使多基因连锁的抗性品种转导成为现实;智能化的监测和防控技术将为林业生产、生态建设提供精准防控技术。

参考文献 (References)

- Huang HH, Huang YH, Fan JX, *et al.* Preliminary report of pest and disease of eucalyptus in Guangdong [J]. *Eucalypt Science & Technology*, 2007, 24 (2): 34-36. [黄焕华,黄咏槐,范军祥,等. 广东地区桉树病虫害调查初报 [J]. 桉树科技, 2007, 24 (2): 34-36]

- Huang HH, Zhang L, Zheng LS, *et al.* Preliminary report on the control of *Ceracris kiangsu* Tsai with insect growth regulator [J]. *Natural Enemies of Insects*, 1996, 18 (2): 86–90. [黄焕华, 张磊, 郑莲生, 等. 昆虫生长调节剂防治黄脊竹蝗初报 [J]. 昆虫天敌, 1996, 18 (2): 86–90]
- Huang HH, Zheng LS, Huang XG, *et al.* Prediction of the incubation period of yellow-spined bamboo locust [J]. *Guangdong Forestry Science and Technology*, 1998, 14 (2): 23–26. [黄焕华, 郑莲生, 黄贤光, 等. 黄脊竹蝗孵化期预测研究 [J]. 广东林业科技, 1998, 14 (2): 23–26]
- Li XC. Emergency Management of Public Emergency in Forestry System [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2008: 58–92. [李小川. 林业系统突发公共事件应急管理 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2008: 58–92]
- Liang CF. Forecast and Control of Main Forest Diseases and Pests in South China [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2003: 141–174. [梁承丰. 中国南方主要林木病虫害测报与防治 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2003: 141–174]
- Liang J, Zhang XY. Forest pest ecological control [J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2005, 41 (4): 168–176. [梁军, 张星耀. 森林有害生物生态控制 [J]. 林业科学, 2005, 41 (4): 168–176]
- Sun ZQ, Zhang XY, Xiao WF. Landscape pathology: A new perspective in forest protection field [J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2010, 46 (3): 139–145. [孙志强, 张星耀, 肖文发. 景观病理学: 森林保护学领域的新视角 [J]. 林业科学, 2010, 46 (3): 139–145]
- Zhang XY, Luo YQ. China Major Forest Diseases and Insects Pests China [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2003: 256–266. [张星耀, 骆有庆. 中国森林重大生物灾害 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2003: 256–266]
- Zhao C, Chen HX, Tong XL. The survey of gallthrips on *Ficus* and host-specificity of the gall-induced thrips in Guangdong Province, China [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2015, 37 (6): 1127–1132. [赵超, 陈红星, 童晓立. 广东省榕树虫瘿蓟马种类及营瘿蓟马寄主专一性调查 [J]. 环境昆虫学报, 2015, 37 (6): 1127–1132]
- Zhao YX, Wu J, Luo YQ, *et al.* The identification of risk sources of forestry invasive alien species in China and their controlling countermeasures [J]. *Plant Quarantine*, 2015, 29 (1): 42–47. [赵宇翔, 吴坚, 骆有庆, 等. 中国外来林业有害生物入侵风险源识别与防控对策研究 [J]. 植物检疫, 2015, 29 (1): 42–47]
- Zhong JH. Extreme Temperature Tolerance of *Hemiberlesia pitysophila* Takagi and *Coccobius azumai* Tachikawa [D]. Doctoral Dissertation of Fujian Agriculture and Forestry University, 2009. [钟景辉. 松突圆蚧及其天敌花角蚜小蜂对极端温度的耐受性 [D]. 福建农林大学博士学位论文, 2009]