

松树与 小蠹虫生态系统—— 害虫综合管理

〔美〕W.E.沃特斯

R.W.斯塔克 编著

D.L.伍德

梁其伟 译



中国林业出版社

松树与小蠹虫生态系统——
害虫综合管理

〔美〕 W.E.沃特斯

R.W.斯塔克 编著

D.L.伍德

梁其伟 译

中国林业出版社

INTEGRATED PEST MANAGEMENT IN
PINE-BARK BEETLE ECOSYSTEM

William E. Waters

Ronald W. Stark

and David L. Wood

Copyright (c) 1985 The Regents of the University
of California Published by John Wiley & Sons, Inc

松树与小蠹虫生态系统——

害虫综合管理

〔美〕W.E.沃特斯

R.W.斯塔克 编著

D.L.伍德

梁其伟 译

中国林业出版社出版（北京西城区刘海胡同7号）

新华书店北京发行所发行 昌黎县印刷厂印刷

850×1168毫米 32 开本 8.625印张 197千字

1991年3月第一版 1991年3月第一次印刷

印数 1—2, 000册 定价：8.00 元

ISBN 7-5038-0706-7/S.0333

前 言

“主要作物生态系统中害虫种群调控的原理、手段和策略”是一项多学科研究协作计划，参加的机构有很多。由C.B.Huffaker主编的《害虫控制新技术》对该计划的产生背景、理论基础、组织方式以及发展过程都进行了很好的描述。该计划从最初拟定起，总的目标就是要发展一种改进的、符合生态学原理的害虫管理系统。这种系统使作物保护长期内费用最少，收益最大。尽管该计划的某些部分研究了个别害虫或害虫复合体，其更广泛的意图在于为整个作物保护系统的建立奠定基础，包括基本概念、结构和技术。在该计划对六种主要农林作物害虫的研究中，这种意图体现在以下几个方面：

1. 从生物学、生态学和经济学角度，科学地理解作物生长过程，害虫与天敌种群动态及其影响因素，以及这些因素的相互作用。

2. 开发和利用各种不同防治手段，特别是耕作，生物和寄主抗性方面的。这些手段在生态方面应相互协调，可望减少广谱性生物农药的使用，并减轻使用中产生的副作用。

3. 采用先进方法，收集有关生物、气象、作物生产的数据，并进行处理和解释。

4. 在实现计划目标的过程中，应用系统分析的基本原理和具体方法，包括建立模型，进行指导和协调。

5. 建立作物生产及害虫系统的模型，结合社会经济学分析，

做为决策辅助系统。并将这种决策辅助系统应用于各种作物，进行小规模试验。

在林业上，害虫综合管理的概念早已被人们所接受。人们希望有机会对包含在一个连续的、长期的过程中的基本生态学原理进行了解，并定量化。因此，将森林害虫与寄主树生态系统纳入上述研究计划显然是重要的。一个多世纪以来，主要是在欧洲和北美，人们对控制毁灭性森林害虫进行了研究，也积累了经验。这些研究和经验清楚地证明了一个事实：除非考虑整个生态系统，否则其他任何措施，特别是单独依靠化学防治，从生态上讲是不现实的，从经济上讲是一种浪费。在森林害虫与寄主生态系统中选择松小蠹生态系统，原因是松林在美国林业经济中举足轻重，而且小蠹虫的危害潜力很大。此外，还在于小蠹虫种群动态、生物学特性和对寄主树种危害的知识已有所积累，可供利用。

“主要作物生态系统中害虫种群调控的原理、手段和策略”研究计划的松小蠹分计划集中研究三种主要的害虫与寄主树生态系统：（1）西松大小蠹与美国黄松生态系统；（2）山松大小蠹与扭叶松生态系统；（3）南松大小蠹^①与火炬松生态系统。1974年，南松大小蠹与火炬松生态系统的研究内容被纳入美国农业部扩大的研究和应用计划中，但仍与另外两个松小蠹研究进行交流和合作。虽然上述三种松小蠹的研究在组织和方向上相似，但由于已有知识和松林现状不同，研究途径和侧重点也存在差异。在1974年以前，整个松小蠹分计划的协调人是爱达荷大学的 R.W.Stark，而后由加州大学贝克利分校的 W.E.Waters 接任。各具体虫种研究的领导分工为：加州大学贝克利分校的 D.L.

① 南松大小蠹即瘤额大小蠹

Wood领导西松大小蠹研究；R.W.Stark领导山松大小蠹研究；得克萨斯州A & M大学的R.N.Coulson领导南松大小蠹研究。

本书提供了目前管理上述三种小蠹虫以及同一松林生态系内存在的其他有害生物的知识和经验总结，尤其侧重新知识和新对策。这些知识和对策一方面来源于美国科学基金会和环保局的研究计划，另一方面来源于美国农业部林务局在西部的计划以及南松大小蠹的扩充计划。虽然如此，已经获得的知识和经验仍有待于付诸实施。

内 容 提 要

本书从森林资源管理角度出发,着重对美国、加拿大三大林业害虫(西松大小蠹、山松大小蠹、南松大小蠹)进行了论述。总结了松树生态系统中害虫综合管理的新知识和新对策。告诉人们如何用最少的费用和力量使害虫危害降低到经济允许水平以下。从经济、政治、社会、美学价值等方面入手制订害虫管理的计划和进行决策。该书适用于学习林业及有关管理学科的学生,还适用于从事害虫管理的专家和研究人員,对从事植保工作的专家也是一本很好的参考书。它能指导人們研究松树与小蠹虫生态系统的平衡。

译 者 的 话

在森林害虫综合管理的理论和实践方面，美国比我们先行一步。如果说我们在这方面应该向美国学习，那么了解他们在松树小蠹虫综合管理方面的经验最为有益。众所周知，松树小蠹虫是美国最重要的森林害虫，在研究上投入了最大的人力和物力。1972年，美国发动了一项题为“主要作物生态系统中害虫种群调控的原理、手段和策略”的庞大研究，由全国数百名科学家参加。该研究包括6种害虫，松树小蠹虫是当中唯一的森林害虫。该研究在美国害虫防治历史上被称为是划时代的，至今仍有较大影响。本书也是对该研究中的松树小蠹虫部分的总结。

本书最大的特色在于从森林资源管理角度探讨害虫问题。虽然是针对小蠹虫的，但正如作者在第九章中指出的：“我们相信，本书许多探讨小蠹虫种群动态和害虫调节的技术只要适当修改，就可应用于其他森林虫害和病害问题”。

尤其值得一提的是，本书第二章、第五章、第八章的思想方法，对于各种森林害虫都是适用的。

参加译稿校对的同志有：萧刚柔（前言，第九章），李天生（第八章），苏祥瑞（第三章、第四章、第五章、第七章），任立宗（第一章、第六章）。在此表示感谢。

译者

1988.5.2

目 录

译者的话

前言

第一章 松树与小蠹虫生态系统——害虫综合管理的目标

.....	(1)
第一节 引言.....	(1)
第二节 森林和害虫管理的基本概念.....	(2)
第三节 黄松林内发生的西松大小蠹.....	(5)
一、寄主树.....	(5)
(一) 分布和生态.....	(5)
(二) 经济价值.....	(7)
(三) 危害物.....	(7)
二、害虫.....	(13)
(一) 分布及重要性.....	(13)
(二) 生活史.....	(14)
(三) 侵害行为及与寄主的关系.....	(15)
三、天敌.....	(19)
第四节 扭叶松林内发生的山松大小蠹.....	(21)
一、寄主树.....	(21)
(一) 分布与生态.....	(21)
(二) 经济价值.....	(23)
(三) 危害物.....	(23)
二、害虫.....	(30)
(一) 害虫分布及重要性.....	(30)

(二) 生活史.....	(31)
(三) 侵害行为和寄主选择.....	(32)
三、天敌.....	(35)
第五节 火炬松林发生的南松大小蠹.....	(36)
一、寄主树.....	(36)
(一) 分布及生态.....	(36)
(二) 经济价值.....	(37)
(三) 危害物.....	(38)
二、害虫.....	(42)
(一) 分布及重要性.....	(42)
(二) 生活史.....	(43)
(三) 侵害行为与寄主树的关系.....	(44)
三、松小蠹生态系统害虫综合管理的特点.....	(52)
第二章 森林害虫管理系统的概念与结构.....	(53)
第一节 引言.....	(53)
第二节 害虫综合管理的概念.....	(55)
第三节 森林害虫综合管理系统的结构.....	(55)
第四节 害虫管理和森林管理的关系.....	(60)
第三章 森林与小蠹虫相互关系: 小蠹虫种群动态.....	(65)
第一节 引言.....	(65)
第二节 小蠹虫种群动态、寄主树动态与害虫综合管理的相互关系.....	(65)
第三节 小蠹虫与寄主树系统的基本知识.....	(67)
一、孤立的小蠹虫个体.....	(67)
二、受害树上的小蠹虫个体.....	(68)
三、受害树上和受害树之间的小蠹虫种群属性.....	(69)
四、危害地和林分内的种群.....	(69)
五、森林生态系内的种群.....	(70)
第四节 小蠹虫种群动态研究的进展.....	(71)
一、种群抽样.....	(71)

二、种群模拟.....	(74)
(一) 南松大小蠹种群动态模型.....	(75)
(二) 山松大小蠹种群动态模型 (MPBMOD)	(76)
三、树木内种群过程.....	(78)
四、危害地及林分内小蠹虫种群动态.....	(80)
五、小蠹虫对行为化学物质的反应.....	(81)
六、寄主树在松树小蠹虫种群动态中的作用.....	(81)
(一) 寄主敏感性与抗性.....	(82)
(二) 树木内栖境的适宜性.....	(82)
第五节 有待进一步研究的领域.....	(83)
一、初始寄主选择.....	(83)
二、小蠹虫大发生动态.....	(84)
三、小蠹虫在树木内死亡的动态.....	(84)
四、树木内栖境及森林微气候.....	(84)
五、树木生物物理模型.....	(85)
第四章 森林与小蠹虫相互关系: 林分动态及预测.....	(86)
第一节 引言.....	(86)
第二节 小蠹虫在林分动态中的作用.....	(87)
第三节 害虫模型在森林管理中的作用	(90)
第四节 调查系统的作用.....	(92)
第五节 林分发展预测模型.....	(93)
第六节 林分发展预测及山松大小蠹种群预测耦联模型.....	(97)
第七节 模拟其他小蠹虫系统	(103)
一、西松大小蠹.....	(103)
二、南松大小蠹.....	(104)
(一) 阿肯色模型.....	(105)
(二) 得克萨斯州A&M模型.....	(105)
(三) 地区性的南松大小蠹损害预测系统.....	(106)
第八节 总结.....	(108)
第五章 对森林用途及价值的影响.....	(110)

第一节 引言.....	(110)
第二节 对生产力的影响.....	(115)
一、木材.....	(115)
二、娱乐.....	(117)
三、美学价值.....	(118)
四、水文.....	(120)
五、野生动物.....	(122)
六、放牧.....	(123)
第三节 对费用的影响.....	(124)
一、林火.....	(124)
二、管理费用.....	(125)
第四节 对费用和收入分配的影响.....	(126)
第五节 结论.....	(127)
第六章 防治手段和策略.....	(128)
第一节 引言.....	(128)
第二节 营林防治.....	(129)
一、疏伐.....	(129)
二、局部采伐.....	(133)
第三节 害虫种群防治.....	(134)
一、行为调节化学物质.....	(136)
(一) 大量诱捕方法.....	(137)
(二) 饵木法.....	(139)
(三) 干扰.....	(140)
二、化学杀虫剂.....	(141)
三、伐留处理和快速拯救伐.....	(142)
第四节 单株树木保护.....	(143)
一、行为调节化学物质.....	(143)
二、化学杀虫剂.....	(143)
(一) 西松大小蠹.....	(144)
(二) 南松大小蠹.....	(144)

(三) 山松大小蠹.....	(144)
第五节 理想的化学防治.....	(145)
第六节 评述.....	(145)
第七节 需要填补的空白.....	(147)
第七章 监测小蠹虫种群及其造成的损害.....	(149)
第一节 引言.....	(149)
第二节 松树小蠹虫管理中的森林调查.....	(151)
第三节 树木、林分和林分区危险性 & 易受害性的比较.....	(153)
一、树木个体危险性比较.....	(156)
(一) 黄松与西松大小蠹生态系统.....	(156)
(二) 扭叶松与山松大小蠹生态系统.....	(158)
(三) 火炬松与南松大小蠹生态系统.....	(158)
二、林分和林分区危险比较.....	(158)
(一) 黄松与西松大小蠹生态系统.....	(158)
(二) 扭叶松与山松大小蠹生态系统.....	(159)
(三) 火炬松与南松大小蠹生态系统.....	(164)
三、危险性 & 易受害性综合模型.....	(171)
第四节 监测 (普遍调查).....	(174)
一、航空调查.....	(174)
二、外激素引诱.....	(176)
第五节 估计 (集中调查).....	(179)
一、小蠹虫造成损害的定量估计.....	(179)
(一) 地面调查.....	(179)
(二) 航空调查.....	(180)
二、估计小蠹虫种群密度和趋势.....	(184)
(一) 树木内的种群.....	(185)
(二) 危害地内的种群.....	(186)
(三) 林分和林分区的种群.....	(186)
第六节 结论.....	(187)
第八章 决策分析.....	(186)

第一节 引言.....	(188)
第二节 时间和空间考虑.....	(190)
第三节 不确定性	(190)
第四节 过程.....	(190)
第五节 资料需求.....	(194)
第六节 不同收益的估计.....	(197)
一、木材.....	(198)
二、娱乐.....	(198)
三、水文价值.....	(199)
四、野生动物.....	(199)
五、放牧.....	(200)
六、林火.....	(200)
七、管理计划制订费用.....	(200)
第七节 结语.....	(201)
第九章 总结	(202)
第一节 引言.....	(202)
第二节 系统分析的应用.....	(203)
第三节 先进的资料收集、处理、解释方法的发展	(203)
第四节 对生态系统的科学理解	(203)
第五节 可供选择的策略和手段的发展.....	(203)
第六节 模拟模型的开发.....	(208)
第七节 害虫综合管理在林业上的采纳.....	(209)
一、法律限制.....	(210)
二、技术限制.....	(212)
三、组织和观念限制.....	(212)
第八节 结语.....	(213)
附录一 文献索引.....	(214)
附录二 公制、英制计量单位换算表.....	(230)

第一章 松树与小蠹虫生态系统

——害虫综合管理的目标

第一节 引言

森林和林地几乎占据全世界陆地面积的 $\frac{1}{3}$ ，而农业用地只占11% (FAO, 1980)。作为一种可更新的自然资源，森林和林地在不同程度上对各国人民的利益有着极重要的影响。这种利益涉及自然、社会和经济方面。在温带和亚热带的大部分地区，松林构成自然植被的重要组成，不少树种被用于造林和绿化。随着森林资源保护工作的地位在发达与不发达国家中得到提高，人们对它也越来越重视 (King, 1976)。

在美国，约2.98亿公顷面积被划分为森林，占国土面积的33% (美国农业部林务局，1981)。其中六种主要松林类型（或生态系统）约占18%。黄松生态系统覆盖面积达1370万公顷，几乎遍布落基山脉和太平洋沿岸各州。扭叶松生态类型面积860万公顷，主要位于落基山脉、美国西北部太平洋沿岸、阿拉斯加、加利福尼亚。山地白松生态类型面积20万公顷，限于落基山脉北部和太平洋沿岸各州。火炬松-萌芽松类型覆盖面积最广，为2040万公顷，主要位于东南及中南部各州，在西北和中北部各州亦有。长叶松-湿地松类型总计690万公顷，几乎遍布东南、中南部各州的大西洋沿岸平原。北美乔松-多脂松-北美短叶松生态系统面

积500万公顷，大部分在东北和中北部地区。此外，在美国东部的栎树-松树类型，松树也占一定比例，主要是火炬松和萌芽松。黄松在西部针阔混交林中数量不少。

松树是美国许多风景名胜的主要树种，它与林业经济关系很大。对不同的人而言，松林与其他森林一样，具有多种用途。这些用途包括有形的和无形的。松林既是木材、纸张和其他林产品的主要来源，又可为野生动物提供栖息地，为牲畜提供饲料，为水域提供保护性覆盖，还可为野外娱乐和美学欣赏提供自然环境。鉴于松林在美国的用途多种多样，管理它们的目标重点也必然不同。人们对森林产品及用途，存在着所有权和利用上的竞争。这种竞争在很大程度上影响管理者在危险灾害中的价值观，结果也影响到他们对支付费用及承担风险（财政和其他方面）的看法。

森林是一种复杂的、动态的自然资源。掌握一些有关森林、小蠹虫及其他有害物的知识很有必要。有了这些知识，人们不仅可以认识到害虫综合管理的重要性，还能够认识到它在制定一个增加产品、永续利用的林业生产计划方面的作用。此外，还应理解在“森林害虫综合管理”这个术语中，“综合”有两层意思：①综合已有知识和技术，用于防治对森林生产力、某些树种价值、森林生态系统或管理实体有不良影响的害虫；②将害虫管理纳入整个森林资源管理（第二章）。真正目标是整个保护系统，而不仅仅是在某种条件下对某种害虫的更有效防治（Waters和Stark, 1980）。从生态和经济角度来看，没有什么想法比把目标放在整个保护系统上更好。

第二节 森林和害虫管理的基本概念

天然植被，包括森林，无一不是根据现有植被组成、演替类

型、潜在（顶极）组成和结构来定义和分类的。这些方面存在的大量差异反映出各种森林及其相应植被在时间和空间动态性质上不仅不同，而且十分复杂。

从管理目标出发，通常根据当时的森林组成，特别是优势树种将森林区域划分为不同森林类型（如Eyre, 1980）。另外，也可根据以主要演替树种和相应地被物为特征的生境类型来划分（Daubenmire和Daubenmire, 1968）。后者利用了气候、地形、土壤以及演替组成等情况，目的在于更好地描述树种和相应植被的关系。这些因子在林分中即使在不同管理措施下（包括粗放经营），其特征都具一定的稳定性。后一种方法对更长期的计划尤其有用。因为对于某一具体地点来说，完全可以在原有划分特征上补充其他内容，如潜在生长速率、对干扰的反应以及林分变化情况。这也是符合生态学原理的。这样一来，植物生态学家或林学家不过是把由昆虫周期性发生、灾害性暴发以及累积非灾害性损害造成的生境特征当做随机事件或变量考虑。其结果，昆虫并没有被当做生态系统的组成部分看待。然而，如同下面所介绍的，小蠹虫对松树生态系统的当前特征和演替类型起重要影响作用，甚至是决定性的。

不管森林管理者使用何种森林类型或生境划分法，由昆虫和相应的有害物造成的干扰是客观存在的，都会增加评价当前损害程度和将来规划的复杂性和不确定性。此外，它们对正在进行的管理活动也有破坏性。昆虫影响森林生态系统的性质和程度多种多样，因此很难在一个精确的定量评价和计划制订体系中包括进去。这种体系在美国已经存在，1976年颁布的国有林管理法和1974年颁布的可更新资源计划法都要求有这种体系。应该看到，影响害虫发生及数量的环境因素也许与划分和调查林分的因素不同。另外，使害虫损害保持在容许水平下的策略和手段也许与抚