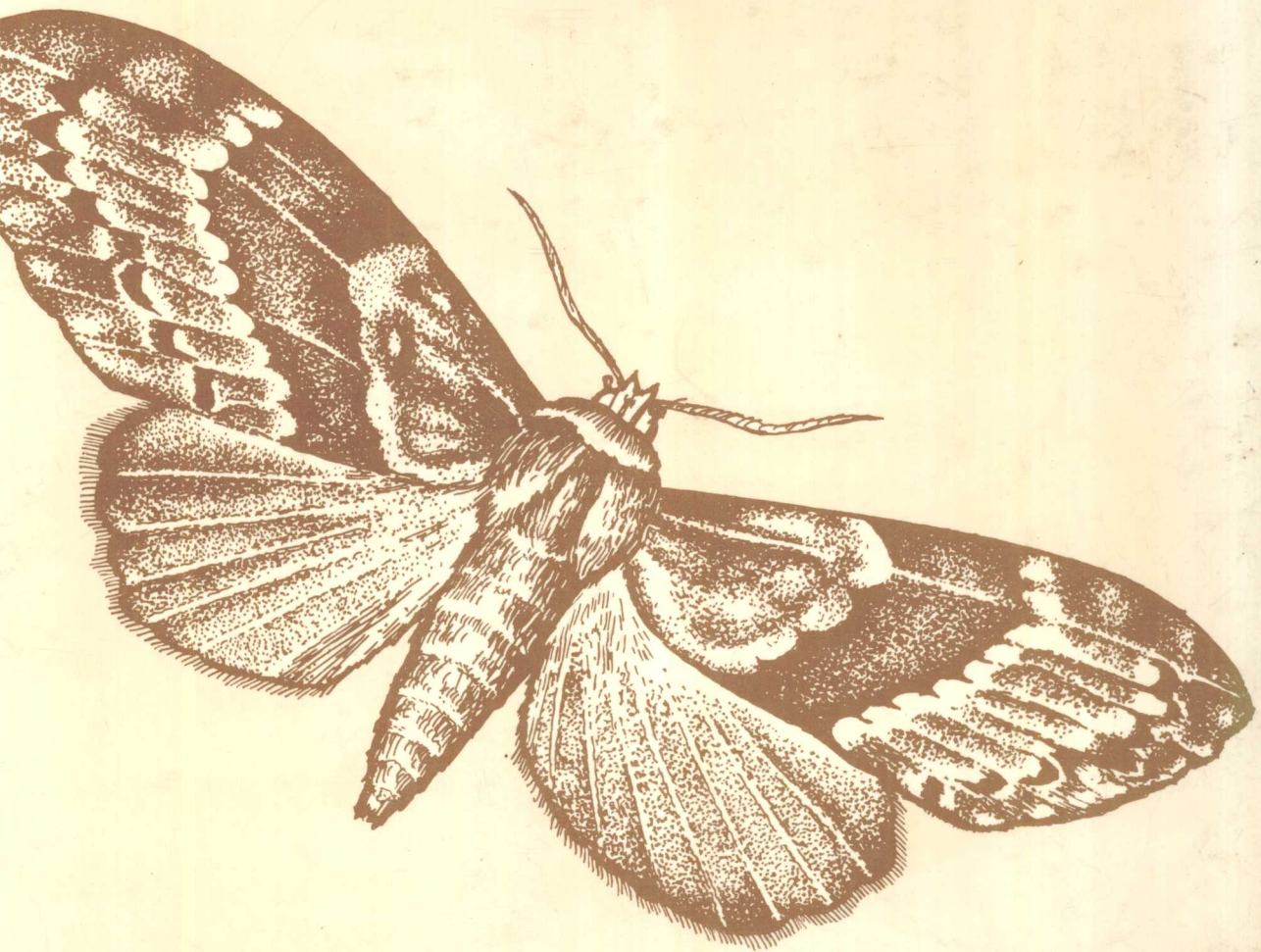


松毛虫 综合管理

INTEGRATED
MANAGEMENT OF PINE
CATERPILLARS
IN CHINA

陈昌洁 主编



中国林业出版社
CHINA FORESTRY PUBLISHING HOUSE

松毛虫综合管理

陈昌洁 主编

中国林业出版社

松毛虫综合管理

陈昌洁 主编

中国林业出版社出版发行(北京西城区刘海胡同7号)

杭州市余杭人民印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 26.25印张 608千字

1990年12月第1版 1990年12月第1次印刷

印数1—5 000册 定价:19.00元

(京)第033号 ISBN7·5038-0752-0/S·0359

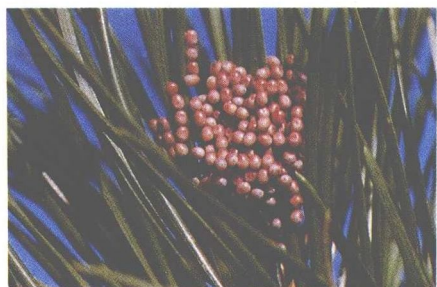


图1 松毛虫卵

图3 松毛虫成虫交尾状



图2 松毛虫茧



图4 塑料环防治松毛虫幼虫

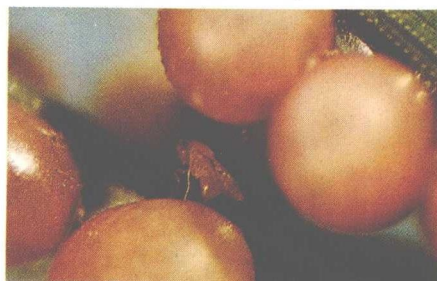


图5 赤眼蜂寄生松毛虫卵

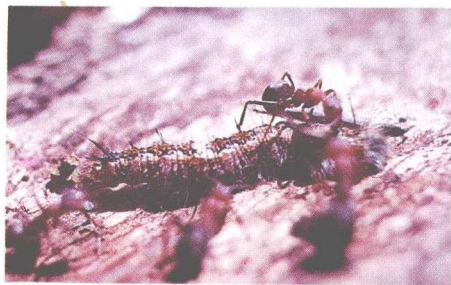


图6 蚂蚁捕食松毛虫幼虫



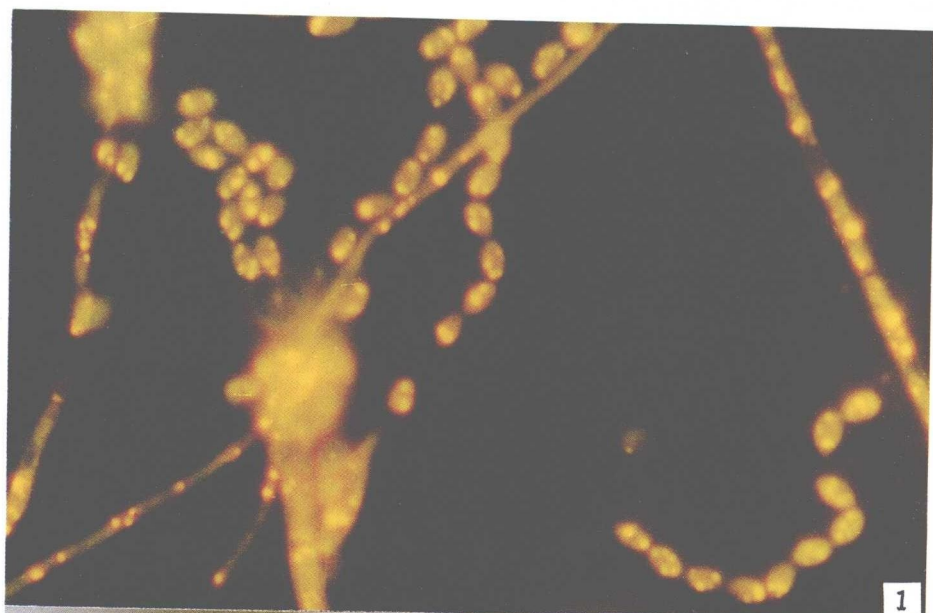
图7 马蜂捕食松毛虫幼虫



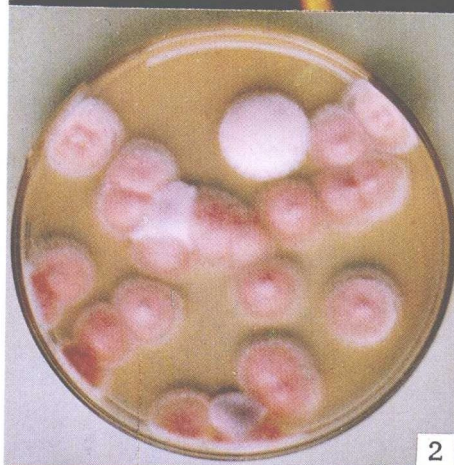
图8 蜘蛛捕食松毛虫幼虫



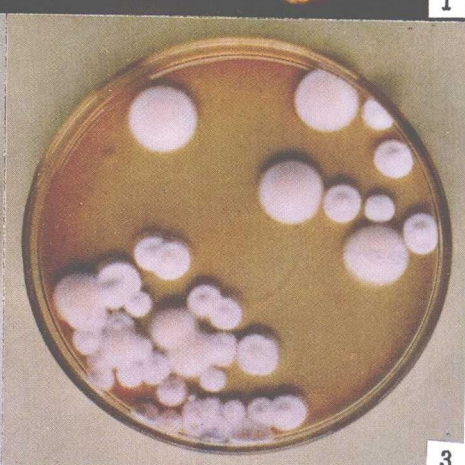
图9 蛴螬捕食松毛虫幼虫



1



2



3



4

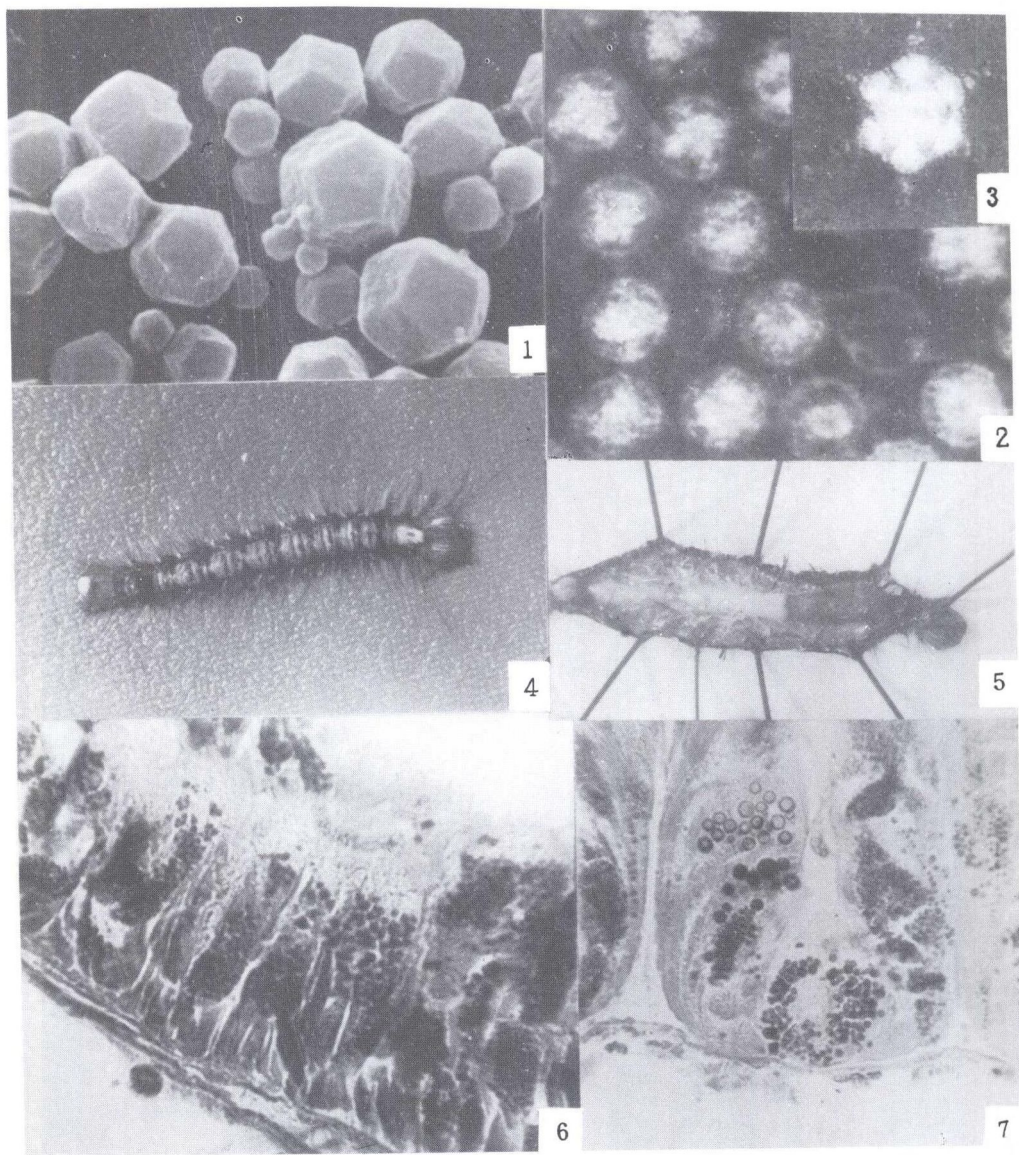
图 1 粉拟青霉的多核分生孢子

图 2 桔黄综合型、异核体菌落

图 3 浅黄菌丝型菌落(大)

和白色孢子型菌落(小)

图 4 白色孢子形菌落



图版Ⅱ

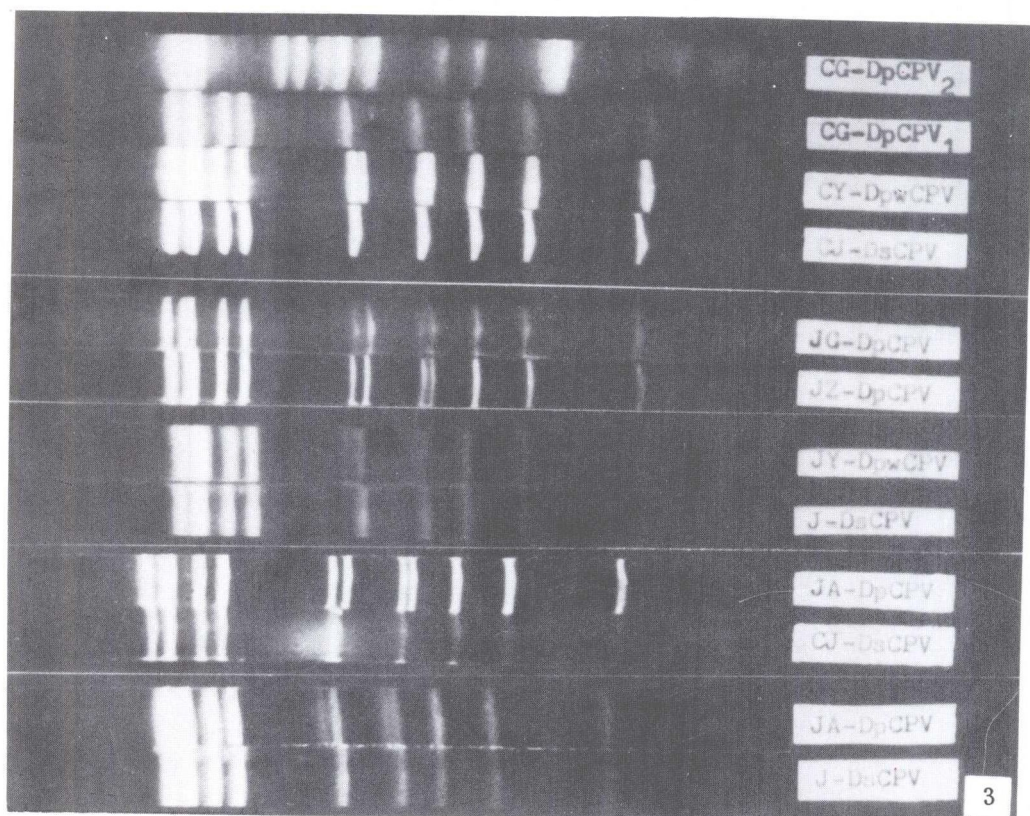
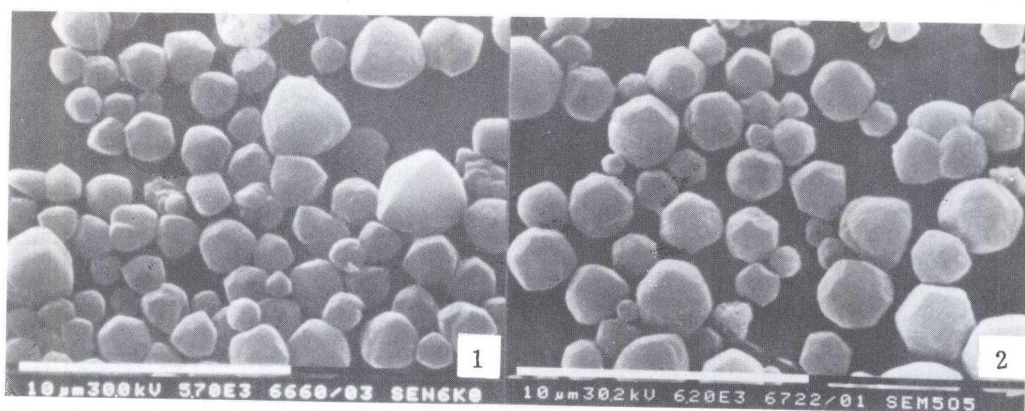
1. 松毛虫细胞质多角体

2.3. 病毒粒子(透射10.4万 $\times$ 、30万 $\times$)

4. 尾部带白粪粒的病虫

5. 松毛虫病变发白的中肠

6.7. 中肠上皮细胞中形成大小不一的多角体



图Ⅳ

1. CG—DpCPV离心上带多角体
2. CG—DpCPV离心下带多角体
3. 松毛虫CPV—RNA，3%PAGE图谱

《松毛虫综合管理》编辑委员会

顾问 萧刚柔

主编 陈昌洁

常务编委(以姓氏笔画为序)

王淑英 叶文虎 陈昌洁 李天生 李典谟 吴 坚 何力春 张执中 奚福生

编委(以姓氏笔画为序)

王淑芬 王淑英 叶文虎 孙明雅 陈昌洁 李天生 李运惟 李典谟 李周直
邱守思 吴 坚 杜增庆 何力春 张执中 武觐文 周健生 侯陶谦 殷凤鸣
奚福生 夏乃斌 童新旺 彭建文

Editorial Committee

Consultant: Xiao Gangrou

Chief Editor: Chen Changjie

Standing members: Chen Changjie

He Lichun

Li Dianmo

Li Tiansheng

Wang Shuying

Wu Jian

Xi Fusheng

Ye Wenhui

Zhang Zhizhong

Members: Chen Changjie

Du Zengqing

He Lichun

Hou Taoqian

Li Dianmo

Li Tiansheng

Li Yunwei

Li Zhouzhi

Peng Jianwen

Qiu Shousi

Sun Mingya

Tong Xinwang

Wang Shufen

Wang Shuying

Wu Jian

Wu Jinwen

Xia Naibin

Xi Fusheng

Ye Wenhui

Yin Fengming

Zhang Zhizhong

Zhou Jiansheng

编写人员

前言	何力春								
第一章	邱守恩								
第二章	侯陶谦								
第三章	张执中	周章义	彭建文						
第四章	李天生	李典谟	夏乃斌	薛贤清	周国法	葛庆杰	屠泉洪	王世坤	赵成华
	荆慧荣								
第五章	李天生	夏乃斌	周国法	葛庆杰					
第六章	吴 坚	奚福生	童兴旺	吴钜文	杜增庆	何俊华	孙明雅	黄荫规	陈树椿
	刘树声	何允恒	楚国忠	周鼎英	任立宗	王常禄	陈华盛	施仲美	蒋 平
	施祖华	韦天盛	唐泉富	方惠兰	裘学军	马万炎			
第七章	陈昌洁	武覲文	李增智	王志贤	李运惟	常绍慧	殷凤鸣	王学聘	戴莲韵
	陶 粮	张永安	汤 坚	丁 姗	丁贵银	高志和	谈迎春		
第八章	李周直	宋长义							
第九章	陈昌洁	李天生	叶文虎	吴 坚	马小明	李典谟	周国法	周健生	
第十章	张执中	周健生	黄金义	王淑芬	张 真				
结束语	常务编委会								

序

松毛虫是我国森林最大的食叶害虫,发生面积广,造成的损害大。我国对松毛虫的研究开始于本世纪30年代,30年代至40年代主要对马尾松毛虫的形态、生物生态学和防治方法进行了研究,取得了一些成绩。50年代曾两次组织有关力量对松毛虫进行较系统的研究,但每次仅2—3年即宣告中断。此后,直至1980年,各有关单位自行安排力量从事松毛虫的研究。在此期间对于松毛虫的种类、分布、寄主、生物学、生态学、防治方法研究较多,所获成绩也较大。1981年国家“六五”计划开始,将松毛虫的研究列为国家攻关课题,拨出较多的经费,组织全国力量对马尾松毛虫及油松毛虫进行较系统和较深入的研究。在“六五”计划中对上述两种松毛虫的生物学、生态学,特别是预测预报、防治方法尤其是综合防治的研究获得了较好的成绩。为了更深入地对上述两种松毛虫进行研究,在国家“七五”计划中又将这两种松毛虫的研究列为国家重要课题。在“七五”计划中对预测预报、综合管理及微生物防治的研究比过去都有较大的进展,取得了更好的成绩。在综合管理系统模型的研究方面其水平已跻身于国际先进行列;就作模的指导思想、采取的步骤及方法上较国际先进水平均有较大创新。

为了总结“六五”及“七五”对松毛虫研究的成绩,找出经验教训,供今后研究、教学及生产上参考应用,特由这两个五年计划中松毛虫研究的负责人组织各有关研究人员编写成《松毛虫综合管理》一书。本书内容丰富,取材广泛,行文通畅,是迄今为止一本较全面、深入、理论和实践性较强的有关松毛虫的专著。

目前,我国松毛虫灾害(事实上包括所有森林病虫害)尚不能很好地加以控制,究其原因,主要有下述三个方面:(1)在营林技术防虫方面重视不够,在选种、育苗、造林、经营管理、采伐、贮藏、运输等各个环节上都未考虑防治害虫的问题。殊不知营林技术防虫是防治森林害虫的基础,基础不好,要想不发生虫灾实不可能。(2)轻视预测预报。在害虫尚未蔓延成灾以前要做好预测预报工作。预测预报是防虫的耳目,耳不聪、目不明,如何能与害虫作斗争?(3)现有防治方法尚未完全得到很好的推广应用,因此有些方法不为群众所知,有些方法群众也不完全掌握。为此,今后要想把松毛虫灾害加以控制,必须非常重视营林技术防虫,重视预测预报和做好现有防治方法的推广工作。

今当《松毛虫综合管理》一书行将付梓之际,预祝其早日问世,并乐为之序。

萧 刚 柔

1990年10月3日于北京

前 言

按照“经济建设必须依靠科学技术，科学技术必须面向经济建设”的方针，国家将“松毛虫综合管理技术研究”列入了“六五”、“七五”科学技术研究和发展计划。在林业部科技司主持下，组织了科研、教学、生产单位约数百名科技人员对此项课题进行了实施，历时8年，完成了这项光荣而艰巨的任务。

松树是我国重要的森林资源，主要有马尾松、油松、赤松、落叶松、云南松等，总面积约5—6亿亩。松材除广泛用于民用及工业建筑材、坑木、枕木、造纸材以及薪材外，松脂还可以生产多种林化产品，是我国重要的出口创汇产品。

长期以来，由于人们经营不当，致使松林生态系统遭到破坏，从而使得松毛虫的危害日趋严重。70年代以来，全国松毛虫发生面积年均约2000—3000万亩。目前，年均松毛虫发生面积竟高达5000万亩以上，约占全国森林害虫发生总面积的一半，是我国最严重的森林害虫。估计每年造成的立木生长量损失达1000万 m^3 ，年损失松脂约5000万 kg 。而生态环境的破坏，松毛虫病对人畜所造成的损失，就更为严重了。我国党和政府对松毛虫的防治工作十分重视，在组织专家论证的基础上，林业部科技司将松毛虫的综合防治作为重点列入了国家攻关项目，并成立了专家组来协助开展这一项目的研究工作。根据松毛虫种类多，分布广的特点，重点抓了马尾松毛虫、油松毛虫和赤松毛虫这三种代表性种类。在试验点的设置上，充分考虑了地理差异，从南到北设置了广西、安徽和河北3个松毛虫综合防治试验点，从而使研究所取得的成果更加具有代表性、适用性。

建国以来，我国在松毛虫防治研究方面，做了大量的工作，但是从害虫综合管理原则出发，这些研究成果仍不能满足防治松毛虫的要求。“六五”期间，对松毛虫综合防治课题的研究，主要集中在与综合防治原则有关的大量单项研究内容上，同时也注意了组装配套的综合防治试验研究工作，并取得了一批研究成果。

一、进行了松毛虫空间分布型及其抽样调查技术研究，取得了如万分之十六的抽样量、斜对角线取样方式，以及用有虫株率估计种群的调查方法等成果，从而大大简化了抽样调查技术，特别适合于低密度下调查使用。

二、建立了松毛虫种群动态的各类统计模型。例如利用大气环流、海温等系统气象资料与松毛虫动态的历史资料建立了相关统计模型，具有较好的拟合效果。

三、在松毛虫生物学习性研究的基础上，研制了以林间自然卵形成的松毛虫种群，在不进行人为防治情况下的生命表，从而比较客观地反映了自然界中马尾松毛虫种群消长与演变规律，提高了松毛虫中短期测报的准确率。

四、研究了松毛虫的取食量及其对树木生长的影响，将过去沿用的 $0.1836\text{m}^3/\text{亩}$ 的损失量，修正为 $0.09\text{m}^3/\text{亩}$ ，为灾害损失估计及防治决策提供了依据。

五、研究了封山育林及其林业措施对抑制松毛虫灾害的机制。这些研究结果，不仅揭示了封山后形成的复杂生态系统对松毛虫种群的抑制，同时，还从树木生理生化的一系列变化方面，在更深的层次上，阐明了封山以及营林措施对松毛虫种群的影响。

六、进一步发展了各类防治手段。白僵菌孢子粉平板生产工艺的研究，不仅可以提高工

效，降低成本，减少污染，而且使该制剂的生产初步达到了规范化生产的水平；松毛虫细胞质多角体病毒的系统研究结果，证明它是松毛虫综合管理中一种很有效的手段，同时，研制出了这种手段的大规模生产方法及其相应的剂型；通过对粉拟青霉的研究，发现它特别适用于北方松毛虫的控制，与白僵菌相比，它具有更好的毒力；通过对苏云金杆菌的深入研究，不仅提出了进一步降低价格的工艺程序及培养基，同时也发展了固体生产方式，这对苏云金杆菌的利用，提供了一个广阔的前景。

在化学杀虫剂方面，溴氰菊脂的选用，大大提高了松毛虫的防治效果，从而使之成为当前松毛虫防治的一种主要手段。与此同时，也注意研究了如何延缓由于它的大量使用所带来的抗性问题的。灭幼脲的选用在维护松林生境质量方面，发挥了重要作用。化防与生防的结合，使防治手段的组合更为合理，更加符合综防的基本原则。

七、初步建立了几种不同组合方式的综防措施。例如以封山育林为主体的综合防治；以封山育林为基础，控制越冬幼虫上树为主的综防措施；以微生物控制手段为主体的综防措施等等。对如何进行综合管理，进行了试探性的研究，并取得了一定的成果。

在“六五”研究的基础上，“七五”期间松毛虫综合防治又进入高层次的研究阶段。发展了松毛虫综合管理的系统模型，将松毛虫已有的研究成果纳入管理系统之中。借助于电子计算机这一先进工具，在系统科学思想指导下，建立起了松毛虫种群动态的系统模型，树木生长模型以及综合管理优化模型。将所有研究成果，用量化的指标，纳入模型之中，得到了各种模拟结果。这对松毛虫综合管理的实践及进一步深入研究提供了重要手段。实践证明对系统模型的检验，基本上是成功的。

系统科学思想和方法渗透到松毛虫综合防治研究之中，应该说在我国这还是首次。它不仅提高了松毛虫综合防治的研究水平，要求我们考虑与系统有关的各种因子，而且也检验了已有研究成果的实用性。与此同时，也为今后松毛虫综合管理课题的进一步研究指明了方向，可大大加快研究进度，使研究成果更为实用。

在两个五年计划期间，广大森保科技工作者，怀着振兴中华的高度责任感，以及对揭示未知领域的强烈追求精神，积极投身于松毛虫综合管理的科技攻关工作中，发挥了多部门、多学科协同攻关的精神，夜以继日地努力工作，从而取得了一批有价值的研究成果。目前已取得各项鉴定成果20余项，有的成果已达到同类研究的国际先进水平。

为了系统地总结“六五”和“七五”的攻关成果以及与此有关的一些资料，为促进松毛虫综防成果的广泛推广应用与交流，充分肯定广大科技工作者无私奉献所取得的成绩，使科技成果尽快地转化为生产力，我们组织部分参与本项目的科技人员，编写了“松毛虫综合管理”这本书。本书所涉及的面及其深度就松毛虫来说，尚属首次，这是集体智慧的结晶，是所有参与项目攻关成员的劳动成果。本书的统稿人分别是：第三章张执中、周章义、彭建文；第四、五章李天生、夏乃斌；第六章吴坚、奚福生、童新旺、吴钜文、陈树椿；第七章陈昌洁、武颀文；第八章李周直、宋长义；第九章陈昌洁、李天生、叶文虎、吴坚；第十章王淑英。此外，我们在本书的结束语之后，列出了参与本项攻关的全体成员，其中许多同志直接参与了本书的编写工作。我们以此种方式充分肯定他们对本书所做出的贡献。

由于研究工作仍将不断深入进行，加之编写时间仓促，错误或遗漏之处在所难免，有待今后进一步补充和更正。

目 录

序	
前 言	
第一章 松毛虫在我国的发生、防治历史及现状	(1)
一、松毛虫发生和危害概述	(1)
二、防治历史及现状	(2)
(一) 人工控制阶段	(2)
(二) 化学防治阶段	(2)
(三) 综合治理阶段	(3)
第二章 松毛虫在我国种类、地理分布及生物学特性	(5)
一、松毛虫的种类、地理分布	(5)
二、危害成灾的松毛虫种类及其分布区	(5)
(一) 马尾松毛虫危害区	(5)
(二) 油松毛虫危害区	(8)
(三) 赤松毛虫危害区	(8)
(四) 落叶松毛虫危害区	(8)
(五) 云南松毛虫危害区	(8)
三、生物学特性	(9)
(一) 生活史	(9)
(二) 生活习性	(9)
参考文献	(18)
第三章 松毛虫种群动态与环境的关系	(19)
一、气候因子及其影响	(19)
(一) 温度对松毛虫的影响	(19)
(二) 湿度和降水对松毛虫的影响	(21)
(三) 温度和湿度对松毛虫的综合作用	(22)
(四) 风对松毛虫的影响	(24)
(五) 光对松毛虫的影响	(24)
二、天敌因子及其影响	(25)
(一) 天敌的作用	(25)
(二) 油松毛虫、赤松毛虫的天敌简介	(28)
三、立地类型、林分结构、海拔高度及其影响	(29)
(一) 立地类型	(29)
(二) 林分结构	(30)
(三) 海拔高度	(33)
四、林业措施及其影响	(33)

(一) 封山育林及其影响	(34)
(二) 混交林的诱导抗性	(53)
(三) 施肥及其影响	(57)
参考文献	(59)
第四章 松毛虫种群动态及其监测	(61)
一、松毛虫种群的空间格局	(61)
(一) 空间格局的静态分析	(61)
(二) 空间格局的动态分析	(69)
二、松毛虫种群密度的抽样估计	(72)
(一) 抽样方案的选择	(72)
(二) 抽样单位的选择	(72)
(三) 序贯抽样方法	(73)
(四) 利用幼虫落粪数量推算高大树木上的虫口数量	(75)
(五) 应用有虫株率估计松毛虫种群密度	(76)
(六) 松毛虫越冬幼虫的调查方法	(77)
(七) 应用振动查虫机调查高大树木上害虫数量的方法	(78)
三、松毛虫种群监测方法	(79)
(一) 松毛虫性信息素及其应用	(79)
(二) 黑光灯在松毛虫种群动态监测中的应用	(81)
(三) 应用雷达监测马尾松毛虫成虫踪迹	(82)
(四) 应用卫星遥感(TM)图象监测松毛虫灾害的研究	(83)
四、松毛虫种群动态模型	(85)
(一) 统计模型	(85)
(二) 种群动态的模拟模型	(93)
参考文献	(95)
第五章 失叶对松树生长的影响	(97)
一、松树生长模型	(97)
(一) 影响马尾松生长的诸因子分析	(97)
(二) 油松生长模型	(98)
二、松树失叶后的差异性检验及其生长模型	(99)
(一) 不同摘叶水平条件下的差异性检验	(99)
(二) 失叶对马尾松材积生长的影响	(101)
三、人工模拟失叶对松树部分生理指标影响的探讨	(104)
四、松树失叶率与松毛虫种群密度的关系	(106)
(一) 松毛虫幼虫食叶量的测定	(106)
(二) 估计马尾松针叶量的逐步回归模型	(107)
(三) 油松针叶量的迅速估计法	(107)
参考文献	(110)
第六章 松毛虫综合管理中天敌昆虫及鸟类的保护和利用	(111)
一、松毛虫天敌资源及其评价	(111)

(一) 不同世代类型区天敌资源及其差异	(111)
(二) 不同发生类型区天敌资源及其差异	(119)
(三) 封山与不封山天敌资源及其差异	(124)
(四) 天敌类群作用的评价	(129)
二、天敌的保护措施	(132)
(一) 封山育林,营造混交林对天敌的保护作用	(132)
(二) 人工补充寄主对保护天敌的作用	(134)
(三) 蜜源植物对保护天敌的作用	(137)
(四) 合理使用化学农药对保护天敌的作用	(138)
三、天敌利用	(142)
(一) 天敌昆虫保护利用的基本原则和方法	(142)
(二) 松毛虫寄生性天敌	(145)
(三) 松毛虫捕食性天敌	(166)
(四) 食虫鸟	(178)
四、中国松毛虫天敌名录	(187)
参考文献	(207)
第七章 松毛虫综合管理中微生物杀虫剂的应用	(214)
一、前言	(214)
二、真菌杀虫剂的应用	(214)
(一) 白僵菌	(214)
1. 分类和鉴定	(214)
2. 种内分型及其与毒力关系	(217)
3. 孢子萌发、致病与环境条件的关系	(222)
4. 侵染与松毛虫营养生理及生殖的关系	(227)
5. 白僵菌应用中的安全性问题	(232)
6. 白僵菌的生产工艺	(241)
7. 白僵菌林间使用方法和效果	(251)
(二) 拟青霉	(256)
1. 生物学特性	(256)
2. 异核现象与菌种选育的讨论	(260)
3. 菌剂的研制	(263)
4. 粉拟青霉的安全性	(264)
5. 松毛虫拟青霉病流行状况	(266)
6. 林间使用方法和效果	(271)
三、细菌杀虫剂的应用	(273)
(一) 引言	(273)
(二) 微机在苏云金芽孢杆菌分类、鉴定上的应用	(274)
(三) 苏云金芽孢杆菌高毒力菌株的筛选	(274)
(四) 苏云金杆菌发酵条件与毒性之间的相关性	(277)
(五) 苏云金杆菌发酵过程中发酵菌数与毒力间的关系	(278)
(六) 苏云金杆菌液体发酵工艺和剂型	(279)

(七) 关于苏云金杆菌生测标准化问题	(280)
(八) 苏云金杆菌在松毛虫综合管理中的应用	(281)
四、松毛虫细胞质多角体病毒的应用	(282)
(一) 引言	(282)
(二) 松毛虫 CPV 的分类地位、形态及核酸类型	(283)
(三) 松毛虫 CPV 病的病变观察	(284)
(四) 松毛虫 CPV 的活性测定及标准化问题	(285)
(五) 松毛虫 CPV 的感染及致病特性	(286)
(六) 松毛虫 CPV 的交叉感染	(288)
(七) 松毛虫 CPV 诊断中的血清学技术	(289)
(八) 松毛虫 CPV 的增殖方式	(291)
(九) 松毛虫 CPV 的提取、加工和保存	(294)
(十) 松毛虫 CPV 的安全性试验	(297)
(十一) 松毛虫 CPV 的使用方法,效果及其在松毛虫综合管理中的应用	(298)
参考文献	(300)
第八章 松毛虫综合管理中化学杀虫剂的应用	(309)
一、前言	(309)
二、拟除虫菊酯类杀虫剂在松毛虫综合管理上的应用	(309)
(一) 拟除虫菊酯合成开发研究概况	(309)
(二) 拟除虫菊酯是松毛虫综合管理中比较理想的杀虫剂	(310)
三、灭幼脲类杀虫剂在松毛虫综合管理上的应用	(312)
(一) 常用灭幼脲类杀虫剂简介	(312)
(二) 灭幼脲类杀虫剂对松毛虫的作用	(313)
(三) 灭幼脲在松毛虫防治上的应用	(317)
(四) 用灭幼脲防治松毛虫应注意的几个问题	(317)
四、毒环用于松毛虫的控制	(318)
(一) 喷毒环阻杀越冬松毛虫	(318)
(二) 毒纸围环阻杀越冬松毛虫	(320)
(三) 其他毒环法阻杀越冬松毛虫的研制与应用	(320)
(四) 对毒环法的评价	(321)
五、细雾滴喷雾技术	(321)
(一) 雾滴大小的重要性	(322)
(二) 喷雾方法及最佳雾滴大小	(322)
(三) 雾滴的密度	(322)
(四) 雾滴的运动	(323)
(五) 雾滴大小的测定	(324)
(六) 细雾滴喷雾防治松毛虫	(325)
六、烟雾载药防治技术	(326)
(一) 拟除虫菊酯油雾剂的配制	(327)
(二) 拟除虫菊酯油雾剂防治松毛虫的效果	(327)
(三) 油乳剂的应用	(328)