

森林昆虫学 原理

〔美〕F. B. 克尼格赫特 H. J. 海克肯嫩
方三阳译 郑乐怡校

东北林学院学报编委会

1985, 6

森林昆虫学原理

(第五版)

〔美〕F. B. 克尼格赫特 H. J. 海克肯嫩
方 三 阳 译 郑 乐 怡 校

东北林学院学报编委会

1985.6

内 容 简 介

本书是美国林学系大学生用的教科书，内容着重生态学方面论述并指出森林昆虫学在森林管理和保护领域内的地位，全书共二十章，第一到十一章为总论，简介欧洲和北美洲森林昆虫学发展史，重要研究单位和研究对象。在害虫防治方面，着重于林业措施和立法，联邦和各州政府制定有关的法律、条例，保证森林保护工作顺利开展；在化学防治上不强调具体杀虫剂种类和性能，而是着重于经济、生态和社会三方面的效益。第十二到二十章，以生态群为单位进行论述，选用一些重要害虫种类作为例子。本书可供大专院校林学和森保专业师生、森林病虫害防治站工作者等参考。

Fred Barrows Knight and Herman John Heikkinen

PRINCIPLES OF FOREST ENTOMOLOGY (Fifth Edition)

McGraw-Hill Book Company, 1980

《森林昆虫学原理》

(美) F. B. 克尼格赫特 H. J. 海克肯嫩

方 三 阳 译 郑 乐 怡 校

东北林学院学报编辑委员会出版

东北林学院印刷厂印刷

业经黑龙江省出版总社 (85) 黑出哲字第022号备案

1985年6月

前 言

《森林昆虫学原理》一书于1929年由 Samuel A. Graham 教授第一次发表；此后，已修订过三次。这本书第五版开始了本书的一个新阶段。Samuel A. Graham 教授已经去世，但著者们十分了解他并保持他的许多基本看法和安排。

从设计上讲，这是一本为林学系大学生编写的介绍性的教科书，而不是一本对昆虫学家有用的森林昆虫学著作。像以前的版本一样，我们着重生态方面内容并试图指出森林昆虫学在森林管理和保护领域内的地位。本书不打算作为一本手册或者作为一本高级的教科书，学生如对森林昆虫学感到兴趣，建议阅读补充资料以提高他们的知识。

著者感到本书篇幅不能太长，以期能在一学期内讲完。同时，此书应能适应不同类型的森林昆虫学课程。本书为森林昆虫学典型实验课程提供良好的基础。其中昆虫形态学、解剖学以及鉴定是在实验室中教的。许多老师上实验课时，采用实验指导或单独练习。本书也适用于森林保护课程，这类课用在昆虫鉴定上的时间极少，但更详细讨论害虫防治和重要害虫实例。书中选用一些具体种类用来说明森林昆虫各生态群的原理或作为例子。教师则可利用更适合于当地情况的其他种类。

在每一章的后面，附有对大学生有用的文献目录。考虑到篇幅有限，除了少数历史论文和一些专题报告外，我们所选择的主要是与论题有关并且在图书馆随时能借到的参考文献。它们可以作为各个论题的文献资料的入门。

本书我们做了一些修改，以便在使用中不增加篇幅情况下允许有较大机动性。有两章是全新的：第三章内容包括昆虫发育和分类。这是对这方面需要所作出的反应并因此应减少对其他资料的依赖。第二十章讨论医学上重要的害虫及其他森林节肢动物。增加这一章是因为在有森林的旅游区许多与讨厌的昆虫有关的问题以及森林管理等多方面问题有关。

我们对害虫防治问题的强调有所减少，并从害虫管理的角度重新组织了材料。把生物防治两章和化学杀虫剂两章分别合并成第九和第十一章，并已基本不再着重叙述各个具体的化学物质。可是，因为这些化学物质很快发生更换并且当前的农药注册证是短命的，所以教师的责任是提供最新的资料。各章内容力图跟上时代，并增加害虫管理和调节的论述。在本书末，我们附上害虫学名和俗名的名录（附录A）以及书中所用的名词汇编。《森林昆虫学原理》一书的编排是为了尽可能将当前的发展纳入课程之中。

编写这本第五版时，有许多林学家和昆虫学家提出有价值的意见和帮助。这里我们将指名感谢他们中的一部分，可是许多人当我们的工作进展时提供更多帮助。前评论者

为 McGraw-Hill 出版公司提供了关于本书有用程度的资料和一些必要的更改，并建议本书应给与修订。这些学者是：C. W. Berisford, T. C. Eiber, R. C. Fox, H. M. Kulman, 以及 J. B. Simeone。McGraw-Hill 公司在工作进展中也组织了人员进行评论。我们感谢 E. A. Cameron 博士、C. W. Berisford 博士以及 Norman Sloan 博士，因为他们对本书做了工作。我们采用了他们的建议并感谢他们的关心。

我们也获得对许多章节在个人基础上的评论，以致许多章节，除了 McGraw-Hill 公司所组织的评论者之外，至少被一位或以上的学者所评论过。例如，有五位学者评论生物学防治这一章；其他一些学者提供照片和图；M. M. Heilson 博士写了有关加拿大研究室的一节。我们不可能把每位学者以及他们的团体名字都列上，但我们应当感谢以下这些学者：D. C. Allen, G. D. Amman, R. H. Beal, J. A. Compny, H. C. Coppel, J. B. Dimond, A. T. Drooz, G. R. Esenther, K. E. Gibbs, A. F. Hedin, T. Ide, D. T. Jennings, L. T. Kok, M. Kosztarab, J. K. Mauldin, E. P. Merkel, W. E. Miller, M. M. Neilson, E. A. Osgood, C. L. Park, R. M. Pelletier, R. C. Reardon, B. R. Richards, R. M. Romancier, F. Schwerdtfeger, T. P. Sibury, G. A. Simmons, R. V. Smythe, R. L. Talerico, H. A. Thomas, C. T. Turner, F. G. Wagner, Jr., W. E. Wallner, C. B. Williams, Jr., L. H. Williams, J. A. Witter, K. H. Wright, 以及 H. O. Yates III.

最后，我们感谢三位支持我们的工作并奉献很大的女性：我们的妻子 Jane. Wooster Knight 与 Gail Foster Heikkinen，感谢她们在编写过程中对我们的帮助、同情和耐心。还有 Sybil Fleming Graham 夫人，她鼓励我们去编写这本第五版《森林昆虫学原理》。我们主要为 Graham 夫人写了第二十章，因为她的丈夫在许多年以前写了一本小册子，当我们重新阅读时，在这本小册子里对野外工作者充满劝告，至今仍然有用。许多林学家和一位前评论者，提出需要这一章，因为没有其他林学系课程能包含这样内容，我们就在这里介绍。

Fred Barrows Knight
Herman John Heikkinen

目 录

前 言	
第一章 引 言	(1)
第二章 林虫科学和实践的发展	(6)
第三章 昆虫的发育和分类	(17)
第四章 生殖潜能	(27)
第五章 环境阻力	(31)
第六章 种群水平	(46)
第七章 检查和估计	(58)
第八章 害虫防治	(71)
第九章 生物防治	(87)
第十章 应用林业措施预防森林害虫	(100)
第十一章 化学防治	(115)
第十二章 食叶害虫 (鳞翅目)	(135)
第十三章 食叶害虫 (膜翅目、鞘翅目及其他各目)	(147)
第十四章 刺吸害虫	(155)
第十五章 分生组织的害虫 (端部害虫)	(164)
第十六章 分生组织的害虫 (球果和种子的害虫)	(174)
第十七章 分生组织的害虫 (小蠹虫及其他韧皮部钻蛀性害虫)	(183)
第十八章 木质部害虫 (立木和原木)	(200)
第十九章 木材的破坏者 (正在使用的木材)	(212)
第二十章 人类重要的森林节肢动物	(224)
参考文献	(236)

第一章 引言

森林昆虫学领域涉及树木和昆虫两个方面。论述害虫对森林及其产物的作用以及如何使用公众的社会舆论所允许的方法来防止经济上达到重大比例的有害作用。管理旅游区的林务员对于森林游客健康有直接影响的讨厌的昆虫及其他动物亦甚关心。

森林昆虫学家研究森林昆虫的特征、习性以及生理反应,因为这样做,他或她将更能控制它们的活动。但是森林昆虫学家也必须了解森林,了解各个树种的生活史和需要的条件,它们对生境的反应和相互反应,以及使某些林型成为对虫害敏感,抑或成为能够抵抗虫害的那些特性。因而,森林昆虫学家必须既是林学家又是昆虫学家。

本书所讨论的害虫或对树木有直接的影响,或对树木的产品有直接的影响,或对出于不同理由而利用森林的人们有直接的影响。可是,某些种类昆虫具有间接的影响,因为它们或为捕食或为寄生,以树木害虫为生。除害虫及其天敌外,还有大量昆虫加入森林生态系统中,它们既不是树木害虫,也不是害虫的天敌。例如,生活在下木上的、帮助分解林内废材的以及取食森林土壤落叶层内有机质的昆虫。无疑,这些昆虫在森林生态系发展中起着重要作用。

一、森林昆虫学在林业上的重要意义

多年以前,有人可能听到这样的陈述,认为林业90%在于保护。我们不一定能接受这个高的百分数来作为对森林保护重要性的合理估计,但必须承认,如果我们不能保护森林免受林火破坏和病虫害毁坏,那末将很少有机会去实践林业。病虫害和火灾是森林的最大破坏因子。任何一个保护计划,如果忽视其中任何一个因子,就会危害木材今后供应并且必定引起灾难。在树木生长过程中,从种子到成材每一发育阶段里,重要虫害问题连续地呈现。甚至在采种之前,它们就被某些害虫攻击和为害。这些害虫大部分是鳞翅目幼虫,甲虫幼虫以及膜翅目幼虫。尽管森林树种的种子产量常极高,通常在一个生长季节内每一英亩树林可产种子达几百万粒,被种子害虫为害有时是严重的。这些虫害问题是很重要的问题,在种子园里为了从优良的树木上生产种子要大量投资。

在苗圃中,实生苗或移植苗可能被地老虎、蛴螬以及金针虫为害,小蠹虫、潜叶或蛀芽害虫、木虱以及蚧壳虫在苗圃内为害苗木,在自然条件下为害幼树。

幼期树木有时被食叶害虫、韧皮部害虫以及刺吸性害虫所攻击。当树木处于幼期和成熟期之间的生长旺盛时期,通常对虫害抗性最大。可是,甚至在这一时期,树木也可能偶然遭受到食叶害虫或初期性小蠹虫攻击而死亡,当树木接近于成熟时,它们的生活力下降,对虫害变得日益敏感。不能害死生长旺盛幼树的小蠹虫可能在成熟林木上繁殖成功,而且食叶害虫成为比在年青的完全有生活力的树木上更危险。

较迟,当树木死亡或采伐时,它们立刻成为多种木材害虫攻击的对象。小蠹虫、天

牛以及吉丁虫都去攻击并有害正在枯死的立木、新死木以及新采伐的倒木。这些害虫不但直接蛀入木质部为害,而且常常传播使木材变色并腐朽的病原菌。当木材日久或腐朽时,就成为许多其他害虫攻击的对象。

由于攻击树木和木材的害虫种类如此复杂,对林业工作者来说去寻找一条没有任何直接的害虫问题需要解决的林业工作路线实际上是困难的。甚至木材另售商有时也需要去抚慰发现新铺硬木地板上羽化出粉蠹的顾客。还有,昆虫学是永远侵入制材工业、纸浆和造纸工业、森林副产品工业以及在技术性更强的林业工作方面。

在林业中,尽管森林、树木以及林产品被害虫为害所造成的极大损失,但通常把昆虫学看作只要有可能就可以忽略不予考虑的东西。这是由于,或至少部分由于,林务员和木材商常认为森林中的害虫不可能防治,因此对它们不够关心。二十五年以来,这种观点已发生变化,以致今天,当木材需要量不断地增加以及森林为人民提供许多其他需要时,森林昆虫学简直是森林保护和林学重要的组成部分。森林经营者带着许多和他们在造林、营林以及利用上所显示的同样态度面对他们的昆虫问题。

因此,每一位林务员应当能认识可能有危险性的害虫活动迹象并且应该充分了解有关昆虫以及如何防治它们,以便聪明地行动。林务员应该知道如何并且到那里去获得有关昆虫的资料并且应该能应用必要的防治方法。完全不知道昆虫以及它们的生活方式的人们不可能希望得到最好的结果,正如一位没有受过适当训练的大夫不可能希望像很好了解病情的大夫那样,要求他治愈疾病。

二、森林虫害所造成的损失

这无疑是真的,在北美,被害虫、真菌以及森林火灾毁坏的木材始终多于已采伐和使用的木材。在各种木材的破坏者中,昆虫决不是最不重要的。

正确估计木材被害虫为害所造成的损失是很难的。只有在少数例子中,年年有害虫损失的系统计录,甚至这些记录也是比较不全的。在美国西部,由于小蠹虫为害所造成损失的记录也许是最可用的(Crafts, 1958; U. S. Forest Service, 1973)。

害虫为害可能导致树木死亡,生长速度下降,或者木材质量变劣。这些影响的总和即为总的受害。Crafts (1958)曾给生长冲击(growth impact)这一术语下定义,以包括林内树木死亡率和生长损失。这个术语不包括由于树木缺点和改变树种组成的结果所损失的价值,只限于对树木直接的并且可测量的损失。

在《美国未来的木材资源》(Crafts, 1958)一文中,首次估计全国性的由于病虫害、火灾以及其他原因而使树木生长所受到的损失。根据这篇文章指出,害虫害死的木材等于病原微生物害死的木材的两倍,并且等于火灾烧死的木材总数的七倍。可是,加上树木腐朽和生长量损失,树杆心腐的普遍性改变这一比例,如果以更广义的“影响生长”来考虑时,则较大的损失可说是由病害引起的。

在美国(包括阿拉斯加沿岸),每年虫害造成的木材总损失量估计有86亿板呎(表1-1)。

表1—1, 1952年美国木材因虫害造成的损失量

害虫种类	木材枯损 (百万板呎)	生长量损失 (百万板呎)
小 蠹 虫	4530	5410
食 叶 害 虫	30	1310
其 他 害 虫	480	1900
所 有 害 虫	5040	8620

《美国木材展望》(美国林务局, 1973)一文没有记载具体的可与 Crafts, 1958年报告相比的详细损失的资料, 但该文介绍了有关被自然力量造成损失的重要资料。1970年就锯材原木来说, 因虫害而枯死的接近于 1952 年所估计的数字(表1—2)。

表1—2, 1952和1970年各地区经济林内因虫害而枯死的树木(单位: 百万板英尺)

调查年份	地 区				
	北 部	南 部	落 矶 山	太 平 洋 沿 岸	美 国
1952	1.5	2.6	2.5	8.4	15.0
1970	2.3	3.2	2.6	7.1	15.2

黄杉毒蛾 (*Orgyia pseudotsugata*) 在美国西部和加拿大曾成为周期性大发生问题。在爱达荷、俄勒冈, 以及华盛顿最近一次黄杉毒蛾大发生(1971—1975), 发生面积为800,000英亩(323,887公顷)并导致十亿板英尺木材的树木枯死(Furniss and Carolin, 1977)。为了说明这类危害, 人们可以举出任何一个时期作为水准基点, 但继以七十年代以后我们可以引用被南方松大小蠹 (*Dendroctonus frontalis*) 为害所造成的损失, 作为美国南部地区的例子。Price 和 Slentz (197) 估计, 在1973年7—8月, 在佐治亚中央和北部有1,139,000株虫害木和552,000株新枯立木松树。这只是一部分南方松大小蠹大发生, 1973年在10个州面积上大量树木被破坏(Price and Doggett, 1978)。通过开始于1974年的森林害虫研究和发展相结合的计划, 给黄杉毒蛾和南方松大小蠹研究提供基金, 在科学研究予以进一步的重视。

加拿大森林虫害不限于云杉芽卷蛾 (*Choristoneura fumiferana*)。在加拿大, 同在美国一样, 有各种各样的虫害问题。在不列颠哥伦比亚, 云杉大小蠹 (*Dendroctonus rufipennis*) 害死30亿板英尺成熟的云杉(Schmid and Frye, 1977), 1966和1971年之间在纽芬兰铁杉尺蠖 (*Lambdina fuscicollis*) 造成严重危害(Olivos and Warren, 1976)。

本世纪初, 虫害造成的损失从经济观点远非像今天所发生的那样严重。为了满足我国人民多种要求, 需要开发以前进不去的地区。很显然, 害虫大发生所造成的木材损失始终不可能全根据木材损失的价值来表示。有很多其他因素要考虑, 包括市场的可得性、生产立地质量、人民的社会需要, 以及森林多种用途。森林多种用途的考虑应包括从制品较高水平所得的附加利益。优质木材在优美家俱中所体现价值比为了取暖而烧掉同样木材所得的大得多。还有与森林旅游用途、流域保护的必要性以及对保持野生动物生境的有关的价值。

害虫大发生造成的损失,例如这里所引用的,只代表虫害总损失的一部分。在那里有必要加上由虫害造成的较不明显的,然而昆虫在正常数量时真正造成的损失。对这些损失不曾有过令人满意的估计,但无疑,合计每年有几亿板英尺。如果损失估计应是真正反映实际的话,那末这些未估计的损失应加入到树木生长损失量中去。但是甚至没有这些损失,森林每年虫害造成的损失很可能超过5亿板英尺。

木材被害虫破坏总计是很高的,但目前得不到确切的数据。白蚁,特别是在热带和亚热带地区,对没有保护的木结构特别有害。甚至在美国温和地区,特别是沿大西洋和太平洋海岸,白蚁数量已多到足以对木结构造成危害。其他害虫,例如粉蠹和褐异天牛(*Parandra brunnea*),它们攻击并破坏乾木材和成品,但这个可用的数据作为令人满意的损失估计数的根据是不足的。

作为我们统计虫害损失数字可能是不全的并且也不能令人满意的,但它们至少足以指出,昆虫在美国森林工业中是重要的经济因素并在美国森林和林产品保护计划中应该得到显著地位。

三、森林昆虫学的范围和细分

森林昆虫学的范围是惊人广阔的,包括多种多样导致我们更好地了解在森林生态系统中生物学现象的题目。森林昆虫学的最终目的是为人们利益以及在实际经济约束范围内,尽可能调节林内以及在林产品中昆虫的活动。在森林害虫防治中,采用直接保护法的可能性是有限的,因为这样做费用较高。予防治而不是治疗法应该得到支持。这种予防昆虫学要求我们具有比大规模地依赖直接防治所需要的更加深入的昆虫和森林环境两者的知识。因此,对森林昆虫工作所必需的首先是造林学原理和造林学基础知识,不知道树木以及它们是怎样生长的森林昆虫学家不可能有效地防治害虫保护森林。

从事森林昆虫工作的每个人也必须知道昆虫。因此,专业人员不仅有必要去认识昆虫标本所属的属和种,而且还必须了解它们的作用,它们对环境的反应,以及它们的物理限制因素。因而,昆虫学这门科学所有较大分科在解决森林昆虫学问题时都是需要的,分类学在昆虫分门别类并指出它们的亲缘关系和起源时是需要的。另外,当新的森林昆虫学问题出现时,分类学实际上可以提供令人满意的防治措施线索,因为亲缘关系接近的昆虫种类通常可以采用相同的方法防治。因而,分类学在指出新害虫与老害虫亲缘关系方面常起很重要的作用。对森林昆虫形态学、组织学以及生理学的研究使所研究的昆虫知识更完全并直接或间接帮助我们解决森林昆虫学上的一些问题。化学防治(包括喷雾、喷粉以及熏蒸)在害虫数量调节中,特别是在紧急情况下有它的地位。生态学研究(包括生活史调查、气候和其他环境因素对森林昆虫的作用,以及寄生者和捕食者及其与寄主的相互关系)都是十分重要的。

显而易见,不可能要求森林昆虫学者具有分类专家所要求的详细分类学知识并且同时也不可能要求他们成为形态学、组织学、生理学、生态学以及毒理学专家。这个领域允许这样广阔努力范围是太大的。不管怎样,在这些领域中每一领域要求森林昆虫学家

具有一般知识，并且其中某些领域要求具有详细知识。

在过去三十年到四十年期间，许多卓越的杀虫剂的发展导致对某些森林害虫大量采用直接防治。因此，直到最近，美国许多森林昆虫学家曾大量从事监督防治计划并发展害虫直接防治法。在加拿大，更多强调发展的预防为主的生物防治和生态防治法，尽管这两个国家均有许多例外。日前，有许多科学家和实际工作者专心一意地研究害虫综合系统，在这一系统里，解决害虫问题的所有途径全都加以考虑。直接防治将继续成为保护我们宝贵森林资源的一部分，但它不再认为是解决所有害虫问题的方法。

森林害虫防治问题越来越变得复杂并且需要化学防治、昆虫病理学、生态学、生理学、计算机科学以及许多其他领域专家帮助。与专门化有联系的较大问题有可能使个人在森林昆虫学，特别是森林管理上将丧失抓住问题广度以及工作与目的联系的能力。专门化的存在是必要的，但就解决林业实际中的关键性问题来说，完成有意义的研究需要专家们组织起来一起协作。

第二章 林虫科学和实践的发展

森林昆虫学这门科学是林业科学的一部分，跟林业科学一样，是较年青的一门科学，它开始于十九世纪初期。

第一位森林昆虫学家，J. T. C. Ratzeburg 指出，“就森林昆虫来说，我们并不指生活在林内的所有昆虫，而只指其中一些影响林务员所关心的木本植物茁壮生长和实用的害虫” (Schwerdtfeger, 1973)。这种清楚的叙述阐明了这门科学的基础。在以下几节里，简短历史评论给本书提供一个前景。想要研究早期发展史的某些学者应该去读一读 Schwerdtfeger (1973) 所著的《昆虫学的历史》这一章。

一、欧洲森林昆虫学的发展情况

因为德国是第一个发展林业的国家，很自然，森林昆虫学应从这里开始。由于越来越意识到树木的价值以及由于造林实践方法发展，保护树木免于害虫毁坏的必要性变得日益重要。

1. 早期

早期林务员不能对付森林害虫大量发生，并且因而迫使他们要求动物学家帮助。结果，出版许多涉及各种具体的森林害虫问题图书。例如，我们找到以下这样一些论文：Gmelin 的《Abhandlung über die Wurmtrocknis》，1787 年出版于莱比锡；以及 C. W. Henner 的《Ueber den Raupenfrass und Windbruch in den Königl. Preuss. Forsten in den Jahren 1791 bis 1794》，出版于 1797 (Schwerdtfeger, 1973)。第一本有关云杉八齿小蠹 (*Ips typographus*) 的大发生；第二本涉及害松针叶的欧洲松毛虫 (*Dendrolimus pini*)。

支持大多数这类早期林虫研究的意图是发展各种方法，用来防治某种害虫或某种树木害虫。事实上这种目的很少完成，这些研究在科学上的主要贡献在性质上则是分类学的或者是生物学的。有时，也提出有效的措施并予以采用。例如，林奈推荐一种预防小蠹、天牛等害虫为害的方法，把刚采伐木材漂浮在水上预防它们为害，这种很有效的预防方法，今天仍被人们采用。

1800 年以前，像这样的森林昆虫学是不存在的。在这个学科里没有专家，树木害虫被基本兴趣是在其他行业里的人们所研究。首先企图收集所有有关森林害虫的可用资料，Bechstein 和 Scharfenberg (1804—1805) 出版了三卷题目为《森林害虫自然历史大全》。这部著作是森林昆虫资料自命不凡的概要并在三十年内是一本有关这门科学有用的唯一的一般著作。

2. 自然历史时期

接着出版一本甚至今天在优秀程度和范围上还没有能超过它的不朽的著作，这就是 Ratzeburg 的《森林昆虫》(1837, 1840, 1844)。通常，把 Ratzeburg 叫做“森林昆虫之父”，他是把全部精力致力于这一领域的第一人。他生活在这样一个专门化是例外而不是规律的时期里。最初他甚至企图不但包括森林病理学，而且还包括森林昆虫学，但他立即发现任何一个人有效地操纵这二门科学是太广泛的。因此，他的晚期著作限于昆虫学这一领域。

《森林昆虫》第一卷出版于1837年，第二卷出版于1840年，以及第三卷出版于1844年。他还出版一本手册《Die Waldverderber und ihre Feinde》，以更精简方式概述《森林昆虫》一书内容。这本手册需要量如此之大，以致到1869年出版6版。1871年 Ratzeburg 死后，这本手册被他的继承人以新的版本继续出版。1885年 Judeich 和 Nitsche 出版了两卷书名为《中欧森林昆虫学教程》，它们是 Ratzeburg 著作的修订本。在1914和1942年之间，Escherich 出版了一套四卷新版本，书名为《中欧森林昆虫》。在这套书内，Escherich 充实许多新的内容并把较老的章节改写，这样使它成为一本彻底现代化的森林昆虫著作。

Ratzeburg 一生出版了另外许多论文和书。其中著名的一本是《森林昆虫的姬蜂》，分三部分，分别出版于1844, 1848以及1852年。Ratzeburg 在其活着时期处于支配地位。尽管他鹤立鸡群，超出于同时代人之上，但也有其他一些工作者对森林昆虫学做了很有价值的贡献。在他们中间，我们知道的有德国的 Köllar、Hartig、Nordinger 和法国的 Perris。Köllar (1840) 的重要著作《果园、森林以及农作物的害虫》专题论文并已译成英文。被认为 Perris 在森林昆虫学方面是第一位进行实验研究的人。他在不同季节内采伐树木并研究为害树木的各种害虫的生活史和习性。他的最巨大著作是《海滨松昆虫的历史》，在1851和1870年之间分十部分发表在《法国昆虫科学年刊》里。

2. 分类学和生物学时期

直到 Ratzeburg 临终时，在森林昆虫学方面主要重点是生物学研究。这些调查研究通常具有一般自然历史研究性质并且通常并不建立在有控制的实验证据基础上的。Eichhoff 的著作迎来了一个新时代，使森林昆虫学成为比以前更精密的一门科学。他通过精心的生物学实验和详细分类学研究相结合，弄清楚许多有关小蠹虫生物学的误解并建立供其他调查研究用的模型。他的卓越的著作《欧洲小蠹虫》出版于1881年。

十九世纪末期，特别是在德国，有许多科学工作者以部分或全部时间致力于森林昆虫学的研究。他们之中，Altum 在埃伯斯瓦德做了许多促进调查研究和讨论的事，因为他提出了一些理论和假设。在维也纳农学院的 Henschel 以及在泰兰特森林科学院的 Nitsche，他们是卓越的教师和研究员。

4. 现代时期

从十九世纪最早期开始直到它的末期, 欧洲森林昆虫学家们以德国为首是瞻。这自然是由于那个国家的森林昆虫学家创作大量有价值的最早的森林昆虫著作的结果。可是从二十世纪初以来发生明显变化。今天, 在新的时期里, 发现森林昆虫学的领导地位遍布旧世界森林在经济上重要的那些部分, 而不是某一国家作为中心。在欧洲, Escherich 也许是影响最大的森林昆虫学家, 有才能的其他森林昆虫学家都与他有联系。通过《应用昆虫学学报》期刊的编辑工作, 我们强烈地感到 Escherich 的影响。

在欧洲, 森林昆虫学这门科学经历了若干个多少区分明显的时期, 第一时期是自然历史时期, Ratzeburg 的著作刻划并支配这一时期的特色。第二时期是分类学大活动时期, 辅以实验生活史研究。Eichhoff 为这一时期的代表, 这一时期真正是在第一和第三时期之间的连接环节。第三时期, 或现代时期, 把重点放在实验生物学上。

二、北美森林昆虫学的发展

在 Ratzeburg 统治欧洲的时期, 对树木昆虫的兴趣在美国发展起来。这方面的工作大部分是被对观赏树木感兴趣所促使。

1. 自然历史时期

在美国, 早期的贡献, 像在欧洲一样, 大部分从自然历史观点来研究森林昆虫生物学。这些早期著作今天对我们既有用且又感兴趣, 但不幸是, 它们是如此分散在各种有时很难得到的出版物里, 其中大部分可在索引里查到。许多有关树木害虫的论文已包含在 Harris 的《关于某些植食性害虫专题论文》(1886) 以及 Fitch 的以《纽约州有害和有益及其他昆虫》为题的研究报告(1856—1870)内。Walsh、Riley、Lintner、Comstock, 以及 Forbes 的研究报告和专题论文都包含很多有关森林昆虫的内容。

直到1890年才出版一本有关美国森林昆虫第一本纲要。那时候, Packard 在美国农业部昆虫委员会第五篇题目为《为害森林和行道树的害虫》论文里汇编所有可能得到的资料。这篇论文报告包含有大量的价值的树木害虫资料并选用许多图版和详细说明。Packard 逐字摘录许多其他学者写的不容易得到的重要论文, 因而大大地增加他的著作参考价值。在好几年里, 他的论文报告是美国唯一的一本内容丰富的森林昆虫著作并且还是一本非常宝贵的参考书。纽约州博物馆№8 学术论文, 是一本 Felt 著的题目为《公园树木和林木害虫》的学术论文, 内容增加一些在 Packard 研究报告中所没有的新资料, 但它的主要价值是其中附有精美的彩图。

2. 分类学和生物学期

接着的一个时期, 当时分类学—生物学的研究在森林昆虫学著作中占优势。这一时

期, 尽管较迟到来, 但在性质上与欧洲的 Eichhoff 时期相似, 它对本世纪早期美国科研工作的影响是明显的。Hopkins 在小蠹虫研究中增加很多有关这类害虫生物学和分类学上的知识。像 Eichhoff 一样, 他是有能力去消除以前许多有关小蠹虫和树皮象甲的不正确观点并打下现代害虫防治实际的基础。他对生物气候学这门科学也有特别显著的贡献。Hopkins 死于1948年。

Swaine 和 Blackman 两人的许多著作应归于分类学——生物学范畴, Craighead 某些较早期著作也是属于相似范畴的。较迟, 这三位学者沿着实验生物学路线工作。Swaine 改变他的活动, 从森林昆虫学工作转为加拿大农业部研究室主任, 然后又成为科研业务主任。他退休后以及直到去世为止, 又转向小蠹虫的研究。

在美国早期, 人们重点放在行道树害虫研究和防治上。原始林仍旧是提供大量木材, 林业实践实际上是不知道的, 因为它还并不需要。在当时出版物上所提到的少数森林害虫防治方法大部分是借用欧洲大陆的。

3. 现代时期

在欧洲, 森林昆虫学从早期起已着重于实践方面。这是在人口稠密的旧世界虽经济条件的直接结果, 在那里木材缺乏使林业实践成为强制性的。此外, 在欧洲, 森林昆虫学的研究集中在林业学校里。在美国, 另一方面, 有丰富的木材, 在1915年以前, 森林主很少去注意害虫为害。因此, 在过去所研究的害虫中, 没有认真考虑害虫与森林的生态关系。通常这些调查研究是由对森林或林业了解甚少的昆虫学家来实行的。因此, 实用防治措施的发展受到损害。

今天, 这种观点已发生变化, 有许多科研工作者把他们全部时间转移到实用森林昆虫学上。在美国, 这种变化与林业发展平行发生。森林较集约经营已逐渐扩展到整个大陆上, 作为平行发展, 对昆虫问题有较大注意。美国森林昆虫学的发展不受欧洲支配, 害虫防治方法符合当地具体条件。现代的森林昆虫学家对昆虫和森林都感兴趣, 但他们所主要关心的事情是昆虫对森林的影响。

这种观点导致实验生物学方法在森林昆虫学问题上的应用。纯观察研究方法基本不再使用, 在森林昆虫学中, 分类学不再认为是目的, 而是有用的研究工具之一。生活史的研究也认为是达到目的的方法; 而不是以它们自己为结果。昆虫彼此相互关系以及与森林环境其它各种各样因子相互关系逐渐被认为越来越重要。这个生态学观点在杀虫剂时期, 大约从1945年到1965年, 发展是缓慢的, 但从这时期以后, 当林业管理人员确信杀虫剂不能解决有关虫害问题时, 对综合防治方法的重视迅速增长。

因而, 在美国森林昆虫学的发展经历了与欧洲相似的时期。第一个时期, 或者叫做自然历史时期, 与欧洲相似时期同时发生。分类学——生物学时期与旧世界相似时期同时发生。同样, 实验生物学方法的应用在欧洲和美洲大约在同一时期出现。这些方法致使生态学、生理学、遗传学、生物统计学, 以及害虫管理在近来迅速发展。森林昆虫学, 像其他生物科学一样, 是在实验工作基础上发展起来的。

三、美国当代的森林昆虫研究工作

大学生们经常要问有那些人在什么地方进行森林害虫研究工作。因为这方面的资料不易从现代文献中获得，这里作简单的介绍，当然这种情况会随时发生变化。

1. 联邦森林昆虫研究工作

在美国大部分森林昆虫学研究工作是在美国农林部进行的。从本世纪初期到六十年代在农业部森林昆虫学方面的领导人包括有：A. D. Hopkins、F. C. Craighead，以及 J. A. Beal。

在1953年，由于美国农业部的改组结果，所有联邦森林昆虫学研究工作转移到美国农林部并在地区森林实验站中进行。调查活动仍为实验站的任务直到1961年，其后这一职责被转移到地区行政办公室。

每一地区森林实验站有附属的实验室，在实验室内进行独特形式的研究。另外，在一些地区已建成或打算要建造的供林业基础研究的实验室。其中森林昆虫学研究成为其中重要的工作内容。因而，从1950年以后，供林虫研究用的联邦实验室的数目大大地增加起来。由联邦资助的研究计划的多样性和复杂性也相应增大。

2. 森林昆虫实验室

在东部，最老的森林昆虫实验室设在马萨诸塞州的梅尔罗斯高地、康涅狄格州的纽黑文以及北卡罗来纳州的阿什维尔。在梅尔罗斯高地的实验室被人们称为舞毒蛾实验室。在那里，最早对已被输入的舞毒蛾、它的寄生性和捕食性昆虫进行多年研究。自从这一实验室被放弃以后，纽黑文的林虫实验室（现在设在康涅狄格州的哈姆登）成为新英格兰和大西洋中部各州森林害虫研究中心。多年来，在新泽西州的莫里斯城，保持专门的实验室。在那里，对日本金龟甲（*Popilia japonica*）进行深入细致的研究。这项研究工作曾转移到哥伦布城，以后又移到俄亥俄州的特拉华城，正好在哥伦布城的外侧，目前这个实验室就设在那里。在那里对各种昆虫问题进行了研究。东北森林实验站的其他联邦昆虫研究工作在缅因州的奥罗诺进行。

在北卡罗来纳州的阿什维尔，东南研究站的总部，Craighead 及其同事最早研究南方松大小蠹（*Dendroctonus frontalis*）。他们确定小蠹虫和引起木材发生兰色的真菌之间重要关系。现在，在东南部昆虫研究工作通常集中在佐治亚州的阿森斯、佛罗里达州的奥拉斯蒂以及北卡罗来纳州的研究三角公园。

南方森林实验站位于路易斯安那州的新奥尔良。在新奥尔良，实验室的研究工作主要是研究木材害虫。研究的范围扩大，包括小蠹虫、阔叶树害虫、天然林和人工林的害虫以及该地区的其它害虫。野外实验室位于路易斯安那州的亚历山大以及密西西比州的斯通维尔和格尔夫波特。

北方森林中心实验站是在明尼苏达州的圣保罗、该站研究明尼苏达、威斯康星以及

密执安地区常见的各种森林害虫问题。其中一些问题是若干种食叶害虫、根部害虫、(蛴螬)、铁杉吉丁 (*Melanophila fulvoguttata*) 以及人工针叶林害虫。在密执安州的东兰辛有一个野外实验室。

森林昆虫实验室设在科罗拉多州的柯林斯堡, 在落基山森林和狩猎场实验站, 在那里的研究工作是在与罗拉多州立大学合作中进行。该实验室为落基山南部和中央以及大平原的中部服务。对小蠹虫, 特别是对山地松大小蠹 (*D. ponderosae*) 和云杉大小蠹 (*D. rufipennis*) 的研究加强注意。对松树和黄杉某些食叶害虫以及欧松梢卷蛾也进行了研究。在北达科他州的博蒂诺, 调查研究防护林带和苗圃的害虫。

山地林和狩猎场实验研究站在犹他州的奥格登有他的总部。在奥格登, 集中研究小蠹虫, 并在爱达荷州的莫斯科, 集中研究北落基山森林害虫。在莫斯科, 对西方云杉芽卷蛾 (*Choristoneura occidentalis*)、黄杉毒蛾 (*Orgyia pseudotsugata*) 以及落叶松鞘蛾 (*Coleophora laricella*) 完成某些基本研究工作。

在俄勒冈州的波特兰, 太平洋西北森林和狩猎场实验站, 对美国黄松、兰伯氏松以及小干松小蠹虫进行了重要的研究。F. P. Keen 在主管波特兰研究室时, 发展了他的美国黄松分类, 用这种分类来鉴定树木对小蠹攻击是敏感的还是较有抗性的。太平洋西北部实验站在黄杉毒蛾和西方云杉芽卷蛾研究计划中是活跃的。以前在波特兰所做的许多研究工作现在已集中在俄勒冈州的科瓦利斯实验室。在阿拉斯加的研究工作已在朱诺实验室进行。

在西部最老的森林昆虫实验室是在加利福尼亚州的伯克利, 现在是太平洋西南部森林和狩猎场实验站的一部分。许多重要害虫是调查研究的对象, 其中包括小杆松潜叶蛾 (*Coleoschnites milleri*) 和冷杉黑小蠹 (*Scolytus ventralis*)。可是, 大约在1920年以后, 着重调查研究 *Dendroctonus* 属大小蠹, 特别是西方松大小蠹 (*D. brevicornis*), 因为它们在成熟林内给木材造成极大的损失。在加利福尼亚州的戴维斯, 有一专门实验室集中进行评价化学杀虫剂的工作。

3. 森林害虫管理

联邦政府也有责任对害虫防治工作并对防治对象的技术给予帮助。美国林务局具有这项工作的责任, 1961年以后, 这项工作分配给州有的和私有的林业分部。林务局把评价害虫大发生和应用防治实践所有工作集中在同一单位里。这样一种安排假定已经搞出一种标准调查法并或多或少可作常规应用。也假定防治实践已成为标准化。这样, 行政办公室能够评价形势并贯彻执行森林害虫防治步骤, 正像管理人可以完成木材交易一样。不幸的是, 不论调查或是防治方法均未能标准化, 尽管较有效的且效率高的步骤正在逐渐形成。

美国林务局在帮助各州在实施防治计划的各个方面, 其中包括联邦合作在内, 均有极其重要的作用。特别是在按照联邦和州法律的要求, 协助准备关于环境冲击的报告中具有特殊意义。

这方面的工作人员分布于全国各地。在东部, 他们被分配到州的资源保护处以及东