

森林昆虫学

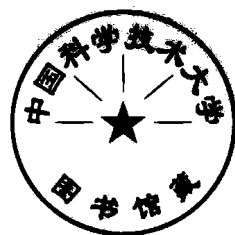
方三阳 编著

1997

东北林业大学出版社

森 林 昆 虫 学

方三阳 编 著



东北林业大学出版社

内 容 简 介

本书是林业大学大学生的教科书，内容着重于以生态学的观点来论述森林害虫各个方面，特别是在害虫防治方面。并指出森林昆虫学在林业管理系统中的地位。全书共十五章。除前七章为总论外，其他各章以树木生长发育阶段的特点、生态条件、害虫种类组成、害虫攻击部位等结合防治进行论述。并选择国内分布广、经济意义大，而且有代表性的针叶树种为主要保护对象，其次是常见阔叶树种。最后二章是经济林害虫（包括木本粮油、工业用油料树种、食用香料灌木以及竹林害虫），这些经济林木大都是我国特有树种，经济意义很大，也属于林业系统经营管理范围内。对害虫论述时，以主要害虫作为例子，可举一反三。本书可供大专院校林学系和森保专业师生，林场、森林病虫害防治站等工作参考。

森 林 昆 虫 学

方三阳 编著

东北林业大学出版社出版

（哈尔滨市和兴路8号）

黑龙江省新华书店发行

东北林业大学印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 17.125 字数 375 千字

1988年10月第1版 1988年10月第1次印刷

印数 1—3000 册

ISBN 7-81008-039-3/Q·1 定价 2.85 元

前 言

1975年我写了一本《森林昆虫学》，作为学校内部教材使用，至今已有十二个年头了，在这期间，情况变化很大，由于我国实行对外开放，国际交流日益广泛深入，国内新资料、新问题大量涌现，迫使我们重新考虑对老教材进行修订或再写。我国地域广阔，跨两个分布区，分三个温度带（温带、亚热带和热带），地形地势上又可分高原和盆地；高山和平原，树木种类非常复杂，随之而来的害虫种类极为丰富，在编写内容上如何恰如其份地掌握广度和深度，如何反映国内外现有水平，是件十分困难的事。

编者虽执教多年，但长期只局限于一隅之地——东北，深入林区次数不多，科研工作仅仅是在最近十年的事，要负这项编写任务是力不从心的。好在大家热情支持和鼓励。我的老师蔡邦华教授为本书题写书名，我的好友刘友樵研究员为本书进行细致审查内容后，提出宝贵的意见，并且，此书得到我校有关领导的关怀和支持，特此致谢。

书是写出来了，是否能满足大家的要求，难说，很可能还是走老路，修修补补，变化不大。不过，我有信心，1975年以来这是第一次正式出版，今后还会不断修订，我退休后还会有我的学生来接替，只要能坚持，总会有一天达到大家所要求的标准。

方三阳

写于1987年4月哈尔滨东北林业大学

序

方三阳教授数十年如一日,在我国东北林业大学任教“森林昆虫学”,由于他经常博览群书,掌握丰富的资料,再加上年年深入林区调查研究,使理论与实践融会贯通以后,再用自己的语言写成讲稿给学生讲解,所以深受学生们欢迎。1975年他编著的《森林昆虫学》问世,作为学校内部教材使用。可他并未因此而满足,而是在原有基础上年年不断增添一些国内外新的资料,并对其中某些章节不惜推倒重来,或大拆大改或重新组合,使之更加生动,更加完善。十二年过去了,他的辛勤劳动,终于又结出了《森林昆虫学》正式出版的硕果。

《森林昆虫学》全文有数十万字,共分为十五章,除前七章为总论外,其他各章是以树木生长发育各阶段特点为核心,进一步分析其生态条件、害虫种类组成和害虫危害情况,同时结合防治来进行论述。这些较大的改革,不论从广度还是深度方面都更加适合学生的水平和需要。全书文字精炼、流畅,论点正确,科学性、思想性、系统性以及逻辑性都很强。文后附有详细的主题索引和参考书目,给查阅提供更大的方便,因此,它已不失为我国一本良好的教科书。

方教授在前言中写道:“书是写出来了,是否能满足大家的要求,难说。很可能还是走老路,修修补补,变化不大。不过,我有信心,1975年以来这是第一次正式出版,今后还会不断修订,我退休后还会有我的学生来接替,只要能坚持,总会有一天达到大家所要求的标准”。他的精神是非常值得我们学习的。

依姆斯(A. D. Imms)著的“普通昆虫教程”之所以成为全世界公认的权威性著作,不也正是在这种不断修订的精神鼓舞之下建立起来的吗。

这种精神的实质意味着——科学的进步。

刘友樵

1987.6.28 哈尔滨

目 录

前 言

序

第一章 引 言 (1)

一、森林昆虫学在林业上的重要意义 (1)

二、害虫所造成的损失 (1)

三、森林昆虫学的研究范围 (2)

四、森林昆虫学和实践的发展 (3)

五、森林昆虫的研究和管理工作的 (4)

六、有关森林保护法规和法令 (4)

第二章 昆虫的外部形态及其主要内部器官的构造和功能 (5)

一、昆虫的体躯及其分段 (5)

二、头部及其附器 (5)

(一) 触角 (5)

(二) 口器 (6)

(三) 眼 (6)

三、胸部及其附器 (6)

四、腹部及其附器 (7)

五、昆虫主要内部器官的构造和功能 (8)

(一) 消化器官 (8)

(二) 呼吸器官 (8)

(三) 排泄器官 (8)

(四) 神经系统 (8)

(五) 生殖器官 (9)

六、昆虫的体壁及其覆盖物 (9)

第三章 昆虫的发育和分类 (11)

一、昆虫的发育 (11)

(一) 无变态 (11)

(二) 不全变态 (11)

(三) 全变态 (11)

二、昆虫的分类 (13)

(一) 森林昆虫的重要目和科 (14)

(二) 森林昆虫的种 (22)

第四章 昆虫的生殖潜能和环境阻力	(23)
一、昆虫的生殖潜能	(23)
二、环境阻力	(25)
(一) 物理因子	(25)
(二) 营养因子	(27)
(三) 寄主的抗性因子	(28)
(四) 生物因子	(29)
第五章 害虫种群的水平	(30)
一、生物平衡	(30)
二、影响害虫种群的环境因子	(30)
(一) 各因子之间的补偿	(31)
(二) 生命系统	(31)
(三) 害虫种群的调节	(32)
三、关于害虫种群的内在因子	(33)
(一) 害虫交配的保证	(33)
(二) 对幼期的照料	(33)
(三) 害虫的防御和伪装	(33)
(四) 隐蔽所利用	(34)
(五) 害虫的移动、迁移和扩散	(34)
(六) 向性反应	(34)
四、害虫的猖獗	(35)
第六章 害虫的调查和预测预报	(36)
一、害虫的调查	(36)
二、树木受害程度的估计	(37)
三、害虫的预测预报	(38)
第七章 害虫的防治	(40)
一、物理机械防治法	(41)
二、森林植物的检疫	(42)
三、生物防治	(43)
(一) 生物防治的途径	(43)
(二) 微生物	(44)
(三) 食虫的脊椎动物	(46)
(四) 捕食性节肢动物	(46)
(五) 寄生性昆虫	(46)
四、应用林业措施预防森林害虫	(49)
(一) 合理调整林木组成	(49)
(二) 调整林分密度	(50)
(三) 选择和培育抗虫苗木	(52)

(四) 在成熟林内以采伐部分林木来保持森林生长旺盛	(52)
五、化学防治	(53)
(一) 化学杀虫剂的理想性能	(54)
(二) 杀虫剂的分类	(55)
(三) 常用杀虫剂	(55)
(四) 杀虫剂的剂型	(56)
第八章 幼苗害虫及其防治	(57)
第九章 幼树害虫及其防治	(67)
一、顶芽、嫩梢、幼干害虫	(67)
二、刺吸口器害虫	(79)
三、叶部害虫	(96)
第十章 中壮林害虫及其防治	(109)
一、食叶害虫大发生的阶段	(109)
二、食叶害虫的发生地	(110)
三、食叶害虫大发生的指标	(110)
四、我国重要的食叶害虫	(112)
第十一章 成熟林害虫及其防治	(144)
一、次期性树干害虫发生地形成的原因	(145)
二、我国重要的次期性树干害虫	(146)
(一) 韧皮部害虫——小蠹类	(146)
(二) 木质部害虫	(158)
第十二章 林木种实害虫及其防治	(172)
第十三章 木材害虫及其防治	(184)
一、湿材害虫	(184)
二、干材害虫	(189)
第十四章 经济林害虫及其防治	(195)
一、木本粮油树种的害虫	(195)
二、工业用油料树种的害虫	(215)
三、食用香料灌木树种的害虫	(222)
第十五章 竹林害虫及其防治	(225)
一、竹笋害虫	(226)
二、嫩竹害虫	(230)
三、叶部害虫	(231)
四、竹材害虫	(238)
森林害虫及其天敌学名索引	(241)
参考文献	(255)

第一章 引言

森林昆虫学这一领域涉及树木和昆虫两个方面。它论述害虫对森林及其产物的作用以及采用目前所能允许的方法来防治它们。

森林昆虫学家只有研究森林害虫的形态特征、生活习性以及生理反应等以后，才有可能控制它们的有害活动。森林昆虫学家也必须了解森林，了解各种树木的生长规律和需要的条件，它们和生境之间的相互反应，以及使某些林型形成对害虫危害敏感，或者能够抵抗害虫危害的特性。因而，森林昆虫学家必须既是林学家又是昆虫学家。

害虫对树木的影响，有直接的，也有间接的。除害虫及其天敌外，在森林生态系统中还有大量昆虫，它们既不是树木的害虫，也不是害虫的天敌，例如，生活在灌木、杂草上的、帮助分解林内废材的以及取食枯枝落叶层有机质的昆虫，无疑，它们在森林生态系统发展中都起着重要的作用。

一、森林昆虫学在林业上的重要意义

病虫害和火灾是森林的最大破坏因子。

在树木生长过程中，从幼苗到成材，每一发育阶段，都要遭受害虫危害，例如，在苗圃，各种树木的幼苗常常遭受地下害虫危害，常见的有地老虎、蛴螬以及蝼蛄等；尚未郁闭的幼龄林树木常常遭受蛀食嫩梢、顶芽、幼干的那些钻蛀性害虫、刺吸性害虫以及某些食叶害虫的攻击，使幼树死亡或形成畸形。

当树木处于幼龄期和成熟期之间的生长旺盛的中壮龄时期，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蛀干害虫攻击而死亡，例如各种松毛虫、毒蛾、小蠹虫等。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。较迟，当树木死亡或者被采伐时，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为害衰弱木、枯立木以及新伐倒木。这些害虫不仅直接蛀入木质部危害，而且还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，就成为许多其他腐食性昆虫攻击的对象。

今天，当木材需要量不断上升以及森林为人类提供许多其他需要时，森林昆虫学成为森林保护和林学的重要组成部分。

每位林业工作者应当认识害虫有害活动的危险性，并充分了解它们以及如何进行治疗。

二、害虫所造成的损失

正确估计木材被害虫所造成的损失是很难的。我们只能举几个国内外实际例子来说

明:

例一、〔美〕F. B. Knight 等人 (1980) 报导, 黄杉毒蛾 *Orgyia Pseudotsugata* (Mc Dunnough) 在美国西部和加拿大常常周期性大发生。1971—1975 年在爱达荷、俄勒冈以及华盛顿三个州, 此虫发生面积为 323 887 ha, 导致十亿 foot* 木材的树木枯死。

例二、〔美〕Price 和 Slentz (1973) 报导, 1973 年 7—8 月, 在佐治亚州中部和北部, 松树由于瘤额大小蠹 *Dendroctonus frontalis* Zimmermann 的危害, 造成 1 139 000 株虫害木和 552 000 株新枯立木。

例三、殷蕙芬 (1983) 报导北美洲各国由于大小蠹危害所造成的损失: 1) 美国西海岸的西松大小蠹, *Dendroctonus brevicornis* Le Conte, 寄主: 美国西黄松 *Pinus ponderosa* 和考尔泰松 *Pinus coulteri*, 侵害活树, 造成损失每年达 10 亿立方呎*; 2) 美国东南部及墨西哥西海岸附近的瘤额大小蠹 *Dendroctonus frontalis* Zimmerma, 寄主: 北美全部松属, 侵害活树, 每年损失量达 5 亿立方呎; 3) 加拿大、美国和墨西哥的山松大小蠹 *Dendroctonus ponderosa* Hopkins, 寄主: 北美全部松属, 侵害过熟、老熟或衰弱木, 每年损失量达 15 亿立方呎; 4) 阿拉斯加, 美国全国的红翅大小蠹 *Dendroctonus rufipennis* (Kirby), 害云杉, 造成损失每年达 3.3—5 亿立方呎; 5) 黄杉大小蠹 *Dendroctonus pseudotsugae* Hopkins, 寄主: 黄杉, 少数落叶松, 侵害活树, 损失达 5 亿立方呎。

例四、据我国广东省林木病虫害普查资料 (1983), 马尾松毛虫五十年代全省平均发生面积 85 万亩, 六十年代 210 万亩, 到 1978 年竟达 770 万亩, 是历史上最多的一年。松突圆蚧 *Hemiberlesia pitysophila* Takagi 在珠海市, 惠阳地区大发生, 使马尾松林大片枯死, 发生面积达 30 万亩。

例五、1952—1954 年, 吉林省长白山西部近 3 万 ha 落叶松原始林, 由于落叶松毛虫危害而枯死。

例六、据施振华、朱云芳 (1959) 报导, 黑龙江省伊春市林业局, 1954—1955 年, 木材由于云杉大黑天牛危害而遭受损失达 500 万元之多。

三、森林昆虫学的研究范围

森林昆虫学的研究范围非常广泛, 并且是多种多样的。它的最终目的是为人类利益服务的, 在实际经济的约束范围内, 尽可能去控制林内以及林产品中害虫种群的有害活动。

在森林害虫防治中, 采用直接防治可能性是有限的, 而且费用较高。预防措施应该得到大家支持。这种预防措施要求我们深入了解昆虫和森林环境两者的知识。不仅仅有必要去认识害虫的种类, 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子。

分类学在识别昆虫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

* 1 英尺 (foot) = 0.3048 米 (m)

* 1 立方呎 (cubicfoot) = 0.0283 立方米 (m³)

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的线索,因为对亲缘关系接近的害虫种类通常可以采用相同的方法来防治。因而,分类学在指出新害虫与老害虫的亲缘关系方面常常起很重要的作用。

对害虫的形态学、组织学以及生理学的研究,使我们对它们的了解更为完全,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。

生态学的研究也是十分重要的。要求森林昆虫学家具有一般的知识,在其中某些领域里应具有详细的知识。

美国许多森林昆虫学家大量从事监督害虫防治计划并发展直接的防治方法。在加拿大,人们更多强调发展以预防为主生物防治和生态防治。目前,有许多科学家专心一意地研究害虫综合管理系统,在这一系统里,解决害虫问题的所有途径全都加以考虑。我国现阶段也是采用“预防为主,综合治理”这一防治方针。

直接防治将继续成为保护和管理森林资源的一部分,但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复杂,需要化学防治、昆虫病理学、生态学、生理学、计算机学等专家的帮助。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组织专家们协作,横向联系进行。

四、森林昆虫学和实践的发展

德国是世界上最早发展林业的国家,很自然,森林昆虫学也应从德国开始。世界上第一位森林昆虫学家是德国的 J. T. C. Ratzeburg 博士,人们称他为森林昆虫之父,他在1837、1840、1844年分别出版三卷《森林昆虫学》。

根据森林昆虫学的发展情况,欧洲较早,北美次之,亚洲较晚,并且大致可分以下三个时期:

自然历史时期 从自然历史观点来研究森林昆虫生物学。Ratzeburg 博士的著作成为这一时期的代表作,重点是对森林昆虫生物学的研究,通常具有一般自然历史研究性质,并不建立在有控制的实验证据基础上的。

分类学和生物学时期 Eichhoff 博士的代表作,出版于1881年的《欧洲小蠹》,开创了一个新时代,使森林昆虫学成为比以前更精密的一门科学。他的著作是精心的生物学实验和详细分类学研究的结合。

在北美, Hopkins 博士在小蠹虫研究中增加生物学和分类学的知识,所以这一时期成为在性质上与欧洲的 Eichhoff 时期相似的时期,当时分类学和生物学的研究在森林昆虫学著作中占优势地位。

现代时期 实验生物学方法在森林昆虫学研究中得到广泛应用,而纯观察研究方法基本上不再使用。

在森林昆虫学中,分类学不再被认为是目的,而是有用的研究工具之一。生活史的研究也被认为是达到目的的方法。昆虫彼此的相互关系以及与森林环境各种因子的相

互关系逐渐被认为越来越重要。

生态学观点在杀虫剂时期(1945—1965)发展是缓慢的,以后当人们确信杀虫剂不能解决虫害问题时,对综合防治措施的重视迅速增长。森林昆虫学是在实验工作基础上发展起来的。

我国森林昆虫学的发展较晚,并且也经历了同样的三个时期。解放前,是一个自然历史时期,解放后到1976年,可以说是分类学和生物学时期,1976年以后至今,进入现代时期,着重于森林昆虫生态学的研究,强调害虫综合治理和生物防治。

五、森林昆虫的研究和管理工作

世界各国都根据本国虫害发生情况设立实验室、试验站或研究中心进行森林昆虫的研究工作。例如美国农业部林务署在佐治亚州设立林业科学实验室,重点研究林木种实害虫,在路易斯安那州的派因维尔设立南部森林试验站,重点研究小蠹虫。加拿大农业部林务署在不列颠哥伦比亚省维多利亚设立太平洋森林研究中心,重点研究森林害虫的生物防治。法国在奥利韦设立农业科学研究所森林动物研究站,重点研究林木种实害虫。

我国的森林昆虫研究和管理工作,中央设有林业科学研究院,各省设有林业科学研究所或院,进行森林害虫研究工作。关于森林害虫管理方面,中央林业部设林政保护司,领导全国病虫害防治工作,各省、县设森林病虫害防治检疫站。此外,各农林院校对林木研究做了大量工作。

六、有关森林保护法规和法令

我国对森林病虫害防治工作极为重视,及时作出决定和指示,制定法律条款。1949年中国人民政治协商会议共同纲领第34条就有“防止林木病虫害”的规定。以后,在1956—1957年农业发展纲要(修正草案)第18条中指出:“必须保护和爱惜森林资源,加强病虫害防治工作”。1979年公布《中华人民共和国森林法》,第三章第二十二条规定,根据实际需要,建立森林病虫害防治机构,积极防治森林病虫害,确定林木种苗的检疫对象,划定疫区和保护区,对林木种苗进行检疫,防止危险性的病虫害传播和蔓延。

为了加强管理农药,1983年中央六个部颁布《农药登记规定》。1983年1月,国务院颁布了《植物检疫条例》,1984年9月中央林业部又印发了《植物检疫条例》实施细则(林业部分)。

第二章 昆虫的外部形态及其主要内部器官的构造和功能

昆虫是种类最多，分布最广的一类动物，它们在地球上已存在三亿年以上，除了海洋外，到处都可以发现，占动物类群总数的75%。对各种环境条件适应能力很大。许多昆虫对人类有很大意义，没有昆虫，人类就不能象现在这样生存。

大家把昆虫叫做虫子，但通常所叫的虫子往往包括蜘蛛、蜈蚣、潮虫等这样一类小动物，因为它们的形态和生活习性有些地方是很相似的，不易区分。这里我们所讲的昆虫主要特征是：成虫有六足；分头、胸、腹三个体段；大部分成虫有两对翅，在其发育过程中有变态。而蜘蛛、蜈蚣、潮虫这类动物就不是那样，足通常比昆虫多，而且在发育过程中没有变态。

一、昆虫的体躯及其分段

昆虫是小形的节肢动物，因为它们的体躯及其附肢都是分节的，而且各体节按其功能不同又趋向于“分段集中”，因而构成了头、胸、腹三个体段，即头部、胸部和腹部。在三个体段上分别着生不同的附属器官（通称附肢）。成虫，头部有一对触角、一对复眼（有时还有若干个单眼）和一个口器；胸部有三对足和两对翅；腹部末端有外生殖器官（产卵器或交配器官）。

昆虫身体外面包有一层坚硬的外骨骼，形成躯壳，这与我们常见的牛、羊、鸡、鱼、蛙不一样，它们的骨骼是内骨骼。

二、头部及其附器

一般的昆虫具有明显的头部，并以略收缩的颈与胸部相连。头壳通常比较坚硬，色也较深，形状各异，但大体上是扁圆形的，或者是半球形的。头部被许多沟缝分成许多小区，这些小区都有自己的位置和名称，如果以昆虫体躯的纵向轴为标准，那么头壳的上面叫做头顶，后面为后头，前面称额或颜面，两侧称颊，额的下面是唇基，它与上唇相联结。一般在额的上方还可见“人”字形缝，叫头颅缝。它们的形状和构造常常用作分类的特征。

头部及其附器变化很大，例如象甲，头部的额区延长成管子状，叫做头管，口器（嘴）则在头管的端部。不同昆虫类群具有不同类型的触角和口器。

（一）触 角

着生在额区或上颚基部附近，由许多小节组成，这些小节数目、大小、长短、形状有时变化很大，不但在不同种类和类群昆虫中不一样，甚至在同一种昆虫中，雌雄也有

区别。但触角的基本构造可分为三个部分：第一部分叫柄节，是触角的第一节，一般较粗短，但在某些昆虫中，例如实象和蜜蜂，柄节很长；天牛触角的柄节通常粗大。第二部分叫梗节，是触角的第二节，通常短小。第三部分叫鞭节，是触角从第三节起，以后的各节，这部分的节数和构造通常变化很大，形成各种形状，如丝状、刚毛状、羽状，栉齿状、锯齿状、连珠状、球杆状等等，它们的形状和构造常常作为分类和识别雌雄的依据。

在触角上有许多感觉器官，具触觉、感觉和听觉的能力。

（二）口 器

就是昆虫的嘴，为什么叫它口器，因为它的构造比较复杂，由许多部分构成，在不同的昆虫中，由于取食方式不同，有些昆虫咬食树叶、树皮、木质部；有些昆虫舐食花蜜、从树干伤口流出的树液、动物粪便，有些昆虫刺吸嫩枝和树叶的汁液，使口器的构造产生各种变异，这些变异归纳起来主要有以下几个类型：

1. 咀嚼式口器

为咬食树叶、树皮、木质部等固体食物的害虫所具有，口器的最基本的构造是由上唇、一对上颚、一对下颚、下唇和舌组成。这种口器的主要特点是有坚硬的上颚，用来咬碎植物组织，吞入消化道。在下颚须、下唇须和舌上有嗅觉和味觉器官，以此来选择食物，例如各种甲虫、蝼蛄。

2. 刺吸式口器

为刺破嫩皮和树叶组织吸取其中汁液的害虫所具有，所以其构造与上述咀嚼式口器不同，口器的主要部分(上颚和下颚)象注射器针那样延长成口针，例如球蚜、蚧、蜡象。

3. 虹吸式口器

为不刺破植物的组织而在其上吸食液体食物（如花蜜、从树干伤口流出的树液）的害虫所具有。仅口器下颚的外叶延长成吸管，不取食时，象钟表发条那样卷曲，例如蛾蝶类。

此外，还有嚼吸式、舐吸式等口器类型，前者如蜜蜂，后者如寄蝇和球果花蝇等昆虫所具有。

有些昆虫口器退化了，因此不能取食东西，它们羽化后就交配产卵，以后死亡。我们熟悉害虫的口器，对了解它们的生活习性、危害方式以及选用杀虫剂有很大帮助。

（三）眼

昆虫的眼有两种，一种叫复眼，位于头顶前上方左右两侧，外形较大，是由许多小眼集合而成的，是昆虫的主要视觉器官，复眼愈大，小眼数愈多，视觉愈发达，能看清较远的物体。成虫具有发达的复眼，这和它的飞行活动有关。另一种叫单眼，通常有三个，呈倒品字形配置于头顶上、复眼之间。但也有仅1—2个的，甚至完全退化消失的。单眼只能分辨光线的强弱和方向，不能看清物体。

三、胸部及其附器

胸部是昆虫身体的第二个体段，由三个体节组成，即前胸、中胸和后胸，每一胸节

各有一对足，中胸和后胸各有一对翅，因此胸部是昆虫的运动中心。在各种昆虫中，由于活动能力不同，各胸节的构造、发达程度以及形状很不一致。翅和足的构造变化也很大。翅和足的机能及其发达程度必然会影响胸部及其肌肉的发达程度。胸部为了支撑足和翅的运动，内部还着生强大的肌肉系统，因此胸部的外壳是比较坚硬的。这就使它形成四个面，即背面、侧面和腹面，每一面上的骨片，分别称为背板、侧板和腹板。每一面又被沟缝分成若干小区。沟缝的内陷部，一方面成为肌肉着生处，另一方面加固了胸部。

昆虫的足在不同种类中，由于其生活方式的不同而相应发生变化。常见的有：步行足、跳跃足、捕捉足、开掘足等等，其中步行足是足的基本类型，它由六个部分组成，即基节、转节、腿节、胫节、跗节及爪。

昆虫一般具有两对翅，前翅和后翅，但是由于各种昆虫生活环境不同，其翅也相应发生变化，有些昆虫的翅退化或者消失了，例如古毒蛾和春尺蛾的雌蛾。有些昆虫后翅特化成平衡棍，例如球果花蝇、寄蝇等等。有些昆虫前翅变成角质，叫做鞘翅，起着保护后翅的作用，例如天牛、叶甲等各种甲虫。或者前翅变成革质，叫做复翅，例如竹蝗和蝼蛄。有些昆虫前翅基半部变成角质，端半部依旧为膜质，叫做半鞘翅，例如蟋象。翅的基本构造是膜质的，内有翅脉，纵行的叫纵脉，横行的叫横脉。纵脉长，横脉短，脉间叫翅室。各条翅脉有相应的名称。在不同目、科的昆虫中，翅脉数及其分布有所不同。纵脉由前缘脉（C）、亚前缘脉（Sc）、径脉（R）、中脉（M）、肘脉（Cu）和臀脉（A）组成。横脉通常以它所在前后纵脉的名称来命名，而被翅脉分割成的翅室则只以前面的纵脉名称来命名。有些昆虫在膜质的翅上密被鳞片，叫做鳞翅，有些翅上有毛。总之，翅的有无、质地、覆盖物、翅脉多少在各类昆虫中很不一致，变化很大，所以这些特征常常作为分类的主要依据，特别是分科。

四、腹部及其附器

腹部是昆虫身体的第三个体段，通常由 10—11 节组成，腹部大多数体节的附肢消失。只有末几节（一般是在第 8、9 节）上的附肢变成外生殖器（交配器或产卵器），第 11 节上的附肢变成尾须。外生殖器是用来区分雌雄性别最好的标志。雄性的外生殖器由于结构上的相对稳定性在种的分类上常常作为最后的鉴别特征。

雌性昆虫的外生殖器官（产卵器）位于腹部第 8、9 节的腹面，它由三对产卵瓣或生殖片组成。第一对产卵瓣着生在第 8 腹节上，称为腹产卵瓣。第二和第三对产卵瓣着生在第 9 腹节上，分别称为内产卵瓣和背产卵瓣。生殖孔开口于第 8、第 9 腹节之间的腹面上。用产卵器插入植物组织内产卵的某些昆虫，其产卵瓣往往成锯齿状，产卵时有很大的破坏性，例如跳蝉、叶蜂、蝉等，卵产在嫩枝和幼干的皮下，造成树皮破裂，枯死，断枝，或感染病害（烂皮病）。这样的产卵器并不是所有昆虫都有，有很多昆虫，例如蛾蝶类、蝇类和甲虫，就没有这样的产卵器，它们的腹部末几节逐渐变细，互相套入，能够伸缩，形成望远镜式的伪产卵器，它们只能把卵产在物体的表面上、树皮裂缝内或雌虫用上颚所咬成的刻槽内及其他凹陷的地方。有些昆虫的产卵器很长，有些昆虫

的产卵器则很短，或者缩入生殖道内，从外面看不见。

雄性昆虫在腹部第9节上有一对钳状、片状或其他形状的抱握器，交配时用来抱住雌性昆虫的腹部，在生殖腔内有一阳具，交配时由腔内伸出。

五、昆虫主要内部器官的构造和功能

与其他动物一样，昆虫亦有消化器官、呼吸器官、循环器官、排泄器官、神经系统、生殖器官，它们在体腔中的位置是固定的，解剖虫体内部，易找到。

（一）消化器官

即肠道，位于体腔中央，是前端连接口腔后端连接肛门的管状构造。从前到后可分为前肠、中肠、后肠三段。前肠是食物通过的管道，有些具咀嚼式口器的昆虫还具有临时贮存食物的嗉囊和专门用来磨碎食物的肌肉胃（胃内有几丁质尖齿，也常作为分类的依据，例如小蠹虫的前胃板）。前肠之后即为中肠，是消化食物的主要器官，也是消化系统中最显著的一部分。中肠之后为后肠，后肠有时又可以分为回肠（大肠）、结肠（小肠）、直肠三部分，在这里只进行着水分的回收和粪便的形成、排泄等过程。

食物消化与吸收都是在中肠内完成的，消化食物是依靠中肠分泌的消化液，将食物分解成可溶状态，然后由细胞加以吸收。但这种消化作用必须在一个稳定的酸碱度条件下才能进行。各类昆虫因其摄取食物和消化机能不同，其肠内的酸碱度也不相同。昆虫中肠液酸碱度对杀虫剂溶解也有一定关系，例如碱性中肠液有利于菌剂的伴孢晶体溶解，因而对昆虫产生毒害。

（二）呼吸器官

昆虫是以气管进行呼吸，主要的气管只有两条，纵贯体腔两侧，以气门与外界相通，它们的分支分布到周身各个组织细胞，供应氧气和呼出二氧化碳。气门通常位于前胸或中、后胸以及腹部第1—8节两侧。

各种昆虫以及各个虫态都需要进行呼吸。大形昆虫用腹部胀缩运动，小形昆虫只依靠气体的扩散作用来完成气体交换。气体交换的强弱和体内代谢产物（乳酸和二氧化碳）的积累有关。如果体内乳酸和二氧化碳增多，就会刺激呼吸作用加剧。另一方面，温度高也会增进代谢，加强呼吸作用。因此，用熏蒸剂防治害虫时，特别是冷天，可以同时输入二氧化碳，刺激害虫加强呼吸，加速死亡。昆虫的气门也极易于油类物质的进入，因此，用乳油杀虫剂，除了直接穿透体壁外，大量的的是由气门进入体内的，所以乳油杀虫剂是良好的接触杀虫剂。

（三）排泄器官

即马氏管，位于中、后肠之间，与消化道相连，其功能是吸取体液内尿素，经过后肠从肛门排出。

（四）神经系统

昆虫的一切生命活动：取食、交配、繁殖、呼吸、趋性、迁移、越冬……等等，都是神经支配的结果。昆虫通过神经的感觉作用，感觉到周围环境条件，又通过神经的调节，支配的作用，主宰着各个器官进行着协调的生命活动。昆虫的一切趋、避反应都是

环境条件对它们的刺激而引起的反应活动。

昆虫神经的主要部分是中枢神经系统，包括头脑和胸、腹部（位于腹面）的腹神经索，从脑和腹神经索上的各个神经节分出神经通到内脏和肌肉，也通到体躯的各个部分，后与感觉器相联系。¹

神经活动的物质基础是神经细胞，而神经细胞之间又借着复杂的相互接触，将接受的刺激传导开来。在神经细胞之间传递刺激信号的过程中，有两种化学物质：乙酰胆碱和胆碱酯酶，起着十分重要的作用。没有这些物质的“运动”，神经活动便不能实现，一切生理机能便都失去了主宰、控制和调节，因而生命活动也就中止了。很多种有机磷杀虫剂对胆碱酯酶有强烈的抑制作用，这是神经性毒剂具有毒性的最基本的道理。

（五）生殖器官

一般位于消化道后端背侧上。雌性生殖器官是一对卵巢，由侧输卵管和总输卵管开口于生殖孔。每一个卵巢由许多卵巢管组合而成，每一个卵巢管又可分为一系列的卵室。卵就是卵室内的细胞发育而成的。昆虫产卵量的多少与卵巢管的数目有关，同时也受营养和气候条件的影响。

连在总输卵管上的还有生殖副腺，其分泌物可以使卵粘着在植物上，卵块上的覆盖膜、泡沫状的物质和卵袋都是它的分泌物所造成的。有些昆虫还有藏精囊，它能把一次交配时获得的雄性精子保存起来，保证终生所产的卵都能受精。

雄性生殖器官是一对呈球形、卵圆形或肾形的睾丸，每一睾丸由许多睾丸管组成。睾丸的功能就是形成精子。睾丸连接输精管、射精管而开口于阳茎的末端。输精管上有时有膨大部，叫做贮精囊，也有生殖副腺，它分泌粘液，以稀释精子。

大多数昆虫是两性生殖的，经过交配的雌虫因受到这种刺激使卵发育成熟，并进行产卵。如果用一种方法使雄虫不产生正常的精子，但并不失去交配能力，则这种雄虫与雌虫交配后，雌虫虽可产卵，但卵不能受精，这样就断绝了这种害虫的后代。造成雄虫不育的方法是目前消灭害虫的一种新的手段。

昆虫的肌肉系统则分布于体内各运动器官上。

在昆虫体腔内充满淡绿色或淡黄色液体，叫做血淋巴，内含有各种类型的血细胞，人们常用血液涂片的方法分析血淋巴内各种血细胞状态测定害虫的生活力。此外，有时在昆虫体腔内还含有大量脂肪体，尤其是越冬的幼虫。

六、昆虫的体壁及其覆盖物

昆虫的体壁即包裹虫体的外壳，它兼有皮肤和骨骼两种机能，所以叫做体壁，体壁表面各部分的厚度和硬度不一定相同，厚硬的部分叫做骨片，软薄的部分称为膜区。体壁是复杂的分层结构，由真皮细胞层及其分泌物（表皮层）组成。表皮层大体上可分为三层：内表皮、外表皮和上表皮。内表皮最厚，外表皮次之，上表皮最薄。外表皮是表皮的骨化层，上表皮是防水层。微孔道贯穿于内表皮和外表皮，内面与真皮细胞相连。表皮层的厚薄、表皮上的覆盖物多少及表皮内微孔道的存在与否及其数量，以及微孔道中