

全国中等农业学校试用教材

农作物病虫害防治学

(南方本)

湖南长沙农业学校主编

农学专业用

543-43
2

前 言

为了加快农业的发展，为农业现代化培养中等科学技术人材，根据农林部（77）农林（科）字第100号文件《关于编写中等农林学校试用教材的通知》精神，由湖南、山东两省农业局牵头，委托湖南长沙农校、湖北黄冈农校、广东韶关农校、广西南宁农校、四川万县农校共同编写了这门《农作物病虫害防治学》（南方本）试用教材。

在编写过程中，承蒙南方各省农业局、农业科学院、农业院、校的大力支持和提供资料，并派有关专家和老教师参加审稿。浙江农业科学院、江苏农业科学院、湖北农业科学院、华南农学院、四川农学院、福建农学院、安徽农学院、广西农学院、贵州农学院、中国农业科学院武昌油料作物研究所、中国农业科学院麻类作物研究所、广东甘蔗研究所、四川农业科学院棉花试验站等单位提出了宝贵的书面意见；湖南长沙农校黄茹薇老师协助部分编辑工作，唐继安同志为本书绘制部分插图，谨在此表示感谢。

编 者

S435-3

目 录

绪言	(1)
----------	-------

第一篇 总 论

第一章 农业昆虫的基本知识	(4)
第一节 昆虫的外部形态	(4)
第二节 昆虫的内部构造及生理	(13)
第三节 昆虫的繁殖与发育	(18)
第四节 农业昆虫与环境条件的关系	(26)
第五节 农业昆虫主要目科的识别	(32)
附：蜘蛛和螨类的一般知识	(41)
第二章 作物病害的基本知识	(46)
第一节 作物病害的概念	(46)
第二节 侵染性病原及其所致的作物病害	(49)
第三节 病原物的寄生性、致病性与作物的抗病性	(72)
第四节 侵染性病害的发生和发展	(75)
第五节 作物病害的诊断	(79)
第三章 作物病虫害的调查统计和预测预报	(81)
第一节 作物病虫害的调查统计	(81)
第二节 作物病虫害预测预报	(85)
第四章 作物病虫害防治法	(91)
第一节 植物检疫	(93)
第二节 农业防治法	(95)
第三节 物理、机械防治法	(97)
第四节 生物防治法	(100)
第五节 化学防治法	(111)

第二篇 各 论

第五章 水稻病虫害	(151)
第一节 水稻害虫	(151)
第二节 水稻病害	(200)
第六章 旱粮作物病虫害	(230)
第一节 麦类病虫害	(230)

第二节	玉米、高粱病虫害	(251)
第三节	薯类作物病虫害	(267)
第七章	棉、麻病虫害	(287)
第一节	棉花病虫害	(287)
第二节	麻类病虫害	(351)
第八章	油料作物病虫害	(369)
第一节	油菜病虫害	(369)
第二节	大豆、花生病虫害	(383)
第九章	甘蔗、烟草病虫害	(397)
第一节	甘蔗病虫害	(397)
第二节	烟草病虫害	(413)
第十章	绿肥病虫害	(425)
第十一章	储粮害虫	(432)
附录 1	植物保护科学实验技术	(443)
附录 2	剧毒农药安全使用注意事项	(483)

绪 言

在农业生产中，常常有许多病菌严重威胁作物的生长和收成，甚至农产品在贮运期间，也遭受病菌的为害。目前全世界每年因病、虫、杂草为害作物造成的损失约为八百亿美元（约合人民币一千五百亿元），其中粮食每年因病虫害约损失10—15%，棉花约损失20—25%。我国地域辽阔，适于各种病菌、杂草的发生，特别是南方处于亚热带与热带地区，加上复种指数高，作物病虫害更为严重。尽管与世界各国相比，我国单位面积因病虫、杂草所造成的损失还不算太高，但总的损失量仍相当大，而且影响产品质量。因此，加强病虫害防治工作，促进农作物高产稳产，对实现我国社会主义革命和社会主义建设新时期总任务有着重大意义。

我国广大劳动人民，在长期与自然斗争的过程中，对作物病虫害防治曾积累了丰富的经验，并有不少的创造和发明。远在三千年前，就已经与蝗虫、螟虫展开了斗争，在历代史书和地方志上都有详尽的记载。纪元前三百年左右开始应用农业技术防治和矿物药剂防治虫害。在一千六百多年前，广东地区就开始应用以虫治虫的方法。在第六世纪对注意选择抗害品种、轮作和种子处理方法就有比较详细的记载。但在旧社会剥削阶级的反动统治下，这些成果是得不到发展的，也不可能很好地在生产中起作用，以致“绿水青山枉自多，华佗无奈小虫何！”眼看病菌日益猖獗，严重破坏生产，给人民带来了巨大的灾难。

解放后，由于党的高度重视，毛主席革命路线的指引，社会主义制度的无比优越，使作物病虫害防治工作迅速地开展起来。早在解放初期，我们党对作物病虫害问题就提出了“防重于治”的方针。在《全国农业发展纲要》中，又规定了在一切可能的地方，基本上消灭危害农作物最严重的虫害和病害的具体要求。毛主席科学地总结了农业生产的客观规律，亲自为我们制定了农业“八字宪法”，“保”是其中的重要组成部分，就是指植物保护，病虫害防治。五十年代中期，我国即开始采用综合防治作物病虫害。一九七五年五月全国植物保护工作会议上进一步明确提出了“预防为主，综合防治”的植保工作方针。

三十年来，在党的正确领导下，我国广大贫下中农、革命干部和科技人员相结合，开展了大规模的防治作物病虫害和群众性的科学实验活动。逐步调查掌握了农作物主要病虫害的种类和一些天敌资源，摸清了一些主要病虫害的发生规律。植物检疫机构和病虫测报网迅速发展和健全起来，植物检疫制度和病虫害预测预报办法不断完善，基本上改变了过去某些防治病虫害时的被动局面，使防治水平和防治效果不断提高，尤其是利用生物防治病虫害发展极为迅速，抗害育种工作正在由垂直抗性向水平抗性发展，高效低毒低残毒、选择性、内吸性和特异性新农药品种正在不断涌现。先进的施药机械，如动

力弥雾机、高效机动喷雾器、超低容量喷雾器、飞机施药等正在扩大使用面积，并在不断地改进。绝育法、激素治虫、电离辐射治虫等新技术也正在开展研究。以农业生态系统为理论基础的综合治理，在发展中逐步为广大群众所认识和掌握，采取以农业防治为基础的各种有效措施，促使农业环境发生定向变化，影响生物群落结构而进行“保益灭害”的战略思想，在实践中取得了很大的成绩。全国农业发展纲要限期消灭的严重病虫害，如飞蝗、小麦吸浆虫、麦类黑穗病、小麦线虫病及甘薯黑斑病等，均已达到长期控制的水平。我国南方主产水稻区，螟虫为害率已压低到1%左右；同时，各地还狠抓了当地主要病虫害的防治，在生产上均取得了显著成效。当前我国对病虫害的防治面积，常能达到发生面积的90%，防治后挽回的损失也可以达到70%左右。

防治作物病虫害虽然取得了很大的成绩，但并不能一劳永逸地解决问题。有些经过防治，一度为害减轻的病虫害，只要产生的条件依然存在，必然还要继续发生，甚至还可加重；新的更适宜于病虫害繁殖的条件也在不断产生，次要病虫害可以上升为主要病虫害，偶发性病虫害可以变为常发性病虫害；病虫害本身的变化，可以使防治工作变得更加困难；过去没有的病虫害也有可能传入和扩大蔓延的危险。目前对有些病虫害的发生规律和防治措施都有待进一步的研究；随着实现农业现代化的发展，对作物病虫害防治还将提出更高的要求。所以，一定要正确地认识与病虫害作斗争的长期性、复杂性和艰巨性。特别是作物病虫害防治科学技术的发展，由于深受林彪和“四人帮”的反革命修正主义路线的干扰和破坏，使我国赶超世界先进水平本来缩小了的差距，现在又拉大了。例如对病虫害的调查，采用空中遥感估测；对病原微生物的诊断，广泛应用电子显微镜；对测报工作达到电子自动化；综合治理采用现代新技术、施药机具全部机动化、病虫害防治研究手段的现代化，都有待迎头赶上。我们要积极响应以华主席为首的党中央向科学技术现代化进军的伟大号召，加速病虫害防治学科的研究，切实掌握病虫害发生规律，加强植物检疫和预测预报，运用先进科学技术，综合采用农业的、生物的、化学的和物理的多种手段，安全、高效地把作物病虫害长期控制在经济危害水平之下。力争我国作物病虫害防治工作尽快走向现代化，对主要作物病虫害迅速压低，使因病虫害减产粮食不超过1%，棉花不超过2%，其他各种经济作物最高不超过5%。让我国现代化的病虫害防治工作，对保证作物高产稳产发挥出强大的威力。

作物病虫害防治学是植物保护学科的重要组成部分。主要是研究作物病虫害的生物学特征特性、生态条件及其防治原理和方法的一门科学。学习时不仅需要具有化学、物理、数学、植物及植物生理学、动物学之类的基础知识，同时还与农业气象学、土壤肥科学、作物遗传与育种学、作物栽培学及农机学等直接联系农业生产的学科也有密切的联系。通过本课程的学习，要求了解并切实贯彻党的有关方针、政策；同时具有防治作物病虫害和开展有关科学实验活动所必须的基本理论知识和实际技能；认识我国南方的，特别是本地区的主要农作物病虫害及其为害状以及常见天敌；对其中严重的病虫害，应初步掌握其发生发展规律，简要测报方法和综合治理措施，从而能因地制宜，经济、安全、有效地控制作物病虫害。在学习过程中，要以马列主义和毛主席的光辉哲学思想作指导，善于运用辩证唯物主义的观点，正确分析病虫害的发生、消长规律，抓住主要

矛盾和矛盾的主要方面，牢记实践是检验真理的唯一标准，遵循“实践、认识、再实践、再认识”的认识规律，坚持理论联系实际的原则。只要我们善于学习，而又积极参加生产实践，就一定能够学好作物病虫害防治这门科学，为在本世纪内把我国建设成为社会主义的现代化强国作出较大的贡献。

第一篇 总 论

第一章 农业昆虫的基本知识

为害农作物的动物中，绝大部分是节肢动物门昆虫纲的昆虫；其次是节肢动物门蛛形纲蜱螨目中的螨类；软体动物门中腹足纲的蜗牛、蛞蝓，以及哺乳纲啮齿类的田鼠、野兔；鸟纲中的害鸟等。

昆虫纲是动物界中种类最多、分布最广、适应性最强、群体数量最大的一个类群。在世界已知动物约一百五十万种中，昆虫就有一百万种以上，占整个动物界的三分之二。在植物上、动物上、土壤中、水中……都有昆虫分布。由于生活条件的不同，其体型构造和生活习性都起了相应的变化。例如，居住在绿色植物群中的蝗虫，体呈草绿色，会跳，便于行动；寄生于人、畜体表的虱类，身体扁平，爪发达，便于行动和攀爬，并且有喙状刺吸口器，便于插入寄主体肤，吸取血液；土栖昆虫中的蝼蛄，前足短粗有齿，适于开掘隧道；水栖昆虫中的龙虱，身体呈流线型，具有扁而阔的后足，便于在水中活动。这些事实说明，昆虫与环境之间有着密切的联系。这种强大的适应力，在其演化过程中，便成为昆虫种类繁多的主导因子。

昆虫与人类的关系极为密切，其中有许多是以植物为食的种类，成为农作物的重要害虫，如为害茎秆的稻螟虫、玉米螟；蛀食棉铃的红铃虫、棉铃虫；咬食叶片的粘虫、棉造桥虫；结苞食叶的稻苞虫、稻纵卷叶螟；吸食作物汁液的蚜虫、飞虱、叶蝉等。有些种类并能传播和诱致作物病害，给农业生产造成巨大损失。但也有不少昆虫对人类是有益的。如家蚕吐丝、蜜蜂酿蜜传粉、白蜡虫分泌白蜡，都对人类有利用的经济价值。还有在田间捕食害虫的步行虫、瓢虫、螳螂、草蛉；寄生于害虫体的寄生蝇、寄生蜂等，对控制害虫的发生、发展起着极重要的作用。为此，我们学习农业昆虫基础知识，就是要掌握昆虫的形态构造及其生长发育一般规律，目的是保护和利用益虫，控制和消灭害虫，促进农业生产，为社会主义革命和建设服务。

第一节 昆虫的外部形态

一、昆虫的体躯构造 昆虫的外部形态，由于生活的环境条件千变万化，差异很大，但还是有其共同特征的。昆虫的成虫，体躯是由许多体节组成，两相邻体节由节间膜相连，虫体可以自由活动，整个体躯的体节又集成明显的头、胸、腹三个体段，各体段均着生有不同作用的附肢。头部各体节愈合紧密，有口器和一对触角，一般具有复眼和单眼；胸部3节，有3对足，有2对翅（也有退化了的）；腹部9—11节，腹末着生

有尾须和外生殖器。用气管呼吸，气门在胸、腹部各节的两侧。昆虫的体壁骨化，有着生肌肉和支撑体躯的作用，特称“外骨骼”。掌握了这些特征，就能把昆虫(图 1—1)与其他节肢动物区别开来。

二、昆虫的头部及其附器 头部是昆虫体躯最前的一个体段。头壳坚硬呈半球形，由沟和缝划分若干区。头的前方部分叫做额，额的下方部分叫唇基，额的上方部分叫做头顶，额的两侧部分叫颊，

头顶之后叫后头。头上着生有触角、眼(单眼和复眼)等感觉器官和取食的口器，因此头部是昆虫的感觉和取食的中心(图 1—2)。

触角 触角生于头部前上方两复眼内侧的触角窝上。触角的基本构造分为三部分，第一节称为柄节，第二节称为梗节，其余各节统称为鞭节(图 1—3)。触角是昆虫的感觉器官，其上生有很多的触觉器、嗅觉器，具有嗅觉和触觉作用，帮助昆虫判断取食和产卵的环境，以及寻找食物和配偶。我们常利用昆虫对某种“气味”的趋避反应，设

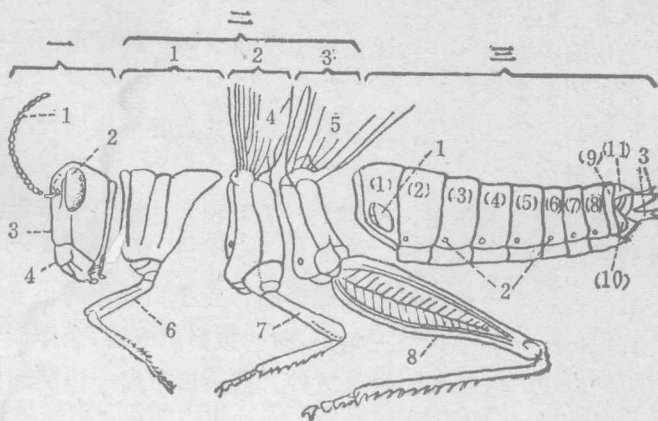


图 1—1 蝗虫体躯构造

- 一、头部：1. 触角 2. 复眼 3. 单眼 4. 口器
二、胸部：1. 前胸 2. 中胸 3. 后胸 4. 前翅
5. 后翅 6. 前足 7. 中足 8. 后足
三、腹部：1. 听器 2. 气门 3. 产卵器

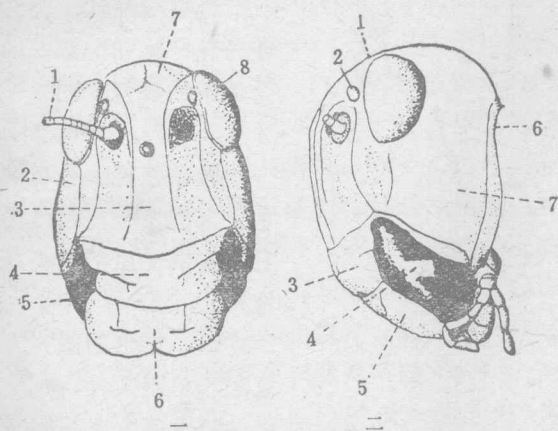


图 1—2 蝗虫头部的构造

- 一、正面：1. 触角 2. 颊 3. 额 4. 唇基
5. 上唇 6. 上唇 7. 头顶 8. 复眼
二、侧面：1. 头顶 2. 单眼 3. 唇基 4. 上唇
5. 上唇 6. 后头 7. 颊

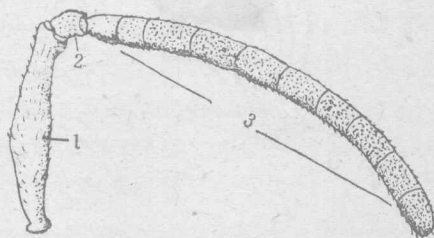


图 1—3 触角的模式构造

1. 柄节 2. 梗节 3. 鞭节

计诱捕器来引诱和消灭害虫。

触角的类型很多，因昆虫种类不同或同一种昆虫因雌雄不同，触角的形状变化很大。常见的类型有：

1. 丝状 除基部二、三节略大外，其余各节粗细大小差不多，但渐向端部略缩小。如蝗虫的触角。

2. 刚毛状 触角短，基部1—2节较大，从第三节起其余各节细如刚毛。如叶蝉、飞虱的触角。

3. 串珠状 由很多近似圆球形的、大小相近似的小节所组成。如白蚁的触角。

4. 锯齿状 各节近似三角形，向一边突出成齿，全体似一锯子。如多种甲虫的触角。

5. 栉齿状 除基部1—2节外，其余诸节向一边突起成为细枝状，形似梳子。如若干甲虫的触角。

6. 膝状 柄节特长，其余各节与柄节互成膝状弯曲。如象鼻虫、蜜蜂等的触角。

7. 具芒状 触角短，基部2—3节膨大成圆棒形，其余诸节成刚毛状，称触角芒，芒上有时还可发生很多细毛。如蝇类的触角。

8. 羽毛状 触角除基部2节外，其余各节两边突起成细枝状，形似羽毛。如雄性蛾类的触角。

9. 球杆状 近端部的触角节渐向端部膨大，其余诸节形成一根细长的杆。如蝶类的触角。

10. 鳃叶状 端部数节延展成片状，叠合在一起，状如鱼鳃。如金龟甲的触角（图1—4）。

触角是昆虫分类的重要根据之一，常可用它来鉴别昆虫的种类及性别。

眼 昆虫的眼分为复眼和单眼两种，是昆虫的视觉器官。复眼一

对，多为圆形或椭圆形，着生在颅侧区上方，是由许多小眼组成，能分辨物体的颜色和物体的形象。单眼着生在头部前面两复眼之间，一般有1—3个，能分辨光线的强弱和方向，是一种“激动”性器官，在取食、群集、繁殖、避敌、决定行动方向等各种活动中起作用。我们利用昆虫的眼对光源的正、负趋性，设计诱虫灯、诱杀田等办法诱杀害虫。

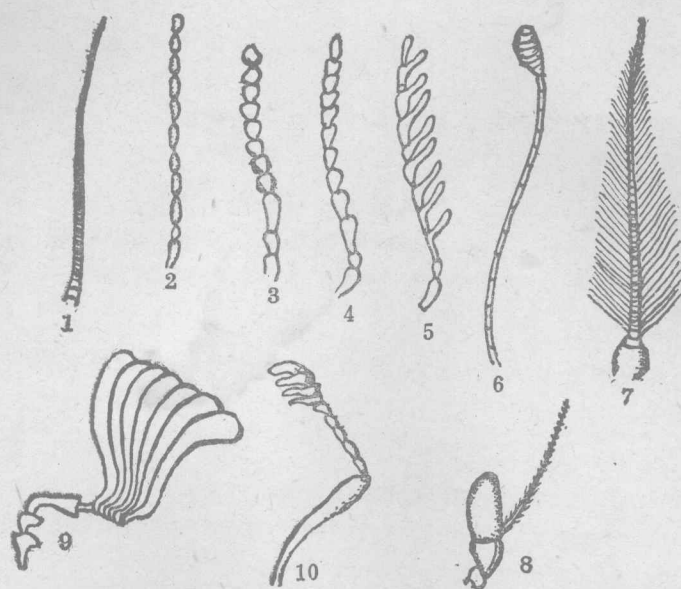


图1—4 昆虫触角的各种类型

1. 刚毛状 2. 丝状 3. 串珠状 4. 锯齿状 5. 栉齿状
6. 球杆状 7. 羽毛状 8. 具芒状 9. 鳃叶状 10. 膝状

口器 口器是昆虫的取食器官。由于各种昆虫的食性和取食方式不同，而产生各种类型的口器。但这些不同类型的变化，是由一个最基本最原始的咀嚼式口器演化而来的。常见为害农作物昆虫的口器，有咀嚼式口器和刺吸式口器两个基本类型。

1.咀嚼式口器 由上唇、上颚、下颚、下唇、舌五部分组成，其中上颚、下颚都是成对的。上唇在口器的上方，着生在唇基的前缘，是双层构造，外层骨化坚硬，内层膜质柔软，生有密毛，具有味觉作用。在它的下面的上颚特别发达，是坚硬的块状物，具有明显的切区和磨区，用来切断和咀嚼食物；上颚之下为下颚，构造比较复杂，其组成主体是轴节和茎节，茎节端部有两个能活动的叶瓣，外侧叫外颚叶，内侧叫内颚叶，具有尖锐的齿用来刮落、抱握和推进食物。茎节上还有一个由5节合成的下颚须，用来感触食物。下唇在口器的下方，由后唇、前唇、下唇须、侧唇舌和中唇舌组成。下唇的作用在于防止食物漏出，也有抱握和推进食物的作用。以上各部围成一个腔，舌位于腔的中央，有搅拌和吞咽食物以及司味觉的作用。舌和下唇须相连处有涎腺的开口，输出的唾液可以湿润食物和局部消化食物。属这一类口器的昆虫有蝗虫、蟋蟀、蝼蛄、叶甲等（图1—5）。它们是以植物的根、茎、叶、花、果等固体物质为食料，常使被害部位形成穿孔、缺刻，甚至吃成光秆，或钻蛀植物组织和种子。

此外，蛾蝶类幼虫的口器基本上也是咀嚼式口器，上颚特别发达，但舌、下颚和下唇愈合成为复合体，复合体顶端具有能伸缩的吐丝器（图1—6）。叶蜂幼虫的口器也和蛾蝶类幼虫的口器相似。

2.刺吸式口器 这种口器构造的特点是一对上颚和一对下颚都演化成为细长的口针，下唇延长成为一个管鞘状的喙，4根口针藏在喙内，上唇很短，盖在喙基部的前方，下颚须和下唇须均退化，舌隐藏在口针基部，很小。如叶蝉、飞虱、蜡类、蚜虫等昆虫的口器均属这一类型。为害农作物时，即将口针刺入组织，吸食作物汁液，因为两根下颚当中有两个细微的管道，上面的管道叫食物道，下面的管道叫涎道（图1—7）。害虫先将涎液通过涎道吐入作物组织中，涎液与植物汁液混合，经过初步消化，再通过食物道将其吸入消化道。为害后使植株营养缺乏，发育不良，生长衰弱。被害部形成变色斑点，以致茎、叶变黄、皱缩等。也有形成虫瘿（根瘤蚜）和形成破叶疯（棉盲蝽）。有些刺吸式口器的昆虫除直接对作物造成危害外，还能传播作物病毒病。如黑尾叶蝉可以传播水稻的黄矮病和普通矮缩病，蚜虫可以传播油菜的病毒病。

除了以上两种口器外，还有蝶蛾类成虫的虹吸式口器；蝇类成虫的舐吸式口器；蝇类幼虫的刮吸式口器；蓟马的锉吸式口器；蜂类的咀吸式口器等。

了解昆虫口器构造和取食方式，一方面可以根据农作物的被害状来区别害虫种类，另一方面也可以根据害虫口器的不同来选用农药，从而达到有效地消灭害虫的目的。如对咀嚼式口器的害虫，可以根据这类害虫咬碎并吞食固体食物的特点，将胃毒作用较强的农药喷撒在作物上或拌入食物中制成毒饵，使害虫吃后中毒死亡。而对刺吸式口器害虫就必须使用触杀作用和内吸作用较强的农药才能有效。

昆虫因取食方式不同而发生了相应变化，还表现在口器的着生位置上。肉食性和混合食性的昆虫如步行虫、蚂蚁等，口器着生在头的前方，头部纵轴与身体纵轴同一水平

线上，适于捕捉取食活的生物，称为前口式。植食性的昆虫如蝗虫、叶甲等，它们的口器大多长在头壳的下方，头部纵轴与身体垂直，适合于取食植物性的食物，称为下口式。蝉、蚜虫等的口器常向后伸，称为后口式（图1—8）。

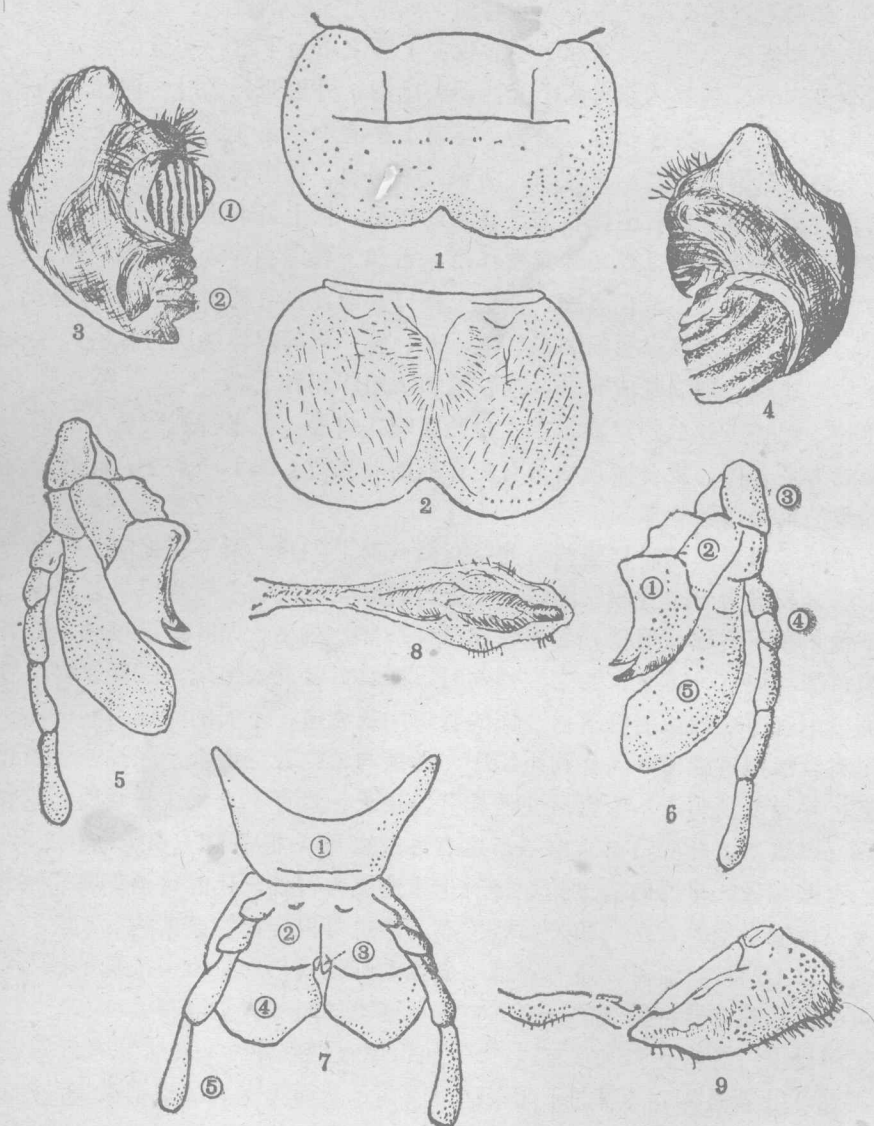


图1—5 蝗虫的口器

- 1.上唇 2.上唇反面(内唇) 3.左上颚: ①磨区 ②切区 4.右上颚 5.左下颚 6.右下颚: ①内颚叶 ②茎节 ③轴节 ④下颚须 ⑤外颚叶 7.下唇: ①后颊 ②前颊 ③中唇舌 ④侧唇舌 ⑤下唇须 8.舌的腹面 9.舌的侧面

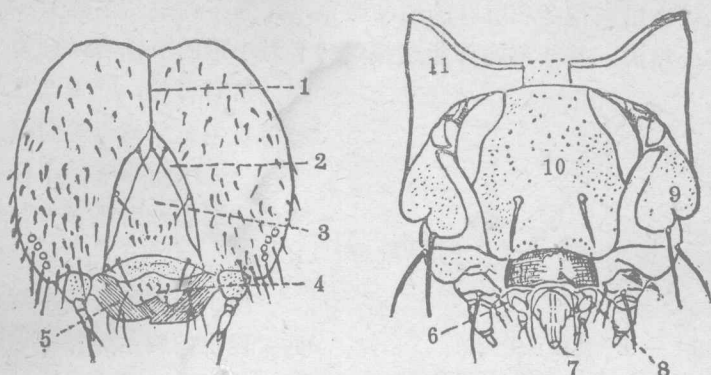


图 1—6 蛾蝶幼虫的口器

1. 颅中沟 2. 傍额片 3. 额 4. 上唇 5. 上颚 6. 舌咽叶 7. 吐丝器 8. 前颏 9. 下颚 10. 颏 11. 口后叶

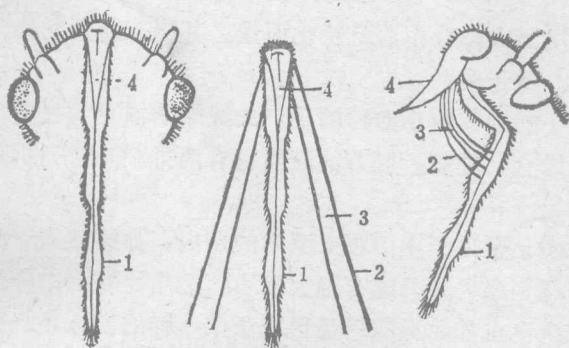


图 1—7 蟪类的刺吸式口器

1. 喙 2. 上颚口针 3. 下颚口针 4. 上唇

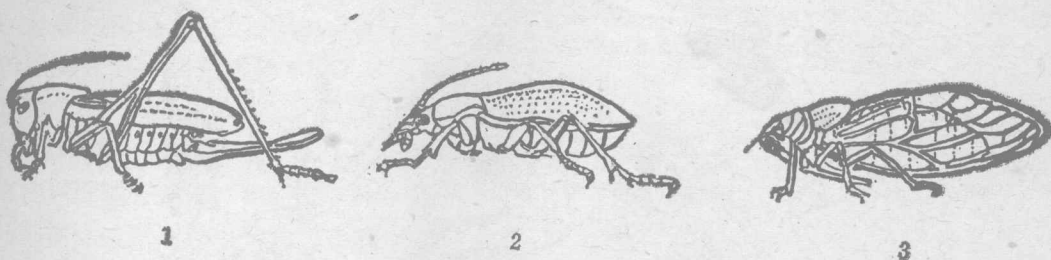


图 1—8 昆虫的三种口式

1. 下口式 2. 前口式 3. 后口式

三、昆虫的胸部及其附器 胸部是昆虫体躯的第二体段，位于头部之后，由三个环节组成，分别称为前胸、中胸、后胸。每一个胸节在背面的部分叫背板，两侧面的部分叫侧板，腹面的部分叫腹板。各胸节两侧板和腹板间膜质的窝内生有一对足，依次称为前足、中足、后足。在中胸和后胸的背板及侧板交界处，各有一对翅，着生在中胸的称前翅，着生在后胸的称后翅。因而胸部是昆虫运动的中心。在中胸和后胸的两侧还各生有一对气门，是昆虫呼吸系统的向外开口处。

足 足是昆虫用来行走和跳跃的运动器官，其基本构造是由基节、转节、腿节、胫节、跗节五部分组成。基节和胸部相连接；转节为小形的节，有时分为两节；腿节粗大，常有脊起；胫节细长，它的后缘和端部常着生有刺或距等附属物；跗节通常为2—5个跗小节，下面长有跗垫；在跗节的前端有一对爪和一个中垫（图1—9）。

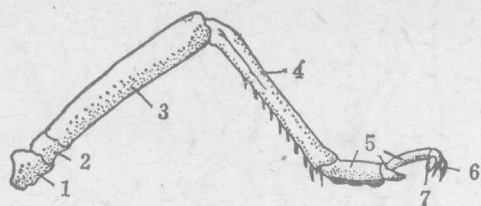


图1—9 昆虫足的构造

1. 基节 2. 转节 3. 腿节 4. 胫节
5. 跗节 6. 爪 7. 中垫

由于居住条件、生活方式和取食不同，昆虫的胸足也相应地变化为多种形状，常见的有：

1. 步行足 有些甲虫生有细长的适于

步行的足。

2. 跳跃足 这类足大部分由后足特化而成。其腿节特别发达，胫节细长，末端有距。如蝗虫的后足，适于跳跃。

3. 捕捉足 适于捕捉其他小动物的足。如螳螂的前足为其典型的代表，其腿节腹面有一条槽，槽的边缘有两排刺；胫节的腹面也有两排刺，弯如折刀，当两节折合时，便可捕食其他小动物。

4. 开掘足 这类足常见于生活在土壤中的昆虫，如蝼蛄和一部分金龟甲。它的特征是短而粗壮，胫节特别膨大，外缘有强大的齿。适用于在土中开掘隧道。

另外，还有水生昆虫如龙虱的后足形成象桨一样的游泳足。蜜蜂后足特化成适于收集花粉的携粉足（图1—10）。

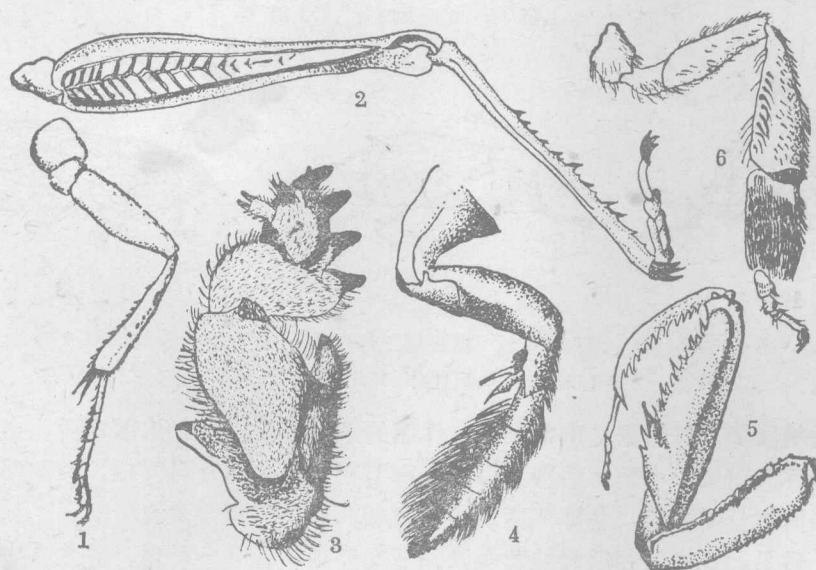


图1—10 昆虫各种类型的足

1. 步行足 2. 跳跃足 3. 开掘足 4. 游泳足 5. 捕捉足 6. 携粉足

了解昆虫足的类型及构造,对于我们识别昆虫种类,研究它们的生活方式,以及保护益虫和防治害虫方面,都有一定的应用价值。

翅 昆虫的翅一般呈三角形,翅的前边叫前缘,在后边的叫后缘或内缘,在外边的叫外缘。前缘与后缘形成的角称基角或肩角;前缘与外缘所形成的角叫顶角;外缘与后缘形成的角称臀角。有些蛾类的翅上并有若干横线或斑纹(图1—11)。

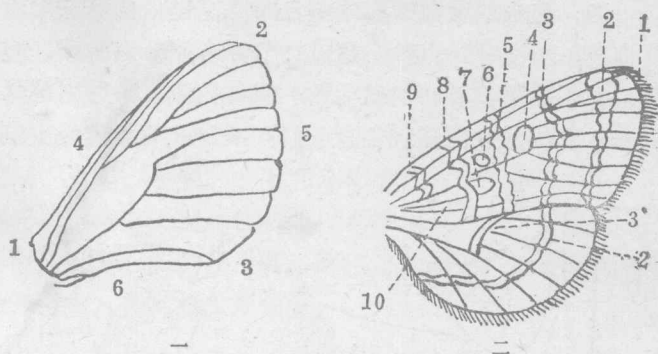


图1—11 昆虫的翅(表示缘、角、横线和斑纹)

- 一、昆虫翅的缘、角: 1. 肩角 2. 顶角 3. 臀角 4. 前缘 5. 外缘 6. 内缘
二、昆虫翅的横线和斑纹: 1. 缘毛 2. 亚外缘线 3. 外横线 4. 肾状纹 5. 中横线 6. 环状纹 7. 楔状纹 8. 内横线 9. 亚基线 10. 剑状纹

昆虫的翅上有许多起支持作用的翅脉,增加翅的强度,加固了飞翔时翅的机械功能。

翅脉有纵脉和横脉两种。纵脉是由翅基到翅缘的脉纹;横脉是横列在纵脉间的短脉。翅脉在翅面上分布的形式叫脉序或脉相。为了便于比较研究各种昆虫翅脉的变化,而归纳概括出一种模式脉序或称标准脉相(图1—12)。

模式脉序的纵脉和横脉都有一定名称和代号。主要纵脉有:前缘脉(C)、亚前缘脉(Sc)、径脉(R)、中脉(M)、肘脉(Cu)、臀脉(A)、轭脉(J)。

这些纵脉多有分支。相连于纵脉间的横脉,原则上根据它所连接的纵脉而命名。翅面上被翅脉划分而形成的若干翅室,亦以其前缘的纵脉而命名。现代昆虫的脉序,已发生或多或少的变化,很少与模式脉序接近的。

昆虫翅的质地和形状变化很大。如甲虫类的前翅硬化成角质,有保护膜质后翅的作用,叫鞘翅;蜻蜓类的前翅基部硬化,端部膜质,叫半鞘翅;蝗虫类的前翅似皮革状,覆盖在膜质后翅上,叫覆翅;蜂类的翅全为膜质而透明,叫膜翅;蛾、蝶类的膜质翅上被有粉状鳞片,叫鳞翅;蓟马类的狭长膜质翅上,边缘生有细长的缨状毛,叫缨翅;蝇、蚊类的后翅退化成细小的棒状物,用以在飞行时平衡身体,特叫平衡棒等。

翅的变化随昆虫种类而异。所以翅的质地、形状、脉序都是昆虫分类的重要依据。

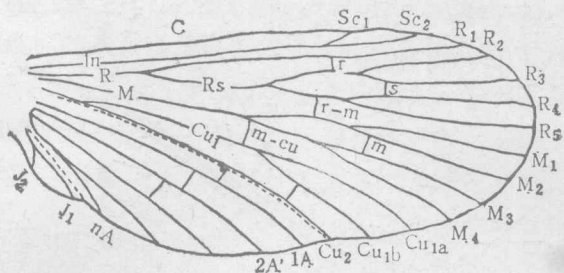


图1—12 昆虫翅的模式脉序

- C—前缘脉 Sc—亚前缘脉 Sc₁—第一亚前缘脉 Sc₂—第二亚前缘脉 R—径脉 R₁, R₂, R₃, R₄, R₅—第一、二、三、四、五径脉 M—中脉 M₁, M₂, M₃, M₄—第一、二、三、四中脉 Cu₁, Cu₂—第一、二肘脉 1A, 2A, nA—第一、二……臀脉 J—轭脉 h—肩横脉 r—径横脉 s—分横脉 r-m—径中横脉 m—中横脉 m-cu—中肘横脉

四、昆虫的腹部及其附器 腹部是昆虫的第三体段，在胸部的后方。一般由10—11节构成，较高等昆虫多不超过10节。各腹节由背板、腹板及侧膜组成，节间连以节间膜，有利腹部扭转和伸缩活动。腹部内藏有各种内脏器官，是昆虫新陈代谢中心。腹部1—8节的各节两侧着生有气门；8、9节着生外生殖器，10、11节着生尾须一对。

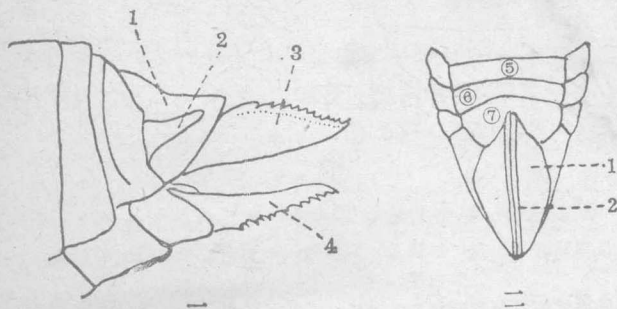


图 1—13 昆虫的外生殖器

- 一、蝗虫的产卵器：1. 肛上片 2. 尾须 3. 背产卵瓣 4. 腹产卵瓣
二、叶蝉的腹末腹面观：1. 尾节 2. 产卵器

外生殖器是昆虫用来交配和产卵的器官。雄性外生殖器构造比较复杂，主要包括阴茎和抱握器。雌性外生殖器就是产卵器。生殖孔位于第八或第九腹节（图1—13）。了解雌虫与雄虫外生殖器的不同构造，一方面使从外形上可鉴别同种昆虫的性别；另一方面，可以用外生殖器，特别是雄虫的外生殖器鉴别近缘种类。

五、昆虫的体壁 昆虫体外

包围着一层坚韧的体壁，又叫外骨骼。其上着生感觉器官和肌肉，具有保护内脏、支撑虫体、防止水分蒸发和外界有害物质侵入的功能。

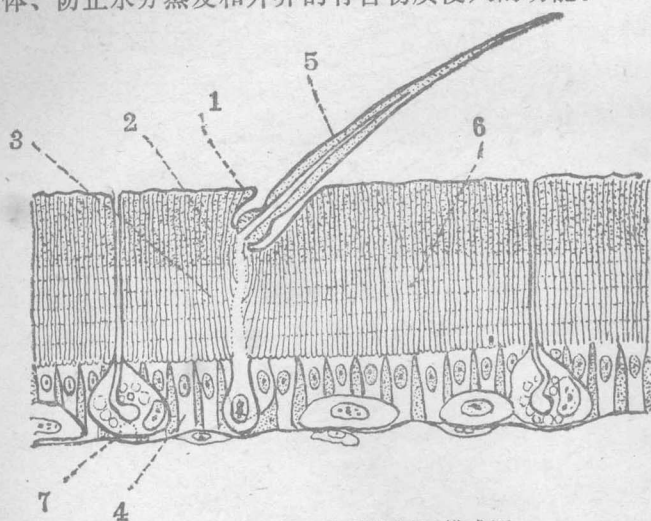


图 1—14 昆虫体壁纵切面模式图

1. 上表皮 2. 外表皮 3. 内表皮 4. 真皮细胞 5. 刚毛 6. 孔道 7. 底膜

体壁由外面坚实的表皮层，里面由一层真皮细胞组成的真皮层和最里面的一层极薄的底膜所组成（图1—14）。

表皮层系由真皮细胞的分泌物所形成。整个表皮层纵贯着许多孔道。表皮层从里到外又可以分为内表皮、外表皮和上表皮等。内表皮富于延展性，一般无色而柔软，主要组成的成分是蛋白质和几丁质。外表皮是昆虫脱皮后由内表皮的外层硬化

而成，带琥珀色，除含有几丁质外，还含有由蛋白质硬化而成的骨蛋白，使表皮层表现很坚硬。上表皮是体壁的最外层，也是最薄的一层，系由外面的护蜡层、中间的蜡层和里面的多元酚层等组成。它有防止昆虫体内水分蒸发和阻止外来水溶性物质侵入的作用。

体壁的主要特性，概括起来有稳定性、延展性、坚硬性和不渗透性等四种。稳定性是由于内表皮和外表皮都含有很多的几丁质，外表皮还含有骨蛋白的缘故。几丁质的化学性非常稳定，不溶解于水、酒精、稀酸、浓碱及其他脂溶剂中，在自然界中它只能为

一种几丁细菌所分解。此外，几丁质是一种与纤维素相似的多糖体。因此几丁质的存在使表皮层具有延展性。至于坚硬性则由于骨蛋白的存在，不渗透性则和蜡层有关。

体壁向外长出的刚毛、刺、距、鳞片等以及各种腺体如涎腺、脱皮腺、丝腺、蜡腺、胶腺、毒腺等都是由部分真皮细胞在发育过程中特化形成细胞性的外长物，同时表皮向外突起可形成非细胞性的皱褶、脊起、小刺、小毛和小瘤等。

研究体壁的构造，是为了破坏昆虫体壁的理化性状，以利杀虫剂的透入，达到杀虫的目的。实践证明：在杀虫药剂中加入对脂肪及蜡层有溶解作用的溶剂，或在粉剂中选用对蜡层有破坏作用的情性粉，都可大大提高杀虫剂效力。

第二节 昆虫的内部构造及生理

一、昆虫的体腔及内部器官的位置 昆虫的体腔是由体壁包围而成，其内充满了血液，所以又称为血腔。昆虫的呼吸、消化、循环、排泄、神经、生殖等系统都包藏在体腔内，浸浴在血液中。整个体腔由上下两个极薄的肌纤维隔膜分成三个小腔，也称为血窦。上面的一个隔膜称为背膈，隔出背血窦，背血管位于此，所以又叫围心窦；下面一个隔膜称为腹膈，隔出腹血窦，神经系统的腹神经索即位于内，所以又叫围神经窦；背、腹两隔膜之间的腔最大，称为围脏窦。消化道、排泄器官的马氏管和生殖器官等都位于围脏窦内。昆虫的呼吸器官，是许多彼此相通的管子并错综复杂地分布在个体腔内，以成对的气门开口于身体的两侧(图1—15)。

昆虫体壁下和内脏上还附着很多肌肉，专司内脏和虫体运动。

二、昆虫的消化系统及排泄器官

昆虫的消化系统主要是消化道，是一条从口到肛门纵贯在体腔围脏窦中央的管道。由前向后分为前肠、中肠和后肠三部分。前肠由口开始，接着是咽喉、食道、嗦囊以至前胃。食物进入口腔后，与唾液混合，经咽喉、食道而入嗦囊作临时贮存，再进入前胃。前胃(砂囊)内壁着生尖齿可以进一步磨碎食物。中肠紧接在前肠之后，也称为胃，主要是消化食物和吸收食物养料。因中肠分泌含

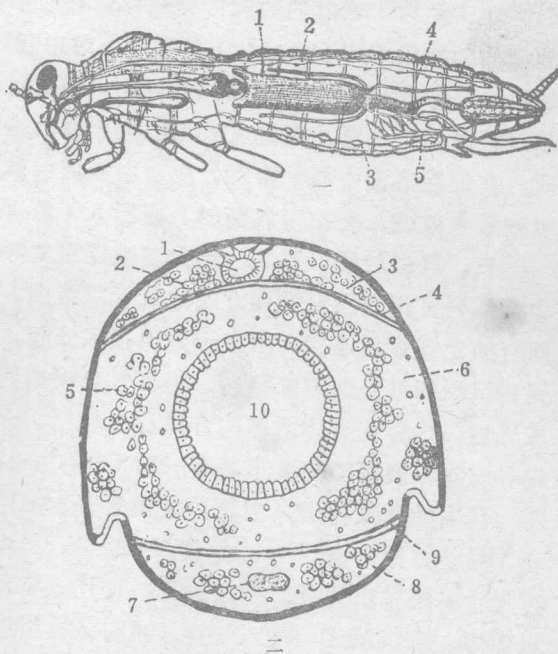


图1—15 昆虫内部器官位置

- 一、昆虫身体的纵切面：1. 消化系统
2. 循环系统 3. 神经系统
4. 呼吸系统 5. 生殖器官
- 二、昆虫身体的横切面：1. 背血管 2. 围心细胞 3. 背血窦 4. 背膈 5. 脂肪体
6. 围脏窦 7. 腹神经索 8. 腹血窦
9. 腹膈 10. 消化道