

中国白蚁分类及生物学

黄复生 李桂祥 朱世模 编著

天 则 出 版 社

前 言

自从1980年《中国白蚁》(科学出版社版)一书出版后,收到不少读者的来信,有的提出批评和建议,有的提出希望和鼓励。一般认为缺少种类的详细描述,不便使用。要求我们纳入更多的种类和具体的描述,要求我们提供有效的防治方法。有的同志在来信中希望我们介绍一些白蚁的生物学特性;有的因购书困难,要求我们直接提供等等。这些意见十分可贵,敦促我们着手收集资料,并成了我们增订《中国白蚁分类及生物学》一书的动力。

最近几年我国对于白蚁的研究有了很大的进展,特别在白蚁分类上,夏凯龄、韩美贞、范树德、何秀松、高道蓉、平正明、徐月莉、林善祥和朱检林等发表了不少新的类群。目前我国已知白蚁有300多种,比《中国白蚁》增加三倍多,比《中国经济昆虫志》第八册等翅目白蚁所包括的种类增加了好几倍。本书尽可能收集到已发表的种类,并且引用各个作者的原始描述和有关材料。除此之外,近几年对于白蚁生物学的工作也取得不少成果,黄亮文等经过八年的观察,探明家白蚁在广州地区集群成熟的时间;李栋等对于土栖白蚁的生物学做了很多工作;刘智源、陈鐔尧等在白蚁习性上也做了不少工作;戴自荣等在材料防白蚁上也取得了一定进展。80年代初城建部成立了中国白蚁防治科技协作中心,林树青等协调防治研究方面起了积极作用,促使我国白蚁防治工作得以更大的发展。这些成就无论是种类的描述、生活习性的观察,或是防治工作的总结均为本书的编写提供了丰富的材料。

在前人工作的基础上,本书以系统发育的观点,对于白蚁的形态、进化、分布、生活习性以及区系演替等做了进一步的探讨。明确地提出了“原始型”和“蜕变型”的不同形态意义,并用以概括白蚁各个品级的形态特征;阐明“板块运动学说”对于白蚁进化的重要意义;结合气候和植被的特点,对于我国白蚁区划做了进一步的阐述;在分类方面除了包括我国已知白蚁300多种外,并附以各阶元的检索表,对于分类地位有疑问的种类作了简要的注明和做了适当的调整;在防治上尽力介绍一些新的方法和经验。希望这些工作在控制白蚁的危害上能产生一定的作用。

全书各个部分均由我等三人共同商讨确定,但在编写中,各有侧重,李桂祥负责白蚁科和经济意义与防治方法等部分的整理编写,朱世模负责鼻白蚁科和白蚁的系统发育和进化、中国白蚁的区系划分、中国白蚁垂直分布等部分的整理编写,黄复生负责其他部分的整理编写和全书的统一工作。在编写过程中,对于白蚁工作提出以下意见。

关于中名“白蚁”名词由来已久,已在民间流传沿用,且国务院名词审定机构已正式录用。全国各地关于白蚁研究及防治机构均取白蚁为名。我国不少近代昆虫学家邹树文、蔡邦华、柳支英、唐觉等也都曾命名为“白蚁”。作者认为“白蚁”一名通俗易懂,也符合科学的要求。有鉴于此,今后在白蚁工作上,其名称以统一为好,以利于我国白蚁工作的进一步开展。

近年来我国白蚁分类工作取得很大进展,已经记载了360余种。这是我国白蚁分类工作者共同努力的结果。我们在此基础上应该做一些更深入的工作。白蚁是一类多形态昆虫,同一种白蚁有不同品级,同一品级又有不同大小的几个类型,同一类型也还有不同的变

异,凡此种给白蚁分类带来一定困难。同一种白蚁在不同的巢群中或不同的巢龄中采到的个别标本很可能被定为不同的种,很容易出现差错,所以对于个体比较少的标本在鉴定上更需谨慎从事。今后一方面应继续研究,发现新的类群,另一方面对于已发表的种类需进行调整订正,我们过去的工作一定存在不少错误,今后将予以调整,也希望同行予以审定。只要我们大家共同努力,正确处理好同物异名或异物同名,定能把我国白蚁分类工作推向前进。再者,在分类上应该吸取一些新的手段和方法,借以提高白蚁分类的准确性。

白蚁作为森林生态系中重要组成部分现在越来越被人们所重视,白蚁某些种类虽也危害活树,但大部分类群是取食死木纤维。从某种意义上讲,它在整个森林生态系中是一员重要的分解者。由于白蚁的活动,加速了生态循环,促进了能量转化。最近,对于白蚁的开发利用方面做了不少工作,在提取有效成分,在治病防老上得到可喜进展。我们相信白蚁做为资源方面,今后有很多工作可以深入开展,定会取得更大成绩。

我们三人都是蔡邦华先生的学生,在完成此书之际,深感蔡邦华先生生前所给予我们的帮助和教诲。蔡老在世时,根据各地的要求,以及白蚁危害的严重性,希望出版一本对于生产部门更有实用价值的白蚁书籍,同时,要我们力争完成这一工作。现在我国正处于改革的热潮中,使我们更加明确地看到昆虫分类区系学和国家经济建设相联系的重要意义。为此,愿以这本书纪念我们的老师蔡邦华教授。

大部分形态插图由陈瑞瑾同志复墨、绘制;插图贴制和安排由梁静莲同志完成;在工作中还得到韩寅恒、孙宏、肖维良、蔡小閤、王云珍、刘虹等同志的协助。对提名或未提名的同志,作者谨向她(他)们致以诚挚的敬意!由于作者水平所限,全书定有不少缺点和错误,热切希望读者给以批评指正。

作 者

1988年春

目 录

一、概论	(1)
(一) 白蚁分类地位和体系	(1)
(二) 白蚁与蚂蚁的区别	(2)
(三) 我国古代对于白蚁研究的史略	(3)
二、外部形态	(8)
(一) 原始型	(9)
(二) 蜕变型	(11)
三、生物学特性	(14)
(一) 营群体生活	(14)
(二) 品级类型及其作用	(14)
(三) 工蚁与兵蚁的比例	(17)
(四) 群体发育	(19)
(五) 分泌激素	(23)
(六) 白蚁的防卫	(24)
(七) 蚁巢	(27)
(八) 营养和真菌	(32)
(九) 菌圃和伞菌、鹿角菌	(35)
(十) 白蚁的行为	(37)
四、白蚁的食客与天敌	(41)
(一) 食客	(41)
(二) 天敌	(43)
五、白蚁的系统发育和进化	(46)
(一) 等翅目与蜚蠊目的亲缘关系	(46)
(二) 白蚁的系统演化和系统树	(46)
(三) 防御行为和白蚁的进化	(47)
(四) 大陆漂移和白蚁的系统发育	(48)
六、中国白蚁的区系划分	(52)
(一) 北亚热带落叶阔叶与常绿阔叶混交林区	(55)
(二) 中亚热带常绿阔叶林区	(56)
(三) 南亚热带常绿阔叶林区	(59)
(四) 西南亚热带常绿阔叶林区	(61)
(五) 热带季雨林区	(63)
七、中国白蚁的垂直分布	(66)
(一) 北纬 21° — 23°	(66)

(二) 北纬23°—25°	(66)
(三) 北纬25°—27°	(67)
(四) 北纬27°—28°	(67)
八、白蚁的水平分布	(69)
(一) 白蚁的世界分布	(69)
(二) 中国白蚁的水平分布	(71)
九、经济意义与防治方法	(82)
(一) 白蚁与国民经济的关系	(82)
(二) 预防白蚁为害的措施	(86)
(三) 木白蚁科干木白蚁的除治	(92)
(四) 鼻白蚁科散白蚁的除治	(93)
(五) 鼻白蚁科家白蚁的除治	(93)
(六) 白蚁科土白蚁的除治	(101)
十、分类	(110)
(一) 等翅目的分科及分科检索表	(110)
(二) 木白蚁科 <i>Kalotermitidae</i>	(111)
(三) 草白蚁科 <i>Hodotermitidae</i>	(197)
(四) 鼻白蚁科 <i>Rhinotermitidae</i>	(200)
(五) 白蚁科 <i>Termitidae</i>	(390)
主要参考文献	(587)
索引	(592)
中名索引	(592)
学名索引	(599)

一、概 论

白蚁是一类社会性昆虫，在昆虫分类系统上属于比较原始的等翅目昆虫。白蚁在进化道路上与蜚蠊近缘。世界上许多国家用同样意义称呼它为白蚁，white ants，此外在我国还有其他名称，如白蚂蚁、大水蚁、涨水蚁、棚虫和蟹等等。

白蚁在地质历史上可能很早就已经出现了，但早期的原始白蚁化石尚未找到。到了一亿三千万年前的白垩纪早期才可找到后起白蚁化石。白蚁常与蚂蚁相混淆，两者同属社会性昆虫，但蚂蚁属于高等的膜翅目昆虫，与蜜蜂近缘，距今约仅七千万年的历史。因此白蚁是至今地球上最为古老的社会性昆虫。

白蚁虽是形态原始、变态简单，但在进化道路上却获得了极其独特的习性，它不仅营巢居的集群生活，而且群体内有不同的品级分化，各品级分工明确又联系紧密。使得这一古老类群得以生存、传衍。全世界已知白蚁种类已超过两千种，绝大多数分布于热带、亚热带地区。东洋区种类最多，有800多种，是白蚁分布的一个中心；其次是非洲和南美洲一带，近1000种；澳洲有200种左右；少数种类可伸达北美及亚洲北部，以及欧洲地中海沿岸。我国已知白蚁300多种，主要分布于华南一带，大部分种类分布于云南、广东、广西及福建、台湾诸省，不少种类出现于长江两岸，某些类群可伸达华北及东北的辽宁等地。全国除了黑龙江、吉林、内蒙、宁夏、青海、新疆尚未发现外，24个省市自治区都有白蚁的分布。

（一）白蚁分类地位和体系

白蚁的分类地位曾经有过许多变动，林奈由于只见到白蚁的工蚁和兵蚁，没有见到白蚁的有翅个体，所以他在1758年将白蚁放在无翅目Aptera内的*Termes*属中。Fabricius最初将白蚁列入蚂蚁一类，但到1781年，更改地位列入脉翅目Neuroptera, Latremitina。Brulle于1832年将白蚁由脉翅目分出，并与丝足蚁合成另外一目，起名为Isoptera。直到1895年才由Comstock, J.H.和Comstock, A.B.确立了等翅目Isoptera。早在1854年Hagen就指出了白蚁和蜚蠊的密切关系。以后由于白蚁中的一种最原始的澳白蚁*Mastotermites darwiniensis* Froggatt的发现，以及对于这种白蚁的研究，更证实了白蚁与蜚蠊在系统发育上是非常接近的。

Hagen关于白蚁的分类，在100多年前（1855—1860）曾经写过专著。Holmgren（1911、1912）对于白蚁的分类也作了非常全面和有价值的贡献。他所设立的一些属，直到今天仍被采用。在他的著作中将白蚁分成四个科Mastotermitidae、Protermitidae、Mesotermitidae和Metatermitidae。以后在Holmgren的工作基础上，Banks（1920），Light（1921）、Sjostedt（1925）及Grasse（1949）等人对于科的划分和科的命名又作了反复修订。直到现在关于等翅目的分科大旨上已经建立了比较通行的方案。目前分类地位和本书所采用的分类系统排列如下。

昆虫纲 Insecta

有翅亚纲 Pterygota

等翅目 Isoptera

澳白蚁科 Mastotermitidae

木白蚁科 Kalotermitidae

草白蚁科 Hodotermitidae

鼻白蚁科 Rhinotermitidae

齿白蚁科 Serritermitidae

白蚁科 Termitidae

(二) 白蚁与蚂蚁的区别

过去有不少记载将白蚁和蚂蚁混为一谈，甚至用同一名词来统称这两类完全不同的类群。有的认为“白色的蚁就是白蚁”，这是不确切的。白蚁虽然幼体和大部分工蚁、兵蚁的体躯为乳白色，但某些种类白蚁的工蚁和兵蚁是深色的，如须白蚁属 *Hospitalitermes*、印白蚁属 *Indotermes* 等，且白蚁的有翅成虫多数为深褐色，甚至黑色，如黑翅土白蚁 *Odonotomes formosanus* (Shiraki) 等。所以不能以白色即认为是白蚁。白蚁与黑蚁同属社会性

昆虫，都是营巢居的小昆虫，形态和习性上又有某些相似之处，因此直到现在还有不少人把蚂蚁误认为白蚁，或者把白蚁误认为蚂蚁。但两者却有原则分歧，其主要区别点如下。

白蚁属于比较低等而原始的昆虫，有翅成虫前后翅几乎相等，翅脉原始、复杂，有时有网状结构，翅长远超过体长；而蚂蚁属于比较高等、后起的昆虫，有翅成虫的前翅大于后翅，翅脉特化、简单，翅长几乎等于或略长于体长。

白蚁的工蚁、兵蚁多为乳白色或灰白色，触角为念珠状，且胸腹间不突然变细成腰；蚂蚁多数为黄色、褐色、黑色或桔红色，触角为膝状，且胸腹间突然变细成腰。

白蚁属于不完全变态昆虫，无静止状态的蛹期；蚂蚁属于完全变态昆虫，有静止状态的蛹期。

白蚁的工蚁和兵蚁畏光，大多数种类眼

已退化，活动和取食有蚁道或泥被掩护；蚂蚁不畏光，除少数种类，一般不修筑蚁道。

白蚁主要取食木材和含纤维素的物质，除极少数种类外，一般不贮存食物；蚂蚁食性很广，肉食性或杂食性，有贮存食物的习性。

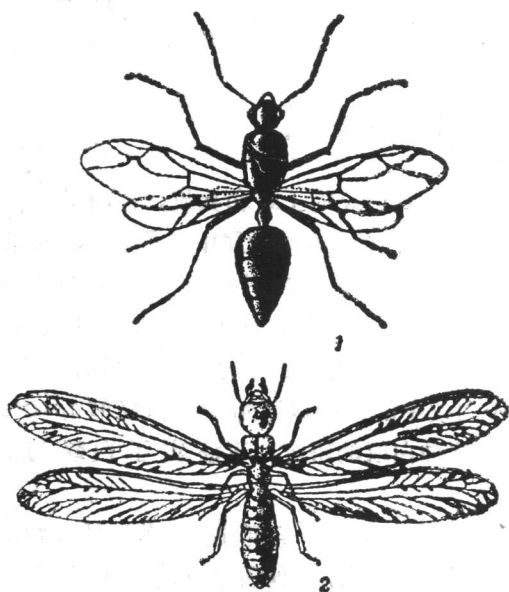


图1 黑蚂蚁与白蚁

1.黑蚂蚁；2.白蚁（仿陈鍾尧，1981）

(三) 我国古代对于白蚁研究的史略

我国古代有关白蚁的名称、生活习性、危害状况及防治方法的记载很多。远在公元前几百年就已经有关于白蚁的历史记录，随后各个时期，对于白蚁的记载，就更加详细。

名称 我国古代把蚁和螳用作同义异体字，据二三千年的古书：《尔雅》（大约是西周到汉代间的著作，以后有补充和修订）所载：“蚍蜉大螳（俗呼为马蚍蜉）小者螳（齐人呼蚁为蜉）螳打螳（赤驳蚍蜉）蜉飞螳（有翅）其子蜣（蜣蚁卵，〔周礼〕曰蜣蜣酱）。”

白蚁与蚁的分别，从尔雅上很难得到明确的解释，至于认蜉作白蚁，是后人的解释。据邹树文先生记载：《礼记·乐记》“蛾子时术之。”郑玄《注》“蛾、蚍蜉也。蚍蜉之子，微中耳。时术，蚍蜉之所为，其功乃成大垤。”成大垤亦当是白蚁。

约两千年前即汉宣帝时代，刘向《说苑·谈丛》：“蠹蠹仆柱梁”，按邹树文先生认为：蠹字在此亦是白蚁了。蠹是蝗的若虫，今名为蝻，但刘歆以为蠹，《螽蠹之有翼者》（《汉书·五行志》）。所以不但蚂蚁与白蚁分不清楚，螳、蚍蜉、蛾蠹都可能是白蚁。

约1700年以前晋代郭义恭《广志》：“有飞蚁，有木蚁，古曰玄驹是也，又有黑黄大小数种之蚁（《艺文类聚》卷九十七及《太平御览》卷九百四十七引）”上文称木蚁，大概是指白蚁而言。

约863年前苏轼：《物类相感志》（公元1101年上，曾提及“白蚁”二字，可知宋代起文献上已用白蚁之名。

约790年前南宋罗愿《尔雅翼》（公元1174年）：“蜉飞螳，螳之有翅者，盖柱中白螳之所化也，白螳状如螳卵，凡斩木不以时，木未及燥而作室，或柱础去地不高，则是物生其中，以泥为房，诘曲而上，往往变化生羽，遇天晏温，群队而出，飞亦不能高寻，则脱翼籍籍在地而死矣”（亦见于郝著1870年《尔雅义疏》）这段文字，明显指出：蜉即白蚁。柱础是我国建筑上防治白蚁危害的重要结构，他如诘曲而上的蚁路，在傍晚温暖时刻，成群而出的羽化习性，都有较确切的描述，不失为研究白蚁史上重要著述。

由上述主要文献而论，可把我国古代有关白蚁名称的演变，扼要列述如下：

螳或蚁或蠹或蜉（部分）（约2000—3000年前，《尔雅》）。

蠹蜉（约2000年前：刘向《说苑谈丛》）。

木蚁（约1700年前：郭义恭《广志》）。

白蚁（约862前：苏轼《物类相感志》）。

蜉（约789年前：罗愿《尔雅翼》）。

生活习性 约二三千年的《诗经》：“鸛鸣于垤”，《毛传》：“垤螳塚也，将阴雨则穴处者先知，故蚁出垤而鸛就食之，遂鸣于其上也”。以上见《诗经》豳风东山，是描写西周农家当时的一般情况，其地在现今陕西一带。查西周时代陕西一带的气温而论，较现代为高，所以白蚁的上述情况，在陕西的可能性较大。

约1100年前唐代段成式《酉阳杂俎》支诺皋下所述，冉端掘地：“深丈余遇蚁城，方数丈，外重雉堞，皆其子城，樵檐工若雕刻，城内分径街”，又说：“城隅小壤上以坚土为

盖，故中楼不损”。这段记载，修词上虽略有夸大，但蚁城是白蚁巢可无疑义。所谓“城隅小壤上以坚土为盖，故中楼不损”显然是“王宫”。

危害状况 我国古代劳动人民对于白蚁的危害，已经有了详细记载，主要有以下几个方面。

危害房屋 白蚁蛀蚀房屋，隐而不现，到侵蚀程度加深，顷刻间能造成房屋倒塌现象，故自古就认为房屋突然倒塌是灾异。在《史书》中五行志项下，经常提到：房屋自倾，无故落地，城楼自塌等现象。例如约两千年前“汉景帝三年（公元前154年）十二月，吴二城门自倾，大船自复”。刘向（公元前77—6）《说苑，谈丛》：“蠹蠹仆柱梁，蚊虻是牛羊”是西汉文献中白蚁为害建筑的记载。此外，如《宋书》，《南齐书》，《隋书》，《宋史》，《金史》等史书中五行志篇内，有不少大建筑物无故自倾等记录，显然是白蚁为害的主要现象。当时由于不了解白蚁危害的隐避性，故列入灾异项下。据邹树文先生考证：自从南宋罗愿《尔雅翼》，将蚁与白蚁分开，并具体说明白蚁危害房屋的习性以后，史官记载五行志中，就不提房屋自倾等灾异，把白蚁危害另具体记载了。例如清康熙年间（17世纪）吴震方《岭南杂记》“粤中温热，最多白蚁，新构房屋，不数月为其食尽，倾圯者有之”。

危害堤防 自有堤防以来，即有白蚁为害，最早关于白蚁危害堤防的记载始见于约两千三百年前有名的白圭治水的记录，见于孟子《告子篇》：“白圭曰丹之治水也愈于禹，孟子曰，子过矣，禹之治水，水之道也，是故禹以四海为壑，今吾子以邻国为壑，水逆行谓之降水，降水者洪水也，仁人之所恶也，吾子过矣”。

《史记》货殖列传：白圭是魏文侯时代人（公元前424—378年）。

约两千年前《吕氏春秋》（公元前241年）《慎小篇》：“巨防容蝼，而漂邑杀人，突泄一烟而楚宫烧积”。

高诱注：巨，大，防、堤也，如堤有孔穴容蝼蛄，则溃漏窍决，至于漂没闾邑，溺杀人民也（据邹树文先生考证：高诱注蝼为蝼蛄有误，实际是蝼蚁之蝼，乃是蚁的古称，观同时代的下列一段记录，可以知之）。

约两千二百年前韩非子《喻老篇》（公元前234年）：“图难于其易也，为大于其细也，千丈之隄，以蝼蚁之穴溃，百尺之室，以突隙之烟焚，故曰白圭之行隄也塞其穴；丈人之慎火也，涂其隙，是以白圭无水难，丈人无火患，此皆慎易避难，敬细以远大者也”。

约两千一百年前淮南子《人间训》（公元前156—140年）：“千里之隄以蝼蛄之穴漏，百寻之屋，以突隙之烟焚，尧戒曰战战慄慄日慎一日，人莫蹇于山而蹇于垤”。

以上著作，都可算相差不远同时代的著作，所说白蚁为害堤防，如出于同一来源。而白圭治水之所以有名，就是他善于塞蚁洞。现在看来，就是白蚁洞。所以白蚁害堤的历史，由来已超越两千年，或许和兴建堤防的历史相同。自汉代以来历史上曾记载了河堤溃决不下几千次，文字简单，虽未注明溃决原因，但由于白蚁的危害当然不少，《后汉书》中堤防虽坚渐有孔穴的孔穴当然包括白蚁的危害在内。

葛洪（公元284—363年）《抱朴子》百里（外篇卷28）：“夫百寻之室焚于分寸之隧，千丈之陂（或作坡）溃于一蚁之穴，何可不深防乎，何可不改张乎”。

元稹（公元779—831）《长庆集》蚁子诗：“时术功虽细，年深祸亦成，攻穿漏江海，

潜食困蛟鲸”。

以上早期文献，都是慎小节，才无大患的格言，而以白蚁害堤作譬喻，亦可见古代堤防普遍受白蚁为患。明清以来，江防事业，日加重要，对于白蚁害堤的记录亦较具体。

约 373 年前明代潘季驯《河防一览》（公元1590年）：“江河一决，湖海难支，始而蚁穴，继而泛滥，终必至于滔天而莫可收拾。雀镇黄浦之复辙可鉴也。雀镇黄浦当初决之时，特数十人捧土之力耳”（按雀镇决于隆庆年间公元1567—1572年）。

清代胡在恪《松滋隄防考》（荆州府志顺江隄卷一九）：“按县地势平衍，三峡之水，进流至此，始得展荡，最难防御……明洪武二十八年决后，时或间决，自嘉靖三十九年以后，决无虚岁……凡十九处中多獾窝蚁穴，水易侵隄”。

《荆州万城隄续志》（公元1894年）舒惠自序：“如近年培厚增高，砖石并用，挖蚁、捕獾，重用石灰，日甚一日，非复原书之旧也”。

为害金属 清康熙年间吴震方《岭南杂记》：“康熙甲子年（公元1684年）盐课提举司汪芾斯为余言：库银忽缺数千金，见壁下有蛀末一堆，烂如白银，寻其穴，掘之得白蚁数斛，入炉熔之，仍得精金，但耗其十一耳，又庚辰年（公元1700年）余至广城按察司，知事王煌有一亲识，寄银五十金，藏竹箱中经年，其人来取，封识如故，发其银，纸裹已破，錠件宛然而轻十余两，视之已中空矣，次日见箱下有银屑一路入壁孔中，掘之皆白蚁取而熔之仍为银，已缺数两矣。

据《广东通志》：“康熙辛巳（公元1701年）粤东潘库交盘每箱贮银以千计，独一箱少十二两，或洞其腹，或陷其边，则白蚁据为银窝矣”。

徐寿基《续广博物志》（公元1880年）第十三群动蚁：“白者能蚀银，赤者能蚀铜”。

由以上所举各例，白蚁蚀银，似有可能。

4. 防治方法

础是防白蚁的建筑结构 我国南方的建筑都用础作柱基，这是防止白蚁危害的主要措施，所以《尔雅翼》上有“柱础去地不高”易生白蚁的记录。查础的结构，由来很古，早在两千一百多年前淮南子《说林训》上，就有“山云蒸，柱础润”的记载。高诱注：“础柱下石磳也”。

厝炭或石灰防治白蚁 《周礼》秋官司寇：“赤发氏掌除墙屋，以厝灰攻之，以灰洒毒之，凡隙屋除其狸虫（狸读埋，谓自埋藏之虫）”。考《周礼》一书，虽属伪造，但成书之年，恐亦在公元初期，当时已知用厝灰或石灰保护墙屋，防止白蚁等埋藏成性的害虫。厝灰就是蚌壳灰，功效同石灰，现今东南沿海各省仍延续使用于墙屋，防止白蚁等埋藏成性的害虫。

几种土农药防治白蚁 明末方以智《物理小识》卷十一除白蚁法：“青梔子实晒黄，能消白蚁，为水，浇活树。去皮顶，凿窍，注桐油竖置一二日，水尽去，以为梁柱，蚁不生。或用青矾煮柱本，唯中柱不可煮煮即井水黑”。

以上所述青梔子（*Gardenia* sp.）、桐油及青矾〔即绿矾，或硫酸亚铁（ FeSO_4 ）〕三法古时都用作防治白蚁，效验如何，须待进一步研究

用亚砷酸杀白蚁，是我国南方各省农民通行的有效方法，但在古代文献上，尚未查出来源，仅在宋应星《天工开物》（1637年）上：“陕洛之间，忧虫蚀者，或以砒霜拌种子”，

这是用砒杀麦类地下害虫的记录。

抗白蚁木材 关于抵抗白蚁危害木材问题，最早见于文献者，恐以八九百年前宋代苏轼的诗中所记，最为具体。按苏东坡《后集》卷五西新桥诗：“独有石盐木白蚁不敢跻。”

查石盐木即铁力木 *Mesua ferrea* Linn，属藤黄科，别名铁栗木，铁稜原产印度，我国广西容县、藤县亦产之，材质坚硬耐久，心材暗红色，热带用于建筑，广东用以制造桌椅等家具（陈嵘，1937：《中国树木分类学》）。

约三百年前清初方以智《物理小识》卷十一除白蚁法下，方中通小注云：“白蚁必衔水上柱，乃能食木，松易受水引泥作路，杉木受水易干，故蚁不上也”。这段叙述白蚁必衔水上柱，引泥作成蚁路，才能食木，同时说明松木易受白蚁侵蚀，而杉木则不受其害。故我国建筑一般多用杉木，虽不能绝对不受害，但抗蚁性较强，是群众公认的事实。

屈大均：《广东新语》（公元1700年）卷廿四白蚁项下有“不能食铁力木与椶木”的记录，铁力木即上述石盐木，而椶木可能是櫟木或岷木 *Burretiodendron hsienmu* Chun et How（椶科）之误。查櫟木产越南及广西，树高达30米，直径1.2—1.6米，生于石灰岩，木材有红白两种，生长缓慢，但材质坚硬而重，陆南关人民常以之作刀砧板，颇负盛名。云南称櫟木为东京木，用作火车车辆，历数十年不坏，能免白蚁为害。

传说中几种生物防治 诗经：“鹤鸣于垤”，朱熹注“蚁出垤而鹤就食之，遂鸣于其上”可知二三千年来，我国已注意到鹤食白蚁的现象。

李时珍：《本草纲目》（公元1578年）：“白蚁即蚁之白者，一名蜚，一名飞蠹，穴地而居，蠹木而食，因湿营土，大为物害，初生蚁蛭，至夏遗卵生翼而飞，则变黑色，寻亦陨死，性畏煇炭、桐油、竹鸡云”。

明冯时可：《雨航杂录》：“蜚者白蚁也，人家有之则败屋，故相弔慰。闻竹鸡声即化为水，竹鸡呼泥滑滑，海上谓之柱石鸡”。

竹鸡治白蚁，屡见文献中，彭大翼《山堂肆考》（1595年）羽集四十五卷竹鸡：“格物论竹鸡比鸛鹑小，毛羽褐色，多斑，赤文，自呼泥滑滑……”。学名 *Bambusicola thoracica*（雉科），喜吃小虫，能食白蚁，可无疑问，但谓闻声化水，则言过其实，不可信。

此外传说中有龟等动物，都可避蚁害，须待进一步实验证明。

签堤挖蚁巢法 徐端《安澜纪要》（公元1807年）签堤一节：“防患于未然者，唯有签隄之一法，每年于春初百虫起蟄后，将南北两坦，逐细签试……其法用尖头细铁签长三尺，上安丁字木柄如柱杖式，先量明两坦丈尺，每人摊管三尺，如坦长三丈，派兵夫十名，按坦之长短，排定人数，开定名单，自上向下，按次持签排立，挪步前行，每挪一步，即立住中，左右用力签试，三签再向前进，步步皆然……古云蚁穴沉灶，不可以小而忽之……”。

俞昌烈《楚北水利隄防纪要》（公元1840年）挖蚁法：“蚁洞万城大堤最多，竹树枯根，更易生蚁，每逢汛水泛涨，内必浸漏，默志其处，候十月间，从浸漏处挖开，有小洞，蔑丝通入，视其斜正跟挖，即得其窝，如蜂房。土人云：蚁不过五尺，必须搜挖净尽，投诸河流，或用火焚，以石灰拌土筑塞。方净根株，缘蚁最畏灰也”。

《荆州万城隄续志》（公元1894年）所引徐家干捕獾说：“蚁之为害，隐而难察，以土为食，孳生繁衍，其穿啮无间堤之内外，每曲折以透堤身，因此而成浸漏，物虽微而害实大，

向来干堤内有浸漏处挖筑，忽隐忽见，难于得其踪，且未至堤心即止矣，因老堤不能全动也，数年来此费不少，迄无大效。窃思漏从外入，固外即可塞漏源，逐于漏眼上下挖外帮，宽一二丈，长一二十丈不等，近年李登二局，即照此法办理，十有八九得其巢穴，中空如盘如盂，累累相属，大者竟如数担甕，中悬蚁窝如蜂房，藏蚁至数担之多。挖毕用三合土坚筑。惜不能透隄身，搜除净尽，然较之内隄内漏眼挖筑，为功实多矣，修防之道，精益求精，稳益求稳，多尽一分心力，总有一分益处”。

二、外部形态

白蚁的体躯构造和其他昆虫一样，具有三个明显的部分，即头、胸、腹三大部。头部由一个短小的颈与胸部相连，可自由转动。头有重要的感觉器官，如触角、眼睛等，取食器官为典型的咀嚼式口器，前口式。胸部由前胸、中胸、后胸三个体节组成，分别着生一对分节的胸足。有翅成虫的中胸和后胸各生一对狭长、膜质的翅。前、后翅的形状、大小几乎相等。为此被称为等翅目。平时前后翅平叠于腹背，并向后延伸，远超过腹部末端。腹部10节，雄性生殖孔开口于第9与第10腹板间；雌虫第7腹板增大，生殖孔开口于下，第8和第9腹板则缩小。多数种类有一对简单的刺突，位于第9腹板后中缘。第10腹板两侧生有一对尾须。白蚁体躯几丁质化的程度随着不同类型有不同变化，一般有翅成虫的体壁几丁质化深，且硬，工蚁体壁的几丁质化较浅，而软。体躯的毛被随种类而异，有多有少，有的近于裸露。体色由白色、淡黄色、赤褐色，直到黑色不等，但大多数种类的体色较浅淡，近于乳白色。白蚁体长一般由几毫米到10几毫米，有翅成虫的长度约为10—30毫米，但多年生的蚁后由于生殖腺的发达，腹部极度膨大，整个体长往往可达60—70毫米，某些非洲种类的蚁后，甚至可超过100毫米。

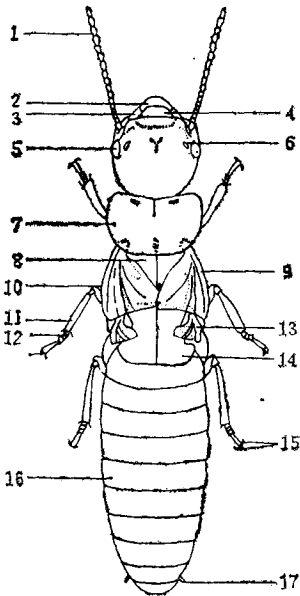


图2 一种木白蚁脱翅后的雌性成虫

- 1.触角；2.上唇；3.上颚；
- 4.唇基；5.复眼；6.单眼；
- 7.前胸背板；8.中胸背板；
- 9.前翅鳞；10.腿节；11.胫节；
- 12.跗节；13.后翅鳞；
- 14.后胸背板；15.爪；16.腹节；17.尾须（据Light）

白蚁属于多形态昆虫，其成熟个体按生理机能的不同，可分为两个类型，即生殖类型（繁殖蚁）和非生殖类型（不育蚁）。在这两大类型中，一般又可分为若干品级。非生殖类型中有工蚁和兵蚁等品级，生殖类型内有大翅型（即第一型）、短翅型（即第二型）及无翅型（即第三型）等分化。不同品级的体形有显著变化，即使同一个品级的工蚁或兵蚁往往因种类不同，又分化为两个或两个以上的不同形态，被称为大工蚁、小工蚁或大兵蚁、小兵蚁等等。

白蚁的各个品级，按其外部形态的变化可归纳为两类：一类为原始型，其形态特征保持原始状态，尤其是头部和胸部没有特殊的变化，包括繁殖蚁及工蚁；一类为蜕变型，包括兵蚁，其外部形态发生了剧烈的变化，完全脱离了原始类型的形态构造，特别在头部和胸部更是变化多端，千姿百态。由于结构稳定，往往做为分类鉴定上的主要依据。白蚁群体间因为复杂的多形态现象，常给分类鉴定上造成不少困难，为了便于鉴定种类起见，以下将以有翅成虫和兵蚁代表原始型和蜕变型，分别叙述与分类有关的形态特征。

(一) 原始型

其体形结构、形态特征保持原始状态，头部和胸部没有奇特的变化，虽然在不同类群间也有不同程度的差别，但其主要的体形结构和形态特征仍保持其原始状态。它们之间的统一性远远大于差异性。原始型的形态特征表明了等翅目昆虫的分类地位和进化进程，但由于形态差异较小，目前还很少做为鉴定种的依据。原始型包括繁殖蚁和工蚁的各个品级，其主要形态特征如下。

头部 圆形或卵圆形。头壳背面有一头盖缝，其发育程度因类群而异，一般是一条横缝和一条纵缝汇合成为T形或Y形。但许多种白蚁的头盖缝不明显，鼻白蚁科和白蚁科的种类在相当于二缝汇合处呈凹下或突起部分，有开口结构，为额腺的开口处，称为囟Fontanelle。头盖缝的横缝之前称额部，横缝之后称头盖，头盖后方称后头。头的侧面在复眼下方为颊，复眼一对位于头的前侧方，在复眼的背方或背前方有白色透明的单眼一对，少数种类缺单眼。上唇在头的前方，一般为舌状，中部及端部稍宽于基部，唇基位于上唇和头壳间，唇基又分为前唇基和后唇基两部分，后唇基完全骨化，横条状。在鼻白蚁科和白蚁科中，后唇基常被纵沟分隔。上唇至唇基的内壁称为顎板，可着生许多排列规则的小刺。触角一对位于复眼前方，大多数种类的触角为念珠状或椭圆形，有的种类，触角为柱形，触角节9—30节以上。触角节增长是由第3节分裂引起，因而第3节常可见到不完整的分裂节。上顎位于上唇下方，上顎有内外两个关节和头部相连，上顎为咀嚼式，结构比较原始，由于形态稳定，在白蚁分类上颇被重视，Holmgren(1909, 1911, 1912)首先强调成虫和工蚁的上顎在分类上的重要意义，Ahmad(1950)利用成虫和工蚁的上顎作为白蚁属级分类的依据。上顎内缘生有许多尖齿、1个端齿和不同数目的缘齿，内缘基部为咀嚼板，上顎内缘齿的形状和数目比较稳定，左上顎和右上顎的缘齿数目和位置的排列，以及对称或不对称等，都是区别种类的重要特征。左上顎端齿至第1缘齿间的距离除去第1缘齿至第2缘齿间的距离，称为左上顎齿指

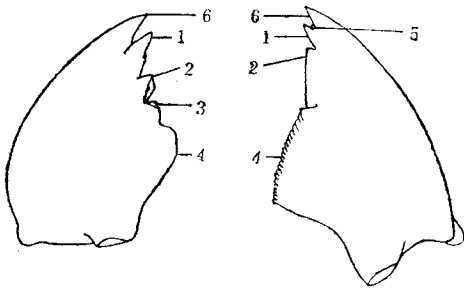


图3 北美原白蚁 *Zootermopsis angusticollis* (Hagen)
成虫—工蚁上顎。1.第1缘齿；2.第2缘齿；3.第3缘齿；
4.顎齿板；5.亚缘齿；6.端齿 (仿Krishna, 1969)



图4 *Emersonitermes thekadensis*
 $1/2$ = 左上顎齿指数
(仿Mathur, Sen-Sarma, 1959)

数 (Left mandibular index), 不同类群左上顎齿的指数是不同的。通常右上顎的变化比左上顎少，所以很少做为分类上的依据。下顎由许多部分组成，其基部为轴节，主要骨片有茎节，外顎叶片状，分两节，内顎叶末端有两个尖齿，内缘有一列刚毛状硬刺，其数量和排

列方式在分类上有一定意义，下颚须为5节。下唇是头部最后的附肢，由两个主要部分组成，即位于后方的后唇（旧称咽须）和位于前方的前唇，前唇由两个侧唇舌和两个中唇舌所组成，下唇须3节，位于下唇两侧。整个口腔的上方为上唇覆盖，两侧为上下颚包围，下部由下唇封底，构成食物道的腔室，腔室底部有突起，成舌。

胸部 由前胸、中胸、后胸三节组成，每一胸节的腹侧生一对足，中胸、后胸的背侧生一对翅，所以中、后胸又称为具翅胸节。每胸节有数块几丁质板，为足和翅的肌肉附着点。按照生长的位置称之为背板、侧板和腹板，它们之间由膜质互相连结。前胸腹板一般退化，不易看到，中胸腹板最发达，略呈三角形。前胸背板游离，不与中胸背板连接，而中胸背板和后胸背板则互相连接。前胸背板扁平，为盾形。具翅胸节的背板有前背翅突和后背翅突，通过几个腋片相连，使前背翅突、后背翅突与翅基相连。

翅为薄膜质，形状狭长。静止时，四翅平贴于背部，向后延伸，越出腹部末端。翅面平坦或密布刻点。一般前翅略长于后翅。澳白蚁科、木白蚁科和原白蚁科的膜翅没有毛，但某些种的主要翅脉和翅鳞上有毛。鼻白蚁科中家白蚁属 *Coptotermes* 翅面多毛，白蚁科中许多种类的翅面稀布小毛。木白蚁科一些种类的翅有小结节。澳白蚁科和原白蚁科的翅具网纹，有许多细小横脉，组成网状脉。澳白蚁科后翅有大的臀域，其余各科缺少这臀域。翅经分飞后即由肩缝处脱落，残留的翅基部分，近于三角形，称为翅鳞。木白蚁科和鼻白蚁科的前翅鳞显著大于后翅鳞，而白蚁科的前、后翅鳞约为同等大小。翅鳞为原始蚁王蚁后终生保留。前翅和后翅的翅脉不完全一样，低等白蚁的前翅和后翅的翅脉差别较大，高等白蚁前、后翅的翅脉趋于一致。翅脉变化很大，一般低等白蚁的翅脉较复杂，高等白蚁的翅脉比较简单。木白蚁科的翅可见到前缘脉、亚前缘脉、径脉、径分脉、中脉和肘脉，径分脉有许多分支。鼻白蚁科和白蚁科的径脉与径分脉合一，可简称为径分脉，而臀脉消失。中脉的起源很有趣，有些白蚁的中脉在肩缝后由径脉分出，有些则由肘脉分出。另外也有的白蚁，其中脉独位伸出。中脉的位置也有变化，有的种类近径分脉，有的近肘脉。中脉往往在翅中点以后开始分出数个支脉。肘脉有较多支脉，近翅基的支脉比较粗壮，远离翅基的支脉比较细弱。

足一般较短，但少数种类的足相当长。足可分为基节、转节、腿节、胫节和跗节。基节和转节短小，腿节和胫节较长，胫节侧缘常生一系列硬刺，末端有2—3枚端距，不同胫节端距的公式可写成3:3:3（前、中、后足的胫节端距均有3枚），或3:2:2，2:2:2等等，跗节又分为几个小节，不同类群分节不同，大部分白蚁的跗节为4节，澳白蚁科跗节为5节，原白蚁科的跗节分离不完整，由腹面看为5节，由背面看仅

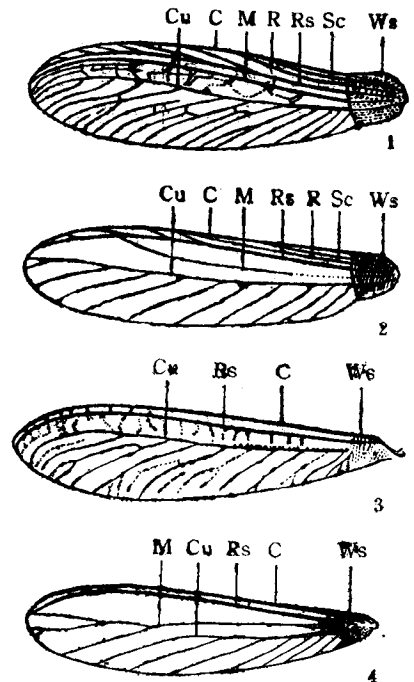


图5 几种白蚁的前翅

1. *Neotermes castaneus* (Burmeister);
 2. *Cryptotermes cavifrons* Banks;
 3. *Prorhinotermes simplex* (Hagen);
 4. *Anoplotermes fumosus* (Hagen)
- C, 前缘脉; Cu, 肘脉; M, 中脉; R, 径脉; Rs, 径分脉; Sc, 亚前缘脉; Ws, 翅鳞 (据 Bank, Snyder, Weidner)

4 节。木鼻白蚁属 *Styloterme*s、印白蚁属 *Indotermes* 的跗节为 3 节。跗节末端生有一对弯曲的爪。木白蚁科有些种有爪间突。

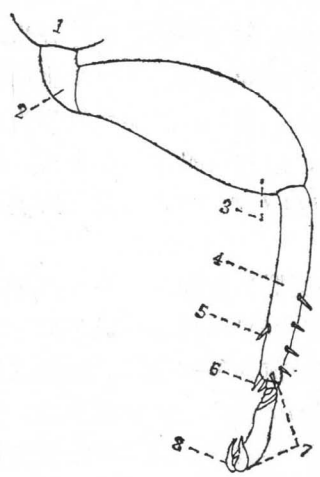


图 6 北美原白蚁 *Zootermopsis angusticollis* (Hagen) 足的结构
1.基节；2.转节；3.腿节；
4.胫节；5.刺；6.端距；
7.跗节；8.爪
(仿 Krishna, 1969)

腹部 白蚁的腹部为圆筒形或橄榄形，包括10个腹节，每个腹节有背板和腹板，并以膜相连接。膜的伸缩性很大，其扩展程度取决于腹腔内含物的多少和器官发育的状况。有时膜不显，各腹节的骨片相互覆叠，有时膜高度扩张，骨片互相分离。腹部前8节一般各有一对气门。第1至第9腹节背板的形态相似，均属横向长方形。第10腹节背板后缘向尾部变尖，并盖于肛门上，所以称为肛上板。第1腹节腹板退化或消失。雄蚁第2至第9腹板形态相似，生殖孔开口于第9、10腹板间，在一些原始的白蚁雄虫中，其第9腹板后缘中部常有一对不分节的刺突。雌蚁第2至第6腹板的腹板相似，宽大于长，第7腹板（或称下阴片、生殖板或亚生殖板等）延长，其后缘为圆形，且覆盖于第8、9腹板。第8、9腹板退化，一般中部间断。雌雄成虫第10腹板，或称肛侧板，中间断开。尾须一对，分别位于第10腹板侧缘。尾须一般为2节，但澳白蚁科和某些原白蚁的种类，其尾须可达5—8节。澳白蚁的雌蚁与蜉蝣很相似，具产卵器，由腹瓣、内瓣和背瓣所组成，这些形态结构在其他各科的雌蚁均已退化消失。此外在生殖类型的腹部有褐色斑点，

并且由此生出短而直立的黄毛，能分泌某种激素，因此称为分泌毛，所分泌的激素可引诱工蚁舐吮。这种生理行为可能在控制品级形成上有重要意义。一般白蚁（包括木白蚁科、鼻白蚁科、白蚁科及原白蚁科）工蚁的第5腹节腹板基部有腹板腺，而澳白蚁的腹板腺分别位于第3、4、5各腹节腹板，非洲草白蚁的腹板腺仅存在于第4腹节的腹板基部。

原始型所包括的品级除有翅成虫外，还有工蚁和幼蚁等。它们的一般形态结构与有翅成虫相似，但缺少两对翅膀和复眼，短翅型补充蚁王、蚁后只有两对发育不全的翅芽，所以除去翅鳞的有无外，根据身体硬化的程度、颜色的深浅和复眼发育状况的差别，就可以很清楚地将原始的蚁王、蚁后与补充的蚁王、蚁后相区别。此外在原始型品级中还有一些畸形个体，在同一个巢群中，某些个别的工蚁有翅芽的发生。

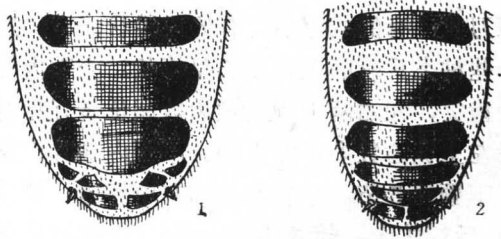


图 7 黑翅土白蚁有翅成虫的腹部腹面观。
1.雌虫；2.雄虫

(二) 蜕 变 型

由于适应特殊的功能，蜕变型个体的形态特征发生了剧烈的变化，全完脱离了原始型的

形态构造。特别在头和胸部，变化更大。不同类群间的差异极大，它们之间的差异性远远大于统一性。蜕变型的形态特征和生活习性表明了等翅目昆虫在整个昆虫纲的进化过程中，是一支高度特化的类群。蜕变型由于形态复杂，变化大，不同类群间的形态特征有很大的区别，且比较稳定，所以不仅可提供高级阶元分类的许多依据，同时也可提供鉴定种的许多明显的鉴别特征。蜕变型仅包括兵蚁一个品级。其形态按上颚发育程度和头的形状又可分为两类：一类上颚极其发达，头壳不向前伸突，左右两上颚的内缘有不同的齿突，有的扭曲成各种形状，形成极其不对称的“歪嘴”，如歪白蚁属 *Capritermes* 一类等。这类兵蚁称为上颚兵。另一类则上颚退化，头壳极度向前伸突延长，形成长象鼻，这类兵蚁称为象鼻兵。个别类群介于两者之间，既有发达的象鼻、又有发达的上颚，如 *Armitermes*。蜕变型的主要形态概述如下。

头部 近方形、长方形、圆形、卵形、梨形或锥形。有些类群头短而厚，前方高起，可能有堵塞蚁巢坑道中孔洞的作用，如 *Cryptotermes*。头盖缝有的明显可见，并成丫形，有的不明显，有的仅有个别纵缝。额部扁平或高起，象鼻兵的额部向前延伸成象鼻。囟的位置有很大变化，一般位于头的中部靠前，为一小圆孔。家白蚁属 *Coptotermes* 囟很发达，为大的圆孔，位于头的前方，遇敌时囟孔可分泌乳白色、粘稠状的酸性浆液，所以家白蚁的许多种类又有泌乳白蚁之称。象白蚁 *Nasutitermes* 的囟孔则开口于象鼻的先端。蜕变型个体的眼退化，或仅有痕迹，位于触角窝之后。上唇形状不一，有半圆形、方形、舌形、条状或狭长的等腰三角形等。象白蚁兵蚁的上唇比较小，而长鼻白蚁 *Schedorhinotermes* 兵蚁的上唇极度伸长，甚至可遮盖发达的上颚尖端，并有纵行凹沟，直通囟孔。触角位于头部前方的两侧，一般比原始型各品级的节数少，其节数多为10几节，念珠状，第3触角节为分裂节。上颚位于上唇的下方，不同类群的上颚其发育状况不尽相同。澳白蚁和原白蚁科的兵蚁具有巨大而坚硬的上颚。木白蚁科大多数兵蚁的上颚粗壮。鼻白蚁科的兵蚁也有发达的上颚。白蚁兵蚁的上颚变化颇大，有的成月牙形，有的成镰刀状，有的成锯齿形，有的成钳状，有的退化成块状，也有一些种类兵蚁的上颚狭长呈棒状。上颚内缘往往有一定数目的齿突，左右两上颚的颚齿数和位置互相对称或不对称，一般左上颚齿数多于右上颚。下颚内颚叶内缘有一列刺状刚毛，下颚须5节。下唇的前颏有中唇舌、侧唇舌及下唇须各一对，后颏扩大。随着头形的变化，后颏有各种形状，但一般成狭长形，后颏之后为后头孔。

胸部 有前胸、中胸和后胸之分。前胸背板变化极大，某些种类成扁平状，有的种类前半部显著隆起，两侧下垂，使整个前胸背板呈马鞍形。木白蚁科的前胸背板宽大于头宽，或几乎等于头宽。鼻白蚁科兵蚁的前胸背板略小于头宽。白蚁科兵蚁的前胸背板远小于头宽。前胸背板毛被在不同类群中有一定变化。鼻白蚁科中散白蚁属 *Reticulitermes* 的额白蚁亚属 *Frontotermes* 和平额白蚁亚属 *Planifrontotermes*，两个亚属兵蚁前胸背板的毛被有明

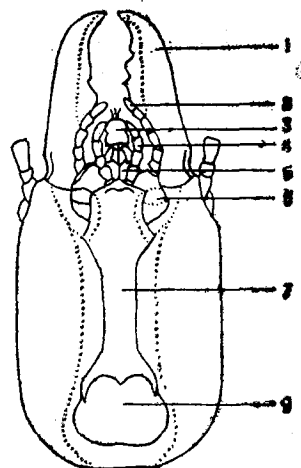


图8 小木白蚁 *Kaloterмес minor* 的兵蚁头部的腹面观。

- 1.上颚；2.下颚须；3.上唇；
- 4.下唇须；5.下唇；6.下颚；
- 7.后颏；8.后头孔（仿Light）