



Canada Wood
加拿大木业协会



白蚁控制

与轻型木结构建筑

建筑物性能表现系列

国际公报 | NO. 7

建筑物 性能表现系列

资料来源

木材耐久性网站

www.durable-wood.com

全国虫害管理协会

www.pestworld.org

美国木材防腐协会

www.awpa.com

美国木材防腐学会

www.awpi.org

www.preservedwood.com

加拿大木材处理学会

www.citw.org

林产品实验室

www.fpl.fs.fed.us

加拿大林产工业技术研究院

www.forintek.ca

路易斯安那州立大学

www.agctr.lsu.edu/termites/

多伦多大学

林学院

www.utoronto.ca/forest/termite/termite.htm



引言

长期以来，木材制品在世界许多地方都是建房的首选建筑材料。轻型木结构建筑系统历史悠久、久经考验，能建成符合最高标准的房屋：易于建造，经济实惠，抗震抗风能力强，节能而且产自可再生的资源。

现代轻型木结构建筑包括数种工程木制品，将这些产品用于多层住宅和非住宅项目在经济上极具可行性。此外，正如《建筑物性能表现系列》第1期和第3期所述，轻型木结构具有耐久性和防火安全性，能符合环保和建筑规范的要求。

虫害对各类建筑都构成威胁，本公报将说明如何在世界上的虫害多发地区使用轻型木结构。采用综合虫害管理概念，为轻型木结构建筑和其他建筑物提供长期保护，以免遭受虫害，特别是台湾乳白蚁和其它地下白蚁等昆虫造成的破坏。

本专题还包括提供给建筑设计师、承建商和业主的实用建议，帮助他们评估风险、选择合适的减轻虫害措施。

综合虫害管理 (IPM)

是一种结合不同虫害控制措施（见第4部分）的策略，根据实际虫害或潜在虫害所处的阶段，按不同的频率和程度加以实施。随着条件的变化，可根据虫害加剧或减轻的状况，应用各种控制措施来满足需要，同时始终保持适当的基本防护水平。

耐久性和木材

预防昆虫破坏和水汽渗透造成的腐烂是采用木材建房的关键问题。在高温环境下，如何确保轻型木结构建筑长期耐久的建筑细节，见加拿大木材委员会“建筑物性能表现系列”第1期《轻型木结构住宅的防火与隔声》。

昆虫——主要是白蚁、甲虫和蚂蚁——可对房产造成相当大的破坏。但是，昆虫破坏并非不可避免，本期内容旨在帮助防止这种虫害。

昆虫的破坏并不局限于木框架结构和一层或两层的房屋。事实上，白蚁群依靠来自雨水或其它水源的水分维持生命，在美国夏威夷和佛罗里达一些高达17层的混凝土建筑，都曾发现过白蚁。

虫害也不完全局限于木材或纤维性构件。白蚁能蛀穿电缆护套、塑料层压板和泡沫保温材料。在确有白蚁侵袭危险的区域，谨慎的做法是，无论建筑物的大小或类型，都应采取预防措施。

某些类型的昆虫，如栖粉甲虫和木蚂蚁等，造成的危害有限，也相对容易控制。

地下白蚁（即从地下巢穴进入建筑物的白蚁）所造成破坏的经济损失最为严重。例如，在美国南部，台湾地下白蚁（FST），即家白蚁，对房屋造成的破坏，在所有昆虫破坏中占了相当大的比例。

现在，人们普遍认识到，完全根除这些虫害是不现实的，控制虫害

工作应把重点放在围堵现有昆虫群以及通过实施综合虫害管理策略来限制建筑物遭受虫害的危险。

本指南中介绍的“防治六法”策略就是这样一种方法¹。防治六法策略包括：

- 抑制
- 现场管理
- 土壤屏障
- 底板和地基细部
- 结构防护
- 监控和补救

不同的具体情况需要采取的措施，将根据区域内昆虫的种类和数量以及对特定结构的威胁而定。

在白蚁遍布的区域，白蚁对建筑物构成极大威胁，因此需要采取最全面的综合治理措施。其它虫害的控制一般可以

选用“综合虫害管理”一节中所列出的相应控制措施。

Morris, P.I. 2000 地下白蚁的综合控制：防治六法。美国木材防腐协会论文汇编。第96页；93-106页

毁坏木材的昆虫

白蚁

工白蚁以其乳白色和行动迟缓而区别于工蚂蚁。在飞行阶段，（有翼）白蚁以其粗躯干、直触角和大小相同的前后翼而有别于蚂蚁（见图1）。白蚁有很多种。在造成最多结构性破坏的白蚁中，有木生白蚁和地下白蚁。木生白蚁可侵袭干木（干木白蚁），也可侵袭死木或朽木（湿木白蚁）。

湿木白蚁主要侵袭正在腐烂的木头（或病树或死树）。去除致腐的潮湿源通常就能控制这类白蚁。它们一般不对建筑物的完整性构成重大危险。

干木白蚁不需很大的潮湿源，因而可飞入建筑物，在干木里建群，从而绕过用于阻挡其它白蚁的物理屏障。可采用

照片 1: 地下白蚁建造掩蔽通道或泥通道，用作通向建筑物的“气候调控”通路。（照片来源：路易斯安那州立大学农业中心）

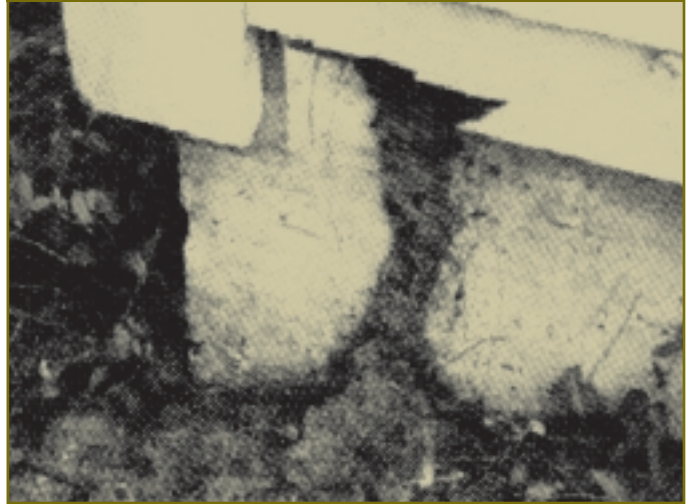


图 1: 白蚁与蚂蚁的不同外观
(资料来源：路易斯安那大学农业中心)



经过处理的木制组件来抗御干木白蚁，也可用烟熏或加热处理的方法根除干木白蚁（见第4.6节）。

地下白蚁易受干燥影响，因此需要可靠的潮湿源，而土壤常常就是这种潮湿源。虽然在有水分的建筑物中可以发现卫星巢，但主巢通常位于接触土壤的木头中。地下白蚁用泥、木纤维和唾液建成特有的掩蔽通道，穿过土壤进

入建筑物，从而避开了干燥和天敌。这些通道可穿越混凝土地基等惰性材料。白蚁还能穿过仅有1毫米宽的混凝土裂缝。

当白蚁群发展到足够的规模时，就会出现有翼白蚁，在一年中的特定时期飞行，去建立新的白蚁群。白蚁很少飞出距巢穴500米以上，便会降落、配对并钻入地下，建立起新的白蚁群。

采用多种控制措施的综合虫害管理方法（白蚁）

如前所述，综合虫害管理是一种结合不同虫害控制措施的策略。下面介绍一种利用六种防御方法组成综合虫害管理策略的做法：防治六法。采用哪几种控制措施以及每种措施的强度，在很大程度上取决于对成本和风险的评估结果。

抑制

抑制法是指减少一定区域内受侵袭材料中的白蚁并最终予以根除的措施。这个区域可大至一个州、一个省或一个地区的一部分，也可局限于一所房屋。

如果白蚁刚进入某一地区，分布零星而且主要是通过人类活动传播，



照片 2: 有白蚁巢的树木必须注入灭白蚁剂，以减少指定区域的白蚁数量。(照片来源：路易斯安那州立大学农业中心)

则在特定区域采取减少白蚁数量的做法是很有用的。

如果在区域范围内进行抑制，放置诱饵（见“监控和补救”）和“陷阱-处理-释放”法也是有效的抑制措施。大范围抑制白蚁的做法，由于需要各级政府通力协作，显然超出了承建商或业主的能力。但在某些地区，业主可以聘请有关公司来放置诱饵，这也是替代土壤化学处理的有效方法。

抑制方法包括对不涉及建筑物（如人行道树上）的白蚁群进行有系统的定位和摧毁；对远离受害区域的木制品进行有系统的检查，以便隔离虫害；烧毁滋生白蚁的木材以及对回收木材进行热处理。

现场管理

仔细的现场整理和清理工作有助于防止白蚁在新的或已有的建筑场地建群。在砍伐林地或果园后，树根必须完全挖出，连同其他埋于地下的木头一起清除。

在施工中，做到以下几点很重要：

- 清除树桩，
- 清除现场所有木材以

及其它纤维材料的建筑垃圾，

- 注意清除木桩和混凝土模板，并予以妥善处理，切勿埋入或混入混凝土中，
- 不要将挖掘出来的废物填埋于走廊下或台阶下，
- 场地平整时注意将水排出建筑物，
- 未经处理的木构件应按下表规定离地抬高：

表 1: 未经处理木构件的离地高度

未经处理的木构件	允许的最小离地高度(毫米) ¹
楼面搁栅	460
墙骨柱	200
木饰面	150
大梁	300
低矮管线层的支柱	200
柱子	150
凝土上方的柱子	25

¹ 根据美国样板建筑规范和美国森林纸业协会的建议。

对于现有场地的景观管理，注意以下几点很重要：

- 未经处理的木料，包括木桩、屋棚或露台在内，不得接触土壤，

应离地建在露台基石或混凝土块上；

- 所有立柱都应安装在金属支架或混凝土柱基上。

土壤屏障或化学屏障

在过去，使建筑物免遭白蚁侵袭的主要方法是施用毒性很强、长期有效的化学品，一般是含氯的有机化合物。如果施用得当、无缺口或搭接现象，此类屏障可在长达50年内将白蚁排除在外。在有些区域，此类化学品已为残留期较短的化学品所取代，如合成除虫菊酯，其有效寿命较短，一般约五年。这些化学品不应用于建有水井或其他地下供水源的情况。同时，再处理也可能较困难，假如建筑物铺有水泥底板则尤其困难。

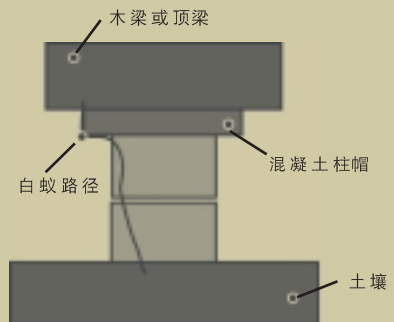
最近出现的新一代物理屏障有较长的有效寿命，对环境也无负面影响。这种屏障由一层100毫米厚、大小精确的沙粒或碎石构成，位于水泥地基下或墩基内，并沿低矮管线层地

基的根墙外铺设。沙粒重得让白蚁无法搬动，而沙粒间的空隙又小得让白蚁无法穿过。效果最好的沙粒尺寸是直径1.5到2.5毫米，但视相关的白蚁种类而有所不同。这种方法最先是在夏威夷使用的，沙粒屏障在当地被称为玄武岩白蚁屏障(BTBs)。

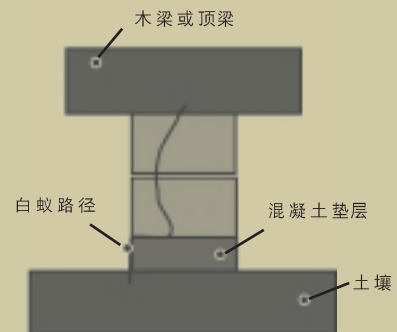
沙粒屏障的设置和维护需要注意细节：

- 材料必须适当夯实，在地基周围工作的人员不得翻动沙粒。
- 细部设计必须能确保将水排出地基，
- 覆盖料、表层土等一定要远离建筑物，不得形成穿过或绕过土壤屏障的通路，
- 树木应栽种在远处，使树枝和树根碰不到建筑物。

图 2: 柱帽和垫层 - 支柱结构的建造提示



采用实心混凝土柱帽，可提高砖柱和空心砌块柱的抗白蚁能力。柱帽迫使白蚁在空心砌块内挖掘通道，转移到柱帽外部，从而易于被发现。



实心混凝土垫层也迫使白蚁建造外部泥通道，便于人们发现白蚁。由于只有房屋周围的土壤需要处理，支柱内部不需处理，因此垫层是最容易处理的。垫层必须无裂缝，还要高出土壤。



照片 3: 白蚁网是一项新近的研发成果，用于围住地基四周或防止白蚁通过管线孔进入建筑物。(照片来源: Termi-Mesh Florida LLC)

底板和地基细部

基墙和底板的设计应能抑制白蚁进入建筑物，并有助于检查白蚁的掩蔽通道。设计独块底板时，收缩裂缝的宽度不应超过1毫米。拼合底板的控制接缝也应采用相同的要求。管线和其他设施的安装开孔应以防收缩的灰浆密封，基墙或底板应高出完工后的地表面，以便于检查潜在的白蚁掩蔽通道。低矮管线层应有足够高度和进出口，便于检查人员查看是否存在白蚁侵入点。如果基墙使用空心砌块，则必须以混凝土封盖，并采用有效的化学土壤屏障加以保护。

地基顶和地梁板之间可安装金属板屏障，像通常的防雨板那样，外缘呈45度伸到建筑物外部。将各段金属板屏障焊接后，构成一道连续的屏障。白蚁要进入建筑物就必须在突出的金属板外面和周围构筑通道，这样，发现白蚁便容易多了。金属板屏障若能妥善建造，定期检查，就能极为有效地在具有低矮管线层或地下室结构的建筑中将白蚁阻隔在外。但是，地下室经装修后，金属板屏障被遮挡住了，白蚁就可能利用地下室框架进入建筑物。

新近的一项研发成果是白蚁网。白蚁网用于围住地基四周，以保护地基和底板上位于地面或低于地面的开口。白蚁网的网格间距应为0.8毫米，以便将极小的白蚁也阻隔在外。可用夹子把白蚁网固定在所有管线和底板的其它开口上，再用水泥化合物固定在地基上。

有资质的承包商可以安装船用级不锈钢网，使用寿命约为20年。不锈钢网抗腐蚀，但会增加成本，根据地基设计的复杂程度，成本差异较大。在施工中，所有施工人员都应在整个建造过程中注意保持白蚁网的完整无损。



结构防护— 防腐处理

多年来，在白蚁活跃区域，人们在建筑物的部分位置采用经防腐处理的木框架。不同的建筑规范有不同的要求。有些规定，距地面450毫米或不到450毫米的木构件应进行防腐处理，而有些则要求对其它特定构件加以防腐处理。采用烷基铜铵化合物(Alkaline Copper Quaternary)和氯化铜(Copper azote)等进行防腐处理，可对白蚁侵袭提供充分保护。

2000年4月，数家木材防腐剂生产商联合推出了一系列以硼酸盐(B2O3)处理的木材产品。硼酸盐是一种水溶性化学品，昆虫食入后会被杀死，而人类接触则无害。硼酸盐已经以多种形式出现在从眼药水到洗衣粉等各种普通家用产品中。

照片 4、5和 6:
白蚁挡板，即金属板屏障，安装在地基顶和地梁板之间。该屏障呈45度向下凸出于外部，迫使白蚁要绕着屏障构筑通道，因而较易被发现。(照片来源: 多伦多大学 Tim Myles)

经硼酸锌处理的结构面板、纤维保温材料以及经硼酸钠处理的规格材产品已经日益普遍，要建造一所多种主次结构件都具有防白蚁能力的房屋也变得更为可行。据认为，水溶性硼酸盐处理剂能朝着白蚁在通道中产生的水汽移动，因而能驱赶或杀死白蚁。由于硼酸盐具有水溶性，建议不要将经过硼酸盐处理的木材用于未采用三层表面涂层的户外构件，如露台面板。用作建筑结构的框架材则非常适合。

与对待水泥粉尘和其他建材一样，在施工中对经防腐处理的木材需多加小心。承建商和爱好自己动手修建房屋人士应参阅消费信息单，了解使用经防腐剂处理的木材时应采取哪些合适的健康安全防护措施。经硼酸处理的木材在施工前的运输和存储中应加以覆盖，房屋建成后应尽快封闭。施工中短时间淋雨不成问题。

有些树种具有天然抗白蚁的能力，可用于室内饰面和装潢。这些树种在合适时也可用作结构件，替代经防腐处理的木材。

监控和补救

要在问题尚未发展到不可收拾的地步前发现问题，进行定期检查是所必不可少的步骤，发现并根除建筑物附近的白蚁群则是减低风险的基本方法。作为监控工作的一部分，恰当的做法也许是采用特定的补救措施，防止问题再次发生。最近几年，全面施用有毒化学品来根除白蚁这一补救措施已为一些更具针对性的做法所取代（如放置诱饵），这些做法对环境的危害也较轻。

补救措施之一： 放置诱饵

放诱饵就是按一定间距，在建筑物周围的地



照片 7: 在某些情况下，采用经硼酸盐处理的木材产品建造房屋，是一种抑制白蚁的做法。（照片来源：Louisiana-Pacific® SmartGUARD™）

里设置诱饵通道或陷阱，一所房屋一般要放置数十个诱饵。在这些通道内插入未经处理的木材或其他纤维材料，用作白蚁诱饵。通道应受到监控，当看到白蚁吃诱饵时，即以经处理的含有化学品的诱饵取而代之，白蚁会将诱饵搬回蚁群。化学品发生作用很慢，所以，白蚁无法将诱饵的来源及其后果联系起来。数月后，整个白蚁群可被消灭殆尽。

当通道内观察不到进一步的活动时，即可取出经过处理的诱

饵，代之以未经处理的诱饵。继续定期监控，并按需要重复这一程序。

虽然以诱饵整治白蚁的做法还相对较新，但已有数家公司提供与这种现场处理方法相类似的产品和服务。



照片 8：正在露台下安装的诱饵装置。诱饵包含缓慢发挥药性的灭白蚁剂，白蚁将药剂搬回后，可灭除整个白蚁群。（图片来源：路易斯安那州立大学农业中心）

补救措施之二： 烟熏或热处理

对白蚁成灾的建筑物进行化学烟熏热处理，必须由具有资质的专业承包商进行。有两种基本的补救方法：烟熏和热处理。烟熏所用的化合物有毒，一般要求将建筑物内的住户疏散数日。

要用热气根除白蚁和其他蛀木昆虫，建筑物内所有木构件的核心温度必须连续 30 分钟达到 50°C。通常，这要求将建筑物内的环境空气温度提高到 70°C（桑拿浴室的温度），并持续约一个小时。要做到这点，必须将建筑物用保温材料包裹起来，还要对电子设备等热敏物品采取保护措施。由于要在直接接触混凝土地基的木

构件中保持所需温度几乎是不可能的（混凝土“散热”效应），因此，这一方法对杀灭非地下类白蚁、木蚂蚁和栖粉甲虫最有效。

应该注意的是，烟熏或热处理可以根除建筑物内的昆虫，但却无法防止其再受昆虫侵袭。定期检查和维护将有助于减少虫害危险。应查看有无残骸和其他食物源，有无白蚁进入建筑物的潜在通路（参见“现场管理”）。还应检查有无水汽源，例如：

- 落水管或檐槽滴漏，
- 浴室、干衣机等通风不佳，
- 空调冷凝水滴漏，
- 管子滴漏，
- 门窗周围封条不密封。

评估风险及选择合适的防御方法

白蚁的可能传播区域可根据某些国家对特定白蚁种类的经验推断出来。例如，在日本，台湾乳白蚁不会越过一月份平均最低温度 4°C 的等温线。

在上述六种防御方法中，并非在每种情况下都需要或是适宜采用全部六种方法。在白蚁风险较低的地区，采取两三种防御方法应已足用。在高风险区域，六种防御方法可能需要全部采用。表 2 根据不同风险程度列出了推荐采用的防御方法。

虽然，某些地区正在建立虫害分布图，用以帮助设

计师和承建商进行自我评估，但最好的信息来源是大学的昆虫学家和各地的害虫管理专家。

一个关键因素是白蚁在建筑物寿命期内是否可能当地安营扎寨。

总之，要将白蚁造成的破坏降至最低限度，应该依据以下原则：

- 控制方法应与当前及预测的虫害威胁相吻合，
- 减少和遏制当前白蚁数量的控制方法应具有经济上和环保上的可行性，
- 公众、房屋业主、设计师和建筑界应提倡并采取预防白蚁虫害的方法。

结论

有效控制白蚁需数管齐下，本期介绍的六种方法措施，可供您选用。我们必须考虑到，施工和维护中不可避免地存在着缺陷。不过，凭借目前已有的各种产品、技术和方法，即使在白蚁最活跃的地区，木框架建筑依然是有效可行的。

照片 2: 根据白蚁危险的不同程度应采取的白蚁控制策略

防御措施	白蚁危险 高及台湾乳白蚁	高	中	低
抑制	√			
现场管理	√	√	√	√
土壤/化学屏障	√	√	√	
底板/地基局部	√	√	√	√
结构防护	√	R ¹		
监控和补救	√	√	√	√

¹ 推荐使用

保持无白蚁危害的对照清单

如果您生活在易受白蚁虫害的地区，请评估您所面临的危险，利用本文提供的信息制定一套白蚁管理策略，可以包含以上介绍的部分或全部控制措施。白蚁管理是一个持续的过程，时刻保持警惕，不断进行维护，可以省却大量麻烦和苦恼，还能省钱。

- 每年进行一次专业检查，
- 使白蚁栖息地远离紧邻建筑物周围的地区，
- 清除或搬走掩埋的木头，如树墩、木柴、碎木片、纸板箱及植物，
- 警惕地基下沉或位移，防止因而出现白蚁进入建筑物的新路径，
- 迅速修理渗漏的屋顶或管道，不让水汽进入建筑物外壳，
- 保持屋顶檐槽处于良好的维修状态，确保将雨水疏导到建筑物外面，
- 保持沙粒或网眼等物理屏障完好无损，不要在屏障上铺土或覆盖，也不要让树根在其中生长，
- 修理通风不佳的浴室、漏水的管子、干衣机和空调冷凝器的滴漏，以免积聚水汽，引来白蚁，
- 不要在低矮管线层堆放木材、纸板箱或其他纤维材料。



我们的网站：

加拿大木材委员会：

www.cwc.ca

加拿大森林网络：

www.cfn.ca

木结构设计与建筑杂志：

www.wood.ca

Wood Works® 设计软件：

www.woodworks-software.com

WoodWORKS! 项目：

www.wood-works.org

©2001 加拿大木材委员会/

Conseil canadien du bois, ON, Canada

40M0601

加拿大木材委员会

“建筑物性能表现系列” 其他各期标题

- 第1期 潮湿与轻型木结构建筑
- 第3期 轻型木结构住宅的防火与隔声

这些资料可免费提供，请发传真至

(613) 747-6264 索取。

Canadian Wood Council

Conseil canadien du bois

1400 Blair Place, Suite 210

Ottawa, ON K1J 9B8

Tel: 1-800-463-5091

Fax: (613)747-6264

e-mail: info@cwcc.ca