



Canada Wood
加拿大木业协会



木材-混凝土 混合建筑

国际公报

建筑物 系列 | NO.9

木材-混凝土混合建筑

什么是混合建筑?	2
木材-混凝土混合建筑的种类	3
木材与其他材料一起使用的优势	4
产品质量与耐用性	4
技术性能	5
建筑上的灵活性	5
混合建筑实例	6
上层为木制框架的多层建筑	6
砖石建筑的木制屋顶	8
改装平屋顶	9
增加新楼层	10
保温升级	12
内置墙和间隔	14
总体考量	15
建筑标准	16
侧面负荷抵制系统	16
防火	17
规格变化	17
木桁架	18
木材与混凝土连接	18
木墙与混凝土/砖石	18
木屋顶与混凝土/砖石	21
总结	22
联络加拿大木业协会	23

什么是混合建筑?

“混合”是指不同因素的结合。就建筑来说，它指的是不同材料或工艺的结合，本手册中特指木制框架建筑与混凝土、砖石建筑的结合（图片一）。混合建筑允许建筑设计师将木材和混凝土、砖石的最好特性结合起来，从而提高建筑物的性能、节约成本、提高居住满意度，而这种效果仅用一种材料和建筑工艺是无法达到的。



图片一 建筑中将混凝土、砖石与木材结合使用的方法很多。图中该建筑上层为木制框架，下层是混凝土底层。尼勒斯·丹尼斯克斯和多尔·亚当斯建筑师事务所 (Neale Staniszkis Doll Adams Architects) 提供。

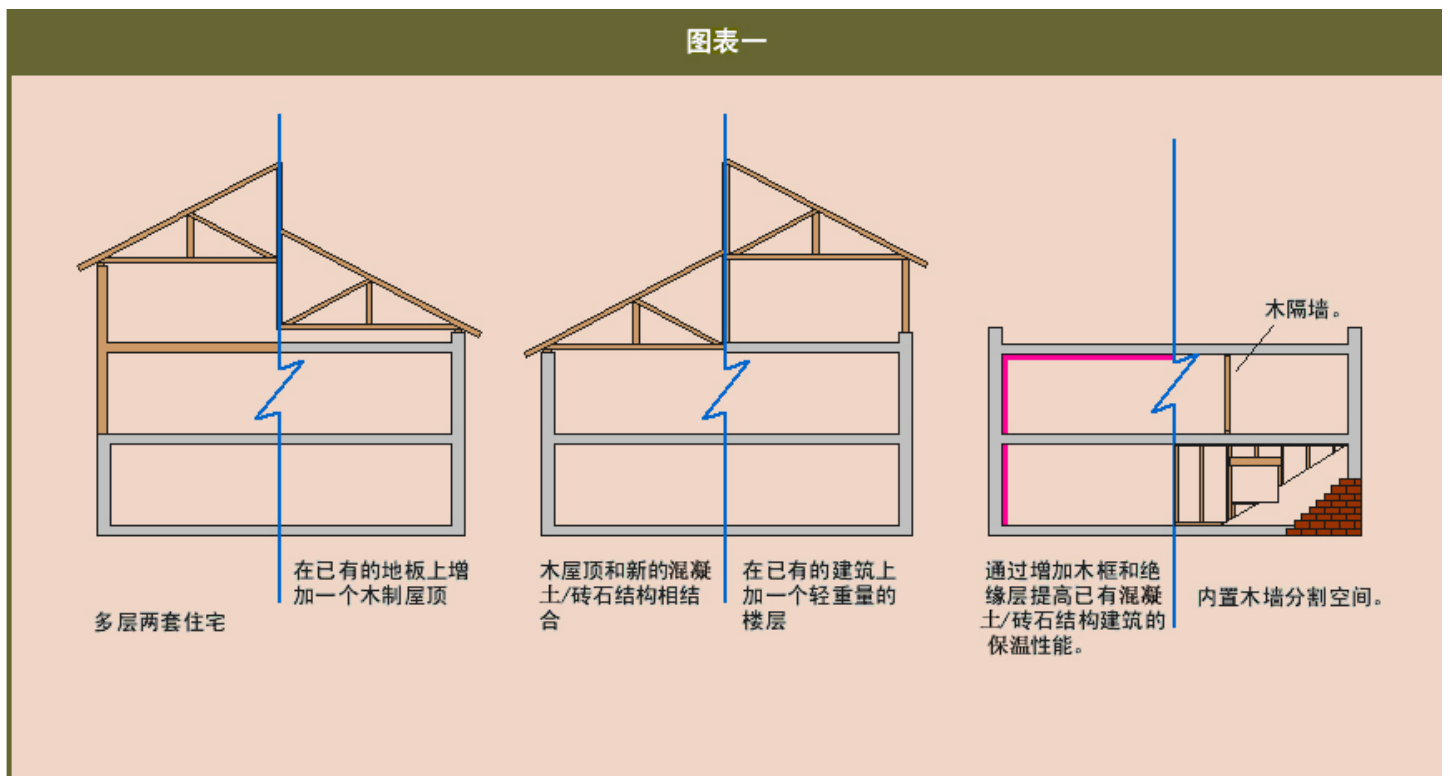
长期以来，尤其是在北美地区，木框架建筑在提供安全、舒适住房上一直起主导作用。该建筑工艺得到了从事研究、标准发展和实际建筑工作的各类机构的大力支持，后者确保了该工艺面对所有气候条件和不同建筑性能要求时的可靠性与耐用性。木结构技术的性能表现、舒适与经济实用性使其在欧洲、亚洲越来越受青睐。例如，中国已制定了一部木设计标准，这为发挥木结构建筑的优势铺平了道路。《中国木结构设计标准》(GB50005-2003) 将为木结构建筑在中国的安全使用提供坚实的基础。此外，亚洲在混凝土、砖石建筑技术方面的经验为与木结构建筑相结合提供了便利，达到增加建筑物的楼层面积，提高性能、舒适程度、改善外观的目的。

在所有主流结构建筑体系中，木结构尽管重量轻，但强度却最大：木结构重量相对较轻，所以对地基要求较低，或者说，相同的地基上，木结构建筑在地基承载能力之内建的层数更多。这就意味着，在现有地基上木结构建筑有可能增加楼层，增加居住面积，而混凝土、砖石建筑却无法做到。

本手册介绍了几种将木框架与传统混凝土建筑轻松结合的方法以及它们如何增大居住面积，提高建筑性能，特别是温度调节效能。

木材-混凝土混合建筑的种类

在典型的房屋建筑中，木结构建筑常常建于混凝土地基之上，由此可见，木结构与混凝土建筑结合由来已久。还有几种方法可将木结构与混凝土有效结合起来，此外还有所谓的混合建筑物（图表一）。比如，当需要将商业用途的主楼层与上面的住宅楼层隔开时可采用混合建筑（图片二），或者，也可向现有混凝土建筑增加木结构和保温材料，从而大大提高保温性能。每种类型建筑的详细资料可见《混合建筑实例》（第六页）。



图表一 混合建筑物的类型

图片二 混合型建筑的常见结构：底层为商品房，上面为住宅。米桑建筑+设计+规划师事务所 (MITHUN architects + designers+ planners) 提供。



将木与其它材料共同使用的优势

木材与混凝土、砖石结合使用时，其优点仍可完好地展现出来。其它《国际建筑商系列》出版物，尤其是《6 木结构多单元住宅》中均有介绍。在此总结如下：



产品质量和耐用性

现代木材的制造、烘干工艺为产品带来了稳定的性能。工程木产品的强度和收益可预见性更高，如：

- 机械应力分级材 (MSR) 和指接材
- 金属板连接桁架
- 胶合层积产品 (胶合木)
- 单板层积材 (LVL), 平行木片胶合木 (PSL) 和层叠木片胶合木 (LSL)
- 木工字梁和空腹木托梁
- 定向刨花板 (OSB) 和胶合覆面板



经历几百年风雨的木结构建筑比比皆是，现代木结构建筑装备日趋精良，使用户想住多久就能维持多久。对任何类型的建筑物来说，要想能够长期使用下去，良好的湿度管理标准和保养等必不可少。而将这种设计应用于木结构建筑，必可保证其长期使用寿命。

技术性能

木结构建筑具有很多优良的技术特点：

- 增强的保温性能导致了较低的供暖制冷费用。与完全依赖非保温重砖石（石、砖、块料或水泥）的建筑技术相比，典型木结构建筑的能源有效性是它们的五倍。

- 低环境影响：与其它结构材料相比，木材对能源消耗、空气、水污染、温室气体释放等影响相对较小。

- 强度重量比率高：虽然木结构建筑重量轻，但它在最恶劣的条件下，如地震、飓风或台风等仍能支撑下来（例如，现代木结构建筑在1994年的日本神户大地震中表现出色）。木建筑比混凝土 / 砖石建筑轻得多，这就意味着，在给定的地基上可以创造出更大的居住空间。

- 隔音性能：隔音控制是建筑，特别是多用户建筑设计的重要考虑因素。所有建筑材料和施工技术均需精心选择，确保隔音效果达到要求。结构建筑很容易即可达到令人满意的隔音效果，木材与混凝土/砖石的混合建筑亦不难达到。

建筑灵活性

木建筑的设计灵活性很大，可以很灵活地为建筑物，特别是为屋顶增加有吸引力的外观而无须大额支出。另外，如果以后需要增加一扇窗户或其他部分，对于木结构建筑而言，这些调整非常容易进行。此外，木结构建筑还具有以下优点：



图片三

- 经济的空间：木框架墙包括气候保护、结构稳定性、保温以及内墙涂层，它构造紧密从而实现居住面积最大化。例如，38×140毫米的木板墙可容纳3.5RSI的保温材料（图片三）。

图片三 木结构建筑结构精密，小而轻的空间内包含保温、防风、防潮壁垒，内、外涂层。J. 巴罗 (J. Burrows) 提供



安装电气和机械服务设施的便利：内墙和楼层空隙用于铺设垂直和水平服务设施，包括电气、水管和暖气设备（图片四）。

图片四 服务设施可轻松装入内墙组装件中。巴罗提供



- 内部涂层：通常，木结构建筑包括所有内墙上的石膏板（图片五）。这种表层经济实用，为上漆、贴墙纸提供了光滑底层，同时具备一定程度的防火等级。而在外墙上，石膏板也可充当防风、保温材料。木结构楼层可安装不同的地板，如弹性地板、木地板、瓷砖和地毯。另外，地板完工前可在表面加上水泥或石膏板，以影响某些性能因素或方便安装楼层内部供暖系统。

图片五 石膏板带来了高质量的表面涂层及其它益处。巴罗提供

混合建筑物实例

上层为木结构的多层建筑

一种常见的混合建筑是底层为混凝土层，一至三层为木结构建筑（有时可达五层）（图片六）。这种结构使得两种建筑用途共存于一栋建筑之中，通常下面为商业零售区，上面则为住宅区。多层混合木结构是一种轻型、经济实用的建筑技术，可以达到所有标准对强度、防火、保温、隔音性能的要求，同时对地基的负荷大大减低，为解决不断增加的土地、能源和建筑成本问题提供了一种环保和可持续的解决方案。



图片六 混合建筑物融合了混凝土和木结构的最佳性能。APA-工程木协会提供。

《国际建筑商系列》出版物6.《轻型木结构多单元住宅》介绍了多层木结构住宅建筑的优势。将木材与混凝土/砖石相结合用于底层建筑时，木结构部分的所有优点即可展现（图片七和八）。影响此类混合建筑的主要因素将在以下章节进行介绍。



图片七和八 混合建筑物的装饰表层展现了其建筑灵活性。尼勒·斯丹尼斯克斯-多尔·亚当斯建筑师事务所 (Neale Staniszki Doll Adams Architects) 提供。



图片九和十 混凝土底层(图片九)和木制结构上层(图片十)的结合为我们带来了赏心悦目的环境。尼勒·斯丹尼多尔·亚当斯 建筑师事务所 (Neale Staniszki Doll Adams Architects) 提供。





在某些地区，木结构建筑可高达六层。最近就有一座六层木材-混凝土混合建筑，底层为商业零售区（混凝土制），上面5层木结构由46套住宅组成。



图片11



图片12

（图片十一、十二）该建筑物为15×30米，19.8米高，总面积为3,020平方米。底层（混凝土）3.8米高，住宅楼层（木结构）每层3米高。图片11威廉威尔森建筑师事务所(William Wilson Architects)图片12保罗耐特角石公寓(Paul Knight Cornerstone Condominium)提供的底层为混凝土、上五层为木制结构楼层图片。



图片13

图片十三 小规模建筑中，木结构建筑可增加到有混凝土底层的房屋上。Q-WEB 提供。

砖石建筑的木制屋顶

木制结构屋顶在经济实用、建筑灵活性、重量及长跨度能力方面无与伦比。砖石墙上可以很容易地盖上木制屋顶（图片十四、十五），这种混合建筑类型在欧洲很常见。常见的木屋顶系统包括：

预制轻型屋顶桁架和木制覆面板

梁（胶合木）和桁条（木材，LVL 或木工字梁）与木制覆面板（胶合板或定向刨花板）相结合

规格木椽和木制覆面板

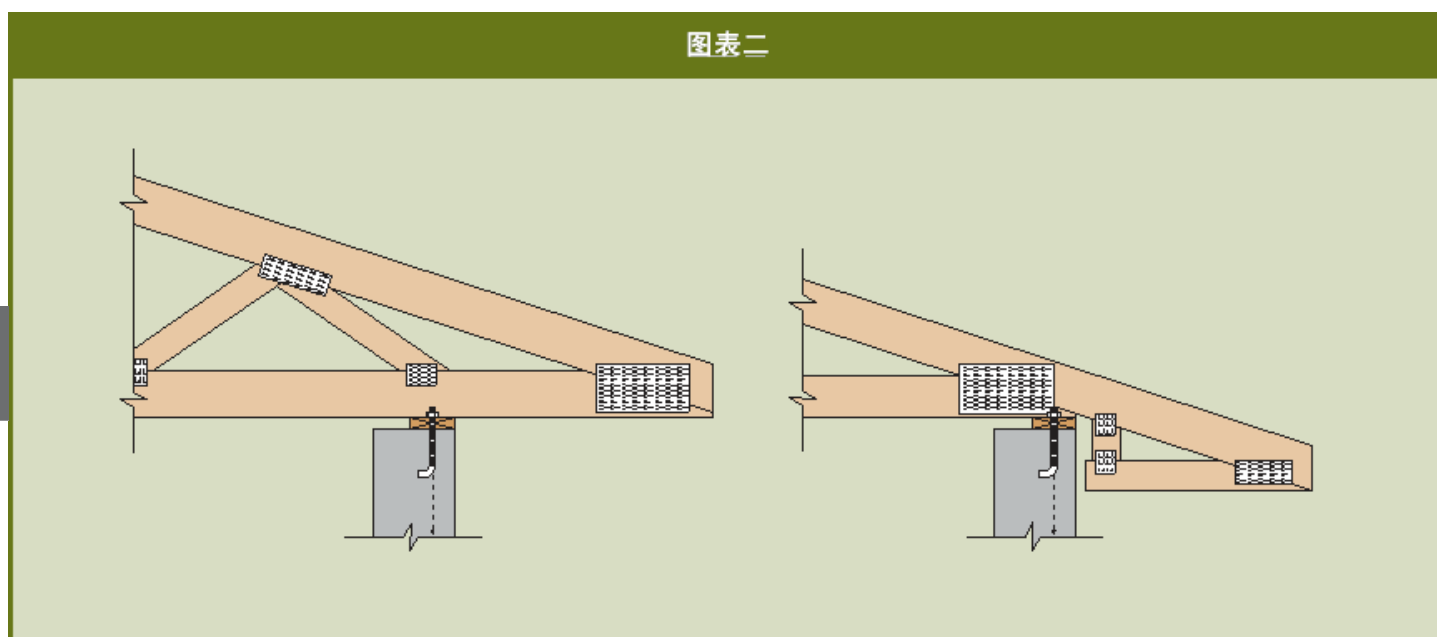
图片十四、十五：这些拍自中国的图片展示了木桁架在混凝土 / 砖石建筑中的使用。Q-WEB 提供。

木制屋顶安装迅速并且符合所有建筑标准要求。特殊固定装置镶嵌于混凝土中，可将木屋顶部分钉住。这种混合建筑结合了混凝土 / 砖石和木屋顶的优势：

- 保温性能高
- 重量轻
- 无需花费巨额资金，又有多种建筑形状可供选择。
- 将木与混凝土 / 砖石连接的五金零件随处可以买到



图表二



图表二 展示了两种屋檐处理。诸如此类的细节仅仅通过改变桁架设置即可达到。

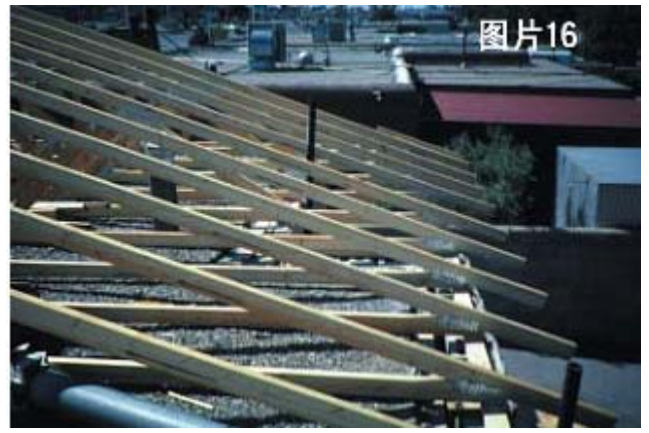
改装平屋顶

平屋顶建筑物加上木桁架屋顶进行改装的例子很多。在新的混凝土 / 砖石建筑物安装木屋顶的可行性和益处同样适用于改装平屋顶。

斜度解决了由于积水造成的漏水问题（图片十六和十七）。另外，屋顶的形状可以改善建筑外观：一座普通的建筑物瞬间成了万众瞩目的焦点（图片十八）。加盖倾斜式木屋顶还可轻松升级这部分建筑外壳的保温性能。此外，通过调整屋顶桁架的形状，屋顶空间可以通过最低限度地增加建筑物高度来提供居住空间（图表三）。

图片十六、十七 平屋顶的问题可通过在现有平屋顶上增加有斜度的轻型屋顶来解决。
APA-工程木协会提供。

图片十八 增加斜屋顶除了可增加楼层空间外，还可提高办公楼的美观。J. 巴罗 (J. Burrows) 提供



图片16

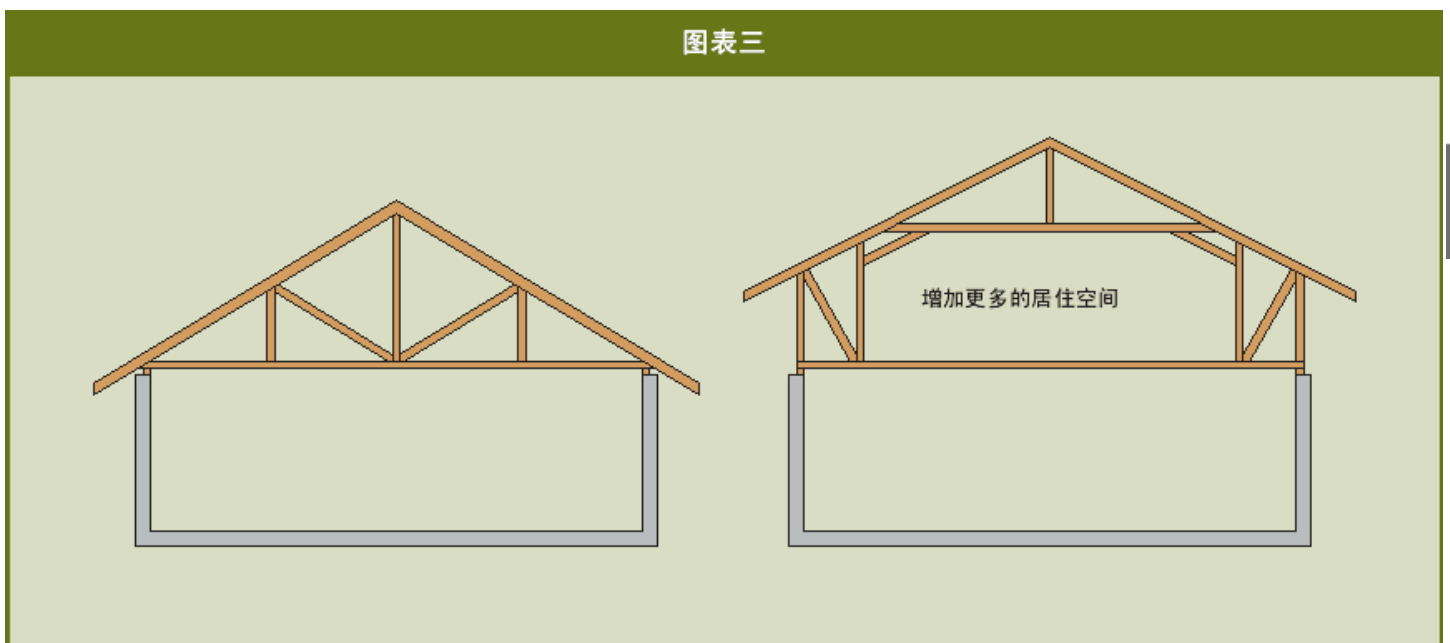


图片17



图片18

图表三



图表三 改变桁架布置可以增加居住空间

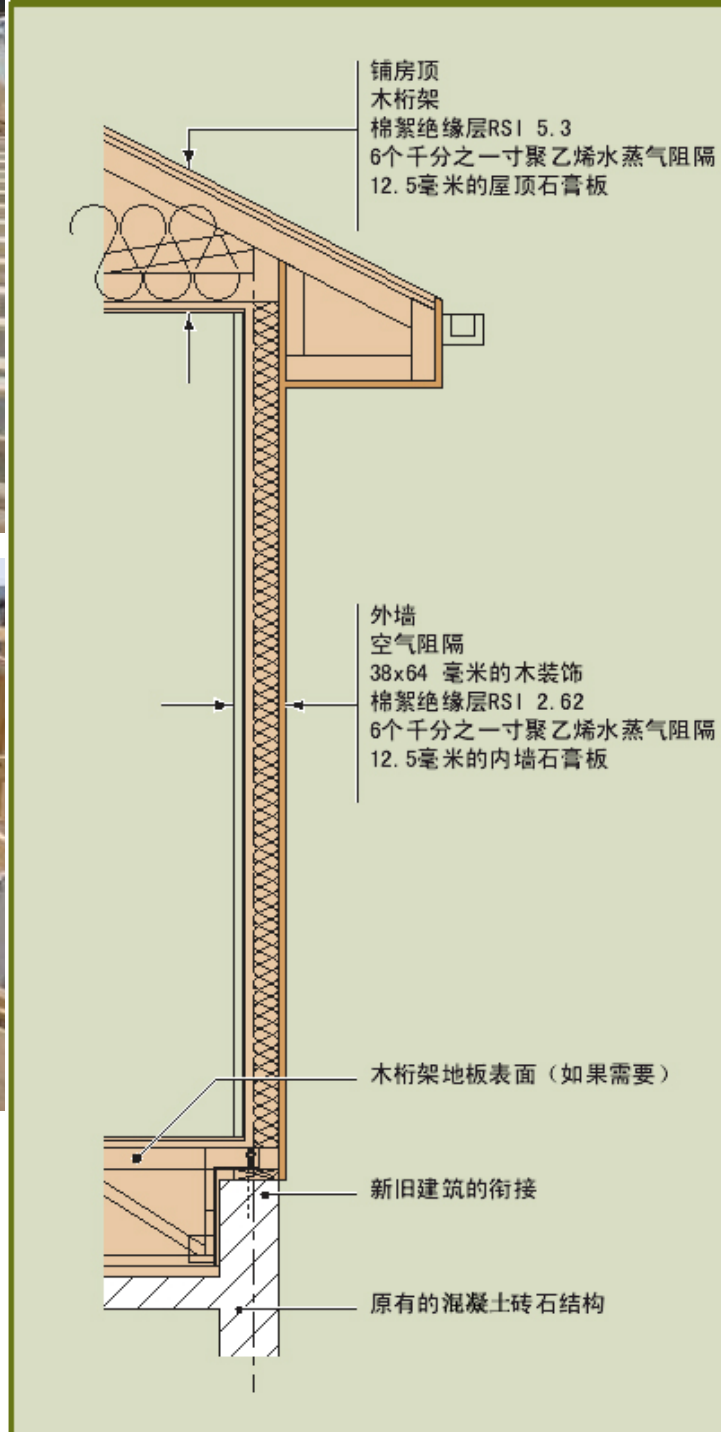
增加新楼层

在现有的混凝土 / 砖石建筑物上可轻松增加一层木结构建筑。木结构的轻便使其无需改变建筑物地基而可灵活地增加楼层。如果混凝土屋顶比较好用，则可充当新楼板使用；如果现有屋顶不好用，则可另建木制楼板，而无须依赖于原有屋顶（图表四）。



10 最近在中国（图片十九至二十二）刚完成的样板展示项目表明，木建筑材料和技术以及木结构产品的舒适、节能、环保性能对当地建筑商来说还是新事物。顶层木结构的使用增加了住宅的销售利润，因为它在不增加地基负荷的同时可使楼层空间增大。尽管样板房是新建起来的，但这种混合建筑的主要目的在于扩大现有住房并使之现代化（图片二十三）。

图表四



图表四 所增加楼层的部分



亚洲的住房通常都有增强混凝土制的平屋顶（厚度 100–200 毫米），四周建有低护墙（高度通常为 1–1.4 米）。护墙由泥砖砌成并刷上水泥浆，条件好一点的房子则使用增强混凝土。无论采用何种方法，护墙的结构必须要完好无损，以保证新的木建筑与现有的混凝土 / 砖石得到充分连接。

图片十九-二十二 中国这一建筑项目展示了如何在混凝土屋顶上加盖新楼层，并使居住面积增加三分之一。
加拿大木业协会提供。



图片21



图片23



图片22

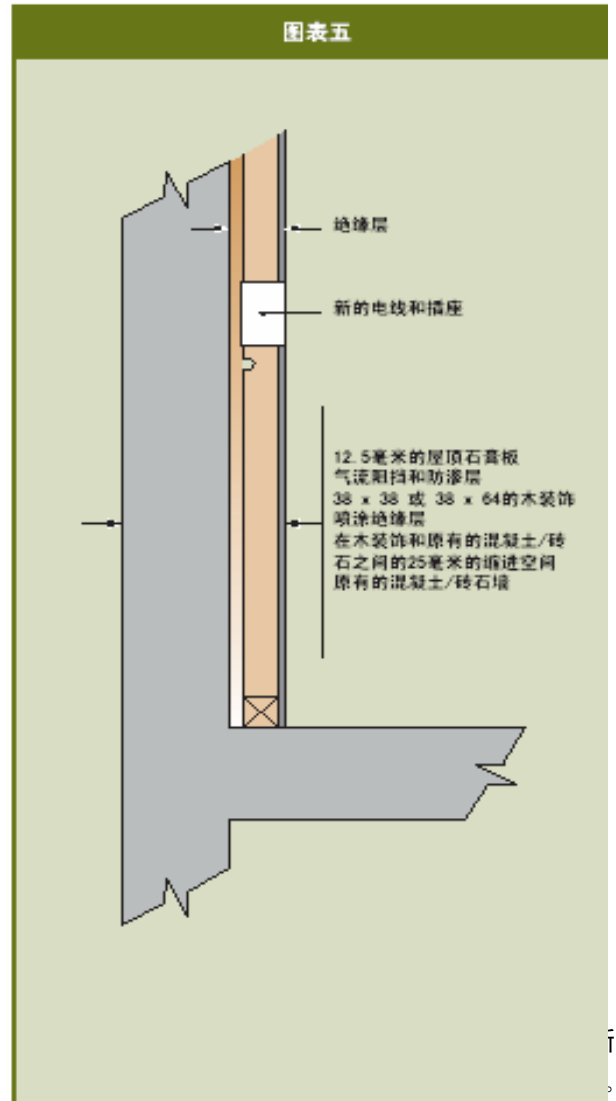
图片二十三 木材-混凝土混合建筑为旧房屋的改造、利用提供了新的选择。
Q-WEB 提供

保温升级

许多较旧的低层公寓达不到目前的保温标准, 这样会对住户居住的舒适度产生不利影响, 导致暖气费用增高及其他建筑性能问题。对此, 要想保持外墙外观, 在外部填加保温材料称得上是不错的选择。尽管居住空间会稍有减少, 但内部翻新却带来了其他好处, 比如, 更新了外墙电力服务设施, 并可带来优质内墙表层。

首先, 去除旧的内墙涂层, 露出砖石表面; 接着, 在距砖石约 25 毫米处安装木板 (通常 2x2, 2x3 或 2x4, 取决于可牺牲的空间大小); 然后, 安装电线、匣箱 (如果需要的话); 再安装棉絮或喷洒型保温材料。使用这类材料时, 若为湿润状态, 安装石膏板时需将多余部分刮去; 若为干燥状态, 则可将其喷入石膏板上的洞孔中。施工时要非常小心, 以防内部水分转移至建筑外层。

通过增加木墙、保温材料和合适的墙面装饰材料 (石膏板), 基本无需牺牲居住面积就可轻松提高混凝土墙的保温性能 (图表五, 图片二十四)。然而, 典型水泥墙的 RST 值可能仅有 0.34, 而同样的墙, 增加木框架和 7 厘米厚 (3-1/2 ") 绝缘材料后, 它的 RST 值可提高至 2.1。



图片二十四 以混凝土/砖石墙做框架为保温材料的安装和内置墙的建成提供了条件。使用棉絮或喷洒型保温材料均可。加拿大国家林业研究院 (Forintek Canada Corp) 提供

补充

1996年，加拿大一座4层30个单元有着86年历史的公寓楼为提高性能而进行重修。工程涉及到在建筑物实砖（泥砖）墙上增加内墙保温材料。之后，研究人员对该项目进行紧密跟踪，确认建筑物的长期性能，特别是实砖石墙的耐用性是否会受内墙收缩和循环供热压力影响。

有两点需要考虑——一是外部向建筑物空隙漏水；二是漏气造成的内部水分转移。首先，喷洒测试确认砖石墙容易让水分从外部渗透进来，对此可采取防雨水渗透措施，对砖石墙进行修补；其次，设计并建筑石膏板装饰层来消除缝隙。

改装后的墙结构其性能由监控机构进行评估。评估过程需记录墙体截面各个点的热度、通气和湿度条件。顶部阁楼中木质连接的湿度也属监控对象。雨水受潮方式也被记录下来，以确认雨与所记录下的墙体截面状况之间的联系。当地气候条件和室内相对湿度、温度也需跟踪记录。

对代表所有高度和楼层状况的六处墙体进行监控。检测仪器与安放在建筑物里的多频数据记录器相连，每隔30分钟收取数据，这样连续进行15个月。



内置墙和间隔

木结构框架可作为内置墙（图二十五）和内部间隔墙（图二十八）而有效应用于低层混凝土公寓建筑物中。同样，由于木框架墙的高密度优势，在使内部空间最大化的同时还可达到墙体保温、结构、隔音、防火的所有要求。在工地外生产内置部件，如木框架、保温材料、空气、蒸汽隔离设施、门窗和内墙涂层等，将成品装入混凝土开口并固定，这样有望节约成本。在有些情况下，木内置墙和间隔的轻便性也可节约地基成本。

最后一步可添加外部覆盖装饰，数量不限。尽管强风承重或大的窗户开口可能影响所需木墙骨的规格，但规格总体上取决于木墙骨间保温材料空间所需深度。内置墙与钢结构或砖石墙的成本比较表明，木制结构在欧洲和中国等亚洲国家非常有竞争力。对木内置墙进行批量生产会进一步降低成本。

就内部间隔墙生产而言，木结构间隔墙也非常具有成本效益。建筑的高度和居住限制需要依据相关建筑标准进行确定，但总体来说，木结构间隔可以满足许多低层和高层建筑的防火要求。



图片二十五 木制结构外墙从建筑物的周边插入，这是唯一的原版照片。Q-WEB 提供



图片二十六 混凝土建筑物中的木结构间隔，这是唯一的原版照片。Q-WEB 提供



14

总体考量

混合建筑物是木材与混凝土 / 砖石两种特质不同的材料的结合体。要加盖屋顶或一层木结构时，考虑的重点应是木材与混凝土 / 砖石的连接问题。同时也需兼顾其他常见的建筑学要素，如湿度管理、图纸论证、细节处理、保温等。对木结构超过一层以上的混合建筑来说，还有其他影响因素。设计须考虑到收缩造成的规格变化，而侧面承重和束缚力尤为重要。



建筑标准

在北美，以地面水平（喷水系统水平）为准，木结构建筑通常不超过四层，这就意味着如果主层为混凝土建筑，上面可盖三层木结构。某些地区，达到特定条件的话可再多盖一层，条件如下：在主层（如水泥板）和上层间提供三小时的建筑时间间隔；最上面四层为住宅；整个建筑须有一个自动喷水灭火系统；楼高不超过 19.8 米；必须有特别安全通道系统。另外，木框架部分，主要是侧面抗压因素需经特别检验。

图片27



图片二十七 这种混合建筑物位于地震高发地区，旨在抵抗预定设计承重。米桑建筑师+设计师+规划师事务所 (MITHUN architects + designers+ planners) 提供。

侧面承重系统

混合建筑物将相对较硬的低层混凝土楼层和相对灵活的上层木结构结合起来。需对其进行固定侧面分析，以确定在地震承重情形下如何应对。建筑标准一般要求把混凝土和木结构作为两座不同的建筑物进行分析，将木结构的地震剪力基数加到混凝土建筑的基数之上（图片二十七）。侧面承重抵抗系统包括将木部分与水泥底层的充分连接，保证木楼层之间互相连接从而在地基和屋顶之间产生束缚力。

对于混合建筑物的木结构部分，由剪力墙和隔板提供侧面承重抗力，其表面由结构木板如胶合板和 OSB 板做成。这些结构因素在设计范围内保持了高硬度和高强度，达到负荷极限过程中，它将继续支撑高承重，同时逐渐弯曲。此外，在坍塌前，这些装配件能够吸收大量能量。在剪力墙门窗开口处，须采取剪力墙性能保护措施。可通过设计、安装金属带或其他装置来转移开口处周围的剪应力。

低层内含木墙骨的墙比上层要承受更高垂直重量，因此，除了增加低层的剪应力抵抗，还需压缩木块，使之更加紧密。

防火

建筑标准对木结构建筑的高度和面积做了限制。全球许多建筑标准通常允许木结构多层住宅楼达到四层，但有些地区对高度却不作限制。安全措施包括：要求间隔住房单元的楼层和墙达到一定的结构防火等级。针对较大型建筑物，建筑标准要求增设其他防火措施如采用喷水灭火系统、提高负重结构因素的防火性能。美国大部分标准要求四层住宅楼不管是木、钢还是混凝土建筑，都必须有喷水灭火系统，并达到同样的防火等级（一小时）。

混合建筑物通常底层与上面楼层用途不同，因此要求底层以上的楼层/天花板建成防火隔离，防火等级通常为两小时。对于木结构而言两小时防火隔离很有可能实现，但混合建筑物中底层或底层天花板/楼顶通常为混凝土。对混合建筑物中木结构部分的防火要求通常与面积、高度相似的全木结构建筑相同。

火灾损失统计和研究表明，木结构多层住房与其它任何材料建成的住房相比，安全性大致相同。木结构建筑物的防火性能基于多年经验与大量测试，包括对实际建筑物的测试而得出。使用常规木搁栅架、木桁架和木工字梁建成的木制墙、楼板和屋顶在石膏板的保护下，经设计可达到两小时的防火等级，这是北美标准对住宅房屋的最高要求。石膏板不仅在火灾发生后一定时间内对结构部件提供重要保护，还可提供经济实惠的内墙装饰层。



规格变化

对于混合建筑物，必须要考虑到木结构部分会收缩而混凝土部分却不会。只要意识到这一现象，就可采取设计、建筑方面的措施，确保收缩造成的损失不会影响到内部装饰和建筑外壳。

通过使用窑干木料（KD）等湿度低的木产品或木工字梁等工程木制品，也可将收缩降至最低。无论如何，在施工现场对木制品的妥善保管会降低水分摄取从而减少完工后建筑物的规格变化。最大限度降低收缩对建筑装饰影响的方法之一就是，根据实际情况，推迟内装饰安装，使大部分木材产生收缩。例如，规格要求内装饰安装前湿度为 12% 或者更低，可利用移动烘干机进行干燥。



木桁架

所有类型的木材-混凝土混合建筑物有一个共同点，即，屋顶采用木桁架（见《国际建筑系列》第二册木桁架）。这表明木桁架是任何建筑标准都认可的上佳选择。设计软件和先进的制造工艺使得生产适合各种屋顶形状，又能达到强度要求的木屋顶桁架成为可能。木桁架用途广泛并可与其它结构产品兼容，可连接至其它工程产品、钢材或混凝土。

木桁架广泛用于单户、多户住宅、办公机构及工业、商业建筑，并通过三角状的梁腹和桁弦将承重转移至反应点（图片二十八）。这一形状产生了较高的强度重量比，从而能够使用比传统木框架更长的跨度，为楼层设计提供了更大的灵活性，几乎可将其设计成任何形状、规格，生产能力、运输条件和保管则是唯一限制因素。木桁架是通过把电镀钢架板压入提前切割并固定于装配架上的木构件中进行预制。



木与混凝土的连接

将木结构建筑用锚栓与水泥地基相连是常见做法，同时，这也适用于木材-混凝土混合建筑。无论是在混凝土建筑上加盖木屋顶还是在混凝土底层上面建筑多层木结构，木材与混凝土的连接设计和施工必须达到所期望的负荷强度。



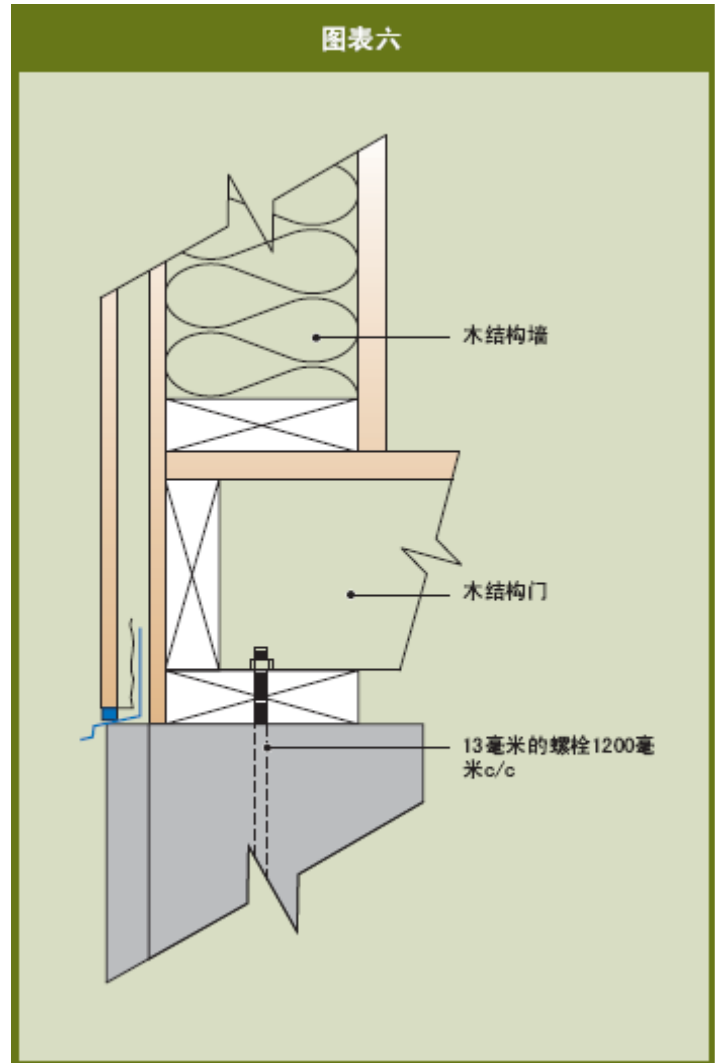
图片二十八 木桁架依靠优质木材和齿状金属片连接器为众多屋顶形状提供结构可靠性。J. 巴罗 (J. Burrows) 提供



木墙壁与混凝土 / 砖石

将木剪力墙安装到混凝土板的方法通常是在水泥施工中安装锚栓或在干燥的混凝土上安装机械或胶粘锚栓。定位固定螺栓(图表六) 要求高度精准以确保剪力墙的承重能力不会因螺栓错放在离木板边缘太近的位置或是松弛安装在用于弥补校准误差的特大钻孔中而有所削弱。另外, 如果将固定螺栓钻进石板, 那么钻孔有可能会损坏部分起加强作用的钢。通常的弥补措施就是在混凝土板上进行额外强化, 另一可行的方法就是将钢板铸进水泥, 再将螺栓焊接到钢板。

建筑标准要求螺栓和基木孔要对得严丝合缝。基木螺栓孔通常不应超出螺栓直径 1.6 毫米(1/16")。螺栓一般铸于混凝土中, 这时螺栓孔的位置必须精确, 这样预制的墙壁单位才可准确地放下并套在螺栓上。如果为方便安装基木而采用大型号螺栓孔, 那就需要将螺栓与孔之间的环型空间填满, 以防侧向受力时产生滑动(图片二十七)。这可通过在螺栓孔中安置金属管、在螺栓孔和套筒之间填充水泥浆来解决。一般要有隔膜将混凝土与木材隔开, 或是对基木进行处理。



图表六 定位固定螺栓是将木结构与混凝土建筑进行连接的最常用的方法。





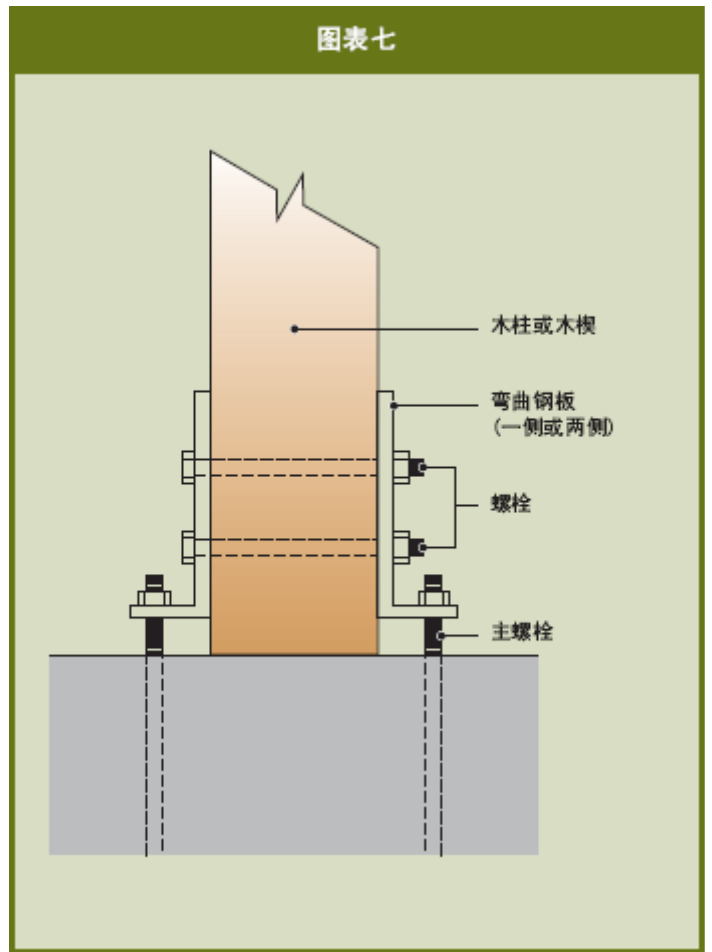
图片29

图片二十九 为了实现负重转移最大化, 在钻孔内的环型空间中插入金属套并灌入水泥浆。保罗·耐特 (Paul Knight) 提供



图片30

图片三十 可使用特别连接使受力在楼层间转移 (加拿大木业协会提供)



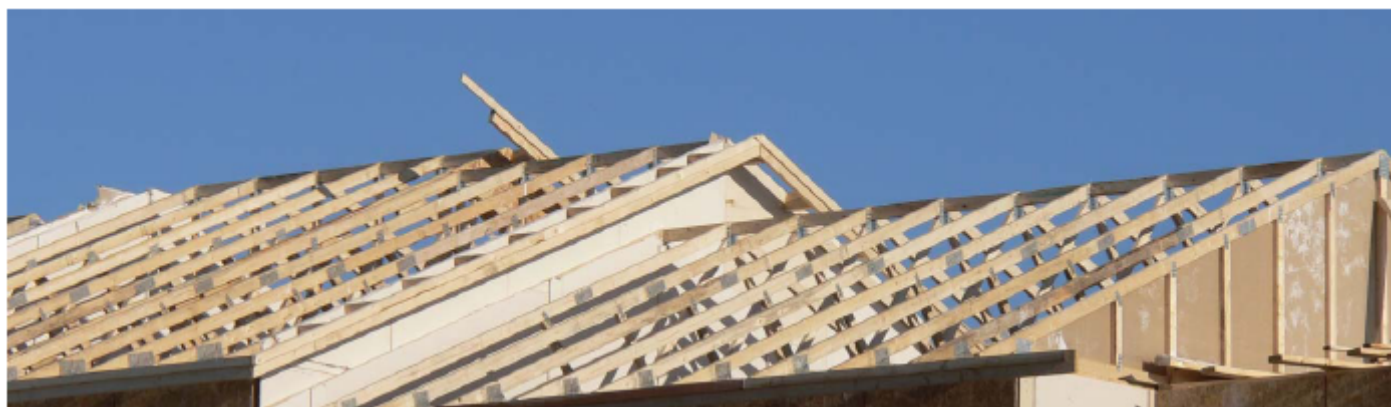
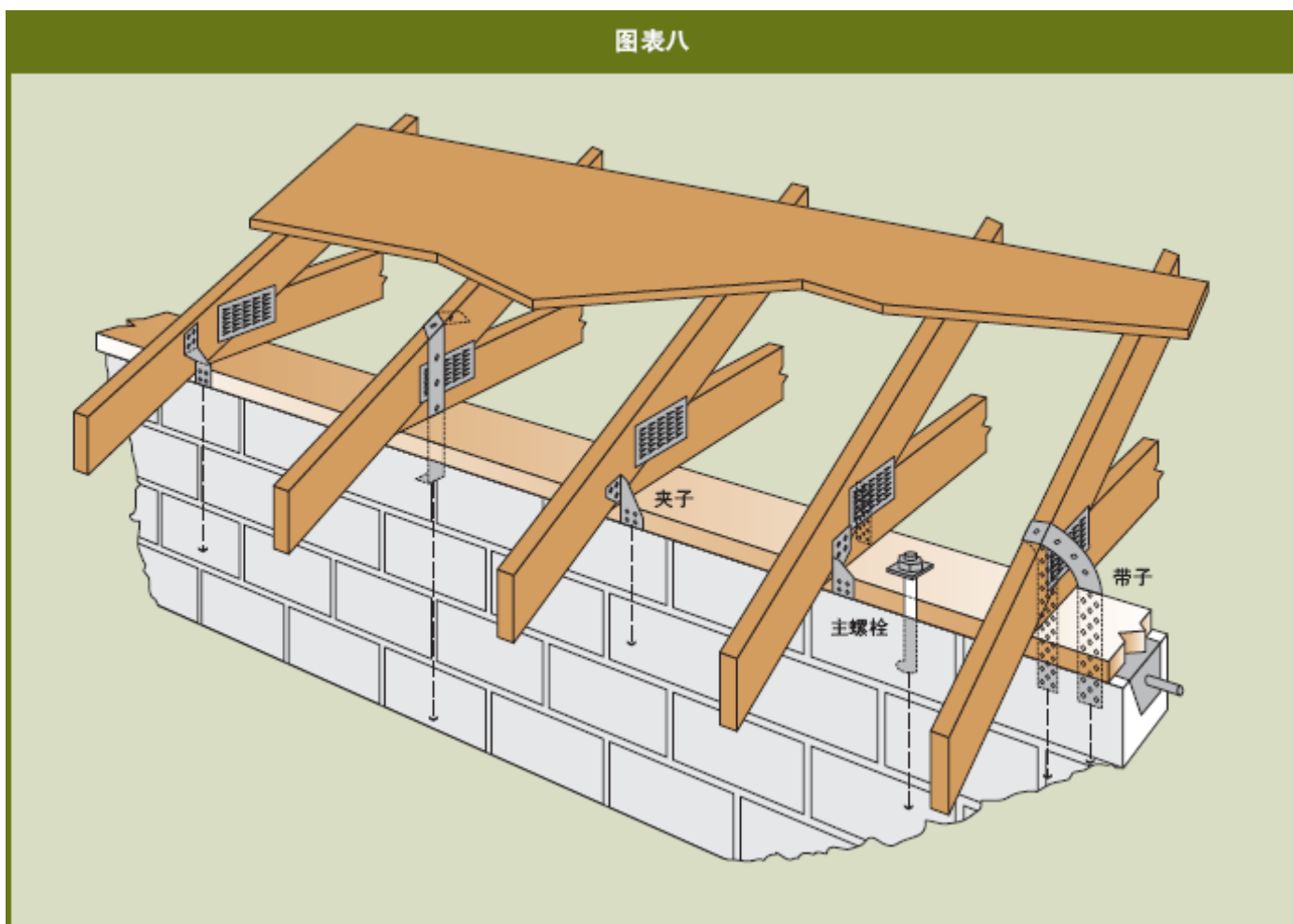
图表七

在某些情况下, 可安装特别的栓系设备以阻止受力向上转移 (图表七和图片三十)。

木屋顶与混凝土 / 砖石

无论是将木屋顶与木结构墙壁还是与混凝土 / 砖石墙相连，有多种用于固体连接的五金工具可供选择（图表八）。无论何时都要确保屋顶和地基间存在持续载荷通道。

图表八



结论

欧洲和亚洲对木结构建筑抱有极大的兴趣，原因在于它施工快、成本低、经过了时间考验，可打造出舒适、安全的多户居民住房。木材-混凝土混合建筑，即木结构与混凝土的结合体，为建筑设计师改进建筑性能、增加居住空间提供了多种选择。

木结构无论是在现有建筑物上增加楼层，还是在现有平屋顶上加盖有斜度的屋顶，都绝对是经济实用。三层或三层以上木结构楼层可以加到混凝土主层上，从而建成一座轻型建筑物，同时木结构住宅层下面有一个高效隔离层。或者，木内置墙和间隔也可用于混凝土建筑的外部 and 内部装修。随着能源价格不断上涨，木结构和绝缘材料是改进保温性能的有效办法，其成本可因能源的节约而很快收到成效。

有关如何提高建筑性能、规格的详细资料，请通过网页提供的联系方式与我们联系。





APA-工程木协会



Canada Wood
加拿大木业协会

加拿大木业协会: 有关详细资料,
请与我们的办公室联系:
加拿大木业协会总部
网址: www.canadawood.cn

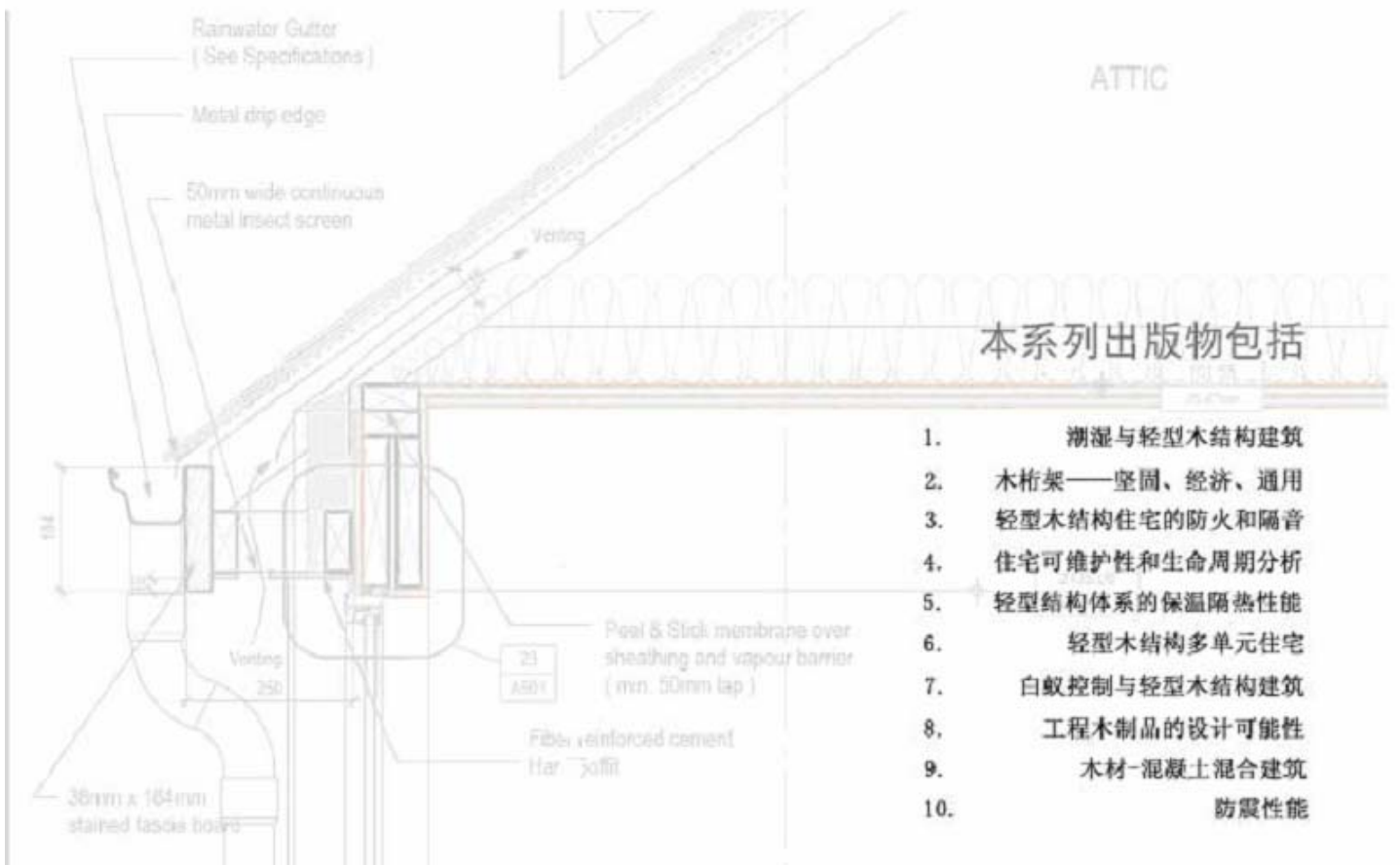
加拿大木业协会中国办事处
加拿大木业协会北京办事处
中国北京朝阳区建外大街甲
24号东海中心909室
邮编 100004
电话:(86-10) 6515 6182
传真:(86-10) 6515 6184

加拿大木业协会欧洲办事处
12A[55.20] Place St éphanie
B-1050 Brussels, Belgium
电话: (32-2) 512 5051
传真: (32-2) 502 5402
E-mail: info@canadawood.info

加拿大木业协会日本办事处
Tomoecho Annex-1[74.30]19F
3-8-27 Toranomon
Minato-ku
Tokyo 105-0001, Japan
电话: (81-3) 5401-0531

加拿大木业协会上海办事处
上海浦东新区红枫路425号
邮编 201206
电话:(86-21) 5030 1126
传真:(86-21) 5030 2916

加拿大木业协会英国办事处
Suite 8, St-Albans House
40 Lynchford Road
Farnborough, United Kingdom
GU14 6EF
电话: (44-1252) 522545

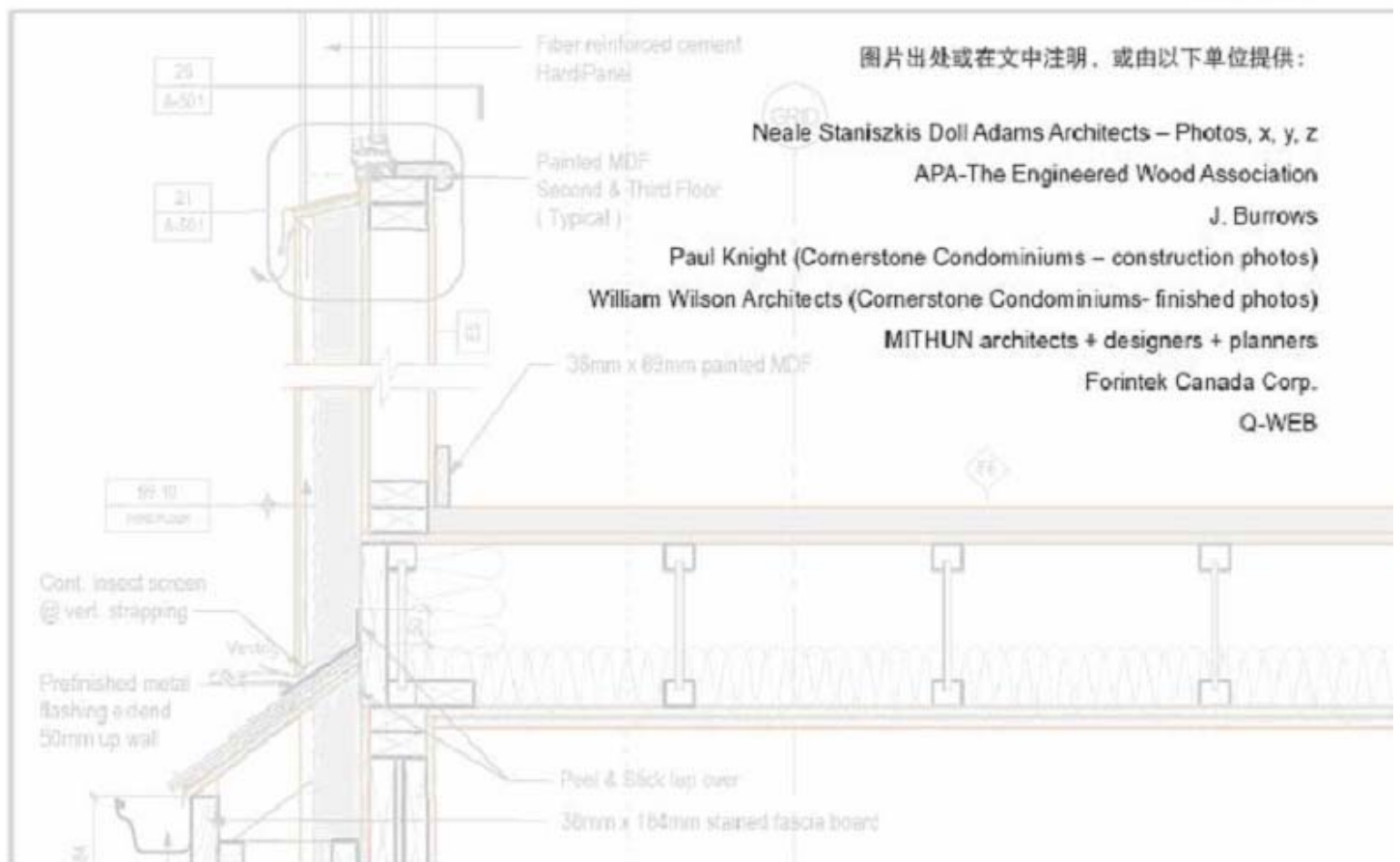


本系列出版物包括

1. 潮湿与轻型木结构建筑
2. 木桁架——坚固、经济、通用
3. 轻型木结构住宅的防火和隔音
4. 住宅可维护性和生命周期分析
5. 轻型结构体系的保温隔热性能
6. 轻型木结构多单元住宅
7. 白蚁控制与轻型木结构建筑
8. 工程木制品的设计可能性
9. 木材-混凝土混合建筑
10. 防震性能

A.302 Detail Section @ Ext. Wall Day Window Solid Roof

图片提供 1/10



图片出处或在文中注明，或由以下单位提供：

Neale Staniszkis Doll Adams Architects – Photos, x, y, z

APA-The Engineered Wood Association

J. Burrows

Paul Knight (Cornerstone Condominiums – construction photos)

William Wilson Architects (Cornerstone Condominiums- finished photos)

MITHUN architects + designers + planners

Forintek Canada Corp.

Q-WEB