

# 木建筑

WOOD ARCHITECTURE

(英) 卢斯·斯拉维德 (Ruth Slavid) 著  
周志敏 陈海明 译



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

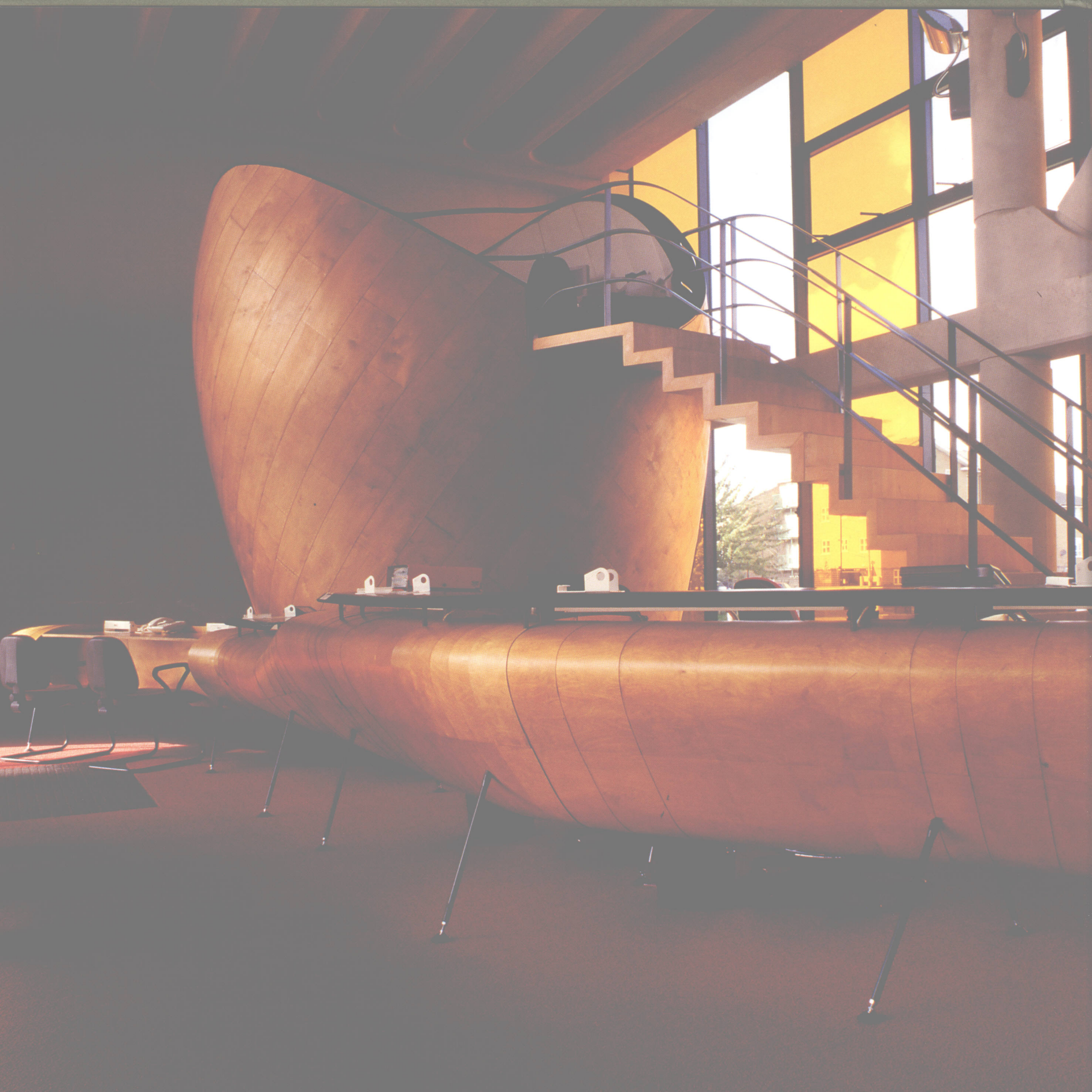
# 木建筑

WOOD ARCHITECTURE

(英) 卢斯·斯拉维德 (Ruth Slavid) 著  
周志敏 陈海明 译



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)



对 页：伦敦南部的帕克汉姆图书馆，建筑师奥尔索普在独立的“壳体”外铺曲线型胶合板，在其他类似大型面板中，采用了同样的胶合板

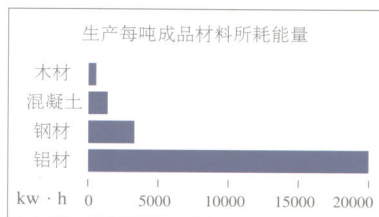
下 图：生产  $1t$  木材建材所消耗的能量要低于生产相同重量的其他主要建筑材料（资料来源：澳大利亚森林及木材产品研究发展公司）

右 图：有效管理的人工林，位于美国华盛顿州，是木材建材供应的最有效、最环保的可靠途径

木材是一种现代化的建筑材料吗？如果看了本书中所收录的工程实例，你肯定会认为答案毫无疑问：“是”。但仅仅在几十年之前，这个问题的答案却引起了非常大的争议。溯本追源，最古老的著名木建筑是波兰发现的原木住宅，大约建于公元前700年，但最近一段时期，在技术前沿的建筑材料里面，几乎看不到木材的身影了。

在工业革命的伟大时期，人们关心的是如何将建筑物规模建得更大，超过以往。随着人们对铸铁以及后来的钢材潜力认识的不断提高，加上钢筋混凝土也发展成熟了，木材就处于一个比较尴尬的地位。这种传统的建材看来只能用于地方民居、简易住宅或者小型人行天桥了，而在那些大型建筑里已经失去了用武之地。

但是目前这种尴尬状况正在改善，两大因素在改变着木材的这种地位。一个是环保运动的不断深入，以及由此引发的人们对传统建筑工艺的兴趣在不断增强。如果采取适当的林业技术，木材是一种可再生的材料，而且满足环保要求，完全可以为人们所接受。在树木生长过程中，它会吸收空气中的二氧化碳，并且在木材的整个生命周期内，二氧化碳都封存在木材中，即使木材重复再利用也一样。在“耗能”方面，相比其他建筑材料，木材也很有优势，生产单位木材所需能源总量要更少。例如，生产  $1m^3$  ( $35ft^3$ ) 粗锯的木材，需要耗费  $750mJ$  的能量，而生产  $1m^3$  钢材，则需要  $266\ 000mJ$  能量， $1m^3$  铝材则更高，达到  $1\ 100\ 000mJ$ 。与其他建材相比，木材密度虽然低一点，但相对于重量而言，其优势还是很可观的：生产每千克 ( $2\ 1/4lb$ ) 木材需要  $1.5mJ$  能量，但每千克钢材则需要  $35mJ$ ，铝材则需要  $435mJ$ 。



与此同时，另一个因素则是随着胶合板材料的发展、膜结构的了解以及对树木整体利用能力的提高，包括将木材废弃物制作成板材，木材在工程上获得比以往更充分的利用。当然，这得部分归功于生产商



的别具匠心，虽然它离不开想像力丰富的建筑师和工程师的鼓励，而在另外一方面，对木材的重视也是出于人们希望改变现状的正常工作。

### 一种与众不同的材料

与过去的木材相比，如今的木材已经大不一样了。这就正如农业革命改变了农作物和家畜的特点一样——所以，虽然“猪”这个词在中世纪和现代都被人们耳熟能详，但猪本身却在这期间发生了很多根本性变化——木材也同样在改变。一开始，木材来自于原始森林，在亚洲和南美洲，人们开始试图结束这种耗尽他们森林资源的做法之前，砍伐原始森林的做法一直没有得到制止，这个转变过程几个世纪前欧洲同样经历过。取而代之的途径就是利用人工林，现在几乎所有的木材都取自人工管理的二级或三级森林。造林学是一门复杂的学科，它尝试在木材生产和环境保护相关问题之间寻求平衡，这些问题包括从森林中的自然动物爱护到水资源的保护，但是在相对快速增长的商业回报面前，这种努力总是承受着不小的压力。

举个例子，在美国，直到 20 世纪 20 年代，人们还相信只有原

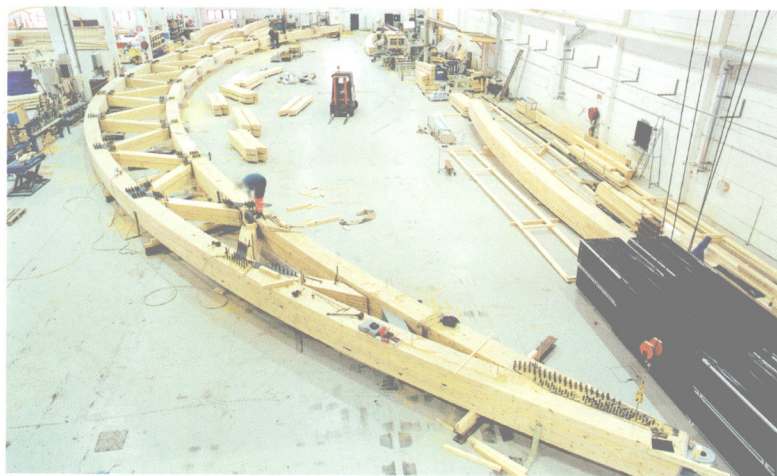
始森林中年代久的木材才适合用作建筑材料。随着人们逐渐明白树木长大后就可以砍伐利用,情况才发生了改变。但是对树木的二次利用就意味着森林中会留下许多幼小树木。大部分情况下,人们认为从一棵小于30年的树上取得的木材要比从成年的树上取得的木材要柔软。而且其直径也要更小,这会增加大型结构构件的材料成本,比如一直到19世纪后期都普遍采用的大型地板。另一个不容忽视的问题是木材的生产具有季节性特点,当然如果你购买那些大批量砍伐和储存的标准木材时,这个影响可能并不会马上显露出来。但是比如那些专用胶合板生产商们就会发现这样一个事实:建筑师们对秋天蛰伏期内砍伐的木材基本不感兴趣,这个发现导致的直接后果就是,在来年的夏天,此类木材的库存就会相应减少。

解决上述木材供应问题的一个办法是由专业人员砍伐树木,然后将木材分等级,这就可以保证建筑师们能够准确获得他们想要的木材,这就与钢材及混凝土一样,已加工的木材产品要比“天然”木材具有更好的连接性能,同时由于划分等级可以降低原材料浪费,人们还能在精神道德上获得满足感。然而,环保纯理论家们可能会关心连接木材的胶水和树脂的特性,而且还会涉及到回收利用的问题。

## 胶合

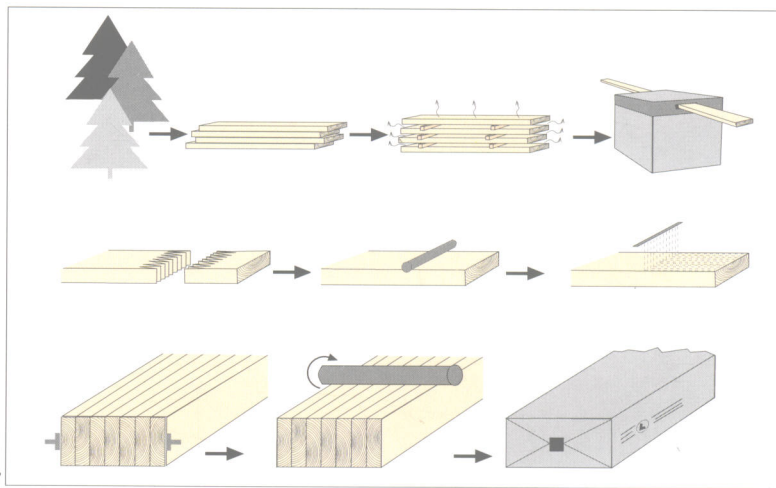
在木材的所有工程应用途径中,可能最具有影响力的就是“胶合板”,它是用胶水碾压木材所成木板的简称。这是一种工程结构上的木材制品,通过将多块木材薄平板预压胶合制作而成。制作之前木材薄板就按照强度等级区分开来。这些薄板可以是直线型的,也可以是曲线型的,而且还可以制作成各种截面,以满足工程结构上的需要。

在早期采用胶合板建造的建筑物中,包括一个位于曼彻斯特市



左图: 如图所示挪威莫尔夫的大型专业化木材生产厂, 可以生产复杂的大跨度曲线胶合板构件

右图: 图表摘自斯文斯格特·利马查AB公司(瑞典胶合板生产公司), 图示胶合板的制作过程: 先是薄木板条, 将它们连接起来长度, 然后根据预定用途, 用胶水粘在一起, 同时还能增加强度



老卢梭尔梅教堂的灯笼式屋顶, 其支撑大梁为曲线型胶合板, 建于1827年, 在1962年遭到破坏之前它一直保存完好。另外, 南安普敦的金爱德华大学的大会堂也采用了胶合板技术。但是这样的工程实例还不是很常见。究其由来, 胶合板这种技术起源于德国的一些早期工程, 卡尔·弗里德里希·冯魏贝京在其设计的公路桥梁中曾经利用到胶合木板。虽然很多工程中人们都是采用胶水粘结的胶合板, 比如阿尔腾马克大桥, 但通常比较安全的技术是用螺栓将木板连接起来。

而法国人则提出并发展了曲线型胶合板的技术。1825年, 阿曼·德·罗斯·艾米试验性地将这种技术应用到位于马拉克的一座房屋屋顶, 工程所在地就在巴永尼附近, 他将水平薄木板起拱, 制作成曲线型胶合板构件。但是在胶合板技术发展过程中, 其间也遇到过一些挫折, 例如19世纪50年代发展起来的炼钢技术更是压缩了大跨木材结构构件的需求, 因为在某些情况下, 木构件容易出现腐烂的问题, 或者胶合板的胶水会过期等等。直到1906年, 一位魏玛工厂里的科学家, 奥托黑泽尔注册发明了采用酪素胶胶合板的技术, 胶合板在工程结构中又迎来了新一轮的发展。可惜由于这种从牛奶中提炼的酪素胶抗湿性比较差, 限制了其更广泛的应用。而胶合板技术真正成熟还是依靠现代胶水技术的发展, 诸如具有防水性和耐热性的间苯二酚和三聚氰胺甲醛树脂。

左 图：英国最早的胶合板工程之一，滑铁卢拱形大门，位于英国剧院，1951 年建成，但后来被毁坏

下 图：建筑师普林格理查德夏洛特设计的抛物线拱形结构，位于谢菲尔德冬季公园，2002 年完工，其造型不禁让人回想起以前的滑铁卢大门



在英国，胶合板的应用则要追溯到 1951 年英国剧院的修建，剧院采用了抛物线拱形大门。20 世纪 50 年代的英国建筑界，例如圆锥体和双曲抛物线体的建筑造型比较受欢迎，而这些造型一般都是用胶合板制作。胶合板开始在教堂之类建筑物中得到推广，从审美上而言，两者也似乎比较搭配，另外，在游泳池和冰球场，胶合板也具有一定优势，因为这种潮湿的场地对于钢结构和钢筋混凝土结构是非常不利的。

到了 20 世纪 70 年代，随着制作弧形梁技术的发展，以及在南欧一些国家修建了大型车间来制作更大标准截面规格的直线梁，胶合板成为了一种很常见的建材。自然而然，这种势头导致 1985 年到 1995 之间英国的胶合板消耗量成倍增长。

而最近一些应用胶合板的工程则非常具有代表性，堪称胶合板建筑典范。比如英格兰北部的谢菲尔德冬季公园，设计师是普林格·理查德·夏洛特。公园主建筑采用了抛物线拱形结构，这些抛物线拱承担建筑物自重，而且重力作用线位于拱范围内，受力非常合理。胶合板由落叶松木材压制而成，这种木材相对而言比较坚硬，可以最大限度减少公众场合建筑物的损坏，如果公园不会长期处于潮湿状态的话，这种木材可以确保足够经久耐用。从谢菲尔德冬季公园这个工程实例中我们可以看出，胶合板不仅可以提供精巧的结构支撑作用，而且还能丰富建筑物造型。在工厂预制安装很方便的条件下，胶合板更是一个协调发展的技术途径。

### 其他工程应用形式

还有一种类似的新型层压木材建材称为层压薄板木材（LVL）。这种薄木板由原木一层层剥下来（类似于制作胶合板的木板，但是要更厚一点），然后再截成更短的长度，将这些薄木板重叠上胶，得到所需要厚度的材料，最后切成结构上要求的截面大小。由于重叠薄板的纹理相互平行，LVL 与锯木一样具有同样的各向同性性能，甚至更为标准化。按照这种方法，单块层压后的板材长度可以达到 26m（85ft）。虽然层压薄板木材强度可能好于胶合板，但前者作为建材的影响力却还是不如后者，因此其在主流建筑领域应用也比较少。

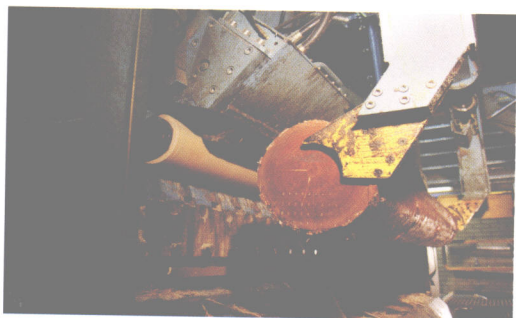
英国建筑师斯迪奥艾以及工程师泰克尼克曾应用 LVL 作为曲面

下图：将厚原木一层层“剥”下来，然后把剥下来的木板按照角度相互重叠，制成胶合板

壳体的面板，壳体属于伦敦的一所教学实验楼。希格鲁班则在设计日本 Odate 的一个托儿所（详见第 156 页）时也利用了 LVL。另外，他还在设计 Atsushi Imai 纪念体育馆（详见第 164 页）时应用了另一种材料——层压纤维板 (LSL)，该体育馆与托儿所位于同一城市。还有一种由薄木板制成的建筑材料是顺纹纤维层压板 (PSL)。将薄木板切成条状烘干，然后喷上黏合剂，形成块体，接着重新烘干。这样制成的材料适用于那些诸如大梁及柱子等强度要求高、截面相对较高的结构构件。

## 面板

目前面板的种类繁多，可以应用到墙面、地板以及其他各个方面。层压纤维板 (LSL) 则介于面板和结构构件之间，其尺寸可以



达到 120cm (48in) 长、19cm (8in) 宽和 13cm (5in) 厚。LSL 的制作过程稍微复杂一点，先将原木切成一段一段，以便像螺栓杆一样塞到旋转式切片机，切出来的条形板大约 30cm (11in) 长。条形板烘干后就成了垫板，这些垫板的纹理相互平行，将它们并排重叠然后上胶、预压、烘干，最后切成所需的更小尺寸。

最著名的面板就是层压板，其应用非常广泛，以致人们都对它的制作工艺毫不关心（层压板历史非常悠久，古埃及木乃伊的棺材就是用层压板制造）。实际上，层压板的制造方法很是神秘而且比较难控制，远远超过人们的想像。层压板同样是由薄模板制成的，这意味着也需要切割原木，但是层压板所需的薄板比 LVL 还要薄。

直到 19 世纪中期，在美国第一次出现了薄板加工车床后，才开

始出现现代化的木材产品。

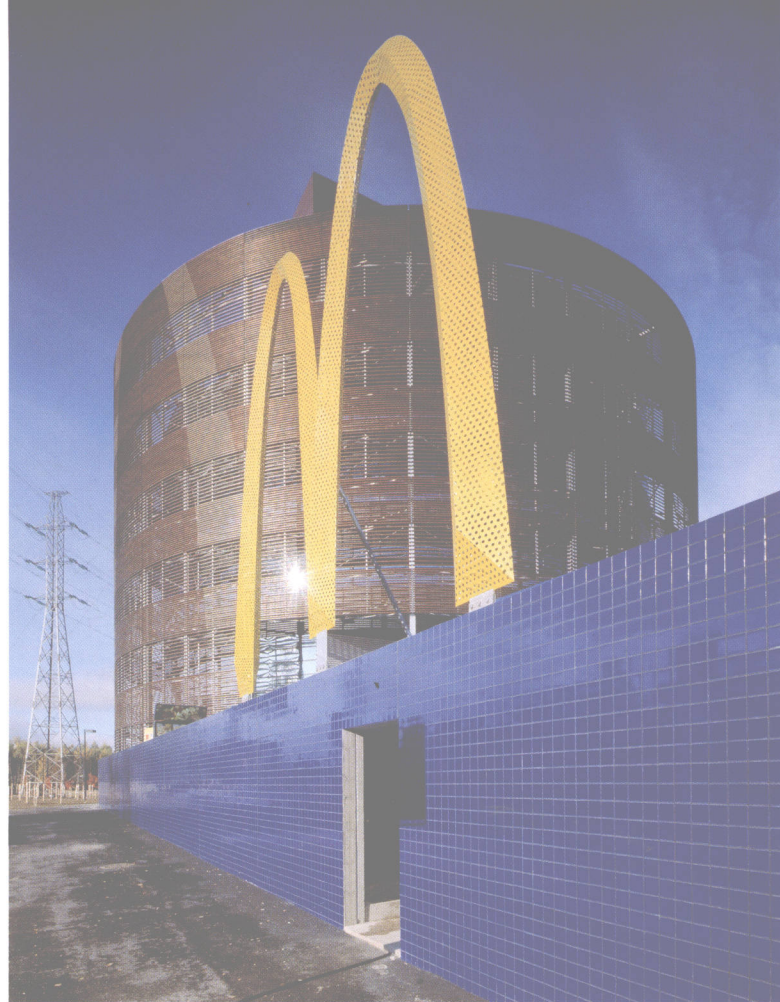
在制作层压板的时候，薄木板相互重叠，并使每一层木板的纹理垂直于相邻层，最外面两层木板则需特殊放置，使这两层木板纹理相互平行。先用一种合成树脂胶粘结所有木板，然后将它们在高温情况下压在一起。经过烘干后，整个板材非常平整，虽然表面会有一些例如节孔之类的瑕疵，但这可以修复，最后将成形的层压板表面再进行磨砂处理。层压板的等级是根据其表面质量情况来划分的。桦木面层层压板常见于芬兰、俄罗斯和拉脱维亚，同样也有很多的等级，其划分标准取决于是否层压板内部层也是桦木板。桦木的比例越高，木材的强度相应越高。层压板能否适用于结构表面很大程度上是由其所用的胶决定的（例如苯酚甲醛胶可用于大门表面，尿素甲醛胶则不行）。

在所有的层压板中，最坚硬的要首推船舶用层压板，它是由坚固耐用的阔叶木制成的。虽然大多数情况下并非真正需要这种建材，但还是有很多建筑师对它青睐有加。为此，特地划分出了两种船舶用层压板。其中一种虽然还是称作船舶用层压板，但特别标明用于建筑行业，并不适用于海事工程。

层压板顾名思义指的是多层复合体，但其种类并不少，例如包括夹芯木板和夹层芯板，它们都是内核是原木材，表面则是更加坚硬的胶合板。这种相互结合的方法提供了一条新的途径，可以利用质量稍差的木材充当木板中心，而质量好的层压板做表面，同样可以达到很好的质量水平，不影响材料性能。

木材碎料也可制成层压板，这种复合体包括三类：刨花板、定向

右图:麦当劳总部,位于芬兰赫尔辛基,由海基南-科莫南建筑事务所设计,1997年完工。是最早外覆热处理板的建筑物之一,这种木板将软木板经过高温处理,增加硬度和耐久性



纤维板以及结构专用刨花板。刨花板又包括碎木胶合板、亚麻刨花板以及水泥刨花板。碎木胶合板是比较常见的建筑材料,造价很便宜,大致制作方法是用机械将木材绞成碎片,然后将碎块分类、烘干、上胶,形成垫板。这些垫板经过保温压制,再次烘干后就成了面板,最后根据需要切割大小,表面进行磨砂处理。而且,碎木胶合板的等级划分也非常多,主要是根据碎木片大小和所用胶水来区分的。

亚麻刨花板其实根本算不上木材产品,它所利用的原料是亚麻废弃物,而不是木材碎料,而且比其他刨花板要求更低。水泥刨花板则是利用水泥取代胶水来凝结木材碎料,木材碎料在整个刨花板总重量中仅仅占到了20%~30%的比例。所以水泥刨花板的密度是普通层压板的两倍,但它也大大改善了木板的防湿、防火性能,甚至可以防霉变或者防蛀,而且还具备优良的噪音吸收功能。

定向纤维板则是通常作为建筑外部装饰用的,它在价格和性能上都类似于软木层压板。不过厚一点的软木板的长度至少是定向纤维板的两倍,它一般用作面板。而定向纤维板一般有三层板,顶层板和底层板纹理大致平行于板的长度方向,中间层板的纹理则是垂直于它们。各层板之间的粘结采用外用型酚醛树脂胶。

普通纤维板也有很多类型。其中最著名的就是硬质纤维板和MDF(中密度纤维板),后者比较受那些廉价家具制造商的喜爱,有时也用作电视机壳翻新改造。所有这些纤维板都是利用黏合剂将木板纤维混在一起,要么经过液压处理,要么经过干压处理。MDF就是经过干压处理,使其表面光滑平整。虽然这种纤维板会随着时间变化发生徐变,而且易于切割,但其密度却是很大。美中不足的是其生产过程中会产生大量的木材废料。

## 解决问题

合成材料的出现使得更大限度利用质量较低的原木材变得可能。另外一条途径则是提高原木材本身的性能,不能仅仅是像以前那样采用性能好的硬木材,应该更多地利用价格相对较低的软木材。目前改善软木材性能的方法有两种:一是所谓的“蒸煮”原木法;二是往原木中注胶法。这两种方法针对的都是软木材的两大软肋,即易腐烂和体积不稳定性。当然,同样也能提高软木材的力学性能。

水是木材的大敌。潮湿的木材很难避免霉菌和蛀虫的侵害。另

外,木材具有一定的热胀冷缩性能,如果温度相差较大,一番膨胀冷缩下来就可能导致木材本身出现裂纹或者破坏连接构件。根据以往的使用经验,硬木材抵抗问题的能力要强于软木材,其中密实性好的硬木材(通常也很贵)已经可以不受这些问题困扰了。在很多工程应用中,如需采用软木材,都是将其经过防腐处理。最常用的防腐剂是CCA(铜铬砷酸盐),不过这种防腐剂虽然很有效,但它对野生动植物有害,而且其化学成分对人体也有害。很多人会辩解说如果使用适当的话,CCA可以保证人体安全,但是即使是它的支持者都不得不承认用CCA处理过的废弃木材不能用于室内燃烧或者野外烧烤。由于CCA在运动场器械上的广泛应用,人们对它的关注急剧上升,在一些国家,例如德国和澳大利亚,已经对CCA的应用制定了严格的限制规定。

由于CCA的缺陷,环保人士看上了硼,认为它是取代CCA的最佳选择。但是后来芬兰森林公司推出一种新的工艺,彻底打消了人们对CCA等化学物的需要。这种工艺加工处理的木板叫热处理板,它将原木在无氧环境下于190~240℃的高温中持续加热大约25h,因为无氧所以木材不会起火燃烧。加热期间,木材中的水分明

显下降,木材本身也发生不可逆的变化,变得更加坚硬,更加稳固,甚至连颜色都变得更加黯淡,最后水分含量仅为大约8%。法国和荷兰也发明了类似的工艺称作柏拉图。除了在加热的过程中会消耗能量外,热处理板唯一的缺点就是木材的抗弯强度较差,韧性降低脆性增加。如果没有预先打好安装孔的话,木板变脆会给安装带来很大麻烦。在芬兰,率先应用热处理板的工程项目包括赫尔辛基的麦当劳总部大楼。在丹麦,热处理板则是大量的应用到了住宅项目中。而在英国,热处理板最早的商业项目之一是剑桥的蜂窝式购物中心,由本诺伊设计。

还有一种工艺可以取代CCA,是由印多来托公司发明的,这家公司成立于新西兰,不过现在总部在伦敦。印多来托工艺是在木材中注入一种无毒的淀粉衍生物,然后将木材在相对较低的温度中烘干。淀粉衍生物会与木材发生化学反应,提高木材的硬度。如果需要改变木材颜色的话,也可以在其中加入相应的染料。经过印多来托工艺处理后,木材的耐久性和体积稳定性大大提高。一开始,这种工艺应用于改善新西兰软木材的性能,现在已经扩展到很多别的木材了。在英国,森林委员会以及苏格兰企业协会已经授权英国房



左图及右图:凭借精心的细部设计,范·海宁根及霍华德设计事务所的建筑师们利用软木板作建筑物的面板,如图所示英国萨福克市的萨顿·胡参观中心,其悬挑屋顶和柱基均采用软木材。木材的室内装修布置中也广泛应用



屋研究组织来评估印多来托处理法对英国人工树种的效果。为了探索将工艺扩大到美国的可能性,印多来托公司已经在西雅图和华盛顿建立了办事处。到目前为止,印多来托处理的木板主要应用于地板和特殊设计的家具中,不过它也可以用作墙面板。

## 优化设计

在很多情况下,软木材都被认为是不适合使用的,但是通过优化设计,可以将其变为可能。范·海宁根及霍华德设计事务所的建筑师克里斯·维尔德斯平就提倡使用对环境没有危害的防腐剂,他曾设计了大量使用软木材作面板的工程。“在我所设计的木材面板建筑中,例如萨福克市的萨顿·胡参观中心和多佛市白色悬崖参观中心的大门,采用大型的悬挑屋面以及合理利用柱基将面板拉离地面,效果不错。”维尔德斯平介绍。他甚至认为软木面板可以作为防水板,只要木板下面通风情况良好的话。但即使是在很好的防护条件下,软木材也会因天气原因产生形状上的徐变,这一点在设计时必须引起重视。

## 废物利用

在木材的加工制造过程中,总会产生废料木屑之类的残留物,出于环保的考虑,人们都希望能将废物量降低到最低水平。虽然生

左 图：英国建筑师本诺伊利用热处理板设计的英国剑桥马尔提约克家具商店。  
右 图：在英国南部的胡克公园设计中，爱华德·库里南事务所率先利用细小圆木，变费为宝



Purdue 大学也发表了类似的研究成果，给出了应用模型及细部设计方案，而且提出这种原木应该可以用来制造学校课堂设备。

### 绿色橡木

另一个降低环境风险的途径是采用一种称作“绿色橡木”的木材用作结构主体或者面板。绿色橡木指的是储存了12~18个月的橡木，采伐过程中残留在木材内的应力已经得到缓解。由于这种木材含水量很高，相比而言，它比风干木材效果更好，但是建筑师在设计的时候，必须考虑到木材的收缩问题，它会在房屋建成的头几年出现。

### 预应力处理

前面所介绍的内容主要关注的是木材尽可能在自然状态的应用问题。但我们应该明白将木材性能发挥到极限也同样重要，一是通过复杂的工程技术，二是将木材配合其他建材使用。这种对木材性能的扩展，可以使木材替代某些其他建材，或者节省材料成本，或者两者兼而有之。一个通常工程技术方法是预应力板，它将薄木板和内骨架组合利用，更大限度发挥各自优势。预应力板首先是出现在飞机工业中，例如二战中的德国哈维兰设计的“蚊子”战斗机以

产过程中，那些等级较差的残留木材仍然可以用来生产刨花板之类的产品，但如果能给这些废物找到更加直接的应用空间，意义更加非凡。而这正是阿兰德·布顿及科拉里克建筑事务所的建筑师们所关注的问题，英国胡克公园的一个家具制造协会——爱华德·库里南事务所也在做同样的研究。他们与工程师布洛·哈波尔德合作了大量的工程项目，提出了几种能够应用那些未风干圆木以及采自人工林的细小木材的房屋结构形式。虽然这些建筑在外观上简单朴实，但在结构和施工上则比较复杂。例如，技术人员提出在木材中利用钢节点可以改善木材的力学性能，并且调整木材因为时间发展形成的收缩变形。

一份由欧洲共同体市场资助的圆木用途研究报告指出，圆木主要的应用可能是在乡村，特别是在那些度假村和休闲场所，用于修建一些村间小屋和人行桥之类。尤其是在奥地利和芬兰，被认为是潜在的市场。例如在芬兰，每年8~15cm（3~6in）直径的原木产量达到了1 800 000m<sup>3</sup>（64 000 000ft<sup>3</sup>）。目前，绝大多数的这些原木都仅仅用作造纸行业的纸浆原料或者作普通燃料。同时作为报告的一部分，研究人员承认情况在发生变化，他们也在寻求更好解决原木采伐、连接和结构细部问题的办法。对于这个问题，印度的普度



左 图：加拿大建筑师宾·瑟姆在他所设计的加拿大温哥华罗住宅中设计了强压型木结构房顶

右 图：科尔德·弗雷在他的奥地利赫尔伯格的日光原景建筑中使用了强压型木结构房顶，能跨越 16m ( 52ft )



及 1947 年霍华德·休斯设计的巨人杀手格鲁斯·古斯战斗机。随着胶合板的出现,预应力板技术也在很大程度上依靠新一代胶水的性能,例如间苯二酚甲醛树脂具有强度高的特点,完全可以取代传统的脲素胶。预应力板技术逐步从飞机工业移植到地板,后来就应用到房屋建筑中了。美国建筑师布鲁斯·高夫是最早意识到预应力板潜力的人之一。1956 年他与工程师乔·帕尔梅合作,利用预应力层压板为老主顾乔·普雷斯设计出一栋底切墙面和梯形外廓的住宅,其几何造型非常独特。近期应用预应力板技术的工程实例也不少,例如康拉德·弗雷设计的典雅朴素的埃克帕克大楼,位于奥地利哈特伯格。而加拿大建筑师范考弗的劳式住宅中更是大量采用预应力屋面板,并且将层压板与镀锌面板结合使用。

### 屋面板

我们还可以通过采用网格屋面来提高木材的应用性能,大量的规则小木板组合成一块大型屋面板,结构整体承受荷载。这种技术可以大大提高建筑物的节能效率以及美观。而且还曾经成功地应用在伦敦郝斯陆东塔项目中(参见第 102 页),在英国南部的一栋办公

左图及右图：更斯勒设计的四边形网格壳体屋面，这是位于英国南部的一栋金融服务总部大楼



总部大楼中，英籍美国人建筑师更斯勒设计了四边形网格屋面壳体，构成整个大楼的屋顶。

随着所有这些逼真的现代三维设计方案的不涌现，其方案的成功性和有效性越来越多地依赖于复杂的计算机设计技术、建筑师的想像力以及工程师的正确理解。目前在计算机的帮助下，这些复杂设计方案已经可以进行常规的计算，由于计算量过于巨大，这在以前是难以想像的。而且随着计算机功能的不断提升，我们可以预见今后会有越来越多、越来越复杂的实体建筑方案的出现。

## 合成与组合

现在，木材已经基本不再单独使用了，想像力丰富的设计师经常都是将木材与其他材料合成使用，主要是与钢材，这种合成方法可以综合发挥两种材料的特点。例如，在2000年德国汉诺威博览会瑞士展厅中，设计师皮特·祖姆索在墙面板中利用钢筋拉杆给未风干的木墙板提供稳定。

还有就是钢木组合板的应用，将钢板夹在原木板之间形成组合板。钢板提供强度和硬度，而较厚的木板则可以防止钢板的翘曲。

通过这种方法，结构上可以非常有效地利用钢板和木板的长处，扬长避短。建筑师夏普勒斯·霍登和帕斯奎利与工程师布洛·哈波尔德合作，利用这种组合板技术设计了纽约格林波特村的一个酒会大厅，使整个结构的截面都很小，节省了空间。

也可以采用组合不同木材产品的组合梁。一般来说，工字组合梁都是采用实心木材或者结构木材作顶部和底部翼缘板，而采用层压板或者其他诸如定向纤维板等面板作为腹板。翼缘板主要承受拉



力和压力，腹板则主要承受剪力。

## 外观

木材的应用方式已经越来越多了，那么是不是可以说木建筑正朝着一个特定美观方向发展呢？我们可以简单的回答说不。由于注重木材应用的建筑师不断增加，直接促进了木材应用方式的不断多样化。

有些建筑师设计木建筑时有意回归传统风格。如果你想买一个原木小屋的话，你可以毫不费力地买到现成的，如果需要，这种传统小屋可以配备各种电气插座、污水出口，当然还可以预留部分空间安装卫星电视天线，由于方便实用，可以作为模块大量推广。而且跟那些随使用砖块、石块和混凝土砌筑或者粉刷的住宅相比，这种模块小屋更能让人接受。

但即使将原木小屋作为一种建筑理念，也是最近才发展起来的。而在莫斯科的郊区，传统的“达恰”（Dacha）小屋，一种木造农舍已经按照放大比例重新设计建造并且出售，小屋内还有一个储藏珍贵物品和家具的藏宝库，这种新型小屋仍然简单的命名为“达恰”。莫斯科的萨文金—库兹明以及第一建筑工作室—ARP工作室



左 图：……但是后来，当你看到建筑师在传统材质和高科技元素的对比上所做的精心设计时，这种错觉会很快消失  
右 图：乍一看，这座位于莫斯科郊区的木结构住宅（由 ARP 建筑设计事务所设计）似乎设计得很传统……



已经设计出采用层积原木作为主要建材的乡间住宅，但是木材是通过混凝土和钢材并排层积的。这种住宅设计风格独特，当你在这样一栋原木住宅内看到一座钢玻璃桥横跨一个清澈蔚蓝的游泳池时，估计多少会被这种最具现代特色的设计所惊讶。

俄罗斯的森林资源远比世界其他国家丰富，那里的工匠还保留着一项传统手艺，就是都能很熟练的操作斧子，他们能用斧子在现场就将任何木材削砍成需要的形状。这门手艺至今在很多国家还流传着，甚至在很多令人惊叹的建筑物中都能看到他们加工的木材，例如瑞士福斯特设计的切萨·福图拉住宅（详见第 54 页）。虽然瑞士号称世界高科技中心，但那里的人们至今还雇用当地工匠用传统方法砍伐落叶松制作木瓦。这种实用主义的思想也可以在伦敦的三位年轻建筑师席尔瓦·乌尔梅耶、安那列·雷切和巴蒂·加里巴多身上发现。他们三人为了验证设计理念，试验性地为自己建了三套连在一起的住所，房子的结构材料采用的就是工程木材。

## 突破常规

而在本书介绍的一部分工程实例却打破常规，与实用主义思想正

好相反。建筑师和工程师充分挖掘木材的潜力，设计出结构工程上的惊艳之作，设计理念之新颖甚至让很多评论员抱怨：“这样的房子你建不了。”但至少这个思路是一种突破。是的，木材可以发挥更大的用场，应用在那些超过人们想像的细长建筑中；或者大跨度建筑中，而且还能设计成各种优美的曲线造型；只要设计合理，甚至连习惯上认为的怕火、怕湿和怕腐烂这些天生缺陷也能克服。所以，木材虽然历史悠久，它仍然可以认为完全是一种很现代的建筑材料。

木材可以得到更大的应用，但现实中是很难做到的。曾有一个建筑师计算过，仅仅是因为设计师的精心设计，选用木材就能比选用钢材或者混凝土节省很大一笔成本费用。钢材和混凝土都是在不断发展的建筑材料，以便满足现在越来越雄心勃勃的建筑师们的梦想，而且他们仍然势头正盛。目前我们可以用木材建造 6 层的住宅，但是我们永远不可能用木框架建造一栋 40 层的摩天大楼。我们可以看到一些设计精巧的木结构人行天桥，但我们永远看不到横跨江河的 6 车道木结构大桥。木材可以在铁路车道中派上很大用场，但是它不可能用来修建容纳这些铁道的地下隧道。

正是因为有这些局限性，木材永远不可能做到与钢材和混凝土



左 图：萨文金－库兹明设计的莫斯科威特周末乡间别墅结合使用了传统的伐木与现代的建筑材料

右 图：英国建筑师本纳德·斯蒂维尔充分认识到，如果采用木材作为主要建筑材料，他很有可能在剑桥郡的马切设计出一个现代化的图书馆，为当地人所接受

在研究相关技术问题的建筑师提出了不同的观点，他认为可以在传统和创新之间找到合适的平衡点，帮助木材成为最有前景和最现代化的建筑材料之一。

设计英国剑桥郡马切地区一个图书馆的建筑师本纳德·斯蒂维尔承认，他让木材发挥了特洛伊木马的作用。“当我们面对那些形状怪异的很严肃的建筑学问题时，”他说：“我们可以想到木材，当人们看到这是一栋木建筑，就不会感觉到建筑物的形状是如此的尖刻，并且慢慢软化人们的感受，让他们逐渐接受它。”

按照他的理论，本书中收录的很多木建筑工程实例都算是特洛伊木马了。而所有这些木建筑都是各有特色的，通过它所展现出来的特点，每一个收录的工程都代表了设计者的一个目标，而且正是由于将这些愿望寄托在木材这种人们耳熟能详的材料上，它反而混淆了用户们对建筑的期望。在保留美观和亲切的同时，最好的木建筑还能传递给我们一种新奇和新鲜的感觉。这也正是我们将这些工程实例收录的原因，而姑且无论这些实例简单到仅仅是一堆木材，还是用最先进的 CAD 工程绘图工具表现出来的。



一样。设计人员所做的所有努力、所有那些精确的计算方法、加工技术以及建筑容许误差都只能帮助木材缩小与竞争对手的差距，但却永远不可能超越它们，我们必须先认识到这一点。那么，我们还有什么可操心的呢？

## 舒适感受

对于某些（也可能是大部分）采用木建筑的建筑师来说，对其偏爱的原因大都是出于环保的考虑。但也不乏钟爱木建筑外观的人。木材属于暖色调，能带给人舒适的感觉，对人体毫无威胁，而且还极富质感。即使是常年暴露在野外风吹日晒的雪松的那种灰色，也要比混凝土的灰白色或者粗炼钢材的蓝白色更令人觉得温暖。除了那些奇怪的木框架砖砌建筑外，所有采用木材的建筑物你都可以清楚地看到暴露在外的木材。它是一种让人倍感亲切的材料，甚至可以调节人们的心情，常常教人伸手忍不住去抚摸它，用鼻子去闻它的气味。

设计钢结构和混凝土结构的建筑师则易于陷入一个怪圈：建筑物往往看上去不人性化、太机械化、太巨大冷酷了。木建筑正好相反，人们认为木建筑手工简单、太朴素了。对于这种观点，有位正



# 目 录

## contents

### 前言

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <b>第一章 接近自然 .....</b>                | <b>3</b>  |
| 植物建筑 .....                           | 4         |
| 德国奥尔斯泰德 桑佛·斯特鲁图伦设计 1998~2001 年       |           |
| 庇护所 .....                            | 8         |
| 瑞士提契诺的坎波德瓦里马吉亚 罗伯托·布里科拉设计 2001 年     |           |
| 丘陵网格壳体建筑 .....                       | 12        |
| 英国苏塞克斯 爱德华·库里南建筑事务所设计 2002 年         |           |
| 佩特洛克营 .....                          | 18        |
| 美国怀俄明州哈特维尔 查尔斯·罗斯建筑事务所设计 2000 年      |           |
| 里夫山庄 .....                           | 24        |
| 美国华盛顿州洛佩兹岛 库特勒·安德森建筑事务所设计 2002 年     |           |
| Y 形住宅 .....                          | 28        |
| 美国纽约卡次启尔山 斯蒂文·豪尔建筑事务所设计 1999 年       |           |
| <b>第二章 现代化本土建筑 .....</b>             | <b>35</b> |
| 儿童游乐中心 .....                         | 36        |
| 法国切希 阿万特·特拉维克斯设计 2002 年              |           |
| 瑞士展厅 .....                           | 40        |
| 德国汉诺威博览会 皮特·祖姆索设计 2000 年             |           |
| 议会大厦 .....                           | 44        |
| 挪威卡拉斯约克 斯坦·哈尔沃森和克里斯蒂安·A·桑德比设计 2000 年 |           |
| 乡间小屋 .....                           | 50        |
| 西班牙格兰纳达 埃杜尔多和路易斯·贾维尔·马丁·马丁设计 2001 年  |           |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 切萨·福图拉公寓大楼 .....         | 54 |
| 瑞士圣莫里兹市 福斯特及帕特纳设计 2004 年 |    |

|                                                            |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>第三章 充满灵感的实用建筑 .....</b>                                 | <b>61</b> |
| 学校 .....                                                   | 62        |
| 德国盖尔森基兴市俾斯麦地区 皮特·胡纳设计 2000 年                               |           |
| 巴贝尔塔 .....                                                 | 68        |
| 荷兰罗伊古德 罗伊古德艺术家协会 1999 年                                    |           |
| 市政游泳池 .....                                                | 72        |
| 西班牙彭蒂杜梅镇 QRC 建筑事务所设计 (卡洛斯·康坦斯, 安东尼奥·拉亚和克里斯托贝尔·克雷斯波) 2002 年 |           |
| 住宅改造 .....                                                 | 76        |
| 西班牙马德里市的切马丁 涅托和索贝雅诺建筑事务所设计 2000 年                          |           |
| 住宅 .....                                                   | 80        |
| 西班牙维多利亚市桑普鲁登西奥·尤里塔 罗伯托·恩西拉与米盖尔·安吉尔·坎波设计 2002 年             |           |
| 威洛比仓式住宅 .....                                              | 84        |
| 美国密苏里州威斯顿 艾尔·多拉多设计 2001 年                                  |           |
| 住宅和工作室 .....                                               | 90        |
| 美国阿拉巴马州纽本 乡村建筑工作室设计 1999~2002 年                            |           |

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>第四章 地域感 .....</b>          | <b>97</b> |
| 布兰特伍德高架铁路火车站 .....            | 98        |
| 加拿大范库弗峰 比兹百及其联合体设计 2002 年     |           |
| 地铁站 .....                     | 102       |
| 伦敦郝斯陆东站 阿肯瑟斯·劳伦斯和怀特森设计 2001 年 |           |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 筒仓式观景别墅 .....                  | 106 |
| 美国蒙大拿州利文斯敦 荣图建筑事务所设计 2001 年    |     |
| 伯德加斯·伊索斯 .....                 | 110 |
| 西班牙拉格迪亚 圣地亚哥·卡拉多瓦设计 2001 年     |     |
| 火车站 .....                      | 116 |
| 法国艾克斯省 AREP 建筑事务所设计 2001 年     |     |
| 展会大棚 .....                     | 120 |
| 德国汉诺威 赫佐格及其合作伙伴设计 2000 年       |     |
| 诺瓦·费拉展览中心 .....                | 124 |
| 意大利里米尼 文·格坎, 玛格及其合作伙伴设计 2001 年 |     |

## 第五章 室内楼层 ..... 133

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 百利商店 .....                          | 134 |
| 德国柏林 克雷格·巴萨姆工作室设计 2001 年            |     |
| 帕克·德拉音乐厅 .....                      | 138 |
| 意大利罗马 热恩则·皮埃诺建筑工场设计 2002 年          |     |
| 游客中心 .....                          | 146 |
| 西班牙佩纳兰达 卡拉佐·格里加尔巴和路易兹设计 2001 年      |     |
| 伦德贝克药物公司办公楼 .....                   | 150 |
| 英格兰米尔顿凯恩斯 阿特莱利建筑与室内景观设计事务所设计 2001 年 |     |
| TBWA/ 奇阿特 / 达伊办公楼 .....             | 152 |
| 美国旧金山 马摩尔·雷德其纳联合体设计 2002 年          |     |

## 第六章 前沿技术 ..... 157

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 伯德加斯·维纳·佩雷兹·克鲁兹 .....    | 158 |
| 智利佩因 约瑟·克鲁兹·奥瓦勒设计 2001 年 |     |

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| Atsushi Imai 纪念体育馆 .....                | 164 |
| 日本 odate Shigeru Ban 设计 2002 年          |     |
| Myokenzan 敬神大厅 .....                    | 168 |
| 日本川崎 Shin Takamatsu 建筑事务所及其合作者设计 1998 年 |     |
| 瑞士木材工业工程技术学校 .....                      | 174 |
| 瑞士贝尔·贝尼 梅利 & 皮特建筑事务所设计 1999 年           |     |
| 旋转木马房 .....                             | 180 |
| 美国纽约 SHoP/ 夏普莱斯·赫登·帕斯夸里设计 2001 年        |     |

## 第七章 变化的景观 ..... 185

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 半岛别墅 .....                      | 186 |
| 澳大利亚墨尔本 肖·歌德赛尔设计 2002 年         |     |
| 公寓楼 .....                       | 192 |
| 法国巴黎 赫佐格德·缪尔伦建筑事务所设计 2001 年     |     |
| 耄耋老人之家 (MAPAD) .....            | 198 |
| 法国特雷布莱省 马萨特建筑事务所设计 2002 年       |     |
| 广茂安藤博物馆 .....                   | 202 |
| 日本 Bato Kengo Kuma 设计 2000 年    |     |
| 学生公寓 .....                      | 206 |
| 葡萄牙可因布拉 埃尔斯·马特乌斯·易·联合体设计 1999 年 |     |
| 利梅里克郡政府大厅 .....                 | 210 |
| 爱尔兰利梅里克 巴库兹·迈克埃沃伊建筑事务所设计 2003 年 |     |