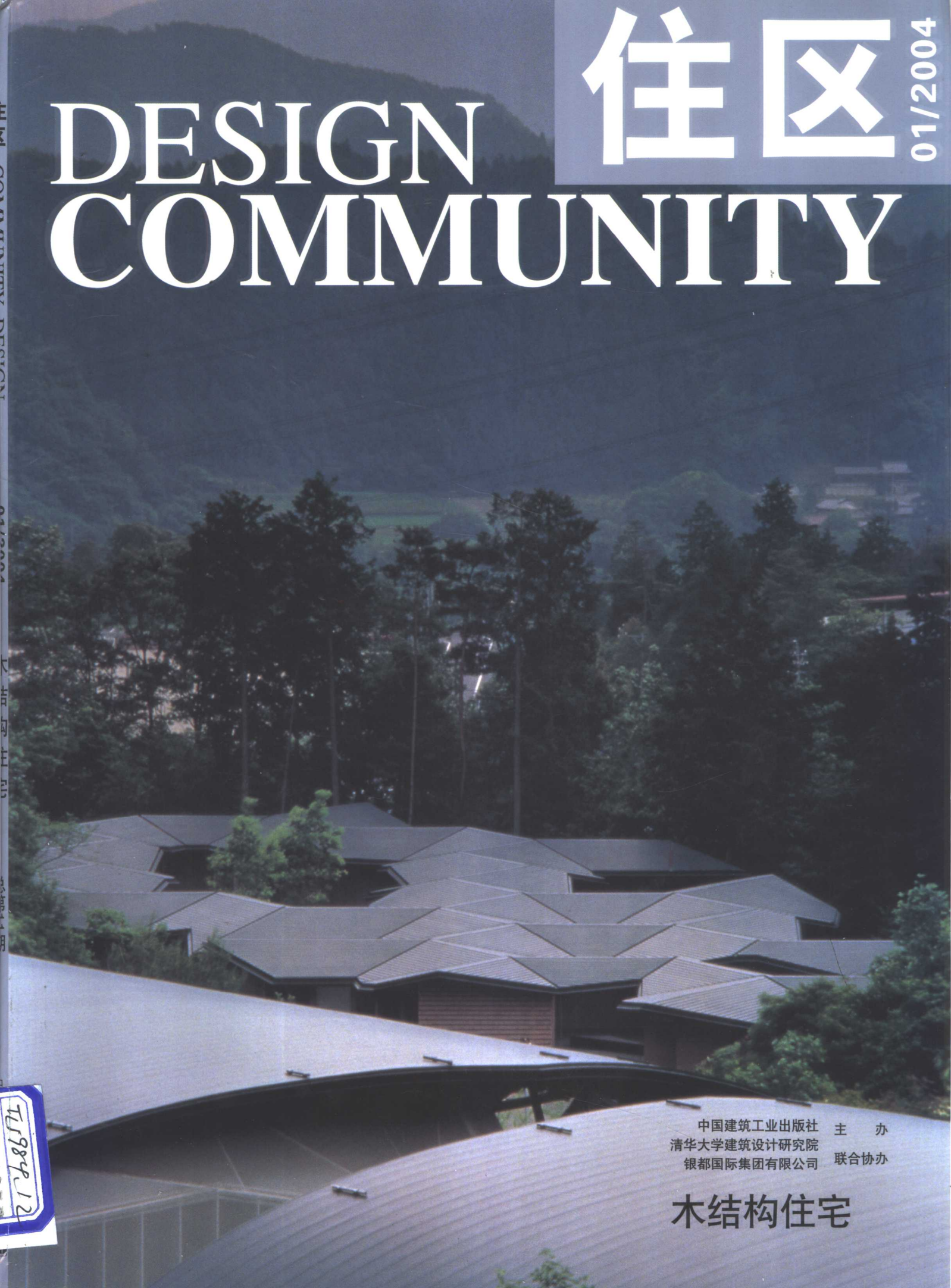




DESIGN COMMUNITY

住区

01/2004

759849.12

中国建筑工业出版社 主 办
清华大学建筑设计研究院
银都国际集团有限公司 联合协办

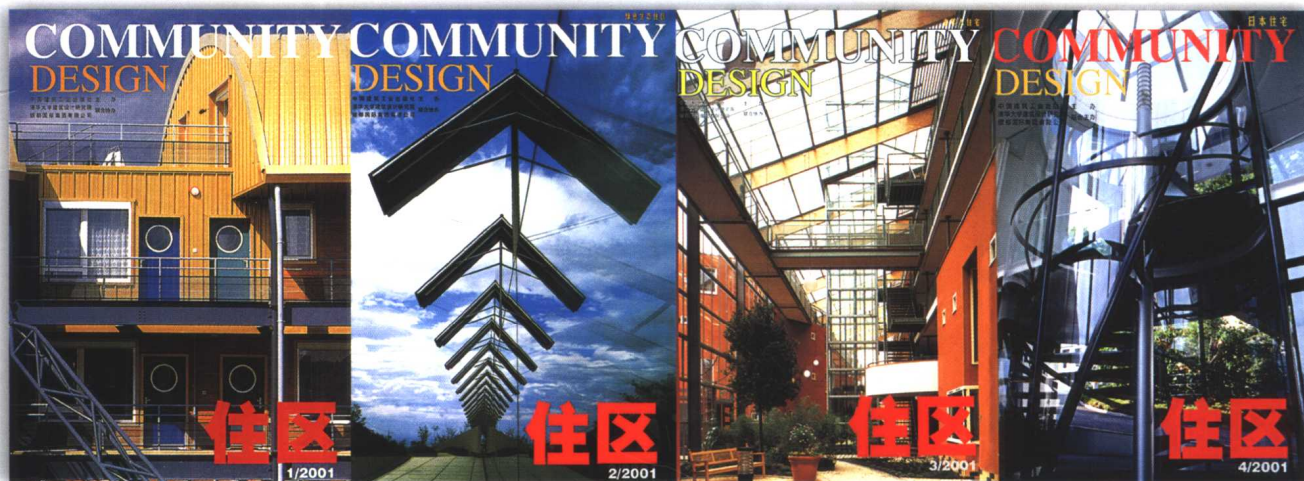
木结构住宅

住区 DESIGN COMMUNITY

中国建筑工业出版社 主 办

清华大学建筑设计研究院
银都国际集团有限公司

联合协办



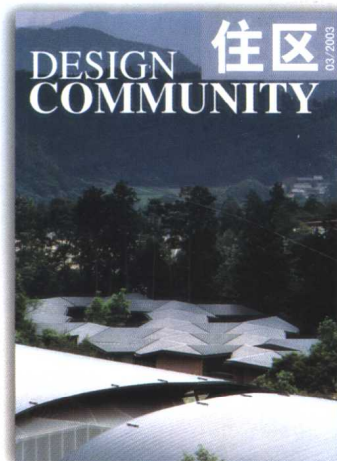
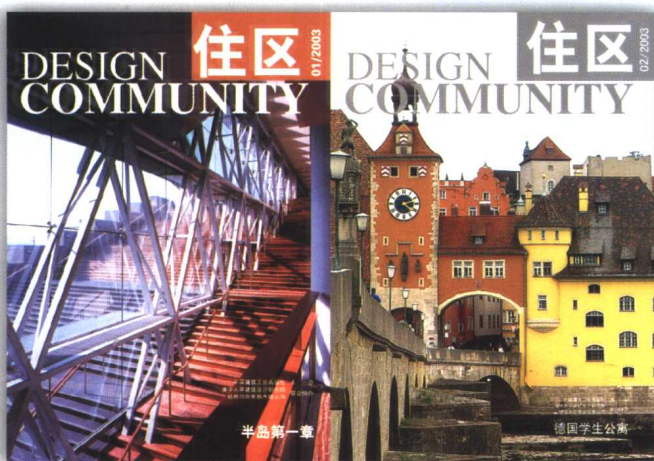
编辑部地址：深圳市福田区世贸广场A座1608

电 话：0755-83003087
真 传：0755-83690777
邮 编：518033

电子信箱：zhuqu412@yahoo.com.cn

本社网址：http://www.china-abp.com.cn

网上书店：http://www.china-building.com.cn



■时间:

2004年5月21日-22日

(星期五-星期六)

■地点:

北京清华大学建筑设计研究院

■主办单位:

中国建筑工业出版社《住区》

清华大学建筑设计研究院

美国得克萨斯州 A&M 大学

■承办单位:

北京东易和文化交流中心

■媒体支持:

中央电视台

北京电视台

北京青年报

北京晚报

《中国建设报》

《世界建筑》

《建筑创作》

《建筑师》

《时代建筑》

《设计新潮》

■会议展览:

美国 A&M 大学建筑作品展

规划与环境设计单位作品展

建筑设计单位作品展

房地产项目展

建筑材料展

卷首语

2003年是所有中国人难以忘怀的一年。经历SARS病毒的侵蚀后，人们思想发生了深刻的变化，透过浮华背后，思考生命的本质问题。而今，“自然”、“环境”、“健康”由空洞的字面赋予了实在的内容。

对规划师、建筑师而言，如何在建筑过程中更多地采用环保材料，使用节能手法，从建筑过程、施工、制造等生产环节提高环境意识，就更加引人注目了。

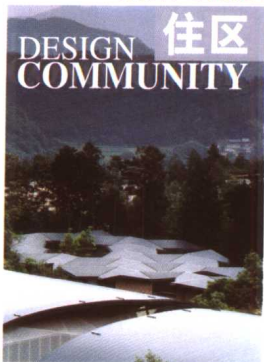
这也是《住区》本期的主题“木结构住宅”的背景所在。

任何一种结构体系，都有自身的生命力。木结构建筑的构造体系并不是一成不变的，在打破原有传统结构体系进行创新的同时，将木结构与钢结构、混凝土技术彼此取长补短也会为木结构技术的应用带来新的春天。

目前木结构体系在住宅领域使用较多的是低密度住宅。低密度木结构住宅因其在规划、建筑方面的鲜明特色以及施工装配程度高、室内装修一次到位等特点，逐渐赢得市场认可。当然木结构建筑需要关注防火、防潮、防白蚁等的处理。木结构住宅体系与钢结构住宅体系的发展可促进住宅产业化的进步。

本期《住区》的地产项目版块重点介绍了天津万科水晶城的项目。该项目延续城市历史文脉，通过保留、对比、改建、叠加等手法，将用地上原有的建筑物和构筑物巧妙地融入新的规划建筑中。既保留历史，更要激活历史。天津万科水晶城项目还有引人关注的一面——其“情景花园洋房”的户型申请了住宅专利。申请住宅专利的利与弊，就留给市场和时间来评判吧。

住宅研究中的“Universal Design——适用于住宅设计的全新理念”一文，介绍了Universal Design理念的核心内容“以人为本”。其革新性的概念即是改变以往的以健康的成年人作为对象的标准设计，而充分考虑各种人群的多种使用需要而进行灵活的适应性强的通用设计。建筑界需要落在实处的“以人为本”。



图书在版编目 (CIP) 数据

住区. 1. 木结构住宅 / 清华大学主编.
—北京: 中国建筑工业出版社, 2004
(中国住区设计研究丛书)
ISBN 7-112-06398-1

I. 住... II. 清... III. ①住宅—建筑设计—世界②木结构—住宅—建筑设计—中国 IV. TU241 中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 022975 号

开本: 889X1194 毫米 1/16 印张: 6
2004 年 3 月第一版 2004 年 3 月第一次印刷
定价 25.00 元
ISBN 7-112-06398-1
TU·5650(12412)

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)
新华书店经销

深圳彩视电分有限公司制版
东莞市星河印刷有限公司

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>
网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换
(邮政编码 100037)

目录

主题报道 木结构住宅

06p. 优雅、温馨、自然——木结构低密度住宅研究
12p. 重塑木结构建筑文化

王志军 张 涤
叶晓健

建筑实例

18p. 岐阜县森林文化学校
28p. 八代市立高田 AKABONO 幼儿园
34p. 木象之家

北川原温建筑都市事务所
MIKAN
宫部浩幸

地产项目

38p. 历史庆典的舞台——天津万科水晶城项目规划设计理念
48p. 天津万科水晶城“情景花园洋房”的创新体验
56p. 执著的追求与实践——关于天津万科水晶城报道
60p. 规划、建筑与景观一体化设计方法的实践与探讨
——以杭州西湖高尔夫别墅区为例

楚先锋
胡志新
《住区》采访
何 宁



住区

COMMUNITY DESIGN

CONTENTS

65p. 以传统居住模式，创造现代生态居住园区

——记绍兴“森海豪庭”生态示范小区的规划理念与实践探索

陶 坚

大师与住宅

70p. 阿尔瓦·阿尔托住宅作品中的设计理念

陈佳良 范肃宁

住宅研究

78p. Universal Design——适用于住宅设计的全新理念

曹文燕

82p. 巨型“居住社区”发展的优势、困惑与突围

——以北京的三大“居住社区”为线索

林 纪

89p. 生态住区评估体系的对比思考与发展建议

唐 燕 许景权

94p. 居家装修木板

尹利君 崔英丽

封面：岐阜县森林文化学校

主 办：中国建筑业出版社

联合协办：清华大学建筑设计研究院

银都国际集团有限公司

编委会顾问：宋春华 谢家瑾 聂梅生

编委会主任：赵 晨

编委会副主任：庄惟敏 张惠珍

编 委：(按姓氏笔画为序)

万 钧 马卫东 王朝晖

白 林 白德懋 伍 江

刘东卫 刘洪玉 刘晓钟

刘燕辉 朱昌廉 张 杰

张守仪 张 欣 张 翼

林怀文 季元振 陈一峰

陈 民 金笠铭 赵冬日

赵冠谦 胡绍学 曹涵芬

黄居正 董 卫 董少宇

薛 峰 戴 静

主 编：胡绍学

副主编：薛 峰 张 翼 董少宇

执行主编：戴 静

责任编辑：戴 静

海外编辑：柳 敏 (美国)

张亚津 (德国)

何 崴 (德国)

王 韬 (挪威)

叶晓健 (日本)

编辑部地址：深圳市福虹路世贸广场A座1608

编辑部电话：0755-83003087

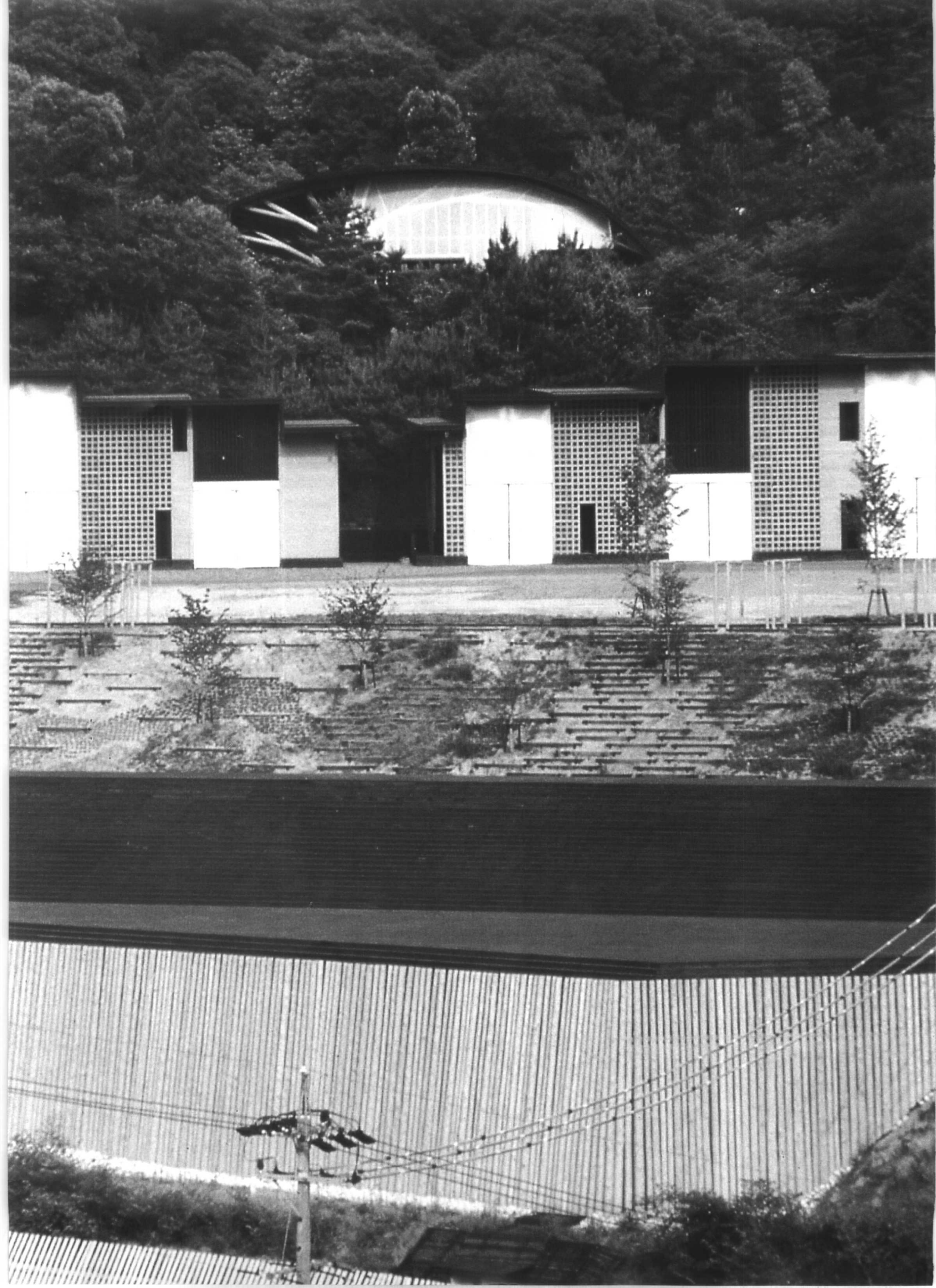
传真：0755-83690777

邮编：518033

电子信箱：zhuqu412@yahoo.com.cn

发行电话：010-68393745 010-62335133

发行传真：010-68359205



主题报道

木结构建筑

- 06p. 优雅、温馨、自然——木结构低密度住宅研究 王志军 张 漆 12p. 重塑木结构建筑文化 叶晓健
18p. 岐阜县森林文化学校 北川原建筑都市事务所 28p. 八代市立高田 AKABONO 幼儿园 MIKAN 34p. 木象之家 宫部浩幸

优雅，温馨，自然——木结构低密度住宅研究

王志军 张 涤

木材是一种悠久的建筑材料，也是一种亲近于人，令人愉悦的材料。在中国古代，木结构建筑取得了辉煌的成果，在当今欧美及日本，木结构住宅占有相当大的比重并受到人们欢迎。随着房地产市场的需要以及可持续发展、生态环保的观念在国内日渐盛行，新型的木结构住宅近年来也开始出现在北京、上海、杭州、深圳等地，并在房地产市场上得到认可。由于结构规范的规定，木结构建筑不能超过三层，且建房木材及构件多数为进口，成本较高，故国内的木结构住宅体现为高档次、低密度、别墅化的特点，并以其总体规划上优雅自然的外部环境及单体构成上绿色健康的内在品质吸引了有一定经济实力的购买者。尽管目前国内木结构低密度住宅在总的住宅建设中只占很小的比例，但它在砖石混凝土材料为绝对主流的住宅中，显得尤为清新别致，并体现了深厚的人文背景，巨大的生态价值，独特的建筑风格以及施工建造上的产业化优势，代表了某些先进的潮流，对旧的理念也构成了一定冲击，因此很有必要对其从多个层面进行研究，以期得到在现今国情下，对木结构低密度住宅的正确认识和最优化设计，并为相关政策法规的制定提供借鉴。

一、木结构住宅人文历史背景与现今发展潮流

众所周知，木结构房屋在中国古代的历史相当久远，在木结构建筑建造上，曾经达到过登峰造极的地步。实际上中国对砖、石、土结构也掌握得很早，并一直在使用，如陵墓和砖塔，且据记载中国的拱券构造早于西方。之所以木结构建筑能成为中国古代最广泛、最有代表性的一种形式，是因为它是一种经过选择和考验后建立起来的技术标准，被认为是最合理的构造方式。在节约材料、施工时间和劳动力上，木结构比砖石建筑要优越得多。“在达到同一需求和效果的前提下，中国木结构建筑是世界上最节省的建筑，换句话说也是最经济的技术方案”（李允铎语），显然从这个角度发掘出的木结构的技术优

势，在今天也是同样存在的。另一方面，木结构房屋符合古代中国人的哲学观、人生观，代表了一种朴素的天人合一的思想。西方有很长时间推崇“神权”，神是永恒的，把建筑物看作一种永久性象征，能够花几个世纪的时间去建造教堂、神庙等具有永恒精神的纪念物，因而西方古建史是一部砖和石头的史书。而在中国的人本主义中，把人看作是暂时的：“固知千年事，宁知百岁人；足矣乐闲，悠然护宅”（计成《园冶》卷一第五节），其意为物可传千年，人生却不过百岁，人和物的寿命是不相称的，我们创造的居住、生活环境和自己可使用的年限相适应就够了，何苦企图使子孙百代在自己所创立的环境下生活呢？何况他们并不一定满意我们替他们所做的安排。这种新陈代谢的思想，在强调可持续发展的今天看来是尤为先进的。

再看现在木结构住宅的发展，情况似乎反了过来，国内除了极少数的地方民居和旅游、文物建筑，普通的住宅已难觅木结构的踪影，几乎完全是砖石混凝土的天下，而在国外，木结构住宅则再常见不过，并已形成健全的产业（表1）。

在美国，政府制定了建筑业中增加木材使用量30%的目标，以尽量减少砂石水泥的使用。在欧洲及日本，木结构的成本与混凝土及钢铁相比，价格上具有明显的竞争力。我国的台湾地区，调查显示，独栋的木结构住宅比砖石水泥结构的要便宜10%左右。显然木结构住宅在当今世界范围内相当具有生命力，并有继续推广发展的趋势。出现这种差异，一方面因为自然资源的不同，另一方面和社会观念与建筑产业模式有很大的关系。木结构住宅能充分体现当今建筑界十分倡导的节能、低污染、可回收、对环境低冲击等理念，也便于快速施工、装配，形成标准化、预制化、产业化，节省人工，提高效率，具有明显的生态和社会意义。

二、木结构住宅的生态意义

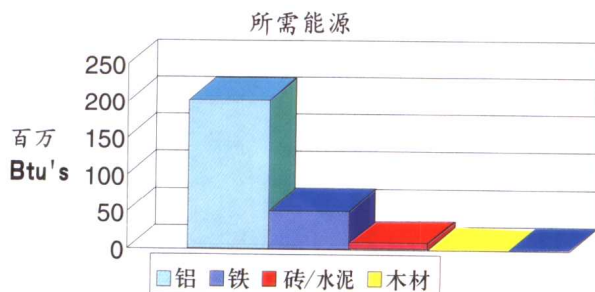
中外木结构住宅年建筑量比较

表1

国家	每年新建房子总量 (栋)	其中每年新建木结构房子 总量 (栋)
美国	150 万	127 万
日本	120 万	565 000
欧洲	190 万	85 000
韩国	50 万	1 200
中国大陆	400~800 万	890

制造木材耗费能量与其他建材的比较

表2



木材可靠、耐用、亲人,合理使用木材建造房屋能保护和发展自然资源,带来健康自然的居住环境,是建筑材料中的最佳选择。

1. 使用木材能有效节省能源

木材是天然、可再生的材料,木材的来源——森林可吸收大气中的二氧化碳并制造大量氧气。而制造 1m^3 的铁,会释放 5.3t 的炭污染物,生产 1m^3 公寓的水泥,会释放 1t 的炭污染物。生产一根钢柱比生产一根木柱多消耗9倍的能源,生产单位面积的铝挂板比木挂板多消耗5倍能源(表2)。木材的隔热保温性能是混凝土的8倍,钢材的413倍,铝材的2000倍。在德国,与一般建筑相比,木结构房屋可全年节省30%的能源费用。我国建材产业对能源的需求呈几何级数递增,所带来的污染也日益严重,建筑物维护使用中浪费的能源也相当惊人。而在量大面广的住宅建造中合理引入木结构的比例,无疑会为改观这种不利局面提供一种思路。

2. 木材可循环再生,不留垃圾

我国目前普通住宅的使用年限为50年。建筑物的寿命结束后如何处理大量的混凝土垃圾是一个头疼的问题。弃置处理无疑会争夺我们有限的生存空间,并对环境造成破坏。而一般性木结构建筑的使用时间为40年左右,重要的更长,有的古代重大工程则屹立了几百年。建筑木材使用后可轻松地转化为所需物质,或被生物分解,是一种可循环再生的不污染环境环保建筑材料。

3. 木材安全健康,无辐射,对人体完全无害

近年来,住宅中采用的天然石材、混凝土及砖石等建材的放射性所带来的危害越来越引起人们的关注,并制定了一系列的检测、限制辐射强度的标准。但上述材料即便是满足标准的也多少含有一定强度的辐射,况且有些地方根本就缺乏检测防范的法定程序,往往是已经对人身造成了损害,引发病症后才被发现。而木材作为一种安全的材料,无论是用来做结构还是做装修均全然不会带来上述危害,真正做到了绿色、健康、环保,木结构住宅是一种适合人生理和心理的健康住宅。

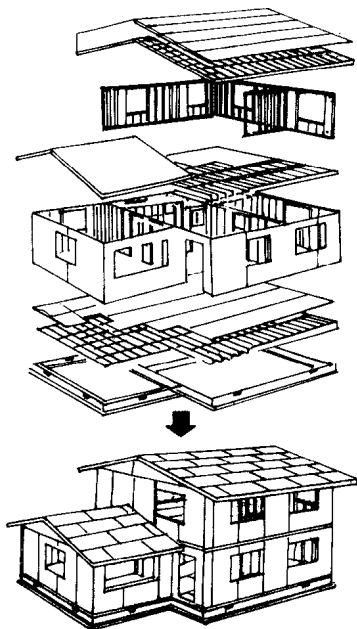
木结构由于其自身材料的优点也带来木结构住宅规划建筑上的特色,当然其不利之处也需要在构造处理与施工中加以改进防范。

三、木结构低密度住宅规划、建筑的鲜明特色与重点处理问题

如前所述,我国新近出现的木结构住宅由于成本的原因,绝大多数为低密度高档次的独立住宅,实际上为木结构别墅区。它的出现自然反映了一种先进材料及建造方式的要求,但在国内更多是由于房地产市场的需要,即一定层面的消费者对木材这种传统天然建材的偏爱。因此现有的木结构低密度住宅还是一种高端产品,在规划环境上较为优越,在内部房型上较为豪华,故在消费层次上,与国外木结构住宅作为一大类普通低层住宅有较大差别,而在具体构造特点上则大体相同,有的干脆是进口美国木制别墅在现场拼装而来,与中国古代

木结构民居已是天壤之别。

现在所指的木结构建筑,是以木料为主的建造方式,包含建筑物每层楼由内到外的建造,并由平台构建每单位一层高的外墙和室内间隔(图1)。这种方法一般称为平板构架木建筑。建造多层的建筑物毋须使用复杂的脚手架,因为每层楼都提供安稳的工作台来进行接下来的工程。



1

无论木结构住宅的室外使用何种合成材料,位于地基墙或水泥板上方的所有建材,包括地板、壁板及屋顶,均以木材和胶合板为主。泥灰加工漆、砖石、水泥和木板合成材料一样可用于室外墙面。

木结构建筑既不复杂也不困难,不需要高技巧的专家,不过在使用材料方面以及应用既定资料和已印证的建造方式上,必须具备实际常识。

1. 木结构低密度住宅的规划特色

因为木结构较为坚固,自重轻,耐候性强,可使用的地域范围很广阔,对建筑工址也有广泛的适应性,对地基承载力要求不高,故不必做大的开挖、回填和很深的桩基,对地形地貌的改变最少。尤其是设计别墅区时,往往选址在风景秀丽、植被丰富的地段,木结构别墅更能因山就势,错落有致地分布构图,摆脱了很多限制,对环境破坏减少到最低,能创造出形态丰富、融合自然的规划布局。因木材的耐火极限不如砖石,在间距上要符合国家规范要求,必要时可局部加设防火墙。

2. 木结构低密度住宅的建筑特色

同其他类别的别墅和居所相比,由于木结构住宅具有灵活、生态等长处,我们可以把注意力更集中于对人的服务上,摆脱各种结构上、

技术上的羁绊,为人提供一个更纯粹的空间和设施,可以把每一个细节做得更地道、更关爱。

现代の木结构低密度住宅的单体构成均具备主人生活的各种必要空间和设施,一般可分为五大功能区,各区都由若干独立但又互相联系的房间或单元组成:

- (1) 正式起居活动区:客厅、餐厅;
- (2) 非正式起居活动区:家庭活动室、书房、厨房、文体活动室、花房;
- (3) 安静休息区:主卧室、卧室、儿童房、浴厕;
- (4) 生活服务区:汽车库、洗衣间、储藏室、杂物间、平台、阳台、地下室;
- (5) 辅助区:门厅、门廊、楼梯、花房、游泳池。

上述空间可灵活组合,空间流动而又富有层次,充分利用了木结构的弹性设计,能创造出灵活多变的室内空间,适应市场的多种需求。

现代豪华一些の木结构住宅,将传统欧美建筑风格与当代新技术相结合,解决了防虫、防震、防漏、防潮等一系列问题。事实上,与其说木制预制装配房屋的出现是建筑思想与技术上的创新,不如说它是建筑材料与工艺上的革命。它对传统的石块砖瓦等建筑材料进行了全方位的挑战,在轻便性、防震性、防潮性、保温性等方面显示出其潜在的优越性。

(1) 防震性能优异:建筑全部采用木制结构及各种轻型辅助材料,大大减轻了房屋本身的重量。一面木材料的墙体(约 $3\text{m} \times 3\text{m}$)的总重量不到 500kg 。各部件之间的连接部件都为特制的耐用金属制品,使房屋结构有更好的整体性。1989年旧金山发生了7.1级大地震,此类型的房屋无一倒塌。通过历次地震所造成损失的比较(表3),木结构住宅是最低的。

历次地震不同结构住宅损失比较表

表3

地震地点及时间	级数	死亡人数(约)		木结构房子数目
		全部	木结构	
阿拉斯加(1964年)	8.4	130	<10	
旧金山(1971年)	6.7	63	4	100000
Edgecumbe(1987年)	6.3	0	0	7000
Saguenay(1988年)	5.7	0	0	10000
Loma Prieta(1989年)	7.1	66	0	50000
Northridge(1994年)	6.7	60	16+4	200000
Hvogo-ken Nambu(Kobe)(1995年)	6.8	6300	0	8000

(2) 保温性能出色:这一性能主要是通过墙体、地板及顶棚中的保温材料实现的。该保温材料为特制的玻璃纤维制品,形如海绵,中间充满了空气,因而可以夏天隔热,冬天防寒。保温材料的厚度,可根据不同地区的气候条件进行选择,最冷可耐 -40°C ,最热可耐 50°C 。

(3) 隔声性能出众:通过在墙体、地板及顶棚内放置具有保温及隔声双重功效的材料,消除噪声的干扰,可以很轻松地达到或超过砖混结构房屋所具有的隔声性能。

(4) 木结构房屋在设计上可以尽可能地采用先进的设计思想,中央空调低送风、屋檐设导流板、屋脊设通风板,室内与室外形成不间断循环,达到冬暖夏凉的效果,这是砖混结构无法实现的。

木结构住宅的屋顶往往采用坡顶这一传统形式,更符合人们心目中“家”的形象,而上面彩色沥青挂瓦则采用了新技术新材料。它与传统的屋面瓦相比,具有许多优点。

(1) 彩色沥青瓦的荷载相对较轻,对整个结构的承重和抗震有利。

(2) 彩色沥青瓦造型优美,色泽丰富。

(3) 彩色沥青瓦的防水、防虫性能优异。

同时屋面系统还设有通风板,在屋檐的底部和屋脊用通风板能够保持一种持续的空气流动,消除滞留的潮气。通风口特殊的设计能够引导风,甚至是很小的微风。通风口上下产生一个负压区,这个负压能有效地排出阁楼中的污浊空气,同时也能引导雨水和雪的排出。空气过滤装置能阻碍由于风吹而导致的雨、雪、灰尘的渗入和昆虫的进入。结实耐用的铝制屋檐板,采用仿木的外形,美观防潮,是屋顶排水系统的组成部分之一。

相对合理的物理环境,不难给人带来一个舒适的生态环境。

对于木制别墅的“眼睛”——窗户,大都采用铝木窗。铝木窗外部饰以铝材,以一种抗腐蚀的镀铬酸盐封口,然后饰以白色和铜栗色等涂层。年复一年,毫不褪色,具有坚韧的持久性。木材经过加压防腐处理,分子内有一种防腐的保护剂,这不仅能延长窗户的使用寿命,也节省宝贵的时间。它使用一种特殊的低能耗玻璃,在双层玻璃中填充氩(一种惰性气体),在玻璃中涂有一种看不见的全金属膜,能够有效地将室内或室外热量反射回去。铝木窗结合了木材天然的外观和木材杰出的保温性能。铝木窗夹层采用PPG空间技术,发挥保温玻璃的高效性能,达到了最大程度的能源节省,最大程度地保持室内温度的目的。

门的形式多种多样,材质各异,有极大的选择空间,可呈现和组合出多种不同风格。其入户门多采用橡木外门,配以美观的装饰玻璃设计。一些实木门的开裂是由于温度的变化和木材中存在应力。橡木在抗裂性能方面性能优异,它可给家居增加安全感和豪华感。

3. 低密度木结构住宅中需重点关注的几个问题

木材也有自己的缺陷,如耐火性、防腐、防白蚁等均不如砖石混

凝土等建材,故在设计建造时应重点处理。

(1) 对于木制结构,防火措施显得尤为重要。外墙的挂板、砖均应为耐火材料。墙体内部通过使用防火石膏板,增强防火性能,很容易达到与砖石结构建筑相同的防火性能。1991年,在日本大地震中,有些木质结构房屋表现出极其出色的防火性能,达到2个小时。室内及车库等部位均应装设感烟探测器,可预报火警,防患于未然。所有结构用料,皆可采用以防火液浸泡的方式,在不改变其力学性能的前提下,提高其防火、耐火性能。现今已能做到木材比钢材更能在火灾中保持安全强度(图2)。

在北美地区,木结构因火灾造成的损失和用砖石材料建造的住宅差不多,在日本,现允许在人口密度大的市区建三层高的木结构住宅。经实验,木材每分钟烧焦约0.6cm,碳化的部分形成一层隔离带可保护下层木材。故大的建筑木料可设计成一小时耐火时效,为达到这一标准,木结构构件的断面尺寸至少为17.1cm×34.3cm(三面燃烧时)及17.1cm×68.6cm(四面燃烧时)。对于木结构的金属连接件,为达到防火的要求,必须要求一定厚度的木材及石膏板或其他耐火材料覆盖。

另外,在各通风口、管道、烟囱及火炉旁边均应使用防火材料。为防止火焰及气体蔓延,应对隐蔽的小的建筑空间进行适当隔绝。

(2) 木结构住宅外墙应设有一系列的材料保证防潮、防水。一般最外层为乙烯基挂板,该材料具有多种功能,耐腐蚀,有极好的防水功效。次外层为防水纸,这是一种特制的玻璃纤维纸,经久耐用,贴在墙体上,不仅隔绝空气,也阻挡了潮气的侵入。最里层为“OSB”板,这是一种经压制处理的木板,受潮时不会变形,从而保证了木制墙体不受潮气侵蚀。屋顶铺有玻璃纤维沥青瓦和防水油毡。

(3) 木结构住宅较易受白蚁侵害。白蚁多分布在热带、亚热带地域,这一地区的特征是温度高、雨量大、湿气多。我国白蚁大部发生在南方各省,如广东、浙江、江苏、湖北、湖南、福建等地。白蚁生性嗜食植

物性物质,木材也是白蚁侵蚀的主要对象,并常潜伏在木材内部为害。为了有效地防治白蚁,可采取以下措施:

- A: 选择地势高、排水优良的基地,并加以整治,确认地下无断根、残桩等木物质;
- B: 屋柱与台阶使用的木料下应设有水泥台座;
- C: 设置防白蚁金属板防止白蚁从地面进入;
- D: 厨卫等常用水的房间适当集中;
- E: 地板下的基座至少高30cm;
- F: 保持地板下、阁楼内空气流通,木器保持干燥;
- G: 房屋定期检查,建造完成后要及时清除基地附近土中残留的木质物品。

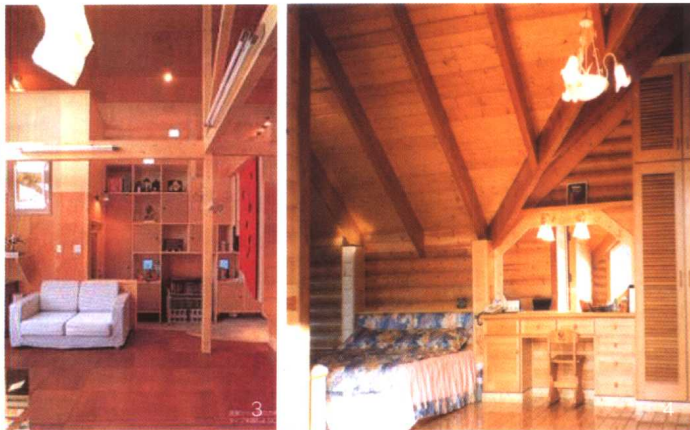
总之,防火、防水和防虫的问题只要措施得当,完全不影响木结构低密度住宅的正常使用及推广。

四、木结构低密度住宅对我国住宅产业化的启示

目前我国住宅产业化的进程比国外有较大差距,不可否认以砖石混凝土为主要的建筑材料是其中的一个原因,因为它们大多要在现场砌筑和浇筑,需要大量人工,建造周期较长,标准化、工业化、预制化的障碍较大。在这样的大环境下,我国的设计、施工等行业对混凝土以外的材料认识不够,更不用说有创造性的设计和发挥了,建筑师中懂得钢结构的不多,了解木结构的更少。而国外许多知名建筑师的不少名作却有很多是木结构的教堂、学校与住宅等等。在美国,木结构低密度住宅成为成套出售的商品,根据市场需求,从建筑风格上有乔治式、都铎式、哥特式、西班牙式、法兰西式与维多利亚式六种,从面积上分有各种不同的大小,从豪华程度上有配置齐全的豪华型,也有经济廉价的简易型。在客户根据图纸选定样式后,可以迅速地由工厂调来成套部件在现场装配,带水作业很少,比砖石结构的房屋可节省50%的营建时间,也可简少室内二次装修的工作量(图3、4),价格也相对便宜。出房率快了,投资效益也明显提高,这也是国外钢



2. 火灾后木梁(左)与钢梁(右)的损坏比较



3、4. 木结构住宅可减少二次装修的工作量,成本及干扰



结构、木结构建筑大行其道的原因。可见，木结构住宅与钢结构住宅一样，其发展与推广受我国整个建筑产业的制约，反之又能推动建筑工业化的进步。现在我国有意识地推动钢结构住宅的研究便出于此种考虑，而木结构低密度住宅的出现无疑能起到同样的作用。

五、木结构低密度住宅与国家资源的关系

在欧美、日本等国家，木结构住宅较为普遍，无疑因为它们有丰富的森林资源。我国古代木结构建筑成为主要形式也是因为当时森林资源丰富不缺木材，现在木结构建筑几乎绝迹，则是因为我国的森林资源极其贫乏。有不少人认为，中国古代发展木结构建筑造成了现今森林的减少。其实这并不存在直接的关系，关键在于缺乏森林资源管理和可持续使用的思想。一般性木结构建筑的使用时间为40年左右，一般木材的成材时间为20~40年，这就为木材植伐的动态平衡提供了

可能。国际上盛行使用有持续来源的木材来建造住宅、装饰室内，就是考虑到必须伐植平衡了才能达到森林资源的平衡。在美国，超过33%的森林已过成材期，每年种植树木2亿棵，则必须维持一定比例的开采。在日本，为保持本国的森林资源，则进口大量的木材用于住宅建设，因此，虽然日本资源有限，而木结构住宅未见减少。在我国，如今大量伐木用于建材是不可能，但应努力建立植伐的良性平衡关系，当建材用林成为经济颇丰的产业，大量种植也就不难推广。另外，有意识地从国外进口木材也是一种途径。

六、木结构低密度住宅在我国的前景展望

由前文分析，木结构低密度住宅的种种优势和先进潮流，决定它在我国存在并发展是有一定道理的，作为一种商品住宅的高端产品还是有市场需求的，在符合各种法规的前提下不宜因为国家资源的匮乏



6

而禁止。而作为大量的木结构住宅，在短期内还不可能实现，它将随着国家资源与经济实力的不断提升而逐渐得到发展，同时促进住宅产业化的进步。另外国内关于木结构住宅的经验还比较稀缺，这对于中国古代优秀而辉煌的木结构建筑成果无疑是一种缺憾。

七、低密度木结构住宅实例解读

笔者曾经主持设计了深圳“仙湖山庄”木结构别墅区的设计，为较为典型的新型商品化木结构低密度住宅，已于2001年竣工，开盘后得到了市场认同。“仙湖山庄”位于深圳仙湖植物园南麓，为一山地区域，植被丰富，风景优雅。整个场地规划充分发挥木结构住宅的灵活性，随着地势灵活地布局，尽量融入景观，贴近自然，创造出一处幽静的世外桃源。住宅内部面积较大，有250m²~450m²不等，空间分割灵活，辅助功能齐全。主体结构为木柱梁，外墙采用聚乙烯挂板和

面砖，屋面采用沥青瓦，空调系统为集中空调低送风，门窗密封性良好，室内环境舒适。整个小区共有28栋纯木制别墅，容积率0.45（图5，6）。

作者单位：深圳华森建筑与工程设计顾问有限公司

5. 深圳“仙湖山庄”木结构别墅区总平面图

6. 深圳“仙湖山庄”木结构别墅区组团群体

重塑木结构建筑文化

叶晓健

近年来,国际上不少建筑师对于木结构建筑进行了多方面的尝试,从小规模的住宅到大规模的体育场馆,但是其中很多作品只是用木材作装饰材料,而真正通过建筑构成反映出木结构本身魅力的设计并不多见。一座建筑用什么材料来建造在很大程度上决定了建成之后建筑空间的式样和风格。在提倡“自然”、“环境”、“健康”的社会呼声下,建筑师需要在建筑过程中更多地使用节能手法、采用环保材料,从设计、施工、制造等生产环节提高环境意识,所以木结构建筑的意义也就更加引人注目了。这也是我们重新提出“重塑木结构建筑文化”的背景所在。

顾名思义木结构建筑指的是木材不仅仅作为装饰材料,而且作为主要结构材料使用在屋顶、梁柱、承重墙等建筑主要受力部分。作为传统建筑材料,木材的质感、美感,是区别其他建筑材料的主要因素。同时,木材还具有很多其他优越的特性。

1. 木材的热传导率相对较低: 水的热传导率是1,大理石是5,混凝土是1.5,铁则达到了105,而木材只有0.5左右。热传导率越低,它就越能保持持续的温度,不会因为外界影响而产生迅速剧烈的温度变化。

2. 木材的保温抗寒效果好。木材内部具有丰富的植物纤维,充满了孔隙,具有很好的保温抗寒效果(日本在北极昭和基地的居住区就是以木结构为主)。在冬天站在混凝土地面上和站在木地板上面的感觉完全不同,我们进行家庭装修时,木质地板越来越受到青睐。由于木材含有萜(烃)等有机化合物,不同的木材还会散发出来不同的芳香,具有除臭、抗菌、防虫等效果。

3. 木材还具有调节湿度的功能。木材内部包含大量水分,调节能力十分惊人。比如在日本有大量的木结构住宅,一栋一户建¹的住宅使用大约20m³的木材,其中一根柱子一年的水分容量可以达到700ml²,整栋住宅的调节能力更强。由于木材对于温度、湿度的调节能力,很多古建筑、古墓中的文物才能够饱经日月风霜。

4. 木材具有很高的强度。建筑作为人们日常生活的据点,不仅仅要满足各种社会活动的使用要求,而且还要抵抗台风、积雪、地震等自然灾害。在构造的强度表现上要求在两个方面,即刚性和柔性。传统的木结构构造方法通过水平构件将立柱贯通连接,形成立体的构架,结合砖土墙壁具有的刚性和强度,达到与柔性共存。这样不仅可以对抗地震,而且也增强了建筑整体的气密性。所以,木材的美感也反映在它的结构上——刚柔并具,结构与建筑空间作为一个整体表现出来。在建筑中“强”与“美”相互结合和统一,才是建筑感动人们心灵的根本。

木结构建筑是最纯粹的环境建筑。我们反复提到的“环境建筑”,“生态建筑”,最基本的不仅仅是建筑自身具有生态性,而且对于整个地域环境也具有生态效应。如果考虑到建筑材料对环境的影响,从获取直到使用和抛弃整个过程中,到目前为止木材都是最能够保护环境的。美国西式住宅公司就木材、钢材以及混凝土等建筑材料在加工过程中消耗的能源进行了对比研究,得出结论是:加工木材比加工其他建筑材料更节省能源,使用木材对水资源产生的污染较少,再者,生产木材的过程,也就是树木成长的过程,是一个天然的空气净化过程。树木可以吸入二氧化碳,吐出氧气;木材在使用过程中产生的固体废物较少。由于木材可以以很多形式使用,几乎一棵树的所有部分都能被利用,因此固体废物的产生被降到最低。混凝土的材料是石灰岩,它是在地球形成初期,在海洋中的微生物通过二氧化碳作用沉积而成,浮游的氧气与铁发生化学反应沉淀成为铁矿石,这些都是无法进行生产利用的,是有限的资源。提倡使用可循环的建筑材料是目前国际上越来越重视的课题,发展木结构技术符合当今全球建筑潮流的发展方向。另外,木结构建筑还具有维修方便,易于解体重建等特点。

我国曾经是一个以木结构建筑为主体的传统文明古国,拥有丰富灿烂的木结构建筑文化和建筑遗产。古代木结构建筑所体现出来的不仅仅是近乎完美的营造法式,与传统建筑空间相互共鸣的空间格局,而且对于当时建筑结构形式、施工方法、工程管理所体现的木结构固有的特点而言,都代表了先进的生产力。可是在中国现代建筑之中,



1. 东大寺,奈良,始建于728年,是日本最大的木结构建筑。摄影:叶晓健

当代木结构建筑已经近乎销声匿迹,很多人认为谈论木结构建筑是老调重弹,木结构建筑退出历史舞台是时代进步的标志,守旧的结构形式被钢筋混凝土代替是科学技术进步发展的标志等。其实,作为一种建筑结构材料,它形成的构造体系并不是一成不变的,如同人们对于混凝土、钢结构技术的不断追求一样,木结构本身也具有巨大的生命力,在打破原有传统结构体系进行创新的同时,将木结构与钢结构、混凝土技术彼此取长补短也会为木结构技术的应用带来新的春天。

同中国等大多数东亚国家一样,日本也拥有悠久的木结构建筑历史,由于受到中国非常深远的影响,日本古代的木结构建筑大都沿用了中国的建筑体系(图1)。在公元7、8世纪飞鸟、奈良时代,日本结合中国的建筑技术创造了大量的建筑作品,迄今保留下来的就多达300余栋,像法隆寺、药师寺都是杰出的代表。后来,在此基础上,发展出了众多具有日本特色的木结构建筑建造方法。现代木结构建筑(特别是木结构住宅)在日本得到了繁荣的发展。近年来,日本建筑界发出了复兴木结构建筑的号召,这是侧重于对于新技术、新构造的深入研究,结合环境建筑的普及深化木材的使用,其成果是举世瞩目的(图2~图9)。

在日本的传统中,人们对物质追求的是一个整体,所以建筑不仅形似,而且神似,表里如一,持之以恒。美的形态不仅仅体现在建筑本身,而且体现在其内部的空间,包括工具、杂物等很多实用的工艺品上,它们所具有的美的形态和木结构的建筑空间相互交织渲染,形成的空间氛围是日本传统建筑能够广泛地影响世界的主要原因,而且在很大程度上影响了现代日本建筑的发展。

木结构在日本能得到广泛的应用和发展,首先是木结构建筑符合日本的自然、地理、气候等客观条件。日本是一个岛国,地势狭长,气候湿润,特别是高温多湿的季风性气候不适合封闭型住宅的发展,相反木结构住宅的灵活性可以比较容易地适应日本各地不同的气候特点。而且日本森林资源非常丰富。日本国土面积的65%都是森林,约为2500万 hm^2 ,其中1000万 hm^2 是人工林,有大约600万公顷的人工林面临间伐期³。它的针叶林可开采的年生产量,仅次于北美和俄罗斯,是世界三大资源之一。按照严格的立法保护森林资源,而且积极进行合理开发利用,这些都为日本发展木结构建筑和木结构工程做法奠定了物质基础。

在关东大地震以来的各种城市灾难中,木材由于可燃性高,材料强度计算偏差的原因受到损害的现象比较严重,在大规模建筑中一般不再采用木结构形式。但是随着建筑技术的发展,建筑防火技术的逐

步完善,作为日本的建筑设计的基本法——建筑基本法,对于木结构建筑的相关规定自1987年、1994年、1998年的第7次到第9次修正中作了比较大的改动,现在超过3层的大规模木结构建筑已经成为可能⁴。按照现在的日本建筑法规中建筑耐用年限的规定而言,木结构25年,混凝土结构60年,相对都是非常保守的。这是因为为了促进再生产,物资的加速循环,体现出来的现代社会特有的鼓励消费的法规制度,就是人为的、政治性的制度。

现代日本木结构建筑在很多公共建筑之中,创造出丰富、宜人的现代建筑空间。如北川原温建筑都市事务所⁵设计的岐阜县森林文化学校,MIKAN⁶设计的八代市立高田AKABONO幼儿园等几个作品都是近年来在日本建筑界涌现出的木结构建筑的代表作品,它们对于木材与建筑空间、建筑理念的融合之上都体现了独特的匠心。在木结构建筑中,在一些容易腐朽的地方使用耐腐蚀的木材,或者与石材、瓦片等材料共用,可以加强整体结构强度,弥补单纯使用木结构的局限性。比如,一直提倡使用铝合金构件的日本北川原温事务所最近在一系列公共建筑中引入了“面格子”的结构形式,独树一帜,这是建筑师与结构工程师合作将先进的木结构技术和建筑意匠紧密结合的成功尝试。我曾经多次拜访北川原温事务所,也参观过丰昭学校等建筑现场,深深体会到从带有未来派色彩,大量使用铝合金结构的大型公共建筑到日趋成熟的面格子木结构体系所反映出来的变化,传统建筑形式与现代建筑技术结合后焕发出的新木结构建筑的生命力(图10、11)。

木结构的发展在强调自身特性的同时,也要充分考虑到材料的互补性,和铁骨、混凝土结合扩大创作的可能空间。通过重建木结构建筑,我们可以更加深刻地意识到今天面对着各种各样的地球环境问题、能源问题。而森林为我们提供了地球中宝贵的可再生资源——木材的同时,也为防止水土流失、保护淡水资源、防止地球温暖化等地球环境做出了不可替代的贡献。对于我们提倡的发掘传统建筑精华,继承优良建筑精神而言,复兴木建筑文化,重新解释、塑造木结构建筑的时代意义,对于建设环境型社会,勾画新的本土建筑特色都具有重大的意义。它将人们日常生活的基础设施与美学、历史、传统的智慧和现代的技术理论相结合,去创造新的历史传统。在提供给人们安全舒适的生活、工作、活动空间的同时,让我们能够早日进入循环环境型社会中,木结构建筑的可发展空间还是非常广阔的。

我们今天提倡的传统不仅仅是向后看,向前看同样也是传统,而且是更加有生命力的传统。

