

ZHUANGPEISHI MUJIEGOU SHEJI SHIGONG

Z YU BIM YINGYONG FENXI



装配式木结构设计施工 与BIM应用分析

王玉镯 曹加林 高英 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

装配式木结构设计施工 与BIM应用分析

王玉镯 曹加林 高 英 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书系统地论述了木结构设计和施工的主要内容,列举了一些木结构施工案例,最后对现在炙手可热的建筑信息建模(BIM)及其应用进行了简单介绍。本书共分8章,主要内容包括:导论、木结构材料、木结构设计方法与木材设计指标、木结构房屋及木结构连接、木结构形式与应用、木结构工程项目实例、BIM基本知识、BIM在建筑施工中的应用。

本书的撰写采用图文并茂的方式,直观明确、条理清晰,可作为高等院校建筑学专业及相关专业的参考用书,也可供建筑设计人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

装配式木结构设计施工与 BIM 应用分析 / 王玉镯, 曹加林, 高英著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2018.3
ISBN 978-7-5170-6283-7

I. ①装… II. ①王… ②曹… ③高… III. ①木结构—结构设计—计算机辅助设计—应用软件②木结构—工程施工—计算机辅助设计—应用软件 IV. ①TU366.204
②TU759

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 014464 号

责任编辑:陈 洁

封面设计:王 伟

书 名	装配式木结构设计施工与 BIM 应用分析 ZHUANGPEISHI MUJIEGOU SHEJI SHIGONG YU BIM YINGYONG FENXI
作 者	王玉镯 曹加林 高 英 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话:(010)68367658(营销中心)、82562819(万水) 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市同力彩印有限公司
规 格	170mm×240mm 16 开本 15.25 印张 270 千字
版 次	2018 年 3 月第 1 版 2018 年 3 月第 1 次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	62.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

木结构是中国最为传统的一种结构形式,追溯 3500 年前,就基本形成了榫卯、斗拱等中国传统的木结构体系。宋代《营造法式》从建筑、结构到施工全面系统地反映了中国古代木结构建筑的体系。中国拥有建成数百年甚至上千年的古代木结构,如建于公元 1056 年的应县木塔、建于公元 857 年的山西佛光寺大殿都历经战争、自然灾害而至今依然巍然屹立,充分展示了中国古代木结构高超的建造技术水平。解放初期,由于木结构建造容易而大量使用,致使结构用材过度砍伐;之后由于木材资源的缺乏,木材在建筑业中的使用受到限制。

近年来,由于中国林业技术的发展和国外进口结构木材的增多,现代木结构在我国又得以复苏。木材资源易于再生、绿色环保,木结构保温隔热、抗震性能好等优越性越来越被认识,木结构知识又受到了建筑设计、施工单位的关心,木结构教育也受到了高等教育的关注。

我国木结构建筑研究停止了近 30 年,进入 21 世纪才开始复苏,木结构建筑设计理论、方法和建造、维护、保养等技术都已明显落后于世界先进国家,因此学习国外先进的技术和理论方法是非常有效的手段。日本是我国的近邻,地理、气候、环境相似,隋唐时期从我国学习了房屋建造技术,至今仍保留了传统的梁柱结构,并得到了改良与发展,同时也引进了西方的木结构构造技术,其木结构设计理论和构造研究都处于世界先进水平。特别是日本的生活习惯和审美观等与我国相同或相近,因此学习日本的木结构设计理论和构造技术非常符合我国的国情。

大约从 2008 年开始,BIM 在中国的应用开始呈现火热趋势,相

关的研究和应用成果也逐年递增。目前,市面上与 BIM 相关的书籍众多,这些书籍对推动 BIM 在我国的普及和发展起到了非常重要的作用。当前高校的 BIM 研究和教学,正处于十分活跃的阶段,许多高校都建立了 BIM 研究中心,相应的研究成果也进一步推动了 BIM 的工程应用。BIM 的发展日新月异,建筑业从业人员对 BIM 的认识也各有其见,因此本书的最后对 BIM 的基础知识和基本应用展开了论述。

本书共分 8 章,主要内容包括:导论、木结构材料、木结构设计方法与木材设计指标、木结构房屋及木结构连接、木结构形式与应用、木结构工程项目实例、BIM 基本知识、BIM 在建筑施工中的应用。

本书中,王玉镯负责第 1 章至第 5 章、第 7 章(7.3 节、7.4 节、7.5 节、7.6 节)、第 8 章的撰写工作;曹加林负责第 6 章的撰写工作;高英负责第 7 章(7.1 节、7.2 节)的撰写工作。

由于作者水平有限,书中难免存在疏漏和不足之处,敬请读者批评指正。

作 者

2017 年 10 月

目 录

前言

第 1 章 导论	(1)
1.1 现代木结构的定义、特点及发展概况	(1)
1.2 木结构房屋在我国发展的优势和机遇	(5)
1.3 我国发展木结构房屋需解决的问题	(8)
1.4 木结构房屋的建造	(8)
1.5 常用的建筑材料和产品	(13)
1.6 木结构在我国的前景	(19)
第 2 章 木结构材料	(22)
2.1 结构用木材的种类	(22)
2.2 木材的构造和缺陷	(25)
2.3 木材的物理特性	(32)
2.4 木材的基本力学性能	(35)
2.5 影响结构木材强度的因素	(46)
2.6 测定木材强度的方法	(47)
2.8 木材等级和设计强度	(50)
2.9 木基结构板材与结构复合木材	(51)
第 3 章 木结构设计方法与木材设计指标	(55)
3.1 结构设计理论的演变	(55)
3.2 基于可靠性理论的极限状态设计法	(62)
3.3 承载力极限状态和木材强度设计值	(64)
3.4 正常使用极限状态和木材弹性模量取值	(78)
第 4 章 木结构房屋及木结构连接	(80)
4.1 木结构房屋简介	(80)
4.2 结构构件	(84)
4.3 轻型木结构	(94)
4.4 木结构常用连接方式和需注意的问题	(100)
4.5 齿连接	(102)
4.6 螺栓连接和钉连接	(105)
4.7 齿板连接	(108)

4.8 构造连接示意图	(118)
第 5 章 木结构形式与应用	(124)
5.1 木结构的结构形式及组成	(124)
5.2 木结构设计的一般要求	(125)
5.3 梁结构	(130)
5.4 桁架结构	(136)
5.5 网架结构	(144)
5.6 排架结构与钢架结构	(147)
5.7 拱结构	(159)
5.8 穹、壳等其他结构	(164)
第 6 章 木结构工程项目实例	(174)
6.1 同济大学平改坡桁架工程实例	(174)
6.2 2010 年上海世博会温哥华案例馆	(176)
6.3 抗震救灾四川援建木结构项目	(176)
第 7 章 BIM 基本知识	(179)
7.1 BIM 概述	(179)
7.2 BIM 发展背景	(182)
7.3 BIM 参数化建模	(186)
7.4 BIM 软件	(197)
7.5 BIM 协同设计	(203)
7.6 BIM 可视化	(206)
第 8 章 BIM 在建筑施工中的应用	(211)
8.1 BIM 应用的策划与准备	(211)
8.2 基于 BIM 的深化设计与数字化加工	(216)
8.3 基于 BIM 的施工现场临时设施规划	(226)
8.4 基于 BIM 的工程造价过程控制	(231)
参考文献	(235)

第1章 导论

人们已普遍认识到森林与地球环境保护问题密切相关,破坏森林就是破坏地球环境,节约木材资源已越来越引起人们的重视。世界各国都在谋求包含木材加工企业边角废料和废旧木结构房屋解体材再利用系统在内的木质资源的更有效利用。木材在制造时的资源和能源消耗小,废弃时易腐烂返回大自然或作为燃料利用,对环境的负荷小。在低碳经济的今天,木材作为环境生态材料受到了高度关注。

木材与其他结构材料相比,质量小,纤维方向强度大,容易加工,具有优良的保温、隔热性能,自然的木纹无与伦比,作为建筑材料具备许多优越的特性。但由于节子和斜纹等缺陷,材质不均,各向异性,干燥时易开裂和变形,管理不当时易遭虫害和腐蚀等问题,限制了木材在工程上的利用。接下来我们一起对木材在现代社会的发展和应用进行了解和学习。

1.1 现代木结构的定义、特点及发展概况

1.1.1 现代木结构的定义

现代木结构主要是指:建筑工程是以木材来作为主体受力体系的工程结构。现代木结构独有的优势使得其在各个方面都获得了广泛发展,其中主要集中在桥梁和道路以及房屋建筑等方面。如今,随着现代木结构优势的不断显露,其应用早已不再局限于房屋建筑和学校以及办公楼这样的中低层建筑,在图书馆、会议中心、体育场以及机场等大跨度建筑物中,现代木结构的出现也变得越来越频繁和普遍。

1.1.2 现代木结构的特点

1.现代木结构的优点

现代木结构以木材作为主要建筑材料,其建筑特点与原材料息息相关。木材作为大自然生产的一种天然材料,几乎是从人类文明产生的初始阶段,就一直伴随着人类文明历史共同前行。从远古时期的钻木取火,使得人类开

始摆脱茹毛饮血的原始生活开始,到木质弓箭的制作和应用,甚至是车辆和轮船乃至飞机的发明和制造,木材都有着不可或缺的作用。

在建筑领域,从开始利用树枝和零散木材进行窝棚的搭建,以此来遮风挡雨到利用不同形状的木材来进行住房和宫殿、庙宇的建筑,再到利用规格化的木材或者木制品建造拥有现代木结构的房屋住宅以及一系列的大型公共建筑为止。木材作为原始建筑材料的应用伴随人类文明的发展史,经历了一个又一个漫长的历史进程。如今随着钢筋混凝土等现代化建筑材料的发明和大量生产应用,建筑物的原材料不再仅限于木材的应用,但是在欧美许多发达国家,现代化的建筑物诸如住宅、学校、办公楼,等等,仍然是使用木材作为主要的建筑原材料来进行建造的。那么木材相对于工业化生产的建筑材料而言,具体有什么样的优势令众多国家对其钟爱有加呢?我们首先来了解一下木材以及木结构的优越性,主要概括为以下几点:

①木材资源属于可再生资源,只要对树木和绿植进行合理种植,使得木材可以在阳光下进行周期性生长和繁殖,并实施行之有效的木材开采和合理利用制度以及法规,木材的获取相比于现代化建筑材料如混凝土和钢材等而言,属于更加容易获取的建筑材料。而且木材的周期性大约在 50~100 年左右。随着现代林业和木材加工业的发展,更多的速生木材也逐渐开始用于建筑结构当中,不仅可以减缓木材做建筑材料的消耗速率,而且,也可以更大程度上缩短林木业资源进行再生产的周期。

②木材是一种绿色环保材料。对分别以木材、钢材和混凝土为主要结构材料的面积约 200m² 的一幢住宅建筑进行比较,结果表明:木结构建筑消耗的能量是混凝土建筑的 45%、是钢结构建筑的 66%;木结构建筑排放使全球具有变暖趋势的等效二氧化碳最少,是混凝土建筑的 66%、是钢结构建筑的 81%;木结构建筑的空气污染指数最低,是混凝土建筑的 46%、是钢结构建筑的 57%;木结构建筑的水污染指数最低,是混凝土建筑的 47%、是钢结构建筑的 29%;木结构建筑的生态资源耗用指数最低,是混凝土建筑的 52%、是钢结构建筑的 88%,林业生产虽损失大片林区,但这一影响只是短暂的,树木再植、森林资源的可持续管理将生态资源影响降低到最低程度;木结构建筑的固体废物是混凝土建筑的 76%,但比钢结构建筑略多,为 1.21 倍。因此,综合考虑能耗、等效二氧化碳、空气污染、水污染、生态资源耗用和固体废弃物等因素,木材最为绿色环保。

③木结构建筑是最适合人类居住的。木材做建筑材料具有质量轻、强度高的特点,并且木材的强度和密度与钢材相比并不逊色。所以在木结构建筑总质量要轻于其他结构类型的建筑物,但是强度却相当的状态下,受到地震等自然灾害危及时,会受到相对较小的作用力,结合科学合理的设计,木结构

建筑可以拥有明显优于其他结构建筑的抗震能力。而且,据调查研究证明,木结构建筑在历次地震中,无论是造成的人员伤亡,还是经济损失,都远低于其他结构建筑。另一方面,木材具有良好的隔热、隔声性质,木结构建筑供热、空调耗能较低,加之木材的天然纹理,给人以亲近、回归自然的感觉,居所温馨而舒适。

④木材作为木结构建筑使用的主要原料之一,其保温隔热性能也是较好的。因为木材生长和形成过程中,本身构造会由于细胞内有空腔的特点,形成天然中空的材料,所以会使热传导速度减缓,从而造就木结构建筑具有良好的保温和隔热性能。这也是木结构建筑能有冬暖夏凉效果的主要原因。

⑤木材作为木结构建筑的主要原料,其低于传统建筑材料的密度,造就了木结构建筑质轻的特点。但是木结构建筑的强度和荷载作用方式与木材纹理及生长构造等因素有密切关系,所以,木结构建筑只需要针对木材进行科学合理的设计,是一样可以使得木材具有比较高的抗压强度和抗弯强度的。因此,在进行木材的科学合理设计之后,木结构建筑相比于其他结构建筑会具备明显的质轻优势。

⑥现代木结构建筑所需原料和构件制作,已经逐渐从传统的手工制作转变为标准化生产和快速化生产制造,这样不仅可以有效降低制作工人的劳动强度,而且可以实现建筑材料的快速生产和制造,加快木结构建筑的施工速度、缩短建筑周期。如现代的轻型木结构房屋,使用的是工厂生产的、标准化了的规格材,无须再行锯解等操作;使用的覆面板也为工厂生产的、规格化的木基结构板材,现场基本上仅需拼装钉合,甚至门、窗等也是标准化产品,可在市场上直接购得。因此一幢这样的房屋包括室内装修和家用电器配置在内,仅需要2~3个月即可完成。

⑦木结构建筑美观。木结构建筑的纹理自然,与人有很强的亲和力。住在木结构的建筑中使人有一种回归自然的感觉。

⑧木结构建筑建造方便。木材加工容易,可锯切成各种形状。木结构构件相对轻巧,运输和安装都较容易,尤其对于轻型木结构建筑安装无须大型设备,3~4个月就能完成一幢独立别墅的建造。

⑨木结构建筑具有较好的抗震性能。结构物上的地震作用与结构质量有关,木结构质量轻,产生的地震作用当然也小;由于木结构质量轻,地震致使房屋倒塌时对人产生的伤害也要比其他建筑材料小。另外,木结构的整体结构体系一般具有较好的塑性、韧性。因此在国内外历次强震中木结构都表现出较好的抗震性能。

⑩木结构具有一定的耐久性。如果木结构设计合理,具有较好的防潮构造、合理的防火措施,则其耐久性也较好。如现存的我国五台山南禅寺大殿

和佛光寺大殿都已有 1200 年左右的历史。挪威一座建于 12 世纪的木结构教堂,由于其出色的设计和精心的保养,历经 800 年的风雨依然完好如初。无数北美和欧洲的 19 世纪建造的木结构建筑物,都证明了木结构能够经受得起时间的考验。

2. 现代木结构的缺点

所有的事物都存在着两面性,有利就有弊,木结构也是如此。木结构拥有着上述优点之外,同样存在着一些明显的缺点,这些缺点有时会影响木结构的应用,所以为了避免这些缺点对木结构使用的影响,必须进行技术上的合理设计,来完善建筑对于木结构的需求和使用。

①木材作为木结构建筑的主要建筑原材料,相较于不同建筑结构拥有更多优势的同时,一样存在着各向异性和一些天然缺陷,包括缺少现代建筑材料所拥有的可焊性等等。这也是木结构建筑过程中,造成木结构设计复杂性增加的原因。

因为木材属于自然生长而成的纤维质材料,所以木材的各向异性会导致其不同方向的抗拉和抗压强度存在很大的差别;木材生长过程中,木材成节的缺陷也会一定程度上影响其作为木结构建筑材料和建筑构件时的承载力;而且,使得木结构建筑程序更加复杂化的原因主要是木材的不可焊性,木材作为木结构建筑材料使用过程中,其不可焊性会使得木结构建筑构件之间的连接复杂化程度加大,并且会在一定程度上削弱建筑结构体系应有的功能。除此之外,木材的强度按作用力性质、作用力方向与木纹方向的关系一般可分为:顺纹抗压及承压、横纹抗压、斜纹抗压、顺纹抗拉、横纹抗拉、抗弯、顺纹抗剪、横纹抗剪、抗扭等,并且不同种类木材结构差别非常大,其中顺纹抗压和抗弯的强度在众多木材种类中相对较高。因此木结构设计最好尽可能使构件承受压力,避免承受拉力,尤其要绝对避免横纹受拉。

②木材是有机物,易受不良环境的腐蚀。木材腐蚀主要是由附着于木材上的木腐菌的生长和传播引起,但木腐菌生长需要有一定的温度、湿度条件。木腐菌最适宜的生长温度约为 20℃ 左右,这也是人类生活的舒适温度,因此无法通过控制温度来抑制木腐菌生长,而控制湿度是唯一办法。使用干燥的木材,做好建筑物的通风、防潮,都是避免木材腐蚀的有效措施;当然长期可能受到潮气侵入的地方,如与基础连接的木构件、直接暴露于风雨中的构件等,可采用具有天然防腐性的木材或对木材进行防腐处理。

③木材又是某些昆虫的食物,虫蛀是某些地区使用木结构的一大隐患。侵害木材的虫类很多,如白蚁、甲虫等,品种因地制宜。切实做好木材防潮是减少或避免虫害的主要措施;在房屋建造前,对建筑场地及四周土壤清理树

根、腐木,设置土壤化学屏障等也是预防虫害的一种措施;必要时木材需作防虫处理。

④木材是一种可燃性材料,木结构建筑的防火安全受到特别关注。木材易于燃烧。对于房屋的使用者而言,火灾是随时存在的危险,但研究和事实表明:房屋的防火安全性与建筑物使用的结构材料的可燃性之间并无太多关联,很大程度上取决于使用者对火灾的防范意识、室内装饰材料的可燃性以及防火措施的得当与否。但与其他结构相比,木材至少是增加了房屋可燃物的数量。木结构建筑需要周密考虑防火安全措施。因此,木结构按防火规范做好防火设计很有必要,适当的防火间距、安全疏散通道、烟感报警装置的设置等都是防止火灾的必要措施。

1.2 木结构房屋在我国发展的优势和机遇

木结构的发展在我国有着悠久的历史,所形成的榫卯梁柱体系在唐代已趋于成熟。重建于公元857年的山西佛光寺正殿。如图1-1所示,是唐代木结构殿堂建筑的典范;建于公元1056年的山西省应县佛宫寺的释迦塔(简称应县木塔),高67.31m,底层直径30.27m,明暗共九层,如图1-2所示,第一层为重檐,以上各层为单檐,是世界上最高的木塔建筑,气势雄伟。应县木塔地处大同盆地地震区,近千年来,经历了多次强烈地震和战争等人为破坏,至今仍巍然屹立,向世人展现着我国古代木结构高超的建筑技术与灿烂文化。唐代的《唐六典》、宋代著名建筑家李明仲所著《营造法式》以及清代《工程做法则例》等,从建筑、结构、施工等方面系统地总结了我国劳动人民在木结构建筑方面的智慧与经验,是我国非物质文明的一部分。



图1-1 山西佛光寺正殿

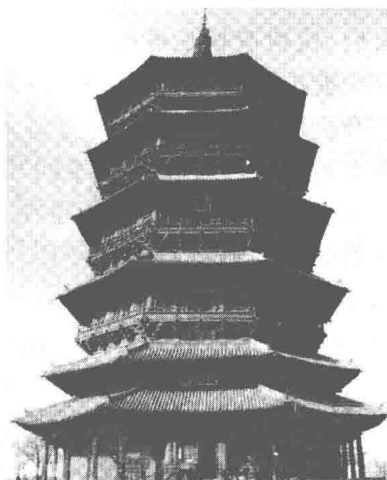


图1-2 山西应县释迦塔

我国古代木构建筑榫卯连接的梁、柱体系如图 1-3 所示,其木梁、木柱是房屋的基本承重构件,砖墙仅起填充和侧向支撑作用。该体系的梁跨度有限且需用木材较多,所以随着西方科学技术的传入,出现了桁架这一构件形式,于是木结构房屋逐渐转变为由承重砖墙支承的木桁架结构体系,称砖木结构房屋。

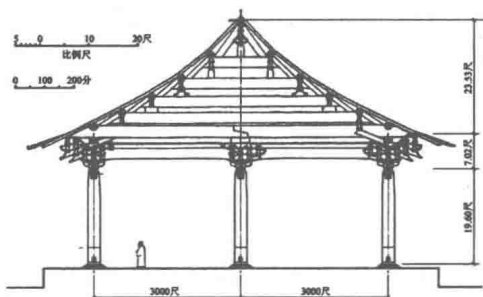


图 1-3 木构建筑构造摘自《宋·营造法式图注》

由于建国初期钢材、水泥短缺,大多数民用建筑和部分工业建筑采用了这种砖木结构形式(砖承重墙、木屋盖)。据 1958 年统计,这类房屋占总建筑的比例约为 46%。木结构虽基本上被限制在木屋盖应用范围内,但仍处于兴旺时期,高校、科研院所有众多人员从事木结构工程的教学、科研工作。随着我国国民经济建设发展的前三个五年计划的推进,基本建设的规模迅速扩大,木材需求量急剧增加,森林被大量砍伐。在重采轻植、毁林造田等思想影响下,木材资源几乎被耗尽,而又无足够资金进口木材。20 世纪 70 年代后,木结构在中国基本被停用,木结构工作者纷纷转行,高校木结构课程也逐渐停设,中国木结构被迫处于停滞状态,长达二十余年之久。回顾我国木结构被迫停滞的历史,其根本原因在于木材资源的缺乏,这从另一个侧面也告诫人们,植树造林是可持续发展并造福后代的良策。

近年来,我国经济水平获得飞速发展,国民生活水平也获得很大程度的提升。所以,随着人们对于生活水平要求的全面提升,相对于住宅的要求也越来越高。所有相对于不同建筑结构都具有更高性能比的木结构房屋受到了越来越多的关注,尤其是在一些大城市中,房地产商的大量参与和国内外有关建筑的新技术引进使用,使得木结构建筑和木结构居所成为新的热点。从建筑行业新的发展趋势来观察可以发现,相对于中国巨大的房地产市场来说,木结构房屋的开发和应用以及推广,都具有非常大的发展空间和市场。

现代木结构房屋与传统的木质房屋是有一定差别的。现代木结构房屋是一种更加符合现代人生活方式和生活需求的木结构建筑。不仅能够满足现代人生活上所需功能齐全的要求,而且相较于其他建筑结构而言,更加的安全舒适,也更加的节能环保。

木结构房屋对于瞬间冲击和周期性疲劳破坏具有良好的抵抗能力,节能环保的木材与钢、铝、塑料相比,不仅其生产能耗最小,而且木结构建筑还具有良好的隔热保温性能。从表 1-1 中主要建筑材料寿命周期对环境影响的比较可见木材具有的环保优势,采用木质建材既符合国家建设绿色建筑的政策,又顺应健康住宅的理念。

表 1-1 主要建材寿命周期对环境的影响系数

材料	水污染	温室效应	空气污染指数	固体废弃物
木材	1	1	1	1
钢材	120	1.47	1.44	1.37
水泥	0.9	1.88	1.69	1.95

木结构住宅对保护耕地的作用更为明显。按相关统计资料,前几年我国每年建设各类建筑需使用黏土砖 7000 亿块,损毁耕地 10 万亩以上。现在,住房和城乡建设部、国土资源部等已发文,要求限时禁止在住宅建筑中使用实心黏土砖。木结构房屋是砖混结构房屋很好的替代品之一。

我国成为世贸组织成员后,木材进口关税降低,木材进口量连年上升。同时,一些国家的木材贸易组织和建筑企业也大力向我国建筑市场推销其木材和木材制品,大力推荐新型的木结构建筑,并逐步取得政府建设主管部门的认可。沿海经济发达地区和北京等地已陆续建成数千幢轻型木结构住宅,如图 1-4 所示,因其可为人们提供温馨、舒适的居住条件而受到青睐,沉寂了二十余年的木结构终于开始复苏。



图 1-4 轻型木结构住宅

同时国家实施退耕还林、大力种植速生树种和适当进口木材的政策,为人们对中国木结构再度兴起提供了希望。现阶段的中国木结构需要认真学习国际先进的木结构科学技术,迎头赶上,使我国现代木结构像中国古代木结构那样取得光辉灿烂的成果,为人类做出新的贡献。

节能环保、可持续发展、以人为本等理念已深入人心,木结构建筑的优越性恰好体现了这几个方面。日本在世界上也是人口密度较高的地区,但木结构建筑并未受地少人多的影响,在日本仍得到广泛应用。随着我国经济建设的发展,基础设施的完善,人民生活水平的进一步提高,木结构建筑特别是木结构住宅建筑的竞争优势将会逐步显露出来,同时也显示出木结构的前途是非常光明的。

1.3 我国发展木结构房屋需解决的问题

1.3.1 传统观念的转变及市场的认可

由于受传统农村木屋印象的影响,人们总认为木结构房屋是四面透风,既不坚固又非常简陋的木房子,其实这是一种误解。现在所指的木结构房屋是将生态、环保、个性化、美学及现代技术与传统方法结合,具有现代气息的多功能木结构建筑。另外,因森林资源匮乏而限制使用木材只能作为一定时期缓解供需矛盾的权宜之计,不能根本解决木材紧缺问题。从现实情况看,木结构建筑在我国的接受程度还很低,木结构产品真正进入市场并受到消费者的普遍欢迎尚需时日。人们从追求高容积率 of 的居所转变到健康环保的住宅需要一个过程,首批开发的木结构房屋的成功与否非常重要,可直接影响到人们观念转变的快慢。

近年来,作为一种有效的建筑体系、适用于中低密度住宅和小型商用建筑的结构形式,轻型木结构住宅已在我国各地逐步得到开发商及部分高端业主的认可。

1.3.2 相应法规和管理方法的建立

美国、加拿大及欧洲国家都有木结构建筑规范和标准,我国现有的有关标准与国外有较大差异。目前住房和城乡建设部已着手制定低层木结构住宅的设计标准和规范,在可预计的时间内将颁布实施。

上海市《轻型木结构建筑技术规程》作为一部相对全面和具有前瞻性的地方规范,已于 2009 年底颁布实施。

1.4 木结构房屋的建造

对木结构房屋建造最基本的要求,首先是能遮风避雨、躲避严寒,避免暴

风雪和地震等自然灾害;然后是躲避狼和猴等野兽的侵袭,保护人身安全。但随着人类文明的发展,人们希望拥有更加舒适的居住环境,对住宅功能的要求也逐渐增多。为了能适应其要求,必须考虑平面的和立体的规划、居住性、美观性、耐久性、结构安全性和施工经费等各种各样的要素,从综合的角度进行住宅设计,不能只突出特定的要求项目或无视要求项目。

1.4.1 木结构房屋最初的构成方法

为了理解现代木质住宅的构成方法,我们有必要了解其历史的变迁。考古发现表明,早在距今约4万年至1万年前的旧石器时代晚期,已有我国古人类,“掘土为穴”(穴居)和“构木为巢”(巢居)的原始营造遗迹。分别代表长江和黄河流域文明的浙江余姚河姆渡遗址和西安半坡遗址,反映了早在7000年至4000年前我国木建筑的构成方法及其水平。

公元前4800年至公元前4300年半坡遗址中,房屋有圆形、方形半地穴式和地面架木构筑之分:圆形房子直径一般在4~6m,墙壁是在密集的小柱上编篱笆并涂以拌草泥做成,方形或长方形房子面积小的12~20m²,中型的30~40m²,最大的复原面积达160m²。如图1-5所示为半地穴式圆形房子的木构架示意图及其复原图,它是先在地面掘入深约0.5m的圆形坑,接着在其中埋固数根木立柱,然后在立柱上搭建一个尖形屋顶,最后在立柱间编织篱笆墙并糊上拌草的泥,给屋顶盖上树皮或茅草,所有节点都用藤和绳连接。

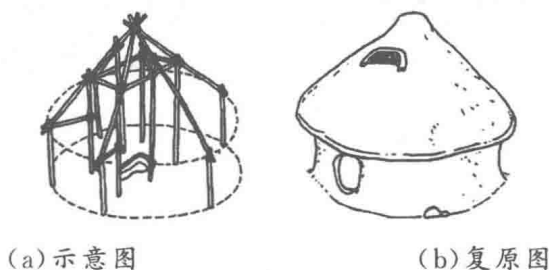


图1-5 半坡遗址半地穴式圆形房子木构架示意图及复原图

如图1-6所示为长方形地面建筑的木构架示意图及其复原图。

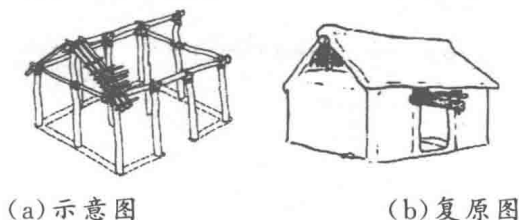


图1-6 半坡遗址长方形地面建筑木构架示意图及复原图

其木柱布置已略呈规则柱网,房屋已具“间”的雏形,中间一列四柱高出

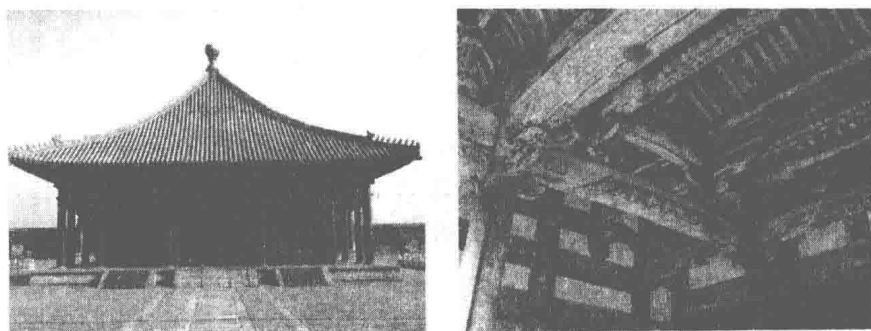
檐柱以承托脊檩。我国木结构典型的梁柱式构架初见于此。

1.4.2 木结构房屋的结构体系

随着时间流逝,在我国悠久的历史岁月长河中,古代木结构房屋在上述原始雏形的基础上不断演化改进,逐渐形成了梁柱式构架和穿斗式构架两类主要体系。这两种木结构房屋的建筑体系从战国时期开始一直沿用至今。

1. 梁柱式构架

梁柱式构架的特点是柱网下以石础为基,上或以榫卯或以斗拱(大型重要建筑)承托横梁(额、枋),横梁上再立短柱(瓜柱),承托更上一层横梁,最上层横梁承托檩子。横梁跨度自下而上逐渐减小,形成坡屋顶构架。如图 1-7 所示为北京故宫太和殿的外观和内部结构,为典型的古代梁柱式构架。我国古代木结构与西方木结构体系不同,不采用任何形式的桁架。



(a) 太和殿外观——梁柱式构架 (b) 太和殿内部梁柱式构架

图 1-7 北京故宫太和殿的梁柱式构架

榫卯连接,是效法自然的一种表现。梁和柱通过榫卯连接为一体,犹如树干和树枝有机地“连接”为整体,形成可以重承的结构。所谓斗拱,是斗和拱的合称,如图 1-8 所示。

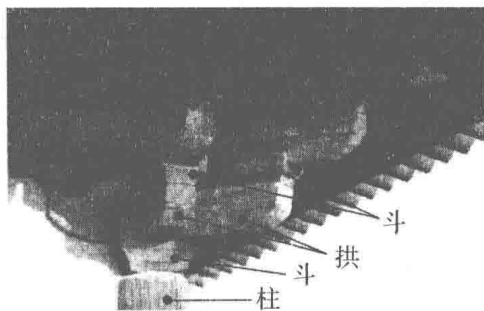


图 1-8 斗拱