

古建筑木结构 无损检测和保护技术 研究进展

段新芳 黄荣凤 主编

Gujianzhu Mujiégou
Wusunjiāncé Hé Bāohùjìshù
Yánjiūjìnzhan

中国建材工业出版社

古建筑木结构无损 检测和保护技术 研究进展

段新芳 黄荣凤 主编

中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

古建筑木结构无损检测和保护技术研究进展/段新芳,
黄荣凤主编. —北京:中国建材工业出版社, 2008. 11

ISBN 978-7-80227-469-3

I. 古… II. ①段…②黄… III. ①木结构—古建筑—
无损检验—中国—文集②木结构—古建筑—文物保护—
中国—文集 IV. TU—87

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 166222 号

本书是在科技部社会公益研究专项“古建筑木结构防护和无损检测评价新技术研究”(编号 2004DIB5J187)资助下,以故宫和西藏布达拉宫等重点古建筑为对象,研发古建筑木结构无损检测和保护新技术的最新研究成果论文汇编。本论文集收录了古建筑木结构保护技术概论、古建筑木结构树种识别与鉴定、古建筑木结构用木材性质研究、古建筑木结构无损检测评价技术研究、古建筑木结构保护处理及其环境问题等相关论文,介绍了低毒环保型古建筑木构件防腐、防虫处理新技术,研究无损检测新技术在古建筑木结构勘测设计中的应用,形成古建筑木构件防腐、防虫处理技术和安全性检测评价体系成果。

本书将为我国古建筑文化遗产保护、木材保护等领域的各类读者提供参考。

古建筑木结构无损检测和保护技术研究进展

段新芳 黄荣凤 主编

出版发行: **中国建材工业出版社**

地 址:北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编:100044

经 销:全国各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:787mm × 1092mm 1/16

印 张:14.5

字 数:344 千字

版 次:2008 年 11 月第 1 版

印 次:2008 年 11 月第 1 次

书 号:ISBN 978-7-80227-469-3

定 价:36.00 元

本社网址: www.jcbs.com.cn

本书如出现印装质量问题,由我社发行部负责调换。联系电话:(010)88386906

前言

文化遗产是具有突出的普遍价值的“文物、建筑群、遗址”。我国的历史文化遗产是中华民族历史的重要见证,是光辉灿烂的中华文化的重要载体,是维系中华民族团结统一的精神纽带。我国是拥有 5000 多年文明史的古国,是世界上历史最悠久的国家之一,拥有众多的历史文化遗产,截至 2008 年 8 月底,已有 37 处文化遗产和自然景观列入《世界遗产名录》,其中文化遗产或文化和自然双重遗产共计 29 项,数量仅次于意大利和西班牙,位居世界第三。其中与木材有关的中国世界文化遗产有 20 项。历史文化遗产具有不可再生性、不可替代性、不可破坏性等特性,保护历史文化遗产,同保护生态环境一样重要,已成为我国可持续发展战略的重要组成部分。

中国古建筑是世界公认的三大建筑体系中唯一以木结构为主的建筑体系。现存最早的木结构建筑是建于公元 857 年的唐代五台山佛光寺大殿,但建于公元 1056 年的山西应县木塔最著名。据统计,全国已登记在册的文物建筑和历史纪念建筑物有 35 万处,其中 29 项被列入世界文化遗产或文化、自然双重遗产名录。有 464 处古建筑列为国家重点文物保护单位,占国家文物保护单位总数的 1/4,这些古建筑主要是木结构建筑。以山西省为例,现存各类古建筑 18118 处,其中木结构建筑 9800 多处,宋辽金以前的木结构建筑 106 座,占全国同期同类建筑的 72%。

古建筑木结构是古建筑的承重骨架,其使用的木材,体积庞大,是文化遗产保护的重点之一。古建筑木结构受长期的物理、化学作用及昆虫和微生物的侵害,会导致木材力学强度降低,出现霉变、腐朽与虫蛀。严重的虫蛀、腐朽会威胁古建筑安全,如不及时修缮,可能会出现房倒屋塌,毁坏整个古建筑以及建筑内保存的大量壁画、雕刻、塑像、经卷等价值连城的文化遗产的现象,后果不堪设想。我国政府出巨资对故宫、布达拉宫、天坛、塔尔寺等世界文化遗产与国家重要文物进行抢救性维修即是证明。

古建筑保护是我国文化遗产保护的重要组成部分。近 20 年来,我国在古建筑木结构的防腐、防虫、加固保护技术方面取得了较大进展,但缺少环保型药剂处理与无损检测等新技术引进和应用的深入系统研究,对古建筑木构件安全勘查与防护处理也未形成相应的技术体系。

为构建古建筑木结构维修勘察设计和施工处理技术支撑体系,在科技部社会公益研究专项“古建筑木结构防护和无损检测评价新技术研究”(编号:2004DIB5J187)的大力资助下,课题组结合故宫和西藏布达拉宫等重点古建筑维修工程,以故宫和西藏布达拉宫等重点古建筑为研究对象,研究了无损检测新技术在古建筑木结构勘测设计中的应用与低毒环保古建筑木构件防腐防虫处理技术,形成系统的古建筑木构件安全性检测和防腐、防虫处理技术,取得了良好的进展,在国内外学术刊物与会议上发表了古建筑木结构保护技术概论、古建筑木结构树种识别与鉴定、古建筑木结构用木材性质研究、古建筑木结构无损检测评价技术研究、古建筑木结构保护处理及其环境问题等相关论文,共计 31 篇,并整理编辑成了本论文集。

在本课题研究、本论文集编辑和出版过程中得到了美国路易斯安娜州立大学可再生资源

学院、路易斯安娜林产品发展中心 (Louisiana Forest Products Development Center, School of Renewable Natural Resources, Louisiana State University) 教授吴清林 (Qinglin Wu) 博士、日本鸟取大学古川郁夫教授、意大利林木研究所木材文化遗产保护项目负责人 Nicola Macchioni 博士、中国科学院自然科学史研究所传统工艺与文物科技研究中心主任苏荣誉研究员、西北农林科技大学赵砺教授、中国林业科学研究院首席科学家鲍甫成研究员、中国林科院木材工业研究所所长叶克林研究员、中国林科院木材工业研究所副所长吕建雄研究员的帮助和指导。在此向我们提供支持和帮助的诸位领导、老师和朋友表示衷心的感谢。

本论文集所有论文是项目组全体研究人员共同努力的结果,感谢大家的辛勤劳动。为保持历史原貌,所收论文是作者在学术会议或期刊上发表的原文,未加改动。

本文是科技部社会公益研究专项“古建筑木结构防护和无损检测评价新技术研究”(编号:2004DIB5J187)的研究成果,特别感谢科技部社会公益研究专项的资助。

本论文集总体设计、图片编辑、统稿由项目负责人段新芳负责,项目负责人黄荣凤协助部分工作。本论文集的论文收集、文字编辑、整理主要由尚大军完成。

限于水平,不足和错漏之处在所难免,恳请广大读者不吝指正。

科技部社会公益研究专项

“古建筑木结构防护和无损检测评价新技术研究”项目负责人

段新芳 黄荣凤

2008年10月

目 录

第一部分 古建筑木结构保护技术概论

1. 古建筑木结构保护技术概论 段新芳 尚大军(3)
2. Review on Identification and Preservation of Wood in Wooden Cultural Heritage Protection in China Zhou Guanwu Duan Xinfang Luo Danyang Li Jianing Shang Dajun(30)

第二部分 古建筑木结构树种识别与鉴定

3. 故宫武英殿建筑群木构件用材的树种选择性研究 黄荣凤 晋宏逵 石志敏 夏荣祥 李 华 刘秀英 腰希申 陈允适(37)
4. 西藏古建筑房椽木构件树种鉴定研究 赵泾峰 段新芳 冯德君 聂玉静(50)
5. 北京市灵岳寺古建筑木构件树种鉴定与木材树种使用分析研究 段新芳 张立非 高超英 王 平(58)
6. 宝鸡金台观古建筑木结构树种鉴定 雒丹阳 冯德君 穆亚平 段新芳(63)
7. 古建筑木结构与木质文物树种检索系统的开发 雒丹阳 段新芳 赵 砾 穆亚平(69)

第三部分 古建筑木结构用木材性质研究

8. 故宫古建筑旧木材的物理力学性质研究 黄荣凤 晋宏逵 石志敏 夏荣祥 李 华 刘秀英(81)
9. CCA 防腐处理方式对落叶松木材力学性质影响的比较试验 尚大军 段新芳 杨中平 李家宁(88)
10. CCA 防腐处理前后沙棘动弹性模量的无损检测研究 尚大军 段新芳 李家宁 王 平(92)
11. 两种无损检测方法对木材 CCA 处理前后的性能评价比较 尚大军 段新芳 杨中平 李家宁 王 平(97)
12. Evaluation of Dynamic MOE of Sea-buckthorn Woods before and after CCA Treated by Non-destructive Methods Shang Dajun Duan Xinfang Li Jianing Wang Ping Zhou Guanwu (102)

第四部分 古建筑木结构无损检测评价技术研究

13. 无损检测技术在木材工业和木材保护中的应用 段新芳 李玉栋 王 平(111)
14. 应力波无损检测技术及其在木结构古建筑保护中的应用 尚大军 段新芳 杨中平(119)

15. The Relationship between Wood Density and PILODYN Penetration Depth of Tibetan Poplar and Larch Rafters Shang Dajun Duan Xinfang Wang Ping Li Jianing (127)
16. Decay Detection of Ancient Wood Rafters in Tibet Using Stress Wave Testing Method Shang Dajun Duan Xinfang He Xiaocui Li Jianing Wang Ping (132)
17. Introduction of Fractometer II and Its Applications to Non-destructive Evaluation of Ancient Wood Members from Ancient Wood Structures in Tibet A Preliminary Study Zhou Guanwu Li Jianing Wang Ping Gao chaoying Duan Xinfang (138)
18. 应力波技术检测古建筑木构件残余弹性模量的研究 段新芳 王 平 周冠武 高超英 (144)
19. 应力波技术在古建筑木构件腐朽探测中的应用 段新芳 王 平 周冠武 高超英 (149)
20. 西藏部分古建筑腐朽与虫蛀木构件的 PILODYN 无损检测研究 尚大军 段新芳 杨中平 王 平 周冠武 (157)
21. 布达拉宫古旧杨木构件腐朽的应力波无损探测 尚大军 段新芳 贺小翠 李家宁 王 平 (163)
22. 古建筑木材内部腐朽状况阻力仪检测结果的定量分析 黄荣凤 王晓欢 李 华 刘秀英 (168)
23. 应力波和阻抗仪技术勘查木结构立柱内部腐朽分布 安 源 殷亚方 姜笑梅 周玉成 (176)
24. 古建筑木构件材质勘查无(微)损检测新技术 李 华 刘秀英 张双保 张晓芳 于子绚 金一光 张志亮 (185)
25. 古建筑旧木材腐朽状况皮罗钉(PILODYN)检测结果的定量分析 伍艳梅 黄荣凤 李 华 刘秀英 (189)

第五部分 古建筑木结构保护及其环境问题

26. 西藏三大文物维修工程中的木材防腐工程进展 段新芳 王 平 (199)
27. 铜唑防腐剂的研究及应用简况 李晓文 张 颖 蒋明亮 (201)
28. ACQ 和 CuAz 防腐剂在西藏三大重点文物维修工程中的应用 王雅梅 王 平 刘君良 蒋明亮 (205)
29. 古建筑木构件现场防腐处理方法的研究 刘秀英 李 华 赵 鹏 滕建英 刘金凯 陈允适 (209)
30. 生物技术在木材防腐工业中的研究及应用进展 李家宁 段新芳 周冠武 郭康权 (213)
31. 环境激素、POPs 危害与我国木材保护环境安全对策 段新芳 孟水平 赵昭霞 (219)

第一部分

古建筑木结构 保护技术概论

古建筑木结构保护技术概论

段新芳¹ 尚大军^{1,2}

(1 中国林科院木材工业研究所,北京,100091;2 西北农林科技大学机电工程学院,陕西杨凌,712100)

【摘 要】 我国的木结构古建筑具有极高的文物、历史、科学和艺术价值,它不仅是我国重要的文物和珍贵的历史文化遗产,同时也是世界人民的共同财富。木结构古建筑的保护是我国文物保护的重要内容之一,包括:古建筑木结构用材树种的识别、古建筑木结构现场勘察、古建筑木结构的防腐防虫和化学加固以及古建筑木结构装饰的保护等内容。

本文简述了文化遗产、我国现存的重要木结构古建筑、我国木结构古建筑的特点等基础知识,介绍了国内各种常用的古建筑木结构保护技术,以期为我国木结构古建筑的保护和修缮工作提供帮助。

【关键词】 古建筑,木结构,现场勘察,防腐防虫,化学加固

古建筑泛指通常作为文物保护的一类建筑。我国的木结构古建筑历经上千年的发展,具有极高的文物、历史、科学和艺术价值,是世界公认的三大建筑体系之一,是我国重要的文物和珍贵的历史文化遗产,也是人类的共同财富。我国的多项木结构古建筑已被列入世界文化遗产名录,例如故宫、布达拉宫等。加强古建筑木结构的保护,研发古建筑木结构保护技术具有重要意义。

古建筑木结构在长期的物理、化学作用及昆虫和微生物的侵害下,其木材力学强度会降低,出现霉变、腐朽与虫蛀等劣化。承重木构件性能的严重劣化会威胁到古建筑的安全,如不及时修缮,可能会出现倒塌等事故,造成不可弥补的损失。我国政府斥巨资对故宫、布达拉宫、天坛、塔尔寺等世界文化遗产与国家重要文物进行抢救性维修即是证明。

本文主要介绍国内古建筑木结构保护基础知识和常用的保护技术。

1 中国古建筑木结构简介

1.1 文物与文化遗产

文物,是指在历史发展过程中,由人类活动产生的,具有历史、艺术、科学价值的物质文化遗存的总称。

文化遗产比文物的内涵更丰富。根据1972年11月16日联合国教科文组织大会第17届

基金项目:科技部社会公益研究专项“古建筑木结构防护和无损检测评价新技术研究”(编号:2004DIB5J187)

作者简介:段新芳,中国林科院木材工业研究所研究员,博士生导师,主要从事木材无损检测与古建筑保护等研究。电话:010—62888324;电子邮件:xfduan@forestry.ac.cn

尚大军,1981年生,男,硕士研究生,研究方向为木材无损检测技术。电子邮件:shangxia001@163.com

本文是即将出版的《木结构建筑保护学》教材的一部分

会议通过的《保护世界文化和自然遗产公约》(Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage)对文化遗产进行了规定。《保护世界文化和自然遗产公约》(简称《世界遗产公约》)的规定,属于下列各类内容之一者,可列为文化遗产:

① 文物:从历史、艺术或科学角度看,具有突出、普遍价值的建筑物、雕刻和绘画,具有考古意义的成分或结构、铭文、洞穴、住区及各类文物的综合体,例如中国的故宫。

② 建筑群:从历史、艺术或科学角度看,因其建筑的形式、同一性及其在景观中的地位,具有突出、普遍价值的单独或相互联系的建筑群,例如中国的长城。

③ 遗址:从历史、美学、人种学或人类学角度看,具有突出、普遍价值的人造工程或人与自然的共同杰作以及考古遗址地带,如秦始皇陵。

而世界遗产是指联合国教科文组织和它所属的世界遗产委员会确认的人类罕见的、目前无法替代的财富,是全人类公认的具有突出意义和普遍价值的文物古迹及自然景观,包括世界文化遗产和自然遗产、文化与自然双重遗产。《世界遗产公约》是世界遗产最主要的国际法依据。

联合国教科文组织还制定了《世界遗产公约》的补充文件《执行遗产公约的操作规则》,作为世界遗产的具体依据,它规定凡提名列入《世界遗产名录》的文化遗产项目,必须符合下列一项或几项标准方可获得批准:

(I)代表一种独特的艺术成就,一种创造性的天才杰作;

(II)能在一定时期内或世界某一文化区域内,对建筑艺术、纪念物艺术、规划或景观设计方面的发展产生过重大影响;

(III)能为一种已消逝的文明或文化传统提供一种独特的或至少是特殊的见证;

(IV)可作为一种建筑或建筑群或景观的杰出范例,展示人类历史上一个(或几个)重要阶段;

(V)可作为传统的人类居住地或使用地的杰出范例,代表一种(或几种)文化,尤其在不可逆转之变化的影响下变得易于损坏;

(VI)与具有特殊普遍意义的事件或现行传统或思想或信仰或文学艺术作品有直接和实质的联系(委员会认为,只有在某些特殊情况下或该项标准与其他标准一起作用时,此款才能成为列入《名录》的理由)。

《保护世界文化和自然遗产公约》是目前加入缔约国最多的国际公约之一。自1975年《公约》正式生效后,迄今共有180个国家和地区加入《保护世界文化和自然遗产公约》,成为缔约成员。

截至2008年7月8日至10日在加拿大魁北克召开的第32届世界遗产大会,全球的世界遗产数量已达878处,分布在138个国家,包括663处文化遗产、168处自然遗产和24处兼具自然与人文价值的遗产,其中2006年新增世界遗产18处,《保护世界文化与自然遗产公约》缔约国也达到183个。我国于1985年12月正式成为《公约》的缔约国,1986年向联合国教科文组织提交了包括28项遗产的中国世界遗产预备名单。1987年长城等6项遗产被列入《世界遗产名录》,实现了中国世界遗产零的突破。

1.2 中国的世界遗产

经过20年的努力,截止2008年8月我国已拥有37处世界遗产,数量仅次于意大利和西班牙,位居世界第三。其中包括26处世界文化遗产(含1处文化景观)、7处世界自然遗产和4处世界文化与自然混合遗产。37处世界遗产目录及其入选时间如表1所示。

表 1 中国的世界遗产名录

Tab.1 World heritage list of China

遗产名称	类型	入选时间	遗产名称	类型	入选时间
周口店“北京人”遗址	文化遗产	1987. 12	北京天坛	文化遗产	1998. 11
甘肃敦煌莫高窟	文化遗产	1987. 12	北京颐和园	文化遗产	1998. 11
长城	文化遗产	1987. 12	重庆大足石刻	文化遗产	1999. 12
陕西秦始皇陵及兵马俑	文化遗产	1987. 12	明清皇家陵寝	文化遗产	1999. 12
北京故宫	文化遗产	1987. 12	福建武夷山	文化自然 双重遗产	1999. 12
山东泰山	文化自然 双重遗产	1987. 12	河南洛阳龙门石窟	文化遗产	2000. 11
安徽黄山	文化自然 双重遗产	1990. 12	四川青城山和都江堰	文化遗产	2000. 11
四川黄龙国家级名胜区	自然遗产	1992. 12	安徽古村落：西递、宏村	文化遗产	2000. 11
湖南武陵源国家级名胜区	自然遗产	1992. 12	云冈石窟	文化遗产	2001. 12
四川九寨沟国家级名胜区	自然遗产	1992. 12	“三江并流”自然景观	自然遗产	2003. 07
湖北武当山古建筑群	文化遗产	1994. 12	中国高句丽王城、王陵及贵族墓葬	文化遗产	2004. 07
山东曲阜的孔庙、孔府及孔林	文化遗产	1994. 12	澳门历史古城	文化遗产	2005. 07
河北承德避暑山庄及周围寺庙	文化遗产	1994. 12	四川大熊猫栖息地	自然遗产	2006. 07
西藏布达拉宫	文化遗产	1994. 12	中国安阳殷墟	文化遗产	2006. 07
苏州古典园林	文化遗产	1996. 12	广东开平碉楼与村落	文化遗产	2007. 07
江西庐山风景名胜區	文化景观	1996. 12	中国喀斯特	自然遗产	2007. 07
四川峨眉山及乐山风景名胜區	文化自然 双重遗产	1996. 12	福建土楼	文化遗产	2008. 07
山西平遥古城	文化遗产	1997. 12	江西三青山	自然遗产	2008. 07
云南丽江古城	文化遗产	1997. 12			

在我国的 37 处世界遗产中,有 12 处与木结构有关,均属于文化遗产的范畴。

1.3 中国古建筑木结构概述

中国的古建筑是世界上历史最长、生命最久、散布区域最广的建筑。在原始社会末期,我们的祖先就发明了用“筑土构木”的原始方法就地取材建造房屋,解决人们的居住问题,如西安半坡仰韶文化遗址的“木骨泥墙”建筑就是有力的例证。几千年来,中国建筑,大至宫殿、庙宇,小至商店、民居,尽管规模不同,质量有别,但从总的历史发展趋势来看,一直沿着以木构架为主体的方向继续发展,成为我国古代建筑的主流。

在世界古代建筑中,我国的古建筑多为木结构或内部使用大量木材的建筑体系,以其独特的建筑结构和形式而著称,是世界上公认的三大建筑体系之一和唯一以木结构为主的建筑体系。可以说,大量的木结构古建筑已成为我国悠久历史文化的重要组成部分。但是,作为生物材料的木材本身存在着易腐、易蛀的缺点,加之其他社会因素(如战乱、人为破坏等),致使我国保留至今、上千年的古建筑已寥寥无几。因此,认真保护好现存的木结构古建筑,具有非常

重要的意义,有计划地对它们进行修缮与加固,也显得刻不容缓。

1.4 中国古建筑木结构特点

在中国古典建筑的长期发展历程中,木构架体系的特点得到了多方面的独特发挥,从而形成了一系列中国木结构建筑所特有的优点,正是由于这些优点的存在,木结构建筑才有可能数千年中在中华大地上巍然屹立,得到广泛的应用。

1.4.1 完整的木构架体系

我国古代建筑普遍采用木结构,因地理环境和生活习惯的不同,有抬梁、穿斗和干阑三种结构形式,其中抬梁式结构占主要地位。这种梁柱系统的木结构,最晚在春秋时期(公元前770—公元前476年)就已形成,基本构造方式是用立柱和横梁组成构架,以数层重叠的梁架,逐层缩小,逐级加高,直至最上的一层梁上立脊爪柱。各层梁头上和脊爪柱上承托檩条,又在檩条间密排好多椽子,构成屋架。由于建筑物全部重量由构架负担,墙壁只起维护隔断作用,而非承重结构。因此,开辟门窗或分隔室内空间,以及墙壁的材料和做法有着很大的灵活性,这对于满足不同的用途和审美要求提供了便利条件。

使用榫卯组合木构架是中国建筑的一大特点。古代匠师在这方面创造了各种不同用途的榫卯,例如清代官式建筑的大木榫卯,常见者就有二十几种。固定垂直构件(各种柱子)使用管脚榫或套顶榫;垂直构件与水平构件拉结、相交(柱与枋)使用馒头榫、燕尾榫、箍头榫、透榫和半榫;水平构件互交(正身榫、扶脊木)使用燕尾榫、刻半榫和卡腰榫;水平及倾斜构件重叠稳固(额枋、平枋板与斗拱,老角梁与子角梁,脊柱,复莲梢等),使用栽销榫、穿销榫;水平与倾斜构件半叠交(扒梁、抹角梁,角梁与由戗,檩与梁头)须作桁碗、扒梁刻榫、刻半压掌榫;板缝拼接(榻板、博缝板、实榻门、山花博缝)使用银锭扣、穿带、抄手带、裁口和龙凤榫(企口榫)等。

我国木结构中使用斗拱,在世界建筑中是独一无二的。据考古资料表明,早在春秋时期,建筑上就已出现斗拱。从实用观点来讲,斗拱最初始用以承托梁枋,还用于支承屋檐。后来又进一步发展,广泛地用于构架各部的节点上,成为不可缺少的构件。特别是高大的殿堂和楼阁建筑,每以恢弘壮丽取胜,出檐深度越来越大,则檐下斗拱的层数也越来越多。至隋唐时期斗拱的形制已达成熟阶段,凡属高级建筑如宫殿、坛庙、城楼、寺观和府第等,都普遍使用斗拱,以示尊威华贵。但封建王朝的法制却严格限制规定:“庶民庐舍,不过三间五架,不许用斗拱、饰色彩”,因之,建筑物上有无斗拱就成了识别登记地位的显著标志。可见斗拱在古建筑的结构和装饰方面占有突出的地位。

承重结构与维护部分分工明确是中国古典木结构建筑的一大优点,这与现代框架结构有着异曲同工之妙。平面上都是用柱子形成矩形或方形的柱网,在柱与柱之间,可按照使用要求布置墙体或安装门窗、格扇、板壁等,由于墙体不承担屋顶和楼面的重量,使得维护结构的形式和布置方式都具有很大的灵活性。这种结构方式还使得建筑便于适应不同的气候条件;在不同的气候条件下,只需在房屋的高度,墙壁与屋面材料的性质和厚度,门窗的位置与大小等方面加以变化,便能在相当广泛的地域内使用。

1.4.2 多样化的群体组合形式

以木构架为主的中国建筑体系,平面布局的传统习惯是以“间”为单位构成单座建筑,再以单座建筑组成庭院,进而以庭院为单位构成各种形式的群组。布局手法,一般采用均衡对称的方式,沿着纵轴线与横轴线布局。大多皆以纵轴为主,横轴为辅。但也有纵横二轴并重的,以及只是局部有轴线或完全没有轴线的例子。

庭院布局大致可分两种。一种是在纵轴线上先配置主要建筑,再于主要建筑的两侧和对面布置若干座次要建筑,组合称为封闭性的空间,成为四合院。这种布局方式颇适合中国古代社会生活的各种功能要求。只要将庭院的数量、形状、大小,与木结构建筑的形体、式样、材料、色彩等加以变化,就能够做到多样化。因此,长期以来,在全国各地,无论是宫殿、祠庙、衙署或民居都比较广泛地使用这种四合院的布局方法。

另一种庭院布局是“廊院”制,即在纵轴上建立主要建筑和次要建筑,再于院子左右两侧用回廊将若干单座建筑联系起来,构成一个完整的格局,就叫做“廊院”。这种以回廊与殿堂等建筑相结合的做法,在空间上可收到高低错落,虚实对比的艺术效果。唐宋两代的宫殿、祠庙、寺观多采用这种群体组合形式。现存实例,如元代北京东岳庙和明代青海乐都瞿昙寺,其平面总体布局还保持着这种廊院制的传统形式,是十分珍贵的实物例证。

至于巨大的建筑物,则常以重重院落相套向纵深方向发展,横向配置以门道、走廊、围墙等建筑,分割成为若干个互有联系的庭院。例如北京明清故宫、明长陵和曲阜孔庙等几个大建筑群,都体现了这种群体组合的卓越成就。

1.4.3 美丽动人的艺术形象

我国古代建筑的艺术处理,经历代劳动人民长期努力和经验的积累,创造了许多美丽动人的艺术形象,成为中国古建筑的显著标志,概括说来,主要成就有以下几个方面:

(1)在大木构造中,借助于木构架的组合与各种构件的形状与材料质感,进行艺术加工,使功能、结构和艺术达到协调统一的效果,是中国古建筑特点之一。如房屋下部的台基与柱的侧脚、墙的收分等相配合,就从外观上增加了房屋的稳定感。各间面阔采用明间略大的尺度,既满足了功能需要,又使房屋外观具有主次分明的艺术效果。梁、枋、斗拱、雀替、博缝、门簪、天花、藻井等,都是具有功能的结构部分,经巧妙的艺术处理,克服了体形的笨重感,以艺术品的形象出现于建筑上,由于处理手法得当,使人并无虚假生硬的感觉。

(2)我国古建筑为了防止雨水淋湿版筑墙,很早以来,屋顶上就采用了较大的出檐。但出檐过深,必然妨碍室内采光,故从汉代起出现了微微向上反曲的屋檐。接着又出现了屋角反翘和屋面举折的结构做法,遂使体形庞大的屋顶呈现出一种舒展飘逸的形象,与欧洲建筑的坡顶屋面迥异其趣,成为中国古代建筑的一个非常突出的特点。

(3)内外檐的木装修。由于木结构建筑不需墙壁承重,可使屋身部分根据不同用途做出多种处理方式。例如外檐,或装木格扇,雕以各种玲珑的窗格;或安装版门、格门和屏门,或全部开敞,只在檐柱之间安坐凳阑干。至于室内格断,除板壁之外,还可以设半透空的、可开阖的碧纱橱、落地罩、花罩、栏干罩;以及兼用于陈设文物图书的博古架、书架;屏风及帷幔等,以适应不同分间的要求,采用十分多样、灵活的形式。

这些内檐装修,多采用紫檀、花梨、楠木等高级木料制作。全系榫卯结构,造型洗练,工艺精致,至明清时期已发展成为一种专门工艺。如清代皇家建筑师样式雷就曾供职于内府楠木作,主持装修图案的设计工作。今天在北京故宫、颐和园等处还能看到这些典雅、优美的建筑装修。

(4)使用色彩是我国古代建筑装饰最突出的特点之一。据文献记载,为了保护门窗柱额,免受雨淋日晒,很早以来就有在房屋上施加油漆彩绘的习惯。我国古建筑在色彩运用上,由于受审美习惯的影响,表现了显著的时代风尚。例如南北朝至隋唐,宫殿、庙宇建筑多用白墙、红柱,或在柱、枋、斗拱上施以各种彩绘,屋顶覆以黑色及少数绿色琉璃瓦(即绿

琉璃剪边)。宋、金的宫殿建筑,喜用白石台基、红色的墙、柱、门、窗和黄、绿两色琉璃瓦顶,檐下的斗拱、枋额等则用朱红或白粉衬地,绘青绿彩画,间装金色。这种做法,至元代,仍在内大宫殿建筑上继续沿用。不过从若干考古资料来看,青绿叠晕棱间装和解绿装饰在一般寺院、官廨中却广泛流行起来。至明清两代,彩色运用更趋制度化。白石台基,黄绿色琉璃瓦顶、朱红色的门窗柱和以青绿色为主调的金碧交辉的梁枋彩画,成了宫廷、坛庙中最盛行的建筑色调,在图案和设色方面形成了这一时代的传统风格,标准化、程式化的格调十分浓厚。今天我们在北京故宫、天坛、颐和园等处所看到的古建筑油饰彩画就是代表性的实物例证。

1.4.4 优越的抗震性能

我国古代建筑使用木构件组合而成的框架体系,柱网平面布置多采用均衡对称的布局,大都是正多边形平面。柱子是主要承重构件,墙体一般只起维护作用。木材是柔性材料,在外力作用下比较容易变形,但在一定程度上又有恢复变形的能力。同时,构架中所有节点普遍使用木榫结合,具有一定的柔性。这个构架中所使用的成组斗拱,是由纵横构件搭接起来的弹性节点,在地震时,每组斗拱好似一个大弹簧,在剧烈颠簸当中能消失掉一部分地震能量,可使整个框架减轻破损程度。

此外,如房屋转角部位使用双层额枋,转角斗拱采用连拱交隐做法,内转角使用抹角梁以加强正侧两面檐柱与额枋的联系,以及缩小梢尽间的面宽等各种加固措施,都大大加强了房屋四角的结构刚度。古代高层建筑中,使用额枋与地袱,将柱网连接成一个整体,好似现代建筑中的圈梁,也是一种很有效的加固手段。又如柱脚下有管脚插入柱础内,以利固定柱身。地震时,既可防止柱根滑动,又能抵制摩擦与挤压的冲击力,从而消失掉一部分地震能量,从抗震学的意义来讲,等于在柱脚下设置了消能装置,效能之高妙不可言。

还应指出的是:古建筑的檐柱多有侧脚和生起,可使水平与垂直构件结合得更加牢固,使整座房屋的重心更加稳定;还有横架上使用叉手、托脚有抵制构架变形的作用,这些做法都有利于抗震。特别是房基槽坑以下先打木桩,以碎石掐档,灌浆砸实。然后夯筑小夯灰土若干步,砖砌礅墩和拦土墙,码柱础石,以砖石包砌台帮。这样就形成了下部是柔性结构,上部是刚性结构,刚柔相互结合,对于抗震是十分有利的。例如北京故宫、天坛等处的高大建筑,五百年来,经受了多次地震冲击,建筑物的稳定性从未发生问题,工程质量之高,实堪信赖。

以上种种做法,从设计者的功能观点来看,有些措施主要是为了加强结构刚度和整体性,有些则是为了创造优美的艺术形象,这是很清楚的。但从抗震角度来看,有些结构上的技术措施,客观上却很符合抗震要求。不难看出当初似曾考虑了抗震的需要,因而采取了一些必要的设防手段。如蓟县独乐寺观音阁、应县木塔、北京故宫太和殿和天坛祈年殿等高大建筑,它们在抗震设防上都是很成功的范例。

1.5 现存的重要木结构古建筑

故宫、布达拉宫、南禅寺、应县木塔等都是我国重要的木结构古建筑,下面分别介绍。

1.5.1 现存最早的木结构古建筑——南禅寺

南禅寺为佛教建筑,坐落在山西省五台县李家庄村,位于五台县城的西南方向,距县城22km。寺院坐北面南,中轴线上建有山门、正殿,东西配殿为龙虎殿和菩萨殿,山门与东西配殿均为清代时期建筑,院内的小石塔和石狮等石雕艺术品,具有唐代风格,为唐代作品。1961

年,南禅寺被列为全国第一批重点文物保护单位。

正殿,亦称大殿、大佛殿等,梁架题记有“因旧名,时大唐建中三年,岁次壬戌,月居戊申,丙寅朔,庚午日,癸未时,重修殿,法显等谨志”的字样。这段文字明明确确地告诉人们,南禅寺是在唐建中三年重修的,也就是说唐建中三年前南禅寺就已经存在了。屈指算来,唐建中三年(公元782年)距今已有1200多年的历史,南禅寺是我国目前保存最早的木结构建筑。至于创建于何时,我们已无从考证,但它至少昭示着南禅寺是中国的第一古刹。

南禅寺大殿为单檐歇山顶,面阔三间,进深三间,大殿的平面呈正方形,殿前建有宽阔的月台。构筑大殿所用大部分是圆柱,但还发现三根方柱,可能为原物,而此前唐代古建筑中使用方柱的,只有在敦煌壁画中才能见到。明间为板门,两侧次间为破子棂窗。通长四椽栿架构,转角处阑额不出头,阑额上不施普柏枋,这种结构是唐代特有的做法。大殿只有柱头斗拱和转角斗拱,无补间斗拱,斗拱为五铺作双抄单拱偷心造,用材很大,出檐深远,整个殿顶举折平缓,灰布瓦,瓦条脊,正脊两端安置的鸱尾虽然是复制品,但仍保持了唐代典型的建筑风格。

大殿内设有供奉佛像的佛坛,高0.7m,长8.4m,宽6.3m,佛坛上供有17尊唐代彩塑,主尊为释迦牟尼,文殊、普贤菩萨,天王、撩蛮、佛霖等塑像分列两旁,这些泥塑面容丰颐,神态自若,服饰简洁,衣纹流畅,虽然在后期经过修饰,但在唐代塑像中的艺术品位极高,有很高的观赏价值。

1974年,国家投资对南禅寺进行了维修,在修缮过程中发现了不少的南禅寺大殿梁架题字,其中的宋天祐元年(公元1086年)的修缮记载,为研究南禅寺的发展演变提供了依据。

1.5.2 现存最高的木结构塔式建筑——应县木塔

山西省应县佛宫寺释迦塔(应县木塔),是我国乃至世界仅存的高层木结构塔式建筑。关于它的建造年代,目前有两种说法,一种说法认为是五代后晋天福年间(公元936年—公元942年)创建,辽清宁二年(公元1056年)重修;第二种说法认为是由一位姓田的和尚于辽清宁二年募化修建的。随着木塔内部发现文物的认证和对木塔结构研究的深入,目前一般认为第二种说法是可信的。木塔建在高大的台基上,台基分上下两层,高度达4m,这与其他几座辽代建筑“高处建构”的建筑理念如出一辙,木塔塔刹高10m,塔身高53.31m,总高度为67.31m,平面八角。从外观看,木塔有五层,但进入内部,就会发现,木塔又有四层暗层,即“明五暗四”,实际上木塔为九层。底层为重檐,四周环绕围廊,二层以上每层都设平座,站在平座上人们可以凭栏远眺,应县的城市风貌尽收眼底。如此大的体量,使用的木材数量之多肯定是惊人的。据有关专家的研究认为,木塔一至五层所用木材约为3745.8m³。

木塔位于佛宫寺山门与大雄宝殿之间的中轴线上,这是南北朝时期典型的以塔为中心的平面布置。为了保持塔身的稳定性,建筑采用双层套筒式结构,六层出檐由斗拱承托,斗拱形制有54种之多,如此丰富多样的斗拱集中反映在一座建筑上的情况在全国也是罕见的。明暗各层以阑额和普柏枋及梁架中各类木构件相连接,暗层内柱之间,以及内外角柱之间,加设不同方向的斜撑,类似现代建筑水平桁架的垂直支撑,使整个构架成为一个整体。木塔所使用的树种为北方地区的红杆树,这种树木质地坚硬,耐腐蚀。由于木塔使用了上好的木材和其结构上良好的整体性,在漫长的900多年的岁月中,木塔经受了强劲的塞北风雪的侵袭,以及数次强烈地震的摇撼。1921年军阀混战时塔身曾遭到多枚炮弹的射击,木塔仍然稳如磐石,这不

能不说是建筑史上的一个奇迹。

木塔在建成后的近千年中进行过多次修缮。明万历年间的《应州志》中曾追述金代明昌四年(公元1193年)整修的情况;木塔第三层匾额刻有:“元延祐七年(公元1320年)……特奉敕建造,官荣禄大夫平章政事阿里伯重建”字样,说明元代时也进行过修建,以后的明代和清代对木塔和木塔所在的佛宫寺均有过修葺。1928年和1929年曾补修过塔顶和屋面。

1.5.3 最宏大、等级最高的木结构古建筑——故宫

北京故宫是全世界规模最大、保存最完好的古代皇宫建筑群,也是中国古代建筑最高水平的杰作,被誉为世界五大宫之一(北京故宫、法国凡尔赛宫、英国白金汉宫、美国白宫、俄罗斯克里姆林宫)。1987年12月被列入世界文化遗产。

故宫位于北京市中心,又称紫禁城,是明清两代的皇宫。始建于明永乐四年(公元1406年),建成于明永乐十八年(公元1420年)。自明代第三位皇帝朱棣迁都北京,明、清两代共有24位皇帝在此生活居住和对全国实行统治。1911年,辛亥革命推翻了中国最后的一个封建王朝清王朝,紫禁城作为封建皇宫的历史宣告结束。1925年10月10日,故宫博物院正式成立。

故宫规模宏大,南北长961m,东西宽753m,占地72万 m^2 ,建筑面积约15万 m^2 ,四周绕以10m高、3400m长的城墙,外有50多米宽的护城河。城墙四周各设城门一座,南面午门,是故宫的正门,北面神武门,东面东华门,西面西华门。城墙四角各矗立着一座精巧别致的角楼。故宫的建筑气势恢弘,有9000多间殿宇,都是木结构、黄琉璃瓦顶、雕梁画栋、青白石底座,饰以金碧辉煌的彩画。这些宫殿沿着一条南北向中轴线向东西两侧排列开来。这条中轴线不仅贯穿在紫禁城内,而且南达永定门,北到鼓楼、钟楼,贯穿了整个城市,气势宏伟,规划严整,极为壮观。建筑学家认为,故宫的设计与建筑,不仅继承了中国古代建筑的传统,而且有所发展创新,是一个无与伦比的杰作。它的平面布局,立体效果,以及形式上的雄伟、堂皇、庄严、和谐,都是非常罕见的。它集中体现了中国古代建筑艺术的优秀传统和独特风格,是中国古代建筑的经典之作。另外,故宫的建筑布局谨严,秩序井然,寸砖片瓦皆遵循着封建社会的等级礼制,映现出帝王至高无上的权威。整个皇宫建筑分为南部的“前朝”和北部的“后廷”两部分。南部以太和殿、中和殿、保和殿三大殿为中心,两侧辅以文华、武英两殿,是皇帝上朝接受朝贺、接见群臣和举行大型典礼的地方。三大殿建在高8米多的呈“工”字形的须弥座式三层平台上,四周环绕着石雕栏杆,气势磅礴,是故宫中最壮观的建筑群,表现出不同凡响的崇高地位,是封建皇权的象征。其中的太和殿是故宫中等级最高、体量最大的建筑,也是我国现存的一座最大的古代木结构殿宇。北半部则以乾清宫、交泰殿、坤宁宫后三宫及东、西六宫和御花园为中心,其外东侧有奉先殿、皇极殿等,西侧有养心殿、雨花阁、慈宁宫等,是皇帝与后妃、皇子和公主们居住、举行祭祀和宗教活动以及处理日常政务的地方。前朝后廷,界限分明,不可随便逾越,体现了中国古代传统的等级分明、内外有别的伦理观念。

今日的故宫博物院不仅有近600年的宏伟壮丽的古建筑,而且还珍藏着近百万件的古物瑰宝,其种类包括青铜器、玉器、金银器、陶瓷器、漆器、珐琅器、牙竹木雕、丝织刺绣、文房四宝、绘画书法以及大量的帝后嫔妃的服饰、衣料和家具等。此外,还有大量图书典籍、文献档案,其中很多文物是绝无仅有的无价之宝。