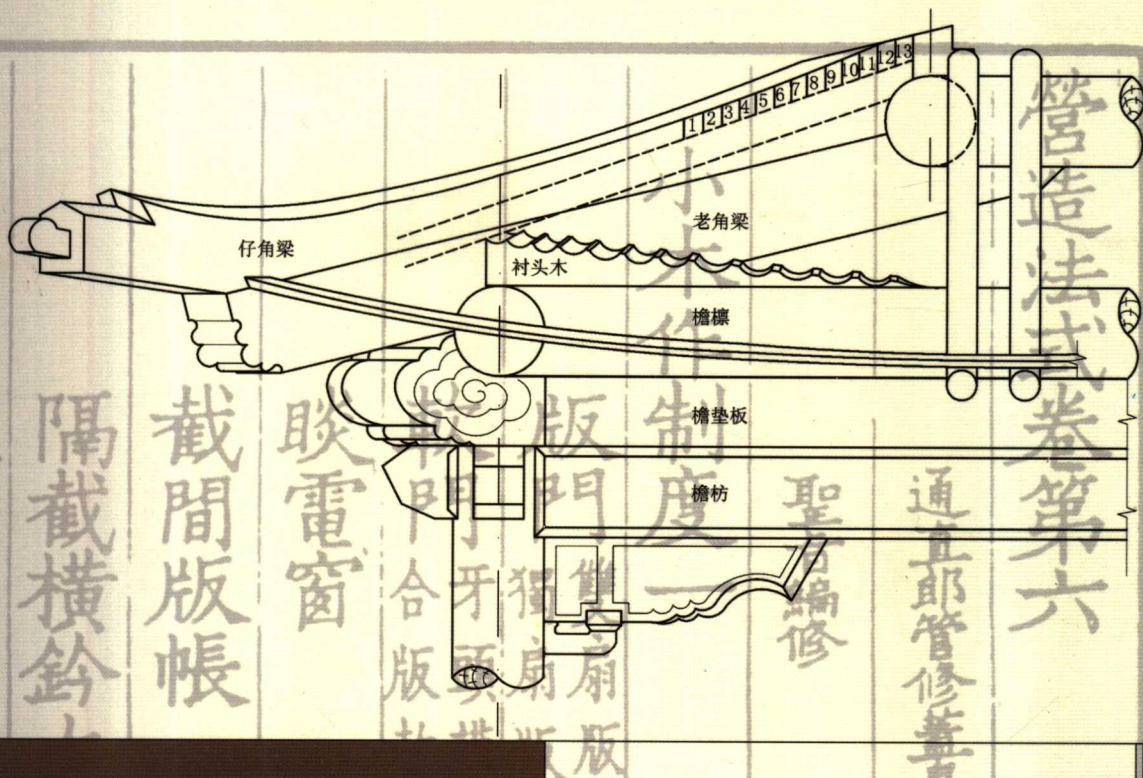
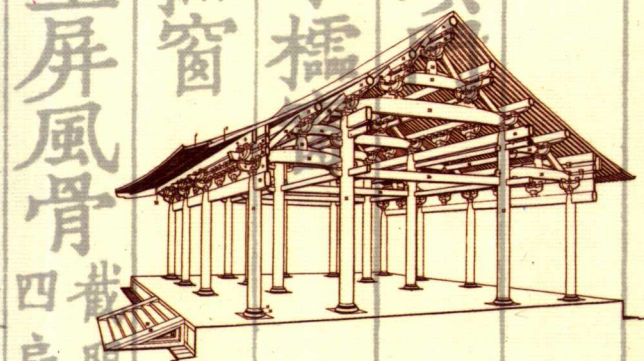




# 中国传统建筑形制与工艺

李 湏 ◎ 编著

Zhongguo Chuantong Jianzhu Xingzhi yu Gongyi



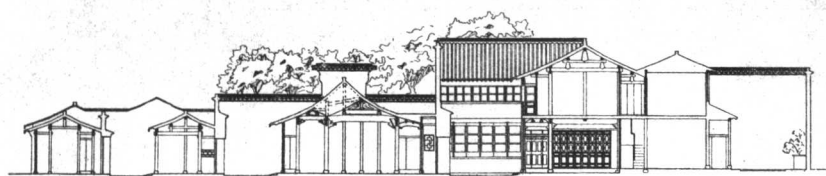
同济大学出版社

Zhongguo Chuantong Jianzhu Xingzhi yu Gongyi

# 中国传统建筑形制与工艺

李 湏 ◎ 编著

同济大学出版社



**图书在版编目(CIP)数据**

中国传统建筑形制与工艺 / 李湜编著. —上海: 同济大学出版社, 2006.3

ISBN 7-5608-3218-0

I. 中... II. 李... III. 古建筑-建筑艺术-中国  
IV. TU-092.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 004176 号

**中国传统建筑形制与工艺**

李 湜 编著

责任编辑 封 云 责任校对 杨江淮 封面设计 鲁继德

**出 版  
发 行**

同济大学出版社

(上海四平路1239号 邮编200092 电话021-65985622)

**经 销** 全国各地新华书店

**印 刷** 上海市印刷七厂印刷

**开 本** 787×1092 1/16

**印 张** 17.75

**字 数** 454 000

**印 数** 1—3 100

**版 次** 2006年3月第1版 2006年3月第1次印刷

**书 号** ISBN 7-5608-3218-0/TU·648

**定 价** 38.00元

本书若有印装质量问题, 请向本社发行部调换

# 序

我国传统建筑遗产的保护,经历20世纪80年代以来旧城改造“拆旧建新”中的一些沉痛教训后,在20世纪末逐渐走向了理性的回归。近几年来,我国传统文化遗产的保护可谓深入人心,一改以往只有少数专家学者奔走呼号的状况,既有使用者发自内心的呼唤,也有政府相应保护政策和措施的出台。传统建筑遗产的保护可以说进入了一个新的阶段。但同时,保护思想的片面和不足,保护措施的不力,保护技术的贫乏,再利用的不当等,也是当前保护工作中面临的重要问题。特别是传统工艺的流失,专业技术人员的匮乏,与急增的社会需求之间呈现急迫的矛盾。传统建筑专业知识的普及,特别是对其形制与工艺方面更深入的了解,往往对传统建筑的保护在技术方面有重要的作用。

一般认为,工艺是“将原材料或半成品加工成产品的工作、方法、技术等”。可见工艺的涵盖范围是相当大的,它涉及了工匠(即具体操作者)、加工工具、细部技术、操作流程等多方面的内容,即在意匠的支配下,利用工具和技术进行生产的成套过程。

工艺联系着人的意匠和产品的成果,是构成中国传统建筑的重要内容,也是全面认识和了解中国古代建筑的一把钥匙。此外,工艺在传统建筑历史信息的传递中起着重要的桥梁作用。工艺是动态的、无形的,属于时间的维度,是建筑领域非物质文化遗产的重要内容之一。工艺具有时代性、地域性和民族性并显的特征,有时还有技能的个性特征等,但就中国传统建筑的整体范围来看,却存在着相当多的共性。工艺是文化和生产力水平的集中反映,是科学技术发展的见证。工艺在视像技术高度发达的今天,有了良好的传播、传承途径和保护方式,为这份遗产的保护提供了可能。

本书是关于中国传统建筑工艺较全面的论述,作者结合前人和自己的研究成果,介绍了中国古代建筑的主要形制,系统阐述了传统建筑木作、土作、石作、砖瓦作等主要结构性匠作的工艺发展概况,材料的利用和加工,营造工艺流程,并关注南北方传统建筑工艺的异同。本书正是适应了当前对传统建筑工艺了解和掌握的社会需求,并有利于传统建筑生产技能的培养和传承,也有利于该领域文化遗产的保护和继承。

2002年同济大学建筑城规学院增设了“历史建筑保护工程”本科专业,系统培养关于建筑遗产保护的专业人才,对当前我国的文化遗产保护工作是有利的、及时的。相关教师积极投身该领域的研究和教学,取得了一定的成绩。本书是近年来所取得的成果之一,被列为同济大学“十五”规划教材,并得到了同济大学教材、学术著作出版基金委员会资助。

本书适合建筑学、城市规划、风景园林专业的师生以及文史工作者、考古工作者、历史建筑保护工作者、古建筑施工人员等参考阅读。

路秉杰

2006年1月1日

## 目 录

|                     |    |
|---------------------|----|
| 序                   | 1  |
| 第一章 概述              | 1  |
| 第一节 中国古代建筑的技术与工艺特色  | 2  |
| 第二节 古代木构建筑发展的技术工艺背景 | 8  |
| 一、石器时代的相关工艺         | 8  |
| 二、青铜时代的木作工艺         | 13 |
| 三、铁器时代的木作工艺         | 16 |
| 第三节 传统建筑木作的用材特色     | 22 |
| 一、建筑木材的构造、种类和特性     | 22 |
| 二、木材的干燥和选择          | 26 |
| 三、板材与方材             | 27 |
| 第四节 传统建筑石作的用材特色     | 28 |
| 一、天然石材              | 28 |
| 二、建筑石材的性能和特色        | 29 |
| 三、石料的缺陷及选材          | 31 |
| 第二章 中国传统建筑的形制       | 33 |
| 第一节 中国古代建筑的主要类型     | 34 |
| 一、功能类型              | 34 |
| 二、材料类型              | 34 |
| 三、单体形态类型            | 34 |
| 第二节 木构建筑的主要形制       | 36 |
| 一、屋面形制              | 36 |
| 二、屋身形制              | 44 |
| 三、台基形制              | 58 |
| 第三节 古代建筑的等级形制       | 59 |
| 一、单体木构建筑等级形制        | 59 |

## 二、建筑色彩形制 / 60

## 第三章 古代建筑木作工艺的发展 ————— 65

## 第一节 古代木材的采伐 ————— 66

## 一、古代的伐木 / 66

## 二、古代的集材 / 68

## 第二节 古代建筑木作的制材工艺 ————— 71

## 一、“裂解与砍斫”制材 / 71

## 二、锯解制材 / 74

## 第三节 古代建筑木作的平木工艺 ————— 78

## 一、南北朝以前的平木工艺 / 78

## 二、南北朝以后的平木工艺 / 83

## 第四节 古代建筑木作的结合技术及雕刻工艺 ————— 86

## 一、穿剔工具及其相关工艺 / 86

## 二、建筑木作的结合工艺 / 90

## 三、木作的雕刻工艺 / 95

## 第四章 近世传统建筑木作的工艺流程 ————— 99

## 第一节 量划工艺 ————— 100

## 一、测量工艺 / 100

## 二、划线工艺 / 102

## 第二节 解斫工艺 ————— 106

## 一、斧类的操作工艺 / 106

## 二、锯类的操作工艺 / 107

## 三、锯解的原理 / 114

## 第三节 平木工艺 ————— 116

## 一、刮子及其操作工艺 / 117

## 二、镑子及其平木工艺 / 117

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 三、刨子及其平木工艺 / 119         |     |
| 第四节 穿剔工艺                 | 129 |
| 一、凿削工艺 / 129             |     |
| 二、钻孔工艺 / 132             |     |
| 第五章 传统建筑大木作营造工艺          | 135 |
| 第一节 建筑木作构件加工的基本原则和配料要求   | 136 |
| 一、木作构件加工的基本原则 / 136      |     |
| 二、建筑木作配料要求 / 137         |     |
| 第二节 大木作主要构件的加工工艺         | 139 |
| 一、板枋料制作工艺 / 140          |     |
| 二、圆形构件(柱、檩、椽)的加工工艺 / 142 |     |
| 三、方形构件(梁、枋)的加工工艺 / 144   |     |
| 四、小构件(斗、拱)的加工工艺 / 146    |     |
| 五、其他 / 149               |     |
| 第三节 近世传统建筑大木作榫卯制作及拼板工艺   | 149 |
| 一、榫卯的形式 / 149            |     |
| 二、榫卯制作 / 152             |     |
| 三、拼板工艺 / 153             |     |
| 第四节 近世传统建筑大木作营造工艺流程      | 154 |
| 一、备料 / 155               |     |
| 二、验料 / 155               |     |
| 三、定位编号 / 155             |     |
| 四、丈杆制备 / 156             |     |
| 五、构件制作 / 158             |     |
| 六、大木安装 / 158             |     |

## 第五节 近世传统建筑大木作特殊部位的制作工艺

160

- 一、角梁制作 / 161
- 二、翼角椽制作安装 / 165
- 三、翘飞椽制作安装 / 169
- 四、屋面木基层 / 171

## 第六章 传统建筑大、小木作的工艺特色 172

### 第一节 建筑大、小木作加工工具及相关工艺 173

- 一、大木作与小木作 / 173
- 二、方木作与圆木作 / 176

### 第二节 雕刻工具与雕刻工艺 178

- 一、雕刻工具 / 178
- 二、雕刻操作工艺 / 179

### 第三节 近世传统建筑木作工艺的地域特色 180

- 一、称谓 / 180
- 二、器型及制作材料 / 181
- 三、操作工艺 / 183

## 第七章 传统建筑的石作工艺 188

### 第一节 古代建筑石作工艺的发展 189

- 一、早期石材的使用 / 189
- 二、春秋至汉代的石作工艺 / 189
- 三、南北朝时期的石作工艺 / 191
- 四、唐宋石作工艺 / 193
- 五、宋元时代的石作工艺 / 196
- 六、明清时期的石作工艺 / 199
- 七、小结 / 201

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第二节 近世石料的开采工艺           | 204 |
| 一、石料开采、加工工具 / 204       |     |
| 二、石料的开采工艺 / 207         |     |
| 第三节 近世石料分割及加工工艺         | 211 |
| 一、石材的分割工艺 / 211         |     |
| 二、石作的加工工艺 / 213         |     |
| 第四节 石材的砌筑工艺             | 218 |
| 一、石材砌筑技术 / 218          |     |
| 二、石材砌筑工具 / 219          |     |
| 第八章 传统建筑的土作技术与工艺        | 221 |
| 第一节 概述                  | 222 |
| 第二节 夯土与版筑技术的发展          | 222 |
| 第三节 夯土与版筑工艺             | 224 |
| 一、夯土工艺 / 224            |     |
| 二、版筑工艺 / 230            |     |
| 第四节 土坯工程技术              | 231 |
| 第九章 传统建筑的砖瓦作技术与工艺       | 232 |
| 第一节 砖瓦技术的发展概述           | 233 |
| 一、砖瓦的出现和初步发展 / 233      |     |
| 二、砖瓦工艺和建造技术的成熟和发展 / 235 |     |
| 第二节 砖瓦的种类及加工工艺          | 236 |
| 一、砖瓦的分类 / 236           |     |
| 二、砖瓦作的基本施工工具 / 236      |     |
| 三、砍磨砖工艺 / 237           |     |
| 四、砖雕 / 238              |     |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第三节 砖瓦作的营造工艺        | 239 |
| 一、墙体砌筑 / 239        |     |
| 二、砖顶砌筑技术 / 245      |     |
| 三、饰面砖 / 248         |     |
| 四、瓦作技术 / 250        |     |
| 第四节 砖瓦生产工艺          | 254 |
| 一、宋代制砖工艺 / 254      |     |
| 二、明代制砖工艺 / 254      |     |
| 三、南方细砖材料制作方法 / 256  |     |
| 四、琉璃砖瓦制造工艺 / 256    |     |
| 第十章 传统建筑的防护技术与工艺    | 258 |
| 第一节 传统建筑中的材料防护      | 259 |
| 一、木材防腐技术 / 259      |     |
| 二、木材防虫害技术 / 260     |     |
| 三、砖瓦石作的防护 / 260     |     |
| 第二节 传统建筑的防火         | 261 |
| 一、建筑组团中的防火措施 / 261  |     |
| 二、单体建筑防火 / 262      |     |
| 第三节 传统建筑的抗震         | 262 |
| 一、建筑抗震的基本技术特点 / 262 |     |
| 二、建筑抗震的经验 / 263     |     |
| 第四节 传统建筑的防潮         | 263 |
| 一、建筑主体防潮 / 264      |     |
| 二、建筑外围防潮 / 264      |     |
| 后    记              | 266 |
| 参考文献                | 268 |



## 第一章 概述

中国古代建筑以木结构为主体,以土、木、石、砖、瓦为主要建筑材料,以榫卯为木构件(甚至石、砖构件)的主要结合方法,以模数制为尺度设计和加工生产的手段,以师徒关系维系技术与工艺的传承。

经过几千年的发展、演变,中国建筑逐步形成了独特的体系和风格。长期的建筑实践,中国的工匠积累了丰富的技术工艺经验,在材料的合理选用、结构方式确定、构件加工操作、节点及细部处理、施工安装等方面都有其完整的方法和技艺。这种经验通过师徒之间的“言传身教”相沿下来,并在每个时代都有所改进。

## 第一节 中国古代建筑的技术与工艺特色

旧石器时代人们居住在天然洞穴里。新石器时代主要有两种居住形式——巢居和穴居。新石器时代晚期,南方长江流域多水地区发展为干阑式,北方黄河流域采用木骨泥墙建筑。穴居有从竖穴到半竖穴,再到地面建筑的历程。

原始社会晚期龙山文化的房屋有分间组合现象,普遍使用人工烧制白灰面,用于地面和墙面,起到防潮、提高照明度的作用。此外还有夯土技术的出现和土坯的使用,并已开始筑城,这在古代建筑史上有重要意义。南方的河姆渡遗址,出土了最早的榫卯结构房屋实例。原始社会晚期已有艺术的萌芽。

夏代河南偃师二里头一号宫殿遗址是已知最早的规模较大的木架夯土建筑和庭院实例。商代中期以后开始采用版筑夯土技术。西周最早的四合院实例是陕西岐山凤雏村早周建筑遗址,二进院落,有影壁、门、塾、前堂、后室等,并已用瓦和陶制的排水管。瓦的发明是西周的突出成就。西周时已见斗拱的使用。春秋时期建筑的重要发展是瓦的普遍使用、砖的使用,以及作为诸侯宫室用的高台建筑的出现。春秋时代始筑长城。

从原始社会末期到夏商朝,可以看作中国古代建筑体系的萌芽期。从西周到春秋战国这一漫长的时期,可看作中国古代建筑体系的发育期。

战国经济的发展,商业、手工业的进步,奴隶制的瓦解,城市建设出现第一个高潮。当时的主要建筑,仍是版筑的城垣和土木结合的高台建筑。筒瓦和板瓦广泛使用。至秦始皇统一了度量衡,对土木工程产生深远的影响。秦汉时城市建设的规模及质量均有提高,陵寝规模庞大,陵体采用“方上”的形式。

汉代是中国木构架建筑的成熟期。西汉时抬梁式和穿斗式两种构架已形成。斗拱的使用已经普及,但形式还不统一。屋顶的式样也丰富起来,以悬山和庑殿最为普遍,歇山和囤顶也有应用。东汉宫室和民宅中还盛行木楼阁。木构建筑平面以“间”为单位构成单座建筑,再组成三合院、四合院、廊院、廊庑等院落形式,形成轴线对称的纵向、横向、纵横向结合的多进多路式布局,以及庭院环绕的中心式组群布局。中国古代建筑体系的这些特征在汉代均已具备了。

制砖技术和拱券结构方面汉代有较大进步。汉代有许多空心砖大墓,墓砖尺寸较大,形式多样,施工作法有并列拱和纵联拱两种,另有砖穹隆顶的发明。石建筑在东汉有突破性发展。西汉中期后砖石拱券结构用于墓室,与木椁墓并行。

秦汉是以木结构为主体的中国古代建筑体系的成型期。

汉末佛教传入,到南北朝佛教建筑广泛发展,高层佛塔出现了。此时最突出的建筑类型是佛寺、佛塔和石窟。佛塔寺在南北朝时得到快速发展,皇室、士大夫风行赐离宫

或舍宅为寺,楼阁式塔、密檐塔和单层塔(亭阁式)均出现。石窟艺术以敦煌、云岗、龙门为代表,有中心塔柱窟(支提窟)、精舍窟(毗呵罗窟)以及大佛窟等窟型。须弥座、梭柱、琉璃瓦、鸱尾以及雕刻彩绘中的西域因素(如唐草纹、莲瓣饰等)渐次出现。

曹魏邺城,宫室居城中北部,全城以棋盘状的道路网划分间里,东西和南北干道丁字相交于宫城门前。宫内首开大朝与东西堂制度,朝廷与行政中心(宰相衙门)并列于两条轴线上。这一时期的城墙开始了局部包砖。

魏晋玄学促进了山水画论及写意园林的发展,皇家苑囿、寺观园林和私家园林等三大古典园林类型的基本特征已经形成。

魏晋南北朝是中国古代建筑体系的交融期。

隋都大兴城(唐长安城)是隋唐城市建设的代表作。隋时在规划设计中,把图纸与模型相结合,运用了比例尺概念。唐长安在隋大兴城基础上拓展,规模宏大严整,三大内之一的太极宫居城中轴线北侧,大明宫和兴庆宫分别位于城东北及东南,朝廷与行政中心(宰相衙门)在同一中轴线上。实行里坊制(共108坊)、棋盘状道路网,设东西市场等。城市注重绿化,城郊设开放风景区——曲江池。

唐朝仍因山为陵,气势磅礴,以唐高宗和武则天的乾陵为代表。

木构建筑的结构构件与装饰构件合一,斗拱雄大,层叠的铺作层完整,大叉手、托脚、人字拱等大量采用,已有用材制度。屋顶举折平缓,出檐深远。殿堂用明、草(杪)两套构架。大体量、大空间的建筑可用多个单体建筑组合而成。设计施工有专职人员——“都料”负责。

隋唐建筑总体上具有博大雄浑、兼收并蓄的时代特征,是中国古代建筑体系发展的高峰。

宋代城市结构布局变以前的里坊制(也称闾里制、市里制)为厢坊制(称街巷制),拆掉坊墙,临街开店。城墙的瓮城、马面、发券城门等重要部位均包砖。元大都进一步仿制周王城,宫城居中,发展了宋代宫前千步廊和宫内工字殿形制。道路分干道、胡同两类,呈街巷式布局。

宋代师法自然的皇家苑囿及士大夫文人园兴盛。陵寝辟陵区,实行上下宫制度,陵体为累土的“方上”。南宋的寝陵用“寄厝”方式,下宫(献殿)后附攒宫(龟头屋)。

宋金时期净土宗和禅宗寺院发达,元代喇嘛教建筑、道教建筑和伊斯兰教建筑兴盛。

北宋崇宁二年颁布李诫编修34卷《营造法式》,是古代第一部官修建筑规程。当时“功分三等”、“役辨四时”、“木议刚柔”、“土评远迩”,对功限、料例的定额规定相当严密,有较高的工程组织、管理、监测水平。记录了木构建筑“以材为祖”、“材分八等”及以“材分制”为核心的用材模数制。木构建筑有殿堂、厅堂和余屋之分,平面有金厢斗底槽、分心槽、单槽和双槽四种殿阁地盘图。宋大屋顶的双曲屋面,翼角起翘及生起(升

起)等都已形成定制,举折较唐、辽稍陡峻。柱子生起、侧脚、梭柱、月梁等构件艺术加工与其技术功用相结合。宋代的须弥座、重台勾栏及勾片栏板均已成熟定型。

这一时期的木楼阁多设暗层,其构筑为有利于抗震的刚性箍(即有斜撑的空间桁架)。木构楼阁上下连接方式有叉柱造、缠柱造和永定柱造等三种,以叉柱造最普遍。辽金建筑多见减柱、移柱及相应的复梁结构,元代木构建筑有大斜楹、大内额等省料做法。

宋代以后,木作的装饰水平有显著提高,小木作类型增多,构造复杂,工艺技术迅速发展。

宋代砖石建筑以仿木楼阁式塔为代表,平面多八边形,多有木构檐廊。

宋金元时期的建筑风格上趋于柔美醇和,是中国古代建筑体系的成熟期。

明清的封建大一统达到顶峰,商业、手工业高度发展。明清北京集历代都城之大成,三朝五门,左祖右社,前朝后寝均合乎礼制规定。坛庙建筑以数字、几何形及色彩等表达象征含义。明代城墙普遍包砖。帝王苑囿及士大夫私家园林进一步发展,喇嘛教建筑兴盛。明清佛寺多见砖券无梁殿。明清各地民居百花齐放,清代少数民族建筑有不同程度的发展。

明代有影响的民间建筑专著为《鲁班经营造正式》,明中叶后又出现了流传更广的《鲁班经匠家镜》一书。明代木构建筑的构架大为简化,但增强了结构的整体性,斗拱逐渐失去结构机能而趋向繁缛复杂。官式建筑作法完全程式化。清代颁布工部《工程做法则例》,继承和发展了宋《营造法式》以来的用材制度,变材等为斗口,共分十一等。规定了二十七种房屋的尺度、比例和用材,以斗口或柱径作为木构建筑的设计模数。明清宫廷建筑按图纸、模型(烫样)设计施工。出现了蒯祥、梁九、雷发达等著名宫廷建筑师,“样式雷”、“算房刘”等成为清代世袭的宫廷设计部门。

总的看来,明清建筑已完全成熟定型,官式建筑伴随着技术上的标准化与合理化,艺术上也走向了程式化和呆板僵化。

某种意义上,中国建筑的发展是科学技术的集中体现和工匠经验的长期积累与传承。如果从技术与工艺的角度看,中国古代建筑有如下特征:

### 1. 材料对结构性能有充分的体现

“一部中国建筑史,几乎是整个工艺发展史”,这样的看法在于,中国建筑的主要材料是木材,木性为“阳”,五行中,木属东方,是生命之源。“以木独尊”的中国人,对木的偏爱和执著,使木材的应用范围空前广泛,从居住的建筑到生活用具(如床、榻、几、凳、桌等家具)、交通工具(如车、轿)等,再到死后的归宿棺槨等,无不以木为之。因此,凡应用在木材上的技术,几乎都可以应用在建筑上,比如木作结合工艺中有绑扎法、榫卯法等,它和原始社会复合工具的组合方法如出一辙。同样,建筑中的木构技术也完全可以应用于其他木作工艺上。因此不难理解家具和建筑大木在结构上的同构现象。全方位的木作生产和应用,中国古人积累了丰富的技术工艺经验,并充分发挥了木材本身的

性能。如梁枋,由于它们是受弯构件,其跨度直接影响断面高度的确定,而穿斗式建筑中的穿枋就是以增加高度来加强受弯能力的,尽管大多数情况下穿枋只是联系构件;“肥梁瘦柱”的匠谚,也正是对木材“横挑千斤竖承万”受力特点的直接应用。水平构件(如檩条)垂直相交结合处的榫卯,其“山压樨”的开口法则,就是对材料结构性能充分认识的写照。这个开口法则不仅在柱头铺作和补间铺作有随处可见的应用,甚至转角铺作有三个水平方向构件相交时也不例外。再如,柱子和梁的拼镶作法是不同的,柱是受压构件,可用小木料任意组合拼接并箍紧即可,而梁是受弯构件,必须以相应的一个断面较大的料为主,外加拼帮而成梁,事实上这根主料的断面要求足以承担梁架的全部荷载,等等。

什么样的建筑材料,决定了什么样的结构形式。以石材为主要结构材料的西方建筑,最合理的结构方式并不是梁板结构,而是拱券。以木材为主要结构材料的中国建筑,最合理的结构方式却是梁柱式。

## 2. 材料利用的过程明显地反映了科技发展的里程

在古代中国建筑材料的使用中,以土和木的应用为最早。从利用天然洞穴到人工开凿竖穴或横穴,再到土坯的使用、夯土技术的发展及后来的版筑技术,再到奴隶社会发展到高潮的高台建筑,无不是以土作为最主要的材料之一。直至近世,窑洞的使用、房屋地基的处理、农村中简易的围墙,等等,也都有土的应用。在利用土的同时,木材的使用也贯穿生活的方方面面。汉代以后,木材成为主要的建筑材料,高台夯土渐不流行,但夯土的技术在房屋地基的处理中一直在应用。夯土和木构技术,成了中国古代最主要的建筑工艺和成就。几乎所有的建设项目,包括筑城、凿运河、穿井、兴水利、伐木、集材、造宫室等,均可用“土木”两字概括,文献中不乏“大兴土木”、“土木之役”、“破土动工”等描述记载。“土木”是中国古代建筑之源,以后的人工材料,多与之相关。如土坯、砖、瓦、陶等,直观地反映了中国古代材料利用的历程,也印证了中国科技发展的里程。而石结构的普遍应用在中国相对较晚,在高台建筑早已取得较高的成就之后,且是木构建筑基本成型的汉代以后,才有快速的发展。土、木、瓦、砖、石作为古代建筑的基本材料,其使用利用过程基本上是由软材质到硬材质,根据下文的论述可知,它明显地与中国的科技发展有密切关系。特别是,它和中国古代使用工具的质量息息相关。

## 3. 设计、加工制作与施工安装呈现“模数化”特点

中国古代木构建筑的规模,并不仅是以单体建筑的体量来解决的,大多是以组群来完成的,即若干建筑组成院落,院落相连成为整体,从而满足了多种功能的需要。不同等级的建筑单体,以及建筑单体本身,含有数以千万计的相同或相异规格的建筑构件,要完成庞大的组群建筑组合,协调众多工匠的制作加工,必然要求统一的尺度、统一的标准和快速的生产加工手法。营造尺的确定使建筑有了统一的尺度,而模数制解决的正是后者。

围绕模数制中国古代曾有较长时间的探索。据研究,汉代的建筑可能已有一定的标准,而唐宋时代的“材分制”则正是模数制的体现,不过并不彻底。在不同建筑的等级规定上,它有八种用材,但递变法则并不规律;而对同一建筑单体来讲,它又有“材”和“架”两种标准,以此来确定构件的断面高度(宽度按 $2/3$ 可以确定)。如就材而言可分为单材和足材,足材高相当于一材一架总高,这些在斗拱部位应用较多。柱径、梁高等则以几材几架来确定大小;而小构件的长度则用等于 $1/10$ 材宽的单位——“分”来确定。如宋代《营造法式》中泥道拱长62分等;较大的尺度如梁长、柱高、开间、进深等,则用营造尺确定。此外,高层建筑在高度的确定上还有以檐柱高为扩大模数者。到清代,其模数化程度明显提高,不同建筑以十一种斗口规定其规模等级,且各等之间以半寸递变;同一建筑,如系大式则以斗口为模数,小式则以檐柱径为模数,几乎所有的尺度均可以斗口或檐柱径来推算。

模数制度的实施,增强了预制生产能力,提高了构件加工和施工的精度,也提高了生产效率和装配化水平,发挥了木材本身的优点,成为古代建筑的工艺精髓。

#### 4. 生产加工工艺具有配套化特点

从河姆渡遗址的木构工艺可以看出,当时尽管生产力低下,但它对木作加工而言,显然已存在一套完整的工艺。也就是说,从木材的采伐、解材、平整、细部加工等都已成套工序。从后文的论述知道,适应这些工序的工具和技术可以在不同时代有或多或少的改进,但是其加工制作的工序却是不可或缺的,其生产工艺是配套的。某一环节的技术和工艺的变化,必然带来其他环节技术和工艺相应的调整 and 适应,也会影响到建筑构件加工手法、精度等,但从整个建筑生产的效果来看,其影响是相对较小的。后世木作加工技术和工艺的进步,主要表现在生产效率或者综合能力的提高方面。建筑的尺度、形象等方面,直接受经验习惯、传统审美意识、经济水平等的制约。因此任何新的工具、技术和工艺的应用,都不能导致古代建筑本质上的飞跃。这正是中国古代建筑缓慢发展、渐进式前进的原因之一。

#### 5. 砖石结构建筑呈现仿木特点

中国古代建筑木构技术的高度发展,直接影响了匠师的审美倾向,砖石建筑的装饰手法甚至造型,常常模仿木构建筑的轮廓和细部。如汉石阙、牌坊、无梁殿、石亭、塔等。同时也说明,砖石建筑应用远不如木构建筑广泛,且其出现较木构建筑为晚。

这种仿木特点,在小木作上也有明显的体现,唐宋高足座具,以柱、梁、板等表达了清晰的构架关系。寺庙建筑中佛道帐,显然就是一个缩小的建筑模型。

#### 6. 建筑形态的美学特征明显体现结构特征

中国古代建筑有其独特的美学特征,如上翘如飞的角檐、反手下凹的屋面、稳重内倾的屋身、柔曲的屋脊等。这些形态特点直接与木构建筑的结构有关。通过生头木的衬