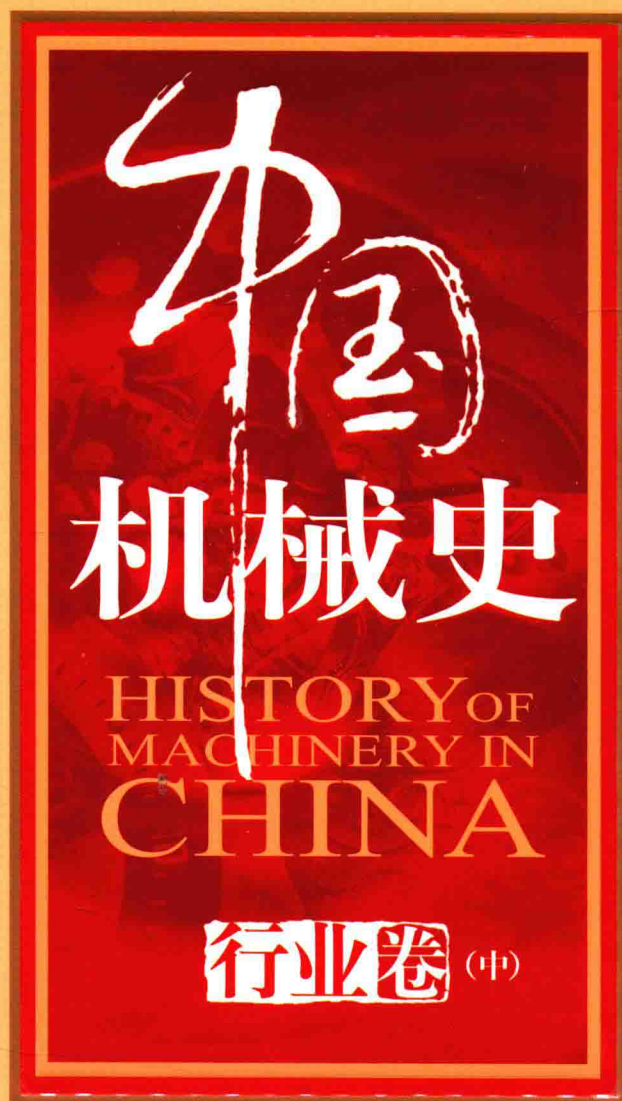




“十二五”

国家重点图书出版规划项目



中国机械工程学会
CHINESE MECHANICAL ENGINEERING SOCIETY

编著



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

中国机械史·行业卷

(中册)

图书在版编目 (CIP) 数据

中国机械史·行业卷 (全三册) / 中国机械工程学会编著.
-- 北京: 中国科学技术出版社, 2015.1
ISBN 978-7-5046-6811-0

I. ①中… II. ①中… III. ①机械工业—工业史—中
国 IV. ① F426.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 011398 号

策划编辑 吕建华 许 英 赵 晖
责任编辑 赵 晖 夏凤金 赵 佳
装帧设计 中文天地
责任校对 刘洪岩
责任印制 李春利 徐 飞

出 版 中国科学技术出版社
发 行 科学普及出版社发行部
地 址 北京市海淀区中关村南大街16号
邮 编 100081
发行电话 010-62103130
传 真 010-62179148
网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 889mm × 1194mm 1/16
字 数 2190千字
印 张 99.75
版 次 2015年1月第1版
印 次 2015年1月第1次印刷
印 刷 北京华联印刷有限公司

书 号 ISBN 978-7-5046-6811-0/F · 744
定 价 548.00元 (全三册)

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

目录

CONTENTS

上册

第一章 内燃机 3

- 第一节 中国内燃机工业发展历程 3
- 第二节 中国内燃机工业的产品发展 11
- 第三节 内燃机人才的培养 56
- 第四节 研究院所和科研工作综述 60

第二章 机床工具 69

- 第一节 中国古代和近代机床发展简况 69
- 第二节 中华人民共和国成立后机床工具工业发展综述 71
- 第三节 机床工具产品发展 80
- 第四节 机床工具产品质量 134
- 第五节 机床工具工艺发展 140
- 第六节 机床工具科学研究发展 147
- 第七节 成就与问题, 经验与教训 152

第三章 切削加工与刀具 158

- 第一节 古代的切削加工和刀具 158
- 第二节 近代的切削加工、刀具和机床 160
- 第三节 中国切削加工与刀具技术大发展 162
- 第四节 工件、刀具双方交替发展 163

第四章 数控机床 166

- 第一节 导言 166
- 第二节 数控机床在国民经济及国防建设中的重要性 167



目录

CONTENTS

第三节	数控机床的优越特性	168
第四节	数控机床产业所包括的范围	169
第五节	国外数控机床和数控系统领域发展情况	170
第六节	中国数控机床与包括数控系统在内的 功能部件产业发展历程	172
第七节	中国数控机床产业近年来的生产及进出口情况	178
第八节	世界数控机床发展趋势	183
第九节	我国数控机床产业发展历程中值得吸取的经验教训	186
第十节	结束语	187
第五章	液压气动密封件	188
第一节	行业发展综述	188
第二节	分行业发展史	230
第六章	轴承	258
第一节	萌芽阶段（1949年以前）	258
第二节	奠基阶段（1949—1957）	261
第三节	体系形成阶段（1958—1977）	264
第四节	快速发展阶段（1978—2000）	277
第五节	向世界轴承工业强国迈进（2001年以后）	312
第七章	齿轮	323
第一节	齿轮工业的历史沿革	323
第二节	齿轮产品专业生产的起步与发展	326
第三节	齿轮行业的现状与发展方向	352
第八章	衡器	363
第一节	我国古代和近代衡器制造业的发展简史	363
第二节	新中国的衡器制造业	363
第九章	紧固件	368
第一节	中国紧固件行业发展简史	368
第二节	中国紧固件的标准化	371
第十章	石油设备和石油化工设备	379
第一节	石油（天然气）工业专用设备	379

目录

CONTENTS

第二节 石油化工设备 391

第十一章 工程机械 404

第一节 古代与近代的工程机械 405

第二节 现代工程机械制造业 407

第三节 产品产量与生产规模的发展 415

第四节 产品品种的发展 427

第五节 典型工程中工程机械的应用 431

第六节 管理与维修 434

第十二章 重型机械 440

第一节 重型机械工业在国民经济建设中的地位和作用 440

第二节 1949—1983年重型机械工业发展历史概述 444

第三节 1984—1999年重型机械工业发展历程 448

第四节 21世纪蓬勃发展的重型机械工业 472

第五节 重型机械行业的发展趋势和前景 481

中册

第十三章 木工机械 489

第一节 中国古代木材加工技艺 489

第二节 旧中国木材加工的机械化形成概况 520

第三节 中华人民共和国成立以来中国木工机械行业的
形成与发展 523

第十四章 模具 547

第一节 中国模具工业发展简史 547

第二节 中国模具技术发展简史 555

第三节 冲压模具发展概况 574

第四节 塑料模具发展概况 578

第五节 其他模具产品的发展概况 583

第十五章 轻工业机械 593

第一节 轻工业机械制造业发展总述 593



目录

CONTENTS

- 第二节 制浆造纸业生产设备 599
- 第三节 罐头制造业生产设备 606
- 第四节 啤酒制造业生产设备 612
- 第五节 饮料制造业生产设备 615
- 第六节 日用陶瓷制造业生产设备 619
- 第七节 制革及制鞋业生产设备 623

第十六章 印刷机械 626

- 第一节 印刷术的发明 626
- 第二节 1949年之前印刷机械的发展状况 631
- 第三节 1949年以后中国的印刷 636
- 第四节 1949年以后中国印刷机械的发展概况 638
- 第五节 中国主要印刷机械制造企业和产品 645
- 第六节 印刷机进出口情况 657
- 第七节 印刷教育 658

第十七章 纺织机械 664

- 第一节 纺纱机械 666
- 第二节 织造机械 688
- 第三节 染整机械 712
- 第四节 化纤机械 726
- 第五节 针织机械 738
- 第六节 服装缝纫机械 752
- 第七节 非织造布机械 761

第十八章 缝制机械 766

- 第一节 中国缝纫机工业的萌芽阶段 766
- 第二节 中国缝纫机行业的形成阶段 772
- 第三节 中国缝纫机行业以工业缝纫机为主要特征的发展阶段 781

第十九章 农业机械 808

- 第一节 概述 808
- 第二节 近代中国农业机械工业简史 808
- 第三节 现代中国农业机械工业简史 811
- 第四节 农业机械的科研与教育体系 819

目录

CONTENTS

第五节 现代农业机械产品的发展 821

第二十章 环境保护装备 847

第一节 萌芽时期 (1949—1973) 847

第二节 初创时期 (1973—1978) 849

第三节 形成发展时期 (20世纪80年代) 853

第四节 转折时期 (20世纪90年代及以后) 860

第二十一章 兵器 886

第一节 近代兵器 886

第二节 现代兵器 914

第二十二章 航空机械 940

第一节 中国古代航空技艺 940

第二节 中国近代航空 946

第三节 中国现代航空 962

第二十三章 航天机械 976

第一节 运载火箭的系列化发展 976

第二节 卫星与探测器研制 984

第三节 中国载人航天工程 1007

第四节 中国航天发展简要分析 1021

下册

第二十四章 汽车 1027

第一节 创建时期 (1950—1956) 1027

第二节 成长时期 (1957—1978) 1031

第三节 全面发展时期 (1979—2008) 1053

第二十五章 汽车标准件工业史 1124

第一节 早期的汽车标准件生产——由汽车维修业自制
为主的时期 (1912—1956) 1124

第二节 专业化工业萌芽期 (20世纪50年代中期至
60年代中期) 1125



目录

CONTENTS

第三节 行业形成期（20世纪60年代中期至70年代中期） 1127

第四节 行业成长期（20世纪70年代末至80年代中期） 1129

第五节 在市场经济环境中调整、发展的时期
（20世纪80年代末至90年代末） 1133

第二十六章 摩托车 1136

第一节 尝试时期（1950—1956） 1136

第二节 创建时期（1957—1979） 1137

第三节 成长时期（1980—2003） 1141

第二十七章 自行车 1145

第一节 中国自行车工业的起步 1145

第二节 中国自行车工业基础的确立 1146

第三节 中国自行车工业跨越坎坷寻求发展 1147

第四节 中国自行车工业在改革开放中阔步前进 1148

第二十八章 船舶 1155

第一节 简单实用的渡水工具——筏、腰舟、皮囊 1155

第二节 中国是最早能制造独木舟的国家之一 1157

第三节 金属工具的使用诞生了木板船 1159

第四节 木构技术、造船工艺水平的提高使商周时期
船舶向大型化发展 1161

第五节 迅速发展的春秋战国时期造船技术 1163

第六节 秦汉时期重大发明与创造 1166

第七节 三国两晋时期出现了多道水密舱壁及特殊船型 1170

第八节 舳龙骨发明始于唐宋，并且出现了更宏伟的上层建筑 1177

第九节 金、元、明造船技术的创新 1180

第十节 明末清初造船业举步不前 1193

第十一节 近代中国造船业在内外交困中苦苦挣扎 1196

第十二节 屹立于世界之林的中国现代船舶工业 1206

第二十九章 仪器仪表 1224

第一节 概述 1224

第二节 制造、科研体系的建立 1225

第三节 现代仪器仪表产品的发展 1229

目录

CONTENTS

第四节 改革开放三十年的成就 1254

第三十章 文化、办公用机械 1261

第一节 电影机械工业发展史 1262

第二节 照相机械 1277

第三节 复印机械 1297

第四节 缩微技术与设备 1310

第三十一章 发电设备 1318

第一节 绪言 1318

第二节 我国发电设备制造技术发展现状 1319

第三节 中国发电设备已成为机械工业的支柱产业 1325

第三十二章 火力发电设备 1333

第一节 火电设备制造发展历程 1333

第二节 火电设备制造能力及装备 1341

第三节 火电设备制造技术的几项重大成就 1344

第四节 火电机组的技术发展趋势 1348

第五节 引进300MW和600MW火电机组设计制造技术 1352

第三十三章 水力发电设备 1365

第一节 1949年前水电建设和水电设备制造概况 1365

第二节 中华人民共和国成立后水电设备制造业的发展 1367

第三节 水电设备产品开发概况 1378

第四节 水电设备技术进步及发展 1398

第五节 三峡水电站水轮发电机组 1405

第三十四章 核能设备 1413

第一节 核技术的直接应用开始于军事目的 1414

第二节 核技术的和平利用——核能发电 1420

第三节 核电设备国产化、设计自主化 1442

第四节 中国核电发展规划 1472

第五节 世界核电技术发展的动向 1474

第六节 中国自行研制的新堆型 1480

第七节 我国制造的其他核设施 1489



目录

CONTENTS

第三十五章 高压输变电设备 1493

- 第一节 概述 1493
- 第二节 变压器类 1500
- 第三节 高压开关 1508
- 第四节 绝缘子(电瓷)、避雷器 1514
- 第五节 电力电容器 1517
- 第六节 继电器及装置 1519
- 第七节 电力电缆(有关输电用产品部分) 1522
- 第八节 换流阀与晶闸管组件 1524
- 第九节 三峡输变电工程 1525
- 第十节 750kV输变电示范工程 1532
- 第十一节 特高压交直流试验示范工程 1535

第三十六章 家用电器 1547

- 第一节 中国家用电器工业发展综述 1547
- 第二节 家用电器技术 1562
- 第三节 家用电器产品 1568

参考文献 1572

第十三章 木工机械

第一节 中国古代木材加工技艺

一、上古时期木材加工技艺

在人类历史的长河中，祖先们为避风遮雨，防禽御兽而寻找天然岩洞权充休憩场所。当时最有力的狩猎武器是木棒和火种。上古时，有巢氏构木为巢；燧人氏钻木取火；神农氏斫木为耜，揉木为耒；黄帝轩辕拔山通道，做宫室，制弓矢，适舟车，广辟木材利用之途。随着生产工具的发展，人类由因崖成室，镂木为巢，挖土为穴，发展到搭棚为舍，垒石为屋，烧砖砌房。构筑较为完整的居住空间，在逐步解决居住条件、狩猎防身的同时，利用石器发明并发展了木材加工技术。根据考古学家贾兰坡对周口店北京猿人生产工具研究后得出的结论，早在 60 万年前的北京猿人就已经用刮削器砍伐树木和修削木材，可以说这就是最原始的木材加工技术。

木材是人类最早应用的资源。在当今四大原材料（钢材、水泥、塑料、木材）中，木材是唯一可以再生的生物木质材料，是一种最具有可持续发展潜力的材料资源。它具有重量轻、强度高、弹性好、纹理美观、保温隔热、隔音、易于加工等多种优越性能，是其他材料所不可比拟的。木材被人们广泛应用于轻工、纺织、煤炭、铁路、交通、建筑、农业等国民经济部门，与人类的住、行、用都有着密切的关系。人类对木材的加工方式方法积累了丰富的经验，可以说木材加工技术是一门古老而又普及的实用技术。中国古代木材加工技术是随着历史的进程而不断完善发展的，其发展过程也是继承、发展、改变、完善的过程。无论是淳朴素雅的民间木制品，还是精致华美的宫廷家具；无论是代表劳动人民思想意识和审美理想，还是体现统治阶级骄奢淫逸和夸耀斗富，都闪烁着人民群众的创造才智，渗透着历代能工巧匠的智慧心血，从而折射出人民追求幸福、企盼吉祥的风俗习惯、欣赏情趣和审美意识，凝聚了某一时代社会物质生活风尚及艺术特质。

（一）原始社会时期的木材加工技术

1. 旧石器时期

人类发展的历史进程中，根据目前已知的考古材料证明，其间 99.8% 以上的时间都是在漫长的原始社会里度过的。在原始社会中人类曾经历过原始人群、母系氏族社会、父系氏族社会三个发展阶段。1949 年中华人民共和国成立以来大量的考古发掘工作，已经揭示出了这三个社会发展阶段的

基本面貌。当时的人类是过着共同劳动、共同分配和消费的原始共产的社会生活。初期的社会生产为采集野生植物，以后发展为进行渔猎以及原始农业。

中国机械史的萌芽，是以旧石器的出现为标志的。机械源于工具，人类最初制造和使用的工具是石器，同时也有少量骨器和木器。但木质易朽，经过这么漫长的年代，现在已经很难再有直接证据了，只能根据现在仍处于原始阶段极少数部落人群的生活状态而约略推之。生活在 170 万年前的“元谋人”已在使用打制的粗糙石器。60 万年前的“北京猿人”利用石锤和石钻加工粗糙的刮削器、砍砸器和三棱形尖状器等原始工具。起初，原始人类集体劳动的经验很少，只会对石头、树枝进行简单的加工，制成十分粗糙的工具，他们打击砾石、燧石，用石片的一边、相邻的两边、三边或周边制成石器，但石器类型也不多。考古学上把这种石器叫作“旧石器”，并把原始人使用这种石器的时刻叫作“旧石器时代”。4 万~5 万年前出现了石制技术，许多石器已比较光滑，刃部也较锋利，已有单刃、双刃、凸刃、凹刃和圆刃之分。人类使用旧石器的时间最长，约从二三百万年前开始，到 1 万年前结束。

在旧石器时代的早期阶段，人口极其稀少。原始人使用的砍砸器、刮削器等石器虽然加强了手的功能，但由于这些生产工具十分简陋，在劳动中只能起辅助的作用。那时，人类依靠群体的力量，用石器、木棒等工具同大自然作顽强的斗争，住的是天然山洞或树上木巢，吃的是野果、树籽、根茎和小动物的肉，有时也能猎获鹿类等食草动物。古人采集和猎获的食物极少，经常要挨饿，寿命较短。所以，旧石器时代早期原始人的生活是非常艰苦的。

到了旧石器时代的中期和晚期，人类在同大自然斗争的实践中逐步积累了经验。打造石器工具的方法和技术有了进步，石器的类型逐渐增多，并且有了比较明确的分工。生产工具的改进还表现在狩猎武器方面。当时，人们用兽筋或植物纤维把锋利的石片缚在木棒上，或用加工的兽角嵌在木棒的尖端，制成了原始的矛。同时，人们用兽骨、兽角制成投矛器（又名推进棒），将矛柄的一头放在投矛器的钩槽里，掷出的矛较远较准。这些武器的出现，加强了人们猎取动物的能力，原始人就开始集体围猎一些较大的野兽了。从这一时期的原始人遗址中，考古工作者发掘到许多野牛、象、斑鹿、转角羊的骨骼化石，这说明当时狩猎的规模比以前发展了。后来，在捕鱼方面，也出现了骨制的鱼叉等新工具，比用手捕捞的方法又前进了一步。随着狩猎和捕鱼的发展，原始人的食物来源逐渐扩大，但采集和狩猎仍然居于重要的地位。

从科技史的角度考察，旧石器时期最重要的技术是石器、骨器和木器的打制，火的利用和“钻木取火”，弓箭的发明三项。

（1）石器、骨器和木器的打制。考古发现表明，在旧石器时代的早期，古代人类根据生产和生活的需要，按照一定的方法打制出来的石器，大体可分为尖状器、刮削器和砍砸器三种类型。在以后其他的考古发现中，还清楚地看出这些打制的石器，在边刃上有仔细修饰过的痕迹，说明石器打制的技术更为精细了，除石器外，还在其他遗址中发现大量的骨器，如骨针、骨矛尖、骨鱼叉等（因木质易朽，在考古中还没有发现直接证据）。这些表明了生产工具的改进和技术水平的提高。这些打制和修饰过的粗糙石器和骨器，从其制造和使用中，可以说已经有了最早意义的力学和物理学，不过是作为萌芽状态的科学潜藏在技术之中，我们的祖先还不知道其所以然罢了。而这些成批的石器和骨器的生产，也可以说是人类最早的“工业”。

石器的出现与原始人砍伐树木、制作木器有一定关系，不少学者提出在旧石器时代之前应有一个木器时代。但因木器的保存十分困难，至今已无法找到这类遗物。包括旧石器时代人类如何加工

木材、制作工具的情况都已无法搞清了。不过,石器作为制作木器的工具,在一定意义上可以反映原始人的木材加工技术水平。

(2) 火的利用和“钻木取火”。在“北京人”的洞穴里,还发现了很厚的灰层,有的竟厚达6尺^①。而它们都是按一定的方位分布着的,一点也不散乱。有的灰堆中,还有被烧过的兽骨和石块。这有力地证明,“北京人”已在有意识地保存和使用火了。他们认真地把火种保存起来,并用火来取暖,烧烤食物。由于有了熟食,便结束了长期“茹毛饮血”的生活。从科学的角度来看,熟食是人类最早发现并加以利用的化学过程,化学就是从用火开始的。

尤其重要的是,我们的祖先还发明了“钻木取火”的方法。他们在打制石器时,从由石头相互敲打而产生的火星得到启示。但这种火星瞬息即逝,只是在使用木制工具时,干燥的木头被猛力摩擦生热而产生的火星,温度高而燃烧时间长,再加之易燃的干草,就会燃起火焰,这就是“钻木取火”的方法。我国传说中的“燧人氏”时代,就掌握了这种人工摩擦生火的方法。在我国一些著名典籍中都有记载。如《庄子·外物篇》里有“木与木相摩而然”。《韩非子·五蠹》中:“……有圣人作,钻燧取火,以化腥臊,而民说之。”等等,就是对人类征服火这一巨大的自然力的伟大功勋的文字记录。

在马克思主义经典著作中,对摩擦生火的发现给予很高的评价,认为这是“人类对自然界的第一个伟大胜利。”(《自然辩证法》)“就世界性的解放作用而言,摩擦生火还是超过了蒸汽机,因为摩擦生火第一次支配了一种自然力,从而最终把人同动物分开。”(《反杜林论》)从科技史的角度来看,摩擦生火是实现由机械能向热能的转化,而瓦特发明蒸汽机则反过来实现了由热能向机械能的转化。前者使人类最终同动物界分开,后者则开创了整个“蒸汽时代”,推动近代科学技术飞速的进展。二者虽然在科技史上都是划时代的贡献,但就整个人类社会发展来看,可以说没有摩擦生火的发现,就没有人类社会。由于掌握了摩擦生火这种自然力,不仅对人类自身,而且对往后科技的发展,都起着巨大的作用。有了火便可烧黏土以制作陶器,有了火还可烧矿石冶炼金属,于是制陶、炼铜、冶铁等手工业相继出现。从而使人类由旧石器时期进入到新石器时期,由石器时代而进入青铜时代,又进入铁器时代。用火,特别是人工取火的发现,在科学技术史以致整个人类社会史上的确有着划时代的意义。

(3) 弓箭的发明。到了旧石器时代晚期,采集和渔猎比较发达。由于打渔的需要,除鱼叉外还发明了渔网;因为狩猎的需要,除投枪外又发明了弓箭。这在我国相当于传说中的“伏羲氏时代”。在我国古籍中就有伏羲氏“作结绳而为罔罟,以佃以渔”的记载。(《易·系辞》)从科技史的角度来看,弓箭的发明尤其重要,这是技术上有了新突破的标志。尽管至今还未发现石器时代弓的实物遗存,但却发现了不少的箭镞。而作为狩猎的工具和防身的武器,弓箭是一个不可分割的有机整体。从山西朔州的旧石器时代遗址中所发现的石箭镞,就说明早在28000多年以前我国就已经有了弓箭。弓箭已经不是一般的工具,正如恩格斯所指出的:“弓、弦、箭已经是很复杂的工具,发明这些工具需要有长期积累的经验和较发达的智力……”(《马克思恩格斯选集》第四卷,第18页)。弯弓射箭在实际上已具有动力、传动和工具机器三要素。在使用弓箭时,人把弓拉开,就起了动力作用;把拉开的弦收回,将箭射出去,这就起了传动作用;而射到动物身上的箭镞,则起到工具作用了。可以说弓箭是人类最早储存能量的机械,它涉及人类最早的物理学和声学。

^① 1米(m)≈3.3尺。



2. 新石器时期

大约距今4万年,中国原始社会逐渐进入母系氏族公社时期。到了六七千年前,中国母系氏族公社发展到了兴盛阶段,广大地区都已进入氏族社会。祖先们结束了长期的原始群居生活,开始了按血缘关系结成氏族。农业生产使人们定居下来,选择土层丰富的黄土地区挖掘横穴或竖穴,用木材构筑简单的屋顶,作为居住的地方,并且形成村落。从此开始了人类有目的的营造活动,再也不受天然洞窟的局限。

人类从艰难地建造穴居和巢居开始,逐步地掌握了营建地面房屋的技术,创造了原始的本架建筑。中国的古代建筑就是以木结构为主发展起来的。建筑的发展是由天然岩洞到穴居、半穴居,然后上升到地面简单的原始木结构建筑物,又逐渐发展为抬梁式又称梁柱式或叠梁式木结构建筑(图13-1)。陕西省西安半坡村发现的新石器时代的原始社会村落遗址,其中有许多与浅穴居(半穴居)相结合的地面上的木结构建筑遗迹。浅穴居的室内地坪平均低于室外地坪20~100cm,时代愈晚,深度愈浅。地面上有木柱支撑,草泥覆盖的屋顶以遮风雨。这种原始状态的木结构建筑物稍后都升上地面,且有围护结构。

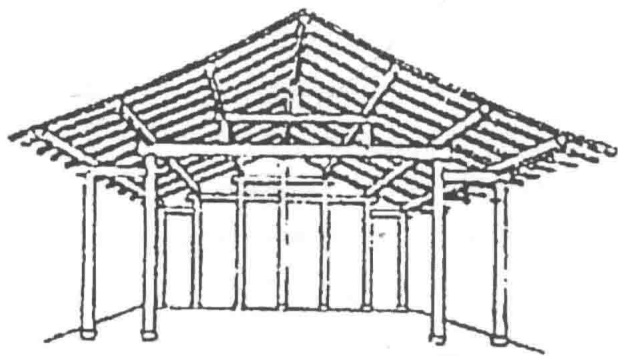


图13-1 抬梁式对称架柱式屋架

距今约1万年,当人类进入新石器时代,祖先们在劳动中进一步运用、改进石器的制作,制造出比较精细的石斧、石铤、石刀、石铲、石凿和一些骨制工具(主要是将这些工具加以磨光、钻孔、装柄或穿绳,以提高实际用途),使其对木材进行简单的、必要的加工有了可能,开始修造木结构建筑。与此同时,中国出现了畜牧业,先后驯养了狗、猪、牛和羊等动物,狩猎技术和狩猎工具都有了较大的进步。约七八千年前,由采集野生果实,发展为种植作物,出现了原始农业。畜牧业和农业促使先民由游动变成定居。为制作衣物,抵御寒冷,出现了原始的纺织工具。捕鱼工具也有发展,还出现了原始制工具用于械斗。

这一阶段的工具制作技术有了明显的进步。生活条件的改善,体能、智能的发展,为精制工具的大量出现准备了条件。生产工具一物多用的情况发生了改变,出现了种类繁多的专用工具,大约有农业生产工具、木工建筑工具、狩猎工具、纺织工具、捕鱼工具、制陶工具计6大类、30多种。工具材料渐趋多样,除石料和木料外,还应用了骨、陶、蚌等材料,并由不同材料组合成器。工具形状与结构也有改进,渐趋专用,效率提高,制作也更精良。

1973年,在浙江省余姚县罗江乡河姆渡村北,发现了古代人类应用木结构榫卯。河姆渡遗址有4个相继叠压的文化层。最早的第四文化层,距今约7000年,最晚的第一文化层,距今约5000年,在这距今7000年至5000年近2000年的时间里,河姆渡人为我国留下一份极为珍贵的

文化遗产。

河姆渡遗址是新石器时代的一处聚落遗址。河姆渡遗址发现的干栏式建筑遗迹是迄今发现的最早的木构建筑。根据考古发掘报告和中国建筑技术研究院建筑历史研究所专家的研究结果,第一次考古发掘揭露的第四文化层 13 排木桩遗迹表明,这里至少有 3 幢建筑,分别以 A、B、C 代表,其中 A 屋位于最东面, B 屋近西南小山, C 屋居中。从 C 屋的遗迹火部分与 A 屋、B 屋有交错的现象证明, 3 幢房屋的年代是有先后的, C 屋的年代要早于 A、B 两屋, 只有 C 屋被废弃后, 才有可能再建 A、B 屋, 所以 C 屋是世界上已发现的第一幢干栏式木结构建筑。C 屋遗迹残长 18m, 根据前后排桩之间距离测得屋进深 8.2m, 又根据同一列承重木桩的间距所知, 当时房屋内是分间的, 房间宽在 2.6~3m, 最宽的一间为 4m, 估计是氏族活动的公共场所。房屋的一开间和传统的木构建筑一样是讲究对称的, C 屋的长度最少也有 25.4m。屋的高度根据 8.2m 进深需要也应在 4m 以上, 加上地板以下木桩的高度 0.8~1m, C 屋的地面高度在 5m 以上。在 7000 年前空旷的荒野中凌空架起一座大房子, 这是多大的气魄! 用简陋的石质工具能够建起这样的木建筑, 说明人类社会已进入新石器时代的繁荣发展阶段。

干栏式建筑是一种以桩木为基础, 构成高于地面的基座, 用桩柱绑扎方式立柱、架梁、盖顶的半楼式建筑, 是巢居的继承和发展。

考察干栏式建筑的遗迹和遗物, 有五方面的成就。

(1) 建筑呈西北—东南走向的朝向布局: 根据河姆渡遗址第一次考古发掘的建筑遗迹平面图分析, 3 幢建筑均呈西北—东南的走向。从朝向看, 座东北, 朝西南, 这样建筑的朝向与现在的座北朝南方向选择有很大差别, 对采光、通风、取暖、避寒都不利。从河姆渡文化的生产力水平看, 与原始居民丰富的生产、生活经验成反差, 这种特殊朝向选择需要对于干栏式建筑本身特点进行探讨。河姆渡遗址两次考古发掘均未有完整的建筑遗迹出现, 因为从建筑技术和材料看, 干栏式建筑非常容易倒塌。据民族学资料, 云南傣族同类建筑使用最长年限为 15 年。由于砍伐、加工上的困难, 估计倒塌后的建筑构件又被河姆渡人用于建新屋的材料, 只有入土的木桩较多留存下来。推测当时的建筑还未开窗, 而门的位置与傣族的干栏式建筑一样是开在山墙面的, 具有出入、通风、采光、排除烟尘的诸多功用。干栏式建筑西北—东南走向, 门的朝向向南偏东 10° 左右, 这个朝向在江浙地区冬季日照时间最长而夏季最短, 避开了夏季的炎热, 增加了冬季的采光时间。所以对长坡檐、无窗户的干栏式建筑, 这个朝向选择是非常符合实际的。迄今当地的建筑仍继承了这个合理的朝向选择, 门户向南偏东 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 是最好的朝向。当然这是通过实践和生活积累得来的。

(2) 由木桩、地梁和地板结合构成的建筑基础: 干栏式建筑凌空地坪的优点是可以减少地面的处理工作, 放火烧荒后就可以建房, 而且满足了居宅防潮抗洪的实际需要, 也解决了南方气温较高而需降温、通风问题。但由此带来的建筑困难也比一般地面建筑大得多。万丈高楼平地起, 建筑能否成功基础是关键, 干栏式建筑显得尤为重要。河姆渡遗址的建筑基础桩木有圆桩、方桩、板桩之分。方桩体积较大, 一般截面为 $15\text{cm} \times 18\text{cm}$, 入地深度也比圆桩要深 50~100cm。可起承重桩的作用。其分布也有规律可寻, 一般间隔距离 1.3~1.5m。圆桩的数量很多, 直径大小变化也较多。板桩数量少, 布置较密。通过对第四文化层桩木底部的取样调查所知, 各种形式木桩的底部一律砍削成尖刺状或刃状, 可知是用打入法处理的。桩础完成后, 接下去架设地梁。方桩上端面凿有凹槽用于拼接地梁, 有的圆木上端原来留有叉手, 也可以用来承托地梁或屋梁。关键的构件如中柱、转



角柱，凿有穿孔卯口和互成直角的卯口。辅以绑扎作进一步固定。地板铺放在地梁之上，多数未经固定，这样便于原始居民通过活动地板向下倾倒垃圾。基座开始是平稳的，但因土质松软，有些部位会沉降。这时先民把准备的圆木甚至地板嵌入地梁下作桩支撑，年复一年形成基础部分桩木林立的结果。从上面基础工程看，开工前需要对建筑负荷有个计算，以决定用材的规格和数量。然后根据建筑面积，室内分隔要求，在现场放样。最后选择坐标，以保证木桩的平行垂直，保证下一步的梁柱安装工程。

(3) 带横撑的梁架结构：河姆渡人在建筑上部的空间用柱和梁做成构架，来承托树木枝干结成的方格网状檩架的屋面，然后铺设茅草或树皮完成屋顶防雨遮阳的工程。这种以梁柱为主的构架结构技术是建筑技术上的一项重大发明，奠定了传统木构古建筑的基础。从桩础遗迹看河姆渡的干栏式建筑只有4根立柱，有一根立柱为室外走廊平台所用，这样，还需要2根立柱，才能支撑坡长5~6m的屋面。那么河姆渡人是怎样架梁结顶的呢？遗址出土的编号为59的木构件，是考古、建筑专家比较感兴趣的一个构件。该件是一根长2.63m，直径18cm的两头榫，榫的体积比较小，位于截面中间，所以建筑专家认为这是一根立柱，是一根屋梁和地梁之间的立柱，这根立柱作为中柱太低，而作为檐柱又太高，因此它在屋内的空间位置应在中柱与檐柱之间。有了这根立柱后，可以在屋顶坡面中间增加一根次梁，这样5m长的坡面可以通过两段连接完成，使檩子的材径可以大大缩小，从而降低屋顶的重量，使屋面得以架设。这是一根举足轻重的构造柱，这根立柱架设后，为了稳定起见，经中柱绑扎一根横撑把中柱两边这两根次梁撑住，从而使屋架更加稳固。今天这种带横撑的五梁五柱干栏式建筑在西南边陲少数民族地区还可以见到。

(4) 榫卯技术在建筑上的应用：在河姆渡遗址干栏式建筑遗迹中，最有影响的是出土了上百件带榫卯的木构件，从形式看有桩头及桩脚榫、梁头榫、带梢钉孔的榫、燕尾榫、平身柱卯眼、转角柱卯眼、直棂栏干卯眼等。平身柱卯眼即是中柱上的卯角，转角柱卯眼即是檐柱的卯眼，与梁配合使用，使中柱和檐柱、中柱与榫、檐柱与檐柱得到紧密连接，从而构成十分稳定的屋架，使地板铺设得到可靠保证。河姆渡遗址出土的地板长约100cm、板厚6cm，因此地梁之上还需要铺设一道地袱才能搁置地板。如果用绑扎方式来固定地梁与屋柱的节点，那么用不了多久，楼板将会坍塌下来，只有榫卯发明以后，特别是带梢钉孔榫应用以后，加强了梁柱的连接，凌空的干栏式建筑才能稳稳立住。可以说没有榫卯木作技术就不会有河姆渡干栏式建筑。

山土的木构件中还有数件带企口的构件，其中有件标本的企口内出土时还插入一块砍削成梯形截面的木块。这种企口技术是密接拼板的一种较高工艺，后世多用于地板和厅堂屏风板墙拼接上。有专家认为当时的企口技术主要用于檐墙的墙体工程上面。遗址第二次考古发掘时，第四文化层底部山土一根长450cm、宽8cm的小构件，构件较宽一面两头各凿一个长8cm、宽6.8cm、厚8cm的卯眼，较窄一面凿有一道宽3cm、深3cm、长320cm的企口，同时在企口面两端也各凿一个小的卯眼，与较宽面的卯眼垂直相通。这根构件用于檐柱之间的地袱，较大的卯眼用于连接柱枋，较小的卯眼可以插入带榫构件，与檐柱捆扎，把地袱固定后，企口内可以插入80~100cm长的木板，制成檐墙。后世店铺门面的排板及室内可拆卸的板墙同样是沿用企口技术。河姆渡文化的榫卯、企口木作技术充分反映当时的干栏式建筑技术已比较全面。

榫卯的发明及其在建筑上的应用是河姆渡人的杰出贡献，是建筑技术上的一大奇迹，是木材加工技术的一个飞跃。有了榫卯，后世的穿斗式屋架才能形成，有了穿斗构造，才有可能建造楼房。