



世纪建筑工程系列规划教材

土木工程概论

主编 张立伟
主审 麻建锁



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

21 世纪建筑工程系列规划教材

土木工程概论

主 编 张立伟

副主编 张曙光

参 编 张立群 许 奇 王丽红

主 审 麻建锁



机械工业出版社

本书参照高职高专和应用型本科教育土建类专业土木工程概论的基本要求编写。本书内容广泛,同时力求精炼,并尽可能做到理论与工程实际相联系,突出职业教育的教材特点。全书主要内容包括绪论、土木工程主要类型、土木工程材料、土木工程荷载、土木工程构件及基本结构体系、土木工程建设及使用、建筑施工企业项目管理和土木工程的发展趋势等。本书的目的是使学生了解土木工程的基本知识,开阔学生的视野,激发学生们对土木工程学科的兴趣和热情。

本书可作为应用型本科和高职高专土木工程专业一年级学生的教材,也可供土木工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程概论/张立伟主编. —北京:机械工业出版社, 2004.1

(21世纪建筑工程系列规划教材)

ISBN 7-111-13497-4

I. 土... II. 张... III. 土木工程—教材 IV. TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 108390 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:季顺利

责任编辑:于奇慧 版式设计:张世琴 责任校对:李秋荣

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·4.25 印张·160 千字

0 001—4 000 册

定价:10.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前言

本书结合编者长期教学实践的经验,按照土木工程所包含的内容体系编写。内容组织上求精而不求深,同时抓住重点内容,注重实际应用能力的培养;并力求反映新技术、新材料、新规范,勾画出土木工程大体框架。

全书重点介绍了土木工程的类型、土木工程材料、土木工程基本构件等,立足于土木工程专业教育对土木工程概论课程教学的基本要求,注重反映基本概念、基本原理、基本方法,注重适应高等职业教育和应用型本科教育的特点。目的是使学生了解土木工程的一些基本知识;了解土木工程在社会主义建设中的地位 and 作用;了解当前土木工程的概况和未来发展;了解将来从事的具体工作,并为以后的学习打下基础。

参加本书编写工作的有黑龙江工程学院张立伟(第一章、第四章);长春工程学院张曙光(第二章);河北建筑工程学院张立群(第七章、第八章);沈阳建筑工程学院职业技术学院许奇(第五章);沈阳建筑工程学院职业技术学院王丽红(第三章、第六章)。

全书由张立伟副教授任主编,张曙光任副主编,河北建筑工程学院麻建锁教授担任主审。编者非常感谢主审麻建锁严谨、认真的审稿工作。最后由张立伟按主审的意见进行了修改,统稿并定稿。

本书在编写过程中,得到了编者所在院校领导、机械工业出版社教材编辑室领导的鼓励和支持,在这里表示深切的谢意。在编写过程中参阅了一些优秀文献,均在参考文献中列出。

由于编者认识和实践水平有限,书中难免有不妥之处,还望广大读者及同行专家不吝赐教。

编者

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 土木工程及土木工程专业	1
第二节 土木工程的重要性	1
第三节 土木工程的基本属性	2
第四节 土木工程发展简史	3
第二章 土木工程主要类型	10
第一节 建筑工程	10
第二节 桥梁工程	28
第三节 公路与道路工程	37
第三章 土木工程材料	43
第一节 石材、砖、瓦和砌块	43
第二节 胶凝材料和砂浆	46
第三节 沥青和沥青拌和料	50
第四节 钢材和钢筋混凝土	51
第五节 木材	55
第四章 土木工程荷载	57
第一节 荷载的定义	57
第二节 荷载的种类	57
第五章 土木工程构件及基本结构体系	63
第一节 梁、板、柱和墙	63
第二节 拱	67
第三节 桁架	68
第四节 框架	69
第五节 高层建筑结构体系	70
第六节 空间结构体系	77
第六章 土木工程建设及使用	84
第一节 建设程序	84
第二节 建筑设计	87
第三节 建筑施工	91
第四节 竣工验收	94
第五节 物业管理基本知识	98

第七章 建筑施工企业项目管理	102
第一节 施工项目的概念	102
第二节 项目管理的产生与发展	106
第三节 施工项目管理的内容与方法	109
第八章 土木工程的发展趋势	113
第一节 高强高性能混凝土	113
第二节 钢结构	116
第三节 智能建筑	120
第四节 信息化施工技术	124
参考文献	128

而分布在陆上或水下、地上或水中,直接或间接地有人类生活、生产、军事、科学研究等多种工程设施,例如房屋、道路、铁路、运输管道、桥梁、运河、堤坝、港口、给水排水及动力工程等。

土木工程在美国被称为 Civil Engineering,译为“民用工程”,它的原意是与“军事工程”(Military Engineering)相对应的。在英语中,历史上土木工程师、机械工程师、电气工程师等都属于 Civil Engineering,因为它们都具有民用性。后来,随着科学技术的发展,机械、电气、化工等已逐渐形成独立的学科, Civil Engineering 则专指土木工程的总称。

任何一项工程设施总是不可避免地受到自然界或人为的作用(荷载)。首先是地球引力产生的工程的自身重量和内部荷载;其次是风、水、温度、冰雪、地震、火灾等作用。为了安全起见,各种工程设施必须具有抵抗上述各种荷载作用的能力。

现代工程设施既坚固又美观、经济实用。建筑设备采用了机械、借助于各种建筑材料、经济、便捷地建成或预筑方。使用要求和安全要求,又能安全承受各种荷载的工程设施,是土木工程科学的出发点和归宿。

设置土木工程专业的学校主要有两类:一类是综合性大学设有土木工程学校,高等工科学校和高等职业技术学院等。第二类是专门的土木工程师;二是中等专业学校,培养的是专业的土木工程技术人员。

第二节 土木工程的重要性

土木工程为国民经济的建设和人民生活水平的提高提供了重要的物质技术基础,在国民经济中占有举足轻重的地位。首先人们的生活离不开衣、食、住、行。为改善人民的居住条件,我国每年在建造住宅方面的投资是十分巨大的。1987年城市人均居住面积为 $11.6m^2$,到1990年,人均居住面积已达 $13.2m^2$ 。铁路、公

第一章 绪论

第一节 土木工程及土木工程专业

土木工程是建造各类工程设施的科学技术的统称。它既指所应用的材料、设备和所进行的勘测、设计、施工、保养维修等技术活动；也指工程建设的对象，即建造在地上或地下、陆上或水中、直接或间接为人类生活、生产、军事、科学研究服务的各种工程设施，例如房屋、道路、铁路、运输管道、隧道、桥梁、运河、堤坝、港口、给水排水及防护工程等。

土木工程在英语里称为 Civil Engineering，译为“民用工程”。它的原意是与“军事工程”（Military Engineering）相对应的。在英语中，历史上土木工程、机械工程、电气工程、化工工程都属于 Civil Engineering，因为它们都具有民用性。后来，随着工程技术的发展，机械、电气、化工都已逐渐形成独立的学科，Civil Engineering 就成为土木工程的专用名词。

任何一项工程设施总是不可避免地受到自然界或人为的作用（荷载）。首先是地球引力产生的工程的自身重量和使用荷载；其次是风、水、温度、冰雪、地震以及爆炸等作用。为了确保安全，各种工程设施必须具有抵抗上述各种荷载作用的能力。

建造工程的物质基础是土地、建筑材料、建筑设备和施工机具。借助于这些物质条件，经济、便捷地建成既能满足人们使用要求和审美要求，又能安全承受各种荷载的工程设施，是土木工程科学的出发点和归宿。

设置土木工程专业的学校主要有两类：一是高等学校（包括普通高等学校，高等专科学校和高等职业技术学校），培养的是未来的土木工程师；二是中等专科学校，培养的是未来的土木工程技术人员。

第二节 土木工程的重要性

土木工程为国民经济的发展和人民生活的改善提供了重要的物质技术基础，在国民经济中占有举足轻重的地位。首先人们的生活离不开衣、食、住、行。为改善人民的居住条件，国家每年在建造住宅方面的投资是十分巨大的。1987 年城市人均居住面积为 3.6m^2 ，到 1990 年，人均居住面积已达 7.1m^2 。铁路、公

路、水运、航空等的发展都离不开土木工程。

各种工业建设,无论其性质和规模如何,首先必须兴建厂房才能投产。如钢铁厂、机械制造厂、火力发电厂、核电站等都需要土木工程建设。

土木工程的建设,也称为各行各业的基本建设或工程建设,它既包括建筑安装工程,也包括建设单位及其主管部门的投资决策活动以及征用土地、工程勘察设计、工程监理等。工程建设是社会化大生产,有着产品体积庞大,建设场所固定、建设周期长、投资数额大、占据资源多的特点,它涉及到建筑业、房地产业、工程勘察设计等行业,也带动了物业管理和工程咨询等新兴行业的发展。

土木工程虽然是古老的学科,但其领域随各种学科的发展而不断发展壮大。因此,对土木工程技术人员的知识面要求更为广阔,学科间的相互渗透和促进的要求也更为迫切,而且要求知识不断更新,因此信息科学和国际交流对土木工程专业人员也极其重要;对专业的掌握应更为深入,设计建造和科学研究更需紧密联系。现代的土木工程不仅要求保证按计划完成,而且必须按最佳方案并以最优方式来设计和建造。我们的任务是光荣而艰巨的。

第三节 土木工程的基本属性

土木工程有下列四个基本属性:

1. 综合性 建造一项工程设施一般要经过勘察、设计和施工三个阶段,需要运用工程地质勘察、水文地质勘察、工程测量、土力学、工程力学、工程设计、建筑材料、建筑设备、工程机械、建筑经济等学科和施工技术、施工组织等领域。因而土木工程是一门范围广阔的综合性学科。

2. 社会性 土木工程是伴随着人类社会的进步而发展起来的,它所建造的工程设施反映出各个历史时期社会、经济、文化、科学、技术发展的面貌。因而土木工程也就成为社会历史发展的见证之一。

3. 实践性 土木工程是具有很强的实践性学科。由于影响土木工程的因素众多且错综复杂,使得土木工程对实践的依赖性很强。另外,只有进行新的工程实践,才能揭示新的问题。例如,建造高层建筑、大跨桥梁等,工程的抗风和抗震问题就突出了,因而发展出这方面的新理论技术。

4. 技术上、经济上和建筑艺术上的统一性 人们力求最经济地建造一项工程设施,用以满足使用者的预定需要,其中包括审美要求,它必然是每个历史时期技术、经济、艺术统一的见证。

第四节 土木工程发展简史

土木工程从起源到现在经历了漫长的发展过程，在漫长的演变和发展的过程中，不断注入了新的内涵。它与社会、经济、科学技术的发展密切相关，而就其本身而言则主要围绕着材料、施工技术、力学与结构理论的演变而不断发展。

土木工程经历了古代、近代、现代三个历史时期。

一、古代土木工程

古代土木工程是从新石器时代开始到公元 17 世纪工程结构有了定量的理论分析为止，这一时期，人类实践应用简单的工具，依靠手工劳动，没有系统的理论，但是在此期间人类发明了烧制的瓦和砖，这是土木工程发展史上的一件大事，同时，人类也建造了不少辉煌而伟大的工程。

随着历史的发展，人类社会的进步，人们开始掘地为穴、搭木为桥，开始了原始的土木工程。在中国黄河流域的仰韶文化遗址（公元前 5000—前 3000 年）中，遗存浅穴和地面建筑。西安半坡村遗址（公元前 4800—前 3600 年）中有很多圆形房屋，直径 5~6m，室内竖有木柱来支撑上部屋顶，如图 1-1 所示。

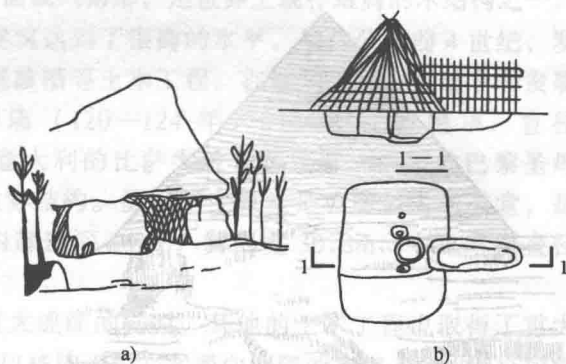


图 1-1 原始建筑物

a) 天然石洞 b) 西安半坡村遗址

洛阳王湾的仰韶文化遗址（公元前 4000 年—前 3000 年）中有一座面积为 200m^2 的房屋，墙下挖有基槽，槽内有卵石，这是墙基的雏形。

英格兰的索尔兹伯里的石环，距今已有四千余年，石环直径约 32m，单石高达 6m，采用巨型青石近百块，每块重达 10t，石环间平放着厚重的石梁，这种梁柱结构方式至今仍为建筑的基本结构体系之一。大约公元前 3 世纪出现了经过烧制的砖和瓦，在构造方面，形成木构架、石梁柱等结构体系，还有许多较大型土木工程。

随着生产力的发展，私有制取代了原始的公有制，奴隶社会代替了原始社会。在奴隶社会里，奴隶主利用奴隶们的无偿劳动力，建造了大规模的建筑物，推动了社会文明的进步，也促进了建筑技术的发展。古代的埃及、印度、罗马等先后建造了许多大型建筑、桥梁、输水道等。

埃及的吉萨金字塔群（建于公元前 2700—前 2600 年）如图 1-2 所示，它造型简单、计算准确、施工精细、规模宏大，是人类伟大的文化遗产。

公元前 5 世纪—前 4 世纪，在我国河北临漳，西门豹主持修筑引漳灌邺工程，公元前 3 世纪中叶，在今四川灌县，李冰父子主持修建都江堰，解决围堰、防洪、灌溉以及水陆交通问题，是世界上最早的综合大型水利工程，如图 1-3 所示。长城原是春秋、战国时各诸侯国为互相防御而修建的城墙。秦始皇（公元前 246—前 210 年）于公元前 221 年统一全国后，为防御北方匈奴贵族的侵犯，于公元前 214 年在魏、赵、燕三国修建的土长城的基础上进行修缮。明代为了防御外族的侵扰前后修建长城 18 次，西起嘉峪关，东至山海关，总长 6700km，成为举世闻名的长城，如图 1-4 所示。

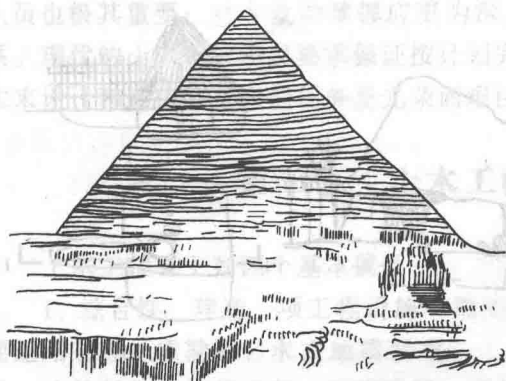


图 1-2 埃及吉萨金字塔群

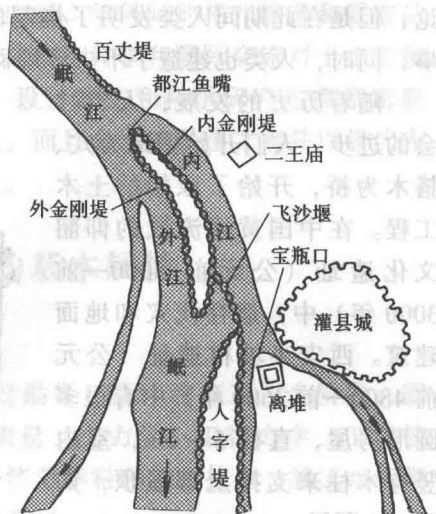


图 1-3 都江堰

古希腊是欧洲文化的摇篮，公元前 5 世纪建成的以帕提农神庙为主体的雅典卫城，是最杰出的古希腊建筑，造型典雅壮丽，用白色大理石砌筑，庙宇宏大，石制梁柱结构精美，在建筑和雕刻上都有很高的成就，是典型的列柱围廊式建筑，如图 1-5 所示。

古罗马建筑对欧洲乃至世界建筑都产生了巨大的影响。古罗马大斗兽场在功能、形式与结构上做到了和谐统一，建筑平面成椭圆形，长轴 188m，短轴 156m，立面为 4 层，总高 48.5m，场内有 60 排座位，80 个出入口，可容纳 4.8~8 万名观众，如图 1-6 所示。



图 1-4 万里长城



图 1-5 帕提农神庙

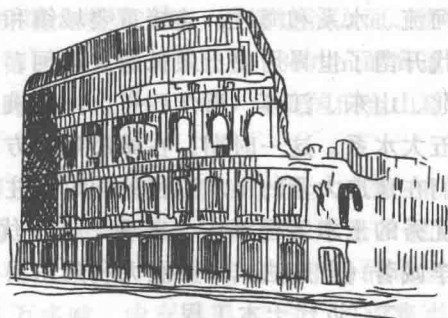


图 1-6 罗马大斗兽场

我国古代建筑的一大特点是木结构占主导地位，现存高层木结构实物，当以山西应县佛宫寺释迦塔（应县木塔）（建于 1056 年）为代表，塔身外观五层，内有四个暗层，共有九层，高 67m，平面成八角形，是世界上现存最高的木结构之一。

欧洲以石拱建筑为主的古典建筑达到了很高的水平，早在公元前 4 世纪，罗马采用券拱技术砌筑下水道、隧道渡槽等土木工程。在建筑工程方面继承和发展了古希腊的传统柱式。如万神庙（120—124 年）的圆形正殿屋顶，直径 43.43m，是古代最大的圆顶庙。意大利的比萨大教堂建筑群、法国的巴黎圣母院教堂（1163—1127 年），均为拱券结构。圣保罗大教堂是英国最大的教堂，是英国古典主义建筑的代表，教堂内部进深 141m，翼部宽 30.8m，中央穹顶直径 34m，顶端离地 111.5m。

古代土木工程在建筑上取得巨大成绩的同时，其他的土木工程也取得了重大成就。秦朝在统一中国后，修建了以咸阳为中心的通向全国的驰道，形成了全国规模的交通网。在欧洲，罗马建设了以罗马为中心，包括 29 条辐射主干道和 322 条联络干道，总长达 78000km 的罗马大道网。道路的发展推动了桥梁工程的发展，桥梁结构最早为行人的石板桥和木梁桥，后来逐步发展成为石拱桥，现保存最完好我国最早石砌拱桥为河北赵县的安济桥，又名赵州桥，如图 1-7 所示。它建于公元 595—605 年，为隋朝匠人李春设计并参加建造的，该桥全部用石灰石建成，全长 50.83m，净跨 37.02m，矢高 7.23m，矢跨比小于 $1/5$ ，桥面宽 9m。该桥无论在材料使用、结构受力、艺术造型和经济上都达到了极高的成就。

在水利工程方面，公元前 3 世纪，中国秦代在今广西兴安开凿灵渠，总长 34km，落差 32m，沟通湘江、漓江，联系长江、珠江水系，后建成使用“湘漓分流”的水利工程。古罗马采用券拱技术筑成隧道、石砌渡槽等城市输水道 11 条，总长 530km。运河为人工开挖的水道，用以沟通不同的



图 1-7 河北赵县安济桥

河流、水系和海洋,连接重要城镇和矿区,发展水上运输。公元7世纪初我国隋代开凿了世界历史上最长的大运河,全长2500km,它北起北京,经天津市和河北、山东、江苏、浙江四省,南至杭州,沟通海河、黄河、淮河、长江和钱塘江五大水系。这一时期,在城市建设方面和工艺技术方面也都取得了很多成绩。人们在建造大量的土木工程的同时,注意总结经验,促进意识的深化,编写了许多优秀的土木工程著作,出现了许多优秀的工匠和技术人才,如中国的《木经》、李诫著《营造法式》及意大利阿尔贝蒂著《论建筑》。

二、近代土木工程

从17世纪中叶到20世纪中叶的300年间,土木工程得到了飞速迅猛的发展,伽利略在1638年出版的著作《关于两门新科学的谈话和数学证明》中,论述了建筑材料的力学性能和梁的强度。1687年牛顿总结的力学运动三大定律是土木工程设计理论的基础。瑞士数学家欧拉在1744年出版的《曲线的变分法》建立了柱的压屈公式。1773年法国工程师库仑著的《建筑静力学各种问题极大极小法则的应用》一文说明了材料的强度理论及一些构件的力学理论。18世纪下半叶,瓦特发明的蒸汽机的使用推动了产业革命,为土木工程提供了多种建筑材料和施工机具,同时也对土木工程提出了新的要求。

1824年英国人J·阿斯普丁发明了波特兰水泥,1856年转炉炼钢法取得成功,两项发明为钢筋混凝土的产生奠定了基础。1867年法国人J·莫尼埃用钢丝加固混凝土制成了花盆,并把这种方法推广到工程中,建造了一座贮水池,这是钢筋混凝土应用的开端。1875年他主持建造成第一座长16m的钢筋混凝土桥。1886年,在美国芝加哥建成的9层家庭保险公司大厦,被认为是现代高层建筑的开端。1889年在法国巴黎建成高300m的埃菲尔铁塔。

产业革命还从交通方面推动了土木工程的发展。蒸汽轮船的出现推动了航运事业的发展,同时,要求修建港口、码头、开凿运河。苏伊士运河建于1859~1869年,贯通苏伊士海峡,连接地中海和红海。从塞得港至陶菲克港,长161km,连同深入地中海和红海的河段,总长173km。河面宽60~100m,平均水深15m,可通8万t巨轮,使从西欧到印度洋间的航程比绕道非洲好望角缩短了5500~8000km。1825年G·斯蒂芬森建成了从斯托克特到达灵顿的长21km的第一条铁路,1869年美国建成横贯北美大陆的铁路,20世纪初俄国建成西伯利亚铁路。1863年英国伦敦建成世界上第一条地铁,长6.7km。1819年英国马克当筑路法明确了碎石路的施工工艺和路面锁结理论。在桥梁工程方面,1779年英国用铸铁建成了跨度为30.5m的拱桥,1826年英国T·特尔福德用锻铁建成了跨度177m的梅奈悬索桥。1890年英国福斯湾建成两孔主跨达521m的悬臂式桁架梁桥。19世纪,设计理论进一步发展并有所突破,土木方面的协会团体相继出现。

第一次世界大战以后，道路、桥梁、房屋大规模出现。道路建设方面，沥青混凝土开始用于高级路面。1931—1942年德国首先修筑了长达3860km的高速公路网。1918年加拿大建成魁北克悬臂桥，跨度548.6m。1937年美国旧金山建成金门悬索桥，跨度1280m，全长2825m。

工业的发展和城市人口的增多，大跨度和高层建筑相继出现。1925—1933年在法国、苏联和美国分别建成了跨度达60m的圆壳、扁壳和圆形悬索屋盖。中世纪的石砌拱终于被壳体结构和悬索结构所取代。1931年美国纽约的帝国大厦落成，共102层，高378m，结构用钢5万多吨，内有电梯67部，可谓集当时技术成就之大成，它保持世界房屋最高记录达40年之久。

1886年美国P·H杰克孙首次应用预应力混凝土制作建筑构件后，预应力混凝土先后在一些工程中得到应用并得到进一步发展。超高层建筑相继出现，大跨度桥梁也不断涌现，至此土木工程正向现代化迈进。

必须看到，近代土木工程的发展是以西方土木工程的发展为代表的，在引进西方的先进技术之后，中国先后建造了一些大型的土木工程。1909年詹天佑主持的京张铁路建成，全长200km，达到当时世界先进水平。1889年唐山设立水泥厂。1910年开始生产机制砖。1934年上海建成24层的国际饭店，21层的白老汇大厦。1937年已有近代公路11万km。中国土木工程教育事业开始于1895年的北洋大学（今天津大学）和1896年的北洋铁路官学堂（今西南交通大学）。1912年成立中华工程师学会，詹天佑为首任会长，20世纪30年代成立中国土木工程学会。

三、现代土木工程

现代土木工程以社会生产力的现代发展为动力，以现代科学技术为背景，以现代科学材料为基础，以现代工艺与机具为手段高速度地向前发展。

现代土木工程是以第二次世界大战后为起点，由于经济复苏，科学技术得到飞速发展，土木工程也进入了新的时代。从世界范围来看，现代土木工程具有以下特点：

1. 土木工程功能化 现代土木工程的特征之一是工程设施同它的使用功能或生产工艺紧密地结合在一起。现代土木工程已超出了它的原始意义的范畴，随着各行各业飞速发展，其他行业对土木工程提出了更高的要求，土木工程必须适应其他行业的发展要求。土木工程与其他工业的关系越来越密切，它们相互依存、相互渗透、相互作用、共同发展，例如大型水坝的混凝土浇筑量达数千万立方米，有的高炉基础达数千万立方米。对土木工程有特殊功能要求的特种工程结构也发展起来。如核工业的发展带来了新的工程类型。20世纪80年代初已有23个国家拥有核电站277座，在建的还有613座。

随着社会的进步，经济的发展，现代土木工程也要满足日益增长的人们对物

质和文化生活的需要,现代化的公用建筑和住宅工程融各种设备及高科技产品成果于一体,不再仅仅是传统意义上的只是四壁的房屋。

2. 城市建设立体化 城市在平面上向外扩展的同时,也向地下和高空发展,高层建筑成了现代化城市的象征。美国的高层建筑数量最多,高度在 160~200m 的建筑就有 100 多幢。1973 年在美国芝加哥建成高达 443m 的西尔斯大厦,如图 1-8 所示。其高度比 1931 年建造的纽约帝国大厦高出 65m 左右。1996 年马来西亚建成高 450m 的吉隆坡石油双塔楼,目前世界最高,如图 1-9 所示。1998 年我国建成的上海金茂大厦高 421m,居中国第一,世界第三。



图 1-8 美国西尔斯大厦

图 1-9 吉隆坡佩重纳斯大厦

地铁、地下商店、地下车库和油库日益增多。道路下面密布着电缆、给水、排水、供热、煤气、通讯等管网构成了城市的脉络。现代城市建设已成为一个立体的、有机的整体,对土木工程各个分支以及它们之间的协作提出了更高的要求。

3. 交通运输高速化 第二次世界大战以后,各国开始大规模地建设高速公路,1984 年已建成高速公路美国 81105km、德国 12000km、加拿大 6268km、英国 2793km。我国 1988 年才建成第一条全长 20.5km 的沪嘉高速公路,但到 2001 年高速公路通车里程已达 19000km,居世界第二。铁路出现了电气化和高速化。1964 年 10 月日本的“新干线”铁路行车时速达 210km。法国巴黎到里昂的高速铁路运行时速达 260km。交通高速化促进了桥梁和隧道技术的发展,日本 1985

年建成的青函海底隧道长达 53.85km；1993 年建成了贯通英吉利海峡的法英海底隧道，人们用 35min 就可以从欧洲大陆穿越英吉利海峡到达英国本土。

航空业得到飞速发展，航空港遍布世界各地；航海也取得了很大发展，世界上国际贸易港口超过 2000 个，大型集装箱码头发展迅速。

同时土木工程在材料、施工和理论方面也出现了新的趋势。

材料方面向轻质高强方面发展。工程用钢的发展趋势是采用低合金钢。强度达到 1860MPa 的高强钢丝已在预应力结构中得到普遍应用，有的国家已达 2000MPa。钢绞线和粗钢筋的大量生产，使长、大预应力混凝土结构在桥梁房屋中得以推广。

轻骨料混凝土、加气混凝土得到较大发展，混凝土的表观密度由 2400kg/m^3 降至 $600\sim 1000\text{kg/m}^3$ 。从世界范围来看 C50~C75 的混凝土已相当普遍。马来西亚吉隆坡石油双塔楼中，有的混凝土柱采用了 C80 的高强混凝土。1989 年在美国西雅图建成的双联合广场大厦中有的柱子混凝土强度达到 C120。

施工过程向工业化发展。大规模的现代化建设促进了建筑标准化和施工机械化。人们力求推行工业化的生产方式，在工厂中定型地、大量地生产房屋、桥梁的构配件和组合件，然后运到现场装配。在 20 世纪 50 年代后期，这种预制装配化的潮流几乎席卷了以建筑工程为代表的许多土木工程领域。工业化的发展带动了施工机械的发展，大吨位塔吊高度可达 140m，起吊能力达 25000t。大型钢模板、商品混凝土、混凝土搅拌运输车、输送泵等相结合，形成了一套现场机械化施工工艺，使传统的现场灌注混凝土方法获得了新生命，在高层建筑、桥梁中广泛应用。

理论研究向精确化发展。一些新的理论与方法，如计算力学、结构动力学、网络理论、随机过程论、滤波理论等的成果，随着计算机的普及而渗进了土木工程领域。电子计算机使高次超静定的分析成为可能，1980 年英国建成亨伯悬索桥，单跨达 1410m，1983 年西班牙建成卢纳预应力混凝土斜拉桥，跨度达 440m，济南黄河斜拉桥跨度为 220m，这些桥在设计过程中均采用电算分析。薄壳、悬索、网架和充气结构等相继出现，1975 年美国密歇根庞蒂亚克体育馆充气塑料薄膜覆盖面积达 35000 多平方米，可容纳 8 万观众，上海体育馆圆形网架直径 119m，北京工人体育馆悬索屋面净跨为 94m。大跨度建筑的设计也是理论水平的一个标志。

从 20 世纪 50 年代开始，美国等有关国家将可靠性理论引入土木工程领域。我国近年来陆续颁布的工程结构设计标准，都已将基于概率分析的可靠性理论应用于工程实际。计算机也远不止是用于结构的力学分析，而是渗透到土木工程的各个领域，如计算机辅助设计、辅助制图、现场管理、网络分析、结构优化及人工智能等。这些都充分说明了现代土木工程在理论上已经达到了相当高的水平。

第二章 土木工程主要类型

土木工程是工程分科之一，是一个古老的学科。随着工程建设和科学技术的发展，又逐渐分成一些专门分科，土木工程按这些专门分科分为：建筑工程、桥梁工程、公路与道路工程、铁路工程、隧道工程、水利工程、港口工程、海洋工程、给水及排水工程和环境工程等。每一工程中都有结构与施工建设部分，同时都要考虑安全和经济问题，还需要跟上形势的发展。

第一节 建筑工程

一、概述

典型的建筑工程是房屋工程，它是兴建房屋的规划、勘察、设计、施工的总称，目的是为人类生产与生活提供场所。人们对房屋的基本要求是“实用、美观和经济”。

就工程实体而言，建筑工程又称为建筑物，是指由人工建造的，供人们进行生活、生产或其他活动的房屋或场所。一般指房屋建筑，也包括纪念性建筑、陵墓建筑、园林建筑和建筑小品等。

房屋工程按其层数分，有单层、多层、高层、超高层。对后三者，各国划分的标准是不同的。我国将 2~9 层作为多层，10 层及 10 层以上的民用建筑和高度超过 24m 的公共建筑及综合性建筑作为高层建筑，更高的如 30 或 40 层（具体层数很难统一确定）则为超高层建筑，同时随着建设事业的发展，划分的标准也将改变。超高层建筑是与都市化的进程和人口的迅速增长相适应而产生的建筑，在一定程度上它满足了人口密集的大都市生活的需要。

房屋工程按其材料分，则有砌体结构的、木结构的、混凝土（包括劲性钢筋混凝土、钢管混凝土及预应力混凝土）结构的、钢结构和混合结构的。混合结构房屋一般是指墙、柱乃至基础为砌体材料（砖、石、砌块）砌筑，楼板为钢筋混凝土的或木的，以及屋盖为木屋架加瓦或钢屋架加瓦或钢筋混凝土的。国外在高层建筑中所说的混合结构通常是指柱为钢的，楼板为混凝土的。

房屋工程的构造组成如图 2-1 所示。它主要由基础、墙或柱、楼板、楼地面、楼梯、屋顶、隔墙、门窗等部分组成。

基础位于墙或柱的下部，起支撑建筑物的作用，把建筑物的荷载连同自重传给地基。

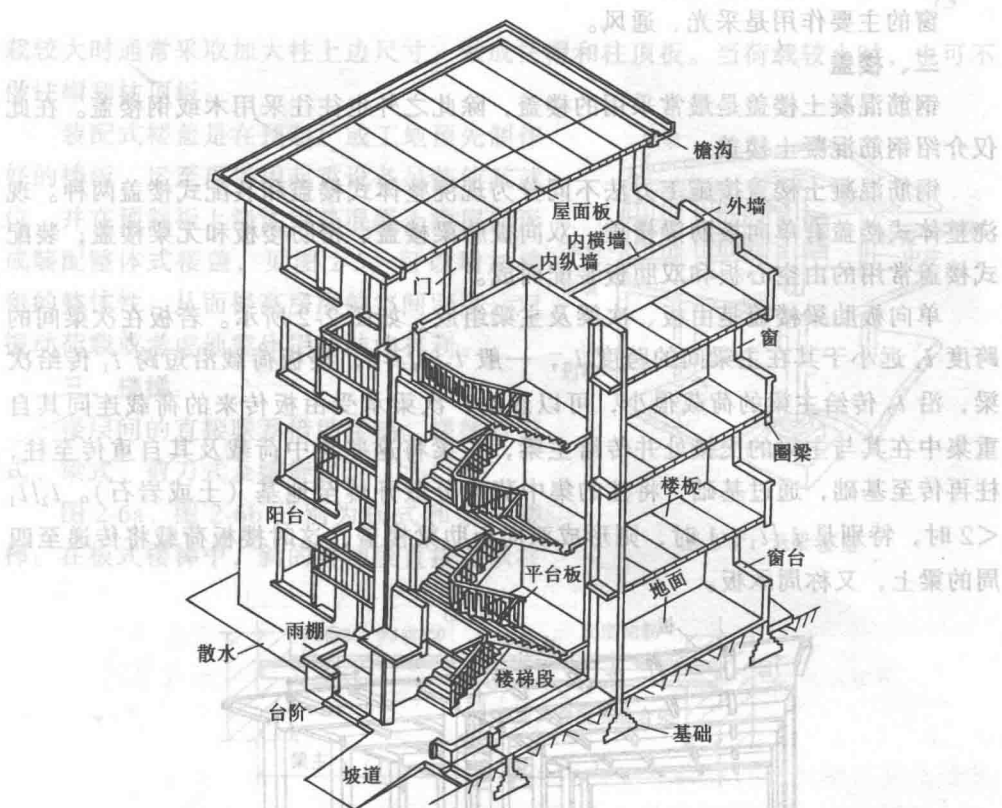


图 2-1 房屋工程的构造组成

承重墙与柱起承重作用，将屋顶、楼板传下来的荷载连同自重一起传给基础。同时外墙还能抵御风、霜、雨、雪对建筑的侵袭，使室内有良好的工作与生活环境，起维护作用；内墙将建筑物分隔成若干空间，起分隔作用。

楼板将整个建筑分成若干层，并承受作用在其上的荷载，连同自重一起，作为承重结构传给墙或柱。

地面（或称底层地坪）与楼板上的地面（或称楼面），均承受作用在其上的荷载，要求坚固、耐磨、防潮。

楼梯是楼层间的交通工具，是根据日常交通需要和紧急状态下的安全疏散要求设计的。

屋顶既是承重结构又是维护结构。承受作用在其上的各种荷载，包括风雪荷载和人的重量，连同自重一起，传给墙或柱，要求楼面具有保温、隔热、防水的能力。

门是为了人们进出房间和搬运家具、设备而设置的，有时也兼有采光和通风作用。