



世纪高等教育土木工程系列规划教材

土木工程概论

陈学军 主编
江见鲸 主审



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪高等教育土木工程系列规划教材

土 木 工 程 概 论

主 编	陈学军		
参 编	陈富坚	宾秀玲	黄英娣
	王英辉	肖桂元	栾凯先
	宋 宇	曾宪斌	尹 霞
	姚 军		
主 审	江见鲸		



机 械 工 业 出 版 社

本书内容涵盖了大土木工程的主要研究领域,力求构建大土木的知识体系,尽可能多地反映现代土木工程新技术、新方法、新工艺和新成就,突出综合运用土木工程及相关学科的基础理论和知识,培养解决工程实践问题的能力,满足新时期人才培养的需要。本书主要内容包括:绪论,基础工程,建筑工程,道路工程,铁路工程,桥梁工程,机场工程,港口工程,隧道工程及地下工程,建设项目管理,给排水工程,土木工程材料,土木工程施工,土木工程防灾、减灾,计算机在土木工程中的应用。本书可作为普通高等院校土木工程专业的本科生教材,也可供相关专业工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程概论/陈学军主编. —北京:机械工业出版社, 2006.8

(21世纪高等教育土木工程系列规划教材)

ISBN 7-111-19702-X

I. 土... II. 陈... III. 土木工程—高等学校—教材 IV. TU

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第089200号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:马军平 版式设计:霍永明 责任校对:樊钟英

封面设计:张静 责任印制:杨曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2006年9月第1版第1次印刷

169mm×239mm·9印张·348千字

定价:24.00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) 68326294

编辑热线电话(010) 88379720

封面无防伪标均为盗版

序

随着 21 世纪国家建设对专业人才的需求,我国工程专门人才培养模式正在向宽口径方向转变,现行的土木工程专业包括建筑工程、交通土建工程、矿井建设、城镇建设等 8 个专业的内容。经过几年的教学改革和教学实践,组织编写一套能真正体现专业大融合、大土木的教材的时机已日臻成熟。

迄今为止,我国高等教育已为经济战线培养了数百万专门人才,为经济的发展作出了巨大贡献。但据 IMD1998 年的调查,我国“人才市场上是否有充足的合格工程师”指标世界排名在第 36 位,与我国科技人员总数排名第一的现状形成了极大的反差。这说明符合企业需要的工程技术人员,特别是工程应用型技术人才供给不足。

科学在于探索客观世界中存在的客观规律,它强调分析,强调结论的惟一性。工程是人们综合应用科学理论和技术手段去改造客观世界的客观活动,所以它强调综合,强调实用性,强调方案的优选。这就要求我们对工程应用型人才和科学研究型人才的培养实施不同的方案,采用不同的教学模式、使用不同的教材。

机械工业出版社为适应高素质、强能力的工程应用型人才培养的需要而组织编写了本套系列教材,目的在于改革传统的高等工程教育教材,结合大土木的专业建设需要,富有特色、有利于应用型人才的培养。本套系列教材的编写原则是:

- 1) 加强基础,确保后劲。在内容安排上,保证学生有较厚实的基础,满足本科教学的基本要求,使学生日后发展具有较强的后劲。
- 2) 突出特色,强化应用。本套系列教材的内容、结构遵循“知识新、结构新、重应用”的方针。教材内容的要求概括为“精”、“新”、“广”、“用”。“精”指在融会贯通“大土木”教学内容的基础上,挑选

出最基本的内容、方法及典型应用实例；“新”指在将本学科前沿的新技术、新成果、新应用、新标准、新规范纳入教学内容；“广”指在保证本学科教学基本要求前提下，引入与相邻及交叉学科的有关基础知识；“用”指注重基础理论与工程实践的融会贯通，特别是注重对工程实例的分析能力的培养。

3) 抓住重点，合理配套。以土木工程教育的专业基础课、专业课为重点，做好实践教材的同步建设，做好与之配套的电子课件的建设。

我们相信，本套系列教材的出版，对我国土木工程专业教学质量的提高和应用型人才的培养，必将产生积极作用，为我国经济建设和社会发展作出贡献。

江見鯨

前 言

本书根据 21 世纪土木工程专业人才培养方案和教学要求,以满足土木工程的本科教育为出发点,同时也兼顾相关专业的教学需要和相关工程技术人员的应用参考组织编写而成。由于我国经济建设快速发展及西部大开发的需要,工程建设愈来愈需要宽口径、厚基础的专业人才,本书在内容上涵盖了大土木工程的主要研究领域,力求构建大土木的知识体系,尽可能多地反映现代土木工程新技术、新方法、新工艺和新成就,突出综合运用土木工程及相关学科的基础理论和知识,培养解决工程实践问题的能力,满足新时期人才培养的需要。

本书力求层次分明、条理清楚、结构合理,既考虑了土木工程的整体性,又结合现阶段课程设置的实际情况,在大土木工程的框架内,各研究领域各成体系,便于组织教学。

本书按 30~40 学时编写,由于学时限制,本书篇幅不可能太大,而大土木工程内容繁多,因此本书不可能对土木工程各领域的具体内容和具体的研究方法进行详细介绍,请大家见谅!

本书由桂林工学院陈学军教授主编,共分 15 章,具体编写分工如下:第 1、3 章由陈学军、宋宇编写;第 2 章由黄英娣、曾宪斌编写;第 6、10 章由陈学军、曾宪斌编写;第 11、14 章由陈学军、栾凯先编写;第 7、8、9 章由陈富坚、肖桂元编写;第 4、13 章由陈富坚、姚军编写;第 5 章由陈学军、尹霞编写;第 12 章由王英辉、肖桂元编写;第 15 章由宾秀玲、曾宪斌编写。本书由清华大学江见鲸教授主审,就内容的取舍和编排提出了许多宝贵意见和指导,为本书增色不少,在此深表感谢!

由于时间仓促,加之编者水平有限,本书难免存在疏漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 土木工程专业培养目标和人才素质要求	1
1.2 土木工程概论课程的任务	5
1.3 土木工程发展历史与展望	6
1.4 土木工程建设程序与法规	20
1.5 土木工程分类	22
思考题	22
第 2 章 基础工程	23
2.1 工程地质勘察	23
2.2 基础类型	34
2.3 地基处理	37
思考题	43
第 3 章 建筑工程	44
3.1 建筑基本构件	44
3.2 建筑工程结构类型	50
3.3 结构设计的原理	64
思考题	67
第 4 章 道路工程	68
4.1 概述	68
4.2 道路工程建设	74
思考题	81
第 5 章 铁路工程	82
5.1 铁路发展概述	82
5.2 铁路运输业的整体布局及特点	85
5.3 我国铁路建设规划	87
5.4 铁路选线设计与路基	94
5.5 高速铁路	97
5.6 城市轻轨与地下铁路	99
5.7 磁悬浮铁路	101
思考题	102

第 6 章 桥梁工程	103
6.1 桥梁在交通事业中的地位和国内外桥梁的发展概况	103
6.2 桥梁的总体规划与设计要点	119
思考题	125
第 7 章 机场工程	126
7.1 机场规划和类型	129
7.2 机场工程建设	135
思考题	142
第 8 章 港口工程	143
8.1 港口规划与布置	143
8.2 港口建筑结构	150
思考题	159
第 9 章 隧道工程及地下工程	160
9.1 隧道	162
9.2 地下工程	169
思考题	173
第 10 章 建设项目管理	174
10.1 建设程序与建设法规	174
10.2 工程项目的招投标与承包	178
10.3 工程项目管理	181
10.4 建设监理	186
思考题	188
第 11 章 给水排水工程	189
11.1 给水工程	190
11.2 排水工程	196
思考题	202
第 12 章 土木工程材料	203
12.1 土木工程材料的组成	203
12.2 土木工程材料的特性	205
思考题	230
第 13 章 土木工程施工	231
13.1 基础工程施工	231
13.2 结构工程施工	236
思考题	248
第 14 章 土木工程防灾、减灾	249
14.1 灾害含义与类型	249
14.2 结构抗灾、检测与加固	252

14.3 我国地质灾害概况及成灾特点	255
思考题	261
第 15 章 计算机在土木工程中的应用	262
15.1 土木工程的历史和现状	262
15.2 人工智能与专家系统	262
15.3 计算机辅助设计	266
15.4 模拟仿真技术	269
15.5 土木工程设计中计算机技术的应用展望	271
思考题	277
参考文献	278

第 1 章

绪 论

1.1 土木工程专业培养目标和人才素质要求

1.1.1 土木工程和土木工程专业

“土木”在中国是一个古老的名词，意指建筑房屋等工事，如把大量建造房屋称作大兴土木。古代建房主要依靠泥土和木料，所以称土木工程。在国外，土木工程一词是 1750 年设计建造艾德斯通灯塔的英国人 J. 斯米顿首先引用的，意即民用工程，以区别于当时的军事工程。至 1828 年，伦敦土木工程师学会为土木工程下的定义为：“Civil Engineering 是利用伟大的自然资源为人类造福的艺术……”，与中国土木工程含义相近，故译作土木工程。事实上，土木工程为所有工程中发展最早、内容最广的工程学科，是人类改造和建设生活、生产环境的先行基本手段。它所建造的各种工程设施，满足了当时的生活和生产的需求，也反映了各个历史时期的社会、经济、文化和科学技术的面貌。中国国务院学位委员会在学科简介中将土木工程定义为：土木工程是建造各类工程设施的科学技术的总称。它既指工程建设的对象，即建在地上、地下、水中的各种工程设施，也指所应用的材料、设备和所进行的勘测设计、施工、保养、维修等技术。

土木工程的范围非常广泛，它包括房屋建筑工程，公路与城市道路工程，铁道工程，桥梁工程，隧道工程，机场工程，地下工程，给水排水工程，港口、码头工程等。国际上，运河、水库、大坝、水渠等水利工程也包括于土木工程之中。

土木工程指用建筑材料（如土、石、砖、木、混凝土、钢筋混凝土和各种金属材料）修建房屋、道路、铁路、桥梁、隧道、河、港、市政卫生工程等的生产活动和工程技术。随着工程建设和科学技术的发展，逐渐形成一些专门分科，如有关修建河、港、水坝、灌溉渠等称为水利工程；有关修建各种房屋称为（房

屋) 建筑工程等。土木工程专业是运用物理学、化学、数学、力学、材料学等基础学科和各种有关的工程技术知识来研究、设计、修建土木工程的一门学科。

土木工程具有以下四个基本属性:

- (1) 社会性 土木工程随社会不同历史时期的科学技术和管理水平而发展。
- (2) 综合性 土木工程是运用多种工程技术进行勘测、设计、施工工作的成果。
- (3) 实践性 由于各种影响土木工程的因素既众多又错综复杂, 使得土木工程对实践的依赖性很强。
- (4) 技术、经济和艺术统一性 土木工程是为人类需要服务的, 它必然是每个历史时期技术、经济、艺术统一的见证。

1.1.2 土木工程专业的培养目标

随着我国社会经济的发展和 WTO 的加入, 土木工程专业人才的需求已完全趋于市场化, 并呈现出明显的多样化的特征。一方面, 是人才市场需求量的扩大, 用人企业、单位的类型增多, 除设计单位、教育部门、规划部门外, 房产企业、一般企事业的基建部门等也都需要一定量的高层次专业人才; 另一方面, 职业综合素质能力的要求在强化, 除具有传统教育所注重培养的设计创新能力外, 应具备管理、公共关系、社会协调、自我推销、通力合作等能力素质, 符合建筑商品化趋势, 有较强的经济意识和效益观念及竞争意识; 再者, 职业范畴及分工在细化, 更加层次化、多样化, 出现了对专门承接涉外工程项目的设计人员, 以及专门从事施工图的设计人才、专门从事方案设计的人才、专门从事 AutoCAD 及效果图制作的人才等; 还有, 社会对专业人才的业务范畴要求多样, 人才类型与职业不再一一对应, 更加社会化、市场化, 即要求具备一定相关学科背景知识, 能够成为拥有宽口径的复合型人才模式, 又具有可变性、适应性的潜能, 在择业中具有更大的自主度, 在社会竞争中有更多的机会。

土木工程专业培养掌握工程力学、流体力学、岩土力学和市政工程学科的基本理论和基本知识, 能够面向基层, 具有时代气息和开放意识, 能在房屋建筑、地下工程、桥梁等设计、施工、管理、投资、开发等部门从事技术或管理工作, 并获得工程师基本训练的应用型、复合型的土木工程技术和管理人员。

在校学习期间, 学生可获得建筑设计能力、施工技术问题解决能力、施工组织与管理能力及工程项目管理能力; 掌握工程造价评估能力、工程监测和工程质量鉴定与评价能力、工程监理的初步能力; 具有建筑设计的初步能力。学生在校学习期间, 经考核可获得社会承认的见习造价工程师资格, 参加工作一年后, 可转为三级造价工程师。

土木工程专业人才的培养面临从教学内容、方法到组织形式与专业实践、工

程环境的塑造、职业意识的培养等适合匹配,培养出一种新型的、复合型的、具有广泛社会适应性的应用型人才和创造性人才。培养的目标主要包括以下几个方面:

1. 综合分析能力的培养

学生必须应用所掌握的建筑知识,对不同类型的建筑单元和环境规划进行正确的解释、分析与综合,最终设计出既能解决工程实际问题,又充满新意的空间环境。提高学生的综合分析能力,首先需要拓宽学生的知识面,不仅要学习建筑工程科技知识,还要了解哲学、文化、生态等方面的知识;其次要能多角度、多途径地构思空间方案,思维敏捷,目光敏锐,不墨守陈规;最后要善于总结经验教训,注重知识积累,加强自信,使学生具备良好的创造性心理品质。

2. 自学能力的培养

21世纪,新理论新技术日新月异,土木工程专业学生要适应社会发展,所学知识要能同步更新,因此,仅仅学习课本知识是远远不够的,还应培养自学能力,主动通过网络和其他途径掌握建筑理论的最新动向。这样才能开拓知识领域,才能将所学领域的知识融会贯通。

3. 创造性思维和创新能力的培养

江泽民同志指出:“创新是一个民族进步的灵魂。”建筑科技的发展体现了以信息化和国际化为特征的、各国凭借知识资产在世界上进行激烈竞争这一鲜明的时代特征,土木工程专业的发展离不开创新思维和创新能力的培养。当今时代,各类土木工程专业理论层出不穷,多种设计思潮此起彼伏,新型建筑材料不断发明,先进施工工艺纷纷涌现。建筑科技的发展必须与时俱进,土木工程专业理论必须推陈出新。

土木工程专业学生的创新能力的培养需要有深厚的土木工程专业知识作基础,但知识不等于创新能力。创新意识、创造性思维与创造性实践相结合,才能培养出创新能力。土木工程创新意识是指具有敏锐、强烈的空间设计动机;创造性思维是指空间想像丰富,风格新颖独特,能冲破传统模式、独辟蹊径的思维模式;创造性实践是指为了达到预期创造性目标,勤奋探索、刻苦钻研、科学严谨、百折不挠的实践活动。只有将这三者有机地结合在一起,才有利于土木工程专业学生创新能力的培养。

有人认为,21世纪的工程师至少要做好回答以下四个问题的准备:

- 1) 会不会去做,即能否在科学技术上解决工程中的难题。
- 2) 可不可以做,即能否在政策法规下遵照法律把事办成。
- 3) 值不值得做,即能否在人、财、物和时空约束条件下经济合理地完成任务。
- 4) 应不应该做,即能否自觉地考虑生态可行性和工程持续性。

以上的四个问题也给土木工程专业的教学指明了方向,给本专业的学子指明了方向。

1.1.3 对所培养人才的素质要求

土木工程专业是一门综合性较强的学科,通过对土木工程专业的学习,学生各种素质都要求达到一定的水平,具体表现在以下几个方面:

1. 技术素质

当今世界,科技迅猛发展、信息膨胀、知识爆炸已成为时代的特征。以“因特网”为特征的信息载体发挥巨大作用,新的知识经济以其特有的生命力异军突起。新科技革命的本质是知识革命,其任务是突破人脑的局限性,解放人的智力,加速科技向现实生产力转化。在新科技革命浪潮中出现的主要是知识密集型和技术密集型工业,形成了现代生产具有科学化、智能化的特点。高新技术不断被采用,要求生产者既要有一定的科学文化知识,又要有较高的劳动技能,否则不能进入生产过程,不能构成现实生产力。现代生产的特点表明高科技与人的文化技术素质对现代生产的重要作用。由于高科技是人创造发明的,要由人来掌握、运动与推广,这就需要通过教育培训活动,使劳动者从体力型经过文化型向科技型转化,提高劳动者的技术素质以适应高科技发展的步伐。

技术素质是一个综合的概念,包括多种因素,学生可以通过多种途径加强自身的技术素质。首先可以从课程学习上来加强,比如“建筑构造”、“建筑材料”等;其次在教学中则可结合实际工程、组织工地实习或参观建筑材料展览等方式,提高学生的学习兴趣;再次,提高学生的技术素质,增加绘图练习量,让学生基本掌握这门工程师的语言。对另外一些专业课程如“建筑设计”,尤其是高年级的建筑设计,可以结合建筑结构、设备、法律法规等知识对学生进行指导,让学生更全面地认识建筑,这不仅有利于学生将来更快地进入工作角色,也是学生形成科学建筑观的必要手段。由于建筑教育中的技术素质并不仅限于建筑结构、设备等方面的知识,它是一个随着科学技术发展不断变化的范畴,因此,我们还可以根据实际情况开设一些选修课或聘请校外专家举办专题讲座等,让学生根据自己的职业规划学习相关的知识。

2. 人文素质

为什么土木工程专业学生的培养要加强人文素质教育呢?

首先,当前自然科学与人文科学一体化的发展趋势给高等学校的人才培养提出了新的要求。它要求文科学生应当有必要的自然科学素养,理工科学生则应有必备的人文社会科学知识,学生不但要能掌握所学知识,而且能够把握所学知识的社会意义,进而要求具备了解社会现状,分析社会需求和把握社会发展的一定能力。目前我国理工科学生由于过早的文理分科及知识结构不合理等多种因素,

人文素质贫乏,具体表现为文字表达能力差、思维方式片面、心理承受能力脆弱等。因此,我们应大力加强学生人文素质的培养,尤其是理工科学生。随着知识经济时代的到来,社会更需要既有专业知识又有经济意识,既有科学功底又具备人文素质的通才,而不是只懂一门专业的专才。

其次,土木工程专业学科的特殊性也对人文素质的培养提出了较高的要求。土木工程学科并不是单纯的工科,而是一门具有多元特性的知识学科体系。

加强学生的人文素质教育具体说来首先应优化学生的知识结构,要从单一型结构转向复合型结构,以便能容纳更多门类的知识,比如可开设一些文学、历史、艺术等人文社会科学方面的选修课,邀请校外知名的专家学者举办讲座等。要从封闭型结构转向开放型结构,改变传统的教学方式,最大限度地发挥学生的主观能动性,让学生从被动地接受知识转变为主动地学习知识,使学生能随着时代的发展自觉地进行知识更新。另外,人文素质的教育还应走出课堂,走进学生的课余生活。与中学生相比,大学生拥有更多的课余时间,学校完全可以把这段时间利用起来作为人文素质培养的阵地。比如,建筑专业的学生可以结合专业课的学习内容联系当地的历史文化,参观一些历史建筑或做一些相关调研,这样不仅巩固了专业知识,也了解了风土人情和历史文化。

3. 拓宽专业,加强基础和应变能力

当前土木工程专业学科教育要尽快理顺、完善和充实引导性专业目录,在此基础上提出新的建筑专业目录,并且与研究生专业目录相互比照和对应,既与国外建筑本科的专业目录相呼应,又体现我国教育特色。高校建筑教育要面向世界,要进行国际间的教育合作与科技交流,要更广泛地使用科技信息资源这一无形的宝库,尽可能地使土木工程学科专业设置以及人才的培养具有国际性。

加强基础是指加强建筑基础课程和技术基础课程的教学及教学改革。首先,可以考虑根据学校特点,加强外语和计算机系列课程的建设,支持从教学条件、教学方法、教学效果等方面加强建设,从而使学生具备扎实的建筑基础知识和技术基础知识;其次,要进一步进行这些课程教学内容和课程体系的改革,以达到拓宽和加强学生基础的目的。例如,建筑本科教学中除了传统的制图课程和 AutoCAD 课程以外,还应增加 3dMAX 和 3DSVIZ 等三维渲染课程,同时应引入网络城市和虚拟建筑等理念。

1.2 土木工程概论课程的任务

面对充满挑战的新世纪,知识经济的端倪已在全世界范围显现。知识经济的发展对人才及人才培养的模式提出了更高的要求,土木工程学科同样面临着全面

的改革。本书的编写主要是实现两个目标：一是使学生较全面地了解土木工程所涉及领域的内容和发展情况，初步构建专业基础；二是为学生提供一个清晰和有逻辑性的工程学科的基本概念和方法，初步树立专业思想和方法。

同时在本书中始终体现了结合时代发展的实际，提出了创新思维和应用型人才的发展要求，希望能够全方位、多角度地启发学生大胆创新的思维能力。古人云：尽信书不如无书！从一个编者的角度来说，我们不能束缚学生个性的发展，而应为其提供条件、创造空间。没有个性，创造就没有基础！从一个求知的角度来说，我们希望以后有更多更好的成果，来建设、装扮祖国这一美好家园！

1.3 土木工程发展历史与展望

1.3.1 古代土木工程

古代土木工程时间大致从新石器时代（约公元前 5000 年起）开始至 17 世纪中叶。古代土木工程又可以分为如下的三个阶段：

1) 原始社会阶段：主要的土木工程活动是解决人类的生存居住问题。从穴居、巢居到原始房屋是该历史时期建筑的发展历程，如我国长江流域多水地区的杆栏式建筑、黄河流域的木骨泥墙房屋等。

2) 奴隶社会阶段：大量青铜生产工具的出现带动了土木工程技术的发展。出现了雄伟的都城、宫殿、庙宇、陵墓等建筑群，同时出现了桥梁、道路、水坝等工程设施。

3) 封建社会阶段：封建社会由于生产力的提高促进了土木工程技术的发展，土木工程的规划、设计、施工技术有了很大进步。

古代土木工程有以下的特征：①从选用的材料来看，古代土木工程材料主要是泥土、砾石、树木到稍后的土坯、砖瓦、铜铁等；②从土木工程技术来分析，主要采用的建筑器具为石斧、石刀到随后的铜铁工具到封建社会后期的煅烧加工、打桩机、桅杆起重机等施工机械；③从工程分工分析，古代土木工程已有很清楚的分工，如木工、瓦工、泥工、土工、窑工、雕工、石工等；④从土木工程设计理论和思想来看，古代土木工程缺乏理论依据和指导。

从古代建筑的结构形式来看，可以分为以下的类型：

1. 木结构

木结构建筑是我国古代建筑史中的光辉一页，它全部由木材质建筑而成。木材也是当时社会历史时期天然材料。如山西应县木塔（见图 1-1），该塔位于山西省应县西街北侧，建于辽清宁二年（公元 1056 年），原名“佛宫寺释迦塔”，因塔身全部用木质构成，俗称木塔。塔为楼阁式，用优质松木建成，高 67.13m，

底层直径 30m, 平面呈八角形。塔刹高 10m, 塔的第一层有高 10m 的释迦像。塔壁上有 6 幅如来佛像。像及壁画为辽代风格。应县木塔结构设计精巧, 保存至今已近千年, 是我国现存木构建筑之最。

2. 石结构

石结构顾名思义是以石头为原材料堆砌而成的, 典型的建筑为埃及的金字塔。胡夫金字塔 (见图 1-2) 是用上百万块巨石垒起来的, 每块石头平均重达 2t, 最大的超过 160t。这些巨石是从尼罗河东岸开采出来, 既无起重机装卸, 也无轮车运送。在那时开采石头并不容易, 因为当时人们并没有炸药, 也无钢钎。埃及人当时是用铜或青铜的凿子在岩石上打上眼, 然后插进木楔, 灌上水, 当木楔子被水泡胀时, 岩石便被胀裂。这样的方法在今天看来也许很笨拙, 但在 4000 多年前, 却是很了不起的技术。从采石场运往金字塔工地也极为困难, 古代埃及人是将石头装在雪橇上, 用人和牲畜拉。为此需要宽阔而平坦的道路, 仅修建运输石料的路和金字塔的地下墓室就用了 10 年的时间。

3. 砖结构

在我国古代, 随着社会技术水平的发展, 砖作为一种强度高的建筑材料而广泛采用, 气势磅礴的万里长城就是个典范。八达岭长城 (见图 1-3) 在北京延庆县, 是长城的一个隘口。其关城为东窄西宽的梯形, 建于明弘治十八年 (1505 年), 嘉靖、万历年间曾修缮。关城有东西二门, 东门额题“居庸外镇”, 刻于嘉靖十八年 (1539 年), 西门额题“北门锁钥”, 刻于万历十年 (1582 年)。两门均为砖石结构, 券洞上为平台, 台之南北各有通道, 连接关城城墙, 台上四周砌垛口。京张公路从城门中通过, 为通往北京的咽喉。从“北门锁钥”城楼左右两侧, 延伸出高低起伏、曲折连绵的万里长城。长城全长 6700km, 是世界上古老的伟大建筑之一。



图 1-1 山西应县木塔

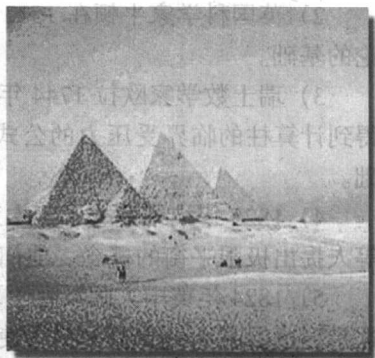


图 1-2 胡夫金字塔

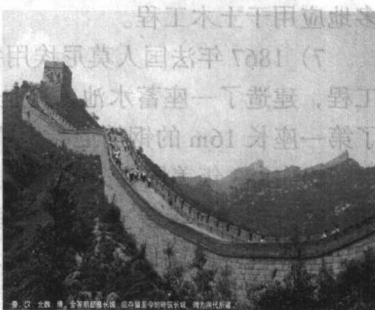


图 1-3 八达岭长城

1.3.2 近代土木工程

近代土木工程的历史主要指的是从 17 世纪中叶至 20 世纪中叶 300 年间的历史,它有了以下鲜明的特征:

1) 有力学和结构理论做指导。

2) 砖瓦木石等材料应用广泛,钢材、钢筋混凝土、早期预应力混凝土得到发展。

3) 施工技术进步很大,建筑规模大、建造速度加快。

在近代土木工程历史上有重大意义的大事有:

1) 意大利学者伽利略在 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质和梁的强度,首次用公式表达了梁的设计理论。

2) 英国科学家牛顿在 1687 年总结了力学三大定律,它们是土木工程设计理论的基础。

3) 瑞士数学家欧拉 1744 年出版的《曲线的变分法》建立了柱的压屈理论,得到计算柱的临界受压力的公式,为分析土木工程结构物的稳定问题奠定了基础。

4) 1825 年纳维建立了土木工程中结构设计的容许应力法;19 世纪末里特等人提出极限平衡的概念。他们都为土木工程结构理论分析打下了基础。

5) 1824 年英国人阿斯普丁取得了波特兰水泥的专利权,1850 年开始生产。这是形成混凝土的主要材料,使得混凝土在土木工程中得到广泛应用。20 世纪初,有人发表了水灰比等学说,初步奠定了混凝土强度的理论基础。

6) 1859 年发明了贝赛麦转炉炼钢法,使得钢材得以大量生产,并能越来越多地应用于土木工程。

7) 1867 年法国人莫尼埃用钢丝加固混凝土制成花盆,并把这种方法推广到工程,建造了一座蓄水池,这是应用钢筋混凝土的开端。1875 年,他主持建造了第一座长 16m 的钢筋混凝土桥。

8) 1883 年美国在芝加哥建造的 11 层保险公司大楼,是世界上最先用铁框架(部分钢梁)承受全部大楼里的重力,外墙仅为自承重墙的高层建筑。1889 年法国在巴黎建成的高 320m 的埃菲尔铁塔,使用钢约 7000t,它是近代钢高层建筑结构的萌芽。

9) 1886 年美国入杰克逊首先应用预应力混凝土制作建筑配件,后又用它制作楼板。1930 年法国工程师弗涅希内将高强度钢丝用于预应力混凝土,克服了因混凝土徐变造成所施加的预应力完全丧失的问题。于是,预应力混凝土在土木工程中得到广泛应用。