

» 高等教育工程造价系列规划教材

土木工程概论

ENGINEERING COST

● 刘俊玲 庄丽 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等教育工程造价系列规划教材

土木工程概论

主 编 刘俊玲 庄 丽
副主编 刘志钦 焦 雷
参 编 董艳秋 王建声 陈 茜 刘丽娜
主 审 周志军



机械工业出版社

本书着重介绍土木工程专业的基本内容。内容简明、新颖、实用,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,以帮助学生了解土木工程所涉及的内容、成就和发展情况。本书分为13章,包括绪论;建筑工程;建筑安装工程;道路、铁路和桥梁工程;港口、海洋和飞机场工程;土木工程材料;土木工程中的力学和结构概念;土木工程结构体系;土木工程设计与施工;土木工程防灾、减灾;建设项目管理;土木工程经济和造价管理;土木工程的发展趋势等内容。教师在教学过程中可以根据不同专业和学时有所侧重地选用不同内容。

教材在编写时,充分考虑专业的特点,按照40~48学时的教学计划编写。本书可作为工程管理、工程造价、土木工程及相关专业本专科教材,也可作为土木工程设计、施工管理等工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程概论/刘俊玲,庄丽主编. —北京:机械工业出版社, 2009.8

(高等教育工程造价系列规划教材)

ISBN 978-7-111-27617-3

I. 土… II. ①刘…②庄… 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(2009)第117759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:冷彬 版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

封面设计:张静 责任印制:邓博

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2009年8月第1版第1次印刷

169mm×239mm·20.75印张·399千字

标准书号:ISBN 978-7-111-27617-3

定价:31.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379720

封面无防伪标均为盗版

高等教育工程造价系列规划教材 编 审 委 员 会

主任委员：齐宝库

副主任委员：陈起俊

委 员(按姓氏笔画排序)：

于英乐	于香梅	马楠	王东欣	王秀燕
王俊安	王炳霞	王赫	白丽华	刘亚臣
刘迪	刘钦	庄丽	朱峰	闫瑾
齐宝库	冷彬	吴信平	张国兴	张爱勤
李旭伟	李希胜	李锦华	杨会云	邵军义
陈起俊	季顺利	房树田	郑润梅	赵秀臣
都沁军	崔淑杰	曹晓岩	董立	赖少武

序

伴随着人类社会经济的发展和物质文化生活水平的提高，人们对工程项目的要求，一方面体现在对其功能和质量要求越来越高，另一方面又体现在期望工程项目建设投资尽可能少、效益尽可能好。随着经济体制改革和经济全球化进程的加快，现代工程项目建设呈现出投资主体多元化、投资决策分权化、工程发包方式多样化、工程建设承包市场国际化以及项目管理复杂化的发展态势。而工程项目所有参建方的根本目的都是追求自身利益的最大化。因此，工程建设领域对具有合理的知识结构、较高的业务素质和较强的实作技能，胜任工程建设全过程造价管理的专业人才需求越来越大。

高等院校肩负着培养和造就大批满足社会需求的高级人才的艰巨任务。目前，全国 300 多所高等院校开设的工程管理专业几乎都设有工程造价专业方向，并有近 50 所院校独立设置工程造价（本科）专业。要想保证和提高专业人才培养质量，教材建设是一个十分关键的因素。但是，由于高等院校的工程造价（本科）专业教育才刚刚起步，尽管许多专家、学者在工程造价教材建设方面付出了大量心血，但现有教材仍存在诸多差强人意之处，并且均未形成能够满足对工程造价专业人才培养需要的系列教材。

机械工业出版社审时度势，于 2007 年下半年在全国范围内对工程造价专业教学和教材建设的现状进行了广泛的调研，并于年底在北京召开了“工程造价系列规划教材编写研讨会”，成立了“高等教育工程造价系列规划教材编审委员会”。本人同与会的各位同仁就该系列教材的体系以及每本教材的编写框架进行了讨论。随后的两三个月内，详细研读了陆续收到的各位作者提供的教材编写大纲，并提出自己的修改意见和建议。许多作者在教材编写过程中与我进行了较为充分的沟通。

通过作者们一年多的辛勤劳动，“高等教育工程造价系列规划教材”的撰写工作即将全面告竣，并将于 2009 年 5 月起陆续正式出版。该套系列教材是作者们在广泛吸纳各方面意见，认真总结以往教学经验的基础上编写的，充分体现了以下特色：

(1) 强调知识体系的系统性。工程项目建设全过程造价管理是一个十分复



杂的系统工程,要求其专业人才具有较为扎实的工程技术、管理、经济和法律四大平台知识。该套系列教材注重四大平台知识的融合、贯通,构建了全面、完整、系统的专业知识体系。

(2) 突出教材内容的实践性。近年来,我国建设工程计价模式、方法和管理体制发生了深刻的变化。该套系列教材紧密结合我国现行工程量清单计价和定额计价并存的特点,注重以定额计价为基础,突出工程量清单计价方法,并对《建设工程工程量清单计价规范》(GB 50500—2008)在工程造价专业教学与工程实践中的应用与执行进行了较好的诠释;同时,教材内容紧密结合我国造价工程师等执业资格考试和注册制度的要求,较好地体现出培养工程造价专业应用型人才的特色。

(3) 注重编写模式的创新性。作者们结合多年对该学科领域的理论研究与教学和工程实践经验,在该套系列教材中引入和编写了大量工程造价案例、例题与习题,力求做到理论联系实际、深入浅出、图文并茂和通俗易懂。

(4) 兼顾学生就业的广泛性。工程造价专业毕业生可以广泛地在国内外土木建筑工程项目建设全过程的投资估算、经济评价、造价咨询、房地产开发、工程承包、招标代理、建设监理、项目融资与项目管理等诸多岗位从业,同时也可以在政府、行业、教学和科研单位从事教学、科研和管理工作。该套系列教材所包含的知识体系较好地兼顾了不同行业各类岗位工作所需的各方面知识,同时也兼顾了本专业课程与相关学科课程的关联与衔接。

在本套系列教材即将面世之际,我谨代表高等教育工程造价系列规划教材编审委员会,向在教材撰写中付出辛劳和心血的同仁们表示感谢,还要向机械工业出版社高等教育分社的领导和编辑表示感谢,正是他们的适时策划和精心组织,为我们教学一线上的同仁们创建了施展才能的平台,也为我国高等院校工程造价专业教育做了一件好事。

工程造价在我国还是一个年轻的学科领域,其学科内涵和理论与实践知识体系尚在不断发展之中,加之时间有限,尽管作者们作出了极大努力,但该套系列教材仍难免存在不妥之处,恳请各高校广大教师和读者对此提出宝贵意见。我坚信,该套系列教材在大家的共同呵护下,一定能够成为极具影响力的精品教材,在高等院校工程造价专业人才培养中起到应有的作用。

齐宝琛

2009年4月于沈阳

前 言

“土木工程概论”课程是在教育部颁布了新的本科土木工程专业目录形成的“大土木”的框架后，为使土建类专业的低年级学生了解土木工程的基本内容、历史现状和发展情况，了解土木工程的基本理论知识，提高学生的专业兴趣，为后续课程的学习作良好铺垫而开设的。

本书结合编者长期教学实践的经验，按着土木工程所包含的内容体系编写。教材在编写时，充分考虑了专业的特点，力求以较小的篇幅，反映土木工程所涉及的各个领域，以满足工程管理、工程造价等土木工程相关专业的本科教学需求。

全书共十三章，参加本书编写工作的有黑龙江工程学院刘俊玲（第一章、第三章、第六章、第十三章第一节、第二节）；青岛理工大学庄丽（第四章、第五章）；平顶山工学院刘志钦（第七章、第八章）；平顶山工学院焦雷（第二章、第十章）；河南工业大学土木建筑学院王建声（第十一章）；黑龙江工程学院董艳秋（第九章）；黑龙江工程学院陈茜（第十二章）；黑龙江工程学院刘丽娜（第十三章第三节、第四节）。

全书由黑龙江工程学院刘俊玲、青岛理工大学庄丽任主编，平顶山工学院土木系刘志钦、焦雷任副主编。陕西理工学院周志军担任本书的主审，他对书稿进行了严谨、认真的审阅，提出了修改意见，最后由刘俊玲依据主审的意见对书稿进行了修改统稿并定稿。编者在此对主审表示由衷的感谢。

本书编写工程中，得到了机械工业出版社高教分社的大力支持，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对此批评指正。

编 者

目 录

序

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	2
第三节 土木工程的基本属性	2
第四节 土木工程发展简史	4
复习思考题	13
第二章 建筑工程	14
第一节 概述	14
第二节 建筑基本构造	18
第三节 建筑工程结构类型	24
复习思考题	36
第三章 建筑安装工程	37
第一节 建筑给水排水工程	37
第二节 建筑采暖工程	47
第三节 建筑电气工程	54
复习思考题	66
第四章 道路、铁路和桥梁工程	67
第一节 概述	67
第二节 道路工程	70
第三节 铁路工程	77
第四节 桥梁工程	84
复习思考题	91
第五章 港口、海洋和飞机场工程	93
第一节 港口工程	93
第二节 海洋工程	102
第三节 飞机场工程	110
复习思考题	119



第六章 土木工程材料	120
第一节 土木工程材料的一般性质	120
第二节 常用土木工程材料	126
复习思考题	143
第七章 土木工程中的力学和结构概念	144
第一节 荷载和作用	144
第二节 反力和内力	150
第三节 结构的定义和对结构的要求	156
第四节 结构的极限状态和结构失效	161
复习思考题	163
第八章 土木工程结构体系	165
第一节 梁、板、柱	165
第二节 桁架	173
第三节 框架	179
第四节 高层建筑结构体系	181
第五节 空间结构体系	186
复习思考题	193
第九章 土木工程设计施工	194
第一节 结构设计的基本理论和设计方法	194
第二节 地基的处理和基础施工	196
第三节 主体结构施工	202
第四节 防水工程施工	214
第五节 装饰工程施工	216
第六节 竣工验收和后评价	218
复习思考题	220
第十章 土木工程防灾、减灾	221
第一节 灾害的含义与类型	221
第二节 结构抗灾、检测与加固	230
复习思考题	242
第十一章 建设项目管理	243
第一节 工程建设程序与建设法规	243
第二节 建设工程招标投标	251
第三节 工程项目管理	259
第四节 建设工程监理	265
第五节 建设工程施工现场管理	269
复习思考题	272
第十二章 土木工程经济和造价管理	273
第一节 工程经济的基本知识	273



第二节 工程造价管理概述	285
第三节 造价工程师执业资格制度	288
第四节 工程造价咨询和管理制度	293
复习思考题	299
第十三章 土木工程发展趋势	300
第一节 高性能混凝土	301
第二节 钢结构	304
第三节 智能建筑	307
第四节 信息化施工技术	312
参考文献	317

第一章

绪论

内容摘要

本章主要介绍了土木工程的概念、属性和特点，土木工程的发展历史。要求熟悉土木工程的概念和特点，了解土木工程的发展史以及现代土木工程的特点。

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。

土木工程专业在两类学校里设置：一是高等学校（包括普通高等学校和高



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并按计划完成它, 而且必须按最佳方案并以最优方式来设计和建造。

第三节 土木工程的基本属性

一、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, 需要涉及工程地质勘察、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。因此, 土木工程是一门范围广泛的综合性学科。

随着科学技术的进步和工程实践的发展, 土木工程这个学科也已发展成为内涵广泛、门类众多、结构复杂的综合体系。例如, 就土木工程所建造的工程



设施所具有的使用功能而言,有的供生息居住之用,以至作为“入土为安”的坟墓;有的作为生产活动的场所;有的用于陆、海、空交通运输;有的用于水利事业;有的作为信息传输的工具;有的作为能源传输的手段等等。这就要求土木工程综合运用各种物质条件,以满足多种多样的需求。土木工程已发展出许多分支,如房屋工程、铁路工程、道路工程、飞机场工程、桥梁工程、隧道及地下工程、特种工程结构、给水和排水工程、城市供热供燃气工程、港口工程、水利工程等学科。其中有些分支,例如水利工程,由于自身工程对象的不断增多以及专门科学技术的发展,也已从土木工程中分化出来成为独立的学科体系,但是它们在很大程度上仍具有土木工程的共性。

二、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的社会、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。远古时代,人们就开始修筑简陋的房舍、道路、桥梁和沟洫,以满足简单的生活和生产需要。后来,人们为了适应战争、生产和生活以及宗教传播的需要,兴建了城池、运河、宫殿、寺庙以及其他各种建筑物。许多著名的工程设施显示出人类在这个历史时期的创造力。例如,我国的长城、都江堰、大运河、赵州桥、应县木塔,埃及的金字塔,希腊的巴台农神庙,罗马的给水工程、科洛西姆竞技场,以及其他许多著名的教堂、宫殿等。

产业革命以后,特别是到了20世纪,一方面是社会向土木工程提出了新的需求;另一方面是社会各个领域为土木工程的发展创造了良好的条件。例如建筑材料(钢材、水泥)工业化生产的实现,机械和能源技术以及设计理论的进展,都为土木工程提供了材料和技术上的保证。因而这个时期的土木工程得到突飞猛进的发展。在世界各地出现了现代化规模宏大的工业厂房、摩天大厦、核电站、高速公路和铁路、大跨桥梁、大直径运输管道、长隧道、大运河、大堤坝、大飞机场、大海港以及海洋工程等等。现代土木工程不断地为人类社会创造崭新的物质环境,成为人类社会现代文明的重要组成部分。

三、实践性

土木工程是具有很强的实践性学科。在早期,土木工程是通过工程实践,总结成功的经验,尤其是吸取失败的教训发展起来的。从17世纪开始,近代力学同土木工程实践结合起来,逐渐形成材料力学、结构力学、流体力学、岩体力学,作为土木工程的基础理论的学科。这样土木工程才逐渐从经验发展成为科学。在土木工程的发展过程中,工程实践经验常先行于理论,工程事故常显



示出未能预见的新因素，触发新理论的研究和发展。至今不少工程问题的处理，在很大程度上仍然依靠实践经验。

土木工程技术的发展之所以主要凭借工程实践而不是凭借科学试验和理论研究，有两个原因：一是有些客观情况过于复杂，难以如实地进行室内试验或现场测试和理论分析。例如，地基基础、隧道及地下工程的受力和变形的状态及其随时间的变化，至今还需要参考工程经验进行分析判断。二是只有进行新的工程实践，才能揭示新的问题。例如，建造了高层建筑、高耸塔桅和大跨桥梁等，工程的抗风和抗震问题突出了，才能发展出这方面的新理论和技术。

四、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。而一项工程的经济性又是和各项技术活动密切相关的。工程的经济性首先表现在工程选址、总体规划上，其次表现在设计和施工技术上。工程建设的总投资，工程建成后的经济效益和使用期间的维修费用等，都是衡量工程经济性的重要方面。这些技术问题联系密切，需要综合考虑。

符合功能要求的土木工程设施作为一种空间艺术，首先是通过总体布局、本身的体形、各部分的尺寸比例、线条、色彩、明暗阴影与周围环境，包括它同自然景物的协调和谐表现出来的；其次是通过附加于工程设施的局部装饰反映出来的。工程设施的造型和装饰还能够表现出地方风格、民族风格以及时代风格。一个成功的、优美的工程设施，能够为周围的景物、城镇的容貌增色，给人以美的享受；反之，则会使环境受到破坏。

在土木工程的长期实践中，人们不仅对房屋建筑艺术给予很大注意，取得了卓越的成就；而且对其他工程设施，也通过选用不同的建筑材料，例如采用石料、钢材和钢筋混凝土，配合自然环境建造了许多在艺术上十分优美、功能上又十分良好的工程。我国古代的万里长城，现代世界上的许多电视塔和斜张桥，都是这方面的例子。

▼ 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，在其演变和发展的过程中，土木工程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的。

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 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建设。在我国黄河流域的仰韶文化遗址(公元前 5000 年~公元前 3000 年)中,遗存浅穴和地面建筑。西安半坡村遗址(公元前 4800 年~公元前 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。

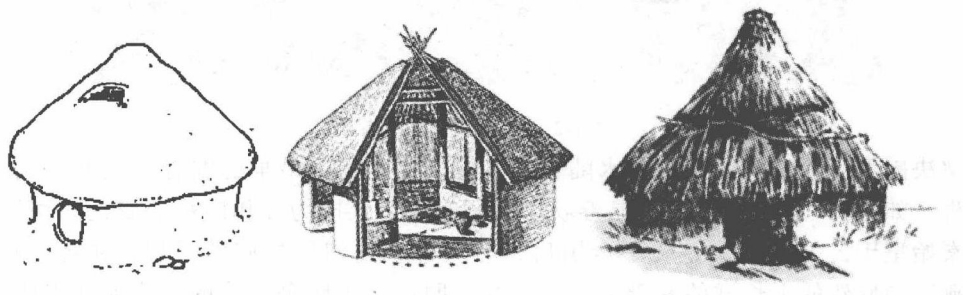


图 1-1 原始建筑物

河南的仰韶文化遗址(公元前 5000 年~公元前 3000 年)中有一座面积 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 4000 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 年~公元前 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~公元前 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,在今天的四川都江堰市,李冰父子主持修建都江堰,

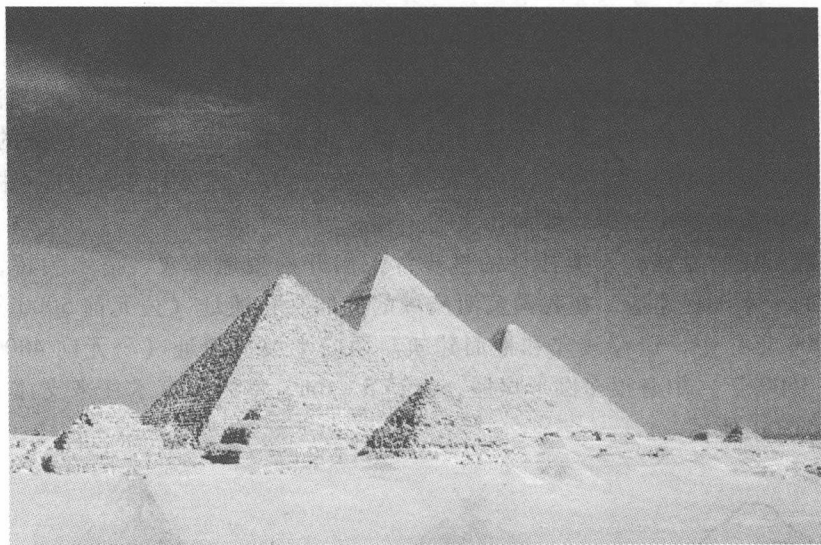


图 1-2 埃及吉萨金字塔群

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。秦始皇于公元前 221 年统一全国后，为防御北方匈奴贵族的侵犯，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，总长约 6700km，成为举世闻名的长城。



图 1-3 都江堰



古希腊是欧洲文化的摇篮，公元前 5 世纪建成的以巴台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 1-4 所示。



图 1-4 巴台农神庙

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 万~8 万名观众，如图 1-5 所示。

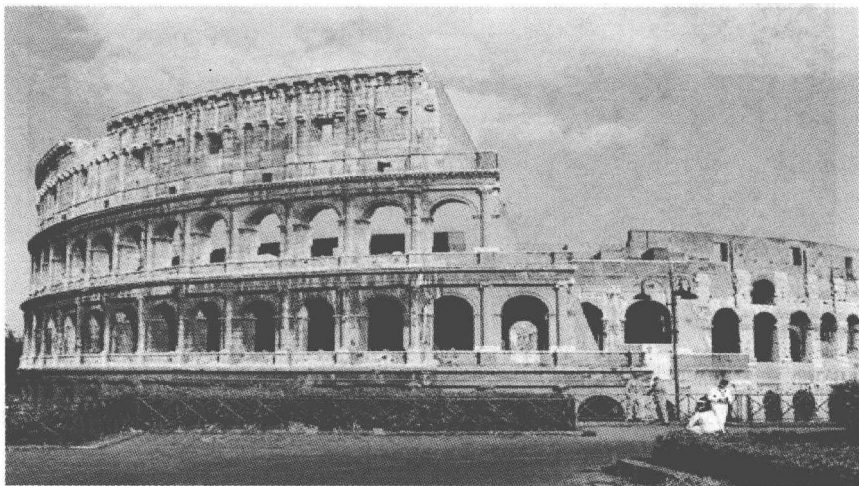


图 1-5 古罗马大斗兽场