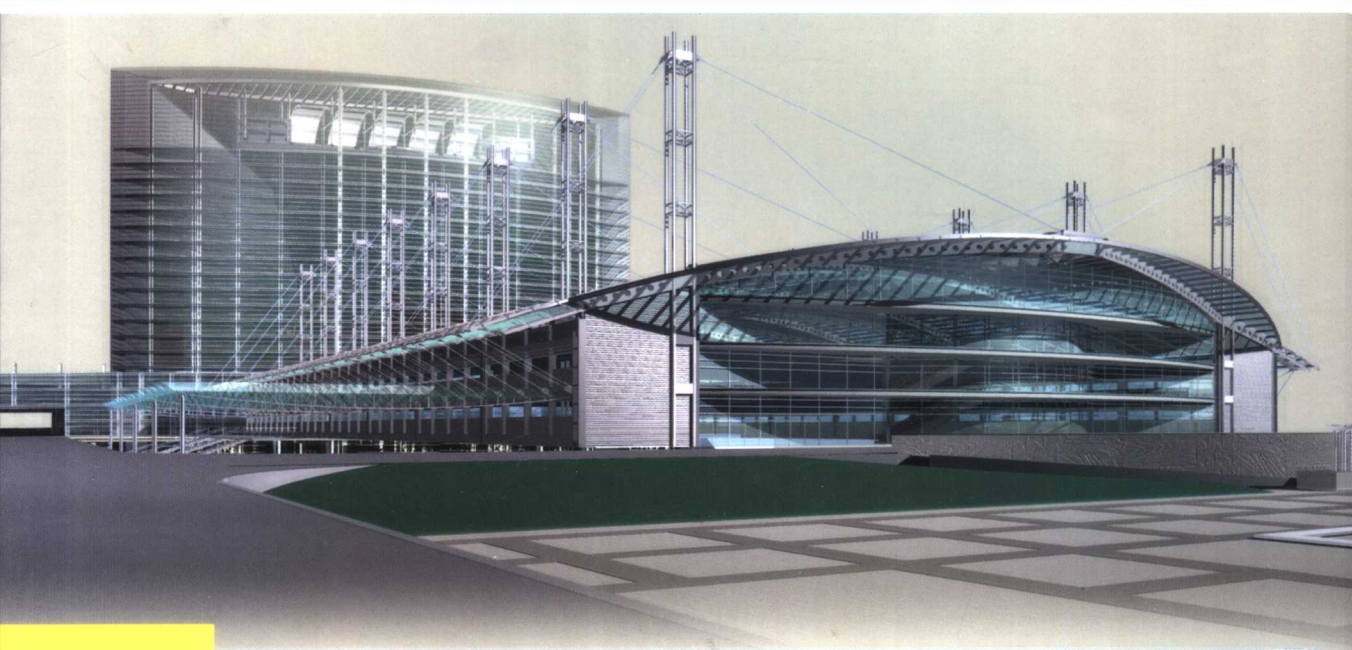


交通版

高等学校土木工程专业规划教材

JIAOTONGBAN GAODENG XUEXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI



土木工程 概论

阎兴华 黄 新 主编
李砚波 主审



人民交通出版社

China Communications Press

TU
32

交通版 高等学校土木工程专业规划教材
JIAOTONGBAN GAODENG XUEXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

土木工程概论

Tumu Gongcheng Gailun

阎兴华 黄新 主编
李砚波 主审

北方工业大学图书馆



00594605



人民交通出版社

China Communications Press

RBR 69/12

内 容 提 要

本书是为高等学校土木工程专业本科教学编写的教材,全书共有11章。

本书主要介绍土木工程的内涵及土木工程专业的宏观内容和相应的主要课程体系,土木工程发展简史及土木工程的材料、地基基础、基本结构、设计和施工的一般概念,土木工程的基本建设程序及建设法规的基本轮廓,描述建筑工程、道路工程、桥梁工程、水利工程、环保工程及其他土木工程的基本概念、基本知识及典型工程,介绍土木工程的防灾减灾、计算机应用等新领域以及土木工程的新成果及发展趋势。

本书资料丰富,概念清楚,语言流畅、图文并茂,除作为教材外,尚可作为土木工程专业的工程技术及科研人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程概论/ 阎兴华, 黄新主编. —北京: 人民交通出版社, 2005.9

ISBN 7-114-05706-7

I. 土… II. ①阎…②黄… III. 土木工程—概论 IV. TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 089773 号

书 名: 土木工程概论

著 作 者: 阎兴华 黄 新

责任编辑: 张征宇 赵瑞琴

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京宝莲鸿图科技有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 15.5

字 数: 384 千

版 次: 2005 年 9 月 第 1 版

印 次: 2005 年 9 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN7-114-05706-7

印 数: 0001—5000 册

定 价: 23.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

交 通 版

高等学校土木工程专业规划教材

编 委 会

主任委员：阎兴华

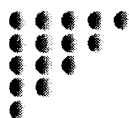
副主任委员：张向东 李幅昌 魏连雨 赵 尘

宗 兰 马芹永 段敬民 黄炳生

委 员：彭大文 林继德 张俊平 刘春原

党星海 刘正保 刘华新 丁海平

秘 书 长：张征宇



随着科学技术的迅猛发展、全球经济一体化趋势的进一步加强以及国力竞争的日趋激烈,作为实施“科教兴国”战略重要战线的高等学校,面临着新的机遇与挑战。高等教育战线按照“巩固、深化、提高、发展”的方针,着力提高高等教育的水平和质量,取得了举世瞩目的成就,实现了改革和发展的历史性跨越。

在这个前所未有的发展时期,高等学校的土木类教材建设也取得了很大成绩,出版了许多优秀教材,但在满足不同层次的院校和不同层次的学生需求方面,还存在较大的差距,部分教材尚未能反映最新颁布的规范内容。为了配合高等学校的教学改革和教材建设,体现高等学校在教材建设上的特色和优势,满足高校及社会对土木类专业教材的多层次要求,适应我国国民经济建设的最新形势,人民交通出版社组织了全国二十余所高等学校编写“交通版高等学校土木工程专业规划教材”,并于2004年9月在重庆召开了第一次编写工作会议,确定了教材编写的总体思路,于2004年11月在北京召开了第二次编写工作会议,全面审定了各门教材的编写大纲。在编者和出版社的共同努力下,目前这套规划教材已陆续出版。

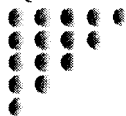
这套教材包括“土木工程概论”、“建筑工程施工”等31门课程,涵盖了土木工程专业的专业基础课和专业课的主要系列课程。这套教材的编写原则是“厚基础、重能力、求创新,以培养应用型人才为主”,强调结合新规范、增大例题、图解等内容的比例并适当反映本学科领域的新发展,力求通俗易懂、图文并茂;其中对专业基础课要求理论体系完整、严密、适度,兼顾各专业方向,应达到教育部和专业教学指导委员会的规定要求;对专业课要体现出“重应用”及“加强创新能力和工程素质培养”的特色,保证知识体系的完整性、准确性、正确性和适应性,专业课教材原则上按课群组划分不同专业方向分别考虑,不在一本教材中体现多专业内容。

反映土木工程领域的最新技术发展、符合我国国情、与现有教材相比具有明显特色是这套教材所力求达到的,在各相关院校及所有编审人员的共同努力下,交通版高等学校土木工程专业规划教材必将对我国高等学校土木工程专业建设起到重要的促进作用。

交通版高等学校土木工程专业规划教材编审委员会

人民交通出版社

2005年8月



“土木工程概论”是“交通版高等学校土木工程专业规划教材”中的一本教科书,主要用于大学本科土木工程专业教学,课程内容属于专业基础课的范畴。

全书共十一章,分别为:第一章,土木工程及土木工程专业;第二章,土木工程材料;第三章,地基和基础;第四章,建筑工程;第五章,道路与铁路工程;第六章,桥梁工程;第七章,隧道工程及地下工程;第八章,其他土木工程;第九章,土木工程设计和施工;第十章,建设法规与建设管理;第十一章,土木工程的新领域及发展前景。本书主要介绍土木工程的内涵及土木工程专业的宏观内容和相应的主要课程体系,土木工程发展简史及土木工程的材料、地基基础、基本结构、设计和施工的一般概念,土木工程的基本建设程序及建设法规的基本轮廓,描述建筑工程、道路工程、桥梁工程、水利工程、环保工程及其他土木工程的基本概念、基本知识及典型工程,介绍土木工程的防灾减灾、计算机应用等新领域以及土木工程的新成果及发展趋势。

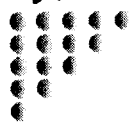
本书采用最新资料,内容丰富、系统,图文并茂,概念清晰,语言流畅,通俗易懂,除作为土木工程专业的教材外,尚可作为其他相关专业的教材及相关工程技术人员、科研人员的参考用书。

本书由北京建筑工程学院及南京林业大学联合主编并完成了全书的编写工作。北京建筑工程学院参编人员有:阎兴华教授、刘栋栋教授、韩焱副教授及陈广峰讲师(博士);南京林业大学参编人员有:黄新教授、朱华平讲师、高敏杰讲师、朱敏讲师及戴兆华老师。

各编者完成的工作内容分别为:阎兴华,第一章、第十一章及第四章部分内容;黄新,第八章;刘栋栋,第二章;韩焱,第三章;朱敏,第四章部分内容;高敏杰,第五章;朱华平,第六章;陈广峰,第七章及第九章;戴兆华,第十章。

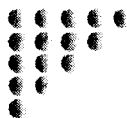
限于编者水平,书中可能会存在一定的疏漏及错误,敬请广大读者及同行批评指正。

目录 MU LU



第一章 土木工程及土木工程专业	1
第一节 土木工程概述	1
第二节 土木工程专业及学习建议	27
思考题	29
参考文献	29
第二章 土木工程材料	30
第一节 砌体材料	30
第二节 混凝土	35
第三节 钢材	38
第四节 其他材料	43
思考题	48
参考文献	48
第三章 地基与基础	49
第一节 地基	49
第二节 基础	53
思考题	59
参考文献	59
第四章 建筑工程	60
第一节 基本构件	60
第二节 建筑工程的类型	64
思考题	82
参考文献	82
第五章 道路与铁路工程	83
第一节 道路工程	83
第二节 铁路工程	90
思考题	97

参考文献	98
第六章 桥梁工程	99
第一节 桥梁结构的基本组成	99
第二节 桥梁类型	101
思考题	109
参考文献	109
第七章 隧道工程及地下工程	111
第一节 隧道工程	111
第二节 地下工程	122
第三节 地下工程防灾	126
思考题	130
参考文献	130
第八章 其他土木工程	131
第一节 给水排水工程	131
第二节 水利工程	138
第三节 港口工程	152
思考题	160
参考文献	160
第九章 土木工程设计及施工	161
第一节 土木工程设计	161
第二节 土木工程施工	163
思考题	182
参考文献	182
第十章 建设法规与建设管理	183
第一节 建设法规	183
第二节 建设管理	187
第三节 建设监理	193
思考题	200
参考文献	200
第十一章 土木工程的新领域及发展前景	201
第一节 土木工程的防灾减灾与计算机应用	201
第二节 土木工程的发展前景	221
思考题	236
参考文献	236



第一节 土木工程概述

一、土木工程的定义及在国民经济中的作用

1. 土木工程的定义及内涵

中国国务院学位委员会在学科简介中对“土木工程”给出的定义为：“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。”

由上述定义可以看出土木工程包括了两个方面的内涵：

(1) 各类工程设施即工程建设的对象，包括了建筑工程、桥梁工程、公路与城市道路工程、铁路工程、隧道工程、水利工程、机场工程、地下工程、港口工程、海洋工程、给水排水工程、环境工程等。

(2) 利用适当的材料和设备建造及维护各类工程设施的工程技术活动，包括了勘测、设计、施工、鉴定加固等。

土木工程在英语中称为“Civil Engineering”，直译是民用工程。它的原意是与军事工程“Military Engineering”相对应的，即除了服务于战争的工程设施以外，所有服务于生活和生产的民用设施均属于土木工程，但是后来这个界限也不明确了。现在已经把军用的战壕、掩体、碉堡、浮桥、防空洞等防护工程也归入土木工程的范畴了。在我国历史上通常把大规模的工程建设活动称为“大兴土木”，如秦始皇修长城、隋炀帝修运河便是人们所熟知的大兴土木的范例。因此现在的土木工程的称谓既沿袭了我国的传统又融入了国际公认的内涵。

2. 土木工程在国民经济中的作用

土木工程包含的内容及涉及的范围非常广泛，它和人民群众的“衣、食、住、行”息息相关，在国民经济中起着非常重要的作用。

要解决“衣、食、住、行”中“住”的问题，就需要建造各种类型的住宅；而“行”则需要建造铁

道、公路、机场、码头等交通土建工程；而“食”需要打井取水，筑渠灌溉，建水库蓄水，建生产农药、化肥及农业机械的工厂，建粮仓及粮食加工厂，建各类餐馆、饭店等；而与“衣”相关的纺纱、织布、制衣等工作，也必须在相应的工厂内进行。总之“衣、食、住、行”都离不开土木工程。

此外，各种工业生产必须要建工业厂房，办公要建办公楼，看病要建医院，上学要建学校，体育要建比赛场馆，旅游、休闲要建宾馆、度假村等等，即使是航天事业也须要建发射塔架和航天基地。可以说各行各业均离不开土木工程。

还应该看到，土木工程的建造需要大量的工程材料和工程机械，还需要大量的劳动力。因此土木工程事业的发展能够有力的促进钢铁工业、建筑材料工业及机械制造工业等相关产业的发展，能够创造大量的就业机会，对推动整个国民经济的发展及保障社会稳定起着非常重要的作用。

正因为土木工程涵盖的内容如此广泛，作用如此重要，所以国家将工厂、矿井、铁道、公路、桥梁、农田水利、商店、住宅、医院、学校、给水排水、煤气输送等工程建设称为基本建设，大型项目由国家统一规划建设，中小型项目也归口各级政府有关部门管理。

二、土木工程发展简史

土木工程发展到现在，经历了古代、近代和现代三个阶段。

1. 古代土木工程

古代土木工程的时间跨度，大致从旧石器时代(约公元前 5000 年起)到 17 世纪中叶。

古代土木工程所用的材料，最早为当地的天然材料，如泥土、石块、树枝、竹、茅草、芦苇等，后来发展了土坯、石材、木材、砖、瓦、青铜、铁、铅，以及混合材料如草筋泥、混合土等；古代土木工程所用的工具，最早只是石斧、石刀等简单工具，后来发展了斧、凿、锤、钻、铲等青铜和铁制工具，以及打桩机、桅杆起重机等简单施工机械；古代土木工程的建造主要依靠工程经验，缺乏设计理论的指导。尽管如此，古代土木工程还是留下了许多伟大的工程，记载着灿烂的古代文明，成为人类共同的、不可再生的宝贵遗产。

下面对一些典型的古代土木工程进行简要的介绍。

(1) 中国古代土木工程

1) 万里长城。是世界上修建时间最长、工程量最大的工程，为世界七大奇迹之一。

长城从公元前 7 世纪始修建，秦统一六国后，其规模达到“西起临洮，东止辽东，蜿蜒一万余里”，于是有了万里长城称号；明朝对长城又进行了大规模的整修和扩建，东起鸭绿江，西至嘉峪关，全长 7000 多公里，设置“九边重镇”，驻防兵力达 100 万。“上下两千年，纵横十万里”，万里长城不愧为人类历史上最伟大的军事防御工程。

万里长城的结构形式主要为砖石结构，有些地段采用夯土结构，在沙漠中则采用红柳、芦苇与砂粒层层铺筑的结构。图 1-1 为八达岭长城。

2) 都江堰和京杭大运河。都江堰和京杭大运河是我国古代水利工程的两个杰出代表。

① 都江堰，位于四川灌县的岷江上，建于公元前 3 世纪，由战国时期秦蜀郡太守李冰父子率众修建，是现存最古老且目前仍用于灌溉的伟大水利工程(图 1-2)。都江堰以无坝引水为特征，由鱼嘴、飞沙堰、宝瓶口三部分组成。鱼嘴是江心的分水堤坝，把岷江分成外江和内江，外江排洪，内江灌溉；飞沙堰起泄洪、排沙和调节水量的作用；宝瓶口控制进水量。都江堰工程设计的合理与巧妙，令现在的许多国内外水利工程专家赞叹不已。

②京杭大运河,是世界上开凿最早、长度最大的人工河。京杭大运河开凿于春秋战国时期,隋朝大业六年(公元 610 年)全部完成,至今已有 2400 多年历史;京杭大运河由北京到杭

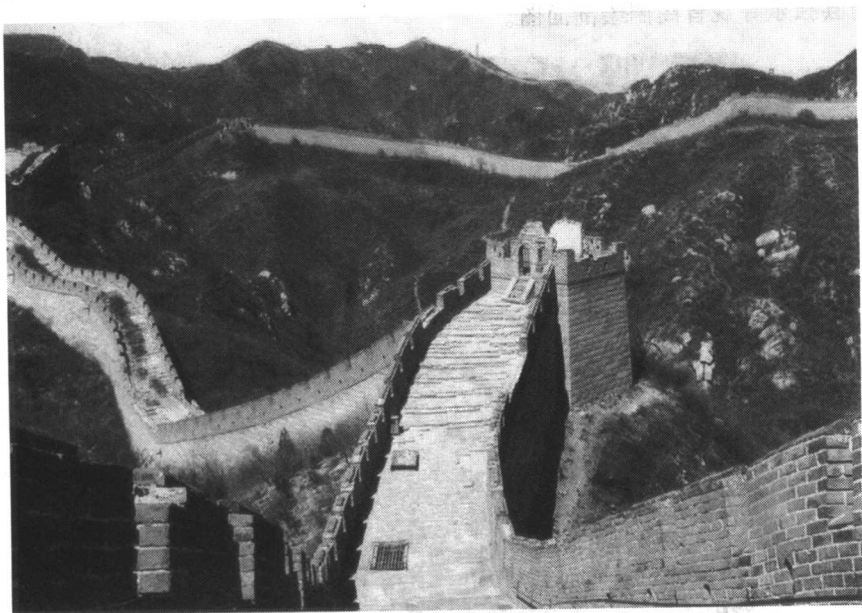


图 1-1 八达岭长城

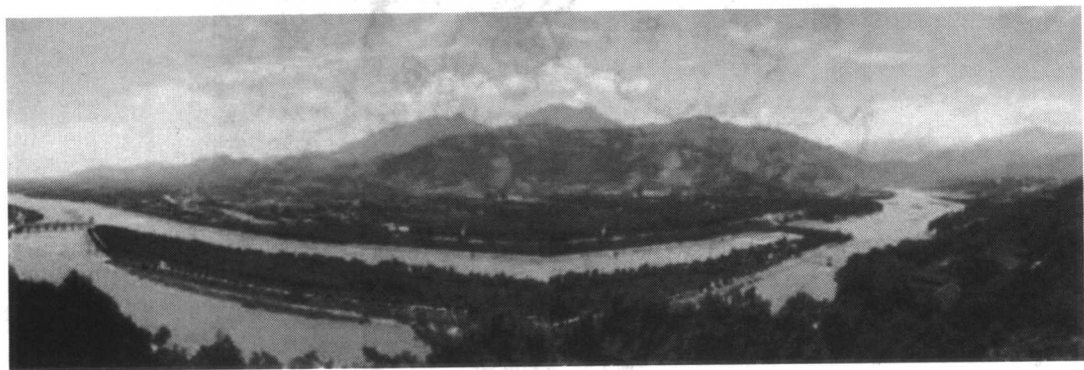


图 1-2 都江堰

州,流经河北、山东、江苏、浙江四省,沟通海河、黄河、淮河、长江、钱塘江五大水系,全长 1794km。至今该运河的江苏段、浙江段仍是重要的水运通道。图 1-3 为京杭大运河的流域图。

3)应县木塔及蓟县独乐寺观音阁

我国古建筑大多为木结构加砖墙建成,应县木塔及蓟县独乐寺观音阁是其中的优秀代表。

①应县木塔(佛宫寺释迦塔),位于山西应县,建于辽代(公元 1056 年),是我国现存最古、最高的木结构佛塔。塔高 67.31m,底层直径 30.27m,横截面呈八角形,共九层(五个明层和四个暗层),底层设置四周环廊。

木塔采用分层叠合的明暗层结构,结构体系近似于当今的高层建筑;木塔用料超过 5000m³,而构件只有 6 种规格。该塔经历了多次大地震,近千年仍完好耸立,足以证明我国古代木结构的高超技术。图 1-4 为应县木塔测绘剖面图。

②蓟县独乐寺观音阁,位于天津蓟县,始建于唐,辽统和二年(984 年)重建。面阔五间

(20.23m),进深四间(10.52m),共3层,内有高16m的塑于辽代的观音像。观音阁在木柱之间设置了斜撑,加强了结构的刚度,一千多年来经受了多次地震的考验,证明其结构是合理的。图1-5为蓟县独乐寺观音阁测绘剖面图。

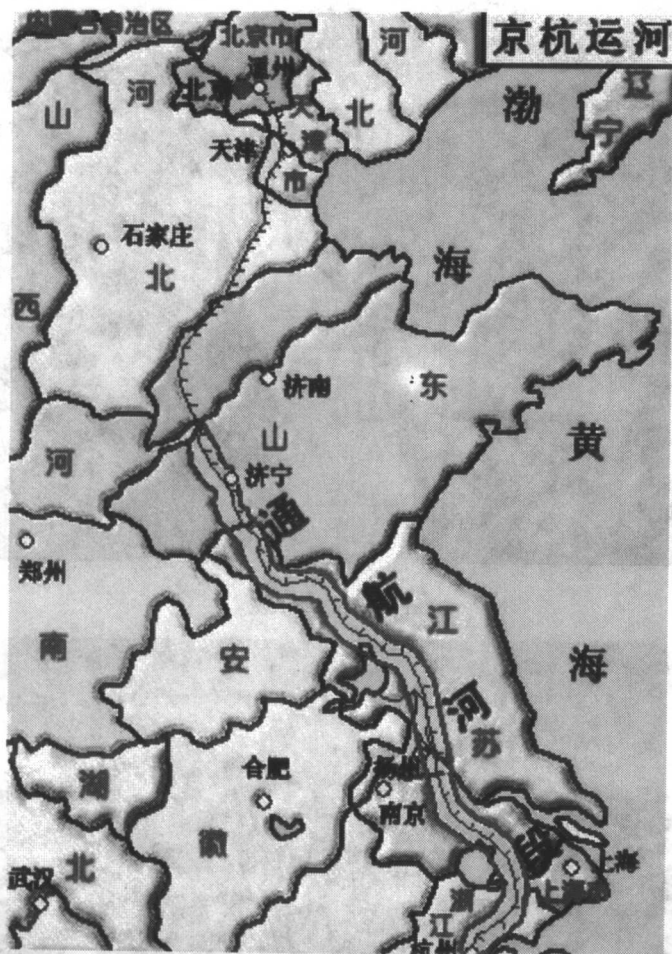


图 1-3 京杭大运河

此外,北京故宫、沈阳故宫等宫殿建筑,明十三陵等帝王陵墓的地上建筑,颐和园、北海等皇家园林及苏州园林的建筑等等,也都是世界著名的中国古代木结构建筑。

4)赵州桥(见图1-6)。又名赵州安济桥,位于河北赵县浚河上,建造于隋代的公元595年~公元605年。赵州桥为单孔圆弧形石拱桥,全长50.82m,桥面宽10m,单孔净跨度37.02m,矢高7.23m,用28条并列的石拱券构成,拱券厚度1.03m;在主拱券的两侧,各设置了两个净跨为3.8m和2.85m的小拱,既可减轻桥的自重,又便于排泄洪水,且显得美观。桥面呈弧形,两侧石栏上雕刻着精美的龙兽图案。赵州桥为隋朝匠人李春设计监造,经千余年后尚能正常使用,确为世界石拱桥的杰作。

(2)古埃及金字塔

金字塔是一种高大的底座为四方形的角锥体建筑物,用巨石建造,是古埃及法老的陵墓。

古埃及第一座石砌金字塔为昭赛尔金字塔,建于公元前3000年,基底东西长126m,南北长106m,高60m,6层台阶。建造于公元前2700~2500年的吉萨金字塔群(见图1-7),是古埃及

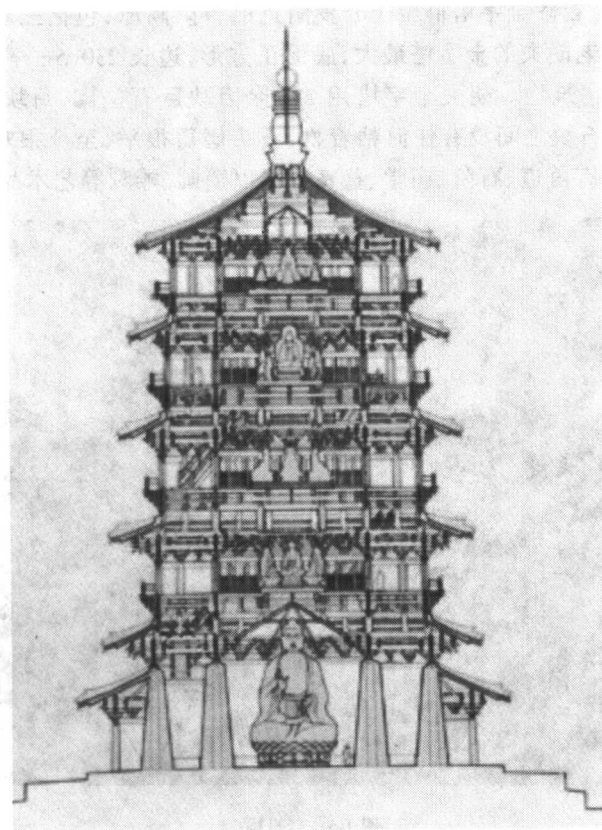


图 1-4 山西应县木塔

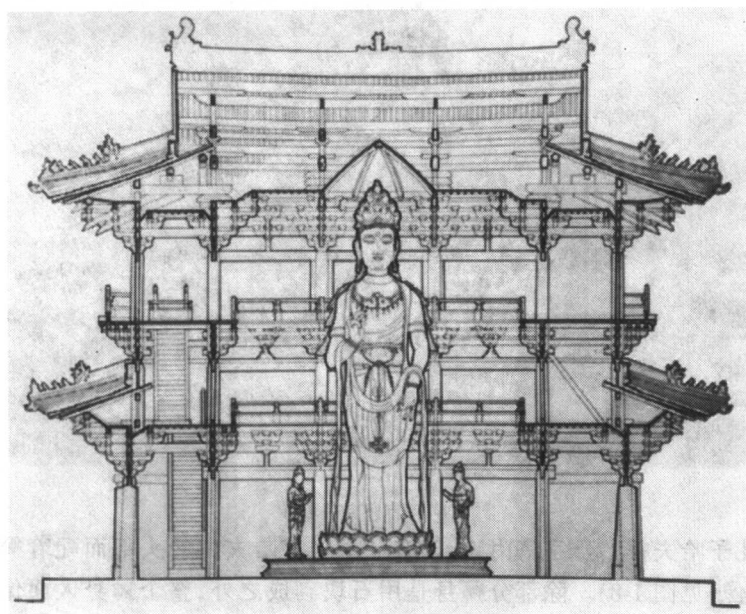


图 1-5 天津蓟县独乐寺观音阁

金字塔最成熟的代表。吉萨金字塔群位于开罗附近的吉萨高原,包括三座大金字塔及狮身人面像,其中第四王朝法老胡夫的金字塔最大,底面正方形,边长 230.5m,高 146.59m,为埃菲尔铁塔以前的世界最高建筑物。胡夫金字塔用 230 余万块巨石垒砌,每块石头平均 2000 多公斤,最大的 100 多吨。石块之间没有任何粘着物,石头磨得很平,至今很难用刀刃插入石块的间隙。塔内结构复杂,有甬道、石阶、庙堂、墓室并饰以壁画、雕刻等艺术品。



图 1-6 赵州桥



图 1-7 吉萨金字塔群

在胡夫的儿子哈夫拉的金字塔附近,建有一个雕着哈夫拉的头部而配着狮子身体的大雕像,即狮身人面像(见图 1-8)。除部分狮身是用石块砌成之外,整个狮身人面像是在一块巨大的天然岩石上雕琢而成的,至今已有 4500 多年的历史。

(3) 古希腊的帕提农神庙

帕提农神庙(见图 1-9)是古希腊最著名的建筑,建造于公元前 447 ~ 438 年,为供奉雅典保

护神雅典娜而建,是雅典卫城的主体建筑。

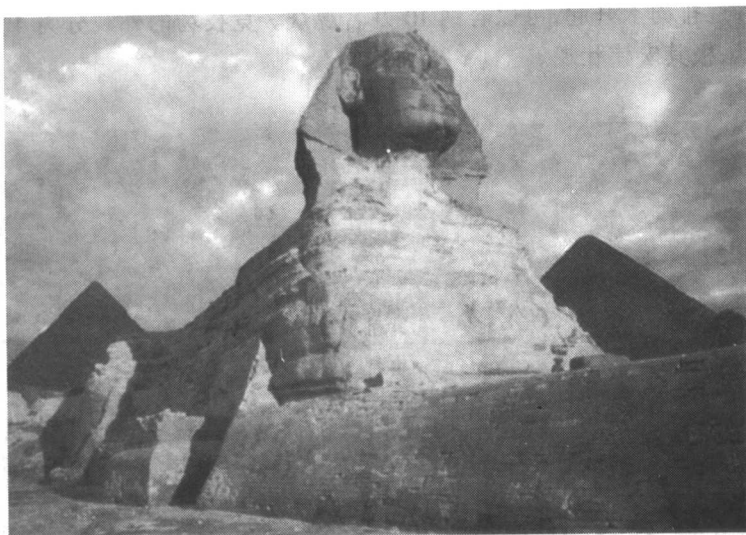


图 1-8 狮身人面像

帕提农神庙建在一个三级台基上,长 70m,宽 31m,柱高 10.5m。整个神庙用坚硬的大理石建造,结构匀称、比例合理,有丰富的韵律感和节奏感,建筑形象宏伟壮丽,神庙的装饰雕刻更是精美绝伦,被誉为“雅典的王冠”。



图 1-9 帕提农神庙

(4) 古罗马竞技场及万神庙

公元前 8 世纪至公元 476 年为古罗马时代,古罗马人在公路、桥梁、城市街道、输水道、神庙建筑及剧场、竞技场、浴场等公共建筑方面均作出了杰出的贡献,并给后世带来深远的影响。

1) 佛拉维奥竞技场(见图 1-10):建于古罗马的佛拉维奥皇朝时代(公元 75 ~ 80 年),是古罗马建筑的优秀代表。竞技场位于意大利罗马的威尼斯广场南面,占地 20 000m²;它是一个椭

圆形的建筑,长轴 188m,短轴 156m,中央表演区长轴 86m,短轴 54m,周长 527m,高 57m;场内设有观众席 60 排,逐排向上升起,可以容纳 10 万名观众。竞技场的外观分为 4 层,由不同艺术形式的柱列支承,极其宏伟壮观。



图 1-10 佛拉维奥竞技场

2) 罗马城的万神庙(见图 1-11);万神庙是罗马穹顶技术的最高代表,穹顶直径和顶端高度均是 43.3m,在现代结构出现以前,它一直是世界上跨度最大的大空间建筑。



图 1-11 万神庙

(5) 索菲亚大教堂(见图 1-12)

索菲亚大教堂位于土耳其伊斯坦布尔,建造于公元 532 ~ 537 年;主体建筑采用砖砌穹顶结构,中央大穹顶直径 32.6m,高 54.8m,支承在用巨石砌成的大柱(截面尺寸约为 7m × 10m)

上,穹顶覆盖的大厅高大宽阔,适宜于隆重豪华的宗教仪式和宫廷庆典活动,沿穹顶底部四周密排着 40 个窗洞,光线射入时形成幻影,使大穹顶显得轻巧凌空。



图 1-12 索非亚大教堂

(6) 巴黎圣母院(见图 1-13)

西欧中世纪建筑的杰出代表,建造于公元 1163 ~ 1250 年,位于法国巴黎城中。教堂宽 47m,深 125m,可容近万人。正面是一对高 60 余米的塔楼,中部有高达 90m 的尖塔。

在古代土木工程时期还出现了一些经验总结和描述外形设计的土木工程著作。其中比较有代表性的为我国公元前 5 世纪的《考工记》,北宋李诫的《营造法式》,意大利文艺复兴时期贝蒂著的《论建筑》等。

2. 近代土木工程

近代土木工程的时间跨度为 17 世纪中叶到 20 世纪中叶,历时 300 余年。在这一时期,土木工程有了革命性的发展,其主要特点表现为如下三个方面:

(1) 土木工程有了比较系统的理论指导,成为一门独立的学科

1683 年意大利学者伽利略发表了“关于两门新科学的对话”,首次用公式表达了梁的设计理论;1687 年牛顿总结出力学三大定律,为土木工程奠定了力学分析的基础;1744 年瑞士数学家欧拉建立了柱的压屈理论,给出了柱的临界压力计算公式,为结构稳定计算奠定了理论基础;1825 年法国的纳维建立了土木工程中结构设计的容许应力法;19 世纪末里特尔等人提出了结构的极限平衡概念。1906 年美国旧金山大地震和 1923 年日本关东大地震,推动了结构动