



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

全国普通高等院校**土木工程类**
实用创新型系列规划教材

土木工程概论

霍 达
曹玉生
王志忠

陈向东 王湛

主 编
副主编
主 审



科学出版社
www.sciencep.com

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

中国科学院教材建设专家委员会教材建设立项项目

全国普通高等院校土木工程类**实用创新型**系列规划教材



土木工程概论

霍 达 主编

曹玉生 陈向东 王 湛 副主编

王志忠 主审



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书作为全国土木工程专业实用创新型系列规则教材之一,是依据教育部《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》和对土木工程专业人才的培养目标和培养方案要求编写而成的。

本书主要介绍土木工程各个分支学科所涉及的内容,力求反映土木工程专业的总体情况和最新发展状况。全书共十三章,主要包括土木工程勘察与设计、工程材料、建筑工程、道路与铁道工程、桥梁与隧道工程、水工结构工程、土木工程相关专业(如建筑设计、交通工程、给排水工程、暖通空调工程等)简介、土木工程施工、建设项目管理及土木工程经济、土木工程防灾减灾、计算机在土木工程中的应用、土木工程职业注册制度及职业资格证书等内容。为了便于学生理解和掌握,每章后均有思考题,同时附以土木工程专业重要的常用中英文术语以供参考。

本书可作为高等院校土木工程专业的本科生教材或教学参考书,也可作为其他专业选修课教材。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程概论/霍达主编. —北京:科学出版社, 2007

(全国普通高等院校土木工程类专业实用创新型系列规划教材)

ISBN 978-7-03-017343-0

I. 土… II. 霍… 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(2007)第 055628 号

责任编辑:何舒民/责任校对:柏连海

责任印制:吕春珉/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年7月第一版 开本:787×1092 1/16

2007年7月第一次印刷 印张:22 1/4

印数:1—3 000 字数:540 000

定价:30.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62137154 (HA03)

全国普通高等院校土木工程类实用创新型 系列规划教材

编 委 会

主 任 霍 达

副主任 (按姓氏笔画排序)

周 云 阎兴华 童安齐

秘书长 张志清

委 员 (按姓氏笔画排序)

白晓红 石振武 刘继明 何浙浙 何舒民

张文福 张延庆 张志清 沈 建 周 云

周亦唐 宗 兰 徐向荣 阎兴华 翁维素

傅传国 程赫明 韩建平 童安齐 雷宏刚

霍 达

前 言

为适应加强基础、拓宽专业、增强适应性的原则要求以及培养集工程、艺术、经济、管理、社会能力于一身的实用创新型复合人才要求，在充分考虑教育部对土木工程专业整合后专业特点的基础上，我们依据土木工程专业人才培养目标和培养方案要求、高等学校土木工程专业指导委员会编制的教学大纲、“实用创新型”系列教材的指导思想要求编写了本教材，旨在使学生了解土木工程专业相关学科，拓宽学生的专业知识面，培养学生的专业意识与实践能力。

本书的编写具有以下几个特点：体现了时代特征，旨在培养创新型复合人才，使学生不仅具有分析解决工程技术问题的能力，而且能从经济系统、社会层面思考问题；具有鲜明的实用性，不仅能充分反映土木工程与各相关专业的相互渗透与交叉，而且注重实际应用；引入国内外最新工程实例，内容具有弹性；具有创新性，即注重对学生基本工程素质和技能的培养，以及自学能力的培养。

本书由北京工业大学霍达教授（第1、2、11、13章）、内蒙古工业大学曹玉生教授（第4章）、北京工业大学陈向东教授（第9章）、汕头大学王湛教授（第3、12、附录）、东北林业大学龚莉副教授（第5、10章）、北京工业大学滕海文副教授（第6、7、8章）共同编写，由霍达担任主编，曹玉生、陈向东、王湛担任副主编，霍达负责制定编写大纲及统稿。

海南大学三亚学院王志忠教授审阅全部书稿并提出很多宝贵建议，在此表示感谢。

由于编者水平所限，不足之处敬请读者批评指正。

目 录

前言	1
第 1 章 绪论	1
1.1 土木工程的内涵及其重要性	1
1.2 土木工程发展历史与现状	2
1.3 土木工程的展望与未来	22
1.4 土木工程专业特点及学习方法建议	24
思考题	26
第 2 章 土木工程勘察与设计	28
2.1 工程地质勘察内容	28
2.1.1 工程地质勘察内容	28
2.1.2 工程地质勘察方法	29
2.1.3 工程地质勘察报告	30
2.2 工程测量	31
2.2.1 地形图测绘	31
2.2.2 施工测量	33
2.2.3 变形观测	42
2.3 地基与地基处理	42
2.4 土木工程力学基础	45
2.5 工程结构设计的基本理论与方法	49
2.5.1 荷载作用	49
2.5.2 应力应变与胡克定律	50
2.5.3 工程结构设计的基本理论	51
2.5.4 工程结构设计的建模	53
思考题	55
第 3 章 土木工程材料	57
3.1 无机胶凝材料	57
3.1.1 石膏	57
3.1.2 石灰	57
3.1.3 水玻璃	58
3.2 水泥	58
3.2.1 硅酸盐系列水泥	59
3.2.2 影响水泥性能的因素	60
3.3 混凝土	61
3.3.1 混凝土的分类	62

3.3.2	混凝土外加剂	64
3.4	建筑砂浆	64
3.5	钢材	65
3.5.1	钢结构	66
3.5.2	钢筋混凝土常用钢材	69
3.6	木材	70
3.6.1	木材的分类和构造	70
3.6.2	木材的应用	71
3.7	建筑塑料	71
3.7.1	塑料的分类	72
3.7.2	玻璃钢	72
3.8	墙体材料和屋面材料	75
3.8.1	墙体材料	76
3.8.2	屋面材料	78
3.9	防水材料	79
3.9.1	防水卷材	79
3.9.2	防水涂料	80
3.9.3	建筑密封材料	80
3.10	装饰材料	81
3.10.1	天然石材	81
3.10.2	建筑陶瓷	81
3.10.3	建筑玻璃	82
3.10.4	建筑装饰涂料	82
3.10.5	其他装饰材料	82
3.11	建筑功能材料	82
3.11.1	绝热材料	82
3.11.2	隔声材料	83
3.11.3	建筑加固修复材料	83
	思考题	83
第4章	建筑工程	84
4.1	基本构件	84
4.1.1	梁	84
4.1.2	板	87
4.1.3	柱	89
4.1.4	墙	90
4.1.5	基础	91
4.1.6	拱	93
4.2	桁架结构与框架结构	95
4.2.1	桁架结构	95

821	4.2.2	框架结构	98
081	4.2.3	排架结构	99
101	4.3	单层及大跨度房屋结构	100
101	4.3.1	网架结构	100
101	4.3.2	悬索结构	103
101	4.3.3	网壳结构	106
001	4.3.4	薄膜结构	110
001	4.4	高层建筑	112
001	4.4.1	高层建筑的发展	112
001	4.4.2	高层建筑结构体系与特点	117
001	4.4.3	国内外著名的高层建筑	119
001	4.5	智能及新型建筑	121
001	4.5.1	智能建筑	121
001	4.5.2	绿色建筑	122
001	4.6	特种结构	123
101	4.7	地下建筑	127
101		思考题	128
	第5章	道路与铁道工程	130
001	5.1	道路工程概述	130
001	5.1.1	交通运输方式及道路运输	130
001	5.1.2	我国道路现状与发展趋势	131
001	5.1.3	公路的分级与技术标准	133
001	5.1.4	公路路线设计与路基设计	133
001	5.1.5	公路交通控制与管理	136
001	5.2	城市道路	136
001	5.2.1	城市道路的组成、功能及特点	137
001	5.2.2	城市道路分类与分级	139
001	5.3	高速公路	140
001	5.3.1	国内外高速公路发展概况	140
001	5.3.2	高速公路的特点、效益和意义	143
001	5.4	铁道工程概述	145
001	5.4.1	引言	145
001	5.4.2	当前世界铁路的发展方向	146
001	5.4.3	铁路线路与轨道	146
001	5.5	高速铁路	149
001	5.6	城市轨道交通及其他	150
001	5.6.1	城市地下铁道的发展	151
001	5.6.2	轻轨交通	154
001	5.6.3	城市轨道交通的技术进步与技术特征	157

80	5.6.4 磁悬浮铁路及新交通系统	158
60	思考题	160
	第6章 桥梁与隧道工程	161
001	6.1 桥梁工程概述	161
001	6.1.1 桥梁在交通运输事业中的作用	161
100	6.1.2 我国桥梁建造的成就	161
110	6.1.3 国外桥梁建设简述	165
111	6.2 桥跨结构	169
111	6.2.1 桥梁的基本组成部分	169
111	6.2.2 桥梁的分类	170
111	6.2.3 特色桥梁工程简介	175
131	6.3 桥梁工程展望	176
131	6.4 隧道工程概述	177
131	6.4.1 国内外隧道发展概况	177
131	6.4.2 隧道的分类及其作用	178
131	6.5 公路隧道	181
131	6.5.1 道路隧道的勘测设计	181
130	6.5.2 道路隧道结构构造	182
130	6.5.3 围岩分类与围岩压力	183
130	6.5.4 公路隧道的施工方法	184
131	6.6 铁路隧道	187
131	6.6.1 隧道位置选择及构造设计	187
131	6.6.2 支护体系设计	189
131	6.6.3 隧道施工方法	190
130	6.7 水底隧道	193
131	6.7.1 水文调查与计算	193
131	6.7.2 隧道建筑设计	194
101	6.7.3 隧道工程结构设计与计算	195
110	6.7.4 隧道防水	195
131	6.7.5 水下公路隧道施工	196
131	思考题	196
	第7章 水工结构工程	198
101	7.1 水工结构工程概述	198
101	7.2 防洪工程	201
101	7.2.1 挡水结构	201
101	7.2.2 河道整治	206
131	7.2.3 分洪工程、水库	206
101	7.3 农田水利工程	207
101	7.4 水力发电及地下电站工程	210

453	7.5 港口航道工程	211
453	思考题	215
	第8章 土木工程相关专业简介	216
453	8.1 城市规划与建筑设计	216
453	8.1.1 城市规划	216
453	8.1.2 建筑设计	217
453	8.2 交通工程	221
453	8.2.1 交通特性分析技术	222
453	8.2.2 交通调查方法	225
453	8.2.3 交通流理论	226
453	8.2.4 道路通行能力分析技术	226
453	8.2.5 交通规划理论	226
453	8.2.6 交通管理技术	227
453	8.2.7 交通安全技术	228
453	8.2.8 智能交通运输系统	229
453	8.3 给水排水工程	229
453	8.3.1 建筑内部给水系统	229
453	8.3.2 建筑内部排水系统	234
453	8.3.3 建筑内部热水供应系统	235
453	8.3.4 建筑屋面雨水排水系统	239
453	8.3.5 居住小区给水排水工程	240
453	8.4 暖通空调工程	241
453	8.4.1 供暖工程	241
453	8.4.2 通风工程	245
453	8.4.3 空气调节工程	246
453	8.5 防护工程	248
453	8.5.1 概述	248
453	8.5.2 国防工程	248
453	8.5.3 民防工程	249
453	8.5.4 防护工程的结构类型	249
453	8.5.5 防护工程结构的设计特点	250
453	8.5.6 防护工程对武器破坏防护要求	250
453	8.6 海洋工程	251
453	思考题	253
	第9章 土木工程施工	255
453	9.1 施工技术	255
453	9.1.1 基础工程施工	255
453	9.1.2 结构工程施工	261
453	9.1.3 防水工程施工	273

113	9.1.4	装饰工程施工	274
313	9.1.5	现代施工技术发展及展望	276
313	9.2	土木工程施工组织	276
313	9.2.1	土木工程施工的特点	276
313	9.2.2	土木工程施工组织设计	277
313	9.2.3	流水施工与网络计划	277
133		思考题	279
	第 10 章	建设项目管理及土木工程经济	280
333	10.1	建筑工程管理	280
333	10.1.1	工程项目	280
333	10.1.2	工程项目管理	282
333	10.1.3	工程项目管理的内容和程序	284
333	10.1.4	工程项目管理的主要方法	285
333	10.2	国际工程管理	286
333	10.2.1	国际工程的概念	286
333	10.2.2	国际工程的特点	286
333	10.2.3	国际工程管理	289
433	10.3	土木工程经济	292
333	10.3.1	概述	292
333	10.3.2	建设项目可行性研究	294
333		思考题	299
	第 11 章	土木工程防灾减灾	300
113	11.1	土木工程灾害概述	300
213	11.2	土木工程防灾减灾技术	303
213	11.2.1	防灾减灾的过程	303
213	11.2.2	减轻灾害的主要技术和措施	304
213	11.2.3	防灾减灾决策	305
213	11.2.4	城市综合防灾体系	305
213	11.2.5	城市防灾规划及防灾工程	307
213		思考题	309
	第 12 章	计算机在土木工程中的应用	310
323	12.1	计算机辅助设计	310
123	12.1.1	计算机辅助设计的概述及其起源和发展	310
323	12.1.2	CAD在我国建筑工程领域的应用	312
323	12.2	土木工程的计算机仿真	317
323	12.2.1	计算机仿真的概念及其起源和发展	317
323	12.2.2	仿真软件在我国建筑工程领域中的应用	319
133	12.3	土木工程专家系统	321
373	12.3.1	人工智能	321

12.3.2 专家系统	322
12.3.3 专家系统在国内土木工程中的应用	326
思考题	326
第 13 章 土木工程职业注册制度及职业资格证书	327
13.1 注册师制度	327
13.1.1 注册制度简介	327
13.1.2 注册师制度的建立对人才培养规格提出了新的要求	327
13.2 土木工程注册师及相关专业注册师介绍	329
13.2.1 注册城市规划师	329
13.2.2 注册建筑师	329
13.2.3 注册结构师	330
13.2.4 注册建造师	330
13.2.5 注册监理工程师	331
13.2.6 注册土木工程师（岩土）	332
13.2.7 注册土木工程师（港口与航道工程）	332
13.2.8 造价工程师	333
13.2.9 注册电气工程师	333
13.2.10 注册公用设备工程师	334
13.2.11 注册咨询工程师（投资）执业资格制度	334
13.2.12 注册资产评估师	335
思考题	335
附录 土木工程常用词汉英对照	336
参考文献	341

第1章 绪论

1.1 土木工程的内涵及其重要性

我国国务院学位办公室在学科简介中对土木工程 (civil engineering) 定义如下：“土木工程是建造各类工程设施的科学技术的总称。”土木工程具有两重含义。其一，土木工程是指各类工程设施，即工程建设的对象，也就是说，土木工程设施是建造在地上、地下、或者水中的，直接或间接地为人类的生活工作、生产科研、交流联络、军事国防等提供服务的各类工程设施，诸如房屋建筑工程、公路与城市道路工程、铁路工程、桥梁工程、隧道工程、机场及其他站场工程、地下工程、矿井工程、港口码头工程、给水排水工程、市政管道与输送线路工程、海洋平台工程、发射塔架工程、电站与输变电工程、防灾减灾与防护工程、防御工程等等。按照国际惯例，土木工程设施也包括堤坝、水库、运河、灌溉等水利工程设施。其二，土木工程作为学科是指有关建造这些工程设施所需用的工程材料、机械设备和新进行的勘察、测绘、规划、设计、施工建造、保养维护、加固改造等专业技术活动的科学技术。

在20世纪50年代，我国第一个五年计划时期，面对当时百业待举、百废待兴的局面，国家对重点建设的长春第一汽车制造厂、洛阳第一拖拉机厂等数百项重点基础性建设项目，给出了一个“基本建设” (capital construction) 的统称，用来统指工厂、矿井、铁道、公路、桥梁、地铁、农田水利、商场、住宅、医院、宾馆、学校、体育场馆、展览厅、机场、码头、大坝、供水、供电、供气和通信线路等土木工程的建设活动，范围涉及工业、农业、交通运输业、生活服务业和军事国防等各个行业。国家设立了国务院基本建设委员会来统一决策和管理这些项目的计划、投资和建设等土木工程的丰富内涵和宽广专业覆盖面可略见一斑。

土木工程作为历史悠久的传统学科，其名称在东西方两种语言中是不同的。汉语说土木工程顾名思义是指涉及用“土”和“木”建造的工程设施，视角切入点是在建筑材料，这源于中国的五行学说：万物皆由金、木、水、火、土五类物质组成。在几千年的历史中，工程设施大都由“石、沙、泥、灰”等所谓的“土”及其烧制而成的“砖、瓦、陶瓷”制品等加上“木材、茅草、藤条、竹子”等“木”制造的制品，因此，汉语中“大兴土木”即大搞工程设施建设，“不宜动土”即不适合搞工程设施建设。而在西方，英语的视角则着眼于工程设施的服务对象，与汉语“土木工程”对等的英语是 civil engineering，其单纯字面翻译是“民用工程”。英语中的土木工程最初仅指除去服务于战争的工程设施之外的服务于生活与生产需要的工程设施。只是发展到现在，才把服务于战争的战壕、掩体、碉堡、浮桥、人防工事等归入 civil engineering 的范畴。

由于内涵丰富、专业覆盖面广，土木工程对人类的生存、国民经济的发展、社会

文明的进步起着举足轻重的作用，其重要性主要体现在土木工程的基础性、带动性和综合性。

1) 基础性。土木工程是一个国家的基础产业和支柱产业，因为土木工程与人类的生活、生产乃至生存息息相关、密不可分。人类的生活离不开“衣、食、住、行”，其中“住”是指房屋建筑，“行”则需要建造铁道、公路、机场、码头等，这两项都与土木工程直接有关；而“食”则需要打井取水，筑渠灌溉、建粮仓储仓、食品加工厂等，“衣”的纺纱、织布、制衣也要在工厂内进行，这两项与土木工程间接相关。只有土木工程设施先行建设好，人们的生活、工作、学习和其他产业才有了活动的空间，有了发展的基础和支持。

2) 带动性。土木工程对国民经济发展的带动作用，主要表现在土木工程的资金投入大，带动行业多，是挖掘和吸纳劳动力资源的重要平台之一。当今，世界城市化进程的加速已成为生产力突飞猛进的重要标志，经济快速发展的国家和地区都正在投入大量资金进行高层大跨建筑、大型立交桥、地下铁路、高速公路、大坝水库、空港海港、石油平台、卫星发射塔架以及其他各种生命线工程设施的建设，土木工程行业对我国国民经济的贡献率约达 25% 左右。特别是我国改革开放的二三十年，固定资产的投入甚至接近和超过了 GDP 总量的一半，其中绝大多数与土木工程行业有关，土木工程行业对我国国民经济的行业贡献率高达 30% 多。它不仅带动了我国钢铁、材料、运输等行业的发展，而且吸纳了大量的农村来城市务工人员。近年来，随着我国城市化建设的持续深入和社会主义新农村建设的蓬勃开展，土木工程的行业贡献率和对国民经济的拉动作用还有持续增长的势头。

3) 综合性。现代科学技术的发展和时代的进步，不断为土木工程技术注入新理念，提供新工具，造就新工艺，提出新要求。特别是现代工程材料的变革，力学理论的进步，计算机应用的推广，对土木工程的发展、进步和更新起着极为重要的推动作用。时至今日，土木工程面对的已不仅仅是往昔传统意义上的砖瓦砂石堆砌，而是有较大高科技含量的现代工程设施建设。土木工程学科已发展成为由新理论、新概念、新材料、新工艺、新方法、新技术、新结构、新设备等武装起来的涉及行业多，内含深邃的大型综合性学科。

1.2 土木工程发展历史与现状

土木工程的发展源远流长，历史悠久。早在远古时代，人类为了自身安全和生存的需要，就已经会利用树枝、石块等天然材料搭建屋棚、石屋（图 1.1），为了精神寄托的需要建造了石环、石台等原始宗教及纪念性土木建筑物（图 1.2）。公元前 5000 年左右至 17 世纪中叶被称为古代土木工程阶段。在古代土木工程的早期阶段，人类只会使用斧、锤、刀、铲和石夯等简单的手工工具，而石块、草筏、藤条、木杆、土坯等建筑材料主要取之于自然。直到公元前 1000 年左右，人类学会了烧制砖、瓦、陶瓷等制品，而公元之初罗马人才会使用混凝土的雏形材料。尽管在这一时期中国出现了建造经验总结的《考工论》（公元前 5 世纪）和《营造法式》（北宋李诫）等土木工程著作，意大利也出现了描述外形设计的《论建筑》（文艺复兴时期贝蒂）等，但当时的整

个建造过程全无设计和施工理论指导，一切全凭经验积累。从这个角度来看，土木工程比机械工程等其他传统学科历史更久长。

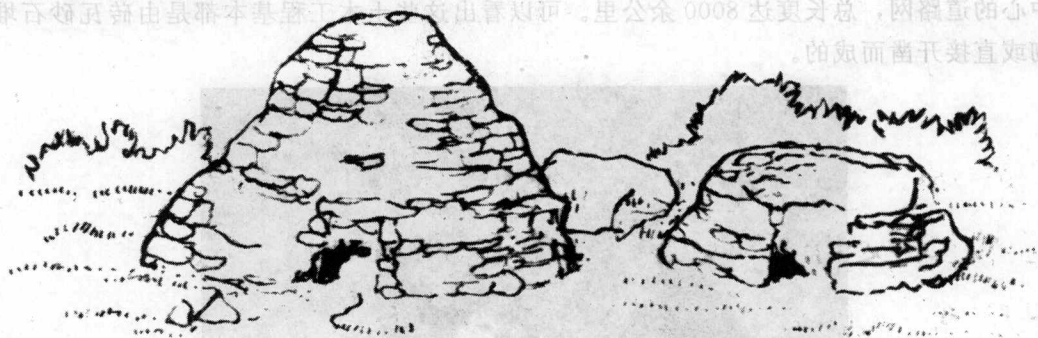
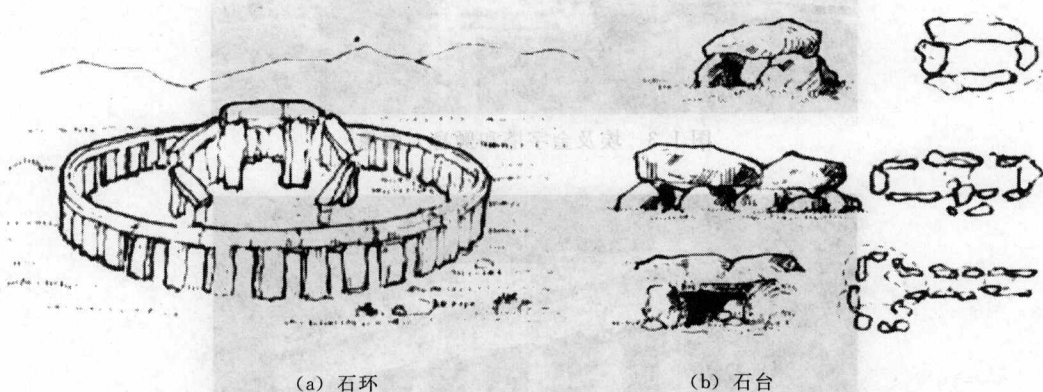


图 1.1 石屋



(a) 石环

(b) 石台

图 1.2 原始宗教及纪念性建筑物

尽管古代土木工程十分原始和初级，但无论是国内还是国外，在 7000 余年的发展过程中，人类还是建造了大量的绝世土木佳作。其中不仅有神庙教堂、陵墓祭坛、竞技场馆、宫殿堡垒等建筑工程，也有运河灌溉等水利工程和道路桥梁等交通设施。这些杰出工程的规模之宏大艰巨、构思之缜密精巧至今令人叹为观止。

在西方，有历史价值的著名土木工程或遗址有：建于公元前 2700~前 2600 年间的埃及金字塔和狮身人面像（司芬克斯）（图 1.3），不仅是目前唯一未倾塌消泯的世界七大奇迹之一，而且也是当今世界上朝向最精确的建筑（正东、正南、正西、正北朝向最大偏差仅为 1.5/10 000）；建于公元前 447~前 438 年间的希腊帕特农神庙（图 1.4）被称为雅典的王冠，是欧洲古典建筑的典范；建于公元前 19~前 20 年的法国加尔桥（图 1.5）是古罗马人为尼姆城修筑的引山泉水渠，三层拱桥、拱门错落，简洁实用中体现优雅韵味；建于公元 75~85 年的意大利古罗马竞技场（科洛西莫斗兽场）（图 1.6）已拥有 5 万个观众坐席和站席，并使用了雏形混凝土；始建于公元 5 世纪的墨西哥奇琴伊察城（图 1.7）是古玛雅帝国的中心城，其库库尔坎金字塔既是神庙，又是天文台；建于公元 532~537 年间的土耳其伊斯坦布尔圣索菲亚大教堂（图 1.8）用砖砌圆形穹顶营造了直径 31m，高 55m 的大空间；埃塞俄比亚中部拉里贝拉独石教堂（图

1.9) 是公元 1200 左右在山体岩石中直接凿建而成的；在公路交通设施方面，欧洲罗马帝国（公元前 30~公元 476 年）修建了含有 29 条主干道 322 条联系支线的以罗马为中心的road网，总长度达 8000 余公里。可以看出这些土木工程基本都是由砖瓦砂石堆砌或直接开凿而成的。



图 1.3 埃及金字塔和狮身人面像



图 1.4 希腊帕特农神庙

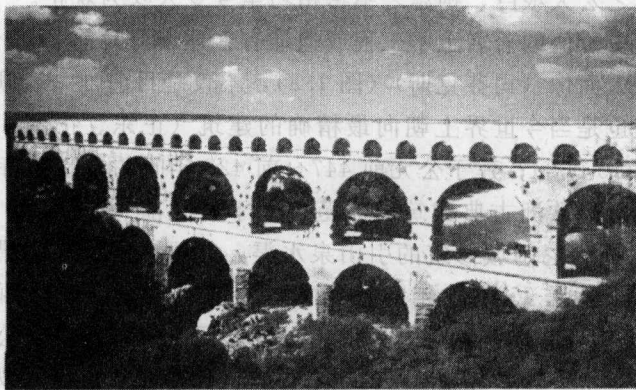


图 1.5 法国加尔桥

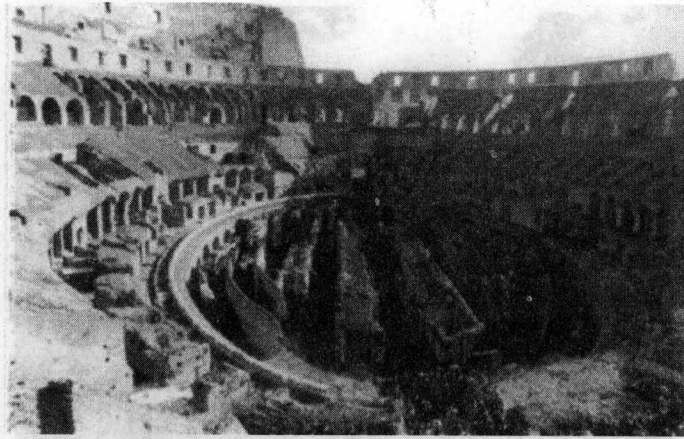


图 1.6 意大利古罗马竞技场



图 1.7 墨西哥奇琴伊察城



图 1.8 土耳其伊斯坦布尔圣索菲亚大教堂