

21

世纪高等学校土木工程类系列教材

土木工程概论

主 编 徐礼华

副主编 沈建武



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社



世纪高等学校土木工程类系列教材



土木工程概论

- 主 编 徐礼华
- 副主编 沈建武
- 参 编 杨金鑫
姜友华
邹维列
刘学军



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

土木工程概论/徐礼华主编;沈建武副主编. —武汉:武汉大学出版社, 2005. 9

21 世纪高等学校土木工程类系列教材

ISBN 7-307-04587-7

I. 土… II. ①徐… ②沈… III. 土木工程—概论 IV. TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 053816 号

责任编辑:夏炽元

责任校对:程小宜

版式设计:支 笛

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:湖北新华印务有限责任公司

开本:787×1092 1/16 印张:30.75 字数:738 千字

版次:2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-307-04587-7/TU·57 定价:42.00 元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

内 容 提 要

本教材是依据 1998 年教育部颁布的《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》和土建类新规范编写的。

本教材以简明、新颖、实用的内容帮助学生了解土木工程所涉及的范围、成就、现状及发展趋势。全书共分 8 章:绪论;房屋建筑工程;道路与铁路工程;桥梁工程;水利工程;隧道工程;港口工程;海洋工程。每章附有思考题。

本书可作为土木工程、测绘工程、工程管理等专业的教材,也可作为建筑学、城市规划、环境工程专业的选修课教材,同时可供从事各类土建工程设计与施工的工程技术人员参与。

前 言

根据 1998 年 7 月教育部正式颁布的《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》,现在的土木工程涵盖了原来的建筑工程、交通土建工程、矿井建设、城镇建设(部分)、道路工程等专业,且是更高意义上的整合与扩展。

本书的指导思想是为引导土木工程专业新生认识土木工程学科的地位与作用,了解土木工程的内涵与范围,树立正确的学习观和工程意识,激发自己的学习潜能,打下良好的思想和方法基础;同时,为满足测绘工程专业对《土木工程概论》课程的要求,着重讲述土木工程各专业领域的设计要求、基本方法及理论依据,以简明、扼要、新颖、实用的内容,使土木工程、测绘工程等专业学生了解土木工程各专业领域的勘测、设计、施工与管理等专业技术,使学生毕业后运用所学的技术和掌握的新成果指导自己的工作。本教材力求突出以下几点:

1. 结合土木工程、测绘工程专业的特点,使该两个专业学生获得土木工程各专业的知识要点,从专业分工的局限性中开拓思想,扩大视野。

2. 力求反映国内外土木工程学科的最新成果,既有国内实际工程经验的高度概括,又有基本理论的简要阐述;既集中各专业有关新规范和手册的精华而具有实用性,又突出各分支专业的发展方向而具有指导功能。

3. 本教材可以与高等教育出版社(2000 年)出版的《土木工程概论 CAI》多媒体光盘、与《土木工程(专业)概论》(该教材由清华大学罗福午教授主编)配套的电子课件互为补充,以增强学生的感性认识,提高学习效果。

4. 在编写本教材过程中,作者考虑到土木工程、测绘工程专业的不同特点,并考虑到教学时数的限制,力求做到密切结合不同专业,简明扼要,重点突出。每章都有思考题和习题,以帮助学生更好地了解和掌握所学知识。

本教材第 1 章由徐礼华编写;第 2 章由姜友华、徐礼华编写;第 3、4、6 章由沈建武、刘学军编写;第 5 章由杨金鑫编写;第 7、8 章由邹维列编写,全书由徐礼华统稿。

本教材可作为土木工程专业的必修课教材,同时可作为测绘工程、环境工程、工程管理等专业的选修课教材。

由于时间和编者水平所限,书中一定有不足甚至错误之处,敬请读者批评指正,多提宝贵的意见和建议。

编著者

2005 年 1 月 武汉

目 录

第1章 绪论	1
1.1 土木工程的一般概念及其特点	1
1.1.1 土木工程的一般概念	1
1.1.2 土木工程的一般特点	1
1.2 土木工程的发展简史	2
1.2.1 古代土木工程	2
1.2.2 近代土木工程	4
1.2.3 现代土木工程	6
1.3 土木工程的未来	7
1.3.1 重大土木工程项目的继续兴建	7
1.3.2 土木工程的可持续发展	9
1.3.3 土木工程信息化	9
1.3.4 土木工程材料的轻质、高强、多功能化	10
1.3.5 土木工程施工技术的重大变化	10
1.4 本课程的内容与学习要求	11
参考资料	11
第2章 建筑工程	13
2.1 建筑的分类、结构组成与体系	13
2.1.1 民用建筑	13
2.1.2 工业建筑	20
2.1.3 总平面布置	24
思考题	26
2.2 建筑材料及其力学性能	26
2.2.1 钢材	26
2.2.2 混凝土	37
2.2.3 石灰、砂浆、木材	47
思考题	48
2.3 建筑结构上的作用与荷载	49
2.3.1 概述	49
2.3.2 恒荷载(永久荷载)	51
2.3.3 活荷载(可变荷载)	52

2.3.4 地震作用	58
思考题	59
2.4 钢筋混凝土基本构件	60
2.4.1 受弯构件	61
2.4.2 受压构件	66
2.4.3 受拉构件	70
2.4.4 受扭构件	71
思考题	73
2.5 多层及高层建筑结构	73
2.5.1 框架结构	73
2.5.2 剪力墙结构	78
2.5.3 框架—剪力墙结构	82
2.5.4 筒体结构(框架—核心筒结构、筒中筒结构)与空间结构	84
思考题	88
2.6 地基与基础	88
2.6.1 地基与基础的概念	88
2.6.2 工程地质勘察	88
2.6.3 地基的应力与变形	91
2.6.4 土压力和土坡稳定	96
2.6.5 基础的类型与受力特点	101
思考题	109
2.7 建筑工程施工	109
2.7.1 土方工程	109
2.7.2 深基坑开挖与支护结构施工	110
2.7.3 单层工业厂房结构施工	111
2.7.4 多层及高层房屋主体结构施工	112
2.7.5 施工组织设计	115
思考题	116
参考资料	117
第3章 道路与铁路工程	119
3.1 公路设计概述	119
3.2 路线平面设计	121
3.2.1 直线	121
3.2.2 圆曲线	123
3.2.3 缓和曲线	126
3.2.4 行车视距	132
3.3 路线纵断面设计	135
3.3.1 概述	135

3.3.2 纵坡及坡长设计	136
3.3.3 竖曲线	138
3.4 道路横断面设计	141
3.4.1 公路横断面组成	141
3.4.2 行车道、路肩及分隔带	143
3.4.3 平曲线加宽、路拱	146
3.5 道路路基路面设计概述	147
3.5.1 概述	147
3.5.2 对路基和路面的基本要求	147
3.5.3 路基和路面结构的组成和划分	148
3.5.4 路面分类与分级	151
3.6 城市道路交叉口设计	153
3.6.1 平面交叉口设计概述	153
3.6.2 平面交叉口分析	154
3.6.3 环形平面交叉	158
3.6.4 平面交叉口竖向(立面)设计	160
3.6.5 道路立体交叉	160
3.7 高速公路与城市快速路	168
3.7.1 高速公路的特点和发展概况	168
3.7.2 高速公路几何线型设计	170
3.7.3 城市快速路	173
3.7.4 高架路设计	184
3.8 城市轨道交通	189
3.8.1 轨道交通的演变	189
3.8.2 轨道交通的种类	190
3.8.3 轨道交通规划	193
3.9 铁路线路设计概论	195
3.9.1 概述	195
3.9.2 铁路线路平面设计	197
3.9.3 缓和曲线	201
3.9.4 铁路纵断面设计	204
3.9.5 铁路选线	208
第4章 桥梁工程	211
4.1 桥梁的基本组成和分类	211
4.1.1 概述	211
4.1.2 桥梁的基本组成	211
4.1.3 桥梁的分类	213
4.2 钢筋混凝土梁桥	221

4.2.1 概述	221
4.2.2 简支梁(板)桥	222
4.2.3 悬臂梁桥	225
4.2.4 连续体系梁桥	227
4.2.5 混凝土梁桥桥面构造	231
4.3 拱桥	236
4.3.1 概述	236
4.3.2 拱桥的基本组成	237
4.3.3 拱桥的主要类型	240
4.4 刚架桥	244
4.4.1 概述	244
4.4.2 刚架桥的类型	245
4.5 斜拉桥	248
4.5.1 概述	248
4.5.2 斜拉桥的结构与形式	249
4.6 悬索桥	255
4.6.1 概述	255
4.6.2 结构构造	257
4.6.3 悬索桥的基本类型和适用范围	262
4.7 桥梁支座	263
4.7.1 支座的作用和要求	263
4.7.2 支座的类型与构造	265
4.8 桥墩和桥台	269
4.8.1 墩台的作用与要求	269
4.8.2 梁式桥桥墩的类型与构造	270
4.8.3 梁式桥桥台的类型与构造	275
4.8.4 拱桥墩台	278
4.9 桥梁基础	282
4.9.1 基础的作用与要求	282
4.9.2 基础的类型与构造	282
思考题	290
参考文献	290
第5章 水利工程	291
5.1 概述	291
5.1.1 水利工程概述	291
5.1.2 水库、水利工程枢纽及水工建筑物	291
5.2 挡水建筑物——拦河坝	300
5.2.1 重力坝	300

5.2.2 拱坝	322
5.2.3 土石坝	336
5.3 泄水、取水和输水建筑物	343
5.3.1 河岸式溢洪道	343
5.3.2 水工隧洞	346
5.3.3 渠首及渠系建筑物	351
5.4 通航建筑物	356
5.4.1 船闸的组成	356
5.4.2 船只过闸程序	357
5.4.3 船闸的类型	357
5.4.4 船闸的基本尺寸	358
5.5 水电站建筑物	359
5.5.1 水能利用及水电站的布置方式	360
5.5.2 水电站的组成建筑物	362
5.6 水利工程施工概述	369
5.6.1 水利工程施工特点和程序	369
5.6.2 施工导流	370
5.6.3 基坑排水和地基处理	373
5.6.4 施工总平面布置图的一般概念	374
5.7 水利枢纽设计概述	375
5.7.1 水利枢纽设计的任务和内容	375
5.7.2 水利枢纽布置	377
5.8 水工建筑物的安全监测	381
5.8.1 安全监测的内容及要求	381
5.8.2 渗透观测技术	381
5.8.3 变形观测技术	383
5.8.4 温度应力观测技术	388
5.8.5 分析观测资料的主要方法	389
思考题	390
参考文献	390
 第6章 隧道工程	 391
6.1 概述	391
6.2 隧道的勘测设计	392
6.2.1 工程调查	392
6.2.2 隧道定位及洞口位置选择	393
6.2.3 隧道的几何设计	396
6.3 隧道施工	400
6.3.1 矿山法	400

6.3.2 盾构法	401
第7章 港口工程	403
7.1 港口规划与布置	403
7.1.1 港口的组成	403
7.1.2 港口规划	405
7.1.3 港口布置	407
7.2 码头建筑	408
7.2.1 码头平面布置形式	408
7.2.2 码头形式	408
7.3 防波堤	411
7.3.1 防波堤的平面布置	411
7.3.2 防波堤布置原则	412
7.3.3 防波堤的类型	412
7.4 护岸建筑物	416
7.4.1 直接护岸建筑	416
7.4.2 间接护岸建筑	419
7.5 港口陆域设施	421
7.5.1 仓库建筑	422
7.5.2 货场	427
7.5.3 港口铁路	427
7.5.4 港口道路	432
7.5.5 轨道建筑	434
7.5.6 港口其他设施	435
7.6 港口规划调查及分析	437
7.6.1 气象条件对港口的影响	438
7.6.2 海象条件对港口的影响	442
7.6.3 河口条件对港口的影响	449
参考文献	451
第8章 海洋工程	452
8.1 概述	452
8.1.1 我国海域概况	452
8.2 海洋环境	452
8.2.1 研究海洋环境的意义	452
8.2.2 海洋特征浅识	453
8.2.3 海洋底浅识	455
8.2.4 海洋环境条件的内容	457
8.2.5 风	457

8.2.6 海浪	459
8.2.7 潮汐	460
8.2.8 海流	461
8.2.9 海冰	462
8.2.10 海啸与风暴潮	463
8.2.11 海底地震	463
8.2.12 海洋生物	464
8.3 海洋开发	464
8.3.1 海洋资源	464
8.3.2 海洋开发的内容	465
8.3.3 海洋开发技术与海洋开发系统	465
8.4 海洋平台	467
8.4.1 概述	467
8.4.2 钻井平台	468
8.4.3 生产平台	472
8.4.4 生活平台	476
8.4.5 近海平台	476
参考文献	476

第 1 章 绪 论

1.1 土木工程的一般概念及其特点

1.1.1 土木工程的一般概念

土木工程作为一门学科,称为土木工程学。它是指运用数学、物理、化学等基础科学知识,力学、材料等技术科学知识以及工程技术知识来规划、设计、修建各种建筑物和构筑物的一门学科。国务院学位委员会在学科简介中为土木工程所下的定义是:“土木工程”(Civil Engineering)是建造各类工程设施的科学技术的统称。它既指工程建设的对象,即建造在地上、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、维修等专业技术。

土木工程,在英文中称为“Civil Engineering”,直译为“民用工程”,这个专用名词是为了把它与军事工程(Military Engineering)区别开来。土木工程研究民用的永久性建筑,而军事工程则研究军用的临时性建筑。公元前 55 年建造的一座横跨莱茵河的桥梁,就是后者的一个例子。土木工程的一个更加确切的定义是:它是研究那些要求固定的建筑物和构筑物的设计与施工的。事实上,这个定义包括:房屋、水坝、隧道、桥梁、运河、卫生系统和运输系统的各种固定部分——公路、机场、港口设施以及铁路路基。

1.1.2 土木工程的一般特点

土木工程所提出的课题是特殊的,因为几乎所有的建筑物和构筑物都是独特的,难得有一个建筑物(构筑物)与另外一个是完全相同的。即或有些建筑物(构筑物)看起来似乎相同,但建筑场地的条件,或其他因素,一般都会引起一些改动。像水坝、桥梁或隧道这样的大建筑物就可能与以前的这类建筑物有实质上的区别。因此,土木工程师必须随时准备并乐于应对新的复杂问题。

土木工程的范围非常广泛,它包括建筑工程、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、港口工程、海洋工程等。

土木工程是一种与人民的衣、食、住、行紧密相关的工程。其中,“住”需要房屋,是与土木工程直接相关的;而“行”则需要修建公路、铁路、桥梁、机场、车站等交通土建工程,与土木工程关系也非常紧密;“食”需要打井取水,筑渠灌溉,建水库蓄水,建粮仓、粮食加工厂等;而“衣”的纺纱、织布、制衣,也必须在工厂内进行,这些也离不开土木工程。此外,各种工业生产必须要建工业厂房,即使是航天事业也必须要建发射塔架和航天基地,这些都属于土木工程的领域。

土木工程是一门历史悠久的学科,但其领域随相关学科的发展、经济建设和社会进步的需要而不断更新、不断发展。

1.2 土木工程的发展简史

土木工程的发展可划分为三个阶段:古代(公元前 5000 年~16 世纪末)、近代(17 世纪中叶~20 世纪 40 年代)和现代(20 世纪中叶以后)。

1.2.1 古代土木工程

古代土木工程的历史很长,它大致从新石器时代(约公元前 5000 年)起至 16 世纪末(17 世纪中叶)。在这一时期,人们主要靠自己的智慧和经验,运用天然材料,如茅草、树枝、石块、泥土等,修建房屋建筑、塔、桥、水利枢纽等工程,所用的工具也很简单,只有斧、锤、刀、铲和石夯等手工工具。尽管如此,古代还是留下了很多具有重要历史价值的建筑,这里略举有代表性的建筑如下。

(1)房屋建筑。大约六七千年前,我国广大地区都已进入氏族社会,已经发现的房屋遗址数以千计。其中具有代表性的房屋遗址主要有两种:一种是黄河流域的木骨泥墙房屋(仰韶房屋);另一种是长江流域的干阑式建筑。仰韶房屋的平面有矩形和圆形两种,墙体多采用木骨架上扎结枝条后再涂泥的做法,屋顶往往也是在树枝扎结的骨架上涂泥而成(图 1.1 和图 1.2)。为了承托屋顶中部的重量,常在室内用木柱作支撑,柱数有一根至三四根不等,说明木结构尚未规律化。柱子与屋顶承重构件的连接,推测是采用绑扎法。室内地面、墙面往往有细泥抹面或烧烤表面使之陶化,以避潮湿,也有铺设木材、芦苇等作为地面防潮层的。

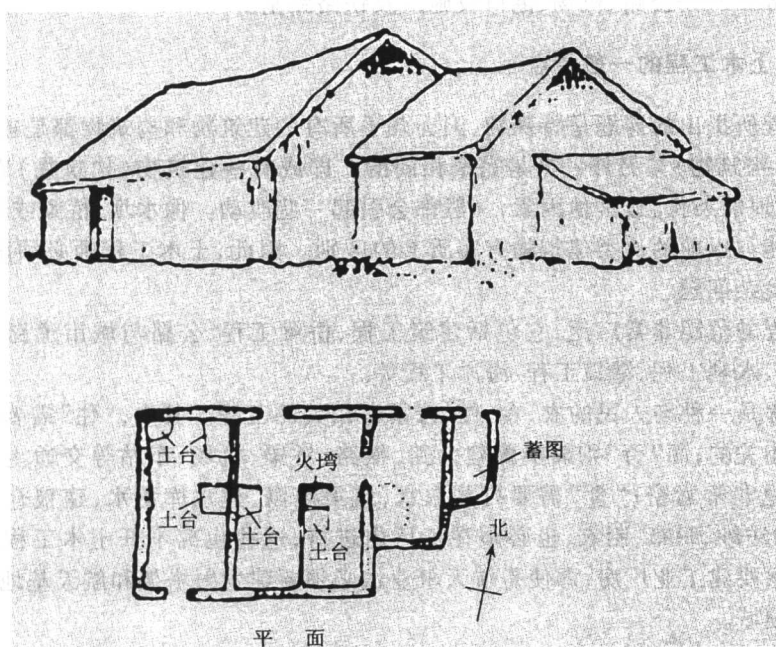


图 1.1 郑州大河村遗址平面及想像复原外观

(2)塔建筑。如埃及的金字塔(图 1.3),建于公元前 2700 ~ 前 2600 年间,由三座塔组成,它们都是精确的正方锥体,形式极其单纯。塔很高,库富金字塔高 146.6m,底边长 230.35m;哈弗拉金字塔高 143.5m,底边长 215.25m,门卡乌拉金字塔高 66.4m,底边长 108.04m。三座金字塔都是采用淡黄色石灰石砌筑,外面贴一层磨光的白色石灰石。所用的石块很大,有的达到 6m 多长。最大的库富金字塔,如果全部折合成 2.5t 重的石块,就有 250 多万块。

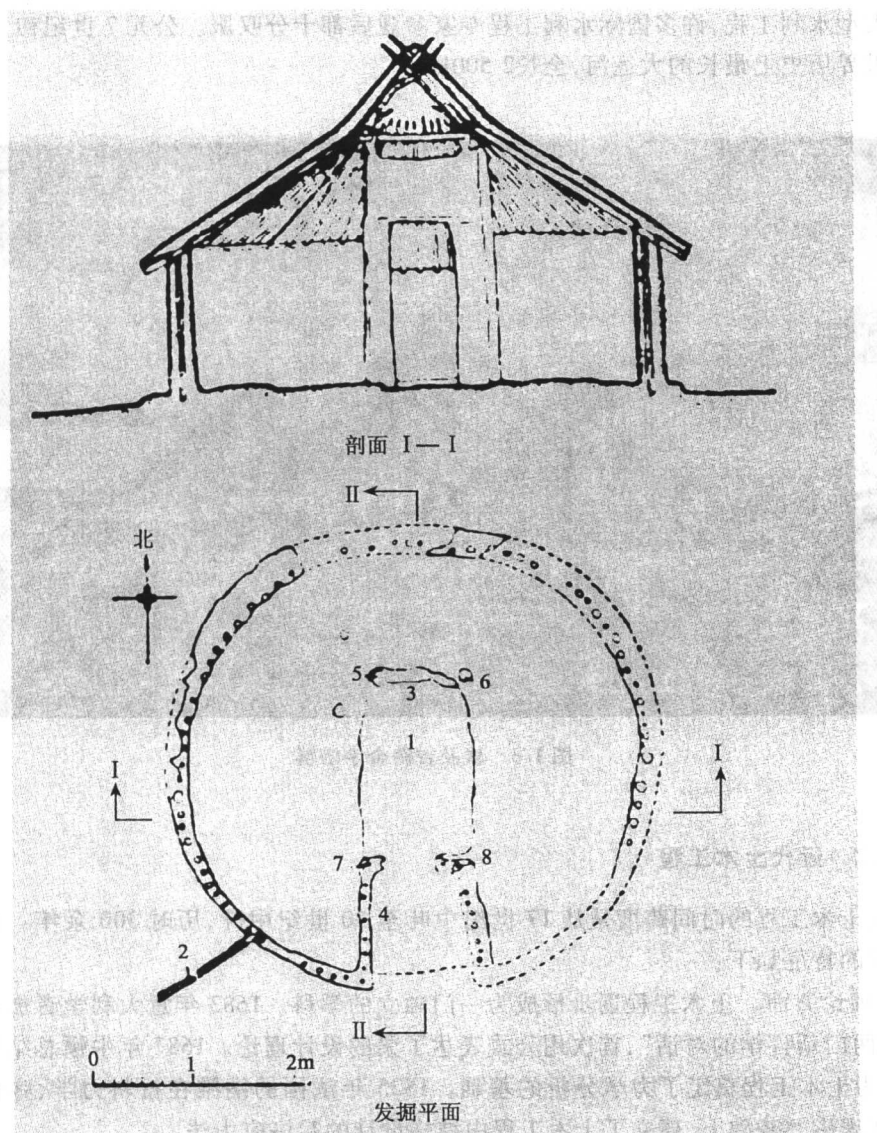


图 1.2 西安半坡遗址平面及复原想像剖面

中国古代塔建筑大多为木结构加砖墙建成。公元 1056 年建成的山西应县木塔(佛寺释迦塔),塔高 67.3m,共 9 层,横截面呈八角形,底层直径达 30.27m。该塔历时近千年,

并经历多次大地震,目前仍完好无损,这足以证明我国古代木结构的高超技术。

(3)桥梁建筑。公元 590~608 年在河北赵县洺河上建成的赵州桥为单孔圆弧弓形石拱桥(图 1.4),全长 50.82m,桥面宽 10m,单孔跨度 37.02m,拱高 7.23m,用 28 条并列的石条拱砌成,拱肩上有 4 个小拱,既可减轻桥的自重,又便于排泄洪水,且显得美观,经千余年后还能正常使用,确为世界石拱桥的杰作。

(4)水工建筑。公元前 3 世纪中叶,在四川灌县,由蜀太守李冰父子主持修建了都江堰水利工程,建成后,使成都平原成为“沃野千里”的天府之乡。该工程被誉为世界上最早的综合性大型水利工程,许多国际水利工程专家参观后都十分叹服。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 2 500km。

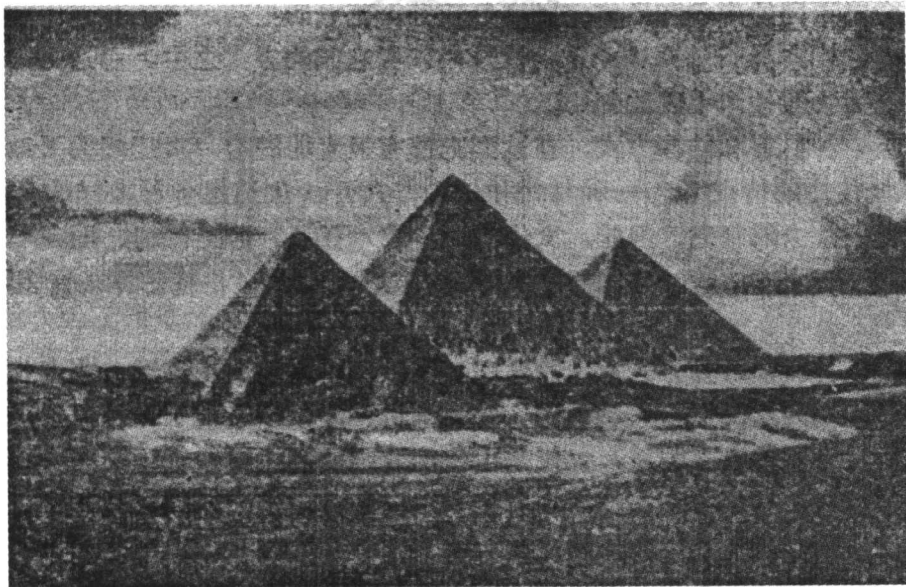


图 1.3 埃及吉萨金字塔群

1.2.2 近代土木工程

近代土木工程的时间跨度是从 17 世纪中叶至 20 世纪中叶,历时 300 余年。这一时期土木工程的特征如下:

(1)理论方面。土木工程逐步形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。1825 年法国的纳维在材料力学、弹性力学和材料强度理论的基础上,建立了土木工程中结构设计的容许应力法。

(2)材料方面。1824 年,英国人 J. 阿斯普丁(Asptin)发明了波特兰水泥。1856 年,转炉炼钢获得了成功,为钢筋混凝土结构和钢结构打下了充分的物质基础。1886 年,美国人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。

(3)工程方面。1875年,法国的J. 莫尼埃(Monier)主持建造第一座长16m的钢筋混凝土桥。1886年,美国芝加哥用框架结构建成了一座高达9层的保险公司大厦,被誉为是现代高层建筑的开端。1889年,法国巴黎建成高300m的艾菲尔(Eiffel)铁塔,使用熟铁近8 000t之多。

1825年,英国人斯蒂芬森在英格兰北部斯托克顿和达灵顿之间修筑了世界第一条长21km的铁路。1863年,英国又在伦敦建成了世界第一条地下铁道。1779年,英国用铸铁建成跨度为30.5m的拱桥。1890年,英国又在爱丁堡附近建成福斯桥,该桥为两孔主跨达521m的悬臂式桁架梁桥(图1.5),桥面在水上45m,总耗钢量50 000t。这样,现代桥梁的3种基本形式(梁式桥、拱桥、悬索桥)相继出现。1931~1942年,德国率先修筑了长达3 860 km的高速公路网。



图1.4 河北赵县的赵州桥

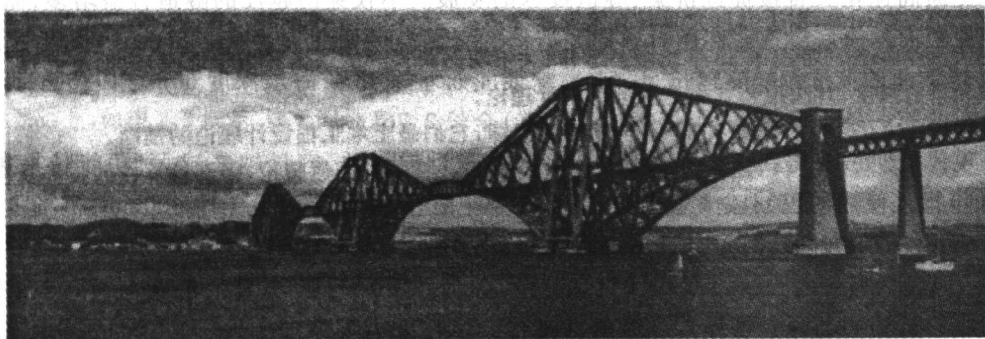


图1.5 福斯桥(悬臂式桁架梁桥)