



面向21世纪课程教材

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高校土木工程
专业指导委员会规划推荐教材

土木工程概论

(第二版)

丁大钧 蒋永生 主编

中国建筑工业出版社

面向 21 世纪 课程教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

土木工程概论

(第二版)

丁大钧 蒋永生 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

土木工程概论/丁大钧, 蒋永生主编. —2 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2010. 8

(面向 21 世纪课程教材. 普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材)

ISBN 978-7-112-12320-9

I. ①土… II. ①丁…②蒋… III. ①土木工程 IV. ①TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 150041 号

本书为高等学校土木工程类各专业一年级的教材, 内容广泛, 包括各类工程结构以及施工、管理、监理、经济和计算机应用等多方面的内容。全书计 19 章, 收集了国内外大量新的工程信息, 列有约 100 幅国内外工程照片和 200 余幅线条图。书中还阐述了有关政策和法令。对各类工程尽可能作了溯源和未来展望, 加强了爱国主义教育, 同时激发学生对祖国建设的热忱和信心。

本书除可作土木工程各专业的专业基础课程教材和供工程技术人员参考外, 也可供在土木建筑领域担任领导及管理工作的同志参阅。

* * *

责任编辑: 朱象清 吉万旺

责任设计: 陈 旭

责任校对: 王金珠 陈晶晶

面向 21 世纪课程教材

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

土木工程概论

(第二版)

丁大钧 蒋永生 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京蓝海印刷有限公司印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 25¼ 字数: 544 千字

2010 年 9 月第二版 2010 年 9 月第十七次印刷

定价: 42.00 元

ISBN 978-7-112-12320-9

(19590)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

第二版前言

《土木工程概论》最初于1988年在东南大学出版社出版。1997年中国建筑工业出版社建议作者进行修订,并更名为《土木工程总论》,作为“高校建筑工程专业系列教材”出版。原《概论》于1994年还曾在台湾地景企业股份有限公司经东大出版社授权出版发行了繁体字版。由于工程发展和教学的需要,2003年中国建筑工业出版社又组织修订,并恢复了《土木工程概论》书名,2006年被评为“面向21世纪课程教材”。

从2003年到2009年的6年间,国内土建工程有了巨大发展,国外也有长足进步。

今在编者虽患重症2年余,但形势逼人,不得不强撑病体,对第4章作重点修改。虽然主编者仍如往昔剪报和收集工程资料,对其余部分也有所更新,单仍请读者鉴宥,主编者因病未能很好履行职责。愧甚。

主编者认为,每个公民最起码应遵纪守法。在电视中惊闻某高校土木专业研究生经济犯罪。主编者编写的教材及有关参考书,使用面广,影响较大,深感不安,只传技术,未能育人,曾作诗自责。今于此书,作一创举,于适当告诫莘莘学子,切不可违法乱纪,否则即使逃脱法律判处(难,切勿心存侥幸!),也将遭到良心谴责,终日惴惴,人格堕地,使合家蒙羞,慎之哉!慎之哉!书稿已打好字,正在整理图片,突闻20世纪90年代中期主编者所指导的硕士生赵××,已担任××县××局长,竟贪污100万元之巨,直如晴天霹雳,轰击头顶,惊痛之余,谨寄言:认罪服法,深刻检讨,好好改造,争取人民宽恕,前途仍现光明,切记!切记!

本书仍保持在第一版《前言》中提到的特点。

本书前各版的合作者蒋永生教授不幸于2007年英年早逝,痛哉!惜哉!他负责编写的第11~17章及第19章改由邱洪兴教授执笔修改。

由于编者水平限制,错误处敬请批评指正,幸甚。

最后还应指出主编者所执笔的章节改动,全由东南大学土木工程学院试验中心邵扣霞工程师为打字,在此谨致谢忱。

本书工程信息截至2009年年底。

86 老人、癌症患者丁大钧于东南大学
2009年9月

第一版前言

1997年,在8年前于东南大学出版社出版的《土木工程概论》的基础上,在中国建筑工业出版社出版了高等学校建筑工程专业系列教材《土木工程总论》。原《概论》于1994年还曾在台湾地景企业股份有限公司经东南大学出版社授权,出版发行了繁体字版,因原版中照片图不够清楚而全部被删去。

从原《概论》到《总论》的8年间,国内外工程建设发展很快,特别是国内,如高层建筑高度在内地已由200m增高至325m,香港达374m,台湾达348m;悬索桥内地和香港分别建成跨度为1385m和1377m,居亚洲第二和第三,世界第四和第五的江阴桥和青马桥,后者且为公路铁路两用悬索桥的世界纪录;又在内地和台湾分别建成亚洲第一、二位,世界第二、三位的容量分别为 10536m^3 和 9400m^3 大型污泥消化池;内地钢产量已连续数年超亿吨,等等。可见发展迅速,都达到了国际先进水平。同时教育部按照加强基础、拓宽专业口径、增强适应性的原则,进行了专业调整 and 改革,故出版了《总论》以适应新形势的需要。

《总论》出版至2001年夏,4年内我国工程建设又有了突飞猛进。上海420m高、居世界第3位的金茂大厦的建成和台北508m高的大厦的建造,后者建成后将取代现世界纪录的452m马来西亚石油双塔楼而成为新的世界纪录。而1490m跨的润扬悬索桥已于2000年10月开始建造,经5年建成后将成为亚洲第二、世界第三位。又146m新丹河石拱桥2000年建成通车,成为遥遥领先的石拱桥世界纪录,等等。各种工程建设的长足发展,从编者20多年剪报中很清楚看出,从2000年到2001年6月,工程建设年剪报量超过前几年的4~5倍。因此《总论》必须修订。

修改较多的为第1、2章和第4章(即原第5章),根据全国土木工程学科专业指导委员会建议将原第3章与原第20章合并,即新修订本将为19章,书名也按照建议改为《概论》。《总论》经过一段时间的教学实践,总的评价是较好的,1999年度曾获建设部科技进步三等奖。但由于完稿时间匆促,对内容深度未能很好斟酌。在修改中删去一些偏深的内容,有些则作简化,图片也经选择,必要时介绍可查阅的文献或放在我校制作的图片光盘(代替在讲授《总论》时配合的幻灯片)中。原有图片尺寸较大,自较清楚和悦目,但为减少篇幅,尽可能予以缩小。删去一些旧图片,适当选用一些新图片以形象加强爱国主义教育和宣传我国的辉煌建设成就,是必需的。

如前所述我国在土木工程建设中创造了不少亚洲或世界纪录。编者认为应根据我国国情考虑,例如我国各种类型混凝土桥都曾建造,唯应力板带桥从未建造

过,而国外建造的最长跨度超过 200m,但其刚度小,目前尚只能用作人行或皮带运输机桥,因此在我国是没有这种必要的。

书中除介绍新的工程信息外,也引入新的发展动向,如可持续发展、地下工程和水工业以及城市建设档案等,也提出编者个人的一些新概念,如对“轻质高强”不应局限于绝对值而也应考虑另一指标,即(强度/密度)比,以及建筑师与工程师密切合作的前景与建议等,供参考。

本书已列为建设部“十五”规划教材,因此在修改的《概论》中保留《总论》中特点并进一步更新和提高。简单总结新的《概论》中具有的主要特点如下:

1. 介绍国际工程新发展,特别是我国近年来的辉煌成就以及近期展望;
2. 进一步宣传国家有关政策法规;
3. 进一步加强爱国主义教育,系统阐述我国处于国际先进和领先的土木工程;
4. 宣传“人定胜天”的思想;
5. 了解土木工程相关学科,指出各课程间的相互关系,引导学生打好基础,扩大知识面;
6. 启发学生思考;
7. 立足国内,放眼世界,适当给出英文专用名词;
8. 给出大量工程信息,配以一定量的工程照片,加强形象教学。

在编制参考文献时,由于引用报纸新的信息很多,这些将不和一般书刊同时编号,它们稍一变动,牵动较大,因此不易掌握,故只在文中上角注出报纸名,月,日,年,而《中国建设报》引用较多,报名亦不列入,如[2.28, 01]即为《中国建设报》2001年2月28日,其他报纸在前面列出简称,如《服务导报》,简称“导”,以供读者参考,敬请作者和读者谅解。

本书信息量很大,有时为了核对一信息(包括查问一个词或英文缩略词)或索取一张照片,往往发电(包括打电话)发函向国内外查询、索讨。

在修改过程中为了有一整体概念,对重点修改章节作者将所有图一一另纸列出,以便对内容进行调整增删。第4章前后进行四次修改,第18章修改三次,其余大都修改二次。

对参考文献列出较多,这不仅便于读者参考,更重要的是使读者学会找参考文献,再从其中“顺藤摸瓜”,扩大寻找“空间”,不断丰富自己的中外文资料库。

本书共分19章,第1~10章、第18章由丁大钧执笔,第19章由丁大钧、蒋永生共同执笔,其余由蒋永生执笔。

必须指出,本书引用的工程信息是截至2001年6月28日,因7月21日向出版社交出修改稿(后因故推迟出版)。有特殊需要时对新信息采取加页注说明。

由于编者水平限制,错误处敬请批评指正。幸甚。

目 录

第1章 综述	1
§ 1-1 历史简述	1
§ 1-2 土木工程的重要性	6
§ 1-3 土木工程的建设与使用	7
§ 1-4 土木工程中的抗灾	10
§ 1-5 城市建设	19
§ 1-6 土木工程的现状和我国现阶段达到的水平	24
§ 1-7 土木工程与可持续发展	28
§ 1-8 关于城市地下空间的开发利用	32
§ 1-9 保护生存环境	36
§ 1-10 伟大战略部署	43
§ 1-11 展望	47
参考文献	50
第2章 工程材料	53
§ 2-1 自然石、砖、瓦	53
§ 2-2 胶凝材料和砂浆	56
§ 2-3 混凝土和混凝土砌块	56
§ 2-4 钢筋、钢筋混凝土和预应力混凝土	59
§ 2-5 钢	72
§ 2-6 木	74
§ 2-7 其他材料	75
§ 2-8 新材料	77
§ 2-9 材料试验与结构试验	79
§ 2-10 展望	81
参考文献	86
第3章 土木工程的基本结构形式	90
§ 3-1 板、梁和柱	90
§ 3-2 拱	91
§ 3-3 桁架	94
§ 3-4 框架	98
参考文献	101

第4章 土木工程与工程结构	102
§ 4-1 土木工程综述	102
§ 4-2 工程结构的结构作用	102
§ 4-3 房屋建筑	106
§ 4-4 特种结构	144
§ 4-5 桥梁工程	149
§ 4-6 公路、铁道及其他	180
§ 4-7 水利工程	195
§ 4-8 给水排水工程	203
§ 4-9 采暖与空调	207
参考文献	207
第5章 土木工程荷载	218
§ 5-1 荷载的定义	218
§ 5-2 作用与效应	218
§ 5-3 荷载的种类	219
参考文献	233
第6章 基础工程	234
§ 6-1 基础的重要作用	234
§ 6-2 基础的型式	236
§ 6-3 薄壳基础	239
§ 6-4 软弱地基的处理	239
§ 6-5 桩基础	241
§ 6-6 沉井	245
§ 6-7 展望	246
参考文献	247
第7章 结构的使用性和耐久性	249
§ 7-1 使用要求	249
§ 7-2 环境污染与材料腐蚀	251
§ 7-3 混凝土结构中钢筋锈蚀的调查研究	252
§ 7-4 混凝土结构寿命	256
§ 7-5 碱—骨料反应	257
§ 7-6 金属的阴极保护	259
§ 7-7 混凝土耐久性研究的两个阶段	261
参考文献	261
第8章 数学和力学与土木工程	263
§ 8-1 一般数学	263

§ 8-2 高等数学	264
§ 8-3 理论力学、材料力学和结构力学	266
§ 8-4 弹性力学和塑性力学	267
§ 8-5 水力学、流体力学和土力学	268
§ 8-6 断裂力学、损伤力学和微观力学	269
参考文献	271
第 9 章 抗震结构工程	274
§ 9-1 结构的延性破坏与脆性破坏	274
§ 9-2 结构抗震试验	274
§ 9-3 结构抗震设计原则	275
§ 9-4 抗震设计的自控制	276
§ 9-5 加装置的被动与主动控制	278
参考文献	280
第 10 章 工程事故和工程加固以及房屋增层	285
§ 10-1 事故的种类及其分析	285
§ 10-2 工程结构常见的事故	286
§ 10-3 自然灾害中的工程损坏	289
§ 10-4 抗震设防	292
§ 10-5 工程加固方法与试验研究	293
§ 10-6 加固工程实例	296
§ 10-7 房屋增层	299
§ 10-8 小结	300
参考文献	300
第 11 章 工程与经济	303
§ 11-1 土木工程在国民经济中的地位和作用	303
§ 11-2 建设项目建议书及可行性研究	304
§ 11-3 市场调查与预测	306
§ 11-4 工程建设条件与地址选择	307
§ 11-5 项目总投资的组成及估算	307
§ 11-6 投资控制	308
§ 11-7 基本建设的工程概(预)算	309
§ 11-8 项目经济评价和社会评价	310
第 12 章 土木工程施工	313
§ 12-1 土石方与基础工程施工	313
§ 12-2 主体工程施工	318
§ 12-3 装修工程与设备安装	328

第 13 章 施工项目管理	329
§ 13-1 工程招标与投标	329
§ 13-2 施工组织设计	331
§ 13-3 施工准备	335
§ 13-4 目标控制	336
§ 13-5 项目合同管理	340
§ 13-6 项目信息管理	342
第 14 章 建设工程监理	344
§ 14-1 概述	344
§ 14-2 施工过程的监理	344
§ 14-3 施工合同管理的监理	346
§ 14-4 监理资料管理工作	349
第 15 章 国际工程承包	350
§ 15-1 国际工程承包的产生与发展	350
§ 15-2 国际工程承包的方式和特点	351
§ 15-3 我国的国际工程承包	353
第 16 章 房地产业与物业管理	356
§ 16-1 房地产的基本概念	356
§ 16-2 房地产经营	358
§ 16-3 物业管理	364
第 17 章 计算机在土木工程中的应用	369
§ 17-1 人工智能与专家系统	369
§ 17-2 计算机辅助设计 CAD	370
§ 17-3 工程结构计算机仿真分析	371
§ 17-4 计算机在管理中的应用	372
§ 17-5 计算机在智能建筑中的应用	373
第 18 章 土木工程的未来	374
§ 18-1 向高空延伸	374
§ 18-2 向地下发展	375
§ 18-3 向海洋拓宽	375
§ 18-4 向沙漠进军	377
§ 18-5 向太空迈进	379
参考文献	380
第 19 章 土木工程专业介绍	382
§ 19-1 历史沿革	382
§ 19-2 土木工程专业培养方案	383
§ 19-3 与土木工程有关的专业	388
§ 19-4 专业评估概述	388

第1章 综 述

§ 1-1 历 史 简 述

在上古时期，人类野处穴居。旧石器时代的北京猿人旧称中国猿人或称北京人（不少于 69 万年前），住在天然岩洞里。距今约 18000 年前，北京周口店龙骨山山顶洞人，亦还住在天然岩洞里。

我国传说中的有巢氏为巢居的发明者。为了避免野兽侵袭，他教民构木为巢，居于树上。

在新石器时代后期仰韶文化的重要遗址中已发现用木骨泥墙构成的居室，如在 1954 年开始发掘的仰韶文化（约为公元前 5000～前 3000 年）重要遗址西安东郊半坡遗址中已有居住区并且有制造陶器的窑场。到公元前 20 世纪（约相当于夏代），已发现有夯土的城墙。商代时已逐渐采用黏土做成的版筑墙〔商高宗武丁（公元前 1324～前 1265 年）的贤相傅说，原即是傅岩地方从事版筑墙的奴隶〕。西周时期已有烧制的瓦。战国墓葬中发现有烧制的大尺寸空心砖，估计至迟这时已有小尺寸的烧制实心砖，因为前者的制作技术远较后者复杂。

在欧洲，大约 8000 年前已开始采用晒干的砖（土坯）；凿琢自然石的采用，大约在 5000～6000 年前；至于在建筑中采用烧制的砖，亦有 3000 年的历史。

1987 年在上海近郊青浦河段发现 6000 多年前我国最早的直筒水井，井底离地面 3.46m，井口略呈椭圆形，直径 60cm 多，井壁光滑，未见加固材料及遗迹。这是人类为生存而斗争所进行的原始汲水工程。

我国大规模兴修水利工程时传说中的夏禹，他奉舜命治理洪水。据后人记载，他领导人民疏通江河，兴修沟渠，发展农业。在治水 13 年中，他三过家门而不入。传说山西河津县西北龙门（禹门）为夏禹治水时所凿。春秋时期公元前 600 年修建了安徽省丰塘灌溉水库。战国魏文侯时西门豹开凿水渠 12 条，引漳水灌溉，改良土壤，以发展农业生产。秦昭王时，李冰任蜀郡守（约在公元前 256～前 251 年），他在岷江流域兴办了许多水利工程，其中以灌县都江堰（图 1-1）最为著名。在此之前，战国初期，蜀相开明决玉垒山，分引岷江水以排水患。李冰父子在前人治水的基础上访察水脉，因地制宜，因势利导，基本上完成了都江堰的排、灌水利工程，于是成都平原“沃野千里，号为陆海”。都江堰以下内、外两江灌溉总面积曾达 300 余万亩，后年久失修逐渐缩减至 200 余万亩。解放后经大力整治扩建，现已扩大至 800 余万亩。

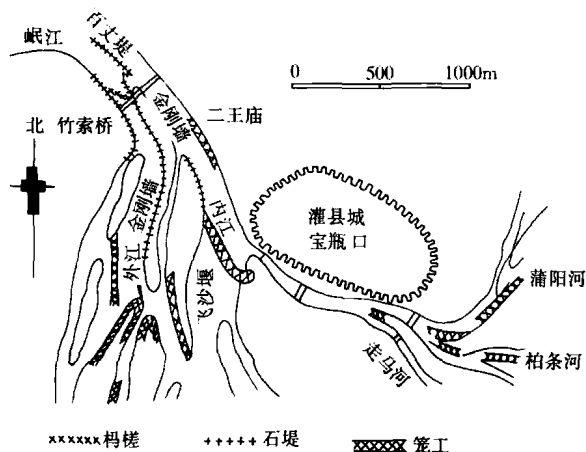


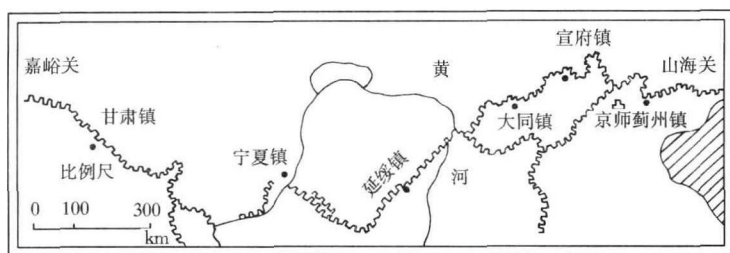
图 1-1 都江堰平面图

解放后我国大量兴修水利，现已拥有大、中、小型水库 8.4 万多座，总库容量 4700 亿 m^3 ，农田灌溉面积 47 亿公顷 (hm^2)。水利部兴建和管理的大中小水电站 4.6 万座，总装机容量 2023 万 kW，年发电量 670 亿 kWh，发展水库养鱼年产量达 81.5 万 t，水库综合经营收入达 513.6 亿元。

长城原是春秋、战国时各诸侯国为了互相防御各在形势险要处修筑的城墙。秦始皇于公元前 221 年统一全国后，为了防御北方匈奴贵族的南侵，于公元前 214 年将秦、赵、燕三国的北边长城，予以修缮，连贯为一。故址西起临洮（甘肃岷县），北傍阴山，东至辽东。明代为了防御鞑靼、瓦剌族的侵扰，自洪武（1368~1398 年）至万历（1572~1620 年）时，前后修筑长城达 18 次，西起嘉峪关，东至山海关，称为“边墙”。宣化、大同二镇之南，直隶、山西界上，并筑有内长城称为“次边”（图 1-2a）。总长 6700km，称“万里长城”，大部分至今仍基本完好。根据近十多年来考证，明辽东镇（明九边之一）长城，从山海关起，迤逦向东，再折向东北至镇北关，转而向南延伸至鸭绿江边（图 1-2b）是石砌城墙，为辽东镇长城，长约 1050km。

旧长城原为黏土拌和乱石建造的。现在河北、山西北部的长城，明代中叶改用大块精制城砖重修，墙高约 12m，宽 7~10m，全部材料约 3 亿 m^3 ，比埃及最大的胡夫金字塔约大 113 倍，是世界上伟大的工程之一。图 1-3（a）所示为距北京 75km 处的明长城，蜿蜒万山中的长城，气势磅礴雄伟。图 1-3（b）为明辽东镇石砌长城大安堡城墙遗址。在湖南、浙江也筑有长城，如湖南凤凰县附近（抵贵州界），长约 38km，初用泥土、砖砌，后改用石砌，明万历年间建造，现尚存并经部分修理。

前已述及，半坡遗址中已有木骨泥墙，当时还只是用未加工的树杆。在河南安阳殷墟发现了宫殿、作坊、陵墓等遗迹。中华民族的建筑体系是木构架制，即在同一台基上先用木材立柱，柱上设梁制成构架，于梁上加桁木，在其上置椽

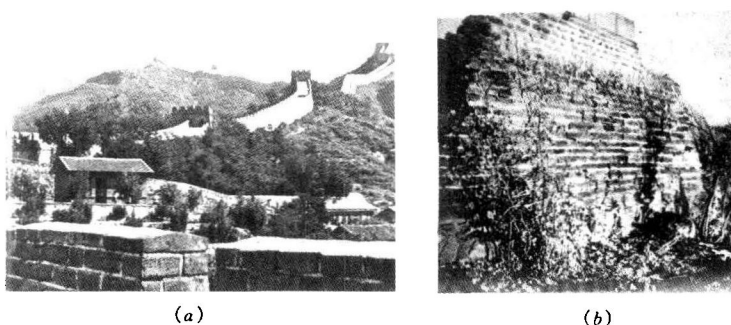


(a)



(b)

图 1-2 长城平面图



(a)

(b)

图 1-3 明长城及城墙遗址

木，再于椽木间加瓦（蝴蝶瓦或筒瓦），构成屋面以遮蔽风雨。这种构架制实为现代钢和钢筋混凝土构架最早在建筑中的应用。因为经历了封建时代的战火，古代木建筑被焚毁殆尽，现仍保存完好的已不多见，其中山西五台县佛光寺大殿建于公元 857 年（唐宣宗时），原认为该寺为现存的最古建筑，后发现山西五台山李家庄南禅寺为三开间的佛教建筑，建于 780~783 年（唐德宗元年~三年）^[1]，虽规模较小，但早于佛光寺约 3/4 个世纪。山西应县佛宫寺木塔建于 1055 年（辽——907—1125——道宗时），有 5 个正层和 4 个暗层，由刹光顶到地面共高 66m（图 1-4），约相当于现代 20 层大厦高度，现外表基本保持得较完整。应县木塔具有抗震、防灾、防火和不受雷击的能力，不受雷击可能与高达 66m 的金属塔刹有关。1926 年军阀混战，对该塔炮击 200 余发，塔身弹痕累累，有十几



图 1-4 佛宫塔

发射中塔身起火,但很快自行熄灭,其原因尚未得到合理解释。

《左传·昭公七年》(公元前 535 年):“楚子成章华之台,愿与诸侯落之”[意为楚国国君(子爵,第四等爵位)建成章华台,希望与各国国君共同庆祝落成典礼],杜预注:“台今在华容城内”。《水经·沔水注》:“台高十丈,基广十五丈”,此应为世界上见诸文字记载的很早的高层建筑。另有认为世界上第一座高层建筑为约建于公元 120 年的也门霍姆丹宫,20 层,约高 100m,位于萨那东南纳格姆山麓,可能采用砂、细石和铅熔在一起砌石建成。萨那高原海拔 2300m,四季如春,故该宫为历代帝王作避暑的夏宫。610 年,也门成为阿拉伯帝国的一部分,693 年派遣曼·本·阿法夫任第一任哈里发,他看到该宫雄伟壮丽,很妒忌和气愤,下令拆

除,另建一座大清真寺,现在寺内看到的 3m 多高的整石柱,据说为霍姆丹宫的楼柱。

桥梁结构最早为行人的石板桥和木梁桥,这也可能为最简单和最古老的桥梁形式^①。后来逐步发展成为石拱桥。拱桥最早见于记载的为晋太康三年(282 年)建造的洛阳七里涧旅人桥(石拱桥)。现保存完好的我国最早石砌拱桥为河北赵县安济桥,又名赵州桥(图 1-5)^②,大约在隋开皇十一~十九年(591~599 年)李春建造,净跨 37.02m,矢高 7.23m,宽约 10m^[2]。该桥无论在材料使用、结构受力、艺术造型和经济上都达到极高的

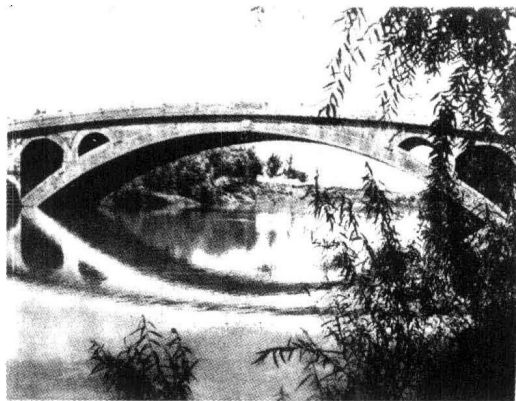


图 1-5 赵州桥

① 在西安半坡遗址中,原始人聚居的四周挖掘成宽 3~4m、深 5~6m 的梯形大围沟,以防野兽入侵,人则通过独木桥(单根树干)通行,这可能是原始的桥梁。

② 河南小商河桥于隋开皇四年(584 年)建造,在漯河市小商河上,桥长约 21m,跨度约 11m,宽约 6.5m,基本完好待修(1995 年 9 月 17 日中央 4 台晚间广播),这样该桥将早于安济桥 7~15 年。

成就,是世界上最早的敞肩式拱桥,它早于欧洲同类桥约 1000 年。1991 年该桥被美国土木工程师学会(ASCE)选为世界第 12 个土木工程里程碑,这对弘扬我国民族文化有深远意义。

我国战国时期已有邮驿,为驿马通行而开辟的驿道。秦始皇统一全国后修建驿道、直道和在今云南、贵州地区通“五尺道”,以加强全国陆路交通,可见我国大规模人工修建道路是很早的。

运河为人工开挖的水道,用以沟通不同的河流、水系和海洋,连接重要城镇和矿区,发展水上运输。在春秋战国末,吴国所开的邗沟以及战国初魏国所开的鸿沟,是我国人工开凿的古老的运河。19 世纪中叶还开凿了供国际通航用的运河。苏伊士运河位于埃及东北部,1859~1869 年,利用数十万埃及劳动力开凿而成,贯通苏伊士海峡,连接地中海和红海。从塞得港至陶菲克港,长 161km,连同伸入地中海和红海的河段,总长 173km。河面宽 160~200m,河底宽 60~100m,平均水深 15m,可通 8 万 t 巨轮,使从西欧到印度洋间的航程比绕道非洲好望角缩短 5500~8000km。它地处欧、亚、非三洲交接地带的要冲,战略地位十分重要。巴拿马运河也是供国际通航用的运河,在中美巴拿马共和国中部,全长 81.3km,宽 91~304m,两端各有水闸 3 座以升降调节水位,水深 13.5m,可畅通 4~4.5 万 t 海轮。该运河于 1881 年起开凿,至 1914 年完工,1920 年通航,使太平洋和大西洋沿岸航程缩短 1 万多公里。

最早的石墙系垒石构成,后来用黏土泥浆砌筑。经过长期的经验积累,人们开始知道在泥浆中加入切短的稻草,以提高抗拉强度。石灰发明后,则用它砌筑砖墙。后来发现加砂可以减少收缩和提高强度,至于加纸筋则是更后的事了。由于一般石灰是气硬性材料,只能在空气中才会吸收 CO_2 而硬化成 CaCO_3 ,故不适宜用于大体积工程和地下工程。水硬性材料则不仅能在空气中硬化,也能在水中硬化。显然在古罗马时代,已知道使用天然水硬性的火山灰建筑道路、城墙和下水道等。挖掘发现当时已知道设置铜杆加强用火山灰建筑的下水道。近期在甘肃秦安县大地湾新石器时代文化遗址里出土了一处约 5000 年前、面积大致为 100m^2 的混凝土地面,强度约相当于 C10 级(即 28 天抗压强度为 $10\text{N}/\text{mm}^2$),其中水泥成分和现代水泥基本相同,早于罗马时代用天然火山灰建造道路约 3000 年^[3]。

随着社会的发展,海上交通更趋频繁,人们须建造海上灯塔指导航向,因而发明了波特兰水泥,因为用它做成的混凝土呈青灰色和英国波特兰岛上的岩石颜色相似。根据其成分,解放后在我国则通称硅酸盐水泥。1850 年法国人朗波(Lambot)制造了第一只钢筋混凝土小船。1872 年在纽约建造了第一所钢筋混凝土房屋。钢材在建筑中的应用也是 19 世纪中叶的事。这两种新材料在工程中的应用,使建造大跨度桥梁和高层建筑以及其他大型土木工程成为现实,在这一领域里产生了第一次飞跃。1928 年预应力混凝土制造成功,实现了土木工程第

二次飞跃。此后,建成了高度超过 100m 直至 400m 以上的大楼(波兰华沙附近钢管无线电塔高达 646.38m,由 15 根缆索锚拉,是当前人工构筑物的最高高度,1991 年 8 月 8 日因更换缆索不慎而塌落),至 20 世纪末有 17 座跨度超过 1000m 的大桥已全部建成通车,为建设美好的未来提供了物质基础。新的工程材料的不断发现、发明和应用,和新结构的不断创造,将会把土木工程这一古老学科,在实践和理论方面推向一个更新的阶段。

§ 1-2 土木工程的重要性

土木工程对国家的经济建设和人民生活的影响非常明显,也是十分重要的。首先,人们生活离不开衣、食、住、行。为了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。十一届三中全会以来,进展尤为迅速。1978 年城市人均居住面积为 3.6m^2 ,到 1990 年,尽管城市人口不断增长,但人均居住面积已达 7.1m^2 ,这是多大的变化!我国计划从 1991 年到 2000 年建造城镇住宅 16.5 亿 m^2 。联合国曾将 1986 年订为“住宅年”,每年 10 月 1 日为“世界住宅日”。辽宁辽阳及江苏仪征化纤生产基地的建成,对解决人民穿衣问题,起了很大的作用。冷库乃至万吨冷库的建造,为解决食物冷藏提供了保障。公路、铁路和水运、空运等在不断发展。与先进国家相比,我国机场数量还较少;港口在不断扩建,内河码头设施等在不断改善。以上很多都与土木工程有关,亦即土木工程密切联系到每个人生活中的四件事:衣、食、住、行。

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。火力发电固需建设厂房,核电站也是这样,核反应堆的基础和保护罩乃至核废料的处理,都牵涉到土木工程,我国已建成的核电站有秦山、大亚湾和岭澳核电站;在建的为连云港田湾核电站;已筹备于 2005 年在广东阳江市阳东县增建一座。又辽宁、江西、山东、湖南、福建和海南 6 省在积极策划兴建。美国则有 113 座,在建 4 座;法国 60 座,在建 4 座;日本 55 座,在建 4 座。即使水力发电,也需建坝和建造机房。露天采矿也不能没有办公用房和生活用房;采矿机械和运输车辆也不能长期露天放置;破碎机和选矿设备也应在室内操作运行。近海平台的设计和兴建,水下仓库、车库、水下和海底隧道也无一不需土建人员参加。宇宙火箭和航天飞机的发射基地和发射架甚至太空试验站都有土木工程人员“用武之地”。

正因为土木工程如此重要,所以称工厂、矿井、铁路、公路、桥梁、农田水利、商店、住宅、医院、学校等等工程的建设为基本建设。

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扩大。因此,对土木工程技术人员的知识面要求更为宽广,学科间的相互渗透和相互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

工程人员亦极端重要；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质量并按计划完成它，而且必须按最佳方案并以最优方式来设计和建造。我们的任务是光荣而艰巨的。

§ 1-3 土木工程的建设与使用

一、土木工程建设

对一项大的土木工程，首先必须论证其可行性，并进行选址，作出规划，提出最佳方案。对其中个体工程，例如对某一建筑物或构筑物，应根据建设任务，通过调查研究，综合考虑其功能要求、投资数额、材料供应、环境及地质水文条件、结构和构造、设备、动力及施工等因素，首先做出初步设计，其内容应包括拟建工程的方案图、说明书和概算。经过送审并批准的初步设计文件是施工准备工作的根据。两阶段设计时的初步设计又名“扩大初步设计”，而后进行施工图设计。对于大型、复杂的工程，则分为初步设计、技术设计和施工图设计三个阶段。技术设计的内容为协调编制拟建工程各自有关工种的图纸、说明书和概算。经过送审并批准的技术设计文件是施工图编制及主要材料设备订货的依据，也是基本建设拨款和对拨款使用进行监督的基本文件。最后进行施工图设计。内容包括确定全部工程的尺寸、材料、结构、构造、设备等据此施工的图纸、说明书、计算书和预算。

图 1-6 为现浇的钢筋混凝土楼板梁的施工图^[4]，这是一根 5 跨连续梁，这里只画出对称的一半。图中小圆内数字是钢筋的编号，根据这些编号，顺次对每种钢筋的构造（直筋还是弯筋、有无弯钩等）、尺寸（钢筋的直径，直的和弯折各部分尺寸）、数量（每一编号钢筋在一层楼面内有多少根）等列出明细表，例如 2 号钢筋是弯筋，因在截面 1-1 及 2-2 中都有，写作 $1\Phi 12$ ，表示 1 根梁内有 2 根（因未画出的对称一半中边跨还有一根）， Φ 表示 II 级带肋钢筋（参看第二章第四节），12 表示钢筋直径为 12mm。

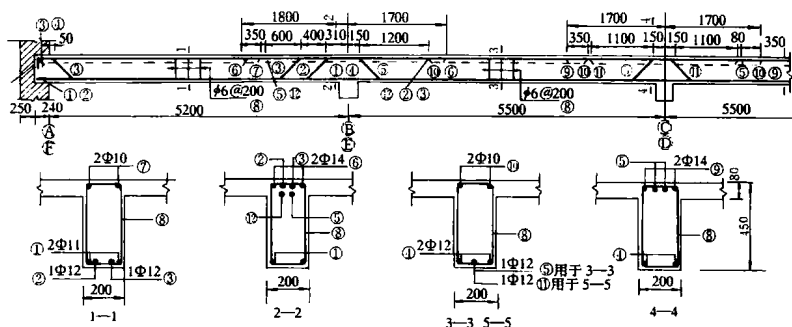


图 1-6 楼板梁施工图