

高等学校试用教材

Daolu Gailun

道路概论

(公路与城市道路、桥梁与隧道工程专业用)

孙家骝 主编

刘景星 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书主要介绍土木工程和道路桥梁工程的基本概念和一般知识以及交通工程和交通运输工程的基本知识,包括土木工程种类、建筑材料、道路简史、道路工程、交通工程、交通运输工程等方面的内容。

本书经全国高等学校路桥及交通工程专业教学指导委员会审定,为高等院校交通土建类专业“公路与城市道路工程”和“桥梁与隧道工程”专业方向学生选修课教材,亦可供路桥成人教育、专业培训以及道路工程科学普及参考。

目 录

第一篇 土木工程

第一章 土木工程概要	(1)
第一节 概述.....	(1)
一、土木工程	(1)
二、土木工程建设程序	(2)
第二节 古代及近代土木工程.....	(3)
一、古代土木工程	(3)
二、近代土木工程	(8)
第三节 现代土木工程	(10)
一、港口建设成就.....	(10)
二、铁路建设成就.....	(10)
三、水工建筑成就.....	(11)
四、高耸、大跨及特种建筑成就	(12)
五、隧道及机场建设成就.....	(14)
第四节 土木工程展望	(15)
一、高新技术在土木工程中的应用.....	(15)
二、未来土木工程发展的趋势.....	(17)
第二章 土木工程种类	(19)
第一节 房屋及特种结构工程	(19)
一、房屋建筑工程.....	(19)
二、特种结构工程.....	(20)
第二节 铁路、道路与机场工程.....	(22)
一、铁路工程.....	(22)
二、机场工程.....	(23)
第三节 水利及港口工程	(25)
一、水利工程.....	(25)
二、港口工程.....	(27)
第四节 给排水及环境工程	(28)
一、给排水工程.....	(28)
二、环境工程.....	(29)
第三章 土木工程材料	(30)
第一节 概述	(30)

一、建筑材料的分类.....	(30)
二、建筑材料与土木工程.....	(30)
第二节 砂石及砖瓦材料	(31)
一、砂石材料.....	(31)
二、砖瓦材料.....	(33)
第三节 胶凝材料	(34)
一、石灰.....	(34)
二、水泥.....	(35)
第四节 普通混凝土与钢筋混凝土	(36)
一、普通混凝土.....	(36)
二、钢筋混凝土.....	(38)
第五节 砂浆与圬工砌体	(39)
一、砂浆.....	(39)
二、圬工砌体.....	(40)
第六节 钢材与木材	(40)
一、建筑钢材.....	(40)
二、建筑木材.....	(42)
第七节 沥青及沥青混合料	(43)
一、沥青材料.....	(43)
二、沥青混合料.....	(44)
第八节 新型建筑材料及发展趋势	(45)
一、新型建筑材料.....	(45)
二、未来建筑材料发展趋势.....	(47)

第二篇 道路简史

第四章 世界道路简史	(49)
第一节 世界古代道路	(49)
一、道路的产生.....	(49)
二、步行及驮运道路.....	(50)
三、马车道路.....	(51)
第二节 世界近代道路	(53)
一、汽车的诞生.....	(53)
二、早期的汽车道路.....	(54)
三、中期的汽车道路.....	(55)
第三节 世界现代道路	(55)
一、1945~1975 年的世界公路	(55)
二、1975 年以后的世界公路	(57)
三、现代高速公路.....	(59)
第四节 现代道路科技	(61)

一、道路勘测新技术·····	(61)
二、计算机自动化设计新技术·····	(62)
三、道路量测技术·····	(63)
四、路基路面新技术·····	(63)
第五节 世界道路展望·····	(64)
一、新技术革命的挑战·····	(64)
二、未来道路的发展动向·····	(65)
第五章 中国道路简史·····	(67)
第一节 我国古代道路·····	(67)
一、上古时期·····	(67)
二、中古时期·····	(68)
三、近古时期·····	(68)
第二节 我国近代道路·····	(69)
第三节 我国现代道路·····	(70)
一、创建时期·····	(70)
二、曲折发展时期·····	(71)
三、开创新局面时期·····	(71)
四、我国公路建设史上几条具有特色的公路·····	(72)
第四节 我国的国道及高速公路·····	(74)
一、我国的国道·····	(74)
二、我国的高速公路·····	(75)
第五节 我国道路现状及前景·····	(76)
一、我国道路现状·····	(76)
二、我国道路前景展望·····	(77)
第六章 桥梁简史·····	(79)
第一节 世界桥梁简史·····	(79)
一、世界古代桥梁·····	(79)
二、世界中世纪时代的桥梁·····	(82)
三、世界现代桥梁·····	(83)
第二节 中国桥梁简史·····	(88)
一、中国古代桥梁·····	(88)
二、中国现代桥梁·····	(91)
第三节 桥梁新技术及展望·····	(94)
一、桥梁新技术·····	(94)
二、未来桥梁展望·····	(97)

第三篇 道路及交通运输工程

第七章 道路工程·····	(99)
第一节 道路的特点及组成·····	(99)

一、道路的特点及功能	(99)
二、道路的组成	(100)
三、道路工程体系的组成	(102)
第二节 道路建设的基本程序	(103)
一、道路规划	(103)
二、道路可行性研究	(103)
三、道路设计与工程招投标	(104)
四、工程概预算	(104)
五、道路施工及工程监理	(105)
第三节 道路的分类及等级	(106)
一、道路的分类	(106)
二、公路与城市道路的分级	(107)
第四节 道路线形工程	(108)
一、道路的平面	(108)
二、道路的纵断面	(110)
三、道路的横断面	(111)
第五节 路基及路面工程	(112)
一、路基工程	(112)
二、路面工程	(113)
三、施工组织设计	(115)
第六节 桥涵及隧道工程	(116)
一、桥涵工程	(116)
二、隧道工程	(121)
第八章 交通工程	(122)
第一节 概述	(122)
一、交通工程学	(122)
二、发展简况	(122)
第二节 道路交通	(122)
一、行人交通	(123)
二、车辆交通	(123)
第三节 交通工程基础	(124)
一、交通心理学	(124)
二、交通流理论	(125)
三、交通调查	(125)
第四节 交通规划与设施	(125)
一、交通规划	(125)
二、交通设施	(126)
第五节 交通管理与控制	(128)
一、交通管理	(128)
二、交通控制	(128)

第六节 交通公害与环境保护.....	(129)
一、交通公害	(129)
二、环境保护	(130)
第九章 交通运输工程	(131)
第一节 交通运输体系.....	(131)
一、交通运输	(131)
二、各类交通运输方式的特点	(132)
三、各种运输方式技术经济特性比较	(134)
第二节 交通运输工具和集装箱运输.....	(134)
一、交通运输工具	(134)
二、集装箱运输	(137)
第三节 新交通体系.....	(139)
一、新交通体系的产生	(139)
二、新交通体系种类及特点	(139)
参考文献.....	(142)

第一篇 土木工程

第一章 土木工程概要

第一节 概 述

一、土木工程

1. 土木工程(Civil Engineering)的定义

衣、食、住、行是人们生活的基本内容。围绕这些基本内容,人们必须修建各种设施,这些设施统称为工程。

土木工程是工程的一个分科,是用土、石、木、水泥、沥青、金属材料、建筑陶瓷、玻璃等材料及其制成品建造的各类工程科学技术和实体的统称。

土木工程也是一门学科,称土木工程学,是指运用数学、物理、化学等基础学科知识和力学、材料学、测量学等技术科学知识以及土木工程技术知识来研究工程的规划、勘测、设计、施工的一门学科。现代土木工程学科内容丰富,涉及面广泛,它包括:建筑工程、道路工程、铁道工程、水利工程、港口工程等各分支学科。从工程实体来看,土木工程包括房屋、道路、铁路、运输管道、隧道、桥梁、航道、堤坝、港口、机场、电站、海洋平台、燃气动力、给水排水、环境工程、防护工程等土木工程建设内容。

土木工程,在英语里称为 Civil Engineering,直译为“民用工程”。它的原意是与军事工程(Military Engineering)相对应的。它包括历史上的机械工程、土木工程、电气工程、化工工程等,这些都具有民用性。后来随着科学与技术的发展,机械、电气、化工都已形成独立学科,土木工程也随之成为专门的独立工程学科。

2. 土木工程的基本属性

土木工程具有下述基本属性:

(1)综合性。建造一项大型的土木工程设施一般要经过规划、可行性研究、勘察、设计和施工等程序,需要运用工程测量、工程地质勘察、水文地质勘察、土质土力学、工程力学、工程结构、工程设计、建筑材料、建筑设备、工程机械、建筑管理、建筑经济等学科和施工技术、施工组织等领域的知识以及电子计算机、工程试验和力学测试等技术。因而土木工程是一个涉及知识面宽,内涵广泛、门类众多、构成复杂的多分支的综合体系,具有很强的综合性。

(2)社会性。土木工程是伴随着人类社会的发展而发展起来的。土木工程设施与社会的发展十分密切,它是各个历史时期社会经济、文化、科学、技术发展的标志,因而土木工程也就成为社会历史发展的见证之一。土木工程的产生、兴建和发展,不断地为人类社会创造崭新的物质空间和社会环境,成为人类社会现代文明的重要组成部分。

(3)实践性。土木工程与生产实践联系紧密,是一门具有很强实践性的学科。早期的土木工程就是通过长期的工程实践,总结成功的经验和吸取失败的教训发展起来的。并且在土木工程的发展过程中,工程实践的经验常先行于理论,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。

(4)技术上、经济上和建筑艺术上的统一性。土木工程设施的建造要力求工程经济、技术合理,应满足人们预期的功能要求。同时,作为一个工程实体,要求在造型、尺寸、比例、线条、色彩以及明暗阴影、建筑艺术、地方特色、民族风格、时代风貌等方面相协调。因此,一个土木工程设施的建造应在技术、经济、艺术三个方面取得协调统一,从而构成一个完美的人造环境空间,为人们生产、生活服务。

3. 土木工程的重要性

土木工程对国家经济建设和人民生活有着十分重要的意义。主要体现在:

(1)人们的衣、食、住、行离不开土木工程。要解决“住”的问题必须建造各类建筑物;要“行”,必须建造铁路、道路、桥梁、机场、港站等等;要“食”,必须打井取水、兴建水利,进行农田灌溉,解决城市供水、排水等;要解决“衣”的问题,就必须建造纺织厂等。各类土木工程设施为人们生产和生活创造了良好的物质空间。

(2)各种工业发展离不开厂房和道路运输,而厂房和道路运输的建设则是土木工程建设的重要内容。因此,通常称工厂、矿井、铁路、公路、桥梁、港口、农田水利以及公用设施(包括住宅、学校、商店、医院等)等等工程的建设为基本建设(Capital Construction)。

(3)农业基本建设也离不开土木工程,农田水利、农村道路、农村住宅,畜牧场、养殖场等等都是土木工程建设设施。

二、土木工程建设程序

1. 工程规划(Engineering Planning)

是指工程项目实施前,根据使用需要、建设环境、自然条件、材料、技术和资金以及国家有关政策、法规、法令进行的工程项目的总体布局、方案论证及重大原则问题确定的工作,如选址、布局、确定建设项目、提出建设要求等。

2. 工程可行性研究(Feasibility Study of Engineering)

是指一种对工程投资项目,在投资决策前进行的技术、经济论证工作。通过调查、研究、推算、比较和论证,选择最少的耗费,取得最佳经济效果的手段和时机。通过可行性研究确定工程建设的基本轮廓,主要解决工程项目的可否、时期和规模三个问题。

3. 工程勘察(Geotechnical investigation and Surveying)

指在工程设计前,对工程建设场地的地质、水文、地理环境特征及与工程建设相关的建设条件进行的调查、勘探、测绘、测试以及综合评定的工作。通过勘察提供工程建设所需的基础资料。工程勘察是基本建设的首要环节,做好这项工作对于建设场地的详细论证和定位,保证工程的顺利进行,促使工程取得经济、社会与环境效益有着十分重要的意义。工程勘察包括工程地质勘察、工程测量、水文地质勘察、工程水文勘察等方面的内容。

4. 工程设计(Engineering Design)

指某个具体土木工程从构思设想到形成可供施工的设计文件的过程。通过设计确定某项工程的方案、工程数量和投资费用,从而为工程施工提供全部技术经济资料。工程设计可分为初步设计、技术设计和施工图设计三个阶段。

5. 工程施工(Engineering Construction)

指通过有效的技术途径和组织方法,按照设计文件的要求建设工程设施的过程。在施工阶段,建设单位(业主)通过招标,将工程任务交给施工单位(承包人)。施工单位应作出施工组织设计,它是指导施工的技术经济文件,并通过对人、财、物的组织管理和具体的各种工程技术的实施,将设计图纸变为现实。在施工全过程中,建设单位通过监理公司对施工单位进行全面的费用、进度、质量、合同的监督管理,最后通过工程竣工验收将完成的工程实体交付使用。

第二节 古代及近代土木工程

土木工程的发展贯通古今,它的产生和发展同社会、经济,特别是与科学、技术的发展密切相关。土木工程的发展大约经历了三个历史阶段,即:古代土木工程、近代土木工程和现代土木工程三个时代。17 世纪始,工程结构开始有定量分析,这是近代土木工程时代的开端;第二次世界大战后,科学技术的突飞猛进是现代土木工程时代的起点。

一、古代土木工程

古代土木工程从新石器时期开始,大约经历了萌芽、形成和发达三个时期。

1. 萌芽时期

从人类出现以来到公元前 3000 年为萌芽时期。古代土木工程从构木为巢,掘土为穴开始,如北京猿人(约 60 万年前),居住在天然的山洞里。距今一万八千年前,北京周口店龙骨山的山顶洞人,也还住在天然山洞里。

随着生产的进步,在人们开始播种、收获并驯养动物以后,开始使用简单的木、石、骨制工具伐木、采石,并以粘土、木材、石头、茅草等为材料,模仿天然掩蔽物建造居住场所。于是,人类最早的土木工程活动开始起步了。

据传,最早的巢居出现于我国,我国在很早就有巢氏教民构木为巢的传说。巢是古代最早的“屋”,也是最早的土木建筑。图 1-1 为马来亚半岛的巢居,蜂巢形石屋、圆形树枝棚、帐篷,是人们建造的最早的地面居住场所,如图 1-2、图 1-3、图 1-4。



图 1-1 巢居

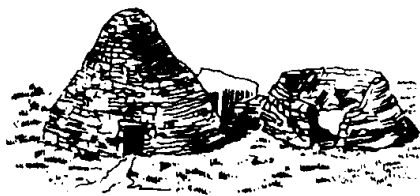


图 1-2 蜂巢形石屋



图 1-3 圆形树枝棚

巨大的石建筑是古代土木建筑文化的标志。为了进行祭祀活动,举行家族仪式,纪念神灵,人们建造了诸如石台、石栏、石柱的巨型石建筑,如法国布列尼的整石柱(图 1-5)。这些巨石建筑,构件巨大,建造精细,无论在施工技术和建筑艺术上都有很高的水平。法国的整石柱,下端

直径 4.28 m, 高约 19.2 m, 重约 250 t, 这在当时, 施工的难度可想而知。

在新石器时代后期(大约公元前 5000 年~公元前 3000 年), 仰韶文化遗址中已发现用木骨泥墙构成的居室。图 1-6 为我国陕西半坡村用木、泥构成的居室。该建筑为圆形, 直径为 5~6m。这一时期已有基础工程的萌芽。柱子埋入土中, 并填有碎陶片或卵石, 是后来柱基石的雏形。墙下挖基槽, 槽内填卵石, 这是墙基的雏形。

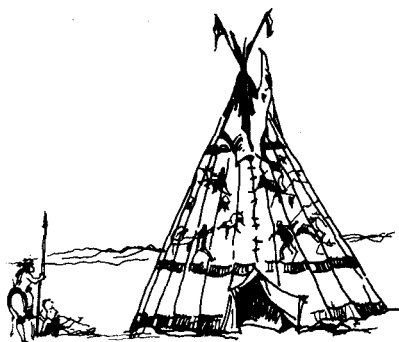


图 1-4 帐篷



图 1-5 石柱



图 1-6 西安半坡村的居室

这一时期的土木工程使用的工具是简单的石器, 如石斧、石刀、石锛、石凿等。所用的材料都是天然材料, 如茅草、竹、芦苇、树枝、树皮、树叶、砾石、泥土等。当时, 由于掌握了伐木技术, 就使用较大的树干做骨架; 有了煅烧加工技术, 就使用红烧土、白灰粉、土坯等, 并逐步懂得使用草筋泥、混合土等混合材料。人们开始建房、筑路、挖渠、造桥, 土木工程完成了从无到有的萌芽阶段。

2. 形成时期

由于生产力的发展, 农业、手工业开始分工, 铜制和铁制工具如斧、凿、钻、锯、刀、铲等的使用, 使土木工程逐步形成, 并日趋完善。这一时期土木工程的主要成就有:

(1) 大约在公元前 3000 年烧制加工的砖和瓦, 为土木建筑开辟了新材料。以后, 砖、瓦成为房屋建筑的基本材料。

(2) 在建筑构造方面, 形成了木构架、石梁柱、券拱等结构体系, 并在宫室、陵墓、庙宇、桥梁、水利工程中广泛运用, 进一步推动了土木建筑的发展。

(3) 三合土等混合材料的出现进一步推动了建筑结构的发展。公元前 3075 年, 在今河南大河村留存的建筑残址中就开始用煅烧的礞石粉、粗砂和粘土配制成的白灰三合土作为胶结材料。

(4) 公元前 300 年, 中国战国时代发明了指南针——司南, 随后出现指南车和自动计程车, 为道路及土木工程的勘测、定位提供了新的手段。



图 1-7 埃及金字塔和狮身人面像

(5) 几何学、测量学的诞生并在土木工程建筑如水利工程、神庙及金字塔的修建、房屋建筑等等中的广泛应用, 使土木工程在设计和勘测方面有了新的进展。

(6) 公元前 5 世纪, 第一部经验总结及形象描述的土木工程著作《考工记》成书。该书记述了木工、金工等工艺以及城市、宫殿、房屋建筑标准与规范。

形成时期代表性的建筑主要有:

(1)金字塔(Pyramid)。是一种方锥形的巨型石建筑物。它是古埃及奴隶制帝王的陵墓。世界最早的金字塔是建于约公元前 2700 年的埃及昭赛尔金字塔。古埃及第四王朝建成的吉萨金字塔群,由数百座陵墓、祭祀厅和庙宇组成,其中胡夫金字塔为世界之最(建于公元前 2723 年~公元前 2563 年),高 146.40 m,底 230.60 m 见方,由 250 万块重达 2.5 t 的大石块干砌而成。

(2)长城(Great Wall)。长城始建于公元前 7 世纪春秋时期的楚国,是举世闻名的城墙建筑,最宏伟的土木工程。按修建时代不同,有秦长城、汉长城、明长城三种。明长城最长,达 6 350 km,如图 1-8。筑城工程因地制宜,就材筑造。在黄土高原一般用土板筑或土筑,玉门关

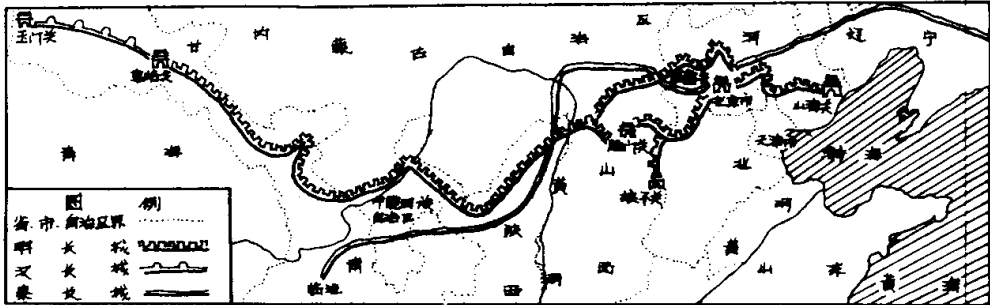


图 1-8 长城示意图

一带的汉长城用砂、砾石和红柳或芦苇层层压叠,无土之处则垒石为墙,山岩溪谷处,则杂用木石建造。明长城曾有一些地段用条石和城砖砌成,其结构种类有条石墙、块石墙、砖墙、夯土墙等,墙高 3~8 m,宽 7~110 m,全部材料约 3 亿 m³,其中砖墙约占 1/3。

(3)都江堰(Dujiang Weir)。我国著名综合性大型水利工程,位于四川灌县岷江中游,战国时蜀郡守李冰父子主持兴建(约公元前 256 年~公元前 251 年)。该枢纽工程由分水导流工程、溢流排砂工程和引水口工程组成。都江堰工程兴建使成都平原“沃野千里,号为陆海”,在岷江中下游地区形成一个灌溉网,目前总灌溉面积达 53.3 万公顷。该工程具有灌溉、防洪、航运等多项综合功能。

(4)雅典卫城(Acropolis)。是希腊著名建筑文化古迹,原城在希波战争中全部被毁,公元前 448 年~公元前 406 年重建。卫城建于 70~80 m 高的山顶上,用地约 300 m×130 m。主要由帕提依神庙、伊瑞克先神庙、胜利神庙以及山门和雅典娜保护神等部分组成。卫城建筑高低错落、主次分明、布局灵活、造型美观,群体组织得当,在西方建筑史中被誉为建筑群组合艺术中杰出之范例,如图 1-9。

(5)阿布辛贝勒·阿蒙神大石窟庙(Great Temple of Abu Simbel)。是古埃及石窟建筑的杰出代表,全部凿岩而成。正面为高 20 m 的四尊巨大雕象,后面为地下建筑,有柱厅和神堂,如图 1-10。



图 1-9 雅典卫城

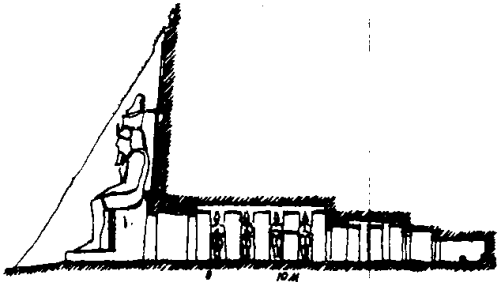


图 1-10 阿蒙神大石窟庙

3. 发达时期

本世纪初由于铁制工具的普遍使用和复合材料的出现,土木建筑的工效得以提高,内容更加丰富,分工日益精细,技术日益精湛,土木工程进入发达时期。

这一时期土木工程的主要成就有:

(1)运用标准化的配件方法,把建筑构件按“材”或“斗口”、“柱径”的模数进行加工,加速了设计进度,使木结构建筑得以迅速发展。

(2)砖石结构中广泛采用单拱券、双层拱券、多层拱券和穹窿顶的多种结构形式,使砖石结构工程如房屋、隧道、桥梁、渡槽等许多结构新、形体大的古建筑迅速发展起来。

(3)预制构件、现场安装的新施工方法和吊装起重工具如木制的“戗”和绞磨等的出现,起吊能力达 300 t,使土木工程施工进度加快、工期缩短、水平提高。

(4)土木工程建筑工艺技术更加进步,分工日益细致,工种已有木作、瓦作、泥作、土作、雕作、旋作、彩画作、窑作等。担任工程设计和指挥的建筑师、工程师等专门人才开始出现。多种测绘仪器也相继产生,如抄平水准设备、度量外圆和内圆、方角等几何形状的器具“规”和“矩”等。设计计算方面已能绘制平面、立面、剖面和细部大样详图等,并采用模型设计的表现方法。

(5)天然混凝土出现。公元前 2 世纪,罗马人用石灰和火山灰的混合物作胶结材料制成天然混凝土,广泛用于土建工程,有力地推动了当时券拱结构的发展。

(6)这一时期的代表性著作有:中国宗喻皓的《木经》、木诫的《营造法》、宋应星的《天工开物》等;古罗马帝国时期维特鲁威的《建筑十书》,以及意大利文艺复兴时期阿尔贝蒂的《论建筑》等。这些都是当时土木建筑工程实践的结晶。

发达时期代表性的建筑主要有:

(1)佛光寺(the Maim Hall of Foquang Temple)。佛光寺大殿,建于公元 857 年,位于山西五台山,是中国现存的古代著名木构建筑,如图 1-11。

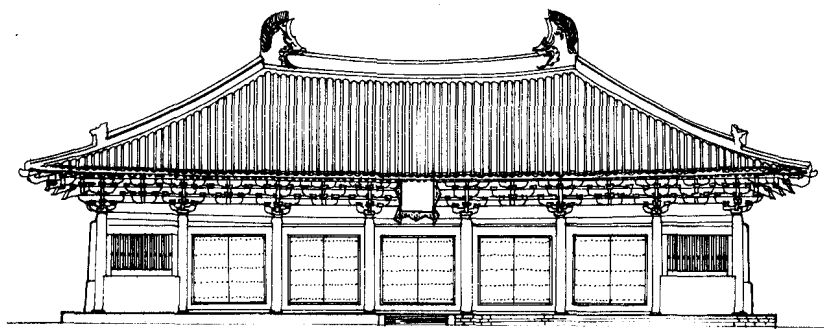


图 1-11 佛光寺大殿

(2)嵩岳寺塔和释迦塔(Songyuo Temple and Shijia Pagoda)。这是我国古代有名的塔式建筑。嵩岳寺塔,建于公元 520 年,在河南开封县太室山,平面呈十二边形,为密檐式,空间结构,高 39.5 m,底直径 10.6 m,共 15 层,为我国现存最早的一座砖塔,如图 1-12。释迦塔,建于公元 1056 年,位于山西应县佛宫寺内,塔平面呈八角形,塔高 67.31 m,底直径 30.27 m,共 9 层,为我国仅存的一座古代木塔,如图 1-13。

(3)大运河(Grand Canal)。世界开凿最早、最长的运河,大运河从北京起,经天津市和河北、山东、江苏、浙江四省,沟通海河、黄河、淮河、长江和钱塘江五大水系,全长 1 794 km,水面宽 30~70 m。大运河是中国古代南北交通的大动脉,始建于公元前 485 年,直到公元 610 年的隋代才基本建成。

(4)唐长安城。建于公元 583 年,是世界规模最大的古城。该城东西长 9 721 m,南北长 8

651 m,总面积达 84.10 km²,是当时世界十大城市之冠(当时的罗马城仅 13.68 km²),总人口在 100 万人以上。该城市的规划、布局继承了历代城市布局的传统,按正方整对称的原则将宫城和皇城放在全城主要位置上,为典型的棋盘式布局,成为我国严整方正布局都城的典型。它的规划设计后来为日本平安京城所借鉴。



图 1-12 嵩岳寺

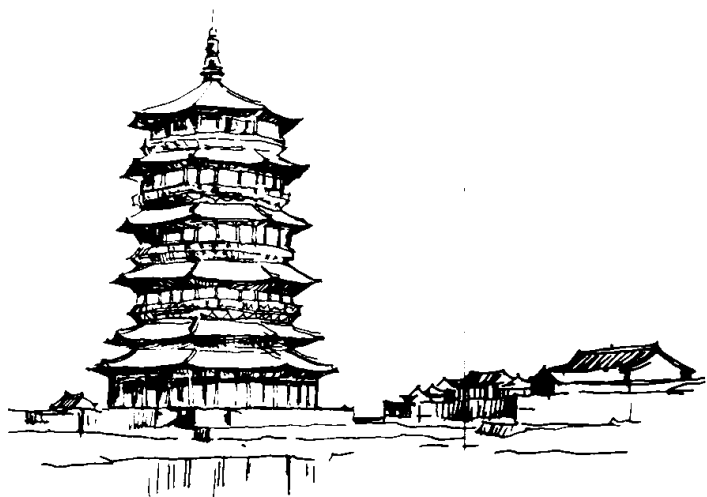


图 1-13 释迦塔

(5)尼姆·加尔桥(Nimes Gard Bridge)。建于公元 14 年,该桥为古罗马供应城市用水修建的输水道上的桥,水道长约 40 km,跨法国尼姆加尔河谷,桥长 283.83 m,最高处离地面约 48 m。全桥由三层叠合的连续石券拱组成,如图 1-14,是古罗马石结构拱券的典范。

(6)淮堰(Huai Weir)。建于中国南朝时期(公元 516 年),位于今安徽寿县淮河上。坝长 4 050 m,高 50 m,水深 48.75 m,是世界上第一座拦河大坝。

(7)圣彼得大教堂(St. Peter Cathedral)。始建于公元 1506 年的罗马,为世界上最大的天主教堂。该建筑平面呈拉丁十字形,长 212 m,翼部两端长 138 m,立面对称,构图严谨,中心突出,雄伟壮观,是当时许多著名建筑师和画家智慧的结晶,如图 1-15。

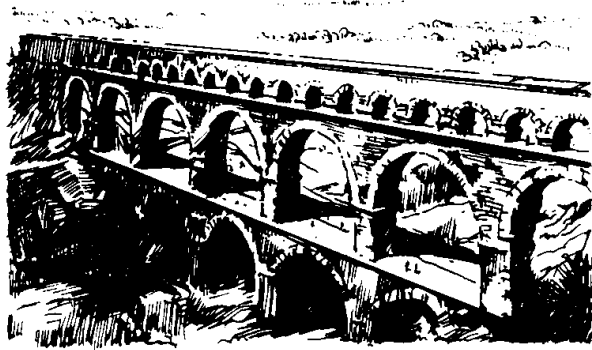


图 1-14 尼姆·加尔桥

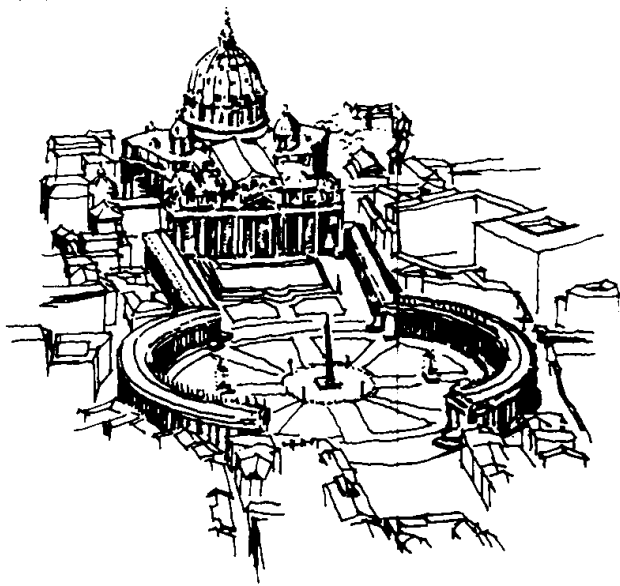


图 1-15 圣彼得大教堂和大广场

二、近代土木工程

从 17 世纪中叶至 20 世纪中叶的 300 年间,是土木工程发展较快的时期。这一时期,土木工程发展趋于成熟。18 世纪下半叶,蒸汽机的使用推进了产业革命,产业革命的进步为土木工程的发展提供了材料、机具、技术和工艺多方面的条件,向土木工程提出了新的需求,从而使土木工程以空前的速度向前发展。

1. 土木工程主要成就

(1) 土木工程材料发生了巨大的变革,有力地推动了土木工程的发展。这一时期土木工程材料由传统的木、石、砖、瓦为主,到开始并广泛使用铸铁、钢材、水泥混凝土制品特别是 1796 年英国人帕克制造了水泥(称罗马水泥)和 18 世纪中叶钢材在建筑上的应用,使大跨、高层建筑以及其它大型土木构造物得以实现,这是土木工程领域中产生的第一次飞跃。

(2) 土木建筑新结构的出现。这一时期的 1867 年,法国人丁·莫尼埃第一次用钢筋混凝土建造了蓄水池;1886 年,美国人 P. H. 杰克逊首次应用预应力混凝土制作建筑构件,这一新的变革,实现了土木工程的第二次飞跃,加之随后壳体结构和悬索结构的出现并取代了石拱结构,使土木建筑开始向高层、大跨、轻型化方向发展,把土木工程技术推向现代化。

(3) 建筑力学和结构理论的成就。伽利略、牛顿等所阐述的力学原理是近代土木工程发展的起点。1638 年伽利略《关于西门新科学的谈话和数学证明》的出版,1687 年牛顿总结的力学运动三大定律,1744 年瑞士数学家 L·欧拉的《曲线变分法》的出版以及 1825 年纳维结构设计的容许应力分析法的提出,19 世纪末 G. D. A. 里特尔等人的钢筋混凝土理论的建立,这些数学、力学和建筑结构的理论研究成果为土木工程设计理论奠定了基础,使土木工程学科日趋成熟,促使其向深度和广度发展。

这一时期,1734 年我国清代颁布的《工程做法则例》(共 74 卷),是一部建筑规范化、模数化的专著,也丰富了世界土木建筑理论的内容。

(4) 土木建筑新技术、新工艺、新机械的应用。主要反映在:1850 年波特兰水泥的生产;1856 年贝塞麦转炉炼钢法的发明,钢材广泛应用于土木工程;19 世纪中叶蒸汽机、内燃机和电动机的出现以及广泛应用于土木工程的各工程作业,如:抽水、打桩、挖土、轧石、凿岩、碾压、起重、材料加工等,并逐步形成各种施工专业机械和配套机械;1906 年黄色炸药的推广应用以及高层建筑新技术、预应力锚固技术的应用等。多方面新技术、新工艺、新机械的应用,有力地推动了土木建筑技术的进步,使一些高、难的大型土木工程建设得以实现,促进了土木工程向量大、快速、类型多样的现代化方向发展。

2. 有代表性的土木工程

(1) 苏伊士运河和巴拿马运河的开通。苏伊士运河,建于 1859~1869 年,位于埃及东北部,全长 195 km,河宽达 200 m,可通 8 万 t 巨轮。该运河将地中海与红海贯通,使西欧到印度洋间的航程比绕道非洲好望角缩短 5 500~8 000 km。巴拿马运河,在中美洲巴拿马中部,建于 1881~1914 年,全长 81.3 km,可供 4.5 万 t 以下轮船通航,把大西洋和太平洋沟通,缩短航程 1.6 万 km。

(2) 埃菲尔铁塔(Eiffel Tower)。世界著名钢结构高塔,1889 年建成于巴黎。塔高 320.7 m(含塔上电视天线),座底边宽 100 m,塔身呈曲线形,刚劲有力,美观大方,如图 1-16,全塔用钢量约 8 500 t。

(3) 泰晤士河水底隧道(Thames Subaqueous Tunnel)。建成于 1842 年英国的伦敦,长

365. 76 m, 宽 11. 58 m, 高 6. 9 m, 首次采用法国工程师布鲁奈尔创造的盾构法施工, 为世界第一條水底隧道。

(4)辛普朗隧道(Simplon Tunnel)。为两座单线铁路隧道。一号隧道建于 1898~1906 年, 长 19. 803 km; 二号隧道建于 1912~1922 年, 长 19. 323 km。隧道位于瑞士至意大利铁路穿越阿尔卑斯山处。

(5)帝国大厦(Empire State Building)。世界著名早期高层建筑物, 建成于 1931 年, 位于美国纽约。该大楼由许雷维、兰姆和哈蒙三人设计, 共有 102 层, 总高度 381m(加上电视天线总高达 449 m), 结构造型十分壮观, 见图 1-17。大楼采用钢框架结构, 钢构件总重量 5. 7 万 t, 仅用 6 个月即安装完成, 平均五天建



图 1-16 巴黎埃菲尔铁塔

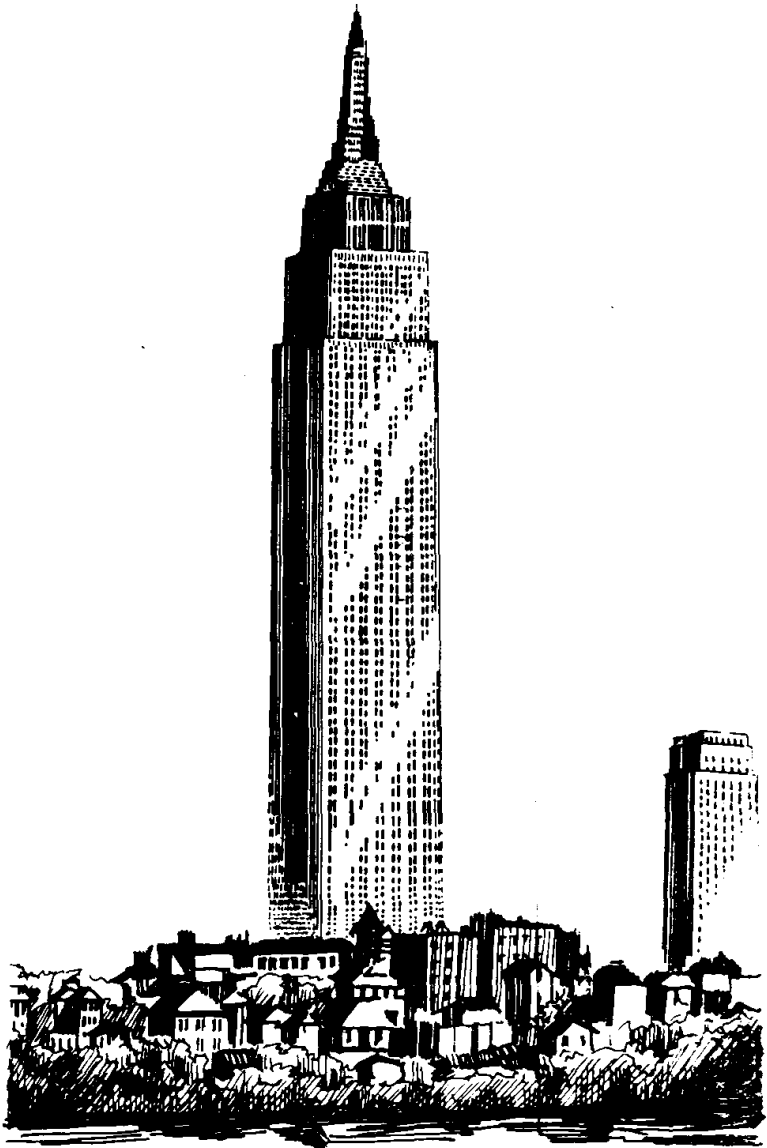


图 1-17 美国帝国大厦

造一层, 施工速度十分惊人。大楼在 130 km/h 的风速下, 顶部最大位移仅 25. 65 cm。帝国大厦的建成, 综合地表现了 20 世纪 30 年代建筑科学的技术水平。

(6)中山陵(Sun Yat-sen's Mausoleum)。建成于 1929 年, 位于中国江苏南京, 吕彦直设计, 包括广场、牌坊、墓道、陵门、碑亭、平台、祭堂、墓室等部分, 总面积 3 058 万 m², 如图 1-18。中山陵前临开阔平原, 后倚巍峨山峰, 布局严整, 气势雄伟, 风景园林优美, 体现了我国建筑的民族特色和传统的艺术风格, 是我国近代建筑的优秀作品。

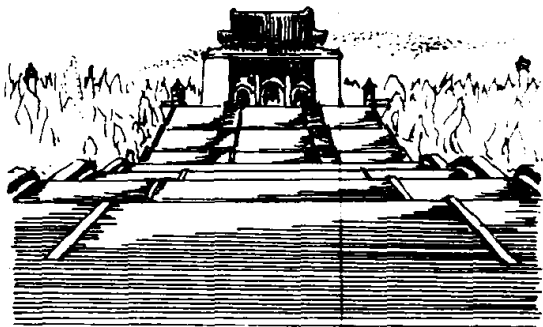


图 1-18 中山陵

第三节 现代土木工程

从20世纪中叶第二次世界大战结束至今50年间的土木工程时期,称为现代土木时期。土木工程学科随着科学技术的不断进步和工程实践的不断深入,已发展成为内涵广泛、门类众多、结构复杂的综合性学科,土木工程建设突飞猛进,日新月异,取得了令人瞩目的巨大成就。

现代土木工程以社会生产力的巨大发展为动力,以现代科学技术为背景,以现代工程材料为基础,以现代工艺与机具为手段在高速度地向前发展。在这50年中的前20年,土木工程发展的特点是进一步大规模工业化,重点还是放在规模和数量方面。后30年的特点则是现代科学技术对土木工程的进一步渗透,土木工程产生了质的飞跃。此间在世界各地,相继出现了各种规模宏大的现代化工业厂房、摩天大厦、核电站、高速公路和铁路、新型大跨桥梁和建筑、大直径运输管道、长大公路铁路桥梁和水工隧道、大型堤坝、广播电视高塔、海洋平台以及功能齐全的大型港口和机场等等,这些都是现代科学技术、建筑材料科学、工程结构科学、土木工程理论研究向工程领域渗透的结果。这一时期土木建设主要成就简介如下:

一、港口建设成就(Harbour Construction)

为适应各国交通运输、工业、商贸业和旅游业的发展,港口建设发展很快,据统计,全世界已有近万个港口。到1990年全世界吞吐能力超过1亿t的港口已达七个,居前四位的有:荷兰的鹿特丹大港,吞吐量为2.88亿t;新加坡大港,吞吐量为1.88亿t,日本的神户大港,吞吐量为1.67亿t,中国的上海大港,吞吐量为1.39亿t。

鹿特丹是世界第一大港,是“欧洲的门户”。始建于1328年,处于莱茵河、马斯河、斯凯尔特河出口交汇的“金三角”地区。莱茵河被视为“西欧的食道”,而鹿特丹则成为“西欧的咽喉”。鹿特丹具有海港和河港两大功能。港区面积达100 km²,港口水域27.71 km²,水深达6.1~27 m,最大泊位可泊54.5万吨级超级油轮,码头岸线长38 km。全港有651个泊位,可供600多艘千吨、万吨级轮船停泊。目前,鹿特丹已成为“世界贸易中心”之一,有400条航线通世界各地,固定班轮每年达12 500航次,每年至少有38 000艘远洋轮开进港口,平均16 min就有一艘远洋轮进出。每年进出鹿特丹的内河船达20万艘次。

上海港,是我国最大的货运和客运港,居世界第四位。上海港居我国海岸线的中点,位于世界第三大河——长江的入海门户,位置优越,得天独厚。上海自唐代才开始从海洋变成陆地,北宋形成港口雏形,1949年仅有泊位79个,吞吐量194万t。到1990年止,上海港泊位已达133个,其中万吨级以上泊位达55个,吞吐国际集装箱45.6万个,吞吐量达1.39亿t。目前,上海港已成为世界最繁忙港口之一,已同160个国家和地区400多个港口有贸易来往,每年有2 000多艘次外贸船舶进出,有1 255万人次进出港口。

二、铁路建设成就(Railway Construction)

自1825年英国建成世界第一条铁路后,开始了铁路建设的新纪元。到本世纪30年代,世界铁路总里程为130万km,铁路运输成为各国陆上运输的主要手段。随后由于公路和航空运输的兴起和迅速发展,铁路建设放慢了速度,有的国家甚至封闭或拆除了部分线路。目前世界铁路总里程约为120万km。我国自1950年以来共新建铁路3万余km,到1994年底,铁路总里程达6.023万km,,初步形成全国的铁路网。1996年9月1日,我国建成的京九铁路(北京