



土木工程概论

主编 邓东生



湖北科学技术出版社

土木工程概论

主 编 邓东生

副主编 朱泽奇

参 编 张玉敏 孙丽梅

徐 玮 马昌勤

湖北科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

土木工程概论/邓东生主编. —武汉: 湖北科学技术出版社, 2012. 4

ISBN 978 - 7 - 5352 - 4922 - 7

I. ①土… II. ①邓… III. ①土木工程—概论 IV.
①TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 001106 号

策 划: 刘 军
责任编辑: 李海宁

责任校对: 蒋静
封面设计: 喻杨

出版发行: 湖北科学技术出版社
地 址: 武汉市雄楚大街 268 号
(湖北出版文化城 B 座 13 - 14 层)
网 址: <http://www.hbstp.com.cn>
电 话: 027 - 87679468
邮 编: 430070

印 刷: 邮 编: 430070

开 本: 850 × 1168 1/32 7 印张 1 插页 168 千字
2012 年 4 月第 1 版 2012 年 4 月第 1 次印刷
定 价: 32.00 元

本书如有印刷质量问题 可找本社市场部更换

前 言

土木工程是建造各类工程设施的科学、技术和工程的统称,是一门涉及众多知识领域、范围广泛的综合性学科。目前我国本科教育正向综合素质教育过渡,要求学生强基础、宽知识,以适应科技发展和知识更新的需要。为了普及土木工程科学知识,满足 21 世纪高等院校土木工程应用型本科人才培养需要,编者不揣浅陋编写了此书。通过学习本课程,土木工程专业低年级的学生可以了解土木工程的历史现状、基本内容和发展情况,了解土木工程基本理论,提高学习兴趣,培养自主学习能力,为今后学习奠定良好基础。

本书编者结合长期实践经验,按土木工程内容体系编写,充分考虑到土木工程专业特点,尽量以较小的篇幅全面反映土木工程所涉及的各个领域,以满足应用型本科培养的教学要求,同时本书亦可作为高职高专院校学生的参考教材。

全书共十章,参加本书编写工作的有:邓东生(第二至第五章)、朱泽奇(第一章及第六章)、张玉敏(第七章)、孙丽梅(第八章)、徐玮(第九章)、马昌勤(第十章)。

在本书编写过程中,参考了一些院校同类教材及一些优秀文献,均在参考文献中列出,并在此向这些作者致谢。同时,本书的出版得到了湖北科学技术出版社的大力支持,在此亦表示深切谢意。

由于编者认识和实践水平有限,书中不妥之处敬请读者批评指正。

编 者

2012 年 3 月

目 录

前言

第一章 综述	(1)
第一节 土木工程及土木工程专业	(1)
第二节 土木工程的性质和特点	(2)
1. 综合性	(2)
2. 社会性	(3)
3. 实践性	(3)
4. 技术、经济和艺术上的统一性	(4)
第三节 土木工程发展简史	(4)
1. 古代土木工程	(5)
2. 近代土木工程	(10)
3. 现代土木工程	(13)
第二章 工程材料	(18)
第一节 胶凝材料	(18)
1. 沥青	(19)
2. 石灰	(19)
3. 石膏	(20)
4. 水泥	(20)
第二节 混凝土	(22)
1. 普通混凝土	(23)
2. 纤维增强混凝土	(24)
3. 聚合物混凝土	(24)
4. 碾压混凝土	(24)
第三节 墙体材料	(24)
1. 砖	(25)

2. 瓦	(25)
3. 砌块	(26)
4. 墙用板材	(26)
第四节 钢材	(27)
1. 钢结构用钢材	(27)
2. 钢筋混凝土工程用钢材	(28)
第五节 其他材料	(29)
1. 砂浆	(29)
2. 木材	(30)
3. 玻璃	(31)
4. 陶瓷	(31)
5. 塑料	(31)
6. 膜结构材料	(31)
7. 吸声隔音材料	(32)
8. 绝热材料	(33)
9. 装饰材料	(33)
10. 土工合成材料	(33)
第三章 工程结构	(35)
第一节 建筑工程	(35)
1. 房屋的基本构造	(36)
2. 房屋结构类型	(39)
3. 特种构筑物	(43)
4. 高层建筑结构体系	(45)
第二节 道路工程	(46)
1. 道路的分类	(46)
2. 道路的组成	(47)
3. 道路工程的设计方法	(50)
第三节 铁路工程	(51)

1. 轨道	(52)
2. 轨道加宽和超高	(53)
3. 铁路路基	(53)
4. 路基排水	(55)
5. 高速铁路	(55)
6. 地下铁道与轻轨	(56)
第四节 桥梁工程	(57)
1. 桥梁的基本组成	(57)
2. 桥梁的术语名称	(58)
3. 桥梁的分类	(59)
第五节 隧道工程	(63)
1. 隧道的分类	(63)
2. 隧道的几何设计	(64)
3. 隧道的结构构造	(68)
第六节 地下工程	(74)
1. 地下街和地下商场	(74)
2. 地下停车场	(74)
3. 地下管道	(76)
4. 地下生产工厂	(77)
5. 核电站	(77)
6. 地下仓库	(78)
7. 废弃物地下处理设施	(78)
8. 地下军事工程	(78)
9. 地下人防工程	(79)
第七节 水利水电工程	(79)
1. 取水工程	(79)
2. 输水工程	(80)
3. 挡水工程	(84)

4. 泄水工程	(91)
5. 水力发电工程	(94)
第八节 港口工程	(101)
1. 码头	(102)
2. 防波堤	(104)
3. 护岸建筑	(105)
4. 仓库与货场	(106)
第九节 飞机场工程	(107)
1. 机场跑道	(108)
2. 机坪和机场净空区	(109)
3. 航站楼	(110)
4. 停车场和货运区	(111)
第十节 给水排水工程	(111)
1. 城市供水	(112)
2. 建筑供水	(114)
3. 城市排水	(115)
4. 建筑排水	(116)
第四章 工程荷载	(118)
第一节 荷载的分类	(118)
1. 永久荷载	(119)
2. 可变荷载	(120)
3. 偶然荷载	(122)
第二节 工程结构的设计方法	(122)
1. 结构的功能	(122)
2. 结构的极限状态	(123)
3. 结构的可靠度	(124)
4. 结构设计方法	(124)
第三节 荷载效应组合	(125)

1. 荷载的代表值	(125)
2. 荷载效应的组合	(126)
3. 概率极限状态设计表达式	(126)
第五章 土木工程施工	(128)
第一节 土木工程施工技术	(128)
1. 爆破工程	(128)
2. 土石方工程	(130)
3. 地基处理	(133)
4. 基础工程	(135)
5. 砌体结构工程	(138)
6. 钢筋混凝土结构工程	(140)
7. 钢结构工程	(148)
8. 防水工程	(148)
9. 装饰工程	(149)
第二节 土木工程施工组织	(150)
1. 施工准备工作	(152)
2. 施工组织设计	(152)
3. 工程资料的内容与存档	(153)
第六章 土木工程防灾与减灾	(155)
1. 地震灾害	(155)
2. 风灾	(159)
3. 地质灾害	(161)
4. 火灾	(166)
5. 工程事故灾害	(167)
6. 土木工程防灾减灾体系	(167)
7. 工程结构材料检测	(169)
8. 工程结构加固	(171)
第七章 土木工程项目管理	(173)

1. 工程项目管理的类型	(173)
2. 工程项目管理模式	(174)
3. 工程项目管理方法	(176)
4. 建设法规	(177)
5. 建设监理	(180)
6. 工程项目招投标	(181)
第八章 土木工程经济	(184)
1. 资金的时间价值	(184)
2. 利息	(186)
3. 资金等值计算	(189)
4. 经济效果评价	(192)
5. 工程造价管理	(194)
第九章 数字化技术在土木工程中的应用	(196)
1. 计算机辅助设计	(196)
2. 信息化施工	(197)
3. 仿真系统	(198)
4. 3S 技术	(202)
第十章 土木工程执业注册制度	(204)
1. 概述	(204)
2. 我国注册执业制度发展历史	(205)
3. 相关执业资格考试简介	(207)
参考文献	(213)

第一章 综 述

第一节 土木工程及土木工程专业

建造各类工程设施的科学技术统称为土木工程。土木工程不但包括所应用的材料、设备和所进行的勘测、设计、施工、保养和维修等技术活动,还包括工程建设的对象,即建造在地上或地下、陆地或水中,以及直接或间接为人类生活、生产、军事和科学服务的各种工程设施,例如房屋、地铁、铁路、道路、运输管道、隧道、涵洞、桥梁、运河、港口、给水排水及防护工程等。

英文中土木工程为 Civil Engineering,其字面意思为“民用工程”。它的原意与“军事工程”(Military Engineering)相对应。在英语中,历史上土木工程、电气工程、机械工程和化工工程因具有民用性,都属于 Civil Engineering。后来,随着工程技术的发展,电气、机械和化工逐渐形成独立的学科,Civil Engineering 就成了土木工程的专用名词。

土木工程伴随着人类文明产生和发展,是人类赖以生存的基础产业。土木工程学科体系产生于 18 世纪的英法等国,现已发展为现代科学技术的一个独立分支。新中国成立后的相当长的时间内,中国高等教育学科专业设置过于狭窄。土木工程学科在过去划分为铁道工程、桥梁与隧道工程、水利水电建筑工程、公路与城市道路工程、港口与海湾建筑工程、工业与民用建筑工程、环境工程和矿山建筑工程等 10 多个方向狭窄的专业。1998 年教育部颁布了新的《普通高等学校本科专业目录》,使中国高等教育专业设置更有利于人才培养和社会发展需要。

目前,我国有 200 多所本科院校设置了土木工程专业。土木工程专业力求培养适应社会主义现代化建设需要,德、智、体、美全面发展,具有相应多种工作岗位适应能力及一定研究、创新及开发能力且受过工程师基本训练的高级人才。目前我国本科教育正向综合素质教育过渡,要求学生强基础、宽知识,以适应科技发展和知识更新的需要。

我国已逐步对土木工程行业从业人员实行注册认证制度,目前已建立了注册结构工程师、注册土木工程师、注册建造师、注册岩土工程师、注册监理工程师和注册造价工程师等多种认证制度,并制定了相应的认证程序和执业规范。

第二节 土木工程的性质和特点

人们的日常生活和各种工业建设都与土木工程息息相关。土木工程为人类活动提供了功能良好、舒适美观的空间和通道,可以抵御自然或人为的各种作用力。土木工程建设是社会化大生产,其产品体积庞大,建设场所固定,建设周期长,投资数额大,占据资源多。土木工程有下面四个基本性质。

1. 综合性

土木工程是一门涵盖范围广泛的综合性学科,一般要经过勘测、设计和施工阶段,需要运用工程地质勘测、水文地质勘测、工程测量、土力学、工程力学、工程设备、建筑设备、建筑材料、工程机械和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和力学测试等技术。

随着科学技术的进步和工程实践的发展,土木工程已经发展为内涵广泛、门类众多、结构复杂的综合体系。人类活动有生息居住、生产活动、陆海空交通运输、信息传输和能源传输等需求,这就要求土木工程综合运用各种物质条件,以满足各种各样的要求。

土木工程已发展出许多分支,如建筑工程、铁路工程、道路工程、飞机机场工程、桥梁工程、隧道及地下工程、特种工程结构、给水排水工程、城市供热供燃气工程、港口工程和水利工程等学科。

2. 社会性

土木工程伴随着人类社会进步而发展,工程设施可以反映出各个历史时期的社会、经济、文化、科学和技术发展的面貌,成为社会历史发展的见证之一。远古时代,人们就开始修建简陋的房舍、道路、桥梁和水渠,以满足简单的生活和生产需要。后来,人们为了适应战争、生产和生活及宗教传播的需要,兴建了城池、运河、宫殿、寺庙及其他建筑物。许多闻名的工程设施,如我国的万里长城、都江堰、京杭大运河、赵州桥、应县木塔,埃及的金字塔,希腊的巴台农神庙,罗马的给水工程等,显示出人类在那个历史时期的创造力。

进入 20 世纪后,钢筋和水泥实现了工业化生产,机械制造、能源技术和设计理论实现了突破,使土木工程得到了突飞猛进的发展,在世界各地出现了现代化规模宏大的工业厂房、核电站、高速公路、摩天大厦、铁路、大跨度桥梁、大直径运输管道、长大隧道、大运河、大堤坝、大型飞机场等工程。现在土木工程不断为人类社会创造崭新的物质环境,成为人类社会现代文明的重要组成部分。

3. 实践性

土木工程具有很强的实践性,在土木工程发展过程中,工程实践经验常先于理论,工程事故常显示出未能预见的新因素,从而引发新理论的研究和发展。自 17 世纪开始,近代力学同土木工程实践结合起来,逐渐形成材料力学、结构力学、流体力学、土力学和岩体力学,作为土木工程的基础理论学科,这样土木工程才逐渐从经验发展为科学。

然而,目前不少工程问题依然靠实践经验进行处理。其原因在于客观情况过于复杂,难以如实进行室内试验、现场测试和理论

分析。例如,由于岩土体材料的复杂性,地基基础、隧道及地下工程的受力和变形状态及随时间的变化特征,仍需要参考工程经验进行分析判断。另外,只有进行新的工程实践,才能揭示新的问题。例如,建造高层建筑、高耸塔桅和大跨度桥梁等,工程的抗风和抗震问题突出了,才能发展这方面的新理论和新技术。

4. 技术、经济和艺术上的统一性

人们力求经济地建造一项工程设施,用以满足使用者的预定需要。而工程经济性则与各项技术活动密切相关。工程经济性首先表现在工程选址和总体规划上,其次表现在设计和施工技术上。工程建设总投资、工程建设后的经济效益和使用期间维修费用等,都是衡量工程经济性的重要方面。这些技术问题联系密切,需要综合考虑。

符合功能要求的土木工程设施作为一种空间艺术,首先是通过总体布局、本身体形、各部分尺寸比例、色彩、线条、明暗阴影与周围环境,同自然事物的协调和谐表现出来。其次通过附加于工程设施的局部装饰反映出来。工程设施造型和装饰还能够反映出民族风格、时代风格以及地方风格。一个成功的工程设施可使周围景物和城镇容貌增色,给人以美的感受;反之,则会破坏周围环境。

在土木工程长期实践中,人们注重房屋建筑艺术,选用不同建筑材料配合自然景观,建造了诸多艺术优美、功能良好的工程,如我国古代万里长城、现代的杭州湾跨海大桥、中央电视台(总部大楼)和国家体育馆(鸟巢)等,都是个性鲜明的工程实例。

第三节 土木工程发展简史

土木工程主要围绕材料、施工技术、力学与结构理论的演变而不断发展,其发展史大致可以划分为古代、近代和现代三个历史时期。

1. 古代土木工程

古代土木工程时间跨度大致从旧石器时代到 17 世纪中叶,所使用的材料最早为当地的泥土、石块、树枝、竹、茅草和芦苇等,后来开发出土坯、石材、木材、砖、瓦、青铜和铁等材料。古代土木工程所用的工具,最早只是石斧、石刀等简单工具,后来开发出斧、凿、锤、钻、铲等青铜和铁质工具,并研制了打桩机、桅杆起重机等简单施工机械。古代土木工程建设主要依靠实践生产经验,缺乏设计理论指导。

人类文明初始时期,掘地为穴,搭木为桥。在中国黄河流域的仰韶文化遗址中,遗存着浅穴和地面建筑,建筑平面有圆形、方形和多室联排的矩形。洛阳王湾有一座面积 200m^2 的房屋,墙下挖有基槽,槽内有卵石,是墙基的雏形。在西安半坡遗址中,有很多圆形房屋,直径 $5\sim 6\text{m}$,室内竖有木柱来支撑上部屋顶,四周密排一圈小木桩,用以承托屋檐结构,如图 1.1 所示。

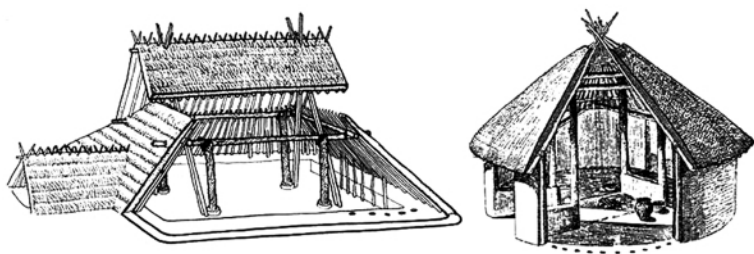


图 1.1 早期居住的房屋

英格兰的索尔兹伯里石环,距今已有 4300 年的历史,采用巨型青石近百块,每块重达 10t ,石环直径约 32m ,单块巨石高达 6m ,石环间平放厚重石梁,此梁柱结构至今仍为建筑基本结构体系之一。公元前 3 世纪左右出现了烧制的砖瓦,开始出现木构架和石

梁柱等结构,并建造了许多大型的土木工程。

随着社会文明的进步,古代的埃及、印度和罗马等先后建造了许多大型建筑、桥梁和输水道等建筑物。如埃及金字塔,造型简单,计算准确,施工精细,规模宏大,是人类伟大的文化遗产,如图 1.2 所示。



图 1.2 埃及金字塔

在我国公元前 3 世纪中期,李冰父子在现今四川都江堰市主持修建了都江堰,解决了围堰、防洪、灌溉以及水陆交通问题,是世界上最早的综合性大型水利工程,如图 1.3 所示。我国利用黄土高原的黄土创造了夯土技术,河南省偃师市二里头早商的宫殿群采用夯筑式浅基础,安阳殷墟遗存有夯土台基,都说明当时的夯土技术已经成熟。万里长城从公元前 7 世纪开始修建,秦统一六国后,为防御北方匈奴的侵犯,在魏、赵、燕三国土长城的基础上进行了修缮和扩建。明朝又对长城进行了大规模的整修,东起鸭绿江,西至嘉峪关,全长达 7 000km 以上。万里长城主要为砖石结构,有些地段采用夯土结构,在沙漠中则采用红柳、芦苇与沙粒层层铺筑

的结构。



图 1.3 都江堰

作为欧洲文化的摇篮,古希腊在公元前 5 世纪建成了以巴台农神庙为主体的雅典卫城,采用白色大理石砌筑,造型典雅庄丽,庙宇宏大,石质梁柱造型精美,是典型的列柱围廊式结构,在建筑和雕刻上都具有很高的成就,如图 1.4 所示。



图 1.4 巴台农神庙