



高等学校土木建筑工程类系列教材

土木工程概论

■ 主 编 刘红梅
副主编 周 清



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社



高等学校土木建筑工程类系列教材

土木工程概论

- 主 编 刘红梅
- 副主编 周 清
- 参 编 王 喆 赵玉新 宣 飞
刘云平 范占军 邱龄仪



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/刘红梅主编;周清副主编. —武汉:武汉大学出版社, 2012. 5

高等学校土木建筑工程类系列教材

ISBN 978-7-307-09675-2

I. 土… II. ①刘… ②周… 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(2012)第 054693 号

责任编辑:李汉保 责任校对:刘 欣 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:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:湖北鄂东印务有限公司

开本:787 × 1092 1/16 印张:18.25 字数:437 千字 插页:1

版次:2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-09675-2/TU · 106 定价:28.00 元

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

高等学校土木建筑工程类系列教材

编 委 会

- 主 任 何亚伯 武汉大学土木建筑工程学院, 教授、博士生导师, 副院长
副 主 任 吴贤国 华中科技大学土木工程与力学学院, 教授、博士生导师
刘红梅 南通大学建筑工程学院, 副教授, 副院长
吴 瑾 南京航空航天大学土木系, 教授, 副系主任
夏广政 湖北工业大学土木建筑工程学院, 教授
陆小华 汕头大学工学院, 教授, 处长

编 委 (按姓氏笔画为序)

- 王海霞 南通大学建筑工程学院, 讲师
宋军伟 江西蓝天学院土木建筑工程系, 副教授, 系主任
杜国锋 长江大学城市建设学院, 副教授, 副院长
肖胜文 江西理工大学建筑工程系, 副教授
徐思东 江西理工大学建筑工程系, 讲师
欧阳小琴 江西农业大学工学院土木系, 讲师, 系主任
张海涛 江汉大学建筑工程学院, 讲师
张国栋 三峡大学土木建筑工程学院, 副教授
陈友华 孝感学院教务处, 讲师
姚金星 长江大学城市建设学院, 副教授
梅国雄 南昌航空大学土木建筑学院, 教授, 院长
程赫明 昆明理工大学土木建筑工程学院, 教授, 副校长
曾芳金 江西理工大学建筑与测绘学院土木工程教研室, 教授, 主任
执行编委 李汉保 武汉大学出版社, 副编审
谢文涛 武汉大学出版社, 编辑

内 容 简 介

本书系统地介绍了土木工程材料，基础工程，建筑工程，道路铁路与桥梁工程，隧道工程与地下工程，土木工程设计与施工，建设项目管理与建设法规，房地产与物业管理，工程防灾抗灾及鉴定加固，土木工程数字化技术应用与发展前景。

本书可以作为高等学校土木建筑工程类各专业高年级本科生，硕士生的教材，也可以供高等学校教师及相关工程技术人员参考。

序

建筑业是国民经济的支柱产业,就业容量大,产业关联度高,全社会 50% 以上固定资产投资要通过建筑业才能形成新的生产能力或使用价值,建筑业增加值占国内生产总值较高比率。土木建筑工程专业人才的培养质量直接影响建筑业的可持续发展,乃至影响国民经济的发展。高等学校是培养高新科学技术人才的摇篮,同时也是培养土木建筑工程专业高级人才的重要基地,土木建筑工程类教材建设始终应是一项不容忽视的重要工作。

为了提高高等学校土木建筑工程类课程教材建设水平,由武汉大学土木建筑工程学院与武汉大学出版社联合倡议、策划,组建高等学校土木建筑工程类课程系列教材编委会,在一定范围内,联合多所高校合作编写土木建筑工程类课程系列教材,为高等学校从事土木建筑工程类教学和科研的教师,特别是长期从事土木建筑工程类教学且具有丰富教学经验的广大教师搭建一个交流和编写土木建筑工程类教材的平台。通过该平台,联合编写教材,交流教学经验,确保教材的编写质量,同时提高教材的编写与出版速度,有利于教材的不断更新,极力打造精品教材。

本着上述指导思想,我们组织编撰出版了这套高等学校土木建筑工程类课程系列教材,旨在提高高等学校土木建筑工程类课程的教育质量和教材建设水平。

参加高等学校土木建筑工程类系列教材编委会的高校有:武汉大学、华中科技大学、南京航空航天大学、南昌航空大学、湖北工业大学、汕头大学、南通大学、江汉大学、三峡大学、孝感学院、长江大学、昆明理工大学、江西理工大学、江西农业大学、江西蓝天学院 15 所院校。

高等学校土木建筑工程类系列教材涵盖土木工程专业的力学、建筑、结构、施工组织与管理等教学领域。本系列教材的定位,编委会全体成员在充分讨论、商榷的基础上,一致认为在遵循高等学校土木建筑工程类人才培养规律,满足土木建筑工程类人才培养方案的前提下,突出以实用为主,切实达到培养和提高学生的实际工作能力的目标。本教材编委会明确了近 30 门专业主干课程作为今后一个时期的编撰,出版工作计划。我们深切期望这套系列教材能对我国土木建筑事业的发展 and 人才培养有所贡献。

武汉大学出版社是中共中央宣传部与国家新闻出版署联合授予的全国优秀出版社之一,在国内有较高的知名度和社会影响力。武汉大学出版社愿尽其所能为国内高校的教学与科研服务。我们愿与各位朋友真诚合作,力争将该系列教材打造成为国内同类教材中的精品教材,为高等教育的发展贡献力量!

高等学校土木建筑工程类系列教材编委会

2008 年 8 月

前 言

1998 年国家教育部颁布了新的本科土木工程专业目录,构建了“大土木”的框架,包括原来的建筑工程专业、交通土木建筑工程、矿井建设、城镇建设、工业设备安装工程、涉外建筑工程等专业。土木工程概论课程是随着新的土木工程专业目录的实施而诞生的,主要介绍土木工程的总体情况,使土木工程专业的学生入学后能及早了解本专业的概况性内容,让学生较全面地了解土木工程所涉及领域的内容和发展情况,初步构建专业基础;为学生提供一个清晰的、具有逻辑性的工程学科的基本概念,初步树立专业思想和方法;有助于学生尽早结合自己的特点和兴趣,对大学四年作出合理的考虑和安排。

2007 年初,全国高等学校土木工程学科专业指导委员会按照国家教育部高教司及国家住房和城乡建设部人事司的相关要求,启动了《高等学校土木工程专业本科指导性专业规范》的研制工作,2011 年 10 月,由中国建筑工业出版社出版发行。专业规范主要规定了土木工程本科学生应该学习的基本理论、基本技能和基本应用,对实践教学、创新训练等都提出了具体的指导性意见。与过去相比较,土木工程专业要求的基本学时少了,拓宽专业口径的要求更加明确了,办特色、树品牌的空间也更大了。

我们在编写《土木工程概论》一书时,既注重相关知识体系的科学性、完整性,又注重了实践性,并将专业理论知识、实践技能与土木工程师的能力素质要求等融为一体,内容涉及上述专业规范所提的建筑工程、道路与桥梁工程、地下工程和铁道工程四个方向,适合于高等学校本科(包括三本)土木工程专业及工程管理专业学生使用,也可以为从事设计、施工、管理、咨询、投资、教育、研究、开发等技术工作或管理工作的工程技术人员、高等学校教师和研究人員等提供参考。

本书内容包括绪论、土木工程材料、基础工程、建筑工程、道路铁路与桥梁工程、隧道工程与地下工程、其他土木工程、土木工程设计及施工、建设项目管理与建设法规、房地产与物业管理、工程防灾抗灾及鉴定加固、土木工程数字化技术应用与发展前景。

本书由刘红梅、周清主编。第 1 章、第 2 章由刘红梅编写,第 3 章、第 11 章由周清编写,第 4 章由范占军编写,第 5 章、第 6 章由王喆编写,第 7 章由赵玉新编写,第 8 章、第 9 章、第 10 章由宣飞编写,第 12 章由刘云平编写。全书由刘红梅统稿,邱龄仪统一编排。

本书在编写过程中,借鉴和参考了许多兄弟院校的相关书籍和维基百科等网络资源,主要参考书目统一列于全书后参考文献中,在此谨向上述作者表示衷心的感谢!限于作者水平,书中错误与不妥之处在所难免,敬请读者批评斧正。

作 者

2011 年 12 月

目 录

第 1 章 绪论	1
§ 1.1 土木工程概论课程的任务	1
§ 1.2 土木工程的学习指导	2
§ 1.3 土木工程发展简史	5
复习与思考题 1	9
第 2 章 土木工程材料	10
§ 2.1 土木工程材料的一般性质	10
§ 2.2 主要土木工程材料简介	11
复习与思考题 2	14
第 3 章 基础工程	15
§ 3.1 基础工程的重要性	15
§ 3.2 岩土工程勘察	16
§ 3.3 浅基础	21
§ 3.4 深基础	26
§ 3.5 地基处理	31
§ 3.6 基础工程的发展前景	37
复习与思考题 3	39
第 4 章 建筑工程	40
§ 4.1 引 言	40
§ 4.2 建筑构成与分类	40
§ 4.3 建筑工程的基本构件	44
§ 4.4 单层建筑	48
§ 4.5 多层建筑与高层建筑	56
§ 4.6 特种建筑	59
复习与思考题 4	64
第 5 章 道路铁路与桥梁工程	65
§ 5.1 道路工程	65
§ 5.2 铁路工程	73

§ 5.3 桥梁工程	84
复习与思考题 5	103
第 6 章 隧道工程与地下工程	104
§ 6.1 隧道工程	104
§ 6.2 地下工程	118
复习与思考题 6	125
第 7 章 其他土木工程	126
§ 7.1 飞机场工程	126
§ 7.2 港口航道工程	133
§ 7.3 水利水电工程	136
§ 7.4 给水排水工程	148
复习与思考题 7	154
第 8 章 土木工程设计与施工	155
§ 8.1 土木工程设计	155
§ 8.2 土木工程施工	166
§ 8.3 现代施工技术的展望	192
复习与思考题 8	194
第 9 章 建设项目管理与建设法规	195
§ 9.1 建设项目管理	195
§ 9.2 建设监理	218
§ 9.3 建设法规	225
复习与思考题 9	229
第 10 章 房地产与物业管理	230
§ 10.1 房地产开发	230
§ 10.2 物业管理	240
复习与思考题 10	250
第 11 章 工程防灾抗灾及鉴定加固	251
§ 11.1 灾害概述	251
§ 11.2 地震灾害及抗震设防	253
§ 11.3 火灾及防火	258
§ 11.4 工程结构检测鉴定	263
§ 11.5 工程结构加固	265
复习与思考题 11	268

第 12 章 土木工程数字化技术应用与发展前景	269
§ 12.1 技术应用	269
§ 12.2 土木工程的发展前景与方向	274
复习与思考题 12	277
参考文献	278

第1章 绪 论

§ 1.1 土木工程概论课程的任务

1.1.1 土木工程与土木工程专业

对于选择了土木工程专业,刚刚跨进大学校园的同学而言,什么是“土木工程”?“土木工程”包括哪些内容?到这个专业来学习,要学会哪些知识,掌握哪些基本技能?又如何培养“土木工程”方面的综合能力?都是首先需要关注的问题。

中华人民共和国国务院学位委员会在学科简介中定义:“土木工程是建造各类工程设施的科学技术的总称,它既指工程建设的对象,即建在地上、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、维修等技术。”中国把大量建造房屋称为大兴土木,“土木”一词在中国是个古老的名词,古代建房的主要材料来自泥土和木料,所以称为土木工程。在国外,“土木工程”一词于1750年被设计建造艾德斯通灯塔的英国学者J. 斯米顿首先引用,意为民用工程,以区别于当时的军事工程。即除了服务于战争的工程设施以外,所有服务于生活和生产需要的民用设施均属于土木工程,后来这个界限也逐渐模糊。现在已经把军用的战壕、掩体、防空洞、碉堡和浮桥等防护工程也归入土木工程的范畴。

土木工程的范围极为广泛,包括房屋建筑工程,公路与城市道路工程,铁路工程,桥梁工程,隧道工程,机场工程,地下工程,给水排水工程,港口、码头工程等。国际上,运河、水库、大坝、水渠等水利工程也包括于土木工程之中。土木工程具有以下四个基本属性:

1. 土木工程随着社会不同历史时期的科学技术和管理水平而发展,具有社会性。
2. 土木工程是运用多种工程技术进行勘测、设计、施工工作的成果,具有综合性。
3. 由于影响土木工程的各种因素错综复杂,使得土木工程对实践的依赖性很强,因而具备实践性。
4. 土木工程是为人类需要服务的,土木工程必然是每个历史时期技术、经济、艺术统一的见证,从而具备技术、经济和艺术的统一性。

人们的衣、食、住、行都直接或间接地与土木工程有关,土木工程极其重要。所以国家将工厂、矿井、铁道、公路、桥梁、农田水利、商店、住宅、医院、学校、给水排水、煤气输送等工程建设称为基本建设,大型项目必须由国家统一规划建设,中、小型项目也归口各级政府相关部门管理。

土木工程专业是运用物理学、化学、数学、力学、材料学等基础学科和相关工程技术

知识来研究、设计、建造土木工程的一门学科。

我国高等学校土木工程专业的培养目标是：培养适应社会主义现代化建设需要，德、智、体全面发展，掌握土木工程学科的基本理论和基本知识，获得土木工程师基本训练的，具有创新精神的高级工程技术人才。毕业生能从事土木工程的设计、施工与管理工作的，具有初步的工程项目规划能力和研究开发能力。

1.1.2 土木工程概论课程的任务

面对充满挑战的现代社会，知识经济的发展对人才及人才培养的模式的要求越来越高，土木工程学科同样面临着全面的改革。土木工程概论课程的主要任务是：

1. 使学生较全面地了解土木工程所涉及领域的内容和发展情况，初步构建专业基础。
2. 为学生提供清晰的、有逻辑性的工程学科的基本概念及方法，初步树立专业思想和方法。

土木工程概论课程必须始终体现专业结合时代发展的实际，提出创新思维和应用型人才的发展要求，希望能全方位、多角度地启发学生大胆创新的思维能力。为学生的个性发展提供条件、创造空间。

§ 1.2 土木工程的学习指导

1.2.1 科学、技术与工程的关系

在日常交往及报刊文章中，“科学技术”常作为一个词来应用，科学与技术的关系非常紧密，但仔细分辨起来，科学与技术还有很大区别。

科学是关于事物的基本原理和事实的有组织、有系统的知识。科学的主要任务是研究世界万物发展变化的客观规律，科学解决一个为什么的问题，如解释电灯为什么会亮。

技术则是将科学研究所发现或传统经验所证明的规律发展转化为各种生产工艺、作业方法、操作技能、装置设备等。其主要任务为生产某种满足人类需要的产品服务，解决的是一个如何实现的问题，如怎样使电灯发光。

在高等学校入学考试、选择志愿时，理工科属于一个大类。选择理科（如数学、物理、化学、生物、力学等）的学生侧重学习科学，当然也要学习技术，以便应用；而选择工科（如土木、机械、化工、计算机等）的学生在学习则更侧重于学习技术，而掌握技术的前提是掌握其科学原理。

工程的含义则更为广泛，工程是指自然科学或各种专门技术应用到生产部门而形成的各种学科的总称，其目的在于利用和改造自然来为人类服务。通过工程可以生产或开发对社会有用的产品。工程不仅与科学和技术有关，而且受到经济、政治、法律、美学等多方面的影响。例如，基因工程的克隆技术，有些国家已经掌握了克隆动物的技术，并且克隆羊、克隆牛、克隆鼠等均已问世，但是克隆人，至今则没有一个国家被法律所允许。可见，工程是科学技术的应用与社会、经济、法律、人文等因素结合的一个综合实践过程。

工程师就是从事工程活动的技术人员。工程师必须具备创新精神，是工程的原动力、启动者；工程师的核心职能是革新和创造。工程师有三种类型：技术实施型、研究开发

型、工程管理型。在工程实践中,这三种类型的工程师往往因工作需要而互换。每个成为工程师的人都应该胜任这三类工程师的工作。

1.2.2 知识要求

在土木工程学科的系统学习中,广大同学应努力掌握土木工程学科的基本理论知识、土木工程专业知识与技术以及其他相关知识和技能。

基本理论包括基础理论和应用理论两个方面。基础理论主要包括高等数学、物理和化学;应用理论包括工程力学(理论力学、材料力学)、结构力学、流体力学(水力学)、土力学与工程地质学等。

土木工程专业知识与技术,包括土木工程结构(如钢结构、木结构、混凝土结构、砌体结构等)的设计理论和方法、土木工程施工技术与组织管理、房屋建筑学、工程经济、建设法规、土木工程材料、基础工程、结构检验、土木工程抗震设计等。

其他相关知识和技能有,给水排水、供暖通风、电工电子、工程机械、工程制图、工程测量、材料试验与结构试验、外语及计算机在土木工程中的应用等。

1.2.3 能力与素质要求

学生在不断的学习中,不仅应注意知识的积累,更应注重能力的培养。从成功的土木工程师的实践经验中可以得出以下几点。

1. 自主学习能力

大学只有四年,所学的东西有限,而土木工程内容广泛,新的技术层出不穷,因此通过自主学习,来不断扩大知识面的自我成长方式非常重要。专业知识之外,加强人文素质教育 and 拓宽专业知识也不能忽略,要向书本学习,向老师、同学学习,善于在网上学习,查阅文献,并且在实践中学习总结,逐步提高。

2. 综合解决问题的能力

大学期间的课程大多数是单科教学,但有些集中实践环节如生产实习、毕业设计等,是训练学生综合解决实际问题能力的重要阶段,学生应特别珍惜。实际工程问题的解决总是要综合运用各种知识和技能,学生在学习过程中要注重培养这种综合能力,尤其是设计、施工等实践工作的能力。

3. 创新能力

社会进步、经济发展,对人才创新能力的要求也日益提高。创新是社会进步、科技发展的动力,创新能力是人才能力的核心。创新不仅是指创造发明新理论、新技术、新材料等,也包括解决工程问题的新思路、新方法、新方案。学生在课程设计、毕业设计等实践教学环节中,要注重加强方案阶段训练,本着精益求精的工作态度,设想出多种方案并努力寻求最佳结果、开拓创新能力。

4. 协调、管理能力

土木工程不是一个人能完成的,一项土木工程少则数十人,多则成千上万人共同努力才能完成,工程中的管理与协调工作相当重要。同学们毕业后走上工作岗位,作为土木工程项目管理体系中的一分子,往往会管理一部分人同时也受人管理,在工作中一定要处理好人际关系。对上级要尊重,有不同意见应当面提出讨论,努力负责地完成上级交给的任务;

与同事相处，比学赶帮，团队合作精神牢记在心；对待下级，严格要求的同时也关心体贴。做事合情、合理、合法，厚德载物，共求事业发展。

除此之外，土木工程的学生还应具备质量意识和坚毅的意志。对质量方针、政策、现象、原因、危害有全面的认识并能确保质量，能克服困难、调节行动，顽强实现预定目标。在学风上要勤奋、严谨、求实、进取；在作风上要谦虚、谨慎、朴实、守信；要锻炼出良好的体魄、保持旺盛的精力和活跃的思维。一个人素质的养成具有“不可替代性”，自觉地、积极地接受后天环境与学校教育的影响，是形成优秀要素的必要条件。

1.2.4 学习方法与建议

土木工程专业大学教学的主要教学形式有课堂教学、实验教学、设计训练和施工实习。下面对这几个环节的教学给出简要介绍和学习方法建议。

1. 课堂教学

课堂教学是最主要的教学形式，即通过老师的讲授、学生听课而学习。不同于中学的课堂教学，一是大学教学内容多、进度快，学生要及时适应，跟上节奏；二是大学上课合班普遍，老师未必熟悉大班中每位学生，听课效果的好坏主要靠学生自主努力；三是大学教学内容，尤其是专业知识更新较快，教师可能随时对教材的内容补充或删减，学生要注意教师的讲解，及时做好笔记。

课堂教学后，要及时复习巩固、对课程的重点或难点内容加深理解，对于不懂的问题不要放过，先自己思考，也可以与同学切磋，或在适当的时候请老师答疑讨论。

2. 实验教学

通过实验手段掌握实验技术，弄清科学原理，熟悉国家相关试验、检测规程，熟悉实验方法及学习撰写试验报告。在土木工程专业中开设有材料试验、结构检验等实验课，同学们一定要认真对待，做好每次实验，不能重理论轻实验。

3. 设计训练

设计是综合运用所学知识，提出自己的设想和技术方案，并以工程图及说明书来表达自己设计意图的集中训练过程，这在根本上培养学生自主学习、自主解决实际问题的能力。所有的土木工程项目都要经过设计环节，然后才能交付施工。

设计土木工程项目不是一般的课堂练习或课后作业，只有简单的一两个已知约束条件，而是受到多方面的约束，并且不局限于科学技术本身，还涉及人文经济等诸多方面。“满足功能需要、结构安全可靠、成本经济合理、造型美观悦目”是土木工程项目设计的总体目标。要达到这样的目的，必须综合运用各种知识并发挥人的主观能动性，且答案并不唯一。这样的训练过程对培养学生的综合应用能力和实践创新能力很有裨益。

4. 施工实习

在土木工程专业的各项实践环节中，除了毕业设计（或毕业论文）之外，实践时间最长的就是生产实习，据此也可以判断出生产实习的重要程度。这是让学生理论联系实际，到施工现场或管理部门学习生产技术和知识的一项实践。一般在统一要求下分散进行，学生在施工一线师傅或管理部门技术人员指导下不仅学习知识技能，也经历敬业精神、劳动纪律及职业道德等方面的综合检验。

同学们要针对大学不同课程以及教师的授课特点，不同实践环节的训练目标，认真分

析、总结自己的学习方法，敢于吃苦、勇于实践，才有可能成为土木工程方面的优秀人才。

§ 1.3 土木工程发展简史

土木工程大约从公元前 5000 年算起至今，其发展经历了古代、近代和现代三个阶段。

1.3.1 古代土木工程

古代土木工程从新石器时代（约公元前 5000 年起）开始到公元 17 世纪中期，经历了漫长的历史时期。所用材料主要取之自然，如石块、草筋、土坯等，所用工具也相当简单，只有斧、锤、刀、铲和石夯等手工工具。但留下来许多具有历史价值的建筑，有的即使现在看来也非常伟大，甚至难以想象。

西方古代留下来的宏伟建筑（或建筑遗址）主要大多为砖石结构。如埃及金字塔，建于公元前 2700 年至公元前 2600 年间，其中最大的一座是胡夫金字塔，如图 1.1 所示，塔基为边长 230.5m 的正方形，高 146.59m，用 230 余万块平均重 2 000 多 kg 的巨石砌成，为埃菲尔铁塔以前的世界最高建筑物。又如被誉为“雅典的王冠”的古希腊最著名建筑帕提依神庙、雄伟壮观的古罗马竞技场以及索菲亚大教堂都是古代西方建筑典型的代表。

中国古代建筑大多为木构架加砖墙建成。如图 1.2 所示，山西应县木塔（佛宫寺释迦塔）于公元 1056 年建成，塔身横截面呈八角形，9 层高 67.31m，底层直径达 30.27m。木塔用料超过 5 000m³，而构件只有 6 种规格，历经数次大地震，历时近千年仍完整耸立，足以证明当时木结构的高超技术。

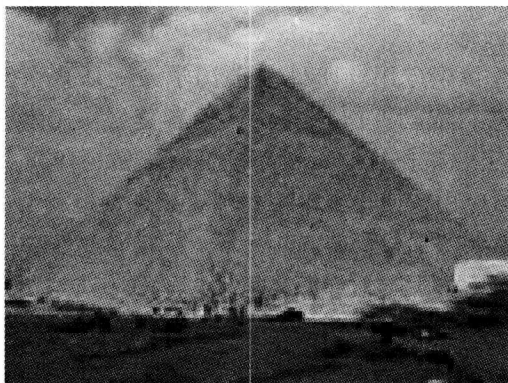


图 1.1 埃及胡夫金字塔

(<http://image.baidu.com/>)



图 1.2 中国山西应县木塔

(<http://image.baidu.com/>)

中国古代的砖石结构也拥有伟大的成就。最著名的万里长城，东起山海关，西至嘉峪关，全长 5 000 余 km，是世界上修建时间最长、工程量最大的工程，也是人类历史上最伟大的军事防御工程，如图 1.3 所示。

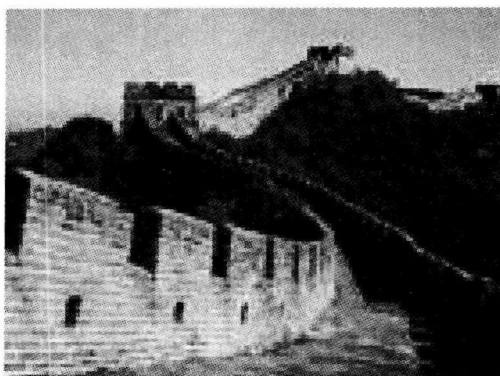


图 1.3 中国万里长城
(<http://image.baidu.com/>)

1.3.2 近代土木工程

近代土木工程的时间跨度一般认为从公元 17 世纪中叶到第二次世界大战前后,历时 300 多年,这一时期土木工程有了革命性的发展。主要特点表现在以下三个方面:

第一,土木工程有了比较系统的理论指导,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;1678 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;1744 年瑞士数学家欧拉建立了柱的压屈理论,给出了柱的临界压力计算公式,为结构稳定计算奠定了理论基础;1825 年法国纳维建立了土木工程中结构设计的容许应力法。从此,土木工程成为具有比较系统的理论指导的一门独立学科。

第二,新的土木工程材料不断发明并得到应用。1824 年英国学者阿斯普丁发明了波特兰水泥;1859 年贝塞麦的转炉炼钢法获得成功;1867 年法国学者莫尼埃用钢丝加固混凝土制成了花盆,并于 1875 年主持修建了一座长达 16m 的钢筋混凝土桥;1928 年预应力混凝土被发明。所有这些新材料的发明与应用,使得土木工程师有条件创造新型的土木工程,有条件建造规模更庞大、构造更为复杂的工程设施。

第三,施工机械和施工技术的巨大进步为土木工程的建造提供了有力手段。由于这一时期的产业革命促进了工业、交通运输业的发展,对土木工程设施提出了更广泛的要求,同时也为土木工程的建造提供了新的施工机械和施工方法。如打桩机、压路机、挖掘机、起重机以及吊装机等机械的纷纷出现,为快速高效地建造土木工程设施提供了有力保证。

这一时期有历史意义的代表性土木工程有,1889 年法国建成的埃菲尔铁塔,1825 年和 1863 年英国分别修建的世界上第一条铁路和地铁,1869 年开凿成功的苏伊士运河,1931 年美国建成的纽约帝国大厦,1936 年建成的金门大桥,德国于 1931—1942 年间修筑的长达 3 860km 的高速公路网等。

1.3.3 现代土木工程

从第二次世界大战结束到目前的阶段为现代土木工程时期。在此期间,现代科学技术

飞速进步,从而为土木工程的进一步发展提供了强大的物质基础和技术手段。这一时期的土木工程具有以下几个特点:

1. 功能要求多样化

土木工程和其使用功能或生产工艺紧密结合,日益超越本来意义上的挖土盖房、架梁为桥的范围。公共建筑和住宅建筑要求周边环境,结构布置,水、电、煤气供应与室内温度、湿度调节控制,通信网络,安全报警等现代化设备协调配套,融为一体。由于现代高新科技的飞速进步,许多工业建筑提出了恒湿、恒温、防微振、防腐蚀、防辐射、防磁及无微尘等要求。土木工程日趋功能化,如安全度要求极高的核反应堆与核电站;研究微观世界所需的建造技术要求极高的加速器工程;多功能的海上钻井平台、海上炼油厂、海底油库等。

2. 城市建设立体化

随着经济发展和人口增长,城市人口密度迅速加大,造成城市用地紧张、交通拥挤、地价昂贵,迫使建筑物向空间发展,高层建筑的兴建几乎成了城市现代化的标志。美国的高层建筑最多,其中高度在200m以上的就有100余幢。近10余年来,中国、马来西亚、新加坡等国家的高层建筑得到空前发展。

在所有的建筑物中,于2004年9月动工的位于阿拉伯联合酋长国城市迪拜的哈利法塔(Burj Khalifa Tower)原名迪拜塔(Burj Dubai),有160层,总高828m,由韩国三星公司负责建造,2010年1月4日竣工启用,为世界最高的建筑物,如图1.4所示。2004年底建成的中国台北的101大厦,101层,高508m,为目前世界上第二高建筑物,如图1.5所示。2008年8月建成的高达492m的上海环球金融中心,共101层,为中国大陆最高的建筑物,居世界第三位,如图1.6所示。

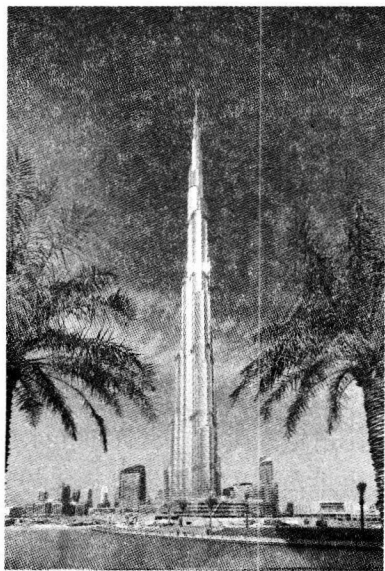


图 1.4 阿拉伯联合酋长国哈利法塔
(<http://image.baidu.com/>)

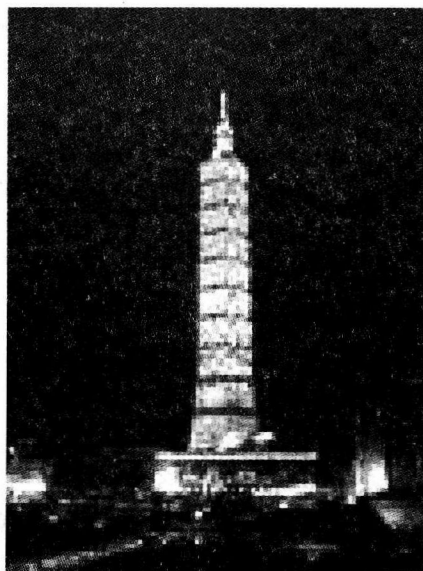


图 1.5 中国台北 101 大厦
(<http://image.baidu.com/>)