

学校土木工程专业系列规划教材



Introduction of Civil Engineering

# 土木工程概论 (第2版)

· 平台课课程群 ·

主编 刘伯权 吴涛 黄华  
主审 白国良 贺志坚



WUHAN UNIVERSITY PRESS  
武汉大学出版社



高等学校土木工程专业系列规划教材

# 土木工程概论

## (第2版)

主编 刘伯权 吴涛 黄华  
主审 白国良 贺志坚



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/刘伯权,吴涛,黄华主编.—2版.—武汉:武汉大学出版社,2017.7

高等学校土木工程专业系列规划教材

ISBN 978-7-307-19408-3

I. 土… II. ①刘… ②吴… ③黄… 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(2017)第 143785 号

责任编辑:曲生伟 路亚妮

责任校对:刘小娟

装帧设计:吴 极

---

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:whu\_publish@163.com 网址:www.stmpress.cn)

印刷:武汉市金港彩印有限公司

开本:880×1230 1/16 印张:16.25 字数:523千字

版次:2014年7月第1版 2017年7月第2版

2017年7月第2版第1次印刷

ISBN 978-7-307-19408-3

定价:48.00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。

## 主要编写及审稿人员简介



**刘伯权**，男，工学博士，二级教授，博士生导师，长安大学副校长。全国高等教育土木工程学科专业指导委员会委员，中国基本建设优化研究会结构工程专业委员会副理事长，长安大学土木工程一级学科和结构工程二级学科学术带头人，陕西省科技委员会副主任，陕西省土木学会副主任委员，住房和城乡建设部有突出贡献的中青年科技、管理专家，长期从事土木工程专业教学和科研工作。研究领域主要包括混凝土结构、砌体结构、钢与混凝土组合结构、工程结构抗震及防灾、抗震结构破坏准则及可靠性分析、西部地区村镇建设小康居住体系研究等。先后获教育部高等学校科技进步二等奖，国家教学成果二等奖。



**吴涛**，男，安徽霍山人，教授，长安大学建筑工程学院博士生导师。2004年在西安建筑科技大学土木工程学院获工学博士学位，主要从事混凝土结构基本理论、工程结构抗震性能、土木工程防灾减灾等的教学科研工作。现任陕西省土木建筑学会理事、青年工作委员会主任委员。先后主持参与国家自然科学基金、陕西省自然科学基金等纵横向科研项目十余项，出版学术专著1部，发表学术论文九十余篇，其中SCI收录4篇，EI收录二十余篇。相关成果先后获得国家科技进步二等奖、教育部高等学校科技进步二等奖。



**黄华**，男，工学博士，长安大学建筑工程学院教授、硕士生导师，中国土木工程学会会员，陕西省土木建筑学会会员，陕西省土木建筑学会建筑经济专业委员会委员，长期从事土木工程专业教学和科研工作。研究领域主要包括工程结构维修及加固、工程结构抗震及防灾、混凝土结构、钢与混凝土组合结构等。先后主持参与国家自然科学基金、教育部博士点基金、陕西省自然科学基金等数十项科研项目，出版学术专著1部，发表学术论文七十余篇，其中SCI、EI收录三十余篇，授权发明专利4项。



**白国良**，男，工学博士，二级教授，西安建筑科技大学博士生导师，国家教学名师，首批入选国家“万人计划”教学名师。全国高等教育土木工程专业指导委员会委员、评估委员会委员，全国高等学校教学研究会土建学科专业委员会副主任委员，西安建筑科技大学土木工程一级学科和结构工程国家级重点学科学术带头人，西安建筑科技大学结构与抗震教育部重点实验室主任、结构与抗震陕西省重点实验室主任，长期从事土木工程专业教学和科研工作。研究领域主要包括混凝土结构、钢与混凝土组合结构、高层与超高层建筑及复杂工业建筑混合结构体系性能、工程结构抗震、抗震结构破坏准则及可靠性分析、适宜性村镇建筑抗震模式研究等。主持和参与编制行业规程（土建）3部；获国家科技进步奖二等奖1项，省部级科技进步奖一、二等奖9项；获国家级优秀教学成果奖二等奖1项，省部级优秀教学成果奖一、二等奖各1项。



**贺志坚**，男，工学硕士，高级工程师（正高级），一级注册结构工程师，陕西省建筑设计研究院有限责任公司总工程师，西安建筑科技大学硕士生导师，中国勘察设计协会行业评奖专家，住房和城乡建设部绿色建筑标识评审专家，陕西省超限高层建筑抗震设防审查委员会委员，陕西省优秀勘察设计师。参与编写、审查多项行业规范及陕西省地方规程，主持结构设计的多项工程获陕西省优秀设计等级奖。

# 高等学校土木工程专业系列规划教材

## 学术委员会名单

(按姓氏笔画排名)

主任委员:周创兵

副主任委员:方志 叶列平 何若全 沙爱民 范峰 周铁军 魏庆朝

委员:王辉 叶燎原 朱大勇 朱宏平 刘泉声 孙伟民 易思蓉

周云 赵宪忠 赵艳林 姜忻良 彭立敏 程桦 靖洪文

## 编审委员会名单

(按姓氏笔画排名)

主任委员:李国强

副主任委员:白国良 刘伯权 李正良 余志武 邹超英 徐礼华 高波

委员:丁克伟 丁建国 马昆林 王成 王湛 王媛 王薇

王广俊 王天稳 王曰国 王月明 王文顺 王代玉 王汝恒

王孟钧 王起才 王晓光 王清标 王震宇 牛荻涛 方俊

龙广成 申爱国 付钢 付厚利 白晓红 冯鹏 曲成平

吕平 朱彦鹏 任伟新 华建民 刘小明 刘庆潭 刘素梅

刘新荣 刘殿忠 闫小青 祁皓 许伟 许程洁 许婷华

阮波 杜咏 李波 李斌 李东平 李远富 李炎锋

李耀庄 杨杨 杨志勇 杨淑娟 吴昊 吴明 吴轶

吴涛 何亚伯 何旭辉 余锋 冷伍明 汪梦甫 宋固全

张红 张纯 张飞涟 张向京 张运良 张学富 张晋元

张望喜 陈辉华 邵永松 岳健广 周天华 郑史雄 郑俊杰

胡世阳 侯建国 姜清辉 娄平 袁广林 桂国庆 贾连光

夏元友 夏军武 钱晓倩 高飞 高玮 郭东军 唐柏鉴

黄华 黄声享 曹平周 康明 阎奇武 董军 蒋刚

韩峰 韩庆华 舒兴平 童小东 童华炜 曾珂 雷宏刚

廖莎 廖海黎 蒲小琼 黎冰 戴公连 戴国亮 魏丽敏

## 出版技术支持

(按姓氏笔画排名)

项目团队:王睿 白立华 曲生伟 蔡巍

## 特别提示

教学实践表明,有效地利用数字化教学资源,对于学生学习能力以及问题意识的培养乃至怀疑精神的塑造具有重要意义。

通过对数字化教学资源的选取与利用,学生的学习从以教师主讲的单向指导的模式转变为一次建设性、发现性的学习,从被动学习转变为主动学习,由教师传播知识到学生自己重新创造知识。这无疑是锻炼和提高学生的信息素养的大好机会,也是检验其学习能力、学习收获的最佳方式和途径之一。

本系列教材在相关编写人员的配合下,逐步配备基本数字教学资源,主要包括:

文本:课程重难点、思考题与习题参考答案、知识拓展等。

图片:课程教学外观图、原理图、设计图等。

视频:课程讲述对象展示视频、模拟动画,课程实验视频,工程实例视频等。

音频:课程讲述对象解说音频、录音材料等。

**真题:近年期末考试真题。**

### 数字资源获取方法:

- ① 打开微信,点击“扫一扫”。
- ② 将扫描框对准书中所附的二维码。
- ③ 扫描完毕,即可查看文件。

**更多数字教学资源共享、图书购买及读者互动敬请关注“开动土木传媒”微信公众号!**



## 丛书序

土木工程涉及国家的基础设施建设,投入大,带动的行业多。改革开放后,我国国民经济持续稳定增长,其中土建行业的贡献率达到1/3。随着城市化的发展,这一趋势还将继续呈现增长势头。土木工程行业的发展,极大地推动了土木工程专业教育的发展。目前,我国有500余所大学开设土木工程专业,在校生达40余万人。

2010年6月,中国工程院和教育部牵头,联合有关部门和行业协(学)会,启动实施“卓越工程师教育培养计划”,以促进我国高等工程教育的改革。其中,“高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划”由住房和城乡建设部与教育部组织实施。

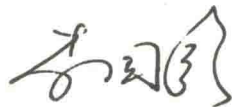
2011年9月,住房和城乡建设部人事司和高等学校土建学科教学指导委员会颁布《高等学校土木工程本科指导性专业规范》,对土木工程专业的学科基础、培养目标、培养规格、教学内容、课程体系及教学基本条件等提出了指导性要求。

在上述背景下,为满足国家建设对土木工程卓越人才的迫切需求,有效推动各高校土木工程专业卓越工程师教育培养计划的实施,促进高等学校土木工程专业教育改革,2013年住房和城乡建设部高等学校土木工程学科专业指导委员会启动了“高等教育教学改革土木工程专业卓越计划专项”,支持并资助有关高校结合当前土木工程专业高等教育的实际,围绕卓越人才培养目标及模式、实践教学环节、校企合作、课程建设、教学资源建设、师资培养等专业建设中的重点、亟待解决的问题开展研究,以对土木工程专业教育起到引导和示范作用。

为配合土木工程专业实施卓越工程师教育培养计划的教学改革及教学资源建设,由武汉大学发起,联合国内部分土木工程教育专家和企业工程专家,启动了“高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列规划教材”建设项目。该系列教材贯彻落实《高等学校土木工程本科指导性专业规范》《卓越工程师教育培养计划通用标准》和《土木工程卓越工程师教育培养计划专业标准》,力图以工程实际为背景,以工程技术为主线,着力提升学生的工程素养,培养学生的工程实践能力和工程创新能力。该系列教材的编写人员,大多主持或参加了住房和城乡建设部高等学校土木工程学科专业指导委员会的“土木工程专业卓越计划专项”教改项目,因此该系列教材也是“土木工程专业卓越计划专项”的教改成果。

土木工程专业卓越工程师教育培养计划的实施,需要校企合作,期望土木工程专业教育专家与工程专家一道,共同为土木工程专业卓越工程师的培养作出贡献!

是以为序。



2014年3月于同济大学四平路校区

# 前 言

在第1版的基础上,《土木工程概论》第2版结合我国土木工程行业新发展,我国工科专业加入华盛顿协议带来的新机遇、新挑战及编者的教学经验,改进了部分内容,新增了创新创业教育、建筑工业化等行业最新发展,适当删减卓越工程师计划的相关内容,更加符合高等学校土木工程学科专业指导委员会对人才培养的要求,本书致力于将土木工程领域的最新进展和未来发展趋势介绍给本专业的学生,特别是刚入学的新生,对其全面了解专业情况、树立专业理想具有重要意义。

本书编写着重体现“反映时代特点、强化基本概念、实用与创新并重”的思想,以建筑工程方向为主线,较全面地介绍土木工程专业的各个层面,包括土木工程的内涵和发展简史、土木工程材料、地基与基础、建筑工程、桥梁工程、道路与铁道工程、土木工程施工、土木工程管理、土木工程防灾减灾、高新技术应用、土木工程注册师制度等方面内容。为体现“科学发展”时代特点,在本书中适当介绍了土木工程与资源消耗及可持续发展的关系、土木工程高新技术应用等内容。

本书考虑课程特点,以较小的篇幅(按照20~30学时课堂教学计划编写),力求通俗易懂。

本书第1章由长安大学刘伯权教授编写,第2、5、13章由长安大学叶艳霞副教授编写,第3、6、7章由长安大学黄华教授编写,第4章由长安大学李红副教授编写,第8、9、10章由长安大学雷拓副教授编写,第11、12章由长安大学吴涛教授编写。全书由长安大学刘伯权教授、黄华教授统稿。本书承西安建筑科技大学白国良教授、陕西省建筑科学研究院贺志坚教授级高工审阅。

本书可作为高等学校土木工程、建筑学、城市规划专业的教材,也可作为建设管理、设计、施工、投资等单位及工程技术人员的参考用书,亦可为其他工程类、人文类专业学生的选修教材使用。

编者深知内容如此广泛的教材不易写好,再加之编者水平所限,错误和不足之处在所难免,恳请读者批评指正,多提宝贵意见。

**特别鸣谢:**武汉大学出版社、长安大学、西安建筑科技大学、陕西省建筑科学研究院等在本书的编写过程中给予了大力支持。

编 者

2017年5月





真题在手,考试必过

# 目 录

<b>1 绪论</b> .....	(1)	2.6.1 砖	(27)
1.1 土木工程与土木工程专业	(2)	2.6.2 砌块	(28)
1.2 土木工程发展历史简述	(2)	2.6.3 轻质墙板	(29)
1.2.1 古代土木工程	(2)	2.7 功能材料	(29)
1.2.2 近代土木工程	(4)	2.7.1 防水材料	(29)
1.2.3 现代土木工程	(5)	2.7.2 保温隔热材料	(30)
1.3 土木工程展望	(7)	2.7.3 吸声材料	(30)
1.3.1 工程材料发展展望	(7)	2.7.4 装饰材料	(31)
1.3.2 建造理论发展展望	(8)	知识归纳	(34)
1.3.3 建造技术发展展望	(8)	独立思考	(34)
1.3.4 土木工程建造场所的拓展	(9)	<b>3 地基与基础</b> .....	(35)
1.4 土木工程专业的学习建议	(10)	3.1 概述	(36)
1.4.1 科学、技术与工程的关系	(10)	3.2 地基土的分类及工程特性	(36)
1.4.2 创新创业教育	(11)	3.2.1 土的生成	(36)
1.4.3 土木工程专业知识、 能力和素质要求	(11)	3.2.2 土的工程分类	(37)
1.4.4 土木工程专业的 主要教学方法及 学习建议	(13)	3.2.3 土的工程特性	(38)
知识归纳	(14)	3.3 工程地质勘察	(39)
独立思考	(15)	3.3.1 工程地质勘察的任务	(39)
<b>2 土木工程材料</b> .....	(16)	3.3.2 工程地质勘察的阶段	(39)
2.1 概述	(17)	3.3.3 工程地质勘察的方法	(40)
2.2 胶凝材料	(17)	3.4 地基	(42)
2.2.1 石灰	(18)	3.4.1 基本概念	(42)
2.2.2 石膏	(18)	3.4.2 特殊土地基	(44)
2.2.3 水泥	(19)	3.4.3 地基处理	(48)
2.2.4 沥青及其他胶凝材料	(20)	3.5 基础工程	(51)
2.3 砂浆和混凝土	(22)	3.5.1 浅基础	(51)
2.3.1 砂浆	(22)	3.5.2 深基础	(55)
2.3.2 混凝土	(23)	知识归纳	(59)
2.3.3 新型水泥基材料	(25)	独立思考	(59)
2.4 钢材	(25)	<b>4 建筑工程</b> .....	(60)
2.4.1 钢材的分类	(26)	4.1 建筑工程的类别和结构形式	(61)
2.4.2 钢材的力学性能	(26)	4.1.1 按房屋建筑的层数或高度 分类	(61)
2.4.3 钢材的加工	(26)	4.1.2 按房屋建筑的使用性质分类	(61)
2.5 木材	(27)	4.1.3 按房屋主要承重结构所采用的 材料分类	(62)
2.6 墙体材料	(27)		

4.1.4 按房屋建筑的结构体系分类	62	6 道路与铁道工程	106
4.2 单层与多层建筑	63	6.1 我国道路的现状 & 分类	107
4.2.1 单层建筑	63	6.1.1 我国道路的现状	107
4.2.2 多层建筑	65	6.1.2 道路的分类	108
4.2.3 大跨度建筑	67	6.2 普通公路	110
4.3 高层与超高层建筑	72	6.2.1 公路的几何组成	110
4.3.1 高层与超高层建筑的发展	72	6.2.2 公路的结构建设	112
4.3.2 框架结构	75	6.3 城市道路	114
4.3.3 剪力墙结构	76	6.3.1 城市道路的要求	114
4.3.4 框架-剪力墙结构	77	6.3.2 城市道路的横断面形式	114
4.3.5 框支剪力墙结构	78	6.4 高速公路	117
4.3.6 筒体结构	78	6.4.1 国内外高速公路发展概况	117
4.4 特种结构与智能建筑	81	6.4.2 高速公路的特点	119
4.4.1 特种结构	81	6.4.3 高速公路的线形设计标准	119
4.4.2 智能建筑	86	6.4.4 高速公路沿线设施	120
4.5 结构设计的基本理论与方法	87	6.5 我国铁路的现状、分类及设计	120
4.5.1 结构设计的基本理论	87	6.5.1 我国铁路的现状	120
4.5.2 结构设计的基本目的及 功能要求	89	6.5.2 铁路的分类	121
4.5.3 结构设计的可靠性和可靠度	89	6.5.3 铁路选线设计与路基	123
4.5.4 建筑结构设计的主要步骤	90	6.6 高速铁路	124
知识归纳	91	6.6.1 国外高速铁路发展概况	124
独立思考	91	6.6.2 我国高速铁路发展概况	125
5 桥梁工程	92	6.6.3 高速铁路的主要特点	126
5.1 桥梁的组成与分类	93	6.7 城市轨道交通	126
5.1.1 桥梁的组成	93	6.7.1 地铁工程	126
5.1.2 桥梁的分类	93	6.7.2 城市轻轨	127
5.2 典型桥梁	96	6.7.3 磁悬浮铁路	128
5.2.1 我国古代桥梁建筑	96	知识归纳	129
5.2.2 我国现代桥梁建筑	97	独立思考	129
5.2.3 国外桥梁发展现状	100	7 隧道与地下工程	130
5.3 桥梁设计要点	101	7.1 概述	131
5.3.1 桥梁设计的原则	101	7.2 隧道工程	131
5.3.2 桥梁设计的主要内容	102	7.2.1 隧道工程分类	132
5.4 桥梁工程的发展特点	103	7.2.2 隧道施工技术	137
5.4.1 桥梁工程的学科发展	103	7.2.3 隧道工程的发展趋势	142
5.4.2 新材料在桥梁工程中的 应用	104	7.3 地下工程	144
5.4.3 超级跨海桥梁工程	104	7.3.1 地下工程的分类	144
5.4.4 城市桥梁的发展	104	7.3.2 工业地下工程	144
5.4.5 重视桥梁美学	105	7.3.3 民用地下工程	147
知识归纳	105	7.3.4 仓储地下工程	150
独立思考	105	7.3.5 市政地下工程	152
		知识归纳	152
		独立思考	152

<b>8 土木工程施工</b> .....	(153)	10.1.2 工程结构破坏 .....	(204)
8.1 基础工程施工 .....	(154)	10.1.3 次生灾害 .....	(205)
8.1.1 土方工程 .....	(154)	10.1.4 减轻地震灾害的措施 .....	(205)
8.1.2 基础施工 .....	(158)	10.2 风灾 .....	(207)
8.2 结构工程施工 .....	(160)	10.2.1 风灾概述 .....	(207)
8.2.1 脚手架工程 .....	(160)	10.2.2 风灾的防治 .....	(210)
8.2.2 砌筑工程 .....	(163)	10.3 火灾 .....	(210)
8.2.3 钢筋混凝土工程 .....	(164)	10.3.1 火灾概述 .....	(210)
8.2.4 预应力混凝土工程 .....	(170)	10.3.2 火灾的防治 .....	(210)
8.2.5 结构安装工程 .....	(171)	10.4 爆炸灾害 .....	(211)
8.3 施工组织设计 .....	(176)	10.4.1 爆炸灾害概述 .....	(211)
8.3.1 施工组织设计的内容 .....	(176)	10.4.2 防爆、抗爆措施 .....	(212)
8.3.2 施工组织设计的分类 .....	(176)	知识归纳 .....	(213)
8.3.3 施工组织设计的编制程序 .....	(177)	独立思考 .....	(213)
8.3.4 施工进度计划的绘制 .....	(177)	<b>11 高新技术应用</b> .....	(214)
8.3.5 施工平面图 .....	(178)	11.1 概述 .....	(215)
8.4 土木工程施工的发展趋势 .....	(179)	11.2 计算机与仿真技术 .....	(215)
8.4.1 绿色生态化发展趋势 .....	(179)	11.2.1 土木工程中的计算机应用	
8.4.2 信息化发展趋势 .....	(180)	技术 .....	(215)
8.4.3 工业化发展趋势 .....	(181)	11.2.2 土木工程中的仿真技术 .....	(217)
知识归纳 .....	(181)	11.2.3 BIM技术 .....	(218)
独立思考 .....	(182)	11.3 现代结构试验技术 .....	(219)
<b>9 建设项目管理</b> .....	(183)	11.3.1 结构抗震试验技术 .....	(219)
9.1 工程建设程序与法规 .....	(184)	11.3.2 结构风洞试验技术 .....	(219)
9.1.1 建设程序 .....	(184)	11.3.3 结构抗火试验技术 .....	(220)
9.1.2 建设法规 .....	(185)	11.4 结构振动控制技术 .....	(221)
9.2 工程项目招标投标与合同管理 .....	(188)	11.4.1 被动控制 .....	(221)
9.2.1 工程项目招标投标概述 .....	(188)	11.4.2 主动控制 .....	(222)
9.2.2 工程项目招标投标 .....	(189)	11.4.3 混合控制 .....	(222)
9.2.3 项目合同管理 .....	(192)	11.5 结构健康监测与安全预警技术 .....	(223)
9.3 工程项目管理 .....	(194)	11.5.1 结构健康监测的基本概念 .....	(223)
9.3.1 工程项目管理的目标及特点 .....	(194)	11.5.2 传感传输技术 .....	(223)
9.3.2 工程项目成本控制 .....	(195)	11.5.3 结构损伤识别技术 .....	(225)
9.3.3 工程项目进度控制 .....	(196)	知识归纳 .....	(226)
9.3.4 工程项目质量控制 .....	(198)	独立思考 .....	(226)
9.4 建设工程监理 .....	(199)	<b>12 土木工程与可持续发展</b> .....	(227)
9.4.1 建设工程监理的范围和依据 .....	(199)	12.1 可持续发展的由来与内涵 .....	(228)
9.4.2 建设工程监理的内容 .....	(200)	12.1.1 人类文明的演化及其与	
知识归纳 .....	(201)	自然的关系 .....	(228)
独立思考 .....	(201)	12.1.2 可持续发展思想的形成 .....	(228)
<b>10 土木工程防灾减灾</b> .....	(202)	12.1.3 可持续发展的内涵 .....	(229)
10.1 地震灾害 .....	(203)	12.2 土木工程与资源消耗 .....	(230)
10.1.1 地表破坏 .....	(203)	12.2.1 土地问题 .....	(230)

12.2.2 能源问题 .....	(231)	13.2.3 结构设计 .....	(240)
12.2.3 水资源问题 .....	(232)	13.2.4 工程施工 .....	(240)
12.2.4 建材资源问题 .....	(233)	13.2.5 工程监理 .....	(240)
12.3 绿色建筑 .....	(234)	13.2.6 工程造价 .....	(241)
12.3.1 绿色建筑的特点 .....	(234)	13.2.7 房地产开发与管理 .....	(241)
12.3.2 绿色建筑的设计原则 .....	(235)	13.2.8 物业管理 .....	(241)
12.3.3 绿色环保建筑的应用 .....	(235)	13.3 土木工程执业注册制度 .....	(242)
知识归纳 .....	(237)	13.3.1 注册工程师制度概述 .....	(242)
独立思考 .....	(237)	13.3.2 土木工程注册工程师 .....	(242)
<b>13 土木工程相关职业及执业资格介绍</b> ...	(238)	13.4 注册工程师职业道德 .....	(246)
13.1 概述 .....	(239)	知识归纳 .....	(246)
13.2 土木工程相关职业介绍 .....	(239)	独立思考 .....	(246)
13.2.1 工程地质勘察 .....	(239)	<b>参考文献</b> .....	(247)
13.2.2 建筑设计与城市规划 .....	(240)		



数字资源目录

# 1



# 绪 论

## 课前导读

---

### 内容提要

本章介绍了土木工程的发展沿革与展望、土木工程专业情况，给出了土木工程专业的学习建议。

### 能力要求

通过本章的学习，学生应了解土木工程的历史与现状；掌握土木工程专业学习的特点和要求。

### 数字资源



重难点

## 1.1 土木工程与土木工程专业 >>>

土木工程,英文为 civil engineering,直译为民用工程,最初主要用于与军事工程(military engineering)区别开来,后来逐渐成为一切为了生活和生产所需的民用工程设施的总称,并发展成为一门学科。

我国国务院学位委员会在公布的学科简介中为土木工程专业所下的定义为: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。

土木工程涉及领域十分宽广。从建造的对象看,土木工程包括建筑工程、道路工程、桥梁工程、隧道工程、机场工程、地下工程、市政工程、港口工程、海洋工程、水利工程,甚至航天事业发射塔架和航天基地。从使用的材料看,土木工程可分为金属结构、混凝土结构、高分子材料结构、木结构、石结构、土结构等。从技术性质看,土木工程涉及勘测、设计、施工、管理、养护、维修等。从职业分工看,有从事土木工程的工程技术人员、工程管理人员、研究人员和教师等。

为培养土木工程所需的各类人员,世界各国在大学本科教学中都设立了土木工程专业。世界上最早培养土木工程师的大学是1747年法国创办的国立路桥学校。此后,英国、德国等也相继在大学中设置有关土木工程的专业。我国土木工程教育事业最早出现在1895年创办的北洋西学学堂(后称北洋大学,今天津大学)。经过一个多世纪,特别是改革开放三十多年来的迅速发展,我国目前已有500余所高等院校开设了土木工程本科专业,培养能从事土木工程设计、施工、管理、咨询、监理等方面工作的专业技术人员。

## 1.2 土木工程发展历史简述 >>>

土木工程是一门古老的学科,它同社会、经济,特别是与科学、技术的发展密切相关。土木工程内涵丰富,就其本身而言,主要是围绕建筑材料、建造理论和建造技术三个方面的演变而不断发展的。按照建筑材料、建造理论和建造技术出现根本性的突破,土木工程的发展可划分为古代土木工程、近代土木工程和现代土木工程三个阶段。

### 1.2.1 古代土木工程

古代土木工程的历史跨度很长,大致从旧石器时代(约公元前5000年)到17世纪中叶。这一时期修建各种土木工程设施主要依靠经验。所用材料主要取之于自然,如石块、草筋、土坯等,在公元前1000年左右开始使用烧制的砖。这一时期,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,古代还是留下了许多有历史价值的建筑,有些工程即使从现代角度来看也是非常伟大的,有的甚至难以想象。

在古代土木工程中,一些文明古国如中国、古希腊、古埃及、古印度都有不少传世杰作,部分屹立至今。

房屋建筑方面:我国建成于1420年的北京故宫(图1-1),是世界现存最大的古代木结构宫殿建筑群,占地面积72万平方米,从整体规划到单体建筑都体现了我国古代建筑的优秀传统文化和独特风格。公元532—537年,土耳其伊斯坦布尔修建的索菲亚大教堂(图1-2)为砖砌穹顶,直径约30m,穹顶高约50m,整体支撑在用巨石砌成的大柱(截面约7m×10m)上,非常宏伟。

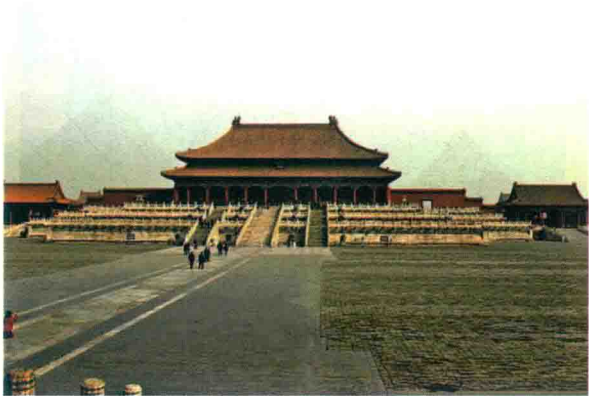


图 1-1 北京故宫



图 1-2 索菲亚大教堂

桥梁工程方面:公元 6 世纪我国隋朝建成的赵州桥,为单孔圆弧弓形石拱桥,全长 50.82 m,桥面宽 10 m,单孔跨度 37.02 m,矢高 7.23 m,用 28 条并列的石条拱砌成,拱肩上有 4 个小拱,既可减小桥的自重,又便于排泄洪水,且外表美观,经千余年后尚能正常使用,为世界石拱桥的杰出代表。

水利工程方面:公元前 3 世纪,我国建成的都江堰水利工程(图 1-3),是世界历史上最长的无坝引水工程,兼有灌溉、防洪、水运和供水等功能,使成都平原成为“沃野千里”的天府之乡。这一水利工程,至今仍造福于四川人民。即使今天看来,这一水利设施的设计也是非常合理、十分巧妙,许多国际水利工程专家参观后均十分叹服。隋朝时开凿修建的京杭(北京—杭州)大运河,全长 1794 km,是世界历史上最长的运河。至今该运河的江苏、浙江段仍是重要的水运通道。

高塔工程方面:公元 11 世纪建成的山西应县木塔(图 1-4),塔高 67.3 m,共 9 层,横截面呈八角形,底层直径达 30.27 m。该塔经历了多次大地震,历时近千年仍完好耸立,足以证明我国古代木结构的高超技术。



图 1-3 都江堰水利工程



图 1-4 山西应县木塔

交通工程方面:秦统一六国后,以咸阳为中心修建了通往全国各郡县的驰道,形成了全国的交通网。在欧洲,罗马帝国也修建了以罗马为中心的道路网,包括 29 条主干道和 322 条联系支线,总长度达 78000 km。

其他工程方面:我国最著名的当数万里长城(图 1-5),始建于公元前 3 世纪,东起山海关,西至嘉峪关,全长 6700 km,至今大部分仍基本完好。建于公元前 2700—前 2600 年间的埃及金字塔(图 1-6),其中最大的一座是胡夫金字塔,该塔基底呈正方形,每边长 230.5 m,高约 140 m,用 230 余万块巨石砌成。

这一时期,还出现了一些经验总结和描述外形设计的土木工程著作,其中比较有代表性的为公元前 5 世纪的《考工记》,北宋李诫的《营造法式》,意大利文艺复兴时期贝蒂的《论建筑》等。



图 1-5 万里长城



图 1-6 埃及金字塔和狮身人面像

### 1.2.2 近代土木工程

近代土木工程的时间跨度为 17 世纪中叶到第二次世界大战前后,历时 300 余年。在这一时期,土木工程逐步成为一门独立学科。

工程设计理论方面:从 17 世纪开始,以伽利略和牛顿为先导的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、岩体力学等土木工程基础理论学科。随后,法国的纳维于 1825 年建立了土木工程中结构设计的容许应力法。从此,土木工程的结构设计有了比较系统的理论指导。

工程材料方面:1824 年波特兰水泥的发明、1859 年转炉炼钢法的成功及 1867 年钢筋混凝土的开始应用是土木工程史上的重大事件。混凝土及钢材的推广应用,使得土木工程师建造更为复杂的工程设施成为可能。在近代及现代建筑中,绝大多数高耸、大跨、巨型、复杂的工程结构为钢结构或钢筋混凝土结构。

建造技术方面:在这一时期,产业革命促进了工业、交通运输业的发展,这对土木工程设施提出了更广泛的需求,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。打桩机、压路机、挖土机、掘进机、起重机、吊装机等纷纷出现,为快速、高效地建造各类土木工程设施提供了有力手段。

近代土木工程中,由于建筑材料、建造理论和建造技术的进步,出现了许多举世瞩目的土木工程杰作。

房屋建筑工程方面:1883 年美国芝加哥率先采用了钢铁框架作为承重结构,建造了一幢 11 层的保险公司大楼,此大楼被誉为现代高层建筑的开端。1931 年建成的纽约帝国大厦(图 1-7)共 102 层,高 378 m,钢骨架总重超过 50000 t,内装 67 部电梯,这一建筑高度保持世界纪录达 40 年之久。

高塔工程方面:1889 年法国建成了高达 300 m 的埃菲尔铁塔(图 1-8),该塔有 18000 余个钢质构件,将这些构件联结起来用了 250 万个铆钉,铁塔总重 8500 t。该塔已成为巴黎乃至法国的标志性建筑,至今观光者络绎不绝。

水利工程方面:最辉煌的成就是两条大运河的建成通航。一条是 1869 年开凿成功的苏伊士运河(图 1-9),将地中海和印度洋连接起来,这样从欧洲到亚洲的航行不必再绕行好望角;另一条是 1914 年建成的巴拿马运河,它将太平洋和大西洋直接联系起来,在全球运输中发挥了巨大作用。

桥梁工程方面:金门大桥(图 1-10)是世界上第一座单跨超过千米的大桥,桥跨 1280 m,桥头塔架高 277 m,主缆直径 1.125 m,由 27572 根钢丝组成,其中每 452 根钢丝先组成一股,由 61 股组成主缆索,索重 11000 t 左右。锚固缆索的两岸锚碇为混凝土巨大块体,北岸混凝土锚碇重为 130000 t,南岸的小一些,也达 50000 t。

道路工程方面:1825 年英国修建了世界上第一条铁路,长 21 km。1869 年美国建成了横贯东西的北美大陆铁路。1863 年英国在伦敦建成了世界上第一条地下铁道,随后美、法、德、俄等国均在大城市相继建设地下铁道交通网。



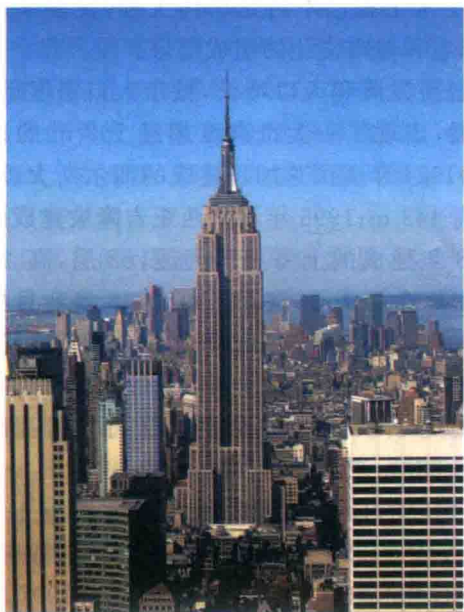


图 1-7 帝国大厦

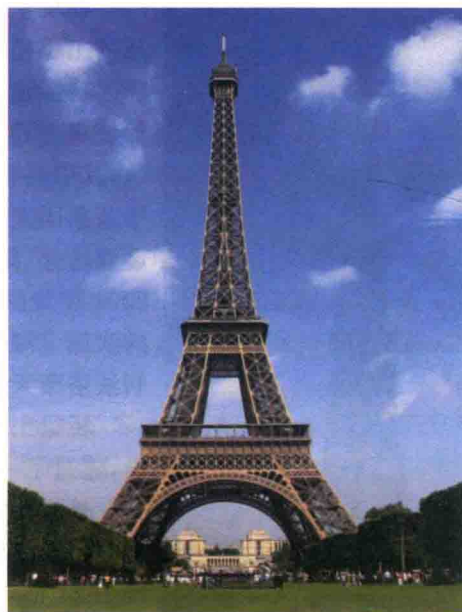


图 1-8 埃菲尔铁塔



图 1-9 苏伊士运河



图 1-10 金门大桥

### 1.2.3 现代土木工程

第二次世界大战以后,许多国家经济腾飞,现代科学技术迅速发展,这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,从而开始了以现代科学技术为后盾的土木工程新时代。这一时期的土木工程有以下几个特点:

① 在建筑材料方面,随着化学工业和冶金技术的不断发展,高性能和高强混凝土的广泛应用,适应不同要求的各种特种混凝土,如轻骨料混凝土、纤维混凝土、聚合物混凝土也迅速发展。先进的冶金和轧钢技术已能生产高强的低合金钢筋和各种规格的型钢,开创了现代结构工程的一个崭新时代。高分子化学的发展,使高分子材料开始应用于工程结构,膜结构这一新结构体系随之出现。

② 在结构设计理论方面,随着工程设施大型化,借助计算机技术的发展,分析理论已能考虑材料非线性和几何非线性。设计理论也由容许应力设计方法进入基于概率理论的可靠度设计方法。分析计算理论的进步,使结构设计更为自由,一些新颖的结构如任意曲面形式的网壳结构,各种类型的斜拉桥,各种外形的索膜结构,不同深度的海洋平台,各种隧道、地下铁道等,如雨后春笋般不断涌现。

③ 适应工程结构大型化,在机械、电子、信息技术发展的带动下,建造技术由单一使用机械发展到机-电-计算机的一体化。对于复杂的工程,实现了全过程的自动监控和计算机控制,施工精度、施工质量大大提高,施工进度大大加快。