

新世纪土木工程系列规划教材

# 土木工程概论

王清标 主编

李术才 主审



免费电子课件



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

新世纪土木工程系列规划教材

# 土木工程概论

主 编 王清标  
副主编 刘家友 徐帮树 魏海霞  
参 编 吕国仁 贾 超 葛颜慧 尹发利  
李明田 代凤娟 陈 新  
主 审 李术才



机械工业出版社

本书全面介绍了目前土木工程下属各分支和相关学科的情况,主要包括绪论、土木工程发展简史、土木工程材料、建筑工程、建筑电气、建筑节能技术、基础工程、城市地下空间工程、港口工程、桥梁工程、公路工程、铁路工程、机场工程、城市给水排水工程、防灾减灾工程、工程建设法规与招标投标、工程建设项目管理、高新技术在土木工程中的应用。

本书可作为高等院校土木工程类本科和专科的教学用书,也可供从事有关土木工程设计、施工、管理的各专业工程技术和管理人员参考。

为便于讲授本教材,本书配套编制了多媒体课件、电子教案、习题库等辅助资源,并且该配套资源获得了教育部第十二届全国多媒体课件大赛三等奖。选用本书作教材的教师可通过 <http://www.cmpedu.com/> (机械工业出版社教育服务网) 注册后免费下载。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

土木工程概论/王清标主编. —北京:机械工业出版社, 2013. 7

新世纪土木工程系列规划教材

ISBN 978 - 7 - 111 - 39648 - 2

I. ①土… II. ①王… III. ①土木工程 - 高等学校 - 教材 IV. ①TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 091299 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 马军平 责任编辑: 马军平 陈将浪

版式设计: 常天培 责任校对: 张莉娟 任秀丽

封面设计: 张 静 责任印制: 张 楠

北京京丰印刷厂印刷

2013 年 7 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 25 印张 · 634 千字

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 39648 - 2

定价: 49.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

# 序

土木工程作为一个专业覆盖面广、行业涉及面宽,对国民经济发展具有强大拉动作用的学科专业,对人类生存、国民经济、社会文明有着举足轻重的作用。随着科学技术与经济的迅速发展,土木工程的内涵已发生了改变,已成为跨学科、跨专业的综合性学科。教育部分别于1993年、1998年、2003年将原来的结构、桥梁、道路、岩土、矿井建设、城镇建设等8个专业合并为土木工程专业,涵盖工业与民用建筑、交通土建、地下工程、岩土工程、市政工程、水利水电工程及国防工程等广泛领域,成为一个宽口径的大专业。新的土木工程专业并不是以前土木工程相关专业的简单归并与重复,而是更高层次的整合与扩展,其教学内容和课程设置有极大的重组和扩充,逐渐形成了“大土木、大工程”的教育指导思想和“强基础、宽口径、多方向”的教育理念。这要求学生必须站在土木工程学科全局的高度,对学科全貌充分认识与把握,以期学生“理论基础扎实,专业知识面广,实践能力强,综合素质高,并有较强科技运用、推广、转换能力”,毕业后能够在勘察、设计、施工、监理、管理等领域从事技术或管理工作。

满足以上教学要求和人才培养目标,开设“土木工程概论”势在必行。所以教育部要求:在教学中必须充分认识到土木工程概论的重要性,学校应适当地资助相关的教研教改项目,并且配备对土木工程有着深刻认识且具有丰富实践经验的教师来讲授这门课。可以说,“土木工程概论”课程是国家本科专业目录调整后,为适应社会的发展和大土木的教学需要而设定的一门新课。

全国高等学校土木工程专业指导委员会给予该课程的定位是:“土木工程概论”是必修课程,是建立“大土木”、“大工程”基本概念、基本内容、基本知识的专业基础课。该课程对土木工程专业实现培养目标将起到至关重要的作用,它将对大学生四年的学习起到指导和引领作用,其地位和作用是任何课程不能取代的。它在整个课程体系中的地位具有自身的特殊性、其他专业课不可替代性、贯穿整个专业课程学习过程的纲领性。

教材是教学观念和方法的反映,教材的质量是教材的生命,教材建设是提高教学质量的重要环节,是实现人才培养目标的关键。王清标等编写的《土木工程概论》教材,内容较丰富,逻辑安排合理,难度适中,具有以下特点:

(1) 知识的系统性:根据土木工程各专业的特点,本着覆盖面广、知识面宽以及适当介绍前沿专业知识的原则,本书覆盖了土木工程各专业的重要内容,充分体现了“大土木”的特点。

(2) 内容的实践性:本书内容贴合教学实际,选材注重本学科前沿的新技术、新工艺、新方法、新成果、新应用、新规范、新资料等,教材内



合土木  
台。

才

# 前言

# 目录

“土木工程概论”课程主要实现四个目标：使学生刚入学就开始较全面地了解土木工程所涉及领域的内容、方法、成就和发展情况，从学科概论的视角了解土木工程的综合性、社会性及其在技术、经济与管理方面的统一性，初步构建专业基础；为学生提供一个清晰和逻辑的工程学科的基本概念和方法，在进行工程教育的过程中初步学习解决问题的工程方法；从工科结合管理、经济、法律法规的角度掌握各类土木工程的基本概念、基本理论和基本方法，为学习相关的后继课程打好基础；能应用土木工程的理论和方法对一些简单的工程实际问题进行定性分析。

要实现上述目标，教材是关键，因为教材是否合理直接关系到教学效果与教学目标。教材的内在质量要求教材具有科学性、可读性、知识性、思维性、启发性和教学的适用性。教材选用应当坚持实用性的原则。开设土木工程专业的院校较多，不同的院校采用了不同的《土木工程概论》教材，不同版本的教材（约有20多个版本）在内容上大致相同，但在具体的编写思路、难易程度、主体风格上并不完全一致，有的教材虽然既详细介绍了土木工程的历史成就，又花大量篇幅指明土木工程的主要发展方向，但在内容组织安排上过于繁杂，思路不清晰，难以整理和引导学生的学习思路；或者内容过于深奥，把后续专业课程中的知识进行了介绍；或者教材内容比较陈旧，不能反映当今土木工程的发展现状。

本书在编写的过程中既考虑了土木工程的整体性，又结合目前课程设置的实际情况兼顾了相关专业的教学需要，在“大土木”的框架下内容全面、丰富，教学学时按30~50学时考虑，可以为具有不同教学特色的院校提供选讲，便于组织教学。

本书第1、15章由山东科技大学的王清标编写，第2、4章由山东科技大学的尹发利、王清标编写，第3、5、6章由山东科技大学的刘家友编写，第7章由山东科技大学的陈新、王清标编写，第8章由山东大学的徐帮树编写，第9章由山东大学的贾超编写，第10章由山东交通学院的代凤娟编写，第11、14章由河南理工大学的魏海霞编写，第12章由山东交通学院的李明田编写，第13、18章由山东交通学院的葛颜慧编写，第16、17章由山东建筑大学的吕国仁编写。全书由王清标修改、定稿。

本书在编写的过程中得到了机械工业出版社高教分社的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于编者的知识水平和实践能力有限，书中错误及疏漏之处在所难免，恳请广大读者和同行批评指正。

编者

# 目录

## 序

## 前言

|                           |    |
|---------------------------|----|
| <b>第1章 绪论</b> .....       | 1  |
| 1.1 土木工程 .....            | 1  |
| 1.2 土木工程专业 .....          | 6  |
| 1.3 我国土木工程专业培养方案 .....    | 7  |
| 1.4 土木工程相关专业简介 .....      | 7  |
| 1.5 我国土木工程执业注册制度简介 .....  | 8  |
| 复习思考题 .....               | 9  |
| 参考文献 .....                | 9  |
| <b>第2章 土木工程发展简史</b> ..... | 11 |
| 2.1 古代土木工程 .....          | 11 |
| 2.2 近代土木工程 .....          | 20 |
| 2.3 现代土木工程 .....          | 24 |
| 2.4 土木工程发展展望 .....        | 29 |
| 2.5 土木工程可持续发展 .....       | 30 |
| 复习思考题 .....               | 32 |
| 参考文献 .....                | 32 |
| <b>第3章 土木工程材料</b> .....   | 33 |
| 3.1 土木工程材料概述 .....        | 33 |
| 3.2 金属材料 .....            | 34 |
| 3.3 胶凝材料 .....            | 37 |
| 3.4 砖、瓦、砌块、砂、石、木材 .....   | 39 |
| 3.5 混凝土和砂浆 .....          | 43 |
| 3.6 高分子材料及功能材料 .....      | 46 |
| 3.7 其他材料 .....            | 48 |
| 复习思考题 .....               | 51 |
| 参考文献 .....                | 52 |
| <b>第4章 建筑工程</b> .....     | 53 |
| 4.1 建筑工程概述 .....          | 53 |
| 4.2 建筑物的分类 .....          | 54 |
| 4.3 民用建筑工程 .....          | 58 |
| 4.4 工业建筑工程 .....          | 62 |
| 4.5 绿色建筑 .....            | 63 |

|            |                 |            |
|------------|-----------------|------------|
| 4.6        | 生态建筑            | 66         |
|            | 复习思考题           | 66         |
|            | 参考文献            | 67         |
| <b>第5章</b> | <b>建筑电气</b>     | <b>68</b>  |
| 5.1        | 建筑电气概述          | 68         |
| 5.2        | 建筑供配电系统         | 70         |
| 5.3        | 建筑电气照明          | 75         |
| 5.4        | 电气安全、接地和防雷      | 78         |
| 5.5        | 电梯              | 81         |
| 5.6        | 智能建筑及设备         | 85         |
|            | 复习思考题           | 88         |
|            | 参考文献            | 89         |
| <b>第6章</b> | <b>建筑节能技术</b>   | <b>90</b>  |
| 6.1        | 建筑节能技术概述        | 90         |
| 6.2        | 建筑围护结构节能技术      | 91         |
| 6.3        | 建筑暖通空调系统节能技术    | 95         |
| 6.4        | 建筑电气节能技术        | 105        |
| 6.5        | 可再生能源利用技术       | 108        |
|            | 复习思考题           | 112        |
|            | 参考文献            | 112        |
| <b>第7章</b> | <b>基础工程</b>     | <b>114</b> |
| 7.1        | 基础工程概述          | 114        |
| 7.2        | 工程地质勘察          | 116        |
| 7.3        | 浅基础             | 118        |
| 7.4        | 桩基础             | 129        |
| 7.5        | 基坑工程            | 131        |
| 7.6        | 地基处理            | 136        |
|            | 复习思考题           | 138        |
|            | 参考文献            | 138        |
| <b>第8章</b> | <b>城市地下空间工程</b> | <b>140</b> |
| 8.1        | 城市地下空间概述        | 140        |
| 8.2        | 城市地下空间开发利用现状    | 145        |
| 8.3        | 城市地下空间的利用形态     | 152        |
| 8.4        | 城市地下空间规划        | 160        |
| 8.5        | 地下空间物权法         | 164        |
|            | 复习思考题           | 167        |
|            | 参考文献            | 167        |
| <b>第9章</b> | <b>港口工程</b>     | <b>168</b> |
| 9.1        | 港口工程概述          | 168        |
| 9.2        | 港口的组成           | 171        |



|      |                      |     |
|------|----------------------|-----|
| 9.3  | 港口的分类                | 172 |
| 9.4  | 港口的技术特征              | 173 |
| 9.5  | 与港口相关的一些概念           | 173 |
| 9.6  | 港址选择                 | 175 |
| 9.7  | 港口规划与布置              | 175 |
| 9.8  | 港口的水工建筑物             | 177 |
|      | 复习思考题                | 182 |
|      | 参考文献                 | 182 |
|      | <b>第10章 桥梁工程</b>     | 184 |
| 10.1 | 桥梁工程概述               | 184 |
| 10.2 | 桥梁的组成、相关术语及分类        | 192 |
| 10.3 | 桥梁的总体规划和设计要点         | 203 |
| 10.4 | 桥梁墩(台)               | 207 |
|      | 复习思考题                | 217 |
|      | 参考文献                 | 217 |
|      | <b>第11章 公路工程</b>     | 218 |
| 11.1 | 公路工程概述               | 218 |
| 11.2 | 公路路线                 | 223 |
| 11.3 | 公路路基                 | 232 |
| 11.4 | 公路路面                 | 240 |
|      | 复习思考题                | 245 |
|      | 参考文献                 | 246 |
|      | <b>第12章 铁路工程</b>     | 247 |
| 12.1 | 引言                   | 247 |
| 12.2 | 铁路的组成                | 248 |
| 12.3 | 铁路工程设计               | 255 |
| 12.4 | 高速铁路                 | 256 |
| 12.5 | 磁悬浮铁路                | 259 |
|      | 复习思考题                | 261 |
|      | 参考文献                 | 261 |
|      | <b>第13章 机场工程</b>     | 262 |
| 13.1 | 机场工程概述               | 262 |
| 13.2 | 民用机场                 | 264 |
| 13.3 | 机场规划                 | 265 |
| 13.4 | 机场主要构筑物              | 270 |
| 13.5 | 机场维护区及机场环境的保护        | 276 |
| 13.6 | 军用机场                 | 277 |
|      | 复习思考题                | 278 |
|      | 参考文献                 | 278 |
|      | <b>第14章 城市给水排水工程</b> | 279 |

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 14.1 城市给水工程 .....               | 279        |
| 14.2 城市排水工程 .....               | 289        |
| 复习思考题 .....                     | 300        |
| 参考文献 .....                      | 300        |
| <b>第15章 防灾减灾工程 .....</b>        | <b>302</b> |
| 15.1 防灾减灾工程概述 .....             | 302        |
| 15.2 防灾减灾对策与措施 .....            | 306        |
| 15.3 地震灾害概念与成因 .....            | 308        |
| 15.4 地震活动概况 .....               | 313        |
| 15.5 地震灾害的特点 .....              | 316        |
| 15.6 地震的直接灾害 .....              | 317        |
| 15.7 地震的次生灾害 .....              | 325        |
| 15.8 减轻地震灾害的基本对策 .....          | 328        |
| 15.9 建筑结构的抗震设防 .....            | 329        |
| 复习思考题 .....                     | 332        |
| 参考文献 .....                      | 332        |
| <b>第16章 工程建设法规与招标投标 .....</b>   | <b>334</b> |
| 16.1 工程建设法规 .....               | 334        |
| 16.2 工程项目的招标投标 .....            | 338        |
| 复习思考题 .....                     | 346        |
| 参考文献 .....                      | 346        |
| <b>第17章 工程建设项目管理 .....</b>      | <b>347</b> |
| 17.1 施工项目管理 .....               | 347        |
| 17.2 建设工程监理 .....               | 360        |
| 17.3 国际工程管理 .....               | 365        |
| 复习思考题 .....                     | 368        |
| 参考文献 .....                      | 369        |
| <b>第18章 高新技术在土木工程中的应用 .....</b> | <b>370</b> |
| 18.1 计算机技术在土木工程中的应用 .....       | 370        |
| 18.2 仿真技术 .....                 | 376        |
| 18.3 现代结构试验技术 .....             | 380        |
| 18.4 结构安全监测与预警技术 .....          | 385        |
| 18.5 虚拟现实技术在土木工程中的应用 .....      | 387        |
| 复习思考题 .....                     | 388        |
| 参考文献 .....                      | 389        |

# 第1章 绪论

## 1.1 土木工程

### 1.1.1 土木工程的定义

国务院学位委员会在学科简介中给予土木工程的定义为：“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、维修等技术”。

从该定义看出，土木工程具有三层含义：

（1）土木工程是指各类工程设施（即工程建设的对象），其范围非常广泛，既包含建造在地上或地下、陆上或水中，直接或间接为人类生活、生产、工作、科研、国防服务的各种工程设施（如房屋建筑工程、道路工程、铁路工程、管道运输工程、隧道工程、桥梁工程、运河工程、堤坝工程、港口工程、电站与输变电站工程、飞机场工程、海洋平台工程、给水排水工程、防灾减灾工程、防护工程等），又包含运河、水库、大坝、水渠等水利工程设施。

（2）土木工程建设所需的工程材料和工程机械设备，工程材料包括气硬性无机胶凝材料、水泥、混凝土、砂浆、墙体材料、屋面材料、钢材和铝材、木材、沥青与沥青混合料、高分子建筑材料、防水材料、绝热吸声隔声材料、建筑装饰材料等；工程机械设备既包括生产土木工程材料的生产机械，又包括土木工程建设过程中的施工机械。

（3）土木工程作为学科是指与其有关的科学技术活动，既指勘察、测绘、规划、设计等科学技术活动，又指施工、维护、维修、保养、改造、加固、运行管理等生产技术活动，还包含土木工程材料性能试验、工程结构性能试验、工程安全性检测等试验技术活动。

土木工程的英语名称为 Civil Engineering，意为“民用工程”，以区别于“军事工程”（Military Engineering）。1818年，英国伦敦皇家土木工程师宪章给土木工程的定义为：“土木工程是构成土木工程师职业的一门学科，是引导绝大多数种类的自然力量为人类服务的一种艺术。”土木工程是伴随人类社会的发展而发展起来的，它所建造的工程设施反映出各个历史时期社会经济、文化、科学、技术发展的面貌，因而土木工程也就成为社会发展的历史见证。尽管随着社会历史的变迁，土木工程所涵盖的意义发生了很大的变化，但是其基本内涵依然是应用科学技术和人类的发明创造能力来解决实际工程问题，以谋福人类。

### 1.1.2 土木工程的特点

土木工程作为一门应用科学技术，具有以下四个基本属性：

（1）综合性。建造一项工程设施一般要经过勘察、设计、施工和运行管理四个阶段，

需要运用工程地质勘察、水文地质勘察、工程测量、土力学、工程力学、工程设计、建筑材料、建筑设备、工程机械、建筑经济等学科和施工技术、施工组织等领域的知识,以及计算机和力学测试等技术,还需要工程管理、物业管理等管理知识,因而土木工程是一门涉及学科范围众多的综合性学科。

随着科学技术的进步和工程实践的发展,土木工程这个学科也已发展成为内涵广泛、门类众多、结构复杂的包含新理论、新技术、新概念、新工艺、新方法、新结构、新设备等的综合性学科体系,如就土木工程所建造的工程设施所具有的使用功能而言,有的供生活居住用,有的作为生产活动的场所,有的作为娱乐的场所,有的用于陆海空交通运输,有的用于水利事业,有的作为信息传输的工具,有的作为能源传输的手段等。这就要求土木工程综合运用各种物质条件,以满足多种的需求。

土木工程已发展出许多分支,如房屋工程、铁路工程、道路工程、飞机场工程、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、水利工程等学科。其中,有些分支例如水利工程,由于自身工程对象的不断增多及专门科学技术的发展,已从土木工程中分化出来成为独立的学科体系,但是它们在很大程度上仍具有土木工程的共性。

(2) 社会性。土木工程的发展伴随着人类社会的发展,伴随着社会不同历史时期的科学技术和管理水平而发展。它所建造的工程设施反映出各个历史时期社会经济、文化、科学、技术发展的水平,因而土木工程也就成为社会历史发展的见证之一。远古时代,人们就开始修筑简陋的房舍、道路、桥梁和沟渠,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、生活及宗教传播的需要,兴建了城池、运河、宫殿、寺庙及其他各种建筑物。许多著名的工程设施反映了人类在这个历史时期的非凡创造力,如我国的长城、都江堰、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、科洛西姆圆形竞技场(罗马大斗兽场),以及其他许多著名的教堂、宫殿等。进入20世纪后,土木工程的迅速发展得益于两个方面的原因:社会向土木工程提出了新的需求,刺激了其发展;社会各个领域为土木工程的设计、建造等提供了良好的理论支持和施工技术条件。建筑材料(钢材、水泥)工业化生产的实现,机械和能源技术,以及设计理论的进展,都为土木工程提供了材料和技术上的保证,因而土木工程得到突飞猛进的发展,在世界各地出现了现代化规模宏大的工业厂房、摩天大厦、核电站、高速公路和铁路、大跨度桥梁、大直径运输管道、长隧道、大运河、大堤坝、大飞机场、大海港及海洋工程等。总之,土木工程不断地为各个时期的人类社会提供良好的物质环境条件,是人类社会现代文明的重要组成部分,具有鲜明的社会属性。

(3) 实践性。影响土木工程的因素既多又错综复杂,因而土木工程是具有很强的实践性的学科。在早期,土木工程是通过工程实践,总结成功的经验,尤其是吸取失败的教训发展起来的;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,逐渐形成以材料力学、结构力学、流体力学、土力学、岩体力学等为力学理论框架的应用学科,使得土木工程逐渐发展成为科学。在土木工程的发展过程中,工程实践经验常先行于理论,工程事故常显示出未能预见的新因素,触发新理论的研究和发展。从古至今,不少工程问题的处理,在很大程度上仍然依靠实践经验。

土木工程技术的发展之所以主要凭借工程实践而不是凭借科学试验和理论研究,原因有两个:



1) 有些客观情况过于复杂,难以如实地进行室内试验或现场测试和理论分析,如地基基础、隧道及地下工程的受力和变形的状态及其随时间的变化,至今还需要参考工程经验进行分析判断。

2) 只有进行新的工程实践,才能揭示新的问题,如建造了高层建筑、高耸塔桅和大跨度桥梁等,工程的抗风和抗震问题突出了,才能促使这方面的新理论和新技术的发展。

(4) 技术、经济和建筑艺术的统一性。土木工程既然是为人类生活、生产和娱乐服务的,那么它必然与社会相应历史时期的技术、经济和艺术相协调、相统一。人们力求建造一项最经济的工程设施,用以满足使用者的(包括审美要求在内)各种需求。而一项工程的经济性又和各项技术活动密切相关,工程的经济性首先表现在工程选址、总体规划上,其次表现在设计和施工技术上。工程建设的总投资、工程建成后的经济效益和使用期间的维修费用等,都是衡量工程经济性的重要方面。这些技术、经济问题联系密切,需要综合考虑。

随着土木工程规模的扩大和由此产生的施工工具、设备、机械向多品种、自动化、大型化发展,施工日益走向机械化和自动化。同时,组织管理开始应用系统工程的理论和方法,日益走向科学化;有些工程设施的建设继续趋向结构和构件标准化及生产工业化。这样,不仅可以降低造价、缩短工期、提高劳动生产率,而且可以解决特殊条件下的施工作业问题,以建造之前难以施工的工程。

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、本身的体形、各部分的尺寸比例、线条、色彩、明暗阴影与周围环境(包括它同自然景物)的协调表现出来的;其次是通过附加于工程设施的局部装饰反映出来的。工程设施的造型和装饰还能够表现出地方风格、民族风格及时代风格。一个成功的、优美的工程设施,能够为周围的景物、城镇的容貌增美,给人以美的享受;反之,会使环境受到破坏。

在土木工程的长期实践中,人们不仅对房屋建筑艺术给予了很大关注,取得了卓越的成就;而且对其他工程设施,也通过选用不同的建筑材料(如采用石料、钢材和钢筋混凝土),配合自然环境建造了许多在艺术上十分优美、功能上又十分齐全的工程,如我国的万里长城,澳大利亚的悉尼歌剧院,以及许多电视塔和斜拉桥等。

### 1.1.3 土木工程的重要作用

#### 1. 土木工程是关乎人类生存的基础性产业

人类生存与生活离不开衣、食、住、行四件大事,而土木工程密切联系到每个人生活中的这四件事。

(1) “衣”。纺纱、织布、制衣等均要在工厂内进行,这与土木工程间接有关。

(2) “食”。打井取水,筑渠灌溉,建水库蓄水,建粮食加工厂、粮食储仓、冷库等,与土木工程间接有关。

(3) “住”。人类的生活、生产离不开房屋建筑工程,这与土木工程直接有关。联合国曾将1986年定为“住宅年”,每年的10月1日为“世界住宅日”。

(4) “行”。铁路、公路、机场、港口、码头、运河等交通工程设施离不开土木工程,这与土木工程直接有关。

## 2. 土木工程是国民经济发展的带动性行业

(1) 土木工程涉及行业众多。土木工程的上游和下游企业很多,涉及多个部门,如冶金、建材、机械制造、运输等行业,影响并带动了相关行业的发展。土木工程的发展带动了相关产业的发展和繁荣。土木工程的生产带动相关产业的影响较大,其波及效果系数为1.1~1.3,从而促进了建材、冶金、化工、电子、运输等50多个相关产业的发展。土木工程物资消耗占全国总消耗量的比例分别占钢材的25%、木材的40%、水泥的70%、玻璃的76%、塑料的25%、运输量的28%,其容纳的就业人数占全社会劳动者人数的8%左右。建筑业能够吸收国民经济各部门大量的物质产品,建筑生产可以带动许多相关部门的生产建筑产品的生产过程,也是物质资料的消费过程。

(2) 土木工程是挖掘和吸纳劳动力资源的重要平台。土木工程属于劳动密集型产业,就业率高,在整个国民经济就业人数的构成中占有较大的比例,是充分发挥我国人口资源优势的主要产业。土木工程是劳动就业的重要部门,可容纳大量的就业人员,建筑业已成为转移农村富余劳动力,解决就业问题的主要途径,同时土木工程的劳务输出也是我国对外输出的重要方面。我国自改革开放以来,土木工程作为国民经济的支柱产业得到迅速发展,从业人员队伍不断壮大,1999年已达4000万人,是1978年的4倍,年均增长8.2%;2005年又增至5000万人。建筑业在为国民经济作出巨大物质贡献的同时,吸收了大量的农村剩余劳动力,建筑业的发展为社会提供了很多就业机会,增加了社会稳定性。

(3) 土木工程资金投入大,可以大幅度拉动国民经济增长。政府扩大内需采取积极的财政政策,重要的资金投向就是土木工程方面的基础建设。一些大型基本建设工程,投资非常巨大,如京九铁路全长2000多公里,预算投入400余亿元人民币;举世闻名的三峡工程,混凝土用量达2643万 $\text{m}^3$ ,总库容393亿 $\text{m}^3$ ,决算总投资超过2000亿元人民币;京沪高铁工程、南水北调工程、西气东输工程、青藏铁路工程等总投资均超过千亿元人民币。

(4) 土木工程能够吸收大量的消费资金。当人民的生活水平提高到一定程度时,社会消费资金会有较大幅度的增加。这时,会出现三种基情况:增加消费,使消费资金转化为生产资金,从而刺激生产,使经济向良性循环的方向发展;在消费结构不合理,市场存在供不应求的现象时,造成对市场的冲击和压力,引起通货膨胀;储蓄资金增加,这对市场是潜在的压力,却不能通过市场机制指导生产,若处理不当则可能引起生产萎缩。若后两种情况同时存在,问题就更为严重。许多国家的经验都表明,把社会消费资金(包括储蓄)吸引到住宅消费上来是一个两全齐美的办法,这一方面为社会消费资金提供了良好的出路,另一方面也为土木工程提供了大量的生产资金,从而达到引导消费、调整消费结构,促进生产的效果。

(5) 土木工程是国家实现经济宏观调控的重要方法。土木工程对国民经济的发展有一定的调节作用。由于土木工程在国民经济中的特殊地位,在市场经济的条件下,它最能灵敏地反映国民经济的繁荣和萧条。当国民经济各个行业处于繁荣期时,全社会对固定资产和住宅消费的需求增加,土木工程自然同样处于兴旺时期;当国民经济处于萧条期时,工厂开工不足,固定资产大量闲置,私人资本投资锐减,土木工程的任务来源减少,从而处于衰落时期。土木工程反映国民经济的繁荣和萧条还有两个重要特征:土木工程的萧条先于国民经济萧条的“低谷”,土木工程的复苏又滞后于国民经济的全面复苏(这是因为当社会投资总额开始明显减少时,土木工程立即呈现萧条景象,而此时各部门原有的生产能力还能维持一段

时间,国民经济只是开始出现萧条的前兆;当国民经济开始复苏时,各行业先是恢复原有的生产能力,不会出现大规模的新增投资)。

土木工程对整个国民经济可产生很大的相关效应,因而当国民经济处于萧条时期时,可以通过扩大国家对公共事业的投资,如市政工程、高速公路等,使土木工程不衰落下去,这样也就刺激了与土木工程密切相关的行业的发展,从而引起对其他行业需求的螺旋式增长,使国民经济不出现经济萧条(至少可以缓解国民经济萧条的程度);反之,当国民经济出现过热现象时,国家可通过压缩公共投资规模,取消对住宅消费的优惠政策等措施,抑制土木工程的发展,也就抑制了其他行业的发展,使国民经济走上稳定发展的轨道。我国实行的是社会主义市场经济,土木工程对国民经济的这种调节作用是通过扩大或压缩固定资产投资规模来实现的。

(6) 土木工程设施是国家财富的重要组成部分。土木工程是我国国民经济的重要物质生产部门,是国民经济和社会发展的物质技术基础。土木工程建造的产品转给使用者之后,就形成了各种生产性和非生产性的固定资产。它是国民经济各物质生产部门和交通运输部门进行生产的手段,是人民生活的重要物质基础。随着国民经济的发展,我国的城市建设、村镇建设、住宅建设等的规模不断扩大,土木工程已逐步发展为国民经济的重要支柱产业之一。土木工程产值在国内生产总值中占有重要地位,能为社会创造新价值,为国家增加积累,一般能占一个国家总财富的30%~70%。长期以来,我国建筑业所创造的总产值和增加值,在社会总产值和国民生产总值内分别占到10%和6%左右的份额。土木工程创造的固定资产在固定资产形成总值中占有很大比重,据联合国统计,各国用于房屋建造的投资占国民经济生产总值的6%~12%。此外,土木工程也是政府财政收入的重要来源,每年提供的税利数在国家财政收入中一般可占政府财政收入的10%~40%。

(7) 土木工程是关系国计民生的支柱产业。土木工程是国民经济的重要产业部门,美国和其他一些西方国家,把土木工程与钢铁工业、汽车工业并列为国民经济的三大支柱;我国一直将土木工程与工业、农业、交通运输业、商业合称为五大物质生产部门,可见土木工程在国民经济中所占地位的重要性。邓小平同志早在1980年就提出了土木工程应成为国民经济支柱产业的问题;之后,党和国家领导人又在多次重要会议上贯彻了邓小平同志的这一指导思想,反复强调要把土木工程办成支柱产业。特别是在中国共产党第十四次全国代表大会上,又进一步把土木工程同机械电子、石油化工和汽车制造并列,明确提出要通过振兴,把土木工程发展成为国民经济四大支柱产业之一。土木工程建设过程是形成固定资产的基本生产过程,土木工程和房地产业成为许多国家和地区的经济支柱之一。

(8) 土木工程能够创外汇,增加国家收入。土木工程有着走向国际创收、创汇的巨大潜力。随着我国改革开放的不断深入,我国在国际建筑承包市场中具有很大的潜力。通过走向国际承包市场,既能发展经济、扩大影响,又可以带动资本、技术、劳务、设备及商品输出创收外汇,为国家的出口创汇工作起到了不可磨灭的贡献。因此国家将土木工程作为国民经济重要支柱产业之一,加以引导、扶持。

### 3. 土木工程在国防军事建设中的作用

从古代最原始的军事工程,到当今现代化的军事建设,土木工程都一直发挥着相当重要的作用。特别是在军事防御方面,土木工程的作用更为突出:

(1) 古代土木工程的作用。在冷兵器时代时,土木工程在军事防御过程中一直处于相当重要的位置,如秦朝修建长城的目的是为了抵御北方的匈奴,从那时起一直到清朝,长城



始终在军事防御上发挥着无可替代的作用；古代的城池（世界范围内），以高高的城墙包围着城市，再以护城河围护着城墙，抵御敌人的进攻。毫不夸张地说，在冷兵器时代，土木工程的建设对于一个国家的军事建设有着生死存亡的重要性。

（2）近代土木工程的作用。冷兵器时代的那些军事防御工程似乎已经失去了它的军事防御作用，但是这并不意味着土木工程在军事防御建设中作用的消减。在近现代的军事战争中，碉堡也发挥着相当大的作用，碉堡在军事上的作用主要是防守，是用砖、石、钢筋混凝土等建成的坚固建筑物。第二次世界大战时期，碉堡在不同的国家有着不同的作用，德国用来作为避难所，前苏联用来作为储存场所，日本和其他国家用来作为军事检查堡垒。在当今社会，碉堡可能已经失去了曾经在军事防御中的重要地位，但在某些领域依旧有重要的用途，如在恐怖袭击中作为避难所。

从1903年莱特兄弟发明第一架飞机开始，到第二次世界大战时，飞机就已经广泛用于战争。战争中的飞机可以突破地面上的所有防御措施，直击敌方腹地。在这种情况下，防空洞诞生了。防空洞能够有效保护人们的生命安全，减小敌军空袭带来的损失。现在，几乎所有的城市中高楼大厦下面都有防空洞，城市基本建设过程中都要缴纳防控费，由此可知，防空洞在战略防御意义上的作用一直受到普遍重视。

（3）当代土木工程的作用。当代军事技术发展迅速，新型武器不断地被研制出来，传统模式的攻击方式已经改变。面对不同的攻击方式，需要有不同的防御措施。在高技术、信息化的战争中，土木工程的作用显得尤为重要，不仅在军事防御中有着重要的战略意义，在军事建设的很多方面都有着重要作用，如军用机场的建设，水下潜艇基地的建设，核电站、核设施的建设，军港的建设，导弹发射塔的建设，以及军事抢险等。

## 1.2 土木工程专业

### 1.2.1 土木工程专业

土木工程专业是最古老的工程类专业，在世界上已有上百年的历史，在社会发展的各个时期，都需要土木工程类的专业人才。为培养土木工程所需的各类人才，世界各国在大学本科教学中都设立了土木工程专业，土木工程专业在两类学校里设置：高等学校，包括普通高等学校和高等职业技术学校，主要目的是培养土木工程师；中等专科学校，主要培养的是土木工程技术人员。世界上最早培养土木工程师的大学是法国于1747年创办的巴黎路桥学校；此后，英国、德国等西方国家相继在大学里设置了土木工程专业。中国近代土木工程教育事业开始于1895年创办的天津北洋西学学堂（后称为北洋大学，现在天津大学的前身）。经过一个多世纪的努力，特别是新中国成立后改革开放三十年的迅速发展，截至2008年，我国开设土木工程专业的本科院校共已达到391所，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。

### 1.2.2 我国土木工程专业发展历史沿革

（1）新中国成立前。1896年，清朝末期兴办现代大学教育，本着实业救国的理想，土木工程是最早开办的专业之一；工科学科的设置基本上是学习英国与美国的。当时实行学年学分制，即读满四年，满130~140分方可毕业，取得工学士学位。土木工程没有明确的专



业,没有统一的教学计划,更没有教学大纲,各校土木系开课很不一致,开设的课程很广泛,基本课程有数学、理论力学、材料力学、结构力学、测量学等;专业课程有钢结构、钢筋混凝土结构和木结构等;其余课程则因教师的原因而各不同,如没有建筑构造、道路设计、铁道曲线等,所用的教材基本上是英国与美国的,内容都较浅。

(2) 新中国成立初期。1952 年大规模院系调整,土木工程学科设置发生了较大的变化,成立了一批以土建为主的单科性学校,如同济大学、中南土建学院等,至改革开放前(1978 年),共开办土建类专业的学校约 40 所。所设立的工业与民用建筑专业专攻房屋建筑,道路专业专攻道路,采用学年学时制,即学习四年(1955 年后普遍改用五年制)并满足一定的学时后方可毕业。当时的课程门数多、学时数及周数多,很少能开设选修课。

(3) “文化大革命”后。1978 年恢复高考招生,学制改为四年。由于学科的发展,各学科的内容不断更新、深化和扩大,如“钢筋混凝土结构”由最初的讲几种基本构件不断增加新内容(轴心和偏心受拉及受扭构件计算,刚度裂缝计算,楼盖、单层厂房、多层及高层建筑结构设计,结构抗震等);计算机科学的发展促使增设了计算机基础和程序设计(有限元分析)。

(4) 改革开放后。由于历史和现实等各方面原因,专业划分过细、过窄,门类之间专业重复设置等问题十分突出。我国分别在 1982 年、1993 年、1997 年进行了三次专业目录的调整,其中 1997 年专业目录的调整,坚持拓宽专业口径、增强适应性原则,专业主要按学科划分,使培养的人才具有较宽广的适应性。

### 1.3 我国土木工程专业培养方案

目前,我国高校分为三个层次:重点高校、一般高校和高等专科学校。我国土木工程专业人才的需求和培养也对应地分为三个层次:第一层次是高级研究型人才,主要由名牌大学和重点大学培养;第二层次是高级设计、施工管理人才,主要由一般本科院校培养;第三层次是生产一线技术应用型人才,主要由高职专科学校培养。尽管高校层次不同,培养人才的层次也不同,但是对于土木工程人才培养方案而言,基本知识内容和基本能力是相同的,只是侧重点的不同而已。

### 1.4 土木工程相关专业简介

与土木工程学科有关的专业可以分为五类:土建类、水利类、交通运输类、环境与安全类、管理科学与工程类。

#### 1. 土建类

(1) 建筑学。

(2) 城市规划,包括城市规划、城镇建设(部分)、总图设计与运输工程(部分)、风景园林(部分)。

(3) 建筑环境与设备工程,包括供热通风与空调工程、城市燃气工程等。

(4) 给水排水工程。