

河海大学2015年度重点立项教材

包耘 编著

土木工程 概论



河海大学出版社
HOHAI UNIVERSITY PRESS

基金项目资助:

江苏高校品牌专业建设工程资助项目 (PPZY2015A043)

江苏高校优势学科建设工程项目 (水利工程学科)

河海大学2015年度重点立项教材

包耘 编著

土木工程 概论



河海大学出版社
HOHAI UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书较为系统地介绍了土木工程重要细分领域中的基础工程、建筑工程、道路工程、铁路工程、桥梁工程、港口工程、航道工程及隧道工程等的定义、组成、分类、工作原理和主要特点。本书深入浅出地描述了土木工程的结构和力学的概念,使学习者领略到土木工程的形式美感、结构美感及工程魅力。本书可作为本科院校土木类、水利类、矿业类、交通运输类、海洋工程类学科的各专业基础课的教学用书及参考用书,以及其他专业学生了解土木工程知识的通识课程教学用书。也可作为工程技术人员及培训单位参考及培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程概论 / 包耘编著. -- 南京: 河海大学出版社, 2017. 12

ISBN 978-7-5630-5178-6

I. ①土… II. ①包… III. ①土木工程—概论—高等学校—教材 IV. ①TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 299776 号

书 名	土木工程概论
书 号	ISBN 978-7-5630-5178-6
责任编辑	易彬彬
封面设计	红骑士
出 版	河海大学出版社
地 址	南京市西康路 1 号(邮编:210098)
网 址	http://www.hhup.com
电 话	(025)83737852(总编室) (025)83722833(营销部)
经 销	江苏省新华发行集团有限公司
排 版	南京布克文化发展有限公司
印 刷	虎彩印艺股份有限公司
开 本	787 毫米×960 毫米 1/16
印 张	15.75
字 数	301 千字
版 次	2017 年 12 月第 1 版 2017 年 12 月第 1 次印刷
定 价	29.00 元

前 言

在众多的工科学科中,土木工程因和人类社会的衣食住行有着千丝万缕的联系而备受瞩目。我国高等院校中土木工程以及属于大土木范畴的水利工程、交通运输工程、船舶与海洋工程、矿业工程等专业每年的招生总人数和毕业总人数居高不下。除了相关的专业外,很多其他学科的学生对土木工程的关注度也日益上升,通识教育也渐渐有了土木工程的一席之地。

本教材是在河海大学水利水电工程专业《土木工程概论》专业基础课的授课讲义基础上整理完善而成,历经四次较大的修改。该讲义也是河海大学校公选课的教学用书,有港航、土木、财务、法学、国贸等多达 35 个学科的专业学生选修,所补充和修改的内容充分吸收了多学科学生的意见和建议,是一本通俗易懂,又有一定专业深度的教学用书。

本教材的编写思路是:不求面面俱到、杂而不精,而是在有限的章节里体现土木工程的工程之美、结构之美及力学之美,尽可能地清晰表述土木工程特点和工作原理。在此思路指导下,本教材有如下鲜明的特点:

1. 在主要章节(基础工程、建筑工程、道路与铁道工程、桥梁工程、港口与航道工程、隧道与地下工程)中引入了和力学、结构分析相关的内容,比如在基础工程一章,进行案例介绍时,从结构受力的角度分析了事故产生的原因和发展过程;在建筑工程一章,介绍了单层厂房的受力特性和传力过程,悬吊结构和悬索结构在受力上的区别;在桥梁工程一章,对桥梁的基本结构体系从不同桥型的受力特点出发,进行了深入浅出的分析等等。

2. 结合最新的结构设计规范,将一些专业术语及章节编排尽量与规范匹配一致。这样既可避免学习者在理论和实践上的脱节,也有利于学生从学习者到实践者的转变。比如基础工程就结合了最新的建筑地基基础设计规范,其内容和名称都和现有教材不同。

3. 本教材中,强化了实践性环节。比如介绍了 SMW 工法施工的适用性和相应的施工流程;桥梁施工中的连续梁桥的满堂支架法施工和悬臂施工方法以及相应的程序等等。

4. 本教材图例和照片丰富,标注细致。希望通过工程实例、结构简图和受力模型的展示,让读者在视觉上感受到冲击,也可以帮助读者尤其是非土木工程类学生,深入理解和掌握土木工程相关分类的知识点及结构上的细节处理。

本教材的编写参考了大量文献,河海大学在读研究生颜敏、徐艳、宋耘、陈毓等同学,在收集资料、绘制插图及初校等方面做了大量细致有效的工作,付出了辛苦的劳动,在此一并表示感谢。

本教材的出版得到了河海大学教务处、河海大学水利水电学院各级领导和河海大学出版社领导及责任编辑的关心、帮助和支持,编者由衷地表示感谢。本书在编写过程中,除了书后列出的参考文献外,还参考了网络资源及引用了部分图片,在此一并感谢。如对本书引用的图片有异议,请及时联系河海大学出版社及编者本人。

由于编者水平有限,书中错误和遗漏难免,请读者提出批评指正,意见和建议烦请致信:351554653@qq.com。授课老师如因购买教材需要授课课件,也请致信该邮箱。

教材相关的数字资源请访问河海课堂在线:<http://ktzxmoooc.hhu.edu.cn/course/709101.html> 或扫描以下二维码。



编 者

2017年12月于南京

目 录

第 1 章 绪论	001
1.1 土木工程定义与土木工程专业	001
1.1.1 土木工程定义	001
1.1.2 土木工程分类	002
1.1.3 土木工程专业	006
1.2 土木工程的三要素及基本属性	007
1.2.1 土木工程的特点及三要素	007
1.2.2 土木工程的基本属性	011
1.3 土木工程的历史及未来的发展	012
1.3.1 土木工程的三个发展阶段	012
1.3.2 土木工程设计理论的发展历史	017
1.3.3 土木工程的可持续性发展	018
1.3.4 土木工程的信息化及未来展望	019
1.4 土木工程对从业人员的素质要求	022
1.4.1 土木工程专业培养目标和要求	022
1.4.2 科学与技术	022
1.5 和土木工程有关的几个概念	023
1.5.1 人类生活方式与活动范围	023
1.5.2 五种主要交通运输方式	024
1.5.3 土木工程建筑材料	025
课外检索	027
第 2 章 基础工程	028
2.1 地基与基础的作用	028
2.1.1 地基与基础的概念	028
2.1.2 地基与基础设计的基本要求	029
2.1.3 地基与基础在工程中的作用	030
2.2 浅基础	033
2.2.1 浅基础的定义	033

2.2.2	浅基础的类型	034
2.3	深基础	040
2.3.1	深基础的定义	040
2.3.2	深基础的类型	040
2.4	地基不均匀沉降	046
2.4.1	定义	046
2.4.2	减小不均匀沉降的主要措施	047
2.5	地基处理	049
2.5.1	地基处理方法	050
2.5.2	特殊土地基	054
	课外检索	056
第3章	建筑工程	057
3.1	建筑工程的特点	057
3.1.1	建筑工程的含义及构成要素	057
3.1.2	建筑工程的分类	057
3.1.3	建筑工程等级划分	059
3.2	建筑工程的基本构件	062
3.2.1	建筑物的基本组成	062
3.2.2	墙体构造	063
3.2.3	楼地层构造	067
3.2.4	屋顶构造	069
3.2.5	楼梯构造	072
3.2.6	门窗构造	075
3.3	建筑工程设计的基本要求	076
3.3.1	建筑的基本要素	076
3.3.2	建筑工程设计的内容	077
3.3.3	建筑模数的协调统一标准	077
3.3.4	建筑工程设计的基本程序	078
3.4	建筑的结构体系	080
3.4.1	概述	080
3.4.2	多层建筑结构	084
3.4.3	钢筋混凝土梁板结构	088

3.4.4	单层厂房排架结构	091
3.4.5	高层建筑结构	095
3.4.6	大跨度建筑	100
	课外检索	106
第4章	道路工程与铁道工程	107
4.1	道路工程的特点	107
4.1.1	道路的分类	107
4.1.2	道路工程的基本体系组成	109
4.1.3	道路通行能力	111
4.1.4	道路技术标准	112
4.2	道路工程的结构与设计	113
4.2.1	道路的线形设计	113
4.2.2	道路选线	116
4.2.3	道路的结构	117
4.2.4	道路总体设计	122
4.2.5	道路交通组织	124
4.3	铁道工程的特点	127
4.3.1	铁路的分类	128
4.3.2	铁路车站和线路分类	130
4.3.3	铁路的组成	131
4.4	铁道工程的结构与设计	132
4.4.1	铁道工程设计的主要内容	132
4.4.2	铁路选线设计	132
4.4.3	铁路上部建筑(轨道)设计	133
4.4.4	轨距及无缝铁路	140
4.5	我国高速公路和高速铁路的发展	143
4.5.1	高速公路的发展	143
4.5.2	高速铁路的发展	143
	课外检索	144
第5章	桥梁工程	145
5.1	桥梁工程的特点	145
5.1.1	桥梁的分类	145

5.1.2	桥梁的组成	148
5.1.3	桥梁工程常用名称和术语	151
5.2	桥梁规划与设计	152
5.2.1	桥梁设计与建设程序	152
5.2.2	桥梁设计的基本原则	156
5.2.3	桥梁的平面布置和纵断面、横断面设计	157
5.2.4	桥梁结构设计	159
5.3	桥梁结构的作用及作用效应组合	161
5.3.1	作用的分类	161
5.3.2	作用的选定和作用效应组合	162
5.3.3	荷载的确定与选用原则	163
5.4	桥梁的类型与结构	164
5.4.1	桥梁的基本体系	164
5.4.2	梁式桥	165
5.4.3	拱式桥	170
5.4.4	刚架桥	174
5.4.5	悬索桥与斜拉桥	177
5.4.6	组合体系桥梁	181
	课外检索	182
第6章	港口与航道工程	183
6.1	港口工程的特点	183
6.1.1	港口的类型	183
6.1.2	港口的组成	184
6.1.3	港口的技术特征	185
6.1.4	港口规划与港口平面布置	186
6.2	港口水工建筑物	187
6.2.1	防波堤	188
6.2.2	码头	191
6.2.3	修船和造船水工建筑物	195
6.2.4	护岸建筑	197
6.3	航道工程的特点	199
6.3.1	水运相比其他运输方式的特点	200

6.3.2	通航水道应满足的要求	200
6.3.3	内河船舶	201
6.3.4	竹、木材浮运	201
6.4	航道整治与通航建筑物	202
6.4.1	航道整治	202
6.4.2	过船建筑物	204
6.4.3	过木、过鱼建筑物	209
	课外检索	211
第7章	隧道与地下工程	212
7.1	隧道工程的概念及分类	212
7.1.1	隧道工程的概念	212
7.1.2	隧道的分类	212
7.2	隧道结构的组成及构造	216
7.2.1	隧道的主体结构	216
7.2.2	隧道的附属结构	219
7.3	隧道的施工方法	219
7.3.1	隧道施工应遵循的基本原则	219
7.3.2	隧道的开挖方式	220
7.3.3	隧道的施工方法	221
7.4	地下工程的特点	225
7.4.1	工程特性	225
7.4.2	空间特性	226
7.4.3	经济性及可持续性	226
7.4.4	隧道及地下工程的优缺点	227
7.5	地下工程的发展状况	227
7.5.1	地下工程的发展历史	227
7.5.2	我国地下工程的发展概况	228
7.5.3	地下工程的发展趋势	230
	课外检索	232
	试卷样题	233
	参考文献	238

第1章 绪 论

- 1.1 土木工程定义与土木工程专业
- 1.2 土木工程的三要素及基本属性
- 1.3 土木工程的历史及未来的发展
- 1.4 土木工程对从业人员的素质要求
- 1.5 和土木工程有关的几个概念

1.1 土木工程定义与土木工程专业

1.1.1 土木工程定义

在国务院学位委员会学科简介中,是这样定义“土木工程”的:“土木工程”(Civil Engineering)是建造各类工程设施的科学技术的统称。它既指工程建设的对象,即建造在地上、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、维修等专业技术。

该定义有两层含义,第一层是指工程设施(土木工程建设的成果,建造的对象),第二层是指建造这些对象所需的材料、设备及一系列涉及土木工程活动的专业技术(涵盖工程设施建造和使用的各个环节,即工程设施的生命周期)。

“土木工程”的定义也可以表述为用石材、砖、砂浆、水泥、混凝土、钢材、钢筋混凝土、木材、建筑塑料、铝合金等建筑材料修建各种工程设施,而这些工程设施都是和我们人类的生存、人类的各种活动息息相关的。通俗地说,土木工程就是利用各种材料修建工程设施的活动和采用的技术。这些设施包括:

- 1) 地上工程,如房屋建筑工程、道路工程、铁路工程、桥梁工程、给排水工程、机场工程等;
- 2) 地下工程,如隧道工程、矿山工程、地铁、城市地下空间等;
- 3) 水中工程,如水利工程(运河、大坝、水库等)、港口工程、海洋工程等。

“土木”是一个古老的术语,远古时代的祖先们主要用“土”“木”(石)来筑巢,后寓意指建筑房屋等的工事,如把大量建造房屋称为大兴土木。晋·葛洪《抱朴子诰鲍》“起土木於凌霄,构丹绿於焚燎”,清·刘大槐《游万柳堂记》“穷极土木之工,而无所爱惜”。在国外“土木工程”一词是1750年设计建造艾德斯通灯塔的英国人J. 斯米顿首先引用的,

意即民用工程(Civil Engineering),以区别于当时的军事工程(Military Engineering)。

人类生活中的衣、食、住、行均离不开土木工程。其中“住”是与土木工程直接相关的,包括各类房屋建筑;“行”则需要建造铁(道)公(路)机(场)及港口码头等交通土建设施,也属于土木工程的范畴;“食”需要打井取水,筑渠灌溉,建水库蓄水,建粮食加工厂、粮仓、城市的供水等;“衣”所需的纺织、制衣等,也必须在工厂的厂房内进行,所以“食”与“衣”也离不开土木工程。

1.1.2 土木工程分类

1. 从学科角度分类

从学科的角度,西方国家将土木工程分为几个大类,如美国分为建筑工程、交通运输工程、近海和水利工程、动力工程、公共卫生工程等。而我国划分得较细,如建筑工程(房屋工程)、铁路工程、公路与城市道路工程、桥梁工程、交通工程、机场工程、城市供热供燃气工程、特种结构工程,以及水利工程、港口工程、环境工程、隧道与地下工程、海洋工程、给排水工程等。其中,水利工程、交通工程、海洋工程已经分化出来成了独立的学科。

2011年,国务院学位委员会和教育部颁布修订了《学位授予和人才培养学科目录(2011年)》,设置了110个一级学科,和土木工程有关的一级学科和二级学科见表1.1。

表 1.1 土木工程学科分类

门类代码及名称	一级学科代码及名称	二级学科代码及名称
08 工学	0814 土木工程	081401 岩土工程
		081402 结构工程
		081403 市政工程
		081404 供热、供燃气、通风及空调工程
		081405 防灾减灾工程及防护工程
		081406 桥梁与隧道工程
	0815 水利工程	081501 水文学及水资源
		081502 水力学及河流动力学
		081503 水工结构工程
		081504 水利水电工程
		081505 港口、海岸及近海工程

续表

门类代码及名称	一级学科代码及名称	二级学科代码及名称
08 工学	0823 交通运输工程	082301 道路与铁道工程
		062302 交通信息工程及控制
		082303 交通运输规划与管理
		082304 载运工具运用工程
	0824 船舶与海洋工程	082401 船舶与海洋结构物设计制造
		082402 轮机工程
		082403 水声工程

2. 从专业的角度分类

教育部颁布的 2017 年本科专业目录中,将涉及土木工程范畴的工学学科门类分为土木类、水利类、矿业类、交通运输类、海洋工程类等五大类。这五大类分别设置了土木工程专业、建筑环境与能源专业、给排水科学与工程专业、城市地下空间工程专业、道路桥梁与渡河工程专业;水利水电工程专业、港口航道与海岸工程专业、水务工程专业;采矿工程专业;交通运输专业、交通工程专业、交通设备与控制工程专业;船舶与海洋工程专业。

图 1-1~图 1-15 展示了部分土木工程专业细分领域的相关代表性建筑的风采。



图 1-1 建筑工程——阿联酋迪拜布吉大楼



图 1-2 海洋工程——海上石油钻井平台



图 1-3 铁路工程——中国第一条
国际一流的高速铁路京津高铁



图 1-4 公路与城市道路
工程——南京双桥门立交



图 1-5 水利工程——三峡大坝卫星图和航拍图



图 1-6 桥梁工程——杭州湾跨海大桥



图 1-7 港口工程——上海新港



图 1-8 隧道与地下工程——我国首条越江行人隧道(黄浦江行人隧道)

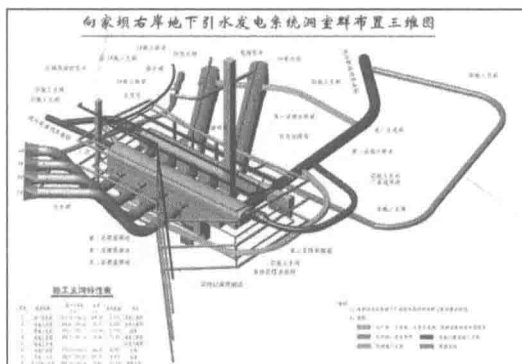


图 1-9 隧道与地下工程——向家坝水电站地下厂房洞室群

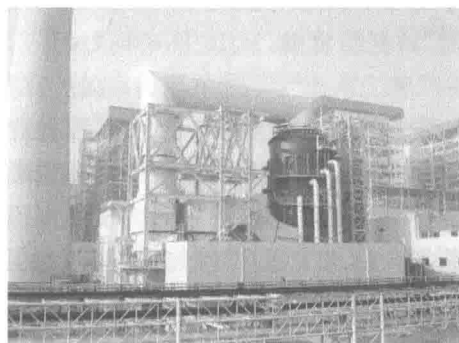


图 1-10 环境工程——中国最大的煤炭集团神华集团“煤变油”工业污水处理系统



图 1-11 机场工程——首都国际机场3号航站楼

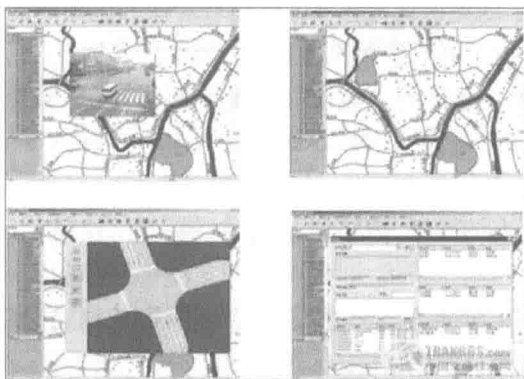


图 1-12 交通工程——深圳智能化交通诱导系统



图 1-13 交通工程——北京市交通控制中心

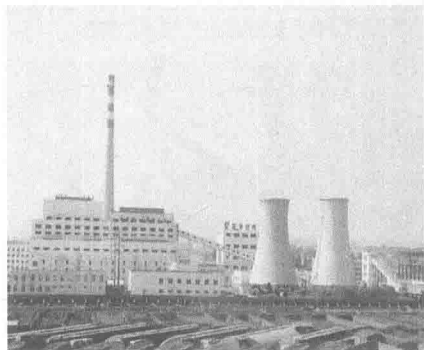


图 1-14 城市供热供燃气工程——
北京市城市多元化能源供应体系

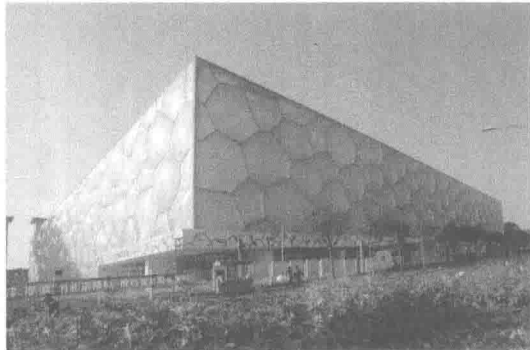


图 1-15 特种结构工程——水
立方(世界最大的膜结构工程)

1.1.3 土木工程专业

1. 土木工程学科及专业

土木工程内涵广泛、门类众多、结构复杂,是一门综合性学科。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各种有关的工程技术知识来研究、设计、修建土木工程的一门学科。土木工程学科的理论体系主要包括土木工程材料学、岩土工程学、工程结构(结构工程、桥梁与隧道工程)原理与设计学、工程结构防灾减灾与防护学、给水排水及废物处理学、人工环境与能源工程学、土木工程建造与管理学等。

土木工程学科一般采用基于理论分析、试验研究(模型试验、现场调查与实测)和数值计算的统计归纳、集成综合的研究方法。

在此以水利水电工程专业开设的大学四年课程与土木工程建造对象的生命周期(勘测、设计、施工、保养、维修)相对应,以便了解所学课程的意义。具体内容如下:

1) 勘测。工程中涉及地质、地形、水文条件等。包含在工程地质、测量及工程水文等课程中。

2) 设计。工程中涉及建筑材料、结构形式、结构计算及施工图纸等。包含在各种力学、水资源规划与利用、钢筋混凝土结构学、钢结构、工程材料、水工建筑物、水电站及工程制图(CAD)等课程中。

3) 施工。工程中涉及工程设备、施工方法、三通一平、基础处理、边坡稳定、施工导流、钢筋混凝土结构(钢筋绑扎、立模、浇筑混凝土、养护)等。包含在工程施工、电工学与电气设备、工程经济、工程项目管理、水法规及技术规范等课程中。

4) 保养、维修。工程中涉及检测、移交、运行管理等,包含在地基处理及病险库修复、大坝安全概论、水利水电工程优化调度及水利水电工程管理等课程中。

5) 以上所有的有关计算分析的课程都少不了数学;信息技术时代,少不了计算机运用,如程序设计,工程软件应用等课程;与国际接轨,查看资料,少不了英语,如大学英语,专业英语等课程。

2. 我国高校“双一流”建设

2016年2月教育部印发了《教育部2016年工作要点》的通知,提出了加快建成一批世界一流大学和一流学科,意在提升中国高等教育综合实力和国际竞争力,为实现“两个一百年”奋斗目标和中国梦提供有力支撑。通知明确了一流大学和一流学科建设三步走的规划:第一步到2020年,若干所大学和一批学科进入世界一流行列,若干学科进入世界一流学科前列;第二步到2030年,更多的大学和学科进入世界一流行列,若干所大学进入世界一流前列,一批学科进入世界一流学科前列,高等教育整体实力显著提升;第三步到本世纪中叶,一流大学和一流学科的数量和实力进入世界前列,基本建成高等教育强国。

2017年9月21日,教育部发布“双一流”高校名单。一流学科建设和土木工程有关的高校名单如下:“土木工程”一流学科建设高校(清华大学、北京工业大学、哈尔滨工业大学、同济大学、上海交通大学、东南大学、广西大学、重庆大学);“水利工程”一流学科建设高校(清华大学、河海大学);“交通运输工程”一流学科建设高校(大连海事大学、东南大学、西南交通大学、长安大学);“船舶与海洋工程”一流学科建设高校(哈尔滨工程大学、上海交通大学);“矿业工程”一流学科建设高校(北京科技大学、南京大学、中国矿业大学、武汉大学、中南大学、中国矿业大学(北京))。

1.2 土木工程的三要素及基本属性

1.2.1 土木工程的特点及三要素

1. 土木工程的特点

随着城市化进程加剧和现代通讯信息技术的加速发展,现代土木工程的特点主要体现在工程设施功能化、城市建设立体化和交通运输高速化三个方面。

(1) 工程设施功能化

随着社会的发展,人类对生活和工作环境的要求越来越高,社会的分工也越来越精细化,各种复杂的现代生产过程也对土木工程提出了更高的专门性要求,因而现代土木工程的设施同它的使用功能或生产工艺更加紧密地结合起来。现代土木工程为了适应不同行业的发展和需求,有的工程规模极为宏大,有的则要求十分精密。现代公用建筑和住宅建筑不再仅仅是传统意义上的只是满足居住和办公的普通房屋,而要求同采暖、通风、给水、排水、供电、供燃气等种种现代技术设备结合成