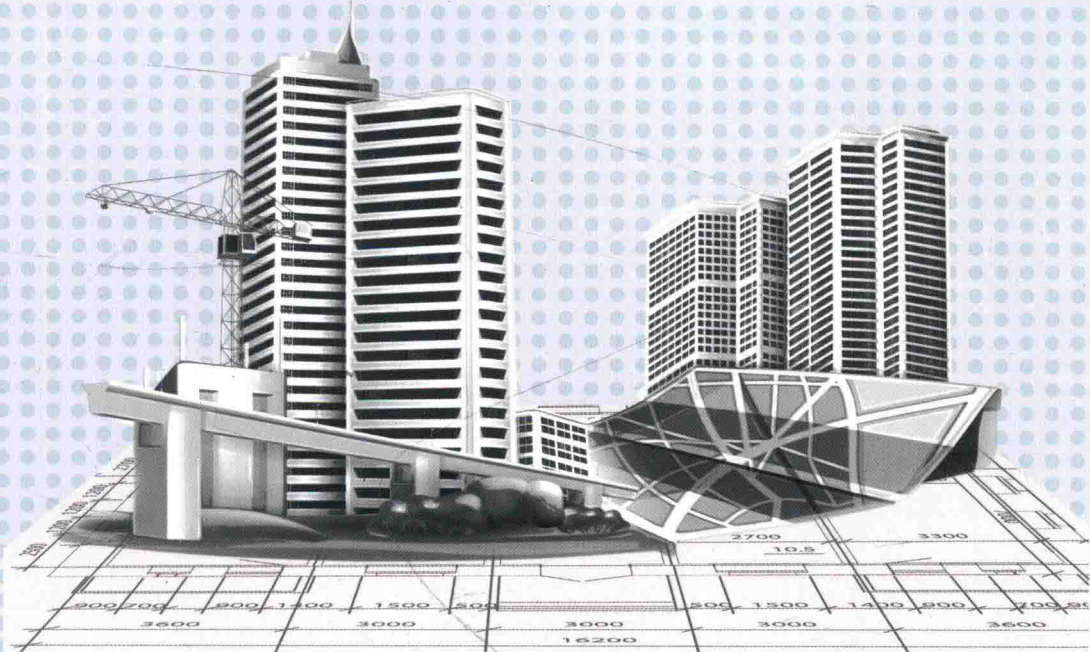




“十二五”高职高专教育规划教材



土木工程概论

主编 孙茂存 李荣华

国防科技大学出版社

“十二五”高职高专教育规划教材

土木工程概论

主 编 孙茂存 李荣华
副主编 李 飞 刘宝锋 夏积德
谢 李 周 波

国防科技大学出版社

【内容简介】土木工程概论是土木工程专业的一门必修专业基础课程,主要阐述本学科的重要性及其所含的大致内容,介绍国内外最新技术成就和信息,展望未来。本书阐述了土木工程的内涵、特点和作用,土木工程的发展历史,从不同的角度介绍了宽口径土木工程学科的若干分支领域,如土木工程材料、建筑工程、交通运输工程、水利工程、防灾减灾工程等,并对土木工程施工与管理、高新技术在土木工程中的应用等做了必要的介绍。

本书图文并茂、简明实用,可作为土木工程类专业的教材和教学参考书,也可作为其他理工类专业或人文类专业的选修课教材,还可作为从事土木工程及相关专业工作的人员自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程概论/孙茂存,李荣华主编. —长沙:国防科技大学出版社, 2013.12(2014.7 重印)

ISBN 978-7-5673-0219-8

I. ①土… II. ①孙…②李… III. ①土木工程—高等职业教育—教材 IV. ①TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 288895 号

出版发行:国防科技大学出版社

网 址: <http://www.gfkdcbs.com>

责任编辑:文 慧

印 刷 者:三河市骏杰印刷有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:16

字 数:389 千字

版 次:2013 年 12 月第 1 版

印 次:2014 年 7 月第 2 次印刷

定 价:35.00 元

前 言

土木工程是建造各类工程设施的科学技术的统称,包括工业与民用建筑、交通运输、水利水电、防灾减灾、矿山采掘、能源开发等众多领域的基础设施和工程项目。土木工程是国家的基础产业和支柱产业,占国内生产总值的三分之一以上,也是开发和吸纳我国劳动力资源的一个重要平台。目前全国有数百所高校开设土木工程及其相关专业,为土木工程的飞速发展做出了巨大的贡献。

“土木工程概论”是土木工程学科的专业入门课程,它主要实现三个目标。一是使学生刚入学就能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。二是提供一个清晰的工程学科的基本概念和方法,使学生能对一些简单的工程实际问题进行定性分析。三是使学生结合管理、经济、法律法规的理念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。

考虑到上述的目标及土木工程的整体性,本书在编写的过程中,围绕“大土木”的概念,坚持实用的原则,介绍了土木工程材料、力学与结构的基本知识,并对建筑工程、交通运输工程、水利工程、防灾减灾工程及其他土木工程二级学科的历史及发展、研究对象、基本专业知识进行了概括。本书还适当介绍了土木工程的施工与管理,以及高新技术在土木工程中的应用。全书力求兼具科学性、可读性、知识性、思维性、启发性和教学适用性,建议安排 40 学时左右的授课时间,推荐学时分配如下表。

章 名	学习内容	学 时
绪论	土木工程的内涵、特点和作用,土木工程的发展简史,土木工程专业的发展及执业注册制度	2
土木工程材料	木材、砂、石,胶凝材料、混凝土、砂浆,砖、瓦、砌块,金属材料,高分子材料及功能材料,其他材料	2
土木工程中的力学和结构概念	力、力矩、力偶和平衡,外力、内力和反力,荷载和作用,结构和结构失效	2
建筑工程	单层与多层建筑,高层与超高层建筑,特种结构,智能建筑	6
交通运输工程	道路工程,铁路工程,桥梁工程,隧道工程	6
水利工程	防洪工程,农田水利工程,水力发电工程,水利工程对环境的影响,我国典型水利工程介绍	6



续表

章 名	学习内容	学 时
防灾减灾工程	地质灾害,火灾,风灾,工程事故灾难,战争与恐怖袭击	4
其他工程	工程地质勘察,给水排水工程,地下工程,港口工程,海洋工程,飞机场工程	6
土木工程施工与管理	工程项目建设程序,工程施工,土木工程建设中的管理制度,建设法规	4
高新技术在土木工程中的应用	计算机与仿真技术,现代结构试验技术,结构抗震控制技术,结构健康检测与安全预警技术	2

本书由杨凌职业技术学院的孙茂存和李荣华任主编,杨凌职业技术学院的李飞、刘宝锋、夏积德、谢李和周波任副主编,宁夏理工学院的刘文艳参加了编写工作。编写分工如下:第1章和第3章由孙茂存编写,第2章由谢李编写,第4章由李荣华编写,第5章由李飞编写,第6章由刘宝锋编写,第7章由夏积德编写,第8章和第9章由刘文艳编写,第10章由周波编写。

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

第1章 绪论	1
1.1 土木工程内涵、特点与作用	1
1.1.1 土木工程内涵	1
1.1.2 土木工程特点	3
1.1.3 土木工程地位与作用	4
1.2 土木工程发展简史	8
1.2.1 古代土木工程	8
1.2.2 近代土木工程	13
1.2.3 现代土木工程	16
1.2.4 未来土木工程	19
1.3 土木工程专业的发展及执业注册制度	20
1.3.1 我国土木工程专业发展历史沿革	20
1.3.2 我国土木工程执业注册制度简介	21
思考与练习	22
第2章 土木工程材料	23
2.1 土木工程材料概述	23
2.1.1 土木工程材料的发展历史	23
2.1.2 土木工程对材料的要求	24
2.1.3 土木工程材料的分类	24
2.1.4 土木工程材料在土木工程中的作用	25
2.2 木材、砂、石	25
2.2.1 木材	25
2.2.2 砂	27
2.2.3 石材	27
2.3 胶凝材料、混凝土和砂浆	29
2.3.1 胶凝材料	29
2.3.2 混凝土	32
2.3.3 砂浆	36
2.4 砖、瓦、砌块	38
2.4.1 砖	38
2.4.2 瓦	40
2.4.3 砌块	41
2.5 金属材料	42



2.5.1	钢材	42
2.5.2	铝合金及其制品	45
2.6	高分子材料及功能材料	46
2.6.1	高分子材料	46
2.6.2	功能材料	47
2.7	其他材料	48
2.7.1	建筑装饰材料	48
2.7.2	新型建材	49
2.7.3	绿色建材	52
	思考与练习	52
第3章 土木工程中的力学和结构概念		53
3.1	力、力矩、力偶和平衡	53
3.1.1	力	53
3.1.2	力矩	53
3.1.3	力偶	54
3.1.4	平衡	55
3.2	外力、内力和反力	55
3.3	荷载和作用	57
3.3.1	荷载	57
3.3.2	作用	58
3.4	结构和结构失效	60
3.4.1	结构的构件和类型	60
3.4.2	结构和材料的关系	62
3.4.3	结构和地基的关系	62
3.4.4	结构的预定功能和失效	63
3.4.5	对土木工程结构的要求	64
	思考与练习	64
第4章 建筑工程		65
4.1	建筑工程概述	65
4.1.1	建筑的定义	65
4.1.2	建筑物的分类	66
4.1.3	工程建设中各方职责	66
4.2	单层与多层建筑	66
4.2.1	一般单层建筑	66
4.2.2	大跨度单层建筑	67
4.2.3	多层建筑	72
4.3	高层与超高层建筑	73
4.3.1	概述	73

4.3.2	框架结构	74
4.3.3	框架-剪力墙结构	75
4.3.4	剪力墙结构	76
4.3.5	框支剪力墙结构	76
4.3.6	筒体结构	77
4.4	特种结构	80
4.4.1	烟囱	80
4.4.2	水塔	81
4.4.3	水池	83
4.4.4	筒仓	84
4.5	智能建筑	85
4.5.1	智能建筑的定义	86
4.5.2	智能建筑的分类	86
4.5.3	智能建筑的系统组成	86
4.5.4	我国智能建筑的发展概况	87
	思考与练习	89
第5章	交通运输工程	90
5.1	交通运输工程概述	90
5.2	道路工程	91
5.2.1	概述	91
5.2.2	道路的分类	93
5.2.3	公路的组成	95
5.2.4	城市道路	97
5.2.5	高速公路	99
5.3	铁路工程	103
5.3.1	概述	103
5.3.2	铁路的组成	104
5.3.3	高速铁路	106
5.3.4	磁悬浮铁路	110
5.3.5	城市轨道交通	111
5.4	桥梁工程	113
5.4.1	概述	113
5.4.2	桥梁的基本组成	114
5.4.3	桥梁的分类	116
5.4.4	主要桥梁类型介绍	121
5.5	隧道工程	127
5.5.1	概述	127
5.5.2	隧道工程分类与组成	128
5.5.3	隧道工程施工	131



5.5.4 公路隧道	131
5.5.5 地铁隧道	133
5.5.6 水底隧道	133
思考与练习	134
第6章 水利工程	136
6.1 水利工程概述	136
6.2 防洪工程	138
6.2.1 概述	138
6.2.2 堤	139
6.2.3 河道整治	139
6.2.4 分洪工程	140
6.2.5 水库	141
6.3 农田水利工程	142
6.3.1 概述	142
6.3.2 取水工程	143
6.3.3 灌溉泵站和排水泵站	144
6.3.4 渠道工程和渠系建筑物	146
6.4 水力发电工程	149
6.4.1 水电站	150
6.4.2 水电建筑物	155
6.5 水利工程对环境的影响	155
6.5.1 水库对气候、水质、土壤、生物的影响	155
6.5.2 引发地质灾害	156
6.5.3 淤积和渗漏	157
6.5.4 水库移民	157
6.6 我国典型水利工程介绍	158
6.6.1 长江三峡水利枢纽工程	158
6.6.2 黄河小浪底水利枢纽工程	158
6.6.3 南水北调工程	159
思考与练习	160
第7章 防灾减灾工程	161
7.1 灾害概述	161
7.2 地质灾害	162
7.2.1 地震	162
7.2.2 滑坡	163
7.2.3 泥石流	165
7.2.4 地面沉降	165
7.3 火灾	166

7.4 风灾	168
7.5 工程事故灾难	170
7.6 战争与恐怖袭击	171
思考与练习	174
第8章 其他工程	175
8.1 工程地质勘察	175
8.1.1 工程地质勘察概述	175
8.1.2 工程地质勘探方法	175
8.1.3 各类工程的地质勘察	176
8.1.4 工程地质勘察报告	178
8.1.5 工程勘察发展趋势	178
8.2 给水排水工程	178
8.2.1 城市给水工程	179
8.2.2 建筑给水工程	180
8.2.3 建筑排水工程	183
8.2.4 城市排水工程	185
8.3 地下工程	187
8.3.1 概述	187
8.3.2 地下工程设施的分类	188
8.3.3 地下工业建筑	189
8.3.4 地下仓储建筑	190
8.3.5 地下民用建筑	191
8.3.6 人防工程	193
8.4 港口工程	194
8.4.1 概述	194
8.4.2 港口的类型	195
8.4.3 港址的选择	196
8.4.4 港口的组成	196
8.4.5 港口水工构筑物	197
8.4.6 我国港口发展的特点	201
8.5 海洋工程	202
8.5.1 海洋工程特点	203
8.5.2 海洋平台结构	203
8.5.3 海洋采油平台案例	204
8.6 飞机场工程	204
8.6.1 机场分类	204
8.6.2 民航飞机分类	204
8.6.3 机场的组成	205
8.6.4 机场主要构筑物	205



8.6.5 我国民用机场建设特点	208
8.6.6 典型机场简介	209
思考与练习	211
第9章 土木工程施工与管理	213
9.1 工程项目建设程序	213
9.1.1 工程建设的特点	213
9.1.2 工程项目建设程序的内容	213
9.2 工程施工	219
9.2.1 施工准备	219
9.2.2 施工组织设计	220
9.2.3 建筑工程施工	222
9.2.4 地下工程施工	226
9.2.5 桥梁工程施工	228
9.3 土木工程建设中的管理制度	231
9.3.1 建筑工程承包制	231
9.3.2 招标投标制	231
9.3.3 工程项目管理制	233
9.3.4 建设监理制	234
9.4 建设法规	234
9.4.1 概述	234
9.4.2 建设法规类型	235
9.4.3 《中华人民共和国建筑法》	236
思考与练习	237
第10章 高新技术在土木工程中的应用	238
10.1 计算机与仿真技术	238
10.2 现代结构试验技术	239
10.2.1 结构试验的分类	239
10.2.2 结构试验技术的发展	241
10.3 结构抗震控制技术	242
10.3.1 概述	242
10.3.2 被动控制	242
10.3.3 主动控制技术	243
10.3.4 混合控制技术	243
10.3.5 半主动控制技术	244
10.3.6 抗震控制技术的前景	244
10.4 结构健康检测与安全预警技术	244
思考与练习	245
参考文献	246

第1章 绪 论

1.1 土木工程的内涵、特点与作用

1.1.1 土木工程的内涵

“土木工程”在国务院学位委员会的学科简介中,定义为“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(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,土木工程具有以下三层含义。

第一层,土木工程是指各类工程设施,即工程建设的对象。工程设施的范围非常广泛,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,又包含运河、水库、大坝、水渠等水利工程设施。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。

第二层,土木工程是指建设所需的工程材料和工程机械设备。其中,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。

第三层,土木工程是指一门学科。这既指勘察、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,还包括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。

土木工程是一个涉及面极广的普适性行业。土木工程的英文为 Civil Engineering,意为“民用工程”,它的原意是与“军事工程”(Military Engineering)相对应的,即指除了服务于战争设施以外的、一切为了生活和生产所需要的民用工程设施的总称,但后来,这个界定就不那么明确了。按照学科的划分,地下防护工程、航天发射塔架等设施也属于土木工程的范畴。

目前,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,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。土木工程的要素和目的如图 1-1 所示。

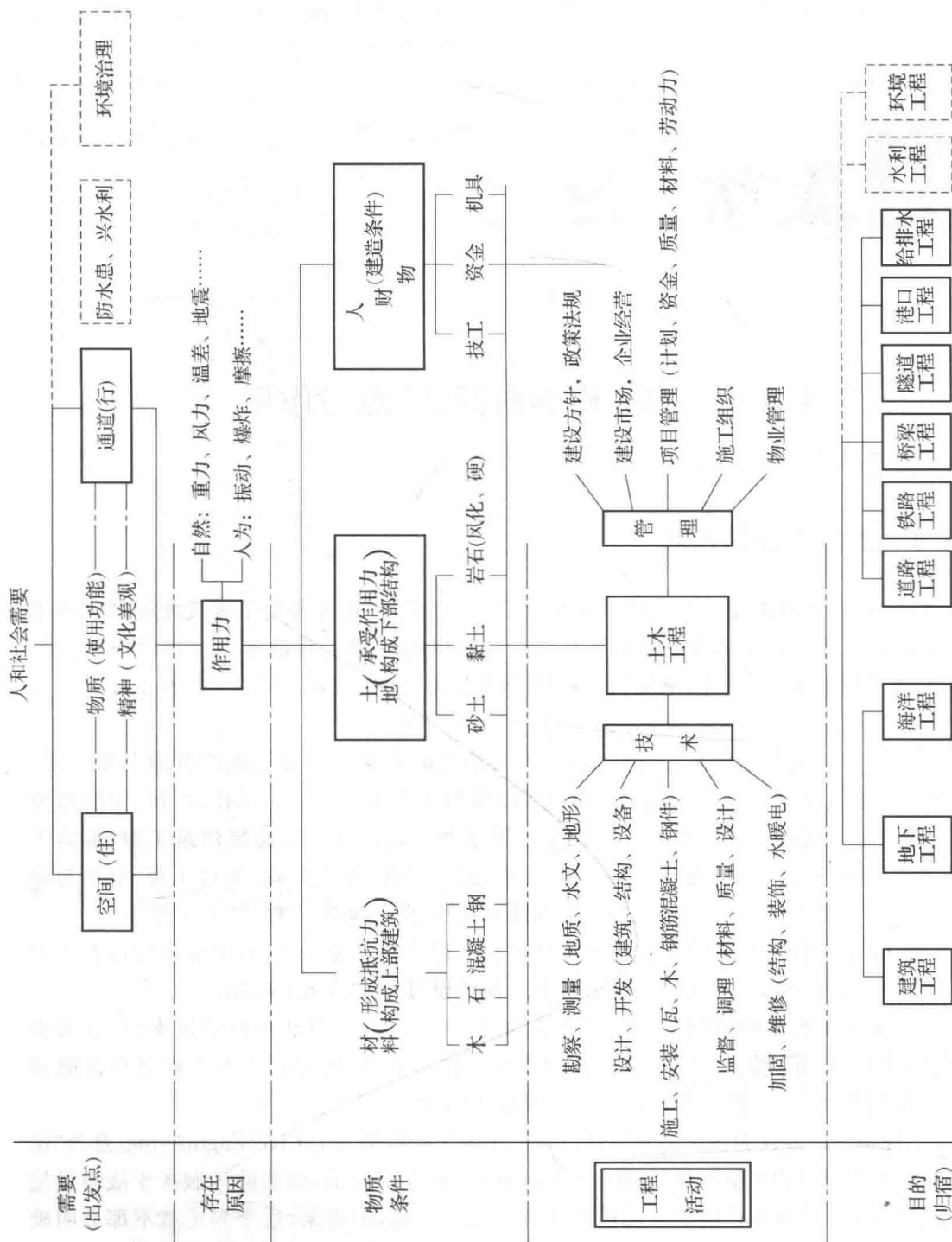


图1-1 土木工程的要素和目的

1.1.2 土木工程的特点

土木工程作为一门应用科学技术,具有以下几个基本属性。

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、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、工程管理等多个学科的知识,因而土木工程是一门涉及学科范围众多的综合性学科。

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,因而土木工程也成为社会历史发展的见证之一。例如,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,如我国的长城、都江堰、京杭大运河(见图 1-2)等。



(a)京杭大运河实景



(b)地图上的京杭大运河

图 1-2 京杭大运河

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、岩体力学等作为力学理论框架的应用学科。这样土木工程才逐渐从经验发展成为科学。



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。

4. 技术、经济和艺术的统一性

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。人们力求建造最经济的工程设施,用以满足使用者的各种需求(包括审美要求)。而一项工程的经济性又和各项技术活动密切相关,如工程选址、总体规划、设计和施工技术等,这些都影响着工程建设的总投资、工程建成后的经济效益和使用期间的维修费用。

5. 建造过程单项性

土木工程一般按照建设单位的设计任务书和招标要求进行单项设计、单项施工,并且多数是在自然环境中建造。土木工程的建造周期较长,大自然和社会环境的风险较多,因而建造过程中的质量和安全问题十分重要。

1.1.3 土木工程的地位与作用

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着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(见图 1-3),筑渠灌溉,建水库蓄水,建粮食加工厂、粮仓、冷库等,这都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,这与土木工程直接有关。

(4)行:铁路(见图 1-4)、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。



图 1-3 坎儿井



图 1-4 铁路

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。土木工程物资消耗占全国总消耗量的比例分别为:钢材 25%、木材 40%、水泥 70%、玻璃 76%、塑料 25%、运输量 28%。土木工程的发展带动了相关产业的发展和繁荣。

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,其容纳的就业人数占全社会劳动者人数的 8% 左右,是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。

3) 土木工程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时,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,如京九铁路全长超过 2 000 km,预算投入超过 400 亿元;举世闻名的三峡工程(见图 1-5),混凝土用量达 $2.643 \times 10^7 \text{ m}^3$,总库容 $3.93 \times 10^{10} \text{ m}^3$,决算总投资超过 2 000 亿元;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。



图 1-5 三峡大坝

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,会出现三种情况:一是增加消费,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;二是消费结构不合理,市场存在供不应求现象,这时消费资金的大幅增加会引起通货膨胀;三是储蓄资金增加,这对市场是潜在的压力,却不能通过市场机制用于生产,若处理不当则可能引起生产萎缩。如果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其美的办法,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,因此当国民经济处于萧条期时,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,这样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调节作用是通过扩大或压缩固定资产投资规模来实现的。例如,2008年由美国两房危机引发的全球金融海啸也波及中国,国务院立即出台了投入4万亿的救市措施,其中60%属于基础设施和民生工程,这些都与土木工程有关。

6) 土木工程设施是国家财富的重要组成部分

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,为国家增加财富积累。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中分别占到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,其每年提供的税利数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。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。

8) 土木工程能够创收外汇,增加国家收入

土木工程走向国际承包市场,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,这为国家的出口创汇工作起到了不可磨灭的作用。

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) 古代军事中土木工程的作用

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。例如,我国长城(见图1-6)的修筑是为了抵御北方的匈奴侵袭,从秦朝起一直到明朝,长城始终在军事防御上发挥着无可替代的作用。又如,在世界范围内,古代的城池多是以高高的城墙包围着城市,再以护城河围护着城墙,以抵御敌人的进攻(见图1-7)。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有着生死存亡的重要性。