

21世纪职业院校土木建筑工程专业系列教材
中国土木工程学会教育工作委员会推荐教材
北京市教委立项“职业院校土建专业实践教学研究”成果

土木工程概论

崔京浩 编著

清华大学出版社

21世纪职业院校土木建筑工程专业系列教材
中国土木工程学会教育工作委员会推荐教材
北京市教委立项“职业院校土建专业实践教学研究”成果

土木工程概论



崔京浩 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是土木建筑工程学科对新生进行专业理想教育的良好教材,写法上开宗明义,从土木建筑工程在国民经济中的重要性讲起,以讲座的形式逐步延伸至土木建筑工程的各二级学科,如房建、交通、水利、防灾减灾、地下工程等。

本书也是土木建筑业从业人员的良好的科技读物。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

土木工程概论 / 崔京浩编著. —北京:清华大学出版社,2012.7

(21世纪职业院校土木建筑工程专业系列教材)

ISBN 978-7-302-28918-0

I. ①土… II. ①崔… 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(2012)第107014号

责任编辑:秦娜

封面设计:常雪影

责任校对:赵丽敏

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:16.25

字 数:392千字

版 次:2012年7月第1版

印 次:2012年7月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:35.00元

产品编号:046387-01

21 世纪职业院校土木建筑工程专业系列教材

编 委 会

名誉主编：袁 驹

主 编：崔京浩

副主编：陈培荣

编 委(按姓名拼音排序)：

傅裕寿 韩林海 金荣耀 李崇智 李 锐

刘全义 刘琼昕 刘世奎 石永久 宋二祥

苏 乾 王嵩明 吴宝瀛 张正威 周 坚

我国中长期教育和发展规划纲要中明确提出加强职业教育、扩大院校自主权、办出专业特色,本套教材遵循规划纲要的精神编写,为土木建筑类专业的领导和任课老师提供更为准确和宽泛的自主选择空间。本套教材是北京市教委立项“职业院校土建专业实践教学研究”的成果之一,由于具有突出的针对性、实用性、实践性、应对性和兼容性,受到中国土木工程学会教育工作委员会的好评,被列为“中国土木工程学会教育工作委员会推荐教材”。

当前我国面临严峻的就业形势,主要表现为人才结构失衡:一方面职业技术人才严重不足,另一方面普通本科毕业生又出现过剩的局面,因此,职业院校得到迅猛发展。

现代职业院校既不同于师傅带徒弟的个体技艺传授,也不同于企业招工所进行的单一技能操作性短期培训,而是知识和技能的综合教育,它遵循一般教育的授业方式,以课堂教学为主,所不同的是在教学内容上必须具有鲜明的职业和专业特色,这里首当其冲的是教材的编写和选取。

土木建筑业属于劳动密集型行业,我国农村 2.6 亿富余劳动力约有一半在建筑业打工,这部分劳动者技术素质偏低,迫切需要充实第一线技术指导人员,即通常简称为“施工技术员”,这就是职业院校土木建筑工程专业的培养目标。鉴于我国传统的中专和近年来兴办的高职高专培养目标大体上是一致的,本套教材兼顾了这两个层次的需要。

本套教材的编写人员是一批具有高级职称又在职业院校任教多年且具有丰富教学经验的教师。整套教材贯彻了如下的原则和要求:

(1) 突出针对性——职业院校的培养目标是生产第一线的技术人才,即“施工技术员”。因此,在编写时有针对性地删减了烦琐的理论推导和冗长的分析计算,增加生产第一线的专业知识和技能;做到既要充分体现职业院校的培养目的,又要兼顾本门课程理论上和专业上的系统性和完整性。

(2) 突出实用性——大幅度地增加“施工技术员”需要的专业知识和职业技能,特别是“照图施工”的知识和技能,解决过去那种到工地上看不懂图的问题。为此,所有专业课均增加了识图的培训。

(3) 突出实践性——大力改进实践环节,加强职业技能的培训。第一,除《土木工程概论》和《毕业综合实训指导》外,每本专业书均增加一章“课程实训”,授课时可配合必要的参观和现场讲解。第二,强化“毕业综合实训”,围绕学生毕业后到生产第一线需要的知识和技能进行综合性的实训,为此本套教材专门编写了一本《毕业综合实训指导》,供教师在最后的实训环节参考。

(4) 突出应对性——现代求职一个重要的环节是面试,面试效果对求职的成败有重要影响,因此,本套教材的每本专业书都专门讨论应对面试的内容、能力和职业素质,归纳为

“本课程求职面试可能遇到的典型问题应对”,作为最后一章。

(5) 突出兼容性——鉴于我国当前土木建筑专业的中、高职教育在培养目标上没有明确的界定,本套教材考虑了高、中职教育两个层次的需要,在图书品种和授课内容上为学院和任课老师提供了较宽泛的选择空间。

虽然经过反复讨论和修改并经过数轮教学实践,本套教材仍不可避免地存在不足乃至错误,请广大读者和同行不吝赐教。

主编: **肖浩** 于清华园

国务院学位委员会在学科简介中为土木工程所下的定义是：“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。”土木工程是一个专业覆盖面极广的一级学科。

英语中“civil”一词的意思是民间的、民用的。“Civil Engineering”一词最初是对应于军事工程(Military Engineering)而诞生的，它是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，后来这个界定就不那么明确了。按照学科和行业之间的关联来透析，它早已超出了人们传统认识上的“工民建”，而是包括交通运输、水利水电、防灾减灾、岩土爆破、矿山采掘、能源开发、航天发射等众多领域的基础设施和工程项目。许多高等学校也大都遵循这个“大土木”的理念来设置专业和安排教学，这既符合学科自身的规律，也有利于学生就业。

土木工程是国家的基础产业和支柱产业，是开发和吸纳我国劳动力资源的一个重要平台。由于它投入大、带动的行业多，对国民经济的消长具有举足轻重的作用。改革开放后，我国国民经济持续增长，土建行业的贡献率达到1/3。近年来，我国固定资产的投入接近甚至超过GDP总量的50%，其中绝大多数都与土木建筑行业有关。随着城市化的发展，这一趋势还将继续呈现增长的势头。

2008年，美国两房(房利美、房地美两大房地产集团)次贷危机引发了遍及全球的金融海啸，国务院紧急出台了4万亿元的救市投入，其中60%是与土木工程有关的基础设施和民生工程，这一举措本身就充分体现了土木工程在国民经济中的地位和作用。

相对于机械工程等传统学科而言，土木工程诞生得更早，其发展及演变历史更为古老。同时，它又是一个生命力极强的学科，它强大的生命力源于人类生活乃至生存对它的依赖，甚至可以毫不夸张地说，只要有人类存在，土木工程就有着强大的社会需求和广阔的发展空间。

随着技术的进步和时代的发展，土木工程不断注入新鲜血液，呈现出勃勃生机。其中工程材料的变革和力学理论的发展起着最为重要的推动作用。现代土木工程早已不是传统意义上的砖瓦灰砂石，而是由新理论、新技术、新材料、新工艺、新方法武装起来的为众多领域和行业不可或缺的大型综合性学科，一个古老而又年轻的学科。

考虑到新生入学时对所选的学科和专业大都比较陌生，所以本教材主要是对新生进行专业理想教育的。采用讲座或讲学的方式来撰写，在写法上也一反过去那种“先介绍悠久的历史，再概述专业内容”的思路，而是一开始就介绍土木工程在国民经济中的地位和作用，并逐步阐述土木工程是一个专业覆盖面宽，行业涉及面广，与各行各业有着紧密联系、相互依

存、相互渗透、共同发展与进步的大型综合性学科,是一个可以大幅度拉动国民经济、吸纳人力资源的永恒的朝阳产业。

本书不仅是土木工程学科类院校的专业理想教育教材,同时也是土木工程从业人员和公务员的良好读物。

编者

2012年5月

第 1 讲 土木工程的重要性	1
1.1 土木工程的广泛性和普适性	1
1.1.1 概述.....	1
1.1.2 专业覆盖面宽,行业涉及面广	2
1.2 土木工程可以大幅拉动国民经济	6
1.2.1 发展经济需要投资基础设施.....	6
1.2.2 土木建筑和房地产是国家的支柱产业	11
1.2.3 积极应对金融危机	14
1.3 土木工程难度大,效益高,服役久.....	15
1.3.1 土木工程难度大	15
1.3.2 土木工程效益高	19
1.3.3 土木工程服役久	19
1.4 土木工程学科有较强的延续性和适应性.....	20
1.4.1 现代科学的高速增长和半衰期	20
1.4.2 土木工程的延续性和适应性	21
1.5 土木工程与人力资源开发.....	22
1.5.1 中国的人口和就业状况	22
1.5.2 土木工程可以吸纳各类人力资源	25
1.6 结论——伟大的土木工程.....	26
1.6.1 一门古老而又年轻的学科	26
1.6.2 伟大源于自身的特点和属性	26
第 2 讲 房屋建筑与特种结构	29
2.1 居住建筑与房地产业.....	29
2.1.1 房地产业可以引发金融海啸	29
2.1.2 我国房地产业和住宅的大发展	29
2.1.3 加大民生工程的投入应对经济危机	30
2.1.4 住宅建筑的发展趋势	30
2.2 高层建筑.....	31
2.2.1 高层建筑发展的背景	31

2.2.2	世界高层建筑	37
2.2.3	中国高层建筑	40
2.3	高耸结构	43
2.3.1	电视塔	43
2.3.2	输电塔架	46
2.3.3	纪念性高耸结构	47
2.3.4	风力发电与太阳能发电	48
2.4	大跨结构与交通枢纽	52
2.4.1	大跨结构——剧场、展览馆等	52
2.4.2	交通枢纽——机场与车站	54
2.5	北京奥运场馆	59
2.5.1	宏伟众多的奥运场馆	59
2.5.2	建筑造型和理念改变	60
2.6	近代特种结构	61
2.6.1	海上采油平台	62
2.6.2	核电站	64
2.6.3	南极考察站	69
2.6.4	航天发射塔	71
2.6.5	其他	72
第3讲 交通运输工程		74
3.1	概述	74
3.1.1	交通运输工程分类	74
3.1.2	专业设置的历史渊源	75
3.1.3	交通运输工程的重要性	75
3.2	公路与城市道路	76
3.2.1	普通公路	76
3.2.2	高速公路	79
3.2.3	城市道路	81
3.3	铁路	82
3.3.1	世界铁路的发展	82
3.3.2	中国铁路的发展	85
3.3.3	青藏铁路	86
3.3.4	中国铁路建设的新时代	87
3.3.5	主要工程要求和技术标准	90
3.4	桥梁	93
3.4.1	桥梁结构型式	93
3.4.2	中国是桥梁大国	98
3.4.3	一个新的崛起	100

3.4.4	桥梁结构的几个特殊问题	105
3.5	隧道	108
3.5.1	隧道的类别	108
3.5.2	隧道的基本要求	111
3.5.3	城市隧道	112
3.5.4	水底隧道	115
3.5.5	中国隧道建设的迅猛发展	118
3.6	管道运输	122
3.6.1	管道运输的重要性	122
3.6.2	中国第一条西气东输管线	122
3.6.3	西气东输二线工程	124
第4讲	水利工程	125
4.1	水利工程的重要性	125
4.1.1	水资源问题	125
4.1.2	粮食安全问题	129
4.1.3	能源问题	131
4.1.4	水利工程的综合性及其分类	132
4.2	水库的重大作用	133
4.2.1	概述	133
4.2.2	水库的四大作用	134
4.3	水利工程对环境的影响	138
4.3.1	水利工程影响环境实例	138
4.3.2	水库对气候、水质、生物的影响	141
4.3.3	引发地质灾害	143
4.3.4	淤积和渗漏	144
4.3.5	水库移民	146
4.4	三峡和小浪底工程	146
4.4.1	三峡工程	146
4.4.2	小浪底工程	150
4.5	水电站工程	152
4.5.1	概述	152
4.5.2	水电站的类型和布置	152
4.6	海洋海运工程	155
4.6.1	概述	155
4.6.2	港口工程	156
4.6.3	港口功能的现代化	159
4.6.4	运河	161
4.6.5	海上运载工具——船舶	162

第 5 讲 防灾减灾	166
5.1 灾害的定义、属性、分类与分级	166
5.1.1 灾害会造成严重的经济损失.....	166
5.1.2 灾害的定义与属性.....	166
5.1.3 灾害的分类与分级.....	168
5.2 全球灾害的严重性	172
5.2.1 自然灾害呈日益上升的趋势.....	172
5.2.2 人为灾害首属战争和恐怖袭击.....	175
5.2.3 人为干预和社会发展认识上的滞后.....	178
5.3 中国是一个多灾害的国家	181
5.3.1 灾频高、灾种多、损失大.....	181
5.3.2 高度重视发展中的生态失衡和人为灾害.....	184
5.3.3 走出认识上的误区.....	187
5.3.4 火灾与燃气爆炸.....	189
5.4 汶川大地震	191
5.4.1 基本情况.....	191
5.4.2 地质灾害的影响	193
5.5 土木工程在防灾减灾中的重大作用	198
5.5.1 土木工程的属性.....	198
5.5.2 土木工程在防灾减灾中的极端重要性.....	200
第 6 讲 地下工程	203
6.1 开发地下空间的紧迫性	203
6.1.1 地少人多的矛盾日益尖锐.....	203
6.1.2 人类对地球认识和开发的滞后.....	204
6.1.3 向地下要发展空间.....	206
6.2 城市地下轨道交通	209
6.2.1 必要性和优越性.....	209
6.2.2 国外地下铁道的大发展.....	210
6.2.3 中国地铁建设突飞猛进.....	213
6.3 建筑节能	215
6.3.1 中国建筑耗能过大.....	215
6.3.2 中国建筑节能的标准低,差距大	216
6.3.3 最廉价的建筑节能措施.....	216
6.4 抗灾、抗爆与防护.....	220
6.4.1 地下空间有较强的抗灾能力.....	220

6.4.2 必须加强人防工程建设	221
6.5 战略储油	222
6.5.1 战略储油的重要性	222
6.5.2 水封油库	223
6.5.3 水封气库	226
第7讲 历史、发展与未来	229
7.1 历史和发展	229
7.1.1 概述	229
7.1.2 古代土木工程	229
7.1.3 近代土木工程	233
7.1.4 现代土木工程	236
7.2 辉煌的未来	239
7.2.1 面临的挑战和机遇	239
7.2.2 继续发展传统的土建项目	239
7.2.3 材料的进步和更新	240
7.2.4 面向荒漠、海洋和太空	242
7.2.5 自动化、智能化、信息化	243
参考文献	245

土木工程的重要性

1.1 土木工程的广泛性和普适性^[1-6]

1.1.1 概述

国务院学位委员会在学科简介中为土木工程所下的定义是：“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。”土木工程是一个专业覆盖面极宽的一级学科。

英语中“civil”一词的意思是民间的、民用的。“Civil Engineering”一词最初是对应于军事工程(Military Engineering)而诞生的,它是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,后来这个界定就不那么明确了。按照学科划分,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。可见土木工程又是一个行业涉及面极广的普适性行业,近年来兴起的“大土木”之称是名副其实的。

土木工程是国家的基础产业和支柱产业,是开发和吸纳我国劳动力资源的一个重要平台。据建设部统计,我国注册的建筑业从业人员超过4000万人。由于我国行政部门的分割,这个数字可能还不包括运输行业中公路、铁路和机场等部门的土木工程从业人员。有鉴于此,加之各类参考文献对土木行业名称上的差异,本书提到的“土木”和“土建”其含义基本上是一致的,均指“大土木”的概念。土木工程投入大、带动的行业多,对国民经济的消长具有举足轻重的作用。改革开放后我国国民经济的持续增长,土建行业的贡献率达到1/3;近年来我国固定资产的投入接近甚至超过GDP总量的50%,其中绝大多数都与土建行业有关。即便是建国已经200多年,经济高度发达的美国,土木建筑业仍然是它的支柱产业。2005年美国直接用于土建行业的资金高达7300亿美元,占美国GDP的8%。全美土建行业的从业人口接近1000万人(包括管理、技术人员及第一线的劳动力),如果算上建筑材料生产运输和销售行为,总数约占美国就业人口的16%。在能源的消耗上,美国仅住宅一项年耗就高达3500亿美元。随着我国城市化的发展,土建行业在国民经济中的地位和作用将更加重要。

相对于机械工程等传统学科而言,土木工程诞生得更早,其发展及演变历史更为古老。同时,它又是一个生命力极强的学科,它强大的生命力源于人类生活乃至生存对它的依赖,可以毫不夸张地说,只要有人类存在,土木工程就有着强大的社会需求和广阔的发展空间。

随着技术的进步和时代的发展,土木工程不断注入新鲜血液,显示出勃勃生机。其中工程材料的变革和力学理论的发展起着最为重要的推动作用:现代土木工程早已不是传统意义上的砖瓦灰砂石,而是由新理论、新材料、新技术和新方法武装起来的为众多领域和行业不可或缺的大型综合性学科,一个古老而又年轻的学科。

综上所述,土木工程是一个历史悠久、生命力强,投入巨大、对国民经济具有拉动作用,专业覆盖面和行业涉及面极广的一级学科和大型综合性产业,具有极强的广泛性和普适性。

1.1.2 专业覆盖面宽,行业涉及面广

新中国成立初期,百废待举、百业待兴,又处在特殊的国际环境下,我国执行全面学苏联的方针,在政府部门设置上也不例外,图 1-1 示意性地展示了当时我国政府机构的设置及专业院校的设置和归属。

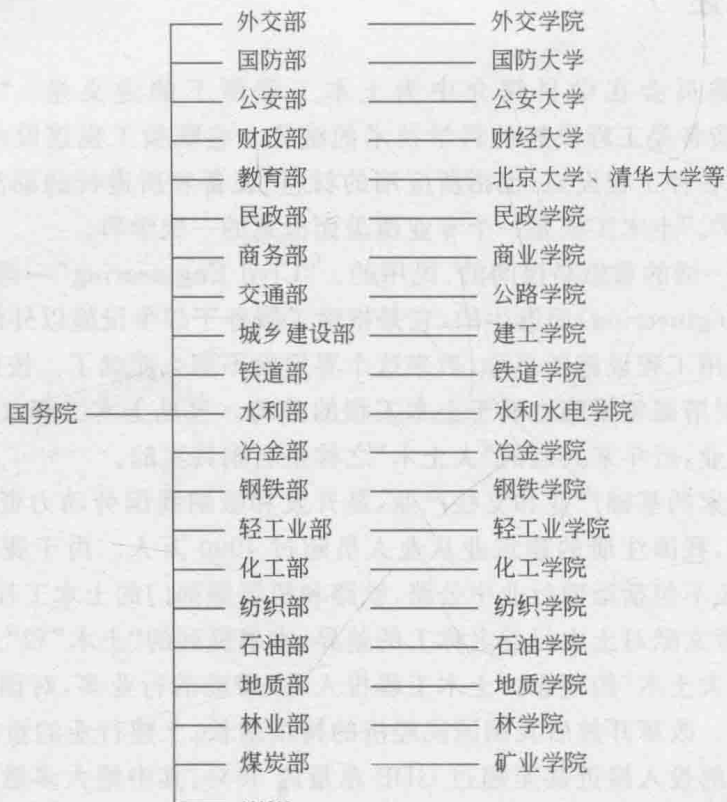


图 1-1 新中国成立初期我国政府机构的设置及专业院校的归属示意图

从图 1-1 可以看出,几乎一个行业就有一个部,而部下都有自己管理的专业院校,如化工学院、煤炭学院等。这些学院大部分是工科的,而且大都与土木工程学科有关,且不说公路、铁路、水电、道路、桥梁,即使冶金的高炉、石油的钻井、矿业的采掘,其主干专业知识都或多或少地与土木工程一致。一些院校的土木系在结构方面就只设一个“工业与民用建筑”专业,简称为“工民建”,盖房子而已。

随着改革开放的深入和人们在学科认识上的深化,专业分得过细的弊端逐渐显现,加之政府机构的大改革,一些部委被取消、合并或改为公司,原有部属学校断了“奶”,也出现了一

股强劲的综合化趋势。工科院校不仅增设了理科,有的也增设文、经、法等学科,而且纷纷改学院为大学。有意思的是这些大学也大都设立了土木系,一个直接的动因是土木毕业生专业知识面较宽,毕业后有较强的适应性。新中国成立初期,全国只有 22 所学校设有土木系,如清华大学、同济大学等,到 2007 年,据不完全统计,在全国 1001 所本科大学中至少有一半设有与土木工程有关的学科和专业,如结构工程、岩土工程、市政工程、土木与环境工程、工业与民用建筑工程、土木水利工程、地下工程、铁道建筑、隧道工程、桥梁工程、园林建筑与建设等。这不是一个简单的风潮和起哄,其深层的内在原因是土木工程这个学科有极广的专业覆盖面,具有广泛的适应性和包容性,它的专业知识对各行业有较强的普适性。“大土木”的概念已经被人们普遍接受和认可。

大土木的概念不是凭空而来的,其本质上是由土木工程学科的专业覆盖面所决定的。

1949 年新中国成立,在第一个五年计划期间有一批重大的建设项目,其中包括苏联援建的 156 项重点基础项目,如长春第一汽车制造厂、洛阳拖拉机厂等。这一类重大基础性建设项目当时统称为“基本建设”,它的计划、安排和投资等重大事宜统一由国务院基本建设委员会(简称建委)管理。图 1-2 给出了基本建设与国民经济中各行各业的关系简图。从该图可以看出,几乎所有的基本建设项目都离不开土木工程,甚至有的项目本身就是土木工程范畴内的任务,即使那些名称上一眼看去似乎与土木工程无关的行业,如供电、通信、能源、航天等,它们的基础设施,如发电厂房、高压输电塔、光缆铺设、海上采油平台、发射塔井……也无不属于土木工程的范畴。

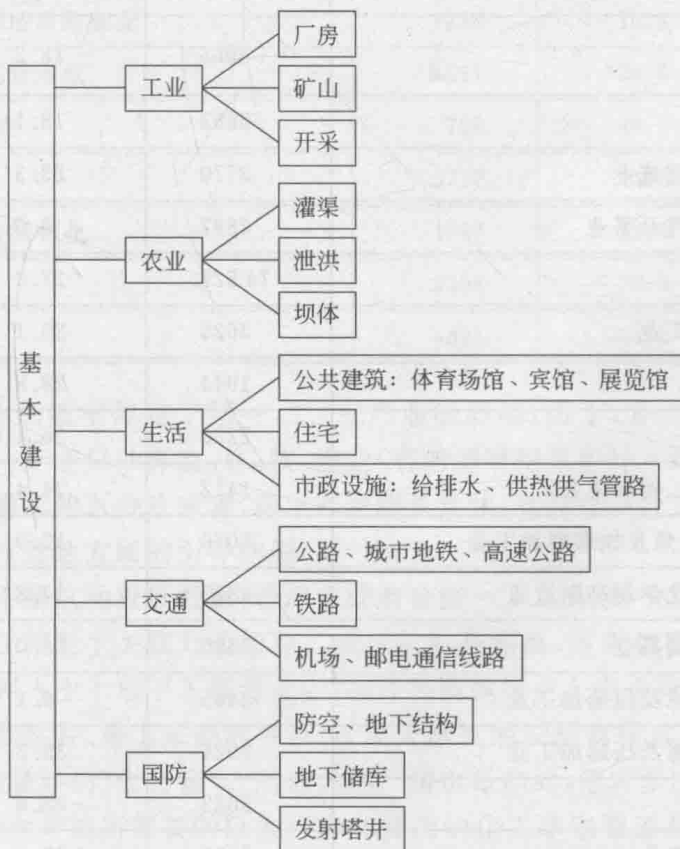


图 1-2 基本建设与各行各业关系简图

土木工程大都属于基本建设项目,综合性极强,从后面将要介绍的三峡工程可以看出,它不仅需要人们传统认识上的那些土木工程作业,如导流、截流、大坝、船闸和发电厂房等,还需发电机、启闭闸门和升船机等,这些都需要机械、冶炼、采矿、自动控制乃至通信等其他行业的配合与参与。但三峡工程总体上还是土木工程唱主角,从截流、筑坝到船闸、发电厂房等,无论就工作量还是投资的份额,土木工程都是“大头”。近代许多大型项目的建设,如核电站、海上采油平台、卫星发射基地、海底隧道等更具有综合性的工程,也无不是土木工程打前站,创条件,而且大都投入较大的人力、物力和财力。所以说土木工程与其他行业密不可分,如冶金、机械、电气、石油、交通和国防等。总而言之,国民经济中几乎任何行业都与土木工程有关,甚至可以说它们离不开土木工程,而且土木工程都往往占有较大的份额。一般来说,大型建设项目传统意义上的土建投资都占总投资的50%左右,有的甚至远超过这个百分比。

可以毫不夸张地说,土木工程的行业涉及面是极为广泛的,它几乎囊括了国民经济所有行业,简而言之,土木工程与人类生活、生产乃至生存都是密不可分的。

表 1-1 给出了我国 2010 年各行业城镇固定资产投资及其增长速度。从表中可以看出,在城镇投资中,第一产业投资 3966 亿元,比上年增长 18.2%;第二产业投资 101 048 亿元,比上年增长 23.2%;第三产业投资 136 401 亿元,比上年增长 25.6%。

表 1-1 2010 年各行业城镇固定资产投资及其增长速度

行 业	投资额/亿元	比上年增长/%	产业界定
总计	241 415	24.5	
农、林、牧、渔业	3966	18.2	I 比 2009 年 增长 18.2%
采矿业	9653	18.1	
其中:煤炭开采及洗选业	3770	23.3	
石油和天然气开采业	2893	3.6	
制造业	74 528	27.0	
其中:农副食品加工业	3626	28.1	
食品制造业	1944	28.8	
纺织业	2230	26.4	
纺织服装、鞋、帽制造业	1412	34.4	II 101 048 亿 元比 2009 年 增长 23.2%
石油加工、炼焦及核燃料加工业	2076	12.9	
化学原料及化学制品制造业	6863	14.8	
非金属矿物制品业	7556	28.0	
黑色金属冶炼及压延加工业	3465	6.1	
有色金属冶炼及压延加工业	2924	35.8	
金属制品业	3622	28.6	
通用设备制造业	5459	22.4	