

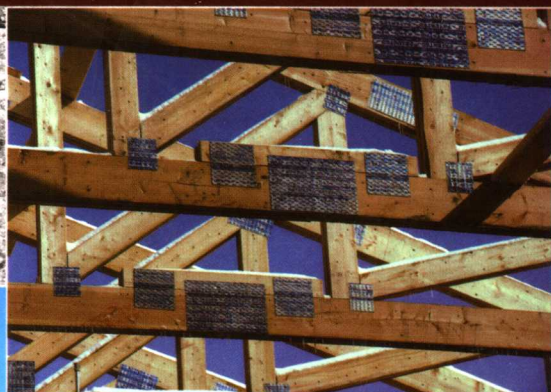


普通高等学校土木工程专业新编系列教材

# 土木工程概论

段树金 主编

段树金 赵中旺 陈进杰 王 斐 等编



中国铁道出版社

普通高等学校土木工程专业新编系列教材

# 土木工程概论

段树金 主 编

段树金 赵中旺 陈进杰 王斐等编

冯卫星 主审

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 0 5 年 · 北 京

## 内 容 简 介

本书是依据 1998 年教育部颁布的《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》编写而成的。内容包括交通土建、水利工程、建筑工程、规划与经济、能源与环境工程、建筑材料与机械等,其宗旨在于使学生对土木工程所涉及的范围、成就和发展有个概括性的了解。

本书为高等学校土木工程专业的教学用书,也可以作为建筑学、城市规划、交通工程、工程管理和工程力学等专业的选修课教材和其他有关人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

土木工程概论/段树金主编. —北京:中国铁道出版社,2005.2  
ISBN 7-113-06336-5

I. 土… II. 段… 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(2005)第 007242 号

书 名:土木工程概论

作 者:段树金 主编

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街 8 号)

责任编辑:李丽娟

封面设计:薛小卉

印 刷:北京兴顺印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:12.5 字数:308 千

版 本:2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~3000 册

书 号:ISBN 7-113-06336-5/TU·802

定 价:19.50 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

编辑部电话(010)51873135 发行部电话(010)63545969

# 前 言

土木工程学科是一门综合性很强、范围很广的工程学科,大致被划分为房建、道桥、水利、环境等四大类,1998年国家教育部颁布的新高等教育本科专业目录,使我国高等教育的专业设置更趋合理。

根据我国现行的专业教育、课程设置情况和国外的经验,对土木工程专业和其他土建类相关专业的学生开设“土木工程概论”课程是十分必要的。在此课程中,应当阐述土木工程的重要性和它所包含的主要内容,使学生对土木工程有一个概貌的了解,以便在此后的学习中找准位置,效率更高些,学得更好些,更有利于将来的发展。

本人曾陆续在水利工程系、土木工程系(原工民建专业)和交通工程系(原交通土建专业)从事教学和管理工作的,期间有五年多时间在日本大学的土木工程系和综合土木建筑工程公司留学或从事研究工作,深感开设土木工程概论这一课程的重要性。从20世纪90年代开始,我们就通过对学生进行入学专业教育、专题讲座等形式进行这方面的尝试。2000年自编了讲义《土木工程概论》,并正式在土木工程、工程管理、交通工程和工程力学等专业开设这门课程,以后又相继对讲义进行了修改和补充,并完成了500余张教学用幻灯片的制作,积累了一些经验和资料。

本教材就是在上述讲义的基础上编写的。全书共七章。其中第一章、第二章的第五~七节、第三章、第六章的第一、二节和第七章由段树金编写;第二章的其余各节由赵中旺编写;第四章由王斐编写;第五章由陈进杰编写;第六章的第三~六节由牛润明编写。全书由段树金主编,河北交通职业技术学院冯卫星教授主审。

在编写过程中,石家庄铁道学院结构工程研究所的各位老师和1999~2003级的各级研究生在资料收集、文字录入和绘图等方面作了不少具体工作,在此表示感谢。在本书的编写过程中,参考和引用了许多有关书籍的内容,未能同作者一一联系,在此也一并表示感谢。

由于编者水平所限,有些内容还不够完善,难免存在缺点和不足之处,恳切希望读者提出宝贵意见,以便提高本教材的质量。

段树金于石家庄铁道学院

2004年11月

## 目 录

<b>第一章 绪 论</b> .....	1
第一节 土木工程学的任务体系和特点.....	1
第二节 土木建筑发展史.....	5
第三节 土木工程发展趋势.....	9
思考题 .....	10
<b>第二章 交 通</b> .....	11
第一节 概 述 .....	11
第二节 铁 道 .....	15
第三节 公路与城市道路工程 .....	21
第四节 港口工程 .....	28
第五节 机场工程 .....	36
第六节 隧道与地下工程 .....	42
第七节 桥 梁 .....	47
思考题 .....	54
<b>第三章 水 利</b> .....	56
第一节 概 述 .....	56
第二节 水 资 源 .....	56
第三节 水工建筑物 .....	60
第四节 治河防洪工程 .....	66
思考题 .....	70
<b>第四章 建筑工程</b> .....	71
第一节 概 述 .....	71
第二节 建筑设计与构造 .....	74
第三节 建筑结构 .....	87
第四节 建筑施工.....	101
思考题.....	112
<b>第五章 规划与经济</b> .....	113
第一节 规划概述.....	113
第二节 区域规划.....	114

第三节	城市规划	117
第四节	村镇规划	121
第五节	工程概预算	125
第六节	工程项目招标与投标	130
	思考题	135
<b>第六章</b>	<b>能源与环境工程</b>	<b>136</b>
第一节	概 述	136
第二节	水 电 站	138
第三节	火 电 站	143
第四节	核 电 站	144
第五节	自然灾害	148
第六节	环境污染	156
	思考题	162
<b>第七章</b>	<b>建筑材料和机械</b>	<b>163</b>
第一节	建筑材料的分类及基本物理力学性质	163
第二节	木 材	165
第三节	钢	167
第四节	石灰·水泥·砂浆	170
第五节	混凝土及钢筋混凝土	175
第六节	砖·瓦·石材	181
第七节	建筑机械	185
	思考题	192
	参考文献	192

# 第一章

## 绪 论

### 第一节 土木工程学的任务体系和特点

#### 一、何为土木工程

以区域开发为对象,并实施对各种灾害的防御,以创造新的环境,满足所在地居民的物质、文化、生活需要是土木工程技术的宗旨。而土木工程学是土木工程技术的基础,它担负着使这一技术不断发展所必要的结构、设施、装置的规划、设计、施工以及维修管理的理论和实践的研究任务,属于工程科学的范畴。

英文的“civil engineering”何时被译为中文的土木工程尚不得而知。根据简明牛津辞典的解释,civil意为市民的、非军事的。可以说土木工程是人类社会和产业的基础,是为了生活更便利、高效、安全、舒适而创造、改变环境的技术。在我国,这种具体进行的活动称为建筑业,具有公共事业的属性。

建筑业作为人类衣食住行的基础产业,是随着人类的起源而产生,随着社会的进步而发展的。但是,作为现代科学技术的一个独立分支,这一学科体系产生于18世纪的英、法等国。新中国成立后,我国的建筑业和土木工程的教育、研究取得了长足的进展。但是,受前苏联教育体制和思想的影响,长期以来我国高等教育存在着学科专业设置过于狭窄的现象。土建类专业被划分为桥梁与隧道工程、铁道工程、公路与城市道路工程、水利水电建筑工程、港口与海湾建筑工程、工业与民用建筑工程、环境工程、矿山建筑工程等十多个面很小的专业。1998年教育部颁布的《普通高等学校本科专业目录》,使我国高等教育的专业设置趋于合理,更有利于人才的培养和社会发展的需要。

在美国,一般是在土木与环境工程系或土木工程系下设专业方向。例如加利福尼亚伯克利分校土木与环境工程系包括施工工程、环境工程、岩土工程、结构工程、结构力学工程、结构材料工程和交通工程等方向。而辛系那提大学的土木与环境工程系则下设施工与管理、岩土工程、结构与材料和运输工程等四个专业方向。日本把房屋建筑物以外的工程称为土木工程,建筑工程与土木工程合称为建设工程,但偏重于规划和施工。各学校根据自己的特点和市场对人才的需要,在大学四年级时予以分流。在西欧及其他发达国家也大多采用这种“大土木”的专业体制。例如德国对建筑业的解释是:建筑业就是指从事建筑工程的行业,其任务是使建造的房屋和构筑物尽可能符合用途并纳入规划。所包括的范围有城市建设、道路、铁路、桥梁、隧道等,在本书中,我们所讲的土木工程就是这种包括建筑工程、水利工程等的“大土木”。

#### 二、土木工程的对象

土木工程的主要对象包括:土木工程结构;以土木工程结构为主体并为发挥其作用所需的各种设施;上述工程结构和设施的建设或者说区域的开发和维护。也可以说土木工程学是研

究工程结构和设施的设置、实施过程中的构想、规划、设计、施工、维护管理和运行的一门学科。

这里所说的土木工程结构主要是指支撑于地基上、通常静止不动的人工物体。当然,也有特例,如浮游式防波堤,它是靠水的浮力支撑于水上或水中的;又如宇宙空间站是靠引力和离心力置于宇宙空间的。土木工程结构与机械工程所不同的是自身不能作业。例如,铁路上行驶的机车为机械工程学的对象,而整体线路规划、轨道的铺设及基础的建设则属于土木工程学的范畴。土木工程结构的典型例子有桥梁、隧道、大坝、房屋建筑等。

以结构物为主体的设施大体上可分为交通设施(如铁道、道路、港口、机场等)、能源设施(如火力发电站、水力发电站、核电站,输变电设施,输油、输水管道等)、城镇设施(如上下水道、垃圾处理场、煤气管道等)、国土安全设施(如防洪堤坝、防波堤等)和各种用途的房建设施。在这些设施中,有些具有特定的机能,如铁道、电站(厂)等是专为某些行业或业主建造的;而一般道路建成后则无特定的利用者,常常是无偿使用,其维修管理由政府部门负责。

工程结构和设施的建设一般是在某一特定区域进行的,所以应以区域的综合开发为目标,社会和经济等因素自然也包括在内。因此,基本建设的实施主体一般是政府、地方事业团体或某些特别法人。

### 三、土木工程学的体系

如果按照以上所讲的对象进行分类,土木工程学可划分为下列门类。

(1)以结构物为对象的门类:桥梁工程、隧道工程、大坝工程、房建工程等。

(2)以设施为对象的门类:铁道工程、道路工程、交通工程、水利工程、给排水、港口工程、机场工程、海岸工程、环境工程、景观工程等。

(3)以开发和安全的门类:城镇规划、区域规划、国土规划等。

(4)以上带有共性的基础门类:材料力学、结构力学、水力学、水文学、岩土力学、地基与基础、测量学、钢筋混凝土结构学、钢结构学等。

从结构物这一特定的角度出发,以土木结构设计基础为主体的“结构工程”可以看做是土木工程的一个重要分支。而在飞行器、船舶、机械等学科中也存在相类似的分支。所以,结构工程是结构工程师应具备的共同基础。

单从结构物考虑,土木工程学在自然科学中属于数理的范畴。以数学、物理为基础的材料力学、结构力学、振动学、弹塑性力学等都是结构工程中十分重要的基础课程。另外,土木工程结构物与水有着十分密切的联系,所以水力学也是重要的基础课程之一。如前所述,土木工程结构物一般构筑于地球表面,处于自然环境之中,所以有必要了解地质特别是自然地理学、地球物理学方面的知识。例如,我们所设计的结构物对于地震、强风、洪水的袭击应当是安全可靠的,因此我们需要了解地球物理学中关于地震学和气象学方面的知识。又如,结构物需根据场地的地质条件不同,采取不同的施工方法,这就需要借助地质学知识进行施工设计。更进一步地说,结构物建筑在地表或埋入地下,所以土力学对于土木工程是十分重要的。土还常常作为结构物的材料(即工程材料),因此,土力学和地基工程都是土木工程的重要门类。

在古代,土木结构物一般由土和木作为工程材料,这就是土木工程这一术语的由来。而现代土木工程建筑则主要以钢材和混凝土为主要材料,因此,土木工程师应当了解钢材和混凝土的物理特性。混凝土结构学和钢结构学也是土木工程的重要基础课程。

城镇规划、区域规划和国土规划属于规划学的范畴,除工学外,它还与数学、经济学、社会科学等学科密切相关。所以有些国家的高校把土木工程专业称为社会工学专业。在土木工程



中,地形、设施等的测量工作是必不可少的,这就需要我们从事土木工程专业的人员学习测量学。随着人造卫星的发展,先进的遥感技术成为测量学的重要分支,在土木工程各个领域得到了应用。

随着人类文明的进步,人们对土木工程和环境问题给予了越来越多的关注。从这方面看,又需要土木工程师具有一定的生物学和生态学的知识。例如,某一大型工程的实施如对这一区域的生态系统或珍贵动植物的生存带来较大影响时,必须经过详细论证,采取有效的对策。同样,如果在土木施工场址发现了古文物或遗址,也应采取相应的措施,甚至取消工程建设。这就要求我们具备一些考古学的常识。可以看出,在具体实施规划时,需要多方面的知识进行综合分析研究。当然,要精通所有这些学问是不可能的。问题的关键是在实施规划时,应能够判断问题的重要与否,具有比较广阔的视野。

随着计算机的产生和发展,电子计算机的应用推动了土木工程学的进步。计算数学、线性规划、有限元与计算力学、计算机辅助设计(CAD)渗透到了土木工程学的各个部门,计算机已经成为土木工程师所必须掌握的工具。

#### 四、土木建筑业的特性

土木工程学是基础,土木工程技术是手段,土木建筑业的实施是目的。下面列举土木建筑业的主要特性。

##### 1. 公共性

如前所述,土木建筑业的目的是要为人类创造良好的社会生活环境,是一种公共福利事业。土木建筑业始终具有公共的性质,多是作为公共事业进行的。所以,欲进行的土木建筑应为广大民众所接受;在所需投资较多的情况下,其费用应由政府或地方公共团体支出。换句话说,其财源是公民的税金等财政收入,由此可以看出土木建筑业具有强烈的公共色彩。正因为如此,人们对土木建筑业的期待甚高,同时也就必须接受社会的尖锐评判。

在公务员队伍中,相当一部分人为土木工程技术人员,这其中也隐含着土木建筑业的公共性。在工程建设中,他们常常以业主(建设单位)的身份出现。

##### 2. 基础设施建设

在国民经济中,土木建筑业的主要生产活动是从事基本建设。由此,建筑业的生产活动和基本建设有着密切的关系。基本建设是国家或投资单位用一定资金来建造或购置固定资产的活动。在基本建设活动中,对于建筑物这一类固定资产的再生产,要经过土木建筑业在建设现场的生产活动才能实现,而且机器设备的安装工作也是由建筑业来完成的。

土木建筑业主要进行的是产业和生活基础设施的建设、设置和配备。例如铁道、公路和城市道路、水利设施、能源设施、上下水道、市民住宅等都属于此类。

##### 3. 对象为大自然

土木建筑业是以大自然为对象,地球表面是“表演”的舞台。土木工程技术的成果(即结构物或设施或开发计划)都置于大自然之中。特别是大规模的工程建设对于自然的影响不可忽视,如环境污染、诱发地震等。所以,在进行土木工程建设时,我们必须牢记与自然界相互共存观念。与自然相协调的因素不单单是指物理的,还有生物的、景观的,甚至还有居民的情感、风俗习惯等社会因素。

##### 4. 不可逆性质

对于大型土木工程建筑物或大型设施,只能是一次建成,而不能采用反复试验的办法。而

且一旦建成,即使将来不再需要,要毁掉恢复原样也不是一件容易的事情。比如一座建成的大坝,一旦库区被泥沙溢满,就失去了蓄水的作用,但是却难以毁掉。所以在工程开始时应予以足够的重视。

#### 5. 招投标制

目前国内外广泛采用的承担建设任务的交易方法为工程招投标制。工程项目推行招投标承包制,是我国工程建设管理体制改革的一项重要措施,它有利于开展竞争,鼓励先进,推动建筑科学技术的发展。

#### 6. 工程周期长

由于建筑工程(产品)实体庞大,个体性强,消耗社会劳动量大,影响因素多(因为工程一般在露天下进行,受到各种气候条件的制约,如冬季、雨季、台风、高温等),由此带来了生产周期长的特点。

### 五、基本建设程序

基本建设工作涉及面广,内外协作配合环节多,建设周期长,建设过程中各项工作之间存在着一种内在的和固有的先后次序。人们在充分认识客观规律的基础上,制定出了基本建设全过程各个环节、各个步骤、各项工作所必须遵守的先后顺序,称为基本建设程序。

我国现行的项目建设程序分为项目决策、项目施工和交付使用三个阶段,大体上可分为十个步骤。

1. 提交项目建议书。
2. 进行可行性研究。
3. 编制设计任务书。
4. 选择项目建设地点。
5. 进行技术设计。
6. 编制年度投资计划。
7. 材料、设备订货和施工准备。
8. 组织施工。
9. 生产准备。
10. 竣工验收,交付使用。

### 六、建设监理、业主、监理单位与承包商

建设监理是20世纪80年代中后期随着我国建设管理体制改革的深化和参照国际惯例组织工程建设的需要,在我国建设领域推行的一项科学管理制度。

#### 1. 业 主

业主也称建设单位。业主是项目的拥有者、使用者、投资者和最高决策者。业主可以是政府、企业、个人或其他法人集团。业主对项目提出意向、制定目标、委托授权、提供条件(如投资、土地)、制定决策并支付报酬,拥有权力和职能。

#### 2. 监理单位

建设监理是指对工程建设参与者的行为所进行的监控、督导和评价,并采取相应的管理措施,保证建设行为符合国家法律、法规和有关政策,制止建设行为的随意性和盲目性,促使建设进度、造价、质量按计划(合同)实现,确保建设行为的合法性、科学性、合理性和经济性。建设

监理单位必须依法成立,具有自己的名称、组织机构、场所,并有与监理任务相适应的人员、资金和设施。

### 3. 承包商

承包商就是承建单位。作为项目建设的乙方,承包商是承揽工程项目,为业主提供服务的经济实体。如在设计阶段,则设计单位是承包商;如在施工期间,则施工单位是承包商;对于材料供应来说,材料、设备制造者也是承包商。

业主通过招标确定的监理、设计、施工和设备供应等单位,与业主是经济合同关系,并为业主服务。在三方关系中,特别强调的是监理工程师的公正性和独立性。

## 第二节 土木建筑发展史

### 一、古代史

原始人类最早栖身于洞穴,如北京周口店的“猿人洞”。随着农业的发展,人类开始定居,用土石草木等天然材料建造简易房屋。这可以说是人类最初始的建筑活动。

大规模的建筑活动是从奴隶社会开始的。其中希腊和罗马的建筑文化成为欧洲建筑的渊源。埃及产生了人类历史上第一批巨型建筑,有宫殿、府邸、神庙和陵墓等。这些建筑物以巨大的石块为主要建筑材料。以金字塔为代表的埃及古代建筑表明了当时的几何、测量和起重机械等知识已达到了相当高的水平。

在反映新石器时代后期仰韶文化的陕西半坡遗址中已发现用木骨泥墙构成的居室。到公元前 20 世纪(约为夏代)已发现有夯土的城墙。商代已逐步采用黏土做成的板筑墙。西周时期已有烧制的瓦。在战国的墓葬中发现了大尺寸空心砖。

中国早在殷商时代就已建造了大规模的宫室和陵墓。在以后三千多年的历史中,中国的建筑取得了很高的成就。而中国古代的房屋建筑则以木结构为主。

战国时期留下了许多城市遗址,反映了当时的城市建设。秦始皇以过去秦、赵、燕三国的北方长城作为基础,筑成了中国古代规模最宏大的防御工程——西起临洮,东至辽东的万里长城。

我国古代建造了许多铁塔及“天枢”等结构物。例如唐代在洛阳建造的“天枢”高 35 m,直径 4 m,顶部是直径达 11.3 m 的腾云露盘,底部是直径 16.7 m 的铁山,很好地保证了“天枢”的稳定。湖北荆州 10 层的玉泉寺铁塔、江苏镇江的甘露寺铁塔和山东的济宁铁塔等至今犹存。

古代人们一般都沿河而居。为了捕鱼和渡河的需要,便创造出了最早的水上交通工具——独木舟。大约在 4 000~5 000 年前,由于畜力车的出现便产生了筑路的要求。我国战国时期已有邮驿,为驿马通行开辟驿道。在汉代开辟了经西域通往西方国家的道路,后人称之为“丝绸之路”。

我们的祖先在桥梁建设史上写下了不少光辉灿烂的篇章。据史料记载,约 3 000 年前已在渭河上架设过浮桥。

在我国,吊桥(也称悬索桥)具有悠久的历史。初期的缆索是由藤条或竹子做成的,后来发展为用铁链代替。在古代,我国的冶炼技术领先于全世界。据《水经注》记载,早在前秦时代(约公元前 200 年)就已经有了铁制的桥墩。汉明帝时(公元 60 年前后)就有了铁链悬桥。至今保留下来的古代吊桥有四川省泸定县的大渡河铁索桥,它于 1706 年建成,桥跨 100 m,桥宽

约 2.8 m。

我国早在秦汉时期就已广泛修建石梁桥。福建泉州的万安桥于 1059 年建成,共 58 孔,长达 540 m(有的记载长 800 m)。漳州虎渡桥,1240 年建成,总长约 335 m,一直保存至今;其石梁每个长达 23.7 m,重约 2 000 kN,这样大的石梁其运输安装都需要很高的技术。

河北赵州桥(又称安济桥),是我国古代石拱桥的杰出代表。该桥为隋朝(公元 605 年左右)工匠李春所建,其特点是跨度大(37.47 m)、矢跨比小,主拱带小拱,轻巧美观,又利于排洪。作为石拱桥其跨度之大,当时居世界之首。

在工业革命前,人类以农林牧为主要的生产活动。由此水利受到特别的重视。水利在中国具有重要地位和悠久历史。历代有为的统治者都把兴修水利作为治国安邦的大计。传说早在公元前 21 世纪,禹就主持治水,三过家门而不入,一直为后人所崇敬。到春秋战国时期,中国已建成了一些相当规模的水利工程。

战国末期,秦始皇统一了中国。出现了像四川都江堰、关中的郑国渠和沟通长江与珠江水系的灵渠这样杰出的水利工程。隋唐北宋五百余年间,是中国水利的鼎盛时期。社会稳定,经济繁荣,水利建设遍布全国各地,技术水平也有提高。隋朝投入了巨大人力、物力,建成了沟通长江和黄河的大运河。唐代除了大力维护大运河的畅通外,还大力兴修农田水利,并已出现了水利法规和技术规范。

从元明到清中期,中国水利又经历了 600 年的发展。元代建都北京,开通了京杭运河。明代开始大力治理黄河,固定黄河流路,修建高家堰,形成了洪泽湖水库。在长江中游强化荆江大堤。珠江及东南沿海的水利建设也有了很大发展。

## 二、近代史

中国近代史是指从 1840 年鸦片战争开始,到 1949 年中华人民共和国建立这一时间范围的历史。近代中国的土木建筑史深深地打上了半殖民地半封建社会的烙印。

18 世纪开始的产业革命,带来了科学和技术的飞速发展。一些国家开始进入以工业生产为主的社会。水文学、水力学、应用力学等基础科学的长足进步,各种新型建筑材料、设备、技术,如水泥、钢材、动力机械、电气设备和爆破技术等发明和应用,使人类改造自然的能力大大提高。而人口的大量增长,城市的迅速发展,也对水利提出了新的要求。19 世纪初,蒸汽机相继应用于船舶和车辆,出现了机动车船,从此开始了近代交通运输的新纪元。1825 年英国建成了世界上第一条铁路。到 19 世纪末,随着内燃机的发明,制造出了灵活机动的汽车,开始了现代的公路运输;20 世纪初,内燃机应用于飞机使航空运输得到迅速发展。19 世纪末,人们开始建造水电站和大型水库以及综合水利枢纽工程,水利建设向着大规模、高速度和多目标开发的方向发展。

1824 年,英国人 J·阿斯普丁发明了硅酸盐水泥,从而带动了混凝土结构的发展,使土木工程进入到一个新的发展阶段。19 世纪下半叶出现了钢筋混凝土,进一步推动了轻型混凝土结构的发展。

水泥、玻璃、机制砖瓦等建筑材料生产能力有了初步发展。建筑技术也有较大进步,兴建了一些高层、大型、大跨度和复杂的土木工程。

随着帝国主义势力的入侵,商埠和租界的开辟,中国出现了一些殖民地或半殖民地的城市。洋务运动、维新运动以后,中国官僚资本和民族资本开办新式企业和建设铁路,促进了若干新城市的产生,如唐山、大冶、焦作、南通、石家庄、蚌埠等。并使一些旧城市得到了发展,如

西安、徐州、济南、郑州等。在某些帝国主义国家独占的城市,如青岛、大连、长春、香港、澳门等大部或局部按照占领者的意图进行了规划和建设。而广大的内地和边疆地区的基本建设基本上处于停滞状态。

中国最早设立土木工程系的是天津北洋西学学堂(天津大学前身),于1895年创立。此后,上海的南阳公学(上海交通大学前身)于1904年,唐山路矿学堂(西南交通大学前身)于1907年分别设立了土木工程系。

自1876年修建吴淞铁路起到1949年,中国共修建铁路22 000多km,其中桥梁1 300多座,总延长340多km。其建筑标准混乱,质量低劣,通过能力不高。1904年~1909年,我国杰出工程师詹天佑亲自规划督造了京张铁路,其中八达岭隧道全长1 091 m。解放前公路交通也很落后,可通车里程很少。公路桥梁大部分为外国投资、设计和承建,桥梁技术也很落后。

解放前,我国在大江大河建桥极少。在长江上没有一座铁路桥梁,京广线被切断于武汉;京沪线在浦口靠轮渡过江。在黄河上也仅有两座铁路桥梁。

清末民国时期,国家无力兴修水利,以致河防失修、灌区萎缩、京杭运河中断,水利处于衰落时期。但是,西方的一些科学技术也传入了中国,成立了河海工程专门学校等水利院校,各地开始设立水文站、水工试验所等,研究制定了《导淮工程计划》、《永定河治本计划》等流域规划。同时也修建了一些水利工程,如1912年在云南建成了石龙坝水电站,20世纪20年代修建了珠江的芦苞闸,30年代修建了永定河屈家店闸、苏北运河船闸和陕西的关中八惠灌溉工程等。

### 三、现代史

1949年中华人民共和国成立后,特别是1978年以来,我国的土建科学技术和工程建设有了很大的发展。目前,建筑业已成为我国国民经济的重要产业,承担全国固定资产投资额60%以上的工作量。仅2003年,全国建筑业总产值就达21 865.5亿元,房屋施工面积263 467.4万 $\text{m}^2$ ,竣工面积118 259.3万 $\text{m}^2$ 。建筑业已成为仅次于工业、农业、商业的国民经济第四大支柱产业。我国超大、超长、超高建筑技术已跻身世界先进行列,基本具备解决工程建设中各种复杂问题的能力。

1957年武汉长江大桥建成通车,从而结束了万里长江无桥的历史。该桥为公铁两用的连续钢桁梁,梁高16 m,包括引桥全桥总长1 670.4 m。大型钢梁的制造和架设以及深水管柱基础的施工等为我国现代桥梁建设开创了新路。1969年,我国又建成了举世瞩目的南京长江大桥。这是我国自行设计、制造、施工,并使用国产高强钢材的现代化大型桥梁。包括引桥在内,铁路桥全长6 772 m,公路桥全长4 589 m。南京长江大桥的建成,是我国桥梁建设史上的一个重要里程碑。

改革开放以来,我国桥梁事业迅速发展,建设成就斐然,桥梁工程学科整体水平已进入国际先进行列。1992年建成的九江长江大桥是特大型公铁两用桥,正桥上部结构为栓焊钢梁,最大跨度216 m,钢板最大厚度达56 mm。1993年建成了上海杨浦组合(混凝土面板与钢加劲梁共同工作)斜拉桥。2000年建成的芜湖长江大桥,是一座为主跨312 m、公铁两用的低塔钢斜拉桥。江阴长江大桥为悬索桥,主跨1 385 m,跨度居中国第一、世界第四位。广西邕江桥(钢筋混凝土,中承式拱桥)跨度达312 m。

日本连接本州与淡路岛之间主跨为1 991 m的明石大桥(悬索桥)在1998年建成,它是目前为止世界上跨度最大的桥梁。

日本的青函海底隧道长 54 km,为海底隧道之最;英吉利海峡海底隧道全长 50.5 km,其中海底部分长 37 km。我国于 1999 年建成了西康铁路秦岭隧道,长 18.4 km,为山岭隧道之最。1964 年日本在东京和大阪间建成了世界上第一条高速铁路,长 515 km,时速达 210 km。此后,法国在巴黎和里昂间建成了长 424.6 km 的高速铁路,时速 270 km。到现在为止,世界上已有日本、法国、德国、意大利、西班牙、瑞典等国家建成了时速在 200 km 以上的高速铁路线 1.5 万 km。

截止到 2003 年底,我国铁路运营总里程达到 7.3 万 km。秦沈客运专线的建成,为在我国进行大规模高速铁路建设提供了经验。青藏铁路正在建设之中。

目前全世界约有公路 2 000 万 km。2001 年时我国公路里程达 169.8 万 km,列世界第四位。全世界高速公路总长约 20 万 km,分布于 80 多个国家和地区,其中美国近 10 万 km;加拿大约 1.65 万 km,排名第三;德国约 1.1 万 km,排名第四。我国从 20 世纪 80 年代开始修建高速公路,沪嘉、沈大、京津唐等高速公路的建成通车,标志着大陆结束了没有高速公路的历史,到 2004 年底,我国高速公路突破 3 万 km,居世界第二位。

我国的内河通航里程为 11.1 万 km,主要为长江、珠江、黑龙江和大运河等几大水系。

港口是水陆交通的枢纽,是国家对外开放的“门户”。港口有海港和河港之分。目前全世界海港已超过 1 万个,其中较大的贸易港有 2 000 多个,大型海港约 200 个,分布于 140 多个国家和地区。到 1999 年,我国共有港口 1 200 多个,码头泊位 3.3 万个。

我国已建成 90 多个大小不等的机场和航空港,能起降不同性能的飞机,促进了航空运输的迅速发展。

我国已跨入世纪能源生产和消费大国的行列。但是管道运输的发展缓慢。1958 年在新疆建成我国第一条原油管道(克拉玛依—独子山),全长 147 km。1963 年在四川建成了第一条长距离输气管道,将四川南部的天然气输送到重庆,总长 54.7 km。“十五”期间国家安排建设的西气东输工程,主要任务是将新疆塔里木盆地的天然气送往豫、皖、江、浙、沪地区,西气东输工程主干管道全长 4 000 km 左右,输气规模设计为年输商品气 120 亿  $\text{m}^3$ ,它是我国第一条大口径、长距离、高压、多级加压并横跨长江下游宽阔江面的现代化、世界级的天然气干线管道。截止到 2003 年底,全国共有油气输送管道约 1.3 万 km。

建国以来,特别是近 30 年来,我国城市人口增长很快。2003 年城市人口已占全国人口的 34%。而我国城市道路只比解放初增加了 2 倍,城市道路面积率很低。地铁成为特大城市首选的交通方式。但我国目前建成地铁投入运营的只有北京、上海、天津、广州、深圳、南京等少数特大城市。武汉、西安等一批城市也正在建设或计划建设。

高层建筑是随着社会生产的发展和人们生活的需要而发展起来的。科学技术的发展和轻质高强材料的出现以及机械化、电气化在建筑工程中的应用,又为高层建筑的发展提供了条件。

目前世界上最高的建筑是马来西亚的佩重纳斯大厦,高度 452m,由两座相似的塔楼组成,建成于 1998 年。排名世界第二位的是美国芝加哥的西尔斯大厦,高 443 m,共 110 层,建成于 1974 年。

解放前,我国高层建筑极少。20 世纪五六十年代陆续建成了一些高几十米的建筑。而高层建筑在我国的大发展是从 70 年代开始的,主要用于住宅、饭店和办公楼等。1976 年建成的广州白云宾馆,33 层,高 114.05 m。1977 年建成的北京环境气象桅杆,高 325 m。进入 20 世纪 90 年代后,高层和超高层建筑如雨后春笋般涌现于各大城市。1995 年兴建的上海东方明

珠电视塔高达 468 m。1996 年建成的深圳地王大厦,高 383.95 m。1999 年上海建成的金茂大厦,高 420.5 m,共 88 层。正在建设中的上海环球金融中心大厦,净高 492 m,它将成为世界净高第一高楼。

解放以来,我国对黄河、海河、淮河、辽河等江河开始了全面整治。截止到 2003 年底,国内已建成各类水库 8 万余座,总库容约为 6 000 亿  $\text{m}^3$ ,每年为城市供水达 200 亿  $\text{m}^3$ ,灌溉耕地约 5 600 万  $\text{hm}^2$ ,水电装机达 1 亿  $\text{kW} \cdot \text{h}$ ,占国内电力总装机容量的 1/4。正在兴建的三峡水利枢纽为混凝土重力坝,坝高 175 m,总库容 393 亿  $\text{m}^3$ ,装机容量为 18 200 MW。最大的地下厂房水电站是龙滩水电站,安装了 9 台 70 万  $\text{kW}$  的机组。黄河小浪底水利枢纽工程是一座斜墙堆石坝,坝高 154 m,装机容量为 1 800 MW。1998 年建成的四川二滩双曲拱坝,坝高达 242 m,装机容量为 3 300 MW。这些水库在防洪、发电、灌溉、供水、航运、水产养殖、旅游、生态环境保护等方面发挥了巨大的综合效益,为中国社会与经济发展做出了巨大贡献。

### 第三节 土木工程发展趋势

#### 1. 超大型工程的修建

在 21 世纪,随着新材料、新结构、新工艺、新施工方法的出现,人类将有可能从事更大规模的土木工程建设,从事土木工程的人们将为改造世界做出新的贡献,取得新的突破。

西班牙与摩洛哥之间的直布罗陀海峡割断了欧洲和非洲大陆的交通,至今人们已提出了多种联络线方案,如全线长 44 km 的海底隧道方案;全线长 30 km,最大主跨为 2 000 m 的吊桥方案;全线长 14 km,最大主跨为 5 000 m 的吊桥方案;也有的提出采用最大主跨为 5 000 m 的海中浮游式桥梁方案等。

对马海峡的地下隧道工程、白令海峡的填筑等也是世界上酝酿中的超大型工程。

2008 年的北京奥运会,不仅需要修建大量的体育场馆,也为北京及周边地区的城市建设带来了机遇。国家计划到 2020 年形成比较完备的高速公路网络;在南京、武汉等地兴建越江隧道;我国铁路运营总里程将增加到 10 万 km,并建成京沪等高速铁路。

三峡工程建成后,它的发电量将等于 18 座核电站发电总和。世界上最大的水利工程——南水北调工程已经开工。工程分西、中、东三路,筑坝建库、开凿输水隧道、建筑提水泵站、河床上下筑构立交桥,工程规模巨大。

#### 2. 高性能材料的发展

钢材将朝着高强、具有良好的塑性、韧性和可焊性方向发展。日本、美国、俄罗斯等国家已把屈服点为  $700 \text{ N/mm}^2$  以上的钢材列入了规范;如何合理利用高强度钢也是一个重要的研究课题。

高性能混凝土及其他复合材料也将向着轻质、高强、良好的韧性和工作性能方面发展。

#### 3. 计算机应用

随着计算机的应用普及和结构计算理论日臻完善,计算结果将更能反映实际情况,从而更能充分发挥材料的性能并保证结构的安全。人们将会设计出更为优化的方案进行土木工程建设,以缩短工期、提高经济效益。

#### 4. 环境工程

环境问题特别是气候变异的影响将越来越受到重视,土木工程与环境工程融为一体。城市综合症、海水上升、水污染、沙漠化等问题与人类的生存发展密切相关,又无一不与土木工程

有关。较大工程建成后对环境的影响乃至建设过程中的振动、噪声等都将成为土木工程师必须考虑的问题。

#### 5. 建筑工业化

建筑业长期以来停留在以手工操作为主的小生产方式上。解放后大规模的经济建设推动了建筑业机械化的进程,特别是在重点工程建设和大城市中有一定程度的发展。但是总的来说落后于其他工业部门。所以建筑业的工业化是我国建筑业发展的必然趋势。要正确理解建筑产品标准化和多样化的关系,尽量实现标准化生产。要建立适应社会化大生产方式的科学管理体制,采用专业化、联合化、区域化的施工组织形式。同时还要不断推进新材料、新工艺的使用。

#### 6. 空间站、海底建筑、地下建筑

早在 1984 年,美籍华裔林铜柱博士就提出一大胆设想,即在月球上利用它上面的岩石生产水泥并预制混凝土构件来组装太空试验站,这也表明土木工程的活动场所在不久的将来可能超出地球的范围。

随着地上空间的减少,人类把注意力越来越多地转移到地下空间。21 世纪的土木工程将是地下包括海底的世界。实际上东京地铁已达地下三层;在青函海底隧道的中部除设置了车站外,还建设了博物馆。

#### 7. 结构形式

计算理论和计算手段的进步以及新材料新工艺的出现,为结构形式的革新提供了有利条件。空间结构将得到更广泛的应用;不同受力形式的结构融为一体,结构形式将更趋于合理和安全。

#### 8. 新能源和能源多极化

能源问题是当前世界各国极为关注的问题,寻找新的替代能源和能源多极化的要求是 21 世纪人类必须解决的重大课题,这也对土木工程提出了新的要求,应当予以足够的重视。

此外,由于我国是一个发展中国家,经济还不发达,基础设施还远远不能满足人民生活 and 国民经济可持续发展的需要,所以在基本建设方面还有许多工作要做。

## 思 考 题

1. 什么是土木工程学?
2. 简述土木建筑业的特点。
3. 简述业主、监理和承包商三者的关系。
4. 试举几个我国土木建筑史上较具影响的工程实例。
5. 谈谈你对土木建筑业未来的看法。



## 第二章

# 交 通

## 第一节 概 述

### 一、交通运输业的性质和作用

#### 1. 运输业是一个物质生产部门

运输业的运输活动是使用各种运载工具(如火车、汽车、船舶和飞机等),使运输对象(货物和旅客)实现地理位置上(空间)的转移。这种活动可推进不同地区之间的人和物的交流和交换,对国家的强盛、经济的发展、社会的进步、人们生活方式的改变和生活水平的提高都起着重要的作用,从而成为社会赖以生存和发展的基础。

工业和农业是人类社会两个最基本的物质生产部门。在农业生产中,种子、肥料和收获物的运送工作,要由田间运输来完成。就工业生产来说,在一个企业内,它的生产工具、劳动对象的搬移或传送,有时还包含劳动本身的移动,是由企业的运输工具如传送带、起重机、汽车及厂内铁路机车车辆来完成的,通常叫做厂内运输。这种发生在企业生产过程中间或生产范围内的运输活动,是作为每一个企业生产过程的必要条件而存在的,离开它企业就不能生产。因此,运输活动是工业、农业等物质生产过程能够顺利进行的必要条件,是人类社会物质生产的组成因素。

资本主义的产生和发展,尤其是18世纪后期蒸汽机和其他机器的相继发明,引起了工业生产技术的革命,促使交通运输工具(方式)走上了机械化的道路,并成为—个独立的物质生产部门——公用运输业。运输业作为一个专门承担客货运输任务的物质生产部门,是为企业与企业、企业与供销部门、工业与农业、城市与乡村的相互联系服务的。

运输业进行的运输活动,实际上是整个国民经济生产体系中不可缺少的组成部分,它也属于物质生产的范畴。另外,从生产的目的来看,人类社会进行物质资料生产的目的归根结底是为了消费,无论它是生产性质的消费还是非生产性质的消费,在劳动社会分工的条件下,仅仅完成产品的生产任务是不够的,还必须把它们运到消费地点,才能实现“消费”这一目的。例如大量的煤炭、粮食、棉花和大量的轻工业产品等不可能在它们的集中生产地点全部就地销售,因而就产生了运输的必要性,大量产品只有通过运输方能到达消费地点。所以运输过程,实际上是运输业对它所运送的产品进行的一种追加的生产过程。

#### 2. 运输业在国家生活中的地位和作用

##### (1) 运输对经济发展的影响

交通运输的发展,意味着输送便利、速度快捷、效率高和运输费用降低。这对经济发展的各个方面都会产生积极影响。

①促进生产的地区分工。不同地区对于生产的某种产品可能具有特殊的有利条件,如自然条件、原材料或能源供应条件、技术条件等,因而生产该种产品的成本便具有较其他地区低