

普通高等教育“十二五”规划教材

土木工程施工

黄志强	白泉	宁宝宽	主 编
		金生吉	副主编
		鲍文博	主 审

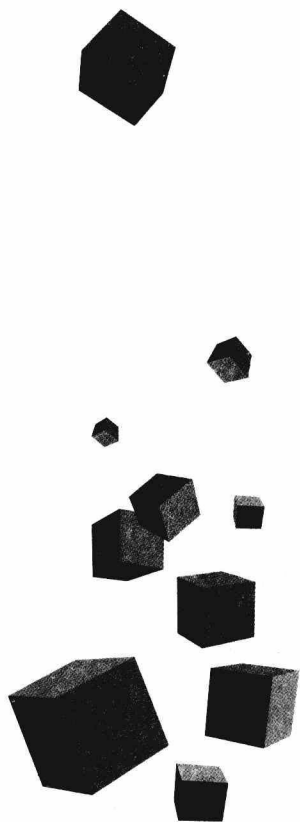
TUMU GONGCHENG
SHIGONG

化学工业出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

土木工程施工

宁宝宽 主 编
黄志强 白 泉 金生吉 副主编
鲍文博 主 审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书根据普通高等院校土木工程专业培养高级应用型人才的目标组织编写,编写过程中强调对学生实践能力的培养,重点考虑了各高校大土木专业及相关各专业方向的设置不同,对各专业方向内容进行了单独编排,便于不同专业方向师生选学。全书共3篇,第1篇,施工技术基础,包括绪论、土木工程测量、土方工程施工、基础工程施工、砌体工程施工、混凝土和预应力混凝土工程施工、结构安装工程施工、防水工程施工以及装饰工程施工,可作为各专业方向的施工技术基础知识来学习;第2篇,土木工程专业分方向施工技术,包括高层建筑施工、道路工程施工、桥梁工程施工以及地下工程施工,可以根据专业方向设置情况进行选学;第3篇,施工组织管理,包括施工组织概论、流水施工原理、网络计划技术以及施工组织设计,可以共同学习,也可以单独设课来学习。

为了便于学习掌握,各章前均有内容提要。此外,大量的主客观习题、模拟试题和多媒体电子教案将随书一同发行,方便教学使用。

本教材为普通高校土木工程专业本科的教学用书,也可作为其他相关专业本、专科的教学参考书,从事土木工程设计、施工、监理和工程管理等技术管理人员也可参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工/宁宝宽主编. —北京:化学工业出版社, 2011.3

普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-122-10243-0

I. 土… II. 宁… III. 土木工程-工程施工-高等学校-教材 IV. TU7

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第260704号

责任编辑:满悦芝
责任校对:吴静

文字编辑:韩亚南
装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张22¼ 字数593千字 2011年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:46.00元

版权所有 违者必究

前 言

“土木工程施工”是土木工程及其相关专业的一门主要的专业课。它在培养学生独立分析问题、解决问题以及动手实践能力等方面，起着重要的作用。它要求学生对不同类型的土木工程施工建筑物、构筑物的施工过程、施工工艺、施工组织管理等环节有所了解，能够编制简单的单位工程施工组织设计方案，具备施工单位对一线施工技术管理人员的基本要求。

本书是依据现行国家标准和有关行业技术规范以及操作规程等编写的，主要讲述了土木工程施工技术基础知识、土木工程专业分方向施工技术知识以及土木工程施工组织管理三部分内容。第1篇，施工技术基础，包括绪论、土木工程施工测量、土方工程施工、基础工程施工、砌体工程施工、混凝土和预应力混凝土工程施工、结构安装工程施工、防水工程施工以及装饰工程施工；第2篇，土木工程专业分方向施工技术，包括高层建筑施工、道路工程施工、桥梁工程施工以及地下工程施工；第3篇，施工组织管理，包括施工组织概论、流水施工原理、网络计划技术以及施工组织设计。为了便于学习掌握，各章前均有内容提要。此外，大量的主客观习题、模拟试题和多媒体电子教案将随书一同发行，将极大地方便教学使用。有需要的读者请到化学工业出版社教学资源网免费下载，网址：<http://www.cipedu.com.cn>。

本书根据普通高校土木工程专业培养高级应用型技术人才的目标，强调对学生实践能力的培养，重点考虑了各高校大土木专业及相关各专业方向的设置不同，对各专业方向内容进行了单独编排，便于不同专业方向师生选学。其中，第1篇可作为各专业方向的施工技术基础知识来学习，第2篇的内容可以根据专业方向设置情况进行选学；第3篇施工组织部分可以共同学习，也可以单独设课来学习。

本书的绪论、第2~4章由宁宝宽编写；第5~7章、第13章由黄志强编写；第1章、第10章由金生吉编写；第8章、第9章由范鹤编写；第11章、第12章由孙海霞编写；第14~17章由白泉、边晶梅编写；龚雷、张幼鹤等绘制了部分图片并整理了书稿。全书最后由鲍文博、宁宝宽进行了审校和统稿。

土木工程施工理论和实践发展较快，编者虽然希望在教材中能够反映我国土木工程施工的新技术、新材料、新工艺以及新的组织管理理念，但限于水平有限，不足之处在所难免，恳切希望广大读者批评指正。

编 者

2011年1月

目 录

第1篇 施工技术基础

0 绪论	2
0.1 土木工程施工发展简况	2
0.2 工程建设标准的相关知识	5
0.3 本课程的学习特点	5
1 土木工程施工测量	7
1.1 施工测量基本知识	7
1.1.1 施工测量概述	7
1.1.2 施工测量的任务	8
1.1.3 测量仪器简介	8
1.2 施工测量的基本方法	9
1.2.1 施工控制网	9
1.2.2 建筑基线	9
1.2.3 建筑方格网	10
1.2.4 施工场地的高程控制测量	10
1.3 民用建筑施工测量	10
1.3.1 建筑物的定位和放线	10
1.3.2 龙门板和轴线控制桩的设置	11
1.4 厂房的施工测量	12
1.4.1 厂房矩形控制网的设计与测设	12
1.4.2 厂房柱列轴线测设与柱基施工	12
1.4.3 厂房预制构件安装测量	13
1.5 线路工程测量	14
1.5.1 线路工程测量的概述	14
1.5.2 线路测量的基本过程	14
1.5.3 中线测量	15
1.5.4 线路工程施工测量	15
1.6 建筑物的变形观测	16
1.6.1 建筑物变形观测概述	16
1.6.2 建筑物的沉降观测	16
1.6.3 建筑物的沉降观测过程	17
1.6.4 建筑物的倾斜观测	19
1.6.5 建筑物的裂缝和位移观测	19
1.6.6 竣工总平面图的编绘	20
2 土方工程施工	21
2.1 土的工程性质和土方工程施工准备	21
2.1.1 土方工程的内容及特点	21
2.1.2 土的工程分类	21
2.1.3 土的工程性质	22
2.1.4 土方工程施工准备	24
2.2 场地平整与土方量计算	24
2.2.1 场地设计标高的确定	24
2.2.2 土方调配简介	28
2.3 基坑和边坡工程	28
2.3.1 基坑和边坡要求	28
2.3.2 土壁的支护	30
2.3.3 基坑开挖施工措施	31
2.4 排水与降水施工	32
2.4.1 明排水	32
2.4.2 人工降低地下水位	33
2.4.3 流砂及其防治	39
2.5 土方的填筑与压实	40
2.5.1 土料的选用与处理	40
2.5.2 填土压实方法	40
2.5.3 影响填土压实的因素	41
2.5.4 填土压实的质量检验	42
2.6 土方机械化施工	42
2.6.1 常用土方施工机械	42
2.6.2 土方工程综合机械化施工	43
3 基础工程施工	44
3.1 基坑验槽	44
3.1.1 观察验槽	44
3.1.2 钎探验槽	44
3.2 浅基础施工	45
3.2.1 浅基础的类型	45
3.2.2 浅基础的施工	45
3.3 地基处理	47
3.3.1 地基处理的目的	47

3.3.2 地基处理的原理	47	3.4.1 预制桩的施工	51
3.3.3 地基处理的方法	47	3.4.2 混凝土灌注桩的施工	55
3.4 桩基施工	50		
4 砌体工程施工	61		
4.1 砌体材料	61	4.3.4 石砌体质量	74
4.1.1 块材	61	4.4 砌块砌筑施工	74
4.1.2 砌筑砂浆	62	4.4.1 普通砌块砌筑要点	74
4.2 脚手架及垂直运输设施	63	4.4.2 填充墙砌体施工	76
4.2.1 脚手架的种类	63	4.4.3 复合墙砌筑工艺	76
4.2.2 脚手架搭设和使用要求	65	4.4.4 砌体的防潮施工	76
4.2.3 垂直运输设施	66	4.5 圬工拱桥砌筑施工	77
4.3 砖砌体施工技术要点	70	4.5.1 桥墩砌筑	77
4.3.1 砖砌体砌筑工艺	70	4.5.2 拱圈砌筑	77
4.3.2 砖砌体施工质量控制标准	71	4.5.3 拱上结构的砌筑	78
4.3.3 石砌体砌筑要点	73	4.6 砌体的冬期施工	78
5 混凝土工程施工	80		
5.1 概述	80	5.3.3 模板设计	93
5.2 钢筋工程	80	5.3.4 模板安装与拆除	97
5.2.1 钢筋分类及验收	80	5.4 混凝土工程	99
5.2.2 钢筋的配料与代换	81	5.4.1 混凝土配制	99
5.2.3 钢筋加工	85	5.4.2 混凝土的搅拌和运输	100
5.2.4 钢筋连接	86	5.4.3 混凝土的浇捣和养护	102
5.2.5 高效钢筋的应用	90	5.4.4 混凝土冬期施工	108
5.3 模板工程	92	5.4.5 混凝土质量检验	110
5.3.1 模板的基本要求	92	5.4.6 高强高性能混凝土技术	113
5.3.2 模板形式	93		
6 预应力混凝土工程施工	116		
6.1 概述	116	6.3 后张法	123
6.1.1 预应力混凝土的特点	116	6.3.1 锚具和预应力筋制作	123
6.1.2 预应力钢筋的种类	116	6.3.2 张拉机具设备	125
6.1.3 混凝土的要求	117	6.3.3 后张法的施工工艺	125
6.1.4 预应力的施加	118	6.4 无黏结预应力混凝土	128
6.2 先张法	118	6.4.1 无黏结预应力束的制作	129
6.2.1 先张法施工设备	118	6.4.2 无黏结预应力施工工艺	130
6.2.2 先张法施工工艺	120		
7 结构安装工程施工	132		
7.1 起重机械	132	7.2.3 其他机具	136
7.1.1 桅杆式起重机	132	7.3 结构安装	137
7.1.2 自行杆式起重机	133	7.3.1 安装前的准备	137
7.2 起重设备	135	7.3.2 结构安装方案	138
7.2.1 卷扬机	135	7.3.3 结构安装工艺	140
7.2.2 钢丝绳	135		
8 防水工程施工	147		
8.1 屋面防水工程	147	8.2 地下防水工程	156
8.1.1 卷材防水屋面	147	8.2.1 防水混凝土结构的施工	156
8.1.2 涂膜防水屋面	153	8.2.2 卷材防水层的施工	158
8.1.3 刚性防水屋面	155	8.3 卫生间防水工程	159

8.3.1 施工工序及要求	159	8.3.2 卫生间楼地面防水层的施工	160
9 装饰工程施工	162	9.3 饰面工程	169
9.1 抹灰工程	162	9.3.1 常用饰面材料的选用和质量要求	169
9.1.1 概述	162	9.3.2 石材类饰面施工	170
9.1.2 一般抹灰的施工	162	9.3.3 面砖类饰面施工	172
9.1.3 装饰抹灰的施工	164	9.3.4 玻璃幕墙施工	173
9.1.4 抹灰质量验收	165	9.4 其他装饰工程	176
9.2 楼地面工程	166	9.4.1 吊顶工程	176
9.2.1 楼地面的组成及分类	166	9.4.2 门窗工程	178
9.2.2 垫层施工	166	9.4.3 涂料、刷浆、裱糊工程	178
9.2.3 基层施工	167		
9.2.4 面层施工	167		

第2篇 土木工程专业分方向施工技术

10 高层建筑施工	182	10.4.3 劲性混凝土柱的升滑（升提）施工	191
10.1 高层建筑施工概述	182	10.4.4 柔性配筋逐层升模现浇柱施工	192
10.1.1 高层建筑的结构体系	182	10.5 钢结构建筑施工	192
10.1.2 高层建筑结构的管理概述	183	10.5.1 钢构件的现场制作	192
10.2 高层建筑施工设备	183	10.5.2 钢结构的安装工艺	195
10.2.1 垂直运输设备	183	10.5.3 钢构件的连接和固定	196
10.2.2 垂直运输体系的选择	184	10.5.4 钢构件的工厂制作	198
10.2.3 脚手架	184	10.5.5 钢结构的现场安装	200
10.3 现浇混凝土结构高层建筑施工	186	10.6 膜结构	201
10.3.1 组合式模板施工高层建筑	186	10.7 高层建筑施工安全对应措施	202
10.3.2 大模板施工高层建筑	187	10.7.1 高层建筑安全施工特点	202
10.3.3 爬升模板施工高层建筑	189	10.7.2 高层施工安全应对措施	202
10.3.4 滑动模板施工高层建筑	190		
10.4 装配式混凝土结构高层建筑施工	191		
10.4.1 装配式高层结构施工的发展	191		
10.4.2 升板法施工	191		
11 道路工程施工	204		
11.1 路基施工	204		
11.1.1 概述	204		
11.1.2 路堤施工	207		
11.1.3 路堑施工	210		
11.1.4 特殊地区的路基施工	212		
11.1.5 路基压实	212		
11.1.6 路基排水设施施工	213		
11.1.7 路基的加固与防护	216		
11.1.8 路基整修与检查验收	216		
11.2 路面基层（底基层）施工	218		
11.2.1 半刚性基层施工	218		
11.2.2 粒料类基层施工	221		
11.2.3 基层施工质量控制与检查			
12 桥梁工程施工	233		

12.1	混凝土墩台、石砌墩台施工	233	12.2.1	预制梁的运输和安装	236
12.1.1	混凝土墩台的施工	233	12.2.2	悬臂施工法	242
12.1.2	石砌墩台施工	235	12.2.3	拱桥施工	249
12.2	桥梁上部结构施工	236			
13	地下工程施工	254	13.2.4	巷道施工作业方式	263
13.1	概述	254	13.3	盾构施工	265
13.1.1	地下工程的概念	254	13.3.1	概述	265
13.1.2	地下工程施工技术的发展	254	13.3.2	盾构法的特点	265
13.1.3	地下工程的围岩性质	255	13.3.3	盾构选型	266
13.2	水平岩石巷(隧)道施工	256	13.3.4	盾构法的施工	266
13.2.1	基本施工方案	256	13.3.5	盾构隧道的衬砌	268
13.2.2	钻眼爆破作业	257			
13.2.3	支护施工	259			
第3篇 施工组织管理					
14	施工组织概论	272			
14.1	基本建设与建设程序	272		原则	275
14.1.1	基本建设	272	14.3.1	施工程序	275
14.1.2	基本建设程序	273	14.3.2	组织施工的基本原则	276
14.2	建筑产品及其生产的特点	274	14.4	原始资料调查研究	278
14.2.1	建筑产品的特点	274	14.4.1	自然条件资料	278
14.2.2	建筑施工的特点	274	14.4.2	技术经济资料	279
14.3	建筑施工程序与组织施工的基本				
15	流水施工原理	280			
15.1	流水施工的基本概念	280	15.2.1	工艺参数	284
15.1.1	组织施工的基本方式	280	15.2.2	空间参数	285
15.1.2	流水施工的特点	282	15.2.3	时间参数	286
15.1.3	流水施工的经济性	282	15.3	流水施工的组织方法	287
15.1.4	组织流水施工的要点	283	15.3.1	有节奏流水施工	287
15.1.5	流水施工的表达方式	283	15.3.2	无节奏流水施工	291
15.2	流水施工的基本参数	284			
16	网络计划技术	293			
16.1	概述	293	16.3.2	单代号网络图的绘制	310
16.1.1	网络图的概念	293	16.3.3	单代号网络时间参数的计算	310
16.1.2	网络图的分类	293	16.4	其他网络计划	312
16.2	双代号网络计划	294	16.4.1	单代号搭接网络计划	312
16.2.1	双代号网络图的构成	294	16.4.2	双代号时标网络计划	313
16.2.2	双代号网络图的绘制	296	16.5	网络计划的优化	315
16.2.3	双代号网络图时间参数的 计算	301	16.5.1	工期优化	315
16.3	单代号网络计划	309	16.5.2	资源优化	316
16.3.1	单代号网络图的构成	309	16.5.3	费用优化	317
17	施工组织设计	320			
17.1	概述	320	17.1.2	施工组织设计的分类	320
17.1.1	施工组织设计的作用	320	17.2	单位工程施工组织设计	322

17.2.1	单位工程施工组织设计的编制程序、 依据和基本原则	322	17.3	施工组织总设计	338
17.2.2	工程概况及施工条件	324	17.3.1	施工组织总设计的编制程序和 依据	338
17.2.3	施工方案与方法	325	17.3.2	施工部署	339
17.2.4	施工进度计划	329	17.3.3	施工总进度计划	340
17.2.5	资源需要量计划	333	17.3.4	施工总平面图	342
17.2.6	单位工程施工平面图设计	334	17.3.5	技术经济指标	344
参考文献					346

第 1 篇

施工技术基础

0

绪 论

0.1 土木工程施工发展简况

土木工程是一个古老的专业，我国的土木工程有着悠久的历史。早在约 5000 年前的新石器时代人类已架木巢居，以避野兽侵扰，进而以草泥作顶，开始建造活动；在殷商时期，我国已开始用水测定水平，用夯实的土壤作地基，并开始在墙壁上进行涂饰；西周时期已经有烧制瓦存在；战国、秦、汉时期，砌筑技术有很大发展，气势宏伟绵延几千千米的万里长城至今仍然是世界的奇迹之一（图 0-1）；隋朝时期建造的赵州安济桥，又称赵州桥（图 0-2），采用敞肩圆弧石拱，径跨达 37.02m，该桥无论在材料使用、结构受力、艺术造型还是经济上都达到了极高的水平；唐代大规模城市的建造，表明施工技术达到了相当高的水平，建于唐初的布达拉宫（图 0-3）代表了我国少数民族建造的技艺；宋、辽、金时期，开始为基础下打桩，同时在室内装饰方面亦做得十分绚烂；至元、明、清，已能用夯土墙建造三四层楼房，内加竹筋，镏金、玻璃等开始用于建筑，如现存的北京故宫等建筑。

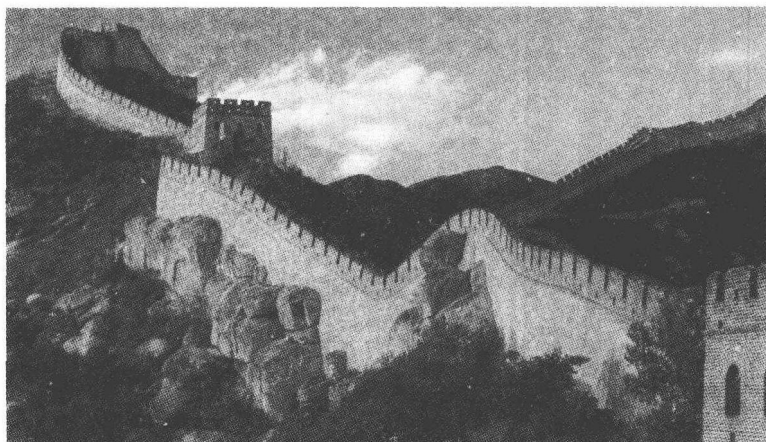


图 0-1 万里长城

在土木工程施工理论的进展方面，我国的《考工记》记载了先秦时期的营造法则；北宋李诫编纂了《营造法式》，对砖、石、木作和装修、彩画的施工法则与工料估算方法均有较详细的规定；清代的《工部工程做法则例》统一了建筑构件的模数和工料标准，制定了绘样和估算的准则。

以上表明了我国在各个历史时期的土木工程施工技术、施工理论等均达到了很高的水平。

国外的土木工程大多始于 17 世纪中叶，特别是伽利略、牛顿、欧拉等科学家，建立和

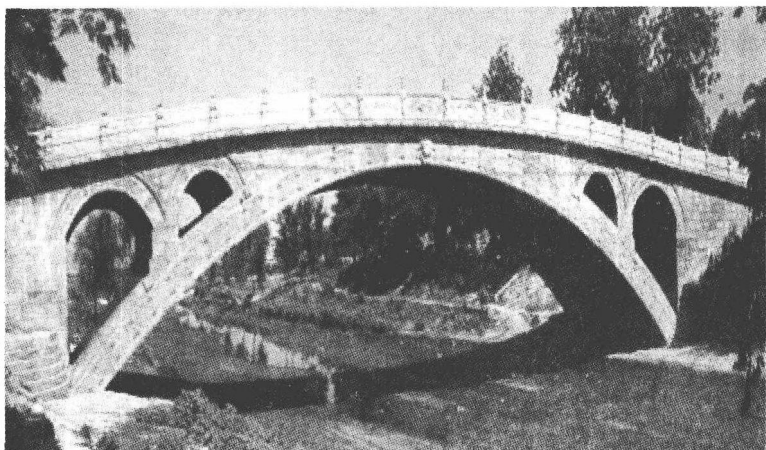


图 0-2 河北赵州桥

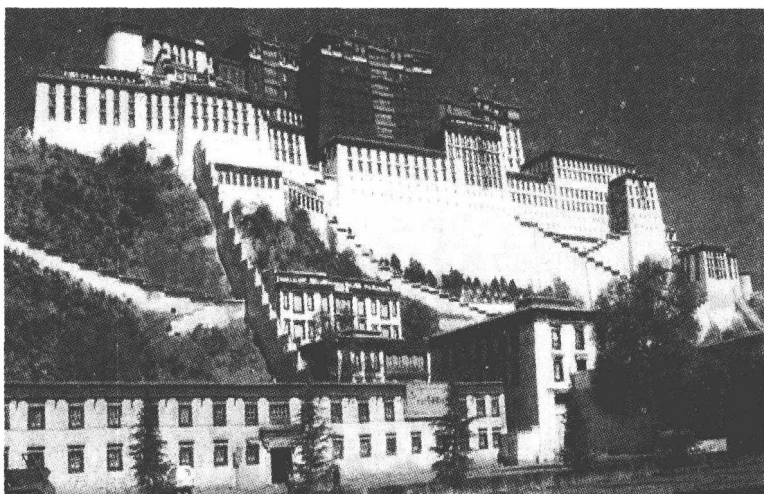


图 0-3 拉萨布达拉宫

发展了结构和设计理论，推动了土木工程的发展。进入 19 世纪，钢筋、混凝土等建筑材料的应用，使土木工程产生了更大的跨越式发展。然而此时，我国人民正在遭受鸦片战争及以后一百多年的饱受列强欺辱，经济发展滞后，导致土木工程规模小，施工技术和理论发展相对西方国家落后较多。

新中国成立后，我国的建筑业发生了根本性的变化。为适应国民经济恢复时期建设的需要，我国扩大了建筑业的建设队伍的规模，引入了前苏联的建筑技术，在短短几年内，就完成了鞍山钢铁公司、长春汽车厂等一千多个规模宏大的工程建设项目。1958—1959 年在北京建设了人民大会堂、北京火车站、中国历史博物馆等结构复杂、规模巨大、功能要求严格、装饰标准高的十大建筑，更标志着我国的建筑施工开始进入了一个新的发展时期。

20 世纪 80 年代，我国的建筑业进入了一个全新的发展阶段，1981—1990 年全社会固定资产投资完成 2.77 万亿元，超过前 30 年的总和。进入 20 世纪 90 年代后，土木工程进一步得到了快速发展，涌现出一大批具有代表性的工程。例如，上海的环球金融大厦有 495m 高（图 0-4）；杨浦大桥 602m，一跨过江，在叠合梁斜拉桥中为世界第一；江阴长江大桥作为特大跨度的悬索桥，其锚墩沉井长 70m，宽 50m，深 58m，为世界之最；水利工程的长江三

峡（图 0-5）、黄河小浪底工程；在世界屋脊建设的青藏铁路工程；世界最长的跨海大桥——杭州湾跨海桥等。

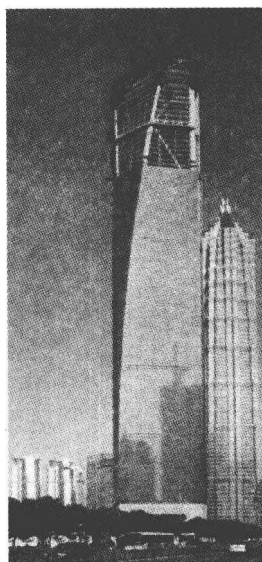


图 0-4 建设中的上海环球金融中心

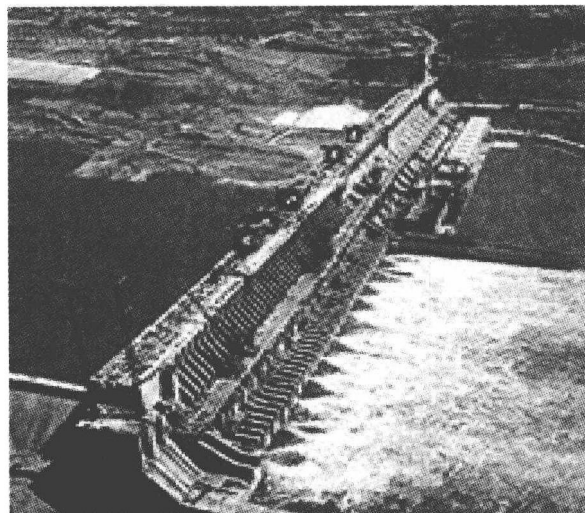


图 0-5 建设中的三峡工程

新材料、新结构、新技术、新工艺等的实施，使建筑正朝着大结构、全功能、高智能、节能环保等方向发展，图 0-6 和图 0-7 所示为最近建成的两座高楼——中国台北的 101 大厦和阿联酋的哈利法塔。

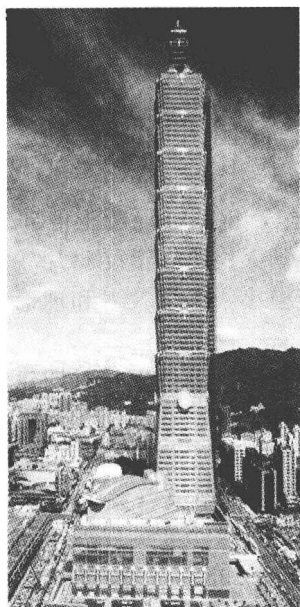


图 0-6 中国台北 101 大厦

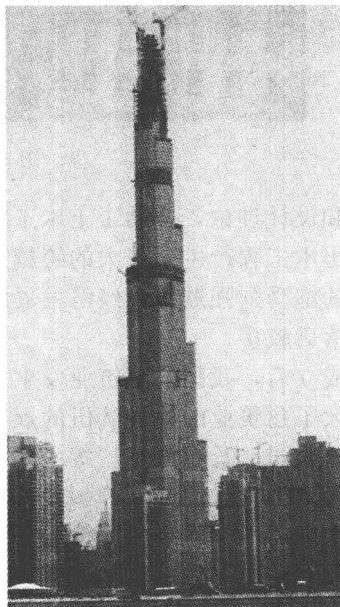


图 0-7 建设中的阿联酋迪拜塔（哈利法塔）

正是工程建设的推进，极大地促进了施工技术的进步和施工组织管理水平的提高。在土木工程施工技术方面，我国不但掌握了大工程项目施工的成套技术，而且在地基处理和基础

工程方面推广了如大直径钻孔灌注桩、基坑支护技术、人工地基、地下连续墙和“逆作法”等新技术；在现浇混凝土工程中应用了滑模板、爬升模板、大模板等工业化模板体系以及组合钢模板、模板早拆技术等；泵送混凝土、预拌混凝土、大体积混凝土浇筑等技术已达到国际先进水平；另外，在预应力混凝土技术、墙体改革、装配式混凝土结构以及大跨度钢结构、索膜结构等方面都有较大发展。我国土木工程施工技术已有部分项目赶上或超过了发达国家的水平。

展望未来，土木工程施工将向着工程项目重大化、设计方法精确化、施工过程信息化和使用管理智能化等方面发展。施工技术和组织管理水平需要不断发展和提高，以适应与时俱进的基本建设事业的大发展的要求。

0.2 工程建设标准的相关知识

土木工程施工的产品与人民群众的基本生产和生活活动密切相关，为了保证工程质量并降低成本，我国先后颁布了一系列有关施工技术、管理及统一验收等方面的规范，是我国在土木工程施工方面重要的法规，是从事土木工程规划、勘察、设计、施工与管理的所有人员都必须遵照执行的。

土木工程施工的有关规范均为《××（施工）技术规范》或《××施工及验收规范》等，以 GB 编号的是国家标准，分册制定发布的是国家建设主管部门颁布的行政法规。规范的内容一般包括：材料、半成品、成品等的质量标准和技术条件；施工准备工作；施工质量要求；质量控制方法与检查方法；施工技术要点以及其他技术规定等。如现行的《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204—2002，《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205—2001 等。施工规程、规定等也属于国家（行业、地方）标准，但它是比施工规范低一个等级的施工技术文件，一般由各部委或重要的科研、设计单位编制，报规范管理单位批准或备案后发布试行，为部颁标准，以 JGJ、JTJ 等编号。这通常是为及时推广新技术、新结构、新材料、新工艺而制定的有关标准，如现行的《建筑地基处理技术规范》JGJ 79—2002、《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99—1998、《公路沥青路面养护技术规范》JTJ 073.2—2001 等。凡新建、改建、修复等工程，在设计、施工和竣工验收时均应遵守相应的施工及验收规范（规程、规定）。土木工程不同专业方向的规范（规程、规定）其适用范围不尽相同，在使用时应注意其适用范围，当施工规程、规定中的内容如与施工规范内容有抵触时，应以施工规范为准。

土木工程施工规范（规程、规定）随着工程技术的发展也在不断地补充、完善与更新，因此，在使用规范（规程、规定）时，还应关注规范的调整，以便更好地推进新技术的应用，更好地指导工程施工。

0.3 本课程的学习特点

中国国务院学位委员会在学科简介中定义：“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，也指所用的材料、设备和所进行的勘察设计、施工、保养和维修等技术”。主要包括：房屋建筑工程、桥梁工程、地下工程、道路工程、水利工程等。而土木工程施工则是指对以上土木工程设施的规划、勘察、设计、施工、管理、维修等内容。

土木工程施工是将设计者的思想、意图及构思转化为现实的过程。从古代穴居巢处到今天的摩天大楼，从农村的乡间小道到都市的高架道路，从穿越地下的隧道到飞架江海的大桥，凡要将人们的设想（设计）变为现实，都需要通过“施工”来实现。一个工程的施工，包括许多工种工程，土木工程施工是多专业、多工种协同工作的一个系统工程。诸如土方工程、桩基础工程、混凝土结构工程、结构吊装工程、防水工程等，各个工种工程的施工都有其自身的规律，都需要根据不同的施工对象及自然条件采用相应的施工技术、施工机械。本课程研究的对象之一就是各工种工程的施工规律、施工方案设计原理。土建施工的同时，需要与有关的水、电、风、暖及其他设备专业的施工组成一个整体，各工种工程之间也需合理地组织与协调，并需要做好进度计划及劳动力、材料、机械设备等安排，以便保质、按期完成工程建设，更好地发挥投资效益。因此，土木工程各工种工程之间的组织与管理的规律也是本课程研究的对象。土木工程各个专业方向如建筑工程、桥梁工程、地下工程、道路工程的施工，有其共同的规律，但它们也各有其自身的特点，这也是本课程所要研究的内容。

因此，本课程是一门应用性学科，具有涉及面广、实践性强、发展迅速等特点。它涉及测量、材料、力学、结构、机械、经济、管理、法律等学科的知识，并需要运用这些知识解决实际的工程问题。本课程又是以工程实际为背景的，其内容均与工程有着直接联系，需要有一定的工程概念。随着科学技术的进步，土木工程在技术与组织管理两方面都在日新月异地发展，新技术、新工艺、新材料、新设备不断涌现，作为研究土木工程施工的课程，其内容与教学方法也在不断地发展与更新。

根据本课程的任务及其特点，在教学过程中首先应坚持理论联系实际的学习方法，加强实践环节（如现场教学、参观、实习、课程设计等）；其次，应注意与基础课、专业基础课及有关专业课知识的衔接与贯通，更好地理解与掌握本课程内容；最后，在学习中除了学习本教材之外，还应阅读参考书籍与科技文献、专业杂志，吸取新的知识、了解发展动向、扩大视野，为进一步的发展打好基础。

内容提要 本章的主要内容有：土木工程施工测量的基本知识，民用建筑施工测量，厂房的施工测量，线路工程测量，建（构）筑物的变形观测等。

通过学习，要求在了解施工测量基本知识的基础上，掌握施工测量、线路工程测量、建（构）筑物的变形观测的基本方法和施工要求。

1.1 施工测量基本知识

1.1.1 施工测量概述

施工测量是指工程在开工前及施工过程中，根据设计图纸在现场进行恢复道路中线、定出建（构）筑物位置等测量放样的作业。

（1）施工测量的目的与内容

施工测量（测设或放样）的目的是将图纸上设计的建（构）筑物的平面位置、形状和高程标定在施工现场的地面上，并在施工过程中指导施工，使工程严格按照设计的要求进行建设。施工测量是根据建（构）筑物的设计尺寸，找出建（构）筑物各部分特征点与控制点之间的几何关系，计算出距离、角度、高程（或高差）等放样数据，然后利用控制点，在实地定出建（构）筑物的特征点、线，作为施工的依据。施工测量是先从设计图纸上算得点位之间的距离、方向和高差，再通过测量工作把点位测设到地面上。因此距离测量、角度测量、高程测量同样是施工测量的基本内容。

（2）施工测量的特点

施工测量与地形图测绘（测图）相比，测量过程相反、工作程序不同，另外还有如下两大特点。

① 施工测量的精度要求较测图高 测图的精度取决于测图比例尺大小，而施工测量的精度则与建筑物的大小、结构形式、建筑材料以及放样点的位置有关。例如，高层建筑测设的精度要求高于低层建筑；钢筋混凝土结构的工程测设精度高于砖混结构工程；钢架结构的测设精度要求更高。

② 施工测量与施工密不可分 施工测量是设计与施工之间的桥梁，贯穿于整个施工过程中，是施工的重要组成部分。放样的结果是地面上的标桩，它们是施工的依据，标桩定在哪里，庞大的施工队伍就在哪里进行挖土、浇捣混凝土、吊装构件等一系列工作，如果放样出错并没有及时发现纠正，将会造成极大的损失。施工测量的进度与精度直接影响着施工的进度和施工质量。在施工过程中对主要部位的测设一定要进行校核，检查无误后方可施工。多数工程建成后，为便于管理、维修以及改扩建，还必须编绘竣工总平面图。

（3）施工测量的原则

为了保证各建（构）筑物测设的平面位置和高程都有相同的精度并且符合设计要求，施工测量必须遵循“由整体到局部、先高级后低级、先控制后碎部”的原则组织实施。对于大中型工程的施工测量，要先在施工区域内布设施工控制网，而且要求布设成两级，即首级控制网和加密控制网。首级控制点相对固定，布设在施工场地周围不受施工干扰、地质条件良好的地方。加密控制点直接用于测设建（构）筑物的轴线和细部点。不论是平面控制还是高程控制，在测设细部点时要求一站到位，减少误差的累积。

（4）施工测量的精度要求

施工测量的精度随建筑材料、施工方法等因素而改变。按精度要求的高低排列为：钢结构、钢筋混凝土结构、毛石混凝土结构、土（石）方工程。按施工方法分，预制件装配式的方法较现场浇灌的精度要求高一些，钢结构中用高强度螺栓连接的比用电焊连接的精度要高。

现在多数建筑工程以水泥为主要建筑材料。混凝土柱、梁、墙的施工总误差允许约为10~30mm。高层建筑物轴线的倾斜度要求为1/2000~1/1000。钢结构施工的总误差随施工方法不同，允许误差在1.0~8.0mm。土（石）方的施工误差允许达10cm。

关于具体工程的具体精度要求，如施工规范中有规定，则参照执行；如果没有规定则由设计、测量、施工以及构件制作几方人员合作共同协商决定误差分配。

在施工测量中各工种虽有分工，但都是为了保证工程最终质量而工作的，必须注意相互支持、相互配合。测量人员应该尽量为施工人员创造良好的施工条件，并及时提供验收测量的数据，使施工人员及时了解施工误差的大小及其位置，从而有助于他们改进施工方法提高施工质量。随着其他工种误差的减少，测量工作的允许误差可以适当放宽，或者使整个工程的质量提高些。

1.1.2 施工测量的任务

测设和变形监测是施工测量的主要任务。

施工测量即测设，又称施工放样，是将图纸上设计好的建（构）筑物的平面位置和高程测设到实地。施工测量贯穿于建（构）筑物施工全过程。施工测量为防止错误的发生和测量误差的累积，同样需要遵循“先控制，后碎部”的测量工作组织原则，以保证施工的正常运行和施工的质量。

对于高层建筑物、工业厂房及主要设备、大型水工构筑物等，为保证其施工与使用的安全，在施工过程中以及施工完成后一定时期内要对其变形状态进行定期监测。建（构）筑物的变形监测分为沉降监测和倾斜监测。变形监测控制点的布设应注意远离建筑工程影响范围，变形监测周期要与建筑物施工的负荷加载过程同步。

1.1.3 测量仪器简介

工程建设的规划设计、施工及经营管理阶段进行测量工作所需用的各种定向、测距、测角、测高、测图以及摄影测量等方面的仪器。下面对这些仪器进行简单介绍。

① 经纬仪 用来测量水平角和竖直角仪器。经纬仪广泛用于控制、地形和施工放样等测量。在经纬仪上附有专用配件时可组成激光经纬仪、坡面经纬仪等，还有专用的陀螺经纬仪、矿山经纬仪、摄影经纬仪等。

② 水准仪 用来测量两点间高差的仪器。由望远镜、水准器（或补偿器）和基座等部件组成。它广泛用于控制、地形和施工放样等测量工作。在水准仪上附有专用配件时，可组成激光水准仪。

③ 电磁波测距仪 应用电磁波运载测距信号测量两点间距离的仪器，具有小型、轻便、精度高等特点。电磁波测距仪已广泛用于控制、地形和施工放样等测量中，有效地提高了外业工作效率和量距精度。