



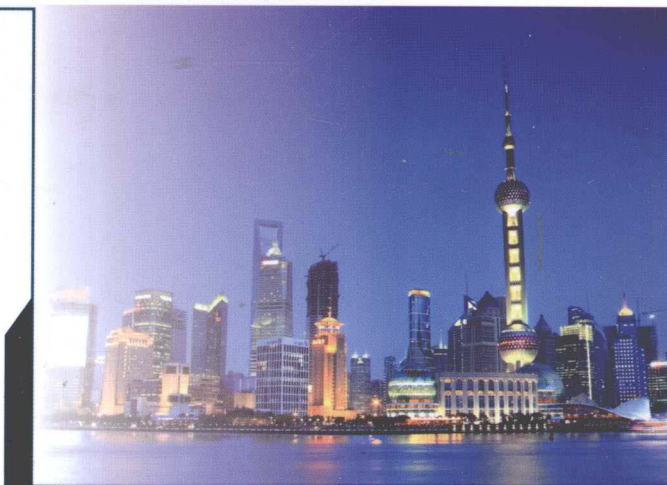
21世纪全国本科院校土木建筑类**创新型**应用人才培养规划教材

# 土木工程施工与管理

主 编 李华锋 徐 芸  
副主编 樊耀星 胡 洁 陶 亮

赠送电子课件

- 附有大量三维模型与实物图片
- 形象展现施工工艺及细部构造
- 依据最新颁布施工类规范编写
- 参考执业资格考试设置习题



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材

# 土木工程施工与管理

主 编 李华锋 徐 芸  
副主编 樊耀星 胡 洁 陶 亮



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

# 前 言

土木工程施工与管理是研究土木工程施工过程中各主要分部工程的施工技术及组织规律的课程，它在培养学生独立分析和解决土木工程中有关施工技术与组织管理问题的基本能力方面起着重要作用，是学生实现理论知识联系实践运用的桥梁纽带，旨在培养宽口径、厚基础的专门人才。随着我国建设事业的迅速发展，行业中需要大量与之相应的土建类专业人员，这种发展趋势对教学改革提出了比其他专业更为迫切的要求。

目前，土建类专业以培养高级应用型人才为主，针对这一人才市场需求，我们组建了一支由具有丰富教学和工程经验的“双师型”教师组成的教材编写组进行本书的编写。本书突出人才培养特色，注重培养学生的实践能力，贯彻基础理论“实用为主、必需和够用为度”的教学原则，基本知识采用广而不深、点到为止的教学方法，基本技能贯穿始终，文字叙述力求简明扼要、通俗易懂。本书的写作特点如下。

## 1. 编制依据合理、课程目标明确

(1) 内容主体部分是根据《高等学校土木工程本科指导性专业规范》(高等学校土木工程专业指导委员会编制)而编写，且依据我国土木工程专业指导委员会界定的必修模块中的核心内容，构建了必修模块中核心内容的结构体系和非核心教学内容的一般原则、理论，使本书的编制有合理的依据和明确的方向。

(2) 本课程所在专业课程体系是通过行业、企业的调研，职业岗位工作任务分析与职业能力分析，依据本专业毕业生职业岗位定向构建的，因此本课程是以土木类专业领域的职业岗位的执业要求作为培养标准，以培养高技能人才为目标。

## 2. 职业素质培养一体化

本书突出专业特色，渗透职业素质的培养，使学生完成理论课后既能训练实践技能，又能拿到相应专业的技能证书，为就业做准备。因此，每章开篇引入该章节的学习提要和主要国家标准，篇尾列出各员(指行业“五大员”，分别是施工员、材料员、质检员、预算员和安全员)在每一章节里面所需要掌握的职业技能，具有针对性和实用性。

## 3. 表达方式多样化

本书力求做到图文并茂、深入浅出和通俗易懂。

(1) 书中大部分图例采用三维模型，并配以简洁明了的文字来进行图解，构件、结构的施工做法也辅以清晰的工艺流程图或表格加以说明。

(2) 编写组成员从实际工程中拍摄了大量照片，恰如其分地引入本书中，以增强本书阅读的视觉效果，从而提高学生对课程的学习兴趣。

## 4. 内容编排多元化、主次分明

在内容的编排上，本书除正文之外还附加有案例导航、知识冲浪、思维拓展、问题讨论、调查与研究、实践演练、资料袋、实例观察、知识链接等板块，这是尝试巩固强化教学内容的新手段，旨在提升本课程的课堂教学设计能力，提高课堂教学的有效性，完善专业课程的教学模式，并尽可能地凸显出作为一本应用性教材的特色。

(1) 每章正文之前引用“案例导航”，以现实的案例作为切入点，简要对一些知识进行介绍，并结合实例引出几个问题，以引导学生发散式思考，通过初始实训使学生对新章节的内容有一个大致的了解。

(2) “实例观察”以详实的案例、通俗的语言，深入浅出地为学生提供真实的施工与管理方面的知识与技能。在选择教学案例时，编者也力求从学生身边出发，从新近发生的工程实例出发。

(3) “问题讨论”紧扣主题、呈现问题，通过思考与讨论，锤炼学生解决问题的能力。

(4) 根据章节的内容安排，在实践性、综合性较强的章节安排有1~2个针对性的“实例观察”，并结合现象给出原因分析与处理措施等。

(5) “实践演练”是通过创设新的问题和情境，搭建将知识转化为技能的平台，引导学生深化所学知识，以培养运用的能力。

(6) “知识冲浪”、“资料袋”旨在以短小简练的文字介绍与章节主题相关的一些工程知识，便于学生更好地理解主题内容。

(7) “知识链接”、“思维拓展”选录了与学习内容相关的、富有知识性和实用性的短文，深化和拓展学生对所学课的知识与技能。

本书由九江学院土木工程与城市建设学院李华锋、徐芸任主编，九江学院土木工程与城市建设学院樊耀星、胡洁、陶亮任副主编。编写工作分工：李华锋编写第1章、第2章、第8章；徐芸编写绪论、第1章、第5章、第7章、第8章；樊耀星编写第2章、第4章、第6章、第8章、第13章；胡洁编写第1章、第3章、第9章、第14章；陶亮编写第2章、第10章、第11章、第12章；本书由李华锋和徐芸负责统稿、审稿。

编写组在前期的准备中，沈辉给予了极大的智力支持，同时还得到了牛璇、罗亮、林庆庆、陈鹏、陈隆星、黄泽、余冬冬的大力支持与帮助。编者在本书编写过程中，参阅和引用了一些优秀教材的内容，吸收了国内外众多同行专家的最新研究成果，在此表示感谢。

目前，适逢我国土木工程建设的蓬勃发展时期，相关配套的法律、法规、规章制度也将陆续出台，新施工规范的修订，以及土木工程施工技术的日新月异，有许多工程实际问题在我国仍属于需进一步研究和探索的课题，因此，本书的内容也需要不断更新和完善。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，衷心希望广大土木工程施工的专家和读者批评指正。

编者

2012年10月

# 目 录

绪论 .....	1	1.2.4 场地平整土方工程机械 的施工 .....	32
0.1 我国土木工程施工技术发展 概况 .....	1	1.3 基坑工程 .....	37
0.1.1 我国的土木工程施工 技术 .....	2	1.3.1 地下水控制 .....	37
0.1.2 施工新技术的应用 .....	3	1.3.2 土方边坡稳定 .....	48
0.1.3 建筑施工的特点 .....	8	1.3.3 基坑开挖与支护 .....	49
0.1.4 房屋建筑的施工程序 .....	8	1.3.4 围堰类型及其施工 .....	57
0.2 我国土木工程施工组织的科学 管理 .....	10	1.4 土方回填与压实 .....	57
0.2.1 建设项目施工管理的 内容 .....	10	1.4.1 土方回填 .....	58
0.2.2 施工组织管理技术的 应用 .....	10	1.4.2 填土的压实 .....	61
0.2.3 施工组织管理学科的 发展 .....	11	1.4.3 路堤填底与路堑挖底 .....	66
0.3 建筑施工技术发展趋势及展望 ..	11	1.5 爆破技术 .....	70
0.3.1 现代建筑施工技术的 发展趋势 .....	12	1.5.1 爆破的应用原理 .....	70
0.3.2 未来建筑施工技术的 发展重点 .....	12	1.5.2 主要爆破方法 .....	70
0.4 课程研究对象、任务、特点 和学习方法 .....	13	1.5.3 爆破施工工艺 .....	75
<b>第 1 章 土方工程</b> .....	<b>15</b>	1.5.4 爆破安全技术 .....	75
1.1 土方工程的分类及工程技术 .....	17	1.5.5 拆除爆破 .....	77
1.1.1 土的工程分类与现场 鉴别方法 .....	17	职业技能 .....	81
1.1.2 土的工程性质 .....	18	习题 .....	81
1.1.3 土方工程施工特点 .....	20	<b>第 2 章 基础工程</b> .....	<b>84</b>
1.2 场地平整 .....	20	2.1 预制桩施工 .....	86
1.2.1 场地竖向规划设计 .....	21	2.1.1 预制桩的制作、运输 和堆放 .....	87
1.2.2 场地平整土方量的计算 ..	23	2.1.2 锤击沉桩 .....	89
1.2.3 土方调配 .....	27	2.1.3 静压沉桩 .....	93
		2.1.4 振动沉桩 .....	95
		2.1.5 水冲沉桩 .....	95
		2.1.6 预制桩施工常遇问题及 预防处理方法 .....	95
		2.2 灌注桩施工 .....	97
		2.2.1 干作业钻孔灌注桩 .....	97
		2.2.2 泥浆护壁成孔灌注桩 .....	99
		2.2.3 套管成孔灌注桩 .....	100

2.2.4	人工挖孔灌注桩	102	4.1.2	钢筋配料与代换	156
2.2.5	爆扩成孔灌注桩	103	4.1.3	钢筋的加工	161
2.2.6	灌注桩施工常遇问题及 预防处理方法	104	4.1.4	钢筋的连接	165
2.3	桩基承台与基础底板施工	107	4.1.5	钢筋的绑扎与安装	173
2.3.1	桩基承台施工	107	4.2	模板工程	175
2.3.2	基础底板施工	108	4.2.1	模板的类型与基本 要求	175
2.4	地下连续墙施工	110	4.2.2	模板构造与安装	175
2.4.1	地下连续墙施工工艺	110	4.2.3	模板拆除	184
2.4.2	地下连续墙施工技术 要点	114	4.2.4	模板设计	185
2.4.3	地下连续墙施工常遇问题 及预防处理方法	114	4.3	混凝土工程	189
2.5	墩基础、沉井基础和管柱 基础施工	117	4.3.1	混凝土类型及组成 材料	189
2.5.1	墩基础施工	117	4.3.2	混凝土制备	191
2.5.2	沉井基础施工	118	4.3.3	混凝土运输	193
2.5.3	管柱基础施工	120	4.3.4	混凝土浇筑	196
	职业技能	122	4.3.5	混凝土养护	202
	习题	123	4.3.6	混凝土冬期施工	203
<b>第3章</b>	<b>砌体工程</b>	125	4.4	预应力混凝土	205
3.1	砌体工程准备工作	126	4.4.1	先张法施工	205
3.1.1	砌体材料准备与运输	126	4.4.2	后张法施工	212
3.1.2	砌筑用脚手架	130		职业技能	219
3.2	砌体施工	137		习题	220
3.2.1	砖砌体施工	137	<b>第5章</b>	<b>房屋结构安装工程</b>	222
3.2.2	石砌体施工	141	5.1	起重机械与索具	224
3.2.3	中小型砌块施工	143	5.1.1	起重机械	224
3.2.4	砌体常见质量通病及 防治措施	147	5.1.2	索具	229
3.3	砌体冬期和雨期施工	149	5.2	单层混凝土结构工业厂房 结构安装	231
3.3.1	砌体冬期施工	149	5.2.1	吊装前准备	231
3.3.2	砌体雨期施工	150	5.2.2	构件吊装工艺	231
	职业技能	151	5.2.3	结构安装方案	240
	习题	151	5.3	多层装配式房屋结构安装	246
<b>第4章</b>	<b>混凝土结构工程</b>	153	5.3.1	装配式框架结构安装	246
4.1	钢筋工程	155	5.3.2	板柱结构安装	251
4.1.1	钢筋分类与验收	155	5.3.3	装配式大板建筑安装	252
			5.4	钢结构安装	255
			5.4.1	轻型门式刚架结构 安装	255

5.4.2 多层及高层钢结构 安装 .....	259	<b>第 7 章 路面工程</b> .....	303
5.4.3 钢网架结构安装 .....	264	7.1 路面结构构造、路面分类与 等级 .....	304
职业技能 .....	270	7.1.1 路面结构构造 .....	305
习题 .....	271	7.1.2 路面分类与等级 .....	306
<b>第 6 章 桥梁结构工程</b> .....	275	7.2 沥青混凝土和沥青碎石路面 施工 .....	308
6.1 桥梁的基本组成与分类 .....	276	7.2.1 沥青路面的特性与 分类 .....	308
6.1.1 桥梁的基本组成 .....	276	7.2.2 沥青混凝土路面施工 .....	310
6.1.2 桥梁的分类 .....	277	7.2.3 沥青碎石路面施工 .....	320
6.2 就地浇筑法施工 .....	279	7.2.4 沥青路面的破坏 .....	324
6.2.1 支架、拱架及模板 .....	280	7.3 水泥混凝土路面施工 .....	327
6.2.2 钢筋骨架成型 .....	281	7.3.1 水泥混凝土路面的分类 与构造特点 .....	327
6.2.3 混凝土运送、浇筑 与振捣 .....	281	7.3.2 水泥混凝土路面的 施工工艺 .....	331
6.3 桥梁预制安装法施工 .....	283	7.3.3 水泥混凝土路面的 病害 .....	334
6.3.1 预制梁的出坑和运输 .....	283	职业技能 .....	337
6.3.2 预制梁的安装 .....	284	习题 .....	338
6.4 预应力混凝土桥梁悬臂法 施工 .....	286	<b>第 8 章 防水工程</b> .....	341
6.4.1 悬臂浇筑法 .....	287	8.1 概述 .....	342
6.4.2 悬臂拼装法 .....	288	8.1.1 防水工程的分类 .....	342
6.5 转体法施工 .....	291	8.1.2 防水工程质量保证 体系 .....	343
6.5.1 转动体系构成 .....	292	8.2 卷材防水屋面 .....	346
6.5.2 施工步骤 .....	293	8.2.1 卷材防水屋面构造 .....	346
6.6 预应力混凝土现浇梁顶推法 施工 .....	294	8.2.2 卷材防水屋面施工 .....	349
6.6.1 预制场地与梁段预制 .....	295	8.3 涂膜防水屋面 .....	357
6.6.2 预应力筋的布置 .....	295	8.3.1 涂膜防水屋面构造 .....	357
6.6.3 顶推施工方法 .....	295	8.3.2 涂膜防水屋面施工 .....	357
6.6.4 顶推设备与顶推工艺 .....	296	8.4 刚性防水屋面 .....	359
6.6.5 顶推施工中的横向 导向 .....	297	8.4.1 刚性防水屋面构造 .....	359
6.6.6 顶推过程中的临时 设施 .....	297	8.4.2 刚性防水屋面施工 .....	362
6.7 移动模架法施工 .....	298	8.5 地下防水工程 .....	367
6.7.1 移动模架构造 .....	298	8.5.1 地下工程防水方案 .....	368
6.7.2 移动模架逐孔孔施工法 施工程序 .....	299	8.5.2 卷材防水层施工 .....	369
职业技能 .....	301	8.5.3 水泥砂浆防水层施工 .....	371
习题 .....	301		

8.5.4	冷胶料防水层施工	373	11.2.1	工艺参数	425
8.5.5	防水混凝土结构施工	374	11.2.2	时间参数	426
	职业技能	379	11.2.3	空间参数	430
	习题	380	11.3	有节奏流水组织方法	432
<b>第9章</b>	<b>装饰工程</b>	<b>382</b>	11.3.1	等节拍专业流水	432
9.1	装饰工程的分类与特点	383	11.3.2	异节拍专业流水	436
9.1.1	装饰工程的分类	383	11.4	无节奏流水组织方式	440
9.1.2	装饰工程的特点	383	11.5	工程实例分析	443
9.2	抹灰工程	384		职业技能	446
9.2.1	一般抹灰	384		习题	446
9.2.2	装饰抹灰	388	<b>第12章</b>	<b>网络计划技术</b>	<b>449</b>
9.3	饰面工程	391	12.1	网络计划的基本概念	450
9.3.1	石材饰面板施工	391	12.1.1	网络计划的应用 与特点	451
9.3.2	金属饰面板施工	394	12.1.2	网络技术类型	451
9.3.3	饰面砖施工	395	12.2	网络图的绘制和计算	452
9.4	幕墙工程	397	12.2.1	双代号网络图	452
9.4.1	玻璃幕墙	398	12.2.2	单代号网络图	460
9.4.2	金属幕墙	401	12.2.3	双代号时标网络图	465
9.4.3	石材幕墙	402	12.3	网络计划的优化	468
	职业技能	404	12.3.1	工期优化	468
	习题	404	12.3.2	资源优化	470
<b>第10章</b>	<b>施工组织概况</b>	<b>405</b>	12.3.3	工期—成本	470
10.1	工程项目施工组织原则	406	12.4	网络计划的电算方法	474
10.2	施工准备工作	408	12.4.1	建立数据文件	474
10.2.1	准备工作分类	409	12.4.2	计算程序	475
10.2.2	准备工作内容	409	12.4.3	输出部分	476
10.3	施工组织设计工作	414		职业技能	477
10.3.1	施工组织设计类型	414		习题	477
10.3.2	施工组织设计编制 原则	415	<b>第13章</b>	<b>单位工程施工组织设计</b>	<b>481</b>
10.3.3	施工组织设计内容	415	13.1	单位工程施工组织设计的 内容	483
10.4	工程实例分析	417	13.1.1	单位工程施工组织设计 的编制依据	483
	职业技能	420	13.1.2	单位工程施工组织设计 编制的主要内容	483
	习题	420	13.1.3	单位工程施工组织设计 的编制程序	483
<b>第11章</b>	<b>流水施工原理</b>	<b>422</b>			
11.1	流水作业基本概念	424			
11.2	流水参数的确定	425			



13.2 单位工程施工方案设计 .....	484	14.1.1 确定工程施工程序 .....	510
13.2.1 施工方案的确定 .....	484	14.1.2 明确施工任务划分与组织 安排 .....	511
13.2.2 施工方案的技术经济 评价 .....	488	14.1.3 编制施工准备工作 计划 .....	511
13.3 单位工程施工进度计划与资源 需要量计划 .....	488	14.2 施工总进度计划 .....	512
13.3.1 施工进度计划的形式 ...	489	14.2.1 施工总进度计划编制 的原则 .....	512
13.3.2 施工进度计划的一般 步骤 .....	489	14.2.2 施工总进度计划的 编制方法 .....	512
13.3.3 资源需要量计划 .....	492	14.3 资源需要量计划 .....	514
13.4 单位工程施工平面图设计 .....	493	14.3.1 各项资源需要量计划 ...	514
13.4.1 施工平面图设计的内容、 依据和原则 .....	493	14.3.2 施工准备工作计划 .....	516
13.4.2 施工平面图设计的 步骤 .....	494	14.4 全场性暂设工程 .....	516
13.4.3 施工平面图管理与 评价 .....	496	14.4.1 组织工地加工厂 .....	516
13.5 案例分析 .....	497	14.4.2 组织工地仓库 .....	518
13.5.1 编制依据 .....	497	14.4.3 组织工地运输 .....	520
13.5.2 工程概况 .....	497	14.4.4 组织办公、生活和福利 设施 .....	521
13.5.3 施工管理机构与组织 ...	498	14.4.5 组织工地供水和工地 供电 .....	522
13.5.4 施工准备 .....	498	14.5 施工总平面图 .....	527
13.5.5 施工方案 .....	500	14.5.1 施工总平面图设计原则 与内容 .....	527
13.5.6 施工工期及进度计划 ...	504	14.5.2 施工总平面图的设计 ...	528
13.5.7 施工平面布置 .....	506	职业技能 .....	538
职业技能 .....	507	习题 .....	538
习题 .....	507	<b>第 14 章 施工组织总设计</b> .....	<b>509</b>
<b>第 14 章 施工组织总设计</b> .....	<b>509</b>	<b>参考文献</b> .....	<b>539</b>
14.1 施工部署 .....	510		

# 绪论



## 重点概览

- 我国土木工程施工技术发展概况
- 我国土木工程施工组织的科学管理
- 建筑施工技术发展趋势及展望
- 研究对象、任务、特点和学习方法

## 0.1 我国土木工程施工技术发展概况

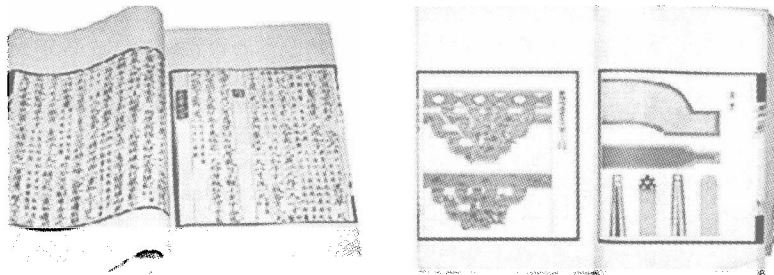
远古时代,人们开始修筑简陋的房舍、道路、桥梁和沟槽等,以满足简单的生产和生活需要。之后,人们为了适应战争、生产和生活以及宗教传播的需要,兴建了城池、运河、宫殿、寺庙和其他各种建筑物。我国的建筑同其他科学一样历史悠久,也曾到达过很高的水平,早在几千年前就形成了独树一帜的木构架体系,宋代的李诫主编的《营造法式》(图 0.1)包括了施工、建材和定额等多方面,相当于现行各规范的总和。



营造法式

编于熙宁年间(1068~1077年),成书于元符三年(1100年),刊行于宋崇宁二年(1103年),是李诫在工匠喻皓的《木经》的基础上编成的,是北宋官方颁布的一部建筑设计、施工的规范书,这是我国古代最完整的建筑技术书籍,标志着中国古代建筑已经发展到了较高阶段。

(a)《营造法式》封面



(b)《营造法式》文字部分和图解部分

图 0.1 《营造法式》

许多著名的工程设施显示出人类在各个历史时期的创造力。例如，我国的长城、都江堰、大运河、赵州桥、应县木塔等。尤其是改革开放之后，随着科技水平的不断提高，建筑施工技术与管理水平也得到了很大的提高，施工过程中不断出现的新技术和新工艺给传统的施工技术带来了较大的冲击，这一系列新技术的出现，不但解决了过去传统施工技术无法实现的技术瓶颈，促进了新的施工设备和施工工艺的出现，而且使施工效率得到了空前地提高。新技术的提高，一方面降低了工程的成本，减少了工程的作业时间；另一方面更是增强了工程施工的安全可靠度，为整个施工项目的发展提供了一个更为广阔的舞台。

### 0.1.1 我国的土木工程施工技术

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，从古代的穴居巢处到现在的摩天大楼，从农村的乡间小道到城市的高架道路都需要通过“施工”的手段来实现。一个工程的施工包括许多工种工程，如土方工程、基础工程、混凝土结构工程、结构吊装工程、防水工程等，各个工种工程都有自己的规律，都需要根据不同的施工对象及施工环境条件采用相应的施工技术。在土建施工的同时，需要与有关的水电、风暖及其他设备组成一个整体，以便各工程之间合理地组织与协调。目前，我国建成了一大批标志性的土木工程，为城市的建设做出了重大的贡献，也使施工企业的核心技术水平实现了跨越式的提升，主要表现见表 0-1。

表 0-1 我国土木工程施工技术

项 目		施工技术
施工方法 及工艺	深基础施工	降水与回灌、土壁支护、逆作法施工、托换技术、地基加固
	现浇钢筋混凝土结构	大模、滑模、爬模；粗钢筋连接、混凝土真空吸水
	装配式钢筋混凝土结构	升板、升层、墙板、框架；大板建筑
	钢结构	框架整体提升、网架安装
新材料 的使用	钢材	高强、冷轧扭
	混凝土	高性能混凝土、防水混凝土、外加剂、轻骨料
	装饰材料	高档金属、薄型石材、复合材料、涂料
	防水材料	高聚物改性沥青卷材、合成高分子卷材、涂膜、堵漏
施工机械化		自动化搅拌站、混凝土输送泵、新型塔式起重机、钢筋连接、装饰装修机具
现代技术		计算机、激光、自动控制、卫星定位
建筑工业化		设计标准化、建筑体系化；构件生产专业化、专门化；现场施工机械化、组织管理科学化

## 0.1.2 施工新技术的应用

### 1) 新技术、新材料在混凝土施工中的应用

#### (1) 大体积混凝土施工。

在大体积混凝土施工过程中，由于混凝土中水泥的水化作用是放热反应且相当复杂，一旦产生的温度应力超过混凝土所能承受的拉力极限值时，混凝土就会出现裂缝。控制混凝土浇筑块体因水泥水化热引起的温升、混凝土浇筑块体的里外温差及降温速度，防止混凝土出现有害的温度裂缝(包括混凝土收缩裂缝)是施工技术的关键问题。

实际工程中，一般应根据具体情况和温度应力计算，确定是整浇还是分段浇筑，然后根据确定的施工方案计算混凝土运输工具、浇筑设备、捣实机械和劳动力数量。常用的浇筑方法是用混凝土泵浇筑或用塔式起重机浇筑。浇筑混凝土应合理分段分层进行，使混凝土沿高度均匀上升，浇筑应在室外气温较低时进行。

大体积混凝土分段浇筑完毕后，应在混凝土初凝之后终凝之前进行一次振捣或进行表面的抹压，排除上表面的泌水，用木板反复抹压密实，消除最先出现的表面裂缝。在冬期施工时，混凝土抹压密实后应及时覆盖塑料薄膜，再覆盖保温材料(如岩棉被、草帘等)。在非冬期施工条件时，可以覆盖塑料薄膜及保温材料，也可以在混凝土终凝后在其上表面四周筑堤，灌水 20~30cm 深，进行养护，并定期测定混凝土表面和内部温度。

#### (2) 清水混凝土施工技术。

由于人口的增加，人均可占用空间的减小，为了获得更大更优的居住条件，高层建筑发展成为必然；为了满足高层建筑对工艺的要求，清水混凝土技术越来越多地应用于现浇钢筋混凝土结构的建筑施工中，它是现浇钢筋混凝土技术中的一项新技术，也是将原始浇筑面直接作为装饰性表面的混凝土，质朴自然，体现出人类回归自然的追求理念。清水混凝土又称装饰混凝土，因其极具装饰效果而得名。它属于一次浇筑成型，不做任何外装饰，因此不同于普通混凝土，表面平整光滑，色泽均匀，棱角分明，无碰撞和污染，只是在表面涂一层或两层透明的保护剂，显得十分天然、庄重。例如，我国首例现浇清水混凝土风格美术馆—辽河美术馆(图 0.2)，便具有朴实无华、自然沉稳的外观韵味。

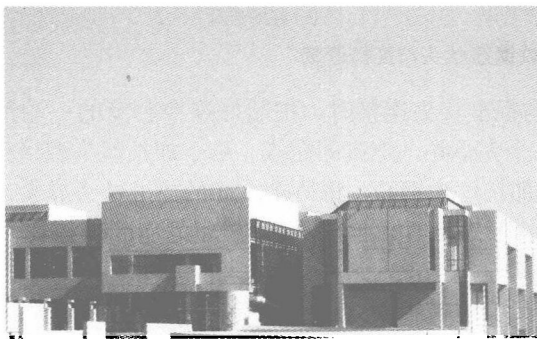


图 0.2 辽河美术馆

清水混凝土是混凝土材料最高级的表达形式，与生俱来的厚重与清雅是一些现代建筑材料无法效仿和媲美的。材料本身所拥有的柔软感、刚硬感、温暖感、冷漠感不仅对人的感官及精神产生影响，而且可以表达出建筑情感。因此建筑师们认为，这是一种高贵的朴素，看似简单，其实比金碧辉煌更具艺术效果。

另外，清水混凝土按装饰效果可以分为普通清水混凝土、饰面清水混凝土、装饰清水混凝土 3 类。清水混凝土技术作为混凝土技术的一项新技术，其施工简单方便，成本也随之降低，工程进度大大加快，而且缩减了工程使用后的维修工作量，维修费用更低。这一

施工技术工业建筑施工中提高了建筑的牢固程度，也节约了工程成本。

(3) 混凝土施工的新材料——钢纤维混凝土。

随着建筑行业的不断发展，人类对建筑的艺术效果要求越来越高，建筑施工中对混凝土施工技术的要求也随之提高。为了使建筑的艺术感和实用性都能得到体现，我国建筑行业的专家研究出了钢纤维混凝土。

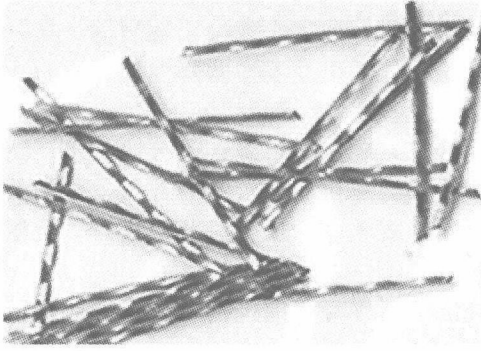
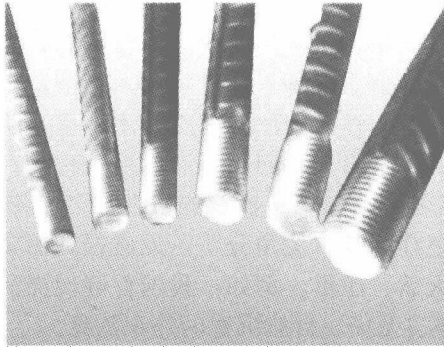


图 0.3 钢纤维

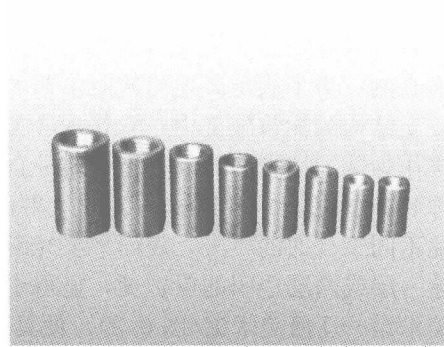
钢纤维混凝土是在普通混凝土中掺入适量钢纤维(图 0.3)经拌和而成的一种复合材料，它不仅能改善混凝土抗拉强度低的缺点，而且能增强混凝土构件的抗剪、抗裂、耐久能力，能使脆性混凝土具有较好的延性特征。另外，钢纤维混凝土具有较好的能量吸收能力，因而它使构件具有优良的抗冲击能力，对于结构抗震性有极大改善。钢纤维混凝土的应用，是混凝土施工技术中的一项突破，弥补了建筑施工中建筑材料抗拉能力不足的缺陷。

(4) 钢筋连接施工。

目前出现了一种新型的钢筋连接方式，即直螺纹接头连接，如图 0.4 所示。



(a) 直螺纹钢筋丝头



(b) 连接套筒

图 0.4 直螺纹钢筋丝头与连接套筒

对于钢筋直螺纹连接，在具体施工中与标准接头连接时，把装好连接套筒的一端钢筋拧到被连接钢筋，使套筒外露的丝扣不超过一个完整扣，连接即完成。对于加长丝头型接头，则应先锁紧螺母及标准套筒，按顺序全部拧在加长丝头钢筋，将待接钢筋的标准丝头靠紧，再将套筒拧回到标准丝头，并用扳手拧紧，再将销紧螺母与标准套筒拧紧锁定，连接即完成。

2) 新型防水施工技术的应用

防水实际上是在与水接触的部位防渗漏、防有害裂缝的出现。工程中应该遵循正确的设计原则(综合治理、多道设防、刚柔结合、防排并用、复合防水、全面设防、节点密封)，并合理选择防水材料和施工工艺。

(1) 防水混凝土结构。

防水混凝土结构是指因本身的密实性而具有一定防水能力的整体式混凝土或钢筋混凝

土结构，它兼有承重、围护和抗渗的功能，还可满足一定的耐冻融及耐侵蚀要求。与卷材防水层等相比，防水混凝土结构具有材料来源广泛、工艺操作简便、改善劳动条件、缩短施工工期、节约工程造价、检查维修方便等优点，在工业建筑中经常采用。

### (2) 防水材料的新发展。

运用防水材料达到防水效果的传统作业方式是沥青防水，现在已经发展出高分子卷材、新型防水涂料、密封膏等高效弹性防水作业。防水施工在向冷作业方向发展，综合机械化水平也在不断提高。新型防水材料的应用，以水泥基渗透非结晶型防水材料为例，它是以高强度水泥为载体，经特有活性物质和微硅粉改性而成。以此为基础，国内已经开发了聚合物改性水泥基渗透非结晶型防水涂料、混凝土外加剂、结构修补砂浆等多种产品。

通过在建筑施工中的应用实践验证，水泥基渗透非结晶型防水材料渗透性强，防水性能持久，具有其他材料无法比拟的自我修复功能。其整体防水性强，能抵御化学物质的侵蚀，并对钢筋起保护作用，而且环保无毒，不产生有害气体，施工简单，对复杂混凝土基面适应性好。在复杂环境，尤其是水位经常波动、变化，以及经常受到机械震动的环境下，如溢洪道、水池、地铁隧道、地下室等结构，水泥基渗透非结晶型防水材料优越性能更加突出，解决了一般防水材料无法解决的难题。

### 3) 施工机械在超高层建筑施工中的采用

超高层建筑高度不断增加，整体提升式钢平台模块体系、泵送技术等便成为了超高层建筑技术的一个发展产物。大型施工机械的使用，如塔式起重机、悬挂式的塔式起重机爬升，也已经被较多地应用，同时，超高结构施工 GPS 测量定位技术也逐步开始运用于实际工程的施工中。



## 知识冲浪

### 超高层建筑施工重大技术创举

采用 4 台巨型动臂塔式起重机集中用于上海中心大厦钢结构施工(图 0.5)，是国内首次使用该项技术，也是超高层建筑施工重大技术创举。上海中心大厦位于浦东小陆家嘴地区，设计总高度为 632m，建成后将与金茂大厦、环球金融中心呈三足鼎立之势，从而成为上海市又一道亮丽的风景线。上海建工机施公司为了顺利完成主体结构的施工任务，根据工程实际情况，选用了 3 台澳大利亚进口 M1280D 系列 2450t/m 动臂塔式起重机和 1 台国产中界 2700 系列 2700t/m 的重型动臂塔式起重机作为主要起重设备进行上部钢结构的安装，并采用外挂核心筒进行施工的方案。

这是超高层建筑施工领域，首次在有限空间采用多台重型塔式起重机进行群塔施工，并外挂核心筒进行上百次爬升施工。该装置竖向支撑和水平支撑系统均具有较大的强度和刚度，能够适应巨型塔式起重机施工过程中各种不利工况；其次它的“下撑上拉”系统具有比传统装置更大的安全储备，能够把塔式起重机施工过程中产生各种荷载安全可靠地传递到核心筒节点区域，而无须对核心筒进行加固，不但提高了工作效率，而且降低了施工成本。这项新技术的诞生，必将推动我国超高层建设事业的发展。

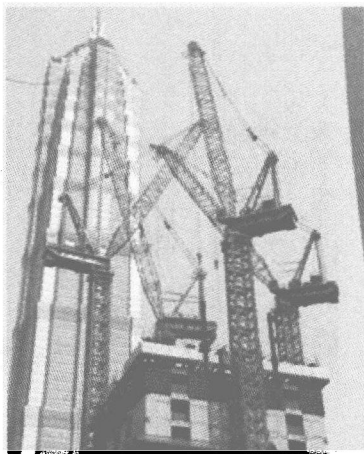
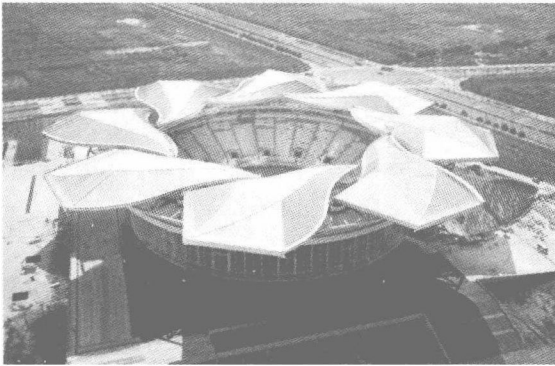


图 0.5 上海中心大厦钢结构施工

#### 4) 大跨度的钢结构施工技术

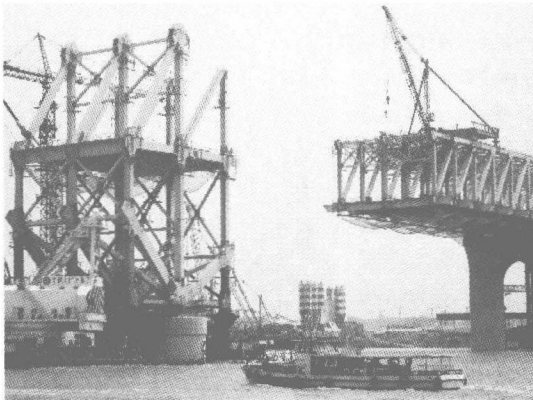
大跨度的钢结构施工技术主要有高强厚钢板工地焊接技术、大型网壳钢结构安装技术、大跨度空间钢结构临时支撑卸载技术、大跨度钢结构计算机控制液压提升安装技术、大跨度柱面网壳折叠展开提升安装技术、钢结构整体平移安装技术(如浦东机场航站楼的施工)、旋转开启式钢屋盖安装技术(如图 0.6 所示的上海旗忠森林网球中心, 采用了圆环推移方法来解决钢构件的就位)、拱形多轨道开启式钢屋盖安装技术、桅杆钢结构提升安装技术、爬升塔式起重机悬置布置及使用技术、重型塔式起重机置于永久结构上的使用技术、重型履带式起重机置于永久结构上的使用技术、大型旋转式龙门起重机应用技术、大型直行式龙门起重机应用技术、预应力钢结构施工技术、索膜结构施工技术等。



上海旗忠森林网球中心结构由 3 部分组成: 先在球场看台上完成直径 123m, 宽 24m, 高 7m 的 W 形大直径钢管焊接而成的空间环梁; 然后在环梁上为 8 片屋顶设置一个固定转轴及旋转轨道; 最后采用 600t 吊机, 将每片重约 200t 的钢结构屋盖吊装上去, 单片钢屋盖径长度达 72m, 宽 48m, 向圆心悬挑 61.5m。

图 0.6 上海旗忠森林网球中心

目前, 钢结构桥梁施工技术也在不断地发展中, 如逐跨拼装技术、全悬臂拼装法、半悬臂拼装法、中间合龙法等。例如, 长江大桥、闵浦大桥就分别采用了逐跨拼装技术和悬臂拼装技术, 如图 0.7 所示。



南京大胜关长江大桥钢梁架设

南京大胜关长江大桥具有体量大、跨度大、荷载大、速度高“三大一高”的特点, 创造了四项“世界第一”。它是世界首座六线铁路大桥, 钢结构总质量达 36 万 t。建造施工解决了钢围堰在水深流急、涨落潮差中如何精确定位, 水上大型浮吊安装主桥墩顶钢梁如何精确对位, 六跨连续钢桁拱架中悬臂长、合龙口多、杆件吊重大、安装精度高, 钢梁大悬臂拼装施工、三片主桁超静定合龙、合龙杆件数量多、精度控制高等世界级难题。

图 0.7 钢桥悬臂拼装技术

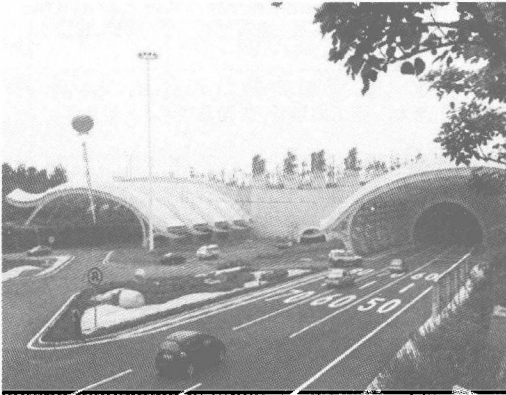
#### 5) 隧道施工技术与地下空间的开发

我国隧道工程建设历史悠久, 新中国建立后, 随着各项建设事业的发展, 修建了大量的隧道工程, 隧道技术获得了突飞猛进的发展。目前我国隧道工程矿山法施工中已经普遍地采用了新奥法; 岩石中隧道施工除采用钻爆法掘进外, 也已开始采用掘进机施工; 城市

等浅埋隧道明挖或盖挖法施工中开始使用了地下连续墙，暗挖时采用的盾构法及浅埋暗挖法已具有较高的技术水平。

盾构、TBM 施工技术是当今世界最先进的隧道与地下工程施工技术。目前，国内盾构机的直径也越来越大，如上海外滩改造工程的盾构直径达到了 14.27m。如今大断面的施工难度越来越高，有时在复杂地段，基于对周围建筑物的保护和对管线的保护，往往进行盾构法施工可以成功穿越保护区段。

经过几十年的努力，我国隧道与地下工程修建技术已比肩欧美，成为世界隧道大国。例如，已建的大陆首条海底隧道——厦门翔安隧道，如图 0.8 所示，是第一条由国内专家自行设计的海底隧道，相继遇到了全强风化地层、富水砂层、风化深槽等 3 道世界性难题，但各参建单位因地制宜地采取钻爆法暗挖、地下连续墙井点降水等先进施工方案，创造了世界海底隧道施工史上的奇迹。



2010 年 4 月 26 日，历时近 5 年建设，耗资 30 多亿元的我国内地第一条断面最大、风险最高、技术最复杂的海底隧道——翔安隧道正式通车。隧道全长 8.69km（海底隧道长约 6.05km），跨越海域宽约 4200m，隧道最深处位于海平面下约 70m，采用左右为双向六车的行车隧道，中间为服务隧道的三孔隧道方案。

图 0.8 我国大陆首条海底隧道——翔安隧道

在跨越大江大河施工领域，过去是桥梁建设具有传统优势，但是随着世界先进的盾构技术在我国工程建设领域中的逐步成熟，特别是沿江沿海码头城市，城市空间非常有限，地下和水下空间开发将是必然趋势。

#### 6) 装饰施工技术的革新

进入 21 世纪，装饰行业的企业市场意识不断增强，针对国内日益提高的工业建筑的需求标准，企业将目光放在了国外先进的技术上，引进和实践了先进的施工技术。例如，石材干挂技术、组合式单体幕墙技术、点式幕墙技术、金属幕墙技术、微晶玻璃与陶瓷复合技术、木制品部品集成技术、石材毛面铺设整体研磨等。这些推动了高科技元素在装饰行业不断涌现，许多工业产品直接应用在装饰工程中，金属材料装饰、玻璃制品的装饰、复合性材料的装饰、木制品集成装饰等技术的出现，从本质上改变了装饰施工，其时代感强，产品精度高，工程质量好，施工工期短，无污染的优点，使它们在装饰施工中得到更多展示机会。而且，这些先进的装饰材料和施工技术用在工业建筑中，也可以满足的工业生产的要求。

连接和固定是装饰施工过程中必须解决的问题，各种高性能粘结剂的问世彻底改变了传统的钉销连接紧固方式，在保证使用强度的基础上，弹性粘结消除了刚性粘结的弊病。免漆饰面工艺与环保油漆的应用，根本改变了现场油漆作业所带来的化学污染的状况。免漆饰面的出现，现场全部取消油漆工的作业，从生产方式的变革直接反映施工水平的提高



与发展；环保油漆的使用，不但使施工人员的健康得到了保障，同时也避免因为油漆产生的有害气体而耽误工程竣工即刻使用，而且材料的耐火性也得到了大幅度的提升，提高了建筑本身的安全性和耐久性。

### 0.1.3 建筑施工的特点

建筑物建造过程分为施工准备阶段、基础施工阶段、主体结构工程施工阶段和屋面及装饰工程施工阶段 4 个施工阶段，其建筑施工特点如图 0.9 所示。

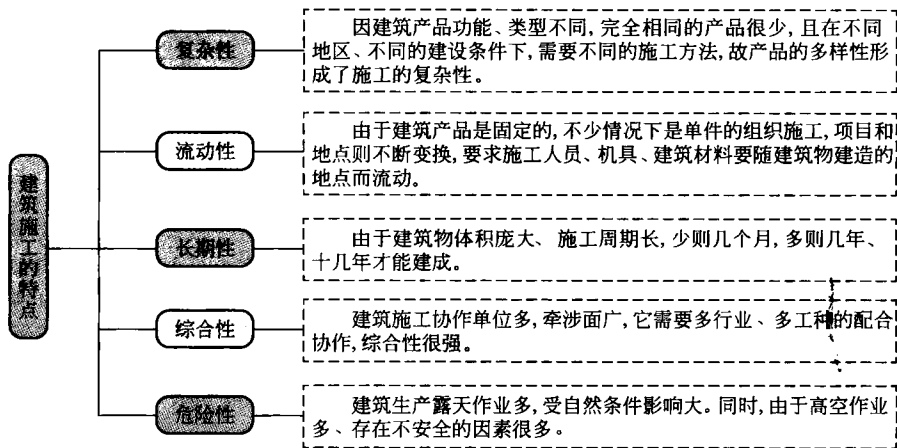


图 0.9 建筑施工的特点

### 0.1.4 房屋建筑的施工程序

房屋建筑的施工程序是指房屋建筑工程在施工过程中各项工作必须遵循的先后顺序，一般可归纳为通过各种方式承接施工任务，签订施工合同；全面统筹安排，做好施工规划设计；认真做好施工准备，提出开工报告；精心组织施工，加强现场管理；做好工程验收，尽早交付生产、投入使用。

#### 1) 一般民用建筑的施工程序

一般民用建筑的施工程序，大体可分为施工准备、土方及基础工程、主体结构工程、屋面及装饰工程 4 个施工阶段。

在施工准备阶段，首先需要熟悉图纸，领会设计意图，因地制宜地制定施工方案，进行“三通一平”，搭建施工临时设施，组织材料供应，安排施工力量和完成房屋的测量定位、放线工作。

土方及基础工程施工，房屋室内地坪以下的工程称为基础工程，设有地下室的房屋，地下室的施工也包含在内，通常包括基槽开挖、基础施工和回填土等工作。

主体结构工程施工是指基础以上房屋承重结构部分的施工。例如，混合结构包括砌筑工程、构件吊装或现浇楼板、楼梯、屋面板成型，同时还需穿插进行水、电、暖气设备工程施工。