



高等院校土木工程类系列教材

# 土木工程施工 (第二版)

胡长明 主 编  
王士川 副主编



科学出版社

高等院校土木工程类系列教材

# 土木工程施工

(第二版)

胡长明 主 编

王士川 副主编

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书共十七章，主要内容包括土方工程、深基础工程及地基处理、钢筋混凝土工程、预应力混凝土工程、砌筑工程、脚手架工程、结构安装工程施工、防水工程、装饰装修工程、钢结构工程施工、桥梁工程、道路工程、施工组织概论、流水施工原理、网络计划技术、单位工程施工组织设计和施工组织总设计。

本书可作为高等院校土木工程专业的教学用书，也可供建筑施工技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工/胡长明主编.—2版.—北京：科学出版社，2017.10

(高等院校土木工程类系列教材)

ISBN 978-7-03-052949-7

I. ①土… II. ①胡… III. ①土木工程-工程施工-高等学校-教材  
IV. ①TU7

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第117908号

责任编辑：任加林 / 责任校对：王万红

责任印制：吕春珉 / 封面设计：耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2009年5月第一版 开本：787×1092 1/16

2017年10月第二版 印张：30 1/4

2017年10月第九次印刷 字数：687 000

定价：72.00元

(如有印装质量问题，我社负责调换〈新科〉)

销售部电话 010-62136230 编辑部电话 010-62135235 (HB18)

版权所有，侵权必究

举报电话：010-64030229；010-64034315；13501151303

# 高等院校土木工程类系列教材 编委会

主 任 白国良

副 主 任 (以姓氏笔画为序)

马建勋 刘伯权 杨 勇 何明胜 邵生俊  
陈宗平 童安齐

秘 书 长 贾凤云

副 秘 书 长 任加林

委 员 (以姓氏笔画为序)

马 斌 马建勋 王士川 王志骞 王泽军  
史庆轩 白国良 冯志焱 任加林 刘伯权  
苏明周 杜高潮 李 进 李青宁 李建峰  
李惠民 杨 勇 何明胜 何廷树 余梁蜀  
邵生俊 张 荫 张 倩 张志政 陈宗平  
赵 平 赵树德 赵鸿铁 姚继涛 袁卫宁  
贾凤云 徐 雷 郭成喜 梁兴文 韩晓雷  
童安齐 曾 珂 廖红建 熊仲明 薛建阳

## 第二版前言

“土木工程施工”是高等工科大学土木工程专业的一门主干专业课，主要介绍土木工程施工的基本原理和土木工程施工全过程的主要工种、工程的施工工艺及方法，具有很强的实践性。学习本课程目的在于使学生能运用本学科的基本理论和专业知识去解决工程实践中的各种具体问题，培养学生独立分析问题和解决问题的能力。

本书按照我国现行标准、施工规范进行编写，力求内容系统、完整，理论联系实际，具有可操作性，反映了近年来土木工程施工发展的新成果。

本书共有十七章，分别为土方工程、深基础工程及地基处理、钢筋混凝土工程、预应力混凝土工程、砌筑工程、脚手架工程、结构安装工程施工、防水工程、装饰装修工程、钢结构工程施工、桥梁工程、道路工程、施工组织概论、流水施工原理、网络计划技术、单位工程施工组织设计、施工组织总设计。

本书由西安建筑科技大学胡长明主编，王士川担任副主编。西安建筑科技大学梅源编写第一章，西安建筑科技大学王建平编写第二、七、九章，胡长明编写第三、四、五、六章，王士川编写第十章，西安工业大学周雪峰编写第八、十二章，西安建筑科技大学赵楠编写第十一章，西安建筑科技大学蒋红妍编写第十三、十四、十六章，西安建筑科技大学赵平编写第十五、十七章。全书由胡长明统稿。

本书编写过程中参考了有关文献，在此对相关作者表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请广大读者、专家和同行批评指正。

编者

2016年12月

于西安

## 第一版前言

“土木工程施工”是高等院校土木工程专业的主要专业课之一。

本教材主要介绍土木工程施工过程中的主要工种，工程的施工工艺、方法以及施工组织的规律。本教材涉及的专业知识面广，实践性强。本教材编写的目的在于培养学生运用有关专业的基本理论和专业知识去分析和解决工程实践中的问题的能力。

本教材按照我国现行标准、施工规范进行编写，力求系统、完整，理论联系实际，以反映近年来土木工程施工的研究成果。

本教材第三、四、十章由西安建筑科技大学王士川编写，第一、五、六章由西安建筑科技大学胡长明编写，第二、七、九章由西安建筑科技大学王建平编写，第十二章由西安建筑科技大学童申家编写，第十五、十七章由西安建筑科技大学赵平编写，第十三、十四、十六章由西安建筑科技大学蒋红妍编写；第八、十一章由西安工业大学周雪峰编写。全书由王士川、胡长明统稿。

本教材编写过程中参考了许多文献和资料，在此对有关作者表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

2008年12月

于西安

# 目 录

第一章 土方工程	1
1.1 概述	1
1.1.1 土的工程分类	1
1.1.2 土的可松性	2
1.2 土方量计算	3
1.2.1 基坑、基槽土方量计算	3
1.2.2 场地平整的土方量计算	4
1.3 土方工程事故的原因及其防治	9
1.3.1 边坡塌方	9
1.3.2 土壁支护	10
1.3.3 流砂	16
1.4 基坑降水	18
1.4.1 集水坑降水	18
1.4.2 井点降水	19
1.5 土方工程机械化施工	30
1.5.1 推土机	30
1.5.2 铲运机	31
1.5.3 单斗挖土机	33
1.5.4 土方机械的选择	38
1.6 土方的填筑与压实	40
1.6.1 影响填土压实因素	40
1.6.2 填土压实的质量控制	41
1.6.3 填土的压实方法	43
复习思考题	45
第二章 深基础工程及地基处理	46
2.1 钢筋混凝土预制桩的施工	46
2.1.1 钢筋混凝土预制桩的制作	46
2.1.2 钢筋混凝土预制桩打(沉)桩方法	48
2.1.3 静力压桩施工	53
2.2 混凝土灌注桩施工	54
2.2.1 泥浆护壁成孔灌注桩	54
2.2.2 干作业螺旋成孔灌注桩	59
2.2.3 套管护壁成孔灌注桩	60
2.3 地下连续墙施工	62
2.4 墩式基础施工	65

2.5	沉井基础施工 .....	66
2.6	地基处理工程 .....	68
2.6.1	土桩和灰土挤密桩 .....	68
2.6.2	振冲法 .....	71
2.6.3	高压喷射注浆法 .....	72
2.6.4	深层搅拌法 .....	74
	复习思考题 .....	76
<b>第三章</b>	<b>钢筋混凝土工程 .....</b>	<b>77</b>
3.1	模板工程 .....	77
3.1.1	组合钢模板 .....	77
3.1.2	模板的构造及安装 .....	81
3.1.3	组合钢模板的施工设计 .....	83
3.1.4	模板结构设计 .....	83
3.1.5	模板的拆除 .....	86
3.1.6	大模板 .....	87
3.1.7	台模 .....	89
3.1.8	隧道模 .....	90
3.1.9	爬升模板 .....	90
3.2	钢筋工程 .....	91
3.2.1	钢筋的冷拉 .....	91
3.2.2	钢筋的冷拔 .....	94
3.2.3	钢筋焊接 .....	94
3.2.4	钢筋机械连接 .....	100
3.2.5	钢筋配料 .....	101
3.2.6	钢筋的绑扎与安装 .....	103
3.3	混凝土工程 .....	105
3.3.1	混凝土的制备 .....	105
3.3.2	混凝土的运输 .....	108
3.3.3	混凝土的浇筑 .....	112
3.3.4	混凝土的自然养护 .....	116
3.3.5	混凝土的质量检查 .....	117
3.4	混凝土的冬期施工 .....	120
3.4.1	混凝土冬期施工原理 .....	120
3.4.2	混凝土冬期施工的特点 .....	121
3.4.3	混凝土的蓄热养护法 .....	123
3.4.4	综合蓄热法施工 .....	125
3.4.5	混凝土掺外加剂的冬期施工 .....	126
3.5	滑升模板的施工与构造 .....	127



3.5.1 滑升模板的施工 .....	127
3.5.2 滑升模板的构造 .....	127
复习思考题 .....	131
<b>第四章 预应力混凝土工程 .....</b>	<b>132</b>
4.1 先张法 .....	132
4.1.1 台座 .....	133
4.1.2 夹具 .....	135
4.1.3 张拉设备 .....	136
4.1.4 先张法施工工艺 .....	137
4.2 后张法 .....	139
4.2.1 锚具 .....	140
4.2.2 张拉设备 .....	144
4.2.3 预应力筋的制作 .....	146
4.2.4 后张法施工工艺 .....	149
4.3 无黏结预应力混凝土施工 .....	152
4.3.1 无黏结预应力束的制作 .....	153
4.3.2 无黏结预应力筋的锚具 .....	153
4.3.3 无黏结预应力筋的布置 .....	154
4.3.4 无黏结预应力混凝土的施工工艺 .....	155
复习思考题 .....	158
<b>第五章 砌筑工程 .....</b>	<b>159</b>
5.1 砌筑材料 .....	159
5.1.1 块材 .....	159
5.1.2 砂浆 .....	159
5.2 砌筑施工工艺 .....	160
5.2.1 砌砖施工 .....	160
5.2.2 砌石施工 .....	163
5.2.3 混凝土小型空心砌块的施工 .....	164
5.3 砌筑工程冬期施工 .....	165
5.4 砌筑工程垂直运输设施 .....	166
5.5 垂直运输设施的性能要求 .....	167
复习思考题 .....	168
<b>第六章 脚手架工程 .....</b>	<b>169</b>
6.1 扣件式钢管脚手架 .....	169
6.1.1 基本构造 .....	170
6.1.2 搭设要求 .....	171

6.2	碗扣式钢管脚手架 .....	172
6.2.1	基本构造 .....	172
6.2.2	搭设要求 .....	172
6.3	门式脚手架 .....	173
6.3.1	基本构造 .....	173
6.3.2	搭设要求 .....	174
6.4	升降式脚手架 .....	175
6.4.1	自升降式脚手架 .....	175
6.4.2	互升降式脚手架 .....	177
6.4.3	整体升降式脚手架 .....	178
6.5	里脚手架 .....	180
6.6	悬挑式脚手架与吊脚手架 .....	182
6.6.1	悬挑式脚手架 .....	182
6.6.2	吊脚手架 .....	183
	复习思考题 .....	183
<b>第七章</b>	<b>结构安装工程施工 .....</b>	<b>185</b>
7.1	索具设备 .....	185
7.1.1	卷扬机 .....	185
7.1.2	钢丝绳 .....	186
7.1.3	滑轮组 .....	187
7.1.4	吊索 .....	187
7.1.5	卡环 .....	187
7.1.6	横吊梁 .....	188
7.2	起重机械 .....	188
7.2.1	自行杆式起重机 .....	188
7.2.2	塔式起重机 .....	193
7.2.3	桅杆式起重机 .....	197
7.3	单层工业厂房结构安装 .....	198
7.3.1	构件吊装前的准备 .....	198
7.3.2	结构的安装方法及技术要求 .....	199
7.3.3	起重机的选用 .....	201
7.3.4	构件的安装工艺 .....	204
7.3.5	起重机的开行路线与停机位置 .....	211
7.3.6	构件的平面布置 .....	212
7.4	多层装配式结构安装 .....	216
7.4.1	起重机的选择与布置 .....	216
7.4.2	构件平面布置与堆放 .....	217
7.4.3	结构吊装方法与吊装顺序 .....	218

7.4.4 结构构件的吊装 .....	218
7.5 结构安装工程的质量要求及安全措施 .....	222
7.5.1 混凝土结构吊装工程质量要求 .....	222
7.5.2 混凝土构件安装的允许偏差和检查方法 .....	223
7.5.3 结构安装工程的安全措施 .....	224
复习思考题 .....	225
<b>第八章 防水工程 .....</b>	<b>227</b>
8.1 屋面防水工程 .....	227
8.1.1 卷材防水屋面 .....	227
8.1.2 涂膜防水屋面 .....	232
8.1.3 刚性防水屋面 .....	234
8.1.4 屋面防水工程质量标准 .....	235
8.2 地下防水工程 .....	235
8.2.1 防水混凝土结构 .....	236
8.2.2 水泥砂浆防水层 .....	237
8.2.3 卷材防水层 .....	237
8.2.4 地下工程的渗漏及防止 .....	239
复习思考题 .....	240
<b>第九章 装饰装修工程 .....</b>	<b>242</b>
9.1 抹灰工程 .....	242
9.1.1 抹灰工程的分类和组成 .....	242
9.1.2 一般抹灰施工 .....	243
9.1.3 装饰抹灰施工 .....	246
9.2 饰面工程 .....	247
9.2.1 石材饰面板施工 .....	247
9.2.2 饰面砖镶贴 .....	249
9.2.3 金属饰面板安装 .....	250
9.3 涂饰工程 .....	252
9.3.1 施工准备 .....	252
9.3.2 常用的建筑涂料 .....	252
9.3.3 涂料工程施工 .....	253
9.3.4 涂饰施工工艺 .....	254
9.4 幕墙工程施工 .....	255
9.4.1 石材幕墙 .....	255
9.4.2 玻璃幕墙 .....	256
9.4.3 金属幕墙 .....	258
9.5 裱糊工程 .....	259

9.6 吊顶工程 .....	261
复习思考题 .....	265
<b>第十章 钢结构工程施工 .....</b>	<b>266</b>
10.1 钢结构的材料 .....	266
10.1.1 结构工程常用钢材 .....	266
10.1.2 建筑结构钢材的品种、选用及验收 .....	267
10.1.3 钢结构对钢材性能要求 .....	268
10.1.4 建筑结构钢材代用 .....	268
10.2 钢结构单层工业厂房吊装 .....	269
10.2.1 钢结构吊装准备 .....	269
10.2.2 钢结构吊装 .....	271
10.3 高层钢结构安装 .....	274
10.3.1 高层钢结构安装的基本要求 .....	274
10.3.2 安装前的准备工作 .....	275
10.3.3 钢柱、梁吊装与校正 .....	276
10.3.4 安全施工措施 .....	278
10.4 钢网架吊装 .....	279
10.4.1 高空拼装法 .....	279
10.4.2 整体安装法 .....	280
10.4.3 高空滑移法 .....	284
10.5 轻型钢结构安装 .....	286
10.5.1 圆钢、小角钢组成的轻钢结构 .....	286
10.5.2 冷弯薄壁型钢组成的轻钢结构 .....	287
复习思考题 .....	291
<b>第十一章 桥梁工程 .....</b>	<b>292</b>
11.1 桥梁结构施工常用设备 .....	292
11.2 混凝土结构桥施工 .....	292
11.2.1 桥梁下部结构施工 .....	292
11.2.2 混凝土桥上部结构的施工 .....	295
11.2.3 斜拉桥施工 .....	307
11.2.4 悬索桥施工 .....	310
11.3 钢桥施工 .....	311
11.3.1 钢桥的拼装架设方法 .....	311
11.3.2 钢桥防腐 .....	315
11.3.3 钢桥桥面铺装 .....	315
复习思考题 .....	315

第十二章 道路工程	317
12.1 土质路基施工	317
12.1.1 简述	317
12.1.2 土质路基施工	318
12.2 路面工程施工	322
12.2.1 简述	322
12.2.2 路面施工组织	323
12.2.3 路面基层施工	325
12.2.4 沥青路面施工	331
12.2.5 水泥混凝土路面施工	336
复习思考题	340
第十三章 施工组织概论	341
13.1 土木工程产品及其生产特点	341
13.1.1 土木工程产品的特点	341
13.1.2 土木工程产品施工的特点	341
13.2 施工组织的基本原则	342
13.3 施工准备工作	343
13.3.1 建设前期的施工准备	343
13.3.2 单位工程开工前的施工准备	344
13.3.3 施工期间的经常性准备工作	346
13.3.4 冬雨季施工准备工作	346
13.4 施工组织设计概述	346
13.4.1 施工组织设计的概念	346
13.4.2 施工组织设计的作用	347
13.4.3 施工组织设计的基本内容及其分类	347
复习思考题	349
第十四章 流水施工原理	350
14.1 基本概念	350
14.1.1 组织施工的常见方式	350
14.1.2 流水施工的技术经济效果	351
14.1.3 流水施工的表达方式	352
14.1.4 流水施工的分类	352
14.2 流水作业参数及其确定	353
14.2.1 工艺参数及其确定	353
14.2.2 空间参数及其确定	354
14.2.3 时间参数及其确定	355

14.3	流水施工的组织方法	358
14.3.1	固定节拍流水	358
14.3.2	成倍节拍流水	363
14.3.3	分别流水	369
	复习思考题	371
<b>第十五章</b>	<b>网络计划技术</b>	<b>373</b>
15.1	网络图的基本概念	373
15.1.1	网络图的概念及其分类	373
15.1.2	网络图的特点	373
15.2	双代号网络图	373
15.2.1	双代号网络图的组成	373
15.2.2	双代号网络图的绘制	375
15.2.3	双代号网络图的计算	382
15.3	单代号网络图	389
15.3.1	单代号网络图的组成	389
15.3.2	单代号网络图的绘制	390
15.3.3	单代号网络图的计算	391
15.4	搭接网络计划	394
15.4.1	工作的基本搭接关系	394
15.4.2	单代号搭接网络图的绘制	395
15.4.3	单代号搭接网络图的计算	396
15.5	网络计划的优化	401
15.5.1	资源优化	401
15.5.2	工期-成本优化	404
15.6	网络计划的实施与计算机管理	406
15.6.1	实施网络图的绘制	406
15.6.2	网络计划的执行	408
15.6.3	网络计划的调整	409
15.6.4	网络计划的计算机管理简介	410
	复习思考题	410
<b>第十六章</b>	<b>单位工程施工组织设计</b>	<b>413</b>
16.1	概述	413
16.1.1	单位工程施工组织设计的作用	413
16.1.2	单位工程施工组织设计的编制依据	413
16.1.3	单位工程施工组织设计的编制内容	413
16.1.4	单位工程施工组织设计的编制程序	413
16.2	施工方案设计	414

16.2.1	确定施工程序	414
16.2.2	确定单位工程施工流向	415
16.2.3	确定施工顺序	416
16.2.4	确定施工方法	419
16.2.5	选择施工机械	420
16.3	施工进度计划和资源需要量计划	421
16.3.1	单位工程施工进度计划的作用	421
16.3.2	施工进度计划的编制依据	421
16.3.3	施工进度计划的组成及表示方法	421
16.3.4	单位工程施工进度计划的编制步骤	422
16.3.5	单位工程资源需要量计划	426
16.4	施工平面设计	427
16.4.1	单位工程施工平面图的内容	427
16.4.2	单位工程施工平面图设计的依据	428
16.4.3	单位工程施工平面图的设计原则	428
16.4.4	单位工程施工平面图的设计步骤	428
16.5	施工技术组织措施	433
16.5.1	保证工程质量措施	433
16.5.2	安全施工措施	433
16.5.3	降低成本措施	433
16.5.4	单位工程施工进度计划的风险分析及控制措施	434
16.5.5	现场文明施工措施	434
16.5.6	环境保护措施	434
16.6	施工组织设计的技术经济分析	434
16.6.1	技术经济分析的目的	434
16.6.2	技术经济分析的基础要求	435
16.6.3	技术经济指标体系	435
16.6.4	单位工程施工组织设计技术经济分析的重点	435
16.7	单位工程施工组织设计实例	435
16.7.1	工程概况	435
16.7.2	施工部署	437
16.7.3	地下工程	439
16.7.4	主体工程	441
16.7.5	屋面工程	447
16.7.6	门窗工程	447
16.7.7	装饰工程	447
16.7.8	施工进度计划及资源需要量计划	448
16.7.9	施工平面布置	449
16.7.10	季节性施工措施	451

16.7.11	质量控制措施	451
16.7.12	降低成本措施	452
16.7.13	安全、消防保证措施	453
16.7.14	文明施工管理制度	453
	复习思考题	454
<b>第十七章</b>	<b>施工组织总设计</b>	<b>455</b>
17.1	施工部署	455
17.1.1	确定工程开展程序	456
17.1.2	主要建筑物施工方案确定	456
17.1.3	施工准备工作总计划	456
17.2	施工总进度计划	457
17.2.1	计算拟建工程项目及全工地性工程的工程量	457
17.2.2	确定各单位工程的施工期限	458
17.2.3	确定各单位工程的开竣工时间和相互搭接关系	458
17.2.4	绘制施工总进度计划表	458
17.3	资源需要量计划	458
17.3.1	劳动力需要量计划	458
17.3.2	主要材料、预制加工品需要量计划	459
17.3.3	施工机具需要量计划	459
17.4	施工总平面图	459
17.4.1	施工总平面图设计的内容	459
17.4.2	施工总平面图设计的原则	460
17.4.3	施工总平面图设计的依据	460
17.4.4	施工总平面图的设计步骤	460
17.5	技术经济指标	462
	复习思考题	463
	主要参考文献	464



# 第一章 土方工程

## 1.1 概 述

土方工程包括土的开挖、运输和填筑等施工过程，有时还要进行排水、降水和土壁支撑等准备工作。在建筑工程中，最常见的土方工程有场地平整、基坑（槽）开挖、地坪填土、路基填筑、基坑回填土等。

土方工程的施工具有以下特点：

1) 面大量大、劳动繁重、工期长。有些大型建设项目的场地平整，土方施工面积可达数平方公里，甚至数十平方公里；有些大型基坑的开挖深度达 20~30m；在场地平整和大型基坑开挖中，土方工程量可达几万甚至几百万立方米。

2) 施工条件复杂。土方工程施工多为露天作业，土、石是一种天然物质，成分较为复杂，施工中直接受到气候、水文和地质、地上和地下环境的影响，且难以确定的因素较多。因此，有时施工条件极为复杂。

根据上述特点，在组织土方工程施工前，应详细分析和核对各项技术资料（如实测地形图、工程地质、水文地质勘查资料，原有地下管线和地下构筑物资料及土方工程施工图等），进行现场调查并根据现有施工条件，制订出技术上可行、经济上合理，既能保证工程质量，又能保证施工安全的方案。

### 1.1.1 土的工程分类

土的种类繁多，分类方法也有多种，如按颗粒级配、塑性指数、沉积年代与工程特性等分类，但在土方工程施工中，一般按开挖难易程度（即土的坚实程度）将土进行分类，共分为八类十六个级别（表 1.1），据此确定施工手段和制订土方工程劳动定额。

表 1.1 土的工程分类

土的级别	土的分类	土的名称	开挖方法
I	一类土 (松软土)	砂，粉土，冲积砂土层，疏松的种植土，泥炭（淤泥）	能用锹、锄头挖掘
II	二类土 (普通土)	粉质黏土，潮湿的黄土，夹有碎石、卵石的砂，粉土；种植土、填土	用锹、锄头挖掘，少许用镐翻松
III	三类土 (坚土)	软及中等密实黏土，重粉质土，粗砾石，干黄土及含碎石、卵石的黄土、粉质黏土，压实的填筑土	主要用镐，少许用锹、锄头挖掘，部分用撬棍
IV	四类土 (砾砂坚土)	坚硬密实的黏土及含碎石、卵石的黏土，粗卵石，密实的黄土，天然级配砂石，软泥灰岩及蛋白石	整个先用镐、撬棍，然后用锹挖掘，部分用楔子及大锤
V、VI	五类土 (软石)	硬质黏土，中等密实的页岩、泥灰岩、白垩土，胶结不紧的砾岩，软的石灰岩	用镐或撬棍、大锤挖掘，部分使用爆破方法