

全国高等院校**土木工程类**应用型系列规划教材

土木工程施工技术

邓寿昌 主 编
刘俊玲 王 均 副主编



科学出版社

全国高等院校土木工程类应用型系列规划教材



土木工程施工技术

邓寿昌 主编

刘俊玲 王 均 副主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以现行国家标准及相应新规范为依据,针对高等院校土木工程专业的人才培养目标进行编写。本书16章,主要介绍基本理论、施工技术和方法、施工项目组织原理以及计算机在网络技术施工中的应用等,并在每章附有提示、教学要求、思考题等内容。同时,本书将传统教材中的有关冬期与雨季施工内容扩大为一章,增加了防冻剂理论及配方设计,有关吴震东公式的热工计算及成熟度估算混凝土强度原理等内容,这些都是—般教材中难以寻觅到的。

本书内容系统、全面,具有创新性和较强的实用性。

本书可作为高等院校土木工程专业及相关专业的教材,也可作为土木工程施工技术人员及成人教育自学考试的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工技术/邓寿昌主编. —北京:科学出版社,2011
(全国高等院校土木工程类应用型系列规划教材)

ISBN 978-7-03-030438-4

I. ①土… II. ①邓 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(2011)第033860号

责任编辑:陈 迅 田新峰 / 责任校对:马英菊
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>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年4月第 一 版 开本 787×1092 1/16

2011年4月第一次印刷 印张 30 1/2

印数 1—3 000 字数:678 000

定价:49.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62137026 (BA08)

版权所有,侵权必究

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

前 言

“土木工程施工技术”是土木工程专业的一门主要专业课程。本书主要介绍土木工程施工技术理论，施工计算，施工工艺，施工方法，施工技术，施工机械的选用，工程材料的选择与加工，劳动力的组织与调配，施工现场管理，场地平面布置以及施工各阶段的相互关系、相互配合等问题；同时，还对施工技术基础理论的研究成果与应用，机械、劳动力、材料等资源的配置，工序安排，生产和生活安排，科学组织和管理等方面进行了讲述。

全书力求反映国内外先进的施工技术和施工组织方法，重视基本概念和理论的阐述，注重培养学生在实际工程中分析问题和解决问题的能力。

本书编写人员：惠州学院、中南林业科技大学邓寿昌（第1章、第11章、第13章），东北林业大学倪松远（第2章），湘潭大学陈俊（第3章），黑龙江工程学院刘俊玲（第4章），东北林业大学王均（第5章），甘肃理工大学杨林（第6章、第7章），中南林业科技大学覃银辉（第8章），湘潭大学张学兵（第9章、第10章），东北林业大学谢颖（第12章、第14章），湘潭大学廖国荣（第15章、第16章）。

由于编写人员水平和时间所限，书中疏漏和不足之处在所难免，欢迎读者指正。

目 录

前言

第 1 章 土方工程	1
1.1 土的工程分类及性质	1
1.1.1 土的工程分类	1
1.1.2 土的性质	2
1.2 土方工程量的计算与调配	4
1.2.1 场地平整的最优计划标高设计理论	4
1.2.2 土方工程量的计算	10
1.2.3 土方最优调配理论与方法	15
1.3 土方边坡与支护	21
1.3.1 土方边坡放坡	21
1.3.2 土壁支护	22
1.4 土方工程施工排水	31
1.4.1 基坑排水	31
1.4.2 降低地下水位	34
1.5 土方机械化施工	44
1.5.1 场地平整施工	44
1.5.2 基坑开挖	47
1.5.3 土方的填筑与压实	52
思考题与习题	54
第 2 章 桩基工程	57
2.1 钢筋混凝土预制桩	57
2.1.1 钢筋混凝土预制桩制作、运输和堆放	58
2.1.2 锤击沉桩的施工方法	59
2.1.3 静力压桩	65
2.2 混凝土灌注桩施工	67
2.2.1 钻孔灌注桩施工	67
2.2.2 沉管灌注桩施工	68
2.2.3 人工挖孔灌注桩施工	73
2.3 桩基检测	75
2.3.1 概述	75
2.3.2 桩基静载试验	76
思考题与参考分析	81

第 3 章 砌筑工程	83
3.1 施工准备	83
3.1.1 砌筑材料	83
3.1.2 运输设备	85
3.1.3 脚手架	86
3.2 砖砌体施工	91
3.2.1 砖砌体施工准备	91
3.2.2 砖基础组砌	91
3.2.3 砖墙组砌形式	92
3.2.4 砖砌体的施工工艺	93
3.2.5 砖砌体的质量要求	94
3.2.6 特殊砖砌体施工	96
3.2.7 影响砖砌体工程质量的因素与防治措施	97
3.3 石砌体施工	98
3.3.1 毛石基础	98
3.3.2 毛石墙	98
3.3.3 毛石挡土墙	99
3.4 砌块砌体施工	99
3.4.1 材料准备	99
3.4.2 编制砌块排列图	99
3.4.3 吊装工艺	99
3.4.4 施工工序	100
3.4.5 砌块砌体的施工要求	101
3.4.6 组砌方式及要求	101
3.5 拱桥、涵洞砌体施工	103
3.5.1 浆砌基础砌筑	103
3.5.2 桥梁墩台的砌筑	103
3.5.3 拱桥主拱圈砌筑	104
3.5.4 拱上结构的砌筑	104
思考题	105
第 4 章 钢筋混凝土结构工程	106
4.1 模板工程	106
4.1.1 模板的作用和基本要求	106
4.1.2 模板的类型	107
4.1.3 模板的设计	108
4.1.4 组合钢模板	112
4.1.5 大模板	116
4.1.6 滑升模板	117

4.1.7	爬升模板	121
4.1.8	台模	121
4.1.9	隧道模	121
4.1.10	模板安装与拆除	122
4.2	钢筋工程	127
4.2.1	钢筋的冷加工	127
4.2.2	钢筋的焊接连接	129
4.2.3	钢筋的机械连接	131
4.2.4	钢筋配料与代换	134
4.3	混凝土工程	136
4.3.1	混凝土的制备	136
4.3.2	混凝土的运输	140
4.3.3	混凝土成型	141
4.3.4	混凝土养护	148
4.3.5	混凝土的质量检查	149
	思考题与习题	152
第5章	预应力混凝土工程	154
5.1	预应力混凝土材料	154
5.1.1	预应力混凝土	154
5.1.2	预应力筋	154
5.2	预应力夹具、锚具、张拉设备	156
5.2.1	夹具、锚具和连接器	156
5.2.2	张拉设备	162
5.3	先张法施工	163
5.3.1	先张法施工台座	164
5.3.2	先张法施工工艺流程	167
5.4	后张法施工	171
5.4.1	预应力筋的制作	172
5.4.2	后张法施工工艺	174
5.4.3	无粘结预应力技术	179
5.5	整体预应力混凝土结构施工	182
5.5.1	现浇预应力混凝土框架结构	182
5.5.2	现浇预应力混凝土框架结构施工顺序	185
5.5.3	整体预应力板柱结构施工	187
	思考题与习题	191
第6章	结构安装工程	192
6.1	起重机械与设备	192
6.1.1	桅杆式起重机	192

6.1.2	自行杆式起重机	194
6.1.3	塔式起重机	195
6.1.4	吊装工具	197
6.2	单层工业厂房结构安装	198
6.2.1	构件的吊装工艺	198
6.2.2	结构吊装方案	205
6.3	多层建筑结构安装	213
6.3.1	框架结构构件安装	213
6.3.2	墙板结构构件吊装	215
6.3.3	结构吊装方法与吊装顺序	219
6.3.4	起重机械的选择与布置	219
6.3.5	构件平面布置	220
	思考题与习题	221
第7章	钢结构及钢-混凝土组合结构工程	223
7.1	钢结构构件的加工	223
7.1.1	放样	223
7.1.2	号料	223
7.1.3	切割	224
7.1.4	矫正	224
7.1.5	弯卷成型	226
7.1.6	制孔	226
7.2	钢结构的连接	227
7.2.1	焊接连接	227
7.2.2	普通螺栓连接	228
7.2.3	高强度螺栓连接	229
7.2.4	铆钉连接	229
7.3	高层钢结构的安装	229
7.3.1	高层钢结构施工的特点	229
7.3.2	高层钢结构安装前的准备工作	230
7.3.3	高层钢结构构件的安装	231
7.3.4	高层钢结构构件的校正	231
7.3.5	高层钢结构构件的连接施工	232
7.4	空间网架结构的安装	232
7.4.1	网架安装方法概述	232
7.4.2	高空散装法	232
7.4.3	分条或分块安装法	233
7.4.4	高空滑移法	234
7.4.5	整体提升法	234

7.4.6 整体顶升法	235
7.5 钢管混凝土结构施工	236
7.5.1 钢管混凝土的特点与应用	236
7.5.2 钢管混凝土的施工	237
7.6 型钢混凝土结构的施工	237
7.6.1 型钢混凝土组合结构的特点与应用	237
7.6.2 型钢混凝土组合结构的施工	237
思考题	238
第8章 道路与桥梁工程	240
8.1 道路工程施工	240
8.1.1 路基施工技术	240
8.1.2 沥青路面施工	248
8.1.3 水泥混凝土路面施工	255
8.2 桥梁工程施工	263
8.2.1 预制梁的运输和安装	263
8.2.2 混凝土连续体系梁桥的施工	267
8.2.3 拱桥施工	275
思考题	280
第9章 防水工程	281
9.1 屋面防水工程	281
9.1.1 卷材防水屋面	282
9.1.2 涂膜防水屋面	290
9.1.3 刚性防水屋面	292
9.2 地下防水工程	294
9.2.1 概述	294
9.2.2 防水混凝土	296
9.2.3 水泥砂浆防水层	298
9.2.4 卷材防水层	299
9.2.5 冷胶料防水层	301
思考题	302
第10章 装饰工程	304
10.1 抹灰工程	304
10.1.1 抹灰工程的分类和抹灰层的组成	304
10.1.2 抹灰基体的表面处理	306
10.1.3 一般抹灰工程施工工艺	306
10.1.4 装饰抹灰工程施工工艺	309
10.2 饰面工程	312
10.2.1 饰面材料的选用及质量要求	313

10.2.2	饰面板(砖)施工	314
10.2.3	饰面砖镶贴工艺	317
10.3	幕墙工程	319
10.3.1	玻璃幕墙	319
10.3.2	铝合金板玻璃幕墙	323
10.3.3	石材幕墙	324
10.4	涂饰工程	324
10.4.1	油漆涂饰	324
10.4.2	涂料涂饰	326
10.5	刷浆工程	329
10.5.1	常用刷浆材料及配制	329
10.5.2	刷浆施工	330
10.6	裱糊工程	330
10.6.1	常用材料	330
10.6.2	质量要求	331
10.6.3	塑料壁纸的裱糊施工	332
	思考题	333
第 11 章	冬期与雨季施工	334
11.1	冬期与雨季施工的特点	334
11.1.1	冬期施工的特点和准备工作	334
11.1.2	雨季施工的特点、要求和准备工作	335
11.2	土方工程冬期施工	336
11.2.1	土的冻结与防冻	336
11.2.2	冻土的融化	339
11.2.3	土的开挖	341
11.2.4	冬期回填土施工	342
11.3	混凝土工程冬期施工	342
11.3.1	混凝土冬期施工的界定	342
11.3.2	钢筋工程冬期施工	343
11.3.3	混凝土冬期施工的基本理论和试验	345
11.3.4	混凝土受冻临界强度	349
11.3.5	混凝土冬季施工早期冻害的措施	349
11.3.6	混凝土冬季施工的化学外加剂	350
11.3.7	化学防冻外加剂的设计理论和设计方案	356
11.3.8	混凝土冬期施工的工艺要求	360
11.3.9	混凝土拌和物温度计算	361
11.3.10	混凝土的运输及温度损失计算	362
11.3.11	混凝土的浇筑及入模后养护起始温度 T_3 的计算	363

11.3.12	混凝土冬期施工非加热养护方法	364
11.3.13	非大体积混凝土蓄热养护热工计算方法——吴震东公式简介	366
11.3.14	加热养护方法	370
11.3.15	混凝土的测温和质量检查	380
11.3.16	混凝土的拆模和成熟度	381
11.4	砌筑工程冬期施工	386
11.4.1	掺盐砂浆法	386
11.4.2	冻结法	388
11.4.3	暖棚法	389
11.5	其他工程冬期施工	389
11.5.1	装饰工程冬期施工	389
11.5.2	屋面工程冬期施工	390
11.6	雨季施工	390
11.6.1	雨季施工的原则	390
11.6.2	分部分项工程雨季施工措施	391
	思考题与习题	393
第12章	施工组织概论	395
12.1	建筑产品及其生产的特点	395
12.1.1	建筑产品特点	395
12.1.2	土木工程生产的特点	395
12.2	组织施工的基本原则	396
12.3	施工组织设计	398
12.3.1	施工组织设计的任务和作用	398
12.3.2	施工组织设计的分类	399
12.3.3	施工组织设计的内容	400
12.3.4	施工组织设计的编制	400
	思考题与习题	401
第13章	流水施工原理	402
13.1	流水施工的基本概念	402
13.1.1	线条形施工图标	402
13.1.2	展开施工的基本方式	404
13.2	组织流水施工的基本原则和参数	405
13.2.1	基本原则	405
13.2.2	流水参数	405
13.3	流水施工的基本形式	409
13.3.1	施工过程	409
13.3.2	流水施工的组织	409
13.3.3	其他特殊形式的流水施工	416

思考题与习题·····	419
第 14 章 网络计划技术 ·····	420
14.1 概述·····	420
14.1.1 网络计划技术的概念 ·····	420
14.1.2 网络计划技术的分类 ·····	421
14.2 双代号网络计划·····	422
14.2.1 双代号网络图的基本概念 ·····	422
14.2.2 双代号网络图的绘制 ·····	423
14.2.3 双代号网络计划时间参数的计算 ·····	424
14.3 单代号网络计划·····	427
14.3.1 单代号网络图的构成与基本符号 ·····	428
14.3.2 单代号网络图的绘制 ·····	428
14.3.3 单代号网络计划时间参数的计算 ·····	428
14.3.4 关键工作与关键线路 ·····	430
14.4 双代号时标网络计划·····	430
14.4.1 时标网络计划的编制方法 ·····	431
14.4.2 时标网络计划中时间参数的判定 ·····	431
14.4.3 关键线路的确定 ·····	432
14.5 网络计划优化·····	433
14.5.1 工期优化 ·····	433
14.5.2 时间-费用优化·····	433
14.5.3 资源优化 ·····	434
14.6 网络计划的计算机辅助·····	436
14.6.1 一般层次进度计划管理软件 ·····	437
14.6.2 高层次进度计划管理软件 ·····	438
14.6.3 Microsoft Project 编制进度计划的步骤 ·····	439
思考题与习题·····	441
第 15 章 单位工程施工组织设计 ·····	443
15.1 单位工程施工组织设计的内容、编制依据和编制程序·····	443
15.1.1 单位工程施工组织设计的内容 ·····	443
15.1.2 单位工程施工组织设计的编制依据 ·····	445
15.1.3 单位工程施工组织设计的编制程序 ·····	445
15.2 施工方案的选择·····	445
15.2.1 单位工程的施工程序 ·····	445
15.2.2 单位工程的施工起点流向·····	447
15.2.3 分部分项工程的施工顺序·····	447
15.2.4 选择施工方法和施工机械 ·····	448
15.3 施工进度计划·····	450

15.3.1	施工进度计划编制的依据和程序	450
15.3.2	施工进度计划的编制	450
15.4	资源需要量计划	452
15.4.1	劳动力需要量计划	452
15.4.2	主要材料需要量计划	453
15.4.3	构件和半成品需要量计划	453
15.4.4	施工机械需要量计划	453
15.5	施工平面设计	454
15.5.1	单位工程施工平面设计的内容	454
15.5.2	设计原则	454
15.5.3	设计步骤	454
15.5.4	施工平面图绘制要求	456
15.5.5	施工现场的动态特性	456
15.6	主要技术组织措施	456
15.6.1	质量措施	456
15.6.2	安全措施	457
15.6.3	现场文明施工措施	457
	思考题	457
第 16 章	施工组织总设计	458
16.1	施工组织总设计的内容	458
16.2	施工部署和施工方案	458
16.2.1	建立施工项目的组织	458
16.2.2	编制施工准备工作计划	459
16.2.3	确定工程开展程序	459
16.2.4	主要项目施工方案	460
16.3	施工总进度计划	460
16.3.1	项目划分及计算工程项目工程量	460
16.3.2	确定各单位工程的施工期限	460
16.3.3	确定各单位工程的开、竣工时间和相互搭接关系	461
16.3.4	施工总进度计划的安排	461
16.4	资源需要量计划	461
16.4.1	劳动力需要量计划	461
16.4.2	各种物资需要量计划	462
16.4.3	施工机械需要量计划	462
16.5	暂设工程	463
16.5.1	工地加工厂组织	463
16.5.2	工地仓库组织	463
16.5.3	办公、生活福利设施组织	465

16.5.4	工地供水组织	465
16.5.5	工地临时供电组织	469
16.6	施工总平面图	470
16.6.1	施工总平面图设计的内容	470
16.6.2	施工总平面图设计的原则	471
16.6.3	施工总平面图设计所依据的资料	471
16.6.4	施工总平面图的设计步骤	471
16.6.5	施工总平面图的科学管理	472
	思考题	472
	主要参考文献	473

第1章 土方工程

提示：本章主要研究建筑场地和基坑（槽）施工的基本理论知识和施工技术，包括土的基本性质，土方的开挖、运输和压实，与基坑（槽）施工密切相关的施工排水，基坑边坡稳定措施也是土方工程中重要的施工项目。

教学要求：了解施工中土的相关性质；了解影响土方边坡稳定的因素；了解基坑排水方法及要求；掌握土方工程量计算方法；熟悉用线性规划进行土方调配的方法。

土木工程施工中，常见土石方工程内容有场地平整、基坑（槽）与管沟开挖、路基开挖、人防工程开挖、地坪填土、路基填筑和基坑回填等，以及排水、降水、土壁支撑等准备工作和辅助工程。

土方工程施工往往具有工程量大、劳动繁重和施工条件复杂等特点；土方工程施工又受气候、水文、地质、场地限制、地下障碍等因素的影响，加大了施工的难度。因此，在组织土方工程施工前，应详细分析与核对各项技术资料（如地形图、工程地质和水文地质勘察资料、地下管道、电缆和地下地上构筑物情况及土方工程施工图等），进行现场调查并根据现有施工条件，制订出技术可行经济合理的施工方案。

土方工程施工的原则：组织土石方工程施工，尽可能采用机械化施工，在条件不够或机械设备不足时，则应创造条件，采取半机械化和革新工具相结合的方法，以代替或减轻繁重的体力劳动。另外，要合理安排施工计划，尽可能不安排在雨季施工，否则，应做好防洪排水等准备。此外，为了降低土方工程施工费用，贯彻不占或少占农田和可耕地并有利于保护自然地貌和环境的原则，做出土石方的合理调配方案，统筹安排。

1.1 土的工程分类及性质

1.1.1 土的工程分类

土的种类繁多，从不同技术角度，分类方法各异。按施工时开挖难易程度分为八类（表 1.1）。土的开挖难易程度直接影响土方工程的施工方案，劳动量消耗和工程费用。

表 1.1 土的工程分类

类 别	土 的 名 称	开 挖 方 法	可松性系数	
			K_s	K'_s
第一类 (松软土)	砂, 粉土, 冲积砂土层, 种植土, 泥炭 (淤泥)	用锹、锄头挖掘	1.08~1.17	1.01~1.04
第二类 (普通土)	粉质黏土, 潮湿的黄土, 夹有碎石、卵石的砂, 种植土, 填筑土和粉土	用锹、锄头挖掘, 少许用镐翻松	1.14~1.28	1.02~1.05
第三类 (坚土)	软及中等密实黏土, 重粉质黏土, 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, 部分用撬棍	1.24~1.30	1.04~1.07
第四类 (砾砂坚土)	重黏土及含碎石、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	先用镐、撬棍, 然后用锹挖掘, 部分用楔子及大锤	1.26~1.37	1.06~1.09
第五类 (软石)	硬石炭纪黏土, 中等密实的叶岩、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, 部分用爆破方法	1.30~1.45	1.10~1.20
第六类 (次坚石)	泥岩, 砂岩, 砾岩, 坚实的叶岩、泥灰岩, 密实的石灰岩, 风化花岗岩、片麻岩	用爆破方法, 部分用风镐	1.30~1.45	1.10~1.20
第七类 (坚石)	大理岩, 辉绿岩, 玢岩, 粗、中粒花岗岩, 坚实的白云岩、砾岩、砂岩、片麻岩、石灰岩, 风化痕迹的安山岩、玄武岩	用爆破方法	1.30~1.45	1.10~1.20
第八类 (特坚石)	安山岩, 玄武岩, 花岗片麻岩, 坚实的细粒花岗岩、闪长岩、石英岩、辉长岩、辉绿岩、玢岩	用爆破方法	1.45~1.50	1

1.1.2 土的性质

土的工程性质对土方工程施工有直接影响, 也是进行土方施工设计必须掌握的基本数据。土的主要工程性质有土的可松性、原状土经机械压实后的沉降量等; 此外, 还有渗透性、密实度、抗剪强度、土压力等, 这些内容在土力学中有详细分析, 在此不再赘述。

1. 土的可松性

自然状态下的土经开挖后, 其体积因松散而增加, 称为土的最初可松性, 以后虽经回填压实, 仍不能恢复到原来的体积, 称为土的最终可松性。最初可松性系数用 K_s 表示, 最终可松性系数用 K'_s 表示, 即

最初可松性系数

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (1.1)$$

最终可松性系数

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1.2)$$

式中： K_s ——土的最初可松性系数；

K'_s ——土的最终可松性系数；

V_1 ——原土的体积 (m^3)；

V_2 ——原土开挖后的松散体积 (m^3)；

V_3 ——松散后经压实后的体积 (m^3)。

由于土方工程量是以自然状态的体积来计算的，所以在土方调配、计算土方机械生产率及运输工具数量等的时候，必须考虑土的可松性。

各类土的可松性系数如表 1.1 所示。

2. 渗透性

渗透性表示单位时间内水穿透土层距离的能力，以 $\text{m}/\text{昼夜}$ 表示。

法国学者达西根据砂土渗透实验，发现如下关系（达西定律）

$$V = Ki \quad (1.3)$$

$$i = \frac{h}{l} \quad (1.4)$$

式中： V ——渗透水流的速度 (m)；

K ——渗透系数 (m/d)；

i ——水力坡度；

h ——渗流路程水平投影长度 (m)；

l ——渗流路程垂直高差 (m)。

渗透系数是降低地下水中计算涌水量的重要参数。常见土的渗透系数如表 1.2 所示。

表 1.2 土的渗透系数

土的种类	$K/(\text{m}/\text{d})$	土的种类	$K/(\text{m}/\text{d})$
亚黏土、黏土	<0.1	含黏土的中砂及纯细砂	20~25
亚黏土	0.1~0.5	含黏土的细砂及纯中砂	35~50
含亚黏土的粉砂	0.5~1.0	纯粗砂	50~75
纯粉砂	1.5~5.0	粗砂夹砾石	50~100
含黏土的细砂	10~15	砾石	100~200

3. 原状土经机械压实的沉降量

原状土经机械往返压实或经其他压实措施后，会产生一定的沉陷，根据不同土质，其沉降量一般在 3~30cm。其经验公式为