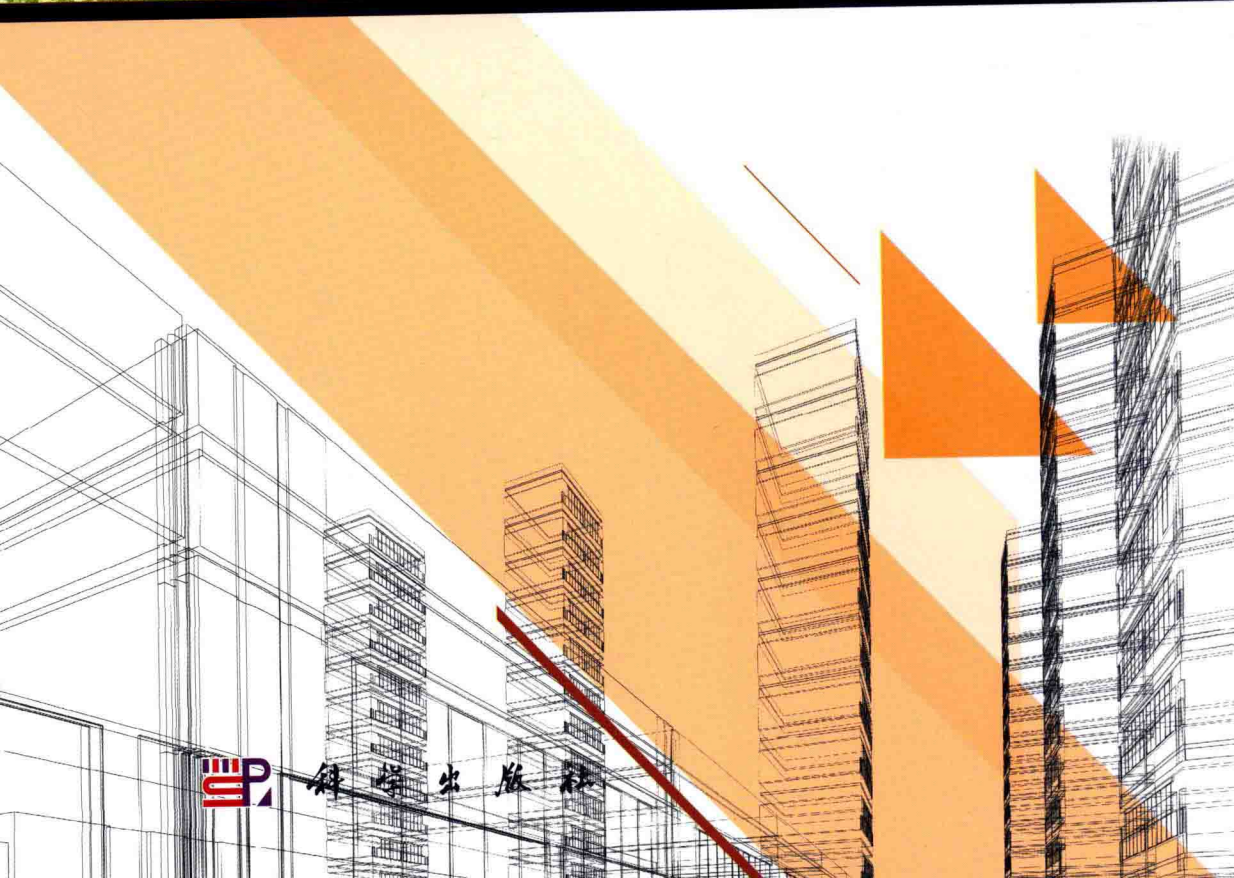


普通高等教育工程应用型系列规划教材

# 土木工程施

主 编 陈 旭  
副主编 张玉生 王雪艳  
主 审 李慧民



科学出版社



## 内 容 简 介

本书按照我国现行土木工程类标准规范进行编写,符合《高等学校土木工程本科指导性专业规范》的要求。本书的主要内容是土木工程施工过程中的主要工种,主要分部分项工程的施工工艺、施工方法、技术措施、要求以及施工组织的规律、原则和方法等。本书共13章,其中施工技术部分9章,包括土方工程、地基处理与基础工程、混凝土结构工程、砌筑工程、脚手架工程、混凝土结构安装工程、装饰工程、钢结构工程、道路工程;施工组织部分4章,包括施工组织概论、流水施工原理、网络计划技术、单位工程施工组织设计。本书实践性强,涉及领域广泛,在每章末附有涵盖本章主要内容的复习思考题,并在书后附录了工程案例,可供教学参考。

本书适合高等院校土木工程专业的师生教学与参考,也可供相关工程技术人员学习与参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工/陈旭主编. —北京:科学出版社,2016.2

普通高等教育工程应用型系列规划教材

ISBN 978-7-03-047282-3

I. ①土… II. ①陈… 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(2016)第022125号

责任编辑:匡敏 李清/责任校对:郭瑞芝

责任印制:霍兵/封面设计:迷底书装

**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>

保定市中美美凯印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2016年2月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2016年2月第一次印刷 印张:21 1/2

字数:509 000

定价:49.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

# 前 言

土木工程施工是高等院校土木工程专业的专业课之一，对培养技术型工程技术人才和推进工程实践教育起着重要作用。

土木工程施工技术涉及面广，综合性、实践性强，新技术、新工艺发展迅速。随着高等教育改革的深入，如何培养适应建筑市场需求、具备工程素质和岗位技能的应用创新型人才是土木工程教育面临的首要问题。土木工程施工课程在教学内容、教学方法、教学手段和教材建设等各方面都应不断更新。

为适应地方高校培养应用创新型高级技术人才的需要，本书在编写时着重突出系统性、实用性、创新性和先进性，力求系统全面地介绍土木工程施工的基本知识和基本理论，科学规范地反映现阶段土木工程施工水平，积极培养学生的实践能力和创新精神，使学生了解和掌握现行规范体系，具备运用专业知识分析和解决工程实际问题的能力。本书编写以新颁布的施工手册为参考，重点突出主要分部分项工程的施工工艺，反映当前施工实践，适应新型建筑施工技术的发展要求。同时，注重结合当前建筑业执业资格考试的要求，在语言、公式组织表达上力求与考试用书统一。本书在每章末附有涵盖本章主要内容的复习思考题，并在书后附录了工程案例，以方便教师的教学和帮助学生巩固所学知识。

本书适合高等院校土木工程专业的师生教学与参考，也可供相关工程技术人员学习与参考。

本书由陈旭主编，李慧民主审。第1章由西安工程大学王雪艳、陕西职业技术学院张玉生编写，第2章由西安建筑科技大学王婉莹、于露编写，第3章由西安建筑科技大学王莉、杜明明编写，第4章由西安建筑科技大学王莉、王婉莹编写，第5章由西安建筑科技大学李卢燕、陈旭编写，第6章由西安建筑科技大学陈旭、于露编写，第7章由西安建筑科技大学万婷婷、杜明明编写，第8章由西安建筑科技大学裴巧玲、万婷婷编写，第9章由西安建筑科技大学陈旭、杜明明、于露编写，第10章由西安建筑科技大学万婷婷、裴巧玲、西安工程大学王雪艳编写，第11章由西安建筑科技大学裴巧玲、陈旭编写，第12章由西安建筑科技大学陈旭、李卢燕编写，第13章由西安建筑科技大学陈旭、裴巧玲、陕西职业技术学院张玉生编写。全书由陈旭主编并统稿。

本书在编写过程中参考了许多文献和资料，在此对各位作者表示衷心的感谢！

由于作者水平有限，书中还有一些不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2015年12月

# 目 录

24	1.2.3 常用土方填筑与压实的方法	1.2.3
20	复习思考题	1.2.3
28	第2章 地基处理与基础工程	2.0
50	2.1 地基处理与加固	2.0
60	2.1.1 土桩和灰土挤密桩	2.0
60	2.1.2 振冲法	2.0
60	2.1.3 高压喷射注浆法	2.0
60	2.2 浅基础工程	2.0
60	2.2.1 砖石基础	2.0
60	2.2.2 独立基础	2.0
60	2.2.3 筏形基础	2.0
60	2.2.4 箱形基础	2.0
60	2.3 深基础工程	2.0
<b>前言</b>		
<b>第1章 土方工程</b>		
10	1.1 土的工程分类与工程性质	1
10	1.1.1 土的工程分类	1
10	1.1.2 土的工程性质	2
10	1.2 土方工程量的计算	3
10	1.2.1 基坑、基槽的土方量计算	4
10	1.2.2 场地平整的土方量计算	4
10	1.3 土方工程的机械化施工	10
10	1.3.1 推土机	10
10	1.3.2 铲运机	11
10	1.3.3 单斗挖土机	11
10	1.3.4 土方机械的选择	12
10	1.4 土方工程中的辅助工程	13
10	1.4.1 边坡支护与流砂防治	13
10	1.4.2 集水坑降水	21
10	1.4.3 井点降水	22
10	1.5 土方填筑与压实	30
10	1.5.1 土料选择与填筑方法	30
10	1.5.2 填土压实方法	31
10	1.5.3 影响填土压实的因素	32
10	1.5.4 填土压实的质量检验	33
10	复习思考题	34
<b>第2章 地基处理与基础工程</b>		
10	2.1 地基处理与加固	35
10	2.1.1 土桩和灰土挤密桩	35
10	2.1.2 振冲法	37
10	2.1.3 高压喷射注浆法	39
10	2.2 浅基础工程	40
10	2.2.1 砖石基础	40
10	2.2.2 独立基础	41
10	2.2.3 筏形基础	41
10	2.2.4 箱形基础	43
10	2.3 深基础工程	43

2.3.1	预制桩	43
2.3.2	灌注桩施工	50
2.3.3	地下连续墙施工	58
	复习思考题	62
<b>第3章</b>	<b>混凝土结构工程</b>	<b>63</b>
3.1	钢筋工程	63
3.1.1	混凝土工程用钢筋的一般规定	63
3.1.2	高效钢筋在工程中的应用	64
3.1.3	钢筋的连接	65
3.1.4	钢筋配料计算	67
3.1.5	钢筋的加工与骨架安装	70
3.2	模板工程	72
3.2.1	模板系统的组成与基本要求	72
3.2.2	定型组合钢模板	73
3.2.3	组合钢模板配板设计	79
3.2.4	模板的拆除	80
3.2.5	模板早拆体系	81
3.2.6	大模板与台模、隧道模	84
3.3	混凝土工程	86
3.3.1	混凝土的配料与制备	86
3.3.2	混凝土的运输	89
3.3.3	混凝土的浇筑与捣实	94
3.3.4	混凝土的养护	98
3.3.5	混凝土的质量检查	98
3.4	特殊条件下的混凝土施工	102
3.4.1	大体积混凝土施工工艺	102
3.4.2	混凝土冬季施工	104
3.5	预应力混凝土施工	109
3.5.1	预应力混凝土先张法	110
3.5.2	预应力混凝土后张法	115
3.5.3	无黏结预应力混凝土	125
	复习思考题	129
<b>第4章</b>	<b>砌筑工程</b>	<b>131</b>
4.1	砌筑材料	131
4.1.1	块材	131
4.1.2	砂浆	132
4.2	砌筑施工工艺	133
4.2.1	砌砖施工	133
4.2.2	砌石施工	137

181	4.2.3 混凝土小型空心砌块的施工	137
581	复习思考题	138
<b>第5章 脚手架工程</b>		139
581	5.1 扣件式钢管脚手架	139
581	5.1.1 基本构造	139
581	5.1.2 搭设要求	141
481	5.2 碗扣式钢管脚手架	142
481	5.2.1 基本构造	142
481	5.2.2 搭设要求	143
781	5.3 升降式脚手架	143
881	5.3.1 自升降式脚手架	143
901	5.3.2 互升降式脚手架	145
901	5.3.3 整体升降式脚手架	146
381	5.4 悬挑式脚手架与吊脚手架	148
581	5.4.1 悬挑式脚手架	148
481	5.4.2 吊脚手架	148
281	复习思考题	149
<b>第6章 混凝土结构安装工程</b>		150
281	6.1 起重机械与设备	150
781	6.1.1 履带式起重机	150
005	6.1.2 汽车式起重机	152
005	6.1.3 轮胎式起重机	153
101	6.1.4 塔式起重机	153
505	6.2 单层工业厂房结构安装	156
805	6.2.1 结构安装前的准备工作	156
515	6.2.2 构件吊装工艺	157
515	6.2.3 结构吊装方案	164
715	复习思考题	171
<b>第7章 装饰工程</b>		172
715	7.1 抹灰工程	172
815	7.1.1 抹灰的组成和分类	172
055	7.1.2 抹灰基层表面的处理	173
550	7.1.3 一般抹灰的施工工艺	173
155	7.1.4 装饰抹灰施工工艺	175
555	7.2 饰面工程	176
555	7.2.1 饰面砖镶贴	177
555	7.2.2 玻璃幕墙	177
555	7.2.3 金属幕墙	179
255	7.2.4 石材幕墙	180

751	复习思考题	181
54	<b>第 8 章 钢结构工程</b>	182
921	8.1 钢结构的材料	182
921	8.1.1 建筑钢材的钢号	182
921	8.1.2 建筑结构钢材的品种、选用及验收	183
141	8.1.3 钢结构对钢材性能要求	183
541	8.1.4 建筑结构钢材代用的注意事项	184
541	8.2 钢结构单层工业厂房吊装	184
841	8.2.1 钢结构吊装准备	184
841	8.2.2 钢结构吊装	187
841	8.3 高层钢结构安装	189
841	8.3.1 高层钢结构安装的基本要求	190
841	8.3.2 安装前的准备工作	190
841	8.3.3 钢柱、梁吊装与校正	191
841	8.3.4 安全施工措施	193
841	复习思考题	194
54	<b>第 9 章 道路工程</b>	195
921	9.1 土质路基施工	195
921	9.1.1 简述	195
921	9.1.2 土质路基施工	197
921	9.2 路面工程施工	200
921	9.2.1 简述	200
921	9.2.2 路面施工组织	201
921	9.2.3 路面基层施工	203
921	9.2.4 沥青路面施工	208
921	9.2.5 水泥混凝土路面施工	213
921	复习思考题	216
54	<b>第 10 章 施工组织概论</b>	217
541	10.1 土木工程产品及其生产特点	217
541	10.1.1 土木工程产品的特点	217
541	10.1.2 土木工程产品生产的特点	218
541	10.2 施工准备工作	220
541	10.2.1 建设前期的施工准备	220
541	10.2.2 单位工程开工前的施工准备	221
541	10.2.3 施工期间的常态性准备工作	223
541	10.2.4 冬、雨期施工准备工作	223
541	10.3 施工组织设计	224
541	10.3.1 施工组织设计的作用	224
541	10.3.2 施工组织设计的编制原则与依据	225



10.3.3	施工组织设计的基本内容及其分类	226
	复习思考题	227
<b>第 11 章</b>	<b>流水施工原理</b>	<b>228</b>
11.1	流水施工的基本概念及主要参数	228
11.1.1	流水施工的概念	228
11.1.2	流水施工的主要参数	231
11.1.3	流水施工的表达方式	236
11.2	流水施工的组织形式	237
11.2.1	流水施工的分类	237
11.2.2	等节奏流水	238
11.2.3	异节奏流水	244
11.2.4	无节奏流水	249
	复习思考题	251
<b>第 12 章</b>	<b>网络计划技术</b>	<b>253</b>
12.1	网络图的基本概念	253
12.1.1	网络图的概念及其分类	253
12.1.2	网络图的特点	253
12.2	双代号网络图	254
12.2.1	双代号网络图的组成	254
12.2.2	双代号网络图的绘制	255
12.2.3	双代号网络图的计算	260
12.3	单代号网络图	268
12.3.1	单代号网络图的组成	268
12.3.2	单代号网络图的绘制	269
12.3.3	单代号网络图的计算	270
12.4	搭接网络计划	273
12.4.1	工作的基本搭接关系	274
12.4.2	单代号搭接网络图的绘制	275
	12.4.3 单代号搭接网络图的计算	277
	复习思考题	281
<b>第 13 章</b>	<b>单位工程施工组织设计</b>	<b>283</b>
13.1	单位工程施工组织设计概述	283
13.1.1	单位工程施工组织设计的编制依据	283
13.1.2	单位工程施工组织设计的编制内容	284
13.1.3	单位工程施工组织设计的编制程序	286
13.2	施工方案设计	287
13.2.1	确定施工程序	287
13.2.2	确定施工流向	288
13.2.3	确定施工顺序	289

13.2.4	确定施工方法	294
13.2.5	选择施工机械	296
13.3	施工进度计划和资源需要量计划	296
13.3.1	单位工程施工进度计划的作用	296
13.3.2	施工进度计划的编制依据	296
13.3.3	施工进度计划的组成及表示方法	297
13.3.4	单位工程施工进度计划的编制步骤	297
13.3.5	单位工程资源需要量计划	302
13.4	施工平面设计	303
13.4.1	单位工程施工平面图的内容	303
13.4.2	单位工程施工平面图设计的依据	304
13.4.3	单位工程施工平面图的设计原则	304
13.4.4	单位工程施工平面图的设计步骤	305
13.5	施工技术组织措施	310
13.5.1	保证工程质量措施	310
13.5.2	安全施工措施	311
13.5.3	降低成本措施	311
13.5.4	工期保证措施	311
13.5.5	现场文明施工措施	312
13.5.6	环境保护措施	312
13.6	施工组织设计的技术经济分析	312
13.6.1	技术经济分析的目的	312
13.6.2	技术经济分析的基础要求	312
13.6.3	技术经济指标体系	312
13.6.4	单位工程施工组织设计技术经济分析的重点	313
	复习思考题	313
	参考文献	315
	附录 《土木工程施工技术》案例	316

# 第1章 土方工程

## 本章知识点

【知识点】 土的工程分类，土方工程量的计算，基坑边坡稳定及支护结构，基坑开挖的降水方案与轻型井点系统的设计，填土压实方法及要求，土方工程的机械化施工。

【重点】 土的可松性，土方工程量的计算，边坡塌方的原因及防治，轻型井点系统设计。

【难点】 利用土的可松性系数进行土方量的计算，轻型井点系统设计。

土方工程是道路、桥梁、水利、建筑、地下等各种土木工程施工的首项工程，主要包括土的开挖、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。在土木工程中，最常见的土方工程有：场地平整、基坑(槽)开挖、地坪填土、路基填筑及基坑回填土等。

土方工程量覆盖面广，劳动繁重，施工条件复杂，受气候、水文、地质、地下障碍等因素影响较大，不确定因素多，存在较大的危险性。因此在施工前必须做好调查研究，选择合理的施工方案，采用先进的施工方法和机械化施工，以保证工程的质量与安全。

## 1.1 土的工程分类与工程性质

### 1.1.1 土的工程分类

土的分类方法较多，在土方工程和工程定额中，根据开挖难易程度分为八类，如表 1-1 所示。前四类为一般土，后四类为岩石。只有正确区分和鉴别土的种类，才能合理选择施工方法，准确套用工程定额，完成土方工程的计量与计价工作。

表 1-1 土的工程分类与开挖方法

类别	土的名称	开挖方法	密度 /(t/m <sup>3</sup> )	可松性系数	
				$K_s$	$K'_s$
一类土 (松软土)	砂，粉土，冲积砂土层，种植土，泥炭(淤泥)	用锹、锄头挖掘	0.6~1.5	1.08~1.17	1.01~1.04
二类土 (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	1.1~1.6	1.14~1.28	1.02~1.05
三类土 (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、压实的填土	主要用镐，少许用锹、锄，部分用撬棍	1.75~1.9	1.24~1.30	1.04~1.07
四类土 (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	主要用镐、撬棍，部分用楔子及大锤	1.8~1.95	1.26~1.37	1.06~1.09

续表

类别	土的名称	开挖方法	密度 /(t/m <sup>3</sup> )	可松性系数	
				$K_s$	$K'_s$
五类土 (软石)	硬石炭纪黏土, 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, 部分用爆破方法	1.1~2.7	1.30~1.45	1.10~1.20
六类土 (次坚石)	泥岩, 砂岩, 砾岩, 坚实的页岩、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	2.2~2.9	1.30~1.45	1.10~1.20
七类土 (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, 风化痕迹的安山岩、玄武岩	用爆破方法	2.5~3.1	1.30~1.45	1.10~1.20
八类土 (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	用爆破方法	2.7~3.3	1.45~1.50	1.20~1.30

### 1.1.2 土的工程性质

土有多种工程性质, 其中对土方工程施工影响较大的有土的密度、含水量、渗透性和可松性等。

#### 1. 土的密度

土的密度可分为天然密度和干密度。土的天然密度是指土在天然状态下单位体积的质量, 用  $\rho$  表示, 它与土的密实程度和含水量有关, 在选择装载汽车运土时, 可用天然密度将载重量折算成体积; 土的干密度是指单位体积土中固体颗粒的质量, 用  $\rho_d$  表示, 它在一定程度上反映了土颗粒排列的紧密程度, 可用来作为填土压实质量的控制指标。

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-1)$$

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (1-2)$$

式中,  $m$  为土的总质量;  $V$  为土的总体积;  $m_s$  为土中固体颗粒的质量。

#### 2. 土的含水量

土的含水量  $w$  是土中所含的水与土的固体颗粒间的质量比, 以百分数表示。土的含水量影响土方施工方法的选择、边坡的稳定和回填土的质量, 它随外界雨、雪、地下水影响而变化。一般土的含水量超过 20% 时就会使运土汽车打滑或陷轮, 达到 25%~30% 时, 机械化施工就难以进行。在填土施工中则需控制“最佳含水量  $w_{op}$ ” (砂土的最佳含水量为 8%~12%, 黏土为 19%~23%), 方能在夯压时获得最大干密度, 而含水量过大则会产生橡皮土现象, 填土无法夯实, 土的含水量对土方边坡稳定性也有直接影响。

#### 3. 土的渗透性

土的渗透性是指土体中水可以渗流的性能, 一般以渗透系数  $K$  表示。从达西地下水流

动速度公式  $v=KI$ ，可以看出渗透系数  $K$  的物理意义，即当水力坡度  $I$  (如图 1-1 中水头差  $\Delta h$  与渗流距离  $L$  之比) 为 1 时地下水的渗透速度。 $K$  值大小反映了土渗透性的强弱。不同土质，其渗透系数有较大的差异，如黏土的渗透系数小于  $0.1\text{m/d}$ ，细砂为  $5\sim 10\text{m/d}$ ，而砾石则为  $100\sim 200\text{m/d}$ 。

在排水降低地下水位时，需根据土层的渗透系数确定降水方案和计算涌水量；在土方填筑时，也需根据不同土料的渗透系数确定铺填顺序。

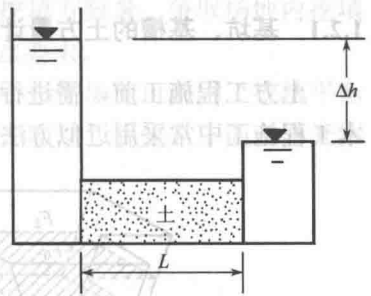


图 1-1 水力坡度示意图

#### 4. 土的可松性

土具有可松性，土的可松性是土经开挖后组织破坏、体积增加，虽经回填压实仍不能恢复成原来体积的性质，可用最初可松性系数  $K_s$  和最终可松性系数  $K'_s$  表示，即

$$\text{最初可松性系数: } K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (1-3)$$

$$\text{最终可松性系数: } K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-4)$$

式中， $V_1$  为土在天然状态下的体积； $V_2$  为土经开挖后的松散体积； $V_3$  为土经填筑压实后的体积。

土的可松性对土方量的平衡调配，确定运土机具的数量及弃土坑的容积，以及计算填方所需的挖方体积、确定预留回填用土的体积和堆场面积等均有很大的影响。

土的可松性与土质及其密实程度有关，其相应的可松性系数如表 1-1 所示。

【例题 1-1】某土方工程施工一条形基础，基础截面面积均值为  $2.5\text{m}^2$ ，基底挖深为  $1.5\text{m}$ ，基底宽度为  $2.0\text{m}$ ，边坡坡度为  $1:0.5$ 。地基为粉土，可松性系数  $K_s=1.25$ ， $K'_s=1.05$ 。求每完成  $100\text{m}$  基槽施工的挖方量、需留填方用松土量和弃土量。

$$\text{解: 挖方量 } V_1 = \frac{2 + (2 + 2 \times 1.5 \times 0.5)}{2} \times 1.5 \times 100 = 412.4(\text{m}^3)$$

$$\text{填方量 } V_3 = 412.5 - 2.5 \times 100 = 162.5(\text{m}^3)$$

$$\text{填方需留松土体积 } V_{2\text{留}} = \frac{V_3}{K'_s} = \frac{162.5 \times 1.25}{1.05} = 193.5(\text{m}^3)$$

$$\text{弃土量(松散) } V_{2\text{弃}} = V_1 K_s - V_{2\text{留}} = 412.5 \times 1.25 - 193.5 = 322.1(\text{m}^3)$$

## 1.2 土方工程量的计算

土方工程施工开始前应做好如下准备工作：制定施工方案、场地清理和排除地面水，修筑好临时道路及供水、供电等设施；做好材料、机具、物资及人员的准备工作；设置测量控制网，打设方格网控制桩，进行建筑物、构筑物的定位放线等；根据土方施工设计做好边坡稳定、基坑(槽)支护、降低地下水位等辅助工作。

### 1.2.1 基坑、基槽的土方量计算

土方工程施工前，需进行土方工程量计算，由于基坑、基槽的实际体型比较复杂，土木工程施工中常采用近似方法计算，计算简图如图 1-2 所示。

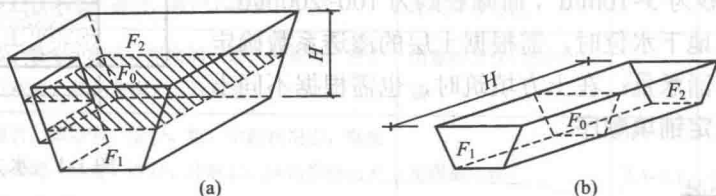


图 1-2 基坑、基槽工程土方计算简图

当基坑上口与下底两个面平行时(图 1-2(a))，其土方量即可按拟柱体法计算，即

$$V = \frac{H}{6}(F_1 + 4F_0 + F_2) \quad (1-5)$$

式中， $H$  为基坑深度(m)； $F_1$ 、 $F_2$  为基坑上下两底面积( $m^2$ )； $F_0$  为  $F_1$  与  $F_2$  之间的中截面面积( $m^2$ )。

纵向延伸较长的基槽或路堤(图 1-3)的土方量计算，常用断面法。当地面不平时，先沿长度方向分段，各段的长短是按长度方向的地形变化特点及要求计算精度而定，取 10m 或 20m 不等。然后根据地形图或现场实测标高，分别绘制各段的两端断面图，逐一计算出断面面积和各段土方量体积，得总土方量，即

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n = \frac{A_1 + A_2}{2} l_1 + \frac{A_2 + A_3}{2} l_2 + \dots + \frac{A_{n-1} + A_n}{2} l_{n-1} \quad (1-6)$$

式中， $V$  为基槽或路堤的土方总体积； $V_1$ 、 $V_2$ 、 $\dots$ 、 $V_n$  为基槽或路堤各段的土方体积； $A_1$ 、 $A_2$ 、 $\dots$ 、 $A_n$  为各段端部的横断面面积； $l_1$ 、 $l_2$ 、 $\dots$ 、 $l_{n-1}$  为各段的长度。

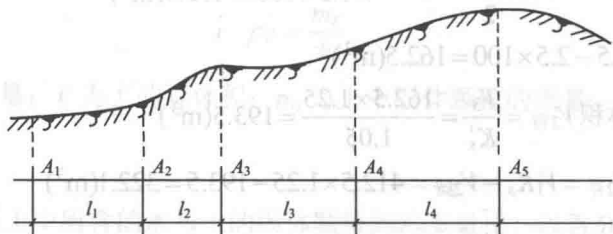


图 1-3 基槽或路堤纵断面

### 1.2.2 场地平整的土方量计算

场地平整指厚度在  $\pm 30\text{cm}$  以内的就地挖填找平。通常平整的方法是挖高填低，使场地实现平整的施工。场地平整前，要确定场地的设计标高，计算挖方和填方的工程量，然后确定挖方和填方的平衡调配方案，再选择土方机械，拟定施工方案。

对较大面积的场地平整，选择设计标高具有重要意义。选择设计标高时应遵循以下原

则：要满足生产工艺和运输的要求；尽量利用地形，以减少挖填方数量；争取场地内挖填方平衡，使土方运输费用最少；要有一定泄水坡度，满足排水要求。

场地设计标高一般应在设计文件上规定。若未规定，对中小型场地可采用“挖填平衡法”确定；对大型场地宜作竖向规划设计，采用“最佳设计平面法”确定。下面主要介绍“挖填平衡法”的原理和步骤。

## 1. 确定场地设计标高

### 1) 初步设计标高

本着场地内总挖方量等于总填方量的原则确定。首先将场地划分成有若干个方格的方格网，每格的大小依据场地平坦程度确定，一般边长为10~40m，如图1-4(a)所示。

其次找出各方格角点的地面标高。当地形平坦时，可根据地形图上相邻两等高线的标高，用插入法求得。当地形起伏或无地形图时，可用一定精度的测量测绘仪器测出。

按照挖填方平衡的原则，如图1-4(b)所示，场地设计标高即各个方格平均标高的平均值。可按式(1-7)计算：

$$H_0 = \frac{\sum(H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22})}{4N} \quad (1-7)$$

式中， $H_0$  为所计算的场地设计标高(m)； $N$  为方格数量； $H_{11}$ 、 $\dots$ 、 $H_{22}$  为任一方格的四个角点的标高(m)。

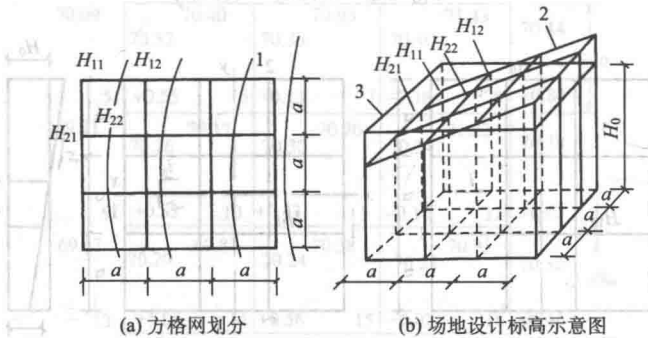


图 1-4 场地设计标高  $H_0$  计算示意图

1-等高线；2-自然地面；3-场地设计标高平面

从图1-4(a)可以看出， $H_{11}$  系一个方格的角点标高， $H_{12}$  及  $H_{21}$  系相邻两个方格的公共角点标高， $H_{22}$  系相邻四个方格的公共角点标高。如果将所有方格的四个角点全部相加，则它们在式(1-7)中分别要加一次、两次、四次。

如令  $H_1$  表示 1 个方格仅有的角点标高， $H_2$  表示 2 个方格共有的角点标高， $H_3$  表示 3 个方格共有的角点标高， $H_4$  表示 4 个方格共有的角点标高，则场地设计标高  $H_0$  可改写成：

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4N} \quad (1-8)$$

### 2) 场地设计标高的调整

按上述计算的标高进行场地平整时，场地将是一个水平面。但实际上场地均需有一定

的泄水坡度。因此需根据排水要求，确定出各方格角点的实际设计标高。

(1) 单向泄水时各方格角点的设计标高。  
当场地只向一个方向泄水时(图 1-5(a))，应以计算出的设计标高  $H_0$ (或调整后的设计标高  $H_0'$ ) 作为场地中心线的标高，场地内任一点的设计标高为

$$H_n = h_0 \pm li \tag{1-9}$$

式中， $H_n$  为场地内任意一方格角点的设计标高(m)； $l$  为该方格角点至场地中心线的垂直距离(m)； $i$  为场地泄水坡度(一般不小于 0.2%)； $\pm$  表示该点应比  $H_0$  高则用“+”，反之用“-”。

例如，在图 1-5(a)中，角点 10 的设计标高为

$$H_{10} = H_0 - 0.5ai$$

(2) 双向泄水时各方格角点的设计标高。

当场地向两个方向泄水时(图 1-5(b))，应以计算出的设计标高  $H_0$ (或调整后的标高  $H_0'$ ) 作为场地中心点的标高，场地内任意一点的设计标高为

$$H_n = H_0 \pm l_x i_x \pm l_y i_y \tag{1-10}$$

式中， $l_x$ 、 $l_y$  为该点在  $x-x$ 、 $y-y$  方向上距场地中心点的垂直距离； $i_x$ 、 $i_y$  为场地在  $x-x$ 、 $y-y$  方向上的泄水坡度。

例如，在图 1-5(b)中，角点 10 的设计标高为

$$H_{10} = H_0 - 0.5ai_x - 0.5 ai_y$$

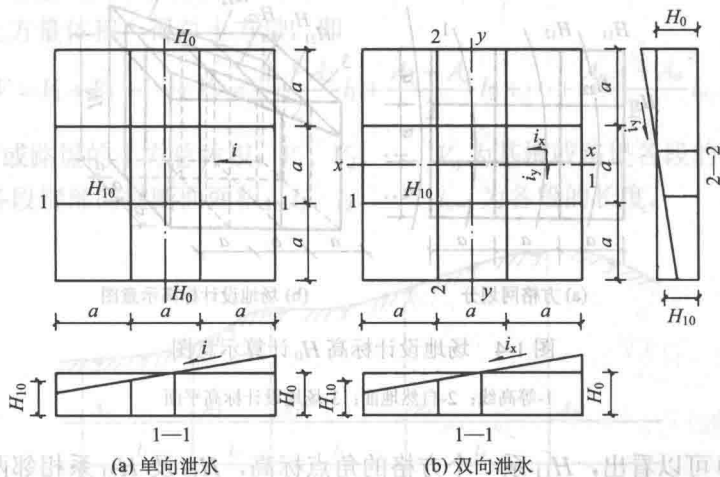


图 1-5 场地泄水坡度示意图

【例题 1-2】某建筑场地方格网划分情况，自然地面标高如图 1-6 所示，方格边长  $a=20\text{m}$ 。泄水坡度  $i_x=2\text{‰}$ ， $i_y=3\text{‰}$ ，不考虑土的可松性及其他影响，试确定方格各角点的设计标高。

解：(1) 初算设计标高

$$\begin{aligned}
 H_0 &= (\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 3\Sigma H_3 + 4\Sigma H_4) / (4N) \\
 &= [70.09 + 71.43 + 69.10 + 70.70 + 2 \times (70.40 + 70.95 + 69.71 + 71.22 + 69.37 + 70.95 + 69.62 + 70.20) \\
 &\quad + 4 \times (70.17 + 70.70 + 69.81 + 70.38)] / (4 \times 9) = 70.29 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$



(2) 调整设计标高

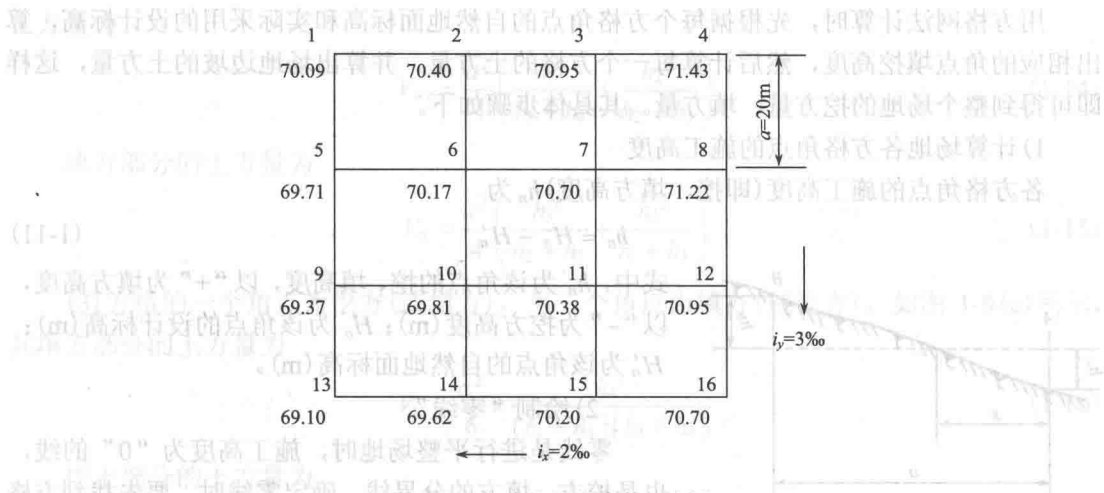
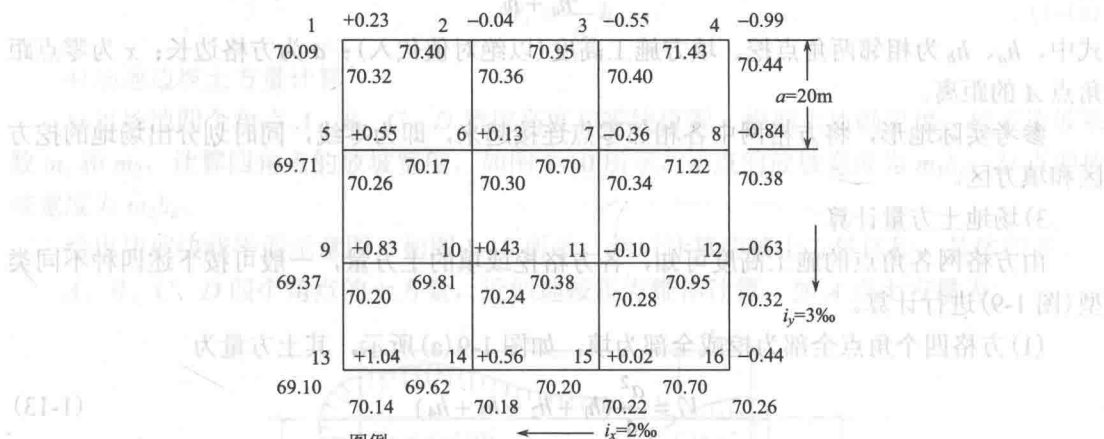


图 1-6 某建筑场地方格网划分

$$H_n = H_0 \pm l_x i_x \pm l_y j_y$$

$$H_1 = 70.29 - 30 \times 2\text{‰} + 30 \times 3\text{‰} = 70.32 \text{ (m)}$$

其他如图 1-7 所示。



图例:

角点编号	施工高度
地面标高	设计标高

图 1-7 方格网角点设计标高及施工高度

除考虑排水坡度外，由于土具有可松性，填土会有剩余，也需相应地提高设计标高。场内挖方和填土以及就近借、弃土，均会引起场地挖或填方量的变化，必要时需调整设计标高。

2. 场地土方量计算

场地平整土方量的计算方法通常有方格网法和断面法两种。方格网法适用于地形较为