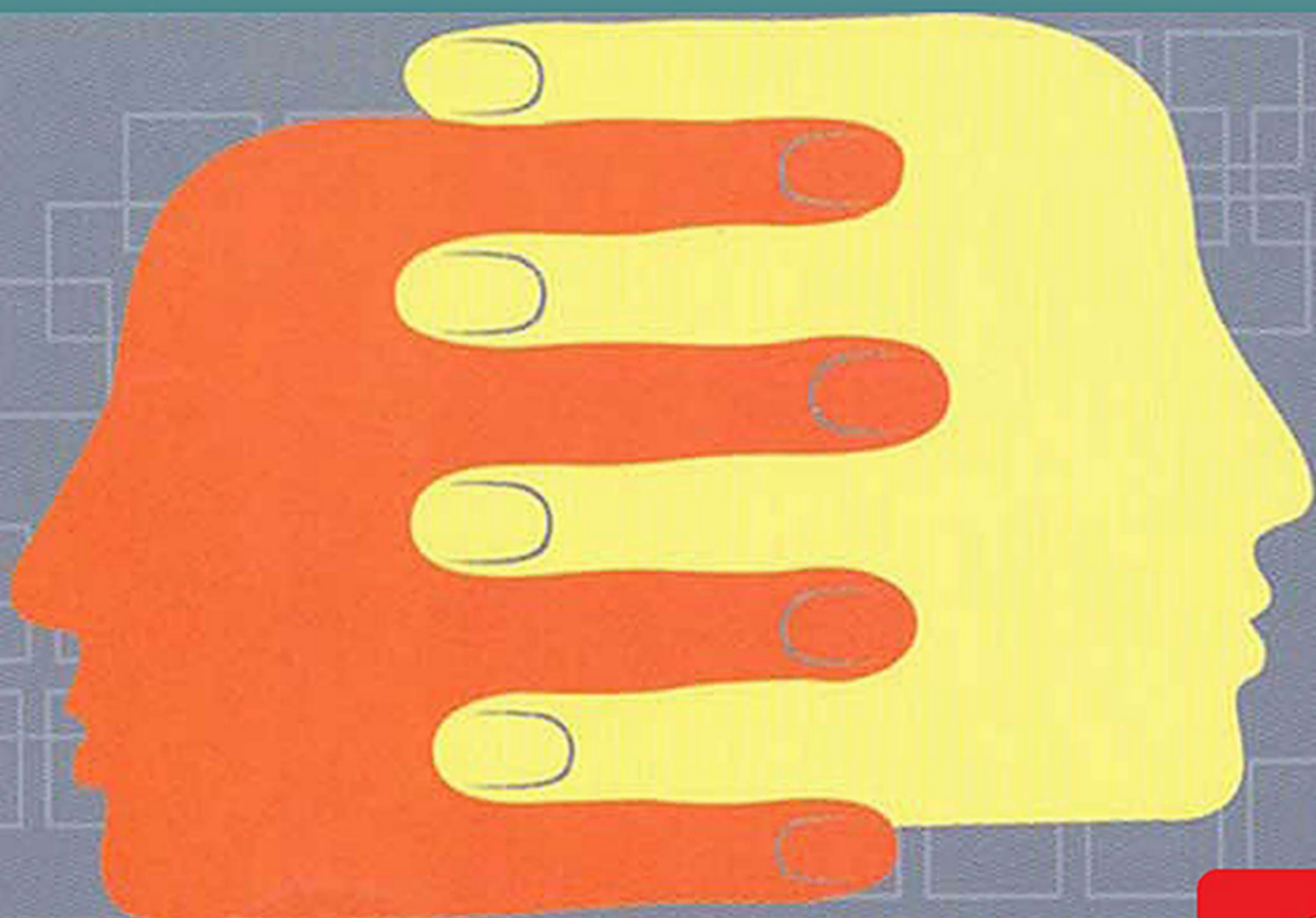


建筑施工技术

主编 沈文军 周兵役



北京理工大学出版社



“十三五”示范性高职院校建设成果教材

建筑施工技术

主 编 沈文军 周兵役

副主编 刘启利

内 容 提 要

本书按照高职高专人才培养目标以及专业教学改革的要求,根据我国现行国家规范和行业施工标准编写而成。全书以理论满足“必需、够用”为原则,以“讲清概念、强化应用”为主旨,以建筑工程工艺流程为主线,分别讲述土方工程、桩基础工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程、预应力工程、结构安装工程、防水工程及装饰工程。

本书可作为高职高专院校建筑工程技术、工程造价、建设工程监理、建筑工程管理等专业的教材,也可作为工程技术人员的参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术 / 沈文军, 周兵役主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2017.1(2017.2重印)
ISBN 978-7-5682-3388-0

I. ①建… II. ①沈… ②周… III. ①建筑工程—工程施工 IV. ①TU74

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第282820号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 14

字 数 / 349千字

版 次 / 2017年1月第1版 2017年2月第2次印刷

定 价 / 38.00元

责任编辑 / 江 立

文案编辑 / 瞿义勇

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前言

“建筑施工技术”是高等职业院校土建类相关专业必修的基础性课程，课程任务是研究土木建筑工程施工各主要工种的施工工艺、施工技术和施工方法。建筑施工技术实践性强、综合性大、社会应用范围广、新技术发展快。本课程力求拓宽专业面、扩大知识面、反映先进的技术水平，以适合发展的需要，力求综合运用基本理论和知识，以应用为主，解决工程实际问题，内容符合现有施工水平的实际需要。

为了适应我国高等职业教育实践型人才培养目标的需要，教材密切结合当今建筑施工技术的实践，从强化与培养操作技能的角度出发，更好地体现本职业当前最新的实用知识与操作技术，努力培养学生能够根据工程具体条件选择合理的施工方案、运用先进的生产技术，具备控制工程造价、保质保量完成工程项目的能力。

本书采用任务驱动的编写思路，对传统的建筑施工技术教科书的框架有所突破，对其体系、结构和内容做了重新编排，其内容遵循我国现行的标准和施工规范，力求知识系统完整、紧密结合实际、具备可操作性。其以高等职业教育教学为目标，以建筑施工技术与组织的基本内容为基础，以必需和够用为度，理论联系实际、深入浅出、学以致用，突出实操性、实务性环节和内容以及技能训练，体现了高等职业院校的特点、特色，符合高等职业院校的实际教学要求。

本书以国家现行《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2013)及相关工程施工质量验收标准规范为依据，遵循“理论满足必需、够用”的原则确定教材的基本内容，努力做到内容体系完整、丰富、叙述简练、图文并茂和通俗易懂，着重培养学生综合运用建筑施工技术理论知识分析、解决工程实际问题的能力。本教材在编写上以工程建设“工作过程”为主线，以施工工艺和技术要求为核心，融入建筑材料、施工质量管理、施工安全管理、施工组织管理等内容。

本书的每一模块都设有模块描述、教学目标、情境导入、案例分析，便于教学，也使学生在学学习时做到有的放矢，增强学习效果。思考题对巩固所学的建筑施工技术知识大有裨益，文中例题案例便于学生加深对技术原理的理解，帮助学生学会在实际工作中运用施工技术原理的理论和技巧，真正做到学用结合，知行统一。

本书由辽宁建筑职业学院沈文军、中铁二十二局周兵役担任主编，辽宁建筑职业学院刘启利担任副主编。具体编写分工如下：沈文军编写模块一、模块二、模块四、模块五，周兵役编写模块三、模块六、模块八，刘启利编写模块七。

本书在编写过程中查阅了大量规范、专业文献和资料，书中未一一注明出处，在此对相关作者表示衷心感谢！

限于编者水平有限，虽经推敲核证，疏漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

模块一 土方工程..... 1

任务1.1 土的工程分类与土的

工程物理性质 2

1.1.1 土的工程分类 2

1.1.2 土的工程物理性质 3

任务1.2 土方工程量计算 5

1.2.1 基坑(槽)土方量计算 5

1.2.2 场地平整土石方工程量计算 ... 6

任务1.3 基坑(槽)的开挖 12

1.3.1 土方边坡12

1.3.2 土壁支护13

1.3.3 深基坑支护结构14

任务1.4 土方工程的机械化施工 ... 19

1.4.1 推土机19

1.4.2 铲运机20

1.4.3 单斗挖土机22

1.4.4 填筑与压实24

任务1.5 降低地下水 26

1.5.1 集水坑降水法26

1.5.2 井点降水法28

思考题..... 35

模块二 桩基础工程..... 38

任务2.1 预制桩施工 39

2.1.1 预制桩的制作、运输与堆放 ...39

2.1.2 锤击沉桩施工42

2.1.3 静力压桩施工49

任务2.2 灌注桩施工 51

2.2.1 钻孔灌注桩施工51

2.2.2 沉管灌注桩施工58

2.2.3 人工挖孔灌注桩施工62

2.2.4 混凝土灌注桩质量检验64

思考题..... 65

模块三 砌筑工程..... 66

任务3.1 砌筑材料 67

3.1.1 块体67

3.1.2 砂浆68

任务3.2 毛石砌筑施工 70

3.2.1 材料要求70

3.2.2 毛石砌筑的施工工艺70

任务3.3 砖墙砌筑施工 71

3.3.1 砌筑材料的要求与施工准备 ...71

3.3.2 砖墙砌筑的工艺流程71

3.3.3 砖墙砌体的质量要求及保证

措施72

3.3.4 钢筋混凝土构造柱施工74

任务3.4 砌块砌体施工 75

3.4.1 砌块安装前的准备工作75

3.4.2 小型混凝土空心砌块的组砌

形式76

3.4.3	小型砌块砌体的一般构造	
	要求	77
3.4.4	砌块砌体施工	78
3.4.5	砌块砌体的质量要求及保证	
	措施	79
任务3.5	砌筑用脚手架	80
3.5.1	多立杆式外脚手架	81
3.5.2	里脚手架	84
	思考题	86

模块四 钢筋混凝土工程 88

任务4.1	模板工程	90
4.1.1	模板的作用和基本要求	90
4.1.2	模板的分类与组成	90
4.1.3	模板的构造与安装	94
4.1.4	模板拆除	96
4.1.5	大模板	97
4.1.6	滑升模板	99
4.1.7	爬升模板	100
4.1.8	隧道模板	100
4.1.9	台模	101
任务4.2	钢筋工程	101
4.2.1	钢筋的分类	101
4.2.2	钢筋的性能、现场检验及	
	存放	101
4.2.3	钢筋的冷加工	103
4.2.4	钢筋的连接	104
4.2.5	钢筋的配料	109
4.2.6	钢筋的代换	113
4.2.7	钢筋的加工、绑扎与安装	114
任务4.3	混凝土工程	115
4.3.1	混凝土的配料	115
4.3.2	混凝土的拌制	117

4.3.3	混凝土的运输	119
4.3.4	混凝土的浇筑与振捣	121
4.3.5	混凝土的养护	126
4.3.6	混凝土的质量检查与质量	
	缺陷防治	127
4.3.7	混凝土的冬期施工	131

思考题 132

模块五 预应力工程 134

任务5.1	先张法施工	135
5.1.1	先张法的施工设备	135
5.1.2	先张法的施工工艺	139
任务5.2	后张法施工	142
5.2.1	锚具及张拉机具	143
5.2.2	后张法的施工工艺	146
5.2.3	无粘结预应力混凝土施工	149
	思考题	151

模块六 结构安装工程 153

任务6.1	起重机械	154
6.1.1	桅杆式起重机	154
6.1.2	自行杆式起重机	155
6.1.3	塔式起重机	159
任务6.2	索具设备	164
6.2.1	卷扬机	164
6.2.2	滑轮组及钢丝绳	164
6.2.3	吊具	166
任务6.3	单层工业厂房结构安装	166
6.3.1	结构安装前的准备工作	166
6.3.2	构件的吊装工艺	168
6.3.3	结构安装方案	174
	思考题	181

模块七 防水工程	183	8.1.3 装饰抹灰	201
任务7.1 卷材防水屋面	184	任务8.2 饰面板(砖)工程	203
7.1.1 沥青防水卷材防水工程	184	8.2.1 饰面板施工	203
7.1.2 高聚物改性沥青防水卷材		8.2.2 饰面砖施工	205
防水工程	186	任务8.3 楼地面工程	206
7.1.3 合成高分子防水卷材防水		8.3.1 楼地面的构造层次及分类 ...	206
工程	187	8.3.2 基层施工	206
任务7.2 涂膜防水	189	8.3.3 垫层施工	207
7.2.1 涂膜防水材料及其质量标准	189	8.3.4 整体面层施工	207
7.2.2 涂膜防水施工	190	8.3.5 板块面层施工	209
任务7.3 刚性防水	191	8.3.6 塑料地板施工	209
7.3.1 水泥砂浆防水工程	191	任务8.4 涂料与刷浆工程	210
7.3.2 防水混凝土结构防水工程 ...	193	8.4.1 涂料工程	210
思考题.....	195	8.4.2 刷浆工程	211
模块八 装饰工程	197	任务8.5 吊顶工程	212
任务8.1 抹灰工程	198	8.5.1 吊顶组成	212
8.1.1 一般抹灰的分级、组成和		8.5.2 轻钢龙骨与铝合金龙骨	
要求	198	吊顶施工	213
8.1.2 一般抹灰施工	199	思考题	214
		参考文献	216

模块一 土方工程

模块描述

土方工程是建筑工程施工的主要分部工程之一，建筑工程施工从土方工程开始。在大型建筑工程中，土方工程的工程量大、施工条件复杂，施工受气候条件、工程地质和水文地质的影响，工程量和工期往往对整个工程有较大的影响。土方工程主要包括土石方的开挖、运输、填筑与压实等施工过程，以及施工排、降水和土壁支撑等准备和辅助工程。在建筑工程中，常见的土石方工程有场地平整、基坑(槽)及管沟的开挖、地坪填土与碾压、路基填筑等。

模块描述

任务名称	知识目标	能力目标
1. 土的分类与物理性质	掌握土的工程分类及土的物理工程性质	能进行土方分类； 能进行土的工程物理性质计算
2. 土石方工程量计算	掌握基坑(槽)土方量的计算方法； 掌握场地设计标高的确定方法及挖填方土方量计算	能进行基坑(槽)土石方量计算； 能确定场地设计标高； 能用方格网法计算土方量
3. 基坑(槽)土方开挖	掌握土方边坡坡度的确定方法； 了解深层搅拌水泥土桩、粉喷桩支护方法； 了解钢板桩、钢筋混凝土排桩支护方法； 掌握土层锚杆、土钉墙支护方法； 了解地下连续墙施工程序	能根据工程结构形式、基础埋置深度、地质条件、施工方法等因素，确定一般工程基坑支护形式； 能理解各支护类型的施工工艺，能对施工方法容易出现的质量、安全问题及各支护结构破坏形式进行原因分析
4. 土方填筑与压实	掌握填筑土料的要求； 掌握填筑与压实方法； 了解影响填土压实的因素； 了解推土机、铲运机、挖土机的工作特点及使用范围	能正确选用填筑土料； 能制定填土压实的施工方案
5. 降低地下水	掌握集水井明沟降排水设置及水泵的选择； 了解流砂发生的原因及防治方法； 掌握轻型井点的施工工艺； 了解井点降水的常见方法	能进行集水井明沟排水施工安排； 能制定轻型井点的施工方案

情境导入

某大厦主体工程为地下2层、地上17层的钢筋混凝土框剪结构，总建筑面积为40 050 m²，本工程项目由该市第三建筑工程有限公司施工总承包单位承包，土方工程由某专业机械施工公司组织施工，并于2014年5月初组织进场。土方工程施工期间，发现基坑东北角槽底地基土有350 m²的淤泥层，与地质勘测报告不符。项目经理李某未进行再次详细勘察，也未制定安全专项施工方案，随即进行部分换填处理。

6月，当地正处于雨季，连续降雨造成场地内大量积水，同时，南侧护坡出现开裂，施工人员进行边坡支护加固的过程中，边坡发生塌方，塌方量约为280 m³，并造成多名施工作业人员受伤。

案例分析

上述案例中，基坑(槽)底地基土出现与地质勘测报告不符的淤泥层，项目经理在未组织相关单位确认基础土质和承载力及制定施工方案的情况下违章指挥、擅自施工；作业人员安全意识不强，在危险作业环境中冒险施工，导致该起事故。

土方工程施工多为露天作业，土方施工受地区交通、气候、水文、地质及邻近地下管线分布的影响。该项目基坑深度超过5.0 m，属于深基坑工程施工。正常组织土方工程施工前，应当对现场进行勘察，收集、核对、分析各项技术资料，依据施工组织设计，制定土方工程施工方案；合理确定土壁支护方案、降水措施及土方开挖、软弱土层的处理方案和坑边堆载的要求，编制安全专项施工方案并经批准，向作业人员进行详细安全技术交底，在施工过程中，设置专人指挥并进行监控，发现问题及时解决。

土方工程工作任务：

任务 1.1 土的工程分类与土的工程物理性质

任务 1.2 土方工程量计算

任务 1.3 基坑(槽)的开挖

任务 1.4 土方工程的机械化施工

任务 1.5 降低地下水

任务 1.1 土的工程分类与土的工程物理性质

1.1.1 土的工程分类

土的种类繁多，分类方法也很多。在与施工密切相关的土的分类中，根据土石方开挖的难易程度，可以将土分为松软土、普通土、坚土、砂砾坚土、软石、次坚石、坚石、特坚石八类。其中，一至四类为土，五至八类属于岩石。土的工程分类见表1-1。不同的土，其物理、力学性质也不同，要充分掌握土的特性及其对施工的影响，才能选择正确的施工方法。

表 1-1 土的工程分类

土的分类	土的级别	土的名称	普氏系数 f	密度 $/(kg \cdot m^{-3})$	开挖方法及工具
一类土 (松软土)	I	砂土、粉土、冲积砂土层；疏松的种植土、淤泥(泥炭)	0.5~0.6	0.6~1.5	用锹、锄头挖掘，少许用脚蹬
二类土 (普通土)	II	粉质黏土；潮湿的黄土；夹有碎石、卵石的砂；粉土混卵(碎)石；种植土、填土	0.6~0.8	1.1~1.6	用锹、锄头挖掘，少许用镐翻松
三类土 (坚土)	III	软及中等密实黏土；重粉质黏土、砾石土；干黄土，含有碎石、卵石的黄土，粉质黏土；压实的填土	0.8~1.0	1.75~1.9	主要用镐，少许用锹、锄头挖掘，部分用撬棍
四类土 (砂砾坚土)	IV	坚硬密实的黏性土或黄土；含碎石、卵石的中等密实的黏性土或黄土；粗卵石；天然级配砂石；软泥灰岩	1.0~1.5	1.9	整体先用镐、撬棍，后用锹挖掘，部分用楔子及大锤
五类土 (软石)	V~VI	硬质黏土；中密的页岩、泥灰岩、白垩土；胶结不紧的砾岩；软石灰岩及贝壳石灰岩	1.5~4.0	1.1~2.7	用镐或撬棍、大锤挖掘，部分使用爆破方法
六类土 (次坚石)	VII~IX	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、片麻岩及正长岩	4.0~10.0	2.2~2.9	用爆破方法开挖，部分用风镐
七类土 (坚石)	X~VIII	大理岩、辉绿岩；玢岩；粗、中粒花岗岩；坚实的白云岩、砂岩、砾岩、片麻岩、石灰岩；微风化安山岩、玄武岩	10.0~18.0	2.5~3.1	用爆破方法开挖
八类土 (特坚石)	XIV~XVI	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、角闪岩	18.0~25.0 以上	2.7~3.3	用爆破方法开挖

1.1.2 土的工程物理性质

土一般由土颗粒(固相)、水(液相)和空气(气相)三部分组成。这三部分之间的比例关系随周围条件的变化而变化，三者之间比例不同时，反映出土的物理状态也不同，如干燥、稍湿或湿润，密实、稍密或松散。这些指标是土的物理性质指标，对评价土的工程性质、进行土的工程分类具有重要的意义。

(1)土的天然含水率。土的含水率(w)是土中水的质量与固体颗粒的质量之比，用百分数表示，即

$$\tau w = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \tag{1-1}$$

式中 m_w ——土中水的质量；
 m_s ——土中固体颗粒的质量。

土的干湿程度用含水率表示。含水率在 5% 以下的土称为干土；含水率为 5%~30% 的土称为湿土；大于 30% 的土称为饱和土。通常，含水率越大，土越湿，对施工越不利。土的含水率大小对挖土的难易、施工时边坡、回填土的压实等均有影响。若土的含水量超过 25%~30%，则机械化施工会较为困难，容易出现打滑、陷车。

(2) 土的天然密度和干密度。在天然状态下，单位体积土的质量称为土的天然密度。土的天然密度用 ρ 表示，即

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{1-2}$$

式中 m ——土的总质量；
 V ——土的总体积。

单位体积土中的固体颗粒的质量称为土的干密度。土的干密度用 ρ_d 表示，即

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \tag{1-3}$$

式中 m_s ——土中固体颗粒的质量；
 V ——土的总体积。

在一定程度上，土的干密度越大，表示土越密实。在工程中，常用土的干密度作为评定土体密实程度的标准，以控制基坑坑底及填土工程的压实质量。

(3) 土的可松性。土的可松性是指在自然状态下的土经开挖后，其体积因松散而增大，以后即便经过回填压实，也不能恢复到原来的体积。土的可松性对土方调配、场地平整、计算运土机具和弃土坑容积等有很大的影响。各类土的可松性系数见表 1-2。

表 1-2 各类土的可松性系数

土的类别	可松性系数	
	K_s	K'_s
一类土(种植土除外)	1.08~1.17	1.01~1.03
一类土(植物性土、泥炭)	1.20~1.30	1.03~1.04
二类土(普通土)	1.14~1.28	1.02~1.05
三类土(坚土)	1.24~1.30	1.04~1.07
四类土(泥灰岩、蛋白石除外)	1.26~1.32	1.06~1.09
四类土(泥灰岩、蛋白石)	1.33~1.37	1.11~1.15
五~七类土	1.30~1.45	1.10~1.20
八类土(特坚石)	1.45~1.50	1.20~1.30

土的可松性程度用可松性系数表示，即

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \tag{1-4}$$

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-5)$$

式中 K_s ——最初可松性系数；
 K'_s ——最终可松性系数；
 V_1 ——土在天然状态下的体积；
 V_2 ——土被挖出后在松散状态下的体积；
 V_3 ——土经压实后的体积。

(4)土的渗透性。土的渗透性是指水流通过土中孔隙的难易程度，水在单位时间内穿透土层的能力称为渗透系数，用 k 表示，单位为 m/d 。土的渗透性大小取决于不同的土质。地下水的流动及在土中的渗透速度都与土的渗透性有关。 k 值的大小反映土体透水性的强弱，常见土的渗透系数见表 1-3。

表 1-3 常见土的渗透系数

土的种类	$k/(m \cdot d^{-1})$	土的种类	$k/(m \cdot d^{-1})$
黏土	<0.005	中砂	$5.00 \sim 20.00$
粉质黏土	$0.005 \sim 0.1$	均质中砂	$35 \sim 50$
粉土	$0.1 \sim 0.5$	粗砂	$20 \sim 50$
黄土	$0.25 \sim 5.0$	圆砾石	$50 \sim 100$
粉砂	$0.5 \sim 1$	卵石	$100 \sim 500$
细砂	$1 \sim 5$		

任务 1.2 土方工程量计算

1.2.1 基坑(槽)土方量计算

土方工程施工前，应当计算土石方工程量，一般情况下，将其假设或划分为一定的几何形状，采用具有一定精度而又与实际情况近似的方法进行计算。

(1)基坑土方量计算。基坑土方量可以按照立体几何中棱柱体的体积公式计算，如图 1-1 所示。

$$V = \frac{H}{6}(A_1 + 4A_0 + A_2) \quad (1-6)$$

式中 H ——基坑深度(m)；
 A_1 、 A_2 ——基坑上、下底面面积(m^2)；
 A_0 ——基坑中截面面积(m^2)。

(2)基槽和路堤土方量计算。基槽和路堤土方量沿长度方向分段后，用同样的方法进行计算，如图 1-2 所示。

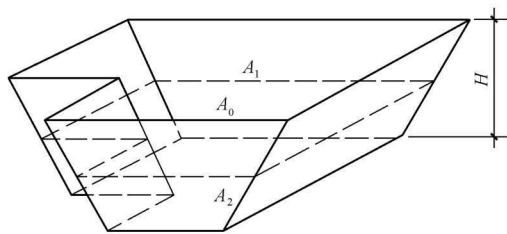


图 1-1 基坑土方量计算

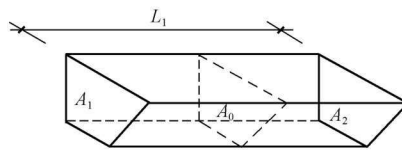


图 1-2 基槽和路堤土方量计算

$$V_1 = \frac{L_1}{6} (A_1 + 4A_0 + A_2) \quad (1-7)$$

将各段土方量相加即得总土方量：

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n \quad (1-8)$$

1.2.2 场地平整土石方工程量计算

1.2.2.1 确定场地设计标高

场地平整通常是挖高填低，应当根据实际地形情况，结合建筑物的使用要求，确定场地的设计标高，计算施工挖、填方工程量，合理进行土方调配，并选择土方机械，拟定施工方案。

场地设计标高是进行场地平整和土方量计算的依据，合理地确定场地设计标高，对减少土石方量、加快工程进度具有重要的作用。填、挖方量的平衡原则：满足生产工艺和运输的要求，充分利用地形，尽量挖、填平衡，以减少土方工程量；要有一定的泄水坡度（ $\geq 0.2\%$ ），满足排水要求。

当场地设计标高无其他特殊要求时，可以根据填、挖方量平衡原则加以确定。

(1)初步确定场地设计标高(H_0)。将场地划分成边长为 a 的若干方格，将方格网角点的原地形标高标在图上，如图 1-3 所示。原地形标高可在实地测量或利用等高线用插入法求得。

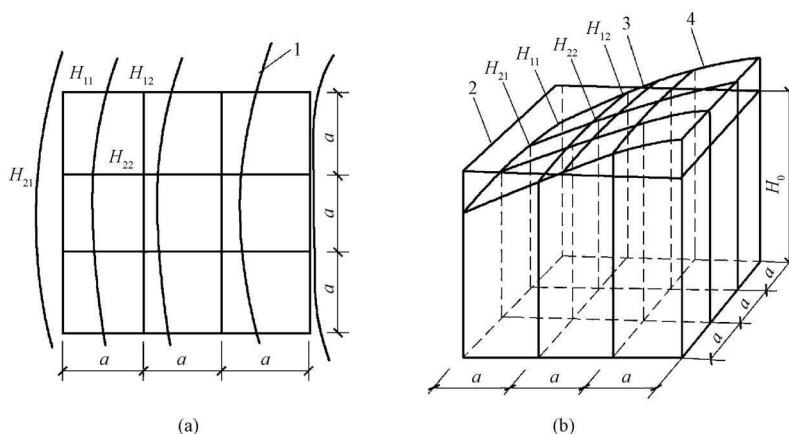


图 1-3 场地设计标高计算简图

(a)地形图上划分方格网；(b)设计标高示意图

1—等高线；2—场地设计标高平面；3—自然地面与设计标高平面交线(零线)；4—自然地面

按照挖、填土石方量相等的原则，场地设计标高可按式(1-9)计算：

$$H_0 n a^2 = \sum_{i=1}^n (a^2 \frac{h_{i1} + h_{i2} + h_{i3} + h_{i4}}{4}) \quad (1-9)$$

$$\text{即} \quad H_0 = \frac{1}{4n} \sum_{i=1}^n (h_{i1} + h_{i2} + h_{i3} + h_{i4}) \quad (1-10)$$

式中 H_0 ——所计算场地的初定设计标高；

n ——方格数；

$h_{i1} + h_{i2} + h_{i3} + h_{i4}$ ——第 i 个方格四个角点的天然地面标高。

如图 1-3 所示，11 号角点为一个方格独有，而 12、21 号角点为两个方格共有，22 号角点则为四个方格共有。在用式(1-10)计算 H_0 的过程中，类似 11 号角点的标高仅加一次，类似 12 号角点的标高加两次，类似 22 号角点的标高加四次，考虑各角点的标高对计算影响程度，式(1-10)可改写为如下计算式：

$$H_0 = \frac{1}{4n} (\sum' h_1 + \sum' h_2 + \sum' h_3 + \sum' h_4) \quad (1-11)$$

(2)调整场地设计标高。初步确定的场地设计标高 H_0 仅为理论值，实际中还需要根据以下因素对其进行调整。

①土的可松性影响。由于土具有可松性，会造成填土的多余，这需要相应地提高设计标高，如图 1-4 所示，设 Δh 为土的可松性引起设计标高的增加值，则设计标高调整后的总挖方体积 V'_w 为：

$$V'_w = V_w - F_w \cdot \Delta h \quad (1-12)$$



图 1-4 设计标高调整计算示意图

(a)理论设计标高；(b)调整设计标高

$$V'_T = V'_w \cdot K'_s = (V_w - F_w \cdot \Delta h) K'_s \quad (1-13)$$

$$\Delta h = \frac{V'_T - V_T}{F_T} = \frac{(V_w - F_w \cdot \Delta h) K'_s - V_T}{F_T} \quad (1-14)$$

当 $V_T = V_w$ 时，简化得：

$$\Delta h = \frac{V_w (K'_s - 1)}{F_T + F_w K'_s} \quad (1-15)$$

考虑土的可松性，场地设计标高调整为：

$$H'_0 = H_0 \pm \Delta h \quad (1-16)$$

式中 V_w 、 V_T ——依据初定场地设计标高 H_0 计算得出的总挖方、总填方量；

F_w 、 F_T ——依据初定场地设计标高 H_0 计算得出的挖方区、填方区总面积；

K'_s ——土的最终可松性系数。

②取土或弃土的影响。从经济角度或土源选料的要求，将部分挖方就近弃于场外(简称弃土)或将部分填方就近取土于场外(简称取土)，均会引起挖、填土方量变化，需进行设计标高调整。

简化计算, 则场地设计标高的调整按照下式确定, 即

$$H_0'' = H_0 \pm \frac{Q}{na^2} \quad (1-17)$$

式中 Q ——假定初定场地设计标高 H_0 平整后多余或不足的土方量;

n ——场地方格数;

a ——方格边长。

③考虑泄水坡度对设计标高的影响。按同一标高进行场地平整, 整个场地表面处于同一水平面, 实际露天作业需有一定的泄水坡度, 根据场地泄水坡度设计(单向泄水或双向泄水), 计算出场地内各方格角点实际施工所用的设计标高。

单向泄水时, 设计标高的计算是将已调整的设计标高 H_0'' 作为场地中心线的标高(图 1-5), 则场地内任意一点的设计标高为:

$$H_{ij} = H_0'' \pm li \quad (1-18)$$

式中 H_{ij} ——场地内任一点的设计标高;

l ——该点至场地中心线的距离;

i ——场地单向泄水坡度。

双向泄水时, 设计标高计算是将已调整的设计标高 H_0'' 作为场地纵横方向的中心点(图 1-6), 则场地内任意一点的设计标高为:

$$H_{ij} = H_0'' \pm l_x i_x \pm l_y i_y \quad (1-19)$$

式中 l_x 、 l_y ——该点沿 $x-x$ 、 $y-y$ 方向距场地中心线的距离;

i_x 、 i_y ——该点沿 $x-x$ 、 $y-y$ 方向的泄水坡度。

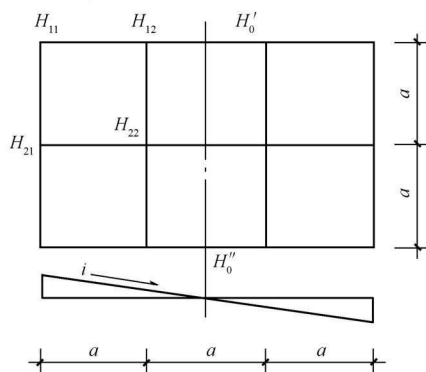


图 1-5 场地单向泄水坡度

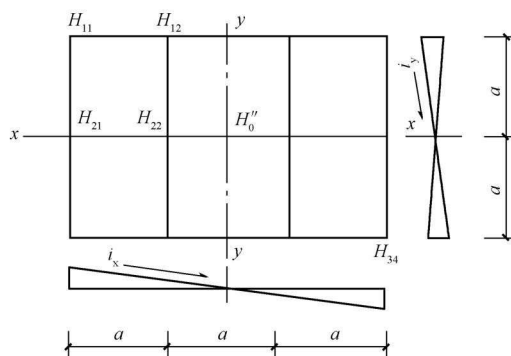


图 1-6 场地双向泄水坡度

1.2.2.2 场地平整土方量计算

场地平整土方量的计算方法有方格网法和断面法两种。在场地地形比较平坦时多采用方格网法; 当场地地形比较复杂或挖填深度较大、断面不规则时, 宜采用断面法计算。

(1)方格网法。根据已有地形图, 划分边长为 10~40 m 的正方形方格网, 再将场地设计标高和自然地面标高分别标注在方格角点上, 场地设计标高与自然地面标高的差值即为各角点的施工高度。习惯以“+”号表示填方, “-”号表示挖方。将施工高度标注在角点上, 分别计算每一方格的填、挖土方量并进行土方量汇总, 即得场地挖方和填方的总土方量。

在一个方格网内同时有填方和挖方时, 需要先标注方格网边的零点, 即挖、填方分界点, 连接零点得出零线, 零线是挖方区与填方区的分界线。

零线的确定方法：在相邻角点施工高度为一挖一填的方格边线上，用插入法求出零点（图 1-7）：

$$x_1 = \frac{ah_1}{h_1 + h_2} \quad (1-20)$$

将各个相邻的零点连接起来即为零线。零线确定后，便可以进行土方量计算。

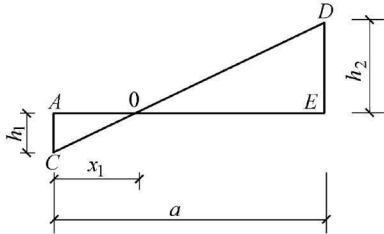


图 1-7 求零点方法

【例 1-1】 如图 1-8 所示，已知场地方格网边长 $a=20\text{ m}$ ，根据方格角点的地面标高求得 $H_0=43.84\text{ m}$ ，按单向排水坡度 0.2% 求得各方格网角点的设计标高，各方格角点的施工高度即为该点的设计标高减去地面标高。

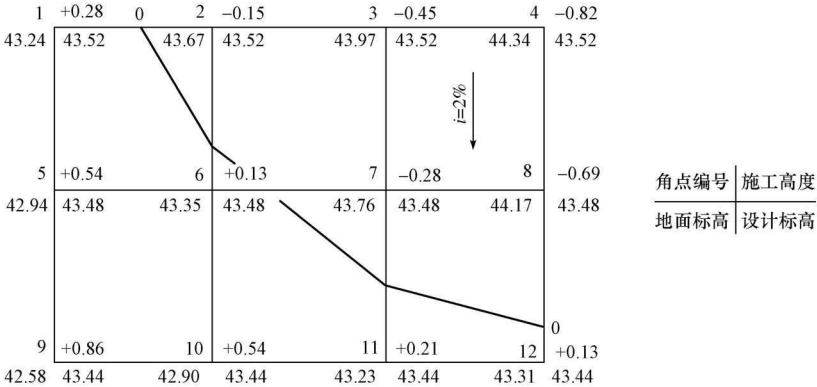


图 1-8 方格网法计算土方量

方格网土方量计算有两种方法，即四角棱柱体法和三角棱柱体法。

①四角棱柱体的体积计算方法。

方格四个角点全部为填方或全部为挖方时[图 1-9(a)]，其挖方或填方体积为：

$$V = \frac{a^2}{4}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \quad (1-21)$$

式中 h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 ——方格四个角点挖或填的施工高度(m)；

a ——方格边长。

方格四个角点中，部分为挖方、部分为填方时[图 1-9(b)]，其挖方或填方体积为：

$$V_{1,2} = \frac{a^2}{4} \left(\frac{h_1^2}{h_1 + h_4} + \frac{h_2^2}{h_2 + h_3} \right) \quad (1-22)$$

$$V_{3,4} = \frac{a^2}{4} \left(\frac{h_3^2}{h_2 + h_3} + \frac{h_4^2}{h_1 + h_4} \right) \quad (1-23)$$

方格中的三个角点为挖方(或填方)，另一角点为填方(或挖方)时[图 1-9(c)]，其填方部分体积为：