



工业和信息化部高职高专
“十三五”规划教材立项项目

袁媛 / 主编
那傲峰 张忠良 杨柳 马志芳 / 副主编

建筑施工技术

高等职业教育「十三五」土建类技能型人才培养规划教材



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化部高职高专
“十三五”规划教材立项项目

袁媛 / 主编
那傲峰 张忠良 杨柳 马志芳 / 副主编

建筑施工技术

高等职业教育『十三五』土建类技能型人才培养规划教材



人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术 / 袁媛主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2015.12

高等职业教育“十三五”土建类技能型人才培养规划教材

ISBN 978-7-115-39949-6

I. ①建… II. ①袁… III. ①建筑工程—工程施工—
高等职业教育—教材 IV. ①TU74

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第163368号

内 容 提 要

本书是按照高职高专人才培养目标以及专业教学改革的需要,依据最新政策法规、标准规范编写的。全书共8个学习情境,主要内容包括土方工程、地基处理与桩基础施工、砌筑工程、混凝土结构工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、建筑防水工程和装饰工程。本书内容设置上紧跟建筑施工新技术、新材料、新工艺、新产品的发展步伐,对涉及建筑施工的专业知识,进行了科学、合理的划分,由浅入深,重点突出。

本书既可作为高职高专院校土建类相关专业的教材,也可作为函授和自考辅导用书,还可供建筑工程施工现场相关技术和管理人员工作时参考使用。

◆ 主 编 袁 媛

副 主 编 那傲峰 张忠良 杨 柳 马志芳

责任编辑 刘盛平

责任印制 张佳莹 杨林杰

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

三河市海波印务有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 20.5

2015年12月第1版

字数: 513千字

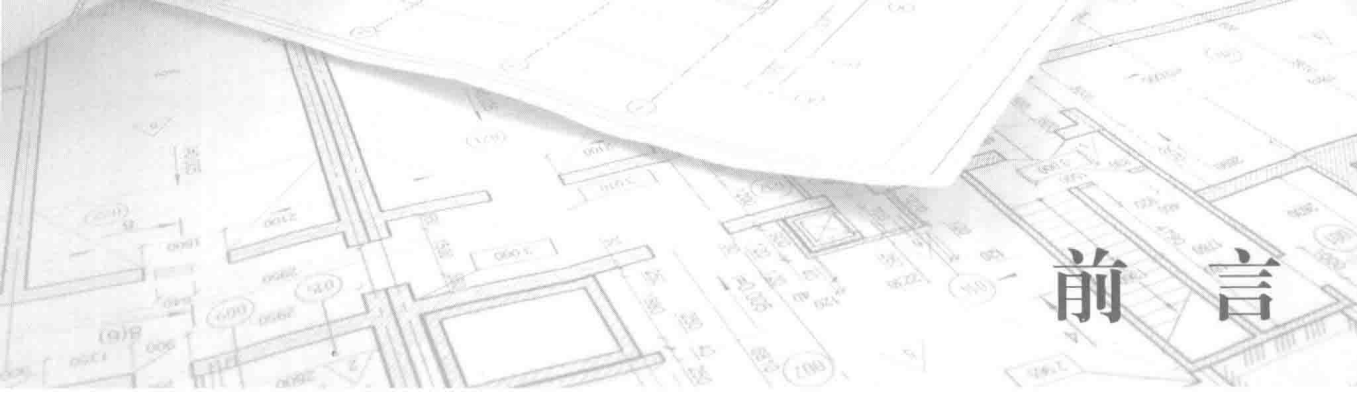
2015年12月河北第1次印刷

定价: 45.00元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号



前言

“建筑施工技术”这门课程主要是以建筑工程施工中不同工种的施工为研究对象,根据其特点和规模,结合施工地点的地质水文条件、气候条件、机械设备和材料供应等客观条件,运用先进技术,研究建筑工程不同工种的施工工艺原理和施工方法、施工质量验收标准与安全技术措施等。通过对这些内容的研究,最终选择经济、合理的施工方案,保证建筑工程能够按质按期地完成,做到技术和经济的统一。

“建筑施工技术”是高职高专土建类相关专业必修的基础性课程。本书根据全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会制定的教学标准、培养方案及主干课程教学大纲,以国家现行《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2013)及相关专业工程施工质量验收标准规范为依据,本着“必需、够用”的原则,以“讲清概念、强化应用”为主旨组织编写。要学好本课程,应该坚持理论联系实际的方法,掌握建筑工程相关施工质量验收规范,并应边学边实践,应用所学知识去解决实际工程中的施工技术问题。

本书在内容编排上,注重理论与实践相结合,采用“工学结合”教学模式,突出实践环节。将各个学习情境分为若干个学习单元,每个单元由知识目标、技能目标、基础知识三部分组成,正文中设置了情境导入、案例导航、小技巧、小提示、课堂案例、学习案例、知识拓展等特色模块,旨在提高学生的学习兴趣,促进学生的全面发展。每个学习情境最后均设置了学习情境小结和学习检测。

本书由郑州铁路职业技术学院的袁媛任主编,黑龙江林业职业技术学院那傲峰、成都航空职业技术学院张忠良、郑州铁路职业技术学院杨柳和马志芳任副主编。参加本书编写的还有牡丹江大学的刘勇,以及郑州铁路职业技术学院的李东浩、苏丹娜、耿文燕、王大帅。

本书既可作为高职高专院校土建类相关专业的教材,也可作为函授和自考辅导用书,还可供建筑工程施工现场相关技术和管理人员工作时参考使用。本教材编写过程中,参阅了国内同行多部著作,部分高等院校教师也提出了很多宝贵意见,在此,对他们表示衷心感谢!

由于编者的专业水平和实践经验有限,书中难免存在不足之处,敬请广大读者指正。

编者
2015年8月

目录

学习情境一

土方工程 1

学习单元一 土方工程概述及计算 1

- 一、土方工程施工特点 2
- 二、土的工程分类 3
- 三、土的性质 4
- 四、基坑、基槽土方量计算 7
- 五、场地平整土方工程量计算 9
- 六、土方调配 13

学习单元二 基坑（槽）的施工 16

- 一、土方开挖 16
- 二、土方边坡支护 21
- 三、基坑（槽）支撑 26

学习单元三 降水 30

- 一、集水井降水 30
- 二、井点降水 33

学习单元四 土方机械施工 41

- 一、推土机 42
- 二、铲运机施工 44
- 三、单斗挖土机 47
- 四、压实机械 52
- 五、土方挖运机械的选择和配套计算 53

学习单元五 土方的回填与压实 54

- 一、填方土料的选择和填筑要求 55
- 二、填土压实方法 56
- 三、影响填土压实的因素 57

学习情境小结 61

学习检测 62

学习情境二

地基处理与桩基础施工 64

学习单元一 认识地基处理 64

- 一、换填地基 65
- 二、强夯地基 71
- 三、预压法 75
- 四、振冲法 78
- 五、水泥粉煤灰碎石挤密桩法 80
- 六、水泥土搅拌法 82
- 七、高压喷射注浆法 84

学习单元二 桩基础施工 86

- 一、桩的分类 87
- 二、预制桩施工 88
- 三、混凝土灌注桩施工 96

学习情境小结 114

学习检测 114

学习情境三

砌筑工程 117

学习单元一 脚手架工程及垂直运输设施 117

- 一、脚手架工程 118

二、垂直运输设施	126
学习单元二 砌筑施工工艺	129
一、砌筑材料	129
二、砌筑施工	132
三、砌筑工程冬、雨期施工	142
学习情境小结	146
学习检测	147

学习情境四

混凝土结构工程

学习单元一 模板工程	149
一、模板的分类	150
二、组合钢模板	151
三、现浇混凝土结构模板	154
四、其他模板	157
五、模板的拆除	158
六、模板设计	159
七、现浇结构模板安装质量验收	160
学习单元二 钢筋工程	160
一、钢筋加工	161
二、钢筋连接	164
三、钢筋安装	172
四、钢筋工程施工质量检查验收方法	174
学习单元三 混凝土工程	176
一、混凝土配料	176
二、混凝土搅拌	179
三、混凝土运输	181
四、混凝土浇筑与振捣	183
五、混凝土养护	186
六、混凝土质量缺陷的修补	187
七、混凝土结构工程冬期施工	188
八、混凝土工程施工质量内容和要求	191

学习情境小结	196
学习检测	197

学习情境五

预应力混凝土工程

学习单元一 先张法施工	201
一、先张法施工设备	201
二、先张法施工工艺	207
学习单元二 后张法施工	211
一、锚具及张拉设备	211
二、预应力筋的制作	214
三、后张法施工工艺	217
四、无黏结预应力施工	222
五、电热张拉法施工	224
学习情境小结	227
学习检测	227

学习情境六

结构安装工程

学习单元一 起重机械与设备	229
一、起重机械	230
二、索具设备	234
学习单元二 单层工业厂房结构安装	236
一、结构安装前的准备	236
二、构件的吊装工艺	238
三、结构安装方案	243
学习单元三 多层房屋结构安装工程	248
学习情境小结	258
学习检测	258

学习情境七

建筑防水工程 260

学习单元一 建筑屋面防水工程施工 260

- 一、卷材防水屋面 261
- 二、涂膜防水屋面 266
- 三、刚性防水屋面 268
- 四、常见屋面渗漏及防治方法 270

学习单元二 地下建筑防水工程施工 272

- 一、地下工程防水混凝土施工 272
- 二、地下工程沥青防水卷材施工 277
- 三、水泥砂浆防水施工 279
- 四、地下防水工程通病及治理 280

学习单元三 厨房、卫生间防水 工程施工 281

- 一、厨房、卫生间的地面防水
构造与施工要求 281
- 二、厨房、卫生间地面防水层
施工 283
- 三、厨房、卫生间渗漏及堵漏
措施 287

学习情境小结 290

学习检测 290

学习情境八

装饰工程 292

学习单元一 抹灰工程和饰面工程 292

- 一、抹灰工程的分类和组成 293

二、一般抹灰施工 293

三、装饰抹灰施工 296

四、饰面板安装 297

五、饰面砖安装 300

学习单元二 楼地面工程和 涂饰工程 302

- 一、楼地面工程组成和分类 303
- 二、整体地面 303
- 三、块料地面 304
- 四、涂饰工程材料 306
- 五、涂饰工程基层处理要求 306
- 六、涂饰工程施工方法 306

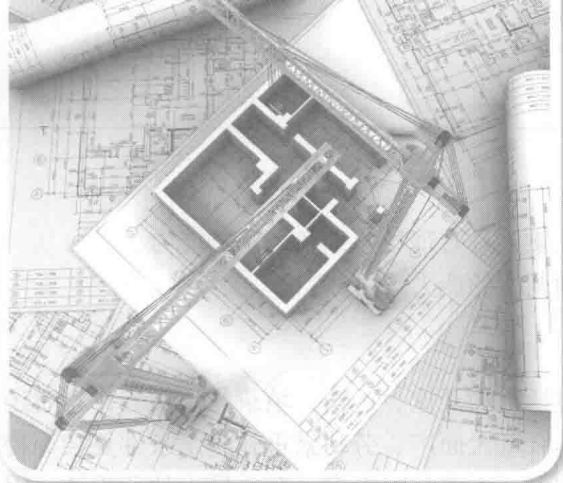
学习单元三 门窗工程和吊顶工程 307

- 一、木门窗安装 307
- 二、铝合金门窗安装 308
- 三、塑料门窗安装 309
- 四、吊顶的构造 309
- 五、木龙骨吊顶施工 310
- 六、轻钢龙骨吊顶施工 310
- 七、铝合金龙骨吊顶 311

学习情境小结 316

学习检测 316

参考文献 319



学习情境一

土方工程

情境导入

某工程为框架结构，共7层，建筑面积60 000m²，基础为钢筋混凝土灌注桩。施工总承包单位为市城建集团第×建筑工程公司，土方工程由某专业桩基公司组织施工，并于2012年3月15日进场。在做开工准备时，发现地下有废弃的长15m、宽4m、深8m的防空洞。项目经理王某在对土方工程没有进行详细勘察和拟订安全专项施工方案的情况下，就擅自组织进行土方开挖和防空洞拆除作业。4月8日，项目经理派人进行防空洞底部砖基础清理时，基坑边坡发生塌方，塌方量约为100m³，造成6名作业工人被埋，其中4人死亡。

案例导航

上述案例中，由于深基坑开挖过程中没有采取基坑支护等安全措施，项目经理在没有进行详细勘察和拟订安全专项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、在危险的作业环境中冒险蛮干，导致了该起事故的发生。

该工程基坑深达8m，属深基坑工程施工。正常的施工组织应预先研究土壁支护方案、降水措施，以及土方开挖、防空洞拆除作业程序和基坑边堆载的要求，编制安全专项施工方案，向作业人员进行详细的安全技术交底，在施工过程中设专人指挥并进行监护，发现问题及时解决。

要了解基坑开挖施工内容，需要掌握的相关知识有：

- (1) 土方工程量计算方法、土方工程调配量的计算方法。
- (2) 基槽、深、浅基坑的各种支护方法及其适用条件。
- (3) 降低地下水位常采用的方法及施工工艺。
- (4) 土方机械的性能及使用范围。
- (5) 填土压实的方法和影响填土压实质量的因素。

学习单元一 土方工程概述及计算

知识目标

- (1) 掌握土的分类和性质。
- (2) 熟悉基坑、基槽土方量计算。
- (3) 掌握如何利用土方可松性进行土方调配。



技能目标

- (1) 通过本单元的学习,能够清楚土的基本性质,具有现场鉴别各种土的能力。
- (2) 具备利用土方可松性进行土方调配、车辆调度的能力。



基础知识

土方工程是建筑工程施工的首项工程,主要包括土的开挖、运输、填筑与压实等,有时还要进行排水、降水和土壁支护等工作。土方工程具有量大面广、劳动繁重和施工条件复杂等特点,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,选用合理的施工方案,采用先进的施工方法和机械施工,以保证工程的质量和安全。

一、土方工程施工特点

1. 土方工程的种类

常见的土方工程有平整场地、挖基槽、挖基坑、挖土方、回填土等。

(1) 平整场地。平整场地是指工程破土开工前对施工现场厚度 $\pm 300\text{mm}$ 以内地面的挖填和找平。

(2) 挖基槽。挖基槽是指挖土宽度在 3m 以内且长度大于宽度3倍时设计室外地坪以下的挖土。

(3) 挖基坑。挖基坑是指挖土底面积在 20m^2 以内且长度小于或等于宽度3倍时设计室外地坪以下挖土。

(4) 挖土方。凡不满足上述平整场地、基槽、基坑条件的土方开挖,均为挖土方。

(5) 回填土。回填土分夯填和松填。基础回填土和室内回填土通常都采用夯填。

2. 土方工程的施工特点

① 面广量大、劳动繁重。建筑工程的场地平整,面积往往很大,某些大型工矿企业工地面积可达数平方千米,机场可达数十平方千米。在大型基坑开挖中,土方工程量可达几百万立方米。若采用人工开挖、运输、填筑压实,劳动强度很大。

② 施工条件复杂。土方工程施工多为露天作业,土又是成分较为复杂的天然物质,且地下情况难以确切掌握,因此,施工中直接受到地区气候、水文和地质等条件及周围环境的影响。

3. 土方工程的施工要求

① 尽可能采用机械化或半机械化施工,以减轻体力劳动、加快施工进度。

② 要合理安排施工计划,尽量避开冬季、雨期施工;否则应做好相应的准备工作。

③ 统筹安排,合理调配土方,降低施工费用,减少运输量和农田占用量。

④ 在施工前要做好调查研究,了解土的种类,施工地区的地形、地质、水文、气象资料及工程性质、工期和质量要求,拟订合理的施工方案和技术措施,以保证工程质量和安全,从而加快施工进度。

小 技 巧

在组织土方施工前，应根据施工现场的具体施工条件、工期和质量要求，拟订切实可行的土方工程施工方案。

二、土的工程分类

土的种类繁多，分类方法各异。在土方工程施工中，根据土开挖的难易程度（坚硬程度）将土分为松软土、普通土、坚土、砂砾坚土、软石、次坚石、坚石、特坚石共8类土（见表1-1）。表中前4类属一般土，后4类属岩石。在选择施工挖土机械和套用建筑安装工程劳动定额时要依据土的工程类别进行选择。

表1-1 土的分类

土的分类	土的名称	坚实系数	密度/(t·m ⁻²)	开挖方法及工具
一类土 (松软土)	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)	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)	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；压实回填土	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)	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	整个先用镐、撬棍，后用锹挖掘，部分用楔子及大锤
五类土 (软石)	硬质黏土；中密的页岩、泥灰岩、自主土；胶结不紧的砾岩；软石灰及贝壳石灰石	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)	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)	大理石；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；微风化的安山岩；玄武岩	10.0～18.0	2.5～3.1	用爆破方法开挖
八类土 (特坚石)	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以上	2.7～3.3	用爆破方法开挖

注：坚实系数相当于普氏岩石强度系数

三、土的性质

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着周围条件的变化而变化。三者间比例不同，反映出土的物理状态不同，如干燥、稍湿或很湿，密实、稍密或松散。这些指标是最基本的物理性质指标，对评价土的工程性质、进行土的工程分类具有重要意义。

土的三相物质是混合分布的，为阐述方便，一般用土的三相图表示，如图1-1所示。三相图中把土的固体颗粒、水和空气各自划分开来。

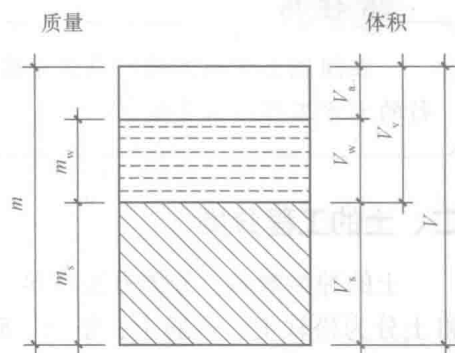


图1-1 土的三相示意图

图中符号的意义： m ——土的总质量（ $m=m_s+m_w$ ）（kg）；

m_s ——土中固体颗粒的质量（kg）；

m_w ——土中水的质量（kg）；

V ——土的总体积（ $V=V_s+V_w+V_a$ ）（ m^3 ）；

V_a ——土中空气体积（ m^3 ）；

V_s ——土中固体颗粒体积（ m^3 ）；

V_w ——土中水所占的体积（ m^3 ）；

V_v ——土中孔隙体积（ $V_v=V_a+V_w$ ）（ m^3 ）。

1. 土的天然含水量

天然状态下，土的含水量是土中水的质量与固体颗粒质量之比的百分率，即

$$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中， w ——土的含水率；

m_w ——土中水的质量，kg；

m_s ——土中固体颗粒的质量，kg。

通常情况下， $w \leq 5\%$ 的为干土； $5\% < w \leq 30\%$ 的为潮湿土； $w > 30\%$ 的为湿土。土的含水量影响土方的施工方法的选择、边坡的稳定和回填土的质量，例如，土的含水量超过25%～30%时，机械化施工就难以进行；含水量超过20%时，一般运土汽车就容易打滑。而在填土中则需保持“最佳含水量”，方能在夯压时获得最大干密度。例如，砂土的最佳含水量为8%～12%，而黏土则为19%～23%。

2. 土的天然密度和干密度

土在天然状态下单位体积的质量，称为土的天然密度。土的天然密度用 ρ 表示，计算公式为

$$\rho = m/V \quad (1-2)$$

式中， m ——土的总质量，kg；

V ——土的总体积， m^3 。

单位体积中土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，计算公式为

$$\rho_d = m_s/V \quad (1-3)$$

式中, m_s ——土中固体颗粒的质量, kg;

V ——土的总体积, m^3 。

小提示

干密度的大小反映了土颗粒排列的紧密程度。干密度越大, 表示土越密实。工程上常把土的干密度作为评定土体密实程度的标准, 以控制填土工程的压实质量。干密度常用环刀法和烘干法测定。

土的干密度与土的天然密度之间的关系可表示为

$$\rho_d = \frac{\rho}{1-w} \quad (1-4)$$

3. 土的孔隙比和孔隙率

孔隙比和孔隙率反映了土的密实程度, 孔隙比和孔隙率越小土越密实。

孔隙比 e 是土中孔隙体积 V_v 与固体颗粒体积 V_s 的比值, 可表示为

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (1-5)$$

式中, V_v ——土中孔隙体积, m^3 ;

V_s ——土中固体颗粒体积, m^3 。

孔隙率 n 是土中孔隙体积与总体积 V 的比值, 用百分率表示, 可表示为

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100\% \quad (1-6)$$

式中, V ——土的总体积, m^3 。

小提示

对于同一类土, 孔隙率 e 越大, 孔隙体积就越大, 从而使土的压缩性和透水性都增大, 土的强度降低。故工程上也常用孔隙比来判断土的密实程度和工程性质。

4. 土的可松性

土具有可松性。自然状态下的土经开挖后, 其体积因松散而增大, 虽经振动压实, 但仍不能恢复其原来的体积, 这种现象称为可松性。土的可松性用可松性系数表示。

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (1-7)$$

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-8)$$

式中, K_s ——土的最初可松性系数;

K'_s ——土的最后可松性系数;

V_1 ——土在天然状态下的体积, m^3 ;

V_2 ——土挖出后在松散状态下的体积, m^3 ;

V_3 ——土经回填压(夯)实后的体积, m^3 。

土的可松性对土方量的平衡调配、计算运土机具的数量和弃土坑的容积,以及计算填方所需的挖方体积等均有很大影响。各类土的可松性系数如表1-2所示。

表 1-2 各种土的可松性系数参考数值

土的种类	体积增加百分率/%		可松性系数	
	最初	最终	K_s	K'_s
一类(种植土除外)	8~17	1~2.5	1.08~1.17	1.01~1.03
一类(种植土、泥炭)	20~30	3~4	1.20~1.30	1.03~1.04
二类	14~28	1.5~5	1.14~1.25	1.02~1.05
三类	24~34	4~7	1.24~1.30	1.04~1.07
四类(泥灰岩、蛋白石除外)	26~32	6~10	1.26~1.32	1.06~1.09
四类(泥灰岩、蛋白石)	33~37	11~15	1.33~1.37	1.11~1.15
五~七类	30~45	10~20	1.30~1.45	1.10~1.20
八类	45~50	20~30	1.45~1.50	1.20~1.30

小 提示

最初体积增加百分率= $(V_2-V_1)/V_1\times 100\%$; 最终体积增加百分率= $(V_3-V_1)/V_1\times 100\%$ 。 $K_s>K'_s>1$, 可松性越小的土越好挖, 可松性越小的土分类系数越小。

6

5. 土的压缩性

土的压缩性是指土在压力作用下体积变小的性质。取土回填或移挖作填,松土经运输、填压以后,均会压缩。一般土的压缩率参考值如表1-3所示。

表 1-3 土的压缩率参考值

土的种类	土的名称	土的压缩率/%	每立方米松散土压实后的体积/ m^3	土的种类	土的名称	土的压缩率/%	每立方米松散土压实后的体积/ m^3
一至二类土	种植土	20	0.80	三类土	天然湿度黄土	12~17	0.85
	一般土	10	0.90		一般土	5	0.95
	砂土	5	0.95		干燥坚实黄土	5~7	0.94

6. 土的渗透性

土的渗透性是指土体被水透过的性质,通常用渗透系数 K 表示。渗透系数 K 表示单位时间内水穿透土层的能力,以 m/d 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 (水头差 Δh 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。

根据渗透系数不同,土可分为透水性土(如砂土)和不透水性土(如黏土)。土的渗透性会影响施工降水与排水的速度。土的渗透系数参考值如表1-4所示。在排水降低地下水时,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。

表 1-4 土的渗透系数参考值

土的名称	渗透系数 $K/(\text{m} \cdot \text{d}^{-1})$	土的名称	渗透系数 $K/(\text{m} \cdot \text{d}^{-1})$
黏土	< 0.005	含黏土的中砂	$3 \sim 15$
粉质黏土	$0.005 \sim 0.1$	粗砂	$20 \sim 50$
粉土	$0.1 \sim 0.5$	均质粗砂	$60 \sim 75$
黄土	$0.25 \sim 0.5$	圆砾石	$50 \sim 100$
粉砂	$0.5 \sim 1$	卵石	$100 \sim 500$
细砂	$1 \sim 5$	漂石（无砂质充填）	$500 \sim 1\,000$
中砂	$5 \sim 20$	稍有裂缝的岩石	$20 \sim 60$
均质中砂	$35 \sim 50$	裂缝多的岩石	> 60

四、基坑、基槽土方量计算

在土方工程施工之前，必须计算土方的工程量。但各种土方工程的外形有时比较复杂，且不规则。一般情况下，将其划分为一定的几何形状，采用具有一定精度而又和实际情况近似的方法进行计算。

开挖土方时，边坡土体的下滑力产生剪应力，此剪应力主要由土体的内摩阻力和内聚力平衡，一旦土体失去平衡，边坡就会塌方。为了防止塌方，保证施工安全，在基坑（槽）开挖深度超过一定限度时，土壁应做成有斜率的边坡（放坡），或者加以临时支撑以保持土壁的稳定。

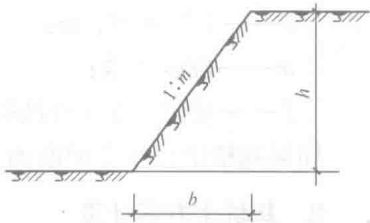


图 1-2 土方边坡

1. 边坡坡度

土方边坡用边坡坡度和边坡系数表示。

边坡坡度以土方挖土深度 h 与边坡底宽 b 之比来表示（见图 1-2），即

$$\text{土方边坡坡度} = \frac{h}{b} = 1:m \tag{1-9}$$

边坡系数以土方边坡底宽 b 与挖土深度 h 之比来表示，用 m 表示，即土方边坡系数为

$$m = \frac{b}{h} \tag{1-10}$$

式中， h ——土方边坡高度；

b ——土方边坡底宽。

土方边坡坡度与边坡系数互为倒数，工程中常以 $1:m$ 表示边坡。

边坡可以做成直线形边坡、阶梯形边坡及折线形边坡，如图 1-3 所示。

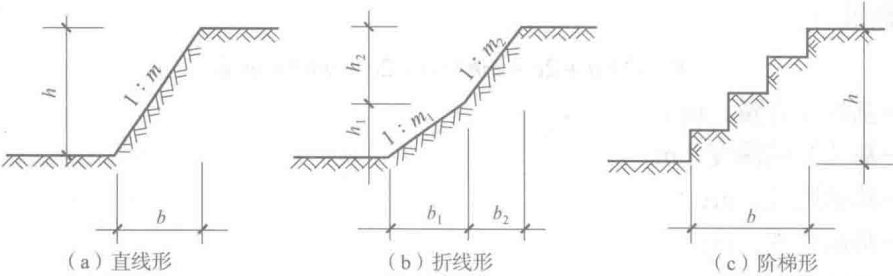


图 1-3 土方边坡

小 技 巧

土方边坡坡度的确定一定要合理,以此满足安全和经济方面的要求。土方开挖时,若边坡太陡,容易造成土体失稳而发生塌方事故;若边坡太缓,将造成土方量增加,甚至会影响到邻近建筑物的使用和安全。若边坡高度较高,土方边坡可根据各层土体所受的压力,将其边坡可做成折线形或阶梯形,以减少挖填土方量。

2. 基槽土方量计算

基槽开挖时,两边应留有一定的工作面,分放坡开挖和不放坡开挖两种情形,如图1-4所示。当基槽不放坡时,

$$V=h(a+2c)L \quad (1-11)$$

当基槽放坡时,

$$V=h(a+2c+mh)L \quad (1-12)$$

式中, V ——基槽土方量, m^3 ;

a ——基础底面宽度, m ;

h ——基槽开挖深度, m ;

c ——工作面宽, m ;

m ——坡度系数;

L ——基槽长度(外墙按中心线,内墙按净长线), m 。

如果基槽沿长度方向断面变化较大,应分段计算,然后将各段土方量汇总即得总土方量。

3. 基坑土方量计算

基坑开挖时,四边应留有一定的工作面,分放坡开挖和不放坡开挖两种情况,如图1-5所示。

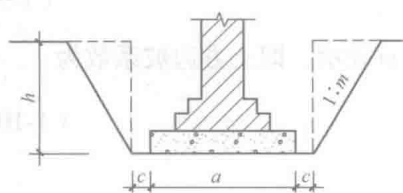


图1-4 基槽土方量计算

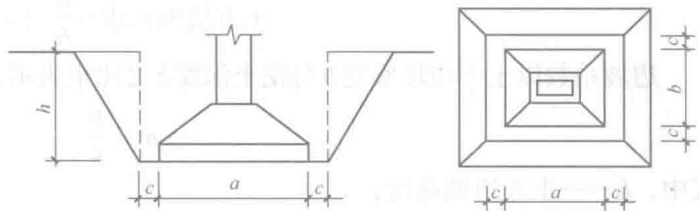


图1-5 基坑土方量计算

当基坑不放坡时,

$$V=h(a+2c)(b+2c) \quad (1-13)$$

当基坑放坡时,

$$V=h(a+2c+mh)(b+2c+mh)+m^2h^3 \quad (1-14)$$

式中, V ——基坑土方量, m^3 ;

h ——基坑开挖深度, m ;

a ——基础底长, m ;

b ——基础底宽, m ;

c ——工作面宽, m ;

m ——坡度系数。

五、场地平整土方工程量计算

场地平整就是将现场平整成施工所要求的设计平面。场地平整前,首先要确定场地设计标高,计算挖、填土方工程量,确定土方平衡调配方案;并根据工程规模、施工期限、土的性质及现有机械设备条件,选择土方机械,拟定施工方案。

1. 场地设计标高的初步确定

确定场地设计标高时应考虑以下因素。

- ① 满足建筑规划和生产工艺及运输的要求。
- ② 尽量利用地形,减少挖填方数量。
- ③ 场地内的挖、填土方量力求平衡,使土方运输费用最少。
- ④ 有一定的排水坡度,满足排水要求。

如果设计文件对场地设计标高无明确规定和特殊要求,可参照下述步骤和方法确定。

小型场地平整如对场地标高无特殊要求,一般可以根据平整前后土方量相等的原则求得设计标高,但是这仅仅意味着把场地推平,使土方量和填方量相等、平衡,并不能从根本上保证土方量调配最小。

如图1-6(a)所示,将场地地形图划分为边长 $a=10\sim 40\text{m}$ 的若干个方格。每个方格的角点标高,在地形平坦时,可根据地形图上相邻两条等高线的高程,用插入法求得;当地形起伏较大(用插入法有较大误差)或无地形图时,则可在现场用小桩打好方格网,然后用测量的方法求得。

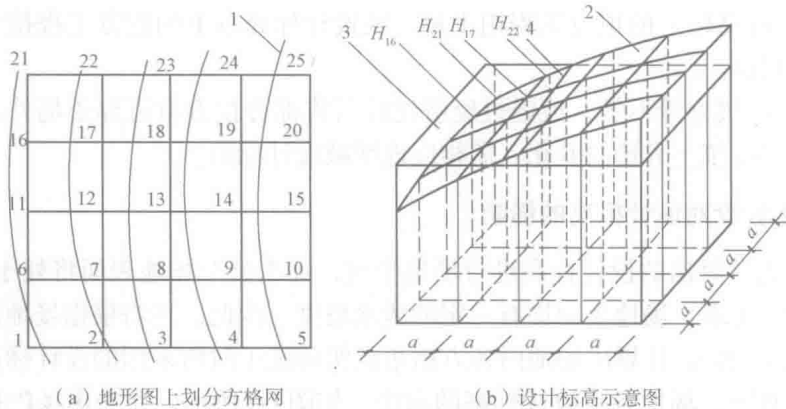


图1-6 场地设计标高计算简图

1—等高线; 2—自然地面; 3—设计标高平面; 4—零线

按照挖填方平衡的原则,如图1-6(b)所示,场地设计标高即为各个方格平均标高的平均值。可按下式计算。

$$H_0 \cdot M \cdot a^2 = \sum \left(a^2 \cdot \frac{H_{16} + H_{17} + H_{21} + H_{22}}{4} \right) \quad (1-15)$$

$$H_0 = \frac{\sum (H_{16} + H_{17} + H_{21} + H_{22})}{4M} \quad (1-16)$$

式中, H_0 ——所计算场地的设计标高, m;

a ——方格边长, m;

M ——方格数；

$H_{16}+H_{17}+H_{21}+H_{22}$ ——任一方格的4个角点的标高， m 。

小技巧

由于相邻方格具有公共的角点标高， H_{11} 是一个方格的角点标高； H_{21} 是相邻两个方格公共角点标高； H_{22} 则是相邻的4个方格的公共角点标高。如果将所有方格的4个角点标高相加，则类似 H_{11} 这样的角点标高加一次，类似 H_{12} 的角点标高加两次，类似 H_{22} 的角点标高要加四次。因此上式可改写成：

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4H_4}{4M} \quad (1-17)$$

式中， H_1 ——1个方格仅有的角点标高， m ；

H_2 ——2个方格共有的角点标高， m ；

H_3 ——3个方格共有的角点标高， m ；

H_4 ——4个方格共有的角点标高， m ；

M ——方格数。

2. 设计标高的调整

根据上述公式算出的设计标高只是一个理论值，实际上还需要考虑以下几种因素进行调整。

① 由于填土具有可松性，按 H_0 进行施工，填土将有剩余，必要时可提高相应设计标高。

② 由于设计标高以上的填方工程用土量，或设计标高以下的挖方工程挖土量的影响，使设计标高降低或提高。

③ 由于边坡挖填方量不等，或经过经济比较后将部分挖方就近弃于场外、部分填方就近从场外取土而引起挖填土方量的变化，需相应地增减设计标高。

3. 考虑泄水坡度对设计标高的影响

如果按照上式计算出的设计标高进行场地平整，那么整个场地表面将处于同一个水平面；但实际上由于排水要求，场地表面均有一定的泄水坡度。因此，还需根据场地泄水坡度的要求（单面泄水或双面泄水），计算出场地内各方格角点实际施工时所采用的设计标高。

（1）单向泄水时，场地各点设计标高的求法。如图1-7所示，在考虑场内挖填平衡的情况下，将上式计算出的设计标高 H_0 ，作为场地中心线的标高，场地内任一点的设计标高为

$$H_n = H_0 \pm Li \quad (1-18)$$

式中， H_n ——任意一点的设计标高， m ；

L ——该点至 H_0 的距离， m ；

i ——场地泄水坡度，不小于0.2%；

$\pm$ ——该点比 H_0 点高则取“+”，反之取“-”。

（2）双向泄水时，场地各点设计标高的求法。如图1-8所示， H_0 为场地中心点标高，场地内任意一点的设计标高为

$$H_n = H_0 \pm l_x i_x \pm l_y i_y \quad (1-19)$$

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