



“十一五” 高职高专系列教材（土木工程类）

建筑施工技术

卢爽 鲁春梅 主编
邓爱华 马效民 主审

J ianzhu Shigong Jishu



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE



“十一·五” 高职高专系列教材（土木工程类）

ISBN 978-7-302-3004-3

“十一·五” 高职高专系列教材

ISBN 978-7-302-3004-3

I. ①建... II. ①卢... ②鲁... ③邓... ④马... III. ①建筑工程施工—教材 IV. ①TU714

Jianzhu Shigong Jishu

建筑施工技术

卢爽 鲁春梅 主编
邓爱华 马效民 主审

中国计量出版社

地址：北京市丰台区西三环南路1号（邮编100013）
电话：(010) 68323600
网址：http://www.cip.com.cn
发行人：北京丰台区西三环南路1号
北京市出版集团
787mm×1092mm
32开
28.22
480千字
2010年3月第1版
1—3000
49.00元



中国计量出版社

地址：北京市丰台区西三环南路1号（邮编100013）
电话：(010) 68323600
网址：http://www.cip.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑施工技术/卢爽, 鲁春梅主编. —北京: 中国计量出版社, 2010. 8

“十一五” 高职高专系列教材(土木工程类)

ISBN 978-7-5026-3094-2



I. ①建… II. ①卢… ②鲁… III. ①建筑工程—工程施工—施工技术—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 173102 号

内 容 提 要

《建筑施工技术》是一门研究建筑工程施工中各主要工种的施工工艺、施工技术和施工方法的学科, 具有很强的实践性和综合性。本教材共 10 章。包括土方工程、桩基础工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、屋面防水工程、装饰工程、建筑外墙保温节能工程及冬期施工。本书章后附有复习思考题及习题, 便于读者复习思考。

本教材可作为高职高专院校土建类专业群的教材, 也可作为土建类企业一线工程技术人员的参考资料。

主 编 卢 爽 副 主 编 鲁 春 梅
审 主 另 效 吕 半 雯 取

中国计量出版社 出版

地 址 北京和平里西街甲 2 号 (邮编 100013)

电 话 (010) 64275360

网 址 <http://www.zgjl.com.cn>

发 行 新华书店北京发行所

印 刷 北京市迪鑫印刷厂

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 28.25

字 数 680 千字

版 次 2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

印 数 1—3 000

定 价 49.00 元

如有印装质量问题, 请与本社联系调换

版权所有 侵权必究

“十一五”高职高专系列教材（土木工程类）

编 审 委 员 会

主 任 解学祖 刘国普 刘宝兰

副主任 韩家宝 程 桢 鲁春梅 李保忠

委 员 （按姓氏笔画排序）

王 敏	王天成	王丕嘉	王剑英
王莉力	王艳玉	马 旭	马利耕
马效民	邓爱华	田 莹	卢 爽
刘志胜	孙淑琴	吴丽萍	宋旭东
宋荣文	孟令涵	易津湘	张威琪
杨晓东	杨化奎	侯 威	柳志萍
耿卫江	董 茜		

策 划 李保忠 刘宝兰

— 本 书 编 委 会 —

主 编 卢 爽

(哈尔滨职业技术学院)

鲁春梅

(哈尔滨职业技术学院)

副主编 王丕嘉

(哈尔滨职业技术学院)

马利耕

(哈尔滨职业技术学院)

编 委 于微微

(哈尔滨职业技术学院)

刘任峰

(哈尔滨职业技术学院)

黄苏宁

(黑龙江省林业设计研究院)

李 莉

(黑龙江奔驰建筑集团有限公司)

主 审 邓爱华

(深圳职业技术学院)

马效民

(哈尔滨职业技术学院)

序言

伴随着近年来经济的空前发展和社会各项改革的不断深化，建筑业已成为国民经济的支柱产业和重要的经济增长点。该行业的快速发展对整个社会经济起到了良好的推动作用，尤其是房地产业和公路桥梁等各项基础设施建设的深入开展和逐步完善，也进一步促使整个国民经济逐步走上了良性发展的道路。与此同时，建筑行业自身的结构性调整也在不断进行，这种调整使其对本行业的技术水平、知识结构和人才特点提出了更高的要求，而与此相关的职业教育正是在土木工程各项理论的实际应用层面培养专业人才的重要渠道。因此，近年来教育部对土木工程类各专业的职业教育发展日益重视，并连年加大投入以提高教育质量，以期向社会提供更加适应经济发展的应用型技术人才。为此，教育部对高职高专院校土木工程类各专业的具体设置和教材目录也多次进行了相应的调整，使高职高专教育逐步从普通本科的教育模式中脱离出来，使其真正成为为国家培养生产一线的高级技术应用型人才的职业教育，“十一五”期间，这种转化加速推进并最终得以完善。为适应这一特点，编写高职高专院校土木工程类各专业所需教材势在必行。

针对以上变化与调整，由中国计量出版社牵头组织了“十一五”高职高专系列教材（土木工程类）的编写与出版工作，该套教材主要适用于高职高专院校的土木工程、工程监理以及道路与桥梁等相关专业。由于该领域各专业的技术应用性强、知识结构更新快，因此，我们有针对性地组织了哈尔滨职业技术学院、黑龙江工程学院、中国建筑科学研究院、哈尔滨铁道职业技术学院以及上海励精有限公司等多所相关职业院

校、科研院所以及企业中兼具丰富工程实践和教学经验的专家学者担当各教材的主编与主审，从而为我们成功推出该套框架好、内容新、适应面广的好教材提供了必要的保障，以此来满足土木工程类各专业职业教育的不断发展和当前全社会范围内建设工程项目安全体系建设的迫切需要；这也对培养素质全面、适应性强、有创新能力的应用型技术人才，进一步提高土木工程类各专业职业教育教材的编写水平起到了积极的推动作用。

针对应用型人才培养院校土木工程类各专业的实际教学需要，本系列教材的编写尤其注重理论与实践的深度融合，不仅将建筑领域科技发展的新理论合理融入教材中，使读者通过对教材的学习可以深入把握建筑行业发展的全貌，而且也将建筑行业的新知识、新技术、新工艺、新材料编入教材中，使读者掌握最先进的知识和技能，这对我国新世纪应用型人才的培养大有裨益。相信该套教材的成功推出，必将会推动我国土木工程类职业教育教材体系建设的逐步完善和不断发展，从而对国家的新世纪人才培养战略起到积极的促进作用。

教材编审委员会

2010年6月

前言

• FOREWORD •

随着建筑业这一国民经济支柱产业的快速发展,新材料、新工艺、新技术也随之快速发展起来。因此,建筑业对高等技术应用性人才的需求也越来越多,这就要求高职高专教育的改革力度要不断加大,而高职教育改革的重点是专业群建设,在专业群建设中,教材建设是其中的重要环节之一。

高职教育应该根据专业特色来编写适合于专业特点的教材,同时也应该考虑到专业群建设的要求。本系列教材正是基于上述考虑编写的。本系列教材主要适用于高职高专院校的土建类专业,如建筑工程技术、建筑工程监理、给排水工程技术、暖通与空调工程技术、道路与桥梁工程等专业群。其内容主要是土建类工程设计、施工、监理中要用到的职业技能知识,舍弃了繁琐的公式推导,增加了新材料、新工艺、新技术的工程实例,注重对学生实践能力的培养。另外,本系列教材的编写人员有多年从事教学一线并在企业生产一线实践的“双师型”教师,还有施工企业生产一线的高级工程师。因此,本系列教材更贴近工程实际。我们相信,本系列教材的推出一定会促进高职高专教育的专业群建设,为高职高专教育的发展做出积极的贡献。

本教材共 10 章。包括土方工程、桩基础工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、屋面防水工程、装饰工程、建筑外墙保温节能工程、冬期施工。本教材根据高职高专教育的特点,以“理论知识够用为度,重在实践能力、动手能力的培养”为原则进行编写,密切结合现行的施工及验收规范,注重培养学生自主学习的能力和解决工程实际问题的能力,具有知识新、实践性强的特点,并力求做到图文并茂,通俗易懂,每章后附有复习思考题和习题,便于教学和复习。

目 录

• CONTENTS •

第一章 土方工程	(1)
第一节 概 述	(1)
第二节 土方边坡与土壁支撑	(5)
第三节 人工降低地下水位	(8)
第四节 土方工程机械化施工	(11)
第五节 土方的填筑与压实	(16)
第六节 基坑(槽)施工	(21)
复习思考题	(28)
第二章 桩基础工程	(31)
第一节 钢筋混凝土预制桩施工	(32)
第二节 钢筋混凝土灌注桩施工	(42)
复习思考题	(53)
第三章 砌筑工程	(56)
第一节 脚手架工程及垂直运输设施	(56)
第二节 砌筑砂浆	(77)
第三节 砖砌体施工	(79)
第四节 砌块砌体施工	(87)
第五节 钢筋混凝土构造柱、芯柱的施工	(91)
复习思考题	(93)

第四章 钢筋混凝土工程 (96)

第一节 模板工程 (96)

第二节 钢筋工程 (132)

第三节 混凝土工程 (177)

第四节 工程实践——模板结构计算 (196)

复习思考题 (227)

第五章 预应力混凝土工程 (232)

第一节 概述 (232)

第二节 预应力筋 (233)

第三节 先张法预应力施工 (238)

第四节 后张法预应力施工 (252)

第五节 预应力混凝土工程施工质量验收 (273)

第六节 预应力混凝土工程施工安全技术 (277)

复习思考题 (278)

第六章 结构安装工程 (281)

第一节 起重机械 (281)

第二节 索具设备 (287)

第三节 装配式钢筋混凝土单层工业厂房结构安装 (292)

复习思考题 (313)

第七章 屋面防水工程 (316)

第一节 卷材防水屋面 (316)

第二节 涂膜防水屋面 (326)

第三节 刚性防水屋面 (331)

复习思考题 (335)

第八章 装饰工程 (337)

第一节 抹灰工程 (337)

第二节 饰面工程 (343)

第三节 门窗工程 (351)

第四节 涂饰工程 (355)

第五节 建筑地面工程	(357)
复习思考题	(364)
第九章 建筑外墙保温节能工程	(366)
第一节 概述	(366)
第二节 外墙外保温工程	(367)
第三节 混凝土砌块外墙自保温工程	(403)
复习思考题	(418)
第十章 冬期施工	(420)
第一节 混凝土工程冬期施工	(420)
第二节 砌体工程冬期施工	(433)
复习思考题	(436)
参考文献	(438)

第一章 土方工程

土方工程是建筑工程施工中主要的分部工程之一,它包括开挖、运输、填筑、平整与压实等主要施工过程,以及场地清理、测量放线、施工排水、降水和土壁支护等准备工作与辅助工作。常见的土方工程有场地平整,基坑(槽)与管沟的开挖,人防工程及地下建筑物的土方开挖,路基填土及碾压等。

土方工程的工程量大,施工工期长,劳动强度大,施工条件复杂,又多为露天作业,施工受地区的气候条件、工程地质及水文地质条件的影响较大。因而,在施工前应根据本地区的工程地质、水文地质条件及施工期间的气候特点,制订合理的施工方案,实行科学管理,以保证工程质量,缩短工期,降低工程成本。

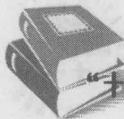
第一节 概 述

一、土的工程分类

土的种类繁多,分类方法也很多,如根据土的颗粒级配或塑性指数分类;根据土的沉积年代分类;根据土的工程特点分类等。在土方工程施工中,根据土的坚硬程度和开挖方法将土分为松软土、普通土、坚土、砂砾坚土、软石、次坚石、坚石、特坚石八类。前四类属一般土,后四类属岩石,见表 1—1。

表 1—1 土的工程分类

土的分类	土的级别	土 的 名 称	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;泥炭(淤泥)	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;种植土及填土	用锹、条锄挖掘,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、条锄挖掘,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;软石灰岩	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)	V ~ VI	硬质黏土;中等密实的页岩、泥灰岩、白垩土;胶结不紧的砾岩;软石灰及贝壳石灰石	用镐或撬棍、大锤挖掘,部分用爆破方法
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、片麻岩及丘长岩	用爆破方法开挖,部分用风镐



续表

土的分类	土的级别	土的名称	开挖方法及工具
七类土 (坚石)	X ~ X III	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;微风化的安山岩、玄武岩	用爆破方法开挖
八类土 (特坚石)	X IV ~ X VI	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	用爆破方法开挖

二、土的工程性质

(一)土的组成

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,三者相互间比例不同,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,一般用三相图表示,见图 1—1。在三相图中,把土的固体颗粒、水、空气各自划分开来。

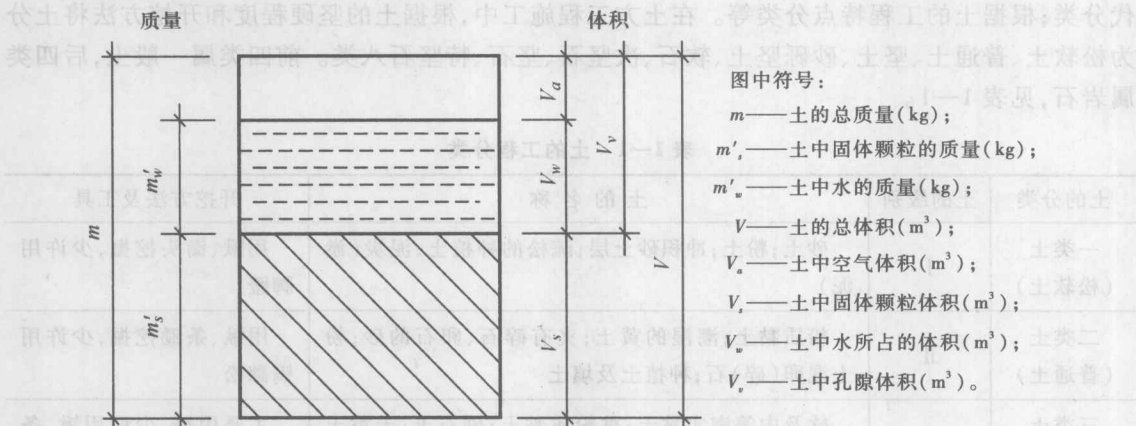


图 1—1 土的三相示意图

(二)土的工程性质

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,以后虽经振动夯实,仍不能恢复原来的体积,这种性质称为土的可松性。土的可松性程度一般用可松性系数表示。

最初可松性系数:

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

最终可松性系数:

$$K'_p = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-2)$$

- 式中 K_p ——土的最初可松性系数;
 K'_p ——土的最终可松性系数;
 V_1 ——土在自然状态下的体积, m^3 ;
 V_2 ——土经开挖后松散状态下的体积, m^3 ;
 V_3 ——土经压(夯)实后的体积, m^3 。

土的可松性系数对土方的平衡调配, 留弃土量、土方运输量及运输工具数量的计算都有直接影响。各类土的可松性系数见表 1—2。

表 1—2 土的可松性系数

土的类别	体积增加百分比(%)		可松性系数	
	最初	最终	K_p	K'_p
一类土(种植土除外)	8 ~ 17	1 ~ 2.5	1.08 ~ 1.17	1.01 ~ 1.03
一类土(植物性土、泥炭)	20 ~ 30	3 ~ 4	1.20 ~ 1.30	1.03 ~ 1.04
二类土	14 ~ 28	1.5 ~ 5	1.14 ~ 1.28	1.02 ~ 1.05
三类土	24 ~ 30	4 ~ 7	1.24 ~ 1.30	1.04 ~ 1.07
四类土(泥灰岩、蛋白石除外)	26 ~ 32	6 ~ 9	1.26 ~ 1.32	1.06 ~ 1.09
四类土(泥灰岩、蛋白石)	33 ~ 37	11 ~ 15	1.33 ~ 1.37	1.11 ~ 1.15
五 ~ 七类土	30 ~ 45	10 ~ 20	1.30 ~ 1.45	1.10 ~ 1.20
八类土	45 ~ 50	20 ~ 30	1.45 ~ 1.50	1.20 ~ 1.30

注: 最初体积增加百分比 $= \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100\%$; 最终体积增加百分比 $= \frac{V_3 - V_1}{V_1} \times 100\%$ 。

2. 土的含水量

土的含水量是土中水的质量与固体颗粒质量之比, 以百分数表示, 即:

$$\omega = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1-3)$$

式中 ω ——土的含水量;

m_w ——土中水的质量, kg;

m_s ——土中固体颗粒的质量, kg。

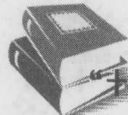
一般土的干湿程度, 用含水量表示。含水量在 5% 以下称为干土; 在 5% ~ 30% 以内称为潮湿土; 大于 30% 称为湿土。含水量对土方边坡的稳定性、回填土的夯实等均有影响。在一定含水量的条件下, 用同样的夯实机具, 可使回填土达到最大的密实度, 此含水量称为土的最佳含水量。各类土的最佳含水量如下: 砂土为 8% ~ 12%; 粉土为 9% ~ 15%; 粉质黏土为 12% ~ 15%; 黏土为 19% ~ 23%。

3. 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。土的渗透性用渗透系数 K 表示。地下水的流动以及在土中的渗透速度都与土的渗透性有关。地下水在土中渗流速度一般可按达西定律计算确定(图 1—2), 其公式如下:

$$v = KI \quad (1-4)$$

式中 v ——水在土中的渗流速度, m/d;



I ——水力坡度, $I = \frac{h}{L}$;

K ——土的渗透系数, m/d。

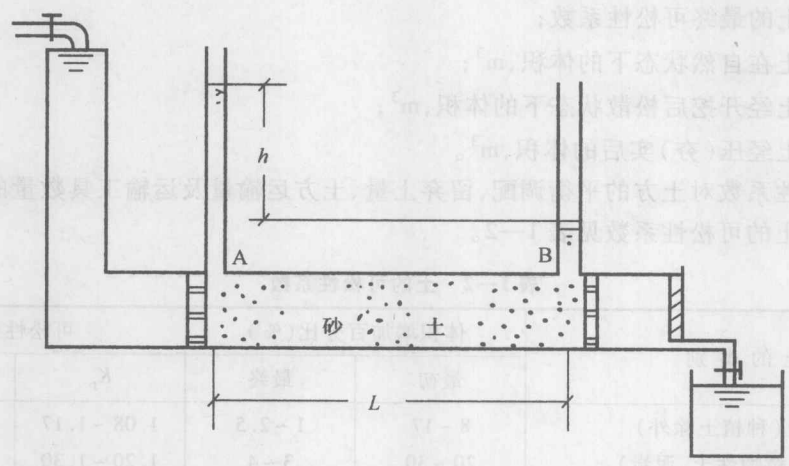


图 1—2 砂土渗透实验

K 值的大小反映土渗透性的强弱。土的渗透系数可以通过室内渗透试验或现场抽水试验测定,一般土的渗透系数见表 1—3。

表 1—3 土的渗透系数

土的名称	渗透系数/(m/d)	土的名称	渗透系数/(m/d)
黏土	<0.005	中砂	5.00 ~ 20.00
粉质黏土	0.005 ~ 0.1	均质中砂	35 ~ 50
粉土	0.1 ~ 0.5	粗砂	20 ~ 50
黄土	0.25 ~ 0.5	圆砾石	50 ~ 100
粉砂	0.5 ~ 1	卵石	100 ~ 500
细砂	1 ~ 5		

4. 土的天然密度和干密度

土在天然状态下单位体积的质量,叫土的天然密度(简称密度)。一般黏土的密度约为 1800 ~ 2000kg/m³,砂土约为 1600 ~ 2000kg/m³。土的密度按式(1—5)计算:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-5)$$

干密度是土的固体颗粒质量与总体积的比值,用式(1—6)表示:

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (1-6)$$

- 式中 ρ ——土的天然密度;
 ρ_d ——土的干密度;
 m ——土的总质量, kg;
 m_s ——土中固体颗粒的质量, kg;
 V ——土的体积, m³。

5. 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 是土的孔隙体积 V_v 与固体体积 V_s 的比值,用式(1—7)表示:

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (1-7)$$

孔隙率 n 是土的孔隙体积 V_v 与总体积 V 的比值,用百分率表示:

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100\% \quad (1-8)$$

第二节 土方边坡与土壁支撑

为了保持土方工程施工时土体的稳定性,防止塌方,保证施工安全,当挖方超过一定深度或填方超过一定高度时,应考虑放坡或加以临时支撑以保持土壁的稳定。

一、土方边坡

土方边坡的稳定,主要是由于土体内土颗粒间存在摩阻力和内聚力,从而使土体具有一定的抗剪强度,土体抗剪强度的大小与土质有关。当土体剪应力增加或抗剪强度降低,使土体中剪应力大于土的抗剪强度,造成土方边坡在一定范围内整体沿某一滑动面向下和向外移动而丧失其稳定性。边坡失稳往往是在外界不利因素影响下触发和加剧的。引起土体剪应力增加或抗剪强度降低的主要因素有开挖深度过大;边坡太陡;坡顶堆放重物或存在动载;雨水或地面水浸入土体使土的含水量增加而造成土的自重增加;地下水渗流所产生的动水压力;土质较差;饱和的细砂、粉砂受震动而液化等。所以,确定土方边坡的大小时应考虑土质、挖方深度(填方高度)、边坡留置时间、排水情况、边坡上部荷载情况、气候条件及土方施工方法等因素。

土方边坡坡度以其挖方深度(或填方高度) H 与其边坡底宽 B 之比来表示。边坡可以做直线形边坡、阶梯形边坡及折线形边坡(图 1—3)。

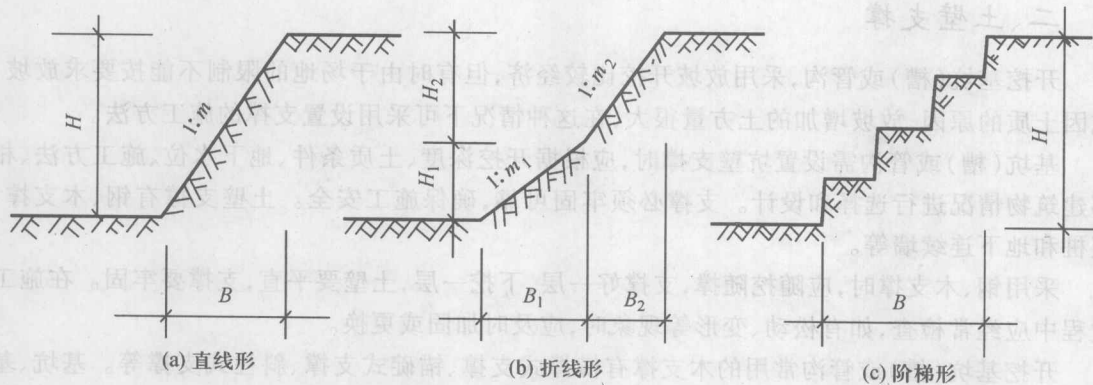


图 1—3 土方边坡

$$\text{土方边坡坡度} = \frac{H}{B} = \frac{1}{B/H} = \frac{1}{m} \quad (1-9)$$

式中, $m = B/H$, 称为边坡系数。

当土质为天然湿度、构造均匀、水文地质条件良好,且无地下水时,开挖基坑亦可不必放