

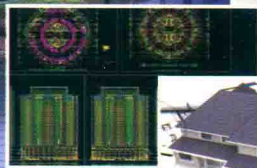


全国高等职业教育“十二五”规划教材
中国电子教育学会推荐教材
全国高等院校规划教材·精品与示范系列

建筑施工技术

◎ 张葆妍 等编著

- 采用项目化编写模式，
注重操作与应用技能培养
- 本书相关电子资源可扫描书中
二维码在线观看
- 土方、基础、模板、脚手架与垂直运输、
钢筋、混凝土（含预应力）、砌筑、
防水、装饰、BIM应用



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

全国高等院校规划教材

建筑施工技术

张葆妍 陆元鹏
杨昕红 王丹菲 编著

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京 · BEIJING

内 容 简 介

本教材以一个完整的实际建设项目为基础,按照施工顺序对教学内容进行编排,施工流程清晰明了。主要包括土方工程、基础工程、模板工程、钢筋工程、混凝土工程、砌体工程等,每章中设置了分项介绍、目标要求、知识讲解、知识延伸、分项训练等模块。知识讲解中的知识点提炼自工程实际,实践性强;特别设置知识延伸帮助学生建立知识体系。全书图文并茂、形象生动,有助于学生掌握和领悟理论知识,提高实践能力。

本书可作为高等、高职院校的教学用书、建筑职业资格认证的参考资料,以及工程技术人员的自学参考书等。本书配有教学课件及重要知识点二维码,供读者参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/张葆妍等编著. —北京:电子工业出版社, 2017.8

ISBN 978-7-121-31912-9

I. ①建… II. ①张… III. ①建筑施工—技术—高等学校—教材 IV. ①TU74

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第137089号

策划编辑:郭乃明

责任编辑:裴杰

印刷:北京季峰印刷有限公司

装订:北京季峰印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

开本:787×1092 1/16 印张:12.25 字数:313.6千字

版次:2017年8月第1版

印次:2017年8月第1次印刷

定价:30.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:QQ34825072, (010)88254561。

前 言

建筑施工技术是建筑类专业的一门专业核心课程,对于培养高职高专学生独立分析、解决建筑工程施工中有关施工技术问题和监督管理工作的职业能力起着至关重要的作用。本书以真实项目为基础,主要介绍建筑工程分项工程的施工工艺、施工方法、技术措施、规范要求以及其质量验收标准、方法等。

随着高等职业教育改革的深入,高职院校更注重培养适应岗位要求、具备良好工程素质和岗位技能的高素质技术技能型应用人才。本书顺应高职教育的发展,符合行业需求,结合沈阳职业技术学院新建餐饮实训中心的真实建筑样板,以新颁布的国家施工质量验收规范为标准,查阅相关的法规规范、专业文献,收集大量宝贵的施工现场资料,知识体系完整。知识导入从实际出发,通过对问题的分析,导出必要的概念和方法,直观性强,易于掌握。本书也是省教育科学“十二五”规划重点课题研究的重要成果之一。

本书由张葆妍、陆元鹏、杨昕红、王丹菲共同编著完成。编写工作得到了沈阳职业技术学院相关领导和部门的全力配合,特别感谢沈阳职业技术学院张黎明教授在编写过程中给予的大力支持和指导。在此,谨向所有对本书编写过程中给予帮助的人员表示衷心的感谢!

本书可作为高等、高职院校的教学用书,建筑职业资格认证的参考资料,以及工程技术人员的自学参考书等。本书配有教学课件及重要知识点二维码,供读者参考。

限于编者水平有限,疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编著者

目 录

项目 1 土方工程	1
1.1 土方工程概述	1
1.1.1 土方工程施工特点	1
1.1.2 土的工程分类	2
1.1.3 土的工程性质	3
1.2 土方边坡与支护	5
1.2.1 土方边坡	5
1.2.2 基坑支护	6
1.2.3 基坑(槽)施工	6
1.3 土方工程量计算	10
1.3.1 基坑与基槽的土方量计算	10
1.3.2 场地平整的土方量计算	11
1.4 土方工程机械化施工	16
1.4.1 推土机施工	16
1.4.2 挖土机施工	17
1.5 地下水控制施工	19
1.6 土方的填筑与压实	21
1.6.1 填筑要求	21
1.6.2 填土压实方法	22
1.7 土方调配	23
1.7.1 土方调配原则	23
1.7.2 土方调配区的划分	24
1.7.3 土方调配图表的编制	24
项目 2 基础工程	26
2.1 基础工程概述	26
2.1.1 基础工程的重要性	26
2.1.2 基础的分类	27
2.2 浅基础施工	27
2.2.1 独立基础	27
2.2.2 条形基础	28
2.2.3 筏形基础	30
2.2.4 箱形基础	30
2.2.5 壳体基础	31

2.2.6	无筋扩展基础	32
2.3	其他基础	32
2.3.1	沉井、沉箱基础	32
2.3.2	地下连续墙施工	33
2.4	基础埋置深度	34
2.4.1	埋置深度的确定	34
2.4.2	防冻害措施	35
2.5	桩基础施工	36
2.5.1	桩基础的分类	36
2.5.2	桩的质量检验	40
2.5.3	预制桩施工工艺	41
2.5.4	灌注桩施工工艺	46
2.5.5	预制桩和灌注桩的优缺点	49
项目 3	模板工程	51
3.1	模板工程概述	51
3.1.1	模板的分类	51
3.1.2	模板的安装	52
3.1.3	模板的拆除	52
3.2	木模板	52
3.3	组合钢模板	54
3.3.1	钢模板的类型	54
3.3.2	钢模板的连接配件	56
3.3.3	钢模板的支撑件	56
3.3.4	其他模板	60
3.4	质量控制	60
3.4.1	质量验收	60
3.4.2	安全技术	62
项目 4	脚手架工程与垂直运输机械	64
4.1	脚手架施工	64
4.1.1	按照与建筑物的位置关系分类	64
4.1.2	按照支撑部位和支撑方式分类	65
4.1.3	其他的脚手架分类	65
4.2	外脚手架	65
4.2.1	单、双排扣件式钢管外脚手架	65
4.2.2	满堂扣件式钢管脚手架和支撑架	67
4.2.3	悬挑式脚手架	68
4.3	里脚手架	68
4.4	垂直运输设施	70

项目 5 钢筋工程	73
5.1 钢筋的分类	73
5.2 钢筋的存放	77
5.3 钢筋的加工	78
5.4 钢筋的连接	80
5.5 钢筋配料与代换	83
5.5.1 钢筋配料	83
5.5.2 钢筋代换	89
项目 6 混凝土工程	92
6.1 混凝土的制备	92
6.1.1 混凝土施工配制强度确定	92
6.1.2 混凝土施工配合比计算	93
6.1.3 混凝土搅拌机选择	94
6.1.4 混凝土搅拌制度	96
6.1.5 混凝土搅拌站	99
6.2 混凝土和易性	100
6.2.1 混凝土和易性性质	100
6.2.2 混凝土和易性测定	101
6.2.3 混凝土和易性的影响因素及改善措施	102
6.3 混凝土的运输	103
6.3.1 混凝土运输的基本要求	103
6.3.2 混凝土运输的分类	103
6.4 混凝土的浇筑与捣实	105
6.4.1 混凝土浇筑应注意的问题	106
6.4.2 正确留置施工缝	106
6.4.3 混凝土的振动密实成形	107
6.5 混凝土缺陷	108
6.5.1 麻面	108
6.5.2 层模板接缝处烂边、烂根	109
6.5.3 混凝土表面裂缝	110
6.5.4 露筋	110
6.5.5 蜂窝	111
6.6 混凝土的养护	112
6.7 季节性施工	113
6.7.1 冬季施工措施	113
6.7.2 雨季施工	114

项目 7 预应力混凝土工程	115
7.1 预应力混凝土的基本原理	115
7.2 先张法预应力施工	116
7.3 后张法预应力施工	118
7.3.1 施工流程	118
7.3.2 后张法的分类	118
项目 8 砌筑工程	120
8.1 砌筑材料	120
8.1.1 块材	120
8.1.2 砂浆	121
8.2 砖墙的砌筑及质量要求	123
8.2.1 施工工艺	123
8.2.2 砌筑质量要求	126
8.3 构造柱的施工	127
8.3.1 工艺流程	127
8.3.2 施工方法	128
项目 9 防水工程	132
9.1 建筑防水工程分类及功能	132
9.1.1 按设防部位分类	132
9.1.2 按设防方法分类	132
9.1.3 按设防材料性能分类	133
9.1.4 按设防材料品种分类	133
9.1.5 防水工程的功能	133
9.2 建筑工程防水材料	135
9.2.1 沥青材料	135
9.2.2 防水卷材	136
9.2.3 防水涂料	137
9.3 建筑防水工程施工	139
9.3.1 卷材防水工程设计与施工	139
9.3.2 屋面卷材防水施工	141
9.3.3 涂膜防水设计与施工	144
项目 10 装饰工程	148
10.1 一般抹灰工程	148
10.1.1 抹灰工程的分类与组成	148
10.1.2 抹灰的基层处理	149
10.1.3 一般抹灰施工	151

10.2	饰面工程	152
10.2.1	花岗石板、大理石板等饰面面板的施工	152
10.2.2	金属饰面板的施工	154
10.3	门窗工程	155
10.3.1	木门窗的施工	155
10.3.2	铝合金门窗的施工	156
10.3.3	塑钢门窗的施工	157
10.4	涂料及刷浆工程	158
10.4.1	涂料工程	158
10.4.2	刷浆工程	160
10.5	吊顶与隔墙工程	160
10.5.1	吊顶的构造组成	161
10.5.2	吊顶的施工工艺	161
10.5.3	隔墙与隔断	164
10.6	玻璃幕墙工程	165
10.6.1	玻璃幕墙的分类	165
10.6.2	玻璃幕墙的安装	167
10.7	楼地面工程	168
10.7.1	楼地面的组成及分类	168
10.7.2	楼地面工程施工流程	169
项目 11	BIM 在工程施工中的应用	172
11.1	BIM 的概念	172
11.1.1	BIM 的定义	172
11.1.2	BIM 的特征	173
11.2	BIM 在建筑施工企业中的应用	176
11.2.1	BIM 在建筑施工企业成本管理中的应用	176
11.2.2	BIM 在建筑施工企业进度管理中的应用	177
11.2.3	BIM 在建筑施工企业质量管理中的应用	178
11.2.4	BIM 在建筑施工企业安全管理中的应用	178
11.3	BIM 相关软件	179
11.3.1	BIM 建模软件	179
11.3.2	BIM 模型综合碰撞检查软件	182
11.3.3	BIM 造价管理软件	182
11.3.4	BIM 运营管理软件	183

项目 1 土方工程



项目分项介绍

某院校新建餐饮服务实训中心项目工程，占地 2465m^2 。房屋施工全过程当中首当其冲的就是土方工程的施工。通过场地平整将校园原有的天然地面改造成符合施工要求的设计平面。然后计算挖填土方量，编制可行性施工方案，进行合理的土方平衡调配，完成土方工程施工。

目标要求

1. 了解土方工程中常见的支护和降水措施。
2. 熟悉土的工程性质和分类原则。
3. 掌握土方工程填挖方量的计算方法和原则。

1.1 土方工程概述

土方工程的施工包括挖掘、支护、填筑、地下水控制四大方面内容。首先是土方开挖，为了避免塌方要进行建筑工程的支护，在建筑基坑支护的保护下进行基础工程的施工，基础施工结束后进行土方回填、平整场地。由于场地施工条件的多样性，在进行土方工程施工中往往会伴随对地下水的控制来保证工程施工的进行和质量。

1.1.1 土方工程施工特点

土方工程的工程量比较大，施工条件比较复杂。因此在施工前要编制合理的施工方案，处理好工作环境、自然环境所造成的施工困难，如图 1.1 和图 1.2 所示，其中包括北方地区的冬季施工方案、地面下的构筑物处理方案、有地下水影响的施工方案等，之后才能采用机械化施工手段，进行土方工程的施工。



图 1.1 土方开挖



图 1.2 土方整理

1.1.2 土的工程分类

根据土方开挖的难易程度，将土体分为松软土、普通土、坚土、砂砾坚土、软石、次坚石、坚石、特坚石等八类。一到四类为土；五到八类为石。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；粉土；冲积砂土层；泥炭（淤泥）	用锹、锄头挖掘
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
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	主要用镐和锹、条锄挖掘，也可用撬棍



续表

土的分类	土的级别	土的名称	开挖方法及工具
四类土 (砂砾坚土)	IV	坚硬密实的黏土或黄土；含碎石、卵石的中等密实的黏土或黄土；粗卵石；天然级配砂石；软泥灰岩	先用镐、撬棍，后用锹挖掘，也可用楔子及大锤
五类土 (软石)	V~VI	硬质黏土；中等密实的页岩、泥灰岩；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、片麻岩及正长岩	用爆破方法开挖，部分用风镐
七类土 (坚石)	X~XIII	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	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	用爆破方法开挖

1.1.3 土的工程性质

1. 土的密度

(1) 天然密度：土在天然状态下单位体积的质量，称为土的天然密度（简称密度）。一般黏土的密度为 1800~2000kg/m³，砂土的密度为 1600~2000kg/m³。土的密度按下式计算

$$\rho=m/V$$

(2) 干密度：干密度是土的固体颗粒质量与总体积的比值，用下式表示

$$\rho_d=m_s/V$$

式中 ρ ——土的天然密度 (kg/m³)；
 ρ_d ——土的干密度 (kg/m³)；
 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)。

2. 土的含水量

土的含水量是指土中水的质量与固体颗粒质量之比，以百分数表示，即

$$\omega=m_w/m_s\times 100\%$$

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)。

工程实践中通常将土的干湿程度用含水量表示。根据土的含水量大小，将土分为含

水量在 5%以下的干土、在 5%~30%之间的潮湿土和在 30%以上的湿土。

3. 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，以后虽经回填压实，仍不能回复成原来的体积，土的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。

最初可松性系数为

$$K_s=V_2/V_1$$

最终可松性系数为

$$K_s'=V_3/V_1$$

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 ——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 ）。

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_s	K_s'
一类土（种植土除外）	8~17	1~1.25	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

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。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，其公式如下

$$v=iK$$

式中 v ——水在土中的渗流速度（ m/d ，即米每天）；

i ——水力坡度, $i=hL$;

K ——土的渗透系数 (m/d)。

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	土的名称	渗透系数
黏土	<0.005	中砂	5~20
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

1.2 土方边坡与支护

1.2.1 土方边坡

土方边坡, 如图 1.3 所示, 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。边坡可以做成直线形边坡、折线形边坡及阶梯形边坡。土方边坡坡度:

$$\frac{H}{B} = \frac{1}{\frac{B}{H}} = 1 : m$$

式中 m ——边坡系数, $m = \frac{B}{H}$ 。

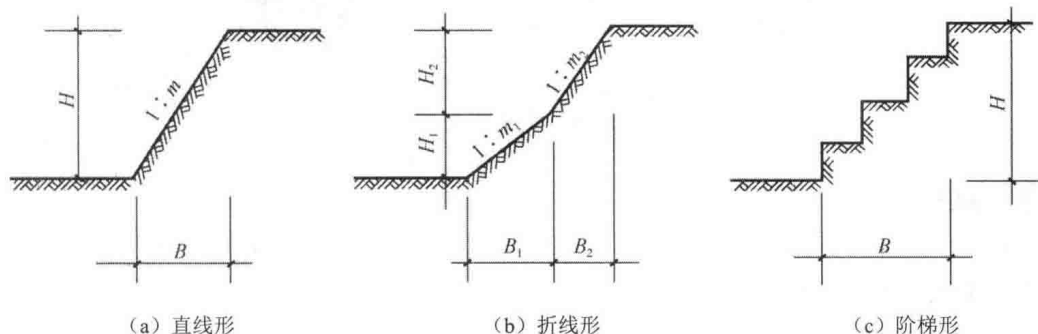


图 1.3 土方边坡

施工中, 土方边坡坡度的留设应考虑土质、开挖深度、开挖方法、施工工期、地下水位、坡顶荷载和气候条件等因素综合制定方案。边坡形式包括直线形、折线形、阶梯形三种形式。针对这三种边坡形式, 允许荷载与边坡的关系如下。

1.2.2 基坑支护

开挖基坑（槽）时，如地质条件及周围环境许可，采用放坡开挖是较为经济的开挖方式。但在建筑稠密地区施工，或有地下水渗入基坑（槽）时，通常不可能按要求的坡度放坡开挖，这就需要进行基坑（槽）支护，以保证施工的顺利和安全，并减少对相邻建筑、管线等的不良影响。

基坑（槽）支护结构的主要作用是支撑土壁，此外，钢板桩、混凝土板桩及水泥土搅拌桩等围护结构还兼有不同程度的隔水作用。

基坑（槽）支护结构的形式有多种，根据受力状态可分为横撑式支撑、板桩式支护结构、重力式支护结构，其中，板桩式支护结构又分有悬臂式和支撑式。如图 1.4 所示为横撑式支撑。

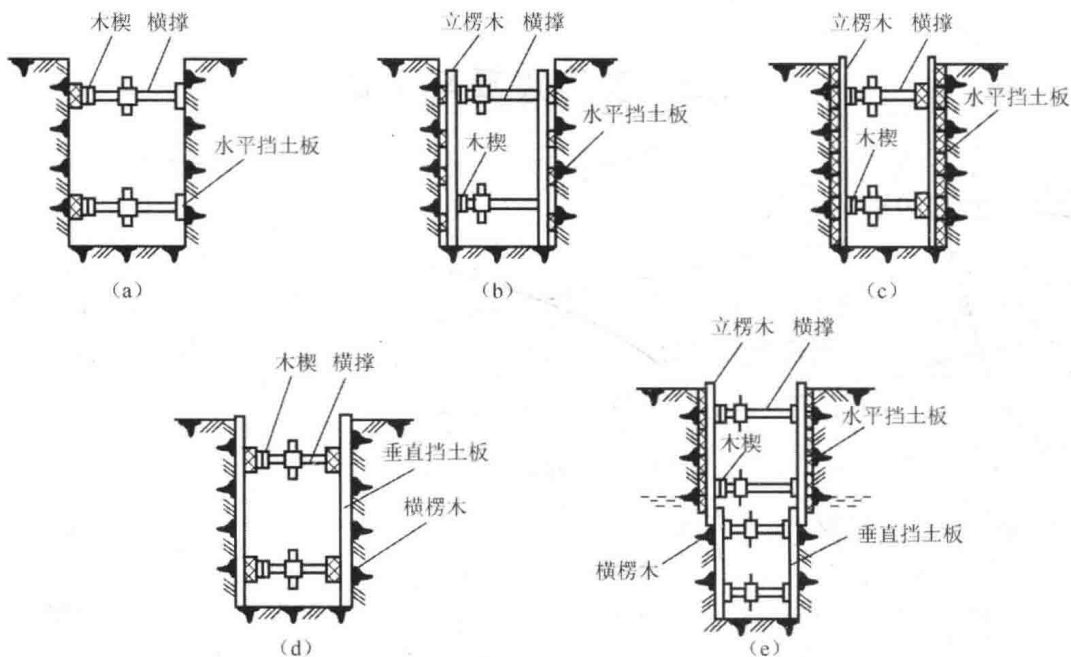


图 1.4 横撑式支撑

1.2.3 基坑（槽）施工

1. 施工准备工作

基坑（槽）施工前，应做好各项施工准备工作，以保证土方工程顺利进行。施工准备工作主要包括：学习和审查图纸；查勘施工现场；编制施工方案；平整施工场地；清除现场障碍物；做好排/降水工作；设置测量控制网；修建临时设施及道路；准备施工机具、物资及人员等。

基坑（槽）施工一般包括测量放线、分层开挖、排/降水、修坡、整平、预留土层等

施工过程。

2. 基槽施工

(1) 基槽放线

根据房屋主轴线控制点, 首先将外墙轴线的交点用木桩定位在地面上, 并在桩顶钉上铁钉作为标志。房屋外墙轴线测定以后, 再根据建筑物平面图, 将内部开间所有轴线都一一测出。最后根据基槽上口的开挖宽度在中心轴线两侧用石灰在地面上撒出基槽开挖边线。同时在房屋四周设置龙门板, 以便于基础施工时复核轴线位置。

(2) 柱基放线

在基坑开挖前, 从设计图上核对基础的纵横轴线编号和基础施工详图, 根据柱子的纵横轴线, 用经纬仪在矩形控制网上测定基础中心线的端点, 同时在每个柱基中心线上, 测定基础定位桩, 每个基础的中心线上设置四个定位木桩, 其桩位离基坑开挖线的距离为 $0.5\sim 1.0\text{m}$ 。若基础之间的距离不大, 可每隔几个基坑打一个定位桩, 但两个定位桩的间距以不超过 20m 为宜, 以便拉线恢复中间柱基的中线。桩顶上钉一个钉子, 标明中心线的位置。然后按施工图上柱基的尺寸和边坡系数确定的挖土边线的尺寸, 放出基坑上口挖土灰线, 标出挖土范围。

(3) 基坑(槽)开挖

土方开挖应遵循“开槽支撑, 先撑后挖, 分层开挖, 严禁超挖”的原则。

3. 基坑(槽)检验

(1) 表面检查验槽法

① 根据槽壁土层分布情况及走向, 初步判明全部基底是否已挖至设计所要求的土层。

② 检查槽底是否已挖至原(老)土, 是否应继续下挖或进行处理。

③ 检查整个槽底的土的颜色是否均匀一致, 土的坚硬程度是否一样, 是否有局部过松软或过坚硬的部位; 是否有局部含水量异常现象, 走上去有没有颤动的感觉等。如有异常部位, 要会同设计等有关单位进行处理。

(2) 钎探检查验槽法

基坑(槽)挖好后, 用铁锤把钢钎打入坑底的基土中, 根据每打入一定深度的锤击次数, 来判断地基土的情况。钢钎一般用直径 $22\sim 25\text{mm}$ 的钢筋制成, 钎尖呈 60° 尖锥状, 长度 $1.8\sim 2.0\text{m}$ 。铁锤重 $3.6\sim 4.5\text{kg}$ 。一般均应按照设计要求进行钎探, 设计无要求时可按下列规则布置。

① 槽宽小于 800mm 时, 在槽中心布置探点一排, 间距一般为 $1\sim 1.5\text{m}$, 应视地层复杂情况而定。

② 槽宽 $800\sim 2000\text{mm}$ 时, 在距基槽两边 $200\sim 500\text{mm}$ 处, 各布置探点一排, 间距

一般为 1~1.5m，应视地层复杂情况而定。

③ 槽宽 2000mm 以上者，应在槽中心及两槽边 200~500mm 处，各布置探点一排，每排探点间距一般为 1~1.5m，应视地层复杂情况而定。

④ 矩形基础：按梅花形布置，纵向和横向探点间距均为 1~2m，一般为 1.5m，较小基础至少应在四角及中心各布置一个探点。

⑤ 基槽转角处应再补加一个点。

钎探应绘图编号，并按编号顺序进行击打，应固定打钎人员，锤击高度离钎顶 500~700mm 为宜，用力均匀，垂直打入土中，记录每贯入 300mm 钎段的锤击次数，钎探完成后应对记录进行分析比较，锤击数过多、过少的探点应标明与检查，发现地质条件不符合设计要求时应会同设计、勘察人员确定处理方案。

(3) 洛阳铲探验槽法

在黄土地区基坑挖好后或大面积基坑挖土前，根据建筑物所在地区的具体情况或设计要求，对基坑底以下的土质、古墓和洞穴用专用洛阳铲进行钎探检查。

4. 地基的局部处理

(1) 松土坑的处理

① 松土坑在基槽范围内，坑的范围很小，可将坑中松软虚土挖除，使坑底及四周均见天然土，然后采用与坑边天然土压缩性相近的材料回填。当天然土为砂土时，用砂或级配砂石回填；天然土为较密实的黏性土，用 3:7 灰土分层夯实回填；天然土为中密可塑的黏性土或新近沉积黏性土，可用 1:9 或 2:8 灰土分层回填夯实，每层厚度不超过 200mm。

② 松土坑范围大，超过 5m^2 ，如坑底土质与一般槽底土质相同，可将该部分基础落深，做 1:2 踏步与两端相接，踏步多少按坑深而定，但每步不高于 500mm，长度不小于 1000mm，如深度较大，用灰土分层回填夯实至坑底。

③ 松土坑在基槽中范围较大，且超过基槽边沿。当坑的范围较大或存在因其他条件限制基槽不能开挖太宽，槽壁不能挖到天然土层时，则应将该范围内的基槽适当加宽，加宽的宽度应按下述条件确定：当用砂土或砂石回填时，基槽每边均应按 $l_1:h_1=1:1$ 坡度放宽；用 2:8 或 1:9 灰土回填时，基槽每边均应按 $l_1:h_1=0.5:1$ 坡度放宽；用 3:7 灰土回填时，如坑的长度小于 2m，基槽可不放宽，但须将灰土与槽壁接触处紧密夯实。

④ 地下水位较高的松土坑。如遇到地下水位较高，坑内无法夯实时，可将坑（槽）中软虚土挖去，再用砂土、砂石或混凝土代替灰土回填；或地下水位以下用粗砂与碎石（比例为 1:3）回填，地下水位以上用 3:7 灰土回填夯实至要求高度。

⑤ 松土坑较深，且大于槽宽或超过 1.5m，按以上要求处理到老土，槽底处理完毕后，还应当考虑是否需要加强上部结构的强度，常用的加强方法是在灰土基础上 1~2