

21世纪职业院校土木建筑工程专业系列教材
中国土木工程学会教育工作委员会推荐教材
北京市教委立项“职业院校土建专业实践教学研究”成果

建筑施工技术

穆静波 王亮 侯敬峰 廖维张 杨静 编著

清华大学出版社

21世纪职业院校土木建筑工程专业系列教材
中国土木工程学会教育工作委员会推荐教材
北京市教委立项“职业院校土建专业实践教学研究”成果

建筑施工技术

穆静波 王亮 侯敬峰 廖维张 杨静 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书针对应用型人才培养特点及用人单位工作岗位需求,依据国家新规范、新标准及建筑施工技术发展,按照工种工程,全面系统地阐述了建筑施工的理论、方法和技术要求。在内容的编排上,突出综合性和实用性。全书共11章,包括土方工程、深基础工程、砌筑工程、钢筋混凝土结构工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、防水工程、装饰装修工程。为了便于学习和掌握,每章附有学习要求、工程应用案例和习题。针对应用型人才培养增加了综合案例、课程案例及求职面试典型问题应对。

本书简明扼要、重点突出、强调实际应用,可作为高职、中职及成人高等教育的专业教材,也可供建设、设计、监理和施工技术人员参考,或作为相关人员的岗位培训教材。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/穆静波等编著.--北京:清华大学出版社,2012.9

(21世纪职业院校土木建筑工程专业系列教材)

ISBN 978-7-302-30023-6

I. ①建… II. ①穆… 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(2012)第211245号

责任编辑:秦娜 赵从棉

封面设计:常雪影

责任校对:王淑云

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:16.25 字 数:394千字

版 次:2012年10月第1版 印 次:2012年10月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:39.00元

产品编号:046430-01

第 1 章 土方工程	1
1.1 概述	1
1.1.1 土方工程的特点与施工要求	1
1.1.2 土的工程分类及性质	2
1.1.3 土方边坡坡度	3
1.1.4 土方施工的准备工作的	4
1.2 土方边坡与土壁支护	4
1.2.1 土方边坡	4
1.2.2 土壁支护	6
1.3 排水与降水	15
1.3.1 地面排水	15
1.3.2 集水井排水或降水	15
1.3.3 流砂及其防治	17
1.3.4 井点降水法	18
1.3.5 降水对周围地面的影响及预防措施	25
1.4 土方工程机械与开挖	25
1.4.1 土方计算	26
1.4.2 场地平整施工	26
1.4.3 基坑开挖	28
1.5 土方填筑	32
1.5.1 土料选择与填筑方法	32
1.5.2 填土压实方法	32
1.5.3 影响填土压实的因素	34
1.5.4 填土压实的质量检验	35
习题	39
第 2 章 深基础工程	40
2.1 灌注桩施工	40
2.1.1 干作业成孔灌注桩	41
2.1.2 泥浆护壁成孔灌注桩	42

2.1.3	沉管灌注桩	45
2.2	预制桩施工	46
2.2.1	钢筋混凝土预制桩的制作、起吊、运输和堆放	47
2.2.2	锤击沉桩法施工	47
2.2.3	静力压桩法施工	49
2.2.4	振动沉桩法施工	50
2.3	地下连续墙施工	50
	习题	54
第3章	砌筑工程	56
3.1	砌筑材料的准备	56
3.1.1	块体	56
3.1.2	砂浆	57
3.2	砖砌体施工	59
3.2.1	砖砌体施工准备	59
3.2.2	砖砌体施工工艺	59
3.2.3	砖砌体质量要求	62
3.3	砌块砌体施工	63
3.3.1	砌块砌体施工准备	63
3.3.2	砌块砌体施工工艺	64
3.3.3	构造柱、圈梁、混凝土带、芯柱等施工	65
3.3.4	砌块砌体质量要求	66
3.4	石砌体施工	66
3.4.1	施工准备	66
3.4.2	施工工艺	67
3.5	脚手架与垂直运输	68
3.5.1	脚手架	68
3.5.2	垂直运输	73
	习题	77
第4章	钢筋混凝土工程	79
4.1	钢筋工程	79
4.1.1	钢筋的性能与进场检验	80
4.1.2	钢筋的连接	80
4.1.3	钢筋配料与下料长度	86
4.1.4	钢筋的代换	87
4.1.5	钢筋的加工与安装	87
4.2	模板工程	90
4.2.1	现浇结构模板的构造	90

4.2.2	工具式模板	92
4.2.3	模板安装的质量要求	97
4.2.4	模板的拆除	98
4.3	混凝土工程	98
4.3.1	混凝土的制备	99
4.3.2	混凝土的运输	101
4.3.3	混凝土的浇筑	103
4.3.4	混凝土的养护	108
4.3.5	混凝土冬期施工	109
4.3.6	混凝土的质量检查	111
	习题	117
第5章	预应力混凝土工程	120
5.1	先张法施工	120
5.1.1	先张法施工工艺	120
5.1.2	先张法施工设备	122
5.2	后张法施工	123
5.2.1	后张有粘结预应力施工工艺	123
5.2.2	后张无粘结预应力施工工艺	126
5.2.3	后张法施工机具	127
	习题	134
第6章	结构安装工程	135
6.1	起重机械与设备	135
6.1.1	自行杆式起重机	135
6.1.2	塔式起重机	138
6.1.3	索具设备	141
6.2	单层工业厂房结构安装	142
6.2.1	吊装前的准备	142
6.2.2	构件吊装工艺	143
6.2.3	结构吊装方案	149
6.3	多高层结构安装	155
6.3.1	吊装机械的选择与布置	155
6.3.2	构件的平面布置与排放	157
6.3.3	结构吊装方法与吊装顺序	157
6.3.4	构件吊装工艺	158
	习题	165

第 7 章 防水工程	166
7.1 地下防水工程	166
7.1.1 概述	166
7.1.2 防水混凝土	167
7.1.3 卷材防水层施工	168
7.1.4 涂膜防水层施工	173
7.2 屋面防水工程	175
7.2.1 卷材防水屋面	175
7.2.2 涂膜防水屋面	178
习题	180
第 8 章 装饰装修工程	182
8.1 抹灰工程	182
8.1.1 抹灰的组成与分类	182
8.1.2 抹灰的准备	183
8.1.3 一般抹灰施工	184
8.1.4 装饰抹灰施工	186
8.2 饰面工程	188
8.2.1 饰面砖镶贴	188
8.2.2 石材饰面板安装	190
8.2.3 建筑幕墙安装	193
8.3 门窗与吊顶工程	194
8.3.1 门窗安装工程	194
8.3.2 吊顶工程	197
8.4 涂饰与裱糊工程	200
8.4.1 涂饰工程	200
8.4.2 裱糊工程	203
习题	209
第 9 章 综合案例	211
9.1 基础工程施工方案	211
9.1.1 工程概况	211
9.1.2 施工工艺顺序	212
9.1.3 施工方法及要点	212
9.1.4 施工注意事项	213
9.1.5 质量标准及要求	213
9.2 结构工程施工方案	214
9.2.1 工程概况	214

9.2.2	钢筋工程	214
9.2.3	模板工程	217
9.2.4	混凝土工程	223
9.3	屋面工程施工方案	228
9.3.1	工程概况	228
9.3.2	主要施工工艺及质量标准	228
9.3.3	铺砖	233
9.3.4	质量通病与防治	233
9.3.5	成品保护措施	234
9.4	装饰工程施工方案	235
9.4.1	工程概况	235
9.4.2	主要施工工艺与要求	235
第 10 章	课程实训	240
10.1	基坑开挖与回填	240
10.2	钢筋混凝土结构施工	241
10.3	单层厂房结构安装	241
10.4	地下防水施工	243
第 11 章	求职面试典型问题应对	245
11.1	问题与回答示例	245
11.2	求职面试时可能遇到的典型问题	245
参考文献		247

土方工程

本章学习要求

了解土方工程主要内容与施工特点,掌握土的工程性质;了解边坡稳定的条件、影响因素,掌握边坡稳定及支护的方法与适用条件;了解施工降排水的主要原理及意义,掌握主要方法及适用范围;了解常用土方施工机械作业特点及适用范围,掌握基坑开挖、土方填筑的方法与要求。

土方工程是建筑施工程的首项工程,主要包括平整、开挖、填筑等主要施工过程和排水、降低水位、稳定土壁等辅助工作。土方工程具有量大面广、劳动繁重和施工条件复杂等特点,又受气候、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,制定可靠的措施,并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 概述

1.1.1 土方工程的特点与施工要求

1. 土方工程的特点

(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公里,机场可达数十平方公里。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。

2. 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,拟定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。

1.1.2 土的工程分类及性质

1. 土的工程分类

土的分类方法较多,在施工中按开挖的难易程度可将土分为八类,如表 1-1 所示。

表 1-1 土的工程分类与性质

类别	土的名称	开挖方法	密度/ (t/m^3)	可松性系数	
				K_s	K'_s
一类 (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)	粉质粘土,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)	软及中等密实粘土,重粉质粘土,粗砾石,干黄土及含碎石、卵石的黄土、粉质粘土、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)	重粘土及含碎石、卵石的粘土,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	1.9	1.26~1.37	1.06~1.09
五类土 (软石)	硬石炭纪粘土,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、石灰岩,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、辉长岩、辉绿岩、玢岩	用爆破方法	2.7~3.3	1.45~1.50	1.20~1.30

2. 土的工程性质

土有各种工程性质,其中对施工影响较大的有土的质量密度、含水量、渗透性和可松性等。

1) 土的质量密度

土的质量密度分天然密度和干密度。土的天然密度,是指土在天然状态下单位体积的质量,用 ρ 表示;它影响土的承载力、土压力及边坡的稳定性。土的干密度,是指单位体积

土中固体颗粒的质量,用 ρ_s 表示;它是检验填土压实质量的控制指标。

2) 土的含水量

土的含水量 ω 是土中所含的水与土中的固体颗粒间的质量比,以百分数表示为

$$\omega = \frac{G_{湿} - G_{干}}{G_{干}} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中: $G_{湿}$ ——含水状态时土的质量;

$G_{干}$ ——烘干后土的质量。

土的含水量影响土方的施工方法选择、边坡的稳定和回填土的质量,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、陷车。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。如砂土的最佳含水量为8%~12%,而粘土则为19%~23%。

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 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,如粘土的渗透系数小于0.1m/d,细砂为5~10m/d,而砾石则为100~200m/d。

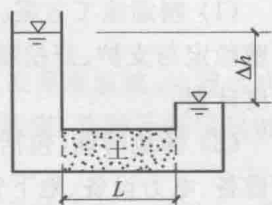


图1-1 水力坡度示意

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。

4) 土的可松性

土具有的可松性,即自然状态下的土经过开挖后,其体积因松散而增加,以后虽经回填压实,仍不能恢复其原来的体积。土的可松性程度用可松性系数表示,即

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (1-2)$$

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-3)$$

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 ——土经开挖后的松散体积;

V_3 ——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和弃土坑的容积,以及计算填方所需的挖方体积、确定预留回填料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可参考表1-1。

1.1.3 土方边坡坡度

多数情况下,土方开挖或填筑的边缘都要保留一定的斜面,这个斜面称为土方边坡。边

坡的形式如图 1-2 所示,边坡坡度常用 $1:m$ 表示,即

$$\text{土方边坡坡度} = \frac{H}{B} = \frac{1}{B/H} = 1:m \quad (1-4)$$

式中: $m=B/H$,称坡度系数,其意义为:当已知边坡高度 H 时,其边坡宽度 B 则等于 mH 。

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。

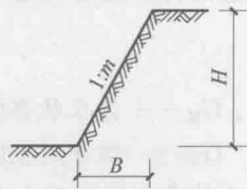


图 1-2 边坡坡度示意图

1.1.4 土方施工的准备工作的准备工作

土方工程施工前应做好如下准备工作:

(1) 制定施工方案。根据勘察文件、工程特点及现场条件等,确定场地平整、降水排水、土壁稳定与支护、开挖顺序与方法、土方调配与存放的方案,绘制施工平面布置图,编制施工进度计划。

(2) 场地清理(包括清理地面及地下各种障碍)。在施工前应拆除旧房,拆除或改建通信设备、电力设备、地下管线及构筑物,迁移树木,做好古墓及文物的保护或处理,清除耕植土及河塘淤泥等。

(3) 排除地面水。场地内低洼地区的积水必须排除,同时应注意雨水的排除,使场地保持干燥,以利于土方施工。地面水的排除一般采用排水沟,必要时还需设置截水沟、挡水土坝等防洪设施。

(4) 修筑好临时道路及临时供水、供电等设施。

(5) 做好材料、机具、物资及人员的准备工作。

(6) 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。

(7) 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 土方边坡与土壁支护

土方工程施工过程中,主要是依靠土体的内摩擦力和粘结力来平衡土体的下滑力,保持土壁稳定。一旦土体在外力作用下失去平衡,就会出现土壁坍塌或滑坡,不仅妨碍土方工程施工,造成人员伤亡事故,还会危及附近建筑物、道路及地下管线的安全,后果严重。

为了防止土壁坍塌或滑坡,对挖方或填方的边缘,一般需做成一定坡度的边坡。由于条件限制不能放坡或为了减少土方工程量而不放坡时,常需设置土壁支护结构,以确保施工安全。

1.2.1 土方边坡

合理地选择基坑、沟槽的断面和留设土方边坡,是在保证安全的前提下减少土方量的有

效措施。

1. 边坡稳定条件及其影响因素

边坡稳定条件是在土体的重力及外部荷载作用下所产生的剪应力小于土体的抗剪强度。如图 1-3 所示,该边坡稳定的条件是,作用在土体上的下滑力 T 小于该块土体的抗剪力 C 。

土体的下滑力 T ,主要由下滑土体重力的分力构成,它受坡上荷载、含水量、静水及动水压力的影响。而土体的抗剪力 C ,主要由土质决定,且受气候、含水量及动水压力的影响。因此,在确定土方边坡坡度时应考虑土质、挖方深度(或填方高度)、边坡留置时间、排水情况、边坡上的荷载情况以及土方施工方法等因素。

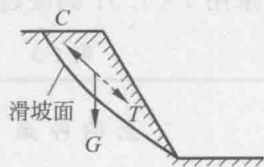


图 1-3 边坡稳定条件示意图

在土质均匀、开挖范围内无地下水、土的含水量正常、施工期较短的情况下,当开挖较密的砂土或碎石土不超过 1m、粉土或粉质粘土不超过 1.25m、粘土或碎石土不超过 1.5m、坚硬粘土不超过 2m 时,一般可垂直下挖,且不加设支撑。

2. 边坡坡度的确定

坑(槽)开挖不满足留设直壁的条件或对填方的坡脚的要求,应按要求放坡,边坡形式见图 1-4。边坡坡度应根据不同的挖填高度、土的性质及工程的特点而定,几种不同情况的边坡坡度要求如下:

(1) 在山坡整体稳定情况下,如地质条件良好,土质较均匀,使用时间在一一年以上,高度在 10m 以内的临时性挖方边坡应按表 1-2 规定操作;挖方中有不同的土层,或深度超过 10m 时,其边坡可作成折线形或台阶形(图 1-4(b)、(c)、(d)),以减少土方量。

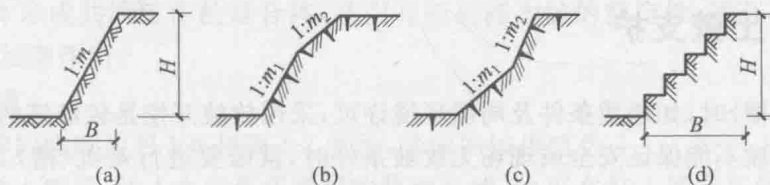


图 1-4 土方边坡

(a) 直线边坡; (b) 不同土层折线边坡; (c) 不同深度折线边坡; (d) 阶梯边坡

表 1-2 使用时间较长、高 10m 以内的临时性挖方边坡坡度

土的类别		边坡坡度
砂土(不包括细砂、粉砂)		1 : 1.25 ~ 1 : 1.50
一般粘性土	坚硬	1 : 0.75 ~ 1 : 1.10
	硬塑	1 : 1.00 ~ 1 : 1.15
碎石类土	充填坚硬、硬塑粘性土	1 : 0.50 ~ 1 : 1.00
	充填砂土	1 : 1.00 ~ 1 : 1.50

注: 1. 使用时间较长的临时性挖方是指使用时间超过一年的临时道路、临时工程的挖方;

2. 挖方经过不同类别的土(岩)层或深度超过 10m,其边坡可作成折线形或台阶形;

3. 当有成熟经验时,可不受本表限制。

(2) 当地质条件良好,土质均匀且地下水位低于基坑、沟槽底面标高时,挖方深度在5m以内,不加支撑的边坡留设应符合表 1-3 的规定。

(3) 对于使用时间在一年以上的临时性填方边坡坡度,则为:当填方高度在10m以内,可采用1:1.5;高度超过10m,可作成折线形,上部采用1:1.5,下部采用1:1.75。

表 1-3 深度在5m内的基坑(槽)、管沟边坡的最陡坡度(不加支撑)

土的 种 类	边坡坡度(高:宽)		
	坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
中密的砂土	1:1.00	1:1.25	1:1.50
中密的碎石类土(充填物为砂土)	1:0.75	1:1.00	1:1.25
硬塑的粉土	1:0.67	1:0.75	1:1.00
中密的碎石类土(充填物为粘性土)	1:0.50	1:0.67	1:0.75
硬塑的粉质粘土、粘土	1:0.33	1:0.50	1:0.67
老黄土	1:0.10	1:0.25	1:0.33
软土(经井点降水后)	1:1.00		

注:1. 静载指堆土或材料等,动载指机械挖土或汽车运输作业等。静载或动载应距挖方边缘0.8m以外,堆土或材料高度不宜超过1.5m。

2. 当有成熟经验时,可不受本表限制。

(4) 对于永久性挖方或填方边坡,则均应进行设计计算,按设计要求施工。

对留设的边坡,当使用时间较长时,应做好坡面的保护,常用方法包括覆盖法;挂网法;挂网抹面法;土袋、砌砖压坡法及喷射混凝土法等。

1.2.2 土壁支护

开挖基坑(槽)时,如地质条件及周围环境许可,采用放坡开挖是较经济的。但在建筑稠密地区施工、放坡不能保证安全或现场无放坡条件时,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、道路、管线等的不利影响。

基坑(槽)支护结构有多种形式,根据受力状态可分为非重力式和重力式支护结构。支护结构一般由挡墙和支撑结构组成。其中挡墙按有无隔水功能,分为透水挡墙和止水挡墙两种。

1. 基槽支护结构

开挖较窄的沟槽,多用横撑式土壁支撑。按其挡土板的设置方向不同,分为水平挡土板式(图 1-5(a))以及垂直挡土板式(图 1-5(b))两类。前者挡土板的布置又分为间断式和连续式两种。对湿度小的粘性土,当开挖深度小于3m时,可用间断式水平挡土板支撑;对松散、湿度大的土宜用连续式水平挡土板支撑,挖土深度可达5m。对松散和湿度很高的土,可用垂直挡土板支撑,随挖随撑,其挖土深度不限。

横撑式土壁支撑适用于沟槽宽度较小、且内部施工操作较简单的工程。

2. 基坑支护结构

基坑支护结构一般根据地质条件、基坑开挖深度、对周边环境保护要求及降排水情况等选用。在支护结构设计中首先要考虑安全可靠,其次要满足本工程地下结构施工的要求,

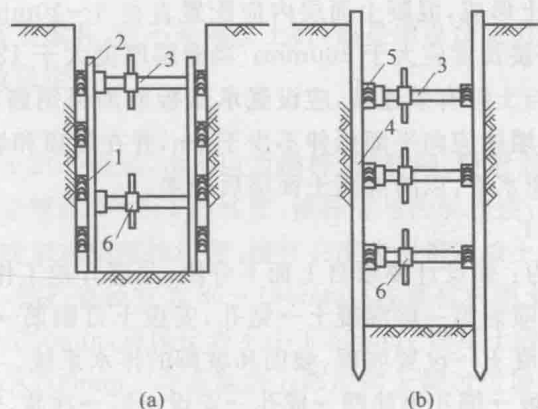


图 1-5 横撑式支撑

(a) 间断式水平挡土板支撑；(b) 垂直挡土板支撑

1—水平挡土板；2—立柱；3—工具式横撑；4—垂直挡土板；5—横楞木；6—调节螺栓

并应尽可能降低造价和便于施工。

1) 土钉墙与喷锚支护

土钉墙与喷锚支护属于边坡稳定型支护,它是利用土钉或预应力锚杆加固基坑侧壁土体,与喷射钢筋混凝土保护面组成的支护结构。近几年,土钉墙与喷锚支护在较深基坑中得到广泛应用。

(1) 土钉墙支护

土钉墙支护,系在开挖边坡表面每隔一定距离埋设土钉,并铺钢筋网喷射细石混凝土,使其与边坡土体形成共同工作的复合体,从而有效提高边坡的稳定性,增强土体破坏的延性,对边坡起到加固作用。

① 构造要求

土钉墙支护的构造如图 1-6 和图 1-7 所示,墙面的坡度宜为 $1:0.1 \sim 1:0.5$ 。土钉是在土壁钻孔后插入钢筋、注入水泥浆或水泥砂浆而形成,也可在打入带有压浆孔的钢管后,再压浆形成“管锚”。土钉长度宜为开挖深度的 $0.5 \sim 1.2$ 倍,间距 $1.2 \sim 2\text{m}$,且呈梅花形布置,与水平面夹角宜为 $5^\circ \sim 20^\circ$ 。土钉钻孔直径宜为 $80 \sim 130\text{mm}$,插筋宜采用直径 $16 \sim 32\text{mm}$ 的 HRB335 或 HRB400 级钢筋,注浆的强度等级不得低于 M10。墙面由喷射厚度为 $80 \sim 150\text{mm}$ 、

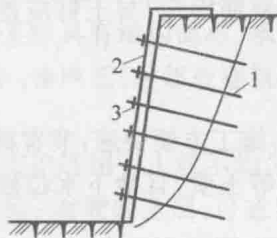


图 1-6 土钉墙支护

1—土钉；2—喷射混凝土面层；3—垫板

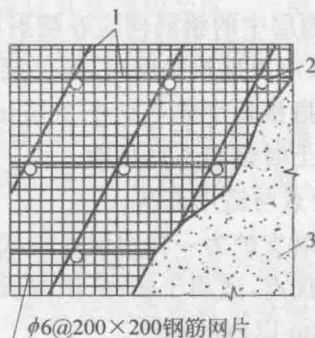


图 1-7 土钉墙立面构造

1— $\phi 20$ 加强钢筋；2—土钉；3—喷混凝土墙面板

强度不低于 C20 的混凝土形成,混凝土面层内应配置直径 6~10mm、间距 150~300mm 的钢筋网,上下段钢筋网搭接长度应大于 300mm;当面层厚度大于 120mm 时,宜设置双层钢筋网:为使面层混凝土与土钉有效连接,应设置承压板或加强钢筋与土钉钢筋焊接或螺栓连接。在土钉墙的顶部,墙体应向平面延伸不少于 1m,并在坡顶和坡脚设挡排水设施,坡面上可根据具体情况设置泄水管,以防混凝土面层后积水。

② 土钉墙支护的施工

土钉墙的施工顺序为:按设计要求自上而下分段、分层开挖工作面,修整坡面→埋设喷射混凝土厚度控制标志,喷射第一层混凝土→钻孔,安设土钉钢筋→注浆,安设连接件→绑扎钢筋网,喷射第二层混凝土→设置坡顶、坡面和坡脚的排水系统。若土质较好亦可采取如下顺序:开挖工作面、修坡→绑扎钢筋网→成孔→安设土钉→注浆、安设连接件→喷射混凝土面层。

(a) 基坑开挖应按设计要求分层分段进行,每层开挖高度由土钉的竖向距离确定,每层挖至土钉以下不大于 0.5m;分段长度按土体能维持不塌的自稳时间和保证施工流程相互衔接要求而定,一般可取 10~20m。

(b) 钻孔可用螺栓钻、冲击钻、地质钻机和工程钻机,当土质较好、深度不大时亦可用洛阳铲成孔。成孔的允许偏差为:孔深,±50mm;孔径,±5mm;孔距,±100mm;倾斜角,±3°。

(c) 土钉钢筋应设置定位支架再插入孔内,支架间距 2.5m,以保证土钉位于孔的中央,且钢筋保护层厚度不小于 25mm。注浆时,注浆管应插至距孔底 250~500mm 处,孔口部位宜设置止浆塞及排气管。

(d) 土钉注浆。注浆前应将孔内松土清除干净,注浆材料选用水泥浆或水泥砂浆。水泥浆的水灰比宜为 0.5;水泥砂浆配合比宜为 1:1~1:2,水灰比 0.38~0.45。浆体应搅拌均匀,随拌随用,并在初凝前用完。

(e) 喷射混凝土面层。混凝土的强度等级不宜低于 C20,优先选用不低于 32.5MPa 的普通硅酸盐水泥,石子粒径不大于 15mm,水泥与砂石的重量比宜为 1:4.0~1:4.5,砂率宜为 45%~55%,水灰比 0.40~0.45。喷射作业应分段进行,同一分段内喷射顺序应自下而上,一次喷射厚度宜为 40~70mm。喷射混凝土时,喷头与受喷面应保持垂直,距离宜为 0.6~1.0m。喷射混凝土的回弹率不应大于 15%;喷射表面应平整,呈湿润光泽,无干斑、流淌现象。混凝土终凝 2h 后,应喷水养护,养护时间宜为 3~7d。

(f) 面层中的钢筋网应在喷射第一层混凝土后铺设,钢筋网与土层坡面净距不应小于 30mm;采用双层钢筋网时,第二层钢筋网应在第一层钢筋网被混凝土覆盖后铺设。上下钢筋网之间搭接长度应不小于 300mm。钢筋网用插入土中的钢筋固定,与土钉应连接牢固,喷射混凝土时钢筋不得晃动。

③ 特点与适用范围

土钉墙支护为一种边坡稳定式支护结构,具有结构简单,施工方便快捷,节省材料,费用较低廉等优点,适用于淤泥、淤泥质土、粘土、粉质粘土、粉土等土质,且地下水位较低、开挖深度在 12m 以内的基坑。

(2) 喷锚网支护

喷锚网支护,简称喷锚支护,其形式与土钉墙支护类似,也是在开挖边坡表面铺钢筋网,

喷射混凝土面层,并在其上成孔,但不是埋设土钉,而是埋设预应力锚杆,借助锚杆与滑坡面以外土体的拉力,使边坡稳定。

① 构造要求

喷锚支护构造如图 1-8(a)所示,由预应力锚杆、钢筋网、喷射混凝土面层和被加固土体等组成。墙面可做成直立壁或 1:0.1 的坡度,锚杆应与面层连接,须设置锚板、加强钢筋或型钢梁。锚杆宜用钢绞线束或钢筋作拉杆,锚杆长度应根据边坡土体稳定情况由计算确定,间距一般为 2.0~2.5m,钻孔直径宜为 80~150mm。注浆材料同土钉。喷射混凝土面层厚度:对一般土层为 100~200mm,对风化岩不小于 60mm;混凝土等级不低于 C20,钢筋网一般不宜小于 $\phi 6@200\text{mm}\times 200\text{mm}$ 。在面层的上部应向上翻过边坡顶 1.0~1.5m,以保护坡顶。向下伸至基坑底以下不小于 0.2m,以形成护脚。此外,还应注意在坡顶和坡脚应做好防水。

对土钉墙支护结构,当基坑侧壁存在软弱夹层,侧压力较大或基坑深度较大时,也可在局部采用预应力锚杆代替土钉,组成土钉墙与喷锚网复合支护(图 1-8(b)),增加护壁的稳定。复合土钉墙允许基坑深度不大于 15m。

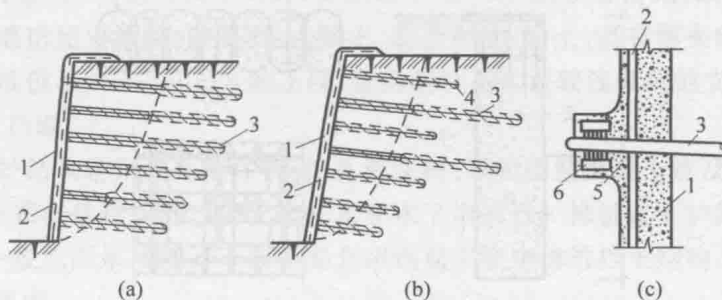


图 1-8 喷锚支护

(a) 喷锚支护结构; (b) 土钉墙与喷锚网复合支护; (c) 锚杆头与钢筋网和加强筋的连接

1—喷射混凝土面层; 2—钢筋网层; 3—锚杆头; 4—锚杆(土钉); 5—加强筋; 6—锁定筋二根与锚杆双面焊接

② 施工要点

喷锚支护施工顺序及施工方法与前述土钉墙支护基本相同。区别在于,每个开挖层的土壁面层喷射混凝土后须经养护、对锚杆进行预应力张拉、锚定后再开挖下层土。

锚杆的钢筋或钢绞线束拉杆的制作应符合设计要求,保证其直径和长度。一般自由端长度以伸达土体破裂面 1m 为宜。拉杆的自由端应套塑料管,以防止注浆材料对其产生约束。

③ 特点与适用范围

喷锚支护具有结构简单、承载力高、安全可靠、适应性强(可用于多种土层),施工机具简单,污染小、噪声低、对邻近建筑物影响小,可与土方开挖同步进行、不占绝对工期,支护费用低等优点。

喷锚支护适用于土质不均匀、稳定土层、地下水位较低、埋置较深、基坑开挖深度在 18m 以内的情况;对硬塑土层,可适当放宽限制;对风化泥岩、页岩开挖深度可不受限制。但此法不宜用于有流砂土层或淤泥质土层的工程。

2) 水泥土挡墙

水泥土挡墙是通过沉入地下设备将喷入的水泥与土进行掺合,形成柱状的水泥加固土