

宁波市建工城建专业水平考试资料

建筑施工技术

〔内部资料〕

第七版



目 录

任务 1 导语	1
过程 1.1 建筑施工技术概述	1
过程 1.2 建筑工程划分	1
任务 2 土方工程施工	3
过程 2.1 明确土方工程施工内容	3
过程 2.2 进行建筑物定位	4
过程 2.3 开挖土方	6
过程 2.4 回填土方	29
过程 2.5 土方工程常见的质量问题及处理	31
过程 2.6 质量标准与安全技术	33
过程 2.7 土方工程施工方案实例	34
复习思考题	36
任务 3 地基处理	39
过程 3.1 概述	39
过程 3.2 施工灰土地基	40
过程 3.3 施工夯实水泥土桩	44
过程 3.4 施工水泥粉煤灰碎石桩	48
复习思考题	53
任务 4 基础工程施工	55
过程 4.1 明确基础分类情况	55
过程 4.2 桩基础工程	57
过程 4.3 基坑工程施工	65
复习思考题	82

任务5 砌筑工程施工	83
过程 5.1 砌筑工程准备工作	83
过程 5.2 施工砖砌体	94
过程 5.3 施工填充墙砌体砌筑	101
复习思考题	106
任务6 钢筋混凝土工程施工	108
过程 6.1 明确钢筋混凝土工程内容	108
过程 6.2 模板工程施工	110
过程 6.3 钢筋工程施工	124
过程 6.4 混凝土工程	150
复习思考题	172
任务7 屋面工程施工	175
过程 7.1 构成屋面工程层次	175
过程 7.2 屋面保温工程施工	176
过程 7.3 屋面找平层施工	181
过程 7.4 屋面防水工程施工	183
过程 7.5 屋面防水保护层施工	205
过程 7.6 屋面工程施工案例	205
复习思考题	208
任务8 保温工程施工	210
过程 8.1 顶棚保温施工	210
过程 8.2 墙体保温施工	213
过程 8.3 外墙外保温施工案例	222
任务9 装饰装修工程施工	226

过程 9.1 门窗工程施工	226
过程 9.2 抹灰类饰面施工	230
过程 9.3 楼地面工程施工	237
过程 9.4 涂料类饰面施工	240
过程 9.5 饰面工程施工	243
过程 9.6 隔墙工程施工	253
复习思考题	259

任务 10 装配式混凝土结构施工

过程 10.1 概述	260
过程 10.2 预制构件生产	263
过程 10.3 装配式混凝土结构施工	276
复习思考题	291

任务 11 季节性施工

过程 11.1 冬期施工	293
过程 11.2 雨期施工	305
复习思考题	306

任务 1

导 语

【任务目标】

- (1) 知道建筑工程的划分；
- (2) 掌握单位工程、分部工程的概念。

过程 1.1 建筑施工技术概述

一个建筑物或一个建筑群的建成，是由许多工种工程组成的。而每一个工种工程的施工，都可以采用不同的施工方案、不同的施工技术和机械设备、不同的施工组织方法来完成。如何根据施工对象的特点，选择合理的施工方法来建造一个建筑物，是我们施工技术课程主要教授的内容。

目前建筑施工技术方面，在地基加固和基础工程施工中，推广了钻孔灌注桩、旋喷桩、挖孔桩、深层搅拌桩、强夯法、地下连续墙等技术；在现浇混凝土工程中应用了组合钢模板、大模板、滑升模板、早拆模、台模，钢筋焊接及机械连接、泵送混凝土、预应力混凝土等技术；在主体结构施工中应用了大吨位塔吊、高层施工电梯的垂直机械化运输等技术。

过程 1.2 建筑工程划分

为了加强建筑工程的技术管理和统一施工验收标准，由国家建设主管部门批

准、颁发了《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300—2013，以达到提高施工技术水平、保证工程质量、节约工程成本的目的。

建筑工程一般施工周期较长，从开工到竣工交付使用，要经过若干工序、若干专业工种的相互配合，故工程质量合格与否，取决于各工序和各专业工种的施工质量。为确保工程质量达到合格的标准，就须对建筑工程进行细化管理，一般可把一个建筑工程划分为单位工程、分部工程、分项工程进行管理和控制。

1.2.1 单位工程的划分

单位工程的划分按以下原则确定：

(1) 具备独立施工条件并能形成独立使用功能的建筑物及构筑物为一个单位工程。

建筑物及构筑物的单位工程是由建筑工程和建筑设备安装工程共同构成。如住宅小区中的一栋住宅楼，学校中的一栋教学楼、办公楼等均为一个单位工程。单位工程由多个分部工程组成。

(2) 建筑规模较大的单位工程，可将其能形成独立使用功能的部分划分为子单位工程。

子单位工程必须具有独立施工条件和独立的使用功能，如某商厦大楼的裙楼等。子单位工程的划分，由建设单位、监理单位、施工单位自行商议确定。

1.2.2 分部工程的划分

分部工程可划分一个或多个分项工程。分部工程的划分按以下原则确定：

1. 按专业性质、建筑部位确定

建筑工程可分为地基与基础、主体结构、建筑装饰装修、建筑屋面等几个分部。

2. 当分部工程较大或较复杂时，可将其划分为若干个子分部工程

分部工程可按材料种类、施工特点、施工程序、专业系统及类别等划分为若干个子分部工程。子分部工程可按相近工作内容和系统划分。

1.2.3 分项工程的划分

分项工程是工程的最小单位，也是质量管理的基本单元。分项工程的划分应按主要工种、材料、施工技术、设备类别等进行划分。如按工种划分，钢筋混凝土工程可分为钢筋工程、模板工程、混凝土工程；按材料划分，砌体结构工程可分为砖砌体、混凝土小型空心砌块砌体、填充墙砌体、配筋砖砌体等。

为了及时纠正施工中出现的质量问题，确保工程质量，施工完成之后要进行检验评定，验评的最小单位是检验批，可把分项工程划分成检验批进行验收。检验批是指按同一生产条件或按规定的方式汇总起来供检验用的，由一定数量样本组成的检验体。

任务 2

土方工程施工

【任务目标】

- (1) 了解土方工程的施工内容；
- (2) 掌握建筑物的定位与放线；
- (3) 知道土方工程特点及土的工程性质；
- (4) 掌握基坑、基槽土方量的计算；
- (5) 掌握土方工程施工准备与辅助工作；
- (6) 依据土方机械的作用特点，正确选择土方机械；
- (7) 掌握土方开挖注意事项；
- (8) 掌握地基钎探目的、探点布置及验槽；
- (9) 正确选择回填土料；
- (10) 掌握土方填筑与压实方法、要求；
- (11) 知道土方工程质量标准与安全技术。

过程 2.1 明确土方工程施工内容

土方工程是建筑工程地基与基础分部工程中子分部工程之一，它包括土方的开挖、运输、填筑、弃土、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、降水和边坡支护等准备工作与辅助工作。

过程 2.2 进行建筑物定位

2.2.1 建筑物的定位测量

建筑物的定位测量就是在地面上确定建筑物的位置，即根据设计文件将建筑物外轮廓的各轴线交点测设到地面上。进行建筑物的定位放线，是确定建筑物平面位置和开挖基槽的关键环节，实测中必须保证精度。

1. 定位所需仪器设备

定位一般用全站仪、经纬仪、水准仪和钢尺等测量仪器。

2. 建筑物的定位方法

建筑物定位测量一般根据原有建筑物或道路中心线进行，可采用直角坐标法或极坐标法定位。

(1) 根据原有建筑物定位

在原有建筑群内新建、改建、扩建时，设计图纸中一般会给出拟建建筑物与原有建筑物的相对位置关系。这样，就可依据设计给定的条件定位。

【例 2-1】 如图 2-1 所示，拟建 3 号楼横轴线长 27.60m，纵轴线长 12.00m，该楼外墙厚 240mm，轴线居中。3 号楼与原有 2 号楼外墙皮之间的间距为 15.00m，南墙外墙皮齐平，3 号楼定位步骤如下：

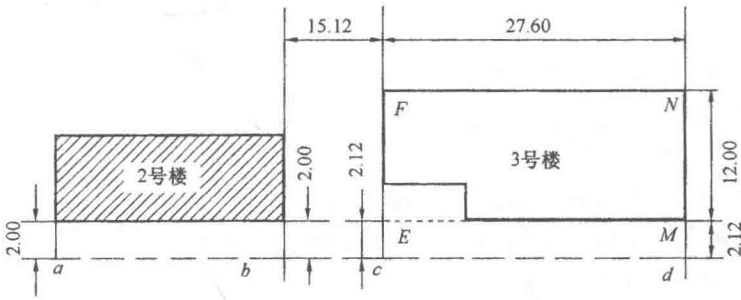


图 2-1 根据原有建筑物定位

解：(1) 计算测设数据：2 号楼东山墙外皮至 3 号楼西山墙轴线之间的间距为：

$$15.00 + 0.24/2 = 15.12\text{m}$$

(2) 绘制测设详图：将测设数据标注于图中的相应位置，如图 2-1 所示。

(3) 测设步骤：

1) 设置辅助点 a、b。沿 2 号楼西山墙方向测设水平距离 2.00m，标定 a 点；同法标定 b 点。

2) 设置垂足 c、d。在 a 点安装经纬仪，以 b 点定向，沿经纬仪视线方向先测水平距离 $bc = 15.12\text{m}$ ，标定 c 点，再测水平距离 $cd = 27.6\text{m}$ ，标定 d 点。

3) 钉角桩 E、F、M、N。在 c 点安装经纬仪，以 d 点定向，逆时针旋转 90° ，依

据测设数据分别测设出 E、F，同理，在 d 点安装经纬仪，分别测设出 M、N。

4) 检测与校核。一般先检测最弱角，再检测最弱边。弱角 $\angle F$ 、 $\angle N$ ，弱边 FN，应符合《工程测量规范》GB 50026—2007 的规定。

(2) 直角坐标法定位

当平面控制采用建筑基线、建筑方格网或建筑红线时，常用直角坐标法定位。

【例 2-2】 拟建建筑物 EFNM，在建筑坐标系中的设计坐标如图 2-2 所示。

O、A、B、G、H、K 为已有的六个平面控制点，其坐标值见表 2-1 所列。

定位步骤：

解：(1) 计算测设数据

依据 E、N 点的坐标，计算出建筑物的长度、宽度。

$EM=FN=714.00-630=84.00\text{m}$

$EF=MN=457.30-430=27.30\text{m}$

$Oa=630.00-600=30\text{m}$

$aE=bM=430-400.00=30.00\text{m}$

$Gb=714.00-700.00=14.00\text{m}$

平面控制点坐标

表 2-1

点号 坐标	O	A	B	G	H	K
x	400.00	600.00	400.00	400.00	400.00	500.00
y	600.00	600.00	900.00	700.00	800.00	600.00

(2) 绘制测设详图

将测设数据注于图中的相应位置，便是测设详图，如图 2-2 所示。

(3) 测设步骤

1) 设置垂足 a、b。在 O 点安置经纬仪，以 B 点定向，沿经纬仪视准轴方向先测设水平距离 $Oa=30\text{m}$ ，标定 a 点；再测设水平距离 $Gb=14.00\text{m}$ ，标定 b 点。

2) 钉角桩 E、F。在 a 点安置经纬仪，以 B 点定向，反拨 90° ，沿视准轴方向先测设水平距离 $aE=30.00\text{m}$ ，钉 E 点；再测水平距离 $EF=27.30\text{m}$ ，钉 F 点。

3) 钉角桩 M、N 与检测，同【例 2-1】。

2.2.2 建筑物放线

建筑物定位测量时，只是根据建筑物的外轮廓或轴线尺寸以控制网的形式把建筑物测设到地面上，许多轴线控制桩还没有测出来。为满足施工需要，还要进一步测设出各轴线交点的位置，根据基础的宽度、土质情况、基础埋置深度及施工方法，计算

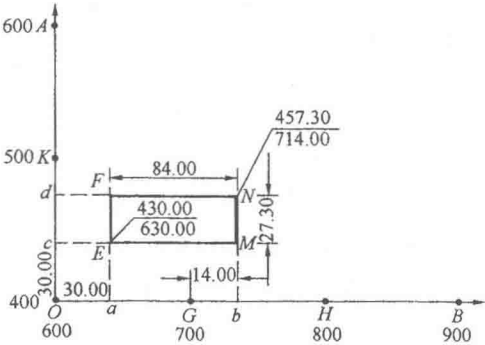


图 2-2 直角坐标法定位

确定基槽（坑）上口开挖宽度，拉通线后用石灰在地面上画出基槽（坑）开挖的上口边线即放线。

根据建筑物定位桩，详细测设出其他轴线交点的位置，并用木桩标定出来，称为中心桩。由于基槽开挖后，定位桩和中心桩将被挖掉，为了在施工中恢复各轴线位置，应把各轴线延长到槽外安全地点，并做好标志。其方法有设置龙门板和轴线控制桩两种形式。

1. 设置龙门板

在民用建筑施工时，为了便于恢复轴线和抄平放线，可在房屋四角及各主要轴线处测设水平木板桩，将控制轴线引至水平木板上。水平木板称为龙门板，固定木桩称为龙门桩，如图 2-3 所示。

2. 设置轴线控制桩

轴线控制桩又称引桩，必须设在不受施工干扰又便于引测的地方。当现场条件许可时，也可以在轴线延长线两端的固定建筑物上直接做上标记，如图 2-4 所示。一般轴线控制桩最好与测设轴线同时进行，以保证轴线控制桩的精度。

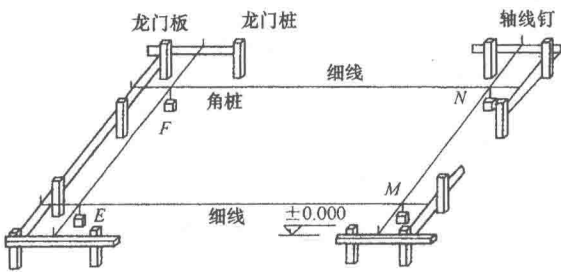


图 2-3 龙门板

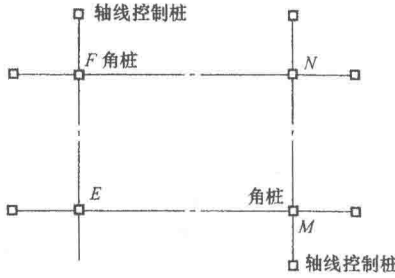


图 2-4 轴线控制桩

过程 2.3 开挖土方

2.3.1 土方工程概述

1. 土方工程的特点

- (1) 工程量大，劳动强度大，施工工期长。
- (2) 施工条件复杂，露天作业，受气候、水文、地质等条件影响，难以确定因素多。

2. 土方工程的分类

土方工程按施工方法和施工内容不同可分为：

- (1) 场地平整：一般的场地平整是指±30cm 以内的挖、填、找平。进行场地平整时，应详细分析、核对各项技术资料，进行现场调查，尽量满足挖填平衡要求，降低施工费用。

(2) 基坑（槽）及管沟开挖：基坑是指基底面积在 20m² 以内的土方工程；基槽是指宽度在 3m 以内，长度是宽度的 3 倍以上的土方工程。

(3) 大型挖方工程：主要对人防工程、大型建筑物的地下室、深基础施工等而进行的大型土方开挖。它涉及降低地下水位、边坡稳定与支护、邻近建筑物的安全与防护等一系列问题，因此，在土方开挖前，应详细研究各项技术资料，进行专项施工设计。

(4) 土方的填筑与压实：对填筑的土方，要求严格选择土料，分层回填压实。

3. 土的分类与鉴别

在建筑施工中，根据土开挖的难易程度将土分为：松软土、普通土、坚土、砂砾坚土、软石、次坚石、坚石、特坚硬石八类。其中前四类属一般土，后四类属岩石。土的工程分类方法及现场鉴别方法见表 2-2 所列。

土的工程分类与现场鉴别方法 表 2-2

土的分类	土 的 名 称	可松性系数		现场鉴别方法
		K_s	K'_s	
一类土 (松软土)	砂；粉土；冲积砂土层；种植土；泥炭（淤泥）	1.08~ 1.17	1.01~ 1.03	能用锹、锄头挖掘
二类土 (普通土)	粉质黏土；潮湿的黄土；夹有碎石、卵石的砂；种植土；填筑土	1.14~ 1.28	1.02~ 1.05	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；粉质黏土；粗砾石；干黄土及含碎石、卵石的黄土、粉质黏土；压实的填筑土	1.24~ 1.30	1.04~ 1.07	用镐，少许用锹、 锄头挖掘，部分用 撬棍
四类土 (砂砾坚土)	坚硬密实的黏性土及含碎石、卵石的黏土；粗卵石；密实的黄土；天然级配砂石；软泥灰岩及蛋白石	1.26~ 1.32	1.06~ 1.09	整个先用镐、撬棍， 然后用锹挖掘，部分 用楔子及大锤
五类土 (软石)	硬质黏土；中等密实的页岩、泥灰岩、白垩土；胶结不紧的砾岩；软的石灰岩	1.30~ 1.45	1.10~ 1.20	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；砂石；砾岩；坚实的页岩；泥灰岩；密实的石灰石；风化花岗石；片麻岩	1.30~ 1.45	1.10~ 1.20	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、中粒花岗石；坚实的白云岩、砂石、砾岩、片麻岩、石灰石；微风化的安山岩、玄武岩	1.30~ 1.45	1.10~ 1.20	用爆破方法开挖
八类土 (特坚硬石)	安山岩；玄武岩；花岗片麻岩、坚实的细粒花岗石、闪长岩、石英岩、辉长岩、辉绿岩、玢岩	1.45~ 1.50	1.20~ 1.30	用爆破方法开挖

2.3.2 土的工程性质

1. 土的天然密度和干密度

(1) 土的天然密度：在天然状态下，单位体积土的质量。它与土的密实程度和含水量有关。

土的天然密度可按式计算：

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2-1)$$

式中 ρ ——土的天然密度 (kg/m^3)；

m ——土的总质量 (kg)；

V ——土的体积 (m^3)。

(2) 干密度：土的固体颗粒质量与总体积的比值，可用下式表示：

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (2-2)$$

式中 ρ_d ——土的干密度 (kg/m^3)；

m_s ——固体颗粒质量 (kg)；

V ——土的体积 (m^3)。

在一定程度上，土的干密度反映了土的颗粒排列紧密程度。土的干密度越大，表示土越密实。土的密实程度主要通过检验填方土的干密度和含水量来控制。

2. 土的含水量

土的含水量：土中水的质量与固体颗粒质量之比的百分率，可用下式计算：

$$W = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (2-3)$$

土的含水量对土方开挖的难易程度、边坡留置的大小、回填土的夯实有一定程度的影响。

3. 土的可松性系数

土的可松性：天然土经开挖后，其体积因松散而增加，虽经振动夯实，仍然不能完全复原，土的这种性质称为土的可松性。

土的可松性用可松性系数表示，即

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (2-4)$$

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (2-5)$$

式中 K_s 、 K'_s ——土的最初、最终可松性系数；

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 ——土经压（夯）实后的体积 (m^3)。

可松性系数对土方的调配、计算土方运输量都有影响。各类土的可松性系数见表 2-2 所列。

【例 2-3】 要将 1000m^3 普通土开挖运走，考虑到该土的最初可松性系数 K_s （取 1.19），所需运走的土方量不是 1000m^3 ，而是 $1000\text{m}^3 \times 1.19 = 1190\text{m}^3$ 。又如需要回填 1000m^3 普通土，考虑其最终可松性系数 K'_s （取 1.035）的影响，所需挖方的体积 $1000\text{m}^3 / 1.035 = 966\text{m}^3$ 就够了。

【例 2-4】 已知某基槽需挖土方 300m^3 ，基础体积 180m^3 ，土的最初可松性系数为 1.4，最终可松性系数为 1.1，计算预留回填量和弃土量（按松散状态计算）。

解：由 K_s 、 K'_s 二者间的关系可知：

$$\text{预留回填土量：} V_{\text{留}} = (V_{\text{挖}} - V_{\text{基}}) \times \frac{K_s}{K'_s} = (300 - 180) \times \frac{1.4}{1.1} = 152.73\text{m}^3$$

$$\text{弃土量：} V_{\text{弃}} = V_{\text{挖}} \cdot K_s - V_{\text{留}} = 300 \times 1.4 - 152.73 = 267.27\text{m}^3$$

4. 土的渗透系数

土的渗透系数表示单位时间内水穿透土层的能力，以 m/d 表示。根据土的渗透系数不同，可分为透水性土（如砂土）和不透水性土（如黏土）。它主要影响施工降水与排水速度，一般土的渗透系数见表 2-3。

土的渗透系数 表 2-3

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	5.0~20.0
轻质黏土	0.005~0.10	匀质中砂	25.0~50.0
粉土	0.1~0.5	粗砂	20.0~50.0
黄土	0.25~0.5	圆砾	50.0~100.0
粉砂	0.5~1.0	卵石	100.0~500.0
细砂	1.0~5.0		

2.3.3 基坑、基槽土方量计算

1. 土方边坡

基坑、沟槽开挖过程中，土壁的稳定，主要由土体内土颗粒间存在的内摩擦力和黏聚力来保持平衡的。一旦土体在外力作用下失去平衡而发生滑移时，土壁就会塌方。土壁塌方不仅会妨碍基坑开挖，有时还会危及附近建筑物，严重的会造成人员伤亡事故。为防止土壁塌方，确保施工安全，当挖方超过一定深度或填方超过一定高度时，其边沿应放出足够的边坡。

边坡坡度应根据土质、开挖深度、开挖方法、施工工期、地下水位、坡顶荷载等因素确定。边坡可做成直线形、折线形或阶梯形。

基坑（土方）边坡坡度以挖方深度（或填方深度） H 与底宽 B 之比表示，如图 2-5 所示。

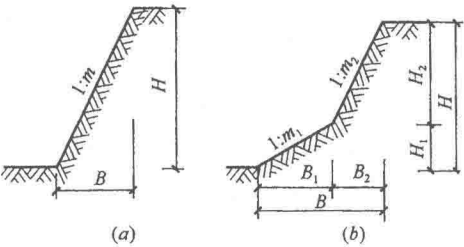


图 2-5 土方边坡

$$\text{土方边坡坡度} = H/B = 1/(B/H) = 1/m \quad (2-6)$$

式中 $m=B/H$ 称为边坡坡度系数。

根据《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202—2002 的规定：临时性挖方的边坡应符合表 2-4 的规定。

临时性挖方的边坡值

表 2-4

土的类别		边坡值 (高 : 宽)
砂土 (不包括细砂、粉砂)		1 : 1.25~1 : 1.50
一般性黏土	硬	1 : 0.75~1 : 1.00
	硬、塑	1 : 1.00~1 : 1.25
	软	1 : 1.50 或更缓
碎石类土	充填坚硬、硬塑黏性土	1 : 0.50~1 : 1.00
	充填砂土	1 : 1.00~1 : 1.50

注：1. 设计有要求时，应符合设计标准。

2. 如采用降水或其他加固措施，可不受本表限制，但应计算复核。

3. 开挖深度，对软土不应超过 4m，对硬土不应超过 8m。

2. 基坑与基槽土方量计算

土方工程施工前，必须计算土方的工程量，但各种土方工程的外形有时很复杂，而且不规则。一般情况下，都将其假设或划分成为一定的几何形状，采用具有一定精度而又和实际情况近似的方法进行计算。

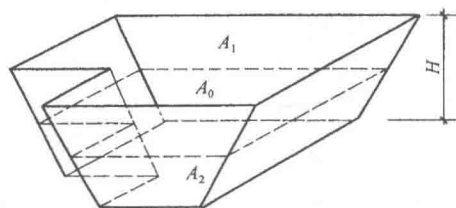


图 2-6 基坑土方量计算

(1) 基坑土方量可按立体几何中拟柱体 (由两个平行的平面作底的一种多面体，如图 2-6 所示) 体积公式计算。即：

$$V = \frac{H}{6} (A_1 + 4A_0 + A_2) \quad (2-7)$$

式中 H ——基坑深度 (m)；

A_1 、 A_2 ——基坑上、下底的面积 (m^2)；

A_0 ——基坑中截面的面积 (m^2)。

【例 2-5】 已知某基坑坑底长度 40m，宽度 20m，基坑深 3m，基坑的边坡坡度为 1 : 0.5，试计算该基坑的土方量。

解：基坑下底面积 $= 20 \times 40 = 800m^2$

基坑上口边：长度 $= 40 + 3 \times 0.5 \times 2 = 43m$

宽度 $= 20 + 3 \times 0.5 \times 2 = 23m$

基坑上口面积 $= 23 \times 43 = 989m^2$

基坑中截面：长度 $= 40 + 1.5 \times 0.5 \times 2 = 41.5m$

宽度 $= 20 + 1.5 \times 0.5 \times 2 = 21.5m$

基坑中截面面积 $= 21.5 \times 41.5 = 892.25m^2$

$$V = \frac{H}{6}(A_1 + 4A_0 + A_2) = \frac{3}{6} \times (989 + 4 \times 892.25 + 800) = 2679\text{m}^3$$

(2) 基槽土方量计算

计算基槽土方量时，可沿长度方向将基槽划分为若干个拟柱体，如图 2-7 所示，再采用拟柱体公式分别计算，即：

$$V_1 = \frac{L_1}{6}(A_1 + 4A_0 + A_2) \quad (2-8)$$

式中 V_1 ——第一段的土方量 (m^3)；

L_1 ——第一段的长度 (m)。

将各段土方量相加，即得总土方量：

$$V = V_1 + V_2 + \cdots + V_n \quad (2-9)$$

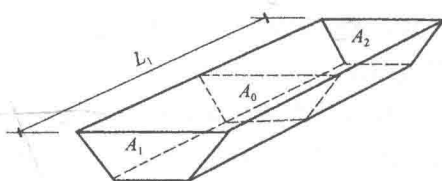


图 2-7 基槽土方量计算

2.3.4 施工准备与辅助工作

1. 施工准备

(1) 平整场地。

(2) 对施工区域内障碍物要调查清楚，制定方案，并征得主管部门同意，拆除影响施工的建筑物、构筑物；拆除和改造通信和电力设施、自来水管、煤气管道和地下管道；迁移树木。

(3) 尽可能利用自然地形和永久性排水设施，采用排水沟、截水沟或挡水坝措施，把施工区域内的雨雪自然水、低洼地区的积水及时排除，使场地保持干燥，便于土方工程施工。

(4) 修好临时道路、电力、通信及供水设施，以及生活和生产用临时房屋。

2. 边坡坍塌与土壁支撑

(1) 边坡稳定，主要是由土体内摩阻力和黏结力保持平衡，一旦失去平衡，边坡土壁就会塌方。造成土壁塌方的主要原因有：

1) 边坡过陡，使土体本身稳定性不够，尤其是在土质差、开挖深度大的坑槽中，常引起塌方。或通过不同土层时，没有根据土的特性放成不同的坡度，使边坡失稳。

2) 雨水、地下水渗入基坑，使土体重力增大及抗剪能力降低，是造成塌方的主要原因。

3) 基坑（槽）边缘附近大量堆土，或停放机具、材料，或由于动荷载的作用，使土体产生的剪应力超过土体的抗剪强度，土体失稳而塌方。

当地质条件良好、土质均匀且地下水位低于基坑（槽）或管沟底面标高时，挖方边坡可做成直立壁不加支撑，但深度不宜超过下列规定：

密实、中密的砂土和碎石类土（充填物为砂土）：1.0m；

硬塑、可塑的粉土及粉质黏土：1.25m；

硬塑、可塑的黏土和碎石类土（充填物为黏性土）：1.5m；

坚硬的黏土：2m。

挖土深度超过上述规定时，应考虑放坡或做成直立壁加支撑。

(2) 土壁支撑

在沟槽开挖时，为减少土方量或受场地条件的限制不能放坡时，可采用设置土壁支撑的方法施工。

土壁支撑形式应根据开挖深度和宽度、土质、地下水条件以及开挖方法、相邻建筑物等情况进行选择和设计。开挖较窄沟槽时多用横撑式支撑，横撑式支撑由挡土板、楞木和工具式横撑组成。

根据挡土板放置方式不同，分为水平挡土板支撑和垂直挡土板支撑两类，如图 2-8 所示。水平挡土板支撑按挡土板布置又分断续式和连续式两种，断续式水平挡土板支撑适用于开挖深度小于 3m、湿度小的黏性土。连续式水平挡土板支撑适用于松散、湿度大的土，挖土深度可达 5m。垂直挡土板支撑适用于土质松散、湿度很高的环境，基坑深度不限。

3. 深基坑支护结构

深基坑开挖采用放坡无法保证施工安全；若场地无放坡条件时，一般采用支护结构临时支挡，以保证基坑的土壁稳定。深基坑支护结构既要保证坑壁稳定、邻近建筑物和管线安全，又要考虑支护结构施工方便、经济合理、有利于土方开挖和地下室的建造。常见的支护结构有：土钉墙、深层搅拌水泥土桩挡土墙、钢筋混凝土板桩、钢板桩、钻孔灌注桩、土层锚杆等。

(1) 土钉墙

土钉墙是指采用土钉加固的基坑侧壁土体与护面等组成的支护结构。这种支护结构施工设备简单，施工时不需要单独占用场地，造价低，噪声低，因此得到广泛采用，适用于一般黏性土，如图 2-9 所示。

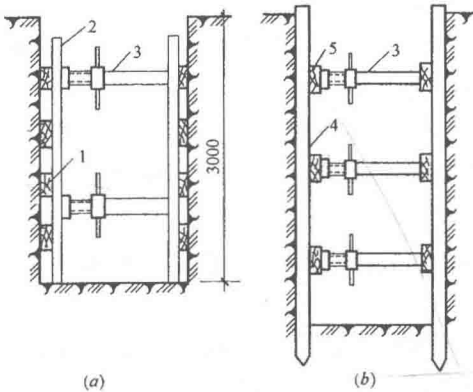


图 2-8 横撑式支撑

(a) 断续式水平挡土板支撑；(b) 垂直挡土板支撑

1—水平挡土板；2—竖楞木；3—工具式横撑；

4—竖直挡土板；5—横木楞

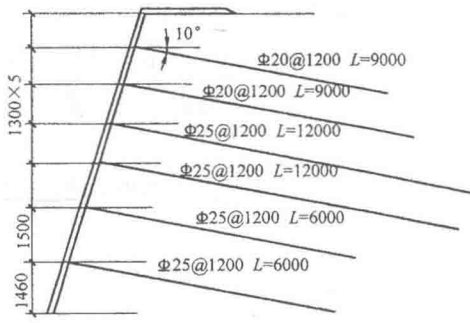


图 2-9 土钉墙剖面图

1) 土钉墙的构造要求

① 土钉墙墙面坡度不宜大于 1 : 0.1。

② 土钉钢筋宜采用 HRB335、HRB400 级钢筋，钢筋直径宜为 16~32mm，钻孔直径宜为 70~120mm。

③ 土钉长度宜为开挖深度的 0.5~1.2 倍，间距宜为 1~2m，与水平面夹角一般为 5°~20°。

④ 喷射混凝土面层宜配置钢筋网，钢筋直径为 6~10mm，钢筋间距 150~300mm。喷射混凝土的强度等级不低于 C20，面层厚度不小于 80mm。

2) 土钉墙的施工工序

① 基坑开挖与修整边坡。基坑严格按设计要求自上而下分层分段开挖，每层深度取决于土体的自稳能力，一般每层开挖深度取土钉竖向间距，以便土钉施工。开挖完成后，及时修整边坡。

② 成孔、安设钢筋土钉、注浆。采用人工凿孔（孔深小于 6m）或机械钻孔（孔深不小于 6m）时，孔径和倾角应符合设计要求。钢筋土钉沿周边焊接居中支架，居中支架宜采用直径 6~8mm 钢筋弯成，间距 2.0~3.0m，注浆管与钢筋土钉虚扎，并同时插入孔内，边注浆边拔管。注浆应采用两次注浆工艺，第一次灌注宜为水泥砂浆，灌注量不应小于钻孔体积的 1.2 倍，第一次注浆初凝后方可进行二次注浆，第二次压注纯水泥浆，注浆量为第一次注浆量的 30%~40%，注浆压力宜为 0.4~0.6MPa。注浆完成后，孔口应及时封堵。

③ 铺设钢筋网，喷射混凝土。钢筋网宜绑扎或焊接，网片与加强联系钢筋交接部位应绑扎或焊接。喷射混凝土作业应分段分片依次进行，同一分段内喷射顺序应自下而上，一次喷射厚度不宜大于 120mm。喷射时，喷头与受喷面保持垂直，距离宜为 0.8~1m。喷射混凝土终凝 2h 后，应洒水养护。

④ 设置坡顶、坡面和坡脚的排水系统。

3) 土钉墙的质量检测

① 应对土钉的抗拔承载力进行检测，土钉检测数量不宜少于土钉总数的 1%，且同一土层中土钉检测数量不应少于 3 根；检测土钉应采用随机抽样的方法选取；检测试验应在注浆固结体强度达到 10MPa 或达到设计强度的 70% 后进行。

② 应进行土钉墙面层喷射混凝土的现场试块强度试验，每 500m² 喷射混凝土面积的试验数量不应少于一组，每组试块不应少于 3 个。

③ 应对土钉墙的喷射混凝土面层厚度进行检测，每 500m² 喷射混凝土面积的检测数量不应少于一组，每组的检查点不应少于 3 个；全部检测点的面层厚度平均值不应小于厚度设计值，最小厚度不应小于厚度设计值的 80%。

(2) 土层锚杆

1) 土层锚杆：将受拉杆件的一端（锚固段）固定在边坡或地基的土层中，另一端与护壁桩（墙）连接，用以承受土压力，防止土壁坍塌或滑坡。基坑内不设支撑，施工条件好。

2) 土层锚杆的组成：土层锚杆由锚头、拉杆、锚固体等组成，如图 2-10 所示。