

598718

551
73877
下2

高等学校试用教材

铁路桥梁

下 册

长沙铁道学院工程系主编



中国铁道出版社

成都科学技术大学图书馆

基本馆藏

51
837
下2

598718

551
73837
下2

高等学校试用教材

铁路桥梁

下册

长沙铁道学院工程系 主编

中国铁道出版社

1980年·北京

9.
1.71100
1.73218
1.59979
2.40074
1.751
1.625
2.441
200.04700
4.0

内 容 简 介

本书系大专院校铁道工程专业用教材。全书分上下二册，上册包括钢筋混凝土和预应力混凝土桥梁、圬工拱桥、钢桥、桥梁上部结构施工、大中小桥梁勘测设计、涵洞、箱形桥及墩台；下册包括明挖基础施工、地基加固、桩基、沉井及墩台基础抗震设计。

本书亦可供桥梁工程技术人员参考。

本书绪论及前十二章由长沙铁道学院王承礼、徐名枢主编；墩台及基础部分（第十三章到廿章）由张式深、陈映南主编。全书由西南交通大学主审。

编写人员	长沙铁道学院	王承礼（绪论、第九、十章）	姜昭恒（第一、二章）	袁伯永（第四章）	万明坤（第五、八章）	张式深（第十五章一部分、十七章）	华祖焜（第十五章第四节、第十六章）	陈映南（第十八章）
		熊剑（第二十章）						
	北方交通大学	霍铭萱（第三、十四章各一部分）	许克宾（第三、十一章各一部分）	贺光梁（第十一、十三、十四章各一部分）				
	兰州铁道学院	曹治杰（第六、七章）	崔文鉴（第十九章）					
	上海铁道学院	曹雪琴（第十二章）						
	西南交通大学	赵善瑞（第十四章第六节）						

高等学校试用教材

铁 路 桥 梁

下 册

长沙铁道学院工程系 主编

中国铁道出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 1/32 印张：12.75 字数：318 千

1980年8月第1版 1980年8月第1次印刷

印数：0001—5,500 册 定价：1.35 元

目 录

第十六章 明挖基础施工	1
§ 16.1 坑壁不加支撑的基坑.....	1
一、坑壁坡度 二、基坑开挖 三、地基的处理	
§ 16.2 坑壁支撑.....	3
一、支撑结构的类型 二、坑壁支撑的计算	
§ 16.3 用围堰法修筑水中基础.....	8
一、土围堰 二、木板桩围堰 三、钢板桩围堰 四、木笼围堰 五、围堰 内排水 六、水下开挖与水下混凝土灌注	
第十七章 地基加固	22
§ 17.1 沙垫层.....	22
一、沙垫层的功用和适用条件 二、沙垫层的设计与计算 三、沙垫层算例	
§ 17.2 沙桩.....	25
一、沙桩的功用和适用条件 二、沙桩的设计与计算 三、沙桩算例	
§ 17.3 沙井.....	28
一、沙井的功用 二、沙井设计简介	
§ 17.4 灌浆法.....	30
一、水泥灌浆 二、硅化法	
第十八章 桩基础	33
§ 18.1 桩基的构造和类型.....	33
一、桩的分类 二、桩基础的分类 三、桩基的构造	
§ 18.2 桩基础的施工.....	37
一、预制桩的打桩设备 二、预制桩沉桩时应注意的问题 三、钻孔灌注桩 施工简介	
§ 18.3 桩和桩基的容许承载力.....	43
一、单桩的轴向容许承载力 二、桩基承载力的确定 三、单桩的水平容许 承载力 四、桩基的水平承载力的确定原则	
§ 18.4 低桩承台中各桩受力的近似计算.....	64
§ 18.5 低桩承台算例.....	65
一、设计资料 二、承台底埋深和承台尺寸 三、选桩 四、单桩承载力检 算 五、桩群承载力检算	
§ 18.6 桩基中桩的内力和变位计算.....	69
一、桩基的受力状态 二、桩基的内力分析 三、墩顶的水平位移	
§ 18.7 高桩承台算例.....	88
一、设计资料 二、荷载 三、选桩 四、桩的内力和变位计算 五、计算 墩顶位移 六、单桩承载力检算 七、桩身配筋计算 (略)	

第十九章 沉井	95
§ 19.1 概述.....	95
一、沉井的适用范围 二、沉井基础对地质勘探的要求	
§ 19.2 就地下沉沉井的施工.....	97
§ 19.3 沉井的型式与构造	105
一、平面型式 二、立面型式 三、沉井的构造	
§ 19.4 沉井的设计计算	108
一、设计计算项目简介 二、沉井各部尺寸的拟定 三、沉井作为深基础的计算 四、沉井的结构计算	
§ 19.5 矩形沉井基础设计算例	123
一、设计资料 二、沉井各部分尺寸的拟定 三、沉井基础基底 应力 检 算 四、井体结构计算	
§ 19.6 其它类型沉井的施工	138
一、泥浆润滑套沉井 二、空气幕沉井 三、浮运沉井 四、高低刃脚沉井	
第二十章 墩、台基础与地基的抗震设计	146
§ 20.1 概述	146
一、有关地震的一些知识 二、地震对桥梁墩、台、地基和基础的危害	
§ 20.2 地基土的影响	152
一、卓越周期 二、饱和砂土的震动液化	
§ 20.3 地震荷载的计算	158
一、静力法 二、动态分析法 三、简化动力法	
§ 20.4 铁路桥梁墩、台及基础地基抗震设计的有关规定	181
§ 20.5 桥墩地震力检算算例	185
一、计算资料 二、地震荷载计算 三、墩身截面偏心及应力检算 四、基底偏心及应力检算	
 附录1 桩的挠曲线微分方程的解答	192
附录2 影响函数值表	196

第十六章 明挖基础施工

采用明挖方法修筑基础，需要先开挖基坑。

基坑属于临时性工程，它的作用就是提供一个空间，使基础圬工的砌筑工作得以按照设计所指定的位置进行。

基坑的尺寸要根据基础的平面尺寸并考虑基坑的环境而确定。对于渗透性强的土质基坑，排水将十分困难，有时不得不加筑汇水沟，因此基坑的平面尺寸应本着“宁宽勿窄”的原则拟定，以免给施工造成困难，或甚至侵占基础的位置，影响工程质量。对于具有竖直坑壁的基坑，其平面尺寸可与基础的尺寸相接近，基础圬工直接贴靠坑壁浇注。这样，既可省去模型板，而土对基础的固着作用又比回填土来得有效。

为了维持基坑坑壁的稳定，往往需要设置坑壁支撑。但是，如果条件许可时，也可不设支撑，而采用放坡开挖的方法。

§ 16.1 坑壁不加支撑的基坑

一、坑壁坡度

在天然土层中开挖基坑只要条件许可，应尽量采用放坡开挖；这样，开挖基坑和砌筑圬工的工作条件都比较好，也便于机械化施工。在一般情况下，如果开挖深度在5米以内，地下水很少，土的湿度正常，结构均匀，则采用放坡开挖的方法是适宜的。坑壁边坡的坡度可根据土质条件，参照表16.1选定。当基坑深度超过5米时，可将坡度适当放缓。

基 坑 坑 壁 坡 度

表16.1

坑 壁 土	坑 壁 坡 度		
	基 坑 顶 缘 无 载 重	基 坑 顶 缘 有 静 载	基 坑 顶 缘 有 活 载
砂类土	1 : 1	1 : 1.25	1 : 1.5
碎石类土	1 : 0.75	1 : 1	1 : 1.25
粘砂土	1 : 0.67	1 : 0.75	1 : 1
砂粘土	1 : 0.33	1 : 0.5	1 : 0.75
粘土带有石块	1 : 0.25	1 : 0.33	1 : 0.67
未风化页岩	1 : 0	1 : 0.1	1 : 0.25
岩石	1 : 0	1 : 0	1 : 0
冻土	1 : 0.1 ~ 1 : 0.2		
黄土	1 : 0		

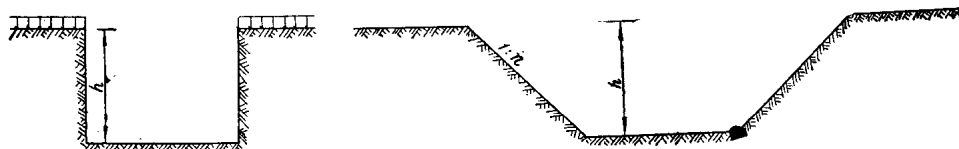


图16.1 基坑

在粘性土中开挖基坑时，如基坑不深，坑壁也可不放坡，其最大高度 h （也就是基坑的深度）可用下式估算：

$$h = \frac{2C}{K\gamma \operatorname{tg}(45^\circ - \frac{\phi}{2})} - \frac{q}{\gamma} \quad (16.1)$$

式中 K ——安全系数，一般可采用1.25；

γ ——坑壁土的容重（吨/米³）；

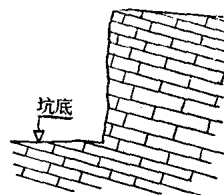
ϕ ——坑壁土的内摩擦角（度）；

q ——坑顶护道上的均布荷重（吨/米²）；

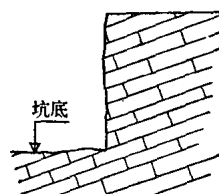
C ——坑壁土的粘聚力（吨/米²）。

在较破碎的岩层中开挖基坑时，要根据岩层的构造、破碎程度、地下水渗流情况等判断石质坑壁的稳定程度。

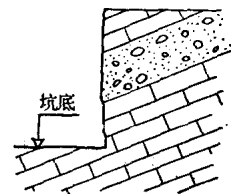
如图16.2所示，（a）岩层对基坑背斜，比较稳定；（b）岩层对基坑向斜，比较不稳定；（c）有松散夹层，比较危险，需要防护。



（a）岩层对基坑背斜



（b）岩层对基坑向斜



（c）有松散夹层

图16.2 石质基坑坑壁的稳定情况

二、基坑开挖

在开挖基坑前，对基础的轴线、边线位置及地面标高等应进行校核；并做好场地的防水排水工作。对于垂直坑壁，尤应注意在坑顶四周做截流沟，使地面水不致顺坑壁流入基坑。这点对于保证坑壁稳定有重要意义。开挖基坑的弃土，应堆置在离坑顶较远处，以免影响坑壁的稳定性，一般应使其距基坑顶缘之距离不小于基坑深度。

如采用机械挖土，坑底应保留30厘米左右的土层不予挖除，待砌筑基础之前，再以人工修整至设计标高，以保证地基土不受扰动。

三、地基的处理

基坑开挖到设计标高后，应检验坑底土质是否和设计文件相符，持力层的承载力是否满足设计要求。为此目的，应对坑底土层取样作必要的物理力学试验，或进行现场触探检验。必要时，应在坑底进行钻探，以查明持力层的厚度。探孔深度至少4米。如发现不符合设计要求，则应更改基础设计或加固地基。

在砌筑基础圬工之前，需对坑底加以处理。处理方式视坑底土质类别而异，分述如下。

（一）岩层

在未风化的岩层上建筑基础时，应先将岩面上的松碎石块、淤泥、苔藓等清理干净，并用水冲洗。

倘若岩层倾斜，应将岩层面凿平或凿成台阶，使承重面与重力线垂直，如图16.3所示。

在风化岩层上建筑基础时，基坑的平面尺寸应尽量接近基础的平面尺寸，让基础圬工填满整个基坑，以封闭岩层，改善地基抗风化的条件。

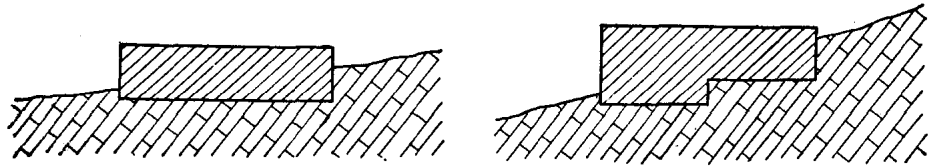


图16.3 倾斜岩层的处理

(二) 碎石类或砂类土层

先将基坑底面修理整平，再铺一层浓水泥砂浆，然后砌筑基础圬工。

(三) 粘土层

在整平坑底时，应就其天然状态加以铲平，不得用回填夯实的办法处理。必要时可向基坑底夯入10厘米以上厚度的碎石。碎石层顶面应低于基底标高。地基处理妥善后，应于最短时间内建筑基础，不得暴露过久。

(四) 坑内有泉眼时，应堵塞或排除之，不得任其浸泡地基土和圬工。

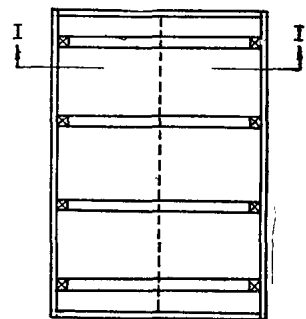
砌筑基础圬工后，应将基础周侧的基坑间隙用土回填。填土应于每层基础圬工砌成后即逐层填筑，并分层夯实。桥梁墩台基础系隐蔽工程，对施工情况要有严格的检验，并作出详尽记录。

(五) 冻土地基

冻土地基开挖后应缩短暴露时间，防止冻层继续加深，减少建成后的冻胀和下沉。同时严禁地表水灌入基坑。基础圬工砌筑前，应铺设一层10~20厘米厚的粗砂垫层或其他隔热层。基础圬工则宜用低温早强混凝土。

(六) 喀斯特地区地基的处理

喀斯特地区常遇到的地质现象如溶洞、沟槽等都应加以处理。对于暴露的溶洞、沟槽应用浆砌片石或混凝土回填。对于顶板不厚的溶洞应敞开再加以处理。



平面

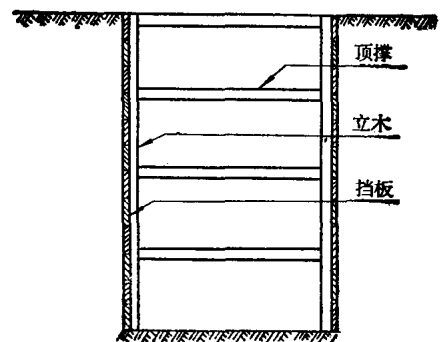
§ 16.2 坑 壁 支 撑

基坑深度较大时，若用放坡开挖的方法，则不仅土方量巨大，有时，还受到场地限制。故应考虑将坑壁开挖成竖直的，同时，根据土质条件设置适当的支撑以维护坑壁的稳定。

一、支撑结构的类型

(一) 横挡板式支撑

如图16.4，当坑壁土质有一定粘性时，可采用这种形式，根据土质条件，先开挖一定深度，随后加支撑。第一层支撑安妥后，继续开挖下一层基坑。如此循环进行。每层开挖深度以土体自身能维持稳定为度。安装支撑时的顺序：先挡



I—I 截面

图16.4 横挡板式支撑

板后立木,最后顶撑。安装顶撑时,可用木楔楔紧。挡板也不必密铺。基坑短边尺寸较大时,可增设如图中虚线所示的纵向顶撑。两个方向的顶撑相交处还可增设立柱。

(二) 竖挡板式支撑

当坑壁土质为砂性土时,上述支撑形式就不便使用,应改用竖挡板式或板桩式。其布置形式如图16.5。其中,“直撑式”是最通用的形式(图16.5a)。当基坑平面尺寸较大时,可采用“斜撑式”(图16.5b)。近年来,“锚杆式”的支撑(图16.5c)的使用有所发展。这种形式的支撑通常比直撑式和斜撑式的造价都高。但是,由于开挖工作不受支撑构件干扰,实际的经济效果可能要好。它更适用于地下坑道的坑壁支撑。

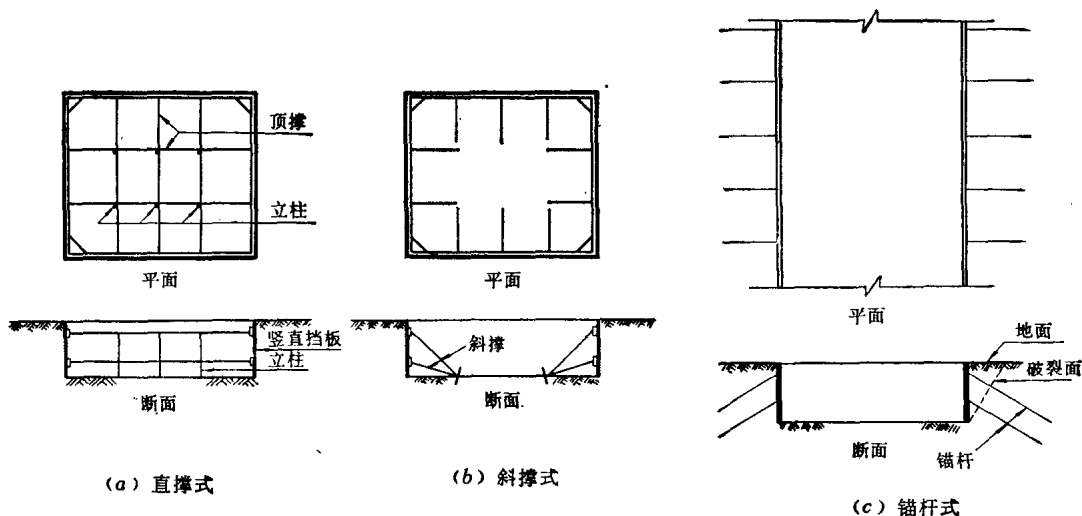


图16.5 竖挡板式支撑

(三) 混凝土围圈

近年来,在圆形基坑内采用了混凝土围圈作为坑壁支撑,它的做法是:首先竖直挖基坑一定深度,随后沿基坑壁作一层混凝土围圈,将坑壁支撑起来,待围圈强度能承担支撑作用后,再继续竖直挖下一定深度,再作混凝土围圈支撑。如此循环进行,直到设计标高为止。每层挖坑深度以及围圈厚度,视基坑的土质能临时直立的高度和基坑平面尺寸的大小而定。支撑到一定深度后,为了防止混凝土围圈类似沉井一样的整体下沉,每层围圈的修筑,应采用间断开挖基坑,间断作局部混凝土围圈,逐步形成整层围圈的办法进行。

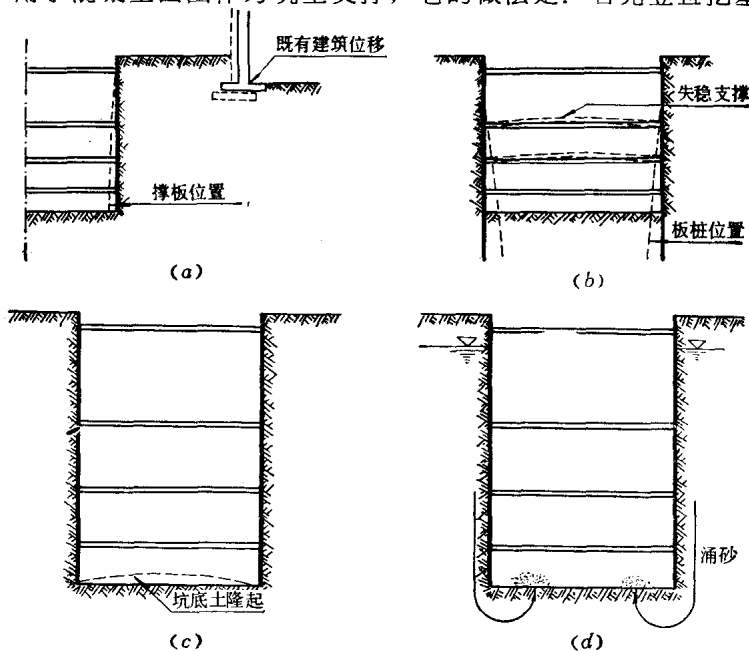


图16.6 有撑基坑的破坏形式

设置支撑的基坑，可能出现的破坏型式有以下几种：

- (a) 坑壁移动量过大 (图16.6a)；
- (b) 顶撑杆失稳 (图16.6b)；
- (c) 基坑底部土体隆起 (图16.6c)；
- (d) 发生涌沙现象 (图16.6d)。

同其他结构物一样，同样大小的位移量对于某一场地是适合的，而在另一种情况下就可能不适合。如果基坑靠近既有建筑，地道或管道，则轻微的位移就会使它们损毁。因此，撑板和顶撑的设计必须考虑到这种限制。

二、坑壁支撑的计算

(一) 计算荷载

坑壁支撑所承受的荷载主要是土压力，它的分布规律同坑壁位移条件有密切关系，因此，要根据基坑的平面尺寸和支撑结构的类型，以及土质条件决定。当基坑的平面尺寸相当大，而支撑又并不具备刚性条件时，可以采用库伦理论所算出的土压力作为设计荷载。而在一般情况下，库伦土压力并不适用于坑壁支撑的位移特征。主要是因为这种支撑结构限制了坑壁的位移。此外考虑到这种结构的施工工序和施工操作上的特点，如前所述，安装第一层支撑打紧木楔时，就已使撑板预先承受一定的荷载；也就是向下一层支撑开挖以前，第一层支撑就已受力。随着开挖深度的增加，撑板将向基坑方向移动，其最终位置的图形如图16.7所示。这同普通刚性挡墙的位移状态相差较大。因此，土压力的分布也与库伦理论有别。根据实测资料，其分布图形大致是梯形，图16.8所示即为根据此概念所作的一种简化计算图式。

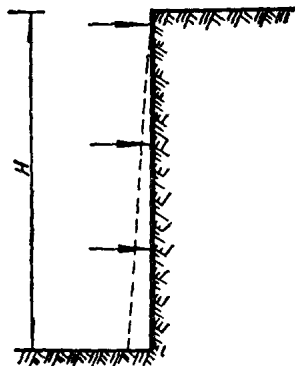


图16.7 撑板变形

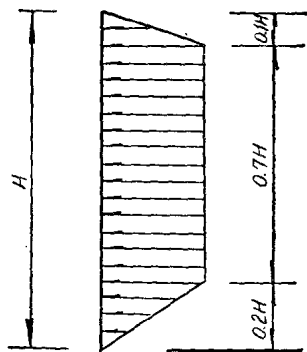


图16.8 土压力的分布

采用斜撑式结构时，坑壁顶端的位移比用其他支撑要大，因为斜撑下端的土体的位移使得坑顶产生了附加的位移。因此，库伦土压力可以应用。此时板桩通常应打至坑底面以下一定的深度，以防坑底面之土体松动。

综上所述，支撑结构所承受的土压力受到土质条件，支撑结构类型以及施工工艺与操作等因素的影响，同时，还与基坑持续时间有关；其分布规律与数值均难与理论计算相符，也未必与某一类实测图形一致。考虑到坑壁支撑只是一种临时性施工结构，故在设计中，土压

力仍可按一般常用的库伦主动土压力公式计算。单位土压力计算公式为：

$$p_a = \gamma h \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2}) \quad (16.2)$$

式中 h ——地面以下的深度；

ϕ ——土的内摩擦角，对于粘性土，采用等值内摩擦角；

γ ——土的容重；

p_a ——距坑顶深度为 h 处土压力的强度。

(二) 坑壁支撑各构件的受力状态和内力计算

以横挡板式支撑为例，说明挡板、立木、顶撑的受力状态和内力计算方法。

1. 横挡板

自图16.9 (a)、(b) 可看出，横挡板是一根宽度为 b ，跨度为 l 的梁。当板的实际长度大于 $2l$ 时，它就是根连续梁。考虑在顶撑安装时，各顶撑顶紧的程度可能不一致，同时，为了计算上的简化，可将板视为一简支梁。梁上的荷载为土压力 q_i 。以坑底挡板为例它是受载最大的，匀布荷载 $q = p_{a-H} \cdot b$ 吨/米²，最大弯矩为：

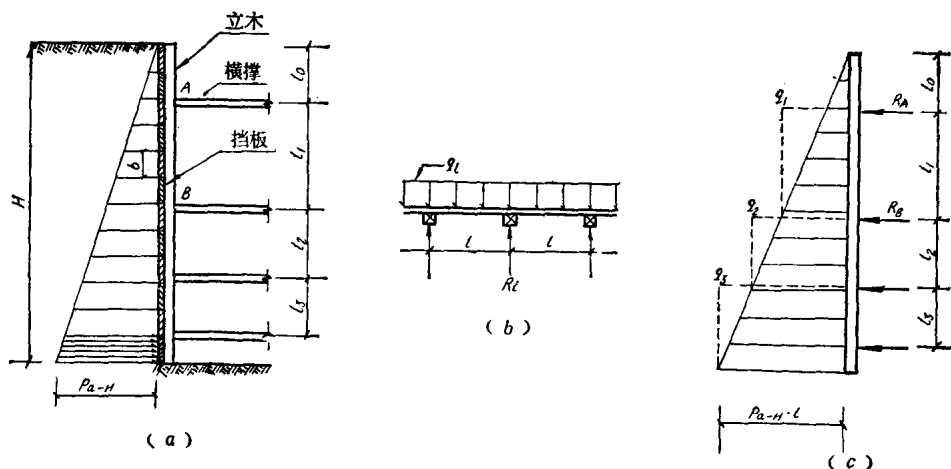


图16.9 横挡板式支撑各构件受力状态

$$M = \frac{1}{8} p_{a-H} b l^2$$

据此来选择板厚 d ，或是给定板厚而检算其容许应力。

应力检算：

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{\frac{1}{8} p_{a-H} b l^2}{\frac{1}{6} b d^2} = \frac{3}{4} \cdot \frac{p_{a-H} l^2}{d^2} \leq [\sigma] \quad (16.3)$$

$[\sigma]$ ——木材的容许挠曲应力，对于临时性施工结构，可以提高25%。

选择板厚：自上式，设 $\sigma = [\sigma]$ ，得：

$$d = \sqrt{\frac{6M}{b[\sigma]}} = \sqrt{\frac{3}{4} \cdot \frac{p_{a-H} l^2}{[\sigma]}} \quad (16.4)$$

根据 d 的计算值选用尺寸相近的板材；或根据既有板材适当调整跨度 l ；即，调整立木的间距。

如挡板并非密铺, 则板宽 b 应采用计算宽度 b_0 , b_0 等于相邻两块板之中心距。

2. 立木

立木是一根竖向置放并支承在顶撑上的梁。它承受着三角形分布的土压力, 如图 16.9 (a) 所示。土压力的作用宽度为挡板的跨度 l , 如图 16.9 (b) 所示。立木在 H 深度处的计算荷载强度为 $P_0 - H \cdot l$, 如图 16.9 (c) 所示。

考虑到支撑是分层安装和分层拆除的, 故立柱不宜过长。计算时, 可假定为简支梁或带悬臂的简支梁。计算跨度为顶撑间距。梁上的计算荷载可以直接用梯形分布图或用跨内的最大值作为匀布荷载, 如图 16.9 (c) 所示。

3. 顶撑

顶撑是一根轴向受压杆件。只有顶面上的一层顶撑可能作为工作平台而受到挠曲。它的轴向压力就是立木的支点反力 R_i 。由于立木所受到的压力是上部较小而下部较大, 可将顶撑的竖向间距 l_i 布置成上大下小, 以便使各跨立木的计算弯矩和各顶撑的计算压力比较接近, 顶撑两端可作为铰接看待, 据此确定纵向挠曲系数。

(三) 斜撑式支撑的计算方法

图 16.10 (a) 是斜撑式支撑所承受的土压力分布图式; 基坑外侧为库伦主动土压力, 基坑底部内侧为被动土压力。

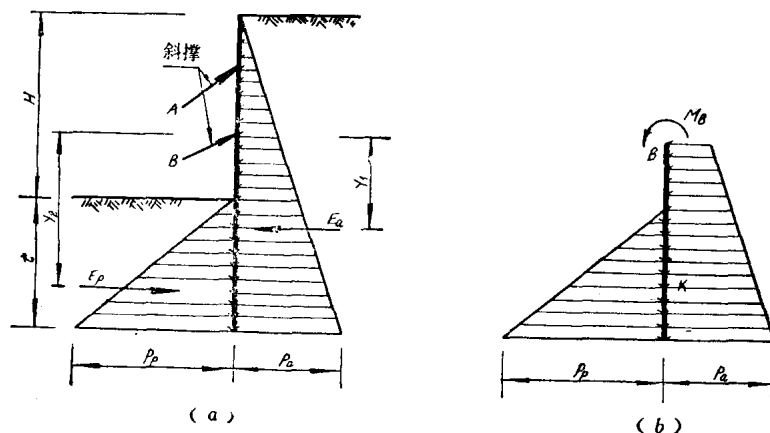


图 16.10 斜撑式支撑的计算图式

板桩下端锚入土中 (深度为 t), 上部有两个支点, 属于静不定结构。斜撑下端的支承点置于坑底上, 如图 16.10 (a) 所示。为了求得最小入土深度 t , 可采用这样一个假设: 斜撑 A 、 B 易于移动, 令板桩在 B 处 (图 16.10 (b)) 的计算弯矩达到其截面的容许弯矩 M_B 。这样, 得

$$E_a y_1 - E_p y_2 - M_B = 0 \quad (16.5)$$

式 16.5 为隐函数 t 的三次方程, 由此式, 可以计算出入土深度 t 。

计算下段板桩内力时, 可将其当作一简支梁, 上端支点为 B ; 下端支点为 $P_p = P_a$ 之点 K , 如图 16.10 (b)。

(四) 锚杆式支撑

用灌浆锚杆作坑壁支撑, 须先在土层中钻孔, 再放入钢筋, 并在孔与钢筋之间, 压注水泥砂浆, 把钢筋锚固在土层里, 以形成锚杆。

锚杆的长度, 在破裂面以外的一段 l_2 属于有效长度。位于破裂面以内的一段 l_1 属于非锚

固段，见图16.11。

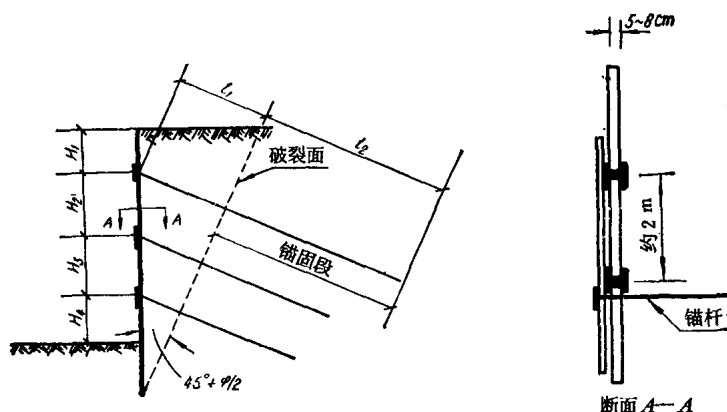


图16.11 锚杆支撑计算图式

设计锚杆支撑需要确定锚杆所能提供的抗拔力。此项抗拔力可用下式估算。

$$T = \pi D l_2 \tau \quad (16.6)$$

式中 T —— 锚杆极限抗拔力；
 D —— 锚杆钻孔直径；
 l_2 —— 锚杆的有效锚固段长度；
 τ —— 土层对砂浆的平均摩阻力。

锚杆极限抗拔力同时也受材料强度控制。即，

$$T = \sigma_s \cdot F \quad (16.7)$$

式中 σ_s —— 钢筋的屈服应力值；
 F —— 钢筋断面积。

容许抗拔力可将极限抗拔力除以安全系数 K 求得。但 K 值应分别情况选用，由钢筋屈服点控制时，可用 2；由摩阻力控制可用 3。据此选择合理的锚固长度 l_2 。

值得注意的是 τ 值受到土质条件、锚杆类型、埋置深度、施工灌浆方法等许多因素的影响。目前，还得借助于试验资料作为设计的依据。

§ 16.3 用围堰法修筑水中基础

桥梁墩台基础，大多数位于水中。修建水中基础，最常用的方法就是围堰法。围堰的作用主要是防水和围水，使得基础的施工能在排水或静水的环境中进行。

有时，围堰不仅起防水作用，同时还起着支撑基坑坑壁的作用。

围堰的结构形式和材料要根据水深、流速、地质情况以及通航要求等条件进行选择。

本节内容主要介绍几种常用围堰的构造特点、适用条件，计算方法及施工工艺。

一、土 围 堰

土围堰最好是用在水浅，流速不大，河床土层为不透水的情况下。土堰可用任意土料筑成，但以粘性土较好。土堰的断面一般为梯形。如图16.12(a)。

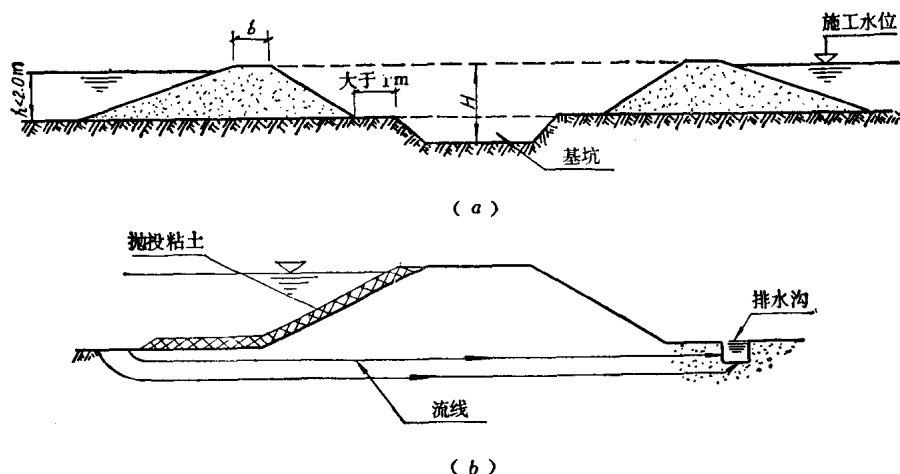


图16.12 土围堰

土围堰边坡坡度与土料的种类、水流速度、河床土层的透水性等有关。用粘性土修筑的围堰，堰顶宽度 b 不应小于1.5米，临水面的坡度可用1:2；内坡可用1:1。如当地不易取得粘性土料，用砂土作围堰土料时，堰顶宽度应不小于2米，外坡可用1:3至1:5，内坡用1:3。

堰内抽水时应让堰内水位缓慢连续下降，使得河水中飘浮的细土粒在渗过堰体时在外坡形成一层粘土屏障以减少渗流量。抽水开挖基坑时，土堰采用砂类土料以及当河床土层为透水土时，可在土堰外侧抛投粘土覆盖以减少渗流，如图16.12(b)所示。例如湘黔线某桥河床覆盖层为中砂，采用了粘土覆盖后，效果良好，成功的实现了排水开挖并灌注基础混凝土的施工方案。

在填筑土堰之前，应先清理河床上的块石，树枝等杂物。这一点务必重视。否则，可能造成局部渗漏而使堰堤穿孔。填筑围堰时，水面以下的部分通常不便于夯实。但应注意不得直接向水中倾土，而应将土倾倒在已筑出水面的岛堤上，让其顺土的天然坡下滑。

当流速大于0.7米/秒时，为保证堰堤不被冲刷蚕食和减少围堰工程量，用草（麻）袋盛土码砌堰堤边坡的措施，是行之有效的。这种围堰也叫草（麻）袋围堰。如图16.13所示。草（麻）袋内装填松散粘性土，一般装至草（麻）袋容量的60%为宜。草（麻）袋码砌应有错缝。

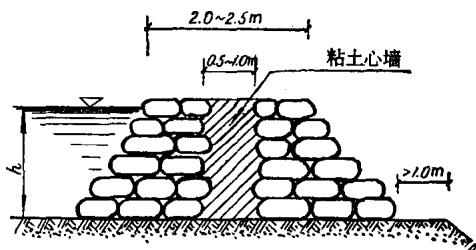


图16.13 草袋围堰

土围堰的堤顶宽度由于常用作运送土料的通道，尺寸不得过小；而其边坡又较坦，故堰堤的滑动稳定性一般是能够得到保证的。如需要加以检算时，可按下式计算其抗滑稳定性：

$$\text{抗滑力:} \quad \frac{1}{2} \mu (\gamma - 1) (a + b) h,$$

$$\text{滑动力:} \quad \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot h^2,$$

抗滑安全系数:

$$K = \frac{\mu (\gamma - 1) (a + b)}{h} \quad (16.8)$$

式中 μ ——堰堤底面与河床面之间的摩擦系数，对于粘性土 $\mu=0.3$ ；
 γ ——填土的容重，
 h ——水深，此处用堤高，通常堤顶应高出施工水面0.7米；
 a, b ——堰堤顶宽和底宽。

二、木板桩围堰

木板桩围堰适用于河床为土层的情况。但应注意土层中有无障碍打板桩的大块石、树干等杂物。同土围堰比较，由于断面小对河流过水断面的挤压不甚严重，抗冲刷的性能亦较好，且板桩打入河床，可截断一部分渗流，故其防水性能比土堰要好。

(一) 木板桩围堰的构造及施工

单层木板桩围堰（图16.14），一般适用于水深小于4米的情况。为了防止漏水，可在板桩外侧堆土。由于木板桩的榫头不够密贴，防水性能还不够好，故现场往往多采用双层板桩，两层板桩之间以粘土充填，以改善其防水性能，如图16.15所示。两层木板桩之间的距离 B 一般应满足， $B \geq 0.5h$ 及 $B \geq 0.4H$ 。

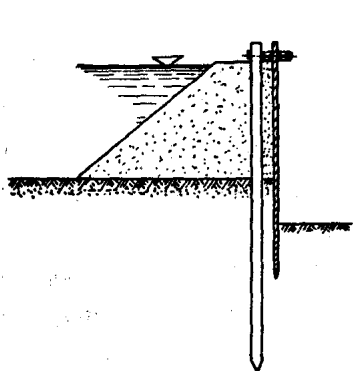


图16.14 单层板桩围堰

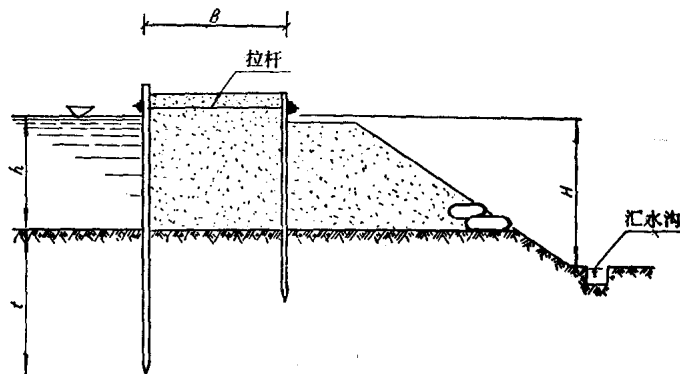


图16.15 双层板桩围堰

对于开挖深度较大的基坑，由于木板桩的打入深度有限，且板桩长度受板材及打桩设备的限制，所以现场有时不得不采用多级板桩围堰，如图16.16所示。显然，这类布置由于平面尺寸太大，将无法设置顶撑，而只能靠板桩的入土部分以自行锚固。

木板桩插打之前，须有定位装置。排水开挖时须有支撑装置，这套装置由定位桩，导梁及支撑组成，如图16.17所示。导梁固定在定位桩上，板桩即沿着内外导梁之间插下。

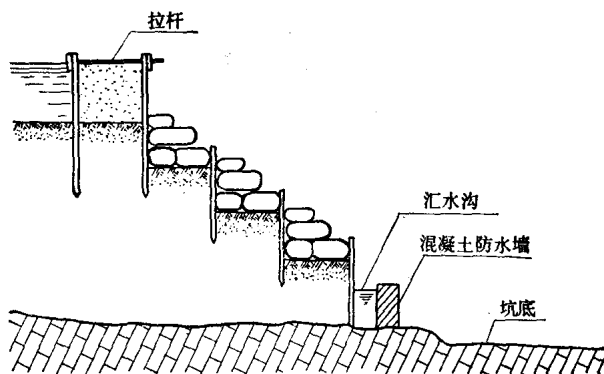


图16.16 多级板桩围堰

施工时，先打下定位桩。定位桩一般布置在最外侧。内导梁与外导梁之间安置短垫木临时固定其间距，待板桩插到垫木附近时将其拆除，并将内导梁固定到已插下的板桩上。插板

桩可以从角桩开始,先插上游,在下游合拢。板桩下插时应让凸榫向前,以免泥砂堵塞凹榫,如图16.18。板桩插到转角处,内导梁的A段会成为障碍,须将其截除,而将内导梁固定到已插下的板桩上(图16.17)。

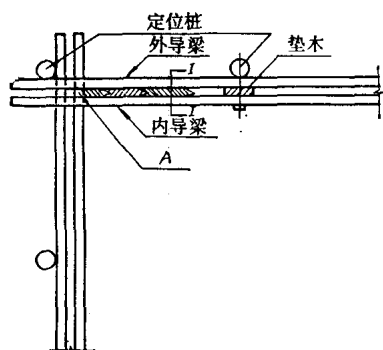


图16.17 板桩围堰的定位装置

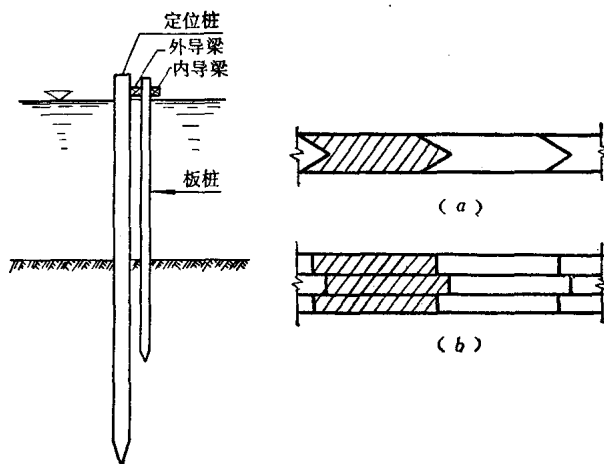


图16.18 木板桩榫头

板桩围堰在平面上应布置成带分水尖的图式,如图16.19所示。实践证明,不带分水尖的围堰,其上游堰堤可能被冲垮,造成事故。

全部板桩下到设计深度后,才可以排水及开挖基坑。在排水及开挖过程中,可逐层架设顶撑或框架支撑。

板桩的厚度由计算决定。厚度在6厘米以下时可做人字榫(图16.18a)联结;厚度超过8厘米时,可用三层等厚的木板叠合成凹凸榫,图16.18(b)所示。

(二) 木板桩围堰的计算

木板桩围堰计算的主要内容有以下几项:

- (1) 板桩的最小入土深度;
- (2) 板桩的厚度;
- (3) 支撑的布置及截面;
- (4) 涌水量估算及排水的可能性;

计算板桩时取延米板桩墙来分析。通常,单层板桩围堰的明水不致太深,基坑开挖深度也不致太大,故可只在板桩顶端布置一道顶撑。

无支撑的板桩(悬臂板桩)仅在围堰平面尺寸很大,不得已时才考虑使用。因为这种结构形式使得板桩的受力状态不利。

下面介绍单撑板桩的计算方法。

1. 单撑板桩受力分析

由于单层木板桩榫接不密合,渗水量较大,通常都在堰侧堆土,以改善防水性能,如图16.20(a)所示。当从堰内排水并开挖基坑至设计标高时,板桩外侧的AB段受到土的主动压力和静水压力。但考虑到板桩的渗水情况,一般不计静水压力,而只计土的主动压力。但在

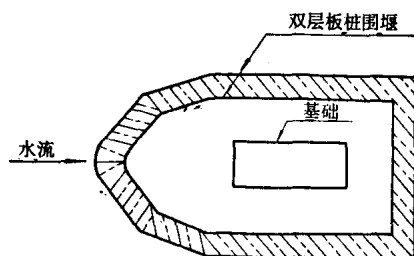


图16.19 板桩围堰平面示意图

计算主动压力时,土的容重不扣除浮力,即用饱和容重而不用浸水容重。在BC段,板桩受到的荷载实际上很复杂。当入土深度 t 不大时,可以认为板桩外侧就是AB段的主动土压力的延伸,而内侧则因板桩向内的位移而受到土的被动土压力。

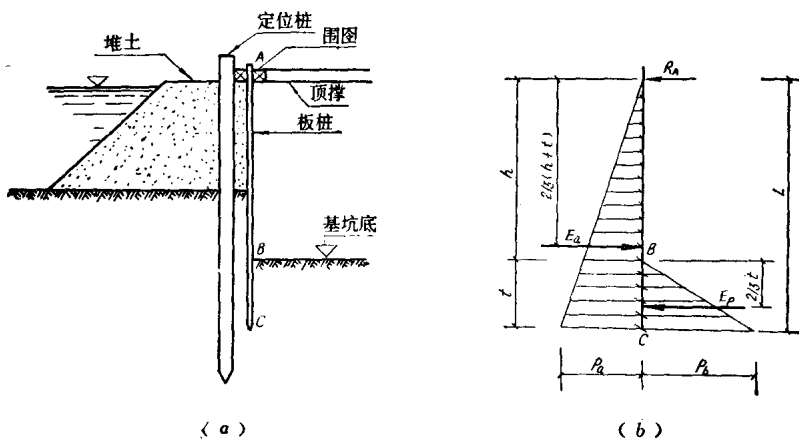


图16.20 单撑板桩的计算图式

板桩顶端受到支撑反力 R_A 。

按照上述的分析,可得到如图16.20(b)所示的板桩计算图式。

2. 板桩的最小入土深度 t

板桩打入基坑底面以下的深度 t 应足以保证板桩的稳定。同时,此深度 t 对于消除坑底隆起和防止涌砂现象也有重要意义。板桩上端有顶撑,下端支承于土层内,根据板桩在诸荷载作用下的静力平衡条件推求它的最小入土深度 t 值。

取A点为力矩中心,自 $\Sigma M_A=0$ 得,

$$E_a \cdot \frac{2}{3}(h+t) - E_p \left(h + \frac{2}{3}t\right) = 0 \quad (16.9)$$

式中

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma (h+t)^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$E_p = \frac{\gamma}{2} t^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

将 E_a 及 E_p 值代入上式,整理得 t 的三次方程,可采用试算法求解。

在上述公式里,是假定板桩墙与土体间的摩擦角为零;但实际上是不为零的。这样,就保证了稳定性有适当的安全率。

3. 板桩厚度的计算

计算板桩的厚度需要求得桩身的最大弯矩值。为此,可将图16.20(b)看成是一个如图16.21所示的承受三角形分布荷载的简支梁。其支点在A点和被动土压力合力作用点处。其中,

$$R_A = E_a - E_p$$

板桩最大弯矩发生在剪力为零的截面处。设剪力为零的截面距A点为 x ,则,

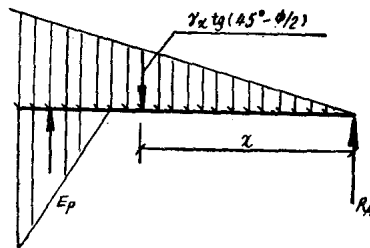


图16.21 单撑板桩最大弯矩计算图式