

支挡结构设计手册

尉希成 编著

中国建筑工程工业出版社

支挡结构设计手册

尉希成 编著

中国建筑工程工业出版社

(京)新登字 035 号

本手册是在总结了国内外有关经验的基础上,根据国内的新规范体系编写而成的一本实用工具书。本手册详细而又简明地给出了支挡结构中的土压力及其他荷载的计算方法;对重力式、半重力式、扶壁式、悬臂式、锚杆式、锚定板式、加筋土式、板桩式及地下连续墙式等各类支挡结构的设计分别作了详细的介绍,并给出相应的实例。同时,给出了设计中必需的设计资料及部分电算程序。

本书可供从事城市建设、地下建筑、工业与民用建筑等工程的设计、施工人员应用和参考。

* * *

责任编辑 王跃

支挡结构设计手册

尉希成 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市顺义县燕华印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 17 $\frac{3}{4}$ 字数: 429 千字

1995 年 9 月第一版 1995 年 9 月第一次印刷

印数: 1—5,600 册 定价: 16.50 元

ISBN7-112-02613-X

TU·1987 (7702)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

7702
18

目 录

第一篇 设计基本原则及常用资料

第一章 设计基本原则	1
第一节 概述	1
第二节 挡土墙分类及适用范围	1
第三节 设计基本原则	3
第四节 设计的一般规定	3
第五节 方案的确定	9
第二章 常用设计资料	12
第一节 设计应具备资料	12
第二节 常用设计资料	15

第二篇 土压力计算

第三章 土压力计算公式及图表	30
第一节 土压力概论	30
第二节 静止土压力计算	31
第三节 库仑土压力理论	32
第四节 第二破裂面计算法	47
第五节 朗金土压力理论	48
第六节 推荐土压力计算公式及图表	50
第四章 特殊情况下土压力计算	56
第一节 折线型墙背土压力计算	56
第二节 填土成层时土压力计算	58
第三节 有限范围填土的土压力计算	58
第四节 地震时土压力计算	59
第五节 墙后填土有地下水时土压力计算	60
第六节 粘性土土压力计算	62
第七节 填土表面不规则时土压力计算	64
第八节 超载作用下土压力计算	65
第五章 土压力图解法及电算	71
第一节 库尔曼图解法	71
第二节 试算楔体解	73
第三节 电算程序介绍	74

第三篇 支挡结构设计

第六章 重力式挡土墙设计	76
--------------------	----

第一节 概述 76

第二节 重力式挡土墙构造 77

第三节 重力式挡土墙设计 77

第四节 重力式挡土墙施工 100

第五节 算例 101

第七章 半重力式挡土墙 110

第一节 概述 110

第二节 半重力式挡土墙构造 110

第三节 半重力式挡土墙设计 111

第八章 悬臂式与扶壁式挡土墙设计 113

第一节 概述 113

第二节 悬臂式挡土墙构造 113

第三节 悬臂式挡土墙设计 114

第四节 扶壁式挡土墙构造 117

第五节 扶壁式挡土墙设计 118

第六节 算例 121

第九章 锚杆挡土墙设计 127

第一节 概述 127

第二节 柱板式挡土墙 127

第三节 壁板式锚杆挡土墙设计 134

第十章 锚定板挡土墙设计 136

第一节 概述 136

第二节 肋柱式锚定板挡土墙构造 136

第三节 肋柱式锚定板挡土墙设计 138

第四节 锚定板挡土墙的施工 146

第五节 算例 148

第十一章 加筋土挡土墙 157

第一节 概述 157

第二节 加筋土挡土墙构造 157

第三节 加筋土挡土墙设计 160

第四节 加筋土挡土墙施工 163

第五节 算例 164

第十二章 板桩式挡土墙 169

第一节 概述 169

第二节 板桩式挡土墙的构造 169

第三节 板桩式挡土墙的设计 170

第四节 算例 176

第十三章 地下连续墙设计 180

第一节 概述 180

第二节 地下连续墙的构造 181

第三节 地下连续墙的设计 181

第四节 地下连续墙的施工 202

附 录 205

附录 1 地质资料 205

附录 2 水力计算资料 210

附录 3 工程材料 212

附录 4 钢筋混凝土构造一般规定 223

附录 5 力学公式 226

附录 6 电算程序及算例 232

参考文献 275

第一篇 设计基本原则及常用资料

第一章 设计基本原则

第一节 概 述

为保持结构物两侧的土体、物料有一定高差的结构称为支挡结构。如以刚性较大的墙体支承填土和物料并保证其稳定的为挡土墙；而对于具有一定柔性的结构，如板桩墙、开挖支撑称为柔性挡土墙或支挡结构。

支挡结构在各种土建工程中得到广泛的应用，如公路、铁路的挡土墙、桥台；水利、港湾工程的河岸及水闸的岸墙；民用与工业建筑的地下连续墙，开挖支撑等。随着大量土木工程在地形复杂地区的兴建，支挡结构愈加显得重要，支挡结构的设计，将直接影响到工程的经济效益和安全。

支挡结构类型很多，现以最常用的重力式挡土墙为例，说明一下它的各部名称。

靠近回填土一侧称为墙背；而回填土墙的另一侧大部分暴露在外面的为墙面；墙的底面称为墙底；墙背与基底交线为墙踵；墙面与基底的交线为墙趾。墙面、墙背的倾斜度是指两者与竖直面之间的夹角。通常，工程中常用单位竖直高度及斜面相应水平投影长度之比，如墙背斜度为 $1:n$ 。

墙背一侧较高的土体称为回填土。墙背后不论是回填土，还是未经扰动的土体或其他物料均称为回填土。墙背填土表面的荷载称为超载。

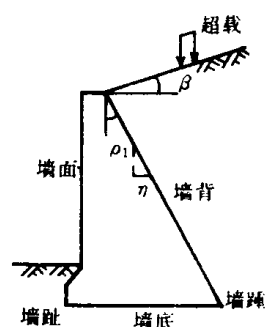


图 1-1 挡土墙名称图

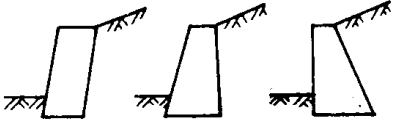
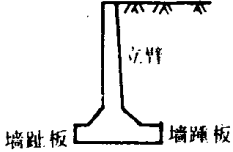
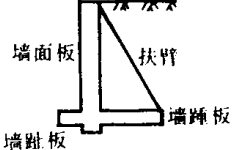
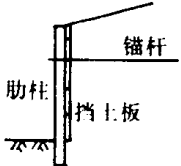
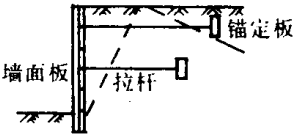
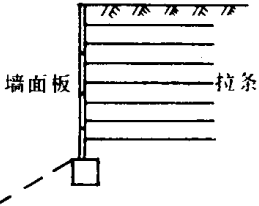
第二节 挡土墙分类及适用范围

支挡结构类型的划分方法较多，按结构型式、建筑材料、施工方法及所处环境条件等进行划分。按断面的几何形状及其受力特点，常见的挡土墙型式可分为：重力式、半重力

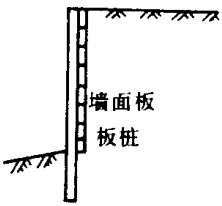
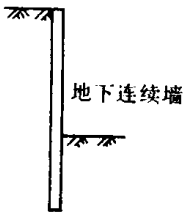
式、衡重式、悬臂式、扶壁式、锚杆式、锚定板式、加筋土挡土墙、板桩式及地下连续墙等；如按材料可分为：木质、砖、石砌、混凝土及钢筋混凝土、钢制的挡土墙结构；按所处环境条件分为：一般地区、浸水地区、地震地区挡土墙等。

挡土墙作为一种结构物，其类型是各种各样的，其适用范围，将取决于墙址地形、工程地质、水文地质、水文资料、建筑材料、墙的用途、施工方法、技术经济条件及当地的经验等因素，表 1-1 仅供参考。

表 1-1

类型	结 构 示 意	特点及适用范围
重力式		1. 依靠墙自重承受土压力，保持平衡； 2. 一般用浆砌片石砌筑，缺乏石料地区可用混凝土； 3. 型式简单，取材容易，施工简便； 4. 当地基承载力低时，可在墙底设钢筋混凝土板，以减薄墙身，减少开挖量 适用于低墙、地质情况较好有石料地区
半重力式		1. 用混凝土灌注，在墙背设少量钢筋； 2. 墙趾展宽，或基底设凸榫，以减薄墙身、节省圬工 适用于地基承载力低，缺乏石料地区
悬臂式		1. 采用钢筋混凝土，由立臂、墙趾板、墙踵板组成，断面尺寸小； 2. 墙过高，下部弯矩大，钢筋用量大 适用于石料缺乏，地基承载力低地区，墙高 6m 左右
扶壁式		1. 由墙面板、墙趾板、墙踵板、扶壁组成； 2. 采用钢筋混凝土 适用于石料缺乏地区，挡土墙高大于 6m，较悬臂式经济
锚杆式		1. 由肋柱、挡土板、锚杆组成，靠锚杆的拉力维持挡土墙的平衡 适用于挡土墙高 > 12m，为减少开挖量的挖方地区、石料缺乏地区
锚定板式		1. 结构特点与锚杆式相似，只是拉杆的端部用锚定板固定于稳定区； 2. 填土压实时，钢拉杆易弯，产生次应力 适用于缺乏石料，大型填方工程
加筋土式		1. 由墙面板、拉条及填土组成、结构简单、施工方便； 2. 对地基承载力要求较低 适用于大型填方工程

续表

类型	结 构 示 意	特点及适用范围
板桩式		1. 深埋的桩柱间用挡土板挡土体； 2. 桩可用钢筋混凝土桩、钢板桩、低墙或临时支撑可用木板桩； 3. 桩上端可自由，也可锚定 适用于土压力大，要求基础深埋，一般挡土墙无法满足时的高墙、地基密实
地下连续墙		1. 在地下挖狭长深槽内充满泥浆、浇注水下钢筋混凝土墙； 2. 由地下墙段组成地下连墙，靠墙自身强度或靠横撑保证体系稳定 适用于大型地下开挖工程，较板桩墙可得到更大的刚度、更大的深度

第三节 设计基本原则

支挡结构应当保证填土、物料及构筑物本身的稳定，构筑物应具有足够的强度，保证结构的安全正常使用。同时，在设计中还应作到经济合理。设计基本原则为：

一、支挡结构必须保证安全正常使用，则应满足以下要求：

- 1. 支挡结构不能滑动；
- 2. 支挡结构不能倾覆；
- 3. 支挡结构不能有过的沉陷；
- 4. 保证墙身的强度足够；
- 5. 保证地基的强度足够。

二、应根据工程用途的要求、地形及地质等条件，综合考虑以确定支挡结构的平面布置及其高度。

三、应认真分析地形、地质、填土性质、荷载条件，当地的材料供应及现场地区技术经济各种条件，确定支挡结构类型及截面尺寸。

四、应保证支挡结构设计符合相应规范、条例的要求。

五、在设计中力争使支挡结构与环境协调。

六、应对施工给出指导性意见。

七、为保证支挡结构的耐久性，在设计中应对使用中的维修给出相应规定。

第四节 设计的一般规定

一、设计阶段与文件组成

支挡结构的设计阶段和文件的组成，均取决于整体工程的设计阶段及对组成文件的要求。有时为了争取工期，也可能早于整体工程的设计阶段。通常可将设计阶段分为以下两种：

1. 两阶段设计：初步设计和施工设计；

2. 一阶段设计：施工设计。

根据工程的要求，确定设计阶段后，其相应的设计文件组成与内容，将根据工程设计阶段，工程种类及要求而定。

初步设计阶段：

根据设计任务书中确定的主要技术条件，确定支挡结构修建的可行性，对平面布置的确定，结构类型的选择，作出综合考虑，确定其最佳方案，并给出工程量及造价的概算。对个别高墙及控制工程拟出设计原则。

施工设计阶段：

最后确定支挡结构的平面布置，选定支挡结构类型，截面型式及构造，决定整个结构的全部尺寸，给出工程数量及造价。对控制工程及独立的高墙作出单独设计。应给出平面布置图、纵平面图，墙的大样图，相关的一些构造图，工程量及造价计算表，设计说明书。在必要时应包括基坑的平面图和断面图。

如果是一设计阶段时，将上述两设计阶段工作结合起来一次完成。

二、设计的一般规定

1. 挡土墙的稳定性，应符合下列要求：

抗滑安全系数

$$K_s = \frac{(G_n + E_{an})\mu}{E_{at} - G_t} \geq 1.3 \quad (1-1)$$

抗倾覆安全系数

$$K_l = \frac{Gx_0 + E_{az}x_f}{E_{ax}z_f} \geq 1.5 \quad (1-2)$$

$$G_n = G \cos \alpha_0;$$

$$G_t = G \sin \alpha_0;$$

$$E_{at} = E_a \sin(\alpha - \alpha_0 - \delta);$$

$$E_{an} = E_a \cos(\alpha - \alpha_0 - \delta);$$

$$E_{ax} = E_a \sin(\alpha - \delta);$$

$$E_{az} = E_a \cos(\alpha - \delta);$$

$$x_f = b - z \operatorname{ctg} \alpha;$$

$$z_f = z - b \operatorname{tg} \alpha_0$$

式中 G ——挡土墙每延米自重；
 x_0 ——挡土墙重心离墙趾的水平距离；
 α_0 ——挡土墙的基底倾角；
 α ——挡土墙的墙背倾角；
 δ ——土对挡土墙墙背的摩擦角；
 b ——基底的水平投影宽度；
 z ——土压力作用点离墙踵的高度；
 μ ——土对挡土墙基底的摩擦系数。

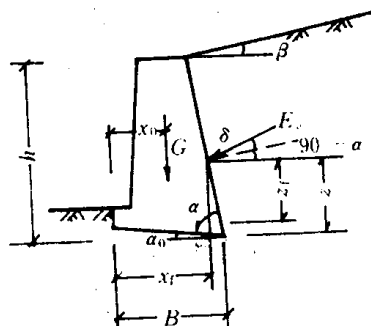


图 1-2 挡土墙稳定验算示意图

以上规定是《建筑地基基础设计规范》中作出的，而在《砌体结构设计规范》(GBJ 3—88)中规定：当砌体结构作为刚体，需验算整体稳定性时，例如倾覆，滑移，漂浮等（重力式挡土墙抗倾覆，抗滑恰恰符合以上各项定义），应按下列设计表达式进行验算：

$$0.8C_{G1}G_{1K} - 1.2C_{G2}G_{2K} - 1.4C_{Q1}Q_{1K} - \sum_{i=2}^n 1.4C_{Qi}\psi_{Ci}Q_{iK} \geq 0 \quad (1-3)$$

式中 G_{1K} ——起有利作用的永久荷载标准值；

G_{2K} ——起不利作用的永久荷载标准值；

C_{G1} 、 C_{G2} ——分别为 G_{1K} 、 G_{2K} 的荷载效应系数；

C_{Q1} 、 C_{Qi} ——分别为第一个可变荷载的第 i 个可变荷载的荷载效应系数；

Q_{1K} 、 Q_{iK} ——起不利作用的第一个和第 i 个可变荷载的标准值；

ψ_{Ci} ——第 i 个可变荷载组合系数。

在进行挡土墙的整体稳定验算时，也应满足上式的要求。

2. 挡土墙的基底应力应满足：

当轴心荷载作用时

$$p \leq f \quad (1-4)$$

式中 p ——基础底面处的平均压力设计值；

f ——地基承载力设计值。

当偏心荷载作用时，除满足上式 (1-3) 的要求外，尚应符合下式的要求：

$$p_{\max} \leq 1.2f \quad (1-5)$$

式中 $p_{\max}$ ——基础底面边缘的最大压力设计值。

当基底下有软弱夹层时，应验算下卧层的承载力，并按公式 (1-6) 进行地基稳定验算（圆弧滑动面）

$$K = \frac{M_R}{M_S} \geq 1.2 \quad (1-6)$$

式中 M_R ——抗滑力矩；

M_S ——滑动力矩。

当滑动面为平面时，稳定安全系数应提高为 1.3。

3. 墙身的强度计算

对一般挡土墙，必须保证：

正应力强度

$$\sigma_{\min}^{\max} = \frac{G_1 + E_{ax1}}{B_1} \left(1 \pm \frac{6e_1}{B_1} \right) \leq f(f_{tm}) \quad (1-7)$$

偏心距

$$e = \frac{B_1}{2} - \frac{G_1 X + E_{ax1} \cdot x_{f1} - E_{ax1} z_{f1}}{G_1 + E_{ax1}} \leq \frac{B_1}{6} \quad (1-8)$$

剪应力强度

$$\tau = \frac{E_{ax1}}{B_1} \leq f_v \quad (1-9)$$

式中 G_1 ——计算截面以上的墙重；

E_{ax1} 、 E_{ax1} ——计算截面以上主动土压的竖向、水平向的分力；

- e_1 ——计算截面处的偏心距;
 B_1 ——计算截面的截面宽度;
 x ——为 G_1 到截面左边的距离;
 x_{f1} ——为 E_{ax1} 到截面左边的距离;
 z_{f1} ——为 E_{ax1} 到截面的高度;
 f, f_{tm} ——砌体或混凝土的抗压、抗拉强度设计值;
 f_v ——砌体抗剪强度设计值。

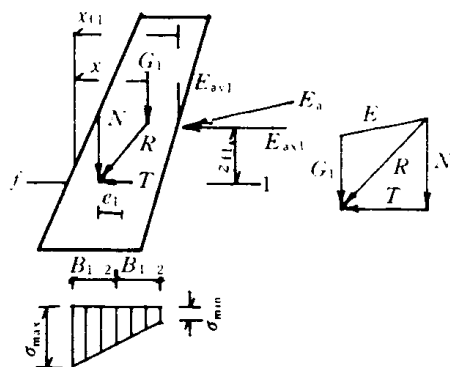


图 1-3 截面正应力计算图

三、作用于挡土墙上的力系

作用于挡土墙上的永久荷载有:

1. 挡土墙自重;
2. 由于填土作用于墙背上的主动土压力;
3. 由于墙前土体作用于墙面上的被动土压力 (一般设计中不考虑, 当有条件保证墙前土永远存在方可考虑);

4. 填土中的地下水压力或常水位时的静水压力与浮力;
5. 铁路、公路传来的列车、汽车荷载, 或填土上其他工程的超载引起的土压力;
6. 由以上荷载引起的基底的竖向反力;
7. 基底的摩擦力。

作用于挡土墙上的可变荷载有:

8. 计算水位的静水压力和浮力;
9. 水位退落时的动水压力;
10. 波浪压力;
11. 冻胀力和冰压力;
12. 温度荷载。

作用于挡土墙上的偶然荷载有:

13. 地震荷载;
14. 施工及临时荷载, 如起吊机、人群、堆载等。

荷载组合

挡土墙设计应根据使用过程中在挡土墙可能出现的荷载, 按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行荷载效应组合。并取不利的荷载组合进行设计。

按地基承载力确定基础底面积及埋深时, 基础底面上荷载应按基本组合。土体自重、墙体自重分项系数为 1.0, 按实际的重力密度计算。

计算挡土墙的变形时, 传至基础底面的荷载应按长期效应组合, 不计入地震与风载。

计算挡土墙的土压力, 荷载应按基本组合, 其分项系数均为 1.0。

对于荷载基本组合、荷载效应组合的设计值, 应按下列公式确定:

$$S = \gamma_G C_G G_K + \gamma_{Q1} C_{Q1} Q_{1K} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} C_{Qi} \psi_{Ci} Q_{iK} \quad (1-10)$$

式中 γ_G ——永久荷载的分项系数, 对于挡土墙可按有利、不利分别取 0.8~1.0、1.2。

γ_{Q1}, γ_{Qi} ——分别为第一个和第 i 个可变荷载的分项系数, 对于挡土墙可取 1.4;

G_K ——永久荷载的标准值；

Q_{1K} ——第一个可变荷载的标准值，该荷载的效应 $\gamma_{Q1}C_{Q1}Q_{1K}$ 大于其他任意第 i 个可变荷载的效应 $\gamma_{Qi}C_{Qi}Q_{iK}$ ；

Q_{iK} ——第 i 个可变荷载的标准值；

C_G, C_{Q1}, C_{Qi} ——分别为永久荷载，第一个可变荷载和其他第 i 个可变荷载的荷载效应系数；

ψ_{Ci} ——第 i 个可变荷载的组合。

对于偶然组合，荷载效应组合的设计值宜按下列规定确定：偶然荷载的代表值不乘分项系数；与偶然荷载同时出现的可变荷载，可根据观测资料和工程经验采用适当的代表值。在挡土墙设计中洪水与地震荷载不应同时考虑。

正常使用极限状态，按长期效应组合进行设计，其荷载效应组合的设计值按以下公式计算：

$$S_l = C_G G_K + \sum_{i=1}^n C_{Qi} \psi_{qi} Q_{iK} \quad (1-11)$$

式中 ψ_{qi} ——第 i 个可变荷载的准永久值系数。

在挡土墙设计中，波浪力，冰压力和冻胀力不同时计算。

当挡土墙浸水时，其受力比较复杂：

1) 浸水条件

a. 经常性浸水；

b. 季节性浸水。

2) 水的作用

a. 静水压力或动水压力作用；

b. 水的浮托作用；

c. 水对填料力学性质的影响；

d. 对墙体的腐蚀作用。

3) 水位的变化

a. 各种设计水位及涨落情况；

b. 墙前、后水位差及其变化。

4) 水引起的特殊作用

a. 波浪压力；

b. 冰压力；

c. 漂浮物的压力。

水的特殊作用，在一般情况下，对挡土墙不起控制作用，因而不计。但对港湾，岸壁的挡土墙，多数情况下波浪压力起控制作用，必须加以计算。

当墙后回填渗水的砂土，墙身设有泄水孔，则墙前、后水位接近平衡。填料浸水后，受到水的减重作用。计算时应计入墙身浸水的上浮力及填料的减重作用。但应注意墙前、后水位的急剧变化，将会引起较大的动水压力作用。

对于水工挡土墙，根据所处条件，应以最不利情况进行考虑。并应遵照相应设计规范要求。

四、关于挡土墙基础的一些规定

挡土墙的基础是保证挡土墙安全正常工作的一个重要部分。很多挡土墙的破坏，都是因基础设计不当而引起的。挡土墙的破坏有的是因地基不良，或者是地基基础处理不当所致。设计基础时，必须充分掌握基底的工程地质与水文地质条件，在安全、可靠、经济的条件下，确定基础类型、埋置深度、地基处理措施。

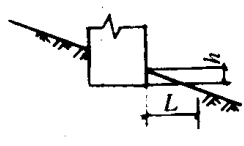
挡土墙一般采用明挖基础。当基底为松软土层时，可采用换填或桩基础。水下基础挖基有困难时，可采用桩基础或沉井基础。

基础设计应符合《建筑地基基础设计规范》及相应结构设计规范的有关规定。

1. 基础埋置深度的要求：

- a. 在冻结深度以下不小于 0.25m（不冻胀土除外），同时基础埋深不小于 1.0m；
- b. 受水流冲刷时，在冲刷线以下不少于 1.0m；
- c. 在岩石地基上应清除表面风化层；
- d. 基础不得置于有机土、泥炭、腐植土及废弃垃圾上；
- e. 墙基础位于斜坡地面时，其墙趾嵌入地层中最小尺寸应符合下表 1-2。

表 1-2

地 层 类 别	h (m)	L (m)	示 意 图
较完整的硬质岩层	0.25	0.25~0.50	
一般硬质岩层	0.60	0.60~1.50	
软质岩层	1.00	1.00~2.00	
土 层	≥ 1.00	1.50~2.50	

基础尺寸设计必须保证承载力强度及基础本身的强度条件的满足。

五、填料的选择

为保证挡土墙的安全正常工作及经济合理，填料的选择也是一项重要工作。选择好填土，不仅使设计合理，也更经济和安全。

由土压力理论可知，填土重度愈大，主动土压力愈大；填料的内摩擦角愈大，主动土压力愈小。所以应选择重度小，而内摩擦角大的填料。一般以块石、砾石、粗砂为好。这样的填料透水性强，抗剪强度稳定，易排水，能显著减少主动土压力。

因粘性土的压实性和透水性都较差，又常具有吸水膨胀性和冻胀性，产生侧向膨胀压力，影响挡土墙的稳定。当不得不采用粘性土时，应适当混以块石，填土必须分层夯实，保证质量。

不能采用淤泥、耕土、膨胀粘土，块结粘土为填料。在季节性冻土区，不能用冻胀性材料。对于重要的，高度较大的挡土墙，用粘土作回填料是不合适的。由于粘土性能不定，在干燥时体积易收缩，而在雨季时膨胀，由于其交错收缩与膨胀，在挡土墙上形成的侧压力无法正确考虑，其数值有时比计算的土压力大许多倍，它会使挡土墙外移，甚至使挡土墙失去作用和毁坏。

填料计算指标的确定，如填料的重度 γ ，抗剪强度指标 c 、 φ ，填料与墙背的摩擦角 δ 等，对于挡土墙设计都是十分重要的。直接关系到挡土墙的安全和经济，它们是计算土压力的关键数据。因此，在设计之前，对以上各项指标作科学实验，尽量取得准确的符合实际的数值。

当然，填料一般应当从基坑开挖及附近的挖土取得。正确作法应当是对其材料性质加以改善，使之满足以上要求。

六、挡土墙的构造规定

1. 重力式挡土墙，墙面与墙背的坡度，一般可采用 $1:0.2 \sim 1:0.3$ ，具体坡度值应根据断面经济、技术合理的原则确定。

2. 采用混凝土块和石砌的挡土墙，墙顶宽度不宜小于 0.5m ；整体灌注的混凝土墙，墙顶宽度不宜小于 0.4m ；钢筋混凝土墙顶宽度不应小于 0.2m 。

3. 挡土墙顶部根据需要设置帽石。材料可采用粗料石或 C15 强度等级的混凝土，厚度不小于 0.4m ，宽度不少于 0.6m ，突出墙外飞檐宽度不小于 0.1m 。如不设帽石，可选用大块片石置墙顶用砂浆抹平。

4. 沿墙每隔 $10 \sim 25\text{m}$ 及与其他建筑物连续处应设置伸缩缝。由于墙高不同，墙底纵向坡度大，回填料不同，或地基的压缩性不同，各段挡土墙可能发生不同的变形，应设置沉降缝。伸缩缝与沉降缝可以合并设置。缝宽为 $0.02 \sim 0.03\text{m}$ 。缝内沿墙的前、后、顶三边填塞沥青麻筋或沥青木板，塞入深度不小于 0.2m 。

5. 沿墙高和长度方向应设置泄水孔，按上下、左右每隔 $2 \sim 3\text{m}$ 交错设置。泄水孔一般用 $5 \times 10\text{cm}$ ， $10 \times 10\text{cm}$ ， $15 \times 20\text{cm}$ 的矩形孔或直径为 $5 \sim 10\text{cm}$ 的圆孔。最下一排泄水孔应高于地面 0.3m 。而在浸水地区挡土墙的最下一排泄水孔在常水位以上 0.3m 。泄水孔后侧应有反滤层。泄水孔应有向外倾斜的坡度。

在特殊情况下，墙后填土采用全封闭防水时，挡土墙又经常浸水时，一般不设泄水孔。

6. 为防止水渗，流入到填土中，除上述泄水孔外，还经常采用地表排水，填土外的截水沟，填土表面做不透水层，排水沟防渗等措施排除地表水，以避地表水的渗入。

为防止地下水浸入，在填土层下修建盲沟及集水管，以收集和排出地下水。

7. 防水层

为防止水渗入墙身，形成冻害及水对墙身的腐蚀，在严寒地区或有浸蚀水作用时，常在临水面涂以防水层：

a. 石砌挡土墙，先抹一层 M5 水泥砂浆（ 2cm 厚），再涂以热沥青（ $2 \sim 3\text{mm}$ ）。

b. 混凝土挡土墙，涂抹两层热沥青（厚 $2 \sim 3\text{mm}$ ）。

c. 钢筋混凝土挡土墙，常用石棉沥青及沥青浸制麻布各两层防护，或者加厚混凝土保护层。

一般情况下可不设防水层，但片石砌筑挡土墙须用水泥砂浆抹成平缝。

第五节 方案的确定

对于一个支挡结构的设计，首先应当根据当地的自然地形、地质及当地的经验及技术条件，综合考虑以选定一个最好的设计方案。它应当是符合国家的经济技术方针、政策、规范及条例，技术先进，安全可靠，造价经济，施工方便的支挡结构。

一、支挡结构物的确定

根据工程需要，在需设置支挡结构的条件下，也可设置作用相同，而造价相近的其他种类构筑物。因此，在选定支挡结构时，应与其他构筑物进行比较。应考虑以下几个方面：

1. 能否重新选择工程的现场，免去此项工程，但应以满足工程及社会需要为前提；
2. 是否可以采用其他工程措施如高填、深挖，使工程现场不需修建支挡结构；
3. 与护坡比较；
4. 与桥比较；
5. 与清除山坡坍滑体比较；
6. 与隧道及明洞比较；
7. 与其他凡能代替支挡结构的其他构筑物比较。

二、平面位置的选定

根据上述比较，有充分依据证明修建支挡结构确实经济合理。进一步则应根据工程的需要，对平面图、纵、横断面图、地形图及相应的工程地质，水文地质的条件，综合考虑以确定支挡结构的平面位置，结构纵向布置及长度，和支挡结构的类型。一般情况下取决于工程需要。

在选择支挡结构的平面位置、长度，和支挡结构的类型，应考虑以下几个主要因素和基本要求：

1. 技术条件
 - a. 地形、地质条件，水文及水文地质条件；
 - b. 结构坚固，基础稳定，效果良好，安全可靠；
 - c. 施工方法先进，或适合当地的经验；
 - d. 建筑材料及来源；
 - e. 符合国家规范规定及技术要求。
2. 经济条件
 - a. 支挡结构类型经济合理；
 - b. 节约材料；
 - c. 节约用地和劳动力；
 - d. 与其他构筑物及环境的协调。

根据以上的原则选择结构的类型，但型式不宜过多，以免造成施工的困难，外观不协调，特别是滨河挡土墙，使水流不畅，形成漩涡，增大冲刷，增大危害。

三、断面尺寸的确定

支挡结构类型，平面位置及长度确定后，则应根据地基土壤的物理力学性质，填土的性质，地下水的情况等条件，经比较选定一经济合理的型式。一般地区将按以下步骤进行：

1. 根据支挡结构的标准设计资料及实测地形，地质资料，以确定支挡结构的高度；
2. 根据填料的性质及地基承载力等资料初步拟定截面的型式及尺寸，并进行试算；
3. 改变不同条件，再进行计算，如改变挡土墙的墙背倾角，墙背的形状，将各种情况下计算结果列出表，以选择最好截面；
4. 根据不同的墙高，地基条件和以上的计算结果，选择一、二种基本型式。因为一种截面型式不可能在不同的情况下都经济合理，但又不能截面型式及尺寸变化太多，对施工不便。对选定的一、二种断面，再进行高墙，最大、最小摩擦验算，满足要求方可选定。

对于个别重要的高墙，要作单独设计。

四、建筑材料的选定

选择建筑材料，应以就地取材为主。如本地区无可利用之材，则必须根据材料的来源及价格、运距及工程结构的选型综合考虑选定。

当选用天然石料时，应选用无明显风化的石料，其极限抗压强度不低于 30MPa，同时应满足抗冻等要求。在浸水挡土墙中石料软化系数不得低于 0.8。

在石料缺乏地区，常选用混凝土或钢筋混凝土，此时也应作比较，到底选用何种材料经济。应对不同材料，不同截面作试算，给出造价的估算，综合评价，以确定支挡结构的最后的选型。