

成都图书馆藏
基本部

374486

土压力和挡土墙

W. C. 亨廷顿著

人民铁道出版社



5(3)81
7/0015

土 压 力 和 挡 土 墙

[美] W. C. 亨廷頓 著

張式深 熊 劍 譯
陈映南 何国熊

周 鏡 校閱

人 民 鉄 道 出 版 社

1 9 6 5 年 • 北 京

本书論述土压力原理和挡土牆設計方法，主要介紹土体中应力状态和应力圓的知識；庫伦及兰金土压理論在无粘性土和粘性土中的应用及适用条件；重力式、半重力式、悬臂式及扶壁式挡土牆的設計方法；对土压理論用于非典型情况下所作的某些假定提供了例証，对各型挡土牆設計細节作了詳尽說明。

本书适用于挡土牆設計人員及土建专业师生参考用。

土压力和挡土牆
EARTH PRESSURES AND
RETAINING WALLS

〔美〕 Whitney Clark Huntington 著
John Wiley & Sons, Inc.

1957年紐約英文版

张式深 熊 剑 陈映南 何国熊 譯
周 鏡 校閱

人民鐵道出版社出版

(北京市霞公府甲24号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第 010 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店經售

人民鐵道出版社印刷厂印

书号2003 开本 850×1168 $_{32}^1$ 印张 $15\frac{7}{16}$ 插頁2 字数384千

1965年7月第1版

1965年7月第1版第1次印刷

印数 0001—6,000 冊 定价(科六) 2.30 元

原 序

本书主要是为结构工程师和研究生设计挡土牆时作为参考之用。本书还试图将挡土牆设计与土力学中关于土压力和地基基础部分的知识沟通起来。

在土力学的书籍中，由于篇幅的限制，通常只能阐述那些能说明所运用的原理的最一般的情况。未学过土力学的结构工程师，将一般原理用于他所面临的特殊情况，时常感到非常困难。本书的目的之一，就是包罗结构工程师在设计挡土牆时可能遇到的绝大部分（如果不是全部）的特殊情况。

著者不希望读者在使用本书时逐篇阅读，而宁愿读者遇到某些特殊情况时参阅本书中的有关部分。因而，本书内的各个章节都尽可能使其独立成章。

书中所讲述的一些原理，都用详细的数字算例加以说明，以便使读者对计算程序有一清晰的概念。书中给出了各种型式挡土牆的典型设计方法，特别着重扶壁式挡土牆的设计，因为这种型式的挡土牆的结构作用很复杂，通常的计算方法不能得到一个圆满的设计。

挡土牆的毁坏大部分是由于基础设计不当所致，同时，已出版的有关挡土牆基础的设计资料又不够恰当，故在本书中十分详尽的讨论了关于挡土牆设计的这个方面。

书中给出了挡土牆设计中的一些常用的方法，阐述了其中所包含的一些近似的假定，并慎重的考虑了它们的适用范围，取消了那些对计算步骤的不合理的修改。

本书对于算例特别重视。书中多用单独的简单的图来表达每一个特定的概念，而不是用一个很复杂的图来表达几个概念。大量的图示是按比例绘制的，对这些图所进行的一些计算也列在图

中，以作为应用所阐述的原理的一个数字算例。

著者对于 R.B. 派克博士校阅本书的第一至第四章以及提出的许多建议和鼓励表示感谢。著者还感谢 C.P. 赛斯博士校阅第六章，特别是他在著者编写扶壁式挡土牆一节中所给予的帮助。F. 希特教授帮助配制了许多插图，对此深表谢意。他将精致的绘图技巧与他对每根线条重要性的理解很好的结合起来。著者对于 D. 普鲁迪菲特在编写手稿工作和其他方面的帮助表示谢意。

W.C. 亨廷顿

1957.5. 于额尔班纳，
伊里诺艾斯州

符 号

书中所使用的符号，一般都与美国土木工程学会所编纂的工程实用手册第22册“土力学名词”中的符号一致。但是，也有不少名词，为了更适合结构工程师的习惯而与之有所不同。此外，还时常使用一些角标来表示某些特定的点、剖面、尺寸，或是作用力。

A = 总面积。

A_s = 钢筋混凝土构件中的受张钢筋的面积。

a = 桩的断面面积。

= 力臂。

a_0 = 抛物线型渗流流线的焦距。

b = 平行于牆长的牆段的宽度，通常采用12吋或是1呎。

= 桩基的纵向尺寸。

b' = 楔形钢筋混凝土梁的等代宽度。

C = 钢筋混凝土构件断面上的总压应力。

= 沿滑裂面上的总粘聚力。

C' = 沿牆背上的土的总粘着力。

c = 土的单位粘聚力。

= 工程新闻打桩公式中的常数。

= 计算所受外力的基桩的中心至桩群中性轴的距离。

c_c = 沿滑裂面上的平均单位粘聚力。

c' = 沿牆背土的单位粘着力。

d = 挡土牆基础的宽度。

= 抛物线型渗流流线的垂距。

= 钢筋混凝土构件的受压区外缘至受张钢筋中心的距离。

d_M = 按弯矩确定钢筋混凝土构件的受张钢筋时，受压区外缘至钢筋中心的距离。

d_v = 按剪力确定钢筋混凝土梁的受张钢筋时, 受压区外缘至钢筋中心的距离。

E_c = 混凝土的弹性模量。

E_s = 钢材的弹性模量。

e = 截面上合力的偏心距。

F_o = 倾复安全系数。

F_s = 滑动或浅层破坏或深层破坏安全系数。

f = 应力。

f_c = 混凝土受弯时外缘处的压应力。

f'_c = 龄期为28天的混凝土的单位抗压强度。

f_o = 纵向钢筋中的张应力。

f' = 第一主应力。

f'' = 第二主应力。

g = 沿一圆弧上的总法向应力与产生此法向应力的外力之比。

H = 力 P 的水平应力。

= 牆踵处垂直面高度。

H' = 力 P' 的水平分力。

h = 高度。

= 水头。

h_o = 粘性土地面至零压力点处的垂直距离。

h_1 = 挡土牆位于牆前地面以上部分的高度。

h_2 = 牆底至牆前地面的高度。

h_3 = 浅层剪切破坏弧至牆底的最大垂直距离。

h_c = 填土的临界高度。

h_e = 填土超出临界高度部分的高度。

h_s = 超载的换算高度。

I = 截面绕其重心轴的惯性矩。

I_x = 截面绕距其重心为 x 距离的轴的惯性矩。

i = 地面的坡角。

= 水文梯度。

J = 扶壁式挡土牆的牆面板和牆踵板的弯矩系数。

j = 钢筋混凝土梁的总张应力与总压应力作用线之间的距离对于受张钢筋中心距受压区外缘距离的比值。

K = 主动土压力系数。

K' = 被动土压力系数。

k = 受压区外缘至中性轴的距离对于受压区外缘至受张钢筋中心的距离之比。

= 土的渗透系数。

L = 长度。

= 破裂弧的长度。

l = 扶壁式挡土牆的内扶壁的净距。

l' = 扶壁式挡土牆的端部扶壁的净距。

l_a = 截圆的弧长。

l_c = 截圆的弦长。

M = 对于一点的力矩。

= 受弯构件中的弯矩。

M' = 填土自重对于破裂弧圆心的力矩。

M'' = 填土的主动土压力对于破裂弧圆心的力矩。

M_o = 倾复力矩。

M_r = 稳定力矩。

M_T = 挡土牆趾部悬臂中的最大弯矩。

m = 力臂。

= 距离的比值。

N = 法向力或总法向力。

n = 单位法向应力。

n_a = 流网中势降的数目。

n_f = 流网中流道的数目。

O = 破裂弧或滑圆的中心。

= 应力圆的原点。

O_c = 应力圆的圆心。

O_p = 应力圆的极点。

o = 钢筋的周长。

P = 合力。

= 总主动土压力。

P' = 总被动土压力。

P'' = 包括内摩擦作用但不包括粘聚力作用在内的库伦总主动或被动土压力。

$$= P' - \frac{1}{2}wh_2^2。$$

P_o = 总静止土压力。

P_b = 因填土浸入水中受到浮力而对主动土压力的折减。

P_n = 天然排水情况下，填土的总主动土压力。

P_p = 考虑填土中的渗流作用的总主动土压力。

P_s = 饱和填土的总主动土压力。

P_w = 总水压力。

p = 单位主动土压力。

= 单位法向基底压力。

= 由 Δ 势降所产生的孔隙压力， $p = w_w \Delta$ 。

p_h = 牆踵处的单位法向基底压力。

p_t = 牆趾处的单位法向基底压力。

Q = 作用在垂直面上的总兰金主动土压力。

= 作用在外破裂面上的总主动或被动土压力。

Q' = 作用在垂直面上的总兰金被动土压力。

q = 结构物单位长度和单位时间内的渗流量。

= 扶壁式挡土牆牆面板底面处的单位主动土压力的法向分力。

= 土的无侧限抗压强度。

R = 内破裂面上的总主动或被动土压力。

= 桩上的计算轴向荷载。

R'' = 作用在内破裂面上的按库伦理论计算的（包括内摩擦

作用，不包括粘聚力或粘着力的作用) 总主动或被动土压力。

R_b = 因水中土重受到浮力而对作用在破裂面上的压力的折减。

R_n = 天然排水情况下的土作用在内侧破裂面上的总压力。

r = 破裂弧或滑圆的半径。

S = 土的总抗剪强度。

= 总超载。

s = 土的单位抗剪强度。

s_a = 平均单位抗剪强度。

T = 纵向钢筋中的总张力。

= 沿破裂弧上的切向力。

T' = 由填土自重所产生的切向力 T 值。

T'' = 由填土的主动土压力所产生的切向力 T 值。

t = 沿破裂弧上的单位切向力。

t' = 由填土自重所产生的 t 值。

t'' = 由主动土压力所产生的 t 值。

t_a = t 的平均值。

t'_a = t' 的平均值。

t''_a = t'' 的平均值。

t'_m = t'_a 的最大值。

t''_m = t''_a 的最大值。

U = 作用在破裂面或基底上的总法向上浮力。

u = 混凝土与钢筋之间的握裹力。

V = 力 P 的垂直分力。

= 垂直构件上的水平截面或水平构件上的垂直截面上的总垂直剪力。

V' = 力 P' 的垂直分力。

v = 混凝土构件中的单位剪力。

= 受力面水平投影上单位面积内的超载。

W = 总重。

= 滑动土楔的重量。

W_b = 浸水土楔的总浮力。

W_p = 部分或全部浸水的土楔，由于其达到饱和且不折减浮力的部分的容重的增加，而增加的重量。

w = 单位重。

w' = 土的水中容重。

w_b = 单位体积土浸水的浮力。

w_c = 混凝土的容重。

w_e = 当量液体的容重。

w_s = 饱和土的容重。

w_w = 水的容重。

x = 一点的横坐标。

x_0 = 通过牆踵的破裂弧或滑圆圆心的横坐标。

$\bar{x}$ = 合力作用点至一参考点的水平距离。

= 牆踵桩排的中心线至桩群重心的距离。

y = 一点的纵坐标。

= 垂直截距。

y_0 = 通过牆踵的破裂弧或滑圆圆心的纵坐标。

y_1 = 自牆或填方前地面至破裂弧或滑圆圆心的垂直距离。

$\bar{y}$ = 自受压面的底或其他参考点至合力作用点的垂直距离。

z = 自牆踵至牆底或其他水平截面上的合力作用点的水平距离。

= 自桩群中性轴至任一桩中心的距离。

α = 兰金主动应力状态下的内破裂角。

α' = 兰金被动应力状态下的内破裂角。

β = 兰金主动应力状态下的外破裂角。

β' = 兰金被动应力状态下的外破裂角。

Δ = 流网中的势降。

= 力或长度的微值。

δ = 主动土压力的倾斜角。

δ' = 被动土压力的倾斜角。

ε = 应力圆内的一个角, $\sin \varepsilon = \frac{\sin i}{\sin \phi}$ 。

θ = 任一平面对另一参考平面的夹角。

= 破裂弧或滑圆的圆心角之半。

λ = 力的作用线与水平线的夹角。

π = 圆周率。

Σ = 总和。

ϕ = 土的內摩擦角。

ϕ' = 混凝土和土间的摩擦角。

ψ = 力的倾斜角。

ω = 受压面, 例如挡土牆牆背, 与垂直线的夹角。

目 录

第一章 通 論

第 1 节	挡土牆的定义和用途	1
第 2 节	挡土牆的类型和回填土中的 排水设备的类型	4
第 3 节	作用在挡土牆上的力系	14
第 4 节	土的性质	18
第 5 节	一点处的应力关系	32
第 6 节	土压力 and 平衡状态的分类	45
第 7 节	土压理论及实验研究的发展史	47

第二章 无粘性土的土压力

第 8 节	土压力现象	50
	概说	50
	A. 主动土压力	50
	B. 被动土压力	62
第 9 节	楔体试算法	68
	概说	68
	A. 主动土压力	69
	B. 被动土压力	98
第 10 节	雷朋汉作图法求主动土压力	103
第 11 节	库伦方法	115
	概说	115
	A. 主动土压力	117
	B. 被动土压力	123
第 12 节	兰金方法	125
	概说	125
	A. 主动土压力	127

B. 被动土压力	134
第13节 应力圆法	136
概说	136
A. 主动土压力	136
B. 被动土压力	148
第14节 摩擦圆法	157
概说	157
A. 主动土压力	157
B. 被动土压力	162
第15节 全部或部分浸水的土体所 产生的土压力	165
第16节 流网, 孔隙压力图和上浮力	175
第17节 回填土中的渗流对挡土牆 土压力的影响	192
第三章 粘性土的土压力	
第18节 土压力现象	205
概说	205
A. 主动土压力	207
B. 被动土压力	215
第19节 楔体试算法	220
概说	220
A. 主动土压力	220
B. 被动土压力	233
第20节 应力圆法	238
概说	238
A. 主动土压力	239
B. 被动土压力	250
第21节 摩擦圆法	256
概说	256
A. 主动土压力	256

B. 被动土压力·····	260
第22节 计算主动土压力的近似设计步骤·····	265
第四章 挡土墙的稳定性和挡土墙的基础	
第23节 抗倾复稳定性·····	268
第24节 扩大基础·····	276
第25节 桩基础·····	307
第26节 边坡和深层破坏的稳定性·····	323
A. 无限天然土坡·····	326
B. 置于天然地面上的水平填土·····	332
C. 置于天然地面上的倾斜填土·····	343
D. 桩基础·····	349
第五章 設計原理与要求	
第27节 通论·····	358
第28节 设计与施工细节·····	365
第29节 素混凝土中的应力与基底压力·····	376
第30节 钢筋混凝土的分析和设计·····	380
A. 承受纯弯曲的构件·····	381
B. 承受弯曲与压应力的构件·····	388
C. 承受纯弯曲的楔形梁·····	394
第31节 混凝土与钢筋中的工作应力·····	400
第六章 挡土墙的设计	
第32节 重力式挡土牆·····	404
第33节 半重力式挡土牆·····	413
第34节 悬臂式挡土牆·····	421
第35节 扶壁式挡土牆·····	436
参考文献·····	472
附录 用于库伦和兰金方法的 K 值·····	478

第一章 通 論

第 1 节 挡土牆的定义和用途

定义。为能保持牆的两侧地面有一高差而设计的牆，谓之挡土牆。在地面较高一侧的土通常谓之回填土，挡土牆即为了支撑这部分回填土。按照美国铁路工程协会手册〔3〕：“牆背填土的各种材料，不论是回填土或是未经扰动的土体，当它能给予挡土牆以压力时均可谓之牆背填土”。此后将遵循这一定义。一般说来，回填土一词系指回填挖方内的土料。但它不限于仅指回填于牆背的材料，实际上用于回填牆前挖方的材料亦可谓之回填土。

除支承回填土外，同时支承桥梁端部的挡土牆谓之桥台。挡土牆靠近回填土的一面谓之牆背，其大部高度暴露在外的一面谓之牆面，牆的底面谓之基底。挡土牆的底部，通常是分开建造的，谓之基础或基脚。牆背和基础的交线谓之牆踵，牆面和基础的交线谓之牆趾。挡土牆前面的突出部分谓之牆趾或牆趾悬臂，背面的突出部分谓之牆踵或牆踵悬臂。牆面或牆背的斜度是指后面与垂直面的倾斜度，常以每呎垂直投影对若干呎水平投影来表示，如每呎 $\frac{1}{2}$ 呎。地面坡度或斜度常用每单位垂直投影长度内的水平投影长度来表示。例如， $1\frac{1}{2} : 1$ 的坡度是指每单位垂直投影长度内有 $1\frac{1}{2}$ 水平投影长度。这种坡度有时也可用 $1 : 1\frac{1}{2}$ 表示，而不用 $1\frac{1}{2} : 1$ 。图 1—1 中，列有一个简单型式的挡土牆及其各个部分。

如图中所示那样简单梯形断面的挡土牆是很少使用的。为了减少材料用量，挡土牆的牆面和牆背不是如此图所示作成平面而是作成几个折面，如第 2 节所述。但是牆面和牆背这名词仍

可适用于指这些折线面。

牆顶水平面以上的土谓之超载。如图 1—1 所示, 当填土地面的坡度向上倾斜时, 则称此牆具有一倾斜或斜坡超载。若此地面坡度向下倾斜时, 则称此牆具有负超载。当地面与牆顶齐平时, 则称此牆具有水平超载, 在此情况下, 实际上是沒有超载的。挡土牆后的回填土可支承铁路、公路、房屋、貯仓和堆放材料等, 这些荷重亦谓之超载。在土压力计算中, 此一超载常代以在地面上加以假想的填土, 使其所产生的单位面积上的垂直压力等于超载所产生的单位面积的平均垂直压力。此一假想超载谓之当量超载。

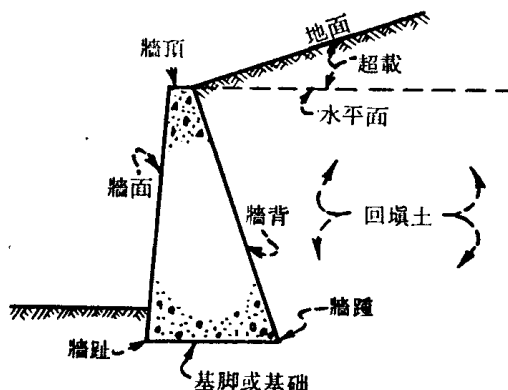


图 1—1 简单型式的挡土牆

在绘制挡土牆断面图时, 通常于牆的右侧表示所支持的土, 这与土坝在坝的左侧表示积水的习惯不同。这两种习惯适用于一侧挡水另一侧支持土的壅水牆。

用途。挡土牆广泛用于铁路、公路、桥梁、运河和其他许多工程上。几种常用的挡土牆示于图 1—2 中。图 (a) 系沿山坡修建的铁路或公路。图 (b) 系将铁路或公路路面抬高, 以便构成立体交叉。通过填方时的车辆交叉则可用地道或降低的公路。图 (c) 系将铁路或公路路面降低通过地道以构成立体交叉。遇挖方时可修建桥梁作为交叉道。图 (d) 系构成运河河岸的挡土