

924/72
22713

建筑结构设计手册

挡土墙

中国建筑工业出版社

建筑结构设计手册

挡 土 墙

中国建筑工业出版社

本书介绍了挡土墙的土压力计算(按库伦理论)、设计方法、构造措施和计算例题。除重点介绍一般块石、素混凝土和钢筋混凝土挡土墙外,还包括地震作用下的挡土墙以及采用第二破裂面的L型钢筋混凝土挡土墙的设计方法。书中附有常用挡土墙截面尺寸表、应用计算图表和参考资料。

本书可供工业与民用建筑土建设计和施工人员参考。

参加本书编写组的单位有:

第一机械工业部第一设计院

第一机械工业部第二设计院

第一机械工业部天津设计院

第六机械工业部第九设计院

上海机电设计院

建筑结构设计手册

挡 土 墙

(只限国内发行)

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西外向东路19号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京印刷二厂印刷

*

开本: 850×1168 1/32 印张: 3 1/4 字数: 81千字

1973年3月第一版

1973年3月第一次印刷

印数: 1-80,900册

定价: 0.36元

统一书号: 15040·3046

前 言

为了适应基本建设的飞跃发展和“三结合”设计的需要，我们在1965年北京市土建技术交流会组织编写的“结构计算手册”的基础上，修订出版这一套“建筑结构设计手册”，本书为其中的挡土墙分册。

修订时，为便于设计人员现场设计参考使用，采用了较多的图表，并使主动土压力的一般计算与受地震作用的计算，统一采用同一组计算表格，以简便计算。同时附有常用挡土墙截面尺寸表，列举了一些构造措施。

在修订编写过程中，我们做了一些调查研究，得到许多兄弟单位的大力支持和帮助；并到山区某工地向工人同志请教，获得不少宝贵经验。由于我们学习马列主义、学习毛主席著作不够，思想水平较低，实践经验不多，修订时深感力不从心，未能很好地把兄弟单位的经验充分反映出来。此外，对挡土墙的某些计算理论问题，亦感到有待进一步探讨。书中可能有不少缺点和错误，希读者提出批评意见，以便再版时改进提高。

《挡土墙》编写小组

1972年10月

符 号 说 明

- ϕ ——土壤內摩擦角(度)
- ϕ_B ——粘性土等值內摩擦角(度)
- δ ——土壤与挡土墙墙背的摩擦角(度)
- α ——墙背与鉛垂线交角(俯斜为正,仰斜为負)(度)
- β ——墙后填土面傾斜角(度)
- θ ——墙背与水平线夹角(度)
- x ——土壤破裂面与地平线夹角(度)
- K ——主动土压力計算系数
- K' ——被动土压力計算系数
- E ——主动土压力(t)
- E' ——被动土压力(t)
- G ——土体自重(t)
- q ——填土面超負荷均布荷重(t/m^2)
- γ ——土壤天然容重(t/m^3)
- R ——破裂面上土壤反力(t)
- C ——土壤粘結力($kg/cm^2, t/m^2$)
- 或当基底产生拉力时的影响寬度(m)
- μ ——地震系数
- ε ——地震角(度)
- M ——每单位长度($1m$)墙身承受土压力弯矩($t-m/m$)
- Q ——每单位长度($1m$)墙身承受土压力剪力(t/m)
- H ——挡土墙高度(自墙頂至墙踵底)(m)
- γ_K ——圬工的容重(t/m^3)
- α_0 ——基底傾斜角(度)
- W ——挡土墙的重量(t)
- W_T ——墙重在平行于基底方向的分力(t)
- W_N ——墙重在垂直于基底方向的分力(t)
- E_T ——主动土压力平行于基底方向的分力(t)
- E_N ——主动土压力垂直于基底方向的分力(t)
- K_c ——抗滑安全系数

- K_o ——抗傾覆安全系数
 M_Y ——稳定力矩 ($t \cdot m$)
 M_o ——傾覆力矩 ($t \cdot m$)
 f ——基底与土壤的摩擦系数
 Z_W ——墙重 W 对墙趾的力臂 (m)
 Z_E ——主动土压力 E 对墙趾的力臂 (m)
 $[\sigma]$ ——土壤允許承载能力 ($kg/cm^2, t/m^2$)
 N ——土压力与自重在垂直基底方向的合力 (t)
 T ——土压力与自重在平行基底方向的合力 (t)
 $\sigma_{趾}, \sigma_{踵}$ ——基底墙趾、墙踵的压应力 ($kg/cm^2, t/m^2$)
 σ_1, σ_2 ——墙身的压应力 ($kg/cm^2, t/m^2$)
 e ——墙底面上的偏心距 (m)
 B ——基底寬度 (m)

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快
好省地建设社会主义。

抓革命，促生产，促工作，
促战备。

中国人民有志气，有能力，
一定要在不远的将来，赶上和超
过世界先进水平。

目 录

第一章 概述	1
第二章 土压力计算	4
一、土压力计算公式	4
二、应用库伦公式求主动土压力的特点	5
三、土压力作用点计算公式	5
四、主动土压力系数	6
第三章 验算公式及举例	18
一、滑动稳定验算	18
二、倾覆稳定验算	18
三、基底应力验算	19
四、墙身应力验算	20
五、举例	21
第四章 构造措施及施工注意事项	26
一、基础埋置深度	26
二、构造措施	27
三、材料要求	28
四、施工	30
第五章 特殊情况下挡土墙的设计	31
一、地震作用下挡土墙的应力计算	31
二、折线型墙背土压力计算	35
三、钢筋混凝土L型挡土墙设计及举例	38
四、地沟计算	51
第六章 参考资料	59
一、砂土的内摩擦角 ϕ 及粘性土的等值内摩擦角 ϕ_D 的选择	59
二、土壤与墙背摩擦角 δ 的选择	62
三、基底摩擦系数 f	62
四、墙型选择	64
五、砂和粘土类土壤的标准和计算特性 C 及 ϕ 值	67
六、岩石容重和强度	68
七、常用几何图形重心位置	71
附录 常用挡土墙截面尺寸表	72
参考文献	96

第一章 概 述

挡土墙是防止土坡塌坍的构筑物。在挡土墙的设计计算中，首先必须假定挡土墙截面尺寸，并计算其所受的土压力，然后再验算挡土墙的强度和稳定。

挡土墙所受的土压力与土颗粒的性质、土的含水量、填土的过程和墙的变形等因素都有关系。挡土墙土压力的计算，迄今未取得很完善的解决办法。

挡土墙的移动对挡土墙所受的土压力有很重要的影响。因此，根据挡土墙的移动，挡土墙的受力情况有主动土压力、被动土压力和静止土压力的区别。挡土墙因受土壤侧压力的影响墙顶向外移动，这时，作用在墙上的侧压力叫做主动土压力；若墙向墙后土壤挤压，在土体向上移动瞬间所发生的土压力叫做被动土压力。一般主动土压力小于被动土压力。若挡土墙完全坚固，不向任何方向移动，则作用在墙上的土压力叫做静止土压力，它的数值介于主动土压力和被动土压力之间。图 1-1 表示三种力的力学概念。

一般挡土墙受力时总伴有位移，因之墙身受力符合主动或被动土压力的情况。我们在挡土墙设计中考虑的是主动土压力，不考虑墙前的反推力（即被动土压力）。

解决土压力问题的计算方法很多，迄今大都沿用库伦的理论

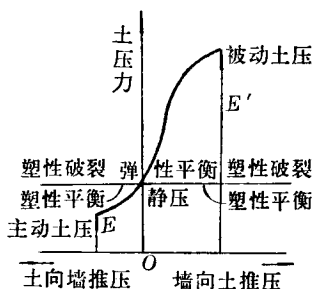


图 1-1 主动土压力、被动土压力和静止土压力的关系

及计算公式。库伦理论假定墙后填土是不变形的(但可以破裂);土颗粒(有粘结力或无粘结力)沿一破裂面滑下,对挡土墙施以侧向压力。实际上,这一破裂面是一曲面,为计算简便,假设为一平面。由于假设土体沿破裂面和墙背滑动,从这块楔状土体各力的平衡中,可求出最大主动土压力值。

本手册采用库伦理论及计算公式来解决土压力的问题。库伦理论用于较陡墙壁所得主动土压力的结果与用极限平衡土压理论所得的结果极为接近,所以手册中采用的挡土墙,其范围在墙壁与铅垂线成 $+20^{\circ}$ 与 -20° 之间(图1-2)。

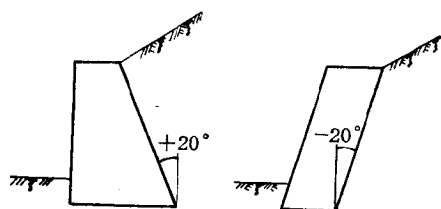


图 1-2 挡土墙墙壁俯仰倾角范围

在应用本手册的计算方法及所附挡土墙截面尺寸时,要注意以下几点:

1. 当有动荷载时(如铁路荷载、公路荷载等),应参阅其他有关资料进行计算;
2. 对流动性较大的土壤,如泥炭、可塑性亚粘土等,一般可能拌随有水压力,单纯考虑土壤的侧压力是不一定安全的;

3. 西南、中南地区局部发现的膨胀土,孔隙比较大、吸水多、饱和度高,失水时发生开裂,浸水后则膨胀。对于这种土壤,仍可用本手册公式计算,但施工时应给予必要的处理,如夯实、换土等方法;

4. 西北地区黄土在未受水浸时,可呈陡立形状,仍可用本手册公式计算,若为挖土,则其边界条件及参数的选择均须符合设计要求;若为填土,因填土后夯实而成一般土,故本手册公式完全适用;

5. 本手册未考虑冻胀现象。

在设计挡土墙时,应注意滑坡问题。

上面所述挡土墙主动土压力计算原理都是假定回填土在墙后足够距离内都是匀质的,破裂面能在此填土内发生。如果墙后系岩石或为修建挡土墙而开挖的坡面,这个坡面比库伦条件下算得的破裂面要陡些,与按库伦理论计算最大主动土压力的假设条件

不符，存在有限范围内的填土的问题。若岩石或土壤的陡坡是稳定的，其切坡角较破裂角为小（图1-3），即填土在墙背与陡坡之间，土楔的破裂面就是陡坡面，由力系的平衡可求得主动土压力值。在此情况下所得出的主动土压力值，较按库伦条件计算得出的主动土压力值要小一些，为此，在采用本手册所列挡土墙截面尺寸表时，截面尺寸可以适当减小。

若土壤切坡角与破裂角相同（图1-4），或土壤切坡角较破裂角大时（图1-5），此时与库伦理论的假设条件相同，可按本手册选用挡土墙截面。

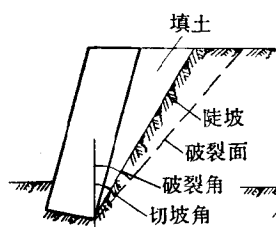


图 1-3

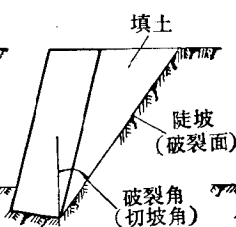


图 1-4

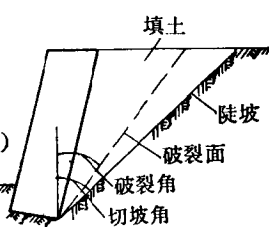


图 1-5

第二章 土压力计算

一、土压力计算公式

(一) 主动土压力

$$E = -\frac{1}{2} \gamma H (H + 2h_0 K_q) K \quad (2-1)$$

$$\text{式中 } h_0 = -\frac{q}{\gamma}; \quad K_q = \frac{\cos \alpha \cos \beta}{\cos(\alpha - \beta)}; \quad K =$$

$$\frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(90^\circ - \alpha - \delta) \cos(\alpha - \beta)}} \right]^2 \sin(90^\circ - \alpha - \delta) \cos^2 \alpha}$$

仰斜时 α 为负值 (图2-1 a, b);

俯斜时 α 为正值 (图2-1 c, d)。

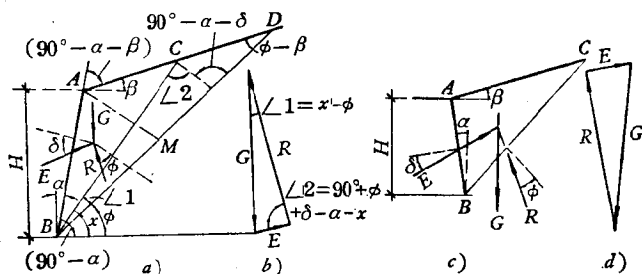


图 2-1 主动土压力单元受力图 (假设 $q = 0$)

(二) 被动土压力 (图2-2)

$$E' = \frac{1}{2} \gamma H (H + 2h_0 K_q) K' \quad (2-2)$$

$$\text{式中 } K' =$$

$$\frac{\cos^2(\phi + \alpha)}{\left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \beta)}{\sin(90^\circ - \alpha + \delta) \cos(\alpha - \beta)}} \right]^2 \sin(90^\circ - \alpha + \delta) \cos^2 \alpha}$$

仰斜 α 为负值, 俯斜 α 为正值。

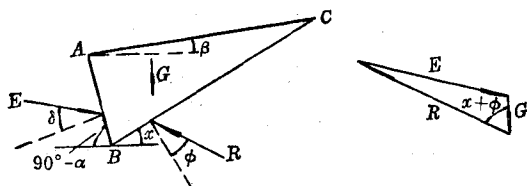


图 2-2 被动土压力单元受力图 (假设 $q = 0$)

二、应用库伦公式求主动土压力的特点

(一) 库伦公式较适用于砂性土壤。当用于粘性土壤时, 通常加大土壤内摩擦角, 采用“等值内摩擦角”将粘着力概括进去。

(二) 当墙背俯斜很大时, 如衡重式挡土墙的上部, 可能产生第二破裂面。这里出现第二破裂面的情况与第五章第三节钢筋混凝土 L 型挡土墙相似。

(三) 土压力分布为三角形或梯形, 由上至下成直线分布。

三、土压力作用点计算公式

$$\sigma_A = \gamma h_0 K_q K \cos(\alpha + \delta)$$

$$\sigma_B = \gamma(H + h_0 K_q) K \cos(\alpha + \delta)$$

$$Z_0 = \frac{H}{3} \cdot \frac{2\sigma_A + \sigma_B}{\sigma_A + \sigma_B}$$

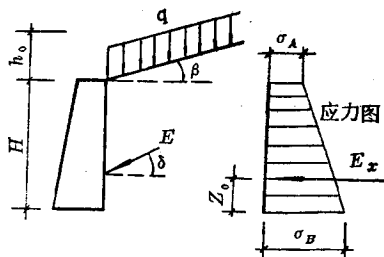


图 2-3 土压力应力图

四、主动土压力系数

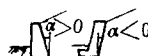
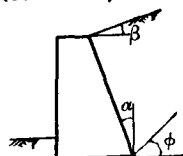
主动土压力系数K值

表 2

$$K = \frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta)\sin(\phi - \beta)}{\sin(90^\circ - \alpha - \delta)\cos(\alpha - \beta)}} \right]^2 \sin(90^\circ - \alpha - \delta)\cos^2\alpha}$$

式中 δ —— 土壤与墙背间的摩擦角;

ϕ —— 土壤内摩擦角。



2-1 系 数 K 值

$\delta = 0^\circ$

α	β	ϕ	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°
0°		0°	0.589	0.490	0.406	0.333	0.271	0.217	0.172	0.132
		5°	0.635	0.524	0.431	0.352	0.284	0.227	0.178	0.137
		10°	0.704	0.569	0.462	0.374	0.300	0.238	0.186	0.142
		15°	0.933	0.639	0.505	0.402	0.319	0.251	0.194	0.147
		20°		0.883	0.573	0.441	0.344	0.267	0.204	0.154
		25°			0.821	0.505	0.379	0.288	0.217	0.162
		30°				0.750	0.436	0.318	0.235	0.172
		35°					0.671	0.369	0.260	0.186
		40°						0.587	0.303	0.206
		45°							0.500	0.242
		50°								0.413
10°		0°	0.652	0.560	0.478	0.407	0.343	0.288	0.238	0.194
		5°	0.705	0.601	0.510	0.431	0.362	0.302	0.249	0.202
		10°	0.784	0.655	0.550	0.461	0.384	0.318	0.261	0.211
		15°	1.039	0.737	0.603	0.498	0.411	0.337	0.274	0.221
		20°		1.015	0.685	0.548	0.444	0.360	0.291	0.231
		25°			0.977	0.628	0.491	0.391	0.311	0.245
		30°				0.925	0.566	0.433	0.337	0.262
		35°					0.860	0.502	0.374	0.284
		40°						0.785	0.437	0.316
		45°							0.703	0.371
		50°								0.614

續表

α	$\beta \quad \phi$	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°
20°	0°	0.736	0.648	0.569	0.498	0.434	0.375	0.322	0.274
	5°	0.801	0.700	0.611	0.532	0.461	0.397	0.340	0.288
	10°	0.896	0.768	0.663	0.572	0.492	0.421	0.358	0.302
	15°	1.196	0.868	0.730	0.621	0.529	0.450	0.380	0.318
	20°		1.205	0.834	0.688	0.576	0.484	0.405	0.337
	25°			1.196	0.791	0.639	0.527	0.435	0.358
	30°				1.169	0.740	0.586	0.474	0.385
	35°					1.124	0.683	0.529	0.420
	40°						1.064	0.620	0.469
	45°							0.990	0.552
	50°								0.904
-10°	0°	0.540	0.433	0.344	0.270	0.209	0.158	0.117	0.083
	5°	0.581	0.461	0.364	0.284	0.218	0.164	0.120	0.085
	10°	0.644	0.500	0.389	0.301	0.229	0.171	0.125	0.088
	15°	0.860	0.562	0.425	0.322	0.243	0.180	0.130	0.090
	20°		0.785	0.482	0.353	0.261	0.190	0.136	0.094
	25°			0.703	0.405	0.287	0.205	0.144	0.098
	30°				0.614	0.331	0.226	0.155	0.104
	35°					0.523	0.263	0.171	0.111
	40°						0.433	0.200	0.123
	45°							0.344	0.145
	50°								0.262
-20°	0°	0.497	0.380	0.287	0.212	0.153	0.106	0.070	0.043
	5°	0.535	0.405	0.302	0.222	0.159	0.110	0.072	0.044
	10°	0.595	0.439	0.323	0.234	0.166	0.114	0.074	0.045
	15°	0.809	0.494	0.352	0.250	0.175	0.119	0.076	0.046
	20°		0.707	0.401	0.274	0.188	0.125	0.080	0.047
	25°			0.603	0.316	0.206	0.134	0.084	0.049
	30°				0.498	0.239	0.147	0.090	0.051
	35°					0.396	0.172	0.099	0.055
	40°						0.301	0.116	0.060
	45°							0.215	0.071
	50°								0.141

2-2 系 数 K 值 $\delta = 5^\circ$

α	ϕ β	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°
0°	0°	0.556	0.465	0.387	0.319	0.260	0.210	0.166	0.129
	5°	0.605	0.500	0.412	0.337	0.274	0.219	0.173	0.133
	10°	0.680	0.547	0.444	0.360	0.289	0.230	0.180	0.138
	15°	0.937	0.620	0.488	0.388	0.308	0.243	0.189	0.144
	20°		0.886	0.558	0.428	0.333	0.259	0.199	0.150
	25°			0.825	0.493	0.369	0.280	0.212	0.158
	30°				0.753	0.428	0.311	0.229	0.168
	35°					0.674	0.363	0.255	0.182
	40°						0.589	0.299	0.202
	45°							0.502	0.388
	50°								0.415
10°	0°	0.622	0.536	0.460	0.393	0.333	0.280	0.233	0.191
	5°	0.680	0.579	0.493	0.418	0.352	0.294	0.243	0.199
	10°	0.767	0.636	0.534	0.448	0.374	0.311	0.255	0.207
	15°	1.060	0.725	0.589	0.486	0.401	0.330	0.269	0.217
	20°		1.035	0.676	0.538	0.436	0.354	0.286	0.228
	25°			0.996	0.622	0.484	0.385	0.306	0.242
	30°				0.943	0.563	0.428	0.333	0.259
	35°					0.877	0.500	0.371	0.281
	40°						0.801	0.436	0.314
	45°							0.716	0.371
	50°								0.626
20°	0°	0.709	0.627	0.553	0.485	0.424	0.368	0.318	0.271
	5°	0.781	0.682	0.597	0.520	0.452	0.391	0.335	0.285
	10°	0.887	0.755	0.650	0.562	0.484	0.416	0.355	0.300
	15°	1.240	0.866	0.723	0.614	0.523	0.445	0.376	0.316
	20°		1.250	0.835	0.684	0.571	0.480	0.402	0.335
	25°			1.240	0.794	0.639	0.525	0.434	0.357

續表

α	ϕ β	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°
20°	30°				1.212	0.746	0.587	0.474	0.385
	35°					1.166	0.689	0.532	0.421
	40°						1.103	0.627	0.472
	45°							1.026	0.559
	50°								0.937
-10°	0°	0.503	0.406	0.324	0.256	0.199	0.151	0.112	0.080
	5°	0.546	0.434	0.344	0.269	0.208	0.157	0.116	0.082
	10°	0.612	0.474	0.369	0.286	0.219	0.164	0.120	0.085
	15°	0.850	0.537	0.405	0.308	0.232	0.172	0.125	0.087
	20°		0.776	0.463	0.339	0.250	0.183	0.131	0.091
	25°			0.695	0.390	0.276	0.197	0.139	0.095
	30°				0.607	0.321	0.218	0.149	0.100
	35°					0.518	0.255	0.166	0.108
	40°						0.428	0.195	0.120
	45°							0.341	0.141
	50°								0.259
-20°	0°	0.457	0.352	0.267	0.199	0.144	0.101	0.067	0.041
	5°	0.496	0.376	0.282	0.208	0.150	0.104	0.068	0.042
	10°	0.557	0.410	0.302	0.220	0.157	0.108	0.070	0.043
	15°	0.787	0.466	0.331	0.236	0.165	0.112	0.073	0.044
	20°		0.688	0.380	0.259	0.178	0.119	0.076	0.045
	25°			0.586	0.300	0.196	0.127	0.080	0.047
	30°				0.484	0.228	0.140	0.085	0.049
	35°					0.386	0.165	0.094	0.052
	40°						0.293	0.111	0.058
	45°							0.209	0.068
	50°								0.137