

ICS 93.160
P 59

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL 379—2007

水工挡土墙设计规范

Design specification for hydraulic retaining wall

2007-05-11 发布

2007-08-11 实施

中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国水利部

关于批准发布水利行业标准的公告

2007 年第 4 号

中华人民共和国水利部批准以下 5 项标准为水利行业标准，
现予以公布。

二〇〇七年五月十一日

<http://www.slzjxx.com>
水利造价信息网

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	水利水电工程水文地质勘察规范	SL 373—2007		2007.05.11	2007.08.11
2	预冷混凝土片冰库	SL 374—2007		2007.05.11	2007.08.11
3	缆索起重机技术条件	SL 375—2007		2007.05.11	2007.08.11
4	水利信息化常用术语	SL/Z 376—2007		2007.05.11	2007.08.11
5	水工挡土墙设计规范	SL 379—2007		2007.05.11	2007.08.11

<http://www.slzjxx.com>
水利造价信息网

前 言

根据水利部水利水电规划设计管理局“关于下达 2001 年度水利水电勘测设计技术标准制定、修订项目计划及主编单位的通知”（水规局科 [2001] 1 号），按照《水利技术标准编写规定》（SL 1—2002）的要求，制定本标准。

本规范共 8 章 19 节 159 条和 3 个附录，主要技术内容包括：

- 水工挡土墙的级别划分与设计标准；
- 水工挡土墙的工程布置；
- 水工挡土墙的设计荷载；
- 水工挡土墙的稳定计算；
- 水工挡土墙的结构计算；
- 水工挡土墙的地基处理。

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部水利水电规划设计总院

本标准解释单位：水利部水利水电规划设计总院

本标准主编单位：江苏省水利勘测设计研究院有限公司

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人：张平易 陈登毅 许宗喜 宦国胜
顾美娟 何定恩

本标准审查会议技术负责人：关志诚

本标准体例格式审查人：窦以松

目 次

1	总则	7
2	术语	9
3	级别划分与设计标准	11
3.1	级别划分	11
3.2	设计标准	11
4	工程布置	15
4.1	一般规定	15
4.2	结构布置	15
4.3	防渗与排水布置	19
5	荷载	20
5.1	荷载分类及组合	20
5.2	荷载计算	22
6	稳定计算	23
6.1	一般规定	23
6.2	抗渗稳定计算	24
6.3	抗滑稳定计算	24
6.4	抗倾覆稳定计算	28
6.5	抗浮稳定计算	28
6.6	地基整体稳定计算	29
6.7	地基沉降计算	30
7	结构计算	32
7.1	一般规定	32
7.2	结构应力分析	33
8	地基处理	36
8.1	一般规定	36
8.2	岩石地基处理	36

8.3 土质地基处理	36
附录 A 土压力计算	43
附录 B 挡土墙稳定计算	55
附录 C 挡土墙结构计算	62
标准用词说明	71

<https://www.sljzjxx.com>
水利造价信息网

1 总 则

1.0.1 为适应水利水电工程建设需要，统一水工挡土墙设计标准和技术要求，提高水工挡土墙设计水平，做到安全可靠、经济合理，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于 1~3 级水工建筑物中的挡土墙以及独立布置的 1~4 级水工挡土墙设计。4 级、5 级水工建筑物中的挡土墙以及独立布置的 5 级水工挡土墙设计可参照使用。

本标准不适用于临时性挡土墙设计。

对于有特殊要求的水工挡土墙设计，以及采用新型结构或受力复杂的挡土墙设计，应进行专门研究。

1.0.3 水工挡土墙设计选用的基本资料应准确可靠，满足设计要求。

1.0.4 水工挡土墙设计应从实际出发，广泛吸取工程实践经验，积极采用新结构、新材料、新技术、新工艺。

1.0.5 本标准的引用标准主要如下：

《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)

《防洪标准》(GB 50201—94)

《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50287—99)

《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330—2002)

《砌石坝设计规范》(SL 25—2006)

《水工建筑物抗震设计规范》(SL 203—97)

《水利水电工程土工合成材料应用技术规范》(SL/T 225—

98)

《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252—2000)

《水利水电工程岩石试验规程》(SL 264—2001)

《水闸设计规范》(SL 265—2001)

《水工钢筋混凝土结构设计规范》(SDJ 20—78)

《城市防洪工程设计规范》(CJJ 50—92)

1.0.6 水工挡土墙设计除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

<http://www.sljzjxx.com>
水利造价信息网

2 术 语

2.0.1 水工挡土墙 hydraulic retaining wall

水利水电工程中的承受土压力、防止土体塌滑的挡土建筑物。

2.0.2 岸墙 side wall

修建在河岸或与水工建筑物相连接，用以挡土的建筑物。

2.0.3 翼墙 wing wall

修建在水工建筑物上、下游两侧，用以引导水流并兼有挡土及侧向防渗作用的建筑物。

2.0.4 重力式挡土墙 gravity retaining wall

由墙身和底板构成的、主要依靠自身重量以维持稳定的挡土建筑物。

2.0.5 半重力式挡土墙 semi-gravity retaining wall

为减少圬工砌筑量而将墙背建造为折线型的重力式挡土建筑物。

2.0.6 衡重式挡土墙 shelf retaining wall

墙背设有衡重台（减荷台）的重力式挡土建筑物。

2.0.7 悬臂式挡土墙 cantilever retaining wall

由底板及固定在底板上的悬臂式直墙构成的，主要依靠底板上的填土重量以维持稳定的挡土建筑物。

2.0.8 扶壁式挡土墙（扶垛式挡土墙） counterfort retaining wall

由底板及固定在底板上的直墙和扶壁构成的，主要依靠底板上的填土重量以维持稳定的挡土建筑物。

2.0.9 空箱式挡土墙 chamber retaining wall

由底板、顶板及立墙组成空箱状的，依靠箱内填土或充水的重量以维持稳定的挡土建筑物。

2.0.10 板桩式挡土墙 sheet-pile retaining wall

利用板桩挡土，依靠自身锚固力或设帽梁、拉杆及固定在可靠地基上的锚碇墙以维持稳定的挡土建筑物。

2.0.11 锚杆式挡土墙 anchor retaining wall

利用板肋式、格构式或排桩式墙身结构挡土，依靠固定在岩石或可靠地基上的锚杆以维持稳定的挡土建筑物。

2.0.12 加筋式挡土墙 reinforced retaining wall

利用较薄的墙身结构挡土，依靠墙后布置的土工合成材料减少土压力以维持稳定的挡土建筑物。

2.0.13 前趾 foretoe

为调整挡土建筑物重心，其底板向墙前挑出一定长度的部分。

<http://www.slzjxx.com>
水利造价信息网

3 级别划分与设计标准

3.1 级别划分

3.1.1 水工建筑物中的挡土墙级别，应根据所属水工建筑物级别按表 3.1.1 确定。

表 3.1.1 水工建筑物中的挡土墙级别划分

所属水工建筑物级别	主要建筑物中的挡土墙级别	次要建筑物中的挡土墙级别
1	1	3
2	2	3
3	3	4

注：主要建筑物中的挡土墙是指一旦失事将直接危及所属水工建筑物安全或严重影响工程效益的挡土墙；次要建筑物中的挡土墙是指失事后不致直接危及所属水工建筑物安全或对工程效益影响不大并易于修复的挡土墙。

3.1.2 独立布置的水工挡土墙级别，应根据其重要性按 GB 50201—94 及 SL 252—2000 的有关规定确定。

3.1.3 城市防洪工程中水工挡土墙的级别，应按 CJJ 50—92 的规定确定。

3.1.4 位于防洪（挡潮）堤上具有直接防洪（挡潮）作用的水工挡土墙，其级别不应低于所属防洪（挡潮）堤的级别。

3.1.5 采用实践经验较少的新型结构的 2~4 级水工挡土墙，经论证后可提高一级设计。但洪水标准不应提高。

3.1.6 与两个及两个以上不同级别建筑物相关的水工挡土墙，其级别可按较高级别建筑物确定。

3.2 设计标准

3.2.1 水工挡土墙的洪水标准应与所属水工建筑物的洪水标准

一致。

3.2.2 不允许漫顶的水工挡土墙墙前有挡水或泄水要求时，墙顶的安全加高值不应小于表 3.2.2 规定的下限值。

表 3.2.2 水工挡土墙墙顶安全加高下限值 单位：m

运用情况		挡土墙级别			
		1	2	3	4
挡水	正常挡水位	0.7	0.5	0.4	0.3
	最高挡水位	0.5	0.4	0.3	0.2
泄水	设计洪水位	1.5	1.0	0.7	0.5
	校核洪水位	1.0	0.7	0.5	0.4

3.2.3 城市防洪工程中水工挡土墙的洪水标准及安全加高值，应按 CJJ 50—92 的规定确定。

3.2.4 水工挡土墙的抗震设计应与所属水工建筑物的抗震设计标准相协调。

3.2.5 对于砌石挡土墙，其结构构件强度安全系数应按 SL 25—2006 的规定采用。

3.2.6 混凝土及钢筋混凝土挡土墙结构构件强度安全系数，钢筋混凝土挡土墙结构构件的抗裂安全系数以及最大裂缝宽度的允许值，应按 SDJ 20—78 的规定采用。

3.2.7 沿挡土墙基底面的抗滑稳定安全系数不应小于表 3.2.7 规定的允许值。

3.2.8 当验算土质地基上挡土墙沿软弱土体整体滑动时，按瑞典圆弧滑动法或折线滑动法计算的抗滑稳定安全系数不应小于表 3.2.7 规定的允许值。

3.2.9 当验算岩石地基上挡土墙沿软弱结构面整体滑动时，按式 (6.3.6) 计算的稳定安全系数允许值，可根据工程实践经验按表 3.2.7 中相应规定的允许值降低采用。

3.2.10 设有锚碇墙的板桩式挡土墙，其锚碇墙抗滑稳定安全系数不应小于表 3.2.10 规定的允许值。

表 3.2.7 挡土墙抗滑稳定安全系数的允许值

荷载组合		土质地基				岩石地基				按式 (6.3.6) 计算时
		挡土墙级别				按式 (6.3.5-1) 计算时				
						挡土墙级别				
		1	2	3	4	1	2	3	4	
基本组合		1.35	1.30	1.25	1.20	1.10	1.08	1.08	1.05	3.00
特殊组合	I	1.20	1.15	1.10	1.05	1.05	1.03	1.03	1.00	2.50
	II	1.10	1.05	1.05	1.00	1.00				2.30

注：特殊组合 I 适用于施工情况及校核洪水情况，特殊组合 II 适用于地震情况。

表 3.2.10 锚碇墙抗滑稳定安全系数的允许值

荷载组合	挡土墙级别			
	1	2	3	4
基本组合	1.50	1.40	1.40	1.30
特殊组合	1.40	1.30	1.30	1.20

3.2.11 对于加筋式挡土墙，不论其级别，基本荷载组合条件下的抗滑稳定安全系数不应小于 1.40，特殊荷载组合条件下的抗滑稳定安全系数不应小于 1.30。

3.2.12 土质地基上挡土墙的抗倾覆稳定安全系数不应小于表 3.2.12 规定的允许值。

表 3.2.12 土质地基上挡土墙抗倾覆稳定安全系数的允许值

荷载组合	挡土墙级别			
	1	2	3	4
基本组合	1.60	1.50	1.50	1.40
特殊组合	1.50	1.40	1.40	1.30

3.2.13 岩石地基上 1~3 级水工挡土墙，在基本荷载组合条件下，抗倾覆稳定安全系数不应小于 1.50，4 级水工挡土墙抗倾覆稳定安全系数不应小于 1.40；在特殊荷载组合条件下，不论挡

土墙的级别，抗倾覆稳定安全系数不应小于 1.30。

3.2.14 对于空箱式挡土墙，不论其级别和地基条件，基本荷载组合条件下的抗浮稳定安全系数不应小于 1.10，特殊荷载组合条件下的抗浮稳定安全系数不应小于 1.05。

<http://www.sljzjxx.com>
水利造价信息网

4 工程布置

4.1 一般规定

4.1.1 水工挡土墙布置应根据工程场址地形、地质、水流等条件以及所属水工建筑物的总体布置、功能、特点、运用要求等确定，做到紧凑合理、协调美观。

4.1.2 水工挡土墙按其所在位置、功能要求可分为岸墙、翼墙和挡墙等类型。

4.1.3 水工挡土墙按其受力条件可采用重力式、半重力式、衡重式、悬臂式、扶壁式、空箱式、板桩式、锚杆式或加筋式等断面结构型式。

4.2 结构布置

4.2.1 用作岸墙的挡土墙，宜采用直线式布置；根据工程需要，也可采用直线与圆弧（椭圆弧）组合的布置型式。

4.2.2 用作翼墙的挡土墙，可采用圆弧（椭圆弧）式、直线与圆弧（椭圆弧）组合式、曲线式、折线式、扭曲面式等布置型式。

4.2.3 其他工程类型的挡土墙，可按所属工程的总体布置要求，选用合适的平面布置型式。

4.2.4 土质地基上挡土墙的结构型式，可根据地质条件、挡土高度和建筑材料等，经技术经济比较确定：

1 在中等坚实地基上，挡土高度在 8m 以下时，宜采用重力式、半重力式或悬臂式结构；挡土高度在 6m 以上时，可采用扶壁式结构；当挡土高度较大、且地基条件不能满足上述结构型式要求时，可采用空箱式或空箱与扶壁组合式结构。

2 在松软地基上，宜采用空箱式结构，也可采用板桩式结构。当采用板桩式挡土墙时，可根据土质条件和施工方法选用打入式或现浇式（地下连续墙）墙体，并可根据稳定要求选用无锚

碇墙或有锚碇墙的结构。

3 在坚实地基和人工加固地基上，挡土墙的结构型式可不受挡土高度的限制，但应考虑材料特性的约束条件。

4 在稳定的地基上建造挡土建筑物时，可采用加筋式挡土墙结构。加筋式挡土墙的墙面宜采用带企口的预制混凝土块砌筑，但应妥善处理好墙面结构的防渗或导滤问题，并可根据墙后填土的潜在破坏面的形状选用刚性筋式或柔性筋式，前者采用加筋带或刚性大的土工格栅，后者采用土工织物。

5 8度及8度以上地震区的挡土墙不宜采用砌石结构。

4.2.5 岩石地基上挡土墙结构型式的确定，应考虑地基及材料特性的约束条件。

4.2.6 不允许越浪的挡土墙墙顶高程应按下列规定确定：

1 不应低于所属水工建筑物正常挡水位（或最高挡水位）加波浪计算高度与相应安全加高值之和。

2 当墙前泄水时，其墙顶高程不应低于设计洪水位（或校核洪水位）与相应安全加高值之和。

3 软弱地基上挡土墙墙顶高程的确定，还应考虑地基沉降的影响。

4.2.7 挡土墙的墙顶宽度应根据墙体建筑材料和填土高度合理确定。混凝土或钢筋混凝土挡土墙的墙顶宽度不应小于**0.3m**，砌石挡土墙的墙顶宽度不宜小于**0.5m**；墙后填土不到顶时，墙顶宽度宜适当放宽。

4.2.8 挡土墙底板的埋置深度应根据地形、地质、水流冲刷条件，以及结构稳定和地基整体稳定要求等确定：

1 当挡土墙墙前有可能被水流冲刷的土质地基，挡土墙墙趾埋深宜为计算冲刷深度以下**0.5~1.0m**，否则应采取可靠的防冲措施。

2 对于土质地基，挡土墙底板顶面不应高于墙前地面高程；对于无底板的挡土墙，其墙趾埋深宜为墙前地面以下**0.5~1.0m**。

4.2.9 当挡土墙布置在沿墙长方向的纵向坡上时，其底部可按

阶梯形分段布置。每个台阶长度不应小于 **2.0m**，相邻台阶高差不宜大于 **2.0m**。挡土墙除应满足墙趾埋深的要求外，还应满足挡土墙纵向稳定的要求。

4.2.10 挡土墙的底板厚度应根据结构强度要求等确定：

1 混凝土或钢筋混凝土挡土墙的底板厚度不宜小于 **0.3m**，砌石挡土墙的底板厚度不宜小于 **0.5m**，采用桩基础时底板宜加厚。

2 底板的前趾伸出长度及厚度应根据结构稳定要求等确定。

3 土质地基上的挡土墙底板底部宜设置齿墙，齿墙深度可采用 **0.5~1.0m**。

4.2.11 挡土墙的迎水面可采用垂直或略向后倾的结构型式。

4.2.12 重力式、半重力式挡土墙墙底宽度和半重力式挡土墙背坡折点处的墙身宽度应根据结构强度要求等确定。

4.2.13 衡重式挡土墙尺寸应根据结构稳定和地基强度要求等确定。衡重台可设置在 **0.4~0.5** 倍墙高处。

4.2.14 悬臂式挡土墙墙体及底板截面厚度应根据结构强度要求等确定。

4.2.15 扶壁式挡土墙扶壁宜为等厚度，扶壁坡比可根据挡土墙的结构稳定要求等确定。墙体与扶壁、墙体与底板之间宜设贴角。扶壁间距可根据平面布置分析确定，墙体及扶壁的截面厚度应根据结构强度要求确定。

4.2.16 空箱式挡土墙墙体宜采用等厚度的结构型式，其水平截面的布置及尺寸应根据结构稳定和强度要求等确定。墙体与墙体、墙体与底板之间宜设贴角。空箱式挡土墙的前墙留有进水孔时，前墙上部应留有足够面积的排气孔。

4.2.17 板桩式挡土墙的厚度应根据结构稳定、强度及耐久性要求等确定。钢板桩的最小厚度不宜小于 **12mm**，钢筋混凝土板桩的最小厚度不宜小于 **0.3m**，板桩的宽度及搭接型式可根据施工工艺条件等确定。板桩式墙体结构除应考虑自身稳定外，还应采取防止墙后土体由墙体接缝中流失的措施。地下连续墙墙体的最

小厚度不宜小于 0.4m。对于有锚碇墙的板桩式挡土墙结构，拉杆中部应设置可施加预紧力的装置，拉杆和预紧装置宜采用高强度钢材。钢制构件还应考虑在使用周期内可能引起的腐蚀量。

4.2.18 锚杆式挡土墙尺寸除应满足强度、刚度和抗裂要求外，还应满足挡墙立柱基础、锚杆钻孔锚固和防腐蚀要求。挡墙立柱间距不宜大于 8m；预应力锚杆自由段长度不应小于 5m，且应超过潜在滑裂面；锚杆的锚固段长度由计算确定。

4.2.19 加筋式挡土墙的墙体及其基础的断面以及筋材及其长度，应根据作用于墙上的各项荷载分别按墙体外部稳定性和筋材内部稳定性试算确定。对于有刚性墙面的结构，墙体基础宜采用预制混凝土结构，其宽度不应小于 0.3m，厚度不应小于 0.2m，埋深不应小于 0.6m。面板宜采用预制钢筋混凝土结构，厚度不宜小于 0.15m。筋材长度不应小于墙高的 0.7 倍，且不应短于 2.5m；当墙顶以上有超载时，筋材长度不应短于墙高的 0.8 倍。采用的筋材除应满足结构稳定性要求外，还应考虑耐久性要求。

4.2.20 采用组合式结构时，应按 4.2.12~4.2.19 条规定综合考虑结构的强度、稳定及耐久性要求。采用新型或特殊的结构型式应经技术论证确定。

4.2.21 挡土墙的分段长度应根据结构和地基条件以及材料特性确定。对于钢筋混凝土挡土墙，当建筑在坚实或中等坚实的土质地基上时，其分段长度不宜大于 20m；当建筑在岩石地基上时，其分段长度不宜大于 15m。对于混凝土结构、砌石或混凝土砌体结构的挡土墙，以及建筑在松软土质地基上的钢筋混凝土挡土墙，其分段长度应适当减短。

4.2.22 采用沉井基础的挡土墙分段长度应与沉井尺寸协调，且应考虑材料特性的约束条件。

4.2.23 挡土墙与所属水工建筑物、挡土墙与挡土墙之间应留有永久缝（伸缩—沉降缝），永久缝的缝宽可采用 10~25mm。永久缝缝间应铺贴沥青油毡或其他柔性材料。有防渗要求的永久缝内还应设止水。

4.2.24 挡土墙的安全监测应与所属水工建筑物一并考虑，1级、2级水工挡土墙宜设沉降、位移等监测项目。

4.3 防渗与排水布置

4.3.1 当建筑物总体布置需要设置防渗与排水时，挡土墙的防渗与排水可按4.3.2~4.3.8条的规定布置。

4.3.2 挡土墙的防渗与排水布置应根据地基条件和墙前、墙后水位差等因素，结合所属水工建筑物的总体布置要求分析确定。

4.3.3 对透水地基，且墙前、墙后水位差较大时，挡土墙底板下宜设置垂直防渗体，墙前渗流出逸处应满足反滤要求。

4.3.4 当地基下卧层为相对透水层时，应验算墙前覆盖土层的抗浮稳定性。必要时可采取相应的排水措施。

4.3.5 岩石地基上的挡土墙，可根据防渗需要在挡土墙底板高水位侧设置水泥灌浆帷幕。

4.3.6 采用砌石材料或混凝土预制块修建的挡土墙，其墙体应采取有效的防渗措施。

4.3.7 当挡土墙墙前无水或水位较低而墙后水位较高时，可在墙体内埋设一定数量的排水管。排水管可沿墙体高度方向分排布置，排水管间距不宜大于3.0m。排水管宜采用直径50~80mm的管材，从墙后至墙前应设不小于3%的纵坡，排水管后应设级配良好的滤层及性能良好的集、排水设施。

4.3.8 挡土墙墙后填土面应设置性能良好的地表排水设施。

5 荷 载

5.1 荷载分类及组合

5.1.1 作用在挡土墙上的荷载可分为基本荷载和特殊荷载两类。

1 基本荷载主要有下列各项：

- 1) 挡土墙结构及其底板以上填料和永久设备的自重；
- 2) 挡土墙墙后填土破裂体范围内的车辆、人群等附加荷载；
- 3) 相应于正常挡水位、设计洪水位或墙后正常地下水位情况下的土压力；
- 4) 相应于正常挡水位、设计洪水位或墙后正常地下水位情况下的水重、静水压力和扬压力；
- 5) 淤沙压力；
- 6) 相应于正常挡水位、设计洪水位情况下的风浪压力；
- 7) 冰压力；
- 8) 土的冻胀力。

2 特殊荷载主要有下列各项：

- 1) 相应于校核洪水位或墙后地下高水位情况下的土压力；
- 2) 相应于校核洪水位或墙后地下高水位情况下的水重、静水压力和扬压力；
- 3) 相应于校核洪水位情况下的风浪压力；
- 4) 地震荷载；
- 5) 其他出现机会较少的荷载等。

5.1.2 设计挡土墙时，应将可能同时作用的各种荷载进行组合。荷载组合可分为基本组合和特殊组合两类。可按表 5.1.2 的规定采用。

墙前有水位降落时，还应按特殊荷载组合计算此种不利工况。

表 5.1.2 荷载组合表

荷载组合	计算情况	荷载											说明		
		自重	附加荷载	土压力	水重	静水压力	扬压力	淤沙压力	风浪压力	冰压力	土的冻胀力	地震荷载		其他	
基本组合	完建情况	√	√	√	√	√	√	—	—	—	—	—	—	—	必要时,可考虑地下水产生的扬压力
	正常挡水位情况	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—	—	按正常挡水位组合计算水重、静水压力、扬压力、土压力及风浪压力	
	设计洪水位情况	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—	—	按设计洪水位组合计算水重、静水压力、扬压力、土压力及风浪压力	
	冰冻情况	√	√	√	√	√	√	√	—	√	√	—	—	按正常挡水位组合计算水重、静水压力、扬压力、土压力及冰压力	
特殊组合	I	施工情况	√	√	√	—	—	—	—	—	—	—	—	√	应考虑施工过程中各个阶段的临时荷载
		校核洪水位情况	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—	—	按校核洪水位组合计算水重、静水压力、扬压力、土压力及风浪压力
	II	地震情况	√	—	√	√	√	√	√	√	—	—	√	—	按正常挡水位组合计算水重、静水压力、扬压力、土压力及风浪压力

5.2 荷载计算

- 5.2.1** 挡土墙结构及其上部填料的自重应按其几何尺寸及材料重度计算确定。永久性设备应采用铭牌重量。
- 5.2.2** 作用在挡土墙墙后填土破裂体范围内的车辆、人群等附加荷载，可按国家现行的有关标准的规定确定。
- 5.2.3** 作用在挡土墙上的土压力应根据墙后填土性质、挡土高度、填土内的地下水位、填土顶面坡角及超荷载等计算确定。对于有向外侧移动或转动趋势的挡土墙，可按主动土压力计算；对于沉井基础、板桩和锚碇墙结构的土抗力，可按被动土压力计算。土压力计算公式见附录 A。
- 5.2.4** 作用在挡土墙底板上的水重应按其实际体积及水的重度计算确定。多泥沙河流上的挡土墙还应考虑含沙量对水的重度的影响。
- 5.2.5** 作用在挡土墙上的静水压力应根据挡土墙不同运用情况时的墙前、墙后水位组合条件计算确定。多泥沙河流上的挡土墙还应考虑含沙量对水的重度的影响。
- 5.2.6** 作用在挡土墙基底面的扬压力应根据地基类别、防渗与排水布置及墙前、墙后水位组合条件计算确定。
- 5.2.7** 作用在挡土墙上的淤沙压力应根据墙前可能淤积的厚度及泥沙重度等计算确定。
- 5.2.8** 作用在挡土墙上的风浪压力应根据墙前风向、风速、风区长度（吹程）、风区内的平均水深以及墙前实际波态的判别等，按国家现行有关标准的规定计算确定。
- 5.2.9** 作用在挡土墙上的冰压力、土的冻胀力、地震荷载以及其他荷载，可按国家现行有关标准的规定计算确定。施工过程中各个阶段的临时荷载应根据工程实际情况确定。

6 稳定计算

6.1 一般规定

6.1.1 水工挡土墙的稳定计算应根据地基情况、结构特点及施工条件进行计算。在各种运用情况下，挡土墙地基应能满足承载力、稳定和变形的要求。

6.1.2 土质地基上挡土墙的计算应根据地基土和填料土的常规物理力学性质试验指标进行。地基土的专门试验项目应根据工程具体情况确定。

6.1.3 地基土的剪切试验方法可按 SL 265—2001 的规定选用。基岩物理力学性质指标的试验方法可按 SL 264—2001 的规定选用。

6.1.4 挡土墙墙后填料土应根据防渗排水要求及土料来源等因素，综合选用抗剪强度指标较高的土料。填料土抗剪强度试验指标宜通过试验或工程类比确定。

6.1.5 挡土墙墙后回填土控制含水量与土料最优含水量的允许偏差宜为 $\pm 3\%$ 。填土应分层碾压或夯实，分层厚度不宜大于 0.3m，其压实度的确定应与所属水工建筑物的等级、所在部位相协调。

6.1.6 挡土墙稳定计算单元应根据其结构及布置型式确定：

1 重力式、半重力式、衡重式、悬臂式和无锚碇墙的板桩式挡土墙可取 1 延长米作为稳定计算单元。

2 扶壁式、空箱式、组合式挡土墙可取两相邻永久缝之间的挡土区段作为稳定计算单元。

3 有锚碇墙的板桩式挡土墙和锚杆式挡土墙可取一个锚碇区段作为稳定计算单元。

4 圆弧段挡土结构可按其整体进行计算。

6.1.7 土质地基上的水工挡土墙，凡属下列情况之一者，应进行地基沉降计算：

1 软土地基或下卧层内夹有软弱土层时。

- 2 挡土墙地基应力接近地基允许承载力时。
 - 3 相邻建筑物地基应力相差较大时。
- 6.1.8 挡土墙不宜建在不均匀的地基上，否则应采取工程措施。

6.2 抗渗稳定计算

- 6.2.1 挡土墙基底渗透压力计算可采用全截面直线分布法，但应考虑设置防渗帷幕及排水孔时对降低渗透压力的作用和效果。挡土墙基底渗透压力可按所属水工建筑物相关的标准的规定计算。
- 6.2.2 当挡土墙墙后地下水位高于墙前水位时，应验算挡土墙基底的抗渗稳定性，必要时可采取有效的防渗排水措施。位于所属水工建筑物防渗段的挡土墙，应进行墙后侧向渗流计算。
- 6.2.3 土质地基上挡土墙基底的抗渗稳定性，可按 GB 50287—99 的规定进行判别。

6.3 抗滑稳定计算

- 6.3.1 土质地基和软质岩石地基上的挡土墙基底应力计算应满足下列要求：
- 1 在各种计算情况下，挡土墙平均基底应力不大于地基允许承载力，最大基底应力不大于地基允许承载力的 1.2 倍。
 - 2 挡土墙基底应力的最大值与最小值之比不大于表 6.3.1 规定的允许值。

表 6.3.1 挡土墙基底应力最大值与最小值之比的允许值

地基土质	荷载组合	
	基本组合	特殊组合
松软	1.50	2.00
中等坚实	2.00	2.50
坚实	2.50	3.00

注：对于地震区的挡土墙，其基底应力最大值与最小值之比的允许值可按表列数值适当增大。

- 6.3.2 硬质岩石地基上的挡土墙基底应力计算应满足下列要求：

1 在各种计算情况下，挡土墙最大基底应力不大于地基允许承载力。

2 除施工期和地震情况外，挡土墙基底不应出现拉应力；在施工期和地震情况下，挡土墙基底拉应力不应大于 100kPa。

6.3.3 挡土墙基底应力应按式 (6.3.3) 计算：

$$P_{\min}^{\max} = \frac{\sum G}{A} \pm \frac{\sum M}{W} \quad (6.3.3)$$

式中 P_{\min}^{\max} ——挡土墙基底应力的最大值或最小值 (kPa)；
 $\sum G$ ——作用在挡土墙上全部垂直于水平面的荷载 (kN)；
 $\sum M$ ——作用在挡土墙上的全部荷载对于水平面平行前墙墙面方向形心轴的力矩之和 (kN·m)；
 A ——挡土墙基底面的面积 (m²)；
 W ——挡土墙基底面对于基底面平行前墙墙面方向形心轴的截面矩 (m³)。

6.3.4 挡土墙沿基底面的抗滑稳定安全系数不应小于表 3.2.7 规定的允许值。

6.3.5 土质地基上挡土墙沿基底面的抗滑稳定安全系数，应按式 (6.3.5-1) 或式 (6.3.5-2) 计算：

$$K_c = \frac{f \sum G}{\sum H} \quad (6.3.5-1)$$

$$K_c = \frac{\tan \phi_0 \sum G + c_0 A}{\sum H} \quad (6.3.5-2)$$

式中 K_c ——挡土墙沿基底面的抗滑稳定安全系数；
 f ——挡土墙基底面与地基之间的摩擦系数，可由试验或根据类似地基的工程经验确定；
 $\sum H$ ——作用在挡土墙上全部平行于基底面的荷载 (kN)；
 ϕ_0 ——挡土墙基底面与土质地基之间的摩擦角 (°)，可按 6.3.8 条的规定采用；
 c_0 ——挡土墙基底面与土质地基之间的粘结力 (kPa)，可按 6.3.8 条的规定采用。

粘性土地基上的 1 级、2 级挡土墙，沿其基底面的抗滑稳定

安全系数宜按式 (6.3.5-2) 计算。

6.3.6 岩石地基上挡土墙沿基底面的抗滑稳定安全系数，应按式 (6.3.5-1) 或式 (6.3.6) 计算：

$$K_c = \frac{f' \sum G + c' A}{\sum H} \quad (6.3.6)$$

式中 f' ——挡土墙基底面与岩石地基之间的抗剪断摩擦系数，可按 6.3.9 条的规定选用；

c' ——挡土墙基底面与岩石地基之间的抗剪断粘结力 (kPa)，可按 6.3.9 条的规定选用。

6.3.7 当挡土墙基底面向填土方向倾斜时，沿该基底面的抗滑稳定安全系数可按式 (6.3.7) 计算：

$$K_c = \frac{f'(\sum G \cos \alpha + \sum H \sin \alpha)}{\sum H \cos \alpha - \sum G \sin \alpha} \quad (6.3.7)$$

式中 α ——基底面与水平面的夹角 ($^\circ$)，土质地基不宜大于 7° ，岩石地基不宜大于 12° 。

6.3.8 挡土墙基底面与土质地基之间摩擦角 ϕ_0 值和粘结力 c_0 值可根据土质地基类别按表 6.3.8 的规定采用。

表 6.3.8 ϕ_0 、 c_0 值

土质地基类别	ϕ_0 值	c_0 值
粘性土	0.9ϕ	$(0.2\sim 0.3)c$
砂性土	$(0.85\sim 0.9)\phi$	0

注： ϕ 为室内饱和固结快剪试验测得的内摩擦角 ($^\circ$)； c 为室内饱和固结快剪试验测得的粘结力 (kPa)。

按表 6.3.8 的规定采用 ϕ_0 值和 c_0 值时，应按式 (6.3.8) 折算挡土墙基底面与土质地基之间的综合摩擦系数：

$$f_0 = \frac{\tan \phi_0 \sum G + c_0 A}{\sum G} \quad (6.3.8)$$

式中 f_0 ——挡土墙基底面与土质地基之间的综合摩擦系数。

对于粘性土地基，如折算的综合摩擦系数大于 0.45；或对

于砂性土地基，如折算的综合摩擦系数大于 0.50，采用的 ϕ_0 值和 c_0 值均应有论证。对于特别重要的 1 级、2 级挡土墙，采用的 ϕ_0 值和 c_0 值宜经现场地基土对混凝土板的抗滑强度试验验证。

6.3.9 挡土墙基底面与岩石地基之间的抗剪断摩擦系数 f 值和抗剪断粘结力 c' 值可根据室内岩石抗剪断试验成果，并参照类似工程实践经验及表 6.3.9 所列数值选用。但选用的 f 、 c' 值不应超过挡土墙基础混凝土本身的抗剪断参数值。

表 6.3.9 f 、 c' 值

岩石地基类别		f 值	c' 值 (MPa)
硬质岩石	坚硬	1.5~1.3	1.5~1.3
	较坚硬	1.3~1.1	1.3~1.1
软质岩石	较软	1.1~0.9	1.1~0.7
	软	0.9~0.7	0.7~0.3
	极软	0.7~0.4	0.3~0.05

注：如岩石地基内存在结构面、软弱层（带）或断层的情况， f 、 c' 值应按现行的国家标准 GB 50287—99 的规定选用。

6.3.10 对于板桩式挡土墙，应验算板桩入土深度以保证其自身稳定性。有锚碇墙的板桩式挡土墙还应验算锚碇墙稳定性。计算公式见附录 B。

6.3.11 对于采用桩基础的挡土墙，其抗滑稳定性应按桩体材料的变形限制条件控制，并应考虑挡土墙底板对桩顶的嵌固作用，按群桩计算桩基的允许水平承载力。

6.3.12 对于采用沉井基础的挡土墙，其稳定计算宜按以下规定进行：

1 当沉井埋置深度不大于 5m 时，可将沉井与墙体视为一整体挡土墙进行计算。其埋深部位的土压力，井前侧可按被动土压力计算，井后侧可按主动土压力计算。

2 当沉井埋置深度大于 5m 时，可按深埋刚性基础计算，

并考虑井侧土的弹性抗力，分别验算基底竖向应力和井侧水平应力。计算公式见附录 B。

6.3.13 当沿挡土墙基底面抗滑稳定安全系数计算值小于允许值时，可采用下列一种或几种抗滑措施：

- 1 适当增加底板宽度。
- 2 适当加深基底齿墙的深度。
- 3 墙后增设阻滑板或锚杆（但此时墙身的自身抗滑稳定安全系数应大于 1.0）。
- 4 墙后改填摩擦角较大的填料，并增设排水。
- 5 在回填土层间敷设土工合成材料。
- 6 在不影响挡土墙正常运用的条件下，适当限制墙后的填土高度，或在墙后采用其它减载措施。

6.4 抗倾覆稳定计算

6.4.1 挡土墙的抗倾覆稳定安全系数，应按式 (6.4.1) 计算。土质和岩石地基上挡土墙抗倾覆稳定安全系数的计算值应分别不小于 3.2.12 条和 3.2.13 条规定的允许值。

$$K_0 = \frac{\sum M_V}{\sum M_H} \quad (6.4.1)$$

式中 K_0 ——挡土墙抗倾覆稳定安全系数；

$\sum M_V$ ——对挡土墙基底前趾的抗倾覆力矩 (kN·m)；

$\sum M_H$ ——对挡土墙基底前趾的倾覆力矩 (kN·m)。

6.4.2 对于衡重式挡土墙，应验算衡重平台板向后倾覆的稳定性。土质和岩石地基上衡重式挡土墙抗倾覆稳定安全系数的计算值应分别不小于 3.2.12 条和 3.2.13 条规定的允许值。计算公式见附录 B。

6.4.3 土质地基上的挡土墙，在满足 6.3.1 条 2 款规定的要求时，可不进行抗倾覆稳定计算。

6.5 抗浮稳定计算

6.5.1 当沉井采用混凝土封底时，应按式 (6.5.1) 进行施工期

沉井抗浮稳定计算。施工期沉井抗浮稳定安全系数的计算值不应小于 3.2.14 条规定的允许值。

$$K_f = \frac{\sum V}{\sum U} \quad (6.5.1)$$

式中 K_f ——施工期沉井抗浮稳定安全系数；

$\sum V$ ——作用在沉井上全部向下的垂直力之和 (kN)；

$\sum U$ ——作用在沉井基底面上的扬压力 (kN)。

6.5.2 当空箱式挡土墙检修时，应按式 (6.5.1) 进行抗浮稳定计算，此时式中 K_f 为空箱式挡土墙抗浮稳定安全系数； $\sum V$ 为作用在空箱式挡土墙上全部向下的垂直力之和 (kN)； $\sum U$ 为作用在空箱式挡土墙基底面上的扬压力 (kN)。空箱式挡土墙抗浮稳定安全系数的计算值不应小于 3.2.14 条规定的允许值。

6.6 地基整体稳定计算

6.6.1 岩石地基和碎石土地基的允许承载力可根据岩石类别、岩石风化程度和碎石土的密实度按现行的有关标准的规定确定。

6.6.2 在竖向对称荷载作用下，可按限制塑性区开展深度的方法计算土质地基的允许承载力；在竖向荷载和水平向荷载共同作用下，可按 C_x 法验算土质地基的整体稳定，也可按汉森公式计算土质地基的允许承载力。地基允许承载力可按现行有关标准的规定计算。

6.6.3 土质地基上挡土墙的地基整体抗滑稳定可采用瑞典圆弧滑动法计算。当持力层内夹有软弱土层时，应采用折线滑动法（复合圆弧滑动法）对软弱土层进行地基整体抗滑稳定验算。地基整体抗滑稳定安全系数的计算值不应小于表 3.2.7 规定的允许值。

6.6.4 当岩石地基持力层范围内存在软弱结构面时，应对软弱结构面进行整体抗滑稳定验算。

6.6.5 对于地质条件较差或结构受力复杂的 1 级、2 级挡土墙，其地基整体抗滑稳定计算应作专门研究。

6.7 地基沉降计算

6.7.1 土质地基上挡土墙的地基沉降可只计算最终沉降量，应选择底板的角点进行计算，计算时应考虑相邻结构的影响。

6.7.2 土质地基上挡土墙的最终地基沉降量可按式 (6.7.2) 计算：

$$S_{\infty} = m_s \sum_{i=1}^n \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} h_i \quad (6.7.2)$$

式中 S_{∞} ——最终地基沉降量 (m)；

n ——地基压缩层计算深度范围内的土层数；

e_{1i} ——基底面以下第 i 层土在平均自重应力作用下，由压缩曲线查得的相应孔隙比；

e_{2i} ——基底面以下第 i 层土在平均自重应力加平均附加应力作用下，由压缩曲线查得的相应孔隙比；

h_i ——基底面以下第 i 层土的厚度 (m)；

m_s ——地基沉降量修正系数，可采用 1.0~1.6 (坚实地基取较小值，软土地基取较大值)。

6.7.3 对于一般土质地基，当挡土墙基底压力小于或接近于地基未开挖前作用于该基底面上土的自重压力时，土的压缩曲线宜采用 $e-p$ 回弹再压缩曲线；但对于软土地基，土的压缩曲线宜采用 $e-p$ 压缩曲线。

6.7.4 土质地基压缩层计算深度可按计算层面处土的附加应力与自重应力之比为 0.10~0.20 (软土地基取小值，坚实地基取大值) 的条件确定。地基附加应力可按 SL 265—2001 的规定计算。

6.7.5 土质地基允许最大沉降量和最大沉降差，应以保证挡土墙安全和正常使用为原则，根据具体情况研究确定。土质地基上挡土墙地基最大沉降量不宜超过 150mm，相邻部位的最大沉降差不宜超过 50mm。

6.7.6 对于软土地基上的挡土墙，当地基最大沉降量或相邻部

位最大沉降差的计算值大于 6.7.5 条规定的允许值时，宜采用下列一种或几种措施：

- 1 变更结构型式（采用轻型结构或板桩式结构等）或加强结构刚度。
- 2 调整基础尺寸与埋置深度。
- 3 必要时对地基进行人工加固。

<http://www.slzjxx.com>
水利造价信息网

7 结构计算

7.1 一般规定

7.1.1 水工挡土墙的结构计算内容，应包括建筑材料选择和结构应力分析等。

7.1.2 挡土墙应根据结构挡土高度、工程地质、建筑材料来源及施工条件等，经综合分析后选用砌石、混凝土、钢筋混凝土或其他建筑材料。

7.1.3 当挡土墙挡土高度不大、地基条件较好、且当地石料供应或开采便利时，其墙身可采用以条石、块石或混凝土预制块为主材的砌石结构。土质地基上的砌石挡土墙宜采用混凝土或钢筋混凝土底板结构，且墙身底部砌石应嵌入混凝土或钢筋混凝土底板内。

7.1.4 当挡土墙挡土高度较大、地基条件较好、但当地石料供应困难，或挡土高度较大、地基条件较差、需要采用轻型结构时，挡土墙宜采用混凝土或钢筋混凝土结构。

位于 8 度及 8 度以上地震区的挡土墙宜采用钢筋混凝土结构。

7.1.5 当挡土墙墙身采用砌石结构时，选用的条石或块石应能抗风化，冻融损失率应小于 1%，单块重量不宜小于 30kg。

砌石结构的粘结材料应采用砂浆或灌砌混凝土，砌筑用砂浆强度等级不应低于 M7.5，灌砌混凝土强度等级不应低于 C10。

砌石结构应采取有效的防渗排水措施，严寒、寒冷地区建在冻胀土地基上的砌石结构，应根据气温及冻胀土级别等情况，采取必要的防冻措施。

7.1.6 当挡土墙采用混凝土或钢筋混凝土结构时，除应满足结构强度和抗裂（或限裂）要求外，还应根据工作条件、地区气候和环境等情况，分别满足抗渗、抗冻等要求。

7.1.7 当地基土质较差、需采用板桩作为挡土构筑物时，可根据施工方法和材料供应条件，选用钢筋混凝土或钢质材料。选用的钢筋混凝土材料应能满足结构强度、抗裂（或限裂）、抗渗、抗冻等要求；选用的钢质材料除应符合国家现行有关标准的规定外，还应根据使用要求满足结构变形及耐久性要求，并采取有效的防腐蚀措施。

7.1.8 当采用钢筋混凝土和钢质材料的组合结构时，选用的钢筋混凝土和钢质材料应分别符合 7.1.6 条和 7.1.7 条的规定。

7.1.9 位于地震区地震设防烈度为 7 度及 7 度以上的挡土墙，应符合 SL 203—97 规定的要求。

7.1.10 为减少挡土墙的温度裂缝，宜采用下列一种或几种防裂措施：

- 1 适当减小挡土墙分段长度。
- 2 在可能产生温度裂缝的部位增设插筋或构造补强钢筋。
- 3 结合工程具体情况，采取控制和降低混凝土浇筑温度的工程措施，并加强混凝土养护。
- 4 严寒、寒冷地区的挡土墙，其冬季施工期和冬季运用期均应采取适当的保温防冻措施。

7.2 结构应力分析

7.2.1 挡土墙结构应力分析应根据结构布置型式、尺寸、受力特点及工程地质条件进行。

7.2.2 土质地基上重力式、半重力式挡土墙底板的前趾可简化为固支在墙体上的悬臂板，按受弯构件计算；墙底及墙身截面变化处应按偏心受压构件核算截面应力，砌石或混凝土结构还应验算水平截面的剪应力。重力式、半重力式挡土墙结构内力计算公式见附录 C。

7.2.3 土质地基上衡重式挡土墙的衡重平台可简化为固支在墙体上的悬臂板，按受弯构件计算；墙底及墙身截面变化处应按偏心受压构件核算截面应力，砌石或混凝土结构还应验算水平截面

的剪应力。衡重式挡土墙结构内力计算公式见附录 C。

7.2.4 土质地基上悬臂式挡土墙的前趾和底板可简化为固支在墙体上的悬臂板，按受弯构件计算；也可按弹性地基梁计算。墙身可按固支在底板上的悬臂板按受弯构件计算，或按偏心受压构件核算截面应力。悬臂式挡土墙结构内力计算公式见附录 C。

7.2.5 土质地基上扶壁式挡土墙底板的前趾可简化为固支在墙体上的悬臂板，按受弯构件计算；底板、墙身距墙身和底板交线 1.5 倍扶壁间距以内部分可简化为三边固支、一边自由的弹性板，按双向板计算，其余部分按单向板计算；扶壁可简化为固支在底板上的悬臂梁，按受弯构件计算，但应加强斜面钢筋布置，并按中心受拉构件分段计算扶壁与墙身的水平连接强度、扶壁与底板的垂直连接强度。扶壁式挡土墙结构内力计算公式见附录 C。

7.2.6 土质地基上空箱式挡土墙底板的前趾可简化为固支在墙体上的悬臂板，按受弯构件计算；底板的空箱部分可简化为四边固支在墙体上的弹性板，按双向板计算；墙身下部 1.5 倍隔墙间距以内部分可简化为三边固支、一边自由的弹性板，按双向板计算，其余部分按单向板计算；墙身也可沿水平向截条按框架计算。空箱式挡土墙结构内力计算公式见附录 C。

7.2.7 土质地基上板桩式挡土墙应根据有锚碇墙或无锚碇墙情况分别计算。无锚碇墙的板桩式挡土墙应按悬臂结构计算。有锚碇墙的板桩式挡土墙应按施工顺序，在拉杆未受力前可按悬臂结构计算；拉杆受力后，应按有锚碇墙的结构计算。拉杆应按受拉杆件计算。锚碇墙可按立置的弹性基础板计算。板桩式挡土墙结构内力计算公式见附录 C。

板桩式挡土墙还应验算桩顶的水平位移，并控制入土点的变位值不宜大于 10mm。

7.2.8 土质地基上锚杆式挡土墙应根据采用的结构型式，按不同计算工况，分别验算其结构应力。锚杆式挡土墙结构可按 GB 50330—2002 的规定计算。

7.2.9 土质地基上加筋式挡土墙应根据采用的结构型式和土工织物的材质，按不同计算工况，分别验算其结构应力。加筋式挡土墙结构可按 **SL/T 225—98** 的规定计算。

7.2.10 土质地基上组合式挡土墙应根据不同的结构组合型式，确定其底板和墙身应力的计算方法。受力条件复杂的组合式挡土墙还宜按整体结构采用空间有限单元法进行复核。

7.2.11 岩石地基上的挡土墙，应根据不同的地质条件和结构型式，确定其结构应力的计算方法。对于软质岩石地基，可按土质地基上挡土墙的计算方法计算底板应力。

<http://www.slzjxx.com>
水利造价信息网

8 地基处理

8.1 一般规定

8.1.1 当挡土墙天然地基不能满足要求时，应根据工程具体情况，因地制宜地作出地基处理设计。经处理后的人工地基应能满足承载力、稳定和变形的要求。

8.1.2 确定地基处理方案时，不应污染地表（地下）水和损坏周围已有建筑物，防止振动噪音对周围环境产生不良影响。

8.2 岩石地基处理

8.2.1 对岩石地基中的全风化带宜予清除，强风化带或弱风化带可根据挡土墙的受力条件和重要性进行适当处理。

8.2.2 对裂隙发育的岩石地基，可采用固结灌浆处理。

8.2.3 对岩石地基中的泥化夹层和缓倾角软弱带，应根据其埋藏深度和对地基稳定的影响程度采取不同的处理措施。对岩基中的断层破碎带，应根据其分布情况和对挡土墙结构安全的影响程度采取不同的处理措施。

8.2.4 对地基整体稳定有影响的溶洞或溶沟，可根据其位置、大小、埋藏深度和水文地质条件等，分别采取挖填、压力灌浆等处理方法。

8.3 土质地基处理

8.3.1 土质地基处理方法的选择，应根据地基处理目的和要求、地基条件、材料和机具来源以及工程投资等进行综合分析，选择一种或多种地基处理方法。土质地基常用的处理方法有：强力夯实法、垫层法、深层搅拌法、振冲挤密法、桩基础、沉井基础等。

8.3.2 强力夯实法地基处理设计应符合下列规定：

1 强力夯实法处理地基应根据地基土质及处理要求选择合适的锤重和落距。对于粘性土、湿陷性黄土地基，最后两遍平均夯沉量不宜大于 1.0~2.0cm；对于砂性土，不宜大于 0.5~1.0cm。

2 强力夯实法的有效处理深度可按式 (8.3.2) 计算：

$$H=a\sqrt{\frac{Wh}{10}} \quad (8.3.2)$$

式中 H ——有效处理深度 (m)；

W ——夯锤重 (kN)；

h ——落距 (m)；

a ——折减系数，粘性土可取 0.5，砂性土可取 0.7；有条件时宜通过试验确定。

3 强力夯实法地基处理范围应大于挡土墙基底范围，每边应超出挡土墙基底外缘的宽度为设计要求处理深度的 1/3~1/2，且不应小于 3.0m。

4 挡土墙地基经强力夯实处理结束后，应进行现场地基检测；重要的 1 级、2 级挡土墙，还应进行现场载荷试验。

5 强力夯实法地基处理设计应有防止对周围已有建筑物产生有害影响的措施。

8.3.3 垫层法地基处理设计应符合下列规定：

1 垫层材料应就地取材，采用砂、碎石、素土、灰土及其他性能稳定、无侵蚀性的材料。经常位于水下的挡土墙，其垫层不应采用以石灰拌合的灰土材料。

2 垫层厚度应根据地基土质情况、结构型式、荷载大小等因素，按式 (8.3.3-1) 计算确定，但最大深度不宜大于 3.0m。对于条形基础，垫层底面处土的附加应力可按式 (8.3.3-2) 计算；对于矩形基础，可按式 (8.3.3-3) 计算：

$$\sigma_{az} + \sigma_z \leq f_z \quad (8.3.3-1)$$

$$\sigma_z = \frac{(p - \sigma_c) b}{b + 2z \tan \theta} \quad (8.3.3-2)$$

$$\sigma_z = \frac{(p - \sigma_c) bl}{(b + 2z \tan \theta)(l + 2z \tan \theta)} \quad (8.3.3-3)$$

式中 f_z ——垫层底面处土层的允许承载力 (kPa);
 σ_{az} ——垫层底面处土的自重应力 (kPa);
 σ_z ——垫层底面处土的附加应力 (kPa), 可分别按式 (8.3.3-2) 和式 (8.3.3-3) 计算;
 p ——基础底面的平均应力 (kPa);
 σ_i ——基础底面处土的自重应力 (kPa);
 l ——基础底面的长度 (m);
 b ——基础底面的宽度 (m);
 z ——垫层的厚度 (m);
 θ ——垫层的应力扩散角, 可按表 8.3.3 选取。

表 8.3.3 应力扩散角

z/b	垫层材料		
	中砂、粗砂、砾砂、碎石土、石屑	素土	灰土
0.25	20°	6°	30°
≥ 0.50	30°	23°	—

注 1: 当 $z/b < 0.25$ 时, 除灰土应力扩散角仍可取 30° 外, 其余材料均取 0°。
注 2: 当 $0.25 < z/b < 0.50$ 时, 应力扩散角可用内插法求得。

3 素土垫层压实度不应小于 0.94, 重要的 1 级、2 级挡土墙, 其素土垫层压实度不应小于 0.96; 砂垫层应有良好的级配, 相对密度不应小于 0.75, 强地震区挡土墙砂垫层相对密度不应小于 0.8; 碎石垫层的级配和相对密度要求可参照砂垫层的规定执行; 灰土垫层的压实度要求可参照素土垫层的规定执行。

4 对于重要的 1 级、2 级挡土墙, 垫层的压实效果应经现场试验验证。

5 位于所属水工建筑物防渗段范围内的挡土墙, 其垫层设计应能满足地基防渗要求, 必要时应采取有效的防渗措施。

6 挡土墙地基采用垫层法处理后, 应按分层总和法计算地

基最终沉降量。

8.3.4 深层搅拌法地基处理设计应符合下列规定：

1 深层搅拌法处理地基应根据地基土质及处理要求合理确定水泥的掺量，其水泥掺入量最低不应小于 12%，最高不宜超过 18%。

2 深层搅拌桩桩距可采用 0.8~2.0m，按正方形或梅花形布置。搅拌桩布置范围应超出挡土墙基底外缘，每侧超出的最小宽度可按式 (8.3.4-1) 计算：

$$b_{\min} = h \tan \phi \quad (8.3.4-1)$$

式中 b_{\min} ——搅拌桩布置范围每侧超出挡土墙基底外缘的最小宽度 (m)；

h ——搅拌桩的深度 (m)；

ϕ ——桩间土的内摩擦角 (°)。

3 深层搅拌桩的复合地基承载力可按式 (8.3.4-2) 计算，单桩竖向承载力应通过现场单桩载荷试验确定，也可按式 (8.3.4-3) 和式 (8.3.4-4) 计算，并取其中较小值。

$$f_{sp,k} = m \frac{R_k^d}{A_p} + \beta(1-m)f_{s,k} \quad (8.3.4-2)$$

$$R_k^d = \eta f_{cu,k} A_p \quad (8.3.4-3)$$

$$R_k^d = q_s U_p l + \alpha A_p q_p \quad (8.3.4-4)$$

式中 $f_{sp,k}$ ——复合地基的允许承载力 (kPa)；

m ——桩土面积置换率；

R_k^d ——单桩竖向允许承载力 (kN)；

A_p ——搅拌桩横截面面积 (m²)；

$f_{s,k}$ ——桩间土的允许承载力 (kPa)；

β ——桩间土的承载力折减系数，当桩间土为软土时可取 0.5~1.0，当桩间土为硬土时可取 0.1~0.4，当不考虑桩间土作用时可取 0；

$f_{cu,k}$ ——与搅拌桩桩身加固土相同配比的室内加固土试块立方体 (其每边长 70.7mm 或 50mm) 28d 龄期的

无侧限抗压强度平均值 (kPa);

η ——强度折减系数, 可取 0.35~0.50;

q_s ——桩周土允许侧阻力的加权平均值 (kPa), 对淤泥可取 5~8kPa, 对淤泥质土可取 8~12kPa, 对粘性土可取 12~18kPa;

U_p ——桩周长 (m);

l ——桩长 (m);

q_p ——桩端土的允许承载力 (kPa), 可按 GB 50007—2002 的规定确定;

α ——桩端土的承载力折减系数, 可取 0.4~0.6 (承载力高时取较小值, 承载力低时取较大值)。

4 对于重要的 1 级、2 级挡土墙, 经深层搅拌法处理后的复合地基承载力应进行现场载荷试验验证。

8.3.5 振冲挤密法地基处理设计应符合下列规定:

1 振冲挤密法处理地基应根据地基条件选择碎石、中粗砂等合适的材料作填料。

2 对于振冲挤密桩, 碎石桩桩径宜采用 0.7~1.2m, 砂桩桩径宜采用 0.3~0.6m。桩的间距和排距可分别按式 (8.3.5-1) 和式 (8.3.5-2) 计算:

$$l = 0.95 d [\lambda_c \gamma_{dmax} (\lambda_c \gamma_{dmax} - \gamma_d)]^{1/2} \quad (8.3.5-1)$$

$$l_1 = 0.886 l \quad (8.3.5-2)$$

式中 l ——桩的间距 (m);

d ——桩孔直径 (m);

λ_c ——地基挤密后, 桩间土的平均压实度, 可取 0.93;

λ_{dmax} ——桩间土的最大干密度 (kN/m³);

γ_d ——地基挤密前土的平均干密度 (kN/m³);

l_1 ——桩的排距 (m)。

3 振冲挤密法处理地基的适宜深度宜为 14~16m, 置换率宜控制在 10%~30%。

4 振冲挤密法地基处理范围应超出挡土墙基底外缘 1.0m

以上。

5 对于重要的 1 级、2 级挡土墙，经振冲挤密法处理后的地基承载力应进行现场试验验证。

8.3.6 桩基础设计应符合下列规定：

1 挡土墙桩基础通常宜采用摩擦型桩（包括摩擦桩和端承摩擦桩）。

2 桩的根数和尺寸宜按承担底板底面以上的全部荷载确定。

3 预制桩的中心距不应小于 3 倍桩径或边长，钻孔灌注桩（包括沉管桩）的中心距不应小于 2.5 倍桩径。

4 桩的平面布置宜使桩群形心与底板底面以上基本荷载组合的合力作用点相接近，单桩的竖向荷载最大值与最小值之比不宜大于表 6.3.1 规定的允许值。

5 在同一块底板下，不应采用直径、长度相差过大的摩擦型桩，也不应同时采用摩擦型桩和端承型桩（包括端承桩和摩擦端承桩）。

6 位于所属水工建筑物防渗段的挡土墙底板下采用桩基础时，应采取防止底板底面接触渗流的措施。

7 单桩的竖向荷载和水平向荷载以及允许的竖向承载力和水平向承载力，可按 GB 50007—2002 的规定计算。如采用钻孔灌注桩（包括沉管桩），桩顶不可恢复的水平位移值宜控制不超过 5mm；如采用预制桩，宜控制不超过 10mm。

8 深厚的松软土基上的桩基础，当桩的中心距小于 6 倍桩径或边长、桩数超过 9 根（含 9 根）时应作为群桩基础，其桩尖平面处的地基压应力和沉降量不应大于该平面处地基土的允许承载力和允许沉降量。

8.3.7 沉井基础设计应符合下列规定：

1 沉井平面布置应简单对称，其长宽比不宜大于 3.0。

2 沉井井壁及隔墙厚度应根据结构强度和刚度、下沉需要的重量以及施工要求等因素确定。隔墙与井壁所分隔的井口尺寸应能满足施工操作要求，井壁外侧面宜做到平整光滑。

3 沉井分节浇筑高度应根据地基条件、控制下沉速度等因素确定。

4 沉井应按均衡下沉设计。下沉系数（即沉井自重与井壁摩阻力之比）可采用 1.15~1.25。井壁单位面积摩阻力可根据地基土类别由表 8.3.7 查得。

表 8.3.7 井壁单位面积摩阻力 单位：kPa

地基土类别	井壁单位面积摩阻力
泥浆套	3~5
软土	10~12
较软粘性土	12~25
较硬粘性土	25~50
砂土	12~25
碎石土	18~30

注 1：泥浆套即灌注在泥井井壁外侧的触变泥浆，作为助沉材料。
注 2：碎石土包括角砾、圆砾、碎石、卵石，不包括块石、漂石。

5 沉井宜下沉到下卧硬土层或岩层，是否封底应根据工程具体情况研究确定。

6 当地基存在承压水层且影响地基抗渗稳定性时，不宜采用沉井基础。

附录 A 土压力计算

A.0.1 当墙后填土为均质无粘性土时，作用在重力式、半重力式、悬臂式、扶壁式、空箱式挡土墙结构上的主动土压力可根据挡土墙的结构型式、墙后填土性质、挡土高度、填土内的地下水位、填土顶面坡角及超荷载等因素，分别按下列规定进行计算：

1 作用在挡土墙上的主动土压力可按式 (A.0.1-1) 计算：

$$E_a = qHK_a + \frac{1}{2} \gamma h_1^2 K_a + \gamma h_1 h_2 K_a + \frac{1}{2} \gamma' h_2^2 K_a \quad (\text{A.0.1-1})$$

式中 E_a ——作用在挡土墙上的主动土压力 (kN/m)，其作用点距墙底为 h (土压力图形的形心至挡土墙底的距离)，按式 (A.0.1-2) 和式 (A.0.1-5) 计算时，其作用方向与水平面呈 $(\delta + \varepsilon)$ 夹角；按式 (A.0.1-3) 和式 (A.0.1-4) 计算时，其作用方向与填土表面平行；

q ——作用在墙后填土面上的均布荷载 (kN/m²)；

H ——土压力计算高度 (m)；

K_a ——主动土压力系数；

γ ——挡土墙墙后填土重度 (kN/m³)；

γ' ——挡土墙墙后地下水位以下填土浮重度 (kN/m³)；

h_1 ——墙后地下水位以上土压力的计算高度 (m)；

h_2 ——墙后地下水位至基底面土压力的计算高度 (m)。

2 对于重力式挡土墙，当墙后填土面倾斜时，主动土压力系数可按式 (A.0.1-2) 计算，计算简图见图 A.0.1-1。

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \varepsilon)}{\cos^2 \varepsilon \cos(\varepsilon + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\varepsilon + \delta) \cos(\varepsilon - \beta)}} \right]} \quad (\text{A.0.1-2})$$

式中 β ——挡土墙墙后填土表面坡角 ($^{\circ}$)；
 ε ——挡土墙墙背面与铅直面的夹角 ($^{\circ}$)；
 ϕ ——挡土墙墙后回填土的内摩擦角 ($^{\circ}$)；
 δ ——挡土墙墙后填土对墙背的摩擦角 ($^{\circ}$)，可按表 A.0.1 采用。

表 A.0.1 δ 值

挡土墙墙背面排水状况	δ 值
墙背光滑，排水不良	$(0.00\sim 0.33)\phi$
墙背粗糙，排水良好	$(0.33\sim 0.50)\phi$
墙背很粗糙，排水良好	$(0.50\sim 0.67)\phi$
墙背与填土之间不可能滑动	$(0.67\sim 1.00)\phi$

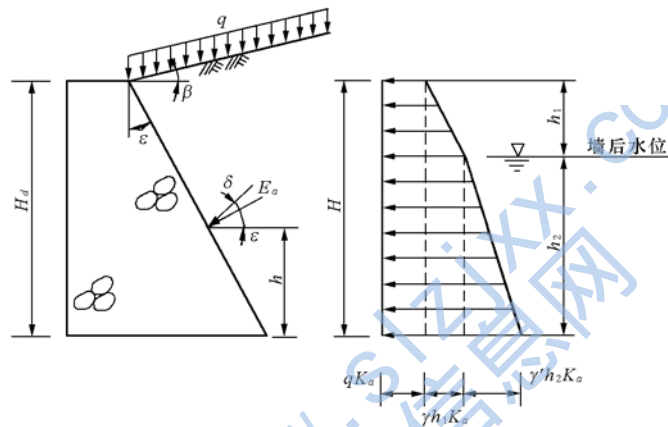


图 A.0.1-1

3 对于半重力式、悬臂式、扶壁式、空箱式挡土墙，当墙后填土面倾斜时，主动土压力系数可按式 (A.0.1-3) 计算，计算简图见图 A.0.1-2。

$$K_a = \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \quad (\text{A.0.1-3})$$

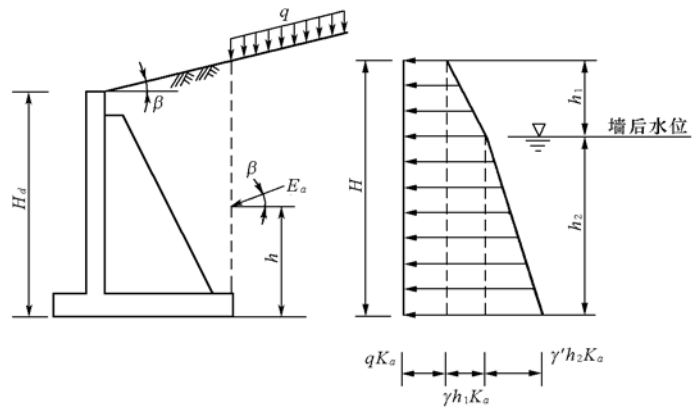


图 A.0.1-2

4 对于重力式、半重力式、悬臂式、扶壁式、空箱式挡土墙，当墙后填土表面水平时，主动土压力系数可按式 (A.0.1-4) 计算，计算简图见图 A.0.1-3。

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \quad (\text{A.0.1-4})$$

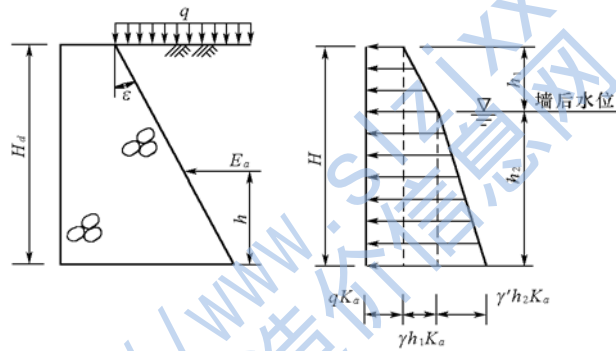


图 A.0.1-3

5 当挡土墙墙后有较陡峻的稳定岩石坡面，且岩坡的坡角 $\theta > (45^\circ + \phi/2)$ 时，宜取岩石坡面为破裂面，按有限范围填土

计算主动土压力。主动土压力系数可根据稳定岩石坡面与填土间的摩擦角，按式 (A.0.1-5) 计算，计算简图见图 A.0.1-4。

$$K_a = \frac{\cos(\theta - \varepsilon)\cos(\varepsilon - \beta)\sin(\theta - \delta_r)}{\cos^2 \varepsilon \cos(\theta - \varepsilon - \delta - \delta_r)\sin(\theta - \beta)} \quad (\text{A.0.1-5})$$

式中 δ_r ——挡土墙后填土对稳定岩石坡面的摩擦角 ($^\circ$)，可取 $\delta_r = 0.33\phi$ ；
 θ ——稳定岩石坡面坡角 ($^\circ$)。

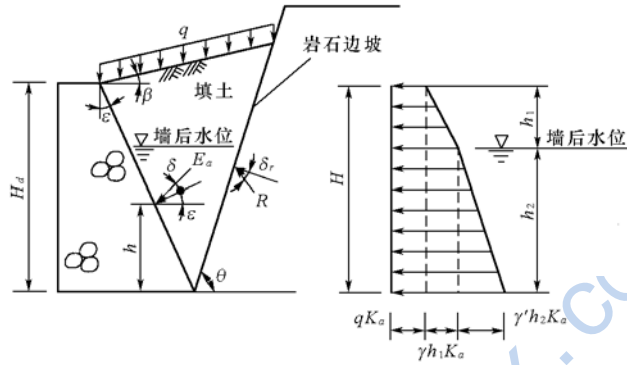


图 A.0.1-4

A.0.2 当墙后填土为均质粘性土时，作用在重力式、半重力式、悬臂式、扶壁式、空箱式挡土墙上的主动土压力可根据墙后填土性质、挡土高度、填土内的地下水位等因素，分别按下列规定进行计算，计算简图见图 A.0.2。墙顶水平面以上的填土及超荷载可近似折算成等同于填土重度的等代填土高度。

1 作用在挡土墙上的主动土压力可按式 (A.0.2-1) 计算：

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma h_3^2 K_a + \gamma h_3 h_2 K_a + \frac{1}{2} \gamma' h_2^2 K_a \quad (\text{A.0.2-1})$$

式中 h_3 ——墙后地下水位至主动土压力为零处的高度 (m)。

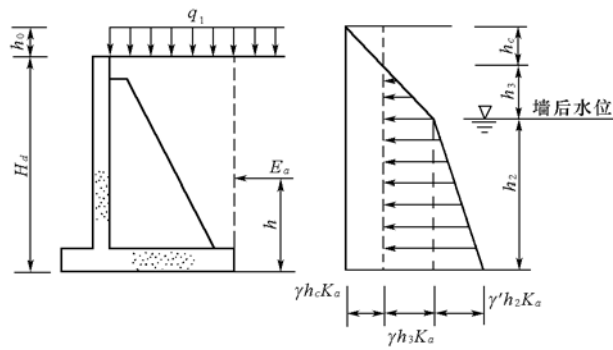


图 A.0.2

2 主动土压力系数可按式 (A.0.1-4) 计算。

3 考虑墙后填土的粘结力作用时, 主动土压力为零处的深度可按式 (A.0.2-2) 计算:

$$h_0 = \frac{2c}{\gamma \sqrt{K_a}} \quad (\text{A.0.2-2})$$

式中 c ——墙后填土的粘结力 (kPa);

h_0 ——考虑墙后填土的粘结力作用时, 主动土压力为零处的深度 (m), 当墙顶水平面以上有填土及超荷载作用时, 填土面应按近似折算后的等代填土高度计算。

4 墙顶水平面以上的等代填土高度可近似按式 (A.0.2-3) 计算:

$$h_0 = \frac{q_1}{\gamma} \quad (\text{A.0.2-3})$$

式中 h_0 ——墙顶水平面以上的等代填土高度 (m);

q_1 ——墙顶水平面以上的荷载 (包括土重) 换算的均布荷载 (kN/m²)。

5 当挡土墙墙后填土为粘性土时, 也可采用等值内摩擦角法 (又称等代内摩擦角法) 计算作用于挡土墙上的主动土压力。等值内摩擦角可根据挡土结构高度、墙后所填粘性土性质及其浸水情况等因素, 参照已建工程实践经验确定。

6 当挡土墙后填土表面有车辆荷载作用时，也可将车辆荷载近似地换算成作用于填土表面上的等代填土高度。

A.0.3 当墙后土体为物理力学指标不同的多层非均质土时，宜分层计算土压力。为简化计算，也可以各层土的物理力学指标和厚度为权重，加权平均计算土层的综合物理力学指标，按均质土计算土压力。

A.0.4 当距挡土墙墙顶 a 处作用有宽度 b 的局部均布荷载 q_L 时，附加主动土压力可按式 (A.0.4) 计算，计算简图见图 A.0.4。

$$e_h = K_a q_L \quad (\text{A.0.4})$$

式中 e_h —— h 范围内最大附加主动土压力强度 (kPa)；

q_L ——局部均布荷载强度 (kPa)。

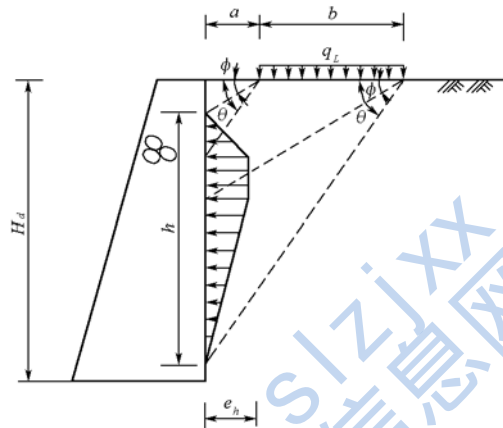


图 A.0.4

A.0.5 当距挡土墙墙顶 a 处作用有线荷载 Q_L 时，附加主动土压力可按式 (A.0.5-1)、式 (A.0.5-2) 和式 (A.0.5-3) 计算，计算简图见图 A.0.5。

$$e'_h = \left[\frac{2Q_L}{h} \right] \sqrt{K_a} \quad (\text{A.0.5-1})$$

$$h = a(\tan \theta - \tan \phi) \quad (\text{A.0.5-2})$$

$$\theta = 90^\circ - \arctan \sqrt{K_a} \quad (\text{A.0.5-3})$$

- 式中 e'_h —— h 范围内中点处附加主动土压力强度 (kPa);
 h ——附加主动土压力分布范围 (m);
 Q_L ——线荷载强度 (kN/m);
 a ——作用在墙顶填土面的线荷载至墙顶的水平距离 (m);
 θ ——墙后填土破坏面与水平面的夹角 ($^\circ$), 当墙背垂直光滑且填土面水平时, 取 $\theta = 45^\circ + \frac{\phi}{2}$ 。

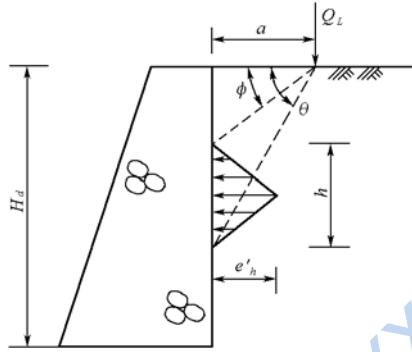


图 A.0.5

A.0.6 当挡土墙墙后填土为斜坡面或水平面与斜坡面组合时, 作用在挡土墙墙背上的主动土压力强度可近似按式 (A.0.6-1)、式 (A.0.6-2) 和式 (A.0.6-3) 计算, 计算简图见图 A.0.6。

$$e_{a1} = \gamma H_a K_a \quad (\text{A.0.6-1})$$

$$e_{a2} = \gamma H_0 K_a \quad (\text{A.0.6-2})$$

$$e_{a3} = \gamma z K_a \quad (\text{A.0.6-3})$$

- 式中 e_{a1} ——填土高度为 H_a 、填土面为水平面计算的主动土压力强度 (kPa);
 e_{a2} ——填土高度为 H_0 、填土面为水平面计算的主动土压力强度 (kPa);

e_{a3} ——填土面坡角为 β 、填土高度 z 以上的主动土压力强度 (kPa);
 H_d ——挡土墙高度 (m);
 H_0 ——挡土墙的高度与超过墙顶的填土高度之和 (m);
 z ——墙顶填土斜坡面与墙背连线交点至墙底的深度 (m)。

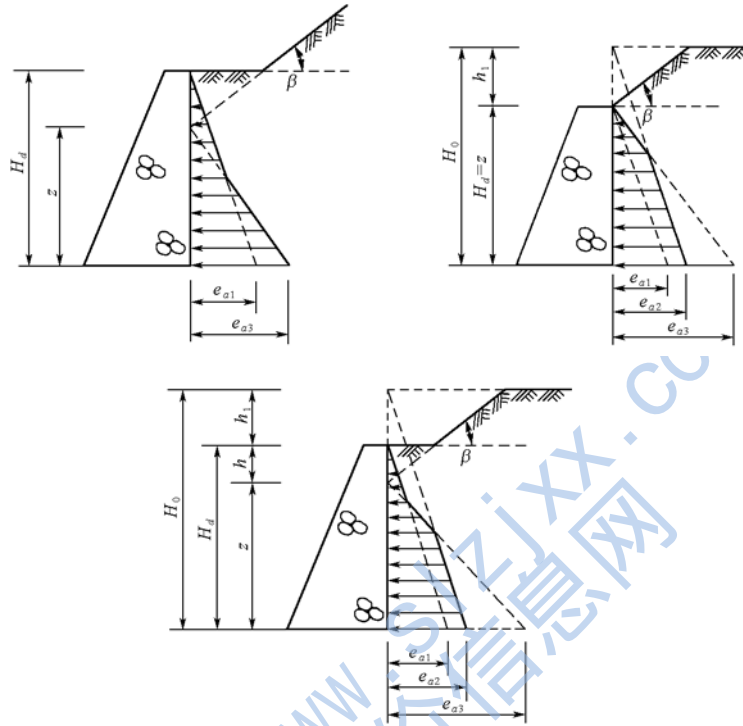


图 A.0.6

注：图中阴影线部分为相应假定情况下主动土压力的近似分布图形

A.0.7 对于填土面或墙背面轮廓复杂的挡土墙，其墙后主动土压力宜采用楔体试算法进行计算，也可按 A.0.1~A.0.6 条的公式作适当简化进行计算。

A.0.8 对于衡重式挡土墙，其主动土压力系数可近似按式 (A.0.1-4) 计算，并分别计算衡重台上下的主动土压力。衡重台以上的主动土压力可按式 (A.0.8-1) 计算；衡重台以下的主动土压力，以衡重台底面的水平面，按作用有强度 $\gamma h_1 + q$ 的均布荷载，按式 (A.0.8-2) 计算，计算简图见图 A.0.8；衡重台以下主动土压力强度图形的折点深度可按式 (A.0.8-3) 和式 (A.0.8-4) 计算：

$$E_{a1} = \left[qh_1 + \frac{1}{2} \gamma h_1^2 \right] K_a \quad (\text{A.0.8-1})$$

$$E_{a2} = \left[\frac{1}{2} \gamma h_2^2 + \frac{1}{2} (2\gamma h_2 + \gamma h_3) h_3 + \frac{1}{2} (\gamma h_2 + \gamma h_3 + q + \gamma H_d)(H_d - h_1 - h_2 - h_3) \right] K_a \quad (\text{A.0.8-2})$$

$$h_2 = b \tan \phi \quad (\text{A.0.8-3})$$

$$h_3 = \frac{b}{\tan(45^\circ - \phi/2)} - h_2 \quad (\text{A.0.8-4})$$

式中 E_{a1} 、 E_{a2} ——衡重式挡土墙衡重台上下的主动土压力 (kN/m)；

h_1 ——衡重台以上挡土墙的高度 (m)；

h_2 、 h_3 ——图 A.0.8 所示衡重台下主动土压力图形的折点分段高度 (m)；

H_d ——衡重式挡土墙的高度 (m)；

b ——衡重台悬臂长度 (m)。

A.0.9 对于板桩式挡土墙、锚碇墙或锚杆式挡土墙，其墙后主动土压力仍可按 A.0.1~A.0.6 条的规定计算，也可根据当地经验，对土压力进行修正计算或采用考虑墙体弯曲变形的其他土压力计算公式。当填土面为水平、墙背为垂直时，可按下列规定进行计算，计算简图见图 A.0.9。

1 作用在挡土墙上的主动土压力可按式 (A.0.9-1) 计算：

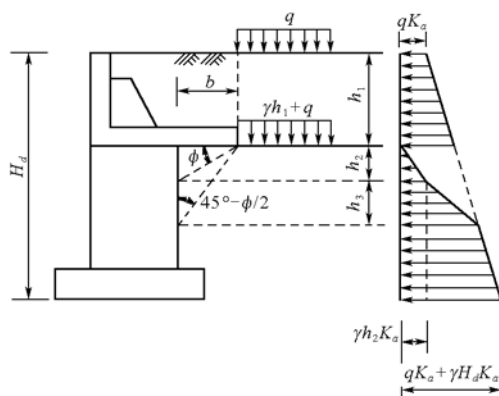


图 A.0.8

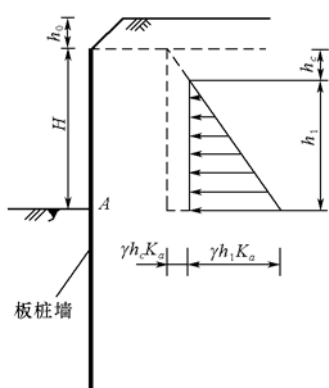


图 A.0.9

$$E_{ax} = \frac{1}{2} \gamma h_1^2 K_a \cos \delta \quad (\text{A.0.9-1})$$

式中 E_{ax} ——主动土压力水平分力 (kN/m);
 h_1 ——主动土压力为零处至墙前地面的高度 (m), h_1 按式 (A.0.9-3) 计算。

2 主动土压力系数可按式 (A.0.9-2) 计算:

$$K_a = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin \phi}{\cos \delta}} \right]} \quad (\text{A.0.9-2})$$

$$h_1 = H - h_c \quad (\text{A.0.9-3})$$

式中 H ——墙前地面至墙顶的高度 (m);
 h_c ——考虑墙后填土的粘结力作用时, 主动土压力为零处的深度 (m), 当墙顶水平面以上有超荷载作用时, 填土面应按近似折算后的等代填土高度计算。

3 考虑墙后填土的粘结力作用时，主动土压力为零处的深度可按式 (A.0.9-4) 计算：

$$h_c = 2c \frac{1 + \sin(\phi + \delta)}{\gamma \cos \phi \cos \delta} \quad (\text{A.0.9-4})$$

4 墙顶水平面以上的等代填土高度可近似按式 (A.0.2-3) 计算。

A.0.10 对于加筋式挡土墙，其墙后主动土压力可按 A.0.1~A.0.6 条的规定计算。

A.0.11 对于板桩式挡土墙、锚碇墙或具有较小深度沉井基础的空箱式挡土墙，如需计算被动土压力时，可分别按下列规定进行计算：

1 当墙后填土为均质无粘性土、填土面为非水平面、墙背为非垂直面时，被动土压力可按式 (A.0.11-1) 计算，被动土压力系数可按式 (A.0.11-2) 计算：

$$E_{ps} = \left[\frac{1}{2} \gamma H_t^2 K_p + q H_t K_p \right] \cos \delta \quad (\text{A.0.11-1})$$

$$K_p = k' \frac{\cos^2(\phi + \varepsilon)}{\cos^2 \varepsilon \cos(\delta - \varepsilon) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \beta)}{\cos(\delta - \varepsilon) \cos(\varepsilon - \beta)}} \right]^2} \quad (\text{A.0.11-2})$$

式中 E_{ps} ——被动土压力水平分力 (kN/m)；
 q ——作用在墙前填土面上的面荷载 (kN/m²)；
 H_t ——板桩、锚碇墙或沉井底置入土体的深度 (m)；
 K_p ——被动土压力系数；
 k' ——被动土压力折减系数，可按表 A.0.11-1 查得。

表 A.0.11-1 k' 值

ϕ	15°	20°	25°	30°	35°	40°
k'	0.75	0.64	0.55	0.47	0.41	0.35

2 当墙后填土为均质粘性土、填土面为水平面、墙背为垂直面时，被动土压力可按式 (A.0.11-3) 计算，被动土压力系数可按式 (A.0.11-4) 计算：

$$E_{px} = \left(\frac{1}{2} \gamma H_t^2 K_p + q H_t K_p + 2 c H_t \frac{\cos \phi}{1 - \sin(\phi + \delta)} \right) \cos \delta \quad (\text{A.0.11-3})$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin \phi}{\cos \delta}} \right]^2} \quad (\text{A.0.11-4})$$

3 当墙后填土为均质粘性土时，被动土压力和被动土压力系数也可采用等值内摩擦角按式 (A.0.11-1) 和式 (A.0.11-2) 进行简化计算；

4 当计算锚碇墙前被动土压力时，应不考虑墙前填土面上的面荷载 q 作用；所计算的被动土压力还应乘以折减系数 k'' ， k'' 可按表 A.0.11-2 查得。

表 A.0.11-2 k'' 值

H_t/h	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	3.0
k''	1.00	0.95	0.88	0.86	0.83	0.78
注： h 为锚碇墙顶至地面高度 (m)。						

附录 B 挡土墙稳定计算

B.0.1 衡重式挡土墙衡重平台板抗倾覆稳定计算，可不计墙后土体对计算单元边界面上的垂直剪应力及水平土压力的影响，按式 (B.0.1) 计算，计算简图见图 B.0.1。

$$K_0 = \frac{G_1 L_1}{G_2 L_2} \quad (\text{B.0.1})$$

式中 K_0 ——衡重平台板抗倾覆稳定安全系数；

G_1 —— A 点左侧衡重平台板及其上部结构和填料重量的合力 (kN)；

G_2 —— A 点右侧衡重平台板结构及其上部填料重量和地面荷载的合力 (kN)；

L_1 ——合力 G_1 至 A 点距离 (m)；

L_2 ——合力 G_2 至 A 点距离 (m)。

B.0.2 无锚碇的板桩式挡土墙依靠插入土体的墙体维持结构稳定，其墙体的入土深度可按式 (B.0.2-1) 和式 (B.0.2-2) 计算，计算简图见图 B.0.2。

$$t = t_0 + \Delta t \quad (\text{B.0.2-1})$$

$$\Delta t = \frac{E'_2}{2 \gamma t_0 (K_p - K_a)} \quad (\text{B.0.2-2})$$

式中 t ——墙体入土深度 (m)；

t_0 ——墙体入土点至理论转动点 N 的深度 (m)；

Δt —— N 点以下的墙体深度 (m)；

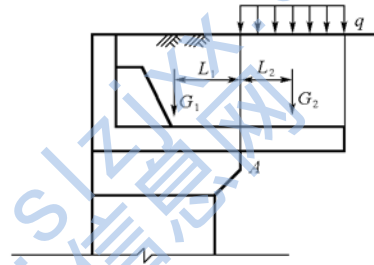


图 B.0.1

- E'_p ——主动和被动土压力作用下对 N 点以上墙体求矩至 N 点合力矩为零时的合力 (kN/m);
- K_a ——按式 (A.0.9-2) 计算的主动土压力系数;
- K_p ——按式 (A.0.11-2) 或式 (A.0.11-4) 计算的被动土压力系数;
- γ ——土的天然重度 (kN/m³)。

式 (B.0.2-2) 中的 t_0 、 Δt 和 E'_p 需通过试算求得, 可先假定 t_0 (通常取 1.2 倍挡土高度) 和 Δt , 计算至 $E'_p = 0$ 时为止。式 (B.0.2-1) 和式 (B.0.2-2) 未计入水压力及其它附加外力, 在有水压力及其它附加外力作用时, 还应计入其作用。

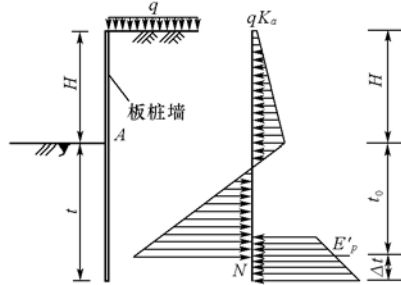


图 B.0.2

B.0.3 有锚碇的板桩式挡土墙依靠插入土体的墙体和锚碇墙共同维持结构稳定, 锚碇墙可根据需要选用单锚或多锚结构, 并分别计算有锚碇板桩式挡土墙的整体稳定、锚碇墙沿基底面的抗滑稳定和锚碇墙至板桩墙的最小水平距离。

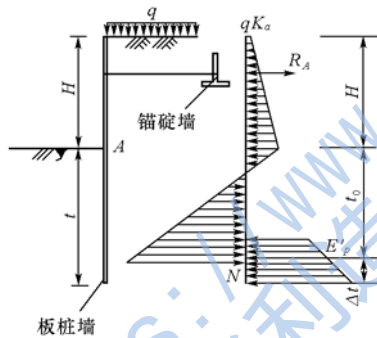


图 B.0.3-1

1 计算有锚碇板桩式挡土墙的整体稳定时, 可在无锚碇板桩式挡土墙受力的基础上, 考虑锚碇结构的拉力作用, 建立方程组试算至稳定时为止, 计算简图见图 B.0.3-1。

2 有锚碇的板桩式挡土墙, 其锚碇墙沿基底面的抗滑稳定安全系数应按式 (B.0.3-1) 计算, 计算简图见图 B.0.3-2。

当锚碇墙前采用其它填料置换时，除应按式 (B.0.3-1) 计算外，还应按式 (B.0.3-2) 计算锚碇墙与填料一起沿滑动面 BCC' 的抗滑稳定性。

$$K_m = \frac{E_{px}}{R_A + E_{ax}} \quad (\text{B.0.3-1})$$

$$\frac{Gf}{K_c} + \frac{E'_{px}}{K_m} \geq R_A + E_{ax} \quad (\text{B.0.3-2})$$

式中 K_m ——锚碇墙抗滑稳定安全系数，其计算值不应小于本标准表 3.2.10 规定的允许值；

R_A ——拉杆的拉力 (kN/m)；

E_{ax} ——作用在锚碇墙上的主动土压力 (kN/m)；

E_{px} ——作用在锚碇墙上的被动土压力。当锚碇墙前采用其它填料置换时，应以其它填料的物理力学性质指标计算 (kN/m)；

E'_{px} ——锚碇墙前作用于 $A'C$ 面上的被动土压力 (kN/m)；

G ——锚碇墙前基面 BC 以上填料的重力 (kN/m)；

f ——沿滑动面 BCC' 的摩擦系数；

K_c ——沿滑动面 BCC' 的抗滑稳定安全系数，可按本标准表 3.2.7 的规定选用。

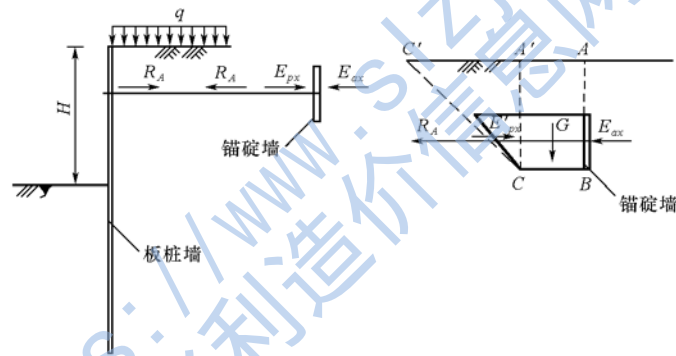


图 B.0.3-2

3 有锚碇的板桩式挡土墙，其锚碇墙至板桩墙的最小水平距离可按式 (B.0.3-3) 计算，计算简图见图 B.0.3-3。

$$L_{\min} = H_0 \tan\left[45^\circ - \frac{\phi_1}{2}\right] + H_t \tan\left[45^\circ + \frac{\phi_2}{2}\right] \quad (\text{B.0.3-3})$$

式中 L_{\min} ——锚碇墙至板桩墙的最小水平距离 (m)；
 H_0 ——板桩式挡土墙墙顶至理论转动点 N 的深度 (m)；
 H_t ——填土表面至锚碇墙墙底的深度 (m)；
 ϕ_1 ——板桩墙墙后土的内摩擦角 (°)；
 ϕ_2 ——锚碇墙墙前填料的内摩擦角 (°)。

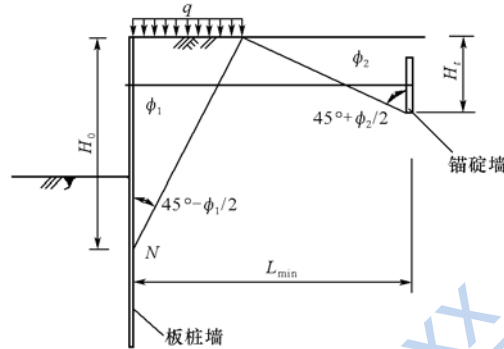


图 B.0.3-3

B.0.4 当挡土墙的沉井基础埋置深度不大于 5m 时，其稳定性可按整体挡土墙计算，埋深部位土压力并前侧按被动土压力计算，并后侧按主动土压力计算；当沉井基础埋置深度大于 5m 时，其稳定性可按深埋刚性基础计算。

沉井基底竖向应力不应大于地基的允许承载力，按深埋刚性基础计算时，沉井侧面水平压应力不应大于允许土抗力。计算公式见式 (B.0.4-1) ~ 式 (B.0.4-7)，计算简图见图 B.0.4。

$$\sigma_{\min}^{\max} = \frac{N}{A_0} \pm c_0 \frac{a}{2} \omega \quad (\text{B.0.4-1})$$

$$\sigma_x = m\gamma(y_0 - y)\omega \quad (\text{B.0.4-2})$$

$$c_0 = m_0 H_t \quad (\text{B.0.4-3})$$

$$\omega = \frac{12(3M' + 2PH_t)}{b_0 mH_t^3 + 18W'c_0 a} \quad (\text{B.0.4-4})$$

$$y_0 = \frac{b_0 mH_t^3(4M' + 3PH_t) + 6PW'c_0 a}{2b_0 mH_t^3(3M' + 2PH_t)} \quad (\text{B.0.4-5})$$

$$\sigma'_{max} \leq [R'] \quad (\text{B.0.4-6})$$

$$\sigma_x \leq \eta_1 \eta_2 (e_{px} - e_{ax}) \quad (\text{B.0.4-7})$$

- 式中 σ'_{max} 、 σ'_{min} ——沉井底面的竖向应力最大值、最小值 (kPa)；
 σ_x —— y 深度处土的水平应力 (kPa)；
 N ——全部垂直荷载 (kN)，并视具体情况考虑是否计入土对井壁的摩擦力；
 A'_0 ——沉井的底面积 (m²)；
 a ——沉井顺水平土压力方向上的长度 (m)；

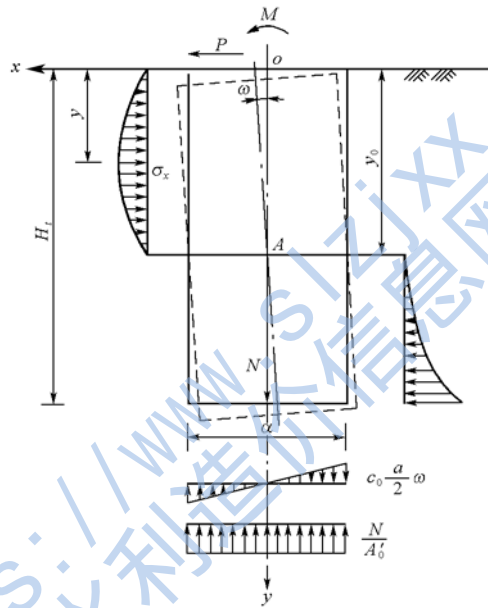


图 B.0.4

- c_0 ——沉井底面土的竖向地基系数；
- m_0 ——土的竖向地基系数随深度变化的比例系数，当无实测资料时，可取 $m_0 = m$ ；当 $H_t \leq 10$ 时， $m_0 = c_0/10$ ；
- m ——土的水平向地基系数随深度变化的比例系数，当无实测资料时，可按表 B.0.4 取值；

表 B.0.4 非岩石地基 m 值

沉井井壁外侧地基土类别	$x_0 \leq 5\text{mm}$	$5\text{mm} < x_0 \leq 10\text{mm}$
流塑粘性土 ($I_L \geq 1$)、淤泥	3000~5000	1000~2000
软塑粘性土 ($1 > I_L \geq 0.5$)、粉砂	5000~10000	2000~4000
硬塑粘性土 ($0.5 > I_L \geq 0$)、细砂、中砂	10000~20000	4000~6000
坚硬粘性土 ($I_L < 0$)、粗砂、砾砂	20000~30000	6000~10000
角砾、圆砾、碎石、卵石	30000~80000	10000~20000
块石、漂石	80000~120000	—

注： x_0 为沉井井口处的水平位移控制值。

- H_t ——沉井的埋置深度 (m)；
- ω ——沉井在外荷载作用下绕 y 轴的转角 (rad)；
- M' ——当沉井底面以上全部水平荷载移至 x 轴、垂直荷载移至 y 轴时，全部荷载对 O 点的力矩 (kN·m)；
- P ——全部水平荷载 (kN)；沉井部位只计入入土点以上井后由超载引起的主动土压力；
- b_0 ——沉井的计算宽度 (m)，当为单个沉井时， $b_0 = b + 1$ ；当为连续群井时， $b_0 = b$ ； b 为沉井垂直于水平土压力方向上的宽度；
- W' ——沉井底面的截面矩 (m³)；
- y_0 ——沉井在外荷载作用下转动轴 A 至沉井埋置顶面的深度 (m)；
- $[R']$ ——沉井底面的地基允许承载力 (kPa)；

η_1 ——考虑不同结构体系要求的系数，可取 $\eta_1=1.0$ ；
 η_2 ——考虑总荷载中恒载部分的系数，可取 $\eta_2=1.0-0.5 \frac{M_d}{M}$ ； M_d 为恒载对 o 点的力矩 ($\text{kN}\cdot\text{m}$)；

e_{ax} —— y 深度处土的主动土压力强度 (kPa)，当 $y \leq y_0$ 时， e_{ax} 为沉井后主动土压力强度；当 $y > y_0$ 时， e_{ax} 为沉井前主动土压力强度；

e_{px} —— y 深度处土的被动土压力强度 (kPa)，当 $y \leq y_0$ 时， e_{px} 为沉井前被动土压力强度；当 $y > y_0$ 时， e_{px} 为沉井后被动土压力强度。

当计算沉井井后 e_{ax} 、 e_{px} 时，应视沉井入土点为填土顶面，其上填土及荷载均按超载考虑。

当按式 (B.0.4-2) 验算水平应力时，可仅验算及 $y = \frac{1}{3} H_t$ 及 $y = H_t$ 两处。

附录 C 挡土墙结构计算

C.1 重力式、半重力式、衡重式挡土墙结构内力计算

C.1.1 重力式、半重力式、衡重式挡土墙墙身应按构件偏心受压及受剪验算其水平截面应力。水平截面应力计算值应小于或等于墙身材料的允许应力值，否则应加大墙身断面重新计算或按钢筋混凝土构件配置钢筋。

C.1.2 重力式、半重力式、衡重式挡土墙墙身任意水平截面的弯矩可按式 (C.1.2-1) 计算，截面拉、压应力可按式 (C.1.2-2) 计算，剪应力可按式 (C.1.2-3) 计算：

$$M = Gl_1 + Pl_2 \quad (\text{C.1.2-1})$$

$$\sigma_{\max}^{\min} = \frac{G}{A_0} \pm \frac{M}{W} \quad (\text{C.1.2-2})$$

$$\tau = \frac{P}{A_0} \quad (\text{C.1.2-3})$$

式中 M ——墙身计算截面的弯矩 ($\text{kN}\cdot\text{m}$)；
 G ——墙身计算截面以上所有竖向荷载 (包括自重) 的总和 (kN)；
 P ——墙身计算截面以上所有水平向荷载的总和 (kN)；
 l_1 ——墙身计算截面以上所有竖向荷载的合力作用点至计算截面形心轴的距离 (m)；
 l_2 ——墙身计算截面以上所有水平向荷载的合力作用点至计算截面的距离 (m)；
 σ_{\max}^{\min} ——墙身计算截面的正应力最大、最小值 (kPa)，正值为压应力，负值为拉应力；
 A_0 ——墙身计算截面的面积 (m^2)；
 W ——墙身计算截面的截面矩 (m^3)；

τ ——墙身计算截面的剪应力 (kPa)。

C.2 悬臂式挡土墙结构内力计算

C.2.1 悬臂式挡土墙墙身可按固定在底板上的受弯构件计算，并验算其水平截面剪应力；底板可按固定在墙身上的受弯构件计算。

C.2.2 悬臂式挡土墙墙身任意水平截面的弯矩可按式 (C.2.2-1) 计算，剪应力可按式 (C.1.2-3) 计算；底板任意截面的弯矩可按式 (C.2.2-2) 计算：

$$M = Pl_2 \quad (\text{C.2.2-1})$$

$$M_1 = G_1 l \quad (\text{C.2.2-2})$$

式中 M_1 ——底板任意截面的弯矩 (kN·m)；

G_1 ——底板末端至计算截面范围内所有竖向荷载 (包括基底应力) 的总和 (kN)；

l ——底板末端至计算截面范围内所有竖向荷载的合力作用点至计算截面的距离 (m)。

C.3 扶壁式、空箱式挡土墙结构内力计算

C.3.1 扶壁式挡土墙的墙身和底板，或空箱式挡土墙墙身，在距墙身和底板交线 $1.5L_x$ 区段以内 (L_x 为扶壁或隔墙净距) 可按在梯形荷载作用下的三边固支、一边自由的双向板计算，其余部分可按单向板或连续板计算，计算简图见图 C.3.1，梯形荷载可分解为三角形荷载和均布荷载，分别按式 (C.3.1-1) ~ 式 (C.3.1-6) 计算相应荷载作用下墙身和底板的弯矩：

$$M_x = m_x q L_x^2 \quad (\text{C.3.1-1})$$

$$M_x^0 = m_x^0 q L_x^2 \quad (\text{C.3.1-2})$$

$$M_y = m_y q L_x^2 \quad (\text{C.3.1-3})$$

$$M_y^0 = m_y^0 q L_x^2 \quad (\text{C.3.1-4})$$

$$M_{0x} = m_{0x} q L_x^2 \quad (\text{C.3.1-5})$$

$$M_{0x}^0 = m_{0x}^0 q L_x^2 \quad (\text{C.3.1-6})$$

式中 M_x 、 M_x^0 ——平行于 L_x 方向的跨中和固端弯矩 (kN·m)；
 M_y 、 M_y^0 ——平行于 L_y 方向的跨中和固端弯矩 (kN·m)；
 M_{0x} 、 M_{0x}^0 ——自由边平行于 L_x 方向的跨中和固端弯矩 (kN·m)；
 m_x 、 m_x^0 、 m_y 、 m_y^0 、 m_{0x} 、 m_{0x}^0 ——相应弯矩的计算系数，可按表 C.3.1 查得；
 q ——计算荷载强度 (kPa)，当计算三角形荷载时 $q = q_2 - q_1$ ，当计算均布荷载时 $q = q_1$ ；
 L_x ——计算长度 (m)。

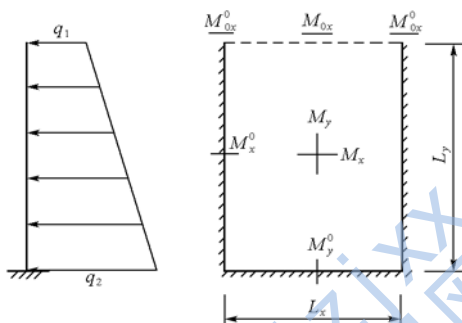


图 C.3.1

C.3.2 扶壁式挡土墙的扶壁部分可按固定在底板上的悬臂梁，按受弯构件计算。扶壁与墙体为一共同作用的整体结构，可按计算简图 C.3.2 截面 I—I 所示的 T 形断面沿墙高分 3~5 段分别核算截面抗弯钢筋，斜面上任意截面的弯矩可按式 (C.3.2-1) 计算，抗弯钢筋面积可按式 (C.3.2-2) 计算：

$$M = PL \quad (\text{C.3.2-1})$$

$$A_y = \frac{kM}{R_y \gamma_1 h_0} \sec \alpha \quad (\text{C.3.2-2})$$

表 C.3.1 梯形荷载作用下三边固支、一边自由的双向板弯矩计算系数表

荷载形式		三角形荷载						均布荷载					
计算系数		m_x	m_x^0	m_y	m_y^0	m_{0x}	m_{0x}^0	m_x	m_x^0	m_y	m_y^0	m_{0x}	m_{0x}^0
$\frac{L_y}{L_x}$	0.30	0.0007	-0.0050	0.0001	-0.0122	0.0019	-0.0079	0.0018	-0.0135	-0.0039	-0.0344	0.0068	-0.0345
	0.35	0.0014	-0.0067	0.0008	-0.0149	0.0031	-0.0098	0.0039	-0.0179	-0.0026	-0.0406	0.0112	-0.0432
	0.40	0.0022	-0.0085	0.0017	-0.0173	0.0044	-0.0112	0.0063	-0.0227	-0.0008	-0.0454	0.0160	-0.0506
	0.45	0.0031	-0.0104	0.0028	-0.0195	0.0056	-0.0121	0.0090	-0.0275	0.0014	-0.0489	0.0207	-0.0564
	0.50	0.0040	-0.0124	0.0038	-0.0215	0.0068	-0.0126	0.0116	-0.0322	0.0034	-0.0513	0.0250	-0.0607
	0.55	0.0050	-0.0144	0.0048	-0.0232	0.0078	-0.0126	0.0142	-0.0368	0.0054	-0.0530	0.0288	-0.0635
	0.60	0.0059	-0.0164	0.0057	-0.0249	0.0085	-0.0122	0.0166	-0.0412	0.0072	-0.0541	0.0320	-0.0652
	0.65	0.0069	-0.0183	0.0065	-0.0264	0.0091	-0.0116	0.0188	-0.0453	0.0087	-0.0548	0.0347	-0.0661
	0.70	0.0078	-0.0202	0.0071	-0.0279	0.0095	-0.0107	0.0209	-0.0490	0.0100	-0.0553	0.0368	-0.0663
	0.75	0.0087	-0.0220	0.0077	-0.0292	0.0098	-0.0098	0.0228	-0.0526	0.0111	-0.0557	0.0385	-0.0661
	0.80	0.0096	-0.0237	0.0081	-0.0305	0.0099	-0.0089	0.0246	-0.0558	0.0119	-0.0560	0.0399	-0.0656
	0.85	0.0105	-0.0254	0.0085	-0.0317	0.0099	-0.0079	0.0262	-0.0588	0.0125	-0.0562	0.0409	-0.0651
	0.90	0.0114	-0.0270	0.0087	-0.0329	0.0097	-0.0070	0.0277	-0.0615	0.0129	-0.0563	0.0417	-0.0644
	0.95	0.0122	-0.0284	0.0088	-0.0340	0.0096	-0.0061	0.0291	-0.0639	0.0132	-0.0564	0.0422	-0.0638
	1.00	0.0129	-0.0298	0.0089	-0.0350	0.0093	-0.0053	0.0304	-0.0662	0.0133	-0.0565	0.0427	-0.0632
	1.10	0.0144	-0.0323	0.0088	-0.0368	0.0088	-0.0040	0.0327	-0.0701	0.0133	-0.0566	0.0431	-0.0623
1.20	0.0156	-0.0344	0.0085	-0.0384	0.0082	-0.0030	0.0345	-0.0732	0.0130	-0.0567	0.0433	-0.0617	
1.30	0.0167	-0.0361	0.0081	-0.0398	0.0075	-0.0023	0.0361	-0.0758	0.0125	-0.0568	0.0434	-0.0614	
1.40	0.0176	-0.0376	0.0076	-0.0410	0.0070	-0.0018	0.0374	-0.0778	0.0119	-0.0568	0.0433	-0.0614	
1.50	0.0184	-0.0387	0.0071	-0.0421	0.0065	-0.0015	0.0384	-0.0794	0.0113	-0.0569	0.0433	-0.0616	

注：表中的系数适用于钢筋混凝土三边固支、一边自由的双向板（泊松比 $\mu=1/6$ ）的弯矩计算。

式中 L ——任意截面以上水平荷载的合力作用点至该任意截面的距离 (m);
 A_g ——抗弯钢筋面积 (cm²);
 k ——安全系数, 按 SDJ 20—78 的规定选用;
 R_g ——钢筋设计强度 (MPa);
 α ——扶壁斜面与垂直面的夹角 (°);
 h_0 ——截面有效高度 (m);
 γ_1 ——受弯破坏时的内力偶臂计算系数, 可近似取 0.9。

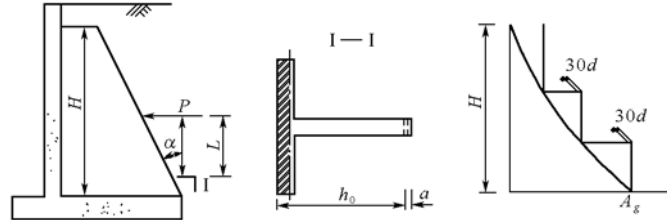


图 C.3.2

C.3.3 空箱式挡土墙底板可按支承在隔墙上的四边固支板计算。梯形荷载作用下的四边固支板计算简图见图 C.3.3, 梯形荷载可分解为三角形荷载和均布荷载, 分别按式 (C.3.3—1) ~ 式 (C.3.3—4) 计算相应荷载作用下墙身和底板的弯矩:

$$M_x = m'_x q L_x^2 \quad (\text{C.3.3—1})$$

$$M_x^0 = m_x^0 q L_x^2 \quad (\text{C.3.3—2})$$

$$M_y = m'_y q L_x^2 \quad (\text{C.3.3—3})$$

$$M_y^0 = m_y^0 q L_x^2 \quad (\text{或 } M_y^0 = m_{y1}^0 q L_x^2, M_y^0 = m_{y2}^0 q L_x^2) \quad (\text{C.3.3—4})$$

式中 m'_x 、 m_x^0 、 m'_y 、 m_y^0 、 m_{y1}^0 、 m_{y2}^0 ——相应弯矩的计算系数, 可按表 C.3.3 查得。

表 C.3.3 梯形荷载作用下的四边固支板弯矩计算系数表

荷载形式		均布荷载				三角形荷载						
计算系数		m'_x	m'^0_x	m'_y	m'^0_y	m'_x	m'^0_x	m'_{max}	m'_y	m'_{max}	m'^0_{y1}	m'^0_{y2}
$\frac{L_x}{L_y}$	0.50	0.0400	-0.0829	0.0038	-0.0570	0.0200	-0.0414	0.0225	0.0019	0.0088	-0.0458	-0.0112
	0.55	0.0385	-0.0814	0.0056	-0.0571	0.0193	-0.0407	0.0210	0.0028	0.0092	-0.0447	-0.0123
	0.60	0.0367	-0.0793	0.0076	-0.0571	0.0183	-0.0396	0.0195	0.0038	0.0094	-0.0436	-0.0135
	0.65	0.0345	-0.0766	0.0095	-0.0571	0.0172	-0.0383	0.0181	0.0048	0.0094	-0.0425	-0.0146
	0.70	0.0321	-0.0735	0.0113	-0.0569	0.0161	-0.0368	0.0166	0.0057	0.0096	-0.0413	-0.0156
	0.75	0.0296	-0.0701	0.0130	-0.0565	0.0148	-0.0350	0.0152	0.0065	0.0097	-0.0401	-0.0164
	0.80	0.0271	-0.0664	0.0144	-0.0559	0.0135	-0.0332	0.0138	0.0072	0.0098	-0.0389	-0.0171
	0.85	0.0246	-0.0626	0.0156	-0.0551	0.0123	-0.0313	0.0125	0.0078	0.0100	-0.0376	-0.0175
	0.90	0.0221	-0.0588	0.0165	-0.0541	0.0111	-0.0294	0.0112	0.0082	0.0100	-0.0362	-0.0178
	0.95	0.0198	-0.0550	0.0172	-0.0528	0.0099	-0.0275	0.0100	0.0086	0.0100	-0.0348	-0.0179
	1.00	0.0176	-0.0513	0.0176	-0.0513	0.0088	-0.0257	0.0088	0.0088	0.0100	-0.0334	-0.0179

注：表中系数适用于钢筋混凝土四边固支板（泊松桑比 $\mu=1/6$ ）的弯矩计算。

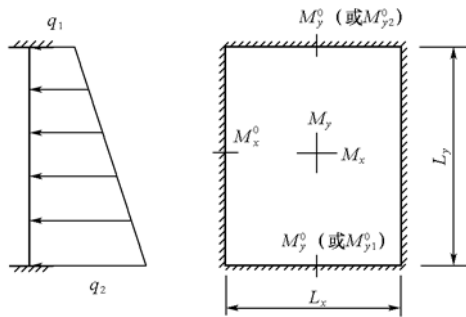


图 C.3.3

C.4 挡土墙底板前趾悬挑部分结构内力计算

C.4.1 重力式、半重力式、衡重式、悬臂式、扶壁式和空箱式

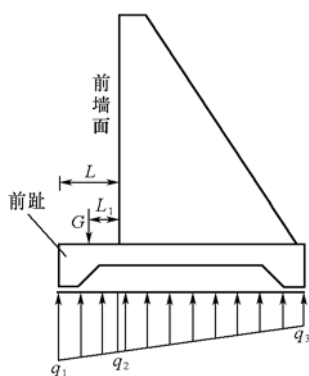


图 C.4.1

挡土墙底板前趾悬挑部分可按构件受弯及受剪验算其根部截面应力，计算简图见图 C.4.1。根部截面应力计算值应不大于底板材料的允许应力值，否则应加大底板厚度重新计算或按钢筋混凝土构件配置钢筋。

C.4.2 重力式、半重力式、衡重式、悬臂式、扶壁式和空箱式挡土墙底板前趾根部截面弯矩可按式 (C.4.2-1) 计算，根部截面弯曲应力可按式 (C.4.2-2) 计算，剪

应力可按式 (C.4.2-3) 计算：

$$M = \left(\frac{2q_1 + q_2}{6} \right) L^2 B - Gl_1 \quad (C.4.2-1)$$

$$\sigma = \frac{M}{W} \quad (C.4.2-2)$$

$$\tau = \frac{(q_1 + q_2)LB}{2A_0} - \frac{G}{A_0} \quad (\text{C.4.2-3})$$

式中 q_1 ——底板前趾端部竖向地基反力及扬压力强度之和 (kPa);
 q_2 ——底板前趾根部竖向地基反力及扬压力强度之和 (kPa);
 B ——挡土墙底板计算单元的宽度 (m);
 L ——底板前趾悬挑部分长度 (m);
 L_1 ——底板前趾悬挑部分形心至前墙面的距离 (m);
 σ ——底板前趾根部截面的弯曲应力 (kPa);
 τ ——底板前趾根部截面的剪应力 (kPa)。

C.5 板桩式挡土墙结构内力计算

C.5.1 无锚碇的板桩式挡土墙的内力可采用材料力学的方法计算, 但为了求得墙体的变位, 仍应采用竖向弹性地基梁法计算。墙顶的水平变位可按式 (C.5.1) 计算, 计算简图见图 C.5.1。

$$\Delta = x_0 + \phi_0 H + x_1 \quad (\text{C.5.1})$$

式中 Δ ——无锚碇板桩式挡土墙墙顶水平变位 (m);

x_0 、 ϕ_0 ——板桩式挡土墙入土点的水平变位 (m) 和转角变位 (rad), 可按“ m ”法或其他的竖向弹性地基梁法计算;

H ——挡土高度 (m);

x_1 ——假定墙体为悬臂梁 (入土点为固端) 时的墙顶水平变位 (m), 可按材料力学方法计算。

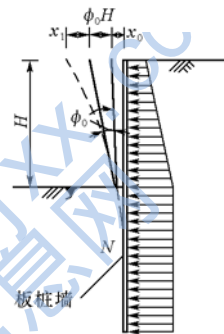


图 C.5.1

C.5.2 单锚板桩式挡土墙的内力可采用弹性嵌固法 (娄美尔法) 或自由支承法计算。但为了求得墙体的变位, 仍应采用竖向弹性地基梁法计算。多锚板桩式挡土墙的内力应采用竖向弹性地

基梁法计算，该法可考虑多锚拉杆的拉伸及锚碇墙的水平变位。

C.5.3 对于有锚碇的板桩式挡土墙，其锚碇墙至板桩墙之间的拉杆可按中心受拉构件计算，拉杆直径可按式 (C.5.3) 计算：

$$d = 20 \sqrt{\frac{10 R_A \sec \alpha}{\pi [\sigma]}} + \delta_i T \quad (\text{C.5.3})$$

式中 d ——拉杆直径 (mm)；

R_A ——拉杆的拉力 (kN)；

T ——板桩式挡土墙的使用年限，一般可取 30~50 年；

α ——拉杆与水平面的夹角 (°)；

δ_i ——拉杆直径的年锈蚀量，可采用 0.04~0.05 (mm/a)；

$[\sigma]$ ——拉杆钢材的允许应力 (kPa)。

http://www.sljzjxx.com
水利造价信息网

标准用词说明

标准用词	在特殊情况下的等效表述	要求严格程度
应	有必要、要求、要、只有……才允许	要 求
不应	不允许、不许可、不要	
宜	推荐、建议	推 荐
不宜	不推荐、不建议	
可	允许、许可、准许	允 许
不必	不需要、不要求	