

CQJTG

重庆市交通行业推荐性标准

CQJTG/T DXX-X

公路装配式混凝土挡土墙 技术指南

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

重庆市交通运输委员会

重庆市交通行业标准

公路装配式混凝土挡土墙

技术指南

组织单位：重庆市交通运输委员会

承担单位：中铁长江交通设计集团有限公司

2024 重庆

前 言

本指南根据重庆市交通运输委员会《关于下达 2022 年度交通科技项目计划的通知》(渝交科[2022] 16 号)的要求,由中铁长江交通设计集团有限公司等承担《公路装配式混凝土挡土墙技术指南》的编制工作。

本指南是在广泛调研、总结已有科研成果及工程应用实践经验,并充分征求行业意见的基础上编制而成。

本指南主要技术内容有:1 总则,2 术语和符号,3 基本规定,4 材料,5 作用及组合,6 结构设计,7 构件制作,8 运输安装,9 质量检验,附录 A 土压力计算,附录 B 车辆作用引起的土侧压力计算,附录 C 质量验收记录,本指南用词用语说明等。

本指南由重庆市交通运输委员会负责管理,中铁长江交通设计集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请函告中铁长江交通设计集团有限公司(地址:重庆市渝北区财富大道 17 号,财富 2 号 C 栋,邮编:401121,传真:023-63064000),以便修订时参考。

主编单位:

参编单位:

主要起草人员:

主 审 人 员 :

目 次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	3
3 基本规定	5
4 材料	6
4.1 构件材料	6
4.2 连接材料	6
4.3 填料	6
4.4 其他材料	7
5 作用及组合	8
5.1 一般规定	8
5.2 作用	8
5.3 作用组合	8
6 结构设计	9
6.1 一般规定	9
6.2 构造设计	10
6.3 稳定验算	18
6.4 构件设计	24
6.5 吊点设计	30
6.6 排水设计	31
7 构件制作	33
7.1 一般规定	33
7.2 预制场地	33
7.3 模具	33
7.4 成型及养护	34
8 运输安装	35
8.1 一般规定	35
8.2 构件运输	35
8.3 构件存放	36
8.4 安装准备	37
8.5 地基基础	37
8.6 安装与连接	37
8.7 排水施工	39
8.8 施工监测	39
9 质量检验	41
9.1 一般规定	41
9.2 材料检验	41
9.3 构件检验	42
9.4 挡土墙检验	44
附录 A 土压力计算	46

附录 B 车辆作用引起的土侧压力计算 55

附录 C 质量验收记录 56

本指南用词用语说明 59

1 总则

1.0.1 为了规范重庆市公路装配式混凝土挡土墙的设计、生产运输、施工安装与质量检验的技术要求，制定本指南。

1.0.2 本指南适用于重庆市各等级公路装配式混凝土挡土墙的建造，不适用于涉水工程和地质灾害治理。

1.0.3 装配式混凝土挡土墙设计、生产运输、施工安装和质量检验除应符合本指南的有关规定外，尚应符合国家、行业和重庆市相关技术标准的有关规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 装配式混凝土挡土墙 assembled retaining wall

由预制钢筋混凝土节段或单元通过构造连接拼装形成的挡土墙结构。

2.1.2 装配悬臂式挡土墙 assembled cantilever retaining wall

由预制立板和预制底板等钢筋混凝土构件拼装形成，符合悬臂式挡土墙受力特性的挡土墙结构。

2.1.3 装配扶壁式挡土墙 assembled counterfort retaining wall

由预制立板和预制底板等钢筋混凝土构件拼装形成，符合悬臂式挡土墙受力特性的挡土墙结构。

2.1.4 装配重力式挡土墙 assembled gravity retaining wall

由含榫卯结构的钢筋混凝土预制构件拼装形成，符合重力式挡土墙受力特性的挡土墙结构。

2.1.5 装配单元 assembly unit

将挡土墙划分为若干构件，并在工厂或现场预制。

2.1.6 承插槽（孔） bearing slot（ socket）

用于连接立板与底板而在地板上预制的槽孔。

2.1.7 承插榫 socket tenon

用于连接立板与底板而在立板下方预设的与底板承插槽相匹配的凸状结构。

2.1.8 凸榫 Tenon

用于固定挡土墙预制构件而在其上方设置的凸形块。

2.1.9 凹卯 concave sockets

用于固定挡土墙预制构件而在其下方设置的凹槽。

2.1.10 承插式连接 plug-in connection

由立板承插榫与底板承插槽孔形成的连接。

2.2 符号

2.2.1 作用和作用效应

E_a ——作用在挡土墙上的主动土压力；

E_p ——作用在挡土墙上的被动土压力；

G ——挡土墙每延米自重；

$\sum H$ ——作用在墙上的水平力代数和；

$\sum M_H$ ——倾覆力矩之和；

$\sum M_V$ ——抗倾覆力矩之和；

$\sum V$ ——作用在墙上的竖向力代数和。

2.2.2 系数和材料性能

γ_0 ——结构重要性系数；

f ——天然地基承载力设计值；

f_k ——天然地基承载力特征值；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

f_{tk} ——混凝土轴心抗拉强度标准值；

K_c ——挡土墙沿基础底面的抗滑稳定系数；

K_o ——挡土墙的抗倾覆稳定系数；

μ ——挡土墙基础底面与地基之间的摩擦系数；

α ——挡土墙基础底面与土体之间的摩擦角；

γ_b ——基底以下土的重度。

2.2.3 几何参数及其他

A_s ——受拉区钢筋截面面积；

A'_s ——受压区钢筋截面面积；

B ——挡土墙的基底总宽度；

d_0 ——挡土墙基础埋深；

h_l ——挡土墙立板厚度；

h_n ——底板螺栓与立板墙前位置的水平距离；

h_m ——土压力合力作用点距离螺栓的垂直距离；

μ_1 ——摩擦面的抗滑移系数；

l_d ——挡土墙预制单元纵向长度；

η_b ——挡土墙基础宽度承载力修正系数；

η_d ——挡土墙基础埋深承载力修正系数；

α_{cr} ——预制构件受力特征系数。

3 基本规定

3.0.1 装配式混凝土挡土墙主要包括悬臂式、扶壁式、重力式三种形式。

3.0.2 挡土墙的预制构件尺寸应依据结构受力、制造加工、运输安装等因素综合确定。

3.0.3 应做好装配式混凝土挡土墙设置路段的工程测绘、工程地质勘察、工程环境和筑路材料调查以及必要的土工试验和材料试验等工作。

3.0.4 装配式混凝土挡土墙的作用及组合应符合《公路路基设计规范》(JTG D30)的有关规定。

3.0.5 采用装配式混凝土挡土墙，应综合考虑工程地质、水文地质、作用条件、施工条件、工程造价和环境协调要求等因素。

3.0.6 装配式混凝土挡土墙的设计除符合《公路路基设计规范》(JTG D30)和《混凝土结构设计标准》(GB/T 50010)等有关规定的的基本要求外，还应符合下列规定：

1 设计应综合考虑结构类型、预制构件单元、材料选择、地基与基础、排水系统、路基施工技术、建管养设施、挡土墙稳定与安全等因素。

2 节点和接缝应受力明确、结构可靠耐久。

3.0.7 应加强对原材料、成品材料在采购、预制、运输、储存、施工质量管控。

3.0.8 建造过程中应遵守国家安全生产、环境保护的有关法律法规。

3.0.9 应做好监控测量和信息化管理，实现建管养运一体化。

3.0.10 宜根据相关规范的有关规定编制工程措施清单。

4 材料

4.1 构件材料

4.1.1 混凝土、钢筋和钢材的力学性能指标应符合《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362) 和《公路钢结构桥梁设计规范》(JTG D64)的有关规定, 耐久性指标要求应符合《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》(JTG/T 3310)的有关规定。

4.1.2 预制构件的混凝土强度等级不宜低于 C30, 现浇混凝土的强度等级不应低于 C25, 主要材料应符合以下规定:

1 钢筋宜选用 HRB300、HRB400, 质量应符合《钢筋混凝土用钢第 1 部分: 热轧光圆钢筋》(GB/T 1499.1) 和《钢筋混凝土用钢第 2 部分: 热轧带肋钢筋》(GB/T 1499.2)的有关规定;

2 宜采用普通硅酸盐水泥和硅酸盐水泥, 质量应符合《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB 175)的有关规定, 不同品种的水泥不应混合使用;

3 细集料宜采用河砂或机制砂, 不宜采用海砂; 粗集料宜采用质地坚硬、洁净、级配合理、粒形良好、吸水率小的碎石或卵石; 检验方法应符合《公路工程集料试验规程》(JTG E42)的有关规定, 质量应符合《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)的有关规定;

4 拌合用水应符合《混凝土拌合用水标准》(JGJ 63)的有关规定。

4.2 连接材料

4.2.1 焊接材料, 螺栓、锚栓和锚钉等紧固件材料应符合《钢结构设计规范》(GB 50017)、《钢结构焊接规范》(GB 50661)、《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》(GB/T 3098.1)、《钢结构高强度螺栓连接技术规程》(JGJ 82)的有关规定。

4.2.2 受力预埋件的锚板及锚筋材料应符合《混凝土结构设计标准》(GB/T 50010)和《钢筋锚固板应用技术规程》(JGJ 256)的有关规定。

4.3 填料

4.3.1 墙背填料除应符合《公路路基设计规范》(JTG D30)的有关规定外, 尚应符合以下规定:

1 填料宜采用水稳性、透水性较好的中粗砂、砂砾或级配碎石;

2 填料应级配良好，最大粒径宜小于 50mm，小于 0.075mm 的颗粒含量不宜大于 10%，压碎值宜小于 20%，软化系数不宜小于 0.85；

3 填料不得含有植物根系、污染物等。

4.4 其他材料

4.4.1 生产及安装中使用的其他材料、配件，应符合《装配式混凝土结构技术规程》(JGJ 1)的有关规定。

4.4.2 预制构件的吊环应采用未经冷加工的 HPB300 级钢筋制作，吊装用内埋式螺母或吊杆的材料应符合《钢结构设计标准》(GB 50017)和《钢结构焊接规范》(GB 50661)的有关规定。

5 作用及组合

5.1 一般规定

5.1.1 作用在挡土墙上的力，需计算永久作用和基本可变作用。

5.1.2 应采用分项系数表达的极限状态设计方法。极限状态应考虑承载能力极限状态与正常使用极限状态。

5.2 作用

5.2.1 作用应符合表 5.2.1 的有关规定。

表 5.2.1 挡土墙的作用

作用分类		作用名称
永久作用		挡土墙重力
		填土重力
		填土侧压力
		墙顶上的有效永久作用
		计算水位的浮力及静水压力
可变作用	基本可变作用	车辆作用引起的土侧压力
		人群作用引起的土侧压力
	施工作用	与施工有关的临时作用
偶然作用		地震作用力
		作用于墙顶护栏上的车辆碰撞力

5.2.2 填土侧压力计算应符合本指南附录 A 的有关规定。

5.2.3 车辆作用引起的土侧压力计算应符合本指南附录 B 的有关规定。

5.2.4 路肩挡土墙顶部护栏的连接方式及其构造要求应符合《公路交通安全设施设计规范》(JTG D81)的有关规定。

5.2.5 考虑作用于路肩挡土墙顶部护栏上的车辆碰撞力时，应符合《公路护栏安全性能评价标准》(JTG B05-01)的有关规定。

5.3 作用组合

5.3.1 应根据挡土墙上的作用确定作用组合设计值，作用组合按表 5.3.1 确定。

表 5.3.1 作用组合

组合	作用组合
I	挡土墙结构重力、墙顶上的有效永久作用、填土重力、填土侧压力及其他永久作用组合
II	组合 I 与基本可变作用组合
III	组合 II 与其他可变作用、偶然作用组合

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 装配悬臂式挡土墙高度不宜高于 5m，装配扶壁式挡土墙高度不宜高于 8m，装配重力式挡土墙高度不宜高于 10m，其埋置条件应符合《公路路基设计规范》(JTG D30)的有关规定。

6.1.2 装配式混凝土挡土墙基础、底板可采用现浇结构。

6.1.3 墙顶应设置纵向联系梁，联系梁宜按 30m 分段浇筑。

6.1.4 挡土墙设计宜取一个标准挡土墙单元长度或每延米长度进行计算。挡土墙构件承载能力极限状态设计的基本条件为结构抗力设计值应大于或等于计入结构重要性系数的作用效应组合的设计值，可按式(6.1.2-1)——式(6.1.2-2)计算。

$$\gamma_0 S \leq R \quad (6.1.2-1)$$

$$R = R\left(\frac{R_k}{\gamma_f}, \alpha_d\right) \quad (6.1.2-2)$$

式中：

γ_0 ——结构重要性系数，按表 6.1.4 的有关规定采用；

S ——作用效应的组合设计值；

R ——挡土墙结构抗力函数；

R_k ——抗力材料的强度标准值；

γ_f ——结构材料、岩土性能的分项系数；

α_d ——结构或构件几何参数的设计值，当无可靠数据时，可采用几何参数标准值。

表 6.1.4 结构重要性系数

墙高(m)	公路等级	
	高速公路、一级公路	二级及二级以下公路
≤5.0	1.0	0.95
>5.0	1.05	1.0

6.1.5 总体设计应包括：挡土墙平立面布置、挡土墙形式、结构设计、监测等内容。

6.1.6 划分标准挡土墙单元(节段),将挡土墙单元(节段)拆分为构件,设计合理的构件和单元连接方式,确定装配化施工工艺,并符合下列规定:

1 构件拆分时应考虑构件预制、运输和安装要求,遵循“形状简单、规格少、连接少、重量轻”的原则。

2 挡土墙单元之间、构件之间应采用榫接、锚栓连接或预留钢筋(板)等连接方式。

3 连接件、焊缝、螺栓或锚钉等紧固件应对不同设计状况下的承载力进行验算,并符合《钢结构设计规范》(GB 50017)和《钢结构焊接规范》(GB 50661)的有关规定。

4 应对预制混凝土构件连接部进行内力计算,并符合《砌体结构设计规范》(GB 50003)的有关规定。

5 预制构件与后浇混凝土、灌浆料、座浆材料的结合界面应设置成粗糙面。

6 节点及接缝处后浇混凝土强度等级应高于预制构件混凝土的强度等级,墙板水平接缝所用座浆材料的强度等级应高于被连接构件混凝土的强度等级。

6.1.7 连接结构的钢筋、螺栓应采用二次浇筑混凝土进行封闭,保护层厚度的计算应符合《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》(JTG/T 3310)的有关规定,且保护层厚度不小于 40mm。

6.1.8 预埋件和连接件等外露金属应按不同环境类别进行封闭或防腐、防锈、防火处理,并应符合耐久性要求。

6.1.9 伸缩缝和沉降缝的设置应符合以下规定:

1 沿墙长度方向在墙身断面变化处、与其他构造物相接处应设置伸缩缝;在软基路段、挡土墙按折线布置转折处以及地基地质、水文条件变化处宜设置沉降缝;伸缩缝和沉降缝可合并设置。

2 装配悬臂式和扶壁式挡土墙每 10m—20m 应设置一道伸缩缝;装配重力式挡土墙每 10m—15m 应设置一道伸缩缝。

3 缝宽由计算获得,一般取 20mm—30mm,缝内沿墙内、外、顶三面填塞沥青麻絮、沥青木板或泡沫板,塞入深度不小于 150mm。

6.2 构造设计

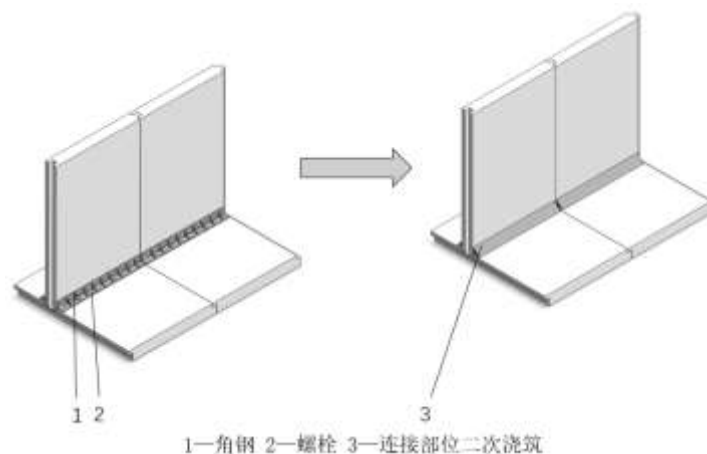


图 6.2.1-2 单元装配悬臂式挡土墙构造图

3 装配悬臂式挡土墙断面构造设计如图 6.2.1-3、6.2.1-4 所示。

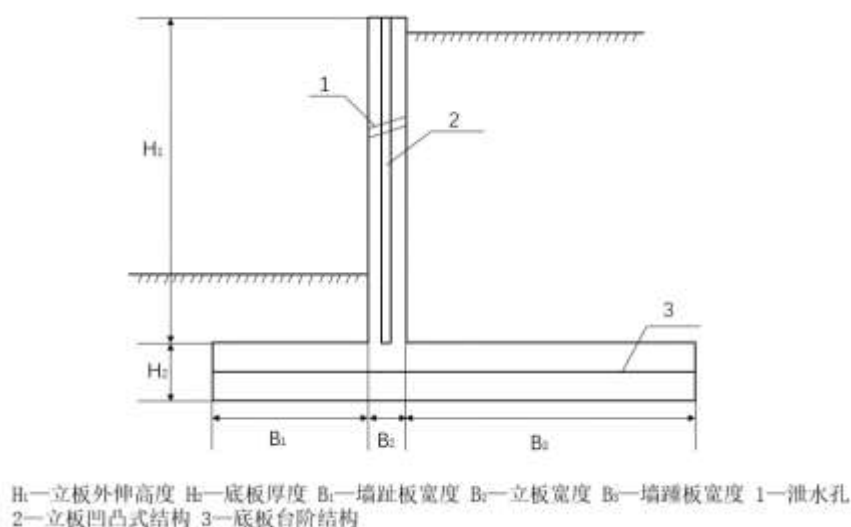


图 6.2.1-3 节段装配悬臂式挡土墙断面构造图

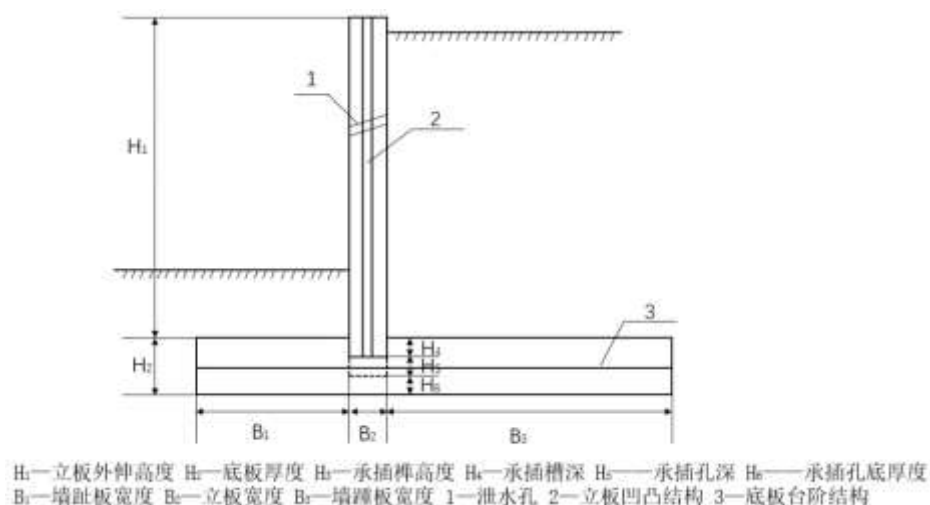


图 6.2.1-4 单元装配悬臂式挡土墙断面构造图

4 装配悬臂式挡土墙各部位构造设计应符合下列规定：

- 1)立板厚度应大于 0.2m，底板厚度应大于 0.3m。
- 2)立板、底板沿纵向长度宜为 3—5m，具体长度应综合板高、板厚确定，构件重量应能满足施工现场吊装要求。
- 3)承插樁宽度宜与立板宽度一致，沿纵向方向的长度不应超过底板纵向长度的 1/3。
- 4)底板承插孔宜设置为非贯穿孔洞，孔底结构厚度不应低于 10cm，四周宜设置 20mm×20mm 的倒角。承插孔尺寸宜不小于承插樁尺寸+20mm，承插孔与承插樁之间的空隙宜采用高强度无收缩砂浆灌注填实。
- 5)装配悬臂式挡土墙立板与底板之间应选取高强度螺栓与角钢进行固定，固定位置应有必要的螺栓施拧空间。
- 6)螺栓设计时应按挡土墙单元长度进行作用计算，挡土墙直接承受动力作用时应选用摩擦型高强度螺栓进行连接。
- 7)高强度螺栓承压型连接和摩擦型连接采用标准圆孔时，其孔径 d_0 可按表 6.2.1 确定。

表 6.2.1 高强度螺栓连接的孔型尺寸匹配

螺栓公称直径			M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
孔型	标准孔	直径 (mm)	13.5	17.5	22	24	26	30	33
	大圆孔	直径 (mm)	16	20	24	28	30	35	38
	槽孔	短向 (mm)	13.5	17.5	22	24	26	30	33
		长向 (mm)	22	30	37	40	45	50	55

- 8)高强度螺栓摩擦型连接盖板按大圆孔、槽孔制孔时，应增大垫圈厚度或采用连续型垫板，其孔径与标准垫圈相同；对 M24 及以下的螺栓，厚度不宜小于 8mm；对 M24 以上的螺栓，厚度不宜小于 10mm。
- 9)螺栓连接或拼接节点中，各杆件一端的永久性螺栓数宜不少于 2 组，对组合接口可采用 1 组螺栓。
- 10)沿杆轴方向受拉螺栓连接的端板(法兰板)，宜设置加劲肋。
- 11)连接部位二次混凝土浇筑可采用现浇混凝土、自密实混凝土等。
- 12)有防撞需求的装配悬臂式挡土墙，墙顶高度应考虑与防撞墙的结合要

求，并预留钢筋。考虑到立板墙体厚度小、抗水平撞击能力较弱，当有撞击需求时，墙面可外移 30~50cm，增大安全储备。

6.2.2 装配扶壁式挡土墙可分为：节段装配扶壁式挡土墙、单元装配扶壁式挡土墙，构造设计应符合下列规定：

1 节段装配扶壁式挡土墙在预制时立板、底板、扶壁应合并为一个整体进行预制，连接时只需沿纵向方向进行连接，立板与立板之间纵向连接应采用凹凸式结构，底板与底板之间纵向连接应采用台阶式结构，如图 6.2.2-1 所示。

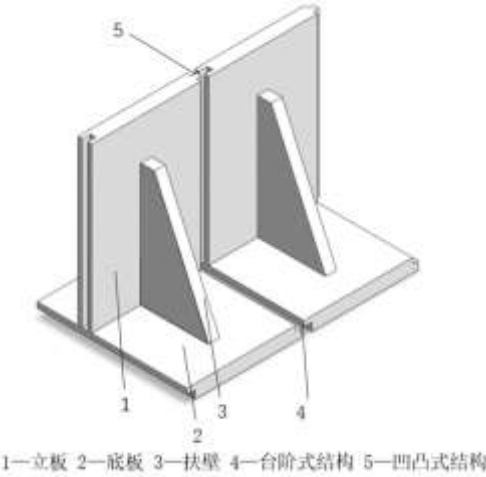
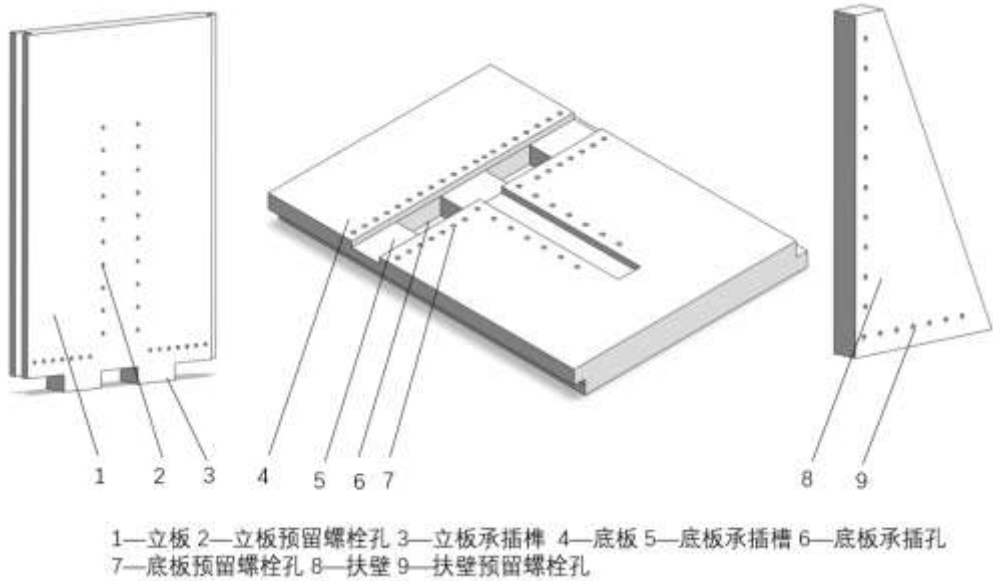


图 6.2.2-1 节段装配扶壁式挡土墙构造图

2 单元装配扶壁式挡土墙的立板、底板、扶壁应通过螺栓角钢进行连接，立板与底板之间可采用承插结构，立板预留凸榫插入底板预留承插孔中，并应对连接部位进行二次浇筑，如图 6.2.2-2 所示。



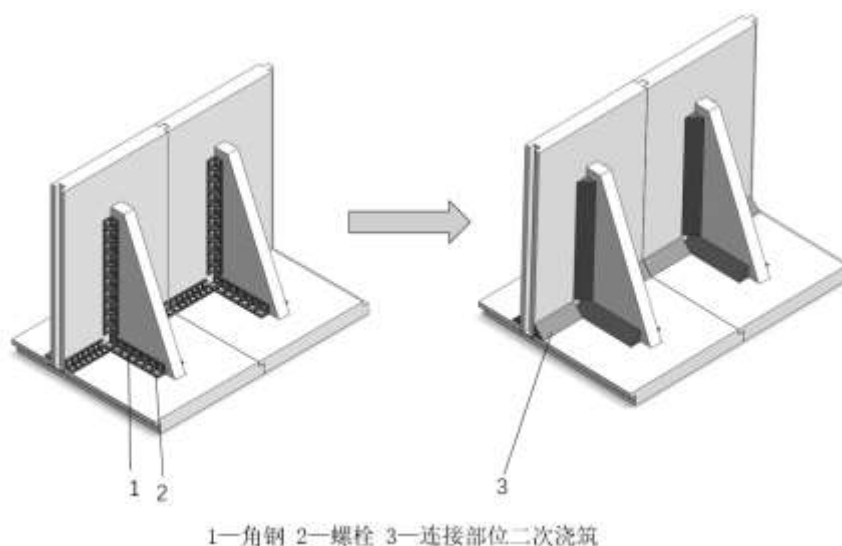


图 6.2.2-2 单元装配扶壁式挡土墙构造图

3 装配扶壁式挡土墙断面构造设计如图 6.2.2-3、6.2.2-4 所示。

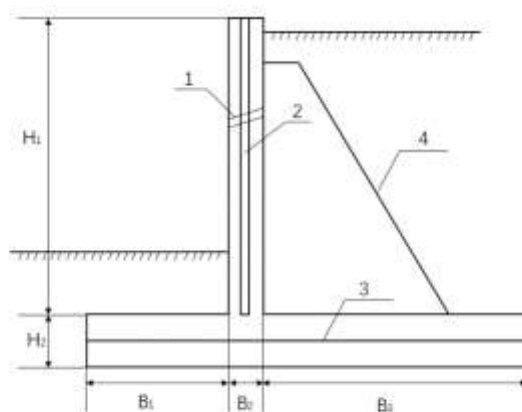


图 6.2.2-3 节段装配扶壁式挡土墙断面构造图

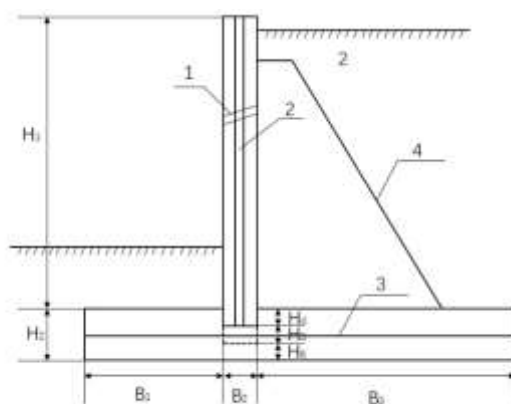


图 6.2.2-4 单元装配扶壁式挡土墙断面构造图

4 装配扶壁式挡土墙各部位构造设计应符合下列规定：

1)立板厚度应大于 0.2m，底板厚度应大于 0.3m。

2)每一块立板单元宜设置一个扶壁。

3)扶壁厚度宜取扶壁间距的 1/8—1/6。

4)立板在扶壁处的外伸长度，宜根据外伸悬臂固端弯矩与中间跨固端弯矩相等的原则确定，可取两扶壁净距的 0.35 倍。

5)立板与底板沿纵向方向的长度应符合本指南 6.2.1 条的有关规定。

6)立板承插榫与底板承插孔构造设计应符合本指南 6.2.1 条的有关规定。

6.2.3 装配重力式挡土墙可分为：装配 I 型挡土墙、装配 II 型挡土墙。构造设计应符合下列规定：

1 装配 I 型挡土墙由墙身、基础、构造柱组成，墙身、基础预留构造孔，通过构造柱将二者进行连接，如图 6.2.3-1 所示。

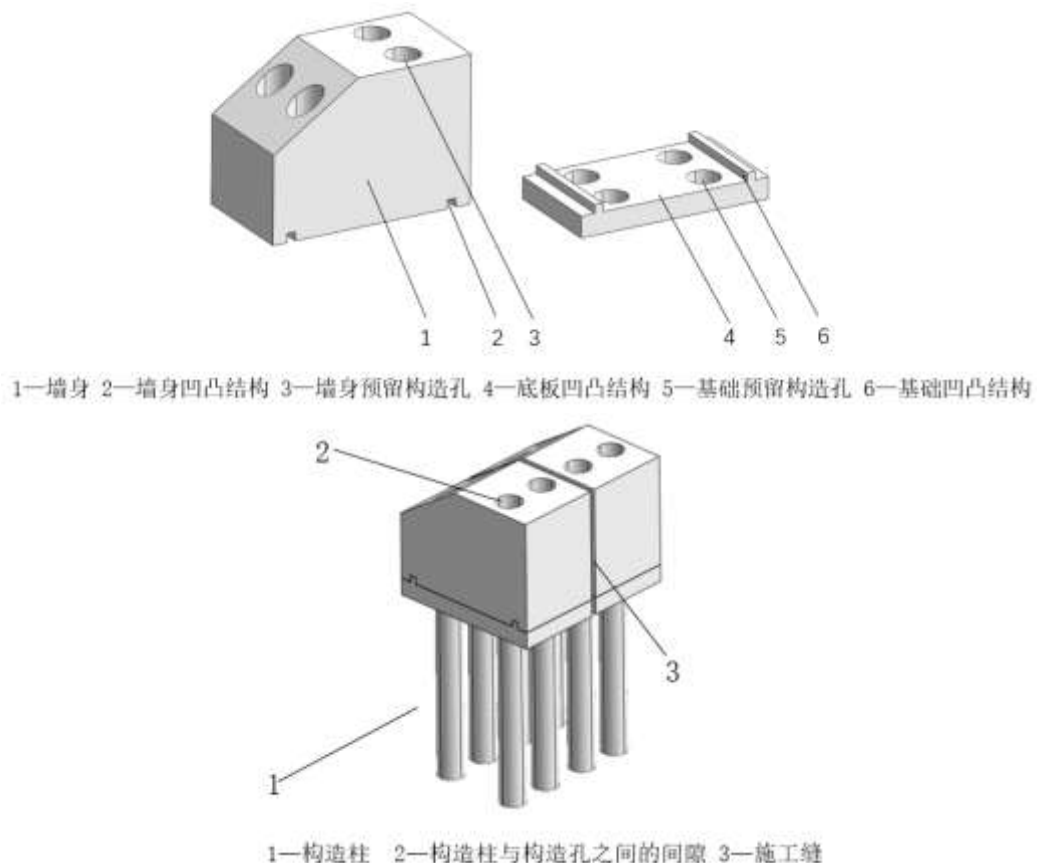


图 6.2.3-1 装配立式 I 型挡土墙构造图

2 装配 II 型挡土墙由墙身、基础构成，墙身由预制混凝土块拼接而成，并

通过构造柱加强连接，如图 6.2.3-1 所示。

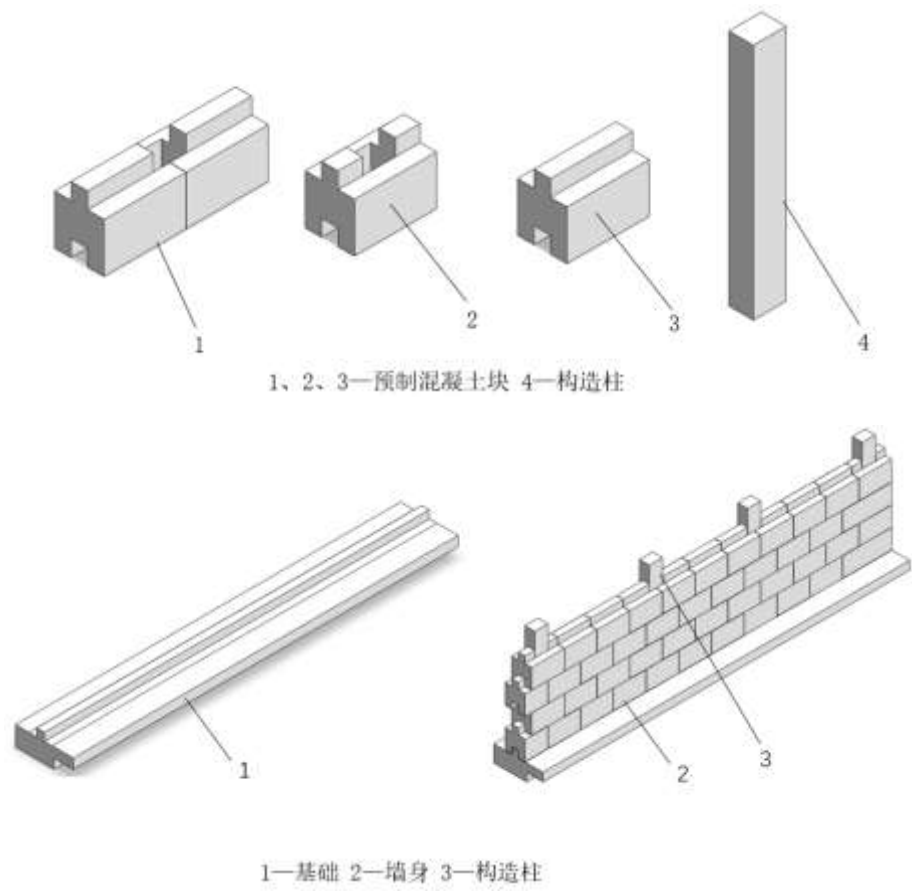


图 6.2.3-2 装配 II 型挡土墙构造图

3 装配重力式挡土墙断面构造设计如图 6.2.3-3、6.2.3-4 所示。

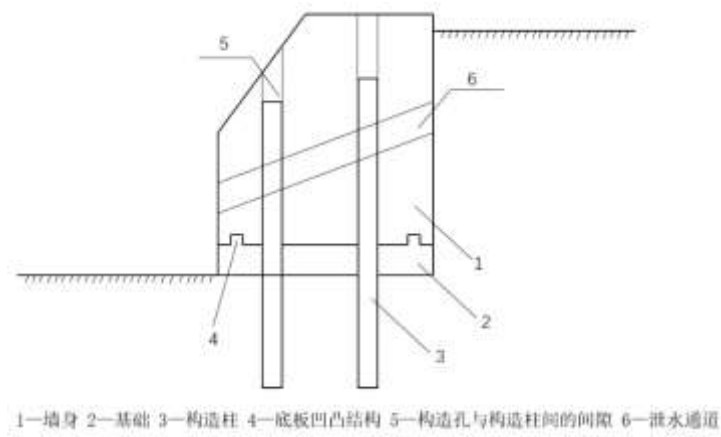


图 6.2.3-3 装配 I 型挡土墙断面构造图

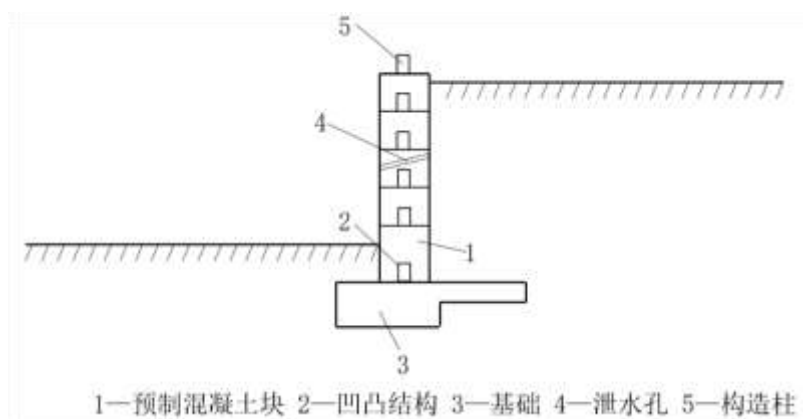


图 6.2.3-4 装配 II 型挡土墙断面构造图

4 装配重力式挡土墙各部位构造设计应符合下列规定：

1) 装配 I 型挡土墙混凝土构造柱长度宜为 200—350cm，直径宜为 13—50cm，各构造柱间距宜为 120cm—200cm。

2) 装配 I 型挡土墙构造柱与构造孔之间的间隙宜通过混凝土进行填实封闭。

3) 装配 I 型挡土墙底板凹凸结构距离基础边缘距离不应小于 30cm，凸榫与凹槽之间的缝隙通过高强度无收缩砂浆进行封闭。

4) 装配 I 型挡土墙沿纵向长度应综合墙高、墙厚确定，构件重量应满足施工现场吊装要求。

5) 装配 II 型挡土墙预制混凝土块应结合运输、安装条件确定，高度宜为 0.5m，沿纵向长度宜为 1m。

6) 装配 II 型挡土墙混凝土构造柱沿纵向长度宜为 0.6m，每间隔 3—5m 宜设置一道构造柱。

7) 装配 II 型挡土墙应进行错缝连接，墙背坡比宜 1:0.15—1:0.3。

8) 装配 II 型挡土墙的基底为水平或倾斜，基底坡率宜 1:5—1:20。

9) 装配 II 型挡土墙预制混凝土块预留凸榫和凹卯，基础顶部提前预留凸榫，预制标准件交界面应采用 M10 砂浆砌筑。

10) 装配立式 II 型挡土墙预留凸榫和凹卯的截面面积宜不低于预制块截面面积的 20%。

6.3 稳定验算

6.3.1 装配悬臂式挡土墙和扶壁式挡土墙稳定性计算，应符合下列规定：

1 作用如图 6.3.1 所示，抗滑移验算应按式(6.3.1-1)—式(6.3.1-3)计算。

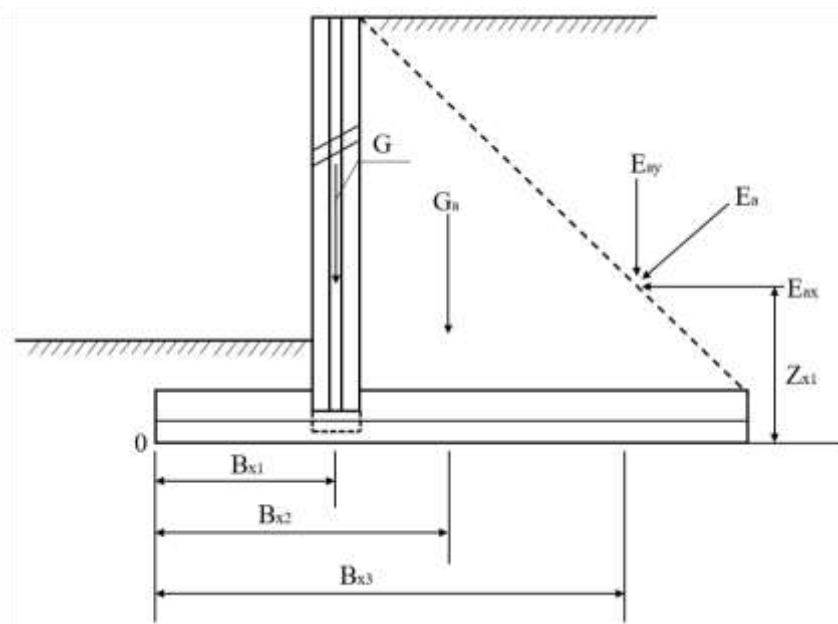


图 6.3.1 装配悬臂式、扶壁式挡土墙稳定性验算示意图

$$K_c = \frac{\sum V \mu}{\sum H} \quad (6.3.1-1)$$

$$\sum V = G + G_a + E_{ay} \quad (6.3.1-2)$$

$$\sum H = E_{ax} \quad (6.3.1-3)$$

式中：

K_c ——挡土墙沿基底面的抗滑稳定安全系数；

$\sum V$ ——作用在墙上的每延米竖向力代数和，通常单位为(kN/m)；

$\sum H$ ——作用在墙上的每延米水平力代数和，通常单位为(kN/m)；

μ ——挡土墙基础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；

G ——挡土墙每延米自重(kN/m)；

G_a ——底板上方填土每延米自重(kN/m)；

E_a ——作用在挡土墙上每延米主动土压力(kN/m)；

E_{ax} ——每延米主动土压力水平分力(kN/m)；

E_{ay} ——每延米主动土压力竖向分力(kN/m)。

2 抗倾覆验算应按式(6.3.1-4)——式(6.3.1-6)计算。

$$K_0 = \frac{\sum M_v}{\sum M_H} \quad (6.3.1-4)$$

$$\sum M_v = GB_{x1} + G_a B_{x2} + E_{ay} B_{x3} \quad (6.3.1-5)$$

$$\sum M_H = E_{ax} Z_{x1} \quad (6.3.1-6)$$

式中：

K_0 ——挡土墙的抗倾覆稳定安全系数；

$\sum M_v$ ——抗倾覆力矩之和，这里指对墙趾 O 点的稳定力矩代数之和，通常单位为(kN·m)；

$\sum M_H$ ——倾覆力矩之和，这里指对墙趾 O 点的倾覆力矩代数之和，通常单位为(kN·m)；

B_{x1} ——挡土墙自重对墙趾 O 点的力臂(m)；

B_{x2} ——墙踵板上方填土重力对墙趾 O 点的力臂(m)；

B_{x3} ——主动土压力竖向分力对墙趾 O 点的力臂(m)；

Z_{x1} ——主动土压力水平分力对墙趾 O 点的力臂(m)。

3 地基承载力验算应按式(6.3.1-7)——式(6.3.1-8)计算。

1)当 $e < \frac{b}{6}$ 时，按式(6.3.1-7)计算。

$$p_{\max} = \frac{\sum V}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right) \quad (6.3.1-7)$$

2)当 $e > \frac{b}{6}$ 时，基础最大压应力按式(6.3.1-8)计算。

$$P_{\max} = \frac{2(F + G + N)}{3L_0 \alpha} P \quad (6.3.1-8)$$

式中：

$p_{\max}$ ——每延米偏心受压基础底面边缘处最大压力设计值(kN/m²)，其值应

不大于基底的容许承载力，基底容许承载力值可按《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG D63)的规定选用；

$p_{\min}$ ——每延米偏心受压基础底面边缘处最小压力设计值(kN/m²)，应使
 $p_{\min} > 0$ ；

B ——挡土墙基底总宽度(m)；

α ——竖向力距最大压力边缘距离(m)；

L_0 ——垂直于力矩作用方向的基础底面边长(m)。

4 偏心距 e 应按式(6.3.1-9)计算。

$$e = \frac{B}{2} - e_o = \frac{B}{2} - \frac{M_o - M_o'}{\Sigma V} \quad (6.3.1-9)$$

式中：

M_o ——力对墙趾 O 点的稳定力矩(kN·m)；

e_o ——力对墙趾 O 点的偏心距(kN·m)；

M_o' ——力对墙趾 O 点的倾覆力矩(kN·m)。

5 当基础宽度大于 3m 或埋置深度大于 0.5m 时，从载荷试验或其他原位测试、经验值等方法确定的地基承载力特征值，尚应按下式计算：

$$f = f_k + n_b \gamma_b (B - 3) + n_d \gamma_d (d_o - 0.5) \quad (6.3.1-10)$$

f ——天然地基承载力设计值(kN/m²)；

f_k ——天然地基承载力特征值(kN/m²)；

d_o ——基础埋置深度(m)，宜自室外地面标高算起。在填方整平地区，可自填土地面标高算起，但填土在上部结构施工后完成时，应从天然地面标高算起。对于地下室，如采用箱形基础或筏基时，基础埋置深度自室外地面标高算起；当采用独立基础或条形基础时，应从室内地面标高算起；

γ_b ——基底以下土的重度(kN/m³)，地下水位以下取有效重度 γ_b' ；

γ_d ——基底以上各层土的加权平均重度(kN/m³)，地下水位以下取有效重度

γ'_d ;

η_b ——基础宽度承载力修正系数，其值应符合，依据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007)的有关规定；

η_d ——基础埋深承载力修正系数，其值应符合，依据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007)的有关规定。

6.3.1 条文说明

1 本指南中悬臂式挡土墙和扶壁式挡土墙基础埋深较小，墙趾处回填土往往难以保证夯填密实，因此依据《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330)的有关规定，在计算挡土墙整体稳定及立板内力时，可忽略墙前底板以上土体的有利影响，但在计算墙趾板内力时则应考虑墙趾板以上土体的重量。

2 依据《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330)相关规定，计算挡土墙实际立板的土压力时，可不计填料与板间的摩擦力。

6.3.2 装配重力式挡土墙稳定计算应符合下列规定：

1 装配重力式挡土墙作用如图 6.3.2 所示，抗滑移稳定性验算应按式(6.3.2-1)——式(6.3.2-3)计算。

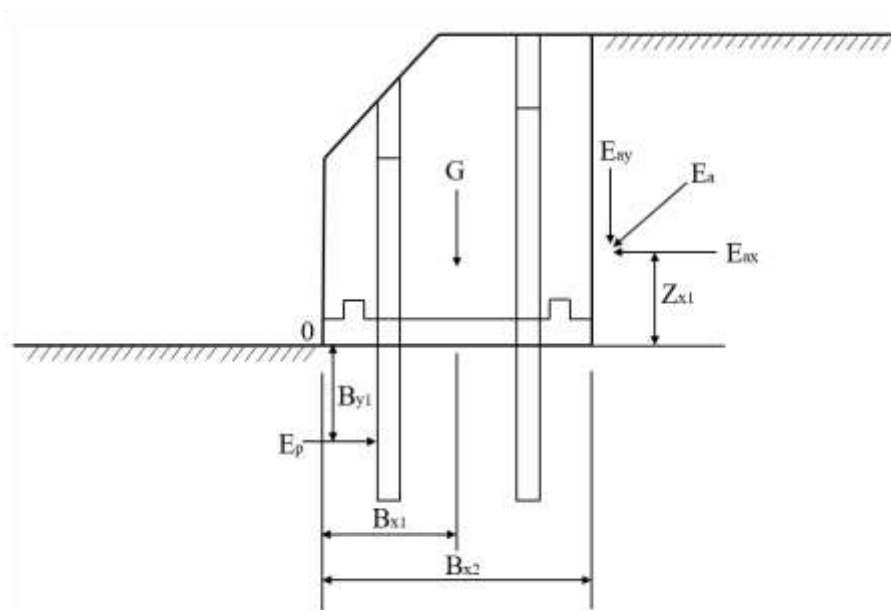


图 6.3.2 装配重力式挡土墙稳定性验算示意图

$$K_c = \frac{\sum V \mu}{\sum H} \quad (6.3.2-1)$$

$$\sum V \mu = (G + E_{ay}) \mu \quad (6.3.2-2)$$

$$\sum H = E_{ax} - 0.3E_p \quad (6.3.2-3)$$

式中：

E_p ——构造柱每延米被动土压力水平分力(kN/m)，无构造柱时取值为 0；

μ ——挡土墙基础底面与地基岩土体的摩擦系数，宜由试验确定，也可按表 6.3.2 选用；

E_{ay} ——每延米主动土压力竖向分力(kN/m)，当竖向分力未作用于挡土墙上时取值为 0。

表 6.3.2 基底摩擦系数 μ 参考值

地基土分类	μ
软塑粘土	0.25
硬塑粘土	0.3
砂类土	0.4
碎石类土	0.4
软质岩石	0.4—0.6
硬质岩石	0.6—0.7

2 装配重力式挡土墙抗倾覆验算应按公式(6.3.2-4)——(6.3.2-6)计算。

$$K_0 = \frac{\sum M_v}{\sum M_H} \quad (6.3.2-4)$$

$$\sum M_v = 0.3E_b B_{y1} + G B_{x1} + E_{ay} B_{x2} \quad (6.3.2-5)$$

$$\sum M_H = E_{ax} Z_{x1} \quad (6.3.2-6)$$

3 挡土墙基底应力及挡土墙基底的合力偏心距验算应符合本指南 6.3.1 条的有关规定。

6.3.2 条文说明：

1 抗滑移稳定性不满足要求时，可采取增大挡土墙断面尺寸、墙底做成逆坡、换土做砂石垫层等措施使抗滑移稳定性满足要求。

2 抗倾覆稳定性不满足要求时，可采取增大挡土墙断面尺寸、增长墙趾或

改变墙背做法(如在直立墙背上做卸荷台)等措施使抗倾覆稳定性满足要求。

3 装配重力式挡土墙为多层构件安装成型, 需要计算挡土墙各层间的稳定性, 其截面受剪承载力计算应符合《砌体结构设计规范》(GB 50003)的有关规定。

6.4 构件设计

6.4.1 装配悬臂式挡土墙、装配扶壁式挡土墙结构设计应符合下列规定:

1 装配悬臂式挡土墙内力计算应符合下列规定:

1)立板可按固定在底板上的悬臂构件计算, 并验算其水平截面剪应力与弯矩;

2)墙前趾板可视为固定于立板上的悬臂构件进行计算, 并验算其水平截面剪应力与弯矩;

3)墙后踵板可视为固定于立板上的悬臂构件进行计算, 并验算其水平截面剪应力与弯矩。

2 装配扶壁式挡土墙内力计算应符合下列规定:

1)立板承受的作用为水平方向的土压力, 计算时可将立板划分为上、下两部分, 距离底板顶面 $1.5L$ 高度(L 为两扶壁间的间距)以下的立板可按三边固定一边自由的双向板进行计算; 离底板顶面 $1.5L$ 高度以上的立板可按以扶壁为支点的水平单向连续板计算;

2)墙趾板可视为固定于立板上的悬臂构件进行计算;

3)墙踵板净宽 B 与扶壁间距 L 之比 $B/L \leq 1.5$ 时, 按三边固定, 一边自由的双向板计算; 若 $B/L > 1.5$, 则自立板衔接处起, 至立板 $1.5L$ 以内的部分仍按三边固定, 一边自由的双向板计算, $1.5L$ 以外的部分则按以扶壁为支点的单向连续板计算;

4)扶壁可简化为立板为翼缘、扶壁为腹板的 T 型悬臂梁计算。

3 装配悬臂式挡土墙、装配扶壁式挡土墙的立板、墙趾板、墙踵板按受弯构件进行单筋矩形配筋计算, 其配筋量计算式可按式(6.4.1-1)计算。

$$A_s = \frac{M}{f_y h_s (1 - \frac{\xi_b}{2})} \quad (6.4.1-1)$$

式中：

M ——计算弯矩(kN·m)；

A_s ——受拉区钢筋截面面积(mm²)；

ξ_b ——相对受压区高度(mm)；

h_s ——有效截面高度(mm)。

4 装配扶壁式挡土墙的扶壁可按 T 型悬臂梁计算配筋，按第一类 T 型截面计算。配筋可接单筋或双筋矩形截面展开计算。

1)单筋配筋可按照公式 6.4.1-2 进行计算。

$$\left. \begin{aligned} M &\leq \alpha_1 f_c b x \left(h_s - \frac{x}{2} \right) \\ M &\leq f_y A_s' \left(h_s - \frac{x}{2} \right) \end{aligned} \right\} \quad (6.4.1-2)$$

2)双筋配筋可按照公式 6.4.1-3 进行计算。

$$M \leq \alpha_1 f_c b x \left(h_s - \frac{x}{2} \right) + f_y' A_s' (h_s - a_s') \quad (6.4.1-3)$$

式中：

α_1 ——系数，当混凝土强度等级不超过 C50，取值 1.0；混凝土强度等级为 C80 以上时，取 0.94；其余按线性内插法取值；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值(MPa)；

b ——截面宽度(mm)；

x ——受压区高度(mm)；

f_y' ——钢筋抗压强度设计值(MPa)；

A_s' ——受压区钢筋截面面积(mm²)；

a_s' ——受压钢筋合力点至截面受压边缘的距离(mm)。

5 装配式混凝土挡土墙预制构件最大裂缝宽度不应大于 0.2mm。构件裂缝宽度可按式(6.4.1-4)——式(6.4.1-7)计算。

$$w_{\max} = \alpha_{cr} \psi \frac{\sigma_{sk}}{E_s} (1.9 + 0.08 \frac{d_{eq}}{\rho_{te}}) \leq 0.2mm \quad (6.4.1-4)$$

$$\rho_{te} = \frac{A_s}{A_{te}} \quad (6.4.1-5)$$

$$\sigma_{sk} = \frac{M}{0.87h_0 A_s} \quad (6.4.1-6)$$

$$\psi = 1.1 - 0.65 \frac{f_{tk}}{\rho_{te} \sigma_{sk}} \quad (6.4.1-7)$$

式中：

α_{cr} ——构件受力特征系数， $\alpha_{cr}=2.1$ ；

ψ ——裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数， $\psi < 0.2$ 时，取 $\psi=0.2$ ；当 $\psi > 1$ 时，取 $\psi=1$ ；

σ_{sk} ——按作用效应标准组合计算的钢筋混凝土构件受拉钢筋的应力(Pa)；

E_s ——钢筋的弹性模量(Pa)；

ρ_{te} ——按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率，当 ρ_{te} 小于 0.01 时，取 $\rho_{te}=0.01$ ；

f_{tk} ——混凝土轴心抗拉强度标准值(Pa)；

A_{te} ——有效受拉混凝土截面面积(mm²)；

d_{eq} ——受拉区纵向钢筋的直径(mm)。

6 装配悬臂式挡土墙、装配扶壁式挡土墙采用螺栓连接，其立板螺栓所受剪力合力、底板螺栓所受剪力、拉力可按式(6.4.1-8)——式(6.4.1-10)计算，受力示意图如图 6.4.1 所示。

$$F_1 = \frac{l_d E_a h_m}{h_l} \quad (6.4.1-8)$$

$$T = \frac{h_l F_1}{h_n} \quad (6.4.1-9)$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/307043036011006166>