

第 6 章 路基防护与加固

6-1 防护与加固的分类和一般要求

6-1-1 防护与加固工程分类

路基防护与加固工程类型表

表 6-1

项 目	序号	防护加固类型	容许流速 (m/s)	土 质	一般边坡	适 用 范 围
坡 面 防 护	1	种 草	0.4~0.6	适于长草的 土质	$\leq 1:1$	坡面冲刷轻微及任何适于 长草的路堤、路堑边坡,不适 于经常浸水或长期浸水的边 坡
	2	平铺草皮	< 1.2	适于长草的 土质	1:1.5	用于坡面冲刷较重和任何 适于长草的路堤、路堑边坡, 不适于经常浸水或长期浸水 的边坡
	3	平铺叠置草皮	< 1.8	适于长草的 土质	1:1~1:1.5	用于坡面冲刷较重和任何 适于长草的路堤、路堑边坡, 不适于经常浸水或长期浸水 的边坡
	4	植树	< 3.0	适于生长植 物土		任何适于生长植物的路 堤、路堑边坡和河滩河岸
	5	抹面			1:0.1~1:1	易于风化的岩石边坡
	6	护面墙			1:0.5~1:1	(1)易于风化的软质岩层 的路堑边坡; (2)不严重破碎的硬质岩 层地段; (3)夹有松散处
	7	铺石	单层 2~3 双层 3~4 浆砌 4~5	基底土质充 分密实	1:1.5~1:2	适用于坡面防护和冲刷防 护

项 目	序号	防护加固类型	容许流速 (m/s)	土 质	一般边坡	适 用 范 围
堤岸加固与支挡建筑	8	抛石	3.0		1:1.25~1:3	受水流冲刷和淘刷的路堤边坡和坡脚,适用于盛产石料地区,最适于砾石河床
	9	石笼	5.0		1:0.5	受水流冲刷和淘刷较严重与大风浪作用的路堤坡脚和河岸
	10	梢捆防护	2~3		1:1~1:1.5	(1)适用于暂时浸水的边坡或河岸; (2)作为临时性防护,适用于盛产树枝的地区
	11	土袋*	1.5~2.0		1:0.5	受水流冲刷和淘刷较严重的路堤边坡和坡脚,适用于紧急防护
	12	丁坝				路基受水流冲刷严重,需要改变流向,使路基淤积变坦的地段
	13	顺坝				稳定受水流冲刷的地段,使之不再发展而又基本上不改变水流原有特性。适于导治路线与河岸距离较近及通航河段,并可用于河岸河床地质较差地段
	14	挡土墙及浸水挡土墙	3.5~8.0		垂直~1:0.4	(1)支承路基填土或山坡土体; (2)防止沿河路基受水流冲刷和淘刷; (3)受地形限制或与其它建筑物相干扰,必须约束边坡脚时; (4)防止多占农田; (5)路线通过悬崖峭壁,占河砌墙加宽路基等

* 系指由编织袋、土工布袋装土而成的土袋。

注:本表参照《公路设计手册·路基》、《公路路基(第三版)》(人民交通出版社)结合近十年来实践作了综合编表。

6-1-2 一般要求

路基防护与加固的一般要求

表 6-2

项 目	路 基 防 护 加 固 一 般 要 求
总的目的要求	<p>路基的防护与加固,是保证路基强度和稳定性的必要措施,其重点是路基边坡,必要时亦包括路肩表面,以及同路基稳定直接有关的近旁河流与山坡(包括路基边坡坡脚)。</p> <p>由表 6-1 可看出,路基防护与加固工程,主要由坡面防护、堤岸加固和支挡建筑(挡土墙)三个方面组成,是路基工程中不可忽视的一环,应贯彻“以防为主,防治结合”的方针,根据当地条件,因地制宜采用经济合理、耐久适用的防护措施</p>
施工原则要求	<ol style="list-style-type: none"> 1. 路基防护、回填土必须严格按照设计图纸和要求施工。为确保路基防护稳定安全,施工前应进行现场核对,发现与实地不符,应及时做补充调查,通过改变设计并得到有关部门批准后方可施工。 2. 路基防护所用各种材料,均应符合有关规范、规定要求。 3. 当路基土石方施工时或完毕后,应及时进行路基防护施工和养护,使之起到防护作用。各类防护与加固应在稳定的基础或坡体上施工。 4. 各类坡面防护铺砌之前,必须整平,坑洼处应填平夯实。 5. 对于沿河路堤坡脚受冲刷或掏空地段防护与加固施工,均须注意防止坍塌伤人,特别是在河流流速较大,岸边不稳定的情况下应严格安全操作

6-2 坡面防护

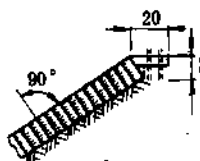
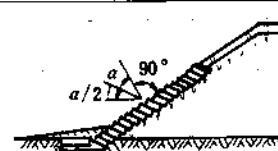
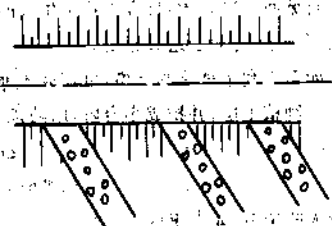
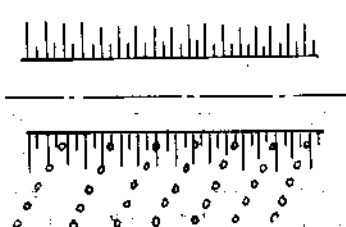
6-2-1 植物防护

边坡植物防护

表 6-3

项 目	防 护 加 固 简 图	方 法 和 要 求
种 草 的 边 坡 整 理		对坡面冲刷轻微,且宜于草类生长的土质路堤或路堑,均可种草,有利于边坡稳定。 如系不利于种草的土壤,可在坡面铺撒一层 10~15cm 厚的种植土层,并挖成小台阶,以防该土层滑动。 播种的草籽宜选择能长成紧密草皮的草种(如狐茅、猫尾草、苜蓿、莓系草、冰草等),播种时间以气候温暖、湿度较大的季节(如春季或雨季)为宜
草 坡 防 护		草皮可为方块状,其尺寸有 20cm×25cm、25cm×40cm 及 30cm×50cm 三种,亦可为带状,一般尺寸宽 25cm 长 2~3m,各种尺寸草皮厚均在 6~10cm;铺面时均以小木桩钉牢(见左图),方块草皮钉四角,带形钉成梅花状,间距 40cm*。
方 格 形 铺 砌 格 内 种 草		在边坡上将草皮作成 45° 斜角的带状铺砌,组成 1m×1m 或 1.5m×1.5m 的方格形。在路肩边缘以下和坡脚部分用几条水平的带状草皮铺设。或在方格内铺草连成一片,最后一种铺设最为经济,但其坚固程度低于前述二种。
平 铺 叠 置		边坡等于或大于 1:1 时,草皮应水平叠铺,铺置时由下向上,并以木橛固定,逐层铺设,各层均使草皮面向下。

* 小木桩一般用 2cm×2cm×(20~30)cm;用作冲刷防护时,最好使用新伐柳木桩,其尺寸为 4~5cm,长 75cm~100cm,排成梅花状,间距 50cm~100cm。

项 目		防 护 加 固 简 图	方 法 和 要 求	
草 皮 防 护	垂直于坡面		当边坡为1:1以上,至1:1.5时,草皮可垂直于坡面或采取倾斜方向铺设,如左图所示,可根据具体情况选用	
	斜向叠置			
植 树 防 护	带状植树		植树可加强路基的稳定性和降低流速。植树形式可以是带状或条形,亦可采取连续式,即栽满防护和加固的全部区域(见左图)。	
	连续式植树		树种宜选用在当地土壤与气候下能迅速生长、根系发达、枝叶茂密的树种。用于冲刷防护的树种宜选用生长很快的杨柳类,或不怕水淹的灌木类。	
			植树后在树木未成长前,应防止流速大于3m/s的水流侵害	
	防护林植树间距参考		行 距(m)	株 距(m)
	种植方法	树的种类		
	单株种植	柳树类	1.5	0.8
		杨树类	1.0	0.6
		灌木类	0.8	0.5
	一窝一窝地种植	乔木类	1.0	1.0
		灌木类	0.8	0.5

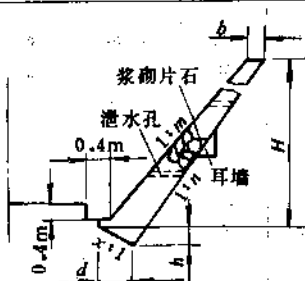
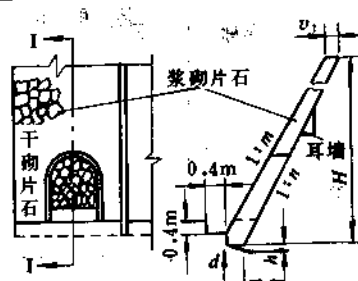
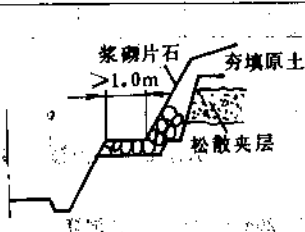
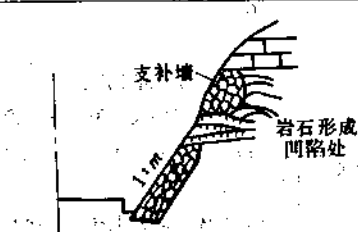
6-2-2 坡面防护处治

坡面防护处治

表 6-4

项 目	坡 面 防 护 处 治 方 法 和 要 求
坡面处治及适用范围	<p>1. 岩石边坡表面,无法采用植物防护,可采用抹面、喷浆、勾缝、灌浆、嵌补等方法进行处治,以达到防护的目的。</p> <p>2. 抹面防护,适用于易风化而表面比较完整,尚未剥落的岩石边坡,如页岩、泥岩、泥灰岩或千枚岩等,以防止表层风化危害。常用的抹面材料配合比可参见下列,使用时应经试抹试锤确定,保证能稳固地密贴于坡面</p>

项 目	坡 面 防 护 处 治 方 法 和 要 求									
抹面砂浆 配比参考	3. 抹面用料配比和用量(参考)									
	材料 名称	石灰、炉渣混合灰浆 (二层共厚 3~4cm)			石灰炉渣三合土 (厚 6~7cm)		四合土 (厚 8~10cm)		水泥石灰砂浆 (厚 3cm)	
		体 积 比		每 1m ² 用料	重 量 比	每 1m ³ 用料	重 量 比	每 1m ² 用料	体 积 比	每 1m ³ 用料
		表层(1.5 ~2cm)	底层(1.5 ~2.5cm)							
	石灰	1	1	7.5kg	1	230kg	1	12kg	2	3.0kg
	炉渣	2~2.5	3~4	0.03m ³	5	1.1m ³	9	118kg	—	—
	粘土	—	—	—	1	0.3m ³	3	36kg	—	—
	砂	—	—	—	—	—	6	72kg	9(7)	0.03m ³
	纸筋	—	—	0.5kg	—	—	—	—	—	—
	卤水	—	—	0.14kg	—	—	—	—	—	—
	水泥	—	—	—	—	—	—	—	1	3.5kg
抹面施工 注意要点	4. 抹面防护施工应注意: (1)坡面岩体表面要冲洗干净,土体的表面要平整、密实、湿润。 (2)抹面宜分二次进行,底层抹全厚的 2/3,面层 1/3,锤面应经拍(锤)打使与坡面紧贴。厚度均匀,表面光滑。 (3)在较大面积上抹(锤)面时,应每隔 15~20m 长设置一道伸缩缝									
喷浆、喷 射混凝土 防护施工	5. 采用喷浆、喷射混凝土(或带锚杆铁丝网)防护施工,应符合下列要求: (1)施工前,坡面如有较大裂缝、凹坑时应先嵌补牢实,使坡面平顺整齐,岩体表面要冲洗干净,土体表面要平整、密实、湿润。 (2)锚杆孔应冲洗干净,然后插入锚杆,用水泥砂浆固定。 (3)铁丝网应与锚杆连接牢固,均不得外露并与坡面保持设计规定的间隙。 (4)喷层厚度应均匀,喷后应养护 7~10d。喷层周边与未防护坡面的衔接应作好封闭处理,并按有关规定留够试件									
勾缝与灌 浆施工	6. 采用勾缝、灌缝对岩体坡面防护时,施工前应将缝内冲洗干净,并依缝宽和缝深分别按下列要求施工: (1)岩体较坚硬,不易风化、节理多而细者,宜用勾缝,砂浆应嵌入缝中,与岩体牢固结合。 (2)缝宽较大,宜用砂浆灌缝,可用 1:4 或 1:5(重量比)的水泥砂浆捣插密实,必要时可用压浆机灌注。灌浆应灌满至缝口抹平。 (3)缝宽大而深时,宜用水泥混凝土灌注,可按体积比用 1:3:6 或 1:4:6 配合比配料灌注捣插密实。灌满至缝口抹平									

项目		坡面防护处治方法和要求			
护面墙	使用范围	7. 在各种软质岩层和较破碎岩石的挖方边坡,为免受大气因素而修建的护墙,称为护面墙,多用于易风化的云母片岩、绿泥片岩、泥质页岩、千枚岩及其它风化严重的软岩挖方边坡防护。 护面墙的施工方法和要求如下:			
	护面墙示意图	类型	浆砌片石护面墙	用拱跨过软基的护墙	
					
	说明	护面墙除自重外,不承受其它荷载,亦不承担墙后的土压力,因此要求挖方边坡自身应该稳定。护面墙每 10m 长设置伸缩缝(或沉降缝),缝宽 2cm,嵌以沥青麻丝,并每隔 2~3m 设 6cm×6cm 或 10cm×10cm 泄水孔			
护面墙及支补	类型	松散层的护面墙		局部支补墙	
	护面墙示意图				
护面墙尺寸	8. 护面墙厚度参考				
	护面墙高度 $H(m)$	路堑边坡坡度 $1:m$	护面墙厚度(m)		
			顶宽 b	底宽 d	
	≤ 2	$1:0.5$	0.40	0.40	
	≤ 6	$> 1:0.5$	0.40	$0.40+H/10$	
$6<H\leq 10$	$1:0.5\sim 1:0.75$	0.40	$0.40+H/20$		
$10<H\leq 15$	$1:0.75\sim 1:1$	0.60	$0.60+H/20$		
护面墙施工注意要点	9. 护面墙防护施工要求符合下列几点:				
	(1)坡面应平整、密实、线型顺适。局部有凹陷处,应挖成台阶后用与墙身相同的圬工找平。				
	(2)墙基应坚固可靠,并埋置于冰冻线以下 0.25m,当地基软弱时,应采取加深或加强等措施。				
	(3)墙面及两端面要砌筑平顺。墙背与坡面密切结合。墙顶与边坡接缝应封严。局部坡边镶砌时,应切入坡面,表面与周边平顺衔接。				
	(4)砌体石质坚硬。浆砌砌体砂浆和干砌咬口都必须紧密、错缝,严禁通缝、叠砌、贴砌和浮塞。				
(5)每隔 10m 设置伸缩缝的同时要注意用沥青麻丝填缝;为排水所设置的泄水孔(一般间隔 2~3m 设一道)位置应有利于泄水流向路侧边沟或排水沟并保持其畅通					

6-2-3 干砌片石防护

干砌片石防护

表 6-5

项 目	干砌片石防护施工方法和要求		
干砌片石防护类型	<p>1. 在路基边坡因雨、雪水冲刷,发生流泥、拉沟与溜坍,或有严重剥落的软质岩层边坡,均可采用干砌片石作坡面防护。</p> <p>2. 被防护的边坡自身应符合稳定性的要求,一般坡率应大于1:1~1:1.5。干砌片石防护,分为单层或双层铺砌,可按具体情况和设计规定进行</p>		
垫层作用及其厚度	<p>3. 干砌铺层底面应设垫层,垫层材料一般常用碎石、砾石或砂砾混合物等,以防止水流将铺石下面的细颗粒土冲走;同时,铺垫层后也增加铺石防护的弹性,将冲击河岸的波浪、流水、流冰等的动压力和漂浮物的冲击力在较大面积上获得缓冲和降低,垫层厚度一般用0.1~0.20m</p>		
砌石护坡示意图	类 型	单层干砌片石	双层干砌片石
	堤石铺砌基础		
干砌抛石、堆石基础			
施工要求	<p>4. 干砌所用石料、强度和尺寸应符合圬工砌体的规定,并宜就地取材、选用,干砌片石亦可砂浆勾缝,以防渗水并提高整体强度。</p> <p>5. 石料可以平铺或立铺,由下向上逐块拼紧,空隙嵌牢,注意错缝,要求砌好后的任何一块片石,手摇不动,更不能轻易取出</p>		

6-2-4 浆砌片石防护

浆砌片石防护

表 6-6

项 目	浆砌片石防护施工方法和要求
浆砌片石防护的使用条件	<p>1. 路基坡面采用干砌片石不适宜或效果不好时,可用浆砌片石。特别是当流速较大(如4~5m/s),波浪作用较强,以及可能有流冰、漂浮物等冲击作用时,可采用浆砌片石防护并结合其它防护加固措施。</p> <p>2. 浆砌片石必须在路基稳定沉实后砌筑;对于严重潮湿或严重冻害的土质边坡,在未进行排水前,则不宜采用浆砌护坡</p>

续上表

项 目	浆砌片石防护施工方法和要求
对坡面的要求	3. 浆砌片石护坡砌筑前, 须将坡面整平、拍实, 不得有凹凸现象或在低洼处用小石子垫平等情况, 形成护坡厚薄不均等弊端
砌筑厚度与基础埋置深度	4. 浆砌片石护坡的厚度一般为 0.2~0.5m, 用于冲刷防护时, 最小厚度一般不小于 0.35m。护坡底面应设置 0.10~0.20m 厚的碎石或砂砾层。 5. 近河路基的浆砌片石护坡基础埋置深度, 应在冲刷线以下 0.50~1.00m, 否则应有防止路基被冲刷的措施
伸缩缝与沉降缝设置	6. 浆砌片石护坡每长 10~15m, 应留一道伸缩缝, 缝宽约 2cm, 并以沥青麻丝或沥青木板等材料填入缝内, 在基底土质有变化处, 还应设沉降缝。亦可考虑将伸缩缝与沉降缝合并设置
泄水孔	7. 护坡的中、下部应设置泄水孔, 以排泄护坡背面的积水 and 减小渗透压力。因此, 施工到一定高度时要设置泄水孔。泄水孔的孔径, 一般用 10cm×10cm 的矩形或直径为 10cm 的圆形孔, 其间距为 2~3m。泄水孔后 0.5m 的范围内应设反滤层。为防止反滤层被泥沙堵塞, 亦可在反滤层与土面接触处垫以土工布一层, 以利于泄水孔经久畅通
砌 筑	8. 砌筑片石时应注意砂浆饱满, 接缝交错, 坡面平整, 勾缝严密, 及时养护

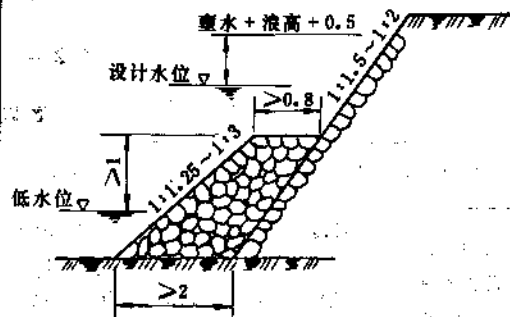
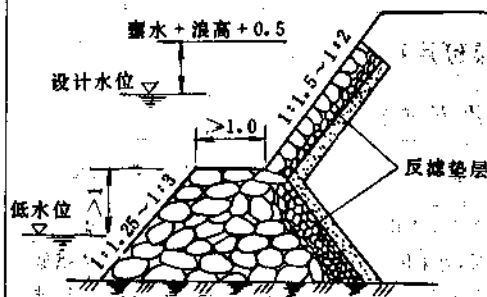
6-3 堤岸防护

6-3-1 抛石防护

抛 石 防 护

表 6-7

项 目	抛 石 防 护 施 工 方 法 和 要 求
抛石防护的使用范围	1. 抛石防护主要用于受水流冲刷和淘刷的路基边坡和坡脚, 最适用沿砾石河床的路基。对一般土质的沿河路堤在水流冲刷、坡脚淘空的情况下亦被采用。 2. 抛石施工不受气候条件的限制, 对于季节性浸水或长期浸水的边坡, 均可使用, 并可在路堤沉实以前施工
新、旧路堤抛石的类型简图 (单位: m)	3. 常用的抛石类型, 基本上可分为下图所示二种:
	适用于新路堤的抛石
	适用于旧路堤的抛石



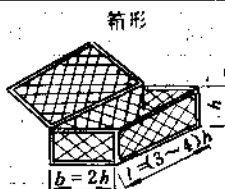
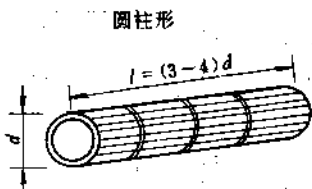
项 目		抛 石 防 护 施 工 方 法 和 要 求						
抛石边坡坡度 (参考)	4. 抛石边坡坡度参考:							
	水 文 条 件			采 用 边 坡				
	水浅、流速小			1:1.25~1:1.5				
	水深 2~6m, 流速较大, 波浪汹涌			1:2.0~1:3.0				
	水深 6m 以上, 在急流中施工			缓于 1:2.0				
注: 如选择巨大石块铺在抛石垛表面时(水上施工)边坡坡度可为 1:1								
抛石粒径的选用要求	5. 抛石大小的选用, 根据水流速度、水深、浪高, 以及抛石边坡等因素而定。在流速大、波浪高及水深三者兼有时, 应采用较大的石块。							
	6. 抛石厚度一般为粒径的 3~4 倍, 用大粒径时至少不得小于粒径的 2 倍。为防止抛石背后路基土流失, 必要时设置反滤层							
抛石粒径与水深、流速的关系	7. 抛石粒径选用与容许流速关系							
	抛石粒径 (cm)	水 深 (m)						
		0.4	1.0	2.0	3.0	5.0		
	容 许 流 速 (m/s)							
	15	2.70	3.00	3.40	3.70	4.00		
	20	3.15	3.45	3.90	4.20	4.50		
	30	3.60	3.95	4.25	4.45	5.00		
	40		4.30	4.45	4.80	5.05		
50			4.85	5.00	5.40			
抛石最小粒径	按流速	8. 按流速抛石最小粒径(参考)						
		流 速 (m/s)	采 用 边 坡 1:m					
			1:1	1:1.5	1:1.75	1:2	1:2.5	1:3
		抛 石 粒 径 (cm)						
		2	20	20	20	20	20	
		2.5	25	20	20	20	20	
		3	35	30	30	30	25	
	3.5	45	40	35	30	30		
	按浪高	9. 按浪高抛石最小粒径(参考)						
		波 浪 高 (m)	采 用 边 坡 1:m					
1:1			1:1.5	1:1.75	1:2	1:2.5	1:3	
抛 石 粒 径 (cm)								
0.25		30	20	20	20	20		
0.50		45	30	30	25	25		
0.75		45	40	30	30			
1.00			50	45	45	35		

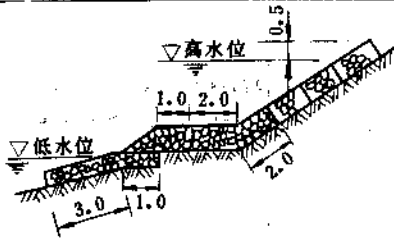

项 目	抛 石 防 护 施 工 方 法 和 要 求
抛石施工 注意要点	10. 除上述有关粒径选择参考外,所抛石料应选用质地坚硬、耐冻且不易风化崩解的石块。 11. 抛石防护除防洪抢险外,一般应于枯水季节施工。 12. 抛石时,宜用不少于计算尺寸的大小不同的石块掺杂抛投,使抛石保持一定的密度。 13. 抛石堆的顶宽、边坡、结构型式及长度,应按设计规定实施。 14. 如采用嵌固的抛石防护类型,一般采用打桩嵌固的方法,加固效果较好。

6-3-2 石笼防护

石 笼 防 护

表 6-8

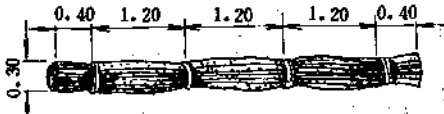
项 目	石 笼 防 护 施 工 方 法 和 要 求						
石笼防 护的使 用范围	1. 石笼防护用于沿河路堤的坡脚或河岸,使之免受急流和较大风浪的破坏作用。且由于可采用较陡的填方边坡,从而减少路基占地宽度。在缺少大石块地段,使用小石块的石笼可抵抗较大流速,代替抛石防护。 2. 石笼一般能适应流速为 4~5m/s 的水流,大的石笼可抵抗 6m/s 的湍急水流						
石笼形式	3. 石笼外形示意图						
							
石笼常用 尺寸、容 量及装石 粒 径	4. 石笼尺寸与装石数值						
	序号	石 笼		适用石笼种类	表面积 (m ²)	容量 (m ³)	装石粒径(cm)
		形 式	尺寸(m)				
	1	箱 形	3×1×1	铁丝笼及木笼	14.0	3.0	5~20
	2	箱 形	3×2×1	铁丝笼及木笼	22.0	6.0	5~20
	3	扁 形	4×2×0.5	铁丝笼	22.0	4.0	5~20
	4	扁 形	2×1×0.25	铁丝笼	5.5	0.5	5~20
	5	扁 形	3×2×0.5	铁丝笼	17.0	3.0	5~20
	6	圆柱形	φ0.5×1.5	铁丝笼及竹笼	2.4	0.3	5~15
	7	圆 形	φ0.6×2.0	铁丝笼及竹笼	3.8	0.57	5~15
8	圆 形	φ0.7×2.0	铁丝笼及竹笼	4.4	0.77	5~15	
石笼的构造及其一般使用年限	5. 石笼外形及常用尺寸如上所述。箱形一般是高 $h=0.25\sim1.5\text{m}$, 长 $l=(3\sim4)h$, 宽 $b=2h$; 圆形直径 $d=0.5\sim0.7\text{m}$, 长 $l=(3\sim4)d$ 。 石笼用 $\phi 6\sim\phi 8\text{mm}$ 的钢筋作骨架, 以 $\phi 2.5\sim\phi 4.0\text{mm}$ 铁丝编网, 网眼以六角形最好, 方形网眼强度较低。网眼大小通常为 $6\text{cm}\times 8\text{cm}$, $8\text{cm}\times 10\text{cm}$ 及 $12\text{cm}\times 15\text{cm}$ 。长度较大石笼, 应在内部设横墙或铁丝拉线。 普通铁丝笼, 可用 3~5 年, 镀锌铁丝可用 8~12 年。盛产竹材地区由竹蔑制成的竹笼, 埋在土内可达 15 年以上						

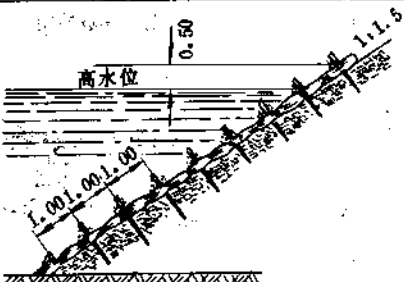
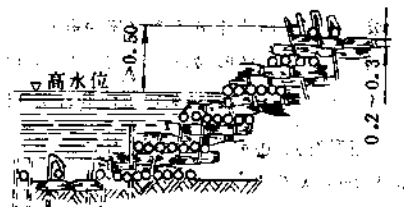
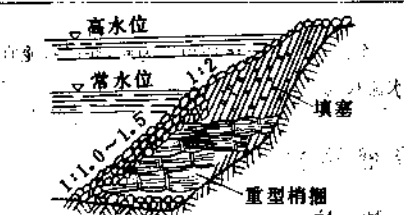
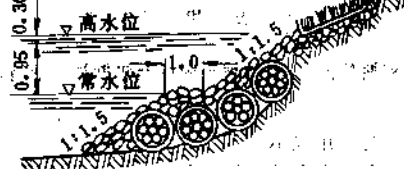
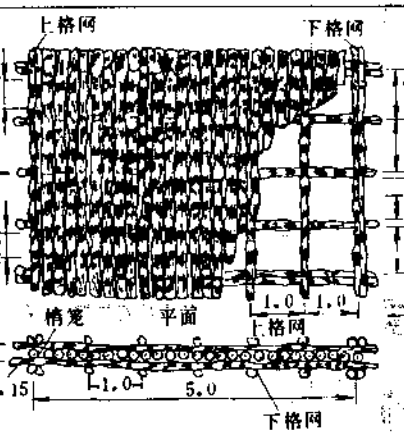
项 目	石 笼 防 护 施 工 方 法 和 要 求	
石笼防护类型及使用示例	6. 铁丝石笼防护示例:	
	防止水流淘底	防止岸坡冲刷
	 <p>用于防止水流淘底时,石笼可平铺在河底上,与坡脚线互相垂直,靠堤岸坡脚的一端固定,使石笼能顺地势弯曲</p>	 <p>用于防止岸坡免受水流冲刷时,可以顺铺在坡面上垒砌成边坡形。如水深流急,难以采用箱形等规则形状的石笼时,可就地制作圆柱形石笼直接滚入水中</p>
石笼施工注意要点	<p>7. 采用石笼防护,宜采用镀锌铁丝。基脚部分用箱形石笼,边坡部分用圆形石笼。</p> <p>8. 笼内装填石块粒径应不小于网眼,一般应大于 4cm,大石块在外圈,棱角露出网眼,使之嵌紧,中间可用较小石块。</p> <p>9. 石笼基底应大致平整,较小孤石应予清除。在有条件的情况下,最好用碎石或砾石垫补整平,垫底厚约 0.20~0.40cm。</p> <p>10. 安置石笼应做到位置正确,搭叠、衔接稳固、紧密,保证其整体作用。为此,底层石笼宜用 $\phi 16 \sim \phi 19\text{mm}$ 的铁件,将石笼的端脚固定在基底上,使其不随水流移动</p>	

6-3-3 梢捆防护

梢 捆 防 护

表 6-9

项 目	梢 捆 防 护 施 工 方 法 和 要 求	
梢捆防护与加固使用范围	<p>1. 梢捆防护适用于盛产树枝、柴梢地区,利用梢捆防护路堤、边坡加固以及汛期抗洪等有其独特优点。对于沿河路堤岸坡险工地段,尤为奏效。</p> <p>2. 梢捆可有多种使用类型,根据不同情况选择防护加固方式方法,分别如下列</p>	
梢捆的各种绑扎	普通梢捆	<p>3. 梢捆绑扎及其类型</p>  <p>梢捆系由新砍下的柔软柳枝或阔叶树枝去除细枝、树叶后捆扎而成。</p> <p>梢捆直径一般为 0.25~0.3m,长约 2.0~5m 按需要而定。</p> <p>梢捆绑扎可分三种型式如左图所示(图中尺寸单位:m)。其中填石梢捆,又称重型梢捆</p>
	带尾梢捆	
	填石梢捆	

项 目	梢捆防护施工方法和要求	
梢捆防护加固边坡	<p>4. 梢捆防护加固边坡(单位:m)</p> 	<p>梢捆沿斜坡方向铺设,并以尖桩将梢捆固定于坡面上,以抵御禁风浪水击,简称“铺梢”</p>
		<p>梢捆水平并与路堤成垂直方向铺设一层后,再平行于路堤方向铺一层,一层间隔一层,并紧靠边坡设置,同时以尖桩锚固,简称“镶梢”,可缓冲水流冲刷</p>
梢捆防护加固坡脚	<p>5. 梢捆防护加固坡脚</p> 	<p>用重型(即填石)梢捆在垂直于路堤方向沉入坡脚,叠铺数层,上以土石填塞,稳定坡脚,防护路堤</p>
		<p>平行于路堤,纵向沉梢,防护坡脚,稳定边坡,梢捆之上抛石压梢抵御冲刷。 图中尺寸单位:m</p>
柴排型式及其使用	<p>6. 柴(梢)排编结与防护抢险</p> 	<p>柴排是由柴梢编结而成,如左图所示,先扎成框格再铺梢捆(束)于其上,加以扎结成排,每块约5m见方,根据实际需要可多块拼接使用。 柴排一般用于沉入水中,可在浮船上编结,就位后上压石块沉入指定地点继续抛石固定,对路堤坍塌、决口堵塞台犹抢险等效果显著。 左图尺寸单位:m</p>

项 目	梢 捆 防 护 施 工 方 法 和 要 求
梢捆、柴排施工注意要点	<p>7. 梢捆铺设于路堤坡面适于季节性浸水边坡,尤其是汛期高水位受水流冲刷影响的危堤险工地段,对缓冲风浪、加固岸坡有明显作用。在冲刷严重路段可采用水平镶梢以及重型梢捆压石等措施,则兼有防护与加固作用</p> <p>8. 梢捆宜采用新砍下的柳枝、青藤条、荆条或较柔韧的阔叶树枝,去掉细枝和树叶后扎成梢捆。扎结时可用荆条、青藤条、铁丝或防腐绳索按每节间距约1m捆扎(参见本表第3条)。</p> <p>9. 扎结梢捆时,必须牢靠,特别对填石的重型梢捆要防搬移和铺置时石块散落增加施工困难。</p> <p>10. 铺置梢捆时,其端部方向应一致,上面以直径为0.08~0.10m的木杆横向压住,然后用直径为0.06~0.10m的柳木桩将木杆予以固定,桩的入土深度约为桩长的2/3(打入边坡土内)。</p> <p>11. 对于柴排的下沉入水,最重要的是要求按指定的地点位置妥善下沉,故浮船位置要在急流中,充分作好锚系稳定并考虑到流速及流向影响,一切准备就绪后快速下沉,并紧急抛石压重,特别是决口抢堵合拢的施工重要环节,既要注意工程质量,又应确保水上施工安全</p>

6-3-4 土 袋 防 护

土 袋 防 护

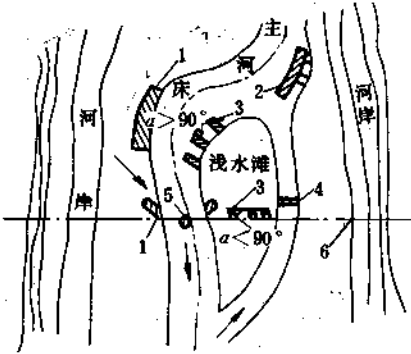
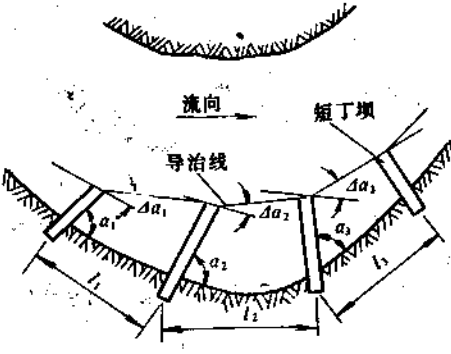
表 6-10

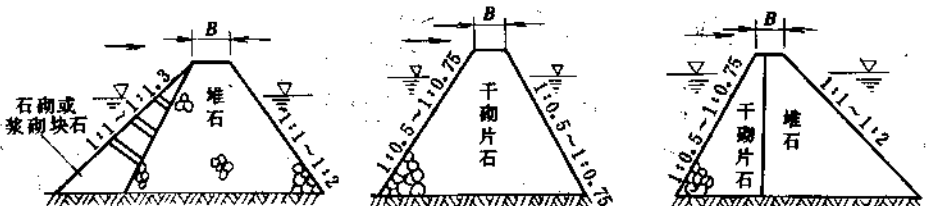
项 目	土 袋 防 护 施 工 方 法 和 要 求
土袋及其使用	<p>1. 土袋防护是用尼龙编织袋或以土工布袋,替代经常沿用的草包(或麻袋)装土而成,虽所费较草袋成本为高,但其施工质量及其作用则比较显著,土粒不易流失,特别对防护抢险及其耐久性(抗冲刷)和稳定性等方面效果都比较好。</p> <p>2. 土袋用于防护加固边坡坡脚,被冲刷严重的坡面防护以及桥头引道掏空填塞等,施工亦比较方便迅速,因此,对临时紧急抢修加固路堤均可使用</p>
土袋防护加固示例	<p>3. 利用土袋防护加固(紧急处治)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>坡脚掏空土袋防护</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>坡面土袋防护加固</p> </div> </div>
土袋防护加固施工注意要点	<p>4. 通常所用的尼龙编织袋或由土工布特制的袋均可用于装土成为土袋。装土时不宜用大块土,而以碎块土装满后,袋口用尼龙绳扎结牢靠,以防松散。</p> <p>5. 在水下投入时宜对正位置,由下至上分布在预定范围进行一层层堆积至水面,出水后上下交错继续叠放。</p> <p>6. 在沿河路堤边坡铺置时,应尽量将土袋紧贴坡面铺置不使留有空隙,以防冲刷使土粒流失。</p> <p>7. 土袋防护加固,必须注意叠置平稳互相衔接、交错搭接,相互挤紧,最陡坡面可为1:0.5,坡高不宜大于6m</p>


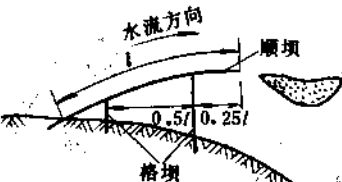
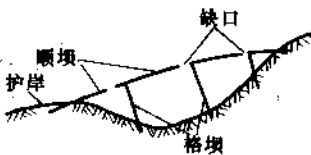
6-3-5 丁坝与顺坝

丁坝与顺坝

表 6-11

项 目	丁 坝 与 顺 坝 设 置 和 施 工		
路基防护的间接措施——丁坝与顺坝	1. 为防护与加固路基,除各种直接防治措施外,根据堤岸水流情况和实际需要,还可在必要条件下,采取丁坝、顺坝等导治结构物的间接措施,改变水流方向,用以消除和减缓水流对堤岸的直接破坏,同时可促使堤岸近旁缓速淤积,起到安全保护作用。此项导流或调治结构物,按其具体作用和位置的不同,有导流坝、挑水坝、拦水坝、格坝等。对于路基防护而言,有时称为丁坝和顺坝		
导流结构物综合布置示例及说明	 <p>1-顺坝;2-格坝;3-丁坝;4-拦水坝;5-桥墩;6-公路中心线</p>	<p>2. 丁坝是指坝根与河岸(或边滩)相接,坝头伸向河床,坝身与水流方向具有一定斜交角度,能将水流挑离河岸(亦称挑水坝),改善流态,防护堤岸。</p> <p>顺坝大致与导治线重合或平行,用于引导水流,调整水道弯曲程度,有时即称导流坝。</p> <p>丁坝与顺坝等导流结构物,其共同作用是改善水流状况,间接保护路基,免遭或减轻水流的破坏作用</p>	
丁坝的种类及其使用要求	3. 丁坝种类较多,效用亦有不同。设河稳定的宽度为 B ,丁坝轴线与水流方向的夹角为 α ,则丁坝的长度大于或等于 $0.33B\cos\alpha$ 者称为长丁坝,小于此数者称为短丁坝。并由于夹角 α 的不同,又有如下区分:		
	交角(α)	坝 型	使 用 情 况 和 要 求
	$\alpha < 90^\circ$	上挑丁坝	在平原区河流中或半山地河流的宽河滩地带,水流易于摆动,且流速及冲力不大,来砂量大,要求坝田加快淤积及形成新河岸时
	$\alpha > 90^\circ$	下挑丁坝	在山区河流,流速大,来砂量小,要求调整流向,平顺水流时
短丁坝最大长度和坝间距离的要求	$\alpha = 90^\circ$	正挑丁坝	抬高水位,调整比降,减缓流速时
	 <p>用图解法求丁坝间距示例</p> <p>4. 短丁坝的设置不宜过多压缩水流断面,其最大长度不超过稳定河宽的$1/4$,并应注意控制好丁坝的间距l,使水流过上游丁坝坝头的扩散角$\Delta\alpha$,不致影响坝间的堤岸。左图即系按$\Delta\alpha$角与坝长关系,以图解确定丁坝间距的示例。扩散角$\Delta\alpha$,一般约$5^\circ \sim 15^\circ$,当α接近90°时,$\Delta\alpha$取9.5°。</p> <p>对于坝间距离的要求,一般是凹岸比凸岸密一些;中等弯曲(转弯角近60°时)的凹岸,丁坝间距$l = 3 \sim 4l_c$;转弯角$\geq 90^\circ$时,$l = 1 \sim 2l_c$;转弯角$\approx 30^\circ$时,$l = 3 \sim 5l_c$;凸岸设坝时,$l = 4 \sim 8l_c$。式中l_c为坝根嵌入堤岸内的长度(一般要求嵌入岸边$3 \sim 5m$)。长丁坝的间距也不宜过大,以免回旋水流对堤岸的冲刷</p>		

项 目	丁 坝 与 顺 坝 设 置 和 施 工						
丁坝的组成及其大致尺寸	5. 丁坝由坝头、坝身和坝根三部分组成,横断面一般采用梯形。丁坝的常用尺寸如下:						
	丁坝尺寸参考表						
	坝的类型	坝 高	坝头顶宽(m)	坝身顶宽(m)	坝头边坡	迎水边坡	背水边坡 说 明
	土石混合坝	高于常年洪水位,按路基	3~4	2~3	1:1.25~1:4	1:2~1:3	1:1.5~1:2.5 坝高<8m,流速较大时
	石坝	高可稍低于路基,大洪水可淹没			1:1.5~1:2	1:1~1:2	1:0.5~1:1.5 不包括浆砌
	石梢坝		2~4	2~3	1:2~1:4	1:1.5~1:3	1:1.5~1:2 坝顶宽由计算确定
注:①表中坝顶宽度仅为幅度范围,具体由计算确定; ②坝头因受水流强烈作用须较坝身顶放宽,要求坚固耐久,并做成圆滑曲面。							
砌石丁坝断面示例图	6. 石砌丁坝示例:						
							
几种混合结构的丁坝示例图	7. 混合结构丁坝示例:						
淹没式丁坝和长丁坝示例	8. 淹没式丁坝与长丁坝断面示例:						
	<p>1—混凝土板; 2—石笼; 3—抛石; 4—混凝土块; 5—树梢柴排; 6—树梢柴捆; 7—石梢坝; 8—浆砌块石($a>b\geq h$)。</p> <p>图中尺寸单位:m</p>						

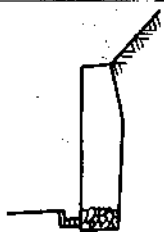
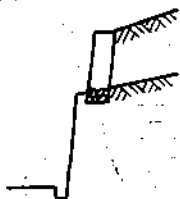
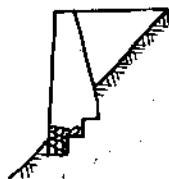
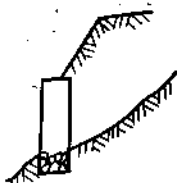
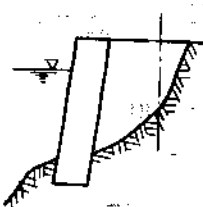
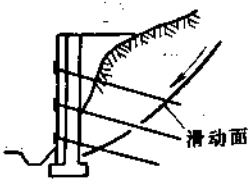
项 目	丁 坝 与 顺 坝 设 置 和 施 工		
顺坝作用 和特点	<p>9. 顺坝亦属常用的路基防护措施之一,其构造与丁坝相似,也分为坝头、坝身、坝根三部分,坝身的横断面形状亦为梯形,坝顶也应具有一定的纵坡</p> <p>顺坝的要求大体与丁坝相同,所不同点在于:</p> <p>(1)顺坝起导流作用,基本上不改变原有水流结构,故坝头水流较丁坝平顺,受力较丁坝小,通常不需加宽。为保护坝头,可将坝头部分的边坡放缓,约$1:3 \sim 1:5$即可。但过缓施工困难,可采用$1:3$,必要时再加做护脚。</p> <p>(2)顺坝受纵向水流影响较大,故迎水坡应比背水坡缓。根据实践经验,迎水坡一般采用$1:1.5 \sim 1:2.5$,背水坡采用$1:1 \sim 1:1.5$。当水流动轴线紧贴坝缘,流速较大,河床地质又较松软时,迎水坡常被淘刷,影响坝体稳定,此时可在迎水坡加做护脚,或适当放缓迎水坡的坡度</p>		
顺坝与格 坝配合使 用图示			
顺坝与格 坝联合使 用的一般 布置	<p>10. 当顺坝设计为漫溢式时,应考虑在坝后设置格坝(如上图所示),以促进淤积,并可防止边坡或河岸受到冲刷影响。</p> <p>格坝的间距,视具体情况确定,以使两格坝间流速变慢为原则。当顺坝长度$l > 200\text{m}$时,较合理的布置是坝头与第一格坝相距为$0.25l$,其余间距为$0.75l$</p>		
导流构造 物施工注 意要点	<p>11. 导流构造物以顺坝和丁坝为主要型式,在组织施工前,应慎重研究施工方案,避免工期过长,而引起沿岸农田、村庄和上、下游路基的冲刷。</p> <p>12. 导流构造物施工时,应周密调查核对坝址情况,如其地质、河道、水文条件或施工中发生新的变化,应及时修改设计并报有关部门批准后,方可施工。</p> <p>13. 导流构造物施工,应按设计要求并符合水工构造物有关规定,严格掌握工程质量标准。</p> <p>14. 施工过程中,应处理好坝根与相连地层或其它防护设施的嵌接。</p> <p>15. 梢料防护,宜按平铺梢捆护坡及镶梢等型式的一种临时性防护措施,根据施工要求,必须使梢捆间紧固,保证梢工整体性。</p> <p>16. 导流构造物,绝大部分系水上施工,应随时注意安全操作,并配备救生设备预防事故</p>		

6-4 路基挡土墙

6-4-1 挡土墙类型与适用范围

挡土墙使用场合

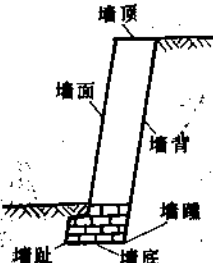
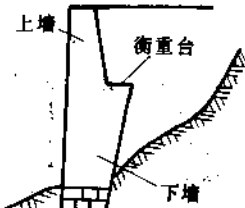
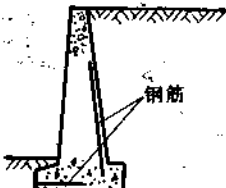
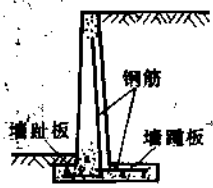
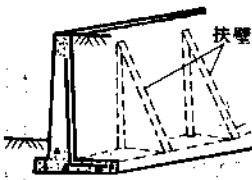
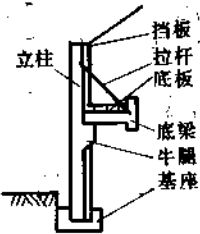
表 6-12

序 号	名 称	示 意 图	使 用 场 合
1	路堑挡土墙		<ol style="list-style-type: none"> 1. 山坡陡峻,用以降低边坡高度,减少山坡开挖,避免破坏山体平衡; 2. 地质条件不良,用以支挡可能坍塌的山坡土体
2	山坡挡土墙		<ol style="list-style-type: none"> 1. 用以支挡山坡上有可能坍塌的覆盖层土体或破碎岩层; 2. 根据山坡情况可分设数道,以满足实际需要
3	路肩挡土墙		<ol style="list-style-type: none"> 1. 陡山坡上,为保证路堤稳定,收缩坡脚; 2. 压缩路堤坡脚,减少占用土地或避免与其它建筑物干扰; 3. 防止沿河路堤水流冲刷、淘刷
4	路堤(坡脚)挡土墙		<ol style="list-style-type: none"> 1. 受地形限制或其它建筑物干扰,必须约束坡脚时; 2. 防止陡坡路肩下滑
5	浸水挡土墙		沿河路堤,须收缩坡脚,以免水流冲刷和淘刷
6	抗滑挡土墙		滑坡地段,用以稳定滑动土体

序 号	名 称	示 意 图	使 用 场 合
7	石砌边坡(干砌挡墙)		在较陡的山坡上,结合地形设陡边坡,就地利用削陡石料填筑,砌成挡墙,但地基必须良好
8	路肩式加筋土挡墙		加筋土挡土墙一般修建于填方地段,为保护路肩,约束边坡用地,可使之直立到顶,如左图所示
9	路堤式加筋土挡墙		用于道路工程代替圬工型式的挡土墙,左图为帮宽路堤时,用地及填筑土方量大为节省
10	双面分离式加筋土挡墙		用于双面进行支挡,直立时的挡墙,但其拉筋为双面分离设置
11	双面交错式加筋土挡墙		用于直立双面拉筋分层间隔交错
12	土工织物分层包叠式挡墙		土工织物分层用于加筋土中作拉筋,在挡土结构的土体中,每隔一定距离铺设土工织物(土工布)并在端部向上包卷,包着土砂叠筑成挡土墙,在受水浸或冲刷淘刷地段有较好防护作用

各类挡土墙特点及适用范围

表 6-13

序号	类型	主要特点	结构示意图	适用范围
1	石砌重力式	1. 依靠墙身自重抵御土压力; 2. 型式简单,取材容易,施工简便		1. 产石料地区; 2. 墙高 6m 以下,地基良好,非地震和沿河受水冲刷地区,可采用干砌; 3. 其它情况宜采用浆砌
2	石砌衡重式	1. 利用衡重台上部填土的下压作用和全墙重心的后移,增加墙身稳定,节约断面尺寸; 2. 墙面陡直,下墙墙背仰斜,可降低墙高,减少基础开挖		1. 山区、地面横坡陡峻的路肩墙; 2. 亦可用于路堑墙(兼有拦挡坠石作用)或路堤墙
3	混凝土半重力式	1. 在墙背加入少量钢筋,以减薄墙身,节省圬工; 2. 墙趾较宽,以保证基底宽度,必要时,在墙趾处设少量钢筋		1. 缺乏石料地区; 2. 一般适用于低墙
4	钢筋混凝土悬臂式	1. 由立臂、墙趾板、墙踵板、三个悬臂梁组成,断面尺寸较小; 2. 墙高时,立臂下部的弯矩大,耗钢筋多,不经济		1. 缺乏石料地区; 2. 一般高度的路肩墙,地基情况可较差
5	钢筋混凝土扶壁式	沿悬臂式墙的墙长,隔一定距离加一道扶壁,把立壁与墙踵板连接起来		1. 在高墙时,较悬臂式经济,其余同上述
6	钢筋混凝土立柱挡板式	1. 由钢筋混凝土立柱、挡板底梁、底板、基座和钢筋拉杆组成,借底板上部土体自重作用平衡全墙; 2. 因底板位置升高,基础开挖较悬臂式和扶壁式少; 3. 构件轻便,可预制拼装,快速施工		1. 高墙; 2. 支挡土质路堑高边坡或处治边坡滑坍; 3. 亦可用于路堤墙

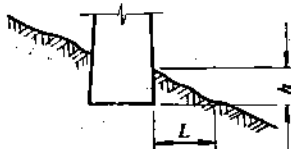
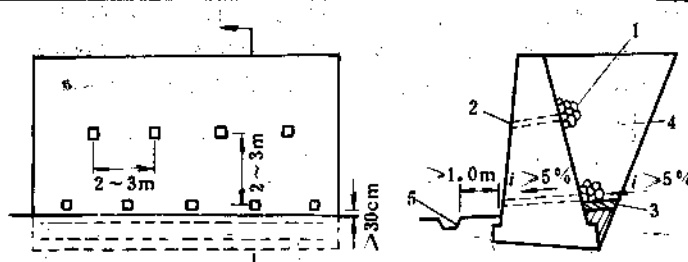
序号	类型	主要特点	结构示意图	适用范围
7	锚杆式	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由钢筋混凝土墙面(整体板壁或肋柱及挡板)和锚杆组成,依靠锚固在岩层或土层内的锚杆的水平拉力承受土压力,维持全墙平衡; 2. 属轻型结构,材料节省; 3. 基底受力小,基础要求不高 		<ol style="list-style-type: none"> 1. 高路堑墙、高路肩墙、抗滑挡土墙; 2. 备有钻机、压浆泵等设备
8	锚碇板式	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由钢筋混凝土墙面(肋柱及挡板)、钢拉杆和锚碇板组成,借埋置在破裂面后稳定土层内的锚碇板和锚杆拉住墙面,保持墙身稳定; 2. 拼装简易,施工快; 3. 结构轻便,柔性大 		高路肩墙或路堤墙,特别地基不良时
9	垛式	<ol style="list-style-type: none"> 1. 用钢筋混凝土预制杆件纵横交错拼装成框架,内填土或石,借其自重抵御土体的推力; 2. 施工简便,快速; 3. 允许地基产生一定的变形; 4. 损坏后,修复较易 		<ol style="list-style-type: none"> 1. 高路肩墙、路堤墙、抗滑挡土墙; 2. 缺乏石料地区
10	加筋土式	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由筋带(可采用钢带、钢筋带、钢筋混凝土带、聚丙烯土工带等)和混凝土墙面板(简称面板)为主的加筋土,借拉筋和面板保持墙身稳定; 2. 面板为预制,施工安装迅速,轻便,美观; 3. 可使用机械吊装,亦可人工装配 		<ol style="list-style-type: none"> 1. 高路肩墙、沿河岸陡直驳岸护墙以及公路工程梁(板)式桥台等的加筋土工程中的挡土墙; 2. 左图为斜坡上加筋土挡土墙设置护脚的示例 <p>1-墙面;2-筋带;3-原山坡;4-护脚;5-基础</p>

6-4-2 重力式挡土墙构造及施工

石砌重力式挡土墙构造

表 6-14

项 目		石 砌 重 力 式 挡 土 墙 一 般 构 造				
形 式	1. 重力式挡土墙的断面形式					
	仰斜式	垂直式	俯斜式	凸形折线式	衡重式	
示 意 图						
背 墙 型 选 择	墙背仰斜受土压力小，断面经济。开挖回填量亦较小，适用于路堑墙。墙壁坡度不宜缓于1:0.3，以免施工困难	垂直墙背的特点介于仰斜和俯斜墙背之间	墙背所受土压力较大。在地面横坡陡峻时可采用陡直墙面，借以减小墙高。亦可使墙背作成台阶，以增大墙背与填料的摩擦力	将仰斜式挡土墙背的上部改为俯斜，以减小上部墙身断面尺寸。多用于路堑墙，亦可用于路肩墙	在上下墙之间设衡重台，并用陡直墙面，适于山区陡峻处路肩墙和路堤墙。亦用于路堑墙。上下墙高的比例一般为 $\frac{h_1}{h_2} = \frac{2}{3}$	
墙 面	2. 墙面一般均为平面，其坡度应与墙背坡度相协调。墙面坡度直接影响挡土墙的高度。因此，在地面横坡较陡时，墙面坡度一般为1:0.05~1:0.20，矮墙可采用陡直墙面；地面平缓时，一般采用1:0.20~1:0.35，较为经济					
墙 顶	3. 墙顶最小宽度，浆砌块(片)石为0.5m，干砌时为0.6m。路肩挡墙加混凝土或粗料石台帽时，帽的厚度不小于0.4m，顶部帽檐悬出的宽度为0.10m。如不做顶帽，或为路堤墙和路堑墙，墙顶应以大块石砌筑，并用砂浆勾缝，或用5号砂浆抹平顶面，砂浆厚2cm。干砌挡土墙墙顶50cm高度内，应用2.5号砂浆砌筑，以增加墙身稳定。 干砌块(片)石挡土墙的高度一般不宜大于6m					
基 础 一 般 类 型 和 要 求	4. 挡土墙的地基基础是砌筑挡墙的重要环节，地基不良基础处理不当，常致引起挡土墙的破坏。为此，必须事先进行地基勘察，并于施工时进行必要查对，在符合设计要求的情况下，按确定基础类型和埋置深度，据以施工，多数挡土墙可建在天然地基上。当地基较弱、地形平坦、墙身又超过一定高度(一般高度大于6m，列为高挡墙)时，为减小基底压应力，并增加墙的抵抗倾覆稳定性，可在墙趾处伸出宽度约为20cm的台阶，其高与宽之比可为 $h/b=3/2$ 或 $2/1$ [下图(1)]。如地基承载力仍有不足，亦可改设钢筋混凝土基座，以及采用阶梯式基础等，常用类型见下图所示					
	砌石基座	钢筋混凝土基座	阶梯式基础	基底倾斜式基础		
(1)	(2)	(3)	(4)			

项 目	石 砌 重 力 式 挡 土 墙 一 般 构 造			
基础一般类型和要求	<p>说明:①图(4)内,墙趾的厚度$h_1 \geq 50\text{cm}$,墙踵处$h_2 > 70\text{cm}$,基础底面做成与山坡相反的倾斜坡,其倾斜度$\text{tg}\alpha_0 = \frac{h_2 - h_1}{B} = 0.1 \sim 0.2$</p> <p>②对于陡于5%的斜坡上,设置高度大于6m的高挡墙,如遇坚固岩层,可如上图(3)将基底做成阶梯形,以减少挖方工程</p>			
基础埋置深度	<p>5. 对于土质地基,基础埋置深度应符合下列要求:</p> <p>(1)无冲刷时,应在天然地面下至少1m;</p> <p>(2)有冲刷时,应在冲刷线以下至少1m;</p> <p>(3)受冻胀影响时,应在冻结线以下不少于0.25m。当冻深超过1m时,仍采用1.25m,但基底应夯实一定厚度的砂砾或碎石垫层,垫层底面亦应位于冻结线以下不少于0.25m。</p> <p>碎石、砾石和砂类地基,不考虑冻结线影响,但基础埋深不宜小于1m。</p>			
	<p>6. 对于岩石地基,应清除表面风化层。当风化层较厚难以全部清除时,可根据地基的风化程度及其容许承载力将基底埋入风化层中。同时考虑到当地面横坡较大时应留出足够的襟边宽度,以防地基剪切破坏。下列基础嵌入岩层深度及襟边宽度可供参考</p>			
	岩 层 类 别	基础埋深 $h(\text{m})$	襟边宽度 $L(\text{m})$	<p>嵌入A及L示意图</p> 
	石灰岩、砂岩、玄武岩等	0.25	0.25~0.5	
	页岩、砂岩交互层等	0.60	0.6~1.5	
松软岩石,如千枚岩等	1.00	1.0~2.0		
砂类砾石等	≥ 1.00	1.5~2.5		
挡土墙排水设施	<p>7. 挡土墙应有排水设施,用以疏干墙后土体和防止地面水下渗,防止墙后积水形成静水压力,减少寒冷地区回填土的冻胀压力,消除粘性土填料浸水后的膨胀压力。</p> <p>对浆砌块(片)石墙身应设置泄水孔,使墙后积水从泄水孔及时排出,泄水孔进口应设有滤水层,防止堵塞,最下层泄水要高出墙外积水位0.30m以上,以防水流倒灌。其大体布置见下图所示</p>			
	<p style="text-align: center;">挡土墙泄水孔布置示意图</p> <div><div><p>1——滤水粗料;</p><p>2——10cm方或圆形泄水孔;</p><p>3——10cm厚粘土隔水层;</p><p>4——回填土;</p><p>5——明沟</p></div></div>			
伸缩缝与沉降	<p>8. 由于挡土墙身的地基及墙背的土压力亦不均匀,挡土墙的纵向每隔一定距离,应设置必要的沉降缝;同时,为避免圬工砌体因硬化收缩,或因温度与湿度的作用而引起破裂,又应设置伸缩缝。实际上,常将沉降缝与伸缩缝合并为一,缝的间距与挡土墙材料有关,一般数值可按下列选用</p>			

项 目	石 砌 重 力 式 挡 土 墙 一 般 构 造			
挡 墙 沉 降 缝 间 距	挡土墙类别	纵向缝间距(m)	挡土墙类别	纵向缝间距(m)
	干砌片(块)石	10~20	嵌石混凝土	10
	浆砌片(块)石	10~20	钢筋混凝土	10~30
	缝宽一般为2cm,通常可用粘土填缝,如渗水量较大及冰冻地区,宜填沥青麻丝等;有水流淹没的部分,可灌砂浆			
挡 面 土 布 置 分 段 示 意 正 图	<p>The diagram illustrates the general construction of a gravity retaining wall. It shows a cross-section with three segments separated by longitudinal joints (沉降缝或伸缩缝). The top surface is labeled '路线纵坡' (road longitudinal slope). The base is labeled '基底线' (base line). A '泄水孔' (drainage hole) is shown in the middle segment. The base slope is indicated as '基底纵坡 > 5%' (base longitudinal slope > 5%). A note on the left states '基底纵向台阶,按地形设置,高宽比不大于1:2' (base longitudinal step, set according to terrain, height-to-width ratio not greater than 1:2). The ground surface is labeled '地面线' (ground line). The wall face is labeled '挡面' (retaining wall face). The segments are labeled '分段长' (segment length).</p>			

石砌重力式挡土墙施工要求

表 6-15

项 目	重 力 式 石 砌 挡 土 墙 施 工 要 求
挡 土 墙 基 础 施 工 要 求	<p>1. 挡土墙基础,应以地形和地质条件按设计要求埋入地面以下足够深度。施工前,应做好场地临时排水,除一般应随开挖,随下基,随砌筑并及时分层回填夯实(或压实)和做好墙后排水设施外,还应注意:</p> <p>(1)对土质基坑应保持干燥。雨天施工坑内积水应随时排除,对受水浸泡的基底土(特别是松软淤泥)应全部予以清除,并换以好土回填[或以碎(砾)石夯填]至设计标高。</p> <p>(2)挖基时如发现与设计不符的软弱地基,承载力不足时应通过变更设计程序,采取措施后方可施工。</p> <p>(3)对山坡挡土墙,基础埋入深度和墙边距离应同时符合设计要求,如墙基高程不能满足设计要求时,亦应通过变更设计经批准后方可施工。</p> <p>(4)采用倾斜地基时,应按设计倾斜挖凿,不得用填补法筑成斜面。</p> <p>(5)在岩体破碎或土质松软,有水地段,宜择旱季分段集中施工</p>
墙 体 砌 筑 与 分 段 设 置 伸 缩 沉 降 缝	<p>2. 砌筑基础前,应将基底松软、风化表面清除干净,然后铺满砂浆,石质基坑内,基础紧靠坑壁砌筑,并插浆塞满间隙,使之结成整体;对土质基坑或风化软石基坑,在雨季施工时,应于基坑挖至设计高程,立即满堂铺砌一层。</p> <p>3. 重力式挡土墙分段砌筑,必须按设计要求间距,留出伸缩(沉降)缝,并按规定要求的挡墙断面(坡度)砌筑平整,缝成直线,为此可设立临时标准样架作准绳,使墙面正直整齐</p>
回 填 用 料 选 择 与 泄 水 孔 设 置	<p>4. 砌体出地面后,砌缝强度容许(胶结强度达到70%),即可及时回填。有条件时尽量采用粗粒料,如砾石、碎石或矿渣,不用或少用细砂、粉土或软塑型粘土等,亦不允许夹有冻土块、木屑、树根、杂草等。回填土的含水量,不应超过最佳含水量的10%。</p> <p>5. 挡土墙在砌筑过程中,必须随时掌握砌至一定高度后按设计要求尺寸位置设置泄水孔,,并在进水孔口墙背做好反滤防渗隔水设施。</p> <p>第一排泄水孔应高于边沟底0.3m设置。浸水挡土墙应用砂、砾回填,其最低一排泄水孔应高出常水位0.3m</p>

项 目	重 力 式 石 砌 挡 土 墙 施 工 要 求
路肩或护墙的设置规定	<p>6. 路肩挡土墙在下列情况下,应按设计要求设置护柱、护栏或护墙,以策交通安全。</p> <p>(1) 墙顶高出地面 6m,且连续长度大于 20m;</p> <p>(2) 墙顶高出地面 4m,且靠近居民集中点;</p> <p>(3) 位于悬崖、陡坎或横坡度陡于 1:0.75,且连续长度大于 20m;</p> <p>(4) 在弯道处的路肩式挡土墙。</p> <p>护柱、护栏或护墙内侧距路面边缘应不小于规定的路肩最小宽度</p>
砌石工程材料质量有关规定	<p>7. 根据《公路路基施工技术规范(JTJ 033—95)》要求,砌石工程的材料质量,应符合下列规定:</p> <p>(1) 砌体用的水泥、石灰、砂、石及水等,要求质地均匀,水泥不失效,砂石洗净,石灰充分消解,水中不得含有对水泥、石灰有害的物质。</p> <p>(2) 石料强度不得低于设计要求,并不小于 30MPa,无裂缝,不易风化。河卵石无脱层、蜂窝、表面无青苔、泥土。</p> <p>(3) 片石最小边长及中间厚度不小于 15cm,宽度不超过厚度的二倍。块石形状大致正方,厚度不宜小于 20cm,长、宽均不小于厚度,顶面与底面应平整。用于镶面时,应凿去锋棱凸角,表面凹陷部分不得超过 2cm。</p> <p>(4) 砂浆强度不低于设计标号,拌和均匀,色泽一致,稠度适当,和易性适中</p>
砌石平整、密实、美观	<p>8. 砌体石块应互相咬接,砌缝砂浆饱满,砌缝宽度一般不大于 3cm(浆砌块石),上下层错缝(竖缝)距离不小于 8cm,并应尽量使每层石料顶面自身形成一个较平整的水平层,或通过适当的调整,每隔 70~120cm 找平一次,作为一个较平整的水平层。</p> <p>砌石时,一般应按平面上先砌角石,再砌面石,最后砌填腹石的顺序进行。其空隙必须用砂浆挤填密实,严禁通缝(上下竖缝同缝)、叠砌、贴砌和浮塞。</p> <p>砌体勾缝应牢固美观,当勾凸缝时,其宽、厚要求基本相称</p>

6-4-3 加筋土挡土墙构造及施工

加筋土挡土墙基本原理、特点与构造

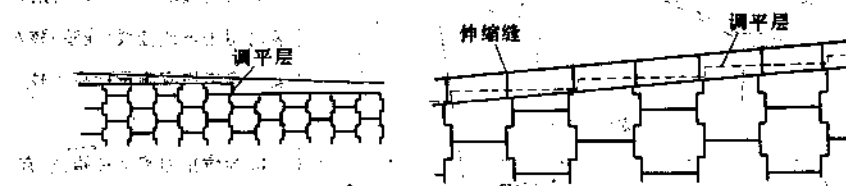
表 6-16

项 目	加 筋 土 挡 土 墙 基 本 原 理 、 特 点 与 构 造
加筋土结构基本原理简述	<p>1. 加筋土是由填土、在填土中布置的一定量的带状拉筋(筋带)以及直立的墙面板三部分组成的一个整体的复合结构。在此结构内存在墙面土压力、筋条的拉力和填料与筋带间的摩擦力等相互作用的内力,这些内力互相平衡,保证了复合结构的内部稳定。同时,加筋土(该复合结构)要能抵抗筋条尾部后面填土所产生的侧压力,即为加筋土挡土墙的外部稳定,从而使整个复合结构稳定</p>
加筋土挡土墙的基本特点	<p>2. 加筋土挡墙的基本特点,亦即其主要优点是:</p> <p>(1) 充分利用材料性能,以及与拉筋的共同作用,使挡墙轻型化,构件全部预制装配化、工厂化,加快施工并促进质量的提高,降低了材料的消耗。</p> <p>(2) 墙面板型式可按需要设计施工,造型比较美观,除大量用于公路建设,亦适合城市道路支挡工程。</p> <p>(3) 墙面垂直,节约了路堤边坡占用地,亦相应减少了土方工程量。且构件较轻,安装方便,不需大型机械设备,人力亦可装配,无噪声。</p> <p>(4) 构件拼装,对地基变形的适应性较好,并由于复合结构的整体性也较好,加筋土挡墙与地基土及墙后填土有较密切的结合,所以在地震波作用下,较其它类型的挡土结构的稳定性强,且有拉筋的加固作用,因此具有良好的抗震性能。</p> <p>(5) 采用加筋土挡土墙,可降低工程造价。墙高为 2~3m 时不显著,随着墙身高度的增加造价降低很多,与重力式挡墙相比,一般可降低 25%~60%</p>

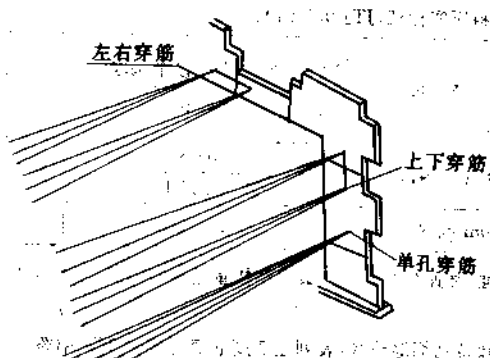
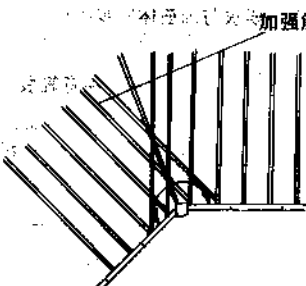
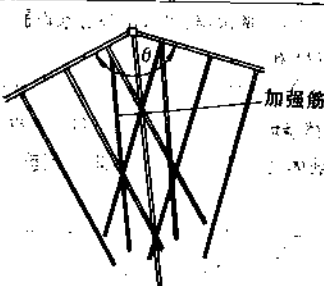
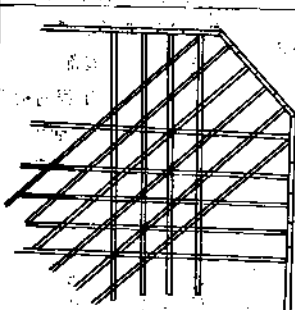
项 目	加 筋 土 挡 土 墙 基 本 原 理 、 特 点 与 构 造				
加筋体填料的 要求和选择	3. 对加筋体填料的一般要求和选择: (1)填料一般要求是易于压实;能与拉筋产生足够的摩擦力;满足化学和电学标准以及在浸水工程中要求水稳定性好的填料等。 (2)填料的选择,要求:有一定级配的砾类土、砂类土应优先采用;碎石土、黄土、中低液限粘性土、稳定土及满足质量要求的工业废渣也可采用;高液限粘性土及其它特殊土应在采取可靠技术措施后采用;腐质土,冻结土,白垩土及硅质土等禁止使用				
	4. 当筋带为钢带时,填料的化学和电学标准				
填料的化学和电学标准	区 分	电 阻 率 (Ω/m)	氯 离 子 (m.e/100g \pm)	硫酸根离子 (m.e/100g \pm)	pH 值
	无水工程	>10	≤ 5.6	≤ 21.0	5~10
	淡水工程	>10	≤ 2.8	≤ 10.5	5~10
	注:①电阻率按《公路加筋土工程设计规范(JTJ 015-91)》附录二求得,其它指标按《公路土工试验规程(JTJ 051-93)》求得; ②每毫克当量(m.e)氯离子为 0.0355g;每毫克当量(m.e)硫酸根离子为 0.048g。				
5. 采用聚丙烯土工带的填料,不宜含有二价以上铜、锰、铁离子及氯代钙、硫代物等化学物质					
填料的设计参数	6. 填料的设计参数,应由试验或当地经验数据确定。当无上述条件时,可参照下列采用:				
	填 料 种 类	容 重 (kN/m 3)	计算内摩擦角 ($^{\circ}$)	似摩擦系数	
	中低液限粘性土	18~21	25~40	0.25~0.4	
	砂 性 土	18~21	25	0.35~0.45	
	砾碎石类土	19~22	35~40	0.4~0.5	
注:①粘性土计算内摩擦角为换算摩擦角; ②似摩擦系数为土与筋带的摩擦系数; ③有助钢带,钢筋混凝土带的似摩擦系数可提高 0.1; ④墙高大于 12m 的挡土墙计算内摩擦角和似摩擦系数采用低值。					
筋带种类 和要求	7. 筋带的种类和要求: (1)筋带应具有较高的强度,受力后变形小,能与填料产生足够的摩擦力,抗腐蚀性好,加工、接长和与面板连接简单、牢靠。 (2)钢带、钢筋混凝土带、聚丙烯土工带及其它符合上述要求的材料均可用作筋带。高速公路和一级公路上的加筋土工程应采用钢带或钢筋混凝土带				
	8. 扁钢带宜用软钢(3号钢)轧制,可采用光面带、有肋扁钢带(见下图),断面为扁矩形,宽度不应小于 30mm,厚度不应小于 3mm;钢带表面一般应镀锌或采取其它措施进行防锈处理。镀锌时,其镀锌量不应小于 0.05g/cm 2 ,锈蚀厚度可按下列值采用				

项 目	加 筋 土 挡 土 墙 基 本 原 理 、 特 点 与 构 造				
面板构造 有关要求	12. 面板一般采用混凝土预制,其强度不应低 C18 级,厚度不应小于 8cm,要求坚固、美观、运输方便和易于安装;面板上的筋带结点,可采用预埋钢拉环、钢板锚头或预留穿筋孔等形式,钢拉环应采不小于 10mm 的一级钢筋,钢板锚头应采用厚度不小于 3mm 的钢板,露于混凝土外部的钢拉环、钢板锚头应做防锈处理,聚丙烯土工带与钢拉环的接触面应做隔离处理。 预制面板四周应设企口和相互连接装置。当采用插销连接装置时,插销直径不应小于 10mm				
常用面板 规格尺寸 (JTJ 035 -91)	13. 预制面板的外形,可采用十字形、槽形、六角形、L 形、矩形等,一般常用板面尺寸如下列:				
	加筋土挡墙常用面板尺寸(cm)				
	类 型	简 图	高 度	宽 度	厚 度
	十字形		50~150	50~150	8~25
	槽 形		30~75	100~200	14~20
	六角形		60~120	70~180	8~25
	L 形		30~50	100~200	8~12
	矩 形		50~100	100~200	8~25
	Z 形		30~75	100~200	8~25
	注:①L 形面板下缘宽度一般采用 20~25cm; ②槽形面板的底板和翼缘厚度不小于 5cm。				
14. 除上述几种基本定型的预制混凝土面板外,在墙顶的凸、凹部和角隅处可采用异型面板、角隅面板,如下图所示:					
异形面板 和角隅形 面板示例	异形面板(安装)示意图			角隅面板示意图	
				 a) 凸部时用 b) 凹部时用	

项 目	加 筋 土 挡 土 墙 施 工 方 法 和 要 求
准备工作	<p>1. 作好施工前准备工作,包括现场实况与图纸查对,工程数量和确定施工程序、方法;进行测量定位并标示出挖线,复核路中心位置及高程标志。</p> <p>2. 根据施工进度,安排预制构件分批供应。加筋土工程,除按路基施工配备压实机械外,还应选备杵子、振动板、蛙式夯、手扶式振动压路机等小型压实机具,用以在面板内 1.0m 范围内压实填料。</p> <p>3. 做好场地清理,整平压实,并满足构件安装和筋带铺设的要求</p>
基础工程	<p>4. 基槽开挖和处理。</p> <p>(1) 基槽(坑)应按设计要求开挖至设计标高,槽(坑)底平面尺寸一般大于基础外缘 50cm。</p> <p>(2) 基槽(坑)开挖的同时应做好防、排水工作。</p> <p>(3) 对未风化的岩石应将岩面凿成水平台阶。台阶的宽度不宜小于 0.5m。台阶长度除满足面板安装需要外,高度比不宜大于 1:2。</p> <p>(4) 风化岩应按设计处理。</p> <p>(5) 基槽(坑)底土质为碎石土、砂性土、粘性土等时,应整平夯实。</p> <p>5. 基础的浇筑或砌筑,必须严格控制基础顶面标高和规定的各部尺寸做足,并符合平整与线形要求,以利面板安装</p>
面板堆放和运输	<p>6. 混凝土面板的堆放和运输,须注意:</p> <p>(1) 面板可竖向或平放,均应防止扣环变形,或边角、翼缘损伤。平放时板与板之间宜用方木衬垫,堆积高度不宜超过 5m。</p> <p>(2) 面板在运输过程中,应轻搬轻放</p>
挡墙面板安装(1)	<p>7. 挡墙混凝土面板的安装方法如下:</p> <p>(1) 第一层面板的安装</p> <div data-bbox="197 1219 697 1632"> <p>六边形面板安装示意图</p> <p>条形基础</p> <p>条形基础</p> <p>十字形面板装配饰示意图</p> </div> <p>a. 首先在条形基础顶面划出面板外缘线,并在外缘线上准确定点,然后进行水平测量;</p> <p>b. 安装时的排列顺序如左图,安装时用低强砂浆砌筑调平。同层相邻面板水平误差不大于 10mm;轴线偏差每 20 延米不大于 10mm,按要求的垂度、坡挂安装,接缝宜小于 10mm;</p> <p>c. 安装时应防止角隅损伤和插销孔破裂或插销变形;</p> <p>d. 当填料为粘性土时,宜在面板后不小于 0.5m 范围内回填砂砾材料(有利于渗透);</p> <p>e. 面板安装可用人工机械吊装就位。安装时单块面板倾斜度,一般可内倾 1/100~1/200,作为填料压实时面板外倾的预留度</p>

项 目	加 筋 土 挡 土 墙 施 工 方 法 和 要 求			
沉降缝 与纵坡 调平层	8. 沉降缝应上下贯通,缝宽一般 1~2cm,并用沥青木板、沥青麻丝等填塞,填塞深度不小于 8cm,参见表 6-16 第 14 条插图。			
	9. 当加筋土挡土墙顶面有纵坡时,可做调平层,用异形面板,浆砌块(片)石或现浇混凝土等作顶面调整,见下图所示:			
	加筋土挡墙纵坡调平层			
				
筋带运 输、堆 放及裁 料	10. 筋带的运输、堆放及裁料要求:			
	筋带类别	运 输、堆 放 及 裁 料 要 求		
	钢筋混 凝土 带	1)轻装轻放;2)堆放时相互垂直平放,堆放高度不宜超过 10 层;3)注意检查清理、补修,按各层筋带设计长度准备相应节数,并调连结钢筋		
	钢 带	1)钢带应堆放于垫木上,垫木高度应离地面不小于 20cm;2)进行调直,按设计要求长度裁料;3)若采用插销或螺栓连接,应按设计要求在钢带上冲孔		
	聚丙烯土工带	1)堆放于通风遮光的室内;2)裁料的长度一般为设计长度的 2 倍长再加上穿孔所需的长度		
筋带的连 结、铺 设和防 锈	11. 筋带的连结、铺设和防锈要求:			
	筋带类别	连 接	铺 设	防 锈*
	钢筋混 凝土带	钢筋混凝土带与面板的拉环连接以及每节钢筋混凝土带之间的钢筋连接,可用焊接、扣环连接或螺栓连接	筋带底面的填料应平整、密实。可在填料压实至设计标高再按设计位置挖槽铺设,亦可直接铺设	凡外露钢筋和面板钢拉环及螺栓等处均应作防锈处理。如:钢带镀锌,涂漆防锈,裹缠三油二布涂刷沥青,以及涂塑、拉环用橡胶等隔离措施
	钢 带	钢带与面板拉环(片)的连接和钢带的接长,可用插销连结,焊接或螺栓连结	钢带应平顺铺设于已压实整平的填料上,不得弯曲或扭曲	同上述
	聚丙烯 土工带	聚丙烯土工带与面板的连接,一般可将土工带的一端从面板预埋拉环或预留孔中穿过折回与另一端对齐,土工带穿孔可为单孔穿过,上、下穿过,或左右环孔合并穿过,并绑扎以防止抽动、扭转、或使土工带在环(孔)上绕成死结(见穿孔法示意图)	聚丙烯土工带应成扇形辐射状铺设在压实平整的填料上,不宜重叠,不得卷曲或折曲。土工带不得与硬质棱角填料直接接触。 铺土工带时应拉紧后用少量填料压稳使带位置固定	同前述

* 详见《公路加筋土工程施工技术规范 (JTJ 035-91)》附录二。

项 目		加 筋 土 挡 土 墙 施 工 方 法 和 要 求		
拉筋铺设方法示意图	聚丙烯土工带拉筋穿孔方法			
	拐角和曲线部位拉筋的铺设			
	外曲线铺设	内曲线铺设	拐角的铺设	
				
填料的采用、摊铺和碾压	填料采用	<p>12. 填料的采用:</p> <p>(1)用于加筋土的填料不应含有地表面的种植土、草皮、树根和杂物。</p> <p>(2)浸水加筋土工程的填料,应选用水稳性好的透水性材料填筑</p>		
	填料摊铺	<p>13. 填料的摊铺:</p> <p>(1)加筋土填料应根据筋带竖向间距进行分层摊铺和压实,其中应注意:卸料时机具与面板的距离不应小于1.5m,同时,机具也不得在未覆盖填料的筋带上行驶,并不得扰动下层筋带。</p> <p>(2)可用人工或机械摊铺,摊铺厚度应均匀一致,表面平整,并设有3%横坡。当用机械摊铺时,摊铺机械距面板不应小于1.5m。在此1.5m的范围内,应用人工摊铺。</p> <p>(3)可在摊铺前设置明显标志,引导驾驶员明确机械运行方向(不与筋带平行,应与筋带垂直行驶)。钢筋混凝土筋带顶面以上填料,一次摊铺厚度应不小于20cm</p>		
	填料碾压	<p>14. 填料的压实:</p> <p>(1)一般要求 碾压前应进行压实试验,用以确定填料采用及机械压实遍数和分层摊铺厚度,作为指导施工的参考;在填料时要随时检查其含水量是否满足压实要求;加筋土工程的填料应严格分层碾压,并掌握先轻后重和不得使用羊足碾的原则。此外,还应注意压路机不得在未经压实的填料上急剧改变运行方向或急刹车。</p> <p>在碾压程序上,应先从筋带中部开始,逐步碾压至筋带尾部,再碾压靠近面板部位,但碾压机械距板面不得小于1.0m的距离(留待小型机械夯击压实)保证面板不受影响变位</p>		

项 目		加 筋 土 挡 土 墙 施 工 方 法 和 要 求			
填料的采用、摊铺和碾压	填 料 碾 压	(2)加筋土壤料压实标准(JTJ 035-91);			
		填 土 范 围	路槽底面以下深度 (cm)	压 实 度 (%)	
				二、三、四级公路	高速、一、二级公路
		距面板 1.0m 范围以外	0~80	>93	>95
			80 以下	>90	>90
		距面板 1.0m 范围以内	全部墙高	≥90	>90
		表列压实标准,高速公路,一、二级公路按重型击实标准,三级以下(包括三级)公路按轻型击实试验方法求得。			
对特别干旱和特别潮湿地区,表列压实度数值可减少 2%~3%					
防水、排水及其它工程的施工		15. 加筋土工程施工应先做好场地排水,以保证正常施工。工程区域内出现层间水、裂隙水或涌泉等时,则应先修筑排水构造,再作加筋工程。 16. 加筋土工程中的反滤层、透水层、隔水层等防水设施应按设计要求与加筋体同步进行。路肩式加筋土挡土墙,路肩部分应进行封闭。 17. 其它工程的构件,如垫梁、搭板、檐石、栏杆、护栏、路缘石等在搬运、安装中都应注意轻装轻放,安装前复核好中线并准确划出挡墙墙顶基线、标高后,进行安置砌牢。 18. 加筋土挡墙在加筋体完成后,应按设计及时修筑护脚。护脚坡面宜用块(片)石或混凝土预制块浆砌防护			