

铁路工程设计技术手册

《路基》 第六篇

路基防护

铁道部第一设计院主编

人民铁道出版社

铁路工程设计技术手册

《路基》 第六篇

路基防护

铁道部第一设计院主编

人民铁道出版社

1 北京

铁路工程设计技术手册第二册《路基》，内容包括路基构造、路基排水、浸水路基及改河工程、特殊条件下路基、既有线改建及增建第二线、路基防护、挡土墙等七篇及附录——路基设计参考资料。为满足现场设计工作急需，现按各篇定稿先后暂以分篇形式出版。

本篇包括：

第二十四章 路基坡面防护——铁道部第四工程局编写。

第二十五章 路基冲刷防护——铁道部第一设计院编写。

铁路工程设计技术手册

《路基》 第六篇

路基防护

铁道部第一设计院主编

人民铁道出版社出版

(北京市东单三条14号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：4.25 插页：1 字数：132千

1976年8月 第1版

1976年8月 第1版 第1次印刷

印数：0001—13,000册 定价(科三)：0.40元

毛主席语录

阶级斗争是纲，其余都是目。

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

我们的方针要放在什么基点上？放在自己力量的基点上，叫做自力更生。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

目 录

第六篇 路基防护

第二十四章 路基坡面防护6.1	第二节 一般原则6.18
第一节 概述6.1	一、常用的防护方法及其选择.....6.18
一、基本概念.....6.1	二、处理原则.....6.19
二、勘测调查要点.....6.1	第三节 有关计算6.19
第二节 设计原则6.1	一、关于动水压力荷载的计算.....6.19
第三节 常用坡面防护类型及其设计6.1	二、关于波浪要素和波浪压力荷载 的计算.....6.19
一、种草.....6.1	三、关于冰压力荷载的计算.....6.27
二、平铺草皮.....6.2	四、关于壅水高度的计算.....6.30
三、植树.....6.2	五、关于冲刷深度的计算.....6.31
四、灌浆及勾缝.....6.4	第四节 常用直接防护类型及其设计6.36
五、抹面.....6.4	一、草皮护坡.....6.36
六、捶面.....6.5	二、抛石(或堆石)防护.....6.37
七、喷浆及喷射混凝土.....6.6	三、干砌片石护坡.....6.41
八、锚杆铁丝网喷浆及锚杆铁丝网 喷射混凝土.....6.7	四、浆砌片石护坡.....6.42
九、单层干砌片石护坡.....6.7	五、混凝土板护坡.....6.44
十、浆砌片石护坡.....6.7	六、石笼防护.....6.45
十一、浆砌四合土砖护坡.....6.9	七、挡土墙.....6.46
十二、浆砌片石骨架护坡.....6.10	八、柔性混凝土块板.....6.46
十三、冲土墙.....6.12	九、关于直接防护的总体布置.....6.51
十四、浆砌片石护墙.....6.13	第五节 常用间接防护类型及其设计6.51
第二十五章 路基冲刷防护6.18	一、实体导流建筑物的布置.....6.51
第一节 概述6.18	二、坝体设计.....6.54
一、基本概念.....6.18	三、防水林带设计.....6.58
二、勘测调查要点.....6.18	

第二十四章 路基坡面防护

第一节 概 述

一、基本概念

裸露的路基边坡，由于不断地经受着自然风化营力和雨水冲刷的破坏作用，一般会出现不同情况的坡面变形（如剥落、掉块、局部凹陷、坡面冲沟、表土溜滑等），若不及早防治，日久就可能造成严重病害。

坡面变形的轻重程度除与当地的气候环境条件密切相关外，还取决于边坡土（或岩石）的性质和边坡地层组成及其所受地质构造运动的影响。必须对上述情况有清楚的了解，找出发生变形的主要原因，才能正确地决定防护方法和范围，并结合防护材料条件选择适宜的防护类型。

本章所介绍的为一般情况下的路基坡面防护，关于特殊条件下的路基坡面防护（例如风沙地区路基、地下水活动地区的路基）详见本手册各专门章节。

二、勘测调查要点

（一）气候环境条件

1. 当地降水量的大小、集中情况及其季节变化。
2. 当地平均气温，日温差、年温差及其变化幅度。
3. 日照和风力强度及其与边坡方位的关系。

（二）工程地质条件

1. 边坡地层组成（均一的或多层的），及其风化程度和破碎或完整程度；
2. 边坡的潮湿程度及有无地下水活动；
3. 边坡土（或岩石）的性质（着重其抵抗风化和雨水冲刷作用的能力）。

（三）可就近取得的防护材料来源及其运输条件。

第二节 设计原则

（一）凡容易风化的或易受雨水冲刷的岩石和土质边坡（软质粘土岩或泥岩，松软粘性土，松散碎石类土、粉细沙、黄土等）及严重破碎的岩层边坡（软质的或硬质的），均应及时加以防护。

（二）路堑边坡应根据边坡地层组成和坡面弱点分散情况，路堤边坡应根据填料的性质和填筑分层情况，来确定予以全面防护或局部防护。

（三）在有适宜于草木生长的气候和土壤条件的地段，且边坡坡度较缓时，宜优先采用植物防护；无此条件时，可根据边坡土（或岩石）的性质，边坡坡度及高度，结合就近可取得的防护材料情况，选用其他合适的防护类型。

（四）坡面防护结构一般不考虑边坡地层或人工填筑土层的侧压力，其所防护的边坡坡度应有足够的稳定性，但护墙可用于极限稳定边坡的情况。

（五）坡面防护的总体布置应注意下列各点：

1. 下部基础要牢固可靠，并与护面本体很好衔接；
2. 顶部及两侧边缘部分要妥善处理，适当嵌入边坡内，并整修与坡面齐平，防止雨水自接缝渗入。
3. 护面本体要紧贴边坡，背后不留空隙。
4. 整个护面要按照结构材料的伸缩性质及边坡地质情况设置必要的伸缩缝和沉降缝（除植物防护外）。
5. 对潮湿程度较大的边坡，封闭式护面上要留出适当数量的泄水孔和在其背后设置必要的反滤设备。
6. 边坡范围内有地下水活动时设法引排出去。

（六）对于高而陡的防护结构物，设计时要考虑有便于维修检查用的安全设备。

第三节 常用坡面防护类型及其设计

一、种草

（一）作用

种草是一种施工简单，造价经济和有效的坡面防护措施。草能覆盖表土，防止表水冲刷、调节土的湿度，防止裂缝产生，固结土壤，防止坡面风化

剥落，加强路基的稳定性。

（二）适用条件

1. 适宜于草类生长的土质路堑和路堤边坡上，其边坡坡度较缓（缓于1:1.25），且边坡高度不高者。

2. 边坡土层不宜于种草者, 可先铺一层种植土, 厚5~10厘米, 为使种植土与边坡结合牢固, 通常当边坡坡度陡于1:2时是在铺种植土前将边坡挖成台阶(图24-1a, 图24-1b)。

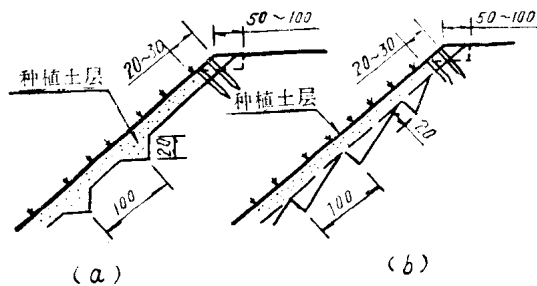


图24-1 种草护坡

3. 对经常或长期浸水的边坡, 草籽易被冲走, 不宜种草。

(三) 草种的选择

1. 草籽应选择适合当地土质和气候条件, 最好选用根系发达、茎干低矮、枝叶茂盛, 生长能力强的混合多年生草种。常用的有:

白茅草——根深而粗壮;

毛鸭咀及鱼肩草——根深, 固结边坡能力强;

两耳草、果圆及雀稗——茎叶茂密, 富于覆盖;

鼠尾草——繁殖快。

2. 对生长在泥沼或砂砾土的草不能采用。

(四) 施工注意事项

1. 播草籽可根据具体情况按撒播或行播进行。为使草籽均匀分布, 可先将种子与砂、干土或锯末混合播种, 草籽埋入深度应不小于5厘米, 种完后将土耙匀拍实。

2. 路堤的路肩和路堑顶部边缘应埋入与表层齐平的带状草皮, 草皮厚5~6厘米, 宽20~25厘米(图24-1a, 图24-1b)。

3. 播种时间一般应在春季、秋季, 不可在干燥的风季和暴雨时播种。

4. 加强管理, 经常检查, 必要时应进行补种。

二、平铺草皮

(一) 作用

铺草皮对坡面防护, 其作用与种草防护相同, 但效果更好, 且可用在较高较陡的边坡上。

(二) 适用条件

对各种土质边坡及严重风化的岩层和成岩作用差的软岩层边坡, 为防止表水冲刷产生冲沟、流泥等病害时或种草成活率低, 而附近草皮来源较易时, 可用铺草皮防护。

铺草皮防护一般边坡不陡于1:1, 局部可用在1:0.75的边坡上。

(三) 草皮选择与要求

1. 草皮应选择根系发达, 茎矮叶茂的耐旱草种, 如白茅草, 假俭草, 绊根草等。干枯腐朽及喜水草种不宜采用, 泥沼地区的草皮禁用。

2. 草皮规格: 挖草皮时草皮的两端最好斜切, 横断面呈扁平形四边形, 宽20厘米, 长30厘米, 厚一般为5~10厘米。干燥和炎热地区, 其厚度可增加到15厘米。

3. 草皮应与坡面密贴, 并用木锤将草皮的斜边拍紧拍平。每块草皮的四角用木桩或竹桩钉固(图24-2a)。

对有的岩层边坡钉木(竹)桩有困难者, 可用废道钉或铁钉代替, 或者将坡面挖成锯齿形(深约5~10厘米), 用软的草皮块(干时先浸软)铺上拍紧。当边坡缓于1:1.5时, 可不钉桩。

一般用的木(竹)桩长20~30厘米, 钉桩数量根据具体情况而定, 通常用2~4根/块。木(竹)桩材料用量见表24-1。

木(竹)尖桩用量 表24-1

桩长(cm)	每1000根用料(m ³)
20	0.15
30	0.25

4. 草皮应铺过顶部肩部至少100厘米或铺至天沟(图24-2b)。坡脚应选用厚度适当而整齐的草皮或作其他加固处理(图24-2c)。

5. 如当地草皮来源不足, 而草根容易蔓延时, 在高度不大的土质路堤边坡, 可改用方格草皮结构(图24-2d), 草皮条嵌入边坡4~8厘米, 草皮条宽20~30厘米, 坡顶和坡脚50~100厘米高度内满铺草皮, 如果在方格内撒播草籽更好。

(四) 施工注意事项

1. 铺草皮边坡如有地下水露头, 应将水排出引入排水设备。

2. 铺草皮前边坡表层要挖松整平, 较大的坑凹如冲沟应填平, 然后洒水润湿坡面。铺草皮后仍应经常洒水, 使坡面湿润, 直至草皮成活。

3. 铺草皮一般自坡脚向上铺钉, 冲刷严重的边坡可自上而下铺钉。护坡顶部和两端的草皮应嵌入坡面内, 草皮护坡的边缘与坡面衔接处应平顺, 防止阻水和雨水沿草皮与坡面间缝隙渗入而使草皮下滑。

4. 铺草皮季节一般在春季或初夏, 西北地区气候干燥, 应在雨季铺种。

三、植树

(一) 作用

植树也是坡面防护中施工简单、经济有效的办法。其主要作用, 可以加固边坡、防止冲刷, 植树可与种草、铺草皮配合采用, 使坡面形成一个良好的覆盖层。

(二) 适用条件

适宜于各种土质边坡和极严重风化的岩石边

坡，对裂隙粘土边坡防护效果也很好。但在经常浸水、盐渍土和经常干涸的边坡上及粉质土边坡上，不宜采用。植树最好在1:1.5或更缓的边坡上。

(三) 树种选择和要求

1. 树种应为根系发达、枝叶茂盛、能迅速生长分蘖之低矮灌木。目前各铁路局根据所在地区的气候条件，普遍选栽紫穗槐、夹竹桃。

2. 选栽紫穗槐的树苗至少要有一年的树龄。挖掘树苗时，不得损伤大的根系，最好带点土，以利成活。

3. 夹竹桃是截枝插栽。用来截枝的夹竹桃树要有二年以上树龄，每一根截枝最少要有四节，下端切成斜形，上端切齐平，并用泥土包好，防止水分蒸发。

4. 植树布置的形式有梅花型和方格型(图24-3 a、b)。植树之坑深为25厘米，直径20厘米，每坑内栽紫穗槐二棵，插夹竹桃三根。

树苗(枝)用量(每100平方米) 表24-2

布置形式	梅花型	方格型
紫穗槐(棵)	642	448
夹竹桃(根)	962	672

(四) 施工注意事项

1. 边坡如有不利于灌木生长的砂石类土，则栽种的坑内应换填宜于灌木生长的粘性土。

2. 灌木栽种后，坑中应及时填土压紧，并要

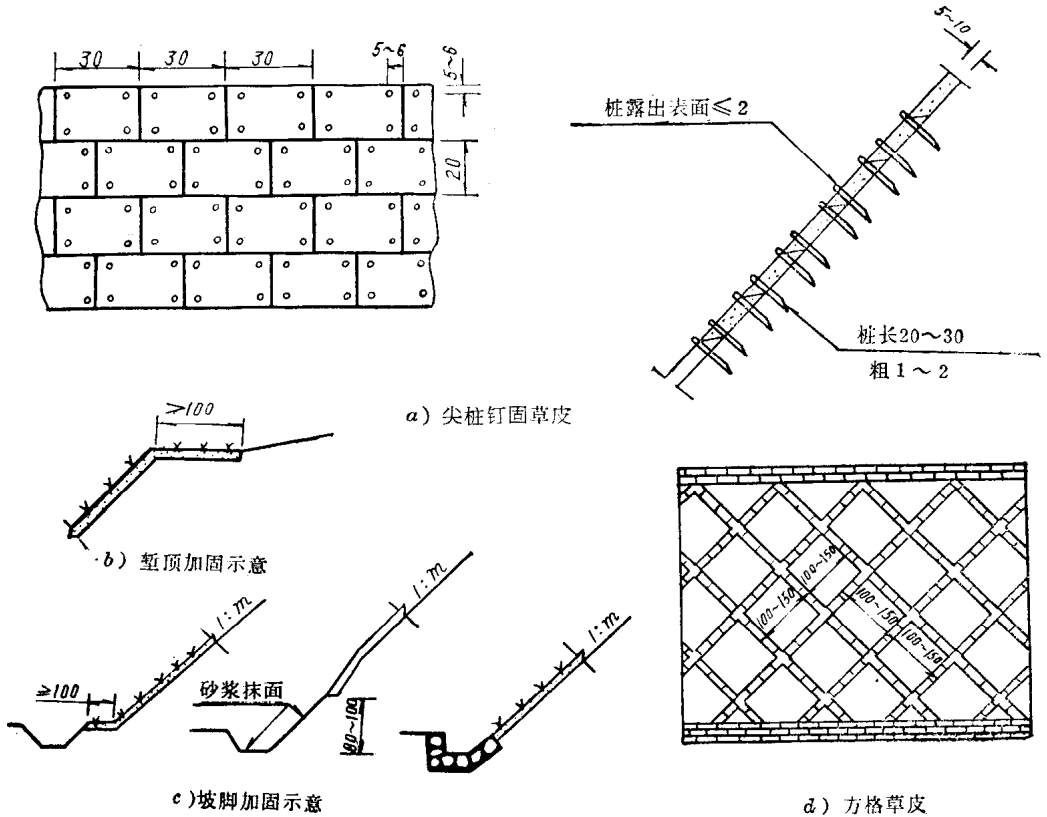


图24-2 草皮护坡

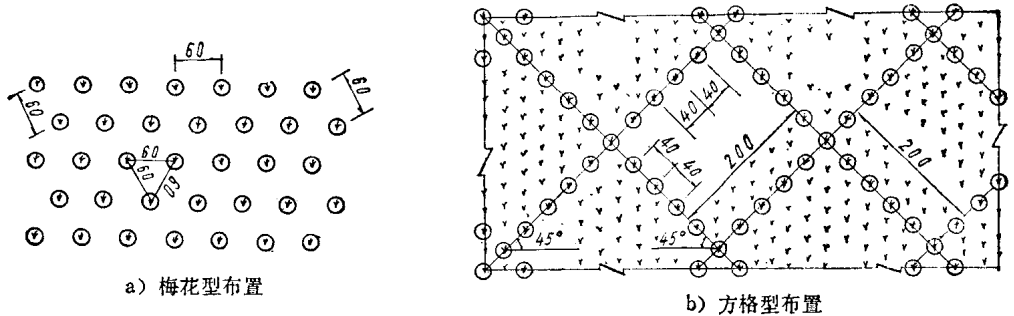


图24-3 植树护坡布置形式

经常浇水，使坑内保持湿润，直到灌木发芽成活。

3. 栽种灌木的边坡，在大雨后要检查边坡是否完整，如发现局部坍塌、开裂的边坡应及时修补，以防病害扩大。

4. 栽种灌木应在当地植树造林季节。

四、灌浆及勾缝

(一) 灌浆适用于较坚硬的、裂缝较大较深的岩石路堑边坡，借灰浆的粘结力把裂开的岩石粘为一整体，以免其坠落或坍塌；同时防止雨水及有害杂质侵入裂缝而促使岩石的风化和裂缝的扩大破坏边坡的稳定。

(二) 勾缝适用于较坚硬的，不很易风化的、节理裂缝多而细的岩石路堑边坡，以防止雨水沿裂缝侵入岩层内部后的有害作用。

(三) 勾缝与灌浆前应先用水冲洗工作面，并清除裂缝内的泥土杂草。

(四) 勾缝可用1:2或1:3的水泥砂浆，也可用1:0.5:3或1:2:9的水泥石灰砂浆（灰浆比例为体积比）。灌浆可用1:4或1:5的水泥砂浆，必要时（裂缝很宽时）可用混凝土灌注。

(五) 根据具体情况，勾缝与灌浆综合使用，效果更好。

五、抹面

(一) 适用条件

1. 对各种易风化（如泥岩、页岩、千枚岩、泥质板岩等）而尚未经严重风化的软岩层边坡，采用抹面防护以防止风化剥落。

2. 护面防护的边坡坡度不受限制，但坡面应较干燥。

(二) 抹面要求及材料配合比

1. 抹面工程的周边与未防护坡面衔接处应严格封闭。为此，边坡顶部可作小型截水沟，沟宽及深为20厘米，沟底及沟帮用石灰炉碴抹面厚10厘米（图24-4a）；亦可凿槽嵌入岩石内，嵌入深度不少于10厘米（图24-4b），并和相衔接坡面平顺。抹面防护两侧凿槽嵌入坡面岩层内至少10厘米。

2. 在软硬岩层相间的边坡上，仅对软岩层抹面时，在软硬岩层分界处，抹面应嵌入硬岩层内至少10厘米（图24-4c）。

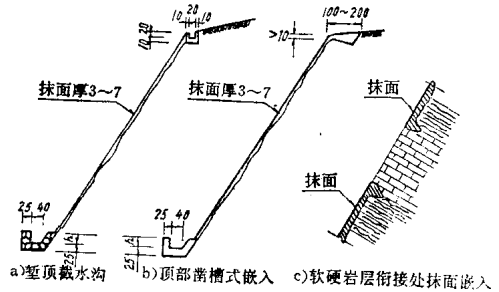


图24-4 抹面护坡

3. 大面积抹面时，每隔5~10米设伸缩缝一道，伸缩缝宽1~2厘米，缝内用沥青麻筋或油毛毡塞填紧密。

4. 根据当地气候条件，当需增强抹面的抗冲蚀能力和防止表面开裂时，可在表面涂沥青保护层。

5. 抹面常用材料的配合比见表24-3与表24-4。

石灰炉碴浆材料用量（每平方米）

表24-3

使用单位	成都、西安 兰州铁路局	广州铁路局		
		柳州工务段	娄底工务段	
配合比（体积比）	底层厚1.5~2.5cm	底层1.5~2.0cm	底层3~4cm	
	1:3~1:4	1:3	1:2.5~1:3	
	面层厚1.5~2.0cm	中层1~1.5cm	面层2~3cm	
石灰膏:炉碴	1:2~1:2.5	1:2.5	1:2.5	
抹面总厚度(cm)	3~4.5	0.5~1cm 1:1.5	1:2~1:2.5	
材料及用量	生石灰 (kg)	3~4.5	3~4.5	5~7
	炉碴 (m³)	11.3	12.4	20
	纸筋 (kg)	0.05	0.05	0.1
	速凝剂 (kg)	0.72	0.70	1.0
	食盐 (kg)	卤水0.3	青矾0.2	青矾0.2
	沥青 (kg)			1.0
备注		卤水浓度 45~50波美	青矾:水=1:10	

注: (1) 表列材料用量系根据成都局九龙坡工务段, 广州局柳州工务段和娄底工务段实际用量汇编。
 (2) 石灰采用新出窑烧透之块灰。
 (3) 炉碴采用原煤烧透之后的废碴, 含炭量不宜超过5%, 粒径3~4毫米且大小均匀, 含灰量不宜超过30%。
 (4) 纸筋为提高灰层内部及灰层与边坡的连结用, 没有纸筋时可用麻筋、竹筋代替。
 (5) 沥青采用石油沥青和煤焦油均可, 但应选用软化点稍高于当地最高气温1~2°C。

水泥石灰砂浆材料用量 (每平方米)

表24—4

材料名称	抹面厚度 (cm)	单位	材 料 用 量	
			1 : 4 水泥砂浆	1 : 2 : 9 水泥石灰砂浆
水泥	3	kg	9.00	4.00
	4		12.00	5.33
	5		15.00	6.67
砂子	3	m ³	0.03	0.03
	4		0.04	0.04
	5		0.05	0.05
生石灰	3	kg		4.67
	4			6.22
	5			7.78

(三) 施工注意事项

1. 抹面前边坡上大的凹陷应用浆砌片石嵌补或支顶, 宽的裂缝应灌注水泥砂浆或混凝土。

2. 抹面所用之石灰应在抹面作业开始前1~2星期用水熟化, 淋滤后放在浆坑中进一步熟化, 使水分蒸发散失呈膏状方可用来配料。

3. 抹面作业前, 须将边坡表面的风化岩石清除干净, 并用清水将边坡浮土冲洗干净和使边坡湿润后, 开始抹面。

4. 石灰炉碴浆抹面要在灰浆抹上后, 稍干即进行夯拍, 直至表面出浆为止, 然后磨平涂上速凝剂。盖草洒水养生。

5. 抹面不宜在严寒季节和雨天施工, 日照强烈时也将引起抹面表层的开裂, 故抹面宜在4~

30°C的气温条件下施工。

6. 抹面工程应经常检查维修, 如发现裂纹或脱落, 要及时灌浆修补。一般使用期限为6~8年。

六、捶面

(一) 适用条件

1. 适用于易受冲刷的土质边坡或易受风化剥落的岩石边坡。其边坡坡度以不陡于1:0.5为宜。

2. 当地石料缺乏而炉碴来源较多。

(二) 结构及材料要求

1. 捶面厚度10~15厘米, 一般采用等厚截面, 当边坡较高时, 采用上薄下厚截面。

2. 为使捶面在边坡顶部封闭, 可在顶部作20×20厘米的小型截水沟(水沟用捶面材料加固, 或将捶面嵌入边坡内30~50厘米(图24—5))。

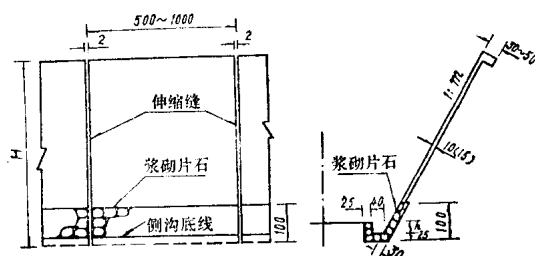


图24—5 捶面护坡

3. 捶面两侧凿槽嵌入坡面不小于10厘米。捶面每隔5~10米设伸缩缝一道。

4. 坡面如有地下水时, 应设泄水孔, 其分布视地下水情况而定, 孔径10厘米。

5. 捶面材料常用的有四合土、三合土和水泥炉碴混合土。其中水泥用低标号; 砂子用纯净的中粗砂; 粘土应不含腐植质, 无粘土时可用砂粘土代替; 石灰、炉碴的要求同抹面。

各种材料的配合比与用量见表24—5。

捶面材料用量 (每平方米)

表24—5

材料配合比	捶面厚度 (cm)	材 料 用 量				
		水 泥 (kg)	石 灰 (kg)	粘 土 (m ³)	砂 子 (m ³)	炉 碴 (m ³)
水泥:石灰:砂子:炉碴 (重量比) = 1:3:6:9	10	8.5	28.1		0.039	0.11
	15	12.8	42.0		0.058	0.16
石灰:粘土:砂子:炉碴 (重量比) = 1:2.5:5:9	10		15.0	0.02	0.05	0.14
	15		22.5	0.03	0.075	0.21
水泥:砂子:炉碴 (重量比) = 1:3:7	10	9.0			0.016	0.08
	15	13.5			0.024	0.012
石灰:粘土:炉碴 (体积比) = 1:1:4	10		12.0	0.02		0.10
	15		18.0	0.03		0.15

注: 本表系根据西安、南昌、广州三铁路局资料汇编。

(三) 施工注意事项

1. 捶面前应清理坡面浮石松土，当边坡有坑凹时，应嵌补填平，有裂缝时应勾缝。在土质边坡上，为使捶面与坡面贴牢，可挖小台阶或锯齿，齿深5~10厘米，间隔50~100厘米。
2. 捶面前先洒石灰水润湿坡面，捶面时夯拍用力要均匀，提浆要及时，提浆后2~3小时，进行洒水养生持续3~5天。
3. 在寒冷地区，捶面施工不宜在冬季。
4. 养护时如发现开裂和脱落应及时修补。一般使用期限为10~15年。

七、喷浆及喷射混凝土

(一) 适用条件

1. 对坚硬易风化，但还未遭严重风化的岩石边坡，为防止进一步风化、剥落及零星掉块，采用喷浆或喷射混凝土，使在坡面上形成一层保护层。
2. 可用在高而陡的边坡上，尤其对上部岩层破碎而下部岩层完整的边坡和需要大面积防护且较集中的边坡，采用喷浆或喷射混凝土防护更为经济。
3. 对成岩作用差的粘土岩边坡不宜采用。
4. 所防护的边坡须是地下水不发育，较干燥的边坡。

(二) 结构及材料要求

1. 喷浆厚度以不小于2厘米为宜，喷射混凝土的厚度以3~5厘米为宜。
2. 喷浆或喷射混凝土防护的周边与未防护坡面衔接处应严格封闭，其措施同抹面捶面防护中所提。
3. 坡脚岩石风化较严重时，应作1~2米顶宽40厘米的浆砌片石护裙（见图24-6）。
4. 材料及配合比：
水泥：采用不低于400号的普通硅酸盐水泥。

石灰：采用新出窑烧透之块灰，欠火及过火者均不宜用。

砂子：重力喷浆采用纯净的细砂，粒径为0.1~0.25毫米；机械喷浆和喷射混凝土采用纯净的中

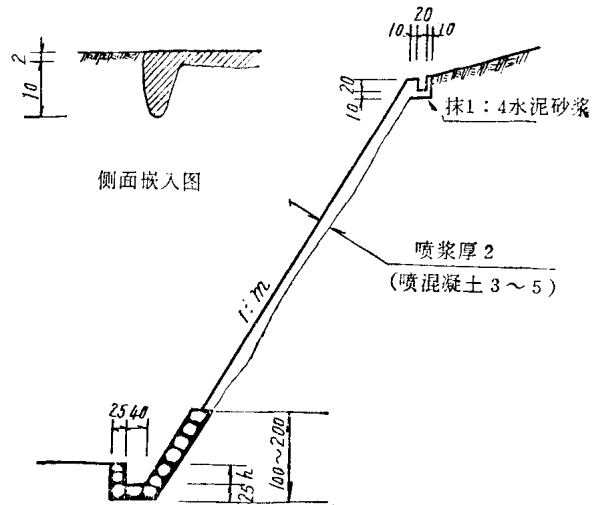


图24-6 喷浆（喷射混凝土）护坡

粗砂，粒径为0.25~0.5毫米，含土量不得超过5%，含水率以4~6%为宜。

混凝土粗骨料：采用纯净的卵石或碎石，最大粒径不得大于25毫米，大于15毫米的颗粒应控制在20%以下，片状及针状颗粒含量按重量计不得超过15%。

速凝剂：采用《红星一型》。

材料用量及配合比见表24-6。

砂浆、混凝土浆材料用量（每平方米）

表24-6

砂浆种类	配合比 （重量比）	厚度 （cm）	材 料 用 量						备 注
			水 泥 （kg）	生石灰 （kg）	石 子 （m ³ ）	砂 （m ³ ）	速凝剂 （kg）	水 （kg）	
水泥砂浆	1:4	2	8.0			0.02	0.24	用水量不包括冲洗边坡及石灰膏中的水	
水泥石灰砂浆	1:1:6	2	4.2	4.2		0.018	8.1		
混凝土	1:2:2 1:2:3	3~5	24.2		0.031	0.03	0.88		48.5

注：1. 水泥砂浆和水泥石灰砂浆材料用量为计算用量，不包括材料消耗。

2. 混凝土材料用量根据《井巷喷射混凝土支护》表9-2介绍实际用量。

(三) 施工注意事项

1. 喷浆和喷射混凝土前应将坡面浮土、碎石清除，并用水冲洗。
2. 机械喷浆和喷射混凝土作业前应进行试喷，以调节适中之水灰比。水灰比过小时，灰体表面颜色灰暗，出现干斑，回弹量大，粉尘飞扬；水灰过

大时，则喷射灰体表面起皱、拉毛、滑动、甚至流淌；适中的水灰比其喷射灰体呈粘糊状，表面光泽平整，骨料分布均匀，回弹量小。

3. 应加强劳动保护，喷枪手应配带防护面罩，防尘口罩，穿防护服，其余工作人员应带防尘口罩。

4. 喷射作业应自下而上, 喷枪咀应垂直坡面, 并与坡面保持1米左右的距离。当喷射混凝土厚度大于7厘米时, 宜分两层喷射。

5. 为防止堵塞, 输料管长以20~30米为宜, 其喷射工作压力为1.5~1.7公斤/平方厘米。喷咀供水压力(2.5公斤/平方厘米)要比工作压力大0.5~1.0公斤/平方厘米, 以保证水与干拌合料均匀混合。

6. 喷射灰体达到初凝后, 立即开始洒水养生, 持续7~10天。

喷浆和喷射混凝土防护工程应经常检查、维修, 杂草要及早拔除, 开裂要及时灌浆勾缝, 脱落要尽早补喷。

7. 喷射作业严禁在结冰季节及大雨天气进行。

八、锚杆铁丝网喷浆及锚杆铁丝网喷射混凝土

(一) 适用条件

对适宜于采用喷浆或喷射混凝土防护的岩石边坡, 当坡面岩石已遭严重风化, 岩体切割破碎, 为加强喷浆及喷射混凝土防护, 采用锚杆铁丝网喷浆或喷射混凝土, 使坡面一定深度的岩石得以加固, 同时可承受少量的松散体产生的侧压力。

锚杆铁丝网喷浆或喷射混凝土, 不但耗钢材, 施工麻烦, 而且要求锚杆嵌固在稳定岩层中, 以免锚杆滑出砂浆脱壳, 造成维修困难, 故采用时要慎重。

(二) 结构及材料要求

1. 防护工程的周边与未防护坡面的衔接、水泥砂浆及混凝土所用材料和要求均同《喷浆及喷射混凝土防护》。

2. 锚杆锚固深度及铁丝网孔密度, 视边坡岩石性质及风化程度而定, 一般锚固深0.5~1.0米, 铁丝网间距20~25厘米(图24-7d)。

3. 喷浆厚度不少于3厘米, 喷混凝土厚度不少于5厘米。沿框条延伸方向每隔10~12.5米设伸缩缝一道, 缝宽2厘米, 填塞沥青麻筋(图24-7a、b)。

4. 锚杆孔深应比锚固深度深20厘米。锚杆用1:3水泥砂浆固定(图24-7c)。

5. 各种材料规格及用量见表24-7。

(三) 施工注意事项

除喷浆及喷射混凝土所应注意的事项外, 尚应注意灌注固定锚杆的砂浆, 要捣固密实; 喷浆及喷射混凝土的厚度要均匀, 勿使铁丝网及锚杆头外露。

九、单层干砌片石护坡

(一) 适用条件

对较缓的(不陡于1:1.25)土质及土夹石边坡, 其坡面受表水冲刷产生冲沟、流泥, 或边坡经常有少量地下水渗出, 而产生小型溜坍等病害时采用。对土质路堑边坡下部的局部嵌补亦常采用。

(二) 结构及材料要求

锚杆铁丝网喷浆及喷射混凝土材料

用量(每平方米) 表24-7

材料	项目	单位	数量	备注	
锚杆 ϕ 16~20	框条架尺寸 200×200cm	m	0.12		
	T ₃ 圆钢筋	m	0.08		
框条架用 ϕ 6T ₃ 圆钢筋	框条架尺寸 200×200cm	m	1.59		
	框条架尺寸 250×250cm	m	1.40		
铁丝网用 ϕ 2普通镀锌铁丝	网眼孔径 20×20cm	m	9.9	每根预留搭头20cm	
	网眼孔径 25×25cm	m	7.7		
绑扎用 ϕ 0.5~1普通铁丝		m	1.85		
砂浆	砂浆配合比 1:3 (体积比)	400#水泥	kg	13.6	考虑13%损耗的计算数量
		砂	m ³	0.034	
		速凝剂	kg	0.4	
	砂浆配合比 1:4 (体积比)	400#水泥	kg	10.2	
砂		m ³	0.034		
混凝土用料		400#水泥	kg	24.5	根据《井巷喷射混凝土支护》表9-2介绍实际用量。
		砂	m ³	0.03	
		石子	m ³	0.03	
		速凝剂	kg	0.88	

1. 干砌片石厚度一般为0.3米。当边坡为粉土质土, 松散的砂和粘砂土等易被冲蚀的土时, 在干砌片石的下面应设不小于0.1米厚的碎石或砂砾垫层(图24-8a)。

2. 基础应选用较大石块砌筑, 基础埋深至侧沟底。基础与侧沟相联时, 采用50#水泥砂浆砌筑(图24-8b)。

(三) 施工注意事项

砌筑石块应自下而上进行, 石块应立砌(栽砌), 接缝要错开, 石块应彼此镶紧, 缝隙间用小石块填满塞紧。

十、浆砌片石护坡

(一) 适用条件

在缓于1:1的各种岩石和土质边坡上, 其边

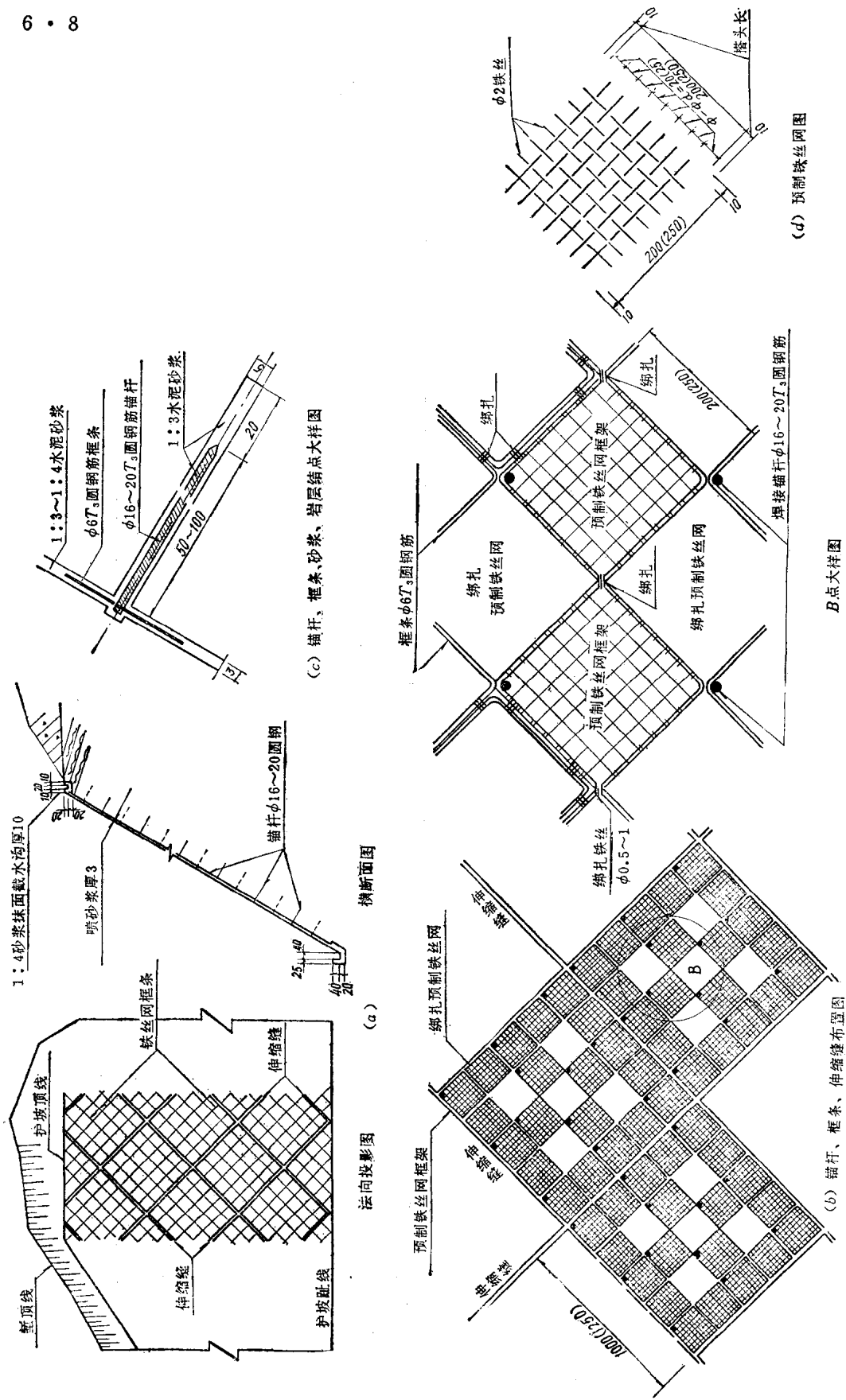


图24-7 锚杆铁丝网喷浆(喷混凝土)护坡

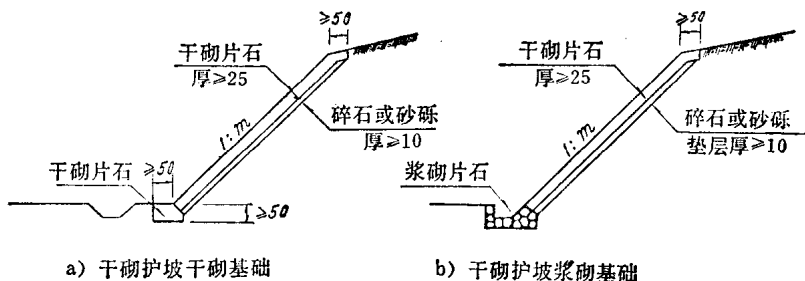


图24—8 干砌片石护坡

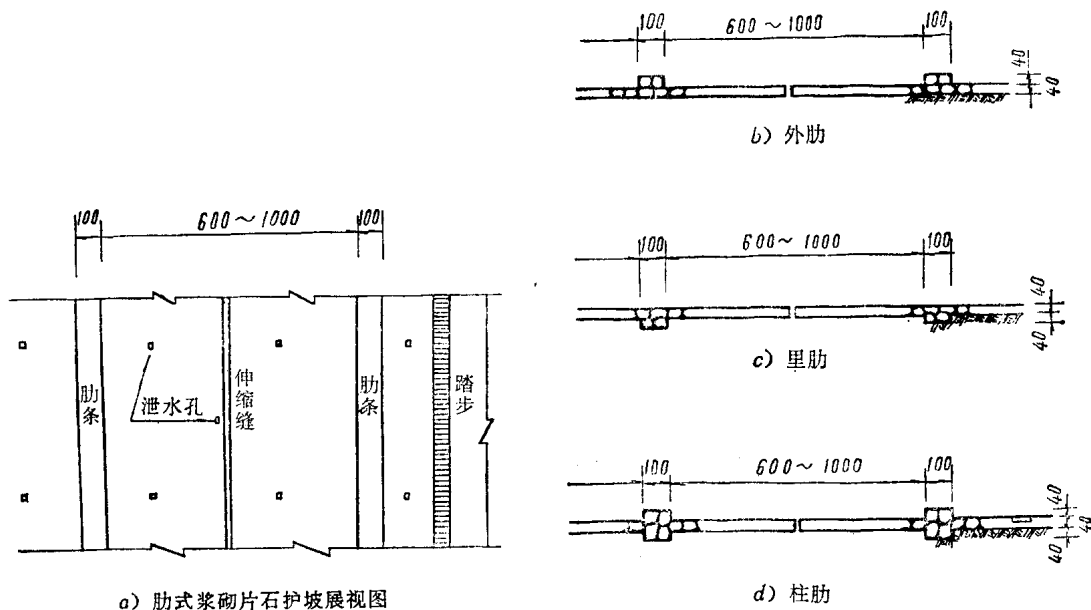


图24—9 浆砌片石护坡

坡因风化剥落，表水冲刷发生流泥冲沟及表层溜坍等病害，且当地石料来源充足时，采用浆砌片石护坡，增强路基的坚固性和稳定性。

(二) 结构及材料要求

1. 浆砌片石护坡一般采用等截面，厚度视边坡及坡度而定，一般0.3~0.4米(图24—9a)。对于高边坡采用浆砌片石护坡应分级设平台，每级高度不宜超过20米。平台宽度视上级护坡基础的稳固要求而定，为养护方便一般不小于1米。

2. 当护坡面积大，且边坡较陡或坡面变形较严重时，为增强护坡自身稳定性，可采用肋式护坡。其加肋形式有三种：

(1) 外肋(图24—9b)：用于节理破碎，但边坡凿槽困难的各种易风化岩石重坡。

(2) 里肋(图24—9c)：用于土质边坡和各种易于风化的软质岩层边坡。

(3) 柱肋(图24—9d)：用于表层发生过溜坍经刷方修整坡面后的土质重坡。

3. 护坡沿线路方向每隔10~20米应留伸缩

缝一道。在护坡的下部应留泄水孔。

4. 在大面积护坡时，为养护检查维修方便，在坡面适当位置设置0.6米宽的台阶形踏步一道。

5. 浆砌片石护坡采用50号水泥砂浆砌筑。

(三) 施工注意事项：

除应遵守干砌片石护坡的注意事项外，当路堤边坡上采用浆砌片石护坡时，应待路堤沉实以后再施工。

对土质边坡上的泄水孔后，应在0.5×0.5米范围内设置反滤层，以防淤塞。

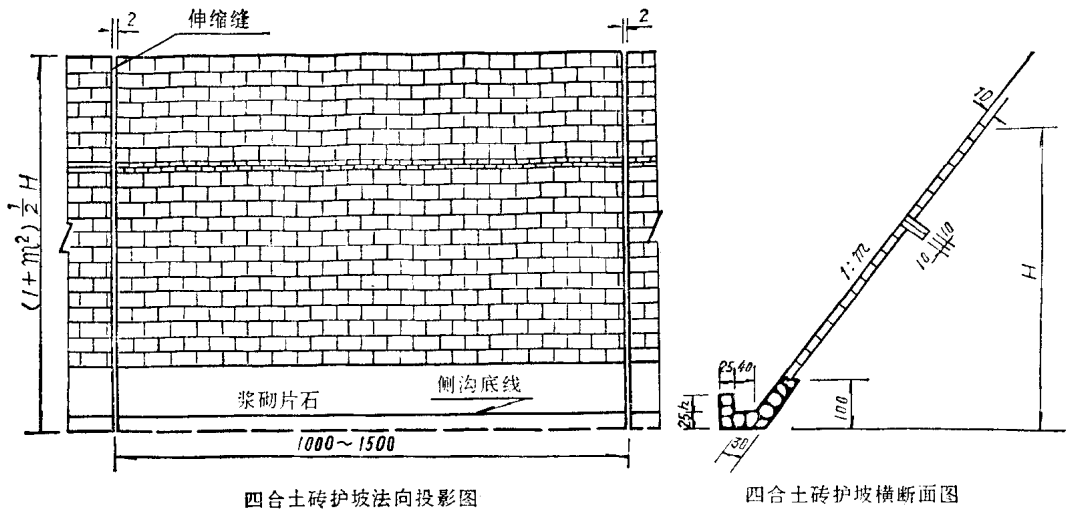
十一、浆砌四合土砖护坡

(一) 适用条件

当采用捶面护坡时，为施工方便或对采用浆砌片石的护坡，因当时石料来源困难者，可采用浆砌四合土砖护坡。

(二) 结构及材料要求

1. 四合土砖平铺于坡面上，用50号石灰水泥砂浆砌筑。其坡脚砌筑1米高、30厘米厚的浆砌片石基础(图24—10)。



四合土砖护坡法向投影图

四合土砖护坡横断面图

图24—10 浆砌四合土砖护坡

2. 当边坡陡于1:1且防护高度较高时,每隔3~5米高将四合土砖立砌两层,以增加稳定性(图24—10)。
3. 护坡沿线路方向,每隔10~15米设伸缩缝一道。
4. 四合土砖为水泥、石灰、砂子和炉碴四种材料按比例拌合制成。常用规格为49×29×10厘米和29×19×10厘米两种。其材料的配合比和用量见表24—8。

砌每立方米四合土砖所需材料数量

表24—8

配合比	材料用量			
	水泥(kg)	石灰(kg)	砂子(m³)	炉碴(m³)
四合土 水泥:石灰:砂子:炉碴 1:3:6:9 (重量比)	85	281	0.39	1.10
四合土 水泥:石灰:砂子:炉碴 1:2:5:7 (重量比)	105	231	0.41	1.06
四合土 水泥:石灰:砂子:炉碴 1:2.5:5:6 (重量比)	115	316	0.49	0.99
50#灰浆 水泥:石灰:砂子 1:0.7:6.5 (体积比)	31	12	0.16	

(三) 施工注意事项:

1. 四合土砖砌筑时,应自下而上错缝砌筑,不可成通缝。
2. 四合土砖护坡周边应嵌入坡面内,并使和相邻坡面平顺,以防阻水。

十二、浆砌片石骨架护坡

(一) 适用条件

在易受冲刷的土质边坡和风化极严重的岩石边坡上,当其边坡潮湿,发生溜塌及坡面受冲刷严重者,采用草皮护坡或捶面护坡易被冲毁脱落,可采

用浆砌片石骨架的加强措施。

浆砌片石骨架内铺草皮还是用三合土或四合土捶面,则应根据边坡土质是否适宜植物生长、边坡坡度(捶面护坡可较草皮护坡稍陡,但亦不宜陡于1:0.5)及当地材料来源情况选用。当草皮及捶面材料缺乏时,浆砌片石骨架内也可栽砌卵石。

(二) 结构要求

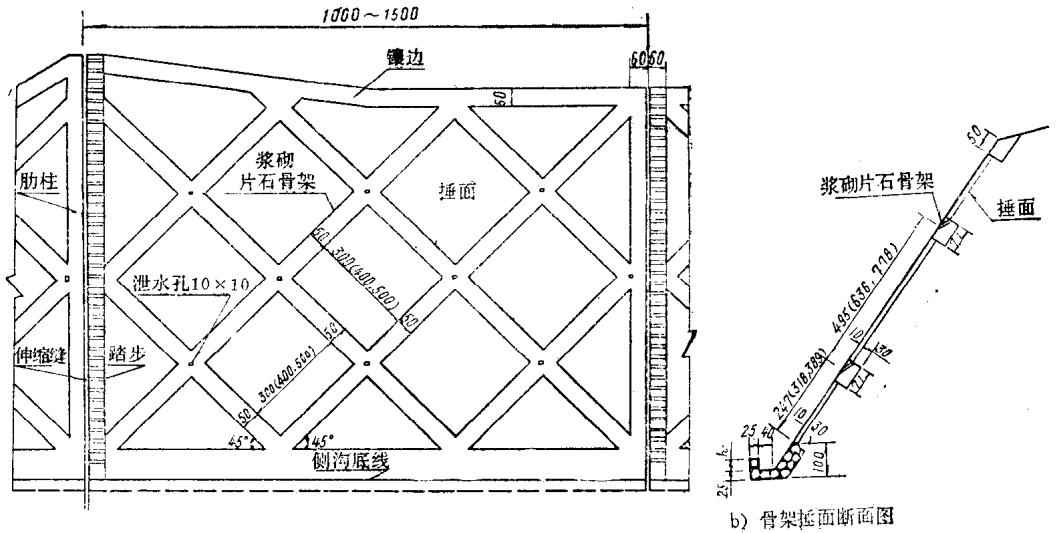
1. 浆砌片石骨架型式一般采用方格型,骨架应嵌入坡面内一定深度(视边坡岩性及草皮厚度而定)。骨架底部坡脚1米及顶部0.5米应用50号浆砌片石镶边加固(图24—11b)。骨架间距3~5米,骨架与边坡水平线成45°角(图24—11a)。
2. 骨架表面与草皮表面应平顺,当降雨量大且集中的地区,骨架上可做成截水沟式(图24—12),以分流排除地表水。截水沟骨架的断面形式为L形。
3. 骨架内捶面或栽砌卵石时,应在骨架节点中心位置留泄水孔,孔径10厘米(图24—11a)。骨架外露部分应和捶面厚度相等,使表面平顺。
4. 为便利养护,应于适当位置设一浆砌片石肋柱,宽1米,厚0.5米,柱面做成阶梯形的踏步。
5. 方格骨架内铺草皮和方格骨架内捶面所用材料数量,见表24—9、表24—10。

方格骨架内铺草皮护坡工程数量(每平方米)

表24—9

骨架净间距(m)	草皮(m²)	无截水沟骨架浆砌片石(m³)	带截水沟骨架浆砌片石(m³)
3	0.735	0.106	0.119
4	0.790	0.084	0.095
5	0.826	0.070	0.079

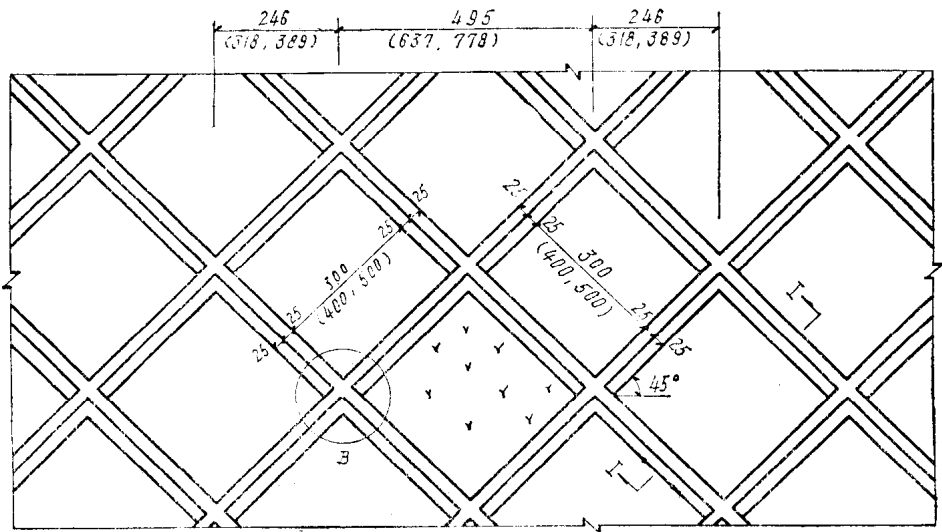
注:踏步、侧沟、镶边片石数量另计。



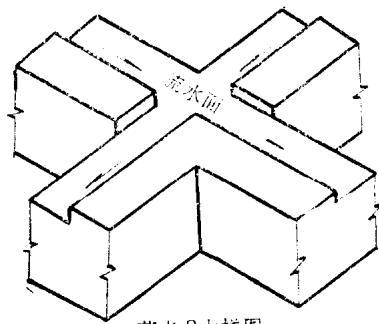
a) 方格型骨架内捶面法向投影图

b) 骨架捶面断面图

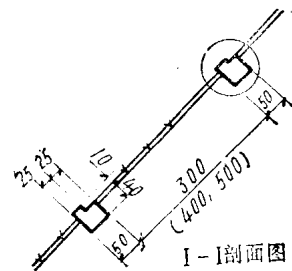
图24—11 浆砌片石骨架内捶面护坡



法向投影图



节点B大样图



I-I剖面图

图24—12 方格型截水沟骨架草皮护坡

方格骨架内捶面护坡工程数量 (每平方米)

表24—10

材料名称	单位	骨架净间距 (m)		
		3	4	5
浆砌片石骨架	m ³	0.106	0.084	0.070
骨架内捶面	m ³	0.074	0.079	0.083

注: 1. 肋柱、镶边、基础及侧沟浆砌片石数量未列入。
2. 每平方米捶面所需各种材料与捶面护坡同。

6. 浆砌片石骨架型式亦有采用拱型, 如图24—13, 主骨架间距有4米、5米和6米三种, 拱高亦有4米、5米和6米三种。视岩层的软硬程度和坡面变形等情况选用。其材料用量见表24—11。

(三) 施工注意事项

1. 施工前应清理坡面浮土、碎石, 填补坑凹。
2. 骨架内草皮或捶面均应与坡面和骨架密贴, 以防表水沿缝隙渗入, 损坏防护工程。
3. 骨架内捶面或砌卵石应在浆砌片石骨架的砌筑强度达到70%后进行。

十三、冲土墙

(一) 适用条件

适用于干旱地区边坡坡度不陡于1:0.5的黄土及易风化剥落的泥质岩石边坡防护, 其边坡上应无地下水, 其防护高不宜超过10米。

(二) 结构及材料要求

1. 路堑边坡等于1:1时, 冲土墙采用等厚截面(图24—14a), 厚度0.4米; 边坡陡于1:1时, 冲土墙截面采用非等厚(图24—14b), 墙顶厚0.4米。非等厚墙面坡与墙背坡采用1:0.75和1:0.7或1:0.5和1:0.45。

2. 冲土墙表面采用麦草泥白灰砂浆抹面防护。麦草泥配合比为黄土:麦草=30:1或25:1(重量比); 白灰砂浆配合比为白灰:砂子=1.5:17或2:25(重量比)。

墙顶采用三合土(或浆砌片石)封顶, 三合土配合比为水泥:砂子:炉渣=1:5:15(重量比)。

墙坡脚采用1米高浆砌片石加固。

墙体采用当地黄土夯打而成, 不宜采用粘砂质黄土。

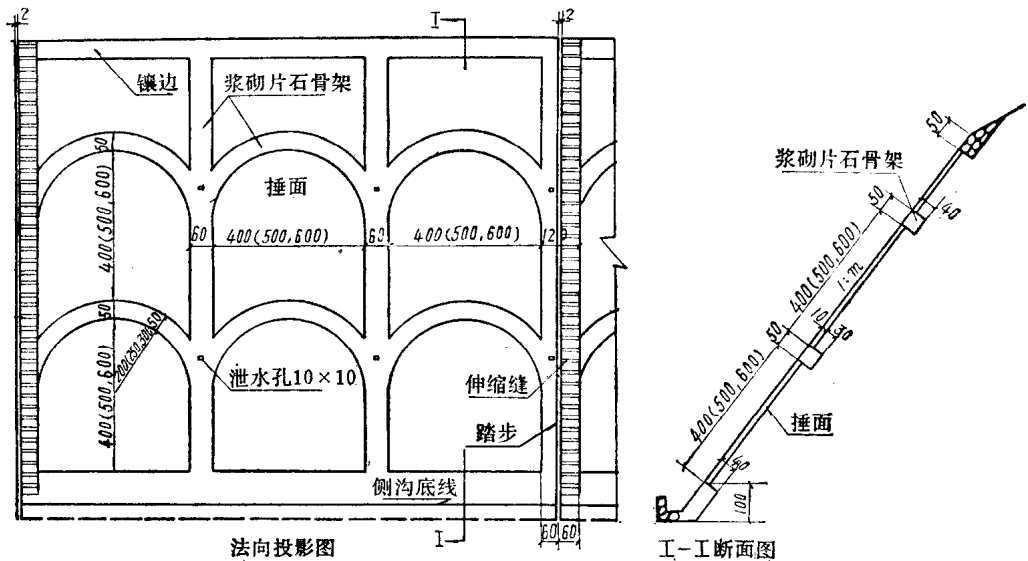


图24—13 拱型浆砌片石骨架护坡

拱型骨架内捶面护坡工程数量 (每平方米)

表24—11

名称	主骨架间距 (m)	支骨架间距 (m)				
		4	5	6		
		4	5	6		
浆砌片石骨架	m ³	0.114	0.105	0.095	0.089	0.082
捶面	m ³	0.075	0.077	0.079	0.081	0.082

注: 1. 踏步、镶边、基础及侧沟的浆砌片石数量未计入。
2. 每平方米捶面所需各种材料与捶面护坡同。