

172533

基本馆藏

高等学校教学用书

# 铁路路基

第二册

Г.М.沙湖年慈著



人民铁道出版社

541  
5/3638  
T2K.2

高等学校教学用书

# 铁 路 基 础

## 第二册

Г. М. 沙 湖 年 慈 著  
铁道部设计总局技术处  
唐山铁道学院 合译  
同济大学铁路系

人民铁道出版社

一九五八年·北京

苏联「铁路路基」一書，是以苏联科学技术的成就，以及設計和研究机关的經驗为基础，有系統的闡述有关铁路路基設計和計算方面的各項問題。原書共分五章，譯本分三冊出版，本第二冊为第三章路基穩定措施，內分三十二节，闡述極为詳盡。

本書經苏联交通部教育总局批准作为高等学校教学用書，除此以外，亦适用于新綫設計和營業綫养护的工程技术人員作参考之用。

本冊的譯校者为陈子循，李光鑑，李为驥，盧鶴亭，广鍾岩，王民英，罗孝倬，張澤祥，張耀魁，及同济大学铁路系。

## 鉄 路 路 基 第 二 冊

ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

苏联 Г. М. ШАХУНЯНИ [ 著

苏联国家铁路运输出版社（一九五三年莫斯科俄文版）

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ

Москва 1953

鉄道部設計总局技术处

唐山鉄道学院 合譯

同济大学铁路系

責任編輯 王育泉

人民鉄道出版社出版

（北京市霞公府 17 号）

北京市書刊出版業營業許可証出字第 010 号

新华書店發行

人民鉄道出版社印刷厂印

（北京市建門外七聖廟）

書号：934 开本  $850 \times 1168 \frac{1}{2}$  印張  $11 \frac{1}{4}$  字数 378 千

1958 年 5 月 第 1 版

1958 年 5 月 第 1 版 第 1 次印刷

印數 0001 — 2,000 册 定价 (10) 2.40 元

# 目 录

## 第三章 路基稳定措施

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| § 9. 路基稳定措施的主要形式                 | 1   |
| §10. 调节地表水的最主要原则 防止冲刷的措施         | 1   |
| §11. 防治地表水渗入土内的措施                | 32  |
| §12. 汇集和排除地表水的设备                 | 36  |
| §13. 水沟的设计与水力计算                  | 42  |
| §14. 跌水和吊沟的设计及水力计算               | 55  |
| §15. 降低地下水位及遮断地下水的基本知识和地下排水设备的构造 | 81  |
| §16. 地下水运动计算原理                   | 112 |
| §17. 无压水流向完整平沟的流量                | 116 |
| §18. 无压水渗入不完整的横向排水沟              | 128 |
| §19. 排水期限的计算                     | 134 |
| §20. 降水渗入影响的计算                   | 141 |
| §21. 无压水流向成组排水沟的流量               | 148 |
| §22. 水渗入土壤的速度和数量                 | 162 |
| §23. 受压水渗入平沟的流量                  | 168 |
| §24. 成层土壤中水的运动                   | 176 |
| §25. 无压水的不稳定运动                   | 187 |
| §26. 裂隙和碎屑岩层中的水流运动               | 197 |
| §27. 水流向垂直单井的运动                  | 203 |
| §28. $R_0$ , $r$ 和 $h_0$ 等值      | 217 |
| §29. 洩水井和洩水壕                     | 220 |

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| §30. 井羣(排水幕) .....                    | 232 |
| §31. 井的排干期限 .....                     | 246 |
| §32. 暗溝的水力計算 .....                    | 247 |
| §33. 地下水狀況的变化 .....                   | 263 |
| §34. 保溫設備及蓋層 .....                    | 274 |
| §35. 保溫蓋層及保溫設備的熱力計算 .....             | 282 |
| §36. 擋土建築物 .....                      | 319 |
| §37. 重力擋土牆及護堤的計算 .....                | 321 |
| §38. 扶壁、垛壁、薄壁牆、擋土樁及擋土樁的計算 .....       | 365 |
| §39. 作用於坑道、坑井及基坑上的力的計算; 膨脹壓力的影响 ..... | 400 |
| §40. 土壤的加固 .....                      | 444 |

### 第三章 路基稳定措施

#### §9. 路基稳定措施的主要形式

如§4所述，除对路基及其附属建筑（取土坑，棄土堆，排水溝，护道，截水溝，总而言之，即在铁路用地范围内的整理）的正确設計、施工和日后維修外，有时还要採取一些保証路基稳定的必要措施。这些措施如下：

- a) 調节地表水；
- б) 降低或遮断地下水；
- в) 保温設備及复盖層；
- г) 支持建筑物；
- д) 用地以內的整理以重新分配外力的作用；
- е) 土壤加固。

#### §10. 調节地表水的最主要原則。防止冲刷的措施

由於地表水冲刷土壤或滲入其中，而引起有害的影响。

對於后者應該注意到下述主要情况。

应在地表面截引地表水，以免水分滲入地下，因为滲入地下后，不仅整治困难，而且費用亦高。

一般情況下，調节地表水，在於整理地面，建筑必須的集水排水設備系統，以防治水滲入土中和流水冲刷的有害影响。

調节地表水的地区內，應該这样整理，使任何地方甚至很少的积水都不存，並使它在不冲毀土壤的条件下，迅速地流入排水系統

所設計的排水設備的数量，必須能在設計所規定的期限內把

匯集其中的全部水量，聚集起來，並排洩出去。

但是，如果土壤吸水強度大於或等於暴雨或融雪強度時，則地區整理和排水系統之設置均將歸於無效。在這種情況下，全部水均將滲入土中而來不及流入排水系統，在許多情況下就不得不考慮這種影響。例如，在 Горная Шория 的某些地段就是這樣的情形。

如果，地表水滲入土中而產生有害的後果，就必須採取專門措施防治，這種防治就是地區整理和排水設備的綜合設施。

確定水滲入土壤的速度和流量的辦法，在 §22 中敘述。

水的沖刷作用能引起很大的變形，如沖刷边坡，沖毀路基底部，沖毀排水設備等等。因此整理地區中和排水設備中的水流速度，要適應土壤表面的抵抗能力，或適應在已知沖刷作用下所設計的護層強度。

防治水流沖刷作用的措施如下：

- 1) 种草;
- 2) 鋪草皮: а) 格式草皮; б) 平鋪草皮; в) 草皮牆; г) 籬式方格或木桿方格; д) 平鋪草皮表面加鋪樹枝;
- 3) 防沖埂;
- 4) 鋪石: а) 單層鋪石; б) 雙層鋪石; в) 籬格鋪石;
- 5) 用礮碯加固 (見 §11 防治地表水滲入土內的措施);
- 6) 梢樁及梢-石樁加固: а) 平鋪梢樁; б) 疊鋪梢樁; в) 樹枝沉排和梢樁沉排; г) 梢-石樁鋪砌和高加索式梢-石樁加固;
- 7) 欄槎;
- 8) 填石;
- 9) 石籠;
- 10) 混凝土復蓋層: а) 混凝土拼塊復蓋層; б) 混凝土方塊; в) 連續混凝土復蓋層;
- 11) 灌木及喬木加固 (植林)。

应当指出，这些防护措施中的若干措施，是用以防治水之渗入地下，防治因土壤干湿度变化所引起的土壤湿度的剧烈变化，以及防治風蝕土壤等等。

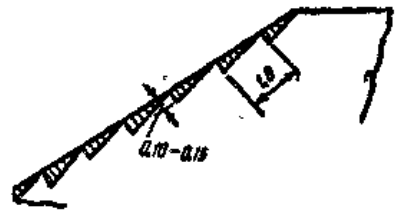
**种草：**用於冲刷輕微的表面，草在成長以前，可能有一長期間，坡面虽處於未加固状态，但亦不致發生破坏。

边坡种草，照例其高度不得大於6公尺。

种草时，多选用生長迅速和草根蔓延能力强的种子，混合栽植。同时还应注意选用多年生草子，不使一年生草的草根每年枯死上中造成空隙，而促其再度受潮，發生表土剝落和冲刷等現象。

边坡土壤不利長草时，則以种植土复盖之〔134〕。在这种情况下，把边坡作成台阶用种植土填上整平，在其上种草子（圖103）。选用草种要特別仔細，譬如，在干燥地方就不应选种喜水性草（如路堤边坡，特別是路堤的上部），在陰暗的地方就不应选种喜光性草。選擇种子，应适应各該地区、土壤和种植時間。种子的混合应以速生草和緩生草相杂为佳（緩生草指多年生者而言），但不得影响后者的生長。

**鋪草皮，**要取用能適合於所鋪地区生長条件的草皮。譬如，在路堤边坡鋪設草皮时，就不能选用泥沼地区生長的草。沙地草皮，根系纖弱，以手持之即行散落，因此就不能滿足鋪草皮的要求。



第 103 圖

鋪草皮时最好在潮湿的气候下进行。如遇沙質土壤和其他不宜生長植物的土壤时，則於草皮下鋪一層厚2—5公分的种植土，如表土堅实，則先耕松之，耕松深度以10公分左右为宜。

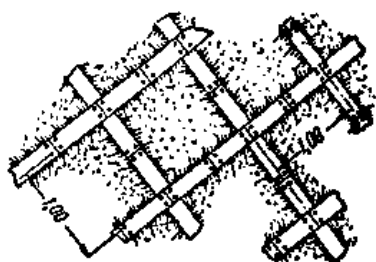
**格式草皮，**是將草皮作成帶狀鋪設於边坡上（圖104），与水平綫成 $45^\circ$ 角，每格尺寸为 $1.0 \times 1.0$ 公尺，很少用較大尺寸（达 $1.5 \times 1.5$ 公尺）。沿着路肩綫和坡脚綫鋪設几条連續的草皮

帶、草皮塊用木釘釘於边坡上，木釘長20~30公分，每面尺寸為2×2公分。

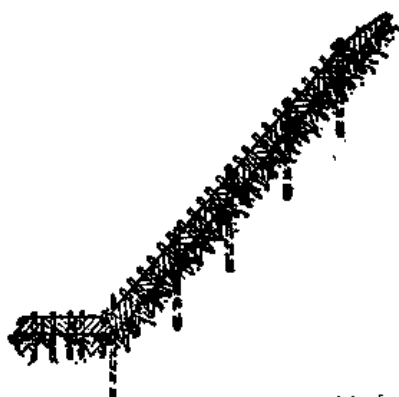
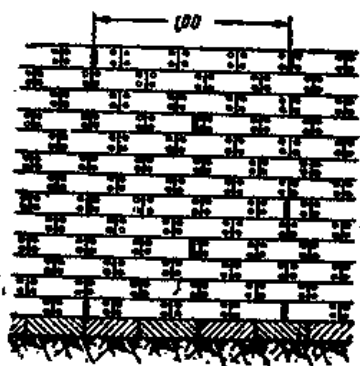
格式草皮，是為防止边坡种草時，種植土層和種植的草種子被水沖去而設。鋪設格式草皮的边坡，高度可增加至7—8公尺。

格式草皮適用於不陡於1:1.5的边坡。

如果發現在經濟上比較合適的時候，往往用連續的平鋪草皮（圖105）代替格式草皮和格子中更換種植土的方法（人工種植或天然種植）。



第 104 圖



第 105 圖

連續的平鋪草皮，在大多數情況下，是較好的保護方法之一。然而，這種方法需要仔細施工，並在運營中要注意養護，一經發現沖刷，裂縫和損壞等，則應立即修補。因此，注意養護草皮，就成為獲致良好效果的條件。

边坡不陡於 $1:1\frac{1}{4}$ 時可平鋪草皮，鋪設時，自坡腳鋪起。

草皮牆（草皮塊鋪成丁磚形式）較平鋪草皮堅固，而且可以用在達1:1的边坡上（圖106）。

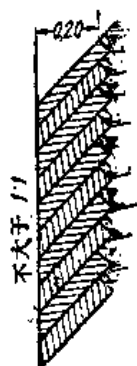
鋪設時，草向下鋪放，用長1公尺的木釘釘牢，木釘間距為

0.5公尺

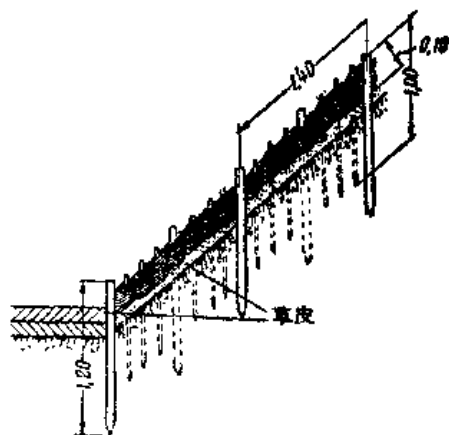
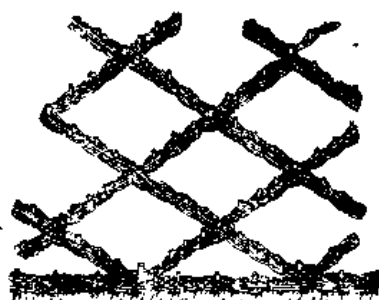
籬式草皮（圖106），可鋪設一層或兩層。籬式草皮是最好的防冲措施，此外，也是防止表土因湿度过大而造成剝落的良好預防法。最好把籬格每边的角樁（主樁）和中樁作成比預計的表土剝落最大深度長出 0.25到0.5公尺，籬格尺寸为 $1.0 \times 1.0$ 公尺到 $1.5 \times 1.5$ 公尺。

河灘上淹沒範圍內的主樁，最好用新砍下的柳樹（ива, верба, тальник, лоза）等等材料。將粗端插入預先打好的孔里。這樣可使木樁生長，將來成為强有力的灌木防護帶。必要時初期還要澆水（干旱天气）。木樁的選用，以能適應使用地区的生長條件為原則。

應選用新砍下來的如上述作木樁用的樹枝，樹枝長 1.5—4.5 公尺，粗端尺寸為 2—3 公分，作為防護用的樹枝，這種樹枝在適宜的條件下也能生長。白樺樹和赤楊類樹枝限用於經常浸水地方。針葉類樹枝和干枝均不得使用。



第 106 圖

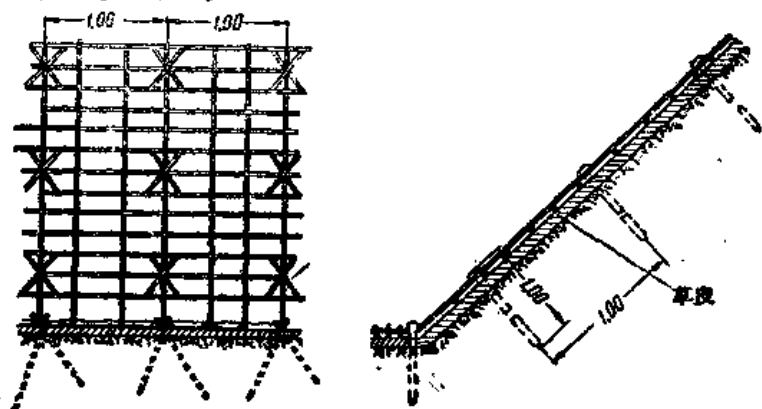


第 107 圖

如發現微小的、但却是經常的表土剝落時，就不用釘樁的籬式方格，而代替以按對角綫鋪設的木樁方格，一如籬式方格之設

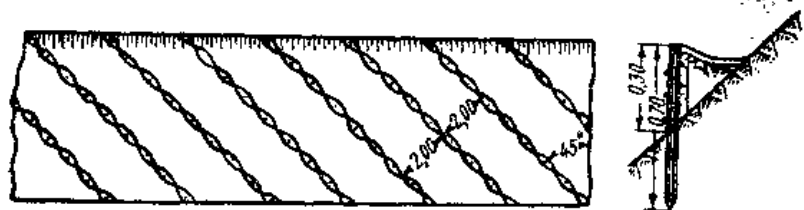
置。木桿粗度不應小於 6~7 公分，鋪設時長短相間。同一方向木桿接頭處須有搭頭，方格內滿鋪草皮。這樣佈置木桿，可防止边坡上某些部分的表土剝落，因變形的力量將經由木桿傳到边坡上的穩定部分。

為預防河灘水流攜帶冰塊和各種懸浮體磨損草皮，有時在鋪好草皮的边坡表面復以防護網，防護網是用樹枝編成的（斷面由 2 至 4 根樹枝組成），網之各角以木樁釘固（圖 108）；同時，盡量使它生長起來。



第 108 圖

為防止表面被水沖刷，在保護現有復蓋物的條件下，可用減弱表面水流沖刷力的辦法，把表面水流分成若干流速小的水流。具體措施，就是修築防沖埂，埂與最大水流綫方向成  $45^\circ$  角（在边坡上，與綫路方向成  $45^\circ$  的傾斜角）。這種埂（圖 109），作成籬笆式，籬笆上側填以當地的土壤並夯實，然後鋪草皮，或填以礦渣土壤混合土。後者的配合比於現地取樣確定，以保證不透

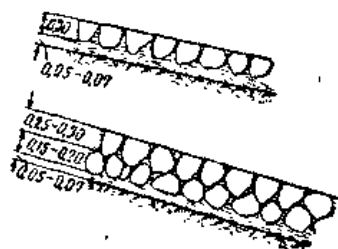


第 109 圖

水。防冲埂也有全部用土填起的，而表面鋪以草皮等等。

，应特別注意，由於減低表面水流的速度，因而加大了表面水的下滲力，現有反蓋層必須具有能抵抗这种影响的强度，必要时应予以适当加强。

**鋪石：**分單層鋪石和雙層鋪石（圖110）。石塊鋪在苔草層上，泥炭層上，有时甚至鋪在谷物桿和干草層上。然而后者極易腐朽。



第 110 圖

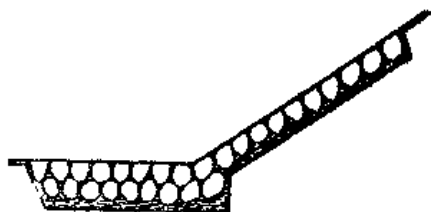
鋪石基底，鋪上一層厚0.05～0.07公尺的底層；石塊間空隙，仔細地填鋪碎石，碎石也填鋪在同層底層上（苔草層，泥炭層等等）。苔草上鋪石，要使得苔草不过分干燥才行。

鐵道運輸技術經濟研究設計院建議不在苔草上鋪石，尤其是不用谷物桿作底層，而用卵石，碎石，或二者与沙相混合（沙佔30%）作底層。碎石底層厚度为0.15公尺。

底層作用有二：

- a) 防止水流冲刷土壤；
- б) 使鋪石具有彈性，以避免在各种冲击作用下而破坏（冰，浪，浮物等的冲击）。

不許在沙上鋪石，因砂易受水冲刷。在路堤边坡上鋪石时通常在坡脚处要用比其他表面較强的鋪石（圖111）。單層鋪石用0.15～0.30公尺的石塊。雙層鋪石的上層用較大的石塊，



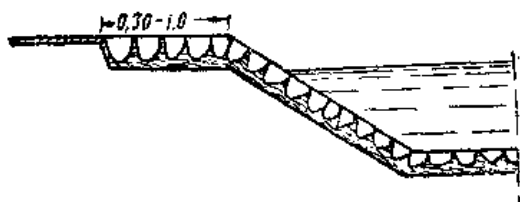
第 111 圖

排水溝鋪石，用較小石塊，其大小以0.07～0.15公尺为宜。如果側面水流不致冲毀排水溝頂面和边坡的土壤时，則排水溝的加固高度，作到高出最高計算水位0.25公尺即可。如果自水溝边

坡及坡頂有冲毀土壤的可能時，則加固高度不僅要高出計算水位，而且要向坡頂兩側伸延0.3~1.0公尺（圖112）。

單層特別是雙層離格中鋪石，是一種強有力的護坡方法，採用這種方法，應當特別注意基底的整理工作，以防止冲刷鋪石層下面的土壤。

離格中鋪石，如基底整理不良，當土壤被水冲得很深的时候，則鋪石就會如同被懸在格子上一樣。於是水从鋪

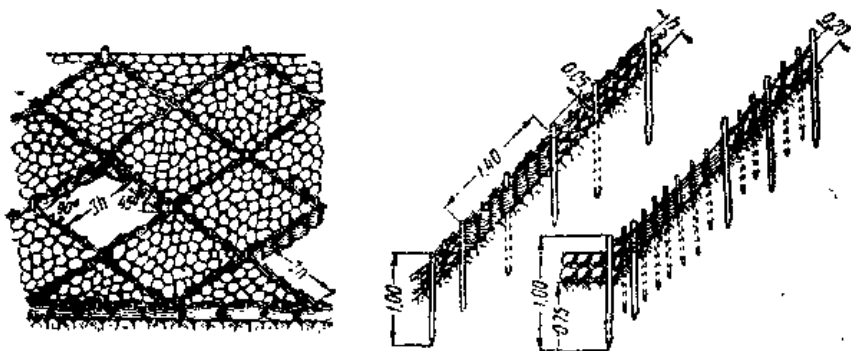


第 112 圖

石下面流過，有時會造成很大的破壞（冲走涵管，冲断路堤等）。因此，應當經常注意防護層及其基底的工作情況，以便及時採取措施消滅破壞現象。

加固表面的梢棚，是由新砍下的樹枝編成，長度為1.5到2.5公尺，細端直徑不小於1.0公分，粗端直徑不小於2—3公分。

梢棚橫斷面直徑為25—30公分。重型梢棚中間 $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$ 填充小石塊（碎石或卵石）。重型梢棚之橫斷面為45—60公分。



第 113 圖

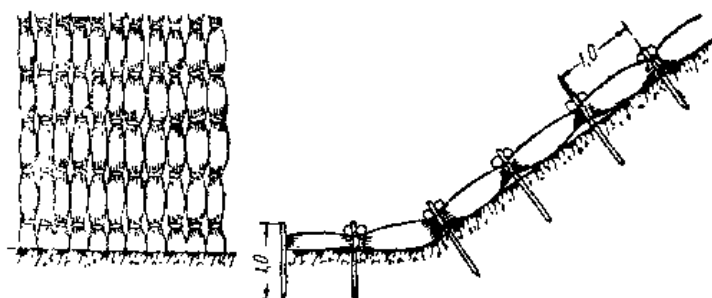
梢卷（Карабур）為重型梢棚的另一形式，其斷面為0.7—2.0公尺，長度為6—10公尺。其作法卷成三層甕子似的卷，下層是厚0.30—0.25公尺的樹枝，中層是厚0.05—0.10公尺的谷草，

上層是卵石塊厚0.10—0.30公尺。

作梢棚最好的树枝是柳枝，易於生長，但也可以用其他闊葉類树枝。

設於濕潤地方的梢棚，生長很快。用木椿把梢棚釘於表面上，木椿入土深度至少為椿長的 $\frac{2}{3}$ 。

梢棚可平鋪（圖114），也可以疊鋪如牆狀（圖115）。



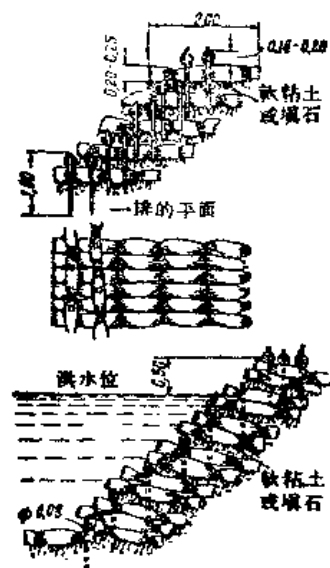
第 114 圖

梢棚之縱向，以树枝編索聯結起來，這树枝編索也是一種梢棚，其橫斷面為10—15公分，長度為10—10公尺。

經常淹於水中的表面加固，最好用梢棚沉排或树枝沉排。

輕型沉排中沒有填充重物，重型沉排中則填有小石塊（碎石或卵石）。

沉排系由上下兩層編結而成，各層也是用树枝編索結成。兩層中間鋪設若干行树枝（這種一般稱之為树枝沉排）或梢棚。上下兩層用細樹條、浸油麻繩、麻纜、鉄絲等編結牢固。重型沉排中間填置前述的填充物，填充物厚度為排厚的 $\frac{1}{3}$ ，排厚為30—75公分。



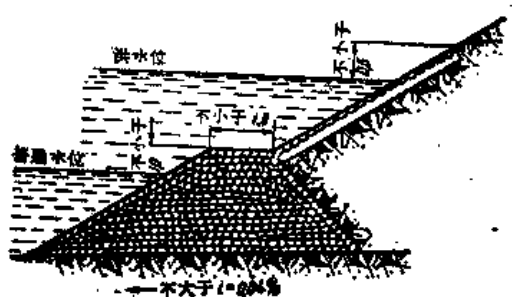
第 115 圖

如需要較厚的沉排，可把兩個沉排編在一起，排寬可達8—30公尺，長可達50公尺。有時接得很長，可復蓋加固河岸的全長。

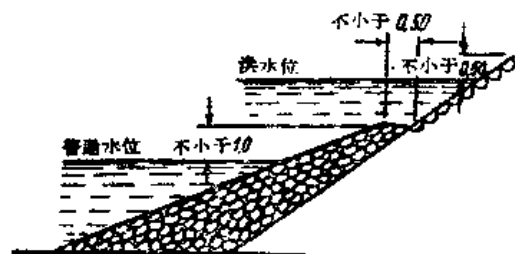
夏季，可在河岸上編排，冬季在冰上的冰洞近傍編制。冰洞是為將排沉入而破開的。如果排不易沉入水中時，則於排上釘入木樁，並編成格子，格中填石。輕型排的填石為厚度的 $\frac{1}{3}$ ，這樣一來，排就可以沉到河底。例如厚45公分的輕型排，每平方公尺按計算填0.12—0.15公尺<sup>3</sup>的石塊。

水面以下的边坡加固，在產石地區，可以在路堤水下部分填石。如路堤為新筑者，則填石為路堤的一部分（圖116），如加固旧路堤，則填石復蓋於路堤上（圖117）。

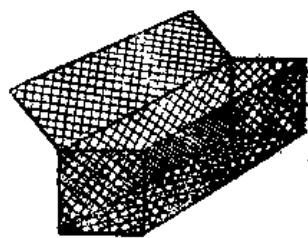
為了加固遭到水流強大沖擊力的表面（如遭到石塊和冰塊的沖擊作用），則採用石籠（圖118）。石籠如箱，有可開啓的蓋子，用鍍鋅的鉄絲網作成，盛滿石塊。石籠長2—6公尺，寬和高0.5—2公尺。鉄絲直徑為2—6公厘。為了減少籠內石塊的橫向壓力，大尺寸的石籠，用同樣鉄絲網作成縱橫的附加內壁。



第 116 圖



第 117 圖



第 118 圖

石塊尺寸，以不漏出石籠網孔為原則，同時又必須使石塊稜角露出網孔，抵抗衝擊力和壓力的作用，能保護籠網鐵絲，使它不致被壓斷和磨損。將各石籠（如同單個石塊）作成所需厚度的埧。把石籠運到現地以後，用鐵絲與相鄰的填好石塊的石籠牢固地聯結在一起，然後再填石塊。填畢蓋好，用鐵絲把籠蓋固定在籠壁上。如石籠運用正確，則經2—3年後，所有石塊間空隙將為水流所挾帶的泥沙填滿，於是用石籠所蓋的埧，便成為一個整體了。

有時以木籠填石代替鐵絲石籠。然而應當注意到，時干時濕的木質易於腐朽。因冰塊和水流挾帶物之衝擊（山地常有後一種情況），木籠也易於遭到機械破壞。

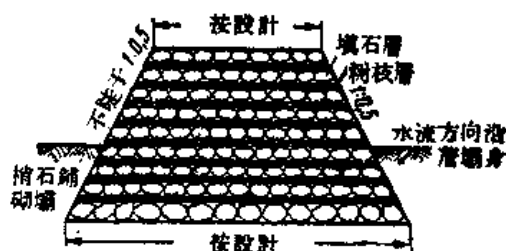
有時綜合上述措施，以建築丁字壩，導流壩和緩流壩，以及防浪木排等等，代替遭受水流沖刷和冰塊衝擊的表面加固辦法。

採用這些措施和其他類似辦法，在很多情況下，不僅可以防護河岸免受沖刷，而且由於沖積物的淤積可使其擴展。

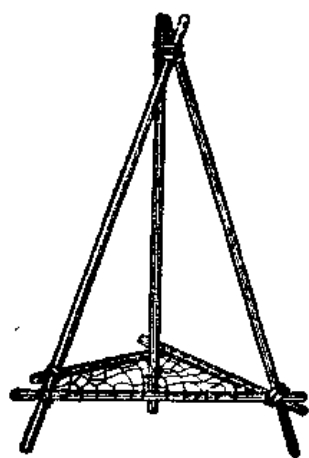
路堤边坡和橋台錐體的防護，在跨越山地急流處，如基底土壤易受沖毀，為臨時防護計，可採用梢石鋪砌和槓槎的加固河岸、調節和防護的結構物。

梢石鋪砌是由樹枝和石塊相間的水平層擠成的（圖119）。樹枝層厚度為0.1~0.3公尺，與水流方向垂直，樹枝粗端向外突出0.3公尺。樹枝層上鋪設苔草層、谷草層或蘆葦層，其厚度為0.10~0.15公尺。

梢石鋪砌所用的石塊尺寸，其最大斷面至少為30—40公分，最好是表面不光滑的，主要是爆炸出來的石塊。較大的大塊片石鋪設於正面，寬1.5~2.0公尺；



第 119 圖



第 120 圖

較小的漂石可鋪設於內部。

受水冲刷的边坡不得陡於  $1:0.5$ 。  
梢石体的截面由計算確定，壩頂寬度不得小於  $3-4$  公尺。

橋樑（圖120）是由三根或四根木材傾斜安裝而成的架子，木材的直徑為  $12-20$  公分，高為  $4-10$  公尺，視其應設置之深度而定。木材頂端用鉄絲捆在一起，下端設橫撐，亦用鉄絲捆起。橫撐設置於高水位。在橫撐上用木桿編成載重台。使木桿向外突出，以期安設橋樑成行時，各架能彼此相接。載重台上

置以厚  $1$  公尺的樹枝層和谷草層，及厚  $0.15-0.30$  公尺的石塊層。這樣的載重層叫作橋樑的鋪砌層。在鋪砌層重量作用下，橋樑下端逐漸沉入河底。由於河床冲刷，橋樑下沉加速。隨橋樑下沉而繼續加載。

橋樑一般設置  $1-2$  行，有時橋樑不必彼此相接，但間隔不得大於  $10$  公尺。

橋樑可與梢石鋪砌聯合使用，以梢石鋪砌筑在橋樑的間隔中。

為了加重橋樑，除鋪砌層以外，有時還用網子、草包、蘆袋或柳條籃盛以石塊懸於橋樑的上部。

橋樑在水深大於  $0.7$  公尺和流速大於  $1.5$  公尺/秒的情況下適用。

高加索地方採用特有的石塊樹枝建築物與梢石鋪砌相似。

高加索式石塊樹枝建築物在  $B. B. \text{Патеев}$  工程師的著作中有詳細敘述[131]。

高加索式石塊和樹枝的建築物可在任何水位、任何流速、甚至大於  $5-6$  公尺/秒的流速下都能施工，因為往水流中部伸展是