

土壤改良工程中水工建筑物 石护面设计和施工规范

C.B. 波斯拉夫斯基 編
П.А. 珊 金

水利出版社

苏联農業部水利总局批准

土壤改良工程中水工建築物 石护面設計和施工规范

苏联農業部水利总局工程师 C.B. 波斯拉夫斯基編
技 術 科 学 碩 士 П.А. 珊 金
水利部北京勘测設計院规范組譯

水利出版社

1957年5月

本規範的主要內容是規定了在什麼情況下和怎樣修築石護面，如何檢查工程質量，如何驗收以及如何選擇修築石護面所用的材料等等。本規範可供水利工程設計和施工人員參考。

土壤改良工程中水工建築物石護面設計和施工規範

-
- 原 書 名 ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И УСТРОЙСТВУ КАМЕННЫХ КРЕПЛЕНИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В МЕЛИОРАТИВНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
- 原 編 者 С.В.Поздьяевский, П.А.Шанкин
- 原 出 版 處 ИЗДАТЕЛЬСТВО МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
- 原出版年份 1955
- 譯 者 水利部北京勘测設計院規範組
- 出 版 者 水利出版社(北京和平門內北新華街 35 号)
北京市書刊出版業營業許可証出字第 080 号
- 印 刷 者 水利出版社印刷廠(北京西城成方街 13 号)
- 發 行 者 新華書店
-

22 千字 787×1092 1/32 开 1 2/16 印張
1957 年 5 月第一版 北京第一次印刷 印數 1—2,000
統一書號: 15047.54 定價: (10)0.18 元

目 錄

I. 總 則	(1)
II. 石护面的材料	(3)
III. 石护面的組成及其尺寸	(6)
IV. 施工的基本守則	(15)
V. 質量檢查和驗收	(21)
VI. 材料的保存	(23)
附 錄	

I. 总 则

1. 本土壤改良工程中水工建筑物石护面设计和施工规范中，包括了一些基本的要求，为了保证建筑物具有优良的质量，遵守这些基本要求是完全必要的。

如果由于当地条件的限制而不能遵守本规范时，应在设计中作出适当的论证。

2. 本规范中考虑了下面两种石护面：

①砌石护面；

②堆石护面。

3. 土壤改良工程中的护面，通常用于下列场合：

①在设置有铺盖和海漫的水工建筑物中；

②在流速很大的渠段上（用以加固渠道）；

③由于在穿过细颗粒土壤（沙、沙壤土和粉土）的渠道上，如果地下水，特别是压力地下水在渠坡上逸出因而产生涌土现象时；

④在穿过砂礫土的山区和山麓区灌溉系统的渠道上，用来防止灌溉渠道在高流速时发生冲刷；

⑤在通航的大型渠道上，用以防止船行波冲刷边坡；

⑥在围堤上，用以防止堤坡遭受高速水流的冲刷作用，以及浪击、流冰、旋流（Корчеход）等所引起的机械损坏。

⑦在土壩上，用以加固上游坡，以防止浪击和流冰的机械损坏。

4. 石护面的任务是为了保护建筑物表面免受直接的水动力（流速、浪击）的作用。

5. 选择护面的形式和结构时，应考虑到下面一些情况：

① 建筑物（坝、堤、渠道等）的土壤种类；

② 是否存在地下水逸出点，特别是压力地下水的逸出点；

③ 土的状态（天然土或填土）；

④ 渠道或河道等内的流速；

⑤ 流水的情况和第一次冰滑动情况；

⑥ 洪水情况；

⑦ 风浪和船行波的大小；

⑧ 加固边坡和场地的坡度；

⑨ 气候因素；

⑩ 当地材料的供应情况。

6. 在任何气候条件下，都可用石料铺砌护面。但是在过于潮湿的边坡和冰胀土上，如果没有进行补充的排水措施和防冻措施的话，那末，建议不要采用石料铺砌护面。

7. 土壤改良工程中的块石铺砌护面，可以有下列几种形式：

① 单层铺砌；

② 具有大石块方格的单层铺砌；

③ 具有“石格”的单层石料铺砌；

④ 铁钉木橛的单层石料铺砌；

⑤ 双层铺砌（由双倍厚度的一层石料砌成）；

⑥ 双层铺砌（由两层石料砌成）；

⑦ 在藤格中的单层铺砌或双层铺砌；

⑧ 在少钢筋混凝土框格内的单层铺砌或双层铺砌。

8. 土壤改良工程中的堆石工程，主要是用于河道的整治工程中、攔河壩的下游以及用來加固桥墩附近的河底。

9. 在灌溉網的水工建筑物上、土壩上以及渠道上，堆石多半同籬格配合使用。

10. 在任何气候条件下，在一年的任何时期，無論水流是多大，不論边坡是干的还是湿的，也不管是时干时湿的或是經常潤湿的，而且即便是填方尚未达到最終沉陷时，都可采用堆石。

11. 在盛產石材（主要是頑石）的地区，如果土壤足够穩定，且能够承受附加的荷載，那末，应当尽量采用堆石。

12. 堆石是一种長期有效的护面；因此当堆石的設計和施工具有可靠的質量时，几乎不需要進行修理和重建。

II. 石护面的材料

石 塊

13. 土壩、土堤、渠道和河岸的石护坡，以及水工建筑物某些部分的石护面，可采用下列各种岩石：火成岩——花崗岩、片麻岩、閃長岩、玄武岩等；沉積岩——石灰岩、砂岩、石英岩等。石料的容重应当不小于 2.0 噸/立方公尺。

14. 加固工程所用的石料，应当具有足够的抵抗温度变化的性能，同时也必須具有足够的机械强度：它的暂时抗压强度不小于 300 公斤/平方公分，經過 25 次循环冻融（温度为 $\pm 15^{\circ}$ ）以后，並沒有明顯的破損。也可以利用一部分極限抗压强度小于 300 公斤/平方公分的石料，但是，其数量不得超过总数的 30%，而且它們的强度不得小于 200 公斤/平

方公分。

15. 凡是用爆破法或开鑿法取得的石料，不論它是天然形狀的(圓石)或是人工破碎的(毛石)，均可用來作护面。

16. 圓石(頑石)就是各种岩石的大碎塊。

护面所用的石料，需要經過挑选，在力学性質，顆粒大小和新鮮程度等方面都要一致。不允許采用下面四种頑石：破碎了的頑石(已經風化和分解了的)；具有外壳(即風化表面)的頑石；森林失火时燒过的頑石以及具有裂縫的頑石。用錘敲打石塊时，石塊應該發出清脆的聲音。

对于堆石，可以采用直徑为 8~50 公分的圓石。对于鋪砌，則要采用高为 15~50 公分的石料，其邊長的大致比例(高比厚)为 2:1。

17. 护面用的毛石是一种不規則的石塊(爆破石塊)，它的体積为 0.0005~0.125 立方公尺。

对于堆石，应采用直徑为 8~50 公分的石塊。

对于鋪砌，应采用高 15~50 公分、厚 5~12 公分、寬 12~25 公分的石塊。

对于厚 15 公分(或大于 15 公分)、長寬为 30 公分(或大于 30 公分)的大片石，应采用平鋪法。

18. 檢驗石塊时，必須特別注意到在一般的石塊里不許摻雜粘土質頁岩、沙質頁岩以及泥灰板岩(又名蛋白土)。这些岩石从它的外表看來与石灰岩和砂岩往往是相似的，但它們的强度極低，且不適于用來砌筑水下的建筑物。

碎石和礫石

19. 加固工程所用的碎石是帶角的，其尺寸为 5~75 公厘；它可以用人工軋石的方法取得，或自疏松岩石的天然崖

堆中取得。

对于沿着两个相互垂直的方向量得的长度的比例大于 1:2 的小碎石，或所谓扁石和掌石，如果它们在数量上不超过总体积的 15%，也可以采用。

20. 加固工程所采用的礫石，是一种在某种程度上滚圆的天然石子，其尺寸为 5~75 公厘。

沙

21. 加固工程所采用的砂，是各种被破坏的矿物颗粒所组成的松散混合物，其尺寸为 0.15~5 公厘。

掺杂粘土的沙变成了黄棕色、微红色和淡黄色。

沙中不应该掺杂有木屑、垃圾、泥块以及其他有害的混合物。

梢料和木橛

22. 梢料和木橛是编织籬格所必需的材料。

如果在设计中规定采用活籬格，那末下述两种柳科乔、灌木（柳和白杨）可算是最好的梢料和木橛材料。

假如没有规定要将籬格栽活，那末任何一种乔、灌木，都可作为梢料和木橛的材料。在任何情况下都要偏重使用阔叶梢料，而不使用针叶梢料。只有当籬格将长期处于水中时，才允许采用白桦梢料和赤杨梢料来编扎籬格。

23. 对于水工建设最适用的有：垂柳、黄柳（红海柳）、柳（山羊柳）、筐柳（细枝柳、白山水杨、黑山水杨）。

24. 杨树中最好采用：银白杨、美国白杨、西伯利亚白杨和月桂叶白杨。

25. 通常，护面工程所采用的梢料和木橛，应当是新砍

下來的。如果必需在冬季用梢料和木橛來編織籬格的話，那末也可以使用在秋季采伐下來的材料。

梢料的長度采用 2 和 2.5 公尺的，粗端直徑為 3 公分以下。木橛用粗 4~10 公分、長度小於 2 公尺的小枝和幼樹來制做。

苔蘚、泥炭、稽杆

26. 石護面墊層所用的材料，多半采用水蘚，因為這種材料是最不易腐爛的。水蘚應當自泥炭田的未分解的上層（40 公分以內）中取出，然後把它晾乾。水蘚中不得夾雜有泥土、雜草、樹葉等。

27. 在下述情況下，在護面中可采用泥炭：

a) 泥炭的分解度不大於 15%；

б) 泥炭不含有難以取出的礦物質和未分解的木質殘余；

в) 泥炭主要是由水蘚或灰蘚組成的，或者是由這些植物的纖維殘余組成的；

г) 在 50 克/平方公分的壓力下，滲透系數不小於 0.005 公分/秒；

д) 含水量不超過 80%，但也不小於 68%。

28. 如果沒有苔蘚或泥炭，那末可采用新鮮的稽杆，也可以采用老的稽杆，但不能采用腐爛的稽杆，最好是采用稻草。

III. 石護面的組成及其尺寸

29. 石護面主要由兩部分組成：上層復蓋（蓋面）和墊層。

上層蓋面按鋪砌或堆石的形式來設置。墊層用礫石（或碎石）鋪設，它可鋪成一層，或按反濾的形式鋪成若干層。

附注：当采用堆石加固河岸时，如果堆石的厚度超过 $4 \sim 5D$ (D ——石块的平均尺寸)，则不須設置垫层。

30. 在任何气候条件下，都可采用石护面。如果地基的土壤过于潮湿或可能冻胀的话，那就应当预先进行一些有关地基排水方面的措施以及防冻措施。对于后者可在冻胀土上面鋪一層沙。鋪沙时，沙层的厚度按設計資料中的气候条件來決定。

31. 为了預防帶有压力水的流沙夾層在河槽或渠道上逸出而引起边坡的塌滑时，建議加大濾水層的厚度。

32. 鋪砌的护面可以設置在夯实的石块層上。就穩定性方面來講，設置在夯实石块層上的鋪砌可看成同双層鋪砌一样。夯实石块層的石块尺寸采用 $d=0.4D$ ， D ——上層盖面的石块尺寸。

33. 护面的形式和尺寸，按照它的用途、工作条件、当地存在的材料以及本规范第5条的規定來選擇。

根据工作条件，石护面分为承受河槽水流的护面和承受波浪作用的护面两种。

承受河槽水流的石护面

34. 当加固河岸以及受到河槽水流作用的水工建筑物底面、边坡和其他部分时，盖面石块的尺寸根据水流的容許流速按照表1中的数据采用。

附注：如果在濾水層里用泥炭渣來代替碎石或礫石时，那末表1中的速度必須降低20%以上。

35. 鋪砌盖面的厚度取决于石块的尺寸。用堆石加固河岸时，堆石的厚度由当地的条件來決定，也就是說根据河岸的外形來決定。但是，在任何情況下堆石的厚度都不应小于

石塊計算尺寸的兩倍，亦即 $t \geq 2D$ 。

表1 鋪設在濾水墊層上的石蓋面的容許流速（不沖流速）

編號	蓋面	石塊尺寸 (公分)	平均水深 (公尺)			
			0.4	1.0	2.0	3.0和3.0以上
			容許平均流速 (公尺/秒)			
I	單層鋪砌	15	2.5	3.0	3.5	4.0
		20	3.0	3.5	4.0	4.5
		25	3.5	4.0	4.5	5.0
		30	4.0	4.5	5.0	5.5
		35	4.5	5.0	5.5	6.0
II	雙層鋪砌或 夯實石層上的 單層鋪砌	15	3.5	4.0	4.5	5.0
		20	4.0	4.5	5.0	5.5
		25	4.5	5.0	5.5	6.0
		30	5.0	5.5	6.0	6.5
		35	5.5	6.0	6.5	7.0
III	堆石	7.5~10	1.5	2.0	2.5	3.0
		10~15	2.0	2.5	3.0	3.5
		15~20	2.5	3.0	3.5	4.0
		20~25	3.0	3.5	4.0	4.5
		25~30	3.5	4.0	4.5	5.0
		30~35	4.0	4.5	5.0	5.5

36. 濾水墊層可按反濾的形式作成多層的，或用比較均勻的材料做成單層的。

37. 單層墊層的組成，按照材料的容許不均勻性來確定，其不均勻系數為：

$$\frac{d_{60}}{d_{10}} < 6 \sim 8,$$

式中 d_{60} ——墊層粒徑，其值相當於 60% 的顆粒能通過的篩孔尺寸；

d_{10} ——同上，相當於 10% 的顆粒能通過的篩孔尺寸。

当具有堆石做的上層复盖时，建議采用單層的濾水墊層。

38. 多層濾水墊層按照下列条件來設置：層間系数 ψ (即相鄰兩濾層中顆粒大小的比值) 应当小于 $10 \sim 15$ ，即应当滿足下述条件：

$$\psi_1 = \frac{(d_1)_{50}}{(d_{rp})_{50}} < 10 \sim 15; \quad \psi_2 = \frac{(d_2)_{50}}{(d_1)_{50}} < 10 \sim 15 \text{ 等,}$$

式中 $(d_{rp})_{50}$ ——地基土壤的計算 (平均) 粒徑 (在土壤
中，粒徑小于該数值的顆粒占全部土壤
的50%——按重量計)；

$(d_1)_{50}$ ——直接填筑在地基土壤上的第一層反濾材
料的計算粒徑；

$(d_2)_{50}$ ——第二層反濾的計算粒徑；余类推。

对于比較重要的建筑物，建議采用層間系数的下限 ($\psi = 10$)。

39. 單層濾水層的厚度，應該不小于上層复盖的厚度。

鋪砌和堆石下的多層濾水層，每層厚度应当如下：

第一、第二層不小于10公分，最后一層應該不小于15公分。

40. 多層濾水層的層数，決定于边坡土壤的顆粒大小 $(d_{rp})_{50}$ 和計算得的盖面厚度 (D)。

濾水層● 最后一層 (即直接在上面鋪設盖面的一層) 的顆粒大小，按下式決定：

$$(d_{II})_{50} \geq 0.25D$$

41. 当水流的流速較大 ($V > 3$ 公尺/秒) 以及当地下水在渠道边坡和河岸等处逸出时，建議鋪設多層濾水層。

● 層次的編号是自下向上的。

42. 为了增加护面的稳定性, 沿着边坡 (在河底上) 鋪設較大的石块, 并設置專門的支撑, 这种支撑同时用来作为护坡同护底的连接物。在任何情况下, 設計好的护坡必須校核其稳定性, 即必須校核沿着坡面的滑动。

43. 边坡水下部分的堆石的坡度, 取决于堆筑的方法 (是否考慮選擇石块)、护面的靜力穩定条件和流速。

承受波浪作用的护坡

44. 鋪砌的上層复盖 (盖面), 其尺寸按 П.А. 珮金公式計算:

$$D = \frac{\gamma}{\gamma_K - \gamma} \times 1.7\psi(2h)$$

式中 D ——石护面的尺寸 (不包括垫層), 以公尺計;

γ_K ——石块的比重, 以噸/立方公尺計;

γ ——水的比重, 以噸/立方公尺計;

ψ ——与边坡系数 m 有关的系数 (按表 2 采用);

$2h$ ——浪高, 以公尺計。

当按照片石頂头向下的形式來鋪設片石时, 片石的厚度允許小于 $1/3D$ 。

堆石中的石块重量 (以噸計) 按 П.А. 珮金公式計算:

$$Q = 7.2 \gamma_K \left(\frac{\psi}{\gamma_K - \gamma} 2h \right)^3,$$

式中的 ψ 值按表 2 采用。

表 2

m	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0
ψ	0.34	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15

45. 对于土壩壩坡和渠坡，堆石的厚度按下面的公式計算，同时不得小于石块計算尺寸的兩倍：

$$t_{\text{наб}} \geq 2.5 \sqrt[3]{\frac{Q}{\gamma_K}},$$

式中 Q ——石塊的計算重量，其值按本規範 44 条求得。

46. 按照第 44 条中的公式求出的堆石石塊的重量，是指足尺寸的石塊的重量而言的。采用重量較小 ($q = 0.5 \sim 1.0Q$) 的石塊是可以的，但是它們的数量不得超过总体積的 25%，同时，在整个护面上应均匀地分布。

47. 如果按照第 44 条中的公式求出的上層盖面的尺寸非常大时（当 $2h > 1.5 \sim 2.0$ 公尺时），建議把边坡的坡度弄得平緩些，或采用其他的复盖（例如混凝土复盖）。

48. 設計單層的濾水層时，必須遵守下列条件：

$$d_{60} > 0.2 \sqrt[3]{\frac{Q}{\gamma_K}} \quad (\text{公尺})。$$

水庫里面的浪高，建議按 П. А. 洛勃左夫斯基的公式計算：

$$2h = 0.073 W K \sqrt{D_B \cdot E} \quad (\text{公尺})，$$

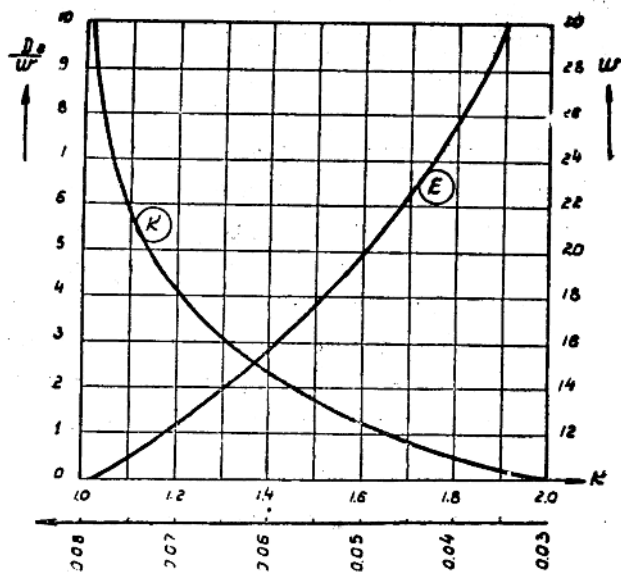
式中 W ——計算風速，以公尺/秒計；

D_B ——波浪的最大擴展距离，以公里計；

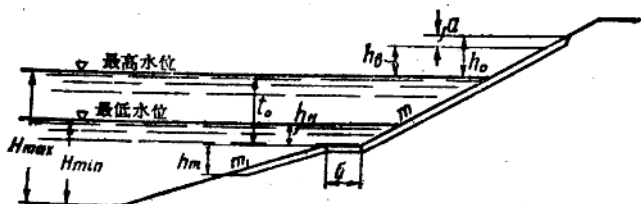
K ——在曲綫圖上（圖 A）按 $\frac{D_B}{W}$ 值來決定的系数；

E ——在曲綫圖上按 W 值來決定的系数（以公尺/秒計）。

49. 护面垫層的組成和尺寸，根据第 38 和 39 条中的指示來決定。



圖A. 決定系数 K 和 E 的輔助曲綫（距离 D 以公里計， W 以公尺/秒計）



圖B. 顯示护面范围的边坡断面

50. 土壩或運渠边坡的护面范围，根据边坡上的波浪爬升高度和最低水位來決定。

护坡上段的高度 h_0 (圖B)，按珊金公式計算：

$$h_0 = h_B + a = K_0 \cdot K_B \cdot K_G \cdot (2h) + a \text{ (公尺)},$$

式中 h_B ——边坡上的波浪爬升高度 (自靜水位起)；

K_0 ——与护面的糙率和透水性有关的系数；对于碎石的堆石， $K_0 = 0.72$ ；对于圓石的砌体和堆石， $K_0 = 0.82$ ；对于用不同石料堆成的堆石， $K_0 = 0.77$ ；对于鋪砌， $K_0 = 1.0$ ；

K_B ——与边坡坡度和波浪的陡度有关的系数 (圖B)。

对于小水庫，波長 ($2L$) 和浪高 ($2h$) 之比，

$$\text{可采用 } \frac{2L}{2h} = 8 \sim 12;$$

K_G ——与戕台尺寸和戕台在边坡上的位置有关的系数 (圖B)；

a ——波浪爬升高度以上的安全加高，这是由于風的增水作用而引起的，对于中、小水庫，其值采用 $0.2 \sim 0.4$ 公尺。

附注：石护面頂端的高程，根据水庫的最高設計水位來確定。

51. 护面的下緣建議設置在最低水位以下 h_H 处， $h_H = 1.25 \sim 1.50 (2h)$ 。

在这高程以下，在深 $h_m = 1.25 \sim 1.50 (2h)$ 这一段边坡上，必須用砂礫混合体或其他的簡單护面來加固。

如果根据边坡穩定的靜力計算条件需要設置戕台的話，則戕台必須布置在护面的底部。