

86.839
GSY

063143

68.441
625



卵石、草皮和植树 护渠的经验

甘肃省张掖专员公署水利局著

农业出版社

卵石、草皮和植樹护渠的經驗

甘肅省張掖專員公署水利局著

農業出版社出版

(北京西總布胡同7號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第106號

北京新华印刷厂印刷 新华書店發行

787×1092 1/32 7/8 印張·20,000字

1958年12月第1版

1958年12月北京第1次印刷

印數: 1—2,300 定價: (0) 0.10元

統一書號: 16144.442 58.11.京型

一、自然条件和基本情况概述

河西走廊位于祁連山和合黎山中間，地域辽阔，气候干燥，雨量稀少，属于内陆沙漠性气候。因此，在这个地区没有灌溉就没有农业。地势由南向北偏西倾斜，走廊为祁連山水冲积而成，近山形成許多冲积扇，土地为戈壁分隔在东西长约1,300多公里的狭长地带内，故有“走廊”之称。这条走廊平均宽约50—100公里，地势高亢，平均海拔1,600—1,400公尺。年雨量由东向西递减，平均180—60公厘，年蒸发量约2,000—3,500多公厘。气温最低-30—-40°C，最高38—40°C；無霜期150—180天。祁連山区地势更高，平均海拔2,000—3,000公尺，最高有达6,000公尺的。山内終年积雪，所有河流的水源均为山中溶雪和雨匯集而成，分属为石羊河、黑河和疏賴河等三个内陆河系。

三个河系的较大河流有30多道，水量随着气候的炎凉和降雨量的多寡变化很大；除最大的几条下流常年流水外，其它因水源短（30—100公里），降雨流域面积小，而形成了間歇性的河道。每年在11月到次年3月内封冻断流。小水只能流到狭口即全部渗漏，除大洪水外，下游河床終年枯干。洪水往往較小水时增大10—20倍，大洪水可达数十倍以上，一般水流时期的变化规律是晝落夜漲，河床縱坡陡急近山区为礫石層，縱坡自1/10—1/80冲成深溝，洪水时挟帶大量沙石，大的可达0.3—0.6公尺的卵石，正如詩人李白所写的“一川碎石大如斗”的情况。以下稍緩，平均縱坡在1/40—1/100，河床弯曲而寬。卵石仍多，再

下又緩，縱坡約在 $1/100—1/200$ 。橫穿走廊或縱貫走廊的大干流縱坡較平，約在 $1/500—1/1000$ ，這兩段內，河床寬淺，多為戈壁沙漠，沖淤交替，彎曲迂迴：水流不定，流程過長，河床在上游礫石層的構造內遍布長徑約 $0.2—0.5$ 公尺的卵石，中游多長徑 $0.1—0.2$ 公尺的卵石，下游沙漠戈壁段即為大小沙礫河床。地下水距地面的深度，上游約在 $100—200$ 公尺之間，往下逐漸升高，至河道中游都有泉水露頭，與河水一同潛入下游河床沙漠中，致造成兩岸許多大面積的碱灘，澤地及少數內陸湖泊。

河西灌溉事業的歷史很長，在下河清農場發挖的新石器時代的遺物中，包括了石鋤、石磨……等許多原始農業生產工具，証明了約在一萬年以前這裡已有了灌溉事業。迄今許多漢唐的古渠仍然在利用着，古代的勞動人民在長期與洪水和自然鬥爭中積累了豐富的經驗。將可能利用的水源都修建了灌溉工程。有不少的渠道穿鑿了長距離的隧道，最長的有數公里至十公里。勞動人民在上述困難的自然條件下，修建了數百萬畝的農田水利工程是長期艱難奮鬥的成果，但在封建社會的統治和科學落后的情況下，整個舊有渠系直到解放時，仍然是極其原始和非常落后的。渠道形成了和上述的河道一樣，由於缺乏引水控制和防漏的工程，因此小水時漏完，洪水時決堤倒塌。有水引不上來，一般損失常達 $60—70\%$ 左右，農禾因為缺水，十年九旱致使農民生活陷於貧困狀態。

河西走廊除雨量稀少，風沙較大以外，其它自然條件均很優越，是祖國最寶貴的地方之一；各種礦產蘊藏量豐富，是未來的重要工業基地。約有兩千萬畝可耕地，一億二萬畝宜林地和草原。土質肥沃，日照時間長（平均每年 $3,000—3,700$ 小時，相當於蘭州 1.5 倍，西安 1.8 倍）適於多種作物生長，產量很高。在



水利資源上，乙立公方。這些水量是稀貴的，但只要採取控制，調節，防漏，利用地方水和經濟使用等多方面的措施，就能逐漸達到最高度的利用，滿足工、農、林和牧業的大規模發展之需要。

二、推廣卵石，草皮和植樹護渠的經過

卵石，草皮和植樹護渠都是群眾的經驗。解放後在黨的正確領導下，結合社會主義改革，大力發展農業生產進行了水利建設，首先剷除了地主統治階級獨占式的水規。繼之改修和改建了平行紊亂的渠系，開展了各種群眾性的水利工作。在渠系改建工作中，由於上游地坡陡，滲漏大，沙礫多的特點必須修建防沖，防漏和防沙的渠道，始能安全流過急陡的地面，穿過滲漏很大，渠岸不能固定的沙卵石河床和戈壁沙漠。但這一巨大的而又迫切要求解決的襯砌浮道工程如採用現代化的工程設施和設計，就需要數以萬噸的水泥、瀝青和鋼材等貴重的工程材料。這在投資上，時間上，技術力量和物資供應上都有着短時期內不能解決的困難。在黨、政領導提出了“總結推廣群眾經驗和啓發群眾創造”的正確號召之下，經技術幹部和農民群眾積極鑽研和試驗後，將農民使用卵石，草皮鑲閘護險的寶貴經驗。由小型渠道推廣到大型渠道的防沖防漏的襯砌工程上，並在勞動實踐中累積了更多的經驗，取得了很大的成功。幾年來，特別是農業合作化後的1956年，這些經驗在本區不僅是群眾性工程上已達到了普遍的推廣，並且已經引用到限額以上的昌馬河大型工程上（該渠設計流量為65秒公方），同時又推廣到兄弟地區的新疆維吾爾自治區，效益顯著，群眾擁護，水利技術界也給予了較高的評價。

(一)發展經過的情況：

卵石干砌渠道是由群众修护渠岸的经验而来的。1951年首先试办于张掖苏油口的东西干渠上，1952年又在民乐大小堵馬河的干渠上使用，防冲、防漏效益显著。在1953年又推广到民乐益民渠，酒泉洪水壩民主渠等大型的渠道工程上，凡按标准砌的都没有破损，才逐渐为张掖专区各县采用。尤其是在农业合作化后的1956年，在进行河系渠道改建的13处工程中都采用了这个方法，砌砌技术和标准也逐步提高了，到现在全专区已完成卵石干砌的干、支渠道有500多公里。其中1956年即修270多公里，最大输水量由每秒5立方公尺到达50立方公尺，设计抗冲流速自每秒2—6公尺，使用卵石长径自0.1—0.6公尺以上，同时为兄弟地区新疆维吾尔自治区和我区昌馬河等限额以上的大型工程所采用。为国家节省了大量资金和贵重的建筑材料，对河西地区的渠道改建工程起了决定性的作用。由于技术上的保守，我们一直没有认真的作出总结。因此在设计上保守，标准不一，部分工程质量低虽没有遭到失败性的冲毁但这可以说明有许多工程浪费很大。在党、政各级领导的大力支持下，在1956年6月份才作了初步的技术总结，9月份又派专人在完成的渠道上进行了防漏抗冲的实测和其它方面的调查研究工作；11月份又在专区技术座谈会上作了充分的讨论和补充，其技术操作和效益已得到了初步的可靠依据，现就各地的实际经验归纳介绍如下。

(二)安全抗冲和防漏效能：

1. 抗冲能力 凡按标准砌砌的渠道，长径30—35公分的普

通卵石和長徑 25—30 公分的扁形卵石,其安全抗冲能力均可达到 4.0—4.5 公尺。最大抗冲能力可达每秒, 5.8 公尺,茲將已完工的卵石襯砌渠道中卵石的抗冲能力的許多实例归納如下(表 1)。

表 1 干砌卵石渠道允許抗冲流速表

卵石長徑 (公分)	普通形狀	30—35	25—30	20—25	15—20	10—15
	扁平形狀	25—30	20—25	15—20	10—15	10
安全抗冲能力(公尺/秒)		4.0—4.5	3.5—4.0	3.0—3.5	2.5—3.0	2.0—2.5
最大抗冲能力(公尺/秒)		5.8—6.2	5.0—5.5	4.0—4.5	3.5—4.0	缺

但卵石干砌的允許抗冲流速按苏联經驗大大超过了上列数字,茲將水利譯叢 1956 年第三期所介紹的材料附录于下(表 2),可作我們設計时采用的依据和参考。

表 2

均質無粘性 土壤名稱		土壤的粒徑 (公厘)	允許平均流速			
			平均水深			
			0.4	1.0	2.0	3.0
礫	小	75—100	2.0—2.3	2.4—2.8	2.8—3.2	3.0—3.4
	中	100—150	2.3—2.8	2.8—3.4	3.2—3.9	3.4—4.2
	大	150—200	2.8—3.2	3.4—3.9	3.9—4.5	4.2—4.9
卵石		>200	>3.2	>3.9	>4.5	>4.9

2. 防漏效能 在改建后的各卵石襯砌渠道中,都有显著和相似的防漏能力。并且不断的提高。如益民渠修成后据群众反映在一条 8 公里長的支渠上,流水情况是:未襯砌前放水需四小时才能到下游。渠修成后同样的水量仅一小时即可流到。另一条長 11 公里的支渠,上游每秒一立公方水量时,襯砌前下游仅有水 0.5 秒公方,鋪砌后下游可达 0.9 秒立公方的水量,1954 年

10 月在益民渠 11 公里的干渠内进行实测，結果証明在水量为 2,937 立公方/秒时的水滲漏損失已由原来的 60—70%，降低到 11% 左右，实测結果如下(表 3)。

表 3

次数	上游流量 (公方/秒)	下游流量 (公方/秒)	总損失 (公方/秒)	11公里損失 (%)	每公里損失 (公方/秒)	每公里損失 (%)	观测时 間(年)
1	2.973	2.652	0.321	10.8	0.0297	0.98	1954
2	2.938	2.640	0.280	9.62	0.091	0.87	1954
3	2.928	2.560	0.360	12.56	0.0287	1.14	1954

注：1. 每公尺湿周 24 小时内平均損失 0.28—0.35 公方，測量时各支渠尚有跑水情况。

2. 用浮标法施測的。

3. 上表中施測之 11 公里其中有 7 公里放水一年4公里放水兩年。

1956 年 10 月施測使用兩年后的干渠滲漏效益是当流量为 5.69 秒立公方时，每公里滲漏損失为 0.38%。实测平均結果如下(表 4)。

表 4

上游流量 (公方/秒)	下游流量 (公方/秒)	总損失 (公方/秒)	距离(公里)	每公里滲漏(%)
5.69	5.51	0.18	8	0.38

注：浮标法五次所測之平均值，每次相差很少，証明滲漏比例比較正确。

武威杂木河卵石鋪砌渠道 1954 年完成后其輸水能力和灌溉效益較从前提高了 30%，1955 年用流速仪測得流量結果如下(表 5)。

表 5

渠名	渠道情况	每公里滲漏損失量(%)	每公尺湿周日損失量 (%)
总干渠	1954年卵石鋪面	4	0.25
三千渠	1955年卵石鋪面	18	2.52
四千渠	原渠床未鋪砌卵石前	44	5.76
一千渠	原渠床未鋪砌卵石前	33	4.85

在新建的民乐的丰乐渠和酒泉丰乐川的西干渠放水一年后,水量在3.5公方/秒左右时,每公里渗漏由未襯砌前4%降低到1—1.4%。山丹白石崖河除洪水外,河水只能流到山口,渗漏惊人,水量降落时,騎馬都追不上水流倒退的速度,1954年在西岸礫石灘上新开渠道7公里,因为没有洪水,引水量加到3.5秒立方时,只流到1.5公里处即全部渗完。水落时立即倒流。这样繼續三天未見减少。后經人工在水流中撒投沙礫和土冲灌后,当时就流过了这7公里的一段距离。以后水量在0.2立公方/秒时,亦能流过,1958年用黄膠泥鋪砌卵石延長24公里。放水后,实测平均每公里渗漏为0.62%。茲將实测結果如下(表6)。

表6

渠 名	上游流量 (公方/秒)	下游流量 (公方/秒)	总 损 失 (公方/秒)	距离 (公里)	每公里渗漏 (%)
丰 乐 渠	3.911	3.583	0.328	5.5	0.91
白石崖渠	3.241	3.041	0.200	10.0	0.62

注:1956年6—8月修建,1956年9月施测。

以上事例可以証明防漏能力高,效益增加很快。如益民渠在小水时已降到每公里渗漏0.38%按每秒15—20公方的流量来推算,每公里的渗漏只有0.22%左右。流水時間長久后,將更会减少。因此可以代替混凝土襯砌防漏的效果。

(三)特点和經濟价值:

群众卵石襯砌渠道的經驗,在實踐中不断改进和科学加工后,除了特殊的优点外,还具备了非常重要的經濟价值:

1. 优越性和特点 它是总结群众經驗就地取材,就地加工的产品,是利用自然来征服自然的好办法。达到了費省效宏的原则。材料充足,不用購買;上游流速大有大石头,下游流速小有小石头,自然条件与工程需要完全相吻合。抗冲与防漏的效

益高，而且是不断的与时俱增。技术容易，广大群众都能在很短的数天内掌握。克服了技术不足和器材供应不上的矛盾，造价低廉，完工时间快，缩短工期数倍以上。并可普遍开展，工程寿命长，群众公认：“石头不坏、工程不烂”，最少能到60—100年以上。又不受冰冻力的破坏，利于冬灌，养护容易，费用低廉。不受气候的限制可以在严寒和酷热的条件下施工。这都是其它工料所不能具备的优特点。值得首先推广到类似情况的地区。积极的进一步的深入钻研，扩大它的使用范围，提高它的设计水平，得出更详细的科学论证。

2. 经济价值 卵石干砌渠道防冲防漏的效益高，克服了渠道通过礫層、戈壁和沙漠上的技术困难，节省了大量水泥和钢材、木料等。渠道可以随地面坡度而挖，减少了大量挖、填土方工程。又不受气候、时间、工料和技术力量的限制。不需要附属设备和间接工程材料的消耗，可缩短工期1—3年，降低工程费10—20倍，真正达到又快、又好、又省、又安全的原则。因此它对加速社会主义建设不独具有很大的经济价值，而且还具有更重要的政治意义。为了说明这些，举例如下：

民乐益民渠 1953年5月开工修建，至1956年共完成总干渠，支干渠37公里，包括混凝土渠首工程，混凝土分水闸七座及其它建筑物50多座，总共投资约85万多元。除保证了洪水河原有耕地六万亩用水外，共扩灌了八万一千亩，增灌一亩平均投资10.10元。洪水河1953年修建以前，原六万亩耕地有三万亩经常受旱，人畜饮水非常困难。上游水量在5秒公方以下就根本流不到下游。渠修成后已扩大到十四万多亩灌溉面积。下游群众收入增加一倍半至两倍以上。由缺粮区变成大量余粮区。1956年又大量的接纳了移民，改变了全部面貌。旧有的河滩式的原始渠道，现在已变成近代化的渠系了（如图1），新渠两岸的新树

正在成長(圖 2)。

益民渠最大流量 32 秒公方,比武威黃羊河東干渠輸水 9 秒立公方的造價,低 2.5 倍左右。比規模小的新疆維吾爾自治區用水泥漿砌卵石的哈密紅星二渠造價低 5 倍多。每畝一畝的投資低 8 倍多。如果僅計算渠道造價時,卵石干砌渠道每平方公尺的總投資(包括挖方,運料和襯砌等)平均不超過 1.2 元。水泥漿砌即需 10 元,混凝土襯砌需 20 元。相差 8—16 倍左右。

河西氣候變化很大,冰凍後仍需灌水,其它工料都很易遭到破壞。已完成的古豐渠、黃羊渠等水泥灌漿和混凝土襯砌的渠道,時僅 5 年,損壞嚴重。其壽命只能維持 15—20 年左右。卵石干砌渠道的強固和效益,恰恰与其它工程材料相反,它是與時俱增的。即按 60 年計算時,總造價即不計算利息其總投資將比其它工程方法費用降低 24—48 倍。

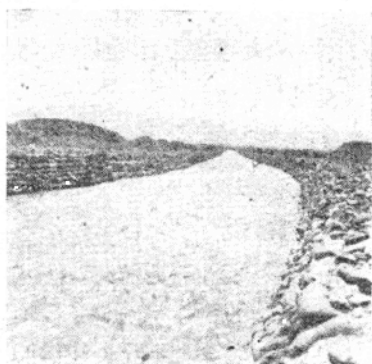


圖 1 民樂縣益民渠卵石襯砌渠道放水情況



圖 2 張掖縣明永渠植柳護渠,三、四年後已綠樹成蔭

在張掖專區的渠道改建方面，由于地勢陡，滲漏大，距離長，只有襯砌渠道才行。本區可以採用卵石襯砌的大小干、支渠道 2,500 公里，可為國家節省水泥 25—35 萬噸，減少總投資 6,000—9,000 多萬元，並能提前 3—5 年來完成全部干、支渠道的改建工程。因此我們必須以最大的努力來推廣，並組織專門機構來進行研究和改進工作，為國家節省和積累大量財富，以加速社會主義的建設事業。

(四) 使用範圍和施工方法：

過去我們都認為卵石是不能組成有結構的整體，普通書籍亦只有分散卵石的抗沖試驗結果。事實上任何形狀的卵石（尤其是扁平形的卵石），都能組成有結構的整體平面，抵抗很高的流速。在滲漏上是因為減少了滲漏面積，加快了流速。更重要的是卵石下面和卵石中間的縫隙，很快的就灌滿了小礫石，沙子和土質，再經水的滲壓作用，小空隙又被洪水中的細粘土填塞，這層固定沖不走的防漏層由于渠道放水和停水，其中水分由飽和到蒸發完不斷的交替，使水中可以硬化和凝結的礦質和鹽類（如碳酸、氫、鈣等）即會硬化和凝結，最後形成很强的防漏層。

幾年來，不單卵石干砌渠道有了很大改進和推廣，並由礫石層的渠床使用到沙質和土質的渠床上，擴大到使用建築陡坡，涵拱和各種建築物上。

1. 梯形渠道襯砌：適用於大型、中型和小型渠道，可以在礫石層上修建，還可以在沙質、土質及鋪砌粘土等各種渠床上修建。其中以礫石層渠床最適用，其它各種土質渠床都需要作基礎處理。干砌卵石在施工上必需嚴格掌握斷面整齊，石頭緊密，互相錯縫，處理基礎，防止因滲水破壞等技術原則。

A. 渠道斷面挖成後，必須修刷、校對。使高程、边坡、寬度都達到設計的标准。這是很重要的，否則就會降低工程質量，增

加施工中的困难。梯形干砌卵石渠道标准横断面見圖 3。

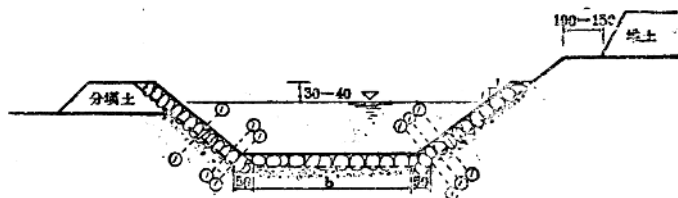
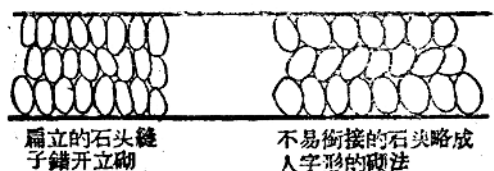


圖 3 梯形干砌卵石渠道标准横断面

B. 砌岸: 护岸是最容易破坏的部分。故砌岸尤应注意, 要挑选長徑大的扁形的和容易互相銜接的卵石, 岸的基础要比鋪底深 1—3 公寸, 砌时兩端都要有坡綫, 按坡綫分層进行。每砌好一層要求校对一次坡綫。砌岸的石头若全为扁長的, 应全部長砌扁立。不易銜接的卵石, 其上下層应向相反的方向略为傾斜, 即可更好的銜接。在砌时卵石長徑的直綫一定要垂直坡面。严禁平鋪平放。要达到这个目的, 关键在砌基脚上第一層石头时, 即使其垂直于坡面(如断面圖和砌岸側視圖)。若石头大小不同时, 应先砌大的, 后砌小的, 由下層向上層逐渐减小(但同一層的石头应大小一致)。由于以上特点和工作的便利应先砌岸。砌法如圖 4。

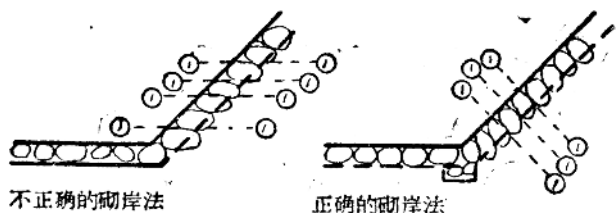
每砌好一層后, 鋪一層小沙礫, 但必須不妨碍上一層石头的重量直接压在下層石头上, 这样經過洪水后, 即可使沙礫結在一

(圖 4 之一)



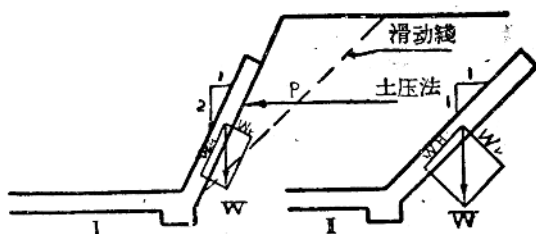
砌岸側視

(圖 4 之二)



砌岸的剖面

(圖 4 之三)



側坡重力分析

圖 4

塊，較密的填塞着岸縫，防止滲漏，增加力量（砌岸标准見圖 5）。

砌岸時背后的空隙一定要用大小不同的混合礫石填塞，用石頭夯打，并需砌一層夯一層，以防止形成岸空的現象。如為沙質或土質渠岸時，岸的基础要夯填礫石沙 8—10 公分，岸后須夯填沙礫 15—25 公分，如沙石均小于 0.03 公分或為粗沙時，應放草料一層，緊貼在石岸背面防止石沙隨水外流。

C. 鋪底：目前有兩種砌法，一種是橫砌即砌縫垂直于水流方向。一種是縱砌的，即砌縫平行于水流方向。圖 6 是鋪底砌法的平面圖，其中 I. 是橫砌的；II. 是縱砌的；III. 是不正確的散亂的

鋪砌方法。我們認為前者較優，主要理由是：砌好以後沒有大於卵石長的順水縫子。每個卵石都可以很緊的夾在前后卵石中間，可以整體的抵抗沖刷。其次是小一點的石头也可以很堅固的夾在大卵石中間。這樣的渠道抵抗阻力大，增強了整個斷面的安全。為了避免可能產生的局部渦流破壞力，砌時要

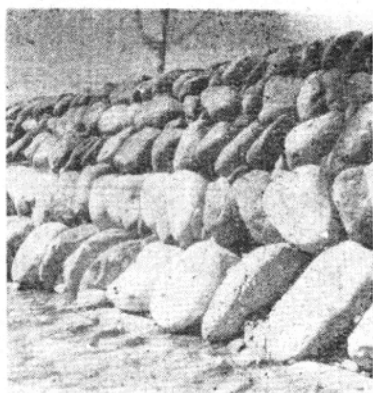


圖 5 卵石襯砌渠道標準边坡

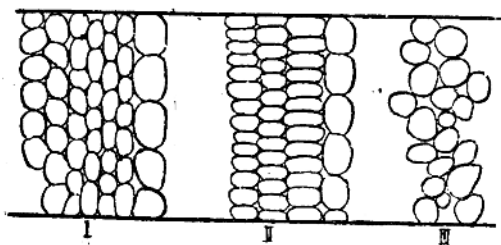


圖 6 鋪底砌法平面圖

嚴禁平鋪散放。一定是由下游一排一排的向上游砌，同排的石头，薄厚大小應大略一致。每塊石头都要互相夾緊，略向下傾，嚴禁砌成逆水的縫子，渠底要嚴格的按樣綫砌平，大卵石橫砌扁立，小卵石扁砌直立。每 10—20 公尺砌一道大卵石截牆，截牆可以防止滲流的破壞和沖毀的擴大，在安全上起着重要的作用。截牆還應把兩岸的部分包括在內。其一般厚度為普通卵石平均厚度的 1.5—2.0 倍，深 0.4—0.8 公尺，如在陡坡上應當用水

泥或白灰漿砌。鋪底中石头大头朝上与朝下的問題要互相配合，但必須使夾縫略向下游傾斜。否則大头必須朝下，參看圖 7 的剖面圖，A—A 表示大卵石和小卵石砌法橫断面。B—B 表示石头橫砌法的縱断面。

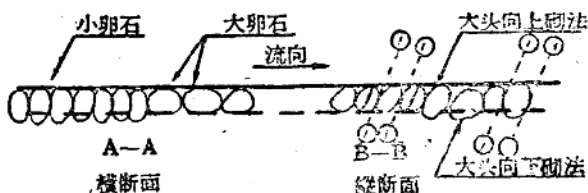


圖 7 石头橫砌法的縱橫断面

砌縫平行于水流的砌法，优点是减少了水流的抗阻力和局部渦流的破坏。但石头不易互相形成整体，同时泥沙不易填入較大的石縫中。这两种方法群众都已采用。而且都沒有冲坏。因为沒进行試驗研究工作，在目前各地采用橫砌法的最多，在未肯定以前，还是用橫砌法为宜（見圖 8 与 9）。在砂質渠床上砌底应夯鋪砂礫層 10 公分，沒有礫料可鋪一層草。但在土質渠底上，一定要夯填礫層 15 公分



圖 8-1 卵石镶砌干渠全貌

左右。如在礫石層上鋪粘性土防漏时，应在土層上夯砂礫料 8—10 公分。

D. 石縫的处理和填灌工作，为了保証安全，提高和保証防

漏的效能，就要做好石縫的處理和填灌工作。在沖毀的實例中完全証明了這是一個非常重要的因素，正確的處理辦法是在渠道砌完畢驗收後，用手錘將一些細棒形或扁薄形的石頭打入岸上和底上較大的縫隙中。在底上撒鋪一層小礫石，粗細沙和土壤（以粘性或細的土壤最好），其厚度約等於砌石厚度的 $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{5}$ ，再引小水入渠，自行沖灌。直至全部縫隙灌實後，始可正式放水。兩岸的縫子在短時期內流水不易將泥沙灌實的，除岸背夯實和在砌岸同時填縫外，還應用細木棍將草料填塞稍大的孔隙，經過洪水即可灌實。

E. 草料的使用，除上述各種情況用草外，其它可以一律不用。草料以荊麻草和死掉的芨芨草根為最好，其次是麥草。

2. 弧形渠道斷面的襯砌：採用弧形渠道斷面是1954年曾在山丹白石崖河的渠道上試砌7公里，結果良好，弧形採用圓的一

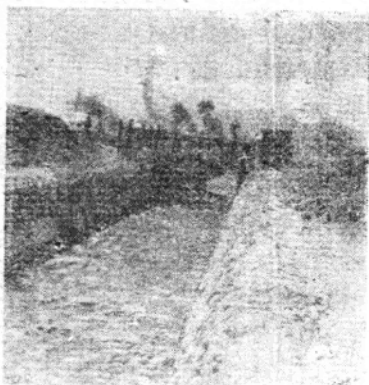


圖 8—2 卵石襯砌渠道渠底

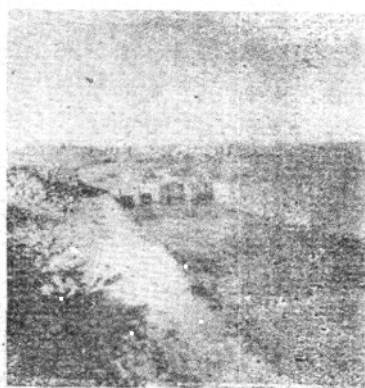


圖 8—3 卵石襯砌渠道渠底