



改造和利用大沙漠丛书之三

沙漠修渠技术

陕西人民出版社

改造和利用大沙漠丛书之三

沙漠修渠技术

榆林县水利局編著

陕西人民出版社

一九六〇年·西安

改造和利用大沙漠丛书之三

沙漠修渠技术

榆林县水利局編著

*

陝西人民出版社出版（西安北大街109号）

西安市书刊出版业营业許可証出字第001号

东四路105号印刷厂印刷 陝西省新华书店发行

*

787×1092毫米 1/32 · 1 $\frac{1}{16}$ 印张 · 16,224字

1960年5月第1版

1960年5月第1次印刷

印数：1—1,000 定价：（5）八分

統一书号：T16094,234

目 录

緒 言.....	(1)
一 勘测工作.....	(3)
(一) 定线方法	
(二) 确定比降	
(三) 定线过程应注意的问题	
二 设计工作.....	(11)
(一) 土渠断面标准	
(二) 渠道的流量与灌溉面积的计算	
(三) 沙漠渠道建筑物的使用材料	
三 组织施工.....	(13)
(一) 统一计划, 分段安排	
(二) 以水攻沙, 以沙填方	
(三) 依靠群众, 充分发挥农民技术员(土工程师)的积极作用	
(四) 加强组织领导, 开展红旗竞赛	
四 渠道养护.....	(18)
(一) 渠道防风	
(二) 渠道防冲	
(三) 渠道防渗	

緒 言

榆林县是陕北靠长城的一个半丘陵半沙漠的地区。沙漠約占全县总面积的60%，耕地仅占9%。解放前，由于沙漠的作怪和反动阶级的統治，給当地群众带来了无数的苦难。每遇大风，常是黃沙蔽天，滾滾南移，掩埋村庄田园，使平地变成到处沙丘，严重的影响着农、牧业生产的发展和人民生活的改善。据資料記載，近150年間沙漠南移竟达140多里。榆林城东北的常乐堡，60年前还是拥有300多戶居民的繁华集鎮，但到1949年解放时，只剩下了20多戶沒有逃荒的农民，原有的数千亩耕地，也只留下200多亩；榆林城从明代起，在沙漠的威逼下，就曾向南迁移达3次。在过去漫长的年代里，当地群众虽然与沙漠也进行过頑强的斗争，但由于个体经济活动的限制和反动統治的压榨，对沙漠始終无法获得根本性的治理。只有解放后組織起来的劳动人民，在党和毛主席的领导下，才能树立起全面治沙、改造自然的雄图壮志，掀起植树造林、大鬧水利、綠化沙漠、向沙要地、向水要粮的运动。

几年来，我們依靠群众摸索出了很多治沙方法，掌握了要改造自然，必須掌握自然規律的原則，使治沙工作迅速走上一个新的阶段。在治沙方法上，基本上可分为“植治”（植树种草，綠化沙漠）、“风治”（掌握风向，采取各种形式种植草木，利用风力削平沙丘）、“水治”（引水拉沙，沙漠开渠，变沙漠为良田、牧地）3种，而其中以“水治”效果最为显著。根据我們的实践証明，只要有了水就什么都好办。

1958年前，我們经过三年奋战，曾在沙漠边沿上修成了一条长达30里的黑海則渠，1958年我县农民更以大胆独创精神和冲天的干劲，“命令群沙让路，指挥万水入渠”，又修筑了榆东、榆西、雷惠等7条沙漠渠道。其中最大的榆东渠穿越沙漠心脏，全长达300多里，使沙漠迅速的起了很大的变化。由于行水的结果，在沿渠两侧低洼的沙湾中，出现了成百上千的象葡萄串一样的大小湖泊，它的积水面积达5,000余亩，容量约1,000万立方米，不但深水处可以养鱼，浅水处也已迅速地长起了芦苇、蒲草、寸草、水红花、沙柳等，成为青草丛生的牧草地和沙柳等的天然苗圃。特别是已被湖水包围起来的流沙坡、高沙丘，困居水中，被风前后左右的四面吹削，大量沙子一层层的落进湖里，使沙丘、湖面已逐渐趋于平坦。以往人们思想上存留的干旱荒凉和狂风怒涛般的风沙世界，已迅速地得到了改变。

榆东渠的水源是将无定河四大支流之一的榆溪河水，从红花梁引入渠内，横贯沙漠心脏，跨过11道河流。正常流量为4个秒立方米，包括水库蓄水，在旱季可放到10个秒立方米，灌溉面积达63万亩。原来河堤两岸整个都被流沙包围，耕地宽不到3里，但经过这条渠道的开挖，由于采取了以水拉沙的办法，可使这条川加宽到15里。1958年这条渠道，在短短的7个月里，只花费了30多万元（包括民工工资），就完成了渠道130里，沙漠水库两座，将7条河流的水全部纳入渠内，可灌地255,000亩；在大沙漠、旱滩地、干山梁间出现了一条沙漠运河。现就榆东渠修筑经过，将摸索出的一些沙漠修渠经验介绍于下，供各地在治沙中参考。

一 勘测工作

由于沙漠起伏不平,地形变化无常,在沙漠中勘查出一条渠线,要采用仪器测量有一定困难。一般应先组织熟悉当地情况的群众与技术人员,组成一个踏勘小组,按照预定路线进行一次粗勘。这样做的好处是,能初步摸索出渠道要经过的地方,路上有什么障碍,是否可以绕道,需要安些什么设置等。为了找到有利的渠线,这样可以连续踏勘数次,直到最后选好渠线为止。经过踏勘使一些测量人员思想上有了印象,基本做到心中有数,在此基础上再把测量任务交给勘查小组进行具体测量。

测量仪器缺乏,工作量大,技术力量不足,是困难的一方面,但榆东渠打破了这个常规,没用很多经纬仪、水平仪,只要了一部水准仪和两个技术人员就完成了榆东渠横贯沙漠的测量任务。

(一) 定线方法: 沙漠修渠往往由于地面广阔,渠线较长,加上地形复杂,变化无常,使得定线工作必须结合不同情况,采取不同方法。一般有兩種方法。

第一种方法,是由于河水量和地形的限制,引水起点再无法向上移,在这种情况下,只好将这个点作为起水点的高程,从上向下测。但这样做的缺点是,心中无数,目的不明确,没把握把渠线引到预定要达到的地段。我们在第一次测量中就是从上向下推,结果把渠线从清流滩当滩里穿过,不

仅没爬上滩东的地，使当滩的2,000多亩现耕地浇不上水，而且还要占100多亩好地。后来采用了第二种测量方法，就使水头抬高了6米多。所以一般最好不采用这种办法。

第二种方法，就是先确定所灌的高程，按照适合于沙漠渠道的比降，由下向上引点子，引到某一河水高程能满足计划达到高程的目的时，然后再由上往下正式测，每隔50米钉一个桩子。不过这种测法也有限制，一般在河床固定，水量充沛的地区可以采用。如若上游地区复杂，河床且不很固定，为了减少支流而必须在某一地段起水的时候，还是采用第一种办法为宜。

(二) 确定比降：比降定的适当与否是渠道巩固的关键，也是整个渠道工程成败的关键。按照陕北已修成的几个大工程，渠底比降在一般情况下为 $1/2000$ — $1/3000$ （即水流2,000米或3,000米水位就要降低1米）。在沙漠里修渠究竟应该是多少呢？当时有些人害怕渗漏，认为应大于 $1/2000$ 。但按这一比降，水流到海流滩不到30里路，水位就下降了6米多，这样不仅上不了沙丘，就连2,000多亩平坦的旱地都浇不上水。若按此类推，渠水流上130里，到榆林城东南七里沙，就得降低26米，就达不到原计划引水的高程和多浇地的要求。同时，比降过大还会产生其他许多缺点。如比降过大，水流速度快，就会严重冲刷渠道两岸内堤，需要大批柴草树桩防冲，甚至打了许多桩，压了许多柴草，也仍不能完全保证堤岸的巩固和安全。后来经在渠内设置了 $1/2000$ — $1/7000$ 各种不同比降的地段，用水来实际测验。结果在“水

“順傳”的檢驗下，証明 $1/4000—1/5000$ 的比降水流較平緩，渠底既不淤積，渠岸又不冲刷。甚至在半沙坡地段修渠，根據我們的體驗沒有比降的渠反而最為理想。反之比降增大，水流急促，渠岸會遭到冲刷，外坡可能陷塌，容易發生渠岸裂縫或決口等毛病。至於河水在含沙量大的情況下，可於渠道口利用天然地形修筑澄沙池，防止渠道淤積，或者必要時也可以增大比降。

幾年來，根據我們在沙漠修渠過程中的實踐和體驗，一般沙漠渠道比降小要較比降大有以下幾個優點：

1. 渠道比降定到 $1/4000—1/5000$ 的標準上，可以完全保證不受冲刷，不淤積。反之，就會產生冲刷渠岸、淤積渠底的不良結果。

2. 在渠綫較長的條件下，縮小比降可保持水頭應有的高程，能將水引到預計的目的地，擴大灌溉面積，保證農業增產，減少工程費用。

3. 比降小水流平緩，既節省人力，又節省物力財力。過去修河堤渠道都是小型的、零散的，渠綫一般3—5里長，最長者10—20里，雖然造價高，材料問題還可以解決，但要修一條300里長的渠，也照舊辦法，光材料問題就無法解決。榆東渠的職工同志們發揮了大胆獨創精神，打破了陳規，縮小比降，就作到了沙渠不打桩，不壓柴草，既不發生冲刷漏水事故，造價比原來還降低2—3倍。

4. 水流速度平緩，不僅解決了冲刷問題，更重要的是解決了因水流過急無法控制的問題。通過改變比降，馴服了渠

內流水，并把它用来作为修渠时最銳利的工具，以引水冲沙办法，一层一层将沙填入低洼的地面上，即可达到做填方不用夯实，这就是群众所說的“以沙补沙”的办法。

5.具有水流平緩，渠道断面大，渠綫較长，容水量較大的几个特点。因而可以进行截流补渠，不必退水。如榆东渠下段需要整理，就将上段渠水截住，长达4小时之久，使渠水回升，保証下段整理任务的完成。

6.水流平緩，沙渠固然容易滲漏，但在好的方面，多余的水滲到沙湾里后，可以使干燥的流沙得到湿润，低洼沙湾也会出现湖泊，天然草木迅速生长发育起来，对加速綠化沙漠起到促进作用。另一方面，由于水流平緩，会逐渐在渠岸內坡及渠底沉淀一层細泥，填充了沙粒孔隙，使渠道大大减少滲漏。再就是渠道兩側出现很多湖泊后，也会压迫渠道减少滲漏。

7.由于比降縮小，水流平緩，渠綫不要求直线，可随地形高低，上下左右轉湾。

（三）定綫过程应注意的問題：

1.掌握好仪器，正确使用水准仪。实测时由抄平人員随測随算，求出地平高程与計算高程，記載挖填方数字。測量人員除熟悉仪器特点外，关键問題是选择好渠綫，充分利用地形，确定桩号。一般沙漠渠綫不必强求过直，可以随地形繞湾前进。

1958年在大跃进的形势下，我們以蚂蚁啃骨头的办法，只用一架水平仪，利用其他紙代替了米厘紙，記錄方面只有一

个抄平记录本，采取随测随记，并将挖方与填方都算出来，争取当天测完当日算出。这样作不仅解决了勘测速度，同时给工程设计作好了准备。兹将我们采取的抄平记录格式列后：

桩号	后视	仪器高	转点	中点	地平高	计划高	挖	填	说明
0+500									
32+300									

2. 沙丘起伏有高的地方，也有较平缓的地段，因此考虑挖方时应和渠水的跌差联系起来。根据我们的体验，如渠线必须通过无跌差的地段，挖深不宜超过3—5米，有跌差的沙丘可以挖深到13米，平坦的滩地可挖1—1.5米，半沙坡挖深2—2.5米。不过这只是一般情况，在工作量大，工程较复杂，施工确有困难的特殊地段，可尽量改线绕过这些地段。

3. 沙漠渠道的桩号，应按照沙漠流动规律和当地多西北风的特点，打渠桩，一般应用上渠堰开口桩号，因为这样做流沙就不会将桩号埋压，如果打下开口桩号就有被沙埋压的可能。只有保护好桩号，才能使挖渠人心中有数。

4. 在以往情况下，修沙漠渠道总是遵循着多挖方少填方，尽量避免大填方的原则。当地群众习惯也是“硬挖一丈，不填三尺”。的确填方要比挖方吃力，既不好运输，又不能夯实，而且筑成后又容易漏，容易塌落。后来在实际工

作中，摸索出一种以水拉沙，使水沙一层层的混在一起，填补沙湾的办法。这样以水拉沙，以水垫沙的结果，就可填筑成坚实的地段，省去夯实的工序，节省很多劳力。目前这种办法已发展到，不仅可以做小填方，而且也可以做大填方。如榆东渠的石岭水库，坝高25米，土方44万方米，蓄水1,000万方米，全是在水拉沙冲垫做成的。既不需要严格清基（仅除掉河床杂草），又不夯实，也不要做反滤层，只是把坝底比一般土坝底要铺宽一些。该坝目前已蓄水18米，坝体仍然很好。我们把这种办法，叫做“以沙补沙”。有了这种办法，就给沙漠施工提供了新的方向，打破了以往必须多挖方少填方的原则，从施工技术为征服沙漠提供了新的保证。

5. 沙梁顶端开渠时应注意两个问题。一个是沙漠开渠应尽量争取与风向平行，如当地由于西北风较多，渠道经过沙丘顶面时，大部应为从西北到东南的方向，这样做的好处是，不仅可防止风沙埋压渠道，更重要的是可以利用风力扫除渠道两岸的积沙，逐步使狭小的渠道断面被风吹宽。

另一个问题是，沙丘一般象成熟期被风吹动的麦浪，一起一伏，除去中间很小面积外，它有迎风坡和背风坡。根据陕北西北风多的特点，渠线应安排在沙梁的西北迎风坡上，尽量不要设置在东南背风坡上，不然就会产生风沙埋压渠道的不良后果。

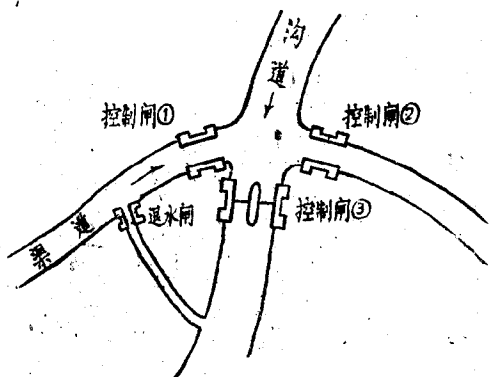
6. 渠线经过低洼滩地时，注意要使渠的水面比地下排水面深5米，这样可将滩里的渗水和排出的阴水全部并入渠道之内。它的效果是既保证了滩地的排水，又能增加渠道的水

量。这种办法就是我们通常所说的“以水补水”的内容之一。

7. 沙漠中修渠选择路线时，可采取随地形的特点，不必强求整齐标准。榆东渠就是采取随地形转大弯的办法，选定渠线。经过放水检验，证明这种作法是适应沙漠地区特点的。不仅减少挖方数量，又节省了材料，大大缩短施工时间，加快了工程进度。

8. 渠道穿过河流和沟道时，按照以往的作法，渠道只能引用起水处的水，路遇的水，不管它的水量大小，一律都要排除。不是设置倒虹吸，就是修建渡槽，没有建筑物是不可能的。但在榆东渠上，我们为了加大渠道水量，缩减费用和时間，多快好省的修建渠道，却采取了不同的办法。我们不是怕拦路水，而是象一条巨龙吞没了沿路碰上的7条大小河流和大滩里排出的阴水。引水由原来1.5个秒方米，增加到4个秒方米，加大了渠水流量。具体做法就是遇有拦路水，将渠线一直向拦路水的上游引去，等到渠线高程与河流高程达到同一水平时，

再使渠道穿过河道，并将河水全部纳入渠内。在这一交叉部位，分别做几座控制閘（图一）。平常沟道无洪水

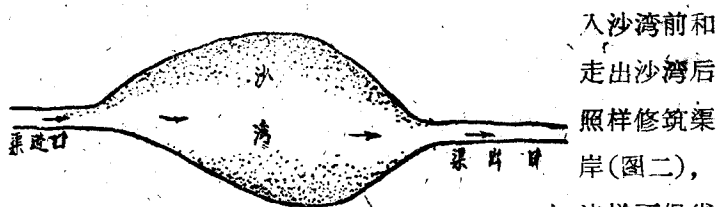


图一 河渠交叉工程示意图

时, 将退水閘門关闭; 控制閘①②閘板提起, 使閘板下沿与渠道要求的輸水面高度齐平; 将控制閘③閘門关闭, 使閘板上沿保持与渠水位一般高, 这样就可正常行水, 沟道来水也可納入渠中。如遇到洪水, 由于控制閘①②渠水位以上有閘板控制, 超水面的洪水就无法进入渠道, 仅由于压力水头会使渠水量增加一部分, 但因渠道設計都預留有超高, 仍然可以容納。同时, 控制閘③, 由于閘門上沿和渠水位齐平, 超出渠水位的洪水, 即可順利的跨越閘門排向沟道下游, 而且必要时还可开放退水閘, 这样就可完全保証渠道不致冲毀。至于淤积的問題, 主要利用控制閘③及退水閘, 进行放水冲淤。

控制閘的設計, 則按照不同要求进行。控制閘①②及退水閘应根据渠道最大輸水量計算; 控制閘③則根据沟道洪水量計算。至于建筑材料, 控制閘①②及退水閘多用草皮做成; 控制閘③, 由于受洪水冲力大, 必須用磚石砌筑。

9. 渠道穿过較渠綫高程低的沙湾地段时, 因为沙堤渗漏严重, 兩边筑堤并没有什么作用, 因而通过实践, 我們在榆东渠采取了渠道通过沙湾时, 兩边不修渠岸的办法, 只在进入



图二 渠道穿过沙湾示意图

工作量, 更重要的是容蓄了很多水, 无异于使渠道上形成了

許多小水庫，可以進一步擴大灌溉面積。

二 設計工作

勘測設計工作是聯繫在一起的，搞好勘查就會給設計工作準備好條件。在沙漠地區的渠道設計往往會有這樣幾種情況；一種是在被沙丘包圍的平坦的灘地修渠，它的主要目的是澆灌農田。因而首先應考慮農田的園田化和實現機械化問題；劃出耕作區和道路橋梁等，然後再考慮具體渠道設計。渠道斷面大小應視水流量的多寡而定，渠道進水處，一般可打一個柴草攔河壩，以便提高水位。在渠道前進途中，通過交叉溝道時，如為保持一定的高程時可搞一個小渡槽，或者將渠道向溝道上游引去，找尋渠道與溝道高差不大的地方，堵個小土壩，將水引過溝道。若在排水不良的地區採取渡槽的辦法較佳，在排水良好的情況下則以攔蓄辦法較好。將渠引到耕地附近時，可設置一些放水斗門，以保護渠道遇到洪水而增加水量時，不致發生沖毀渠岸的危險。在有跌差的地段可設置一、二個退水。第二種情況是沿沙漠邊緣修築渠道。在這種地形上的關鍵問題，是應該保證水頭的高程和適應風向地形的選擇。一般建築物除和前種渠道的一些建築物基本相同外，另外應加固渠岸的防沙設置，設置護岸林網、堵風障礙等。同時渠道經過一段路程後，應在渠外坡設置一個排沙閘，以便解決渠道淤積問題。第三種就是引入沙漠心臟灌農、林、牧地的渠道。這種渠道引水量大，渠綫長，經過地形複雜。

榆东渠就是个典范。它在前进130华里的里程中，拦蓄了7条大小河流的水，建筑物上游设置了3个拦河坝，又修了3个倒虹，2座水库。在遇有河水的交叉点全部采取接纳，引多水入一渠，这些交叉地段用坝闸控制。设计方法步骤，由于沙漠地带一般建筑物不多，根据抄平记录记载下来的渠线高程和需要填挖数计算出工数，确定出工程费，最后作出全面预算，即可作出简单的施工计划和草图。

(一) 土渠断面标准：一般大都采用宽浅式断面，渠宽应为水深的3倍，如果流量加大，断面还应随之增加。边坡采用1:1.5，在流速小的情况下是完全可以的，甚至根据流沙的特性，渠道边坡也可以定到1:2—1:3之间。计工可依据全沙漠、半流沙、平缓地段、滩地的各个不同类型，按照测出的应挖深度，求出方数，分析每段需工数目。最后合总工时，还应考虑加入1/3，或者1/5的养护工数，得出全面需工日数。

(二) 渠道的流量与灌溉面积的计算：在设计渠道容水量时，应考虑到灌区内的受益面积的大小，灌溉什么地？怎样灌溉？每亩施水量多少方米？如果灌溉面积大，渠道容水量小，那就必须想办法加大渠道水量。增加水源的方法主要采取水库蓄水，併河截流等办法。根据沙子渗透力强，地下水位高这个特点，我们在设计灌溉面积时，充分考虑了这方面因素。一般均以小时灌溉为准，每亩每次施水为50—60方米，在雨量正常的情况下，常年灌水4—5次。以此推算出总灌农地数，然后再确定渠道流量。至于林地、牧地的用水，

除在特別干旱时期外，一般是在首先滿足农田用水下进行灌溉，時間上可区别安排开，这样就可以把渠水充分利用起来，适应农、林、牧、副、漁全面发展的新要求，并大大加快綠化沙漠的步伐。

(三) 沙漠渠道建筑物的使用材料：在一般小型渠道上設置的小拦河坝、进水閘、排沙退水閘、支渠斗門等等，多半以就地取材的原則，采用当地生产的柴草、树桩、木棍、草皮等材料，很少使用水泥、鋼材。榆东渠也是以当地材料为主。就拿渠河交叉的控制閘來說，如果采用洋的建筑物，这个工程就需工程費5,000—20,000元，而改用土办法仅需1,000—3,000元的工程費。整个控制閘完全系就地取材，采用树桩、沙柳梢和带土的草皮筑成的。既适应沙漠地区要求，省工省料，造价低廉，又由于采用活草皮、新树桩等筑成的建筑物，植物成活还会达到永久巩固的目的，使質量很好。

三 組織施工

沙漠渠道的組織施工，往往因为群众居住分散，人口稀少，勞力不足等客观条件的限制，以及地形复杂，材料調运困难等問題，一般应采取边修渠边引水，用水开渠，以水攻沙的办法施工（当然也可以預先挖好沙丘小、地势平緩的地方）。并应该按照工程計劃作出具体的施工計劃，确定組織領導。至于建筑物則要在渠水到达以前爭取竣工，以便适应放水。