

17.625
4701

水文地質工程地質工作方法小叢書

如何在西北黃土高原 修建灌溉渠道

地質部水文地質工程地質研究所編

地質出版社

如何在西北黃土高原修建灌溉渠道

著 者 地質部水文地質工程地質研究所

出 版 者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版業營業許可證出字第050号

發 行 者 新 華 書 店

印 刷 者 天 津 市 第 一 印 刷 厂

天津市和平區和平路 377 號

印數(京)1-8,000册

1958年9月北京第1版

开本31"×43"1/32

1958年9月第1次印刷

字數10,000字

印張1/2

定价(8)0.07元

統一書号: 15038-487

目 錄

一、序 言.....	1
二、如何選擇渠道的路綫.....	2
三、在黃土地區修建渠道應該注意的問題.....	9
四、對特殊問題的工程措施.....	13
五、利用渠道灌溉時應該注意的問題.....	14

序 言

全国农业发展纲要（修正草案）中第五条要求在全国各地在最近十二年内把水田和水浇地的面积由一九五五年的三亿九千多万亩扩大到九亿亩左右，并且还提出要多修建中小型水利工程，主要是打井、筑堤、开渠、修水库及排水沟洫等工程。

在雨水少，而又多旱的地区，如西北黄土高原一带开挖渠道，引水浇田，把旱田改为水浇田，是提高单位面积产量和增加生产的非常重要而有效的办法。

我国西北地区在黄土高原上，一般的说，地下水是很深的，所以打一口井就要挖七十或八十公尺，有的要一百公尺深（二十到三十丈），而且井水水量也不大。一般的井只能每天出水一到两担，所以想用地下水（即井水）来浇地灌溉是非常困难，而且又不容易收效，因此，最适宜的办法是把河水通过渠道引到荒田里来灌溉，所以修建渠道引水浇田是改变农业面貌促进生产的唯一路径。

一年多以来，全国各地在农业战线上，在党中央制定的社会主义建设总路线的方针之下，遍地开花，大兴水利工程，而各地也开挖和修建了许多渠道，灌溉面积很快的增多起来，要达到农业纲要的要求，看样子，已经用不着十二年的时间了，这都说明了灌溉渠道对农业增产确实有着很积极的作用。

开渠引水，早在我国千年前农业历史上就有了，许多被

利用为农业灌溉渠道，很早就存在了，而且到现在还有，所以我国农民对于开挖渠道和引水灌田有着很丰富的经验。现在，为了使水利建设又多，又快，又好和又省，就要吸取以前的及各方面的经验，并且使科学研究工作直接为生产服务，解决生产中的问题。下面我们准备谈一谈在我国西北黄土高原地区修建灌溉渠道的一些问题。

二、如何选择渠道的路线

灌溉渠道按它们的水量大小和使用目的可以分成许多种。按水量来说，有小型渠道—流量为每秒1公方水，中型渠道—流量为每秒1—10公方水，及大型渠道—流量每秒10—30公方水，如果流量超过30公方或更多，那就是最大型渠道。要按使用目的来分，就有：（1）主干渠—主要引水渠道，一般多是大型或最大型渠道，它直接把河水引来，然后分流到支渠去；（2）支渠或叫作配水渠，一般多是中型或小型渠道，它们与主干渠相连接，这些支渠把水引到需要灌溉的地区（灌区），然后再由支渠把水分配给直接浇地的暂时性灌渠；（3）暂时性灌渠，一般都是水量不大（根据浇田需要而定）的细小渠道，一端和支渠相连，另一端经过田地与排水渠相接，这种小渠道的使用多是暂时性的，即浇田时，渠道中有水，不浇时就没有水，而前面所讲的两种是经常有水流过的，除非在冬季，农闲时，不要灌溉时，全部渠道都可以封闭；（4）排水渠，是专为排出浇田以后剩余的水的小渠道，它把多余的水引到支渠或主干渠去，使多余的水再到别处浇地使用。一般的渠道，在与河水连接的部分，常叫做渠首，

从这里通过分水閘門把河水引进渠道来。在渠道的最末端，也常常是直接与河道相連，这一段就叫作渠尾，渠尾的作用就是要把澆地以后用不完的水，排到河里去。如果一条长渠道和一条河流連接，那里渠首就在这条河的上游，而渠尾就在河的下游連接。如果渠道不是和一条河流連接，那就是渠首和某一条河流連結，而渠尾与另一条河流連結，但是渠尾部分所連結的河流，河水面的高度是比渠首那里要低得多，如下图（图1）。

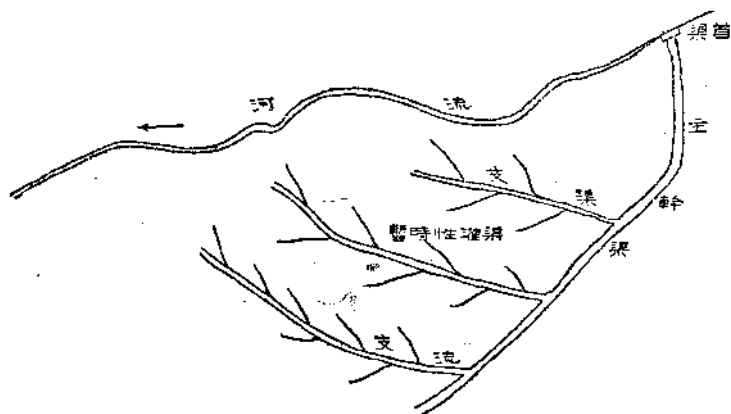


图 1

在修建灌溉渠道时，首先就要进行渠道路綫的选择工作，一般說来，比較复杂些的是主干渠或大型、中型渠道的路綫的选择。主干渠要选得路綫愈短而且还能保証使引进的水自动流过而流到田地里才好。这样才能符合好与省的原则。主要渠道（主干渠及主要支渠）的規模大小及路綫的选择和下

面这些自然情况有关系：(1)河水的水量(即长年的流量)的大小，这决定着引水渠道工程的大小和可灌溉的面积大小；(2)地形条件要有能保证开挖的渠道使水自流，而且能使渠道延引较远；(3)地质情况，也就是沿渠道路线上的土土或岩石的性质，是否稳固，是否透水性很大，有没有山坡坍塌的情况等，所以要把这三方面的情况搞清，就可以选择很好的路线，使渠道工程又省工又安全，还能多引水，达到多快好省的要求。

下面我们谈一谈在西北黄土高原上开渠引水时如何考虑这三方面的问题：

(1)在河水水量方面：在西北黄土高原地区，一般的河流的流量多不大，象渭河，泾河或它们的主要支流，河水水量一年四季中变化很大，时多时少，有些河流的流量是较大的象洮河，黄河，水量变化对引水渠道影响不大，因此在灌溉水量需要很大，而河水流量较小的地区，例如在渭河，泾河及其支流上，引水修渠时就要在渠首修建一个水库蓄水，保证必要的水量，使灌溉用水不受到河流水量的影响，如果河流水量大(如黄河)，在渠首修分水闸就可以了，分水闸是控制和调济水量的建筑物。

(2)地形条件：地形的变化大或小，对渠道工程有很大的影响。地形如果变化不大，比较简单，例如，大部分是平川地，或掘面修起渠来，不论开挖或填土的土方量都比地形复杂地区少，同时渠道上的附属建筑工程不会多，例如，渠道经过小河或冲沟时需要的渡槽或引水管道等。如果在地形不平坦地区，象梁形地或梯形地以及冲沟很多的地区，引

水渠道的施工就比较复杂些，在这样的地形区里引水渠道的长度也要增加，附属建筑物也要多一些。

地形的坡度变化直接影响着引水渠道的主要引水方向。大范围内的地势的高低，决定着主干渠的路綫方向，而小范围（地方性的）地面坡度决定渠道（主干渠及支渠）的具体位置。例如：在甘肃东部，六盘山以东（隴东），子午岭以西的地区内，地势的变化是自六盘山下，平凉一带向东向邠县一带渐渐变低，自邠县一带再向东到子午岭，则地势又渐渐升高，自邠县向北，向庆阳、鎮原、环县、馬渠或更北，地势也是愈来愈高，在陕西西部，自永寿向南地势逐渐变低，在甘肃西部六盘山以西（隴西）地区，地势是自会川一带向定西一带渐渐变低，而再向东，向六盘山去又逐渐升高，所以这样的大范围的地势变化就决定这些地区主干渠的路綫的基本方向，自高的地势引向低的地势，也就是說自高地势的河流上游引水入渠，使它流到低地势去灌溉。在小范围内，也就是地方的地面坡度，例如最高塬面的傾斜方向，及河谷上的一道塬，二道塬，三道塬（实际是河谷上的各级阶地）的傾斜方向，是决定渠道具体位置的条件。除去地方性的地面坡度以外，主干渠的路綫应当选在地势稍高的地方，例如在附近较高的分水岭上，塬面上，或位置较高的半山坡上（实际是在两个高度不同的塬面相連接的陡坡上），这样使主干渠的水流能直接自动供給支渠。怎样来看地面傾斜的主要方向呢？可以从这个地区的河流方向和冲沟伸展的方向来看。河流的上游及冲沟的沟头是高地势区，而下游一带及冲沟口一带是低地势区，在向两个不同（或相反）方向伸

展的冲沟的沟头部分的中間地帶，常不受冲沟破坏（或破坏很少）的地帶（例如梁頂，塬頂面，峁頂）就是分水岭地帶，这是附近地区内較高的地帶，所以在選擇渠道路綫时，首先要勘察地形，进行踏勘，在野外利用眼睛来观测，或利用已有的地形图来研究，以便先選擇出最好的路綫来。主要渠道路綫的好坏可以用下面的条件作标准：

（1）渠道經過的地区，地形簡單，地面起伏高低变化小。

（2）路綫的长度最小，而且能达到所要求达到的地点。

（3）路綫上經過的冲沟、河谷、道路等天然的或人为的障碍物少，也就是說，路綫上的附屬建筑物少，如：渡槽、引水管、跌水等。

（4）主要干渠的位置适当，能控制較大的灌溉面积。

（5）地面或路綫的天然坡度适宜，如果傾斜度在15度以下，修建时土方量較少，而大于15度时土方量要增大。

（6）路綫經過地区的黃土，性質較坚固的要比有大孔（用眼睛可看到的大孔隙）和較松散的黃土好。

（7）路綫經過的地方，附近如果没有天然的坍塌滑动（“滑坡”），就比有滑坡的地帶好。

最后兩項实际是地質問題，也就是說，在選擇渠道路綫时要同时考虑地形和地質条件。

（3）地質条件：選擇渠道路綫时，在考虑地質条件时主要的是要注意三个問題：①黃土的坚固性和渗透性（或叫做透水性）；②黃土边坡的稳定性，也就是边坡是不是容易

坍塌或滑动；③地下水的深度。

先談第①个問題：在西北黃土高原地区，所有的黃土，按它們的性質來說可以大体分为三种，这三种黃土有不同的顏色、結構和堅固程度。第一种黃土，有下面的特点：（1）顏色淡黃或灰黃，（2）有可以用眼睛看到的小孔洞和細樹根、小虫孔，（3）很容易用手指把它揉碎，揉成細粉末，而且有些象揉麵粉一样（但稍較粗一些）的感觉，（4）把一块这样的黃土放在手心上称一称，并不太重，（5）吸水很快，而且吸水后很容易破碎。

第一种黃土很厚，在甘肅东部（隴东）一帶，厚达70--100公尺，多分布在塬、梁、峁的上部，也是很好的农田分布区，在隴西就要薄一些。

第二种黃土有下面的特点：（1）顏色黃帶淺紅色（棕黃色），（2）沒有可以用眼睛看到的大孔，（3）不容易用手指把它揉碎成粉末，即使揉碎也常成小碎块，它要比第一种堅固些，（4）干燥时很堅硬，也很容易吸水，被水浸湿以后立刻容易被揉碎成潮湿的粉末狀，但并不容易在水中破碎，（5）把第二种黃土放在手心中，称一称，就感到比第一种要重一些。

第二种黃土分布在第一种黃土层下面，在大沟谷里就可以見到这种黃土。

第三种黃土有下面的特点：（1）顏色是淡紅帶黃，潮湿时是紅色，（2）沒有眼睛可以見到的大孔，（3）干燥时非常堅硬，不能用手揉碎，要用鉄錘才能打碎，（4）加水以后吸水不快，也不易在水中破碎，潮湿时用手揉有沾手

的感觉，很象粘土，（5）把这种黄土的一块土放在手心中称一称感到比前两种都要重的多。

第三种黄土分布在第二种黄土之下，在大沟谷中也可以见到。

总起来看，这三种黄土的坚固性和透水性都不一样，在坚固性方面，第一种黄土最差，也就是最不坚固，而第三种是最坚固。在透水性方面，第一种黄土的透水性最大，也就是它最容易使水渗透（因为有大孔，并且比较松散），而第二种黄土透水性比较差，水不易透过它，第三种黄土实际是不透水的。

因为在西北黄土高原地区内，分布面最广的是第一种黄土，而且这种黄土是在第二、第三种之上，所以在开挖渠道，选择路线时，大部分的工程都要与第一种黄土有关系了。同时所有的农田都在第一种黄土层上面分布，所以大面积的灌溉地区也是与第一种黄土有关系。而第一种黄土的主要特点就是容易透水，容易破碎，这就是在西北黄土区修建渠道时比较复杂的一个问题。

所以在选择路线时，如能在地形及渠道坡度条件许可时找到第二或第三种黄土出露的地段来作路线，就会减少不少的工程上的投资和渠道使用上的困难。

再谈第②个问题：在有陡坡的地段，构成陡坡的黄土层，是否已经由于天然作用而发生过滑动，是否可能发生坍塌现象等，要经过实地勘察搞清楚，以免在施工时发现某地段有坍塌现象，不仅影响工期，而且对渠道的安全有威胁。

至于第③个问题：地下水的深度，是直接和渠道引水以

后渗透水量有关，如果地下水水面不深，接近地表，渠道的渗透水量就不大，如地下水水面很深，渗透水量就增大。所以在西北地区，如果某段渠道路线在靠近河床的最低的河谷平地上（或叫一道塬——即一级阶地）经过时，地下水水面可能不深（约在数公尺到十公尺左右），则渠道不会有大量渗透，如果在塬、梁的上部地带，一般地下水水面都在70—90公尺以下或更深的地方，则渠道的渗透水量就增加很多，引来的水要耗损一大部分。

总之，根据上面谈的这些原则，可以利用踏勘的方法，比较正确而适宜的选择渠道的路线。

三、在黄土地区修建渠道应该注意的问题

一般的渠道的形状和构造也有许多不同，最常见的是下面几种：

（1）完全是挖方的渠道：在平川地或地面起伏不大的地区，如果渠道在开挖土层后修成的，就叫做“挖方”，挖方是在天然地面比设计的渠道底面高时采用的，如下图（图2）。

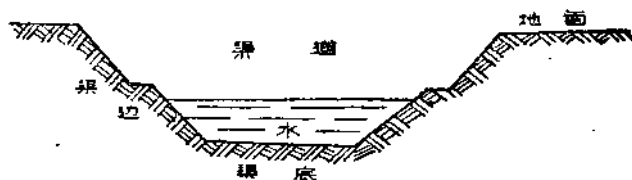


图2

(2) 完全是填方的渠道：在平川地，但地面比設計的渠底低，必須在原来地面上填筑土层才能引水，这种人工填筑的土层叫做“填方”，如下图（图3）



图3

完全挖方与完全填方式的渠道的形状和构造都是对称状的，也就是兩边形状是相似的。

(3) 半挖方半填方的渠道：大都是在坡度較大（即傾斜很显著的山坡地形上修建的渠道，因为地面是坡的，所以渠道要在靠坡的一面开挖土层，而在坡外的一面要人工填筑土层，如下图（图4）。

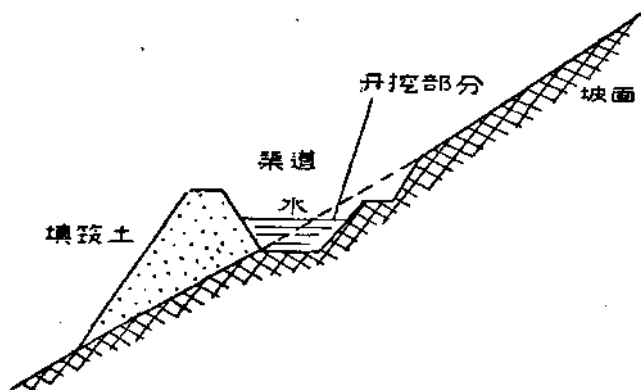


图4

这种形式的渠道是不对称狀的，渠道的兩边构造和形狀都不一样。

由于这些渠道的形狀和构造不同，所以在修建渠道时需要注意的問題，在各个地段内对不同形狀的渠道也就不一样，下面分別談一談有那些問題要注意。

第一，对于完全挖方的渠道，在修建中及引水时應該注意的有兩個問題：①开挖以后，渠道的兩個側坡是不是穩定，換句話說，是不是会塌落下来。为了不使側坡塌落，那么渠道开挖的愈深，兩側的坡度就越要小些，在前面所說的第一种黃土层里开挖渠道，如果深是5公尺以內，可以采用1比0.5的坡度(高为1，寬为0.5)。如果深度在5公尺以上，就可以在側坡上修一小平台，然后再以同样坡度开挖，象第二图所表示的那樣。如果是在第二种或第三种黃土层內开挖渠道时可以采取垂直的側边，不必削坡。②在修建后引水时可能在渠道兩岸发生塌陷裂縫，这种裂縫只有在放水时才会产生，放水以前干时不会发生。这种裂縫常常是順渠道发展、延伸，并在引水过程中逐漸向兩岸远处扩展，一条接一条的发生，在渠道底部也可能同时发生塌陷和裂縫，这种現象叫做“湿陷現象”，就是黃土遇水发生塌陷的意思。在前面所說第一种黃土层里开挖渠道时，最常发生塌陷裂縫，但在第二种和第三种黃土內就不会发生这种問題，这是由于它們的性質不同的緣故。这种裂縫的危害就会使渠道发生多量的漏水，或者会使渠道的形狀改变，渠底高度发生变化，严重的时候，使渠道的水不能很好的流向灌区，至于怎样去处理后面再談。

第二、对于完全填方的渠道，應該注意的問題是填筑土的工程質量。在黃土地區筑渠道常用就地的黃土材料，填筑渠道兩側的堤時要很好的進行夯實（打夯）愈夯得緊密越好，否則在引水以後容易在兩側發生漏水和把堤沖壞，這是由於填筑的堤不堅固，水的沖蝕可以在堤身上形成小的暗洞，使大量水流由渠道流失。前面所說的濕陷現象在填方的渠道上是不太常見，即使發生也不象前面所說的那樣嚴重。

第三、對於半挖方半填方的渠道，應該注意的問題有兩個：①在挖方的一側，也就是在靠坡的一面，要考慮開挖後边坡的穩定情況，和引水以後可能發生塌陷的裂縫。②在填方的一側，也就是坡外的一面，要考慮填筑土堤的夯實壓密程度，以及是否會發生沖蝕成暗洞的現象，因為渠道的水最容易向填筑堤一側滲透。

除去渠道本身以外，沿渠道常有一些附屬建築物，如渡槽、管道、分水閘、跌水等，在修建這些建築物時也要注意些問題。

渡槽及管道：在渠道經過河谷，道路等地形上突然變化的地段，可以用渡槽或管道引水；渡槽多是木制的方形長槽兩端與渠道相連接，管道是木制的或其他材料的（鐵制的，洋灰的等），圓形封閉的形狀，兩端和渠道連接，在黃土區用渡槽及管道時最好採用木制的，但要注意不要漏水，以防浸濕附近黃土，發生塌陷。

分水閘：在渠道分支時常用小型分水閘，在黃土層里小分水閘最好用木制的，洋灰制的也可以，但它容易發生由其本身重量較大而引起的基礎沉陷。木制的較輕不易引起基礎

沉陷。

跌水：在渠道底面坡度变化較大的地段，可修建跌水，在跌水处，有的用洋灰材料，但在黃土层內是不适宜的，最好用木料，并在跌水的下面在渠道底部多鋪一些柴草或树枝，目的是使由高处落下的水流直接落在草或柴的上面，以减少有压力的水把下面的渠底冲坏，保证渠道的安全。

此外，在修渠道时，要注意路綫的弯度，如果轉弯或急水流易于冲坏渠道外側的一岸，并发生漏水，最好在轉弯处，在渠道的外側，鋪一层草或树枝，以减少水的冲刷力。

四、对特殊問題的工程措施

在黃土区修建渠道最主要的問題是引水以后的滲漏和兩岸及渠底的塌陷問題，为了使修好的渠道合乎質量要求和很好的被利用，在修建时，针对这两个特殊問題要事先采取工程措施。

（1）防止滲漏的措施：

黃土区的渠道的滲漏有兩種：一种是修建以后引水时，下滲的水首先会把干燥的黃土浸湿，这样就要消耗一部分渠道里的水量，另一种是經常性的自渠道向地下滲透的水量，所以在渠道引水的初期，渠道水量損失最大，而过一定时期以后，也就是当渠道下的全部黃土被浸湿以后，渠道損失水量就减少了。一般这种滲透所引起的損失水量是比較多的，大約是渠首进水量的 25—30 %。防止这种滲漏，对于前一种（浸湿土层的損失水量）是不可避免的，而对于后一种滲透是可以达到目的的。防止的措施方法很多，有的是化学处理

方法，有的是夯实，加固压密的方法，但是对目前大规模的兴修民办水利工程，这些方法都不很适宜，因为它们不但要求投资高，技术复杂，而且需要好多时间。我们认为对西北黄土高原来说，最好的办法是用“淤淀法”，方法很简单，又可以就地取材，也就是说，在修好渠道时，在引水时，在水中抛入第二种或第三种黄土（第三种最好，如果附近有粘土更好），把它打成小块或粉末，混在水中，使水成混水（泥水），这样的混水流过渠道以后，很自然的沉淀下来的细粘土颗粒就把渠道的底及边部淤塞起来，起着不透水的防护作用。这样淤淀一层以后，再有水引过，损失就少了。

（2）对渠道引水时塌陷现象的措施：

这个问题比较复杂，目前我们认为在西北黄土区，一般的方法不适用，如砂化法，夯实法，爆破法，以及其他人工加固法。因为这些方法既不经济又不能保证最好的效果。我们认为最好使用“预先浸水法”，也就是说在正式使用渠道之前，先引少量的水，使渠道黄土层浸湿。当然在这时要发生一些塌陷和裂缝，但由于是预先引水浸湿，水量不大，非常便于修整，所以在发生塌陷的地方，加以整理，或再填些土，或填塞住一些孔洞。在预先浸水时，所引的水可投入多量第二或第三种黄土或粘土，这样一举两得，不但防止了以后的渗漏，而且也预先浸湿了渠道，可以发现塌陷地方加以修整，这样在正式引水灌溉时，既可不渗漏（实际上是减少渗漏），又不会再继续发生严重的塌陷现象。

五、利用渠道灌溉时应该注意的问题