

第一章

修建农村集雨工程的意义和作用

我们都知道，水是地球上生命的源泉，没有水就不会有任何生命存在。人的一切活动都离不开水。不仅人的生存需要水，人的所有生产活动也同样需要水。而水与农业生产的关系就更密切了。农作物从播种、生长到最后成熟 都需要水。因此 水是世界上最重要的自然资源之一，也是一种不可替代的资源。

水在地球上是一种有限的资源。地球上究竟有多少水呢？有人进行过统计计算。地球上各种形式的水的总量大约是 13.86 亿立方千米。一个立方千米就是一个长、高、宽都是 1000 米的立方体。大家不要认为地球上的水很多，用不完，其实地球上大部分的水都是咸的——海水，淡水只是个零头，陆地上的淡水资源约为 3600 万立方千米，不到地球总水量的 3%。每年降到地球大陆上的水量为 108000 立方千米。其中每年又有 61000 立方千米的水蒸发回到空中，只有 47000 立方千米的水汇集到地球上大小江河溪流中和渗入到地下成为地下水。世界上平均每个人占有的水量大约是 9000 立方米。我国水资源的总量达到了 28000 亿立方米，在全世界占据第六位，但由于人口众多 平均每个人占有的水量只有 2200 立方米 仅为全世界人均水平的 1/4，因此，我国是一个水资源相对贫乏的国家。同

时，在全国各地，人均占有的水资源量又相差很大。我国西南地区人均水资源占有量可达 3 万多立方米，而黄河流域人均水资源占有量却只有 500 多立方米。在我国甘肃、宁夏、山西等省区的黄土丘陵山区，人均水资源占有量只有 200~300 立方米。因此水资源的分布在地域上是十分不平衡的。从时间上讲，水资源的分布也是极不平衡的。全国大部分的地方，降雨集中在夏、秋两季。如甘肃省黄土地区全年降雨的 60% 甚至 70% 都在 7~9 月。而农作物最需要水的 4、5 月，降雨量只有 19%~24%。这种水在空间上的不平衡和在时间上的供需错位，使我们国家水资源不足的矛盾更为加剧。

干旱给人民生活生产带来很多问题。由于干旱缺水，农业生产靠天吃饭、产量低而不稳、长期处在低水平上。有的地方遇到旱年，连基本口粮都保证不了。由于土地产出率低，农民只能把大部分地用来生产粮食。因为缺水，许多需水较多的经济作物和果树不能种植，使这些地方的农业生产结构单一，农民的收入很低，只能解决个温饱，有的地方还解决不了温饱。更严重的是有许多地方，人们饮用水都困难，不少人要到几里甚至十几里外去挑水，到了旱年有些地方只能依靠政府派卡车拉水救济度日。干旱缺水严重影响了农民群众脱贫致富奔小康的步伐。

1949 年新中国成立以来 在人民政府的支持下 全国修建了一大批水利工程，使很多地区摆脱了干旱缺水的困扰。但在我国西北和华北的广大山区，山大沟深，地高水低，地面水和地下水都十分缺乏。由于地形破碎，沟壑纵横，引水和输水工程很难修建，即使水能从外流域引来，也只能到达几个集中供水的地点，山区分散的居民难以受益。在我国西南的石山区，虽然全年的降

雨数量很大 但 60%~70% 的降雨集中在 6~9 月 同时由于地处石灰岩溶地区,下雨时,水很快流走或渗入溶洞裂隙,一不下雨,马上就缺水受旱,季节性干旱的问题十分严重。再就是我国的沿海许多丘陵山区和海岛,土地的保水性能很差,淡水资源十分缺乏。上面所说的这些地方,其共同的特点就是地面、地下水严重缺乏或季节性缺乏,山区内沟壑纵横,引水、输水条件差,因而最具有开发利用潜力的水是雨水。我国西北、华北、西南的一些省(直辖市、自治区)的山区从 20 世纪 80 年代末、90 年代初开始进行雨水的收集、储存,利用雨水解决人畜饮用水的困难,还进一步利用集蓄的雨水在作物最需要水的时候进行补充灌溉,使农业生产水平得到了提高。西南的一些地方所进行的雨水集蓄利用,在解决当地的季节性干旱缺水困难,改善人民生活、促进农业生产的发展方面,取得了很大成效,起到不可替代的作用。

甘肃省的水利科研单位从 80 年代末起,在省政府的支持下,进行了雨水集蓄利用的试验研究和示范推广,取得了很好的效果。在此基础上,省政府从 1995 年夏到 1996 年底在该省中部、东部缺水的黄土山区实施“121”雨水集流工程,动员每户兴建 1 片 100 平方米左右的硬化集雨场,建 2 眼水泥水窖,在庭院内或房舍附近建 1 片用雨水补充灌溉的果菜园。在不到两年的时间里,共新建和改造水窖 50 多万眼,解决了 120 多万人、118 万头牲畜的饮用水困难,发展庭院经济共计 11 万多亩。从 1996 年开始,甘肃省在全省雨养农业地区实施了集雨节灌工程,使 200 多万亩过去完全靠天吃饭的土地能够在生长季节补充灌 1~3 次水。根据统计,作物产量平均增加了 40%左右。有了水,一些

海拔 2000 米以上的山区还种起了大棚茄子、辣椒、西红柿、黄瓜等这些过去只能在平原水浇地上才能种的蔬菜。

广西省河池地区由于缺水，过去只能种一茬玉米，亩产只有 150 公斤左右，当地人均只有 1 亩多地，温饱难以解决。现在建了水柜，可蓄雨水进行灌溉，可以种一茬玉米，一茬中（晚）稻，每亩产量为 700~800 公斤。不仅解决了温饱问题，还可以利用水柜的水面发展多种经营，增加收入。

云南大理州南涧县山区面积占总面积的 99.3%，农业产量很低。1992 年修建水窖 28816 个，发展灌溉。1997 年粮食播种面积虽比 1992 年减少 40%，但粮食总产反比 1993 年增加了 33.6%。腾出的耕地发展种植烤烟，仅这一项的人均毛收入就达到 800 多元。

四川成都东部山区清水乡梨园村一户农民全家 4 口人，两个劳动力，有 7.8 亩果树。在 1994 年冬天建了蓄水池 1 口，容积 127 立方米，投资 4700 元。1995 年春利用蓄的水适时浇灌果树，与 1994 年一样施肥、管理，当年收水蜜桃 5500 公斤，收入 13750 元，比 1994 年增产 3000 公斤，增收 7500 元。

内蒙古准格尔旗一户农民，全家 5 口人，耕种旱地 30 亩，由于干旱，单产很低，人均年纯收入只有 300 元。从 1995 年开始，连续修水窖 12 处，总容积达 550 立方米，发展抗旱保苗补水面积 22 亩，养羊 35 只，养猪 10 头，还建了 1 分 2 厘地的塑料大棚，年纯收入超过万元，人均年纯收入达 2200 元，是以往的 7 倍多。

从以上的说明和所举例子中，可以把集雨工程的好处归纳成以下几点：

(1) 集雨工程可以有效地解决缺水山区的人畜饮用水困难。居住在这些地方的农民每天要花费几个小时去远处挑水，而且挑的水往往还是苦咸水。遇到干旱年份，水源枯竭，不得不依靠政府拉水救济。建起了集雨工程后（有些地方叫渴望工程、甘露工程），农户就能就近吃到干净的雨水。有的地方农民高兴地说，建了集雨工程，“混水变成了清水，苦水变成了甜水，远水变成了近水”；集雨工程解决了祖祖辈辈的饮水问题，广大群众把它称为“爱民工程”、“德政工程”。

(2) 集雨工程是解决干旱山区基本生活和生产条件的有效措施。缺水往往是许多地方贫困落后的根源之一。对那些地面水、地下水严重缺乏，而且由于地形、地质条件难以修建骨干性水利工程的地区，通过建设集雨工程，可以有效地解决人畜饮用水的困难，改变过去靠天吃饭、生产水平低下的被动局面，使农业生产的基本条件得到改善，达到粮食的稳产、丰产，保证自己的生活必需。因此集雨工程是缺水的山区农村摆脱贫困面貌、解决温饱问题的有效途径。

(3) 集雨工程的修建不仅可以帮助农民解决生存的问题，而且还可以进一步用来调整自己的生产结构，大大提高农业生产的经济效益。过去在广大山区，因为单产低，几乎所有的土地都用来种低产的旱作粮食。而且由于缺水，一些对水分供给要求较高的作物，像蔬菜、烤烟、药材等经济作物以及果树等往往不能栽种。这就使得许多山区的农业生产结构十分单一，经济收入很低。修建集雨工程后，有了水，单产提高了，可以腾出地来种其他经济效益好的作物，增加收入。因此雨水集蓄利用工程的修建还可以促进农业结构调整，发

展农村经济。

(4) 集雨工程绝大多数是一家一户的工程，适合山区农户居住分散的特点。与大工程比较，集雨工程需要的建设费用低，农民可以在政府的少量资助下，依靠自己的力量来修建。建成后，维修费用很低，不用交水费，农民自主管理，根据自己的意愿和具体条件来用水，使它发挥最大的效益。因此有些地方的农民群众把集雨工程当作自己的家业来置办，像盖房子、整土地一样来对待。

(5) 集雨工程还有利于改善生态环境，建设山川秀美的家园。过去山区由于缺水造成土地产出率低，为了糊口，常常把所有的土地种了粮食，但是由于单产很低，还是解决不了温饱。一些地方就盲目开荒，甚至一些坡度大于 25 度的山坡地也都种了庄稼，造成了植被破坏，水土流失加剧，反过来又使农业生产条件更为恶化，造成了“越穷越垦、越垦越穷”的局面。集雨工程的修建，提高了土地的生产率，那些陡坡地就有可能退耕还林、还草，使植被逐渐得到恢复，这就使农业生产的基本条件得到改变，因而可以促使山区生产、生态形成良性循环。集雨工程本身也是一种水土保持的措施，可以有效地拦蓄径流，变害为利。

(6) 集雨工程的建设大大改善了农村居住环境和文化卫生条件，促进了农村精神文明建设。过去由于缺水，不少地方农民经常不洗衣服，不洗澡，整体卫生状况较差。有了集雨工程，吃水、洗涤不再犯愁，许多农户在庭院里铺砌了混凝土，常常打扫，卫生面貌大为改观。这更加激发起广大农民建设自己的美好家园，进一步改变自己生活质量和提高文化水平的积极性。

第二章

农村集雨工程的组成和布置

农村集雨工程是由哪些部分组成的呢？在说明这个问题以前，我们先说明什么是集雨工程。

大家知道，对天然降雨的利用有很多方式。像在一些旱作农业区采取的深耕耙耱、保持土壤水分的措施，兴修梯田、水平沟或鱼鳞坑，拦截降雨径流等水土保持措施都属于人们对雨水的利用。另外像小流域治理，在沟道上修建谷坊、淤地坝，引洪漫地灌溉，拦截降雨径流补给地下水等也都是雨水利用的例子。本书所介绍的集雨工程，或者更准确些，叫做雨水集蓄利用工程，是指人们通过工程措施，收集天然降雨，加以储存，对雨水进行调节利用的工程。应当说，这项技术在古代就已经得到了广泛应用。像西北黄土地区，几百年前人们就已经采用打水窖作为储存雨水的方法，在旱季供给人畜饮用；南方山区的水塘，也是一种集蓄雨水的方法。但由于当时经济、技术条件的限制，雨水收集的效率比较低，水窖、水池渗漏损失大，因而常常连人畜的饮用都无法满足，更不必说要在干旱的山区发展灌溉了。我国从 20 世纪 80 年代后期开始兴建的集雨工程，无论在雨水的收集效率、蓄水工程的规模和防渗效果以及对收集到的雨水的高效利用上，都有了很大的跨越。从集雨、蓄水、供水到

用水，已经形成了完整的系统。具体讲，集雨工程是由集流工程、蓄水工程、供水和灌溉设施以及先进和适用的农业设施等几部分组成的。

集流工程的作用是收集雨水并把它输送到蓄水工程中去。它是集雨工程的水源部分，因此必须建设好。集流工程包括拦截降雨径流的汇流沟、集流面和输水渠 3 部分。其中集流面又是最主要的工程。在西北和华北的山区，由于降雨稀少，下的雨大部分是小雨，也就是一次降雨量小于 10 毫米，一次降雨平均每分钟的降雨量（在气象上称为降雨强度）小于 0.03 毫米的降雨过程。根据甘肃省黄土地区 27 个水文站的统计，这种小雨平均在一年内发生的次数要占到全年发生降雨总次数的 92%，小雨的降雨总量占全年雨量的 45%。由于这些干旱山区的土壤含水量大多比较低，小雨只能湿润土壤表层，不能形成径流。只有在汛期发生的大雨或暴雨才能在自然土面上产生一些径流，但形成的水流往往夹杂着大量的泥沙脏物，水质很差。因此干旱山区天然地表的集流效率很低，不到 10%，在半干旱的西北和华北地区，应当尽量利用一些现成的透水性比较低的表面做集流面，如屋顶、水泥或柏油路面、乡村中用作打碾粮食的碾场、农村的土路以及岩石坡面等。为解决人畜饮用水的集雨工程，首先应当尽量利用屋面和庭院来集雨。这是因为屋面和庭院地面比较容易保持清洁，而且取水用水比较方便，不需要花费时间挑水。在降雨十分稀少的地方，为了收集到足够的水量，有时还要修建一些人工集流面，像用水泥混凝土、三合土、塑料薄膜等防渗材料铺设在地面上，以提高雨水的收集效率。南方地区

降雨很充沛，表面的植被比较好，土壤中含水量也比较高，集流面完全可以利用天然坡面。但要做好工程布局，使坡面上收集的雨水能顺利进入蓄水工程。

蓄水工程是集雨工程的又一个重要组成部分。正是依靠它才能对天然降雨进行控制、调节和为人所用。蓄水工程的主要功能是蓄水。在北方地区，前一年汛期储存的水，要存放六七个月，到第二年春天使用。因此一定要采取措施，使蓄水工程的渗漏量控制在很小的范围以内，还要尽量减少水的蒸发损失。蓄水工程另一个功能是保持良好的水质。饮用水的蓄水工程要防止杂物、微生物进入，还要尽量保持水体较低的温度。为了防止泥沙杂物的进入，应当在蓄水工程前修建沉沙池，在水流进口处设拦污栅。当发生雨洪时，收集的浑浊水流最好先在涝池内沉淀一下，然后再进入蓄水工程。蓄水工程的形式很多，有水窖、水池（水柜），水罐和建在房屋内的水池等。要修建一个功能好而又比较价廉的蓄水工程，一定要因地制宜，根据各自的经济承担能力，选择最适合当地条件的形式。

集雨工程的第三部分是供水和灌溉设施。这是提高集雨工程中水的利用率的必要环节。供水设施指为生活供水的设备、管道等。集雨工程中的灌溉设施应当采用能够最节省水的设备和灌水方法。但因为农村中资金有限，应当先简后繁，先易后难，根据自己的经济能力逐步发展。为了使有限的雨水能够发挥高效益，集雨工程还应该与先进适用的农业设施结合起来，联体建筑。图 1 所示为集雨工程的组成系统。

以上所讲的集雨工程的四个组成部分必须要合理进行布

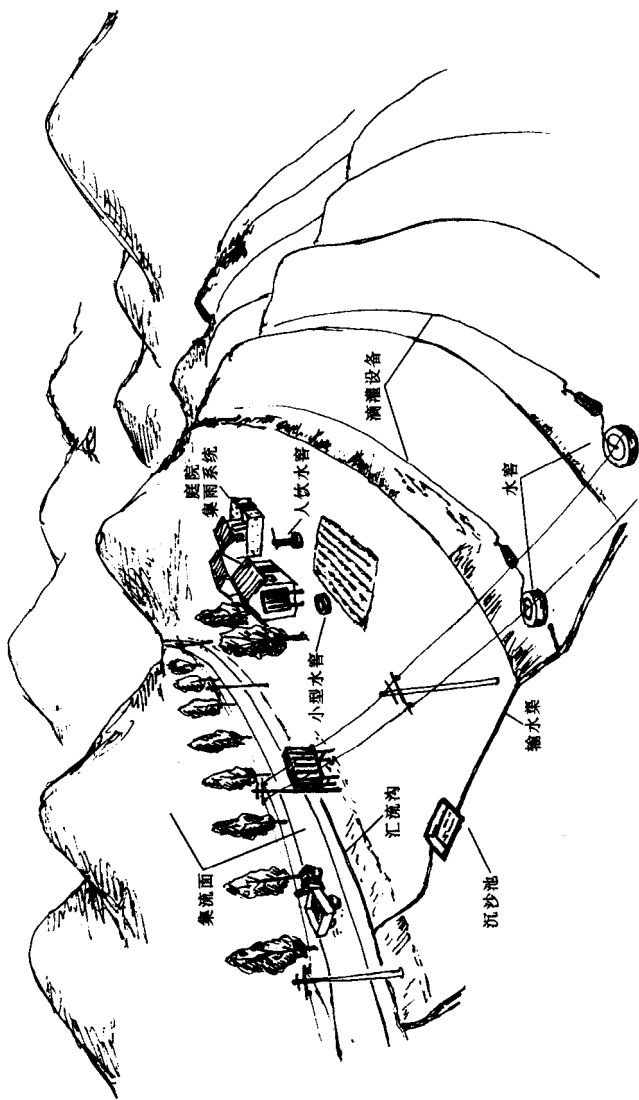


图 1 农村集雨工程总体布置图

置，形成一个有机整体。根据集雨工程的用途和集流方式的不同，可以有以下一些方式。

1. 以人和家畜、家禽饮用水为目的的庭院集雨工程

庭院形式的集雨工程，集流、蓄水工程和供水设施都在庭院内。甘肃省的“121”雨水集流工程基本上是这种形式。集流面利用瓦屋顶和庭院地面。如果屋顶原来是草泥的，则需要进行改造，铺上水泥瓦或机制瓦。当屋顶面积集的水不够用时，可在庭院的一部分面积上铺混凝土，增加集雨量。屋顶收集的水可以通过装在屋檐下的集流槽输送到水窖内，或者输送到一个高位水罐内，利用较高的水位做成土法自来水。但铁皮接水槽价格比较贵。要省钱，可以在屋檐下地面上修一个水泥输水渠，这样做，会有一些雨水溅落时的损失。如果庭院已铺了混凝土，则可不必要专门修输水渠，只要把对准屋檐下面的混凝土修成一个浅槽就可以了，此时，基本没有溅落损失。蓄水工程在北方一般用水窖，南方也可以用水池。水窖可布置在庭院的一角，位于庭院较低处。“121”工程要求修两个水窖，一个放在庭院内，供家庭用水，另一个可以放在庭院外，供畜禽饮水和灌溉小片土地，发展庭院经济。庭院集雨工程的布置方式见图 2。

2. 多个蓄水工程共用一个或多个集流面的集雨工程

多个蓄水工程共用一个或多个集流面的方式多见于为灌溉目的而修建的集雨工程，集流面的集流效率较高、集流面面积较大。比较常见的如利用几公里长的一段公路面当作集雨面，供给几十个容积 30~60 立方米（或更大）的水窖或水池的蓄水。水窖的布置有如下几种方式。

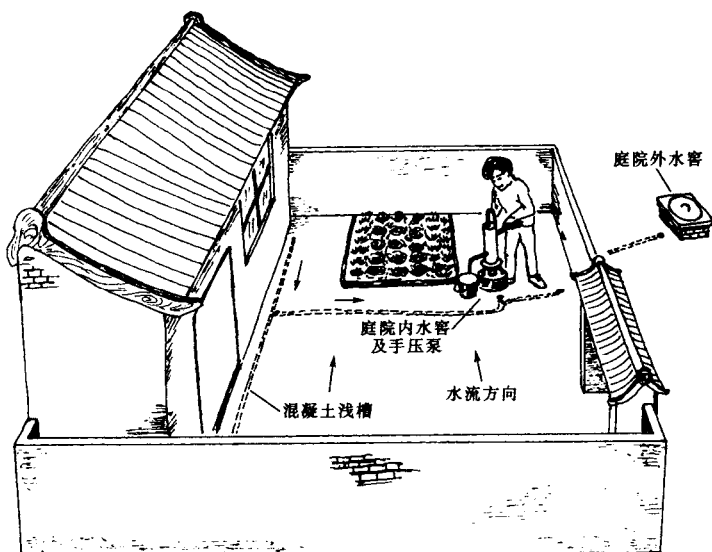


图 2 庭院集雨工程布置方式

当公路两边原来就有准备灌溉的土地时，可以算好集雨面所能供给的水窖或水池的数量，沿着公路方向布置一排蓄水工程，用自流方式灌溉（被灌土地比公路低）下面的土地，这时，常可利用公路两边本身的排水沟来汇集水流，见图 3。

另外一种情况是在比较干旱的地区，在山头上集中修建一大片混凝土集雨面。沿集流面的边缘建一圈蓄水池或水窖，用以灌溉下面的土地，如图 4 所示。

有时公路两边没有耕地，需要灌溉的土地距公路有一定距离，则需要修建输水渠把水引到需灌溉的土地旁。集中修建混凝土集流面时，集流量往往较大，除了蓄入集流面边上的蓄水工程外，还可以通过输水渠把水送到蓄水池内。在引

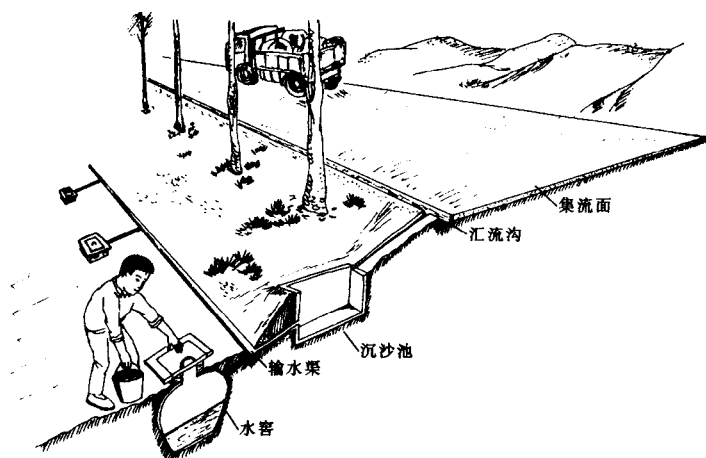


图 3 公路集流面两旁的水窖布置方式

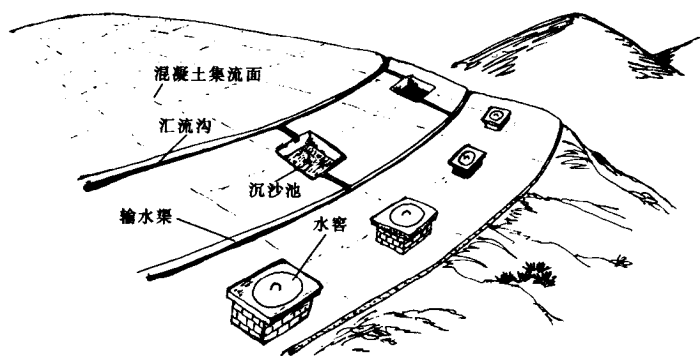


图 4 山头上修建混凝土集流面或水窖群的布置方式

水渠的沿线还可以收集其他集流面的雨水，布置成长藤结瓜的方式。因为输水距离长，水流中泥沙杂物较多，蓄水工程前需要设沉沙池，见图 5。这种布置方式规模大，需要许多家农户或村民组共同修建。因此必须做好工程规划，根据集流

能力的大小来确定蓄水工程的数量并进行统一布置。切忌各自为政，盲目修建，造成蓄水工程蓄不上水，浪费了资金和人力。

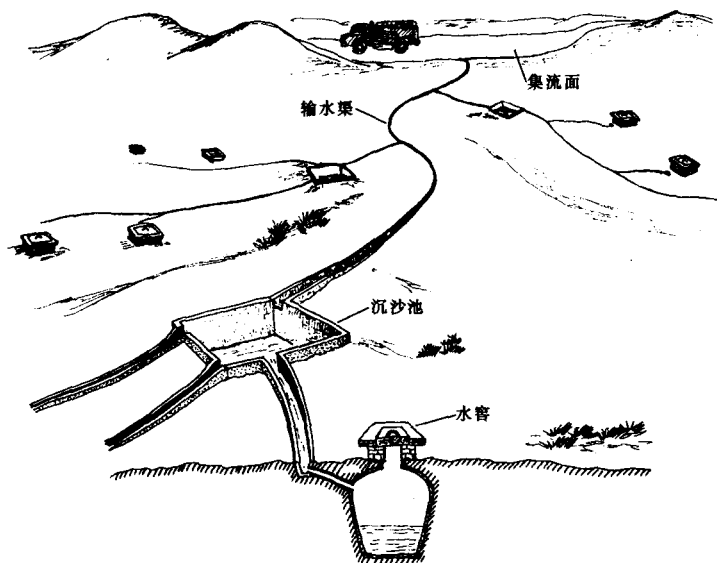


图 5 输水渠向多个水窖分水的布置方式

3. 一个集流面对一个蓄水工程的集雨工程

当集流面积较小，集流效率也比较低，所集雨水只能供给一个蓄水工程时，宜采用一个集流面对一个蓄水工程的集雨工程。例如，一条农村土路，一个打碾场、一个学校操场等。蓄水工程就布置在集流面的低处。要灌溉的土地也在蓄水工程旁边，不需要输水。由于土质集流面泥沙多，水在进入蓄水工程前，应先进入沉沙池。如图 6 和图 7 所示为碾场及操场旁的水窖布置图。

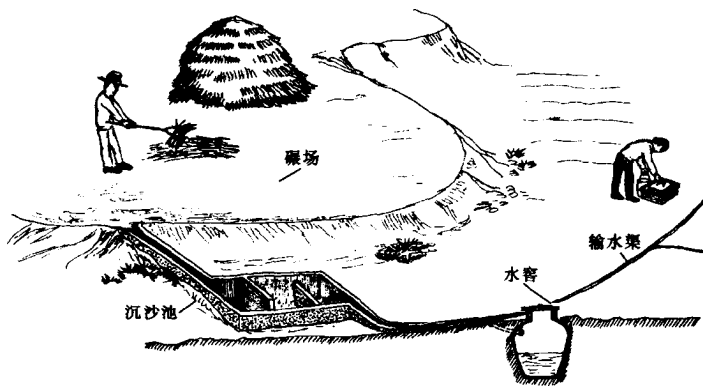


图 6 碾场旁的蓄水水窖布置方式

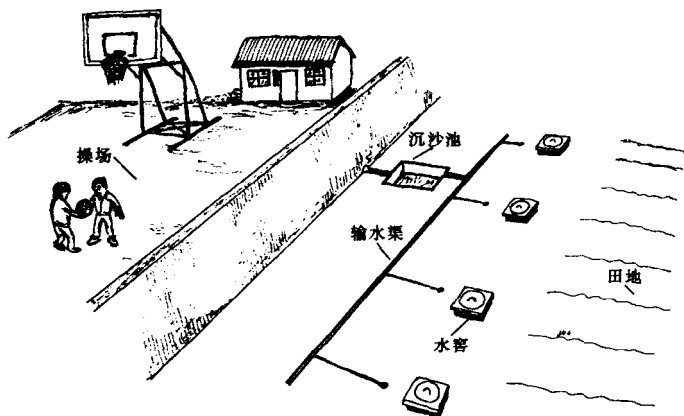


图 7 操场旁的蓄水工程布置方式

4. 田间的集雨工程

有些地方土地集中连片，如果在耕地以外的荒坡上布置集流面集雨，需要长距离向多个水窖输水，不仅造价高，输水中还会产生一定的水量损失。这些地方的农民群众创造了

一种称之为“四分轮歇”的集流面布置方式。把一块地分成四份，其中一块铺塑料薄膜，用于集雨，另 3 块则正常种植。第二年再调换另一块地当集流面。这样每年虽有四分之一的土地作为集流面，不能种植，但由于集雨灌溉带来的收益比用四分之一地块作集流面损失的产量要高得多，因此这样做还是很划得来的。图 8 所示为这种布置方式的示意图。

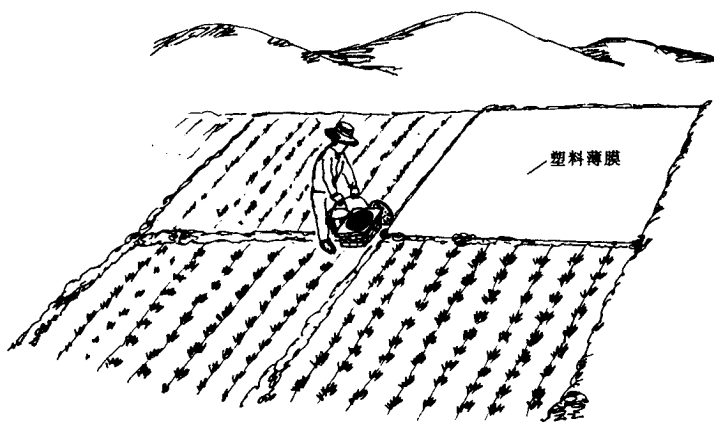


图 8 田间集流蓄水工程布置方式

5. 利用山坡作为集流面的集雨工程

当灌溉土地位于山坡附近时，可以在山坡上沿等高线挖截流（汇流）沟，再把截流沟的水通过汇流沟和输水沟送到蓄水工程内。图 9 所示为山坡旁修建集雨工程的示意图。

6. 建有高位水池的集雨工程

建有高位水池的集雨工程布置方式是把一个或几个水窖或埋藏式地下水池中的水用微型电泵先抽到一个高位水池中，以实行自流灌溉和便于控制水流，如图 10 所示。

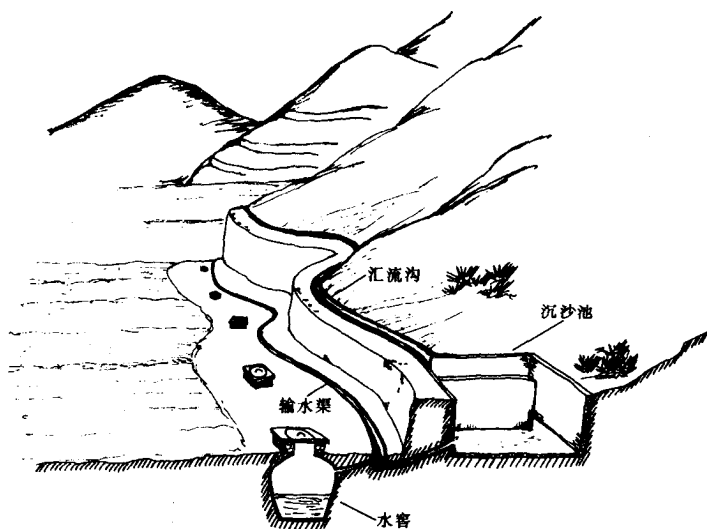


图 9 山坡旁的集雨工程布置方式

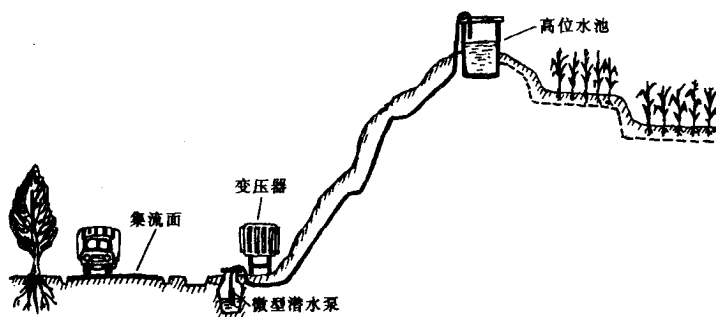


图 10 建有高位水池的集雨工程布置方式

7. 沿沟谷布置的集雨工程

沿沟谷布置的集雨工程多见于南方。南方湿润地区由于降雨充沛，集流面大多采用天然坡面。这些天然坡面一般都