

第三版說明

全国解放以后，随着我国农业集体化的实现和在农业集体化的基础上农业技术改革的不断发展，广大农民和农村工作干部对学习农业生产技术的要求，愈来愈迫切。各地讀者紛紛来信，希望我們系統地編写一部有关农业生产技术基本知識的书，以便利大家学习。我們根据讀者的要求，編輯出版了这部书，名字叫做“农业生产技术基本知識”。

这部书是从1953年下半年就开始編写的，中間經過了向各有关方面征求意见和反复地修訂，于1956年按分冊陸續出版(共23个分冊)。1958年重新修訂，并增加了“药用作物栽培”和“养蜂”两个分冊，出版了第二版(共25个分冊)。

1962年根据各地讀者的意見，根据生产发展的新情况，进行了第三版修訂，并把第二版中的“根和薯类栽培”、“纖維作物栽培”(棉、麻)、“烟草和糖料作物栽培”各分为两个分冊，同时将“畜牧兽医”分成“养牛”、“养馬”、“养猪”、“养羊”、“养禽”和“畜禽疾病防治”6个分冊。这样，全书就成为33个分冊了。出版的形式有两种：一种是单行本，一种是合訂本。

直接参加这部书的编写、校订等工作的有林业部、水产部、农垦部、中央气象局、农业部、中国农业科学院、中国医学科学院和北京农业大学等单位的同志和专家、教授们，共计一百多人。此外，各地读者也提供了许多修正或补充的意见。因此，这部书的编辑过程是比较长的，动员的人力也是比较多的。

在内容和编写方法上，我们强调了科学性、群众性和中国化这三个基本原则，希望能使读者不仅从书中学习到有关农业生产方面的一些基本知识，了解到我国农业生产的概况和特点，同时也能懂得怎样把群众的经验给以科学的解释；以及如何因地因时制宜地运用到生产实践中去。在文字方面注意了浅近易懂，增加了必要的插图，并对某些名词术语也作了必要的注解。

虽然如此，但由于我国幅员广大，各地的自然环境不同，在农业生产方面所积累的技术经验极其丰富，而我们所掌握的材料有限，所以在这部书里还没有能够更好地把它们都反映出来，有待今后不断地进行修正和补充。我们希望读者在阅读和应用中，能够把意见写给我们，以便逐步把这部书的内容充实起来。

中华人民共和国农业部

1962年10月

目 录

第一节	水利是农业的命脉·····	1
第二节	引水工程和蓄水工程·····	12
第三节	地下水和水井·····	34
第四节	提水工具和排灌机械·····	50
第五节	治涝排水·····	77
第六节	水土保持·····	91
第七节	盐碱地改良·····	103
第八节	灌溉管理·····	111

第一节 水利是农业的命脉

水、旱灾害是我国农业生产的最大威胁。要战胜水、旱灾害，就必须兴修水利。毛主席早在土地革命时期就指出了“水利是农业的命脉”，这一科学论断深刻地揭示了发展水利和发展农业生产之间的密切关系。农田水利是利用水利工程设施来调节和改善农田水分状况和地区的水情，使农作物获得稳定的增产。因此，农田水利对农业生产的发展，是一项根本的保证。

一、从水说起

大自然中的水是在连续不断地运动着的。太阳照射在海洋和陆地的水面上，把大量的水变成为水汽，再上升到空中变成云。云遇到冷空气便凝结成水滴；这些水滴逐渐凝聚变大，受到地心吸力，自然地下降落；又因气温的差别，~~便形成了降雨或降雪。~~雨、雪降到地上以后，或者经过各种程序再行蒸发，或者辗转下流仍归于海，这就形成了水的循

环现象(图1)。

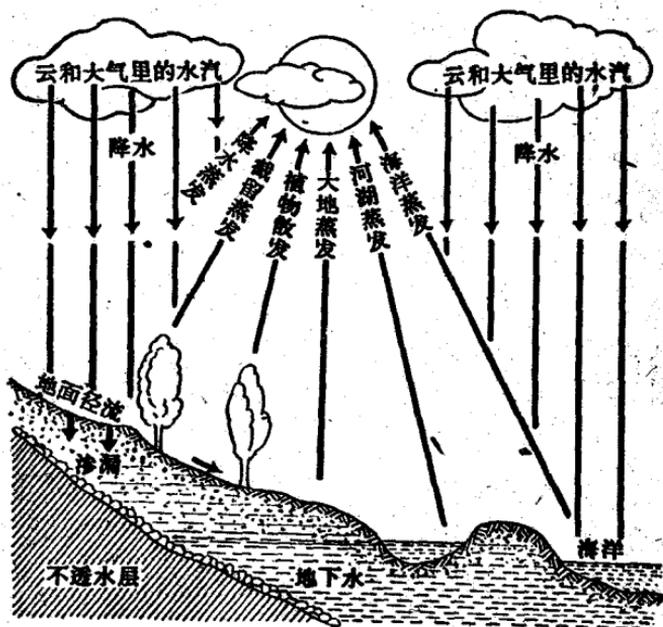


图1 水的循环

雨、雪降落到地面以后，一部分从地面、水面或其他承接雨水的表面，又行蒸发，回到空中；一部分顺着土壤或石缝渗漏到地下；一部分从地面洼处汇流，经过江河而归于海洋。换句话说，除去“蒸发”和“渗漏”以外，雨水就沿地面直接流去，一般称这一部分水为“径流”。至于渗漏到土壤里的水，有的因为土壤的毛细管作用，仍然又升到地面蒸发掉；有的经过植物躯干枝叶而散发到空中；也有的暂时贮藏在地下，补给原来地下就潜伏着的“地下水”。水的去路是

各式各样的，随时随地而不同。

“蒸发”、“渗漏”、“径流”跟我们搞农业生产有密切关系。例如灌溉田地，要知道本地的蒸发和渗漏的情况，然后才能够定出灌水量的多少。旱地在降雨以后，我们应该及时进行耘锄，把表土锄松，为的是减轻土壤的毛细管作用，间接地减轻地面的蒸发，保水保墒。“渗漏”是地下水的源泉，在冬季或缺雨时所用的井水或河水，大都由它来供给。打井利用地下水是农田水利的主要工作之一。而暴洪为灾、河水泛滥的来源，则多是由于降雨后的径流部分造成的，我们必须善于掌握它、利用它，使多雨季节不成灾，干涸季节利用它来为我们灌溉庄稼。

降雨、降雪的多少，叫做“降水量”。降水量是由降落在地面上的平均水层深度（毫米）来表示，如果是雪、雹等，则按它融化后的水层深度计算。现在我们观测降水量是用雨量计来量的。如果想要知道某一次降雨在一定面积上（如1公顷或是1亩）降了多少水的话，可以先从雨量计量得水层深度（以毫米表示），然后把它乘上面积（以平方米表示），就得出降水的立方米数。

例：在1公顷面积上降水深度为2毫米（0.002米），它的降水量为： $10,000 \text{ 平方米} \times 0.002 \text{ 米} = 20 \text{ 立方米}$ 。

如果是在1亩（666.7平方米）面积上则为：

$$666.7 \text{ 平方米} \times 0.002 \text{ 米} = 1.33 \text{ 立方米}。$$

河流和渠道中流动的水量，是以“流量”来表示的。流量的单位是秒立方米，也就是每秒钟有多少立方米的水，从

某一定地点流过去的意思。

水是向低处流的，既然流动便有速度，“流速”就是表示在单位时间内水走多少路，流速用每秒多少米来表示。

河槽（或渠道断面）大的盛水多，小的盛水少。因此流量的大小是与流速快慢和过水断面的大小成正比例的。

例：某一河流在某一地点的过水断面为宽 20 米、水深 5 米，流速为 1.5 秒米。

求得流量为：20 米 \times 5 米 \times 1.5 秒米 = 150 秒立方米。

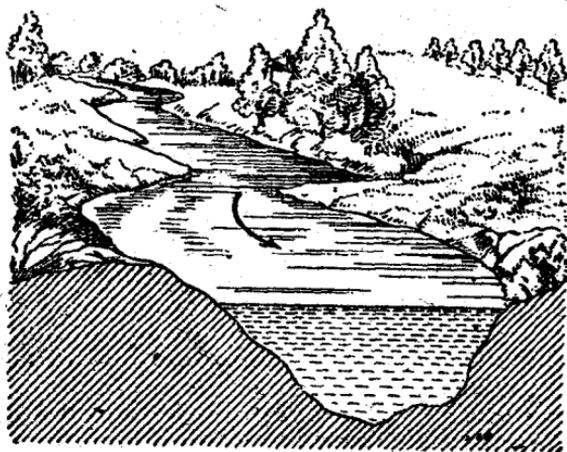


图 2 河槽断面图

实际上，一般河槽或渠道的断面（图 2）并不是简单的矩形，而且各处的流速也不都是一样。例如靠近河槽的流速低，河中央的流速高，因为河槽粗糙，靠近河槽便有阻

止水流的现象。所以要测量流量，第一要测量河槽的断面，第二要测量横断面各处的流速，再经过一番计算，才能得出流量。

二、庄稼与水

水是植物有机体的重要组成部分，一般植物平均含有70—90%的水，瓜、果、蔬菜含水就更多。水又是生命活动所必需的条件。植物要通过光合作用制造有机物来建造自己的身体，并由此获得自身生命活动所需的能量。而光合作用的原料，便是二氧化碳和水。光合作用产生的有机物，几乎一半是由碳组成，另一半则由氢和氧——即构成水的元素——所组成。

尽管植物所含水分很大，但组成植物的需水量只不过占它的总需水量的0.1—0.2%，其余99.8%以上的水分，都消耗在植物生长期间的蒸发上。这种蒸发是植物生活所必需的。因为，只有叶面和空气的接触，才能获得光合作用所需的二氧化碳，也只有接受阳光的照射，才能获得光合作用所需的能量。植物水分的蒸发量是相当可观的，一株玉米每天要消耗水分1.64公斤，一生要消耗200多公斤；一株向日葵每天消耗水分5.4公斤。

肥料施在田地里，庄稼不能直接吸收；因为土壤中的营养物质必须溶解在水中，才能被植物的根部吸取。并且，在植物身体内，这些营养物质以及造成的有机物的输导运送，应用，也都需要水。另外，土壤中有适当水分存在时，还能

促进有益微生物的活动、繁殖，使土壤更肥。

水分对植物这样重要，但并不是水越多越好。植物除了需要从土壤中取得养料和水分以外，同时还要求土壤中有适当的空气。因为植物根的生长和对养分、水分的吸收等活动，要求一定的能量，这能量便是借根的呼吸作用分解有机物质的过程中取得的。呼吸，就需要空气。土壤水分过多，相对地空气就很少，甚至缺乏，植物会因此遭到窒息，随之枯死。但是，水稻要求长期有一定的淹灌水层，因为它的根有通气孔的特殊构造，所以水稻的生长不受水淹的影响。

土壤中经常保持适量的水分，及时满足作物对水分的需要，是作物得到丰收的重要关键。农谚说：“有水无肥一半谷，有肥无水望天哭”，正说明了水对庄稼生长的重要性。各种不同的作物，需水量是不同的；同一作物在各个不同发育阶段中，需水量也是不一样的；不同气候和不同土壤、肥料等条件下，需水量也有很大差异。所以，合理的灌溉，必须是根据不同作物和不同发育阶段，并密切结合气候、土壤等情况，用适当的灌溉方法，使适量的水分和养分相溶解，保证作物在每个发育阶段，都能获得足够的水分和养分。

三、兴修农田水利

我国是一个幅员广阔、物产丰富的国家。全国95%以上的土地处于温带和亚热带，气候温和，适于农作物的生长。我国的地形，西高东低，主要河流多东流入海；每年夏、

秋季节从海洋刮来的季候风，湿润而又温暖，深入内地，使我国大部地区都能够得到比较丰沛的雨量。我国河流众多，水利资源非常丰富，象黄河、长江、淮河和珠江等这些著名的河流，几千年来，就一直滋润着两岸的土地。在广阔的华北平原，还有丰富的地下水源可以用来发展灌溉。这些自然条件对我国农业生产和水利事业的发展，都有着积极的、有利的影响。

另一方面，我国地形、气候都比较复杂，山区和丘陵区占全国总面积的70%以上。由于地形和季候风的影响，降雨量的季节变化和地区变化都非常大。全年雨量有一半以上集中在夏季两三个月中，而冬季降雨量一般不及全年的10%。在华北和西北地区，这种情况尤为显著，因此就经常发生春旱、夏涝的现象。同时，根据历年季候风强弱程度的不同，各地每年降雨量的情况也有很大变化。在内地各省的同一地区，最多一年的降雨量，往往为最少一年降雨量的两倍以上；在华北和西北有些地区，则更会相差到10倍以上。碰到这种年景，就会遭到特别严重的水灾或旱灾。根据历史记载，我国自公元前206年到1936年的2,142年间，发生过较大水灾1,031次，旱灾1,060次。

数千年来，我国劳动人民就一直和水旱灾害进行不断的斗争，农田水利的历史可以追溯到很古老的年代。相传夏商时期，在黄河流域就已出现了“沟洫”，这就是古代用作灌溉、排水的渠道。在春秋战国时期，我国农田水利事业有了很大的发展。公元前六世纪楚国人民兴建了芍陂，它是

利用原有湖泊形成周围約 100 里的水庫。公元前四世紀魏国的西門豹和人民一起在鄴修建了 12 条渠道，引漳水灌溉。此后秦朝李冰父子和人民一起在四川兴建了我国著名的水利工程——都江堰，二千二百多年以来，一直为农业生产服务。除此以外，我国較大的水利工程还有引涇水灌溉的郑国渠，宁夏的秦渠、汉渠、唐徕渠，浙江的鏡湖灌溉区等。其他如遍布江南的塘坝工程，华北的水井、水車，西北的坎儿井、天車等等，也都是我国古代劳动人民与干旱作斗争的重要創造。

但是，我国的农田水利事业从唐朝中叶到清朝中叶的一千多年，发展速度十分緩慢。鴉片战争以后，特别是在国民党反动統治时期，虽然由于現代科学技术传入我国，出现了少数近代农田水利工程，但全国总的情况是破坏的多、建設的少，水利事业每况愈下。

社会主义制度为水利工作創造了广闊的前途。解放以来，我們不仅恢复和改善了在国民党統治时期受到破坏和缺乏养护的灌溉工程，并且大大地兴建了成千上万的农田水利工程，从而迅速地扩大了灌溉面积，同时灌溉机械化的程度也从无到有地迅速发展起来，对抗御旱涝灾害起了很大作用。

前面已經談到，我国的气候、地理等自然条件比較复杂，地域辽阔，各个地区对水利的要求很不一样。因此，目前我們已有的农田水利工程，还不能彻底抗御自然灾害。为了进一步摆脱旱涝的威胁，实现水利化，发展农业生产，

还必须继续贯彻党的方针和农田水利各项政策，因地制宜，积极而又稳健地大搞农田水利。

四、农田水利的范围和措施

根据我国农田水利实践中所取得的经验，农田水利的范围和措施包括改变、调节地区水情及改变、调节农田水分状况两个主要方面。

(一)改变和调节地区水情 地区水情主要是指地区的水利资源(天上水、地面水、地下水等)的数量和分布情况及其动态而言，它主要决定于该地区的自然条件，如气候、河流水文状况、水文地质条件等。不利的地区水情，往往是某一时期、某一地区因水量过多而引起洪涝灾害，或由于水量不足而发生干旱现象，影响农业生产。这些不利的地区水情可以通过人的活动加以改变或调节，创造适合于发展农业生产的有利环境。改变和调节地区水情的措施，一般可以分为以下两种：

1. 蓄水、保水措施 蓄水保水措施主要是通过大面积的田间蓄水以及谷坊、塘坝、水库、河网、湖泊、洼淀等，拦蓄当地径流和河流来水，改变水量在时间上(季节或多年范围内)和地区上(河流上下游之间、高低地之间)的分布状况。通过蓄水、保水措施可以防止水土流失，减少汛期洪水流量，减轻暴雨径流向低地汇集，增加枯水时期河水流量和干旱年份地区水量的储备。

2. 引水、调水措施 引水、调水措施主要是通过引水渠

道,使地区内部和地区之间或流域之间的水量互相调剂,从而改变水量在地区上的分布状况。用水时期借引水渠道及取水设备(水车,排灌机械等),自水源(河流、水库、塘坝、河网、地下水)引水。某一地区水源缺乏时,可借人工河道自水源充足地区调配水量。汛期某一地区水量过多时,则可通过排水河道将多余水量调运到地区内部的蓄水设施存贮,或调送到水量较少的其他地区,或排入天然河道。

以上两种基本措施,往往同时采用。改变和调节地区水情是一项很复杂的工作,不仅要采取水利措施,而且要配合农、林等其他措施,形成一套综合措施,才能够达到目的。

(二)改变和调节农田水分状况 农田水分状况一般是指农田土壤水、地面水和地下水的状况以及跟它有关的营养、通气和热状况。农田水分不足和过多都会影响作物的正常生长。农田水利的重要任务之一,就是要改变和调节不利的农田水分状况,为作物的正常生长创造良好的环境。一般采取的措施有下列两种:

1. 灌溉措施 按照作物的需要有计划地将水量输送和分配到田间,以补充农田水分的不足,改变土壤中的通气、热状况等,达到提高土壤肥力和改良土壤的目的。

2. 排水措施 借修建排水系统把农田内多余的水分(包括地面水和地下水)排泄至一定范围以外,使农田中保持适宜的水分、养料、通气和热状况,以适应农作物的正常生长。在盐渍化土壤地区,排水具有降低地下水位和排除盐分的作用,促使土壤脱盐,改善土壤的结构、水分和养料

状况。

具体到一个地区究竟采取什么样的措施，应该从全面出发，因地制宜，先做出农田水利规划。制定规划必须切实贯彻执行党的各项水利方针政策，并根据当地雨量、地形、水源、土壤等自然特点，和当地的劳力情况、经济能力、技术条件，在充分利用土地，充分利用水利资源的前提下，有计划、有步骤地作出战胜水旱灾害、保持水土、发展农业生产的全面安排。在工程的兴建上，要掌握巩固与发展并重，兴建与管理并重、数量与质量并重的原则，不但要考虑修建新的工程，还应考虑安排已有工程的改善、扩建，使它充分发挥效益。同时，要与中、小河流的流域规划结合起来，注意使公社与公社间、乡与乡间的规划相协调。许多农田水利工程，往往要涉及上下游、左右岸，涉及几个乡、几个社，这就需要上下游和联合几个公社进行统一规划，统筹兼顾，全面安排，按照有利发展生产、互助互利和加强团结的原则，用民主协商的办法，合理使用水利资源，解决上下游、左右岸和各单位之间的矛盾。

* * *

本书将分别介绍引水工程和蓄水工程(利用地面水源)、地下水和水井(利用地下水源)、提水工具和排灌机械、治涝排水、水土保持、盐碱地的改良以及灌溉管理等方面的基本常识。

第二节 引水工程和蓄水工程

利用地面水进行灌溉，在我国广大地区有着优越的条件。地面上的水源，除了江河湖泊、小溪小沟的水以外，还有降雨以后的地面径流水。利用地面水灌溉，一般要设置一些工程设施来引水和蓄水。工程设施可以分为引水工程和蓄水工程。

引 水 工 程

天然的河流、泉溪，水量充足，是灌溉农田比较可靠的水源。引用这种长年流水进行灌溉，是最好的办法。在河水比田高的地方，只要在河堤上设一个进水闸或涵洞或虹吸管工程，就可以把河水送入渠道里灌田了。但是一般情况下河水常常低于农田，如果想引水自流灌溉，必须在河道的上游选择一个适当地点，开设渠口，借其有利地形挖一道引水渠，驱水流到灌区后，高于农田，才能自流灌溉。假如河水太低，依靠往上移动渠口，还不能够解决问题，或者因为渠口上移太远了，渠道加长，工程过大，很不经济，这时就有必要筑一道拦河坝，抬高河水位，引水到农田里。有时，因为河里的水量不够充足，需要引其全部或大部的水量用来灌溉，或者因为河的坡度太陡，如不筑坝则河水都要顺势下流，引不到渠道中去，也需要筑一道拦河坝逼水入渠道，

以利灌溉。为了进一步说明,下面分成三个部分介绍。

一、渠首工程

建造渠首工程的主要目的在于能够从河里引进足够的水量,以保证水面有足够的高度,并且能够防止大量的洪水和泥砂冲入渠道里,这样就必须选择一个合适的渠首位置和建筑必要的工程。

渠首工程大致分为有坝引水与无坝引水两种:

(一)有坝引水工程 主要建筑物可以分为拦河坝、进水闸和冲刷闸(图3)。

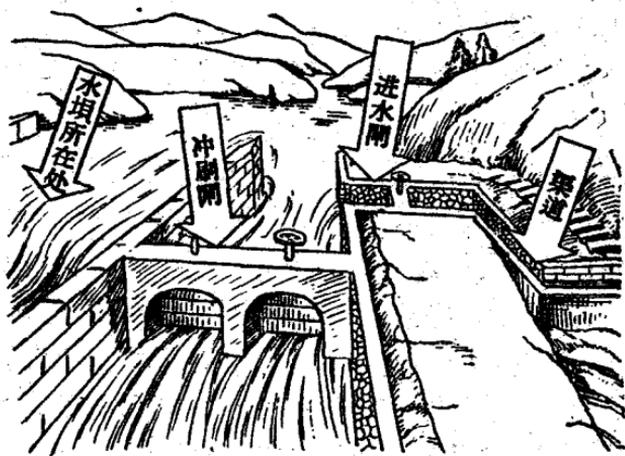


图3 渠首工程

1. 拦河坝 就是在河里造一座不太高的拦水建筑物,可以把水位抬高到一定高度,而让多余的水仍从这个坝顶

通过流走。坝的方向，一般和水流成垂直，有时也可以与水的流向成斜交方向。

关于选择坝址和渠首工程的布置，应该根据以下条件来决定：

(1) 筑坝地点，要在灌溉区内最高田块的上游。当然，地位越高，坝身可以低些(坝的造价可降低)；但是坝的位置高了，若距离灌区过远，渠道加长，也要增大工程费用。所以在选择坝址时，对这两点应该作好比较，总之以工程经济、引水便利为好。

(2) 选择河道比较平直、河面不要太宽的地方。河面太宽，坝身就要加长；河面太窄，洪水时期上游水位涌起得太多，都是不适宜的。

(3) 坝址应该有坚固不易透水的基础和比较固定的河岸，并且要注意防止筑坝后使河道发生改道的危险。

(4) 一般情况，渠首工程的布置，拦河坝与河水流向垂直，坝的一端或者两端设进水闸，必要时在坝上做冲刷闸。

关于拦河坝的建造及其种类：

(1) 拦河坝身的高度 拦河坝的高度，在选择坝址时，就已经大致确定。但是，需要预先知道灌区内的地形，计划灌到那里，就由那里的支渠向上推算。渠水水面应该略高于田面，然后根据渠道的坡度，从支渠推算到干渠，一直推算出渠首的渠底高度。坝的高度应该视河流的流量、坝的长度、坝的形式、原有水深和需要抬高的水位等而定。

(2) 拦河坝的建造

坝的基础 坝的基础以岩石基础最好，建筑时要把表面的风蚀岩层挖去，然后凿成齿形（如果有轻微裂缝，可以用灰浆填塞）。粘土及重质壤土都是很好的基础，但是应该将上层松软的泥砂挖开，必要时应该挖基槽。砂砾基础比粘土承载力强，但是比较容易渗漏。为了防止渗漏，可以在靠水一面坝脚附近添一道隔水墙或者做几道隔水墙。还可以加宽坝身的基面，或者打桩加强承载能力。泥砂基础只适于建造矮小的坝，并且要做截水墙或者打桩（图4），以防漏水和坍塌。

坝身 坝坡越平缓越安全，但是比较费工费料；坝坡越陡，工料越省，但是不如缓坡的坚固。坝身的坡度与高度关系很大，低的就要陡些，高的就要缓些。平缓的坡度，可以降低水流的速度，避免冲坏坝脚。



图4 拦河坝基础工程

护坦与护岸 水流滚过坝顶，水势湍急，在紧接坝脚的下流，应该用砌石或者混凝土等做一段护坦，以防止冲刷河底。同时，在坝的上游引水口处的两岸，也要铺砌块石等护岸，因为在洪水期的冲刷很厉害，常常由于河岸的毁坏而影响渠首工程的安全。

坝的施工 在比较小的河流里筑坝，多在枯水季节，因为水量不大，可以在坝址旁边开一条引河，或者先开好引水渠，以排泄上游的来水，进行筑坝，完工后再行堵塞。在比较大的河流中，枯水期水量也大，施工时就要分段施工，留一段作为排水道，并且造临时围堤，把造坝的地方围住，把水排干，方可进行工作。

(3) 坝的种类 各地的小型坝(堰)；由于对它的要求不同和就地取材的条件不同，种类很多，常见的有以下几种：

干砌块石坝 是用块石堆成的坝，铺面的块石应该尽量大，以防被水冲走。如果基础不是岩石，坝下面的坡脚可以看情况加打木桩，这种坝渗漏很大，应该筑在水源好、水量大、不容易流干的河流中(图5)。

堆石坝 在软性砂、泥河床，不适宜建筑坚硬而又整体的坝身，因为基础容易沉陷，使坝发生断裂。作堆石坝可以避免基础沉陷的影响。为了防止坝身滑动渗漏，应该修筑2—3道隔水墙，并且在第一道隔水墙上填筑粘土，层层夯实(图6)。

木石坝 这种坝不宜过高，一般多在2米左右。它的

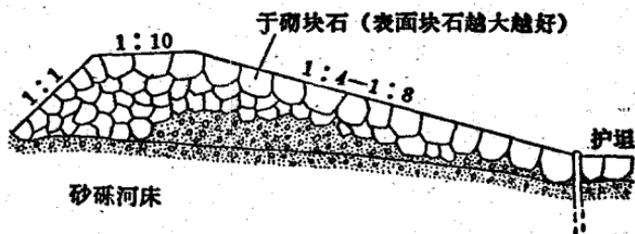


图5 干砌块石坝



图6 堆石坝(单位:厘米)

做法每隔 1 米打木桩一根, 深入河床 1—2 米, 坝身中间用斜撑支持, 以挡住水流和石的冲击力, 或者在河道中打木桩数排, 做成阶梯式, 桩间就地取用砂和砾石填实, 面层铺砌大块石(图 7)。

竹笼坝 在盛产竹、石的地区, 适于建筑这种坝。用竹篾编成圆柱形的笼, 长度看具体情况而定。笼内放大小卵石, 交错横叠起来。并且可以在上游面填土, 土面上铺砌大块石, 以防冲刷(图 8)。

混凝土坝和其他种类的坝 因为造价比较高, 技术性比较强, 必须经过详细设计, 就不在此介绍了。

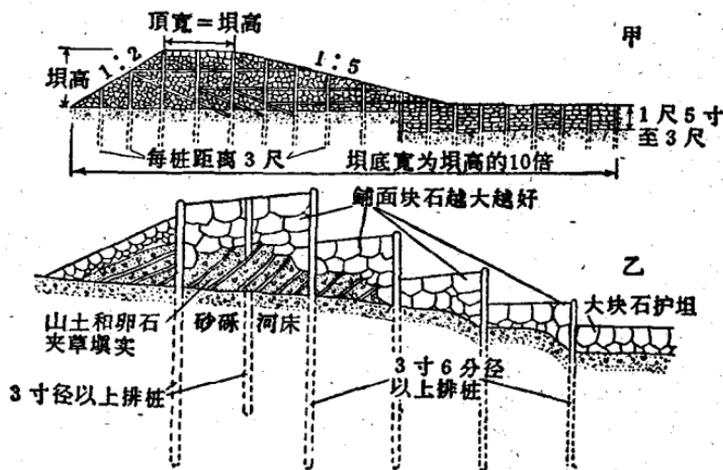


图7 木石坝

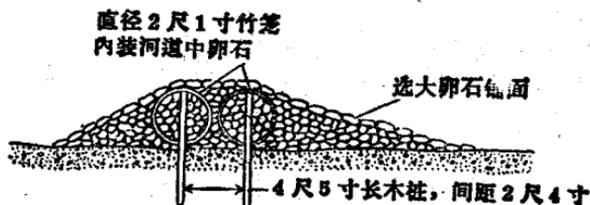


图8 竹笼坝

2. 进水闸与冲刷闸 建造拦河坝的地方设一进水闸，一般是在引水入渠的进口处安装一道闸门，为了便利导引河水控制进入渠道内的流量，在洪水时期，由于闸上砌有胸墙，可以防止洪水冲刷，以免破坏渠道。

闸孔的大小，是根据灌区内农田需水量来决定的，进水

閘的底，一般要比河底高出 30 厘米以上，免得河砂流入渠道里去。

冲刷閘的位置，应该在靠着进水閘旁边的坝身上，閘門也安装有閘板，可以随时开关，以便把停留在坝前的泥砂淤土冲洗出去。

(二)无坝引水工程 无坝的渠首工程，就是单設进水閘或涵洞，或只有喇叭形的渠口，导引河水入渠。选择渠口位置应该注意以下的一些問題：

1. 如果河的两岸坚实，水流稳定，可以就岸側开挖渠口，設进水閘引水入渠。进水口設在凹岸容易被冲刷，設在凸岸容易被淤塞，要根据具体情况增設护岸工程，或在对岸建挑水坝(丁坝)。

2. 如果河中水流散漫分歧，可以选择水流順暢、不容易淤塞的地方設进水閘引水。如果水流分散，进水困难，可以根据地形在渠首修筑一个导水魚嘴(图 9)，其作法和作导水墙相似。如果水量过小，可以按照魚嘴向对岸斜拦一道临时坝，长度应该不小于河寬的 4 倍。

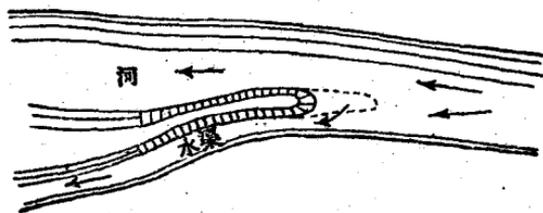


图 9. 导水魚嘴

3. 如果河流沿岸多砂滩，进水閘的位置可以距离河道稍远一些，最好設在洪水淹沒不到的岸边，閘前挖引水渠，导引河水入閘。

4. 无坝引水工程的进水口，最好設在河槽固定、河道开始微有弯曲的外側——凹岸（图 10）。因为設在这里，河水流向的变迁比較小，閘前

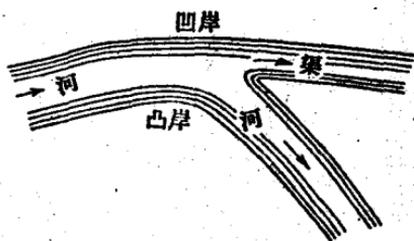


图 10 凹岸

不致停淤。渠首段的渠道方向与河水主流所成的角度，通常应该在 60 度以内，可以减少泥砂入渠的机会。

二、渠道工程

灌区内渠道的分布，应该自大而小成为一个有系统的布置。渠道的級数，随灌区的大小而有所不同，一般可分为 4 級（干渠、支渠、斗渠、农渠）或 3 級（干渠、斗渠、农渠）。农渠以下，根据具体情况开挖毛渠及小毛渠，也可以由农渠直接向灌溉沟或者灌溉畦灌水（图 11）。

灌区渠道除灌溉系统以外，还要布置排水系统，以排泄灌区的过量雨水和渠道废水。在有土壤盐碱化威胁的地区，还要排泄地下水，控制地下水位的上升。排水系统，除根据农渠布置和田面坡度开挖以外，各級排水渠道应该尽量利用天然排水沟，如果附近没有天然排水沟可以利用，就

要开挖斗排水沟、支排水沟，以通到天然的排水沟渠或河道里。

(一) 渠系布置

1. 干渠路线要能够控制所灌溉的全部田亩，通常都用平缓的坡降，沿着灌区的最高地带前进。如果灌区地形是起伏呈波浪状的，支渠可以尽量

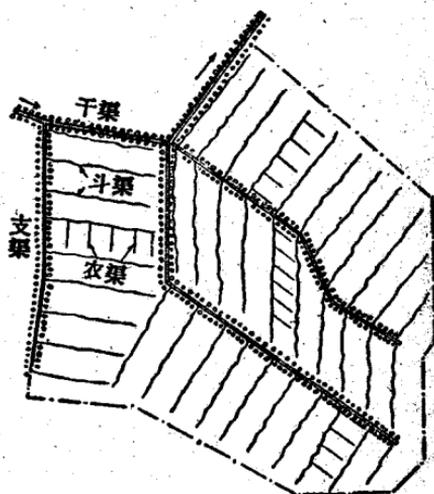


图11 渠系

沿着坡脊而行，这样中间高、两旁低，可以灌溉两边田地，斗渠可以大致与支渠成垂直方向，以灌溉两边的田地。

2. 如果灌区形成一致的坡降，渠系的布置除干渠的部位仍与前述的相同以外，如果支渠以平缓的坡降横越地形的主要坡度，位置在灌溉田亩的最高地带，则斗渠可以顺着地面的坡度输水下行，向两侧农渠分水。如果支渠沿着地形坡度下行，斗渠则以平缓的坡降，横越地形的主要坡度，向一侧的农渠输水。

以上两种布置方法，采用那一种合适，应该根据具体地形详细加以比较。总之，以输水便利、工程经济为原则。

3. 选定渠线越直越好，但是限于地形，常常要有弯曲，

弯曲宜緩不宜急，以便輸水，避免淤、冲而破坏渠道。干、支渠的弯曲比农渠更加要緩和一些。渠道的坡降越陡，断面越小，工程越經濟。但是渠道太陡了，水流就急，容易把渠底、渠坡冲毀。坡降太平了，水流緩慢，断面就要加大，同时水流慢了，渠道容易落淤。适当的坡降要根据渠水的深淺和渠道的土质而定。

(二)渠道横断面 渠道断面的大小与所灌溉的田亩面积大小、作物需水量多少和灌溉制度有关。作物需水量多少又随作物种类及地区而有不同。設計时应该根据相同地区的先进經驗数字（灌溉試驗的数字和劳动模范的經驗数字）来决定。

渠道断面的形状多屬梯形，有窄深式和寬淺式的分別。山边渠道土质比較好的或是石质的，可以采用比較窄深式的断面；平地渠道坡度平坦的，多采用寬淺式断面。

三、附屬工程

灌溉渠系中的輸水設備，当然是以渠道为主，但是为了調节和控制水流，或者为了通过山谷河澗、跨过河流、横穿道路时，或者为了防止渠道的冲刷淤塞，就非要借助于附屬工程不可了。附屬工程按照作用的不同，可以分为控制性工程、交叉工程、防冲工程、防淤工程和泄水溢水工程等几种。

(一)控制性工程 控制性工程除了渠首的进水閘以外，在渠道上还有两种：

1. 分水閘 就是把渠道內的水量依照一定的比例分配到次一級渠道內，以供应这渠道範圍內的农田用水（图12）。

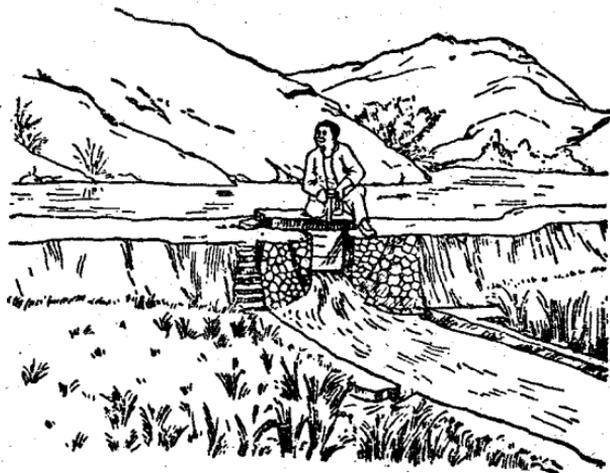


图12 分水閘

2. 节制閘 它是横建在渠道上的閘，用来抬高水位，以便上游渠道引水灌溉（图13）。

(二) 交叉工程 交叉工程可以根据渠道經過的地形情况，分別采用：

1. 渡槽和隧洞 当渠道越过谷澗、河流和山石时，如果渠道的位置比較高，可以修筑渡槽来跨越，如遇山石阻拦，可以开挖隧洞通水（图14）。

2. 涵洞和倒虹吸 当渠道位置比較低时，可以修涵洞



图 13 节制闸

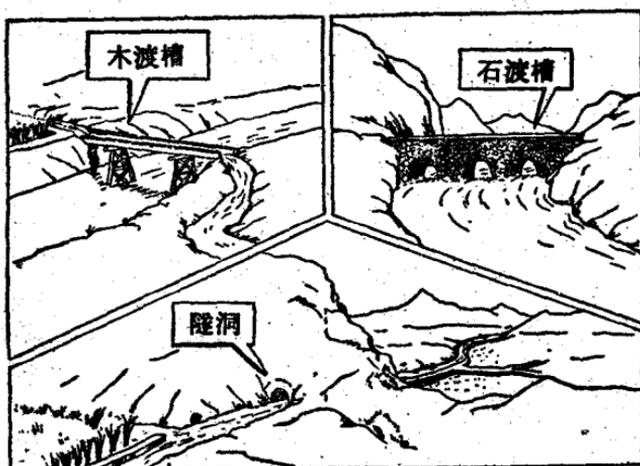


图 14 波槽和隧洞

或者倒虹吸以通过道路或河流的下面。相反，小的溪流水沟也可以从涵洞或者倒虹吸通过渠底(图15, 16)。

3. 桥梁 渠道与道路交叉，一般都修筑桥梁通过渠上。



图 15 涵洞



图 16 倒虹吸

(三)防冲、防淤工程

1. 防冲方法 如果渠道冲刷多而坡度太陡，可以采用直立式或阶梯式跌水(图17)，减低水流的冲力；或利用峻陡的斜坡，使急流而下，紧接在坡下，利用消力槛、静水池等建

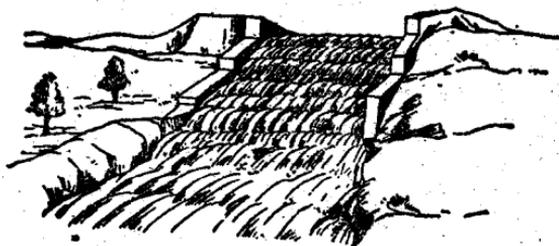


图 17 阶梯式跌水

筑物来消除减低冲刷力。如果当地取石方便，也可以砌护渠床，以防冲刷。

2. 防淤方法 在渠首段节制閘或者分水閘之前，建立沉砂池和冲刷閘，可以沉淀和冲洗由进水閘进入渠道的泥砂。

蓄水工程

蓄水方法常見的有两种：一种是在山谷的适当地点筑坝拦蓄溪流或雨、雪、水，叫做小型水庫，又叫做山塘；一种是选择坡地或平地的地势能够收集雨水的地方挖塘蓄水，叫做平塘。山塘一般是自流灌溉，平塘多数要提水灌溉。

一、小型水庫

小型水庫的組成，主要包括庫址、土坝、溢洪道和放水設備四个部分。庫址在土坝的上游；溢洪道一般設在庫旁山坡比較低的缺口，或者在坝端山坡上开挖；放水管設在坝身的下面，与輸水沟道相連接（图 18）。

（一）庫址的选择 建筑水庫要选在山谷狭窄、谷内广阔、集水面积大和坝基坚固的地方，才能够建造比較短的坝，并且具有容水量大的庫址。要細心察看庫底和坝基有无漏水孔隙（如岩层裂縫、断层等）。如果透水严重（或者有漏洞）不容易填塞时，就要另外选择庫址。此外，山坡上有无比較低的山腰适合做溢洪道的地点和取用建筑材料是否

方便等,也应该考虑。

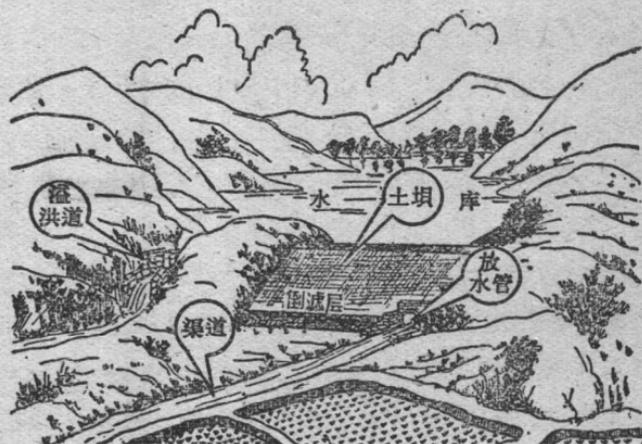


图 18 小型水库示意图

(二)蓄水量的计算 先决定灌溉作物的每亩灌溉需水量,然后算出所需要灌溉面积的总灌溉需水量,同时估计水库的集水量。二者比较,定出计划蓄水量;再根据计划蓄水量,从水库的蓄水容积中求得蓄水的深度。

1. 决定灌溉需水量 灌溉需水量是指灌区作物在生长期間由于常常遇到干旱,需要依靠灌溉来维持它生长所需要的水量。灌溉需水量因为作物种类和地区不同等而各有分别。我国南方水稻地区,大约有 30—60 天的早期需要灌溉,每亩灌溉需水量大约是 180—300 立方米;北方棉、麦等旱作物,大都需要灌溉 3—5 次不等,冬小麦每亩灌溉水量大约是 150—200 立方米,棉花大约是 100 立方米。确实的

灌溉需水量，要经过长时期的观测试验分析，才能够确定，最好参照临近灌区的用水经验，或者向有经验的农民询问，作为估算的根据。

2. 估算水库集水量 根据实测集雨面积和当地历年的平均降雨量，两数相乘以后，再乘径流系数^①，求出来水量，然后再扣除蓄留在水库期间内的蒸发渗漏损失量，就得出水库的集水量。

3. 确定计划蓄水量 有了总灌溉需水量，还需要加入一部分多贮存的水量，这项水量是为储备在水库期间内因蒸发和渗漏而损失的容量。水库的渗漏，在选择库址时已经注意和进行了必要的处理，但是往往不可能完全杜绝发生，因此有必要把一部分渗漏损失计算进去。蒸发损失是水库水面面积和当地蒸发量相乘的积。如果蓄水期间雨量和蒸发量相差不多，也可以不加计算。有了总灌溉需水量和蒸发渗漏损失的估计数，得出二者的总数，就可以和水库集水量互相做比较了。如果水库的集水量大，就说明水是够用的，这时就可以确定用总灌溉需水量加损失量，作为计划的蓄水量。如果水库集水量小，计划蓄水量就只可以用水库的来水量为准；至于灌溉面积，当然也就比原来要求的要缩减一些了。

(三) 土坝

^① 径流系数，是指因降雨所产生的径流百分数。雨水降落地面以后，因为蒸发和渗漏，会损失掉一部分水量，并不是全部变为径流。

1. 坝高 坝高决定于蓄水深度、溢洪道溢水深和坝顶出水高三个数值(图19)。蓄水深度在计算水库蓄水容量时可以得出;溢水深度要看洪水流量的大小和溢洪道断面的大小而定(参看溢洪道部分);出水高度是为避免洪水过大、风浪冲击、发生漫流越顶情形而附加的高度,一般低坝的出水高度多采取1米。

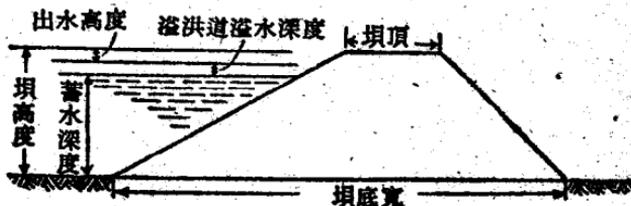


图19 坝高的决定

2. 坝的断面 为了承受库水对坝身的压力,坝身要有足够的断面。断面的形状为梯形,断面的尺寸要依照坝身的高度和筑坝材料的具体情况而定。

3. 护坡 土坝迎水坡面常常遭受波浪和其他飘浮物的冲击,背水坡也会因为雨水冲刷或被兽类挖掘洞穴而招致损害;必要时要做护坡防护。迎水坡一般用砌石护坡;背水坡面用草皮护坡就行,如果有多余的石料,也可砌石护坡。

4. 排水设备 土坝总是会透水的,坝基渗流的发生也难以完全避免,这对坝身的安全都有一定的影响。为尽速排出透过坝身的水,要在坝脚处用透水性比较大的材料(如砂、石等)铺设堆填成倒滤层,作为排水设备。

5. 土坝的种类 建造土坝，根据土质和坝基的情况不同，有下面几种：

(1) 均匀土质坝 凡基础是不透层，或者稍加清理就可以达到不透层，有良好的砂性粘土，壤土作筑坝材料时，可以采用这种坝(图 20)。适于筑坝的最好土质是含砂 50—70%，含粘土 30—50%。



图 20 均匀土质坝

(2) 粘土心墙坝 当基础为透水层，但是距离原地面不深有不透水层，又缺少优良土料筑坝时，可以在不透水基础上单筑一道粘土心墙，以减少土坝透水(图 21)。

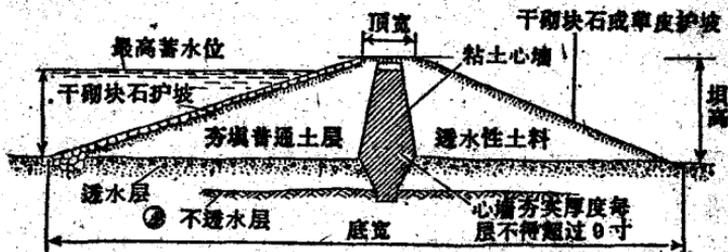


图 21 粘土心墙坝

(3) 斜墙坝 当坝基为很深的透水层，不能筑粘土心墙时，可以在上游坝坡筑一道防渗斜墙，并且在库底加筑防渗护坦（图 22）。



图 22 斜墙坝

(四) 溢洪道 溢洪道是为防止洪流漫过坝顶而设的，所以要预先估计当地的洪水流量，才能够规定它的断面大小。溢洪道的底高应该相当于蓄水水位，或者略高于蓄水水位，以便随时把超出蓄水水面的多余水量溢泄出去。

溢洪道的断面一般采用长方形，它的宽度根据溢洪道的溢水深度和洪水流量而定。溢洪道最好在坝身以外山坡比较低的缺口处开挖，使洪水溢出以后，能够顺着天然的沟道流走。

(五) 放水管 放水管是输送库水、灌溉农田的通道。要力求开关方便、经久耐用和不漏水。小水库上常用的放水管，是由一个平放水管与一个斜向进水管互相连接构成。平放水管设在坝身底部，斜向进水管设在库内临近坝端一侧的山坡上。斜管上面备有进水孔。阶梯是供人在操纵

孔塞放水时上下通行用的。閘門平时是密閉着的，当清理庫底需要将水放干时使用（图 23）。

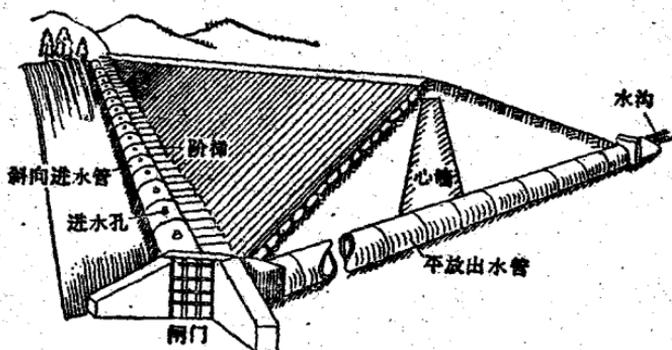


图 23 放水管

进水孔径和放水管断面的尺寸依照引水量来决定。引水量是依照灌溉面积、需水情况（就是每次灌水深度和每灌一次能够维持多少天、几天轮灌一次等）推算出每天应该灌溉的亩数和应该引进的水量来决定的。

二、平塘

一般在平地上挖的塘叫做平塘。平塘大都没有经常的水流作为水源，主要依靠蓄积雨水。蓄水面多在地面以下，需要戽水灌田，一般蓄水量也不大，故适宜于解决比较小面积内的灌溉问题。

（一）塘址的选择 选择平塘塘址要注意两点，第一，要选择在地势比较低、有足够雨水来源的地方，如果集雨面积

不够,可以适当开挖引水沟以增加集雨范围;同时也要注意要有排水的地方,因为塘水蓄满以后,多余的雨水应该有一定的地方排除。第二,要土质细密,土层厚实,塘底不漏水或者漏水现象不严重;如果塘底是砂层或者卵石层,就容易漏水,应该避免;在选择塘址时,或者在动工前,最好先挖一个试坑,查看有无漏水的土层。另外,在水土流失严重,容易淤积的地方,还应该注意防淤。

(二)蓄水量的决定 由于平塘蓄水是挖1方土蓄1方水,所以能够蓄多少水,能够灌多少田,就要看挖得多大多深。如果1亩田需要灌溉水量为180立方米,则1亩面积的塘蓄水8寸深,就可以灌溉1亩田。照这样计算,10亩大的塘,挖9尺深,蓄满了水,就可以灌溉100多亩田。

(三)塘工建筑 挖塘时,塘的周围不要挖得太陡,应该留给适当的坡度,以免坍塌。挖出来的土也不要随便乱堆,最好堆在周围地势比较低的地方,但是要注意不要阻塞雨水入塘的道路。最好在塘埂下面埋设几个进水管或者留适当的进水口。又堆土不要靠近塘边,以免被雨水冲入塘中,淤塞了塘。如果挖出来的土很多,可以把土堆填平,栽培作物,减少筑塘占地的损失。

平塘全靠挖方蓄水。根据上述需水量计算,每亩田至少要挖土180立方米土,如果每个工能够挖3立方米土,每亩田就需要负担60个工。平塘不可能挖得太深,占地的比例也比较大,用水的时候戽水还要用很多人工,而经济效益比较低。所以,应该结合搞副业,如养鱼、养藕等,以增加收入。

第三节 地下水和水井

利用地上水灌溉,比較經濟方便,但是,在我国秦岭、淮河以北,降雨較少,地表水源不能滿足灌溉及其他用水的需要。特別是西北、华北和內蒙古地区,地表水源更較缺乏,需要依靠地下水来解决灌溉和人畜飲水問題。另外,在現有一些利用地面水的灌区中,还有相当一部分地区的灌溉用水保証率較低,为此,也需要将地面水和地下水綜合开发利用。我国广大地区都蘊藏着丰富的地下水利資源,特別是华北平原可資利用的地下水尤为充沛,这給开发利用地下水提供了优越条件。

一、地下水的来源

地下水的主要来源是雨水。雨水落到地上以后,除了一部分被太阳晒成水蒸汽回到空中,一部分沿地面流入河道以外,剩下来的水就渗入地下成为地下水。因此,一个地区的地下水是不是丰富,就决定于当地的气候、地势、地层、地质的条件。在降雨量大、蒸发量少的地区,地下水就比較丰富。在同样气候条件的地区,那就要看地面流走多少和渗入地下多少才能决定。雨水渗入地下的多少,还和地层、地势有密切的关系,在地层疏松或有裂隙的地方,雨水容易渗入地下貯存起来,所以疏松的地层就叫透水层或含水层;相反地,密致坚硬的地层,雨水渗入很少或渗不进去就叫不

透水层或隔水层。在一个地区里要是疏松地层的面积越广，厚度越大，地下水就越多。某个地区的地下水储量多少，是根据地层的埋藏情况、面积、厚度和疏松程度来计算的，这叫做地下水静止储量。

在地势比较低缓的地方，地面水流得慢，这样便增加了渗入地下的水量。水到地下以后，还要继续流动，和在地面上一样也是由高而低，不过流得很慢。流动的快慢除了受土壤疏密的影响以外，还受地势陡缓的影响，所以在地势低缓的地方，除了在当地下雨时渗入的雨水以外，还有别的高处的水从地面流来后渗入地下的，或者从地下流来的。对这种能流来供给的地下水，就叫做地下水动力储量。

科学上把不同地层、地下水在其中流动快慢的条件，叫做地层的渗透系数。地层越疏松，渗透系数也越大。地层中地下水流的快慢，同时受着地层陡缓的影响，陡缓的程度叫做坡度。渗透系数乘坡度，再乘以地下水流经过的横断面积，便得出地下水的实际流量。

二、地下水的主要类型

地下水埋藏在地下透水层(如砂石、砾石、砂砾土、裂隙岩层等)中，根据不同埋藏条件，可分为潜水、层间水、裂隙水和溶洞水。泉，是上述任何一种水流出地表所形成的。

(一)潜水 潜水是在地表以下第一个隔水层以上的地下水。这种水埋藏在地下不透水或弱透水层之上。其主要

特点是在含水层上面没有连续的隔水层复盖。在自然界中潜水分布极广，除了极少数的地区以外，几乎到处都可以找到。潜水水位、水质、水温常因气候的改变而改变。最明显的例子是，旱时井水水位也随之降低，雨水多时井水水位也跟着高起来。潜水表面叫做潜水面；含水层下面不透水的岩层叫做隔水层。当隔水层是倾斜时，潜水顺坡流动，叫做潜流。当隔水层成盆地、凹地时，潜水不动，叫做潜湖。潜水的主要来源是渗入土层的降雨，在靠近湖泊、河流、水库的地区，潜水也可能从附近地表水得到补给。反过来，在河流的枯水期，潜水又能补给河水。有些平原河流，特别是河流的下游，由于大量的淤积使河床抬高，河水位经常高出两岸地下水位，河水长期补给潜水。此外，在进行灌溉的地区，特别是水稻地区，地下水位往往随着灌溉季节而有所变化(图 24)。

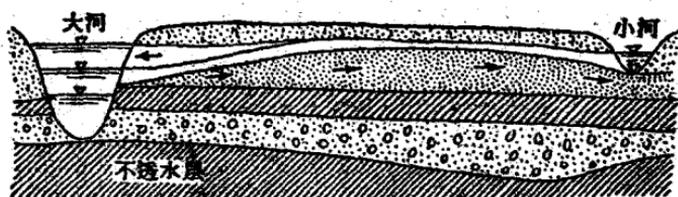


图 24 河间地段的潜水流动情况

(二) 层间水 在两个不透水层之间的含水层中的地下水叫层间水。这种地下水的上面和下面由于有不透水层的

限制，水面不能任意变化，又因为地层很难是完全水平的，含水层中不同位置上受限制的水面就有相对的高低，最高的一点的水面叫水压面，其他各点的水面和这个最高水面的高差，就叫水头。当我们在某一点打井穿过含水层上面的不透水层时，水就会被因有水头而产生的压力从井孔中压上来，高出这点的含水层，一直要到和水压面的高度相平才停止。这种含水层里的水，叫做压力水；这种层间水就叫做承压的层间水。另外，还有无压力的层间水，那就是说这层水没有把上下两个隔水层之间的含水层填满，水面是自由水面，打井打到这一层时也不会发生有水往上冒的现象。无论是有压力或者无压力的层间水，都可以叫深层地下水。有时压力水层中的水压面也许很高，而我们打井的地方的地势正好较低，井口的高度还低于水面，地下水就可涌出地面来，这种井就叫做自流井(图 25)。

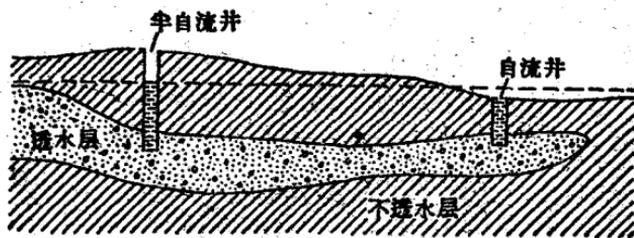


图 25 层间水与自流井

层间水一般离地面较深，因此利用起来不那么方便，但是它上面有不透水层，可以不受当地当时气候的影响，能够

經常地保証一定的供水量。所以层間水，尤其有压力的层間水，有很大的利用价值。

(三) 裂隙水及溶洞水 裂隙水是保持在岩石裂縫中的地下水。这些裂隙相互連通，地下水在其中流动。裂隙水可能是有压力的，也可能是无压力的，这主要由补給区和地层的构造而定。由于水的作用而使石灰岩受到侵蝕，并溶蝕成裂隙及岩洞，这时洞隙中的地下水叫做溶洞水，或叫做“喀斯特”水。

(四) 地下水泉 地下水由于自然条件的影响而露出地表时就叫做泉。泉的补給来源可能是潜水，也可能是层間水。

三、灌溉对地下水质的要求

灌溉水应当有适宜的温度，并应当不含对庄稼有害的盐类，而且无害盐类也不应该超过許可的浓度。用于灌溉的地下水应符合下述要求：

(一) 地下水温 灌溉水需要有适宜的温度，深层的地下水水温都比较低，一般在摄氏7—12度左右，因此，在进行灌溉以前，最好事先在寬淺的水池中晒暖。

(二) 地下水含盐量 灌溉用水的含盐量是根据作物种类、灌溉土壤及其底层土的特性等而定的。地下水可溶性盐类的含量，一般小于1.7克/升时，对作物无害；到1.7—3.0克/升时，如用来灌溉，应该采取适当措施；超过3克/升时，一般就不能用来灌溉了。

地下水的水质应根据水质分析来确定，在沒有化驗水质的条件下，可以采用一些簡易的办法。例如：1. 煮試：是取出井的地下水样，根据煮干后沉淀多少来判定水质的优劣，沉淀过多的水质不好；用地下水煮食物，食物容易煮熟的，水质好。2. 味試：水味淡的水质好，苦的則含有盐碱质。3. 称試：分別以容器装水称其重量，越輕的水质越好。4. 紙帛試：把水洒在白紙上，干后如果沒有痕迹，就是好水；如呈紅、褐色小点，是水中含有鉄质；如有发亮的白点，表明水中含有盐碱。

四、地下水的勘测方法

在进行地下水的开发利用时，应该全面了解地区的地下水状况。一般來說，应该掌握以下資料：地质的构造，包括岩性、地层构造等；地下水的类型；地下水的分布和埋藏条件，如含水层的特性、厚度、埋藏层次及深度、地下水儲量等；地下水与地面水的关系；地下水的补給和排泄条件；地下水的物理、化学性质等。

这些資料可以通过实地調查或水文地质勘测、钻探和試驗分析等方法获得。实地調查时，应该进行地质地貌的測繪，了解各种地面水源、泉水和旧井的情况，看看水深及其年变化規律、水量和水质等情况，还可以应用我国劳动人民长期积累的一些寻找地下水的方法，进行初步勘测。对寻找淺层地下水的群众經驗，一般可归納为以下几个方面：

(一) 观察地面温度和干湿程度 地下水位較高的地

区,在不同的季节里,地面的干湿程度与邻近地区不同。如春季融雪早,冬季結冻晚,夏季地面經常潮湿,日晒后温度升高較慢,秋季常見有水蒸汽上升,黄昏时地面很潮湿的地方,往往有淺层地下水。

(二)观察地形和岩石的情况 在平原或河、湖沿岸地区,地下水多接近地面,如在两河汇流或河道弯曲的地方,常可找到丰富的地下水源。在河流流量驟減的地段,其下游附近,往往有地下潛流。在山区地下水埋藏較深,一般在群山环繞的洼地,或地面坡度突然变緩的地方,以及在两山出口和有砂砾石的山脚附近,都可以找到地下水源。在白砂土地区,可以找到泉水。地表是石灰石,下面是砂岩,則在层間有地下水。

(三)观察动物活动与植物生长情况 有青蛙、蝸牛、螞蚁聚集的地方,以及有馬蓮、黄花、蘆葦等丛生的地方,往往有水质良好的地下水源。

当根据实地調查或利用简单的勘测方法所获得的資料仍不能滿足要求时,应采用钻探或物理勘探的方法作进一步勘探。淺层钻探的钻机有冲击式和旋轉式。如果仅要了解地层的构造(不取土样)可用錐探。錐探是用圓鉄棍作鉄錐来钻探的,鉄棍的一端制成棱形,用人工向下穿戳,凭施錐时的感觉来判別地质层次。在这方面,山东、河南、山西、河北等地的农民有不少經驗:下探省力,土层发軟,几乎沒有声音的,是黃土层,含水很少;下探費力,向上提钻困难,是粘土层,含水更少;下探非常光滑,粘钻的是胶泥层,不含

水；不粘钻的是流泥层，打井时不易穿过，也没有水；下探有声音，又不粘钻的，是砂层，声音越大，土粒粗，含水也愈多；下探震手，又不好拔钻的，是砾石层或砂砾层，水量更大。

深层钻探时，大多数都是用旋转式钻机进行的。通过钻探可以了解土层分布情况，含水层和隔水层的岩性、厚度及埋藏深度。在钻孔中取水样。最后还可以利用钻孔作灌溉井使用。

地下水勘测有时也采用物理勘探的方法，物理勘探中最常用的是电探方法。电探法可以查明地质构造、地下水位、水质和含水层厚度等，操作简便。

五、地下水的取水建筑物

由于各个地区的地貌、地质、水文地质条件不同，地下水开发利用的方式和取水建筑物的结构也各有不同。一般有筒井、管井、坎儿井、截潜流等形式。

(一)筒井 筒井就是一般所谓的砖井或石井，井筒多用砖、石、木等材料衬砌。它的特点是结构简单，建筑和检修容易，能就地取材，所以成本很低。但筒井只能取用浅层地下水（潜水），出水量不大，且不够稳定（图 26）。

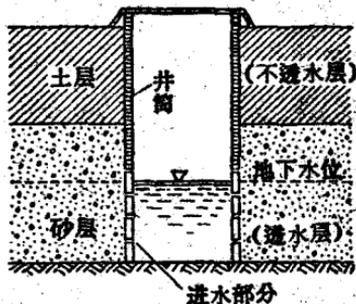


图 26 筒井示意图

由于地下水埋藏深度和地层情况的不同，筒井的深

度也不一样，一般为10—20米，也有深达40—60米的。筒井穿透整个含水层的，叫做完整井；穿达部分含水层的，叫做不完整井(图27)。筒井的横断面一般多做成圆形，纵剖面往往是上小下大的形式。做成的这种形状有：灯罩形，瓮形，口小肚大，等等。

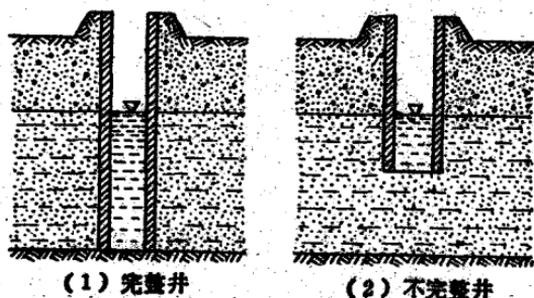


图27 完整井和不完整井

筒井由三部分組成：第一部分是井台，是筒井的地上部分，起保护井身、安放提水机具的作用。为了防止污物、泥砂进入筒井，并使出水方便，井台应该高出地面约0.5—1米，井口最好加盖。第二部分叫井筒，也有叫旱筒的，是井中水上部分。第三部分是进水部分，也叫水筒，是井中的最重要的部分。进水部分做得好，能保证地下水正常入井，出水量也多。做得不好，泥砂随水入井，日久将井淤塞，使井内容积变小，由于进水断面减小而增加进水的阻力，出水量就小了。为了恢复井的出水量，往往不得不进行掏井。因此，筒

井的进水部分的结构很重要,一般在井壁都要衬砌(当含水层为坚硬的裂缝岩石时,可以不衬砌),或修筑滤水层。

滤水层有井底的和井壁两种。如果筒井是不完整井,为了控制从井底往上涌砂,则必须做井底的滤水层,其构造如图 28。做井底滤水层的步骤是:在厚度 3—5 厘米带有许多小孔的圆木底板上,铺一层 0.3 米厚的粗砂(粒径 1.5—2 毫米),其上再铺一层 0.2 米厚的砾石(粒径 3—7 毫米),然后再铺上一层 0.15 米厚的粗砾石(粒径 4—15 毫米)。在粗砾石层上再用一块穿有小孔的圆板盖上。

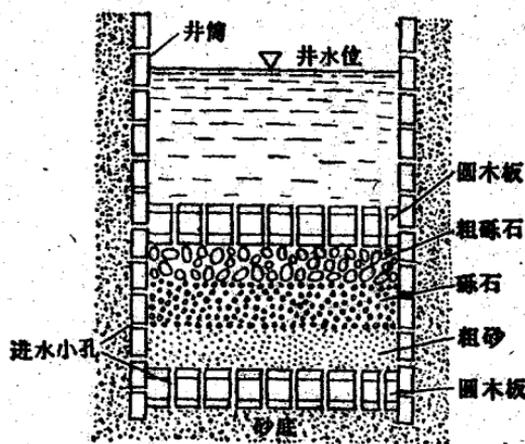


图 28 井底滤水层

井壁滤水层是在井外用粗砂、碎石、卵石、碎砖、瓦片等材料作成,如图 29。作滤水层的填料的粒径要大于含水砂

层的标准粒径的7—8倍。填砾层的深度应高于最高井水位约80—60厘米，在其上并应填筑防渗层，以防泥浆下渗淤塞填砾层。填砾石的顺序



图 29 井壁滤水层

同井底滤层的填法一样，越接近含水层，砾石粒径应渐小。经验证明，填有砾石滤水层的筒井的出水量比未填砾石的要大好几倍。

如果筒壁不是由砖或其他透水材料砌筑的，还可以在井壁上修筑各种形式的进水孔(图 30)，也可以起到滤水作用，并增加进水量。进水孔中填以砂砾。

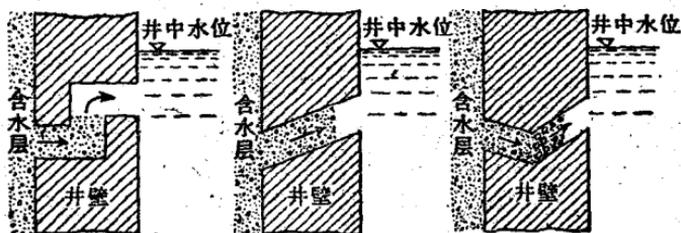


图 30 井壁进水孔的形式图

筒井的出水量如果不够多，为了增加出水量，除了修筑滤水层以外，还可以增加筒井深度，尽量修成完整井。在含

土层比较薄的时候,可以扩大井筒进水部分的直径,形成上小下大的形式。也可以在进水部分向两侧打横管。在砂质含水层上,每眼筒井打4—5根横管,就可以使出水量增加一倍多。横管方向根据含水层性质而异(图31)。当筒井为不完整井时,为了增加筒井的出水量,也可以在底部再打“管井”,直达不透水层,一般把这种办法叫“锥井下泉”,也可称之为“筒管井”。

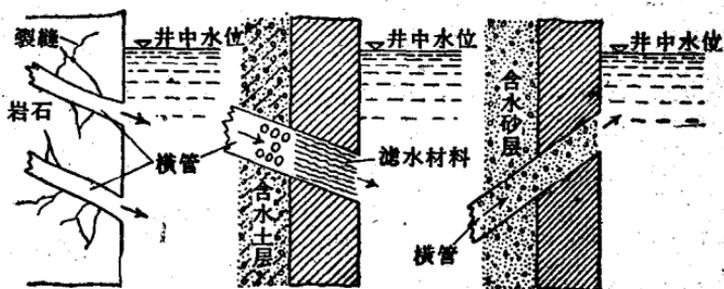


图31 横管方向图

(二)管井 管井的直径较小,深度较大,可以同时集聚深层的层间水及浅层的潜水。管井的深度根据地层构造和水文地质情况而定,一般为30—150米,也有深达200米以上的。由于管井很深,有可能同时集取几个含水层的地下水,因此出水量要比筒井大得多。管井均采用动力机械提水,所以也叫机井。

管井一般由井口、井管及滤水管(进水部分)等三个部分组成(图32)。井口要大一些,以便水泵进行工作。井

管的口径随制作的材料而定。滤水管是管井的主要部分；如果含水层比较松散，管井需要装设滤水管，在裂缝岩层或坚硬的隔水层，则不需要装设滤水管。

井管制作材料有砖管、铁管、陶管、木管、竹管、条管、水泥管、塑料管等等。最常用的是砖管、木管，近来水泥管也应用的較多了。

砖管有扇形砖管和立砖管两种，扇形砖管是用特别的扇形砖块砌成。立砖管是用普通砖，经过加工形成梯形断面，然后砌成。在砌砖管时，要把砖缝错开，使井管坚固。在进水部分，为了使进水通畅，可以在砖的两面开挖小槽，或在每块砖上钻小孔。

条管是用经过加工选择的蔴柳条、白蜡条或荆条编成的。条管不需要另加钻孔，因其本身就具有很好的透水性。

木管是用厚 2.5—3.0 厘米的木板拼成的，一般为圆形。管内要加内撑以防挤压，管外用铁丝箍紧，木接头处相

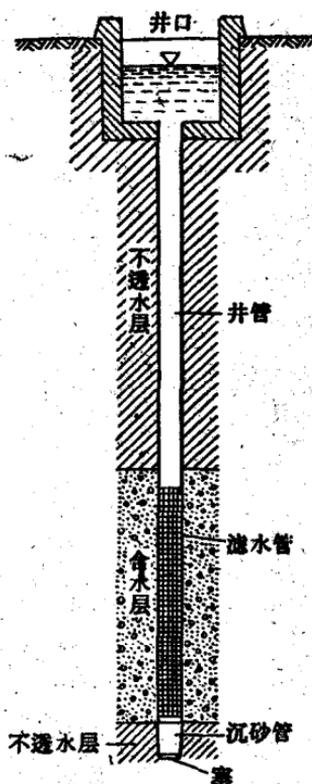


图 32 管井结构示意图

互錯开。在进水部分的木管应开凿圆形、条形或三角形的进水口。

管井的进水部分即滤水管是管井的一个重要部分。当利用松散的含水层时就需要設置滤水管。管井能否正常工作，将取决于滤水管的结构是否正确。如果在設置上不妥当，就会影响出水量，甚至使来水中断。滤水管往往由于以下原因，发生故障：1. 进砂多，进水少。这是因为滤水眼含水砂层砂粒的粒径配合不当，眼孔过大或施工抽水时间太短的緣故。2. 眼孔过小，进水面积小，增加进水阻力。3. 因为施工时抽水过猛，毀坏了滤水管的工作部分。因此，滤水管在設置时应该注意，使进水阻力小，构造要坚固，并且在开始进水时要允許一部分細砂入井，这样才能起到滤水拦砂的作用。

滤水管由三部分組成：1. 頂部，是連接上部井管的部分。2. 工作部分，是管井的进水部分，分穿孔、縫式、网式三种滤水管。有的还在滤水管外围填砾石。3. 沉砂管，在工作部分下面的一段不穿孔的管子叫沉砂管。它能貯存滤水孔进来的細砂，以便以后掏出。其下端有的插进粘土层，有的用木塞堵住，在下伸到卵石层时可以不封閉，以便日后还可以向下深钻，增加水源。

当含水层中的砂粒直径較大时，应该在管井的进水部分的周围，填以砾石、碎石、碎砖瓦、炉渣等材料作为滤水层。填料的平均粒径应比含水砂层的平均粒径为大，同时也要比管壁进水孔的直径大一些。滤水层的厚度一般不小

于10—12厘米。如果含水层的砂粒直径小，则除了填砾石作滤水层以外，在管井进水部分的周围还应包扎一层滤水网。滤水网可以用金属网，也可以用棕皮等材料包捆而成。捆扎的材料可用铅线、竹篾等撑成的条捆扎。

管井的施工方法很多，有人工凿井法和使用动力机械钻机打井法。人工凿井法大致可分为弓子吊打法、滑车拉打法及杠杆打井法。这三种办法以弓子吊打法最普遍。

(三)坎儿井 在山区及山麓地区，当含水层离地面较近，且厚度不大时，通常修筑水平集水坑道，拦截地下水。这种办法在我国新疆地区应用最广，当地称之为坎儿井(图33)。新疆坎儿井的水源是由高山地带深厚的冰雪层所补给的。夏季时，冰雪融化后流到山麓地带，大部渗入地下，形成地下水。坎儿井的作用就是拦截地下水流，引水灌溉。

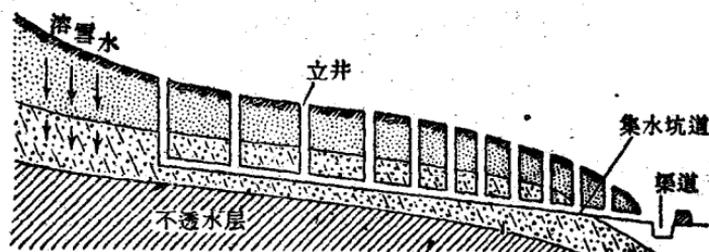


图33 坎儿井

坎儿井工程包括三个部分：1.立井，是与地面垂直的竖井，在开挖集水坑道时作出土和通风用。立井的间距并不一致，一般在上游为80—100米，在下游为10—20米。

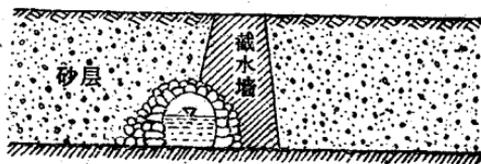
在上游的立井較深，下游的較淺。2. 集水坑道，用木材或块石砌成，其高約为 1.0—1.8 米，寬 0.4—1.0 米。集水坑道的坡度根据具体条件而定，一般都比较小。在新疆的坎儿井集水坑道最长的有达 14 公里的，最短的也有 3 公里。3. 明渠，是将集水坑道的水輸送到田間去。

(四) 截潜流 我国有些山麓地区的中、小河流，由于砂、砾、卵石的长期沉积，河床的渗漏很严重。除洪水季节以外，平时河中水量很少，大部分水量經地下砂石层潜伏流走。在这些河床中筑截水墙，拦截地下潜流进行灌溉的，就叫做截潜流工程，群众有的把它叫做“干河取水”。

截潜流工程主要包包括截水墙、截水暗沟及引水渠三部分(图 34)。截水墙可用粘土做成，垂直于潜流方向，截水墙的基础应直接做在不透水层上，层层夯实。如果地下潜水流量比较大，可以用块石或混凝土修筑截水墙。截流暗沟的作用，是把被截水



(1) 平面图



(2) 断面图

图 34 截潜流工程

墙截住的潜流汇集起来，输送到引水渠中去，一般是用石块或砖砌成拱形或圆洞形状。在其迎水的一面应填以砾石、粗砂等做成滤水层，背面则紧靠截水墙。截流暗沟也可以用木管、陶瓦管、竹管等做成暗管，管的四周开有进水孔。引水渠的作用是将截流沟中所集取的水送到田间，进行灌溉。

在冲积扇或山麓一带，有的地区还可以开挖截流明沟，截取地下潜流进行灌溉。

第四节 提水工具和排灌机械

要把低处的水送到高处去，必须利用一种工具，这种工具就叫做“提水工具”。有些地区的农田，因受地形条件的限制，水在低处，缺乏自流的条件，或者兴修自流工程艰巨，经济上不合算，在这种情况下，要解决农作物的旱涝问题，就必须借助于提水工具和排灌机械了。

一、人畜力提水工具

农村中常用的人畜力提水工具有两大类：一类是用在水井上提取地下水的，如轱辘、斗式水车和管式水车，这类提水工具多半见于北方农村中；另一类是用在河沟或池塘里提取地面水的，例如龙骨水车，这种提水工具在南方水稻地区最为普遍。现将这些提水工具的主要性能介绍如下：

(一) 轱辘 (图 35) 一人操作，浅井、深井都可以用，用

在2丈左右的井上时，每小时可以提水1—1.5吨。一眼轱辘井通常可浇一两亩地。另外有一种轱辘，在绳子两头各拴一个水斗，当一个水斗提水上来的时候，另一个空水斗下到井里，一上一下轮回提水，这种轱辘叫做鸳鸯罐（图36），汲水量要比一个水斗的轱辘大。

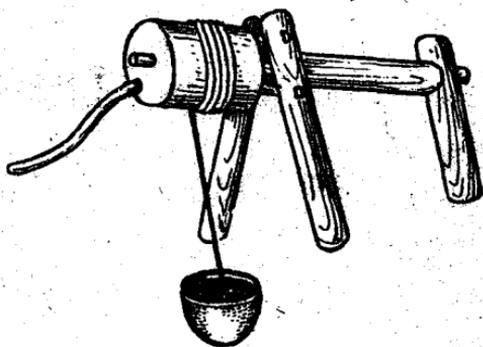


图35 轱辘示意图

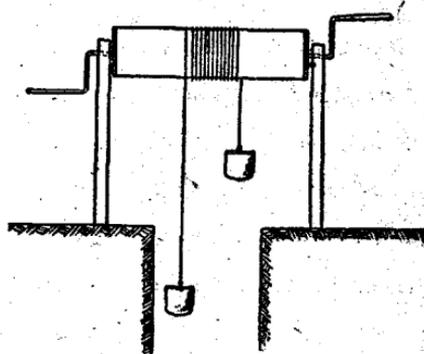


图36 鸳鸯罐示意图

(二)斗式水車 (图37) 这是一种老式畜力水車，也叫做八卦水車，适用于10米(3丈)以内的井上，用牲畜拉，每小时可以提水5—7吨。水車上提水的斗子有木制的，也有铁制的。这种水車拉力重，造价高，解放以后推广不多，已经逐渐被管式水車代替了。

(三)管式水車 这种水車是水井灌溉地区最常见的提

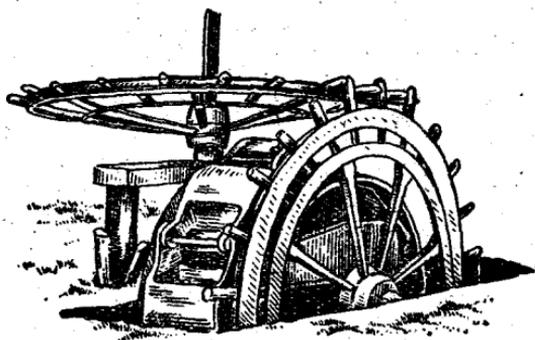


图 37 斗式水車

水工具，它的样式很多，有解放式（图 38）、小五輪、輕三輪、牙輪和手搖式等，除手搖式以外，普通多用牲畜带动，通过齒輪传动帶有皮錢的循环鉄鏈，把井里的水从管子里提上来。在 7—10 米（2.1—3 丈）提水高度时，每小时出水量为 6—8 吨，在缺乏牲畜时，也可以用人推，但需要三、四个劳力（参閱“农业生产技术基本知识”中“农业机具”第 87—89 頁）。解放式水車曾經過工业部門标定，推广数量最多。标定的解放式水車，分輕型和重型两种，其性能見下表，

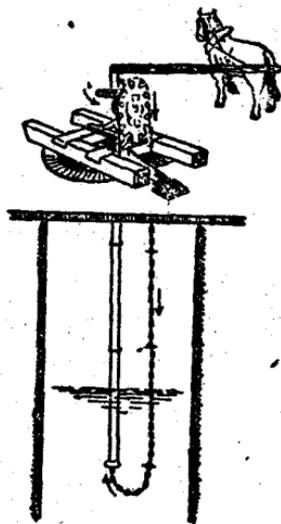


图 38 解放式水車

表1 解放式水车性能表

规格	牲畜拉力(公斤)		适用提水高度(尺)	水管总长(尺)	水管直径(毫米)	出水量(吨/小时)	
	设计拉力	有效拉力					
轻型	尸—5.5 (1.5丈式)	33.7	31	15以内	16.5	140	16.2
	尸—8.5 (2.5丈式)	33.7	31	15—25	25.5	115	9.94
	尸—12.5 (3.5丈式)	33.7	31	25—35	37.5	90	6.6
中型	尸—15.5 (4.5丈式)	33.7	31	35—45	46.5	80	5.18
	尸—17 (5丈式)	43.5	40	40—50	51	90	6.28
重型	尸—21 (6丈式)	43.5	40	50—60	63	80	4.76

注：出水量按牲畜每分钟转四圈计算。

(四) 龙骨水车 (图 39) 这是在水稻地区最普遍的提

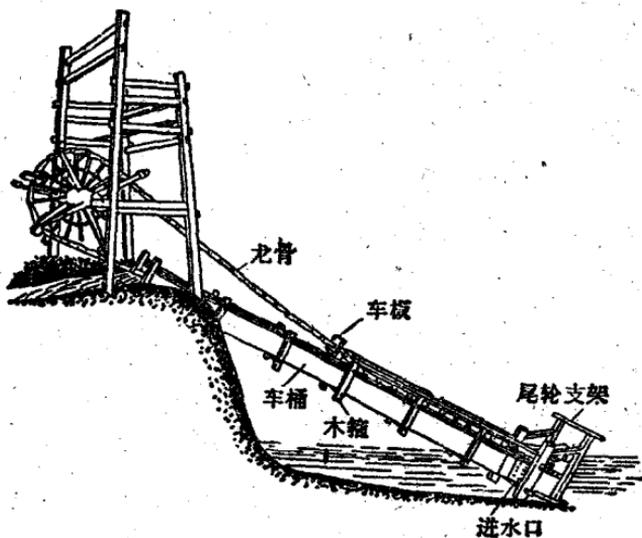


图 39 改良式脚踏龙骨水车

水工具，它适用的提水高度一般在2米以内。龙骨水車有用人力操作的和用畜力带动的。人力操作的又有手搖的和脚踏的两种，手搖的一人或两人操作，每小时能够提水5吨左右（參閱“农业生产技术基本知識”中“农业机具”第89頁）；脚踏的可以用两三人多至七、八人同时操作，每小时提水量为5—30吨。畜力带动的龙骨水車又有鉄盘和木盘两种，每小时能提水30—40吨。

人畜力提水工具的特点是結構简单，制造容易，使用方便，成本低廉，在农村中量大面广，仍然是当前农业上抗旱的重要工具。使用人畜力提水工具，应当从以下几方面注意改进来提高工效：

1. 适应当地使用条件 主要是使提水工具能适应当地的提水高度和新的动力条件。例如管式水車用在淺井地区，可以用加大管径或提高轉速（使牲口走的圈子小一点）的办法增加出水量；在缺乏畜力地区，改解放式水車为手搖式，可以减少人繞着水車轉圈的体力消耗（人推水車，每工作1小时大約要走9里路）。

2. 提高工具效率 例如运轉部分安装滾珠軸承和保持摩擦部分的良好潤滑，可以减少阻力。管式水車的皮錢磨耗过度就要漏水，减少出水量，应该及早更换。龙骨水車的車桶加盖密封改为密閉式，并减少車板，这样可以减少漏水、溢水損失，提高容积效率，出水量增大而費劲小。

3. 利用自然动力 有条件地区，尽量利用自然界的风力和水力来带动提水工具，节约劳畜力。

二、自然动力提水工具

自然动力被利用来带动提水工具的主要是风力和水力。目前农村中用来提水的风车通常有两种：一种是立帆式(又名大八卦,图40),立轴立帆,能够迎合任何方向来的

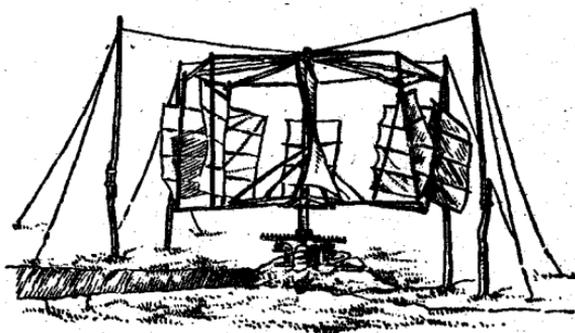


图40 立帆式风车

风转动,是我国早期的一种风车,这种风车的缺点是用木料较多;另一种是篷式(图41),车翼旋转平面与风向垂直,竹木结构,布篷或席篷风翼。利用风车带动龙骨水车在江苏沿海一带极为普遍。用风车带动管式水车也已经在几年前试验成功,图42是东北地区推广的一种55型多叶布篷风车,用来带动解放式水车提取井水。这种风车在不同风速下输出功率如表2。

利用水力的提水工具在我国已经有一千多年历史了,这就是湖南、江西、甘肃等省常见的筒车(在甘肃叫天车)。

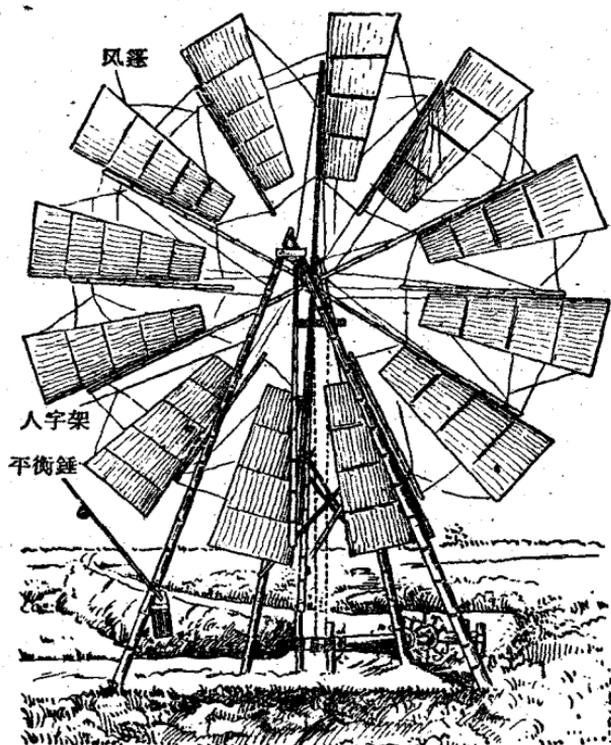


图 41 筛式风车

表 2 风速和输出功率关系表

风 速 (米/秒)	3	5	8
输出功率 (马力)	0.1	0.5	2.2

筒車必須使用在水流比較湍急的河溪中，如果水流不急，就

要拦河筑坝(图43),抬高水位,在安筒車的地方留一个缺口,使上游的水集中在缺口流出来,冲动筒車運轉提水。筒車的提水高度和汲水量要看河流中水力的大小而定。在甘肃省黄河边上安的天車,直径有达20多米的,提水高度可以达到20米;南方各省的小筒車,有的直径只有一、二米。汲水量多的可达70—80吨,少的只有几吨。筒車的最大缺点是容易被洪水冲走或冲坏,每年岁修費用较大。

水錘揚水机(图44)也是一种利用水力的提水工具,它的主要部分是一个冲击閘和一

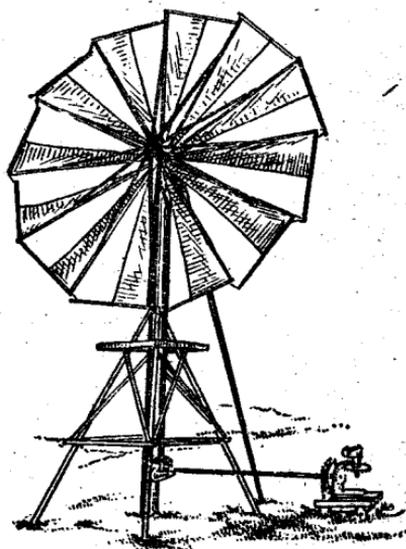


图42 55型风車带解放式水車



图43 筒車和筒車坝

个带有压水閥的罩状空气罐。水錘揚水机必須安装在比水源水位还要低的地方，利用冲击閥泄水时突然关闭后产生的“水錘”而引起的水压力把水压出去。水錘揚水机的出水量較小，每小时只有几吨到一、二十吨。

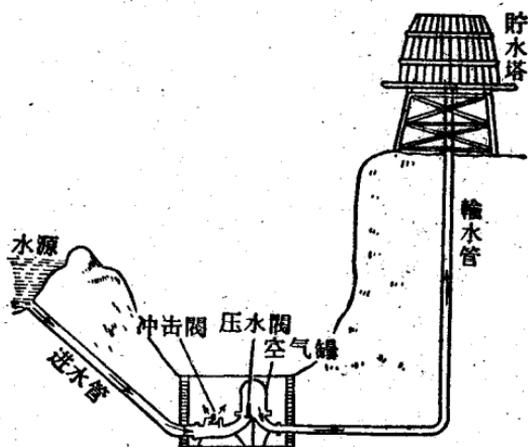


图 44 水錘揚水机示意图

水輪泵是福建省农业机械化研究所（原福建省农具試驗厂）研究成功的一种新型水力提水工具。它的结构见图 45。它是把一个作动力用的水輪和抽水用的水泵装在同一根轉軸上，簡化成一体，全部潜沒在水里工作，利用水流的冲击力量轉动水輪，带动同軸上的水泵抽水。在河床陡、水流急，或者有跌水（如具有一定水位差的坝、水庫、渠道的泄水口等）、海潮頂淡的地方，都可以安装使用。水輪泵的提水高度能够达到利用水头的 5 倍（即 1 米工作水头可以利

用来扬高5米)。水轮泵工作可靠、效率高、维护简单、成本较低,有较大发展前途。

三、排灌机械

排灌机械是一种机械化的提水工具,一套完整的排灌机械应当包括机(动力机)、泵(水泵)、管(水管,连管路附件、阀门在内)、带(传动带,但机泵直

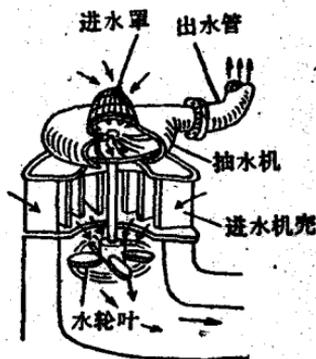


图 45 水轮泵示意图

联的不附)。从使用的角度来说,排灌机械的配套,应当以水泵为主。因为当需要排灌的农田面积确定以后,能不能保证这块农田不受旱涝的威胁,主要决定于水泵的流量和扬程^①。所以在机电排灌工程的设计中,首先根据所需要的流量和扬程来选定水泵,然后按照水泵要求去选配动力机和水管,再根据动力机要求去选配传动带和其他附属设备。只有水泵性能符合于使用条件时,灌溉排水才能得到保证。

- ① 水泵的流量就是水泵的输水量,表示这台水泵在单位时间内能出多少水,通常用“升/秒”(每秒钟多少升)或“立方米/时”(每小时多少立方米)来表示;又因为农田排灌用水泵抽的是水,每一立方米清水的重量是1吨,所以习惯上也用“吨/时”作为水泵的流量单位。水泵的扬程就是水泵的扬高能力,表示这台水泵能把水抽多高,通常用“米”来表示。

(一)水泵 水泵种类很多，农田排灌上常用的有离心式(图 46)、轴流式(图 47)和混流式三种。

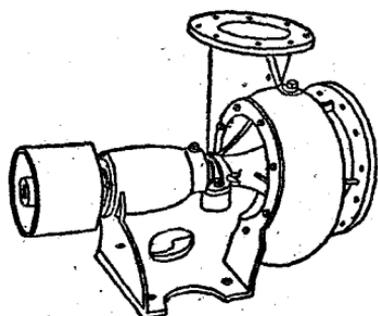


图 46 离心式水泵

心力的作用下甩出去，碰到机壳后顺着螺旋形水道压到出水管里送出去；同时，叶轮中心部分产生了真空，作用在水源水面上大气压力就把水从进水管压进机壳里补充，使水流连续不断(图 48)。因为水流是在离心力的作用下产生的，所以这种水泵叫做离心式(参阅“农业生产技术基本知识”中“农业机具”第89—95页)。

轴流式水泵的工作原理是依靠泵体内螺旋桨式的叶轮旋

离心式水泵的工作原理是依靠机壳内叶轮的高速运转，把叶轮水槽里的水(水是预先充满的)在离

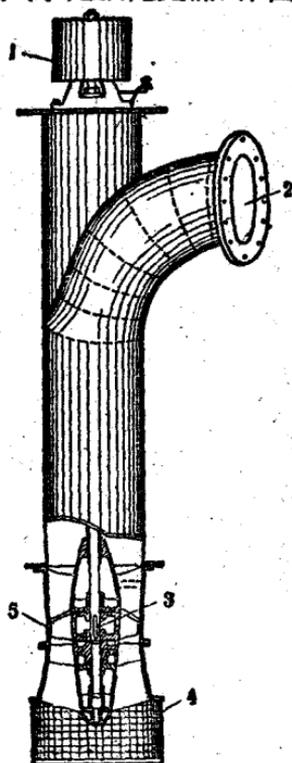


图 47 轴流式水泵

1. 皮带轮 2. 出水口 3. 泵轴
4. 滤水器 5. 叶轮

轉时产生的推力,把水沿着軸的方向压出去,以得到源源不絕的水流(图49)。因为水在泵体内的流向是沿着軸走的,所以这种水泵叫做軸流式。

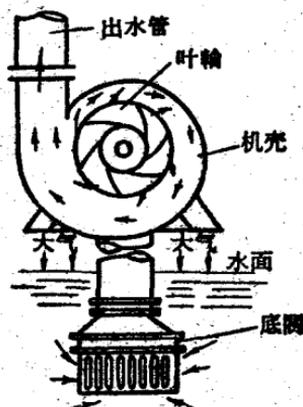


图 48 离心式水泵工作原理示意图

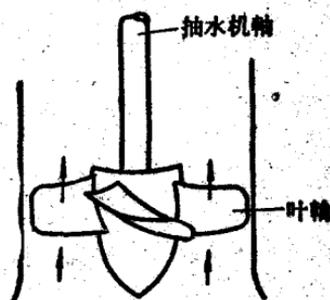


图 49 軸流式水泵工作原理示意图

混流式水泵的工作原理兼有离心和軸流的作用,叶輪旋轉时,水在离心力和推力的双重作用下,半甩半推地从管道里压出去。

目前适用于农田排灌的国产水泵大体上有以下的性能(表 3)。

表 3 各种水泵的性能表

水泵型式	口径(毫米)	扬程(米)	流量(吨/时)
离心式	75—1,200	10—50	25—10,000
混流式	200—1,500	5—15	200—22,000
軸流式	150—2,000	3—7	160—30,000

一台水泵的灌溉或排涝能力,可以根据它的流量、每天工作时间、农田灌水量(或排水量)以及轮灌天数(或需要排干天数)等因素加以计算。计算公式,

受益面积(亩)=

$$\frac{\text{水泵流量(吨/时)} \times \text{每天工作时间(小时)} \times \text{轮灌或排干天数}}{\text{每亩灌水量或排水量(立方米)}}$$

注:每亩灌水量或排水量(立方米)= $0.667 \times \text{灌水深度或积水深度(毫米)}$

(二)动力机 内燃机(柴油机、煤气机、汽油机)、蒸汽机(钢轮机)和电动机都可以用来带动水泵,但选择动力机时必须考虑当地燃料的供应情况和运输条件,最主要的是要了解当地能够取得什么样的廉价燃料,因为用水泵提水的动力燃料费用在提水的总成本中占的比重很大。

各种动力机的燃料消耗量可参阅下表:

表4 各种动力机的燃料消耗率

动力机类别	燃料	每马力小时消耗量	备注
柴油机	柴油	0.18—0.25公斤	
煤气机	无烟煤	0.65—1 公斤	包括损耗
	木炭	0.75—1.5 公斤	
汽油机	汽油	0.25—0.3 公斤	
蒸汽机	烟煤	1.5—3.5 公斤	小马力煤耗大
电动机	电力	0.75—1度小时 (1度小时即1度电)	包括输电损失

(三)水管 水泵常用的配套水管有胶管、钢管、铸铁管 and 水泥管等。选配水管时,管径很重要,在一定的通过流量

下,管径越小,流速越高,水头损失^①越大,因而动力成本也越高;但另一方面,管径越大,价钱就越贵。通常水泵配套水管的口径应比水泵进出水口径大一級,管中水流速度控制在3米/秒以内。

(四)傳动帶 当动力机和水泵的轉速不一致,或者因为其他原因不能用联軸器(靠背輪)直接传动时,通常需要用传动带間接传动(也有少数用齿輪传动的)。常用的传动带有三角带和平胶带两种,三角带的传动速比^②可以达到7:1以至10:1,平胶带的传动速比不宜超过5:1。在超过上述传动速比时,要加一根中間传动軸,用过桥传动装置的办法。

各种胶带传动的馬力范围見表5。

(五)排灌机械的合理配套和使用 排灌机械必須合理配套和合理使用,才能充分發揮設備效益。动力机和水泵的馬力配合要适当,在一般情况下,动力机的出力应比水泵的“軸馬力”^③稍大一些,以抵消传动损失和意外的过負荷。

① 水头损失指水流在通过输水管路时由于摩擦阻力而损失的扬程,也用“米”来表示。举例说,水泵的扬程是20米,如果通过管路时有5米水头损失,那么这台水泵的实际扬高能力只有15米了。

② 传动速比就是动力机和水泵通过传动带传动后所能达到的轉速比例,举例说,三角带的传动速比可以达到7:1,也就是三角带可以用来传动轉速相差7倍的动力机和水泵。

③ 水泵的軸馬力是指在一定的流量和扬程要求下,转动这台水泵需要多少馬力,因为外来的能量是通过水泵的轉軸輸給水泵的,所以叫做“軸馬力”。

表 5 各种规格的胶带的马力范围表

三角带		平 胶 带	
传 动 马 力	适用类型	传 动 马 力	参考规格(吋×层)
1½—3	A	5以下	3×3
3—15	B	5—10	3×4
		10—20	4×4
7½—60	C	20—38	5×5
		38—45	6×6
40—150	D	60—75	8×8
		80—90	10×10
75—250以上	E	100—120	12×12

动力机馬力太小，会轉不动水泵；动力机馬力太大，則造成設備浪費，并且多耗燃料，在使用上极不經濟。

水泵的軸馬力可以用下列公式計算：

$$\text{水泵軸馬力} = \frac{\text{水泵流量(吨/时)} \times \text{总揚程(米)}}{270 \times \text{水泵效率(\%)}}$$

总揚程是水泵的实际提水高度，加上水泵在抽水时水流通过水管、閘門、弯头、管子接头、进出水口等部分，由于摩擦阻力而产生的水头損失。实际提水高度可以直接測量出来，当水泵出水管口淹沒在出水池水面以下时(这种出水方式叫淹沒式出流，见图 50)，实际提水高度等于抽水时的水源水面到出水池水面的垂直高度(即上下水位之差)；当出水管口在出水池水面以上时(这种出水方式叫空中出流，见图 51)，实际提水高度等于抽水时水源的水面到出水管口中心的垂直高度。抽井水的，应该按抽水时稳定下来的动



图 50 淹没式出流

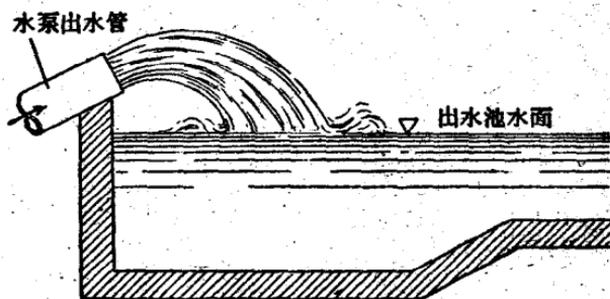


图 51 空中出流

水位^① 计算实际提水高度。水头损失是看不见的，但是可以用水力学公式加以计算，表 6 可以作为粗略估计水头损失的参考。

动力机与水泵的转速也要配合恰当，就是说动力机应当以额定转速（名牌上标明的转速）去配合水泵的转速，它

① 用机器抽井水时，机器开动以前，井水静止不动，这时候的水位叫静水位，机器开动以后，井水被抽上来，井水的水位开始下降，一直要降到地下水源的来量和被抽上来的水量相等时才维持不动，这时稳定下来的井水位叫动水位。

表 6 水头损失表

净扬程(米)	管 路 直 径 (毫 米)			备 注
	200及以下	250—350	350以上	
水头损失相当于净扬程的百分数				
10°	30—50	20—40	10—25	(1)净扬程就是实际提水高度;
10—30	20—40	15—30	5—15	(2)管路直径在850毫米以下包括底阀水头损失;850毫米以上通常水泵不安底阀,所以不包括底阀水头损失。
30以上	10—30	10—20	3—10	

們之間的轉速比^①主要表現在傳動裝置上。

用傳動帶傳動時，動力機和水泵的皮帶輪尺寸可以根據下面公式配置：

$$\frac{\text{動力機皮帶輪直徑}}{\text{水泵皮帶輪直徑}} = (1.02—1.05) \times \frac{\text{水泵轉速}}{\text{動力機轉速}}$$

式中，1.02—1.05 是抵消傳動帶打滑丟轉（約 2—5%）的安全係數。

動力機的出力大體與轉速成正比例，如果轉速開得不够，出力就要不足，會帶不動原有負荷，所以在使用的時候應當開够轉速。動力機的額定馬力是在氣溫 20 度（攝氏）、氣壓

^① 轉速比指動力機的每分鐘轉數和水泵的每分鐘轉數的比例，例如動力機是每分鐘 1,000 轉，水泵是每分鐘 3,000 轉，那麼它們之間的轉速比就是 1:3。

760 毫米水銀柱、湿度 50% 的情况下的数值，如果环境条件改变，动力机的出力要受影响。例如在高原地区馬力要降低，必須在配套时加以考虑。使用电动机时，环境温度超过 35 度(摄氏)时，馬力降低的幅度如下表：

表 7 温度与馬力关系表

环境温度(摄氏)	35度	40度	45度	50度
馬力减少数	0	5%	12.5%	25%

所以，在炎热天气要特别注意改善机房内的通风情况，尽可能使环境温度降低一些，以免影响动力机的出力。

对水泵来说，它在一定轉速下，有一个规定适用的揚程范围。如果把水泵使用在这个规定范围以外的揚程时(最常見的是高揚程水泵用于低揚程工程)，水泵效率就要大大降低。效率高的水泵比效率低的水泵在同样揚程和流量情况下工作要节省馬力；或者在相同的揚程和輸入馬力的情况下工作，能出更多的水。为了使水泵經常在高效率下工作，应当采用这样的水泵，其額定揚程(通常标明在水泵名牌上和工厂說明书里的是水泵在一定轉速下最高效率时的工作揚程)符合于实际使用的条件。

对管路来说，流量相同时，揚程越高，需要馬力越大，所以降低揚程也就节省了馬力。管路安装上的通病是出水管口过高，象高射炮似的(图52)，水流冲出管口再落下来流进渠道，这是一种水头浪费，因为抬高了揚程，减少水泵出水

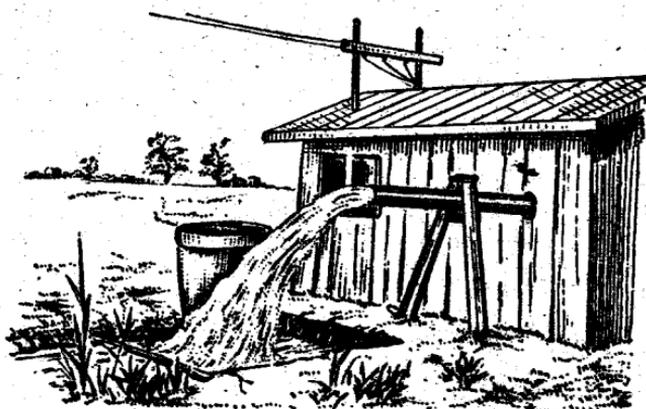


图 52 安装不合理的出水管(高射炮式)

量。淹没式出流显然比空中出流降低扬程，应当把出水管口淹没或半淹没在出水池水面以下。管路上看不见的水头损失可以通过下面一些措施减少到最低限度：合理加大管径，进、出水管末端做成喇叭形扩散状，必需的弯头采用大一些的曲率半径，尽量少用阀门，等等。

用传动带传动时，机泵之间应当有足够的距离。用平胶带传动时，动力机和水泵皮带轮的中心距离不能小于机泵皮带轮直径总和的两倍或大皮带轮直径的2.4倍，一般约在机泵皮带轮直径总和的3倍至5倍之间。用三角带传动时，皮带轮的最小中心距离应不少于机泵皮带轮直径总和的一半加上三角带断面高度的3倍。最大中心距离不能超过机泵皮带轮直径总和的两倍。此外，在传动装置上要尽量提高传动效率：1. 在机泵位置布局上，应该使传动带的

紧边放在下边,因为传动带由于本身自重而下垂,可以加大传动带在皮带轮上的包角,从而增加了馬力传递率(表 8 和表 9),也就是提高了传动效率,减少传动损失。否则,松边在下边,由于传动带下垂减小了传动带在皮带轮上的包角,降低了馬力传递率(图 53)。2. 传动带不宜松弛,过松的传动带打滑丢轉,可以装压紧輪使传动带經常处于紧张状态。新买的平胶带,最好能把一端挂起,另一端悬挂重物,扯直拉长静置一个时期再用,以免在使用中松弛过多。

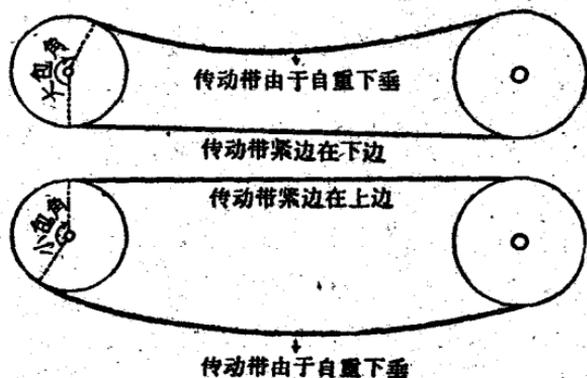


图 53 传动带在皮带輪上的包角

表 8 三角带不同包角的馬力传递率表

包 角 度 数	180	170	160	150	140	130	120	110	100	90
馬 力 传 递 率	1.00	0.98	0.95	0.92	0.89	0.86	0.83	0.79	0.74	0.69

表9 平胶带不同包角的马力传递率表

包角度数	220	210	200	190	180	170	160	150	140	130	120
马力传递率	1.12	1.11	1.08	1.04	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70

(六) 几种特殊型式的排灌机械

1. 深井泵(图54) 这是一种适合安装在管井上提取地下水的立式离心泵。一般卧式离心泵的吸水高度, 因受大气压力的限制, 只能达到五、六米, 如果井内水位(这个水位在抽水时往往要下降一段距离才能稳定)离地面的垂直高度超过离心泵吸水高度时, 就无法把水抽上来。

深井泵的叶轮装在一根立式长轴的下部, 浸没在水里, 没有吸程的限制, 并可以根据扬程需要, 配装一个或几个叶轮。目前国产深井泵的扬程可以达到100多米, 适合于井孔直径为100—350毫米的管井使用。

2. 射流泵(图55) 这是我国农业机械化学术研究院在1960年研究试制成功的一种井用泵。它的工作原理是利用离心泵供给的高压水流, 通过射流器



图54. 深井泵

1. 电动机 2. 出水口
3. 水泵叶轮 4. 滤水器

内的一个喷嘴装置，使流速突然增加，在射流器内形成局部真空，井水就由于大气压力的作用，被提升到射流器内，并和高压水流混合在一起，经管道提升到地面上来。射流泵在井下部分没有转动零部件，只有一个往复运动的滑阀，因此工作可靠，寿命长，维护简便，只要操作井上的离心泵即可，而且制造方便，成本低廉。其缺点是效率很低，整个机组效率只有30%左右。目前北京小批生产的射流泵适用井孔直径为200毫米（8吋），扬程为18—27米，流量每小时8—13吨。

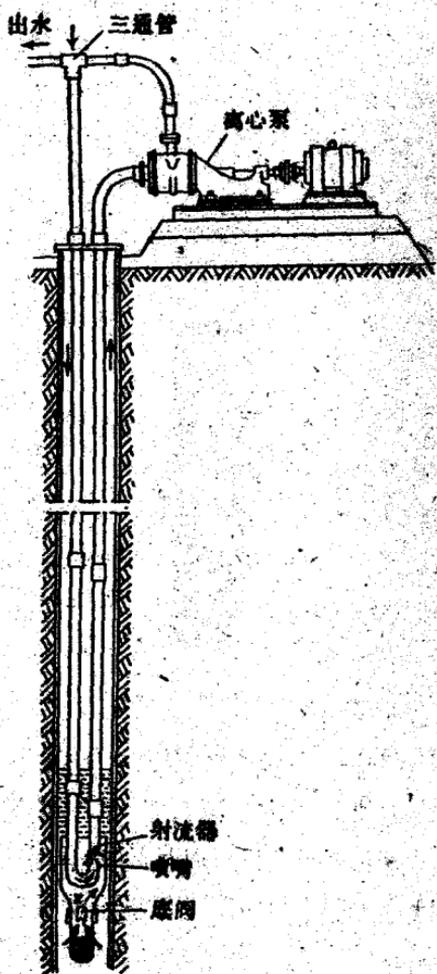


图 55 射流泵

3. 潜水泵 (图 56) 这是一种用密封电机与水泵同轴

組成的新型提水工具，机体极为紧凑，外形象一具灭火器。使用时机体全部淹没在水里，没有任何安装工程，井、坑塘、河沟等各种水源，只要电源方便，都能使用。上海江宁电机厂设计制造的潜水泵有3.5米、7米、15米、30米四种扬程和流量为每小时10—500吨的多种规格。

4. 内燃水泵(图57) 这是一种利用煤气在气缸里燃

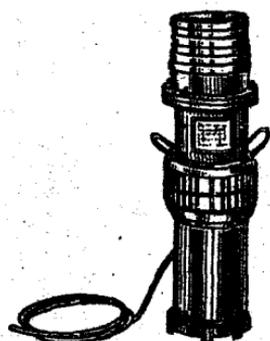


图56 潜水泵

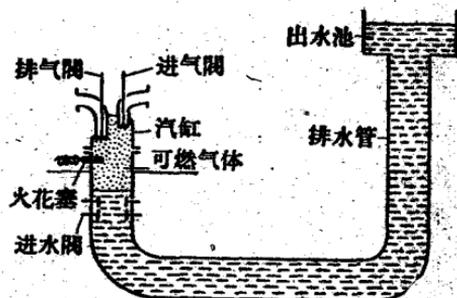


图57 内燃水泵示意图

烧爆炸的力量，直接把水压向高处的提水工具。它省去了内燃机的活塞、连杆、曲轴、飞轮等中间传动机构，也不需要另外带动水泵，所以结构简单，制造容易，操作也不复杂。其缺点是热效率低，工作受水位变化的影响较大，移动也不方便，综合利用有困难。各地曾经试制成功的内燃水泵有十几种型式，缸径从150毫米到400毫米，出水量从50吨到400多吨，最高扬程可达12.5米。

5. 人工降雨机 人工降雨又叫喷灌，是一种特殊的灌

溉方式。它利用高压水泵把水从水源抽上来，通过特制的喷头把水变成细密的雨点，喷射到农田里去。采用人工降雨的方式进行灌溉有很多优点：用水量少，比一般自流灌溉或其他提水灌溉要节省得多，不易引起土地盐碱化；能够使土壤得到均匀和适量的湿润，保持土壤的优良结构，不会引起板结而影响作物生长；不需要大量平整土地，渠道也用得少，土地利用系数高；可以清洗作物，在炎热季节，能使近地空气得到湿润，改变了作物环境的小气候，有利于作物生长，所以产量高；还可以结合施肥和治虫，把肥料或药剂溶在水里喷出去，节省劳力和肥料、药品。

人工降雨机按喷射雨点的距离，可以分成近射程(图58)、中射程(图59)和远射程(图60)三种。近射程人工降雨机的每个喷头(图61)的有效喷射半径是5—6米，降水量为每秒



图58 近射程人工降雨示意图

1.5升，一列喷水翼管可装置10—12个喷头，用近射程人工降雨机喷灌5分钟相当于降雨4毫米。中射程人工降雨机的有效喷射半径可达30米，降水量每秒10—15升，喷灌5分钟相当于降雨1.7毫米。远射程人工降雨机的有效喷射

半径可达 60 米,降水量每秒 30 升,噴灌 6 分钟相当于降雨 1 毫米。

四、机械排灌站

机械排灌站也叫抽水机站或抽水站,是指担负着一定农田面积的灌溉或排涝任务并设置排灌机械的水利枢纽工程。当需要灌溉或排水的农田范围确定以后,整个受益范围内的农田排灌任务可以由一个抽水站单独负担,也可以由几个较小的抽水站共同负担,这要根据当地的地形、经济以及其他条件来比较确定。抽水站的布置方式,大体可以分为下面几种:

(一)多站多渠 整个受益范围分成若干个抽水区,每区有其独立的抽水站和供水、排水系统。这种分散建站的方式除了经济上的原因以外,主要是因为受水源和地形条件的限制。这种建站方式在水网地带较为普遍。

(二)一站一渠 整个受益范围的灌溉或排水任务由单一的抽水站负担;灌溉时抽水站把水抽入按控制标高定线的干渠,供给整个受益农田用水;抽水站从受益区的排水干

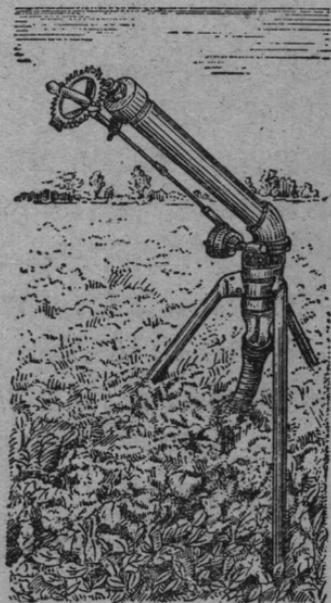


图 59 中射程人工降雨机

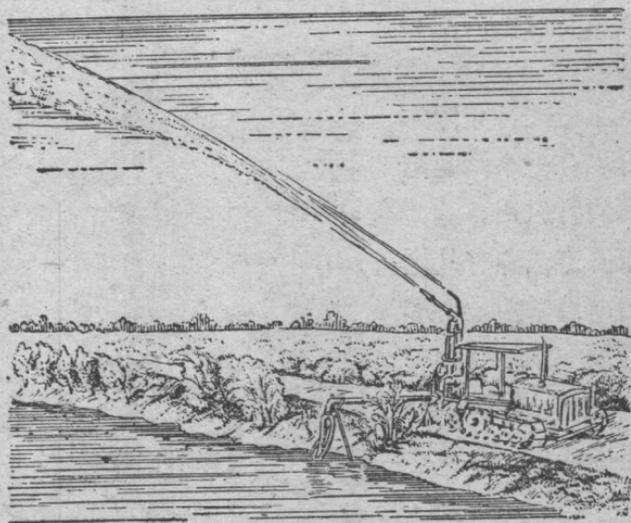


图 60 远射程人工降雨机

渠或低洼集水处抽水，经压力水管排出外河。这种集中形式的抽水站规模比较大，适合于地形较为平坦的大面积灌溉和低洼易涝的圩垸地区。

(三) **一站多渠** 全灌区只设一个抽水站，但按灌区地形高程分建几条干渠，由站内不同扬程的水泵分别送水，也可以采用能适应较广扬程范围的水泵，同一高程抽水，不同高程送水，一个机组负担几个灌区的用水任务。这种布置方式在扬程不太高的丘陵地带较为适用。

(四) **多级提水** 按照受益范围内地形高程分为几个抽水区，由几个位于不同高程上的抽水站，逐级向上提水。这

种布置方式适用于地面坡度较陡的高扬程地区。

上述几种布置方式可以在一个受益范围内同时采用。这几种布置方式各有其优缺点：当采用集中形式的抽水站时（如一站一渠或一站多渠），工程比较大，但管理集中，需要人员较少，管理也方便；当采用分散形式的抽水站时（如多站多渠和多级

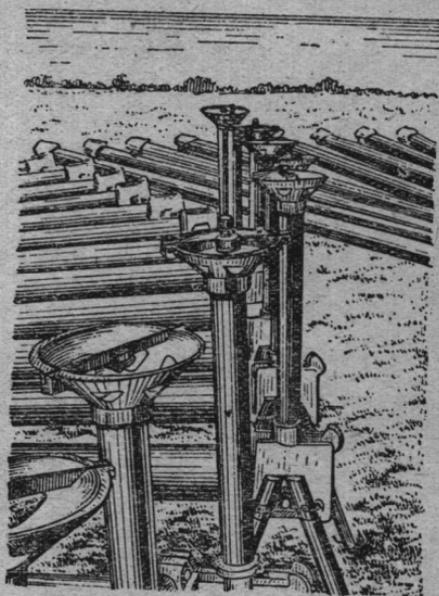


图 61 远射程人工降雨机喷水翼管上的喷头

提水)，工程比较简单，但是由于站址比较分散，管理工作显得复杂一些，需要较多的管理人员。另外，在灌溉站中，一级抽水和一站一渠总是要比多级抽水和多站多渠需要更多的设备马力，因为在一级抽水的情况下，不管各个地段实际用水高度多少，必须把所有的水抽到最高处，然后才能顺着渠道灌溉所有的农田，所以动力费用（主要是油燃料消耗）及设备投资较大；但是由于机组集中在一起，而且只要一条干渠，管理就较为方便。

江苏、浙江等省的水网地带，有一种流动使用的抽水机

船，調动灵活，設備利用率高，便于集中检修，还大大减少了建站需要的渠道、渡槽和其他交叉建筑物，可以說是一种活动抽水站。

工程配套是抽水站能否发挥設備效能的关键，必須要有与根据設計确定的設備相适应的水源、完整的渠道系統、田間工程、及时平整好土地，否則抽水站布置虽好，設計考虑得再周到，仍难充分发挥效益。

第五节 治涝排水

治涝排水，就是人为地排除田地里过多的地面水和地下水，以适应农作物的生长，增加产量。

农田内积水太多，土壤过湿对作物生长是有害的。无论是旱作物或是耐水作物，被水淹沒時間超过一定限度，就会严重减产，甚至颗粒无收。一般农田，在地下水位离地面1米时，土壤已嫌过湿。如果地下水升高至地面，就是好湿的草类也难生长，如果地下水渗出地面形成沼泽地，那就无法耕种了。

一、农田过湿的成因

农田过湿的成因很多，有的农田由于地势低洼，降水量大，蓄水排水設施不完备，依靠蒸发和土壤渗透解决不了水分过多的問題，因而多发生积水現象；有的农田由于土壤粘重，透水力弱，排水困难，于是地下水位过高，土壤长期处

于过湿状态；有的农田由于地下或四周高地有压力水涌出，无排水出路，往往成为沼泽；有的由于堤防溃决，破圩倒垸，河流的洪水淹没农田，以致短期不能退水，造成严重的淹涝灾害。虽然造成涝灾的原因十分复杂，但是，按地区分布情况来看，大体上可以分为以下三类易涝区：

(一)平原低洼易涝区 主要分布在黄河、淮河、海河冲积平原及松、辽河冲积平原。其特点是：地势平坦低下，坡度很缓，偶有局部高地和洼地出现。一般年景，高地受旱，洼地受涝，沿河两岸常受洪水的威胁。因此，在这些地区要根据地形全面考虑，采取综合治理的方法，普遍开展沟洫畦田进行治理。对于排水极感困难或积水没有去路的低洼区，修土堤围田，使外水不入侵，把围内外最低洼处，固定为积水区，并结合灌溉养殖等，把积水利用起来。有些盐碱洼地，因地下水位高，土壤过湿，也可以挖排水沟、修筑台田，降低地下水位。

(二)沿江、滨湖、近海易涝区 主要分布在长江、珠江、钱塘江等水系的中下游沿岸及洞庭湖、鄱阳湖、太湖等四周的圩垸区。这些地区多是河流、湖泊淤积而成，已被人们筑堤圈围垦殖利用起来了。其特点是：汛期的河、湖水位高过圩田田面，圩内积水不能畅泄，每遇洪水还有溃决的危险。因此，在这些地区可以考虑排灌结合，增设机械排灌站和机船。特别是防涝排水方面要本着高水高排、低水低排的原则，调整排灌系统，添设必要的控制建筑物（例如排水閘等）；同时加固圩堤，养护管理好各种排水设施，才能消除涝

灾。

东南沿海河网地区，沟港纵横，年久淤塞未经疏浚，又有潮水顶托、倒灌，往往使农田积水不易排出，常有涝灾发生。特别是海滨土质含盐很多，对作物生长不利。因此，这些地区主要是用防潮闸或围堤阻止海水，并利用落潮时，抓紧排泄内水；还可以利用海潮挟沙能力，把海滨滩地淤高；等等。

(三)丘陵山区间的低洼易涝区，主要分布在各地河谷地带。这些分散的点片洼地，由于四周坡水、空山水(山坡渗水)和泉水，没有适当的排水出路，因而形成土壤过湿现象，南方各地群众叫做“烂泥田或冷水田”等；北方也有类似的洼地，群众叫做“下湿地或夜潮地”；等等。除此之外，在山区沟谷中沿河两岸农田，常常遭受山洪冲毁、淹没的灾害。这虽然是属于防洪排水的范围；但是在治涝排水工作中也不该忽视。

二、排水方法

排水方法有很多，归纳起来不外明沟排水、暗沟排水和机械排水等三种方式。有时也混合并用。但是，不论采取何种措施都要考虑到减少排水量的可能条件，例如在高地筑堤或沿山坡挖截水沟以阻拦来水，截断流到河里去的地下水；在上游集水区域内，自上而下的修建塘坝、水库等蓄水工程，节节拦蓄径流，并配合增加上游地面被复、减少径流，以防止高地雨水汇集低地。在圩垸低洼地区，加修围堤，防

止洪水淹没。在河网地区，疏浚整治河道，提高泄水能力。另外，在农田耕作技术上，实行深耕，也可以加大就地入渗能力，减少下游的排水量。

不论是排除地面水或是地下水，都要按适宜的坡度和一定的深度开挖沟道，才能把水排到天然的河、湖、海里去。假如排水口的水位比河、湖、海的水位高，就采取自流排水；假如排水口的水位比河、湖、海的水位低，就设置抽水机来排水。

排除地面水和地下水的沟道，有明沟、暗沟两种。其优、缺点如下：

明沟排水的优点是：排水面积大，泄水迅速；对于地面坡度平坦的，能够排除积水；设备简单，开挖容易，工程费用较少；检查修理方便；地下水的高低可以调节；等等。缺点是：占用耕地面积较多；交叉建筑物（闸、涵、桥等）多，阻碍田间运输；管理养护费用较大；沿沟杂草滋生，容易发生病虫害；肥料容易流失；等等。明沟主要用于排除地面积水。

暗沟排水的优点是：排水效率高，比较完善；占用耕地面积少；不妨碍田间交通运输；管理养护费用较省；肥料不会流失；等等。其缺点是：排水范围小，泄水迟缓；设备费用多，成本高；开挖工作量大，检修不方便；等等。暗沟主要用于排除地下水。

如果主要目的是排去稻田里多余的地面水和坡面上下来的山洪水，而减少作物的淹没时间，那末还是采取明沟排水的方法好。

(一)明沟排水

通常采用的明沟有两种：一种是截水沟(图 62)，一种是田间排水沟(图 63)。截水沟是用来截留高处流下的水，一般常筑在沿山坡或者地形坡度有显著变化的地方；田间排水沟主要是用来排除积水和降低地下水位。在灌区内的田间排水沟，要与灌溉渠



图 62 截水沟示意图

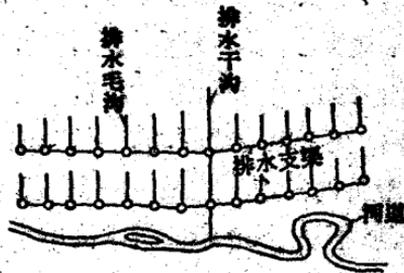


图 63 田间排水沟示意图

道密切配合，统一规划布置，不让它们相互打乱系统，既要避免因渠系阻水而造成田地受淹，也要避免因排水沟使渠道过于弯曲或过于延长而影响输水。

明沟排水系统一般由排水毛沟、支沟和干沟组成。毛沟最小，田地里的积水直接排入毛沟，再汇流到支沟，再到干沟，输送到湖泊或者江河的入口处，也就是排水口。排水口的位置最好选择在河道平直的段内的、河流水位低下的、可以避免风浪的地方，以免淤塞、冲毁。排水口流出的方向，要与河流的流水方向成锐角，也就是顺流斜交。在两条

毛沟入支沟、或者两条支沟入干沟的对岸的两个入口，必須上下錯开，要防止在同一時間、同一地点汇入支、干沟中，造成乱流現象，影响泄水。

明沟断面的大小，一般可以參照渠道設計方法求得。纵坡要看地势和土质而定，通常以不致冲刷为宜。根据經驗，普通明沟的纵坡：干沟为 $1/3,000$ — $1/10,000$ ，支沟为 $1/1,000$ — $1/3,000$ ，毛沟为 $1/300$ — $1/1,000$ 。

一般纵坡的决定，都是由排水口的位置向上推算，先按照地形拟定干沟纵坡的初步設計，再行分配各相关支沟的纵坡，最后計算毛沟的纵坡。田沟可以依照地块的情况来挖掘。在平坦的地面，沟很长而纵坡小，就需要比較大的断面。毛沟的长度一般是 40—50 米，可以根据实地情况而定，也可以不限于 50 米。排水沟的水位越低越好，但是因为受排水口水位的限制，事实上也不能过低。

如果只是排除地面积水，沟的深度和沟与沟間的距离，只要能够及时排除地面水量就行。如果还要排除地下水，則沟深應該使沟内水面在干季(无地面水)低于所要求降低后的地下水面。

沟深的規定和沟距有关，淺沟的間距要小，而深沟的間距要大。两沟的間距可以根据土壤的渗透系数和要求的泄水天数来决定。

在汛期洪水上涨或海水涨潮时，河、湖、海水位常常高于排水干沟水位，因此在排水口應該設排水閘或防潮閘等控制建筑物，以防止外水倒灌。为了控制排水沟的流量，必

要时在干、支沟上建造閘門，构造及設計与灌溉系統上的节制閘类似。

(二) 暗沟排水 暗沟是排除地下积水的最有效方法。随着取材不同，有用石砾、木、竹和瓦管等埋設在地下約 1 米左右深、寬 0.3 米，比降約 $1/300$ — $1/100$ 之处。暗沟可以分为以下几类：1. 梢料暗沟，用树枝扎成捆埋在沟底(图 64)。埋設时要注意把粗枝放在下部，細枝、干草放在上部，

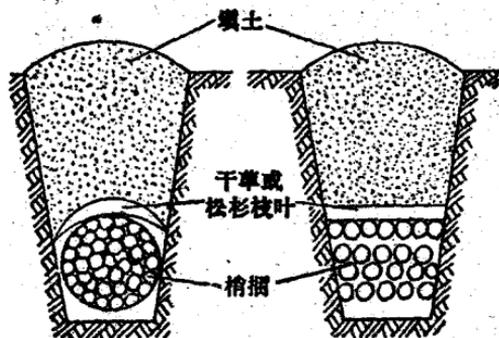


图 64 梢料暗沟断面图

厚約 0.3 米，梢枝的末端应向着排水沟的下游。由于梢捆对水流的阻力比土壤小，土壤中多余的地下水，逐渐渗入梢捆中的空隙，便順梢捆排出。这种暗沟构造简单，建造費用較低、且不易坍塌，并适用于比降較小地区，但在砂土田地中埋設梢料易被堵塞。2. 圓木暗沟，树木多的地区，取材便利，用这种暗沟比較适宜。方法是用直径 3—6 寸的圓木，支架或堆积二、三层，上盖石砾、干草或枝条，鋪成 0.3 米厚，

然后再回填就成了(图 65)。3. 土石料暗沟, 利用石砾、砖、瓦等在沟底堆积或砌成各种形状的排水沟道而成(图 66)。

4. 鼠道式暗沟(亦称无材暗沟): 在土壤粘重地带, 不易崩

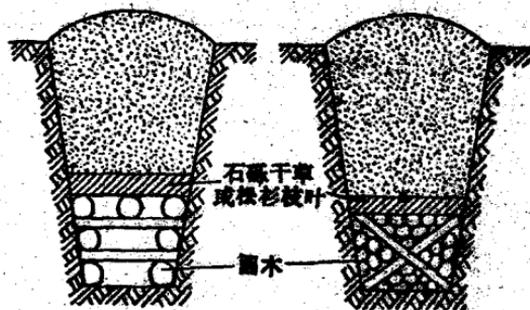


图 65 圆木暗沟断面图

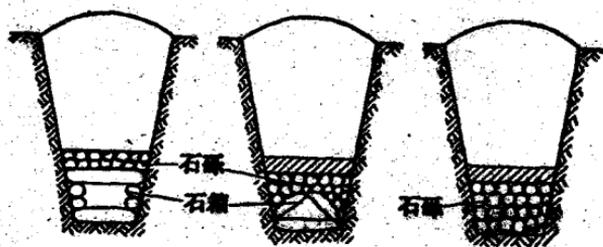


图 66 土石料暗沟断面图

塌, 可以用器械在地下土壤中穿洞, 洞中不填砌任何材料, 就能起到排水作用。贯通孔洞的方法亦简亦繁, 把棍棒放在沟底, 填土压实后拔出棍棒即成土管, 连续如此, 便连成鼠道暗沟了。亦有专门制造成的穿孔机械, 用畜力或拖拉

机牵引进行穿凿(图 67, 68)。

总之, 暗沟排水设备宜用于排水毛沟或小沟, 对于干、支沟道, 最好还是采用明沟的效果好。



图 67 无材暗沟的穿孔棒(示意图)

(三) 机械排水 机

械设备(抽水机或龙骨車等)多设在排水沟的终点, 一般在不受洪水威胁的地点。由于排水的工作时间比较集中, 每在暴雨之后, 地面积水必须在短期内(旱作物一、二日, 水稻等五、六日内)排除, 排水量很大, 如果全靠机械排水, 则设备费及耗油量很大。所以, 在排水区内设立调蓄水量的积水区(内湖或蓄水池等), 暂时容蓄过多的积水是非常必要的。这样可以减省机械排水的设备费用(排水机械设备参看第四节)。

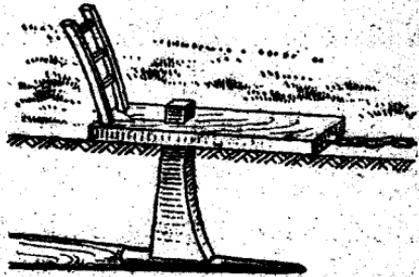


图 68 无材暗沟的穿孔机(示意图)

机械排水站可以分区设立, 也可以集中设立。集中设立的设备费较低, 但干渠较长, 断面大, 排水沟道的修筑费用较高, 且高处的水汇集到低处再用机械排出, 也不经济。

一般在平坦地势的排水区以集中設站的費用省,效率大。

三、治 涝

治涝方法是因地制宜,多种多样的,各地群众都有不少經驗,如沟洫畦田、沟洫围田、沟洫台田等。这些办法都是采取就地拦蓄雨水,使水渗入地下,限制水流向洼地汇聚,把損害作物生长多余的水量,通过沟洫蓄存下来和借排水沟貯入蓄水区或坑塘里去,等到满足本地区灌溉抗旱用水的需要的时候,再作适当的排泄。因此,这些办法中所說的沟洫是蓄泄兼用的沟道,与排水沟有所不同。下面介紹三种主要的治涝方法:

(一)沟洫畦田 沟洫畦田是畦田与沟洫結合的一种防涝排水措施,也就是在涝洼地里有計劃地开沟筑埂,修成連片的畦田,目的在于就地分割水势,拦蓄雨水就地下渗,以减少地面径流。畦田也叫土埂畦田或大地畦田(图69, 70, 71)。



图69 沟洫畦田俯視示意图

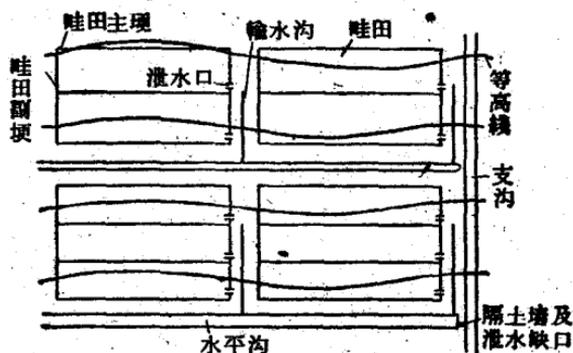


图 70 沟漕畦田平面示意图

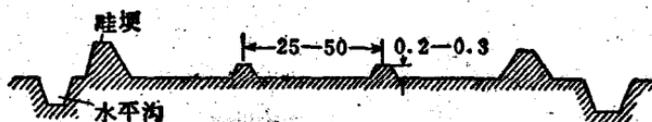


图 71 沟漕畦田断面示意图(单位:米)

畦田埂的高度,以不超过作物容许耐淹的水深,一般约为 20—30 毫米。畦埂的布置是根据畦田蓄水量和坡度大小而定,在坡度大的地方间距要密一些,坡度小的地方间距要稀一些;在地边上可把畦埂作成永久性的,临时性的畦埂一般可结合整地时做。沟漕分干沟、支沟、小沟三级,也可分为二级,沟底不必做纵坡,如果兼起排水作用,也可做成适当的坡度。各级沟漕相交的地方,要加作控制工程,或不挖通,仅留一个凹口代替控制建筑物,以便能有时蓄,有时泄。沟漕的开挖标准是按单位面积上蓄存的水量决定其长短、条数,断面形状和普通的排水渠一样。

沟洫畦田可以与挖路壕、加高路基相结合，即凡与地面坡度相交方向的道路，在迎水一面挖壕用出土垫高路基，则路成为比较大的畦埂，壕沟则作为蓄水用，而凡与地面坡度相平行的道路，可在道路两侧挖沟取土加高路基。效果是一样的，因此常被结合采用。

(二)沟洫围田 沟洫围田是沿海地区改良盐碱荒滩的一种办法。作法是根据自然地形，把荒滩划成许多围田区，每区面积大小不等，在每区的四周挖沟培埂把田围起来，利用土埂拦住雨水洗碱、压碱，再利用沟洫降低地下水位潜碱、撤碱，使土壤中的盐分逐渐溶解在水里，慢慢地渗流到沟里，排出围外，随水流走。这样既能防止涝灾，又能改良盐碱土壤。但是，规划围田区，在布设沟洫的同时，还要酌情修筑田间道路，以便往田块里送粪和收割庄稼。在一般情况下，每个围内，横隔30—50米，纵隔100—200米挖小沟一道，沟深约0.5米左右，把全国土地分成许多长方形格田，同时每块格田的四周筑起高0.3米左右的田埂。

(三)沟洫台田 在低洼区、沼泽化和盐渍化地区，地下水很高，排水出路不畅，宜作沟洫台田。台田就是在田地周围挖沟取土垫地，将耕地地面垫至与地下水面的高差超过毛细管上升的高度，这样相对地降低了地下水位，以改良土壤，避免涝灾。台沟内利用蓄水浇地，也能起适当的排水作用，台沟是和附近沟渠相连通的。

台沟的深度一般为1—2米，台沟宽是根据要取土的多少而定，台田的长宽可灵活应用，普通宽15—30米左右，过

宽了上土是要费工的,长度没有限制(图 72, 73, 74)。



图 72 沟漕台田

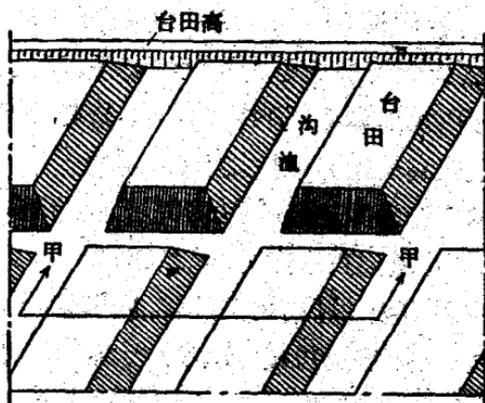


图 73 沟漕台田示意图



图 74 沟漕台田断面示意图(单位:米)

四、防 涝

圩田也叫围田或垸田,就是在河流、湖泊淤淀起来的滩地上,修筑土堤,把一片一片滩地圈住,以防洪水淹没,并在围堤内修建灌溉、排水系统,使得这些滩地能够开垦利用起来。这些圩垸地区的防涝办法有以下几种:

(一)联圩并圩 按地形、水系和地区的可能条件,以圩为单位进行全面的治涝规划。适当地实行联圩并圩,调整蓄泄系统,这样能够缩短汛期防守的堤线,减少圩堤渗水和岁修的工作量,并且可以充分利用河湖港泊,增大蓄容水量。

(二)圩内加做隔堤,开挖排水沟,进行分区、分级排水 沿等高线或高低田界限挖排水沟,用挖出的泥土在高、低田间加做隔堤和田埂,使高、低田间积水就地停蓄,不使积水汇集于低田,做到高水高排,低水低排。

(三)排灌结合 圩内沟渠系统,应尽量互相联通,并设控制建筑物(例如节制闸或打坝等),大雨时把水积于内湖,天旱时,再用提水机械把内湖的积水汲入渠道,用来灌溉附近的农田。

(四)修建排水涵閘 在圩境內选择地势适宜的地方設排水口,修建涵閘和沟道,利用河流水位低下去的时候通过涵閘把水排出圩外。

第六节 水土保持

水土保持就是蓄住地面水、保住地表土,不让水和土无限制地流失。在山地、丘陵区,人們采取封山育林、造林种草、修筑梯田、挖沟培沟、改良耕作、兴建谷坊、打坝淤地等措施,尽可能地通过植物吸收、土壤渗透、田間排水和工程拦蓄,以减少地面径流,防止土壤冲蝕,达到保持水土的目的。水土保持与发展山地、丘陵区的农、林、牧、副多种經济,和根本治理平原洼涝区的水、旱、洪、涝等自然灾害,都有密切的关系。做好水土保持工作,不仅对山区有利,对平原也有利;不仅对农业有利,对工业交通运输业也有利;不仅关系到小河流域的治理,而且也关系到大江河流域的治理。因此,水土保持工作是一项群众性的长期的改造自然、合理利用水土资源、发展国民經济的工作。

一、水土流失的原因

地层表土的滑动、崩塌,除了沉陷和断裂等所引起的地震、火山爆发、冰川移动,而造成地层表土的創伤之外,都是土壤侵蝕和水力冲刷所造成的。水土流失是由冲刷造成;冲刷是由地面径流造成。而地面径流能否引起水土流失还

要看地面上有无植被存在。这种植被一般叫做地面植被。由于降水、坡度、土壤、植被等而引起的水土流失，叫做“自然因素”；地面植被被不合理的耕作、毁林、开荒、滥牧、垦草等人为破坏而引起的水土流失，叫做“人为因素”。下面简单地介绍各个因素和水土流失的关系。

(一)降水 水土流失是不是严重，同降雨强度和降雨量有很大的关系。比如，夏季暴雨或长时间的降雨，常常把坡地冲刷成一条一条的沟；相反地，如果是下小雨，就是下得多一些，也不会引起水土流失。但是，小雨下得过长时，土壤被渗水泡透了，也会发生水土流失。防止这种情况的水土流失，可以根据当地的降雨特点找出适当的措施。

(二)坡度 在下大雨时，平地上或梯田(地)里的土壤不易流失。如果是在坡耕地上，水就能够把地表土冲起来带到沟里和河道里去。坡度越陡，流失就越严重。同时，直接影响这样的水土流失的因素还有沟的分布，地面的起伏，坡面的长短，等等。虽然大地的自然坡度，人力不能改变，但是在局部的坡地上是可以改变它的坡度和坡长来治理的。

(三)土壤 在下雨时，土壤能够尽量地吸收水分，直到把土壤空隙充满为止；因此土壤的疏松程度与水土流失有很大关系。如果使地面上不产生径流，水土流失就不易发生。另外，土壤质地坚实程度如果足能抵抗径流的冲刷力，那末也能够保存住土壤，不流失。

(四)植被 植被是指林、草的枝叶的遮盖程度来说的。它对土壤起着保护作用，例如，枝叶可以阻止风吹雨打；它

的根能够增加土壤团粒结构，增强抵抗侵蚀的能力；它的落叶能够改良土壤，加大透水能力，减少地面径流；植物本身的生长还可以吸收一部分地下水，降低地下水位，促使地面水下渗，等等。林地、草原如果被破坏，成为光山秃岭，就会形成水土流失。因此，植被的保护和抚育管理，是防止水土流失的最有效措施。

(五)耕作 不合理的耕作制度和耕作方法是造成已垦农地水土流失的最主要原因之一。地面暴露与水土流失有极为密切的关系，这往往容易被人们忽视。暴露面和时閏又和雨量、雨季有着连带的关系，例如荞麦叶不密，棉花、玉米需要多次中耕，常常又是在暴雨季节进行。另外，西北地区由于气候条件和耕作制度所采取的休閑，輪歇(撩荒)制，也是造成坡耕地上水土流失最大的一个原因。因此，在类似这些地区的地方就可以采取改变耕作习惯，以草田輪作制代替輪歇(撩荒)和休閑地，以提高土壤肥力，防止水土流失。

(六)毀林 乱砍乱伐，放火烧山，毀林垦荒，使森林遭受破坏，失去蓄水保土的作用，便加速了水土流失。

(七)开荒 陡坡开荒最容易使表土遭受冲刷。冲刷使坡面上的泥土大量流失，带走土壤中的肥分，剝蝕了耕作层，很快就会造成生土(或岩石)裸露。有些山区地少人多，盲目开垦陡坡的现象非常严重，这样就加速了水土流失，增加了水土流失的面积。

(八)濫牧 天然草場和人工牧場，如果长年放牧，不法

意适时、适当的封禁育草或实行轮牧，管理不善，那末牧草被牲畜吃光吃尽，践踏破坏，牧地逐年缩小，地面被复稀少，地皮曝晒，风吹雨打，也会造成水土流失。

(九) 镰草 不合理的镰草积肥，溜崖刮畔，烧火土灰，等等，也是破坏水土保持的因素之一。

(十) 其他 在修筑水利、公路、铁道及其他工程时，开采土、石、砂料和矿区尾砂等的处理不当，不做好水土保持工作，也会造成大量泥砂冲失，而产生危害农田、淤塞河道、抬高河床、影响航运等不良后果。

二、水土流失的现象

水土流失是自然界演进变化过程中的一种现象。形成水土流失现象的类型可以分为两种。一种是自然因素引起的“天然流失”，又叫做“正常侵蚀”。它发生在有天然植物存在的地区（森林、草原）。在这个地区，天然植物处在尚未被人们不合理利用或破坏的情况下，只是表土层在风雨的影响下，无形中受到轻微的损失。它发展得很慢，不易被察觉。这种正常侵蚀的为害不明显。一种是人为因素引起的“人为流失”，又叫做“加速侵蚀”。它发生在没有天然植物存在的地区（农、牧、矿区），并且这些地区的土地处在没有被人们合理利用的情况下，往往在一年中流失的表土相当于正常侵蚀条件下几百年甚至几千年的流失。这种加速侵蚀的为害非常严重。根据加速侵蚀的发展过程又可分为如下几种侵蚀方式：

(一)面蝕 也称片状侵蝕。在坡度較緩的坡耕地上，流水层对地表土的剝蝕現象就叫做面蝕。它进行的速度一般比較緩慢，不太引人注意，因为雨后出現些細沟，一經耕鋤，就沒有流失痕迹了；但是实际上由于面广量大，积年累月的降雨，风吹，地面上被剝蝕去无数层的表土，以致地力減退，产量降低，对农业生产极为不利，因而是不可忽視的。如果面蝕現象不能及时消除和防止，它就要逐渐发展为沟蝕。

(二)沟蝕 在暴雨或者多雨的时候，地面上形成的径流就順坡而下，連泥帶水地向沟洼、河谷汇流，在它所經過的細沟就冲成更深更寬的沟。汇集的泥水越多，流过的地面坡度越陡，那就冲走的泥土越多，便冲成沟壑，一年复一年，沟岸不断的下切、崩塌，沟头无止境的扩展前进，水土流失严重，沟越变越大；这种現象就叫做沟蝕。沟蝕不及面蝕損害土地面积的范围大，但是往往在暴雨季洪水猛涨时，对沟壑两岸农田和下游生命、财产、农田的威胁很大，危害亦相当严重。

(三)崩塌 陡坡、高山或道路切面，因受雨水的冲击而发生成片倒塌的現象，叫做崩塌。

(四)陷穴 土內发生陷穴，一經雨水浸透到一定程度，上面的土体失去支持下塌为沟槽，而形成水土流失現象。这种現象多发生于我国西北黄土区內，成因是黄土质松多孔，含有容易溶解的盐分，每逢降雨沿土壤孔隙下渗的水挟带着溶解的盐分，流入附近沟道，时日既久，孔穴漸大，就成为

陷穴；另外，也有动物的洞穴所造成陷穴，下塌变成深穴。再经地面水流侵蚀，向下塌陷为深沟。

(五) 泻溜 在山坡陡壁或植物被复已破坏的陡坡，地表面的土体因雨、雪、霜、冻等自然因素的侵袭而发生膨胀或收缩的现象，渐渐剥蚀成碎体或粉末状；此后，由于重力作用，坡陡摩擦阻力小了，上层土面粒子就自然向下滑塌而造成泻溜。这种现象多发生在35度以上的陡坡面，通常呈均匀的剥蚀，但日久亦能在坡面上形成冲刷沟。

(六) 塌岸 在溪沟、河流的沿岸或湖岸、海岸，因激流冲刷或受风浪的袭击，致使沿岸土体坍塌随水而去。这种现象就是塌岸，也叫做沿岸侵蚀。

(七) 风蚀 在地广人稀的风砂区，主要分布于我国西北地区，由于雨少、风大、土粒细，土壤容易被风吹起移动而形成风蚀现象。

上述水土流失现象，除风蚀外，其他六种侵蚀方式形成的原因主要是水力侵蚀，所以可以简称为“水蚀”。但是，水蚀中也有由风力作用促使而造成水土流失，如狂风暴雨交作之际，对地面侵蚀很厉害；又如风浪冲击沿岸，造成塌岸，致使大量泥砂下泄，危害下游也很严重。另外，因地壳的震动，如地震、山崩及隆起等等属于地质学范围的，就不能包括到水土保持一节来介绍了。

三、保持水土的方法

保持水土、防止水土流失的方法多种多样，各地不

同,但是可以根据上述水土流失的原因分别对待。譬如,降水和暴风雨的发生是无法控制的,坡度只能局部的改变,修梯田必须要有劳力、肥料和经济力量等;而比较容易控制的就是土壤和植被的条件,这是人力所及的,譬如通过生产活动、培养地力、注意耕作、布置作物和造林种草等,就能够增加地面被复,改良土壤结构,合理利用土地,提高作物产量,同时发展畜牧,多增肉食,从而改善人民的生活。这样,既发展了山区生产,也达到了保持水土的目的。

防止风蚀、保持水土的方法不外乎是造林、种草等,以保护农田、牧场,达到防风固砂的目的。在这里就不详细介绍。

防止水蚀、保持水土,是防止水土流失的最主要部分,下面介绍几种方法:

(一) 坡耕地的治理方法

1. 保持水土的耕作法 包括竖耕改横耕(图75)、轮歇

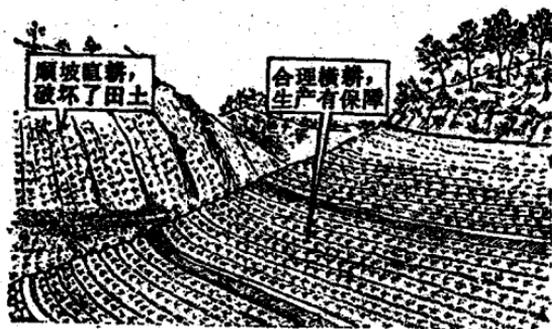


图 75 竖耕改横耕示意图

变輪作、間作套种、粮草混种、沟壟种植(图76)等等农业技术措施,主要是防止坡耕地的水土流失。这些方法最大的优点是不需要另外单独用劳动力去做,只是在耕作的同时适当地加上

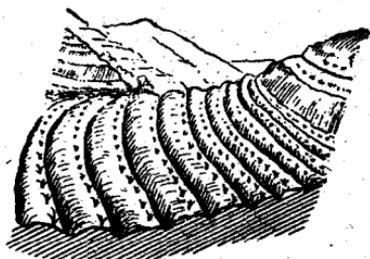


图 76 沟壟种植示意图

一些水土保持的要求,就能够减少田面径流和土壤流失,就能够有效地保持水土,促进农作物的增产。

2. 修筑梯田、培地埂 梯田是山区、丘陵地区保持水土最有效最普遍的好方法。梯田所以能够保持水土,是因为它把坡地变为平坦的田面,并且一台一台的梯田把地面径流截断成局部径流,这样径流量变小,径流速度变缓,冲刷力亦随着削弱或消失掉。梯田修得愈平整、田埂愈坚固,它的保持水土效能就愈大。

梯田,有水田和旱地的分别。南方山地有水利条件能种水稻的叫梯田;无水利条件只能种旱作物的叫梯土。北方山区的梯田是在坡耕地上培起地埂经过逐年淤平而形成的,也有些地方一次修成水平梯田。西北黄土地区的梯田有水平的和略带坡度的两种,也有些地区把培地埂的叫做坡式梯田的。一般情况下先从培地埂开始,依靠每年雨水冲刷、翻耕土壤等过程,逐步形成水平梯田。如果劳力多、肥料足、把表土处理好,一次修成水平梯田也好。

梯田的地埂有用土筑成的，也有石头砌成的。不管是土，是石，必须坚固，雨后更要注意培修。修埂用料，要就地取材，才能做到省工、省钱、效益大。

培地埂、修梯田，不但能够保持水土，而且还能增加产量。据各地调查了解材料，梯田比坡地能增产一两倍。

修筑梯田的好处是：便利耕作，节省劳力；保墒力大，抗旱力强；有利于进行灌溉，保持肥料，改良土壤；可以稳定耕地面积，从而建立为基本农田。另外，由于大面积的梯田拦蓄了雨水，保土、保肥不再流失，山脚的田地、塘坝和下游的人民也减免了水土流失带来的水冲、砂压等危害。

3. 田间工程的整修养护 梯田、地埂以及田间排水沟修成后，每年整修养护是非常重要的；否则一旦失修损坏，便数年不能恢复，影响农业生产。一般保护方法是：利用沟埂种植护埂、护坎、固沟的植物；注意耕作方法，最好进行等高种植和带状间作，以防止冲刷，并结合中耕培土，加固沟埂，堵塞漏洞；雨季里要经常进行检查，发现有冲毁的地方，立即修补。

(二) 荒山荒坡的治理方法 (参阅农业生产技术基本知识“造林”的“封山育林”和“水土保持林”两部分)

1. 封山育林 封山育林就是把荒山荒坡或疏林地封闭起来，利用原有母树落下的种子、野生树苗或根株萌芽生长成林，这是绿化荒山、恢复植被、保持水土、扩大森林资源的一种最经济、最容易的有效办法。

封山育林的方式可以分为：长期封、季节封和分期轮封

三种。在水土流失、冲刷严重的山地可以实行长期封，封山后，不准放牧、打柴和任何人为破坏。在地面复盖较好的山地采取季节封，也可以划分段落分期轮封，在开放期间让群众进山砍柴，解决烧柴问题。封山后一定要育林，用人工促进天然更新的办法，在封禁地内进行带状或块状松土，并且要在落种前一个月完成，使种子与土壤密切接触，以利生长。天然更新长起来的幼林，一般是疏密不均的，还应该用人工补播或补植，以补天然更新的不足。

2. 造速生林 在水土流失地区选用速生树种，营造各种水土保持林，不但可以迅速绿化荒山、光山，防止水土流失，同时也是迅速解决群众燃料、饲料、肥料等的有效措施。一般选择速生树种，应该掌握以下原则：

(1) 适合当地自然条件，最好是就地选种。在水土流失区，还要注意选择能耐干旱、瘠薄和群众喜爱的树种。

(2) 根据国家和群众的迫切需要，长远利益与目前利益结合起来选择用材林，经济林，果木林，薪炭林以及饲料、肥料林。

(3) 选择收益快、种苗来源不缺、又能涵蓄水源的保持水土的树种。

3. 保护幼林 保护、抚育幼林生长是成林的一项重要措施。特别在水土流失区，由于土壤瘠薄、气候干燥，如果只种不护，成活率很低，更难迅速成长郁闭。其保护措施是：进行除草、松土，有条件地点还要进行浇灌，防治病虫害，防火护林等。目前最重要的是如何采取积极措施禁止砍伐，

在幼林地放牧，促使郁閉成林。

(三) 荒沟河谷的治理方法

1. 沟谷造林 包括侵蝕沟岸造林，沟坡造林和沟底造林，主要作用是：拦蓄地面径流和泥砂，防止冲刷；防止沟头前进、沟底下切和沟岸扩张，稳定侵蝕沟；充分利用沟谷滩地进行造林，增加群众收益。

侵蝕沟岸造林的目的主要是巩固沟岸，防止侵蝕沟繼續向沟头和两岸发展，同时阻截坡面径流对沟坡和沟底的冲刷。

侵蝕沟坡造林的目的，在于巩固和保护沟坡，也是防止侵蝕沟岸扩展的一项重要措施。在沟坡上造林，由于坡度較陡，冲刷严重，土层比較干燥，因而給造林带来一定的困难。在这些地方造林，一般采取封坡育草、育林的办法，或撒播树种、草籽于沟坡上，使杂草灌木迅速生长、繁殖，沟坡不太陡的，也可以采用魚鳞坑、水平阶整地造林，造林时应该从坡脚逐渐向沟坡上部发展。

侵蝕沟底造林的目的，在于制止侵蝕沟底下切，拦截沟内径流泥砂，以防止冲刷。树种应该选择耐水喜湿的柳、楊树等。

总之，沟谷治理，以造林、种草为主，以工程为輔，或者在林草沒有发生作用以前，先用坝堰来拦砂、蓄水，减少冲刷。在黄河中游水土流失严重地区也可以筑谷坊来固沟保川，打坝淤地来扩大耕地。

2. 谷坊 谷坊就是横筑在沟谷中的一种低坝，它的作

用是拦阻砂石，减緩流水速度，降低冲刷，巩固沟床，稳定沟坡，防止沟壑发展和防止山洪暴发的小型工程措施。谷坊坝或垒石堰可以用土、石、竹、木等就地取材，筑成各种类型的低坝来蓄水拦泥。修筑谷坊，应该先做小沟，后做大沟，先在上游修，后在下游修，以便节节拦蓄，使水土流不出沟。

3. 沟头防护 就是在沟谷上端的边缘处，筑起围堰，使径流不直接流入沟内，以阻止与避免沟头继续向前发展(图77)。

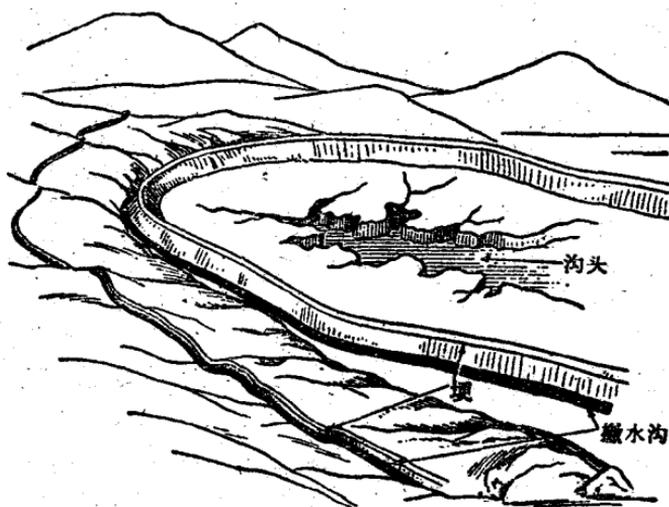


图77 沟头防护

4. 挖截水沟 在雨多、土壤渗透性小的地区，或陡坡的大片耕地上，应该按地形、土质情况，挖成排水沟网(结合沉

砂池), 以便截断坡面上的水流, 减少径流, 避免径流集中, 从而达到防止水土流失的目的(图78)。

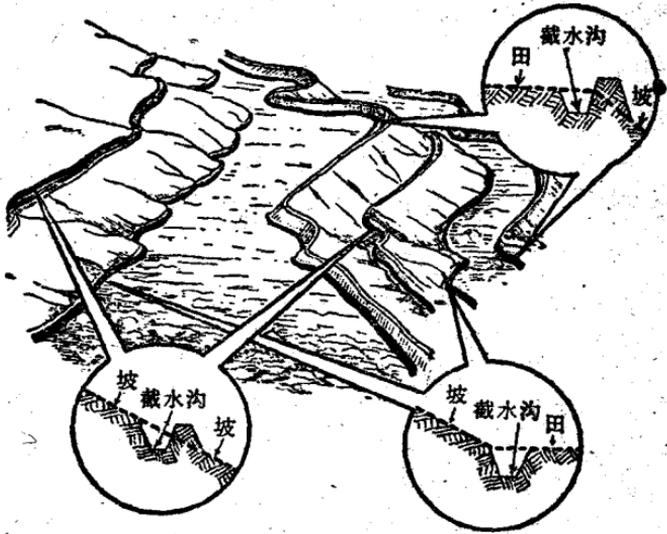


图 78 截水沟

第七节 盐碱地改良

在我国西北、华北、东北和沿海地区, 都分布着一些盐碱地。其中大部是未开垦的盐荒地, 部分是耕地。

盐碱土对庄稼的危害是很严重的。防治盐碱是土壤改良中的一个重要问题, 也是农田水利工作中的一项重要问题。

一、什么是盐碱地

我們通常所說的盐碱地，一般是指两种不同的土壤：一种是盐化土壤（盐地），另一种是碱化土壤（碱地）。盐碱地实际上是盐土、盐渍化土壤、碱土及碱化土壤的总称。

盐土主要特征是土壤表层含有大量的可以溶解于水中的盐类。正是这些盐类在影响作物正常生长。为什么呢？从盐地的性质来看，当土壤中盐类含量很多时，土壤里的水分就变成了很浓的盐水，大家知道，作物是靠根部吸收土壤水分的，如果土壤水分变成了浓的盐水以后，作物根部吸收水分和养料就发生了困难，甚至完全无法吸取，作物因此就表现出枯萎现象，严重时就会死亡。一般说来，土壤的含盐量达到足以“烧”死作物的程度，就称为盐土。如果土壤含的盐分只是影响作物的生长，还不致“烧”死作物，就称为盐渍化土壤。盐土的含盐量一般在1%以上，而盐渍化土壤的含盐量在0.1%到1%之间。盐土多出现在地下水位较高的地方，土壤温度较低，透气性也差。盐土的土壤层次不明显，没有稳固的结构。

盐土中的易溶性盐类主要的是氯化物如食盐（氯化钠），硫酸盐如芒硝（硫酸钠），等等。这些盐类在盐土中常常同时存在，但因具体情况不同，往往是以某一种盐类含量最多，来给这种土壤命名的。

碱土或碱化土壤主要特征是含有较多的面碱（碳酸钠），土壤胶体性状不好，透水性差。以上性状表现得重的

为碱土，較輕的是碱化土壤。如果碱性重而表层含盐又多的，称为碱化盐土。單純的碱土在我国很少，較多的是盐土中既含有盐又含有少量的碱，所以总称之为盐碱土。

二、土壤盐碱的原因

盐土中盐分最基本的来源是由于岩石的风化。地面上的岩石，經過长期的风吹雨打，起了风化作用，便产生出一些化学元素。这些元素再經組合而形成以上提到的可溶性盐类，随着雨雪的淋洗，到了地下，随着地下水的移动，可溶性盐类就在不同的远近、不同的地形部位积累下来了。当地下水位較高的时候，这些含有盐分的地下水就沿着土壤中的毛細管向土壤上层移动，水分蒸发了，而盐分就残留在土壤中，引起土壤盐渍化。

这样看来，含盐的地下水在土壤盐化过程中起着决定性的作用。但另一方面，地下水位的高低也是影响土壤盐渍化的决定因素。我們一般把土壤开始迅速盐碱化的含盐地下水位的深度称为临界深度(图79)。也就是說，当地下水位达到或超过了这一深度，盐分就会随着土壤的毛細管孔隙上升，达到地表，迅速盐化土壤。反之，地下水位低于这一深度，土壤就不致发生盐碱化或盐化的速度較慢。掌握临界深度是控制改良盐碱土的必要条件。不同的地区，临界深度是不同的，决定于土质、地下水含盐量的多少(矿化度)，以及作物的种类。一般說来，砂质土壤的临界深度最高，这是因为土质粗，毛細管作用弱的原故。临界深度最

低的要算砂壤质土壤了，下面一个表可做参考。

此外，气候、地形、母质、生物对于土壤的盐化，也有重要的影响。例如，在气候干燥和地下水位较高的地区，由于蒸发量大，雨

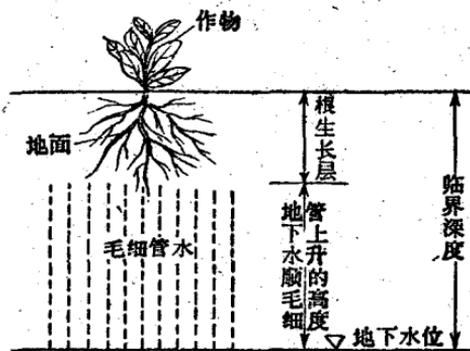


图 79 临界深度

量少，形成盐碱地的可能性就要大一些，而地形的高低往往要直接影响地下水位的高低，地形、母质的化学组成又会影响地下水的水质。所以说，盐碱土是在综合的自然因素的作用下形成发展的。

表 10 各种土壤地下水的临界深度表

土 壤 名 称	临 界 深 度
砂 壤 土	2.5—3.0米
轻粘壤土	3.0—3.5米
中粘壤土	3.5—4.0米
重粘壤土	4.5—5.5米
粘 土	5.5—6.0米

目前我国的盐碱地面积当中，有一部分是次生盐碱地。

凡是原来不含盐或含有少量盐分的土壤，由于人們經營不当引起土壤盐渍化或加重了土壤中的含盐量，这个过程叫做次生盐渍化过程。这样盐化的土壤就叫做次生盐渍化土壤，也叫次生盐碱地。盐碱化的原因主要是因为地下水位过高。这种情况一般发生在灌区。灌区的地下水位为什么高了昵？简单說来有以下几个原因：1. 灌溉时用水过多，超过了庄稼所需要的水量，这样多余的水就会向下渗入地下水中，抬高了地下水位。2. 用水过多，渠道輸水量和輸水時間也就增多，因而也就会更多的水从渠道中渗入地下，抬高了地下水位，使渠道两岸的土地迅速盐碱化。3. 缺少必要的排水系統，或者是排水系統布置不合理或排水不暢，灌溉余水和降下的雨水不能及时排走，渗入地下，补給地下水。除了灌区以外，稻田、水庫如果选址不当，也会因滲漏而引起四周土壤的次生盐碱化現象。

除了由于地下水位抬高引起土壤次生盐渍化以外，灌水的水质不好，把盐分带入土壤，也是引起土壤次生盐渍化的原因之一。

綜上所說，可以看出，造成土壤盐碱化的原因，有自然因素，也有人為因素，至于某一个地区的情况更是多种多样，因此要防治土壤的盐碱化，就必须作具体的調查研究，区别不同情况，对症下药。

三、預防土壤盐碱化

灌区土壤次生盐碱化主要是由于矿化度較高的地下水

位上升而引起的。因此，預防灌区土壤发生碱化，关键在于控制地下水位。一方面，应采取水利、农业的综合措施以减少地下水来水量；另一方面，对地下水位较高的地区，还应当采取排水措施，以降低地下水位。控制地下水位应该采取水利、农业相结合的综合措施，大体有以下几个方面：

(一) 加强灌溉管理，严格实行计划用水

1. 制定合理的灌溉制度，避免大定额灌水，以防止深层渗漏。在地下水位较高的一些易碱地区，应当根据地下水位的高低进行有控制的灌水。

2. 采用合理的灌水方法(如沟灌、畦灌)，正确选择灌水技术，以达到灌水均匀，避免深层渗漏。

3. 严格实行计划用水，尽量减少输水时间，避免水量的浪费和增加输水的渗漏损失。

4. 合理安排种植计划，有些灌区由于水稻面积分布不当，引起稻田周围地区地下水位上升，因而招致土壤盐碱化。因此要合理安排种植计划，一般水稻的种植应尽量集中在地势较低的地区，并在水、旱作物区交界处，修筑截水沟，使稻田的渗漏水不致影响旱作地区的地下水位。

5. 维持各级灌溉排水渠道经常完好，防止渠道的溃决和排水沟的淤塞。

6. 采用防渗截渗措施，以减少渠道的渗漏量，拦截水库、沉砂池周围的渗流。

(二) 修建完整的排水系统

1. 在易碱地区，在发展灌区和兴修灌溉系统的同时，应

該修建完整的排水系統，以便控制灌区地下水位上升，灌区已有的排水系統，應該管好养护好，不使坍塌淤塞。

2. 在低洼易涝地区，要預防灌区土壤盐碱化，必須首先消除內涝。如果排水无出路，必要时需进行揚水排水。

(三) 加强农业技术

1. 实行正确的輪作制度和耕作制度，如进行深耕晒垡，灌水后的及时中耕等工作，减少土壤蒸发及降低土壤溶液浓度。

2. 进行土地平整工作，以消灭斑点盐碱化現象，并給实施正确的灌水技术創造条件。

3. 造林植树。在灌区植树可以增加空气湿度，因而可以减少地面蒸发量，减少上升至地面的盐分。渠旁植树可以吸收渠道渗漏水量，降低地下水位，起到生物排水的作用。

四、改良盐碱地

盐碱土的危害影响，是因为土壤中含有过多的盐碱，使土壤溶液过浓，以致作物不能正常生长甚至死亡。盐碱地改良的任务就是消除土壤中的可溶性盐，淡化土壤溶液浓度，以及改善地下水水质及降低地下水位。前面說到，盐碱土中的盐碱的形成积累都是借助于水的运动，即所謂“盐从水来”；要改变土壤中的盐碱含量，也要借助于水的作用，使“盐从水去”。

我国劳动人民在多年生产实践中，因地制宜地創造了

許多改良利用盐碱地的方法，并积累了許多經驗。很早以前，劳动人民就采用了修筑田埂、拦蓄雨水，利用雨水淋洗来降低土壤盐分，以及种植耐盐的綠肥和牧草等，即所謂“蓄淡养青”的方法。距今2,000多年以前的战国时代，在今河南省安阳地区就开始引漳水灌溉农田和改良盐碱荒地，并得到了良好的效果。在北方，群众很早就有“压碱”、“洗碱”、“放淤洗碱”、“冬泡”、“伏泡”等利用河水或洪水冲洗改良盐碱土的經驗。

根据土壤盐碱化程度不同和有无水利条件，一般可以分別采用以下几种主要改良措施：

1. 在中度及輕度盐碱土地区，如目前尙无灌溉条件，但雨量較多时，可以采用围埝蓄雨水压碱和种草养青。修筑沟畦畦田或台田，种植耐盐性較强的作物(如甜菜、向日葵、紅花菜等)，种植牧草和綠肥(如草木栖、苜蓿等)，以及采用合理的耕作和栽培制度，来改良盐碱土。

在有灌溉条件的輕度及中度盐碱土地区，应根据改良和利用相結合的原則，使灌溉不仅供給作物用水，同时又起改良土壤的双重作用。

2. 在重盐碱化的旱作地区，可以用冲洗和农业技术相結合的措施来改良。同时，在地下水位較高的地区，一般要进行排水冲洗。只有在地下水位較深且有自然出流的地区，才可以采用无排水沟的冲洗。

3. 在靠近含砂量較大河梳两岸的盐碱土地区，可以采取放淤洗碱的措施来改良輕重不同的盐碱地，其特点是規

模大、收效快、用工少。盖淤改土不但可以改良土壤，同时也改善了地下水状况，减低了地下水矿化程度，大大削弱了土壤返盐的可能性。

4. 在地下水位高且无排水出路、土壤透水性弱以及地势低洼的盐渍土地区，如果水量充足，一般可以采用种稻洗盐的办法改良。

5. 碱化盐土地区也可以采用种稻洗盐的方法，结合农业措施或化学处理（例如施用石膏）来改良。

第八节 灌溉管理

农田水利工程修建好以后，加强管理，合理运用，才能延长工程的使用年限，充分发挥工程效益，为农业生产服务。如果管理不好，便会造成工程损坏失修，效益不能充分发挥，给农业生产带来不利的影响。所以，农田水利工程应该修好一处，管好一处，用好一处。

灌溉管理，主要包括用水管理和工程管理两个方面。用水管理是要：合理灌溉，保证农业产量稳定增长；正确地调配和使用水量，扩大灌溉效益。工程管理是要：维修保养，保持工程经常完整；正确操纵运用，充分发挥工程的效益。

用水管理

为了做到合理灌溉，保证农业产量的稳定增长，我们应

要了解：灌溉有什么作用？灌溉对于水质的要求如何？作物的需水要求怎样？采用什么样的灌水制度和灌水方法？怎样计划用水，合理调配水量？下面分别谈谈这几个问题。

一、灌溉的作用

大家知道，光、热、空气、养分和水是作物生长不可缺少的要素。光和热是取之于太阳；空气向大气中吸取；养分取之于土壤和人工施肥；水是取之于降雨和地下水。降水或地下水往往不足，所以就必須用人工灌溉来弥补雨水的不足。

水对于植物有三种作用：

(一)水是組織植物本身的重要部分，一般植物体内含有70%以上的水分，新嫩的作物达到90%以上，就是晒干了籽实如稻谷、麦子等，也还有12%左右的水分。

(二)植物从土壤里吸取的养分，必須先溶解在水里，才能被植物根毛吸收，植物体内的有机物质，也靠水分溶解成溶液后，才能向体内各部输送。

(三)植物依靠叶面蒸发作用散发热量，使作物免受晒干枯死。

水对于作物固然重要，但并不是越多越好。土壤水分过多或水稻的淹灌水层过深，相对地土壤里的空气就会减少，作物的根因而不能进行呼吸作用，就会遭到窒息而腐烂，地上植株也会随之而枯死，通常所说的涝灾就是这类情况。因此，經常保持土壤中含有适量的水分，及时满足作物

对水分的需要,是取得农业丰收的关键。

合理灌溉,除了满足作物生长发育所需的水分之外,还能够改善作物的外界环境条件,例如调整土壤的物理、化学性质,增强土壤微生物的活动,调节小区农业气候,以及有助于病虫害的防止,等等。这些外界环境条件的改善,又有利于作物的生长发育。

二、灌溉对水质的要求

灌溉水的水质好坏,对于农业增产和土壤改良都有很大关系。所谓水质,主要是指水中的含有物和水的温度。普通的自然水中,一般含有溶解性含有物和浮游性含有物。含有物的种类、性质和数量,对水质的好坏又有影响。

溶解性含有物,指存在水中的氯化钠、碳酸钙、硫酸钠等盐类。河水中的含盐量,通常在千分之一以下(水中含盐量与水重之比),盐碱地地区地下水的含盐量有高达千分之十以上的。一般含盐量在千分之三以下的可以用来灌溉,超过千分之三,往往对作物有害,就不适宜用来灌溉。城市排出的工业废水,有的含有大量的有害盐分,应该经过化验和处理以后再用来灌溉农田。

浮游性含有物,主要指的是水中所含的泥砂。水中的泥砂是河道上游水土流失所造成的,含有一定数量的肥料。汛期河流含砂量一般都很大,用来灌溉,有肥田增产的效果。在我国北方有些地区,就有引洪淤灌的习惯。但是,泥砂颗粒过粗,含量过大,会淤积在渠道里,妨碍输水。所以,

在含砂量特大、超过渠道输砂能力时，要暂时停止引水灌溉。

灌溉水的温度过低，不利于作物的生长发育，影响产量。所以，有的地区，水温过低时，将水引入渠道或特挖的水池中，经过太阳照晒，使温度增高后再进行灌溉。

三、作物的需水量和灌溉制度

(一)田间耗水量 作物在整个生长时期，需要一定水量，这些水量渗入土壤以后，从下面几个方面(图80)消失：

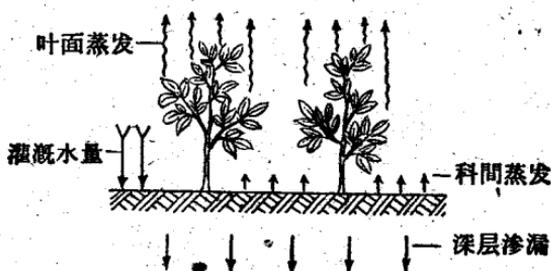


图80 作物田间耗水示意图

1. 叶面蒸发 水渗到土里以后，被作物的根毛吸取，输入植物体内。这些水分，除极小部分为作物生理所需外，其余约99%的水分，由叶面上的气孔散发到空中。这部分消耗的水分，叫叶面蒸发。

由于作物种类不同，叶面蒸发量也不同。就是同样作

物,在不同的生长发育阶段,或生长发育的好坏不同,其叶面蒸发也不同。叶面蒸发量的大小,与空气温度、湿度及风力等都有关系。温度愈高,空气愈干燥或风力愈大,叶面蒸发量也愈大;反之,则小。作物叶面蒸发所消耗的水量,和作物成长的重量成正比,叶面蒸发愈多,作物成长的重量也愈大。所以,叶面蒸发和作物产量很有关系,一般地说,产量愈高,叶面蒸发愈大。

2. 科間蒸发 也就是作物植株間的蒸发。

旱地作物(如小麦、玉米、棉花等)的科間蒸发量,就是植株間的地面蒸发量。影响地面蒸发量大小的因素很多,如作物蔭蔽密度大,土壤表面疏松干燥,蒸发就小;反之,地面蒸发就大。水稻的科間蒸发量,就是水稻田的植株間的水面蒸发量,蒸发量大小与作物蔭蔽和气候等因素有关。天气热,空气干燥,植株蔭蔽密度小,蒸发量就大;反之,蒸发量就小。水稻田科間蒸发量在移植和返青期为最大,随着稻叶的生长茂盛,蒸发量也逐渐减少,到孕穗期最小。但是,进入黄熟期后,因稻叶和稻秆轉枯,蔭蔽較小,科間蒸发又要加大。

科間蒸发虽然对于作物的光合作用没有什么关系,但是必要时还应该設法使它减少,以免水分損耗太多,例如旱作物地区进行中耕、松土,割断土壤毛細管作用,可以减少地面蒸发量。

叶面蒸发加上科間蒸发,叫做作物需水量。需水量的大小,是随作物的特性、产量、土壤性质、土壤肥沃程度、农

业耕作水平及气象条件等而变化的。

需水量的增加,与产量的增加并不永远成正比,需水量达到满足作物的要求后,要进一步提高产量,必须进一步提高农业耕作技术水平,提高土壤肥力。

3. 渗漏 是指渗入土层深处的灌溉水量。渗漏量的大小,决定于土质、地势、地下水位、水稻田的灌水深度等。

砂土,颗粒大,有棱角,渗漏量大。粘土,颗粒细而光滑,渗漏量小。土壤肥沃、团粒结构好的,保水力强,渗漏小;土壤贫瘠、团粒结构差的,渗漏量大。

在一般情况下,地下水位距离地面远,渗漏量大;地下水位离地面近,则渗漏量小。地下水的径流通畅,流速快,渗漏量大;地下水径流不畅,流速慢,渗漏量小。水稻地区土壤中如有不透水层,则渗漏量很小。

田间灌水层厚,渗漏大;灌水层浅,渗漏量小。

(二)作物需水要求和灌溉制度 根据作物生长发育的情况,可以划分为几个阶段。不同的生长发育阶段对水分的要求和灌溉的作用各有不同。在灌溉的时候,必须了解作物各生长发育阶段的要求,充分满足它对水分的需要,才能保证获得高产。

1. 水稻 栽培水稻的方法有移植法和直播法,我国大部分地区都是采用先育秧后移植的方法。下面只谈谈移植水稻的灌溉制度。

(1)移植至返青期 稻田翻耕灌水耙平后,土细泥烂,为使秧苗插得牢而匀,不发生浮秧,不论何种土壤,都要浅

水插秧。移栽后水层的深浅不同，对活棵返青的反映很是显著。移植至活棵前的水层，以灌水深度不淹没秧苗基部叶片的叶耳处为适当。水层过浅容易发生黄枯叶，水层过深，基部叶片又容易烂掉；因此过深、过浅的水层都对活棵不利。移栽至活棵前切忌田间缺水干田；但是如果水深没顶，三、四天后秧苗也会死亡。所以，这时期既不能脱水，又不能淹涝，以浅水层灌溉最为恰当。

(2)分蘖期 合理控制水层对促进分蘖和保证有效分蘖有重要的作用。在分蘖初盛期采取浅灌，可以促进增加分蘖。如水层过深，会对分蘖产生相当的抑制作用。分蘖盛期后，应该采取措施，抑制无效分蘖，控制一定的有效分蘖数，通常有两种方法。一为深灌以造成低温、缺光、缺氧的环境来抑制后期分蘖，但深灌期不能过长，一般以7—10天为宜，如延至拔节以后会促使稻株第一、二节过度伸长，而造成早期倒伏。另一种为排水晒田，也能抑制无效分蘖，并能促进幼穗分化，所以在分蘖盛期后采用晒田的方法较深灌为好。在分蘖期间，灌、排水应与施肥耘耨密切配合。施分蘖肥时，如用速效性化肥，灌水宜浅，如施厩肥、豆饼等迟效肥料，则灌水宜较深，并结合耘耨适当调节水层。

(3)拔节至孕穗期 水稻进入拔节期，有效穗茎已基本定型，孕穗期是水稻从营养体生育转入生殖器官生育的一个重要时期。自分蘖衰退期至拔节期为根系转入向下伸长的盛期，呼吸作用特别旺盛。同时，幼穗发育需要大量的水分和养分，一般早、中稻在孕穗期内，水分消耗一般占全

生育期的25—30%左右。此期灌水宜較深，不能脫水。

(4)抽穗、开花至乳熟期 抽穗、开花至授粉结实期中，对不良的外界环境条件（如旱、涝、寒冷、风等），甚为敏感。如用水不当，会造成每穗粒数减少，空粒数增多。在抽穗后二星期內为结实期，是灌浆充实籽粒的重要时期。这时如水分供应不足，会造成籽粒半实而减产。所以，自抽穗开花至乳熟期，一般可以用淺水层連續灌溉（有些地区用湿润灌溉，但是在揚花时如遇气温降低或大风，宜灌淺水）。

(5)黄熟期 在结实期間排水早迟，能影响茎叶养分的輸送和籽粒干物质的积累。排水过早，会影响产量；排水过迟，会延迟成熟，并对籽粒增重亦无作用。一般在黄熟后期稻穗勾头后开始排水，由湿润直至落干。有些地区因土壤透水性大，排水后土壤嫌干，可以灌1—2次淺水。

2. 冬小麦 冬小麦生长期約240—250天，生长期耗水量，每亩約250—350立方米左右。冬小麦幼苗期及分蘖期，植株小，耗水量小；越冬期，温度低，蒸发弱，耗水量极小；返青期，冬小麦逐渐进入生长发育时期，耗水量逐渐增加；抽穗开花期是冬小麦生长最旺盛的时期，耗水量最大；进入黄熟期以后，耗水量逐渐减少。

冬小麦各生长阶段的灌水作用、灌水时间和灌水量大致如下：

(1)播前水 主要是补給土壤水分，保证及时播种，苗全、苗旺。播种时遇到天旱，墒情不好，就要进行灌水；否則，容易产生缺苗断垄、麦苗細弱的現象。俗語說：“麦怕胎

里旱”，这充分地说明了播前灌水的重要性。灌水量一般以每亩40—50立方米为宜。

(2) 盘根水 又叫做冬灌，有平抑地温，防止冻害，减轻病虫害，促使冬小麦根部发育的作用。浇水时间约在“立冬”后，“小雪”前，灌水量每亩约25—35立方米。但是灌水时，必须掌握天气温度，到全日封冻时就不能灌溉了。同时，要掌握水量，在结冻前，水能全部渗入土壤里，以免地面积水结冰，造成死苗。

(3) 返青水 冬小麦开始生长，需要的水分，养料增加。返青水可以调节地温，增加冬小麦抗旱、抗晚霜和抗虫害的能力，同时使冬小麦扎根深，返青早，有效分蘖健壮，给拔节、孕穗打下基础。灌水时间，约在“惊蛰”后、“春分”前。灌溉水量每亩约25—35立方米。

(4) 拔节水 这是冬小麦茎叶生长的时期，需水量较大，如果缺乏水分，就会使麦秆细弱，成穗减少，不结实的小花增多，对后期生长不利。这次水很重要，灌水时间一般在“清明”前后，灌水量较大，一般每亩约30—50立方米。

(5) 抽穗扬花水 这是冬小麦生长最旺盛的时期，需水最多，如土壤水分不足，影响开花授粉，对冬小麦产量的关系很大。这是保证冬小麦增产的一次“关键水”。灌水量一般每亩25—35立方米。

(6) 灌浆水 主要作用是使麦粒饱满，粒重增加。为了避免倒伏，灌水量不宜过大，一般每亩以25—30立方米为宜。

冬小麦全生长期間，灌几次水最为适宜，应该根据各地的气候、土质、地下水及水利条件而定。一般情况下，播种以后能浇上冬灌、拔节、灌浆等几水就可以了。条件好、耕作水平較高的，还可以适当增加，但要注意防止地下水位上升，以免发生盐碱化。

冬小麦是旱作物，不能受淹，南方地区，雨多时要注意清沟排水。

3. 棉花 棉花的生长，一般可以分为幼苗、现蕾、开花結鈴和吐絮等几个阶段。棉花对水分的要求比較严格，水分过多或不足，都会影响棉花的生长和发育。棉花从幼苗到現蕾期，需要水分不多。为了促进根系下扎、植株健壮，最好不灌水，此时如果土壤过湿，会形成植株根系入土不深，地面部分徒长。現蕾到开花結鈴期，需要水肥充足，如果水分过少，会引起棉桃脱落，但水分过多，也会造成棉株徒长，棉桃脱落。棉花进入吐絮期，如水分过多，会阻碍棉鈴的成熟和吐絮；如水分太少，会使棉鈴提前开裂，降低棉花的产量和质量。

我国北方地区，因为降雨偏少，而且分布不均，不能滿足棉花生长的需要，有条件的地区，一般灌溉一、二次，多的三、四次。

(1) 播前水 主要作用是保証出苗，苗全、苗壮。俗語說：“棉花出苗三分收”，这說明灌播前水很重要。灌溉時間可以在冬季进行，有貯水保墒的作用，灌水量可以大些，每亩約 50—70 立方米；也可以在春季进行，但灌水量不宜过

大，每亩约 25—40 立方米。

(2) 现蕾水 棉花从幼苗进入现蕾，是从生长阶段转入生殖阶段，棉株逐渐高大，根系大量生长，需要水分较多。俗语说：“割麦前后浇棉花，十年准有九不差”，这说明在现蕾时期灌水，有良好的增产效果。灌水量一般每亩约 25—35 立方米。

(3) 花铃水 棉花进入花铃期，发育旺盛，需水量大。但是，这时进入汛期，多数地区降水量很大，不需灌溉。但是，有时也会出现干旱，需要灌溉，因此灌溉时要掌握“看天、看地、看棉花”及时巧浇。浇水量不宜过大，一般约每亩 20—30 立方米。雨多时要注意排水除涝。

以上讲的，只是几种作物的需水要求和灌溉制度。因为作物的种类很多，气候、土壤、水文地质、水利等情况，各地都不一样，所以什么时候灌溉，灌几次水，每次灌水量多大，都要因地制宜，根据具体情况决定，不能千篇一律。有的地区提出灌溉要“看天、看地、看庄稼”，天旱、地干，庄稼需要水就灌，天不旱，地湿和庄稼不缺水，就不灌。只有从实际出发，合理灌溉，才能获得丰收。

四、灌水方法和灌水技术

灌溉是通过灌水方法和灌水技术来实现的。良好的灌水方法和灌水技术是经济用水、保证作物增产的重要关键。因此，进行灌溉的时候，必须要讲究灌水方法，提高灌水技术。

灌溉方法有地面灌溉、地下灌溉和人工降雨等方式，通常采用的是地面灌溉法。下面就专门谈谈地面灌溉法。

地面灌溉有三种方式：

(一)畦灌法 畦灌法是把灌溉的土地筑成一块一块面积比较小的畦，畦的形状一般是长方形，在畦的周围筑成土埂，灌溉时一畦一畦的依次灌溉，使水在每一个畦面上由高而低的向下流动，均匀地渗入到土中去。一般密植作物如小麦、谷子、粟等，采用畦灌。

畦的规格根据地形、土壤及水源条件而定，在渠道灌区，畦长一般是50—80米，畦宽2.5—4.0米，最好是畦宽的倍数，以便操作；在井灌区，流量小，畦田宜小一些，一般畦长10—30米，宽1—2米。

畦埂高度，一般0.15—0.25米，底宽0.25—0.3米，断面是三角形。在播种前后就把畦田修好。用人工修畦田，一个工一天大约可以修8—10亩，如果用牲畜拉筑埂器修筑，每天可修筑畦田100—150亩。

放入畦田的流量，要掌握好，不要过大。流量过大，会冲刷田面，串畦、跑水。入畦流量一般以3—5升/秒为宜。灌水时应该注意保持水流均匀，把畦面全部都浇到，如有高低不平的地方，用木板或齿耙整平，以免浇水后干湿不均。为了避免在畦的末端水量过多而遭浸淹或冲破畦埂，在水流到畦长的 $\frac{3}{4}$ 以上时，停止放水，使水慢慢地流到畦的末端。

(二)沟灌法 沟灌法是从作物的行间开沟，水流沿沟

通过毛细管作用向两侧渗入土中。宽行作物如棉花、玉米等，一般适用这种灌水方法。

灌水沟的长度，根据土壤、地形条件而定。在地形陡、透水性比较大的土壤（如砂土、砂质壤土）的田地上，灌水沟的长度要短些；在地形平缓、透水性小的土壤（如粘质壤土、粘土）的田地上，灌水沟的长度要长些。一般情况下，灌水沟的长度约为80—150米左右。灌水沟的间距，根据作物的行距，沟的宽度和土壤透水情况决定，通常是0.5—0.7米。

灌水沟的深度，一般约为0.15—0.20米。

灌水沟开挖的时间，不宜过早或过迟。沟挖得过早，会跑墒；挖得过迟，会伤害庄稼。在第一次灌水前（棉花株高约0.2—0.25米，玉米株高约0.5—0.7米）开挖。

从毛渠或者引水沟向灌水沟放水时，可以把几条灌水沟作为一组，同时放水，每组沟的数目，要根据引水沟（或者毛沟）中的流量决定，一个灌水沟的放水流量以0.5—1升/秒为宜。沟内水深保持在沟深的1/3—2/3，不能漫过沟顶。水流到沟长的八成左右时，就要闭口。

（三）淹灌法 淹灌法是在田面上建立一定水层的灌水方法。这种灌水方法，只适用于水稻，不适用于旱田作物。

水稻整田期间的灌溉，叫做泡田，其目的在于使土壤水分饱和，便于犁耙平整。这一次灌溉需要的水量最多，因此要合理灌水，采取“三到、二好、一平”的泡田方法，以节省水量。“三到”是水到田，人到田，牛也到田，及时犁耙；“二好”

是犁好田边，糊好田埂，防止渗漏；“一平”是磨平田面。

水稻生长期的灌溉，基本上有两种方法：

1. 经常水层淹灌法 就是在水稻整个生长期中，稻田基本上保持一定的水层。但是，按生育期内水层深、浅变动的情况，又可分为浅层、浅—深层及浅—深—浅层等几种方法。

2. 水层、湿润与晒田相结合的方法 就是在水稻生长期中，前期保持一定的水层，后期采取湿润灌溉，再结合晒田。这也就是有些地区群众所说的“干干湿湿”、“湿三天、干二天”的灌水方法。

适时排水晒田，是水稻灌溉的一项重要措施。苗期晒田不仅有利于幼苗扎根分蘖，而且还有利于防止病虫害。在分蘖末期排水晒田，能够控制无效分蘖。在孕穗前如稻株生长过旺，进行晒田，可以抑制徒长，促进抽穗，并有防止倒伏的作用。但是，在水源保证条件较差的时候，排水晒田，必须十分注意，以防晒后不能及时补水，影响水稻生长。

五、计划用水

灌溉工程，大都是集体修建，共同使用。因此，必须很好管理，合理调配水量，才不致于混乱。最好的办法，就是实行计划用水。

计划用水，就是由灌区的管理部门，按照用水单位的要求，考虑到水源供水情况和工程条件，事前安排一个计划，具体规定各用水单位的用水次序、用水时间、用水量以及从

渠道引进水量。各用水单位则按照计划规定的时间、水量进行灌水。

实施计划用水要掌握六个环节：

- (一) 統 水源要統一使用，各方面的用水要統一安排。
- (二) 算 制定计划，根据用水季节，算好供需水量、灌溉田亩、用水时间、浇地劳力四笔账，平衡供需，互相协调。
- (三) 配 实行輪灌，合理配水，确定配水次序、配水量和配水时间。
- (四) 灌 因地制宜，采用合理的灌溉制度与灌水方法。
- (五) 定 健全浇地組織，实行責任制度。定水定田，定人定責，计划落实到田块，执行计划落实到灌水員。
- (六) 量 在分水点、进水口进行量水，控制水量。

灌区管理单位，每年(每季)度灌水之前，应该采取自下而上，上下結合的方法，編制好用水计划。用水单位在每年(每季)度灌水之前，向管理单位报送用水申請书，說明需要灌溉的作物种类、面积、时间及水量等，以便管理单位編制计划。

为了使用水计划能够得到很好的执行，管理单位在放水之前，要作好下列工作：

- (一) 检修好各項工程；
- (二) 建立、健全配水組織；
- (三) 帮助用水单位建立、健全基层管理組織和浇地队伍；
- (四) 帮助用水单位訓練基层管水員和灌水員。

用水单位在放水前，应该作好下列准备工作：

- (一) 平整土地，开沟打畦，修好田间沟渠；
- (二) 组织好浇地队伍；
- (三) 准备好灌水工具和照明设备。

在灌溉进行当中，用水单位要遵守用水制度和用水公约，按照规定的時間用水；要爱惜水，节约用水，不泄水、跑水；不擅自在渠道上拦渠打坝，不私自引水，更不要截水、争水。

遇到天旱水量不够分配时，应该根据作物需水缓急，临时改变计划，实行輪灌，重点使用，以提高灌溉效益。

六、量水工作

“量水”是灌溉管理中的一项重要工作，因为只有知道了水量多少的准确数目，才能进行分水、配水，实施计划用水，进行灌溉試驗，测定渠系有效利用系数等項工作，以便不断提高管理水平。在灌区主要分水地点（例如进水閘，分水閘，干、支渠閘門等）都要进行量水。量水一般都是測量流量，知道了流量，乘以放水時間，就得出水量了。

(一) 流速仪及浮标測流 应该选择一段平直的、水流均匀、无漩涡或回流的渠道进行測流。

在較大的渠道上，要用流速仪进行測流，測量、計算方面可以參考河道水文站流量測量办法去作，不再贅述。

在一般小渠道上，可以用浮标測流。选一长为100—200米的平直渠段，設上、下两个断面，量出上、下断面的距离，

然后用木板、秸秆等制成的浮标在上游投入水中，浮标经过上断面时用秒表记时间，等到经过下断面时停表，得出流过这一距离的时间(秒数)。用秒数去除距离，就得到流速了，流速乘渠道过水断面面积就得到流量(图 81)。

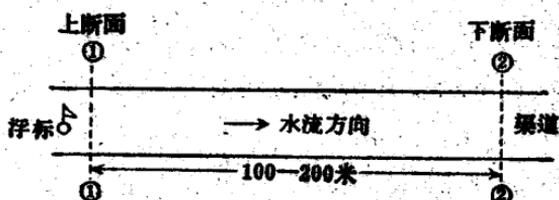


图 81 流量计算示意图

水面宽 3 米以下的渠道投放 1—2 个浮标，3—5 米的，投放 2—3 个，以求准确。

因为渠道里水面流速大于整个断面的平均流速，所以用以上方法测出的水面流速，要乘一个“浮标系数”(即打个折扣)。在一般渠道中“浮标系数”为 0.5—0.7。

举例：上下断面距离为 100 米，浮标流过时间为 200 秒，浮标系数选用 0.7，则流速为：

$$\frac{100(\text{米})}{200(\text{秒})} \times 0.7 = 0.5 \times 0.7 = 0.35(\text{米/秒})。$$

渠道过水断面如图 82，面积为：

$$\frac{4+2}{2} \times 1 = 3(\text{平方米})，\text{则流量为：}$$

$$3 \times 0.35 = 1.05(\text{立方米/秒})。$$

(二) 量水堰测流 常用的有以下两种:

1. 三角形量水堰 将一块木板, 中间锯一直角(即90度)缺口, 最好在边缘上嵌

一铁片, 如图83。堰高、边宽要大于30厘米, 在上游堰板上装一水尺, 零点与堰口平齐。安装时, 应注意将量水堰端正、平直地安在渠道正中, 两侧最好用砖砌护, 堰身及两侧不得漏水。过水时观测水尺读数, 自表11中可以查得过水流量的数字。假如根据这个流量表在一张方格纸上以水尺读数为纵坐标, 以流量为横坐标, 画一曲线, 查用起来也很方便。

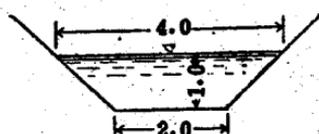


图82 过水断面计算示意图
(单位: 米)

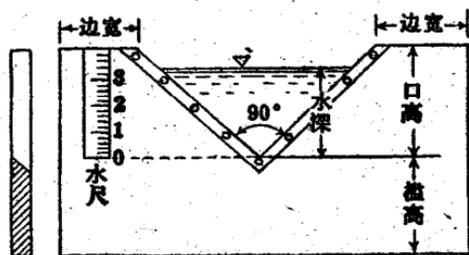


图83 三角形量水堰

举例: 水尺读数为21.5厘米, 先在表的上横行找到十位数的20的一行, 再在左竖行找个位数1.5, 两行相交为30.4(秒升), 即为流量。

表 11. 三角形量水堰流量表

水深 (厘米)	流量 (秒升)	0	10	20	30	40	50
0		0	4.5	25.2	68.0	139.0	241.9
0.5		0.01	5.1	26.9	71.0	143.7	247.0
1.0		0.02	5.7	28.3	73.5	149.0	255.0
1.5		0.04	6.4	30.4	77.1	152.5	260.5
2.0		0.09	7.2	31.8	80.4	157.8	264.5
2.5		0.15	7.9	33.7	83.2	161.0	271.0
3.0		0.23	8.7	35.6	86.6	166.5	276.5
3.5		0.33	9.5	37.4	89.7	170.5	284.5
4.0		0.46	10.1	39.6	92.7	174.5	290.0
4.5		0.62	11.3	41.5	97.0	181.3	300.5
5.0		0.8	12.3	43.9	100.8	185.0	303.5
5.5		1.0	13.4	45.0	103.0	189.5	313.0
6.0		1.3	14.5	47.7	106.5	196.0	318.0
6.5		1.5	15.6	50.4	110.5	201.5	326.0
7.0		1.9	16.9	52.9	114.0	208.0	337.0
7.5		2.3	18.1	55.1	118.0	212.0	342.0
8.0		2.6	19.4	57.8	122.0	219.0	349.0
8.5		3.1	20.8	59.1	126.8	225.5	359.0
9.0		3.5	22.0	62.8	131.0	230.0	366.0
9.5		4.1	23.5	65.8	135.5	236.5	374.0

2. 梯形堰 用木板中間鑿以梯形缺口，釘上鉄皮堰緣。
梯形堰口側边为 4:1(直:横)的斜边(图84)。

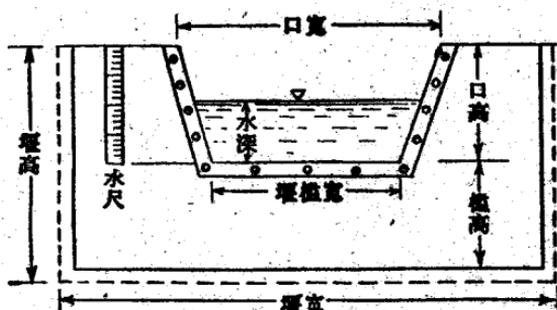


图 84 梯形堰

制作时各部尺寸可以查用下表:

表 12 梯形量水堰标准尺寸表(单位:厘米)

堰底宽	口宽	最大水深	口高	边宽	堰底高	堰高	堰宽	适宜测流范围(秒升)
25	31.6	8.1	13.3	8.3	8.3	26.6	64.2	2—12
50	60.8	16.6	21.6	16.6	16.6	43.2	110.0	10—63
75	90.2	25.0	30.5	25.0	25.0	60.5	156.2	30—176
100	119.1	33.3	38.3	33.3	33.3	76.6	201.7	61—365
125	147.5	40.1	45.1	40.1	40.1	90.2	243.7	102—602
150	177.5	50.0	55.0	50.0	50.0	110.0	293.5	165—1009

注: 堰高和堰宽中包括了安装尺寸 3—8 厘米, 可以根据实际情况增减。

在水尺上观测读数后, 可以利用图85的曲线查出流量。
这组曲线是根据堰下游水深不淹没堰槛的情况计算的。

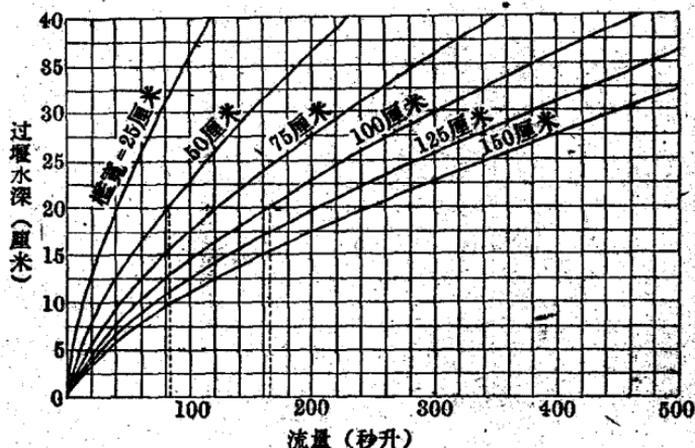


图 85 梯形量水堰水深、流量查对曲线图

举例：水尺读数为 20 厘米，问堰槛宽各为 50 和 100 厘米的梯形量水堰，其流量为若干？

在图上纵座标水深 20 厘米处，向右平行与槛宽 50 厘米的曲线相交，自交点垂直向下看，查得流量为 84(秒升)；同样可查得槛宽为 100 厘米的流量为 166(秒升)。

(三)小水庫(塘、坝)的测流

1. 利用库容关系曲线查算水量。

小水庫一般都有水位库容关系曲线，如图 86。每天定期地观测记录水庫水位，根据曲线图就可以计算出自水庫放出的水量了。当然，如果在放水期间，水庫有来水增加和水量损失，则应将其考虑在内。

2. 利用卧管量水 一般小水庫(塘坝)的放水设备，很

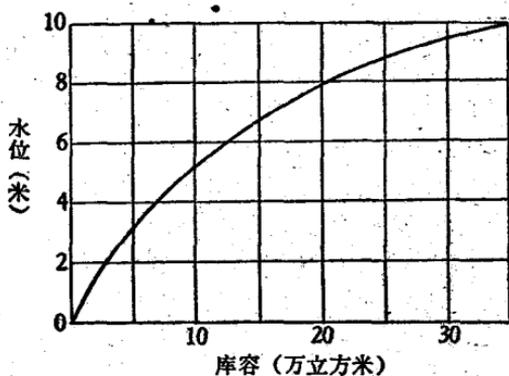


图 86 水位库容关系曲线

多是采用分級臥管(图 87)。量水时, 取一水尺插入水中, 量出孔口以上水深数, 利用表 13, 即可查出流量。

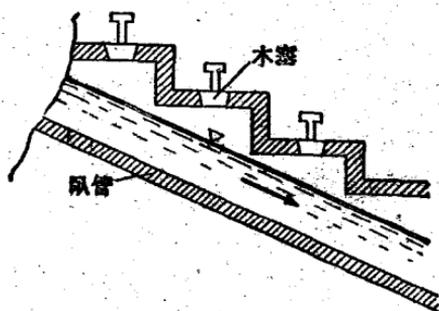


图 87 分級臥管

举例: 臥管孔口的孔径为 20 厘米, 量得水深为 24 厘米。查表得流量是 42.3 (秒升)。

表 13 臥管孔口不同孔径水深、流量关系表

流量 (秒升)	孔径 (厘米)	10	15	20	25	30	35	40
4		4.3	9.8	17.3	27.1	38.8	48.6	69.3
8		6.2	13.7	24.4	38.1	54.9	68.4	97.6
12		7.5	16.8	29.9	46.9	65.2	81.5	120.0
16		8.4	19.4	34.6	54.1	77.7	97.5	138.5
20		9.9	21.7	38.6	60.4	87.0	108.8	154.2
24		10.5	23.8	42.3	66.4	97.0	119.0	169.0
28		11.2	25.7	46.6	71.7	103.0	128.6	188.0
32		11.8	26.8	48.8	76.6	110.0	137.6	195.5
36		13.0	29.1	51.8	81.3	116.6	146.0	208.0
40		13.7	30.7	54.6	85.7	122.8	153.7	219.0
50		15.3	34.4	61.3	95.7	137.6	172.2	244.0
60		16.7	37.5	67.0	104.7	150.8	188.5	268.0
70		18.1	40.3	72.2	113.0	162.8	197.0	289.0
80		19.3	43.4	77.3	121.0	174.0	217.5	309.0
90		20.4	46.0	82.0	128.3	184.4	230.5	328.0
100		21.6	48.5	86.6	135.0	194.5	243.0	346.0

如果同时开两个孔，则可分别计算。

3. 在出水口以下渠道中测流 可以应用前面介绍的浮标或量水堰等办法。

工程 管理

一、渠道的管理养护

渠道是农田水利工程中主要的输水工具。管好、护好

渠道工程是很重要的一件事情。怎样才算管好、护好渠道呢？一般地说，要做到：能够输送原来计划的水量；不决口跑水，漏水、渗水很少；既不淤积，也不冲刷；渠堤、渠身整齐牢固。

(一)使用和防护 渠道中输送的流量大小，水位高低一定要符合原设计标准，不准任意加大。为了保证输水安全，渠道堤顶要高出渠中最高水位，一般支、干渠的超高（指堤顶至水面的距离）为0.4—0.6米，毛、农、斗渠为0.2—0.4米，高填方渠道还要适当增加。渠道中的流速，最大保持1米/秒左右，以防冲刷，最小也要大于0.2米/秒。渠道中过水流量要保持稳定，不要忽大忽小，必须增减时要逐渐变换。新修好的渠道正式用水前，应该先进行试渠。试渠时，流量要逐渐增加。冬季放水时间应当尽量缩短，当渠水结冰时，应停止放水。

渠道堤顶、堤坡一般不准堆土石等重物；禁止挡埝、堵水、捕鱼、私自扒口放水、扒渠过车；堤顶、堤内坡不准种植作物，不准挖坑或取土。在放水前和放水时要经常检查有无裂缝、缺口、漏水、沉陷、滑坡、鼠穴、漂浮物堵塞等现象。如果发生裂缝、沉陷，可以采取压土、夯实等办法处理。

(二)防止渗漏和冲刷 在灌溉渠道中，一般有 $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ 的水量要渗漏掉，所以采取措施减少渗漏损失就可以节约水量，多灌田地。在管理方面要尽量集中轮灌。在工程方面有以下几种办法：

1. 夯实 渠道夯实得好，就可以使渗漏大大减少。

2. 粘土或灰土鋪面夯实 附近如有粘土、砂子材料时, 可以将渠道过水断面刨去一层, 加上粘土, 再夯实成原断面形状。如果粘土的粘性较重, 应该混入一定比例的砂子, 减少粘土鋪面的裂縫。在有条件的地方, 还可以用白灰与黄土或粘土配合, 夯实作为护面, 这样不但防渗, 而且大大提高抗冲能力。

3. 卵石砌衬护面 干砌卵石衬砌渠道, 在我国西北地区很常见。渠道挖好后要校对高程、尺寸、边坡都符合设计标准, 然后鋪上一层 10—25 厘米厚的砂砾层, 再砌石。砌时使卵石长径垂直坡面, 紧密排列, 砌好后, 表面较大的縫隙要用石片填塞 (图 88)。鋪层厚度约为 25—30 厘米, 因此要选用长形的卵石。为了防止卵石鋪面的局部冲动而影响很长的渠段, 可以每隔 10—20 米选较大的卵石砌一道宽 1 米、深入渠底 0.5 米的截墙。这一截墙最好能用洋灰 (或白灰) 砂浆砌筑。

在较大的渠道上为了提高防渗效果, 也可以做图 89 那样的护面。当然, 护面可以用浆砌卵石或块石。

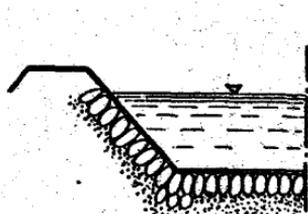


图 88 卵石护面

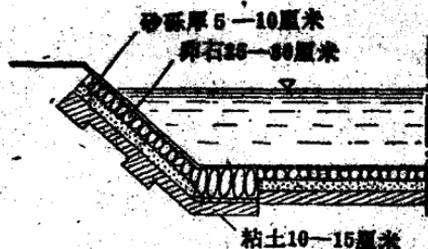


图 89 卵石护面

4. 瀝青混凝土护面 这种方法效果最好，但是造价昂贵，一般用在比较重要的渠段。甘肃昌马河灌区用1:2:4（瀝青、砂子、石子的体积比例）的瀝青混凝土护面防渗，其渗漏损失比砂砾土渠减少99.5%。

二、小型水庫和塘坝的管理养护

小型水庫（或塘坝）工程，主要由大坝、溢洪道、放水设备（输水洞，斜卧管等）三大部分组成。水庫工程如果发生事故，会严重地影响到下游村庄、城镇、交通、农田的安全，所以这一类工程的管理养护工作很是重要。

（一）运用和防护

1. 对水庫工程要经常进行检查、定期进行观测，发现问题及时解决。要建立工程档案制度，详细记录工程设计、施工等原始资料，以及在管理运用中的情况。对于经常和定期检查中发现的问题和整修处理情况，也要详细记载。

2. 对大坝要检查坝高、顶宽、护坡是否合乎设计的高程和尺寸，有无沉陷、位移、裂缝、滑坡、渗水、雨淋沟等现象；溢洪道的高程、宽度、护底边墙、消力设备等，也要检查，在汛期前后更要特别注意；对放水设备要查看有无沉陷、断裂、漏水，启闭设备是否灵活、完好。

3. 小水庫设计时一般基本资料不十分完整。因此在管理过程中应该对集雨面积、库容等进行复查，并观测降雨资料，以便进行核对。

4. 在蓄泄运用方面，开关放水管门时要慢开慢关，速度

均匀；有閘門和筑有土埂的溢洪道，在汛期应该根据当地雨情，预先打开；集雨面积、庫容較大的小水庫，在汛前应该适当降低蓄水位，到汛期后期再逐渐恢复正常蓄水位，根据設計时提出的要求和运用的經驗，应当对閘門的开关，制定操作規程，对水庫各时期的蓄水位、溢洪等問題也作出規定，严格遵守，各种設備要固定专人管理、操作，建立責任制。

5. 庫区山坡应该进行水土保持工作，25度以上的坡地严禁开荒，25度以下的坡地开荒时应有保土措施。在庫内进行养魚等农副业生产的单位，不得影响水庫工程安全和灌溉用水。水庫内严禁炸魚。

6. 每年汛期过后应对水庫进行一次大檢查，并进行岁修。

(二) 整修和加固

1. 坝身渗漏 如果筑坝土料含砂多、透水性大，或土料未夯实，混有淤泥、杂物等，可以在临水坡面鏟去一层，加做一道粘土斜墙，外加砂砾、壤土做的保护层(图90)。假如坝

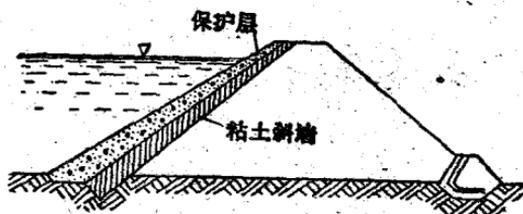


图90 斜墙和保护层

身寬度及坡度不足，那末就应该将坝身加厚，并将原坝面鏟

为台阶状，层土层夯，使新老土结合紧密。

2. 坝脚渗漏 土料、夯实都很好，但是坝基与原地面结合得不好，可以沿迎水坝脚挖一宽2米的沟槽，用粘土回填夯实，做一齿墙，墙高至少2米(图91)。假如原坝基未挖到不透水层，则将齿墙加深，直至不透层以下。

坝基下透水层很深，可以从迎水坝脚向上游用粘土做一铺盖，铺盖长度至少为坝前最大水深的4倍，厚为0.5米以上。

3. 坝端渗漏

一般是由于山坡的风化层未铲除干净的缘故，可以将土坝迎水坡与山坡接头处的浮土铲去，再铺上粘土分层夯实。



图 91 粘土齿墙

4. 塘底漏水 可以抛撒粘土，或在塘水放干后，用牛拉铁齿耙，梳耙表土层，待蓄水时泥土沉淀后，将漏水隙缝淤塞。

5. 裂缝 纵缝(与坝轴线平行的裂缝)。如果纵缝不宽，不深，又不长，只要铺土填塞就可以了。纵缝较宽，深度小于1米，可以灌土或砂，用土闭口；缝很宽，又较深，就要开挖回填。

横缝(与坝轴线垂直的裂缝)非常危险，大小都要处理。可沿缝开挖，并挖一个结合槽如图 92，然后回填夯实，开挖

深度要达到裂缝底以下0.3米左右。

(三) 汛期抢护

1. 防止洪水漫顶

汛期遇到特大暴雨，库内水位急剧上涨，有漫坝可能时，一

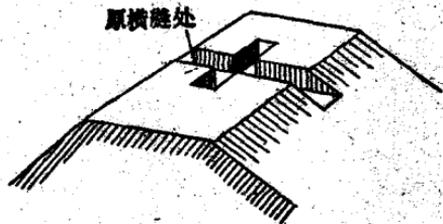


图92 结合槽

方面应尽量加大泄洪量，将闸门打开，加宽加深溢洪道，如有副坝或较低山坳时，可以考虑扒开溢洪。另一方面，修子埝，加高土坝。筑子埝时应该先将大坝顶上的碎石、杂草清除，刨松表层，沿子埝中心线挖一个约深0.2米、宽0.2米的结合槽，然后上土、夯实。子埝迎水面如用土袋铺筑，还兼有防浪作用(图93)。

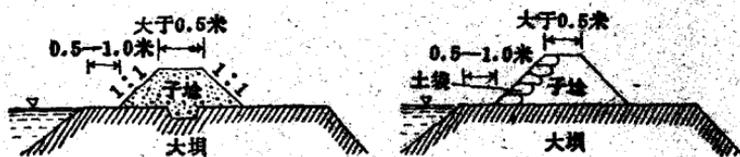


图93 子 埝

2. 坝身渗水、漏水的抢护 坝身发生渗水、漏水，一方面在迎水坡截渗，一方面在背水坡将渗水安全导出。

轻微渗水，可以在背水坡渗水处以上开始挖筑砂石导渗沟，修至坝脚。导渗沟宽0.5米，深0.8米左右，沟内下铺砂子，再铺砾石、碎石(图94)；或将渗水处表面草皮清除，

然后依次鋪上砂砾、碎石、块石，做成反滤层(图 95)。

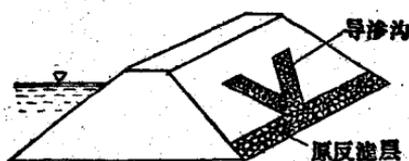


图 94 导渗沟

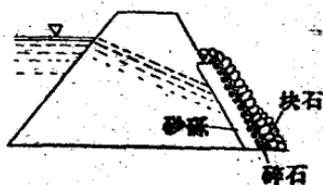


图 95 反滤层

在渗水很严重，出现漏洞的情况下，可以采取这样一些办法：

如果漏洞距坝顶很近，在坝顶开沟直到发现漏洞之处，然后堵塞回填夯实(图 96)。

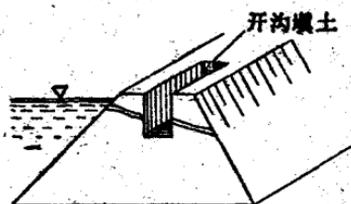


图 96 开沟填土堵塞漏洞

如果漏洞在水下较深，又较大；那末应该先在上游

找到洞口，用软料(棉絮等)堵塞，然后用土袋、土料填压(图97)。也有做反滤围井的。在出水口的周围，用土袋做成圆形围井，然后依次铺细砂、粗砂、碎石，插入竹管将水导出。

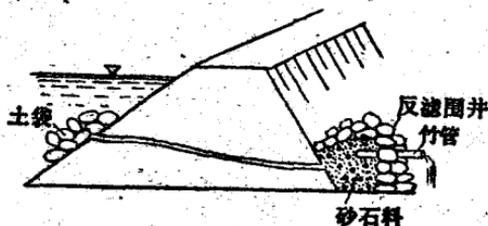
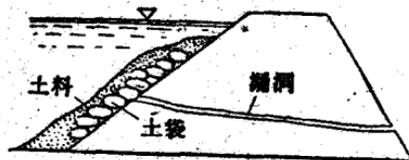


图 97 漏洞填压(上)及反滤围井(下)

3. 防风浪冲击 蓄水量、蓄水面較大的小水庫，在土坝迎水面做块石护坡。对于未做护坡的土坝，汛期防止风浪冲击的办法有：将土袋紧密地放在波浪上下波动的坝坡上；用竹、木或柳、葦扎成的枕或編成浮排，锚固在迎水坝坡前。

4. 涵管、溢洪道下游冲刷 可以将大块石头、鉛絲石籠、竹石籠等拋入防护。

三、水工建筑物的管理养护

各种水工建筑物操纵运用，一定要按照設計等有关的要求和規定执行。例如閘門最大允許开启的高度，渡槽、倒虹吸管最大允許的过水深度和流量，都应当严格遵守，不許超过。較重要的建筑物，应该建立工程档案，詳細记录有关运用、损坏、修理等情况。

(一) 混凝土及磚石建筑物

1. 混凝土表面发生裂縫，可以用水泥砂浆填充涂抹。如果裂縫細小，砂浆难以灌入，可以沿裂縫凿成3—5厘米寬、5厘米深的小沟，洗刷干淨，然后修补。砂浆应少加水，以免干后收縮发生裂縫。裂縫短而不太严重时，也可以用瀝青涂抹。

2. 閘底板、护坦表面被水流局部剝落，可将表面凿毛，然后用水泥砂浆涂抹。

3. 磚石建筑物，应当經常检查砌縫是否完好，水泥构縫如有脫落，用水泥砂浆灌滿掏好。

4. 翼墙由于构縫脫落等原因，使水流入墙后要掏空回

填土料；又如消力池下游护坡、护底被淘刷，这都是容易发生的问题，要经常注意。

5. 冬季停水后，要把建筑物的积水排除，以免发生冻裂事故。挡土墙要有排除墙后填土中水分的导水孔。

(二) 木质建筑物 木质水工建筑物，如渡槽、木桥、木闸等，以及一些木质部件如木桩、木闸门等，由于部分浸水，忽干忽湿，很易腐烂。防腐的常用办法是涂油漆或柏油，一般1—2年涂一次。

1. 木料脱水，较干燥时才能涂油，所以应该在每年干燥而暖和的季节进行（例如北方地区在4—10月）。

2. 木闸门、木渡槽，应当先将裂缝用油灰填塞后，然后涂油。

3. 木质建筑物上的各个螺丝，要经常检查，如有脱落、松动，要及时更换或拧紧。

4. 木桥不准通过超过规定载重的车辆。桥面上要加护面板或垫土层，以防车轮损坏桥面。

(三) 启闭机及钢铁部件

1. 启闭机应有防尘设备如闸房、闸箱、闸套，不用时要上锁。

2. 闸门全部关闭时，启闭机螺丝杠上要有明显标记，以免继续摇动摇把，损坏闸梁或螺丝杠。

3. 各齿轮的加油孔及螺丝杠要保持清洁，定期加油、涂油，定期洗除灰尘。

[General Information]

书名=农业生产技术基本知识 农田水利 (第三版)

作者=中华人民共和国农业部主编 董其林 高如山 王重九 余之铭 邹广荣编写

页数=142

SS号=11803134

出版日期=1963年09月第3版

前言

目录

- 第一节 水利是农业的命脉
- 第二节 引水工程和蓄水工程
- 第三节 地下水和水井
- 第四节 提水工具和排灌机械
- 第五节 治涝排水
- 第六节 水土保持
- 第七节 盐碱地改良
- 第八节 灌溉管理