

渠道灌溉技術教材

河南省水利廳編

*

河南人民出版社出版（鄭州市行政區經五路）

河南省書刊出版業營業許可証出字第—號

地方國營鄭州印刷廠印刷 新華書店河南分店發行

*

書號：（鄭）338

787×1092 1/32 · 1 $\frac{11}{16}$ 印張·29,000字

1956年4月第1版 1956年4月第1次印

印數 5,116冊

定價：壹角玖分



第一章 莊稼和水的關係

第一節 莊稼和水的關係

無論什麼莊稼的生長發育，離了水都不行。種子得到適當水分才能發芽，幼苗出土後，必須有足夠的水分供給，才能生長發育正常；在干旱年頭，我們的莊稼長得很矮小，甚至會枯死，就是因為供給的水分不足的緣故。同時土壤里的養料，必須先溶解在水里，才能被莊稼吸收；莊稼製造食物如淀粉等，水就是其中的一種重要原料，莊稼體內有足夠的水分，才能把制好的食物運送到體內各部分去，供給它的生長需要。因此，我們要莊稼長得好，增產有保證，做好對莊稼需水的適當供給工作，是一個不可忽視的重要關鍵。

水在莊稼體內佔的比數很大，一般莊稼體內的所含水分，至少在60%以上，越是在幼嫩部分，像嫩芽、嫩葉等，佔的比數越多，一般可達到95%以上。這就可以說明水對莊稼的重要了。

但水在莊稼體內，並不是像瓶子裝了水一樣停留着的，而是不斷在運動變化的，它一方面由根把土里的水分吸進去，另一方面卻由葉子等部分向外蒸發。葉子向外蒸發的水量的大小和天氣關係很大，天氣越熱，空氣越干，蒸發量越大，一般說，一顆玉米種子從發芽生長發育到成

熱枯萎的一段時期，蒸發出的水分要在400斤以上。

叶子的蒸發，除了促進莊稼體內的生長生活機能外，還有防止因太陽照射使體內溫度過高的作用，這樣就可以避免太陽的炎熱，把莊稼晒干或晒傷。

莊稼所消耗大量水分是靠著它的根從土壤中吸收補充的。莊稼的根雖然種類很多（如支根、鬚根等），但各種根的支根尖端，都有一層很密的茸毛，叫做根毛。根毛緊密的和土壤結合起來。它能直接吸收土壤里的水分。根毛雖然只長在支根的尖端，但是根毛的數量却很多，要是把一棵小麥的全部根毛，一根接一根的連接起來，就有40里長，這樣看來，根毛的表面積就很大了，再加上莊稼的根分枝很多，並且有些莊稼的根入土很深，像小麥的根就有5、6尺長，俗語就有：“小麥的根能扎黃泉”的說法，所以根部吸收水分的力量是很大的。

由根毛吸收的水分，是通過莊稼體內的許多很小的管子，通到葉里去的，這些通水的小管子，只有我們把一棵莊稼剖開，放在顯微鏡底下，就可以看到里面有許多上下連接的小管子，叫做維管束；其中木質部分叫做導管，導管就是運輸水分的器官。根里的導管和莖里的導管是連結著的，莖里的導管又和葉里的導管相連接，由根毛吸收的水分，就通過這些導管一直運輸到葉子里。再由葉子的表面有許多小孔，叫做氣孔，蒸發到外面來。

莊稼體內缺少水分的時候，就要枯萎，在夏季中午，天氣很熱，水分的蒸發就更多些，根毛吸收的水分供給不夠，往往就要枯萎，但是到了傍晚，太陽落下去以後，氣

溫降低了，葉面的蒸發作用也隨着減少，莊稼體內的水分逐漸從根部補充上來，又能恢復原來的樣子，但是如果蒸發時間很長，莊稼體內的水分過少，就要枯死，這時就是再澆很多的水，莊稼也不能恢復原狀。因此，我們對莊稼不但要耕作及時，而且要供給它及時適量的水分，否則，就要影響它的生長。

第二節 主要莊稼的澆水時間和澆水量

莊稼生長需要水，但是各種莊稼對水的需要量，對土壤含水的要求程度，和在生長各階段對水的要求量，都不一樣。只要我們掌握了它的要求情況，結合其他耕作施肥，做到及時適量地供給水分，就可以使莊稼生長發育正常，保證增產。為了供給參考，特將小麥、棉花、谷子和玉米等主要莊稼的澆水時間和澆水量，分述如下：

1. 小麥：根據試驗場試驗，小麥對土壤最適合的含水量，是在12—17%之間，也就是100斤干土中含有12到17斤水，過低過高，也就是說過干過濕，都會影響生長，減低產量。不適宜的時間越長，影響也越大。另外，從它的生長時期需水情形說，可分下種、盤根、反青、拔節、灌漿等5水，這5水對小麥生長有啥好處，在啥時該澆，澆多大水，下邊再分開來談談。

（一）下種水：就是在小麥播種以前，要澆一次透水，以便供給小麥播種及發芽時所需要的水分，這次水在秋作物收穫後，進行先犁後澆是保證全苗和發育健全的關

鍵，尤其以粘土地先犁后澆最適宜。

(二) 盤根水(即冬水)：冬灌不但能加強小麥根系的發育，促使地上部分生長良好，並能蓄水保墒，增加土壤溫度，防止凍害，使小麥順利越冬。冬灌的時間，根據試驗資料分析，大約在十一月末和十二月初，但氣候變化很大，灌水時間的早晚還需靈活掌握。根據羣眾經驗，是晚上結凍而白天又解凍的時候，為最適宜的冬灌時間，因為經過反復的凍解以後，土壤表層疏松，對小麥生長及保墒，都起着很大的作用。

(三) 反青水(即春水)：澆的時間是在驚蟄後，春分前，正是小麥抬頭開始生長的時候，必須要有充足的水分及養料；因此，結合澆水，還要上一次人糞尿或豆餅肥料，不然，小麥就要撒下一部分杈，對於產量很有影響。所以澆春水也有很多好處：

① 灌水後可增加地溫，使小麥增加抗霜凍能力；② 可以促使肥料溶解，土壤松软，麥根可以扎的深，多發杈，能抗風，不易倒伏；③ 可以促使麥苗健壯，增加抗病能力，減少或避免黑疸、黃疸病的發生；④ 春澆可淹死蟥蟧、紅蜘蛛、吸漿虫等幼虫；⑤ 春天風多，空氣干燥，土壤水分蒸發很快，春澆可彌補土壤中的水分損失。

小麥返青時大部分根在1尺5寸深的土里吸收水分，按每寸水可滲5寸濕土計算，澆水量有3寸深即可。

(四) 拔節水：澆的時間是在谷雨前後。是小麥拔節開始，即進入旺盛生長的時期，需要大量的水分和養料，如果缺少了必要的水分，就會使莖的發育細弱，影響后期

生長。這時小麥根部在1尺8寸深的土壤里吸收水分，所以澆水量需達3寸半至4寸。同時，可根據具體情況如有葉色發黃，生長不旺，就需追肥一次。

(五)灌漿水：是小麥最后一次水，是在小麥揚花以後數日內進行的，但必須注意：不可在揚花期間來澆，否則，會影響產量。小麥在揚花後灌漿時需要水分甚多，如能適時的澆一水，可促進小麥早熟，籽粒飽滿。如果遇到干旱的情況，會引起穗子發育不完全和不結實，減少單穗上的粒數，顯著的降低產量。這個時期小麥和拔節時期一樣，根部都在1尺8寸深的土壤里吸收水分，澆3寸半至4寸深的水即可。

2.棉花：棉花澆水一般可分下種、結蕾、開花、結桃、吐絮等五水。根據引黃灌區試驗場的試驗：每生成一公斤（即二市斤）的籽棉，需要水1,540至1,590公斤。根據棉根發育狀況，初步估計灌水計劃層的深度：播種期為1尺2寸，結蕾期為1尺5寸，開花結桃期為2尺1寸，吐絮期為1尺8寸。根據棉花生長階段內土壤水分減少情況（最低時含水率為14%），來確定灌水早晚期距：結蕾期為21天，開花結桃期為14天，吐絮初期為16天，吐絮後期為25天。根據這些情況，初步規定棉花灌水定額每畝為266.6公方（1公方合1千公斤），分為5次灌入。

在澆第二水時（約在芒種以前），可結合施入氮素肥料如豆餅、圈糞等，以供棉花生長拔葉的需要。開花後在澆第三水時，可結合施用過磷酸鈣20至30斤，以幫助棉花結桃。

3. 谷子：根据引黄灌區試驗場試驗：每生成一公斤干谷子需水1,160公斤；谷子灌水定額每畝为220公方，可分下种、拔節、抽穗、灌漿等4水灌入。根据谷子根部生長情况，灌水計劃層深度：下种期1尺2寸，拔節期1尺5寸，抽穗期1尺8寸，灌漿期1尺5寸。根据谷子生長階段内对土壤最低含水率为13%的限度，確定灌水期距：拔節期为14天，孕穗至開花期为13天，灌漿期为14天。

谷子在澆第二水時为拔節期，这时正是發根、長稈、長叶階段，需要大量水分和养分，所以应結合施入追肥如豆餅等，或在谷子成熟前50天，追施肥田粉一次（因为肥田粉效期为50天），使其籽实丰满。这次水約在谷子一尺多高時進行，不宜太早，以避免谷子發黃。

4. 玉米：需水量較小，每一公斤干子实需695公斤水，引黄灌區確定玉米灌水定額为每畝215.5公方，可分为下种、拔節、孕穗、灌漿4次灌入，根据根部發育情况，確定灌水計劃層深度（土壤最低含水率为13%）：播种期为1尺2寸，拔節期为1尺5寸，孕穗期和灌漿期均为1尺8寸。灌水期距：拔節、孕穗期为19天，抽穗開花期为12天，灌漿期为15天。玉米澆第二水是在苗高1尺5寸至4尺時，正是長稈、長叶階段，需要养分水分很多，此次水可結合施肥進行；第三水約在出尖英時期，可追第二次肥，对出穗攻籽有很大作用，不可忽視。

除上面所談的以外，我們在澆地時一般还應該注意以下几个問題：

（1）澆水必須掌握淺澆、勤澆的原則（特別是沙碱

土地)，根据天旱缺墒情况，适当澆水，不宜太大，如澆的太大了，第一、会使土壤的养分随水流失；第二、使地下水位上升，土壤碱化；第三、使土壤中肥料不能迅速分解，供给作物吸收。

(2) 在一次澆水后，需鋤一遍，或耙一遍，防止地面結一層硬殼，並可減少土壤水分蒸發。

(3) 莊稼在開花時不要澆水，因为此時莊稼正在授粉，需要高温，以促進花蕾爆破及授粉作用。

(4) 棉花在結蕾生桃時不能澆水，否則，會發生落蕾和落鈴現象。

(5) 澆水最好在無風時進行，防止搖動根部。

(6) 天將下雨時不要澆水，以免水量過多，如遇天气燥熱，猛雨过后，下不透時，可施行一次小澆，以保持土壤温度及水分正常状态。

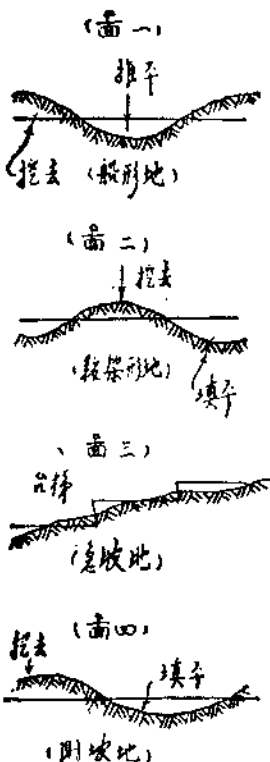
(7) 苗小時不宜澆水，以避免狂長。

討論題：

1. 莊稼和水有啥關係？
2. 莊稼需要澆幾次水？在啥時候澆？每次澆多少水才合適？
3. 澆水過多，或不澆水，对莊稼有啥影响？

第二章 平整土地及開挖曬溝

第一節 平整土地



不管畦澆和溝澆，都需要整理成引水方便的地形，否則地勢起伏不平，上水不利，不僅澆着費力，而且澆不均勻，在積水多的地方，莊稼淹死了；澆不上水的地方，莊稼旱死了；或是串溝串畦，大水亂流，形成漫灌，並對作物耕種也有妨害。所以灌區的地畝，有不平的窪地或崗地等，只要是影響澆地的，都要平整，以達到引水便利，水分均勻，耕種適宜，地盡其利的目的。在灌區的土地，平整土地是一項是主要的基本工作；一定要發動灌區的農民及早完成。土地怎樣進行平整呢？

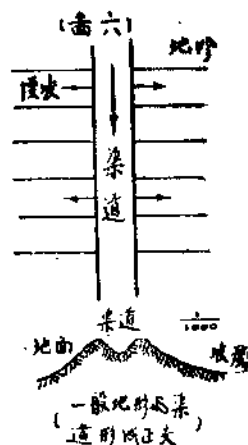
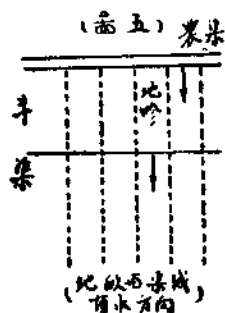
(一) 每段地的地形都不一样，有像船形的（兩頭高中間低），有像鞍架形的（中間

高兩边低)，有傾斜的，有急坡的等，种种样式都需要進行整理（如圖一、二、三、四）。

（二）灌溉地畝与斗渠、農渠成順水方向的，則毛渠可以沿地畔開挖，地畝做成平坦，水量就可均匀順当的流入田間（圖五）。

（三）地畝与渠水成正交方向的，即渠道南北方向，地畝东西方向，渠道行於脊地帶，灌溉地畝則自渠道兩側向外形成傾斜慢坡，約畝的坡度（即1,000尺低下去1尺，若地形坡度大於畝，可以將地面分为台階形，若坡度較小，則關係不大（如圖六）

（四）船形地段，应將中間推平，使下畔略低於上畔，成为平坦的地畝。鞍架形地段，应取平中間，填高兩边傾斜地形，並加橫档，使在下的档，略高於在上的档。急坡地段平整困難時，可把畦子橫着坡度來扒，扒成一級一級的台梯形，每台地的坡，应整修平坦，以便於引水（如圖三）。



(五)塘坑要填起來，不然，渠道容易決口，在澆水時又會妨碍水流，如水流滿塘坑，又會將地下水位提高，容易起碱。靠近渠道邊有挖出來的泥沙時，可以填到坑里，或從高地取土填平，若沒有這些條件時，可以先把陡岸扒成陡坡，然後按陡坡的扒畦方法，橫着坡扒成小畦。

(六)若地面基本上高低不太懸殊，可以在耕種、耙地或扒畦時進行平整。個別特別高的地方可以“起一下”。要是整塊地都較高，可在不種莊稼時（如春、秋地等），把它全部“起平”。離村近的，結合“起墊土”，或者蓋房子用土等，“起平”更容易。

(七)較大面積的“起土”，需注意不要把地面上的活土全起走了，剩下來的生土莊稼不好生長。有人先把“活土”翻到一邊，把下邊的生土起走，再把活土填進來；也有先起一條溝，把兩邊的活土放到溝里，再起兩邊的死土，這種方法都很好。

第二節 開挖壟溝

壟溝的用途很大，譬如一塊地的地畛太長，全地畛扒成一個畦子，或沖成一條溝，畦溝太長，水澆不均勻。這樣必須在地畛中間再挖條壟溝（因為是在地中間，所以又叫腰河），把水由毛渠里引進壟溝，再從壟溝引水澆入畦內成溝中（如圖七）。

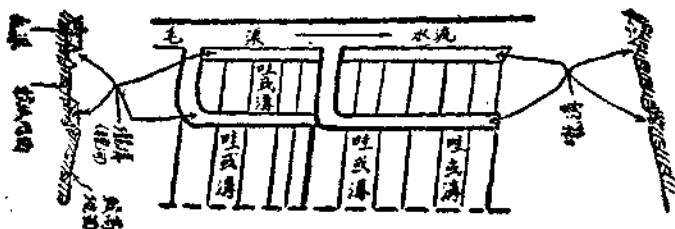


圖 七

灌溉區的地，一般說大體上是比較平的，但由於犁地方向不一樣，鋤、耙、耨等方法也不一樣，以及路溝、地界、下雨水冲等，也常會變成不平的，所以按地塊來說，高低就差別很大，就一塊地來說，中間也有高有低，低處容易積水，高處可能澆不上水。必須開挖壟溝，把水從毛渠內經過低處引向高處（如圖七）。不僅地畛太長，地面高低不平要開壟溝，就是畦澆或溝澆也要開壟溝。因為直接從毛渠內引水，常常不易掌握，引水多，串溝串畦，容易決口，同時上游的引水多，下游的引水少，引水不均勻，澆地也不均勻。從壟溝內引水也可以避免這種毛病。

溝的大小，一般是7寸寬7寸深。開挖時，可用開溝器或用去掉犁鏡的犁串一條溝，然後再用鋤加以整理。

必須注意保護壟溝。有些農民認為開挖壟溝不太難，同時壟溝又多在地中間，感到耕作不方便，所以澆水以後，就把壟溝平了。但是壟溝數量很多，澆地時要整修渠道，要趕送糞土，或忙著作其他的活，若去再重新開挖壟溝，就更會感到顧不過來，特別是莊稼已種上或出苗、快

熟時，有些人怕毀莊稼，也不肯積極的去開挖，結果，有的地就沒有壟溝，或者壟溝很少，影响地澆不好。所以我們不光要按時修好壟溝，還要保護壟溝的完整，不可隨便毀掉。

討論題：

1. 平整土地、開挖壟溝有什么好处？
2. 为什么容易串溝？怎样防止？
3. 你們的地有沒有澆不上的？为什么？怎样解决？

第三章 量水

為了正確執行計劃用水，克服大水漫灌，使渠道發揮用水潛力，適時適量的供給莊稼的水分，保證獲得高額和穩定的產量，就必須學會量水技術，把渠道中的水量掌握起來。現在就把一些簡單的量水方法教給大家，首先將計算時所用的尺度及有關名詞給大家加以說明。

第一節 量水中的有關名詞的解釋

(一) 尺度：咱們量布和日常使用的尺子叫市尺，1市尺等於10市寸，1市寸等於10市分，這個大家都是知道的。測量使用的尺子叫公尺，公尺也是1公尺等於10公寸，1公寸等於10公分，所不同的只是公尺比市尺更長些（1公尺等於3市尺），現在測量、計算、修工程都是使用公尺。有的人對市尺和公尺的關係還鬧不清楚，所以就不習慣使用公尺，現在我們把公尺如何換成市尺，市尺如何換成公尺列成一個表：

公 尺 換 成 市 尺	市 尺 換 成 公 尺
1公尺(m) = 3市尺 = 0.3丈	1市尺 = 0.333公尺(m)
1公寸(dm) = 3市寸	1市寸 = 0.333公寸(dm) = 3.33公分

1公分(cm) = 3市分	1市丈 = 3.333公尺(m)
1公里(km) = 1000公尺(m) = 300丈 = 2華里	1華里 = 0.5公里 = 500公尺 = 150丈
1公頃 = 10000平方公尺(m ²) = 15市畝	1市畝 = 0.0667公頃() = 667平方公尺(m ²)
1公方(m ³) = 0.27市方 = 27立方市尺	1市方 = 3.7公方(m ³) = 100市方市尺

根据这个表，就可以把公尺换算成市尺，也可以把市尺换算成公尺。

(二) 水位：河流、湖泊和水井中的水位，是指在一定地點，一定時間（例如在每日上午八時）的水面高度或曾經到过的水面高度。水位測量是指水面高度与某一永久固定的高度或臨時假設的高度作比較，咱們河南地區，在工程測量時或測量某河流的水位時，大都以大沽口海平面为零點标高，有些量水建筑物的水位，也有按臨時假設的高度作为零點的。

(三) 水头：如果我們沿一条渠道測出上下兩個測站的水位，或者閘門前后的水位，上游为81.00公尺，下游为80.50公尺，上、下游水位相差为：81.00—80.50=0.5公尺，我們把这0.5公尺叫做水位差或落差，或者叫做水头。

水有了“水头”就可以流動，也可以用來發電，但若控制不好，就会冲毀堤防及建筑物，給人民造成災害。

(四) 比降：根據上面所說的兩個測站相离1,000公尺，这段渠道的水比降可以用渠段長度1,000公尺去除

兩測站的水位差表示，即：

比降 = $\frac{0.5}{1000}$ 或 $\frac{1}{2000}$ 或 0.0005，其他条件相同的渠道，

比降越大，流速也就越大。形狀大小相同的閘門或量水設備，水頭大的流量就大。

（五）过水断面：渠道中在不同的流量下，被淹沒的水面以下部分是不同的，取出被水淹沒的水面下部，所得垂直水流方向的断面叫过水断面，也叫水流断面。

（六）流速：流速就是水流的快慢程度，是指水在一秒鐘內所过的距离來作为流速的單位，例如我們把一塊小木片拋在渠里，在一秒內水把木片冲了一公尺的距离，它的流速就叫一秒公尺或寫作 公尺/秒。一个过水断面上靠近渠底和渠岸处的流速較小，水的表面流速較大，將大小流速加以平均称为平均流速。

（七）水量：水量就是指水的數量。水的數量可以用多少斤、多少桶來表示，不过用斤和桶來表示有很多缺點，因为水里含的泥沙多少不一样，含泥沙多的一桶水比含泥沙少的要重，同時各人家的水桶也有大有小，沒有一定的标准。所以咱們便不用斤和桶來表示水的數量，而是用“公方”來表示。公方又叫立方公尺，一公方水，即相当於長寬高各为一公尺那么大小的一个体积的水。

（八）流量：“流量”就是流動着的水量，也就是指水流的大小。渠道或河里的水是不斷地流着的，这怎么好算它有多少公方水呢？是的，要計算渠里或河里總共有多少水的確不好算，因为只要水在流，流量也就随着時間的

增加而增加，算起來沒个尽头。不过咱們也有个計算的方法，那就是只算它在一秒鐘以內流过多少水。大家都知道1天有24小時，1小時有60分鐘，1分鐘等於60秒鐘（一天一夜折合86,400秒），如果我們知道了渠道（或河流）一秒鐘流了多少公方的水量，那么一小時流了多少，一天流了多少就能夠算出來。因此咱們便把“秒公方”規定为表示流量大小的單位。1秒公方流量（又叫1个水）就是指一秒鐘可以流过一公方的水量，10秒公方（又叫10个水）就是指一秒鐘可以流过10公方的水量，这样，渠道或河道水流的大小就能明白的表示出來了。

流量可以由过水断面面積和在这个断面上的平均流速來表示：
 流量 = 过水断面面積 × 平均流速。

例題一、一条渠道上設有上、下兩個水尺，上水尺的零點高程为75.10，下水尺的零點高程为74.90，其次觀測時上水尺的讀數为1.5公尺，下水尺的讀數也是1.5公尺。請問兩处的水位是多少？这段渠道的落差是多少？若兩個水尺相距500公尺，請問这段渠道水面比降是多少？

解答：上游水尺的水位 = $75.10 + 1.5 = 76.60$ 公尺

下游水尺的水位 = $74.90 + 1.5 = 76.40$ 公尺

这段渠道的落差 = $76.60 - 76.40 = 0.20$ 公尺。

$$\begin{aligned} \text{比降} &= 0.20 \div 500 = \frac{0.2}{500} = \frac{0.4}{1000} \\ &= \frac{4}{10000} = \frac{1}{2500} \text{ 或 } 0.0004. \end{aligned}$$

例二：过水断面如下圖，求面積：