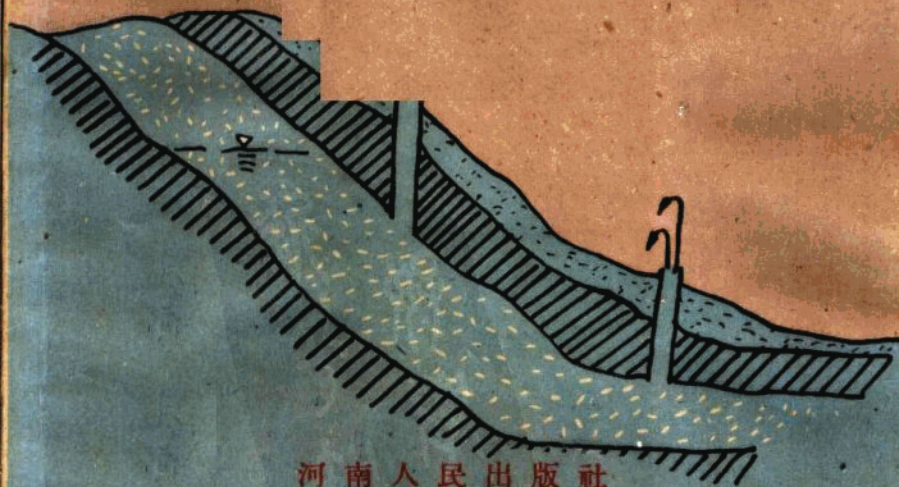


谈谈地下水

河南省水利厅农田水利局著



河南人民出版社

前 言

我省自解放以来，在党的正确领导下，在水利建設方面取得了很大的成就。在“三主”治水方針的指导下，不仅广泛有效地治理和利用了地面水，而且还开挖了几十万眼磚井和自流井，已經消灭了普通水旱災害，这为农業的迅速发展，創造了極為有利的条件。

通过开发利用地下水的几次打井运动，我省已培养出成千上万的打井技术人員，他們不仅掌握了打井技术，而且还有許多有价值的發明創造。例如“56”打井法、躍進錐、火箭錐等，都是井泉技术及工具方面的重大革新。

为了作到“井渠双保險”，进一步提高开发利用地下水的技术，除了总结群众的創造和經驗外，將有关地下水的一些科学知識及时地介紹給广大群众是十分必要的。为此，我們特編写了这本小册子，簡明地敘述了有关地下水的来源及其存在情况，和开发利用的一般常識，供給具有小学文化程度的技术員及从事这项工作的人員参考。

編 者

一九六〇年三月

目 录

第一章 地表面以下的土層的形成及其含水情况

- 一、土層的形成..... (1)
- 二、土層的含水性..... (2)
- 三、土層的分类..... (2)

第二章 地下水的起源

- 一、自然界水的循环..... (3)
- 二、地下水的来源..... (5)
- 三、地下水的性質..... (6)

第三章 地下水的分类

- 一、按压力水头分类..... (7)
- 二、按地下水埋藏条件分类..... (8)

第四章 地下水的开发利用

- 一、地下水与农業的关系..... (12)
- 二、怎样寻找地下水..... (13)
- 三、地下水的开发利用..... (16)

第一章 地表面以下的土层的形成及其含水性

一、土層的形成

我們拿把鉄鉤向地下掘土时，就会發現有厚薄、顏色不同的各式各样的土層，有的松软，有的較硬，有砂土，有粘土，有的地方把上边的土層挖去以后，就会發現大大小小的卵石或平板石（有些地方叫天棚石）。这些土層究竟是怎样形成的呢？現在把它形成原因簡單地談一談。到过山区的人都能看到此起彼伏，峯巒重疊的山脉，上边都是些大塊小塊岩石，也有的是一个整体的岩石，这些岩石都是很坚硬的；但是經過天長日久，風吹日晒，雨淋雪浸，酷熱严寒等自然作用，使坚硬的岩石变成了松散的大小、粗細不等的顆粒。如果落雨或刮風，这些顆粒就会随着風雨，刮到或冲到很远的地方去。就拿水冲來說吧：水流的速度是随着地势高低而变化着，水的流速大时，很大的石塊和細小沙粒都会随水冲了下来，到了地势較平坦的地方水流速度漸漸地慢下来，它攜帶的石塊和細小的沙粒，就很有次序的停下来，首先停下来的是卵石，其次是礫石或粗沙，第三是細沙，第四是粘土。淤积的厚薄和原来的地形及水流速度有关系。这样的山头被剝去一層，这就叫作剝蝕作用。这种自然作用是不断地进行着，地層就一層一層的形成。因为每一次風和雨的速度不同，大小不同，把这些沙土輸送的远近也不一样，所以会在一个地方形成了有沙、有壤土、有粘土等形形色色的土

層。

二、土層的含水性

從上面所說的，我們知道不論砂、壤土、粘土都是一個顆粒一個顆粒堆積成的。一種土的顆粒不一定是很均勻的，而是大小混雜在一起的。以沙土為例：粗砂每個顆粒之間的空隙為中砂所填充；中砂每個顆粒之間的空隙為細沙所填充；不管怎麼排列，每個顆粒之間都是有空隙的。這些很微小的空隙，就是地下水埋藏的地方，它不但儲存其中而且還根據含水層的坡度大小，在空隙之中自高處向低處流動着。能使水透過的水層，如卵石層，各種砂層，我們叫它為透水層。有些土層不能使水透過，因為它們的組織很細密，空隙小的很不容易使水透過如粘土、平板石，我們叫它不透水層。界於透水層與不透水層之間的土壤，如亞砂土（含砂多一些的壤土）和亞粘土（粘土中含有砂土者），這些土層在水有一定的壓力時它是透水的，在沒有壓力的水也可能是不透水的，這叫做半透水性土層。

三、土層的分類

我們知道一切土層都是由大小不同的顆粒組成的，究竟卵石、砂、粘土怎樣分法呢？研究水文地質的科學工作者已給我們研究出一個分類方法，他們是按顆粒的直徑分類的。
如表一：

土壤顆粒直徑分類表

(表一)

粒組名稱		顆粒大小(公厘)	說明
漂礫(圓的) 或 塊石(角的)	粗的	大于800	
	中	800—400	
	細的	400—200	
卵石(圓的) 或 碎石(角的)	極粗	200—100	
	粗的	100—60	
	中	60—40	
	細的	40—20	
礫石(圓的) 或 屑石(角的)	粗的	20—10	
	中	10—4	
	細的	4—2	
砂	極粗	2—1	
	粗的	1—0.5	
	中	0.5—0.25	
	細的	0.25—0.1	
	極細	0.1—0.05	
粉土	粗的	0.05—0.01	
	細的	0.01—0.005	
粘土	粗的	0.005—0.001	(1) 粘土含10~30%, 大于粉土的居多 數的叫亞粘土。 (2) 粘土含3~10%, 大于粉土的居多 數的叫亞沙土。
	細的	小于0.001	

上边已給我們明确的划分出土層的种类，說了一大堆，這直徑，那直徑，又那么样的小，具体起来我們应该怎样去鑒別？現在列出在野外鑒別土壤的方法，如表二：

野外鑒別土壤的方法

(表二)

土壤名称	俗名	鑒定方法及土壤的特征
粘土	膠泥	用手指搓时，沒有砂的感觉，眼看不到砂的顆粒，干时成为硬塊，湿时用小刀切開断面光滑，可以搓成直徑小于綠豆的細長条而沒有裂紋，很湿时粘手。
亞粘土	膠泥帶細沙	粘土中含有細砂，干时可以用手搓碎，搓时有砂的感觉，湿时不太粘手，可以搓成比綠豆粗的長条，可以团成球。
砂土	砂土	用手在摸无粘土感觉，干时成松散状态，放在水中即行散开下沉。
亞砂土	土砂	砂土中含有少量粘土，手搓时感到絕大多數是砂，手搓即碎，不能搓成条。
粉土	鷄糞土	由粉土顆粒組成，手摸有面粉感觉，砂粒很少，易破碎，湿时有流动性，不能聚結在一起。
淤土	淤土	含有多量腐殖質的或粘土，或含有多量水分，有臭味。
細砂	細砂	用粒徑不同的砂作比較，或用放大鏡將砂放在尺子上度量。
中砂	中砂	用粒徑不同的砂作比較，或用放大鏡將砂放在尺子上度量。
粗砂	粗砂	用粒徑不同的砂作比較，或用放大鏡將砂放在尺子上度量。

关于砂土的粒徑的鑒別一般都采用以下方法：(1)用标准篩子来鑒定：取破層土样1~2市斤，風干二三天，然后放在标准篩里去篩(标准篩是專門篩土用的，它的孔徑是有一定标准的)。如果篩子上面有一半以上的土，有一少半漏到篩子下面，那么，篩子孔徑就是砂子的标准粒徑。(2)如果我們沒有标准篩子，可以把一些風干沙放在一只尺子上面，用放大鏡粗略的量出砂子粒徑。

第二章 地下水的起源

一、自然界水的循环

下雨时，地上到处都是水，天晴后，地面上的雨水渐渐的干了，但水都到哪里去了呢？我们能够细心的想想，或者仔细的看看就会知道，一部分水渗入到土中去了。我们前面不是讲过，土是由很多细小的颗粒组成的吗。每个颗粒之间都有空隙，从地面上渗下来的水，都藏在土壤的空隙中，这就成为地下水的主要来源。另一部分经过太阳一晒，就变成了水蒸汽而散游在空气中，有时会形成各式各样的云，这些在空气中的水蒸汽一旦遇到温度降低，就又重新变成水落下来成为雨。还有一部分流到河里去，从河里又流到海里去了。渗入地下的那一部分水，它也是在循环着，一部分在透水中向较低的地方流去，一部分被人们从井中抽出来浇地或作为饮水之用，一部分被庄稼或树木吸收后，又从叶子上蒸发到空气中。水就是这样周而复始的循环着。

二、地下水的来源

关于地下水的来源，有四五种说法，但是我们能够亲眼看到和大多数人认为有道理的說法有两种：一种就是我们上面讲到的地面水由渗透而埋藏在地下的。另一种说法是：在土壤空隙中总是有一定数量的水蒸汽存在，这些水蒸汽一遇着温度降低，就在土壤的细小颗粒的空隙中凝结成水滴，这些小水滴汇集起来就成了地下水。

三、地下水的性質

地下水的好壞是怎樣判斷的呢？人們都有這個經驗，從井里提出來的水，看看清不清，用嘴尝尝是否苦澀，用手摸一摸是溫的或是涼的。這樣就可以大致的鑒別水的好壞，但是我們為了保證澆好地使庄稼生長得好，就需要比較細致地研究水質。現將有關水質的一般常識介紹如下：

（一）透明度：水有清的有混的，清和混濁的程度叫做透明度。水里边沒有雜質或泥土就非常清，若有雜質就很混。我們把水的清混分成四級：透明的，微混濁的，混濁的，極混濁的。我們可以看見河里或坑塘里的魚往返游動，水底的东西都看得很清楚，這就是透明的水；看到水中东西不如透明的水那麼清楚，就是微混濁的；如果水底的东西全部看不見，魚游在近水面處才能隱隱約約地看見，這是混濁的水；水里的一切东西都看不見，像我們見到的黃河水一樣，那就是極混濁的水。可是我們見到的地下水一般都是透明的。

（二）味道：我們端來一碗水喝一口尝尝，有的一點味道都沒有；有的喝到嘴里感到很咸，那就是水里含有氯化鈉（食鹽）；有的水喝到嘴里感到很苦澀，那就是水里含有鈣和鎂的化合物。這些化學成分在水里含的多少，我們叫它硬度大小。硬度在8度以下的我們叫它軟水，8度至30度的叫做中硬水，在30度以上的叫做高硬水。我們用硬水洗衣服，會使肥皂失效，衣服洗不干淨；另外它還會使水壺積垢（水鏽）。由於它的含鹽量高，對庄稼有害，也不適宜澆地。

（三）顏色：水的顏色和水中含的化學成分有關，其中含有機腐植質（樹木或雜草等植物被埋在地下腐爛而成腐植

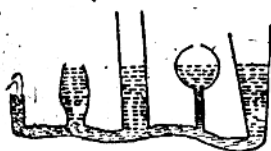
質)的化合物,水呈現黃色;硬水常呈現為淺藍色;一般地下水多半沒有顏色。

(四)溫度:地下水的溫度變化通常在攝氏溫度表15度到20度之間。

第三章 地下水的分類

一、按壓力水頭分類

(一)承压水:在未講承压水之前,我們先講一講“連通管”的道理,我們弄一節彎曲的管子,在上面開幾個大小不同的孔,上面焊幾個高低、形狀不同的管子(如圖一),



圖一 連通管示意圖

如果從最高的管子中向里边灌水,那麼各個管中的水面是平的,若繼續灌水,水就會從最低的管子里流出來。為什麼會流出來呢?因為最高管中的水位高於最

低管口,高管中的水具有一定的壓力而能使水從最低管口流出來。承压水就是這個道理。這種含水層的上面和下面都有一層不透水層夾着,這個含水層水源補給區高於其他地區,當我們打井時,打到這一個含水層上,水就會由地下流出來,打成自流井或半自流井(如圖二)。



圖二 層間水示意圖

(二)無壓水:

在含水層上邊沒有隔水層（不透水層）或者有隔水層，由于水面过低，这种水面和河里的水一样成为自由水面。我們打井打到这一層上，水位和原来一样，不会升高，这种水就是无压水。我省农村中一般水井都是打在这一層上（如圖三1、2）。



圖三(1) 无压層間水示意圖



圖三(2) 无压水示意圖

二、按地下水埋藏条件分类

可以分作土壤水、潛水、層間水、裂隙水、溶洞水、地下泉水等。这几种水和打井挖泉有很大的关系，茲簡單分述于后：

（一）潛水：潛水是我們打井汲取地下水关系最密切的一層水。它埋藏在第一層不透水層的上面，距离地面很近，因为它上面沒有不透水層盖着，不容易充滿整个含水層，水面是自由水面，随着下面不透水層的高低而流动，也就是上面所說的无压水。这層水分布極為广闊。潛水的水位、水温等常随气候变化而变化。

潛水随着下面不透水層的高低而流动的叫做潛流。

潛水下方的不透水層是一个凹地，水流在凹里就儲藏在那里，不能再流向別的地方。

这就叫做潛湖（如圖四）。

潛水的补給来源主要靠雨水的滲入；滲入的多少是和地面的地層透水性質有关。砂土



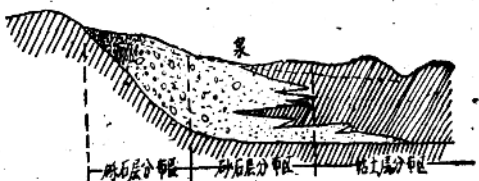
圖四 潛湖示意圖

滲入的水量就多，粘土滲入的水量就少；如果是連陰天下小雨，我們都好說這種雨是“點點入地”，因為這種雨很少流走，大部分都滲入地下，下雨時間越長，滲入地下的水也就越多，在這種情況下，地下水位一定會上升。反過來說，遇到天旱，長期不下雨，潛水得不到補給，地下水位就會下降。

常見的幾種潛水的特点：河流上游多山谷，河水自山谷流出，下游河堤外面的土地低於河底，因此上游是地下水流向河裡，下游是河水流向兩岸以補給地下水（如圖五）。



山間河流往往會挾帶大量的顆粒不同的碎石及土粒，流到平原時，速度減慢，較大的首先沉澱下來，最後是砂土和粘土沉澱下來。這樣，靠近山口的顆粒大，透水性強，都會有潛水；下游顆粒細，透水性弱，從上邊流下來的潛水，望下游流不出去，水位漸漸抬高。因此在砂礫與粘土交接的地方，常常會有泉水流出來（如圖六）。



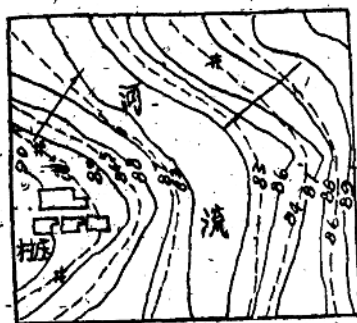
圖六 泉水

有時顆粒大小不同的石塊，不像上述那樣有規律地排列下去，因此，透水層中間往往隔著不透水層，在這種情況下，我們打井時，這一眼井的水量可能很好，而在相距不太遠的地方的另一眼井就會沒有水。

等水位綫圖：啥叫等水位綫圖呢？我們知道陸地比海面要高，地面距離海面的高度，叫做拔海高度，也叫標高，把

高度相等的地点用綫連起来，画在地圖上，叫做等高綫。我們把这个方法用到地下水方面，就是測量了很多井口的标高和井的位置，画在地圖上，再量一量井中水位（水面与地面的距离），用井口标高减去水位尺寸就得出“水位标高”。把相等水位标高在地圖上用綫連起来，叫做等水位綫圖。例如我們測量井口标高是90米，又量了井口距离井水面是5米，那么水位标高就是90米-5米=85米。

我們很費力的画了一張“等水位綫圖”，這張圖有什么用呢？都能解决那些問題呢？它的用处是：（1）可以求出地下水的流向。地下水是順着下边不透水層的坡度由高向低的地方流动，我們在等水位綫圖上選擇兩条等水位綫，在兩綫之間作出垂直綫，这个垂直綫所指的方向，就是地下水的流向（如圖七）。



圖七 潛水等位綫圖

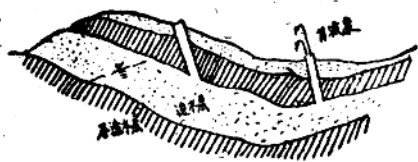
之間作出垂直綫，这个垂直綫所指的方向，就是地下水的流向（如圖七）。

（2）可以求出潛水層任何一点的埋藏深度。从地面标高中减去地下水位标高，就是埋藏深度。例如地面标高是90米，地下水位标高是85米，那么埋藏深度就是90米-85米=5米。

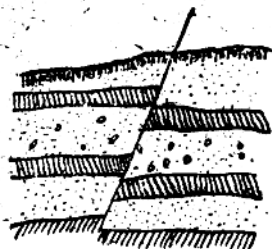
米。

（二）層間水：什么叫層間水呢？就是在兩個不透水層的中間夾着一個含水層。這層水的補給区一般都在層間含水層露头的地方（如圖二）。層間水可分为兩種：一種叫做承压層間水。那就是兩個不透水層中間的含水層整個为水充

滿，這層水具有一定的壓力，打井打到這一層的時候，水就會自井眼向上冒，有時還有可能自流（如圖八）。另一種是無壓層間水。不透水層所夾的含水層的水，不能充滿整個含水層，水面形成和潛水一樣的自由水面。這層水是不具有壓力的，如果打井打到這層水上，就不會發生上冒的現象。（如圖三）



圖八 層間水示意圖



圖九 地層斷裂示意圖

（三）裂隙水：堅固的岩石因受地質的複雜作用而發生斷裂（如圖九），保存在岩石裂縫中的水就叫裂隙水。水在裂縫中也是同樣的流動着；水量的大小隨裂縫深淺寬窄而不同。這種水有的是潛水，有的是層間水。

（四）溶洞水：我們把食鹽放在水中，一會兒食鹽就溶化於水中，這種現象叫做溶解。山上有些岩石經過地下水和地面水的作用，把其中一部分溶解到水中，天長日久，逐漸沖刷溶解，而成為孔洞，有時是很多的孔洞都接連起來，能夠儲存大量的水，這就是溶洞水。有很多自來泉是溶洞水。

（五）地下泉水：地下水在地表面露頭的就叫地下泉水，泉水可能是潛水，也可能是層間水。泉水可分為上升泉和下降泉二種（如圖十1、2）。



圖十(1) 上升泉示意圖



圖十(2) 下降泉示意圖

第四章 地下水的開發利用

一、地下水与农業的关系

庄稼生長的好坏，最主要的因素是水和肥，如果有充足的肥料和适时适量的水，那么庄稼会生長的很好。解放后，在党的正确领导下，兴办了不少大、中、小型水利工程，地面水是想方設法的攔蓄起来，但仍然是远远不能满足需要，通过各地算水賬，尙缺水很多，非開發地下水不能弥补其不足。另外如遇天旱不雨，地面水缺乏，更显得開發地下水的重要性。平原地区要大打机井，山区丘陵要开挖自流泉，这些工作是农業的基本建設，是我們走向井渠双保險，旱澇保丰收的重要措施。現就開發利用地下水对农業生产的作用談一談：

(一) 人民公社化以后，土地联成一片，劳力、工具在公社統一领导下进行調配使用；这給開發利用地下水，实现井渠双保險，确保农業产量的稳步增長提供了有利的条件。但是在农業生产方面大規模發展的同时，要求開發地下水以补地面水之不足是显得更为迫切了。土地深翻，施肥量增加，需水量亦要相应的增加，井淺水少，水車汲水已經不能

滿足需要了。因此統一規劃，合理布局，大規模開發地下水，打大而深的機井，使用機器抽水，擴大灌溉面積，才能徹底作到無雨保丰收。

(二)地下水的特點是受氣候影響小，對農業灌溉提供了可靠的保證。不但如此，利用地下水的形式是日新月異，如機井水庫不但能夠擴大灌溉面積，而且可以養魚，種植水浮蓮，發展副業。自流泉的地區，已經利用它作為機械的動力來發展社辦工業，並建立小型水電站，提高了廣大社員物質文化生活。從目前看，利用地下水，已跳出了單純灌溉的小圈子，而躍向全面為農業生產服務，為農業四化服務。

(三)開發利用地下水，一般來說工程不大，用勞力有限，時間短，收效快，就地取材，成本低，技術簡單，易為廣大群眾所掌握。完全符合建設社會主義總路線的精神，因此群眾樂於接受。同時大力開發地下水，進行綜合利用，使農林牧副漁全面發展，所以必須批判“渠從地頭過，打井干什么”的狹隘片面觀點，應積極行動起來，投入大挖地下水，大打機井的運動中，為加速農業發展而奮鬥。

二、怎樣尋找地下水

開發地下水首先要了解什麼地方有水，不可盲目施工，否則會造成浪費。

接近地面的潛水，對地面上的植物和其他自然現象影響較為顯著，容易觀察；深層地下水，就不容易觀察了，就需要進行鑽探，以便得出較正確的結果。現把各地群眾尋找地下水的經驗和辦法介紹給大家參考。

(一)從自然現象上判斷有無水源：

(1) 出現下列情況的，有較高水位的地下水：

- ① 田邊水坑的水，夏天涼，冬天暖。
- ② 水田經過犁耙以後，混水很快變清。
- ③ 在天旱時，四周的庄稼都枯黃了，而有一塊仍是青的。
- ④ 冬天有水蒸汽上升。

(2) 在野外出現有下列現象的有水源：

① 喜歡潮濕的昆蟲如青蛙、蝸牛等聚集在一起，或蚊子飛舞不散。

② 樹木發芽特別早，旱天亦顯得很旺盛。

③ 在夏天地面經常潮濕或冷氣逼人。

④ 冬季化雪早，地不凍。

⑤ 草上經常有露珠，晴天有霧氣。

(3) 根據地形、地層有下列情況者有水源：

① 四面高，中間低的盆地。

② 山脚下經常潮濕，雨後常有水流出。

③ 大山之間，很多山谷交叉的地方，在斜坡上，象“人”字形交叉點低窪處，可能有泉水。

④ 地勢較平坦，透水性較大的土質，其中低窪處水源較丰。

⑤ 河流彎曲處，如為透水性較大的土質，潛水較丰。

⑥ 群山環抱，山腰和山脚下有水流浸出的地方，有泉水。

⑦ 兩山夾一嘴，嘴頭必有水。

⑧ 自流泉多在山麓和丘陵和平原窪地的交界處出現。

⑨ 在山穴或石頭上貼耳細聽，如聽到有水流的声音，附近就會有水源。

⑩ 已經干枯的河流，倘若河底有砂礫層，下邊很可能有