

地下水

王秉忱 王仰之編著

新 知 識 出 版 社

地 下 水

王 秉 忱
王 仰 之 編 著

新 知 識 出 版 社

一 九 五 七 年 · 上 海

內 容 提 要

本書敘述了有关地下水的基本知識，深入淺出地介紹了地下水的起源、运动、性質、类型和調查等等，可供中学地理教师、大学地理和地質系學生參考，也可作为有志从事水文地質事業者的初步讀物。

地 下 水

王 秉 忱 編 著
王 仰 之

★

新 知 識 出 版 社 出 版

(上 海 湖 南 路 9 号)

上海市書刊出版業營業許可証出 015 号

大东集成联合厂印刷 新華書店上海發行所总經售

★

开本：787×1092 1/32 印張：2 1/16 插頁：1 字數：41,000

1957 年 12 月第 1 版 1957 年 12 月第 1 次印刷

印數：1 — 5,500 本

統一書号：12076·148

定 价：(7) 0.22 元

前 言

隨著祖國社会主义建設事業的蓬勃發展，水文地質学已經引起了很多人的注意和兴趣。为了普及這門科学，使更多人具有这方面的基本知識，我們試寫了这本小冊子。

在这里，讓我們向敬爱的導師、苏联水文地質学專家П.П. 克利門托夫博士表示深切的感謝，因为在我們寫作这本小冊子的时候，他曾經給我們很多鼓励和指導。

寧有义、林美云、周克昌和馮怀讓以及新知識出版社編輯部的同志們，都曾經为这个小冊子花过劳动，因此也讓我們在这里向他們表示感謝。

我們竭誠欢迎來自各方面的意見和批評。

作 者 1957 年春于長春地質学院

目 錄

一 地下水——最貴重的宝藏和最危險的敌人·····	1
二 地下水是从哪里來的·····	5
三 岩石和地下水的关系·····	9
四 地下水的活动·····	14
五 地下水的性質·····	17
六 地下水的分类和地下水面以上的水·····	21
七 不承受压力的地下水——潛水·····	27
八 承受压力的地下水——自流水·····	33
九 地下水的天然露头——泉·····	38
十 和地下水活动有关的自然地質現象·····	43
十一 我國古代利用地下水的成就·····	50
十二 地下水的調查·····	55

一 地下水——最貴重的宝藏 和最危險的敌人

什么是地下水？簡單地說，就是存在于地底下土層和岩石里面的水。我們通常所見的井水和泉水，就是地下水。

也許有人会問：地下水和我們人類生活以及生產建設有什麼關係呢？地下水和我們的關係很大。

大家都應該否認水和我們的密切關係吧！水不但是我們日常生活中必不可少的東西，而且是組成人體的重要成分。它占了人體重量的三分之二。一個體重 60 公斤的人，他全身的水量就有 40 公斤。一個身體正常的人，每天至少要喝 1.5 公升到 2 公升水；沒有水喝的人，過不了幾天就沒命了。

城市是人口集中的地方。一個城市，每天要用很多水。按照社會主義城市設計標準，平均每個人每天需要 400 公升水。一個 100 萬人口的城市，每天就需要水 40 萬噸。如果城市一旦沒有水，影響多麼嚴重啊！

除了城市，鄉村用水問題在某些地區同樣迫切地需要解決。有些山區里的人由於常年喝硬度很大的硬水，因而害了大骨節病；有些沿海地方多為咸水，人們只好挖坑積聚雨水來用，到了冬季，就得去很遠的地方運水。

不光是日常生活需要用水，工礦企業、農業、畜牧業等也

都需要用水。

在工礦企業方面，無論燒鍋爐、漂染紡織品，還是選礦，都需要大量的水。約略估計一下：生產1噸紡織品，需要用水100—610噸；生產1噸紙需要用水200噸；生產1噸生鐵，需要用水130噸；生產1噸石油，需要用水3.5噸。

在農業方面，如果建設一個大農場，首先要解決灌溉水源的問題。各個農業生產合作社，也都需要充分的水來灌溉土地，才能增加生產。我國北方水澆地的收成一般比旱地的收成多1倍以上，至於水田的收成，常常可以高過旱地5倍甚至10倍。

此外，牧場的灌溉，牲畜羣的飲水等也都需要水。

沙漠里缺少水。沙漠地區的情況，蘇聯地理學家伊林在他的著作“沙漠的改造”中，曾經有過這樣的描寫：

“……那裏有太陽和肥沃的土壤，那裏很可以開辟棉田和果園，就是缺少灌溉用的水。

“在一望無邊的牧場上，缺少井。

“我們眼看着沙漠里一所所建立起來的礦坑、工廠和石油井，都需要水。

“如果人們不得不看重每一桶水，那在沙漠里居住和工作，就實在太苦了。

“連蛇、甲蟲和蜥蜴等，到了夏天，也都白天鑽到沙里去避暑，晚上才爬出來。但是人是不能整天躲在蔭地里乘涼的，因為人一定要工作。

“熱得喘不上氣來，喉嚨干渴得難過，唯一的救星，是水。”

水，從哪裏來呢？

地球上的水是很多的。在河边的，可以大量地用河水；在湖边的，可以大量地用湖水。河水、湖水，还有海水等等，都是地表水。

有些地区，离河太远，湖也没有，没有地表水可以利用；或者虽然有地表水，但地表水的水质不好（如咸水、受到强烈污染或者含有大量泥沙的水），水温太高，不能应用。同时地表水主要靠雨水补给，在干旱时期，河水干涸，冬季北方的河水封冻起来，就不能保证我们供水的需要。这时候，地下水便成为非常重要的水源了。

把地下水作为水源，有许多有利条件。因为它埋藏在地下含水岩石和土壤中，不容易被外界污染，而且它不直接受到太阳的炙晒，不容易蒸发，含水岩层的面积也常常分布较广，补给条件良好，所以它不但水质好、水温低，而且水量也非常丰富。有人估计，地球上的水，差不多有四分之一埋藏在地下，可见地下水是相当丰富的水源。

有些地区的地下水含有很多矿物成分，这种水叫做矿水。矿水可以用来治疗某些疾病，因此很多疗养院往往就建筑在有矿水流过的地方。如辽宁汤岗子就建有疗养院，利用当地矿泉治疗关节炎患者，获得很好的效果。

还有些地区的地下水，水里面含有大量盐类或稀有元素，这种水叫做盐水或矿化水。盐水和矿化水在工业上有很大意义，因为我们可以从这类水中提取食盐、钾盐或锂、溴、碘等贵重的金属元素。

由于地下水能给人们许多好处，因此，苏联地质学家卡尔宾斯基曾把地下水称做“最贵重的宝藏”。

但是應該指出，在某些時候，地下水却是人類非常危險的敵人，需要我們嚴加防范。例如礦坑裡面，往往在開采過程中涌出大量的地下水，為了排除涌入坑道的地下水，以便進行正常開采，常常需要耗費相當大的人力物力，好多台水泵在礦井深處夜以繼日地排水，這樣就必然提高了采礦的成本。有時礦坑中還會產生災害性的涌水，使大批礦工喪失生命，甚至無法繼續開礦。例如解放前，山東淄川煤礦就發生過這樣的事故：在采煤過程中突然涌出大量地下水，在短時間內就將容積巨大的礦井全部淹沒，坑內全部設備與數百名井下工人都未得救。其他如正豐、焦作、開灤等煤礦的某些礦井，解放前也都發生過類似的事。

不了解建築場地的地下水情況，也常常會使某些工程建築的安全受到影響。地下水的活動可以引起斜坡坍塌和地基不均勻沉陷等事故，嚴重的甚至可以使建築物遭到破壞。

在進行水利建設如水壩水庫的地區，必須了解壩下地下水對建壩的影響和水庫滲漏的問題。如果壩下地下水流速很大，便會沖刷壩基，使壩基變形或遭到破壞；如果水庫大量滲漏，就蓄不起水來。如西班牙的蒙特牙克水庫，它的水壩高達72公尺；但是它高而乾燥地聳立在河谷中，所有的水從水庫底下數不盡的裂縫和空洞里滲漏光了。

地下水還可以使廣大的農田變成一片貧瘠蕭索的鹽鹼地。在鹽鹼地上，枯萎的禾苗長得非常矮小，抬不起頭來；嚴重一些的干脆就是光禿禿地，一棵作物也沒有。在那上面所生長的鹽草呈紅色，是咸味的。

沼澤，就是我們所說的泥塘地，是不能為人類服務的。我

們要想利用这样的土地，首先就得想办法把地下水赶走，讓地下水水面下降，才能使湿泥塘重新变为良田沃野。

要想在需要水的地方找到水，在討厭水的地方防止水，使地下水乖乖地为人类生活和生產建設服务，滿足人們的需要，这就要求我們很好地去研究地下水。

二 地下水是从哪里來的

人們会問：地下水是从哪里來的？

在很早以前，人們从泉和井的現象中，就知道地下有水，但是却沒有人知道它是从哪里來的。

我國古代的人以为泥土可以变出水來，是“五行相生”^①的結果；由于地下水有时略帶咸味，也有人以为它是从遙远的海洋里流來的。

地下水到底是从哪里來的呢？

要想清楚地了解地下水的來源，我們有必要先了解水在自然界里的情况。

水在自然界的分布非常广泛，翻开世界地圖，可以看到大部分面積是淡藍色的，大陸和島嶼只占地球總面積的 29%，其余的 71% 都是海洋、湖泊和河流。

水不僅存在于地球表面上，它还以水汽、雪片和雨滴状态漂浮在大气中。在大气的最底層，距地面 10—15 公里的对流

① 所謂“五行”指金、木、水、火、土。五行相生即五行可以互变，土也可以变成水。

層中，是經常有水汽存在的。

此外，還有大量的水埋藏在地下。據估計，地下水能夠存在的最大深度，一般約為 13—14 公里；在更深的地層中，還可能有氣體狀態的水存在；到 55—60 公里深处，水才不再存在。

自然界究竟有多少水呢？

要正確地回答這個問題是困難的。蘇聯科學院院士維爾納德斯基曾經估計過，他提出了下面的數據：

地表水	1,390,751,200 立方公里
地下水	400,000,000 立方公里
大氣水	12,300 立方公里

整個地球上的水量約為 18 億立方公里。

這麼些水，如果聚成一個大的水球，它的直徑將有 1,700 公里；如果平鋪在地球表面，那麼遮蓋在地球表面上的水，將有 3,500 公尺深。

地表水、大氣水和地下水，它們並不是孤立存在、彼此無關的；除去極小部分的水（如深藏在海底的冷水層）以外，它們都在無休止地運動着、變化着：地表水受熱蒸發，變為水汽，水汽被上升的氣流帶到空中，因溫度降低，凝結為極細的水滴——云，云再變成雨、雪、冰雹，降落地面。

雨水降落地面以後，大概有三種歸宿：一部分從地面、水面或其他承接雨水的表面，重行蒸發，回到空中；一部分順着地面流動，匯集到江河里，送回海洋；還有一部分則通過土層孔隙和細小裂縫，滲透到地下，成為地下水。

雨水能夠滲透到地下去，這事實我們在生活中也能體驗

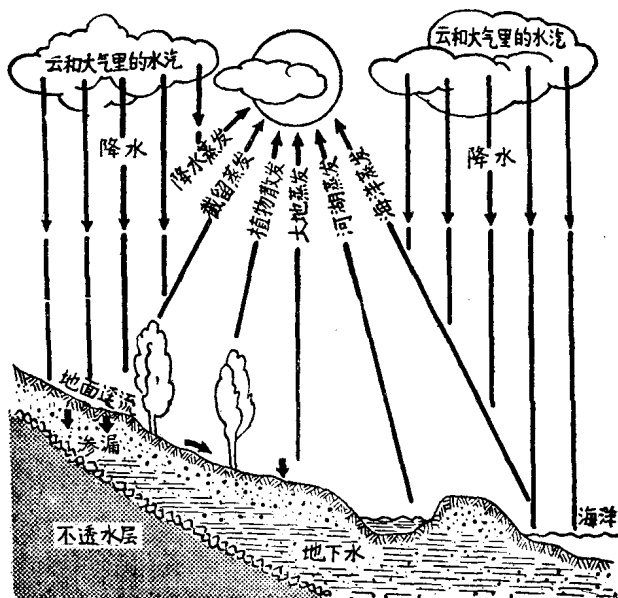


圖 1 自然界水的循环。

到。一場大雨之后，地面上積了很多水，但這些水很快就消失了，它的一部分就是滲透到地下去了。至於滲透量的多少，跟降雨的緩急、地面坡度的大小以及岩石的性質、植物被復的情況等都有關係。如果是急雨降在傾斜度大的堅硬地面上，而當地又沒有植物被復的話，滲透量就少，反過來，滲透量就大。

雨水滲透到地下，可以形成地下水，但不是地下水的全部來源，因為有相當數量的地下水沒有任何資料可以表明它是由雨水滲入地下而成的，如蘇聯克拉斯諾沃得斯克附近的情況，就是這樣。

克拉斯諾沃得斯克位於里海沿岸的沙漠地帶，那里氣候

干旱，雨水稀少，特别是在夏季；可是那里却有相当丰富的地下水。我們试想：这里的地下水是哪里来的呢？要是雨水渗透而成的，决不可能那样丰富，因为当地几乎整个夏季都不下一滴雨；要是里海的水渗透而成的，那么水里多少应该带有一点咸味，但事实上，当地水井里的水都是淡水。

这到底是什么原因呢？

苏联学者列别捷夫所进行的实验和野外实际观测证明：水汽在土壤层里直接凝结也能形成地下水。

当土壤冷于空气的时候，进入土壤中的比较温暖的空气中的水汽，就在土壤的微粒上凝结起来。这种现象，特别广泛地分布于草原、半沙漠和沙漠地区。在这些地区经过这种方式而获得的水，比大气降水还多 10—25%。

列别捷夫的学说，回答了我們前面所提出的问题，并使我們明白了为什么在大气降水量很小而蒸发量很大的沙漠地区，还能有地下水。

此外，还有一部分地下水，它既不是大气降水渗透到地下而成的，也不是水汽在土壤层里凝结而成的，而是直接由岩浆中分离出来的气体化合而成的。

在地壳深处，由于温度高，以致岩石呈一种熔化的、流动的浆液状态，叫做岩浆。由岩浆中分离出来的氢，一碰到氧就化合成水汽，当岩浆冷却后，水汽就凝结成水。这种水常常含有大量矿物质和气体，并且可以找到某些稀有元素的痕迹。人们认为矿泉就是这种水流出地面而形成的。

三 岩石和地下水的关系

地下水主要儲藏在岩石中。

在野外，我們到处都可以見到許多不同形狀、不同顏色的岩石：有的兀然独立成为山峯，有的平鋪在溪流谷底；有的是堅實硬塊，有的則成層堆疊。它們的形狀不同，性質不同，出身也不同。

根据岩石生成的原因，我們可以把地球上所有的岩石分成三大类：火成岩、沉積岩、變質岩。

火成岩是由岩漿冷凝而成的。在地壳深处，溫度很高，岩石都熔融成为岩漿。那里的压力也很大，岩漿被擠得緊緊地，不可能是液体状态，而是一种可塑的近乎固体的状态。这时只要压力一松，就馬上变成液体。所以如果地壳有了裂縫，过热的岩漿便会沿裂縫上升，同时迅速变为液体，体积也大大地增加，發生很大的力量，把地表挤裂，岩漿便噴發出來，形成了火山。火山噴發出來的熔岩，冷却后成了致密狀或泡沫狀結構的岩石，这种岩石叫做噴出岩。

有的时候，岩漿沒有到达地球表面，就在地球表面下比較深的地層里冷却了。在深处，岩漿的冷却進行得非常緩慢，并且往往是在高压下進行的。在这些条件下，由岩漿游离出來的礦物就形成晶体，使岩石具有粒狀或結晶狀構造，这种岩石叫做侵入岩。

此外，还可能有这样的情形：就是当岩漿在地壳的上層部

分裂縫里冷却时,形成岩脈。在裂縫里岩漿的冷却虽然比地球表面要慢些,但是比在深处冷却还是快的。裂縫里的压力又比深处压力小,結果生成的岩石既象侵入岩,又象噴出岩,它們一般都有斑狀結構。这种岩石叫做岩脈岩。

常見的火成岩中,如玄武岩、流紋岩、安山岩等都是噴出岩;花崗岩、閃長岩、輝長岩等都是侵入岩;石英斑岩、輝綠岩等都是岩脈岩。

岩石暴露在空气中,因为溫度变化剧烈,尤其是大陸性的

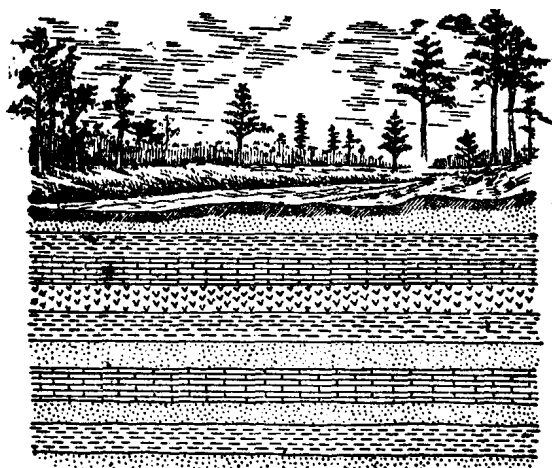


圖2 成層堆積的沉積岩。

气候,白天和黑夜溫度相差几十度,加上風雨侵蝕,以及其他种种复雜的化学作用、机械作用和生物作用,使岩石逐漸發生風化。風化后岩石的碎塊和泥沙,經過雨水的冲刷,被帶到山麓、河边、湖濱,最后到海灘。这些石塊、細砂和泥土,沿路沉積下來,成为層狀的沉積物。一方面从高山往下搬,另一方面在

低窪的地方沉積，沉積下來的物質，經過長期的壓力和膠結作用，就變成了岩石。這種岩石叫做沉積岩。

常見的沉積岩有礫岩、砂岩、頁岩、石灰岩，還有那些沒有膠結的礫石、砂和粘土，也屬於沉積岩。

火成岩和沉積岩，在高溫高壓的作用下，改變了它原來的結構，生成一種新的岩石，叫做變質岩。

常見的變質岩有片麻岩、片岩、石英岩、大理岩等。

火成岩和變質岩，雖然並不是絕對乾燥，但一般含水量不多，只有在受了風化作用或其他原因而分解或破裂，產生很多裂隙時，才含有較多的水。花崗岩分解之後，可以含有豐富的水。英國康瓦爾有幾個城市，就靠開在花崗岩中的水井取得用水的；石英岩、大理岩、板岩及玄武岩，因為常有比較發育的節理，也常含有相當的水量；片麻岩和片岩，除非經過非常劇烈的分解作用，否則含水量是不會多的。

一般說來，沉積岩是含水量最豐富的岩石。在石灰岩、礫岩、砂岩和礫石、砂子中都含有大量的水。但也並不是所有的沉積岩中都有許多水，在頁岩和粘土中，含水量就很少。

為什麼有的岩石中含水多，有的岩石中含水少呢？這是因為各種岩石的孔隙度不一的緣故。

所謂孔隙度，就是一定體積的干岩石中孔隙體積和岩石總體積的比。它的值通常都用百分數表示。

我們舉一個例子來說吧：把 1 公升 (1,000 立方公分) 的干砂裝在一個容器里，然後用量杯慢慢加水，一直加到所有的砂子都呈現浸水狀態為止。假如到這時候我們倒進去的水是 300 立方公分，那麼砂的孔隙度就是 300 %，也就是 30 %。

經過測定，幾種主要岩石的孔隙度大致如下：

岩石種類	孔隙度 %
花崗岩、片麻岩、石英岩、輝長岩、輝綠岩等	<1
石灰岩、大理岩	1—8
砂岩	10—15
礫石	27
粗砂	40
細砂	42
亞粘土	47
粘土	50
泥炭	80

岩石的孔隙度和岩石的組織有密切關係。凡是組織疏松的岩石，孔隙度就大，組織緊密的岩石，孔隙度就小；顆粒粗而均勻的岩石，孔隙度就大，顆粒細而不均勻的岩石，孔隙度就

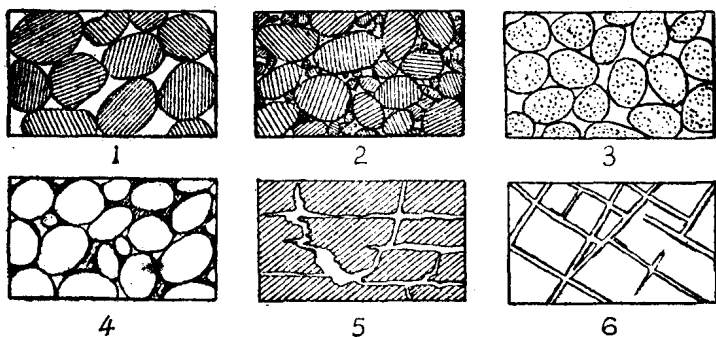


圖3 岩石的孔隙度。

- | | |
|----------------|----------------|
| 1 顆粒粗而均勻的孔隙度大 | 2 顆粒細而不均勻的孔隙度小 |
| 3 顆粒均勻而疏松的孔隙度大 | 4 已經被膠結的顆粒孔隙度小 |
| 5 由于岩石溶解所成的孔隙 | 6 由于節理或裂縫所成的孔隙 |