

怎样寻找开发和利用 地下水

辽宁省水文地质大队编写



毛主席語录

备战、备荒、为人民。

农业学大寨

水利是农业的命脉，我们也应予以极大的注意。

兴修水利是保证农业增产的大事，小型水利是各县各区各乡和各个合作社都可以办的，十分需要定出一个在若干年内，分期实行，除了遇到不可抗拒的特大的水旱灾荒以外，保证遇旱有水，遇涝排水的规划。这是完全可以做得到的。

前 言

目前，我省农村在批修整风运动的推动下，广大贫下中农遵照毛主席“水利是农业的命脉”的伟大指示，高举“农业学大寨”的旗帜，发扬“愚公移山，改造中国”的革命精神，大搞农田水利建设的群众运动正在不断深入发展。广大贫下中农和干部越来越认识到，要加速实现农田水利化，建设高产稳产农田，增强抵御旱灾的能力，从根本上改造农业生产条件，夺取农业丰收，就必须在充分利用地表水的同时，合理开发、利用地下水资源。为此，我们在总结全省各地贫下中农寻找、开发和利用地下水的经验基础上，编写了这本小册子，以供农村干部和社员在开发和利用地下水时参考。

由于时间短促，加之我们实践经验不足，缺点、错误之处在所难免，请读者提出宝贵意见。

编 者

一九七三年四月

目 录

第一章 地下水的基本知识.....	1
第一节 地下水与工农业生产及人们生活的 关系.....	1
第二节 地下水的形成.....	2
一、地下水在地层中是怎样存在的.....	2
二、地下水的来源及影响因素.....	4
三、地下水的运动.....	7
第三节 地下水的类型.....	11
一、潜水.....	11
二、自流水.....	16
第四节 泉.....	20
第五节 地下水的物理性质和化学成分.....	22
一、地下水的物理性质.....	22
二、地下水的化学成分.....	22
三、地下水的水质评价.....	23
第六节 地下水的储量计算.....	25
一、静储量.....	25
二、调节储量.....	26
三、动储量.....	27
四、开采储量.....	28
第二章 地下水的寻找.....	29

第一节	群众找水经验	29
一、	看山形地势找水	29
二、	观察有关找水的一些标志	31
第二节	根据地貌形态找水	32
一、	山间河谷	33
二、	山间河谷盆地	34
三、	冲洪积扇及冲出锥	34
四、	山前倾斜平原	35
五、	冲积(或洪积)平原	35
六、	河流阶地与漫滩	35
七、	河间地块	36
八、	三角洲	38
九、	牛轭湖	37
十、	伏流河与无尾河	38
十一、	旱谷	39
第三节	根据地层岩性及地质构造找水	39
一、	根据地层岩性找水	40
二、	根据地质构造找水	43
第四节	找泉找水	48
第五节	专门工具找水	49
一、	钻机找水	49
二、	物探仪器找水——电法找水	51
第三章	地下水的开发	52
第一节	地下水的开采方式	52
一、	垂直集水建筑物	52

二、水平集水建筑物和引泉工程.....	57
第二节 集水建筑物的施工.....	63
一、深井的施工.....	63
二、沉井的施工.....	82
三、真空井（对口抽井）的施工.....	86
四、大口井与方塘的施工.....	86
五、截潜工程的施工.....	87
六、引泉工程的施工.....	91
第三节 取水工程出水量的测定.....	93
一、灌溉取水工程的试水.....	93
二、灌溉取水点可采能力的估算.....	103
第四节 增大出水量的方法.....	105
一、老井改造.....	106
二、改装真空对口抽.....	106
三、井组取水结构.....	108
四、基岩裂隙水井增大出水量的方法.....	110
第五节 取水工程的配套与维护管理.....	111
一、提水工具的选择与配套.....	111
二、井的淤塞与处理.....	112
三、集水建筑物的维护管理.....	115
第四章 地下水的利用.....	116
第一节 地下水与地表水综合利用.....	116
第二节 合理开采，科学用水.....	116
一、适时适量，合理灌溉.....	116
二、合理开采地下水.....	121

第三节 兴利防害, 改造自然	124
一、拦海造田	124
二、改良盐碱地	127
第四节 地下水的综合利用	128
一、咸、淡水的混合利用	128
二、矿坑水的利用	130
三、地下肥水的利用	130
四、地下热水的利用	133
五、利用泉水发电	135

附 表

1. 水泵和水车系列表	138
2. BA型水泵规格性能表	139
3. Sh型水泵规格性能表	144
4. 丰产牌混流泵工作性能表	153
5. SD型深井泵规格性能表	156
6. 井龙泵及水龙泵工作性能表	158
7. 齿轮式链条泵工作性能表	160
8. 潜水泵工作性能表	160
9. 解放式水车工作性能表	161
10. 出水量换算表	162
11. 常用水文地质符号及单位	167
12. 常用单位换算表	168
13. 拉丁、希腊字母读音表	169

第一章 地下水的基本知识

第一节 地下水与工农业生产及人们生活的关系

存在于地面以下岩石空隙（孔隙、裂隙、溶洞）中的水叫做地下水，常见的泉、井水都是地下水。

地下水是一种天然的地下资源，并且蕴藏量也很丰富，它与工农业生产，以及人们生活有着密切关系。

我国人民很早就把地下水作为生活用水的主要水源。由于地下水埋藏在地面以下，受气候因素影响较小，水温低，而且稳定，加之经过岩石的天然过滤，水质清洁，不易污染，特别是在战争时期不易被敌人破坏，所以解放以后，我国很多大城市和工业供水也多用地下水。

“水利是农业的命脉”。群众说：收不收在于水，收多收少在于肥。这是有一定道理的。它说明了水在农业生产上的重要性。作为农灌用的水源，一是地表水，二是地下水。在我省的少雨半干旱地区，河流水量较小，地下水就成为灌溉用水的主要水源。

一般地下水的温度都比较低，但也有少数的如温泉及地下热水，温度就很高。大家都知道汤岗子、熊岳温泉，水温达摄氏72℃及88℃，宁城热水公社地下热水水温超过95℃。这些温泉不但可以医疗疾病、发电，而且也是发展温水育苗、

暖窖种菜的天然热源。

含有特殊成分的地下水叫矿水，它除了具有医疗作用之外，还可以从中提取有用矿物和元素（盐、溴、碘……）。

水在人民生活和社会主义建设中是不可缺少的，地下水随着国民经济建设的发展，也必然为人民越来越广泛的利用。

第二节 地下水的形成

一、地下水在地层中是怎样存在的

地下水形成必须具备两个条件，其一是有水的来源，其二是蓄存水的场所。地下水存在的场所基本可分两种类型，一是各种松散土层，二是坚硬岩石。

在平原及山区河床两侧，分布有各种不同的土层，一般都很松散，称“松散沉积物”或“第四纪沉积物”。它们粗细不同，有细如面粉的粘土，有大如鸡蛋的卵石。按其颗粒的粗细，可以划分粘土、亚粘土、亚砂土、砂、砾石、卵石、砂卵石等。各种松散沉积物的划分标准见表1。每种松散沉积物都有不同的外表特征，如粘土，颗粒最细，用手搓捻无砂感，干时很坚硬，湿时具有粘性和塑性，可搓成直径小于0.5毫米的细长条，抓住它们这些特征就可以辨认。各种土层的外表特征见表2。

存在于松散沉积物孔隙中的水，称孔隙水。由于松散的粗颗粒沉积物孔隙均匀，分布面积较大，层位也较稳定，开采方便，所含孔隙水又十分丰富，所以是工农业用水的良好水源。

组成山区的坚硬岩石叫“基岩”，主要有片岩、片麻岩、花岗岩、安山岩、玄武岩、石灰岩、页岩、砂岩、砾岩

表 1

松散土层颗粒分级表

松 散 沉 积 物 名 称		颗 粒 直 径 (毫米)	含 量 (%)
砾 石 类	漂砾 (圆的) 或块石 (棱角的)	>200	
	卵石 (圆的) 或碎石 (棱角的)	200~20	
	砾石 (圆的) 或屑石 (棱角的)	20~2	
砂 类	粗砂	2~0.5	>50
	中砂	0.5~0.25	>50
	细砂	0.25~0.1	>50
	粉砂	0.1~0.05	>50
土 类	亚砂土	<0.005	3~10
	亚粘土	<0.005	10~30
	粘土	<0.005	>30

表 2

在野外鉴别土的种类的方法

	以手捻搓 的 感 觉	在手掌上 的 外 观	干燥时的 状 态	湿润时的 状 态	湿时滚搓 情 形
粘土类	捻搓无砂性 感觉, 块土 难于破开	见不到砂粒	非常坚硬	粘滞, 可塑 很软	能滚搓成细长 的条, 直径小 于0.5mm
亚粘土类	捻搓感到砂 性, 个别碎 块较易破碎	薄层时可明 显见到砂 粒	土块硬性较 差, 以锤打 击即崩碎	塑性性与粘滞 性较弱	滚搓的条比 粘土类粗, 且短
亚砂土类	有砂颗粒, 无外力即可 破碎	砂颗粒多于 粘土与尘土 颗粒	块极易粉碎	不可塑	几乎滚不成 条
砂类	无粘土颗粒, 感觉松散, 不胶结	只能见到砂 颗粒	无胶结性的 松散土	不可塑, 也 无粘性	搓不成条

等等。它们的共同点是绝大多数致密坚硬。这样坚硬致密的岩石, 还能不能保存有地下水呢? 人们常看到岩石里有很多大小不等的裂缝, 地质书刊上叫“裂隙”, 它们有的是由于

气候冷热变化使岩石随着热胀冷缩，发生破裂而形成的，有的是由于地壳内部炽热沸腾的岩浆，溢出地面冷凝时，体积收缩产生的；还有的是地壳运动引起的。分别称风化裂隙、成岩裂隙、构造裂隙，这三种裂隙，就是地下水储存的良好场所。

存在于岩石裂隙中的地下水称裂隙水。裂隙水最大特点是分布不均匀，但在缺水的山区，解决人畜及部分农灌用水还是有一定价值的。

在石灰岩分布的山区，常常可以见到大大小小的石洞，有的地方分两、三层，它们是由石灰岩中裂隙经过水的溶蚀造成的，我们叫它溶洞。储存在溶洞中的地下水叫岩溶水。岩溶水水量非常丰富，是山区工农业用水的主要水源之一。

组成地壳的岩石，有的能透水，有的不能透水，能透水的而且能存水的岩层叫含水层，不能透水的岩层叫不透水层或隔水层。

根据岩石的透水性能，大致可以分为：

（一）透水的：有卵石、砾石、砂以及裂隙很多的火成岩、变质岩、岩溶化的石灰岩等。

（二）半透水的：有泥质砂、泥炭……等。

（三）不透水的：没有裂隙的火成岩、变质岩、胶结的沉积岩、页岩、粘土等。

二、地下水的来源及影响因素

自然界中的水以气态、液态及固态三种形式分布于大气层、地表及地下岩石中。人们通常把大气层中的水蒸汽、雪花、雨水称大气水；存在于地面上的河水、湖水、海水称

地表水；埋藏在地下岩石中的水称地下水。

地下水的来源，主要有以下几方面：

（一）雨水及融化的冰水、雪水，除流走和蒸发外，其余渗入地下（即便流入江、河中的雨水，在流动过程中也还有一部分渗入地下），成为地下水的主要来源（如图1）。

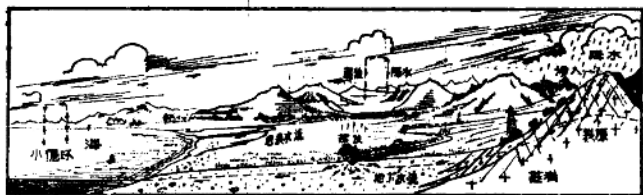
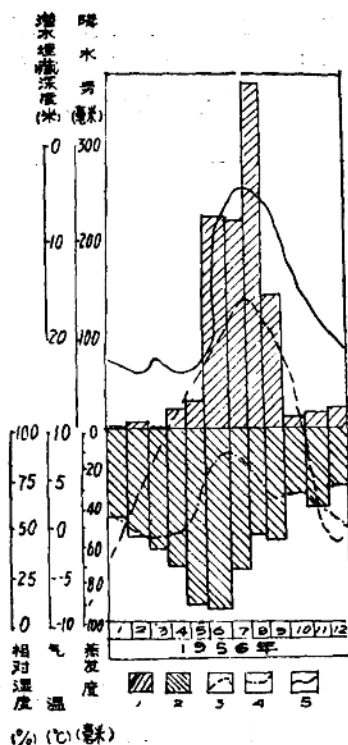


图1 自然界中水循环示意图

（二）空气和土层中的水蒸汽，受昼夜及季节性温差变化的影响凝结成水，渗入地下补给地下水。在我省西北部沙漠、半沙漠面积较大的昭盟地区，这种水对地下水的补给起着很大的作用。

由此可见，地下水的来源与降水和气象要素有直接关系。气象要素的变化影响着地下水的变化，一是降水量的大小直接影响地下水的多少，特别是对潜水的影响更明显。降水多的地区和季节，地下水比较丰富，地下水位上升，反之，地下水比较少，水位下降（如图2）。二是气温，气温不仅影响埋藏较浅的地下水的温度，更主要的是使地下水通过土壤和植物叶面大量蒸发和蒸腾，消耗了地下水，特别是干旱地区蒸发量相当大。

地下水位的变化，还受河流的影响，几乎所有的河流都与地下水有血肉相连的关系。河流在其上游大部分流经山

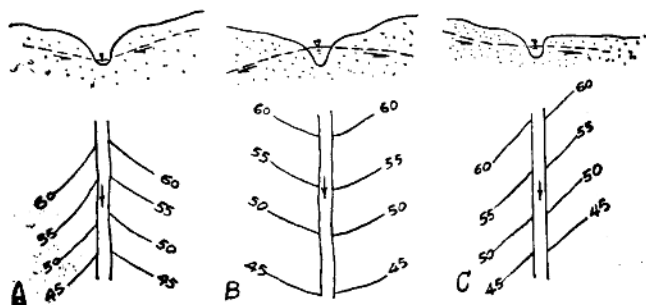


1.降水量; 2.蒸发度; 3.气温;
4.相对湿度; 5.潜水埋藏深度。

图2 潜水位及气象要素变化图

区，下切能力强，占有较低的位置，地下水补给河流；而在其下游，多位于平原区，流速降低，堆积作用增强，河身淤高，河流水位高出地下水位，导致河水补给地下水。大凌河

就是这样，在朝阳附近山区，地下水多补给河水（洪水时期有河水补给地下水现象），而至锦县以下就变为河水补给两岸地下水了。为确定河流与地下水的关系，可以在河流没有支流注入的地段，选取两个相隔一定距离的断面，对比上下断面流量的增减，来确定河水与地下水的补给关系。也可以测量河水与地下水标高进行对比，或者测量河流两岸水井的水位标高，作成等水位线图，与等水位线垂直的方向，就是地下水的流向。根据地下水的流向，就可以确定河水与地下水的补给关系（如图3）。



A. 河流排泄潜水； B. 河水补给潜水；
C. 河水补给潜水（右岸）和河流排泄潜水。

图3 地表水与潜水之间的相互关系

三、地下水的运动

地下水是运动的，水往低处流。地下水和地表水一样，也是由水位较高的地方流向水位较低的地方，只不过是流动的速度比较慢。很显然，水头差越大，地下水的流动速度就

越大。为反映水头差的大小，水文地质学中引用水力梯度（ i ）表示。

水力梯度，就是地下水流动途中两点上的水头差除以两点间的距离（如图4）。即

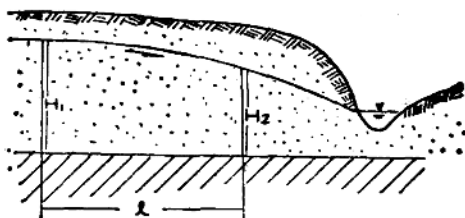


图4 潜水水力梯度示意图

$$i = \frac{H_1 - H_2}{l}$$

以小数表示。

水力梯度是地下水运动的重要条件，水力梯度愈大，其流动速度愈快。

地下水在岩石中运动的另一个条件就是要有空隙，这些空隙在某种程度上又要相互连通。

为反映松散沉积物孔隙的大小，采用孔隙度（ n ）表示，即孔隙体积（ V_n ）与包括岩石在内的岩石体积（ V ）之比，可用小数或百分数表示，即

$$n = \frac{V_n}{V} \quad \text{或} \quad n = \frac{V_n}{V} \times 100\%$$

孔隙度的大小与颗粒大小、均匀性、磨圆程度、排列方向有关。但孔隙度的大小，并不能全部反映透水性的强弱。粘土孔隙度很大，透水性却很小，因为透水性的大小还与孔

隙的大小密切相关，孔隙愈大，其透水性愈强。松散岩石中孔隙的大小，取决于以下因素：

(一) 组成岩石颗粒的大小：颗粒愈大，其孔隙也愈大。

(二) 颗粒的形状：颗粒愈不规则，孔隙也愈大。

(三) 不等粒情况：颗粒愈均匀，颗粒间形成的孔隙就愈大。

(四) 排列情况：排列愈疏松，其孔隙愈大。

由此可以得出结论，在其他条件相同时，粗粒松散沉积物将比细粒松散沉积物的透水性好，颗粒均匀的沉积物将比颗粒不均匀的沉积物透水性好。而在粒度成分相似时，孔隙度愈大，透水性愈强。

对于坚硬岩石来说，这些空隙表现为各种形式，各种大小的裂隙，这些裂隙又常常连通，甚至发育为大的孔洞，它们是地下水的最好通道。

岩石透水性的指标是渗透系数(K)。渗透系数(K)愈大，岩石透水性愈好。一般常见的松散岩石渗透系数见表3。渗透系数(K)可由实验室测定，也可以根据野外抽水试验经过计算求得，各种不同条件下的计算公式见表4。

表 3

岩 性		渗 透 系 数 (米/昼夜)	岩 性		渗 透 系 数 (米/昼夜)
细	砂	10以下	细	砾	200以下
中	砂	25以下			
粗	砂	50以下	砾	石	500以下

表 4

试验孔类型	地表水与钻孔的位置关系	地下水的水力类型	计算图式	计算公式
完整井单孔抽水	远河	无压		$K = 0.732Q \frac{\lg R - \lg r}{(2H - s) \cdot s}$
	远河	承压		$K = 0.366Q \frac{\lg R - \lg r}{m \cdot s}$
完整井多孔抽水	远河	无压		$K = 0.732Q \frac{\lg R - \lg r}{(2H - s_1) \cdot (s - s_1)}$
	远河	承压		$K = 0.366Q \frac{\lg R - \lg r}{m \cdot (s - s_1)}$
非完整井单孔抽水	远河	无压		$K = 0.366Q \frac{(\lg R - \lg r)}{H_1 \cdot s}$
	远河	承压		$K = 0.366Q \frac{\lg R - \lg r}{l \cdot s}$