

农业机械化丛书

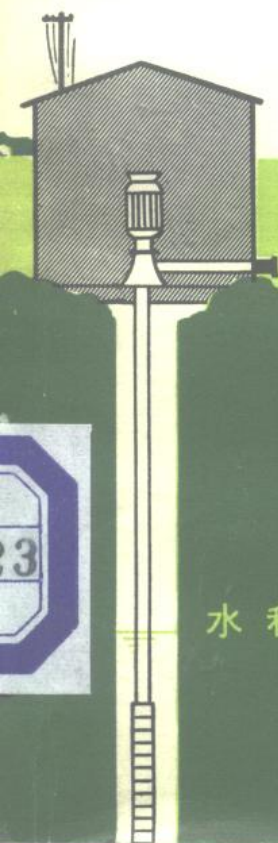
农用机井

(增订版)

河南省水利局

河北省水利局编

水利电力出版社





农业机械化丛书

农 用 机 开

河南省水利局 河北省水利局编

水利电力出版社

内 容 提 要

本书总结了广大群众在普及大寨县抗旱打井的长期实践中创造和积累的宝贵经验。书中分别叙述了地下水的基本知识，怎样找地下水，农用机井的规划与设计，怎样选择打井机械，人工开挖筒井和机械钻孔，管材与下管，围填与洗井，以及机械配套、管理使用与维修等内容。

本书可供广大农村打井工人、贫下中农社员和县、社、队从事水利工作的人员阅读。

农业机械化丛书

农 用 机 井

(增 订 版)

河南省水利局 河北省水利局编

*

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

1976年12月北京第一版

1976年12月北京第一次印刷

印数 00001—30440册 每册 0.66元

书号 15143·3238

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

水利是农业的命脉

农业的根本出路在于机械化。

用心寻找当地群众中的先进经

验，加以总结，使之推广。

增订版前言

解放后，特别是无产阶级文化大革命以来，全国人民遵照伟大领袖毛主席关于“水利是农业的命脉”的教导，在“农业学大寨”的群众运动中，开展了轰轰烈烈的兴修水利高潮。在北方干旱、半干旱地区广大群众打井抗旱，大搞农田基本建设，取得了很大成绩，积累了很多宝贵经验，为农业抗旱发挥了巨大作用，有力地保证了农业高产稳产。

为了普及打井科学技术，推广先进经验，三年前，我们从实用出发，力求通俗易懂，编写了《农压机井》一书，曾连续重版过几次，对群众性的机井建设运动，起到了一定的作用。

伟大领袖毛主席教导我们：“人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。”经过这几年的斗争实践，在机井建设各个方面都有很大的发展，创造了许多新的经验。为了适应全党动员，大办农业，普及大寨县的大好形势，我们对《农压机井》一书，如寻找地下水源、机井结构、打井机具、机井配套以及维护管理等方面做了修改和补充。尽管如此，由于我们政治理论水平有限，实践经验不足，对于广大群众在机井建设中的丰富经验归纳和概括仍然是很不够的、不全面的。恳请广大读者提出宝贵意见。

我们在编写本书的过程中，得到有关部门的支持和帮助，在此表示感谢。

编 者

一九七六年六月

目 录

增订版前言

第一章 地下水的基本知识	1
第一节 地下水是从哪里来的	1
第二节 地下水埋藏在什么地方	2
第三节 地下水的类型	5
第二章 怎样找地下水	10
第一节 群众找水	10
第二节 山区找水	16
第三节 钻探找水	27
第四节 物探找水	29
第五节 机井资料的整理和应用	30
第三章 农用机井的规划与设计	34
第一节 机井规划	34
第二节 机井井体设计	44
第四章 怎样选择打井机械	54
第一节 半机械化打井机	54
第二节 冲击式钻机	55
第三节 回转式钻机	58
第四节 复合式钻机	65
第五节 反循环水井钻机	65
第五章 人工开挖筒井与机械钻孔	70
第一节 准备工作	70
第二节 人工开挖筒井	79
第三节 人工架打井	92
第四节 锅锥打井	100

第五节	冲抓锥打井	109
第六节	水冲钻打井	116
第七节	插管锥打井	124
第八节	冲击式钻机打井	127
第九节	回转式钻机打井	137
第十节	水平钻机打孔	155
第十一节	孔内爆破	161
第六章	管材与下管	164
第一节	管材	164
第二节	下管	176
第七章	围填与洗井	194
第一节	围填	194
第二节	洗井	198
第八章	机井配套、管理使用与维修	208
第一节	机井配套	208
第二节	机井的管理使用	262
第三节	机井的维修	267
附 录		291

第一章 地下水的基本知识

打农用机井首先遇到的问题，是在什么地方打才能打出水来和出水量有多少。为了解决这个问题，就需要了解一些地下水的基本知识。只有知道了地下水的来龙去脉，才能更容易地找到地下水，以便为工农业生产提供可靠的水源。

第一节 地下水是从哪里来的

大家知道，海洋和陆地上的水被太阳照射，受热变成水蒸汽上升至高空，一部分随气流移动遇冷凝结成雨雪等降落在陆地上，这叫做大气降水。降落在陆地上的水，一部分沿地面沟溪江河流入海洋；一部分蒸发又回到空中；还有一部分通过地面和江湖河流（当其水面高于地下水水面时）渗入地下形成地下水。地下水（当其地下水水面高于江河水面时）一部分通过地层中的孔隙通道又排入江河，再流入海洋；一部分则通过土壤毛细管上升至地面或被植物吸收后转送到叶面而蒸发回到空中。自然界中水的这种循环过程，叫做自然界水循环，如图1-1所示。

上面所说的大气降水和地表水（江河湖泊水）渗入是地下水的主要来源。此外，还有凝结水、初生水和残留水等等。

凝结水的形成有三种情况：一是当土壤的温度低于外界空气的温度时，例如在夏季时，空气中的水汽大量进入土壤

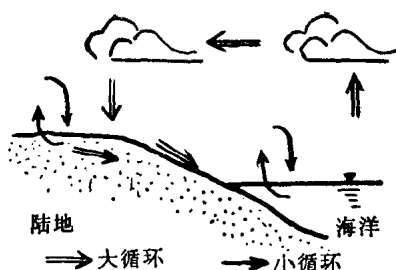


图 1-1 自然界水循环示意图

内的孔隙中，遇冷凝结成水珠，聚集而成地下水；二是当土壤表面或接近土壤表面的低空中（高度约 2 米）的温度降低时，空气中的水汽也在这里凝结成水珠，渗入地下形成地下水；三是离地面一定深度以下，地温是逐渐升高的，地下深处的水受地热的作用变成水汽，水汽上升至接近地面的土层和岩层的孔隙中，遇冷凝结而成浅层水。凝结水在沙漠地带具有重要的意义，有些降水极少，也没有冰雪融化等补给的沙漠地带埋藏有较为丰富的地下水，就是凝结水形成的。

初生水是从岩浆中分离出来的水汽冷却凝结形成的，一般埋藏于地下深处。

残留水是在岩石形成过程中存积埋藏于岩石孔隙内的水。

第二节 地下水埋藏在什么地方

为了说明地下水的埋藏问题，可先做一个试验。取两个水桶，甲桶装砂子，乙桶装粘土，然后把水倒进桶内，这时甲桶的水很快渗入砂子内并保存起来，而乙桶只在粘土面上

形成一水层，渗入到粘土内的速度很慢。这说明砂子透水贮水，而粘土透水很慢。这是因为砂子颗粒较粗，颗粒之间有许多相通的孔隙，水极易渗入砂子中；而粘土的颗粒很细，颗粒间的孔隙很小又不大连通，所以水便很难渗入到粘土内。

地下水埋藏的情况和以上这个试验相似，如图1-2所示。地下也有砂砾和粘土等，它们是成层分布的。当大气降水及地表水等渗入地下后，遇到砂砾层和有裂缝空洞的岩石时，便充填在这些地层的孔隙中。如果下部有渗水极慢的粘土层等阻止水继续往下渗漏，水便贮存在砂砾层地层内。所以我们常把各种砂层、砾石层、卵石层等叫做含水层（或透水层），粘土层叫做隔水层（或不透水层）。

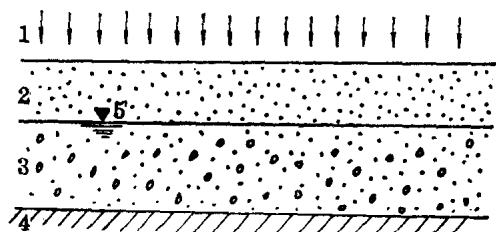


图 1-2 地下水埋藏示意图

1—大气降水；2—地表土层；3—砂砾层；4—粘土层；5—地下水位

含水层内透水性的大小，由含水层内的孔隙大小和连通情况来决定。含水层颗粒越粗，孔隙就越大；颗粒越均匀，孔隙也越大，其透水性也就越好。当颗粒大小不均匀时，小颗粒填在大颗粒之间的孔隙里，使孔隙变小，则透水性变差。当颗粒形状狭长扁平并排列整齐时，颗粒本身或棱角把孔隙通道堵塞，也会降低含水层的透水性。当颗粒成角砾状时，

孔隙更大，透水性更好。

一般把土层（即岩层）分成漂石、卵石、砾石、粗砂、中砂、细砂、亚粘土和粘土等等，其野外鉴定方法如表 1-1 所示。

表 1-1 土层(即岩层)野外鉴定表

名 称	颗粒直径 (毫米)	颗粒含量 (%)	特 征	群众叫法
漂 石	200~800			
卵 石	20~200			
砾 石	2~20			
粗 砂	0.5~2.0	>50		
中 砂	0.25~0.5	>50		
细 砂	0.1~0.25	>75	砂粒可以分清，看出大小	
粉 砂	0.05~0.1		砂粒分不清、用手捻有砂 的感觉。湿时不能搓成球	流砂、面砂
亚 砂 土	<0.005	3~10	湿时不能搓成直径 3 毫米 的泥条，但可以搓成球	砂泥、两合 土
亚 粘 土	<0.005	10~30	湿时可搓成直径 1~3 毫米 的条，弯成直角容易断裂	泥、硬泥、 软泥、粘泥
粘 土	<0.005	>30	湿时可搓成直径小于 1 毫 米的细长条，弯成直角不断 裂	胶泥

注：1. 土湿以达到可以揉搓，但用力挤不出水为宜；

2. 颗粒直径要看多数，如粉砂中含有少量土，仍可定为粉砂，但应写明
含少量土。

地下水的补给来源一般有二：一是大气降水，渗入地下；二是外区地下水由地下透水层渗流到本区。因为地下水并不是停止不动的，它和地面水一样，由高处（无压水）或承压力大的地方，向低处或承压力小的地方流动。外区的地下水可以流入本区，而本区的地下水也可以流到外区；地下水还可以通过土层毛细管上升到地表，蒸发到空中等等。地下水流到外区或蒸发等叫做地下水的排泄。很明显，如果某

些时候排泄多于补给，本区地下水位就要下降。

总的说来，地下水是埋藏在具有充足的补给来源，又具有良好的贮水条件的含水层内。因此，打机井如果找到了这种含水层，那么井的出水量就丰富，否则出水量就小或者无水。

第三节 地下水的类型

一、按地下水的埋藏条件分类

按地下水的埋藏条件，可分为包气带水、潜水和承压水三大类。

1. 包气带水：在地表以下到地下水位之间，称为“包气带”，如图 1-3 所示。在其间的岩石空隙中存在着吸着水、毛细管水、气态水和临时通过的重力水，统称为包气带水，也叫做土壤水。包气带水距地表最近，受水文气象变化剧烈，例如降雨后，地表水入渗，即迅速影响包气带水分的变化。

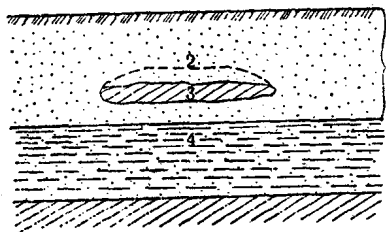


图 1-3 包气带水示意图

1—包气带，2—上层滞水，3—隔水层，4—潜水

在包气带的范围内，往往还存在一种叫做上层滞水的，

也属于包气带水，它是存在于包气带中局部隔水层之上的重力水，一般分布范围不大，补给区与分布区一致。由于距地表最近，受当地气象因素变化强烈，多雨季节出现，干旱季节消失。因此上层滞水不能作为建设高产稳产农田的机井水源。

2. 潜水：潜水是地表以下第一个含水层里的具有自由水面的地下水，如图 1-4 所示。潜水自由水面以上除局部外没有隔水层。这给大气降水、地表水和凝结水渗入补给潜水，造成极为有利的条件。所以在大多数情况下，潜水的埋藏，分布区与补给区是完全一致的。本区各种气象因素的变化能直接影响潜水的变化。

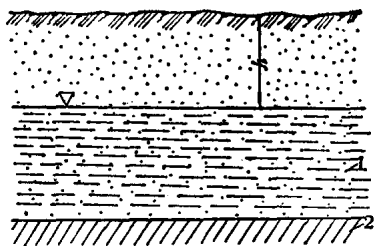


图 1-4 潜水示意图

h —潜水埋藏深；1—潜水；2—隔水层

潜水的埋藏深度与含水层的厚度，受地形、气候和地质构造的影响，其中以地形的影响最大。山区地形切割强烈，潜水埋藏深，有的深达数十米至数百米，含水层厚度相差很大。平原地区地形切割微弱，潜水埋藏浅，一般仅数米，甚至露出地表，含水层厚度相差不大。同一地区，潜水水位埋深，对降雨变化反应敏感，雨季降水充沛补给丰富，因而地下水位上升，埋藏变浅；旱季降雨少，补给少或不补给，再

加上灌溉抽水，地下水位就下降，地下水位就深。

一般潜水补给来源充裕，水量比较丰富。特别是在平原地区，埋藏较浅，开采容易。如果含水层很厚，颗粒又大，水质又好，那么潜水应作为农用机井的主要开采对象。

3. 承压水：承压水是充满于两个隔水层之间的地下水，如图 1-5 所示。它对上下两个隔水层都有很大的压力，对上隔水层是上托力，所以当打井打穿上隔水层时，水便能自动上升一定高度。水上升喷出地面的井，叫自流井；水能自动上升，但不能喷出地面的井，叫半自流井。

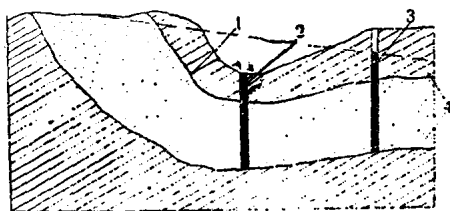


图 1-5 承压水示意图

1—含水层；2—自流井；3—半自流井；4—隔水层

如果当水不能充满于两个隔水层之间的含水层时，水就不承受静水压力，对上隔水层也没有上托力，这种水叫做无压层间水。所以当打井穿透了上隔水层时，上层潜水就会漏下来。有时在打井过程中，孔中的水突然流失了，或水位突然下降，就是这个原因。

因为承压水上面有隔水层阻止了当地大气降水、地表水和凝结水等的下渗补给，所以它的补给区与分布区不一致，有时相距很远，因而受当地气象因素的直接影响不显著，所以补给较为困难。当下部承压水头低于上部承压水头或潜水面时，上部承压水或潜水可以通过承压区的断层或破碎带

补给下部承压水；降水或地表水有时也可以这个方式补给承压水。

承压水的埋藏深度往往达数百米甚至数千米。埋藏不太深的（数十米至二、三百米）承压水，可作为农用机井的供水水源。

由于承压水源远流长，补给较慢，水位下降后不易恢复，因而应深浅结合，合理开采。

二、按含水层的空隙性质分类

地下水除按上述埋藏条件分类方法外，还可按含水层空隙性质分类。空隙性质可分为：松散岩层中的孔隙、坚硬岩层中的裂缝和可溶性岩层中的岩溶空隙（溶洞）三类。由于地下水埋藏的含水层空隙性质不同，可相应地把地下水分为孔隙水、裂隙水和岩溶水（溶洞水）等三种类型，如图 1-6 所示。

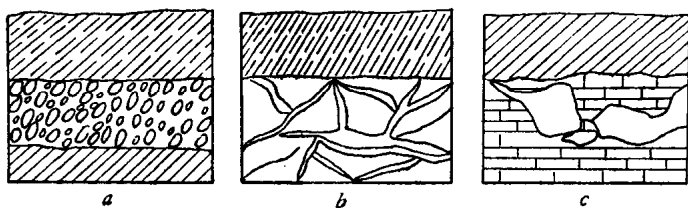


图 1-6 按含水层空隙性质分类示意图

a—孔隙水，b—裂隙水，c—溶洞水

1. 孔隙水：埋藏在卵石、砂砾石、砂、砂土或亚砂土等松散的沉积物之中的水，叫做孔隙水。由于孔隙水的埋藏条件不同，可呈现为潜水或承压水状态而存在。呈潜水状态存在时，其主要类型有冲积层水、坡积、洪积和湖积层水等；

呈承压水状态存在时，其主要类型为松散岩层构成的自流盆地、单斜或山前平原自流斜地中的水。孔隙水分布面较广，空隙率较大。因此成井出水量大，是重要的农业灌溉供水水源。

2.裂隙水：埋藏于岩石或粘土裂隙中的水，叫做裂隙水。裂隙水有承压水，也有无压水。承压裂隙水的主要类型有：构造盆地、向斜及单斜岩层中的层状裂隙承压水、构造断层带及不规则裂隙中的承压水；无压裂隙水的主要类型有：基岩上部裂隙中的层状或脉状水、沉积岩层层间裂隙水。在平原地区粘土层中也可打成出水量较大的机井，其所利用的水源即为粘土裂隙水，在石灰岩山区找断层打机井，往往可打到丰富的水源。

3.岩溶（溶洞）水：我们常见的石灰岩是可以被水溶解的。石灰岩被水溶解后，有的地方就成了洞穴，埋藏在这些洞穴中的水，叫做岩溶（溶洞）水。岩溶水有承压的，也有无压的。承压岩溶水主要类型为：构造盆地和向斜单斜岩溶岩层中的溶洞水、裂隙岩溶水等；无压岩溶水主要类型为裸露岩溶岩层中的溶洞水和裂隙溶洞水。在山区和丘陵区岩溶水是重要的农业灌溉供水水源。

第二章 怎样找地下水

地下水的分布与山形地势、岩性、构造及含水层的性质有着密切的联系。地下水的分布有着客观的规律性。只要认识和掌握这种规律性，一般就能找到地下水。因此，寻找地下水的过程，就是对这种规律性实践、认识、再实践、再认识的过程。下面介绍几种找水方法，并简要介绍机井资料的整理和应用。

第一节 群众找水

群众找水方法，是利用地下水反映到地面上来的某些现象，判断地下是否有水。由于地下水借助于毛细管作用上升高度有限，因而利用这种方法判断出来的地下水是比较浅的。此外，还根据地形、地貌、河流变化情况判断有无地下水。根据广大群众在长期的生产斗争中积累了丰富的经验，现介绍以下几种方法。

一、观察自然现象找水

1. 根据植物生长情况找水：

(1) 叶大根深的喜湿性植物，如菖蒲、芦苇、水芹、马莲、黄花菜、芨芨草、三棱草等生长茂盛的地方。

(2) 同一地区，同种植物，某处的初春发芽早，旱季不干梢，秋末枯黄迟。