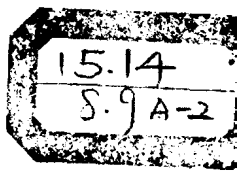




怎样打机井

河南省水利厅农田水利局编
河南人民出版社



內 容 提 要

这本小册子以理論与实践相结合的编写方法,系統的从技术和管理上解决了打机井的許多主要問題,特别是对滤水結構、机井种类,出水量測定和計算上叙述得系統、深刻、易行,很适于社員、机井技工閱讀,是本較好的参考書。

怎 样 打 机 井

河南省水利厅农田水利局編

河南人民出版社出版 (郑州市行政区經五路)

河南省書刊出版业营业許可証出字第一号

地方国营郑州二七印刷厂印刷 河南省新华書店發行

豫总書号: 2319

787×1092耗 1/82·1 $\frac{3}{16}$ 印张·25,000字

1960年2月第1版 1960年2月第2次印刷

印数: 2,090—36,109册

統一書号: T15105·121

定价: (7) 0.13元

所謂机井即出水量大，可以供上机器抽水的深井，都叫机井。发展机井灌溉，是充分利用地下水，提高农业灌溉保证率的最好办法。

在渠道灌区，特别是地上水源不甚充足的渠道灌区，开展打机井取用地下水也是非常重要的，当渠水不够应用时，可以用地下水灌溉，这样不但解决了地面水的不足，还可降低地下水位，防止土地盐碱化。所以，刘少奇主席在河北、山东视察工作时指示：“搞地上水是必要的，但不完全可靠，应该大力搞地下水，多打大机井，来个双保险，进一步改善大地畦田，使防洪防涝和蓄水结合起来；多搞机井水库，使阴水变阳水；一个机井最好能浇两三千亩地，以适应公社化以后农业生产上的需要”。这一指示明确的给我们指出了在开发利用地下水方面应积极努力的方向。

人民公社化以后，土地连成了大块耕地，如果提水灌溉还局限于使用人力、畜力小水量的抽水，显然不相适应；同时，使用小水量的水井向大面积土地供水时，水在输水沟内的流动较困难，水的渗漏、蒸发损耗率也大、成本也高。因此，大力搞出水量多的大机井，不论对大面积耕地的要求上，或在降低灌溉成本上都是必要的。

“怎样打机井”这本小册子，以理论与实践介绍了省内、外打机井的先进办法，可供打机井训练教材及从事井泉

工作者的参考。由于我們的水平低，难免对某些問題談的不
够恰当，希望讀者給我們提供修正意見，以便更好地改进。

1959年10月

目 录

一、机井的规划	(1)
(一)规划的任务	
(二)规划的内容	
二、滤水结构	(6)
(一)砾砾滤水管	
(二)绕式滤水管	
(三)网式滤水管	
三、打啥样的机井	(14)
(一)砾砾筒管机井	
(二)机井水库	
(三)真空机井	
四、机井出水量的测定和计算	(23)
(一)抽水试验	
(二)计算公式	
五、验收管理制度	(33)
(一)验收制度	
(二)管理制度	

一 机井的规划

(一) 规划的任务：为了合理利用地下水和有计划的进行开发，应当本着水利为农业生产服务的方针，着手地下水开发利用的规划工作。规划的任务包括以下几点：

1. 以人民公社的农业供水为主，并满足工、林、牧、副、渔业各方面的用水要求。人民公社的农作物种植规划，确定年需水量指标，一般应按照国家年需水量400—600立方米来计划，经济林如苹果林、梨林、枣林等也应按亩提出年需水量，一般可按每亩年需水量30—50立方米计划。

有了上述的年需水量指标，再根据当地每眼机井的供水能力，以15天左右的时间轮灌一次为标准，订出需要打机井的数量。单位水井的出水量愈大，灌溉管理愈方便，灌溉成本也愈低。因此，机井出水量要求在以往每小时30—40立方米的基础上，提高到100立方米以上，以至几百立方米。

2. 为了满足上述用水需要，根据“三主”方针及当地水利资源情况，拟定出地下水开发利用的工程形式（二、三、四各节主要谈这个问题），同时还必须考虑到：地上水与地下水结合利用，统一规划；也要按照自然条件，多样化地开发利用地下水。例如打机井、打自流井、挖自流泉、开山泉、截潜流、引水上山、泉组河等。采取一切办法加大单井工程的出水量。

3. 规划时详细了解当地的水文地质条件，例如含水层

厚度、深度、地層結構、地下水動儲量和靜儲量、機井最大出水量的試驗資料等；并要了解地形條件，以便規劃井位。為了節省勞力和機器，應當首先發展自流水，因此還要了解自流水的分布地區和範圍。

4. 在動力機械還不能滿足需要的情況下，水車井及其他一些簡易的提水工具還有重大作用，甚至是當前的主要工具。即使將來實現了機械化、電氣化之後，在不影響機耕的條件下，一般水車井也應保留，以增加灌溉水源的保證率。

(二) 規劃的內容：規劃內容主要包括以下各項：

1 算水賬。需水賬：農、林、牧、副、漁的需水總量。

水利資源賬：地上流量和地下水儲量。

地下水補給賬：地下水開發量和補給量必須互相適應，也就是水利資源與需水量的對比，對於地下水來說，開發量一般不應超過動儲量。但應注意這是指全年，也即指一個水文地質周期來說的，因為農業上有灌溉的時間和非灌溉的時間，在灌溉時間可以允許用水量超過動儲量，而將靜儲量消耗一部分，只要在非灌溉時間得到補充就可以，否則是不允許的。

在算水賬的同時，對於地下水的水質、水溫情況應給予注意，在灌溉上應防止水中含過多為害作物的鹽類，一般含鹽量不應超過千分之三。地下水的溫度，一般比地上水低，這種情況對作物生長一般是不利的，但有時也有好處。所以，山東省羣眾最近創造一種機井水庫（在第五節中介紹），把井水蓄起來提高水溫後再行灌溉。

2. 規劃井距：利用地下水灌溉的地區，在用水時，井四

周圍的地下水源要源源不斷補充井內抽出的水，因此井四圍的地下水位就要以井為中心向四周形成一定的下降坡度，離井愈遠，下降的深度愈小，到一定距離後這種下降就沒有了，下降的範圍就稱為影響半徑。假如兩眼井相距很近，在同時用水時，就要相互受到影響，減少單位井的出水量；當一眼井用水時，另一眼井的水位就逐漸下降，有的甚至乾枯。要求單位井的出水量加大，必須加深水深，採用更多的含水砂層，抽水時，加大井水位下降的深度，井水位下降深度愈大，影響半徑也愈大，井與井之間的距離就要相應加大，否則井與井之間的出水量要因相互影響而減小。因此，確定井距是一個不能不給予足夠注意的問題。合理的井距，應至少等於兩個影響半徑，而決定影響半徑的主要因素是抽水時水位降落值，其次是含水砂層的類別。含水砂層顆粒愈大，影響半徑愈大，例如當水位下降1米時，細砂層的影響半徑一般是50—100米，而砂礫層的影響半徑則為500—1,000米，兩種砂層的影響半徑相差達10倍。

確定井距的原則是根據影響半徑確定的，即井距應等於或大於影響半徑的兩倍。在這種情況下，相鄰兩井的單位出水量才不會相互影響。在一般情況下水井最好排列成行，井行應與地下水的流動方向垂直或接近垂直，以減少或避免水井出水量的相互影響。在古河道地帶布置水井時，限於地形和自然條件，可能要把水井布置在古河道地層內，形成井行與地下水流動方向一致，這時各井間的距離要比垂直地下水流向的井距大一些，尤其是愈到下游，井距應更大一些。

假如水井的位置是均勻分布在灌區內，而機井又可灌溉1,000畝以上的面積時，可以不考慮水井的影響半徑，因為這

时机井的使用水位降低所产生的影响半径，一般小于此时的井距。

● 机井深度：水井出水量与利用的含水层厚度或正比例，利用的含水层愈多出水量愈大。冲积地层地下水一般是分层储藏，埋藏愈深，受自然气候的影响愈小，含水层内的砂砾愈大，给水度亦愈大。冲积地层还有另一个特点是愈向地层深处，砂子或砾层的颗粒也愈大。所以井打的愈深出水量就愈多。

打深井另一个增加出水量的重要因素是：深层的地下水一般是承压水，愈深承压压力愈大。深层水借助于自然的压力，可以自行上升，压力愈大，上升也愈高。所以井打的深了，下面充足的水源可以自行涌上来，以丰富井水量。例如在郑州市郊区深 120 米的深度承压水只能上升到地表，深到 150 米处，就能升到地面以上 1 米多，在 120 米以上的地下水，就不能上升到地面。

由于深层水埋藏的深，水的来源广阔，所以受气候的影响发生的变化也小，水量比较可靠，能保证在最干旱的年份或季节供给足够的水量。

此外，在决定井的深度时，还必须考虑到工程的造价，过深时造价虽然增加了，但能打出来深层的丰富水源，还是很合算的。因此，井的深度，应根据地下水的埋藏情况决定，选择的深度以能把主要含水层的水吸取出来就可以了。若通过主要含水层之后再向下去，含水层就很少或者没有好的含水层，就不需再向下深打。因为纯泥层的出水量是很有限的。根据河南省以往的經驗，井的深度至少在 50 米到 100 米左右较为适宜。上层水特别旺盛的，如洛阳、南阳等地

区，机井深度可根据地层情况打浅一些。

4. 机井的直径：

选择机井直径，也必须从井的出水量和工程费用两方面来考虑。为了多出水，把井的直径增加得很大，是不合算的。根据苏联及国内的经验证明：井的直径由1米增大到2米，出水量只增加2—10%。因此机井的直径可确定为0.2—1.0米。井深30米，直径可为1.0米；30—50米，直径可为0.5米；50米以下直径为0.3米等不同的内径。

(如图1)因此在施工时可根据情况采取筒管的形式较好。它和道筒(即上下一样粗)相比，

可以减少施工的很多困难，虽然井的直径减小了，但对井的出水量不会有什么影响。

筒管井的每节筒底，都必须落到坚硬的地基上，切实避免在砂层上座底，以保证井的坚固耐久。

5. 成本比较：有自流条件的地区，应首先发展自流

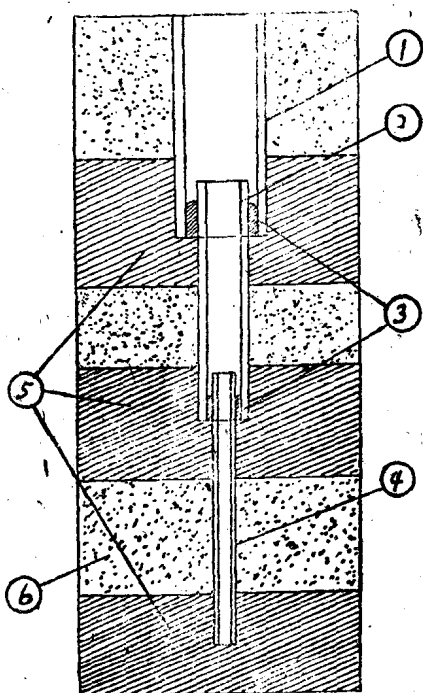


图1 筒管机井示意图

- ① 第一套筒 ② 第二套筒 ③ 止水环(棕碗) ④ 管井/泉管 ⑤ 不透水层 ⑥ 含水层

水，打自流井、挖自流泉、截潛流、打泉組河等，虽然有时在修建时，用的劳力和資金較多，但从长远利益来看，不用提水，还可节省人力和机器，所以还是很合算的。

为了使井位很好的和渠道相結合，以便达到輸水方便，节约用水和降低灌溉成本，在规划井位时，必須結合渠道规划，把井打在高处才能达到上述目的。

6. 机井位置要适应机械耕作条件：为了不影响将来机械耕作，井位的规划又要和耕作区及土地利用和道路的规划密切結合起来，特别是机井要修建較大的永久性渠道，井和渠道位置不合适，就会給机耕造成很多的不便。因此，机井一般应规划在耕作区和道路的一旁。在渠井并用双保險地区，井打在渠道的旁边，这样除了少占用土地和不影响机耕作，并便于水井汇集因渠道渗漏而增加的地下水，避免地下水位升高和土地盐碱化。

7. 改造旧磚井为机井：我省現有磚井140多万眼，分布很普遍。因此，在规划打机井时，除了沒有旧磚井的地方重新打机井外，应以改造旧磚井为主。在改造前，对磚井进行普查，选择地址适宜、井筒結構坚固、出水旺盛的磚井进行改造，未經改造的磚井，应留作輔助井使用，不要毀掉。

二 濾水結構

机井出水量的多少，与濾水层的選擇是否适当有很大关系，濾水层選擇的不适合，就直接影响到水井的出水量。在同样的水文地質条件下，用一种良好的濾水层去代替不好的

濾水層，出水量就可增加幾倍。如河南省寧陵縣採用填礫石作濾水層的井，比未填礫石的井，出水量增加三倍之多。山東省的經驗是：在粗砂地區填礫石的井可供十馬力抽水機抽水，不填礫石的井，僅可供七馬力的抽水機抽水。這都說明濾水層可使含水層能否把供水能力全部發揮出來的關鍵部分。所以打井時，要十分慎重作好濾水層的選擇，以保證機井質量。濾水層的選擇應達到以下要求：

能拦住砂粒進清水，并使進水量達到最大限度；

濾水材料和水不起化學作用；

結構簡單適用，最好能就地取材。

濾水層的种类較多，根据过去的經驗認為好的有：

（一）草礫濾水管：草礫濾水層主要部分是由粗砂和礫石組成的填充體，填充體放在含水砂層與井的外壁之間。草礫的作用是在水通過濾水層時拦住水中的微細砂粒，使清水進入井里。為了防止粗砂和礫石由井壁進水孔到井里去淤塞井底。在蘇聯一般是使砂礫分層填充，即較大（不能進入井壁進水孔）的礫石放在靠井外壁，再向外依次減小到所要求的礫石粒徑。由於分層填充礫石，施工時需要使用複雜的機械設備，也較麻煩，目前在國內採用還有困難。為了克服這一困難，內黃縣創造出一種簡單易行的濾水層形式，就是草礫濾水層。草礫濾水層是在井筒外壁先包裹一層草簾，草簾外面再填砂礫填充體，這樣由草簾拦住粗砂和礫石，粗砂和礫石拦住含水層中的微細砂粒，可以起到良好的濾水作用。目前在我省各地及山東、河北等省已大量採用，效果很好，頗得羣眾歡迎。

草礫濾水層可適用任何地層，在流砂、細砂含水層使用

出水量更显著；在中砾和砾砂层使用，可增加出水量3—8倍；在砾石、卵石层中可无须采用，因为砾石或卵石本身就具有这种滤水作用。

填砾颗粒的大小，以使地层中的大多数微粒不能在水渗透时通过砂砾填充体的孔隙为合适。因此，填充体的粒径可以比含水砂层的大多数颗粒大7—8倍。填砾石的厚度不得小于8厘米。选择填砾材料时，可参考表一。

填砾材料选择表

表一

砂粒级别	粒径(毫米)	砂粒允许入井量(%)	所填砾石最大粒径(毫米)
粉 流 砂	0.05—0.1	60	1
细 砂	0.1—0.25	50	2
中 砂	0.25—0.5	40	4
粗 砂	0.5—1.0	20	8
砾 石	1.0 以上	/	/

河南省内黄县的經驗：把砂砾分成1、2、3三級，分別应用于大、中、小三类砂层，如表二：

填充体级别、粒径、适用砂层表

表二

砂砾填充体级别	填充体粒径(毫米)	适用砂层
1	5—7	粗砂
2	3—4	中砂
3	1—2	细砂

不論使用那种滤水层，井打成后抽水时，总要先进入井中一部分細砂，允許进入井中細砂的数量如表一。当一部分

細砂沖出來之後，較大的砂礫就進行排队，聚集在濾水層外面，形成無數的進水小孔。井的出水量隨着進水小孔的形成逐漸加大。

在粗砂或礫石缺乏的地區，可將碎磚瓦片碾碎，按照選擇好的礫石粒經過篩，使篩下的顆粒都能達到要求，留在篩上的小塊，再反復碾壓，重新過篩。總之，選擇礫石顆粒是個很細致的工作，一定按照要求來做。簡單從事，填入不合要求的礫石，將來會造成機井的大量涌砂，結構破壞，成為廢品，所以必須十分慎重的選擇礫石。

葦篾的加工：葦篾濾水層使用的葦篾，也要進行細致的加工。將葦子截根去梢後，用刀劈成兩半或四半用石碾反復碾壓，使每根葦子劈成5—6片，每片又有2—3個裂縫時才可應用。井外壁葦篾包裹的厚度須有7—8毫米為合格，應該嚴密防止有絲毫漏洞。

葦篾濾水層有許多優點：它的進水阻力小，進水量大，不容易遭受雜物的堵塞和損壞，堅固耐用；從細砂、流砂含水層中取水時，它的效用最大；可以就地取材，成本低廉。

葦篾濾水層可以使用於較大直徑的筒井，也可適用於較小直徑的管井。

（二）縫式濾水管：就是在管壁上開成縫式孔隙當作進水部分，同時也起濾水作用。一般常用的是縫式木管，管外不包裹任何濾水材料，不填礫石使濾水管直接與含水砂層接觸。適用於大小顆粒不均質的含水層、粗砂層、礫石層、卵石層等。這種濾水管不適於中、細砂層。

管上開縫的犬小，以進水時阻力最小，而細小砂礫被拦住為宜。為了多進水，不使縫隙很快就被堵塞，縫寬應達到

最大限度。根据苏联的試驗：縫的寬度可以做得比砂粒大些。在这种情况下，开始抽水时；砂子会进来的，但随着抽水工作的进行，砂粒很快在縫外排队，形成“小洞”或“水拱”，成为无数的水流通道；砂子就停止从縫进入。对于均質（顆粒大小相等）砂子，縫的寬度可以比均質砂的粒徑大两倍；对不均質（顆粒大小不相等）砂子，縫的寬度可以用下式确定：

$$\text{縫寬} = (1.5 - 2) \times \text{直徑}_{50}$$

式中直徑₅₀是表示占全部砂子重量50%的砂子粒徑。

一般应用时，縫寬可采用以下数字

粗砂 1—2 毫米。

砾石 3—5 毫米。

从图2的表示看出，濾水管是用方木条（板条）做成的縫式濾水管，由木条上縱向的槽形成了縫隙。木質縫式濾水管可以用柳木、楊木、杉木、松木等作成，箍管材料用竹篾或8—10号鉛絲最好。

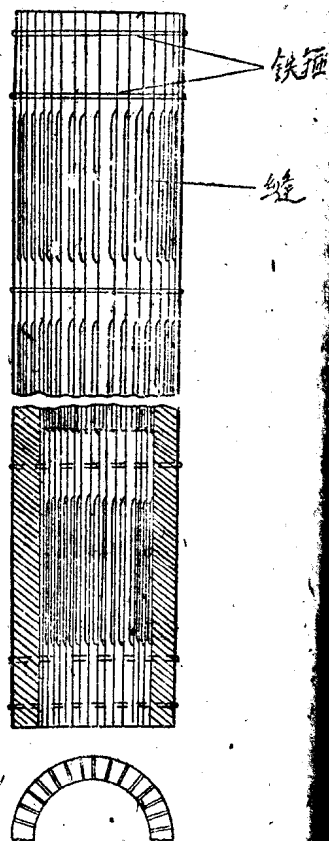


图2 木質縫式濾水管示意图

粗粒的含水岩层，应当被看作采用縫式濾水管的最有利条件。从这种砂、砾层引水时，縫的寬度可以充分大些，进水量才会多。縫式濾水管只可使用于管井上。

(三) 网式濾

水管：网式濾水管是用金属网、棕片、草篾包裹在鋼管或木管上而构成。目前由于金属网和棕片价格高昂，且不易买到，除城市工业用水使用外，农田灌溉打井就很少使用，这里不詳細敘述。用草篾或其他草类結合用砾石是很好的濾水材料，它具备着价格低廉，可以就地取材等优点。为了避免濾水网由于紧貼在管子上因而減小了濾水网的进水部分，山东省創造一种垫筋、纏筋的方法(如图3)，

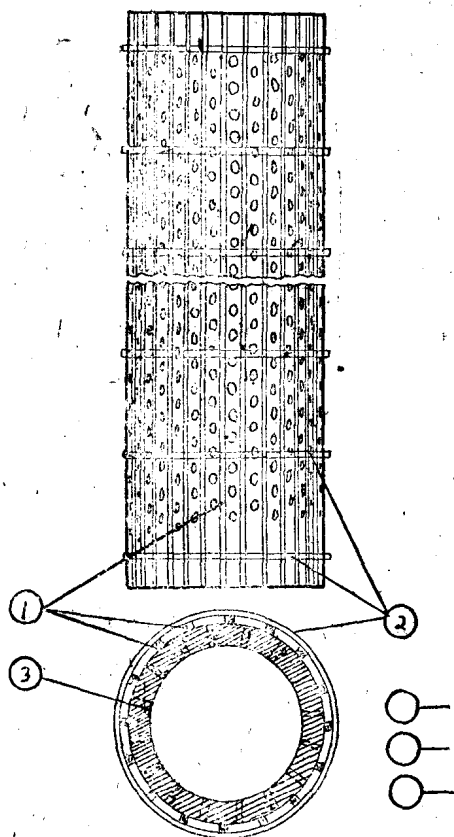


图3 垫筋纏筋泉管示意图

① 垫筋 ② 纏筋 ③ 木管

对加大出水量的作用很显著，具体作法是：

1. 垫筋：用宽厚各一厘米，长度根据需要来决定的板条，在已开好孔眼的木管上，每块钉一根，就是垫筋。

2. 缠筋：用竹篾或荆条等条子，在垫好筋的木管上每隔10厘米缠一圈，并用小钉子钉在垫筋上，就是缠筋。

3. 包葦：把加工好的葦篾，分层包于木管约6~10毫米厚，用麻绳或铅丝缠起来。

4. 填砾：木管下进泥孔之后，在周围填10厘米以上的砾石层，砾石粒径应严格根据地层砂子粒径来选定。

从过去的经验看，垫筋、缠筋的成本较高，但出水量大，比不使垫筋、缠筋可增加出水量一倍左右。山东省高唐县谢里长屯一眼机井为葦篾溜水管，管外填砾，但没有垫筋（井深75米，上口内径40厘米，下口30厘米，利用砂层48米），供五马力机器抽水，水位下降3.5米；武花园村的另一眼机井，泉管用垫筋、缠筋后，深27米，利用砂层16米，管内径同上，地层亦大致相同，能供十二马力抽水机抽水，水位下降4.5米。可见，使垫筋、缠筋后对增加出水量的效果是很显著的。

以上介绍的滤水层或者各种滤水管，它们都是将滤水结构固定于坚固的井框或管子上，井框或管子上的眼孔的总面积（水进入井筒或泉管中的进水面积）愈大，进水阻力愈小。因此在可能的条件下，眼孔总面积愈大愈好，一般应占滤水管总面积的15~40%左右。

关于滤水管的计算方法介绍如下

① 计算滤水管直径