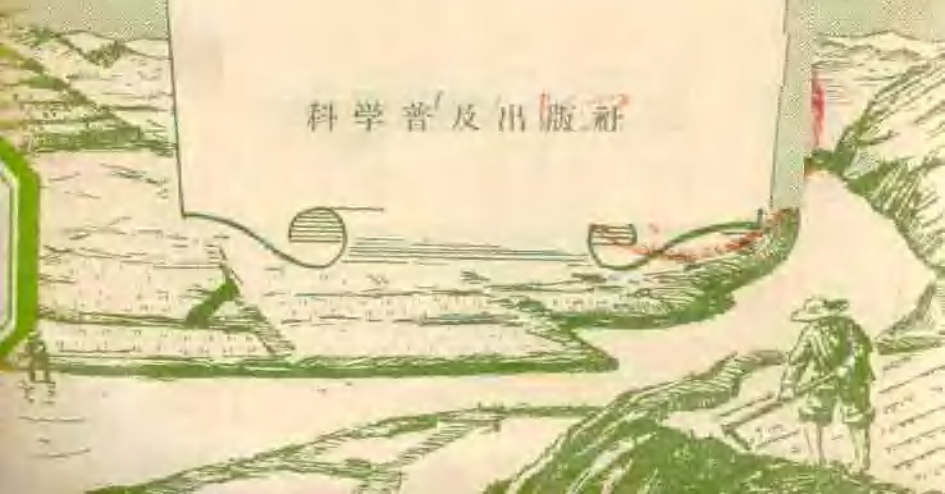


怎样打井

常化民 李家骅

科学普及出版社





总号	509
类号	
	57年5月10

摘 自

1956 年到 1967 年全国农业发展纲要 (草案)

(十) 兴修水利，保持水土。一切小型水利工程（例如打井、开渠、挖塘、筑坝等等）、小河的治理和各种水土保持工作，都由地方和农业生产合作社负责有计划地大量地办理。通过上述这些工作，结合国家大型水利工程的建设和大、中河流的治理，要求从 1956 年开始，在 7 年至 12 年内，基本上消灭普通的水灾和旱灾。机械制造部门和商业、供销合作部门，应当做好抽水机、水车、骆驼机等提水设备的供应工作。……

总号：401

怎样打井

著 者：常 化 民 李 家 驹

责任编辑：章 道 义

出版者：科 学 普 及 出 版 社

（北京市西便门大街）

北京市书刊出版业登记证出字第 0913 号

发 行 者：新 华 书 店

印 刷 者：北 京 市 印 刷 一 厂

（北京市西便门大街 21 号）

开本：787×1092¹/₃₂

印张：16

1956 年 10 月第 1 版

字数：10,500

1956 年 11 月第 1 次印刷

印数：25,550

统一书号：15051·7

定 价：(9) 9 分

發展农田灌溉，把旱地改成水澆地，是農業增产上的一項重要措施。农田灌溉的水源有地上水(河水、泉水、塘水)和地下水。利用地上水灌溉，比較經濟方便；但是我国北方的大部分地区 and 南方的一部分地区，沒有地面水流，或者虽然有地面水流而水量的季节性变化太大，水量不足，甚至有的时候沒有水。因此，在这些地区，地下水就成为最主要的灌溉水源，打井也就成为最主要的水利設施。

地下水的主要来源是雨水。雨水落到地上以后，除了一部分被太陽晒成水蒸气回到空中，一部分沿地面流入河道以外，剩下来的一部分就滲入地下成为地下水。因此，一个地区的地下水是不是丰富，就决定于当地的气候、地势和地層(地質)等条件。在降雨量大、蒸發量少的地区，地下水就比較丰富。在有着干燥气候条件的地区，那就要看地面流走多少和滲入地下多少来定：如果雨水大部分由地面流走，地下水就会少；相反地，如果由地面流走的少，地下水就会多。科学上通常就采用以降雨量減去蒸發量和地面流失量的方法，来計算滲入地下有多少。雨水滲入地下的多少，还和地層、地势有着密切的关系。要在地層疏松或有裂隙的地方，雨水才容易滲入地下和儲存起来，所以疏松的地層就叫透水層或含水層，密致堅硬的地層叫不透水層或隔水層。在一个地区里要是疏松地層的面积越广，厚度越大，地下水就越多。科学上說某个地区的地下水儲

量多少，是根据地層的埋藏情况、面积、厚度和疏松程度（孔隙度）来計算的，叫做地下水靜止儲量。

在地势比較低緩的地方，地面水才会流得慢，也就是流走得少，这样便增加了滲入的量。水到地下后还要繼續流动，跟在地面上一样是由高向低处流，地下水的流动速度每日一般为1—17公尺左右，流动的快慢除了受土壤疏密的影响以外，还要受地層陡緩的影响，所以有时在高陡的疏松地層中，虽然下雨后滲入不少的水，但不能存儲起来，里面的水并不多，或者就有也很深。至于在地势低緩的地方，除了能直接在当地下雨时滲入雨水以外，还可以由別的高处从地面流来后再滲入地下，或者經地下流来。对这种能流来供給的地下水，就叫做地下水动力儲量。

科学上把不同地層能使地下水在其中流动得快慢的条件，叫做地層的滲透系数，地層越疏松，滲透系数也越大。地層中地下水流的快慢，同时受着地層陡緩的影响，地層陡緩的程度叫坡度。滲透系数乘坡度再乘以地下水流的垂直面积，便得出地下水的实际流量，这就是地下水計算中最有名和最基本的“达西”定律和公式。

地下水的分类法很多，其中有一种把地下水分成潜水和压力水。潜水是在地表下面第一个不透水地層以上的水，所以又叫做淺層地下水；潜水的水面受气候影响上下可以变化很大，所以又叫做自由水；潜水埋藏較淺、分布最广，所以利用价值也最大。在两个不透水層之間的含水層中的地下水，受上面复盖着的不透水層限制，水面不能任意变化，又因为地層很难是完全水平的，含水層中不同位置上受限制的水面，就有了相对

的高低，最高的一點的水面叫水压面，其它各點的水面和这个最高水面的高差，就叫水头。当我们在某一点打井穿过含水層上面的不透水層时，水就会从这个井孔中，被因有高差水头而产生的压力压上来，高出这点的含水層，一直要平到水压面的高度才停止，这种含水層里的水，就叫压力水，也叫深層地下水；有时压力水層中的水压面也許很高，而我们打井的地方的地勢正好低，井口的高度还低于水压面，那么在这个井中的压力水，就会湧得高出井口来，因为这种地下水可以自己流到地面，所以打成的井也叫自流井；压力水一般离地面比較深，因此利用比較困难，不过它上面有不透水層，可以不受当地当时气候的影响，常能够保証一定的供水量，此外还有許多水質、水溫上的特点，所以压力水也仍有很大的利用价值。

为了能够适应于一般条件和广大需要，农田灌溉最好还是利用疏松地層中的潜水，因此在这本小册子里所談到打井的一些內容，全是以利用最疏松和分布最广的土質地層中的潜水为主；除个别部分可以参考外，不适合于岩石層或压力水的情况。

井 型 的 选 定

水井的种类很多，大体上可以分为筒井和管井兩大类型。筒井是一种闊口井，口徑多在1公尺（1公尺等于100公分，合3市尺）以上，并且一般都打得比較淺，井深很少有超过15公尺的。管井的口徑比較小，一般是15—20公分，很少超过30公分；管井一般都打得比較深，由几十公尺到几百公尺，但是以不超过100公尺比較合算。

筒井的优点是費用少、收效快、施工方便，并且能够使用各种水車和提水工具汲水；管井的施工技术就比較复杂，費用也比較大，并且要由專業的錐井工人施工和使用适合的抽水工具。所以，在地下水充足的地区，应当打筒井；只有当地下水的水位很深，或者因为地下水的水量不够、水質不好，必須采用深層的地下水时，才打管井。

管井的好处是：因为它打得深，出水量比較稳定，能够适应今后农业机械化的要求。因此，在地下水水量不够或者水質不純（如苦水等）的地区，就常常把这两种井結合起来，在筒



圖1 錐井下泉示意图。

井的井底打管井，叫做改良井。改良井的好处是可以兼有兩種井的优点，既便于汲水，又能够增加水量，保証水量，是广泛利用地下水發展灌溉的有效办法。这种办法也有个名字，叫做“錐井下泉”（見圖1）。与一种筒井相結合的改良井，是在筒井的下部井壁上打橫管，又叫“下腰泉”（見圖2），据山西、河北等省的經驗，用这种办法把橫管打到含水層里，可以增加水量1倍到3倍。

筒井在某些地区由于井壁的土質坚固，挖好后可以不用塗抹或襯砌就能使用，叫做土井。这种井的施工技术簡單，費用少，但是寿命不長，不能長期使用。为了長远利益着想，最好是不打这种井。有些地区土質比較差，为了保

持井壁不塌，井壁要用二和土(石灰、黃土)，或用二和土加麻刀(碎麻)、稻草等塗抹，叫做抹灰井。这种井的費用也比較少，但是和土井一样寿命不長，并且塗抹的技术不很簡單，技术上沒有把握的地区不宜打这种井。最好的

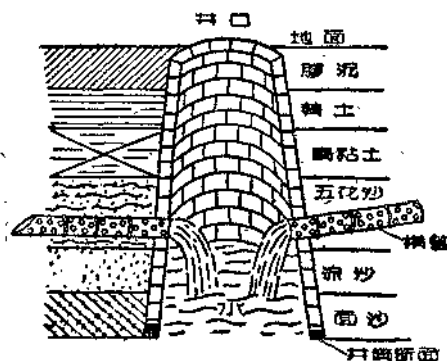


圖 2 下腰泉示意图。

筒井还是把井壁襯砌起来，襯砌的材料一般多用磚，叫磚井；也有用石塊的，叫石井；少数地区用洋灰和鉄筋做井壁的，叫洋灰井。

至于用什么材料襯砌合适，要看当地情况，因地制宜，那一种經濟方便就用那一种，一般砌磚井可以用普通磚，但因为井筒是圓的，磚是長方形的，用普通磚砌圓井，不易密縫和牢固，因此，在流沙地区打筒井就須切去磚角，才能够防止流沙浸入井筒里面。不过这样做，既費料又費工，很不經濟，因此，有些地区就專門燒制一种扇形的磚，叫做車轆磚(見圖3)，供砌井用。在靠近山区，石料多而便宜，可以做石井。用洋灰做井壁，是用洋灰、砂子、石子和鉄筋先做好一节节的井筒砌成的，比磚井牢固，又便于施工，但是造价很高，做井筒的技术也比較复杂，材料供应上又有困难，目前还不能普遍采用。

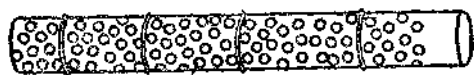


圖 3 車轆磚。

有些水井的井壁需要全部塗抹或襯砌，而有

些水井只需要加固靠近井口 1—2 公尺的地方，或井壁上的某一段就行了。假使井中含水層的一段井壁也需要襯砌，就应当留好孔眼，以便进水。至于井底，除了因为水質不好，井底翻沙，不能利用上部地下水的，都不应当封底。

管井的管子有鉄管、竹管和木管，竹管和木管比較經濟。竹管是用上下通直的大毛竹做成的，口徑可达 10—50 公分。做法是先把毛竹的梢尾鋸掉，使竹管的兩頭差不多粗細，然后用鉄棍把竹內的隔节打通，兩頭做好筍扣，接管子時以梢接梢，以尾接尾，并用鉄絲捆緊。另一種用竹片箍成的竹管，口徑可以稍為大一些，但沒有上面那一種結實。木管的口徑可以隨意大小，有很多做法，一般是先鋸鉋好兩邊帶有斜口，長短、寬狹、厚薄一致的板條，然后用鉛絲一段一段的箍好，就像箍桶一樣，不過桶是上大、下小而木管是上下一般粗細的；有些就



花眼
圖 4 花管。

在每段的兩頭做成交錯的牙扣，有些也可以在每段的兩頭另裝上一小節帶

絲扣的鉄管，用以接头。

管子的进水部分，也就是下在含水層位置上的一段，要有孔眼，这种管子叫做花管或濾水管，可以用燒紅的鉄棍烙成（見圖 4）。孔眼的多少和大小，应当根据含水層的不同而定，一般約為大姆指粗細，形式多為梅花形。当含水層的土質顆粒很細的時候，還要在濾水管的外面，包纏棕片，防止土粒鑽進去淤塞水管。

另外還有一種很出名的特殊的水井，就是我國西北吐魯番

的“坎兒井”，它是利用挖好的地下渠道（暗溝）把远处的河水由地下引来，再在用水地点的地下渠道上，由地表往下打一个像普通井一样的井筒通达渠道，把地下渠道中的水汲上来的，这种方法对缺乏地下水，但不远就有河流的地区，十分合适。现在所以提出来，因为这种条件不一定吐魯番才有，像山东省桓台县利用烏河所打的“洞子井”，在那一带就起了很大作用，苏联也有許多利用类似这种井的地方，因此有些地区可以試着打一些这种水井。

井址的选择

水井的要求是水量大、水質好、水位高，同时施工容易，使用方便。

因此在打井以前必須心中有数，知道打的这口井能碰到什么地層，它們有多深、多厚，什么地層中有水，什么地層施工有困难，在某些地区还要知道水質如何，是甜水（淡水），还是咸水。

除了在有条件地区，能够根据水文地質調查，也就是綜合的地質、地理、气象、水文的資料选择井址以外，一般应注意的是要有疏松的地層和低緩的地势。在地層簡單、变化不大和已經有很多水井的地区，靠对已有水井的充分調查、研究，有时也就可以把井址确定下来；在地層复杂、变化很大的地区，最好是采用簡單的鑽探工具鑽探，这样不但能够确定最适当的井址，不会失敗和浪費，还可以使計劃打井用的材料、人工和費用有所依据。

这种簡單的鑽探工具很适合于打淺井，某些先进地区，早

就採用了，把它叫做“探土器”。探土器是由兩三根長4—5公尺、粗25—50公分的鐵管組成，叫做錐。在土層特別松軟的地方，單用這種鐵管就可以了；在土層稍硬的地方，有的时候要用一節鐵棍來代替鐵管，以增加錐的重量，或者在錐的下面安一個魚尾形或麻花（螺旋）形的鐵錐頭，來鑽松地層，取土的時候再把錐頭擰下來。在錐杆上也可以做一個活動的把手（手柄），以便轉動和提沖錐杆使錐杆容易往下鑽。鑽探以前要先挖一個一尺見方二尺來深的小坑。鑽探的時候，由兩個人扶着鑽杆從坑底往下鑽，把錐杆沖入或擰入地層，每鑽進半公尺或下錐很慢的時候，就提出一次，把從下管口進入管內的土倒出來，看看是什麼地層，這樣，就可以清楚井址地層的实际情況。鑽完一節再接第二節，直到需要的深度為止。在必要的时候，也可以往坑內倒一些清水，使鑽孔中的土粒鬆動，容易往下鑽，但是這樣就不能知道見水深度（地下水天然水位）和土層中原始的含水程度了。有經驗的鑽探工人憑着用手扶錐往下鑽的感覺，常常就可以知道地層情況，例如鑽進時有吱啦吱啦的清脆聲音，便是粗砂，這種砂含水量最大；如果往下沖時像沒有東西，也沒有聲音，但提錐時又有些吸錐，那就可能是流沙或流泥了，打井的時候最要注意；如果像有東西墊着，忽軟忽硬，錐身有點往上彈動，那可能是遇到礫石，應該留神卡鑽。

選擇井址的時候，還必須依靠和利用群眾的經驗和智慧來了解地下水的情况。在這項工作上，我國人民很早就總結了不少可貴的經驗，對地下水的深淺，多少提出了氣試、盤試（缸試）、火試，對水質的好壞提出了煮試、日試、味試、衡試（秤重）、紙帛試等方法。

气試是在地面挖一个一二公尺深的坑，在天剛亮的时候去看，如果能看到水气，这个地方的地下水就旺；盤試是在挖好的坑內放一个盤子或一口小缸，盖上千草，隔一晝夜去看，如果盤子上的水珠多而且大，这个地方的地下水就淺也旺；火試是在沒有風的晴天在坑內焚燒烟多的东西，看烟气上升的情况，如果烟气上升时弯曲不直，附近的地下水可能丰富；这些都符合于水气蒸發和凝聚的科学理論。煮試是用地下水煮食物，食物容易熟的水質好；日試是把地下水向着日光照視，水中混濁浮悬物少的水質好；味試是以水味越淡越好；衡試是用秤秤水，水越輕越好；紙帛試是把白紙或白布用水打湿，干后沒有斑漬的水質好；这些也全跟現代科学上对水的硬度、混濁、含鹽成分等試驗分析水質的原理相同。这些寶貴的方法，在今天还是很有采用价值。

此外如經常注意觀察地面，旱天某处不易干，下雪后某处最易溶，冬天某处比較不易冻，春天某处比較解冻早；观察植物，某处有喜湿性的植物，如苕荻草、沙柳、水王孙等，或同样的植物在某处特別茂盛；观察动物，某处多喜湿性的爬虫，或是夏天有蚊虫常飞聚在某处不散；这些地方的地下水都可能比較丰富。这些經驗也都可以推广做为選擇井址时的参考。

水井的规划

一个地方打多少井，一口井打多深、多大（口徑），用什么工具提水，打算澆多少亩地等等，全都必須合理规划。

我們知道，水井在用水的时候，井里的水面就要降低，这时井附近的地下水就要向井中流动，于是，井周圍的地下水面

也就随着降低，如果兩口井打得很近，甲井用水时就会影响乙井，乙井用水时又会影响甲井，每口井都不能供应它們的最大出水量。这种影响要到兩口井隔开一定的距离以后才沒有，这个距离在科学上叫做影响半徑，因此井与井之間的距离，一定大于兩口井的影响半徑才行。一般在純淨沒有混雜物的碎石、卵石層或是均匀的砂層中，影响半徑大約是 200—300 公尺，在含有混雜物的碎石、卵石層中大約是 100—200 公尺，在不均匀的粗粒砂或細粒砂中大約是 5—20 公尺。因此，井与井之間的距离，一般应为 200—600 公尺。

如果按影响半徑 200 公尺計算，一口井的澆地面积約为 240 亩，但一般用畜力水車提水的普通井，还很难澆到这样多的地，因此除了应当考虑逐步采用机械化的提水工具提水以外，还必须同时注意井的深度和井的口径，来保証足够的出水量。

那么一口井究竟應該打多深呢？这要看地下水位的高低来說。井水的深淺是由井深和地下水位的高低兩個条件决定的，因此，井筒的深淺和井水的深淺不完全是一回事，假定一口井打得很深，但是地下水位（由井口到井中水面的距离）很低，这样的井还是不会有很深的水，如果反过来，地下水位高，井虽然稍淺些，水也会比較深。比如在地下水位 1 公尺，井深 7 公尺的井中，水深是 6 公尺，比在地下水位 6 公尺，井深 10 公尺，井中水深 4 公尺的水就反而深；当然在同样的水位情况下，井越深，井水也就越深。所以我們不应当不考虑地下水位，就盲目规划井深，只有搞清楚了地下水位的高低再规划井深，才是合理的。以筒井来說，合理的水深应当在 3—5 公尺上下，再深了就沒有在井底錐井下泉經濟。

规划井深的时候，还必须考虑到使用什么汲水工具，如果汲水工具的效能不大，井中的水即使很深也不能充分利用，但是，反过来，如果不久就可以采用新式汲水工具，把井打浅了将来的水量就会不够。因此，一定要考虑得周到一些，并且要分别是永久井还是临时井，如果是永久井，为了适应今后的提水工具改革，应该打得深一些，如果是因为现在的提水工具效能不大，不能浇很多的地，而打的一些临时井，就可以打得浅一些。此外，还应当考虑当地的技术条件和经济条件，如果不把这些問題都考虑好，盲目追求井深，是不对的。

地下水流入井中，一方面是由井壁，一方面是由井底。井壁加大，也就是井筒的口徑加大时，出水量虽然也随着增加，但是加大到一定程度以后，出水量就增加得很少，比如1公尺直徑的井筒加大到10公尺时，出水量大約只能增加到1倍半；但如果井底加大时，情况就不同了，1公尺直徑的井底只要加大到2公尺，出水量就可以增加到2倍左右。这些在科学上都有計算公式。不过，应当說明，这也不是绝对的，在有裂隙水的地区井筒的口徑加大，也可以增加很多水量。因此，打筒井要注意加大井底和相应的加大井筒，并且要把井筒打成上口小、下口大的形状。根据各地經驗，合理的井筒口徑应为1公尺到2.5公尺，在有裂隙水的地区可以扩大到3公尺。

规划水井的时候，还必须考虑井址和机耕的关系。机耕地塊，一般为80—900亩的長方形，長度一般在200—1,000公尺左右。为了机耕方便，水井最好成行，临时井可以打在永久井之間。为了灌溉方便和节省水量，井行最好在地塊中間。并且，井行的排列最好和地下水的流动方向垂直或接近垂直，防止上

下游水井互相影响。

水井的 施 工

筒井的施工主要是由人工利用簡單器械挖掘。

打土井比較簡單，井下的工作人員隨井筒大小的不同，可有2到4人。



圖 5

打井要用短柄工具，面對面，背向着井壁工作。這樣比較靈活安全。在井下工作的人要戴頭盔（安全帽，也有就用柳條做的，見圖5），井要隨時注意檢查井壁，看看有沒有坍塌

的危險。遇到比較硬的土層（粘土、黃土等）要先挖四周，可保持中心較高；如果遇到流沙或流泥要先挖中心，使井底保持鍋底形狀。

挖井筒的時候，還要在井口搭一個三腳木架安裝滑車吊泥，這樣可以快一些。掏泥的工具，可以用荊條筐或布兜，因為布兜最輕，對於井下工作人員來說，也比較安全。挖出水以後可以用巴斗（柳條編的水斗子）連泥帶水掏上來。如果水量

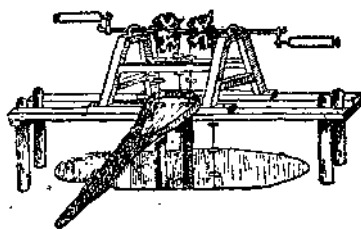


圖 6 搖水機。

過大可以用手搖水車（見圖6）或抽水機抽水。手搖水車是利用解放式水車的管子、鍊子、皮錢和鍊輪改裝的，方法很簡單，只要把鍊輪裝在一根3尺來長的橫軸上，橫軸用木架支好，在橫軸兩頭再安上兩把搖

柄就可以了。有时还可以同时用兩套管子，使排水量更大，这样每小 时能出到 27—54 吨水（一吨合 2,000 市斤、約 20 担），相当于一台 5 馬力抽水机的出水量。使用手搖水車或抽水机抽水的好处是可以及时排除井中的地下水，把水井打得深一些。

打井的时候，如果遇到流沙，人要站在井口或者站在井內吊好的木架板上，用掏砂器（一种長柄的勺子）伸到井里，挖深取土。或者使用一种叫做“抓泥机”的挖土工具取土（見圖 7）。这种工具是用一个厚約一公分的鉄板做成的爪头，安装在二公分半粗的圓鉄軸上制成的，一般鉄工厂就能做，成本約四、五十元。挖泥时，把它吊在井架的滑車上，由一个人站在井口掌握指揮，另七八个人由一旁用繩子拉动。这些工具的好处是不但可以加快挖流沙的速度，还可以保証工

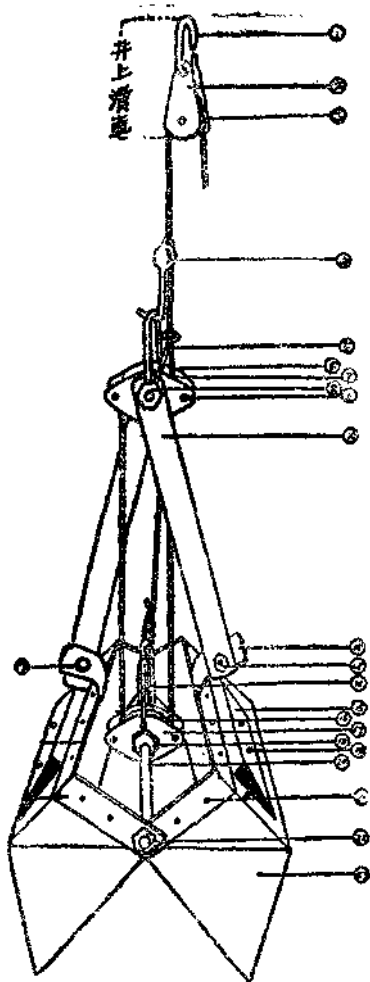


圖 7 抓泥机。

人安全。

筒井打好以后，井口的四周要稍加整理，垫高井台，以免地面上的水流入井内，冲坏井筒。井台垫高了以后，还可以使汲水的水头提高，水头提高了水就可以向四外流送得远一些，不过提高水头，自然要提高扬程(从井下提水到井上的距离)，因此一般井台也不宜垫的过高，以高出地面1—2市尺比较合适。

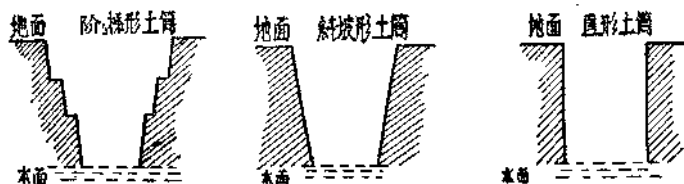


圖 8 磚井土筒。

需要砌的筒井，根据土質的不同，可挖成阶梯形、斜坡形或直形(見圖8)；土質容易坍塌的，多用阶梯形，土質好的，可用其余两种形式，但是無論哪一種形式，土井筒的口徑都要比磚井筒的底口直徑大2—3市尺才行。

先进的打井施工方法是在平地或把土井筒挖到水面，就开始砌井筒。砌时，要先在井筒的底部放一个井盤，然后再在井盤上砌磚，这样可以使砌的井筒平稳牢固。井盤要比井筒底口直徑大2—3市寸。井盤的做法和所用的材料种类很多，一般

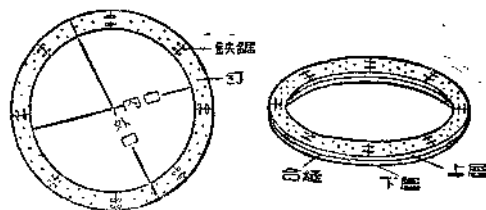


圖 9 平盤示意圖。

是用木板做好几个木环相叠而成，木环接縫的地方用扣榫和木釘釘好，兩环相叠时，上下縫口要錯开，这种井

盤叫做“平盤”(見圖9)，只能适用于土質較好的地層；在有流沙的地層要把盤環做成上寬下窄的釜刃形，以增加井筒的切沙能力，使井筒在流沙層上自動下沉。這種井盤叫做“快盤”(圖10)。在土質較好的地層打井，可以隨挖、隨砌井筒，砌一



圖 10 快盤。

段向下沉降一段。但在有流沙的地層上打井，就要把井筒砌到超過流沙層厚度的高度，然後一次下沉；這因為流沙層的土壤很松，井筒越高、井筒的重量越大，向下沉降的便越快，可以防止流沙流入井內和擠壞井筒。井筒砌到一定高度以後，要在井筒外側用麥稈和泥，塗抹一、二層，然後用葦蓆或高糧稈等圍起來，用繩子上下斜錯着反復捆緊；為了更加牢固起見，還可以在井筒外側每隔2尺左右立一根木桿，木桿要高出盤筒，並且要用繩子或鐵絲箍好，以增加井筒的團結力，避免井筒上下脫節（見圖11）。

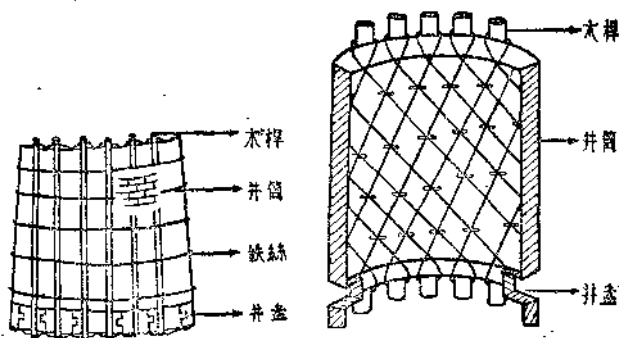


圖 11 盤筒。