



怎样开发自流泉

河南人民出版社

內 容 提 要

怎样开发自流泉这个小册子，主要介绍群众在开发自流泉方面所創造的先
进經驗結合一些科学理論編写的。內容包括：自流泉的概述，怎样寻找自流
泉，自流泉的规划和施工，自流泉的管理和使用，并附有各种圖解。这本書在
介紹經驗及办法上都较为詳細、具体，很可供讀者參攷。

怎样开发自流泉

河南省水利厅农田水利局編著

◎

河南人民出版社出版（郑州市行政区經五路）

河南省書刊出版业營業許可証出字第一号

开封日报印刷厂印刷 河南省新华書店發行

※

豫总書号：1989

787×1092 1/32 • 9 印張 • 11,600字
16

1959年9月第1版 1959年9月第1次印刷

印数：1—2,088册

統一書号：T15105·92

定價：(7)0.08元

目 錄

一、自流泉概述.....	(1)
(一) 什么叫做自流泉	
(二) 自流泉的形成	
(三) 自流泉出水量的測定	
二、怎样寻找自流泉.....	(6)
(一) 群众性的勘探方法	
(二) 鑽探方法	
三、自流泉的规划和施工.....	(10)
(一) 泉組	
(二) 山泉	
四、自流泉的管理和使用.....	(15)

一、自流泉概述

(一) 什麼叫做自流泉。凡地下水不用任何人为的外力而自行流出地面 就叫做自流泉。引用自流泉灌溉 較提水灌溉，是提高灌溉效率降低灌溉成本的最有效途徑。所以羣众总结自流泉有七大好处：①能节省大量的提水設備；②把自流泉和坑塘連結起来，可以解决发展水产事业的供水問題；③能为电气化提供先决的水源条件；④能降低地下水位，改良土壤，能改变环境卫生、减少疾病；⑤能节省劳力；⑥自流泉占地少，能便利交通运输和机耕；⑦能解决山区人民吃水的困难以及高崗、丘陵地区搞水利化的水源問題。由于自流泉有以上的巨大优越性，所以开发和利用自流泉是实现灌溉自流化的重要措施之一。

(二) 自流泉的形成：地下水在什么条件下才能形成自流泉，研究这个问题，就需要了解形成自流泉的地下水特点。产生自流泉的地下水，一般分为潜水(无压水)和承压水。潜水流出地面时，成为下降泉；承压水流出地面时成为上升泉。

下降泉的形成。下降泉是由潜水形成的，埋藏在地表以下第一层，即胶泥层或其他不透水的岩层。以上的水叫做潜水。潜水的特點是不稳定的，它随着天气旱、涝变化，雨水多潜水面就上升，天旱时潜水面就下降，这是因为潜水的补给是由降雨直接渗入地层而形成的地下水，因此下降泉的出水量也是随雨水的多少而增减，过于干旱时某些下降泉就断流。因为潜水不具备压力，所以潜水面就成自由水面。由于地层的傾斜，使潜水經常成逡流状态，山、丘地区流向平原，平原流向洼地，洼地流向河道，这就是叫做潜水流。当潜水

以某一种速度由高处向低处渗流过程中，遇到河谷、冲沟或其他地形所阻挡时，潜水流便露出地表形成下降泉，或者潜水在这个地段距地面很近时便形成潮湿地（如图1）。

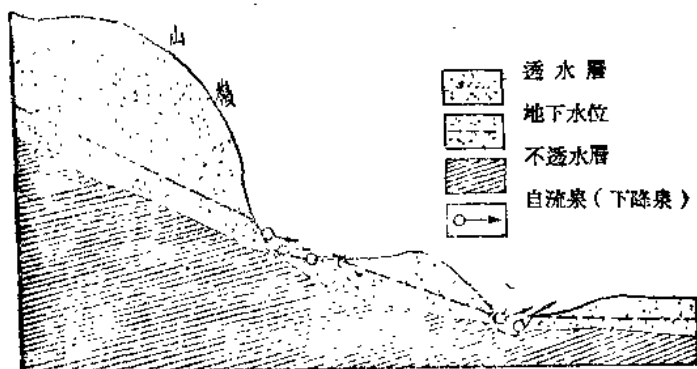


圖1 潛水流和下降泉示意圖

所以我們平日所見到的泉水，許多在地形变化的地方出現，例如山地和丘岭的交界、丘岭和平原的交界、平原和洼地的交界以及冲沟或河谷中都很容易出現的。

由于潛水層上面沒有复盖不透水層，它不具备压力（当泉管下到水層时，若泉管内水面和地下水面相同，这样水就沒有上升能力，即為无压力；反之管内水能上升一定高度，即表示这层水具备有压力），因而沒有上升能力，只有在某些情況下，水借本身的重力，向低处才能流出地面，所以叫做下降泉。

山前冲积平原很容易产生下降泉流，因为汛期山間洪水挟帶大量大小不同的碎石和泥沙，流到平原后，水流速度就变为缓慢，冲动力亦随之减小。距山地愈远，地面坡度愈小，水的冲力也逐漸由大变小，水所挟帶的碎石、泥砂就隨

之依石块和泥砂的大小顺序沉积于沿途。当潜水渗經这种地层时，上游渗速大，下游渗速小，这样就使上游下来的水来不及运下去，使水发生停滞现象，这称之为水兜。水兜以上水位抬高后，便流出地面形成自流泉（如图2）。

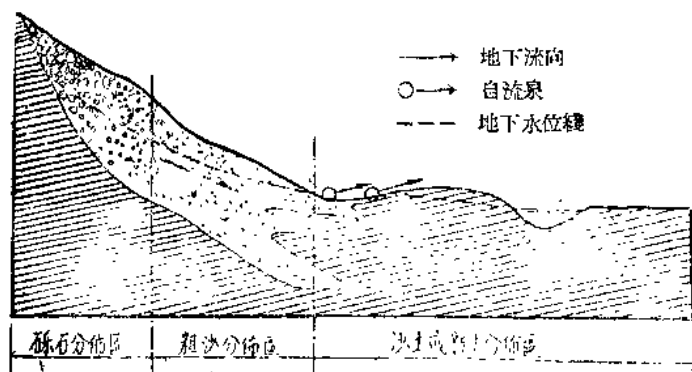


圖2 山前平原自流泉形成示意圖

上升泉的形成。上升泉是由承压水(地层間水)形成的，两层不透水层中間含水层中的水叫做承压水(如图3)。承压水和潜水不同，它絕大部分是具备有压力，泉管打到这层水时，水可以自行上升到某种高度，压力大时可上升到地面形成噴泉，因此，就叫做上升泉。承压水埋藏的較深，补給区也往往距噴泉处很远，天气降雨的多少在短时期內对水量的影响不大，因此上升泉的水量較之可靠，是农田灌溉的最好水源之一。

承压水是由自流水盆地产生的，每个自流水盆地有以下几个組成部分：①补給区；②承压区；③洩水区(如图3)。

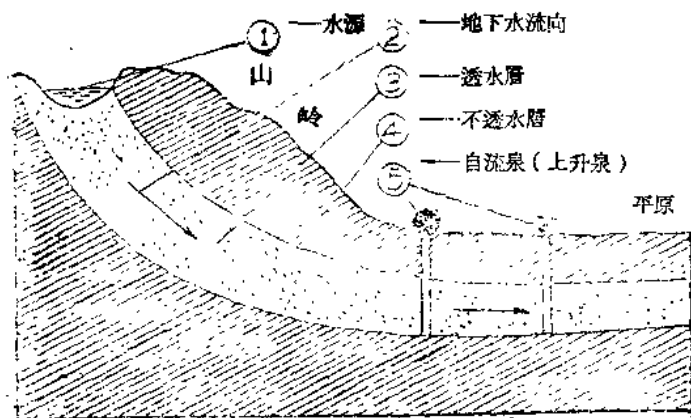


圖 3 承压水和上升泉示意图

补给区也就是承压水的水源地方，它位于地势较高的地带。补给区的水向洩水区流动，产生自流泉的地区即承压区。上升泉喷射的高低和涌水量的大小主要决定于补给区的高度及含水层砂砾的大小。所以在距山区近的自流盆地，水源多来自高地，因而涌水量就大。

自流泉除以上两种来源之外，在山区岩层中所形成的自流泉(山泉)，主要是岩石中的裂缝或溶洞所储存的水溢流出来的。岩石由于风化、溶解、地变等自然作用，使岩体形成缝隙或洞穴，缝隙或洞穴的体积有时会很大，其深度可达100公尺以上，宽度也可到几十公尺，或者某些缝隙与洞穴是相互连通着，构成有巨大储水能力的水洞，水的补给区由其它的承压水侵入或直接由雨水补给。这些缝隙或溶洞的水一旦由岩石薄弱处流出便形成自流泉。我们平日所见到的山泉多半是属于这一类。泉口小出水量就小，用人工把泉口凿大或用炸药爆炸扩大后，会很有效的加大其水的流量(如图4)。

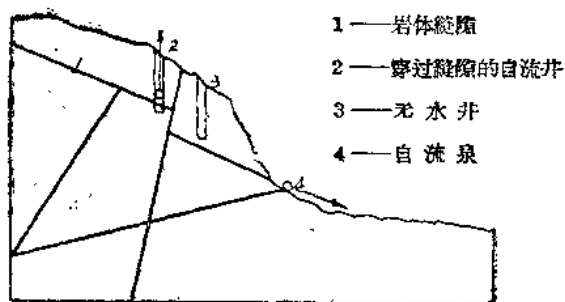


圖 4 縫隙或洞穴岩体自流泉示意图

(三) 自流泉出水量的测定：为了达到计划用水，对每个自流泉的出水量进行测定，是一项很重要的工作。根据自流泉的类型可采用以下两种测定办法：

1. 溢流泉：泉水不是由泉喷射出来，而是向外溢流的，可在泉孔下游作一小渠道，用三角量水堰测定（测定方法略述，可参考其他书籍），如流量很小时，将水引入有固定体积的容池内，然后记录注满容池的时间，以计算其涌水量。

$$\text{溢流泉的出水量} = \frac{\text{容池体积 (立方公尺)}}{\text{时间 (小时)}}$$

水每立方公尺的重量等于 1 吨，用以上计算所得的出水量即为每小时若干吨。

2. 喷射泉：如果自流泉的水头很高，是从泉孔或泉管向上喷射的，除仍可以使用第一种办法测定出水量外，还能使用公式来计算。

$$\text{① 出水量} = 40 \times \text{泉孔直径}^2 \times \sqrt{\text{喷射高度}}$$

$$\text{② 出水量} = 40 \times \text{泉孔直径}^2 \times \sqrt{\text{喷射高度} \times (1 + 0.0013 \text{ 喷射高度})}$$

出水量是每小时若干吨；喷射高度是以公寸计。当喷射

高度小于50公寸时采用公式①，当喷射高度大于50公寸时采用公式②（参见图5）。

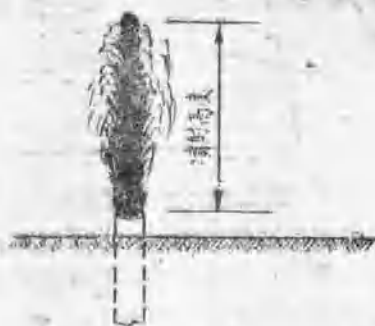


圖5 自流泉噴射高度示意圖

二、怎样寻找自流泉

（一）群众性的勘探方法：根据第一部分关于形成自流泉的水源——潜水、承压水及岩石縫隙或洞穴水的淺显科学理論，我們就可以概略知道潜水所形成的自流泉最常在地形变化的地方露头，承压水所形成的自流泉距补给区愈近水量愈大，愈远时由于压力损失在沿途，所以涌水无力，出水量就較小；岩石縫隙或洞穴所形成的自流泉，用爆破或开断的办法扩大泉孔，对增加其涌水量十分有效。总之各种类型的自流泉都是在复盖薄弱的地方出現的。人們开挖自流泉时，为了省工就要在地下水最容易出現的地方施工。怎样选择这些自流泉处址，群众历年来在實踐中积累了丰富的經驗。这些經驗証明，以下地区容易找到泉水：

1.井水位很高，而且井水非常旺盛的地方。井淺水旺，抽水时水猛很大，但井中水位下降极微，此井若为大筒井取用上层潜水者，即说明潜水丰富，若为小直径的泉管（管井）取用下层承压水者，即说明承压水丰富。在这些地方利用自然地形（自地面坡度不小于1/2,000者），从井旁开渠，使用渠道坡度小于地面坡度，渠道开挖到一定长度后，就可把水引出地面，形成自流灌溉，羣众称这种工程为“搬倒井”。

2.地表面有以下象征的地方，一般泉水很旺，地面坡度許可时可以挖出自流泉：

（1）下雨后有淺水的地方；

（2）下雪后存不住雪，或者化雪快并不上冻的地方；

（3）早晨或傍晚常出现水蒸气的地方；

（4）常年积水、水草丛生、树木发芽早的地方；

（5）喜湿性动物经常飞过的地方。因为潮湿的地方往往密生小昆虫，如小燕等飞鳥常飞来飞去捕食小虫。

3.两崗夹一洼的崗脚处，多为砂砾或粘土的交界线，这类地区容易挖出自流泉。

4.河流发源地大多有泉水，在河源处一經开挖扩大泉眼，会挖出旺盛的泉水，或者会几倍甚至十几倍加大自流泉的出水量。

5.平行的两山中间，泉水容易从山坡脚流出来。

6.山拐头的地方多半有泉水，因为改变了山脉的趋向，羣众說：“山拐头，有大流”。

7.“飞砂崗地水源深，紅石火石有水存，礧石白砂不透水，崗边坡角泉水多。”这是羣众查勘水源大小与地层结构关系的总结，也就是說地下水遇到不透水层时便四溢而出。

8.古河道的地方。在这些河流经过的地方堆积有較厚的

砂、砾石、卵石层，地表水和雨水可以很快的渗入并积存在这里，成为很好的含水层。如果在古河道处地势条件良好并具有适当的地面坡度时，可以开发出丰富的自流泉水来。

9. 山前平原的地方。前面已经讲到，山前平原地表下多半都是很厚的砂、卵石层，山区汇聚的地表水渗入平原后，很大一部分的水都渗入砂、卵石层中。山前平原往往又有较大的地面坡度，在这些地区挖、打自流泉，很大程度可以得到满意的结果。例如最近沿太行山附近的博爱、济源等县群众挖、打出大量的自流泉水。

10. 人们说“人头有血，山头有水”。即山脉的尽头往往是山里地下含水层与山前冲积平原变化之处，容易挖泉。

11. 两道长山夹一道短山，在短山尽头的地方也就是山谷前面有孤山的附近，可以挖泉，群众叫做“两山夹一咀，必然有泉水”。

12. 一座山上边是水成岩的石灰岩（俗称青石），下面有火成岩的砂岩，在两层中间有缝隙的地方常能打出泉眼，这叫做“青山压砂山，必然有山泉”。

另外，群众在查泉方法上，除直接遵循以上原则进行勘查外，还可搜集历年来打井下泉的资料，以便了解地层结构及水源情况，开展查县志、查碑记、查村名、查地名等历史记载。在县志或碑记的历史记载中，往往记载着古时地势地貌等情况，查阅这些记载，对勘查水源有很大的帮助。有些村名或地名往往是古人根据自然状况而命名的，也可供给查泉工作以很好的线索。

（二）钻探方法：用钻机或其他专门工具钻孔探测地下水的方法，不但能够查清浅层的地下水，而且也可以寻找到深层的自流水为工农业服务。把群众性的勘探方法和钻探方

法結合起來應用就最好了。當我們根據地形及地面現象估計到自流水時，再鉆孔試驗，就不致造成盲目打自流泉而得到不好的結果。用鉆機探水由於機械缺乏，只能重點使用。我國很早就利用下泉工具進行鑿井下泉，把下泉工具應用到勘探地下水上來，是比較經濟合用並且容易推廣的一種辦法。最近在工農業大躍進中，羣眾已經大規模利用下泉工具探測和開發地下水源，收效很大，為開發利用地下水提供了有力的保證。

自流泉主要由深層的承壓水所產生的，壓力大時，水就上升高，有時會噴射到地面以上，若壓力小時水上升就低。我們進行鉆探的目的就是要測定自流水的上升高度及涌水量，上升愈高，水量自然就愈大，所以在用鉆孔探測時，鉆孔之後要測量鉆孔中水位，根據水位的高低，就可以決定在這個地區，是否可以打出自流泉來；如果發生地下水由管中溢出的情況，測量水位就需要在鉆孔周圍做成圍牆，使水不致自溢，然後再進行測量。

鉆孔規格要求和自流泉孔相同，也可說鉆孔就是我們作試驗的泉孔，直徑要求在8市寸及1市尺之間，深度根據各地水文地質情況，可有深有淺，一般要鉆進3——5層含水層，深度可在30丈以上。

另外，我國近幾年來，還採用了電測法，探測地下水。電測法的主要優點是進展速度快，幾十分鐘就能測一個點，可以幫助了解地下水的分布和埋藏情況。

總之，在查泉方面，要相信羣眾，依靠羣眾，開展全民性的查泉報泉運動，要勤訪多問，就是要遵循毛主席經常教導我們的走羣眾路線的工作方法，盡量發揮已有的各種探水工具的作用，大力培養“土專家”，使他們成為開發利用地下水的技術骨幹，成為又紅又專的技術力量。

三、自流泉的规划和施工

(一) 泉組：泉組就是把許多泉眼（一般是20——60个）布置在一条綫上，所有的泉眼用地下輸水道或者明渠串通起来，在泉組中間适当位置作泉首閘，再由閘向下开渠（泉河），把泉水引入田間进行灌溉。我省博愛县大搞泉組工程已取得很大成績，开出来流量10秒方，灌溉面积20万亩，并且改良了土壤，原来不能种的土地也变成了良田。

泉組的平面布置：泉組方向要与地下流向相垂直或接近垂直，泉組位置要选在計劃灌溉面积的上游，以便借地面自

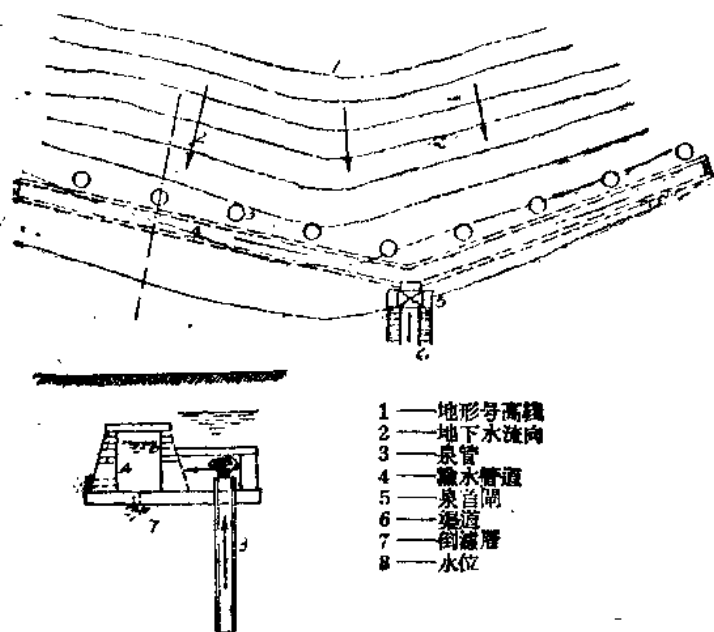


圖6 泉組布置示意图

然坡度引水灌溉。因此在规划泉組之前，首先根据地势情况分析地下水流向及考查地面坡度，作为规划泉組的依据。

輸水管道(或明渠)和渠道坡度及开挖深度的选定：串通泉眼的地下輸水管道和渠道坡度及开挖深度是决定泉組出水量大小的重要条件之一。泉水得到輸水管以上的高度，叫做自流水头。自流水头高，出水量就大；反之出水量就小。因此在可能条件下，应最大限度地將泉河(渠道)挖深一些，以便得到較高的自流水头，达到出水量旺盛的目的。但把泉眼出水口降低，挖深泉河，还必须根据地面坡度确定。例如地面坡度是 $1/500$ ，泉河(渠道)比降定为 $1/4,000$ ，泉首閘挖深5公尺，則水流2,840公尺以后即可出地面澆地；若挖深3公尺，則水流1,720公尺即可出地面澆地。

怎样决定使用輸水管道或明渠串通泉眼，在砂土地区，由于土壤容易被冲刷淤塞渠道或泉眼，以修建地下輸水管道比較合适，凡在坚实的粘土地区用明渠串連泉眼較為經濟。

用輸水管道或明渠串通泉眼优缺点比較：

輸水管道	明渠
①工程造价高	①工程造价低
②节约耕地	②需佔用耕地
③便利交通或机耕	③不便交通或机耕
④不会被洪水冲刷或淤积	④会被洪水冲刷或淤塞渠道
⑤岁修費低	⑤岁修費高
⑥便于管理和控制水量	⑥不容易控制水量

泉首閘：泉首閘是上連輸水管道(或明渠)，下接引水渠控制水量的建筑物，用水时开閘放水，平时关閘养泉，所以泉首閘是泉組的重要工程之一。

泉距：确定泉眼与泉眼之間的距离是有关水文地質的复

· 杂問題，科学理論要求：泉眼距离应等于或稍大于两个影响半徑，才能最經濟最有效的截堵地下徑流。在缺乏水文地質資料的情況下，羣众創造了用試驗的方法解决了确定泉距的問題。当泉組长度及排列位置被确定之后，先在泉組位置兩端及中間选定几处或几十处划定相等的距离（50到100公尺之間）作为泉眼位置先开始施工，完工后測發出水量，然后再在相邻的兩泉中間打一眼，如因后一眼完成泉距縮小，前两眼泉出水量有显著減小者，就表示第一次所划定的泉距基本合适，勿需再于中間增加泉眼了，否則可在每兩眼之間同样增加一眼，最后达到标准泉距。

自流泉直徑：泉眼的出水量和直徑的关系很大，标准直徑可在8——12市寸之間，小者出水量会有显著減少，大者泉管不坚固。有一些人顾虑泉的口徑大了，出水就不旺盛，或者说就打不成自流水，他們的理由是泉管小吸力大，甚至为了保护泉管的吸力，連开花眼就不敢多开，怕跑了气。实际上并不是这样，土层的水所以流进泉管完全是由于地下水的压力將水压进去的，并且由管中再压上地面成为自流水。所以直徑可以大，花眼也可以多开，这样只有增加泉的出水量，是沒有啥坏处的。

其他关于泉管的种类可采用木管、磚管、荆条管、六稜泉、葦砾泉等。包裹的滤水层，在一般粗砂地层用包葦、包棕等，細砂者可用砂砾过滤层，包麦糠等。

輸水管道：輸水管道的作用是串通每个水眼，把零星的泉眼出水量汇集起来送到泉首。輸水管道的另一个作用是汇集上层潛水，由于輸水管道多半是埋設在地下水位以下，为了降低地下水位改良土壤，并丰富自流泉的出水量，所以輸水管道的管壁应留出进水孔。但在地下水位埋藏很深，輸水管道埋設

在地下水位以上者就不需要留进水孔，进水孔要做倒滤层，以防泥沙涌进管道，淤塞泉眼或渠道。输水管道要有足够的过水断面，由泉组末端到泉首输水管道断面要分节扩大，其纵坡为千分之一或五百分之一。过水断面应根据泉组流量计算，管道形式一般采用箱式或拱式隧洞，底宽可由0.6—1.5公尺。

泉组工程的施工：在正式施工前必须根据前面所谈的找泉方法具体确定泉组位置，确定后，每个泉眼都打上木桩，以便动工打泉眼。

输水泉道或明渠的开挖工作可以与打泉眼同时进行，也可在完成打泉眼工作之后再挖输水道工程。如在打泉眼的同时进行开挖时，在泉眼位置留出10公尺先不挖，等泉眼完工后再挖通，以免影响泉眼的施工。

泉组的施工必须对地下水确实勘探清楚后才能正式开始，不要盲目施工，以免造成浪费。因此在施工前要先打一眼试验泉，以便了解出水量的多少，同时通过试验泉也可以了解到地层的结构，以供设计泉管的深度及管型作参考。

打自流泉的施工可用马锥以人力操作，和以往的下泉相同(这里不再叙述)。打泉时，为了防止泉眼的坍塌，通常采用两种办法：一为高压清水法，就是正在施工的泉孔中水位抬高，继续不断地向泉孔中灌清水，水位抬高后，泉孔内向周围孔壁的压力增大，这样来抵抗周围土壤向孔中坍塌的推力，以防止坍塌。一为高压混水法，用高压清水法，如果由于遇到透水性良好的砂层，水位抬不高，或者水位虽然可以抬高，但泉孔仍有坍塌现象者，就要用胶泥水灌注泉孔，胶泥水可以临时固结泉孔砂壁加大水的压力及防止水量漏跑等作用，因此这种方法是保护泉孔防止坍塌的有效措施。但由于胶泥水被压进含水层砂粒的空隙后，容易将地下水的通道

堵塞，減少泉眼的湧水量；使用胶泥水的另一个缺点是胶泥和土层土壤混攪后，对地层的結構就辨認不清了。因此在可能維持眼孔不坍塌的情況下，就不用胶泥水。

下泉管的其他操作程序，不論使用木泉管、磚泉管或者荆条泉管都和一般的下泉办法相同。这里不再叙述。

（二）山泉：主要是岩层中所形成的自流泉，是由岩石的裂縫或溶洞中所儲存的水流出的；还有一种山泉是从一般潜水层浸出来的水而形成的，这种泉多半是下降泉；另外在山谷河道，也可截堵大量水量，便形成自流泉。

开石扩泉：由于岩石縫隙小，泉水出口不暢通，只有很小水流浸出时，就可用爆炸的办法將泉口扩大，以增加流量。炸泉的施工中，多半是要遇到水而需在水中爆炸，在水中穿好炮眼，下藥时要絕對防止潮湿。防止的办法：用竹管或其他防水的桶或保护袋，把炸藥装好后下进炮眼进行爆炸。为了施工方便起见，在炸泉之前，先把下游的引水沟开通，使山泉处儲存在泉口之上的水排出来，加固地勢限制；不能进行自然排水时，就用机械提水。总之，把泉露出水面施工就容易得多了。山泉是由裂縫流出来的，岩石上裂縫越多，出水越旺，所以炸泉时，要朝着裂縫而又有出水的地方去炸。

山泉一流出泉口，就要隨即由引水渠排走，不可叫泉水聚于泉口形成一个大水池，淹沒泉口，这样出水量就会显著减小。把經常的泉水用塘、庫蓄起来以便于旱时灌溉是很对的，但作蓄水工程应在下游修塘、庫，以便于节节儲存。

泉源处上游或左右都需修好排水沟，截拦山洪，由排水沟排走山洪，不致使山洪洩进泉口，淤塞泉眼，減少水量。

截潜流。潜水层浸出来的水所形成的下降泉，这就是平时我們說的“挖山水”。这种泉多半在土山或丘陵坡角处形成。