



勘探打井找水技术的奥秘

□ 文图 / 张福存 徐梦华

第一作者简介 张福存，教授级高级工程师，从事水文地质研究。

水乃生命之源，缺水，所以找水。

人类诞生之初，就傍水而居，依水为命，择高避其害。

由于自然和人类活动双重因素导致的缺水，使得水循环中的地表水资源变得匮乏或难以利用，于是开发和利用地下水成了目前唯一途径。不过，这地下水也是块不折不扣的硬骨头，想要彻底拿下，就要把硬骨头上的三块老大难问题一一解决。

如何打出水

理论上说，地下介质中或多或少都含有地下水，无需费神寻找；但从实际意义来讲，找水指的是寻找具有供水意义的地下水源，这里面的学问就大了。当前找水已经有科学的理论体系指导，在选定钻孔位置之前，大致要经历三个步骤：确定找水方向，实地调查访问，物探定井。

目前我国的找水新模式以“逐步逼近式”找水为主。这主要是因为我国幅员辽阔，不同地区的地形、地貌以及内部构造区别甚大，找水工作需要摸清黄土高原、内陆盆地、丘陵山区、红层盆地、岩溶地区、地方病区地下水富集规律和蓄水构造模式的同时，建立适合上述不同地区，包括遥感解译、水文地质测绘、地球物理勘探、水文地质钻探、水文地质实验与测试等技术手段的地下水勘查技术方法体系。于是，在找水实践过程中，也就探索出了“逐步逼近式”的模式，整个过程就像是“警察探案”。首先综合研究分析工作区区域水文地质条件，采用高分辨率的遥感解译技术，以缺水村镇为中心遴选出具有前景的调查靶区，在所遴选的靶区开展

1:5 万或 1:10 万水文地质调查，初步圈定有利于地下水富集和便于建立供水工程的地段。这就像是警察在进行地毯式摸排工作后初步选定了犯罪嫌疑人。其次根据地面水文地质调查资料和初步认识，选择适宜的地球物理探测方法，进行综合地球物理勘查，初步确定目的含水层的埋深与厚度、断裂等基岩富水构造的规模、咸淡水体空间分布等状况。由水文地质与地球物理专业技术人员，根据地面调查和物探数据，共同会商确定最佳宜井位置。这一步就如同警察在对圈定好的几个犯罪嫌疑人进行针对性的询问、取证，然后由法证根据已有的证据筛选出唯一的犯罪嫌疑人。最后，选择钻探设备进行钻探验证，以及相关的野外水文地质试验、室内水质分析测试等工作。在水质、水量等具备开发利用的条件下，为当地建成取水示范工程。最后这一步当然也就像是警察正式逮捕了犯罪嫌疑人。这种“逐步逼近式”的找水模式是在没有目标、没有线索的情况下从无



> PVC-U 滤水管



> 塑衬贴砾滤水管

到有、从0到1开展的，就像警察在侦查的一开始并没有太多的依据，于是只能开展地毯式搜索。

找到了水，那么用什么材料打水好呢？工欲善其事，必先利其器，打井新工艺也是必不可少。在饮水型地方病区，针对第四系粉细砂含水层钻孔易涌砂、难成井、成井后使用寿命短的技术难题，在开发出无毒、无污染、耐腐蚀、强度大的PVC-U管材基础上，技术人员进一步研发出不同透水性能的“塑衬贴砾滤水管”，使用寿命可达50年，形成了粉细砂松散地层成井新工艺，突破了该类地层成井难的困境，保障了防病改水井的有效利用。

如何多打水

研发高效增水技术，提高供水能力，要针对不同的地层条件。比如，针对不是因为地质条件差而出水量达不到预期目标的水井，目前最常使用的是基岩水井水力压裂增水技术，使基岩水井由低产变高产。即通过向目的层注入超过地层自身压力的压裂液，扩展和延伸目的层的裂隙，提高目的层的渗透性，达到水井增产的目的。通过对河北、山东、北京等地实施的基岩水井压裂增水工程统计，与压裂前相比出水量最大增加900%、最小增加51.5%。该技术不仅降低了废井率和经济损失，而且有效提高了单井产水量和供水能力。

针对松散地层，可以选择高压喷射洗井的方法，就是利用特制的喷嘴在高压水作用下形成冲刷孔壁（管壁）的喷射流，同时喷嘴在喷射流作用下高速旋转，以强大水力破坏吸附在孔壁上的泥皮，扰动管外滤料，有效清除管壁上的锈垢。实现了有效洗井、增加水井出水量的目的，应用结果显示该技术增加水量超过原有出水量的两倍。


区别于以上两种情况的河北滨海平原区浅层，一般都存在地下咸水埋藏浅、含水层渗透性差、地下水储存量大但利用率低的问题，一套由“垂直主井+水平汇水井+虹吸系统”构成的浅层水平井虹吸集水装置此时恰逢其时。这套装置的基本原理就是依靠水平井汇水面积大、集水效率高的特点，巧用虹吸原理将各条水平汇水井中的地下水汇集到主

井，从而增大主井出水量。在沧州地区进行试验结果显示，相同深度的集水井出水量由原来的15立方米/小时增加到40立方米/小时，成倍提高了出水量。同时，该项技术也可应用于饮用水短缺地区类似低渗透含水层取水，有效降低地下水位，阻断盐分上升，改造盐渍化土地。

如何打好水

研发水质改良技术，拓展了劣质水区供水新渠道。众所周知，长期饮用含氟、砷等化学元素较高的水会导致人体出现氟斑牙、氟骨症和皮肤病变等中毒症状。这些劣质水若得到有效改善，将长期影响当地群众的生命安全。因此，在找到水、多打水的同时，还需要不断研发水质改良技术，拓展劣质水区的供水新渠道。

对于农户分散或村镇小型集中供水地区，目前开发的高砷、高氟、高矿化度地下水水质改良技术及装置最为适宜。而类似我国地方性砷中毒最为严重的内蒙古临河区，则需要经济高效的高岭土-菱铁矿复合矿物除砷材料和装置。据监测，该区地下水通常砷含量为0.668~0.685毫克/升，严重超过国家标准，而采用该装置以后，地下水中的砷去除率稳定在92%以上，基本可以满足分散式供水砷含量小于0.05毫克/升的要求。

针对地下水含氟量高的地区，技术人员采取羟基铝-镧复合改性降氟吸附剂制备方法和除盐反渗透工艺流程，利用混合特种介质过滤罐系统。在宁夏南部严重缺水的西吉县某村小型集中供水站，这个方法就有效的运行了半年，从而使当地水中的氟和溶解性固体总量分别由进水的1.79毫克/升、1510毫克/升降低到出水的0.089毫克/升、15毫克/升，均达到国家饮用水标准，以每户居民40升/人来计，每天产水6立方米，以8个月计算，处理1立方米水的成本仅为0.35元。

第一作者单位 / 中国地质调查局水文地质工程地质技术方法研究所

（本文编辑：王依卓 胡 勇）