

煤田水文物探經驗



P492.474

M252-2

15

內 容 提 要

这本小册子的内容是煤炭工业部在1959年所要全面推广的36项經驗之一。

其中共包括三篇文章：第一篇是煤炭工业部地质司所作的水文地质物探化的总结，对地面物探及地球物理测井在水文地质方面的若干种方法及其技术經驗与存在的問題作了阐述，还指出了这一經驗在目前我国煤田地质勘探工作当中的重大意义，以及对这一經驗的几点体会。第二篇是山东省123煤田地质勘探队的水文电测试驗經驗，第三篇是山西省143煤田地质勘探队的电测井的自然提举注入法。这两个經驗在整个水文物探經驗当中是比较突出的，故特加以介紹。

这本小册子供从事煤田地质勘探中的水文及物探的工作人员閱讀。

1171

煤田水文物探經驗

煤炭工业部地质勘探司編

*

煤炭工业出版社出版(社址：北京东长安街煤炭工业部)

北京市書刊出版业营业許可証出字第084号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

开本787×1092公厘 $\frac{1}{32}$ 印张1 $\frac{1}{2}$ 字数24,000

1959年6月北京第1版 1959年6月北京第1次印刷

統一書号：15035·867 印数：0,001—5,000册 定价：0.15元

关于水文物探的几点經驗★

煤炭工业部地質勘探司

一、一般情况

在目前全国大跃进、一天等于二十年的飞跃形势促进下，在党的总路线的光辉照耀下，煤田地質勘探工作，在破除迷信、解放思想的基础上，以惊人的速度向前猛进，奔向那“苦战二、三年，查清全国煤田”的宏大目标。在这汹涌澎湃的社会主义建設高潮中，煤田地質勘探职工大鬧文化技术革命，采用和創造了各种新的技术和方法，从根本上来改变着煤田地質勘探工作的原有面貌。水文物探便是这些新的技术方法的一种。

水文物探是用地球物理勘探的方法来解决水文地質問題，来了解勘探区的各种水文地質情况。水文物探的一些簡單理論，苏联早已有人提出，并有了一些实际成果，1957年4月到8月，原中南煤田地質勘探局物探队开始在河南焦作煤田試驗用充电法測地下水的流速、流向，取得了較好的結果。同年6月到8月，苏联測井专家塔拉索夫同志来我国，并在本溪、井陘、太原等地講授了用电測井測定鑽孔內含水层位置、厚度、渗透速度、涌水量等方法之后，山西、辽宁二省断断续续地作了一些水文电測井的試驗，这实际上就是我国煤田水文物探的开始，它提供了从根本上改变煤田水文地質勘探工作面貌的新的方向。

1958年上半年，在全國大躍進的形勢下，重點在山西、河南進行了用電測井解決鑽孔水文問題的試驗，在用電測井解決鑽孔內含水層的位置、厚度、滲透速度、涌水量、含水層的補給關係等方面，取得了一些結果，摸索出了一些經驗。在此基礎之上，於1958年6月，在太原召開了有各級煤田地質勘探工作領導人員和技術人員參加的全國煤田水文物探現場會議。會議在總結山西、河南兩省水文物探方面的經驗的基礎上，肯定了水文物探是水文地質勘探的一個新的方向；破除了對舊的水文地質勘探方法的迷信和對物探方法的神秘觀點，解放了思想。會議提出了“鼓足干劲，苦戰半年，敢想敢干，大膽試驗，掀起技術革命的高潮，大力利用物探方法改變水文地質勘探工作面貌”的口號。會議為了更廣泛、深入的開展煤田水文物探工作，明確了方向，开辟了道路，提供了方法。太原會議以後，黑龍江、河南、山西等省，也分別召開了各省的煤田水文物探現場會議或物探會議，貫徹了全國煤田水文物探現場會議的精神，從此，水文物探便迅速地在全國各煤田普遍開花結果。僅在全國煤田水文物探現場會議以後的短短三個月內，山西、河南、山東、吉林、黑龍江、陝西、廣西等省（自治區）的煤田勘探職工，都以煤田水文物探方面的一些試驗或生產成果，向國慶節作出了獻禮。特別是山東用電法探測沖積層剖面、抽水影響半徑等的成功，和用電法探測老窖采空範圍、喀斯特的分布的初步成功，使水文物探在方法上和解決問題的方面上更得到了充實，大大豐富了水文物探的內容。山西114勘探隊用土法創造性地制出了水

·文电测井“点测仪”。此外，在河北、江苏、辽宁、安徽、宁夏等处也已开始进行水文物探的試驗，而在全国煤田地質勘探范围内，出現了一个群众性的以大搞水文物探化为中心的煤田水文地質勘探工作的技术革命运动，这个运动正在迅速地深入到全国所有的煤田地質勘探队伍。可以預料，其結果将根本改变煤田水文地質勘探工作的面貌，使它能适应煤田地質勘探工作全面大跃进的需要，从而促进实现“苦战二、三年，查清全国煤田”的宏伟目标。

二、煤田地質勘探方面已使用的 几种水文物探方法及一些初步的技术經驗

(一)地面物探方面

(1)垂向电测深法(图1-1)。

主要是用来探测冲积层剖面、基岩的起伏，从而解决水源勘探問題。这一方法已在山东、辽宁、黑龍江、吉林等省进行过試驗，并已取得了一定的結果。如山东淄博煤田王村水源勘探区，曾在三天内用电测深法作了长605公尺的剖面，搞清了剖面上台河床的位置，經挖試驗探井証实，电测深的結果是正确的，找到了曾用几十个鑽孔、探井所未找到的水量符合要求的水源地。

此外，北京、河南、山东等省、市，曾用电测深法来了解喀斯特和老窑采空区的位置、范围，但尚无好的結果。

用电测深法普查地下水的优点是：由于先用电测深法对勘探区的第四紀地层（主要是含水层）的分布情况、基岩起伏情况有了一定了解，就可以使水源鑽孔打得更有把

握，并将其减少到最低限度，从而大大降低水源勘探成本，加速勘探速度。

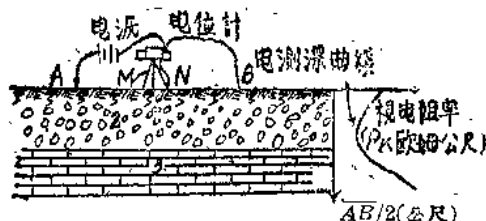


图 1-1 垂直电测深法探测冲积层剖面示意图

1—黄土、砂壤；2—含水砾石层；3—基岩（石灰岩）；
O—测点（以后各图同）；A，B—供电电极（以后各图同）；
M，N—测量电极（以后各图同）；A，B通入地，在M，N
进行观测，以不同大小AB距进行观测，则可得出MN中点
O的电测深曲线，从而了解其下地质情况。

几点技术经验：

1. 用电测深法探测冲积层剖面的有利条件如下：

1) 冲积层和基岩的电阻率差别要大，一般基岩电阻率能大于冲积层电阻率的十倍以上最好，冲积层内的含水层和其上下岩层的电阻率差别要大，可在二、三倍以上。

2) 基岩倾角在 30° 以下，其在水平方面和垂直方向的电阻率变化不大。

3) 地形较平坦，沼泽、湖泊、河流割切少，无工业用电的游散电流干扰。

4) 工作地区内或邻区内有钻孔、水井等已知点。

5) 冲积层内含水层的埋藏较浅（愈浅愈好），层次不多，含水层厚度较大，冲积层岩性变化小。

2. 布置电法勘探綫的方向，主要根据地区地質情况及地質任务的要求考虑，但应尽量与已有鑽孔、試驗井、露头已知点联系，以便于对比解释。

3. 电测深法电极距的选择，主要通过已知点上的試驗确定，以需要探明的岩层在电测深曲綫上表现明显为原则，最大供电电极距可以根据标准层（往往是基岩）的埋藏深度不同而改变，但必須使电测深曲綫尾部要有三个点能明显表示出标准层来，由于冲积层一般厚度不大，其中各单层厚度更小，因此一般可采用 $\frac{A_i B_i}{A_{i-1} B_{i-1}} = 1.2 - 1.5$ 倍

的供电电极距，在能反映出要探测的层次来的条件下，供电电极距也不宜过小，过小则会降低效率，测量电极距按小于供电电极距的三分之一的原則确定，尽量少轉換。

4. 探测冲积层剖面的电测深一般是短距离的，因此应尽量避免增加电极的用数，以免破坏点电极的假設条件，同时应注意保証电极距离的正确，以免使結果发生畸变，短距离的电测深搬站次数較多，应尽量使野外用具简单和輕便。

5. 对电测深結果的解释，首先是根据在鑽孔、水井等已知点作的电测深曲綫，及已有的电参数資料确定电测深曲綫上各电性层的地質意义，然后将所有的点用剖面或平面图联系起来解释。电测深工作的結果，一般可以作出：

- 1) 等視电阻率剖面图。
- 2) 等視电阻率平面图(区内有两条以上勘探綫时)。
- 3) 第四紀地質剖面图(地質电性条件較好时)。

4)基岩(或別的标准层)頂板等高綫平面图(地質电性条件較好时)。

尚存在問題:

1. 由于冲积层内含水层往往是低电阻层,且常与非含水层的其他低电阻岩层混淆,因此电測深法目前对較可靠地确定含水层的埋藏深度、厚度等方面,尚无較好的解决办法。

2. 定量解释缺乏一套适合短距离电測深工作(层次薄、总厚小)的理論图板。

(2)电測剖面法(图1-2):

各种电測剖面法已在山东、江苏、河南等省用来解决喀斯特的分布、老窖采空范围等問題,并已取得了一些好的結果。在山东淄博煤田埠村勘探区、仙姬岭区曾用联合剖面法(图1-3)、中間梯度法(图1-4)、对称六极剖面法(图1-5)等作了探测老窖采空范围的試驗,基本上解决了最上一层煤的采空范围問題,且其結果基本上与鑽探、社会調查的結果相符。

此外,吉林省还曾試驗用中間梯度法来解决地下水的流速、流向,但未成功。

用各种电測剖面法来解决喀斯特分布情况,老窖采空范围問題的实际意义在于:

1. 电測剖面法效率高、设备少、成本低,用它来对勘探区内喀斯特、老窖采空范围作一初步的全面了解后,再用少量鑽孔証实,这就可以把为了查明这些問題的鑽探工作量减少到最低限度,从而能节省大量資金,加快勘探速度。

2. 用电测剖面法可以沿测线连续追踪喀斯特及老窖采空区其结果较之仅用有较大孔距的鑽孔来控制更为准确(如果解释正确的話)。

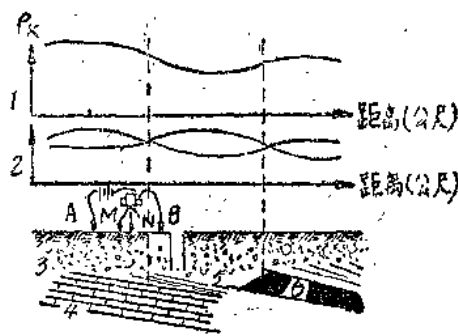


图 1-2 电测剖面法探测老窖采空范围

1—对称四极剖面法曲线；2—联合剖面法曲线；3—冲积层；
4—基岩；5—老窖采空区；6—煤层。

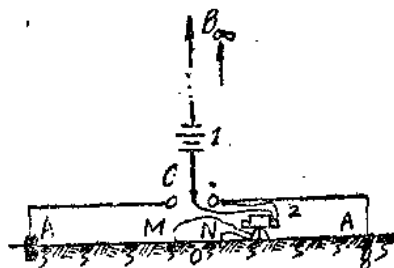


图 1-3 联合剖面法

1—电源；2—电位计；C—活动接头，可与A或A'构成一粗供电电路，以A、B通电入地，从M、N进行观测；然后以A'、B通电，在M、N进行观测；则在O点上测出两个视电阻率值；O点测完后沿剖面移动整个电极排列测以下各点，则可得出二条视电阻率曲线，由此了解地下地质情况。

几点技术經驗：

1. 运用电測剖面法解决喀斯特的分布及老窖采空范围的有利条件是：

1) 喀斯特及老窖采空区在垂直方向厚度要較大，根据初步經驗，一般喀斯特及老窖采空区的垂直长度与其埋藏深度之比要大于 $\frac{1}{100}$ 。

2) 岩层傾角要小，以减少因岩层傾角大使岩性在水

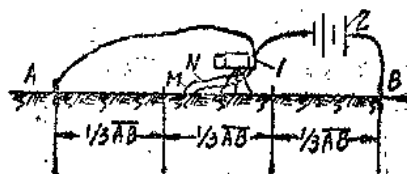


图 1-4 中間梯度剖面法

1—电位計； 2—电源；

AB 供电，以 M, N (測量电极) 在中間 $\frac{1}{3}AB$ 地段測量。

則得該地段的中间梯度法电測剖面曲綫。



图 1-5 对称六极剖面法

1—电位計； 2—电源； A', B'—第一对供电电极；

A, B—第二对供电电极；

先后以 A', B' 及 A, B 供电，在 MN 进行观测，经过計算得出 O 点的两个视电阻率值；顺次观测剖面上各測点，即可作出表示剖面上不同深度下地質情况的视电阻率曲綫，对称四极法与此相同，只是少測一条曲綫。

平方向变化大而对电测剖面结果的解释带来困难，喀斯特及老窑采空区的上复地层电阻率要比较稳定。

2) 地形较平坦，且无工业游散电流及高压线的干扰。

4) 喀斯特发育的石灰岩直接为第四纪冲积层复盖，中间不夹杂其他地层。

2 探测喀斯特的分布规律主要用对称六极（或四极）剖面法，其供电电极距主要依靠电测深曲线来选择，一般为其要求探测深度的4—10倍，测量电极距与供电电极距之比应小于 $\frac{1}{20}$ 。

3. 解决老窑采空范围问题可以用对称六极剖面法，联合剖面法，中间梯度法，根据山东试验的结果来看，以前两种方法较好，一般可先用对称六极法作面积较大的普查，然后用联合剖面法详细确定采空区边界。

4. 电测剖面的结果一般容易受地形、地物的影响，因此野外工作时必须认真进行地形地物剖面图的绘制（绘于电测剖面曲线之下），解释时才不会为地形起伏等产生的假异常所隐蔽。

5. 进行探测喀斯特、老窑采空范围的电测剖面曲线解释时，必须彻底搞清剖面上的地层电性变化情况，在有电测井资料的地区，应至少在几个主要剖面上作出地质电性综合剖面图，以和电测剖面的结果对比，才不致将地层剖面上岩性的变化当作喀斯特或老窑采空区的异常。

尚存在的问题：

1. 从山东省试验的结果看，对其上为采空区复盖的老

窑采空范围，尚不能有效地解决，尚待进一步试验研究。

2. 用目前已试验过的电测深法，充电法及各种电测剖面法，尚不能有效地了解到喀斯特、老窑采空区的埋藏深度。

(5) 充电法(图1-6):

主要用来探测地下水的流速、流向，这一方法已普遍在河南、山东、山西、吉林、黑龙江等省试验成功，一般效果都较好。

此外，在山东淄博煤田，尚曾试验用充电法来了解老窑采空区的大体形状，范围，得到一定结果，但不如电测剖面法效果好。

用充电法探测地下水流速、流向的优点在于：

1. 只要用一个钻孔或一个水井即可进行观测，可以省掉大量观测孔或观测井。

2. 所得结果一般均较准确可靠，可以保证质量。

根据已作过的工作，可以得出下面几点技术经验：

1. 用充电法探测地下水流速流向的有利条件是：

1) 含水层埋藏浅，水量大，流速不过于小（含水层深度一般来说不应超过150公尺）。

2) 只有一个含水层，否则充电法测出的将是各含水层综合的流速、流向。

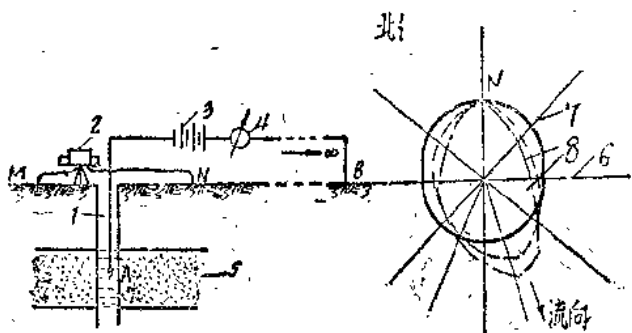
3) 要探测的钻孔或水井附近地形较平坦，以便铺设电线，进行观测。

4) 钻孔内无金属套管，或套管很短（愈短愈好），孔壁不易坍塌。

2. 在流速較小的地区工作时，可以同时几个鑽孔或水井上交叉观测，以免窝工。

3. 鑽孔内有套管时（未封住含水层），为了消除套管的影响，固定测量电极与鑽孔的距离应为下井电极深度（亦即所测含水层距地面的深度）的2.5倍以上。

4. 加盐后测其等位綫时，应注意繼續往鑽孔或水井中加盐（特别是在流速較大时），以免盐水散失，使加盐后的等位綫形状畸变。



甲、充电法工作布置图

乙、充电法等电位綫成果图

图 1-6

1—鑽孔（或水井）；2—电位計；3—电源；4—电流表（万能表）；5—含水层；6—測綫；7—加盐前得的曲綫；8—加盐后不同時間測得的曲綫；以A、B供电，在向鑽孔（或水井）加盐以前，固定N极（大体位来水方向），移动M极，测出等位綫，加盐后以同样方法，按一定時間間隔測第二、第三等位綫，等位綫的延長方向即流向；根据曲綫中心点移动距离和時間，即可算出流速。

尚存在的問題：

在个别地区用充电法所测流速、流向与实际不符，其

原因不外乎两方面：一是方法本身的问题，一是具体运用上的问题，用充电法测流向，目前来看方法本身没有甚么问题，各地区大量的实例也说明了这一点；而充电法测流速的方法本身，看来还有些问题，需要进一步研究（如加盐后地下水浓度改变引起的流速改变，目前的方法未予考虑等）。

（4）过滤电场法：

目前最有效的是用来探测钻孔或水井抽水时的影响半径。在河南、山东、吉林、黑龙江等省，也曾试验用此方法来探测地下水的流向，有较好的结果，用过滤电场法探测抽水影响半径的优点在于：

1. 过滤电场法设备简单，消耗材料少，需要的人员少，且操作和解释较容易，便于普遍推广。

2. 不要观测孔（或观测井），可以节省大量勘探或挖井工作量，既可降低成本，更可大大提高勘探速度。

3. 由于过滤电场法成本低，效率高，因此有可能尽量加密测线和测点间距，提高探测影响半径的精确度，实际上一般过滤电场法求得的影响半径比以钻孔控制的更准确得多。

探测影响半径时，过滤电场法本身又有两种方法：一种是苏联文献介绍的“长轴法”（图 1-7）；一种是山东煤炭工业局地质局 128 勘探队经试验后提出的“零点法”图（1-8），这是一新的、较前一方法更为简单、效率更高、结果更准确的一种方法。

“长轴法”是通过抽水钻孔（或水井）向四周布置数条

輻射狀的測綫，每一測綫上又根据对測定影响半径的准确度的要求而布置若干測点，在每个測点上又布置几条輻射狀的短測綫，在每一短測綫上，以測点为中心对称地布置二不极化电极，測其二点間的自然电位（主要是过滤电位），把自然电位值按一定比例尺点在小測綫上，将各短

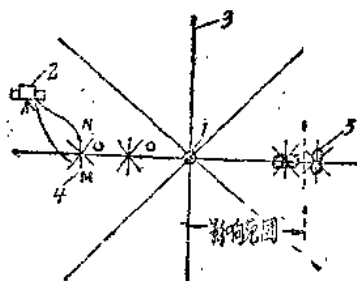


图 1-7 长軸法測地水影响半径

1—鑽孔（或水井）；2—电位計；3—通过鑽孔的大測綫；
4—通过測点的小測綫，其上以O点为中心，对称地安置不极化电极；5—各測点上得出表示流向的封閉曲綫。

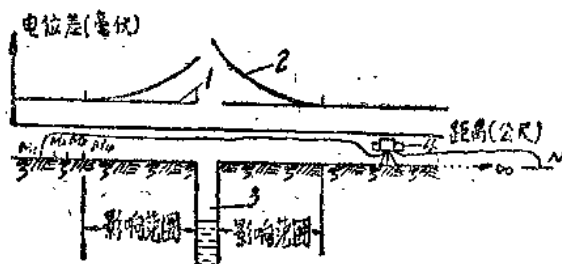


图 1-8 零点法探測地水影响半径

1—抽水前測得的电位差曲綫；2—抽水时測得的电位差曲綫；
3—抽水鑽孔；4—电位計；M，N—測量电极。

測綫上的点联結，則成一封閉曲綫，此曲綫的长軸方向即地下水的流向，在抽水前測一次流向，抽水当中又測几次，看該点流向是否受抽水影响，在受影响和不受影响的二点間，即可內插出影响范围来。

根据上述原理的引申，河南、吉林、黑龍江等省，都曾試驗用长軸法来单独測定地下水的自然流向，并取得了較好的效果。

“零点法”也是以抽水鑽孔(或水井)为中心，向周围不同方向布置几条輻射狀的測綫，每条測綫上也同样布置出測点，然后选一距抽水鑽孔很远(二倍或三倍于預計影响半径的距离)的点，以該点的自然电位为零，在抽水前观测出該点与測綫上各点間的电位差，沿剖面以各点与零电位点之間的电位差值为縱坐标，作出曲綫图(正常曲綫)，然后在抽水时又測各点的电位差，画出剖面曲綫，两次曲綫重合部分(即电位差未受抽水影响而改变)，为影响半径以外地段；两次曲綫分开处，为影响半径以內地段，而两次的曲綫开始分开处，即为抽水影响所及的范围。这样便可求出影响半径。

根据同样的原理，山东、黑龍江曾試驗用“零点法”来探测地下水的自然流向，即在勘探区内按一定的測網布置很多測点，观测每个測点与一假設其自然电位为零的点(选在距勘探区较远处)之間的电位差，根据每个測点与該点的电位差值，用內插法画出等电位綫，垂直等电位綫，由高电位到低电位的方向，即为自然流向。

几点技术經驗:

1. 应用过滤电場法的有利条件是:

- 1) 无工业游散电流干扰。
- 2) 无硫化矿体等强大自然电場存在的干扰。
- 3) 含水层埋藏不深。
- 4) 测区地形較平坦。

2. 进行过滤电場法工作, 对不极化电极的选择、极差(二电极間本身存在的电位差)的消除, 要特别注意, 否則会使工作难于进行或給观测結果带来严重誤差。

3. 用“零点法”工作时, 假定的零电位点必須选择在自然电位較稳定的地方, 而不能选在水井、河流附近。

还存在的几个問題:

1. 在有游散电流干扰, 或其他强大自然电流干扰的地区如何用物探方法来探测抽水影响半径的問題, 尚待研究解决。

2. 地形对过滤电場法的影响問題, 目前尚知道很少, 还待繼續試驗和研究。

3. 对过滤电場法的有效深度問題, 目前作的工作还很少, 尚待进一步試驗和研究。

(二) 地球物理测井

地球物理测井方面目前用来解决水文地質問題的方法有:

自然扩散法, 注入法(包括提捞法)、自然电位-电阻率法几种, 这些方法已經普遍在有煤田测井队的地方广泛地使用了起来。