

对矿区水文地质条件应进行仔细分析与综合研究

地质部全国储量委员会 王喜恩

近几个月来,全国矿产储量委员会共审批了三十多份矿产储量报告。在这些报告中大部分对矿区水文地质条件能够做出比较正确的评价,提供了开采设计所必需的水文地质资料。但是,其中也有一些报告,水文地质资料很不完备,对矿区水文地质条件的评价具有很大的片面性。这些报告在审批之后还须要补充一定的工作;甚至有个别的报告由于对矿区水文地质条件了解和研究很不够,影响了报告的及时批准。这些就说明,目前我国的矿区的水文地质工作仍然是一个相当薄弱的环节。

为什么有些矿区在详细勘探工作结束,以至最终报编写出来之后,对矿区水文地质条件的评价还存在着重大的问题呢?主要是由于在勘探过程中,对矿区水文地质资料没有进行仔细分析和综合研究所致。

对矿区水文地质条件的评价主要存在如下三个问题:

1. 没有查明主要含水层的补给来源与补给条件(如泉头、孙庄以及阳泉平定等煤矿区);

2. 没有搞清主要含水层的富水性(如泉

头、武乡、阳泉平定以及大冶钢铁矿等矿);

3. 没有探明地下水的埋藏条件(如烟筒山铁矿)。

为了提供大家参考,研究达到改进工作的目的,今列举三个事例,说明在评述矿区水文地质条件时所存在的问题。本文虽经我会主任与崔光中工程师提供许

多宝贵意见,但由于笔者水平所限,在文章中仍会存在很多错误与缺点,希予以批评与指教。

一、泉头煤矿勘探区

I. 一般情况:

泉头勘探区位于鼓山山麓东坡上,为一向东南缓倾斜的平原地带。区内沟谷不多,个别地段沟谷下切深度不超过15公尺。勘探区西及西北以7号及4号断层与通顺一号生产矿井分开;南以沁阳河洪水水位为界;东以17号断层为界,北以—600公尺标高为限,与通顺二号生产矿井相接。勘探面积约7平方公里。如图1所示)。

沁阳河为奥陶系的溶洞与裂隙水所补给。河谷弯曲,不宽。河床由卵石组成,河流切过山前倾斜平原由西而东流去。两岸为黄土峭壁。河流最大流量为27.62公方/秒,最小为4.90公方/秒,平均流量为7.82公方/秒。

勘探区范围内几乎全为第四系冲积层所复盖,只有一冲沟内有零星的石盒子统地层出露。基岩的地层层序为:奥陶系岩层为煤系的基岩,上复中石炭系平溪统及太原统、石炭二迭系山西统以及石盒子统等岩层。其中太原统与山西统为含煤系地层。

勘探区为鼓山背斜东翼之一部分,呈东南倾斜的单斜构造。单斜的西边由于7号断层的错动,勘探区内煤系地层与处于单斜以西的含水极丰富的奥陶系灰岩接触,奥陶系灰岩地下水很可能沿构造破碎带和裂隙补给煤系地层中之含水层。如图2所示。除勘探区边缘有三条断层之外,区内还有11号及12号断层。这些断层均为正断层,它们均已切穿区内所有的含水层。4号、7号、11号、12号以及17号断层的落差分别为

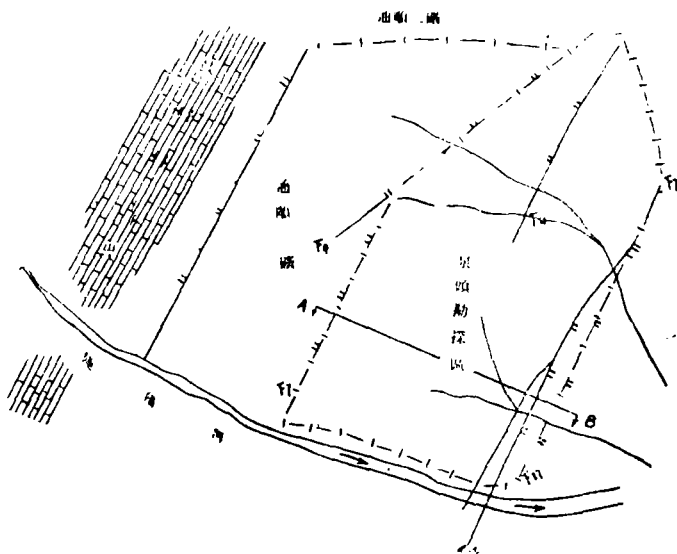


图1. 泉头勘探区构造示意图

24~119公尺、30~67公尺、18~33公尺、32及48公尺以及85~140公尺。其中12号断层已通过淦阳河，其断层带宽度为94公尺。

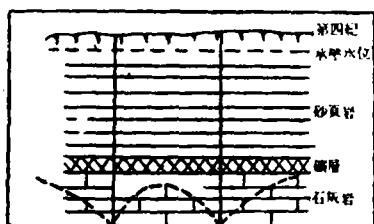
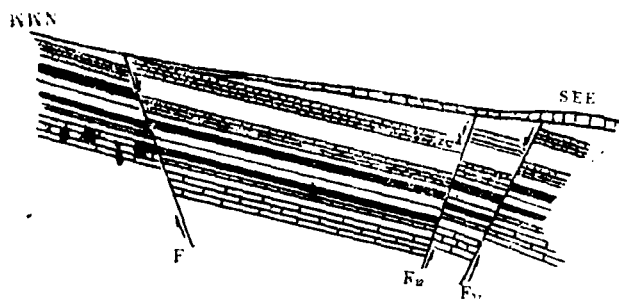


图 2. A—B地质剖面图

根据现有的资料，对勘探区各含水层的特征简述如下：

1. 奥陶系灰岩裂隙溶洞含水层；

为灰色厚层状石灰岩。在勘探区西部出露于地表，为组成鼓山主要地层。由于轴部节理发育，其喀斯特现象十分发育为承压水。在勘探区内埋藏深度为550至750公尺。静止水位标高为134.40公尺，鑽孔抽水試驗結果为： $S=8.43$ 公尺， $Q=10.38$ 公升/秒， $K=4.40$ 公尺/晝夜。

2. 太原统灰岩裂隙溶洞含水组；

由砂岩、頁岩、灰岩以及煤层所組成。岩层本統平均厚度为103公尺。其中灰岩为含水层，较为稳定的灰岩有五层，即：

(1) 大青灰岩含水层：

岩心水蚀现象严重，裂隙和小溶洞较多，为裂隙溶洞承压水。为区内主要含水层。含水层平均厚度为4.38公尺。埋藏深度为520公尺至720公尺，静止水位标高为67公尺至143公尺，水柱高度为510公尺。經两个鑽孔抽水試驗結果为：

CK149孔， $S_3=15.92$ 公尺； $Q=5.79$ 公升/秒， $K_{cp}=8.77$ 公尺/晝夜；

CK161孔， $S=58.73$ 公尺， $Q_3=0.23$ 公升/秒， $K=0.38$ 公尺/晝夜。

(2) 小青灰岩：

含水性小，对井田开发没有影响。

(3) 山青和伏青灰岩：

为裂隙溶洞承压水，两层灰岩平均厚度共为5.35公尺。埋藏深度为470公尺至700公尺。抽水試驗的結果为：

CK149孔， $S_3=41.21$ 公尺， $Q=2.13$ 公升/秒， $K_{cp}=4.03$ 公尺/晝夜；

CK161孔， $S_3=42.90$ 公尺， $Q_3=0.80$ 公升/秒， $K_{cp}=1.39$ 公尺/晝夜。

通順二矿的抽水試驗結果为： $q=0.43$ 公升/秒至0.73公升/秒， $K_{cp}=33.39$ 公尺/晝夜至43.51公尺/晝夜。

(4) 野青灰岩：

为裂隙溶洞承压水。含水层的埋藏深度为450公尺至620公尺。水柱高度为297.18和332.83公尺（两个水文地质孔的资料）。兩孔抽水試驗的結果为：

CK149孔， $S=1.59$ 公尺， $Q=0.23$ 公升/秒， $K=2.24$ 公尺/晝夜；

CK161孔， $S=64.42$ 公尺， $Q=0.044$ 公升/秒， $K=0.16$ 公尺/晝夜

3. 山西统砂岩含水组：

由砂岩、砂質頁岩、頁岩以及煤层所組成。本統岩层的平均厚度为88公尺。由于队上认为此含水组含水性弱，因此，没有对此层作抽水試驗。

4. 石盒子统砂岩含水组：

由中层砂岩、砂質頁岩以及厚度頁岩所組成。本統总厚平均为505公尺其中砂岩为含水层其厚度共为113.48公尺，稳定的砂岩有五层。在此五层砂岩中以第三的裂隙较为发育，此层厚度为26.50公尺。只作过一个抽水試驗鑽孔，結果为： 43.02 公升/秒， $K=13.15$ 公尺/晝夜。对其他四层砂岩亦在一个孔中做过抽水試驗。

5. 第四系潜水：

由砂質粘土，砂土質卵石所組成。厚度为5公尺至15公尺。抽水試驗結果为 $q=1$ 公升/秒·公尺至16.63公升/秒·公尺， $K=7$ 公尺/晝夜至41公尺/晝夜。

矿区水文地质工作中存在的问题：

从上述“一般情况”的介绍中就可以看出，該矿区水文地质条件并不是简单的。队上虽然做了一些水文地质工作，但在地質勘探总结报告中仍然存在如下两个主要問題。

(一) 对区内主要含水层的富水性没有了解清楚，对含水性很不均匀的石盒子统及太原统含水层没有足够的控制点，甚至对山西统含水组根本没有工作。以致对各含水层的研究程度存在严重的缺点，对它们的富水性的评价缺乏可靠的依据。例如：

(1) 对石盒子统含水组的研究程度：

对对该统的第三层含水砂岩所作过的抽水試驗孔

的结果来看,此层含水量很大,超过太原统各含水层的富水性。但从其他矿区已有的资料来看,石盒子统含水组的富水性一般是不强的;勘探区南部的一些钻孔简易水文地质观测资料亦同样表明这一特征。(钻孔的冲洗液消耗量不大)。这个矛盾现象是否因为抽水试验钻孔位于 F_4 与 F_{11} 两断层之间,由于地层受断裂作用的影响,使局部含水丰富。显然,如果这一推断合理的话,则仅有这一个抽水试验结果不能全面的反映出石盒子含水组的富水性。

在这种情况下,应根据钻孔简易水文地质观测资料,把整个矿区划分为几个裂隙发育程度不同的分区,如裂隙极发育的、裂隙较发育的以及裂隙不发育的分区。然后,再在各水文地质分区选择具有代表性的地段,根据实际需要布置水文地质孔,以取得矿区各不同区段各含水层(或组)的富水性。

(2) 对山西统含水组的研究程度:

从泉头矿区附近的通顺一矿与二矿的实际排水资料可以说明,山西统砂岩含水组的涌水量是较大的。它所涌出的水量佔一矿总涌水量的17.25%,佔二矿总涌水量的44.97%。另外,从本区的一些钻孔简易水文地质资料也说明(部分勘探孔当钻进山西统岩层时冲洗液消耗很大,甚至全部消失)它的富水性不会象报告所讲那样:“此层含水性弱,对大煤采掘工作无影响”。由于该区对这含水层没有作抽水试验,其含水量究竟多大没有资料说明。正因如此,在报告中也没有计算开采山西统煤层时的预计涌水量。

这里也牵涉到如何利用邻近生产矿井的水文地质资料问题。虽然泉头勘探区之北邻与东邻都是已投入生产数年的矿井,但由于生产矿井的水文地质条件与泉头勘探区的水文地质条件不一致,所以生产矿井的水文地质资料只能供做参考,不能利用水文地质比拟法计算泉头勘探区的井基预计涌水量;在这种情况下打算减少水文地质工作量需要慎重考虑!

(3) 对太原统含水层研究程度:

太原统含水层系该区主要含水层之一。

一般说来,在水文地质条件简单的情况下,在一个井田内对一个主要含水层不少于三个抽水试验点(指勘探大型煤矿而言)。但在该区只有两个水文地质孔对太原统含水层作抽水试验;而且两个抽水试验结果相差很多,大青灰岩含水层的渗透系数相差23倍;野青灰岩含水层相差14倍。何况该矿区水文地质条件并非简单,因此,根据这两个抽水孔的资料显然不能掌握主要含水层在各个不同地段的含水性。

(4) 水文地质孔的代表性问题:

已进行的两个抽水试验钻孔是否具有代表性是值得怀疑的,尤其是CK161号孔。所谓“代表性”一般

系指把水文地质孔布置在岩层破碎或喀斯特溶洞发育的地段。(当然,当选择水文地质孔的位置时也要考虑高级储量的位置、矿体埋藏条件以及地形等因素。)裂隙或喀斯特溶洞含水层的含水量的多寡,乃取决于岩层的裂隙或喀斯特溶洞的发育程度。岩层的裂隙或喀斯特愈发育,则其含水量亦愈富。而CK161号孔乃布置于裂隙溶洞不发育的地段,因此,此地段富水性较弱。如果用此水文地质孔抽水试验所取得的数据计算井基预计涌水量的话,则其结果势必偏低。如果根据偏低的涌水量选择排水设备,则在开采过程中矿井有被淹没的可能性。

该勘探区之所以没有把水文地质孔(至少是CK161孔)没有选至具有代表性的地段上,与没有很好的研究和利用简易水文地质观测资料有密切的因果关系。

综合上述可以看出,在该勘探区没有搞清各含水层的含水量与透水性。仅利用现有的一些水文地质资料,计算井基预计涌水量是不可靠的。

(二) 矿区内的主要的大断层的水文地质条件不清楚。

该区除对 F_7 断层做过一定的研究之外,对其他断层均没有进行研究。这些断层带是否能构成底板奥陶纪含水层及逢阳河对矿坑充水不能得出结论。

该报告的作者认为,这些断层带大部分在该区的边缘,在开采煤层时基岩不会穿过它,即使它与奥陶系灰岩喀斯特溶洞含水层的地下水有水力联系也不会基岩有突然涌水的威胁; F_{12} 断层带两侧的矿产储量均为 C_1 级,现有的水文地质资料可以满足 C_1 级储量的相应要求。因此就以为对这些断层带不进行研究是允许的。实际上虽然断层带在矿区边缘,在 C_1 级储量的块段内,但是

在详细勘探阶段必须搞清这些断层带的水文地质。因为,这些断层带牵涉到矿区地下水的补给来源问题;地下水的补给来源与矿区水文地

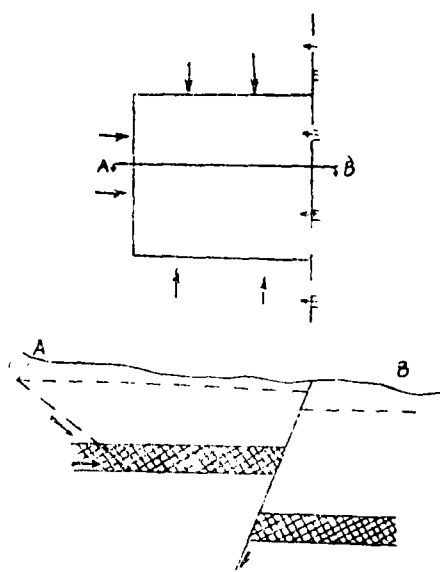


图3. 把地下水流入矿井的方向

實工作的最終目的——并基預計涌水量的計算有直接的关系。如果断层帶是不透水的，則矿区地下水在断层帶这一方面不会得到增补。如图3所示。当計算开采系統預計涌水量时須將假定地下水从四周补給的計算結果乘以四分之三；反之，不但不把涌水量計算結果乘以任何系数，并由于在断层这一方面影响半徑縮得很少矿区紧接于补給区，則所計算的預計涌水量必須增大。断层帶是补給区与否，对水平坑道預計涌水量的計算，兩者之結果会相差更为悬殊，如断层帶是不透水的（如图4-1所示）則其涌水量为：

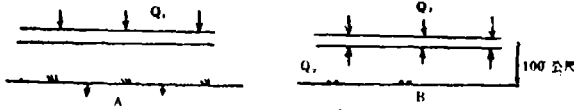


图4. A—断层为“隔水墙”时地下水流动方向；B—断层帶为地下水通道时地下水流动方向

$$Q_1 = \frac{KL(2H-M)M}{2R_1}$$

今段設：\$R_1=1000\$公尺；

\$KL(2H-M)M\$为常数\$A\$；

則：
$$Q_1 = \frac{A}{2 \times 1000} = 5A \times 10^{-4} \text{公尺}^3/\text{晝夜}$$

岩断层帶是地下水通道，是地下水的补給区，如图4-2所示，則水平坑道預計涌水量为：

$$Q_2 = \frac{KL(2H-M)M}{2R} + \frac{KL(2H-M)M}{2R_2}$$

假如水平坑道距断层帶（即补給区）为100公尺則：

$$Q_2 = 5A \times 10^{-4} + \frac{A}{2 \times 100} = 65A \times 10^{-4} \text{公尺}^3/\text{晝夜}$$

兩者相差11倍。

由此可見，研究断层帶的水文地質特征具有何等重要意义。

在該报告書中，除对含水層的透水性、含水量以及补給来源沒有搞清之外，对地下水的动态亦未进行研究。因此，新提供的資料不符合詳細勘探阶段的要求，全国儒委不得不要求队上补充工作后再审批这一报告。

二、大嶺堡铁矿

I. 一般情况

矿区地形在三岔口之东、西兩側一般較高，主要为構造剝蚀的震旦岩层所組成。地形坡度較陡，一般在30至45度左右，局部反傾斜坡度近于直立。在三岔口以南，震旦岩层均为第四紀冲积层所伏盖，地形較低，海拔在1000公尺左右。見图5。

在矿区以北有大嶺堡河，为韓庄河的支流，除在

洪水季节以外，常年均为干枯。韓庄河与龙关河在三岔口汇合，兩者的流量一般每晝夜为1万吨左右。

矿区岩层为單斜構造，岩层傾向一般为东南向，傾角为30至60度。矿区地层主要为老震旦紀岩层，由燧石灰岩、帶狀砂岩、砂質灰岩、頁岩、鉄矿层及石英岩等所組成。鉄矿层在震旦紀岩层的底部、下部石英岩与頁岩之間。見图6。岩性都很坚硬、緻密，含砂質較多。岩层裂隙不甚发育，地下水含于裂隙之中。除在断层破碎帶以及河床陡坡地带以外，震旦紀含水層的富水性都很差，單位涌水量一般为0.065至0.00088公升/秒；滲透系数一般每晝夜为0.099至0.0018公尺。

在韓庄河、龙关河以及大嶺堡河兩岸与其河床中有第四紀冲积层分布。冲积层由礫石、砂以及粘土所組成。飽含孔隙水。含水層的厚度在河床地段为50至

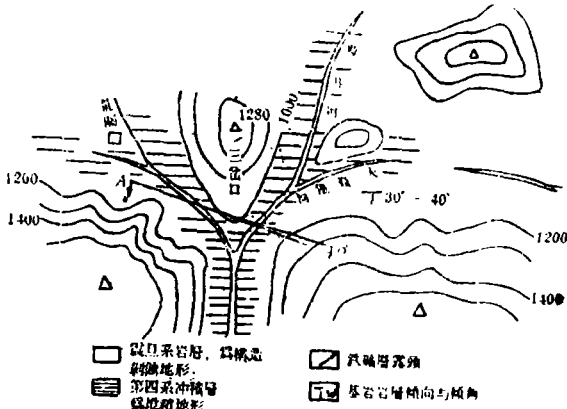
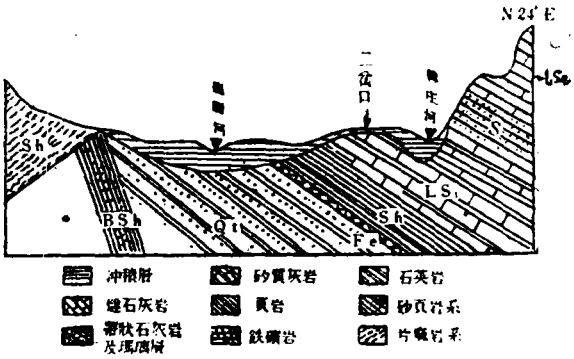


图5. 大嶺堡地質、地貌示意图

70公尺，向兩岸逐漸变薄以至尖灭。地下水埋藏深度在河床中心地带为0.5~8.5公尺，向兩側逐漸变深。含水量較大，冶金部供水水源勘探队在矿区以外曾对冲积层作过抽水試驗，所获得的結果單位涌水量每秒为47.8公升；該区有一水文地質孔，封了冲积层抽风化的水，在第一次水位降低时，單位涌水量每秒为3.08公升，稳定水位为16.00公尺。当进行第二次水位



面6. A—B剖面圖

降低的抽水时,其抽水套管底部被抽开,水量突然增加,水位上升到15.80公尺。抽出水量每秒达10.8公升时,水位仍无降低,由此,亦足以说明冲积层富水性甚大。

II. 水文地质工作存在的問題:

由上述“一般情况”的介紹中,就可以很明显的看出,該区主要含水层是冲积层。因而,在水文地质工作中应把探明它的富水性做为重点。但队上对冲积层沒有予以足够的重视。

該区勘探面积約为8平方公里,共布置了六个水文地质孔,其中除一个孔抽断层帶水之外,其余各孔均是抽基岩各含水层的水。而对冲积层沒有作抽水試驗。

他們在該区布置了一个多孔抽水試驗,一个孔抽基岩水,在距此孔10公尺处的一个观测孔中观测冲积层潛水的水位变化。由这个多孔抽水試驗可証实基岩水与潛水沒有水力联系。他們認為有多孔抽水試驗証实兩者沒有水力联系就够了。因此,对冲积层的岩性及其变化,含水层的厚度以及富水性等都沒有进行研究。

实际上,只有多孔抽水試驗,不研究冲积层的特征是不够的。只有在大致地掌握了冲积层的特征,了解了冲积层底部粘土层的分布、厚度及其变化之后,才能布置多孔抽水試驗以了解基岩地下水与潛水之间的水力关系。否則,所选择的水文地质孔就不一定具有代表性。可能作抽水試驗的地段冲积层底部的粘土較厚,并兼抽水試驗的时间較短,基岩含水层与冲积层的渗透性相差很大,因此在此地段当抽基岩水时潛水水位可能沒有变化。而在其他地段如果粘土变薄以至尖灭,抽水試驗的时间再長一些,則在这种地段就可以很明显的看出基岩与潛水会有水力联系。因此,在作抽水試驗之前必須研究冲积层的岩性、粘土层的厚度及其变化,并繪制出粘土层的等厚綫图。然后选择粘土层較薄的地段进行較長時間的抽水試驗。只有如此,才能确实的确定基岩含水层与冲积层潛水是否有水力联系。

在开采矿层时,無論用那一种方法充填,即使是全部充填也好,坑道頂板都要形成裂隙,潛水与地表水就会沿着这些裂隙流入或滲入坑道中去。因此,無論冲积层潛水与基岩地下水是否有水力联系,均須考虑到最坏的条件——潛水可能通过因开采产生的裂隙流入坑道。既然要考虑潛水要流入坑道,那么就应当研究冲积层的特征,以取得計算預計涌水量的数据。如果計算結果涌水量不甚大,此对开采部門就要选择最便宜的充填方法——全部陷落;否則,如果涌水量很大則不能用全部陷落法充填,須用全部充填方法,尽量使坑道頂板不形成裂隙,以免冲积层潛水大量流入坑

由此可見,研究冲积层潛水的特征是很重要的。但是队上却忽略了这一点。为了取得上述資料,以滿足詳細勘探阶段中的水文地质研究要求。因此,全国儲委決定在报告批准之后,該勘探队需要补充一定的水文地质工作。

由这份报告中我們可以得到这样一个教訓,應該把大部工作量布置在主要的含水层上,解决矿区主要的水文地质問題;否則,即使工作量很多,但由于主要的問題沒有得到解决,則仍需要补充工作,其后果不仅造成工作量的浪費,而且会影响到矿山設計的时间,使已經探明的矿产不能按时投入火热的社会主义建設中去。

三、烟筒山鉄矿

I. 一般情况

烟筒山矿区主要为震旦紀的坚硬岩层所組成的單面山以及單斜山脊地形。矿区东面为馬家湾黃土溝,其疏松堆积物的厚度为40公尺以上;西边为土溝黃土溝,其疏松堆积物的厚度达50余公尺。在矿区中部亦为疏松堆积物,见图7。

地层为單斜产状,其走向近东西,傾向于南,其傾角在矿区北部較緩一般由8度至28度,向南部逐漸变

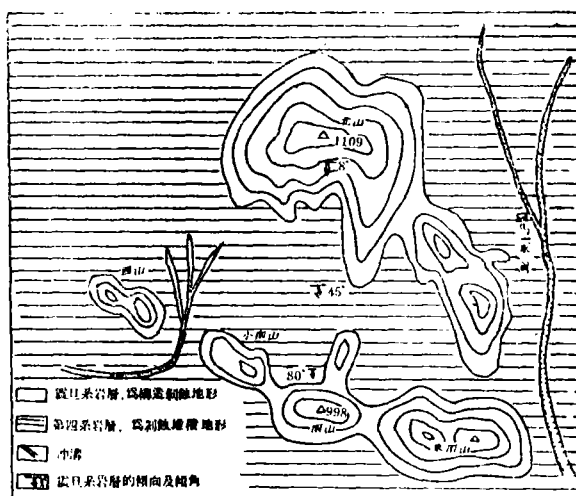


图 7. 烟筒山地質示意图

陡,甚至在矿区南端有直立者。基岩均为老震旦紀岩层。山麓石灰岩,砂質灰岩、砂岩、頁岩、石英岩以及鉄矿层所組成。鉄矿层位于震旦紀岩层的底部,頁岩与石英岩之間(可參閱图6)。断层与裂隙极发育,其中具有水文地质意义的断裂乃为走向为 $N60^{\circ}E$ 至 $N80^{\circ}W$ 的高角度縱向正断层以及橫向正断层兩組。前者傾角甚大,愈深愈陡,破碎帶寬度由10公尺至100余公尺,断距地表大,深处小,对矿体破坏剧烈。尤其南山大断层,它使矿床充水条件更加复杂化。后者断

距一般均在20公尺左右,破碎帶較大。由于斷裂發育,因此該區岩層的含水量與透水性均較大,單位涌水量每秒為3.34~7.53公升;滲透系數每晝夜為7.70~33.25公尺。該區大約有三分之二以上的礦體在地下水面以上。

II. 水文地質工作中存在的問題:

最初勘探埋藏在地下水面以上的礦床時,所打的勘探鑽孔均沒有遇到地下水,勘探隊的同志們就片面地認為該區水文地質條件簡單,對水文地質工作也就缺乏足夠的重視,在大部分鑽孔中沒有進行簡易水文地質觀測;已作過觀測的鑽孔水文地質資料亦是殘缺不全。由于沒有作好鑽孔簡易水文地質觀測,因此,亦沒有把水文地質孔布置在具有代表性的地段上;而是布置在岩層裂隙不發育的地段上。這一個水文地質孔的抽水試驗結果:單位涌水量每秒為0.12公升,滲透系數每晝夜為0.094公尺,當勘探工作結束不久,生產坑道就遇見了地下水,由于水量大坑道的水無法排出,坑道掘進只得暫時停止。顯然,實際情況與最初的報告書中所交代的完全不符。最初的報告書對水文地質的是水文地質條件簡單,各含水層之富水性均弱;實際上恰恰相反,含水層的富水性很強。由于勘探隊所做的有關水文地質方面的結論與實際不符,生產部門便向勘探及其領導機關提出意見。在這種情況下,勘探隊不得不利用現有的生產坑道作抽水試驗。抽水試驗結果比那一個鑽孔抽水試驗結果滲透系數相差82至350余倍。

另外,由于沒有作好鑽孔簡易水文地質觀測工作,因此未能取得勘探區東部地下水埋藏深度的資

料,也未能說明東部地段的富水性与西部是否相同。只根據西部地下水的情况予以推測。但是,眾所週知在詳細勘探階段這些重要的水文地質資料是不允許推斷的,必須用實際工作取得。因此,在該報告的審批時,不得不把勘探區東部沒有進行鑽孔簡易水文地質觀測,亦即沒有探明地下水埋藏深度地段的高級儲量全部降級。并須補充一定工作,以滿足礦山開采設計的要求。

由于目前生產坑道距該地段不遠,并兼生產部門又不急于開采,為了避免浪費,便決定在生產坑道掘進到該地段時探明上述問題。如果沒有生產坑道,則必須花費幾萬元打幾個鑽孔探明地下水的水平,這樣就給國家造成了大量的浪費。

在這個礦區的水文地質工作中值得吸取下列幾點教訓:

1. 在勘探過程中必須作好鑽孔簡易水文地質觀測,以便初步的確定礦區水文地質條件。在煙筒山礦區的某些地段,鑽孔水文地質觀測是否做好,成為直接影響儲量批准的主要因素;

2. 在布置專門水文地質孔之前,必須仔細分析與綜合研究鑽孔簡易水文地質觀測等資料,以便把水文地質孔布置在具有代表性的地段上;

3. 當沒有確實的掌握礦區水文地質條件之前,不要根據片面的材料主觀的認為礦山水文地質條件簡單,從而放鬆對水文地質工作的重視。當發現實際情況與想象的不符合之後,再重視水文地質工作就晚了,為了彌補以前不重視水文地質工作時的損失,勢必造成一定的浪費。

介紹一種深井取水器

金 鹿 年

一、前 言

地下水化學成分的究研乃是水文地質工作主要項目之一,而水樣採取工具的優劣將直接影響地下水化學成分的研究,尤其是水中氣體成分及一定深度水化學成分的研究,這對採取水樣的工具應有較高的要求。

目前野外實際工作中所使用採取水樣的儀器,往往較為笨重,如:“地下水的物理性質和化學成分”(普里克朗斯基等著)一書中所介紹的防水深測量器和定深取水器,前者除實用及設備麻煩外,還不能往深處取樣。而後者則較為笨重,僅重量即達數公斤,且不適于口徑較小的占孔中取水。另外較為輕便的西蒙諾夫取水器,則易于漏水,而使用時由于重錘和器身猛烈投入鑽孔中,勢必攪動了原水柱,或多或少的混雜了上下水層的水化學成分。其次,直接採用瓶子取水樣

的方法,往往會帶入雜質。

結合以上各種儀器的優點我們設計了一種較為簡便并能保證質量的兩用取水器(淺層和深層水的取樣),經試驗及應用后尚屬滿意,但由于我們的理論水平和技術經驗的限

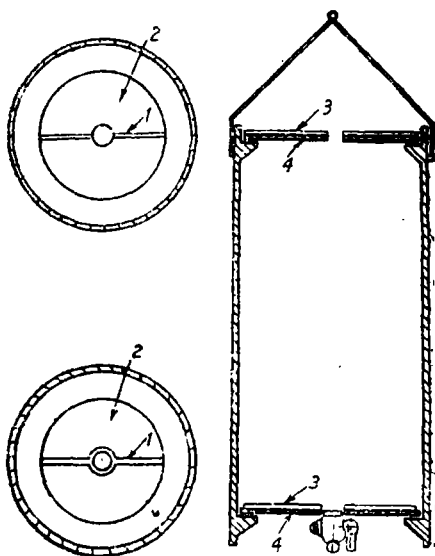


圖 1.
(下轉第47頁)