

根据水化学成份预测矿井突水水源几例

宋宝文

(开滦煤矿地质处)

为了预防和减少矿井突水水害,首先必须迅速查明突水水源及其与围岩的相互关系,以及与各含水层间的水力联系。众所皆知,水源不同或含水层不同,其水化学成份一般应有所区别。通过对突水点水样化学分析研究,有可能探明突水层位、通道以及确定采取排、堵等措施,从而为正常生产扫清障碍。本文通过几个实例,谈谈如何根据水化学成分预测突水水源。

1.开滦煤矿地下水化学特征

要利用水化学成份判别水源,首先必须研究影响矿井充水的各个水源和各个含水层的水化学成份及其成因,有时还要观测分析各个水源及含水层的水化学成份的动态变化。

开滦煤矿各正常含水层水和老空水的水化学特征如表1、2所示。

正常水同老空水区别表

表1

项目	物理性质	同醋酸铅试纸作用	PH值	SO ₄ 毫克当量百分数	Mg或Ca	总矿化度	水化学类型
正常水	无色透明、无臭、无味。	不变	>7.7	<40 %	<1克/升	<1克/升	HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Na HCO ₃ -Ca-Na
老空水	有H ₂ S味透明或有白色絮状物。	呈铅灰色	<7.6	>40 %	>1克/升	>1克/升	SO ₄ -HCO ₃ -Na-Ca SO ₄ -Na-Ca

各含水层及老空积水水化学特征表(单位:毫克/升)

表2

项目 数量 水源	Ca	Mg	K+Na	HCO ₃	SO ₄	游离CO ₂	干固残渣(180℃时)
奥陶系灰岩	70~97	20~40	0~30	250~280	70~140	0~40	131~216
K ₁ ~K ₆ *	90~110	30~40	20~50	290~350	130~160	>15	500~600
第四系底部卵石层水	60~80	20~35	5~25	220~330	50~85	5~85	250~350
老空积水	190~500	20~700	>40	280~900	>140	400~300	500~3000
风氧化带水	25~42	12~17	33~48	229~246	14~17	4.3~4.5	270~275

*指煤系地层底部强含水层。

从表1、2看出,不同含水层各主要离子含量有所差异,尤以正常水和老空水区别

最明显。对于老空水,只用简易分析就可判别出来。如其矿化程度高、含氮高、含铁

高、呈酸性反应（PH值小于7.6）等，有时据眼观、鼻嗅、口尝也可大致鉴定。

2. 据水化学成份判断地下水运移方向实例

开平煤田，近年来施工了很多观测钻孔，通过观测发现，奥陶纪灰岩水位，常年稳定在+14~+15米，较煤系地层含水层及冲积层底部卵石层水位高0.2~0.5米，在煤系地层已采掘地段，煤系地层含水层水位则低的更多。而各含水层水化学分析（表3）

不同含水层主要离子含量表

（单位：毫克/升）

表3

含水层名称	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺ +Na ⁺
奥陶纪石灰岩	43.5	19.1	11.1
冲积层底部卵石层	31.2	9.2	29.9
煤系含水层	22.1	9.7	62.7

情况是：奥陶纪灰岩水钙、镁离子含量高于底部卵石层和煤系地层含水层，而钾、钠离子含量则较后者低，说明奥陶纪灰岩水是底部卵石层和煤系含水层的充水水源（图1），

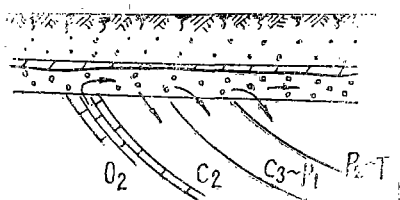


图1

不同含水层补给关系图

即开平煤田地下水来源于奥陶纪灰岩水。这种水在运移过程中钙、镁离子为钾、钠离子所置换，水到煤系地层时，钙、镁离子含量变少，钾、钠离子含量增高。这是不同含水层间的补给关系。对于同一含水层，如荆各庄矿井下曾大量突水，导致地面各观测孔水位降低，由于突水点周围钻孔水位降低不同，

对地下水补给方向问题产生了争议。一种人认为水位降深大的钻孔是地下水主要补给方向，也有人认为水位降深小的钻孔是地下水主要补给方向。这一问题的争议，通过水化学分析得到了解决。在地下水主要补给方向上钻孔水样的钙离子含量大致与硫酸根离子相当，水化学类型为HCO₃-Ca型，矿化度一般在0.3~0.4克/升间，且呈递减趋势。相反，次要补给方向之钻孔水样的硫酸根离子含量比钙离子多得多，水化学类型属HCO₃-Na型，矿化度一般在3~4克/升间，经先后多次取样，矿化程度变化不大。原因是主要补给方向上，地下水循环交替较好，而非主要补给方向上具有滞流水性质，即硫酸根离子含量高。

3. 用水化学成份确定突水水源实例

荆各庄矿井底车场开掘时曾发生突水，最大涌水量达10米³/分，而且近一个月内，涌水量并无明显减少。当时据突水层位一煤₁₂~煤₁₅一的裂隙度计算，突水层裂隙总体积所含的水，只需五昼夜即可全部疏干。那么这种长期大量地动水补给源自何处？当时也争议较大，但不外乎是冲积层底部卵石层经煤₁₂~煤₁₅露头进行顺层补给；或是由奥陶纪石灰岩经F₂、F₃断层补给（图2），

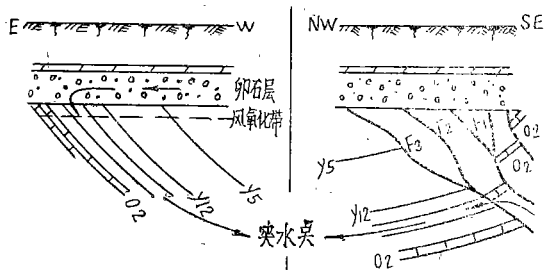


图2

两种假设的动水源补给示意图

究竟哪种看法正确，通过对各含水层、断层及突水点水样之化验结果进行分析（表4）得到了解决。

荆各庄矿各含水层水分析成果表（单位：毫克当量百分数/升及毫克/升） 表 4

含水层的名称	取样地点	阳 离 子			阴 离 子			离 子 组 合 式	全硬 G°	PH	固形物	游离 CO ₂
		Ca ⁺⁺ (%)	Mg ⁺⁺ (%)	K ⁺ +Na ⁺ (%)	HCO ₃ ['] (%)	SO ₄ ["] (%)	Cl ['] (%)					
风 氧 化 带	弯28	41.7	23.7	33.4	85.0	6.8	7.5	800.423	12.2	7.9	284	8.8
	弯水10	42.6	21.1	30.9	82.7	7.1	9.8	800.423	11.3	8.3	269	4.5
奥陶纪石灰岩	弯水7	57.3	35.5	1.68	81.2	7.0	7.0	800.530	7.5	8.3	145	2.2
	弯水11	57.5	32.6	7.0	84.4	2.3	8.9	800.530	6.9	8.3	131	2.2
煤 ₁₂ ~煤 ₁₅	弯补12	42.2	33.8	22.9	88.3	2.7	7.2	800.432	13.3	7.5	245	9.0
	弯水1	40.9	29.5	26.0	84.9	4.5	10.5	801.422	13.6	8.0	269	10.8
突水点 *	井下2004	46.0	26.2	25.3	85.6	5.5	8.8	800.422		7.8	270	
底部卵石层	弯冲补1	47.1	10.8	40.0	85.5	5.8	8.0	800.414	13.0	8.3	312	6.5
	弯补3	45.7	17.8	34.9	82.6	8.0	9.1	800.413	13.1	8.0	353	6.7
断 层 带	弯水5	48.0	31.5	17.5	87.8	7.3	2.8	800.431	11.6	8.2	262	无

*是井下突水点，相当煤₁₂~煤₁₅层位。

从井巷突水情况来看，假设动水源是冲积层底部卵石层，并经过风氧化带到达突水点，那么突水点水化学分析结果，应该是钙、镁离子含量低于冲积层底部卵石层和风氧化带水，而钾和钠含量则正好相反。理由是：底部卵石层水在运移过程中，存在钙、镁离子被钾、钠离子置换的过程。而实际情况是：钙离子含量大于风氧化带水而和底部卵石层水相近；镁离子含量又高于底部卵石层和风氧化带；钾和钠又同时低于底部卵石层和风氧化带水，为此肯定了动水源不是底部卵石层水。

如果动水源是奥陶纪石灰岩水并经过断层疏导的话，突水点的水化学分析结果应该是：钙和镁的含量应低于奥陶纪灰岩水和断层带水，而钾和钠离子含量要大于断层带和奥陶纪灰岩水，同样PH值也应由奥陶纪灰岩水→断层水→突水点逐渐减小。按照上述分析结果和表4各含水层水化学分析成果比较，便可以肯定动水源是奥陶纪灰岩水并经断层疏导补给煤₁₂~煤₁₅这一含水层的。

水源确定之后，动水补给的方向也就不难解决了。如图3弯水5孔于290米处穿过断层并终孔于含水层段（380米处），从而确定了补给水是由F₂、F₃断层组直接为含水层组充水。因此可初步认为由南东流向北西，这是主要补给方向。其次为补₁₂、水₉孔及盆形构造之四周（图4）。从矿化角度看（表5），水₅孔<补₁₂孔<水₉孔，也说明了动水源主流是水₅孔方向。

例2、林西矿8~10暗井，建成于一九七〇年。建井过程中，过煤₅顶板时涌水较大，每分钟0.3立方米左右，完工后，涌水量逐渐减小到0.05米³/分左右。一九七三年

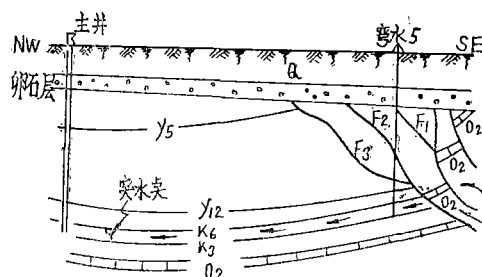


图 3

弯水5孔一主井剖面示意图

试谈混合抽水水质分层解释方法

王 天 爵

(吉林省煤田水文地质队)

为使流量测井这项新技术发挥更大效能,笔者试从水化学基本理论出发,结合抽水试验及流量测井的生产实践,对水样采集,化验资料的分层计算和整理等问题提出粗浅看法,多望批评指正。

一、水质分层解释的理论和方法

(一)多个含水层被钻孔揭穿后,不同成份的地下水通过钻孔混合,发生分解、化合、置换、复分解等反应,其化学反应将遵循质量守恒定律:参加化学反应的物质的总质量,等于反应后生成的各种新物质的总质量。

多含水层混合抽水,当抽水进入稳定阶段,各含水层流出的水是按一定流量混合的,其流量值完全能通过流量测井解释;而且水溶液中所含溶质以及它们相互反应的可溶产物将组成均匀混合体。

当A含水层和A、B二个含水层混合后的主要离子(Cl^{-1} 、 SO_4^{-2} 、 HCO_3^{-1} 、 CO_3^{-2} 、 NO_3^{-1} 、 NO_2^{-1} 、 Na^{+1} 、 Ca^{+2} 、 Mg^{+2} 、 K^{+1} 、 NH_4^{+1} 、 Fe^{+2} 、 Fe^{+3})和其它指标,如:硬度、矿化度、溶解氧、PH值、游离 CO_2 、侵蚀性 CO_2 为已知时,第二个含水层B的主要离子和其它指标即可以通过如下公式计算

$$N_B = \frac{N_{A+B} \cdot Q_{A+B} - N_A \cdot Q_A}{Q_B} \quad (1)$$

二月十五日水量突然增大到0.5米³/分,经现场调查,出水点是一组走向近东西向的裂隙,统计裂隙度在10%左右,裂隙面很少充填物,并同岩层面近垂直,经两天四次取样分析,都发现有污染标志(表6),同煤。

同一含水层不同方向矿化度表 表5

孔 号	矿 化 度
弯 水 5	203.0mg/升
补 12	245.0mg/升
弯 水 9	276.0mg/升

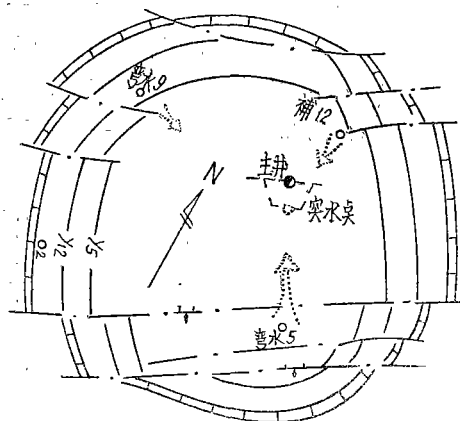


图 4

动水源补给示意图

式中 N_A —A含水层水样中含某种离子毫克当量浓度;

N_B —B含水层水样中与A层同种离子毫克当量浓度;

N_{A+B} —A和B二个含水层混合水样与A层同种离子毫克当量浓度;

Q_A —取混合水样时, A含水层稳定流量, 升/秒;

Q_B —取混合水样时, B含水层稳定流量, 升/秒;

Q_{A+B} —取混合水样时, A和B二个含水层混合后的稳定流量, 升/秒。

(二) 二个含水层中地下水混合后, 如没发生复分解反应, 利用前公式能直接计算。若发生复分解反应时, 化学反应是一种不可逆反应, 有下列三种情形: 1. 生成了难溶的物质, 成为沉淀析出; 2. 生成了挥发性物质, 成为气体逸出; 3. 生成了极难电离的物质, 例如水等。

上述三种化合物都是指单一含水层中不存在的, 因为单一含水层中存在的沉淀物

或水, 不属于该含水层地下溶液中的化学成分, 根本不必考虑。而含于单含水层中的气体, 在混合抽水采集水样进行化学分析时方法和单层完全相同, 无须赘叙。

二个含水层的溶液混合后, 发生复分解反应的产物, 无论是哪种新化合物, 都将遵循下述定律: “当生成某种化合物时, 各元素总是按一定的质量比互相化合。”其化合物阴阳离子的数值可以通过当量定律: “两种或几种物质完全反应时, 它们的克当量数必定相等”来计算。在新的化合物中, 二个含水层溶液必定都要有离子参加, 而且是等当量的化合。首先对比A含水层和A、B二个含水层水样化验资料, 如发现某种离子在A含水层水样中的含量比二个含水层地下水混合后水样中的含量低, 说明此离子已被新化合物所消耗。如果A含水层减小的是阳离子, B含水层必定等当量地消耗阴离子; 反之如果A含水层减小的是阴离子, 则B含水层必定等当量地消耗阳离子。具体B含水层所消耗的是哪种离子, 可以通过如下方法解释。为了便于对比、计算和确定沉淀物或气体

煤5顶板裂隙水及突水点水成份对比表 (单位: 毫克/升)

表6

取样地点	阳 离 子			阴 离 子			PH	注 明
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺ +Na ⁺	HCO ₃ '	SO ₄ '	Cl'		
煤. 顶板	15~46	6~14	40~80	220~270	10~15	15~20	8~8.4	六个水样统计结果
突 水 点	19~25	1~11	*	258~275	19~24	25~35	7.5~7.8	四个水样分析结果

* 没进行分析, 但Fe⁺⁺⁺含量较高。

顶板裂隙水分析成果相差较大。从地面调查表明, 在突水点正西约两千米有一钻孔正在施工, 钻孔钻进到负六百米, 不回水, 经几次封堵无效。钻具提高井口后, 孔内水流声响很大, 同时下风, 在孔深四百米处发育有一组含水层—A层以上砂岩含水层组, 其水

也流向孔底。显然突水水源是冲洗液(清水)与该含水层的地下水两者混合组成, 因此出现污染现象。过了三个月, 地面钻孔竣工封了孔, 井下涌水也逐渐减小到0.3米³/分, 又过一个月, 涌水量恢复到0.05米³/分, 这进一步证明上述推断正确。