

DWY—1型多功能钻进液与 钻孔快速堵漏研究

王 文 臣

(长春冶金地质专科学校)

介绍了DWY—1型无固相钻井液的配方、护壁性能和不提钻堵漏与不停钻堵漏的优点。讨论了PAM—水泥—泥浆速效堵漏浆液的组成与工艺。在“吸附胶结作用”的基础上,提出了“渗析胶结作用”对护壁有着更重要影响的新认识。

近二十年来,在不分散低固相泥浆基础上发展起来的无固相洗井液^[2,3,4,6],不仅可以提高钻速,而且能适应复杂层钻进的需要,解决泥浆洗井难以解决的一系列问题^[1,4,5,6]。当前,人们正在对其护壁机理、多功能性、新添加剂的开发,以及性能标准测定等问题进行研究。此项研究引起了石油钻探、岩心钻探、水文水井钻探和水电工程钻探界的关注。本文着重介绍DWY—1型多功能无固相洗井液的新近研究成果,并讨论钻孔快速堵漏工艺。

性 能 与 组 成

无固相洗井液的多功能性,系指钻井液经处理后,具有护壁性能、润滑性能、流变性能、防漏和堵漏性能等。除上述性能外,DWY—1型钻井液还具有不提钻快速堵漏和不停钻随钻堵漏的特性。经生产使用,效果良好。

DWY—1型钻井液的基本组成如下:

水解聚丙烯酰胺 (PHP 水解度20~40%、水解量 $M>300$ 万) 400~600ppm;
水玻璃 (AK) (模数3.0左右,40Be $\dot{e}$) 6~8%;
聚乙稀醇 (PVA) 0.2~0.3%;
凝聚剂 (A或B) 1.0~2.2%;
润滑剂 (皂化油或乳化沥青) 0.5~1.0%。

功能调整和机理

1.凝聚剂的加量对钻井液功能和凝速的影响
钻井液功能可由凝聚剂的加量调整 (表1)。

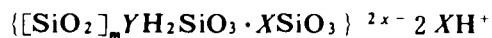
表 1

凝聚剂加量 (%)	钻 井 液 功 能
1.0~1.2	冲孔、护壁
1.4~1.8	冲孔、护壁、随钻堵漏
1.9~2.2	不提钻堵漏

凝聚剂(A)既是水玻璃的凝聚剂,它与水玻璃的生成物又是PVA的交联剂。它对钻井液的护壁性能和堵漏凝聚时间有着明显的影响。例如,40/80目的河砂100份与200目的河砂5份,加5份水制成 $\phi 9$ 毫米的柱体(烘干),放入含AK 8%的PHP (400ppm)溶液中浸泡,砂样有可能开裂;而放入含1.2%凝聚剂(A)的上述溶液中,砂样不仅不裂,而且过2~3分钟后,再移入清水中浸泡,样品依旧不裂。凝聚剂对凝聚时间的影响规律如图1所示。

2.DWY—1钻井液的护壁机理

水玻璃溶液是一种混合物,其中包括钠的硅酸盐、无定形的氧化硅聚合物、水合物和氢氧化物等,具有溶液和胶体的性质。胶体组份(即硅酸凝胶或称 SiO_2 胶团)主要由三硅酸钠因水解或pH值趋于中性时而产生胶束结构的硅酸组成,胶团可用下式表示:



这种胶团属阴离子型无机聚合物。一般情况下,模数低的正硅酸钠溶液中含胶团数量很少,很容易扩散透过半透膜。三硅酸钠中不能透过半透膜的胶团数量也不多,因此,对孔壁的渗析胶结作用很弱。水玻璃溶液中对孔壁产生渗析胶结作用

的 SiO_2 胶体组份的含量,直接与溶液的浓度和水玻璃的模数有关。模数高,胶态组份就多。在上述胶态溶液中加入凝聚剂后,可使胶团组份增多,并使胶团聚结、缩合,形成共用氧原子的四面体型缩合离子,进而构成三维网状结构。这种结构发展到胶体范围时,便形成硅酸溶液,即有较强渗析胶结作用的无固相钻井液。随着凝聚剂加量增多 钻井液的pH值接近于10。这时,溶胶组份将迅速向水化较弱的边角部位缩合,形成网状结构,并把液体包围在网格之中,成为不能流动的凝胶体。这种变化是在pH值接近10时的较短时间内完成的。图2的曲线可见到这种突变的拐点。利用这一特性进行钻孔堵漏十分有利。当凝胶体被搅动时(如钻杆转动),它又会部分地变为可流动的液体,从而为实现不提钻堵漏和不停钻随钻堵漏创造了条件。

笔者认为,这种大尺寸的高分子胶团,含有被交联的线性高分子聚合物、无机聚合物胶团和

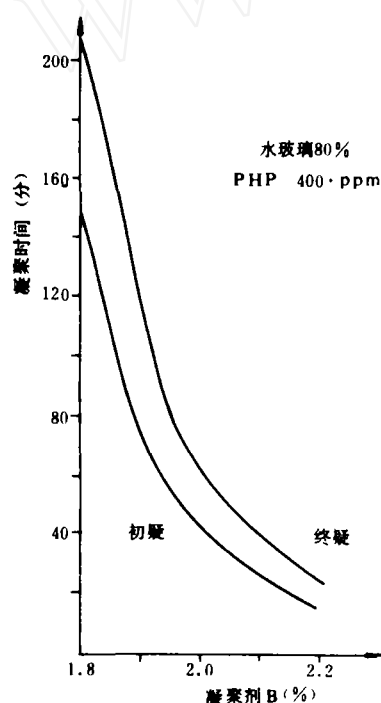


图1 凝聚剂(A)对凝聚时间的影响

某些团球状高聚物。当井壁漏失时,这些大胶团可在通道狭窄的缝隙里,被迅速阻留富集,达到封闭孔隙,胶结孔壁,阻止漏失的目的。而一般

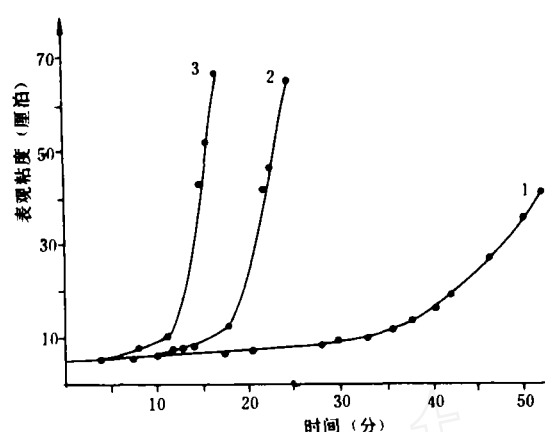


图2 钻井液的表现粘度与时间关系
钻井液基液同图1的溶液。凝聚剂(B)的加量: 1—2%; 2—2.1%; 3—2.2%

的PHP水溶液,只能靠线性链序在岩壁上布网,随着时间的延长,慢慢地加密链序浓度,形成网状吸附膜,达到封闭孔壁的目的。由此可见,胶团的渗析胶结作用的产生和发展,要比高聚物分子的吸附作用来得迅速,而且对井壁胶结牢靠。这种认识,已被室内及生产实践所证明。例如:其是金刚石钻进,更要求有良好的冲洗液循环。因此,研究成功率高、速度又快的防漏方法,对解决“坍塌漏”地层的钻进具有重要意义。下面介绍无固相钻井液不提钻堵漏、不停钻随钻堵漏和PAM—水泥—泥浆速效堵漏的浆液组成、灌注工艺和生产应用情况。

1. 无固相钻井液的不提钻堵漏

适用条件:漏水缝隙较小,漏失孔段较长的轻漏和较为严重漏失的浅孔和中深孔。

堵漏浆液:一般用专门配制的浆液,也可以用无固相冲洗液加凝聚剂处理。浆液用量视钻孔在使用过一般PHP水溶液洗井的孔段,如降低PHP洗井液的浓度,或改换清水洗井,则不稳定的孔壁很快会坍塌;而上述砂样浸泡试验表明,凡经过有渗析胶结作用的液体浸泡过的砂块,再投入清水中可长期不散。这些事实充分说明上述分析的正确性。

钻孔快速堵漏方法

钻孔漏失是岩心钻探中较为普遍的现象,尤

条件不同,可在500~1000升之间。

灌注工艺:注浆用的钻具为钻孔钻进钻具,可以是捞起内管的绳索取心钻具,也可以是刚降下的钻进钻具。具体要求是:①准确地测出孔内的静水位;②以大泵量送浆液③替浆水量应将堵漏浆液刚好压出钻头为准。替浆水量按下式计算:

$$Q = K \frac{\pi}{4} d^2 (L - H) + Q' \quad (\text{升})$$

式中, K —考虑替浆水因有损失而乘的系数,取1.05~1.1(静水位高和漏失层接近孔底应取小值); L —孔内钻具总长,分米; d —钻杆内径,分米; H —孔内静水位的深度,分米; Q' —地表管路和水泵的容积,升。④泵完替浆水立即卸开主动钻杆,使钻杆内的水更快地地下流。⑤将孔内钻具静止,待浆液凝聚后,慢慢转动钻杆,使孔内环状间隙的凝胶物逐步液化,在回转阻力不大时用小泵量向孔内泵送洗井液,通水后进行钻进。

2. 不停钻随钻堵漏

使用DWY—1型钻井液,凝聚剂加量在1.4~1.8%时,进入孔壁裂隙的浆液能在几小时内凝聚,达到堵漏目的。它的凝聚过程可分为三个阶段:

①钻井液粘度不变的正钻进常阶段。

②在钻进中钻井液粘度升高,进入裂隙的液体逐渐失去流动性,孔内液体因钻杆搅动而不聚结。这时,应向钻井液中续加不含凝聚剂的无固相钻井液,以保持钻孔中的钻井液的粘度不升高。这一阶段称为调整阶段。

③凝聚阶段。已进入裂隙的浆液,随着粘度的升高。失去流动性,在裂隙中发生凝聚而堵塞漏失。

对于浅孔和返水量少的钻孔,应采用凝聚期短(1~2小时)的配方。这种堵漏方法适用于渗漏和裂隙小的轻漏与中等漏失钻孔。

3. PAM—水泥—泥浆速效堵漏

这种堵漏法自1979年被使用以来^[1],近几年开始成功地应用于严重漏失的钻孔。

(1) 浆液的组成与性能

甲液: PAM—水泥浆液。可用地勘水泥或普通水泥,水灰比0.7~0.8。水中PAM的含量

为3000~5000ppm,分子量300~500万,水解度不大于5%。乙液:是含粘土25~35%、碱0.2~0.3%的普通泥浆。

正交试验表明,PAM含量在3000~5000ppm时,水泥是影响絮凝物强度和絮凝时间的主要因素。地勘水泥的絮凝物强度最高,但絮凝时间长。这是因为这种水泥浆的粘度高(表2),在流动过程中不能与泥浆很好地混合。PAM的加量一定时,其分子量高的,水泥浆粘度就大,如要降粘,就需增大水灰比和减少PAM加量,结果会导致絮凝物的强度下降,因此,PAM的分子量不宜过大。

表 2

水泥品种	PAM 分子量 (万)	漏斗粘度 (秒)	比重	可泵期 (小时)
325*	300 (650)	215 (277)	1.52	> 3 (> 3)
425*	300 (650)	349 (650)	1.56	1.16 (0.75)
地勘	300 (650)	430 (流不动)		0.66

① PAM加量为4000ppm,水灰比0.7;

② () 内是数字是表示大分量PAM的性能。

泥浆中粘土含量对絮凝物的强度和絮凝时间的影响仅次于水泥。粘土含量多,泥浆稠度大,与水泥浆的混合性就不好,絮凝时间也长。金刚石钻孔一般要求堵漏泥浆的粘度不高于30秒,即含粘土量在25%左右,纯碱量在0.25~0.3%。

(2) 堵漏作用机制

甲、乙两液在孔内混合后,在一定灌注压力下进入孔壁裂隙,PAM分子链的吸附基($-\text{CO}-\text{NH}_2$)与乙液中的粘土颗粒发生絮凝,生成有可塑性、不易分散的絮凝物。这些絮凝物能够塑变外形,被压入各种形状的漏失通道中。随着PAM分子与粘土粒的絮凝,和絮凝物中的水泥颗粒不断水化凝结,絮凝物的强度不断增加,直至堵塞住漏失。此后,絮凝物的强度还会继续增加。

(3) 灌注方法

①孔口注入法:适用于小顶角、大口径钻孔严重漏失的堵漏,其操作是把两种泥浆液按1:1的比例,从孔口分批注入钻孔后,再向孔里注满

泥浆 (V_1), 将主动钻杆与孔口上头连接 (或加胶皮压住密封), 向孔内泵送泥浆 (V_2), 把絮凝物挤入裂缝。 V_1+V_2 应小于漏失层上部钻孔容积。

②用钻杆泵入甲液, 乙液从孔口倒入外环间隙。适用于较深钻孔堵漏。每次甲、乙液量各用 200~500 升。操作程序是: 将钻杆下头堵死, 在钻杆 (长 1.5~2 米) 上钻眼形成花管, 下到漏失层部位。如有多处漏失而又相距不远, 先将花管对准严重漏失处。之后, 从孔口倒入泥浆, 在泥浆沉压到漏失部位时, 开泵送水泥浆 (继续倒入泥浆), 接着不停泵向孔内送压浆水。压浆水量为:

$$Q_{压} = \frac{\pi}{4} d^2 (l_{漏} - l_{静} - H) + Q_{管} \quad (\text{升})$$

式中: d —钻杆内径, 分米; $l_{漏}$ —漏失层深度, 分米; $l_{静}$ —静水位的深度, 分米; H —钻杆中水泥浆面高出漏失层部位的高度, 可取 100~200 分米; Q —水泵和吸水管、送水管内的容积, 升。

注完浆后, 使钻杆在井内停 30 分钟左右, 再从孔口向孔内注水, 如水面回升到孔口, 可开车转动钻具 (慢速), 如孔口水位不下降, 可慢速提出主动钻杆。在提出井内钻杆时, 应进行回灌。下次下钻透孔时, 钻头应在絮凝物上部, 便开钻慢慢透过堵漏层位。

③钻杆—水泵交替泵送双液。这种方法适用于孔内静水位高、漏失层位浅的严重漏失钻孔。其操作方法是: 将花管下入漏失层位以下, 先开泵送入部分泥浆, 然后将泥浆和水泥浆各分成若干份, 用泵交替注入。每次换浆之间要将水龙头插入盛半桶清水的桶中, 并将水抽送孔内。在泵送浆液过程中, 可上下串动钻具, 促使两液混合。

压浆水量同前。

(4) PAM—水泥—泥浆速效堵漏特点

①速度快, 能实现当班堵漏、当班钻进; ②封堵半径大, 堵漏成功率高, 且有护壁作用; ③絮凝物在水中不易分散, 有利于封堵涌水层和地下活动水层; ④浆液用料种类少, 来源广, 费用低; ⑤能封堵大漏失。

这种方法与前述的 DWY—1 型多功能钻井液配合使用, 可形成一套快速堵漏的工艺方法。

生产应用简况

1. 未加凝聚剂和加有凝聚剂的 DWY—1 型无固相钻井液, 已在吉林有色地质 606 队、东蒙地质局 472 队、湖南煤田 5 队、西北有色地质 711 队、冶金地质 520 队等单位用作冲洗液, 取得了很好的护壁效果。

2. 冶金地质 520 队用 DWY—1 型钻井液成功地进行了随钻堵漏的试验。河北地质 6 大队、内蒙有色地质 7 队等单位, 用 DWY—1 型钻井液成功地进行了钻孔快速堵漏。

3. 吉林有色地质 606 队、605 队、东北冶金地质 404 队、华北有色地质 514 队、山西冶金地质 2 队等单位, 用 PAM—水泥—泥浆速效堵漏浆液, 封堵严重漏失钻孔取得很好的效果。

主要参考文献

- [1] 王文臣等: 地质与勘探, 1980, 第 4 期
- [2] 黄汉仁等: 《泥浆工艺原理》, 北京, 石油工业出版社, 1981 年
- [3] 煤田 472 队: 煤田地质与勘探, 1981, 第 5 期
- [4] 曾祥薰等: 地质与勘探, 1982, 第 2 期
- [5] 见百熙: 《浮选药剂》, 冶金工业出版社, 1981 年

DWY—1 Multipurpose Drilling Fluid and Fast-Plugging Study

Wang Wenchen

(Changchun Geological School, Ministry of Metallurgical Industry)

Abstract

The prescription of DWY—1 type multipurpose non-solid drilling fluid and its good hole wall protective performance and sealing without raising drill rod or suspending from drilling are stated in this paper. The composition and technology of the PAM—cement—mud fast plugging fluid are also given. In conclusion, on the basis of "adsorptive cementation", the author presents his new point of view "dialysis cementation" which will have an important effect upon hole wall protection.