

低固相泥浆在复杂地层钻进中的应用

北京市地质局一〇二队

我队曾在昌平辛庄矿区、延庆里长沟矿区和昌平仙人洞矿区分别使用低固相泥浆进行护孔、堵漏。

辛庄矿区围岩是蚀变石英正长岩，破碎并有开放式裂隙，漏失严重。在该区施工大、小口径钻孔15个，皆因遇到破碎带，严重坍塌、掉块、涌水而被迫终孔。小口径孔只完成设计孔深的61%，大口径孔77%，合计68%。除个别孔基本合格外，都没有达到地质要求，严重影响矿区的综合评价。为此，在总结经验的基础上，施工ZK 21号孔时，使用了低固相泥浆，并采用了泥浆回灌工艺，顺利通过了五个较大的断层带近十米和八十米厚的破碎岩石，在既漏又涌的情况下，钻成辛庄矿区第一个合格小口径孔，进尺250米，满足地质要求。

延庆里长沟地区是斑岩型矿床，围岩是花岗闪长岩质岩角砾岩，受构造破坏，节理发育。在该矿区施工的三个钻孔均使用低固相泥浆，顺利钻进1200余米。

昌平仙人洞矿区地层为斑岩与灰岩穿插，多期构造活动，断层交错。岩石胶结性差，硬度变化大。钻孔经常缩径、涌水、坍塌。文化大革命前，因地层复杂，钻探队被迫撤离。1976年以来，在该矿区施工的几个钻孔使用了低固相泥浆，较好地完成了地质钻探任务。

我们在复杂地层小口径钻进中，坚持“预防为主”的方针，对于一般漏失地层采用低固相泥浆护孔，并因地制宜地加入化学处理剂改善泥浆性能；对于严重漏失、坍塌、

掉块孔段，则采用氰凝或早强水泥护孔，堵住后仍使用低固相泥浆巩固“疗效”。

一 低固相泥浆的配制与使用

1. 配制 所谓低固相泥浆就是固相粘土含量低于10%的泥浆。特点是比重低，对孔壁压力小，漏失少，泥皮薄。为控制其比重，配制时可参见表1（使用河北磁县粘土，比重为2）。比重每增加0.01，粘土量递增20公斤，水相应减少10公斤。

表 1

水量 (公斤)	970	980	990	1000	1010	1020	1030
粘土 (公斤)	60	80	100	120	140	160	180
比重	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09

在低固相泥浆中加入雷公蒿叶粉、羧甲基纤维素（CMC）、铁铬盐或石灰等处理剂可提高粘度并降低失水量。图1为泥浆粘度与各种处理剂药量关系。图2为失水量与药量关系。图中曲线I、II为雷公蒿叶粉处理淡水泥浆（前者比重为1.05，后者比重为1.10）；III、IV为CMC处理淡水泥浆（前者比重为1.05，后者1.10）；V为雷公蒿叶粉处理低钙石灰泥浆（比重1.05，石灰0.5%，铁铬盐0.2%）；VI为CMC处理低钙石灰泥浆（比重、成分同上）。从图1可知，泥浆比重一定时，CMC比雷公蒿叶粉对泥浆粘度影响大。从图2可知，用CMC处理低钙石灰泥浆对失水量影响大。

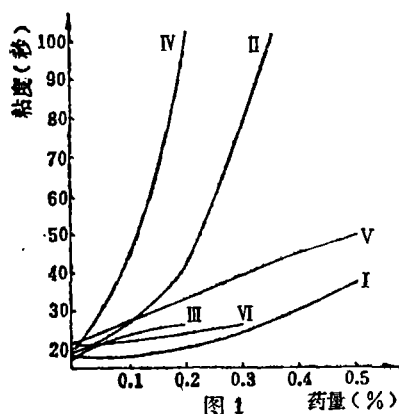


图 1

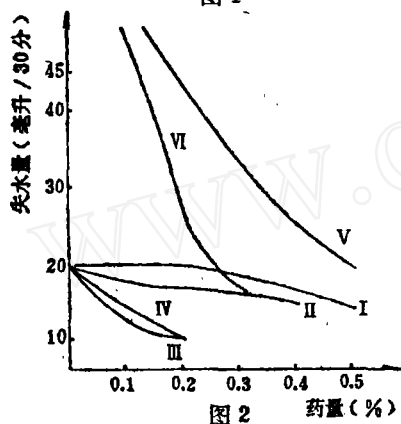


图 2

用粘土粉配制泥浆时，粘土粉要充分浸泡，并加入0.25%面碱做分散剂（切不可加火碱），用水泵充分搅拌。根据孔内地层对泥浆性能的要求，加入处理剂后仍要搅拌直到均匀为止。

2. 各种低固相泥浆的使用

淡水泥浆 此种泥浆造价低，配制简单，性能容易控制，宜用于一般漏失地层。

低钙石灰泥浆 抗粘土侵、抗钙侵、抗盐侵性能强而稳定，可抑制泥页岩水化膨胀。造壁性能好，泥皮坚固光滑，而且粘度低，切力小，流动性能好。仙人洞矿区 ZK 4 号孔使用了石灰含量为0.3~0.5%的低钙石灰泥浆，孔内干净，孔壁稳定，进尺顺利。

盐水泥浆 适用于水敏性地层，一般岩层不宜采用。仙人洞矿区 ZK 17 号水文孔位于断层上，孔中多断层泥，缩径严重，使用

3%的盐水泥浆，增加矿化度，控制断层泥的膨胀，取得了较好效果。

混油乳化泥浆 在复杂地层小口径钻进中，为了降低钻机回转阻力，提高转数，减少震动，降低泥浆失水量，我们采用混油乳化泥浆。先在泥浆中加乳化剂，充分搅拌，质量合格后再混油。配方是，磺化脚：柴油或机油 = 1 : 10（体积比），油量为泥浆总体积的5~10%。

锯末泥浆 在中等漏失地层钻进时，可用锯末泥浆堵漏。锯末要用20号筛子过筛，以8.5~10%掺入泥浆中。辛庄矿区 ZK 21 号孔有七处破碎带，总厚28米，漏失严重。使用锯末泥浆堵漏效果显著。

二 应注意的几个问题

1. 因地制宜 对于一般漏失地层，使用低固相泥浆的粘度为25秒，失水量控制在10毫升/30分钟，静切力为10毫克/厘米²，pH值9~10，可取得预期的护孔效果。有时由于孔内漏失，造成液面下降，致使孔内发生坍塌掉块。这种情况下，往往是先漏后塌，漏是坍塌的诱因，因此治了漏也就防了塌。例如仙人洞矿区 ZK 4 号孔，孔内岩石极为破碎，多为蚕豆大小之碎粒。而且孔内漏水，随时有坍塌的可能。我们使用了低固相泥浆，取得了良好的护孔效果。所用泥浆性能如下：比重1.05~1.10，粘度25~30秒，含砂量低于2%，失水量10毫升/30分钟，泥皮厚约0.5毫米，胶体率100%，pH值9~10。也有个别地层，由于岩石节理发育，充填物胶结差，或易溶于水，且岩层倾角大，孔内不漏也会发生坍塌掉块。遇到这种情况，可增加泥浆比重，如果坍塌主要因节理充填物溶于水所引起，可增加泥浆矿化度，用盐水泥浆或石灰泥浆护孔。

在仙人洞矿区约有半数钻孔发生涌水。由于涌水，破坏了低固相泥浆的质量，孔内沉砂剧增，钻进难于进行。对这种情况，可

换用比重大、悬浮力强、胶体率高的泥浆。此时须严格控制泥浆比重，由实测的涌水高度

度 h ，估计的涌水深度 H ，按公式 $\gamma = \frac{h+H}{H}$

计算出所需泥浆比重 γ 。配制的泥浆比重要大于计算值。例如仙人洞矿区 ZK 5 号孔，在孔深208米处涌水，水头高达15米，涌水量约40吨/时，孔内沉砂达70余米。通过分析岩心确定涌水深度在170米处。由上述公式计算出泥浆比重 $\gamma = 1.09$ 。我们采用比重为1.10~1.12的泥浆，并在提、下钻时进行泥浆回灌，仅一天时间，就使孔内恢复正常，直钻至400米终孔，未发生涌水现象。

2. 泥浆回灌 在复杂地层小口径钻进中，由于钻具与孔壁间隙很小，提升钻具时，孔内液柱下降。其下降长度是相当可观的。从表2、3中可知，孔深400米时，使用 $\phi 50$ 钻杆，孔内液柱下降140米；使用 $\phi 43$ 钻杆，液柱下降110余米。孔内液柱降低，减少了对孔壁的侧压力，地层水涌出，破坏孔壁，容易发生坍塌掉块。更值得注意的是，孔壁与粗径钻具的间隙不足1毫米，泥浆又形成了厚0.5毫米左右的泥皮，冲洗液通道只有0.5毫米。粗径钻具就好像一个长形活塞，提、下钻过程中在孔内造成抽吸和压力波动。这种作用对不稳定孔壁破坏极甚。所以控制提、下钻速度，减少抽吸和压力波动作用是十分必要的。提、下钻速度要根据孔内地层情况，泥浆护孔能力和钻孔深度来定，一

般取0.5米/秒为宜，而且要求匀速、平稳。为了稳定泥浆液柱对孔壁的一定侧压

表 8

孔 深 (米)	$\phi 43$ 钻杆占的体积 (公升)	孔内液柱 下降深度 (米)	备 注
100	70	28	钻孔口径 $\phi 56$
200	140	56	
300	210	84	
400	280	112	

力，我们使用专门工具在提钻的同时，进行泥浆回灌，防止坍塌掉块的发生，效果良好。

3. 把住泥浆质量关 这是科学地、合理地使用泥浆的关键。要加强岗位责任制，对泥浆各项指标要经常测量。为了降低泥浆含砂量，现场配用了泥浆振动筛，加快沉砂速度，可使泥浆含砂量减至0.5%。最近，我们研制成功小型轻便泥浆搅拌机，对保证泥浆质量提供了更好的条件。

(选自1977年小口径钻探经验交流会
资料，本刊有删节)

表 2

孔 深 (米)	$\phi 50$ 钻杆占的体积 (公升)	孔内液柱 下降深度 (米)	备 注
100	88	35.2	钻孔口径 $\phi 56$
200	176	70.4	
300	264	105.6	
400	352	140.8	

