钻进含石膏地层的泥浆处理措施

中南矿冶学院探工教研室　何玉明

1977年我院探工七七级结业队与安徽808队组成攻关小组，对钻进含石膏地层的泥浆处理问题进行了研究。

在某矿区施工CK3号孔时，泥浆只作了一般处理（表1），就能较顺利地通过第四系的冲积层以及坍塌掉块、遇水稍有膨胀的三迭系黄马青砂页岩地层。钻进至640米时，曾因停电，钻具在孔内停放八小时后，仍能顺利提钻与钻进。但井深在647米时，又因停电钻具在孔内停留四个多小时而造成埋钻。用反丝钻杆处理了十三天。此后，不管怎样更换泥浆，从井内返上的泥浆始终呈絮凝状态，泵送困难；下钻时钻具差数十米，甚至百余米不到底。后对岩心进行详细检查，发现井深634.17～940.61米，在紫色砂岩及页岩中夹有石膏层，厚度从数厘米到几十厘米，最厚的有3～5米，共20余层，累计120米左右。严重的石膏侵，使泥浆性能变坏，也是造成事故的根源。

我们采用的是钠基泥浆，遇石膏（$CaSO_4 \cdot 2H_2O$）即发生下列反应：

$$Na_2CO_3 + CaSO_4 \cdot 2H_2O \rightarrow CaCO_3\downarrow + Na_2SO_4 + 2H_2O$$

由于碳酸钠加量少，它虽然可以少量的置换石膏中的钙离子形成碳酸钙迅速沉淀，力图保持泥浆的分散稳定体系。但随着钻孔的加深，石膏不断地大量侵入泥浆，过量的石膏在泥浆中分离出来：

$$CaSO_4 \cdot 2H_2O \rightarrow Ca^{++} + SO_4^{--} + 2H_2O$$

钙离子的大量侵入，使钠基泥浆转变成高钙泥浆，压缩双电层，使粘土颗粒的水膜变得很薄，在冲洗液循环和钻具的搅拌下，粘土颗粒互相碰撞，形成颗粒较大的絮凝状物，此时泥浆的粘度、切力及失水量迅速上升（表2）；电离出来的硫酸根（SO_4^{--}）离子使泥浆的pH值下降。从表2可看出，加大碳酸钠剂量可改善泥浆性能，但如前所述，由于石膏不断侵入，使改善了的泥浆性能又遭到破坏。这样的措施既浪费人力、物力，又不能从根本上解决问题。

后来在兄弟单位的支援下，采用抗钙能力较强的铁铬盐（铁铬木质素磺酸盐，代号FCLS）和其它处理剂，经反复试验，终于较好的控制了钙离子的侵入，使泥浆达到了较稳定的性能。具体配方及性能见表3。如是处理的泥浆每隔七天调整一次性能，直到井深达到940.61米，顺利终孔，创808队建队以来的井深最高记录。钻进中曾发生多次钻杆折断和停电事故，处理时间有时长达4～6小时，但由于泥浆性能较好，一般能轻快的提出事故钻具，迅速恢复正常钻进。

用铁铬盐等处理剂为什么能使泥浆性能稳定呢？我们的初步看法是：

1.纯碱（Na_2CO_3）的作用是改善粘土颗粒的双电层，使粘土颗粒周围有较厚的水化薄膜，有利于粘土的分散和稳定。

表1

粘土产地	泥浆浓度（%）	处理剂		泥浆主要性能				备注
		名称	加量（%）	粘度（秒）	失水量（毫升/30分）	泥皮厚（毫米）	pH值	
本矿区	30	——	——	17.8	24	1.5	6	未处理泥浆
		Na_2CO_3 Na—CMC	0.5 0.1	19	9	1	8.5	处理剂加量按泥浆体积计算

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表2

编号	泥浆类型	处理剂		泥浆主要性能				备注
		名称	加量（%）	粘度（秒）	失水量（毫升/30分）	泥皮厚（毫米）	pH值	
1#	原用泥浆	Na_2CO_3 Na—CMC	0.5 0.1	19	9	1	8.1	处理剂加量按泥浆体积计算
2#	2小时后从井内返上的泥浆	—	—	24	45	8	6	
3#	在2#基础上处理后的泥浆	Na_2CO_3	1.5	20	19	1.5	10～11	
4#	3#泥浆循环1小时后	—	—	24	33	2.5	6～7	

表3

泥浆类型	处理剂		泥浆主要性能			
	名称	加量（%）	粘度（秒）	失水量（毫升/30分）	泥皮厚（毫米）	pH值
原用泥浆	Na_2CO_3 Na—CMC	0.5 0.1	19	9	1	8.5
经3小时循环后从井内返上的泥浆	—	—	24	51	4	6
处理后的泥浆	Na_2CO_3 NaOH FCLS Na—CMC	1 0.3 0.6 0.8	20	11	1	12～13
钻进2～8天后从井内返上的泥浆	—	—	17.6	17	1.5	8

2.火碱（NaOH）的作用是提高泥浆的pH值，以抵抗石膏中的硫酸根离子的侵入，保持泥浆始终呈碱性，以利于其稳定；同时，以氢氧根离子控制石膏的钙离子在泥浆中的适量浓度。

3.铁铬盐含有铁离子及铬离子，基本不电离，故不易以单个离子参加粘土颗粒表面的离子交换，因而泥浆中的钙离子基本不与处理剂的铁离子、铬离子发生交换，有较强的抗钙能力；且具有优先吸附粘土颗粒的特性，又有较强的亲水性，吸附在粘土颗粒断键边缘能增大该处的水化，从而削弱和拆散了泥浆中粘土颗粒间的网状结构，这样既放出被网状结构所包住的自由水，又减弱了粘土颗粒间的流动摩擦阻力，使泥浆粘度和切力降低，保持较好的流动性，是一种性能良好的泥浆稀释剂。

4.钠羧甲基纤维素（Na—CMC）的长链大分子可与几个粘土颗粒相吸，形成混合网状结构，因而可阻止粘土颗粒互相粘结变大。这种含有足够数量的细颗粒的泥浆所形成的泥皮致密而坚韧，有利于保护井壁的稳定性。同时，钠羧甲基纤维素具有亲水性极强的钠羧基（COONa），它吸附在粘土颗粒表面可增大粘土颗粒的水化膜，因而是一种降低泥浆失水量的有效处理剂。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net