



水泥灌浆在复杂地层防坍塌堵漏中的应用

中南冶金地质勘探公司 探矿处
603队

在钻探施工中,对付复杂地层的办法,一是采用泥浆钻进,二是下套管。近几年603队开动钻机最多达15台,每年完成钻探任务3~3.3千米。每年泥浆费用(据不完全统计)就达8万多元,还丢弃数百米套管,并且往往因泥浆供不上和起拔套管耽误生产时间。针对这种情况,1974年公司在603队组成复杂地层防坍塌堵漏小组,进行了水泥和氰凝灌浆试验。由于氰凝成本高,货源不足,重点搞了水泥灌浆。几年来,我们用400~500号矿渣水泥及部分油井(冷井)水泥灌浆300余次,耗水泥250余吨。对钻孔坍塌、漏失、掉块或固活石、人工偏斜、固套管、堵裂隙和小溶洞等,均用水泥灌浆处理,收到了较好效果。水泥在孔内的干固率达到100%。近年来全队所施工的钻孔只下少量井口管,许多钻孔使用水泥灌浆后,可不用泥浆钻进或不下套管,节约了大量管材和资金。每年用于防坍塌堵漏的水泥约80~100吨,加上快干剂、运费等,合计费用不超过1万元。而且没有因套管起拔困难而耽误施工时间,还减少了泥浆对农田的污染。

下面谈谈我们在水泥灌浆方面所开展的工作。

一 抓主要环节,提高水泥在孔内干固率

据分析,水泥灌浆成功率小的原因主要是水灰比过大或输送方法不当。

1. 水灰比 一般水泥水解和水化所需水量是水泥重量的21~27%,但为了保证流动度,防止灌注过程中水泥浆凝结,水灰比要增至0.4~0.55。水灰比与拌和温度(受季节影响)、水泥品种和质量有关,优质新鲜

水泥,水温 $<20^{\circ}\text{C}$,不掺减水剂,水灰比可用0.4;低标号陈旧水泥则用0.45。拌和水温 $>20\sim 30^{\circ}\text{C}$ (夏季),水灰比要相应增至0.45~0.55,尤其在南方的6~8月份,白天气温甚高,尽可能在夜间灌注。水灰比增大对水泥石强度是有影响的。因为除了水泥水化和水解所需水量外,多余的水将从凝结的水泥中析出,造成无数细小空隙与裂隙,降低了水泥石强度。

2. 输送方法 利用现场水泵输送水泥浆对防坍塌比较有利,因泵送可扫孔,压力、流量大,时间快,可尽量减少输送中的外界影响。

为了防坍塌,灌水泥浆时,应将钻具(比钻进用钻具小1~2级)扫过坍塌位置以下3米左右,不要停泵;固活石也要用小一级钻具扫过活石位置;在钻孔中段灌浆时,若下部漏失,要先下木塞(或草把)堵死,下部不漏失则可用封底侧面出浆的钻具灌浆。

近几年来我们主要用水泵输送(也用过钻杆漏斗法和岩心管输送器压入法),最大一次灌浆用水泥3000公斤,最少100公斤,最大一次灌注高度67米(灰心高度)。

过去用水泵灌浆有两个问题容易忽视,一是当水泥用量较多(一次灌浆超过1000公斤)和灌浆位置较深时,往往未等水泥浆送到预定位置就边灌边提钻,以致水泥浆被孔内水所稀释;二是不注意灌浆钻具内容积的计算,用过多的清水(或泥浆)清洗钻具,使水泥浆水灰比增大,不能干固。

1974年我们开始用水泥浆防坍塌堵漏时,水泥浆在孔内的干固率只50%左右。后由于抓住了水灰比和输送方法两个环节使干固率不断提高,1975年达70%,1976年达90%,1977年只要灌下去的水泥浆不流失,就都能

干固。

二 寻找合理外加剂配方， 缩短候凝时间

1. 不同外加剂掺入量对水泥浆凝结时间和可灌性的影响 在水泥浆中掺外加剂来缩

短凝结时间和提高早期强度时，首先应考虑可灌性，即保证水泥浆在可灌期内具有一定的流动度。不同品种的水泥掺入不同外加剂时凝结时间和可灌期如表1。

表1数据是在拌和水温20°C，气温18~20°C时测定的。从中可以看出：

(1) 矿渣水泥可灌期较长，初、终凝时

表 1

水泥品种	水灰比	外加剂掺量, %					凝 结 时 间		可灌期	流动度 (厘米)	备 注
		三乙醇胺	NaCl	CaCl ₂	711	减水剂	初 凝	终 凝			
红旗	0.42	0.1	2				6:30	11:30	>5:00		新鲜水泥
400°矿渣	0.45	0.1	2.5		2.5		6'53"	10'37"			双液泵头混合灌浆
"	"	"	"		"		13'20"	37'20"			"
华新	0.42	0.1	2				>5:00	>10:00	>1:30	148	新鲜水泥
500°矿渣	0.45	"	"		2.5		17'5"	27'			双液泵头混合灌浆
"	"	"	"		"		14'10"	22'25"			"
华新	0.42	0.1	2				4:30	5:05	>1:30		新鲜水泥
600°普通	"	"	"	3			2:50	8:00	>1:00		"
"	"	"	"	"			3:15	8:30	>1:30		"
江 南	0.40			"			2:17	0:33	>1:00		"
油井水泥	0.45			4			4:16	0:12	>1:30	150	出厂四个月, 有结块
"	"			6			1:41	0:13			"
"	"		3	4			2:50	0:15			"
"	0.40			"		MF 0.5	2:29	0:10	>1:30	180	"
"	"			"		NNO 0.5	2:19	0:13	>1:30	180	"
"	0.38			"		NNO 0.5			20'	150	"

间也较长，即使是新鲜矿渣水泥，其水灰比也不能小于0.42。

(2) 矿渣水泥掺711速凝剂后，只能采用“双液泵头混合”法灌注，即在水泵头进水法兰处安个三通，接两根吸水管分别吸入水泥浆和711溶液，后者由阀门控制比例，在泵头内混合后压送到孔内。我们用这种方法灌注水泥30余吨，711速凝剂700多公斤，最深位置300米，效果很好。

(3) 普通硅酸盐水泥和油井水泥掺CaCl₂效果较好。初凝时间不长，终凝更快，有很好的初期流动度，便于灌注。但掺CaCl₂后水化发热较快，尤其在拌和水温（受季节影响）较高和水泥用量较大时（一次灌注1000公斤以上），约过15分钟就会出现假凝现象，无法泵送。此时可加10~15公斤清水，

不断搅拌，可消除假凝现象。

(4) 用MF(聚亚甲基萘磺酸钠)或NNO(亚甲基二萘磺酸钠)作水泥减水剂。将其掺入水泥浆中能防止水泥粒子的聚集，使之均匀分布，同时还携带少量气泡进入浆液中，增加流动性，因此可减少水泥浆的用水量。考虑到钻孔灌浆在保证可灌期内减水率只能在10%左右，减水剂应与其它外加剂一起使用，先将减水剂掺入拌和水中，搅拌好水泥浆后才能掺入CaCl₂溶液。

(5) 掺CaCl₂效果较好的水泥，一般可灌期约60~90分钟，因此灌注前必须检查好水泵及输送管路。

2. 不同外加剂掺量对水泥抗压强度的影响 矿渣水泥在无外加剂的情况下，三天以内的强度很低，即使是油井水泥一天内的强

度也是很低的，达不到防坍要求。

水泥外加剂的种类很多。我们选择了一些货源广、效果较好的，先在室内作了凝固

时间和可灌期试验，选择最优配方再作强度试验（表2）。

表 2

序号	水泥品种	水灰比	外加剂掺入量 %				不同养护时间内抗压强度				备 注	
			三醇乙胺	NaCl	CaCl ₂	711	减水剂	48	36	24		16
1	红旗	0.42	0.1	2			126				60小时为164kg/cm ²	
*2	400°矿渣	0.45	0.1	2		2		104	68	34	76.11	
8	“	0.45				2		68	40	32	“	
*4	华新	0.42	0.1	2			158	96	62		新鲜水泥 77.11	
5	500°矿渣	0.42	0.5	3			162	110	56		“	
6	“	0.38	0.1	2			NNO 0.5	90	22		效果不好	
7	华新	0.42	0.1	2			276	130			新鲜水泥 77.4	
*8	600°普通	0.42	0.1	2	3		402	296	224		“	
9	“	0.42			3		276	242	152		“	
10	“	0.45	0.1	2	3	2.5		132	102		效果不好	
*11	江南	0.40			3		176	142	91		新鲜水泥 77.4	
*12	油井水泥	0.45			4		184	168	116	74	四个月有结块 77.11	
13	“	0.45			5		96	80	48	36	“	
14	“	0.45			6		112	103	76	56	“	
15	“	0.45		3	4		146	98			“	
16	“	0.40		3	4		MF 0.5	170	128	70	42	“
17	“	0.40	0.1	3	4		MF 0.5		120	86		“
*18	“	0.40			4		MF 0.5	220	168	139	84	“
*19	“	0.40			4		NNO 0.5	252	136	124	80	“
20	“	0.40			4		木素 0.25	206	116	106	68	“

- 注：1. * 为常用配方；
2. 木素为木质素磺酸钙；
3. 拌和水温 20±2°C；试体在水中养护温度 20±2°C。

从表2中可看出，我们共使用四种类型外加剂。不同品种的水泥对其适应性也不一样。

(1) 早强复合剂(三乙醇胺、食盐) 在矿渣水泥中掺入这种复合剂是比较有效的，能较快提高早期强度，且可灌期较长，不易发生输送事故，在以后的钻进中也不会发生水泥脱落现象。

(2) 711速凝剂 对堵塞地下流动水及

小裂隙较有效，与复合剂配合使用，可使水泥强度比单掺711时提高50%。

(3) CaCl₂ 是硅酸盐类水泥最好的速凝早强剂，掺入量为水泥重量的2~4%。夏季取3%，冬季取4%。在普通硅酸盐水泥及油井水泥中掺入CaCl₂后，不但能增加和易性和初始流动度，而且早期强度能大幅度提高，这对缩短候凝时间是很有意义的。

(4) 水泥早强减水剂(MF、NNO) 在

硅酸盐类水泥浆中掺MF或NNO必须与CaCl₂配合使用,不仅能改善可灌性,而且由于水灰比减小,水泥早期强度比单掺CaCl₂要高。但掺入矿渣水泥中效果不佳,凝固时间长。

3.候凝时间与抗压强度 以往用400~500*矿渣水泥进行钻孔灌浆,候凝时间一般为60~72小时,掺711可降到36~48小时,采上的水泥灰心强度约为170公斤/厘米²。使用油井水泥候凝时间为48小时,强度180公斤/厘米²,发生数次打偏钻孔现象。究竟多大强度即可满足钻孔灌浆要求?我们逐次缩短候凝时间做了试验。候凝时间为48—40—36—24小时,而强度变化为180—150—120公斤/厘米²。候凝时间缩短到24小时扫通水泥灰心后在继续钻进中并未发生水泥掉块现象。这样我们就将实际候凝时间与室内相应时间测定的强度值作为参考依据。灌浆目的不同,候凝时间也不同,现将我们在现场所用不同水泥的候凝时间列如表3,供参考。

单位: 小时 表 3

水泥品种	堵 漏	坍 掉	固活石	人工偏斜	固楔
华新500*矿渣	8(掺711)	36	48	48~56	24
江南油井水泥	8	20~24	30	36	16

三 应注意的问题

几年来的实践证明,水泥灌浆在对付复杂地层方面虽起了重要作用,但不是万能的,须视地层条件而采取一些相应措施。

1.大孔段连续坍塌,虽然可以用水泥防坍,但时间较长。例如,有一钻孔从开孔至386米连续发生坍塌,分段灌浆共十次,占用时间25天。因此,当遇到这类地层时,仍应全孔使用泥浆钻进,以水泥堵漏,减少泥浆消耗。

2.对于较大溶洞(大于2米的开放性溶洞)应下埋头套管隔离。

3.对一般小溶洞或裂缝灌浆时,须先投碎石充填,扫实后才能灌浆。

4.当坍塌层为高岭土化或绿泥石化时,由于这种地层遇水膨胀且打滑,水泥灌浆后虽能干固,但维持时间不长,过后仍发生下滑坍塌。

5.水泥灰心强度超过围岩强度而发生打偏钻孔的问题很值得注意。除在操作规程上采取相应措施外,今后应研究测定围岩强度的方法来决定水泥候凝时间,从而控制水泥固结强度。

花香果盐水泥浆在钻进石膏层中的应用

安徽治勘公司八〇八队探矿攻关组 郑基举

我队在某矿区施工CK409号孔时,在灰岩、砂岩及磁铁矿中遇到很厚的石膏夹层。钻进中,从井内返上的泥浆,粘度及失水量迅速增大,泵送困难,泥皮也变得厚而疏松,井内事故不断出现,在中南矿冶学院探矿专业师生的大力帮助下,我们参阅了胜利油田关于钻井泥浆的有关资料,用南京野生植物试验厂生产的花果果粘胶,试制了花香果盐

水泥浆,比较有效地解决了石膏侵污泥浆的问题。这种泥浆的配方与性能见表。

花香果盐水泥浆为什么有较强的抗石膏侵污的能力呢?我们有以下二点看法:

1.泥浆中加入食盐(NaCl)时,食盐在泥浆中离解:



这样,在泥浆中就含有较多的钠(Na⁺)