

钻探技术手册

(下)

国家地质总局钻探技术手册编写组

一九七七年



钻探技术手册

(下)

国家地质总局钻探技术手册编写组

一九七七年

第八章 复杂地层的护壁与堵漏

一、复杂地层分类及护孔要求

钻孔揭穿松散、破碎、节理、裂隙、溶洞等岩层时，使地层失去固有的平衡状态，很容易发生冲洗液漏失与孔壁掉块坍塌等现象，轻者大量漏失冲洗液局部孔壁掉块，严重时孔壁塌落，使钻孔堵塞，造成事故，影响钻进。

根据地层的复杂程度及出现的现象不同，钻进所必需的护孔要求，大体可做如下分类：（表8—1）

孔壁坍塌因及处理方法考参表

表 8—4

孔 塌 的 原 因	孔 塌 的 现 象	孔 塌 的 防 治
1. 泥岩、页岩地层，被泥浆浸泡，发生水化膨胀。 2. 倾角大胶结性差以及破碎带等地层。 3. 可溶性盐类（岩盐、石膏层）或煤层，易溶成大肚子。 4. 操作措施不当，如起钻、拉活塞、孔内未灌满泥浆等。 5. 泥浆性能不适应客观情况如失水量大比重低等。	1. 泥浆粘度、切力、比重、含砂量增高。 2. 孔口返出岩屑增多，砂样混杂。 3. 起下钻迂阻，钻具下不到孔底。 4. 泥浆性能不稳定，起下钻返喷泥浆	调整泥浆性能参数： 1. 适当提高比重、粘度； 2. 降低失水量，提高泥饼的坚韧性； 3. 保持泥浆性能防止大幅度变化， 改善泥浆性质： 1. 钙处理泥浆； 2. 一般盐水或饱和盐水泥浆 人工补壁： 1. 粘泥补壁； 2. 灌注水泥浆； 3. 灌注化学浆液。

复杂地层及护孔要求分类表

表 8—1

地层分类	地质条件	原因及特征	护孔要求及措施
流砂层、砂砾层、破碎带等	岩石结构松散	①孔壁不稳定 ②孔壁受钻杆柱震动冲打,液柱压力小于地层压力时掉块、坍塌 ③冲洗液渗漏 ④起下钻迂阻钻具下不到底	①采用优质泥浆钻进,以防漏、防塌为主,必要时泥浆做增粘、加重处理 ②保持孔内液柱压力
粘土质砂岩,粘土胶结层,软质凝灰岩等	岩石结构松散,孔隙度大,吸水性强	①地层因吸水浸泡而松散,引起孔壁掉块坍塌 ②孔内岩粉增多 ③起下钻迂阻	采用优质泥浆护壁,以降低失水为主,防止孔壁掉块,坍塌
粘土层、粘土质页岩	岩石松软,吸水后膨胀	①地层吸水膨胀后钻孔缩径 ②钻进中冲洗液不畅通 ③起下钻迂阻容易卡钻	采用优质泥浆护壁,以降低失水、防粘土侵为主
各种盐类地层	盐类岩石矿物易被水溶解	①地层遇水溶解后造成钻孔超径与掉块坍塌 ②泥浆受地层可溶物侵污使性能变坏	①采用抗钙、抗盐泥浆护壁 ②钻进岩盐等地层采用饱和溶液护孔
裂隙、溶洞及喀斯特地层	石灰岩、白云岩、石膏层、岩盐等地层由于受地质构造、地下水等影响形成裂隙孔隙溶洞等	①冲洗液漏失或严重漏失 ②钻进中钻具突然下落 ③钢粒漏失,岩心异状钻进中有异常情况 ④伴随有涌水和掉块坍塌现象	①堵漏泥浆 ②粘土球及纤维物堵漏 ③采用速凝水泥及其它化学浆液 ④穿过此层后下套管隔离
承压水、气、油地层	地层内部含有高压的水、气、油等地层	地下承压层压力大于液柱压力,从钻孔内喷涌出来,引起孔壁坍塌、影响钻进	①采用加重泥浆 ②保持孔内液柱 ③用套管隔离

二、护孔材料及适用范围

护孔材料及适用范围综合表

表 8—2

护孔材料	材料性能及要求	适用条件	护孔方法提要
泥浆	根据地层实际情况, 选择不同性能的泥浆, 按不同性能要求适当加入处理剂提高泥浆质量	①松散破碎引起掉块坍塌地层 ②吸水膨胀地层 ③一般裂隙漏失地层	①加强泥浆的使用管理 ②经常保持泥浆质量
粘泥	①选用粘性大的粘土或膨润土 ②粘土中加纤维物 ③按不同孔径制成不同规格的粘土球(柱)	①钻孔浅部及覆盖层 ②钻孔局部地段的坍塌漏失	①用粘土加纤维物混合配制, 并充分拌匀打熟成球(柱) ②采取投入法或送入法, 下至预定位置 ③用钻具挤压填补孔壁及裂隙
水泥	①400 [#] 以上水泥 ②在水泥中加入锯末、砂粒等骨料以增强 ③加入速凝剂及其它材料配制速效混合液缩短凝固时间, 提高护堵效果	①破碎层较厚 ②坍塌较严重 ③特殊泥浆处理无效 ④漏失严重的裂隙层	①钻孔浅部采取直入法或导入法注送 ②钻孔深部采取送入法或孔内混合法 ③用泵入法注送时, 应采用较稀的水灰比及适当的凝胶时间
化学浆液	①有一定的抗压、抗冲击强度 ②能有效的固结岩石 ③可人为地控制凝胶时间	多用于裂隙地层的堵漏、护壁, 时间短、效果好	①采用灌注器送入孔内 ②在一定泵压下排出管外, 在孔内混合 ③注入方式力求简便
套管	与钻孔同径的钢管连接后要求直, 且内径规则	①浅部覆盖、坡积等地层 ②严重坍塌漏失地层 ③较大的溶洞	①准确校正孔深 ②下至较完整的坚硬层 ③管外涂油 ④孔口保护

三、泥浆护孔

(一) 各类地层使用的泥浆性能参考指标 (表8—3)

表 8—3
各类地层使用的泥浆性能参考指标

地 层 情 况	比 重	粘 度 (秒)	失水量 (毫升/30分)	泥饼厚度 (毫米)	静切力		含砂量 (%)	胶体率 (%)	稳定性 (%)	PH值
					1 分钟	10分钟				
一般地层	1.1 1.15	18—20	25以下	4 以下	0—10	15—25	小于 4	大于97	小于0.04	8—12
吸水膨胀地层	1.1 1.2	18—20	10以下	2 以下	0—10	15—25	"	"	"	"
坍塌掉块地层	1.2以上	25—30	15以下	2 以下	15—25	30—50	"	"	"	"
渗漏地层	1.1以下	25—30	15以下	3 以下	30—50	50—80 以上	"	"	"	"
承压油气层	1.3—1.5 以上	25以下	15以下	3 以下	5—15	10—20	"	"	"	"
涌水地层	1.3—1.5 以上	25—30	15以下	3 以下	5—15	10—20	"	"	"	"

(二) 孔壁坍塌的处理

(见572页表8—4)

(三) 堵漏泥浆

1. 石灰乳泥浆:

在泥浆中加入一定数量的熟石灰, 搅拌均匀, 泵入孔内; 或以石灰、锯末、泥浆按比例混合, 注入孔内, 静止2—4小时即可钻进。适用于一般漏失或较严重漏失层的堵漏。(表8—5)

2. 锯末碱剂泥浆:

选膨胀性较大的锯末, 用烧碱浸泡后, 加入泥浆中, 在一定泵压下将锯末压入地层。适用于承压不大的含水层裂隙的漏失处理。(表8—6)

3. 水泥泥浆:

在泥浆中加入1%的水泥后, 泥浆粘度会急剧上升, 用于一般性裂隙漏水处理。在漏失程度较严重的裂隙、破碎地层, 可采用泥浆水泥的配合比为1:0.5~1, 搅拌均匀后泵入孔内, 待凝固后即可钻进。

4. 水玻璃泥浆:

在普通泥浆内加入水玻璃溶液, 加入量一般为1—3%, 不应超过5%, 用于处理漏失。

5. 食盐泥浆:

在普通泥浆内, 加入食盐溶液, 提高泥浆质量。但加入过量的食盐, 会使泥浆性能下降, 应配合使用其他处理剂如栲胶、植物碱液等改善泥浆性能。〈表8—7〉

表 8—5

石灰乳泥浆配比表

泥浆情况	配方比 (泥浆:石灰:锯木)	粘度 (秒)	静切力 (毫克/厘米 ²)	失水量 (厘米 ³ /30分)	比重	注送方式
原浆	1:0:0	18—20	6	20	1.10—1.5	
加熟石灰	10:1:0	70—80	/	/		水泵送入
"	3:1:0	110—120	/	/		孔口注入
加石灰、锯木	100:2—4:1.5	/	/	/		"

表 8—6

材料	配方比 (烧碱:锯末)	浸泡时间 (小时)	加入量 (%)	注送方式
杉木、白杨、桦木等 锯末	2:10	24—48	20	水泵注入

食盐泥浆配比表

表 8—7

泥浆名称	加入处理剂及 用量(%)	性 能				注
		比重	粘度(秒)	失水量(厘米 ³ /30分)	静切力(毫克/厘米 ²)	
食盐泥浆	食盐0.3	1.33	29	36	70	
植物碱液泥浆	清香树0.25	1.37	25.5	9	25	
食盐与植物碱液泥浆	食盐0.1	1.37	38	10	100	
"	食盐0.2	1.38	60以上	10	120	
"	食盐0.3	1.37	不流动	10	160	

几种堵漏泥浆性能对比

表 8—8

泥浆种类	加入处理剂及 用量(%)	性 能				注
		比重	粘度(秒)	失水量(厘米 ³ /30分)	静切力(毫克/厘米 ²)	
普通泥浆	0	1.33	25	30	25	
石灰乳泥浆	石灰 1	1.34	60以上	40	80—100	
水泥泥浆	水泥 0.5	1.35	60以上	32	100—140	
食盐与植物碱液泥浆	植物碱液0.25 食盐 0.3	1.37	不流动	10	160	

四、堵漏方法

(一) 堵漏方法分类

堵漏方法分类表

表 8—9

分 类	特 征	预 防 与 处 理
轻微渗漏	泥浆能返出地面但返出量小于泵入量冲洗液逐渐减少	①采用优质泥浆作业要求尽可能小的比重，提高粘度降低失水量 ②避免采用大泵量、高泵压冲洗孔
普通漏失	①泥浆不能返出地面但孔内有一定的水位 ②当泵量增大时还能返出一小部份冲洗液	①使用优质泥浆防漏 ②采用堵漏泥浆 ③找准漏失位置 ④粘土球堵漏 ⑤锯末堵漏 ⑥用速凝水泥浆或速效混合液
严重漏失	冲洗液全部漏失，有进无出。孔内无水位。	①粘土球堵漏辅以堵漏泥浆 ②速效混合液堵漏 ③灌注化学浆液 ④快速钻穿漏失层后，下套管隔离

(二) 常用堵漏方法

1. 锯末堵漏：

由于地层破碎、裂隙而产生较严重的漏失，一般泥浆难于解决问题，用锯末进行堵漏处理，可见效果。

先将锯末晒干，清除木屑杂物，经 6—8 孔/厘米²的筛子分选后，伴随由孔口泵入的清水，将锯末缓慢投入，直至孔内水位升高至孔口为止，暂停 5—10 分钟，若停泵后水位下降，再继续投入锯末，反复 2—3 次，必要时将孔口封闭

送水，通过泵压使锯末挤入裂隙层中，然后以护孔泥浆钻进。

2. 粘土球堵漏：

(1) 粘土球材料及配方

表 8—10

种 类	材 料 及 配 方	注
普通粘土球	粘土加纤维物如锯末、麻刀纸筋马粪等	
"CMC"等粘土球	优质粘土加碱4%及适量的水湿润后打熟用"CMC"粉包裹	
混合料粘土球	水泥(500°)：锯末：粘土：水玻璃 100：(5—10)：10—20：20	如湿度不够，可加入适量的水

(2) 粘土球堵漏处理方法

表 8—11

投入方式	粘土球要求	工 作 程 序	注 意 事 项
直接投入	①按配方拌匀、打熟。 ②按钻孔直径要求成球（一般约50—80毫米）。 ③风干（表面）	①孔口投入，每次投入高度0.5—1.0米左右。 ②下钻具捣实。	①找准漏失段位置。 ②防止泥球中途蓬堵。 ③扫孔及初期钻进时宜采用慢转速，小泵量。
岩心管送入	①要求同上。 ②将粘土制成球状或圆柱体，不宜太稀。	①将泥球或泥柱装入岩心管内送入孔内。 ②采取泵压或回转钻具使泥球脱出。 ③下钻具捣实。	①注意事项同上。 ②下钻慢、稳。 ③如漏失段太长，应分次投入，逐次捣总投入量必须超过漏失段高度。

五、水泥浆液的护壁与堵漏

(一) 水泥浆液的有关性能

(详见封孔止水一章)

(二) 速凝水泥浆液

1. 常用速凝剂及一般用量:

常用速凝剂及一般用量表

表 8—12

种 类	规 格	性 能	用 量 (%)
氯化钙	工业用	白色块状, 含量65—70%	2—3
盐酸	"	比重1.174—1.189, 浓度35—38%	3—4
漂白粉	"	白色粉末	6—8
硅酸钠	"	硅酸系数1.78—3.10 比重1.47—1.60	3—20
氢氧化钠	"	白色块状	6—8
碳酸钠	"	白色粉末比重2.02	8—10

2. 速凝水泥浆液的一般性能:

速凝水泥浆液的一般性能表

表 8—13

水 灰 比	附 加 剂		初凝时间	终凝时间	抗压强度(公斤/厘米 ²)			
	名 称	用量(%)	时—分	时—分	1天	2天	7天	28天
1.1	0	0	14—15	25—0	8	16	59	92
1.1	水玻璃	3	7—20	14—30	10	18	55	/
1.1	氯化钙	2	7—10	15—04	10	19	61	95
1.1	"	3	6—50	13—08	11	20	65	98
0.6	氯化钙	3	/	6—10	(48小时后抗压强度) 13.2 (公斤/厘米 ²)			
0.6	盐酸	4	3—25	7—55	11.7			
0.6	漂白粉	8	4—50	6—30	8.2			
0.6	水玻璃 氢氧化钠	10 6	0—8	0—54	4.5			
0.6	水玻璃 氢氧化钠	15 8	0—6	1—20	5.2			
0.6	水玻璃 碳酸钠	10 8	0—2	1—15	4.7			
0.6	水玻璃 硅酸钠	15 10	0—3	0—27	6.9			

注. 水泥为500*普通硅酸盐水泥

3. 速凝水泥浆液的应用举例: 表8—14

(三) 速效混合液

1. 由几种速效混合液: 表8—15

不同地层条件下氯化钙水泥浆凝固时间

表 8—14

材 料				水泥浆 粘 度 (秒)	孔内凝 固时间 (小时)	适用漏失 程 度	灌浆时下 入钻具的 位 置	备 注
水 泥		氯化钙	水 公斤					
标号	重量 (公斤)							
500号	100	3 公斤	40	45—60	14—16	裂隙溶洞严重漏失、不返水	漏水部位以上1—2米	不注浆
			45	35—45	16—18	含水层，小裂隙一般性漏失每小时消耗1米 ³	漏水部位以下0.2—0.5米	注浆
600号	100	3 公斤	40	45—60	10—11	裂隙溶洞严重漏失，不上水	漏水部位以上1—2米	不注浆
			45	35—45	11—12	含水层小裂隙，一般性漏失，消耗量每小时/米 ³	漏水部位以下0.2—0.5米	注浆

几种速效混合液配方比

表 8—15

数量 (公斤)	材 料 名 称	泥 浆	水 泥	火 碱	水玻璃	雪花石膏	水	砂
		(32秒)	(500°)	(工业品)				
配方号								
1		2000	100	3	3		300	
2			1000			150—200	600	
3			1000			150	900	300
4		18	5	0.7		12		

2.速效混合液的使用:

速效混合液的配制使用方法

表 8—16

配 方 号	1	2	3	4
配制程序	在所需泥浆内加入水泥,搅拌均匀后将火碱水玻璃依次加入	将水泥制成水泥浆后,再加雪花石膏混合搅拌	制成水泥浆后加入砂子,再加花石膏混合搅匀	①泥浆与水泥掺合搅匀 ②加水玻璃快搅一分钟 ③迅速将石膏快加快搅立即送入孔内
灌注方式	水泵注入	孔口注入 灌注器送入 孔内混合	孔口注入 灌注器送入 孔内混合	孔口注入 孔内混合
适用条件	处理一般性漏失	处理较严重漏失段	处理较严重漏失段	多用于处理 100 米内浅孔地段的大裂隙、溶洞及严重破坏带的漏失
待凝时间 (小时)	24	24	48	4

3.速效混合液的处理效果: (见585页表8—17)

4.速效混合液配方参考:

(1) 胶质速凝水泥浆:

石油钻井胶质速凝水泥浆配方比

表 8—18

水 泥 (400-500°)	泥 浆 (比重1.20)	水 玻璃	烧 碱	纯 碱	石 灰	氯化 钙	水	锯 末	粘 土
① 100	60	12	7.5—12				5—10		
② 100	66			1				3—4	
③ 100	20	15	5		25		55		
④ 100						3	50		10

几种速效混合液处理效果实例

表 8—17

编 号	漏 失 深 度 (米)	孔 内 情 况	材				料				灌注方法	效 果
			水泥 (公斤)	水灰比	硅酸钠 (升)	碳酸钠 (公斤)	氯化钙 (公斤)	漂白粉 (公斤)				
1	8.30—11.87	孔径 150 毫米, 石英砂岩, 水位 9 米	200	0.5 0.6	20	16				孔口倒入	待凝 13 小时, 堵住	
2	128.17	孔深 129.29 米, 孔径 110 毫米, 大理岩, 无水位	300	0.6	30	30				"	待凝 15 小时, 堵住, 但扫孔操作不当卡钻	
3	94.67—100.97	孔径 110 毫米, 大理岩, 坍塌漏失	220	0.6	19	19				"	待凝 12 小时, 堵住	
4	223.93	孔径 110 毫米、大理岩, 坍塌漏失,	400	0.7	40	40				"	灌注后未通孔, 在 74 米处逢堵, 无效	
5	8.9—15.5	孔径 130 毫米石英砂岩坍塌漏失, 无水位	200	0.6	20	12				注入工具	待凝 5 小时, 堵住	
6	8.90—15.5	孔径 130 毫米石英砂岩漏失无水位	250	0.6	25	15				"	水泵故障	
7	20.20—21.2	孔径 130 毫米石英砂岩漏失, 无水位,	150	0.6	/		4.5			孔口倒入	待凝 7 小时, 堵住	
8	240	孔径 75 毫米大理岩漏失, 无水位	200	0.6	/		6.0			钻杆灌入	堵住	
9	36	绿泥石, 全漏, 无水位	200	0.6	/		/	16—20		孔口倒入	待凝 8 小时, 堵住	