



提高坚硬致密弱研磨性地层钻进效率的几点体会

江西省地质局 徐晓军 严通元 夏汇均

我局荷沂矿区主要地层有花岗岩以及上石炭统船山灰岩和下二叠统栖霞灰岩。由于后期构造运动的影响,使矿区裂隙溶洞发育,几乎孔孔漏水。

花岗岩的特点是:石英(40%以上)、长石的含量高,石英常呈聚粒状集合体、聚斑状、斑晶出现,斑晶约占30—50%,斑晶直径达4—10毫米,多为隐晶质。基质多为长英质,粒径0.1毫米(相当于140目)左右。后期的石英粒径在0.08~0.3毫米(相当于60~180目)左右。岩石在后期的硅化作用比较强烈,故强度大(据测定,平均抗压强度500—600公斤/平方厘米,最大达2991公斤/平方厘米)、硬度高,结构致密,研磨性弱;岩石可钻性为9~10级,部分11级。

79年11月至80年7月,用金刚石钻探施工了八个钻孔,在花岗岩中平均台效106米,时效0.42米,平均回次进尺0.30米(见表1)。

例如:ZK 1401孔,孔深212.37~230.49米为斑状黑云母花岗岩,用南昌二六〇厂出产的强度2万、粒度80目的人造孕镶金刚石钻头(胎体硬度HRC 30),51个回次共进尺18.12米,纯钻时间109小时,时效0.17米,平均回次进尺0.36米。其中一段12个回次进尺0.46米,纯钻时间28小时10分,时效0.02米,平均回次进尺0.04米,钻头每次都需人工处理才能进尺。

可见用常规的金金刚石钻头钻进这种花岗岩效率很低,主要原因是钻进过程中,钻头胎体仍显得偏硬,金刚石不能自磨出刃。为了摸索提高坚硬致密、弱研磨性地层钻进效率的途径,先后选择了107个钻头,在不同的花岗岩层进行了对比试验,初步取得了一些效果,平均台效由106米提高到260米,平均时效由0.42米提高到0.93米,平均回次进尺由0.30米提高

用常规钻头钻进花岗岩技术经济指标

表 1

钻进方法	施工钻孔数 (个)	总进尺 (米)	台效 (米/台月)		时效 (米/小时)		回次进尺 (米)		钻头主要性能
			混合	其中花岗岩	混合	其中花岗岩	混合	其中花岗岩	
金刚石 钻进	8	1882.22	328	106	1.34	0.42	1.48	0.30	天然表镶钻头;天然孕镶钻头(HRC 40—42) 人造孕镶钻头(浓度100%, HRC 37—45, 粒度70—100目)

到0.77米。现将有关情况与体会,简述如下。

正确选择钻头性能参数

1. 金刚石品级

经相同数量的优质级和标准级人造孕镶金刚石钻头对比试验(见表2)表明,优质级比标准级的时效提高将近三倍多。所以要想在坚硬致密、弱研磨性的地层获得较高的钻进效率,必须采用强度高、晶形好的优质级或特级天然或人造金刚石。

2. 金刚石浓度

金刚石浓度也是影响钻进效率的重要因素。金刚石浓度不能千篇一律,要因层制宜。如斑状黑云母花

岗岩,坚硬致密、弱研磨性,浓度太高反而不理想。通过37个钻头的资料(见表3)表明,金刚石浓度以75—80%为好。而钾长石化斑状花岗岩、叶腊石化斑状花岗岩斑晶较前者少,颗粒较粗,据62个钻头资料表明,浓度100%为好。当然选择金刚石浓度时亦要考虑金刚石粒度和胎体硬度、金刚石品级等因素的相互影响,如金刚石粒度细,表面积大,金刚石浓度可取低一些,相反就要取高一点。值得指出的是,金刚石浓度对时效和钻头寿命影响很大,往往两者不可兼得,这就要看那个是主要矛盾。如中硬地层进尺快,要适当控制时效,延长钻头寿命。相反,在坚硬、致密弱研磨性地层,进尺困难,应提高时效为主,兼顾

不同金刚石强度的钻头对钻进效率的影响

表 2

金刚石品级	金刚石强度 (公斤/厘米 ²)	钻头个数 (个)	粒度 (目)	胎体硬度 HRC	孕镶层厚 (毫米)	总进尺 (米)	平均时效 (米/小时)	平均回 次进尺 (米)	平均钻 头寿命 (米)	岩 性
优质级	2—2.5万	4	80	25—35	4	40.50	0.59	0.70	10.12	斑状黑云母花岗 岩, 斑状白云母花岗 岩
标准级	2 万以内	4	80	27—30	4	17.09	0.18	0.33	4.27	岩

金刚石浓度对钻进效率、钻头寿命的影响

表 3

金 刚 石		浓度 (%)	钻 头 个 数	进 尺 (米)	纯 钻 (小时:分)	时 效 (米/小时)	回 次 数	平均回 次进尺 (米)	平均钻 头寿命 (米)	岩 性
品种	目数									
国 产 人 造 金 刚 石	60 100	100	16	74.17	112:10	0.66	109	0.68	4.64	斑状黑云母花岗岩, 斑状白云母花岗岩
		80	4	14.34	13:25	1.07	26	0.55	3.59	斑状黑云母花岗岩, 斑状白云母花岗岩
		75	12	31.57	27:40	1.14	47	0.67	2.63	斑状黑云母花岗岩, 斑状白云母花岗岩
		70	1	1.86	2:30	0.74	5	0.37	1.86	斑状黑云母花岗岩, 斑状白云母花岗岩
		50	4	5.52	7:45	0.71	20	0.28	1.38	斑状黑云母花岗岩, 斑状白云母花岗岩
		合计	37	127.46	163:30	0.78	207	0.62	3.44	

金刚石浓度对钻进效率、钻头寿命的影响

表 4

金 刚 石		浓度 (%)	钻 头 个 数	进 尺 (米)	纯 钻 (小时 :分)	时 效 (米/ 小时)	回 次 数	平均回 次进尺 (米)	平均钻 头寿命 (米)	岩 性
品种	目数									
国 产 人 造 金 刚 石	70— 120	100	58	299.32	173:10	1.73	262	1.14	5.16	钾长石化斑状花岗岩, 叶腊石化斑状花岗岩
		80	2	9.02	6:00	1.50	11	0.82	4.51	钾长石化斑状花岗岩, 叶腊石化斑状花岗岩
		75	2	12.99	13:25	0.97	27	0.48	6.50	钾长石化斑状花岗岩, 叶腊石化斑状花岗岩

金刚石目数对钻进效率、钻头寿命的影响

表 5

金 刚 石		目数	钻 头 个 数	进 尺 (米)	纯 钻 (小时: 分)	时 效 (米/小时)	回 次 数	平均回 次进尺 (米)	平均钻 头寿命 (米)	岩 性
品种	浓 度 (%)									
国 产 人 造 金 刚 石	50—100	100	11	31.65	75:50	0.42	103	0.31	2.88	斑状黑云母花岗岩, 斑状白云母花岗岩
		80	22	97.00	223:00	0.43	188	0.52	4.41	斑状黑云母花岗岩, 斑状白云母花岗岩
		70	12	59.94	56:50	1.05	74	0.81	4.99	斑状黑云母花岗岩, 斑状白云母花岗岩

金刚石目数对钻进效率、钻头寿命的影响

表 6

金 刚 石		目数	钻 头 个 数	进 尺 (米)	纯 钻 (小时:分)	时 效 (米/小时)	回 次 数	平均回 次进尺 (米)	平均钻 头寿命 (米)	岩 性
品种	浓 度 (%)									
国 产 人 造 金 刚 石	75—100	120	2	6.15	4:45	1.29	7	0.88	3.08	钾长石化斑状花岗岩, 叶腊石化斑状花岗岩
		100	17	109.36	55:05	1.99	76	1.44	6.43	钾长石化斑状花岗岩, 叶腊石化斑状花岗岩
		80	24	119.85	68:15	1.76	103	1.16	4.99	钾长石化斑状花岗岩, 叶腊石化斑状花岗岩
		70	19	85.97	64:30	1.33	114	0.75	4.52	钾长石化斑状花岗岩, 叶腊石化斑状花岗岩
		合计	62	321.33	192:35	1.67	300	1.07	5.18	钾长石化斑状花岗岩, 叶腊石化斑状花岗岩

钻头寿命。

3. 金刚石粒度

一般来说,坚硬致密、研磨性弱的地层,浓度应低一些,金刚石粒度要细一些,因为粒度过粗,单颗金刚石吃入岩石的压力就小,如果浓度又高,则胎体出露面积也相应减小,胎体不易磨损,金刚石无法出露。

在斑状黑云母花岗岩中,金刚石粒度70目的比80目好。

在钾长石化斑状花岗岩、叶腊石化斑状花岗岩中,粒度以100目为好。

4. 胎体硬度

在坚硬致密地层中,出露的金刚石磨损比较快,进尺慢,岩粉少,且颗粒细,研磨性能差,因而胎体不易磨损,金刚石不易出露,一般用降低胎体硬度的办法来加速金刚石出刃。荷沂矿区斑状黑云母花岗岩、斑状白云母花岗岩以HRC15—20为好,HRC21—25也适用。中细粒花岗岩,含斑状花岗岩以HRC26—30与31—35为好。钾长石化花岗岩、叶腊石化花岗岩以HRC36—42为好。部分较软的叶腊石化花岗岩以及花岗岩砾(角砾以叶腊石方解石为主)岩HRC42以上为好。

5. 金刚石钻头孕镶层高度的探讨

钻进坚硬致密、弱研磨性地层所用的钻压比较大,才能造成胎体和岩石之间的强摩擦作用,故孕镶层也相应增加磨损。据96个钻头统计资料,当孕镶层磨完后,内、外径尚且可用,一般外径保持在55.80~56.00毫米,内径保持在39.00~39.20毫米之间,若孕镶层能增加至5毫米,则对钻头的利用率可进一步提高,钻头的平均进尺也可相应提高。

6. 钻头唇面

在试验过程中,发现有些最后磨成阶梯形,同心沟槽或掉一组胎体的钻头,时效反而高,这可能和孕镶层金刚石分布不均,浓度普遍降低,增加自由克取面,减少径向振动,单位面积上的钻压增加有关,为此,我们建议:

(1) 将唇面加工成阶梯形或锯齿状,它可减少钻头的径向振动,增加自由克取面,从而提高钻进效率。

(2) 增加水口,即相对减少钻头底唇面,从而使单位面积上的钻压相应提高,有利于金刚石吃入岩石,如果只注意加宽水口宽度会引起每组胎体中间部分冷却不良。以 $\phi 56$ 毫米口径为例,8个水口是较好的,如使用勘探所生产的336#钻头,8个水口,粒度80目,HRC15 \pm ,时效达1.13米,回次进尺0.43

米,孕镶层磨耗2.36毫米,进尺4.73米,使用期间始终未发生轻烧现象。

(3) 内、外径尽量采用人造聚晶或天然金刚石补强,针状合金补强常因其强度、硬度不足而钻头内、外径过早磨损出现内外锥形,即使还有孕镶层也无法进尺。

在坚硬打滑层,保径材料要镶嵌在孕镶层上部,不宜太接近底唇,否则会造成保径材料顶住岩石,而妨碍进尺的现象。

应当指出,上述金刚石性能参数要综合分析矿区岩层情况合理选择,才能做到钻头与地层相适应。我们分析、研究了试验钻头的全部资料,认为荷沂矿区坚硬致密、研磨性弱的花岗岩地层,推荐选用表7优选的金刚石钻头。

钻进工艺的合理应用

有了与地层相适应的钻头固然重要,但要想打出好的水平,还必须有合理的钻进工艺与之相配合,经生产实践,体会到要注意以下几点:

1. 合理选择钻进参数

(1) 钻压适当加大

钻压是影响钻进效率的一个重要因素,开始试验时,钻压控制在800—1000公斤之间($\phi 56$ 毫米钻头),第一批试验钻头的效率特别低(时效0.30米),回次进尺才0.37米。

第二批钻头,除新钻头第一回次用800公斤钻压外,一般均采用900—1300公斤,时效便提高到0.75米,回次进尺提高到0.70米(见表8)。这是因为坚硬致密地层岩石抗压强度高,钻压提高一些,能使胎体底唇与孔底岩石表面造成强制摩擦作用,迫使金刚石出刃,而有效地破碎岩石,但最大钻压还应控制在钻具和钻进条件允许范围内,否则容易出事故。

(2) 转速适当提高

在保证钻具稳定和足够的钻压前提下可以使用较高的转速,这样可以充分发挥孕镶钻头的优点,获得较高的时效,由于荷沂矿区孔孔漏水,坚持抹钻杆油,转速也只能开至574—819转/分,但转速不宜过低,否则效率受影响。

(3) 采用适当的泵量

一般用金刚石钻进正常地层时,对 $\phi 56$ 毫米口径,泵量40—60升/分泵量不需调整,但在钻进弱研磨性、坚硬地层,特别是钻孔漏水的情况下,要配合钻压作必要的调整。在试验第三批钻头时,由于金刚石不易出露,出露了的金刚石将很快地磨钝抛光,于是在增加钻压的同时,相应将水量调小至30升/分左

荷沂矿区花岗岩优选钻头参考表

表 7

常 见 岩 石		花 岗 角 砾 岩	叶 腊 石 化 花 岗 岩	钾 长 石 化 花 岗 岩	中 细 粒 黑 云 母 花 岗 岩	含 斑 状 花 岗 岩	斑 状 黑 云 母 花 岗 岩	斑 状 白 云 母 花 岗 岩	石 英 脉					
		8—9	9	9	10	9	10	10	11	10	11	10		
钻头类型														
钻头性能指标														
可 钻 性 等 级														
岩 石 研 磨 性														
完 整 度		完整												
人 造 孕 镶 钻 头	浓 度 (%)	100	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		80					○	○	○	○	○	○	○	○
		75						○		○		○		○
		50												○
	粒 度 (目)	100	○	○	○	○	○							
		80				○	○		○		○			
		70						○		○		○		○
	胎 体 硬 度 (HRC)	15—20								○		○		○
		21—25					○		○		○		○	○
		26—30				○	○	○	○		○		○	○
		31—35				○	○		○		○		○	○
	金 刚 石 品 级	36—42	○	○	○									
42以上		○	○											
标准级 (RB)		○	○	○		○								
	优 级 (RY)				○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	特 级 (RT)								○		○	○	○	

四 批 钻 头 试 验 情 况

表 8

批 量	钻 头 个 数 (个)	浓 度 (%)	粒 度 (目)	胎 体 硬 度 HRC	孕 镶 层 高 度 (毫 米)	总 进 尺 (米)	纯 钻 (小 时 :分)	时 效 (米/小 时)	回 次 数 (次)	平 均 回 次 进 尺 (米)	平 均 钻 头 寿 命 (米)	钻 进 参 数			
												钻 压 (公 斤)	转 数 (转/分)	泵 量 (升/分)	泵 压 (公 斤 /厘 米 ²)
1	11		80—100	15—30	4	61.92	205:35	0.30	167	0.37	5.63	800—1000	574	40—50	18±
2	19		70—100	15—49	4	78.63	104:45	0.75	113	0.70	4.13	900—1300	574—819	40—60	20±
3	15		70—80	20—42	4	48.04	45:20	1.06	85	0.57	3.20	800—1300	574—819	60—30	20±
4	62		70—120	21—54	4	321.33	192:35	1.67	300	1.07	5.19	800—1300	574—819	40—70	20±
合计	107					509.92	548:05	0.93	665	0.77	4.77				

右, 结果使胎体和岩石之间的摩擦增强, 便于金刚石出刃。该批钻头的时效相继提高到 1.06 米(见表 8)。

2. 操作技术要和钻进参数相结合

每回次开始前必须坚持轻压慢转扫至孔底, 再以钻压 800~900 公斤、转数 574~819 转/分、泵量 50

~60 升/分(所钻地层为裂隙溶洞发育, 有漏水现象, 故水量偏大)的参数钻进较好。人工出刃的金刚石钻进数分钟后随即磨钝, 时效随着下降, 此时应将钻压缓慢增至 1300 公斤左右, 泵量减少至 30 升/分, 经半至一分钟, 时效便能加快, 这时一定要根据具体岩性

及时采取措施控制时效。即减少钻压至900公斤左右，增加泵量至40—50升/分。

钻进过程中千万不能关系、大压、快转在孔内强行研磨，一则钻头消耗过大，二来容易造成烧钻事故。

3. 确保钻具的迴转稳定性

保证钻具迴转的稳定性，是金刚石钻头高效、低消耗的的必要条件，例如人工出刃的金刚石在钻具迴转稳定时，10分钟可进尺0.30米，若钻具迴转不稳定时，往往进尺0.05米左右金刚石就磨钝抛光。在现场我们采取了保证钻具迴转稳定措施，结果第四批试验钻头在钾长石化斑状花岗岩、叶腊石化斑状花岗岩中钻进，时效高达1.67米，平均回次进尺也有1.07米。

酸浸泡法与酸涂抹法试验效果

表 9

方法	钻头个数(个)	粒度(目)	胎体硬度HRC	进尺(米)	纯钻(小时:分)(小时)	时效(米/小时)	回次数(次)	平均回次进尺(米)	平均钻头寿命(米)	每米钻头磨耗(毫米)		
										外径	内径	高度
浸泡法	8	80—100	15—30	9.62	18:50	0.51	39	0.24	1.20	0.36	0.69	1.84
涂抹法	2	100	15—25	3.84	6:20	0.62	15	0.26	1.97	0.22	0.35	1.60

另一种是涂抹：用毛笔将酸溶液涂于钻头底唇面上（试验效果见表9），涂抹法比浸泡法好，但两者的共同特点是钻头寿命不太高。由于酸溶液所散发的气体是有害的，工人同志不太喜欢用。

2. 研磨法：

钻头通过变径接手接于主动钻杆下，开泵钻进研磨性强的岩石，一是观察不方便，二是占用钻机，无形中增加辅助时间，结果金刚石出刃不理想或底唇磨耗过度。

用500#水泥，按水泥比石英砂为2:1或3:2加适量的水浇铸成水泥墩，等水泥初凝后用外径稍大的钻头在水泥墩上印几个互不勾通的导正环状槽，槽深5—10毫米均可，干后即可使用。有条件的地方，可放些废砂轮粉或金刚砂于槽内，无此条件的用石英砂也可，加水用手控制电钻开关间断迴转研磨，旁边设置清水桶，可随时清洗冷却，便于观察，使用方便，造

金刚石钻头人工出刃方法的探讨

由于目前钻头品种单一，其性能和所钻坚硬致密、研磨性弱的地层不相适合，必须进行人工出刃，我们常用的方法是：

1. 酸腐蚀法

一种是浸泡：采用硝酸、HF酸：水 = 25:25:50毫升的溶液，浸入孕镶层0.5毫米±，浸泡6—8分钟。此法操作简便，但因毛细管现象所致，内、外径也受到腐蚀。造成外径过小，造成多余的扩孔；内径过大，无法配置卡簧，所以浸泡法对软胎体钻头是不太适应的（试验效果见表9）。

价低廉。

判别金刚石是否出刃的办法是：白天可用放大镜观察或用手指甲在钻头底唇面上刻划，有颗粒凸起即为出刃，晚间放置灯光下成乌黑色为好，如底唇面发亮则出露不好，底唇面发亮是磨钝的金刚石在灯光下反光作用所致。

总之，要提高坚硬致密、弱研磨性花岗岩地层钻进效率，必须使钻头胎体性能、金刚石参数、钻进程、操作技术与所钻岩石特征相适应，组成一个“岩石—胎体—金刚石”的相互磨损系统。这样，既可保证金刚石的合理出刃，又有较高的时效、回次进尺和钻头寿命。另外，技术管理生产管理亦应跟上去，才能取得较合理的综合经济效益。

参考资料

《关于打滑地层金刚石钻进的若干问题》勘探所钻头组，“探矿工程”1979年第5期

简讯

吉林省地质学会举办“绳索取心钻进技术”培训班

年初省地质学会在长春地质学院举办了一期“绳索取心钻进技术”培训班，参加这期培训班学习的有地质、冶金、煤田等系统的四十名钻探工程技术人员。学习时间七天。这期培训班比较系统地讲解了绳索取心钻具设计、结构和工作原理，以及绳索取心钻头、钻进工艺，提高绳索取心钻进效率的措施，并介

绍了国内外采用这项新技术的概况，使参加学习的技术人员开阔了眼界，初步掌握了这项新技术的理论和操作知识，他们决心在实际工作中积极推广这项新技术，让它在我省开花结果，为加速我省地质钻探事业的发展，做出新贡献。

吉林省地质局探矿处 庞玉琴