



在复杂、坚硬打滑地层进行绳索 取芯钻进若干问题的探讨

吉林省地质局第四探矿公司 王斗秋

绳索取芯钻进是一项新技术,随着金刚石小口径钻进的普遍应用,已得到了逐步推广。通过两年来的实践,我们初步取得了一些成果,特别是对在复杂、坚硬打滑地层中进行绳索取芯钻进所遇到的问题,作了一些探讨,下面谈谈我们的体会。

地层与钻探技术经济指标

在金斗铜镍矿区,施工了四个钻孔,岩石大部分为均质混合岩、正长斑岩、闪长玢岩、球粒流纹岩以及部分辉长岩、橄榄辉长岩、苏长岩等岩体。岩体与围岩之间为透闪石蚀变带和断层白泥。钻孔严重坍塌、缩径、掉块,局部漏失、涌水。正长斑岩、流纹岩坚硬致密,钻进时严重打

滑。例如,在西岔金银矿区施工的ZK72孔,终孔深度728米,是用普通小口径金刚石钻进到647米后再用绳索取芯钻进的,遇到三个断层破碎带。520米到670米为大断层,因严重坍塌、超径,无法继续施工而被迫停钻。所施工的都是普查孔,间距比较大,所以各个钻孔的地层都有所不同,其技术经济指标如表1所列。

若干问题的分析与探讨

一、与普通小口径金刚石钻进对比 为便于说明问题,以金斗铜镍矿区为例,将1980年开钻的一台普通小口径钻机和1981年在同一地段施工的一台绳索取芯钻机的一些实际资料列表2~5。

表 1

孔号	孔深 (米)	合金钻进 (米)	普通金刚石钻进 (米)	绳索取芯钻进 (米)	总台时 (时)	纯钻时间		辅助时间		台月数	台月效率 (米)	小时效率 (米)	平均回次进尺 (米)	平均提钻间隔 (米)	最高提钻间隔 (米)	打捞成功率 %	钻杆折断次数	打捞钢丝绳折断次数	平均采取率 %	单位成本 (元)	提钻次数
						(时)	%	(时)	%												
715	424	78	52	294	800	307	38.4	427	53.4	1.11	382	1.38	1.91	11	51	82.5	25	2	98	67.34	27
716	450	6	100	344	464	262	56.5	195	42	0.64	703	1.72	2.10	13	54	83.5	0		99.5	43.97	27
717	459	10	136	312	696	328	47.1	305	43.8	0.97	473	1.40	1.40	5.8	43	75.7	1		97	58.03	54
101	451	12	211	227	480	259	54	191	39.8	0.67	673	1.70	2.44	17	52	85.7		1	96	58.13	13
72	728			81	390	159	40.8	160	41	0.54	1348	0.5	1.60	5.4		70	7	11	90		12
注 717孔经常出现坚硬打滑岩层,不进尺就换 ϕ 56普通小口径钻具,所以提钻次数最多。																					

效率对比

表 2

年 份	钻进 方法	完成 工作量 (米)	台月 数	台月 效率 (米)	总台 时 (时)	纯钻时间		辅助时间		事故时间		小时 效率 (米)	平均钻 头进尺 (米)	单位 成本 (元)
						(时)	(%)	(时)	(%)	(时)	(%)			
1980	普通	1292	3.57	362	2568	820	31.9	1357	52.9	391	15.2	1.58	56	58
1981	绳索	1482	3.10	478	2232	993	44.5	904	40.5	33.5	15	1.50	64.30	98

不同孔深平均每回次提钻取芯所需时间对比

表 3

孔深(米) 时间(时)	0~100	101~200	201~300	301~400	401~500
绳 索	0.54	0.73	0.90	1.12	1.82
普 通	0.57	0.66	0.78	0.94	1.2
%	-5.2	+15	+15	+19	+51
注	1. 绳索取芯未包括715、717两个复杂孔的资料。 2. 普通小口径系1980年3个正常钻孔资料。				

同一类型钻头在同一岩层中平均时效对比

表 4

岩 石 名 称	岩 石 级 别	钻 头 类 型	钻进方法	进尺(米)	钻进时间 (时)	时 效 (米/时)	%
苏 长 辉 长 岩	7	郑州天然孕镶	普通	93	30	3.10	100
			绳索	95	48	2.00	64
黑 云 均 质 混 合 岩	8	"	普通	10.83	6.15	1.76	100
			绳索	21.59	24.20	0.89	50
角 闪 正 长 斑 岩 红色均质混合岩	9	"	普通	17.84	16.40	1.08	100
			绳索	14.60	20.25	0.72	67
石 英 正 长 斑 岩	10~11	"	普通	7.20	13.40	0.53	100
			绳索	4.04	29.25	0.138	26

同类型钻头在8~9级岩石中平均使用寿命对比

表 5

钻 进 方 法	钻 头 类 型	累计进尺(米)	使用钻头数	平均钻头钻进(米)	%
普 通	郑州天然孕镶	132.70	1	33.2	100
绳 索	"	856.84	10	85.7	258

根据上述表列数据和生产实践来分析,在复杂、坚硬打滑地层进行绳索取芯钻进,与普通小口径金刚石钻进比较,有以下几点认识。

1. 绳索取芯钻进效率低,但钻头使用寿命长。绳索取芯钻头壁厚,较普通小口径钻头多2毫米,

环状面积增加2.32平方厘米(12%),即使是采用大压力钻进,效率也不如普通小口径,因为它不仅是刻取岩石的环状面积增加,同时钻头内外径线速度差也增大。表4数据说明,随着岩石硬度的提高,绳索取芯钻进的小时效率大幅度下降

绳索取芯钻头由于壁厚的增加,相应地提高了它的抗冲击和耐磨性,不易损坏,因而大大提高了它的使用寿命,一般比普通金刚石钻头提高一倍以上。

2. 打捞取芯大提钻时间长,但总的辅助时间短。表3所列数据是根据两年的统计资料,专就提钻取芯时间进行对比,结果是绳索取芯所花的时间,反而比普通小口径多,而且随着孔深的增加,差距更大,恰恰和我们以前的认识相反。我们测定过投放内管的速度,每百米为8分钟,而普通小口径提钻,每百米为9分钟,相差不多。绳索取芯往往也要进行大提钻,由于没有拧管机,全靠人拧,平均提钻间隔仅为9.7米,再加上投放内管没有报信装置,心中无数,只好凭经验多等一会,深孔等的时间更长。因此,提钻取芯时间就长。但总的辅助时间则比普通小口径短,这是因为绳索取芯大大减少了扫孔排粉、扫掉块、处理钻杆堵水,以及钻头不易损坏,很少磨孔时间等。

3. 孔壁间隙小,泵压大,对漏失地层不利。有的孔用普通小口径钻进不漏,换上绳索取芯就严重漏失。例如ZK101孔在孔深200米以后,换上绳索取芯钻进,一直漏着钻进至终孔。但是,孔壁间隙小,不经常提钻,又有利于防止掉块及轻微坍塌。如上述ZK101孔,没有换绳索取芯钻进之前就经常掉块,以致墩坏钻头;换用绳索取芯钻进以后,就一直未出现掉块。

二、低固相泥浆的使用与钻杆内壁挂泥皮问题 通过几个钻孔的实践,绳索取芯钻进应用低固相泥浆是完全可行的,尽管有孔壁间隙小,所需泵压大,抽吸作用强,且不能回灌等问题,但只要根据复杂地层的特点,选择好相适应的泥浆性能,就能取得良好的效果。如ZK715孔,孔深224米往下,有几个蚀变带,严重坍塌、缩径,孔内出现涌水,给水钻进时就漏失。我们经过反复实践发现,当泥浆粘度低于20秒时,孔内出现涌水,此时泥浆被稀释,岩粉增多;而当泥浆粘度高于25秒,则孔内漏失严重;当粘度保持在22~23秒,则不漏不涌,顺利地钻进到终孔。西岔ZK72孔,孔深700多米,一直使用低固相泥浆,效果很

好;只是在每次大提钻后,因岩粉沉底,岩粉堆积孔底10~20米,钻头下不到底,需要扫孔排粉1~2小时。为此,我们严格规定使用第一档速度(四股绳)缓慢提钻,来减少抽吸作用,结果孔底岩粉减少到1~2米。我们使用的低固相泥浆是HPAM-PAN型,主要成份为辽宁黑山粘土粉、吉林辽源三化的磺化聚丙烯酰胺和吉林通化人造毛皮厂的下脚料。常用泥浆的主要性能是:比重1.02~1.06,粘度20~25秒,失水量8,泥饼厚度0.5毫米。在使用过程中钻杆内壁出现多次挂泥皮的现象。这是一个新问题。挂泥皮开始出现的征兆,就是内管投放遇阻,用手拉一拉钢丝绳,墩一墩就下去几米,这样通过几个立根,才不再受阻。但钻进三四个回次以后,投放内管就怎么也下不去,不得不提钻换立根。我们换得最多的一次,是9个立根(80~85米)。为了解决这个问题,我们将钻杆内壁上的泥皮弄干后清理出来,发现全是岩粉和粗粒的粘土,而且在钻杆接手处较厚,远处逐渐变薄,钻杆的中部则很少。同时,我们还发现在泥浆粘度不超过22秒,转速不超过170转/分,即使长时间钻进,也未出现内管投放不下去的现象。在ZK72孔,孔深700多米,粘度一直保持在25秒,转速始终在386转/分以下,从未发生挂泥皮。为什么能出现这种现象呢?泥皮的形成是怎样一个过程呢?我们初步分析认为:泥皮的形成,是泥浆携带着水源箱内未沉淀的大量岩粉,从主动钻杆流入绳索取芯钻杆内;在钻具的高速回转下,钻杆内的这一流束,也随钻具作高速回转,在停车倒杆时,掺在冲洗液里质量较大的岩粉和粘土颗粒,由于离心力的作用就甩向钻杆壁;而钻杆接手和和钻杆连接处,恰好有一微小台阶,在此处容易形成沉积,然后才逐渐扩展。

为了消除泥皮,我们采用了碱水清洗法。机上钻杆卸开后,往钻杆柱内倒入一桶碱水(含碱量20~30%),然后合上机上钻杆,送入部分冲洗液后,再下捞矛打捞内管。内管上提时,碱水随着返回孔口,再一次清洗钻杆内壁。每三四个回次冲洗一次,效果良好。如有的钻孔,在打开立轴后,钻杆一直冒水,无法从孔口倒入碱水,

这就需准备碱水箱，在提钻前，特地用水泵送进一定量碱水液。

三、钻杆折断问题 在复杂岩层中进行绳索取芯钻进，最伤脑筋的是钻杆折断。ZK715孔钻杆折断25次，平均12米断一次。钻杆断了就得大提钻，随之引起坍塌、掉块，从而严重影响绳索取芯钻进效率。从钻杆折断的部位来看，都是钻杆的丝扣根部和接手的丝扣根部第一扣的地方。从折断的孔段来看，孔壁完整的钻孔，基本上不发生折断，而多是孔壁不完整，严重超径的孔段，且常常是在钻具减压的超径孔段。如ZK72孔，孔深700多米，每次折断总是在第31~35，或第12~15个立根，即400米和200米左右处，而该两处恰处在钻具受拉状态和钻孔超径部位。而在620米左

右为严重坍塌超径部位，却一次也未折断过。其他钻孔也都有类似现象。我们分析认为，主要是丝扣部位处于拉伸状态，拉伸应力在丝扣的根部最大。加之钻孔超径，钻具回转时产生离心力而弯曲，所以容易折断。预防的方法，就是减少孔壁超径。我们对几个易折断钻杆的超径孔段进行了水泥灌注，取得了很好的效果。

四、提高坚硬、打滑地层的钻进效率 我们常遇到的岩石，有高硅化的人理岩、硅质均质混合岩、石英正长斑岩、石英岩等。所谓打滑地层就是指含硅质成份极高，结构致密的岩石。

为了提高坚硬打滑地层绳索取芯钻进效率，我们选用了几种类型的钻头在不同岩石中进行了试验，结果列表6。

表 6

岩石级别	钻头编号	产地	类型	胎体硬度(HRC)	粒度(目)	浓度(%)	进尺(米)	时效(米/时)	注
8级	6310	上工	普平	10	60		20.18	1.77	黑云均质混合岩 角闪片麻岩 闪长岩 角闪正长斑岩
	843	郑州	绳平	39	15	125	22.96	1.33	
	72	602	绳平	22	80	75	37.96	1.62	
	73	"	绳平	19	80	75	31.6	2.54	
	2	"	绳阶		80	75	33.25	2.25	
	76	九台	绳阶	36	60	75	11.85	1.85	
	2008	郑州	普平	33	20	100	21.60	2.35	
9级	227	602	普平	40	60	75	12.40	1.15	正长斑岩 红色均质混合岩
	1	"	绳阶		80	75	32.30	1.03	
	76	"	绳平	22	80	75	42.30	1.00	
	73	"	绳平	19	80	75	4.20	0.60	
	80	九台	绳阶	36	60	75	15.15	1.06	
10至11级	3096	郑州	绳平	30~35	20		2.50	0.15	石英正长斑岩 硅质均质混合岩 石英岩
	80	九台	绳阶	36	60	75	2.75	0.22	
	73	602	绳平	19	80	75	5.45	0.30	

试验数据说明，在坚硬、打滑地层，采用602厂的高强度、软胎体的人造孕镶钻头，具有显著效果，时效较郑州厂产的天然孕镶钻头提高一倍多。主要是郑州钻头用的金刚石目数太小。另外，从阶梯钻头的试验情况来看，在8级以下的岩石中，时效比平底钻头高，而在坚硬岩层中则与平底钻头没有多大差异。遇到特别坚硬的打滑地层，通常是在钻杆柱底部用一变径接手接上普通小口径钻具来穿过，尽管提钻费劲，但在目前来说，仍然是一个好的途径。如能配用单管薄壁钻头，

效果将会更好。

五、关于钢丝绳打扭、折断问题 我们使用的打捞钢绳是4.8~6.2毫米，根据我们的实践，4.8毫米钢绳只适用于500米以内清水钻进的钻孔；深孔或使用泥浆的钻孔，就必须使用6.2毫米的钢绳，否则经常发生折断。打捞器没有防打扭装置，这也是造成钢绳折断的重要因素。钢绳打扭积聚起来的扭劲，放空绳就打结。为了防止钢绳打扭，我们设计了一个防打扭装置（图1），经初步使用，效果很好。

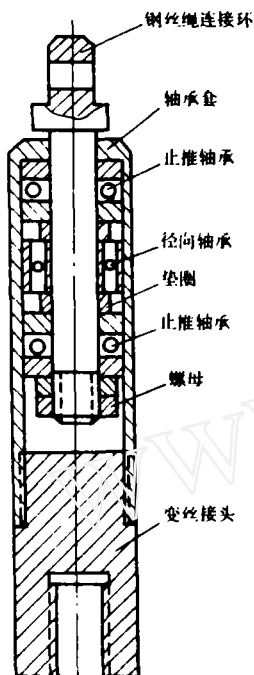


图 1

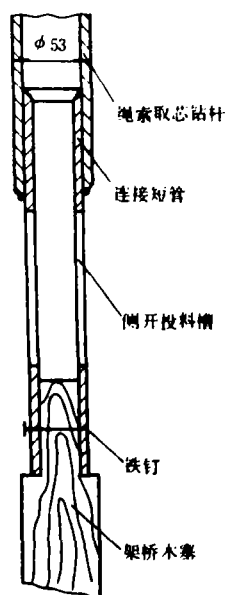


图 2

六、水泥封孔灌注工艺问题 在绳索取芯钻进中，水泥封孔仍然是解决复杂岩层钻进的一个很重要的方法。然而，钻杆直径大，孔壁间隙小，

给灌注工艺带来了困难。我们在实践中遇到了这样几种情况：在 ZK72 孔，因钻杆折断频繁，难以施工，决定在孔深 120~160 米、320~350 米、630~660 米三个超径孔段，进行水泥灌注。工人同志提出，最好能做到架桥、洗孔、灌注只下一遍管，一气呵成。经过研究，关键在于架桥，于是我们就设计了一个连接短管（图 2），以连接架桥木塞。短管旁侧开两个投料口，上接绳索取芯钻杆。下到预定孔深，从钻杆内投入小石块和大颗粒砂子，给水冲下，即可将木塞卡牢（如孔径大可在木塞上钉一些钢丝绳倒刺）。提动钻具，当钻具能托住以后，再投入一些卡料，并予以捣实，即可开泵进行洗孔，搅水泥浆，紧接着就可灌注水泥。提钻后可依次进行第二次、第三次灌注。三个孔段仅用两个小班就顺利灌注完毕，既简便，又省时省力。我们遇到的另一种情况是，孔壁完整，间隙很小，属裂隙严重漏失，需要灌注水泥数十米，现场又没有小一级的钻杆，只好用绳索取芯钻杆灌注。灌注时，当水泥浆的前锋到达孔底，开始上返，泵压就急剧上升甚至憋泵，孔口不返水。此时就应缓慢地将机上钻杆提出，如仍憋泵就再拉出一个立根，再合上钻杆送替换水，直至把替换水送完为止。这种情况应使用小水灰比（40~45%）为好。最难灌注的是在缩径、坍塌严重的孔段。坍塌后用绳索取芯钻杆根本就无法扫到孔底。即使在下部换一些 φ 43 钻杆连接 φ 56 钻具，也是扫不到底。最后只好用 φ 46 钻具，大脑袋镶上肋骨，才勉强扫到底。此时，不能停车停泵，一鼓作气把水泥浆灌完，一般均可取得成功。但也可能出现些意想不到的情况。有一次，当水泥浆的前锋顶着坍塌物到一定高度后，替换清水就再也送不进去了，这时只好提钻。由于提钻的抽吸作用，以及孔壁岩粉水泥浆的压力，造成回压，将已顶出去的水泥浆，大部回压至钻杆内，岩粉在下部接手处堵塞，结果将水泥浆大部提出，造成灌注失败。遇到这种情况，须在灌注前用岩芯管抓筒将孔内坍塌物一点一点抓干净，然后再进行灌注，方可收到良好的效果。但也有这样一种情况，灌注顺利，可就是透孔后，恰好在坍塌部位

没有水泥芯。经多次灌注仍然是这样。我们分析其主要原因是坍塌孔段处于透辉石蚀变带,扫孔时有造浆作用,水泥浆灌入后,不渗入坍塌物内,只是形成筒状,钻杆提出后水泥浆就被坍塌物挤掉了。在这个地层,我们曾灌了九次水泥浆,都遭到了失败。在这种情况下,就只好依赖于套管护孔了。

初步认识

两年来,我们对绳索取芯钻进方法,在完整岩层、复杂岩层、坚硬打滑岩层以及深孔复杂岩层,都做了一些试验研究工作。我们认为,绳索取芯钻进也和其他钻进方法一样,有它一定的适用范围。在6~8级的完整岩层中,选用绳索取芯钻进,确实具有很大的优越性,是其他钻进方法所不能相比的;而在坚硬打滑、复杂地层钻进,与普通小口径金刚石钻进比较,则是小时效率低,

提钻取芯时间长,但钻头使用寿命长,总的辅助时间短,事故及停钻台时少;如能与普通小口径金刚石钻进综合使用,可取得较高的台月效率和经济效果。我们的做法是,机台配备150米的普通小口径金刚石钻进的钻杆和配套的钻具、钻头,要求在150米以内,可以用普通小口径钻进,这样在遇到复杂地层时也可进行处理。

另外,我们在以下情况,不宜采用绳索取芯钻进:

- (1) 三百米以内的浅孔;
- (2) 9级以上坚硬打滑岩层占40%以上的钻孔;
- (3) 大孔段坍塌,孔内存在造浆作用,且严重缩径的钻孔。

绳索取芯钻进目前尚处在发展和完善阶段,随着试验研究工作的进一步深入,一定能进一步扩大它的使用范围,取得更好的效果。

人造聚晶金刚石钻头在灰岩中的初试效果

北京建材地质勘探大队 王思礼

近几年来,我队在勘探水泥用灰岩过程中,采用天然表镶金刚石钻头进行小口径钻进,取得了较为显著的效果。为进一步提高在该种地层中小口径钻进的技术经济效果,1980~1981年又试用了冶金部地质研究所制造的人造聚晶金刚石钻头,现将试用情况简介于下。

1980年10月,在北京灰石厂开采车间山场试验建材部地质公司试制的全液压力头式样机的同时,试用了两个(31号和38号) $\phi 16$ 毫米人造聚晶金刚石钻头。钻头唇部镶有直径为2.0~2.5毫米的人造金刚石聚晶粒,排列如图1所示。

钻进地层为致密灰岩,可钻性5~6级。钻进技术参数为:钻压500~800公斤;转速700~800转/分;泵量30公升/分左右。冲洗液为清水。为解决钻进的防振和润滑问题,在钻具上涂覆了润滑脂。

31号钻头打了15个回次,进尺30.08米,平均时效为5米,由于钻头外圈人造金刚石聚晶粒崩

断和脱落而停止使用,损坏情况见图2。聚晶粒崩断3颗(图中画×者);脱落1颗(图中画○者)。

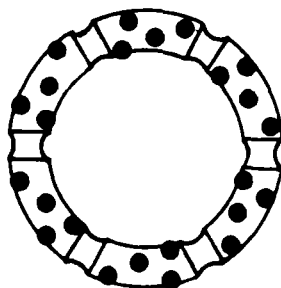


图 1

38号钻头打了8个回次,进尺28.86米,平均时效为5.5米,与上述同样原因而停止使用。

采用普通单动双管钻具,岩芯达到质量要求

1981年9~10月,在天津蓟县燕山勘探水泥用灰岩,采用天然表镶金刚石钻头的同时,试用了两个 $\phi 56$ 毫米人造聚晶金刚石钻头。钻头唇部镶有直径为2~2.5毫米的人造金刚石聚晶粒,排