

桐柏老湾金矿上上河矿区金刚石钻进 “打滑”地层所遇问题及对策

代万庆, 卢守卿, 李长美, 韩明耀

(河南省地质矿产勘查开发局第一地质勘查院, 河南 南阳 473000)

摘要:通过桐柏老湾金矿上上河矿区“打滑”地层的施工,介绍了试验性生产及室内金刚石钻头的优化选择试验,总结了钻进“打滑”地层所遇到的问题以及所采取的相应的技术措施。

关键词:金刚石钻进;“打滑”地层;孕镶金刚石钻头;钻头优化选择

中图分类号:P634.5⁺3 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)07-0032-04

Problems in Diamond Drilling in “Slipping” Formation of a Gold Mine and the Countermeasures/DAI Wan-qing, LU Shou-qing, LI Chang-mei, HAN Ming-yao (No. 1 Geological Exploration Institute, Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Nanyang Henan 473000, China)

Abstract: By the drilling construction in “slipping” formation of Laowan gold mine, the paper introduced the experimental production and laboratory test on diamond bit optimizing selection, summed up the drilling problems encountered in “slipping” formation and the corresponding technical measures.

Key words: diamond drilling; “slipping” formation; impregnated diamond bit; bit optimizing selection

1 工程概况

桐柏老湾金矿上上河矿区位于河南省桐柏县城西北约 20 km,隶属于桐柏县鸿仪河乡管辖。

矿区地层为岩浆岩区,上部主要为花岗岩,厚度大致 10~40 m,穿过上部花岗岩岩层后,下部为硅化带、石英脉、细粒花岗岩相互交替地层,岩性界线不清。下部岩层交替区的岩石硬度达到九级,可钻性为 9~10 级,研磨性中~弱,对钻探工程而言,是明显的“打滑”地层。矿化带主要为构造、风化破碎带,岩石松散、破碎,属典型的“硬、脆、碎、漏”地层。

施工钻孔全部为直孔,孔深 141~650 m 不等,终孔岩心直径 ≤ 53 mm,孔斜 $\leq 1^\circ/100$ m,矿心采取率 $\leq 85\%$ 。选用施工设备为 XY-4 型岩心钻机,配 BW250/50A 型三缸单作用柱塞泥浆泵。

2 施工概况及所遇问题

针对矿区的地质,我们首先开展了试验性生产,对金刚石钻头的型号及类型进行选择。根据以往的施工经验,首先选择了胎体硬度为 HRC30~35 的孕镶金刚石钻头进行试验,钻头在上部纯花岗岩岩体钻进,效果比较理想,最高小时效率 >4 m,用高倍放大镜观察钻头使用后的底唇面,发现金刚石被蝌蚪

样胎体所支撑,情况十分理想;但是当钻头继续往下部钻进,进入硅化带、石英脉、细粒花岗岩交替岩层即“打滑”地层时,钻速却持续下降,施工 12 m“打滑”地层后,进尺基本降为零。起出钻头后,发现钻头底唇面被磨光、刨平,金刚石晶形棱角也被磨平。

显然,针对“打滑”地层,还需要进一步重新优化选择金刚石钻头。

3 “打滑”地层钻头的优化选择试验

3.1 金刚石钻头优化选择的依据

金刚石钻进的优点是钻头有效寿命较长,配合绳索取心工艺,在生产中可以减少起大钻次数,进而使纯钻时间、机械钻速、小时效率等大幅提高,最终达到较好的经济效益。所以,钻头的有效使用寿命和有效克取岩石的效率,是优化选择金刚石钻头的首要考虑依据。表镶金刚石钻头成本较高,原则上不考虑采用,把孕镶金刚石钻头的优化选择作为重点。

选择孕镶金刚石钻头重点考虑胎体的强度和硬度。钻头胎体强度和硬度偏低,则不能满足生产中克取岩石的压力和冲击力,容易龟裂或蹦口,导致钻头报废。胎体的过快磨损,也使得金刚石在没有被充分利用的情况下就由胎体上脱落下来,不能取得

收稿日期:2011-01-31

作者简介:代万庆(1971-),男(汉族),河南人,河南省地质矿产勘查开发局第一地质勘查院工程师,探矿工程专业,从事钻掘工程、土木工程等技术工作,河南省南阳市文化路 218 号,Wealth769@gmail.com。

钻进效益。但如果钻头胎体强度和硬度太大,则钻进中钻头胎体被磨蚀的较慢,金刚石几乎不能自锐出刃,钻头底唇与地层岩石对磨光亮、光滑,即出现打滑情况,钻头也不可能有效克取岩石,取得进尺。

3.2 孕镶金刚石钻头优化选型试验

进行钻头选型试验的目的,是探索适用于矿区硅质岩、石英脉和细粒花岗岩交替区“打滑”地层钻探的金刚石钻头类型,找到相对适用于矿区“打滑”地层的广谱型金刚石钻头。

针对矿区试验生产的情况,首先优化钻头的胎体强度和硬度,其他参数再进一步选择,最终确定最理想的钻头型号。我们以长期合作的一家供应商的钻头为主,最初试验钻头型号参数如下:钻头规格 $\varnothing 76$ mm,水口 12 个,金刚石浓度 100%,金刚石粒度 60~80 目,胎体硬度 HRC30~35 及其以下 6 个等级,共 12 个钻头,针对硅质岩、石英脉及细粒花岗岩“打滑”地层,作室内选型试验,结果见表 1。

表 1 金刚石钻头室内选型试验数据表

胎体硬度 /HRC	钻头数量 /个	底唇形式	钻头底唇 磨蚀情况	钻头小时效率/m	
				平均	最高
18~22	2	平底	不正常	0.40	1.27
25~30	1	平底	不正常	0.04	0.04
25~30	1	同心尖齿	不正常	0.52	0.52
20~25	1	平底	正常	0.61	0.61
20~25	3	同心尖齿	正常	1.46	3.60
28~32	1	平底	不正常	0.06	0.06
30~35	3	圆弧	正常	1.46	4.38

依据钻头底唇被磨情况 & 钻头钻进效率,胎体硬度为 HRC20~25 的同心尖齿金刚石钻头,较为适宜矿区“打滑”地层的钻进施工生产。

4 “打滑”地层金刚石钻进存在的问题

4.1 钻头胎体与岩石硬度、研磨性的配合问题

金刚石钻头胎体底唇外形对钻进影响很大。在硅化岩、石英脉及细粒花岗岩等“打滑”地层中,胎体硬度为 HRC18~22 的钻头,底唇为平底形式的,在生产中金刚石出刃较快,胎体易龟裂、掉块,不能满足要求。将胎体硬度增至 HRC25~30,底唇为平底形式的,金刚石自锐出刃缓慢,进尺也很缓慢;底唇外形为同心尖齿形的,钻进约 11 m 后就基本停滞,用显微镜观察钻头底唇,发现钻头底部的胎体强度较高,磨蚀轻微,致使金刚石不能自锐出刃,所以,也不能满足生产需要。用胎体硬度为 HRC20~25 平底形式的钻头,胎体能够自锐出刃,但是进尺缓慢;用相同胎体硬度的同心尖齿钻头,钻进效率较高

且比较平稳,钻头基本能自锐钻进至钻头接近报废。

金刚石钻头胎体强度,必须与岩石、冲洗液的研磨性相匹配。在“打滑”地层中用尖齿同心金刚石钻头钻进,钻头克取岩石的颗粒相对较粗,含有粗颗粒岩屑的冲洗液对钻头胎体的冲蚀作用也比较强,钻头的自锐能力就较强。但是尖齿同心钻头胎体的尖部强度比较弱,容易折裂崩刃;其次,钻头胎体的尖齿尖部,由于受冲洗液的冲蚀较弱,所以金刚石的自锐能力较弱,齿尖附近较为光滑,胎体往往被压裂导致金刚石脱落,胎体凹痕很多。

在中粗粒花岗岩中钻进,胎体硬度为 HRC30~35 底唇为圆弧型金刚石钻头钻进效率较为理想,金刚石出刃情况良好,用手触摸钻头底唇较为粗糙,用放大镜观察,能清晰看出底唇上金刚石被蝌蚪状胎体支撑。这就证明该钻头的胎体硬度是比较适用于所钻进岩石的。

4.2 金刚石钻头的质量问题

金刚石钻头的质量问题主要有 2 个方面。

一是在钻头胎体不能被持续磨蚀的情况下,金刚石不能持续的陆续出刃,仅仅依靠一层金刚石来克取“打滑”地石,是不现实的。用胎体硬度为 HRC30~35 的金刚石钻头,在钻孔上部已经磨出刃,钻入“打滑”地层后,仅仅能进尺 11 m 左右,就基本开始打滑,不能取得进尺。用手抚摸钻头胎体的底唇,非常光滑。这就说明金刚石的强度不足以持续克取“打滑”硬岩石,也就是说该金刚石钻头不能满足持续克取矿区“打滑”地层的能力。

二是钻头底唇尖齿尖部经常发生金刚石脱落或胎体崩裂断口的情况。同心尖齿金刚石钻头钻进“打滑”地层时,由于钻头尖齿部分的胎体不能被持续研磨、磨蚀,使钻头尖齿部分的金刚石不能出刃克取岩石,当尖齿根部的胎体被持续磨蚀后,钻头尖齿部分的胎体与钻头的连结就相对薄弱,金刚石崩落和胎体断裂就非常容易发生。

4.3 “打滑”地层钻进岩粉冲蚀的问题

硅质岩、石英脉及细粒花岗岩等“打滑”地层的硬度较高,可钻性较高,金刚石钻进克取岩石比较缓慢,冲洗液内的岩粉含量比较低,冲洗液对钻头胎体的冲蚀能力就较低,直接导致金刚石钻头的自锐能力低下,胎体内的金刚石难以出刃,钻头也就无从克取岩石,取得进尺。就工区的施工情况而言,胎体硬度为 HRC20~25 的同心尖齿钻头,经正常初磨后,钻进“打滑”地层能获得较高的钻进效率。胎体硬度为 HRC25~30 的钻头由于胎体硬度较高,在初始

短暂的高钻速后,钻速逐渐下降,甚至会出现钻速为零的打滑现象。提出胎体硬度为 HRC25~30 的钻头观察,发现钻头底唇的磨损情况很不均匀,钻头内径处胎体磨损轻微,钻头胎体外圈却磨损正常,金刚石出刃良好,自锐能力较强。这也进一步说明了钻头的自锐能力与冲洗液关系密切,钻头内缘金刚石克取岩石后,岩粉被冲洗液冲到钻头胎体的外缘,所以,在钻头克取岩石的工作状态下,钻头内缘处的冲洗液岩粉含量比钻头外缘处的高得多,造成金刚石胎体的内缘比外缘磨损要轻微得多,钻头外缘的胎体磨损就快,出刃好,自锐能力强。

4.4 金刚石钻头的级配、金刚石钻头与扩孔器外径的级配问题

在胎体硬度为 HRC25~30 的金刚石钻头初始钻进试验时,初磨 3.5 h 后,仍然不能进尺,并且钻机阻卡严重,电机电流增大,起出钻头后,发现钻头外缘、外侧有磨损现象,底唇没有磨损痕迹,测量钻头外径,发现其标注外径比实际外径小 0.58 mm 左右,也就是钻头外径与上一级的尺寸级配不合理,致使钻头无法到达孔底工作。所以,在每次换新钻头入孔工作时,不仅要看钻头标注尺寸,更应该用游标卡尺仔细测量,作好记录使钻头级配合理。

同样的情况,在另一次初始钻进试验时,初磨近 4 h 后,加压钻进,钻头仍旧不能进尺,而且也出现钻机阻卡现象,起出钻头后,发现扩孔器胎体下端有与岩层对磨的台阶痕迹,经测量扩孔器外径,发现下入孔内的扩孔器外径太大,扩孔器尺寸与钻头尺寸级配不合理,导致施工钻进时钻压大部分损失在扩孔器与岩石的对磨上。

5 针对“打滑”地层金刚石钻进的技术措施

5.1 针对金刚石钻头胎体的措施

根据前期的施工试验及钻头选型试验,优化选择出最好的金刚石钻头类型。该矿区在钻孔上部纯花岗岩地层,采用胎体硬度为 HRC30~35 的圆弧底唇孕镶金刚石钻头钻进,能获得较好的钻进效率;在硅质岩、石英脉及细粒花岗岩等混合岩层,即“打滑”地层,采用胎体硬度为 HRC20~25 的同心尖齿形孕镶金刚石钻头钻进,能获得较为理想的钻进效率。为改善钻头胎体尖齿的强度问题,将 12 个尖齿改为 10 个尖齿,使用效果则更好。

5.2 利用化学方法使钻头自锐

在市场上采购质量纯正的浓盐酸和浓硝酸,按照 1:1 的比例配置新鲜的“王水”,将新的孕镶金

刚石钻头的胎体底面侵入“王水”中,预泡 20 min 即可使金刚石出露。“王水”预泡过的金刚石钻头,用手触摸底唇部,能明显感觉到金刚石的出露,但是金刚石虽然出露,却缺乏胎体的后支撑保护,即未形成“蝌蚪”状胎体支撑,所以,在钻头初次入孔使用时,操作需特别细致,入孔要慢,快到孔底时,应缓慢下放,杜绝墩放冲击,初磨时,采取 I 挡转速缓慢回转,钻压也降至正常钻压的 1/3 即 2.5 kN 左右,泵量用泥浆泵的最低泵量即 52 L/min。初磨 2 h 左右,待钻进效率达到 0.7 m/h 时,不改变转速、泵量,把钻压增至 7.5 kN 的正常钻压钻进 2 m 左右,在钻速平稳均匀的情况下,逐渐提高转速、泵量至正常钻进水平。在钻压、泵量合理的情况下,金刚石若能正常自锐出刃,转速和钻速之间存在一定的比例关系,钻机用 IV 挡(340 r/min)时,钻速一般在 1.4~2.1 m/h 之间,转速提至 VI 挡(500 r/min)时,钻速可达 2.3~3.1 m/h,若转速提至 VII 挡(710 r/min)时,钻速基本超过 3.3 m/h。在转速调高至 VII 挡后,为了钻进的平稳安全,一般调整钻压,使得钻速 >3 m/h。

5.3 使孕镶金刚石钻头自锐出刃的物理方法

金刚石钻头在“打滑”地层钻进,不能取得进尺的原因,主要是地层岩石硬度较高,研磨性低,单位时间被克取的岩粉较少,冲洗液中岩粉含量低,冲洗液的冲蚀性较低,致使钻头胎体的磨蚀轻微,钻头自锐状况较差,金刚石不能自锐,因而难以克取岩石。所以,将质地坚硬的石英砂粉碎至直径为 0.5~1.0 mm 的颗粒,每一回次在投入取心内管之前,往钻杆内投入石英砂颗粒,投砂量控制在填入孔底 0.3~0.5 m 高度,使石英砂研磨钻头胎体,促进金刚石出刃。采用低挡转速、小泵量、高钻压进行研磨,间隔 2~3 min 将钻具上下往复窜动 3~5 次。然后,按照酸泡法以后的金刚石钻头使用方法进行后续操作钻进即可。

另一种简便易行的方法是在钻孔上部的岩层中钻进,使用胎体硬度为 HRC30~35 的金刚石钻头自锐出刃情况良好,由于钻孔上部钻孔较浅,起大钻所需时间较少,在新的钻头下入孔内钻进 5 m 左右,金刚石自锐出刃完全后,起出钻头,换另一新钻头下入孔内重新研磨出刃,如此储备出刃良好的金刚石钻头,备用于“打滑”地层的钻进。

在硅化岩、石英脉及细粒花岗岩等“打滑”地层中钻进,有时也存在局部夹有风化薄层的情况。操作者要仔细观察机械钻速的变化,对孔底岩石的软硬情况作出判断,利用软岩层研磨钻头的胎体,使钻

头自锐出刃,钻进软岩下部的“打滑”岩层。

5.4 重视金刚石钻头、扩孔器的级配关系与质量

在施工中,首先估算全孔施工所需钻头数量,按内、外径尺寸分组,排队使用,先用外径大内径小的,下入钻头与前一回次钻头直径之差 ≥ 0.05 mm。

在坚硬岩石中钻进,扩孔器外径要比与之匹配使用的金刚石钻头外径大 $0.15 \sim 0.3$ mm,效果较为理想。每个扩孔器配用3个钻头即及时更换新的。扩孔器也依据钻头型号,选匹配型号排队使用。

选择扩孔器的种类时,聚晶保径的电镀扩孔器效果较好。

5.5 施工操作措施

在施工中,钻机操作也十分重要,钻进中,发现打滑情况,采用以下措施,尽量在不起大钻的情况下解决问题,取得进尺,提高纯钻时间和钻进效率:(1)适当加大钻压迫使进尺,迫使钻头胎体磨损,金刚石出露,待钻进情况正常后立即把钻压恢复正常;(2)减小泵量,借孔底残留岩粉加速钻头胎体磨损,使金刚石出刃;(3)短时间慢转干钻,使钻头自磨出刃;(4)特别情况下,在冲洗液里加入岩粉等摩擦剂,加速钻头胎体磨损使金刚石出刃。

如果以上办法处理无效,便立即提钻至地面采取其他措施解决处理。

6 经验体会

6.1 金刚石钻头类型的选择

选择金刚石钻头的类型,主要考虑两方面的因素,一是成本,二是适用性。对于硬度比较大,可钻性比较高的“打滑”地层,孕镶钻头比表镶钻头在成本上要低很多,成本核算比较划算;孕镶钻头在胎体硬度选择合理的情况下,金刚石能够自锐出刃,持续钻进,钻头总进尺较为理想,降低了起大钻的次数,提高了纯钻进时间和时效,效果要比表镶金刚石钻头好。

6.2 金刚石钻头的生产质量

金刚石钻头的生产质量区别较大,不同厂家生产的钻头,其质量良莠不齐,钻头总进尺相差较大,甚至能达到2~3倍的差距。所以,选择购置金刚石钻头时,应该选择经过施工实践检验的品牌。

6.3 金刚石钻进的钻具级配

在金刚石钻进中,一定要重视钻具的型号规格级配问题。在钻进回次倒换金刚石钻头和扩孔器时,一定要选择好钻头、扩孔器的外径尺寸,最好用游标卡尺进行实时现场测量,记录下入孔内,保证所选择的钻头顺序、扩孔器规格顺序合理,使后续钻

进施工能安全顺利进行,防止由于后续钻头或扩孔器外径过大,而出现卡钻或烧钻等事故,耽误工期。

一般情况,后续钻头外径要比前一钻头外径小 $0.15 \sim 0.3$ mm,扩孔器则比与其配合的钻头外径大 $0.15 \sim 0.3$ mm。

6.4 钻具配合与钻压损失

由于绳索取心钻具的紧密结构配合,加之钻进的高转速考虑,采取钻杆与孔径的小间隙配合,造成金刚石绳索取心钻进的水泵水头损失是比较大的。

本矿区采用ZN-75S型绳索取心钻具,钻杆外径为71 mm,金刚石钻头外径为75 mm,钻杆与钻孔的环状间隙约为2 mm多。在生产过程中,绳索取心钻进钻具内外岩心管之间及钻头与孔底之间的泵压损失为 $0.5 \sim 0.8$ MPa。当孔深为300 m时,泵量为52 L/min时,总泵压约为2 MPa,泵量为90 L/min时,总泵压约为3 MPa。当孔深在100 m以内时,由于钻具质量较轻,正常钻进的泵压甚至可以把钻具“顶”起来,必须要较大的钻压把钻具压下去。在每次倒杆时,孔内的绳索取心钻具都往上窜,因此,必须把泥浆泵卸压后才能倒杆。

因此,建议在绳索取心钻进中适当增大金刚石钻头的外径,以增大钻杆与钻孔的环状间隙,降低泵压损失。ZN-75S型绳索取心钻具钻进时,选取外径为77 mm的绳索取心钻头,效果相对好得多。

6.5 做好生产技能培训和操作规范制定

金刚石绳索取心钻进是一项高效、工作复杂、细致的施工工艺,对操作者的技术素质要求较高。正确的操作和及时、冷静的判断处理才能取得理想的施工结果。因此,在日常工作中,要经常对机、班长进行技术培训和考核,才能使生产稳妥顺利进行。

对总结出来的、成熟的、成功的技术措施和规程,要形成文字,作为规范,以利于机、班长等生产施工者操作执行,使生产顺利运行。

参考文献:

- [1] 赵尔信,蔡家品,贾美玲,等.浅谈国内外金刚石钻头的发展趋势——高效、低耗[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(10):70-73,81.
- [2] 孙秀梅,刘建福.坚硬“打滑”地层孕镶金刚石钻头设计与选用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(2):75-78.
- [3] 罗文来,张延军,李运海.“打滑”岩层回转钻进采用低工艺规程初探[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(7):4-8.
- [4] 周天盛,刘祖建.卵砾石地层金刚石钻头的试验研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(11):69-71.
- [5] 阮海龙,纪卫军,沈立娜,等.针对复杂地层金刚石钻头的改进与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(1):67-69.