

# 鄂西地区坚硬“打滑”地层钻进方法

谭建国, 张所邦, 刘健, 宋鸿

(湖北省宜昌地质勘探大队, 湖北宜昌 443100)

**摘要:**在鄂西地区磷矿、铅锌矿、银钒矿赋矿地层及上覆地层中,普遍存在着坚硬岩层。震旦系白云岩中含大量的硅质层和经化学沉积形成的“玉髓”层,硅质含量超过80%,并且结构致密,呈弱研磨性,岩石可钻性达到IX~X级。通过钻探现场生产试验,从金刚石钻头选型、人工修磨钻头方法、金刚石钻进工艺参数选择等几个方面总结了生产实践中取得的成功经验,为今后进一步解决钻进打滑问题提出了思路。

**关键词:**坚硬“打滑”地层;金刚石钻头;选型;人工修磨钻头;钻进工艺参数

**中图分类号:**P634.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)04-0022-03

**Drilling Method for Hard and Slipping Formation in Western Hubei/TAN Jian-guo, ZHANG Suo-bang, LIU Jian, SONG Hong** (Yichang Geological Survey and Exploration Party of Hubei Province, Yichang Hubei 443100, China)

**Abstract:** In host strata of phosphate rock, lead-zinc mine, silver and vanadium ore and overlying strata of western Hubei, there is common existence of hard rocks. Sinian dolomite contains a large amount of silicon horizon and “chalcedony” layer formed by chemical vapor deposition, silicon content is more than 80% with dense structure, low abrasiveness and drillability of IX ~ X level. By the test in drilling field, the paper described the diamond bit selection, artificial bit conditioning and diamond drilling process parameters selection; summed up the successful experience in construction practice for further resolving drilling slipping difficulty.

**Key words:** hard and slipping formation; diamond bit; bit selection; artificial bit conditioning; drilling technical parameters

## 1 概述

### 1.1 坚硬“打滑”地层在鄂西地区分布情况

坚硬“打滑”地层在鄂西地区分布比较广泛,在磷矿、铅锌矿、银钒矿等赋矿地层及上覆地层中普遍存在,主要为硅质白云岩、硅质条带及燧石条带,厚度从几十厘米至数米不等,个别矿区含燧石条带跨度达50多米。

### 1.2 岩石特点

鄂西地区坚硬“打滑”地层组成岩石的矿物质较硬,矿物颗粒细、结构致密,具有以下几个特点:

- (1) 二氧化硅含量高,岩石硬度高;
- (2) 这类岩层造岩矿物细,结构致密,抗压强度高;
- (3) 研磨性弱,由于岩粉少且颗粒细,难以磨损钻头胎体,金刚石很难出露;
- (4) 坚硬“打滑”岩层夹在白云岩之间,反复多次出现,厚度不等,没有规律性。

### 1.3 提高坚硬“打滑”地层钻进效率的意义

在鄂西地区所施工的诸如铅锌矿、银钒矿、磷矿等钻孔中普遍存在坚硬“打滑”地层,虽然其在全段

孔深中所占的比例不大,但由于易出现钻头打滑,也要耗费大量时间和材料,导致整个钻孔施工周期延长,勘探成本增高,经济效益下降。因此设计制作有效的钻头,摸索一套成熟的钻进工艺方法,解决坚硬“打滑”岩层钻进效率低的问题,对提高生产效率,增加社会经济效益,具有十分重要的现实意义。

## 2 坚硬“打滑”岩层钻头的试验选型

根据坚硬“打滑”岩层的特点合理设计钻头参数才能取得好的钻进效果。我们从金刚石品级、粒度、含量(浓度)、钻头胎体硬度、钻头底唇面形状与结构,钻头水口形状及数目等多个方面逐一反复进行了现场生产试验研究。

### 2.1 金刚石选型

#### 2.1.1 选用高级人造金刚石

高级人造金刚石[SMD25(60/70)]具有晶形好,单粒抗压强度高,热稳定性好等特点,钻进坚硬岩石具有特别明显的优点,是普通低品级金刚石[MBD6(60、80)]所无法比拟的。现场试验表明,同样的胎体制作的高级人造金刚石钻头比常规低品级钻

收稿日期:2010-10-26; 修回日期:2011-02-24

作者简介:谭建国(1972-),男(汉族),湖北宜昌人,湖北省宜昌地质勘探大队高级工程师、注册安全工程师,探矿工程专业,从事岩土工程、地质灾害治理、固体矿床勘查等工作,湖北省宜昌市夷陵区罗河路15号,tanjianguo999@163.com。

头寿命长3~5倍。

### 2.1.2 选用中粒度人造金刚石

中等偏细粒度金刚石比粗粒度金刚石具有更优良的单位面积上的抗压强度(比压)和抗冲击强度指标。在同等条件下的碎岩工作中,中等偏细粒度金刚石单晶具有更好的锋利度和耐用度,而粗粒度金刚石由于单位面积上的强度指标低,造成金刚石棱角易于被磨钝且又不能及时脱粒,新的金刚石不能及时出露,从而发生打滑现象。

现场生产试验表明,过细的金刚石粒度同样会因出露不足造成钻头打滑,60~70目的粒度实际钻进效果最好。

### 2.1.3 选用较低浓度的金刚石含量

浓度低的钻头,金刚石颗粒相对减少,钻进时分布在唇面上每粒金刚石的钻压就会增加,有利于金刚石切入岩石,从而提高机械钻速。现场对比试验结果表明:金刚石浓度75%左右的钻头效果相对较好。

## 2.2 钻头胎体硬度选择

在坚硬岩层钻进中,为了便于新鲜金刚石的出露,宜选择较低的胎体硬度,一般选用的胎体硬度为HRC15~25。在实际钻探生产中,根据钻进地层的岩性特点,坚硬致密、弱研磨性岩层选用的胎体硬度为HRC15~20,坚硬但较破碎的岩层选用的胎体硬度为HRC20~25。

## 2.3 钻头底唇面选择

钻进发育完整的坚硬“打滑”地层时,较多自由面的唇面形状如高低齿、尖齿型、梯齿型等将有利于岩石破碎,此时金刚石碎岩方式将由简单的耕犁、压入、压碎、刮削等表面破碎形式转变为更高效率的崩裂等体积破碎形式,有利于提高钻速。

### 2.3.1 高低齿钻头

高低齿金刚石钻头减少了钻头唇面与孔底岩石面之间的接触面积,提高了金刚石钻头唇面对岩石的单位面积压力。实践证明,在钻进坚硬地层时需要很大的孔底压力,那么钻进坚硬致密岩层时就需要更大的孔底压力。高低齿钻头在现场的使用效果并不是很理想,分析其破岩机理:开始是高齿破碎岩石,钻进时效较高;随着高齿磨损低齿参加工作,钻头唇面与岩石接触面积逐渐增大,钻头的比压下降,整个钻头的大部分钻进时间同普通钻头没有多少区别,且易发生崩齿造成钻头提前报废。3个试验钻头共钻进了13个回次,回次进尺15~25 cm。

### 2.3.2 尖齿钻头

使用尖齿唇面钻头克服钻头打滑有一定效果。新钻头下井时,唇面上单位面积压力很大,初期钻进速度较快。冲洗液在经过孔底工作面时,水流不容易沿着工作面的波峰与波谷流过,一些岩粉会留在波谷处,对钻头胎体起到磨损作用,使已磨钝的金刚石脱落,出露新的锋利金刚石。但在钻进一段时间后尖齿会很快磨钝,钻速下降很快,钻头又开始打滑。现场试验了3个这种钻头,共钻进17个回次。回次进尺最短25 cm,最长的有55 cm。

### 2.3.3 梯齿钻头

考虑到钻速的恒定问题,梯齿型钻头唇面形状随时间推移变化较小,虽然没有前两种钻头的瞬时钻速快,但后劲足,比较持久稳定,这种唇面形状的钻头是克服坚硬“打滑”岩层较为理想的选择。现场试验使用了3个钻头,共钻进了30个回次,最少的回次进尺30 cm,最长的可达180 cm。

## 2.4 钻头水口选择

钻头水口的设计包括2方面:一是水口形状;二是合适的水口数目。

通过现场试验比选,扇形水口对于绳索取心钻头尤为重要,扇形水口和直水口对比,一是能最大限度地减小钻头底唇面工作面积,增大钻头比压;二是钻头内外唇面的长度差不多,可以使钻头内外唇面均衡磨损;三是排粉和冷却效果要好于后者。

为了减小工作唇面的工作面积,可以增加水口数目或加大水口面积。水口处冲洗液流量大,则钻头底唇面的工作块与孔底岩石间隙的冲洗液流量相应降低,其间隙中的岩粉不易排走而保留下来磨损胎体,有利于金刚石不断出露。通过试验对比,我们确定的扇形水口数目为8个,水口面积占钻头环状底面积的60%。

## 3 修磨钻头的方法

金刚石钻头人工出露主要采取2类方法:一是孔外人工修磨钻头;二是孔内磨料修磨钻头。

### 3.1 孔外人工修磨法

现场主要采用打磨法来修磨钻头,利用砂轮机人工打磨钻头工作唇面,人工使金刚石出露,一般每回次可以钻进15 cm以上。采取该方法有2点需要注意:一是打磨的方向要注意和钻头回转方向一致;二是要准确把握打磨的度,否则金刚石颗粒容易提前脱落,导致钻头打滑不进尺。

人工打磨法是采取辅助手段磨损钻头胎体,人为的使金刚石出露以破碎岩石。采用这类办法,缩

短了钻头的寿命。此外,需要频繁提钻,操作起来很麻烦,并且大幅度增加了辅助工作时间,影响了工程进度,降低了经济效益。

### 3.2 孔内磨料修磨法

孔内磨料修磨法就是在钻进过程中出现进尺缓慢时,通过钻杆向钻孔内投入细小的磨料,通过这些磨料使钻头胎体磨损,从而使钻头唇面上的金刚石出露。

我们一般就地取材将坚硬石料如含硅质的砂岩或硅质条带白云岩,燧石条带、石英岩块等砸成1~2 cm大小、棱角分明的颗粒状作为孔底磨料,一次投入量1~1.5 kg。

研磨参数:钻压2~4 kN,转速100~300 r/min,泵量要分为2种情况:第一种情况是孔内有水位,则不需要开泵;第二种情况是孔内无水位(干孔)则应向孔内送入适量冲洗液,送入水量不能过大,以刚好能润滑钻头为好,不大于20 L/min,水量过大研磨钻头效果差。

在投料前,一定要弄清孔底有无残留、脱落岩心,如有残留、脱落岩心必须要捞取干净。这样做的目的是确保研磨钻头的效果,并且保证在研磨过程中钻头不崩齿,不缺齿。

孔底投砂修磨钻头对操作人员的技能水平要求较高,没有丰富的施工经验很难把握。注意控制投砂量、钻头压力、转速、研磨时间等。

人工出露方法较好地解决了金刚石钻头在坚硬岩层打滑不进尺的问题,配合选用结构合理的金刚石钻头,可大幅提高钻进效率,时效可达到0.5 m以上。

## 4 坚硬“打滑”地层钻进工艺参数

采用常规钻进方法钻进坚硬致密岩层时,由于岩石坚硬致密,必须有大比压才能切入并将其破碎;同时这类岩石中石英含量高,不同于完全脆性岩石,其破碎发育需要时间过程,因此不能采用太高的转速;钻进这类岩石的时效低,岩粉量小,无须采用大泵量。通过实践摸索,采取绳索取心钻进方法时,采用大钻压、中等转速、小泵量的参数比较适合坚硬“打滑”岩层的钻进。

(1) 由于坚硬“打滑”岩层特别坚硬,在钻进中钻压是关键参数,没有足够的比压,金刚石颗粒就不能压入岩石。在该类岩层要求钻压比钻进其它岩层要大,一般采用9~13 kN。

(2) 转速不宜过快。在高转速下,金刚石颗粒

很快被抛光而失去钻进能力,同时过高的转速也会影响到金刚石钻头唇面的冷却效果,而在坚硬“打滑”岩层钻进时金刚石出露普遍较低,这种影响将更明显,容易导致金刚石的提前磨损、磨钝,出现抛光,发生人为的打滑现象,我们在生产试验时把线速度控制在1.5~3.0 m/s。

(3) 泵量要小。钻进坚硬“打滑”岩层由于钻进速度较低,孔底产生的岩粉也相对较少。泵量偏大将使井底的岩粉数量进一步减少,对于金刚石出露很不利,更易发生打滑现象。另外泵量过大引起泵压较高,会抵消一部分钻压,钻压的减轻也会加剧打滑现象的发生。

(4) 由于坚硬“打滑”岩层岩石特别坚硬,绳索取心钻进时孔壁间隙较小,因而在选择扩孔器时要注意钻头外径与扩孔器外径的尺寸配合,否则就会影响进尺。

(5) 钻进坚硬“打滑”岩层时,最好选用金刚石单晶扩孔器。金刚石单晶对于坚硬的井壁有刮削作用,有利于提高钻速,保径效果比较好。

(6) 在钻进坚硬“打滑”岩层中不能使用弯曲的钻杆钻具,钻头的同轴度要符合设计要求,保证钻具回转的稳定性,以防钻头金刚石异常脱粒现象的发生。

## 5 结语

坚硬“打滑”地层钻进效率低是岩心钻探施工的一大技术难题,在国内外还没有得到较好的解决。不同地区坚硬岩层由于成岩机理和成岩环境的不同,其岩石特性也存在较大差异。目前,针对坚硬“打滑”岩层施工,不同地区采用不同的方法,没有统一适用的技术方法。我们针对鄂西地区坚硬“打滑”岩层钻探施工的需要从金刚石钻头选型、金刚石出刃方法及钻进工艺参数等方面进行了生产试验研究,归纳总结了取得的一些成果,仅为钻探界同仁解决类似问题提供参考。

## 参考文献:

- [1] 张丽,杨凯华. 金刚石钻头钻进坚硬致密弱研磨性岩层的研究现状与进展[J]. 金刚石与磨料磨具工程,2003,(1).
- [2] 罗爱云,等. 打滑地层新型孕镶金刚石钻头[J]. 地质科技情报,2007,(1).
- [3] 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.
- [4] 黄建国,赵振峰,王生,等. 本溪台沟铁矿深部坚硬地层孕镶金刚石绳索取心钻头的选择和使用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(8):73-75.