

# 大村矿段钻孔下偏心楔补采煤心施工技术

黄平

(四川省煤田地质局一三五地质队,四川泸州 646000)

**摘要:**在煤田钻探施工中,经常会出现打薄打丢煤层现象,影响采样化验和对井田的评价。为了准确了解煤层的深度、厚度和采取完整的煤样,保证勘探质量,必须补打斜孔采取煤心,以满足地质设计和煤田勘探钻孔工程煤层质量标准的要求。在川南煤田古叙矿区大村矿段的钻探施工中,采用金刚石绳索取心钻进工艺,摸索并掌握了下偏心楔补采煤心的施工技术。

**关键词:**煤田钻探;绳索取心;金刚石钻进;偏心楔;补打斜孔

**中图分类号:**P634.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)03-0026-03

**Construction Technology of Supplementary Coal Coring with Eccentric Wedge in Borehole of Dacun Coalmine Section/HUANG Ping** (135 Geological Team of Sichuan Bureau of Coal Geology, Luzhou Sichuan 646000, China)

**Abstract:** Coal seam often disappears or thinner than expected in coalfield drilling construction; therefore, the sampling experiment and the evaluation on minefield would be uncertain. In this case, the supplementary coal coring by slant drilling is necessary for accurately realizing the position and the thickness of coal seam with complete coal sample. Diamond wire-line coring drilling technology was adopted in the drilling construction in Dacun coalmine section of Guxu mining area of South Sichuan coalfield, the technology of supplementary coal coring with eccentric wedge was studied and mastered.

**Key words:** coalfield drilling; wire-line coring; diamond drilling; eccentric wedge; supplementary slanting drilling

## 1 矿区概况

川南煤田古叙矿区大村矿段地质详查钻探施工,是四川省国土资源厅地质勘查基金项目。矿段位于古蔺县城东,行政区划属泸州市古蔺县大村、石宝和二郎镇所辖。矿段北起赤水河,南至挖洪拗,东界于马岩滩—大山—杉木林,西至二郎镇—大村—苏家坝一线。南北长约24 km,东西宽8~10 km,面积约185 km<sup>2</sup>。设计钻孔50个,钻探工作量27505 m。矿段构造位于古蔺复式背斜的次级构造二郎坝向斜,地层倾角较大,向斜西翼较缓,地层倾角35°~50°,东翼较陡,为50°~80°,区内断层较发育,一般具有导水性,因而岩溶层段常遇溶洞。煤系泥岩、粘土岩、煤层(粉煤)段孔壁易垮塌,煤心不易采取是钻探施工的主要技术问题。

## 2 施工概况

34-161钻孔位于大村矿段李家寨二井田,设计孔深570 m,直孔。控制C19号煤层底板标高500 m。开孔层位三叠系飞仙关组第三段(T<sub>1</sub>f<sup>3</sup>),终孔层位茅口组(P<sub>2</sub>m)界面以下15 m。孔口海拔高度1008 m。

钻孔于2008年12月10日开始施工:Ø150 mm

×7.50 m、下孔口管Ø146 mm×7.70 m。2009年1月7日终孔,终孔孔深607.56 m,孔径77 mm。

2009年1月15日,经测井检验,该孔共有可采煤层6层,证明其中C13煤层(厚度为1.71 m,取心长0.60 m,长度采取率为35%,起止深度为513.99~515.70 m)、C19煤层(厚度为3.30 m,取心长2.05 m,长度采取率为62%,起止深度为538.18~541.48 m)打薄煤层,达不到钻探煤层质量合格标准。为了保证钻孔质量,确保后续详查钻孔工作的可持续进行,按照煤田勘探钻孔工程质量标准规范要求,决定补打斜孔,重新控制煤层的准确深度和采取煤样。

## 3 钻遇地层情况

该孔钻遇地层为:0~2.30 m为第四系(Q),层厚2.30 m,由坡、残积和风化物等构成,成分为杂色粘土、亚粘土、亚砂土及颗粒大小不同的泥岩、砂岩等;2.30~399 m为三叠系下统飞仙关组(T<sub>1</sub>f),层厚396.70 m,由泥质粉砂岩、砂质泥岩、粉砂岩、细砂岩、中厚层状鲕粒灰岩、泥灰岩不等厚度组成,下部有一厚度约15 m的泥灰岩、钙质泥岩;399~474.74 m为二叠系(P)上统长兴组(P<sub>3</sub>c),层厚

收稿日期:2010-08-26

作者简介:黄平(1957-),男(汉族),四川双流人,四川省煤田地质局一三五地质队生产技术部部长、工程师,钻探工程专业,从事钻探施工及管理工作,四川省泸州市江阳区江阳西路20号,642802182@qq.com。

75.74 m,由中~厚层状生物碎屑微晶、粉晶灰岩、泥灰岩、硅灰岩、局部见遂石结核、普遍含黄铁矿晶粒组成;474.74~591.86 m为二叠系(P)上统龙潭组( $P_2l$ ),层厚117.12 m,为海陆交互相沉积的含煤地层,含煤20余层,其中可采煤层6层,岩性主要由泥岩、粘土岩、砂质泥岩、泥质粉砂岩、粉砂岩、细粒砂岩、炭质泥岩和煤层组成,富含动、植物化石,底部有一厚度4.86 m的灰白色含黄铁矿高岭石粘土岩;591.86~607.56 m为二叠系(P)下统茅口组( $P_2m$ ),层厚15.70 m,由厚层状细晶石灰岩、泥灰岩组成,局部见遂石结核。整个地层倾角在 $30^\circ \sim 50^\circ$ 之间。

#### 4 偏斜施工技术方案的确定

我队自从全面普及实施金刚石绳索取心钻进工艺以来,下偏心楔补打煤层的情况迅速减少,很多机、班长对这一补打斜孔工艺已经淡忘,缺乏经验。特别是绳索取心钻杆与孔壁的环空间隙小,钻具弯曲难,钻杆壁厚薄(正常厚5 mm,丝扣连接处仅1.75 mm),造斜斜度选择不合理,容易造成钻具折断,发生孔故。造斜后,钻具上下困难;摩擦阻力增大,不能进行较高转速钻进。由于偏斜施工工序繁多,耗时费力、施工难度大、技术要求高,稍有不慎,可能会前功尽弃。因此,在施工前,我们对该钻孔的地层情况,施工情况进行仔细地分析,经综合考虑各种因素,慎重地制定了一套施工措施和技术方案。

经过对已采取的岩心分析,认为孔深472.30~478.55 m为砂质泥岩,可钻性4~5级,适合偏斜钻进。以下至孔深496 m均为石灰岩、泥灰岩、细粒砂岩,不适于偏斜。经研究决定从孔深473~476 m处偏斜,采用两个步骤进行工作。

第一步,用425水泥加氯化钠封孔至孔深470 m左右,待水泥强度提高后用 $\varnothing 77$  mm钻头扫孔至480.50 m。

第二步,用 $\varnothing 96$  mm钻头(带套向)扩孔至孔深480.50 m

### 5 偏心楔的加工制作

#### 5.1 材料的选择

根据补打斜孔的钻孔结构情况,选用直径尺寸与钻孔大小相匹配的无缝钢管材料进行加工制作。现场制作时应尽量选用成色较好的且壁厚 $\leq 4$  mm的无缝钢管作为材料,其强度不能低于DZ50-55级钢材。楔子斜面长度选在2.5~3.5 m之间,下部

重力坠管长度应不低于楔子斜面长度,故楔子管材总长一般应在5~7 m。坠管及斜面内腔应灌装水泥浆以增加楔子强度。

#### 5.2 偏心楔斜度的选择及斜面长度的计算

由于金刚石绳索取心钻进中,钻杆与孔壁间的间隙很小,使得钻杆弯曲困难,所以在制作偏心楔时其斜度一定不能太大,一般斜度控制在 $1.5^\circ \sim 2^\circ$ 之间即可。

偏心楔斜度的近似计算如下:

$$\varphi = 57D/L$$

式中: $\varphi$ ——楔子斜度; $D$ ——制作管材外径; $L$ ——楔子斜面长度。

当楔子斜度确定后反之也可以很快近似求出楔子斜面的长度,即 $L = 57D/\varphi$ 。

#### 5.3 切割及焊接要求

首先根据钻孔情况确定楔子斜度大小后,就可以用上述近似计算公式很快求出斜面长度,在加工管材上量取斜面长度后用墨线弹出切割线即可进行氧气切割。把切下的管材翻转 $180^\circ$ 置于被切割管材主体上,先用点焊(即花焊)固定,待冷却变形结束后,观察楔子是否有拱翘、扭曲的情况,若有需校正后再进行加固焊接(全面焊接),焊完后还应观察其变形情况并进行适当处理。另外,在楔子下端应加工成锯齿形的端面以利楔子下入后防止转动,底端尖部应向内收1~2 mm以防下入时遇阻脱落。

#### 5.4 偏心楔的制作

偏心楔选用 $\varnothing 89$  mm $\times$ 4 mm的岩心管制作,长度为7.64 m,斜面长3.47 m(含直面段0.10 m),顶角约为 $1.46^\circ$ ,预计偏斜位置离楔子顶0.60~0.80 m。其结构如图1所示。

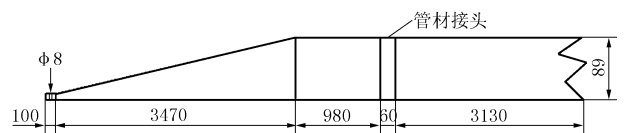


图1 偏心楔结构简图

制作方法:将岩心管切开后翻转 $180^\circ$ 焊接牢固,在偏心楔的底部切割4个高80 mm的锯齿形缺口(齿尖向内弯曲1~2 mm)。在偏心楔顶部圆弧顶向外弯曲1~2 mm,并在30 mm处钻1个 $\varnothing 8$  mm的圆孔。

### 6 补打斜孔的施工顺序及技术措施

#### 6.1 封孔

按照研究的施工方案,用425水泥加氯化钠搅

拌成水泥浆液封闭钻孔,从孔底至孔深470 m左右。水泥浆的配比为水泥:清水:氯化钠=1:0.7:0.02=900 kg:630 kg:18 kg,用泥浆泵注入孔内,按钻孔封孔质量及操作要求操作。为确保其封孔后水泥硬度停1~2日。

## 6.2 扫水泥塞与扩孔

用 $\phi 77$  mm金刚石钻头从孔深467.30 m(水泥塞顶)扫水泥塞至480.60 m。然后用 $\phi 96$  mm金刚石钻头带套向扩孔至480.00 m。起钻拆除套向,再次下入 $\phi 96$  mm金刚石钻头扩孔至480.60 m。调整好泥浆,其性能指标为:粘度18~22 s,密度1.02~1.05 g/cm<sup>3</sup>,pH值8~9,固相含量<4%。

## 6.3 下放偏心楔

把偏心楔子顶点焊在S75绳索取心钻具金刚石钻头以上0.15 m左右的外管处,焊接3个点即可,焊接(点焊)时既要考虑牢固以防下入时遇阻脱落又要能保证楔子到达预定位置能冲击蹶脱。所以,应根据楔子的质量大小选取适当的焊接点面积及焊接牢固程度。楔子下入全过程中都应保持匀速、缓慢,防止下钻过快时遇阻蹶脱焊接点(蹶脱偏心楔)。偏心楔下到预定位置后算准孔深和机上余尺,可在钻具上打上一记号,然后上提钻具0.30~0.50 m下蹶,靠钻具自重便可冲击蹶脱焊接点(升降机手把必须要控制好,以防蹶脱焊接点后钻具下插太多钻头被夹)。偏心楔蹶脱后,钻具一般可沿偏心楔斜面下滑0.5~0.6 m,这也可作为偏心楔是否蹶脱的判断依据之一。偏心楔在钻孔中如图2所示。

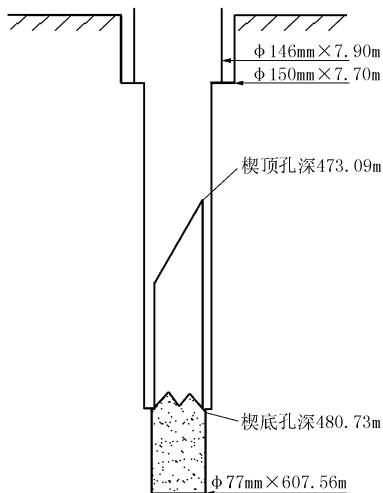


图2 偏心楔在钻孔中示意图

## 6.4 偏心楔固定

偏心楔下到预定位置后,将钻头放在楔子造斜面最可能的下部,从钻具内投入适量粒度适合的卡

料,落在楔子斜面一边的缝隙中(楔子与孔壁间的缝隙),以保证楔子的背部紧贴孔壁卡紧楔子,防止造斜时楔子转动导致卡钻事故的发生。卡料一般选用硬度适中的五、六级岩石,其颗粒度应根据楔子与孔壁的间隙而定,一般控制在3~8 mm为宜,总量有5~8 kg即可。卡料从钻杆内慢慢投入,投放不可过快,如果泥浆较浓还需用泵顶入为宜。

## 6.5 偏斜

碎石投放完后,连接立轴开泵冲孔30~50 min,泵量50 L/min,确认孔内正常后,拆开立抽投入内管总成。再次连接立轴开泵冲孔,内管总成到位后开始造斜。

造斜钻进参数:钻压2~4 kN,转速80~120 r/min;泵量50~90 L/min。钻头平稳缓慢均匀进尺即可,不可追求进尺过快,严禁在同一地方长时间磨,以防止破坏楔子面。经小心操作,偏斜成功。

## 6.6 补采煤层

待偏斜成功后,按照金刚石绳索取心钻进正常的参数,分别于孔深513.99~515.70 m段补采出C13煤层,于孔深538.18~541.48 m段补采出C19煤层。满足煤田勘探钻孔工程质量煤层优质标准,达到了预期目的。

## 7 施工时应注意的几个事项

### 7.1 偏心楔制作

制作偏心楔子时,偏心楔斜面必须光滑平整,特别是偏心楔面两边的焊缝,必须用手砂轮打磨平整,严禁凸凹不平或有焊渣。偏心楔斜面的最底部与管子的连接处,要自然过渡,严禁出现台阶或其它不平的现象。

### 7.2 下放偏心楔

偏心楔与绳索取心钻具相连要用少量的电焊(点焊)在圆环里面连接(钻具比偏心楔直径小一级),连接点的外径不能超过 $\phi 92$  mm。可用 $\phi 108$  mm套管接头的内径通径检验(连接点的外径)。连接好以后,外管与楔子的中心线必须在同一条轴线上。下偏心楔前,必须把孔内冲洗干净,以保证偏心楔顺利下入预计孔深。下放偏心楔时认真操作,要慢、要稳。

### 7.3 偏斜

金刚石钻头选择,要选使用过的钻头,钻头底唇外侧面尽量圆钝。绳索取心粗径钻具组合:不要带金刚石扩孔器,改用 $\phi 73$  mm外管加工的专用接头

(下转第32页)

速有明显的提高。相对于砂质泥岩或砂岩相对机械钻速提高较少。

#### 4 水力脉冲空化射流使用范围

- (1) 适用井眼范围包括  $8\frac{1}{2}$ 、 $12\frac{1}{4}$ 、16、 $17\frac{1}{2}$  in;
- (2) 适用钻井液密度范围在  $1.1 \sim 1.7 \text{ g/cm}^3$ ;
- (3) 适用的钻井深度  $0 \sim 6162 \text{ m}$ ;

(4) 效果明显,平均提高机械钻速 30% 以上,中软到中硬地层提高提速效果更加明显,在试验条件下该工具纯钻时间超过 260 h;

(5) 特别在目前页岩气的勘探中,该工具对页岩的钻速提高具有更好的作用。

#### 5 水力空化脉冲射流发生器的特点

##### 5.1 使用条件简单

使用水力脉冲空化射流发生器,不影响正常钻井施工,各种钻井参数可按照原设计执行。由于水力脉冲空化射流发生器工作过程中自身仅有  $0.5 \sim 1.0 \text{ MPa}$  的压耗,可以通过适当增加排量以提高水力脉冲空化射流发生器使用效果。

##### 5.2 安全性高

水力脉冲空化射流发生器本体为 40GrMnMo,屈服强度  $900 \text{ MPa}$ ,最大许用拉力、压力和扭矩强度满足要求(表 4)。

表 4 水力脉冲空化射流发生器许用载荷

工具尺寸 /in	最大允许拉力 /kN	最大允许压力 /kN	最大允许扭矩 /(N·m)
7	4920.50	4920.50	172459.3
9	6775.15	6775.15	158933.1

常用钻具组合中,5 和  $5\frac{1}{2}$  in 钻杆的抗拉和抗扭强度见表 5。

实际钻井过程中的载荷数值远小于安全许用强

(上接第 28 页)

替代。在开始造斜阶段应注意控制钻进参数,防止意外事故的发生。开始钻进时要轻压慢转,待取出完整岩心直至粗径钻具超过偏心楔斜面后,压力和转速可适当逐渐增大。

#### 8 认识与体会

金刚石绳索取心钻具补打斜孔,施工难度大,技术复杂。由于钻杆与孔壁的环空间隙小,钻具弯曲难,一般选用小一级钻具造斜,偏心楔的斜度一定不能太大,一般控制在  $1.5^\circ \sim 2^\circ$  之间即可。打斜孔时

表 5 常用钻具组合中 5 和  $5\frac{1}{2}$  in 钻杆的抗拉和抗扭强度

钻杆规格	G105(抗拉) /kN	S135(抗拉) /kN	G105(抗扭) /(kN·m)	S135(抗扭) /(kN·m)
$5\frac{1}{2}$ in 新	2720	3500	96	123.4
5 in 新	2460	3170	78	100.3

度值,安全系数非常高,对钻井的任何处理措施无不良影响。

#### 6 结论

(1) 空化射流钻进现场试验表明,空化射流发生器既可以配合牙轮钻头也可以配合 PDC 钻头使用。若要进一步大幅度提高机械钻速,还需进一步提高射流的瞬时负压作用,同时提高射流发生器的寿命。

(2) 空化射流发生器可提高机械钻速 15% ~ 50%,其结构设计合理,使用可靠,工作性能稳定。

(3) 优化射流发生器加工工艺,以提高射流发生器的单次使用寿命。

(4) 空化射流钻井工艺技术应与旋冲钻井工艺技术同步研究,射流发生器应标准化、系列化以便推广和普及。

(5) 可用于非常规能源的勘探开发,以不断地提高钻井效率。

#### 参考文献:

- [1] 罗肇丰. 钻井技术手册(一)[M]. 北京:石油工业出版社,1984.
- [2] 刘希圣. 钻井工艺原理[M]. 北京:石油工业出版社,1992.
- [3] [美]P. L. 穆尔,等. 钻井工艺技术(续篇)[M]. 北京:石油工业出版社,1989.
- [4] 陈谱. 钻井技术手册(一)钻头[M]. 北京:石油工业出版社,1992.
- [5] 王达. 探矿工程(地质工程)未来 20 年科技发展战略研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2004,31(1).

最重要的是不要扫坏偏心楔和防止偏心楔转动。在补打斜孔取煤施工中,只要把握正确有效的施工技术措施,按设计步骤和正确的操作方法进行,成功率就会显著提高。

#### 参考文献:

- [1] 张家军,潘峰. 煤田深孔采煤心施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(5):34-35,52.
- [2] 韩广德. 中国煤炭工业钻探工程学[M]. 北京:煤炭工业出版社,2000.
- [3] 赵运兴. 煤田钻探技术手册(修订本)[M]. 北京:煤炭工业出版社,1986.