

# 西平铁矿深孔绳索取心钻探技术应用

陈风云<sup>1</sup>, 谷天本<sup>2</sup>

(1. 河南省地矿局第二水文地质工程地质队, 河南 郑州 450053; 2. 河南省地矿局第三地质探矿队, 河南 洛阳 471023)

**摘要:** 绳索取心钻进技术已经广泛用于钻探工程中, 深孔钻探采用绳索取心技术可大大提高钻探效率和钻探质量。结合西平铁矿对深孔绳索取心钻探技术进行了应用研究, 阐述了深孔绳索取心钻探过程中, 钻孔结构的优化以及匹配合理钻具型式的重要性。还就泥浆体系和孔斜控制等关键技术进行了探讨。

**关键词:** 绳索取心钻探; 深部钻探; 钻孔结构; 优化; 泥浆; 孔斜

**中图分类号:** P634.5    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1672-7428(2010)06-0016-04

**Application of Deep Hole Wire-line Coring Drilling Technology in Xiping Iron Mine/CHEN Feng-yun<sup>1</sup>, GU Tian-ben<sup>2</sup>** (1. No. 2 Hydrogeology and Engineering Geology Team, Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Zhengzhou Henan 450053, China; 2. No. 3 Geo-exploration Team, Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Luoyang Henan 471023, China)

**Abstract:** Wire-line coring drilling technology has been widely applied in drilling engineering, which can greatly improve the drilling efficiency and drilling quality in deep hole drilling. Based on the application research on deep hole wire-line coring drilling technology in Xiping iron mine, the paper discussed the importance of borehole structural optimization and suitable matching of drilling tool types, and also studied the key technologies of mud system and deviation control.

**Key words:** wire-line coring drilling; deep drilling; borehole structure; optimization; mud; borehole deviation

## 0 引言

随着新一轮国土资源大调查的开展, 攻深找盲, 深部探矿工作量日益增多, 勘探深度 1300 ~ 2000 m 的地质工作已经开始。因此, 探矿工作者要为深部探矿做好技术储备。本文结合西平铁矿深部探矿某钻孔实施的成功经验, 对深孔绳索取心钻探技术进行应用研究。

## 1 矿区概况

西平铁矿勘查区位于河南省西平县, 钻孔位置属华北平原, 矿区地势平坦, 交通便利。钻孔深度 1141.05 m, 钻孔上部覆盖层厚约 400 m, 下部为泥岩、砂岩、泥质砂岩。施工中采用 XY-6B 型钻机, BW320 型泥浆泵, 钻机配备 Ø89 mm 缴粗绳索取心钻杆 1002 m, JS95A 绳索取心钻具 2 套, Ø71 mm 缴粗绳索取心钻杆 1500 m, JS75 绳索取心钻具 2 套, Ø127 mm 套管 700 m, Ø108 mm 套管 200 m, Ø89 mm 套管 800 m。该孔采用绳索取心钻探工艺, 60 天顺利终孔, 被地质上评为优质孔。

## 2 钻具级配

深孔钻探必须采用合理的钻具级配, 该钻孔采

用如下级配:

- (1) 开孔孔径 133 mm, 钻具级配 Ø133 mm 钻头 + Ø89 mm 绳索取心钻杆;
- (2) 孔径 110 mm, 钻具级配 Ø110 mm 金刚石钻头 + Ø89 mm 绳索取心钻杆;
- (3) 孔径 96 mm, 钻具级配 Ø96 mm 金刚石钻头 + Ø89 mm 绳索取心钻杆;
- (4) 孔径 77 mm, 钻具级配 Ø77 mm 钻头 + Ø71 mm 缴粗绳取钻杆。

## 3 钻进方法与钻孔结构

在厚覆盖层的煤系地层中钻探, 钻孔结构宜采用多级, 对不稳定孔段用套管隔离, 以确保钻进顺利进行。根据本钻孔穿越地层特点, 采用如下钻进方法和钻孔结构<sup>[1]</sup>。

(1) 0 ~ 398.22 m 孔段: 采用 Ø133 mm 非取心复合片钻头钻进, 当钻至 380 m 时因遇岩层钻进困难, 更换 Ø130 mm 金刚石取心钻头钻进至 398.22 m, 下入 Ø127 mm 套管长度 398.88 m。

(2) 398.22 ~ 432.00 ~ 893.88 m 孔段: 下入 Ø127 mm 套管后变径采用 Ø96 mm 绳索取心钻进, 当钻进至 432.00 m 时, Ø127 mm 套管下部泥岩地

收稿日期: 2009-09-14; 修回日期: 2010-06-07

作者简介: 陈风云(1962-), 女(汉族), 河南洛阳人, 河南省地矿局第二水文地质工程地质队工程师, 探矿工程专业, 从事地质岩心钻探、工程施工技术工作, 河南省郑州市南阳路 56 号, dzdcfy@163.com。

层坍塌严重,严重影响了正常钻进施工,采用  $\text{Ø}110$  mm 金刚石钻头对此段不稳定层进行扩孔进入完整灰岩 8 m,下入  $\text{Ø}108$  mm 套管(飞管)35.71 m,而后采用  $\text{Ø}96$  mm 绳索取心钻进至 893.88 m,下入  $\text{Ø}89$  mm 套管 794.05 m(反丝), $\text{Ø}108$  mm 套管 100 m(正丝连接),其中  $\text{Ø}108$  mm 套管位于孔段上部,此段之所以直径扩大,主要是考虑到钻机主动钻杆接头尺寸外径超过 80 mm, $\text{Ø}89$  mm 和  $\text{Ø}108$  mm 套管通过正、反丝变径接头连接。

(3)893.88 ~ 1141.05 m 孔段:采取  $\text{Ø}77$  mm 绳索取心钻进,钻进至孔深 1141.05 m,最终达到地质目的而终孔。钻孔结构如图 1 所示。

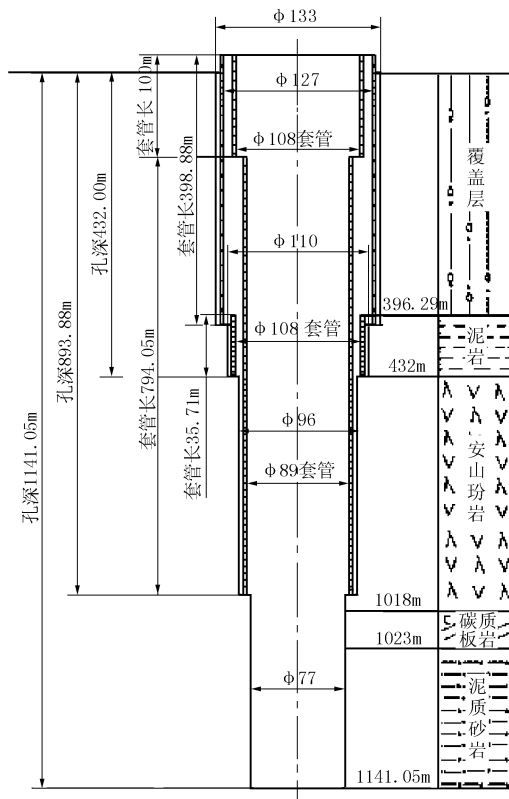


图 1 钻孔结构示意图

#### 4 绳索取心钻进技术措施

岩层采用绳索取心钻进以提高钻探效率,钻进过程中采取的主要技术措施如下。

(1)在钻进过程中,如果钻压突然增高,说明岩心充满岩心管或者岩心堵塞,应停止钻进,卡断岩心,将钻具提离孔底。用夹持器夹住钻杆后,卸下机上钻杆,然后下放打捞器进行打捞。

(2)当打捞器接近内管总成时,要适当减速,以防捞矛头和打捞钩受到过大的冲击力而损坏。当打捞器落到内管总成上端时(在孔口能听到轻微的撞

击声),即可开始缓慢提升。当内管总成提动之后,再按正常速度提升。此时,如果钻杆里有大量冲洗液流出,说明已经打捞成功。否则应停止提升,重新打捞。

(3)当内管提升到地面后,从卡簧座或接头处卸开,从岩心管取出岩心。倒出岩心时,用橡胶锤或木锤轻敲内管,切勿用铁器硬敲,以免内管产生凹坑,影响钻进时岩心的进入,造成岩心堵塞。取出岩心后,要清洗和检查内管总成,重新组装起来以备待用。

(4)在正常水位时,将内管总成直接从孔口往钻杆里投入,然后接好机上钻杆,开泵用冲洗液往下压送。泵压突然升高,表明内管总成已到位,可以开始钻进。

(5)在严重漏失地层钻进时,应先往孔内注入冲洗液,等液面升到正常位置后,再投放内管总成。如果孔内无冲洗液或者液面很低,应用打捞器将内管直接送入,以免撞坏钻具和钻头,造成事故。

(6)在钻进过程中,如果泵压频繁升高,但打捞上来的内管既不满又没堵塞,说明报信压力太低,需调整。调整方法是增加碟簧片数或更换已变形的碟簧。

(7)钻进中常见故障及排除方法。在钻进过程中,如果出现故障,应查明原因,采取措施,及时排除。常见故障及排除方法如表 1 所列。

表 1 绳索取心故障及排除方法

故障类型	排除方法
下放打捞器时,中途遇阻	提钻检查,更换不合技术要求的钻杆
打捞内管总成时,中途遇阻	将内管总成放回孔底(无法下放时就放在遇阻处),投入脱卡管,使打捞器安全脱卡以后提出孔外。然后提钻检查,更换不符合技术要求的钻杆
	上下提放打捞器,反复捞几次,如无效则检查打捞器,若打捞器无缺损则提钻处理
打捞器抓住内管总成以后提不动	投入脱卡管,使打捞器脱卡之后,提钻检查

#### 5 泥浆护壁措施

覆盖层较厚的钻孔,必须采用优质泥浆护壁。该钻孔采用 3 种泥浆类型:针对覆盖层的普通泥浆;针对绳索取心钻进使用的低固相优质泥浆;专门为起拔套管而配制的高粘度泥浆。

##### 5.1 普通泥浆

##### 5.1.1 特点

粘度较高,但需具备良好的可泵性。失水量较小,密度较大,含砂量较少,泥浆稳定性较好。

### 5.1.2 配制方法

山东膨润土粉:150~200 kg/m<sup>3</sup>。

添加剂(为加土量的质量之比):纯碱3%~5%;聚丙烯酰胺0.1%;CMC 1%;防塌剂1%~2%;KP共聚物1%~2%;植物胶1%~2%。

### 5.1.3 性能指标

粘度20~25 s,密度1.2 g/cm<sup>3</sup>,失水量<15 mL/30 min,含砂量<4%。

## 5.2 低固相泥浆<sup>[2]</sup>

### 5.2.1 特点

粘度一般,失水量较小,密度较小,含砂量小,泥浆稳定性好。

### 5.2.2 配制方法

山东膨润土粉:50~100 kg/m<sup>3</sup>。

添加剂(为加土量的质量之比):纯碱3%~5%;聚丙烯酰胺0.1%;CMC 3%;防塌剂3%;KP共聚物3%;高效润滑剂3%;皂化油5%;植物胶1%~2%。

### 5.2.3 性能指标

粘度18~20 s,密度1.02~1.05 g/cm<sup>3</sup>,失水量<15 mL/30 min,含砂量<3%。

## 5.3 高粘度泥浆

### 5.3.1 特点

粘度高,失水量小,密度大,含砂量一般,泥浆稳定性较好。

### 5.3.2 配制方法

山东膨润土粉:250 kg/m<sup>3</sup>。

添加剂(为加土量的质量之比):纯碱3%~5%;聚丙烯酰胺0.1%;防塌剂1%;KP共聚物1%。

### 5.3.3 性能指标

粘度大于25 s,密度1.2~1.3 g/cm<sup>3</sup>,失水量<15 mL/30 min,含砂量<8%。

## 6 新型泥浆处理剂的应用研究

在该孔中,对一些新型的泥浆材料进行了应用研究。

### 6.1 KP共聚物

由PAM、CHM、CMC及表面活性剂等共聚而成,其除了具有以上添加剂单独处理泥浆的某些作用外,还具有独特的功能:有良好的稳定孔壁、防止坍塌、稀释、降粘、降失水等作用。KP共聚物为灰黑色粉末、易溶于水,水溶液呈弱碱性,而且还有润滑钻

具、抗钙污染等性能,尤其是在绳索取心钻探中,对防止钻杆壁结泥皮有较好的效果。其集多种功能于一体,实践证明,使用效果良好。

### 6.2 植物胶<sup>[3]</sup>

外观为淡黄色粉末,为含高分子聚合物,能迅速分散在水中,经过搅拌形成胶粘网状。具有良好的流变性,有利于井壁稳定和携带钻屑,可明显提高钻速,减轻钻具的磨损;对破碎地层、砂岩层等渗透性地层有明显的封堵作用;取心时可在岩样表面形成一层保护膜,获得较高的取心率,并且减少其它化学试剂的使用量,降低成本,提高经济效益。是一种理想的多效、环保、低固相、天然新型的钻井泥浆材料,使用效果良好。

### 6.3 高效润滑剂

外观为黄色,该润滑剂比其它类型润滑剂具有更多优点。不但润滑性能好、抗钙镁离子性能好、排砂效果优,对缩径、泥包钻头、压差卡钻有特效,尤其是不粘管子,不粘手,有效地降低了钻杆与孔壁的摩擦力。

## 7 易斜地层的防斜、控斜、纠斜措施

在钻探施工中,预防孔斜是一项很复杂的技术工作,必须把造成钻孔偏斜多种因素结合起来,全面加以考虑,主要采取如下措施。

(1)钻机的安装要水平、牢固,立轴中心与设计钻孔中心要在同一直线上。开孔钻进时,要经常检查立轴与孔口中心线是否一致。

(2)在开孔时立轴钻杆不要过长,尽量减小钻具的摆动。

(3)钻孔钻进深度增大后,需要进行减压钻进时,使提引吊环与立轴及钻孔中心线处在同一条直线上,以免提引器偏向提引立轴钻杆,造成立轴偏摆。

(4)井口要有牢固的井口导向管。

(5)不使用弯曲的钻具。

(6)正常钻进中岩心管的长度一般保持在6 m以上。在砾岩层、砾石层、厚煤层、破碎层以及松散性岩层等条件下,岩心管应该加长到9~10 m。

(7)钻进破碎层、松散层时,不使用过大的钻压和转速,对钻进速度适当地加以控制。

(8)钻进过程中换层时,不论岩层是由软变硬还是由硬变软,也不论岩层是由完整变破碎,还是由破碎变完整,均应减压、减速钻进。特别是在岩层倾角较大的情况下,更要有一个定孔的过程。所谓定

孔,就是在钻进倾角较大的上述岩层中,一旦发现换层,就要适当把钻头提起一定高度,反复钻扫,通过上部孔径的导正,使钻头在进入新的岩层界面时,保持钻孔中心线不发生变化,在此基础上,再进行正常钻进。

(9)由大孔径换小孔径钻进时,要使用导向管。换径后第一次钻程导向管长度应为5~6 m,导向管下面的小直径钻具(岩心管)长度以0.5 m左右为宜;第二次钻程主要把小直径岩心管再加长5~6 m,钻进4~5 m;第三次钻程即可取消导向管钻进。

(10)扩孔时使用导向体,导向体的外径与原孔钻进时所用粗径钻具的外径相同,导向体长度为2~3 m。

(11)在易塌孔、掉块的岩层中施工时,使用粘度较高的泥浆,以保护孔壁。

(12)加强技术管理工作,对遇到的问题要及时进行研究分析,尤其对钻孔孔斜进行及时的测量,以便及时准确地掌握钻孔孔斜变化。

## 8 钻探技术成果

绳索取心技术在该矿区应用大大提高了钻探效率,降低了工人劳动强度。合理的钻孔结构保证了钻进顺利进行;新型泥浆的应用保证了孔壁稳定、防

(上接第15页)

采用套管隔离或灌注水泥浆的方法处理。施工中派专人处理冲洗液的含砂量,利用地形加长泥浆循环道,在循环道中间多做几个沉淀坑,勤捞渣;配备小型除砂器。

(5)在扫孔的情况下,不建议使用绳索取心液动锤钻具。

(6)由于液动锤的使用提高了对冲洗液的要求,加大了对冲洗液管理人员的劳动强度,项目部、机台一定要对该类人员进行严格挑选,做好思想工作,机、班长及时检查督促。

(7)每次提钻一定要认真检查液动锤的零部件,及时更换易损件。井上多一份责任,井下少一次事故。

## 8 结语

通过使用绳索取心液动锤钻具,使该孔保质按期顺利完成,使我单位在此矿区近40年难以克服的钻探问题比较好地得到了解决,为下一步在该矿区的地质普查设计提供了极大的帮助。笔者认为,在

止了钻杆内壁结垢;综合防斜、纠斜措施,防止了钻孔孔斜超差、减少了钻杆折断。该钻孔终孔顶角 $6^\circ$ ,被综合评定为优质孔。

## 9 结语

(1)深孔钻进必须对孔身结构进行优化设计,合理的孔身结构是保证钻孔顺利完成的关键。

(2)深孔钻探采用绳索取心技术能大大提高钻进效率和钻探质量,西平铁矿的应用研究表明,深孔台月效率为570 m,并且达到了优质孔的目标,取得了良好的经济和社会效益。

(3)泥浆技术和孔斜控制技术也是深孔钻探技术中的关键,在深部钻探过程中,应根据工程实际采用优质泥浆护孔,防止钻杆结垢,减少回转阻力和循环阻力,同时进行有效的孔斜控制,最终快捷、高质量完成钻孔。

## 参考文献:

- [1] 薛永久,马增祥.鸡西煤田某勘探区深孔钻探技术措施[J].煤炭技术,2003,22(8).
- [2] 王勐.低固相不分散泥浆在复杂地层钻进中的应用[J].西部探矿工程,2006,(7).
- [3] 乌效鸣,蔡记华,李云波.LG植物胶处理剂的试验研究[J].钻井液与完井液,2005,22(1).

保证泥浆质量的前提下,在硬岩、破碎和孔斜地层使用绳索取心液动锤可以取得显著的经济效益。

## 参考文献:

- [1] 杨泽英.SYZX75型绳索取心液动潜孔锤的研制[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(9):73-74.
- [2] 苏长寿.液动潜孔锤技术现状及发展趋势[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2003,30(2):28-30.
- [3] 谢文卫,苏长寿.新型高冲击功液动潜孔锤的研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),1998,25(6):31-35.
- [4] 傅丛群,彭金灶.SYZX75型绳索取心液动锤在福建武平银多金属矿的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(6):33-34.
- [5] 朱金凤,陈师逊.SYZX75型绳索取心液动锤在招远玲珑金矿勘探中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(8):22-23,26.
- [6] 刘景华,何立新.SYZX75绳索取心液动锤加长岩心管的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(2):5-6,11.

致谢:感谢中国地质科学院勘探技术研究所苏长寿教授、谢文卫教授提供SYZX96/75绳索取心液动锤钻具及施工指导;感谢北京探矿工程技术研究所陶士先教授提供的冲洗液配合比;感谢湖南煤田地质机械厂为该项目的研究制定专用钻头。同时也对在该项目中辛勤劳动的全体工作人员表示深深的敬意。