

# 绳索定向造斜及取心技术应用

向军文<sup>1</sup>, 向昆明<sup>2</sup>, 张新刚<sup>1</sup>, 章 述<sup>2</sup>, 林修阔<sup>1</sup>

(1. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000; 2. 四川省煤田地质局 137 队, 四川 达州 635006)

**摘要:**绳索取心技术因其钻进效率高而广泛应用,但其无法实施定向作业。本项目可在采用绳索取心的同时,不需要采用井底螺杆钻具进行定向勘探,该技术是近几年才发展起来的高新技术。目前在世界范围内,仅有少数几个国家掌握该技术,其中以挪威和美国取得世界领先地位。简要介绍了绳索定向造斜和取心技术的原理及技术参数,并介绍了云南华泽矿区的施工应用实例。

**关键词:**定向钻进;定向取心;绳索取心钻进;取心技术

**中图分类号:**P634.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2009)08-0018-04

**Application of Wire-line Directional Drilling and Coring Technology/XIANG Jun-wen<sup>1</sup>, XIANG Kun-ming<sup>2</sup>, ZHANG Xin-gang<sup>1</sup>, ZHANG Shu<sup>2</sup>, LIN Xiu-kuo<sup>1</sup>** (1. The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China; 2. No. 137 Geological Brigade, Sichuan Provincial Bureau of Coal Geology, Dazhou Sichuan 635006, China)

**Abstract:** Wire-line drilling is widely used due to its high drilling efficiency; however, it cannot carry out directional drilling. The wire-line directional drilling and coring technology can take cores and drill directionally without using down-hole motors. The technology is a high-tech emerging in recent years, only a few countries have mastered it, and Norway and America lead the position in the world. This paper describes the wire-line directional drilling and coring principle and technical specifications with field application in Huaze mine of Yunnan.

**Key words:** directional drilling; directional coring; wire-line coring drilling; coring technology

## 0 前言

以前定向钻进主要采用井底螺杆马达,无法采取岩心;而绳索取心钻进技术尽管其钻进效率高但无法纠偏。绳索定向造斜及取心技术就是在绳索取心钻进的同时,不采用井底螺杆马达,完成定向造斜或水平钻进工作。

绳索定向造斜及取心技术国外已在许多工程地质调查、矿产勘探、海底勘探、地铁工程、坑道及隧道选址与勘查等方面得到广泛应用。加拿大在渥太华某勘探工程中,由一个主井分支出 24 个分支井,与传统勘探取心方法相比,节省了 16000 m 钻进工作量,取得了最小工作量、最大矿产信息量的良好效果。挪威 DEVICO 公司已研制出 NQ 系列定向取心专用工具,它可以应用传统的绳索取心设备或器具作为基本平台进行定向取心作业,目前已得到应用。

国内目前主要采取垂直钻孔取样勘查手段对沉积矿床进行评估,这种方法对一般沉积比较好的矿床来说是较容易进行勘探评估的,但对一些不规则的特殊沉积矿床进行勘探评估是很难的,即使在特殊情况下设计定向孔进行勘查取样,也没有形成一

套完整的钻进和取心方案,造斜后采取常规回转钻进取心极容易发生孔内事故,经常出现拉槽卡钻、断钻杆、塌孔等孔内事故,严重时会导致钻孔报废。而绳索定向造斜及取心技术可完全满足这些不规则的特殊沉积矿床、隐伏矿床及受特殊地形条件限制的矿产资源的地质岩心勘探作业需要。

绳索定向造斜及取心钻进方法可以大大弥补传统绳索取心的不足,此方法的成功应用将对我国岩心钻探技术的提高产生巨大的影响,对加快我国不规则沉积矿床、隐伏矿床等特殊矿床的勘探与开发速度以及特殊工程地质勘察有着不可或缺必要性。因此我们研究试制了绳索定向造斜及取心工具,并在云南华泽矿区应用,获得了一定的成功。

## 1 工作原理及技术参数

绳索定向造斜及取心钻具是一种在钻进过程中既能造斜又能绳索取心的取心工具。该钻具靠专门的造斜机构在孔内定向后能连续弯曲钻进,同时内管总成的取心管容纳岩心,待岩心装满后,不需提取外管,只需上提内管总成即可。其内管总成中有随

收稿日期:2009-02-05

**作者简介:**向军文(1967-),男(汉族),湖北黄梅人,中国地质科学院勘探技术研究所特钻中心主任、教授级高级工程师,地质工程专业,博士,从事定向钻进技术研究及开发工作,河北省廊坊市金光道 77 号;向昆明(1967-),男(汉族),四川达县人,四川煤田地质局 137 队队长、高级工程师,探矿工程专业,四川省达州市南城华蜀南路 198 号。

钻仪器,可随时测量钻孔的顶角、方位角及工具面角。

工作原理:绳索定向造斜及取心钻具共有 3 层管组成,取心管为第三层管,心管内装岩心,不回转;上部绳索取心钻杆回转带动第二层管回转;最外管为支撑机构,不回转,可实现定向造斜。具体表现为当泵压增大到一定值时,分离机构滑块上移,钻具的

二层管和三层管分离,分动接头的上外管在绳索钻杆的带动下正常钻进,分离机构的下外管不回转,起到造斜作用;定向部分根据随钻仪器测量的数据,采用单点定向的方式进行定向,钻进过程中随时测量数据,调整工具面角,以控制钻孔轨迹。

原理简图如图 1。

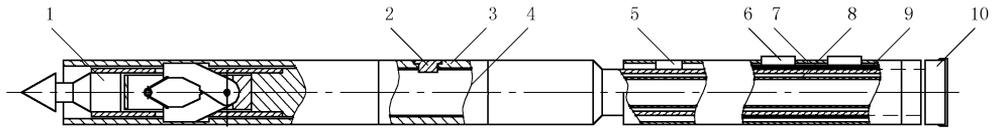


图 1 绳索定向造斜及取心钻具原理简图

1—打捞装置;2—定向键;3—定向接头;4—定向仪器;5—锁紧活塞;6—导向伸缩块;7—外壳;8—岩心内管;9—岩心外管;10—取心钻头

技术参数:定向造斜孔径 76、96 mm(NQ/NQ2/NQ3 级);造斜钻进及水平钻进取心直径 24、46 mm;定向造斜孔段的造斜率 0.1 ~ 0.4°/m;适用定向造斜孔的孔斜范围 0 ~ 90°。

ES102° - ES129°。地层共穿过 T<sub>1</sub>f<sub>2+3</sub>、T<sub>1</sub>f<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>k、P<sub>2</sub>x<sub>3</sub>、P<sub>2</sub>x<sub>2</sub>、P<sub>2</sub>x<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>β。期间有 18 层煤,共分为 K1 ~ K18。

由于地层倾角太大,利用 2 号勘探线的拐角特点,ZK201 孔在井深达 829.55 m 时,只探明 K1 ~ K10 层煤矿,但难再勘探后续矿层;而在 4 号勘探线,ZK401 孔尽管井深达 916.12 m,却没有探出任何一层矿。因此,上述 2 条勘探线难以在采用常规直井绳索取心技术下达到勘探目的要求。

## 2 工程概况

云南华泽矿区初步设计有 4 口勘探孔,其中已经完成 2 号和 4 号勘探孔,根据这 2 口勘探孔的地质录井资料显示:1 号勘探线地层倾角达 70 余度;2 号勘探线地层倾角达 70 余度,且呈拐角状;3、4 号勘探线地层倾角达 80 余度,且呈曲线状。倾向为

ZK201 孔和 ZK401 孔勘探剖面图设计如图 2。

根据以上 2 孔的勘探情况,分析发现造成无法

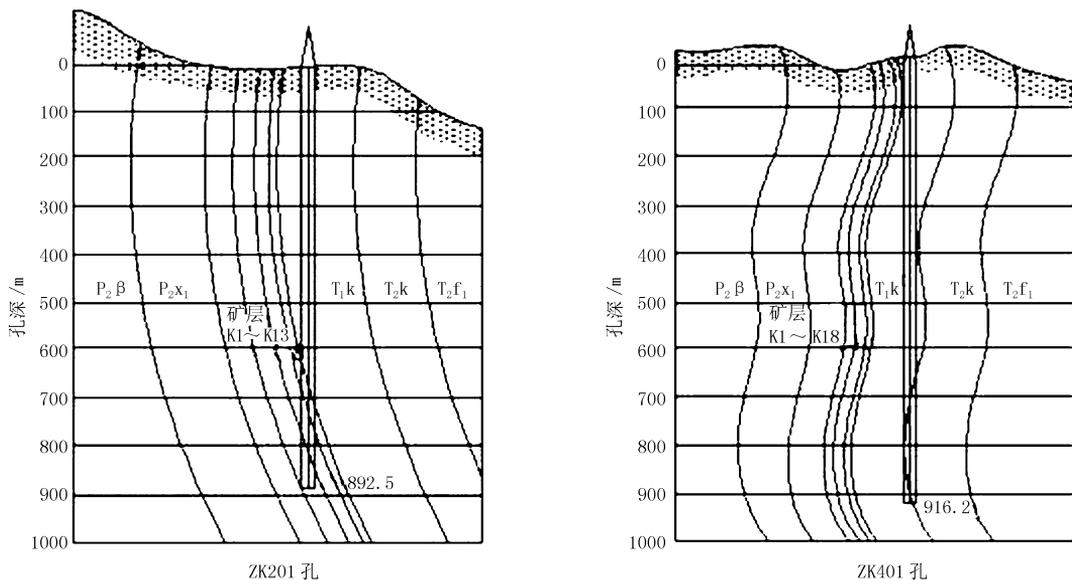


图 2 ZK201 孔和 ZK401 孔钻孔剖面示意图

达到勘探目的的主要原因就是地层倾角过大,利用直井无法在有限的进尺情况下穿透地层。结合以上考虑,ZK101 孔决定采用绳索定向造斜及取心钻具

进行试验。本孔要求延线 X > 50 m, Y = 0, Z < -490 m。

穿透地层情况见表 1。

表1 ZK101孔穿透地层情况

厚度/m	垂深/m	岩性
35.00	40.00	粉砂岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩
10.00	50.00	泥岩
5.00	55.00	煤
5.00	60.00	粉砂岩
1.00	61.00	煤
5.00	66.00	粉砂质泥岩
1.00	67.00	煤
3.00	70.00	粉砂质泥岩
1.50	71.50	煤
45.50	117.00	粉砂岩、薄煤层、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩
3.00	120.00	煤
40.00	160.00	炭质泥岩、粉砂岩、薄煤层、粉砂质泥岩
2.00	162.00	煤
123.00	285.00	炭质泥岩、粉砂岩、薄煤层、粉砂质泥岩
1.50	286.50	煤
188.50	475.00	炭质泥岩、粉砂岩、薄煤层、粉砂质泥岩、泥岩
1.00	476.00	铝土质泥岩
14.00	490.00	玄武岩

### 3 钻孔轨迹设计

#### 3.1 设计依据

根据ZK201孔和ZK401孔的勘探情况,采用常规直井绳索取心的方式已经很难满足勘探要求,为了能够更全面的获取地层信息,因此该孔设计成定向造斜孔,使之斜着穿过地层达到勘探的目的。

#### 3.2 井眼轨迹剖面设计

ZK101孔初步设计从300 m处开始造斜取心,500 m处完孔。全孔采用剖面类型为:直线-曲线-直线-曲线。即孔深0~300 m为直井取心段(该井段采用常规绳索取心方式取心);孔深300~360 m为定向造斜取心段;孔深360~420 m为直线取心段(该井段采用常规绳索取心,仪器跟踪的方式取心);孔深420~500 m为定向造斜取心段。根据0~300 m的测斜数据显示,在300 m处方位(268.7°)基本与业主要求的方位相同(270°),因此在设计轨迹时重点考虑顶角的设计。

### 4 施工设备及工艺

#### 4.1 施工设备

钻机:XY-4型钻机;

钻塔:17 m四角塔;

水泵:BW-320型泥浆泵;

钻杆:加强型 $\varnothing 73$  mm绳索取心钻杆;

取心工具:常规绳索取心钻具,新型76定向取心钻具;

钻头: $\varnothing 76$  mm定向取心钻头;

定向仪器:FLEXIT MultiSmart型电子多点测斜仪。

#### 4.2 钻进施工技术参数

泵压:初始泵压1~2 MPa,工作泵压4~5 MPa;

转速:初始转速147 r/min,试验转速468 r/min;

钻压:12~25 kN。

#### 4.3 施工工艺

(1)当钻具下放到距离孔底约2 m处时,启动泥浆泵,采用常规泵量冲孔,以防止岩屑堵钻头;然后再投入取心及定向总成。

(2)加入仪器,投入定向总成进行孔内测斜;根据测斜结果,确定定向钻进工具面角,在地面调节钻杆;再次投入总成测量最终工具面角。提出总成,取出仪器,再投入总成,准备钻进。

(3)下放钻具到孔底,采用大一级泵量冲孔,冲孔时间至少为该孔孔底岩粉上返到孔口时间,注意观察泵压变化。此时,可确认定向取心钻具分离机构及定向卡固机构启动。再换正常施工泵量,实施回转取心钻进。

(4)由于定向取心钻头截面大,所取岩心直径为24 mm,所以钻进施工中,泵量可采用常规泵量,但钻压应比常规取心钻压大0.5 kN。

(5)钻进2.4 m后,打捞总成,取出岩心。

### 5 施工效果

根据所测得数据,钻孔轨迹如图3所示。

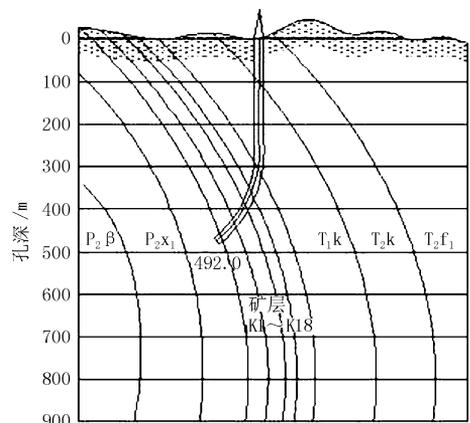


图3 ZK101孔钻孔轨迹示意图

整个施工过程没有发生断钻杆事故,顺利完成定向造斜及取心工作。从图3可以清晰的看出,利用定向钻进工具进行取心,对于地层倾角很大的勘探孔来讲,可以在较短的进尺情况下,将所有需要的地层穿过,获取较多的地层信息,以便更好的解释地

层或者探明矿层的储量。而常规直井取心一方面要想穿过所有需要的地层,需要很长的进尺;另一方面常规取心方式对于地层倾角再大一些的勘探孔来讲,很可能无法获取所需要的地层信息。

ZK101孔如果利用常规取心钻进方式取心,在492 m处根本无法完全穿过所需要的地层从而获得较全面的地层信息,利用定向取心工具,在300 m处就开始有意向穿透地层方向定向取心,这样就在较短的进尺情况下穿过了所需要勘探的地层,从而获取所需要的地层资料。

ZK101孔从300 m开始使用定向取心工具,在492 m完孔。一共进尺192 m,其中使用定向取心工具钻进共132 m,中间60 m(360~420 m)为仪器跟踪,使用常规取心方式取心。

由此可见,ZK101孔无论在进尺方面还是在获取地层资料方面都比ZK201孔和ZK401孔效果好得多。从ZK101孔我们可以明显的看出利用定向造斜取心的方式进行勘探,大大弥补了常规取心方法的不足。

图4为现场所取岩心样品,直径为24 mm。



图4 ZK101孔岩心样品

(3)近几年,随着地质大调查的全面展开,绳索定向造斜及定向取心技术对加快我国目前不规则沉积矿床、隐伏矿床等特殊矿床的勘探与开发速度以及特殊工程地质勘察有着重要的意义,因此迫切需要开展和加以成熟这项技术,使之尽快大范围的服务于勘探行业。

## 6 结论

(1)绳索定向造斜取心方法的优点:钻进成本降低、进尺减少、工期缩短、获取地层资料全面。

(2)ZK101孔的试验成功,标志着我国绳索定向造斜及定向取心工艺已可进入应用阶段。

## 参考文献:

- [1] 熊德智. 水平井取心工艺技术[J]. 钻采工艺, 1996, (1).
- [2] 许俊良,等. 定向井取心工具的研制及现场应用[J]. 石油机械, 2001, 29(2).

(上接第17页)

行冷却和清洗孔底。提钻吹孔时,只要导正器表面的孔露出套管靴、解除封闭状态,大量空气将通过此二孔进入套管对套管内岩屑进行强力吹除。

当钻进告一段落,需将钻具提高时,可慢速反转钻具两转,偏心扩孔钻头又依靠惯性力和孔底摩擦力收回,整套钻具的外径小于套管内径,即可将钻具提高到进行配接和套管的位置或将钻具提出孔外,套管留在孔内护壁。

## 4 结语

经过对堆积体锚索孔造孔工艺及配套机具的研究,取得了以下主要成果:

(1)YG80型锚固工程钻机经过改进后,提高了钻机的适应性,增强了钻机功能,使其更适合堆积体

锚索施工的需要。

(2)研制改进的新型偏心跟管钻具,将平均跟管效率从0.65 m/h提高到3.65 m/h;使用寿命从17.0 m/套提高到120 m/套,大大提高了跟管施工效率和使用寿命,加快了锚索孔成孔进度,满足了堆积体锚索孔成孔需要。

(3)设计改进的跟管套管级配满足了一次性跟管至施工深度的需要。

## 参考文献:

- [1] 王扶志,张志强,宋小军. 地质工程钻探工艺与技术[M]. 长沙:中南大学出版社,2008.
- [2] 汪彦枢. 潜孔锤跟管钻进方法的开发及应用[J]. 探矿工程, 2003, (S1): 45-49.
- [3] 朱国平,罗强. 岩土锚固工程钻机及钻孔机具的配套选型[J]. 探矿工程, 2003, (4): 38-41.