

螺杆马达在极倾斜地层中的应用

李得新, 首照兵, 章 述

(四川省煤田地质局 137 地质队, 四川 达州 635006)

摘 要:针对云南宣威华泽项目施工钻孔地层倾角极陡的情况, 经过反复试验, 探索出针对该地层的孔口定向 + 螺杆马达定向钻具的施工方法, 及时完成了钻探施工, 取得了很好的经济效果。介绍了螺杆马达在该矿区的应用及取得的效果。

关键词:螺杆马达; 极倾斜地层; 定向钻进; 孔口定向

中图分类号: P634.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2014)02-0067-03

Application of Screw Motor in Extremely Inclined Formation/LI De-xin, SHOU Zhao-bing, ZHANG Shu (No. 137 Team of Sichuan Coalfield Geology Bureau, Dazhou Sichuan 635006, China)

Abstract: According to the very steep formation dip in a construction project of Xuanwei of Yunnan Province, the special construction method of directional drilling + screw motor directional drilling tool was explored after repeated testing, by which the drilling construction was fulfilled in time with good economic effect. The paper introduces the application of screw motor in this mine and the effects.

Key words: screw motor; very steep formation; directional drilling; directional borehole opening

0 前言

定向钻进技术已有近百年的历史, 近几年, 随着资源开采钻孔深度的不断增加, 该技术发展很快。定向钻进是勘探陡倾斜矿体、障碍物下部矿体, 详细勘探埋藏较深矿体, 克服岩层严重造斜, 增加出水量、出油量、出气量和矿心采取量, 绕过事故孔段, 以及施工特殊工程钻孔的有效手段。定向钻进不仅可以节约钻探工作量, 而且可以提高钻探和钻井质量, 从而缩短施工周期, 获得较大的技术经济效益。

然而有些钻机未施工过定向钻孔, 在地层较陡的情况下, 未采用合理的钻进参数, 盲目进行钻进, 导致钻具不能钻穿矿层, 出现顺层跑现象, 达不到地质目的, 钻孔报废钻探进尺量增多, 钻探成本增加, 极大地影响了钻探施工进度。

螺杆马达是地质勘探中应用很广泛的定向钻进及偏心绕障工具。是一种以钻井液为动力, 把液体压力能转为机械能的容积式井下动力钻具。当泥浆泵泵出的泥浆流经旁通阀进入马达, 在马达的进、出口形成一定的压力差, 推动转子绕定子的轴线旋转, 并将转速和扭矩通过万向轴和传动轴传递给钻头, 从而实现钻井作业。工作时, 钻杆不转动, 只有钻头转动, 可以减少钻杆的磨损和折断, 以及钻杆碰撞孔壁引起的坍塌掉块卡钻事故。

1 项目概况

云南宣威华泽煤矿区作为云南省宣威煤电联营有限责任公司的主要供煤基地, 位于格宜向斜西北翼, 距离宣威市 65 km。项目共设计定向钻孔 12 个, 设计要求钻孔终孔顶角 $10^{\circ} \sim 21^{\circ}$, 方位角 $305^{\circ} \sim 315^{\circ}$, 孔深在 190 ~ 760 m 不等, 钻探总进尺为 6060 m, 主要探查煤层为 K_1 、 K_3 、 K_9 、 K_{10} 等 4 层。该区地层倾角一般 $65^{\circ} \sim 75^{\circ}$, 局部受断层影响地层倾角达 85° 左右。勘探线布置为 1 线、J1 线、2 线、J2 线、3 线。地层倾角由 1 线向 3 线方向逐渐增大。

2 地层及岩性

该区出露地层由老到新, 自西而东依次为上二叠统峨嵋山玄武岩组、宣威组、下三叠统卡以头组、飞仙关组、永宁镇组及第四系。除第四系外, 其余地层总体呈北北东方向展布, 分述如下。

(1) 第四系(Q)

主要分布于区内地势较平缓斜坡和沟谷地带, 厚 5 ~ 15 m, 岩性为冲积、坡积及残积形成的砂、砾、粘土等。

(2) 下三叠统(T_1)

该系岩层在矿区中部和东部地区, 都有出露于地表, 厚 400 ~ 700 m, 主要岩性为粉砂质泥岩、泥质

收稿日期: 2013-08-11; 修回日期: 2013-11-07

作者简介: 李得新(1985-), 男(汉族), 吉林农安人, 四川省煤田地质局 137 队助理工程师, 勘查技术与工程专业, 从事探矿工程工作, 四川省达州市华蜀南路 200 号, www.lidexin1201@163.com。

粉砂岩夹粉砂岩、细砂岩薄层,下部岩层水平层理发育。

(3) 上二叠统(P_3)

①峨嵋山玄武岩组($P_3\beta$):主要岩性为灰绿色,灰黑色致密块状、气孔杏仁状玄武岩,柱状节理发育,夹数层紫色凝灰岩。

②宣威组(P_3x):主要岩性为灰色泥质粉砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩、间夹细砂岩、砂砾岩、泥岩及煤层,含煤24~45层,一般26~29层,其中可采4~6层。富含养齿植物化石及大量炭屑,与下伏 $P_3\beta$ 地层假整合接触。该段下部岩性以砂岩为主。

3 施工设备与机具

前期,选派2台钻机进场施工ZK101、ZK102两个钻孔,根据前期钻孔施工情况再进行后续钻孔的施工。

根据钻孔设计深度及地层情况,选用如下设备和机具:

XY-44型岩心钻机,BW-250型泥浆泵,17.5 m四角直钻塔,Ø71 mm加厚绳索取心钻杆,LHE3131单点测斜仪1套。

4 前期施工情况

前期施工ZK101与ZK102钻孔,孔深为510、650 m,要求终孔顶角 8° 、 5° ,方位角分别为 305° 、 310° 。考虑到终孔顶角较小,采用了孔口定向的方法进行定向施工。孔口定向是指在钻孔之前,搬转钻机回转器,使回转器与垂直方向有一定角度,立轴底端朝向地质要求的钻孔终孔方位。以ZK102钻孔为例说明孔口定向过程:在安装钻机时,将钻机移动方向安装成 $40^\circ \sim 220^\circ$,待钻机安装完成后,搬转回转器使立轴发生倾斜,上端朝向 130° 方向,底端朝向 310° 方向。ZK101、ZK102两个钻孔开孔顶角分别为 2° 、 1° 。

4.1 钻孔结构

该项目煤系地层较厚,施工钻孔采用多层钻孔结构,对破碎不稳定地层用套管进行隔离,以保证下部地层钻进顺利进行。第四系松散土层采用Ø130 mm硬质合金钻头钻进,钻进至完整基岩后下入Ø127 mm井口管;之后换Ø91 mm金刚石钻头钻穿飞仙关组,下入Ø89 mm技术套管,之后改换Ø75 mm绳索取心钻具进行钻进,最终达到地质目的而终孔。

4.2 钻进参数

用Ø130和91 mm普通硬质合金钻头钻进时,宜采用低钻压(3~5 kN)钻进,防止钻孔顺岩层走向弯曲。

使用Ø130 mm硬质合金钻头进行钻进时钻进参数为:转速83~254 r/min,泵量52~90 L/min,钻压3~5 kN。

使用Ø91 mm金刚石钻头进行钻进时钻进参数为:转速152~468 r/min,泵量52~90 L/min,钻压:3~5 kN。

使用Ø75 mm金刚石钻头进行钻进时钻进参数为:转速217~667 r/min,泵量52~90 L/min,钻压6~8 kN。

4.3 冲洗液

(1)非煤系完整地层泥浆配方:清水+PHP+高效润滑剂。

性能参数:粘度18~20 s,密度 1.01 g/cm^3 ,pH值7.5~8.5。

(2)破碎地层及煤系地层泥浆配方:清水+膨润土+CMC+PHP。

性能参数:粘度22 s,密度 1.05 g/cm^3 ,pH值7.5~8.5。

4.4 测斜

施工过程中使用LHE3131单点测斜仪进行测斜,通过顶角和方位角的变化及时调整钻进参数,使钻进轨迹沿着设计轨迹进行钻进。钻孔终孔后进行物探测量,ZK101、ZK102两个钻孔终孔顶角及方位角如下: 8.7° , 291.3° ; 5.7° , 307.4° 。与设计要求基本相同,达到了地质目的。

5 施工中遇到的问题

在施工完ZK101和ZK102两个钻孔后,继续施工剩余钻孔。用孔口定向的方法施工了J1线的2个钻孔,也基本上能满足地质方面的要求。在随后施工的ZK202、ZKJ203钻孔采用此种方法进行施工,钻孔孔身轨迹未按照设计轨迹进行,无法满足地质要求。

ZKJ203钻孔的施工情况如下:该孔设计深度650 m;设计终孔顶角 7° ,方位角 310° 。根据钻孔深度和终孔顶角的大小,确定钻孔开孔顶角为 2° 。施工过程中采用3~5 kN低钻压进行钻进,施工33天,钻探进尺655 m。钻进地层始终在卡以头组地层中,对钻孔进行测斜,测斜数据见表1。地质方面根据钻孔顶角及地层厚度进行计算,进入宣威组在900~1000 m的位置,重新做出设计,要求终孔顶角

21°,方位角保持不变。

表 1 ZKJ203 钻孔测斜数据

钻孔深度 /m	钻孔顶角 /(^{\circ})	钻孔方位角 /(^{\circ})	钻孔深度 /m	钻孔顶角 /(^{\circ})	钻孔方位角 /(^{\circ})
50	2.3	308.7	400	4.3	309.2
100	2.5	306.5	450	4.5	305.3
150	2.9	308.4	500	4.5	307.6
200	3.1	308.3	550	4.6	308.9
250	3.4	305.4	600	4.7	309.1
300	3.8	307.2	650	4.7	311.2
350	4.2	311.3			

6 螺杆马达钻具的应用

经研究,决定采用水泥进行封孔,封孔至井深 150 m,之后使用螺杆马达钻具进行造斜。螺杆马达结构原理见图 1。为避免造斜“狗腿”度过大,钻杆容易发生折断,选用 1.0°的弯外管,螺杆马达钻具选型如下:5LZ73×7.0-VIII-SF,1°单弯。

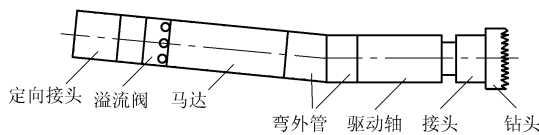


图 1 螺杆马达结构原理图

6.1 螺杆马达钻具使用注意事项

螺杆马达钻具下井前要进行检查,通常是把水接头与螺杆马达钻具连通,开泵检查钻头是否转动,旁通阀是否能完全关闭,螺杆马达是否正常抖动。

下井时,将钻具弯外管方向朝向要求方位的相反方向,画好定向母线,通过观测器或导向夹持装置,使连接螺杆钻具的钻杆不发生扭转,把定向母线一根接一根的接续下去,从而将造斜工具按设计方位下到孔内预定位置。

对泥浆的使用要求:应尽可能的提高泥浆润滑性,必须严格使用固控设备,含砂量应低于 0.5%。

6.2 封孔后使用情况

待水泥凝固后下入螺杆马达钻具开始造斜,连续造斜 33.90 m 后换绳索取心钻具进行钻进,钻进 1.20 m 后起钻,发现仍是水泥浆样,造斜没有成功。总结原因可能是水泥标号过低,凝固后硬度仍低于岩石硬度,使造斜轨迹无法偏离原钻孔轨迹。

6.3 孔口定向 + 螺杆马达定向的应用

研究决定将钻孔封孔后重新开孔,为了让开原钻孔孔身轨迹,将开孔顶角调整为 4°,由于该项目地层较为复杂,在孔斜很小时,操作不当会导致钻孔顶角变小,因此要求使用螺杆马达钻具造斜后顶角

达到 13°~14°,设计钻孔轨迹为直线-曲线-直线-曲线-直线类型。

施工过程:在钻进至井深 45 m 时使用螺杆马达进行造斜,边造斜边进行钻孔顶角方位角的测量,随时监测顶角、方位角的变化情况。在井深 185 m 处停止造斜,使用绳索取心钻具钻进,钻进至井深 275 m 时又使用螺杆马达进行造斜,在井深 355 m 时停止造斜,此时钻孔顶角为 14°,达到预期目的,继续使用绳索取心钻具进行钻进直至终孔。

6.4 钻进参数

泵量:90~145 L/min,钻压 8~10 kN。

最初加压要缓慢,使钻头与螺杆马达轻缓的磨合,直到与原钻孔轨迹吻合。钻进时要有专门人员看守泥浆泵,时刻观察泵压的变化。正常钻进时,保持泵速和钻机钻压稳定。

该钻孔终孔井深 714.23 m,终孔顶角 21.3°,方位角 309.1°,达到地质目的。造斜段孔斜数据见表 2。

表 2 螺杆马达造斜孔段孔斜数据

钻孔深度 /m	钻孔顶角 /(^{\circ})	钻孔方位角 /(^{\circ})	钻孔深度 /m	钻孔顶角 /(^{\circ})	钻孔方位角 /(^{\circ})
45	5.1	301.2	220	10.4	294.7
70	5.2	299.0	275	11.7	296.3
100	5.3	296.3	290	12.4	298.5
130	5.9	295.5	300	12.9	299.4
160	6.8	295.7	330	13.5	297.9
185	9.0	303.7	355	14.0	300.4

6.5 效果对比

ZKJ203 钻孔通过孔口定向加螺杆马达定向的方法,一次成孔,施工工期明显缩短,得到业主方的一致好评。

使用螺杆马达钻具造斜前后钻孔轨迹对比如图 2 所示。

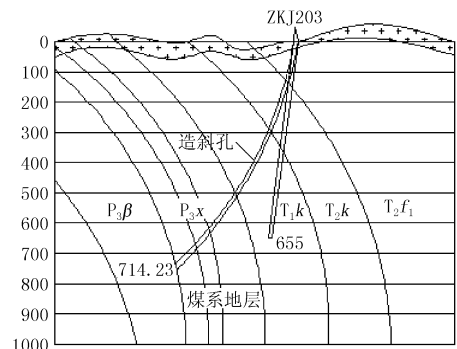


图 2 ZKJ203 钻孔螺杆马达造斜前后效果对比图

头内台阶上部,膨胀后封闭钻杆;下胶囊穿过钻头进入钻孔压水试验段,膨胀后封堵试段。

4 应用效果

气压式双栓塞结合绳索取心钻进技术以及钻孔压水测试仪^[9,10]在古贤水利枢纽工程、东庄水利枢纽工程等多个工程中应用,很好地解决了绳索取心不提大钻进行钻孔压水试验的问题,应用效果非常好。

参考文献:

- [1] SL 31-2003,水利水电工程钻孔压水试验规程[S].
- [2] 汤凤林, A. T. 加里宁, 段隆臣. 岩土钻探学(第二版)[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社, 2009.
- [3] 易学文, 周晓, 李守圣, 等. 水利水电工程钻探绳索取心钻进中

(上接第69页)

7 结语

通过使用孔口定向+螺杆马达定向钻具的方法,很好地完成了云南宣威华泽项目剩余钻孔的定向钻探施工。通过本项目的施工,获得以下体会:

- (1) 做好施工准备是顺利施工的重要前提;
- (2) 施工定向钻孔时,有必要根据钻孔开孔顶角、方位角、钻孔深度、建矿点的垂深及水平位移等要素确定钻孔钻进轨迹;
- (3) 定向钻进时,钻进参数尽量做到统一,交班

压水试验研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(S1): 88-90.

- [4] 杨清芝. 实用橡胶工艺学[M]. 北京:化学工业出版社, 2005.
- [5] 李炳平, 李小杰, 叶成明, 等. 止水栓塞封隔-阀式压水器组合检测技术的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(3): 69-71.
- [6] 郭守志. GPS3型双塞钻孔压水试验设备及其初步应用[J]. 水利水电技术, 1987, (9): 14-18.
- [7] 吴中浩. GPS3型双塞压水试验设备及其初步应用[J]. 水利水电技术, 1989, (10): 21-25.
- [8] 张双. 气压式压水试验器[J]. 水利水电技术, 1983, (2): 35-41.
- [9] 郭明, 李守圣, 易学文, 等. 绳索取心钻进在水利水电勘探中存在的问题及解决思路[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(3): 24-27.
- [10] 张成志, 尹丹, 郭明. 钻孔压水试验测试仪及其在古贤水利枢纽工程中的试验应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(12): 32-35.

时务必充分沟通,参数与操作上尽量保持一致。

参考文献:

- [1] 向军文, 向昆明, 张新刚, 等. 绳索定向造斜及取心技术应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(8).
- [2] 吴翔, 杨凯华, 蒋国盛. 定向钻进原理与应用[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社, 2006.
- [3] 吴光琳. 定向钻进工艺原理[M]. 四川成都:成都科技大学出版社, 1991.
- [4] 姚爱国, 高辉, 方小红. 定向钻进技术的发展与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 39(S1).
- [5] 张文庆. 孙家庄铁矿初级定向钻进及防斜措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(12).

云南页岩气资源调查评价年内完成

《中国矿业报》消息(2014-01-17) 云南省发改委日前批复了云南省煤田地质局关于云南省页岩气资源调查评价项目资金申请报告,云南页岩气勘探有望加速。

据初步预测,云南省页岩气地质资源潜力达10万亿 m^3 ,可采资源潜力在2万亿 m^3 以上。《页岩气发展规划(2011~2015年)》明确以四川、重庆、贵州、云南等省、市为页岩气资源勘探开发的重点工作目标区,将云南所处的滇黔北与南盘江地区列为开展页岩气资源潜力调查与评价的重点地区,并将云南昭通纳入国家19个页岩气资源勘探开发区之一。

虽然赋存前景较好,但和其他省、区相比,云南针对页岩气开展的地质勘查工作相对滞后,仅有中石油浙江公司在昭通彝良、镇雄、威信等地区探矿权区块内开展勘查工作,限于局部面上调查和个别点上研究,从未开展过系统的页岩气资源基础地质综合研究和调查评价等专项地质工作,真正的资

源家底还不清楚,勘查工作程度极低。

云南省发改委的批复文件中明确:云南省是国家《页岩气发展规划(2011~2015年)》规划的重点省份之一,但页岩气勘查和资源调查评价工作相对滞后,为初步掌握页岩气资源的分布情况和资源现状,同意由云南省煤田地质局开展云南省页岩气资源调查评价工作。

云南省页岩气资源调查评价工作采取省预算内资金补助和企业投资参与合作的方式进行,省预算内资金支持云南省煤田地质局开展全省范围内的页岩气资源调查评价工作,一家不愿透露名称的央企和云南省能源投资集团有限公司利用企业自有资金开展沾益-马龙、宣威热水-沾益德泽和沾益县炎方等3个重点调查区页岩气资源调查工作。

据悉,云南省页岩气资源调查评价工作将于2014年底完成。