

绳索取心金刚石钻进工艺 在平朔东露天矿田勘探中的应用

王志强, 刘振杰

(中国煤炭地质总局一一九勘探队, 河北 邯郸 056004)

摘要:山西平朔东露天矿田系国家计委确定的平朔矿区三大露天矿之一, 地层裂隙、漏失层较多。介绍和分析了绳索取心金刚石钻进工艺在该矿田的应用方法及存在问题。

关键词:金刚石绳索取心钻进; 煤田勘探; 漏失地层

中图分类号: P634.5 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2007)11-0035-04

1 概况

山西平朔东露天矿田系国家计委确定的平朔矿区三大露天矿之一, 规划年产 1500 万 t。矿田位于平朔矿区马关河东, 宁武煤田北端。行政隶属朔州市平鲁区管辖。勘探区范围南北长 6530 ~ 10300 m, 东西宽 4425 ~ 5470 m, 面积 46 km²。

中煤第一勘探局勘察院于 2003 年 2 月在该项目中中标。为保证该项目的质量、进度目标的完成, 主要采用金刚石绳索取心钻进工艺来施工。

2 地质构造

本区位于宁武煤田的北部边缘, 地表大部分被新生界地层覆盖, 属于典型的黄土丘陵地貌。在本区的北东部靠近煤层露头处以及区内各大沟谷的底部有零星地层出露。区内由下至上发育有奥陶系、石炭系中统本溪组、上统太原组、二叠系下统山西组、下石盒子组、上统上石盒子组以及新生界第三系静乐组和第四系中、上更新统、全新统地层。现分述如下。

2.1 奥陶系(O)

本系地层岩性主要由深灰色厚层石灰岩、白云岩、白云质灰岩组成, 间夹灰黄色钙质泥岩。厚度 210 ~ 400 m, 平均厚 250 m。

2.2 石炭系(C)

2.2.1 中统本溪组(C_{2b})

岩性主要由灰色、深灰色、灰黑色砂岩、砂质泥岩及泥岩组成。本组地层厚 20.58 ~ 49.55 m, 平均厚 35.71 m, 与下伏奥陶系地层为平行不整合接触。

2.2.2 上统太原组(C_{3t})

为主要含煤地层。全组从上而下可分为 3 个煤组: 上煤组含 4、5 号煤层。4 号与 5 号煤层之间一般为灰白色细粒砂岩或粉砂岩及灰黑色泥岩。中煤组由 6、7 号不稳定型煤层组成。下煤组岩性由灰白色砂岩、灰黑色砂质泥岩、泥岩及 8、9、10、11、12 号煤层组成。

本组地层厚 79.11 ~ 112.32 m, 平均厚 91.90 m, 煤层平均总厚 37.90 m, 含煤系数为 41%。底部发育的灰白色中、细粒石英砂岩定为标志层 K₂, 与下伏地层整合接触, 厚 0.40 ~ 8.40 m, 平均厚 3.22 m。

2.3 二叠系(P)

2.3.1 下统山西组(P_{1s})

岩性主要由灰色、灰白色、灰色砂质泥岩, 泥岩组成。砂质泥岩中含菱铁矿结核。本组共含 2 ~ 3 层薄煤层, 编号为 1、2、3 号, 全部为不稳定煤层。本组地层平均厚度 55.20 m, 与下伏地层整合接触。

2.3.2 下统下石盒子组(P_{1x})

岩性主要由黄绿、灰黄色、灰色粉、细粒砂岩及中粒砂岩, 灰色、黄绿色砂质泥岩、泥岩组成。在下部的砂质泥岩中偶夹 1 ~ 2 层煤线, 本组上部常见一层红灰紫色鲕状铝土岩(桃花泥岩)为 K₆ 砂岩的辅助标志层。平均厚 46.66 m, 与下伏地层整合接触。

2.3.3 上统上石盒子组(P_{2s})

本组地层在本区内大部分已被风化剥蚀, 只在本区的西部沟谷中有部分出露, 区内残留最大厚度 7.64 m, 与下伏地层整合接触。

收稿日期: 2007-05-30

作者简介: 王志强(1957-), 男(汉族), 山西原平人, 中国煤炭地质总局一一九勘探队工程师, 钻探工程专业, 从事钻探技术和安全生产管理工作, 河北省邯郸市高开区北仓路 8 号, wzq1958119@163.com。

2.4 第三系(R)

上新统静乐组(N_{2j}):岩性为棕红色粘土和亚粘土,内含铁锰质斑点,中下部常含有3~5层钙质结核。本组厚0~77.02 m,平均厚15.36 m,与下伏地层为角度不整合接触。

2.5 第四系(Q)

2.5.1 中、上更新统(Q_{p2+3})

上更新统为土黄色粉砂质亚砂土、亚粘土(俗称马兰黄土),中更新统由红黄色亚粘土和古土壤层组成,含钙质结核,底部含砂砾。地层厚3.10~47.40 m,平均厚24.28 m。广泛覆盖全区,为本区黄土地貌的主要成分。

2.5.2 全新统(Qh)

主要分布于较大河谷、河床及两侧阶地之上,由石灰岩砾、卵石、粉砂土和中、粗粒砂岩岩屑及洪积物组成,厚0~40 m,平均厚10 m。

2.6 可采煤层

4号煤层:全区赋存,全区各见煤点均可采,为本区主要可采煤层之一。顶板岩性一般为泥岩、粗粒砂岩,底板多为泥岩、高岭石泥岩。煤层厚4.44~20.85 m,平均厚14.46 m。本层煤属稳定~较稳定煤层。

9号煤层:位于4号煤层下20.10~55.99 m。平均37.25 m。为全区主要可采煤层之一,煤厚6.02~19.72 m,平均厚14.31 m。顶板多为泥岩或碳质泥岩,底板多为泥岩或砂质泥岩。全区可采,属稳定~较稳定煤层。

11号煤层:为太原组底部煤层,距9号煤层2.95~11.77 m,平均6.19 m。煤厚0.71~9.39 m,平均厚5.29 m。顶板岩性多为碳质泥岩或泥岩,顶板上常见一层面位稳定的深灰色、灰黑色泥质灰岩,底板多为细粒砂岩或泥岩,属较稳定煤层。

3 施工设备及机具

本区设计钻孔孔深由160~375 m不等,平均孔深220 m。根据孔深和质量要求情况,主要设备机具为:XY-44型钻机3台,BW-250型泥浆泵3台,2135AG型柴油机6台,AG13-20型钻塔3部,JSN-2C型除砂器3台,STC-12型发电机3台,BX-200型电焊机3台,SJ-1500型副绞车3台,ZNT型泥浆仪3台。

4 施工工艺

4.1 钻孔结构

合理的钻孔结构是保证绳索取心钻进正常进行的重要条件。绳索取心钻进时,钻具转速高,必须有级配合合理的技术套管来确保钻具的稳定性,以防止钻杆折断。为保证冲洗液上返流速的均匀性,增加携带岩粉能力,钻具与套管之间的环状间隙要上下均匀。平朔东露天煤矿开孔为表土层与风化层,因此只下一层套管。即用 $\varnothing 130$ mm硬质合金钻进,穿过上部表土层与风化岩层。遇岩石坚硬不进尺,即可下入 $\varnothing 127$ mm套管,而后换S95绳索取心金刚石钻进至终孔。

4.2 钻进参数的确定

4.2.1 钻压

绳索取心金刚石钻进时,加在钻头上的轴向压力必须高于所钻岩石的抗压强度,而低于金刚石本身的抗压强度。钻压与钻速和金刚石磨损之间有着密切联系。钻压提高,金刚石破碎岩石由表面破碎转为体积破碎,钻速随之加快。但超过一定限度后,金刚石开始破损,钻速增长平缓,甚至有些下降;同时,由于钻压加大,摩擦热高,金刚石磨损随之加剧。因此,钻压有一个最优值。

对于孕镶钻头,其钻压 P 可根据它的底唇面积(除去水口面积)的大小来确定,其计算公式如下:

$$P = Fq$$

$$F = \pi/4(D^2 - d^2) - F_1$$

式中: F ——钻头环状克取面积, cm^2 ; q ——钻头工作面单位面积压力,一般取0.4~0.6 N/cm^2 ; D ——钻头外径, cm ; d ——钻头内径, cm ; F_1 ——水口面积, cm^2 。

经计算,平朔东露天煤矿S95绳索取心金刚石孕镶钻头的常用钻压为10~14 kN。选择钻压时还应考虑岩石性质,金刚石质量、数量和粒度以及钻头类型,克取岩石面积等因素。此外,绳索取心钻进孔内钻压损失大,其原因主要是钻杆与孔壁间隙小,钻杆柱受力时依附在孔壁上,损失部分压力。其次是钻压环空阻力大,泵压高,冲洗液对钻具产生反作用力,抵消部分钻压。为保证钻头单位面积上的压力,应适当加大钻压。实际操作中,应在开泵前后分别进行孔内钻具称重,计算好泵压损失后,再确定孔内钻压。

4.2.2 泵量

绳索取心钻进的泵量应保证足以清除孔底岩粉、冷却钻头和保护孔壁。正确掌握泵量,维持冲洗液正常循环,是钻头正常工作,达到长寿、高效、低耗,保证孔内安全的关键。绳索取心钻进环状间隙

小而钻头底唇面积大,破碎下的岩屑多。所以泵量和泵压都要比普通双管钻进时大一些。泵量不足会造成排粉不畅,产生重复破碎或岩粉垫,增加金刚石消耗,发生糊钻、烧钻等事故。但泵量过大又会造成钻具内压高,而抵消钻头压力,增加钻具振动,冲蚀钻头胎体和岩心,造成岩心堵塞,还降低孔壁的稳定性的。

泵量的大小要根据岩层性质、钻头类型和孔内具体情况来确定。其计算公式如下:

$$Q = 6VF$$

式中: Q ——冲洗液量, L/min; V ——环状间隙上返流速,对绳索取心钻进应为 0.5 ~ 1.5 m/s; F ——钻环状断面积, cm^2 。

泵量的控制操作比较简单,现场用泥浆泵为 BW-250 型。采用 $\varnothing 65$ mm 缸径有 166、96、85 和 60 L/min 四个挡位。由于钻进裂隙、漏失层较多,泵量一般选择 96 和 85 L/min。

4.2.3 转速

转速是影响绳索取心金刚石钻进效率的关键因素。在一般情况下,钻速随转速的增加而增加,但是转速与金刚石的磨损之间的关系比较复杂,其间存在一个合理值。但开高转速又受到设备、钻杆、孔内情况、泥浆润滑等因素的限制。通常计算公式为:

$$n = 60v/\pi d$$

式中: n ——转速, r/min; v ——钻头圆周线速度,孕镶钻头取 1.5 ~ 3 m/s; d ——钻头直径, m。

根据平朔东露天矿田的地层与选用钻头,转速一般为 250 ~ 600 r/min。

4.3 冲洗液

绳索取心钻进的主要特点是内管总成要在钻杆柱内升降。因此,钻杆内外径都比较大,使钻杆与孔壁、内管与钻杆内壁之间间隙小,导致冲洗液循环时泵压高,造成循环漏失,压垮孔壁。钻具高速旋转时,钻杆内壁多结垢造成打捞内管困难,上下钻具产生抽吸作用,易挤塌不稳定地层。为此,必须采取一定措施,提高冲洗液质量,保证绳索取心钻进的正常进行。

平朔东露天矿田主要采用冲洗液类型为不分散低固相泥浆。此冲洗液由清水、膨润土、高聚物和润滑剂组成。它既有类似清水适宜开高转速,又有较好的净化、携带岩粉和防塌抑制性能。其主要性能参数为:密度 1.02 ~ 1.05 g/cm^3 , 粘度 17 ~ 30 s, 失水量 9 ~ 16 mL/(30 min), 泥皮厚 0.5 ~ 1.5 mm, pH 值 7 ~ 9。

一般配方:清水 1 m^3 + 优质膨润土(200 目)3% ~ 4% + 纯碱 0.1% ~ 0.3% (浸泡), 搅拌成原浆 + 浓度为 0.1 ~ 1.0% 的聚丙烯酰胺 100 ~ 150 ppm + 等量的聚丙烯稀腈(或 CMC), 搅拌均匀。

4.4 堵漏工艺

绳索取心金刚石钻进发生冲洗液漏失,会给施工造成很大困难。平朔东露天矿田绳索取心金刚石钻进施工进入石炭系地层后发生裂隙性漏失,漏失的部位和程度变化较大,孔内静水位从 60 m 到 100 多米不等。针对不同漏失情况采取了如下措施。

4.4.1 CMC + PHP 胶体堵漏

清水 + CMC + PHP 胶体,具有很高的粘附性和弹性,当浓度较高时可拉成长丝,并不易被外力所搅散。在一定压力下,胶体不仅能挤入并填满空隙,而且在钻进过程中不断絮凝岩粉和劣质土,增加堵漏作用。

其配方如下:清水 1 m^3 + 浓度为 2.5% 的 PHP 700 ~ 800 ppm + 等量 CMC。

搅拌均匀,从钻杆内泵入孔内,可起到一定的堵漏作用。

4.4.2 水泥堵漏

水泥堵漏的适用范围较广,对较大段距中小裂隙漏失层有较好的堵漏效果。平朔东露天矿田在 4 号煤顶板漏失层进行了多次水泥堵漏,效果显著。

其堵漏配方为:一袋水泥 50 kg + 食盐 500 g + 三乙醇胺 25 g。

配制时要事先把三乙醇胺和食盐按规定比例溶于少量水中,配成较浓的溶液待搅拌水泥时再加入水泥浆液搅拌即可。水泥浆液的水灰比一般控制在 0.45 ~ 0.55 之间。

堵漏时,将钻具下至预定深度距孔底约 0.3 ~ 0.5 m。先泵入清水以检查钻杆畅通时,再泵入配好的水泥浆。待泵浆过程完后,立即将莲蓬头放入准备好的替浆桶中,开泵替浆,并掌握好替浆量。

4.4.3 空气泡沫泥浆

泡沫泥浆是气泡和粘土颗粒同时分散在水中形成的多相分散体系。其稳定性主要靠气—液与固—液与固面上的表面活性剂和有机化合物来实现。泡沫泥浆由于相对密度低(一般在 0.65 ~ 0.70 g/cm^3 之间),泥浆柱对地层的压力减小,使原来漏失不上水的钻孔有可能恢复循环。即形成一种新的压力平衡来解决漏失地层冲洗液的循环问题。

配制泡沫泥浆的关键是充气搅拌的强烈程度与高效发泡剂和稳泡剂的选用。平朔东露天矿田发泡

剂采用十二烷基硫酸钠、十二烷基苯磺酸钠,稳泡剂采用CMC。利用高压水枪喷射充气搅拌。在空气泡沫钻进中漏失量较平常减少,个别层段恢复循环。

4.4.4 顶漏钻进及套管护孔

平朔东露天矿田的地层漏失情况复杂,多数钻孔为全孔段漏水。见漏就堵从经济和效率上不太合算。好不容易把一个漏失点堵住了,当继续钻进时,又遇新的漏失点,又要再堵。这样反复多次堵漏,花费时间与材料太多。因此,在绳索取心钻进遇孔口不返水时,暂不堵漏,待穿过相关的漏失孔段后再采取相应的措施和方法。但是,在孔口不返水钻进时要密切注意水泵的工作情况,时刻观察泵压变化,以免发生烧钻事故。

采用套管护孔时,首先要做好准备工作,要保证套管下到完整坚硬的岩石上,套管底部与孔口要做好密封工作。

5 应用效果

平朔东露天矿田由于地层漏失严重,用在堵漏、调整泥浆上的时间较长,辅助时间多。绳索取心的优势效果不很明显。4~11月共完成钻孔22个,其

中特级孔17个,甲级孔5个。钻探总进尺4767.91m。平均煤、岩心采取率为97%。

6 存在的问题与建议

目前,根据平朔东露天矿田钻孔的漏失情况,冲洗液的性能稳定受到了严重影响。绳索取心金刚石钻进的参数调整也受到限制。在孔口不返水,顶漏钻进的情况下,绳索取心钻杆磨损严重。建议引进使用高强度的钻杆,以满足绳索取心金刚石钻进开高转速的要求;研究应用高效、价廉、润滑好的新型冲洗液和护壁堵漏材料,减少辅助时间,提高绳索取心金刚石钻进工艺在复杂地层的钻进效率。

参考文献:

- [1] 林文彬. 宁夏煤田复杂岩层和松散煤层钻探施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(3).
- [2] 曾铁军, 左明星, 徐培武. 煤层气钻井技术的应用研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2005, 32(11).
- [3] 魏臣. 提高绳索取心钻进效率的有效途径[J]. 中国煤田地质, 2006, 18(6).
- [4] 邓昌文, 莫日和. 贵州保田-青山煤层气参数井钻井工艺技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(1).

“全液压力头式岩心钻机及使用技术培训班”开班通知

本刊讯 随着勘探设备的不断更新和改进,越来越多的钻探施工企业开始使用全液压力头式岩心钻机。全液压力头式岩心钻机具有易搬迁、效率高、适用性强等诸多优点,是传统的立轴式钻机的更新换代产品。为了提高我国钻探行业的科技水平,普及先进的钻探设备和技术,中国地质调查局科技外事部决定举办全液压力头式岩心钻机及使用技术培训班。培训班由勘探技术研究所、北京天和众邦勘探技术有限公司承办。

一、培训的主要内容:(1)全液压力头式岩心钻机工作原理;(2)施工工艺流程;(3)泥浆配制及使用;(4)全液压力

头式岩心钻机实际操作。

二、时间与地点:2007年12月10日报到,12月11~14日培训。培训地点:北京市丰台区槐树岭4号北京市燕岭宾馆。

三、费用:每位学员报名费(包括材料费、食、宿)为800元,交通费自理。

四、联系人与地址:联系人:刘凡柏、高伟;联系地址:北京市丰台区杜家坎乙1号;电话:010-69375371,传真:010-83876918;电子邮件:GAOWEI1006@126.com。

“空气潜孔锤反循环连续取心钻探技术培训班”在河南栾川举办

本刊讯 2007年11月12~13日,由中国地质调查局科技外事部组织、吉林大学承办、河南省地调院协办的“空气潜孔锤反循环连续取心钻探技术培训班”在河南省栾川县举办。来自全国地矿、有色、冶金、煤炭、武警黄金部队、水电等部门地质勘探队伍和研究单位的百余名钻探技术人员参加了培训。

空气潜孔锤反循环取心钻探技术具有钻速快、取心率高、适应复杂钻孔条件能力强和适应在干旱缺水地区施工等一系列优点。多年来,在地调项目支持下,吉林大学建设工程学院在该技术的研发和推广方面做了大量工作,解决了该技术应用中的一些关键技术问题,在贯通式潜孔锤反循环取

心钻探技术研究方面取得了世界领先的成果。举办此次培训活动的目的是要使这项好技术在地质找矿中尽快得到推广应用。

培训内容分成2部分:第一部分是技术讲座,由吉林大学的教授介绍该技术的基本理论、设备器具工作原理、操作规程和应用实例;第二部分是现场演示,培训班学员在栾川钼矿勘探现场参观了正采用贯通式潜孔锤反循环取心钻探技术施工的钻机,观摩了潜孔锤反循环取心钻进施工过程。

参加培训的钻探技术人员对这一新技术给予了高度评价。培训活动获得了圆满成功,为这一高效、低成本的钻探新技术的推广应用打下了一个好的基础。