

绳索取心技术在左权西煤层气井的研究与应用

陈 侃¹ 张彦超¹ 陈忠帅²

1. 中石化华东石油工程有限公司六普钻井分公司 江苏 镇江 212003

2. 中石化胜利石油工程有限公司钻井工艺研究院 山东 东营 257099

摘要: 山西左权区块煤层气储量丰富,拥有大规模开发利用的广阔前景。为便于开发利用,部署探井进行煤层取心作业显得尤为重要。常规油气井取心技术不适用于该区块煤层取心,为此,本文提供了一种不提钻取岩心的钻探方法——绳索取心技术,系统介绍了绳索取心工具的结构组成、工作原理、操作要求,通过这种工艺,可以使得取岩心时不需要提出钻孔内的全部钻杆柱,而用专用带钢丝绳的打捞器,通过孔内钻杆中心孔将装有岩心的孔底内管提至地面,获得岩心。该绳索取心技术在山西左权西区块两口井的应用中成效显著,取心快速,岩心完整,岩心收获率均在96%以上。绳索取心技术对山西煤层气井低成本高效开发有很好的促进作用,市场应用前景广阔。

关键词: 煤层气井; 绳索取心; 结构原理; 应用

1 左权煤层气井勘探开发现状

山西省晋中市左权县属于沁水煤田中部,据报道全县煤层气资源储量预测约为573亿立方米,含气面积预测约为600平方千米,可开采区域为五个煤层气区块、煤矿采空区抽采和高家庄煤田,近年来,左权县制定“能源工业强区”发展战略,大力加强煤层气综合利用。位于左权西区域的煤层气井主要分布在石闸乡境内,该区域煤层埋深平均在1500m左右,主要目的层为太原组,为摸清太原组煤层分布特征,寻求具有工业可采价值的煤层,需要部署勘探井进行取心作业。常规的取心技术通常是采用岩心筒由钻具配合取心钻头进行钻进获得岩心,这样的取心技术通常适用于埋藏深的油气层,而煤层气作为一种新的洁净能源,埋藏较浅,勘探井单井周期短、定额价格低、取心频次高,属于低成本开发的模式,需要研制一种高效率低成本的煤层取心工具,以达到降本增效高质量实施煤层气井勘探开发的目的。

2 绳索取心技术优势

绳索取心钻进是一种先进的岩心钻探工艺。它采用大直径的钻杆,在钻具里面套装一根取心管,在钻进过程中,岩心缓慢地进入取心管内。当回次进尺终了,岩心装满取心管时,采用带钢丝绳的打捞器,从钻杆中把取心管提出,提取岩心后,又从钻杆中把取心管放到孔底,继续钻进。绳索取心与普通钻进取心相比,具有提高钻进效率、降低工程成本、提高岩心收获率、减少井下故障等优点,因而被广泛应用^[1]。具体来讲主要优势有四点:

(1) 可以提高效率、降低成本。在岩心钻探过程

中,升降钻具是一项费时、费力的辅助工序。据统计,在不深的钻孔中一般纯钻进时间和升降钻具各占30%~40%左右。钻孔越深,升降钻具所占的时间比例越大。由于减少了升降钻具的辅助时间,因而提高了时间利用率,降低了工人起下钻上卸钻杆的劳动强度,大大提高了取心的回次效率。

(2) 岩心收获率高。由于绳索取心在钻进过程中遇到岩心堵塞时,机构会报信,可立即起钻提取岩心,减少了岩心在岩心管内磨损时间,从而有利于提高岩心收获率和质量。

(3) 钻头寿命长。由于提钻次数减少,对金刚石钻头损坏的机会也相应减少,加之绳索取心钻杆与孔壁间隙小,钻头工作稳定,因而相对地延长了钻头寿命。

(4) 钻进适应性强。提钻次数少,减少了孔壁裸露的机会,此外,钻杆柱还可起到套管的作用,因此,有利于快速穿过复杂地层。

3 绳索取心工具原理

3.1 绳索取心工具结构组成

绳索取心工具由外管总成、内管总成、打捞器三大部分组成。外管总成和内管总成合称双管总成。外管总成包括外管上接头、外管、下稳定器、座环、内扶正环和钻头组成。内管总成包括捞矛头、定位机构、调节机构、悬挂机构、内管调整短接、内管、卡簧座、卡簧等部分组成。



图3-1 外管总成示意图



图3-2 内管总成示意图



图3-3 打捞器示意图

3.2 绳索取心工具工作原理

取心时内管总成安装在外管总成内部，外管总成所有组成件均相对固定^[2]。外管总成由外管上接头、外管、下稳定器、座环、内扶正环和钻头组成，其中座环放置在外管内部，座环内空间形成弹卡室，外管上部接外管上接头。外管上接头上部为NC50内螺纹与上部钻杆连接。作业时，座环主要用来承受绳索取心工具内管总成重量。

3.2.1 内管总成工作原理

内管总成包括捞矛头、定位机构、调节机构、悬挂机构、内管调整短接、内管、卡簧座、卡簧等部分组成。内管总成主要机构的工作原理如下：

(1) 定位机构

主要由弹卡挡头、弹卡钳组件、弹卡室等部件组成。当内管总成沿钻杆柱内壁下放时，弹卡钳始终向外张开一定角度，当到达弹卡室时，弹卡继续向外张开，使其两翼贴附在弹卡室内壁上，由于弹卡室内径较大，而其上端的弹卡挡头内径较小，并且有一个伸出的拨叉，在钻进过程中，可防止内管向上窜动，又可以使内管总成轴承上部随钻杆一起旋转，以免因相对运动造成弹卡钳的磨损

(2) 悬挂机构

悬挂机构由内管总成中的悬挂环与外管总成中的座环所组成，悬挂环的外径尺寸稍大于座环的内径（一般相差 0.5-1mm）内管总成下放到外管总成弹卡室位置时，悬挂环坐落在座环上，从而使内管总成下端的卡簧座与钻头内台阶之间保持 2-4mm 的间隙，以防止损坏卡簧座与钻头，并保证内管的单动性能。

(3) 单动机构

由两副推力轴承构成单动机构，主要目的是使内管在钻进时不旋转。

(4) 调节机构

主要由调节螺母与轴一起组成。在组装时，如果卡簧座与钻头内台阶之间的间隙不合适，则可通过调节调节螺母与轴之间的距离来进行调节（调节范围在 0-30mm），以保证卡簧座与钻头内台阶之间的间隙。

(5) 到位报信机构

由弹卡架、钢球等组成，当内管总成下放到外管总成中的预定位置时，悬挂环坐落在座环上，这时冲洗液的通路被堵，迫使钻井液改变流向，从弹卡架内部通道向下流动，为了使冲洗液通道打开，必须增大泵压迫使钢球向下运动，与此同时，地面压力表上的压力会明显上升，这时表示内管总成已到达钻进位置，可以开始扫孔钻进。

当需要进行取心时，从井口利用钢丝绳绞车将绳索取心工具内管总成送入到BHA中，工具座到座环位置，弹卡张开，处于弹卡室中。此时，井口开泵，旋转钻具，弹卡挡头下部挡块驱动弹卡带动取心工具转动，破碎岩石，进行取心。

3.2.2 打捞器的结构及工作原理

打捞器主要有打捞机构、安全脱卡机构和防脱机构组成。

(1) 打捞机构

打捞机构由打捞钩、打捞架、重锤等组成，在捞取岩心时把打捞器放入钻杆内，靠重锤快速下降，当到达岩心管时，打捞钩抓住捞矛头，从而把内管提上来。

(2) 打捞机构

安全脱卡机构主要是利用脱卡管。在正常钻进时，带有斜槽的脱卡管不装在打捞器上，而放在地表。当打捞内管受阻时，可沿钢丝绳投放脱卡管，因其内径较小，可罩住打捞钩尾部，迫使尾部向内收缩，而头部向外张开，从而使打捞器与内管总成脱卡。

(3) 防脱机构

防脱机构用于当打捞钩提升内管总成到井口时，需倾斜放倒取岩芯，为了防止捞矛头滑脱，可转动保险套锁紧打捞钩尾部，使打捞钩无法张开，从而使打捞钩紧紧勾住捞矛头。

4 操作要求及应用

4.1 操作要求

下钻前：配钻具，检查内管同外管装配间隙，所有入井钻具通径规通径。

下钻：下钻到底大排量充分循环；（遇阻处理以冲为主，尽量避免划眼）。

投入内管总成：从井口将绳索取心工具内管总成投入钻杆内。

取心钻进：开泵，旋转钻具破碎岩石，进行取心；（保证适合的钻井参数）。

割心：钻进至预计井深后停转盘，钻具上提5cm左右，然后再启动转盘转 6-10圈。

打捞内管总成：根据井下情况起几柱钻杆，投入打

捞器打捞,提出内管总成。

出岩心:取出岩心,清洗、测量岩心,计算收获率。

第二管取心:备用的第二套内管总成投入钻杆内,重复投入内管总成后的步骤。

在严重漏失的地层钻进以至孔内没有泥浆时,不准投放内管总成,应用打捞器钩住内管总成,缓慢地向下送,当到达井底时放下脱卡管,使打捞钩脱卡,然后提升打捞器^[3]。

4.2 现场应用

4.2.1 山西左权西区块ZQX-P-01井

取心井段:1327.50-1351.60m、1385.80-1403.20m、1475.70-1492.30m,地层:山西组、太原组,钻具组合: $\Phi 215.9\text{mm}$ 取心钻头+ $\Phi 165.1\text{mm}$ 取心筒(绳索取心工具)+ $\Phi 127\text{mm}$ 钻杆,钻进参数:钻压40KN,转速40rpm,泵压3Mpa,排量20L/s,钻井液性能:密度 $1.06\text{g}/\text{cm}^3$;粘度35s。

全井在三个井段共取心47回次,取心进尺58.1m,岩心总长56.7m,岩心收获率为97.59%,平均单筒进尺1.24m/筒,平均每筒岩心的长度:1.20m/筒。

4.2.2 山西左权西区块ZQX-P-03井

取心井段:1353.00-1400.50m、1410.30-1435.10m、

1500.90-1545.90m,地层:山西组、太原组,钻具组合: $\Phi 215.9\text{mm}$ 取心钻头+ $\Phi 165.1\text{mm}$ 取心筒(绳索取心工具)+ $\Phi 127\text{mm}$ 钻杆,钻进参数:钻压40KN,转速40rpm,泵压3Mpa,排量20L/s,钻井液性能:密度 $1.06\text{g}/\text{cm}^3$;粘度35s;含砂0.2。

全井在三个井段共取心91回次,取心进尺117.3m,岩心总长113.55m,岩心收获率为96.8%,平均单筒进尺1.29m/筒,平均每筒岩心的长度:1.25m/筒。

结束语

绳索取心技术在山西左权西区块的应用收到了很好的效果,获得了良好的经济效益和社会效益。绳索取心钻具结构简单,性能可靠,使用方便,对提高取心速率、确保岩心完整率、保护取心钻头、降低劳动强度等有很好的积极作用,具有广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 包贵全.绳索取心工具与工艺技术研究[J].地质装备,2008(01):20-27.
- [2] 田中岚.山西晋城地区煤层气钻井完井技术[J].煤田地质与勘探,2001(03):25-28.
- [3] 魏韦.沁水盆地煤层气井产能预测研究[D].山东:中国石油大学,2010.