

大口径绳索取心钻进技术在天然气水合物勘探中的应用

贡建林

(甘肃煤田地质局一四五队,甘肃 张掖 734000)

摘要: $\varnothing 127$ mm 绳索取心钻具在地质钻探中很少应用。介绍了大口径绳索取心钻探工艺在青海乌丽地区天然气水合物勘探中的应用情况,并对技术要点和注意事项进行了总结。

关键词: 大口径;绳索取心;钻探;天然气水合物

中图分类号: P634.5 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2013)04-0020-04

Application of Large Diameter Wire-line Coring Drilling Technology in the Gas Hydrate Exploration/YUN Jian-lin
(145 Brigade, Gansu Bureau of Coal Geology, Zhangye Gansu 734000, China)

Abstract: $\varnothing 127$ mm wire-line coring is rarely applied in geological drilling in China. The paper introduces the application of large diameter wire-line coring drilling technology in gas hydrates exploration in Qinghai and summed up the technical points and the precautions.

Key words: large diameter; wire-line coring; drilling; gas hydrate

0 引言

2012年,我队承担了青海煤炭地质勘查院乌丽地区天然气水合物钻探施工项目。根据设计要求,钻进过程中要做到少钻、勤提、快取、速冷保存、岩心直径 ≤ 85 mm。我队曾于2008年在该地区使用 $\varnothing 98$ mm 钻头泥浆护壁施工过4个钻孔,对地层的特性有一定的了解,对高海拔地区人员的适应性及应急救援也有了一定的经验,因此根据甲方的要求,决定选用 $\varnothing 127$ mm 绳索取心钻进技术(这个口径的绳索取心在地质钻探中全国还很少应用)。

1 勘探区概况

勘探区属于青海省玉树藏族自治州治多县管辖,109国道及青藏铁路从勘探区西边通过,北距格尔木市350 km,东距西宁市1120 km,南距西藏拉萨市1130 km,区内海拔4800 m左右,区内地层主要为第四系及二叠系乌丽群那益雄组含煤细砂岩、粉砂岩、泥岩。

2 钻孔设计及技术要求

该区域地层破碎,倾角较大,易掉块、漏失泥浆,钻具顺层易出现孔斜。设计钻孔深1000 m,400 m以浅岩心直径 ≤ 85 mm,岩心采取率 $\leq 85\%$,天然气

水合物层段岩心采取率 $\leq 90\%$,孔斜度 $\geq 2^\circ/100$ m。

3 钻孔结构

首先采用 $\varnothing 127$ mm 岩心管、 $\varnothing 146$ mm PDC 钻头开孔,开孔段取心,根据岩心确定整状岩层的位置后,再确定第一套套管的下入深度。套管下入深度确定后进行分次扩孔。先用外径190 mm、导向 $\varnothing 140$ mm的钻头扩第一遍,再用 $\varnothing 219$ mm 岩心管带 $\varnothing 240$ mm 钻头扩第二遍,扩好后下入 $\varnothing 219$ mm 套管并固管。固管完成后,用扶正同心钻头开 $\varnothing 138$ mm 小孔,以保证大小孔同心,防止在以后的钻进过程中钻具打磨套管。用 $\varnothing 127$ mm 绳索取心钻具, $\varnothing 138$ mm PDC 钻头(内径94 mm)钻头钻进至完整、稳定的岩层(预想在200 m左右),经测井后用外径190 mm、导向 $\varnothing 130$ mm 扩孔钻头扩孔,扩孔完成下入 $\varnothing 168$ mm 套管。完成下管后继续用 $\varnothing 127$ mm 绳索取心钻具, $\varnothing 138$ mm 口径钻进至400 m左右的完整、稳定、倾角较小的岩层段,把 $\varnothing 127$ mm 钻具作为套管下入此孔段,然后用锥体同心钻头开 $\varnothing 98$ mm 小孔,防止换径处留有台阶,然后用 $\varnothing 89$ mm 绳索取心钻具、 $\varnothing 98$ mm PDC 钻头(岩心直径64 mm)一径施工到底。图1为钻孔结构图,图2为套管结构图。

收稿日期:2012-10-17; 修回日期:2013-02-22

作者简介:贡建林(1972-),男(汉族),甘肃静宁人,甘肃煤田地质局一四五队工程师,资源勘查工程专业,从事煤田地质钻探工作,甘肃省张掖市甘州区张火公路145队,gcgsyjl@163.com。

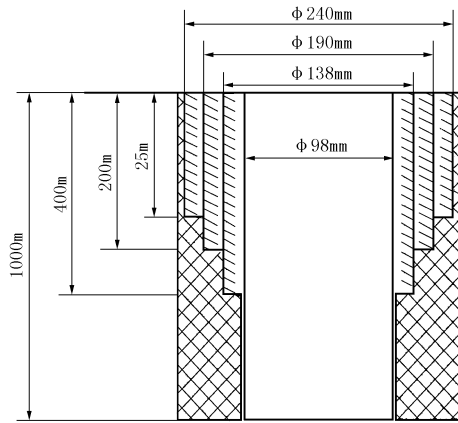


图 1 钻孔结构图

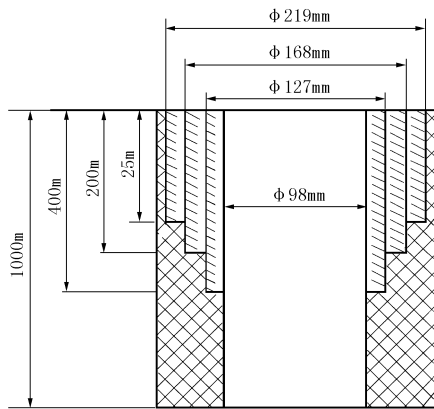


图 2 套管结构图

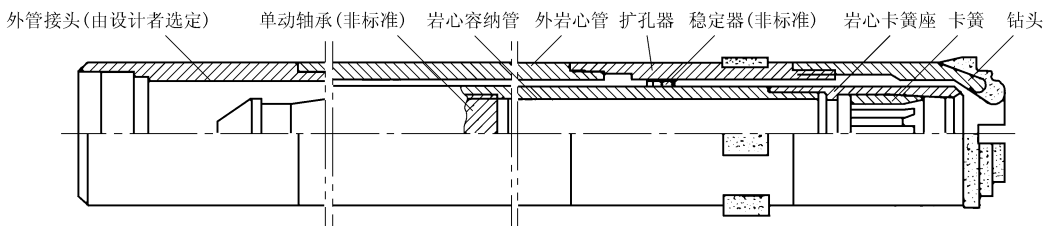


图 3 绳索取心钻具示意图

4 设备选型

4.1 钻机

选用机械传动大口径(通径 118 mm)、大扭矩 XY-8 型深孔岩心钻机, 钻进能力 1000 ~ 3000 m, 此型钻机设计功率大(130 kW), 立轴低速扭矩 9247 N·m, 双油缸给进, 长给进行程(1000 mm), 液压卡盘夹持力大, 能满足多种大口径岩心钻进工艺, 有利于提高钻效。

4.2 泥浆泵

选用 3NBB-390-52-11-8-55 型泥浆泵, 变量及额定压力调节范围宽, 能满足各种钻进泥浆流压参数的需要。泥浆泵选配 4135(64.7 kW) 柴油机作为动力。

4.3 钻塔

选用起降安全系数较高的液压 Ay-24-80 型钻塔。塔高 24 m, 销装式整体底盘更具安全性和稳定性。天车有效额定负荷 800 kN。

4.4 钻具

开孔用 $\varnothing 127$ mm 岩心管, $\varnothing 146$ mm 钻头, 用 $\varnothing 95$ mm 粗径钻铤导向、加压, 下完首套表层套管后, 用 $\varnothing 127$ mm 大直径绳索取心钻具(见图 3), PDC 取心钻头。400 m 后用 $\varnothing 89$ mm 绳索取心钻具, $\varnothing 98$ mm PDC 头一径到底。

5 钻探工艺及参数的选择

5.1 钻探工艺

钻探过程采用绳索打捞不提钻工艺方法, 先提钻, 然后快速取出岩心, 置于液态氮中。同时采用少钻、勤提、快提的方法。同时考虑上一级钻杆、钻具外管在不提出的前提下作为下一级钻具的施工套管的方法。采用这种施工过程对于复杂地层钻进具有减少孔内坍塌和岩心堵塞机率, 特别是孔底的高压气体对采用六方主动钻杆加接钻杆的冲击、提高施工效率和钻头寿命等方面具有明显的优点。

5.2 参数选择

5.2.1 回转速度

根据所选用的 PDC 钻头的直径以及钻头的切削特性, PDC 钻头钻进时回转速度要比金刚石钻头低一些。根据 PDC 取心钻头钻进的转速, 采用钻头的规格及转速范围如表 1 所示。

表 1 不同规格钻头的转速范围

钻头规格/mm	转速范围/(r·min ⁻¹)	备注
146	143 ~ 287	可以根据判层调节转速
138	170 ~ 341	可以根据判层调节转速
130	205 ~ 411	可以根据判层调节转速

5.2.2 钻压

由于所钻地层主要是煤系地层, 根据地层特点, 将以 PDC 钻头为主, 按照 PDC 钻头及复合片的直径、与岩层接触的有效面积、岩石的轴向抗压强度

等,根据有关 PDC 钻头钻压计算的公式,按照灰岩和闪长岩的抗压强度(33~40 MPa),采用 $\varnothing 16 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$ 的金刚石复合片,2种不同规格 PDC 钻头钻进中推荐压力如表 2 所示。

表 2 不同规格钻头的钻压范围

钻头规格/mm	钻压范围/kN	备注
146	22~25	可以根据进尺微调钻压
138	20~24	可以根据进尺微调钻压
130	18~22	可以根据进尺微调钻压

5.2.3 冲洗液量

根据表镶金刚石钻进环状间隙冲洗液上返流速的要求,由于 PDC 钻头破碎的岩屑比表镶金刚石钻头大,为了保证岩屑有效携带上返,上返速度提高 35%,即上返流速按 1.3~1.95 m/s 计算。不同规格钻头的冲洗液量如表 3 所示。

表 3 不同规格钻头在钻进过程中的冲洗液量

钻头规格/mm	冲洗液量/(L·min ⁻¹)	备注
146	250	根据孔内和地层情况随时调整
138	150	根据孔内和地层情况随时调整
130	90	根据孔内和地层情况随时调整

6 冲洗液技术

6.1 冲洗液选型

根据本勘探区地层情况,施工中上部主要采用不分散低固相泥浆做为钻孔冲洗液,该泥浆的特点是:密度低、切力小、粘度低、失水量低、泥皮薄而韧。有一定的防塌性能,并对水敏型地层有一定抑制作用,且易调制和维护。下部主要采用无固相泥浆,该泥浆的特点是密度低、粘度小,相对失水量低、排盐粉能力强等。

6.2 不同岩层冲洗液的性能

6.2.1 第四系及第三系

该地层主要为洪冲积砾石、砂土且松散,平均厚度 19 m,采用 300 目优质粘土(加纯碱水化,水化时间大于 24 h),火碱,Na-CMC,加清水搅拌成原浆。泥浆性能为:密度 1.10~1.15 g/cm³,粘度 30~35 s,失水量 12~18 mL/30 min,泥皮厚度 1~2 mm,pH 值 8~9。

6.2.2 白垩系

该地层岩性主要是粉砂岩和泥岩,采用聚丙烯酸钾盐,广谱护壁剂,纯碱,Na-CMC,KHM 加清水搅拌成原浆。泥浆性能为:密度 1.03~1.05 g/cm³,粘度 18~20 s,失水量 8~12 mL/30 min,泥皮厚度 0.5 mm 左右,pH 值 8~9。

6.2.3 三叠系、二叠系

该地层主要以粉砂质泥岩、泥岩、煤为主,采用聚丙烯酰胺、聚丙烯酸钾、广谱护壁剂Ⅲ型、纯碱、火碱,加清水搅拌,其泥浆性能为:密度 1.03~1.05 g/cm³,粘度 18~20 s,失水量 8~10 mL/30 min,泥皮厚度 0.5 mm,pH 值 8~9。

6.3 主要处理剂的性能

Na-CMC:降低泥浆失水量,增大泥皮的胶结性,一般在泥浆中加量 2~3 kg/m³。

聚丙烯酸钾:可防止泥岩、页岩的水化膨胀,防止孔壁坍塌,另外具有絮凝作用,携砂能力强,一般加量为 400~700 ppm。

腐植酸钾:降低泥浆失水量,并有稀释泥浆作用,抑制页岩水化膨胀,一般在泥浆中加量 0.5~1.2 kg/m³。

碳酸钠:使粘土改性,提高造浆率,可调节 pH 值,在泥浆中加量 3~5 kg/m³。

6.4 冲洗液维护管理

(1)施工现场配备泥浆测试仪一台,每班要测一次泥浆性能,调整好的泥浆不得随便加入清水或处理剂;泥浆除泥器一台,根据进尺和岩层,及时用除泥器清除泥浆中的固相含量。

(2)泥浆循环系统必须及时清理,捞砂,水源池内保持无杂物,沉淀池内沉淀物不得超过容积的 1/5。

(3)冲洗液在使用中,不但粘度逐渐增高,而且含砂量也会不断增加,在进行化学处理的同时,及时清除泥浆中的砂砾,保持泥浆性能稳定。

7 预防钻孔渗漏的主要措施

漏孔是绳索取心钻进最大的障碍,更是大口径绳索取心钻进要杜绝的,因此预防好钻孔渗漏对本次钻探工作非常重要。造成钻孔漏失的原因主要有 2 个:一是与地层构造密切相关,如胶结不好的砾岩层、孔隙较大的粗砂岩及构造裂隙等易于发生漏失;二是在钻进过程中地层系统压力平衡状态被破坏,从而造成漏失。

7.1 轻微漏失

可通过调节泥浆性能来解决。即适当提高泥浆粘度(30 s 以上),在原有泥浆中加大 PAM 量,同时将 pH 值提高到 10 左右,这样可使 PAM 高分子得到充分伸展,吸附大量的粘土和岩屑微粒,可堵住地层的轻微漏失。

7.2 中等程度的漏失

尽可能不要在泥浆中加入惰性材料,以防取心内管卡死在钻杆中间。尽可能用专用的高分子堵漏剂进行处理,一般情况下可堵住漏失。

7.3 严重漏失

必须停止钻进,进行专门的堵漏。最直接有效的办法是采用粘土泥球投入到孔内进行堵漏,其方法是:将半干性泥球投入到孔内时,要连续不断投入,投完后需下入钻具捣挤3~4 h后开始扫孔。而对于漏失发生在200 m以浅岩层的钻孔,可采用下套管堵漏。如果发生在较深孔段,用高分子材料堵漏无效的情况下,采用水泥、氯化钾、三乙醇胺进行封闭漏失层,间隔48 h后重新划眼开孔钻进。

8 体会及效果

(1)大口径绳索取心钻进一定要根据地层及地质要求设计好钻孔结构和套管结构。

(2)开孔孔径在地质要求的基础上宁大勿小,要预留多下一次套管的空间,以防出现孔内事故后无法处理。

(3)套管和泥浆是大口径绳索取心钻进中2个最关键的因素,缺一不可。套管的质量、层数、固井情况要做到可靠;不同地层要对应不同性能参数的

泥浆,要坚持每班测试,勤调配。

(4)施工前不仅要有方案,更重要的要有预案,遇到异常情况时不要蛮干,要按照预案有条不紊地进行。

(5)我队接到该钻孔的施工任务后,从6月20日出发,6月23日到达工地,由于该地区属高海拔(4700 m),适应10天后,7月3日开钻,10月15日终孔测井,终孔深度907 m,岩心采取率95%以上,孔斜度为5°。圆满地完成了任务,开创了大口径绳索取心钻进的先河。本孔的经验对于类似条件下工程具有很好的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 青海省治多县乌丽地区天然气水合物调查设计[Z].青海煤炭地质勘查院,2012.
- [2] MT/T 1076-2008,煤炭地质钻探规程[S].
- [3] 王扶志,张志强,宋小军.地质工程钻探工艺与技术[M].湖南长沙:中南大学出版社,2008.
- [4] 鄢泰宁,等.岩土钻掘工程学[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,2004.
- [5] GB/T 16591-1997,金刚石绳索取心钻探钻具设备[S].
- [6] 满国祥,杨宏伟.国产绳索取心钻杆设计与制造技术分析的[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(2):49-52.

(上接第19页)

(1)设备选择要恰当,尽量选择性能较强的设备,一般选择不小于18 m的钻塔,避免“小马拉大车”的现象,600 m左右的钻孔,XY-5型钻机比XY-4型钻机优势比较明显。

(2)由于钻进速度快,必须保证孔内岩粉的排出,要选择大排量泥浆泵,钻进过程中保持大排量,能减少孔内事故,提高钻探效率。

(3)原来在陕北地区使用全液压钻机和绳索取心工艺,由于该地区覆盖层普遍较厚,下套管工作量较大,地层不太适合金刚石钻头,因此全液压钻机和绳索取心工艺在该地区优势不明显。

(4)该地区钻探施工,较适合肋骨钻头+卡断器工艺,配合使用长岩心管,能减少钻机提下钻工作量,有效地提高钻探效率。

(5)选择适合的泥浆体系,满足钻孔护壁和携粉要求,经常进行泥浆测试和维护,控制泥浆性能,保证孔壁完整。

5 结语

在陕北地区钻探施工,根据当地的地层特点,选

择合理的设备、机具,使用适合的泥浆体系,探索出适合当地特点的钻探施工工艺,保证钻孔质量,减少孔内事故,提高了钻探效率,对该地区大量钻孔施工有很大帮助。

陕北地区煤炭储量十分丰富,煤田勘查区钻孔也越来越深,地质情况也相对复杂,必须持续实验和总结探矿方法和工艺,完成勘查任务,既为我院创造更好的社会效益和经济效益,也为西部大开发和陕北能源重化工基地建设寻找资源做出应有的贡献。

参考文献:

- [1] 郑思光,赵志杰,左新明.查干德尔斯钼矿复杂地层钻探技术探讨与实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(5).
- [2] 鄢泰宁,等.岩土钻掘工程学[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,2001.
- [3] 汤凤林,A.Γ.加里宁,段隆臣.岩心钻探学[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,1997.
- [4] 郑秀华,王军,蔡福民,等.兰渝铁路深孔隧道勘察碳质泥岩坍塌孔钻液技术[J].铁道建筑,2010,(2).
- [5] 汪传武,张波,黄德强,等.马达加斯加Sakoa煤田钻探施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(5).
- [6] 舒智.复杂地层深孔钻进关键技术的探讨与实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(S1).