

保形取心技术及其在松科 1 井中的应用研究

林志强¹, 杨甘生¹, 张 建²

(1. 中国地质大学(北京)科学钻探国家专业实验室, 北京 100083; 2. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000)

摘要:主要介绍了在松科 1 井南孔中保形取心技术的特点、工艺过程和应用效果,并提出了今后在大庆油田地区应用此技术时应注意的一些问题。

关键词:大陆科学钻探;松科 1 井;岩心收获率;保形取心

中图分类号:P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2007)07-0049-03

Application of Coring with Formation Kept Techniques in SLCORE - I/LIN Zhi-qiang¹, YANG Gan-sheng¹, ZHANG Jian²(1. China University of Geosciences National Lab on Scientific Drilling, Beijing 100083, China; 2. The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China)

Abstract: The paper mainly introduces the features, technical process and the application of coring with formation kept technique in the south coring borehole of SLCORE - I, and raises some problems that should be paid attention in applying this technique in Daqing Oilfield in future.

Key words: CCSD; SLCORE - I; core recovery percent; coring with formation kept

1 概述

中国白垩纪大陆科学钻探工程——松科 1 井工程项目(CCSD-SK)是国家重点基础研究发展计划(973 计划)“白垩纪地球表层系统重大地质事件与温室气候变化”项目的重要组成部分。松科 1 井位于油气勘探研究高度成熟的大庆油田,是中国大陆第一口以白垩系地层为主的全孔取心科学探井,也是国际大陆科学钻探计划(ICDP)框架下第一口陆相白垩系科学探井。该井的钻探目的是通过嫩二段至泉三段部分地层的钻井取心,获取连续的、高分辨率的、较少受到后期破坏或影响的地质记录,以进行地层、沉积、石油地质、气候变化等综合研究。

松科 1 井钻探施工采用双孔方案,这也是其它国家大陆科学钻探施工中普遍采用的方案。其中,松科 1 井南孔于 2006 年 8 月 18 日 15:00 开钻,2006 年 11 月 4 日 10:30 完钻,完钻井深 1935 m。该井连续取心 104 筒次,总取心进尺 946.83 m,岩心总长 944.23 m,平均收获率高达 99.73%,超过了设计要求岩心收获率 $\geq 98\%$ 的目标,创出了中国大陆科学钻探新的纪录。其中保形取心 13 筒次,累计进尺 42.81 m,累计心长 46.97 m,平均收获率高达 109.72%。

2 取心工具特点

2.1 钻头选择

取心钻头是钻取岩心的关键工具。岩心形成的好与坏,直接影响岩心收获率的高低,因此取心钻头选择是否合理直接影响取心的质量与效率。本井保形取心钻头选用了布齿密度小、切削齿尺寸大的直通水眼 PDC 取心钻头,该钻头吃入地层深,切削快,且不容易泥包。取心钻头内腔有一环状 U 形槽,可保证钻井液不冲蚀岩心。钻头下部开有 6 对 $\varnothing 10$ mm 的回水孔,使冲洗液能有效地润滑岩心,提高了钻进效率和岩心收获率。

2.2 采用透明复合材料 PVC 管作保形内衬管

选择透明复合材料 PVC 管作内衬管,主要是出筒时保护松散岩心结构不受破坏,减少岩心组分损失,出心方便,岩心可随内衬管切割、冷冻、运输。并且岩心与 PVC 管间的间隙小(3 mm 左右),岩心进筒不易变形和损坏。PVC 管有较好的刚性和韧性,摩擦阻力小(PVC 管摩阻系数仅为钢质内岩心筒的 1/10),既提高了岩心质量,又便于冷冻取样。另外,使用透明 PVC 管能使地质录井人员不切割内衬管就能对里面的岩心进行简单的岩性描述。PVC 管现场使用效果见图 1。

收稿日期:2007-03-22

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973 计划)“白垩纪地球表层系统重大地质事件与温室气候变化”(编号:2006CB701400)

作者简介:林志强(1981-),男(汉族),山东人,中国地质大学(北京)硕士在读,地质工程专业,研究方向为钻掘工程与施工技术,北京市海淀区学院路 29 号,(010)82323542,dongshan0927@126.com。

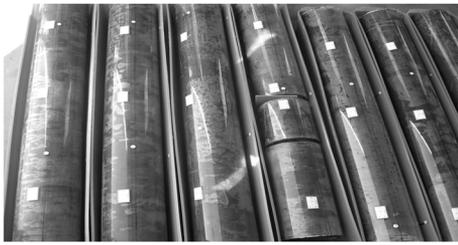


图1 保形取心所取出的岩心

2.3 岩心爪收缩效果好

岩心爪是取心钻进结束时割心及起钻时将岩心保持在岩心筒里面的关键部件。本钻具采用液力加压工具割心,投球后憋压,使岩心爪收缩。岩心爪为隐蔽式全封岩心爪,与钻头内表面斜坡啮合。取心时不与岩心直接接触,毫不妨碍岩心进入内筒;割心后,全封岩心爪关闭,起钻时防止松散岩心掉落井底。现场岩心爪使用收缩后的效果见图2。

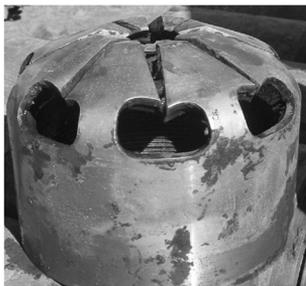


图2 使用后的岩心爪

3 取心技术特点

3.1 主要技术参数

取心工具型号为 BX101;取心筒长度 5.68 m;取心钻头外径 215.9 mm,内径 101.6 mm;可取岩心直径 100 mm,可取岩心长度 5 m;PVC 管外径 115 mm,内径 108 mm,长度 5.10 m;加压钢球直径 50.8 mm,循环钢球直径 30 mm;悬挂销钉直径 11.5 mm,材质 45 号钢;岩心爪全封后最小孔径 6 mm。

3.2 钻具组合与工作原理

3.2.1 钻具组合

保形 PDC 钻头 + 取心筒 + $\varnothing 178$ mm 钻铤 9 根 + $\varnothing 159$ mm 钻铤 3 根 + $\varnothing 127$ mm 钻杆 + 方钻杆。

3.2.2 工作原理

取心筒结构如图 3 所示。装好悬挂销钉 6, 接上加压装置, 下钻。钻具下到孔底前, 先不投钢球, 大排量冲孔, 清除孔底残留物以保证取心质量。冲洗完内筒之后, 投入 1 个 $\varnothing 30$ mm 钢球 10, 使钻井液从内外管环空流至钻头, 对钻头进行冷却和携带岩屑, 以有利于保护岩心。下放钻具校核方入后, 启动转盘开始取心钻进。

取心钻进完成后, 向钻柱内投入 $\varnothing 50.8$ mm 的加压钢球 3, 憋压 6 ~ 8 MPa, 剪断悬挂销钉 6, 内外岩心筒脱离, 内筒下行, 当加压装置下行一定距离之后, 加压活塞 2 的旁通孔打开, 泵压下降, 岩心爪 15 在内筒 (包括岩心和 PVC 管) 和加压装置的重力作用下变形收缩达到割心目的。液力加压工具克服了传统的机械加压取心工具加压装置长、剪切力小、销钉悬挂提前失效等缺点, 且可在钻进前大排量清洗内岩心筒泥砂, 因此特别适用于松软地层。

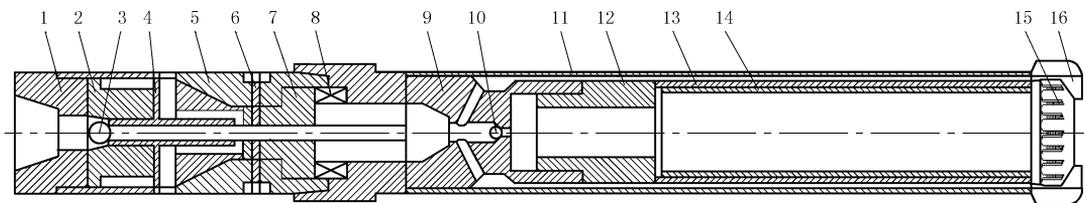


图3 保形取心筒结构示意图

1—上接头;2—加压活塞;3—加压钢球;4—加压杆;5—定位接头;6—悬挂销钉;7—悬挂接头;8—悬挂轴承;9—外管异径接头;10—循环钢球;11—外岩心筒;12—内管异径接头;13—内岩心筒;14—PVC管;15—岩心爪;16—取心钻头

4 取心工艺过程

(1) 取心之前起钻不遇卡、不抽吸, 下钻不遇阻, 钻井液返出正常, 无井漏、井涌及气水侵。井底干净, 无金属落物或残片。

(2) 取心钻具下井之前, 必须用通径规将下井钻具全部通一遍, 防止钻具水眼内异物阻挡钢球通过, 导致取心失败。钻井液性能稳定, 各项指标符合

设计要求。

(3) 操作平稳, 严禁猛刹、猛放、猛蹶。由于保形取心所用金刚石钻头为圆形, 与井壁的间隙较小, 取心工具的下放速度要控制在 1 m/s 以下, 防止井壁破坏后的泥饼堵塞取心内筒。下钻遇阻 ≥ 50 kN, 严禁用取心工具划眼下钻。

(4) 合理选择取心参数。同一筒次不同井段的地层岩性不均质, 即使岩性相同硬度也会有所不同,

必须对取心钻进参数进行优选和调整。本井保形取心参数为:钻压 20~50 kN,钻盘转速 45~65 r/min,排量 19~23 L/s,泵压 4~8 MPa。

(5)取心钻进至最后 0.3~0.5 m 时,钻压可比原钻压增大 30~50 kN,刹住刹把磨心,当钻压恢复到接近零时停转盘、停泵,量方入,在立管上专用投球处,投入直径为 50.8 mm 的加压钢球,用泵送入。球落座后泵压会突然升高 3~4 MPa,然后迅速回落至稍高于投球前的泵压水平。这说明销钉已经剪断,岩心爪已经收缩,割心结束。

5 取心效果

保形取心的设计井段为 1060~1100 m,1645~1675 m 和 1715~1755 m,其层位分别在嫩一段,青二、三段上部和泉四段上部。但从青二、三段 1646.01~1647.10 m 和泉四段 1714.47~1715.27 m 两段取心效果看,由于岩心成柱性好,硬度高,钻时大(平均约 0.29 m/h),造成割心困难,岩心爪无法完全收拢,特别是岩心爪卡不断岩心成为最大的问题。为确保收获率和井下安全,取消了原设计 1645~1675 m 和 1715~1755 m 两段保形取心任务,改为常规取心。保形取心作业效果见表 1。

6 结语

(1)现场应用表明,在嫩一段地层中,该保形取心工具完全适用,且效果理想。青二、三段上部和泉四段上部地层,岩性为灰黑色泥岩,岩心硬度高但易碎。取消这两段地层的保形取心任务后,虽然用常规取心工具也能把岩心取上来,但在保持岩心形状和顺序方面比保形取心效果差些。建议完善中低硬度地层的钻头结构设计,提高钻头的地层适应性,扩大保形取心技术的地层适应范围。

(2)要深入研究取心过程中钻具、钻头的工作状况。由于松软地层岩心对钻具和钻头的稳定性、

表 1 松科 1 井保形取心作业统计表

筒次	时间	取心井段/m	进尺/m	岩心长度/m	收获率/%	层段
1	08.29	971.76~972.26	0.50	4.09	818.00	嫩一段
2	09.04	1060.25~1065.19	4.94	4.94	100.00	嫩一段
3	09.04	1065.19~1069.21	4.02	4.02	100.00	嫩一段
4	09.05	1069.21~1074.32	5.11	5.11	100.00	嫩一段
5	09.05	1074.32~1078.82	4.50	4.50	100.00	嫩一段
6	09.05	1078.82~1083.50	4.68	4.68	100.00	嫩一段
7	09.06	1083.50~1087.96	4.46	4.46	100.00	嫩一段
8	09.06	1087.96~1092.54	4.58	4.58	100.00	嫩一段
9	09.06	1092.54~1097.12	4.58	4.58	100.00	嫩一段
10	09.07	1097.12~1100.57	3.45	3.45	100.00	嫩一段
11	09.08	1105.14~1105.24	0.10	0.67	670.00	嫩一段
12	10.20	1646.01~1647.10	1.09	1.09	100.00	青二、三段
13	10.24	1714.47~1715.27	0.80	0.80	100.00	青一段

减少这些不利因素,提高取心质量。

(3)钻压、转速、排量、钻井液性能等因素也直接影响取心效果,因此在应用该技术时,应根据不同地层岩性变化相应调整技术参数。大庆地区地层岩性、物性、埋藏深度变化大,因此对取心工具和工艺技术有着多样化要求。为了钻取不同类型地层的岩心,研制适合相应地层的取心工具与其工艺技术十分重要。

(4)在大庆油田地区还是首次应用保形取心技术取如此长的岩心,它提供了今后在该地区施工的相关经验,今后在进行保形取心施工前,应对地层特性进行分析,选择和设计出合适的工艺技术,提高取心收获率。

参考文献:

- [1] 杨玉坤,成伟.我国松散地层取心技术浅谈[J].石油机械,2003,(3).
- [2] 刘丽黎,陈燕霞,蒋庆祥,王友华.胜利保形取心技术在南海油田应用[J].钻采工艺,1999,(6).
- [3] 刘晓阳,断隆臣.松辽盆地第三系含砾砂岩、砂砾岩层的钻探取心技术[J].探矿工程,2002,(3).
- [4] 董明利.适用于松散地层的玻璃钢取心工具[J].特种油气藏,2004,(5).

全国水井钻机情报网 2007 年年会将于 9 月初在贵阳召开

本刊讯 开发地下水资源是国家“十一五”计划战略中的一项重要内容,所以结合我国水井钻探技术特点,对钻探设备以及工艺方法提出了许多新的要求,同时 2007 年贵州省为解决工程性缺水问题,省政府加大资金投入力度,充分调动地勘部门的力量,把地下水资源开发利用作为重点来抓,在全国和西部大开发行动中树立了典范。借此机会,全国水井钻机情报网 2007 年年会在贵州省省会贵阳市召开具有积极的意义。本届年会主要将就大家关心的深层地下水资源、地热和煤层气的开发利用,并与此相配套的钻探设备、机具进行交流。会议将邀请中国地质科学院勘探技术研究所的专家许刘万教

授级高级工程师作题为《大力推广气动潜孔锤及气举反循环组合钻进技术》的专题报告。希望有关参会单位准备一下与此有关的材料(包括施工经验、新钻探设备及机具的应用、泥浆材料的应用、施工中遇到的技术难题及解决方法等)提供大会交流。有意参加本次会议的单位和人员请作好准备,及时同我们联系。

联系方式:何旭(网长) 13831158967

马凤山(副网长) 13503207611

赵明杰(秘书长) 13931877675

E-mail: hexuhe@yahoo.com.cn