

定向取心技术在松科 1 井中的应用

林志强¹, 杨甘生¹, 张 建², 姜彬霖³

(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; 3. 云南省旅游学校, 云南 昆明 650221)

摘要:介绍了 DX101 型岩心定向取心钻具的工作原理和性能特点, 并就其在松科 1 井中的现场应用及效果作了总结与分析。

关键词:科学钻探; 定向取心; 松科 1 井; 白垩纪

中图分类号: P634.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2007)10-0069-03

Application of Oriented Coring Techniques in the SLCORE - I/LIN Zhi-qiang¹, YANG Gan-sheng¹, Zhang Jian², JIANG Bin-lin³ (1. China University of Geosciences (Beijing) National Lab on Scientific Drilling, Beijing 100083, China; 2. Institute of Exploration Techniques, CAG, Langfang Hebei 065000, China; 3. Yunnan Provincial Tourism School, Kuming Yunnan 650221, China)

Abstract: The paper introduced working principle and performance characteristics of the DX101 type oriented core drilling tool, and made a summary and analysis for its application in the SLCORE - I.

Key words: scientific drilling; oriented coring; SLCORE - I; the Cretaceous

中国白垩纪大陆科学钻探工程——“松科 1 井”工程项目(CCS-D-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, 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。实施该科学钻探的最主要目的, 是探究距今 6500 万年至 1 亿 4 千万年间的地球温室气候变化。其中, “松科 1 井”南孔钻井工程由大庆油田有限责任公司和中国地质大学(北京)共同组织实施, 美、德、加、日、奥等 10 多个国家的科学家将和我国科学家共同进行钻孔岩心的研究。它在取心技术、岩心收获率、岩心定位定向、样品污染防护和科学管理方面均达到了国际大陆科学钻探工程技术的先进水平。

定向取心技术是地质分析获取裂缝走向、岩层走向和倾角、地层各向异性的重要手段。本井共定向取心 19 筒次, 累计进尺 99.28 m, 累计心长 95.44 m, 平均收获率高达 96.13%, 并取得了大量的地层原始数据。做好岩心的复位和定向工作, 可以让所取出的岩心保持其在地下的原始状态, 为深入开展陆相白垩系地层与古气候变化提供精确的资料。

1 定向取心主要结构特点和工作原理

定向取心是指在取心时对岩心沿其轴线方向进行刻痕并同时对此时尚未改变原始位态的岩心定向数据进行测量记录。是一种能够确定岩心所处地层裂缝的倾角、倾向等要素的取心技术, 它的实质是将取出的岩心恢复到在地层中所处的真实状态。它主要由定向取心工具、无磁钻铤、多点电子测斜仪和岩心复位仪组成。

1.1 结构特点

定向取心工具是在常规自锁式取心工具的基础上发展起来的, 办法是将常规自锁式取心工具悬挂轴下端的钢球座换成定向座, 将内筒下接头的岩心爪座换成带刻刀的岩心爪座。工具结构特点如下。

(1) 多点电子测斜仪主要包括: 磁力计传感器组、数据存储器、电池组。还有一些辅助构件, 如减震器、扶正器、堵头、加长杆等, 如图 1 所示。多点电子测斜仪与取心工具上的仪器支承座采用插入式连接, 装卸仪器方便。工作时, 它位于无磁钻铤适当部位, 并带有高温隔热筒, 避免了磁性干扰, 提高了耐温能力。取心完毕, 只需把多点电子测斜仪从井下取出来, 与地面数据处理装置连接, 启动软件中数据读取程序就可将测量数据显示, 操作简单方便。

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, dongshan0927@126.com。

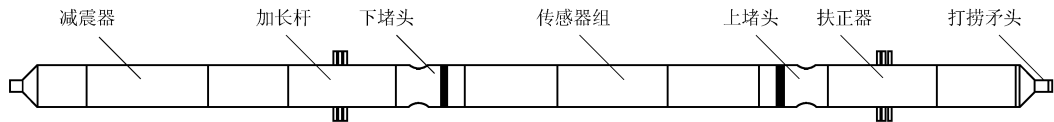


图1 多点电子测斜仪

(2)在岩心爪座内锥面下部岩心入口处,开出3条圆周角不等的小槽,槽内嵌入顶角为 55° 的等腰三角截面的硬质合金条。刻刀呈固定角度分布在岩心爪座最下端,刀刃出露高度和吃入岩心深度适宜,降低岩心进入阻力,保证岩心定向标记槽的清晰准确度。为保证内外管具有良好的同心度,设计中3把刻刀分布于岩心爪座上,结构如图2所示,从而保证了岩心定向的成功。

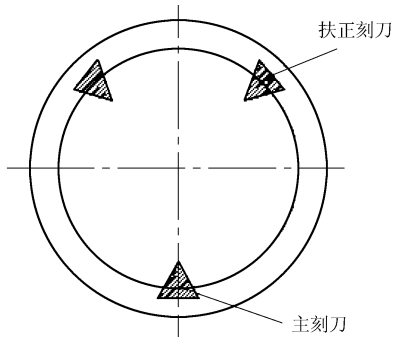


图2 岩心爪座上的刻刀

(3)岩心爪内表面由镶焊碳化钨的方凸块组成,在自由状态下内径较岩心直径小 $2\sim 3\text{ mm}$,取心钻进时,岩心可撑开岩心爪并使岩心爪沿岩心爪座锥面上行。割心时,岩心爪在弹性作用下包紧岩心并随岩心爪座锥面下滑。由于碳化钨颗粒硬度高,在岩心爪收紧过程中能压入岩心表面,增加与岩心接触的摩擦力。现场使用的岩心爪如图3。



图3 定向取心用岩心爪

设计刻有一条方位标记槽,在定位接头上有一键槽,键槽中心线与方位标记槽中心线在同一母线上。内岩心筒与定位接头直接焊接以保证方位固定,岩心爪座上的主刻刀与方位标记槽也在同一直线上,因此所测的工具面角即为岩心刻痕的方位角。

取心钻进时,岩心在改变原始状态之前,固定在岩心爪座上的刻刀在岩心表面连续刻划上标记槽,并用多点电子测斜仪随钻定时测量主刀刻痕方位角、井斜角和井斜方位角。取心技术人员可用同步时间所对应的方位,确定每个测点对应的井深。

多点电子测斜仪配有电池供电装置,可预编程序,延迟测量的启动时间可达 36 h 。还可预编采集资料的频率,每钻 0.3 m 岩心至少可进行6次测量记录。多点电子测斜仪对测量的数据可储存在仪器的电子存储器中,储量可达1023次。在地面,将测斜系统的电子存储系统根据预计的起下钻时间,预调好测量的间隔时间、启动时间和能采集最多资料的状态,然后在取心操作开始时轻轻地入到定向接头内。当完成测量从井下起出时,测量数据转载到地面计算机,在现场就能进行处理,并能打印出测量报告。

根据测得的定向参数(主刀刻痕方位角、井斜角和井斜方位角),用复位实测法或公式计算法就可求出岩层、裂缝的倾角、倾向。

2 基本技术参数和钻具组合

2.1 技术参数

工具型号 DX101;取心筒长度 8.63 m ,钻头长度 0.29 m ;钻头外径 215.9 mm ,内径 101.26 mm ;多点电子测斜仪外径 34.9 mm ;刻刀顶角 55° ,主刻刀半径 49.2 mm ,两扶正刻刀半径 49.5 mm ;可取岩心长度 7.0 m ,岩心直径 $99\sim 100\text{ mm}$;适用地层为胶结良好的中硬、硬地层。

2.2 钻具组合

定向 PDC 钻头 + 定向取心筒 + $\text{Ø}178\text{ mm}$ 无磁钻铤 + $\text{Ø}178\text{ mm}$ 钻铤 9 根 + $\text{Ø}159\text{ mm}$ 钻铤 3 根 + $\text{Ø}127\text{ mm}$ 钻杆 + 方钻杆。

定向取心工具结构见图4。

1.2 取心技术原理

在内岩心筒、岩心爪座外圆周面沿轴向方向上

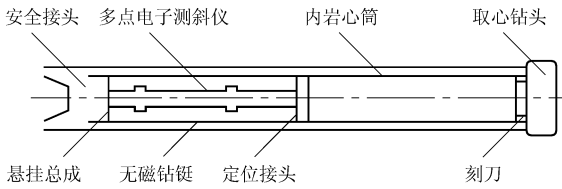


图 4 定向取心工具结构简图

表 1 松科 1 井定向取心作业统计表

筒次	取心井段/m	进尺/m	心长/m	收获率/%	层段
1	968.17~968.27	0.10	0.00	0	嫩二段
2	968.27~971.76	3.49	0.00	0	嫩二段
3	1022.50~1025.13	2.63	2.63	100	嫩一段
4	1100.57~1105.14	4.57	3.35	73.30	嫩一段
5	1150.54~1153.42	2.88	2.70	93.75	姚二、三段
6	1200.72~1204.76	4.04	4.22	104.46	姚二、三段
7	1249.95~1256.53	6.58	6.58	100	姚一段
8	1310.00~1315.00	5.00	5.00	100	青二、三段
9	1356.21~1361.84	5.63	6.60	117.23	青二、三段
10	1410.42~1416.93	6.51	6.51	100	青二、三段
11	1464.48~1471.24	6.76	6.76	100	青二、三段
12	1516.39~1523.23	6.84	6.84	100	青二、三段
13	1569.34~1576.07	6.73	6.73	100	青二、三段
14	1620.97~1627.69	6.72	6.72	100	青二、三段
15	1671.87~1678.73	6.86	6.86	100	青二、三段
16	1751.63~1758.46	6.83	6.83	100	青一段
17	1806.32~1813.20	6.88	6.88	100	泉四段
18	1857.61~1864.54	6.93	6.93	100	泉四段
19	1911.70~1915.00	3.30	3.30	100	泉三段

3 现场应用及效果

根据设计,第一筒要求定向取心,以后每隔 50 m 或 6 个筒次定向取心一次,要求每次定向取心长度在 2 m 以上。根据以上原则,定向取心创造了较好的技术指标:岩心直径普遍在 95 mm 以上,满足了科学钻探的要求,因为研究内容涉及元素地球化学、重矿物、古地磁、微体古生物等多个方面,足够粗的岩心才能满足多种分析测试的样品需求;圆满地获取了地层的倾向及倾角,满足了地质设计的要求。定向取心应用情况良好,在完整岩层效果特别明显,图 5 为获取的带刻痕的岩心。



图 5 定向取心取出的带刻痕岩心

表 1 即为现场施工的定向取心统计表,前两筒空筒的原因为岩心在岩心爪里面上下行动的阻力小于岩心爪在岩心爪座内锥面中上下行的阻力。上提岩心筒割心,岩心在内筒中相对下行时,不能带着岩心爪同时下行。后来对取心工具进行了稍微改进,取得良好的效果,达到了预期的取心目的。

4 结语

(1)在松科 1 井的成功应用效果证实,定向取心技术是直接获取地质资料的一种实用、快速、有效的方法。它可以实现随钻测量,在一个回次内完成定向取心的各种工序,简化了操作,节约了工时;利用岩心定向参数可以确定地下岩层层面和断裂面的产状、地下流体运动和渗漏方向、岩体中潜在的分

面和滑动面的方向等。建议继续挖掘定向取心的技术潜力,增加岩心解释新内容。如利用定向岩心解释岩石孔隙度和地应力等,以获取更丰富的地质资料,增大这项技术的应用效果,提高定向岩心的使用价值。

(2)为了更广泛的应用该技术,需要进一步增加定向取心工具与常规取心工具的互换通用性。与常规取心相比较,定向取心的取心效率与取心质量并不低于常规取心,而它获得的技术资料的价值远远超过了常规取心,具有明显的优越性。大庆油田地区地层胶结度高,成柱性好,裂缝产状对油气生产开发具有较重要的指导作用。因此应用该技术的前景非常广阔,建议有关专业人员尽快掌握该技术,使定向取心技术更好的为百年油田的发展服务。

参考文献:

[1] 吴光琳.定向钻进工艺原理[M].成都:成都科技大学出版社,1991.
 [2] 向兴华,熊得智.电子磁力多点测斜系统在钻井取心中的应用[J].钻采工艺,1995.(4).
 [3] 李冰,吴尚利,杨明金.深井小井眼定向取心技术的应用及效果[J].天然气工业,1994.(4).
 [4] 吴光琳,胥建华,石永泉,等. SDQ-91 型随钻测量定向取心器的实验研究[J].探矿工程,2001,(6).