

国内水平井定向取心技术及工具

陈晓林

(中国地质科学院勘探技术研究所特钻中心,河北 廊坊 065000)

摘要:定向水平井取心技术得到了迅速的发展,国内在中、长曲率半径定向井取心系统比较成熟。水平井取心工具也比较成熟。详细介绍了 JQX 系列和 DQX 系列水平井取心工具和 SP-8100 型水平井取心工具的结构特点;还介绍了定向井取心的钻井方法和岩心定向的内容。

关键词:水平井取心;取心工具;取心工艺;结构特点;岩心定向

中图分类号:P634.7 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)09-0075-03

1 概述

近年来,水平井钻井技术在国内得到迅速发展。同时也推进了水平井定向取心工艺的发展,可靠先进的水平井取心技术和定向系统的发展,可以显著提高地层评价及采集相关地质信息。水平岩心为直接调查岩相和储层非均质性的横向变化以及垂直裂缝的间距提供了第一手资料,对研究地层分布很有意义。

2 水平井取心工艺

目前,国内定向井取心钻井方法常用的有 2 种:一种是常规的转盘旋转钻井取心方法,另一种是井下马达驱动钻井取心方法;还有一种取心方法是前两种方法的综合,相当于马达、绳索取心二合一钻井方法。其基本方法是利用地面钻机和全径钻进钻柱,用常规的转盘旋转钻井方法钻完垂直井段、造斜井段及水平段的初始井眼。然后,为了取心钻进,提

出全径钻进钻柱,卸下钻头,再下入到井内,随后,将马达、岩心筒及加杆组成的取心钻具组合通过全径钻进钻柱下入到已钻的水平井段的初始井眼,并通过一个特殊的接头连接在全径钻进钻柱的自由端,最后由井下马达驱动钻进取心。当达到每个行程取心的最大长度时,用钢丝绳打捞工具通过全径钻进钻柱将取心钻具组合松开,并提出到地面取出岩心。如需要继续取心,在取心钻具组合上部分再连接一加长杆,并按上述的方法下入和连接,进行第二次钻进取心。采用这种方法的优点是:在取心钻进,全径钻进钻柱一般不旋转,取心钻头由下部的螺杆马达驱动,这样可大大降低钻柱因旋转产生的磨损,也可将钻柱转矩的传递功率减少最小。最突出的优点是,取岩心时,不需要将整个钻柱提出井眼,只需要提出取心钻具组合即可,达到连续取心的效果,节约取心时间,降低取心钻进费用。

马达驱动取心系统结构如图 1 所示。

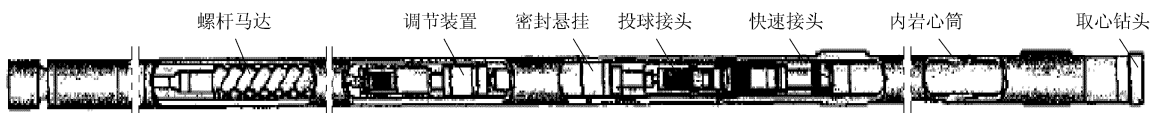


图 1 马达驱动取心系统结构示意图

定向井取心系统按曲率半径长短可分为 2 种:一种是中、长曲率半径取心系统;另一种是短曲率半径取心系统。

中、长曲率半径取心系统是在常规取心筒的基础上稍做改进而成的,改进的部件主要是安全接头、旋转总成、岩心筒和取心钻头等。其曲率半径为 87~213.4 m,取心长度也较长,石油部门有的甚至达到 9 m。短曲率半径取心系统采用特殊设计的岩心

筒,长度较短,曲率半径只有 6~12 m。为了使取心钻具组合能顺利通过曲率半径较小的井段,把岩心筒和铰接钻铤连接在一起下入井内,而且必须采用马达进行动力驱动。我国在短曲率半径曲率系统方面基本处于空白。短曲率半径取心系统如图 2 所示。

3 定向井取心工具

目前,国内大庆、胜利、辽河及四川油田都已开

收稿日期:2007-08-01

作者简介:陈晓林(1973-),女(汉族),湖南汉寿人,中国地质科学院勘探技术研究所高级工程师,机械工程专业,从事定向钻探技术研究工作,河北省廊坊市金光道 77 号,(0316)2096954。

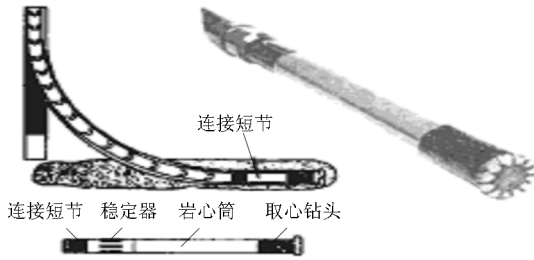


图 2 短曲率半径取心系统示意图

发研制了定向井取心工具。这些取心工具大多是在常规取心工具基础上进行改进的。改进方面:一是在内岩心筒上下端加装滚柱轴承,以保证内筒中心线能在不同曲率半径的水平井内,始终和取心钻头喉道中心线重合,保证岩心顺利进入内筒;二是减短整个岩心筒的长度或者给外筒上下部加装扶正器,以充分保证岩心筒在水平井作业时的稳定性和刚性。

四川石油管理局钻采工艺研究所研制成功了 2

种系列的定向井取心工具。一种是 JQX 系列定向井取心工具,该工具适用于大斜度定向井取心。其结构特点是在常规取心筒中,增加了内筒支撑机构,从而使岩心筒在倾斜较大的条件下,无论外筒怎样倾斜,内筒都能始终处于外筒中心,不随外筒旋转,能有效地保护岩心,不但能保证取心筒的正常工作,而且能获得较高的岩心采取率。另一种是 DQX 系列钻具定向井取心工具,该系列的结构特点是:在取心钻头喉道以上以定向岩心爪代替了常规自锁式岩心爪;在常规取心工具的旋转总成和安全接头以上接入装有多点测斜仪的无磁钻铤。其原理是:当定向取心钻进时,在岩心表面形成标记槽,同时用多点照相测斜仪随钻测量必要的参数,最后用复位实测法或计算机计算分析出地层和裂缝的产状要素,例如倾角、倾向、走向等。这 2 种定向井取心工具的参数见表 1。JQX 系列定向井取心工具结构见图 3。

表 1 JQX 系列及 DQX 系列定向井取心工具参数表

参 数	JQX 系列			DQX 系列		
	JQX133-70	JQX172-101	JQX180-105	DQX133-70	DQX172-101	DQX180-105
长度/mm	9200	9200	9200	9200	9200	9200
外筒/mm	133×101	172×136	180×144	133×101	172×136	180×144
内筒/mm	89×76	121×108	127×112	89×76	121×108	127×112
岩心直径/mm	70	101	105	70	101	105

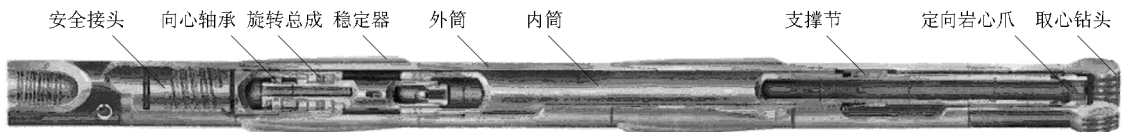


图 3 JQX 系列定向井取心工具结构示意图

比较成熟的定向井取心工具还有胜利石油管理局研制成功的 SP-8100 型水平井取心工具和 D-8100 型水平井取心工具。该工具由取心钻头、悬挂总成、锁紧接头、伸缩机构和岩心筒等 5 个部分组成。其结构见图 4。其结构特点是:采用液力推进、机械上提并存结构,实现了取心钻进完毕割心上提内筒的目的。这一结构能在软地层和未固结砂岩地层中使用,而且在中硬和硬地层也同样能使用,且能确保在起钻过程中不掉心。内筒采用台阶悬挂结构,克服了软地层常规工具销钉悬挂内筒容易出事的弊端。在台阶悬挂处设计有锁紧装置,不仅能避免工具内筒在下钻和取心钻进过程中上窜,而且能保证割心时顺利提起内筒。内筒总成采用两点扶正,即内筒中间设计有扶正轴承短节,在钻头腔内设计有滚柱扶正轴承,保证在水平井、斜井段中内筒居

中,实现双筒单动,有利于岩心进入,提高岩心采取率。

4 工具使用实例及效果

在渤海埕北油田 CB-A29m 大斜度井取心工程中使用 SP-8100 型水平井取心工具进行取心。该井自井深 300 m 开始造斜,取心井段位于增斜段,井斜角较大(取心井段最大超过 70°),地层岩性疏松,胶结性差,因此该井取心具有较大的困难,主要表现在以下几方面:

(1) 在本井钻井取心作业中,由于取心工具的轴线与重力的方向线成一夹角,在重力作用下,取心工具躺卧在井眼低边上,由此引起 2 个取心难点:一是由于重力作用内岩心筒靠在外岩心筒的内壁上,造成内岩心筒跟随外岩心筒一起旋转,容易堵

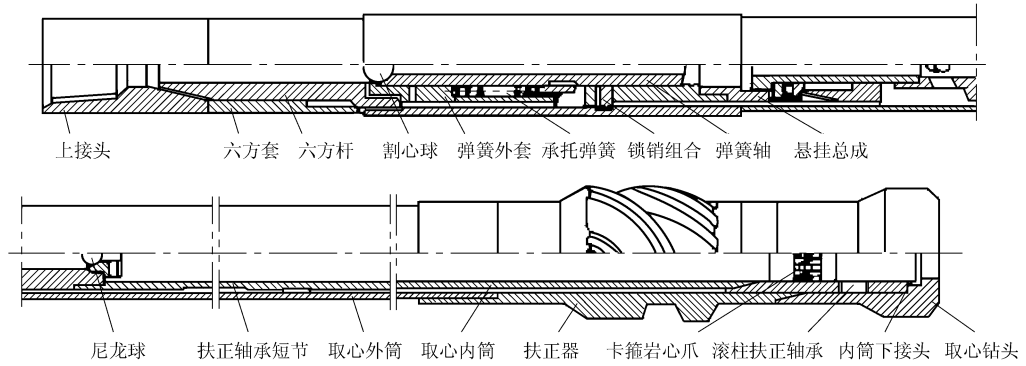


图 4 SP-8100 型水平井取心工具结构示意图

心;二是外岩心筒易于粘贴井壁,容易导致井下事故。

(2)地层胶结性差,岩心不成柱,而在松软地层取心较为有效的机械加压式取心工具因无法实行有效的加压而不能工作。

(3)井斜角较大造成井壁与钻柱摩擦力增大,引起井口钻压与井底钻压不统一,给现场取心工程师正确判断钻压增加了困难。

(4)常规的多级组合式复合材料尼龙衬筒在大斜度井段紧贴内筒低边,在节与节之间容易形成错位,从而导致堵心、卡心。

(5)取心井段位于增斜段,心筒组合易受卡。

(6)普通钢球无法就位堵塞内筒,在本井中,取心工具躺卧在井眼低边上,钢球由于重力的作用顺着取心内筒下行,无法达到中心从而堵塞内筒。

(7)岩性疏松,胶结性差,易被泥浆冲蚀而丢心。

针对这些难点最终选用了 SP-8100 型水平井取心工具,应用非常成功,解决了斜井取心遇到的取心困难,而且各项指标均达到取心要求。同时合理的取心参数、正确的工具选择是取心获得成功的关键。取心数据见表 2。

表 2 取心数据一览表

筒次	井段 /m	进尺 /m	岩心长度 /m	平均岩心采取率 /%	平均机械钻速 /($m \cdot h^{-1}$)	最高机械钻速 /($m \cdot h^{-1}$)	井斜角 /($^{\circ}$)	地层
1	1493.9 ~ 1501.0	7.10	7.07	99.6	21.3	34.6	57	NG1
2	1666.7 ~ 1674.1	7.40	7.30	98.6	7.40	48.9	72.9	NG2
总计		14.50	14.37	99.1				

由于工具采用了上下两点扶正,大弹子悬挂轴承使工具内筒旋转灵活。采用低转速、合理的钻压、略高的排量这一参数是合适的,它可保证斜井施工正常进行,同时又能保证岩心不被冲刷。通过对取心质量的分析,验证了这种定向井取心工具的设计是成功的,结构先进,参数可行。目前这种工具已广泛应用于各油田。

5 水平岩心定向

在矿产的勘探、开发过程中,为了直观了解储层的构造参数,全面掌握地质构造的复杂性及其变化,以便制定出经济合理的勘探开发方案,需要对岩心进行定向,使取出的岩心能反映出地层倾角、倾向、走向等构造参数。但岩心定向一般只适用于岩心成柱较好的各种地层,对于那些极疏松和破碎的、岩心不成柱的地层没有定向的意义。尤其是采用水平取心的地层,多数是比较复杂的地层,水平岩心定向所

获得的资料用作研究矿产分布规律,探明储量具有重要意义。

现常用的岩心定向测量装置为连续多点测斜系统。该系统由井下探管总成和地面装置两部分组成。井下探管总成主要包括:三轴加速度计和磁力计传感器组、数据存储器、电池组;地面装置包括:一台用于现场处理测量数据的计算机,系统软件和打印机。利用该测量系统可以确定钻进的方位角、顶角和工具面角。根据岩心上的定向标记,配合测斜仪测量数据确定岩心的参数。

6 几点思考

(1)国内在短曲率半径水平井取心方面尚属于空白,可以研制特殊的双筒岩心筒,研制铰接接头增大钻铤的弯曲度。

(2)发展绳索取心、井底马达驱动水平井连续取心技术。



图 5 截齿筒式钻头

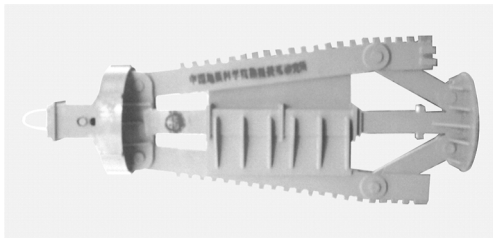


图 6 扩底钻头

(见图 8),用于大漂石和坚硬基岩辅助钻进,其中冲抓锥钻头也是旋挖钻机进行全套管钻进时必不可少的辅助钻具。

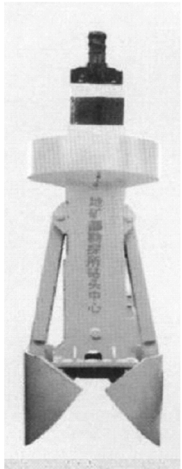


图 7 冲抓锥钻头



图 8 冲击钻头

4.2.6 液压抓斗、双轮铣钻头

用液压抓斗、双轮铣钻头可进行连续施工,一般

(上接第 77 页)

(3)将水平定向取心技术和岩心定向技术充分地揉合,确定水平岩心的各项岩心指标,可以收到减少钻探工作量,加快勘探速度,降低勘探成本,提高准确性的效果。

液压抓斗用于软地层,双轮铣钻头用于硬地层。

5 应用前景

砼质量的改善,桩基础施工技术的完善,灌注桩承载能力的提高,以及城市环境法规的严格执行,使钻孔灌注桩几乎取代了其他地基基础,成为应用最广泛的基础型式。国内外成孔作业中各种钻孔机(反循环、旋挖钻机、全套管)的比例迥然不同。在国外大直径混凝土灌注桩施工中,旋挖钻机一般占 2/3 以上,正反循环钻机在欧洲城市中几乎不再使用。而国内钻孔机产品中正反循环钻机的产量占到 90%。

旋挖钻机因其具有装机功率大、输出扭矩大、轴向压力大、移动灵活、施工效率高、环保等特点,配合不同钻具,适应我国大部分地区的地质条件,成为适合建筑基础工程中成孔作业最理想的施工机械。近年来,北京地铁、环线路网建设,特别是青藏铁路、奥运场馆、首都机场新航站楼等大型工程的施工中,旋挖钻机高效、环保等优势得到公认。

随着改革开放的逐步深化,国内市场经济的需要,使得铁路、公路、水路交通,城市公共设施和工业民用建筑,水利电力设施,港口、码头、机场的建设全面飞速发展,桩基础施工机械潜在的巨大市场已经出现。仅铁路建设方面,2005 年我国立项了一批新项目,到 2020 年铁路建设总投资要超过 2 万亿元,平均每年投资在 1000 亿元以上。2007 年将有条数高速客运专线如武大、郑西、石大、京津等相继开工,高速客运专线有 60% 以上为桥梁,桥桩的直径大多在 1200 mm 左右,深度 40 m 以内,恰好适合旋挖钻机施工,这将是继青藏铁路以后旋挖钻机在铁路建设中更大规模的应用。

目前我国拥有旋挖钻机仅仅 1000 多台,这与我国的施工需求差距很大,所以说旋挖钻机及其施工工法有着很大的发展前景。

参考文献:

- [1] 熊德智. 水平井取心工艺技术[J]. 钻采工艺,1996,(1).
- [2] 许俊良,等. SP-8100 型水平井取心工具[J]. 石油机械,1994,(9).
- [3] 李海石,符国强. 钻井取心技术[M]. 北京:石油工业出版社,1993.
- [4] 杨鹏,等. CB-A29m 大斜度井取心实践与认识[J]. 西部探矿工程,2005,(6).