

# 液压剪切式取样钻具的研究

翁 炜, 赵尔信

(北京探矿工程研究所, 北京 100083)

**摘 要:**在海洋和陆地水域等松软地层钻探取样过程中,使用常规取样钻具取样易造成样品质量差、取样率低等现象,为此特别设计一种液压剪切式取样工具。介绍了该钻具的设计原理、结构参数和试验效果。

**关键词:**松软地层;钻探;液压;剪切;取样钻具

**中图分类号:**P634.4<sup>+</sup>3 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2012)04-0008-03

**Research and Test of the Hydraulic Pressure Shear Coring Tool/WENG Wei, ZHAO Er-xin** (Beijing Institute of Exploration Engineering, Beijing 100083, China)

**Abstract:** During the coring of loose and soft formation in the subsea and continental water region, there are many difficulties such as poor quality of core and low core recovery. The hydraulic pressure shear coring tool was designed to solve these problems. The paper introduced its design principles, configuration features and the laboratory test effect.

**Key words:** loose and soft formation; drill; hydraulic pressure; shear; coring tool

## 1 概述

地层样品的质量决定了地层分析研究的准确性和科学性,钻探取样技术作为最有效的获取地下地质情况的研究手段,在世界上得到了广泛的应用。随着经济社会进步,我国资源勘探和地球科学研究的需求不断增长,在海洋和陆地水域等松软地层条件下的取样工作量也日益上升。目前在我国常规采用的取样方式主要为回转式取样,即钻探设备带动钻杆及取样钻具回转,从而切削地层并提取样品,这种方法主要适用于硬地层,用于松软地层条件下造成样品的扰动、破损和脱落,甚至出现空管现象。还有采用机械加压方式的钻具,通过钻探设备对钻杆施加压力,钻杆再向取样钻具传递压力使取样钻具压入松软地层,但是这种方法容易造成钻杆等设备受损,同时其仅能用于较浅地层,应用受到很大限制。

因此,针对海洋和陆地水域等松软地层特点,研究液压剪切式取样技术,以解决现有技术中存在的不足,提高样品质量和钻探效率,对加快我国资源调查和地球科学研究工作的进展有着重要意义。自2008年起,中国地质调查局开展了地质调查项目“精细、原位、保真、多元取样技术的研究”,其中重点内容之一就是非固结地层液压剪切式取样技术的研究。经过几年的研究与开发,在液压剪切式取样

技术的研究方面取得了一定的进展和成果。

## 2 液压剪切式取样钻具的研究

海洋和陆地水域松软地层的特性是松软、非固结,在钻探取样的过程中易受到扰动,同时钻井液的冲蚀会对其产生较大影响。根据地层特性进行不同取样技术的原理分析对比,采用压入式取样避免了回转式取样过程中钻具回转与岩心产生摩擦及钻具振动带来的不利影响,同时利用钻井液的压力作为工作动力,解决了机械加压的弊端,不需要专门配备动力装置,当在取样目的地层开展取样工作时,依靠液压力剪断剪切销,取样管在液压力和自身重力的双重作用下快速压入地层,在此过程中,岩样与钻井液处于隔离状态,避免样品扰动。

### 2.1 结构原理

液压剪切式取样钻具的结构原理如图1所示。

液压剪切式取样钻具采用绳索打捞式结构,主要由取样内管总成和取样外管总成组成,取样外管总成通过接头(1)与钻杆螺纹连接,安装在外管总成中的座环(6)与悬挂环(5)配合,并与扶正环(14)、外管接头一起实现取样内管总成与取样外管总成的定位与配合。取样内管总成又包括悬挂系统、导向系统和压入取样管总成。在取样过程中,首先将液压剪切式取样钻具投放到孔底,配合到位,形

收稿日期:2011-10-08

基金项目:中国地质调查局地质调查工作项目“精细、原位、保真、多元取样技术的研究”(1212010816017)

作者简介:翁炜(1977-),男(汉族),河北新城人,北京探矿工程研究所高级工程师,地质工程专业,工学硕士,从事地质及岩土钻探器具的研究与推广工作,北京市海淀区学院路29号,wengw77@163.com。

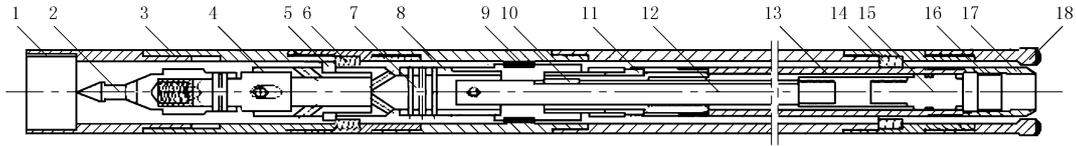


图1 液压剪切式取样钻具结构

1—接头;2—打捞矛头;3—弹卡接头;4—进水接头;5—悬挂环;6—座环;7—剪切销;8—悬挂剪切接头;9—密封圈;10—导向键;11—快速拆装机构;12—导向活塞杆;13—压入取样管;14—扶正环;15—导向活塞;16—卡心机构;17—取样管靴;18—取样钻头

成密封腔,开始取样工作时,钻井液自钻杆中心流经进水接头并进入到取样内管总成与取样外管总成之间的密封腔内,对压入取样管总成施加向下的压力,随着钻井液的压力不断上升,直至连接悬挂系统和压入取样管总成的剪切销(7)发生剪断破坏,此时压入取样管总成沿着导向系统滑动以高速压入地层。压入取样后,钻探设备带动取样外管总成及钻头钻进至地层底部。在此过程中取样内管不回转,从而减少样品扰动,提高样品质量。完成取样工作后,利用绳索绞车在孔口将打捞装置经过钻杆内部投放到孔底,抓住打捞矛头(2),并将内管总成及其内部的样品一并提出,获得所需的样品。在地表或甲板上取心时,可将替换钻具投放到孔底继续钻进。在使用时,钻具优先采用隔水钻头结构,减少钻井液对岩心的影响。

### 2.1.1 悬挂/剪切工作方式

本钻具设计过程中采用剪切销作为悬挂/剪切工作的关键部件,设计中剪切销的剪断工作力包括钻井液的压力及钻具压入取样管总成系统的重力作用,对剪切销的工作段采用单独调整设计,并且在加工及组装的过程中可对剪切销的材料、结构尺寸和数量进行调整,以改变剪断工作压力,满足不同地层的工作要求,提高液压剪切式取样钻具工作的适应性。笔者采用 Solidworks Simulation 软件对剪切销进行了模拟分析,其应力状态与变形情况如图2所示。

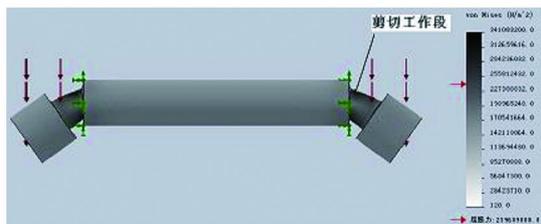


图2 剪切销应力状态及变形

### 2.1.2 导向系统

导向系统由导向活塞杆、导向活塞等部件组成,压入取样管总成与导向系统配合精度高,导向活塞杆上的导向槽与压入取样管总成中安装的导向键相

配合,防止压入取样管总成在取样过程中发生轴心偏移或是轴向回转的现象,以避免对样品产生不利影响,从而提高取样精度。压入取样管总成滑动到导向活塞杆的最下方时,导向活塞起到定位和缓冲的作用,避免钻具受到冲击,此时封闭的钻井液泄流,防止压力上升,损坏钻具。

### 2.1.3 压入取样管总成

作为液压剪切式取样钻具的核心部件之一,压入取样管总成包括悬挂剪切接头、密封接头、快速拆装机构、压入取样管、卡心机构、取样管靴等。在剪切取样工作开始前,压入取样管总成上的密封圈与取样外管总成密封,保证取样工作前钻井液与地层岩样隔离,同时钻井液压力不发生泄漏,可顺利达到所需的工作压力。

岩样在进入压入取样管总成后,当提取岩心时要防止岩心脱落,根据地层松软程度和具体特性,设计有两种卡心机构,其一为翻板式卡板,在提钻的过程依靠翻板的重力自动封闭;其二为全封闭卡簧,利用爪式卡簧自身的弹性收缩力向内收拢封闭。

为提高取样工作的效率,设计采用定位锁母和定位锁键等组成的快速拆装机构,操作者完成取样工作并提钻后,可快速拆卸并更换内部封装着岩心的压入取样管等部分,提高取样效率,保证取样工作的顺利进行。

### 2.2 钻具参数

Ø75 mm 规格液压剪切式取样钻具参数为:钻具长度 3 m,钻具外径 73 mm,取心直径 43 mm,取心长度 1.5 ~ 2 m,钻孔直径 75 mm,配套内平绳索取心钻杆,其实物如图3所示。



图3 液压剪切式取样钻具实物

### 2.3 试验研究

研究人员进行了多回次的台架试验以验证剪切销及压入取样工作方式的工作灵活性和可靠性。试验研究在北京探矿工程研究所良乡试验基地完成,试验采用 BX250 泥浆泵作为钻具剪切压入试验的动力源,利用清水作为动力介质,配套钻井液循环系统,在自制钻具夹持台架上完成。在试验研究过程中,采用了自制沙层、土层和淤泥状岩样对钻具性能进行测试。在设计剪断压力下剪切销有效剪断成功率 100%,其中在松软表土层中取样率可达到 90% 以上。

### 3 结论与认识

(1) 液压剪切式取样技术采用液压压入式取样原理,剪切销与密封系统组成的悬挂/剪切工作方式,利用活塞式导向系统实现压入取样管总成的定位与导向,采用翻板式或全封闭卡心机构避免提钻过程中样品脱落,同时结合快速拆装机构和绳索取心系统提高钻具的工作效率。该技术可有效解决海洋和陆地水域等地层中松软样品的取样困难、采取率低及样品质量差的难题,具备取样效率高、劳动强度低、辅助时间少等优点,具有良好的推广应用前

景。

(2) 除地层条件外,钻探设备状况、钻具的质量、钻井液性能和操作人员的技术水平对液压剪切式取样工具的成功应用有很大影响。因此,加强施工管理,努力提高人员素质及操作技能是技术成功应用的根本保证。

(3) 通过更更换取样内管总成,例如完整地层可采用常规取样内管总成,需要保真的目标地层可采用三层管取心工具等,以满足不同地层的取样需要,提高了钻探工艺方法的适应性。

(4) 钻具在海洋和陆地水域取样过程中需要钻探船或钻探平台,目前我国正在努力建设相关设备,在使用过程中还需要针对该种技术的特殊使用环境进行进一步的研究与试验工作。

#### 参考文献:

- [1] 翁炜,张建元,黄成,等. 浅谈难取样地层取心技术[J]. 地质装备, 2007, (6).
- [2] 赵尔信,蔡家品,贾美玲,等. 海洋深水钻探船及取样技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(S1).
- [3] 左汝强,李常茂,高平,等. 国际海洋科学钻探进展[Z]. 北京: 2005.
- [4] 刘广志,等. 金刚石钻探手册[M]. 北京:地质出版社, 1991.

## 水井钻探设备及高效钻进技术论坛圆满结束

本刊讯 为配合“2012 中国(国际)水利机械及施工装备展览会”,充分利用先进钻探设备与高效钻进技术,在我国水井钻探领域尤其是推进抗旱救灾打井中发挥重要的作用,由中国地质科学院勘探技术研究所与全国水井钻机情报网合办的“水井钻探设备及高效钻进技术论坛”,于 3 月 21 ~ 25 日在湖南长沙顺利举行。来自全国 18 个省(市、区)的地勘、冶金、煤炭、水利、城建、解放军给水团等的科研单位、大专院校、生产企业共计 85 个单位、160 余人参加了论坛,其人数之多规模之大远远超过预期。在此期间代表们参观了“2012 中国(国际)水利机械及施工装备展览会”,开阔了眼界,增长了见识。同时还参加了全国水井钻机情报网 2012 年年会。

论坛由中国地质科学院勘探技术研究所冉恒谦副所长主持,北京军区给水团苏锁龙团长就近年来在抗旱打井中所取得成果进行了经验介绍。论坛上中国地质科学院勘探技术研究所教授级高工许刘万宣讲了“我国抗旱打井若干技术问题”、冯起赠宣讲了“水井钻机的应用现状与技术发展趋势”,邯郸市伟业地热开发有限公司董事长冯红喜宣讲了“科学开发地热资源及综合利用”,河北建勘钻探机械有限公司经营厂长高占听宣讲了“水井钻机生产企业在抗旱打井中的作用”。论坛主要内容围绕我国近年来抗旱打井、地热井钻

探所使用的钻探设备、高效钻探技术方法展开。

此外,参加论坛的代表们还进行了互动,共同讨论钻探中所遇技术难题,高度评价了气动潜孔锤、气举反循环等高效钻进技术在水井钻探中的先进性,充分肯定了多工艺空气钻进技术在钻探领域中发挥的重大作用。

代表们一致认为此次论坛举办得非常成功、非常及时、非常必要。纷纷要求今后应设专题分门别类进行培训、研讨,以提高基层技术人员理论水平,加强抗旱减灾基础研究和新技术应用,不断提高我国抗旱减灾科技水平。

