

# 三层管底喷取心钻具在海相第四系和新近系中的应用

宋世杰, 张英传, 田志超, 栾国栋  
(山东省第三地质矿产勘察院, 山东烟台 264004)

**摘要:**在海相第四系和新近系地层中钻进存在流塑、软塑等淤泥地层取心困难,砂层中堵心、被冲刷、样品扰动等现象时有发生。针对上述问题,设计了三层管底喷取心钻具,并在施工中加以改进。通过在南黄海科钻 CSDP-2 孔第四系、新近系中施工验证,证明该钻具具有很好的取心效果。

**关键词:**大陆架科学钻探;南黄海;三层管取心钻具;第四系和新近系取心

**中图分类号:**P634.4<sup>+</sup>3 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2017)03-0010-04

**Application of Sampling Drilling Tools of Three Layer Pipes in the Marine Quaternary System/SONG Shi-jie, ZHANG Ying-chuan, TIAN Zhi-chao, LUAN Guo-dong** (No. 3 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources of Shandong Province, Yantai Shandong 264004, China)

**Abstract:** If wanting to get the ideal coring effect in the quaternary system and neogene, you must overcome the coring difficulties during drilling in flow model, RuanSu silt stratum, which are core block, washing out and disturbed samples etc. in the sand, Three layer tube coring drilling tool with bottom jet bit is mainly designed for quaternary loose and neogene, weak formation coring drilling and the structure is improved during drilling. The drilling tool is tested in the East China Sea the CSDP-2 holes in the quaternary, and it shows that the newly improved structure of the drilling tool could obtain the very good coring effect.

**Key words:** continental scientific drilling; south Huanghai Sea; sampling drilling tools with three layer tube; coring in Quaternary

## 0 引言

CSDP-2 井是“大陆架科学钻探”项目的首个 2000 m 深钻孔,也是南黄海盆地中部隆起 3 万多平方千米的广大地区内第一口科学深井。钻探目的是钻穿新近系,获取完整的新近系地层记录,建立南黄海中部隆起新近系以来的地层格架,为研究南黄海新近系以来的高分辨率地层层序、沉积历史、海平面变化和古气候变化等提供基础资料;同时,对深入研究晚上新世以来中国(亚洲)东部宏观环境演化、亚洲内陆干旱化的耦合关系以及黄河巨型水系发育等重大科学问题奠定基础。

## 1 项目概况

### 1.1 钻井位置

钻井位于南黄海废黄河口外海域,距离海岸线最近约 100 km,位于连云港以东约 170 km、射阳河

口东北约 110 km 位置(见图 1)。

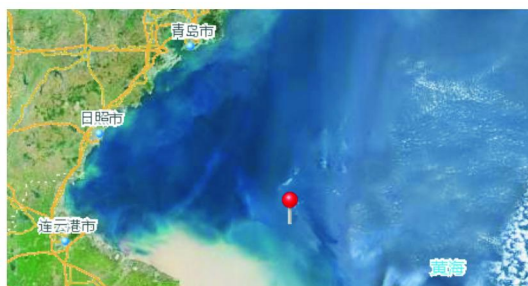


图 1 钻井位置

### 1.2 区域地质特点

据石油钻井资料与多道地震资料分析,南黄海新近系广泛发育,厚度变化较大。在南黄海南北两个拗陷中,由于受控拗(凹)边界断裂新近系的继承性活动,新近系发育较厚,最厚超过 1000 m;中部隆起区新近系厚度相对较稳定,平均在 350 m 左右;在东部火成岩发育的隆起上,由于基底新近系的持续

收稿日期:2016-07-19;修回日期:2016-12-13

基金项目:国家专项基金项目“大陆架科学钻探”(编号:GHZ201100202)

作者简介:宋世杰,男,汉族,1966年生,高级工程师,探矿工程专业,从事地质岩心钻探和基础施工技术工作,山东省烟台市芝罘区机场路 271 号,sysj888@163.com。

隆起,新近系相对较薄,个别地段甚至缺失,仅接受早更新世晚期以来的沉积。勿南沙隆起区新近系普遍发育,厚度变化大,总体东厚西薄。

南黄海海域第四系,平均厚度在250~300 m。单道地震剖面显示在南黄海南部坳陷存在一个第四系沉降中心,最厚超过450 m;中部隆起区、南部盆地和勿南沙隆起区厚度相对稳定,平均在260 m左右。

区域构造特征研究认为,渐新世末经过三垛运动的挤压隆升后,太平洋构造域贝尼奥夫带向东后退俯冲,断裂活动减弱,代之以区域性的下降。南黄海结束了断陷盆地的发展,进入区域沉降阶段,开始了新近系坳陷发展时期。

### 1.3 设计要求及遇到的问题

(1)地质设计要求高。终孔直径 $\leq 95$  mm;岩心直径 $\leq 60$  mm;全孔岩心采取率 $\leq 85\%$ ,确保岩心不被扰动等。

(2)由于该井位于南黄海盆地中部隆起区域,水下是三角洲和冲积扇,海底之下为淤泥质、粉砂、细砂与泥质沉积物,第四系和新近系厚600余米,局

部流塑、软塑取心困难。

## 2 对取心钻具的性能要求

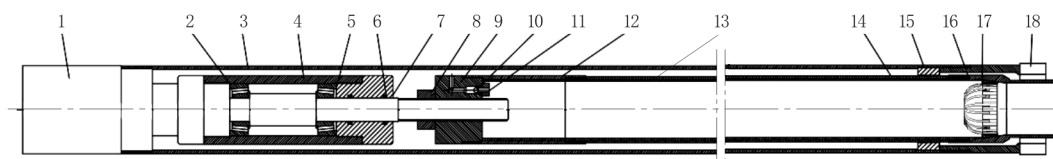
根据该区域的地层情况,针对海底覆盖层淤泥质、粉砂、细砂与泥质沉积物,局部流塑、软塑取心困难的情况,对取心钻具的性能提出了以下要求:

- (1)在钻进过程中岩心须能够顺利进入岩心管;
- (2)防止岩心被冲刷;
- (3)防止出现因堵、卡造成岩心损耗的现象;
- (4)钻进、起钻取心过程中能有效地保护岩心,防止岩心脱落;
- (5)对样品的扰动程度小,退心时不使岩心散落,保持岩心的原状性;
- (6)结构简单,出心便捷。

## 3 三层管底喷钻具的设计

根据上述要求,设计了三层管底喷钻具,如图2所示。

### 3.1 PVC三层管结构



1—转换接头;2—轴承;3—外管;4—轴承座;5—轴承;6—O形圈;7—压盖;8—锁母;9—内管接头;10—钢球;11—丝堵;12—半合管上接头;13—半合管;14—PVC管;15—扶正环;16—延伸卡簧座;17—拦簧;18—钻头

图2 三层管底喷钻具结构

钻具内衬第三层PVC管,在钻进过程中可以避免岩心扰动,PVC管易于岩心进出,减少堵、卡心及岩心损耗;退心时PVC岩心管便于从内管中取出(见图3),可防止退心时由于样品的散落而引起的层序颠倒,保持样品的原生结构不受破坏。

### 3.2 超前隔液卡簧座结构

为防止冲洗液对岩样的冲刷,采用了超前隔液卡簧座(图4),该卡簧座无水口,并适当超前,配合阶梯状钻头,可有效防止岩样根部的冲蚀。

### 3.3 拦簧结构

在松散软地层中取心,卡簧取心和卡料取心法都无法发挥作用。常用的干烧取心方法效果也十分有限,同时干烧法取心会破坏钻头部位岩心的原生结构,容易发生岩心脱落,导致取心失败。为此,采用了拦簧结构。拦簧由12~16片0.3~0.4 mm厚



1—PVC岩心管;2—内管;3—外管

图3 三层管取心

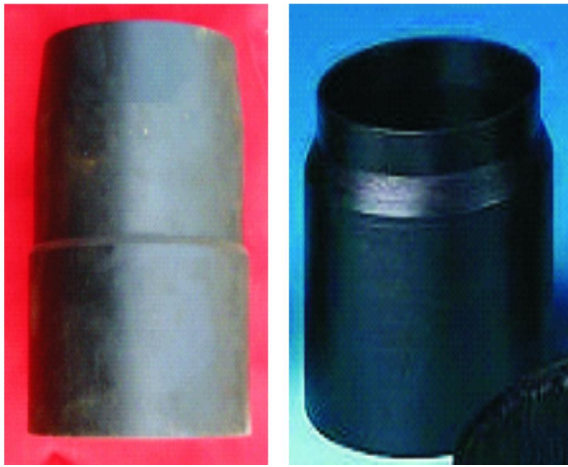


图4 超前隔液卡簧座

的薄簧片组成,由于其对岩心管的封闭性较普通卡簧更可靠,所以在松散软地层钻进时,可以很好地提高岩心采取率。钻进过程中岩心顶压拦簧,拦簧张开,岩心进入PVC内,回次结束,拦簧在自身弹力作用下收缩护住岩心,使岩心在提钻时不会脱落,确保岩心不丢失。采用的拦簧如图5所示。

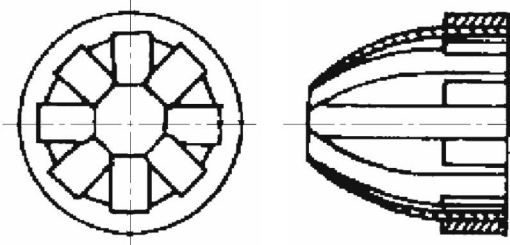


图5 拦簧

### 3.4 配套底喷钻头

底喷钻头减轻了冲洗液流经钻头底面对岩心的冲刷,有利于提高岩心采取率。结构形式有多种类型,图6为项目中使用的复合片和硬质合金底喷钻头。

### 4 三层管钻具的实际应用

钻孔施工前期进行了海底井场调查,为搭建钻井平台及海上工作场所提供依据,施工中采用



图6 底喷钻头

HXY-8型钻机,并联使用2台BW300型泥浆泵,配备有 $\phi$ 4000绳索取心绞车及拧管机。

针对上部软沉积物中的淤泥、砂层、粘土等地层的流塑、软塑、松散、缩径的情况,选用海水—膨润土钻井液体系;采用复合片和硬质合金底喷钻头的三层管钻具取心钻进方法。

钻探施工自2015年3月29日开工(之前已打入50 m  $\phi$ 300 mm隔水管至孔口),2016年9月13日完井,完井井深2843.18 m。一开采用 $\phi$ 175 mm三层管取心钻具及底喷钻头进行取心钻进作业,完成井深154.74 m。然后采用 $\phi$ 255 mm全面钻头扩孔,下入 $\phi$ 219 mm套管152.15 m,采用常规密度水泥体系固井并安装了防喷器。二开同样采用 $\phi$ 175 mm三层管取心钻具及底喷钻头进行取心钻进作业,完成井深629.10 m。该段地层岩心平均采取率高达91.7%。第四系和新近系海相沉积层钻进取心施工也已完成,并通过委托方组织的专家验收,质量优秀。

### 5 施工中取心操作技术要点

- (1) 裸眼段复杂地层时,应放慢提、下钻速度;
- (2) 提升钻具时,均须向孔内回灌一定量的冲洗液,控制井内液面高度变化;
- (3) 钻进时,钻压变化幅度应控制在5 kN之内,注意控制泵量;
- (4) 采用外径加大的钻头,增大环状间隙,减小泵压和抽吸作用,有利于井壁稳固,减少漏失和提高取心效果;
- (5) 当钻进到岩心内管长度或发生岩心堵塞时,应立即提钻捞取岩心;
- (6) 取心时,拆开内管,用钳子轻轻拉出内管内的PVC管,切勿猛力拉出,以免形成抽吸,扰动PVC管内的岩心;
- (7) 取出岩心后,应清洗并检查内管总成,然后

重新组装起来,经过检查认为合格后,方可再用。

## 6 岩心的保存

三层管取心钻具钻取的岩心便于保存和保证岩心的原样性。每个回次取心时,取出装有样品的PVC管,经地质和监理人员确认未受泥浆污染,并清除假样后,截掉多余的PVC管,两头封盖,然后根据有关要求,进行标记、编录和保存。PVC管及封存的岩心样品见图7。



图7 岩心编录保存

## 7 结语

针对海相第四系岩层的取心要求,设计了三层

管底喷取心钻具。经在南黄海大陆架科学钻探CS-DP-2号井的应用证明,该钻具是一种方便实用、取心性能优良的取心工具。三层管取心钻具的应用,大大提高了第四系、新近系极其松散地层的岩心采取率,并降低对松散岩心的扰动,保证了岩心的完整性与原状性。

## 参考文献:

- [1] 周全兴. 钻采工具手册[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [2] 王达, 张晓西, 等. 中国大陆科学钻探工程科钻一井钻探工程技术[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [3] 王达, 何远信, 等. 地质钻探手册[M]. 湖南长沙: 中南大学出版社, 2014.
- [4] 鄢捷年. 钻井液工艺学[M]. 山东青岛: 中国石油大学出版社, 2005.
- [5] 陈师逊, 宋世杰. 中国东部海区科学钻探施工技术探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2014, 41(12): 1-5.
- [6] 张伟, 樊腊生, 吴金生. 汶川地震断裂带科学钻探项目中取心钻进方法应用的演变[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(7): 61-64, 68.
- [7] 姚彤宝, 刘宝林, 李国民. 湖泊环境科学钻探取样技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 35(4): 17-19.
- [8] 肖丽辉, 李国萍, 郭再峰, 等. 三层管压卡取样钻具在岱海取样工程中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(10): 40-42.
- [9] 熊正强, 陶士先, 李艳宁, 等. 国内外冲洗液技术研究与应用进展[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2016, 43(5): 6-12.
- [10] 陶士先, 李晓东, 吴召明, 等. 强成膜性护壁钻井液体系的研究与应用[J]. 地质与勘探, 2014, 50(9): 1147-1154.
- [11] 钟福海, 陈光, 邓艳华, 等. 长封固段低密度水泥浆固井技术[J]. 钻井液与完井液, 2005, 22(S1): 93-95.