

# 常规取心工具在定向井中应用的可行性分析

任攀攀<sup>1,2</sup>, 陈晓琳<sup>2</sup>, 林修阔<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学(北京), 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:**通过对岩心收获率影响因素的分析,认为常规取心工具可以在定向井取心中应用,但是岩心收获率要比直井低,并且随井眼弯曲强度的增大而降低。进一步分析并提出提高定向井取心收获率的方法,为定向井取心工具的研制提供了依据;引用国内外已有的钻井文献证明了以上结论。

**关键词:**取心工具;岩心收获率;定向井;可行性

**中图分类号:**P634.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2009)03-0007-02

**Feasibility Analysis on Application of Conventional Coring Tools in Directional Well/REN Pan-pan<sup>1,2</sup>, CHEN Xiaolin<sup>2</sup>, LIN Xiu-kuo<sup>2</sup>** (1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. The Institute of Exploration Techniques, Langfang Hebei 065000, China)

**Abstract:** Conventional coring tools can be used for directional drilling according to the analysis on the factors that can affect the core recovery. But core recovery is lower than vertical well, and even lower with borehole curvature increasing. The paper puts forward the technology of improving core recovery of directional well by further analysis and provides the basis for development of directional coring tools. Drilling data both at home and abroad proved the conclusion above.

**Key words:** coring tools; core recovery; directional drilling; feasibility

近年来,随着定向井技术的发展成熟,国内定向井及大斜度井的工作量越来越多。特别是在地质勘探领域,在地面位置限制、地下条件要求以及因工程技术要求,常规钻进方法和常规钻孔难以满足钻探目的的情况下,定向钻井有着独特的优势。地质勘探的目的是为了钻取岩心,常规的取心工具均是针对垂直钻孔条件设计的,其在定向钻井中能否应用,是否需要改进以保证取心收获率,这些都是定向井专用取心工具研制的的关键问题。

## 1 岩心收获率影响因素的数学模型

影响岩心收获率的因素包括地质因素、技术因素、组织因素等,其中地质因素是不可控因素。在使用相同结构的钻头和岩心钻具的回转钻进条件下,俄罗斯学者科德扎耶夫通过大量研究得出对按岩石物理力学性质区分的每类岩石,其岩心收获率与全部影响因素关系的数学模型:

$$K_{cp} = 1 - Af(\theta, \beta, t, l, d, \rho, P, n, Q, c)$$

式中: $K_{cp}$ ——平均岩心收获率; $A$ ——对该类岩石的经验系数; $\theta$ ——钻孔顶角; $\beta$ ——遇层角; $t$ ——岩心在岩心管中的停留时间; $l$ ——岩心管长度; $d$ ——岩心直径; $\rho$ ——孔身曲率半径; $P$ ——钻压; $n$ ——转

速; $Q$ ——泵量; $c$ ——冲洗介质质量。

并进一步通过大量的实钻数据,统计得出多个因素对岩心同时作用的一般数学模型为:

$$K_{cp} = K_0 - \sum_{i=1}^{i=m} \alpha_i f(x_i) \quad (2)$$

式中: $K_0$ ——在所有已考虑因素的一些初始参数条件下的岩心收获率; $x_i$ ——影响岩心收获率的因素参数; $\alpha_i$ ——经验系数。

如果只考虑钻井弯曲单因素的影响,弯曲段的岩心收获率与直井段存在以下关系:

$$K_{cp} = K_0 - \alpha_4 U \quad (3)$$

式中: $K_{cp}$ ——弯曲段岩心平均收获率; $K_0$ ——直井段中的岩心收获率; $U$ ——弯曲强度,rad/m, $U = 1/\rho$ ; $\rho$ ——曲率半径; $\alpha_4$ ——经验系数,为正值。

由以上统计公式可以得出,使用常规取心钻具时,弯曲段的岩心收获率较之直井段要低;在同一岩层钻进时,其他条件不变的情况下,其岩心收获率随弯曲强度的增大而降低,并且提高直井段岩心收获率的方法对提高弯曲井段岩心收获率同样有效。

## 2 提高定向井中岩心收获率的方法

常规取心钻具的岩心内管是单点悬挂,在垂直井中,内管、外管及钻头的轴线保持一致,双管单动。

收稿日期:2008-12-02

作者简介:任攀攀(1983-),男(汉族),湖南人,中国地质大学(北京)博士研究生在读,地质工程专业,从事定向造斜钻具研究工作,河北省廊坊市金光道77号中国地质科学院勘探技术研究所,renpan1983@sina.com。

而在定向井中,常规取心工具内管由于重力作用并不能保持内管、外管及钻头轴线一致,而是内管可能躺卧于外管壁,在外管压迫下随外管转动,这将造成岩心难以进入内管或者出现堵(卡)心。

与垂直钻井相似,提高定向井中常规取心钻具的岩心收获率,其焦点在保证取心钻具的稳定性,使其双管单动。其可以从以下2方面进行着手。

### 2.1 控制取心钻压及增加外管扶正器

取心钻具在井下的状态可以近似地看成一个压杆稳定性问题,当临界应力不大于材料比例极限时,由欧拉公式得到临界钻压为:

$$P_k = \pi^2 EJ / (\mu l)^2 \quad (4)$$

式中: $P_k$ ——临界钻压, kN;  $E$ ——弹性模量;  $J$ ——外管的截面惯性矩;  $\mu$ ——长度因数;  $l$ ——压杆长度。

综合稳定性系数  $n = P_k / P$ 。因此,增加外管扶正器后可以减小压杆的相当长度  $\mu l$ ,以增大临界钻压  $P_k$ ,或者减少取心的工作钻压  $P$ ,均可增大钻具的综合稳定性系数,改善取心钻具的稳定性。

### 2.2 对岩心内管增加下部扶正

对岩心内管增加下部扶正,不仅可以提高岩心内管的稳定性,而且可以改变普通取心钻具岩心内管的单点悬挂状态,在定向钻进条件下,仍能很大程度保证内管、外管及钻头的轴线一致。由于在定向井取心作业中,岩心内管与外管间的轴承要同时受到轴向和径向力作用,如果在岩心内管下部使用径向轴承来进行扶正,还可以有效改善轴向轴承受力状态,防止岩心内管在外管压迫下随其转动的问题。

## 3 应用实例

俄罗斯的某勘探队在多分支孔钻进时有过一组统计数据非常能体现常规取心钻具在相同岩石的岩心获取率情况:其8号孔为直线段主孔,8a为右侧支孔,平均弯曲半径为200 m,8b为左侧支孔,平均弯曲半径为220 m,钻孔直径为59 mm。各孔段岩心采取率情况见表1。

表1 俄罗斯某分支孔各孔段岩心采取率

孔号	进尺/m	采心长度/m	岩心收获率/%	回次进尺/m
8	252	187	74.1	2.60
8a	348	244	70.0	2.30
8b	338	239	70.8	2.36

国内钻井队伍在钻进中通过降低钻压、使用带内扶正结构的取心钻头等技术手段,将常规取心工具成功应用于川东油气田的定向井取心。其取心率统计见表2。

表2 常规取心工具在川东油气田定向井取心率统计

井号	取心井段/m	最大井斜角/(°)	进尺/m	心长/m	回次进尺/m	岩心收获率/%
月东1-1	5071.93~5143.65	26.7	71.72	70.95	4.04	98.9
温泉1-1	4008.50~4101.62	41.5	93.12	90.51	4.65	97.2
云安7-1	5761.00~5805.22	14.5	44.22	43.92	7.35	99.3

## 4 结论

(1) 相同条件下,弯曲井段的岩心收获率比垂直井段要低,并且随弯曲强度的增大而降低,对于直井段岩心收获率较高的地层,在弯曲半径较大的定向井中可以使用常规取心工具取心;

(2) 提高直井段岩心收获率的方法对于提高定向井岩心收获率同样有效,可以通过改善取心钻具的稳定性及保证内管、外管及钻头的轴线一致来提高定向井岩心收获率;

(3) 钻井实践也证明常规取心钻具进行改进后可以应用于定向井取心作业,研究常规取心钻具在定向井中的应用,不仅可以充分利用现有钻具进行定向井取心作业,而且也为定向井取心工具的研制提供了依据。

## 参考文献:

- [1] 江天寿,周铁芳,等.受控定向钻探技术[M].北京:地质出版社,1994.
- [2] Ю. Б. 科德扎耶夫.水平勘探孔钻进[M].高森,译.北京:地质出版社,1986.
- [3] 刘洪彬,张林平.运用常规取心工具进行定向井取心作业[J].钻采工艺,1996,19(5).

## 无锡金帆钻凿设备有限公司 YGL-100R 型地源热泵钻机再次出口欧洲

本刊讯 YGL-100R 型地源热泵钻机是无锡金帆钻凿设备有限公司的明星产品之一,是为适应新型地热施工而开发并研制的一款全液压履带式动力头钻机,通过多次出口到欧洲、东南亚、中东等地区,积累了丰富的经验,并以此为基础对钻机进行了大量的改进升级,品质及细节都有了显著提高,基本满足了国外客户各种要求,并获得了一致的好评,

现已实现批量出口,成为了该公司一个闪亮的增长点。

近日,又有多台 YGL-100R 型地源热泵钻机再次出口欧洲。

通过自主研发,公司还可根据客户的实际需要可对钻机进行部分改装,以达到不同客户对于不同施工条件的不同需求,大大方便了用户的使用,并提升了使用效率。