

地质钻探过程中上返岩屑的组分研究

杜特利亚. H. A, 希林. Л. Н, 费多连科. Э. А

(乌克兰国立矿业大学, 乌克兰 第聂伯罗彼得洛夫斯克 49600)

摘要:采用全俄石油钻进研究院提出的岩屑组分研究方法,分析了乌克兰顿巴斯矿区地质钻探过程中上返岩屑的组分研究结果,可为钻探冲洗液的选择提供理论依据。

关键词:钻探;岩屑组分;冲洗液

中图分类号:P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)12-0007-03

Study on Components of Upward Cutting in Geological Drilling Process/Dudley. N. A, Shirin. L. N, Fedorenko. E. A
(National Mining University, Dnepropetrovsk 49600, Ukraine)

Abstract: Analysis was made on the research results of components of upward cuttings in geological drilling process in Ukraine with cutting components research methods by All-Russian Petrol Drilling Institute, which can be the theoretical basis of flushing fluid selection.

Key words: drilling; cutting component; flushing fluid

1 问题的提出

地质钻探的生产效率在很大程度上取决于所用冲洗液的质量、力学结构和渗透特性等,这些特性又主要取决于其物质组分。在钻进过程中,冲洗液不断被钻出的岩屑所饱和,导致冲洗液的力学结构指标不断升高。

这些指标的增长强度取决于岩屑颗粒的总量、颗粒组成和胶体化学的活性、冲洗液的清洁程度、化学处理剂的性质和其它因素。因此,控制冲洗液的性质,首先应调节其中的固相和化学处理剂含量。

冲洗液中的固相含量对冲洗介质的工作寿命和循环系统诸要素的可靠性及其水动力学特性,对机械钻速和钻头的工作寿命都具有显著影响。根据美国的资料,冲洗液中的固相含量减少 1%,可提高钻头的作业效率 7%~10%。全俄石油钻进研究院的研究表明,冲洗液中的固相含量减少 42%~33%,钻头进尺将增长 1 倍,机械钻速可从 5.6 m/h 增长至 12.7 m/h。全俄勘探技术研究所在制定金刚石钻探冲洗液配方时得出如下结论:必须尽量调低冲洗液中的固相含量(直至完全消除);为使绳索取心金刚石钻进能获得最佳的技术经济指标,必须把冲洗液中的固相含量降至 3%~7%。近年来,这类低固相含量的冲洗液无论在国外还是在乌克兰都大量推广应用于石油、天然气钻井中。

低固相冲洗液的使用效果随着其浓度降低而增

强,如果固相含量超过 7%,效果则很差。因此,近年来,在顿巴斯矿区研制并应用了低粘土聚合物冲洗液,其原始浆液中的固相含量不超过 6%。但是,这种冲洗液的使用效果也不明显,因为钻出的岩屑很快便在原始浆液中富集。所以,只有在不断调节冲洗液中岩屑含量的前提下,采用现代冲洗液才有效。于是,及时清除冲洗液中的岩屑是一条重要的措施,它可以明显提高钻探技术经济指标。

当前岩心钻探领域主要采用循环槽和沉淀池的体系来清除冲洗液中的岩屑,大量生产实践表明,这种来自于石油、天然气钻井行业的技术手段与工艺方法很难达到清除岩屑的要求。因此,向我们提出了一个研制针对岩心钻探条件冲洗液清洁方法的任务,保证调节其固相含量的可靠性。

下面按照全俄石油钻进研究院提出的方法,对顿巴斯矿区地质钻探过程中产生的岩屑组分进行研究。

2 全俄石油钻进研究院提出的岩屑组分研究方法

2.1 确定钻井液中固相含量

可用以下公式确定钻井液中固相含量:

$$T_1 = \frac{P_{\text{сm}} \rho_p}{P_p \rho_{\text{сm}}} \cdot 100\% \quad (1)$$

$$T_2 = \frac{P_{\text{сm}}}{P_p} \cdot 100\% \quad (2)$$

收稿日期:2011-11-28

作者简介:杜特利亚. H. A (1939-),乌克兰国立矿业大学钻探工艺与技术教研室主任、教授,前苏联功勋地质勘探工作者,波兰工程院外籍院士,长期从事复杂条件下钻探技术与工艺的教学和科研工作,乌克兰第聂伯罗彼得洛夫斯克市,dsn1609@ua.fm。

式中: T_1 ——固相的体积含量,%; T_2 ——固相的质量含量,%; P_{om} ——钻井液样品中所含的干固相质量,g; P_p ——钻井液样品的质量,g; ρ_p ——钻井液的密度, g/cm^3 ; ρ_{om} ——固相的密度, g/cm^3 。

2.2 确定钻井液样品密度

用比重计确定钻井液样品密度的公式为:

$$\rho_p = \frac{P_{\text{cp}} - P_{\text{II}}}{V_{\text{II}}} \quad (3)$$

式中: ρ_p ——钻井液的密度, g/cm^3 ; P_{cp} ——按3次称量之和确定的比重计中钻井液的平均质量,g; P_{II} ——清洁的干比重计质量,g; V_{II} ——比重计干容积, cm^3 。

2.3 确定钻井液的固相密度

钻井液的固相密度按下式计算:

$$\rho_{\text{om}} = \frac{P_{\text{om}} \rho_p \rho}{P_{\text{om}} \rho_p - P_p (\rho_p - \rho)} \quad (4)$$

式中: ρ ——扩散环境的密度, g/cm^3 。

2.4 计算扩散环境的密度

通过钻井液的漏失情况,利用下式来计算扩散环境的密度:

$$\rho = \frac{P_{\text{cp}} - P_{\text{II}}}{V_{\text{II}}} \quad (5)$$

2.5 确定固相组分与岩屑粒度的关系

可以用不同的方法来确定固相组分与岩屑粒度的关系。粒径大于0.1 mm的颗粒借助网格尺寸0.50、0.25和0.10 mm的套筛来确定。为便于分析,选取穿过网格尺寸0.50 mm筛子的钻井液样品作为研究对象。

钻井液样品的质量按下式确定:

$$P_{\text{II}} = 100m/T_2 \quad (6)$$

式中: T_2 ——钻井液中固相的质量含量,%; m ——钻井液样品中固相的质量,t。

尺寸大于0.50 mm的固相含量为:

$$L_{>0.5} = \frac{100A}{B\rho_p T_2} \cdot 100\% \quad (7)$$

式中: A ——在网格尺寸0.50 mm筛子上残留的干钻屑质量,g; B ——穿过网格尺寸0.50 mm筛子的钻井液体积,mL。

残留在网格尺寸0.25和0.10 mm筛子上的钻屑含量由下式确定:

$$L = \frac{A(100 - L_{>0.5})}{m} \quad (8)$$

粒径为0.001~0.10 mm的钻屑通过滴液管分析法确定,它是根据钻屑在水中的沉淀速度按照斯

托克公式来确定的。

$$V = \frac{gd^2(\rho_{\text{om}} - \rho_6)}{1800\eta} \quad (9)$$

式中: g ——自由落体加速度, cm/s^2 ; d ——颗粒直径,cm; ρ_{om} ——颗粒密度, g/cm^3 ; ρ_6 ——水的密度, g/cm^3 ; η ——水的粘度,厘皮兹。

把穿过套筛的悬浊液倒入容积100 mL的量筒中,进行搅拌并让它在静止状态下沉淀。

悬浊液在取样之前的沉淀时间 t 取决于固相成分的密度、样品的温度和取样深度,按下式计算

$$t = \frac{1800h\eta}{gd^2(\rho_{\text{om}} - \rho_6)} \quad (10)$$

式中: h ——取样深度,cm。

为了保证沉淀时间所需的液量,应用滴液管从计算的深度取出试样,并把它们送至干净工作台,以便悬浊液在那儿进行蒸发和晾干。

其粒径小于 d 的钻屑总含量由下式确定:

$$X_{\leq d} = \frac{aV_u}{mV} \cdot (100 - L_{>0.5}) \quad (11)$$

式中: $X_{\leq d}$ ——粒径小于 d 的钻屑含量,%; V_u ——量筒的容积,mL; V ——用滴液管取出的悬浊液体积,2.5 mL; a ——用滴液管取出的样品中干固相的质量,g; $L_{>0.5}$ ——粒径大于0.5 mm的钻屑含量,%。

最终,我们想知道的钻屑含量按以下差值来确定:

$$L_{0.1-x < d} = 100 - L_{>0.5} - L_{0.5-0.25} - L_{0.25-0.1} - X_{\leq d} \quad (12)$$

式中: $L_{0.1-x < d}$ ——粒径小于0.10 mm但不大于 d 的钻屑含量,%。

粒径在 $d_1 \leq d_i \leq d$ 范围内的钻屑含量由下式确定:

$$L_{d-d_1} = X_{\leq d} - X_{\leq d_1} \quad (13)$$

所得的结果可以按照公式从百分数转换为 g/L 。

$$F = 10mP_p L / \rho_{\text{II}} \quad (14)$$

式中: F ——悬浊液中给定粒径钻屑的固相含量, g/L ; L ——给定粒径钻屑的含量,%; P_{II} ——钻井液样品的质量,g。

我们可以根据获得的粒径小于1 μm 钻屑群体的数量,用一种按亚甲蓝吸附数量来确定钻井液中膨润土的快速方法。

钻井液中胶质复合体的含量 $C(\%)$ 由下式确定:

$$C = aV_1 \quad (15)$$

式中: a ——换算系数; V_1 ——在所研究的2 mL粘土冲洗液滴定管中亚甲蓝的数量,mL。

$$a = \frac{100}{AV\rho_{6m}} = \frac{100}{59 \times 2 \times 2.6} = 0.33 \quad (16)$$

式中: A ——1 g 胶质颗粒吸附的亚甲蓝值, 59 cm^3 ; V ——用于滴定管的钻井液数量,2 mL; ρ_{6m} ——粘土的平均密度, 2.6 g/cm^3 。

为了进行分析,用注射器或滴定管抽取2 mL 预先搅拌过的钻井液,并放入容积为 250 cm^3 干净的烧瓶中,补充15 mL的3%过氧化氢溶液和0.5 mL的5% H_2SO_4 溶液。仔细地搅拌并在烧杯里煮沸4 min,然后立即冷却。在冷却之后测量体积,用蒸馏水稀释到50 mL并滴定亚甲蓝。

在每次加入亚甲蓝之后,仔细地搅拌溶液,然后用玻璃棍从烧杯中取出一滴涂在滤纸上。在亚甲蓝被该滴溶液样品的粘土完全吸附的条件下,会留下一个带有明显轮廓线的暗色圆圈和透明的水。滴定作业一直进行到纸上不因自由亚甲蓝过剩而出现天蓝色显示时为止。如果天蓝色显示未消失,那么说明达到了吸附极限,滴定作业可以完成了。而如果天蓝色显示消失了,则必须继续滴定加入0.5~1.0 mL 亚甲蓝。

3 顿巴斯矿区地质勘探钻孔冲洗液固相含量的组成分析

按照上述方法对在顿巴斯矿区地质勘探钻孔中应用的冲洗液进行固相含量的组分进行分析。

分析所得数据可以看出,固相的主要成分为粒径小于0.10 mm 的细小物质(图1)。这种粒径的颗粒在总的固相中的含量在68%~97%之间徘徊。这种情况下,全部样品粒径的加权平均值为0.0665 mm。

以前进行的石油钻井所用冲洗液中的固相研究表明,在固相组成中占优势的颗粒大于0.01 mm(达60%)。这种情况下,样品粒径的加权平均值为0.294 mm(见图2)。

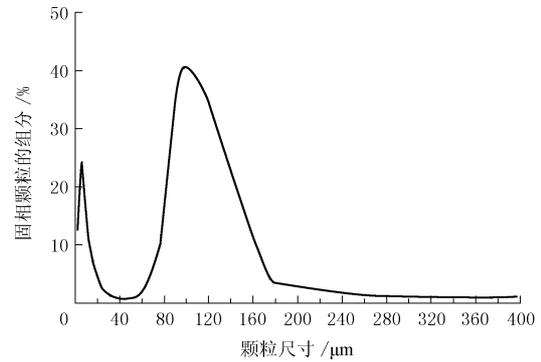


图1 地质钻探所用冲洗液中的固相颗粒含量与其粒径的关系

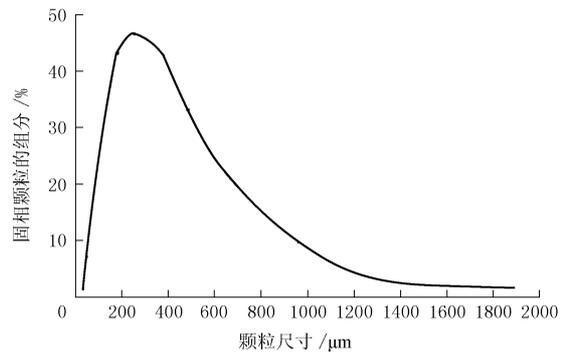


图2 石油钻井所用冲洗液中的固相颗粒含量与其粒径的关系

4 结论

对比所得结果可以确认,地质钻探所用冲洗液中的固相组分明显区别于石油、天然气钻井所用冲洗液中的固相组分。所以,应对地质钻探冲洗液的清洁方法和手段提出要求,以保证能及时清除冲洗液中细小的固相颗粒。

参考文献:

- [1] И. С. Афанасьев, и др. СПРАВОЧНИК по бурению геологоразведочных скважин [М]. Санкт - Петербург: 2000. (И. С. 阿发纳耶夫,等.地质钻探手册[М].俄罗斯圣彼得堡:圣彼得堡出版社,2000.)

致谢:本文由中国地质大学(武汉)工程学院鄢泰宁教授翻译成中文,对此表示衷心的感谢!

我国首台万米钻机问世

《中国国土资源报》消息(2011-12-22) 2011年12月20日,我国第一台万米大陆科学钻探钻机竣工仪式在四川省广汉市举行。该钻探装备的竣工出厂,为我国“入地”计划的实施提供了新的技术平台,标志着国家深部探测技术与实验研究专项取得里程碑式的进展。

整套钻机高60 m,重1000 t,占地约1万 m^2 ,计划2012年初运抵大庆,与国际大陆科学钻探计划(ICDP)联合实施松辽盆地科学钻探2井工程,计划钻进6600 m,获取松辽盆地白垩系地层的完整岩心,

以期获得白垩纪时期亚洲东部高分辨率气候环境变化记录。该钻机由国家深部探测专项资助、吉林大学建工学院设计、四川宏华集团公司生产制造,并通过了国家深部探测技术与实验研究专项办公室和吉林大学组织的评审验收。

国家深部探测技术与实验研究专项首席科学家董树文表示,深部大陆科学钻探装备研制成功实现了全套设备的国产化,是我国深部探测计划自主能力建设的重要突破,为后续国家地壳探测工程的全面实施、探求地球深部奥秘提供了高技术手段。