

基于泡沫钻进中消泡装置的试验研究

徐 良, 孙友宏

(吉林大学建设工程学院, 吉林 长春 130026)

摘 要:泡沫钻进过程中,会产生很多泡沫,如不及时清除,会造成施工现场泡沫的大量堆积,影响正常的生产。因此,选择合适的消泡方法在泡沫钻进过程中是非常重要的环节。选用机械消泡法中的缝隙式消泡器,建立消泡装置室内试验台进行试验,取得了良好的效果,消泡率可达 86%。

关键词:泡沫钻进;消泡;机械消泡法;缝隙式消泡器

中图分类号:P634.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2008)06-0005-03

Test Study on Foam Bursting Device for Foam-drilling/XU Liang, SUN You-hong (Construction Engineering College, Jilin University, Changchun Jilin 130026, China)

Abstract: A lot of foam will be produced during the foam-drilling works. If they do not be eliminated in time, large amount of foam will accumulate in the construction site and affect the normal production. So it is important to select proper defoaming method during the foam-drilling period. In this paper, aperture defoamer is introduced, which belongs to the mechanical method and tests are set up on test-bed indoor with defoaming rate of 86%.

Key words: foam drilling; defoaming; defoaming system; aperture defoamer

在地质勘探钻进、石油钻井及水文水井钻井工作中,会遇到各种各样的地层。为适应各种情况下的钻井工作,钻井冲洗介质的类型不断增多。对于那些裂隙发育、严重漏失、地层压力比较低的生产层,或者在交通不便、缺水干旱、沙漠地带甚至在寒冷、永冻层钻进时经常使用泡沫作为钻孔的冲洗介质,随之而来的泡沫钻进技术也就在这样的背景下发展起来了。但是钻进过程中产生的泡沫如不及时清除,会造成施工现场泡沫的大量堆积,严重时会使埋没钻机,不能正常生产。因此,如何在施工现场及时消除泡沫,就成了泡沫钻进技术中的重要步骤。笔者通过建立消泡装置室内试验台,做了大量的试验,不断调整消泡装置的参数,取得了良好的效果。

1 消泡方法及原理

消泡方法按其原理可分为:物理消泡法、化学消泡法、自然消泡法和机械消泡法等。

1.1 物理消泡法

物理消泡法是利用改变泡沫的粘度或其他物性的方法进而使泡沫破裂。如热力法、真空法、声波法及低温电力法等。

1.2 化学消泡法

化学消泡法是利用化学消泡剂与泡沫剂发生化

学反应而使泡沫破裂,达到消泡的目的。化学消泡是有效的方法,但由于消泡剂消耗量大而提高了工作成本。此外,化学消泡会造成泡沫剂的污染,降低了泡沫剂的发泡能力,因而使泡沫剂不能重复利用。

1.3 自然消泡法

自然消泡法是利用泡沫间液膜的液体沿着产生 Plateau 界面流出、气泡间的气体扩散和一些单个气泡薄膜破裂所造成的。脱水收缩是泡沫破除的基本过程,是在重力作用下进行的,这一作用过程的结果使泡沫的薄膜逐渐变薄进而造成泡沫的破裂而实现消泡的。

1.4 机械消泡法

机械消泡法是利用压力(如剪切力、压缩力和冲击力等)的急剧变化将泡沫消除。常用的喷射法消泡装置有 2 种:一种是轴流式喷射器,它是一种与喷射式反循环的喷射器的工作原理相同,依靠高速的空气流所形成的射流带动泡沫一起流动,经承喷器、喉管及扩散器形成负压来实现消泡的;另一种是缝隙式喷射器,其工作原理是当平直的空气流沿曲面流动时,在靠近曲面的附近会产生负压,导致流体对曲面产生附壁效应,随着流体的流动和周围空气的混入,负压下降,在离开出口一定距离处就降低到零值,泡沫也就在此负压作用下实现消泡。

收稿日期:2008-02-27

作者简介:徐良(1981-),男(汉族),山东人,吉林大学博士在读,地质工程专业,从事钻探工具及工艺的研究工作,吉林省长春市西民主大街 6 号吉林大学建设工程学院 2006 级博士班,liangux@163.com;孙友宏(1965-),男(汉族),江苏人,吉林大学建设工程学院副院长、教授、博士生导师,探矿工程专业,从事地质工程的教学与科研工作, syh@jlu.edu.cn。

本文介绍的消泡装置就是缝隙式消泡器,其原理是:利用压缩空气,在消泡器内形成高速射流(超音速),产生负压,将钻孔内返出的泡沫吸入消泡器内,由于泡沫内外压差,使得泡沫膨胀破裂,产生气液分离。

2 消泡装置试验台的建立

2.1 空压机

在造泡和消泡过程中,都要用到空压机。本试验用的造泡空压机为电机带动的3W-1.6型空压机;消泡空压机为汽油机带动的空压机,额定工作压力为1 MPa。

2.2 泡沫注入泵

泡沫注入泵是将泡沫液从贮液池吸出并注入到泡沫发生器中,使泡沫液与压缩空气在泡沫发生器中混合形成稳定的泡沫。本试验所用泵为SNB-30型泥浆泵,具体参数如表1。

表1 SNB-30型泥浆泵参数表

转速/(r·min ⁻¹)	流量/(L·min ⁻¹)
500	5.2
600	6.7
700	8.2
800	9.7
900	11.2
1000	13.0
1100	14.0
1200	16.5
1300	22.8

2.3 水泵变频器

水泵变频器是用来调节水泵转速,进而调节水泵流量的仪器。

2.4 泡沫发生器

压缩空气和泡沫液在泡沫发生器中混合,形成稳定的泡沫,如图1。



图1 泡沫发生器示意图

2.5 储气罐

储气罐是在消泡过程中为了产生稳定消泡气压而需要的设备。

2.6 消泡器

消泡器由入口接头、消泡管、密封圈、进气管和扩散管组成,如图2。

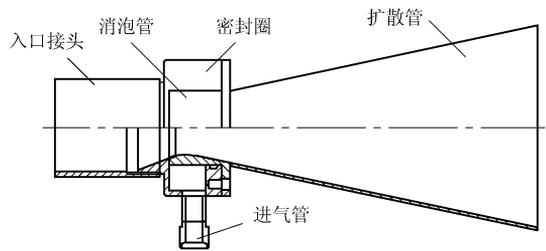


图2 缝隙式消泡装置结构原理图

除了以上设备外,还需要气液管道以及不同大小的容器等。试验台各设备的连接情况如图3。

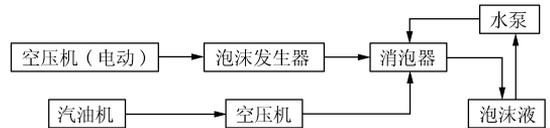


图3 消泡装置试验台设备布置图

3 消泡试验

3.1 试验原则

气液比也叫液体的充气度 α ,是指一个大气压下,空气排量与液体排量之比,即 $\alpha = Q_G/Q_L$ 。当 $\alpha < 60$ 时为充气液体,当 $\alpha = 60 \sim 300$ 时为稳定泡沫,尤其当 $\alpha = 100 \sim 200$ 时得到的泡沫为最佳。本文根据气液比从 $\alpha = 100 \sim 300$ 变化来计算消泡器的消泡率。

3.2 泡沫剂的选择

试验所用泡沫剂为十二烷基磺酸钠(ABS),其发泡能力和泡沫质量都比较高,溶解性好,耐酸碱,抗钙镁离子的能力强。泡沫钻进要求在井内泡沫具有一定的稳定时间,以满足携带岩屑的要求。因此试验过程中需要在泡沫剂中加入一种稳泡剂,本试验选用的稳泡剂为Na-CMC。

3.3 消泡率计算公式

$$\text{消泡率} = [V_1 - (V_2 - Q)] / V_1$$

式中: V_1 ——消泡前单位时间泡沫的体积,L/min;
 V_2 ——消泡后单位时间泡沫的体积,L/min; Q ——水泵的泵量,L/min。

3.4 试验结果

图4为消泡器工作照片,试验结果如表2所示。

4 结论

(1)机械消泡法中的缝隙式消泡器消泡量大,消泡效率较高,且泡沫液可重复回收利用。

(2)通过试验数据可知,消泡率与气液比有关,存在一个最佳的气液比,使消泡率最高。本次试验



图 4 消泡器工作图

表 2 试验结果表

气液比	泵流量 / (L·min ⁻¹)	造泡空压机压 / MPa	消泡空压机压 / MPa	消泡前单位时间泡沫的体积 / (L·min ⁻¹)	消泡后单位时间泡沫的体积 / (L·min ⁻¹)	消泡率 / %
100	15.5	0.5	0.4	58.2	24.8	84.0
150	10.3	0.5	0.4	41.6	16.6	84.8
200	7.7	0.4	0.4	24.8	11.1	86.3
250	6.2	0.4	0.4	35.2	16.5	70.7
300	5.2	0.4	0.4	28.2	11.8	76.6

(上接第 4 页)

V_8 , 该方程组存在唯一解。可得到进入环空的气体在反循环钻头内流体运动过程中的速度、压力、密度等的变化, 并且可将引射孔与底部排风孔结构参数 α 、 β 、 θ_1 、 θ_2 、 d_1 、 d_2 、 D_1 、 D_2 、 D_3 及引射孔与底喷孔之间距离 h 和底喷孔与钻头中心通道距离 a 通过关系式联系起来, 从而可以精确确定研究参数 α 、 β 、 θ_1 、 θ_2 、 d_1 、 d_2 、 h 和 a 的值。该结论为研究反循环钻进过程中井底流场特性提供帮助。

以上的分析是以二级引射装置引射孔(喷管 1)以及底喷孔(喷管 2)为等径均布孔来研究的, 对于

证明: 当气液比 $\alpha = 100 \sim 200$ 时, 消泡率较高, 可达 86%; 而且根据野外试验经验, 随着消泡空压机的能力(压力和排量)的增大, 消泡效果更好。

(3) 消泡装置室内试验台的建立, 为今后现场泡沫钻进过程中的消泡提供了试验依据。

参考文献:

- [1] 张祖培, 殷琨, 蒋荣庆, 孙友宏, 等. 岩土钻掘工程新技术[M]. 北京: 地质出版社, 2003.
- [2] 刘志明. 干旱缺水地区深水井泡沫钻进技术研究[J]. 长春科技大学学报, 2000, (3).
- [3] 耿瑞伦. 多工艺空气钻探[M]. 北京: 地质出版社, 1990.
- [4] 聂衍钊, 张祖培, 孙友宏. 泡沫钻进在深孔水文水井钻进中的应用[J]. 吉林大学学报. 2003, (3).
- [5] 聂衍钊, 张宏祥, 张祖培. BWZ-250/50 泡沫水泵增压装置在煤田地质勘探中的应用研究[J]. 东北林业大学学报(森林工程), 2004, (1).
- [6] 孙友宏, 张祖培, 夏衍钊, 等. BWZ-1100/50 型水泵泡沫增压装置及其在深孔基岩水井钻探中的应用研究[J]. 探矿工程, 2001, (S1).

孔不等径, 分布不均匀的随机情形, 由于情况太复杂, 本次研究未能完成理论分析, 有望在今后开展计算。

参考文献:

- [1] 王振华. 流体力学的基本理论[M]. 上海: 上海大学出版社, 2000. 50-62.
- [2] 王保国, 刘淑艳, 黄伟光. 气体动力学[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2005. 23-38.
- [3] 董志勇. 射流力学[M]. 北京: 科学出版社, 2005. 1.
- [4] E. Я. 索科洛夫, H. M. 津格尔. 喷射器[M]. 黄秋云, 译. 北京: 科学出版社, 1977. 88-109.