

压力对消泡器消泡能力的影响实验研究与数值模拟

亚尔巴, 孙友宏, 穆罕默德

(吉林大学建设工程学院, 吉林 长春 130026)

摘要:泡沫钻进中,消泡有十分重要的环保和经济意义。但在实际生产中,现有的消泡器不能很好地达到消泡的要求,这就需要对消泡器做更进一步的深入研究。通过建立消泡器室内试验台,进行压力对消泡能力影响的试验,确定了压力与消泡率的关系,同时利用 FLUENT 软件中的 VOF 模型对泡沫在消泡器中流动时压力变化进行了数值模拟,模拟结果与实验结果是相符的。

关键词:泡沫钻进;缝隙式消泡器;消泡压力;消泡率;VOF 法

中图分类号:P634.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)04-0011-03

Experimental Study and Numerical Simulation of Pressure Effect on Anti-foaming Ability of Foam Breaking Device/YARBANA HOUSSEIN, SUN You-hong, MUHAMMAD (College of Construction Engineering, Jilin University, Changchun Jilin 130026, China)

Abstract: Foaming breaking is very important for environmental protection and economic development in foam drilling, but current foam breaking device cannot meet the requirements. Further study was made by establish the indoor test platform for foam breaking device, the relation between pressure and foam breaking rate was determined; numerical simulation was made on floating pressure change in foam breaking device by VOF model of FLUENT software, and the result was the same to the experiment.

Key words: foam drilling; cap style foam breaking device; anti-foaming pressure; foam breaking rate; VOF model

0 引言

21 世纪人类发展面临着 4 个大问题:人口控制、资源开发、环境保护、灾害预防。除了第一个问题外,后 3 个问题都跟钻探有关。钻探是人类开发资源最重要的手段,而钻井液是钻井的“血液”。随着全球能源的越来越紧张,地质勘探钻进、石油钻井及水文钻井等也进入到一个新的阶段。基于提高钻井效益的要求而开发的泡沫钻进工艺,是利用均匀稳定的泡沫流作为钻井时的循环介质^[1]。它既克服了高密度钻井液的缺点,也克服了雾化及空气钻井的缺点,用于对付特殊的自然地理条件(如沙漠、干旱缺水和寒冷地区)和复杂的地质条件(如裂隙发育地层、低压油气层、严重漏失地层)^[2]。虽然这种新技术已得到广泛的应用,但是还存在不少问题,特别是消泡问题,使泡沫液不能重复使用,且消泡的经济代价较高,加上环保问题,影响泡沫钻进优越性的发挥。因此,研究消泡问题是推进该技术研究进程,推广其应用的关键问题之一。

消泡的方法很多,按原理可分为物理消泡法、化

学消泡法、机械消泡法和自然消泡法等^[3]。本文研究的缝隙式消泡器是一种机械消泡法,具有消泡量比较大、消泡效率较高等特点。它利用压缩空气,在机械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^[4]。目前,这种消泡器消泡率还不能够完全满足现场需要。因此,提高消泡率显得至关重要。

本文研究压力对消泡器消泡能力的影响,进行了大量的试验,同时利用了 FLUENT 软件对泡沫流动时的压力变化进行了数值模拟,证明了压力与消泡率是直线关系。

1 消泡器设计

1.1 缝隙式消泡器的设计

根据喷射器结构不同,机械式消泡器分为轴流式消泡器和缝隙式消泡器。因缝隙式消泡器消泡量比较大,消泡效率较高,故本文选其进行研究,其结构原理及实物分别如图 1 和图 2 所示。

收稿日期:2009-11-18

基金项目:吉林大学 985 工程二期资助。

作者简介:亚尔巴(1981-),男(阿拉伯族),毛里塔尼亚人,吉林大学留学生,在读博士,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 号吉林大学留学生四公寓, yarbanacn@163.com;孙友宏(1965-),男(汉族),江苏人,吉林大学建设工程学院院长、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。

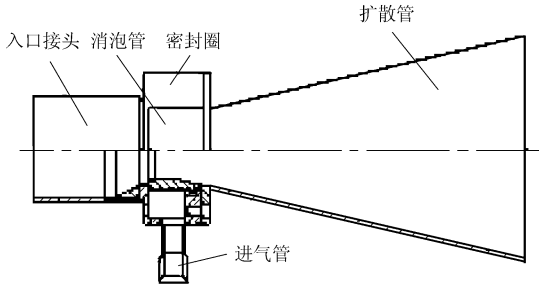


图1 缝隙式消泡器结构原理图



图2 消泡器

出口直径 250 mm; 缝隙调节方式: 垫片 0.6 mm; 消泡管长度 65 cm; 扩散管长度 350 mm。
进气量 3 ~ 5 m³/min, 泡沫液流速 < 0.5 m/s。

2 压力对消泡器消泡能力的影响实验研究

2.1 实验仪器和试剂

实验仪器主要有: 泡沫液注入泵, 流量计, 空压机, 消泡器, 贮能管, 泡沫发生器, 管子。

试剂: 以 SDS 十二烷基磺酸钠为泡沫剂; 以 Na - CMC 和膨润土为稳泡剂。

2.2 试验台的建立

消泡器试验台如图 3 所示。

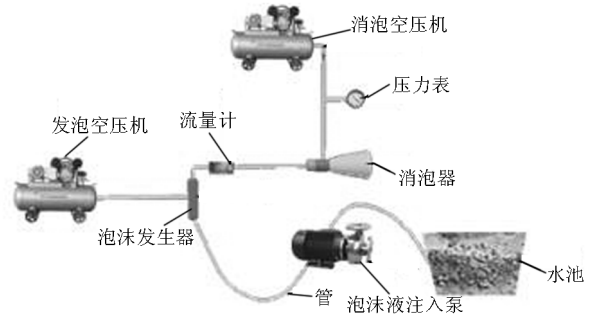


图3 消泡器试验台设备布置图

2.3 实验数据

测试不同消泡压力(0.4, 0.5, 0.6, 0.7 MPa)下的消泡率, 试验结果如表 1 和图 4。

1.2 缝隙式消泡器工作原理

缝隙式消泡器工作原理是以科安德效应为基础的, 它利用压缩空气在消泡器内形成高速射流产生负压, 将钻孔内返出的泡沫吸入消泡器内, 由于泡沫内外压差别, 使得泡沫膨胀破裂, 产生气液分离^[5]。

1.3 消泡器设计技术参数

表 1 消泡率测试结果(压力 0.7 MPa)

气液比		150		150		150		150		
消泡压力/MPa		0.4		0.5		0.6		0.7		
测量次数		测 1	测 2	测 1	测 2	测 1	测 2	测 1	测 2	
发泡空压机 /MPa	压力	消前	0.12	0.13	0.14	0.14	0.20	0.22	0.35	0.35
		消后	0.11	0.10	0.11	0.12	0.18	0.20	0.35	0.33
	流量	消前	46.7	47.3	48.3	47.5	16.6	17.0	10.7	9.5
		消后	46.9	46.7	50.0	49.8	23.5	24.2	11.6	12.3
泡沫体积 /cm ³	消前	10	11	8	9	28	26	28	28	
	消后	5	6	4	4	8	10	7	7	
消泡率		50.32		54.82		67.42		75.73		

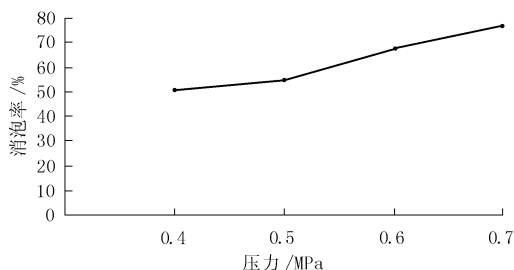


图4 消泡率与消泡压力关系

由图 4 可以看出, 消泡压力越大, 消泡率越高。

3 压力的变化数值模拟

3.1 VOF 模型及边界条件

VOF (The Volume of Fluid) 模型是 FLUENT 软件中一种模型, 该模型通过求解单独的动量方程和处理穿过区域的每一流体的体积分数来模拟两种或三种不能混合的流体^[6]。模拟时可以应用多种形式的网格, 也可以用 GAMBIT 直接产生所需的几何

2.4 实验数据分析

结构以及网格,然后将网格导入 FLUENT 中进行计算。

根据消泡器内泡沫流动模型,本研究建立了如图 5 所示的网格分布图,其体网格数为 2700。消泡器入口边界条件设定为入口压力,出口边界设定为出口压力(即为自由大气压),壁面处采用无滑移边界条件。

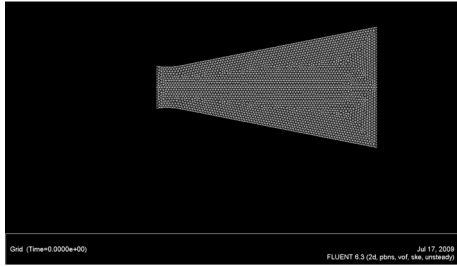


图 5 网格分布图

3.3 求解结果

计算泡沫流动的时压力的变化如图 6、7 所示。

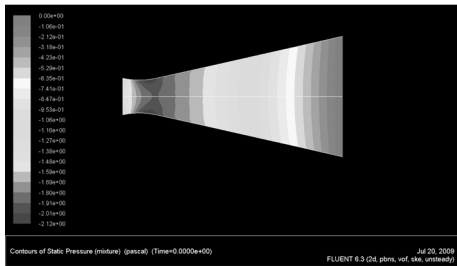


图 6 压力变化分布图(0.4 MPa)

从图 6 和图 7 进行对比可以看出,消泡压力越大负压区越大,消泡的泡沫量越大,消泡率越高。

4 结论

(1)随着消泡压力增加,消泡率增加。本试验

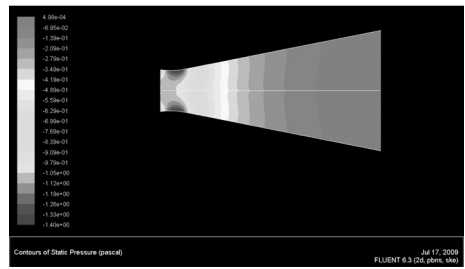


图 7 压力变化分布图(0.7 MPa)

中最高压力达 0.7 MPa 时,消泡率为 75%。

(2)采用 VOF 模型对泡沫在消泡器内流动的压力变化进行了模拟,模拟与计算表明,消泡压力越大负压区越大,使泡沫消泡量越大。

(3)消泡时为提高消泡器工作效率,应尽量使用大的消泡压力。

参考文献:

- [1] 张祖培,殷琨,蒋荣庆,等. 岩土钻掘工程新技术[M]. 北京:地质出版社,2003. 82-109.
- [2] Bekkour K., Lounis M. Etude Expérimentale des Propriétés Rhéologiques de Mousses à Base de PEO - SDS[Z]. Bekkour et Lounis, 2004.
- [3] 聂衍钊. 泡沫介质流变性试验研究及应用[D]. 长春:吉林大学,2004. 112-119.
- [4] 耿宏章,蒋莉,任旭明. 泡沫钻井液粘度与温度压力关系特性研究[J]. 钻井液与完井液,2004,21(4).
- [5] Haza Mohammed, Youhong SUN, Ould Houssein Yarbane. Research on Experiment and Calculation of Foam Bursting Device[J]. Global Geology, 2007, 10(1):33-38.
- [6] Briceno M. I., Joseph D. D. Self-lubricated Transport of Aqueous Foams in Horizontal Conduits[J]. Elsevier Science, 2003, 29(1): 1817-1831.

宁夏开展深部煤炭资源地下气化试验

国土资源网 2010-04-06 消息 近日,宁夏地矿局、宁夏发电集团与新奥气化采煤有限公司、中国矿业大学(北京)签署了宁夏深部煤炭资源地下气化试验合作意向书,推进宁夏深部煤炭资源的开发与利用,提高宁夏煤炭地下气化技术研究和应用水平。

据介绍,煤炭地下气化技术是将处于地下的煤炭进行有控制的燃烧,通过对煤的热作用及化学作用产生可燃气体,综合开发清洁能源与生产化工原料的新技术。其实质是仅仅提取煤中的含能组分,而将灰渣等污染物留在井下。煤炭地下气化技术集建井、采煤、转化等多种工艺为一体,变传统

的物理采煤为化学采煤,因而具有安全性好、投资少、效益高、污染少等优点,大大提高了煤炭资源的利用效率和利用水平,被誉为第二代采煤方法。

专家实地考察调研后认为,在宁夏开展无井式试验不存在问题,而且彭阳王洼矿区的长焰煤和不粘煤是优质气化用煤,试验取得成功的可能性较大。

据悉,合作方将通过优势互补、资源共享、分工合作、高新技术项目产业化,共同致力于宁夏深部煤炭资源地下气化试验及产业化工作,在煤炭地下气化领域打造科技成果产业化的完整链条。