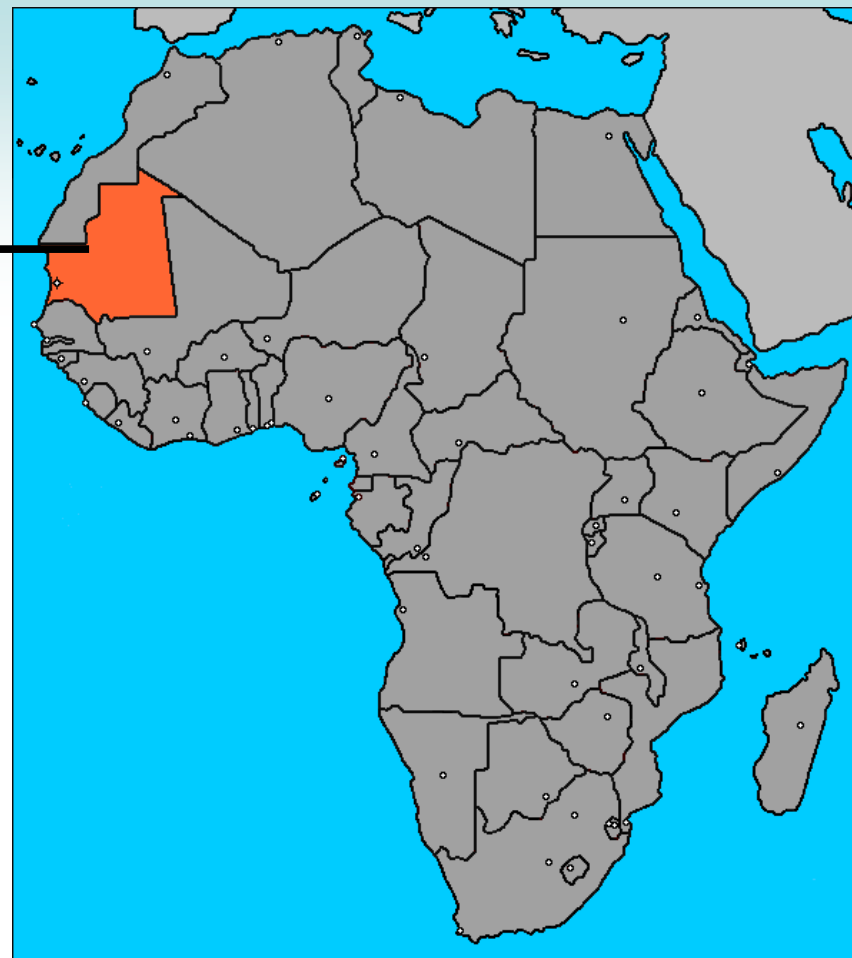
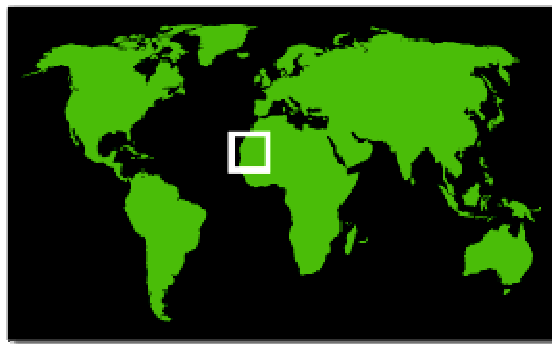


2009北京钻探技术国际学术研讨会
暨第十五届全国探矿工程（岩土钻掘工程）学术交流年会

欢迎 مرحبا





亚尔巴，毛里塔尼亚，1981年出生，吉林大学建设工程学院在读博士，主要从事钻探工具及工艺的研究工作



泡沫钻进用缝隙式消泡器研究

亚尔巴侯赛因 يربان الحسين
孙友宏 سون يو خونغ
穆罕默德哈扎 محمد هزاع

吉林大学

2009-10-24

主要内容



引言

泡沫钻进技术的优点

问题提出

缝隙式消泡器研究

缝隙式消泡器的设计

缝隙式消泡器工作原理

影响消泡器消泡能力的因素试验研究

垫片厚度的影响

野外实验

消泡压力的影响

压力变化数据模拟

消泡器设计改进

引言



21世纪人类发展面临着四个大问题：人口控制、**资源开发**、**环境保护**、**灾害预防**。除了第一个问题之外，后三个方面的问题都跟**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**。**泡沫**是新型钻井液中的一种，它利用均匀稳定的泡沫流作为钻井时的循环介质。它既克服了高密度钻井液的缺点，同时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环境（如沙漠、干旱缺水、寒冷等地区）和复杂的地质条件（如裂隙发育地层和严重漏失低压油气层）。

1.1 泡沫钻进技术的优点

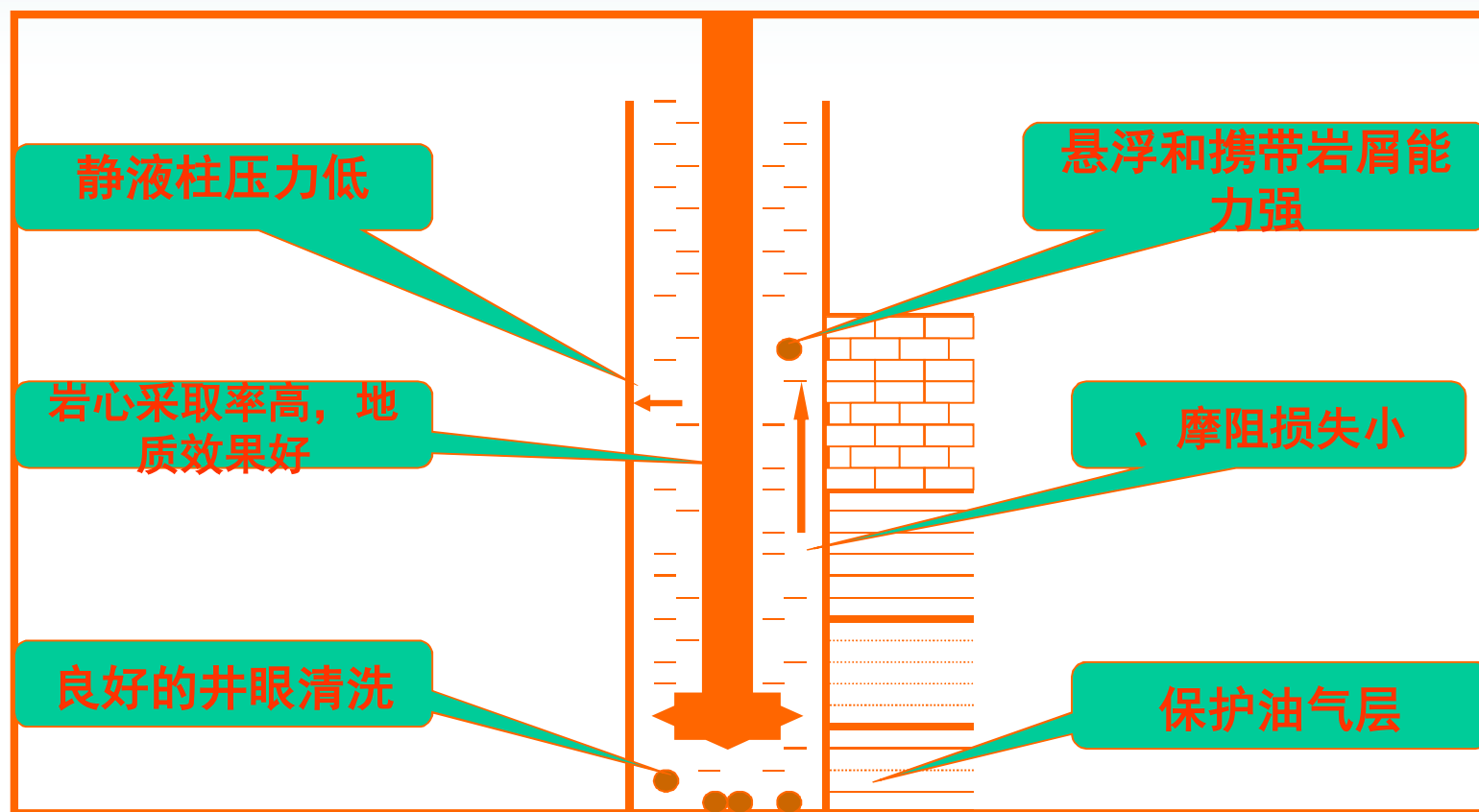


图1泡沫钻进技术的优点

1.2 问题提出



泡沫钻进技术虽然广泛的应用，但还存在许多问题影响其优越性的发挥。

❏ 泡沫流体的流变规律与泡沫携岩能力及在孔低影响因素？

❏ 泡沫的流动速度与压力，粘度，密度等之间的关系？

❏ 泡沫消泡问题？

1.2.1 消泡方法

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。



I 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而使泡沫破裂。如热力法、真空法、声波法及低温电力法等。该方法成本高，技术复杂，效率低。

I 化学消泡法

化学消泡法是利用化学消泡剂达到消泡的目的。成本高，此外会造成泡沫剂的污染。

I 机械消泡法

机械消泡法是利用压力的急剧变化如剪切力、压缩力和冲击力等将泡沫消除。这种方法最适用于钻探工程。



如果泡沫不能及时消除？



给现场
工作人员的工作带来极大不便

对施工
环境有较大的污染

泡沫不能循环利用增加成本

影响设备正常操作





因此，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。

这就需要对该消泡器更进一步的深入研究。

2. 缝隙式消泡器研究



2.1 缝隙式消泡器的设计

消泡器根据喷射器结构不同分为轴流式消泡器和**缝隙式消泡器**。本试验选缝隙式消泡器是一种**机械消泡法**，因其消泡量比较大，消泡效率较高，其结构及实物如图2， 3， 4 所示。



图 2 消泡器实物图



图 3 消泡器的垫片



图 4 消泡器的入口接头

2.2 缝隙式消泡器工作原理



以**科安德效应**为基础的，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。如图5，6所示

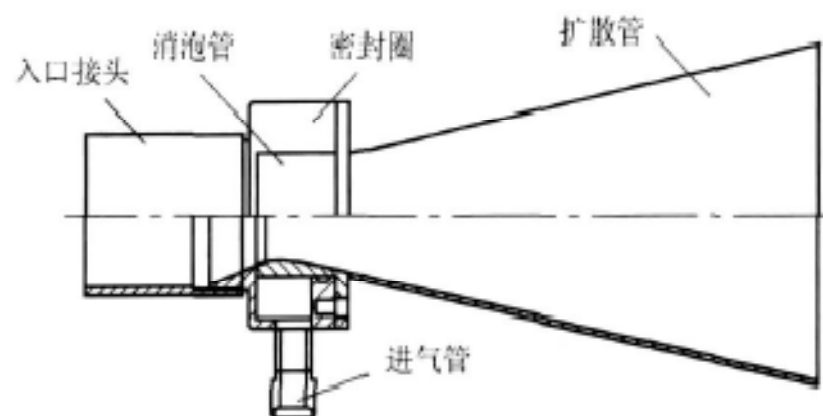


图 5 缝隙式消泡器结构原理图

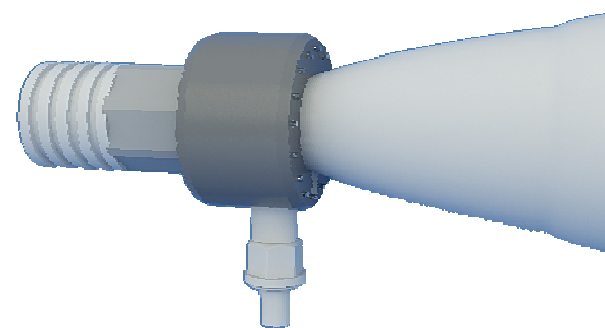


图 6 消泡器

3. 影响消泡器消泡能力的因素试验研究

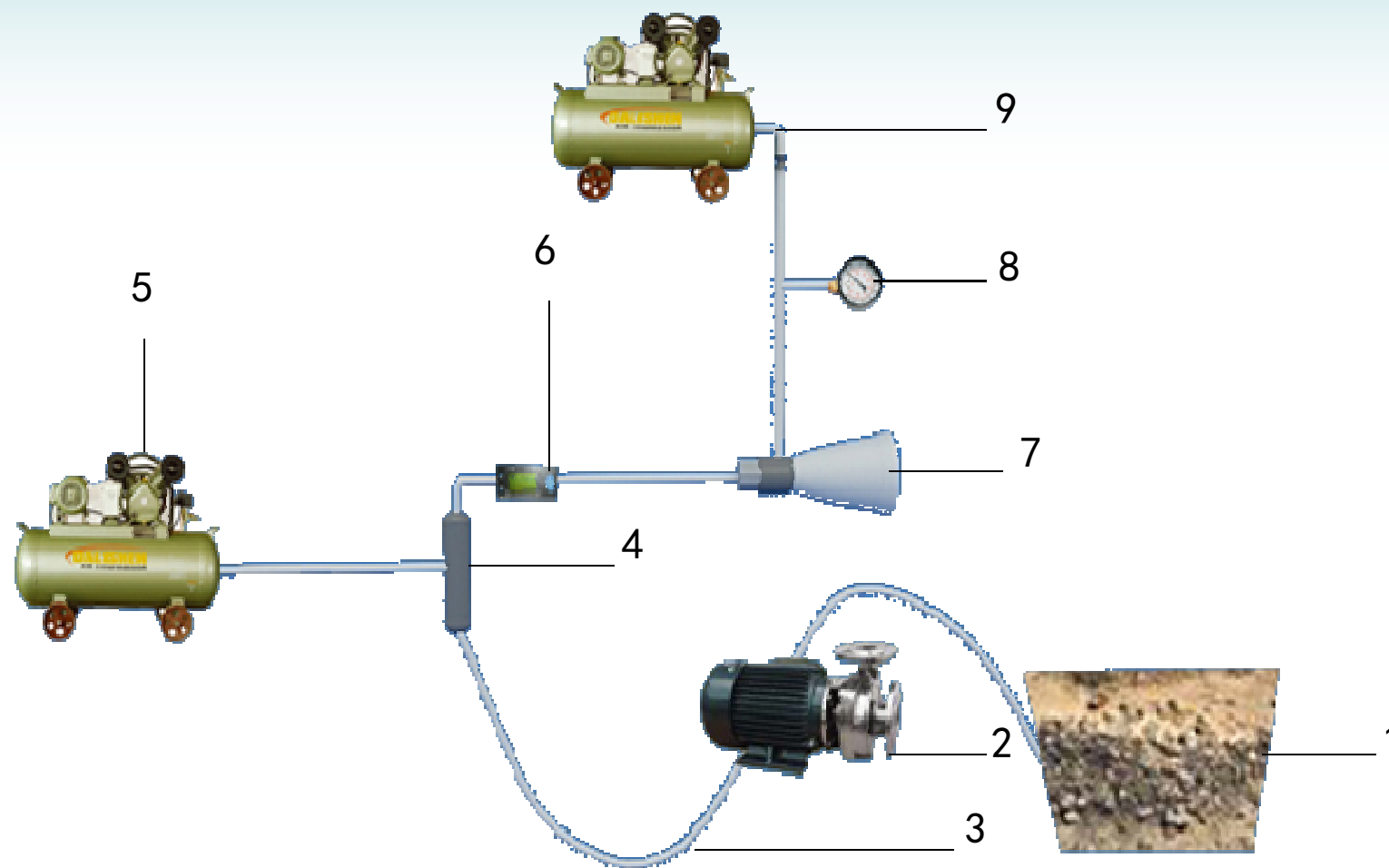


图7 消泡器试验台设备布置图

1. 水地; 2. 泡沫液注入泵; 3. 管; 4. 泡沫发生器; 5. 造泡空压机; 6. 流量计;
7. 消泡器; 8. 压力表; 9. 消泡空压机.



图 8 消泡前



图 9 消泡中



图 10 测试泡沫体积



3. 1垫片厚度影响试验研究

测试不同的垫片厚度（0.2 ,0.4,0.5, 0.6,0.7mm）

表1 垫片厚度（0.2mm）与消泡率关系

气液比			100		150		200		250		300		备注
泵转速r/min.			1160		840		666		567		500		垫片 0.2mm 压力 0.7Mpa
测量次数			测1	测2	测1	测2	测1	测2	测1	测2	测1	测2	
造泡 空压机 (MPa)	压力	消前	0.27	0.29	0.28	0.27	0.26	0.27	0.27	0.26	0.25	0.25	
		消后	0.22	0.25	0.25	0.22	0.25	0.23	0.25	0.24	0.24	0.23	
	流量	消前	23.4	22.7	16.8	18.4	20.1	22.7	29.2	30.2	19.6	16.2	
		消后	19.9	18.2	18.3	19.2	22.7	21.13	28.7	29.3	13.7	17	
泡沫体 积 (cm)	消前		42	45	38	40	34	34	26	22	15	17	
	消后		26	26	22	22	20	20	14	14	10	10	
消泡率			40.88		44.11		41.65		36.99		40.13		



3. 2压力的影响试验研究

测试不同的压力（0.4,0.5, 0.6,0.7 Mpa）

表2 压力（0.7Mpa）与消泡率关系

气液比			100		150		200		250		300		备注
泵转速r/min.			1160		840		666		567		500		垫片 0.6mm 压力 0.7Mpa
测量次数			测1	测2	测1	测2	测1	测2	测1	测2	测1	测2	
造泡 空压机 (MPa)	压力	消前	0.4	0.38	0.35	0.35	0.35	0.38	0.39	0.35	0.38	0.38	
		消后	0.2	0.39	0.35	0.33	0.32	0.36	0.38	0.35	0.33	0.34	
	流量	消前	16	17.4	10.7	9.5	10.2	9.4	9	8.2	8.6	8.6	
		消后	17.2	18	11.6	12.3	11.3	11.5	9.2	9	10	10.2	
泡沫体 积 (cm)	消前		28	32	28	28	22	24	17	18	16	16	
	消后		9	9	7	7	9	5	6	4	5	5	
消泡率			70.94		75.73		70.27		72.22		69.51		

3.3 试验数据分析



对所测出的以上一些数据利用Excel分析，从中可得到消泡率与气液比、消泡压力，垫片厚度有关，实验数据如图所示。

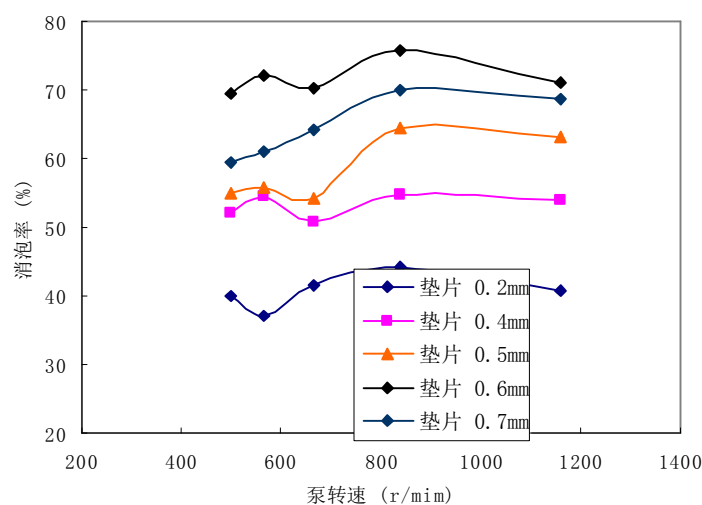


图 11消泡率与不同的垫片厚度关系

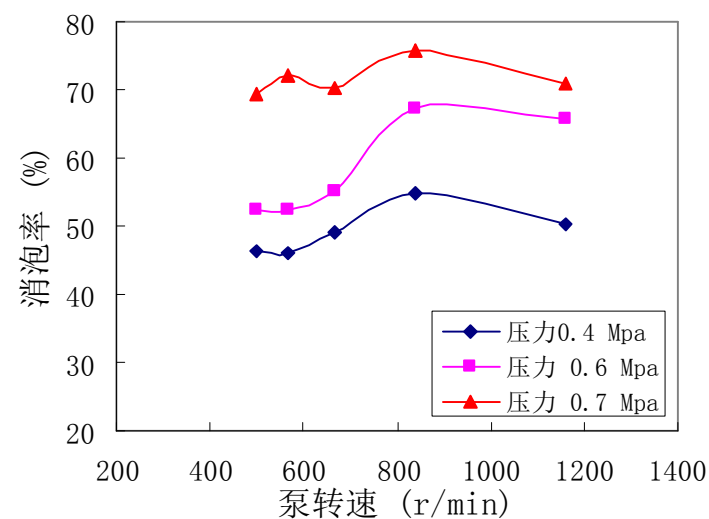


图 12 消泡率与不同的消泡压力关系

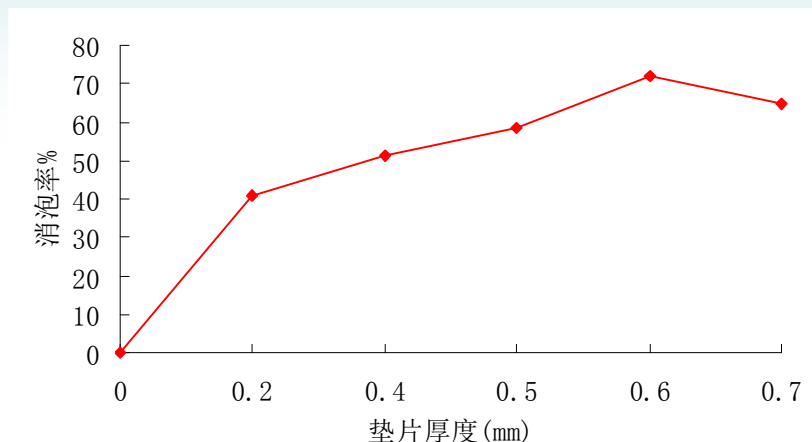


图 13消泡率与垫片厚度关系

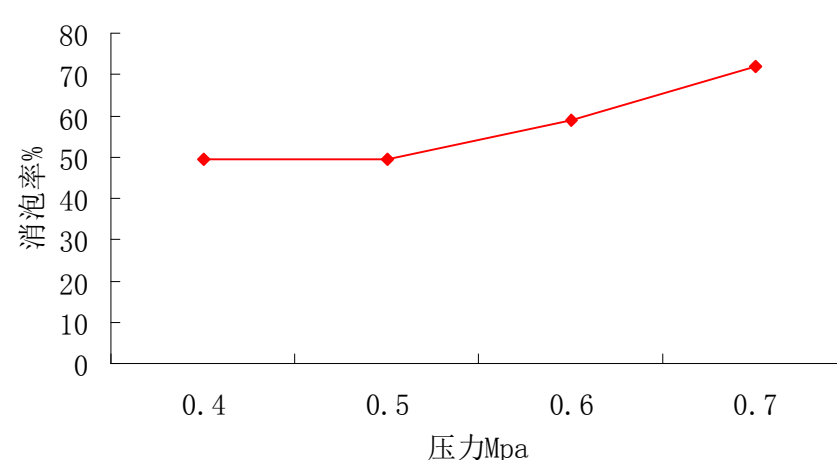


图 14 消泡率与消泡压力关系

❌ 随着垫片厚度增加，消泡率先增到垫片厚度0.6mm，然后降低。垫片厚度越大泡沫液流速越小，消泡率越大。

❌ 消泡压力越大，消泡率越大。

❌ 在本实验中测试可以看出，当水泵转速得到840r/min，消泡率是最佳。

4. 野外实验



在内蒙古煤层钻探遇到严重的漏水地层不能利用泥浆作为循环介质，采用泡沫正循环绳索取芯钻进方法。

4.1 实验条件：

▮ 实验地点：中国内蒙雪茄弯

▮ 实验地层：砂岩，页岩，泥岩，岩性较软，地层含水，但水量不大

▮ 钻孔结构：孔深400-600m，开孔直径150mm

4. 2现场主要设备及试剂



图15 钻机



图 16 消泡器



图 17 复合片金刚石钻头



**泡沫增压
装置**

进气压力
0.7Mpa
进液量8-
15L/min
进气量
1.5m³/min

图 18 孔口密封装置



风量
2.1m³/min,
风压
1.25Mpa

图 19 空压机



图 20 BW250-泥浆泵



图 21 钻杆
(50mm)



图 22 发电机

发泡剂: **AES** (脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸脂钠盐)

稳泡剂: **Na-CMC**

泡沫液浓度为0.5%，泡沫气液比60-100



图 23 现场上消泡中

5. 压力变化数据模拟



5.1 VOF模型

利用fluent 软件 VOF (The Volume of Fluid) 模型, 采用二维 K- ϵ 建立了消泡器内泡沫流动模型如图16 所示, 消泡器的体网格数为2700, 压力为 (0.2、0.4、0.7Mpa) 。

消泡器入口边界设定为压力入口,出口边界设定为压力出口边界,壁面处采用无滑移边界条件。计算泡沫流动的压力的变化

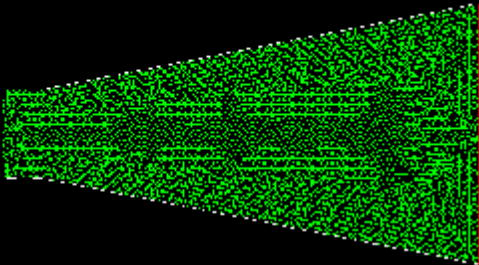


图 25 网格分布图

5. 2求解结果

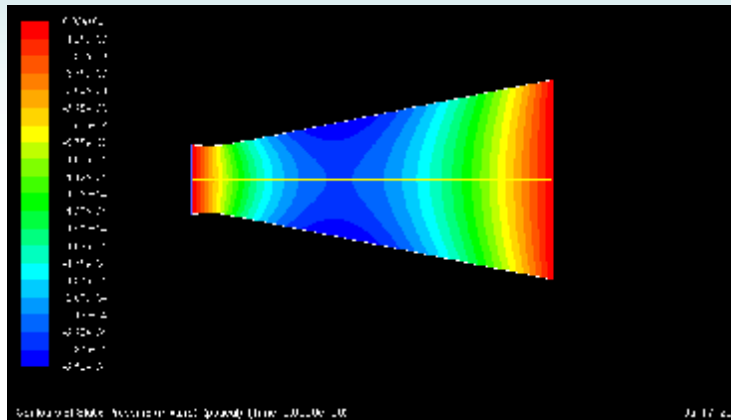


图 26 压力变化分布图 (0.2Mpa)

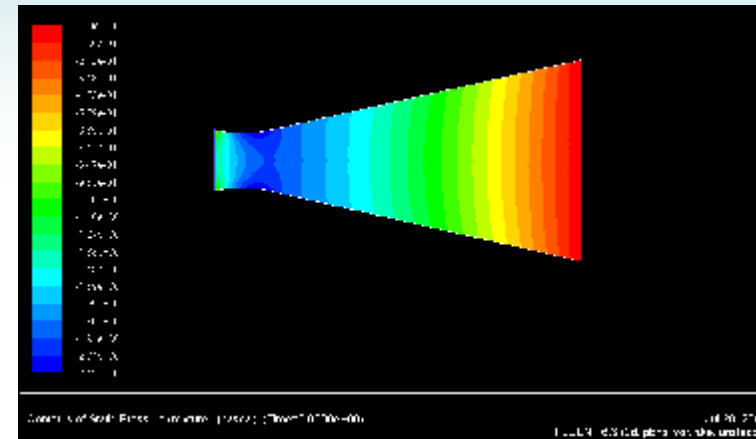


图 27 压力变化分布图(0.4Mpa)

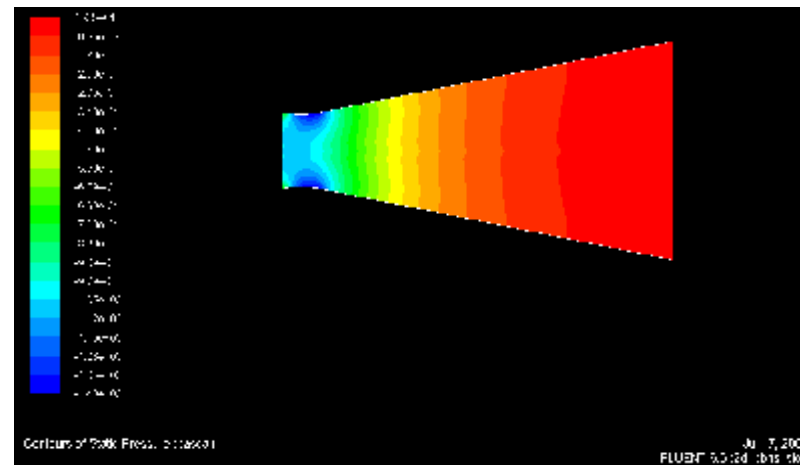


图 28 压力变化分布图(0.7Mpa)

从图26， 27， 28进行对比可以看得清晰消泡压力越大负压区越大， 消泡的泡沫量越多。

6. 消泡器设计改进



目前使用消泡器是15型不能很好满足现场需求这就需要进一步的研究，借助FLUENT析软件对其扩散管和消泡管内部的压力分布进行模拟与分析。根据分析的结果对该消泡器进行优化设计加工后进行室内试验。

6.1 15与65型的消泡器设计技术参数对比



15型消泡器设计技术参数	65型消泡器设计技术参数
出口直径：270mm	出口直径：270mm
缝隙调节方式：垫片0.2mm	缝隙调节方式：垫片0.6mm
消泡管15mm	消泡管65mm
扩散管长度：350mm	扩散管长度：350mm
进气量：3-5m ³ /min	进气量：3-5m ³ /min

6.2 15与65型消泡器压力变化模拟对比

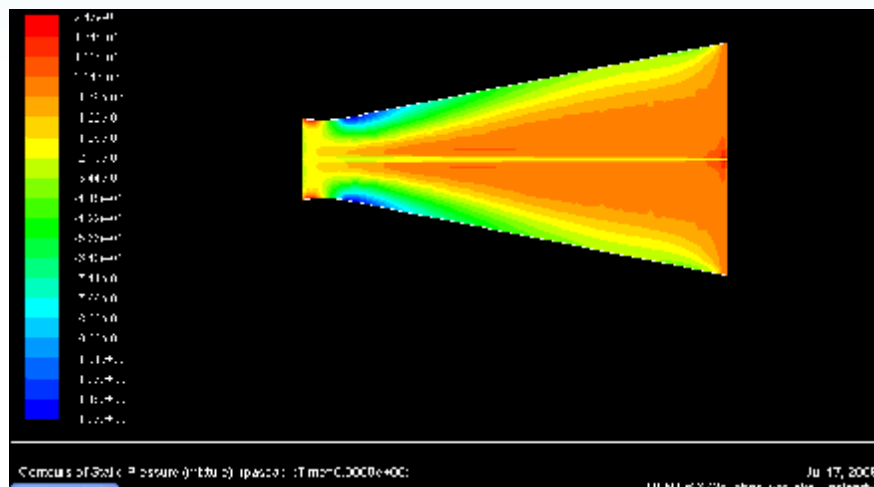


图 29 65型消泡器压力变化分布图

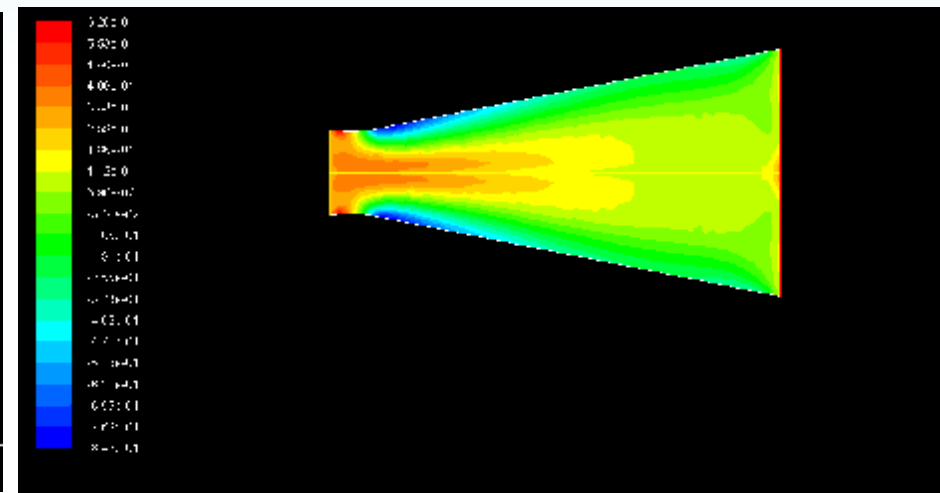


图 30 15型消泡器压力变化分布图

从图29，30进行对比可以看得清晰，65型消泡器的负压区面积较大，使消泡量越大。

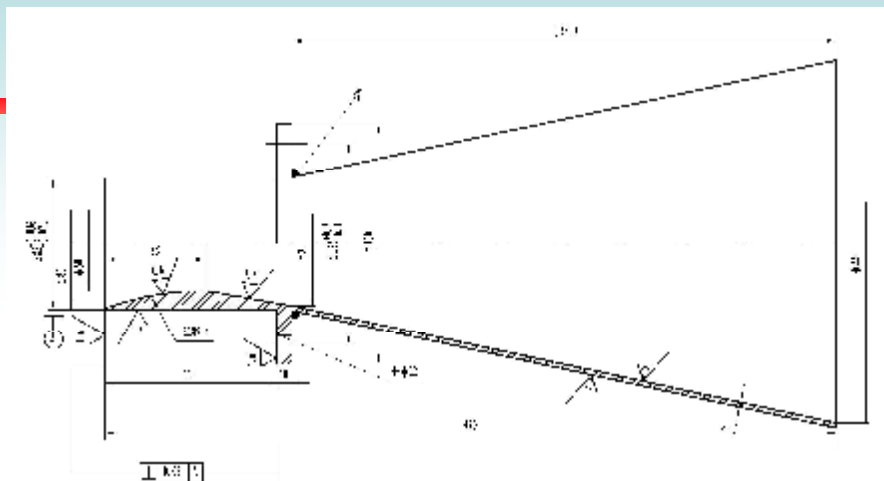


图 31 65型缝隙式消泡器结构原理图

65型消泡器



15型消泡器

7. 结论



- (1)随着垫片厚度增大消泡率先增加到最大值，然后降低本试验采用垫片0.6mm是最佳的。
- (2)随着消泡压力增加消泡率增加，本试验最高压力，可达0.7Mpa
- (3)采用VOF模型对泡沫在消泡器流动的压力变化进行了模拟,通过模拟计算表明,消泡压力越大负压区越大使泡沫消泡量越大。
- (4)新的消泡器65型消泡率较高一般在80%左右



敬请批评指正！



谢谢 شكر



泡沫钻进用缝隙式消泡器研究

亚尔巴侯赛因 يربان الحسين
孙友宏 سون يو خونغ
穆罕默德哈扎 محمد هزاع

吉林大学

2009-10