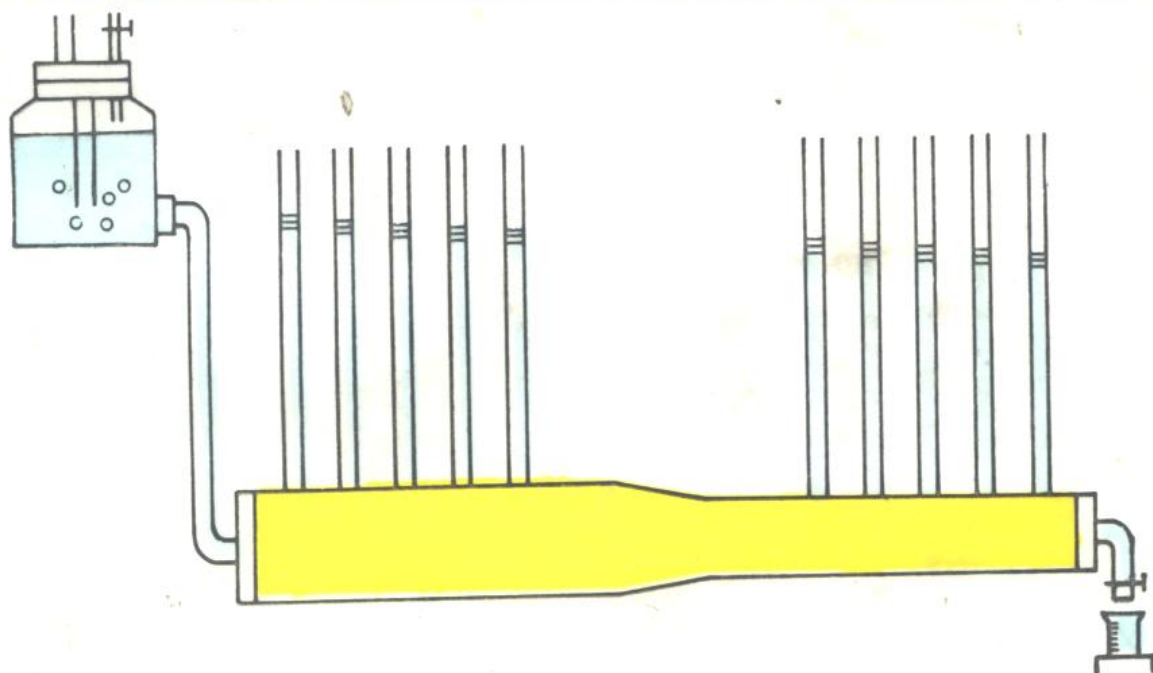


实验技术研究与管理

万龙贵 吴大刚 主编

王珠眉 孟雅杰 王娅莉 副主编



哈尔滨工业大学出版社



(黑) 新登字第 4 号

内容简介

本书是一本关于实验技术研究、实验教学研究、实验室管理研究的论文集,它是石油系统高等院校广大教师、实验技术人员、实验室管理干部长期工作实践与研究的成果。本书还选编了部分实验室管理的规章制度、实验室介绍和石油高校实验室工作的有关数据,内容丰富,可供有关高等学校、中等专业技术学校教师、实验技术人员、实验室管理人员参考。

实验技术研究与管理

万龙贵 吴大刚 主编

王珠眉 孟雅杰 王娅莉 副主编

哈尔滨工业大学出版社出版发行

大庆石油学院印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 16.75 字数 392 千字

1994 年 3 月第 1 版 1994 年 3 月第 1 次印刷

印数 1-2000

ISBN 7-5603-1013-3/TE·8 定价 9.90 元

《实验技术研究与管理》编辑委员会

主 编： 万龙贵 吴大刚

副主编： 王珠眉 孟雅杰 王娅莉

编 委： 万龙贵 王宏顺 王娅莉 王修斋
王珠眉 付春权 吴大刚 吴珍祥
孟雅杰 郑明祥 胡大石 曹永安
谢光玉

序 言

《实验技术研究与管理》一书在石油高校实验室工作者的共同努力下出版了。这本书反映了几年来石油高校实验技术研究、实验教学研究、实验室建设和实验室管理研究方面的成果,内容十分丰富。我祝贺这本书的出版。

建设与管理好实验室,是办好高等学校的基本条件之一。实验室是进行实验教学、培养合格人才的基本场所,是开展科学研究的重要基地,是进行技术开发的前沿阵地,也是重点学科建设的重要组成部分。可以说,实验室的工作水平,是反映高等学校教学水平、科学技术水平和管理水平的重要标志之一,同时也是体现它为国民经济建设服务能力的一个窗口。因此,积极开展实验室各项工作的研究与改革,对促进实验室建设,提高教育质量和办学效益有重要意义。石油高校近千名教师、技术人员和管理干部,长年在实验室工作岗位勤奋工作,不断进取,研究探索,为培养石油高等工程技术人才,发展石油高校的科教事业做出了贡献,我对他们的奉献精神表示敬意。

石油高校实验室工作者有开展实验技术及实验室管理研究的良好传统,在全国性及地区性的专业学术刊物上,发表了大量的论文,积极参加石油高校及各省市的实验室研究工作,许多同志成为这些活动的骨干。有一些同志参加了国家教委“七五”教育科学重点研究课题《实验室建设与人才培养》的研究,参加多本专著及教材的编写工作,为实验技术发展及实验室管理理论的发展做出了贡献。这本书所介绍的研究成果和丰富经验,对推进与活跃实验室工作的学术研究活动,对提高实验室工作者的素质和工作水平,会产生积极的作用,给人们以有益的启发。

改革开放以来,石油高校的实验室建设取得了长足的进步,有很大成绩。石油高校现有实验室 222 个,实验室面积 13 万平方米,拥有一支 1000 人的实验技术队伍,实验仪器设备总值达 3.45 亿元,先后受国家教委表彰的实验室工作先进集体五个,先进工作者 2 人,大部分学校的实验室工作处于所在省市的先进行列。但是,总的说来,我们的工作水平同先进的兄弟院校相比,还存在一定差距,需要我们深入研究、改进、提高。

当前,石油高校与全国高校一样,面临着改革的新形势。石油高等教育要适应石油工业的改革和发展的需要,适应社会主义市场经济的需要,适应科学技术发展的需要,全面提高教育质量,培养跨世纪的高级专门人才。这对实验室工作来说,又是一个新的课题,如:怎样充分利用实验室的条件,全面提高育人质量;怎样组织实验室的力量,为加速发展石油工业,参加重大科技攻关活动,为发展新的技术,为基础理论研究做出贡献;怎样以实验室为依托,做好科技成果转化生产力的“二次开发”;怎样适应实验室任务的变化和各项经济制度的改革,探索实验室管理的新机制,提高效益,建设起一批高水平的各级重点实验室。总之,在石油高校发展和改革的新时期中,许许多多的课题等待着同志们去研究、去探索。

我向石油高校的教师、干部推荐这本书,希望大家都能来关心实验室的改革和建设,同

时,更寄希望于长期奋战在实验室一线的教师和技术人员,励精图治,不断创新,在二十世纪的最后几年中,把我们的实验室办出特色,不断提高人才培养质量和实验室投资效益,使石油高校的办学水平上一个新台阶。

徐梦虹

一九九四年四月十五日

目 录

实验技术研究

不可压缩液体的单向稳定渗流实验装置·····	尹洪军	王有珉	孟雅杰	付春权(1)
环空水力学实验测试技术的开发与应用·····	丁 岗			(5)
油井水泥教学实验技术的开发(一)				
——水泥胶结强度实验方法的初探·····	丁 岗			(9)
研究石油样品的 ¹³ C-NMR 定量方法 ·····	李新安	向廷生	林德莲	(15)
大滞后对象控制的一种新方法——时间分区轻重积分算法 ·····				
·····	王金章	李凤荣	董德发	王光维 李秀岚(21)
对原油及其馏分中的碳、氢、氮含量的分析 ·····	文 玲			(28)
谈分光计的调整 ·····	王宏波	孙 华	焦善玉	(33)
WP-80SY 核磁共振波谱仪无 LOCK(锁)信号故障检修一例 ·····	盖世辉			(35)
X 射线荧光分析中熔融制样技术的研究 ·····	刘树文			(39)
电位滴定在容量分析中的应用 ·····	石慕尔	方永奎		(42)
人体各种结石相组成的分析研究 ·····	王 彪	王槐平	李时平	(46)
内燃机负荷特性微机测试 ·····	任正华	杨秀忠		(53)
《实验应力分析》电测实验设计与实践 ·····	闫相帧	赵卫华		(58)
小型多功能模拟实验仪的研制与应用 ·····	陈 蓉			(61)
准补偿法——电位差计实验中保护标准电池的重要措施 ·····	路宝南			(64)
用三端可调稳压块制作脉冲电镀电源 ·····	张忠伟	艾清慧	李世金	(67)
ML-8 型模拟计算机的设计与实现 ·····	夏永忠	陈卫红	胡长松	黄德先(70)
微机实验室网络管理初探 ·····	景文果	李若曼	李晓聪	(75)
利用 IEC-IB 接口实现多微机教学实验系统 ·····	鹿玲杰	向明尚	成中芳	(81)
计算机软盘驱动器的使用与维修技能 ·····	李凤林	李桂芝	李秀岚	(87)
消除 FLIP 病毒的新方法 ·····	马淑兰	袁 满	张连滨	任庆东(90)
谈 VAX 机公用帐号管理 ·····	张连滨	张玉会	马淑兰	(94)
用落球法测定液体粘滞系数的不确定度分析·····	金 英	冯玉琴	焦善玉	(100)

实验教学研究

实验教学管理的改革与尝试·····	胡大石	赵淑惠		(103)
实验教学与科研相互促进·····	罗 云	侯汉钊	孟宪宝	孙连荣(107)
实验教学改革促进教材建设·····	李凤荣	王光维	翁汉波	吕春胜(110)
计算机辅助教学及我们的工作与启迪·····	张赓毅	邱深山	任庆东	朱 毅(113)

谈计算机辅助教学实验的优越性·····	任晓良	喻忠胜(120)
大学物理实验课改革初探·····	彭秀华	宾秋芬(126)
浅谈工科普物实验课内容的设置·····	冯玉琴	王明吉 李桂芝(129)
谈物理实验教学中的讲座交流法·····	王晓耕	富德兰(131)
浅谈电工实验的《认识实验》·····	李桂芝	高 微(135)
论校内实习基地在培养学生“能力”中的作用·····	何维望	刘复玉(137)
理论力学教学应加强实践性环节·····		杨秀娟(141)
实验教学工作初探		
——对不同层次的学生搞好实验教学研究·····	李煌中	(144)
按四个发展层次来进行化工原理实验教学·····	鲍晓军	周 青 黄烈卿(147)
在矿机实验室建设中如何锻炼培养毕业班学生·····	杨永昌	职黎光(149)
指导毕业设计(论文)的几点体会·····	梁治国	赵志海 赵景芳 段道顺(151)
改革教学方法、注重学生能力的培养		
——热工专业基础实验改革初探·····	杜秋平	韩国光(154)
开设“热工实验技术”课,提高学生的实际技能 ·····		侯方卓(157)
计算机语言程序设计课教学上机改革的尝试·····	于永水	张瑞英(162)
如何引导大学一年级学生上好基础地质实验课·····		丛金山(165)
提高油化专业学生实验技能的研究与实践 ·····		
·····	代加林	陈 集 李文建 张振祥 赵立志(169)
加强实验环节、注重能力培养——浅谈对摩擦学实验的认识 ·····		李维明(174)

实验室建设与管理

发挥石油高等学校的优势与特色,建设好重点实验室 ·····	杨九金	(178)
走与科研生产相结合的道路加强实验室建设·····	韩国有	崔云先 谭英杰(181)
试论设备投资中重点学科和基础学科的关系·····		王 彧(184)
探索建设专业实验室的有效途径·····	钟振伟	刘选朝(187)
综合性专业实验室的建立与探讨·····	才英俊	张云峰(189)
物理演示实验仪器的评估·····	王保平	霍汉平(191)
石油高教专业系实验室建设与管理的改革思考·····	赵仁宝	刘 宏 孙连荣(194)
实验室管理体制改革的探讨·····	王有珉	王长占 付春权(198)
加强实验室管理、促进实验教学 ·····	兰芳梅	殷忠南(201)
加强实验室管理、保证实验教学顺利进行 ·····	王和平	钱锡源(205)
发挥自身优势、搞好机制专业实验室的建设 ·····	彭 海	刘雁蜀(208)
专业实验室定岗、定编工作的探索 ·····	董亚华	张惠君(211)
新形势下加强高校技术物资管理工作初探·····	吴珍祥	黄建华(215)
社会主义市场经济下高校实验室工作的思考·····		邵兴国(219)
高校技术物资工作改革的实践与认识·····	亓德利	苏昌义 张瑞英 韩红江(222)
探索设备管理与国有资产管理结合之路·····	黄传常	郭彩娥 汤其容(228)
实验用房改革的认识与实践·····	孟雅杰	沈长志 冯玉琴 付春权 孙连荣(234)

其 它

石油大学重质油加工国家重点实验室简介·····	(237)
西南石油学院“油气藏地质及开发工程”国家重点实验室简介·····	(239)
实验室设备建设分级经济责任制·····	西南石油学院(240)
实验技术成果奖评选办法·····	石油大学(华东)(244)
关于实验室设置的规定·····	石油大学(华东)(247)
实验教学检查实施办法·····	西安石油学院(249)
新开实验项目验收办法·····	西安石油学院(252)
仪器设备实行占用费和折旧费的暂行办法·····	江汉石油学院(254)
石油高校实验室基本情况统计表·····	(256)

不可压缩液体的单向稳定渗流实验装置

大庆石油学院 尹洪军 王有珉 孟雅杰 付春权

“不可压缩液体的单向稳定渗流实验”是我国石油院校《渗流力学实验》中的主要实验之一，是渗流力学理论教学中不可缺少的环节。该实验是在达西实验的基础上不断改进完善的。利用改进后的装置进行实验，即保留了达西实验的特点，可以测出孔隙介质的渗透率，验证流量与压差的线性关系；又克服了达西实验的局限性，可以很直观地观察到不同渗流阻力条件下的压力分布规律。学生通过该实验可以全面深入地理解渗流的最基本规律—达西定律，为进一步学好渗流力学的理论奠定良好的基础。

一、实验装置和工作原理

“不可压缩液体的单向稳定渗流实验”的装置示意图如图1所示。主要部分为水平放置、互相连通、截面不同的园筒(1)，筒内由石英砂充填而构成或多孔介质。筒上装有一组测压管(2)，装置上部盛有水的马略特瓶(3)起稳压源的作用，水从马略特瓶(3)中流出，出口处有一阀门(4)控制其流量，流量的大小可由量筒(5)和秒表测量得到。通过调节阀门(4)可得到不同的流量和相应位置对应的水头。

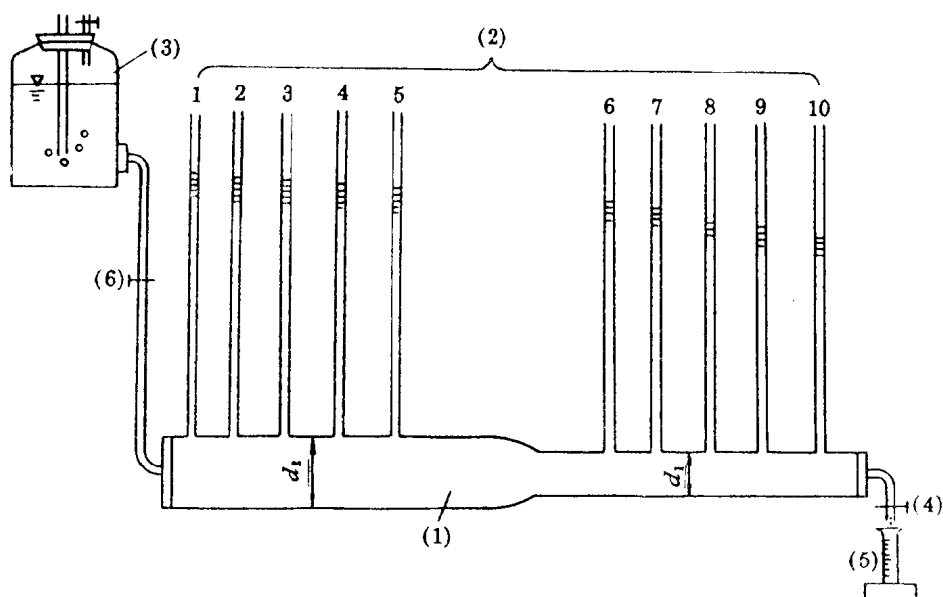


图1 实验装置

- (1)模型(内装砂样)
- (2)1. 2. —10 为一组测压管
- (3)马略特瓶(内装水起稳压源作用)
- (4)阀门
- (5)量筒
- (6)进水阀门

由达西定律可知,其流量和压差的关系为:

$$q = \frac{kA\Delta p}{\mu\Delta L} \quad (1)$$

式中 q 为流量, m^3/s

k 为砂层的渗透率, s^2

A 为砂层的横截面积, m^2

ΔL 为两个渗流截面间的距离, m

μ 为液体的粘度, $\text{Pa} \cdot \text{s}$

ρ 为液体的密度, kg/m^3

g 为重力加速度, m/s^2

Δh 为两个渗流截面的水头差, m

ΔP 为两个渗流截面的压差,在此可用水头差表示:

$$\Delta P = \rho g \Delta h \quad (2)$$

由式(2)可得到水平管内多孔介质的渗透率:

$$k = \frac{q\mu\Delta L}{\rho g \Delta h A} \quad (3)$$

在直角坐标内做出指示曲线产量 q —压差 Δp 或产量 q —水头差 Δh ,就可以验证达西定律中产量 q 与压差 Δp 间的线性关系。”

由于两个水平管的截面及管内的多孔介质渗透率等阻力因素不同,因此在相同的距离 ΔL 的条件下,砂层渗流阻力 $\mu\Delta L/kA$ 也就不同,从而导致流体沿程消耗的能量梯度 $\Delta P/\Delta L$ 或 $\Delta h/L$ 发生改变,即两个水平管内 $q\mu/kA$ 不同。如果在直角坐标系内作压差 ΔP 与距离 L 或水头差 Δh 与距离 L 的关系曲线,会观察到压力分布为两条斜率不同的直线。这一现象在实验过程中可以清楚地观察到。

二、实验数据的记录和处理

表1记录了三次不同流量下的实验数据。

测压管1与5,5与6,6与10之间的距离为:

$$\Delta L_{1,5} = \Delta L_{1,6} = \Delta L_{6,10} = 0.16\text{m}$$

两个水平圆筒的直径分别为:

$$d_1 = 0.25\text{m}, d_2 = 0.05\text{m}$$

流体的粘度为 $\mu = 1\text{mPas}$; 密度为 $\rho = 1000\text{ kg}/\text{m}^3$

数据处理结果列入表2

表 1 实验数据

观测数据 序号	测压管水头 $h(\text{m}) \times 10^{-2}$										流量 (m^3/s)	
	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6	h_7	h_8	h_9	h_{10}	体积 $\text{m}^3 \times 10^{-6}$	时间(s)
1	75.1	74.9	74.8	74.7	74.6	74.2	73.9	73.6	73.2	73.0	6.9	5'42"11
2	74.6	74.4	74.2	74.0	73.8	72.3	71.9	71.5	71.0	70.5	5.4	2'26"73
3	73.5	73.0	72.5	72.2	71.7	67.7	66.4	65.4	64.0	62.8	5.2	1'06"77

表 2 数据处理结果

计算项目 序号	流量 q $(\text{m}^3/\text{s}) \times 10^{-8}$	水头差		渗透率 $k(\text{m}^2)$	
		$h_1 = h_1 - h_5$ $(\text{m}) \times 10^{-2}$	$h_2 = h_6 - h_{10}$ $(\text{m}) \times 10^{-2}$	$k_1(\text{m}^2) \times 10^{-9}$	$k_2(\text{m}^2) \times 10^{-9}$
1	2.02	0.5	1.2	1.32	1.37
2	3.06	0.8	1.8	1.25	1.38
3	7.8	1.8	4.9	1.41	1.30
平均渗透率 $k = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 k_i$				1.33	1.35

以水头高 h 为纵坐标, 以距离 L 为横坐标, 在直角坐标系内作出压力分布曲线, 如图 2 所示。以水头差 Δh 为纵坐标, 以参量 q 为横坐标, 在直角坐标系内作出指示曲线, 如图 3 所示。

综上所述, 改进后的装置操作简单, 并且具有一定的综合性。通过实践验证, 学生们确实对不可压缩液体单向稳定渗流的规律有了全面深入的理解, 增强了动手能力和学习兴趣, 达到了预期的实验目的。

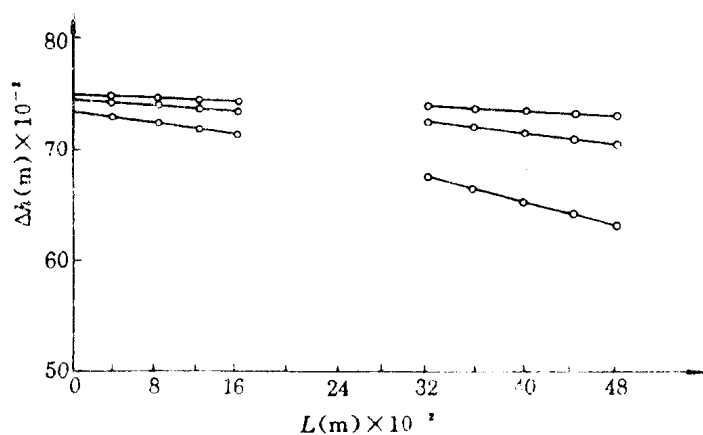


图 2 压力分布曲线

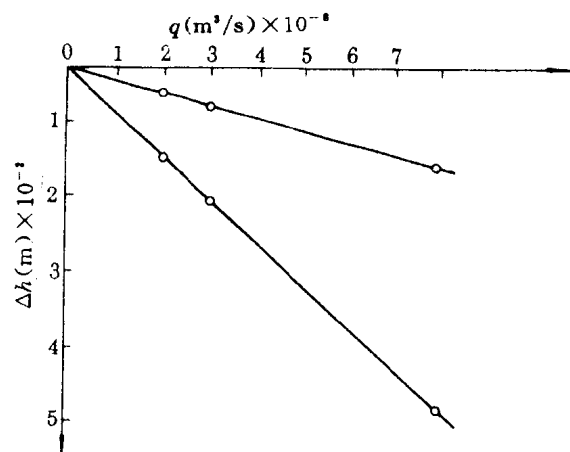


图 3 指示曲线

环空水力学实验测试技术的开发与应用

石油大学 丁 岗

在石油钻井工程领域中,环空(“环形空间”的简称,下同)水力学研究具有十分重要的地位。国外从四十年代起,就开始了这方面的探索,目前仍有新的研究动向。笔者所在的课题组从七十年代末期着手从事有关的科研活动,在该领域内处于国内领先地位。我们承担并圆满完成了“七五”国家重点科技攻关项目,建成了大、中型实验架各一座。现正在加紧进行“八五”项目的研究工作。实践证明,试验测试技术是促进科研发展的关键因素之一,它的开发和完善使科研层次不断提高。本文将多年来开发的各种室内实验测试技术综合加以介绍,供有关的实验技术人员参考使用。

一、环空测试技术的特性和发展

在石油钻井中,不同粒径的固相颗粒(即岩屑)以不同的浓度分布在钻井液环空流里,形成复杂的固液二相流。环形流道是由钻柱(即内管)及套管或井眼(即外管)组成的。内管的存在不仅阻断了测试的视野,而且往往还处于旋转和偏心状态,因此使各种测试技术无法正常使用。特别是在定向井和水平井的某些井段中,环空呈现倾斜或水平状态。固相颗粒由于自身的重力很容易沉积在井眼的底部,使环空截面上存在着浓度梯度。靠近环空底部的部分往往形成一种可移动的岩屑床,这更增加了测试工作的难度。国内外不少学者试用了很多测试手段,如射线法、目测记时法、荧光示踪法、高速摄影法、超声多普勒测速法等等,但都没有很好地解决这一难题。

经过反复的室内实验观察和分析,我们发现对于不同类型环空中的固液二相流应采用不同的测试方法。如对于垂直井段中的环空固液二相流,可以使用示踪测速的方法。因为在垂直井段的环空中,岩屑基本上是均匀分布的,即环空中岩屑的浓度是一致的。这时,单个岩屑的运移速度往往就能表征环空中岩屑的群体运移速度。运用示踪测速的方法将岩屑单体的速度测出,然后计算出整个环空中的岩屑浓度,从而达到测试的最终目的。这种测试技术就是我们最早开发的同位素示踪测速法。随着科研课题的不断深入,室内实验又开始接触定向井和水平井的有关内容。于是我们相继开发了几种实用的测试技术,发表了数篇有关测试技术的论文,并获得了一项实用新型专利。在环空水力学的实验研究中,流体的速度场的测试也是一种关键的实验内容。我们在引用激光测速技术之后,又针对环空流场的具体情况进行了技术开发。目前,本课题组已掌握数种测试技术,可满足大、中型环空实验的要求。

二、测试技术概要

1. $^{113m}\text{I}_0$ 同位素示踪测速法

钻井泥浆是一种不透明的固液二相流。其中固相含量大、粒度分布广,使测试工作极为困难。为了探讨这种条件下的不同形状、不同粒度的固相的运移规律,我们开发成功了 $^{113m}\text{I}_0$ 同位素示踪测速法。

示踪单体在实验前必须进行放射性标记。标记液是用同位素发生器洗脱后配制产生的。在 $^{113}\text{S}_n-^{113m}\text{I}_0$ 同位素发生器中,母体 $^{113}\text{S}_n$ 以放射性氯化锡的形式吸附在水合氧化锆的色层柱上。 $^{113}\text{S}_n$ 不断地衰变,产生子体 $^{113m}\text{I}_0$ 。用盐酸淋洗,即可得到淋洗液。然后再用一定当量的盐酸配入,就成为标记液。

使用表面吸附法标记模拟岩屑,详见参考文献^[1]。当示踪单体随着固液二相流在井筒环空中运移经过探头时,探头产生电信号传入主机,主机将上下两组探头所接收的信号放大,经脉冲幅度分析率表电路处理,形成直流电压信号。最后可显示出示踪单体的运移时间,计算后可得出单体的平均运移速度。并可根据绘出的曲线,用峰顶法和重心法处理数据。

试验结果表明,同组测试数据服从正态分布。在使用某些实验方法后可适当提高测试的精度^[2]。

尽管示踪测速法使用了放射性同位素,产生了人身防护问题,但在没有更好的测试技术的情况下,它毕竟提供了一种实用的新方法。迄今为止,对于单体运移问题的研究领域尚未出现其他更为优越的实验技术。

上述示踪技术,还可用井底流场模拟实验^[3]。本课题组曾与在我校进修的原苏联高级访问学者马尔科夫共同完成了在三牙轮钻头、非对称洗井条件下的井底岩屑运移规律的实验研究。

2. 激光测速法^[4]

激光多普勒测速法是一种先进的实验技术,具有不接触测量的工作方式和高精度、高分辨率的优点。笔者采用了这种测试技术来测量垂直与倾斜模拟井筒环空中流体的速度场。对牛顿流体、幂律流体以及宾汉流体在同心、偏心环空中所形成的轴向流、螺旋流的性质进行了实验研究,取得了一定的成果。

由于钻井环空结构的特殊性,使用激光测试时,必须使激光通过圆形管道形成的环空。这时所产生的柱面透镜效应造成了测点的偏移,降低了测量精度。通常解决的办法是在管道四周做一方水盒,来补偿柱面球差。方水盒中装有与环空中相同的实验流体。激光穿过方水盒一侧的盒壁后,再穿过盒中的流体和管壁,最后再由方水盒的另一侧盒壁穿出。实验表明,这种常用的方法仍然存在着使测点有一定偏移的弊病。我们利用自制的激光测点校正装置进行了有关实验,并根据实际测量结果提出了具体结构条件下的测点修正值。对使用方水盒测出的实验数据进行修正后,发现测值更加接近理论数值,效果是明显的。经过较长时间的实验检验,我们认为激光测速法可以作为大、中型环空实验中测试流场的一种常规方法。

3. 短波谐振法^[5]

随着大斜度井、水平井技术的迅速发展,有关的环空携岩理论的研究引起了学术界的普遍关注。为了更好地测量模拟岩屑的环空浓度,我们试验应用了一种短波谐振法。该仪器安装在自制的多功能模拟环空实验架上,它有两个板状铝质天线,天线呈弧形,与模拟井筒的外壁相吻合,被相对放置在测试段的某一剖面位置。两板状天线由一弹性框架固定在井筒上,以保证天线与井筒相互靠紧。仪器两极间电容量随着岩屑浓度的变化而变化,从而达到测试的目的。

其原理是高频电磁波通过模拟井筒剖面进行传播时,如果开路传输线路长度小于它在流体中传播时波长的四分之一,就可把两天线视为一个电容。井壁形成的电容 c_1 为一定值,其余介质所形成的电容量为 c_2 ;两极板之间的总电容量 c 则为二者之和。当环空中岩屑浓度上升时,开路传输线路的等效长度减小, c_2 相应下降,则 c 减小。反之, c_2 上升, c 随之增大。测试系统示意图见图1。

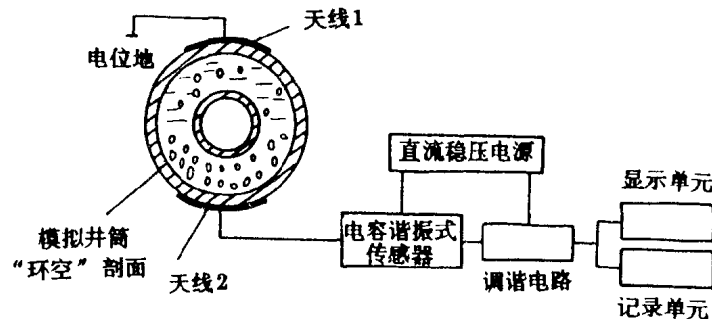


图1 短波谐振法测试系统示意图

短波谐振法是测量环形流道中固液二相流固相浓度的一种新方法,可在一定程度上的满足测试的要求。若做进一步改进,将提高其适用性。

4. 超声衰减法^[6]

超声衰减法是基于声波通过介质时逐渐衰减的原理来测试环空中岩屑浓度的。声波在非均匀介质中传播时,其强度随着传播距离的增加而逐渐衰减,这种现象被称为介质中的“声衰减”。造成声衰减的原因主要是由于声散射和声吸收,而声散射和声吸收与介质本身的特性有直接关系,所以在对介质进行特性分析时,可利用测量声散射和声吸收的衰减量的方法。

在环空中,处于悬浮质状态运移的岩屑对超声波的衰减主要是散射衰减。衰减量的大小与固相颗粒浓度、粒度及表面构造等因素有关。另一方面,由于介质的非纯弹性,使声压和质点速度在声波传播中存在着弛豫现象,二者不同相,部分声能于是转换成为其他形式的能量。这种类型的声衰减称为吸收衰减。这环空实验中,以推移质形式运移的岩屑颗粒对声波的衰减主要为吸收衰减。

我们在环空管道中适当的位置安装了一个测试短节,短节的上部和下部分别装上两副声波换能器。上部为发射探头,下部为吸收探头。为了较准确地进行测量,两相对探头断面间圆柱状声通道应保证调整在环空中。通过标定,可以在测出不同岩屑浓度所对应的声压信号之后,继而推算出环空岩屑浓度的大小。关于本测试装置的专利已授权,专利号 91219904.0。测量系统示意图见图2。

超声衰减法是环空水力学实验中测试岩屑浓度的一种新方法。它不干扰流场,不影响其他项目的测试,可以连续地定量的实时测量,具有一些显著的优点。尽管这种测试方法还存在着一定的盲区,但其精度已经符合大中型环空水力学实验的要求。可以说,这种技术是目前该研究领域中最适用的一种测试方法。

三、结 论

1. 不同的测试技术适用于不同的环空水力学实验内容,必须根据环空的类型来选择环空水力学实验方法。

2. 本文所介绍的几种测试技术,在其适用范围内,均能达到一定的测量精度,可以满足大、中型环空实验的要求。

3. 由于环空结构的特殊性,岩屑浓度的测试方法不可能达到较高的测量精度。因此必须在实验理论上进一步进行探讨,以求发现新的测试标的。

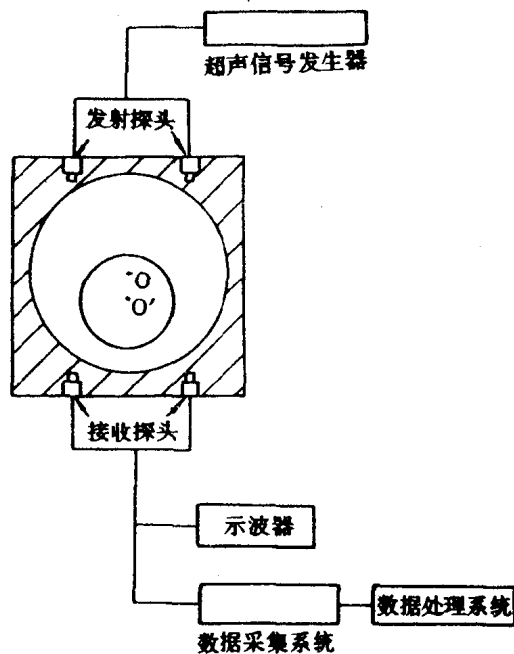


图2 超声衰减法测量系统示意图

参 考 文 献

1. 刘希圣, 丁岗. 同位素示踪测速法在环空水力学实验中应用的初步研究. 《石油钻采工艺》. 1983. (1)
2. 刘希圣, 朱国新, 丁岗. 固液两相流中固相速度的测量方法及装置. 《实验技术与管理》. 1988. (1), 57~61
3. 刘希圣, 朱国新, 丁岗. 井底流场模拟实验的示踪方法. 《钻井工艺》. 1989. (3), 1~5
4. 刘希圣, 朱国新, 丁岗. 环空流场中激光测点的修正方法. 《计量技术》. 1988. 11.
5. 丁岗, 刘希圣, 郑新权. 电容式浓度计在钻井环空实验中的应用. 《石油仪器》. 1992. (2), 71~74
6. 丁岗, 汪海阁, 刘希圣. 超声环空固相浓度测量装置的研制. 《石油仪器》. 1993. (3), 145~150

油井水泥教学实验技术的开发(一)

——水泥胶结强度实验方法初探

石油大学 丁 岗

油井水泥教学实验是石油高等院校钻井专业普遍开设的专业实验课之一。内容主要包括水泥浆密度、失水、流变性、初终凝时间、抗压强度和稠化时间的实验。有的学校还开设了与固井工艺直接有关的实验课程,如水泥浆失重实验等。随着石油工业的迅速发展,油井水泥的实验研究也在不断地拓宽领域。某些实验内容向着更加实用化、科学化的方向发展。笔者根据本校的实验研究成果,参考国内外同行发表的有关文献,提出了两项油井水泥教学实验的新内容。一是水泥胶结强度实验;二是水泥浆固化实验。本文为第一部分,主要涉及到笔者在水泥胶结强度实验方面所做的一些初步探讨。

一、水泥胶结强度实验研究的发展和地位

在石油固井工艺的发展初期,人们希望水泥环的强度能够基本接近天然岩石。但是经过长时间的努力和探索之后,由于科技水平的限制,这种希望始终没有实现。于是工程技术人员对井下水泥环提出了一些符合现实的要求:

1. 水泥环胶结后,应当能够支承套管柱重量所形成的轴向载荷;
2. 在钻进、射孔、酸化压裂等作业的震击下,不产生开裂。

达到这些最基本的要求是实现安全钻井的起码条件,由此而制定了水泥凝固后的各种参数的技术指标。其中包括水泥石抗压强度、抗拉强度和胶结强度。目前,有关的油井水泥技术规范已经规定了水泥石最小抗压强度的数值。美国石油学会的“油井水泥材料和试验规范”及我国的国家标准“油井水泥及其试验方法”都具体规定了抗压强度的试验程序。同时,人们认为抗拉强度也是水泥石强度的指标之一。它与抗压强度之间有一个比较稳定的比例关系。某些学者的研究表明,水泥抗拉强度是抗压强度的十二分之一。

随着油井水泥浆实验研究的发展,越来越多的专业工作者认为^[1],测定和限定水泥环和套管、井壁之间的胶结强度更有实际意义。它的大小直接影响着层间是否窜漏、封固段能不能承受高压酸化压裂等增产措施的问题。在以往的固井作业中,许多井虽然经过测井检测,认为质量是百分之百,但却不同程度地存在着层间互窜,严重影响了原油的开采。造成这种现象的一个重要原因就是水泥环的胶结强度过低,在固井施工后不长的时间内,就可能出现水泥环与套管或井壁的开裂。因此,研究水泥凝固后的胶结强度成为生产的实际需要。近年来,国内外许多学者正在进行这方面的工作。由美国道维尔斯伦谢公司出版的《注水泥技术》一书中就把水泥胶结强度分为了剪切胶结强度(机械性的)和液力胶结强度