

录井技术

文集

石油工业出版社



录井技术文集

《录井技术》编辑部 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是在《录井技术》期刊编委会的倡议下,由各地编委从《录井技术》(1996年前刊名为《录井技术通讯》)所刊载的稿件中推荐出,经本书审查小组定稿,由《录井技术》编辑部重新整理而成的。全书分为论坛、研究与探讨、气测录井、地化录井、工程录井、荧光录井、录井仪器、随钻录井和经验交流九个部分,共52篇文章。反映了综合录井各项技术的发展过程及方向,阐述了应用这些技术方法及时发现油、气、水层、指导安全优化钻井方向的问题。文章内容丰富、涉及面广,有较强的实用性和可操作性。

本书可供录井人员、钻井人员以及从事勘探开发的科研人员参考,也可作为从事地质和钻井工程交叉研究人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

录井技术文集/《录井技术》编辑部编.

北京:石油工业出版社,1999.9

ISBN 7-5021-2719-4

I. 录…

I. 录…

Ⅱ. 油气钻井-录井-技术-文集

N. TE242.9-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 33861 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

北京密云华都印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 21.5 印张 550 千字 印 1—3000

1999 年 9 月北京第 1 版 1999 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2719-4/TE·2140

定价:32.00 元

序 言

录井是一项随钻技术,起先它是勘探者的耳目,逐渐上升成为勘探者的有力助手,现在已成为勘探者的重要参谋。这种角色的提升,首先应归功于其技术的进步,录井已从过去的手工操作、人工定性描述发展为应用多种仪器装备,集数据采集、处理和解释为一体的石油勘探技术。现代录井技术使用物理的、化学的、计算机的各种先进方法和手段,使自己成为一种涉及石油地质、地球化学、钻井工程、传感技术、信息处理与传输等多种综合科学的综合技术。是当代高科技的产物,它在油气勘探中显示了愈来愈重要的作用和广阔的发展前景。

录井技术的进步,是录井广大科技工作者多年不懈努力的结果,他们在环境较差的条件下默默耕耘,发奋图强并借助改革开放的有利时机,发展壮大自己。尽管目前装备水平、高新技术含量与物探、测井等勘探专业相比还有一定差距,但只要不断开拓和创新,这种差距会不断缩小。

《录井技术》这份刊物作为近十多年来反映录井技术发展的媒体,它在报导、传播、推广录井新技术、新方法和推动录井行业技术发展方面作出了重要贡献。目前,它已成为我国录井行业唯一一份指导行业发展和推动技术进步的刊物。《录井技术文集》是《录井技术》编辑部应广大读者的要求,按照该刊编委会的决议编辑、出版的。

此次出版、发行的《录井技术文集》,是从近十多年发表于《录井技术》中数百篇文章中择优选出的,它从一个侧面反映了近代录井技术的发展与水平。该书内容较为丰富,对广大科研人员和勘探现场技术工作者了解和掌握录井新技术十分有益,对录井技术的发展将起到推动作用。

高瑞祺

1999年6月

前 言

录井是一项随钻技术,起先它是勘探者的耳目,逐渐上升成为勘探者的有力助手,现在已成为勘探者的重要参谋。这种角色的提升,首先应归功于其技术的进步。录井已从过去的手工操作、人工定性描述发展为应用多种仪器、装备,集数据采集、处理和解释为一体的石油勘探技术。现代录井技术是用物理的、化学的、计算机的和信息科学的各种先进方法和手段武装、丰富自己,涉及石油地质、钻井工程、地球化学、地球物理测井、传感技术、信息处理与传输,是应用数学和计算机等多种现代科学技术的一种边缘专业技术,是当代高科技的产物,它在油气勘探中显示了愈来愈重要的作用和广阔的发展前景。

录井技术的发展是录井广大科技工作者多年不懈努力的结果,他们在环境较差的条件下默默耕耘、发奋图强,在改革开放的有利时机发展壮大自己。尽管目前装备水平、高新技术含量与物探、测井等勘探专业相比还有较大差距,但只要不断开拓和创新,这种差距会不断缩小。正视录井专业以前的落后,客观地看待和评价近年的发展,这将更加激励我们加倍地付出和努力。

《录井技术》这份刊物作为近十多年来反映录井技术发展的媒体,它在报道、传播、推广录井新技术、新方法和推动录井行业技术发展方面做出了重要贡献。目前,它已成为录井行业唯一一份指导行业发展和推动技术进步的刊物。《录井技术文集》是《录井技术》编辑部应广大读者的要求,按照该刊编委会的决议组织出版的。

《录井技术文集》的文章是从近十年发表于录井期刊的数百篇文章中择优选出的,它从一个侧面反映了近年录井技术的发展现状与水平,同时收集、涉猎了国内外的先进技术与发展方向,对广大科研人员和勘探现场技术工作者了解和掌握录井新技术十分有益,同时也弥补了录井专业技术书籍缺乏、文献难寻之不足。该书的出版是录井行业的一件喜事。

目 录

论 坛

录井学科在勘探事业中的地位	郭学增(3)
论录井技术发展方向	巫正礼(6)
录井技术发展现状与展望	王佑宁(14)
试论录井技术在钻井系统工程、信息系统中的地位与作用	高 岩(19)
综合录井技术在油气勘探中的应用及发展方向	程世平(23)

研究与探讨

随钻地层压力检测技术在石油勘探中的应用	吴龙斌 刘树坤(33)
五参数录井综合解释模型	龙铎禹(42)
钻井过程中气层判别方法研究	许章延(48)
油气层综合解释系统	刘小红 王峭梅 王晓鄂 王学刚 闫惠珍(56)
酸解烃法在地质录井中的应用	李慧琳 魏焕清(63)
神经网络技术在综合录井油气层判别中的应用	罗 平(67)
现场录井定量分析方法试验及油气层解释方法探讨	夏长海 何子江 刘国宏(72)
碳酸盐岩地层欠平衡钻井中录井方法与资料应用探讨	姚中东 韩巨磊(84)
碎屑岩储层物性参考值评价法	李香峰(91)
对气测全量曲线“负漂”的认识及资料应用价值的探讨	吴龙斌 周秀杰(96)
岩心含油产状级别划分标准的改进	梁久红(100)
油气上窜速度的计算及应用	武庆河(104)

气测录井

国外使用的一些气测录井解释方法	姚汉光(111)
气测仪工作曲线研究	龙铎禹(120)
应用联机气体参照法实现烃显示的定量比	耿子友(126)
根据气测录井预测气油比的探讨	李玲玲(133)
气测录井在油气层解释中的优势	朱兆信 刘 忠 姚金志(142)
自动真空蒸馏脱气器和电动脱气器效果比较	徐光国(146)
关于破碎气、压差气、二次循环气和外源气的探讨	高成军(150)
气测烃体积分数与电压值的关系公式及其标定的探讨	张平占 郭学增(157)
取心井段气测参数的回归	宋义民(161)

地化录井

地化录井技术的发展趋势	李玉恒(167)
利用热解气相色谱鉴别真假油气显示	
..... 韩 方 李 荣 闫 燕 王树森 李斌 孙述文 宫荣臻	(174)

开发井地化录井评价技术·····	李玉桓(184)
油气层地化亮点评价研究与实践·····	牛书立 张 军(199)
稠油储集层地化分析与评价·····	王爱云 丁莲花(203)
储层产液性质的热解识别方法·····	郎东升 菅云英 刘 芳(207)
应用热解分析技术识别真假油气显示·····	郭树生 郎东升 毕树彬(210)

工程录井

录井技术在钻井工程中的应用·····	朱根庆(217)
钻柱振动信号采集系统及谱分析·····	高 岩 陈亚西 郭学增(227)
钻井工程事故的监测和预报·····	陈亚西 纪 伟 彭时冲 寇红艳(234)
华西 1 井钻具刺漏预报分析·····	王 敏(245)
现场超压检测工作讨论·····	翟延平(250)

荧光录井

荧光定量检测方法·····	耿子友 姜 萍(257)
荧光显微镜在录井中的应用探讨·····	乔兰勇 李祥春 李永宏(265)

录井仪器

一种新型气测仪的设计思路·····	徐有信(268)
新型定量气体脱气器·····	陈相国 姜和兴(276)
钻屑采集、分析技术的新进展 ·····	陈东敬(284)
雷电对录井仪器设备的危害及其防护·····	吴龙斌 梁云香(293)
色谱录井仪几例故障的检查与修理·····	何炳振(299)
硅压阻式压力传感器的性能特点和使用·····	宋宝元(304)

随钻录井

随钻地震 SWD 监测技术 ·····	边少卿 李江陵(311)
SLIM 1 小井眼随钻测量系统工具及应用 ·····	时鹏程 许 磊(314)

经验交流

完善录井方法,走向国际市场

——从洞庭湖国际承包服务看中外录井·····	蔡建成 王希贤 蒋建平(323)
转变观念,向国际标准靠拢——浅谈录井对外承包的经验和教训 ···	李 健 王佑宁(327)
电导率录井在石南 1 井的应用·····	高成军 王 洪 卫扬安(330)
d 指数简介及其应用 ·····	张国喜(333)

论 坛

录井学科在勘探事业中的地位

郭 学 增

(石油大学,北京)

摘 要 本文阐述了创建录井学科的必要性,录井技术已经具备了发展为一个相对独立学科的条件。录井作为信息产业在石油勘探领域的分支,具有其它学科无法取代的地位;确认录井学科,有利于聚集人才,推动该项技术快速发展,促进录井产业化的成熟,发挥少投入多产出的技术优势,更好地为石油勘探服务。文章还对录井学科前沿技术作了简介,并建议成立协会来促进录井行业的发展。

一、引 言

录井技术正象一支羽毛逐步丰满的雏雁,在众多学科面前崭露头角,以其对勘探事业不可磨灭的贡献,宣布录井技术将逐渐发展成为一个可以与石油测井、石油物探并列的、相对独立的边缘学科。

录井技术跟随着勘探事业的需要,逐步用物理的、化学的、计算机的和信息科学的各种先进方法与手段武装、丰富自己,愈来愈表现出不能被别的学科所取代的态势。

创建一个新的学科,需要回答以下几个问题:1)学科的确切定义和内涵;2)它的研究对象和研究方法;3)录井的独特理论;4)它在学科系统中的位置及相关学科的关系。

二、创建录井学科的必要性及其地位

首先,录井是一项随钻技术。起先它是勘探者的耳目,后逐渐上升为勘探者的有力助手,以后还会成为勘探者的重要参谋。这一功能性的变化,充分反映了它在勘探事业中的地位,同时也决定了录井技术发展的广阔前景和目标的独立性。

其次,它能主导一个独立的产业——录井产业,它是信息产业在石油勘探中的分支,而信息产业是可以独立为不同勘探目标服务的。它利用种种可能的渠道获取地层深处信息,以种种手段和方法去排除干扰和假象,提供优质的信息服务,进一步使这些信息成为勘探者决策的可靠依据。

第三,经过录井工作者多年的辛勤劳动,已经逐步形成了一些起主导作用的行业理论,诸如针对勘探工作地面和地下的参数传感和采集理论、异常状况识别理论、信息资源两级开发理论等,这些理论是在多年的实践中逐渐形成的,反过来又在促进着录井技术的发展和完善。

第四,它与一系列相邻学科,诸如电子技术、通讯技术、计算机技术、应用物理、应用数学、石油地质、石油工程等有着固定的且密切的学术关系,明显呈现出边缘学科的特色。

在当今确认录井技术为学科,具有特别重要的意义。

录井技术正处于一个重要的发展阶段,硬件技术已趋于稳定和成熟,而软件的发展正蒸蒸日上。此时,明确录井学科有利于聚集人才,有利于迅速赶超世界水平,有利于用有限的资金快

速发展石油工业。

录井学科的目的,是要探索随钻过程中的各种信息规律,从而利用这些规律,为石油勘探服务。

众所周知,石油钻探是一项耗资巨大而又风险性极高的工程。如何以最少的投资钻达目的层,这就是钻井系统优化的问题。钻井系统优化始终是钻井工程的永恒主题。

要实现钻探的系统优化,始终要以录井取得的信息为前导。钻探的系统优化目标,就是以最少的投入换取最多的产出。

少投入体现在录井信息为工程服务,多产出体现在录井信息为石油地质服务。录井学科将为这一不可偏废的双重目标,即为石油勘探的少投入多产出,揭示和探索录井信息的内在规律性,并为其提供规律性的保证。这对于勘探事业来讲,是至关重要的。

三、录井技术的几个方面

为了科学地实现上述目标,有必要对当前国内外的技术状况,作一认真的分析。录井技术包括以下几个方面:

1)录井的基础理论。地面与地下诸多参数的传感理论、异常情况的识别理论、信息资源的两次开发理论等。

2)录井的装备与设施。各种不同类型的传感器系统、各种专用的谱分析系统、各种专用的信息处理和传输的硬件系统等。

3)录井的软件系统。各种在线信息处理系统、各种满足勘探要求的信息处理系统、录井的专用传输系统及信息资源后继开发系统等。

4)录井产业的组织与市场培育。录井产业的规章制度、各种技术规范、录井技术服务市场的培育与运行机制等。

以上几个方面国内形势是,在硬件设备中显然由于基础电子产品的落后状况,在硬件技术方面处于劣势;但是在软件技术方面却是另一番景象。多年培育起来的具有中国特色的录井技术并不比国外逊色。例如在深度与钻位校准技术、谱图传送技术、在线油气解释技术、多水力图版技术等方面,均比国外突出。重点在于,要看到和正确认识具有我国特色的录井软件技术的发展。

当今的形势,正是国内录井行业谋求发展的一个机遇。可以利用录井软件优势弥补录井硬件劣势,利用这一机遇去赶超世界先进水平和占领录井技术前沿。

以上四个方面的发展无不以录井的前沿技术为主导,故分析录井学科的前沿技术最为重要。

四、录井学科的前沿技术

录井产业自从80年代形成以来,经历了近10年的硬件发展阶段,此阶段的发展特征是以单项参数仪表集成系统,在系统中分离出一次表与二次表,此时的采集系统仅起到了集中和记录的作用。

录井产业发展的第二阶段至今,又用了10年的光景。它的发展特征是以硬件软化为起点,起初用脉冲式绞车传感器和软件程序替换机械传动的Z装置,后来是色谱仪数据进机,使计算机成了录井系统的主宰,计算机系统又由286、386、486、586再到PⅡ和SUN工作站等。此

后,计算机软件的发展,又成了计算机的主宰。

由具有八大功能的联机软件和与之配套的脱机处理软件,到多任务、多用户的井场局域网和基地广域网等,构成了今天丰富多彩的录井技术景象。此阶段硬件的发展变化表现在追求地面参数的高可靠性,地下参数的参与和多信道的引入,这又给录井增添了新色彩。

在这种发展进程中,什么是录井学科的前沿技术?什么又是近期内可被攻克科学堡垒?

- 1) 钻柱应力波频谱分析技术;
- 2) 三维荧光光谱扫描技术;
- 3) 随钻核磁共振扫描技术;
- 4) 分散目标优化决策体系与技术监督体系等。

现在对四个方面做一个粗略的展开。

钻柱是当今钻探的工具之一,它是直接接触和作用地层的一个重要环节。但是我们对它提供的信息利用得甚少,或者说提取得甚少。过去由于信息处理理论的不足,使我们不敢去分析其中被舍弃的部分。现在不同了,可以发挥软件的优势,去提取两大方面的信息。一方面提取钻头工况信息;另一方面提取所钻地层的信息。正好扣钻探优化的目标,前者解决少投入问题,后者解决多产出问题。

荧光光谱用于找油,是众所周知的技术。但它还能提供什么信息?原油能发荧光,是由于它含有环烃,而环烃的不同又说明了原油的形成史。这对于常年找油的石油地质工作者来说,三维荧光扫描技术是一把有用的钥匙,用它可望解开油源的锁。

石油开发工作者最关心的是地下的原油能不能采出的问题。而随钻核磁共振技术是一项可以深入岩层的探头,它可以将岩石内部的细微结构弄得一清二楚。这对于滚动勘探和滚动开发来说,又是一个少投入和多产出的问题。

录井队就是一个常年在分散的井场连续收集信息的队伍。录井信息的价值,是绝对不能以一口井论述的。分散目标的集合,即面上信息的集合,要解决的是勘探的大局问题。录井资料需要集合、需要远传、需要共享,已是迫在眉睫的问题。信息一旦集中,如何运用、如何提取、如何管理,是发展中必然要遇到的问题,这只是个时间早晚的问题。到那时,录井对勘探的作用就会更突出了。

五、行业协会是录井技术发展的组织保障

这些年来,我国录井技术的发展不能令人满意,原因之一是组织措施不利。眼看兄弟学科蓬勃发展,我们总是在幻想,有朝一日录井也能成立协会。一个好的设想,必须有一系列保障措施才得以实现,而在诸多保障措施中,组织措施又是首要的。所以,为了适应形势的需要和行业发展趋势,成立录井协会势在必行。

组织行业协会的目的是求得行业的发展,首先是求得行业的技术发展。组织行业协会可以分两步走,即首先组织录井技术协会。录井技术协会是一个学术性组织,民办官助。通过交流信息和学术活动推动录井技术进步,促进学科的建立,确定录井学科的发展方向和学科带头人,协调各单位间的科研任务。待条件成熟时升级为行业协会,使之具有市场和生产协调功能。

(原稿载于《录井技术》1998年第4期)

论录井技术发展方向

巫 正 礼

(胜利石油管理局地质录井公司)

摘 要 本文分析了国内、国外录井技术的现状,着重分析了国内外录井技术的优势和不足。针对我国实际情况从七个方面论述了录井技术的发展方向。文中特别强调我国录井技术的发展,不能老跟在别人后面走,要形成中国录井技术的特色,这一目标经过录井界同行的努力是可以实现的。

从石油工业诞生的那天起,录井技术就诞生了。我国录井技术的发展经历了十分漫长的历程,从画方钻杆记钻时,捞砂样恢复地层剖面;到气测仪配合记钻时,用百分比法恢复地层剖面,初步判断油气层;到应用综合录井仪实时采集各项资料,用计算机技术建立剖面,识别油气层,若以孙建初先生在玉门油矿开展工作算起,历时 60 余年。这期间,录井技术在发展,但发展的速度与其它技术相比却是非常缓慢的。究其原因主要有三点:一是体制问题,录井工作人员的积极性得不到发挥;二是录井技术的定位问题,长期以来把录井技术当作钻井技术的辅助技术,而不是油田勘探开发技术领域中的一门专业技术,约束了技术的发展;三是装备落后。经过地质录井工作人员长时间的努力,录井技术的发展取得了令人信服的成绩。当今的录井技术已成为石油勘探开发过程中一项不可替代的专门技术,录井工作人员成为油气层的第一发现者。对录井技术如何发展,在勘探开发中如何更好地发挥作用,已成为录井工作者最为关注的问题。

一、国内现状

录井技术经过近 10 余年的发展,已突破了原有的概念。以前,一提到录井工作,通常指的是岩屑、岩心录井(气测仪也很少),技术手段比较单一。录井行业自 1985~1986 年大规模引进综合录井仪后,发生了较大变化。时至今日,综合录井技术、气测录井技术、地化录井技术、定量荧光分析技术等陆续加入录井行业,形成了多种方法组成的新型录井技术。总起来看,国内录井技术的发展呈现以下几个特点。

1. 综合录井技术继续发展

综合录井仪由于具备随钻实时采集、资料丰富、能及时处理各项资料数据等特点,受到用户和钻井队的欢迎。我国自 80 年代中期引进 40 多套仪器后,各油田都组织了精干的队伍,使仪器迅速投入使用,从而带动了录井技术的发展,产生了质的飞跃。在此基础上,各油田又相继投入资金和人力,改造仪器,编制新的软件或生产仪器。如胜利、大港、中原、新疆等录井公司均编制了自己的软件。国内生产录井仪的厂家已有多家,所生产仪器的技术性能也达到了国外 80 年代的水平,但因各厂家资金有限,又分散进行,均未达到理想境地。进入 90 年代,特别是近 3 年来,由于反承包市场的出现和新区勘探的要求,以及用户要求的提高,再次出现了引进

新仪器的高潮。据统计,3年内共引进42套仪器。近期引进的仪器与80年代中期的仪器相比,仪器性能、软件功能有了很大的提高。为了与国际接轨,走出国门进行录井技术服务,与国外厂家联合生产仪器,或改造仪器已出现新的局面。同时,不少录井公司仍在组织人员致力于新软件的研究,以期达到或接近国际水平。

2. 单一的气测录井正在逐渐萎缩

气测录井技术已应用多年,曾在石油勘探开发过程中发挥过重要作用,但仪器自身存在两大缺陷,限制了该技术的发展。主要表现在:第一、所取资料比较单一,只有全烃、组分,且油气层的解释方法落后,人为经验占有重要成分;第二、缺少工程参数,不能更有效地配合钻井队提高钻井效率,最终提高勘探的综合效益,加之综合录井仪日益完善,使得气测仪更相形见绌。目前,882型仪器虽较701型仪器有一定改进,但并未有本质上的变化,可以预料,当属淘汰之列。据悉,新疆、中原、大庆、胜利等录井公司,都相继决定不再购置气测仪,确需更新时,以综合录井仪取而代之。

3. 地化录井技术正蓬勃发展

地化录井是在岩石热解色谱分析技术的基础上,从实验室移植到现场使用的技术。这项技术对于发现油气显示,判断原油性质、油气水层,计算含油饱和度有其独特的作用。据统计,在取样真实的前提下,判断油气水层的符合率可高达80%以上。单项资料有如此高的符合率,在勘探技术领域是罕见的,因此,地化资料颇受勘探管理部门的重视。地化录井除应用于勘探领域之外,已开始应用于开发领域。

4. 定量荧光分析技术已显示出它的优越性

以前的荧光录井采用比较简单的荧光灯,在现场已使用了数十年,发挥了一定的作用。但由于这类荧光灯的缺陷,在分析过程中,无论是荧光滴照,或是系列对比,都只能给出定性的概念,因此,荧光分析资料的应用受到了较大影响。定量荧光分析仪进行荧光分析有明显优点,即固定波长,定量取岩样和试剂,所得分析数据精确可靠,对比性强,且分析速度快,操作比较简单,定量评价油层含油特性,特别是对轻质油层和低阻油层的判断更为有效。

定量荧光仪分析技术的出现,为录井工作者提供了更加准确可靠的手段,所以该技术已得到录井界的承认,并得以广泛应用。

5. 岩心、岩屑录井应受到重视,但未摆正位置

前面提到岩心、岩屑录井技术在我国石油勘探历程中曾发挥过重要作用。由于新技术、新仪器进入录井行业,这两项技术遭到冷落,刊物中有关这方面的文章较少,技术交流会上无人涉及,这是极不正常的。殊不知,我国岩心、岩屑录井技术有其独特之处,有自己的优势:1) 现在应用的岩心、岩屑录井经历了30多年演变,全国录井工作者做了艰苦细致的工作,日益成熟,已成为我国录井界的“看家本事”,录井工作者最重要的基本功。在其它技术尚未充分发展的情况下,在发现新油田方面立下了汗马功劳,曾受到原石油部老一代领导人的高度评价。2) 国外也进行岩心、岩屑录井。笔者曾实地考察国外工作情况,发现他们捞岩屑间距较大,甚至间距不统一,描样时采用百分比法,而百分比法在50年代末已被我们淘汰,对岩心只进行整理,简要记录后即送实验室。两者相比,可以肯定地说,我国岩心、岩屑录井技术是优于国外的,是先进的。事实也是如此,据到国外服务或反承包服务的录井人员反映,国外一些石油公司愿意采用我国录井人员提供的岩心、岩屑资料,甚至解雇洋地质师。3) 物探成图、测井成果解释、地

质研究都离不开岩心、岩屑资料,如果少了这些资料,他们所得出的成果的应用价值将受到很大限制,研究工作甚至寸步难行。令人遗憾的是,近些年来片面强调物探资料、测井资料,忽视第一手基础资料的现象越来越严重,生产井目的层段不录井,甚至个别评价井也不录井已是屡见不鲜,更有甚者,一部分人认为综合录井是先进的,岩心、岩屑录井是落后的,这种认识是极不恰当的。岩心、岩屑录井的主要任务是建立准确的地层剖面,而地层剖面是解决所有地质问题最关键的基础资料,因此,应把岩心、岩屑录井摆到它应有的位置上,引起足够的重视。

6. 随钻地质导向系统的发展举步维艰

随钻地质导向系统是随钻录井 LWD 家族中的一员,是 90 年代发展起来的新技术,它的优越性是显而易见的,它是地质家实时监测钻头轨迹的眼睛,起到地质导向的作用,特别是在钻水平井、大位移斜井、丛式井组时,其经济效益也是明显的。因此,国外随钻地质导向系统发展较快,并受到用户好评。国内地质导向系统的发展有两难:其一,很多人不了解其技术特点及作用,因此,至今还在争论应把地质导向系统放在录井好还是放在测井、钻井好,各说不一,难有定论。其二,仪器价格较贵,管理部门只计算一次性资金投入,并未详细计算所得到的综合效益,故不愿使用。同样是新技术,电测的一些新项目,如核磁共振费用也较高,却可以接受,令人费解。此外,录井界自身技术准备不足也是发展困难的原因之一。现在,仅限于少数同行翻译了一些零星的资料,缺乏对该系统全貌更深入的了解,自己不明白,也难以让别人明白。

根据以上分析,录井界应当组织人员研究有关资料,包括硬件和软件的资料,对系统进行深入的研究,特别要掌握其功能和作用,然后才能对管理部门和资料应用单位作详尽的介绍,使更多的人了解地质导向系统,愿意使用该系统。建议仪器生产厂家试制这种仪器,整机暂时不行,可从零配件着手开始研制,降低进口费用,促进技术的发展。

国内已有录井服务单位购进了随钻录井 LWD 装备,正在现场试用,及时地研究、消化该项技术,总结应用成果和经验,对该技术的推广十分必要。对于大多数国内录井单位而言,应做好该项技术的知识储备提到议事日程,否则一旦有了市场,购了设备,却无人能用好,恐怕也难有效益,失去竞争的机会。

二、国外现状

国际上石油工业的复兴为石油公司带来了巨大的经济利益,为石油公司提供技术支持的技术服务公司也获得了相应的丰厚利益,因此,这些年来,围绕石油勘探开发的技术服务公司十分活跃,从而带动了相关技术的发展,录井技术的发展亦如此。90 年代新出现了两家专业化录井公司(国际录井公司和 Petron 公司)即是很好的证明。国际上录井技术的发展,重在综合录井仪的升级换代和配套应用软件的开发,进入 90 年代后,又陆续出现了几种小型仪器为代表的技术,如定量荧光分析仪、压力监测仪、钻具振动分析装置等,并无新型大仪器的诞生。

1. 综合录井仪有明显改进

综合录井仪经过 10 余年的发展,确有较大进步,仪器性能更先进,计算机系统配置和软件功能更加成熟,其主要特点如下:

仪器更新换代速度加快。国际上录井仪大体上是 5 年左右换一代,若从 1985 年算起,有代表性的公司都换了两代。如法国地质公司已从 TDC 升级为 Geo 5000 到 Geo 6000;哈里伯顿公司已从 Geodata 升级为 SDL 到 SDL 9000。每次升级,仪器性能、功能均有显著提高。改进后

的仪器性能可靠,电路集成化程度提高,故障率降低,便于操作、维护、保养。数据处理多样化,显著提高了资料的精确度和适用性;而且分析项目增多,分析周期缩短,分析精度提高,最小检出含量越来越小;传感器的可靠性、精确度、耐用性都有不同程度的提高,这些方面的提高,对发现油气层,特别是薄油气层和显示较弱的油气层非常有利。

综合录井仪在提高软件功能方面远较仪器硬件发展快,各公司的仪器升级换代,主要是在此方面做工作。所配备的机型逐渐高档化,如贝克休斯仪器用了两套 SUN 工作站,4 台微机;哈里伯顿仪器用了 1 套工作站,4 台微机;法国地质公司仪器配有 5 台 586 微机,均形成独立的网络,便于资料采集、处理、解释及数据传输。应用软件的更新是各公司的工作重点,大体是 3~4 年换一代。每更新一次,软件的可靠性、灵活性、人机界面等都有一定提高,所出的资料更加漂亮,资料格式更加灵活,可满足不同用户的需要。

2. 录井技术向随钻录井 LWD 技术发展

国际上录井技术已经向高层次、更能直接快速了解地下地质情况、解决地质问题的方向发展,展示了录井技术发展的广阔前景。当前,有代表性的是 LWD 技术的发展。国外一些从事录井仪器生产和服务的公司已转向 MWD、LWD 仪器的生产或技术服务,如哈里伯顿、法国地质服务公司等。安那聚尔公司原先是从事录井仪器生产的公司,已停止录井仪的生产,专门从事 MWD、LWD 的研制、生产。另一些大公司,开始缩减录井仪的生产,扩大 MWD、LWD 仪器的生产。

3. 录井设备有向小型仪器发展的趋势

国外公司以市场为导向,以盈利为目的,在价格昂贵的大型仪器无本质变化的情况下,又不愿花大钱研制完全新型的录井仪器,向小型仪器发展势在必行。定量荧光分析仪器是德士古石油公司用 8 年时间研制成功的,1995 年我们考察德士古公司时,研制人员给我们进行了讲解、演示,参观者莫不感到惊讶,表明大石油公司花费财力、人力研制小型仪器是一个新的动向。

ALS-V 是一种用于测量钻具振动的装置,ALS-K 是用于压力监测的小型仪器,都是法国地质服务公司的产品,可单独使用,也可与录井仪配套使用,但却不做为录井仪的一部分卖出,必须另行购置。

美国 Petron 公司,既生产大型录井仪,又生产只测量气体成分、几项主要钻井参数的仪器,租给油公司使用,不必 24 h 有人看管,一周检查一次即可。这种仪器使用方便,租金便宜,很受油公司欢迎。

加拿大 Datalog 公司生产一种小型仪器,可以测量全烃、组分 $C_1 \sim C_5$,分析周期只有 30 s,很适合在生产井使用。

世界上从事录井仪器生产的公司多是大公司的一个部门,专业化公司只有法国地质服务公司、国际录井公司、Petron 公司,无论哪类公司,都是大小并举,但对小型仪器的研制比较关注,反映了当代录井技术发展的特点。

4. 油气层评价技术水平基本没有提高

由于工作方式不同,尽管录井仪的软件功能有较大提高,但国外对随钻及时评价油气层工作不够重视,评价技术没有进步。各公司生产的仪器,在 80 年代采用三角图版法、皮克斯洛法、3 H 法进行油气层评价,现在生产的最新仪器仍然采用这些方法。十几年来,我们用这些方法

评价油气层,效果不理想,与外方公司谈及此事,均不能得到满意的答复。

三、发展方向

冷战结束后,世界经济形势发生了巨大变化,石油工业全球化的格局已然形成。尽管石油价格不像预测的那样,到本世纪末上涨到每桶 45 美元,事实上不但未涨,反而逐渐下跌,但油公司并未亏本,仍在不断开发新油田。分析原因,石油勘探开发采用了大量新技术,成本逐渐下降,油公司有利可图。录井技术是石油勘探开发技术中不可缺少的一个门类,是一项花钱少、效果好的技术,录井工作已成为油公司舍得投入、重点涉足的工作领域之一。反观国内,录井技术今后如何发展,不少人发表了真知灼见,报刊上也正在探讨。根据我的理解和认识,对我国录井技术发展方向提出以下几点意见与同行进行探讨。

1. 录井技术应走综合发展的路子

我国录井技术经过近 10 多年的发展,到现在仍然保持着装备单一、功能单一、服务能力单一这样的现状,极大地限制了录井技术、录井行业的发展。拓宽发展思路,扩大服务领域,是录井技术发展的必由之路。从提高勘探开发综合效益出发,围绕井筒开展多项目的综合服务是完全可行的。

1) 新一代录井仪均配置有测试、测井、MWD、LWD 接口,若配备相应的数据转换软件,并掌握其工作方法,即可开展有关的工作,做到一机多用,大大提高资料的丰富程度,亦可为勘探开发节约投资。

2) 开展生产过程中的分析化验工作。包括岩矿分析、古生物分析、泥岩密度分析、碳酸盐分析、罐顶气分析,还可考虑将三维荧光分析放到现场进行。

3) 对钻井液做更深入的分析工作。钻井液作为油气显示的载体,在油气检测方面做的工作较多,其它则做得较少。如钻井液滤液连续测量、酸碱值连续测量、钻井液荧光连续测量等。

4) 开展油气层保护工作。钻井过程中的油气层保护非常重要,各级领导也很重视,目前这项工作总体水平较低,正是开展工作的好时机,只要组织得力人员进行研究,相信录井人员是可以胜任的。

5) 深入开展一口井的研究工作。钻探一口井取得了大量的资料、数据,如何把各项资料充分应用起来,录井工作者责无旁贷。在一口井的基础上开展区块或小区域研究,甚至可发展到勘探阶段的初步评价研究。

6) 应高度重视新技术、新方法的开发研究。新技术、新方法的开发研究,是促进录井技术继续发展的关键。国外公司之所以能保持他们的先进水平,就是因为他们重视新技术、新方法的研究,投入大量资金、人力,不断推陈出新,增强自己的实力,占领市场。而我国录井技术的发展主要靠引进新仪器,但靠花钱买是买不到最先进技术的。因此,应加大资金投入,组织优秀科技人员,集中攻关,才是录井技术发展的有效途径。

2. 突破油气层评价技术,带动录井技术整体水平的提高

钻井的目的是要出气、出油,录井的目的是发现油气层,最终评价油气层,所以油气层评价至关重要。对这个问题,有两种截然不同的看法,一种看法认为,录井工作者把所有资料收集齐全准确就完成了任务,油气层评价不属于录井工作范畴;另一种看法则认为,录井工作不能只生产半成品,必须完成全过程,油气层评价是录井工作成果的集中表现,不但要搞,而且应当搞