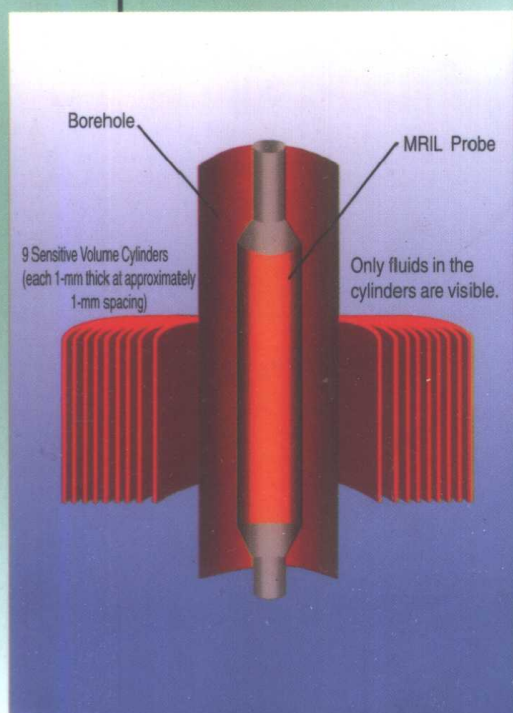


石油勘探工程技术

论文集

(测井、录井、测试)

高瑞祺 主编



北京)

8-53

石油工业出版社

内 容 提 要

本书精选了 1997 年底石油勘探工程技术座谈会上的部分论文共 20 篇, 内容包括测井、录井和测试三部分。

本书可供石油勘探工程技术人员及有关大中院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

石油勘探工程技术论文集: 测井、录井、测试/高瑞祺主编.
北京: 石油工业出版社, 2000.6
ISBN 7-5021-2823-9

I. 石…

II. 高…

III. 油气勘探-学术会议-文集

IV. P618.130.2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 51822 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)
河北省徐水县印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 14.75 印张 377 千字 印 1—1000

2000 年 6 月北京第 1 版 2000 年 6 月河北第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2823-9/TE·2208

定价: 35.00 元

前 言

“八五”以来，中国石油天然气集团公司加大了钻井、录井、测井、试油等井筒技术的攻关及技术、设备引进的力度，使目前集团在钻井、完井、油气层发现、油气层保护、储层评价的工艺、方法及软件开发等方面都有了较大的进步，促进了石油勘探水平的提高。

通过应用性的勘探技术攻关，形成了高陡构造碳酸盐岩裂缝型气藏钻探配套技术、沙漠腹地钻井配套技术及滩海钻井配套技术等7套成熟的钻探技术。针对高陡构造碳酸盐岩地层，采用高陡构造防斜打直、逆地层自然造斜井眼轨迹控制技术，提高了钻井速度，深井、超深井井壁失稳得到初步控制；针对塔里木油田的地质条件，在上部易缩径地层应用了低粘度低固相抑制性聚合物钻井液或阳离子聚合物钻井液，下部易垮塌地层应用了聚磺防塌钻井液，有效地解决了砂泥岩阻卡和泥页岩垮塌的问题；对于非泥页岩易垮塌地层采用了正电胶钻井液，并选用了密度合理、添加量足够的封堵剂，基本解决了石炭系盐层和第三系复合盐膏层及深井高压盐水层的钻井液问题；研究了PTA粘土稳定剂、微粒稳定剂、油溶性暂堵剂等保护油气层的添加剂，钻井工艺上采用了近平衡钻井、欠平衡钻井、钻井参数优选、井身结构优选等技术，降低了油气层浸泡时间和钻井液滤失，降低了储层污染。

综合录井在及时监测钻井工程和发现油气层上发挥了越来越大的作用，许多轻质油藏都是通过录井发现的。利用综合录井能尽早发现事故隐患，软件处理资料可优化钻井参数，在塔里木、新疆、四川等油气田都取得了很好的效果。

数控测井已成为探井常规测井技术，成像测井、核磁共振测井已初见成效，对特殊岩性裂缝储层的识别发挥了重要作用，对储层的认识更加精确。随着数控测井技术在探井中的广泛应用，油气层解释符合率明显提高，形成了四种处理解释技术：单井处理技术、多井处理技术、油气藏描述解释技术、特殊测井处理解释技术。川东地区用自然伽马和地层倾角、成像测井资料进行精细井旁地质构造形态或裂缝解释，修正了地质模型，确定了地质靶区，指导钻井利用侧钻技术钻达了目的层。

在稠油藏、低压低渗油气藏、高温高压及含硫油气藏试油上也取得了明显的进步，采取了射孔优化设计，针对低压低渗油气层，在试油、压裂技术的研究上，开展了针对低压低渗油气藏渗流机理和压力特征的研究。通过跨隔测试，改进了测试制度，提高了测试资料的质量，提高了压裂改造规模，有效地改善了油气导流能力，提高了产量，使低压低渗油气藏工业油气流的有效厚度物性下限进一步下移。开发了化学助排、氮气举升等排液工艺，缩短了压后排液时间。已基本形成了一套解决低压低渗油气藏试油、压裂的配套技术。针对不同深度、不同粘度、不同凝固点的稠油、超稠油藏，形成了蒸汽吞吐加热地层、闭式热水循环、电热抽油杆、热电缆井筒加热，以及化学降粘、储层防砂和喷射泵、抽稠泵井筒举升等一系列稠油试油工艺技术。

井筒技术作为油气勘探中的重要组成部分，结合地质目标，通过技术攻关，取得了显著的进步，促进了勘探效益的提高。

高瑞祺 郑新权

目 录

用现代测井技术提高油气勘探效益	谭延栋 (1)
测井学科重大的技术进展与面临的问题	曾文冲 (10)
测井技术在四川盆地的地质应用和展望	赵良孝 (25)
塔里木塔中碳酸盐岩储层测井评价技术研究	关雎 等 (31)
江汉盐湖盐间非砂岩储层的测井识别与评价	李春梅 (39)
鲁克沁构造带稠油油藏测井评价技术	陈辉 等 (49)
成象测井在工程技术方面的应用	谯勇 等 (64)
深穿透射孔技术在低孔、低渗储层中的应用	匡立春 等 (69)
射孔新技术、新工艺的应用及发展	袁吉诚 (74)
大庆地质录井技术新发展及其应用	梁久红 等 (83)
辽河油田综合录井技术的发展及其应用	尹光池 (94)
综合录井技术在准噶尔盆地油气勘探开发中的应用	卫扬安 (106)
工程录井在油气钻探中的应用	朱根庆 (111)
综合录井技术在吉林探区钻井工程方面的应用	金玄德 等 (122)
发挥综合录井实时监测功能为钻井工程安全服务	陈亚西 等 (127)
塔里木深井测试技术应用与发展	刘德海 等 (150)
胜利油田稠油试油工艺技术及应用	唐瑞江 等 (169)
鲁克沁构造带深层稠油试油技术攻关	付万春 (177)
大庆探区低渗透油气藏试油工艺技术应用及发展	戴平生 等 (184)
高温高压及特殊井测试技术与应用	陶志刚 等 (210)

用现代测井技术提高油气勘探效益

谭廷栋

(石油勘探开发科学研究院, 北京: 100083)

摘 要 测井是世界石油工业中高技术含量最多的产业部门之一, 系列化、数字化和标准化是现代测井技术的重要标志。应用现代测井技术勘探石油与天然气, 增加油气储量, 给世界(包括中国)石油工业带来了高效益。

一、前 言

现代测井技术就是测井高技术。在世界油气勘探中, 测井技术的发展先后经历了三个技术时代, 这就是:

- ①70 年代初, 出现第一代测井技术——数字测井技术;
- ②80 年代初, 出现第二代测井技术——数控测井技术;
- ③90 年代初, 出现第三代测井技术——成象测井技术。

全世界有 4 个石油测井大国。美国和法国正在使用成象测井技术提高油气勘探效益, 成象测井技术替代数控测井技术, 处于世界领先地位; 俄罗斯正在使用数字测井技术提高油气勘探效益, 数控测井技术替代数字测井技术, 处于早期阶段; 中国正在使用数控测井技术提高油气勘探效益, 数控测井技术对数字测井技术的替代仍在进行中, 应用成象测井技术提高油气勘探效益刚开始起步。

进入 21 世纪, 世界油气勘探将会出现第四代测井技术——信息测井技术, 它是未来测井技术的发展方向。

二、数字测井技术

数字测井技术, 是世界油气勘探使用的第一代现代测井技术。图 1 是数字测井技术中的仪器框图。数字测井技术实现了系列化、数字化和标准化, 开创了应用计算机处理解释测井数据的新纪元。数字测井技术提高了砂岩和泥质砂岩油气藏的勘探效益, 增加油气储量估计超过 10%。中国使用数字测井技术勘探石油与天然气始于 70 年代末期。

数字测井技术中的井下仪器系列有两大类: 裸眼井测井仪器系列有双感应—八侧向测井仪或双感应—球形聚焦测井仪、双侧向—微球形聚焦测井仪、地层倾角测井仪、井眼补偿声波测井仪、井眼补偿密度测井仪、井眼补偿中子测井仪、自然伽马测井仪、电缆式地层测试器等; 套管井测井仪器系列有中子寿命测井仪、碳氧比能谱测井仪、水泥胶结测井仪、生产测井仪等。数字测井技术实现了裸眼井和套管井测井仪器系列配套, 并能进行井壁取心和油气井射孔。

众所周知, 数字测井技术采集的测井数据记录在磁带上, 能直接输入计算机处理解释, 定量确定地层的孔隙度、饱和度、渗透率、泥质含量、岩石矿物成分、油气层有效厚度等参数, 为发现油气藏和评估油气储量及其产量提供科学依据。

图 2 是大港油田数字测井处理解释成果图的实例。从深度道向右, 第 1 道显示地层特性——渗透率 (单位 μm^2); 第 2 道显示油气分析——含水饱和度 (%)、视地层水电阻率 (单

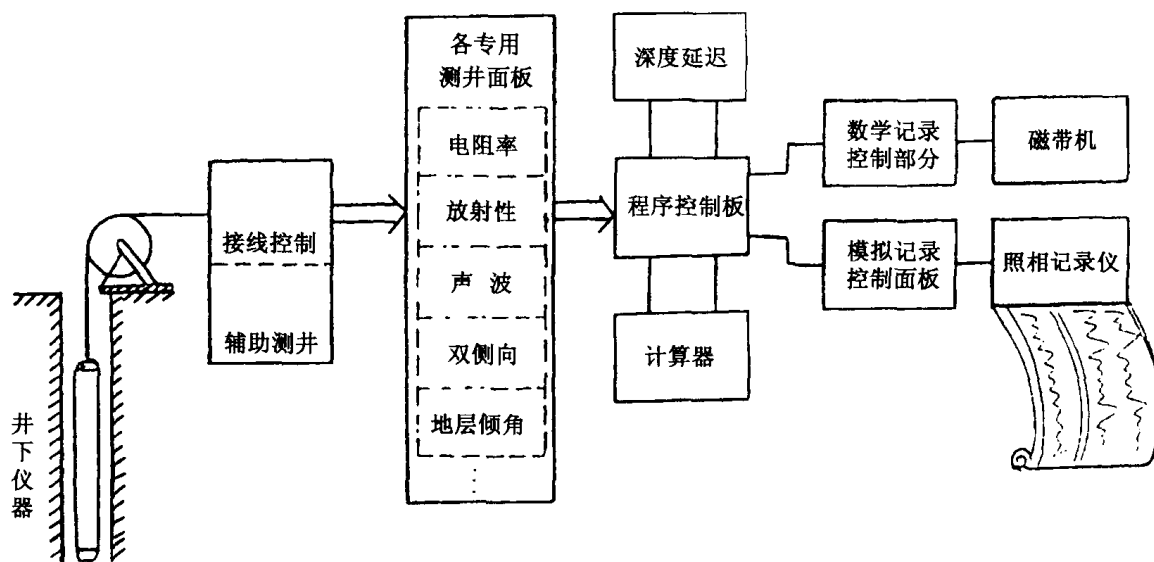


图1 数字测井技术中的仪器框图

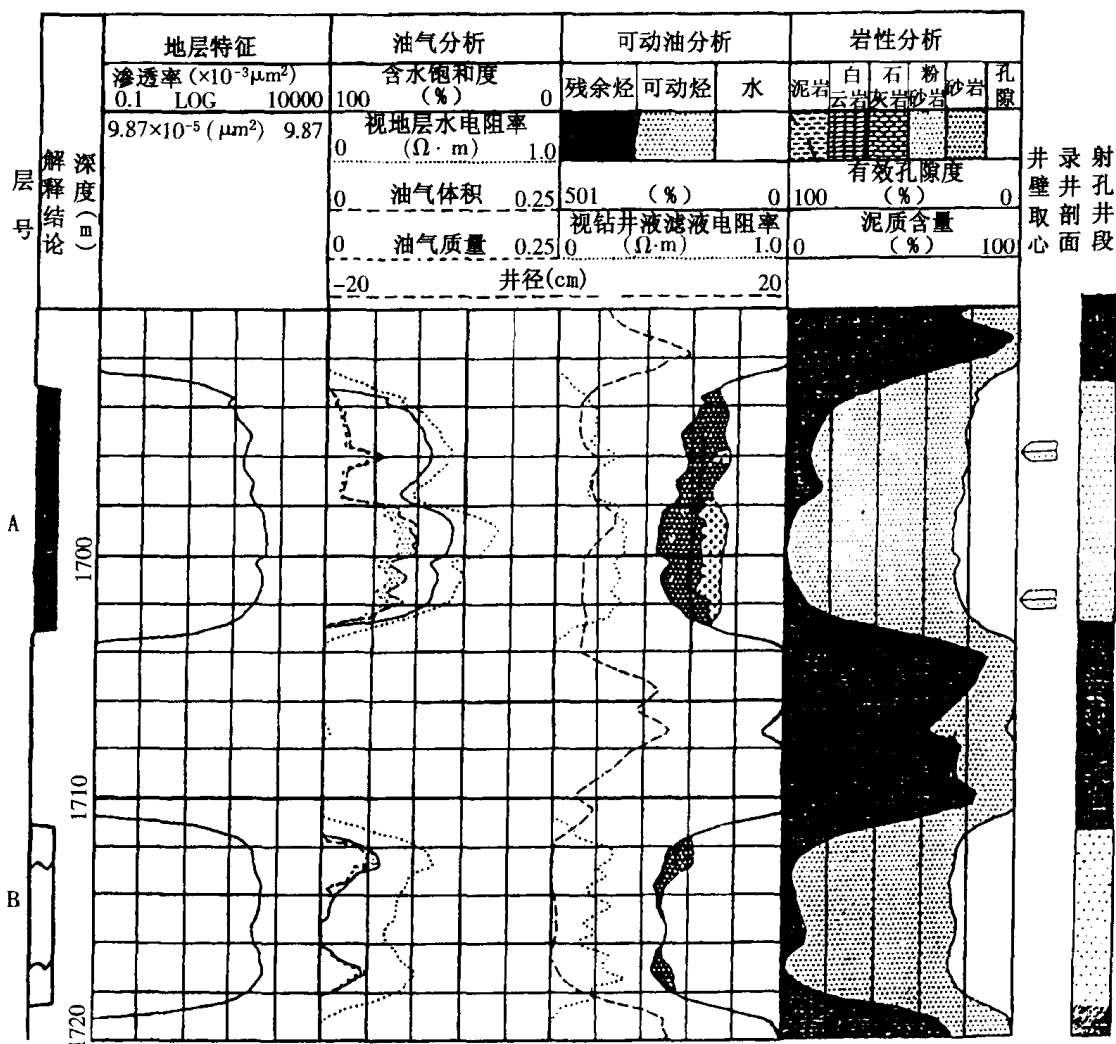


图2 数字测井数据处理解释成果图

位 $\Omega \cdot m$); 在第 1 道和第 2 道之间显示井径差值 (cm); 第 3 道显示岩性分析——有效孔隙度 (%)、泥质含量、岩石矿物成分含量 (如孔隙、砂岩 (石英)、粉砂岩、石灰岩 (方解石)、白云岩 (白云石)、泥岩 (泥质))。层号 A 解释结论为砂岩和泥质砂岩油层, 在井深 1693~1703m, 经射孔测试, 获原油产量 62t/d, 不含水。试油结果表明, 层号 A 是用数字测井技术发现的新含油层系, 从而提高了该油田的油气勘探效益。层号 B 解释结论为砂岩和泥质砂岩水层。

用数字测井技术勘探石油与天然气, 提高了中国陆相沉积砂岩和泥质砂岩油气藏的勘探效益。以东部油田为例, 用数字测井技术勘探砂岩和泥质砂岩油气层, 要比用模拟测井技术提高 20% 以上, 增加油气储量的效果显著。此外, 数字测井技术在油田开发过程中也得到了广泛的应用, 探测水驱油田剩余油饱和度, 提高了测井评价油气层水淹程度的准确性。

中国在引进、消化、吸收和创新的基础上, 由西安石油勘探仪器总厂、江汉测井研究所、江汉石油管理局测井公司等单位共同研制的数字测井仪, 实现了数字测井技术国产化, 在油田广泛应用。

三、数控测井技术

数控测井技术是世界油气勘探使用的第二代现代测井技术。图 3 是数控测井技术中的仪

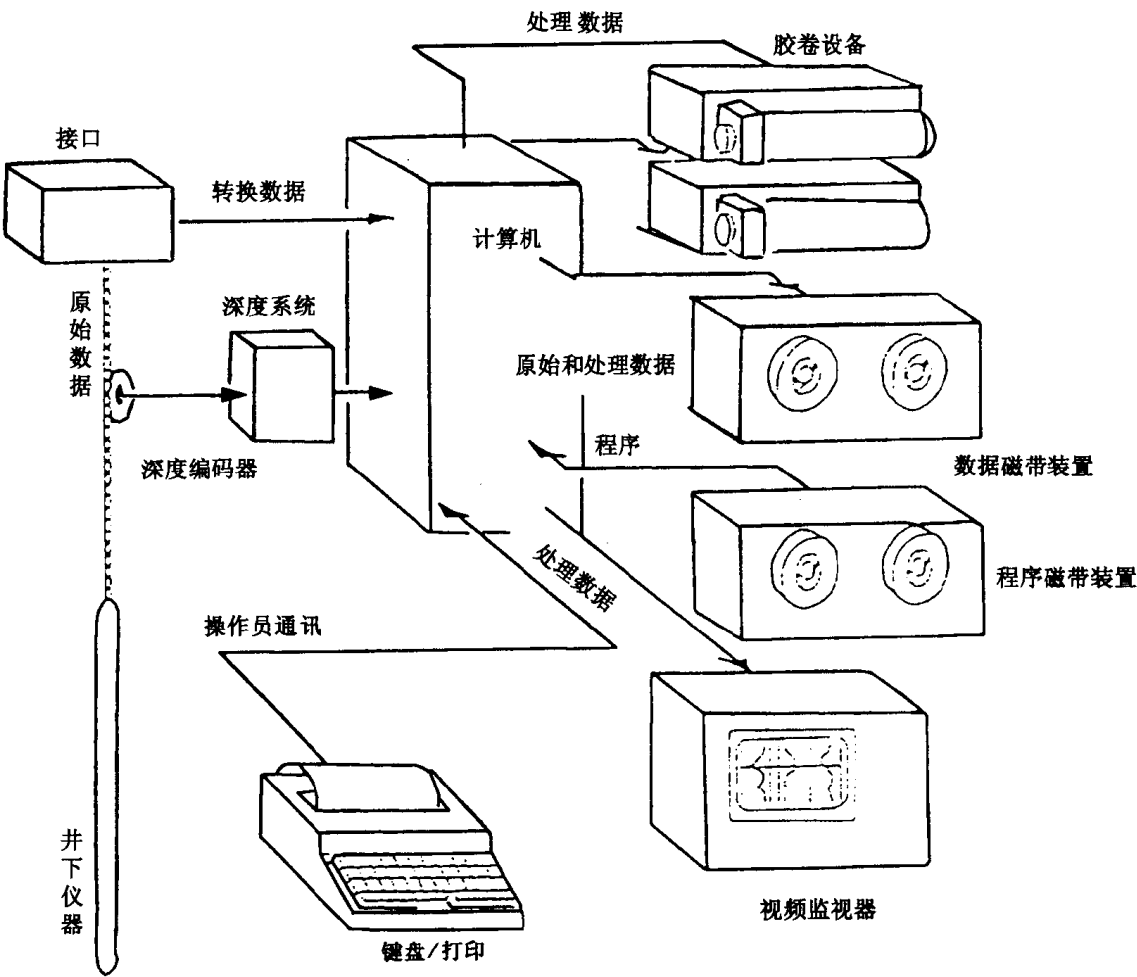


图 3 数控测井技术中的仪器框图

器框图。数控测井技术除了实现系列化、数字化和标准化外，还有数据采集、处理解释、质量控制和测井数据远距离传输的功能。实际上，数控测井技术是在计算机控制下的测井高技术，人们称为计算机测井系统。该系统还兼容了数字测井技术的功能。数控测井技术提高了非均质、低孔隙裂缝型碳酸盐岩油气藏的勘探效益。在过去 10 年中，世界油气勘探由于使用了数控测井技术，增加油气储量估计也在 10% 以上。中国使用数控测井技术勘探石油与天然气，也是始于 80 年代初期。

数控测井技术中的井下仪器要比数字测井技术中的井下仪品种多、精度更高、功能更全、系列更配套，并且开发出一批新的井下仪器，如电磁波传播测井仪、高分辨率地层倾角测井仪、地层微电阻率扫描测井仪、长源距声波测井仪、自然伽马能谱测井仪、次生伽马能谱测井仪、岩性—密度测井仪、双中子（热中子与超热中子）测井仪、地球化学测井仪、电缆式地层测试器、固井质量评价测井仪、多参数（流量、压力、温度、持水率）组合生产测井仪等。其中双感应—球形聚焦测井仪和双侧向—微球形聚焦测井仪与数字测井技术中的井下仪器相同。数控测井技术中的井下仪器系列全，根据油气勘探的需要，可以组合成有效的测井系列，提高石油与天然气的勘探效益。

数控测井技术采集的测井数据除了在井场作快速直观处理解释外，还能在计算机中心作处理解释。图 4 是任丘油田裂缝型白云岩油藏数控测井数据处理解释成果图的实例。该图从左至右显示深度、地层特性（次生孔隙度指数、平均颗粒密度和减小非相关系数）、油气分析（总有效孔隙中含水饱和度）、井径差值、孔隙度（裂缝孔隙度（ ϕ_f ）、基块孔隙度（ ϕ_b ）和总有效孔隙度（ ϕ_t ）、地层体积分（孔隙度、硅质、石灰岩（方解石）、白云岩（白云石）和粘土），为评估裂缝型油藏石油储量提供科学依据。

必须指出，评价裂缝型低孔隙碳酸盐岩油藏的工业开采价值要用原油可采储量，因为裂缝孔隙度小，但是它的原油采收率高，可采储量大；然而基块孔隙度大，但是它的原油采收率低，可采储量小，1 个裂缝孔隙度的原油可采储量相当于 8 个基块孔隙度的原油可采储量。任丘油田采用数控测井技术评价震旦系雾迷山组裂缝型低孔隙白云岩油藏的工业开采价值，可采储量增加了 1/3 倍，已被该油田多年开发实践所证实，从而提高了裂缝型碳酸盐岩油藏的勘探与开发效益。

数控测井技术中还有先进的密度、中子及声波测井技术，增强了天然气的勘探能力。从 80 年代起，世界天然气勘探由于使用数控测井技术，天然气储量获得大幅度的增长。中国使用数控测井技术提高了天然气藏的勘探效益。图 5 是崖 13—1 海上气田应用数控测井技术勘探天然气藏的实例。深度左边第 1 道显示自然电位（SP，mV）、自然伽马（GR，GAPI）和井径（CAL，in）；深度左边第 2 道显示深感应测井电阻率（ R_{ILD} ， $\Omega \cdot m$ ）、中感应测井电阻率（ R_{ILM} ）和球形聚焦测井电阻率（ R_{SFL} ）；深度右边第 1 道显示中子测井孔隙度（ ϕ_N ，%）和地层密度（ ρ_b ，g/cm³）；深度右边第 2 道显示声波（纵波）时差（ Δt ， $\mu s/ft$ ）。层号 2、3、4 是砂岩和泥质砂岩气层，在深度 3709~3725m，经射孔测试，获天然气产量 $88.6 \times 10^4 m^3/d$ 。该气藏的发现，数控测井技术发挥了重要的作用。层号 1 与 5 是泥岩层。

目前，数控测井技术是中国油气勘探的重要方法和有效手段。由西安石油勘探仪器总厂牵头研制的国产数控测井仪器系统，主要技术指标达到国外同类产品先进水平，现已投入批量生产，在油田推广应用。

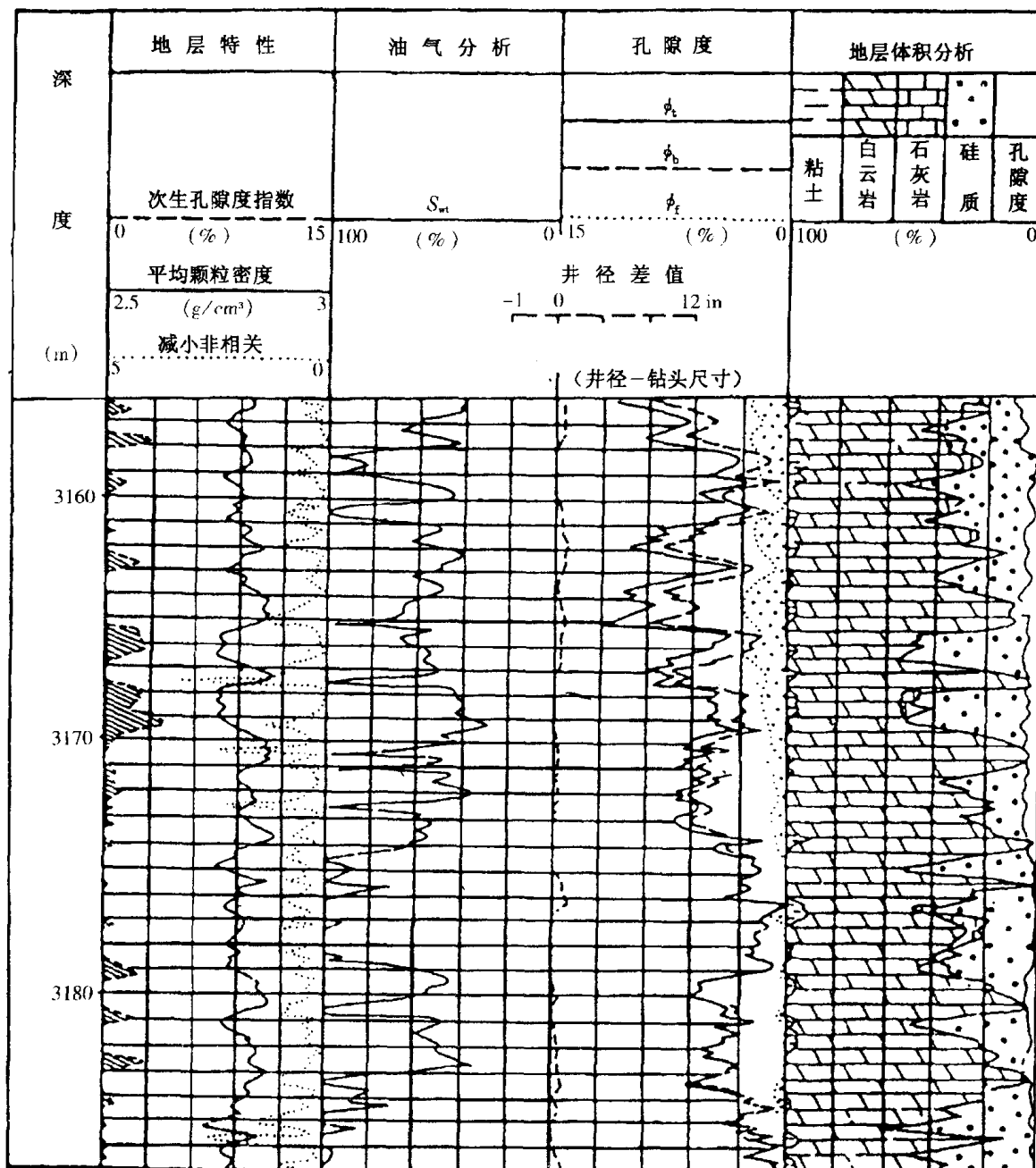


图 4 数控测井数据处理解释成果图

四、成像测井技术

成像测井技术，是世界油气勘探使用的第三代现代测井技术。图 6 是成像测井技术中的仪器框图。成像测井技术中的井下仪器设计使用了当代非线性、非均质测井新理论和频谱、能谱测井新方法，采集的测井数据由计算机工作站处理成彩色图像，直观指示地层岩性、裂缝、油气层的实感性强。成像测井技术还兼容了数控测井技术的功能。用成像测井技术勘探特殊岩性和复杂地质条件油气藏，具有更强的适应能力。国外应用成像测井技术提高了复杂油气藏的勘探效益，根据预测，增加油气储量可能超过 10%。近年来，中国从国外引进少

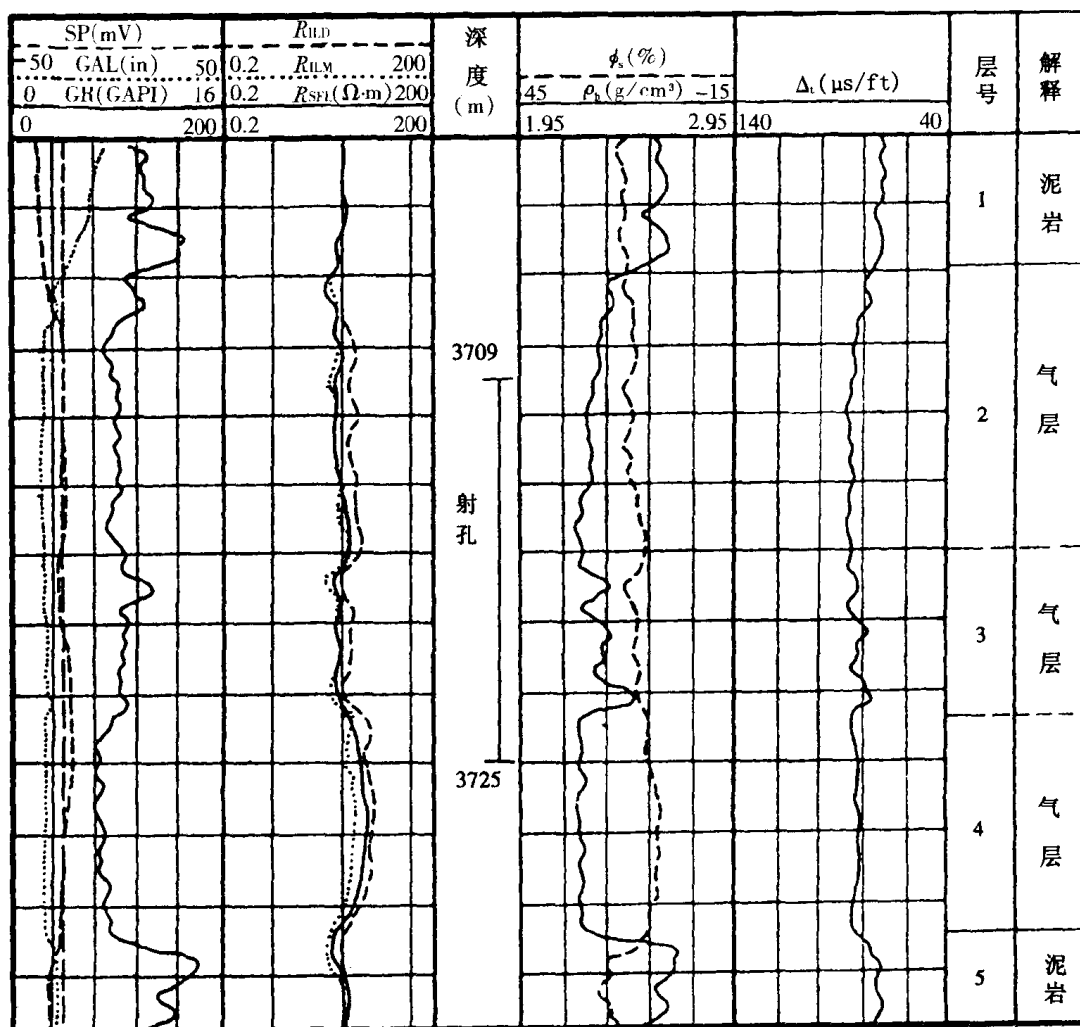


图5 数控测井技术勘探天然气藏的实例

量成像测井技术在大庆、胜利、辽河、华北、新疆、青海、四川、海上等油气田应用，大大地提高了特殊岩性和复杂地质条件油气藏的勘探效益。

成像测井技术中的井下仪器除了实现系列化、数字化和标准化外，同时还实现了阵列化和成像化。投入商业服务的成像测井仪有两种类型：一种是电成像测井仪，如阵列感应成像测井仪、阵列（方位）侧向成像测井仪、地层微电阻率扫描成像测井仪、全井眼微电阻率扫描成像测井仪等；另一种是声成像测井仪，如阵列声波（或偶极横波）成像测井仪、阵列地震成像测井仪、组合地震成像测井仪、超声波成像测井仪等。此外，成像测井技术中还配有非成像测井仪器，如核（放射性）测井仪、核磁测井仪、组件式地层动态测试器、钻井式井壁取心器等。国外三大测井公司（斯伦贝谢、阿特拉斯、哈里伯顿）都在大力发展成像测井技术。通过对比看出，斯伦贝谢公司的成像测井技术精度更高、井下仪器系列配套更全，处于世界领先水平。

在中国，通常混合应用成像测井技术与数控测井技术提高特殊岩性和复杂地质条件油气藏的勘探效益。图7是新疆油田成像测井技术与数控测井技术混合应用的实例。图7左显示数控测井曲线，深度左边道有自然伽马（GR，GAPI）、自然电位（SP，mV）和井径

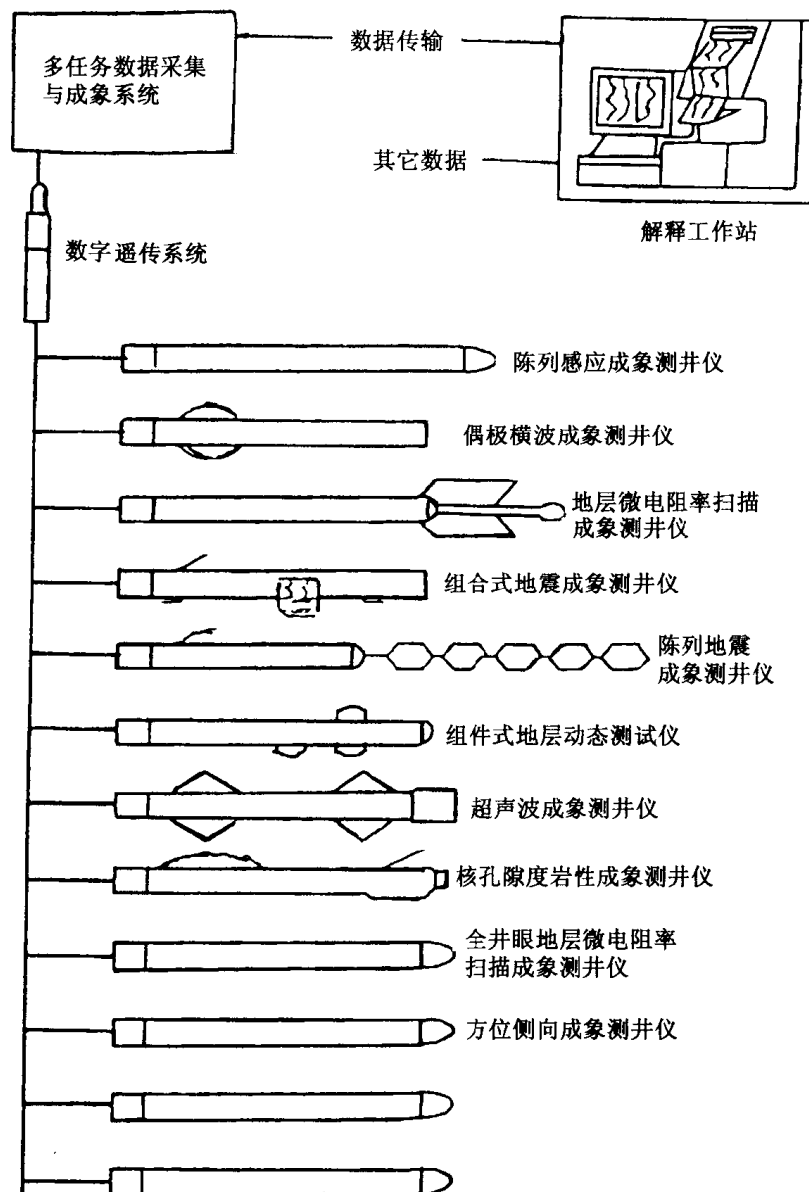


图6 成像测井技术中的仪器框图

(CAL, in); 深度右边第1道有深侧向测井电阻率 (LLD, $\Omega \cdot m$)、浅侧向测井电阻率 (LLS) 和微球形聚焦测井电阻率 (MSFL); 深度右边第2道有中子测井孔隙度 (NPHI, m^3/m^3)、地层密度 (RHOB, g/cm^3) 和声波 (纵波) 时差 (DT, $\mu s/ft$)。图7右显示地层微电阻率扫描成像测井图。在井深3716~3730m, 测井评价是裂缝—孔隙型砾岩油层, 经射孔测试, 获原油产量107t/d, 获天然气产量11630 m^3 /d。

在中国, 成像测井技术与其它非成像测井技术混合应用也能提高特殊岩性 (如砾岩、花岗岩、火山岩、变质岩、玄武岩、凝灰岩等) 裂缝型油气藏的勘探效益。例如, 在新疆油田, 成像测井技术与组件式动态地层测试技术及核磁测井技术结合应用, 可以直接判断裂缝—孔隙型砾岩储层中的流体性质, 直接发现油气层; 在辽河油田, 成像测井技术与钻进式井壁取心技术结合应用, 可以直接判断裂缝型特殊岩性储层是否为油层, 如果成像测井技术探

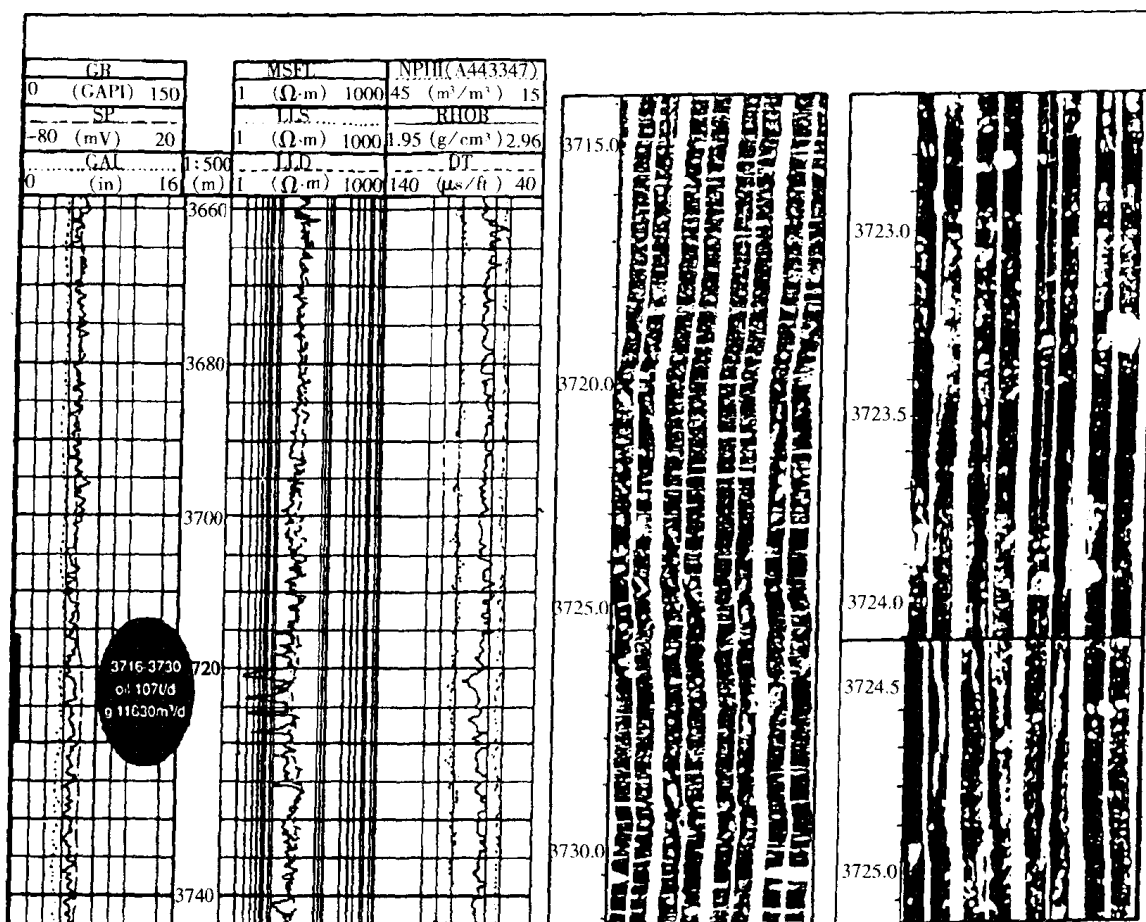


图7 成像测井图像与数控测井曲线混合应用的实例

测特殊岩性是裂缝型储层，应用钻进式井壁取心技术在裂缝型储层进行取心，井壁取心含油或显示油迹，可以直接评价裂缝型特殊岩性储层是油层。这样，成像测井技术与组件式动态地层测试技术及核磁测井技术结合应用或成像测井技术与钻进式井壁取心技术结合应用，可以在裂缝型特殊岩性储层中直接发现油气层，排除测井解释储层流体性质存在的多解性，从而提高了特殊岩性油气藏的勘探效益。

成像测井技术还是提高复杂地质条件油气藏勘探效益的有效方法。例如，四川温泉1井二叠系目的层井段钻遇逆断层，该井成为一口落空井。用成像测井技术和地层倾角测井技术准确地描述了该井井旁构造形态，及时地修正钻井设计，结果钻到碳酸盐岩气藏目的层，经测试求产，获天然气产量 $123 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，使落空井变成了高产气井。成像测井技术与核磁测井技术结合应用，提高了低电阻率砂岩油气藏和薄互层砂岩油气藏的勘探效益，在海上和陆地也都获得了许多成功的实例。必须指出，核磁测井技术能够探测油气层的有效孔隙度、自由流体孔隙度、有效渗透率、油气层有效厚度和束缚水饱和度以及残余油气饱和度，为评估原油采收率及其可采储量提供了科学依据。俄罗斯鞑靼油田应用核磁测井技术评价方法获得的原油可采储量，与传统方法评价的原油可采储量比较，前者增加可采储量15%，提高油气勘探效益特别显著。

原中国石油天然气总公司石油勘探开发科学研究院地球物理所测井软件研究室开发成功

的国产成象测井处理软件，可以处理现场采集的成象测井数据。在 15 届世界石油大会展览会上演示，专家称赞该成象测井处理软件达到目前国外同类产品的先进水平。

五、结 束 语

使用现代测井技术提高油气勘探效益，增加新的油气储量，这是世界油气勘探成功的方法和经验。

中国油气资源丰富，但是，油气勘探的地质难度越来越大。使用现代测井技术勘探地质难度极大的油气藏，是提高中国油气勘探效益的有效途径。

现代测井技术平均 10 年左右更新换代一次。测井基础实验和前沿技术研究是发展现代测井技术的基础，我国应当加强这方面的研究和投入，创新中国未来的测井技术，提高新区、新层系、新领域的油气勘探效益，增加新的油气储量。

中国是世界石油测井大国之一，现代测井技术应当走出国门，到世界测井市场中去服务，在竞争中加快发展中国的现代测井技术。

参 考 文 献

- [1] 阎敦实主编．中国典型石油测井解释图集．北京：石油工业出版社，1993
- [2] 林祖彬．利用成象测井精细描述砾岩储层，中国 1997 测井评价会议文集．北京：石油工业出版社，1997
- [3] 张树东．井旁构造分析，中国 1997 测井评价会议文集．北京：石油工业出版社，1997

测井学科重大的技术进步与面临的问题

曾文冲

(胜利石油管理局, 山东东营: 257001)

摘 要 本文从地面数据采集、下井仪器、数据传输、资料处理等方面介绍了测井技术的重大进展。以胜利油田实际测井资料为例, 论述了这些进展在识别潜山油藏构造特征和油水分布特点、复杂岩性的地层特征、低阻低渗油藏方面成功的应用。最后指出了我国测井技术的发展方向和途径。

一、发挥测井的技术优势

进行油气资源评价和精细分析、描述油气藏地质特性是测井学科固有的技术优势, 这是由测井信息的高分辨率、纵向连续性和有众多信息类型组成综合信息群的技术特点所规定的。作为测井技术重大进展的成象测井, 从技术方法上讲, 是由电学成象、声学成象、光学成象所组成。从显示方法上讲, 可分为方位成象、径向成象、地层成象和解释成象。虽然, 目前成象测井技术尚未成熟, 但它与经过优化并信息化的数控及随钻测井仪器系列结合, 无疑会成为跨世纪的测井技术。

新技术所产生的突破力是明显的, 新一代测井系统重要的技术意义在于:

①实现了“地面采集成象化与多任务化, 下井仪器阵列化与频谱、能谱化, 数据传输遥测化, 处理解释工作站化”。这样, 测井就由原来的平均化测量, 即把地层视为近似均质, 测量值为记录点处地层的平均响应, 向阵列测量演变。这时不仅能显示地层参数的空间分布, 对地层的非均质性作出响应, 同时较好地解决了提高纵向分辨率、方位覆盖率和探测深度三者的关系, 大大提高了分析地层非均质性的能力, 并以成象的方式对地层特性进行精细描述。因此, 成象测井最重要的技术意义在于大幅度提高了采集地层有效信息的信息量, 实现对地质特性的成象分析。

②方位成象与径向成象测井由于在解决岩石物理问题不需要传统的测井假设(即认为地层是层状分布及与井轴呈对称分布), 因此不仅能重现井眼及其周围地层三维的特点, 而且意味着“三维岩石物理”时代研究工作的起步。

③对复杂储层油气评价和油藏研究的能力突破, 不仅在裂缝型、砾岩体、低渗透油藏与低电阻率油气层测井评价, 以及精细分析地质构造和沉积相方面有突破性进展, 同时也是三维油藏表征与模拟的主体技术之一。

④将成为当今油气资源评价和油藏管理的关键技术手段, 以及钻井和采油工程设计、施工、质量评价的高效益技术手段。

测井技术的进步, 推动了地质、工程应用的观念性变化, 扩展与深化了在油气勘探与开发中的突破作用, 主要表现在(图1):

①地质特征分析: 构造特征与沉积特征分析; 裂缝定性与定量分析; 地应力分析等。

②油气资源评价: 油气层评价; 油气分布及定量描述; 建立储量等。

③油藏表征与模拟: 油藏地质特征精细分析; 油气分布及其动态分析; 油藏参数的定量描述; 开发方案的优化等。

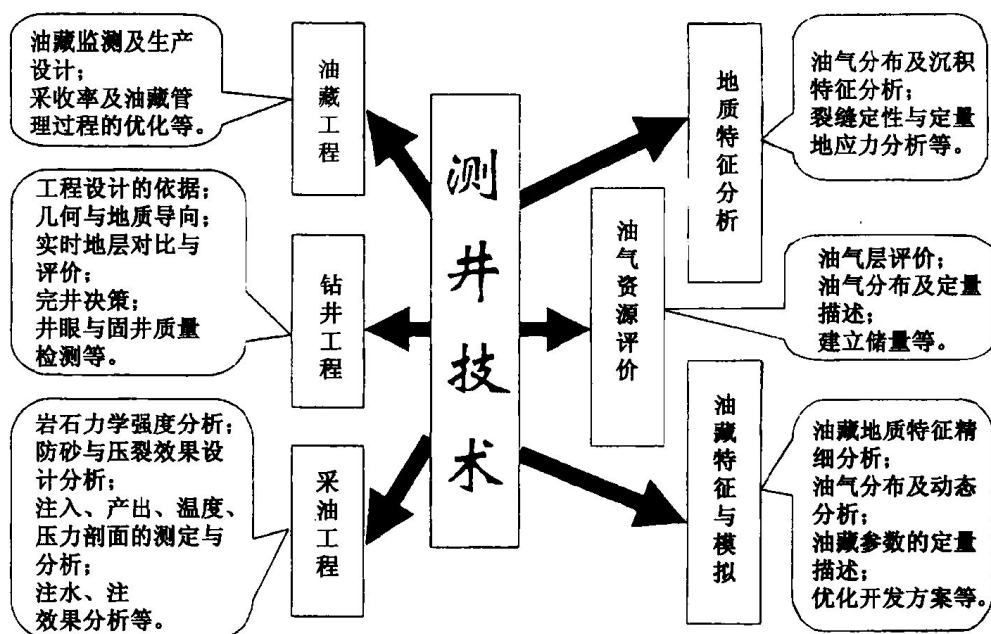


图1 测井技术对油气勘探与开发的扩展和深化作用示意图

④油藏管理：油藏监测及生产设计；采收率及油藏管理过程的优化等。

⑤钻井工程：工程设计的依据；几何与地质导向；实时地层对比与评价；完井决策；井眼与固井质量检查等。图2是3种随钻测井效果的对比，反映了测井在钻井工程导向方面的

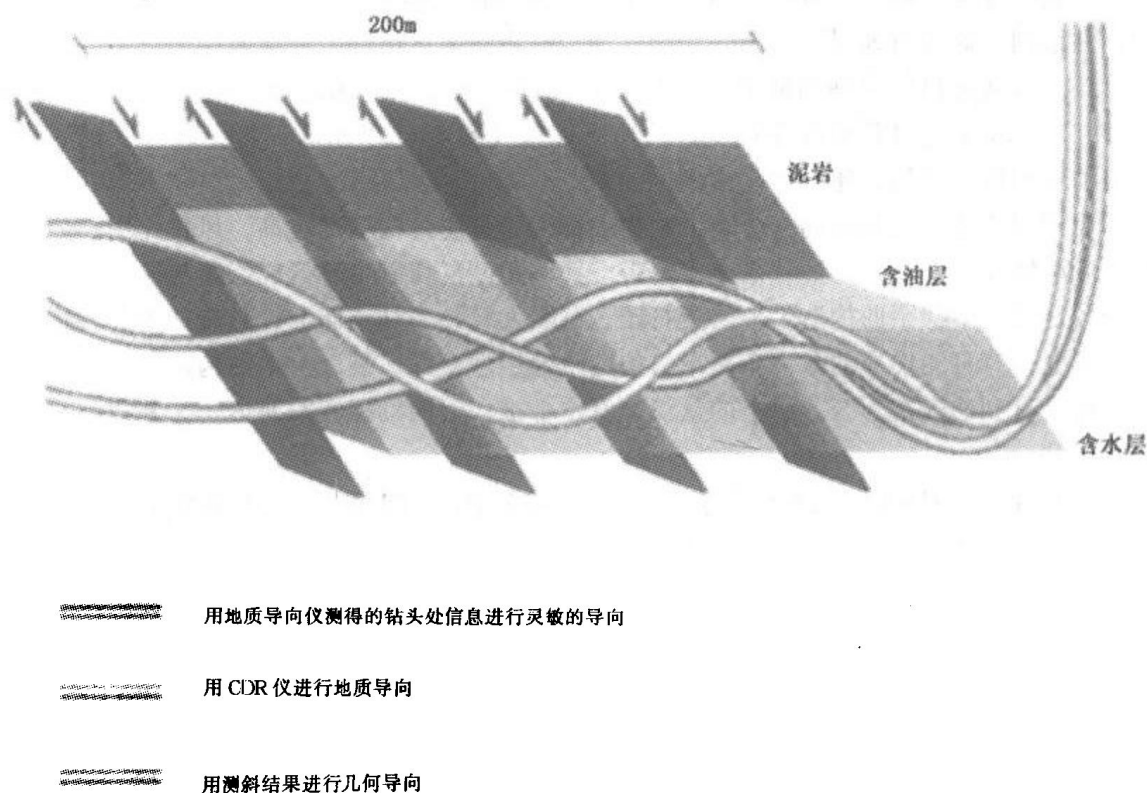


图2 3种随钻测井技术效果对比

技术进步。

⑥采油工程：岩石力学及强度分析；防砂、压裂方案设计与效果分析；注入、产出、温度、压力剖面的测定与分析；注水、注汽（气）效果分析等。

总之，测井学科这个重大技术的进展，正在改变人们有关测井技术及其传统作用的固有概念，从内涵和外延大大丰富了对其现今作用的认识，并重新形成对其未来作用具有开拓性的设想。知识迅猛增长与快速更新是信息时代的基本特征，其结果将会造成领域专家知识的不足。因此随着测井技术的迅猛发展，石油工业上游领域的专家，特别是测井专家自身，都面临着一个再学习的问题，都有一个重新认识测井的现今与未来作用的任务。

二、测井技术的能力性突破

从 80 年代以来，随着数控测井在我国的应用，以及 90 年代成像测井系统的引入，新的技术进步带来测井地质与工程运用的突破是十分明显的。最近召开的“中国 1997 测井评价会议”和这次技术座谈会，展示了不少这方面的典型材料，足以说明测井技术在现今油气勘探与开发中的重要作用。下面以胜利油田几口单井精细解释为例，重点分析几个有突破意义的新技术应用成果。

（一）桩古 13 井的精细解释，取得桩西碳酸盐岩裂缝型潜山油藏构造特征与油气分布特点的突破性认识

在桩古 13 井完钻之前，桩西潜山油田一直被认为是一个受南侧与西侧两条大断层夹持，内部被若干条正断层切割，向东北方向倾没的单面山。虽然在先前钻探的一些井中，也发现这套古生界沉积稳定的海相碳酸盐岩地层出现明显加厚的异常。但由于当时区域背景知识的限制，对其内幕构造难以突破固有的以正断层为主的认识框架。桩古 13 井完井采用了全套数控测井系列，通过对地层倾角测井精细处理与解释，揭示出一个逆掩断层——平卧褶曲的构造背景。并通过自然伽马曲线的认真分析，发现在下马家沟的冶里—亮甲山和凤山组地层，存在着 3 次重复（包括反序重复）的地质现象（图 3）。以此认识为突破口，进一步搞清潜山油藏的构造格局，建立地质模型（图 4）。

然后根据构造特点预测油气分布，认为中部拱张背斜带构造部位高，风化作用强烈，张性裂缝和溶蚀孔洞发育，是油气高产富集带。西侧正断层切割带易形成裂缝与断面，使油气也相对较富集。中部褶曲构造带地层受挤压裂缝不发育，不利于储油；只有在轴部转折处存在张性裂缝，有可能形成油藏。东侧单斜构造带地层埋藏深，裂缝由褶曲构造的拉伸作用而产生，也是有利油气富集区。以上的认识，基本都被以后的勘探实践所证实，并找到一批千吨级高产井。

（二）王庄油田第一口评价井（郑 14 井）的精细解释，基本搞清花岗片麻岩油藏的地质特征

王庄油田为前震旦系花岗片麻岩裂缝型潜山油藏，经第一口发现井郑 4 井于 1984 年 3 月测试，在 1560.4~1599.0m 获日产油 1095.2t、气 32851m³。作为盆地基岩的前震旦系花岗片麻岩，长期被认为几乎没有储油希望，往往被作为完井的标志层，因此，郑 4 井获得高产不仅开辟了找油新领域，也使认识产生新的飞跃。王庄油田在以后的勘探开发过程中取得很好的效益，实现当年探明当年配套建成 80×10⁴t 生产能力，当年生产原油 83×10⁴t，当年收回全部投资。其中的重要原因在于搞好油藏描述，以搞清油藏地质特性为目标，搞好评

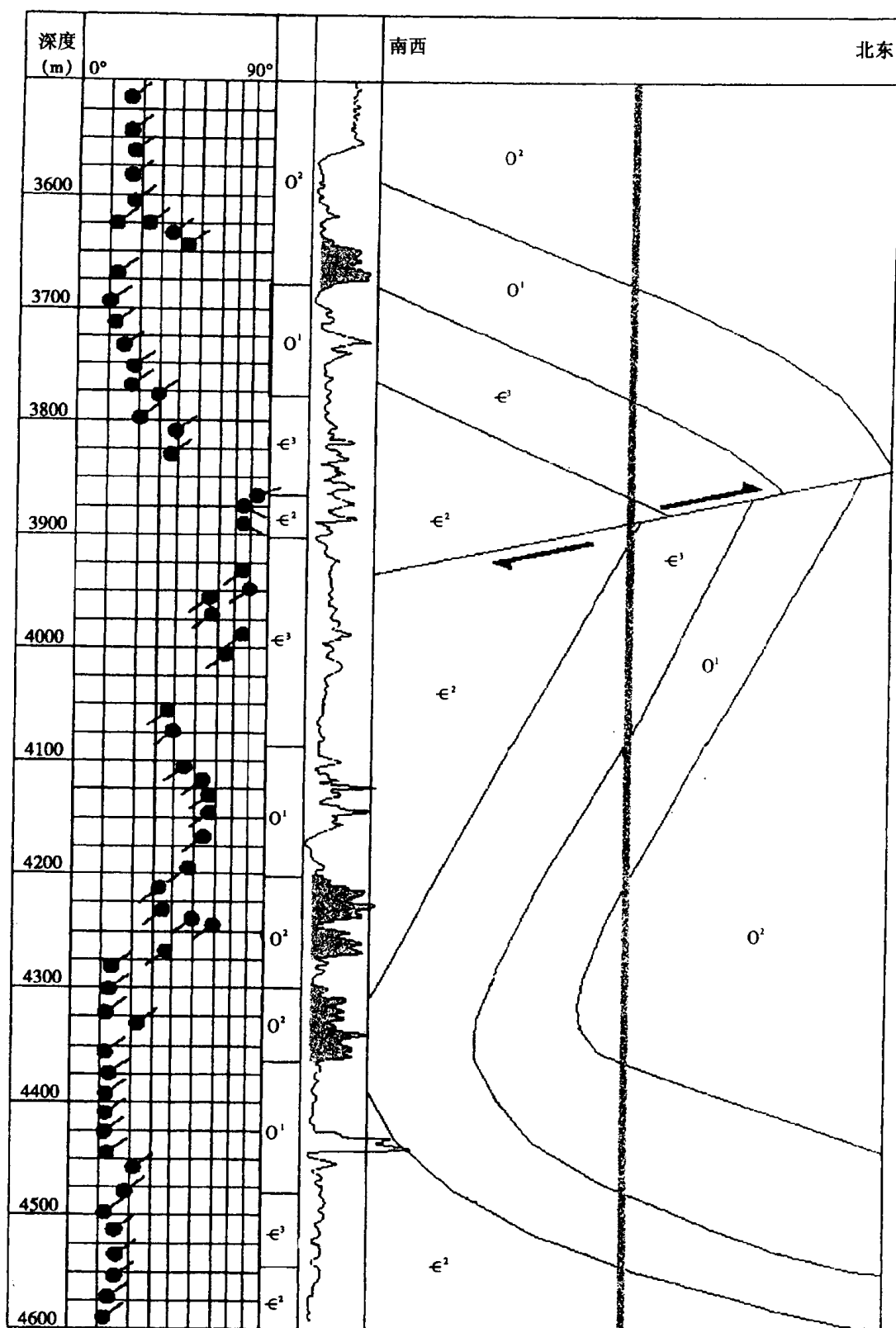


图3 胜利油区桩古13井寒武系—泥盆系断层和褶皱带地层倾角解释图