



录井技术文集

(第四辑)

《录井技术》编辑部/编

MUD

LOGGING

TECHNOLOGY



石油工业出版社

内 容 提 要

本书收集了 2003 年度发表于《录井技术》期刊上的论文 53 篇, 由《录井技术》编辑部编辑而成。该文集分为研究与探讨、气测录井、地化录井、荧光录井、数据传输等九部分, 反映了国内综合录井技术发展及应用现状。本书内容丰富、涉及面广, 理论与实践相结合, 对录井生产及科研工作具有一定的指导意义。

图书在版编目 (CIP) 数据

录井技术文集·第四辑/《录井技术》编辑部编.
北京: 石油工业出版社, 2004.3

ISBN 7-5021-4588-5

I. 录…

II. 录…

III. 录井—技术—文集

IV. TE242.9-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 015031 号

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号楼 100011)

网 址: www.petropub.com.cn

总 机: (010) 64262233 发行部: (010) 64210392

经 销: 全国新华书店

印 刷: 河北省徐水县印刷厂印刷

2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 19.25

字数: 488 千字 印数: 1-1300 册

书号: ISBN 7-5021-4588-5/TE·3212

定价: 40.00 元

(如出现印装质量问题, 我社发行部负责调换)

版权所有, 翻印必究

《录井技术文集》第四辑编辑委员会

顾问：茹克 高瑞祺 陈宝厚
名誉主任：赵政璋 李干生 钟树德 张大德
主任：吴永平
副主任：秦永和 杨勇 张运通 李丕龙 肖景华 周立宏
石丰甫

常务委员：(按姓氏笔划排序)

王光奇	王国民	王俊明	卫扬安	卢宏伟	纪伟
刘其春	华学理	张向东	周建生	赵平起	姚建国
高大岭	夏长淮	郭继和	路继臣	谢辉	熊腊生

委员：(按姓氏笔划排序)

马向阳	卫扬安	王光奇	王忠德	王国民	王晓春
王华崇	王俊明	王敦则	边军	叶德平	卢宏伟
石丰甫	白武厚	安文武	纪伟	刘其春	刘明德
吕复苏	许学良	华学理	李连锁	李淦	李玉桓
李丕龙	李学艺	李志强	李建发	李冠珠	李进兴
李干生	李荣顺	朱根庆	孟卫工	肖景华	吴永平
吴俊杰	张大德	张向东	张运通	张开金	何生厚
陈英毅	邵奎政	杨勇	杨仁政	周立宏	周建生
岳发辉	郭学增	郭继和	郑鸿稳	荣延善	姚建国
赵平起	赵政璋	胡可以	胡立新	项圣根	姜家俊
钟树德	段志斌	夏长淮	高大岭	倪振	秦永和
袁建新	徐传会	徐光国	陶海	谢辉	路继臣
窦辉	熊长善	熊腊生	潘晓辉		

主编：安文武

常务副主编：耿子友 刘树坤

序

录井是一项随钻技术，它曾是勘探者的耳目，逐渐上升为勘探者的有力助手，现在已成为勘探者必不可少的决策依据。这种角色的提升，是油气勘探开发现实的需要和技术进步的结果。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 and 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。

录井技术的发展是广大录井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。虽然录井技术近几年来取得了长足进步，但是随着油气勘探难度的加大，对录井技术的要求也越来越高，同时录井技术与相关勘探技术（物探、测井）发展速度相比仍有较大差距，这就要求广大录井工作者加倍努力、不断进取，促进录井技术的快速发展。

《录井技术》是由大港油田集团有限责任公司和中国石油大港油田公司联合主办、大港油田集团地质录井公司承办的一份专业性期刊。作为媒体，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，本文集是继 2003 年出版第三本文集后的第四辑。

《录井技术文集》（第四辑）的文章主要来源于 2003 年刊载于《录井技术》期刊上的文章，内容基本上涉及了综合录井的方方面面，反映了录井技术发展及应用现状。本文集的出版对于广大科研人员和油气勘探开发现场技术与管理人员了解和掌握录井新技术十分有益，对于从事录井技术与开发的科研人员具有重要借鉴和指导作用。

吴永平

2004 年 1 月 18 日

目 录

·研究与探讨·

PDC 钻头钻井录井技术方法探讨	方锡贤 熊玉芹 牛书立 (3)
PDC 钻头对常规地质录井影响及应对方法	钱书红 (11)
综合录井在现代钻井中的应用探讨	姜维寨 孟宪军 李毅远等 (17)
油气层录井综合评价概论	李金顺 纪 伟 姬月凤 (24)
PDC 钻头条件下岩性识别新技术探讨	王佑宁 惠卓雄 刘志刚等 (34)
录井信息化是录井行业发展的一次重大机遇	刘宗林 (41)
大位移超深井录井方法探讨	刘明炎 李志强 (44)
浅谈录井资料解释面向现场转移的必要性	蔡茂佳 何炳振 (48)

·气测录井·

气测综合解释方法在塔里木盆地应用探讨	李进兴 雷 军 崔美花等 (53)
钻井液混原油后气测异常的解释探讨	陈万辉 潘晓辉 何明慧等 (60)
浅谈气测录井双单根峰的识别	宋义民 陈永红 李瑞民等 (66)
关于气测录井数据的应用探讨	任光军 (70)
用差分色谱法消除气测背景气及外源气干扰的可行性探讨	李志强 (77)
钻井液混油对气测资料的影响及识别方法探讨	袁庆友 王 艳 赵昕璞等 (83)
气测录井定量快速色谱分析技术	宋庆彬 汪德刚 陈玉新等 (88)

·地化录井·

轻烃取样方法对其分析参数的影响	李玉桓 夏 亮 曹建康等 (95)
热蒸发烃分析技术在准噶尔盆地的应用	李 斌 王旭波 (99)
地化录井低级别显示层识别与评价	周金堂 赵 斌 (105)
罐顶气技术在 MB 油田开发中的应用	胡书林 张君劫 刘俊武等 (110)
应用地化录井和 P-K 分析技术综合评价水淹层的探讨	余明发 姜卫东 李延芝等 (116)
离子色谱技术在钻井现场的应用研究	王志战 杜焕福 (123)
提高地化录井现场解释准确性的方法探讨	李 荣 (126)
DH-910 标样分析不易通过及误差率分析	杜石山 田 获 (130)

·荧光录井·

定量荧光录井的影响因素及对策探讨	吴义平 张艳敏 王广利等 (137)
SK-2 DQF 定量荧光试验及应用探讨	王 敏 赵跃强 黄红庆等 (145)

定量荧光录井识别真假油气显示方法探讨	吴立新 袁保清 吕文海等 (151)
--------------------------	--------------------

·水平井录井·

大位移定向井录井方法初探	黄继翔 陈新益 李启德等 (159)
水平井录井及色谱气体比值的导向作用	杨登科 郑俊杰 李新社等 (164)
综合录井在水平井钻进中的导向作用	杨明华 雷波涛 (169)

·工程录井·

钻井工程事故分析与预报	杨 勇 胡书林 陈开联 (177)
利用录井参数指导小井眼压井	杨明清 (183)
应用录井资料求地应力剖面	张书瑞 翟 阳 罗衍清等 (189)
钻具振动的三种基本形式	韩学岩 武庆河编译 (194)
钻井中钻具伸长量的计算	杨明清 刘 忠 (200)
水平井导眼轨迹的改进与应用	张介美 梅复兴 (205)
卡钻分析软件的操作方法	耿子友 孙世成编译 (209)

·数据传输·

综合录井实时信息系统方案设计	张进双 郭学增 刘瑞文 (217)
录井数据远程传输的实现与应用	王佑宁 杨凌照 韩性礼 (225)
利用卫星通信实现录井数据远程实时传输	吴振强 卫扬安 王志鸿 (231)
综合录井数据传输与集成	王晓春 邱富旺 杨胜华等 (235)

·地质研究·

王判镇潜山带下古生界成藏条件分析	邴尧忠 (241)
三马地区沙一下有机包裹体与油气运移期次研究	张绍辉 岳 奎 王秀萍等 (247)
隐藏在良好油气显示背景下的非产层	胡书林 薛晓军 杨卫东等 (251)
北塘凹陷沙三段碎屑岩储集层成岩特征	成洪文 王宝娥 戴尽辉等 (255)
浅谈对文留盐背斜的几点认识	孙玉华 庞荣凤 高洪慧等 (259)

·经验交流·

神经网络识别技术在地化录井中的应用	窦 辉 田秀梅 张步宏等 (265)
浅谈板桥油田老井复查方法及认识	周丽华 王建富 刘 青 (270)
地化录井技术在郑家—宁海地区的应用	王爱云 陈 岩 向巧玲 (277)
水平井钻探中的小层对比	许海清 王建富 裴学静 (283)
复合钻井工艺对地质录井的影响及解决办法	余明军 张国杰 (288)
赴伊朗录井服务的经验与体会	欧阳昌 郭启忠 (291)
制作电子文档录井图的方法与技巧	宋广健 (294)
地质录井行业标准化工作的思考	张 妍 王刚敏 王贵彬 (297)

· 研究与探讨 ·

香界已空

PDC 钻头钻井录井技术方法探讨

方锡贤 熊玉芹 牛书立

(河南石油勘探局地质录井公司)

摘 要 针对 PDC 钻头钻井岩屑细碎呈粉末状从而给岩屑采集、显示识别、岩石定名带来的难题,该文立足现有工艺技术条件下,从岩屑采集、岩性识别、污染排除、录井专业技术选择及解释方法等几方面对 PDC 钻头钻井条件下录井方法进行了探讨。文章认为充分利用好现有录井技术手段,各种方法优势互补,能够提高 PDC 钻井的录井解释可靠性,在此基础上谋求录井工艺方法的创新势在必行。该文介绍的一些新方法具有一定的借鉴价值。

关键词 PDC 钻头 录井 识别 污染排除 解释 方法

一、PDC 钻头钻井对录井的挑战

由于 PDC 钻头特殊的破岩机理,导致钻井岩屑非常细碎(近似粉末状),加之钻井速度极快,给录井带来重重困难:岩屑采集困难,甚至采集不到岩屑;岩性识别困难,难以有效地划分储集层与非储集层,仔细划分岩性的难度更大;岩屑细小,现场挑样极为困难,挑样任务无法完成,影响地化分析结果和地质取样结果;岩屑中储存的储集层油气显示信息大大减少,降低油气显示等级,增加了油气显示识别、评价难度;钻井速度极快,传统长周期的色谱分析技术难以做到逐米分析;钻井液混油及加入有机添加剂时岩屑受到污染的比表面积高,真假显示识别困难。由于以上综合因素的结合,导致原有的油气水层解释模型、解释图版、解释标准、解释方法失效,解释符合率降低,并且带来地层分层、随钻对比分析困难。

面对 PDC 钻头钻井所带来的行业难题,各录井公司积极应对,但对问题的解决均处于探索研究阶段,至今还没有有效的解决办法。笔者在对国内有关厂校进行调研后,结合河南油田录井公司近几年来研究成果,就 PDC 钻头钻井条件下录井方法难点问题进行了浅述。

二、PDC 钻头钻井条件下岩屑的采集

如何采集到真实的岩屑,是 PDC 录井工作的重点,下面介绍几种方法供参考。

1. 自动采集装置

将定量脱气的方法引入岩屑采集中,在架空槽中将一部分携屑钻井液引入专用的自动岩屑采集装置储存罐中,自动岩屑采集装置采用按钻时间隔自动加入钻井液,进水采用喷淋方式或采用振动加喷淋方式进行岩屑清洗、离心脱水、装箱。

目前国内已有厂商进行岩屑自动采集装置的研究工作。某油田与湖南某实验技术研究所合作研制了岩屑自动采集装置,目前已成功制出样机。其他油气田对此也进行过多次尝试,但因种种原因,大规模推广自动采集装置条件不完全成熟。

2. 传统采集方式改进法

传统的岩屑采集是一把铁锨、一个盆子、按一定程序在振动筛前(后)捞取,至今这种

方法仍在使用中。为适应岩屑细碎呈粉末状的现实，应结合探区实际经过试验后加密振动筛网的方法来保证能够采集到足够的岩屑。如果加密筛网后仍不能保证采集到足够的岩屑，加密迟到时间测量、用标志层反推迟到时间以保证迟到时间准确的条件下，由振动筛采样改为在架空槽取样或除泥器采样。

3. 改进岩屑清洗法

保证足量岩屑，岩屑清洗是一关键环节。V309 井录井采样员在筛前取了一桶样，清洗完后余下不到 100g。分析原因，主要是清洗时将粉末状的岩屑当钻井液、泥饼，清洗时被冲洗掉了。

为保证岩屑不被冲洗掉，除研制专用的清洗设施外，最简单的方法是改进传统的岩屑清洗工艺，如可在岩屑盆里加一层粗布，岩屑清洗一遍后用布将岩屑提出再排污水，往复进行，直洗至干净。

三、PDC 钻头钻井条件下岩屑岩性的识别

由于 PDC 钻头固有的特点，与岩屑的采集一样，岩性的识别也是录井的一大难题。在充分调研、试验后，初步提出其岩性识别方法。

1. 神经网络反演法

神经网络法是一种模拟人脑思维过程的计算模型，它在国内不少行业已经得到了广泛的应用，其模式识别的独特优势备受信赖，在石油勘探开发油气层解释（如测井解释、录井综合解释）已得到普遍的推广，多家录井公司推出自身的神经网络解释系统。在解决 PDC 钻头条件下录井岩性识别中，部分录井软件开发人员将神经网络方法应用于岩性识别方面，开发了运用综合录井采集参数进行随钻岩性自动识别的录井软件系统，取得了一定的成果，它抛开传统的思维模式，甩开岩屑定岩性的观念，具有创新意义。

录井神经网络系统主要由神经网络训练系统和神经网络预测系统两部分构成。神经网络训练系统用于建立神经网络训练模型；神经网络预测系统用于预测地层岩性的类型。神经网络反演法是建立在综合录井技术已经在国内得到广泛应用的基础上，充分发挥综合录井参数的作用，将已钻井综合录井采集到的工程参数（钻时、钻压、扭矩、钻头型号）、钻井液参数（泵冲、流量、密度、温度、电导率等）、气测参数（全烃基值、全烃异常值、组分值）、岩性按不同地区、不同岩性编制好神经网络训练系统进行建模、训练。在钻井过程中，录井仪传感器采集到的各种信号经处理传到计算机，运行神经网络的预测系统进行分析，即可反演判断所钻地层的岩性。

2. 光学法

某实验研究所研制的岩屑描述智能仪是采用光学镜头将岩屑图像扩大几十倍，然后运用色度分析原理和计算机处理技术对岩屑的成分和含量进行归类并进行统计，随机软件有自学功能，工作人员只要把已知结论岩性的颜色和含量输入计算机，计算机就会自动识别，判断出岩性。

3. 数码摄像法

这是传统岩屑识别法与计算机技术结合的一种方法，由于目前录井队基本配备了计算机，这为本方法的广泛运用提供了基础。具体方法是用数码相机或数码像头摄制晾砂台上的岩屑（面上、单包、湿样、干样）照片，传输至计算机，岩屑描述人员即可运用“远观颜色、近看岩性”描述岩屑：“远观颜色”是采用面上岩屑照片对岩屑粗略分层，“近看岩性”

则是对每包岩屑的照片局部进行放大后观察成分变化描述岩屑。如果泥质成分增加则可划分为泥质层；如果砂质成分增加则可先将其划分为砂质岩层，然后依据其碎屑结构成分进一步划分。如果砂质岩屑绝大部分为单体，基本上可定名为砾岩；如果砂质岩屑主要为集合体（极少单体），则可依据成分划分为细砂岩、粉砂岩、泥质砂岩。这种方法能做到准、细，特别是对微细颗粒、新成分变化能及时得以发现。

4. 综合录井参数法

在传统录井方法中，地质人员常用钻时来辅助划分不同岩性，但 PDC 钻头钻进的地层中，由于其钻井原理不同，钻时不仅极低，变化量极小，且与地层岩性对应性不强，由于 dc 指数曲线是“修正了的钻时曲线”，同样用它划分地层的价值大大降低。但是由于不同岩性地层硬度不同，粒径不同，PDC 钻头在对地层的剪切过程中必然引起钻具扭矩的变化；而气测参数反映地层的含油气性，一定程度上间接反映地层的岩性。由此利用综合录井的参数变化可以辅助识别地层岩性。一般情况下，煤层：全烃值升高、甲烷升高幅度大，重烃升高幅度小，钻时降低， dc 指数曲线有异常，正常情况下扭矩曲线值及振动幅度低；泥岩层：全烃、组分值降低，钻时升高， dc 指数进入非渗透区，正常情况下扭矩曲线基值较砂岩地层低，曲线平直，变化幅度低，定量荧光一次分析含油浓度 C_1 值低；油页岩层：全烃、组分值升高，钻时升高， dc 指数进入非渗透区，正常情况下扭矩曲线基值较砂岩地层低，曲线较平直，变化幅度低，定量荧光 C_1 值较高；砂岩层：全烃、组分值升高，钻时降低， dc 指数曲线进入渗透区，正常情况下扭矩曲线值较泥岩地层高且变化幅度大，砂砾岩层的扭矩曲线变化幅度最高、细砂岩层最小，定量荧光 C_1 值较大。

5. 地化 S_1/S_2 值判别法

依据地化录井的这种特性用来进行岩性识别，研究思路是：应用 PDC 钻头岩屑细小，无法将砂泥屑分离，我们顺势而为，不去下功夫研究分离，而是取混合样进行地化分析，既然 S_2 值与岩屑中的泥岩含量有关，就建立 PDC 钻头单井混合样地化分析剖面，根据 S_2 值大小的变化，研究其与岩性的相关性，寻找砂泥岩判别标准，达到准确识别岩性的目的。

S_1 作为反映液态烃的一个参数，主要反映地层中可流动烃类含量； S_2 作为反映固态烃类的一个参数， S_2 值与储集层中的沥青及生油层中的有机质含量有关。一般情况下，油气层（砂岩层） S_1 最高，不含油气的砂岩层 S_1 最低；泥质类的 S_2 值最高，不含烃类物质的砂岩 S_2 值最低；对一个泥岩层，固态烃的含量远高于气态烃。油气层（砂质岩）样品的 S_1/S_2 值高，泥质岩样品的 S_1/S_2 值最低； S_1/S_2 值与样品中的泥质类岩屑含量有关，泥岩的含量越高， S_1/S_2 值就越小，反之岩屑中泥岩含量越小， S_1/S_2 值越大。

对于一个新层来说，新岩性的出现总是由少到多，岩屑基本上反映了这一特征，把岩屑岩性粗略地分为两大类，一是砂岩类（储集层），二是泥岩类（非储集层），取混合样进行地化分析，由于相邻几个层的油质变化不大，因此可根据 S_1/S_2 的大小，将各点的 S_1/S_2 分析值绘成对应深度的曲线，就可与钻时曲线一样用来划分出砂岩类（储集层）和非砂岩类（储集层），并判断油气显示层。

6. 传统岩屑识别法

“远观颜色，近看岩性”是钻井地质工作者岩屑描述长期工作实践的经验概括和总结，这种描述方法客观、实用，同样适用于 PDC 钻头下的岩屑描述。一般来说，砂岩颜色浅，泥岩颜色深，近看砂泥混杂，难以区分，远观的结果就不一样，新成分的出现及同类岩屑含量的变化，岩屑的颜色都能反映出来，因而完全可以从颜色上进行卡层。

层位卡准以后，借助放大镜、显微镜进行近看岩性，达到准确进行岩性描述的效果。应该引起充分重视的是，PDC 钻头钻井条件下的大块岩屑常常是掉块，应该运用真假岩屑识别方法予以分清并对假岩屑加以清除，避免假岩屑掩盖真岩屑导致描述错误。

由于 PDC 钻头钻井条件下岩屑细碎呈粉末状，色彩鲜明的成分容易掩盖深色成分，含量容易估算错误。为准确地划分成分含量，避免目估带来的误差，还应借助其他技术手段，河南油田录井公司则是通过制作不同含量的评价图版来解决这个问题。

V309 井钻进时，录井技术员利用这一传统技术克服了岩屑采集量少、岩屑挑样等困难，准确地描述了岩屑。

7. 手感法

不同岩性的岩石由于成分不同、硬度不同，被钻头破碎后岩屑形状不同，由此在砂泥岩剖面中，可依据手感来判断地层岩性。这种方法可分两个阶段进行，第一阶段是在采集清洗岩屑时，岩屑采集员根据洗砂时的手感记录岩性相对变化趋势；第二阶段是岩屑描述人员结合第一阶段记录的变化趋势与岩屑颜色变化趋势划分不同岩性后，依据手感及观察结果判定不同成分含量进而较为准确地描述岩屑。

8. 岩屑重量变化法

对于成岩性不好的造浆地层，在 PDC 钻头钻进及随后在钻井液携带后的上返过程中，泥质岩地层的一部分岩屑进入钻井液而成为钻井液的固相，另一部分虽没有分散到钻井液中去，但也已介于钻井液与正常岩屑之间，在岩屑清洗过程中，它们被清洗掉，岩屑的重量发生较大的变化。因此，通过记录岩屑清洗前、后重量的变化情况，可以有效地识别砂质地层与泥质岩地层。一般造浆地层，纯泥岩的重量变化最大，砂质泥岩次之，粉砂岩、泥质砂岩介于砂质泥岩与细砂岩之间，细砂岩再次之，砾岩的重量变化最小。

9. 地层对比法

如前所述，PDC 钻头钻井条件下，岩屑呈粉末状，因此所有描述都只能粗略地划分砂泥岩而很难准确判断岩性。解决这个问题，则应采用对比分析法，通过对比获得相邻井同层位的物性，结合物源分析，即可基本确定钻达层或即将钻达层的岩性。

过去随钻分析对比的方法主要采用钻时曲线（dc 曲线）、岩性剖面结合设计、地震资料与邻井进行对比。在 PDC 钻头钻进的情况下，钻时曲线的变化幅度较低，对地层岩性的反映程度较差。因此在实际工作中改为采用气测曲线与实际录井剖面结合进行对比：应用气测曲线进行大段对比，基本确定大段岩性段（岩性组合段）及煤层、油页岩层、裂缝发育段的深度，在此基础上运用实际剖面的岩性层进行细分层对比确定岩性，在泌阳凹陷的安棚地区、焉耆盆地采用这种方法取得了较好的效果。

在 A 2024 井、A81、N75、V309 井录井过程中，录井人员将这几种方法相互结合，准确识别了岩性，描述了岩屑，岩屑剖面符合率达到 91.5%。

四、PDC 钻井条件下多种录井手段的选择

解决 PDC 钻井给录井带来的难题，最好的方法是 LWD 随钻测井技术，但由于目前条件的限制，尚不能大范围地普及和推广此技术。立足于现有录井手段的基础上不断创新，将多种录井技术相互配合，可以基本解决此难题。

1. 多种录井技术手段的组合方法

不同录井技术在解决不同问题上各有其优缺点，在 PDC 钻头钻井条件下只有将这些录

井手段结合起来,才能有效识别岩性、评价储集层。如前所述,要解决岩性应在立足常规地质录井技术的基础上,综合运用综合录井技术所获得的各种参数,采用光学、电子、软件、化学、地化等多种手段进行综合对比。解决钻井液污染的问题,则主要借助于定量荧光录井技术,结合气测色谱录井不同参数的特点、图形特征进行分析。由于 PDC 钻头钻井条件下,岩屑呈现粉末状,利用传统岩屑评价油气水层的一些技术手段(如滴水、系列对比、沉降试验)很难取得有效的效果,因此除利用定量荧光的含油量及油性指数进行油层评价外,更重要的是应该由过去油气层识别评价关注岩屑转为关注钻井液的思路,充分利用气测录井的作用及钻井液电导率、池体积特征进行储集层含油气性的评价。同时,为了保证分析的及时性、储集层识别的有效性,气测色谱分析应该由过去长周期分析的色谱分析技术改为快速色谱分析技术,气测异常层钻井液全脱分析(VMS)改为随钻岩屑钻井液全脱分析(VMS-3)。

2. 探索新的检测手段

河南录井公司为了充分发挥气测色谱技术的功能,还与有关生产厂家合作,对常规的检测方法和设备进行大胆的改进和创新,设计出一种能够使油气显示信息遗失最小的气测检测仪——VMS-3 岩屑钻井液全脱仪,该仪器具有岩屑不需清洗,油气显示信息散失少;加热与搅拌同步,便于油气分离;脱气效率高(现场实验结果分析值是一般热真空分析值的 5~7 倍),分析结果准确可靠;分析速度快(全过程小于 7min)的优点,分析组分多($C_1 \sim C_7$),基本与罐装烃分析范围相同,如更换色谱,能达到实验室 33 峰分析的效果等优势,可以在录井现场对岩屑与钻井液一起进行大量分析,这也不失为 PDC 钻头录井油气显示识别评价的一种新的技术思路。

3. 推进定量荧光技术,用混合样弥补挑样难题

定量荧光采用的是溶剂萃取光谱检测,在萃取时间较短情况下,泥岩中的有机质被萃取量是很少的,对检测结果影响不大,因此可以采用混合样检测,不存在挑样难的问题。其泥岩的含量可以按其占岩样百分比增加分析量来解决,油气逸散的问题可以采用实验求得恢复系数来解决。定量荧光检测灵敏度高,轻微油气即可检测到,是判断地层含油性比较有效的手段。同时利用定量荧光光谱特征及差谱功能可以识别真假显示。

4. 综合录井是必选的项目

综合录井技术在 PDC 钻头钻井条件可以获得气测色谱资料、钻井工程参数资料、钻井液参数资料,如上所述,利用这些资料可以监测钻井钻进、识别流体性质、辅助识别岩性、进行剖面归位等,因此它是 PDC 钻头钻井条件下必选的录井技术。

五、PDC 钻头钻井条件下现场录井油气层解释方法

1. 快速色谱分析技术与“3h 解释曲线”结合法

虽然岩屑的荧光含量、岩屑混油滴照、荧光直照颜色及其变化、定量荧光分析结果在一定程度上反映所钻达地层的含油气性,但是由于 PDC 钻头钻井独有的特点,气测色谱资料在 PDC 钻头钻井条件下现场录井储集层评价应起着决定性的作用。使用快速色谱分析技术,国内部分油气田试验结果证实,通过编制相应录井软件,采用 3h 法可以随钻随时判断地层的流体性质,3h 法是指:湿度值 $Wh = (C_2 + C_3 + C_4 + C_5) \times 100 / (C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5)$ 、平衡值 $Bh = (C_1 + C_2) / (C_3 + C_4 + C_5)$,特征值 $Ch = (C_4 + C_5) / C_3$ 。将湿度值、平衡值放在一栏中做图,另将特征值放在一栏中做图,井深对应构成 3h 解释曲线(图 1),

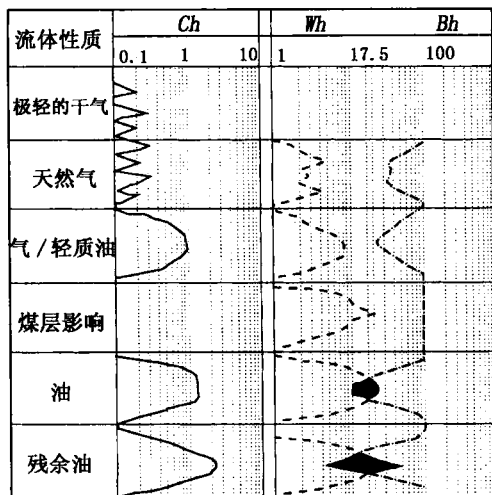


图1 3h法储集层特征曲线

利用曲线之间的关系及数据区间可以迅速进行油气层解释,判断地层流体油、气、水性质,划分油、气、水界面。

干层气或水层: $Wh < 0.5$ 及 $Bh > 100$ 。干层气主要是由 C_1 及少量的 C_2 组成,而水层中的溶解气也是以 C_1 为主,因此在 3h 曲线上常以 Wh 相对减小、 Bh 相对增大、 Ch 极小或为零的形态特征表现。特别是水层, Wh 与 Bh 相距较宽。

可采天然气层: $0.5 < Wh < 17.5$ 及 $Wh < Bh < 100$ 。由于天然气层主要是以 C_1 为主的烃组分特征,重烃含量极低,所以在 3h 曲线上常以 Wh 相对很小、 Bh 相对很大为主要特征, Wh 与 Bh 相距较宽。

湿气、凝析气层: $0.5 < Wh < 17.5$ 及 $Wh < Bh$ 、 $Ch < 0.5$ 。虽然湿气、凝析气层的烃组分特征仍以 C_1 为主,但重烃含量较天然气层增加得多,所以在 3h 曲线上常以 Wh 相对较小、 Bh 相对较大为主要特征,但 Wh 值较天然气层有明显的升高,而 Bh 值则较天然气层有明显的降低, Wh 与 Bh 相距较天然气层窄得多, Ch 也较低。

油气层或轻质油层: $0.5 < Wh < 17.5$ 及 $Wh < Bh$ 、 $Ch > 0.5$ 。重烃含量较湿气、凝析气层高得多,一般情况下在 3h 曲线上 Wh 与 Bh 逐渐靠近, Ch 逐渐增大。

普通稀油(普通黑油)油层: $17.5 < Wh < 40$ 及 $Wh > Bh$ 。重烃含量高,组分齐全,一般情况下,在 3h 曲线上 Wh 与 Bh 有交叉面积出现, $Bh < Wh$ 。

重质油或残余油: $Wh > 40$, $Wh > Bh$ 或 $Wh \gg Bh$ 。 C_1 含量较低,重烃含量很高,一般情况下, Wh 与 Bh 交叉面积较大, $Bh < Wh$, Ch 较大。

总之, 3h 曲线解释法在纵向上有着较明显的油、气、水分异,由上至下可以看出油气—油水—水的变化,同时地层流体性质从轻—重的变化较为明显。在 PDC 钻井条件下,使用快速色谱分析资料对油气层进行解释评价过程中, 3h 解释曲线分析法具有重要的意义。据河南油田、中原油田、华北油田及其他油气田的实践证实,快速色谱分析技术与“3h 解释曲线”解释法的结合,取得了良好的效果,完全满足 PDC 钻头钻井条件下录井现场快速解释的需要。图 2 是某油田的一份 3h 法解释曲线图。

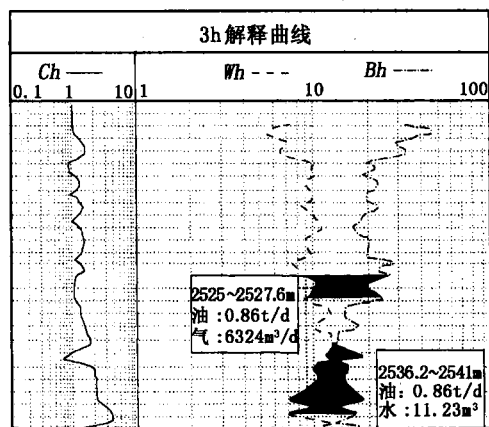


图2 XX油田XX井3h解释曲线

2. 岩屑钻井液全脱解释法

VMS-3 岩屑钻井液全脱仪的使用,可解决传统全脱分析技术只分析钻井液及分析周期

长不能满足 PDC 钻速对录井分析要求的问题，但其解释方法没有可参考的先例，为此进行了多方探索。在消化现场录井资料的基础上，经过分析总结不同流体的储集层显示特征后，根据不同地区的特点，编制了解释曲线图 3（全烃：指 $C_1 \sim C_9$ 轻烃浓度百分含量， C_4^+ ：指 $C_4 \sim C_9$ 链烷烃的绝对百分含量，CyC：指 $C_4 \sim C_9$ 环烷烃的绝对百分含量），进行定性及定量解释。

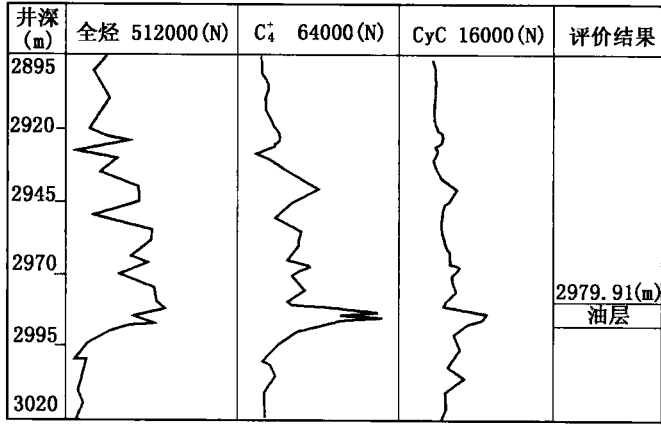


图 3 A81 井 VMS-3 全脱解释曲线

先在全烃曲线上找出异常井段，原则上全烃曲线异常幅度应达到本区异常标准后才定层。但要与现场生产实际相结合，确定钻井液中是否加入了影响录井的添加剂和本段的岩性等，并对异常显示进行归位，才能准确判断异常性质。

在不同窗口绘制不同参数曲线，在不同曲线之间可以进行异常井段不同参数异常幅度（浓度）的比较，以确定异常层位的性质。

油气层：全烃、 C_4 以上链烷烃、环烷烃均有异常。

气层：全烃异常幅度大，且甲烷异常幅度和全烃比较接近（对应井段 CH_4 曲线异常幅度为全烃曲线的 90%~95%），重烃异常微弱。

油水同层：轻烃组分对水敏感，同碳数轻烃对水敏感程度为芳香烃大于异构烷烃大于正构烷烃。异常幅度比油气层小，且芳香烃异常幅度明显低于油气层。

水层和干层：无异常或轻微的全烃异常，幅度远比油气层小，在全烃曲线上基本为基值。

六、结 束 语

(1) PDC 钻头钻井条件下的岩屑采集、岩性划分是解决 PDC 钻头钻井条件下录井的首要环节，借助科技的进步，特别是电子技术的进步，这一环节得以准确地解决是有可能的。

(2) 综合录井技术特别是快速色谱分析技术在 PDC 钻头钻井条件下的录井岩性识别、地层流体性质评价中起着至关重要的作用，应引起各方充分地重视。

(3) 各种录井技术手段在 PDC 钻头钻井条件下各自发挥着不同的作用，各有利弊。只有广泛运用各种录井手段（常规地质、综合气测、地化、定量荧光），扬长避短，才能保证取全取准各项资料，保证剖面的准确与油气显示发现率 100% 的实现，保证对录井越来越高

油气层综合解释符合率的要求得以实现，为甲方提供有价值的资料。

(4) PDC 钻头钻井，是钻井技术的一大进步，它缩短了建井周期，提高了钻井效益，保证了井身质量，因而备受钻井工程甲乙方的欢迎。但 PDC 钻头给录井带来相当大的困难，给录井界带来新的挑战。笔者结合调研与实际生产情况，浅谈了一点不成熟的想法，因河南油田 PDC 钻头所钻的井不多，加之水平所限，难免存在着不足之处，敬请同行专家加以斧正。

参 考 文 献

- 1 邬立言等．油气储集岩热解快速定量评价．北京：石油工业出版社，2000
- 2 李江陵，武庆河．快速气相色谱及其在石油勘探中的应用．录井技术，2002，13（2）
- 3 姚汉光．国外使用的一些气测录井解释方法．录井技术文集．北京：石油工业出版社，1999

PDC 钻头对常规地质录井影响及应对方法

钱书红

(中石化上海海洋石油局安捷石油技术服务公司)

摘 要 该文针对 PDC 钻头的特点以及对地质录井的影响,从定性、定量录井方法的对比分析入手,阐述了定量油气录井方法在 PDC 钻头钻井时的优势。重点介绍了岩屑录井地层归位法:除利用钻时归位岩性外,同时借助钻井参数中的钻压、扭矩、顶驱转速以及气测分析值与岩性的关系判断归位岩性,并借助显微镜综合判断岩性的方法。

关键词 PDC 钻头 钻井 定量荧光 岩屑录井 钻井参数

随着东海平湖油气田一、二期工程开工,必须钻探大量的评价井和开发井,为了缩短工期,节约成本,尽快使油气田投入生产,必须使用高效率 PDC 钻头钻井,特别是在海上,一口井耗资几千万,提前一天完钻就能节省几十万的费用,提高时效就是提高效益。而高钻速已使原来的录井方法有些不适应新的钻探要求,因此必须研究新的技术来适应钻井技术的发展。

一、PDC 钻头钻井特点及对地质录井的影响

PDC 钻头是聚晶金刚石切削钻头,是美国石油钻井界 20 世纪 70 年代末 80 年代初的一项重大技术成就,我国从 80 年代中后期开始引进、生产 PDC 钻头,90 年代得到推广应用,它给钻井技术带来划时代的进步。PDC 钻头与牙轮钻头相比,具有机械钻速高、寿命长、成本低,并具有防斜、纠斜及岩屑便于钻井液携带保持井底清洁的特点,因而备受青睐,近年来,在国内钻井中得到广泛的推广应用。

PDC 钻头给甲方带来巨大的经济效益,但是,由于 PDC 钻头钻井时岩屑非常细碎,加之钻井速度极快,它给常规地质录井带来了很大的影响。

(1) PDC 钻头钻进时岩屑特别细小,一部分融入钻井液内造成岩屑捞取量很少。同时过细的岩屑给清洗工作带来较大的困难,较难获得可靠的能直观反映地层情况的岩屑。

(2) 捞取岩屑量少,再加上砂岩岩屑颗粒与钻井液接触充分和岩屑清洗时油气逸失严重,造成常规地质录井油气显示普遍降低。

(3) 岩屑细小,现场挑样极为困难,有时挑样任务无法完成,影响地化分析和地质油气取样。

(4) 由于钻时较快,传统的色谱分析周期长,常常漏失薄油气层,给薄油气层的发现和解释带来困难。

(5) 岩屑样细小,特别是用小复合片钻头时岩屑几乎呈粉末状,给岩屑描述增加了困难。

(6) 砂泥岩钻时差别不大,造成现场录井划分岩性界面及岩性归位困难。