

塔里木盆地轮古油田 勘探开发一体化论文汇编

塔里木油田分公司轮古项目经理部 编

TALIMU PENDI LUNGU YOUTIAN
KANTAN KAIFA YITIHUA LUNWEN HUIBIAN

石油工业出版社
Petroleum Industry Press

塔里木盆地轮古油田

勘探开发一体化论文汇编

塔里木油田分公司轮古项目经理部 编

石油工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

塔里木盆地轮古油田勘探开发一体化论文汇编/塔里木油田分公司轮古项目经理部编.
北京:石油工业出版社,2006.7

ISBN 978-7-5021-5614-5

I. 塔…

II. 塔…

III. ①塔里木盆地-油气勘探-文集

②塔里木盆地-油田开发-文集

IV. P618.130.8-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 079048 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 100011)

网 址:www.petropub.cn

发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:河北天普润印刷厂

2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:23.25

字数:595 千字

定价:80.00 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

《塔里木盆地轮古油田勘探开发一体化论文汇编》

编 委 会

主 任：娄渊明

编 委：	练章贵	杨栓荣	魏善国	彭安华
	刘 峰	祁兴中	高鸿亮	易同华
	谭 林	杜小勇	管文胜	韩剑发
	徐 川	潘文庆	傅海成	张永忠
	商 勇	杨新华	张承森	冉体文
	李 翌	苗 青	段文胜	张耀堂
	苑胜利	李朝志	楼文钦	胡文革
	刘静江	郭秀丽	栾翠红	罗春树

审 核：史鸿详

审 定：何 君

前 言

轮古项目经理部是塔里木油田分公司的第一个勘探开发一体化项目经理部,既承担着轮南古潜山油气勘探开发规划部署实施、投资成本控制、产量及储量任务的完成等三大具体职责,又承担着进行项目管理创新、探索适合于塔里木勘探开发一体化的项目管理新办法和新机制、丰富和发展塔里木油田的项目管理的任务。工作内容上涵盖井位研究、油藏研究、钻井试油生产、采油生产以及油田地面建设等多个方面。自 2002 年 3 月成立以来,在塔里木油田党工委的领导下,在轮古项目领导小组的大力指导下,以“不求物质的获取,但求人生的精彩”为座右铭,严格按照“精确定位、精细施工、精心操作和精诚合作”的“四精”项目管理要求,牢记以“一丝不苟的作风、坚定不移的信念、坚韧不拔的毅力”为主体的“三不”轮古工作理念,创新“甲乙双赢战略联盟”管理模式,全过程地实施勘探开发一体化运作与管理,在储量、产量、管理以及技术创新等方面取得了突出的成绩,形成了“十大”轮古经验,“两个根据地”(碳酸岩盐勘探开发根据地和勘探一体化复合型人才培养根据地)建设取得初步成效。

本论文集是轮古项目经理部的各位员工集体智慧的结晶,也是他们科研、生产、管理、技术创新成果的总结,相信这些成果将对塔里木油田碳酸盐岩油藏的勘探与开发,对塔里木油田进行勘探开发一体化管理一定会起到积极的作用。

目 录

科 研 篇

岩心核磁共振实验资料在轮古奥陶系碳酸盐岩储层评价中的应用

..... 张承森 祁兴中 傅海成 吴大成(3)

FMI 成像测井资料定量处理方法研究 祁兴中 赵军 肖承文 刘瑞林 钟广发(10)

横波各向异性在碳酸盐岩裂缝性储层评价中的应用 张永忠(17)

塔里木盆地轮南古潜山碳酸盐岩储层测井解释评价技术

..... 祁兴中 潘文庆 张承森 韩剑发等(21)

轮古地区碳酸盐岩储层参数的测井表征方法研究与探讨 郭秀丽 付海成(30)

轮古 154 井核磁共振测井解释与评价 傅海成 祁兴中 张承森 李玉兰(40)

轮南奥陶系潜山油水界面与油藏类型问题探讨 刘静江 谭琳(45)

轮南碳酸盐岩裂缝预测和应力分析技术 谭琳(48)

高分辨率三维地震勘探在轮南奥陶系潜山的应用 潘文庆 管文胜 高洪亮 谭琳(56)

轮古东奥陶系储层预测 李国会 高宏亮 张志强 苗青(64)

轮南奥陶系潜山高分辨率三维地震储层预测与井点选择技术

..... 潘文庆 管文胜 高宏亮 谭琳(73)

轮南古潜山奥陶系地震速度研究 张耀堂 满意志 苗青 李世吉(78)

轮古西碳酸盐岩目标处理 段文胜 刘文革 张红霞 龚然黎(84)

轮南奥陶系潜山三维地震资料精细解释及储层预测技术

..... 冉体文 罗春树 段文胜 高宏亮(91)

碳酸盐岩储层预测技术现状及发展方向 冉体文 刘文革 张耀堂 苗青(104)

轮古复杂碳酸盐岩油气藏特征研究与储量计算 韩剑发 潘文庆 杨栓荣 顾乔元等(108)

轮南奥陶系东部斜坡带储层物性特征 杨栓荣 程光华(117)

轮南奥陶系碳酸盐岩油藏高效井布井技术研究 练章贵 唐明龙 秦可 王发清等(124)

轮南奥陶系碳酸盐岩油藏高效井布井模式研究 练章贵 唐明龙 秦可 王发清等(135)

轮南奥陶系碳酸盐岩油藏产能影响因素及产能评价方法研究

..... 练章贵 刘勇 秦可 王发清等(146)

桑南及桑塔木断垒奥陶系碳酸盐岩储层地质建模

..... 练章贵 刘勇 秦可 王发清 缪长生(154)

轮南奥陶系碳酸盐岩单井数值模拟机理研究	··· 练章贵 刘勇 秦可 王发清 缪长生等	(160)
轮南奥陶系碳酸盐岩储集体控油机理探讨	····· 杨栓荣 潘文庆 韩剑发 史鸿祥 祁新中等	(168)
轮南奥陶系轮古东气田的发现及勘探前景	····· 杨栓荣 史鸿祥 高宏亮	(174)
轮南奥陶系良里塔格组储集体特征与油气勘探	····· 杨栓荣 张春莲 赵乐元 李建军	(180)
轮南奥陶系油气成藏主控因素	····· 杨栓荣 潘文庆 顾乔元 唐子军	(185)
轮南古隆起的控油理论及其潜山准层状油气藏勘探	····· 韩剑发 潘文庆 杨栓荣 曹彤雯 牛伟	(191)
复杂碳酸盐岩油气藏建模及储量计算方法创新	····· 韩剑发 潘文庆 曹彤雯 祁兴中 杨栓荣	(201)
轮南奥陶系油气分布规律	····· 杨栓荣 彭安华 韩剑发 祁新中	(209)

工 程 篇

轮古地区地层特征及认识	····· 彭安华	(217)
轮古潜山碳酸盐岩地质录井的特点	····· 彭安华	(225)
喀斯特模式及在油气建井工作中的意义	····· 彭安华	(230)
轮南奥陶系缝洞型碳酸盐岩钻井的压力控制技术	····· 商勇	(234)
低密度高强度优质水泥浆固井技术研究与应用	····· 商勇 李坤 史鸿祥	(239)
轮古 40C 井套管开窗侧钻及小井眼定向钻井技术	····· 商勇	(246)
轮古 201 井优快钻井技术	····· 魏善国	(251)
轮古地区长裸眼井段井壁稳定技术	····· 魏善国	(253)
“双保”型改性天然高分子基钻井液技术研究及其在轮古地区的应用	····· 杜小勇	(255)
正电型“双保”钻井液技术在轮古地区的应用	····· 杜小勇	(262)
轮古裂缝性油藏储层伤害评价分析	····· 卢虎 邹盛礼 瞿凌敏 杜小勇 刁可庚	(267)
产液剖面测井在轮古碳酸盐油藏岩勘探开发中的应用	····· 刘峰	(272)
塔里木油田轮古西奥陶系稠油开采	····· 刘国华 何君 楼文钦 杨新华 刘峰 栾翠红	(274)
动态监测及其应用	····· 刘峰	(280)
5541m 喷射泵举升稠油试验	····· 何君 单全生	(285)
轮西油田超稠油掺稀油采出液脱水试验研究	····· 班兴安 徐川 楼文钦 宁长春 谢明政等	(294)
轮西稠油流变性试验研究	····· 班兴安 徐川 楼文钦 宁长春 谢明政等	(298)
轮古碳酸岩盐油藏化学堵水试验与探索	····· 刘峰 栾翠红	(305)

LG15-1 井产出液脱水应用	杨新华(310)
塔里木轮西油田硫化氢检测防护与应急救援问题探讨	李朝志(312)
风积沙填筑公路路基新技术	易同华(318)

管 理 篇

塔里木油田轮古项目勘探开发一体化实践与探索	姜渊明(325)
塔里木油田轮古项目实施甲乙双赢战略联盟探索	何君 姜渊明(332)
油田钻井液闭合式管理实践与研究	姜渊明 杜小勇 王堂建(335)
勘探开发一体化项目管理中 HSE 运行模式实践	何君 姜渊明 苑胜利(338)
工程量清单报价在塔里木油田的应用	易同华(341)
勘探开发一体化背景下的地面产能建设管理	易同华(343)
论油田勘探开发项目管理中的文化建设	何君 姜渊明(349)
论油田勘探开发活动中共赢思维的实现	何君 姜渊明 栾翠红(353)
油田勘探开发项目管理人员激励及出路	何君 姜渊明 栾翠红(356)
从塔里木油田轮古项目管理实践看勘探开发一体化	姜渊明 何君 栾翠红 刘峰(359)

轮古品牌文化内涵：一体化、双赢、三不、四精

“一体化”：勘探开发一体化的项目管理体制，为贯彻轮古项目的最主要理念

“双 赢”：甲乙双赢战略联盟的管理模式

“三 不”：一丝不苟的作风、坚定不移的信念、坚韧不拔的毅力为轮古的工作理念

“四 精”：精确定位、精细施工、精心操作、精诚合作为轮古项目管理要求

科 研 篇

轮古的“十大”经验：

- 全过程勘探开发一体化项目运行的经验
- 甲乙双赢战略联盟和闭合式管理模式的实践经验
- 一体化项目人才培养与知识集成的经验
- 碳酸盐岩的建井工程的配套技术应用经验
- 碳酸盐岩的完井试油和酸化压裂技术应用的经验
- 碳酸盐岩油藏采油工艺配套技术应用的经验
- 特殊油气田的地面建设和优化的经验
- 碳酸盐岩隐蔽油气藏井位选择的经验
- 非均质碳酸盐岩储集体测井评价的经验
- 复杂碳酸盐岩油藏评价的经验

岩心核磁共振实验资料在轮古奥陶系碳酸盐岩储层评价中的应用

张承森 祁兴中 傅海成 吴大成

摘要:现代核磁共振测井技术的发展为更好地利用测井资料、提高油气层解释评价的精度提供了一种新的有效手段;岩心核磁共振基础实验分析研究是核磁测井资料采集、解释、处理及应用的基础。本文从岩心核磁实验资料入手,并结合其在储量参数研究中含油饱和度检验及孔隙度下限确定等方面的实例,探索了核磁共振技术在碳酸盐岩中的应用。

主题词:岩心 核磁共振 储层评价 应用

由于轮古地区奥陶系碳酸盐岩储层基质孔隙度太低,而孔隙、裂缝、溶洞的分布、形状、类型又极其复杂多变;因此在储层评价及储层参数研究中存在诸多难点,通过对核磁共振资料的应用,有些问题能够得到较好的解决:

(1)含烃饱和度是储量计算最为重要的参数之一,测井计算的含烃饱和度一般采用油基钻井液密闭取心的饱和度或用毛细管压力资料求取的饱和度进行检验。但由于条件限制在奥陶系碳酸盐岩储层段没有进行油基钻井液密闭取心。而采用岩心毛细管压力资料检验,涉及到转化参数复杂且不确定,难以获取准确的饱和度,也难进行印证。在进行了岩心核磁共振实验的基础上,测井饱和度的检验可以采用核磁共振资料获得的饱和度进行印证。

(2)孔隙度下限是有效厚度下限的一个重要指标,在砂泥岩储层中一般利用单层试油的方法确定,但在碳酸盐岩储层很少有单层试油,因此必须探索新的方法;利用岩心核磁实验所区分的束缚孔隙流体和可动孔隙流体的界限可以准确地确定孔隙度下限值。

(3)在碳酸盐岩进行核磁测井,通过解释及处理,能够很好地区分束缚孔隙流体和可动孔隙流体,证明了核磁测井技术在碳酸盐岩中可以得到很好的应用。

1 核磁实验基础简述

近年来,岩心核磁共振分析技术(NMR)突飞猛进,已经成为一种成熟有效的岩心分析方法。利用NMR技术可以直接观测到多孔介质对应孔隙流体含量信号的幅度和反映流体自身性质以及其所处孔隙环境的驰豫曲线与扩散行为,通过对这些观测信息的分析,得到样品的核磁孔隙度、可动流体孔隙度、束缚流体孔隙度、可动流体饱和度、束缚流体饱和度以及孔径分布等多孔介质参数,来描述储层的质量。岩心核磁共振分析实验的具体方法和原理简要叙述如下:

将岩样饱和水放入测量仪器,加脉冲低频磁场回波间隔信号,氢核受到磁场作用发生偏转,测量其恢复原始状态的时间(驰豫时间)与信号衰减强度,然后进行数值统计分析,得出相关实验参数。实验和理论都表明:驰豫时间与多孔介质孔径大小有关,较小的孔具有较短的弛

豫时间,较大的孔具有较长的驰豫时间;信号衰减强度又与孔隙流体中的氢核含量有着对应关系,如果观测信号能够正确地反映宏观磁化强度,那么,它在零时刻的信号强度代表岩样孔隙中的含氢总量,即可把零时刻的信号强度标定为岩样核磁孔隙度。不仅如此,由于驰豫机制和驰豫速度的差异,不同孔径孔隙中的流体将有不同的观测驰豫速度,出现在驰豫时间分布不同的位置上。因而,可以进一步把小孔体积与大孔体积区分开来,最终得到岩样的可动流体孔隙度、束缚流体孔隙度、可动流体饱和度、束缚流体饱和度以及孔径分布等多孔介质参数。

2 饱和度的检验应用实例分析

如图1是轮南48井奥陶系某块岩样核磁共振实验分析结果图,图中横坐标是横向驰豫时间(T_2),纵坐标是由信号强度转化的区间孔隙度。 T_2 包络线的积分就是岩样核磁测量孔隙度(ϕ_h); T_2 分布曲线一般表现为双峰形态,前置峰代表小孔隙,它所包络的面积就是岩样束缚流体孔隙度,后置峰代表大孔隙,它所包络的面积就是岩样可动流体孔隙度(ϕ_{mov});束缚流体孔隙度(ϕ_{irr})与核磁测量孔隙度(ϕ_h)之比就是束缚流体饱和度(S_{irr}),同样可以得到可动流体饱和度(S_{mov}),如果岩样位于油气藏油(气)水界面以上,实验分析的可动流体饱和度(S_{mov})就代表了该点的含烃饱和度。

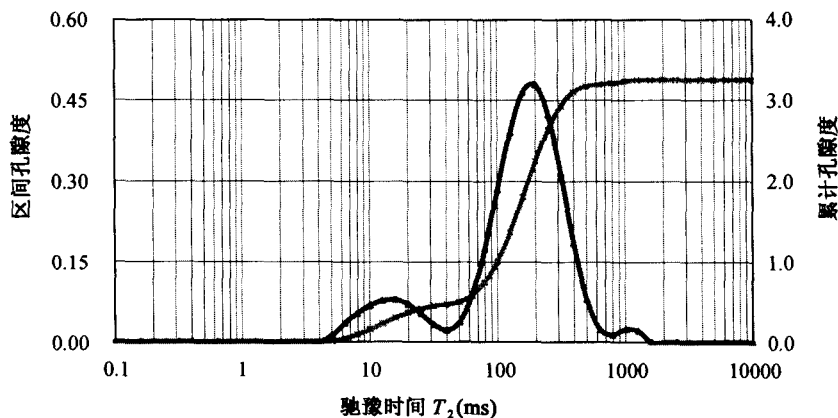


图1 轮南48井奥陶系一块岩样核磁共振实验分析结果图表

图2是轮南48井岩心核磁实验分析饱和度与测井计算的含油饱和度曲线对比杆状图,从图中可以看出二者具有极好对应关系,表明本次研究模型处理的饱和度是可靠的。将两种饱和度进行逐点对比,误差分析见表1,表中10个样品只有2个数据点绝对误差大于5个饱和度单位,其余误差均小于5个饱和度单位,平均核磁实验分析饱和度为75%,测井计算的平均饱和度为74.2%,二者相差只有0.8个饱和度单位,从而印证了测井处理的含油饱和度是准确的,达到了探明储量计算的要求。

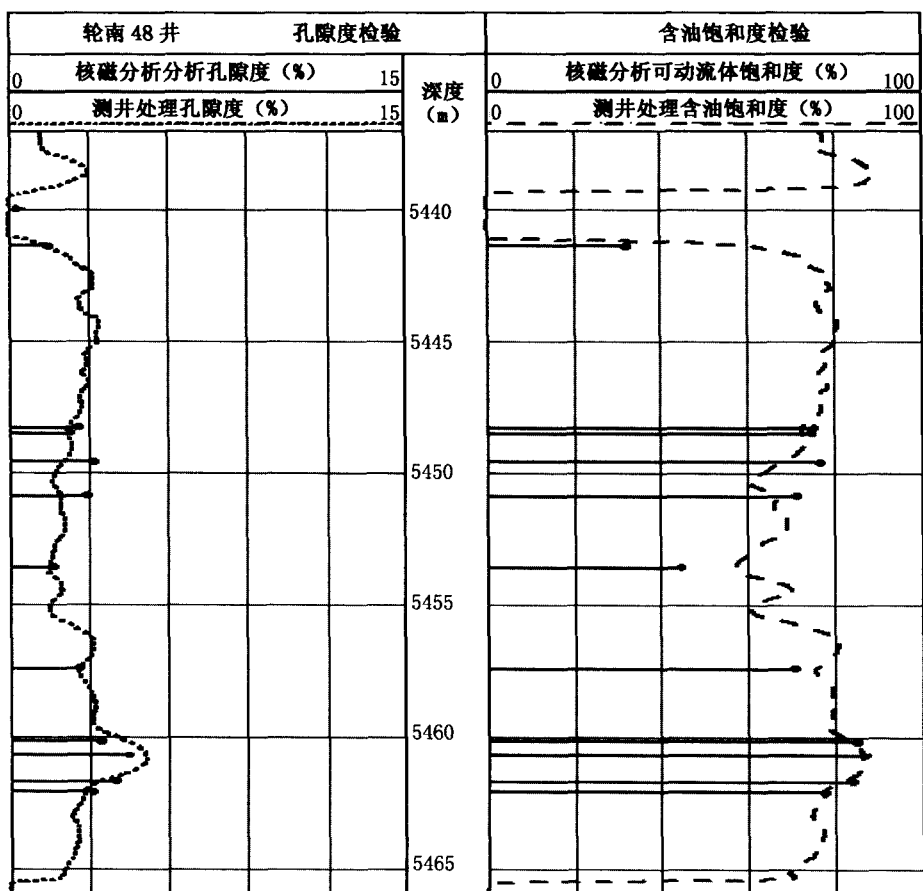


图2 岩心核磁实验分析饱和度与测井计算曲线对比杆状图

表1 岩心核磁实验分析饱和度与测井计算饱和度误差分析统计表

深度(m)	岩心分析 孔隙度(%)	核磁分析 孔隙度(%)	测井计算 孔隙度(%)	核磁分析 饱和度(%)	测井计算 饱和度(%)	饱和度绝 对误差(%)	孔隙度绝 对误差(%)
5448.309	2.32	2.65	2.25	75.6	72.8	-2.8	-0.40
5448.508	2.22	2.39	2.24	75.0	72.5	-2.5	-0.15
5449.608	3.54	3.25	2.00	77.1	68.6	-8.5	-1.26
5450.909	2.76	2.95	1.97	71.4	66.4	-5.0	-0.97
5453.6	1.5	1.69	1.53	44.8	57.2	12.4	-0.16
5457.409	2.61	2.67	2.68	71.0	75.7	4.7	0.01
5460.208	3.83	3.46	4.56	85.2	84.5	-0.7	1.10
5460.708	4.42	4.57	5.14	87.1	86.5	-0.6	0.57
5462.1	2.89	3.21	2.81	78.1	77.3	-0.8	-0.40
5461.708	3.63	4.00	3.27	84.3	80.2	-4.1	-0.73
平均值	2.97	3.08	2.85	75.0	74.2	-0.8	-0.23

3 用岩心核磁共振确定孔隙度下限

轮南 48 井进行了 15 块岩心核磁共振实验,从图 3 至图 10 分别是按孔隙度由小到大排列的岩心核磁实验分析数据图表。从图表中不难发现这样规律:随着核磁孔隙度的增加, T_2 弛豫时间曲线上大孔径的波峰逐渐增大,即可动流体饱和度在逐渐增加。在列举的 8 块样品中,核磁孔隙度小于 1.69% 的 4 块样品小孔径的波峰均大于大孔径的波峰,而核磁孔隙度大于 2.39% 的 4 块样品大孔径的波峰均大于小孔径的波峰,因此,有效孔隙度下限应在 1.69% ~ 2.39% 之间。根据相对渗透率理论及实验表明:随着含水的饱和度的降低,油气饱和度的增加,油气的相对渗透率将逐渐增加,当地层含油气饱和度为 50% 左右时,油气的相对渗透率开始大幅度增加,也将大于水相渗透率,所以一般将油气饱和度等于 50% 作为饱和度下限值。将 15 块样品分析的核磁孔隙度与可动流体饱和度进行交汇(参见表 2 和图 11),图中饱和度为 50% 时,对应的孔隙度是 1.76%。因此,与其他方法相结合可以准确确定有效孔隙度下限值为 1.8% 是合理可靠的。

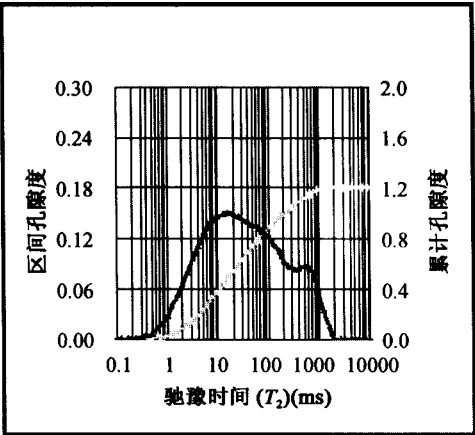
表 2 轮南 48 井岩心核磁共振实验分析数据分析统计表

样品号	深度(m)	岩心 孔隙度(%)	核磁 孔隙度(%)	可动流体 孔隙度(%)	束缚流体 孔隙度(%)	可动流体 饱和度(%)	束缚流体 饱和度(%)
1	5437.7	0.934	0.874	0.207	0.667	23.7	76.3
2	5434.2	1.14	0.588	0.161	0.427	27.4	72.6
3	5436.46	1.37	1.21	0.371	0.839	30.7	69.3
4	5441.7	1.66	1.613	0.548	1.065	34.0	66.0
5	5449.3	1.37	1.547	0.497	1.05	32.1	67.9
6	5448.3	2.32	2.647	2.00	0.647	75.6	24.4
7	5448.51	2.22	2.392	1.794	0.598	75.0	25.0
8	5449.6	3.54	3.253	2.509	0.744	77.1	22.9
9	5450.9	2.76	2.946	2.102	0.844	71.4	28.6
10	5453.6	1.50	1.698	0.761	0.937	44.8	55.2
11	5457.4	2.61	2.672	1.896	0.776	71.0	29.0
12	5460.2	3.83	3.464	2.952	0.512	85.2	14.8
13	5460.7	4.42	4.569	3.978	0.591	87.1	12.9
14	5462.1	2.89	3.213	2.51	0.703	78.1	21.9
15	5461.71	3.63	4.001	3.373	0.628	84.3	15.7

4 结论

本研究建立在岩心实验分析的基础上,从实验资料分析及应用结果可见,核磁技术在低孔、低渗、孔隙空间复杂多样的碳酸盐岩储层中效果很好,在储量参数研究中,不但可以确定储层孔隙度下限,而且还能检验含油饱和度;其应用效果已得到认可及广泛推广;因此在轮南、英买力、塔中的碳酸盐岩、角砾岩及含砾砂岩等复杂储层、塔中志留系低孔、低渗沥青砂岩储层中

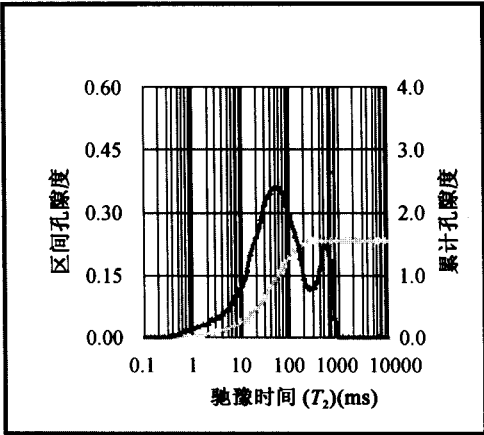
应用前景广阔。



核磁分析结果

核磁测量 孔隙度(%)	可动流体 孔隙度(%)	束缚流体 孔隙度(%)	可动流体 饱和度(%)	束缚流体 饱和度(%)
1.21	0.371	0.839	30.7	69.3

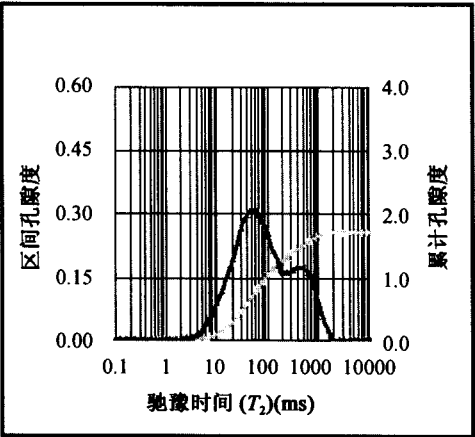
图3 孔隙度为1.21%岩样核磁分析图表



核磁分析结果

核磁测量 孔隙度(%)	可动流体 孔隙度(%)	束缚流体 孔隙度(%)	可动流体 饱和度(%)	束缚流体 饱和度(%)
1.547	0.497	1.05	32.1	67.9

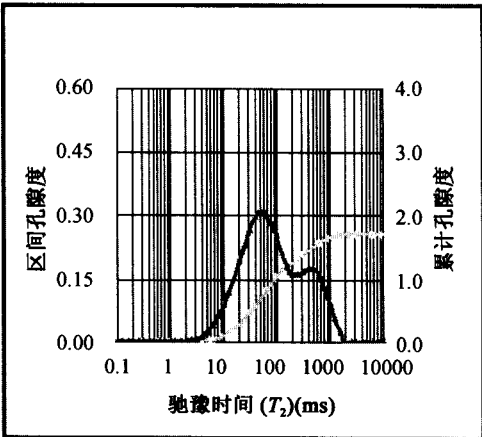
图4 孔隙度为1.55%岩样核磁分析图表



核磁分析结果

核磁测量 孔隙度(%)	可动流体 孔隙度(%)	束缚流体 孔隙度(%)	可动流体 饱和度(%)	束缚流体 饱和度(%)
1.613	0.548	1.065	34.0	66.0

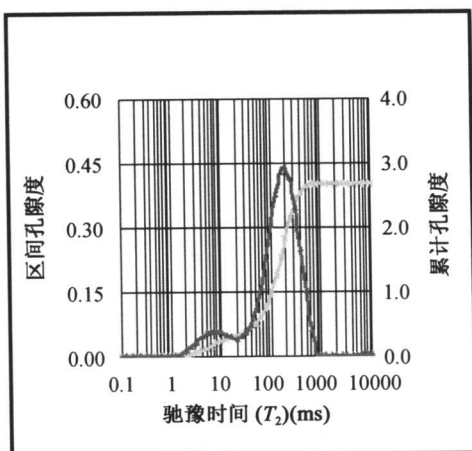
图5 孔隙度为1.61%岩样核磁分析图表



核磁分析结果

核磁测量 孔隙度(%)	可动流体 孔隙度(%)	束缚流体 孔隙度(%)	可动流体 饱和度(%)	束缚流体 饱和度(%)
1.698	0.761	0.937	44.8	55.2

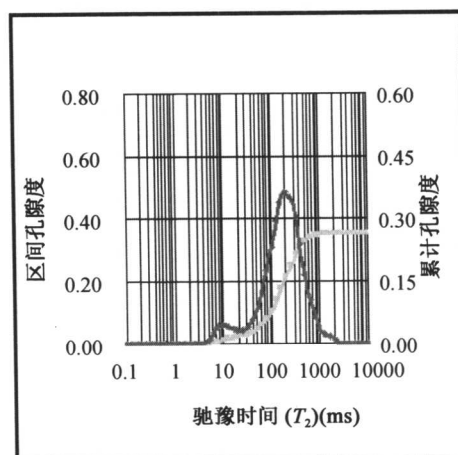
图6 孔隙度为1.69%岩样核磁分析图表



核磁分析结果

核磁测量 孔隙度(%)	可动流体 孔隙度(%)	束缚流体 孔隙度(%)	可动流体 饱和度(%)	束缚流体 饱和度(%)
2.392	1.794	0.598	75	25

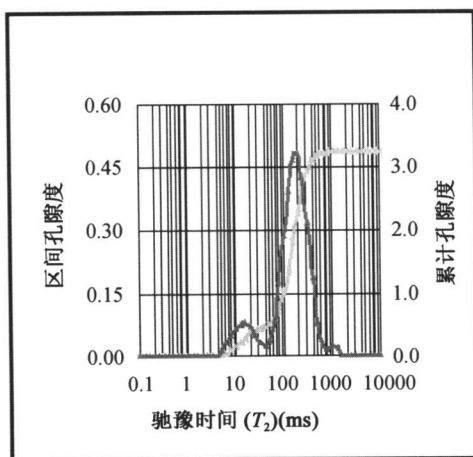
图7 孔隙度为2.39%岩样核磁分析图表



核磁分析结果

核磁测量 孔隙度(%)	可动流体 孔隙度(%)	束缚流体 孔隙度(%)	可动流体 饱和度(%)	束缚流体 饱和度(%)
2.672	1.896	0.776	71.0	29.0

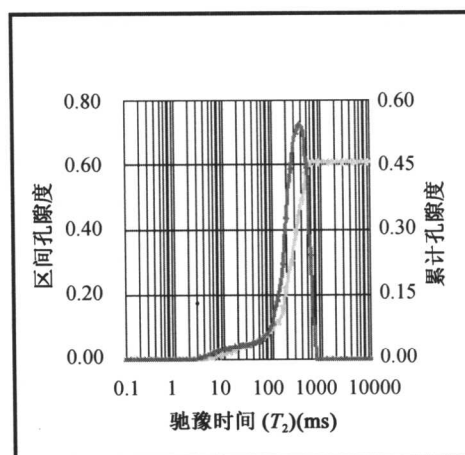
图8 孔隙度为2.67%岩样核磁分析图表



核磁分析结果

核磁测量 孔隙度(%)	可动流体 孔隙度(%)	束缚流体 孔隙度(%)	可动流体 饱和度(%)	束缚流体 饱和度(%)
3.253	2.509	0.744	77.1	22.9

图9 孔隙度为3.25%岩样核磁分析图表



核磁分析结果

核磁测量 孔隙度(%)	可动流体 孔隙度(%)	束缚流体 孔隙度(%)	可动流体 饱和度(%)	束缚流体 饱和度(%)
4.569	3.978	0.591	87.1	12.9

图10 孔隙度为4.57%岩样核磁分析图表

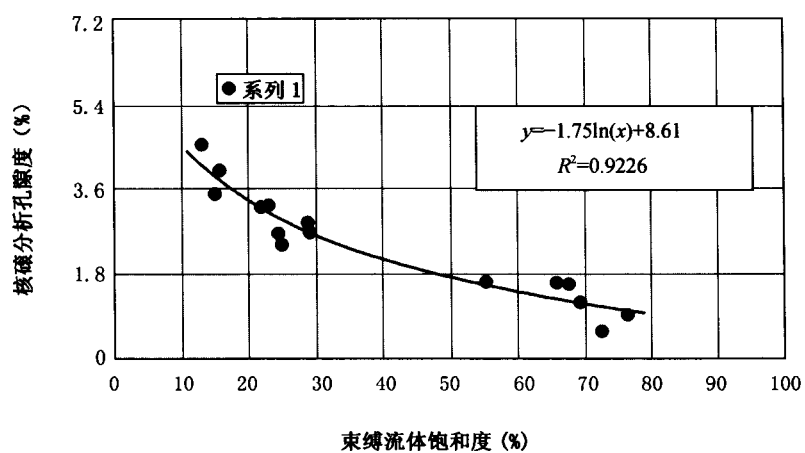


图 11 核磁分析孔隙度与核磁分析束缚水饱和度关系图版