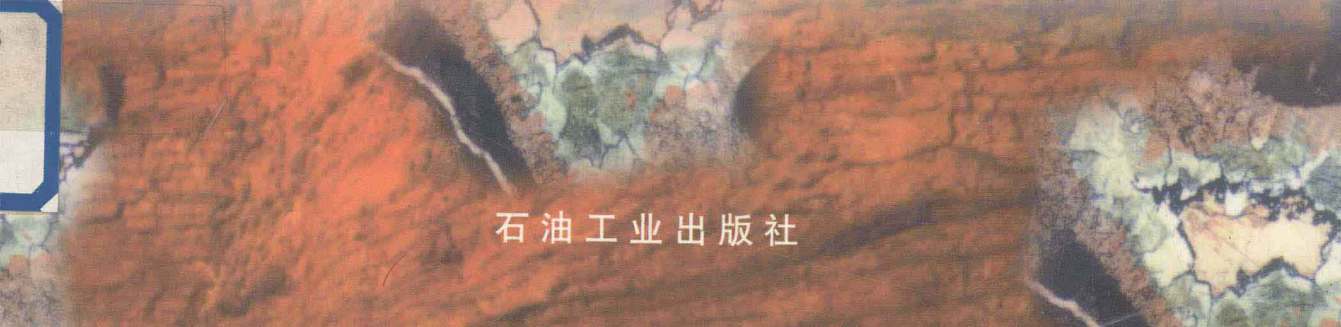




储层综合评价配套技术

中国石油天然气集团公司新技术推广中心编



石油工业出版社

储层综合评价配套技术

中国石油天然气集团公司新技术推广中心编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是中国石油天然气集团公司“九·五”新技术重点推广项目之一,汇集了各油田技术论文 30 多篇,从不同角度阐述了储层的综合评价技术,具有较高的实用性和借鉴性。

本书除可作为从事油田储层研究与描述的工程技术人员之外,也可供科研院所的研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

储层综合评价配套技术/中国石油天然气集团公司新技术推广中心编.
北京:石油工业出版社,1999.4

ISBN 7-5021-2523-X

I. 储…

II. 中…

III. 储集层-地质评价-文集

IV. P618.130.25-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 03848 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)

北京密云红光印刷厂排版

石油工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 17.75 印张 441 千字 印 1—2000

1999 年 4 月北京第 1 版 1999 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2523-X/TE · 2062

定价: 26.00 元

《储层综合评价配套技术》顾问委员会和编委会

顾问委员会：石宝珩 秦顺亭 肖德明 吴奇之 汪世忠
胡光灿 钱荣均 刘全新 邓隆武 吴永平
李宗飞 杨服民 杨元林 邱荣华 乐 金
郭荣坤

编委会主任：孙宁

副主任：秦顺亭 李光文 李 干

委员：（按姓氏笔画排列）：

王玉琴	王庆余	王润秋	孙文超	冯养恩
田春志	牟永光	刘玉芝	刘必浩	李代芳
吴方平	吴永刚	杨天吉	张永康	张铁铮
张遂胜	陈善勇	周立宏	赵力民	祝玉衡
郭东润	浦丰秀	莫明道	韩文功	管叶君
傅同庆	谭 洪	寥前进		

主 编：梁业勤

副 主 编：牛毓荃 鲜于德清 郭水印

责任编辑：杨仕平

序 言

一般来讲,科学技术成果并不就等于第一生产力,只有将科技成果变为生产应用技术,成为生产活动的组成部分时,才能真正体现“科学技术是第一生产力”的作用。

在科技成果转化成为生产力之前,它仅是一种以知识形式存在的、潜在的生产力。“转化”就是把它变为现实的、直接的、物质的生产力。这是一个需要时间,更需要解决一系列问题的物化过程。特别是在建立社会主义市场经济体制的进程中,更要加速科技成果的工程化、商品化和产业化。在这个转化过程中,就科技自身来讲,要解决后续实验、二次开发、工艺、安全、成本等问题。就企业应用部门来讲,要解决资金、厂房、人员培训等问题。抓好这个转化过程是科技工作的重要任务。

先进、成熟、实用的单项技术固然重要,但它只能解决生产过程中一个环节上的问题。如果针对某一工程,将单项技术配起套来,形成综合配套技术的应用,就能发挥总体优势,产生十倍、百倍的效果,获得巨大的经济效益和社会效益。

“八五”期间,针对油田勘探、开发、生产建设面临的困难,提出了向科技要储量、要产量、要效益。为此,原中国石油天然气总公司制定了加速科技成果转化的规划和计划,确定了新技术推广的“1115工程”,即“八五”期间推广10项配套技术,100项实用单项技术,原总公司和油田两级投入10亿元,获得效益50亿元。并专门组建了新技术推广中心,要求充分利用计划和市场两种机制,加速科技成果向现实生产力的转化。实现结果是,集团公司和油田共投入12.5亿元,取得可计算经济效益60亿元。

在“八五”的基础上,“九五”期间规划了集团公司新技术推广工作,其中重要的是实施新技术推广8项示范工程。示范工程项目之一就是储层地球物理描述技术,要求进一步完善与开发储层地球物理描述技术,总结出不同类型油气藏描述的经验和方法,并形成一套方便、实用的软件系统。经过三年实践,取得了一批成果,并获得了较好的直接经济效益和社会效益。

科技成果只有在经过实践,总结形成“模式”,并上升为理论时,才具有普遍应用价值。为此,决定将“九五”前三年的成果汇编成本书,这是继“八五”成果“油气勘探综合配套技术”出版之后的又一成果。本书是实用技术及其应用效果的总结,它凝聚了广大勘探科技人员的心血,是众多科技人员和参与实践的广大职工的共同成果。我想本书的出版,对石油新技术的推广工作是很有意义的。



1999年3月

前 言

为了贯彻石油工业“稳定东部，发展西部”的战略方针，按照原中国石油天然气总公司领导提出的向科技要储量、要产量、要效益，要针对油田实际，将多项配套技术，在一个地区实施，形成规模效益的精神。“八五”期间，原中国石油天然气总公司将配套技术的推广应用作为新技术的重要内容，获得了巨大的经济效益。

本项目是原中国石油天然气总公司新技术推广“九五”重点示范工程项目之一，其目的是进一步完善储层描述技术，以期总结出针对不同类型油气藏描述的经验和方法。各承担单位在项目实施过程中，投入了大量的人力、物力，认真组织实施，不断地发展完善，较好地完成了综合评价配套项目，不但取得了较好的经济效益，而且为石油工业培养了一批既有理论知识，又能解决实际问题的技术人才。

该配套技术涉及地震、测井、地质三大门类，内容丰富，涉及面宽。从储层角度来看，它涉及到低渗低孔的致密砂岩储层、碳酸盐储层、火成岩储层、低电阻储层、高泥高钙薄互储层以及岩性储层；从技术角度来讲，它包括了盆地模拟、沉积相和沉积微相的研究与识别、地震资料的目标处理和精细解释、储层参数的反演和预测、储层建模、油藏描述以及储层综合评价和油气综合评价等技术，形成了一套较完整、成熟、实用的储层综合评价配套技术。

本书收集了大庆、大港、华北、胜利、江苏、江汉、四川、河南、石油大学、物探局、西地所等十一个项目承担单位的优秀论文 30 余篇，这些成果凝聚了广大科技工作者的心血，也是众多科技人员和亲临实践的广大职工的共同成果，是实用技术和应用效果的最好总结。

该项配套技术的推广应用，不但取得了较好的经济效益，更重要的是在油田的勘探开发方面能针对不同类型的油藏特点，采用综合配套技术，取得常规技术所不及的较好效果，对同类油藏的勘探开发具有借鉴和指导意义。

孙宁

15/3 - 99

目 录

碳酸盐岩储层地质评价在川东明月峡构造带的应用

..... 孔金祥 何成孝 魏长善 张红梅 刘志明 (1)

RM 油藏描述技术在努格达地区的应用

..... 郎晓玲 赵力民 芦天明 尹会彬 康洪全 杨 辉 (8)

测井新技术在明月峡构造带石炭系储层综合评价中的应用

..... 司马立强 胡振平 罗利 (16)

枣北火成岩测井评价技术..... 严成信 邹长春 张红燕 (22)

史南地区低电阻率油层特征、形成机理及解释方法..... 金秀珍 白金胜 赵文杰 (32)

二维叠前深度偏移在 EH 地区的应用..... 刘勇 白天成 曾海东 (42)

模拟退火参数反演及应用..... 王秀伯 吕云远 曹来圣 (51)

火山岩岩心描述与系列分析技术..... 王桂芝 李国成 肖敦清 苏俊青 (60)

高分辨率资料处理方法研究及其应用..... 夏洪瑞 周开明 陈德刚 (64)

浊积砂体的测井约束反演描述技术

..... 于建国 王金铎 韩文功 于正军 路慎强 谷玉田 (73)

储层综合评价技术在滚动勘探开发中的应用..... 李博 吴拥军 何东方 (82)

火成岩油藏描述技术..... 严慧中 肖敦清 (92)

COMPACT 多元油气综合解释技术 彭路平 彭 瑛 都帮玉 (100)

松辽盆地北部古龙地区高泥高钙油层储层测井解释技术

..... 付有升 陶宏根 于吉海 孙宏智 李晓辉 (108)

用测井资料计算低孔低渗储层物性参数和预测产能的 ANN 方法研究

..... 唐为清 郭荣坤 罗安银 (120)

储层参数空间预测技术的研究与应用 周绪川 杨圆圆 刘丽琼 翟中喜 (128)

勘探目标地震资料处理技术在示范区的应用 吕健飞 宋庆海 高升云 赵力民 (136)

拟合零炮检距技术在高分辨率地震资料处理中的应用 张 宏 李世红 冀杜康 (144)

复杂地震地质条件下海相地层早期储层评价关键技术

..... 郭东润 刘云生、高 原 曾祥华 (150)

CCFY 储层综合评价技术及其在示范区的应用 秦凤荣 (159)

测井约束下的地震反演 王润秋 牟永光 王尚旭 陈小宏 (166)

三维叠前深度偏移在 HJD 地区的应用..... 程金星等 (171)

斜井层位标定技术及其应用 张永华 李桂林 杨春峰 (178)

时频分析技术及应用 田 鑫 (185)

油藏描述技术在神泉地区的应用 贾久恩 何 峰 李建华 (192)

相关分析在三维地震资料解释中的应用研究 何又雄 (196)

波阻抗反演及其应用 李志荣 胡奇谋 何光明 黄 锋 (202)

地震资料解释中的极性判别技术

..... 王金铎 路慎强 韩文功 于建国 王进文 兰文新 (207)

测井沉积相分析和体积模型法计算密度值技术的开发与应用 潘建国 周惠文 (214)

反演预测滤波与算子外推	熊传凤	(221)
约束反演	刘贤红	(230)
焉耆盆地宝浪油田宝中区块凝析气层 ANN 方法研究	唐为清	郭荣坤 (234)
储层综合评价配套技术在华北油田的示范应用	王建瑞	芦天明 郭水印 (242)
信息比技术的应用	王秀伯	曹来圣 毛凤军 (263)
三维连片技术在吐哈油田的应用	曹来圣	王秀伯 (270)

碳酸盐岩储层地质评价在川东明月峡构造带的应用

孔金祥 何成孝 魏长善 张红梅 刘志明

(四川石油管理局地质勘探开发研究院)

摘要 碳酸盐岩储层评价应该用地质、测井、地震、开发等配套技术进行综合评价。其中,地质技术起着基础和牵头作用。本文探讨了川东明月峡构造带石炭系碳酸盐岩储层地质评价中的沉积模式建立、沉积相划分、沉积相古地理图制作、储层分类与评价、地下裂缝渗透率分布描述等多项技术。地质成果提交以测井、地震技术作基础和校核标准,便可在纵横向上展开,从而认识储层性能在三维空间的变化,为勘探开发决策提供依据。

引言

碳酸盐岩储渗空间复杂,非均质性强,勘探、开发的难度大。进行综合评价的目的是使用配套技术能预测气水、储量丰度、地下裂缝渗透率及产量的分布,从而确定“高产、稳产、多产井”的井位,以提高勘探、开发的经济效益。为此,笔者在沉积模式的建立,特殊物性分析、储层分类与评价方面有所创新,并对地下裂缝渗透率分布描述进行探讨,与测井、地震、开发相结合,力争达到上述目的。笔者曾推断现今主体背斜上的月2-1井位于同沉积古地垒之上,储层好,可能获气,完钻测试产气 $34.02 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。这种古地垒—背斜圈闭气藏的储量丰度高,加之古地垒上的大天5井已产气水,可确保明月峡构造带完成储量任务。

沉积模式及沉积相建立技术

沉积模式系指对沉积机理解释方案及沉积相的划分方案。而沉积相系指沉积环境及环境的物质表现。

要建立沉积模式,必须查明沉积时期的海陆分布、大地构造特征、沉积基面的古构造、古断裂、古地貌特征、构造的升降、海平面相对变化、古气候、沉积物供应、水深、水介质盐度、风浪能量以及岩石的成分、结构、构造、类型、韵律组合和生物组合。才能建立符合客观实际的沉积模式并划分沉积相,以指导勘探。

本文根据川东明月峡构造带石炭系的特点,提出了晚石炭世黄龙期的沉积模式为“膏湖→咸化潟湖→正常海湾海平面升降蒸发岩→碳酸盐岩沉积模式”(见表1)。根据黄龙期三个发展阶段的环境特征及其物质表现,划分出三个沉积相、八个亚相。其中蒸发膏湖相因沉积水介质的盐度过高,所形成的石膏、白云岩为非储层;正常海湾相沉积水介质的盐度正常,沉积的石灰岩为非储层;潟湖亚相因沉积时水深大于1.5m,能量低,形成致密粉晶云岩,也为非储层;咸化潟湖的水介质盐度为70~80g/L,利于孔隙的保存,咸化浅滩、咸化蒸发坪、咸化藻坪三个亚相的孔隙发育,形成储层。在浅滩中,滩核沉积时的能量较强,其孔隙较发育;而滩缘沉积时的能量低于滩核,其孔隙发育较滩核差。

表 1 明月峡构造带石炭系膏湖、咸化潟湖、正常海湾、海平面升降蒸发岩—碳酸盐岩沉积模式

沉积相	蒸发膏湖		咸 化 潟 湖				正常海湾	
亚 相	石英砂浅滩	膏 湖	潟湖	咸化浅滩	咸化蒸发坪	咸化藻坪	海 湾	海湾浅滩
图 示								
环 境	封闭环境，湖水盐度为 70~170g/L		半封闭环境，湖平面升降频繁，湖水盐度一般为 70~80g/L，偶浓缩有石膏斑点析出或有薄层石膏沉积				为华南海的海湾，盐度正常，为 32g/L	
岩石类型	含砂质粉晶砂屑云岩	沉积为石膏及白云岩，现为次生灰岩及角砾灰岩	粉晶云岩及球粒粉晶云岩	滩核为粒间、粒内溶孔亮晶粒屑云岩。滩缘为溶孔泥—粉晶粒屑云岩	膏模孔粉晶云岩	窗格孔、溶孔、粉晶藻云岩	泥晶灰岩、藻球粒粉晶灰岩，生屑泥晶灰岩	亮晶、粉晶粒屑灰岩
结 构	泥、粒或粒屑	粉—中晶	泥—粉晶	粒屑或泥、粒	泥—粉晶	藻粘结、绵层	泥—粉晶	粒屑或泥、粒
构 造	不规则波状层理	揉皱状角砾状	水平层理、潜穴、生物搅动，或干裂、干缩角砾状	块状、粒序、波状层理，冲刷面或干裂、干缩破碎角砾状	块状，石膏假晶，或塌陷角砾	条带、层纹状层理，或干裂角砾状	水平、纹层状层理，或呈干裂角砾及岩溶角砾	块状、冲刷面，或呈干裂角砾及岩溶角砾
陆源物	石英砂及泥质多见	常见	少见	少见	少见	少见	未见	未见
生物组合	贫乏	极贫乏	生物总的较少，为特提斯型暖水动物群，以有孔虫为主，其次有介形虫、棘皮、蓝绿藻、红藻、鲃、腕足、双壳、偶见单体珊瑚				生物丰富，种类较多，属特提斯暖水型动物群，种属与咸化潟湖相近	

沉积相古地理图的制作技术

沉积相古地理图系指在地质历史某一时期或某一阶段的沉积相在平面上有规律地展布的古地理景观图件。

为便于用地震资料识别储层的好坏，只需作黄龙期咸化潟湖阶段的沉积相古地理图（见图 1），并将浅滩、藻坪、蒸发坪合并为咸化浅滩。即简化为：滩核储层好，滩缘中等，咸化潟湖为非储层。

根据地质、测井资料确定各井的有效厚度、平均孔隙度，结合测试资料，先绘出沉积相、古断层、古陆分布的沉积相古地理概略图。地震以井为模式并参考该图，就可作出详细的沉积相古地理图。

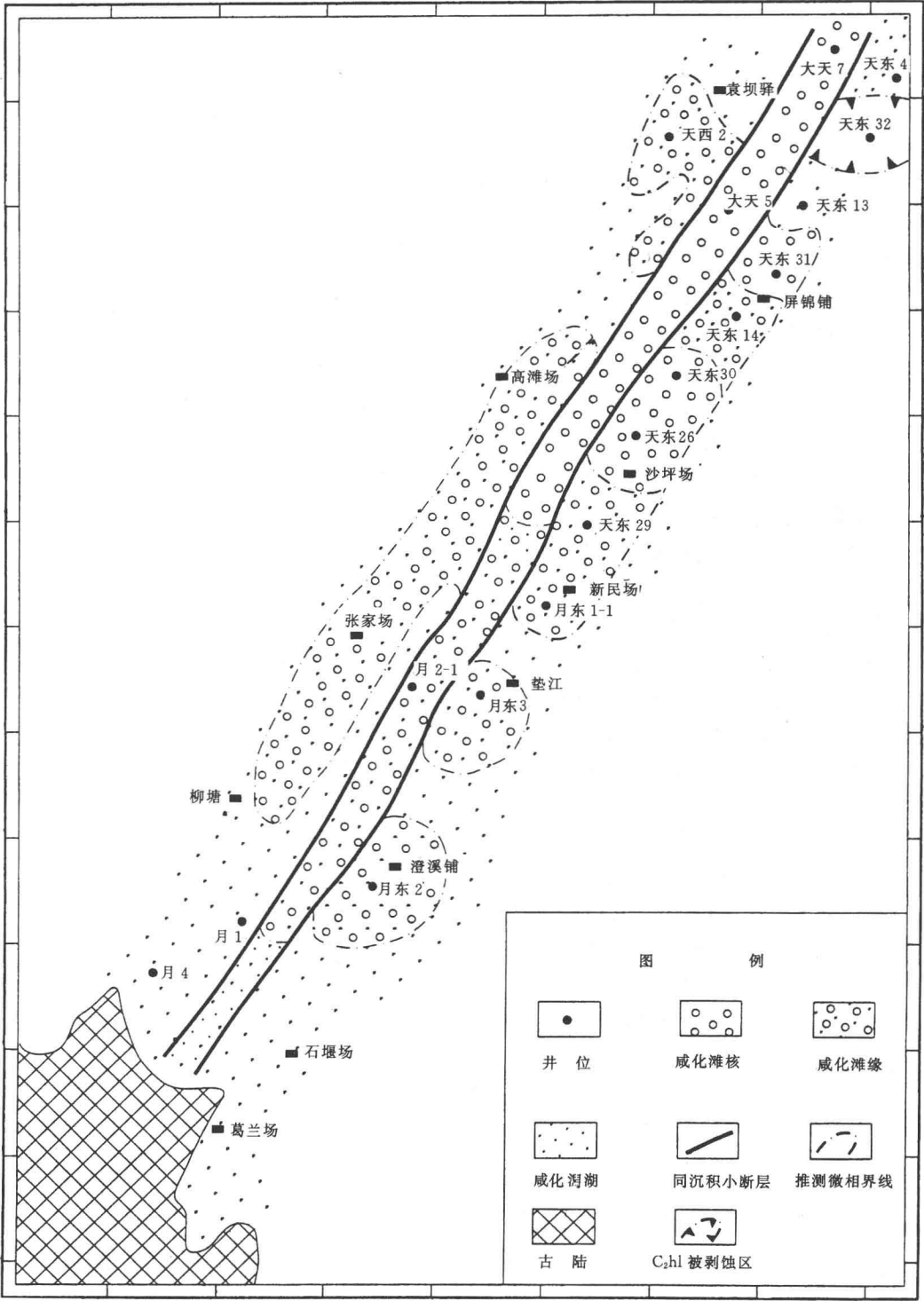


图 1 明月峡构造带上石炭世黄龙期中时 (C₂h₁₂) 沉积相古地理图

碳酸盐岩储层分类、评价的新技术

四川碳酸盐岩的储渗空间复杂,有孔隙、洞穴、喉道、裂缝(注:本文所述裂缝系指张开裂缝)等四类,总称为空隙。其中孔、洞是主要的储集空间,因喉道窄,裂缝成为流体运移、产出的主要渗滤通道,喉道则为次要通道。

砂岩储层的分类、评价主要依据渗透率、喉道宽窄及孔隙度。而四川碳酸盐岩储层的基质渗透率及孔隙度低,其分类、评价除靠上述依据外,还要考虑裂缝的因素,因而构成新的分类和评价技术。该技术有如下特点:

1) 必须采用特殊物性分析技术。

常规物性分析技术不适用于四川,经 20 多年的研究、引进,四川建立了高压、高精度的特殊物性分析技术,用于四川特殊储层的分类,现介绍其中两种技术:

a. 高真空高压液体饱和法求取全直径岩心四种孔隙度的方法和装置的技术。这是笔者的专利,它可测定各种大小、形态的样品的总空隙度、孔隙度、洞隙度、缝隙度。后三者之和为总空隙度。洞隙度及缝隙度用于计算洞、缝中的储量。本专利的孔隙度是总孔隙度,它与基质渗透率的相关性更好。

b. 高压渗透率测定技术。这是引进技术,测定精度达到 $10^{-9}\mu\text{m}^2$ 。对确定有效渗透率下限很有实用价值。

2) 要建立不同空隙类型的多种孔渗关系曲线。

碳酸盐岩的渗透率分为基质渗透率和裂缝渗透率。基质渗透率与孔隙度之间仍为正相关关系。笔者认识到:不同空隙类型的储集岩具有不同的孔隙结构,故其毛细管压力曲线不同(见图 2),因而具有不同的孔渗关系曲线(见图 3)。此曲线是储层分类、评价新技术的基

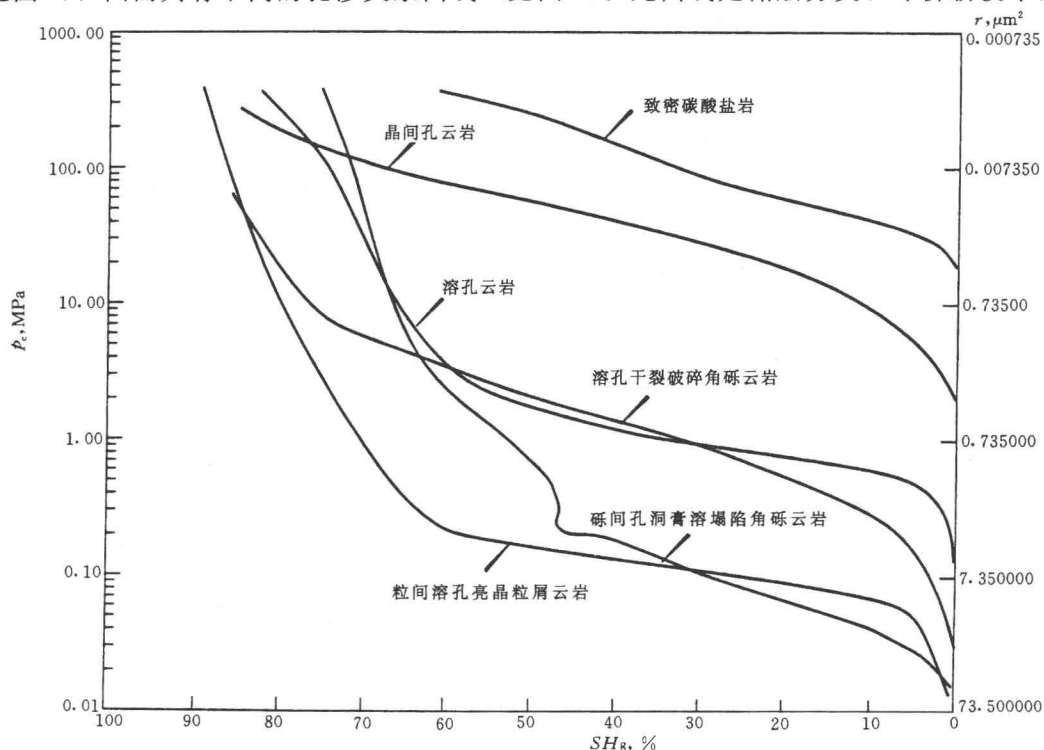


图 2 川东石炭系不同空隙类型储集岩毛细管压力曲线图

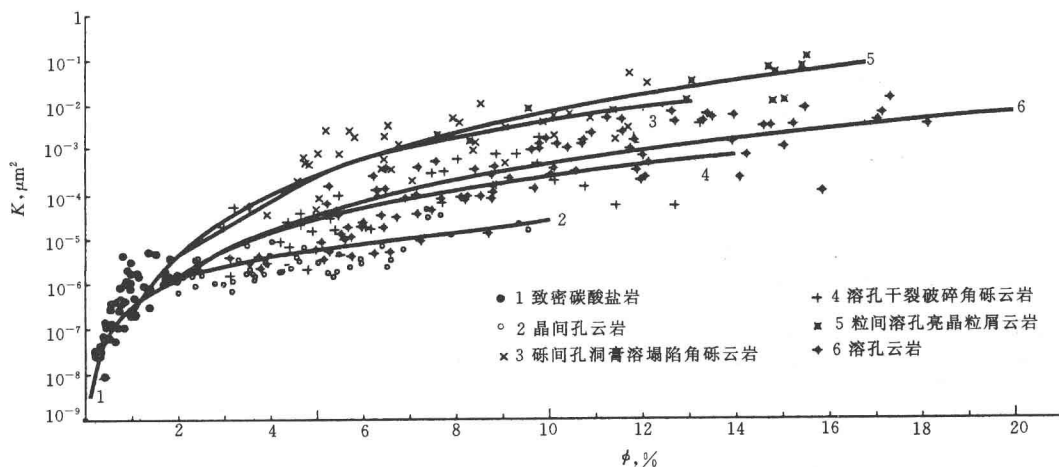


图 3 川东石炭系不同空隙类型储集岩孔渗关系图

础。不同地区、不同层位的储层各有特殊性，应各自建立此种曲线，才能准确地分类与评价。

3) 要使分类的界限值成为各类储层从量变到质变的“关节点”。

I 与 II 类储层的界限值是孔隙型与裂缝—孔隙型储层分界的“关节点”，由平面径向流公式求取分界的渗透率值。II 与 III 类储层的界限值是易采储层与难采储层的“关节点”，由气藏稳产阶段采出气量反求该分界的渗透率值。III 与 IV 类储层的界限值是裂缝—孔隙型储层与非储层分界的“关节点”，用美国的 Kh 值法确定有效渗透率下限值。由“关节点”分开的各类储层的开发意义是：I 类是无需裂缝就可产出工业气流的储层；II 类为易采储层，II 类加 I 类及缝、洞中的储量是开发稳产阶段可采出的储量；III 类为难采储层，其中的储量是递减期才能采出的储量；IV 类为非储层，不能进行工业开采。

笔者在储层分类、评价上的创新是：在孔渗关系曲线图（图 3）的纵轴上标注各“关节点”的渗透率值，并作横轴的平行线，平行线与孔渗关系曲线的各个交点所对应的孔隙度就是分类或下限的孔隙度。各类储层分界只有一个渗透率值，但有多孔隙度值，即空隙类型不同，分界的孔隙度值亦不同（见表 2）。这种分类考虑了裂缝的有无及孔隙结构的差异，更符合开发的实际。

表 2 川东石炭系碳酸盐岩孔隙结构及储集岩分类表

储集岩级别	孔隙结构类型	中值喉宽 R_{50} μm	基质克氏气体 渗透率 K_1 μm^2	孔隙度, %				评价	孔隙类型
				溶孔	粒间溶孔	砾间孔洞	晶间孔		
I 类	粗孔大喉型	>1.0	$>1 \times 10^{-2}$	>20	>11	>13		好的孔隙型储集岩	粒间溶孔及砾间孔洞
II 类	粗孔中喉型或 细孔中喉型	1.0 至 0.2	1×10^{-2} 至 2.5×10^{-4}	20 至 8	11 至 5	13 至 5		较好的裂缝— 孔隙型储集岩, 易采	溶孔、粒间溶 孔、砾间孔洞
III 类	粗孔小 喉型或 细孔小 喉型	0.2 至 0.03	2.5×10^{-4} 至 4.4×10^{-6}	8 至 2.8	5 至 2	5 至 2	15 至 4.2	中等的裂缝— 孔隙型储集岩, 难采	晶间孔, 溶孔、 砾间孔洞
IV 类	微隙微 喉型	<0.03	$<4.4 \times 10^{-6}$	<2.8	<2	<2	<4.2	非储层	微晶间隙、晶间 孔及溶孔

裂缝渗透率分布描述技术的探讨

“少井、高产、稳产、多产”的高效开发方针是国民经济高速发展的客观需求。而目前尚无预测气产量的方法，难于满足上述需求。本课题认为，应该解决四川这一难题，具体构思的步骤如下：

1) 地下裂缝渗透率是石炭系气井高产的决定因素，它与无阻流量之间呈正相关关系（见表3），当求出各井地下裂缝渗透率后，由地震在面上展开，求出地下裂缝渗透率在平面上分布的等值线图和无阻流量分布等值线图，从而划分高、中、低渗透区及高产区、中产区及低产区。再与储量丰度分布图结合，使井位定在高产区与高丰度区叠合的位置，就可获得高产、稳产、多产气井。

表3 明月峡构造带石炭系储层参数、产量、评价与沉积相关系统计表

井号	地下基质渗透率 μm^2	试井渗透率 μm^2	地下裂缝渗透率 μm^2	测试产量 (气: $10^4\text{m}^3/\text{d}$) (水: m^3/d)	气无阻流量 $10^4\text{m}^3/\text{d}$	总有效厚度 m	平均孔隙度 %	沉积相	储层评价	古构造或地貌
天东14	1.13×10^{-4}	1.09×10^{-3}	9.77×10^{-4}	21.43	72.48	20.21	3.638	滩缘	二级	地貌高
天东26	1.7×10^{-4}	4.07×10^{-4}	3.00×10^{-4}	22.4	45.81	37.69	5.071	滩核	一级	地貌高
天东29	2.29×10^{-5}	7.29×10^{-4}	7.06×10^{-4}	23.85	56.32	20.35	3.625	滩缘	二级	地貌高
月东1-1	2.08×10^{-5}	7.22×10^{-3}	7.199×10^{-3}	82.99	125.47	23.67	2.635	滩缘	二级	地貌高
月东2	2.21×10^{-5}	2.21×10^{-5}	0	微气	/	11.30	2.908	滩缘	三级	地貌高
月东3	5.44×10^{-6}	5.44×10^{-6}	0	水:0.31	/	14.68	2.636	滩缘	三级	地貌高
大天5	8.6×10^{-5}	2.332×10^{-3}	2.246×10^{-3}	气:15.33 水:3.1	67.51	52.14	4.806	蒸发坪 藻坪	一级	古地垒
月2-1	5.82×10^{-5}	8.756×10^{-3}	8.698×10^{-3}	34.02	95.6	14.86	3.783	藻坪	三级	古地垒
月1	2.11×10^{-5}	2.11×10^{-5}	0	微气	/	2.44	2.227	潟湖	五级	地貌低
月4	1.77×10^{-6}	1.77×10^{-6}	0	干井	/	2.43	2.596	潟湖	五级	地貌低
天东13	8.30×10^{-7}	8.30×10^{-7}	0	干井	/	0.43	2.185	潟湖	五级	地貌低
天东31	4.563×10^{-5}	6.082×10^{-3}	6.04×10^{-3}	40.09	187.0	28.06	5.993	滩核	二级	地貌高

地震可以用构造曲率及分形分维技术将各井的地下裂缝渗透率(或裂缝的 Kh 值)在面上展开。因四川为挤压型构造，地层弯曲度大处的曲率值大，裂缝渗透率亦大。实践证实，在产层顶面构造图准确的条件下，据曲率所定井位的钻探成功率达到70%，而分形分维技术又前进了一步，加之地震可以识别气水分布，再结合储量分布图，今后不但可以提高钻探成功率，还可多钻高产、稳产气井以减少开发总井数。

2) 地下裂缝渗透率的求取技术。试井渗透率是地下基质渗透率与地下裂缝渗透率之和，地下裂缝渗透率由下式求取：

地下裂缝渗透率 = 试井渗透率 - 地下基质渗透率

试井渗透率由试井资料计算。

地下基质渗透率是在储层承受上覆地层净应力及空隙中有水情况下的气相渗透率(注：实验证实，地层温度不影响渗透率，故不考虑)。地面基质渗透率要经净应力及含水饱和度校正后才能得到地下基质渗透率，校正如下：

a. 上覆地层净应力 = 上覆地层压力 - 气层压力 (MPa)，(明月峡为73MPa)。

b. 净应力校正：图 4 中 5-6、24-13、3-42 号样品为无裂缝样品，曲线反映地面基质渗透率随上覆净应力增加而降低的情况。据该曲线求出与上覆地层净应力对应的地面基质渗透率的下降率，乘以地面基质渗透率得应力校正渗透率。

应力校正渗透率 = 地面基质渗透率 × 下降率

c. 含水饱和度校正：确定气层平均含水饱和度，如为 30%，在该点作一竖线与气相对渗透率曲线相交（见图 5），交点的相对渗透率值（如为 0.6）为含水饱和度校正值，乘以应力校正渗透率等于地下基质渗透率。

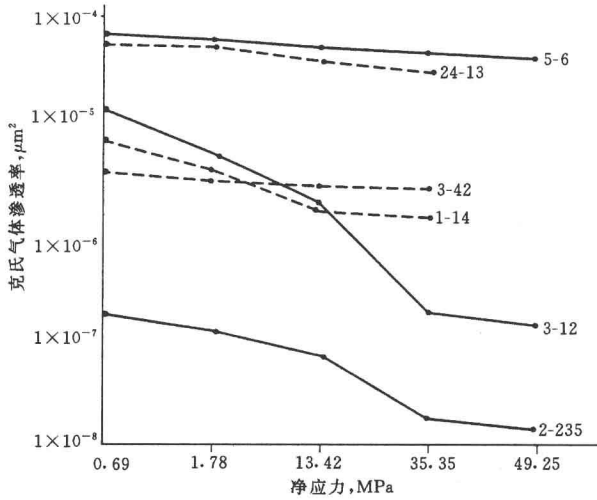


图 4 碳酸盐岩净应力与克氏气体渗透率关系曲线图

（注：实线为四川井下工艺研究所测定，
虚线为美国 NIPER 测定）

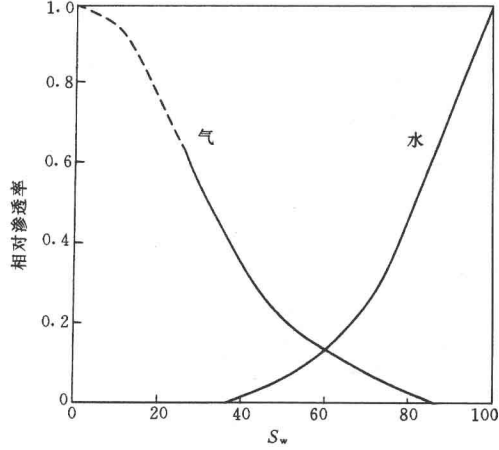


图 5 石炭系白云岩气—水相对渗透率曲线
（12 个样品的平均值）

地下基质渗透率 = 应力校正渗透率 × 含水饱和度校正值

现在已求出明月峡各井的地下裂缝渗透率及天然气无阻流量，有关资料已提交地震工作人员（见表 3），期望他们能尽快作出地下裂缝渗透率及气无阻流量的平面分布图，以供勘探、开发参考。

参 考 文 献

- [1] 冯增昭编著. 碳酸盐岩岩相古地理学. 北京：石油工业出版社，1989
- [2] 罗蛰潭编著. 油层物理. 北京：地质出版社，1985
- [3] 中国石油天然气总公司科技发展局编. 中国油气储层研究论文集. 北京：石油工业出版社，1993
- [4] 冯增昭，王英华等编著. 中国沉积学. 北京：石油工业出版社，1994

RM 油藏描述技术在努格达地区的应用

郎晓玲 赵力民 芦天明 尹会彬 康洪全 杨 辉

(华北石油管理局勘探开发研究院)

摘要 本文针对努格达地区构造复杂,储层相变快,油藏受构造、地层、岩性等多种因素控制的特点,通过现有的三维地震、地质、测井等资料的综合应用,采用了RM油藏描述技术,并综合运用地震资料目标处理技术、IESX地震资料交互解释技术、CALI沉积相分析技术从测井资料处理入手,提取最能反映沉积相特征的定量地质信息,同时重点利用了RM油藏描述系统中地震资料匹配处理技术、波阻抗反演技术以及储层预测技术,对该断块的构造、储层及油藏类型进行了分析研究,并进行了储量计算。在实际应用中取得了良好的地质效果和经济效益。

引 言

利用地震资料对油藏的几何形态的精细描述和对储层的分布范围、厚度、孔隙度以及含油气范围等参数的预测是油藏描述的主要内容,而作为油藏描述主要内容的储层横向预测,又是一项综合性的研究课题,它是综合利用地质、地震、测井、测试和计算机等技术,对油藏的几何形态、储层的分布、物性参数及其含流体性质等进行描述, RM油藏描述系统是集地震、地质、测井为一体的综合性的油藏描述软件,该软件最大的特点可以较好的进行储层评价和含油性预测,最终指导油气勘探。本文主要介绍了在实际应用中取得良好地质效果的RM油藏描述系统的概况,并以努格达地区为例,介绍了其应用情况。

工 区 概 况

努格达构造位于二连盆地乌尼特坳陷洪浩尔舒特凹陷乌兰诺尔断裂鼻状构造带东北部,勘探面积120km²。阿尔善组(k₁ba)为主要勘探目的层。

到1997年12月底,该构造已完钻探井、评价井15口,其中,H16、H105井在k₁bt₁试油获工业油流,H10、H14、H18、H30、H104、H107和H108等7口井在k₁ba试油获工业油流,H4井低产。1996年进行第一轮描述后,上交H10和H18两个断块控制储量XXXX万吨。但是,由于本区构造复杂,储层相变快,油藏受构造、地层、岩性等多种因素的控制,位于构造高部位的H101井钻探失利后,给评价勘探工作带来了严重困难。因此,针对这样复杂的地质问题,当年10月对该构造又进行了第二轮描述,提出了有利的钻探目标,1997年为了整体评价努格达构造,主要应用RM油藏描述技术,采用了图1所示的研究技术路线图对该断块的构造、储层及油藏类型进行了第三轮描述,取得了良好的地质效果。

应用的关键技术和方法

针对研究区油藏类型和含油气特点,主要应用了四项先进的技术与方法进行油藏描述,取得了明显的效果。

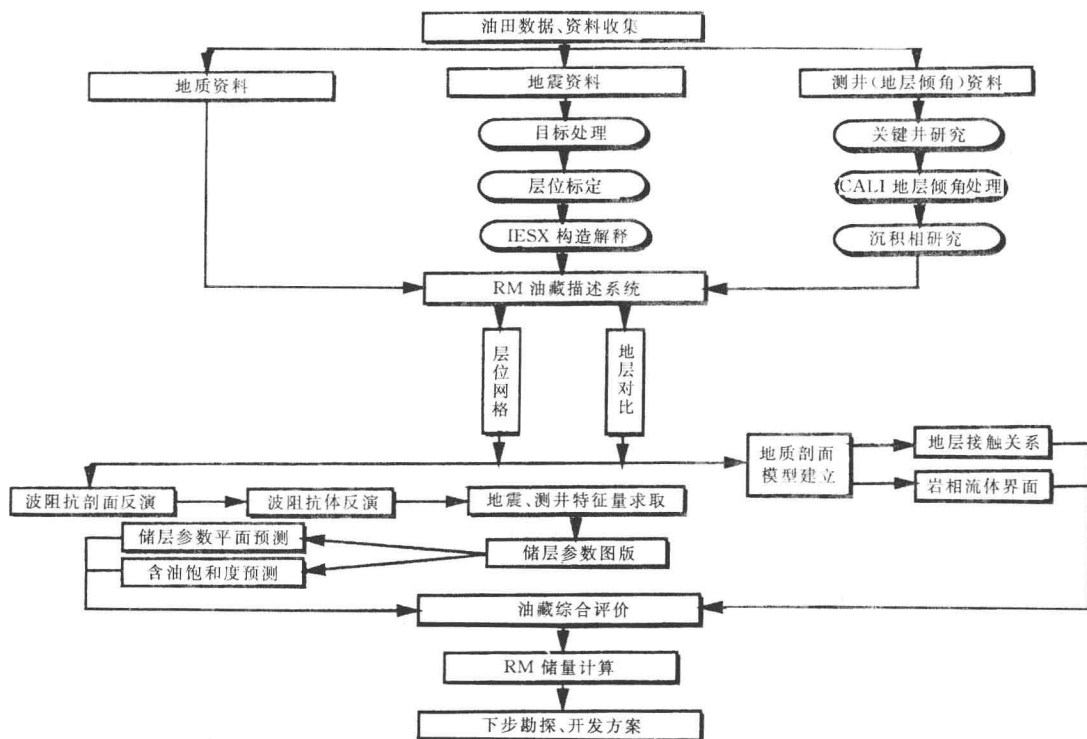


图1 努格达构造油藏描述流程图

1. 地震资料的目标处理技术

三维地震资料的目标处理技术是针对目标层(油层)采用串联反Q滤波和谱模拟反褶积及蓝色滤波等技术对研究区进行地震资料叠后目标处理,提高地震资料的信噪比和分辨率。

2. IESX 地震资料交互解释技术

IESX 地震资料交互解释系统主要用于构造精细解释。

3. CALI 沉积相分析技术

CALI 软件是研究院自研的一种测井资料及地层倾角资料处理的一种软件,应用该项技术对努格达 H10 等几口关键井进行了测井资料处理与解释,从而对该区的沉积环境进行了研究。

4. RM 油藏描述技术

在努格达构造的研究中,主要采用了 RM 油藏描述技术, RM 油藏描述系统中有以下四项特色技术:

1) 层位标定。

利用 RM 系统中的 Detailed Correlation 和 Well Tie 两个模块,充分利用工区内钻井、测井等资料制作,人工合成地震记录来完成层位的准确标定,为油藏描述打下了坚实的基础。

2) 地震资料匹配处理技术。

RM 系统中匹配处理技术是根据数字滤波的方法,通过设计一个匹配滤波器,引进井中低频信息,以井中地震为主,对地面地震资料进行谱分解、时移,使地面地震资料最大程度地相似于井中的合成记录或 VSP 资料。地震资料通过匹配处理后,可以较大程度地提高地震反演的精度。