

YOUQI CHENGCAO LILUN YU KANTANKAIFA JISHU(SAN)

油气成藏理论与勘探开发技术（三）

—— 中国石化石油勘探开发研究院 2010 年博士后学术论坛文集

中国石化石油勘探开发研究院
博士后科研工作站 编

地 质 出 版 社

油气成藏理论与勘探开发技术（三）

——中国石化石油勘探开发研究院 2010 年博士后学术论坛文集

中国石化石油勘探开发研究院
博士后科研工作站 编

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书稿包括油气地质、地球物理勘探、油气田开发、油气战略与决策四部分内容,涉及油气藏勘探、开发、预测、油气战略的多个方面,展示了中国石化在油气成藏理论与勘探开发方面的最新成果。

本书可供从事石油勘探开发的科研、管理人员阅读参考,也可作为相关院校师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

油气成藏理论与勘探开发技术:中国石化石油勘探开发研究院 2010 年博士后学术论坛文集. 3 / 中国石化石油勘探开发研究院博士后科研工作站编. —北京:地质出版社, 2011. 4

ISBN 978-7-116-07186-5

I. ①油… II. ①中… III. ①油气藏形成-学术会议-文集②油气勘探-学术会议-文集 IV. ①P618.13-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 060953 号

责任编辑:李 军 孙亚芸

责任校对:李 玫

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

咨询电话:(010)82324508 (邮购部); (010)82324569 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京天成印务有限责任公司

开 本:787mm × 1092mm $\frac{1}{16}$

印 张:19.25

字 数:460 千字

版 次:2011 年 4 月北京第 1 版

印 次:2011 年 4 月北京第 1 次印刷

定 价:68.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-07186-5

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

目 录

油 气 地 质

塔河油田中生界隐蔽油气藏的发现与勘探	王 明 杨素举 田 鹏等 (3)
四川盆地白云岩储层研究现状与思考	张军涛 龙胜祥 吴世祥等 (12)
准噶尔盆地石炭系是沉积盖层的重要组成部分	贺 凯 (21)
哥伦比亚 Magdalena 盆地 V 油田沉积及演化特征	陈诗望 陈文学 姚合法 (28)
松辽盆地南部十屋断陷成藏主控因素及勘探潜力	郭金瑞 游秀玲 (37)
鄂尔多斯盆地南部富县探区延长组碳酸盐胶结物特征及其对储层的控制作用	刘春燕 郑和荣 胡宗全等 (51)
波拿巴盆地 NT09-1 区块勘探前景	黄彦庆 熊利平 鄢长武 (60)
泥质烃源岩中粘土矿物结合有机质的不同赋存状态	卢龙飞 蔡进功 刘文汇等 (68)
基于数据挖掘技术的火成岩岩性识别方法	张 军 李 军 胡 瑶 (80)

地球物理勘探

鄂尔多斯盆地大牛地气田盒 3 段波形地震相	许 杰 董 宁 宁俊瑞等 (91)
火成岩裂缝性储层测井评价	陈 冬 (99)
基于稀疏约束贝叶斯估计的地震相对波阻抗反演方法	刘喜武 宁俊瑞 张永贵 (107)
平面波叠前偏移及共成像点道集	谢 飞 魏修成 黄中玉 (114)
鄂尔多斯盆地镇泾地区延长组水下河道砂体地震预测	张 宏 国庆鹏 武 丽等 (123)
梨树断陷盆地结构、构造样式与构造演化	郭利果 周卓明 王果寿等 (130)
EM-MWD 系统的电磁波衰减特性	刘科满 刘修善 杨春国等 (147)

油气田开发

不同类型油藏水平井优化设计	丁一萍 李江龙 (155)
---------------------	---------------

塔河油田碎屑岩水平井水平段长度分析	赵 旭 丁士东 周仕明 (162)
有限元裂缝模拟技术在水力压裂中的应用	孙志宇 (171)
海外多层叠合油藏中后期开发潜力及调整对策——以 V 油田为例	许华明 刘 红 姚合法等 (180)
塔河油田 12 区超深井稠油掺稀降粘开采影响因素	林长志 李宗田 韩欣欣等 (190)
低渗透油藏 CO ₂ 驱窜流及抑制实验	王 锐 岳湘安 吕成远等 (199)
储层构型表征技术及其在注 CO ₂ 区块中的应用	周银邦 计秉玉 吕成远等 (207)
用于海相易漏层封固的低密度水泥浆体系	穆海朋 马开华 丁士东 (216)
水平缝五点井网整体压裂优化设计	李林地 (224)
六级分支井井眼连接总成预成型过程力学分析	王敏生 吴仲华 (233)
考虑复杂因素下的火山岩气藏数值模拟	许进进 任玉林 凡哲元 (246)
气浮技术在孤三污水站的应用	谭文捷 (253)

油气战略与决策

国际基准原油价格一年期中期预测	褚王涛 (263)
我国天然气战略储备需求研究	李 伟 李玉凤 颜映霄等 (276)
海外油气投资目标国家筛选决策支持系统	赵 旭 (284)
基于增益模型的流媒体对象缓存管理策略	郭攀红 唐先明 孙红军 (293)

油 气 地 质

塔河油田中生界隐蔽油气藏的发现与勘探

王 明¹ 杨素举² 田 鹏² 毛庆言²

(1. 中国石化石油勘探开发研究院, 北京 100083;

2. 中国石化西北油田分公司勘探开发研究院, 新疆乌鲁木齐 830011)

摘 要 随着塔河油田碎屑岩勘探的深入, 隐蔽油气藏已成为该区增储上产的重要领域。通过介绍塔河油田中生界隐蔽油气藏的发现和勘探历程, 总结了在隐蔽油气藏勘探实践中摸索出来的一套勘探方法以及配套技术。勘探实践证明, 该套方法和技术有效地指导了塔河油田隐蔽油气藏的勘探工作, 为塔河油田的增储上产提供了技术支持。

关键词 碎屑岩 岩性油气藏 隐蔽油气藏 塔河油田

Discovery and Exploration of the Mesozoic Subtle Traps in Tahe Oilfield

WANG Ming¹, YANG Suju², TIAN Peng², MAO Qingyan²

(1. Petroleum Exploration and Production Research Institute, SINOPEC,

Beijing 100083, China; 2. Petroleum Exploration and Production Research

Institute of Northwest Oilfield Branch, SINOPEC, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

Abstract With the development of the clastic reservoir exploration, the subtle traps have become an important field for petroleum reserve growth in Tahe oilfield. This article reviews the discovery and exploration practice of the Mesozoic subtle traps in Tahe oilfield, and summarizes a set of exploration method and associated techniques, which have been found out during the exploration practice of the subtle traps. The exploration practice has proved that these techniques give an effective guidance to subtle traps in Tahe oilfield and provide the technical support for reserve growth.

Key words detrital rock; lithologic reservoir; subtle trap; Tahe oilfield

隐蔽油气藏概念来源于美国石油地质学家 Levorsen^[1]和 Halbouty^[2], 尽管不同的学者对隐蔽油气藏的概念有不同的理解, 但总的说来可以归纳为 3 种概念。第一种为广义的地层圈闭 (stratigraphic trap), 包括地层圈闭 (狭义)、不整合和古地貌圈闭 (Leverson, 1964; Halbouty, 1972, 1982); 第二种是为了与构造圈闭相区分而提出来的非构造圈闭 (nonstructural trap), 指所有的非构造成因形成的圈闭类型 (威尔逊, 1934; 胡见义, 1984); 第三种隐蔽圈闭 (subtle trap) 是指用目前普遍采用的勘探方法难以圈定其位置的圈闭 (Savit, 1982)^[3]。随着世界油气藏勘探开发的不断发展、油气勘探的深入和石油地质理论的深化, 隐蔽油气藏的定义更趋向于: 在现有勘探方法与技术水平条件下, 较难识别和描述的油气藏类型^[4]。

勘探实践证明,随着勘探程度的提高,大型整装构造油气藏发现的几率变小,而隐蔽油气藏的比例将逐渐增大,勘探的难度也随之增加。隐蔽油气藏的勘探变得日趋重要,已成为增加油气储量的重要方向。据统计,渤海湾盆地非构造油气藏的探明储量占总探明储量的 54.7%^[5];南襄盆地岩性油气藏储量占总储量的比例高达 84.6%^[6];济阳坳陷 2000 年以来探明储量的 60%~70% 属于隐蔽油气藏^[7];在美国,其已占探明储量的 30% 左右^[8]。由此可见,随着油气勘探程度的提高,容易勘探的中、浅层大型构造油气藏逐渐减少,转向非构造油气藏勘探势在必行。而塔河地区随着奥陶系碳酸盐岩特大规模油气田勘探形势的明朗以及碎屑岩盐边构造油藏的落实,隐蔽油气藏成为塔河油田下一步勘探的重点,也是塔河地区增储上产的主阵地。通过西北油田分公司这几年隐蔽油气藏勘探力度的加大,在塔河油田中生界隐蔽油气藏方面取得了很大的突破和认识。本文主要介绍塔河油田中生界隐蔽油气藏的发现与勘探历程以及在勘探过程中取得的勘探经验和技術方法。

1 塔河油田中生界碎屑岩勘探概况

塔河油田是中国石化新疆探区的重要油气生产基地,行政区划属于新疆维吾尔自治区库车、轮台县管辖,在构造上位于新疆塔里木盆地北部沙雅隆起阿克库勒凸起上,包括顺托果勒隆起的北部、哈拉哈塘凹陷东部及草湖凹陷西部。它是在阿克库勒凸起的背景上,北以轮台断裂为界,东、南、西以中奥陶统顶面 6500m 构造等深线所圈定的范围内具有大致相似的成藏特点和在现有经济技术条件下具有勘探价值的油气藏的统称^[9]。

阿克库勒凸起沉积地层发育齐全,自下而上有震旦系、寒武系、奥陶系、志留系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、古近-新近系和第四系。塔河油田纵向上具有“复式”成藏组合特征,包括奥陶系、石炭系、三叠系、白垩系等多套含油层系叠合。中生界碎屑岩油藏是以低幅度背斜圈闭、岩性圈闭及复合型圈闭为主,由断裂、不整合沟通形成的次生油藏。而随着塔河地区碎屑岩勘探的深入,中生界碎屑岩隐蔽油气藏是下一步的勘探重点,也是西北油田分公司增储上产、进行规模发展的重点领域。

塔河油田中生界碎屑岩油气勘探过程大致可以分为 3 个阶段(图 1)。第一个阶段:1995 年以前,为较大幅度构造勘探阶段,主要发现了西达里亚和阿克库勒油田。第二个阶段:1995~2004 年,为盐边低幅度构造勘探阶段,在阿克库勒凸起先后施工了桑塔木和艾协克等多块三维地震勘探,突破和扩大了盐边三叠系挤压构造带,发现了塔河油田 1 区和 2 区;在 1997 年发现塔河奥陶系碳酸盐岩缝洞油藏以后,勘探主要集中在奥陶系碳酸盐岩,中生界作为兼顾层系,2002 年 S95 井实现油气发现,发现了塔河油田 9 区。第三个阶段:2005 年至今,为隐蔽圈闭勘探阶段,期间西北油田分公司决策层加大了碎屑岩的勘探力度,实现了盐上低幅度构造、地层-岩性圈闭、河道砂圈闭和透镜体圈闭的突破,探明储量比 2004 年以前探明储量的总和还要多。

另外,2006 年在托普台地区发现了 T759 井白垩系构造-岩性复合油气藏,实现了白垩系油气的突破。

2 塔河油田中生界隐蔽油气藏勘探历程

随着塔河油田勘探开发工作的不断深入,为了塔河南部新地区、新领域的油气发现,



图1 塔河油田碎屑岩的勘探历程

Fig. 1 Exploration history of clastic rock formations in Tahe Oilfield

扩大了中生界含油气范围,进一步评价了塔河地区三叠系非背斜圈闭领域的前景,开拓了塔河油田新的油气藏类型。2005年,西北油田分公司通过地球物理紧密结合勘探实践,积极探索,在地震资料精细构造解释和变速成图研究的基础上,对塔河九连片及阿克亚苏三维地震资料进行精细解释,发现并落实了阿克亚苏1号、2号及塔河南7号、8号等一批三叠系低幅度构造圈闭、岩性圈闭及复合圈闭。当年5月,在成藏条件研究的基础上,结合地震振幅找油的油气藏识别技术,西北油田分公司部署在塔河南8号构造上的THN1井和阿克亚苏1号构造上的AT1井在三叠系中油组获得油气突破,实现了针对三叠系非背斜圈闭的重要油气突破,开拓了塔河油田南部三叠系非背斜圈闭勘探的新领域。

2006年,为了扩大油气勘探成果,以盐边和盐上大型湖成三角洲体系为切入点,将地质与地球物理紧密结合,对中生界砂体的成因类型进行了研究。结合沉积相研究成果,针对不同沉积环境及隐蔽油气藏类型,对中生界碎屑岩进行了勘探和部署。

其中,根据塔河南7号圈闭上S113井在中油组的良好显示部署的YT1井取得突破,显示了塔河中生界碎屑岩辫状河三角洲相在岩性油藏方面的良好前景。

同时,根据地震属性、相干分析、三维可视化技术等地球物理方法,结合钻测井资料,落实了三叠系中油组尖灭线的分布,并对尖灭区的岩性圈闭进行了勘探和部署。其中部署在中油组河道砂交汇处的YT2井的钻探成功说明,位于三叠系中油组尖灭区以岩性为主的圈闭侧封、油气运聚成藏条件优越。以YT2井为典型的三叠系中油组尖灭区河道砂岩性圈闭获得成功,实现了新领域油气勘探的突破,为在尖灭区寻找以岩性为主的油气成藏指明了方向。

而针对塔河南地区一系列低幅度构造和复合圈闭构造,部署在塔河南2号构造的滚动评价井GP4井在中油组也获得了突破。之后,部署在阿克亚苏构造GP4北西的断裂构造

带上的两口开发评价井 KZ1 和 KZ2 也获得了突破,使得该区的勘探形势逐渐明朗。

与此同时,在塔河油田西部发现了 T759 井白垩系舒善河组油气藏,开拓了中生界油气勘探的新领域。

随后在 2007 年调整了部署,针对先前在塔河南 7 号和 8 号、阿克亚苏 1 号和 2 号、塔河南 2 号南部高点、阿克亚苏 5 号和 6 号等三叠系低幅度构造上的突破,在低幅度背斜阿克亚苏 7 号上部署实施探井 AT7,并在中油组顶获得 6m 厚油气层。塔河南及阿克亚苏地区新领域油气的扩大发现,进一步证实塔河油田三叠系勘探开发潜力大。新领域的油气扩大发现为 2007 年及 2008 年三叠系勘探开发提供了重要阵地。

为了扩大三叠系中油组尖灭区的勘探成果,针对岩性复合圈闭群 YT2 井区一分支部署实施的探井 YT5 在中油组获得 2.5m 厚油气层、在阿四段泥岩夹层中新发现 2.5m 厚油气层;另外,针对岩性复合圈闭群 YT2 井区主体区三叠系中油组部署实施的 YT2-4H 和 YT2-7 井除在上、中油组获得良好油气显示外,在下油组新发现 1 层油气层。

2008 年,三叠系外甩勘探取得新进展,一批钻井在三叠系取得油气成果,扩大了可勘探的含油气区。其中,在塔河油田阿克亚苏工区针对三叠系阿克亚苏 11 号和 12 号构造部署的探井 AT11 和 AT12 井在中油组取得了突破,打破了断堑对阿克亚苏东南部三叠系成藏遮挡的认识,表明阿克亚苏东南地区仍然是油气成藏的有利地区。另外,部署在 AT1 井南西方向和北东方向的 AT9 和 AT5 井在三叠系阿四段发现下切河道砂体岩性油气藏,扩大了岩性圈闭的勘探领域,有着较好的勘探潜力。

而部署在奇奇地区的 YQ10 井在三叠系中油组发现了多层气测组分齐全的气测异常显示,显示了该区隐蔽油藏良好的前景。

2009 年,三叠系持续扩大发现,保障了储量的稳定增长,先后发现了 AT13, TK943, TK7213 等井三叠系下切河道砂体岩性油气藏,证实了塔河南三叠系薄层砂岩的勘探潜力。目前,TK943 和 TK7213 阿四段下切河道砂体已见产。

在托普台地区,TP12-8X 井和 KZ5 井扩大了白垩系油气发现,显示出白垩系有较大的勘探潜力。

到 2009 年 8 月底,AT1, AT2, THN1, GP4, YT1, YT2 和 AT9 井区已经提交探明储量,其中非构造圈闭 YT1, YT2 和 THN1 井区提交探明地质储量 $892.29 \times 10^4 \text{t}$ 油当量,仅占塔河碎屑岩总勘探储量的 10.5%,说明塔河油田中生界隐蔽油藏的勘探潜力还很大。

3 中生界碎屑岩隐蔽油气藏勘探方法和配套技术

鉴于隐蔽油藏的成藏条件及勘探难度均与构造油藏有明显不同,油气分布与富集规律不同,必须具有创新的勘探思路并运用相应的技术对策才能取得较好成果^[10-12]。

自从塔河油田中生界碎屑岩 2005 年获得隐蔽油气藏的勘探突破以来,西北油田分公司摸索出了一套隐蔽油气藏勘探的思路和方法以及隐蔽圈闭发现、识别和评价的配套技术。

首先,在构造背景和石油地质综合研究的基础上,利用层序地层学的分析方法^[13],结合沉积相的研究成果,明确方向、锁定靶区、优选层系、确定类型。

然后，在勘探方向明确的情况下，针对塔河油田碎屑岩隐蔽型圈闭的特点及勘探难点^[14]，有针对性地开展地球物理技术方法应用研究，并结合勘探开发生产实践，系统地形成了一套以地震资料为基础，以地质研究为指导，以地球物理新技术为手段，结合钻井、测井进行综合分析和岩性（复合型）油气藏描述的方法和思路。

3.1 层序地层学分析

隐蔽油气藏独特的形成机理和分布规律决定了隐蔽油气藏时空分布的选择特性。只有搞好区带优选，明确隐蔽油气藏的有利勘探方向与靶区，才有可能发现隐蔽油气藏。

层序地层学自 20 世纪 80 年代诞生以来，不仅提供了一整套完整统一的地层学概念，而且已发展成为一种有助于寻找隐蔽圈闭的强有力的地质方法。对于油气勘探来说，层序地层学提供了良好的概念型预测模型，通过层序地层格架体系域和沉积岩相分布规律以及高分辨率地震勘探研究，可以预测隐蔽圈闭的类型和有利分布地区^[15-16]。陆相层序地层学研究也表明，层序地层学与隐蔽圈闭油气勘探有着非常密切的关系^[17-18]。

在塔河地区三叠系中识别出 3 个区域不整合面（二级层序界面）、1 个层序组界面和 4 个三级层序界面，据此将三叠系划分为 1 个构造层序、2 个三级层系组和 7 个三级层序；识别出 5 个初始湖泛面和 7 个最大湖泛面，据此划分出 19 个体系域（四级层序）。由此，建立了塔河地区三叠系高精度的层序地层格架（图 2）。

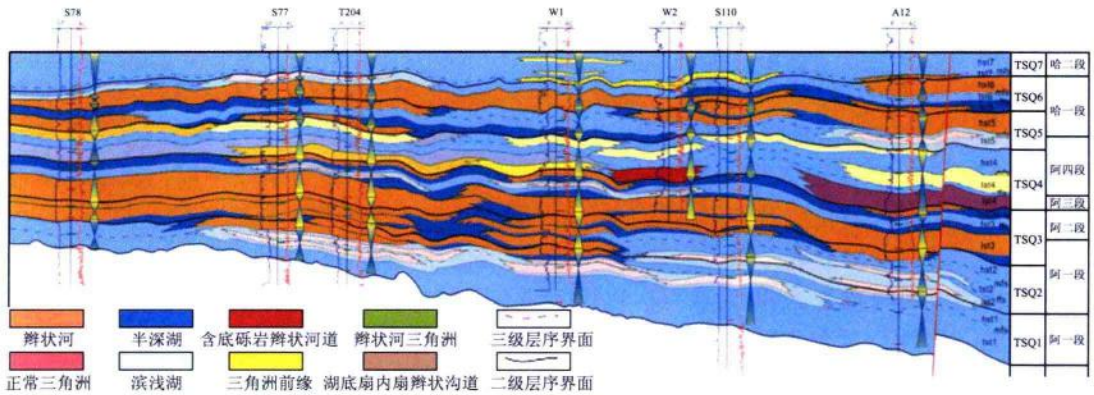


图 2 塔河油田三叠系高分辨率层序地层格架

Fig. 2 High-resolution sequence stratigraphical framework of the Triassic in Tahe Oilfield

在高精度层序地层格架下，通过岩心相、测井相、地震相识别出湖底扇、辫状河三角洲、辫状河及湖泊 4 种沉积相类型及 9 种沉积亚相类型、20 种沉积微相类型；以体系域为研究单位，揭示了各体系域沉积微相展布和空间演化规律的特征，并在此基础上建立了三叠系沉积相模式（图 3）。在有利沉积相带研究的基础上，结合含油性分布规律，指出三叠系 TSQ3 层序 LST3（下油组）、TSQ4 层序 LST4（中油组）、TSQ4 层序 TST4（阿四段）、TSQ5 层序 HST5 和 TSQ6 层序 HST6 为有利的勘探层系。针对不同的有利勘探层系，共识别出 4 个有利的成藏组合带类型，即低位域辫状河砂体成藏组合带、湖底扇成藏组合带、湖侵域三角洲前缘成藏组合带和高位域辫状河三角洲前缘岩性成藏组合带，指出了勘探方向。

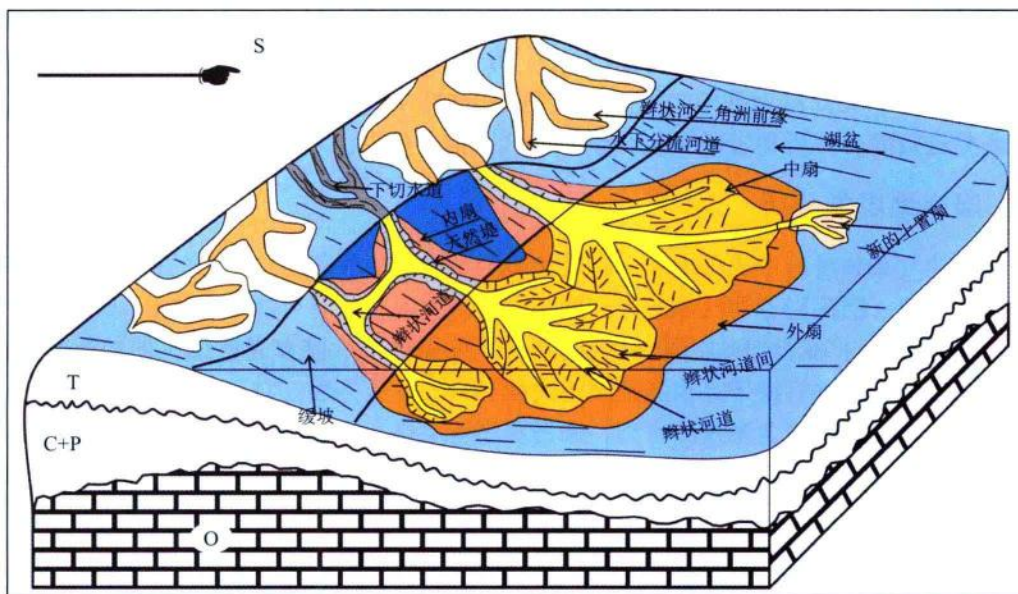


图3 塔河油田三叠系中油组沉积相模式

Fig. 3 Model of sedimentary facies in the middle oil-member of the Triassic in Tahe Oilfield

3.2 隐蔽油气藏识别与评价配套技术

隐蔽油气藏的自身特征，决定了地震、测井、录井等地球物理方法是最强有力的寻找隐蔽圈闭的方法。切实加强地球物理研究并与石油地质研究相结合，是今后寻找隐蔽圈闭的最佳之路^[19]。不同类型的隐蔽油气藏，其地质条件不同、储层条件不同，地震响应就不同，因此勘探方法和技术各不相同，必须根据实际情况选择相应的配套技术^[20]。

目前，塔河油田中生界隐蔽油气藏主要包括低幅油气藏、岩性油气藏和复合油气藏^[21]。根据各目的层圈闭特点及勘探难点，以发现落实低幅度构造圈闭、地层（岩性）及构造+地层（岩性）复合型圈闭为目标，有针对性地开展地球物理技术方法应用研究，并结合勘探开发生产实践，系统地形成了一套以地震资料为基础，以地质研究为指导，以地球物理新技术为手段，结合钻井、测井进行综合分析和岩性（复合型）油气藏描述的方法和思路。依托油气藏的成藏条件及对油气分布与受控制因素的深入认识，在塔河油田建立并完善了以振幅提取为核心的三叠系隐蔽圈闭识别与评价技术，并在此基础上利用地震烃类检测技术进行圈闭评价。

勘探过程中，在使用地震资料层位精细标定、精细相干断裂解释、自动追踪层位对比、等时切片、精细速度分析及多参数综合分析等圈闭识别与评价的技术方法系列的同时，摸索出以下适合塔河油田中生界隐蔽油气藏圈闭识别和评价的特色技术和方法。

(1) 以振幅提取为核心的圈闭识别和评价技术

地震属性技术近几年发展迅速，已成为油藏地球物理的核心部分，在勘探地震与开发地震之间起着桥梁作用。常用的地震属性有振幅、频率、波形、衰减、相位、相关、能量和比率等^[22]。

一般地说，地层岩性及含油气性变化容易造成地震属性的变化，如地层含油可造成振

幅增强、速度和频率降低等。但对某一属性来说，是储层的厚度、物性还是含油气性对它起主导作用，则很难准确界定。在塔河地区三叠系储层研究中，采用了多种属性分析方法进行尝试。结果表明，采用沿层振幅、频率属性提取的方法在合适的时窗选取下效果较好，基本满足沉积微相刻画和薄储层定性描述的要求；通过对一系列属性图件的分析，进一步提高了薄层识别和沉积微相解释的精度。图 4 为中油组地震波振幅属性平面图，显示具明显的条块分布特征。结合测井相和沉积微相分析可知，本区中油组为辫状河系直接入湖而形成的一套辫状三角洲沉积体，砂体呈东西向展布。北部为辫状三角洲平原分支河道沉积体，中部以发育辫状三角洲前缘水下分支河道与河口砂坝等为主要沉积特征，往南部阿克亚苏地区则表现为低位域的水下湖底扇砂体。在其北部、中部、南部分布着 3 个面积较大的滨浅湖湾，较准确地确定了中油组砂岩尖灭线的展布形态。在尖灭线一带的向南砂岩上倾尖灭型圈闭是本区主要的一类非构造圈闭类型。

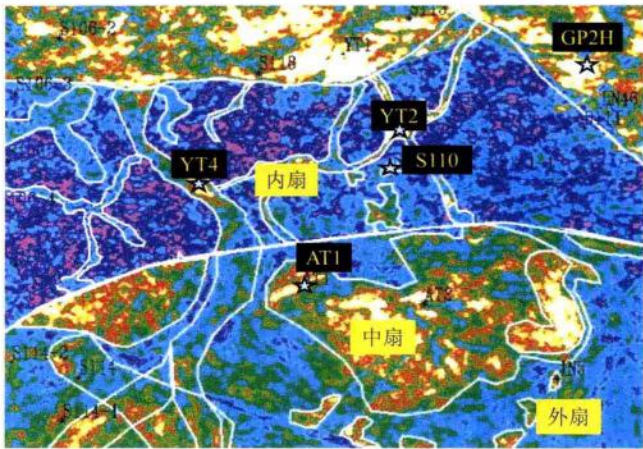


图 4 中油组（LST4）平均绝对值振幅

Fig. 4 Average absolute value of seismic amplitude of the middle oil-member of the Triassic

(2) 油气检测技术

通过正演模型分析及三叠系中油组 186 口、下油组 141 口井的地震振幅值和储层含油气性的定量统计，确定了地震振幅的含油气门槛值，建立了地震振幅识别油气藏的量化标准。三叠系中油组含油气地震振幅门槛值为 180（无量纲），地震振幅值大于 180（无量纲）的为含油气分布范围；下油组含油气的地震振幅门槛值为 240（无量纲），大于 240（无量纲）的为含油气分布范围。这为利用振幅属性进行储层含油气预测提供了定量依据。

在含油气地震振幅门槛值统计的基础上，结合与局部构造、断裂等地质条件的配合关系，总结确定了地震振幅异常分级标准，具体可分为 3 个级别：第一级为地震振幅异常与背斜、断背斜等低幅度构造相匹配，钻获油气的概率最大；第二级与砂岩尖灭线、非构造圈闭相匹配，钻获油气的概率较大；第三级为与上述二者（局部构造或岩性圈闭）均不匹配，钻获油气的概率低。以上振幅信息的分析总结，为利用地震振幅进行油气预测奠定了定量分析依据和地质、构造综合评价依据，减少了地震预测的多解性。

通过该套方法，扩大了盐边构造带油气成果，开拓了盐上勘探领域；同时，实现了新

圈闭类型的油气突破,发现了YT2河道砂岩性油气藏及AT1湖底扇等隐蔽油气藏(图4)。

4 结 论

1) 鉴于隐蔽油藏的成藏条件及勘探难度均与构造油藏有明显不同,油气分布与富集规律不同,必须具有创新的勘探思路并运用相应的技术对策才能有所突破。塔河油田隐蔽油气藏的勘探系统地形成了一套以地震资料为基础,以地质研究为指导,以地球物理新技术为手段,结合钻井、测井进行综合分析和岩性(复合型)油气藏描述的方法和思路。

2) 不同地区、不同类型的隐蔽油气藏,其地质条件不同、储层条件不同,地震响应就不同,因此勘探方法和技术各不相同,必须根据实际情况选择相应的配套技术。塔河油田隐蔽油气藏通过几年的勘探和摸索,建立并完善了以振幅提取为核心的三叠系隐蔽圈闭识别与评价技术,并在此基础上利用地震烃类检测技术进行圈闭评价,取得了良好的效果。

参考文献

- [1] 陈荣书. 关于“隐蔽圈闭(油气藏)”的早期概念[J]. 石油与天然气地质, 1984, 5(3): 68-69.
- [2] Halbouty M T. 刘民中, 译. 寻找隐蔽油藏[M]. 北京: 石油工业出版社, 1988.
- [3] 哈尔鲍蒂. 寻找隐蔽油藏[M]. 北京: 石油工业出版社, 1988.
- [4] 王焕弟, 牛滨华, 任敦占, 等. 隐蔽油气藏勘探现状与对策分析[J]. 石油物理勘探, 2004, 39(6): 739-743.
- [5] 袁选俊, 谯汉生. 渤海湾盆地富油气凹陷隐蔽油气藏勘探[J]. 石油与天然气地质, 2002, 23(2): 130-133.
- [6] 费宝生. 隐蔽油气藏的勘探[J]. 油气地质与采收率, 2002, 9(6): 29-32.
- [7] 李丕龙, 金之钧, 张善文, 等. 济阳拗陷油气勘探现状及主要研究进展[J]. 石油勘探与开发, 2003, 20(3): 1-4.
- [8] 谯汉生, 王明明. 渤海湾盆地隐蔽油气藏[J]. 地学前缘, 2000, 7(4): 497-506.
- [9] 翟晓先. 塔河大油田新领域的勘探实践[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(6): 751-760.
- [10] 杜金虎, 易士威, 张以明, 等. 二连盆地隐蔽油藏勘探[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003.
- [11] 李丕龙. 陆相断陷盆地隐蔽油气藏形成——以济阳拗陷为例[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003.
- [12] 李丕龙. 第三届隐蔽油气藏国际学术研讨会论文集: 隐蔽油气藏形成机理与勘探实践[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003.
- [13] 刘招君, 董清水, 王嗣敏, 等. 陆相层序地层导论及应用[M]. 北京: 石油工业出版社, 2002.
- [14] 丁勇, 王允诚, 黄继文. 塔里木盆地塔河地区三叠系油气勘探现状与对策[J]. 石油实验地质, 2008, 30(6): 552-556.
- [15] Raymond B A, Stampfli G M. Three-dimensional sequence stratigraphy and subtle stratigraphy traps associated with system tract west Cameron region, Offshore Louisiana, Gulf of Mexico[J]. Marine Petroleum Geology, 1996, 13(2): 41-60.

- [16] 朱筱敏, 康安, 谢庆宾. 内蒙古钱家店凹陷侏罗系层序地层与岩性圈闭 [J]. 石油勘探与开发, 2000, 27 (2): 48-52.
- [17] 朱建伟, 刘招君, 董清水, 等. 松辽盆地层序地层格架及油气聚集规律 [J]. 石油地球物理勘探, 2001, 36 (3): 339-344.
- [18] 肖乾华, 李宏伟, 李云松. 层序地层学原理与方法在隐蔽油气藏中的应用 [J]. 断块油气田, 1998, 5 (3): 6-9.
- [19] 郝芳, 邹华耀, 方勇. 隐蔽油气藏研究的难点和前沿 [J]. 地学前缘, 2005, 12 (4): 481-486.
- [20] 马丽娟, 郑和荣, 陈霞. 隐蔽油气藏地震预测技术研究新进展 [J]. 地球物理学进展, 2007, 22 (1): 294-300.
- [21] 石玉, 李宗杰. 塔河油田三叠系非构造圈闭识别与评价技术 [J]. 石油与天然气地质, 2008, 29 (1): 53-60.
- [22] 李宗杰, 王胜泉. 地震属性参数在塔河油田储层含油气性预测中的应用 [J]. 石油物探, 2004, 43 (5): 453-457.

四川盆地白云岩储层研究现状与思考

张军涛¹ 龙胜祥¹ 吴世祥¹ 李宏涛¹ 柳智利^{1,2}

(1. 中国石化石油勘探开发研究院, 北京 100083; 2. 西南石油大学, 四川成都 610050)

摘要 白云岩储层是现今四川盆地碳酸盐岩最为重要的油气储集层之一, 四川盆地上震旦统到中三叠统发育有多套白云岩层系, 在其中已勘探发现了多套含气层系。不同层位白云岩储层发育特征与形成机理差异较大。可以把储层分为3种主要类型: 岩溶型白云岩储集层、礁滩相白云岩储集层和热液白云岩储集层。震旦系、寒武系的白云岩储集层主要与不整合岩溶相关, 震旦系白云石化作用有原生(或准同生)、早期成岩、埋藏环境白云石化作用; 寒武系有3种主要的成因类型: 回流渗透、埋藏和混合水白云石化作用。石炭系白云岩主要是由准同期的白云石化形成, 对于混合水白云石化和埋藏白云石化成因还有争议。二叠系栖霞组中白云岩主要形成于埋藏白云石化作用和混合水白云石化作用, 部分区域发育有与岩浆岩相关的热液白云岩。二叠系长兴组的储层白云岩类型以礁白云岩为主, 但礁体不同部位的白云石化作用可能不同, 存在有混合水、压实流体和渗透回流白云石化等。三叠系飞仙关组、嘉陵江组和雷口坡组储层岩石主要是颗粒白云岩, 白云岩成因模式主要有混合水、渗透回流、蒸发泵和埋藏白云石化等, 但目前的争议较大。另外, 雷口坡顶部白云岩储层与不整合相关的岩溶型储集层, 其重要层位的形成机理还存在很大的争议, 因而需要对白云岩储层形成机理以及白云石化机理进行进一步的研究, 以指导今后的油气勘探。

关键词 白云岩 白云岩成因 储层 四川盆地

The Problem and Present Situation of Dolomite Reservoir Research in Sichuan Basin

ZHANG Juntao¹, LONG Shenxiang¹, WU Shixiang¹, LI Hongtao¹, LIU Zhili^{1,2}

(1. Petroleum Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Beijing 100083, China; 2. Southwest Petroleum University, Chengdu, Sichuan 610050, China)

Abstract Dolomite reservoir is one of the most important reservoirs in Sichuan Basin, there are many dolomite in which a lot of gas layer have been found from Sinian system to Triassic system. There are many differences between dolomite reservoirs in character and formation mechanism, the dolomite reservoir can be classified by three types: karst dolomite reservoir, reef-beach dolomite reservoir and hydrothermal dolomite reservoir. Sinian and Cambrian dolomite reservoirs are related with unconformity face. Dolomites are formed by perm-syngensis, early diagenesis and burial dolomitization in Sinian. There are three dolomite formation types of Cambrian dolomites, which are mix-fluid dolomite, burial dolomite and reflux dolomite. Burial dolomite and reflux dolomite are the most important dolomite type in Permian Qixia Formation, but hydrothermal dolomite that could be good reservoir also can be found in some areas. Reef dolomites are the most important reservoir rocks in Changxing Formation, they are