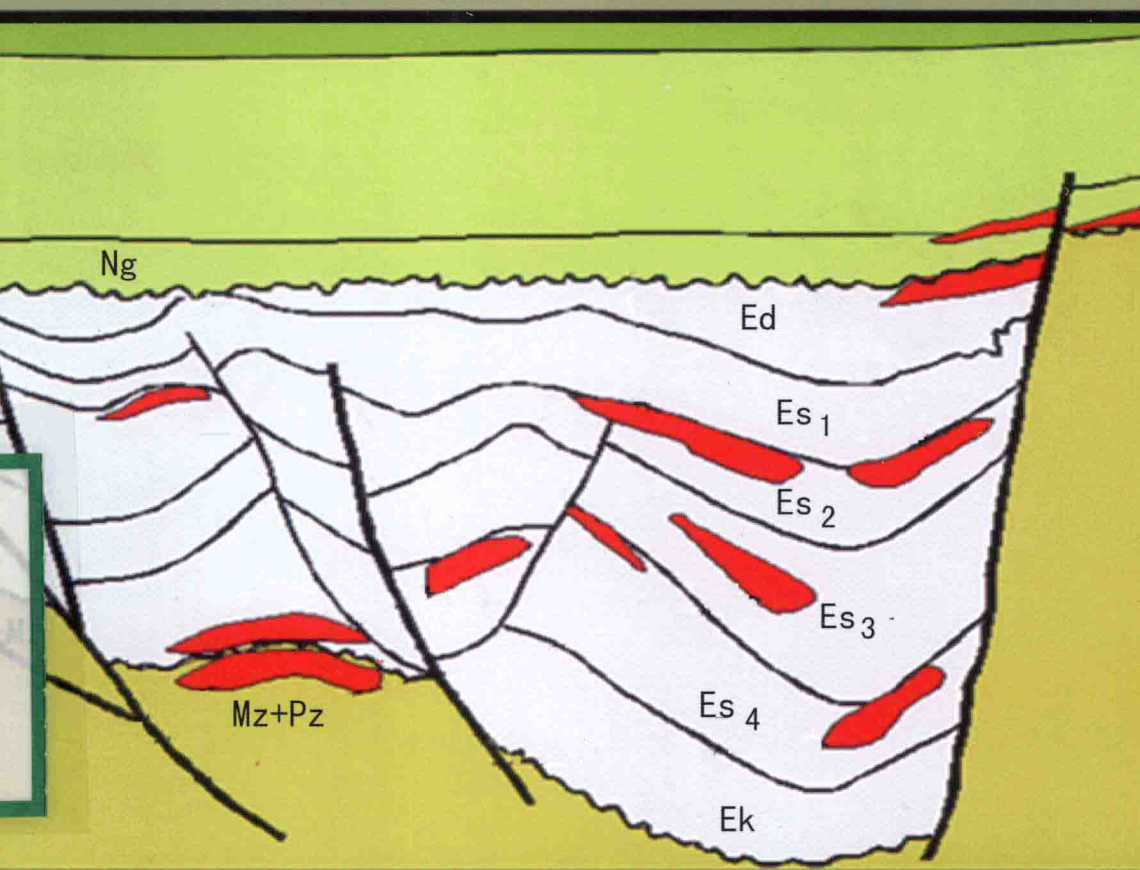


地层油气藏勘探

——以济阳坳陷为例

苏朝光 刘怀山 等 著



中国海洋大学出版社

地层油气藏勘探 ——以济阳拗陷为例

苏朝光 刘怀山 金 强 张营革 高秋菊 著

中国海洋大学出版社

· 青 岛 ·

图书在版编目(CIP)数据

地层油气藏勘探——以济阳坳陷为例/苏朝光,刘怀山等编著.
—青岛:中国海洋大学出版社,2011.1
ISBN 978-7-81125-429-7

I.地… II.①苏…②刘… III.地震勘探 IV.P652.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 053706 号

出版发行	中国海洋大学出版社	
社 址	青岛市香港东路 23 号	邮政编码 266071
网 址	http://www.ouc-press.com	
电子信箱	book@ouc.edu.cn	
订购电话	0532-82032573(传真)	
责任编辑	冯冠铭	电 话 0532-85902469
印 制	青岛海蓝印刷有限责任公司	
版 次	2011 年 1 月第 1 版	
印 次	2011 年 1 月第 1 次印刷	
成品尺寸	170mm×228mm	
印 张	10.25	
字 数	160 千字	
定 价	66.00 元	

前 言

陆相盆地主要发育构造、岩性和地层油气藏。经过半个多世纪的油气勘探,在陆相盆地中发现了数量众多的构造油气藏,同时,也找到了一些地层油气藏。尽管许多中生代陆相盆地勘探程度已比较高,尤其是东部盆地勘探进入中后期,但地层油气藏的勘探程度相对较低,仍然有较大勘探潜力。随着勘探程度的提高,发现岩性地层油气藏的数量会不断增加,最终地层油气藏的资源量与构造油气藏的资源量的比例可达到或超过 1 : 1。随着勘探程度的提高,地层油气藏探明储量所占比重越来越大,现已成为我国陆上油气勘探的重点领域。

结合我国陆相盆地的石油地质特点与勘探技术需求,加强地层油气藏形成条件与分布规律的研究,可以极大地丰富地层油气藏的基础理论。同时,开发和建立一套比较完善的地层油气藏勘探的新技术、新方法,是进一步发展我国地层油气藏勘探大好形势的迫切需要,对于推动全国的地层油气藏勘探技术发展具有重要意义。

2001 年以来,中国石油化工股份有限公司胜利油田对济阳拗陷地层油气藏的研究十分重视,设立了科研项目,全面组织和推进了地层油气藏成藏规律分析、勘探技术攻关和勘探开发部署与实践,由胜利油田物探研究院承担,联合中国石油大学(华东)和中国海洋大学,通过多年的攻关研究、勘探实践和不断深化总结,形成了一套较为完善的针对地层超覆和地层不整合油藏的配套勘探思路、方法和勘探技术,提高了地层油气藏的预测精度。

近年来,在地层油气藏成因机制、成藏模式、配套勘探技术与生产实效等方面取得了重要成果。

第一,提出了三重不整合及其地层超覆和不整合面遮挡圈闭的分布规律,建立了五种成藏模式,阐明了济阳拗陷的地层油藏富集规律。

第二,研制了地层超剥线地质统计、夹角外推、属性处理三种精细描述方

法,形成了波形分析、叠前反演储层尖灭线描述技术,实现了地层油气藏定量预测,建立了三重地层油气藏的配套描述技术。

第三,形成了地层油气藏“六步法”综合评价技术,包括高精度层序建格架、构造分析划区带、不整合形态定靶区、沉积相带找储层、“三线”组合描圈闭、综合分析选目标。可以准确精细地评价不同类型地层油藏,部署勘探井位。

第四,应用上述新技术和新理论,系统研究了胜利探区沾车地区、东营凹陷、埕岛地区地层油气藏的形成条件和富集规律,并对有利目标进行了精细预测和描述。其中在陈家庄、太平、王庄—宁海等多个区块取得勘探突破和进展,部署实施探井 189 口,累计上报探明石油地质储量约 2.02×10^8 t,取得了显著的经济效益。

本书是在胜利油田地层油气藏研究的基础上,结合胜利油田的勘探开发实践编写而成的,是胜利油田物探研究院、中国石油大学(华东)、中国海洋大学等单位科技人员共同劳动的结晶。

参加研究工作的有:中国石油化工股份有限公司胜利油田物探研究院的苏朝光、张营革、高秋菊、闫昭岷、单联玉、王军、罗霞、牟敏、田建华、朱定蓉、郝志伟、王楠、师涛、巴素玉、石林光等;中国石油大学(华东)的金强、程付启、王娟等;中国海洋大学的刘怀山等。

参加全书编写的有苏朝光、刘怀山、金强、张营革、高秋菊等,全书最后由苏朝光、刘怀山统稿定稿,全书插图由魏欣伟进行了统一清绘。

在本书编写过程中,得到了中国石油化工股份有限公司胜利油田勘探首席专家宋国奇的指导,胜利油田物探研究院院长王延光、副院长谭明友、总工程师王兴谋、副总地质师闫昭岷等领导以及沾车室、桩古室、东营东部室、东营西部室、惠民室等解释科室的大力支持和帮助。在此对参加、支持、帮助项目研究和本书出版的单位、个人,以及本书所引用参考文献的作者一并表示衷心感谢。

在本书编写过程中,难免有不足之处,欢迎读者批评指正。

著者

2010 年 10 月

目 录

第一章 地层油气藏概况	(1)
第一节 地层油气藏的概念	(1)
第二节 地层油气藏研究现状及勘探技术进展	(5)
第三节 主要研究内容及研究思路	(11)
第四节 主要研究成果及勘探效果	(13)
第二章 地层油气藏成因机制与成藏富集规律	(15)
第一节 地层油气藏三重不整合成因机制	(15)
第二节 地层圈闭的有效性分析与地层油气藏成藏模式	(22)
第三节 三重不整合地层油气藏富集规律	(29)
第四节 小结	(43)
第三章 地层油气藏勘探技术研究	(45)
第一节 地层油气藏地震资料目标处理	(45)
第二节 地层圈闭地震识别	(49)
第三节 地层油气藏超剥尖灭线精细确定	(57)
第四节 与一级不整合有关的地层圈闭储盖层预测	(67)
第五节 与二、三级不整合有关的地层圈闭储层预测	(81)
第六节 地层圈闭“六步法”综合评价	(92)
第七节 小结	(99)

第四章 地层油气藏勘探效果及潜力分析	(101)
第一节 地层油气藏勘探效果分析及勘探实例	(101)
第二节 地层油气藏潜力分析	(121)
结论	(135)
参考文献	(137)
Abstract	(153)

第一章 地层油气藏概况

第一节 地层油气藏的概念

一、地层油藏的定义

(一)地层圈闭的定义

圈闭最早的概念是在 1844 年由 Willian Logan 根据观察到背斜中出现油气的现象提出的, I. C. White 采用了 Logan 的背斜圈闭概念, 并在 1855 年把它应用到油气的寻找上, 从那时起, 每当新的圈闭类型被发现, 圈闭概念的模式和应用就得到相应的发展, 1880 年卡尔提出了隐蔽油气藏的概念, 1934 年威尔逊提出了非构造圈闭是“由于岩层孔隙度变化而封闭的储集体”的观点, 莱复生 (1936) 提出了地层圈闭的概念, 他说: “地层圈闭可以说是一种圈闭, 其中, 地层变化是圈闭石油的储集层里的主要限制因素。”关于地层圈闭与构造圈闭的区别, 他作了这样的说明: 在地层圈闭中“……构成圈闭的支配要素是, 砂岩或孔隙性储集体变为楔状或尖灭, 砂层侧向渐变为页岩或石灰岩, 地层隆起, 销蚀和超覆, 或地层层序的类似变化。”他发现了不整合与地层圈闭的密切关系, 同时他发表了题为“地层型油田”的论文。

(二)地层油气藏的定义

地层油气藏是指由于储层上倾方向直接与不整合面相切而被封闭所成的油气藏, 即与地层不整合有关的圈闭, 在地层圈闭中的油气聚集称为地层油气藏。地层油气藏主要是在构造运动引起的沉积间断、销蚀和超覆沉积作用下,

储集岩体沿地层不整合面或侵蚀面上下被非渗透岩层围限或遮挡所形成的油气藏。勘探实践证明,地层不整合面上下常是油气聚集的有利地带。

二、地层油气藏分类及相应特征

(一)地层油气藏分类

国外地层圈闭的分类主要如表 1-1,是 G. 里登豪斯在莱复生(1954)的分类基础上进行总结归纳而形成的五种分类法,国内地层油气藏的分类主要是如表 1-2 的分类,本文主要采纳了 1986 年由胡见义等编著的《非构造油气藏》分类标准,将地层油气藏分为三类,即地层超覆油气藏:地层不整合遮挡油气藏、地层不整合“基岩”(古潜山)油气藏,因为古潜山油气藏有专门的研究课题和专著,所以本书论述不包括古潜山油气藏;本书着重研究地层圈闭的不整合圈闭和超覆圈闭两大类,又可细分为区域不整合圈闭、局部不整合圈闭、与剥蚀不整合有关的超覆圈闭及与剥蚀不整合无关的超覆圈闭 4 种类型(图 1-1),其两大类圈闭对应的油气藏分别为地层不整合遮挡油气藏和地层超覆油气藏两个亚类。

表 1-1 国外地层圈闭分类方法

相变圈闭	成岩圈闭	不整合面 之下的圈闭	不整合面 之上的圈闭	上、下不整合 面之间的圈闭
相变圈闭可分 4 个亚类。第一亚类“无动力搬运型”;第二亚类是动力搬运成因的储集岩,根据沉积过程或环境划分;第三亚类根据沉积类型或位置划分;第四亚类则以岩相为准	成岩圈闭与不整合面无关,可以在沉积期间或在沉积后不久形成,也可能在埋藏很久经历了成岩作用后形成。至少有 4 种能使非储集岩与储集岩相互转交的作用:交代、淋溶、角砾化和裂缝	不整合面之下圈闭通常以不整合面之上的不渗透层作为部分或全部遮挡条件,但有些侧向遮挡(如沥青封闭)可能存在于不整合面之下。不同的封闭类型在勘探上有重要意义	具有显著局部起伏的不整合面可以控制潜在储集岩的分布。不整合面控制的其他类型储集岩仅是单侧的,另一侧是与岩相有关的低渗透岩层	储集岩位于两个不整合面之间并与其接触,封闭层和局部储集岩在不整合面之上,主体部分在不整合面之下

表 1-2 国内地层油气藏分类方法

《中国隐蔽 油气藏勘 探论文集》		《非构造 油气藏》		《石油地质学进展》		《中国油气藏研究》	
地层超覆	地层超覆 油气藏	不整合 面以下	与产状 有关	背斜式 单斜式 向斜式 水平式	不整合 油气藏	上不整合油气藏 下不整合油气藏	
古潜山	地层不整合 遮挡油气藏		与古地 形有关	构造潜山地层圈闭 侵蚀潜山地层圈闭	超覆不整合油气藏 侵蚀地层不整合油气藏		
不整合面 以上	地层不整合 “基岩”(古潜 山)油气藏	不整合 面以上	与河流沉积有关 与湖海沉积相有关 与冲积物有关				

(二)地层油气藏特征

1. 地层超覆油气藏:地层超覆油气藏主要发育于湖盆断拗转换期的地层中。在湖盆发育的水进时期,沉积层自下而上逐层向湖盆边缘斜坡带超覆。超覆层上部泥岩分布范围往往大于下伏砂岩,因而不仅覆盖了砂岩层,而且覆盖了盆地边缘不整合面。不整合面以下由于有致密不渗透的火成岩、变质岩或泥岩,从而形成了顶、底板遮挡层。在斜坡带的古鼻状构造背景下,地层超覆线与构造等高线交切,形成了地层超覆圈闭。地层超覆油气藏主要分布在盆地边缘斜坡带、盆地内部古隆起或古凸起的周缘,多呈舌状、裙边状分布。

超覆油气藏预测的关键是超覆线位置的确定;其次是精确落实地层构造形态和构造背景;第三是预测储层。根据对超覆油气藏沉积特点、成藏特点及地层、储层反射特征的研究,建立有效确定尖灭线预测技术是关键。

超覆线附近较薄的地层因受上下地层的影响,在当前地震资料分辨率的限制下,无法单独形成地震反射同相轴,我们也就无法从地震剖面上准确判断出超覆线位置。然而,东部断陷盆地东营运动之后整体表现拗陷式沉积,地层并未经历大的断裂、掀斜作用,各地层之间连续沉积,不整合(潜山)之上各地层顶

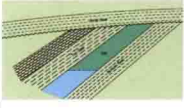
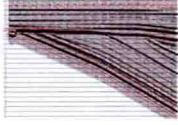
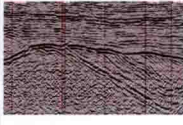
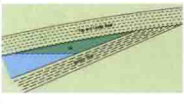
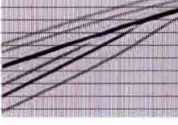
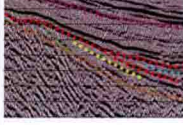
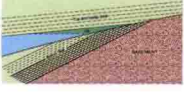
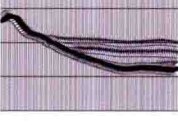
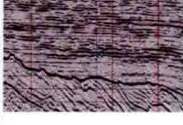
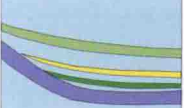
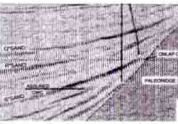
圈闭类型		地质剖面特征	模型	正演剖面	典型地震剖面
不整合圈闭	区域不整合圈闭	以削截为典型特征			
	局部不整合圈闭	以叠瓦状反射为主			
超覆圈闭	与不整合有关的超覆圈闭	以底剥顶超为特征			
	与不整合无关的超覆圈闭	盆地边缘斜坡带为角度接触,向盆地内逐渐过渡为整合接触			

图 1-1 济阳坳陷地层圈闭典型地震反射模式

面构造形态与不整合(潜山)顶面具有明显一致性,不整合(潜山)之上各地层厚度与不整合面(潜山)埋深应具一定线性关系。例如,在胜利油田根据上述理论结合高分辨率地震资料,已发现太平、王庄—宁海等多个以地层油气藏为主的油气田。

2. 地层不整合遮挡油气藏:地层不整合遮挡油气藏(以下简称地层不整合油气藏)主要分布在盆地斜坡带的边缘,强烈的构造运动使边缘地带的地层遭受剥蚀。当含油岩系的不整合之上存在泥质岩覆盖层或存在稠油封堵层,且地层不整合缺失线与储集层顶面构造线相交时,则可以形成该类圈闭。地层不整合油气藏的储层位于不整合面之下,储层上倾方向被剥蚀,后来又为新的非渗透层遮挡,从而形成地层不整合圈闭中的油气藏。该类油气藏的特点是:①油源可以来自下倾方向或侧向的生油岩系,也可以来自古油藏;②原油普遍遭受氧化,油质较重,向油层下倾方向油质变轻;③以层状油藏为主;④有以不渗透

层覆盖不整合面形成封堵条件的。典型代表有济阳坳陷金家油田的沙二段地层不整合油气藏、林樊家油田的东营组油气藏、罗家油田的沙三段油气藏、义和庄油田的上古生界地层不整合油气藏等。

第二节 地层油气藏研究现状及勘探技术进展

一、国内外研究现状

在国外,莱复生(1936)提出了地层圈闭的概念,并发表了题为“地层型油田”的论文。地层油气藏的储量和产量在世界油气总储量和产量中占有很大比例。从油气勘探程度非常高的美国来看,发现的地层油气藏储量占总储量的42.7%、产量占总产量的44.8%,而加拿大阿尔伯达盆地地层油气藏的储量占总储量的65%。而且地层圈闭往往形成了大型和超大型油气田,在美国10个最大油田中,有4个油田为地层圈闭,4个受地层因素影响而成藏。例如,普鲁德霍湾油田石油可采储量为 14×10^8 t,东德克萨斯油田石油可采储量为 8.4×10^8 t,它们都是十分平缓的斜坡上的地层油气藏;在10个最大气田中,布兰科—墨萨、沃德和贝森3个气田为地层圈闭,胡果顿—潘汉德和卡尔萨基2个气田明显受地层变化因素的影响。因此地层油气藏的勘探和研究受到相对大的重视。

与国外大型海相盆地相比,构造和沉积作用非常复杂的中国陆相断陷盆地,地层油气藏更发育。

据估算,中国东部各主要陆相断陷盆地,地层油气藏的油气储量至少占盆地总储量的50%,甚至更多。例如,渤海湾盆地的冀中坳陷,到2000年底仅元古界和下古生界潜山油气藏已探明的石油储量,就占其总探明石油储量的60%以上,其累计产油量占坳陷总产油量的70%以上;济阳坳陷地层、岩性油气藏的探明石油储量已占总探明石油储量的约30%,目前正以每年 $(60 \sim 70) \times 10^6$ t的速度增长。此外,南襄盆地的泌阳凹陷,仅一个以构造-岩性油气藏为主的双

河油田的储量,就占其总探明储量的 58%,其累计产油量占凹陷总产油量的 71%。所以,地层圈闭油气藏可能是我国东部陆相盆地油气勘探和储量的主要增长点。因此,及时总结地层油气藏的勘探技术和经验、分析地层油气藏的形成和富集规律,对于提高地层油气藏的勘探成功率、使勘探的济阳拗陷石油地质储量进一步增长,有着非常重要的科学和实际意义。

济阳拗陷的胜利油田 40 多年的油气勘探史就是理论创新和勘探技术进步的历史。1962~1975 年,以构造油气藏为主要勘探目标,发现了大量油气储量,一跃成为全国第二大油田。但是由于对岩性油气藏缺乏理论认识,虽然也发现了一些岩性油气藏,因没有掌握它们的分布规律,勘探上没有明显进展。1978~1985 年,地震地层学理论、浊积岩沉积理论的引进,解决了一部分岩性油气藏的成藏规律性认识问题,知道了应该到哪里去寻找它们。因此,在继续勘探构造油气藏的同时,开始有意识地兼顾岩性、地层油气藏的勘探,发现了五号桩油田的桩 52~桩 74、单家寺、牛庄及现河庄等地区的一些地层岩性油气藏。1985~1990 年的油藏描述技术攻关研究,为大规模岩性地层油气藏勘探打下了基础。同时,三维地震技术的应用,以及地质建模、模式识别、测井约束反演、储层预测、测井新技术、油气层保护和改造等多项勘探新技术的形成和配套,促进了地层岩性油气藏勘探的快速发展。

“十五”以来,探明的地层油气藏(不包括潜山油气藏)占储量的 20%以上。其中凸起及缓坡带广泛发育了地层油气藏,主要包括地层超覆油气藏(单家寺、尚店西、陈家庄南、太平油田等)和地层不整合油气藏(金家、草桥、罗家等)。从油气藏规模看,既发育了大中型的王庄—宁海油田、太平油田,中型的罗家油田、大王庄油田,又发育了众多的小型油田,如义北油田等。

就目前的勘探形势看,济阳拗陷地层油气藏具有以下特点:①分布的层系多:在 Ng、Ed、Es、Ek 层系发育地层超覆油气藏;在 Es₂、Mz、C、P 等层系发育地层不整合油气藏。②勘探面积大:凸起周围主要存在 Ng 地层超覆油气藏和 Mz、C、P 地层不整合油气藏,斜坡带存在 Ed、Es₁ 地层超覆油气藏和 Es₂ 地层不整合油气藏,勘探面积 3 000 km² 以上。③勘探潜力大:陈家庄、义和庄一无

棣、埕子口 3 大凸起周围的 Ng 下超覆油气藏已进入新一轮的勘探高峰期,而 Ed、Es₁、Es₂、Mz、C-P 地层油气藏仅有一些零星的出油点。如王庄—宁海北地区,以往钻探了 10 多口探井,几乎没有进展,2002 年以三维地震资料为基础,勘探思路转变为寻找在鼻状构造背景上的沟谷中形成的地层超覆油气藏,2003 年上报探明石油地质储量 61.19×10^6 t。还在凸起及其周边的超覆地层圈闭中发现了油气流,其中陈家庄油田地层超覆圈闭新增探明储量 30.32×10^6 t、太平油田地层超覆油气藏探明储量 26.54×10^6 t。埕东凸起东北斜坡上的埕 110 井是石炭-二叠系为含油层系的地层不整合层状油气藏,具有油层多、薄的特点;埕 110 井在二叠系 1 894.6~1 912.8 试油 15.9 m/2 层(4 mm 油嘴),日产原油 68.5 t,埕科 1 井在二叠系已累产 90 000 多吨;该块已探明含油面积 1.0 km²,地质储量 1.14×10^6 t,依靠天然能量在二叠系和中生界累计采出原油 42×10^4 t,采收率高达 40%,说明中古生界不整合油藏有着相当的生产能力。

据三次资源评价,济阳坳陷总资源量为 84×10^8 t,东营和沾化两个凹陷油气最为富集,地层油气藏发育程度最高。例如东营凹陷沿四周均发育有地层油气藏,其中其东南部的乐安油田是一个以地层油气藏为主的亿吨级大油田。

随着勘探程度不断提高,能够发现的构造圈闭越来越少,规模也越来越小。构造油气藏具有特定的空间形态和分布规律,不论是应用传统的勘探方法,还是现代的综合勘探技术和方法,都是比较容易发现的。通过地震资料的精细处理 and 解释,固然还会发现一批有一定面积的微幅度构造和小断块(这是当前比较现实并可望取得显著成果的重要方向),但是微幅度构造的数量毕竟有限,识别的难度也相当大,同时因其闭合幅度低,在储集层物性较差的情况下,存在含油饱和度不高的问题。因此,以地层、岩性和成岩圈闭为主的非构造圈闭已成为济阳坳陷、乃至中国东部各主要含油气盆地油气勘探的必然选择。地层油气藏勘探已成为最现实、最有潜力、最有普遍性的新领域,预计在今后相当长一个时期内,地层油气藏仍将是我国陆上(包括济阳坳陷)最主要的油气勘探领域,但必须承认,地层圈闭识别难度大,目前直接寻找这类圈闭的理论和技術都还不成熟。而地层类及相关的复合型油气藏,则具有形成条件及其配置关系多样

化、形状不规则、埋藏和分布的隐蔽性,或储集层的极端复杂性等特点,中小型油气藏占绝大多数,其发现的难度要比构造油气藏大得多,因此需研究地层油气藏富集规律及相应的配套勘探技术。

二、地层油气藏勘探技术进展

由于地震技术的飞速发展,其识别对象的精度日渐提高,地震技术也成了地层圈闭识别中必不可少的手段和技术方法。根据统计,所有已发现的地层圈闭,用地震手段和方法发现的占 33%,而在海上,这个比例则高达 90%。各种地震技术像水平地震剖面、时差速度分析、地震属性技术、地震道反演、复数地震道分析、地震模拟、AVO 技术、井间地震技术、全三维地震解释技术、四维地震技术等都直接或间接对地层圈闭的识别有重要作用。

对于地层圈闭来说,在地震剖面上没有明显异常显示情况下,准确地对储层形态、展布范围、侧向接触关系进行描述和刻画,是其中重要的一环。近年来通过诸多地震技术方法的结合,有针对性地发展起来的储层预测技术系列适应了地层圈闭准确定位和定量评价的需要。

储层预测技术系列中常用的和比较有效的技术方法有两个方面:一是地震多属性分析技术,二是储层地震反演技术。高精度的地震反演技术更是准确地实现了由界面型地震剖面向岩层型地震剖面的转换,从而实现了地层圈闭的准确预测和评价。

地层油气藏勘探中,针对不同勘探阶段、不同类型油藏的识别、储层预测等问题,试验、应用和总结一套适合本地区特点的技术,有非常重要的意义,地层油气藏研究中的主要技术和方法有:

1. 层序地层学:地层油气藏勘探中,层序地层学贯穿于油藏研究的各个阶段,是最基本、最关键的内容之一。主要分三个方面:一是建立年代地层框架;二是建立地层和岩相模式;三是开展有利圈闭预测及评价。三者既有一定的区别,又有一定联系。前者主要强调地层的年代和外形特征,进行等时地层对比、划定层序边界并进行体系域和准层序划分与对比。后两者是进行岩相组合解释、岩性横向

预测及相关的烃源岩、储层和圈闭特性的评价与预测,更注重地层内涵的变化。实际研究中,还特别强调钻井录井与地震资料在层序划分中的统一。

2. 地震资料高分辨率处理:地层油气藏研究和勘探对地震资料品质要求较高。针对主要目的层段进行高分辨率处理是一项重要工作。在振幅“保真”的基础上,提高分辨率和信噪比,使储集异常体易于识别、标定和追踪,为圈闭识别、落实与评价提供良好的资料基础。根据原始地震资料状况,主要采用八项基本技术:高通滤波、三维连片拼接、振幅补偿、反褶积、剩余静校正与DMO速度分析、叠后去噪、全三维一步法有限差分偏移、偏移后分频处理。

3. 层位标定:层位标定是联系地震与地质的桥梁。地质层位与地震反射严格对应是圈闭识别、储层预测的研究基础。层位标定可通过测井、VSP等资料进行,常用合成记录与地震反射对比来完成。因此制作与地震道高匹配的合成记录是层位标定的关键。

4. 三维可视化解释:三维可视化解释实现了三维地震资料从二维解释到三维解释的转变。通过利用不同的“雕刻”方法,将地质目标体及相关地震数据从原始数据体中分离出来,对数据体透明显示,将具有某种相同特性并感兴趣的数据突出出来,在三维空间对地震反射界面、断层面及特殊地质体直接观察、解释。其技术及思想方法与传统常规解释技术有较大区别,不仅达到了在三维空间研究构造、地震属性展布规律的目的,提高了解释的精确度,更提高了快速发现地质目标的效率。

5. 地震属性分析:任何地质体性质及其变化在地震属性上均有所反映,主要体现在两个方面,一是常规属性,即常用的地震多参数变化;二是地震波形,即地震相的变化。利用多种数学方法从地震数据中提取振幅、频率、相位、波形、能量、比率等反映储层及含油气性的属性参数,结合地质、钻井、测井等资料进行分析研究,即可开展储层平面分析与变化特征的预测。影响地震属性的因素有岩石物理特征、岩性组合、地层厚度、埋深及地震激发和接收等,地震波经过反射、透射、层间干涉及传播中波散、吸收等作用后,携带地下构造、地层结构、储层发育物性、含油性等一系列综合信息。目前可提取的地震属性参数高

达十种甚至上百种,但与地下地质参数并非一一对应,若单一或孤立对地震属性分析,结果常存在多解性。为减少多解性影响,一方面要不断加深对地下地质规律的了解,另一方面还要优选与地质特征密切相关的地震属性,进行多参数综合分析。

地震相是一种特殊的地震属性,当沉积单元发生变化时地震反射特征也必定有所变化。因此,以地震波形分类为主的地震相模式识别,也是确定储层横向变化特征的有效方法。

6. 地震反演:地震反演是储层横向预测的确定性方法,具有明确的物理意义。通过反演,把“界面型”常规地震资料转换成“岩层型”资料,与钻井、测井对比后可以岩层为单元进行地质解释,研究储层特征的空间变化。

在常用方法中,总体而言,递推反演较完整地保留了地震反演基本特征,不存在基于模型方法的多解性问题,能明显反映岩相、岩性空间变化,在岩性相对稳定时能较好反映储层物性变化。在钻井很少的情况下,也能通过反演进行岩相分析,确定地层沉积体系,进行横向预测。但由于受地震频带宽度限制,递推反演资料分辨率相对较低,不能满足薄储层研究需要。

基于模型反演技术把地震与测井有机地结合起来,以测井资料丰富的高频和完整的低频成分补充地震有限带宽的不足,突破了传统意义上的地震分辨率限制,理论上可得到与测井资料相同的分辨率,为薄层油气藏研究创造了条件,也是储层预测和油藏描述的关键技术。主要环节包括储层地球物理特征分析、地震子波提取和建立准确的初始波阻抗模型。首先,测井资料是建立初始模型的基础和地质解释的基本依据,必须进行校正。声波(密度)是唯一与地震直接发生联系的测井资料,储层与围岩声波特征不同是方法应用的先决条件。但有时目的层段的储层与围岩在声波上无明显差异,这就要求在仔细分析相关测井资料的基础上,对声波测井进行合理校正,进行储层地球物理特征重构。第二,子波是基于模型反演的关键因素,因为子波与模型反射系数褶积产生合成地震数据,合成地震数据与实际地震资料误差最小是终止迭代的约束条件,所以地震子波提取必须精确。第三,以层序地层学等时地层格架为基础,严格追踪地