

东营凹陷南斜坡 地层油藏成藏规律研究

孙永壮 张凡芹 著



中国石油大学出版社

东营凹陷南斜坡 地层油藏成藏规律研究

孙永壮 张凡芹 著

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

东营凹陷南斜坡地层油藏成藏规律研究/孙永壮,张
凡芹著. —东营:中国石油大学出版社,2006.9

ISBN 7-5636-2254-3

I. 东... II. ①孙... ②张... III. 坳陷—油气藏—
形成—研究—东营市 IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 092059 号

书 名:东营凹陷南斜坡地层油藏成藏规律研究
作 者:孙永壮 张凡芹

责任编辑:李 锋(电话 0546—8392791)

封面设计:傅荣治(电话 0546—8391805)

出 版 者:中国石油大学出版社

地 址:山东省东营市北二路 271 号 257061

网 址:<http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱:shiyoujiaoyu@163.com

排 版 者:中国石油大学出版社排版中心

印 刷 者:青岛星球印刷有限公司

发 行 者:中国石油大学出版社(电话 0546—8392563,8392791)

开 本:185×260 印张:11.125 字数:268 千字

版 次:2006 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:32.00 元



内 容 简 介

本书综合利用钻井资料、测井资料和地震资料,借鉴前人研究成果,建立了东营凹陷南斜坡的层序地层学格架;在关键井单井相和剖面相分析的基础上,详细研究了东营凹陷南斜坡地区的沉积演化和展布特征;分析了东营凹陷南斜坡的地层油藏输导体系,认为东营凹陷南斜坡地层圈闭的输导体系由断层、不整合和高渗透输导性骨架砂体组成;分析了东营凹陷南斜坡地层油藏的烃源岩条件、储层特征、油气成藏动力学特征、生油期与地层圈闭定型期的配置关系,并在此基础上总结了东营凹陷南斜坡地区地层油藏成藏规律,分析了地层油藏有利的勘探方向。

本书可供从事层序地层学和隐蔽油气藏研究的地质研究人员参考。

序

孙永壮、张凡芹所著《东营凹陷南斜坡地层油藏成藏规律研究》的出版问世,为我国石油地质知识宝库和隐蔽油气藏尤其是地层油气藏的研究增添了新的一页。

东营凹陷南斜坡地区地处盆地边缘,构造活动频繁,形成了多次地层剥蚀与超覆,发育多期不整合,同时研究区内油源十分丰富,油气可以沿断层、不整合面和渗透性砂体运移至各层系,具有形成地层油气藏的得天独厚的条件。

书中首先在综合分析地震、测井、岩心、录井等资料基础上,借鉴前人研究成果,结合研究区盆地演化和构造运动特征,进行了层序地层的划分与对比,建立了东营凹陷南斜坡的层序地层格架,并在此基础上以体系域为成图单元,恢复了各体系域发育时期的地层尖灭线,为地层油气藏的研究和预测打下了良好的基础。

作者在关键井单井相和剖面相分析的基础上,详细研究了东营凹陷南斜坡地区的沉积演化和展布特征,认为它们表现出了明显的规律性:在横向上,沉积体系的分布具有明显的分带性;在垂向上,沉积体系的演化具有旋回性,再现了东营凹陷南斜坡地区的沉积演化和时空展布规律。

本书详细研究了东营凹陷南斜坡的地层油藏输导体系,认为东营凹陷南斜坡地层圈闭的输导体系由断层、不整合和高渗透输导性骨架砂体组成。分析了南斜坡主要断层石村断层、陈官庄北断层和陈官庄南断层的封闭性,研究了不整合的类型、结构、分布特征及其在油气运聚过程中的地质意义,分析了东营凹陷南斜坡的砂体展布及其孔渗特征,并对其输导系统进行了评价。

作者还分析了东营凹陷南斜坡地层油藏的烃源岩条件、储层特征、油气成藏动力学特征、生油期与地层圈闭定型期的配置关系,并在此基础上总结了东营凹陷南斜坡地区地层油藏成藏规律,分析了隐蔽油气藏有利的勘探方向。

孙永壮同志从20世纪80年代开始,一直工作在胜利油田勘探和地质综合研究的第一线,主持和参与了多项重点课题的研究和勘探方案设计,积累了丰富的经验,成绩显著。孙永壮和张凡芹同志合著的《东营凹陷南斜坡地层油藏成藏规律研究》汇集了作者近20年来从事地质工作的研究成果。该书内容新颖,资料翔实,具有旁征博引、理论创新与生产实践紧密结合的特点,本书对石油勘探与科研人员具有重要的参考价值。

王伟锋

2006年6月

前言

东营凹陷南斜坡地区地处盆地边缘,构造活动频繁,形成了多次地层剥蚀与超覆,发育多期不整合,同时研究区内油源十分丰富,油气可以沿断层、不整合面和渗透性砂体运移至各层系,具有形成地层油气藏的得天独厚的条件。

在综合分析地震、测井、岩心、录井等资料的基础上,借鉴前人研究成果,结合研究区盆地演化和构造运动特征,建立了东营凹陷南斜坡的层序地层格架,将东营凹陷南斜坡地区古近系划分为一个一级层序,四个二级层序,八个三级层序。

在关键井单井相和剖面相分析的基础上,详细研究了东营凹陷南斜坡地区的沉积演化和展布特征,认为它们表现出了明显的规律性:在横向上,沉积体系的分布具有明显的分带性,靠近盆地边缘部位主要发育冲积扇—河流相沉积,向盆地内部方向发育有三角洲、滩坝、远岸浊积扇等沉积体系类型;在垂向上,沉积体系的演化具有旋回性,从孔一段和沙四下亚段的冲积扇沉积,到沙四上亚段的滨浅湖滩坝沉积,到沙三下亚段和沙三中亚段的浊积扇沉积,到沙三上亚段和沙二下亚段的三角洲沉积,再到沙一段的生物滩坝沉积和东营组的三角洲沉积,表现出了明显的旋回性。

详细研究了东营凹陷南斜坡的地层油藏输导体系,认为东营凹陷南斜坡地层圈闭的输导体系由断层、不整合和高渗透输导性骨架砂体组成。分析了南斜坡主要断层石村断层、陈官庄北断层和陈官庄南断层的封闭性。研究了不整合的类型、结构、分布特征及其在油气运聚过程中的地质意义,认为不整合的类型可以分为角度不整合和平行不整合两大类;不整合在纵向上具有三层结构,分别是不整合面之上的底砾岩、风化粘土层及半风化岩石即风化淋滤带;不整合的分布具有差异性、继承性和迁移性的特征;不整合在油气的运聚过程中主要起到五个方面的作用:使得油气能够发生长距离的运移,改善了储集层的储集性能,改变了油气运移的方向,不整合的存在表明烃源岩可能发生二次生烃作用,对油气聚集成藏具有双重作用。分析了东营凹陷南斜坡的砂体展布及其孔渗特征,并对其输导系统进行了评价,认为王家岗和纯化—草桥鼻状构造带为来自于牛庄生油洼陷的油气的优势运移方向,陈官庄地区为一般运移方向。

分析了东营凹陷南斜坡地层油藏的烃源岩条件、储层特征、油气成藏动力学特征、生油期与地层圈闭定型期的配置关系,查明了王73井未成藏原因,并在此基础上总结了东营凹陷南斜坡地区地层油藏成藏规律,分析了隐蔽油气藏的有利勘探方向。

孙永壮 张凡芹

2006年5月

Preface

The south slope of Dongying Sag is located in the margin of basin, where tectonic activities were happened frequently, many stratigraphic denudations and overlaps were formed, and many unconformities were developed. At the same time, the origin of oil and gas is rich in the study area. The oil and gas could migrate into many kinds of traps through faults, unconformities and permeable sand bodies. So the formation condition of stratigraphic reservoir is well.

On the base of data analyses of seismic, well logging, core and geological logging, referencing the former study results and the features of basin evolvement and tectonic actives, the sequence stratigraphic frame of study area was established. The Paleogene strata of the south slope of Dongying Sag can be divided into one the first order sequence, four the second order sequences and eight the third order sequences.

On the base of the sedimentary facies analyses of single well and cross section of key well, the features of sedimentary evolvement and distribution were studied in the south slope of Dongying Sag, which shows the obvious law. On the transverse orientation, the distribution of sedimentary system shows belts. The alluvial fans and fluvial facies were developed in the margin of basin. Towards the inner of basin, the delta, shoal sand body, infralittoral turbidite fans and so on were developed. On the vertical, the evolvement of sedimentary system shows obvious cyclicity; the alluvial fans were developed in the Kongdian-1 member and the lower Shahejie-4 sub-member, the shoal sand bodies were developed in the upper Shahejie-4 sub-member, the turbidite fans were developed in the lower and middle Shahejie-3 sub-member, the deltas were developed in the upper Shahejie-3 sub-member and the lower Shahejie-2 sub-member, the bio-shoal sand bodies were developed in the Shahejie-1 member, and the deltas were developed in the Dongying formation.

The transmission system of stratigraphic reservoir is studied, which is composed by faults, unconformities and permeable sand bodies. The sealing capability of main faults was analyzed, such as Shicun fault, north Chenguanzhuang fault and south Chenguanzhuang fault. The styles, configuration, distribution features and geological significances of unconformities were researched. The unconformity can be divided into two styles: angular unconformity and parallel unconformity. There are three layers in the section of unconformity as following: basal conglomerate above unconformity surface, weathering clay layer and weathering leached zone. The distribution of unconformities has the feature of difference, inheritance and wandering. The unconformities has five functions on the migration of oil and gas as

following: enabling the long distance of oil and gas migration, enhancing the capability of reservoir, changing the migration direction of oil and gas, showing the second hydrocarbon generation of source rock, having the favorable and disadvantage impacts on the accumulation of oil and gas. The distribution and porous and permeable features of sand body were analyzed. The transmission system was estimated that Wangjiagang and Chunhua-Caoqiao nose structural zone are the favorable migration direction in Niuzhang sag and Chenguangzhuang is the general migration direction.

The condition of source rock, features of reservoir, pool-forming dynamics and matching relation of the time of oil and gas generation and formation of stratigraphic traps were researched. It was made clearly that Wang-73 well had not formed oil and gas accumulation. On the base of above analysis, the pool-forming law of stratigraphic reservoir is summarized and the further exploration direction is pointed out.

Sun Yongzhuang Zhang Fanqin

2006.05

目 录

第 1 章 地层圈闭研究进展	1
1.1 地层圈闭(油气藏)的概念	2
1.2 地层圈闭(油气藏)的分类	3
1.3 地层圈闭(油气藏)的研究方法	9
第 2 章 区域地质概况	13
2.1 构造位置及构造格局	13
2.2 构造发育特征及其演化	16
2.3 沉积演化与地层发育特征	17
第 3 章 层序地层学研究	25
3.1 层序地层发育特征	25
3.2 层序地层单元界面的识别	27
3.3 层序地层格架的建立	33
3.4 层序地层学模式	44
第 4 章 沉积体系研究	52
4.1 沉积演化及其特征	52
4.2 沉积相类型及其特征	53
4.3 沉积格架及其演化	58
4.4 沉积体系平面分布	59
4.5 沉积演化规律	67
4.6 沉积充填模式	67
第 5 章 成岩演化与储层发育特征	70
5.1 储层岩石学特征	70
5.2 孔隙类型	75
5.3 孔隙结构	76
5.4 东营凹陷南斜坡古近系孔隙演化	79
5.5 东营凹陷南斜坡次生孔隙发育规律	80
5.6 东营凹陷南斜坡成岩作用类型	80
5.7 东营凹陷南斜坡成岩阶段划分	88
5.8 储层分类与评价	90
第 6 章 输导体系研究	94
6.1 断层	94
6.2 不整合面	99

6.3	骨架砂体	106
6.4	复合输导系统	120
6.5	输导体系评价	121
第7章	地层油藏成藏条件及成藏规律	123
7.1	油源条件	123
7.2	储层发育特征	124
7.3	盖层发育特征	125
7.4	油气成藏动力学特征	128
7.5	生油期与地层圈闭定型期的配置关系	129
7.6	王74井失利原因分析	131
7.7	东营凹陷南斜坡地层圈闭类型与成藏模式	135
7.8	东营凹陷南斜坡地层油藏成藏规律	141
7.9	有利勘探目标分析	144
7.10	圈闭评价及储量预测	150
第8章	结论	158
	参考文献	160

第1章 地层圈闭研究进展

在石油和天然气工业发展的初期,世界上油气勘探的主要对象是背斜构造,而隐蔽油气藏的发现是偶然的^[1]。自从1917年发现委内瑞拉马拉开波湖玻利瓦尔油区的许多巨大地层油气藏,1930年又发现美国东德克萨斯大油气田,并查明它是地层油气藏以后,地层油气藏日益引起人们的重视。1966年,著名的美国石油地质家莱复生(A. I. Levorsen)在AAPG Bulletin发表了一篇名为“隐蔽圈闭油气藏(Obscure and Subtle Traps)”的论文。1972年,美国地质家罗伯特(E. K. Robert)主编了《地层圈闭油气田》一书,分勘探方法和实例两册,首次提出了隐蔽油气藏的勘探问题。1980年,美国石油地质家协会和地球勘探物理学家协会制定了联合召开“关于寻找隐蔽圈闭及油气藏”的计划,于1981年6月2日在美国旧金山举行的AAPG年会上进行了隐蔽油气藏专题讨论,并由美国著名地质家哈尔鲍蒂(M. T. Halbouty)主编了《寻找隐蔽油气藏》专著。1986年10月胡见义主编的《非构造油气藏》出版,1998年潘元林出版了《中国隐蔽油气藏》论文集,在此期间,发表了大量的有关隐蔽油气藏形成地质条件、分布规律、油气成藏机理、勘探方法和技术、油气勘探实例等方面的论文,中国的隐蔽油气藏的勘探取得了很大成功,隐蔽油气藏的储量占总储量的比例不断增加。例如,东营凹陷隐蔽油气藏的储量占总储量的比例已达到了60%。这些都大大促进了中国石油地质学和隐蔽油气藏研究及勘探的发展。到20世纪90年代,中国东部大部分含油气盆地相继进入了中等和较高勘探程度阶段,西部各油区也相继发现了多种隐蔽油气藏,隐蔽油气藏在勘探开发中的地位日趋重要^[2-15]。

目前在世界石油和天然气的产量、储量中,地层油气藏是一个重要方面。综合世界上可采储量超过 0.7×10^8 t的巨型油田和 990×10^8 m³的巨型气田的情况来看,除波斯湾和前苏联以外,在总数为134个油气田中,43%的石油储量和30%的天然气储量是在地层圈闭中,而波斯湾盆地和前苏联的大油气田主要是构造圈闭类型,因此,在这两个地区,地层油气藏在油气的总储量和总产量中占的比重就较小。而且一般的勘探规律是,随着勘探程度的提高,发现地层圈闭油气藏的数量会不断增加,最终地层圈闭的资源量与构造圈闭的资源量可达到或超过1:1。从我国的区域地质构造特征来看,地壳运动的多旋回性决定了在沉积岩系剖面中,沉积间断及各种不整合现象甚多。在东部地台区的古生界沉积中,这个特点很明显,而广泛发育在各沉积盆地中的中、新生代陆相沉积,与下伏老地层为不整合接触,为形成各种类型的地层油气藏创造了极为有利的条件^[16]。

我国含油气盆地具有比较复杂的地质演化史。在大多数陆相沉积盆地中,由于物源多方向而且距离短,岩性、岩相变化大,形成各类隐蔽圈闭的影响因素要复杂得多。因此,隐蔽油气藏在勘探过程的早、中、晚期均有可能发现。在有些含油气盆地内如辽河油田西斜坡大油田(1975年发现)和珠江口盆地的流花11-1大油田(1983年发现)等,都是勘探早期发现的重要地层油气藏。但是从较长的勘探史来看,在世界大部分含油气盆地进入高勘探程度或中等勘

探程度之后,隐蔽油气藏特别是地层油气藏的重要性日益明显。据美国北美地台俄克拉荷马州将近 100 年的勘探历程分析总结,该州共发现各类油气藏 3 379 个,其中,构造圈闭型油气藏 1 182 个,占 35%;地层圈闭油气藏 2 104 个,占 62%;未分类圈闭油气藏 93 个,占 3%^[1]。

1.1 地层圈闭(油气藏)的概念

地层油气藏(Stratigraphic hydrocarbon Reservoir)属于隐蔽油气藏的一种类型。地层油气藏最早被人们笼统地归属于隐蔽油气藏这个相对模糊的概念中。隐蔽圈闭(Subtle trap)的概念最早是由卡尔(1880)提出的。威尔逊(1934)提出了非构造圈闭(Nonstructural trap)是“由于岩层孔隙度变化而封闭的储层”的观点。莱复生(1936)提出了地层圈闭(Stratigraphic trap)的概念,并发表了题为《地层型油田》的论文;而莱复生 1964 年的论文中是用来称呼构造、地层、流体(水动力)多要素结合的复合圈闭,1966 年他在遗著中以《隐蔽和难以捉摸的圈闭》(The obscure and subtle trap)为题,全面论述了对隐蔽圈闭(Subtle trap)的新认识,表示“Subtle trap”与早期所用的复合圈闭(Combination trap)有所区别。但“Combination trap”这一术语具有确定的含义,在石油地质文献中已广泛流传,完全可以用来表示多要素结合的复合圈闭,而 Subtle trap 本身因缺乏严格的含义而未能广泛使用^[17]。直到 1972 年哈尔鲍蒂(H. T. Halbouty)才重新起用“Subtle trap”,用来表示与构造圈闭相区别的勘探难度较大的地层、不整合和古地貌圈闭。1982 年,他进一步把隐蔽在不整合面下或复杂构造带下不易认识和勘探难度较大的各类潜伏圈闭都称之为“Subtle trap”。同年萨维特(C. H. Savit)也撰文指出:“所谓隐蔽圈闭,是用目前普遍采用的勘探方法难于圈定其位置的圈闭。它包括:① 不易鉴别其形态特征的圈闭,例如,在一单斜地层内孔隙度横向变化而形成的圈闭;② 在形态上可以确定,但若无有效的钻井措施则不能得以证实的圈闭,如在勘探程度较低的盆地中某一上超层序地层内的圈闭;③ 这种圈闭也许能很好地得以确定,但在它上面被复杂的地质体所覆盖以致严重地歪曲了地震信号,甚至使信号完全无效”^[18]。

显然这一定义不是强调隐蔽圈闭在成因上与构造圈闭的差异,而是强调这类圈闭的隐蔽性、复杂性及勘探难度,这似乎更符合隐蔽圈闭的字面含意。现在人们使用隐蔽圈闭或隐蔽油气藏这一术语,也主要是指目前尚未引起足够重视的以及用常规的勘探方法和手段难以发现的圈闭和油气藏,当然它的主体仍然是各种地层圈闭(广义的)。

关于隐蔽油气藏的概念,前人虽然有不同的定义,但总的来说可以归纳为三种概念: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(A. I. Levenson, 1964; H. T. 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 等);第三种是指用目前普遍采用的勘探方法和技术难以确定的圈闭(C. H. Savit, 1982)。

随着世界油气勘探开发的不断发展,发现了许多新类型的油气藏,不仅用常规的勘探技术和方法难于寻找,而且用传统的勘探理论也难于解释。因此,为了更深入地识别隐蔽油气藏,根据我国陆相断陷盆地隐蔽油气藏的发育特点,将隐蔽油气藏定义为:以岩性、地层油气藏和裂缝油气藏为主的,一般技术手段难以发现的油气藏^[19]。

地层圈闭是隐蔽圈闭的一种,当然符合上述隐蔽油气藏的定义,但是隐蔽油气藏又可以分为很多类型,如岩性油气藏、地层油气藏、裂缝油气藏等,由于地层油气藏有别于其他隐蔽油气藏形成的地质背景、圈闭机制、勘探思路和技术方法,同时由于有巨大储量和广阔的资源前景,因此,有必要区别于其他的隐蔽油气藏进行定义上的限定和研究^[20]。

关于地层圈闭的概念,众说纷纭。莱复生(1936)提出:地层圈闭可以说是这样的一种圈闭,其中,地层变化是圈闭石油的储集层的主要限制因素^[21]。K. T. Biddle(1994)认为:地层圈闭是指圈闭必要的几何形态和储盖组合,是由地层变化而非构造变形所形成的圈闭。胡见义(1986)提出:地层圈闭是指在构造运动引起的沉积间断、剥蚀、超覆沉积等作用下,储集岩体沿地层不整合面或侵蚀面被非渗透岩层围限或遮挡,而形成的油气圈闭^[22]。李丕龙(2004)等人认为:地层圈闭是指储层上倾方向直接与不整合面相切而被封闭所形成的圈闭,即与地层不整合有关的圈闭^[19]。张厚福(1999)指出:地层圈闭是指储集层由于纵向连续性中断而形成的圈闭,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^[16]。陈作全(1986)指出:一个不整合面可以是油气运移的通道,也可以成为一个渗透地层与不渗透地层的分界面,在这种情况下,储集层的上方或上倾方向将为不整合面中断、遮挡而形成圈闭,这样的圈闭叫地层圈闭^[23]。潘钟祥(1986)指出:凡是储集层因地层变化(地层被削蚀、超覆、砂或多孔储集层的楔入或尖灭,侧向渗透性变差或非渗透性等)而形成的圈闭,称为地层圈闭,其中的油气聚集成为地层油气藏^[24]。王秉海(1992)指出:所谓地层油气藏,是指在与地层不整合有关的圈闭中形成的油气藏^[25]。蔡希源(2003)指出:地层圈闭是储层因地层变化而形成的圈闭^[26]。

笔者认为以上国内外诸多学者各不相同的地层圈闭定义,各有所侧重。其中张厚福关于地层圈闭的定义最为严谨,他强调地层圈闭的储集体必须和不整合面直接接触,否则不能称得上是地层圈闭(图 1-1)。图中,B、C 圈闭为地层超覆圈闭,D、E 为地层不整合遮挡圈闭,A、F 则不是地层圈闭,分别为岩性圈闭和背斜圈闭^[16]。

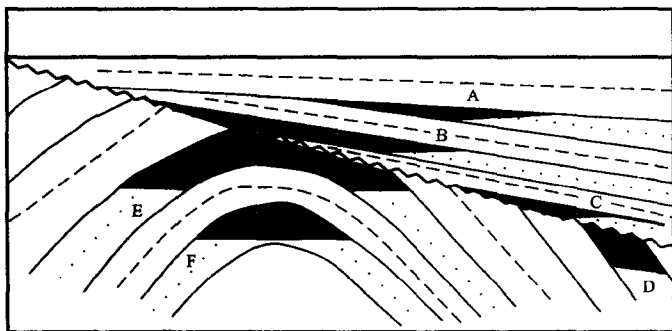


图 1-1 地层圈闭和非地层圈闭之间的区别示意图(张厚福,1999)

1.2 地层圈闭(油气藏)的分类

世界上经历了 80 多年的隐蔽油气藏勘探历史,发现了数以万计类型各异的油气藏。对油气藏进行科学的分类以认识其形成条件和分布规律,一直是石油地质学研究的基本课题之一,

这对指导油气勘探具有重要的理论与实践意义。多年来,国内外石油地质学家们从不同的研究和使用角度出发,提出了上百种油气藏分类方案。下面仅列出几种影响较大的分类方案。

莱复生(1954)根据圈闭成因提出了他的地层圈闭的分类,他将地层圈闭分为原生地层圈闭和次生地层圈闭。其中原生地层圈闭是指在岩层沉积和(或)成岩作用时形成的,包括碎屑岩的岩相和凸镜体、火山岩的凸镜体和化学岩中的地层圈闭;次生地层圈闭是指在储集层沉积和成岩作用阶段以后发育的目的层异常或变化造成的^[21]。

G·里登豪斯根据圈闭形态将地层圈闭分为不接近不整合的地层圈闭和接近不整合的地层圈闭。不接近不整合的地层圈闭又可分为岩相变化圈闭和成岩圈闭,接近不整合的地层圈闭又可分为不整合下的圈闭、不整合上的圈闭和不整合上下的圈闭^[21]。

潘钟祥根据控制圈闭形成的地质因素把地层圈闭分为岩性圈闭、不整合圈闭、礁型圈闭和沥青封闭圈闭,岩性圈闭又分为透镜型、上倾尖灭型和与白云岩化和溶蚀作用有关的岩性圈闭,不整合圈闭又分为不整合面上的圈闭和不整合面下的圈闭^[24]。

陈作全根据圈闭成因把地层圈闭分为地层超覆圈闭、潜伏剥蚀突起圈闭和潜伏剥蚀构造圈闭^[23]。

王秉海依据圈闭成因和形态把地层圈闭分为地层超覆圈闭、地层不整合圈闭和复合地层圈闭,其中地层不整合圈闭又分为削蚀不整合圈闭和基岩残丘圈闭^[25]。

张厚福根据圈闭的成因把地层圈闭分为地层不整合遮挡圈闭、地层超覆圈闭和生物礁圈闭,其中地层不整合遮挡圈闭又可分为潜伏剥蚀突起圈闭、潜伏剥蚀背斜构造圈闭和潜伏剥蚀单斜构造圈闭^[16]。

辛仁臣根据圈闭成因把地层圈闭分为原生或沉积地层圈闭、与不整合面有关的地层圈闭和次生地层圈闭,其中原生地层圈闭又分为相变和沉积尖灭地层圈闭和被埋藏的沉积隆起地形地层圈闭,次生地层圈闭又分为碳酸盐岩中的成岩圈闭和碎屑岩中的地层圈闭^[1]。

胡见义按照形成油气圈闭的主导成因差异与形态特征,把地层圈闭分为地层超覆圈闭、地层不整合遮挡圈闭和地层不整合“基岩”(或古潜山)圈闭,其中地层不整合遮挡圈闭又分为地层不整合圈闭和稠油沥青圈闭,地层不整合“基岩”(或古潜山)圈闭又可分为碳酸盐岩古潜山圈闭、花岗岩古潜山圈闭、变质岩古潜山圈闭、喷发岩古潜山圈闭和碎屑岩古潜山圈闭^[22]。

蔡希源从储油圈闭的成因及赋存状态出发,结合圈闭的形态特征,把地层圈闭分为两种:地层超覆圈闭和不整合遮挡圈闭,将古潜山圈闭和岩性圈闭与地层圈闭独立开来^[26]。

沈守文(2000)认为以往的分类未能充分体现隐蔽油气藏的含义和特点,似乎有等同于地层油气藏之嫌。当然隐蔽油气藏的主体仍然是地层油气藏,但是那些具有隐蔽性的构造油气藏,在分类中也应该体现出来。因此,沈守文依据:① 圈闭的隐蔽性;② 圈闭的成因及形成圈闭的主导因素;③ 圈闭的剖面形态,将隐蔽油气藏分为八大类:① 古构造油气藏;② 隐伏构造油气藏;③ 向斜油气藏;④ 裂缝性油气藏;⑤ 水动力圈闭油气藏;⑥ 岩性油气藏;⑦ 地层油气藏;⑧ 易伤害低渗透油气藏。并且将地层油气藏进一步细分为地层超覆、不整合遮挡和古潜山三个亚类^[27]。

李丕龙等人(2004)根据我国陆相断陷盆地隐蔽油气藏的发育特点,认为隐蔽油气藏是指以岩性、地层油气藏为主的,一般技术手段难以发现的油气藏^[5]。自然界中的油气藏类型受多种因素的影响,常常形成各种复合隐蔽油气藏,因此李丕龙等人根据油气藏形成的主导因素、

成因类型以及含油意义的大小,结合济阳坳陷隐蔽油气藏分布发育的特点,将隐蔽油气藏分为岩性油气藏、地层油气藏和裂缝油气藏三大类,其中地层油气藏又可分为地层超覆、不整合遮挡和古潜山三个亚类,与沈守文的关于地层油气藏的分类相同^[19]。

这些分类方法主要是以传统的隐蔽油气藏定义为基础,把地层圈闭油气藏作为隐蔽油气藏的主体,不同点在于对地层圈闭的概念和定义有争论,而且有不少的学者没有将岩性油气藏和地层油气藏分开,而是把岩性油气藏作为地层油气藏的一个亚类,或者将岩性油气藏和地层油气藏混称为岩性地层油气藏。但是,从圈闭形成机理和成藏条件等方面来说,岩性油气藏和地层油气藏有根本的区别,因此有必要将岩性油气藏和地层油气藏分开加以描述和定义。近年来,有将岩性油气藏从地层油气藏中分出来的趋势^[6,7]。事实上,在第八届世界石油会议上,就有人提议把岩性—地层圈闭进一步细分为岩性圈闭和地层圈闭两类。岩性圈闭专指岩石渗透性在横向上的变化所造成的圈闭;地层圈闭则专指地层间断所形成的圈闭,又称不整合圈闭^[19]。

从以上诸多国内外学者对于地层圈闭不同的分类来看,其根本原因在于不同的学者有着各不相同的划分原则与依据,大致可概括为以下几种:①形态分类法,如И·О·布罗德按油气藏形态,将其分为层状、块状、透镜状油气藏。此种分类法的优点在于,比较简明,让人一目了然,同时比较形象;它的缺点是不能反映油气藏形成的基本条件,因此不能很好地指导油气藏勘探和开发,给实际应用带来不便。②圈闭成因分类法,如莱复生按油气圈闭成因的基本差异,将圈闭分为构造圈闭、地层圈闭和混合圈闭等三大类型。圈闭是决定油气藏形成的基本条件,不同的构造、地层条件下,圈闭的成因不同,油气藏的特点不同,油气藏的类型也当然不同。因此,根据圈闭成因对油气藏进行分类,能够充分反映各种不同类型油气藏的形成条件,反映各油气藏类型之间的区别和联系,预测一个新含油气区可能出现的油气藏类型,从而对不同类型的油气藏采取不同的勘探方法和部署方案。所以,此种分类法的优点是有益于揭示和预测受成因控制的同类型油气聚集带的形成规律和分布,制定合理的勘探战略部署。③以油气圈闭形态为主,成因为辅的分类方法,如B·B·西门诺维奇等人提出的分类方案,将油气藏分为圈闭顶部弯曲、侧向遮挡、岩性封闭等三大类型圈闭,再按不同成因分为13个亚类。此种分类法的缺点在于分类过细,在实际操作中带来诸多不便,不能很好地指导油气藏勘探和开发工作。④按油气相态分类法,分为气藏、油藏、气顶油藏、带油环气藏、凝析气藏等十大类型。⑤按油气产量和储量规模分类法,分为工业性、非工业性和小、中、大、巨型油气藏等。⑥按油气藏的驱动类型分类法等^[28]。

笔者认为,油气藏分类的主要依据应该是圈闭的成因,圈闭形态、遮挡条件为辅助依据作为划分油气藏类型的基本原则,并且这一观点也是目前我国大多数石油地质学家所赞同的观点^[3,5,13,16,27,28]。圈闭是决定油气藏形成的基本条件,在不同的构造、地层及岩性条件下,圈闭的成因不同,油气藏的特点不同,油气藏的类型也就当然不同。因此,只有以圈闭成因为主要依据对油气藏进行分类,才能够充分反映各种不同类型油气藏的形成条件,充分反映各种类型油气藏之间的区别和联系,科学地预测一个新地区可能出现的油气藏类型,对不同类型的油气藏采取不同的勘探方法和不同的勘探开发部署方案。因此,划分油气藏类型时,应该遵循以下两条最基本的原则^[16]:

①分类的科学性:即分类应能充分反映圈闭的成因,反映油气藏形成的基本条件,反映不

同类型油气藏之间的区别和联系;

② 分类的实用性:即分类应能有效地指导油气藏的勘探及开发工作,并且简单实用。

这就要求分类不能任意过细和过于繁琐,更不能随意命名,引起混乱,难于鉴别,而是要求分类必须要有高度的和科学的概括性^[16]。

据此两条原则,张厚福等(1999)将油气藏分为构造、地层、岩性、水动力和复合油气藏五个大类,并且将地层油气藏进一步细分为地层不整合遮挡油气藏(包括潜伏剥蚀突起和潜伏剥蚀构造油气藏)、地层超覆油气藏和生物礁油气藏。

笔者认为,既然地层圈闭(油气藏)是和不整合面有关的圈闭(油气藏),那么将生物礁圈闭(油气藏)划为地层圈闭(油气藏)就较为不妥。根据生物礁的定义:生物礁是指由珊瑚等造礁生物组成的、原地埋藏的碳酸盐岩建造,然而并不是所有的生物礁圈闭(油气藏)都和整合有关,除非生物礁形成后遭受剥蚀而后又被掩埋,才可以算得上是地层圈闭。同时,将地层不整合遮挡圈闭细分为潜伏剥蚀突起圈闭和潜伏剥蚀构造圈闭在名称上也较为不妥,潜伏剥蚀突起圈闭其实就是古潜山圈闭,并且古潜山这一术语已经为地质学界广为接受。而且,在自然界中,许多现象往往并不是非此即彼,多数情况下是在两极或多极之间存在许多过渡类型,圈闭和油气藏类型也是如此。各种地质因素相结合形成圈闭的可能性是千变万化的,既可以形成单一地质因素所控制的地层圈闭,又可以在很多情况下由两种或两种以上的因素相结合,形成复合地层圈闭。

因此,笔者根据科学性和实用性的两大基本原则,以圈闭的成因为主要分类依据,以圈闭形态和遮挡条件为辅助分类依据,将地层圈闭分为四大类:地层不整合遮挡圈闭、地层超覆圈闭、古潜山圈闭和复合地层圈闭。

(1) 地层不整合遮挡圈闭

后期强烈的构造运动,使盆地斜坡边缘或古隆起带储集层遭受不同程度的剥蚀,早期形成的圈闭或古油藏均遭受不同程度的破坏,后来又被非渗透岩层不整合地覆盖,且不整合线与储集层顶部构造等深线相交切时,则可形成不整合遮挡圈闭(图 1-2)。油气来源既可来自不整

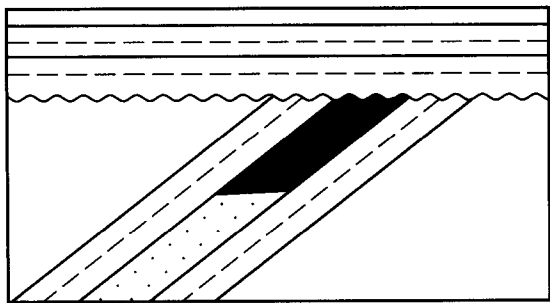


图 1-2 地层不整合遮挡圈闭示意图(张厚福,1999)

合面以上的生油岩系,也可来自早期古油藏或二次生油的老地层。这类油气藏大部分分布在盆地或凹陷斜坡边缘和古隆起翼部。按照不整合遮挡条件大致可分为两种不同类型的非渗透层:① 沥青稠油封堵层,在化学风化作用下油藏顶部部分原油遭受氧化,使不整合面之下的渗透性砂岩中形成沥青堵塞封闭条件,如辽西凹陷的曙光油田等;② 不整合面上部为泥岩等非

渗透岩层覆盖,形成良好的封堵条件,如东营凹陷的金家油藏等^[22]。

(2) 地层超覆圈闭

当海水或湖水向盆地边缘斜坡或隆起翼部水进时,在不整合面上形成了逐层超覆的旋回沉积,旋回底部的年青储集层不整合地超覆在时代较老的不渗透岩层上,而储层本身又被连续沉积的不渗透层覆盖,具有良好的顶、底板遮挡层,从而形成地层超覆圈闭,这样的油气藏称为地层超覆油气藏(图 1-3)。地层超覆油气藏的主要特点是它主要分布于地质历史上的水陆交替地带,海、湖盆地斜坡边缘带,盆地内部古隆起、古凸起的周边,多呈舌状、裙边式断续分布。如我国东营凹陷的单家寺油藏、辽河凹陷的齐家油藏和柴达木盆地的马海气藏等。在国外也发现了很多这种类型的油气藏,如美国著名的东德克萨斯油田的油气藏及蒙大拿州的克特克油气藏等^[22]。

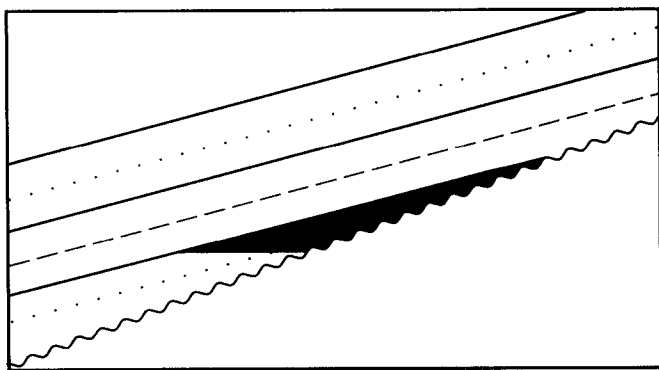


图 1-3 地层超覆圈闭示意图(张厚福,1999)

(3) 古潜山圈闭

这种类型油气藏是指与不整合面起伏有关而形成的古潜山油气藏,又称“基岩”油气藏。其圈闭主要受不整合面、断层和非渗透性内部隔层等三个因素控制,不整合面是形成油气圈闭的基础;其次为断层面和非渗透性隔层(图 1-4)^[16,22]。所谓“基岩”是以盆地发育时期为准则,

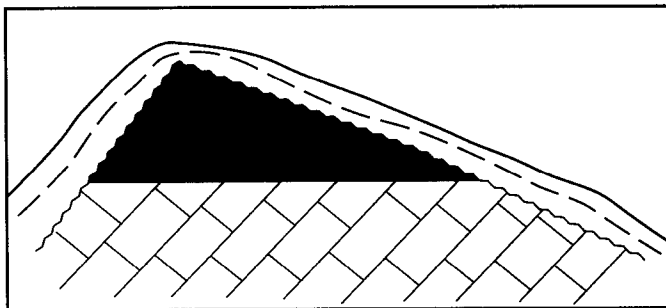


图 1-4 古潜山圈闭示意图(张厚福,1999)

将盆地发育期沉积的地层称为盖层,把盆地形成以前的地层统称为基岩或上叠盆地的基础层,包括结晶基底和盆地形成前的不同时代的沉积岩。这种类型的圈闭通常发育在断块发育区沉