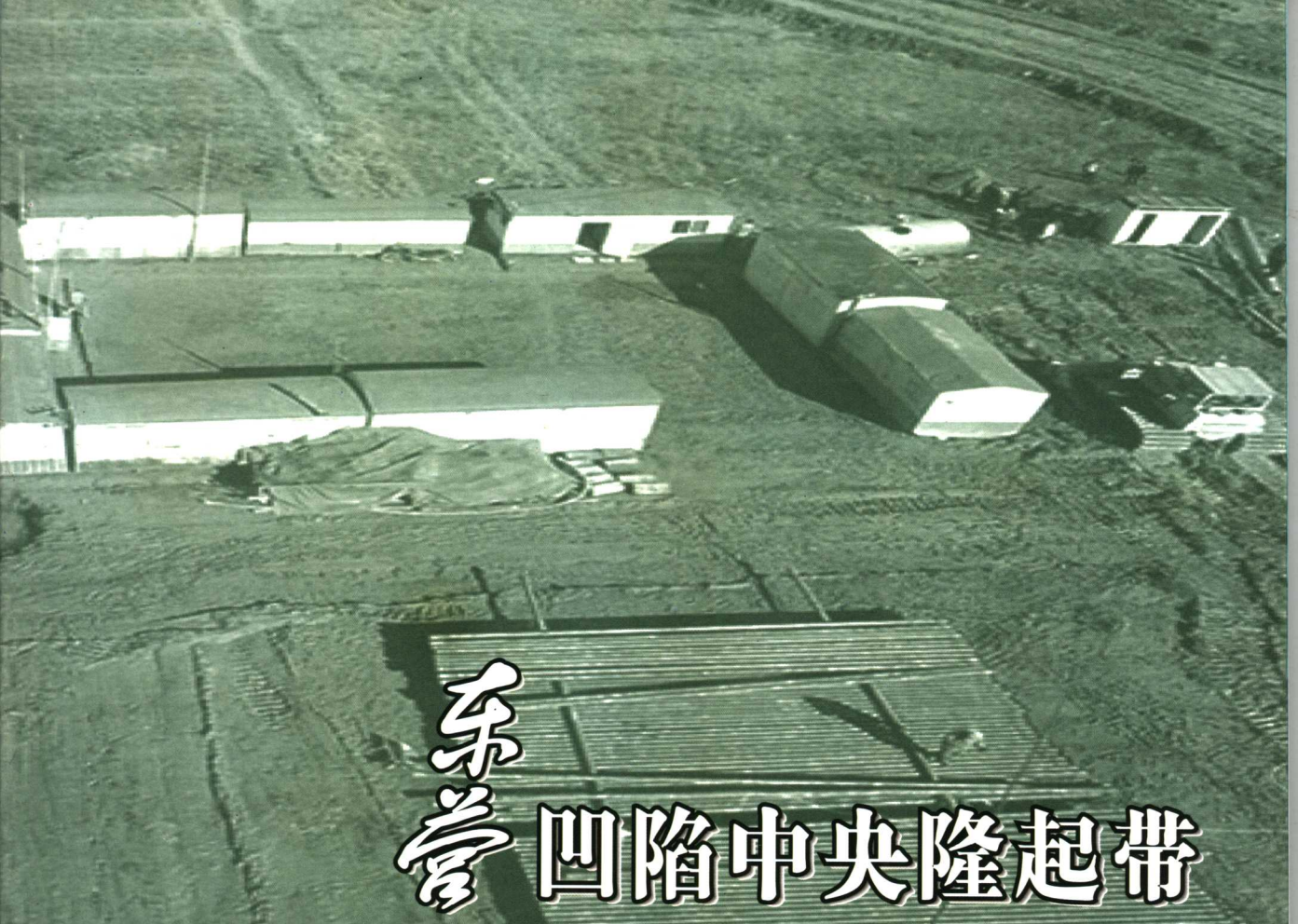




东营凹陷中央隆起带 构造演化及成藏模式研究

王增明 著



中国地质大学出版社

东营凹陷中央隆起带构造演化 及成藏模式研究

王增明 著

中国地质大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

东营凹陷中央隆起带构造演化及成藏模式研究/王增明著. —武汉:中国地质大学出版社, 2005. 10

ISBN 7-5625-2062-3

I. 东…

II. 王…

III. ①东营凹陷-中央隆起带②构造演化-成藏模式

IV. P618

东营凹陷中央隆起带构造演化及成藏模式研究

王增明 著

责任编辑: 张晓红

责任校对: 张咏梅

出版发行: 中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮编: 430074

电话: (027) 87482760

传真: 87481537

E-mail: cbb @ cug. edu. cn

经 销: 全国新华书店

http: //www. cugp. cn

开本: 787 毫米×1 092 毫米 1/16

字数: 170 千字 印张: 6. 625

版次: 2005 年 10 月第 1 版

印次: 2005 年 10 月第 1 次印刷

印刷: 武汉教文印刷厂

印数: 1—300 册

ISBN 7-5625-2062-3/P · 652

定价: 18. 00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

摘 要

中央隆起带是东营凹陷最重要的含油气构造。研究中央隆起带的构造特征、形成演化,断层与油气运移和聚集的关系,具有重要的理论意义和实践意义。本专著研究工作以构造地质学等基本理论为指导,运用现代构造地质学和盆地分析的新概念、新方法和新技术手段,将构造几何学、运动学和动力学相结合来研究和揭示东营凹陷中央隆起带的构造格架、形成机制和演化过程。将岩性配置、时间配置、产状配置、泥岩沾污因子分布状况、断层活动状况、断层力学性质等相结合来研究和揭示控油断层的封闭性和开启性,建立断裂封闭开启模式,揭示主要控油断层与油气聚集的关系。应用成藏动力学研究思路,揭示了中央隆起带复杂的断裂带对油气运移和聚集的动力作用和作用机制,建立了中央隆起带的油气成藏模式。

在东营凹陷三级层序格架研究的基础上,定量和动态地模拟了东营凹陷的拉伸沉降过程。确定了边缘断裂的活动速率和规律,确定了盆地拉伸率及其在区域上的变化,为盆地同沉积断裂与充填序列的关系和同沉积断裂对沉积体系控制作用的研究提供了基础。根据盆地充填特征、古构造运动面和沉降史模拟,精细地划分了盆地构造演化阶段,在早第三纪裂陷期划分了4个裂陷幕,即孔店沉积期早期的初始裂陷幕、沙四段沉积期的晚期初始裂陷幕、沙三段及沙二段下部沉积期裂陷伸展幕、沙二段上部及东营组沉积期裂陷收敛幕;在晚第三纪裂后期划分出裂后热衰减沉降幕及加速期沉降幕。上述六个沉降幕分别与Ⅱ级层序地层单元相吻合。

研究了东营凹陷中央隆起带的构造特征。通过对典型地震剖面的解释和研究区构造图的分析,利用相干分析、属性分析等手段,精细解释中央隆起带构造,包括断层剖面组合、平面组合、次序、切割关系等,分析研究了其构造特征,归纳总结中央隆起带的断裂特征,断层的分布具有东多西少、大断层少(二级断层5条)、小断层多(四级断层346条)的特点,根据断层剖面特征及空间展布规律,将中央背斜带划分为构造特征明显不同的三个构造带,东段为辛镇构造带和新立村构造;西段又分为两支,南支为梁家楼—现河构造带,北支为东营—郝家构造带。

从盆地构造动力学研究入手,揭示了中央隆起带形成的动力学背景特征,提出东营凹陷中央隆起带是伸展、走滑和应力场转换作用的产物;在局部地区还伴生了断裂的重力滑动作用和塑性层拱张共同作用。

通过模拟实验进一步证实研究中央隆起带的形成机制,模拟结果表明纯粹的底辟作用和伸展作用过程都不能反映中央隆起带发育演化过程,只有底辟与侧向伸展过程,即底辟与断裂重力滑动作用的联合作用与实际现象更符合,显然这些形成机制在时间上不是孤立的,而是相互作用的。

构造发育史揭示了中央隆起带的发育过程,是由区域应力场的不断转变以及膏、泥岩的塑性上拱等应力作用共同作用的结果性,总体来说其演化经历了沙四段雏形期、沙三段和沙二段为主要发育期以及东营组时期为最后定型期三个阶段,终成现今之面貌。

利用了声波时差测井曲线和实测地层压力资料,在编制单井、剖面 and 平面压力系统结构图的基础上,概括出中央隆起带的压力系统在平面上呈环带状分布,与断层的分布相吻合,且中央隆起带断层对压力系统产生泄压或分隔作用。

通过对中央隆起带流体盐度的研究,总结出地层水中高盐度异常沿主要断裂带展布的规

律。在纵向上,随埋深增大,地层水矿化度有规律增大,2 000m 以下增大速率较快,一般大于 30 g/L,最高可达 350 g/L。上第三系较低,小于 10g/L。提出沙河街组四段上亚段—东营组的高盐度流体是超压高盐度流体沿断层运移和注入的结果。

中央隆起带流体的现今压力场、温度场、盐矿化度的研究揭示了中央隆起带油气运移的动力背景及油气成藏过程的流体活动特征,从压力与盐度关系的角度认识了断层封闭和开启的双重性。在断裂系统演化史分析与断层封闭性研究基础上,探讨区内营 8 断层、河 125 断层、民丰断层等主断裂带与油气聚集的关系。

在中央隆起带油气藏形成条件分析的基础上,提出断裂是中央隆起带油藏形成的关键因素,分析断裂及下部塑性膏-盐-泥层直接参与圈闭的形成和演化,提出中央隆起带的油气圈闭包括辛镇背斜型圈闭组合、东营盐拱背斜-断层簇型圈闭组合、现河盐-泥滚-滑脱断层簇型圈闭组合。

根据凹陷地层孔隙流体的压力、盐度特征以及流体运移动力和样式,本文划分出两个流体动力系统:超压流体动力系统、静水压力流体动力系统,厘定出中央隆起带油气运移的三种模式:侧向运移模式、垂向运移模式、阶梯状油气运移模式;在此基础上,建立了中央隆起带的三种油气成藏模式:超压—垂向运移成藏模式、静水压力—侧向运移成藏模式、静水压力—阶梯运移成藏模式。

ABSTRACT

Studies on Structural Evolution of Central Uplift Belt and Hydrocarbon Accumulation models in the Dongying Depression

The Central Uplift Belt in the Dongying depression is the most important oil/gas - bearing structure, so it has both theoretical and practical significance to study its structural features, evolution and the relation between faults and hydrocarbon migration and accumulation. According to theory of tectostratigraphy, new concepts and methods of modern tectonics and basin analysis have been applied to study structural framework, forming mechanism and evolutionary process with integrated analysis of tectonic geometry, kinematics and dynamics in this paper. Opening and close of faults are revealed by the combination study on the matching of lithology, time and attitude, the distribution of shale maculation, faults activity and faults mechanical features, which indicate close history of main faults and relationship with hydrocarbon accumulation. Finally, the theory of hydrocarbon accumulation dynamics has been applied to disclose the effects of complicated faults on hydrocarbon migration and accumulation and its mechanism in the Central Uplift Belt, and hydrocarbon accumulation models have been set up. In detail, it includes as follows:

(1) On the basis of the third - order sequence framework in the Dongying depression, this paper confirms the distribution and movement velocity of boundary faults, which is the prerequisite to study the relationship between syn - sedimentary faults and infilling sequences, and its effects on sedimentary systems. According to the characteristics of infilling, the palaeostructure surface and subsidence modeling, the stages of basin tectonic evolution has been classified. During early Tertiary, four rifting episodes are divided, which include early preliminary rifting in the Kongdian stage, lately preliminary rifting in the fourth member of Shahejie Formation depositional stage, main rifting in the third and the lower of second member of Shahejie Formation depositional stage and rifting converging episode in the top of second member of Shahejie Formation depositional stage. In late Tertiary, the subsidence and accelerative subsidence episodes are divided. The above six subsidence episodes are consistent with the second - ordered sequences units.

(2) Structural characteristics of the Central Uplift Belt in the Dongying depression have been analyzed. Through the interpretation of typical seismic profiles and the analysis of tectonic maps with coherent and seismic attributed analysis, the author illustrates the combination of faults in plan and vertical profiles, assembly relation in plan, forming order, incision relationship and so on in the Central Uplift Belt. Furthermore, the distribution of faults in the Central Uplift Belt show that the number of faults in the east part is larger than that in west part, where there are less large faults (just five second - ordered faults) and more small

ones (346 fourth - ordered faults). In addition, according to the characteristics of faults profiles and their distribution, the Central Uplift Belt are divided into three structure zones; i. e. the Xinzhen and Xinlicun structure in the eastern part; the Liangjialou - Xianhe structure in the southwestern part and the Dongying - Haojia in the northwestern part.

(3) The study of basin tectonic dynamics indicate that the formation of the Central Uplift Belt is as a results of stretching, strike - slip movement and stress changes. Gravity glides in the Chennan fault and upward of ductile beds also have a significant affect on structures in partial zones.

(4) According to the modeling test, the forming mechanism of the Central Uplift Belt is not a simple factor, such as pure diapirism or lateral extension, but is the results of both combination processes. In other words, it is more reasonable that the forming process of the Central Uplift Belt is resulted from the combination processes of both lateral extension and gravity glides. Moreover, these mechanisms are not isolated, but interaction each other in the course of its evolution.

(5) Analysis of tectonic evolution history indicates that the evolution of the Central Uplift Belt is caused by variation of regional stresses and plastic upward of gypsum/shale, which makes tectonic evolution complicated. In a word, the evolution of the Central Uplift Belt underwent miniature stage in the fourth member of Shahejie Formation, main development stage in the third and second member of Shahejie Formation and the final stable stage of Dongying Formation.

(6) By means of the acoustic logs and actual measurement of formation pressure, pressure systems in wells, profiles and plane have been revealed. The result shows that distribution of the pressure systems in the Central Uplift Belt has a shape in circular, which is coincident with the distributions of faults. Hence, the faults in the Central Uplift Belt can be taken as a good conduit or barrier on fluid in pressure systems.

(7) Through studying the characteristics of salinity of geofluids in the Central Uplift Belt, it is so clear that high salinity fluids are mostly distributed along main faults. In vertical, salinity of groundwater is increased with depth. In general, increase of salinity is relative rapid below a depth of 2 000m, commonly, salinity of formation water is larger than 30g/L, and can be up to the maximum of 350g/L. In Neogene strata, salinity of formation water is small, usually less than 10g/L. In addition, anomaly of high salinity fluids from the top of fourth segment of Shahejie Formation to Dongying formation is the results of charge and migration of overpressured high salinity fluids along the faults.

(8) Study on modern pressure, temperature and salinity fields reveals the dynamic background of hydrocarbon migration and characteristics of fluid flow in the course of hydrocarbon accumulation in the Central Uplift Belt. From the point of view of the relationship between pressure and salinity, double features of both open and close of faults have been identified. On the basis of analysis on system evolution and sealing of faults, the relation between main faults, such as Ying 8 fault, He 125 fault and Minfeng fault and so on, and hydrocarbon accumulation has been discussed.

(9) According to analysis of reservoir forming conditions, faults can be taken as a key factor of forming reservoirs in the Central Uplift Belt. Formation and evolution of traps are related to movement of faults and arch upward of lower plastic gypsum, salt and shale. Up to date, in the Central Uplift Belt, there are as follows traps discovered: Xinzhen anticline traps, Dongying diapir fold – faults traps and Xianhe salt pillow – slip faults traps.

(10) According to the integrated analysis on pore fluid pressure, salinity and the dynamics and patterns of fluid migration, two fluid flow systems are classified: overpressure and hydrostatic fluid dynamic system, and three patterns of hydrocarbon migration are set out: lateral migration pattern, vertical migration pattern and ladder migration pattern. Based on these, three fluid accumulation models are set up: overpressure – vertical migration and accumulation model, hydrostatic pressure – lateral migration and accumulation model and hydrostatic pressure – ladder migration and accumulation model.

绪 言

一、选题的目的和意义

本选题属于国家教育部重点基金项目“超压盆地流体系统及成藏动力学研究”的一部分,东营凹陷是我国最重要的富生烃凹陷,而东营凹陷的中央隆起带又是该凹陷最重要的油气富集带。

东营凹陷中央隆起带以断裂发育、油气藏类型丰富而著称。其复杂性和经典性在国内外享有盛名。多年的勘探实践证实东营凹陷中央隆起带上的几乎所有的油气圈闭均与断层有关,但这些油气藏形成机理尚未完全揭示,如控油断层何时封闭?何时开启?主要封闭模式有哪些类型?油气富集受哪些因素控制?能否预测油藏范围和油柱高度等等一系列问题。上述问题的解决无疑会加速勘探进程,降低勘探成本,提高开发效益,将取得显著的经济效益和社会效益。

该带经勘探开发证实是一个典型的复杂断块油气富集区,区内断裂系统不仅对断块的形成具有控制作用,而且对油气的运聚也有显著的影响。因此,断裂对该区油藏的形成、油气水的分布规律起着显著的控制作用。针对上述问题有必要开展断裂特征、形成机制及其与油气关系之间的进一步研究工作,这对下一步的滚动勘探和增储上产具有重要的现实意义。

本书研究的目的是查明中央隆起带的构造特征、形成机制和演化,运用含油气系统和成藏动力学的研究思路,研究中央隆起带油气输导条件、储层分布与产量以及封盖层的匹配关系,探索盆地中的异常压力及其化学动力学和流体动力学特征,研究与中央隆起带有关的流体活动,进而揭示断层的活动对油气的生成、运移和聚集的作用,总结油气富集条件和分布规律,为揭示研究区油气富集规律和有利地区预测奠定基础。

二、国内外研究现状和存在的问题

经过几十年的勘探实践,我国东部已经发现和开发了大批复杂断块油田。我国这类油田的总储量是世界同类油田所占比例最多的国家,同时我国也是唯一把复杂断块油田作为一种重要油气藏类型来开展研究的国家。我国许多学者都曾探讨复杂断块油田的油气富集规律问题,并取得了许多可喜的成果,但大多数研究者是从单一手段和单一学科来研究,很少以多学科为指导,应用多种信息和手段,对复杂断块油田的形成机制和富集规律进行综合研究。本书以多学科理论为指导,从盆地的形成机制入手,在断裂与油气运移关系、封闭性综合评价研究基础上,揭示了研究区第三系油藏的形成机理,为次生油藏的进一步滚动勘探开发奠定了基础。

含油气盆地的研究,经历了构造学研究(19世纪中至20世纪初)—沉积学研究(20世纪早中期)—沉积盆地动力学研究的螺旋发展过程。对复杂断块油田形成机制的探讨离不开含油气盆地的地球动力学环境分析。盆地动力学研究,强调了地球动力学环境对含油气盆地构造及沉积作用的控制。构造分析应包括几何分析、运动学分析和动力学分析三个方面,同时应考

虑其时空规律,完整地反映盆地的演化及构造样式的特征。

沉积盆地动力学是目前地学研究的热点与前缘。对其贡献最大的首推 Allen, Dickinson 以及美国地球动力学委员会。1990 年 Allen 等推出《沉积盆地分析——原理与应用》一书,一改过去从沉积学和地层学角度观察问题,而从岩石圈构造作用角度观察问题,且将沉积盆地作为一种动力学实体进行综合研究。

20 世纪 90 年代前期 Dickinson 对盆地动力学的主体思想进行了阐述,指出当今盆地研究应更多地转向动态过程分析;盆地演化常是多种地质过程的联合作用,在演化不同阶段,其动力学性质发生改变。简单的盆地分类已不能适应研究的需要,以往的盆地分类多属地貌—构造分类,即仅依据构造部位静态确定而不进行地球动力学参数确定;盆地研究的重点应从盆地类型转向盆地的动态演化过程。

1997 年美国地球动力学委员会设立专家组,编写了具研究纲要性质的《盆地动力学》一书,突出强调盆地形成与板块构造、地幔对流的关系,盆地流体系统、烃类、化学物质的运移及保存在盆地中的构造、气候和海平面变化的记录。在战略上强调把先进的动力学理论、精确的观测与计算机模拟相结合,用计算机技术精细模拟盆地演化的动力学过程,包括沉降史、构造史、热史、压力系统演化,以及烃类生成、运移、聚集等。

复杂断块油田的成藏条件与断层密切相关。断层面可以是油气运移的通道,也可以是油气圈闭的遮挡面,这主要取决于断层面的封闭能力。对断层封闭性的研究可以追溯到 20 世纪 50 年代初。1953 年 Hubbert 在 AAPG Bulletin 上发表了“水动力条件下的油气圈闭”的论文,并指出一般具有几厘米厚的泥质页岩在垂向上足以封闭较大的油气藏,颗粒大小为 10^{-4} mm 的一套泥质页岩具有约 3.22×10^6 N 的毛细管排替压力,理论上能封闭住 915m 高的油柱。1966 年 Smith 系统地论述了封闭性断层与非封闭性断层的理论判别模式,认为断层两侧介质的毛细管排替压力相似,断层属于非封闭性质;反之,则为封闭介质。并指出断层圈闭烃柱的高度与储集岩和界面岩石的毛细管排替压力差有关,压差越大,封闭能力越强。Watts (1987)进一步研究了单相烃柱与双相烃柱的断层封闭问题,提出了“压力—深度图”的分析方法。Allan(1989)认为,断层控制远景构造的质量可以通过对圈闭内被断层面连接的地层构造产状的作图来实现。Downey(1990)认为在三种情况下,断层面可以起到开启裂缝的作用:① 在埋藏深的张性环境下,断层面一般能起到传导性开启裂缝的作用;② 在地层压力范围内,断层面常在张性环境中传导流体;③ 在断层活动期间,断层面可能传导油气。在这些情况下,断层可以起到开启裂缝的作用,并沿张性断层面提供运移通道。在分布有塑性岩层的地区,断裂作用可以使沿断层面的大部分渗透层涂抹上泥岩薄层,使断层封闭。此外,沿断层的粒化作用可局部改变并列储层中的侧向运移能力,降低断层带的渗透性。当流体通过被断层连接的储层时可导致孔隙充填的成岩作用发生(如胶结作用),使断层处于封闭状态,阻止流体的运移。综上所述,在地史中发生的构造变动形成的断裂具有封闭和开启的双重性质,使断层封闭的作用主要有塑性岩层的涂抹作用、粒化作用和成岩充填胶结作用等。

由此可见,国内外许多地质工作者们都在广泛研究和探索断层封闭性问题,并取得了一定进展和可喜成果。但多是从单一手段和单一学科来研究,理论上讨论较多,结合并解决油田实例的较少;定性分析较多,定量、半定量的研究较少。1989 年 Bouvier 提出泥岩涂抹势(CSP)的概念,使断层封闭性研究向量化方向迈进了一大步,但随后一些学者如 Lindsay 提出的泥岩沾污因子(SSF)以及 Yielding 提出的页岩刮削比率(SGR)也仅仅限于泥岩沾污带的讨论,并未使断层封闭性研究得到长足的发展,尤其是对断层封闭史研究较少,尚未形成一套系统的

断层封闭性研究的方法技术。此外,由于断层的运移和封闭本身是矛盾的统一体,许多学者谈封闭就不谈运移,谈运移就不考虑封闭,把两种特性人为地分开,不敢把二者统一起来研究,以至于对某些问题在认识上还有点混乱,实际工作中还会出现一些局部失误。因此迫切需要在这一领域加强研究,提高认识,这也是研究的目的所在。

三、研究思路与研究内容

本书以构造地质学、石油地质学、测井地质学和岩石力学的理论为指导,综合应用地质、地震、测井和油藏工程等多种信息和计算机手段,将定性和定量相结合,运用先进的动力学理论,对东营凹陷中央隆起带的构造演化机制进行了探讨,对控油断层与油气运移和聚集的关系进行了综合研究,通过对今温度场、压力场特征及其与已发现的主要油藏的关系,建立其成藏地质模型和含油气系统模型;研究区域古水化学特征对储层成岩演化和油气运聚的控制作用。

复杂断块群次生油藏形成机制的研究应紧紧围绕精细储油构造研究与石油地质综合研究相结合的原则,重点开展以下几个方面的工作。

1. 盆地构造的几何学研究

几何学研究是研究控油构造的几何形态、空间分布,研究控油构造的产状、大小、控油构造各要素之间以及构造与相关构造之间的几何关系。针对本区的实际情况,研究内容应包括:

① 断裂的基本特征研究;② 构造样式的划分。

2. 盆地构造的运动学研究

运动学研究是研究控油构造的运动特征和运动规律,目的在于通过分析盆地构造变形样式来揭示变形介质在构造变形过程中的运动方式,再现盆地本身的形成和演化过程。主要包括三方面的研究内容:

(1) 构造演化史研究。通过盆地模拟,求取盆地的水平伸展量,再现盆地演化历史。

(2) 沉降史研究。根据艾利均衡模式,再现盆地的沉降速率及过程。

(3) 埋藏史研究。采用回剥的方法,通过埋藏史曲线的制作,再现盆地的沉积埋藏过程。

3. 盆地构造动力学研究

动力学研究是研究控油构造形成发展的区域构造应力场、局部构造应力场的形成演化,揭示盆地形成机制的深层背景,以及盆地内走滑和伸展构造的叠加复杂关系,具体以构造地质学的最新理论为指导,通过构造物理模拟的手段来实现。随构造地质学的深入发展,构造物理模拟已逐渐发展成为一门边缘学科,并为油田构造的地质研究提供了有效的手段,成为油藏构造研究的重要内容。通过油藏的构造物理模拟研究,能够揭示控油构造的形成机制和分布规律,为油藏的预测服务。

4. 油气运聚过程及成藏动力学环境分析

(1) 通过对今温度场、压力场特征及其与已发现的主要油藏的关系,特别是中央隆起带构造、岩性和地层隐蔽油藏,进行重点解剖,建立其成藏地质模型和含油气系统模型。

(2) 基底沉降、岩浆活动和构造断裂体系与流体压力场、地应力场和温度场的关系,研究断层、裂缝和不整合等油气输导系统的时空展布特征。

(3) 复杂断块群构造模式与油气关系研究。断块模式是局部应力场的产物,从断块的成因机制考虑,是具有成生联系的多个断块的集合体,在平面和剖面上具有一定的组合特征和展布形式,是油气勘探和地震解释中的重要地质模式,是油气最直接的控制单元。不同的断块模式控油规律不同,即使是同一断块模式在不同的部位,油气分布也不一致。因此,在油气勘探

和开发的不同阶段,识别断块模式,对于指导找油、缩小勘探周期以及油田的增产上储都具有十分重要的意义。

(4) 控油断层与油气运移关系研究。断层是油气运移的重要通道,一条断层能否成为油气运移的有利通道,将决定油气的富集层位和勘探目标。研究表明,断层能否输导油气,取决于油气运移时期断层的力学性质、断层与断层的组合关系、断层与地层的组合关系、断层两侧的界岩关系、断层在油气运移时期的活动规律以及断层在关键时刻的活动强度等诸多因素,故研究断层与油气运移的关系可以预测油藏位置。

5. 石油地质基本特征研究

通过上述4个方面的研究从成藏动力学和构造的角度揭示了中央隆起带的油气藏分布规律和富集程度,重点对东营凹陷中央隆起带第三系油藏本身特有的生、储、盖和圈闭等成藏条件加以研究,揭示油藏的形成机制。

四、完成的任务研究结果

根据确立的研究思路和研究内容,本次研究共完成了以下几个方面的工作:

(1) 查阅国内外有关断块油田形成条件、分布规律、控制因素等方面的文献共计100余篇;收集、研究分析了与中央隆起带有关的科研报告30余本,近30万字,为研究区开展工作奠定基础。

(2) 分析研究了研究区大量的地质资料1000口井的测井资料、地层倾角资料、数百公里的地震资料以及大量的试油资料、动态资料,使研究工作建立在坚实的基础之上。

(3) 在东营凹陷三级地层格架建立的基础上,根据盆地充填特征、古构造运动面和沉降史模拟,精细地划分了盆地构造演化阶段,在早第三纪裂陷期划分了4个裂陷幕,在晚第三纪裂后期划分出裂后热衰减沉降幕及加速期沉降幕。上述6个沉降幕分别与Ⅱ级层序地层单元相吻合。

(4) 搞清中央隆起带断裂系统,研究了中央隆起带断裂的剖面和平面的特征,并以此划分了辛镇构造带、东营构造带、梁家楼—现河构造带三个构造区。

(5) 从盆地构造动力学研究入手,揭示了中央隆起带形成的动力学背景特征,东营凹陷是走滑构造、伸展构造和反转构造三个并存的构造系统,在空间上相互利用和改造,形成复杂的构造叠加和复合关系。开展了构造物理模拟,模拟了中央隆起带现今应力场的分布规律,模拟了研究区断裂体系展布,系统研究了东营凹陷和中央隆起带的形成演化机制,揭示了中央隆起带是在走滑、伸展和反转复合应力场作用的产物;在局部地区伴生了断裂的重力滑动作用和塑性层拱张作用从而形成现今复杂的构造格局。

(6) 通过对中央隆起带现今压力场、温度场、流体盐度参数特征的研究,揭示了中央隆起带油气运移的动力背景及油气成藏过程流体活动特征,从压力与盐度关系的角度认识了断层封闭和开启双重性。通过典型区块解剖及油气富集规律研究,建立中央隆起带断层的三种封堵模式,对中央隆起带几条主要控油断层的封堵性研究,厘定了断层与已发现的主要油藏的关系。

(7) 在中央隆起带油气藏形成条件分析的基础上,提出断裂是中央隆起带油藏形成的关键因素,分析断裂及下部塑性膏—盐—泥层直接参与圈闭的形成和演化,提出中央隆起带的油气圈闭包括:辛镇背斜型圈闭组合、东营盐拱背斜—断层簇型圈闭组合、现河盐—泥滚—滑脱断层簇型圈闭组合。

(8) 根据凹陷地层孔隙流体的压力、盐度特征以及流体运移动力和样式,本书划分出两个流体动力系统:超压流体动力系统、静水压力流体动力系统,厘定出中央隆起带油气运移的三种模式:侧向运移模式、垂向运移模式、阶梯状油气运移模式。在此基础上,建立了中央隆起带的油气成藏模式。

(9) 制作大比例尺的油藏剖面、构造演化史剖面以及其他各类图件共计 100 余幅。

目 录

第一章 盆地区域地质	(1)
第一节 盆地构造格架	(1)
一、断裂构造	(2)
二、背斜构造	(5)
三、向斜(洼陷)构造	(5)
第二节 区域沉积条件	(6)
第三节 层序地层格架	(8)
第四节 主要沉积体系及演化	(11)
第二章 盆地沉降史分析及充填演化特征	(15)
第一节 沉降史分析研究方法	(15)
第二节 结果分析	(16)
第三节 构造沉降史	(17)
一、多幕裂陷充填期	(19)
二、裂后充填期	(20)
第三章 中央隆起带构造特征	(22)
第一节 中央隆起带断裂特征	(23)
第二节 中央隆起带构造分区及其特征	(25)
一、辛镇构造带和新立村构造带特征	(25)
二、东营构造特征	(26)
三、梁家楼-现河庄断裂系统特征	(27)
第四章 中央隆起带构造成因及演化	(28)
第一节 中央隆起带形成的宏观动力学机制	(28)
一、走滑应力场机制	(29)
二、伸展应力场机制	(30)
三、反转应力场机制	(31)
第二节 中央隆起带形成机制	(33)
一、断裂的重力滑动作用	(33)
二、塑性层拱张作用	(35)
第三节 构造模拟实验与结果分析	(38)
一、实验装置及实验方法	(38)
二、构造模拟分析	(40)

第四节 中央隆起带构造发育史分析	(44)
第五章 中央隆起带油气运移特征	(48)
第一节 中央隆起带油气运移背景场分析	(48)
一、流体压力场特征	(48)
二、超压与油气聚集关系	(51)
三、流体盐度特征	(52)
四、流体压力与盐度的关系	(56)
五、地层温度场特征	(56)
第二节 中央隆起带断层在油气运聚中的作用	(57)
一、断层具开启或封闭的两重性	(57)
二、控油断层封闭模式	(59)
第三节 主要控油断层与油气聚集关系	(63)
一、营8断层与油气聚集关系	(63)
二、河125—河68井断裂与油气聚集的关系	(68)
三、民丰断裂带与油气运聚关系	(72)
第六章 中央隆起带油气成藏模式	(75)
第一节 油气成藏要素分析	(75)
第二节 中央隆起带圈闭和油气藏	(78)
一、辛镇背斜型圈闭组合	(78)
二、东营盐拱背斜-断层簇型圈闭组合	(79)
三、现河庄盐-泥滚-滑脱断层簇型圈闭组合	(80)
第三节 中央隆起带流体动力系统特征及油气运聚模式	(82)
一、流体动力系统特征	(82)
二、油气运聚模式	(83)
第四节 中央隆起带油气成藏模式	(84)
结论	(86)
致谢	(88)
参考文献	(89)

第一章 盆地区域地质

东营凹陷属于渤海湾盆地济阳凹陷中的一个中新世代断陷,东西长 90km,南北宽 65km,面积 5 700km²。其南为鲁西隆起,北为陈家庄凸起,东有青坨子凸起,西有滨县、青城凸起,是一个四周有凸起环绕的凹陷。凹陷具有北断南超的箕状凹陷特点,凹陷内部发育一系列正向二级构造带,近东西走向的中央断裂背斜带就发育于深洼陷之中。

第一节 盆地构造格架

东营凹陷属渤海湾盆地济阳凹陷南部的一个次一级凹陷,凹陷中构造特征是褶皱少、断层多,不同性质、不同级序的断层组成各种型式的断裂,它们相互联合或复合,形成现今复杂的构造面貌。东营凹陷早第三纪断陷湖盆与重力异常区相对应,依据区内的构造特征、构造发育历史和构造应力场,其地质构造主要由两个同向错位叠合的箕状洼陷及两者之间的隆起带所组成。由此可以划分为以下 5 个基本构造单元:洼陷带东部为北东向的东营东部洼陷、博兴洼陷、中央隆起带、北部陡坡带和南部斜坡带(李筱瑾,1997)。图 1-1 中的 A—A' 剖面明显地表现了东营凹陷两洼陷—隆起和北部陡坡带及南部缓坡带的地质结构。

位于北部的是永—胜—利—滨陡坡带,发育在陈家庄和滨县凸起与凹陷接触,长 100km,主要由永南、胜北、利津、滨南 4 条同生断裂组成,呈向北凸出的左行斜列展布,在下降盘常发育断阶带、逆牵引构造和其他断裂组合型式。上升盘常发育超覆不整合和削蚀不整合。位于凹陷之中的是辛镇—东营—现河庄—梁家楼中央隆起带,东西长 50km,南北长 8~14km,面积 550km²,东端主要由被两条东西向纵断层破坏的辛镇背斜组成。两端则是由北东向延伸,向南凸起的三条弧形断裂组成,平面上呈现北东收敛、南西撒开的帚状展布,两者在东营地区复合。位于深洼陷区的是洼陷带,自沙三段时期以后,由于东营凹陷“中央背斜隆起带”的发育,该构造带在东部洼陷沉降中心的升起,逐渐把东营东部洼陷分隔成几个次级小洼陷,即南部的牛庄洼陷、西部的利津洼陷和北部的民丰洼陷。这些次级洼陷没有北断南超式的箕状结构,构造相对简单,主要为大型向斜或伴生了为数不多的断层,它们都是下第三系的深陷区和沉积中心,也是重要的生油区。位于凹陷南部的是八面河—草桥—金家斜坡带,构造简单,主要为北倾单斜,其上发育了断鼻构造带,东部为北东向的王家岗和八面河断鼻构造带,西部有北西向的草桥—纯化镇鼻状构造带,其间是陈官庄断阶带。

除了中央背斜隆起带之外,在盆地的陡坡带和缓坡带还可以进一步划分出几个次级正向构造单元。在盆地陡坡带边界层的上升盘是上第三系潜山披覆构造带,下降盘为陡坡断阶构造带;在缓坡带部位有缓坡断阶构造带、下第三系潜山披覆构造带和单斜构造带。上述构造带沿东营凹陷的长轴方向延伸,顺短轴方向分带。

研究表明,盆地中正、负构造单元之间的边界不仅是构造转换带,而且也是重要的沉积相转换带,对沉积体系、厚度和砂体的分布有重要的控制作用。此外,负向次级构造单元决定了凹陷油气潜量的大小,而正向次级构造带则控制了油气的聚集。因此,对盆地内次级构造单元及其规律的认识对油气勘探开发有重要指导意义。

