

中国石油大学（华东）“211工程”建设重点资助系列学术专著

断陷湖盆烃源岩 排烃机理与模型

**Mechanisms and Models of Hydrocarbon
Expulsion in Lacustrine Faulted-Basin**

■ 陈中红 查明 著

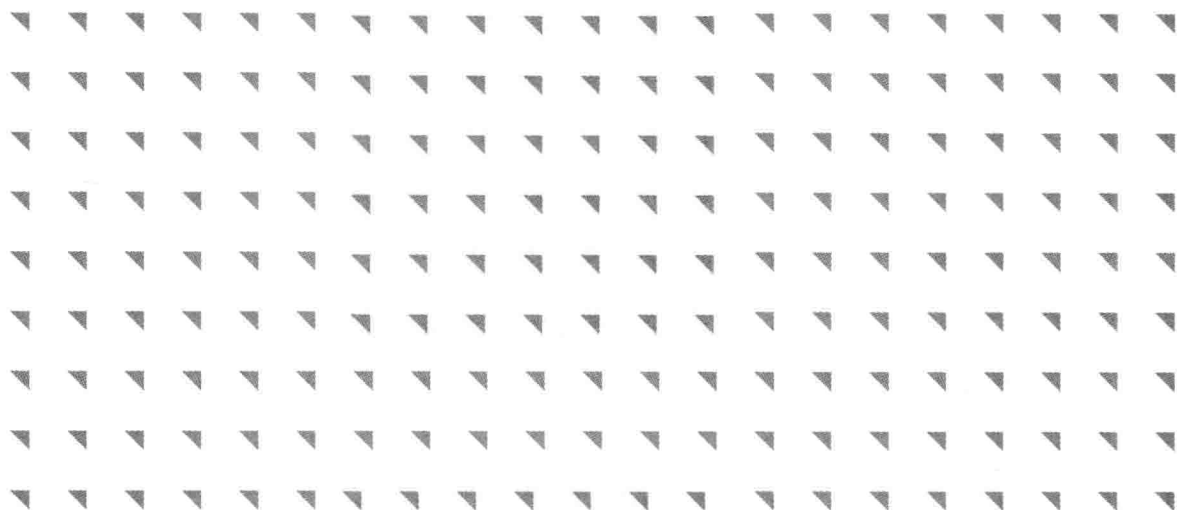
中国石油大学出版社

中国石油大学（华东）“211工程”建设重点资助系列学术专著

断陷湖盆烃源岩 排烃机理与模型

Mechanisms and Models of Hydrocarbon
Expulsion in Lacustrine Faulted-Basin

□ 陈中红 查明 著



中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

断陷湖盆烃源岩排烃机理与模型/陈中红,查明著.
东营:中国石油大学出版社,2011.3
ISBN 978-7-5636-2516-1

I. 断… II. ①陈…②查… III. 陆相—断陷盆地—含油
气盆地—石油生成—研究—东营市 IV. P618.130.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 184843 号

书 名: 断陷湖盆烃源岩排烃机理与模型
作 者: 陈中红 查明

责任编辑: 隋芳(电话 0532—86981531)

封面设计: 王凌波

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: shiyoujiaoyu@126.com

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 0532—86981532, 0546—8392563)

开 本: 180 mm×235 mm 印张: 14.5 字数: 287 千字

版 次: 2011 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 39.00 元

总序

“211工程”是新中国成立以来,由国家立项展开的规模最大、层次最高的高等教育建设工程,是国家为振兴高等教育、建设人力资源强国而做出的重大教育发展决策。“211工程”抓住学科建设、师资队伍建设等决定高校水平提升的核心内容,通过重点突破带动高校整体发展,探索了一条高水平大学建设的成功思路。经过十多年的努力,“211工程”取得了显著成效,在学科建设、人才培养、科技创新等方面取得了丰富成果,使中国的高等教育产生了重大变化,大幅度拉近了我国高等教育与世界高等教育的距离,对于相关高校整体水平的提升产生了巨大的推动作用。

1997年,中国石油大学跻身“211工程”重点建设高校行列,形成了学校更好地开展高水平大学建设的重大历史机遇。经过“九五”、“十五”两期建设,进入“十一五”第三期建设,三期建设有机衔接,从重点学科建设到学科群建设,再到创新队伍建设和创新人才培养,学校“211工程”建设始终围绕提升学校水平这个核心,不断拓展建设思路和建设内容,其“以优势带整体,以特色促水平”的建设思想与学校发展整体思路实现了高度吻合。所以,十多年来,“211工程”建设的轨迹就是标识学校发展的一条主要线索。

“211工程”建设所取得的成效带来了学校办学水平的全面提升。依托“211工程”,经过十多年的建设和发展,学校主干学科优势和特色更加突出,带动了相关学科水平的提高,学科结构更加优化,学校进一步获得了国家对“优势学科创新平台”项目建设的支持;师资队伍建设成效显著,高层次人才明显增加,特别是培育发展起一些高水平团队;科技创新能力大幅提升,突出了在基础理论研究、应用研究等方面的优势,已初步建立

起有学校特色的科技创新体系,在十多个研究领域居国内领先水平,有些达到国际先进水平,科技成果转化取得巨大社会效益和经济效益;人才培养质量明显提高,逐步建立起以素质教育为主导的科学的的教育教学体系,有效保证了创新人才的培养;国际学术交流与合作不断深入,学校开放办学和国际化程度得到大大推进;办学条件大幅改善,建成了先进的公共服务系统,形成了良好的软硬条件支撑。总体上,在“211工程”建设的推动下,办学水平大幅提升,学校办学特色更加鲜明,开创了学校建设高水平大学的良好局面。

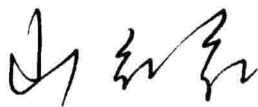
“211工程”建设所取得的经验是学校办学的宝贵财富。首先,重点突破的策略保证了学校可以抓住影响办学水平的学科建设、创新能力等重点工作和任务,集中资源、队伍和时间进行重点建设及发展,有效提升了学校的核心竞争力;其次,滚动发展的思路保证了学校找准优势并不断强化优势,以点带面不断完善整体结构,促进了学校的协调发展和可持续发展;另外,以项目为平台进行系统组织的机制保证了学校加强统筹规划、资源集成、队伍整合,加强了对各个环节、各种因素的系统优化,建立了一系列行之有效的工作制度。

“211工程”建设也锻炼形成了一支甘于奉献、勇于创新队伍,促进了全校在这样一个综合平台上的协同配合。在十多年的建设过程中,许多同志全身心投入有关工作,坚持不懈地追求更高水平和更高目标,有关部门协调一致,切实保证了各项建设任务的顺利实施。所以“211工程”也是学校的一项事业工程、合力凝聚工程。

学校现在已经展开“211工程”三期建设,同时正在进入建设“国内著名、石油学科国际一流的高水平研究型大学”的奋斗征程,“211工程”建设将继续成为学校实现新的发展目标的重要支撑。总结前期“211工程”建设的成功经验,充分展示“211工程”建设的丰富成果,对于更好地推动“211工程”建设,实现学校的奋斗目标,具有重要的现实意义。为此,学校决定设立专项资金,资助出版“211工程”建设有关的系列学术专著,分门别类地介绍和展示学科建设、学术发展、科技创新和人才培养等方面的成

果和经验。虽然“211 工程”建设作为一项综合性的重大工程,对其进行系统全面的总结存在一定难度,但相信这套丛书完全可以从不同的侧面、从一些具体的内容,展示我校“211 工程”建设的巨大成绩和发展思路,对今后“211 工程”建设和学校总体发展起到应有的启示和促进作用。

中国石油大学(华东)校长



二〇〇八年十月

序

烃源岩排烃作用是含油气系统中从源到藏的初始环节,是油气成藏研究的基础,在资源评价中更具有重要的实践意义,但排烃作用研究一直是石油地质领域中的薄弱环节。对我国新生代断陷盆地从理论到实践进行系统的烃源岩排烃机理与模型研究,不仅具有重要的理论意义,而且对相关盆地的油气勘探具有积极的指导作用。

本书的作者以石油地质学为核心,以有机地球化学和流体动力学为指导,以计算机技术为手段,以东营凹陷地质剖面中大量岩心测试资料为依据,根据有效烃源岩的地质和地球化学规律,系统地探讨了断陷盆地烃源岩排烃机理及其主控因素,通过新参数排烃潜力指数的应用确定了烃源岩的排烃门限;利用模拟实验展现了烃源岩排烃过程中的地质色层效应现象,证实了萜烷具有相对较强的运移效应,指出氧芴及硫芴系列化合物有关比值具有作为油气运移指标的潜力;将大量实测信息与测井资料相结合,建立了一套利用热解地球化学参数结合有关测井信息进行烃源岩生、排烃计算的方法及数学模型,利用该模型在一定程度上可以有效地对烃源岩生、排烃的非均质性进行评价;提出了烃源岩排烃非均一性的概念,并对排烃的非均一性在微观和宏观两个层次结构上进行了划分和分析,认为断陷湖盆中厚层烃源岩及超压封存箱系统遵循正常压实状态下的“充分排烃”—欠压实状态下的“相对滞排”—压裂状态下的“幕式排烃”三阶段排烃时空演化规律;对东营凹陷流体封存箱及成藏动力学系统分别进行了结构性划分,并对其与油气成藏的关系进行了深入讨论,认为幕式排放是超压封存箱排液的一种重要方式,断裂和裂缝是超压体系幕式排放的重要渠道,与断裂沟通的砂岩体及构造背斜等是有利的勘探目标,超压泥岩体周围的透镜状砂体是隐蔽油气藏的潜在目标;最后建立了三阶段排烃地质模型和扩散排烃地质模型,并利用数学模型实现了对东营凹陷和陆西凹陷排烃历史的定量模拟,确定了东营凹陷有效烃源岩生、排烃的时空分布规律及陆西凹陷轻烃扩散量和扩散历史。

综观全书,可以发现作者在理论与实践方面做了出色的工作,许多观点和认识具有新意,对油气运移研究有推动作用,研究认识及所提出的研究思路和方法不仅为我国断陷湖盆烃源岩排烃过程研究提供了范例,而且对相关断陷湖盆的油气勘探实践

具有参考价值。

我向读者推荐此书,希望在烃源岩排烃研究方面对读者有所启发或参考,同时也期望作者在此方面做更深入的研究,今后有更多、更好的成果问世。

中国科学院院士

尹光彬
2009年2月5日

前 言

应油气勘探新形势的需要,对烃源岩的研究在不断深入,如从传统的烃源岩评价,到有效烃源岩评价,再到优质烃源岩评价,直至有效烃源岩分级评价思想。在这种高精度的烃源岩评价基础上,运用新型的更加合理的排烃模型对生烃洼陷进行盆地评价,可以更好地阐明有效烃源岩以及优质烃源岩的生、排烃时空分布规律,为进一步的油气勘探指明方向。因此,对我国陆相断陷湖盆从理论到实践进行系统的烃源岩排烃机理与模型研究,不仅具有重要的理论意义,而且对油气勘探更具有积极的指导作用。

烃源岩排烃机理与模型是石油地质领域重要的研究难题之一。难以刻画烃源岩排烃机理和建立排烃模型的一个重要原因在于其存在非均一性,即烃源岩中烃类的排出通常是非均匀、非连续的,烃源岩中这种烃类的非均匀排出可定义为排烃的非均一性。这种排烃的非均一性在陆相断陷湖盆中表现得更为突出,原因在于断陷湖盆中常连续沉积了大套厚层烃源岩体,这种岩体存在严重的压实不均衡性,而压实对烃源岩排烃过程中常起着重要的作用,并且断陷湖盆中有机质分布的非均质性较为显著。排烃的非均一性表明沉积盆地中存在排烃能力高的优质烃源岩,也存在排烃能力低的无效烃源岩,因此对油气勘探具有重要意义。

鉴于此,本书以东营凹陷为研究对象,根据其源岩中有效烃源岩的地质和地球化学规律及模拟实验,探讨断陷盆地烃源岩排烃机理,建立新型的生、排烃地质模型和数学模型,并对其进行定量模拟,以确定东营凹陷有效烃源岩生、排烃的时空分布规律。首先在大量实测样品信息的基础上,将测井与地球化学信息相结合建立生、排烃计算模型,从而可以对烃源岩剖面排烃特征进行高分辨率研究,进而探讨烃源岩排烃的非均一性特征。考虑到不同的压实阶段,建立了新型的三阶段排烃模型,这是对传统的单阶段排烃模型研究的一个重要拓展,对油气初次运移认识及理论上的发展起到了积极的促进作用。同时,追根溯源,对陆相断陷湖盆沉积的波动性这一排烃非均一性的地质基础进行了剖析。最终以新型的排烃模型为依据,以寻找优质烃源岩及隐蔽性油气藏为目标,对东营凹陷进行了应用。最后,本书也探讨了烃类初次运移中

Preface

In accordance with the development of oil and gas exploration, the research on source rocks was deepened, and evaluation on source rocks was from the traditional and effective source rocks to high-quality and classified source rocks. Based on the evaluation on source rocks with high precision the estimation about sedimentary basin with more reasonable hydrocarbon expulsion model can clarify the distribution rule of generation and expulsion of effective and high-quality source rocks, and designate the favorable direction of further oil and gas exploration. The systematical study on the mechanisms and models of hydrocarbon expulsion in lacustrine faulted-basin is significant for oil and gas exploration and the theory of hydrocarbon migration.

The mechanisms and models of hydrocarbon expulsion is an important issue in the field of petroleum geology. The mechanisms are hard to clarify and models are hard to establish scientifically for their heterogeneity, which indicate the hydrocarbon expulsion from source rocks is nonhomogeneous and discontinuous. The heterogeneity of hydrocarbon expulsion is more obvious in lacustrine faulted-basin for the large and thick source rocks body deposited continuously. There is stronger non-equilibrium of compaction in the thick source rocks body, which plays an important role in hydrocarbon expulsion, and the distribution of organic matter also has stronger heterogeneity. The heterogeneity of hydrocarbon expulsion demonstrates there are high-quality source rocks with high efficiency of hydrocarbon expulsion, and there are also some invalid source rocks with low efficiency of hydrocarbon expulsion. So it is very important for oil and gas exploration.

Seeing the importance this book discussed the mechanisms and established new models of hydrocarbon expulsion according to the geological and geochemistry rule of effective source rocks and simulation experiment. The simulation in quantity

with the new models can determine the rule of hydrocarbon generation and expulsion from effective source rocks in space and time. Calculation model of hydrocarbon generation and expulsion was built using geochemistry information from pyrogenation combining information from well-logging response. This model can evaluate on the anisotropic distribution of the organic matter, especially can study the characteristics of geochemistry in thick source rocks including the stagnant hydrocarbon-expulsion and episodic hydrocarbon-expulsion for its high precision and resolution. Hydrocarbon expulsion from thick source rocks in faulted-basins had three-stage characteristics including sufficient hydrocarbon-expulsion in compaction state, stagnant hydrocarbon-expulsion comparatively in uncompression state and episodic hydrocarbon-expulsion in fracturing state. The new model of hydrocarbon expulsion considered the three compaction stages, and it was a development comparative to the traditional model of hydrocarbon expulsion with single compaction stage. The fluctuation which was the geological basis of the heterogeneity of hydrocarbon expulsion was dissected. The new model of hydrocarbon expulsion was applied to Dongying depression to find high-quality source rocks and subtle reservoirs. Finally, this book also discussed the role of diffusion in primary migration of hydrocarbons. The study evaluated efficiency of diffusion in primary migration and effect on hydrocarbons diffusion. Diffusion is only effective on light hydrocarbons, therefore, studying diffusion of hydrocarbons has a good guiding to losses of natural gas as well as prospective significance for accumulation of natural gas.

The study on mechanisms and models of hydrocarbon expulsion is a hard nut to crack for there are many geological factors involved. For the limited academic level of the authors some questions were not involved probably, and some questions involved were not resolved completely, and many works are required in view of those questions. We anticipate the extensive attention on the issue of hydrocarbon expulsion.

The accomplishment and publication of the book are supported by the National Natural Science Foundation of China (40802026), the Natural Science Foundation of Shandong Province, China (Q2007E04), the Fundamental Research Funds for the Central Universities and the foundation for the academic composition from the "211-Project" of the China University of Petroleum, and many thanks for them.

目 录

第 1 章	引言	1
1.1	研究内容的必要性及意义	1
1.2	研究进展及现状	2
1.3	存在的主要问题	4
1.4	主要研究内容	6
第 2 章	烃源岩排烃地球化学参数的求取方法	8
2.1	TOC 求法	8
2.2	排烃地球化学参数求法	14
第 3 章	烃源岩排烃机理及模拟实验	20
3.1	主控因素	20
3.2	特殊因素对源岩排烃的控制作用	26
3.3	粘土矿物与源岩排烃作用关系	27
3.4	排烃相态	29
3.5	排烃门限	34
3.6	排烃物理模拟实验	41
第 4 章	烃源岩岩性结构及排烃特征	69
4.1	区域构造与盆地沉降背景	69
4.2	烃源岩沉积特征	72
4.3	纹层理的发育对排烃的控制作用	74
4.4	烃源岩岩性组合与排烃特征	80
4.5	单层泥岩排烃特征及有效排烃厚度	86
4.6	排烃效率及滞排系数	91
4.7	油页岩的地质特征及排油意义	94
第 5 章	烃源岩排烃的非均一性及其成因	96
5.1	排烃的非均一性结构及特征	96

5.2	牛 38 井烃源岩排烃非均质性评价·····	107
5.3	排烃非均质性与断陷湖盆沉积波动性的相关性 ·····	111
第 6 章	流体压力封存箱的幕式排烃与油气成藏·····	126
6.1	烃源岩排烃驱动力 ·····	126
6.2	东营凹陷超压计算及其分布 ·····	127
6.3	超压封存箱的形成机制 ·····	134
6.4	超压封存箱的结构特征 ·····	140
6.5	超压封存箱幕式排烃的几种驱动机制 ·····	142
6.6	幕式排烃的形成条件及其演化 ·····	150
6.7	超压封存箱排烃的地质地球化学行为 ·····	152
6.8	超压封存箱与油气成藏 ·····	156
第 7 章	烃源岩排烃地质模型及定量模拟·····	163
7.1	三段排烃模型 ·····	163
7.2	扩散排烃模型及其应用 ·····	173
结 语	·····	181
附 录	·····	195
参考文献	·····	203

Contents

Chapter 1 Introduction	1
1.1 Necessity and Significance of Study Hydrocarbon Expulsion	1
1.2 Advances and Present Situation	2
1.3 Major Matters Existed	4
1.4 Major Contents	6
Chapter 2 Geochemical Parameters About Hydrocarbon Expulsion	8
2.1 Methods on <i>TOC</i>	8
2.2 Methods on Geochemical Parameters About Hydrocarbon Expulsion	14
Chapter 3 Mechanisms and Experiment of Hydrocarbon Expulsion	20
3.1 Major Controlling Factors	20
3.2 Influence of Particular Factor on Hydrocarbon Expulsion	26
3.3 Relation Between Clay Mineral and Hydrocarbon Expulsion	27
3.4 Phase State of Hydrocarbon Expulsion	29
3.5 Threshold of Hydrocarbon Expulsion	34
3.6 Physical Modeling Experiments for Hydrocarbon Expulsion	41
Chapter 4 Lithological Structure and Characteristics of Hydrocarbon Expulsion	69
4.1 Regional Structure and Background of Subsidence	69
4.2 Depositional Characteristics of Source Rocks	72
4.3 Controlling of Lamination on Hydrocarbon Expulsion	74
4.4 Lithology Combination of Source Rocks and Hydrocarbon Expulsion	80
4.5 Hydrocarbon Expulsion of Individual Bed and Its Effective Thickness	86
4.6 Efficiency of Hydrocarbon Expulsion and Coefficient of Stagnant Expulsion	91
4.7 Characteristics of Oil Shale and Its Significance of Hydrocarbon	

Expulsion	94
Chapter 5 Heterogeneity of Hydrocarbon Expulsion and Its Origin	96
5.1 Heterogeneity Structure and Characteristics of Hydrocarbon Expulsion	96
5.2 A Study Case of Heterogeneity of Hydrocarbon Expulsion From Niu-38 Well	107
5.3 Relationship Between Heterogeneity of Hydrocarbon Expulsion and Depositional Fluctuation of Faulted-Basin	111
Chapter 6 Episodic Hydrocarbon Expulsion of Overpressured Compartment and Hydrocarbon Accumulation	126
6.1 Drive Force of Hydrocarbon Expulsion	126
6.2 Calculation of Overpressure and Its Distribution in Dongying Depression	127
6.3 Mechanisms of Formation of Overpressured Compartment	134
6.4 Constructional Characteristics of Overpressured Compartment	140
6.5 Driving Mechanisms of Episodic Hydrocarbon Expulsion From OPC	142
6.6 Formational Conditions of Episodic Hydrocarbon Expulsion and Its Evolution	150
6.7 Geochemical Behavior of Hydrocarbon Expulsion From OPC	152
6.8 Overpressured Compartment and Hydrocarbon Accumulation	156
Chapter 7 Geological Models of Hydrocarbon Expulsion and Quantitative Simulation	163
7.1 Three-stage Models of Hydrocarbon Expulsion	163
7.2 Models of Hydrocarbon Expulsion Diffusion and Application	173
Conclusion	187
Appendix	195
References	203

第1章

引 言

1.1 研究内容的必要性及意义

烃源岩是含油气系统和油气成藏研究的基础,烃源岩的排烃作用是油气从生成到成藏这一地质过程中不可缺少的环节,是含油气系统中从源到藏的初始环节,在资源评价中更具有重要的研究意义。国内外油气地质学家非常关注排烃作用的研究,排烃作用研究一直被认为是石油地质领域中的薄弱环节。

有效烃源岩是指既有油气生成又有油气排出的岩石,它在某种程度上控制了盆地内油气藏的分布。有机质含量高是有效烃源岩的特征,但只有生成后能有效排出才是真正有效的烃源岩。烃类生成与否可用有机溶剂抽提含有有机质的沉积岩进行判别分析,但生成的烃类是否排了出去、排出多少却难以界定,而排烃对烃源岩的有效性、油气藏的分布等方面具有重要影响。在某些盐湖相沉积盆地,由于缺乏陆源碎屑的补给,产生了厚达千米的泥质沉积,虽然生烃潜力大,但由于油气难以排出而大大降低了其勘探前景。在确定了有效烃源岩后,应该注意到厚层泥岩中存在有机碳局部集中、丰度较高、排烃能力强的薄层,这些薄层被认为是“优质烃源岩”,对生、排烃有较大贡献。国内外学者在这方面也开展了许多积极的工作,取得了许多进展。从总体上看,利用模拟实验研究烃源岩的生烃作用和排烃作用的比较多。

成盆、成烃、成藏是不同时期油气地质勘探面临的三个关键问题。成盆问题是勘探初期所要解决的问题,对于勘探程度较高的陆相断陷湖盆来说基本上已经解决。成烃问题当前面临的主要是深层(古近系以下地层)的资源潜力如何。成藏问题现在也得到了广泛的研究。目前对成藏问题的研究多集中在油气二次运移及以后的聚集过程上,针对成藏的首要环节“排烃过程”的研究甚少。排烃过程是联结成烃与成藏的纽带,缺乏对排烃问题的分析,很难真正把握油气生一排一聚的来龙去脉及成藏机理。

油气首先从烃源岩内生成、排出,然后继续运移形成油气聚集,因此烃源岩内油气的地质特性控制着油气的运移和聚集。陆相断陷湖盆的烃源岩体中多发育超压,

这些广泛发育的不同规模的超压构成不同级别的“超压封存箱”,控制着油气的运移和聚集。在东营凹陷主力烃源岩层段沙三下亚段及沙四上亚段发现了大量的微裂隙,表明幕式排放是其排烃的一种重要方式。油气的幕式排放意味着油气的幕式运移,一定程度上必然引起油气的幕式充注、成藏,因此断陷盆地烃类流体运动具有一定的连续性,不能将排烃过程与成藏过程割裂开来。

压实 在烃源岩排烃过程中起着重要的作用,对于断陷盆地更是如此,压实作用基本上控制了烃源岩的排烃作用。东营凹陷是中国东部陆相箕状断陷湖盆的典型代表,属于渤海湾盆地中的一个三级构造单元,是在古生代基岩古地形背景上发育起来的中、新生代断陷湖盆。该凹陷位于济阳拗陷南部,北靠陈家庄凸起,南临鲁西隆起,西临青城凸起,面积约 5 700 km²。受北部边界陈南大断裂的控制,古近系沉积了一套以泥质为主夹碳酸盐岩的烃源岩。在构造运动的控制下,该段烃源岩经历了盐湖相、深湖相及河流—三角洲相旋回式沉积过程,其中暗色泥岩主要发育于沙四上、沙三下和沙三中亚段,它们构成了东营凹陷的主力烃源岩。已有研究认为该段烃源岩具压实水动力特征,并具明显的离心状压实流特点,压实作用在一定程度上控制了该烃源岩的排烃,因此深入研究其压实特征与排烃行为是非常必要的。

1.2 研究进展及现状

20 世纪 60 年代, Degens(1961)和 Brown(1962)对现代沉积和年轻生油岩可溶有机质进行了研究;20 世纪 70 年代, Tissot 和 Welte(1975, 1978)对于酪根和深埋藏生油岩开展了研究。这些工作为烃源岩地球化学奠定了坚实的基础。国外学者 20 世纪 70 至 80 年代致力于排烃相态方面的研究,并取得了一定进展。Price(1976, 1980)提出深水盆地热水垂直运移模式,认为在 7 000 m 以下深层,地温达到 200 ℃,热水溶解烃类沿断裂垂直向上运移析出烃。Bonham(1980)认为压实盆地中的烃类以溶解—出溶方式排出,原因在于地温梯度随时间变低时,等温面向下移动,流体中溶解烃因水变冷而出溶。Bray(1980)认为饱含甲烷、二氧化碳的水,在地下高温高压条件下,使液态烃呈胶体颗粒悬浮于水中,提高了水对烃类的溶载能力。Magara(1977)认为烃类主要以连续油相方式运移,当生成的石油达到或超过油相运移临界饱和度时,石油就具有独立流动的相对渗透率,在压实作用下排出。Barker(1978)提出石油排出时是以孔隙中心网络形式,石油在孔隙中心形成网络,在流动压力作用下被挤出。McAuliffe(1978)认为石油沿干酪根网络做初次运移,如灯芯一样。Leythaeuser(1982)研究认为轻烃以扩散方式向储层界面或断层、裂缝系统进行短距离运移。Neglia(1979)认为随地层温度和压力的增加,被压缩的气体萃取和溶解很多液态烃,沿裂缝运出生油层。Hadberg(1978, 1980)认为高压甲烷气体使孔隙产生微裂隙,释放出孔隙中的油和气,随着能量的积累和释放,微裂隙开启、闭合反复进