

文章编号: 1001- 6112(2006)02- 0187- 04

渤海湾盆地廊固凹陷 地层水化学纵向分带性与油气富集

张小莉^{1,2}, 查明¹, 赫拴柱³, 王鹏²

(1. 中国石油大学 地球资源与信息学院, 山东 东营 257061; 2. 西北大学 地质学系
大陆动力学教育部重点实验室, 西安 710069; 3. 中国石油 华北油田 采油四厂, 河北 廊坊 065000)

摘要: 渤海湾盆地廊固凹陷地层水纵向上特征复杂, 地层水化学动力带的分布具有明显分带性。通过对廊固凹陷固安- 旧州、柳泉- 曹家务和河西务构造带上地层水化学动力带纵向特征及其与流体封存箱、油气分布关系探讨认为, 地层水化学动力带主要划分为地层水交替流畅带、地层水交替阻滞带、地层水交替迟缓带及三者频繁交替带。地层水交替阻滞带与流体封存箱相吻合, 该带也是油气纵向上开始富集的层段; 地层水交替迟缓带一般位于流体封存箱之下, 是油气富集的区域; 水化学动力带频繁交替部位, 是地层水矿化度低值背景上的相对高值区域, 有利于油气富集。

关键词: 地层水; 水化学动力带; 矿化度; 流体封存箱; 油气富集; 廊固凹陷; 渤海湾盆地

中图分类号: TE133

文献标识码: A

廊固凹陷位于冀中拗陷东北部, 该凹陷由东向西依次分为河西务、柳泉-曹家务、固安-旧州 3 个构造带。廊固凹陷中已发现的油气藏主要为构造油气藏和构造-岩性油气藏。油气主要富集于古近系沙河街组。

廊固凹陷古近系、新近系具有多物源和多旋回沉积特点, 沉积后地质体经历了复杂的构造运动, 断裂发育, 形成了纵横向上变化很大的多层系复杂含油气水层系。地下水化学场与渗流场是地下水属性的 2 个方面, 水化学、水动力及其所在地球化学环境结合在一起, 统称为地下水化学动力带, 一般分为水交替流畅带、交替迟缓带、交替阻滞带 3 种基本类型^[1]。地下水化学动力带特征是沉积、构造等作用的综合体现, 同时与油气聚集关系密切^[1, 2- 5]。

冀中拗陷地层水纵向上分为 3 个带: 潜山低矿化度水, 古近系高矿化度水, 新近系(明化镇与馆陶组)低矿化度水^[6, 7]。廊固凹陷内存在 2 个明显欠压实带, 第一个欠压实带一般位于 1 400~ 2 100 m 范围, 多数位于 1 600~ 1 900 m 范围; 第二个欠压实带一般位于 3 000~ 3 900 m 范围^[8]。

1 水文地质概况

廊固凹陷古近系、新近系下伏地层水属于现代强交替古潜山型, 矿化度与埋深及层位关系不明

显。古近系、新近系地层水矿化度整体随埋深加大及地层层位变老而增大。

孔店组-沙四段: 廊固凹陷西北部为剥蚀区, 靠近物源部位的地层水偏淡, 由西向东水型由 NaHCO₃ 型渐变为 CaCl₂ 型, 矿化度总体由低变高, 反映廊固凹陷西部旧州-固安构造带封闭条件相对较弱, 东部河西务构造带封闭条件相对较强。

沙三段: 固安地区靠近大兴物源区, 水流由北西流向南东。其中大兴断裂附近, 矿化度低, HCO₃⁻ 含量高, 水变质程度浅; 向南则矿化度增高, 具有由 NaHCO₃ 型转变为 CaCl₂ 型的总趋势。

沙二段、沙一段: 地层水主要为 NaHCO₃ 型。沙一段上段, 地层水矿化度低; 沙一段下段, 地层水矿化度相对高^[6, 9, 10]。

2 地层水化学分带性与油气的关系

廊固凹陷主力含油气层系沙河街组储层以粉、细砂岩为主。由于邻近物源区并且经过后期构造作用, 局部地区发生古淋滤作用, 致使油气藏重新调整, 地层水矿化度变化大。

2.1 固安-旧州构造带

地层水矿化度与深度关系(图 1)反映出, 由浅至深, 地层水矿化度具有正向型 反向型 反向型 正向型多样性变化总体趋势。浅部地层水矿化度低, $\gamma(\text{Na}^+)/\gamma(\text{Cl}^-) > 1$, $\gamma(\text{SO}_4^{2-}) \times 100/\gamma(\text{Cl}^-)$

收稿日期: 2005- 08- 29; 修订日期: 2006- 01- 20。

作者简介: 张小莉(1968-), 女(汉族), 河南濮阳人, 在读博士生, 主要从事石油地质及测井资料处理与解释方面的科研与教学工作。

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973 计划)项目(2003CB214602)。

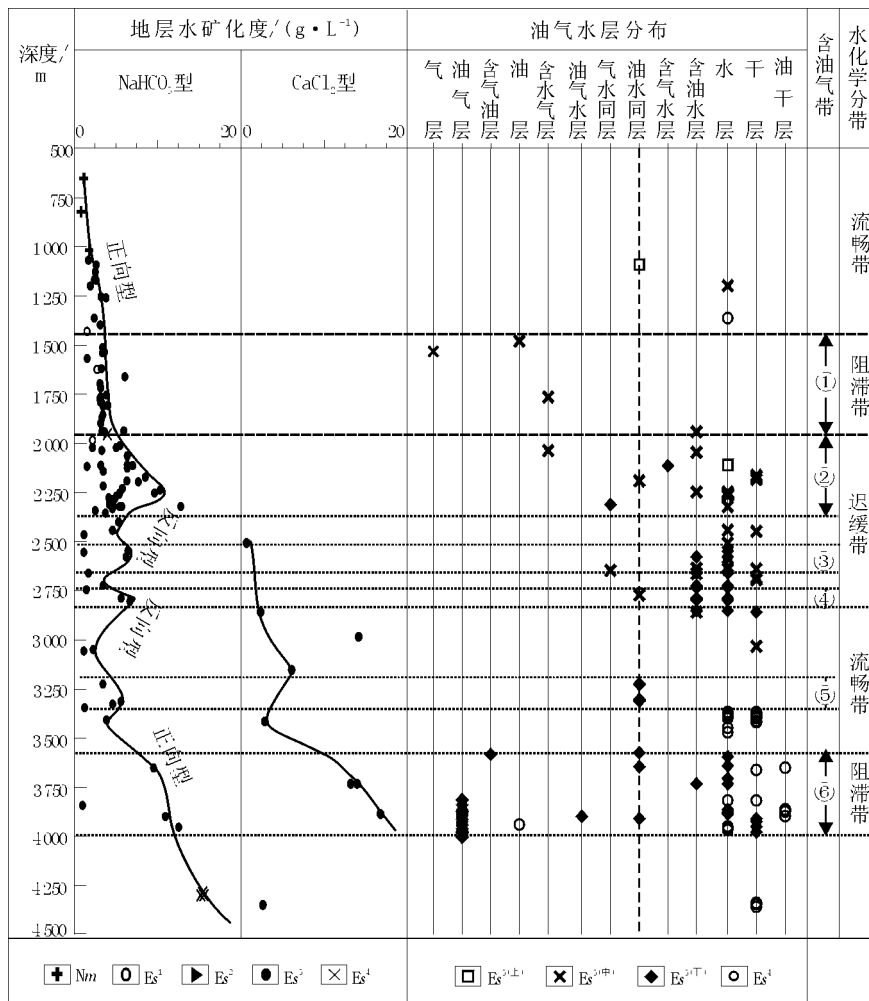


图 1 渤海湾盆地廊固凹陷固安—旧州构造带地层水矿化度与深度关系

Fig. 1 The relationship between the formation water salinity and depth in Gu'an-Jiuzhou tectonic belt of the Langgu Sag, the Bohaiwan Basin

数值高,反映较强水文地质交替条件,为地层水交替流畅带。1 400~ 1 900 m 深度范围,地层水矿化度基本不变(图 1 中第 ② 段),为地层水交替阻滞带,反映该段地层中流体交替程度较弱,地层具有一定的封闭能力,流体压力相对升高。据 Hunt (1990) 关于流体封存箱的概念和含义,该段地层相当于流体系统中流体封存箱封隔层和箱体部位^[11,12]。该带中开始有油气富集,特征属箱缘和箱内成藏^[9]。同时,该带处于地层水矿化度由相对低到高值变化的重要转折层段,也是水文地质条件由强交替条件向弱交替条件的转折层段。该带以下地层中,地层水矿化度明显增大, $\gamma(\text{Na}^+) / \gamma(\text{Cl}^-) < 1$, $\gamma(\text{SO}_4^{2-}) \times 100 / \gamma(\text{Cl}^-)$ 约为 0.39,反映地层封闭性增强,为还原环境,有利于油气富集(图 1 中第 ③ 段)。地层水矿化度高值带的下伏地层,地层水矿化度变化频繁,反映地层封闭性变化频繁,其中低值背景上的相对高值区,存在油水同

层或气水同层(图 1 中第 ④, ⑤ 段)。

固安—旧州构造带中水文地质条件交替程度由强向弱的另一转折层段位于 3 500~ 3 750 m 深度范围,该部位正是固安—旧州构造带的第二欠压实带^[8]。其中大型砾岩体兴 8 油藏(油层范围 3 759.8~ 3 800.0 m)、兴 9 油气藏(油气层范围 3 889.0~ 3 988.4 m)就位于该层段范围之下的地层水矿化度相对高值区域(图 1 中第 ④ 段),为流体封存箱外成藏。

从油气相对富集的 2 个层段看出,地层水矿化度的高低反映出地层流体交替程度的强弱,特别是强弱频繁交替部位,流体作用活跃,又具有一定封堵性,有利于油气富集。图 1 整体反映出流体封存箱箱内成藏、箱缘成藏和箱外成藏的主要特征。油气富集主要层位为沙河街组三段中、下段。

2.2 柳泉—曹家务构造带

由浅到深,地层水矿化度总体具有增大 基本

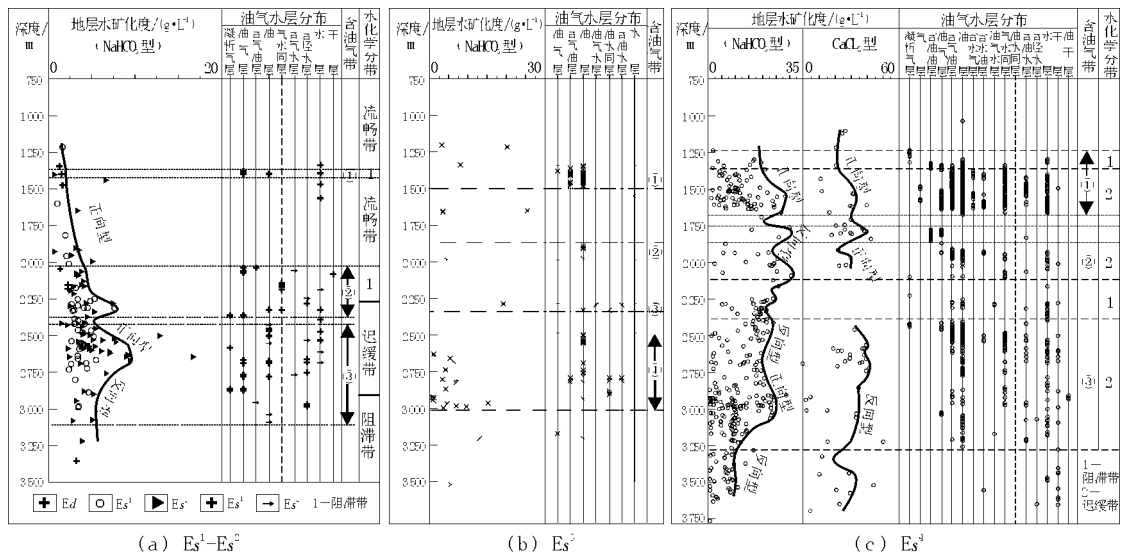


图 3 渤海湾盆地廊固凹陷河西务构造带古近系地层水矿化度与深度关系

Fig. 3 The relationship between the formation water salinity and depth in Hexiwu tectonic belt of the Langgu Sag, the Bohaiwan Basin

2.3 河西务构造带

河西务构造带地层水矿化度纵向特征与上述 2 个构造带类似(图 3), 油气主要富集于 1 250~3 250 m 范围, 地层水矿化度相对高值区基本与油气富集区域相对应, 油气富集深度范围较广, 分布层位由 Es^1 到 Es^4 。结合流体压力分析结果可以看出, 具有箱内成藏和箱外成藏特征, 且以箱外成藏为主。河西务构造带北部地区油气主要富集在 Es^1, Es^2 地层, 中北部地区油气主要富集在 Es^3 地层, 中南部地区油气主要富集于 Es^4 地层。由北向南, 地层水矿化度整体变大, 水型由 $NaHCO_3$ 型转变为 $CaCl_2$ 型, 油气富集层位由新变老。

3 结论

廊固凹陷 3 个构造带的油气纵向分布与地层水化学性质关系密切。地层水化学纵向特征具有成带分布的特点。由浅至深, 可分为水交替流畅带、水交替迟缓带、水交替阻滞带及 3 者频繁交替带。其中, 水交替迟缓带也是油气开始富集地带, 位于流体封存箱中; 其下地层水矿化度明显增值或相对增大, 为水交替迟缓带, 地层封闭性相对好, 有利于油气富集, 尤其有利于天然气富集, 具箱外成藏特征; 水化学动力带频繁交替带出现在中深部, 地层水矿化度高、低频繁交替, 其中低值背景上相对高值区域有利于油气富集, 属于箱外成藏; 深部 3 250~3 500 m, 地层水矿化度明显增大, 为水交替阻滞带, 处于另一流体封存箱部位, 具箱缘成藏与箱内成藏特征, 且以箱内成藏为主。

固安—旧州构造带具流体封存箱箱缘、箱内和箱外成藏特征; 柳泉—曹家务构造带以流体封存箱内成藏和箱外成藏为主, 尤以箱外成藏为主; 而河西务构造带中成藏特征以流体封存箱箱内和箱外成藏为主。

参考文献:

- 1 吴世祥, 汪泽成, 张林等. 川西地区上三叠统水化学场、水动力场与油气富集关系研究[J]. 石油实验地质, 2002, 24(1): 61~68
- 2 孙向阳, 解习农. 东营凹陷地层水化学特征与油气聚集关系[J]. 石油实验地质, 2001, 23(3): 291~296
- 3 曾澌辉. 台北凹陷地下水动力特征及其对油气运移和聚集的影响[J]. 沉积学报, 2000, 18(2): 273~278
- 4 冯乔. 吐一哈盆地温古桑现代水文地质条件与油气聚集[J]. 石油与天然气地质, 1997, 18(3): 224~227
- 5 钱一雄, 蔡立国, 顾忆. 塔里木盆地塔河油田水离子组合及参数的平面分布与油气运移[J]. 石油实验地质, 2005, 27(5): 502~507
- 6 华北油田石油地质志编写组. 中国石油地质志(卷五)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1987. 275~293
- 7 渠永宏, 孙镇城, 冯晓杰等. 冀中拗陷北部潜山地区水文地质特征及对油气勘探的意义[J]. 大庆石油学院学报, 1999, 23(3): 8~11
- 8 张莉莉, 陈曙光, 祗淑华等. 廊固凹陷异常压力与天然气的分布和产出关系[J]. 测井技术, 2002, 26(5): 387~390
- 9 张以明, 梁宏斌, 张舒亭等. 廊固凹陷中西部古近系天然气藏形成条件及富集规律[J]. 天然气工业, 2002, 22(1): 33~37
- 10 邹华耀, 向龙斌, 梁宏斌等. 冀中拗陷潜山油气运聚动力学特征及其类型[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2001, 26(1): 67~72

EXPERIMENTAL STUDY ON ULTRASONIC EFFECT IN OIL RESERVIOR

Wang Ruifei¹, Sun Wei¹, You Xiaojian², Zhang Rongjun³, Cheng Hua⁴

(1. Department of Geology, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710069, China;

2. Zhuangxi Oil Production Plant, Shengli Oil Field, Dongying, Shandong 257237, China;

3. Faculty of Petroleum Engineering, Xi'an Petroleum University, Xi'an, Shaanxi 710065, China;

4. Changqing Oil Field, CNPC, Xi'an, Shaanxi 710021, China)

Abstract: By means of the principle that ultrasonic reaction can change the flowing of fluids through porous media and fluid rheological behaviours, the changes of the curves of core permeability and pressure gradient before and after ultrasonic reaction have been researched. The efficient distance of ultrasonics in the oil layer was discussed in the paper. The study results show that the apparent viscosity of crude oil after ultrasonic reaction decreased greatly, and that the sound rheological behavior of the oil is obvious. The bigger the ultrasonic reaction power is, the stronger the effect on viscosity reduction of crude oil is. The lower the ultrasonic frequency is, the greater the extent of viscosity reduction of crude oil is. The higher the oil viscosity is, the greater the extent of viscosity reduction of crude oil is.

Key words: ultrasonics; permeability; rheological behavior; plug removal; apparent viscosity

(上接第 190 页)

11 李明成,孙大明. 地流体、封隔体和油气系统与油气运移的关系[J]. 石油大学学报(自然科学版), 2000, 24(4): 29~ 34

12 Hunt J M. Generation and migration of petroleum from abnormal pressure fluid compartment[J]. AAPG Bull, 1990, 74(1): 1~ 12

13 秦建中,钱志浩,曹寅等. 油气地球化学新技术新方法[J]. 石油实验地质, 2005, 27(5): 519~ 528

14 蒋有录,张一伟,冉隆辉等. 川东地区志留系-石炭系含气系统天然气运移聚集机理[J]. 石油学报, 2001, 22(1): 25~ 30

RELATIONSHIPS BETWEEN FORMATION WATER VERTICAL ZONING AND OIL AND GAS ENRICHMENT IN LANGGU SAG OF THE BOHAIWAN BASIN

Zhang Xiaoli^{1,2}, Zha Ming¹, He Shuanzhu³, Wang peng²

(1. China University of Petroleum, Dongying, Shandong 257061, China; 2. Key Laboratory for Continental

Dynamics of the Ministry of Education, Department of Geology, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710069, China; 3. The 4th Production Plant, Huabei Oilfield, PetroChina, Langfang, Hebei 065000, China)

Abstract: Formation water vertical characteristics are complex in Langgu sag, Jizhong depression. The vertical distributions of the formation water chemic and dynamical belts have obvious zoning features. According to the vertical characteristics of the formation water chemic and dynamical belts and the relations with fluid compartment and distribution of oil and gas in Gu'an-Jiuzhou, Liuquan-Caojiawu and Hexiwu tectonic belts, it is considered that formation water can be divided into four belts vertically. They are formation water alternate fluency belt, formation water alternate blocking belt, formation water alternate tardy belt and formation water frequency alternation belt. It is also considered that formation water alternate blocking belt tallies with fluid compartments and is the beginning segments of oil and gas enrichment. Meanwhile, formation water alternate tardy belt basically locates under the fluid compartment and it is the favorable area of oil and gas enrichment. Furthermore, the area with relatively high value of salinity in the lower salinity background is available to oil and gas enrichment.

Key words: formation water; chemic and dynamical belts; salinity; fluid compartment; oil and gas enrichment; the Langgu Sag; the Bohaiwan Basin