



博兴凹陷沙四段岩盐矿沉积特征分析

朱猛¹, 侯庆林¹, 李雷², 李宗成¹

(1. 山东省第五地质矿产勘查院, 山东 泰安 271000; 2. 莱芜市国土资源局, 山东 莱芜 271000)

摘要:博兴凹陷位于东营潜断陷西南边缘, 是一个形成于中—新生代的断陷盆地, 沉积了巨厚的新生代地层。根据收集的历年博兴凹陷内的重力、地震及石油录井资料证实, 区内大面积发育泥岩—灰岩—白云岩相地层, 其东北部分布小范围的含膏泥岩石膏相和岩盐相地层。岩盐矿赋存于区内沙河街组四段下部。通过初步分析认为博兴凹陷不是一个独立的含盐盆地, 它属于东营潜断陷盆地的一部分。

关键词:岩盐; 沉积特征; 蒸发岩系; 沙四段; 博兴凹陷

中图分类号: P578.3+2

文献标识码: A

0 引言

岩盐是一种深埋地下的固态盐类矿产, 是高收益、低能耗、无污染、节能环保的新兴产业项目。根据石油部门多年来取得的重力、地震及油井钻探地质资料, 结合科研部门的地质资料, 对盆地进行综合分析, 对油井资料进行“二次开发”, 对地下岩盐赋矿地层—沙四段进行了重新认识。

博兴凹陷位于华北陆块(I)、华北拗陷(II)、济阳拗陷区(III)、东营潜断陷(IV)西南边缘。地表广泛分布第四纪平原组和黄河组砂质粘土; 隐伏地层自下而上分别为古近纪济阳群孔店组、沙河街组、东营组; 新近纪黄骅群馆陶组、明化镇组, 总厚度8000余米。近年来, 国内原盐产量发生较大变化, 尽快查明博兴凹陷内沙四段岩盐赋存地质特征及规律, 不仅对寻找类似凹陷内的岩盐具有一定的指导作用, 对当地经济发展也具有十分重要的促进作用(图1)^[1]。

1 区域地质背景

1.1 地层

博兴凹陷和利津凹陷、牛庄凹陷同属于东营潜断陷, 分别由纯化草桥鼻状构造带和中央隆起分割成3个次一级的构造洼陷(图2)。博兴凹陷沉积地

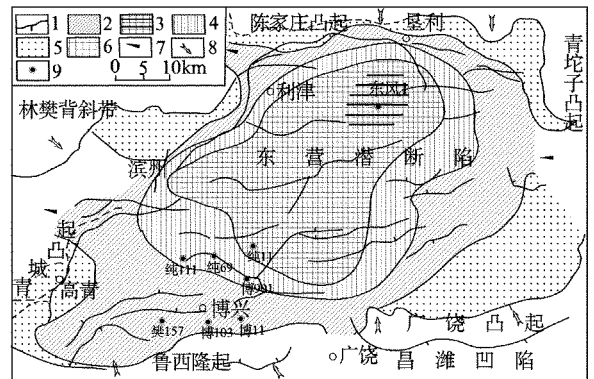


图1 东营盆地沙河街四段岩相分布图

1—断裂; 2—泥岩、灰岩、白云岩相; 3—杂卤石相; 4—含石膏泥岩、石膏相; 5—粗碎屑岩相; 6—岩盐相; 7—海侵方向; 8—陆源供给方向; 9—钻孔

层自下而上分别由古近纪济阳群、新近纪黄骅群及第四纪平原组组成。

1.1.1 古近纪济阳群

(1)孔店组由棕红、灰色、棕色3套碎屑岩组成, 与下伏中生界角度不整合接触, 上覆沙河街组平行不整合接触。

(2)沙河街组以灰色泥岩为主, 粉砂岩、细砂岩、油页岩和碳酸盐岩的细碎屑沉积地层是重要的含石油、岩盐地层。自上而下分4段: 四段以含油页岩和含石膏的灰色泥岩为主, 夹粉砂岩、砂砾岩等, 洼地内局部地区赋存岩盐矿层; 三段为一套灰色泥岩夹

* 收稿日期: 2012-06-14; 修订日期: 2012-09-12; 编辑: 曹丽丽

作者简介: 朱猛(1978—), 男, 辽宁锦州人, 工程师, 主要从事地质勘查工作; E-mail: zhumeng28@163.com。

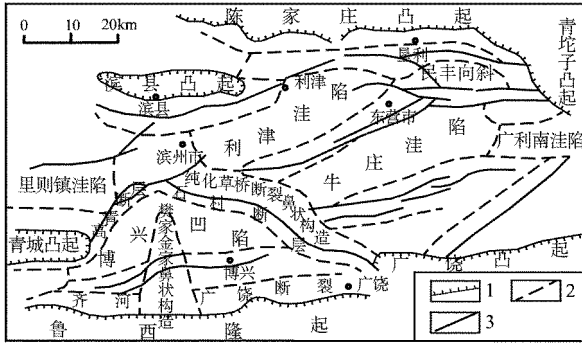


图2 构造区划图

1—古近系缺失区范围;2—构造带分区界线;3—主要断裂

砂岩,含石油;二段为灰绿色、紫红色泥岩夹砂岩、砂砾岩,含石油;一段为灰色、灰绿色泥岩夹油页岩。与上覆东营组整合接触。

(3)东营组为一套三分明显的灰绿、灰白、棕红色砂岩、泥岩、细砂(砾)岩地层,交互沉积,与上覆地层馆陶组不整合接触。

1.1.2 新近纪黄骅群

(1)馆陶组为灰白色砾状砂岩、细砂岩,灰绿色细砂岩和棕红色泥岩的间互沉积。与上覆地层明化镇组呈整合接触。

(2)明化镇组由土黄、棕红色泥岩、砂质泥岩与灰白色砂岩组成。与上覆地层第四纪平原组呈不整合接触。

1.1.3 第四纪平原组

棕黄色粉砂质粘土为主,夹各种不等粒砂层,为河漫滩相、河床相海相沉积综合体。

1.2 构造

东营潜断陷是在基底扭错,断块运动背景下沉积而成。盆地基底北部陷落,南部抬起,沉积了北厚南薄的新生代地层。北部以EW向断裂带和陈家庄凸起为边界,南部盖层变薄超覆于鲁西隆起之上,形成了类似“箕状”的结构特征。

东营潜断陷以断裂为主要应变形式,活动强烈,它控制了古近纪沉积地层的厚度变化,是划分次级构造单元的主要依据。经统计,查有证据的断层有310条之多,按其形成时代、规模和性质不同,划分为4级。

一级断裂:为潜断陷、断隆的分阶断层。形成时代为沙四段时期前或更早,控制了沙河街组地层分布范围。断层落差大,延伸长,多为基底断裂或同生

断层,继承性明显。断层倾角上部较陡,向下变缓,倾向凹陷内部。陈南、滨南、高青断层属于此类。

二级断裂:为次级断陷盆地的边界构造界线,形成早、落差大,同样也控制了沙河街组的地层分布。主要呈NE方向展布和延伸,以高角度阶梯状正断层为主,盆地南缘断裂倾向以NW为主,北缘以SE为主。北侧断距大,形成不对称的地堑式凹陷。它具有南西收敛,北东撒开的展布特征,与东营凹陷具有一致性。同时也控制了沙四段时期成盐盆底形态,物质沉积环境以及次级岩盐盆地,为钾盐沉积奠定了基础。

三级断裂:发育在凹陷次级构造单元内,落差及延伸一般较小,对沙河街组地层沉积厚度略有影响,活动时代为沙三段东营期。断层走向主要为NE向,倾向NW或SE,局部NW或NNE向。

总之,断裂活动是东营潜断陷内构造特点,断层发育,密如蛛网,对盆地的形成和发育起到了主导作用,也对聚盐盆地形成有着重要的意义^①。

1.3 岩浆岩

主要分布在东营潜断陷南侧的齐河-广饶断裂带内,地表无出露,研究程度较低。岩浆岩以中生代燕山期裂隙式喷发为主,发育爆发-溢流相岩石,常构成火山碎屑-熔岩喷发旋回。由于岩浆作用方式和演化程度不同,形成种类繁多的岩石类型,其中:熔岩类有安山岩、粗安岩和玄武岩等;火山碎屑-熔岩类有火山熔岩、火山碎屑岩、沉火山碎屑岩等^[2]。

1.4 博兴岩盐沉积地层特征

1.4.1 层序地层划分

济阳拗陷古近纪断陷盆地可明确地划分出4个断陷幕与之对应,因此博兴凹陷古近系划分了4个二级层序,即孔店组、沙四段、沙三段-沙二下、沙二上-东营组。通过单井层序划分,结合骨架剖面对比,建立了地层格架。该区可以识别的不整合面有4个,分别为孔店组与沙四段之间、沙四段和沙三段之间,沙三段和沙二段之间,沙一段-东营组(东营组地层大部被剥蚀)与馆陶组之间。

1.4.2 沉积相类型

根据岩心、测井、地震和前人研究成果,博兴凹

① 山东省地质综合研究队,山东省东营凹陷盐矿地质特征,1975年。

陷内新近纪馆陶组主要以河流相沉积为主;古近系主要发育冲积扇、辫状河三角洲、滨浅湖滩坝等几种主要沉积相类型。其中沙一段、沙四段主要以滨浅湖滩坝相发育为主^[3]。

2 岩盐矿床地质特征

2.1 矿床成因

2.1.1 古构造古地理环境

东营潜断陷是中生代以来快速沉积发展起来的断陷盆地,在古近纪沙四段时期形成了咸化泻湖环境,由于燕山运动使其周围古凸起环绕,分别为北部陈家庄凸起,北东青坨子凸起,西部滨县、青城凸起,南部鲁西隆起斜坡连接,西部有流钟、里则镇洼陷和花沟西向斜相连,东部与(广利南洼陷)古渤海沟通,构成东营盆地,具有半封闭特点,由于海水不断补给,加之沙四段时期气候干燥,具备了成盐地质前提。

盆地内沙四段时期沉积地层发育,分布范围广泛,厚度变化 100~700 m,上部为灰色、灰绿色泥岩夹油页岩、灰岩、白云岩;下部为红色、灰绿色泥岩、粉砂岩、含膏泥岩、硬石膏层、岩盐层,为干旱气候条件下形成的咸化泻湖沉积,有盐类矿产沉积。

2.1.2 沙四段岩性岩相特征

由于燕山运动使地壳活动不平衡,致使区内盆地的升降幅度、速度具有一定的差异,加之东营古潜断陷盆地的不对称性,因此对博兴凹陷的形成、发展及空间展布具有重要意义。

东营古潜断陷盆地岩性变化规律,边缘为紫红、红色砾岩-含砾砂岩相,盆地内部变成红色、灰绿色泥岩夹灰岩、白云岩,灰绿色泥岩,含石膏泥岩、硬石膏层,盆地中心变为化学沉积盐岩、硬石膏及灰绿色泥岩等。

沙四段时期地层厚度变化,盆地具有南薄北厚,西南薄北东厚的特点。沙四段岩相分布与国内外已知岩盐盆地岩相分布具有一定的相似之处。自盆地边缘向中心部位,沉积岩相呈现规律性变化,边部为紫色、红色氧化环境下沉积的粗碎屑岩相,红色、灰绿色弱氧化环境下的泥岩、灰岩、白云岩相,灰绿色泥岩、含石膏泥岩相至硬石膏相盐岩咸化泻湖相沉积。岩相分布大致呈环带状分布,表明盐湖沉积时,自盆地边缘向中心含盐浓度逐渐升高,在含盐浓度

高的盆地中心地带沉积了盐岩矿层。

沙四段岩相分布具有不对称性特点,受盆地形态和陆源物供给控制,盆地南缘坡度缓,淡水供给,碎屑物质供给缓慢,岩相自边缘至中心发育完全,盆地北缘有陈南断裂构造带与陈家庄凸起连接,断陷落差大,碎屑物质供应急速,缺失灰绿色泥岩、灰岩白云岩相,粗碎屑岩相,直接过渡为咸化条件沉积的灰绿色泥岩,含石膏泥岩相。滨县以南北镇地区,由于盆地水下凸起影响,形成泥岩、灰岩、白云岩相直接过渡为硬石膏岩相。盆地西北、西部为碎屑岩相与流钟、里则镇洼陷相连。

2.1.3 成盐时期的物质供应

东营潜断陷沙四段时期为一个半封闭的海湾-泻湖盆地,四周被古隆起或凸起环绕,东部有通道与古渤海相连,在潜断陷四周堆积粗碎屑沉积,无疑与古陆有关,由潜断陷边部往里逐渐被湖相泥岩,到潜断陷中心变为化学沉积代替。在盐层顶底板取样中皆发现了大量的有孔虫海相化石,盐层中发现较多的天青石,少量海绿石,锶钡比值高,达到 $(300 \sim 400) \times 10^{-6}$,粘土矿物的硼含量高达 600×10^{-6} ,证明东营潜断陷沙四段盐岩层为海相成因,盐类物质是海水供给起了主要作用。潜断陷南部毗连鲁西隆起,广泛分布有奥陶纪马家沟组、寒武纪馒头组含膏岩相,古盐再溶供给潜断陷,也是东营盐类的物质来源之一^[4-6]。

2.2 博兴凹陷特征

2.2.1 凹陷岩相特点

博兴凹陷位于东营潜断陷西南,古地理位置接近古剥蚀源地的边缘。通过博兴凹陷内施工的钻孔(如纯 11、纯 69、纯 111、博 901、博 103、樊 157、博 11)发现,区内泥岩、灰岩、白云岩地层分布广泛;在博 901 钻孔中见有杂卤石沉积;在凹陷东北部纯 11、纯 69、纯 111 见有石膏岩沉积;在纯 11 钻孔中见到了岩盐工业矿层。从岩相分布特征可以看出,博兴凹陷中部未形成岩盐沉积矿层。

博兴凹陷内沙河街组沉积的形成,应该与东营潜断陷属同期沉积了岩盐、石膏、泥岩、砂岩的地层,后期东营潜断陷北部陷落,西南部纯化草桥断裂鼻状构造带抬起,形成构造上的博兴凹陷。说明博兴凹陷并不是一个单独形成半封闭-封闭盆地,其归属于东营盆地的一部分。

2.2.2 构造特征

博兴凹陷沿盆地南坡发育断裂为主要特征,形成平行断阶式组合,整体表现为一南高北低的大型斜坡,斜坡内又被次级断层复杂化。该区主控断层有 3 条,分别为高青断层、石村断层和博兴断层,共同控制着博兴洼陷南坡的构造形态。断层的平面展布大致归为 NE 向、NW 向和近 EW 向 3 组,纵向上,南部斜坡带呈具有断阶式的构造特征。

从图 2 上可以看出,东营潜断陷南斜坡具有较强的分割性,受纯化草桥断裂鼻状构造的影响,东营潜断陷南斜坡划分为东北、西南两部分。西南部分为博兴凹陷,其形态整体表现为一南高北低的大型斜坡,在历次构造变迁中形成了多个有利构造,其中最主要是由幕式断陷活动以及差异压实作用形成了近南北向的樊家-金家鼻状构造,向北逐渐倾没,将博兴凹陷分成东西两部分^[7]。

2.3 岩盐矿层

2.3.1 矿层特征

根据博兴凹陷内唯一发现岩盐的油井资料——纯 11 井来看,矿层主要赋存于沙河街组四段中部,埋藏深度为 2 288.40~2 290.77 m,见岩盐矿 2 层,厚度分别为 1.00 m、0.37 m,累计厚度 1.37 m(图 3)。根据收集见盐与未见盐油井的推测,区内含盐层面积约 14.66 km²,矿层长度为 4.5 km,宽 5.5 km。矿层走向 NE,倾向 NW,倾角 1°。矿层顶板为硬石膏、灰质白云岩等;底板为泥岩、泥灰岩等。

2.3.2 矿石类型

含盐层的盐类矿物为:杂卤石、石盐、钙芒硝、硬石膏、石膏、半水石膏、天青石、某钾矿物;粘土矿物以水云母为主,次为拜来石、荧脱石;伴生矿物有白云石、方解石、叶绿泥石、玉髓、自生石英、黄铁矿。

杂卤石:为深灰色、致密坚硬呈薄层状产于石膏层中,也有呈粒状分散于石膏、泥质石膏层中,具有刻痕和溶洞现象。

天青石产于石膏中,自生石英晶型完整,多产于岩盐、杂卤石溶洞中。

3 结语

东营潜断陷沙四段沉积时期为一个半封闭的近海湖盆,四周被古隆起或凸起环绕,东部与古渤海通道相连,在盆地四周堆积着粗碎屑岩,由盆地边缘往中心逐渐过渡为湖相泥岩,至盆心被化学沉积代替。岩盐赋存于古近纪沙河街组四段中部和下部,矿层与岩层产状一致,为典型的层控矿床。根据博兴凹陷内的泥岩、灰岩和白云岩相;杂卤石相;石膏岩相;岩盐相分布位置和范围,表明该凹陷不是一个相对独立的盆地。因此,不能利用以往凹陷(盆地)构造沉积理论,在博兴凹陷中心部位勘查岩盐矿产。

参考文献:

[1] 张丽. 博兴洼陷南坡地层油气藏综合地质研究[J]. 内江科技, 2009, (1): 94.
 [2] 孙文广, 刘丰武, 彭文泉, 等. 东营潜断陷岩盐成矿条件浅析[J]. 山东国土资源, 2009, 25(3): 27-30.
 [3] 王真. 东营潜断陷北部沙四段盐下天然气成因及来源[J]. 油气地质与采收率, 2009, 16(1): 5-8.
 [4] 张培东, 鲁宜全. 东营凹陷北带沙四段砂砾岩体储层增产潜力[J]. 油气地质与采收率, 2009, 16(3): 110-112.
 [5] 刘惠民. 东营凹陷滨南利津地区古近系沙四上亚段物源分析与沉积特征[J]. 现代地质, 2010, 24(2): 321-328.
 [6] 孙和风, 彭文绪, 周心怀. 渤海海域莱州湾凹陷盐构造成因探讨[J]. 大地构造与成矿学, 2009, (33): 352-358.
 [7] 张英凯, 谭红霞, 李庆红. 东营凹陷的主要断裂活动性分析[J]. 山东国土资源, 2009, 25(7): 29-31.

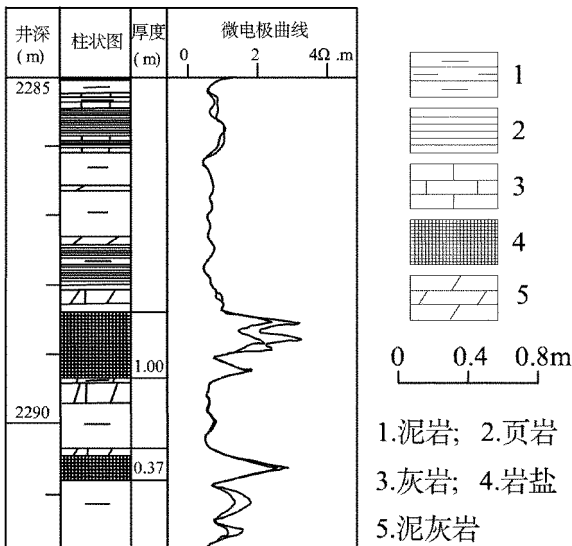


图 3 纯 11 井综合柱状图

Primary Study on Sedimentary Characteristics of Halite in No. 4 Section of Shahejie Formation in Boxing Depression

ZHU Meng¹, HOU Qinglin¹, LI Lei², LI Zongcheng¹

(1. No. 5 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Tai'an 271000, China; Laiwu Bureau of Land and Resources, Shandong Laiwu 271000, China)

Abstract: Boxing depression is located in the southwest of Dongying depression sequence, which is formed in Mesozoic – Cenozoic depression basin, and sedimented thick Cenozoic strata. Based on former data of gravimetric, seismic and petroleum logging data, there is a large amount of mudstones, limestone, dolomite facies and polyhalite in the depression area. In addition, small scale gypsum – bearing mudstone and halite facies developed in northeast part of the depression. Halite deposit occurred in the lower part of the fourth section of Shahejie formation. Through primary analysis, it is regarded that Boxing depression is not an independent sedimentary basin. It belongs to Dongying depression sequence.

Key words: Halite; sedimentary characteristics; evaporate rocks series; No. 4 section of Shahejie formation; Boxing depression