

德惠断陷深层源岩勘探前景

李会光 薛海涛 黄文彪 卢双舫

(东北石油大学地球科学学院, 大庆 163318)

摘要 松辽盆地南部德惠断陷深层源岩油气资源勘探潜力尚不明朗。在生烃热模拟实验基础上,利用化学动力学法对研究区深层烃源岩进行了定量评价。结果表明,德惠断陷营城组和沙河子组总生气量为 $11.1 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。从生气量结果可看出,德惠断陷具有较高的勘探潜力,为松辽盆地南部勘探的重点注陷。

关键词 德惠断陷 源岩条件 勘探潜力 化学动力学法

中图法分类号 TE122.24; **文献标志码** A

松辽盆地南部德惠断陷已有 40 余年的勘探历史,但从 20 世纪 90 年代以来,油气勘探一直没有大的突破^[1-6];而松辽盆地南部整体勘探前景良好^[7-15],德惠断陷是松辽盆地南部东南断陷带资源最丰富的断陷^[5,6],所以针对德惠断陷油气勘探前景进行预测是必要的。

德惠断陷隶属于松辽盆地东南隆起区内次一级构造单元,断陷面积:4 053 km²。松南深层是指泉一、二段以下至基岩之间以白垩系为主的地层^[1,3,4]。赵志魁(2003)等^[7]对吉林探区深层进行评价,认为德惠断陷有机质类型较好;并用盆地模拟的方法进行定量评价,认为天然气资源量较高。经过近几年的勘探实践,部署了较多探井,得到了新的分析化验及井资料,所以本文将依据成烃转化率法,结合最新地化数据对德惠断陷勘探前景进行预测。

1 源岩的发育和分布

德惠断陷的深层主要烃源岩分布于营城和沙河子组发育的暗色泥岩。德惠断陷营城组泥岩平均厚度在 252.8 m,沙河子组为 222.7 m,火石岭组

为 60.3 m,虽然营城组较厚但没有沙河子组面积大。松辽盆地南部不仅广泛发育暗色泥岩(图 1),而且在德惠断陷可见煤系地层中的煤。德惠断陷煤的平面分布如图 2,可见德深 4 井和农 41 井两个中心,最厚可达 40 m 以上。从分布来看,该套煤系地层是一套较有潜力的源岩层。

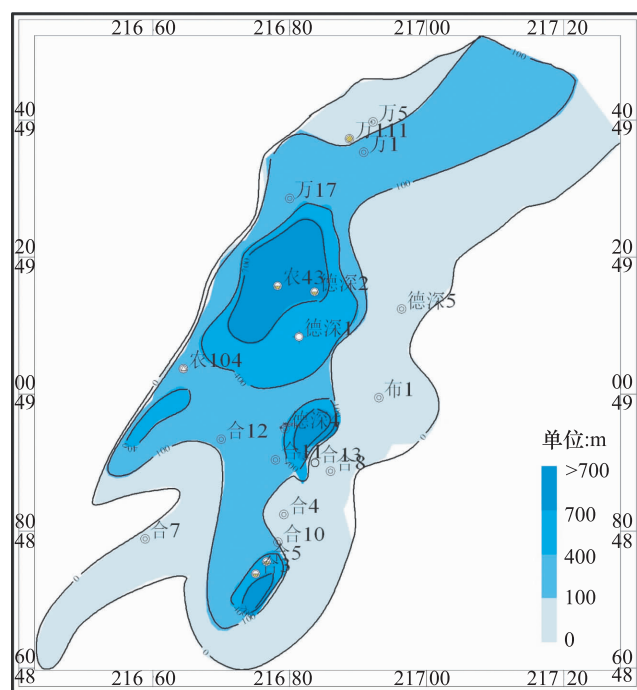


图 1 德惠断陷泥岩等厚图

2011 年 6 月 21 日收到

第一作者简介:李会光,女,硕士研究生。研究方向:矿产普查与勘探。E-mail:woshilihuiguang@163.com。

表 1 烃源岩样品的基本地质地球化学特征

样品	$R_o/\%$	TOC/%	$T_{max}/^{\circ}\text{C}$	S1/ ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	S2/ ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	S3/ ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	HI /($\text{mg}\cdot\text{g TOC}^{-1}$)	OI/ ($\text{mg}\cdot\text{g TOC}^{-1}$)
榆深 1 井	0.42	3.36	440	0.41	7.52	1.06	224	32

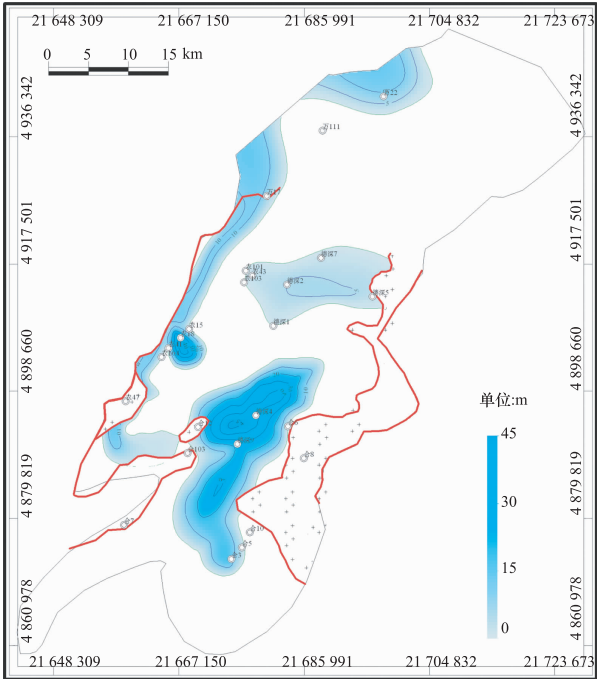


图 2 德惠断陷煤层等厚图

2 生烃热模拟实验与标定^[16]

由于在德惠断陷无法取到低成熟度、高丰度的源岩样品,本次实验选取了榆深 1 井 658 m 营城组的暗色泥岩样品(表 1)进行了开放体系(源岩热解生烃)和封闭体系(原油二次裂解成气)下的热模拟实验。开放体系实验在 Rock-Eval-Ⅱ 型热解仪上进行,分别以 20 ℃/min 和 50 ℃/min 将样品从 200 ℃ 加热升温至 600 ℃,实时记录产物量与加热温度的关系^[17,18],并作归一化处理,同时以 30 ℃ 的温度间隔收集热解产物并进行 PY-GC 分析。密闭体系热解实验在高压釜金管装置(限定体系)中进行:油样在 8 MPa 的压力下,分别以 20 ℃/h 和 2 ℃/h 的升温速率从 200 ℃ 升温至 600 ℃。实验结果如图 3 ~ 图 6 所示。

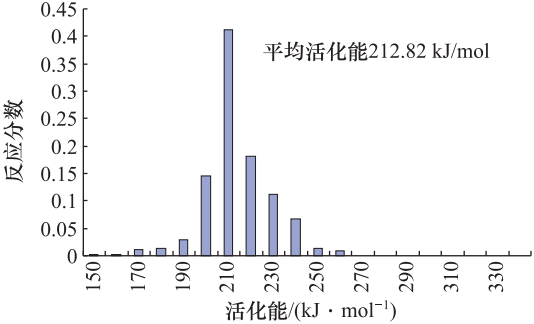


图 3 泥岩有机质成油活化能分布图

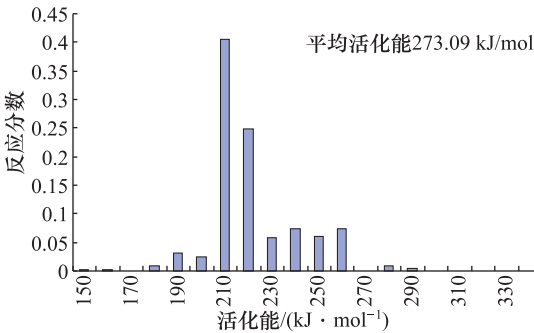


图 4 泥岩有机质成气活化能分布图

3 建立生烃剖面

应用榆深 1 井暗色泥岩的热模拟实验结果的标定结果,在德惠断陷热史恢复的基础上,运用化学动力学法计算了不同层位不同时期烃源岩的成烃转化率。得出计算了不同层位不同时期烃源岩的成烃转化率。德惠断陷泥岩生油门限约为 1 600 m,深度在 2 100 m 左右时原油大量裂解成气(图 7)。德惠断陷泥岩营城组大量生气期在(114 ~ 88) Ma 之间,大致对应泉头组沉积初期至姚家组沉积初期;沙河子组大量生气期在(120 ~ 90) Ma 之间,大致对应登娄库组沉积中期至青山口组沉积末期(图 9、图 10)。德惠断陷煤在 1 000 m 开始生烃,在

1 500 m开始大量成气(图 8)。营城组(116 ~ 88) Ma 大量生气期,大致对应泉头组开始沉积时期至青山口组沉积末期;沙河子组大量生气期(126 ~ 88) Ma, 对应登娄库组开始沉积到青山口组沉积末期(图 11、图 12)。

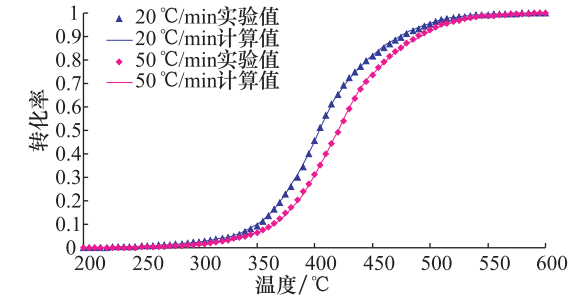


图 5 泥岩有机质成油温度与转化率关系图

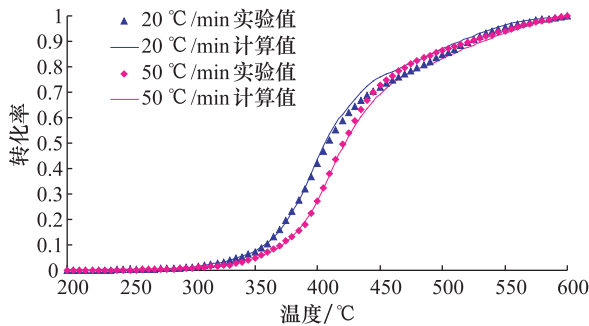


图 6 泥岩有机质成气温度与转化率关系图

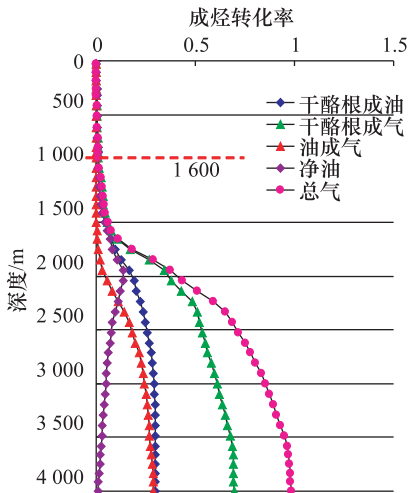


图 7 德惠断陷泥岩生烃剖面

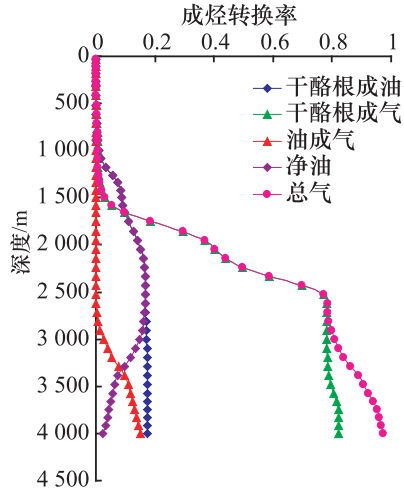


图 8 德惠断陷煤生烃剖面

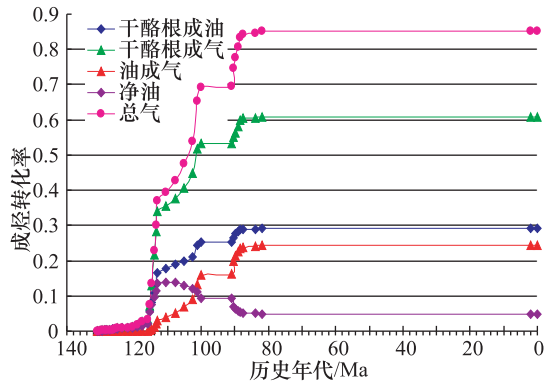


图 9 德惠断陷营城组泥岩生烃史

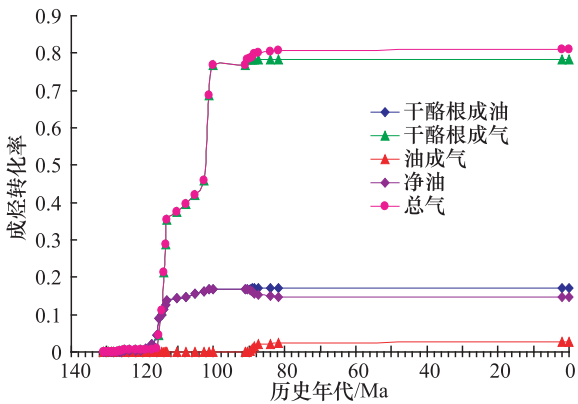


图 10 德惠断陷营城组煤生烃史

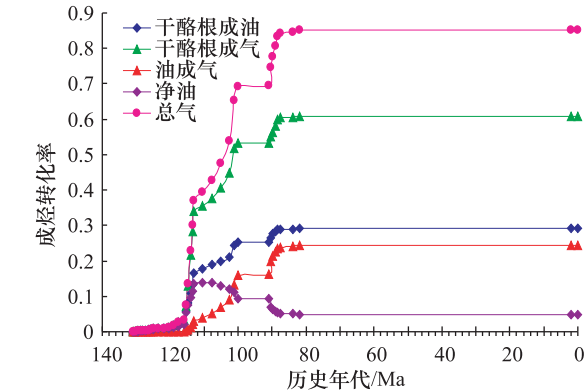


图 11 德惠断陷沙河子组泥岩生烃史

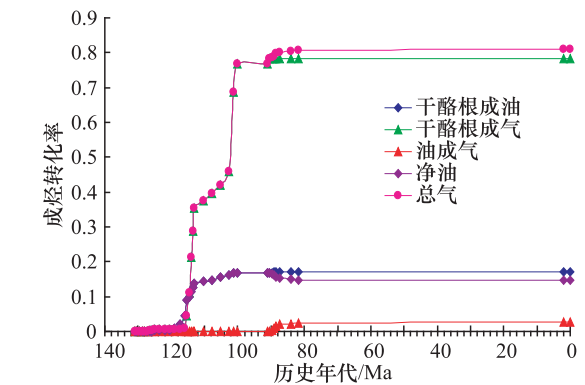


图 12 德惠断陷沙河子组煤生烃史

4 生烃潜力评价

应用成烃转化率法计算惠断陷油气生成量:

$$Q = SH_p TOC IHX \quad (1)$$

式(1)中, SH_p —源岩的重量; TOC —源岩中有有机碳含量,可采用恢复后的原始有机碳; IHX —单位质量有机质的原始生烃潜力; X —成烃转化率(%) 计算生油量时用成油转化率,计算生气量时用成气转化率。 IHX 则反映了单位重量有机碳的生烃量^[17]。

图 13 为德惠断陷营城组和沙河子组泥岩生气强度平面分布图,共生气量为 $11.1 \times 10^{12} \text{ m}^3$,以德深 1 井为中心。图 14 为德惠断陷营城组和沙河子组煤生气强度平面分布图,生气量最大处高达 $1 \times 10^{11} \text{ m}^3$,以德深 4 井为中心。

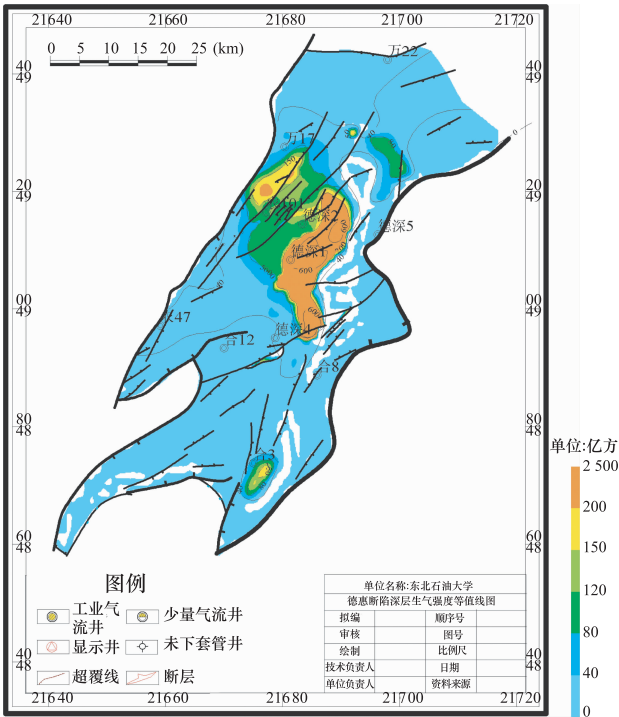


图 13 德惠断陷营城组 + 沙河子组泥岩生气强度平面等值线图

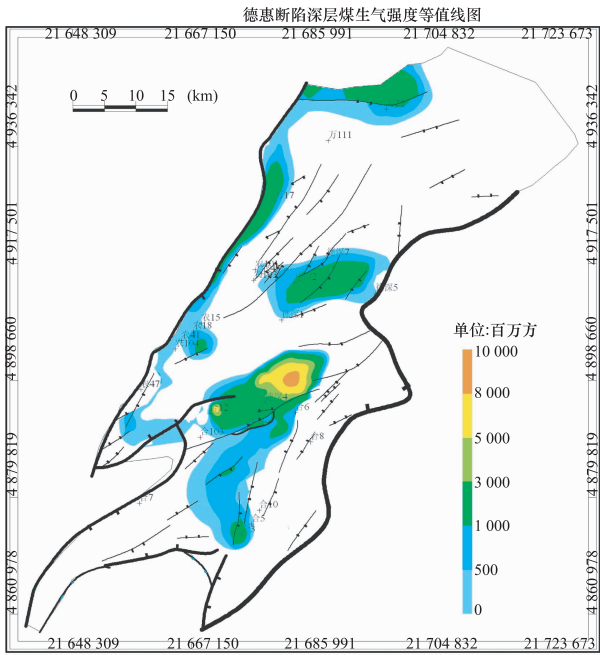


图 14 德惠断陷营城组 + 沙河子组煤生气强度平面等值线图

5 结论

由本文计算可知：(1) 德惠断陷泥岩和煤生气量均较大,具有形成大中型气田的气源条件;(2) 德惠的勘探现状一直没有大的突破,可能是由于后期构造抬升活动剧烈,导致即使源岩条件很好,但是油气产量仍不明朗,在下一步研究中应当适当注意保存条件是否有利。

参 考 文 献

1 赵力彬,黄志龙,马玉杰,等. 松辽盆地南部德惠断陷深层天然气地球化学特征及成因. 天然气地球科学,2006;17(2):177—182

2 狄嘉祥. 松辽盆地南部德惠凹陷深层天然气成藏期研究. 2006

3 刘朝露,李 剑,夏 斌,等. 松辽盆地南部深层天然气藏地化特征. 天然气工业,2006;26(2):36—39

4 郭少斌,刘玉梅. 松辽盆地德惠凹陷深层含油气系统划分. 石油实验地质,2002;24(4):317—321

5 冯利军,汤 军,付永明,等. 德惠断陷油气藏的形成于分布控制. 录井工程,2005;16(4):73—75

6 张树林,姜营海,魏国权,等. 运用综合地层学方法对松辽盆地南部德惠断陷深层地层进行划分. 内蒙古石油化工,2011;2:145—146

7 赵志魁,赵占银,曹 跃,等. 吉林探区深层天然气勘探前景. 中国石油勘探,2003;8(3):6—12

8 张玉明,李 明,李瑞磊. 松辽盆地南部深层系天然气成藏规律. 石油与天然气地质,2006;27(6):841—848

9 张秀容,杨亚娟,向景红. 松辽盆地南部深层火山岩识别及成藏条件分析. 勘探地球物理进展,2006;29(3):211—215

10 杨铭辉,郭 力,赵洪涛,等. 松辽盆地南部东南隆起区储层特征. 石油实验地质,2006;28(4):330—334

11 张守仁,张遂安. 松辽盆地深层断陷期地层展布特征及油气勘探意义. 地学前缘,2009;16(1):335—343

12 陈 波,黄发木,夏永涛,等. 松辽盆地深层断陷发育特征与油气富集. 石油与天然气地质,2008;29(4):428—432

13 卢双舫,胡慧婷,刘海英,等. 英台断陷深层的气源条件及勘探潜力. 吉林大学学报,2010;40(4):912—920

14 侯启军,赵志魁,王立武,等. 松辽盆地深层天然气富集条件的特殊性. 大庆石油学院学报,2009;33(2):31—36

15 刘成林,金 惠,高嘉玉,等. 松辽盆地深层天然气成藏研究. 油气地质与采收率,2009;16(1):1—4

16 卢双舫,张 敏,等. 油气地球化学. 北京:石油工业出版社,2008:200—225

17 王 民,卢双舫,李吉君,等. 川东北地区飞仙关组气藏两种气源生气史及相对贡献. 石油勘探与开发,2010;37(2):167—173

18 卢双舫,李 冬,王跃文,等. 倾油性有机质生成轻质油的评价方法及其应用. 石油学报,2007;28(5):63—71

Hydrocarbon Source Rock Exploration Potential of Deep Layer in Dehui Fault Depression

LI Hui-guang,XUE Hai-tao,HUANG Wen-biao,LU Shuang-fang
(School of Biology ,Northeast Petroleum University ,Daqing 163318 ,P. R. China)

[Abstract] Its exploration potential is not jet clear of Dehui fault depression,which is in the southern Songliao Basin. Based on the hydrocarbon-generation thermal simulation experiment , using the chemical kinetics method , to evaluate quantitative evaluation on the deep source rocks of study area. The research indicates that the region Yingcheng and Shahezi formation has total gas volume of $11.1 \times 10^{12} \text{ m}^3$. From the result, Dehui fault depression is considered as higher exploration potential, and become important depression of Songliao basin.

[Key words] Dehui fault depression source rock condition exploration potential chemical kinetics method