

徐家围子断陷深层气藏类型及成藏模式^{*}姜传金^{1,2} 苍思春³ 吴杰²

1.大庆石油学院地球科学学院 2.中国石油大庆油田有限责任公司勘探开发研究院

3.中国石油大庆钻探工程公司地球物理勘探一公司

姜传金等.徐家围子断陷深层气藏类型及成藏模式.天然气工业,2009,29(8):5-7.

摘要 松辽盆地北部徐家围子断陷隐蔽型天然气藏形成机制和分布规律复杂,制约了勘探开发工作的进展。为此,依据天然气藏的成因,从勘探开发实用性出发,研究了该区深层气藏类型和成藏模式。结果认为:徐家围子断陷深层主要发育有构造—岩性、岩性—构造、岩性、构造—地层、基岩风化壳等5种气藏类型和上生下储式、自生自储式、下生上储式、慢生上储式等4种成藏模式。另外,根据甲烷碳同位素值、乙烷碳同位素值和干燥系数3方面的天然气成因类型划分结果,认为下白垩统营城组天然气主要分布在煤成气区域,主要来源于下白垩统沙河子组的湖相泥岩和煤层。

关键词 松辽盆地 徐家围子断陷 火山岩 深层气 气藏类型 成藏模式 气源对比 天然气成因

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2009.08.002

松辽盆地徐家围子断陷地理位置从北到南横跨黑龙江省安达市—肇东市—肇州县—肇源县4个市县;构造位置上横跨松辽盆地北部深层构造单元中央断隆区和东南断陷区两个一级构造单元,包括安达—肇州背斜带、徐家围子断陷带和肇东—朝阳沟背斜带3个二级构造单元,南北长135 km,东西宽80 km。自2002年完钻的徐深1井,在深层营城组钻遇了巨厚的火山岩、砾岩储层,发现了大规模的天然气藏以来,徐家围子断陷深层火山岩、砾岩气藏成为大庆探区深层天然气勘探的重点,目前已钻探井188口,提交探明地质储量 $2\ 457\times 10^8\text{ m}^3$,展现出良好的勘探前景^[1]。但是由于该区火山岩、砾岩储层埋藏深,岩性、岩相复杂,非均质性强,多层系含气,造成气水分布关系复杂,气藏类型和成藏模式多样,制约了勘探开发工作的进展。

1 气藏类型

徐家围子断陷深层主要勘探目的层从下至上包括基岩,即:下白垩统火石岭组、沙河子组、营城组、登娄库组。天然气地质条件分析结果表明,徐家围子断陷性质决定了其深层天然气资源的丰富。“生、储、盖、圈、运、保”在时间和空间上的有利匹配,为深层天然气藏的形成提供了良好的地质条件^[2-5]。目

前的勘探结果表明,徐家围子断陷深层是一个多层系含气、多种气藏类型并存的大型气田分布区,成藏主控因素复杂,气藏类型和成藏模式多样化。

徐家围子断陷深层纵向上各组段地层都有气藏发育,从勘探的实际应用性出发,依据气藏成因,将该区已发现的气藏类型划分为以下5种类型。

1.1 构造—岩性气藏

这种气藏类型主要是构造背景控制下的岩性气藏,气藏高度大于构造幅度,气藏并不受构造圈闭控制,没有统一的气水界面,构造高部位气柱高度大,气水界面高;构造低部位气柱高度小,气水界面也低,但上气下水的特征又说明构造位置对含气性具有一定的控制作用。该类气藏分布情况如下:

火石岭组火山岩气藏:升深101、芳深10井等。

沙河子组砂砾岩气藏:达深3、宋深4井等。

营一段(营城组一段,下同)火山岩气藏:徐深27、徐深201、徐深3、徐深9、徐深8区块、徐深13区块、徐深12—徐深14、徐深141、徐深17、徐深1、徐深6、徐深15、徐深10、芳深6、徐深401、徐深4、徐深231井等。

营三段火山岩气藏:达深1—3、达深2、汪深1—达深4、宋深5、徐深23、徐深21、徐深29、徐深28井等。

^{*} 本文受到国家重点基础研究发展计划(973计划)(编号:2009CB219307)的资助。

作者简介 姜传金,1963年生,高级工程师,博士;主要从事油气勘探地质、地震资料解释研究工作。地址:(163712)黑龙江省大庆市大庆油田有限责任公司勘探开发研究院。电话:(0459)5508753。E-mail:jiangchj@petrochina.com.cn

营四段砂砾岩气藏:升深 2、徐深 21、徐深 25、肇深 5、徐深 24、徐深 7、徐深 13 井等。

这种气藏类型在徐家围子断陷最为发育,火石岭组到登娄库组都有发现,主要分布在徐家围子断陷中部和北部安达地区,是主要的气藏类型(图 1)。

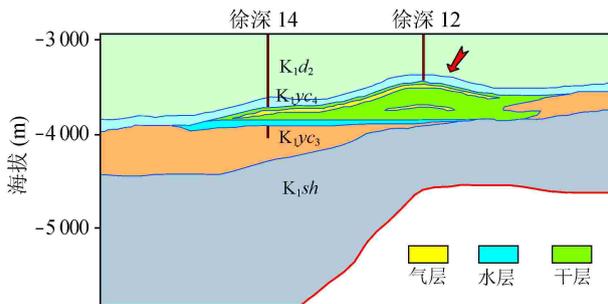


图 1 构造—岩性气藏剖面图

1.2 岩性—构造气藏

这种气藏类型主要发育在背斜构造上,高部位井的气柱高度大,低部位井的气柱高度小,总体呈上气下水的特征,气水界面基本一致,说明构造对含气性具有主要控制作用。但由于构造圈闭内岩性变化大,导致物性差异较大,天然气分布、分异存在一定差异,也说明岩性对气藏具有控制作用。这种气藏类型在徐家围子断陷发现很少,主要发育在升平地区的火石岭组和营一段、营三段的火山岩地层中(图 2),其分布情况为:①火石岭组火山岩气藏:升深 101 井;②营一段火山岩气藏:徐深 7 井;③营三段火山岩气藏:升深 2-1 井。

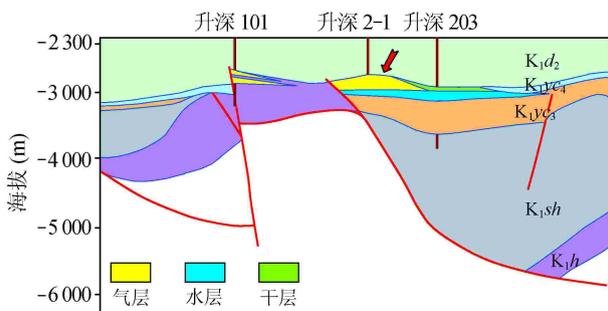


图 2 岩性—构造气藏剖面图

1.3 岩性气藏

在没有背斜构造或断层等因素的条件下,储集层的岩性和物性横向变化可以形成岩性气藏。由于岩性变化大、物性差异较大,导致各井气水界面不一致,说明岩性、物性对气藏具有控制作用。岩性气藏在徐家围子断陷深层较为发育,从下部的火石岭组到上部的登娄库组都有分布,平面上各处均有发现,

是次要气藏类型(图 3),其分布情况为:①沙河子组砂砾岩气藏:徐深 401、肇深 5、升深 6、宋深 4、宋深 1、达深 3 等井;②营一段砂砾岩气藏:卫深 5 井;③营一段火山岩气藏:芳深 9、芳深 701、肇深 12、徐深 19、芳深 6、芳深 8 等井;④营三段火山岩气藏:达深 X301 井区;⑤营四段砂砾岩气藏:徐深 1、徐深、芳深 10、芳深 101、朝深 2、肇深 12、徐深 13、徐深 7、徐深 21、肇深 5、徐深 29、徐深 4、徐深 401、升深 2、宋深 6、宋深 4 等井。

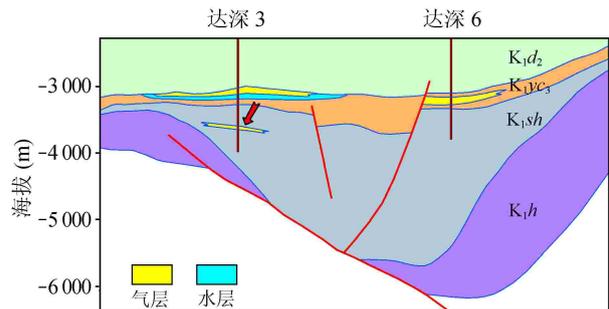


图 3 岩性气藏剖面图

1.4 构造—地层气藏

这种气藏是在构造背景下,由于地层发生尖灭或被剥蚀后,上部致密地层超覆形成天然气藏,通常可分为位于地层不整合面以上和不整合面以下两种。这种气藏类型主要发育在徐家围子断陷地层被剥蚀地区,在目前已钻探井中,仅有升深 6 井(沙河子组砂砾岩)揭示为这种气藏类型(图 4)。该气藏位于两个向斜之间的构造高部位上,发育在营四段与沙河子组形成削蚀不整合面以下的沙河子组圈闭中。

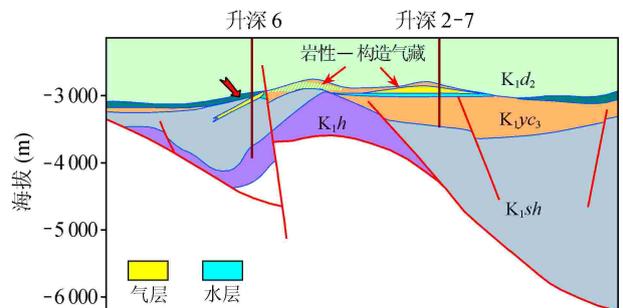


图 4 构造—地层气藏剖面图

1.5 基岩风化壳气藏

这种气藏位于不整合面之下基岩顶部,由于基岩被风化剥蚀而形成物性较好的储集空间,天然气注入形成的天然气藏。基岩风化壳气藏储层岩性比较复杂、类型多,主要分布在汪 902、肇深 1、肇深 3、昌 401、昌 102 井。其中,汪 902 井为基岩动力变质

岩的风化壳气藏;肇深 1、肇深 3 井为基岩花岗岩的风化壳气藏;昌 401、昌 102 井为基岩千枚岩的风化壳气藏,含气层段达 80 m。

徐家围子断陷已钻至基底的所有探井中,发育这种气藏类型的少见(图 5)。

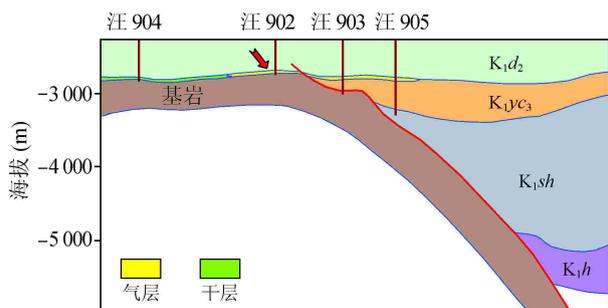


图 5 基岩风化壳气藏剖面图

2 成藏模式

根据甲烷碳同位素值、乙烷碳同位素值和干燥系数 3 个方面的天然气成因类型划分结果,开展的气源对比表明,营城组烃类主要分布在煤成气区域(深源混合气区,张义纲),属于有机成因气范畴,天然气主要来源于沙河子组的湖相泥岩和煤层。

全区的气井揭示,CO₂ 的含量不等,但一般都低于 10%,但徐深 28 井 CO₂ 的含量为 89.82%、达深 X301 井 CO₂ 的含量大于 75%、徐深 10 井 CO₂ 的含量为 89%~93%,其 CO₂ 来源于无机成因的地幔。

徐家围子断陷全区的气井揭示,在徐家围子断陷深层有 6 个层系发现气藏:基岩风化壳、火石岭组火山岩、沙河子组砂砾岩、营一段火山岩和砂砾岩、营三段火山岩、营四段砂砾岩。

深层烃类主要来自沙河子组的暗色泥岩和煤系地层,因此,将徐家围子断陷深层整体看作一个含气系统,其成藏模式为:沙河子组的暗色泥岩及煤系地层排出的天然气通过断裂垂向运移或通过不整合面侧向运移到上部营城组的火山岩和砂砾岩储层中,通过侧向运移到基岩和火石岭组火山岩中。登娄库组二段、泉头组一、二段地层以暗色泥岩为主,分布稳定,成为良好的区域盖层^[6]。

本区储层发育、构造有利、生储盖组合良好匹配,具备形成大气田的物质基础。总体上看,发育 4 种成藏模式:上生下储式成藏模式(基岩风化壳气藏和火石岭组火山岩气藏),自生自储式成藏模式(沙河子组砂砾岩气藏),下生上储式成藏模式(营四段砂砾岩气藏和营城组火山岩气藏),幔生上储成藏模式(各组段的二氧化碳气藏)。在以上 4 种成藏模式

中的后 3 种模式相对发育,构成了徐家围子断陷的主要成藏模式,尤以下生上储式成藏模式最为发育(图 6)。

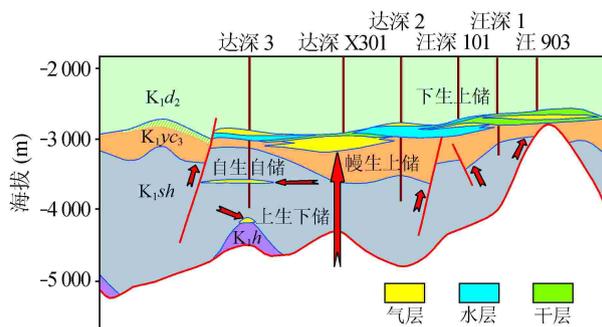


图 6 深层天然气成藏模式图

3 结论

1)徐家围子断陷深层天然气藏类型发育复杂,多以复合型气藏类型为主,主要发育构造—岩性气藏,其次是岩性气藏。其他类型气藏发育较少,纯背斜型构造气藏不发育。

2)徐家围子断陷深层天然气藏有 4 种成藏模式,其中烃类气藏为上生下储式、自生自储式、下生上储式;CO₂ 为幔生上储式。但主要发育下生上储式成藏模式,天然气沿断裂以垂向运移为主。

3)控制徐家围子深层天然气聚集的主要因素是烃源岩和储集层的良好匹配,局部沉积、火山岩分布和构造条件的差异导致徐家围子断陷深层气藏类型和成藏模式的多样化。

参考文献

- [1]姜传金,冯肖宇,詹怡捷,等.松辽盆地北部徐家围子断陷火山岩气藏勘探新技术[J].大庆石油地质与开发,2007,26(4):133-137.
- [2]高瑞祺,蔡希源.松辽盆地油气田形成条件与分布规律[M].北京:石油工业出版社,1997.
- [3]王贵文,惠山,付广.徐家围子断陷天然气分布规律及其主控因素[J].大庆石油地质与开发,2008,27(1):6-9.
- [4]高兴有.三肇凹陷葡萄花油层油气运聚成藏模式[J].大庆石油地质与开发,2008,27(2):4-8.
- [5]舒平,纪学雁,丁日新.徐深气田火山岩储层的裂缝特征研究[J].大庆石油地质与开发,2008,27(1):13-17.
- [6]刘万洙,曲永宝.松辽盆地徐家围子断陷深层天然气藏形成的地质条件分析[J].吉林大学学报:地球科学版,2002,33(1):145-149.

(修改回稿日期 2009-06-20 编辑 罗冬梅)