

文章编号:0253-9985(2010)01-0098-09

准噶尔盆地车91井区石炭系火山岩油藏特征

赵卫军¹,于浩业¹,李永航²,任军民¹,董雪梅¹

(1. 中国石油天然气股份有限公司 新疆油田分公司 石油勘探开发研究院 地球物理研究所,新疆 乌鲁木齐 830013;

2. 东方地球物理公司 长庆经理部,宁夏 银川 750006)

摘要:采用油气藏综合研究方法,对准噶尔盆地车91井区石炭系火山岩油藏进行了分析。研究认为,该井区油藏储层主要岩性为爆发相火山角砾岩,属于孔隙-裂缝双重介质;紧邻油藏之上地层中总有裂缝发育,油藏与裂缝段具有很好的下、上近邻组合特征;油藏类型为受边底水控制的不规则块状油气藏;油藏具备良好的保存条件,但在大断裂附近封闭保存条件明显变差,油质变重,油气曾受到氧化作用。最后指出,确定地层中裂缝发育的区域对该区石炭系的油气勘探具有一定的指导作用。

关键词:裂缝;不整合;双重介质;地层水;原油;块状油藏;火山岩油藏;准噶尔盆地

中图分类号:TE122.3

文献标识码:A

Characteristics of the Carboniferous volcanic reservoirs in Che-91 wellblock in the Juggar Basin

Zhao Weijun¹, Yu Haoye¹, Li Yonghang², Ren Junmin¹, and Dong Xuemei¹

(1. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina Xinjiang Oilfield Company, Urumqi, Xinjiang 830011, China; 2. Changqing Management Center of CNPC BGP INC., Yinchuan, Ningxia 750006, China)

Abstract: A comprehensive reservoir study method is employed in the analysis of the Carboniferous volcanic reservoirs in Che-91 wellblock. The result indicates that the reservoirs here consist mainly of explosion-breccia and belong to pore-fracture dual porosity reservoirs. There are always fractures developed in formations overlying the reservoirs, showing clear features of excellent assemblage of upper fractured interval and lower reservoir. The reservoirs are irregular massive reservoirs controlled by both edge water and bottom water. The preserving conditions for hydrocarbons are favorable but get much poorer when near the major faults, resulting in heavier oil and oxidative environment. Identifying the area with well-developed fractures can guide the hydrocarbon exploration in the Carboniferous of the region.

Keywords: crack, unconformity, dual porosity, formation water, crude oil, massive oilpool, lava reservoir, Juggar Basin

准噶尔盆地车排子油田的车91井区石炭系火山岩这几年不断有工业油流的产出。2006年,在断裂带加大了石炭系老区挖潜的力度,针对有利石炭系断块钻探车91等井。其中,车91井在石炭系1 825~1 836 m和1 900~1 908 m试油,压裂后分别产油5 t/d和3.7 t/d;车94井在石炭系也获少量油流,油质较轻。2007年,在该区又钻车912、车峰3井,均见好的油气显示。其中,车峰3井在1 748~1 773 m井段试油,压裂后6 mm油

嘴自喷产油5.46 t/d。火山岩越来越多地受到研究人员的关注^[1~4]。为了对火山岩油藏有一个清楚的认识,指导下一步的勘探,对火山岩油藏进行全面深入的认识就显得非常重要。

1 区域地质概况

车91井区凸起位于准噶尔盆地红车断裂带(图1)。红车断裂带由于受多期构造运动作用,

收稿日期:2009-10-30。

第一作者简介:赵卫军(1976—),男,工程师,地震地质解释。

基金项目:国家科技重大专项“准噶尔盆地岩性地层油气藏富集规律与目标评价”(2008ZX05001-06)。

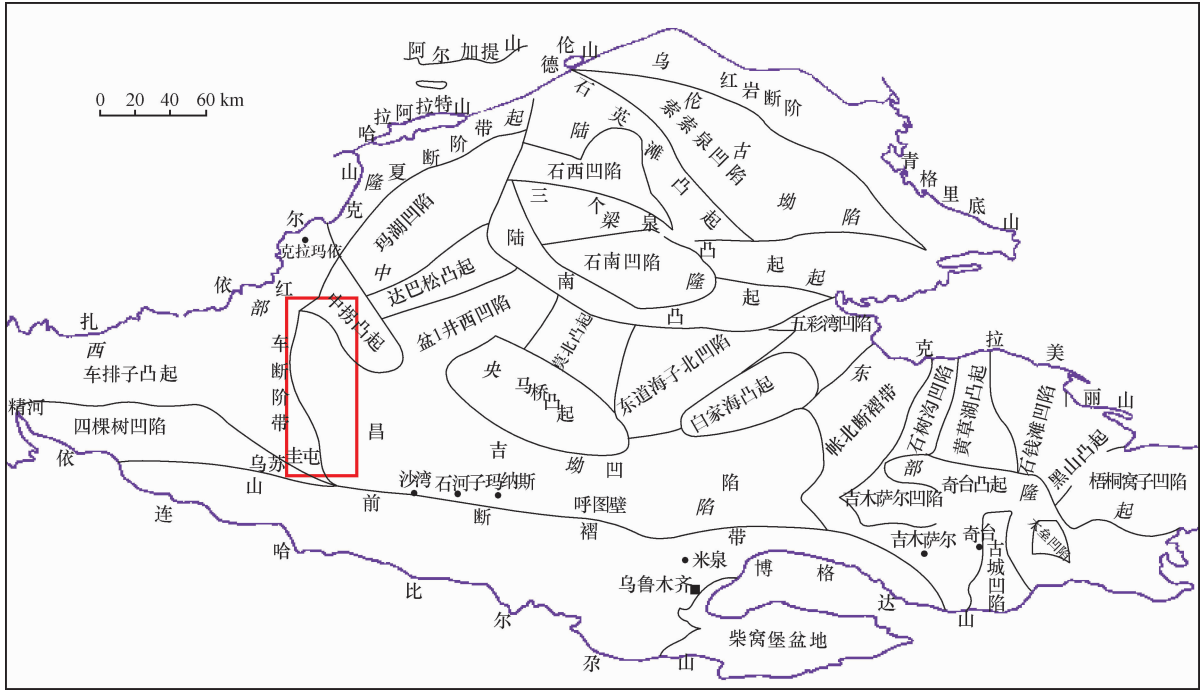


图1 车排子地区构造位置

Fig. 1 Location of the structures in Chepaizi area

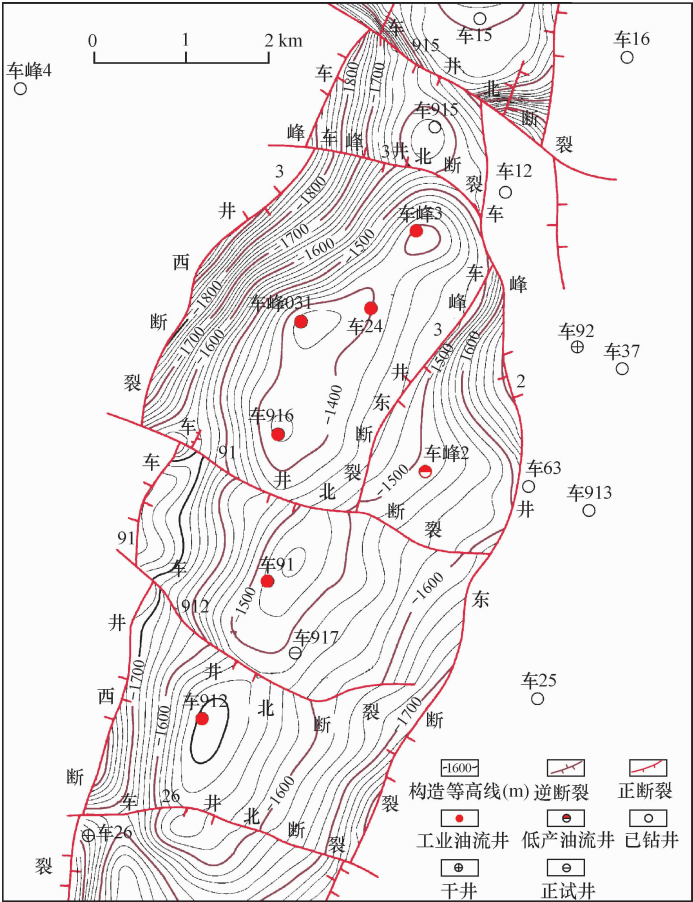


图2 车91井区石炭系顶界构造

Fig. 2 Top structure map of the Carboniferous in Che-91 wellblock

发育多条南北向大型逆冲断裂和自东向西抬起的断阶带,形成东西分带、南北分块的格局,从而组成各个断块(图2),是一个构造较复杂的断块区。地震和钻井证实,区内主要发育两组断裂,即近南北向和近东西向的逆断裂。南北向断裂为主要断裂,断距为10~90 m,断面多西倾;东西向断裂一般断距为10~40 m,断裂平面上呈弧形展布,长1.3~15.0 km,断面多北西倾。断裂带长期位于沙湾生油凹陷油气运移指向区,是西北缘车91井区最重要的油气富集带之一,主要发育断块型和断层复合型油气藏,具有很大的油气勘探潜力。

研究区总体构造特征为东南倾单斜,从老到新主要发育的地层为石炭系、侏罗系、白垩系、古近系和新近系,地层缺失二叠系和三叠系,其中石炭系顶界为区域不整合。

石炭系为火成岩地层,岩性以褐色、灰褐色及深灰色玄武质火山角砾岩、玄武岩为主,夹灰色及灰紫色凝灰岩、角砾凝灰岩。

2 油藏特点

2.1 油藏与裂缝的关系

研究区石炭系储层主要以火山岩为主,为孔隙-裂缝双重介质储层,储层主要岩性为火山角砾岩、玄武岩及凝灰岩。储层物性中,角砾岩最好,碎裂玄武岩次之,凝灰岩、安山岩较差。受构造运动影响,该区裂缝发育,主要为构造缝,其分布状态有网格状、斜交状、直劈状、不规则状等,使得该段火成岩储层物性变好。根据FMI(微电阻率扫描成像测井)及荧光薄片分析,裂缝段显示每口井

的发育段成小段出现,但是荧光薄片显示整个火山岩段微裂缝很发育。例如,车峰2井显示在1 776.20 m为火山角砾岩,裂缝和裂缝上的溶蚀部分发光(图3a);车峰3井在1 754.88 m为杏仁状玄武岩,裂缝和杏仁状孔隙发光(图3b)。由此可知,火山岩的裂缝主要以微裂缝为主,肉眼是不能识别的,只能在镜下识别^[4]。

由于石炭系的岩性为火山岩,所以油藏和裂缝具有息息相关的联系。为了准确地总结出裂缝和油藏的关系,裂缝的正确识别是非常重要的。如果测井有FMI资料,则容易识别裂缝;反之,只有从测井曲线来识别裂缝了。而目前只有2000年后的新井有FMI资料,大部分老井并没有FMI资料,所以用常规测井曲线正确识别裂缝的特征就显得非常重要。

前人对该区火山岩常规测井的裂缝特征有一定的认识。他们认为,有裂缝时测井曲线具有以下特征(图4):①冲洗带电阻率RXO、声波时差DT两条曲线会出现毛刺状;②真电阻率RT、冲洗带电阻率RXO和密度RHOB都有变小的趋势,自然伽马GR、声波时差DT和中子孔隙度PHIN相对围岩有偏大的趋势。运用该成果,结合FMI资料,对车91井区多口油井进行分析,发现石炭系紧邻油层之上总有一段裂缝特别发育。这种现象说明,石炭系的油气是沿断裂运移,然后倒灌,聚集在裂缝的下方。所以说,油层的聚集与裂缝具有很好的下、上关系。但是值得注意的是,水层也具有这样的特征,因此要注意区分。同时这种现象也说明,如果能准确地确定裂缝剖面发育和平面分布的范围,将有助于勘探成功率的提高。所

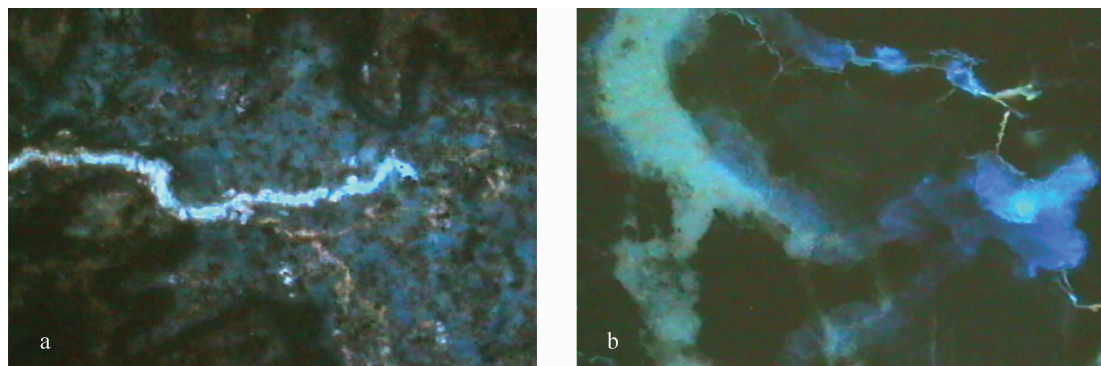


图3 车91井区油层段荧光薄片显微照片

Fig. 3 Micrograph of fluorescence thin-section of oil layers in Che-91 wellblock

a. 车峰2井,1 776.20 m,火山角砾岩;b. 车峰3井,1 754.88 m,杏仁状玄武岩

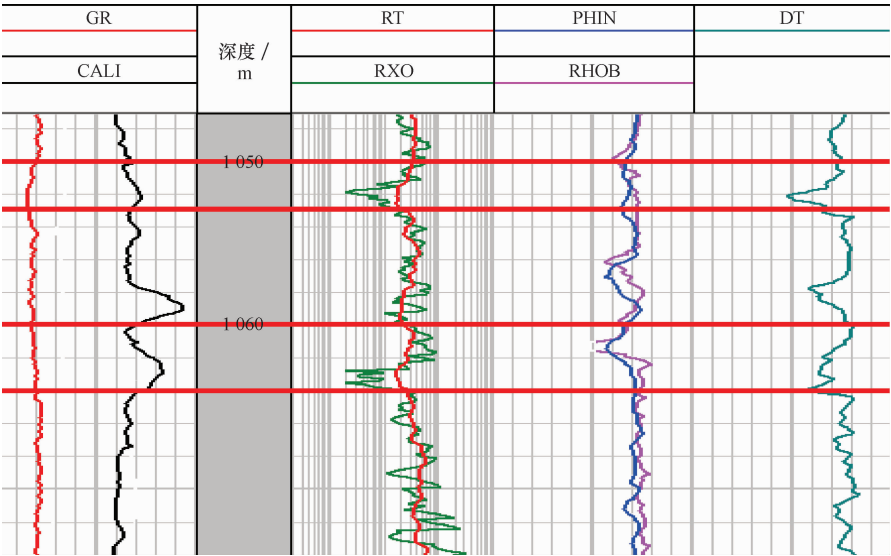


图4 裂缝在测井曲线上的特点
Fig. 4 Fracture characteristics on logs

GR. 自然伽马;CALI. 井径;RT. 真电阻率;RXO. 冲洗带电阻率;PHIN. 中子孔隙度;RHOB. 密度测井;DT. 声波时差

以,下一步石炭系的重点是如何在平面上准确识别裂缝。

2.2 油气藏与火山岩相的关系

石炭系每期火山喷发形成的爆发相-溢流相火山岩储集层与每期喷发间断期形成的火山岩沉积相为该区石炭系火山岩油气成藏提供了一套良好的储盖组合。

火山岩资料(图5)显示,该区至少有3套火山岩序列,也就是说有3套爆发相的储层、3套溢流相的盖层(沉凝灰岩),这为油气的聚集提供了重要的条件。

2.3 油气藏储层的岩性及其特点

从目前已产油的井可知,油气主要储存在火山角砾岩中,极少数井油藏储存在玄武岩中。由图6可知,玄武岩油藏测井曲线的特点表现为电阻率(20~50Ω·m)比火山角砾岩的电阻率(10~30Ω·m)高、而凝灰岩的电阻率最低(1~10Ω·m),但凝灰岩的自然伽马相对来说最高(30~50API)。这些明显的特点为定性识别岩性提供了可能。为了准确地识别车91井区的岩性,可使用岩性识别图版(图7)。由图版可知,火山角砾岩(包括安山质火山角砾岩、玄武质火山角砾岩及一些角砾质结构的岩类)与玄武岩、熔岩的区

别是明显的,极易区分。

2.4 油气藏储层的位置及其与石炭系顶界不整合的关系

从目前在石炭系已获得工业油流的井来看,油气集中在距石炭系顶界600m以内,而且大部分主要油流的产层距石炭系顶界有200m以内的深度,只有极个别小于100m,最小也有50m(图8)。这些现象说明,石炭系油气的聚集与石炭系的不整合关系不大。同时,钻穿过石炭系顶界的井有30多口,可是在不整合面之下的上部没有发现油气藏,而在不整合之下的50m处只发现了一个油气藏,这些都充分证明了上述的观点。另外,多口井的石炭系顶界的录井、测井及试油又有很好的显示,甚至在不整合面之上的八道湾组形成了一定的油气藏,这种现象说明石炭系曾经是一个油气运移的通道,但是油气大量沿该面运移时应该发生在石炭系沉积的末期,主要的油气贡献是对其上层的八道湾组,而这次运移对石炭系的成藏贡献意义不大。

2.5 油藏孔隙度和渗透率

石炭系火山岩储层岩性主要为凝灰质砂砾岩、角砾岩和砂砾岩。其中,凝灰质砂砾岩孔隙度0.40%~23.20%、平均11.80%,渗透率0.005×

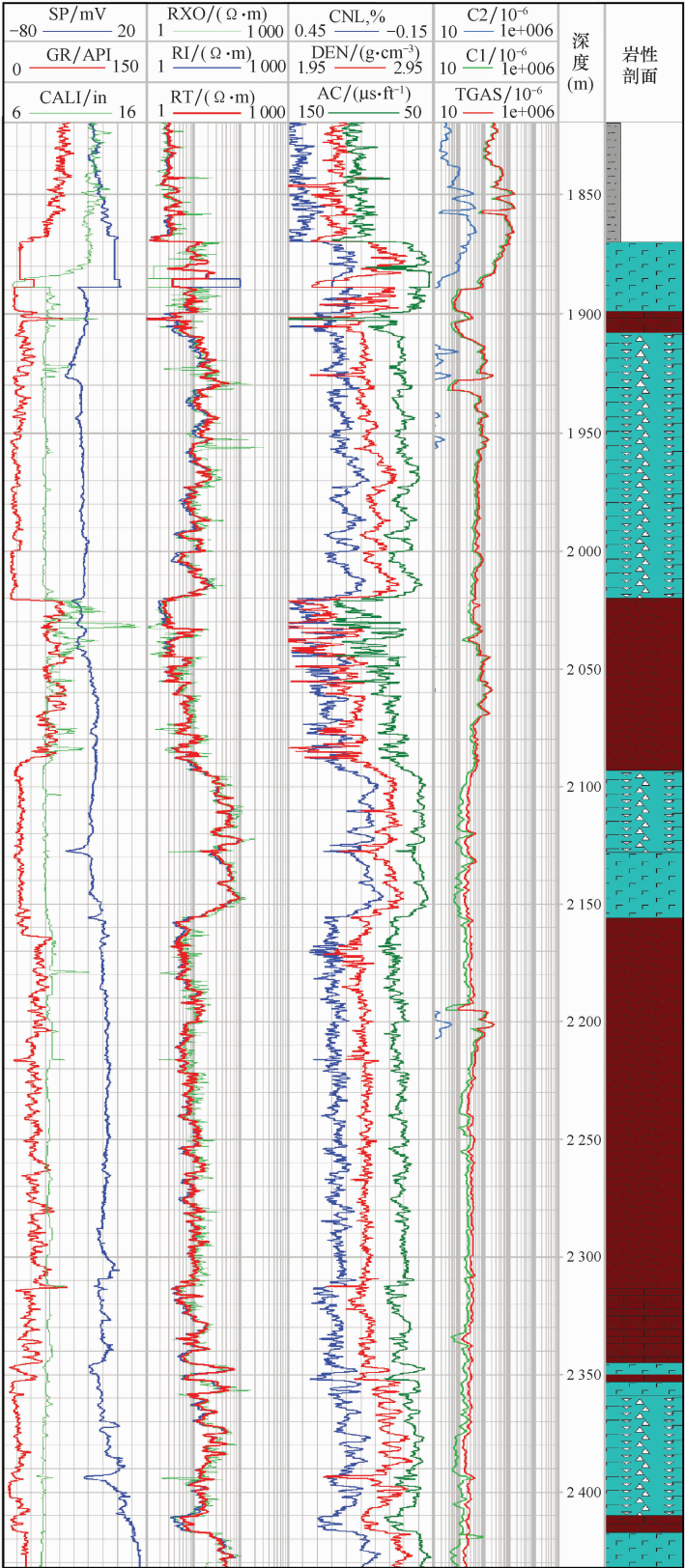


图 5 火山岩岩性组合

Fig. 5 Lithological association of volcanic rocks

SP. 自然电位;GR. 自然伽马;CALI. 井径;RT. 真电阻率;RXO. 冲洗带电阻率;RI. 侵入带电阻率;
CNL. 中子测井;DEN. 密度测井;AC. 声波时差;C2. 碳 2;C1. 碳 1;TGAS. 全碳

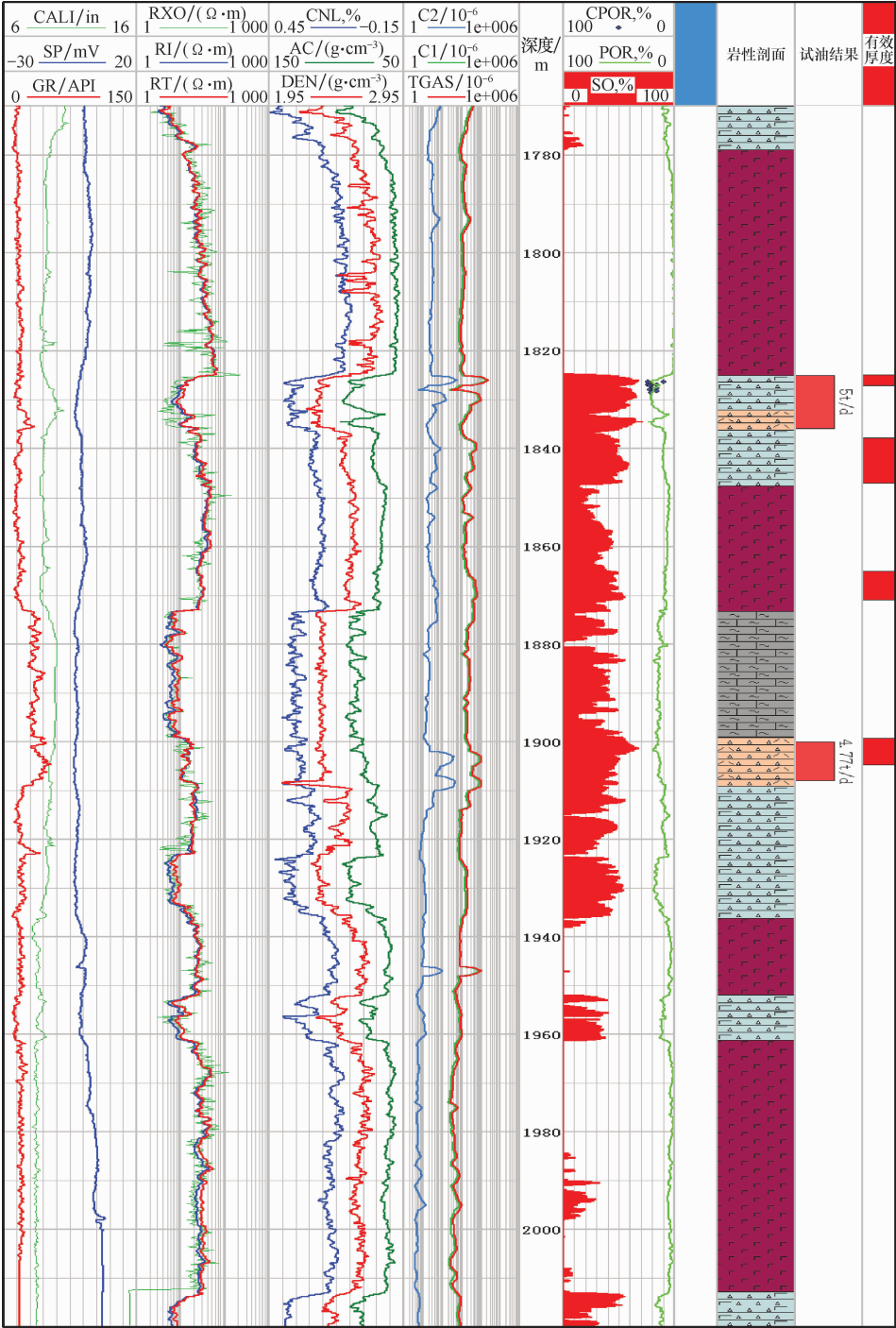


图6 不同岩性油气储层的特点

Fig.6 Features of reservoirs with different lithologies

SP. 自然电位;GR. 自然伽马;CALI. 井径;RT. 真电阻率;RXO. 冲洗带电阻率;RI. 侵入带电阻率;
CNL. 中子测井;DEN. 密度测井;AC. 声波时差;C2. 碳2;C1. 碳1;TGAS. 全碳;CPOR. 岩心孔隙度;
POR. 有效孔隙度;SO. 含油饱和度

$10^{-3} \sim 37.570 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 、平均 $0.277 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$;
角砾岩孔隙度 $0.80\% \sim 11.30\%$ 、平均 5.06% 、渗透率 $0.005 \times 10^{-3} \sim 5.110 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 、平均 $0.057 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$;
砂砾岩孔隙度 $3.53\% \sim 25.50\%$ 、平均 12.68% 、渗透率 $0.005 \times 10^{-3} \sim 120 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 、平均 $0.538 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。

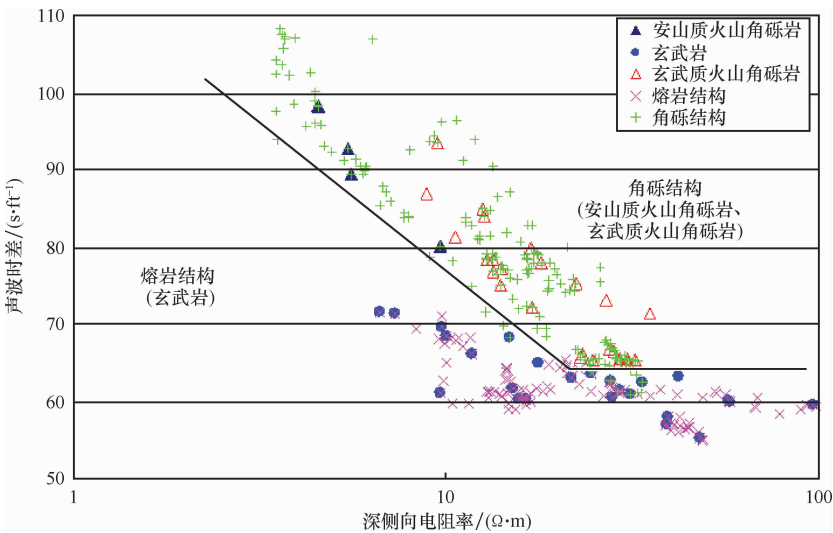


图 7 不同岩性识别图版

Fig. 7 Chart boards for identification of different lithologies

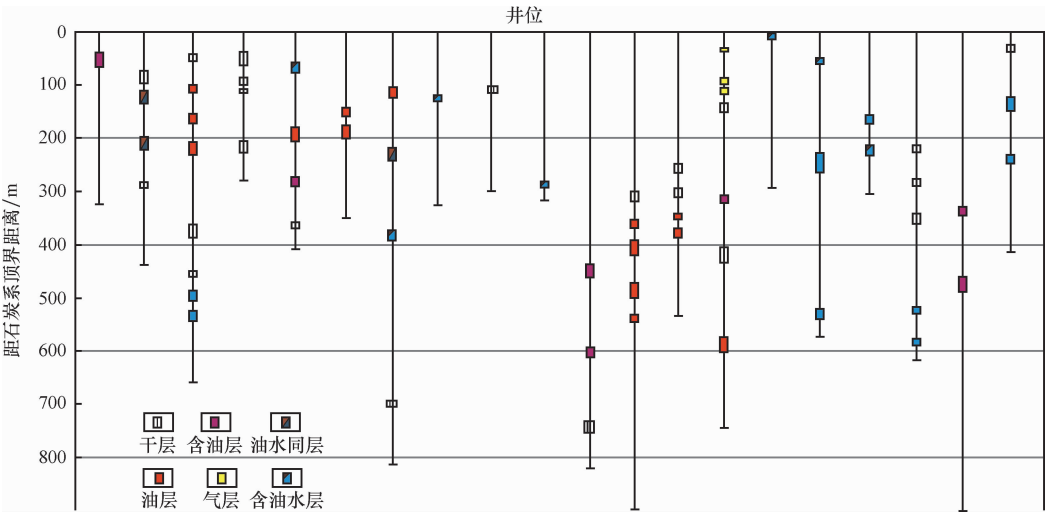


图 8 石炭系油藏分布特征

Fig. 8 Distribution of the Carboniferous reservoirs

石炭系储层的孔隙度以角砾岩的为最高,产油层的火山岩岩性主要为角砾岩(图 9)。

2.6 油藏类型

油气藏主要集中在红车断裂带,目前发现的油气藏都受断裂控制,属于构造油气藏。但是,由于火山岩岩性复杂多变,储层非均质性又很强,所以局部也受物性控制。同时,油藏的剖面可比性不强,说明火山岩为多个火山口喷发,为多期喷发的产物。最终确定石炭系油藏类型为受构造(古火山)控制的不规则岩性油气藏,有边底水存在

(图 10)。

2.7 油藏与地层液的关系及原油的物理性质

在石炭系,水型以氯化钙型为主,这说明石炭系当时主要以封闭的环境为主;而油也有自己的特点。统计表明,石炭系重油分布在车 50 井、车 29、车 23 等井区(少数井),且重油主要沿大断裂分布,而别的井的油绝大部分为轻、中质油,这说明石炭系的油以轻、中质油为主(图 11)。这个结论与水型的判断基本一致^[2~10]。

又统计了多口石炭系的井,结果发现总体上

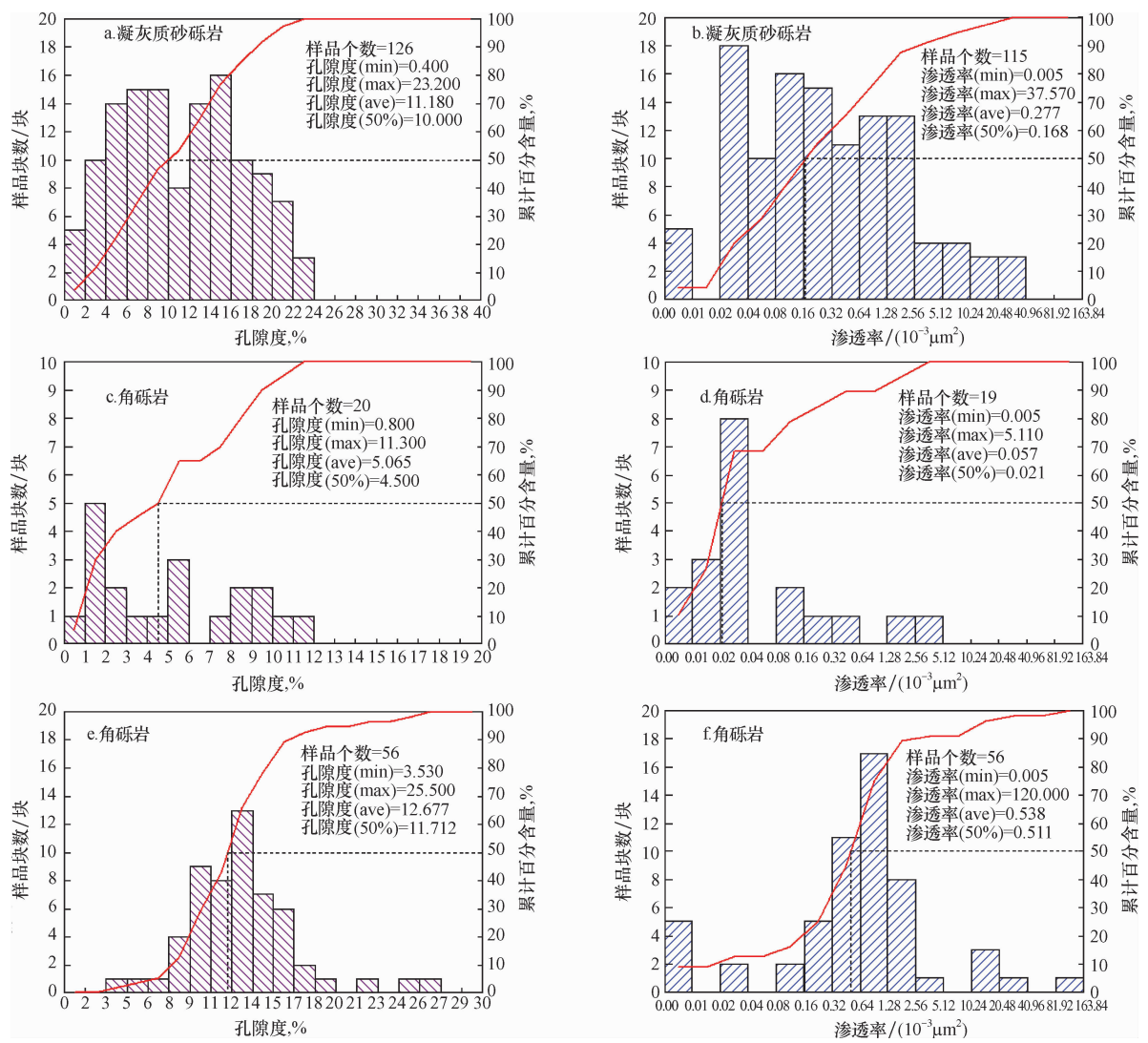


图9 车91井不同岩类石炭系孔、渗分布直方图

Fig. 9 Histogram showing the distribution of porosity and permeability in the Carboniferous of different lithologies

原油为轻质油,具有粘度大及含蜡量和凝固点均较低的特点,属于高粘、低含蜡、低凝和常规并存的中、轻质油。

3 结论与认识

- 1) 油藏属于孔隙-裂缝双重介质储层,储层主要岩性为爆发相中的火山角砾岩;紧邻油藏之上都有裂缝发育,油藏与裂缝具有很好的下、上关系。
- 2) 石炭系不整合对石炭系油气运聚作用不大,主要的油气贡献是对其上层的八道湾组底界;

- 储层中火山角砾岩的物性最好。
- 3) 石炭系油藏类型为受构造(古火山)控制的不规则块状油气藏,有边底水存在。
 - 4) 原油和地层水显示,石炭系在发育过程中小部分油气曾受到过氧作用,重油主要沿大断裂分布。
 - 5) 石炭系的油气是沿断裂运移,然后倒压,聚集在裂缝的下方,所以说油层的聚集与裂缝具有很好的下、上关系。但值得注意的是,水层也具有这样的特征,要注意区分。油藏与其上覆裂缝伴生,这个结论对该区油气的勘探具有一定的指导作用。

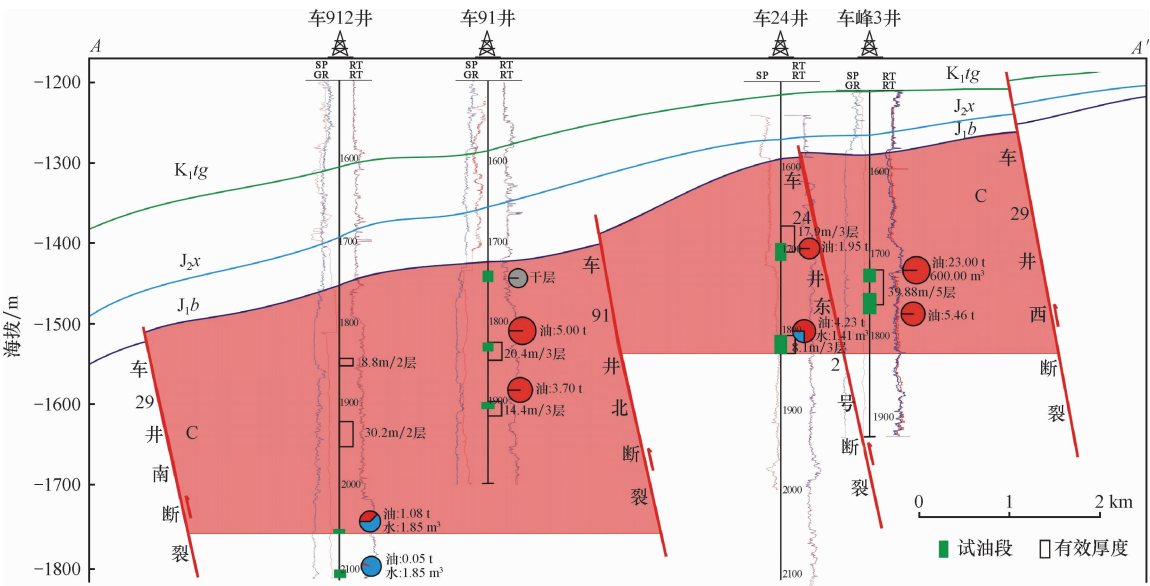


图 10 过车 91 井块状油藏剖面

Fig. 10 Profile of the massive oil pools across well Che-91

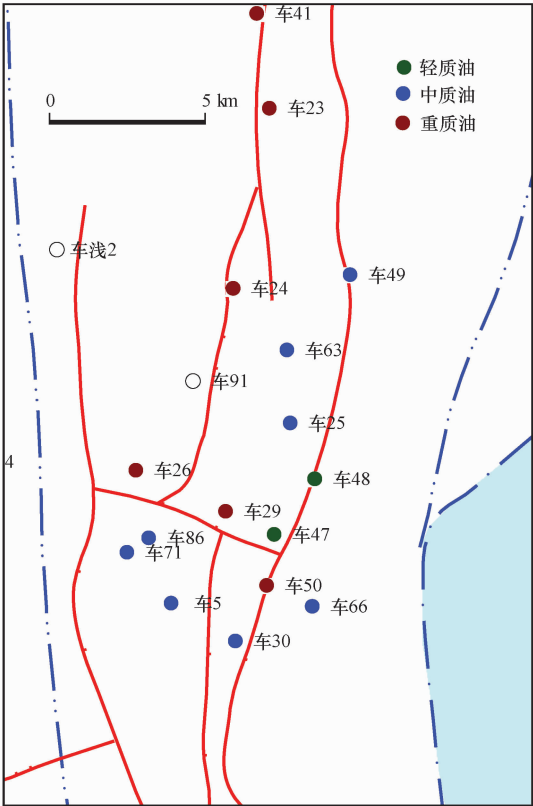


图 11 石炭系地层水分布

Fig. 11 Distribution of formation water in the Carboniferous

参 考 文 献

- 1 兰朝利,王金秀,杨明慧,等.低渗透火山岩气藏储层评价指标
刍议[J].油气地质与采收率,2008,15(6):32~34
- 2 齐井顺.松辽盆地北部深层火山岩天然气勘探实践[J].石油
与天然气地质,2007,28(5):590~596
- 3 王东良,林潼,杨海波,等.准噶尔盆地滴南凸起石炭系气藏地
质特征与控制因素分析[J].石油实验地质,2008,30(3):
242~246,251
- 4 高新生,李天明.准噶尔盆地西部侏罗系层序地层特征[J].石
油与天然气地质,2001,22(2):165~168
- 5 渠永宏,孙镇城.冀中坳陷北部潜山地层水文地质特征及对油
气勘探的意思[J].大庆石油学院学报,1999,23(3):8~11
- 6 刘济民.油田水文地质勘探中水化学及其特性指标的综合应
用[J].石油勘探与开发,1982,15(5):49~53
- 7 张金来.中国东部中、新生代广盆与槽盆油田水化学场比较
[J].石油与天然气地质,1983,4(2):222~228
- 8 王震亮.准噶尔盆地腹部侏罗系流体物理化学特征及其水动
力学意义[J].地球化学,2000,29(6):542~548
- 9 杨忠辉.油气田水文地球化学标志及其应用[J].石油与天然
气地质,1982,3(4):327~334
- 10 何生,唐仲华.松南十屋断陷低压系统的油气水文地质特征
[J].地质科学,1995,20(1):79~84
- 11 杨绪充.东营凹陷水文地质条件与油气[J].华东石油学院学
报,1985,18(2):8~13

(编辑 李 军)