

文章编号: 1001-6112(2009)05-0462-04

三塘湖盆地二叠系火成岩 分布及其对烃源岩热演化的影响

高 岗¹, 梁 浩², 沈 霞³, 焦立新², 李华明²

(1. 中国石油大学 油气资源与探测国家重点实验室, 北京 102249; 2. 中国石油 吐哈油田分公司
勘探开发研究院, 新疆 哈密 839000; 3. 中国石油吉林油田分公司 勘探开发研究院, 吉林 松原 138000)

摘要:通过对三塘湖盆地二叠系火成岩与烃源岩热演化关系的研究, 分析了火成岩对烃源岩热演化的影响。三塘湖盆地二叠系主要发育的火成岩有玄武岩、安山岩、辉绿岩和凝灰岩等, 作为喷出岩的玄武岩、安山岩、凝灰岩, 对岩石有机质的热演化基本没有影响或影响很小; 只有侵入的辉绿岩可以较长时间在地层中保持一定温度, 影响其周围有机质的成熟演化程度。辉绿岩厚度越大, 分布范围越广, 对烃源岩的影响越大, 估算的垂向影响范围应小于 200 m。搞清辉绿岩的分布, 有助于了解一定范围内烃源岩的热演化特征和生油气能力。

关键词:火成岩; 热演化; 烃源岩; 三塘湖盆地

中图分类号: TE122.1

文献标识码: A

PERMIAN IGNEOUS ROCK DISTRIBUTION AND ITS INFLUENCE TO THE THERMAL EVOLUTION OF SOURCE ROCK IN SANTANGHU BASIN

Gao Gang¹, Liang Hao², Shen Xia³, Jiao Lixin², Li Huaming²

(1. State Key Laboratory of Petroleum Resource and Prospecting, China University of Petroleum, Beijing 102249, China;
2. Research Institute of Exploration and Development, Xinjiang Tuha Oilfield Company, Hami, Xinjiang 839000, China;
3. Research Institute of Exploration and Development, Jilin Oilfield Company, Songyuan Jilin 138000, China)

Abstract: Through the studying of thermal evaluation relationships between igneous rock and source rock, it shows that igneous rock directly affects thermal evaluation of source rock. The main kinds of igneous rock are basalt, andesite, diabase and tuff etc in Permian. The effusive rock such as basalt, andesite and tuff have very little effect on evaluation of organic matter in source rock, and only intrusive rock such as diabase whose temperature can be kept in a long time and influent maturity evaluation of organic matter. The greater the thickness and the extent of diabase, the better effect on source rocks. It is estimated that the influent vertical depth is less than 200 m. If the scope of diabase is clear, it is facilitate to know the thermal evaluation and hydrocarbon-generating capability of source rock.

Key words: igneous rock; thermal evaluation; source rock; Santanghu Basin

烃源岩的评价通常包括地质分布特征、有机质丰度、有机质类型和有机质成熟度^[1~4]。在地质分布特征、有机质丰度和类型确定之后, 有机质成熟度就成为烃源岩能否生成大量油气的关键, 而烃源岩的热演化特征与多种因素有关, 其中最重要的因素就是热作用^[4~8]。使烃源岩受热的主要热源是来自地幔的大地热流, 这是最为普遍的热源^[9,10]。另外, 一些局部热源, 如岩浆侵入

带、断裂活动带、放射性元素富集区等也会在特殊地质条件下成为烃源岩的热源^[10,11]。热源一定时, 地表因素、地下流体的运动、烃源岩的产状等都会影响烃源岩所受的温度, 所以, 烃源岩所受的温度是多种地质因素综合作用的结果。在各种地质因素中, 只要某一因素发生变化, 烃源岩的热演化特征就可能受到影响。

三塘湖盆地上二叠统火成岩发育, 同时主要的

收稿日期: 2008-02-03; 修订日期: 2009-08-09。

作者简介: 高 岗(1966—), 男, 博士, 副教授, 从事油气勘探与开发的科研与教学工作。E-mail: gaogang2819@sina.com。

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973 计划)项目(2007CB209503)。

烃源岩也分布于上二叠统芦草沟组中,烃源岩与火成岩呈互层分布,芦草沟组之上的条湖组也有泥岩分布,泥岩夹于火成岩之间。这些火成岩对烃源岩的成熟度有无影响,前人基本没有做过研究。本文将主要从烃源岩镜质体反射率等成熟度参数的变化与火成岩分布的关系方面探讨火成岩对烃源岩热演化的影响。

1 盆地基本地质特征

三塘湖盆地位于新疆维吾尔自治区巴里坤哈萨克自治县和伊吾县境内,盆地长约 500 km,宽约 40~70 km,第四系覆盖区面积约 18 000 km²。在区域大地构造上,三塘湖盆地位于天山—兴蒙褶皱系,盆地与山系相间分布,属于山间盆地。三塘湖盆地北部为阿尔泰地槽,南为外准噶尔地槽,本身属于西伯利亚板块的一部分。自晚古生代以来持续受到哈萨克斯坦板块——准噶尔地体、西伯利亚板块及吐哈地体的相互构造作用,主要经历了海西期、燕山期和喜山期 3 期构造作用,不同时期相继发育了北西—南东向和近东西向构造带。

由于中泥盆世时准噶尔地块向北俯冲,于早石炭世与西伯利亚板块拼接,构成了盆地的复合基底。盖层主要是中上石炭统及其之上的二叠系、中生界和新生界。由于海西晚期与燕山晚期 2 期主要构造运动的改造,形成了二叠系残留盆地与中生界拗陷盆地的叠加,使得盆地成为小型复合盆地。由于多期构造运动,在盆地内形成了 4 个区域性的不整合: C_2-P_1/P_2 , $T+J/P_2$, K/J , $Q+R/K+J$,

另外,还有 4 个局部分布的不整合。盆地构造格局南北分带、东西分块,中央拗陷带可划分为四凸五凹 9 个构造单元(图 1),各拗陷南北狭长,地层南凸北缓,由于北东南、南西向挤压、逆冲作用,主要通过断层与石炭系接触。中央拗陷带是主要的油气勘探区,目前已有的油气发现均在中央拗陷带条湖与马湖拗陷及其附近地区。

2 火成岩分布特征

自基底形成后,盆地沉积盖层除下三叠统、上白垩统有缺失外,其余地层发育比较齐全。早期的石炭系—二叠系沉积盖层中火成岩发育,三叠系—第四系主要是各种碎屑沉积岩。反映了随盆地沉积过程的进行,深部火成作用的影响不断减弱。石炭系以中、上石炭统为主,分布范围较广,主要为一套陆相火山喷发岩及火山碎屑岩沉积。下二叠统卡拉岗组(P_{1k})主要分布于条湖拗陷及马朗拗陷西部,总体为一套陆相火山喷发岩及火山碎屑岩。

上二叠统芦草沟(P_2l)组浅—半深湖相沉积在条湖与马朗拗陷分布广泛,井下揭示厚度在 150~500 m 之间,南厚北薄,预测局部最厚可达 1 000 m 左右,是盆地内主要烃源岩层和主要勘探目的层。由下向上分为 3 段:下段为下粗上细的正旋回,下部为凝灰质砂砾岩、钙质砂岩及粉砂岩等;中上部则以灰色、灰褐色泥岩为主,夹少量薄层泥灰岩;中段为典型的泥灰岩系列,厚层泥岩与薄层泥灰岩互层产出,为芦草沟组主力产油层段;上段以钙质、凝灰质泥岩为主,夹薄层砂岩、泥灰岩,该段在条湖凹

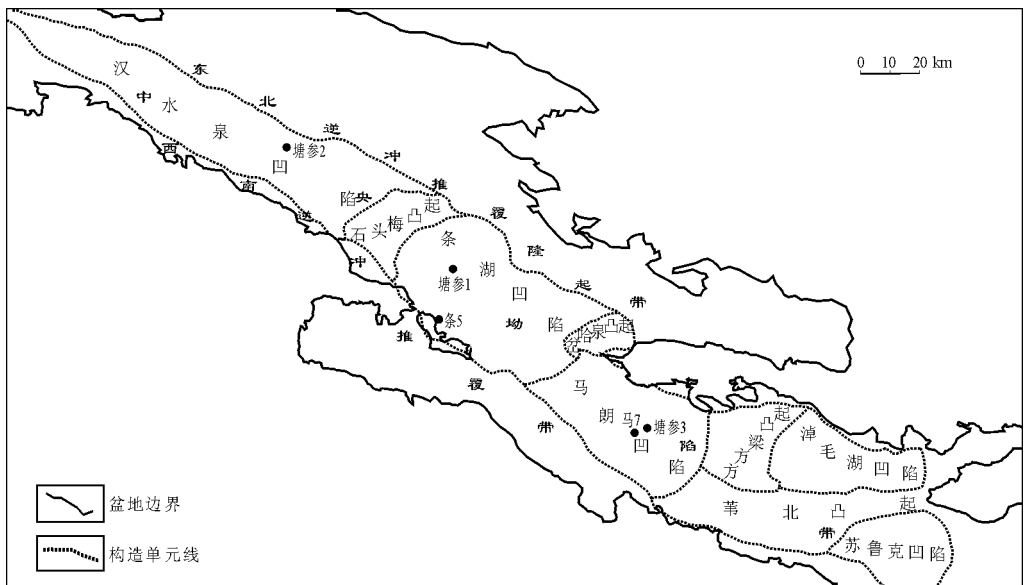


图 1 三塘湖盆地构造区划

Fig. 1 Structure division map of the Santanghu Basin

陷内以大段泥岩偶尔夹薄层砂岩为特征,向东则逐渐变为泥岩与泥灰岩、砂岩不等厚互层。芦草沟组各层段均不同程度地分布有火成岩。上二叠统条湖组(P_2t)为 2 套火山岩夹碎屑岩组成的三段式组合,碎屑岩系列为河流—沼泽相,火山岩以中基性喷发相为主,火山活动自东而西逐渐增强;下段整体为一套中基性喷发相安山—玄武岩,在马朗凹陷马中地区则发育大量的基性浅成侵入相的辉绿岩,此外沉凝灰岩异常发育;中段为河流—沼泽相的碎屑岩,在条湖—马朗凹陷内广泛分布,总体上呈现南厚北薄的特点;上段为一套安山—玄武岩系列,局部地区夹有薄层碎屑岩,在条湖凹陷及马朗凹陷西南极为发育。

三塘湖盆地的火成岩主要包括玄武岩、安山岩、凝灰岩,另外有部分辉绿岩、流纹岩等。玄武岩是一种地下岩浆从火山中喷出或从地表裂隙中溢出凝结形成的火成岩,其岩浆粘度小,易于流动,常形成广大的熔岩台地,在盆地内分布很广。安山岩是一种中性喷出岩,多呈岩被、岩流、岩钟侵出相产出,常和玄武岩、流纹岩共生,在三塘湖盆地有较多分布。凝灰岩由火山喷发的粒径小于 2 mm 的火山碎屑物组成,并且含量超过 50%,常具有凝灰结构,在三塘湖盆地条湖组与芦草沟组均有大量分布。辉绿岩是一种浅成的基性侵入岩,呈岩床、岩墙、岩脉、岩株产出,可与辉长岩共生,也可与玄武岩一起,或者成为中酸性岩体的暗色脉岩。

从上述几种火成岩的产出特征来看,玄武岩、安山岩、凝灰岩都是喷出岩,沉积时温度已经很低或沉积后温度很快降低,由此提供的热能很有限,对岩石有机质的演化基本没有影响或影响很小。辉绿岩为侵入岩,热量相对散失要慢,可以在较长时间保持一定的温度,如果附近有含有机质的岩石存在,必然会对其有机质的演化产生影响。为探讨火成岩对烃源岩演化的影响,通过对各井 R_o 分布与岩性分布关系进行筛选分析,最终选择了马 7 井、塘参 3 井、条 5 井等进行研究。

3 火成岩对烃源岩热演化的影响

条 7 井条湖组 I 段发育三层辉绿岩,上部与下部较厚,中间较薄,火成岩层之上条湖组有 3 个 R_o 测试数据,之下芦草沟组有 3 个 R_o 测试数据(图 2)。从数据的分布来看,上部 3 个点随深度增加与火成岩越来越近, R_o 越来越大;下部 3 个点的 R_o 随深度增加与火成岩越来越远而降低,显示了火成岩对 R_o 有明显影响,距离越近,影响越大,距离越

远影响越小。另外上部测点的 R_o 明显大于下部测点的 R_o ,预示了火成岩对上部岩石有机质的影响程度要大于对下部有机质的影响。

通过读取测点距最近火成岩的距离,绘制了不同测点 R_o 与不同测点距火成岩距离的关系图(图 3)。可见,无论火成岩之上还是之下,各测点的 R_o 大小都与测点到火成岩的距离有关,在相距小于 200 m 的范围内,随距离变小, R_o 迅速升高(图 3)。在相距 200 m 以上的范围内, R_o 大小随距离的增大变化很小。所以,据此初步推测,侵入的辉绿岩

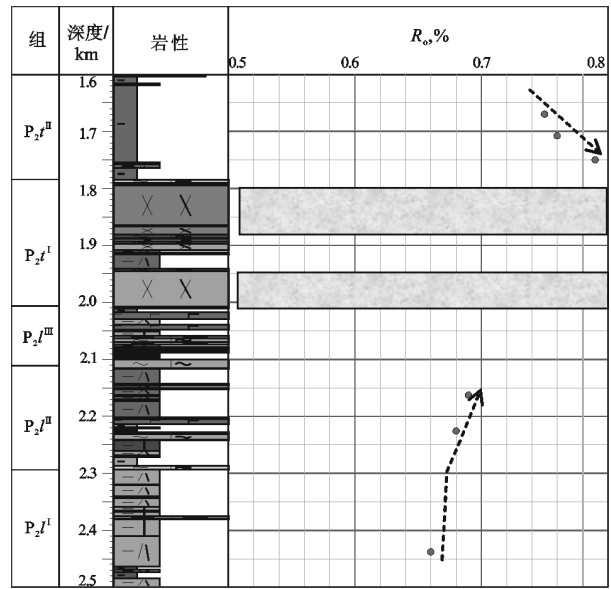


图 2 三塘湖盆地马 7 井二叠系火成岩—有机质成熟度关系
Fig. 2 Relation between organic Matter maturity and Permian igneous rock in Well Ma 7 of the Santanghu Basin

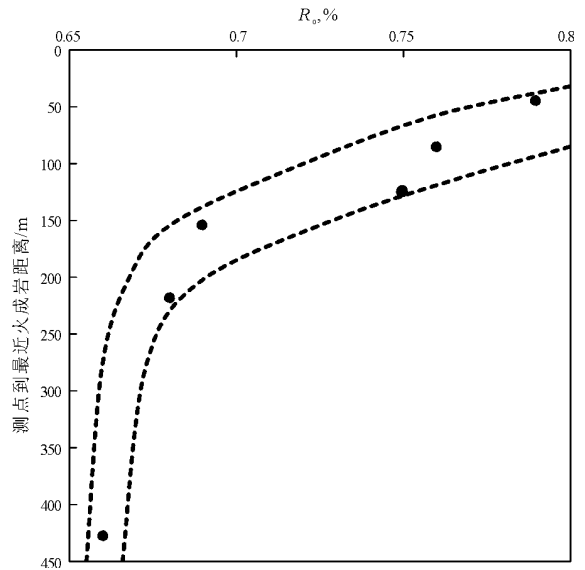


图 3 三塘湖盆地马 7 井距火成岩不同距离测点 R_o 分布
Fig. 3 R_o distribution in different instance to igneous rock in Well Ma 7 of the Santanghu Basin

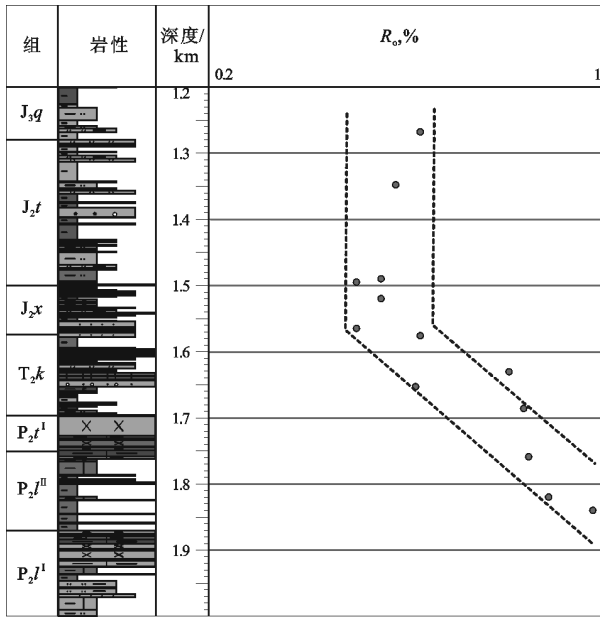


图 4 三塘湖盆地塘参 3 井火成岩—有机质成熟度关系
Fig. 4 Relation between organic matter maturity and igneous rock in Well Tang Can 3 of the Santanghu Basin

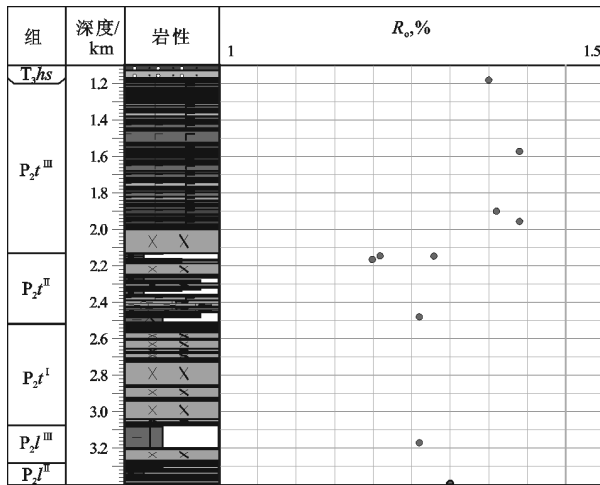


图 5 三塘湖盆地条 5 井岩石镜质体反射率与岩性分布
Fig. 5 Relation between R_o and igneous rock in Well Tiao 5 of the Santanghu Basin

对岩石有机质热演化影响垂向范围应小于 200 m, 大于这个距离, 影响将明显变小。

塘参 3 井岩石 R_o 的分布(图 4)也显示火成岩对 R_o 的影响。在三叠系底部之上的地层中 R_o 明显要小于之下的 R_o , 而且变化呈明显的台阶状, 而该部位之下的条湖组 I 段和芦草沟组 II 段就有侵入辉绿岩的分布。由于测点少、泥岩厚度较大, 规律性不如马 7 井显著, 但仍总体显示了火成岩对

R_o 的影响。条 5 井条湖组中下部与芦草沟组上部辉绿岩很发育, 累积厚度超过 300 m(图 5)。正是由于如此发育的辉绿岩才使得该井的二叠系 R_o 明显高于其它很多钻井的 R_o , 有机质色变指数也普遍高于其它钻井。可见, 三塘湖盆地二叠系内分布的侵入辉绿岩对其附近的烃源岩演化有一定影响, 其厚度越大, 分布范围越广, 影响越大。

4 结论

三塘湖盆地二叠系主要发育玄武岩、安山岩、辉绿岩和凝灰岩, 其中玄武岩、安山岩、凝灰岩都是喷出岩, 沉积时温度已经很低或沉积后温度很快降低, 对岩石有机质的演化基本没有影响或影响很小; 辉绿岩为侵入岩, 可以在较长时间保持一定的温度, 必然会对其附近有机质的演化产生影响。辉绿岩厚度越大, 分布范围越广, 对烃源岩中的影响越大; 垂向影响范围应小于 200 m, 大于这个距离, 影响将明显变小。所以, 搞清辉绿岩的分布, 将有助于了解局部或一定范围内烃源岩的热演化程度和生油气能力, 进而分析油气的运移、聚集与成藏条件。

参考文献:

- 1 张厚福. 石油地质学[M]. 2 版. 北京:石油工业出版社, 1999
- 2 王 捷, 关德范. 油气生成运移聚集模型研究[M]. 北京:石油工业出版社, 1999
- 3 刘全有, 刘文汇, 王晓锋等. 不同烃源岩实验评价方法的对比[J]. 石油实验地质, 2007, 29(1): 88~94
- 4 戴金星, 王庭斌, 宋 岩等. 中国大中型天然气田形成条件与分布规律[M]. 北京:地质出版社, 1997
- 5 郭小文, 何 生. 珠江口盆地白云凹陷烃源岩热史及成熟史模拟[J]. 石油实验地质, 2007, 29(4): 420~425
- 6 马安来, 李贤庆, 钟宁宁等. 新疆三塘湖盆地侏罗系烃源岩的显微组分组成及生烃组分剖析[J]. 江汉石油学院学报, 1997, 19(4): 20~25
- 7 周建林. 利津洼陷和民丰洼陷沙河街组生烃史分析[J]. 江汉石油学院学报, 2004, 26(2): 9~21
- 8 李贤庆, 钟宁宁, 马安来等. 三塘湖盆地侏罗纪煤系烃源岩热演化研究[J]. 煤田地质与勘探, 2003, 31(1): 23~26
- 9 王 建, 马顺平, 韩桂玲. 冀中廊固凹陷火成岩对烃源岩及油气生成的影响[J]. 石油实验地质, 2008, 30(6): 617~621
- 10 郭占谦. 火山活动与石油、天然气的生成[J]. 新疆石油地质, 2002, 23(1): 5~10
- 11 杨文宽. 球状侵入体的散热过程及对干酪根的影响[J]. 石油与天然气地质, 1983, 4(3): 283~293

(编辑 黄 娟)