

柴达木盆地北缘油页岩低伽马控制因素初探

郭望, 姜亭, 张云鹏

中国地质调查局西安地质调查中心, 西安, 710054

油页岩, 典型的富有机质细粒沉积岩, 没有严格的地质和化学上的定义, 任何在一定条件下能够形成现今认为具有商业数量石油的岩石均可认为是油页岩, 包括黑色页岩、沥青页岩、碳质页岩及碳酸盐岩等, 一般具有高的含油(气)率(一般 > 3.5%)、高的有机质(主要指 TOC)含量及高的放射性(自然 GR)。

然而, 在对柴达木盆地北缘(以下称“柴北缘”)中侏罗统大煤沟组七段(J₂d⁷)油页岩进行调查评价中发现, 其 GR 值具有明显低异常特征, 低于与其整合接触的泥岩的 GR 值。类似的低放射性细粒沉积岩在国内外均有发现, 例如我国吐哈盆地中侏罗统三间房组中上部发育有一套低 GR 泥岩, 土耳其 Ankara 地区低 U、Th 浓度的 Çayırhan 沥青页岩, 美国 Montana 西南地区 Phosphoria 组页岩等。

油页岩等细粒沉积岩放射性的控制因素是多样的, 需结合具体的沉积构造环境及岩层自身结构来分析。采用含油率 > 3.5% 的标准大致将油页岩和泥岩段划分开来, 为了反映岩石组成与沉积构造背景变化对于岩石放射性的影响, 本文主要采取对比分析的方法, 对油页岩及上下泥岩均进行组构分析, 而后结合沉积构造背景演化, 对油页岩低 GR 的控制因素进行初步探讨。

1 研究区地质概况

柴北缘西起阿尔金山前, 东至德令哈凹陷大浪—土尔岗构造带的东段, 北界为祁连山前深大断裂, 南界为鄂博梁南缘—陵间断裂—黄泥滩断裂—埃姆尼克山南缘深断裂与盆地中央坳陷带分界, 面积约 33400km² (图 1)。在早侏罗末期—中侏罗初期, 区域构造应力转变, 沉积中心迁移至鱼卡凹陷—大煤沟一带。中侏罗统大煤沟四至七段(J₂d⁴~J₂d⁷)即为该时期的沉积的产物, 自下而上发育有

低位—高位体系域的整个沉积过程, 区内低 GR 油页岩主要赋存在浅湖—半深湖相的 J₂d⁷ 上部地层中, 在大煤沟及鱼卡地区最为发育, 具有发育厚度大、分布面积广、品质好的特征。本文即选取鱼卡凹陷 J₂d⁷ 油页岩进行着重分析。

2 岩石的组构特征

选取资料相对齐全的 Y-1Y 井进行重点分析(图 1)。目的层段为 215.00~275.00m, 含油率及 TOC 实测数据共 103 个点, TOC 范围为 3.70~17.17%, 含油率范围为 0.90~11.50%。测井曲线包括自然 GR, Rt, AC 及 DEN 等。明显可以得出, 含油率及 TOC 异常高值段(约 220.22~239.00m)的 GR 值(55~115API, 均值为 80API)整体低于含油率较低段的 GR 值(88~160API, 均值为 129API)。

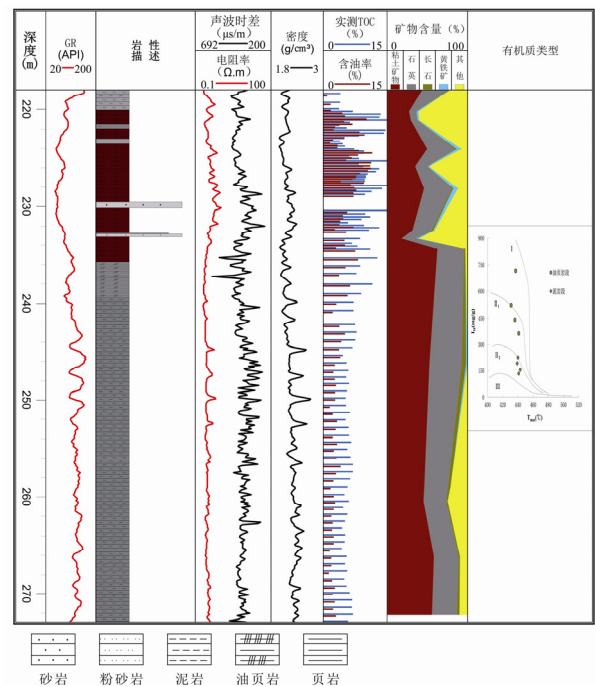


图 1 Y-1Y 井目的层段组构特征综合分析图

收稿日期: 2015-02-02; 改回日期: 2015-02-28; 责任编辑: 费红彩。

作者简介: 郭望, 男, 1986 生, 硕士, 初级工程师, 主要从事石油地质研究。E-mail: geology2010@126.com。

2.1 矿物组成特征

J_2d^7 油页岩及暗色泥岩组成具有较为明显的差别。除个别高值外,油页岩中的粘土矿物、石英及长石含量的均值(37.2%, 22.0%, 1.1%)均小于暗色泥岩的值(51.6%, 34.0%, 3.0%),而黄铁矿含量的均值(2.9%)远高于泥岩的值(0.4%),反应油页岩沉积时期陆源供给减少,水体还原性增强,有利于有机质的保存。

分析具体粘土矿物含量变化可得,与泥岩段相比,油页岩段的蒙脱石、伊/蒙混层及伊利石的含量增加,而高岭石含量减低,加之 J_2d^7 段上部孢粉 *Classopollis* 含量增加,反映气候变干燥的趋势,不利于陆上经常性河流的发育,进而影响到陆源物质的供给。

2.2 地球化学特征

J_2d^7 油页岩及暗色泥岩均为研究区良好的烃源岩,具有较好的生油潜力。对于油页岩,有机质丰度较高,TOC 为 5.50~17.16%,均值达 10.34%; S1+S2 为 24.54~101.23mg/g,均值为 46.36mg/g,反映好—极好的丰度。有机质类型以 II1~I 为主,少部分为 II2 型,为偏生油型。有机质成熟度 (R_o) 为 0.40~0.64%,最高热解峰温 (T_{max}) 为 431~436℃,显示整体处于未—低成熟阶段。与油页岩相比,暗色泥岩的有机质丰度相对较低,TOC 为 3.70~7.83%,均值为 5.66%; S1+S2 为 3.76~10.03 mg/g,均值为 7.40 mg/g,但仍为好—极好丰度的源岩。有机质类型则有明显差异,以 II2 型占绝对优势,少部分为 III1 型,偏生气型,反映陆源高等植物输入比例较大。有机质的成熟度与油页岩的接近,略有升高, T_{max} 为 439~443℃,但仍属于未—低熟阶段。

整体上,有机质的类型自泥岩向油页岩为逐渐

变化,反映陆源高等植物输入比例逐渐减少,而油页岩的丰度大于暗色泥岩的值,说明油页岩沉积时期,湖泊生物可能高度繁盛。

3. 油页岩低 GR 的控制因素初探

结合区内沉积、气候研究成果可知,不同于常规认为温暖湿润的古气候条件利于高品质源岩的形成,研究区 J_2d^7 沉积期对应的古气候为温湿偏干热,同期构造沉降速率大于气候变干导致的湖平面下降速率,使得该时期湖泊规模达到顶峰,形成了灰黑色泥(页)岩和灰褐色油页岩等生油潜力俱佳的烃源岩,但两类源岩的性质是有所差异的。干热气候具有越往后越加强的趋势,导致经常性河流注入减少,有利于还原条件及稳定湖泊水体的发育,进而有利于湖泊中非陆相高等植物来源的 I~II₁ 型有机质的形成,因此在湖侵加强及最大湖泛面条件下发育的油页岩的有机质丰度大于湖侵开始条件下形成的泥(页)岩的有机质丰度。河流注入的减少也意味着陆源碎屑物质输入的减少,由于该时期地层的粘土矿物及放射性元素主要为陆源成因,因此同时也导致粘土矿物及陆源放射性元素的输入减少,使得上部油页岩的粘土矿物含量普遍低于下部泥(页)岩的粘土矿物含量。尽管油页岩具有高的有机质丰度,有利于放射性元素的吸附,但过低的粘土矿物含量影响岩层总的放射性,甚至是决定因素。

初步推断,研究区 J_2d^7 沉积期,温湿但逐步干热的气候条件导致陆源粘土矿物及陆源放射性元素输入有限,形成了最大湖泛期富有机质但放射性有限的低 GR 油页岩。

参 考 文 献 / References

- 柳少鹏,周世新,王保忠,等. 2012. 烃源岩评价参数与油页岩品质指标内在关系探讨[J]. 天然气地球科学, 23(3): 561~569.
- 杨平,杨玉芹,马立协,等. 2007. 柴达木盆地北缘侏罗系沉积环境演变及其石油地质意义,石油勘探与开发, 34(2): 160~164.
- 赵东升,贺鹏,孔红喜,等. 2001. 柴达木盆地粘土矿物特征及其演化. 沉积学报, 19(1): 66~70.
- Roger Ellis. 2009. Oil Shale: A Fuel Lifeline [M]. London: Publisher Mining Journal Ltd., 6.