

羌塘盆地龙尾湖地区中侏罗统布曲组烃源岩评价

杜佰伟, 陈 明, 李忠雄, 陈文彬

(中国地质调查局 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要:通过对羌塘盆地北羌塘坳陷龙尾湖地区羌资1井烃源岩和地表烃源岩特征进行对比分析,从烃源岩岩性、有机质丰度、有机质类型和有机质成熟度等方面揭示了两者之间的差异,对龙尾湖地区布曲组烃源岩进行了评价。研究结果显示,羌资1井烃源岩的有机碳含量为0.1%~0.95%,其平均值明显高于地表烃源岩的有机碳含量,总体为中等—好烃源岩。该区有机质类型以Ⅱ₁—Ⅱ₂型干酪根为主,形成环境主要为还原环境,主要来源于低等水生生物,有机质类型较好。有机质成熟度普遍处于高成熟阶段,但羌资1井有机质演化程度明显比地表样品低。

关键词:烃源岩;有机质丰度;有机质成熟度;布曲组;羌资1井;羌塘盆地

中图分类号:TE122.1

文献标识码:A

文章编号:1009-9603(2010)01-0045-03

羌塘盆地位于青藏高原北部,南北以班公湖—怒江缝合带和拉竹龙—金沙江缝合带为界,东西以缺失侏罗纪地层为界,面积约为 $1.8 \times 10^5 \text{ km}^2$;构造上位于特提斯构造带的东段中部,总体上呈东西向的菱形展布,具有南北分带、东西分区的构造格局^[1-9]。

盆地内三叠系、侏罗系分布广泛,是中国最大的中生代盆地之一。2004年以来,在北羌塘坳陷龙尾湖地区开展了地表石油地质调查和浅钻工程,羌资1井完钻深度为453m,钻遇地层为夏里组底部和布曲组上段。夏里组有机碳含量未达到烃源岩下限标准,且钻遇地层较少,因此,主要研究布曲组烃源岩。笔者将北羌塘坳陷龙尾湖地区羌资1井的烃源岩与邻区的露头烃源岩进行了对比,以揭示该地区布曲组烃源岩的生油前景。

1 岩石类型与有机质丰度

岩石类型 羌资1井钻遇的是布曲组上段,岩石组合主要为局限台地相灰色、深灰色泥晶灰岩、微晶灰岩、生屑灰岩和粒屑灰岩,它们均具有一定的生油能力。在该井附近的黑尖山、向阳湖及那底岗日等地出露与之相对应的布曲组上段,岩石组合主要为深灰色、灰黑色薄—中层状泥灰岩、泥晶灰岩和生物灰岩等。两者在地层、岩石组合、烃源岩层位及岩

石类型上具有可比性。

有机质丰度 采用赵政璋等制定的海相碳酸盐岩烃源岩有机质丰度评价标准,将残余有机碳含量为0.1%作为海相碳酸盐岩烃源岩的下限^[10-13]。在对烃源岩的优劣进行判断时以残余有机碳含量划分标准为主要依据,以生烃潜力、氯仿沥青“A”作为辅助指标(若没有特别说明,有机碳、生烃潜力和氯仿沥青“A”分别代表残余有机碳、残余生烃潜力、残余氯仿沥青“A”),在有机碳和辅助指标判断烃源岩发生矛盾时,以有机碳为主。

羌资1井布曲组灰岩有机碳含量为0.1%~0.95%,平均值为0.27%;生烃潜力为0.01~0.04 mg/g;氯仿沥青“A”含量为0.0014%~0.0041%,平均值为0.0025%。黑尖山、向阳湖及那底岗日3条地表剖面上有机碳含量为0.1%~0.23%,平均值为0.148%。羌资1井与地表烃源岩的有机碳含量平均值相差较大,羌资1井样品该值明显高于地表样品(图1)。地表烃源岩以差—中等烃源岩为主,而羌资1井烃源岩则以中等—好烃源岩为主,少量样品为差烃源岩。两者存在差异的原因可能为:①由于地表烃源岩长时间暴露遭受风化剥蚀作用,可能导致其有机碳含量偏低;②由于羌资1井样品中高有机碳样品含有沥青质,从而导致其平均有机碳含量偏高。如果第1种原因成立,则盆地生油潜力比地表评价的结果好。

收稿日期:2009-10-22;改回日期:2009-12-17。

作者简介:杜佰伟,男,工程师,长期从事青藏高原石油地质研究。联系电话:(028)83231561,E-mail:cddbaiwei@cgs.gov.cn。

基金项目:国家油气专项“青藏高原油气资源战略选区调查与评价”(XQ-2004-06)

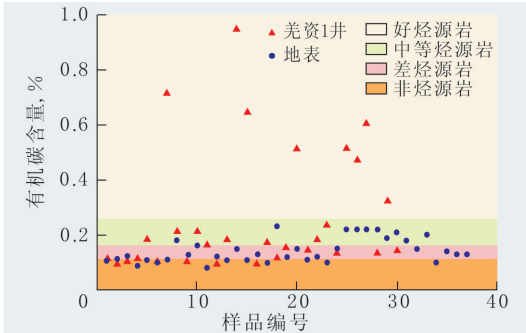


图 1 龙尾湖地区布曲组烃源岩有机碳含量对比

2 烃源岩有机质类型

2.1 不溶有机质

2.1.1 干酪根显微组分分析

地表样品与羌资 1 井烃源岩干酪根的显微组分具有很强的相似性,两者均以腐泥组占绝对优势,其次为镜质组和惰质组,壳质组和沥青组含量则相对较少(表 1)。根据干酪根显微组分、干酪根镜鉴及

表 1 龙尾湖地区布曲组烃源岩干酪根显微组分对比

样品	腐 泥 组, %			壳 质 组, %			沥 青 组, %			镜 质 组, %			惰 质 组, %			类 型
	范围	平均值	样品数	范围	平均值	样品数	范围	平均值	样品数	范围	平均值	样品数	范围	平均值	样品数	
羌资 1 井	66~77	70.5	17	1	1	1	12~17	15.6	6	4~16	9.1	17	7~18	12.8	17	Ⅱ ₁
地表	51~88	67	15	1~3	2	3	1	2	2	3~24	9.8	15	9~38	25.5	15	Ⅱ ₁ —Ⅱ ₂

类型指数进行综合分类发现:羌资 1 井以Ⅱ₁型干酪根为主,Ⅱ₂型干酪根极少;地表烃源岩干酪根类型为Ⅱ₁—Ⅱ₂型,且Ⅱ₂干酪根类型所占比例较羌资 1 井大。因此,羌资 1 井烃源岩的有机质类型略好于地表样品。

2.1.2 干酪根同位素分析

干酪根同位素值是用来描述有机质中¹³C 的微小变化,其大小直接取决于生物母质的同位素组成及发生在干酪根形成和化学演化过程中的同位素分异。同时,它受热演化程度的影响相对较小,因此它是反映干酪根类型的重要参数。地表烃源岩的干酪根¹³C 同位素值为-26.52‰~-19.82‰,平均值为-22.1‰;羌资 1 井烃源岩干酪根¹³C 同位素值为-27.24‰~-12.77‰,平均值为-22.6‰,与羌塘盆地侏罗系海相浮游生物的¹³C 同位素值(-27‰~-22.5‰)非常相似。说明该地区的有机

质主要来源于海相低等水生生物,同时在沉积与成岩作用改造中也有高等植物的输入。由此可见,该区有机质母质类型相对较好,其结果与干酪根镜鉴结果基本一致。

2.2 可溶有机质

2.2.1 氯仿沥青“A”的族组分特征

对比羌资 1 井与地表样品族组分含量发现(表 2),多数样品饱和烃含量较芳烃高,饱和烃与芳烃比值也较大。羌资 1 井与地表样品饱和烃含量平均值分别为 30.17%和 31.43%,饱和烃与芳烃比值平均值分别为 2.74 和 2.37,反映了该地区绝大多数烃源岩有机母质来源于低等生物,少量来源于高等植物的特点。同时,依据各组分的含量确定干酪根类型以腐殖—腐泥型到腐泥—腐殖型(Ⅱ₁—Ⅱ₂)为主,与干酪根镜鉴和干酪根同位素分析结果基本一致。

表 2 龙尾湖地区布曲组烃源岩族组分对比

样品	饱 和 烃, %		芳 香 烃, %		非 烃, %		沥 青 质, %		饱和烃/芳香烃	
	范 围	平均值	范 围	平均值	范 围	平均值	范 围	平均值	范 围	平均值
羌资 1 井	16.84~43.24	30.17	7.32~26.53	13.96	25.26~64.21	38.99	6.32~20.69	12.05	0.77~5.33	2.74
地表	6.06~50	31.43	8~19.23	14.07	23.66~50	35.28	5.56~33.33	19.19	0.48~3.5	2.37

2.2.2 饱和烃气相色谱分析

羌资 1 井与地表样品正构烷烃主峰碳分布具有一定的相似性。羌资 1 井大多呈前高后低的单峰型分布,具有低碳数优势,碳数范围为 nC₁₅—nC₃₂,主峰碳为 nC₁₇(或 nC₁₆, nC₁₈, nC₁₉, nC₂₀),反映母质来源于水生低等生物;而地表样品主峰碳以 nC₁₇, nC₂₂ 和 nC₂₅ 为主,反映母质来源于陆源高等植物,同时混合有低等生物来源。

羌资 1 井与地表样品的 Pr/Ph 值分别为 0.35~0.78 和 0.03~0.72,平均值分别为 0.57 和 0.42,具有较为明显的植烷优势,说明羌资 1 井与地表烃源岩以还原沉积环境为主,显然与低等水生生物的大量参与有关,有机质类型较好。Pr/nC₁₇ 与 Ph/nC₁₈ 主要分布在Ⅱ型—海相藻类Ⅱ型区域(图 2),反映了烃源岩沉积时为咸水和较深水环境,水体安静,为一种比较强的还原环境。

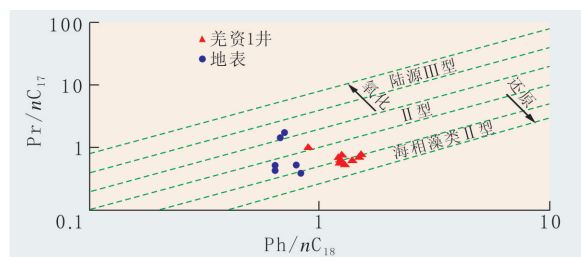


图 2 应用异戊二烯烷烃确定的母质类型

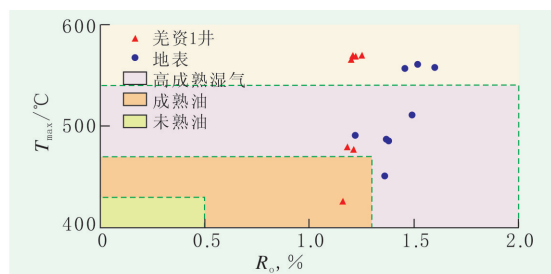
综上所述,羌资 1 井烃源岩有机质类型好于地表烃源岩的有机质类型。

3 烃源岩有机质成熟度

研究羌资 1 井与地表烃源岩样品有机质成熟度以镜质体反射率(R_o)为主,同时也考虑其他能反映其成熟度的指标,如最高热解峰温(T_{max})和饱和烃色谱成熟度特征等。

3.1 镜质体反射率

地表样品的镜质体反射率在数值上要略高于羌资 1 井样品(图 3)。地表样品的 R_o 值为 1.22%~1.60%,平均值为 1.43%,属于高成熟阶段。而羌资 1 井的 R_o 值为 1.18%~1.25%,平均值为 1.20%,属于成熟阶段。在纵向上,两者 R_o 值随埋深变化没有很明显的规律。

图 3 龙尾湖地区布曲组烃源岩 T_{max} 与 R_o 的关系

地表与羌资 1 井样品的 T_{max} 值均较高,分别为 451~558℃ 和 425~569℃,平均值分别为 512 和 521℃,反映烃源岩处于高成熟—过成熟阶段。

3.2 饱和烃色谱成熟度特征

饱和烃气相色谱中奇偶优势比(OEP)和碳优势指数(CPI)均可反映烃源岩的热演化程度,有机质成熟度越高,OEP 和 CPI 值越接近 1.0。

羌资 1 井烃源岩的 OEP 值基本上已接近 1.0,为 0.69~1.2,平均值为 0.96,CPI 值为 0.8~1.46,平均值为 1.15,表明烃源岩均已进入成熟—高成熟阶段;地表样品的 OEP 值为 0.59~1.74,平均值为 1.09,CPI 值为 1.03~1.24,平均值为 1.14,烃源岩

奇碳优势已经消失,碳优势指数也逐渐达到平衡,有机质演化达到高成熟阶段。

4 结论

羌塘盆地北羌塘坳陷龙尾湖地区地表烃源岩有机质丰度比羌资 1 井烃源岩有机质丰度略低,羌资 1 井有机碳含量为 0.1%~0.95%,总体属于中等—好烃源岩,具备很好的生油条件。干酪根显微组分显示两者有机质类型以 II₁—II₂ 型为主,其形成环境以还原沉积环境为主,与低等水生生物的大量参与有关,因而有机质类型较好。该地区有机质演化程度较高,镜质体反射率及饱和烃色谱成熟度标志显示烃源岩处于高成熟阶段。因此,龙尾湖地区中侏罗统布曲组烃源岩生油潜力较大。

参考文献:

- [1] 王剑,谭富文,李亚林,等.青藏高原重点沉积盆地油气资源潜力分析[M].北京:地质出版社,2004:10-24.
- [2] 朱井全,李永铁.藏北羌塘盆地侏罗系白云岩类型、成因及油气储集特征[J].古地理学报,2000,2(4):30-42.
- [3] 陈文彬,廖忠礼,刘建清,等.羌塘盆地扎仁地区中上侏罗统烃源岩生物标志物特征[J].油气地质与采收率,2008,15(5):17-19,23.
- [4] 杨日红,李才,杨德明,等.西藏羌塘盆地中生代构造岩相演化及油气远景[J].长春科技大学学报,2000,30(3):237-242.
- [5] 杜佰伟,陈明.羌塘盆地上侏罗统索瓦组烃源岩分布特征及远景分析[J].石油实验地质,2008,30(2):174-178.
- [6] 李亚林,王成善,黄继钧.羌塘盆地褶皱变形特征、定型时间及其与油气的关系[J].石油与天然气地质,2008,29(3):283-289,296.
- [7] 金玮,王成善,伍新和,等.羌塘盆地托纳木地区上侏罗统索瓦组烃源岩特征[J].油气地质与采收率,2006,13(6):40-42,58.
- [8] 伍新和,张丽,王成善,等.西藏羌塘盆地中生界海相烃源岩特征[J].石油与天然气地质,2008,29(3):348-354.
- [9] 南征兵,李永铁,郭祖军.羌塘盆地油气显示及油源对比[J].石油实验地质,2008,30(5):503-507.
- [10] 杨竞,周莉,张鹏,等.柴达木盆地红沟子构造沟 7 井区烃源岩评价[J].油气地质与采收率,2008,15(2):61-63.
- [11] 赵政璋,李永铁,叶和飞,等.青藏高原羌塘盆地石油地质[M].北京:科学出版社,2001:216-217.
- [12] 胡春余,史文东,田世澄,等.青南洼陷烃源岩地球化学特征及资源潜力研究[J].油气地质与采收率,2007,14(1):40-43.
- [13] 许君玉,田世澄,韩文功,等.阳信洼陷烃源岩地球化学特征[J].油气地质与采收率,2007,14(2):47-50.