

文章编号:1001 - 6112(2006)03 - 0264 - 07

青藏高原羌塘盆地有机相展布与成烃模式

秦建中

(中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所,江苏 无锡 214151)

摘要:青藏高原羌塘盆地中生界海相 J_{3s} 、 J_{2x} 、 J_{2b} 和 T_{3x} 4 套主要烃源层的成烃生物主要为宏观藻类。 J_{3s} 和 J_{2b} 烃源层主要发育 1_1 和 2_2 有机相, J_{2x} 烃源层主要发育 1_1 、 2_2 和木本有机相, 均从盆地或坳陷中部向盆地东北部逐渐变差; T_{3x} 烃源层各类有机相均有发育, 从盆地或坳陷南、北部的 1_1 有机相向中央隆起区逐渐过渡为木本有机相。羌塘盆地中部多正处于成熟中晚期, 侏罗系 1_1 有机相是最有利的生油相带区; 北羌塘坳陷中西部多处于高成熟阶段, 侏罗系 1_1 有机相是有利的凝析油或轻质油气相带区; 羌塘盆地 T_{3x} 1_1 有机相已经处于过成熟, 是有利的生气相带区。

关键词:有机相;成烃模式;海相;中生界;羌塘盆地

中图分类号:TE122.1

文献标识码:A

青藏高原羌塘中生界海相残余盆地纵向上发育三叠系上统肖茶卡组 (T_{3x})、侏罗系中统布曲组 (J_{2b}) 和夏里组 (J_{2x}) 以及侏罗系上统索瓦组 (J_{3s}) 4 套主要烃源层^[1,2]。 T_{3x} 在南、北坳陷次深海盆地相发育一套黑色页岩;中、上侏罗统以碳酸盐岩台地沉积为主,台地凹陷是形成烃源岩的主要场所^[2-5]。烃源岩的成烃生物、有机质类型、有机相的分布及其生烃能力是本文的研究内容。

1 有机岩石学和有机质类型

1.1 成烃生物

羌塘盆地中生界三叠系上统肖茶卡组 (T_{3x}) 到侏罗系上统索瓦组 (J_{3s}) 烃源岩的成烃生物在中部和西部多以内源型生烃母质(包括浮游藻类和宏观藻类)为主,而东部总体上以外源型(陆源高等植物)略占优势。例如,北羌塘坳陷西部 T_{3x} 以宏观藻叶片为主, J_{2b} 和 J_{3s} 以红藻为主,其次为褐藻(表 1);南羌塘坳陷东部 T_{3x} 则以高等植物和底栖褐藻为主,偶见多管藻型囊果, J_{2b} 以高等植物残体、克拉梭粉较为丰富,并见有底栖宏观藻,反映了陆源高等植物输入明显, J_{3s} 则红藻、沟鞭藻和克拉梭粉丰富,且有高等植物的输入^[2]。

1.2 全岩和干酪根有机显微组分

1.2.1 全岩形态有机组分

羌塘盆地 T_{3x} 、 J_{2b} 及 J_{3s} 烃源岩全岩中形态有机质含量多小于 1%,一般为 0.3%~0.5%,碳酸盐岩中为 0.1%~0.5%,泥页岩中多为 1%~2%,油页岩中可达 10%以上。泥质烃源岩中,以原沥青、镜质组、惰质组和动物有机碎屑为主,并有

一定的陆源壳质组和较少的浮游藻类体;碳酸盐烃源岩中,以沥青、惰质组、海相镜质组和动物有机碎屑为主,且浮游藻类体占有一定比例;泥灰岩中有有机组分构成与泥岩相近,但泥灰岩较泥岩含更多的浮游藻类体,而泥岩则具较多陆源壳质组;钙质泥岩具过渡性质,与泥灰岩呈连续变化,其显微组分较多地具泥灰岩的特征。沥青在泥岩和碳酸盐岩中均有分布,但泥岩中以原沥青为主,再循环沥青次之,运移沥青少见,而碳酸盐岩中则运移沥青占绝对优势,其次为原沥青。矿物沥青基质是被矿物颗粒吸附的那部分有机质,在全岩分析中一般不将其看作有机组分,但其对成烃仍具一定贡献,且在干酪根富集时进入无定形。

羌塘盆地 T_{3x} 有机组分以沥青、镜质组、惰质组、藻类体为主,镜状体、动物有机碎屑次之,陆源壳质组含量最少。 J_{2b} 有机组分以沥青和藻类体为主,镜质组和惰质组次之,镜状体再次之,动物有机碎屑偶见,陆源壳质组仅在个别地区见及。 J_{3s} 有机组分以沥青和藻类体为主,陆源镜质组和惰质组次之,海相镜质组较普遍但含量不高,动物碎屑分布局限,陆源壳质组个别地区见及。

1.2.2 干酪根显微组分

羌塘盆地中生界烃源岩中主要发育腐泥组或无定形体(腐泥无定形体、宏观藻无定形体和腐殖无定形体)。腐泥组主要为藻类植物在滞水还原环境及厌氧细菌的参与及作用下经腐泥化作用转化而成的无定形体,它是羌塘盆地主要烃源层占绝对优势的显微组分;无定形体常呈絮状或团絮状、团块状,颜色为褐黄色—棕色,主要含胶质沥青,生物

收稿日期:2005 - 11 - 23;修订日期:2006 - 05 - 15。

作者简介:秦建中(1957—),男(汉族),河北邯郸人,教授级高级工程师,主要从事石油地质和油气地球化学勘探研究工作。

表 1 羌塘盆地主要烃源层中有机质类型

Table 1 The types of organic matters in the main hydrocarbon source rocks in the Qiangtang Basin

层位	坳陷或隆起	地区	典型剖面	沉积相	成烃生物相	岩性	有机组分含量, %						类型指数	有机质类型	
							腐泥组	宏观藻无定形	腐殖无定形体	壳质组	镜质组	惰质组			
J _{3.5}	北羌塘坳陷	东部	雀莫错等	局限台地	红藻为主	灰岩	3 (2)	88 (2)		4 (2)	4 (2)	1 (2)	62 (2)	1	
					甲藻	油页岩	98		1		1	98			
		红藻, 甲藻	泥岩		1 (5)	95 (5)		1 (5)	3 (5)	2 (5)	64 (5)	1			
		红藻, 混源	泥灰岩		7 (4)	24 (4)	62 (4)	2 (4)	2 (4)	3 (4)	52 (4)	1			
		红藻, 甲藻	灰岩		12 (18)	84 (18)		1 (18)	1 (18)	2 (18)	69 (19)	1			
	南羌塘坳陷	东部	安多 114 道班等	开阔台地台凹	混源, 红藻为主	泥岩	3		86	5	2	4	43	1	
						泥灰岩	3 (8)	56 (8)	33 (8)	3 (8)	2 (8)	3 (8)	56 (8)	1	
						灰岩	2 (6)	91 (6)		2 (6)	3 (6)	2 (6)	62 (6)	1	
		西部	鲁雄错等		红藻	灰岩	2	89		1	5	3	58	1	
					红藻	灰岩	1 (6)	94 (6)		2 (6)	1 (6)	2 (6)	65 (6)	1	
J _{2.x}	中央隆起	东部	依仓玛等	台地	红藻	灰岩	1 (6)	94 (6)		2 (6)	1 (6)	2 (6)	65 (6)	1	
					混源, 红藻	碳质泥岩		92		6	2	40	1		
		西部	长蛇山等		红藻为主	泥岩	1 (3)	95 (3)		2 (3)	1 (3)	1 (3)	66 (3)	1	
						泥灰岩		95 (2)		2 (2)	2 (2)	2 (2)	64 (2)	1	
						灰岩		95 (5)		2 (5)	1 (5)	1 (5)	65 (4)	1	
	南羌塘坳陷	东部	安多 114 道班等	三角洲	混源	泥岩	8 (3)		72 (3)	5 (3)	10 (3)	5 (3)	34 (3)	1 - 2	
						灰岩		94		2	4	60	1		
		西部	比洛错		红藻为主	油页岩	51 (9)	39 (9)		2 (9)	3 (9)	4 (9)	73 (9)	1 -	
						泥页岩	18 (6)	74 (6)		3 (6)	4 (6)	3 (6)	65 (6)	1 -	
						灰岩		92		3	2	3	61	1	
J _{2.b}	北羌塘坳陷	东部	雀莫错等	台地	红藻	泥岩	84 (2)		3 (2)	8 (2)	6 (2)	49 (2)	1		
						泥灰岩	97		2	1	65	1			
		中、西部	东湖、向阳湖南等		红藻, 甲藻	灰岩		92 (2)		4 (2)	3 (2)	1 (2)	62 (2)	1	
						泥岩		93 (3)		3 (3)	1 (3)	3 (3)	63 (3)	1	
						泥灰岩		93		2	1	4	61	1	
	南羌塘坳陷	东部	则松一改拉等	台地	褐藻, 红藻	灰岩		94 (19)		2 (19)	2 (19)	2 (19)	63 (19)	1	
						页岩		83 (3)		1 (3)	8 (3)	8 (3)	46 (3)	1	
		西部	鲁雄错等		红藻	灰岩		98		1		1	68	1	
						灰岩	2 (3)	93 (3)		1 (3)	3 (3)	1 (3)	63 (3)	1	
						灰岩		98		1		1	68	1	
中央隆起	东部	依仓玛等	局限台地	红藻, 褐藻	页岩		86 (3)		2 (3)	7 (3)	3 (3)	52 (3)	1 - 2		
					灰岩		81		2	3	14	41	1		
T _{3.x}	北羌塘坳陷	东部		雀莫错等	台地	混源	泥岩	2 (3)	31 (3)	56 (3)	1 (3)	6 (3)	4 (3)	44 (3)	1 - 2
						红藻	泥灰岩		90 (2)		2 (2)	5 (2)	3 (2)	57 (2)	1
		西部		沃若山等		陆源植物	煤				31		8	61	- 52
						泥岩			75 (3)		11 (3)	14 (3)	16 (3)	1	
			红藻			灰岩		94 (7)		2 (7)	2 (7)	2 (7)	64 (7)	1	
	南羌塘坳陷	东部	索布查等	三角洲	陆源植物	煤			12	2	68	18	- 62		
					陆源植物	泥岩		59 (4)	18 (4)	2 (4)	12 (4)	10 (4)	32 (4)	2	
		红藻, 褐藻	泥灰岩			92 (2)			1 (2)	8 (2)	56 (2)	1			
		西部	日阿莎等		泥灰岩		72			17	11	27	2		
					红藻, 褐藻	灰岩		84 (9)		1 (9)	5 (9)	10 (9)	46 (9)	1	
中央隆起	东部	土门等	三角洲	陆源植物	煤			45 (2)	2 (2)	45 (2)	8 (2)	- 18 (2)	2 -		
					泥岩			61 (4)	2 (4)	31 (4)	7 (4)	2 (4)	2 -		

注:表中数字为平均值(样品数)。

母质以宏观底栖藻—红藻类或甲藻为主, 结构藻类体和藻屑等少见。台地亚相、滞水潟湖亚相或微相及盆地相中腐泥组含量一般在 60%~80% 之间, 以 J_{3.5} 和 J_{2.b} 两次最大海侵时期形成的烃源层中干酪根腐泥组含量相对较高。碳酸盐岩中宏观藻无定形体占有绝对的优势, 其含量均在 80% 以上, 大多超过 90%, 真正的腐泥组分较少, 含量一般不超

过 5%, 只在个别地区含量略多, 但也不超过 20%。

羌塘盆地 T_{3.x} 泥质岩中腐泥组含量少, 宏观藻无定形体含量为 0~30%, 腐殖无定形体为主, 含量为 12%~86%。J_{2.b} 碳酸盐烃源岩中宏观藻无定形体占有绝对优势, 含量多超过 90%。J_{2.x} 泥质烃源岩中腐泥组含量一般为 6% 左右, 比洛错一带的油页岩和泥页岩中腐泥组含量可达 80%~

中,饱和烃表现出泥质岩高于碳酸盐岩,北羌塘拗陷高于南羌塘拗陷,东部高于西部; J_2x 和 J_2b 烃源层氯仿沥青“A”族组成中,总体水平两种岩性差别不大,不论是芳烃还是饱和烃,泥质岩均略高于碳酸盐岩,并表现出南羌塘拗陷高于北羌塘拗陷,东部高于西部; T_3x 烃源层氯仿沥青“A”族组成中,碳酸盐岩抽提物的饱和烃含量高,芳烃含量低。

羌塘盆地各烃源层之间可溶有机质地球化学特征具有一定程度的差别,但差别不太明显。 J_{3s} 烃源层重排甾烷含量在南羌塘拗陷东部(安多 114 道班剖面)发育有一个高值区,重排甾烷/规则甾烷比值平均达到了 1.4,而其 - 蜡烷含量却相对很低,平均只有 0.2,Pr/Ph 平均达到 1.28~2.03,它代表了一种相对近陆源、泥质含量高(以泥灰岩居多)、生物极发育、海水深度在潮下带附近(15~25 m左右)、正常海水略显淡化和弱氧化—还原的沉积环境,是形成羌塘盆地侏罗系高丰度富烃源岩的主要沉积环境(近陆源的台地凹陷)。 J_2x 烃源层重排甾烷含量在好烃源岩发育的盆地中部(比洛错剖面)有一个高值区,重排甾烷/规则甾烷比值平均达到了 1.42,其 - 蜡烷含量也很低,平均只有 0.21,Pr/Ph 平均为 1.2,它代表了一种近陆源、泥质含量高(以钙质页岩、泥灰岩居多)、生物极发育、正常海水略显淡化和弱氧化—还原的潟湖沉积环境,也是形成羌塘盆地侏罗系高丰度富烃源岩的主

要沉积环境(近陆源的潟湖)。 J_2b 烃源层重排甾烷含量很低, - 蜡烷含量较高,其沉积水体可能比正常海水咸一些,Pr/Ph 平均小于 0.5,它基本上也是形成羌塘盆地侏罗系有效烃源层的主要沉积环境(半封闭的台地凹陷)。 T_3x 烃源层重排甾烷普遍也较低, - 蜡烷含量一般在 0.3~0.9 变化,为近正常海水沉积,Pr/Ph 平均只有 0.42,也是形成羌塘盆地中生界有效烃源岩的主要沉积环境(盆地)。

2 主要烃源层有机相

羌塘盆地中生界主要海相烃源层有机相带^[7]的划分和确定是根据上述沉积相带、生物相带、类型指数、干酪根 ^{13}C 、重排甾烷、 - 蜡烷、Pr/Ph 及有效烃源岩等综合分析、归纳和判定的。

2.1 侏罗系

羌塘盆地上侏罗统索瓦组(J_{3s})烃源层主要发育红藻有机相和混源有机相,木本有机相在盆地周边也有发育,甲藻有机相则基本上无分布(图 1)。红藻有机相(1)发育在盆地的中部,呈北西至南东向不规则条带状分布,它与台地相中相对深水和相对稳定的台地凹陷或盆地基本上相符,与干酪根类型指数、 ^{13}C 、Pr/Ph 等也基本上相符,并与碳酸盐岩和泥页岩有效烃源岩厚度和残余有机质丰度的分布趋势具有一定程度的相似性;混源有机相(2)则主要分布在盆地东部和西部的大部分地

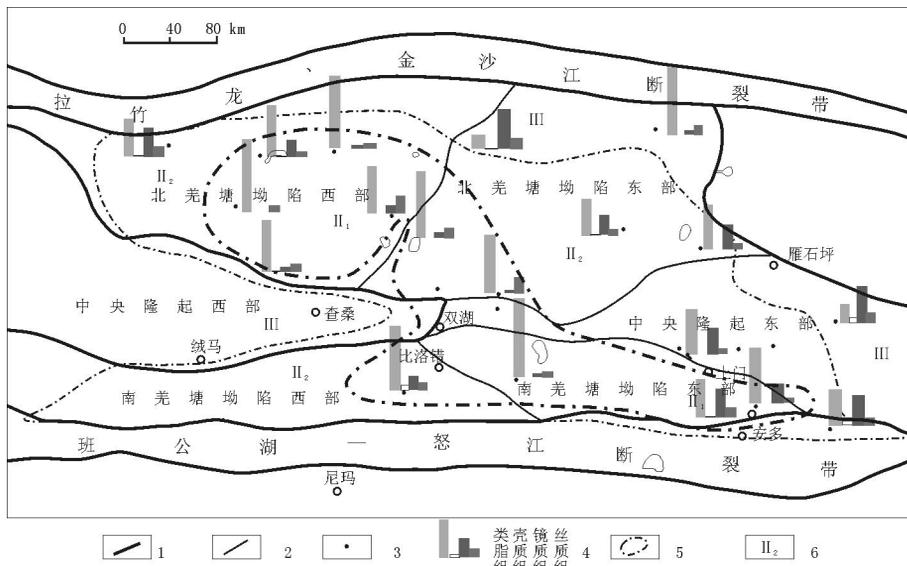


图 1 羌塘盆地上侏罗统索瓦组(J_{3s})海相烃源层有机相平面分布

1. 盆地或深断裂边界;2. 拗陷或隆起边界;3. 样品点位置;4. 显微组分含量;5. 有机相边界;6. 有机相类型
· 藻类相; 1. 浮游生物混合有机相; 2. 生物混合有机相; · 木本相

Fig. 1 Plan-distribution sketch of the organic facies in marine hydrocarbon source rocks in the Upper Jurassic Sowa Formation (J_{3s}), the Qiangtang Basin

区;木本有机相()只分布在北羌塘坳陷北部、盆地东部和南羌塘坳陷西部等周边地区。羌塘盆地 $J_{3.5}$ 烃源层有机相总的分布趋势是,从盆地或坳陷中心呈北西至南东向不规则条带状分布的红藻有机相向北东和南西过渡为混源有机相,再向盆地周边逐渐过渡到木本有机相。

羌塘盆地中侏罗统夏里组(J_{2x})烃源层主要发育红藻有机相、混源有机相和木本有机相。红藻有机相()的范围相对较小,发育在盆地的中西部,呈北西至南东向分布;混源有机相()则主要分布在盆地西部和中东部的大部分地区,呈北西至南东向分布;木本有机相()分布在盆地东北部的大面积区域。羌塘盆地 J_{2x} 烃源层有机相总分布趋势是,从盆地或坳陷中部呈北西至南东向分布的红藻有机相向北东和南西过渡为混源有机相,再向盆地东北部逐渐过渡到木本有机相。

羌塘盆地中侏罗统布曲组(J_{2b})烃源层发育大面积红藻有机相和混源有机相。红藻有机相()发育在北、南羌塘坳陷靠近中央隆起的大部分地区;混源有机相()分布在盆地边缘的周边地区。

2.2 上三叠统肖查卡组(T_{3x})

羌塘盆地 T_{3x} 烃源层发育有甲藻有机相、红藻有机相、混源有机相和木本有机相(图 2),是有机相带发育最全的层位。甲藻有机相()可能发育在北、南羌塘坳陷的南、北两侧,它的沉积相应与深水盆地相有关,但是盆地相多与浊积亚相相伴

随;红藻有机相()发育在北、南羌塘坳陷靠近断裂带的北部和南部大部分地区;混源有机相()分布在南、北羌塘坳陷与中央隆起接合部位;木本有机相()发育在中央隆起上,沉积相与典型的海陆过渡相(沼泽相、三角洲相等)相符。羌塘盆地 T_{3x} 烃源层有机相总的分布趋势是,从盆地或坳陷南、北部的甲藻有机相或红藻有机相向中央隆起区逐渐过渡为木本有机相。

2.3 中生界烃源层有机相对比

从上述各层烃源岩有机相的分布来看,以南、北羌塘坳陷中部最好,主要发育红藻有机相;北羌塘坳陷西部和南羌塘坳陷东部也很好,主要为红藻有机相或混源有机相;北羌塘坳陷东部和南羌塘坳陷西部较好,主要为混源有机相和红藻有机相(北羌塘坳陷东部)及木本有机相;中央隆起区较差,主要是木本有机相和混源有机相。羌塘盆地中生界海相烃源层红藻有机相分布面积最大的是 J_{2b} ,约 $7 \times 10^4 \text{ km}^2$,几乎占南、北羌塘坳陷总面积的一半; $J_{3.5}$ 和 T_{3x} 烃源层红藻有机相分布面积也较大,约 $4.5 \times 10^4 \text{ km}^2$; J_{2x} 烃源层红藻有机相分布面积相对较小,约 $1.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。此外,可能只有 T_{3x} 烃源层发育有少量的甲藻有机相。混源有机相面积最大的是 J_{2x} 和 $J_{3.5}$,分别为约 $8 \times 10^4 \text{ km}^2$ 和 $7 \times 10^4 \text{ km}^2$,约占南、北羌塘坳陷总面积的一半; J_{2b} 和 T_{3x} 烃源层混源有机相面积也较大,约 $6 \times 10^4 \text{ km}^2$;中侏罗统雀莫错组(J_{2q})—下侏罗统曲色

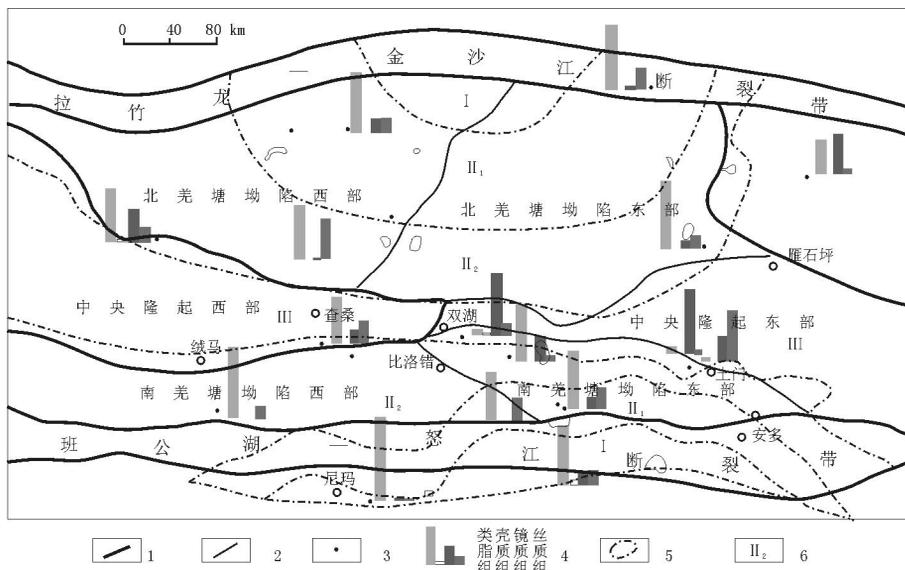


图 2 羌塘盆地上三叠统肖查卡组(T_{3x})海相烃源层有机相平面分布

1. 盆地或深断裂边界;2. 坳陷或隆起边界;3. 样品点位置;4. 显微组含量;5. 有机相边界;6. 有机相类型
· 藻类相; · 浮游生物混合有机相; · 生物混合有机相; · 木本相

Fig. 2 Plan-distribution sketch of the organic facies in marine hydrocarbon source rocks in the Upper Triassic Xiaochaka Formation (T_{3x}), the Qiangtang Basin

组(J_{1q})烃源层也有约 $1 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的混源有机相。木本有机相则以上侏罗统雪山组(J_{3x})和 $J_{2q} \rightarrow J_{1q}$ 分布面积最大,几乎为整个盆地;4 套主要烃源层中以 J_{2x} 木本有机相最发育,约 $4 \times 10^4 \text{ km}^2$, T_{3x} 烃源层在整个中央隆起和盆地东部几乎全部为木本有机相, J_{2b} 和 J_{3s} 烃源层木本有机相发育最小,不超过 $0.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 和 $1.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

因此,按有机相好坏对羌塘盆地中生界海相烃源层进行排队,从好到差的顺序是 $J_{2b} \rightarrow J_{3s} \rightarrow T_{3x} \rightarrow J_{2x} \rightarrow J_{2q} \rightarrow J_{1q} \rightarrow J_{3x}$ 。

3 不同有机相生排烃模式

羌塘盆地中生界海相甲藻有机相、红藻有机相、混源有机相和木本有机相烃源层的生烃模式(图 3)是根据本区演化程度相对最低的未成熟—成熟海相烃源岩人工热模拟实验并结合羌塘盆地中生界海相烃源层的实际地质条件归纳、提炼、修正和综合而得出的^[8-11]。

甲藻有机相烃源岩生烃能力极强,在成熟阶段是生油的,而且在未成熟阶段能够形成未熟油(图 3a)。未成熟阶段 R_o 小于 0.5%,古地温小于

75℃,古埋深一般小于 2 250 m,在 R_o 为 0.35%~0.55% 的未成熟晚期可以形成重质未熟油(最高生烃量 150 kg/t)。低成熟阶段 R_o 为 0.5%~0.8%,是干酪根大量热降解形成正常偏重低熟油阶段(最大累积生烃量 420 kg/t),生气量很低。成熟阶段 R_o 为 0.8%~1.35%,是干酪根大量热降解和早期热降解产物开始再裂解形成正常—轻质原油和天然气阶段,生油量大,生气量也大,累积最大生烃量约 650 kg/t。高成熟阶段 R_o 为 1.3%~2.0%,是早期热降解产物大量裂解和干酪根热降解形成凝析油和湿气阶段,累积最大生烃(凝析油和湿气)量约 690 kg/t。过成熟阶段 R_o 大于 2.0%,是热裂解甲烷阶段,热裂解甲烷累积可超过 700 kg/t。羌塘盆地中生界甲藻有机相烃源岩目前多处于成熟—过成熟阶段, T_{3x} 几乎均已处于过成熟阶段。

红藻有机相烃源岩生烃能力强,在成熟阶段是生油的,生烃模式与甲藻有机相基本相同,不同的是在未成熟、低成熟和成熟阶段生油量相对减少了(图 3b)。低成熟—成熟阶段干酪根的最大累积生油量约为 300 kg/t,在过成熟阶段累积最大生烃量不超过 540 kg/t。羌塘盆地中生界红藻有机相烃

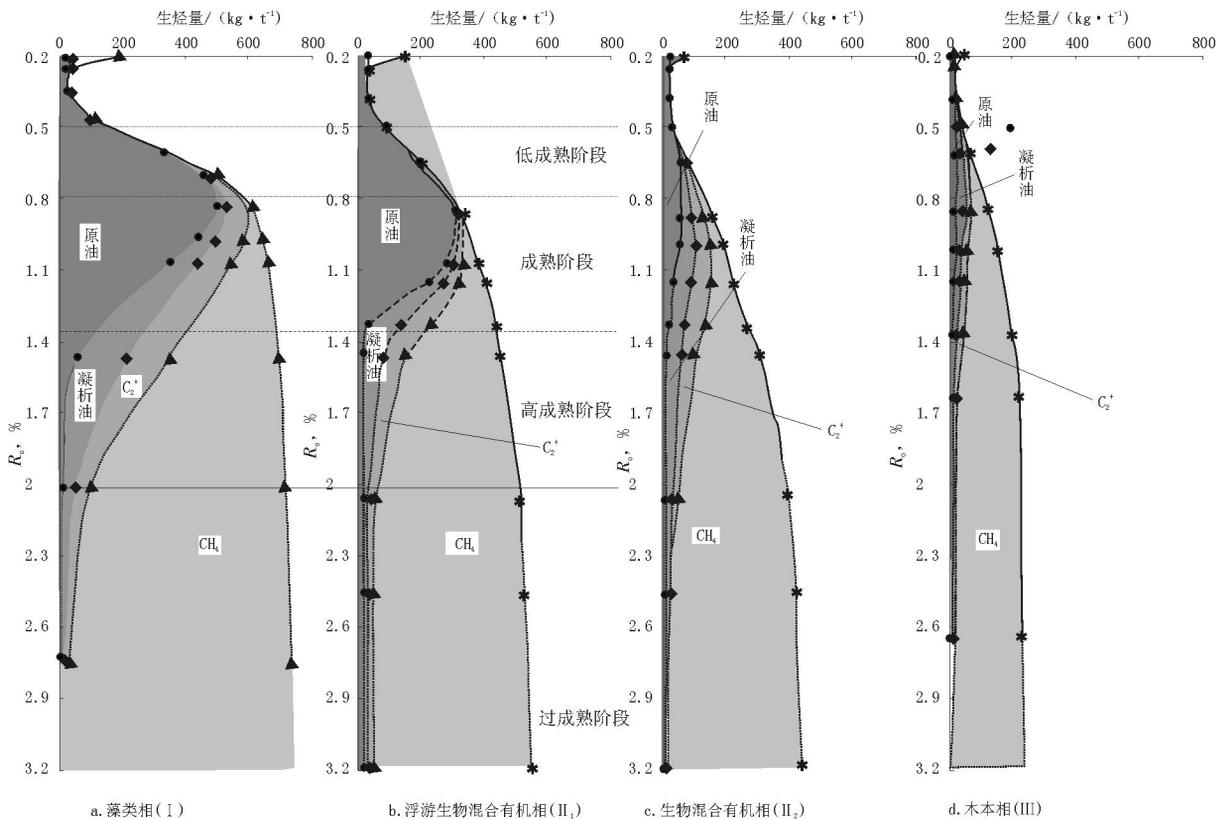


图 3 羌塘盆地中生界海相烃源层不同有机相的生烃模式

Fig. 3 The hydrocarbon-forming models of the different organic facies in the Mesozoic marine hydrocarbon source rocks in the Qiangtang Basin

源岩在盆地或南、北羌塘拗陷的中部目前正处于成熟—高成熟阶段,主要是生轻质油和天然气的,盆地南、北部 T_3x 红藻有机相烃源岩则已经处于过成熟阶段。

混源有机相烃源岩生烃能力较强,在成熟阶段生成轻质油和天然气(图 3c)。低成熟阶段干酪根开始大量热降解形成正常偏轻或轻质原油及天然气,最大生油量一般不超过 80 kg/t;成熟阶段干酪根大量热降解及早期热降解产物开始再裂解形成轻质油和天然气,油、气量相当,累积最大生烃量约 250 kg/t;高成熟阶段累积最大生烃(凝析油和气)量一般不超过 400 kg/t;过成熟阶段累积最大生烃(甲烷气)量约 430 kg/t。羌塘盆地中生界混源有机相分布范围相对最大,多处于成熟—过成熟阶段,主要是生气的,盆地中部也可以生成轻质油或凝析油和天然气。

木本有机相烃源岩生烃能力较差,在成熟阶段生成凝析油或轻质油和天然气,缺少低成熟阶段(图 3d)。未成熟阶段 R_o 小于 0.6%;成熟阶段 R_o 为 0.6%~1.2%,干酪根开始大量热降解形成凝析油或轻质油和天然气,生烃量相对较低,累计最大生烃量一般不超过 190 kg/t;高成熟阶段 R_o 为 1.2%~1.8%,生成凝析油和天然气的量相对混合有机相小了许多;过成熟阶段累计最大生甲烷量也不超过 220 kg/t。羌塘盆地中生界木本有机相分布范围相对较小,主要分布在中央隆起和盆地东部,多处于成熟—过成熟阶段,主要是生气的。

4 结论

1) 羌塘盆地中生界主要烃源层成烃生物主要为宏观藻类、沟鞭藻和克拉梭粉,其次为高等植物的叶角质层、动物有机体和疑源类等,红藻是研究区烃源层最主要的生烃母质。

2) 羌塘盆地 J_{3s} 和 J_{2b} 烃源层主要发育 $_1$ 和 $_2$ 有机相,木本有机相在盆地周边也有发育,从盆地或拗陷中心向盆地周边变差。 J_{2x} 烃源层主要发育 $_1$ 、 $_2$ 和木本有机相,从盆地或拗陷中部向盆地东北部逐渐变差。 T_{3x} 烃源层各类有机相均有发育,从盆地或拗陷南、北部的 $_1$ 有机相向

中央隆起区逐渐过渡为木本有机相。

3) 南羌塘拗陷东部 J_{3s} 富烃泥灰岩和中部 J_{2x} 富烃钙质页岩主要由藻类遗体构成,浮游生物和陆生植物都很发育,为潮下带的静水或弱动荡、强还原的台地凹陷或潟湖亚相。它们与盆地相一起是羌塘盆地形成好烃源岩的有利有机相带。

4) 羌塘盆地中生界海相烃源岩 $_1$ 有机相生烃能力强,在成熟阶段是生油的; $_2$ 有机相生烃能力较强,在成熟—高成熟阶段生成轻质油或凝析油和天然气;木本有机相生烃能力差,主要生成天然气。羌塘盆地中部侏罗系 $_1$ 有机相发育的主要地区多正处于成熟中晚期,是最有利的生油相带区;北羌塘拗陷中西部侏罗系 $_1$ 有机相目前多处于高成熟阶段,是有利的凝析油或轻质油气相带区;羌塘盆地 T_{3x} $_1$ 有机相目前已经处于过成熟,是有利的生气相带区。

参考文献:

- 秦建中. 青藏高原羌塘盆地中生界主要烃源层分布特征[J]. 石油实验地质, 2006, 28(2): 134~141
- 赵政璋, 秦建中, 许怀先等. 青藏高原海相烃源岩的油气生成[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 1~648
- 秦建中. 青藏高原羌塘盆地海相烃源层的沉积形成环境[J]. 石油实验地质, 2006, 28(1): 8~14
- 沈启明, 纪有亮. 青藏高原中生界沉积相及油气储盖层特征[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 24~117
- 罗本家. 羌塘盆地油气有利勘探区块[J]. 石油与天然气地质, 1996, 17(1): 58~61
- 秦建中, 刘宝泉, 国建英等. 关于碳酸盐烃源岩的评价标准[J]. 石油实验地质, 2004, 26(3): 281~286
- 翟光明. 北京石油地质会议报告论文集[M]. 北京: 石油工业出版社, 1987. 1~452
- 刘宝泉, 蔡冰, 方杰. 上元古代下马岭组页岩干酪根的油气生成模拟实验[J]. 石油实验地质, 1990, 12(2): 147~161
- 秦建中, 刘宝泉. 海相不同类型烃源岩生排烃模式研究[J]. 石油实验地质, 2005, 27(1): 74~80
- Jones R W. Comparison of carbonate and shale source rocks [A]. In: Palacas J G ed. Petroleum geochemistry and source rock potential of Carbonate rocks: AAPG Studies in Geology [C]. Tulsa: AAPG, 1984. 163~180
- Sassen R, Moore C H, Meendsen F C. Distribution of hydrocarbon source potential in the Jurassic Smacooover Formation [J]. Organic Geochemistry, 1987, 11(3): 379~383

(下转第 275 页)

THE THERMAL EVOLUTION HISTORY AND OIL AND GAS GENERATION HISTORY OF MAIN SOURCE ROCKS IN THE NANPANJIANG BASIN

Zhao Mengjun¹, Zhang Shuichang¹, Zhao Ling², Liu Peichu²

(1. *Research Institute of Exploration and Development, PetroChina, Beijing 100083 China;*

2. *Guizhou Research Department of Institute, Southern Petroleum Exploration and Development Corp, SINOPEC, Guiyang, Guizhou 550000, China)*

Abstract : The restoration of oil and gas generation is very difficult since the over mature source rock experienced multi - stage tectonic movements in the Nanpanjiang Basin. The paper has discussed the thermal evolution history and oil and gas generation history of the main source rock based on two chemical kinetics methods. By the study of source thermal evolution, it shows that the source rock of Middle and Lower Devonian entered into over mature stage in Late Hercynian to Early Indosinian and had different thermal evolution in different areas. And by the study of oil and gas generation, it shows that the crude oil from Middle and Lower Devonian source rock cracked completely into methane gas in the end of Late Permian or the beginning of Early Triassic in the east of Nanpanjiang Basin and in Late Triassic in the west of Nanpanjiang Basin.

Key words : source rock; thermal evolution; oil and gas generation; Devonian; the Nanpanjiang Basin

(continued from page 270)

THE ORGANIC FACIES DISTRIBUTION AND HYDROCARBON FORMING MODEL IN THE QIANGTANG BASIN, QINGHAI-TIBET PLATEAU

Qin Jianzhong

(*Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China*)

Abstract : The main Mesozoic marine hydrocarbon source rocks developed in T_{3x}, J_{2b}, J_{2x} and J_{3s} formations in the Qiangtang Basin, Qinghai-Tibet Plateau. Macro-algae are the main hydrocarbon-forming organisms in these hydrocarbon source formations. The I_1 and I_2 organic facies developed in the J_{3s} and J_{2b} formations. The I_1 , I_2 and lignosa organic facies developed in the J_{2x} formation. They are getting poorer and poorer from the center of the basin or depressions to the northeast of the basin. In the T_{3x} formation all types of above mentioned organic facies developed. The I_1 or I_2 organic facies gradually transited into lignosa organic facies from the south and north of the basin or depressions towards the central uplifted area. The source rocks in the center of the Qiangtang Basin are in the middle to late stages of mature and the Jurassic I_1 organic facies are the most favorable oil-generation facies. The source rocks in the center and west of the north Qiangtang Depression are in the stage of high-mature and the Jurassic I_1 organic facies are the favorable condensate oil- or light oil- and gas-generation facies. The I_1 organic facies in the T_{3x} formation in the Qiangtang Basin are over mature at present. They are the favorable gas-generation facies.

Key words : organic facies; hydrocarbon-forming model; marine; Mesozoic; the Qiangtang Basin