

烃源岩热模拟实验的应用

张旭升 王远坤 周永红

(胜利油田职工大学, 东营, 257004)

本文以新疆和田探区样品为实验样品, 以东营地区样品为标样, 采用快速热模拟实验方法, 初步评价了该区烃源岩的生烃量, 为下一步勘探目标提供依据。

关键词 烃源岩 热模拟实验 新疆和田

第一作者简介 张旭升 男 31 岁 讲师 地质力学及石油地质

新疆和田探区是我国“稳定东部, 发展西部”的主力战场之一。综合近年来对和田探区的研究工作, 利用与化探有关的实验方法, 分析、评价烃源岩, 为详细勘探打下一个良好的基础。

1 热模拟实验法

针对和田探区源岩演化程度较高的特点, 采用快速模拟实验的方法, 对区内烃源岩的生烃能力作出评价。该方法是将少量样品(只需几克的岩样或煤)装入特制的不锈钢管内, 在一定的温度下加势一段时间(一般以 1 小时为宜), 使样品中的干酪根充分裂解反应, 将气体产物收集, 计量, 并进行组分分析。实验过程中采用可靠的标样, 借助标样所得的参数对样品进行合理的修正, 分析生成的气组分, 结合烃气生成量图版, 便可提供烃源岩自 $R = 0.25\%$ 至 $R = 4.00\%$ 不同演化阶段的生烃气量, 已生成的烃气量和尚存的生气量参数。

快速评价所提供的参数为不同演化阶段的生烃(油与气)量, 除此之外还可以根据要求确定样品的历史生烃气量、历史生油量、生烃气潜量、生油潜量等参数, 识别烃源岩的有机质类型。属于国内首创的技术。

2 研究区烃源岩的模拟评价

表 1 中给出了一些样品的模拟生烃气量, 该量为样品所代表的烃源岩可生烃气的类积总量, 称为

终极生烃气量。从表中可以看出, 各样品的终极生烃气量差别较大, 这是因为烃源岩的物质来源比较复杂。研究区的沉积相由海相向陆相转变, 地域较广, 因而很容易造成不同地区、不同的层位沉积物源有较大的差别。通过表 1 与表 2 的比较可知, 研究区源岩生烃量比东营地区普遍要低, 这是因为实验所提供的参数, 为单位重量的残余有机碳生烃气量, 而残余有机碳则是指源岩在某一演化阶段时的有机碳(有效碳)。由于源岩在深化过程中要不断地生烃, 因而对某一源岩来讲, 随演化程度的增高, 有机碳含量是逐渐降低的。尽管如此, 这部分残余有机碳总是具有一定生烃能力的。根据热解资料, 研究区源岩中有较高的残余碳含量, 因而会有计算过程中生气量偏低的现象。究竟残碳的量有多大, 目前还不能确定, 有待进一步研究。表 3 为根据干酪根各组分含量计算的生烃气量, 其中较少地考虑残碳的混入, 这个结果反映的生烃气量相比而言是比较高的。

表 4 为 3 个不同岩性样品根据模拟实验得出的阶段生烃气量, (油+气)量的参数表, 图 1、2、3 为投产率曲线。可看出源岩岩性不同, 演化特征也明显不同。

根据曲 4、民参 1、玛参 13 口井 5 个样品的模拟结果, 其中 3 个灰岩样品干酪根类型较好, 分别为 1、2 型, 而生气量却较低, 两个泥岩样品有机质类型较差, 为 3 和 4 型, 却有较高的生气量, 如表 1 所示, 这可能是因为灰岩中含有较少量的粘土矿物, 使得反应速度相对较慢, 至于造成这一差别的机理, 也有待于进一步研究。

表1 探区样品模拟生烃量

样品来源	井深 (m)	岩性	地层	干酪根 类型	R° (%)	有机碳 (%)	终极生烃量 (kg/tC _残)
曲4	4718.2	深灰色灰岩	C		0.8	6.03	191
民参1	3771.4	生屑灰岩	C	1	0.7	0.77	226
民参1	3973	黑色碳质泥岩	C		0.7	1.27	251
民参1	3756.2	泥质灰岩	C	2	0.7	0.47	258
玛参1	3510	灰色泥岩	P	2	0.5	0.51	931
巴东2	4101.6	褐灰色灰质泥岩	O			0.14	226
巴东2	4186	深灰色泥质灰岩	O			0.17	285
SK- - 4/2	露头	黑色碳质页岩	O _{-1.2.3}			1.8	567
SC- - 11	露头	深灰色泥岩	J ₁₊₂			0.44	201
SC- - 26	露头	泥岩	C ₂₁			0.79	192
SC- - 28	露头	灰黑色硅质灰岩	C ₂₁			0.14	359
SC- - 155/2	露头	灰色泥岩	P ^{1P}			0.2	207
SK- - 11	露头	灰黑色泥岩	O _{2y}			0.74	229
SK- - 4	露头	白云质灰岩	-C ₁			0.56	299

表2 东营地区模拟样品参数表

编号	样品	类型	干酪根组分含量(%)				终极生气量 (m ³ /tC _残)		Q _J /Q _s	误差 (%)
			A	B	C	D	实测 Q _s	计算 Q _c		
1	桩88		90.6	7.4	2.0	0	936	874.6	0.93	-7
2	利14		93.7	6.3	0	0	964	884.9	0.92	-8
3	纯11		93.7	4.0	2.3	0	731	881.7	1.21	+21
4	草13-15	1	76.4	6.7	16.9	0	766	819.7	1.07	+7
5	罗30	1	84.7	7.0	8.3	0	755	851.7	1.13	+13
6	营10	2	2.30	66.7	26.0	5.0	598	611.1	1.02	+2
7	昌25	1	7.00	12.3	78.7	2.0	607	559.4	0.92	-8
8	孤南31	2	8.70	25.7	18.3	47.3	455	485.0	1.07	+7

表 3 根据镜下鉴定结果计算的有机生烃气量

井号	深度 (m)	层位	岩性	类型	腐泥组	壳质组	镜质体	计算生烃气量 (m ³ /tC _残)
SC- - 9/4	叶尔羌群	J ₁₊₂	深色灰岩		30.7	3.7	65.7	642.36
SK- - 10	沙依里克	C ₂₊₃	黑色灰岩	2	47.0	25.3	27.7	734.02
巴东 2	2040	P	灰色灰岩	2	8.7	51.7	39.7	625.96
巴东 2	3169	C	煤		31.0		69.0	637.8
巴东 2	3172	C	煤		6.0	30.7	63.3	585.78
巴东 2	3521.8	C	灰色泥质灰岩	2	2.3	77.7	20.0	637.52
玛参 1	2438	P	灰色泥岩	2	44.0	23.7	32.3	720.38
玛参 1	3510	P	灰色泥岩	1	68.7	1.7	29.7	783.96
玛参 1	3847.1	C	含碳质夹煤层	1	76.7	1.7	29.7	783.96
玛参 1	3848.9	C	泥岩夹煤层		28.0	4.0	68.0	632
民参 1	3756.2	C	泥质灰岩	2	15.0	56.7	28.3	656.38
民参 1	3771.4	C	深灰色生屑灰岩	1	67.0	12.3	20.7	791.82
民参 1	3775.7	C	深灰色生屑灰岩	2	36.3	20.3	43.3	685.84
民参 1	3807	C	深灰色泥岩	2	61.0		39.0	751.8
民参 1	3873.04	C	黑色碳质泥岩		6.0	32.3	61.7	588.02
棋北 2	2918.19				4.7	0.7	94.7	539.36
曲 4	4279.6	C	深灰色灰岩		88.3	1.0	10.7	856.94
曲 4	4218.2		深灰色灰岩	1	87.7	0.0	12.3	853.26
曲 4	4745.37		深灰色灰岩	2	2.0	62.3	35.7	614.82
曲 4	4755.5		深灰色灰岩		98.0	0.0	2.0	892.4
曲 4	4889.6		油浸粉砂岩		92.3	1.0	6.7	872.14
山 1	3583	C	深灰色灰岩	2	23.4	46.0	30.7	549.2
山 1	3720.3	C	深灰色砾屑灰岩	1	72.0	14.3	13.7	813.62
塘北 2	4539.2	C	深灰色灰岩	2	5.3	80.7	14.0	653.12
玛参 1	5532.5		深灰色生屑灰岩		92.0	2.7	5.3	873.38

表 4 3 种不同典型样品的不同演化阶段生烃参数

R° (%)	玛参 1 井 (泥岩)			SK- - 4/2 (页岩)			SV- - 28 (灰岩)		
	气烃体积 (m ³ /tC _残)	气烃重量 (kg/tC _残)	(气油)重 (kg/tC _残)	气烃体积 (m ³ /tC _残)	气烃重量 (kg/tC _残)	(气油)重 (kg/tC _残)	气烃体积 (m ³ /tC _残)	气烃重量 (kg/tC _残)	(气油)重 (kg/tC _残)
0.4	26	28	54	26	38	115	26	24	37
0.5	48	51	94	48	67	208	48	44	60
0.65	75	83	190	112	151	390	64	59	103
0.75	85	101	227	155	208	483	73	67	120
0.85	116	124	254	206	274	563	82	76	136
1	159	166	285	269	350	602	100	93	158
1.25	214	217	329	350	443	657	129	121	183
1.5	265	266	354	425	527	694	156	145	203
2	348	344	394	543	653	745	204	189	230
2.25	383	368	412	601	714	761	221	203	232
2.5	413	390	420	657	766	775	246	220	243
2.75	429	400	429	698	786	796	260	230	251
3	455	420	438	726	806	813	275	243	260
3.25	495	439	441	769	823	829	304	258	264
3.5	512	450	451	824	843	844	327	275	276
3.75	541	457	458	881	853	854	339	276	276
4	567	471	472	931	860	861	359	287	278

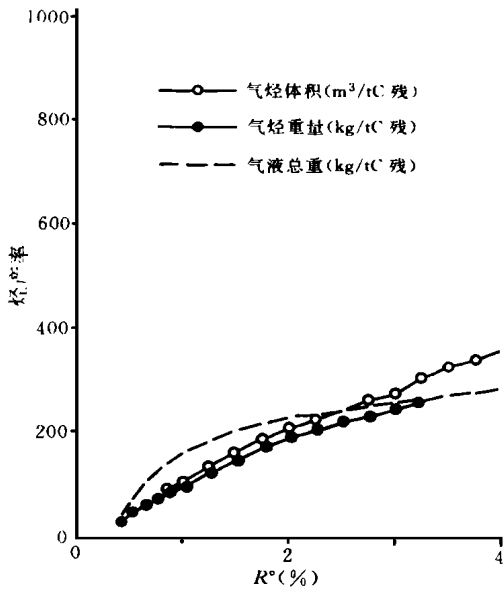


图1 SC-V-灰岩生烃曲线

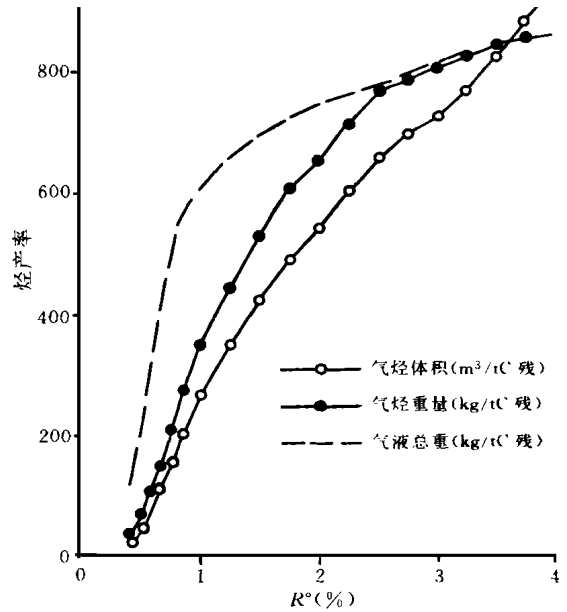


图3 玛参1井泥岩生烃曲线

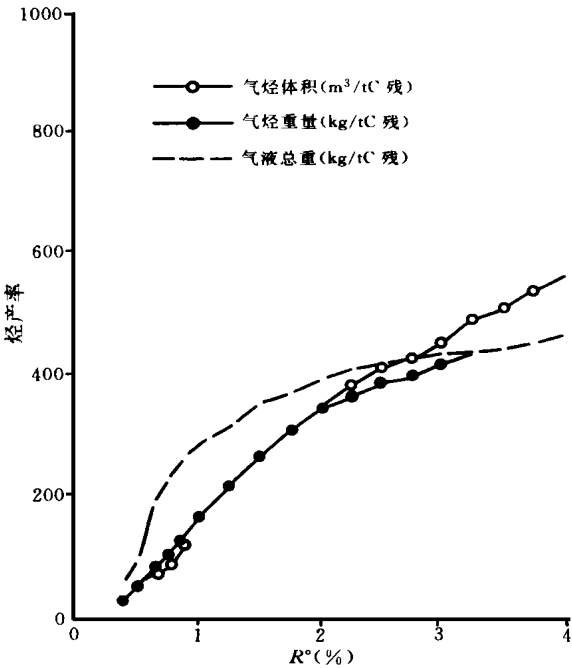


图2 SK-页岩生烃曲线

南部的喀什—皮山地区;而另一种观点则认为:目前发现的油气资源极少来自石炭系、二叠系、这个量与塔西南地区石炭系、二叠系地层良好的指标和广泛的分布所应该生成的油气资源极度不符,因此,认为本区主要烃源岩应为寒武系、奥陶系地层,该层为**主力油源层。石炭系、二叠系作为烃源岩的贡献应排在其后,但也不否认该层在塔西南地区有可能成为重要烃源岩。

本研究对塔西南地区潜在烃源岩层作了系统取样,在尽最大可能采集本区生油岩样品的基础上,又在几个露头区采集了部分样品,以对井中样品作补充,力求能用周边的样品尽量地反映胜利和田探区的地下生油岩情况。塔里木盆地的成油性具有其独特性,对于这样一个有着较高演化程度的盆地,显然有别东部含油气盆地,因此对烃源岩的评价标准,尤其是对碳酸盐岩的评价标准,是一个较为复杂的问题。

本次研究所做分析化验样品较多,但由于样品在层位和平面分布上很不均匀,因此,对有些层位的反映不尽合理,其结果是本阶段对该区的一个初步认识。利用有机碳、氯仿沥青“A”、热解 S_{1+2} 、岩石热蒸发烃、酸解气态烃、烃源岩的 T_{max} 、镜质体反射率(R_p)和干酪根镜检的有机质类型这些参数,作为一种传统的评价烃源岩方法,实践证明是行之有效的。

对于上第三系中新统,两个玛参1井的3个样

3 烃源岩层分级与主力烃源层初探

塔西南坳陷的潜在烃源层,即下古生界寒武系、奥陶系、上古生界石炭系、二叠系、中生界侏罗系中下统、中生界上白垩统至下第三系和上第三系这6套地层,经过塔里木盆地历年勘探的总结,存在着两种观点,对塔西南坳陷一种观点认为:油源层以石炭—二叠系为主,其次为寒武系、奥陶系,再次是侏罗系和上白垩统至下第三系,且烃源岩集中分布在西

品有机质丰度都很低,除曲 5 井暗色泥岩达到较好烃源岩标准外,其余皆为非烃源岩。该套地层第三系在西南坳陷广泛分布,最厚处位于莎车—叶城以西地区,和田探区该套生油层厚度小于 100m,以泻湖、盐沼相为主,综合认为是一套较差的生油岩系。但由于很低,西南坳陷和田探区当以石炭系、二叠系为主力生油层,其中尤以石炭系的暗色碳酸盐岩为主,兼以暗色泥岩和煤系地层。以寒武系、奥陶系烃源岩为次,其次为中下侏罗统烃源岩。第三系的暗色泥岩如果在数量上不成规模,则可作为非烃源岩层对待。

4 认识及建议

本次模拟研究,由于样品有机碳含量较低,演化

程度较高,给实验带来了较大的困难。另外,实验过程中所用标样及参数均来自东营地区陆相烃源岩,而且均为泥岩,在一些地区的陆相烃源岩研究中已取得了良好的效果,应用于海相烃源岩的研究尚属第一次,也许会有较大的误差,此次模拟仅提供一种科学的试验方法,因此有必要在今后的研究中,对该区烃源岩的生烃参数作合理的修正,建立一套适用于海相烃源岩的评价方法。

参 考 文 献

- 1 林王子. 轻烃技术在油气勘探中的应用. 武汉: 中国地质大学出版社, 1992

APPLICATION OF THE THERMAL SIMULATION EXPERIMENT OF SOURCE ROCKS

Zhang Xusheng Wang Yuankun Zhou Yonghong

(Staffs and Workers University of Shengli Oil Field, Dongying 257004)

Abstract

In this paper, the samples of Hetian prospect in Xingjiang are taken as experimental samples, and those of Dongying region as standard samples. By using the experimental method of rapid thermal simulation, the hydrocarbon-generating amount of source rocks in the area is evaluated preliminarily so as to provide basis for the next exploration targets.

无锡实验地质研究院吉让寿等提出造山带与盆地研究新见解

中国新星石油公司实验地质研究院吉让寿、秦德余、高长林等高级工程师,通过对东秦岭地区岩石建造、构造形变、地球化学、地球物理的综合研究,提出了造山带与盆地耦合关系的新见解,对盆地研究具有重要的理论与实践意义。

造山带和盆地是大陆构造的基本单元,造山带与盆地的关系是大陆构造研究的重大前沿领域之一。由于大陆地壳历史悠久,构造型式多样,结构复杂,这给认识大陆地球动力学增加了难度。为此,由多学科科技人员组成的研究小组运用板块构造理论,采用野外地质调查与室内分析、宏观与微观、重点研究与一般观察相结合的研究办法,研究并提出了东秦岭地区 3 大构造阶段及其对应盆地序列,特别是在国内外尚处于初级阶段的古生代盆地的研究方面获得了令人可喜的研究成果。

该研究在新近发表的《东秦岭造山带与盆地》专著中,还提出了许多对造山带与盆地的研究具有指导意义的新见解:如古洋壳、古岛弧、弧后盆地 3 类构造环境中的镁铁—超镁铁岩岩石和地球化学特征;古被动大陆边缘的砂页岩、火山岩、花岗岩特征和碳酸盐岩中稀土元素的古海洋学意义;南秦岭晚古生代周缘前陆盆地;东秦岭地区不同性质造山作用而形成的复合造山带;区分出 4 期构造变形及其相应的构造组合;水下火山活动与生油岩形成关系等等。

(江其勤供稿)