

文章编号:0253-9985(1999)04-0299-03

塔里木盆地泥质气源岩有效性判别标准*

卢双舫¹,王振平¹,冯亚丽¹,赵孟军²

(1.大庆石油学院,黑龙江安达 151400; 2.北京石油勘探开发研究院,北京 100083)

摘要:从排烃门限控油气理论的生烃量减去残烃量等于排烃量的思路出发,根据塔里木盆地样品的化学动力学模型计算的生油、生气量,和由统计模型计算残油、残气量,定量计算和探讨泥岩的排油、气量及有效性与其有机质丰度、类型和成熟度的关系,并建立了相应的判别图版。结果表明,泥岩作为可能气源岩的丰度下限值约为 $TOC=0.1\%$,远低于其作为油源岩的丰度下限值(0.4%)。这意味着塔里木盆地许多按油源岩判别标准归入非烃源岩之列的地层,有可能成为气源岩。

关键词:气源岩;排气;有机质丰度;有机质类型;成熟度

第一作者简介:卢双舫,男,37岁,教授(博士生导师),石油地质学和地球化学

中图分类号:P624 **文章标识码:**A

1 研究思路

按照排烃门限控油、气理论^[1-2],源岩必须能有效排出油、气,而能否排出则取决于其生烃量和残烃量的相对大小,即生烃量>残烃量时才能有效排烃,否则只能以扩散、溶解等对成藏无效的形式排烃。生烃量取决于有机质的丰度、类型和成熟度,残烃量包括吸附残留、孔隙容留、水溶、油溶,其中吸附又可分为有机吸附和无机矿物吸附,这些都与有机质的丰度、类型、成熟度或/和孔隙度(Φ)及岩石所处的温度(T)、压力(P)条件有关。按照这

一思路,结合塔里木盆地的实际地质情况,根据我们所标定的塔里木盆地有机质初次裂解成油、成气和油二次裂解成气的化学动力学模型^[3]及塔里木盆地地层的沉积埋藏史和热史,计算了不同有机质丰度、类型(生烃潜力)和成熟度(埋深)条件下,源岩的生油、气量,同时,由业已建立的泥岩临界残烃饱和量和计算公式^[1-2],计算了相应条件下泥岩的残油、气量。在有机质类型一定的前提下,源岩排烃与否与成熟度(埋深)和有机质的丰度有关,在有机质丰度一定的情况下,则与其成熟度和有机质类型有关(图1)。但在具体的关系上,油与气之间又有

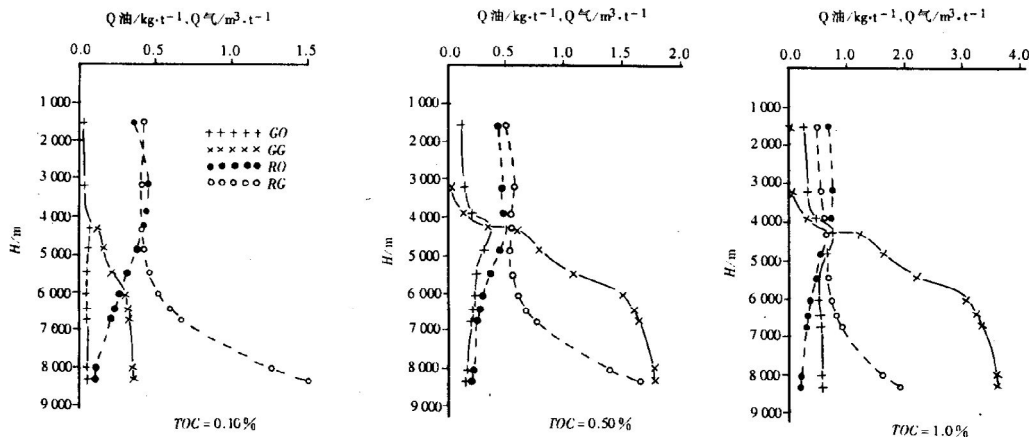


图1 泥岩排油、排气有效性与有机质丰度的关系($IH=400\text{ mg/g}$)

Fig.1 Relations between validity of expelling oil and gas and organic matter abundance from argillaceous rocks($IH=400\text{ mg/g}$)

GO—生油量, GC—生气量, RO—残油量, RG—残气量

* 国家“九五”攻关项目阶段成果之一

收稿日期:1999-05-10

差别。从图1可见,在 $IH = 400 \text{ mg/g}$ 时,当 $TOC = 0.1\%$,生油、气量始终小于残油、气量,因此,它是非排烃源岩;当 $TOC = 0.5\%$ 时,在源岩演化到一定程度之后,生气量开始大于残气量,但生油量始终小于残油量,它只是有效的排气源岩;但当 $TOC =$

1.0% ,泥岩达一定埋深时,它既可成为排气源岩,又可成为排油源岩。泥岩排烃有效性与有机质类型关系也遵循类似的规律,即随着有机质类型的变好,同一丰度的泥岩逐渐从非排烃源岩过渡为排气源岩,进一步成为排油、排气源岩(图2)。

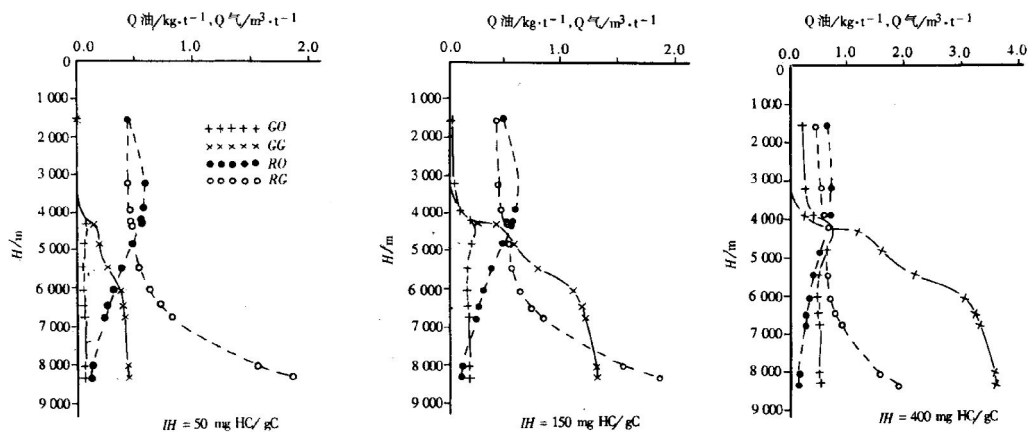


图2 泥岩排油、排气有效性与有机质类型的关系($TOC = 1.0\%$)

Fig.2 Relations between validity of expelling oil and gas and organic matter types from argillaceous rocks($TOC = 1.0\%$)

GO—生油量, GG—生气量, RO—残油量, RG—残气量

2 气源岩判别图版

源岩能否有效排油、排气不仅与有机质的丰度有关,而且与有机质的生烃潜力和成熟度有关。对泥岩而言,当有机质的丰度指标有机碳 $< 0.4\%$ 或有机质的生烃潜力 $< 140 \text{ mg/g}$ 时,不能有效排油,这与通常认为的陆相源岩中 $TOC < 0.4\%$ 时为非源岩一致,初步表明了本文研究思路的可行性。但 TOC 或 IH 高于上述下限时,源岩并非一定就可有效排油,如 $TOC = 2.0\%$ 的样品,仅当 $IH > 250 \text{ mg/g}$ 时,才能开始有效排油,并随生烃能力的增高(有机质性质变好)而更容易成为有效排油源岩;如当对应 $IH = 500 \text{ mg/g}$ 时,有效排油要求的 R_o 约为 0.9% ;而当 $IH = 600 \text{ mg/g}$, $R_o = 0.6\%$ 左右即可有效排油(图3)。

泥岩作为气源岩的有机碳丰度下限值约为 0.1% ,生烃潜力下限值约为 20 mg/g 。同样, $TOC > 0.1\%$ 或 $IH > 20 \text{ mg/g}$ 时,泥岩并非一定就可有效排气,如 $TOC = 1.0\%$ 的样品,仅当 $IH > 90 \text{ mg/g}$,且 $R_o > 2.0\%$ 时,才能开始有效排气,并随着生烃潜力的增高(性质变好)而更容易成为有效排气源岩;如当对应 $IH = 300 \text{ mg/g}$ 时,源岩在 $R_o = 1.0\%$ 时即可有效排气;而当 $IH = 700 \text{ mg/g}$ 时,有效排气所要求的 R_o 值仅为 0.87% (图4)。

据此,可初步确定评价泥质气源岩的标准(表1)。

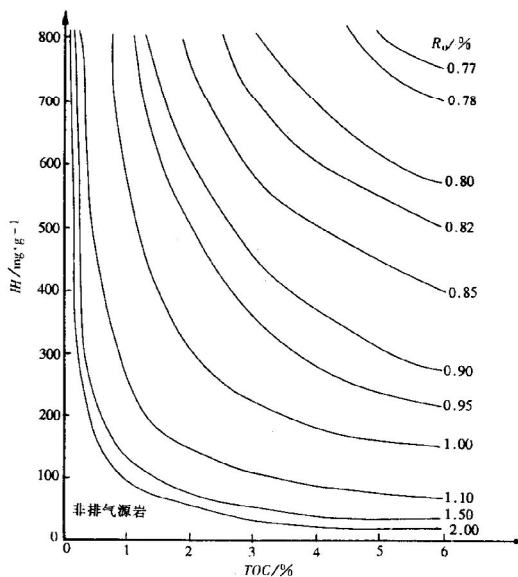


图3 有效排油源岩判别图版

Fig.3 The distinguishing plate of valid oil source rock

表1 泥质气源岩标准

Table 1 Standards for argillaceous gas source rock

有机质丰度	非气源岩	差气源岩	中等气源岩	较好气源岩	好气源岩
$TOC/\%$	< 0.1	$0.1 \sim 0.4$	$0.4 \sim 0.6$	$0.6 \sim 1.0$	> 1.0
$IH/\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	< 20	$20 \sim 100$	$100 \sim 300$	> 300	> 300

须说明的是,达到临界有效排烃的源岩并不一

定就是能提供工业性油气聚集的烃源岩。如果排出的油、气量较少,不能满足围岩对油气的吸附、溶

油、气量的大小,还涉及围岩的残留烃能力及与同一地区其它烃源岩的配置关系,而要搞清楚这些问题,还有待于进一步工作。

对灰岩、泥灰岩,由于其吸附残烃能力低于泥岩,其排油、气的丰度、类型的临界下限值应该更低。由于目前尚无充足的资料来建立可靠的残油、气临界量的计算公式,因此,类似上述泥岩排气有效性判别图版的工作有待于以后进行。

按照上述泥岩中 TOC 为 0.1% 作为它们可能成为有效排气源岩丰度下限值的标准,则塔里木盆地、上古生界和中生界达不到油源岩丰度标准的一些层位,均有成为有效排气源岩的可能,这无疑将增强人们对塔里木盆地天然气勘探前景的信心。

参 考 文 献

- 1 庞雄奇. 含油气盆地地史、热史、生留排烃史数值模拟研究与烃源岩定量评价[M]. 北京:地质出版社,1993
- 2 庞雄奇. 排烃门限控油气理论与应用[M]. 北京:石油工业出版社,1995
- 3 卢双舫. 有机质成烃动力学理论及其应用[M]. 北京:石油工业出版社,1996

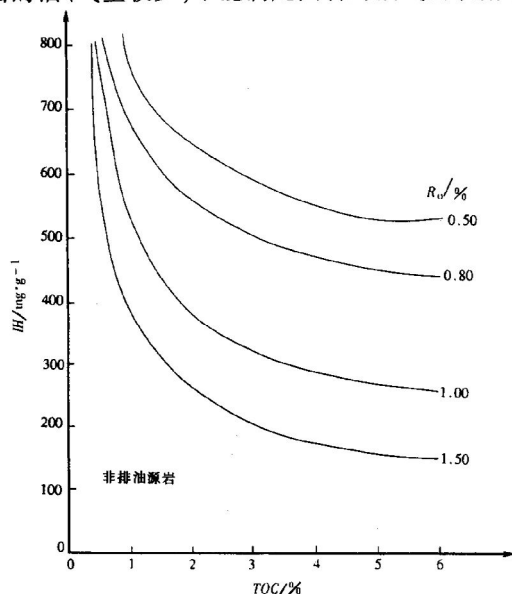


图4 有效排气源岩判别图版

Fig. 4 The distinguishing plate of valid gas source rock

解残留及其它因素,如断层破坏、扩散损失等的需要,它仍然不能成为有效烃源岩。这不仅涉及排

DISTINGUISHING CRITERIA OF VALIDITY FOR ARGILLACEOUS GAS SOURCE ROCKS IN TARIM BASIN

Lu Shuangfang¹ Wang Zhengping¹ Fong Yali¹ Zhao Mengjun²

(1. Daqing Petroleum Institute, Daqing, Heilongjiang; 2. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC, Beijing)

Abstract: According to the principle that generated hydrocarbon minus residual hydrocarbon equals to the amount of expelled hydrocarbon which is expressed by the theory of hydrocarbon expulsion threshold controlling the distribution of oil and gas, and based on the amount of oil and gas calculated by the model of chemical kinetics using the samples of Tarim Basin and the amount of residual oil and gas calculated by the statistical model, the amount of oil and gas expelled from mudstone is calculated quantitatively and their relationship with the abundance, types and maturity of organic matter is discussed. The corresponding distinguishing plates are established. The results indicate that the low limit of organic carbon abundance for mud gas source rock is about 0.1%. This is much lower than that of oil source rock ($TOC = 0.4\%$). This implies that a lot of mudstones which are regarded as non-source rocks according to the distinguishing criteria of oil source rock may be potential gas source rocks.

Key Words: gas source rock; gas expulsion; organic matter abundance; organic matter types; maturity