

文章编号: 0253-9985(2004)06-0677-05

柴达木盆地北缘和西部主力烃源岩的生烃史

林腊梅, 金 强

(石油大学地球资源与信息学院, 山东东营 257061)

摘要:柴北缘昆特依凹陷小煤沟组烃源岩具有两次生烃过程, 侏罗纪末期部分深洼进入生烃门限, 随后由于抬升停止生油, 第二次于始新世早期开始大面积生烃, 使得冷湖构造经历了两次成藏; 赛什腾凹陷烃源岩主要为大煤沟组, 只有一次生烃过程; 鱼卡凹陷侏罗系烃源岩在渐新世早期才进入生油门限, 至今只有一次油气聚集期。受昆仑山活动的影响, 柴达木盆地西部第三系烃源岩主力层段在盐湖相和咸水环境中形成, 生烃过程只有一次, 在上新世早—中期进入生油门限, 成熟度普遍较低, 只有局部达到生油高峰, 不同构造部位进入生油期的时间和深度有一定差异。

关键词:柴达木盆地; 侏罗系; 第三系; 烃源岩; 生烃史

中图分类号:TE125.2 **文献标识码:**A

Hydrocarbon generation history of major source rocks in the northern edge and western part of Qaidam basin

Lin Lamei, Jin Qiang

(College of Resources and Information, University of Petroleum, Dongying, Shandong)

Abstract: Source rocks in the Xiaomeigou Formation in Kuntayi sag, northern edge of Qaidam basin, experienced two hydrocarbon generation processes. At the end of Jurassic, some part of the deep sag reached the hydrocarbon generation threshold, but oil generation ceased subsequently due to uplifting. The second widespread hydrocarbon generation began in Eocene. Thus Lenghu structure experienced two stages of hydrocarbon accumulations. The Dameigou Formation, the main source rock in Saishiteng sag, generated hydrocarbons only once. The Jurassic source rocks in Yuka sag entered the oil generation threshold in early Oligocene with only one hydrocarbon accumulation stage. Due to the influences of Kunlun mountain tectonic movement, the major Tertiary source rocks in western Qaidam basin, which were deposited in salt-lake and saline water environments, did not enter the oil generation threshold until the early and middle Pliocene, and the maturities were generally low with only some areas could reach peak of oil generation, and the time and depth that the source rocks entered the oil generation threshold varied to some extent in different tectonic positions.

Key words: Qaidam basin; Jurassic; Tertiary; source rock; hydrocarbon generation history

柴达木盆地存在 3 个含油气系统^[1], 柴北缘侏罗系—第三系含油气系统、柴西干柴沟组—油砂山组含油气系统和柴东第四系天然气系统。其中柴东第四系烃源岩现今处于未成熟的生物化学演化阶段^[2], 没有必要分析它的生烃史。而柴北缘和柴西含油气系统面积较大, 也较复杂, 即使是同一含油气系统中, 不同构造部位的埋藏历史、构造演化及地温特征也不完全相同。因此, 烃源岩的不

同生烃过程导致不同构造带的成藏期次不同。

多年来, 许多学者对柴达木盆地烃源岩和含油气系统开展了多项研究^[3,4], 明确了柴北缘和柴西烃源岩的特征和分布情况^[5-8]。由于含油气系统中不同凹陷或不同构造的烃源岩生烃史研究较少, 影响了对一些含油气构造成藏期次的正确认识。笔者在前人研究的基础上, 分析了柴达木盆地北缘和西部各个构造部位上地层的埋藏历史, 结合

地层抬升剥蚀情况及地下温度场特征, 重塑了侏罗系第三系烃源岩的生烃历史, 确定了含油气系统内不同构造带的油气运聚、成藏时间和期次。

1 柴北缘

1.1 构造

柴北缘含油气系统处于祁连造山带南侧, 中、新生代以来, 柴北地区的构造活动主要存在下干柴沟组上段沉积期和上新统狮子沟组沉积以来两个强烈挤压时期, 构造变形受到祁连造山带向南挤压作用的控制, 形成了 6 个构造带^[9]。这些构造带由西到东分隔开了昆特依凹陷、赛什腾凹陷和鱼卡凹陷, 横向上烃源岩岩性和厚度差异较大(图 1)。

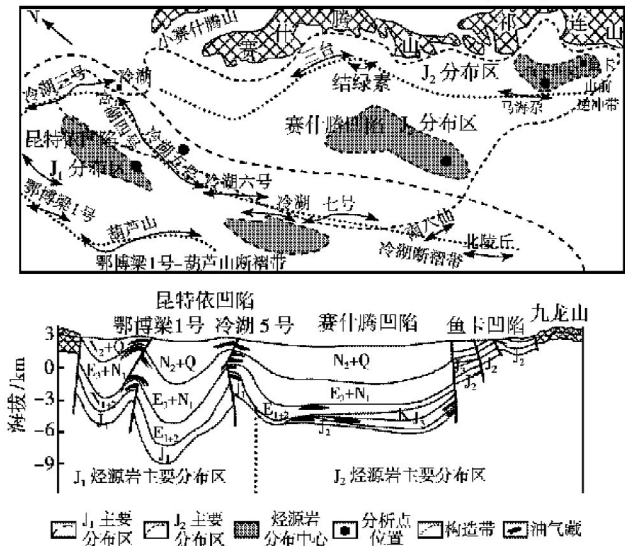


图 1 柴北缘地区构造特征与烃源岩分布图*
Fig.1 The map showing the structural feature and distribution of source rocks in the northern edge of Qaidam basin

1.2 烃源岩

柴北缘烃源岩主要包括下侏罗统上部小煤沟组和中侏罗统下部大煤沟组的暗色泥页岩、炭质页岩和煤层。

小煤沟组烃源岩主要分布在昆特依凹陷(图 1), 面积约为 $4 \times 10^4 \text{ km}^2$, 冷湖构造带西南侧最大厚度达 1 000~ 1 200 m。大煤沟组烃源岩最大厚度靠近祁连山和鱼卡凹陷, 分布范围较大, 并向东一直延伸到鱼卡凹陷及其以东地区(图 1)。大煤沟组沉积后遭受剥蚀比较严重, 现残余厚度较薄, 最大残余厚度在冷湖构造带东北侧(约 400 m)*。

1.3 生烃史

由西部至东部, 对昆特依凹陷(图 2-a)、赛什腾凹陷深部位(图 2-b)、冷湖五号(图 2-c)和鱼卡凹陷(图 2-d)深部进行了侏罗系烃源岩及上覆地层沉积埋藏史和生烃史分析(表 1)。

柴北缘沉积地层经历了 160~ 145 Ma(侏罗系沉积后)和 95~ 65 Ma(白垩系沉积末期)两次规模较大的抬升(表 1), 影响了柴北缘侏罗系烃源岩的热演化, 尤其是侏罗系末期抬升所造成的沉积间断地影响了油气的生成期, 使有机质的热演化趋于停止, 直到重新埋藏达到抬升前的最大深度后, 才能开始进一步的演化。

昆特依凹陷是小煤沟组烃源岩的主要分布区, 在侏罗世末期抬升剥蚀前, 小煤沟组下部已有 200~ 700 m 厚度的烃源岩进入生油门限, 生成一定量的石油, 但由于随后的两次较大规模的抬升, 使烃源岩生油停止, 直到始新世早期, 小煤沟组才大范围进入生油门限(约 3400~ 3550m), 渐新世

表 1 柴达木盆地北缘地区侏罗系烃源岩沉积埋藏及生烃情况

Table 1 Burial and hydrocarbons generation histories of the Jurassic source rocks in the northern edge of Qaidam basin

位置	层位	抬升剥蚀作用		生油门限		生油高峰		油窗下限		备注
		时间/Ma	剥蚀厚度/m	深度/m	时间/Ma	深度/m	时间/Ma	深度/m	时间/Ma	
昆特依深部	J ₁	158~ 145	500	3 400	57	4 900	50	6 300	45	160~ 152 Ma, J ₁ 进入生烃门限 200 m
	J ₂	95~ 64	800							
冷湖五号	J ₁	168~ 155	1 000	3 550	52	5 200	34	6 000	14	162~ 150 Ma, J ₁ 进入生油门限 700 m
		96~ 65	800							
	J ₂	5~ 0	500							
		152~ 145	310							
赛什腾凹陷深部位	J ₁	95~ 65	200	3 500	53	5 250	40	6 300	25	
	J ₂	162~ 150	600							
鱼卡凹陷深处	J ₁	95~ 65	1 200	3 400	50	5 400	43			第三纪以来剥蚀严重
	J ₂	25~ 0	1 550							

注: 表内空格代表未达到生油窗下限阶段

* 金强. 柴达木盆地烃源岩分布及演化研究. 研究报告, 2001
** 邱楠生, 樊洪海, 康永海, 等. 柴达木盆地温压场研究. 研究报告, 1998

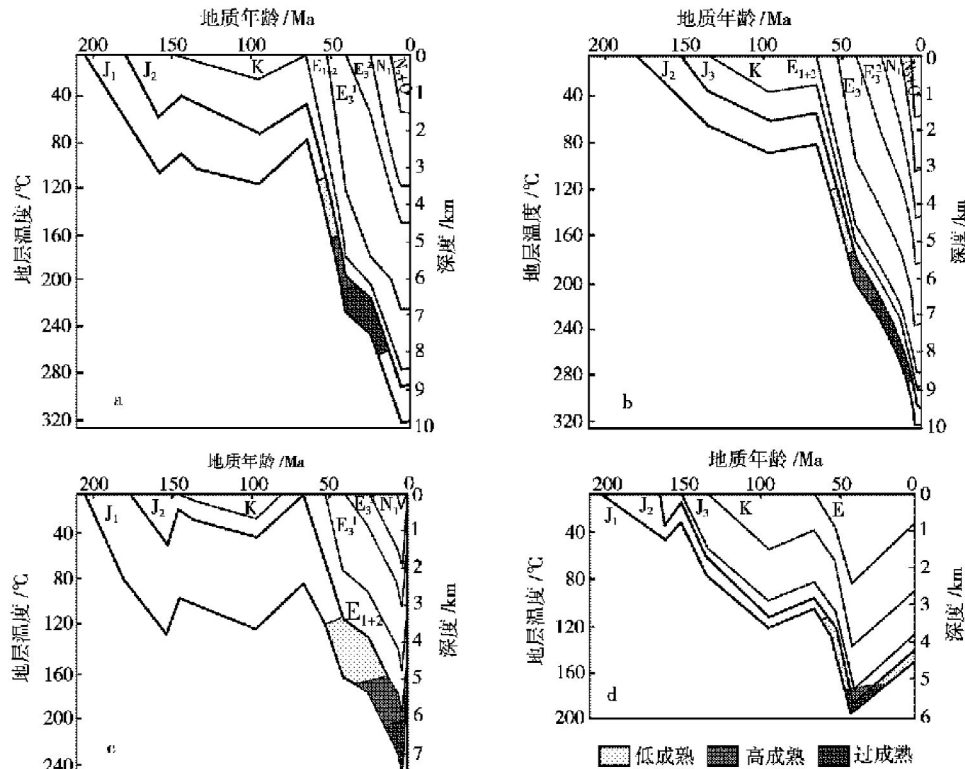


图2 柴北缘各构造部位侏罗系烃源岩埋藏史和生烃史曲线

Fig. 2 Curves showing the burial and hydrocarbon generation histories of the Jurassic source rocks at different tectonic positions in the northern edge of Qaidam basin

a—昆特依凹陷东部较深部位; b—赛什腾凹陷; c—冷湖五号; d—鱼卡凹陷尕西1井附近

早期陆续到达生油高峰(4 900~ 5 200 m),同时凹陷较深部位到渐新世末期达油窗下限(约 6 000~ 6 300 m)。冷湖构造带的小煤沟组在中新世中期到达油窗下限,冷湖地区在 5 Ma 以来还有抬升剥蚀,但对烃源岩的生烃作用没有影响。

与烃源岩的两次生烃时期相对应,昆特依-冷湖地区具有两次成藏期,第一次持续时间短、规模小,不能形成有效的油气藏。第二次成藏期规模较大,与下干柴沟组上段构造强烈活动时期相一致,此时下干柴沟组上段以上地层尚未沉积,因此已大量生成的油气主要聚集在路乐河组、下干柴沟组下段和下干柴沟组上段形成的圈闭中,但很有可能在上新世晚期的构造活动中受到破坏,造成油气的再分配,使其进入浅部地层。

赛什腾凹陷在晚侏罗世和晚白垩世的抬升中,每次地层剥蚀厚度都不超过 500 m。该地区烃源岩主要为大煤沟组,厚度较薄(图 1),只有一次生烃过程,在始新世中—晚期(也是该地区成藏的最早时间)3 300~ 3 500 m 深度时进入生油门限,渐新世末期 5 100~ 5 200 m 左右达到生油高峰,中新

世早期于 6 300~ 6 600 m 左右达到油窗下限。油气主要在邻近的储层中聚集成藏。

鱼卡地区烃源岩以大煤沟组为主,但厚度和分布范围比昆特依和冷湖地区小得多。该区经历了 3 次抬升作用,渐新世末期以来一直处于抬升剥蚀阶段。大煤沟组烃源岩从渐新世早期到渐新世晚期处于生油门限内,生成油气量规模小,大部分地区未达到生油高峰。

2 柴西部

2.1 构造

始新世末期,印度板块向北俯冲并与欧亚板块相碰撞,来自西南方向的巨大压应力,使盆地西南、西南边缘由山前向盆内持续逆冲,导致了一系列南倾逆断层长期发育,这些逆断层呈阶梯状展布,断距较大^[10,11]。此后,柴西地区新生代的断裂活动在狮子沟组沉积时期最为活跃^[12]。研究区由西到东主要包括为昆北断阶带(包括跃进二号)、尕斯断陷带(包括七个泉、跃进一号)、茫崖坳陷区(包括南翼山、油泉子、狮子沟、油砂山)和大凤山

隆起区(包括尖顶山、大风山)(图 3)。

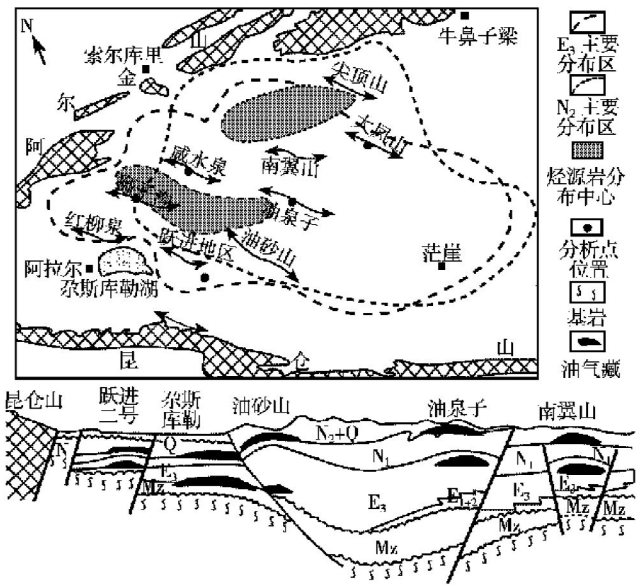


图 3 柴西部地区构造位置及烃源岩分布图
(剖面图修改自[10])

Fig. 3 Location of structures and source rock distribution in the western part of Qaidam basin (modified after [10])

2.2 烃源岩

柴西部第三系烃源岩主力层段下干柴沟组(E_3^1 和 E_3^2)和部分上干柴沟组(N_1^2 和 N_1^1),是在盐湖相和咸水环境中形成的^[6],岩性主要为钙质泥岩、泥灰岩、深灰色含钙泥页岩、含石膏或盐岩深灰-黑色泥页岩。

第三系烃源岩厚度较大的区域开始分布在狮子沟-油泉子一带(E_3^1 最厚超过 400 m),然后延伸到茫崖和一里坪地区(E_3^2 最大厚度在狮子沟-茫崖地区,为 1 000 m 左右),上干柴沟组下段烃源岩厚度减薄(最厚约为 400 m,并朝北西方向迁移),

上干柴沟组上段烃源岩厚度进一步减薄(最厚约为 300 m,且迁移到了碱山-梁山一带)(图 3)。油砂山组烃源岩分布范围继承了上干柴沟组特征,厚度比上干柴沟组上段略大*。

2.3 生烃史

由于柴西含油气系统第三系烃源岩时代新,仅在上新世 4~2 Ma 经历了一次抬升作用,抬升剥蚀作用小,剥蚀厚度小于 800 m,对有机质的热演化影响不大,所以其埋藏史和生烃史比较简单(表 2)。

从跃进(图 4 a)、油泉子(图 4 b)、大风山(图 4 c)、狮子沟(图 4 d)和咸水泉(图 4 e)等构造看,从西到东烃源岩的埋深增大,厚度增加(图 3),地温梯度也有所增加。因此,靠近西部边缘地区的生油岩进入生油门限和生油高峰的深度一般要大于靠近盆地中心的地区,开始生烃的时间也更晚。跃东地区位于尕斯凹陷带,靠近昆北断阶带,埋藏浅,厚度较小,烃源岩于 3 300 m 埋深(5Ma)进入生油门限;而油泉子附近在 10 Ma 左右就已经开始大量生油,深度约为 3 350 m;到了大风山地区,在 11Ma 进入生油门限,深度为 3 200 m,生油高峰出现在埋深 4 200 m 以后,现处于高成熟阶段。将该剖面向西北方向平移后同样有类似规律。狮子沟地区烃源岩约在 8 Ma 进入生油门限(此时埋深约为 3 400 m),现今正处于低成熟阶段;咸水泉地区烃源岩于 9 Ma 前后(此时埋深 3 400 m)进入生油门限,达到生油高峰时的埋藏深度为 4 600 m 左右。总体来说,柴西地区第三系烃源岩生油期晚,干柴沟组烃源岩基本上是在上新世早-中期进入生油门限,有机质成熟度不是很高,大部分地区至今仍处于生油门限至生油高峰之间,只有在埋藏深度大于 4 200 m 的地区,现今才达到了生油高峰期。

表 2 柴达木盆地西部地区第三系烃源岩沉积埋藏及生烃情况

Table 2 Burial and hydrocarbons generation histories of the Tertiary source rocks in the western part of Qaidam basin

井号	烃源岩层位	第一次抬升		生油门限		生油高峰	
		时间/Ma	剥蚀厚度/m	深度/m	时间/Ma	深度/m	时间/Ma
跃东 31 井	N_1, E_3^1, E_3^2	4~2	850	3 300	5		
油 6 井	N_1, E_3^1, E_3^2	4~2	700	3 350	10	4 600	1.5
狮 20 井	N_1, E_3^1, E_3^2	4~2	700	3 350	8		
咸 8 井	N_1, E_3^1, E_3^2	4~2	350	3 400	9	4 600	1.5
风 2 井	N_1, E_3^1, E_3^2	4~2	600	3 200	11	4 200	4.4
牛参 1 井	N_1, E_3^1, E_3^2	4~2	150	3 200	1.8		

注:表内空格表示未达到生油高峰阶段

* 金强.柴达木盆地烃源岩分布及演化研究.研究报告,2001

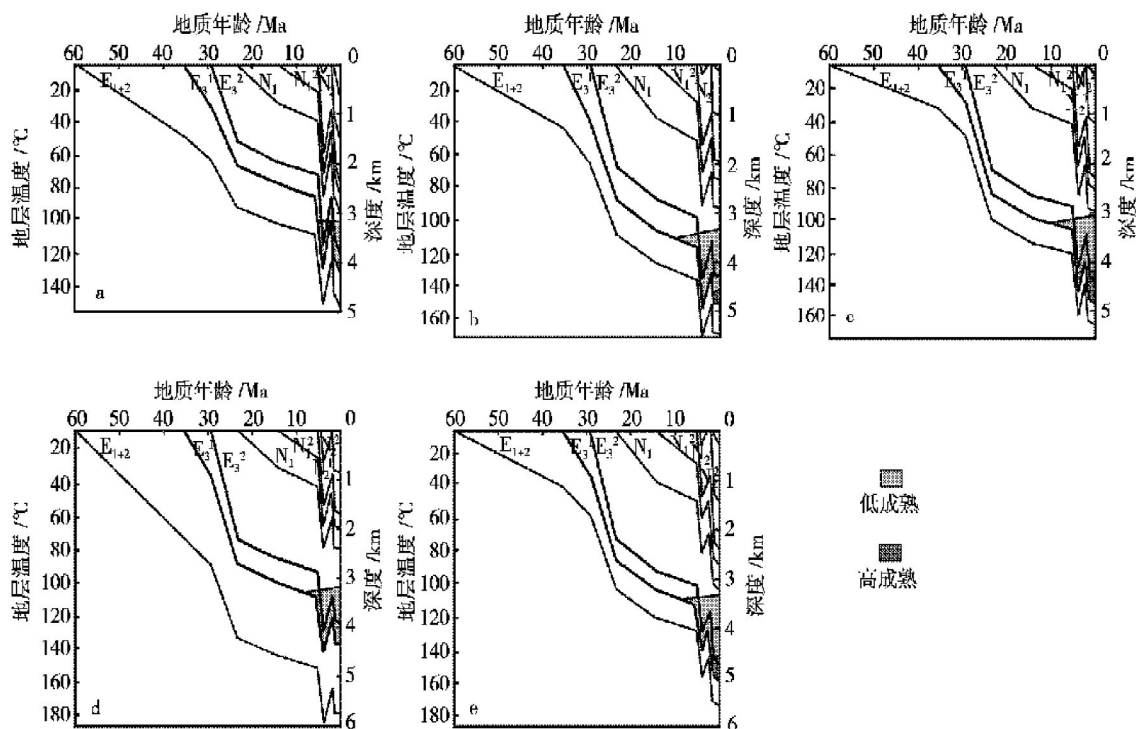


图4 柴西部各构造部位第三系烃源岩埋藏史和生烃史曲线

Fig. 4 Curves showing the burial and hydrocarbon generation histories of the Tertiary source rocks at different tectonic positions in western Qaidam basin

a—跃东 31 井; b—油 6 井; c—风 2 井; d—狮 20 井; e—咸 8 井

由于柴西地区生烃过程只有一次, 因此也只有一次成藏期, 随后而来的狮子沟组沉积时期的构造活动为该期成藏提供了良好的油气运移通道, 且由于成藏期晚, 不会受后期构造运动的破坏。另外, 第四纪全区有剥蚀作用, 剥蚀厚度一般小于 300 m, 山前地区剥蚀量可能较大, 但是剥蚀厚度也小于 800 m, 所以第四纪的抬升和剥蚀作用对柴西第三系烃源岩的生烃作用影响不大, 上、下干柴沟组烃源岩基本还在油窗之内, 只不过阻止了成熟度的进一步增加。

参 考 文 献

- Jin Qiang, Zha Ming, Liu Zhen, et al. Geology and geochemistry of source rocks in the Qaidam basin, NW China[J]. Journal of Petroleum Geology, 2002, 25(2): 219~ 238
- 王明明, 李本亮, 魏国齐, 等. 柴达木盆地东部第四纪水文地质条件与生物气成藏[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(4): 341~ 344
- 马新华, 魏国齐, 钱凯, 等. 我国中西部前陆盆地天然气勘探的几点认识[J]. 石油与天然气地质, 2000, 21(2): 114~ 117
- 刘云田, 杨少勇. 柴达木盆地北缘侏罗系砂岩孔隙发育特征[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(3): 267~ 269
- 彭立才, 杨慧珠, 刘兰桂, 等. 柴达木盆地北缘侏罗系烃源岩沉积有机相划分及评价[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(2): 178~ 181
- 王明儒. 柴达木盆地中新生代三大含油气系统及勘探焦点[J]. 西安石油学院学报(自然科学版), 2001, 16(6): 8~ 12
- 惠荣耀, 丁安娜, 胡园艺, 等. 中国西部主要沉积盆地成烃地质特征[J]. 新疆石油地质, 1999, 20(1): 10~ 14
- 金强, 查明. 柴达木盆地西部第三系蒸发岩与生油岩共生沉积作用研究[J]. 地质科学, 2000, 35(4): 465~ 473
- 周建勋, 徐凤银, 胡勇. 柴达木盆地北缘中、新生代构造变形及其对油气成藏的控制[J]. 石油学报, 2003, 24(1): 19~ 24
- 夏文臣, 张宁, 袁晓萍, 等. 柴达木侏罗系的构造层序及前陆盆地演化[J]. 石油与天然气地质, 1998, 19(3): 173~ 180
- 顾树松, 徐旺, 薛超, 等. 中国石油地质志(卷 14) 青藏油气区[M]. 北京: 石油工业出版社, 1990. 85~ 98
- 李玉喜, 庞雄奇, 汤良杰, 等. 柴西地区近南北向构造系统及其控油作用分析[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(1): 65~ 67