

用储层岩石抽提物的饱和烃色谱指纹识别油气层

陈世加¹

黄第藩²

赵孟军²

1(西南石油学院 四川 南充 637001)

2(北京石油勘探开发科学研究院 北京 100083)

提 要 利用储层岩石抽提物的饱和烃-质总离子图的指纹特征判识储层的流体(油、气)类型。油层或油饱和的储层,饱和烃-质总离子流图的特征是正构烷烃碳数分布宽,碳数分布在 $C_{15} \sim C_{38}$ 之间,与原油样品的正构烷烃碳数分布相似;凝析气层的正构烷烃碳数分布略窄一些,碳数分布在 $C_{15} \sim C_{35}$ 之间,低碳数(小于 C_{21})的正构烷烃相对于油层富集,高碳数(大于 C_{21})的正构烷烃丰度明显低于油层;干气层的正构烷烃碳数分布最窄,碳数分布在 $C_{15} \sim C_{28}$ 之间,只有低碳数的正构烷烃,高碳数的正构烷烃丰度极低。据此可用于来识别油层、凝析气层和干气层,也可用于一些测井资料不全或测井质量差的老井的油气层复查、测井难以识别的火成岩油气层的识别,还可用于地层评价,为油气酸化层位的优选提供科学依据。

关键词 饱和烃-质总离子图 正构烷烃分布 储层流体类型(油气)判识 油层 凝析气层 干气层

第一作者简介 陈世加 男 32岁 博士(讲师) 石油地质与地球化学

1 前言

储层流体类型的判识通常是用电测(测井)资料、地层测试及钻井过程中的地质地球化学录井方法,其中测井解释油气层最为常用。测井是依据储层岩石中流体的物理性质识别流体的类型,但对于一些低阻油层和火成岩油气层,用这种方法解释、气层常常会遇到困难,给油田造成巨大的经济损失。储层地球化学可弥补这一不足,它不是根据储层岩石中流体的物理性质,而是根据储层流体的化学性质直接识别油、气层。Mabre Maness等^[1]根据储层烃($C_5 \sim C_{35}$)热解色谱的指纹特征判识储层的流体(油、气、水)的类型;邬立言等^[2]根据储层岩石热解烃的定量分析确定储层的油气类型;Baskin和Huang^[5]则用储层砂岩抽提物的饱和烃色谱指纹识别储层流体的类型及油藏中油、气、水的接触界面,并指出油层砂岩饱和烃色谱峰多,碳数从 C_{15} 到 C_{30} 以上,气层则缺乏 C_{25} 以上的化合物,而水层的碳数分布很窄,一般在 C_{13} 到 C_{17} 之间。本文利用塔里木盆地同一油田石炭系的油层、凝析气层和干气层砂岩储层沥青(储层岩石中的可溶有机质,是油气运移聚集过程中在储层岩石中留下的痕迹,陈世加、王廷栋^[3])饱和烃-质总离子流图的指纹特征,结合油

气运移的相态理论识别油气层,结果表明油层、凝析气层和干气层的正构烷烃碳数分布明显不同,油层的正构烷烃碳数分布最宽,凝析气层次之,干气层的正构烷烃碳数分布最窄,据此可用于来识别油层、凝析气层和干气层。这种方法也可用于一些测井资料不全的老井的油气层复查及测井难以识别的低阻油层及火成岩油气层识别,还可用来评价测试为干层、但未搞清真的没有油气还是钻井过程中油气被泥浆封堵的储层,为油气层酸化层位的优选提供科学依据。

2 样品来源与实验

2.1 样品来源

样品采自塔里木盆地某油田石炭系油层、凝析气层和干气层的储层岩石,岩性均为灰白色的石英砂岩,岩石中未见固体沥青。油气源研究表明油气均来自下古生界的奥陶—寒武系海相烃源岩^[4]。

2.2 实验

因储层岩石中的可溶有机质,尤其是干气层的可溶有机质含量很低,实验过程中必须防止外来污染(包括溶剂的污染,溶剂需蒸馏两次,并用色谱检验)。为防止外来油气的污染,先将岩样表皮去掉,凉干后粉碎、抽提,得到的氯仿沥青“A”分离出饱和烃进行色-质分析,色质分析条件见参考文献3。

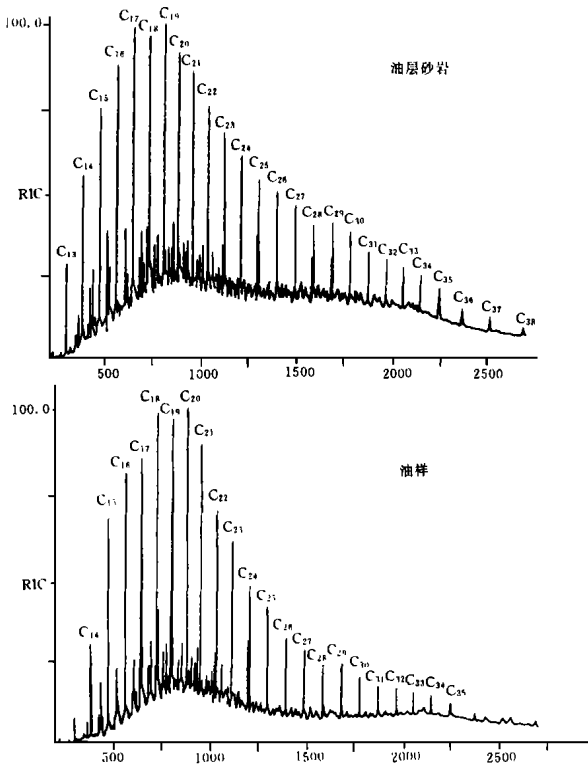


图 1 油层砂岩与油样的正构烷烃分布图
Fig. 1 N-alkanes distribution of oil sandstone and oil interval

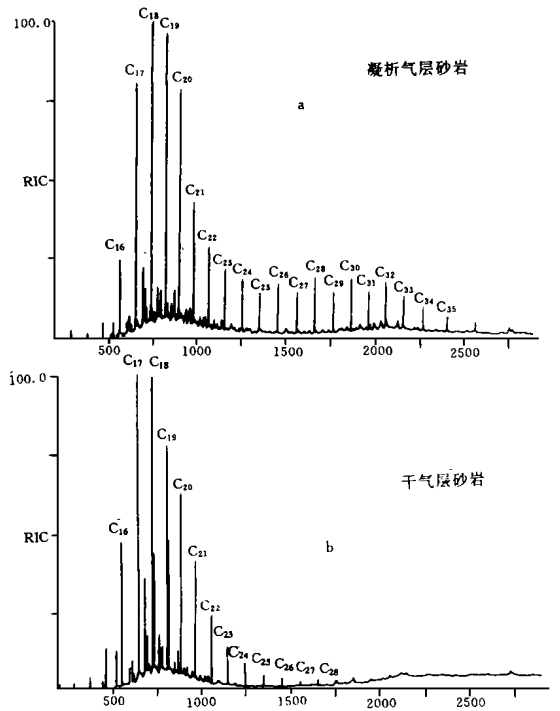


图 2 凝析气层和干气层的正构烷烃分布图
Fig. 2 N-alkanes distribution of condensate and dry gas reservoirs

3 结果与讨论

3.1 油层

油层或油饱和的砂岩储层, 正构烷烃的碳数分布宽, 碳数分布范围为 C₁₅~C₃₈, 与原油的正构烷烃的碳数分布相似(图 1), 甾、萜类化合物的分布也与油样一致, 说明油饱和的储层岩石对正构烷烃的影响很小。

3.2 凝析气层

凝析气层储层抽提物的正构烷烃碳数分布略窄于油层, 碳数分布范围为 C₁₅~C₃₅, 它与油层的差别表现在 C₂₂ 以后的正构烷烃丰度明显降低(图 2a), 三环萜的丰度亦低于油层(图 3b), 这是气相运移与凝析气藏在地下出现相态分异的结果。因气体在相同的温度、压力条件下对原油轻、重组分的溶解能力不同, 高碳数的化合物相对难于溶解在气相中^[5,6], 使凝析气层的高碳数化合物丰度降低。另外凝析气层在地下以气相形式存在, 随温度、压力降低会出

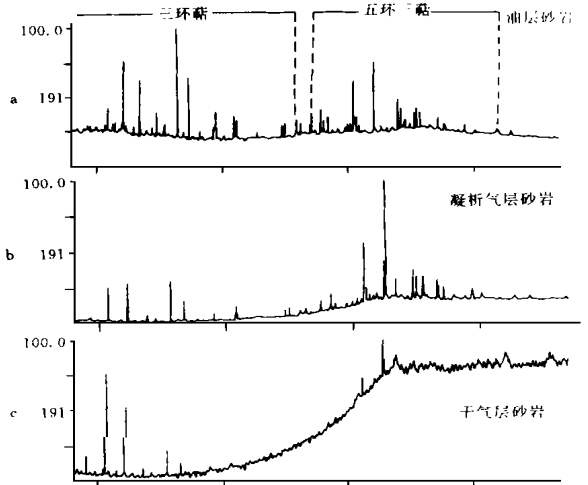


图 3 油层、凝析气层和干气层饱和烃 m/z 191 质量-色谱图

Fig. 3 m/z 191 Mass-chromatography of saturated hydrocarbon from oil, condensate and dry gas sandstones

现反凝析作用, 也会影响凝析气层的碳数分布。

3.3 干气层

干气层储层抽提物的正构烷烃碳数分布很窄, 碳数分布范围为 $C_{15} \sim C_{28}$, 并集中分布在 $C_{16} \sim C_{21}$ 之间, C_{22} 以后的化合物丰度很低(图 2b)。在 m/z 191 质量-色谱图中, 只有 $C_{19} \sim C_{24}$ 的三环萜, 未检测到高碳数的三环萜和五环三萜(图 3c), 这是由于高演化阶段, 高碳数化合物已发生裂解。

4 结论

油层、凝析气层和干气层储层抽提物的正构烷烃碳数分布明显不同。油层的碳数分布最宽, 与原油样相似; 凝析气层的碳数分布较窄; 干气层的碳数分布最窄, 只有低碳数的化合物, 高碳数的化合物丰度很低, 据此可用来识别储层流体(油气)类型。该方法还可用于测井难于识别的低阻油层, 火成岩油气层识别或测井资料不全的老井的油气复查, 因此

具有广泛的应用前景。

参 考 文 献

- 1 Mabre Maness, John G, Price W. Well Formation Characterization by hydrocarbon analysis 1977. SPE, 6860
- 2 邬立言, 张振苓. 储层岩石油气组分的定量方法. 录井技术通讯, 1992, 3(3): 5~9
- 3 陈世加, 王廷栋. 天然气储层沥青生物标志化合物分布与干气运移. 天然气地球科学, 1993, 4(5): 35~39
- 4 黄第藩, 刘宝泉, 王廷栋等. 塔里木盆地东部天然气的成因类型及成熟度判别. 中国科学(D辑), 26(4): 365~372
- 5 Price L C, Wenger L M. Solubility of crude oil in methane as a function of pressure and temperature. Journal of Organic Geochemistry, 1983, 4: 202~221
- 7 Larter, Mills. Phase-controlled molecular fractionations in migration petroleum charges. In: England ed. Petroleum migration, Geological Society Special Publication, 1991, 59: 137~147

Identifying Oil and Gas intervals Using Saturated Hydrocarbon Chromatography Fingerprints of Reservoir Extracted Hydrocarbon

Chen shijia¹ Huang Difan² Zhao Mengjun²

1(South-western Petroleum Institute Nanchong Sichuan 637001)

2(Beijing Petroleum Exploration and Development Research Institute Beijing 100083)

Abstract

Reservoir fluid types are usually identified by logging well technology, repeat formation test or geology and geochemistry logging during drilling, and logging well interpreting is based on the physical property of reservoir fluids, there will be difficult in interpreting some low resistance oil intervals or volcanic rock oil reservoirs. However reservoir geochemistry technology can be remedial for those defects, which can directly identify reservoir fluid types(oil and gas)based on the fluid chemical character.

authors use mass-chromatography total ion chart of saturated hydrocarbon extracted from reservoir sandstones to identify reservoir fluid types(oil and gas)). Fingerprints of oil saturated sandstones or oil intervals show wide n-alkane distribution, which ranges from C_{15} to C_{38} , and is similar to those of oil sample; fingerprints from condensate sandstone show lightly abbreviated n-alkane distribution, which ranges from C_{15} to C_{35} , but the content of high hydrocarbon compounds($> C_{21}$) is apparently lower than that of oil sandstone; fingerprints from dry gas sandstone show a further abbreviated n-alkane distribution, which ranges from C_{15} to C_{28} , the content of high carbon compounds is very low, but the content of low carbon compounds is abundant, so this technology can be used to identify the types of reservoir fluid(oil and gas), reevaluate oil and gas intervals in old well whose log data is incomplete, and provide scientific evidence for optimizing acid treatment intervals.

Key words reservoir fluid types(oil and gas) identifying saturated hydrocarbon mass-chromatography total ion chart n-alkanes distribution oil reservoir condensate reservoir dry gas reservoir