

文章编号: 1000-0550(1999)03-0486-07

塔里木盆地古生界岩石轻烃的地球化学特征^①

马柯阳¹ 曹建平² 张晓宝¹ 傅碧宏¹ 吴茂炳¹ 周永红³

1(中国科学院兰州地质研究所 兰州 730000)

2(中国新星石油公司实验地质研究院 江苏无锡 214151)

3(胜利油田职工大学 山东东营 257004)

摘要 基于塔里木盆地古生界岩石酸解轻烃相对低的庚烷值、石蜡指数值、轻质芳烃含量、 $\delta^{13}\text{C}_1\%$ 值、正构-异构烷烃、环戊烷-己烷与区域内海相油气截然相反的分布形式, 确认酸解轻烃的主体应属于存在于矿物晶格中的早期烃类, 后期储层再成熟作用不明显, 并可进一步推论区域内构造上的高成熟海相油气主要源自盆地深处的相关烃源岩、经历较远距离的运移。同时也发现岩石酸解轻烃具有较高 K 值的样品, 其绝对值稍小于原油的高 K 值, 但两者在区域分布上一致, 前者的高 K 值与高丰度的 2, 3-二甲戊烷有关。

关键词 塔里木盆地 古生界 岩石轻烃

第一作者简介 马柯阳 男 研究员 1966 年出生 有机地球化学

中图分类号 P593 **文献标识码** A

1 引言

轻烃是天然气、原油及沉积岩石中烃类的重要组成部分, 它们于含油气盆地-油-岩体系中的普遍存在及其所包含的可反映沉积环境、母质类型、成熟度及烃类运移等的丰富信息, 使之成为石油地球化学重要的研究对象之一。早期, A Young 等^[1]尝试了基于原油轻烃组直接计算烃类生成年代的原理和方法, 显然, 虽涉及烃类年代计算这一重要主题, 但由于没有考虑轻烃运移属性、分馏分异及不同分子段烃类具有迥异的主要生成阶段, 以及后来再无类似相关的文献和应用出现就已表明该研究是失败的。G R Philippi^[2], D Leythaeuser^[3, 4], J M Hunt^[5, 6]等则对轻烃的成因机制、来源及运移机制进行了开创性的专门研究; K F M Thompson^[7~10]在研究轻烃热力学规律的基础上, 提出了目前普遍采用的庚烷值和石蜡指数; 并对墨西哥湾富轻质芳烃的凝析油提出了成因机制上的解释。近期, F D Mongo^[11~13]连续发表文章, 提出轻烃成因的稳定态-催化假说; Y V Kissin^[14]则专门针对原油中轻质芳烃的成因进行了全面研究。总之, 虽然该方面研究进展较快但仍属潜力较大的重要研究领域。

塔里木盆地自 80 年代末进入大规模油气勘探以来, 于油气地质、地球化学研究方面取得了较大进

展; 随着研究的深入, 我们认为到油气相互作用在盆地海相油气的成藏演化过程中扮演着重要角色。而轻烃则正是反映这一重要过程的主要研究内容, 如轻烃组分、庚烷值、石蜡指数三维空间反规律分布等^[15, 16]; 某些涉及轻烃的问题尚未获得解决, 如塔中构造独特的高 Mongo K 值原油等。

本文对塔里木盆地古生界海相地层岩石样品进行了酸解轻烃研究。通过数据分析并与油气轻烃进对比, 以期能从中获得某些油气地质方面的信息, 从这一角度提供、加深对盆地海相油气形成、演化方面的信息与认识。

2 样品与实验

研究中酸解轻烃分析所选用的样品均采自塔里木盆地古生界海相地层, 岩性为泥岩、灰岩和白云岩, 分属轮南、桑塔木、塔中、牙哈潜山等构造。

酸解脱气采用自制的恒温电磁搅拌真空酸解装置。样品首先经低温粉碎之后, 选取 60~100 目样品 40 g, 装入 500 ml 平底烧瓶中并加入蒸馏水 50 ml; 整个装置抽真空后, 样品水浴加热至 75℃~80℃, 用桶形漏斗缓慢滴加 85% 的浓磷酸用以酸解碳酸盐矿物, 释放出的酸解产物—二氧化碳、甲、乙烷和轻质烃类的混合物。用二氧化碳作为主要载体将

① 国家自然科学基金资助项目(49402032)和“八五”、“九五”国家重点科技攻关项目成果之一

酸解轻烃带至盛有饱和氢氧化钾溶液的洗瓶中, 二氧化碳被碱液吸收; 反应结束后, 富集的烃类用注射针筒抽出, 直接进样进行气相色谱分析。试验所用试剂为分析纯。气相色谱仪是配备终端数据处理系统的 HP-5880 型, 50 m×0.2 mm×0.33 μm HP-PONA 柱。

3 结果与讨论

3.1 岩石酸解轻烃组成特征及与油气轻烃的对比

为了充分认识岩石轻烃的组成特征, 并便于与区域内的海相油气进行对比, 表1优选了分析效果较好、可计算数据较完全的10个样品的数据, 分别以C₆三组分、C₇三组分、C₆₋₇组成、C₆组成、C₇组成为计算单元计算了C₆₋₇链烷烃、环烷烃、芳烃的相对组成。

3.1.1 链烷烃

链烷烃是岩石轻烃中具有绝对优势的轻烃类。例如它在C₆₋₇分子组成中分布于69.7%~85.7%, 平均为81.8%; 这一优势于C₆组成、C₇组成等计算单元中也可得到确认。

与区域内海相油、气样品相比, 三者链烷烃的优势分布特征上是一致的, 但其间链烷烃的分布存在质的差别。岩石轻烃的链烷烃之间异构烷烃(*i*C₆₋₇)相对于正构烷烃(*n*C₆₋₇)具有较大优势, 即全部样品均呈(*n*C₆₋₇)<(*i*C₆₋₇)的分布形式, 二者之比尚达不到1:2; C₆组成、C₇组成亦是如此, 呈*n*C₆<*i*C₆和*n*C₇<*i*C₇的分布形式。而盆地中海相油气的上述分布则恰好相反。从我们分析过的样品数据看, 海相原油、凝析油均呈(*n*C₆₋₇)>(*i*C₆₋₇)的分布形式, C₆组成、C₇组成亦是如此; 例外的仅有一个来自库车拗陷红旗构造上的陆相凝析油, 呈(*n*C₆₋₇)<(*i*C₆₋₇)的分布形式。天然气的分布情况类似于原油、凝析油, 仅个别样品为(*n*C₆₋₇)<(*i*C₆₋₇)的分布形式; 由于不同碳数的异构烷烃较之正构烷烃更易进入气相而倾向存在于气顶(帽)中^[9,10,15,16], 从这些个别样品所在的油气藏产状分析, 其(*n*C₆₋₇)<(*i*C₆₋₇)的分布形式很可能与蒸发分馏作用过程中异构烷烃的气相富集有关; 如TZ401的C_I、C_{II}、C_{III}三个油组中, 仅有C_I油组的气顶轻烃为(*n*C₆)<(*i*C₇)的分布形式。

结合下面对岩石轻烃成熟度的分析, 本研究认为所分析岩石轻烃一致的(*n*C₆₋₇)<(*i*C₆₋₇)分布形式与其对较低的成熟度有关。

3.1.2 环烷烃

岩石轻烃中环烷烃的相对含量仅次于链烃C₆₋₇组成中环烷烃含量分布于13.9%~24.1%, 平均为16.7%。

与区域内海相油、气样品相比, 其间最大的差异表现在环己烷和环戊烷的相对分布上。除极个别样品如YH7X-1外, 岩石轻烃C₆₋₇组成、C₆组成、C₇组成计算单元中环戊烷类化合物(CPs)的丰度均高于环己烷类化合物(CHs), 即呈(CPs)>(CHs)分布。海相油、气样品恰好相反, 环戊烷类化合物的丰度低于环己烷类化合物, 即呈(CPs)<(CHs)型分布。目前关于这两类化合物生源较流行的观点是二甲苯环戊类化合物(DMCP)主要来自低等水生生物的蛋白质而甲基环己烷类化合物(MCH)主要来自陆生高植物的木质素和纤维素; 岩石轻烃C₇组成中(DMCP)>(MCH), 而我们所分析的海相、陆相油气均呈(DMCP)<(MCH)型分布, 说明岩石轻烃较油气中的轻烃更能反映上述生源观点。

3.1.3 芳烃

轻质芳烃是岩石轻烃中相对含量最小的组分, 除YH7X-1样品稍高外, 其余样品的轻质芳烃在*n*C₆₋₇组成中分布于0.1%~2.6%, 平均仅0.95%。

与油、气样品比较, 岩石轻质芳烃相对偏低, 如轮南地区海相原油、凝析油的C₆₋₇组成中苯、甲苯含量分布于0.3%~10.8%, 平均为4.96%。而与大部分所分析岩石样品同层的奥陶系原油、凝析油平均高达7.8%; 进一步与天然气比较其结果亦是如此。

3.2 岩石酸解轻烃反映相对低的成熟度

庚烷值和石蜡指数与轻烃所经受热力学作用程度较好的反映关系, 使之成为应用广泛的成熟度判识参数。该研究据所获岩石轻烃计算的庚烷值、石蜡指数均表现出相对低的分布值域: 庚烷值, 12%~24.6%, 平均值仅为19%, 其中TZ401具有最高值24.6%, YH7X-1具有最低值12%; 石蜡指数, 1.70~2.91, 平均值仅为2.15, 其中LN5具有最高值2.91, TZ10具有最低值1.70。如果套用Thompson^[8]基于庚烷值、石蜡指数的原油成熟度分类表, 则岩石酸解轻烃所反映的成熟度仅达到成熟门限: 与塔里木盆地海相油气的该二值相比较, 后者远高于前者; 比如轮南构造上油、气的庚烷值、石蜡指数

表 1 塔里木盆地古生界岩石酸解轻烃的组成特征

Table 1 The proportional abundance of light hydrocarbons acidolysed from Palaeozoic sedimentary rock, Tarim Basin

井号	时代	井段	岩性	C ₆ 三组分/%				C ₆₋₇ 组成/%				C ₇ 组成/%						庚烷值	石蜡指数	C ₁ +C ₂ / %							
				nC ₆		CH		A		nC ₆		iC ₆		B		nC ₇					iC ₇		MI				
				B	CH	nC ₇	CP	MCH	nC ₆₋₇	iC ₆₋₇	CP	CH	A	nC ₆	iC ₆	CP	CH				B	nC ₇	iC ₇	CP	MCH	MB	
Shani	O ₁	4000~4000.3	褐灰	91.1	18.2	0.7	34.2	240.9	22.5	62.8	9.5	4.8	0.4	24.9	66.9	5.8	2.2	0.2	16.2	51.8	19.4	11.8	0.8	1.07	16.9	2.25	33.2
			白云岩																								
TZ10	O ₂₊₃	4933	深灰	78.3	7.7	14.0	30.8	133.1	22.2	54.8	12.0	8.4	2.6	24.3	60.2	8.8	4.3	2.4	17	41.5	19.9	18.3	3.3	1.18	17.1	1.70	48.5
			泥岩																								
TZ30	O	4780.4~4788.4		83.8	3.9	12.3	38.6	229.2	25.7	56.7	9.6	6.7	1.3	25.9	60.6	7.2	4.0	1.3	21.3	43.1	17.8	16.1	1.7	1.15	20.6	2.15	54.4
TZ401	C	3421.8~3437.6		84.3	4.0	11.7	43.0	726.3	26.5	55.3	9.5	7.1	1.6	28.2	60.0	6.5	3.9	0	22.8	44.8	16.3	14	2.1	1.16	24.6	2.19	24.1
TZ1	O ₁	4294.64~4300.19	灰岩	87.3	1.9	10.8	41.0	24.934.1	25.9	59.4	7.6	6.3	0.74	27.6	62.1	6.3	3.4	0.6	20.1	50.0	12.2	16.6	1.3	1.12	18.8	2.23	54.1
TZ1	O ₁	4839.53~4841.66	褐灰	88.6	0.1	11.3	35.9	331.8	26.7	55.5	10.2	7.5	0.1	29.5	59.5	7.3	3.7	0.04	19.5	45.5	17.6	17.3	0.2	1.20	19.4	2.17	31.8
			白云岩																								
LN48	O ₁	5544~5550	灰岩	83.2	12.1	4.7	34.7	231.1	22.9	60.7	8.6	6.1	1.6	24.0	65.0	6.2	3.5	1.3	18.6	43.8	18.3	16.6	2.8	1.16	18.6	1.85	36.9
JF123	O ₁	5351.3~5356.5	泥晶	90.0	9.7	0.3	35.3	428.3	25.5	60.2	8.9	5.3	0.1	27.4	63.2	6.4	3.0	0.1	18.0	48.7	18.6	14.4	0.2	1.14	18.4	1.97	35.2
			灰岩																								
LN5	O ₁	5500.11~5500.12	泥晶	91.9	0.2	7.9	45.6	31.522.8	26.9	57.9	9.6	5.6	0.1	29.2	61.9	6.3	2.5	0.05	22.6	50.3	15.6	11.3	0.2	1.11	23.5	2.91	27.1
YH7X-1	Є-O	5871.55~5877.85	粉晶	54.6	19.5	25.9	25.925.0	28.546.5	19.6	50.1	9.8	14.3	6.2	21.7	52.5	7.7	10.3	7.8	13.8	43.2	15.7	25.6	1.8	1.21	12.0	1.96	48.3
			白云岩																								

注:表中:CP为环戊烷类,CH为甲基环己烷,B为苯,MB为甲苯,A为苯+甲苯,MI为Monggo指数(K值)

平均值分别为 35.98% 和 2.9; 桑塔木构造分别为 36.9% 和 2.75; 解吉构造分别为 34.5% 和 2.96。国内学者^[17]曾认为 Thompson 提出的成熟与高成熟油的庚烷值、石蜡数的界限偏低, 如若如此, 则上述岩石轻烃值所反映的成熟度会更低。

文献^[14]等诸多研究结果表明绝大部分轻质芳烃形成于烃类高热演化阶段; 与上述海相油气的对比表明, 塔里木在盆地下古生界岩石酸解烃的轻质芳烃丰度偏低, 因此应该指示了其相对较低的成熟度; 前述的链烷烃 (nC_{6-7}) < (iC_{6-7}) 以及环烷烃 (CPs) > (CHs) 型的分布形式同时也可作为酸解轻烃属早期较低熟烃类的证据。此外, 表 1 中岩石酸解烃的 (C_1+C_2) 多数小于 50%, 显然不是高演化阶段的产物; 进一步分析下古生界岩石酸解烃的气态烃同位素值, 发现其碳同位素值也反映较低的成熟度, 如塔北奥陶系碳酸盐其 δ^3C_1 % 值平均为 -54.78%, δ^3C_2 为 -40.74%; 在已知样品均为古生界海相地层且埋深大于 4500 m 的前提下, 用任何相关公式计算恐怕都不会得到指示高成熟的结果, 因此, 可作为岩石轻烃成熟度较低的又一个证据。

3.3 Mongo 值

Mongo^[11-13]在对世界各油气田近两千多个原油样品研究的基础上, 确认 K 值即 (2-甲基己烷 + 2,3-二甲基戊烷) / (3-甲基己烷 + 2,4-二甲基戊烷) 为一个不变的常数, $K = 1.09 \pm 0.0252$ 。表 1 中所分析岩石酸解轻烃的 K 值分布于 1.07 ~ 1.21 的范围。轮南的三个样品其 K 值分布于 1.11 ~ 1.16, 平均为 1.14, 最高值为 LN48(O₁) 的 1.16; 塔中五个样品其 K 值分布于 1.12 ~ 1.20, 平均值较前者高, 为 1.16, 其中 TZ1(O₁)、TZ10(O₂₊₃) 具有相对最高值, 分别达到 1.20 和 1.18; YH7X-1 则具有最高 K 值 1.21。从我们已分析的 YH7X-1 和塔中构造海相原油看, 尤其是后者均属于具有高 K 值原油的区域; 如 YH7X-1(5 814 ~ 5 826 m) 的 K 值为 1.24; TZ 构造的 K 值分布于 1.24 ~ 1.44 尽管上述不同地质在岩石酸解轻烃的 K 值与相应油气的 K 值不尽相等, 但其高 K 值分布区域对应是一致的, 某种程度上说明了其间源关系。 K 值的大小似乎与二甲基戊烷更具因果关系, 所分析样品的 (2-甲基己烷/3-四基己烷) 比值集中分布于 0.80 ~ 0.98, 而 (2,3-二甲基戊烷/2,4-二甲基戊烷) 比值分布于 1.73 ~ 3.04, 且具有较高 K 值的样品均具有高的该值, 如

表 1 中 YH7X-1、TZ10、(4 839 m) 样品的该值分别为 3.04、2.77、2.42; 该方面研究值得深入下去。

4 岩石酸解烃的属性

综上所述, 塔里木盆地古生界岩石酸解轻烃相对于海相油气低的庚烷值、石蜡指数分布值, 低的轻质芳烃丰度, 链烷烃 (nC_{6-7}) < (iC_{6-7})、环烷烃 (CPs) > (CHs) 型的分布形式 以及较轻的甲烷碳同位素值均指示了其较低的成熟度; 低的轻质芳烃丰度同时排除了以吸附烃为主的可能性; 说明实验所获的轻烃其主体应属于保存于矿物晶格中的较早期烃类。由于现今已发现的油气藏或探井均位于构造隆起部位, 可进一步推论相关油气主要来源于盆地深处的下古生界海相烃源岩, 油气经历了较长的运移距离, 而构造隆起部位的“烃源岩”至少在代表高成熟产物的低分子烃类方面, 对轮南等地区高成熟的海相油气藏贡献不大。邻近岩—油—气较大的轻烃组成差异表明了矿物晶格的封闭性且二者之间没有烃类交换。因此, 目前在油气源对比中常采用构造隆起部位岩芯进行直接地球化学对比的研究方法某种程度上讲亦是值得商榷的。

已有研究^[15,16]表明, 油气相互作用过程对轻烃具有明显得分馏分异效应, 尤其是在塔里木这样一个具有较完整序列的多期生烃高演化盆地; 其相关作用结果的表现形式之一是早期油气藏(通常为相对近源、较老储层、较高密度油气藏)的庚烷值、石蜡指数值“假象降低”, 而蒸发分馏次生油气藏(通常为相对远源、较新储层、较低密度油气藏)的庚烷值、石蜡指数值“假象升高”; 从而使得盆地三维空间中油气藏的庚烷值、石蜡指数值形成“下低上高”一反热力学规律和地质背景的空间分布趋势。本研究所分析样品均为古生界较老岩石, 其上述低的庚烷值、石蜡指数值有无可能是油气相互作用的结果呢 由岩石轻烃中轻质芳烃的相对偏低我们可以否定这一点; 轻质芳烃为极性化合物, 具有引发其它分子产生极性并于液相中产生瞬间高分子络合物的偶极运动, 限制其脱离液相进入气相进而运移的能力, 加之地质色层效应或矿物的吸附性, 尤其是对该研究的主体一埋深较大的古生界岩石, 从两个方面而言其轻烃组成理应具有较高的芳烃丰度, 其一是该埋深层段是接受下古生界后期高成熟富轻质芳烃油气的最有利层段; 其二是该埋深层段也是蒸发分馏的强烈作用层段; 如轮南地区诸构造中海相油气藏(奥陶

系—石炭系—三叠系—侏罗系)其轻质芳烃丰度空间上具有明显的下高上低的分布趋势。由此看来,较低的芳烃丰度应该指示了其相对较低的成熟度,同时也说明了对烃类而言,矿物晶格的封闭性。

对于岩石酸解轻烃相对低的成熟度的原因,除了它本来就属于早期生成的烃类外,认为尚有以下两点因素:1)已有诸多研究表明压力对烃类的分解具有抑止效应,而本研究所分析样品多数埋深大于 4 500 m 甚至 5 000 m。2)轻烃是烃类高热演化阶段的主要产物,即所要求的热力学条件较高;而塔里木盆地历史上为一降温盆地,具有低地温梯度和低大地热流的特点,如三叠纪以来地温梯度低于 3 °C/100 m。上述因素叠加使得赋存于矿物晶格中的轻烃的储层再成熟作用不明显。

5 结论

(1) 庚烷值、石蜡指数分布值,轻质芳烃丰度,链烷烃(nC_{6-7}) < (iC_{6-7})、环烷烃(CPs) > (CH_s)型的分布形式以及甲烷碳同位素值均表明本研究所获的塔里木盆地古生界岩石酸解轻烃具有相对较低的成熟度;其主体应属保存于矿物晶格中的较早期烃类,母质来源为底等水生生物;后期储层再成熟作用不明显。

(2) 所分析样品中塔中、牙哈的岩石酸解轻烃其 Mongo K 值相对高于其它样品,与二区块油气的高 K 值特征一致。

(3) 推论塔北高成熟海相油气主要来源于盆地深处的下古生界海相烃源岩,油气经历了较长的运移距离;构造隆起部位的‘烃源岩’至少在代表高成熟产物的低分子烃类方面,对轮南等地区高成熟的海相油气藏贡献不大。邻近岩—油—气较大的轻烃组成差异表明了矿物晶格的封闭性且二者之间没有烃类交换。由此,二者之间地球化学直接对比的研究方法某种程度上值得商榷。

参 考 文 献

1 Young A, Patrick H, Schweisberger R T . Calculation of hydrocar-

bons in oils— Physical chemistry applied to petroleum geochemistry I [J] . AAPG, 1977, 61(4): 573 ~ 600

2 Philippi G T. The deep subsurface temperature controlled origin of the gaseous and gasoline— range hydrocarbons of petroleum [J] . Geochim. Cosmochim. Acta, 1975, 39: 1353 ~ 1373

3 Leythaeuser D, Schaefer R G, Cornford C. Generation and migration of light hydrocarbons(C_2 — C_7) in sedimentary basin [J] . Organic Geochemistry, 1979, 1: 191 ~ 204

4 Leythaeuser D, Schaefer R G, Weiner B. Generation of low molecular weight hydrocarbons from organic matter in source beds as a function of temperature [J] . Chemical Geology, 1979, 25: 95 ~ 108

5 Hunt J M, Huc A Y, Whelan J K. Generation of light hydrocarbons in sedimentary rocks [J] . Nature 1980, 288: 688 ~ 690

6 Hunt J M. Generation and migration of light hydrocarbons [J] . Science 1984, 226: 1265 ~ 1270

7 Thompson K F M. Light hydrocarbons in subsurface sediments [J] . Geochim. Cosmochim. Acta 1979, 43: 657 ~ 672

8 Thompson K F M. Classification and thermal history of petroleum based on light hydrocarbons [J] . Geochim. Cosmochim. Acta, 1983, 47: 303 ~ 316

9 Thompson K F M. Fractionated aromatic petroleum and the generation of gas— condensates [J] . Org. Geochem., 1987, 11: 573 ~ 590

10 Thompson K F M. Gas— condensate migration and oil fractionation in deltaic systems [J] . Marine and Petrol. Geol., 1988, 5: 237 ~ 246

11 Mongo F D. Invariance in the isoheptanes of petroleum [J] . Science, 1987, 327: 514 ~ 517

12 Mongo F D. The origin of light hydrocarbons in petroleum; A kinetic test of the steady— state catalytic hypothesis [J] . Geochimica et Cosmochimica, 1990, 54: 1315 ~ 1323

13 Mongo F D. The origin of light hydrocarbons in petroleum; Ring preferences in the closure of carbocyclic rings [J] . Geochimica et Cosmochimica 1994, 58: 895 ~ 901

14 Kissin Y V. Catagenesis of aromatic compounds in petroleum [J] . Organic Geochemistry, 1998, 29(4): 947 ~ 962

15 马柯阳, 周永红, 申建中. 塔里木盆地气液溶解平衡机制下的原油轻烃行为及其地质意义 [J] . 沉积学报, 1995, 13(4): 100 ~ 109

16 Ma Keyang, Fan Pu Wang Hongshan. Geochemical evidence for the recognition of the carboniferous condensate by evaporative fractionation from Tabei Sha18 Well [J] . Chinese Science Bulletin, 1996, 41(3): 405 ~ 409

17 程克明, 金伟明, 向忠华等. 陆相原油及凝析油的轻烃单体烃组成特征及地质意义 [J] . 石油勘探与开发, 1987, (1): 33 ~ 34

Geochemical Composition of Acidolysised Light Hydrocarbons from Palaeozoic Sedimentary Rock, Tarim Basin

MA Ke-yang¹ CAO Jian-ping² ZHANG Xiao-bao¹
FU Bi-hong¹ WU Mao-bing¹ ZHOU Yong-hong³

¹ (Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)

² (Institute of Experiment and Geology, Chinese Xinxing Petroleum Corporation, Wuxi Jiangsu 214251)

³ (Professional University of Shenli Oil Field Dongying Shandong 257004)

Abstract

Tarim Basin, with an area of 560,000 square kilometers and a sedimentary sequence of 14,000 meters in thickness, although nearly more than ten medium-sized oil & gas fields discovered but without a giant one in ten years exploration, is still a perspective area for potential petroleum exploration due to its attractive petroleum geological settings.

Because of its abundance in gas-condensate, a number of studies focused on the light hydrocarbons in oil & gas have been presented. For better understanding the genetic relationship of light hydrocarbons among rock-oil-gas, this paper deals with the composition characteristics of the light hydrocarbons acidolysed from the Palaeozoic sedimentary rock and their comparison with those of oil and gas.

The experimented core samples, with their depth ranged from 4000m-5877m and geological time dated to Cambrian, Ordovician and Carboniferous respectively, are located on Lunnan, Tazhong etc. six oil-gas fields or structures. The core samples firstly were smashed under the lower temperature and of which in 60-100 mesh sized were collected to be used in extracting light hydrocarbons. After the acidolysis device, along with 40g sample and 50ml distilled water in it, was evacuated to vacuum, it was heated to 70-80°C by water bathing, and then dripping phosphoric acid(85%) to react with carbonate minerals to release the light hydrocarbons reserved and CO₂ produced, the later was neutralized using KOH (saturated) finally in gas-washing flask and the accumulated light hydrocarbons was analyzed by HP5880 GC equipped with HP-PONA column and data processing system.

The data calculated from the acidolysed light hydrocarbons (Table 1) display a complete different distribution compared with the marine oil-gas nearby. (1) Heptane values ranging from 12.0%-24.6% and the average is 19.0%. Isoheptane values ranging from 1.7 to 2.91 and the average is 2.15. Both are much lower than those of the marine oil-gas nearby, for example, both averages of Lunnan structure are 35.8% and 2.9 respectively. (2) Lower content of light aromatic compounds, with the average of 0.95% in C₆₋₇ calculating unit, compared with that of 4.96% in oil and gas-condensate. (3) Different distribution pattern in alkane and cycloalkane, namely $\sum nC_{6-7} < \sum iC_{6-7}$ and $\sum CPs > \sum CHs$, contrary to the distribution patterns in oil and gas-condensate. (4) Lighter $\delta^{13}C_1$ ‰ values, averaged -54.8‰, as well as lower (C₁+C₂)% values (<50%), compared with natural gas. Meanwhile one similarity on Mongo K Index is recognized, namely in Tazhong and Yaha oil-gas and rock all possess higher Mongo K values compared with other oil & gas bearing structures. Based on the distributive characteristics of acidolysed light HCs, conclusions obtained as follows: (1) The lower maturity acidolysed light HCs obtained in the experiment is the earlier HCs which was sourced mainly from marine bacteria and algae and preserved in the crystal lattice of carbonate mineral, the reservoir rematuration is not effective even under the depth of 4500m-5900 during such a long geological period mainly because of the increasingly higher pressure and the lower earth thermal gradient as well as the lower geothermal

flux in recent and late geological in Tarim Basin. (2) The similar higher Mongo K values coexisted in rock—oil—gas indicat that there is some relationship between the Ordovician rock and the oil—gas in Tazhong and Ya-ha oil field. (3) Because of the maturity deviation reflected by light HCs between the rock and oil & gas deposits nearby, it demonstrates that the higher matured marine oil & gas is mainly sourced from the deeper Palaeozoic sources perhaps in the sedimentary center of the Basin by undergoing a long distance of migration, to which the Palaeozoic rock near the reservoir contribute little at least in low molecule HCs and also no exchange of light HCs between them perhaps due to the relative closing property of the crystal lattice.

Key words Tarim basin Palaeozoic light hydrocarbons from rock

(Continued from page 477)

from Xing-Mong geosynclinal area, their correlation shown in the judgement diagrams, a satisfactory result has been obtained.

By making total chemical analysis of 6 volcanoclastic samples of volcanic event layers from this area and several synchronous volcanic rock samples from Xing-Mong geosynclinal area, converting them into Jensen, Rittmann, Wright and the other parameters, and projecting them respectively on $Al-(\langle Fe \rangle + Ti)-Mg$ diagram, SiO_2-K_2O diagram, SiO_2-AR diagram and $lg \delta_{lg\tau}$ diagram, It is found that all the volcanic—clastics and volcanic rocks fall onto medium—acidic calc—alkaline island—arc or active continent margin areas.

Using the ICP—MS method to make the rare-earth and trace elements quantitative analysis of the samples mentioned above, and standardizing them, we respectively draw REE distribution pattern, rathion spidergram of trace elements, Hf/3-Th-Ta judgement diagram and Rb-(Y+Nb) diagram, illustrating that they all belong to medium-acidic, calc-alkaline, island-arc eruption patterns whether they are volcanic event deposits in this area or volcanic rocks in Xing-Mong geosynclinal area.

As a result of the study of petro—geochemistry above, it is fully proved that the volcanic event deposits in Late-Paleozoic strata of North China, Nangpiao in the west of Liaoning, came from medium—acidic, calc-alkaline, island-arc volcanic eruption at the same period from Xing-Mong geosynclinal area.

The result will be of great value both in theory and practice for further research into the paleo-tectonic background of volcanic eruptions and distribution law of volcanic event deposits.

Key words volcanic event deposits petrochemistry geochemistry