

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

“未熟油”与“未熟生烃”异议

陈安定

(江苏石油勘探局地质科学研究所, 江都, 225261)

内容提要 有关专家认为,“未熟生烃”是我国新生代盆地广泛存在的地球化学现象。本文剖析了这一论点背后隐含的矛盾,并以苏北盆地部分断陷中存在的“不等深等温”、“不等深等熟”、成熟度指标与埋深关系的“平行变浅”分布等资料为依据,提出此现象当源于“古大于今”埋深史这一特定地质背景(或称为退化型受热史)。若以恢复的最大古埋深重新勾画产烃率曲线,所谓“低温早熟”现象即可消除。既然未熟生烃现象不存在,也就不存在未熟的石油。同时指出,对此类盆地的后期抬升幅度及其不均衡性估计不足是产生这一认识的主要根源。

关键词 未熟油 未熟生烃 古埋深 生油理论 受热史 后期改造

1 用“未熟油”及“未熟生烃”论点很难解释的现象

未熟油(immature oil)一词最早见于 Tissot 和 Welte(1978)所著的《石油形成与分布》一书。黄第藩曾提出,低熟石油可与未成熟生油岩对比并由岩石中原有的可溶有机质直接衍生而来^[1]。王铁冠等则进一步将其明确为“所有非干酪根晚期热降解成因的各类低温早熟的非常规油气”^[2]。潜江凹陷广33井原油是傅家谟等提出未熟油论点的典型样品,据深度- R_o 关系推断,它来自成油门限深度(2200 m)以上的源岩^[3]。然而,河套盆地临深2井原油成熟度更低,却使人得出完全不同的结论。临深2井原油埋深3746~3789 m,用通行的甾烷异构化成熟参数—— C_{29} 甾烷 $20S/(20S+20R)$ (以下简称 SM)指标衡量,其成熟度($SM=0.115$)比史继扬报道^[4]的济阳拗陷义18井低熟油($SM=0.17$)和广33井原油($SM=0.24$)都要低,其它如原油族组成、芳烃芳香度等也表明其具有更典型的低成熟特性。原油母岩渐新统生油层成油门限深度3600 m,门限温度114℃,门限 SM 值(称门限起点值) <0.07 。据源岩的深度-SM 关系,该原油应来自成油门限以下约3800~3900 m深处的源岩^①。同为低熟油,为何有的在门限之上,有的却置于门限以下,令人深思。

事实上,据所掌握的资料,越是那些 SM 值极低(即成熟度最低)的原油相反却具有较大的埋深(表1)。从表1可见,除泌101井一个样外,其余原油均具有2200 m以上埋深。据廖前进等人的研究^[5],该样与同井2290 m原油具极好的相似性和相等成熟度,为此,推测其源岩仍在2290 m以下。依据油气一般向上运移的原理,推断表中原油对应的源岩深度均会超过2200 m。从这一点看,它并未违背晚期成油说所规定的“一定的深度或温度条件”这一基本事实。

周光甲曾提出那些埋深仅1100~1300 m、但含有大量葡萄藻化石的泥岩是孤东、埕东油田馆陶组低熟油的可能源岩^[6]。文中有两点令人深思:①在具丰富低熟油储量的东营凹陷南斜

①陈安定,临深2井等原油成熟度研究,长庆油田勘探开发研究院,1982年度研究报告。

本文1997年5月收到,1998年4月改回,周健编辑。

表 1 国内某些低熟原油埋深及源岩深度推测

Table 1 The burial depth of some light-mature oils

盆地名称	井名	层位	油层深度(m)	SM	资料来源	推测源岩深度(m)
苏北	安丰 1	K _{2f}	2310~2360	0.06	本文	2550 ^①
河套	临深 2	E ₃	3746~3789	0.115	陈安定 ^②	3800~3900
柴达木	跃参 1	N ₁	2255~2447	0.18	[5]	≥2447
南襄	泌 101		1519~1522	0.07		≥2290
	泌 101		2290	0.07		
济阳坳陷	义 21	E _s ¹	2683.4~2764.2	0.18		≥2750
	义 18		2422~2757	0.17	[4]	2758

注：①据文献[9]图 2，高邮、海安凹陷深凹处岩样深度-SM 关系线推断。②陈安定. 临深 2 井等原油成熟度研究. 长庆油田勘探开发研究院, 1982 年度研究报告.

坡东部八面河、草桥等油田，于箕状断陷斜坡处存在明显的地层剥蚀（由文献[6]图件说明），下部沙一至沙四段与上部馆陶组呈角度不整合。按童晓光对箕状断陷斜坡带的划分^[7]，应属构造作用为主的构造—沉积斜坡。受早第三纪末东营事件不均衡抬升影响，斜坡处 E_s 生油层预计应存在今埋深小于古埋深情况，且古今埋深差向着深凹方向将逐渐减少直至消失、反向。②“不等深等熟”现象。据文中资料，桩 98 和义 60 井源岩埋深为 2812 m、3024 m，SM 值为 0.12 和 0.16。但在东营凹陷南坡的牛 5、纯 11 井源岩埋深仅 2626 m 和 2297 m，SM 值却达到 0.25 和 0.27。这里提示一种现象，即处于不同构造单元上的源岩当达到相等成熟点时，如浅斜坡相对深斜坡、斜坡相对深凹所对应的深度可能会变浅。这一现象在苏北盆地得到进一步说明。

王铁冠等曾以临清凹陷、吐哈盆地、东海西湖凹陷、苏北金湖和洪泽凹陷等资料为据勾画了液态烃生成随深度变化的“双肚子曲线”^[2]。作者认为，上面的肚子代表“低熟（按作者定义，这里的低熟即为未熟）生烃（源岩埋深 850~2000 m）”，下面的肚子则代表“成熟生烃（源岩埋深 >2000 m）”。双肚子曲线是“未熟生烃”立论的主要依据。但必须指出，勾画该生烃曲线的样品并非取自同一剖面或同一构造单元的相邻井。如苏北盆地上面肚子的样品均取自箕状断陷斜坡或隆起，下面肚子的样品则来自深斜坡、坡—凹过渡带或深凹。倘若不同构造单元地质背景（如埋藏史）出现差异，则不同地区的今埋深显然不是一种可比的热演化标尺。

从王铁冠等所著《低熟油气形成机理与分布》一书中不难发现一些与未熟油理论相抵触的现象^[2]：①不等深等熟。当 R_o 达到 0.65% 这一成熟点时，苏北金湖凹陷不同构造单元的源岩对应了不同埋深：西斜坡处 1850 m；闵桥隆起处 1900 m；深凹（三河次凹）处为 2650 m。众所周知，R_o 值增长是一种主要和地温有关的行为。而且，这里显然可排除岩浆侵入等异常热源影响。②将不同构造单元样品进行对比时，可发现成熟度指标，如 R_o、荧光光谱红绿商 Q 与埋深关系线呈“平行变浅”分布。所谓平行变浅，是指同剖面或同一构造单元上的相邻井样品其成熟度参数与埋深呈线性变化，但不同构造单元所建立的关系线尽管变化斜率一致，呈相互平行分布，但等成熟点对应深度却大不相同。此现象过去常见于古老地层，反映了埋藏史差异和一度发生的抬升未被后期埋藏所掩盖。③著者之一在论述德南洼陷烃源岩埋藏史时，已认识到 E_s 生油层在东营组沉积末曾有大幅度抬升，其抬升幅度约 2000 m（据第 124 页图件目测），并出现“古埋深大于今埋深”情况（古今埋深差约 680 m）。倘若每个剖面都能用恢复到位的最大埋深去绘制烃转化曲线，情况将怎样呢？上面的“肚子”势必会沉到下面的“肚子”中去。

王启军等曾报道三水盆地因后期强烈抬升致使成油门限深度极端变浅一例，该盆地在始

新世未曾经历 37 Ma 沉积间断,其成油门限深度仅 400 m,恢复埋深为 1500 m。作者认为,岩浆侵入有局部烘烤,主要原因是抬升剥蚀^[8]。

从以上分析可以看出,未熟生烃理论自提出以来就伴随了诸多难以解释的矛盾。

2 苏北下第三系源岩“浅”熟现象剖析

2.1 “不等深等温”与“不等深等熟”现象

苏北盆地研究资料曾作为建立未熟生烃模式的重要原始证据^[2]。这里确实存在一些埋藏虽浅(850~1500 m)但已大量生烃的源岩。然而,它的分布表现出较强的地域性和受构造单元控制的特征。如主要分布在高邮、金湖、洪泽 3 个凹陷的斜坡和隆起部位,向东至海安凹陷则见不到,向西越来越明显。

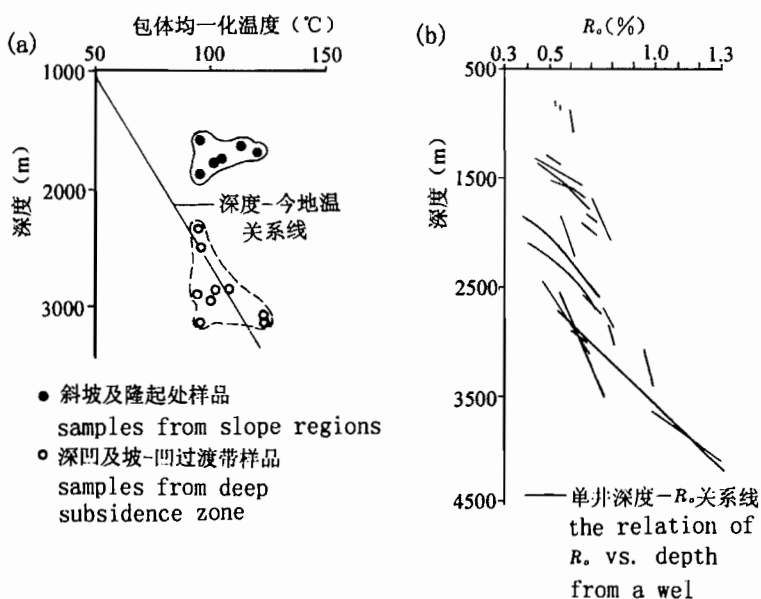


图 1 苏北盆地下第三纪地层和源岩的“不等深等温”(a)与“不等深等熟”(b)现象

Fig. 1 Geochemical phenomena that the Neogene strata and source rocks in the Subei basin have the equal subsurface temperatures (a) and the same maturity (b) at different burial depths

成熟参数,如 R_o (图 1b)、SM 参数、红录商 Q 等与埋深关系呈“平行变浅”分布^[2,9],反映出类似古老地层复杂地史条件下出现的“不等深等熟”现象。

温度是石油演化的基本条件之一。倘若深度对温度有代表性,则深度可作为石油演化的标尺;若不相符,则应以地温计记录温度和有机质成熟度为主要标尺。就以上“不等深等温”、“不等深等熟”现象而言,倘若反映的深度差别不大,尚可用地区间地温梯度差异(目前在苏北地区尚未发现)作一般解释。但事实上这一差别可达 1000~1500 m 以上。再如上述成熟度指标与深度线性关系不佳则也不足为据,但实际在每口单井或同一构造单元相邻井反映的线性关系还是好的。这一切都说明,资料是真实可靠的,要寻找合理解释必须先冲破地质认识的束缚。

笔者已对该区“浅”熟生烃现象作过报道^[9]。之所以称为“熟”并将浅字加上引号,是因为以下证据说明它们具“古大于今”埋深史:①地温计指标,如自生矿物包体均一化温度(图 1a)及粘土矿物演化界线(指 I/S 混层中蒙脱石层含量从 40%~80% 急剧下降至 20% 时所代表的 105°C 温度界线^[10]。实际资料见文献^[9])指示出“不等深等温”现象。如图 1 所示,断陷斜坡、隆起处地温计记录温度大于现今地层温度,深凹处两者基本相符,相同“地温”点在不同构造单元对应的今埋深差异甚大。②有机质

2.2 有关的地质事件

渐新世至中新世早期是苏北新生代时期最主要的一次抬升期,累积间断时间13~18 Ma。该区普遍缺失渐新统,部分地区尚缺失中新世早期盐城组一段(盐一段缺失区位于金湖—扬州一线西南,后期沉降幅度小,是浅层生烃现象的集中分布区)。盐城组与下伏三垛组(E_2s)等地层呈区域不整合或假整合接触。近期的磷灰石裂变径迹测年资料验证了此次抬升运动,如滨海凸起的最晚一期大幅度上隆时间为38~15 Ma^[9]。这里的38 Ma与前人确定的全区性三垛事件抬升起始时间恰好相符。同时,也不难从整个苏北—南黄海盆地的不同角落找到此次抬升留下的构造形迹。如图2所示,抬升削蚀的差异性十分明显,总的表现为断陷深凹处剥蚀少、斜坡和隆起处剥蚀得多。箕状盆地的结构正是在这种挤压与不均衡抬升削蚀过程中得到了加强^①。另据赵正中等人的研究^②,三垛事件对洪泽凹陷西斜坡处造成的剥蚀极为严重,它使得 E_2s 地层剥蚀殆尽,并使下伏戴南组(E_2d)上段残缺不全。这一认识与该区源岩生烃深度最浅(850 m)及等温、等熟点指示深度大幅度上浮完全一致。

2.3 古埋深恢复

古埋深恢复是个难题。但是,关键尚在于选择与埋深线性关系好的参数。 R_o 值在 $<0.7\%$ 时精度较差。泥岩压实曲线受泥质含量影响,并受超压现象干扰,对埋深变化反映不甚敏感。实际资料对比表明,SM值是一项与埋深线性关系好、同时又比较敏感的参数^[9]。而且,尤其适用于下第三系咸水腐泥干酪根。但在资料选用时应注意剔除氧化环境的低有机碳样品和腐殖型样品,并限制在生油门限至生油高峰深度段使用。再向下, R_o 值较为适合。包体均一化温度和粘土矿物演化界线用于宏观控制尚可,过分精确则达不到。最终,笔者以SM参数为主,同时参考其它资料作综合解释。

依据等温即近似等熟的基本原理,当恢复“变浅”样品的最大古埋深时,可以其SM值在高邮、海安深凹样品所建立的SM-深度关系线上查找。经埋深恢复后,凡达到大量生烃标准(烃/C $\geq 3\%$)的源岩,一般均位于2500~2600 m以下深度。门限之上的“未熟”生烃现象自行消失。其它如“深不如浅”(因埋藏史差异而产生的合理现象)、“深浅不一”等与今埋深关系混乱的资料被理顺。恢复 E_2s 地层原始厚度为1900~2300 m,平面变化不大,属拗陷为主的沉积。剥蚀厚度700 m(高邮深凹,推测数据)至2000 m(洪泽西斜坡)^[9]。 E_2s 地层原始沉积时西厚东薄,由此造成阜四段(E_1f^4)源岩在洪泽凹陷西斜坡处已熟,而东部金湖、高邮两凹陷的斜坡、隆起处 E_1f^4 源岩尚未成熟。目前的油源研究证明,迄今尚未找到由未熟的源岩产生的石油。 E_2s 被剥蚀时相反,为西强东弱,并从此奠定后期沉积的东倾地势。地层剥蚀量展现出NE走向(箕状盆

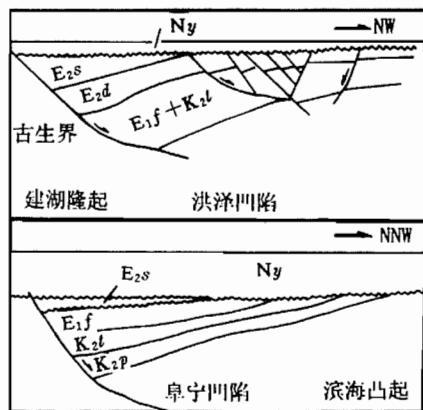


图2 苏北洪泽凹陷、阜宁凹陷地震剖面解释成果图(据郭同楼,1994;汪祖智,1987)

Fig. 2 The interpretative results of the seismic section in the Hongze and Funing depression (after Guo, 1994 and Wang, 1987)

① 陈安定. 苏北盆地演化的动力学机制. 1998. 待刊.

② 赵正中. 洪泽凹陷第三纪古生物地层研究. 1994.

地构造走向),由斜坡到深凹、再到隆起,或从斜坡至深凹成带状以剥蚀量多与少相间分布。由此说明,三垛事件是一起由太平洋板块俯冲引起的、受北西—南东向挤压或左旋剪切力(SN向)作用下的不均升降运动。其挤压力主要转化为断陷斜坡的进一步翘升而不是原有正断层反转。对应于新第三纪早期的盐城运动则是由印度板块向欧亚大陆碰撞引起的,以NNE向至近SN向挤拗为主,在产生右旋扭动应力场(SN向),并导致NE向正断层再度活跃的同时,形成NWW至EW向隆-拗格局的地质运动^①。受篇幅所限,在此不对盆地构造演化及力源机制作更讨论。

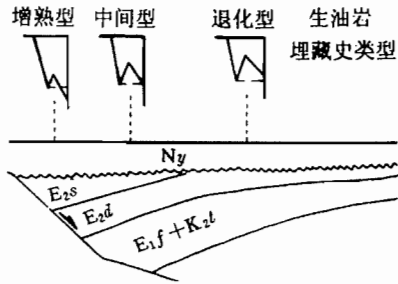


图3 苏北箕状断陷中不同构造单元具不同埋藏史类型示意图

Fig. 3 Different types of burial history of various tectonic units of the Subeiliatric fault depression

箕状断陷产生的背景就是简单的拉张作用等是产生“未熟生烃”认识的主要根源。

3 苏北盆地研究的普遍意义

地球化学现象总是地质背景各个不同侧面的反映。既然“未熟生烃”曾作为一种普遍现象存在,那末,苏北盆地的地质背景是否也具有普遍性呢?

据林西生等人的研究^[10],粘土矿物指示相同古地温的界线深度不一致在全国普遍存在(表2)。这种不一致不仅在盆地间,同时也在盆地内部(注:有人认为粘土地温计资料与埋深关系混乱,实际与地质认识有一定关系)。粘土矿物演化仍属化学动力学反应,因为沉降史不同固体会带来演变界线差异,但这一变化无论怎样也不会扩大到表2所示的差距。

表2 各油田 I/S 或 C/S 混层第二迅速转化带深度界线

Table 2 Depths of second rapid transform zone of I/S or C/S interbedded mineral in some oilfields

盆地名称	松辽盆地		泌阳凹陷			内蒙二连盆地		济阳拗陷			冀中廊固凹陷		辽河西部凹陷		柴达木一里坪
	中检7-3	徐17	古城	双河	下二门	阿3	阿100	东营	沾化	义11-4	大43-14	曹5	宁古102	锦101	
井名	中检7-3	徐17	124-2	双河等	下二门等	阿3	阿100	3-5-11	义11-4	大43-14	曹5	宁古102	锦101	双96	早2
层位	K	K	Eh	Eh ₃	Eh ₃	K	K	Es ₃	Es ₃		Es ₃		Es		N
界线深度(m)	1185	1600	1008	1500	2000	1100	664	2700	2887	1870	3150	3750	3400	3792	2450

注1:原资料引自文献[10],由图改为表;2:此界线指示地温100~110°C;3:某些地区深度偏大,不排除岩屑掉块带来的干扰。

由表2可见,在苏北盆地见到的地质现象不是孤立存在的。尽管在抬升幅度上认识有分歧,但对我国中、新生代盆地普遍存在后期抬升改造尚无异议。构造正反转已成为近年来讨论的热门话题,并强调它在油气聚集中的作用^[12,13]。如云金表等人曾对东北地区中生代断陷盆

① 陈安定. 苏北盆地演化的动力学机制. 1998. 待刊.

地群的后期回返作过专门阐述^[14]。由表 2 可见,从二连到松辽,部分地区的抬升幅度比较大。据姜涌泉研究,东海盆地新生代地层的地震反射有 6 个地质界面,4 次明显的区域性隆升^[15]。其它如渤海湾地区诸盆地、南襄盆地、江汉盆地等普遍存在新老第三系不整合面。广西百色盆地则经中新世间断转为残留断陷^[16]。到底有多少盆地在后期抬升中产生“古大于今”埋深史尚需在以后的研究中逐步证实。但是,已反映有“早期生烃”现象的地区,或定出的门限深度明显偏浅的地区(如松辽盆地 K_1 生油门限为 1330 m, 70°C; 泌阳凹陷 E_h 生油门限为 1600 m, 75°C), 或者在同一盆地内可定出两到 3 个深度悬殊生油门限的地区(如吐哈盆地哈密、托克逊、台北 3 个凹陷的成油门限深度分别为 1049 m、1808 m、3173 m。再如辽河断陷、渤海湾盆地、济阳拗陷、江汉盆地等)^[11,17], 粘土矿物演变界线大幅度上浮或在同一盆地变化悬殊的地区(如二连盆地)等均可能存在这一特定地质背景。当然,在问题分析中应注意将各地因地温梯度和沉降史差异引起的正常浮动区分出来。

4 是否存在未熟石油

如果不存在未熟生烃,相应地就不可能有未熟的石油。但也不那么简单,对有关问题的认识目前尚不统一。

如果该原油的 SM 参数低于某一规定值,是否就是未熟油? 答案是“不一定”。关键在于如何确定本地区的 SM 门限起点值。该值应当从具有“增熟型”埋藏史的地区去确定。对于临深 2 井那样的情况来说,大概不会引起争议。但是遇到前面提到的东营凹陷情况则容易“对”到门限以上。假设从深凹处桩 98 井建立标准演化曲线,确定门限为 2800 m, 对应 SM 为 0.12。如从斜坡处纯 11 井获得 SM 为 0.27 的油样,对照该井源岩确定来源深度约 2300 m。若将两种不同地质背景的样品联系在一起,单看深度 2300 m 小于 2800 m,可能会得出门限以上生烃的结论。如果将斜坡处样品按指标置于“增熟型”埋藏史地区的生烃转化系统中去看则不会得出上述结论。

从苏北阜宁组二段源岩的 SM-烃/C 关系图可见(图 4),如以烃/C 转化率 3% 作为进入“大量生烃”或排烃的门槛值时,少数样品在达到这一要求时 SM 仅为 0.04, 绝大多数样品进入该状态时为 0.12, 平均 0.08。当然,前面已着重论证了它们应有的古埋藏深度。既然有这样低的起点值存在,将 $SM < 0.2$ 或 0.25 的原油视之为“未熟”则显得依据不足。

各地干酪根在大量生烃门限处的 SM 值之所以不同,应与其产烃能力有关。由于我国下第三系咸水腐泥干酪根产烃能力极好,原油的低 SM 起点应是它的一种本质属性。

干酪根降解新生烃并不存在 $\alpha\alpha\alpha$ (20S)

“地质型”甾烷,“20R”构型甾烷向“20S”构型甾烷转化应属已生烃的一种演化行为。排烃是在干酪根生烃已达到满足吸附的前提下(经验为烃/C $\geq 3\%$)进行的。干酪根性质越好,达到此标准时所需的温度历程将越短,SM 起点亦越低。相反,产烃能力低的,其烃/C 达标时所需温度

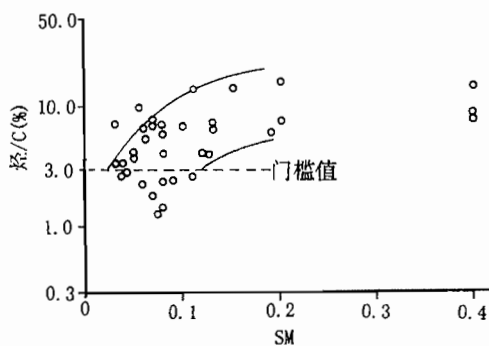


图 4 苏北盆地阜宁组二段源岩的 SM-烃/C 关系图
Fig. 4 The relation of SM vs. HC/C of source rocks in Funing Formation, Paleogene, Subei basin

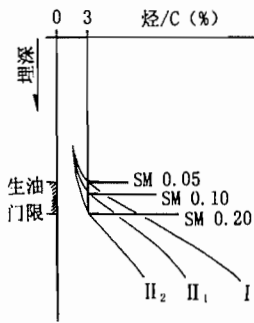


图5 不同类型干酪根具不同SM门限起点值解释示意图

Fig. 5 Interpretation of different SM threshold values of different types of kerogen

未熟生烃理论曾一度给勘探工作和生油层评价带来积极作用,但同时也带来许多困扰。就江苏来说,洪泽凹陷阜四段生油层850 m就大量生烃,但是到了金湖凹陷同为阜四段生油层,尽管今埋深大大超过这一深度,但古埋深恢复和实际资料说明它仅在凹陷中心小范围内成熟,迄今所找到的油基本上都处在“下含油组合($E_1f^1-E_1f^3$)”并属下部阜二段来源。同样,高邮凹陷北斜坡阜四段源岩也基本不熟,除了在沙埕地区发现有岩体侵入增熟或因深凹油源的运移而存在阜四段来源成熟油以外,未在其他地区的阜四段以上地层中发现油气。已发现油气均属阜二段来源,并储集于下部含油组合。该凹陷阜四段来源油主要分布在深凹及坡一凹过渡带,那里的源岩已充分成熟。研究表明,自下而上不同油源的“塔式”展布反映出源岩实际成熟度及油气运移通道所起的作用。

如果选择了一个源岩尚未成熟同时又不存在沟通成熟源岩的运移通道或传送带的地区,可不可以上去打井?依笔者之见,不能。例子就在江苏宝应地区。该区应3井阜二段源岩今埋深为2000 m,恢复最大古埋深为2500 m(刚熟)。该井及以北地区已钻数口井无油气显示。因既无就地供给能力,又无异地运移条件而导致钻探失利的还可以举出一些例子。即便是那些源岩已经成熟但成熟度尚特别低的地区,研究发现其储集油气主要依赖“异地运移”。

一个十分明白的现象是,这里出现的“850 m”和那里出现的“1500 m”只适用本地或同一构造单元,挪个地方就行不通。原因是它的“特定地质背景”所决定的。所以,对于具复杂埋深史的地区来说,现今埋深不是评价的主要依据,实际成熟度和是否大量生烃才是最重要的。在此基础上圈定成熟生油岩范围,研究油气运移通道、方式和去向,评价运移途中圈闭才能提高勘探成功率。

据了解,本区勘探部署人员既有愿望接受“未熟生烃”这一新理论,但又充满疑虑和担心。已有的经验教训使他们从未认真地去实践这一理论。他们仍然认为,成熟好的凹陷才是好凹陷,近油源才能找到富集块。

参 考 文 献

- 1 黄第藩. 我国石油地球化学研究和应用方面几个问题的探讨. 石油与天然气地质, 1984, 5(4): 305~314.
- 2 王铁冠, 钟宁宁, 侯谈杰, 黄光辉, 包建平, 李贤庆. 低熟油气形成机理与分布. 北京: 石油工业出版社, 1995. 2页, 95~222页.
- 3 傅家谟, 盛国英, 江继纲. 膏盐沉积盆地形成的未熟石油. 石油与天然气地质, 1985, 6(2): 150~158.

历程将加长, SM起点值亦略有升高, 如图5所示。这就意味着如以达到排烃的要求衡量, 并非所有生油岩一起拥入, 而是陆续进入。即使发现原油的SM值比确定的门限处平均值还要低, 却未必比其中最好的干酪根SM起点值低(门限是一个深度段, 而不是一个点)。大量资料说明, 那些与SM极低、*r*-蜡烷高、甾/萜比大特征原油具相似性的源岩均属强还原、高生烃能力的典型咸水藻类腐泥干酪根。应予指出的是, 这里的门限深度差异(一般200~300 m)、SM起点值差异等与“低温早熟”有本质区别, 它仅仅是晚期生油理论前提之下的微观差别而已。

5 实际地质意义

- 4 史继扬, 麦坎任 A S, 埃格林顿 G, 戈瓦 A P, 马克斯威尔 J R. 胜利油田原油和生油岩中的生物标志化合物及其应用. 地球化学, 1982, (1): 4~20.
- 5 廖前进, 黄第藩, 徐永昌. 我国陆相地层中未成熟油、低成熟油的地球化学特征研究. 中国科学院兰州地质所生物气体地球化学国家开放研究实验室研究年报(1986). 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1987. 34~61 页.
- 6 周光甲. 陆相断块盆地中的低熟油. 有机地球化学论文集. 北京: 地质出版社, 1987. 27~37 页.
- 7 董晓光. 中国东部第三纪箕状断陷斜坡带的石油地质特征. 石油与天然气地质, 1984, 5(3): 218~227.
- 8 王启军, 陈建渝, 田世澄, 张博全. 三水盆地第三系有机质演化特征及主要影响因素. 有机地球化学论文集. 北京: 地质出版社, 1987. 85~93 页.
- 9 陈安定. 苏北下第三系源岩“浅”熟的构造背景. 石油勘探与开发, 1996, 23(4): 6~10.
- 10 林西生, 应凤祥, 关乃萱. X 射线衍射分析技术及其地质应用. 北京: 石油工业出版社, 1990. 119~125 页.
- 11 程克明主编. 吐哈盆地油气生成. 北京: 石油工业出版社, 1994. 64~84 页.
- 12 王国纯. 中国近海盆地的正反转构造及其石油地质意义. 中国海上油气(地质), 1995, 9(1): 33~39.
- 13 李心宁, 王同和. 二连盆地反转构造与油气. 中国海上油气(地质), 1997, 11(2): 106~110.
- 14 云金表, 罗笃清, 李玉喜. 东北地区中生代断陷盆地群构造演化与成油关系探讨. 石油勘探与开发, 1994, 21(6): 40~45.
- 15 姜涌泉. 东海基底性质及其油气地质意义. 中国海上油气, 1990, 4(5): 19~28.
- 16 李国玉, 吕鸣岗等. 中国含油气盆地图集. 北京: 石油工业出版社, 1998. 11 页, 21 页, 35 页.
- 17 叶得泉, 钟筱春, 姚益民, 杨藩, 张师本, 蒋仲雄, 王义诚等. 中国油气区第三系. (I) 总论. 北京: 石油工业出版社, 1995. 312 页.

Dissent over “Immature Oil” and “Generation of Hydrocarbon by Immature Source Rocks”

Chen Anding

(Institute of Geological Sciences, Jiangsu Bureau of Petroleum Exploration, Jiangdu, Jiangsu, 225261)

Abstract

Some specialists hold that the generation of hydrocarbons by immature source rocks is a prevalent geochemical phenomenon in many Cenozoic basins of China. This view contains a contradiction. In some fault depressions of the Subei basin, eastern China, there exist the equal subsurface temperature and the same maturity at different depths and the parallel-shallowing distribution of the maturity index and the burial depth of the samples. This phenomenon is due to the particular geological setting of the ancient burial depths being greater than the present ones (or called the degenerative thermal history). If a curve of the hydrocarbon yield is drawn with the restored maximum palaeoburial depths, the phenomenon of earlier generation of hydrocarbons at low subsurface temperatures can disappear. Now that the phenomenon of hydrocarbon generation by immature source rocks does not exist, no immature oil will exist. The wrong view of hydrocarbons generation by immature source rocks mainly originate from the underestimation of the uplift amplitude of such basins in the late stage and the unbalance of the uplift.

Key words: immature oil; generation of hydrocarbons by immature source rocks; palaeoburial depth; oil generation theory; thermal history; late-stage uplift

作者简介

陈安定, 男, 1946 年生。1969 年毕业于南京大学地质系地球化学专业。现为中国石油天然气总公司江苏石油勘探局地质科学研究所高级工程师, 从事油气地球化学与地质研究。通讯地址: 225261, 江苏江都邵伯江苏石油勘探局地质科学研究所。