

伊-蒙混层粘土 I/S 比加大方式及成分控制^{*}

——以珠江口盆地两口井为例

邬金华 余素玉

(中国地质大学, 湖北武汉 430074)

许仕策 刘丽华

(南海东部石油公司科技研究中心, 广东广州 510240)

对珠江口盆地两口井泥质岩中粘土矿物 X 衍射分析资料的分段定量研究证实,在渐进成岩过程中,伊-蒙混层粘土的伊利石层和蒙皂石层的含量之比(I/S)的加大,与钾长石的溶解有关。有三种形式:若沉积有机质和钾长石足够丰富,加大将优先以伊利石层净增加的方式进行,其出现的温度大致与生油门限温度相当或稍高;低于该温度,蒙皂石层将按溶解-沉淀机理伊利石化;若无 K^+ 供给,加大方式将是蒙皂石净溶解。一般情况下的渗透率均可保证离子的通畅输导而与加大方式无关;仅当渗透率低至对较大的铝的有机络合离子具有过滤作用时,才可能使净增伊利石层被伊利石化反应所取代;更低渗透率或体系封闭将使所有加大行为趋于停止。

关键词 伊-蒙混层粘土 伊利石化 伊利石净增加 蒙皂石净溶解 成分控制

第一作者简介 邬金华 男 54岁 副教授 沉积岩石学

1 研究现状

研究泥质岩成岩作用面对的一个基本事实是,伊-蒙混层粘土(以下简称为 I-S)中的伊利石层和蒙皂石层均处于准稳定状态^[1],二者的含量之比(I/S)会随埋深增加而趋于加大,但当 $I/S > 4:1$ 以后,加大就极为缓慢,直到温度达到 350°C 左右的浅变质阶段,残留的少量蒙皂石层才可能最终消失^[2]。然而,不同人对加大方式和机理却有不同理解。较为流行的观点认为加大是通过蒙皂石的伊利石化反应实现的, Pollastro 将其看成是“同类相食”的过程^[3]。对此,目前已提出了两种反应机理,即固态(或层-层)机理和溶解-沉淀机理^[4,5]。二者的共同之处是伊利石都是以消耗蒙皂石为代价而生成的,也都须有外来 K 的加入并释放出 Fe , Mg , Na , Si ; 二者的不同之处在于,固态反应前后没有粘土摩尔数的增加或丢失,消耗蒙皂石和生成伊利石的摩尔数之比为 $1:1$ 。已知伊利石比蒙皂石含有更多的 Al ,故该反应还须有 Al 的补充;而溶解-沉淀(以下简称溶沉)机理却不需要另外的 Al 源,生成伊利石的 Al 就来自蒙皂石的溶解,这

样,反应中被消耗的蒙皂石摩尔数就要大于新生成的伊利石摩尔数,它们间的比值为 $1.57:1$ 或 $1:0.64$ ^[5]。另外,每消耗1个单位的蒙皂石,溶沉反应要比固态反应少耗费 56% 的 K ,而须多释放一些 Mg , Fe , Na 和 Si ^[5,6]。自固态反应被提出来以后,似乎还未找到支持该反应的直接证据。虽然 Bethke 和 Altaner^[7] 通过以“层”为单位的计算机模拟赞同该反应,但许多 X 衍射资料却多少对溶沉反应有利^[5,6],因而 I/S 比加大的方式和机理仍是一个悬而未决的问题。I/S 比加大过程中的成分控制一直受到人们的关注,该过程常具有间歇性或幕式特点,在某个狭小深度段内 I/S 比可以突然大幅度上升,而在其他深度段则变化缓慢或基本保持不变。这被看成是孔隙水化学条件发生了改变的缘故^[8],尤其是 K^+ 的供给被普遍认为是一个重要控制因素。在碎屑性泥质沉积中, K^+ 的基本来源是钾长石^[12],其丰度与 I/S 比之间可以显示一定相关性^{** [4,9]},但也可能没有关系^[6]。这种看起来相互矛盾的现象也许正好说明 I/S 比加大可能并非全都是蒙皂石伊利石化的结果。Eberl^[10] 就曾指出,成岩过程中产生的羧酸可通过促使蒙皂石和

* 国家自然科学基金 4913206-05 项目资助

收稿日期:1999 08 19

** Srodon J, Eberl D D. Illite. In: Bailey S W, ed. *Micas*. Miner Soc Amer Short Course Notes, 1984. 495~ 544

钾长石溶解加速伊利石沉淀。我们在研究井孔中也发现 I/S 加大方式具有几种变化,而成分可能仍是最基本的制约因素。

2 研究井概况

研究井 PY33-1-1 和 HZ21-1-1(以下简称 PY 井和 HZ 井)分别位于珠江口盆地中央隆起带南部的白云凹陷和东北部的惠州凹陷。钻遇的地层主要由三角洲、前三角洲和浅海碎屑岩系组成,其中的砂岩普遍含有钾长石,都有强弱不等的溶蚀,其残余含量在不同层位相差很大(0~ 20%),但 PY 井的平均含量(12.5%)却低于 HZ 井(19%)。如果原始沉积的钾长石含量差别不大,那么成岩过程中 PY 井可能比 HZ 井有更多钾长石被溶解了。另外,据测定, PY 井所在的白云凹陷有机质含量要高于 HZ 井所在的惠州凹陷。生油门限温度在 PY 井为 100℃,在 HZ 井为 105℃。

研究岩样共 95 个(PY 井 55 个,HZ 井 40 个)。除少数岩芯样外,主要是岩屑样,岩屑取样间距大致为 80~ 100 m。所有样品均取 $\leq 2\mu\text{m}$ 部分作定量 X 衍射分析,有关结果见图 1。由于岩屑样的深度难以确切标定,样品中的成分只能大体反映相当深度段内的平均值^[2],因而这里再按 I/S 比变化的

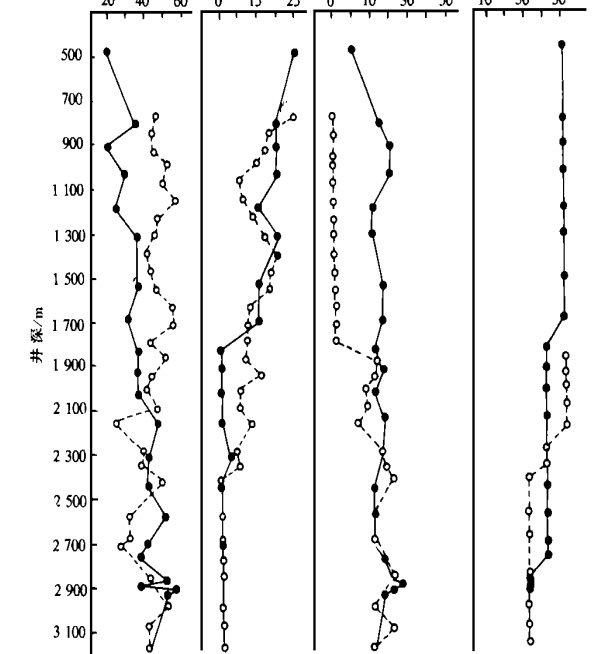


图 1 研究井部分粘土矿物百分含量随深度的变化

Fig. 1 Variation between the contents(%) of some clay minerals with the depth in study well

圆圈 虚线为 PY 井;实点 实线为 HZ 井

幕式特点在表 1 中分段列出两口井有关粘土平均含量的变化。表中各段顶底的温度是按地热增温率计算得到的。

表 1 反映 I/S 比加大方式的有关粘土成分
分段平均百分含量及其变化

Table 1 The sectioned average contents(%) and variation of clay minerals showing I/S ratio increase ways

分段号	d/m	T/℃	质量分数/% S(游)FS	I/S	- S/+ I	质量分数/% SI	I/S 比加大方式
PY 井							
1	750 ~ 1 780	46 ~ 82	16.88	0	—	0	(I 化)
段间变化			- 4.92+	9.66	—	+ 4.83	(I 加)
2	1 860 ~ 2 160	85 ~ 96	11.96	9.66	I: 1	4.83	(I 化)
段间变化			- 2.31+	6.24	—	+ 1.53	(I 加) I 加
3	2 280 ~ 2 340	100 ~ 102	9.65	15.90	3: 2	6.36	(I 化)
段间变化			- 9.65-	0.50	—	I: 0.71-	1.74
4	2 410 ~ 3 930	105 ~ 158	0	15.40	7: 3	4.62	10.78
段间变化			0	+ 4.60	—	I: 8.42-	0.62
5	4 085 ~ 4 820	163 ~ 189	0	20.00	4: 1	I: 71.00	4.00
段间变化			0	+ 17.50	—	- 0.25	+ 17.75
6	4 920 ~ 5 090	193 ~ 199	0	37.50	9: 1	3.75	33.75
HZ 井							
1	480 ~ 1 680	37 ~ 80	18.75	13.75	I: 1	6.87	6.87
段间变化			- 18.75-	2.08	—	I: 0.06-	2.20
2	1 830 ~ 2 760	86 ~ 119	0	11.67	3: 2	4.67	7.00
段间变化			0	+ 3.92	—	I: 3.91	0
3	2 850 ~ 3 775	122 ~ 148	0	15.59	7: 3	4.68	10.91
段间变化			0	- 1.84	—	I: 0.05-	1.93
4	3 865 ~ 4 130	151 ~ 157	0	13.75	4: 1	2.75	11.00

说明: 1. 游 S 为游离状蒙皂石; I-S 为伊-蒙混层粘土; S、I 分别为 I-S 中的蒙皂石层和伊利石层。

2. +、- 分别表示从上段到下段增加和减少。

3. I 加、I 化、S 溶分别表示伊利石净增加、溶沉机理的伊利石化、蒙皂石净溶解。

4. I/S 比加大方式栏中带括号者指游离状蒙皂石,无括号者指 I-S。

5. 井深最大值接近或等于完钻深度,不代表最下段的底。

3 I/S 比加大方式

图 1 中 PY 井在埋深小于 1 780 m 的地层中, I-S 含量均为 0, 这表明其中没有碎屑性 I-S 成分, 虽然 HZ 井最浅取样深度已含有 5% 的 I-S, 但该井与 PY 井同处一个盆地且共有一个基本物源, 因而我们认为两口井的钻遇地层不含碎屑性 I-S。同样, 我们也假定两口井钻遇地层的原始碎屑性游离状蒙皂石含量也是相对稳定的。这样, 在下面的讨论中, 两口井所见 I-S 和游离状蒙皂石就都被看成是成岩转化的结果。

表 1 中如果 I-S 的 I/S 比加大是由其中蒙皂石层伊利石化造成的, 那么段与段之间蒙皂石层和伊利石层的含量将分别减少和增加, 且减少量和增加量之比(表 1 中的 -S/+I)应符合伊利石化反应前后粘土摩尔数的变化比。按 Boles 和 Franks 的结构式^[5]计算得到蒙皂石和伊利石的分子量之比为 1:1.07。这样, 将表 1 中 PY 井从段 3 到段 4 的 -S/+I=1:0.71 换算成摩尔数之比为 1:0.67, 与上述溶沉反应基本吻合。但除此以外, 其他的段间比值与两种反应的预期值均有很大偏离。其中过大的比值(HZ 井的 1:0.05~1:0.06)表明段与段之间只有少量可能的伊利石化反应(因为伊利石层有少量增加), 主要是蒙皂石层的净溶解; 过小的比值(HZ 井的 0:3.91、PY 井的 1:8.42 和 1:71.00)又表明段与段之间除少量可能的伊利石化反应以外(因为蒙皂石层基本不变或有少量减少), 主要是伊利石层净增加, 反应可能仍属溶沉反应。

通过比较两口井段 1 内各样品点游离状蒙皂石和游离状伊利石的含量变化(图 2)发现, PY 井的减少和 HZ 井的增加之间具有很好的线性关系, 其比率约为 1:0.9, 换算成摩尔数之比为 1:0.8, 考虑到游离状伊利石的增加量中可能还有少量其他来源, 这个比率将更接近溶沉反应的预期值。相同的转变还发生在 PY 井的段 3 之内, 直至游离状蒙皂石完全消失(图 2)。PY 井的 I-S 开始出现在段 1 到段 2 之间, 它只能是由游离状蒙皂石转化而来。从两段间游离皂蒙状石减少量(4.92)和段 2 I-S 中蒙皂石层和伊利石层实际具有的含量(各 4.83)分别大体相等看, 转化可能是由这部分游离状蒙皂石以净增伊利石的方式进行的(如果转化是伊利石化反应, 减少的游离状蒙皂石至少应该是 $4.83 \times 2 = 9.66$)。同样, PY 井从段 2 到段 3 I-S

中蒙皂石层含量增加了 1.53 也应是另一部分游离状蒙皂石向 I-S 转化的缘故。计算表明, 这时的转化也不符合任一机理的伊利石化, 因而也只能是伊利石净增加。按段 3 I/S=3:2 计算, 新增的这部分伊利石是 $1.53 \times 3/2 = 2.30$, 而 I-S 中伊利石层的实际增加量是 4.71, 因而还有 $4.71 - 2.30 = 2.41$ 的伊利石层必是由段 2 的 I-S 在转化过程中净增加的。也就是说, 这时的转化是游离状蒙皂石和 I-S 同时参与的结果。2.30≈2.41 这个事实说明, 如果同时参与的是伊利石净增加, 那么二者的净增量必定相等或大体相等并且只受 I/S 比加大后的产物的控制而与加大前的 I/S 比无关。这也是为什么恰好是 1.53(而不是别的数量)的游离状蒙皂石转化成了 I-S 的原因。剩下的问题是这时段间游离状蒙皂石的减少量 $2.31 > 1.53$, 如果这不是成分检测的误差所致, 那就可能有少量 ($2.31 - 1.53 = 0.78$) 游离状蒙皂石继续按段 1 内的伊利石化反应转变成了游离状伊利石。如果确实如此, 那么游离状蒙皂石的变化就与 I-S 的变化并不完全同步, 其原因可能与二者的粒度差异有关, 即转变成游离状伊利石的那部分游离状蒙皂石的粒度要比共生的 I-S 更细, 因而 I/S 比的加大出现得更快(或更早)一些^[2]。支持这个推测的证据是两口井的游离状蒙皂石都可以不经过 I-S 阶段而直接转变成游离状伊利石, 这或许只有在粒度极细的情况下才可能发生。

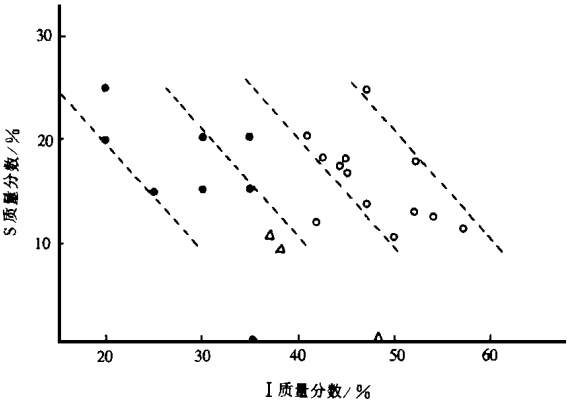


图 2 部分层段样品中游离状蒙皂石(S)和伊利石(I)含量相关图

Fig. 2 Correlatograph of free illite and smectite contents(%) in samples of some intervals
圆圈为 PY 井段 1, 三角为 PY 井段 3, 实点为 HZ 井段 1

综上所述, 如将游离状蒙皂石的 I/S 比视为 0, 则在研究井中 I/S 比加大方式不仅仅是伊利石

化,还可以是蒙皂石净溶解或伊利石净增加,而且伊利石化还是按溶沉机理进行的。

4 成分控制及其影响因素

在 3 种加大方式中,蒙皂石净溶解无须另外的反应物,仅须不断清除溶解离子,溶沉反应的伊利石化则须在清除多余离子的同时不断供给 K^+ ,而伊利石净增加则须同时供给 K^+ 、 Al^{3+} 等离子。可见成岩水溶液的输导和有效反应离子的供给对加大方式具有基本的控制作用。水溶液的输导与渗透率有关,而渗透率会随埋深增加而减小,但由于泥质沉积在整个成岩期间通常是向外排水的,离子的输导一般不会受阻。就此而言,蒙皂石净溶解似乎总可以进行,只有伊利石化和净增伊利层要受制于有效反应离子,这就势必要涉及到钾长石(少数情况是云母)的溶解及其有关过程。在非强酸强碱($pH=4\sim 10$)的水溶液中,钾长石是通过扩散控制型反应溶解的^[11]。 K^+ 首先从长石表面溶出,而 Al^{3+} 的溶解度很小,反应后不久就达到饱和而与长石表面无定形的 H_4SiO_4 结合形成非晶质铝硅酸残留层。继续溶解将有赖于反应离子穿过该残留层的扩散作用。显然,提高温度或(和)使溶解铝很快离开长石表面可以加速溶解过程。Surdam 等^[12]的研究证实,在 $80\sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 有机质热降解的早期阶段(接近生油门限),由于干酪根断裂和氧化生成的水溶性羧酸阴离子和酚类可大量络合铝(包括从其他硅酸盐中溶出的铝)并随孔隙水迁移,这就有效地促进了长石的溶解,岩石孔隙度和渗透率也可因此而提高。大致在 $100\sim 120\text{ }^{\circ}\text{C}$,羧酸阴离子开始脱羧而减少,但伴生的非水溶性 CH_4 则可加大孔隙水的排驱压力反而可加快溶解物质的迁移,同时,温度上升导致的去络合作用也使 Al^{3+} 从络合物中游离出来成为有效 Al^{3+} 。另一方面,脱羧过程中二元羧酸变为一元羧酸或一元羧酸变为 CH_4 均要释放 CO_2 ,这将使 CO_2 分压增高。当温度超过 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以后,羧酸阴离子进一步减少,整个成岩体系将从主要受有机酸控制变为主要受无机酸控制,长石的溶解将继续进行,而溶解速率因温度升高仍可维持在一个较高水平上。在更高温度(如 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$)下,长石中的 K 、 Al 、 Si 等会出现不协调溶解,表面残留层将产生多孔状渗透通道甚至散塌,溶解速率将只受产物浓度的控制^[11]。由此看来,净增伊利石层一般会从羧酸阴离子产出高峰期稍

后开始,其温度界线大体与生油门限温度或稍高温相当,不到该温度将会因 Al^{3+} 还处在络合状态而只能出现溶沉反应的伊利石化。然而,仅从有效反应离子的供给和输导考虑,适宜净增伊利石层时也应适宜伊利石化反应;同样,适宜伊利石化反应时也应适宜蒙皂石净溶解,而这显然与研究井的实际情况不符。研究井中净增伊利石层和伊利石化反应都可单独出现(表 1),说明在一般成岩过程中,3 种方式的出现可能有其优先顺序,即当 K^+ 足够丰富而有效 Al^{3+} 缺乏或被净增伊利石层优先消耗到一定程度后,伊利石化反应才会出现;同样,只有当 K^+ 缺乏或优先满足伊利石化反应之后,蒙皂石才可能净溶解。由此推测,表 1 中同一段间变化显示的两种不同方式可能并不是同时出现的。我们将上述变化趋势总结在图 3 中,但其中净增伊利

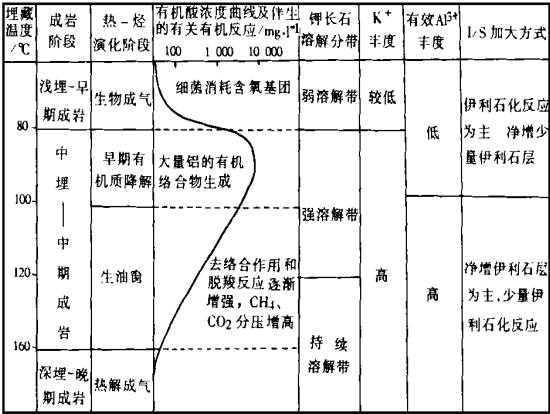


图 3 泥质岩沉积有机质演化和 I/S 比加大方式的发展趋势分带

Fig. 3 Trend zonation of deposited organic matter evolution and I/S ratio increase ways in argillaceous rocks

石层出现的温度界线与研究井符合得并不好,它比两口井实际显示的界线温度要分别高或低约 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$,埋深更大时,两口井也不都是净增伊利石层(表 1),而且图中也未包含蒙皂石净溶解,因此对该图还须作进一步补充说明:

(1) 即使在含油盆地中也不是所有泥质沉积都含有丰富有机质。若遇有机质较少,热降解所能产生的有机酸和酚类也将减少,如其他条件相同,只有提高温度才能使有效 Al^{3+} 满足净增伊利石的需要,界线温度也将随之升高。HZ 井较高的界线温度可能与此有关。

(2) 铝的有机络合离子在 pH 值上升(如遇 CO_2 大量逃逸)时也可发生去络合作用^[12],因而有

足够多的有机络合离子产出(并非一定是产出高峰)时的 pH 值上升将会使界线温度相应降低。PY 井较低的界线温度或许就是这个缘故。

(3) 当渗透率因其他自生矿物(如方解石、二氧化硅等等)大量沉淀而降得过低时,铝的有机络合离子就可能因其半径远大于单元离子和水分子半径而在迁移途中被选择性过滤,结果就可能是净增伊利石被溶沉反应的伊利石化所取代。PY 井在段3和从段3到段4的变化可能就遭遇到了这样的背景条件。如渗透率更低或体系完全封闭,所有反应都只能靠扩散作用进行,I/S比加大将极其缓慢或趋于停止。地质历史中某些泥质岩或钾质斑脱岩至今还含有较小 I/S 比的 I-S^[13, 14] 以及在深埋条件下残留在 I-S 中的少量蒙皂石层难以最后消失可能就与体系封闭有关(后者可能还与 K⁺、Al³⁺ 等的充分供给有关)。

(4) 通常陆源性泥质沉积可能不乏细屑状钾长石,由它释放的 K⁺ 至少可以保证以相应速率进行溶沉反应的伊利石化。只有当钾长石含量过低或溶解过于缓慢而温度条件又迫使 I/S 比升高时,蒙皂石才可能净溶解。HZ 井砂岩中钾长石溶解相对较少,这和与其共生泥质岩中有机质含量相对较少不无关系。由此推测,该井泥质岩中钾长石的溶解速率也比较低,这也许就是两次出现蒙皂石净溶解的根本原因。

最后提出一点,虽然上述3种 I/S 比加大方式会受成分制约,但加大本身似乎不会因成分不同而停止,只要成岩水溶液输导通畅,加大总可以3种方式之一进行,而这显然与加大的幕式特点不符。我们推测,任何 I/S 比都有一个相对稳定的温度范围,只有超出这个范围,加大才会采取与当时的成分条件相适应的方式开始。至于开始以后的进行速率就处在各种动力学因素的控制之下了。

5 结论

泥质岩渐进成岩过程中伊-蒙混层粘土的 I/S 比可通过3种方式加大,实际出现哪种方式取决于成分和有关因素:

(1) 若沉积有机质和钾长石足够丰富,加大将优先通过净增伊利石层进行,其出现的温度界线大致与生油门限或稍高温相当,低于该温度则会因

有效 Al³⁺ 不足而出现溶解-沉淀机理的伊利石化。该界线温度会随有机质丰度的减少而升高或 pH 值的上升而降低。渗透率通常与加大方式无关,只有当它低到仅对较大的铝的有机络合离子具有过滤作用时,净增伊利石层才可能停止而代之以溶解-沉淀机理的伊利石化。

(2) 在基本无 K⁺ 供给(如钾长石已全部溶解或溶解速率过低)、其他离子运移通畅的情况下,加大方式将是蒙皂石净溶解。

参 考 文 献

- 1 Jiang W T, Essene E J, Peacor D R. Transmission electron microscopic study of coexisting pyrophyllite and muscovite: Direct evidence for the metastability of illite. *Clays and Clay Miner*, 1990, 38 (3): 225~ 240
- 2 Weaver C D. *Clays, muds and shales*. New York: Elsevier Science Publishing Company INC, 1989. 417~ 449
- 3 Pollastro R M. Mineralogical and morphological evidence for the formation of illite at the expense of illite/ smectite. *Clays and Clay Miner*, 1985, 33(4): 265~ 274
- 4 Hower J, Eslinger E V, Hower M E, et al. Mechanism of burial metamorphism of argillaceous sediment: I Mineralogical and chemical evidence. *Geol Soc Amer Bull*, 1975, 87(5): 727~ 757
- 5 Boles J R, Franks S G. Clay diagenesis on sandstone cementation. *Jour Sed Petrol*, 1979, 49(1): 55~ 70
- 6 Rask J H, Bryndzia L T, Braunsdorf N R, et al. Smectite illitization in Pliocene age Gulf of Mexico mudrocks. *Clays and Clay Miner*, 1997, 45(1): 99~ 109
- 7 Bethke C M, Altaner S P. Layer by-layer mechanism of smectite illitization and application to a new rate law. *Clays and Clay Miner*, 1986, 34(2): 136~ 145
- 8 Morton J P. Rb Sr evidence for punctuated illite/ smectite diagenesis in the Oligocene Frio Formation, Texas Gulf Coast. *Geol Soc Amer Bull*, 1985, 96(1): 114~ 122
- 9 Bruce C H. Smectite dehydration—its relation to structural development and hydrocarbon accumulation in Northern Gulf of Mexico Basin. *AAPG Bull*, 1984, 68(5) 673~ 683
- 10 Eberl D D. Three zones for illite formation during burial diagenesis and metamorphism. *Clays and Clay Miner*, 1993, 41(1): 26~ 37
- 11 赵伦山, 张本仁. 地球化学. 北京: 地质出版社, 1988. 130~ 131, 224~ 225
- 12 Surdam R C, Crossey L J, Hagen E S, et al. Organic inorganic interactions and sandstone diagenesis. *AAPG Bull*, 1989, 73(1): 1~ 23
- 13 Li G, Mank J K, Peacor D R. Preservation of clay minerals in the Precambrian(1.1Ga) Nonesuch Formation in the vicinity of the white pine copper mine, Michigan. *Clays and Clay Miner*, 1995, 43(3): 361~ 376
- 14 Li G, Peacor D R, Coombs D S. Transformation of smectite to illite in bentonite and associated sediments from Kaka Point, New Zealand: Contrast in rate and mechanism. *Clays and Clay Miner*, 1997, 45(1) 54~ 67

(下转第119页)

够对分层开发的数值模型进行调试和验证的话,按照层序地层对储层的划分来建立分层开发的数值模型,层序地层学的研究将更能显示出它的巨大作用。

参 考 文 献

1 薛良清. 层序地层学研究现状、方法与前景. 石油勘探与开

发, 1995, 22(5): 8~ 13
2 罗伯逊 J D, 伯尔 M D, 霍尔斯特德 P H, 等著. 地震勘探在油气开发中的应用. 范伟粹, 韩一伟译. 北京: 石油工业出版社, 1992
3 邓宏文. 美国层序地层学研究中的新学派——高分辨率层序地层学. 石油与天然气地质, 1995, 16(2): 90~ 97
4 邓宏文, 王洪亮, 李熙喆. 层序地层地层基准面的识别、对比技术及应用. 石油与天然气地质, 1996, 17(3): 177~ 184

APPLICATION OF HIGH-RESOLUTION SEQUENCE STRATIGRAPHY
IN RESERVOIR NUMERICAL SIMULATION

Xu Cuangming
(China University of Science and Technology, Hefei)
Xu Huaida
(China University of Geosciences, Beijing)
Kong Xiangyan
(China University of Science and Technology, Hefei)

Abstract

According to recognized stratigraphic base level cycles and the results of time-depth transformation, log sequences were marked on seismic profiles and were contrasted with each other so as to obtain reservoir high-resolution sequence stratigraphic framework. Take intermediate-term cycle as the stratification of reservoir physical model, the distribution of the cycle's sedimentary microfacies could be used to divide nonhomogeneous subregions of the model. A reservoir physical model established by application of above mentioned methods must be more practical; the reservoir numerical simulation will be more easier to match with actual production history.

Key words: high resolution sequence stratigraphy base level reservoir numerical simulation sedimentary microfacies

(上接第 103 页)

I/S RATIO INCREASE WAYS AND ITS COMPOSITION CONTROL OF
ILLITE-SMECTITE MIXED-LAYER CLAY:
AN EXAMPLE OF TWO WELLS IN ZHUJIANGKOU BASIN

Wu Jinhua Yu Shuyu
(China University of Geosciences, Wuhan)
Xu Shice Liu Lihua
(Research Institute of Eastern South China Sea Oil Corporation, Guangzhou)

Abstract

Based on the sectioned quantitative study of XRD data of clay minerals in argillites from two wells in Zhujiangkou Basin, it is proved that the increase of the ratio of illite and smectite layer contents in illite-smectite mixed-layer clay (I/S) is related mainly to the dissolution of potassium feldspar. When deposited organic substances and potassium feldspar are abundant enough, the ratio increase would proceed by the net increase of illite layers at the temperature roughly corresponding to or slightly higher than that of the oil generation threshold; when the temperature is lower than that of threshold, smectite layers would be converted to illite according to dissolution-precipitation mechanism; if no supply of K^+ , the ratio would increase by net dissolution of smectite layers. In general, the increase ways are independent of the permeability because it could usually allow the ions to transport smoothly. Only when it as low as to filter merely the big organic complex aluminium ions, the illitization reaction would substitute for the net addition of illite layers. Permeability even lower than that or the system being closed would stop the trend of the increase in all ways.

Key words illite-smectite mixed-layer clay illitization net addition of illite net dissolution of smectite composition control