

文章编号:1673-8217(2012)05-0032-03

## 海安凹陷南部泰一段成岩作用类型及特征

史鹏<sup>1</sup>,陈清华<sup>2</sup>,陈义国<sup>1</sup>,杨超<sup>1</sup>,唐在秋<sup>3</sup>

(1. 陕西延长石油(集团)有限责任公司研究院,陕西西安 710075;

2. 中国石油大学(华东)地球科学与技术学院;3. 中国石化江苏油田分公司地质科学研究所)

**摘要:**苏北盆地海安凹陷南部泰一段储层以细砂岩、粉砂岩为主,砂岩类型主要为长石岩屑砂岩和岩屑长石砂岩。 $K_2t_1^3$ 和 $K_2t_1^2$ 时期沉积相类型主要为辫状河三角洲前缘亚相,伴有浊流沉积, $K_2t_1^1$ 时期发育三角洲前缘和前三角洲亚相。影响该区泰一段储层储集性能的主要成岩作用类型有压实作用、胶结作用和溶蚀作用。泰州组一段储层原生孔隙不太发育,主要以次生孔隙为主,自上而下存在两个次生孔隙发育带,碳酸盐胶结物、长石和岩屑的溶解是形成次生孔隙最主要的因素。储层碳酸盐含量与储层物性呈明显的负相关关系,证明了碳酸盐胶结物的溶蚀对次生孔隙的发育具有至关重要的作用。

**关键词:**海安凹陷;泰州组;成岩作用;溶蚀作用;次生孔隙

**中图分类号:**TE111.3

**文献标识码:**A

## 1 区域概况

海安凹陷地处苏北盆地东台坳陷东南部,北邻小海凸起,南接通扬隆起,西至梁垛低凸起、泰州凸起,东与勿南沙隆起相连,西北以NW向的鼻状隆起与溱潼凹陷相隔,面积约3 200 km<sup>2</sup>,是一个晚白垩世发育起来的箕状断陷盆地<sup>[1]</sup>。发育有上白垩统—第四系地层,其中仅戴南组分布较为局限,其它地层均有广泛发育,总沉积厚度逾5 000 m,自下而上依次为浦口组( $K_2p$ )、泰州组( $K_2t$ )、阜宁组( $E_1f$ )、戴南组( $E_2d$ )、三垛组( $E_2s$ )、盐城组( $Ny$ )和东台组( $Qd$ )。

海安凹陷南部主要指的是新街断层以南,海北断层以北,曲塘断层以东这一区域,区内已发现新街油田和李堡油田,含油层系有阜一段和泰一段,以泰一段为主(图1)。

海安凹陷南部泰一段第三亚段( $K_2t_1^3$ )时期该区主要发育辫状河三角洲前缘亚相,同时伴有浊流沉积,主要的微相类型有水下分流河道、河口坝、远砂坝等<sup>[2]</sup>,由北西向南东总体反映了水体不断向前推进加深的过程。泰一段第二亚段( $K_2t_1^2$ )基本继承了第三亚段的沉积格局,仍以辫状河三角洲前缘为主要沉积亚相,由于辫状河快速进入浅水湖泊,辫状河道非常发育,且在沉积组合中占很大的比例,构成了辫状河三角洲前缘沉积的主体,水下分流河道的流向主要为北西—南东方向。泰州组第一亚段

( $K_2t_1^1$ )沉积期,湖水的面积扩大,以三角洲前缘和前三角洲亚相为主。

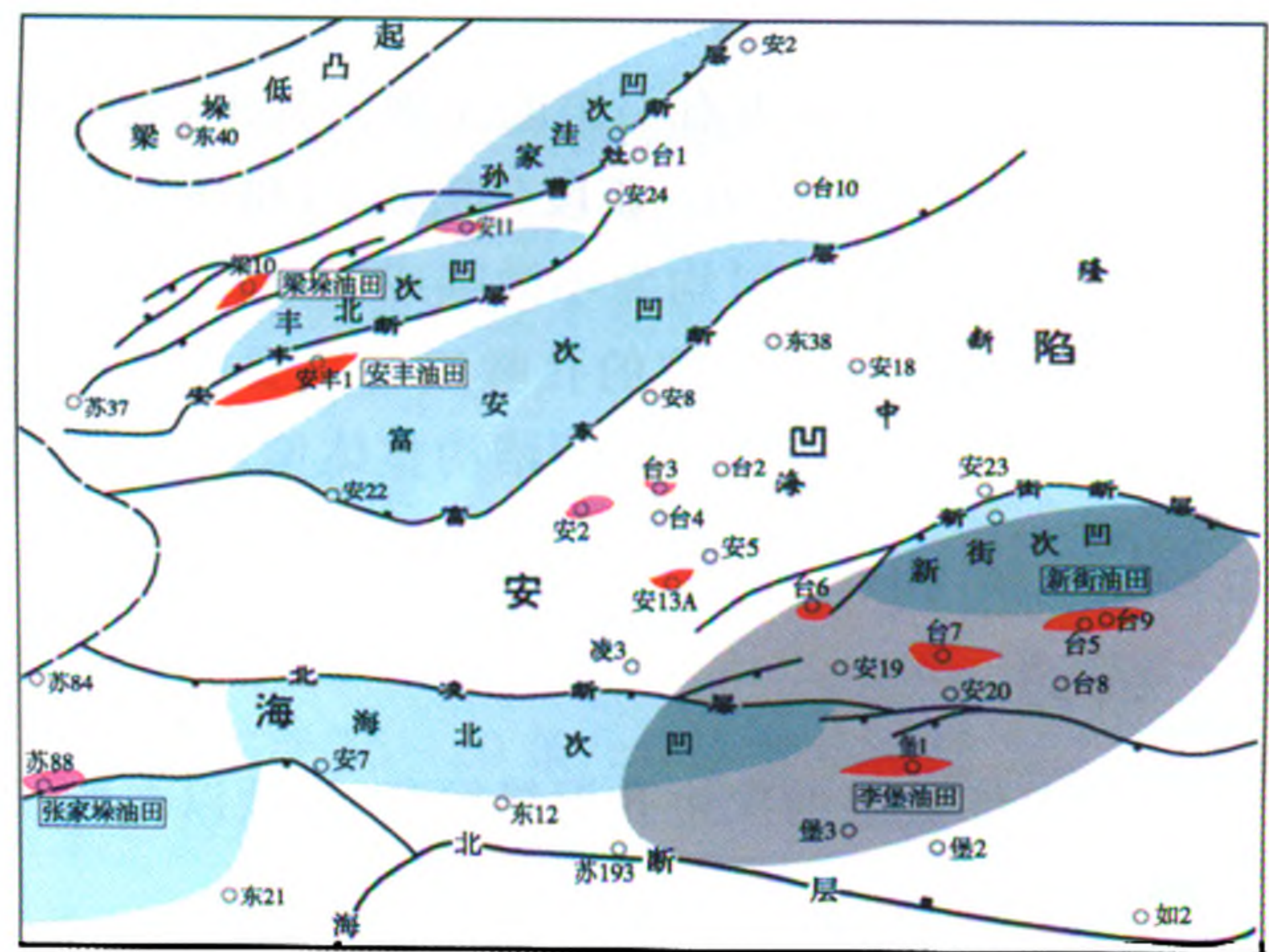


图1 研究区构造位置

## 2 储层岩石学特征

海安凹陷南部泰一段储层主要为三角洲前缘砂体,岩性为中—细砂岩、含砾中—细砂岩、粉细砂岩及粉砂岩;分选性中等—好,磨圆次棱角—次圆,储层岩石成分成熟度较低,以长石岩屑砂岩和岩屑长石砂岩为主。

由区内李堡油田部分井X衍射分析数据可知,

收稿日期:2012-03-19;改回日期:2012-05-17

作者简介:史鹏,1984年生,2010年硕士毕业于中国石油大学(华东)地质学专业,现从事油气储层地质研究。

泰一段储层石英含量平均 48.5%；长石含量较高，平均 34.8%，填隙物成分以方解石和白云石为主的碳酸盐胶结物，方解石含量平均 4.8%，白云石含量平均 9.8%，粘土矿物含量平均 3.5%左右。胶结类型主要为接触式、接触-孔隙式，胶结致密；风化蚀变程度浅、中-浅；支撑类型为颗粒支撑；接触方式为点-线或线-线接触。

### 3 成岩作用类型及特征

成岩作用极大地影响到储层的孔渗性质和油气藏的形成，具有重要的研究意义。该区成岩作用类型主要有压实作用、胶结作用、交代作用和溶蚀作用<sup>[3-8]</sup>。

#### 3.1 压实作用

机械压实作用在海安凹陷南部储层中普遍存在，颗粒间接触由点到线，随深度加大而变紧密。随着深度的增加，孔隙度整体随着深度增加而减小。通过薄片观察可看到泥质岩屑、云母等柔性组分变形呈假杂基挤入颗粒空间、刚性颗粒破裂、颗粒定向排列等反映机械压实作用强度的标志。

#### 3.2 胶结作用

胶结作用是沉积物转变成沉积岩的重要作用，也是使沉积层中孔隙度和渗透率降低的主要原因之一。胶结作用形成的胶结物在成岩作用的早期对储层的储集空间起着破坏作用，同时这些胶结物又为后期的溶蚀作用提供了物质基础，是次生孔隙形成和发育不可缺少的因素。通过薄片观察和扫描电镜分析发现，海安凹陷泰一段储层主要为碳酸盐胶结、粘土矿物胶结，常见石英加大、长石加大等。

##### 3.2.1 碳酸盐胶结物

碳酸盐胶结物在成岩过程中所表现的沉淀和溶解作用极大程度上决定了砂岩孔隙性质和发育程度，从而直接影响对储层物性的评价。海安凹陷南部碳酸盐含量多在 5%~35%之间。随深度的增加，因溶蚀作用，胶结物的含量有所减少。碳酸盐胶结物种类多，其中方解石是区内碳酸盐胶结物中最普遍的矿物(图 2)，其次为白云石、铁白云石等。方解石胶结物在镜下以它形粒状为主，部分呈嵌晶状，在胶结的同时还对颗粒、杂基进行交代。白云石胶结物多呈菱形自形晶体，分散分布。

##### 3.2.2 硅质胶结物

硅质胶结最常见的形式是石英次生加大，常形成石英自形晶面，或相互交错连接的镶嵌状结构。石英的次生加大过程是随埋深和成岩作用程度的增

加而增加的，因而石英加大的阶段性可以作为成岩阶段划分以及储层储集性能判断的依据。石英的次生加大和自生石英在研究区泰一段各砂体中均有发现，是堵塞喉道的因素之一。此外还常见到长石加大、石膏、黄铁矿等胶结物。

##### 3.2.3 粘土矿物胶结物

海安凹陷南部泰一段储层中粘土矿物种类较多，比较常见的有伊利石、伊蒙混层、高岭石，绿泥石少量<sup>[9]</sup>。伊利石常呈不规则的细小晶片及颗粒包膜形式产出；自生高岭石在泰一段储层中以粒间填隙为主，矿物交代者也较常见，电镜下多呈书页状、蠕虫状集晶产出，单晶呈假六方片状。绿泥石多呈颗粒包膜或孔隙衬边形式产出。伊蒙混层粘土矿物形态介于伊利石和蒙脱石之间，如混层晶格中富含伊利石层，其形态近似于伊利石，呈不规则晶片状；如富含蒙脱石层，则呈类似于蒙脱石的皱纹状。这些粘土矿物易于堵塞砂岩的孔隙喉道，对砂岩的渗透率有极大的破坏作用，对油气储集性能有很大的影响。

#### 3.3 溶蚀作用与次生孔隙发育特征

泰一段储层中溶蚀作用普遍发育。铸体薄片及扫描电镜的分析表明，该区储层的原生孔隙相对发育程度较低，主要是以次生孔隙为主。溶蚀作用是储层形成次生孔隙的最关键因素，也是改善油气储集性能的最重要因素<sup>[9]</sup>。本区溶蚀作用主要以碳酸盐胶结物、长石和中酸性火山岩屑的溶蚀为主。

##### 3.3.1 碳酸盐胶结物的溶解

从铸体薄片上可以看出发育的溶蚀孔隙以及未溶蚀的碳酸盐胶结物，薄片溶解部分主要表现为颗粒边缘具有明显的溶蚀特征，为锯齿状、港湾状；孔隙形态不规则，或为伸长状，或为复杂多边形。被溶蚀的碳酸盐有成岩早期形成的方解石和成岩晚期铁方解石和铁白云石。经过多口井的统计分析，本区次生孔隙发育的深度都对应于碳酸盐含量逐渐减少的深度，孔隙度与碳酸盐含量呈明显的负相关关系<sup>[9-13]</sup>，碳酸盐含量越高，物性越差，碳酸盐含量越低，物性越好(图 2)。粒间碳酸盐胶结物溶蚀对本区次生孔隙的发育具有极其重要的作用。

##### 3.3.2 格架颗粒的溶解

格架颗粒的溶解主要包括长石颗粒和岩屑的溶解。泰一段储层中长石溶解是本区比较常见的颗粒溶解现象，通过铸体薄片和扫描电镜观察可见到沿长石的双晶面或解理面发生的溶蚀，且交代物保留长石的双晶和外形。长石溶蚀常形成窗格状的粒内

孔,有的只剩残余部分骨架形成铸模孔或是特大溶孔。长石的溶解常与高岭石的自生和石英的加大共生。本区泰一段储层岩屑以中酸性变质岩岩屑为主,岩屑的溶解主要形成粒内溶孔和颗粒铸模孔。

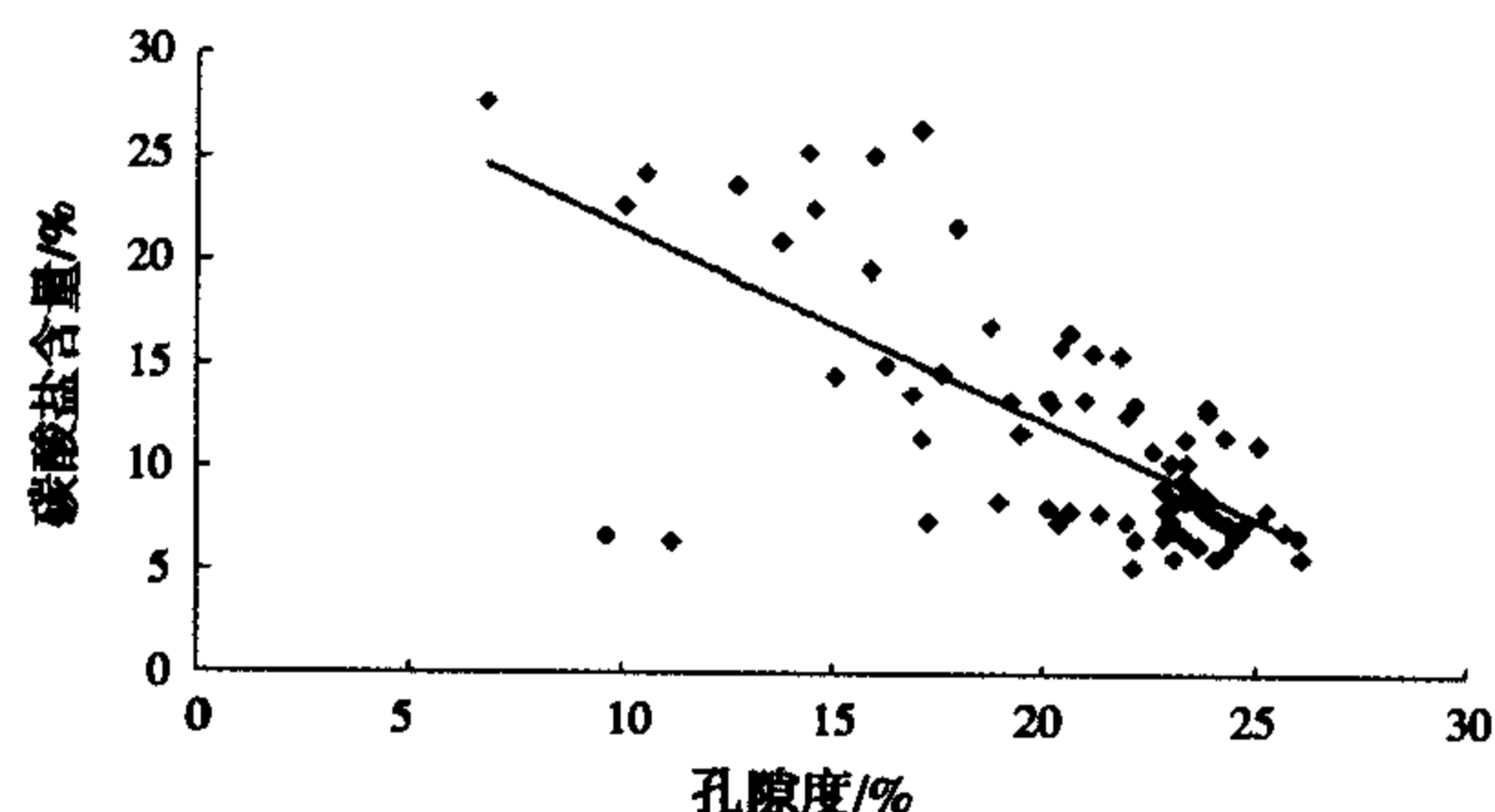


图2 堡1-1井孔隙度-碳酸盐含量关系

### 3.3.3 次生孔隙发育特征

次生孔隙作为海安凹陷储层最重要的孔隙类型,研究其形成机理具有重要的意义。通过对铸体薄片、扫描电镜、物性、碳酸盐含量等多方面的资料研究认为,海安凹陷储层孔隙经历了由原生孔隙到次生孔隙的演化过程。海安凹陷南部泰州组上部的泰二段为大套的烃源岩,有机质热演化过程中产生了大量的有机酸等流体,这些流体经各种通道渗入到下部的储层砂岩中,对其中的粒间胶结物、岩石颗粒、杂基等进行溶蚀,在泰一段形成了次生孔隙带。此外,粘土矿物的脱水作用对溶蚀作用的进行和次生孔隙的形成也有一定的促进作用。

海安凹陷南部泰一段储层以次生孔隙发育为特征,自上而下发育两个次生孔隙发育带。埋深超过2 200 m时,大量的碳酸盐胶结物、长石和岩屑颗粒遭受强烈的溶蚀,形成大量的粒间溶孔和粒内溶孔,在2 300~2 500 m之间形成泰州组第一个发育的次生孔隙带,大大改善了该区的储层质量。此后,溶蚀作用变缓,胶结作用又减少了部分孔隙空间,而到2 700~2 950 m左右,溶蚀作用又开始占据主要地位,形成了泰州组第二个次生孔隙带。

## 4 结语

影响海安凹陷南部泰州组泰一段储层储集性能的主要成岩作用类型有压实作用、胶结作用、交代作用和溶蚀作用。泰一段储层主要孔隙类型为次生孔

隙中的粒间溶孔,自上而下共有两个次生孔隙发育带。碳酸盐胶结物、长石和岩屑的溶解是形成粒间溶孔最主要的因素。

### 参考文献

- [1] 唐在秋,林式微,毕建福,等. 海安南地区泰一段储层影响因素分析[J]. 复杂油气藏,2011,4(3):47-50.
- [2] 徐田武,王英民,曾溅辉,等. 苏北盆地高邮-海安地区晚白垩世泰州组沉积相及物源分析[J]. 地球学报,2007,28(6):351-355.
- [3] 朱筱敏,李亚辉,张义娜,等. 苏北盆地东南部泰州组砂岩储层孔隙类型及有利储层评价[J]. 地球科学与环境学报,2011,33(3):246-252.
- [4] 朱筱敏,刘长利,张亚雄,等. 苏北盆地上白垩统泰州组砂岩成岩序列和储集层质量主控因素分析[J]. 古地理学报,2008,10(5):439-446.
- [5] 张金亮,刘宝珺,毛凤鸣,等. 苏北盆地高邮凹陷北斜坡阜宁组成岩作用及储层特征[J]. 石油学报,2003,24(2):43-49.
- [6] 陆红. 江苏地区侏罗-白垩系储层砂岩的成岩作用研究[J]. 石油实验地质,1997,19(3):228-232.
- [7] 田继军,姜在兴,陈振林,等. 江陵凹陷新沟嘴组下段砂岩成岩作用及孔隙演化[J]. 石油地质与工程,2007,21(4):1-4.
- [8] 卜军,李文厚,曾明,等. 鄂尔多斯盆地陇东地区中侏罗统延9油层组储层成岩作用及对孔隙的影响[J]. 石油地质与工程,2010,24(3):24-27.
- [9] 朱国华. 成岩作用与砂层(岩)孔隙的演化[J]. 石油与天然气地质,1982,(3):5-13.
- [10] 章雄冬,朱玉双,曹海虹,等. 苏北盆地草舍油田泰州组储层水敏伤害及其对注水开发的影响[J]. 石油与天然气地质,2010,31(4):504-510.
- [11] 纪友亮,周勇,王改为,等. 下扬子地区古生界海相碳酸盐岩层序地层发育模式及储层预测[J]. 石油与天然气地质,2011,32(5):724-732.
- [12] 盘昌林,刘树根,马永生,等. 川东北地区须家河组天然气成藏主控因素分析[J]. 断块油气田,2011,18(4):418-423.
- [13] 王淑玉,靳秀菊,郭海霞,等. 普光气田深层气藏构造综合解释技术研究[J]. 断块油气田,2011,18(5):568-572.

编辑:吴官生