

东营凹陷断裂系统对油气藏分布的控制

李春光

(胜利石油管理局地质科学研究院, 山东东营 257015)

基岩张性断裂是指中生代及以前时代于基岩中产生, 并在新生代继续活动的断裂。它是凹陷基底块体经拉张、扭转而形成。主要分布在凹陷北部的陈家庄凸起、西部的滨县凸起、林樊家构造、青城凸起, 南部的广饶凸起; 另外, 在凹陷内靠南部的八面河、草桥—纯花镇和平南地区, 也有三组不同走向的基岩断裂(图1)。断裂特点: 一是古生界及前震旦系基岩发生断裂; 二是断裂活动时间长(从中生代至新生代), 断距大(达12000 m); 三是分割凸起与凹陷或控制二级构造带, 多为一、二级断层, 延伸长度为30—80 km。

1. 对潜山油气藏的控制

区内已知潜山油气藏, 均是基岩断裂的伴生圈闭含油。其圈闭的形态, 多呈断丘山。

位于凹陷北部陡坡带王庄前震旦系花岗片麻岩断丘山油藏, 是一个典型的实例。这种断丘山圈闭都分布在基岩凸起靠近凹陷一侧, 当基岩断裂切割基岩块体使向凹一侧下掉, 上升盘经风化、剥蚀而形成断丘山。断丘山被上覆的沙三、沙四段生油岩覆盖后即形成了正向构造圈闭, 并极易吸收围岩生成的烃类或通过地层不整合及断层通道运移来的油气, 形成新生古储的潜山油气藏(图2)。由于沙河街组泥岩厚度大(150—320 m), 对油藏封堵性好(泥岩粘土矿物颗粒孔隙中值半径仅为4.45 nm), 所以王庄油藏成为稀油油藏, 原油密度0.8366 g/cm³, 粘度5.22 mPa·s。凹陷南部缓坡因这套盖层减薄或缺失, 使油藏封堵性变差, 故草桥断丘山油藏成为稠油油藏, 原油密度1.0053 g/cm³, 粘度12246 mPa·s。

平南奥陶系灰岩断丘山油藏是凹陷内部的一个潜山油藏。该油藏位于凹陷西南部的滨古11基岩断层上升盘, 奥陶系灰岩倾向北西, 断层倾向南东。两者形成反向屋脊式(地层层面

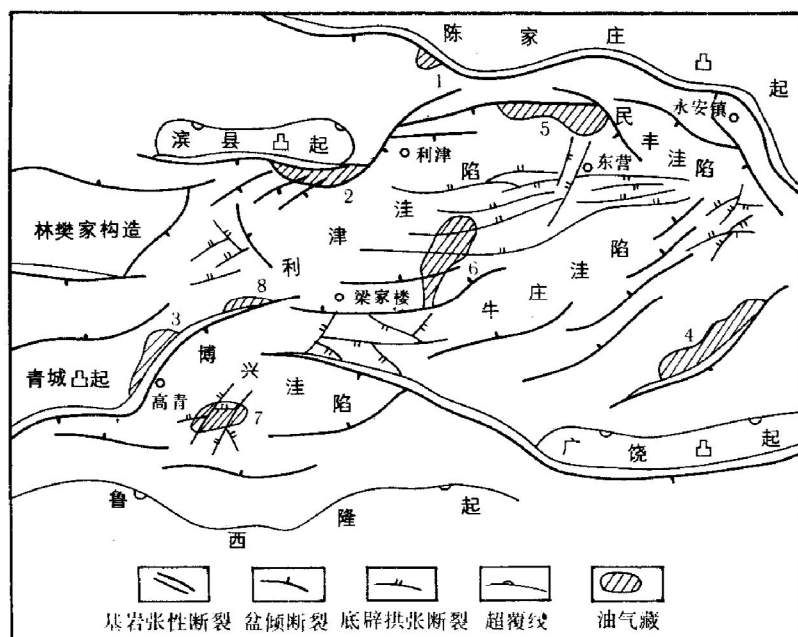


图1 东营凹陷各类断裂系统分布图

1—王庄油藏, 2—单家寺油藏, 3—高青油藏, 4—八面河油藏,
5—胜坨油藏, 6—梁家楼油藏, 7—正理庄油藏, 8—平南油藏

与断层面倾向相反, 二者组成屋脊状)断块圈闭, 它吸收沙三、沙四段围岩或通过断层通道运移来的油气而形成潜山油气藏(图1)。由于这种位于凹陷内部的潜山被厚层生油岩覆盖, 封堵性好, 故使油藏成为原油密度只有 0.8501 g/cm^3 , 粘度为 $7.41 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 的稀油油藏。

2. 对地层超(退)覆油气藏的控制

凹陷边缘临凹一侧的基岩断面经风化、剥蚀后, 倾角多变缓($25-32^\circ$)。当第三系盖层沉积时, 易与此面呈不整合接触。由于凹陷不断翘倾, 因此, 在凹陷陡坡盖层多形成地层超覆圈闭, 在凹陷缓坡多形成地层退覆围闭。当地层超覆圈闭面临生油洼陷或被油源断层(沟通生油岩与非生油岩的同生断层)切割

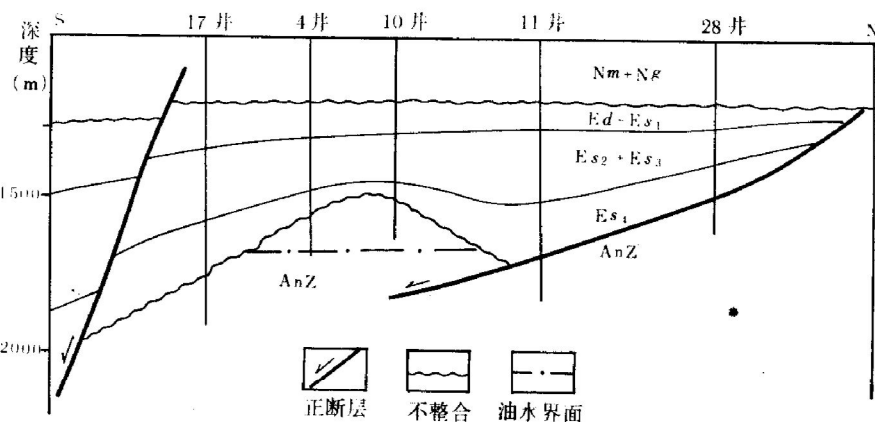


图2 王庄潜山油藏剖面图

时, 油气极易运移至这种圈闭中富集并形成地层超覆油气藏。

单家寺油田是陡坡地层超覆油气藏的典型实例。该油藏位于滨县凸起南坡, 是由下第三系超覆在基岩凸起古断面上并形成多层位地层超覆圈闭, 它接收相邻的利津洼陷运移来的油气, 因油源充足而形成多层系含油的油藏。据计算, 单家寺油田其探明资源密度为 $1.6821 \times 10^8 \text{ t/km}^3$, 是凹陷内含油最富的油藏之一(图3)。

位于凹陷西南部青城凸起西北坡基岩断层上升盘的高青油田, 是一个典型的地层退覆油藏。油藏由南向北出现的砂岩储层依次为中生界、孔店组、沙四段、沙三段、沙二段、沙一段并呈层层退覆状态, 而上第三系馆陶组泥岩是它们的统一盖层^[1]。由于基岩断裂从凸起边缘延伸至博兴生油洼陷之中并成为油源断裂, 故使上述各层位储层含油, 构成探明资源密度为

$1.0283 \times 10^8 \text{ t/km}^3$ 的多含油层系地层超覆油藏 (图 4)。

3. 对披覆构造油气藏的控制

位于凹陷内部的基岩断裂, 由于它们长期持续地活动, 在上升盘多形成大型披覆断鼻构造带^[2]。如八面河、纯化镇-草桥断鼻带, 都是下第三系的披覆构造带。它们紧靠生油洼陷或处在生油洼陷之中, 故极易成为油气大

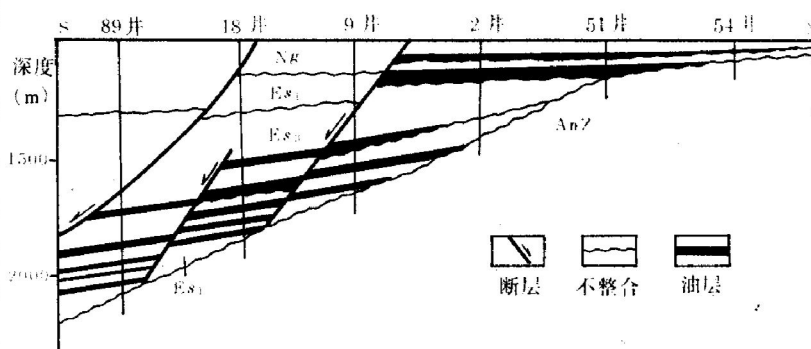


图3 单家寺地层超覆油藏剖面图

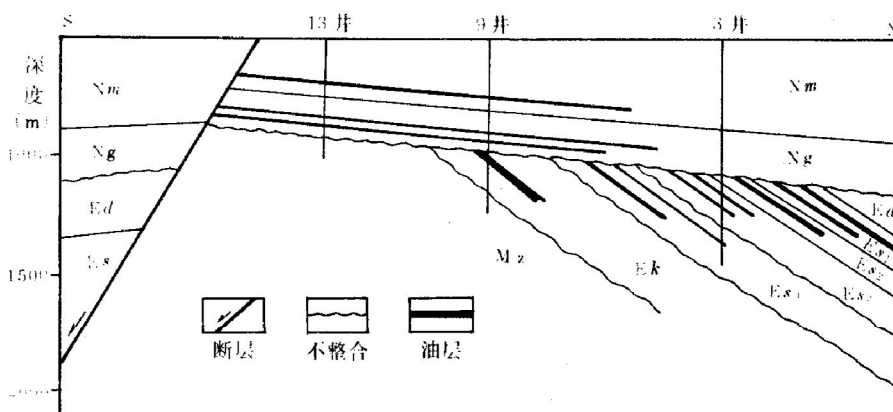


图4 高青地层退覆油藏剖面图

规模聚集的场所。应该意识识别这种成因的构造带, 因为上述基岩断裂在浅层多为小断距, 与其它成因的断裂很难区分。如果搞不清基岩断裂与披覆构造之间的控制与伴生关系及圈闭的位置, 将给勘探带来困难。

八面河油田的勘探历程便是一个经验教训。该油田在八面河基岩大断裂上升盘, 70年代开始勘探, 当时按各局部构造高点布井, 虽完钻8口探井也只见到低产薄油层。80年代中期经过 $300 \times 600 \text{ m}$ 数字地震细测, 明确了北东向基岩断层对披覆鼻状构造带的控制关系, 并对靠近基岩断层的5个新发现的局部构造进行钻探, 结果使面1—面5井的探井成功率100%, 平均单井油层厚度58.2 m, 试油获得57.1—77.1 t/d的工业油流, 从而明确这是一个大型披覆断鼻构造带含油, 使该油田在发现15年之后, 终于被探明并投入开发。

二、盖层重力滑塌断裂

东营凹陷的盖层重力滑塌断裂, 也称盆倾断裂, 是第三系沉积物因重力滑塌而形成, 断层的倾向多指向凹陷的沉积中心, 是属于边沉边断的同生断裂。在凹陷陡坡, 断裂发生时间早 (沙河街期晚时), 活动强度大 (生长指数1.5—2.5), 断距大 (200—500 m), 延伸长 (20—30 km), 多为二、三级主断层, 控制滚动背斜构造带的形成和发育; 在凹陷缓坡断裂发生晚 (东营期), 活动强度弱 (生长指数1.1—1.5), 断距小, 延伸短, 二级断层少, 三、四级断层

多, 主要控制断阶带的形成和发育。

表1 宁海-坨庄-胜利村构造发育数据表

项 目		局部构造名称		
		宁海	坨庄	胜利村
闭 合 高 度 (m)	现今	180	160	235
	明化镇期前	160	150	180
	馆陶期前	155	145	175
	东二时前	80	75	60
	东三时前	25	20	30
含油高度 (m)		180	155	230

大型多高点的背斜构造带, 由西向东有宁海、坨庄和胜利村3个局部构造组成。由于牵引断层发生早(沙二时), 活动时间长(至明化镇期), 活动强度大(生长指数1.5—2.5), 才使被牵引的各组段形成范围广、幅度高、局部构造多、继承性圈闭多的背斜构造带。牵引构造的发育主要在新第三纪时期完成(表1)。又由于构造完整、油气源充足, 又有断层作为油气运移的通道, 不仅使闭合高度和闭合面积大的各局部构造充满, 而且还超出了它们之间的溢出点形成整带含油, 成为我国新生代储层中最大的油田(图5)。

2. 对断块油气藏的控制

位于凹陷缓坡的盆倾断裂, 由于发生晚、断距小、活动时间短, 再加上地层薄而难于形成牵引构造。这种断裂系统通常多形成向洼陷方向节节下降的断阶带。当带内生油岩中的大面积砂岩水下扇原生油气藏被盆倾断层切割、破坏后, 便成为阶梯状断块油气藏。

如位于凹陷南坡的梁家楼水下扇, 砂岩体面积450 km², 砂岩厚度20—30m。经地球化学分析证明, 砂

岩储层的原油是来自其周围的生油岩, 经运移先形成原生油气藏。东营期盆倾断裂大量产生, 把原油藏切割成阶梯状断块, 使一部分油气沿断裂通道运移至其它圈闭中形成次生油气藏, 剩下的油气在原储层的新断块圈闭中进行再运移、再聚集而成为断块油气藏^[3](图6)。

三、底辟拱张断裂

东营凹陷的底辟拱张断裂由三种不同成因的拱张作用形成的, 一是盐膏层拱张, 二是基底上升使上覆继承性构造拱张, 三是火成岩侵入体的拱张。这类断裂均是张性断裂, 其特点

1. 对滚动背斜油气藏的控制

凹陷陡坡的盆倾断裂呈雁行式排列, 在其下降盘形成一串有规律分布的滚动背斜构造带。由西向东为利津-房子背斜带、宁海-坨庄-胜利村背斜带、永安-新立村背斜带。由于它们均濒临生油洼陷, 故成为很丰富的油气聚集带。

如宁海-坨庄-胜利村背斜构造带, 它是由胜北盆倾大断层的牵引作用, 在下降盘形成一个大型多高点的背斜构造带, 由西向东有宁海、坨庄和胜利村3个局部构造组成。

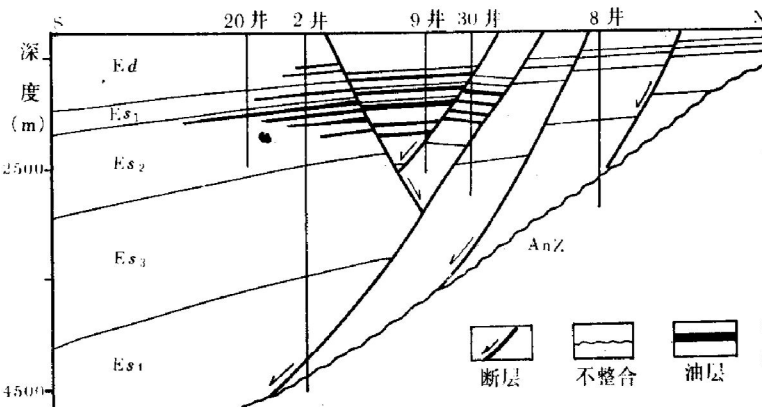


图5 胜坨背斜油藏剖面图

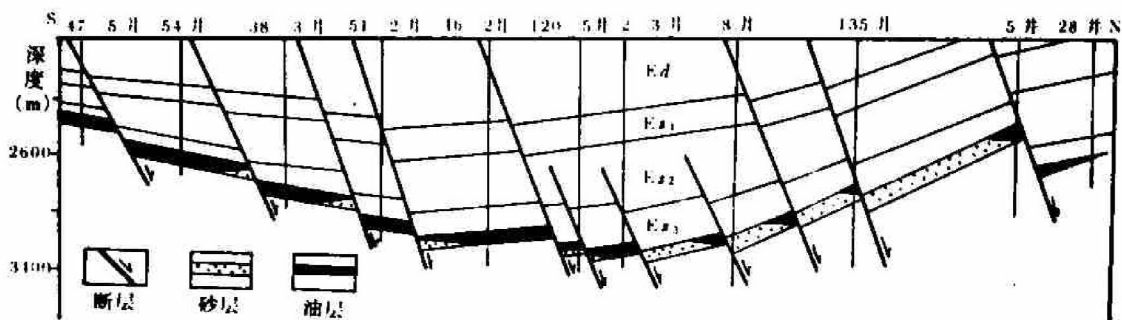


图6 梁家楼断块油藏剖面图

是断层数量多、延伸短，多为三、四级小断层，把构造切割得很破碎、复杂。除盐拱断裂是长期发育的同生断裂外，其它均为短时活动的张裂。

1. 盐拱断裂对复杂断块油气藏的控制

凹陷中部的中央隆起带，是盐拱断层的分布带。该带近东西走向，面积 430 km²，有大小断层 302 条。当孔店组和沙四段巨厚的岩盐、石膏和泥岩互层（东风 8 井岩盐、石膏层厚 1199.76 m）在重力和岩石密度差的作用下，这些塑性地层发生流动、集中，同时也使上覆地

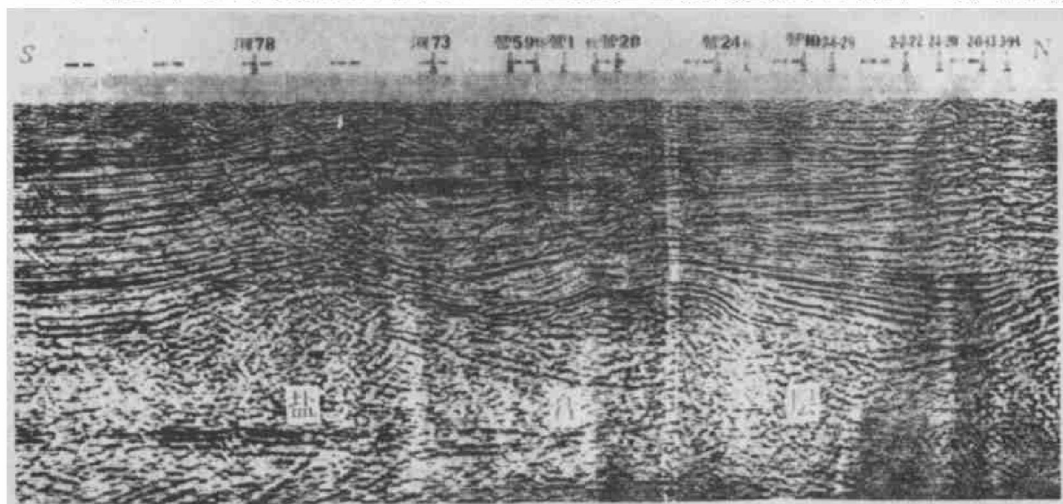


图7 中央隆起带地震时间剖面图

层产生拱张构造和拱张断裂。这种特点在地震横剖面图上清晰可见（图 7）。从图中看出，位于河 78 和营 24 井附近，其深层有两个椭圆形盐核相连。盐核在地震时间剖面上呈无规则的乱反射特点，两个盐核之上的地层呈连续反射，并对应出现两个拱张背斜构造，即现河庄构造和东营构造，在构造顶部伴生有大量的盐拱断层。

中央隆起带由于受 9 个盐拱构造和 302 条断层双重地质条件的影响，不仅使油田出现断块多、构造形态复杂，而且还使各含油断块之间，出现含油层系、油气富集程度、油井产能、流体性质和压力系统等显著差异。这种复杂的地质结构，给勘探开发带来了许多困难。

2. 基底拱张断裂对油气藏的破坏作用

基底拱张断裂是指基底上升使上覆继承性构造产生拱张作用形成的断裂。基底上升的原因，主要是箕状断陷基岩块体的翘起部位在拉张、扭转过程中相对上升而引起的。这种拱张断裂的特点是断层多、断距小、延伸短、分布规律性不强，多为三、四级小断层。

如在广利、纯化镇、平方王和尚店等背斜或鼻状构造油田，这种断裂较发育。虽然这种

断裂都是在油藏形成之后发生的张裂,但大多是短期活动的小断裂,它们对油藏破坏程度小,故油气仍受构造闭合面积和闭合高度控制,有单一的含油层系和比较统一的油水界面。断裂对油藏形态多起复杂化作用,有的还改变某些含油断块的油水关系和流体性质。

3. 火成岩拱张断裂控制次生油气藏

这类断裂目前仅在凹陷西南部的正理庄、樊家等油田发现。断裂是由东营期辉绿岩侵入沙三段,使上覆地层发生拱张而产生的。

如正理庄油田沙三段内的辉绿岩体,为一北东走向的椭圆形岩盘,它中间厚周边薄,由120 m变为3—5 m,面积8.5 km²。5条主断层呈放射状从拱张构造顶部向翼部延伸,倾向多为逆时针方向,断距大于100 m;9条小断层走向与拱张背斜构造地层走向相近,成环状,由内向外形成两个断层环,断层倾向多指向构造顶部,断距小于50 m。由于5条主断层使深浅层沟通并成为油气运移通道,才使沙三段生油岩生成的烃类沿断层运至浅层,在沙二、沙一段和东营组形成次生油气藏,成为凹陷南坡少见的浅层油气藏。

四、断裂与油气藏分布的关系

东营凹陷油气藏的分布规律除了受丰富的油气资源、大规模的油气运移、挤压型的水动力条件、区域盖层的封堵等影响之外,还受凹陷内各类断裂及其伴生圈闭的控制。断裂除了控制油气藏的分布之外,还在油气藏的类型、大小、含油层系的多少及原油性质好坏等方面起控制作用。

已知油气藏从凹陷内部到边缘可分为3个不同层系的环状带。

内环带主要为沙三段上部、沙二段、沙一段及东营组4套含油层系。此环带刚好是凹陷陡坡的盆倾断裂和凹陷中部的盐拱断裂发育带。由于这两类断裂伴生构造圈闭大、数量多、幅度高,断裂活动强度大、期次多,才使环带内的油气藏成为含油面积大、含油层系多的背斜或鼻状构造油气藏,有的被断层切割得很破碎。油藏埋藏较深,沙一段泥岩盖层封堵性好(泥岩粘土矿物颗粒孔隙中值半径仅4.95 nm),油藏多为稀油。

中环带主要为沙三段中、下部和沙四段两套含油层系。已知油气藏分布在环带南部和西部,这是箕状断陷地层北厚南薄,埋藏时又呈北深南浅,在浅部位探明程度高的结果。此环带位于凹陷缓坡,盆倾、构造拱张和火成岩拱张断裂较为发育,它们的伴生圈闭小、数量多,断裂活动强度小、期次少,使环带内的油气藏多成为含油面积不大,含油层系单一的背斜或断块油气藏。其中也包括为数不多的基岩潜山和披覆构造油气藏。油藏均位于生油岩内,未经受大的破坏,多为稀油。

外环带主要为馆陶、东营组两套含油层系。它们均是凹陷边缘基岩断裂所伴生的上、下第三系浅层地层圈闭含油。由于这种伴生地层圈闭在凹陷的不同部位、不同层位、大小不同,因此,形成油藏之后其聚油规模和含油层系多少也差别较大,但油藏均为稠油。这主要与含油层位新、埋藏浅有关。

东营凹陷不同的断裂系统对油气藏的形成和分布起着不同的控制作用,并有一定的规律性。用这种认识去指导凹陷的勘探,会有一定的模式意义。

参 考 文 献

- 1 李春光. 试论东营断陷盆地区域盖层对油气藏分布的控制. 石油与天然气地质, 1991, 12 (1): 65-70
- 2 加费里什 B·K. 深断裂在石油及天然气运移和聚集的作用. 金衍泰 译. 北京: 石油工业出版社, 1988: 21-31
- 3 李春光. 试论东营盆地高压油气藏的特征、成因及找油意义. 石油学报, 1992, 13 (1): 34-43

CONTROL OF FAULT SYSTEMS ON OIL AND GAS DISTRIBUTION IN DONGPU DEPRESSION

Li Chunguang

(Scientific Research Institute of Geology, Shengli Petroleum Administration, Dongying, Shandong)

Abstract

Dongying Depression is a dustpan-shape fault basin with 1200 well developed normal faults in it. The tension fractures of the baserock resulted from tensile and shear movements usually form hydrocarbon enriched zones of buried-hills and stratigraphic overlap traps on steep slopes of the depression, but form large hydrocarbon-bearing drape fault-nose structures inside the depression. Gravity slump faults formed in the Tertiary usually reach the source rocks. The associated rollover anticlines and fault terrances are easy to form oil and gas enriched zones. faults resulted from diapirs are mainly situated in the depression, cut the structures into pieces and make hydrocarbon pools more complicated. The distribuion of 3 kinds of different genetic fault systems have controlled the distribution of oil and gas pools, and resulted in 3 different hydrocarbon-bearing sequences. Different fault systems within the sequences have determined hydrocarbon types, the number of the sequences and the quality of crude oil.