

中国东部第三系含油气盆地地层—岩性油藏形成的地质基础和分布特点

Distribution and Geological Bases Forming Stratigraphic-Lithologic Pools in Tertiary Oil Basins in East China

摘要 本文首先阐明地层—岩性油藏形成的区域地质基础：两种类型断陷盆地；陆相湖盆三种沉积体系和五种类型储集岩体；与生油岩系有关的三种地层超覆不整合。重点论述不同类型地层—岩性油藏形成条件及其特征。最后总结了断陷盆地地层—岩性油藏聚集（区）带分布模式，这对地层—岩性油藏勘探有一定的指导意义。

Abstract In the paper, regional geological bases forming stratigraphic-lithologic pools are expounded firstly, ①two types of fault basins, ②three types of sedimentary systems and five types of reservoir, three types of stratigraphic overlap-unconformity associated with source beds. Conditions forming stratigraphic-lithologic pools and characteristics of stratigraphic-lithologic pools are discussed as an important problem. The authors present a distribution model of accumulation belts of stratigraphic-lithologic pools in fault basins. It has certain significance to the exploration of stratigraphic-lithologic pools.

中国东部渤海湾、南襄、江汉和苏北等第三系盆地已证实为资源丰富的含油气区，发现了数量众多的背斜构造型油气田，也找到了一些地层—岩性油气田，使本区成为我国重要的产油基地。目前，部分凹陷已进入“较成熟”勘探阶段，但是地层—岩性油藏的勘探程度较低，进一步找油的前景还很大。近年来，加强了对地层—岩性油藏的勘探工作，取得了一定的成效。地层—岩性油藏勘探已成为中国东部一个重要的勘探领域。

一、地层—岩性油藏形成的地质基础

地层—岩性油藏的分布有一定规律性，又具有一定隐蔽性。本区具有形成地层—岩性油藏的有利条件，主要是受断陷盆地构造特征、湖盆沉积特征、储集岩体类型和地层超覆不整合特点等因素控制。

1. 断陷盆地类型和特征

本区分属不同的大地构造单元和不同时代的结晶基岩，自北而南为华北地台、秦岭海西褶皱系、扬子地台，经过漫长的地质历史，逐渐硬化、并合，至印支运动成为较统一的大陆地块。

自燕山运动起，全区进入了中生代块断活动发展阶段，经历了大体上可划分为晚侏罗—早白垩世、古始新世和渐新世三个时期，产生了北西和北东向两组断裂网络系统，沿这些断裂系统形成块断体和上覆中生代箕状断陷盆地，并有一定的分布规律。由于前中生代地质结构，中、新生代块断活动和强度的差异，本区众多的断陷盆地基本上可分为同生断陷盆地和后生断陷盆地。

(1) 同生断陷盆地

同生断陷盆地是指在块断活动背景下，由若干互不连接的断陷逐渐统一而成大型沉积盆地，每个断陷及其沉积构造体系自身成为一个生储盖组合和油气富集单元。如渤海湾盆地位于华北地台上，在中、新生代三次块断活动控制下，形成凸凹相间的块断结构体系和上覆箕状断陷，基底断裂控制断陷的发生和岩相带的分布。块断活动强度大，结构不对称，岩相带变化大，沉积间断和超覆不整合现象发育，甚至下第三系生油岩系直接与古老地层不整合接触，有利于多种类型地层-岩性油藏的形成。

(2) 后生断陷盆地

后生断陷盆地是指在晚期块断活动控制下，早期统一的沉积盆地被切割改造成若干相互分割的断陷。如苏北盆地位于扬子地台上，属古新世、始新世沉积盆地，主要生油岩系阜宁组的沉积范围广。在渐新世块断活动强烈作用下，形成戴南一三垛组箕状断陷，切割改造了原有沉积盆地，形成了由不同沉积构造层系组成的生储盖组合关系，后期断陷活动影响了早期生油岩成熟程度、油气保存和富集程度。不论在古新世、始新统或渐新统都有形成地层-岩性油藏的远景，但这类油藏的形成经历了多次油气运聚、再分配、再运聚的过程。

2. 湖盆沉积特征和储集岩体类型

中国东部新生代沉积盆地是一系列相互分割的近海内陆盆地，在沉积上均属河湖沉积体系，河流起了主导作用。在古气候、古地貌和河流水系控制下，湖盆沉积体系和储集岩体类型多，岩相带沿断陷湖盆均呈环带状分布。由于湖盆地质结构和沉积环境的差异，不同类型湖盆的沉积体系和储集岩体类型是不同的，掌握它们的成因和分布规律，有助于寻找不同类型地层-岩性圈闭。归纳起来，东部湖盆沉积有以下几方面特征。

(1) 湖盆中河流水系控制储集岩体成因和分布

我国东部湖盆水系流向大致有两个方向，即北东向和北西（或东西向），多数湖盆水系具有继承性发育特点，部分湖盆水系方向时有变迁。在湖盆古地貌和古气候条件控制下，在湖盆不同部位发育三种类型河流水系：季节性洪水流；山坡型短河流；平原型长河流。

(2) 湖盆沉积环境控制湖相沉积体系

在沉积上可分为陆源碎屑岩湖、膏盐岩湖和碳酸盐岩湖。在温暖潮湿古气候条件下，雨量充沛，河流水系较发育，碎屑物质供应十分充足，形成陆源碎屑岩湖盆，主要发育河流-三角洲沉积体系，由边缘向湖心依次为山麓洪积相（多数断陷湖盆不发育）、三角洲平原相、三角洲前缘相和前三角洲相。如辽西凹陷沙二段沉积（图1）。

在炎热干旱古气候条件下，雨量稀少，蒸发量大，在封闭一半封闭湖盆中湖水含盐度高，泥岩中氯离子含量一般为2%~6%，形成膏盐岩湖盆。在单向物源影响下，形成冲积锥（或三角洲）与膏盐岩沉积体系。由边缘向湖心含盐度渐趋增高，在沉积序列上依次为碎屑岩、粒屑灰岩、白云岩和膏盐岩。如潜江凹陷潜四段沉积（图2）。

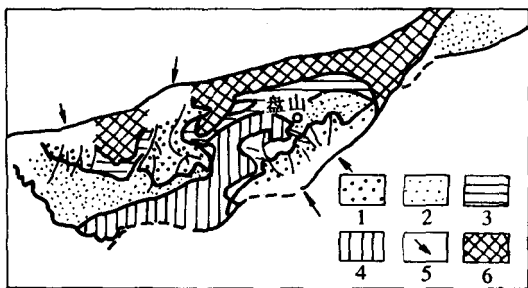


图1 辽西凹陷沙二段沉积体系图
1—分支河道亚相；2—沙坝、席状砂亚相；
3—砂质浅河亚相；4—前三角洲相；
5—物源方向；6—剥蚀区
(据辽河油田资料)

在持续稳定沉降背景下，古地形较平坦，在封闭一半封闭浅水湖湾中，碎屑物质供应不足，形成湖相碳酸盐岩湖盆。其沉积序列依次为泥灰岩、鲕灰岩、藻灰岩、白云岩。如东营凹陷沙一段沉积（图 3）。

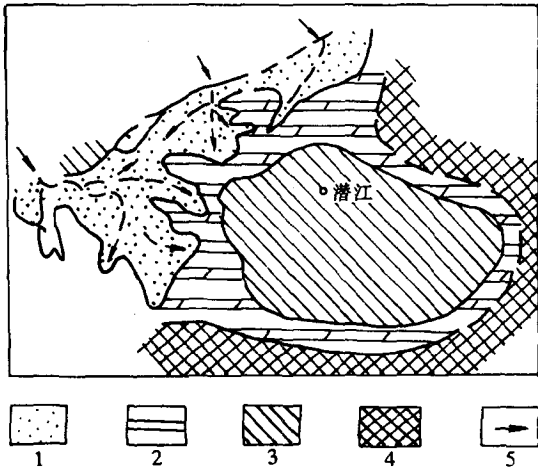


图 2 潜江凹陷潜四段沉积体系图
1—碎屑岩；2—碳酸盐岩；3—膏盐岩；
4—剥蚀区；5—物源方向
(据江汉油田资料)

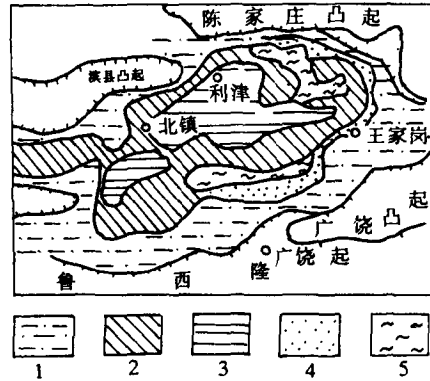


图 3 东营凹陷沙一段沉积体系图
1—滨湖相；2—浅湖相；3—深湖相；
4—粒屑灰岩；5—藻礁灰岩
(据胜利油田资料)

(3) 湖盆储集岩体类型及其分布特征

在相同古气候和相似古地貌背景下，湖盆的沉积环境和储集岩体分布常常类似。按储集岩体成因及其岩性组合特征，在我国东部地区湖盆中分为五种类型：冲积扇、三角洲、湖底扇、生物粒屑或藻灰岩和透镜状砂体（表 1）。这些储集岩体都呈楔形体相变尖灭在生油岩体中，其岩性尖灭带与一定构造背景相配合，形成多种类型原生岩性圈闭。

断陷湖盆储集岩体类型多、变化大、规模较小，它的平面展布受湖盆地质结构控制，在纵向上各类储集岩体相互叠置或演变。断陷湖盆地质结构的不对称性，也反映在沉积上不均一性。在陡坡带分布冲积扇、湖底扇和小型扇三角洲，在缓坡带分布大面积生物粒屑或藻灰岩和湖底扇或三角洲砂体，在湖盆端部发育大型三角洲砂体，湖心部位分布前三角洲相和透镜状砂体。在多期块断活动控制下，在湖盆同一部位常常分布不同类型储集岩体，自下而上为冲积扇、湖底扇和扇三角洲相互叠置，又有相互过渡关系（图 4）。

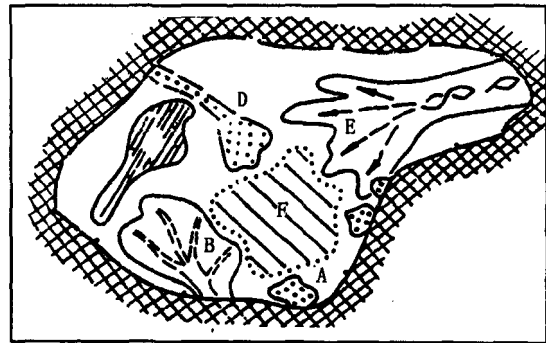


图 4 断陷湖盆储集岩体分布示意图
A—冲积扇；B—陡坡型湖底扇；C—粒屑灰岩；D—缓坡型湖底扇；E—三角洲；F—透镜状砂岩分布区

表 1 储集岩体分类特征表

特征 类型	分布特点	成因特征	沉积特征			典型实例
			岩性组合	岩矿特点	层理构造	
冲积扇	沿湖盆陡崖呈串珠状分布, 形态呈扇体	湖盆发育初期, 古地形高差大, 以季节性洪水为动力, 属泥石流堆积	以砂砾岩为主夹杂色泥岩薄层	砾石成分杂, 大小不均, 分选和磨圆度极差, 物性变化大	无层理构造, 局部见递变层理	东营凹陷北坡沙四段砾岩冲积扇
三角洲	位于河流与湖水汇合处, 形态呈扇形	湖盆回返上升阶段, 温暖潮湿古气候, 河流水系较发育, 碎屑物质充分, 由河湖共同作用而形成	由前三角洲泥、三角洲前缘亚相和三角洲平原亚相等三带和三层结构组成, 砂体向湖心推移和加积	砂岩成熟度高, 分选好、成分纯、粒度均一、物性好	以波状交错层理为主, 跳跃总体为主	辽西凹陷沙二段三角洲
湖底扇	陡坡为洪水型湖底扇; 缓坡为浊流型湖底扇	湖盆全盛时期, 水进湖浸阶段, 河流入湖后水下河道和湖底潜流为动力, 属较深湖区高密度流沉积	以砂砾岩为主的正旋回, 下粗上细; 平面上由扇根、扇中和扇端三部分组成	陡坡洪水型: 成熟度低、分选差和成分杂, 缓坡浊流型: 成熟度较高、分选好、物性好	鲍马序列和递变层理较发育, 以悬浮总体为主	泌阳凹陷双河湖底扇; 东营凹陷梁家楼湖底扇
生物粒屑或藻灰岩	湖盆古湖湾水下古隆起周围	湖盆持续稳定发展阶段, 古地形平缓, 水体浅而清, 属生物化学沉积	由介形虫、腹足类、藻类和有机孔虫等生物与白云岩共同组成		块状斜层理或无层理	歧口凹陷沙一段生物碎屑灰岩
透镜状砂体	湖盆中部较深—深水湖区分散状砂体	受周围河流水系影响, 在三角洲或湖底扇前端较深水区形成分散状砂岩体	以砂岩为主的正旋回, 下粗上细			东营凹陷沙三段砂岩透镜体

3. 地层超覆不整合

在多期块断活动控制下, 湖盆发生多次水进水退, 在地层层序中产生多期地层超覆不整合和沉积间断。因此, 地层超覆不整合是构造作用、侵蚀作用和沉积作用的共同结果。经分析, 在湖盆水进主要发展阶段, 与生油岩系有关的地层超覆不整合, 才是形成地层圈闭油藏的重要因素。按生油岩系与地层超覆不整合的相互关系, 以下几种类型地层超覆不整合有利于地层油藏的形成 (图 5)。

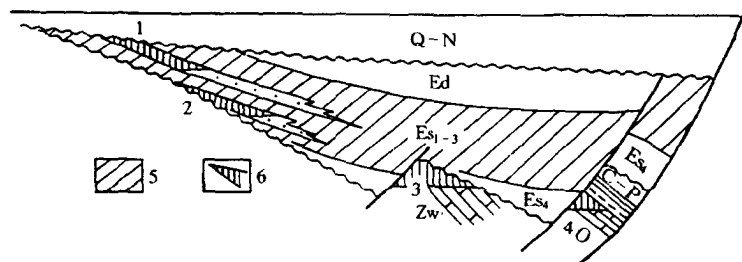


图 5 含油气盆地地层超覆不整合示意图

1—不整合圈闭; 2—地层超覆圈闭; 3—古潜山圈闭; 4—古潜山内幕圈闭; 5—生油岩系; 6—圈闭

(1) 生油岩系底部地层不整合

在同沉积块断活动控制下，湖相沉积范围不断扩大，使生油岩系超覆不整合在由不同层位的古老地层组成的古地貌隆起之上，生油岩系不仅是油源层，又是良好区域性盖层，组成“新生古储”成油组合，形成新的圈闭条件。如渤海湾盆地“古潜山”油藏。

(2) 生油岩系顶部地层不整合

在湖盆回返上升阶段，边缘的河流沼泽相沉积直接超覆不整合在湖相生油岩系之上。在有沼泽相泥岩分布区，形成局部泥岩盖层条件，而多数地层不整合面之上为渗透层所覆盖，则需借助于特殊条件下所形成的稠油沥青封闭条件，才能形成良好圈闭条件。如断陷缓坡上下第三系地层之间不整合圈闭。

(3) 湖盆内部地层超覆

在湖盆水进过程中，其范围逐步扩大，使湖相沉积自下而上逐层超覆在下伏的老地层之上。不仅向缓坡带超覆，而且向陡坡带超覆。当下伏层是由非渗透层组成时，成为地层超覆圈闭良好底板。渐新世沉积时，渤海湾盆地各凹陷都曾发生过三次左右的水进，相应地有三次地层超覆，其中沙三段中下部和沙一段下部地层超覆规模较大，并使泥岩分布范围大于其下部砂体分布范围，在凹陷斜坡或古隆起边缘形成封闭严密的地层超覆带，有利于超覆圈闭形成。

此外，湖盆形成（生油岩系）之前地层内部不整合是地层油藏圈闭因素之一，需借助断层等其他因素相配合，才能形成良好生储组合。如“古潜山”内部断块圈闭。在有的情况下，由于缺乏良好生储组合，虽然存在圈闭条件，也不利于地层油藏形成。

二、地层—岩性油藏类型及其形成条件

根据上述区域地质背景分析，形成地层—岩性圈闭的必要条件如下：

1) 断陷边缘各类储集岩体均呈楔形体相变尖灭于湖相泥质岩体之中，在它们的前缘均可形成具有良好封闭性的岩性尖灭带或岩性致密带。

2) 在湖盆水进条件下，有利于非渗透性泥质岩层逐层向湖盆边缘超覆，并掩盖在下伏的储集岩体之上，使地层超覆线具有严密的封闭条件。

3) 不整合面上下，储集岩体顶底板和断层侧向遮挡面是由泥岩、膏泥岩、致密坚硬碳酸盐岩、火山岩和变质岩等非渗透岩层组成时，才具备良好遮挡条件。

4) 除了透镜状砂岩圈闭以外，在大多数情况下地层岩性圈闭都依附于大型隆起斜坡或局部构造，都有一定的区域或局部构造背景。

综上所述，地层—岩性圈闭形成条件可归纳为三条线和三个面，三条线就是岩性尖灭线、地层超覆线和构造等高线，三个面就是地层不整合面、储集岩体的顶底板面和断层面。这六个基本要素的有机配合，可形成多种类型地层岩性圈闭。

按圈闭成因和上述六个基本要素，地层—岩性油藏可分为三大类型九个亚类。三大类型是岩性油藏、地层油藏和地层—岩性混合油藏。九个亚类是：砂岩上倾尖灭油藏、断层遮挡岩性油藏、透镜状岩性油藏、粒屑灰岩岩性油藏、裂隙层间缝岩性油藏、“基岩”块体地层超覆不整合油藏（即“古潜山”油藏）、地层超覆油藏、地层不整合油藏以及地层岩性混合油藏（表2）。

表 2 地层-岩性油藏分类表

类 型		圈闭要素	典型实例
大类	亚类		
岩性油藏	砂岩上倾尖灭油藏	1. 砂岩体上倾方向相变为泥岩; 2. 岩性尖灭线与构造等高线相交切; 3. 块状或层状油藏	双河油田; 高升油田; 赵凹油田
	断层遮挡岩性油藏	1. 岩性尖灭线与断层面相配合; 2. 断层侧向遮挡条件好; 3. 块状和层状油藏	梁家楼油田; 欢喜岭油田大凌河油藏
	透镜状岩性油藏	1. 砂体四周为非渗透性泥岩包围; 2. 自成独立油水系统, 具底水	东营凹陷营 2 井油藏
	粒屑灰岩岩性油藏	1. 岩性致密带与构造等高线相交切; 2. 块状和层状油藏	歧口凹陷周清庄地区
	裂隙层间缝岩性油藏	1. 灰岩裂隙和层间缝发育区为岩性致密带围限; 2. 油气分布不均匀, 油藏形态不规则	风河营沙四段油藏
地层油藏	基岩块体超覆不整合油藏	1. 不整合面与断层面或底板不渗透层相配合; 2. 古地貌形态呈残丘; 3. 块状油藏为主	桩西古潜山油藏, 任丘油田
	地层超覆油藏	1. 地层超覆面与底板渗透层相配合; 2. 地层超覆线与构造等高线相交切; 3. 层状油藏为主	单家寺油田
	地层不整合油藏	1. 不整合面的非渗透层或沥青稠油封堵; 2. 地层超覆不整合线与构造等高线相交切; 3. 以层状油藏为主	金家油藏
地层-岩性混合油藏		1. 地层超覆线、岩性尖灭线与构造等高线相配合; 2. 块状和层状油藏	钟市油田

1. 砂岩上倾尖灭油藏

湖盆三角洲和湖底扇砂岩体的前缘带和侧翼与凹陷斜坡带、大型隆起或局部构造相配合, 使砂岩尖灭线与构造等高线交切, 形成砂岩上倾尖灭圈闭。这类圈闭直接穿插尖灭在生油岩体之中, 生储盖组合条件好, 油源充足, 储油物性好, 油质轻, 油气富集程度高, 属原生性岩性油藏。它的规模和展布取决于湖盆中砂体的位置、砂岩尖灭线走向、形态及其与不同类型构造配置关系。多韵律层组成的复合砂岩体与凹陷斜坡带或大型隆起斜坡相配合, 形成大中型砂岩上倾尖灭油藏, 一般含油面积大, 约数十平方千米, 富集程度高。如泌阳凹陷双河油田、辽河西部凹陷高升油田。单一砂层组岩性尖灭线与构造围斜部位相配合, 形成小型油藏, 含油面积一般较小, 油层厚度薄, 富集程度较低, 如泌阳凹陷赵凹油田。高邮凹陷曹庄地区戴南组油藏。

2. 断层遮挡岩性油藏

湖盆两侧斜坡带的冲积扇、湖底扇和扇三角洲等砂岩体向湖盆中心呈下倾尖灭, 与同生断层相配合形成断层遮挡岩性油藏。在湖盆陡坡边缘大断裂下降盘分布一系列冲积扇岩性油藏, 多数属断层遮挡岩性油藏, 具有岩性物性变化大、压力系数高、原油性质好等特点, 含油面积较小, 但成群分布。如东营凹陷滨县、陈家庄凸起南侧大断裂下降盘的冲积扇岩性油

藏。在湖盆缓坡湖底扇的水下河道部分砂岩尖灭线与同生断层相配合，形成断层遮挡岩性油藏。砂砾岩体直接被深水湖相暗色泥岩包围，生储盖组合好，油层单层厚度大，储油物性好，油质轻，产量高，含油规模较小，但富集程度较高。如东营凹陷梁家楼油田、辽西凹陷欢喜岭油田大凌河油藏等。

3. 透镜状岩性油藏

在湖盆强烈沉降阶段，受周围河流水系影响，在三角洲或湖底扇前端较深水湖区形成透镜状砂体分布区，实为生油岩体中分散状砂岩体。这类圈闭数量众多、分布零星、面积较小，属早期原生性圈闭，形成自生自储岩性油藏。油层厚度薄、压力系数高、原油性质好、单位面积储量较小。如东营、沾化和歧口等凹陷中心部位沙三段透镜状油藏。

4. 粒屑灰岩岩性油藏

在湖盆持续稳定沉降阶段，在封闭一半封闭湖湾地区水下低隆起周缘或水上岛屿向岸一侧有利于粒屑灰岩和藻灰岩堆积。受沉积相变或次生胶结作用的影响，在湖岸边缘往往分布岩性致密带，在古隆起背景下岩性致密带与构造等高线相交切、形成粒屑灰岩岩性油藏。油层厚度较薄，储油物性好，油质轻，单井产量高。如歧口凹陷周清庄地区、东营凹陷南坡和辽西凹陷高升油田等粒屑灰岩岩性油藏。

5. 裂隙层间缝岩性油藏

在构造断裂活动作用下和成岩后次生作用下，致密而性脆的白云岩、油页岩、泥岩和喷发岩层均可产生纵向裂隙和层间缝发育区，形成局部地区良好的储集空间和渗滤通道。在一定的断裂构造背景下，形成裂隙层间缝岩性油藏。一般紧邻生油岩分布区，为自生自储组合，油层变化大，裂缝分布不均，含油范围不规则，油质好，初产量高，但产量不稳定。按致密岩层类型及其裂隙、裂缝成因差异，可分为：泥岩裂缝油藏，如潜江凹陷泥岩裂缝油藏；油页岩、白云岩裂隙层间缝油藏（黄骅拗陷齐家务油藏）；火山岩锥体或喷发岩层裂隙油藏，如廊固凹陷凤河营沙四段油藏。

6. “基岩”块体地层超覆不整合油藏

经第三纪块断活动切割改造，形成前第三系“基岩”块断山，经长期剥蚀和古岩溶作用，形成缝洞发育的古地貌突起。在湖盆多次水进条件下，湖相生油岩层直接超覆不整合在“基岩”块体之上，形成“新生古储”成油组合，不整合面与断层面或底板不渗透层相配合，形成“古潜山”油藏。在翘倾断块背景下，第三系断陷中沙河街组生油岩系直接超覆不整合在不同时代和不同岩类组成的块断山之上，相应地形成了由不同岩类组成“古潜山”油藏，如兴隆台前震旦亚界裂缝性花岗岩油藏、任丘震旦亚界藻白云岩块状油藏、义和庄和桩西奥陶系裂隙石灰岩油藏、石臼坨中生界火山岩块状油藏和义和庄北中生界砂岩层状油藏。渤海湾盆地“古潜山”油藏均属“新生古储”成油组合，含油井段长，约数百米，油质好，以块状油藏为主。油井产量与储层岩性和裂缝、孔洞发育程度有关。

7. 地层超覆油藏

在湖盆主要发育阶段的水进时期，发育了一套由粗到细的旋回沉积，自下而上逐层向边缘斜坡带的致密不渗透层超覆，形成良好的顶底板遮挡层。上部泥岩盖层分布范围超越砂体范围，地层超覆线与构造等高线相交切，形成地层超覆圈闭。此类圈闭紧邻生油凹陷，油源充沛，生储盖组合好，储层物性较好，原油性质有一定的变化规律，边缘油稠，向里油质变轻。含油规模较大，含油层系多，富集程度较高。如东营凹陷单家寺油田。

8. 地层不整合油藏

在翘倾断块背景下，断陷缓坡边缘遭受后期块断活动强烈剥蚀（可能使早期圈闭遭受不同程度破坏），后期地层超覆不整合沉积，重新组合成新的地层不整合圈闭。按地层不整合面非渗透层的性质，有两种类型不整合面封堵条件：靠不整合面附近沥青稠油封堵，如辽西凹陷曙光油田，也靠不整合面上部河流—沼泽相泥岩封堵，如东营凹陷南坡金家油藏。此类油藏埋藏浅，含油面积大，油层厚，但油质重。

9. 地层岩性混合油藏

在地层超覆不整合和砂体岩性变化等双重因素控制下，地层超覆线、岩性尖灭线与构造等高线相配合，组成地层岩性混合圈闭，典型实例为潜江凹陷钟市油田。

三、地层—岩性油藏聚集（区）带类型及其分布模式

在某一地层或岩性油藏发现时，它的存在不是偶然的、孤立的，而是存在于一定的规律之中，它们常常是成群成带分布，从属于一定的地质条件。即在同一构造背景下，受相同岩性岩相变化和同一地层超覆不整合等因素控制，在油气生成、运移和聚集过程中，形成相同类型地层—岩性油藏组合，称为地层—岩性油藏聚集（区）带。不同类型盆地、或者同一类型盆地的不同部位、不同沉积体系、不同储集岩体和不同的地层超覆不整合条件，均可形成不同类型地层—岩性油藏聚集（区）带。这对于掌握地层—岩性油气藏分布规律和有效地进行勘探是很重要的。大致可分为 8 种类型地层—岩性油藏聚集（区）带：①砂岩上倾尖灭岩性油藏聚集（区）带，②透镜状岩性油藏聚集（区）带，③断层遮挡岩性油藏聚集（区）带，④粒屑灰岩岩性油藏聚集（区）带，⑤裂隙层间缝岩性油藏聚集（区）带，⑥地层不整合油藏聚集（区）带，⑦地层超覆油藏聚集（区）带，⑧地层超覆不整合“基岩”块体油藏聚集（区）带。

在系统分析研究中国东部断陷盆地地层—岩性油藏聚集（区）带的基础上，并以东营凹陷为实例，建立断陷盆地多种类型地层—岩性油藏聚集（区）带分布模式。在河湖沉积体系控制下，在断陷湖盆不同部位和不同发展阶段发育各种类型储集岩体。湖盆多次水进水退的结果，在第三系地层层序中形成多次地层不整合或沉积间断，对地层圈闭形成起一定作用。此外，地层超覆也十分广泛，不仅向缓坡超覆，还向陡坡带超覆，甚至超覆在凸起高部位，这对凸起边缘地层超覆圈闭形成起重要作用。断陷盆地中多种储集岩体、多个地层超覆不整合和不同构造部位相匹配，形成多种类型地层—岩性油藏聚集（区）带，并有一定展布规律：在凹陷缓坡带边缘分布地层不整合油藏聚集（区）带，缓坡台坪部位分布粒屑灰岩岩性油藏或白云岩、油页岩裂隙层间缝油藏聚集（区）带，由斜坡向深凹陷过渡带形成湖底扇断层遮挡岩性油藏聚集（区）带，凹陷中心部位分布透镜状砂体岩性油藏聚集（区）带，而陡坡带凸起边缘分布地层超覆油藏聚集（区）带，和冲积扇断层遮挡岩性油藏聚集（区）带。此外，在基岩断裂带附近还可形成地层超覆不整合“基岩”块体油藏聚集（区）带，在中央断裂背斜带翼部还分布砂岩上倾尖灭岩性油藏（图 6）。

由于盆地地质结构及其演化史不同，沉积条件、储集岩体和地层超覆不整合发育程度的差异，在不同类型盆地中地层—岩性油藏聚集带发育程度是不同的，往往形成以一种地层岩性油藏聚集带为主，其他几种地层—岩性油藏聚集带为辅的油气富集区。

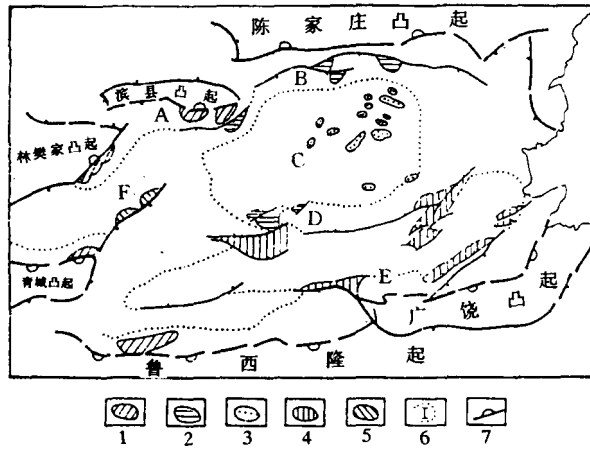


图 6 东营凹陷地层—岩性油藏分布图

- 1—地层超覆和地层不整合油藏； 2—断层岩性油藏； 3—透镜状岩性油藏；
 4—粒屑灰岩岩性油藏； 5—古潜山油藏； 6—油气分带； 7—地层超覆线；
 A—地层超覆油藏聚集带； B—D—陡坡或缓坡断层遮挡岩性油藏聚集
 带； C—透镜状砂岩岩性油藏聚集带； E—地层不整合油藏聚集带；
 F—古潜山油藏聚集带

参 考 文 献

- 吴崇筠等 .1981. 碎屑岩沉积相模式 .石油学报, (4)
 胡见义等 .1981. 渤海湾盆地古潜山油藏的区域分布规律 .石油勘探与开发, (5)
 陈斯忠等 .1982. 济阳坳陷地层油藏的特点及分布规律 .石油学报, (3)

(本文原载《石油学报》 1984 年第 2 期；合作者：徐树宝，董晓光，蔺殿忠)

渤海湾盆地复式油气聚集（区）带的形成与分布

Formation and Distribution of Complex Petroleum Accumulation Zones in Bohai Bay Basin

摘要 渤海湾盆地是一个多断陷、多断块、多含油气层系和多种油气藏类型的含油气盆地，它的地质结构和成油规律与国内外有些大型含油气盆地不同，独具特色。盆地内部断块活动发育，形成北北东向和北北西向两组断裂网络系统，切割改造成 47 个翘倾块断体和箕状断陷。每一个断陷自成一个独立的沉积系统和成油单元，在断陷的不同部位发育多种类型断裂构造带，并与陆相湖盆的不同类型的储集岩体相配合，形成数量众多、规模不一和类型不同的油气圈闭。它们均围绕生油凹陷呈环带状分布，这就是形成油气（田）藏和复式油气聚集（区）带的地质基础。全面地研究和掌握“复式油气聚集（区）带”地质理论，对于提高本区勘探成效以及油气储量、产量的大幅度增长会产生重要推动作用。

Abstract Bohai Bay Basin contains many fault depressions, many fault blocks, many hydrocarbon bearing formation layers and various types of pools. It is different from other large petroleum basins outside China in geologic structure and accumulation of oil and gas, and possesses a characteristic feature of its own. Block faulting activities inside basin develops, forming NE and NW fracture systems, thus cutting this basin into 47 tilted block faulting body and a series of overlying dustpan-like fault depression. Every individual dustpan-like fault depression is a unique sedimentary system and an oil generation unit. Various fracture structure zones developed at different part of this basin combined with different types of reservoir rock bodies, resulted in petroleum traps with various size and various types, distributed around source depression in circular belts. This is a geological foundation of the formation of oil and gas pools and complex petroleum accumulation zones. The geologic theory of complex petroleum accumulation zone should be studied further and mastered fully. The theory already played and will play important role in improving efficiency of exploration and increasing petroleum reserve and its annual output greatly.

渤海湾盆地位于我国东部渤海湾及其沿岸地区，在大地构造位置上位于华北地台东部，属于第三系的断陷盆地。其北界为燕山褶皱带，东南部为鲁西南隆起区，西部与太行山隆起毗邻，东临胶辽隆起，面积约 20 万 km²。经过 20 多年来的反复实践、反复认识，发现了一大批油气田，总结出陆相断陷盆地油气生成、沉积模式、油气藏和复式油气聚集（区）带等的地质规律。特别是在 80 年代中，在复式油气聚集（区）带理论指导下，同时广泛采用相应的勘探开发方法和程序，使本区的勘探成效有了很大提高，油气储量和产量大幅度增长，经济效益十分明显。

一、盆地的石油地质特点

渤海湾盆地是在华北地台基础上发育起来的，由一系列下第三系箕状凹陷组成的断陷盆地。盆地的结晶基底由太古界、下元古界和中元古界等三套变质岩系组成。在印支运动以

前,本区是华北地台的一个组成部分,发育了一套中上元古界和下古生界碳酸盐岩建造和上古生界的海陆交互相含煤建造。印支运动后,全区沦为大陆,海水全部退出。从中晚侏罗世起,进入了以快断活动为特征的发展阶段。中生代三次较大规模块断活动的结果,使稳定的地台破裂解体,产生北北西向和北北东向两组断裂网络系统,形成垒堑相间的断块结构体系。从早第三纪开始,本区地壳运动总趋势是以区域性沉降为主,在区域拉张应力场的作用下,在中生代块断体的基础上,形成了一系列相互分割的下第三系箕状断陷。渤海湾盆地就是一个多凸多凹、凸凹相间,由47个箕状断陷组成的统一的块断沉陷区。每一个断陷自成一个独立的沉积体系和成油单元,这是盆地油气生成、运移和富集以及复式油气聚集(区)带形成的地质基础(图1)。

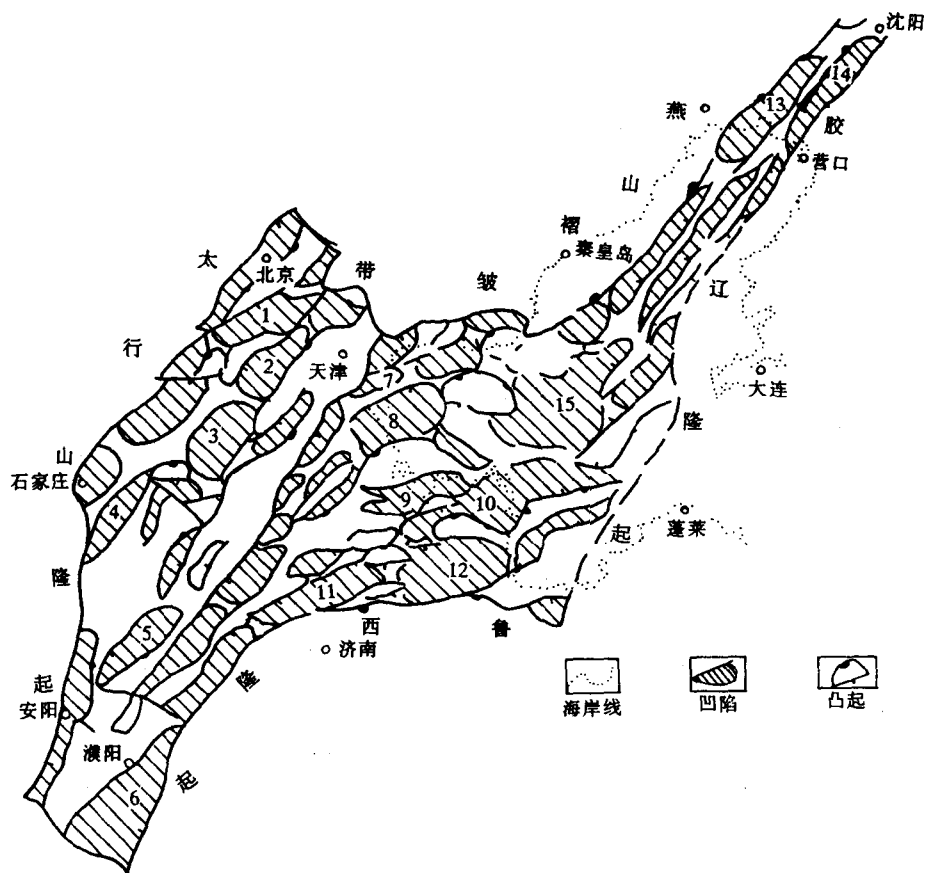


图1 渤海湾盆地箕状断陷分布示意图

- 1—廊固; 2—霸县; 3—饶阳; 4—晋县; 5—丘县; 6—东濮; 7—板桥; 8—歧口; 9—车镇;
10—沾化; 11—临南; 12—东营; 13—辽西; 14—辽东; 15—渤中拗陷

1. 近海内陆湖盆是生物发育和油气生成的重要地质基础

本区是由一系列近海内陆湖盆组成,它是陆源生物汇集和水生生物繁殖的有利场所,湖水营养价值很高。在湖盆边缘一般富集陆生植物、孢子花粉和轮藻等,而在湖盆中心水生生物明显增多,尤以藻类为主。在持续稳定沉积条件下有利于这些有机物质向油气转化。湖盆古气候、水介质条件及其沉积环境对生物组合、湖盆营养价值有一定的影响,相应地可分为

四种类型生油凹陷：以腐泥型为主的生油凹陷，如辽河西部凹陷；含腐殖型的以腐泥型为主的生油凹陷，如东营、饶阳、沾化和歧口等凹陷；含腐泥型的以腐殖型为主的生油凹陷，如廊固、板桥、南堡和昌潍等凹陷；富含腐殖型的生油凹陷，如东濮凹陷南部。在平面上这些生油凹陷有一定的分布规律，后两种类型生油凹陷主要分布在大型隆起区边缘的断陷，属早凹后隆凹陷，生油岩系单一，时代较老，成熟度较高，有利于凝析油和天然气形成。前两种类型生油凹陷主要分布在盆地内部，以长期继承性发育的渐新世凹陷为主，生油层系多，油气丰度高。

2. 断陷湖盆沉积均属河湖沉积体系

在沉积上河流水系起了主导作用，具有多物源方向、多沉积体系和多种砂岩体类型等特点。按储集岩体的成因和岩性组合特征，可分为洪积扇、三角洲、湖底扇、粒屑灰岩和透镜状砂体等五种类型。这些储集岩体主要受湖盆地质结构控制，并有一定展布规律。在断陷陡坡带，岩性粗而杂，相带窄，相变快而厚度大，常发育洪积（冲积）扇、湖底扇或扇三角洲。在缓坡带，相带宽而变化缓慢，岩性细，厚度小，主要发育三角洲、缓坡湖底扇和粒屑灰岩等。有时在湖盆端部发育大型三角洲砂体，湖心部位发育湖相暗色泥岩和前三角洲相或深湖油流相透镜状砂岩体。在平面上湖盆内部不同类型储集岩体常以深湖相区为中心呈环带状或半环带状分布，并呈楔形体相变在湖相暗色泥岩中。在纵向上，湖盆同一部位常常分布不同类型储集岩体，自下而上为洪积扇、湖底扇和三角洲砂体，相互叠置，又相互过渡。这是本区多种类型地层岩性油气藏发育的地质基础（图 2）。

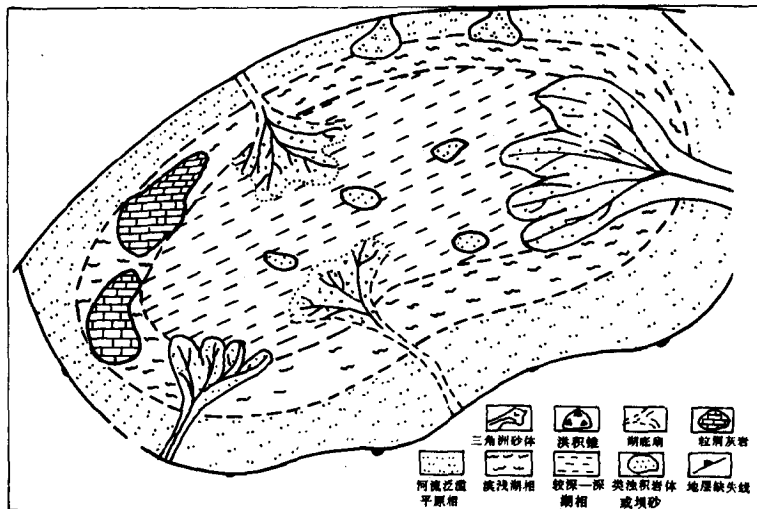


图 2 断陷湖盆沉积模式图

3. 块断活动控制构造圈闭的形成和分布

多期块断活动的结果，在拉张应力作用下形成了依附于块断体的多种构造圈闭类型，大致可分为五种：同生断层逆牵引背斜、同生断层底辟隆起、同生断层挤压构造、块断隆起披覆构造和多断层组合的断块等。这些构造形变主要受区域构造位置、排列方向、块体结构及其活动性控制，并有一定展布规律。在纵向上常常是互相叠置，在平面上组合共生，构成具有一定成因联系、规则排列的构造整体，但在不同断陷不同构造部位仍有主要构造类型可寻。渤海湾盆地箕状断陷构造圈闭的展布规律是：断陷陡坡以逆牵引背斜为主，缓坡以披覆

构造和反向屋脊断块为主，而中央部位常发育挤压构造、底辟隆起和披覆构造。

由于断陷结构、基底断裂和块体活动强度的差异，盆地内部的不同类型断陷形成各自的构造圈闭类型组合，但仍以一种类型为主，辅以其他类型的构造圈闭组合。饶阳、沾化断陷位于燕山期块断隆起区，基底断裂和块体活动强度大，在块断隆起背景上发育披覆构造。在沾化断陷形成以披覆构造为主的圈闭类型，次为古潜山圈闭和逆牵引背斜。而饶阳断陷是碳酸盐岩古岩溶发育区，在块断隆起背景上形成以古潜山圈闭类型为主，其次为披覆构造和逆牵引背斜。东营和东濮断陷为继承性发育凹陷，同生断层和沉积构造发育。东营断陷以同生断层逆牵引背斜为主，同生断层底辟隆起和披覆构造为辅。东濮断陷以同生断层底辟隆起为主，同生断层逆牵引背斜为辅。辽河西部和歧口等凹陷是多种构造圈闭类型的复合区，一般以同生断层逆牵引背斜、披覆构造和反向屋脊断块等类型为主（图3）。

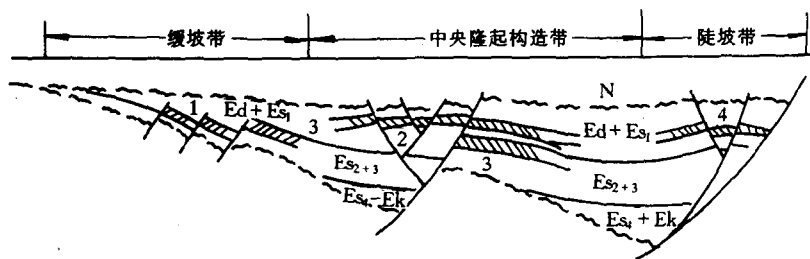


图3 渤海湾盆地构造圈闭分布模式

1—反向屋脊断块；2—挤压构造；3—披覆构造；4—逆牵引背斜

二、复式油气聚集（区）带类型和分布特点

在含油气盆地（凹陷）中油气生成、运移和富集的条件主要受块断活动、生油、沉积和圈闭等因素控制，在盆地的不同构造部位形成了不同规模的油气聚集单元，相应地可区分为油气藏、油气聚集（区）带和油气富集区等。

1. 油气藏类型和分布特点

油气藏是油气聚集的一个基本单元，而且是依附于一定的油气藏类型组合，并有一定的展布规律。从勘探实际出发，渤海湾盆地油气藏分类应以圈闭形态为分类标准，而圈闭成因为划分亚类的标准，据此大致可分为五大类十五亚类。这五大类油气藏是背斜构造型、断块构造型、岩性型、地层不整合型和复合型等。十五亚类分别为同生断层逆牵引背斜油气藏、同生断层挤压构造油气藏、同生断层披覆构造油气藏、同生断层底辟隆起油气藏、多断层组合断块油气藏、砂岩上倾尖灭油气藏、透镜状岩性油气藏、粒屑灰岩岩性油气藏、裂隙层间缝岩性油气藏、地层超覆油气藏、地层不整合油气藏、地层不整合“基岩”油气藏（古潜山油气藏）地层—岩性复合油气藏、断层遮挡岩性油气藏和构造岩性油气藏等。其中同生断层逆牵引背斜、块断隆起披覆构造和古潜山等三种类型油气藏是本区的主要油气藏类型，油气富集程度高，这三种油气藏的地质储量占总储量的70%~75%左右。近年来，随着勘探程度加深，发现了一系列中小型地层—岩性油气藏，它们已成为近期勘探主要领域之一。

渤海湾盆地油气藏类型分布特点为：

1) 油气藏类型受盆地不同的含油气结构层系控制。盆地各凹陷都具有三套含油气结构层系，即断陷前含油气层系、断陷期含油气层系和拗陷期含油气层系，相应地形成不同类型生储盖组合。下第三系为本区主要的生储油岩系，具有“自生自储”特点，属于断陷期含油气层系。在下第三系的顶部和底部存在区域性不整合面，以不整合面为界，在其下部为断陷前含油气层系（包括中古生界、中上元古界以及结晶基岩），具有“新生古储”成油组合特点。在不整合面之上为

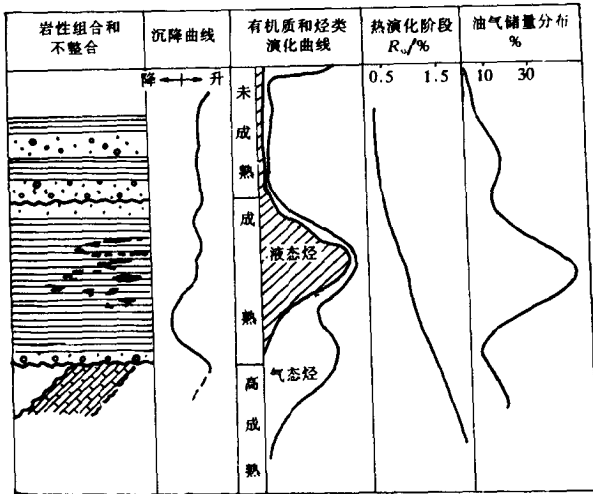


图 4 渤海湾盆地含油气结构特征图

拗陷期含油气层系，为上第三系的“下生上储”的成油组合。不同含油气结构层系都有各自的主要油气藏组合类型。断陷前含油气层系以古潜山油气藏为主，这类油气藏富集程度高，产量也高。断陷期含油气层系以逆牵引背斜、挤压构造和底辟隆起等构造油气藏为主，还发育多种类型地层-岩性油气藏，油气潜量大。拗陷期含油气层系以披覆构造和地层圈闭等次生油气藏为主，油气藏埋深浅，油质重，均为重质油油气藏（图 4）。

2) 在平面上油气藏类型受构造圈闭或地层-岩性圈闭分带性控制。在凹陷陡坡带以逆牵引背斜油气藏为主，而其边缘发育地层超覆油气藏和断层遮挡岩性油气藏。在凹陷缓坡带以披覆构造油气藏和断块油气藏为主，还发育粒屑灰岩岩性油气藏和断层遮挡岩性油气藏。在凹陷中部发育古潜山油气藏、挤压构造油气藏或底辟隆起油气藏，还发育透镜状岩性油气藏和砂岩上倾尖灭油气藏（图 5）。

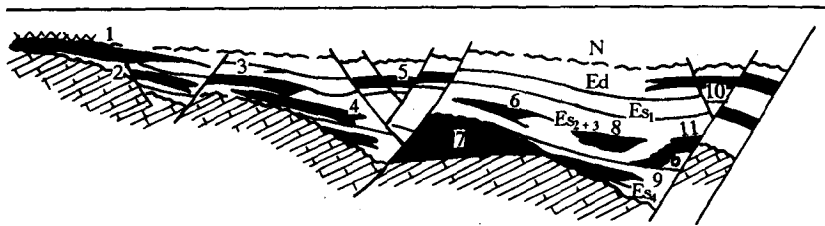


图 5 渤海湾断陷盆地油气藏分布模式图

- 1—地层不整合（或沥青封闭）油气藏； 2—断块油气藏； 3—披覆构造油气藏； 4—粒屑灰岩岩性油气藏；
- 5—挤压构造油气藏； 6—砂岩上倾尖灭油气藏； 7—古潜山油气藏； 8—透镜状砂岩岩性油气藏；
- 9—地层超覆油气藏； 10—逆牵引背斜油气藏； 11—断层岩性油气藏

3) 在纵向上原生性油气藏分布受生油岩有机质热演化程度控制，主要与“液态窗”分布范围有关。油气藏分布序列是：气藏→油气藏→油藏→凝析气藏→气藏。在埋深 3000~

4300m 以下分布大量凝析气藏，这为本区找气指明方向。

2. 复式油气聚集(区)带类型及其分布

在含油气断陷盆地中，由于块断活动强烈、断层发育、岩性岩相变化大、地层超覆不整合和沉积间断多，在二级构造带背景上有利于多种类型圈闭形成，不仅发育背斜构造和断块圈闭，还在不同层系中广泛分布了多种类型地层岩性圈闭。这些储油圈闭具有一定的地质成因联系，有相同的油气运移和聚集过程，形成了以一种油气藏类型为主，以其他类型油气藏为辅的多种类型油气藏的群集体，具成群成带分布特点，在平面上构成了不同层系、不同类型圈闭油气藏叠置连片的含油气带，称为复式油气聚集(区)带。

复式油气聚集(区)带主要受二级构造带、区域性断裂带、区域性岩性尖灭带、物性变化带、地层超覆带和地层不整合等多种因素控制，其中某一因素在油气聚集和富集过程中起了主导作用，而其他诸因素仅处于从属地位。因此复式油气聚集(区)带常常是以一种油气藏类型为主、其他类型为辅的多种类型油气藏的群集体。按上述诸因素相应地可分为以下几种类型的复式油气聚集(区)带(图 6)：

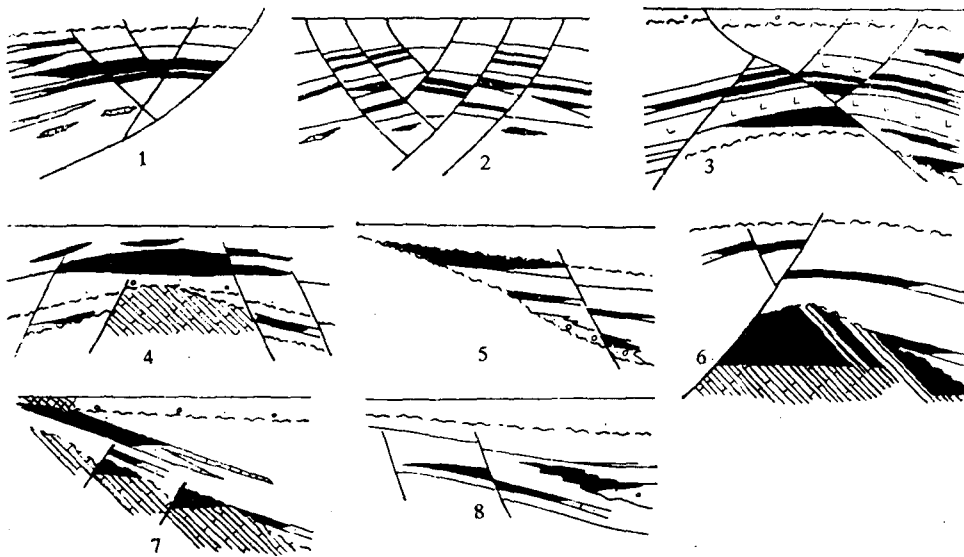


图 6 渤海湾盆地复式油气聚集带类型图

1—逆牵引背斜复式油气聚集带； 2—挤压构造复式油气聚集带； 3—底辟隆起复式油气聚集带； 4—披覆构造复式油气聚集带； 5—地层超覆复式油气聚集带； 6—地层超覆不整合“基岩”块体复合油气聚集带；
7—地层不整合复式油气聚集带； 8—砂岩上倾尖灭复式油气聚集带

1) 以逆牵引背斜带为主体的复式油气聚集带，如胜坨—永安镇油气聚集带，是以逆牵引背斜油藏为主，其次为断块油藏和砂岩上倾尖灭油藏。

2) 以挤压构造带为主体的复式油气聚集带，如柳泉和黄于热等油气聚集带，一般以挤压背斜构造油气藏为主，其次为断块油气藏和岩性油气藏。

3) 以底辟隆起为主体的复式油气聚集带，如文明寨—文留油气聚集带，以底辟隆起油藏为主，断块油藏和砂岩上倾尖灭油藏为辅。

4) 以披覆构造带为主体的复式油气聚集带，如兴隆台和孤岛—孤东油气聚集带，以披覆构造油藏为主，次为断块、逆牵引背斜和岩性等圈闭油气藏。

5) 以地层超覆带为主体的复式油气聚集带，如单家寺—林樊家油气聚集带，以地层超覆油气藏为主，次为断块和断层遮挡岩性油气藏。

6) 以地层超覆不整合“基岩”块体油气藏为主体的复合油气聚集带，如任丘、苏桥和东胜堡—静安堡等油气聚集带，以古潜山油气藏为主，其次为披覆构造、逆牵引背斜和断块等圈闭油气藏。

7) 以地层不整合为主的复式油气聚集带，如曙光—欢喜岭油气聚集带，以地层不整合油藏为主，其次为断块、古潜山或岩性等圈闭油气藏。

8) 以砂岩上倾尖灭带为主体的复式油气聚集带，如高升油气聚集带，以砂岩上倾尖灭油藏为主，其次为粒屑灰岩岩性油藏。

3. 油气富集区形成的基本条件

油气富集区就是渤海湾盆地内一级块断体控制下的生油中心和块断体内配套圈闭类型的组合所形成的特定的油气聚集区，即是渤海湾盆地中的一个油气富集区。每个油气富集区都有一种主要油气藏类型，而辅以其他类型油气藏。其形成的基本条件是：

1) 油气富集区的油气藏都围绕生油中心呈环带状分布，并受生油区的控制。

2) 油气富集区都是以一种主要圈闭类型与储集岩体（包括三角洲砂体、湖底扇砂体、湖相粒屑灰岩分布区和碳酸盐岩古岩溶或裂隙发育区）有机配合而形成。

3) 油气富集区受生油岩成熟期和构造圈闭形成期的良好配置而形成。

4) 最主要的或规模较大的油气富集区，大多分布在盆地内部的渐新世早中期发育的断陷。

按上述诸因素渤海湾盆地油气分布大体可归纳为以下四种类型油气富集区。

1) 同生断层逆牵引背斜和同生断层底辟隆起油气藏类型的复式油气富集区。

在主要生储盖发育阶段，块断体升降幅度较大，凹陷相对开阔，面积较大，都形成以同生断层逆牵引背斜和同生断层底辟隆起为主要圈闭类型的油气富集区。如东营凹陷，这种类型油藏的地质储量占凹陷总储量的 75%，又如东濮凹陷是以同生断层底辟隆起为主要圈闭类型的油气富集区。

2) 同生断层披覆构造油气藏为主的复式油气富集区。

在相对狭窄凹陷中，其周缘块断隆起发育，在块体的倾没部位渐新统或上第三系超覆在隆起上，形成了披覆构造圈闭。由于紧邻生油凹陷，又具备良好的生储盖组合，成为油气运聚的有利场所，形成以披覆构造油藏类型为主的油气富集区。如沾化凹陷 80% 以上的油气富集在披覆构造圈闭中。

3) 地层超覆不整合“基岩”块体油气藏为主要类型的复式油气富集区。

在前第三系“基岩”块断隆起背景上，形成了块断体岩溶区，又被次一级基岩断裂切割改造成为堑垒相间排列的地质结构，使生油岩直接覆盖或以断层面的形式与岩溶块断体直接接触，组成“新生古储”成油组合，形成了以古潜山为主要类型的油气富集区。如饶阳凹陷，90% 以上地质储量分布在这种类型圈闭中。

4) 多层系多种油气藏类型复合油气富集区。

在一个油气富集区中，在不同构造部位不同层系中发育了特定的油气藏类型，一般都是由构造、岩性、断层和地层不整合等多种因素控制，形成了多种类型油气藏的复合富集区。

如辽西凹陷油气藏圈闭类型多，形成岩性、地层不整合、古潜山、披覆构造和断块等多种类型复合油气富集区，其地质储量占总储量的 75% 以上。又如歧口凹陷是逆牵引背斜、披覆构造、断块、粒屑灰岩岩性圈闭等多种类型油气复合富集区。

参考文献

张万选 .1981.论油、气藏分类及中国油气藏主要类型 .石油学报, (3)

胡见义,徐树宝,童晓光 .中国东部中生代块断区的油气富集 .见:国际交流地质学术论文集,第五集 .北京:地质出版社

Бакиров А А 等 .1982.Геологические Условия Формирования и Размещения зон Нефтегазонакопления, Москва. Недра

(本文原载《石油勘探与开发》 1986 年第 1 期;合作者:徐树宝,童晓光)