

# 塔里木盆地和渤海湾盆地 潜山圈闭类比分析

苟华伟 董秀芳 田淑云

(地质矿产部石油地质综合大队, 湖北荆沙 434100)

本文对塔里木盆地和渤海湾盆地的潜山及潜山圈闭进行了类比。通过两个盆地中潜山圈闭的实例分析, 将潜山圈闭分为U型圈闭和UT型圈闭两种类型。不同圈闭类型具有不同的特征和控油气作用, 作者认为潜山圈闭仍可作为两个盆地油气勘探方向之一。

关键词 潜山 潜山圈闭 类比分析 塔里木盆地 渤海湾盆地

第一作者 苟华伟 男 47岁 工程师 地质

70年代以来, 笔者先后参加了我国渤海湾盆地和塔里木盆地有关构造、圈闭与油气方面的专题研究。从中深深感到, 尽管两个盆地所处位置不同(地理位置和大地构造位置不同), 形成机制及力学性质亦截然不同(就中生代盆地而言), 但有趣的是在这两盆地中所发现的油气藏(田)类型都有一个引人注目的共性(迄今为止), 即潜山圈闭油气藏。本文试图围绕潜山圈闭展开论述, 以期探讨潜山圈闭特征及其储聚油气作用。

## 1 关于“潜山”

### 1.1 “潜山”起源及我国的“潜山”找油

“潜山”一词最早起源于美国。在本世纪10年代中期, 美国在堪萨斯州中部的勘探过程中曾钻遇前寒武纪花岗岩, 花岗岩之上被古生界不整合覆盖。此后美国在中陆地区又不断钻遇这种类型的花岗岩山脊, 于是便将这种被古生界不整合覆盖的前寒武纪花岗岩山脊命名为潜山(buried hills)。较早在美国出现“潜山”一词的石油地质文献, 首推1922年版《美国经济地质》第17卷上刊登的赛德尼·鲍尔斯(Sidney Powers)的一篇文章“潜山及其在石油地质学中的重要性”。

在我国石油勘探历程中, 发现的第一个潜山是酒西盆地鸭儿峡志留纪潜山(1959)。此后, 在松辽盆地、北部湾盆地、陕甘宁盆地、准噶尔盆地等都相继发现了一些潜山构造, 但都影响不大。直到70年代中期, 在华北盆地冀中拗陷任丘构造的上元古界中发现了“古潜山”型高产油气流, 从此“古潜山”一词才名声大噪, 引起了国内外地质界的广泛注意。国内《古潜山》期刊也应运而生。

正值我国东部古潜山找油方兴未艾之时, 80年代塔里木盆地雅克拉构造上古生代潜山中又获得工业性油气流。接着轮台构造前震旦纪古潜山, 阿克库木构造、阿克库勒构造奥陶纪潜山中也见了油。90年代初期, 塔中1井奥陶—寒武纪潜山中产出了高产油气流。这些在我国为期不算太长的潜山找油史上又翻开了新的一页。

## 1.2 “潜山”定义

有些论文中提及“潜山”和“古潜山”，其实二者为同义语。何谓潜山？各家定义大同小异。我们认为“古潜山”是指“被年轻地层不整合覆盖并由较老地层所构成的地下凸起”。从定义可知潜山的形成必须满足3个条件：①其上要有年轻地层覆盖，否则就失去了“潜山”的意义，但年轻地层又不属潜山之列；②必须是由较老地层组成的古残丘（古凸起、古地形高等），否则也就失去了“山”的含义；③潜山顶面为不整合面，因为它是古地形较高并历经沧桑、长期风化剥蚀，浓缩了潜山形成的全过程。

## 1.3 “潜山”分类

关于“潜山”分类也是智者见智，仁者见仁。有按成因分类的，有按岩性分类的，有按形态分类的……。我队“八五”研究专题中依据潜山形成条件和形态特征将其细分为断块潜山、褶皱潜山和地貌潜山3类。并分别定义为：由于断层作用形成的由较老地层组成的断块（或断垒块）经长期风化剥蚀而形成古残丘（凸起），其上又被较新地层所覆盖，这类古残丘称为断块潜山；由古老地层组成的背斜经长期风化剥蚀而形成的古残丘，后又被较新地层所覆盖者称作褶皱潜山；既非断块型，亦非褶皱型的潜山则为地貌潜山（艾华国等将其称为溶蚀潜山）。

# 2 关于“潜山圈闭”

## 2.1 “潜山圈闭”含义

董秀芳等（1985）在“塔里木盆地两种重要的圈闭型式及其与喜山期油气关系”一文中认为，塔里木盆地的潜山圈闭是“圈闭储集层为潜山顶部分岩层、封盖层是由不整合于潜山之上的中生界或下石炭统组成”。这样，“潜山”和“潜山圈闭”的内涵就有显著区别。“潜山”仅仅是指不整合面下的古残丘，而潜山圈闭则必须由3部分组成——古残丘、不整合面、年轻覆盖层，缺一则不能成其为“潜山圈闭”。

对于渤海湾盆地来说，潜山圈闭封盖层和塔里木盆地有所不同，主要为下第三系（既做圈闭封盖层又是盆地中主要油源层），其次也有中生界及上古生界。

由于“潜山”和“潜山圈闭”在组成实体上的差异，导致它们在形成时间上的先后，“潜山圈闭”的形成要晚于“潜山”的形成。

## 2.2 潜山圈闭分类

若按成因及形态分类，则和“潜山”分类相一致，可分成3类。即断块潜山圈闭、褶皱潜山圈闭和地貌潜山圈闭（或称溶蚀潜山圈闭）。

本文依据圈闭封闭的机理分类（“封闭机理”即封闭油气的方式），把潜山圈闭分成U型潜山圈闭和UT型潜山圈闭两类。

U型潜山圈闭：是指由单一不整合面做封闭面的潜山圈闭（“封闭面”是指储油气岩系与封闭之间的接触面）。“U”是取自英文“不整合”Unconformity的第一个字母大写。不言而喻，这类潜山圈闭包括了所谓褶皱潜山圈闭和地貌潜山圈闭。

UT型潜山圈闭：是指顶封闭面积为不整合面、侧面封闭依赖于断层面的一类潜山圈闭。亦即通常所说的断块潜山圈闭。它和U型相比，多出了一个“T”条件（“T”取自英文“构

造”Tectonics 的第一个字母大写),因此其属于多封闭层圈闭范畴(“封闭层”指能阻碍油气泄漏的一切岩层),当然 U 型即是单封闭层圈闭的一种类型。

### 2.3 潜山圈闭实例分析

#### 2.3.1 塔中一井构造下奥陶统 U 型潜山圈闭

塔中一井位于塔里木盆地塔中隆起的中部地带。海西早期运动形成的下奥陶统潜山,其上缺失中、上奥陶统一泥盆系,晚古生代中晚期接受沉积,石炭一二叠系披覆其上,U 型潜山圈闭也于此时形成(图 1)。从图中不难看出,这种 U 型潜山圈闭即是俗称的褶皱潜山圈闭类型。

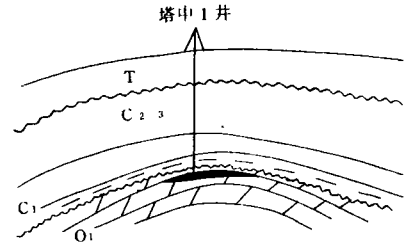


图 1 塔中一井 U 型潜山圈闭示意图

该圈闭储集层主要为下奥陶统顶部白云岩(包括石炭系底部数米厚的角砾岩层),不整合其上的下石炭统下部厚 100m 的大套泥岩做封闭层(图 2)。此圈闭于 3573~3791m 深度获日产原油 576m<sup>3</sup>、天然气 34×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>,油层厚逾 200m。

严格说来,该圈闭全称应该是下奥陶统+下石炭统 U 型潜山圈闭,但为简便,我们仅以组成潜山的岩层称呼之(下文与此同)。

#### 2.3.2 渤中 28 井构造前志留系 U 型潜山圈闭

渤中 28 井构造位于渤海湾盆地渤中凹陷与黄河口凹陷之间的庙西凸起西端。海西早期运动以来开始隆升,前第三纪长期处于隆起状态,缺失志留—白垩系,直至第三纪才开始接受沉积,并被下第三系生油岩系逐层超覆,形成 U 型潜山圈闭(图 3)。

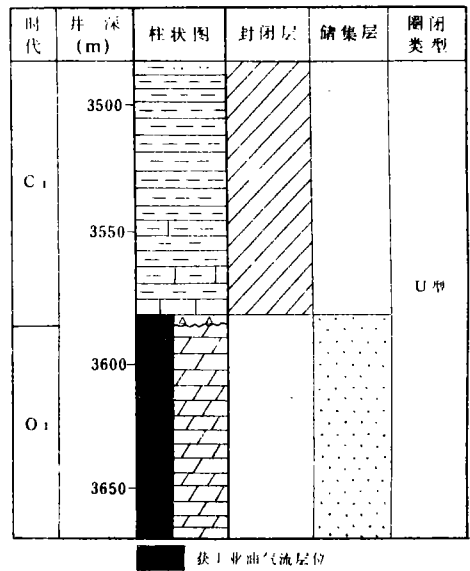


图 2 塔中一井古生界圈闭类型图

渤中 28 井前志留系潜山由呈单斜产状的奥陶—寒武纪灰岩和太古代花岗片麻岩组成,属地貌(或溶蚀)类型潜山。潜山圈闭的储集层仅限于潜山顶部的奥陶纪灰岩,在潜山山头南侧由超覆其上的下第三系中部岩层(沙河街组一段)做储集层。不整合于奥陶系之上的下第三系顶部大套泥岩层(东营组)为其良好的顶部和侧面封闭层。钻于该 U 型圈闭的数口井均获油气。油气柱高近 300m。

#### 2.3.3 沙雅隆起雅克拉构造下古生界 UT 型潜山圈闭

雅克拉构造位于塔里木盆地沙雅隆起雅克拉断凸的中部。该下古生界断块潜山在组成上是塔里木盆地诸多潜山中最复杂的一个,受南北两侧背冲断裂所控制(南为轮台断裂,北为亚南断裂),其间又发育多条次级断裂。于加里东中期开始活动,海西晚期运动后形成。断块潜山由倾向南西的下古生界单斜岩层组成,从南西往北东依次为下奥陶统、寒武系和震旦系,构造顶部缺失中、上奥陶系—三叠系,侏罗系直接不整合在断块潜山之上,形成 UT 型潜山圈闭(图 4)。

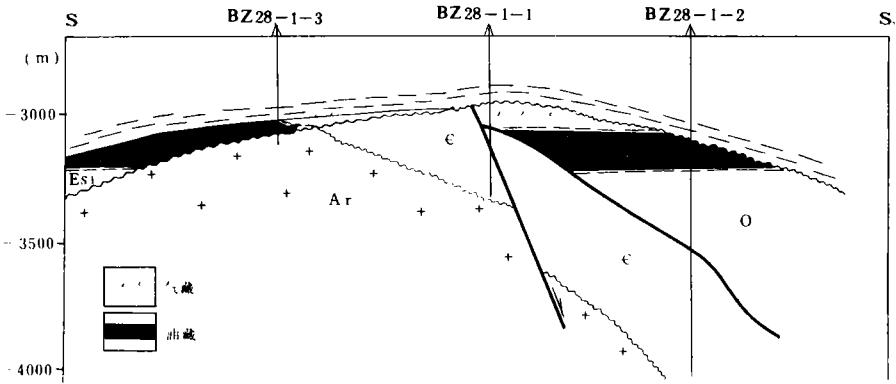


图 3 BZ 28-1-3 U 型潜山圈闭剖面图  
(据田在艺,1987,有改动)

该圈闭储层为潜山顶部的奥陶纪、寒武纪和震旦纪碳酸盐岩。沙参 2 井和沙 15 井同在奥陶系中获高产油气流,沙 7 井和沙 4 井也分别在寒武、震旦系中获工业油流。各井间距仅数千米之隔,但油水界面不一,表明了断裂对油气的侧面封闭作用。圈闭顶封闭层为侏罗系底部泥质岩,一般厚 30m 左右(图 5),泥岩系数约 70%,可称良好的盖层。

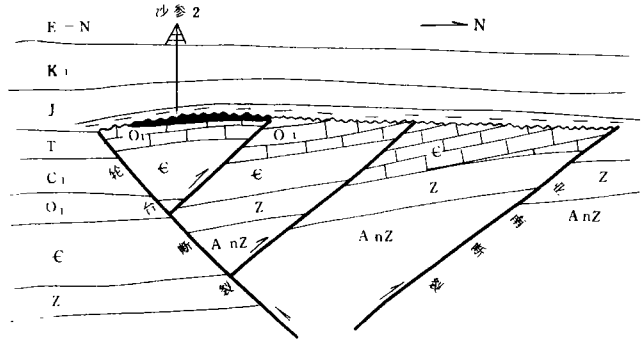


图 4 雅克拉构造下古生界 UT 型潜山圈闭示意图

2.3.4 冀中拗陷八里庄-薛庄 UT 型潜山圈闭带

顾名思义,潜山圈闭带是由一系列潜山圈闭所组成,如图 6 所示。八里庄-薛庄 UT 型潜山圈闭带位于冀中拗陷饶坝凹陷东斜坡上,自西向东由八里庄西、薛庄、八里庄等数个 UT 型潜山圈闭所组成。该地区发育一系列西盘下降、东盘上升的同向正断层,导致在断层东侧形成一个又一个翘起的古山头。古山头由向东倾斜的上元古界雾迷山组灰岩单斜层组成,后被下第三系泥岩不整合覆盖,形成一个又一个潜山圈闭(断块潜山圈闭的成带出现是渤海湾拉张型盆地的一大特色)。

该圈闭带储集层为潜山顶部灰岩层,封闭层由下第三系下部岩系和潜山西侧断层面共同组成。对于八里庄西潜山圈闭来说,东侧封闭层由不整合其上的下第三系沙河街组三段组成。沙三段在整个渤海湾盆地均为一套深湖相沉积,以深灰色、褐灰色泥岩为主,厚 500~2500m。该套泥岩多已进入稳定压实阶段,剩余孔隙度在 5% 以下,为一套极好的盖层;其西侧则靠 F<sub>1</sub> 断层面起封闭作用,构成一个较典型的 UT 型潜山圈闭。薛庄潜山圈闭和八里庄潜山圈闭的东侧靠不整合其上的沙四段泥质岩做封闭层,西侧分别由 F<sub>2</sub> 和 F<sub>3</sub> 断层面做封闭面。这 3 个 UT 型潜山圈闭由于紧邻西侧的饶坝生油凹陷,加之本身储集和封闭条件俱

佳,又有断裂及不整合面做供油通道,故均已形成潜山圈闭油气藏,并一起组成潜山圈闭油气藏带。

上述两种 UT 型潜山圈闭(带)有着显著的区别。雅克拉断块潜山是由背冲断块所组成,并且这样的背冲断块在塔里木盆地最为常见,构成了盆地古潜山的主体,如轮台、阿克库勒、阿克库木、英西……等皆如此。而组成八里庄-薛庄潜山带的一系列潜山则均为典型的单面翘起山,这样的单翘山在渤海湾盆地也几乎比比皆是,同样构成了该盆地古潜山的主体。两个盆地形成古潜山的两种截然不同的风格,这不能不和盆地形成机制及盆地性质相联系。

### 2.4 潜山圈闭控油气作用

潜山圈闭是塔里木盆地和渤海湾盆地中最为有利的成藏圈闭,根据两个盆地多年来的勘探实践,其控油(气)作用,笔者认为有如下几点:

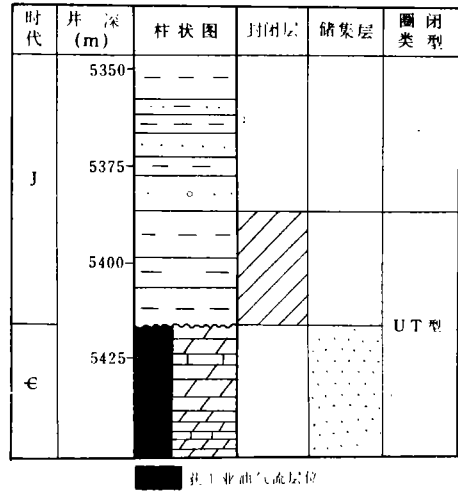


图 5 雅克拉构造下古生界圈闭类型图 (据沙 7 井柱状图)

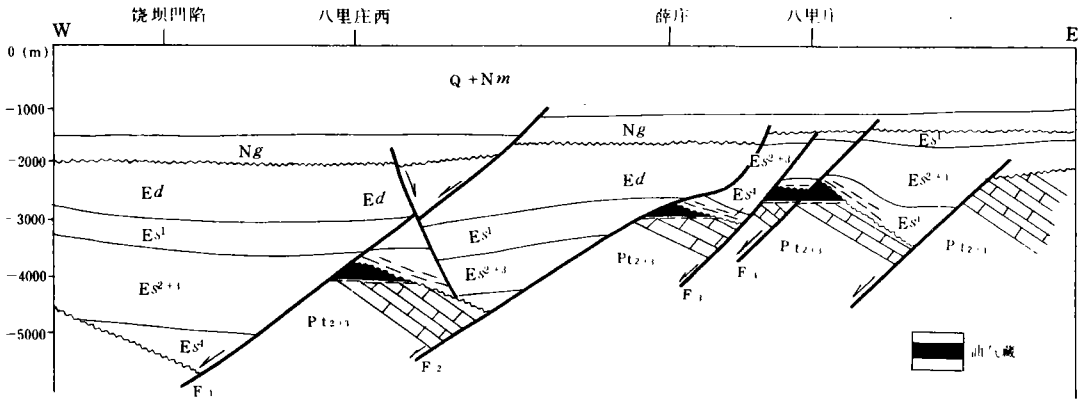


图 6 八里庄-薛庄 UT 型潜山圈闭带剖面图 (据田在艺,1987,有改动)

#### 2.4.1 距油源近

潜山圈闭是盆地中最深层的圈闭,距深部油源最近(塔里木盆地尤为如此),因此是深层油源生成的油气在运移途中碰到的第一批圈闭(潜山内幕圈闭除外),最有利于长期就近捕获油气并达到很高的充满程度,这是符合“近水楼台先得月”的观点的。一般认为,深部油气只有在就近充满深部圈闭之后才会向高部位其它圈闭运移(这实际上牵涉到油气自下而上运移和聚集的规律问题,现在也有人认为油气自下而上运移是“目不斜视”的,先充满上部圈

闭,然后再进入下部圈闭,最后才是更深层圈闭)。

塔里木盆地公认的主要油源层为寒武—奥陶系。塔里木盆地潜山圈闭的顶部的储集层也主要是奥陶系,油气自生自储,就地富集,生储配置十分合理。

渤海湾盆地主要油源层为下第三系沙河街组,尤以沙三段和沙一段最佳。由于张性盆地中的正断层作用,使油源岩直接与古潜山侧部相接或直接不整合在古潜山之上,因此潜山圈闭捕集沙河街组生成的油气同样是近水楼台。

### 2.4.2 储集层性能极佳

两个盆地中的潜山圈闭储集层几乎均为长期经受风化淋滤的碳酸盐岩,孔洞缝十分发育,储聚油气的性能极佳,是其它岩性的储层所无法比拟的。

### 2.4.3 不整合面和断层面为良好的油气通道

潜山圈闭储层直接位于不整合面之下,UT型潜山圈闭的一侧或两侧又有断层存在,实际上绝大多数潜山均属断块潜山,单纯的褶皱潜山和地貌潜山为数并不多。这样,不整合面和断层面便为油气向潜山圈闭中运移提供了十分方便的通道条件,这也是潜山类圈闭得天独厚之处,是其它类型圈闭无法可比的。

### 2.4.4 潜山圈闭形成期和油气生成及大规模运移期匹配合理

塔里木盆地潜山圈闭形成期主要有两期。一为中生代形成的潜山圈闭(指中生界做顶封闭层的一类),此类潜山占绝大多数;一为海西中晚期形成的潜山圈闭(指石炭—二叠系做顶封层的一类)。塔里木盆地油气聚集成藏期也主要有两期,即海西期和晚燕山—喜山期(主要是喜山期)。由此不难看出,中生代形成的大批潜山圈闭和晚燕山—喜山期的大规模油气运移恰好匹配得当,这批圈闭在形成之后或在形成过程中就犹如一个张开的口袋,随时准备着捕捉盆地中第二期生成和运移的油气。而海西中晚期形成的潜山则既储集海西期生成的部分油气,也能捕捉喜山期油气。

渤海湾盆地的潜山圈闭几乎毫无例外地形成于喜山早期,而主力油源层的生排烃期应在中、上新世及更新世,因此这批潜山圈闭也是先一步形成在等待着储集喜山中晚期生成的油气,在时间上前后期相隔不多,故不失为最佳圈闭。

## 3 关于“潜山内幕圈闭”

潜山内幕圈闭不属本文讨论重点。但因和潜山有关,在此仅概述一二。由字面意思即可知这类圈闭是指存在于潜山内部的一类圈闭。在塔里木盆地,目前仅发现于沙西及塔中地区。其最大特点是储集层和封闭层为呈整合接触的同时代或时代相差无几的老地层,如沙西 1 号构造潜山内幕(图 7),泥岩封闭层和灰岩储集层同属奥陶系,且二者呈整合接触。

由上可以看出潜山内幕圈闭和潜山圈闭存在着几处原则上的区别:

(1)在古潜山上所处位置不同。一为内部,一为顶

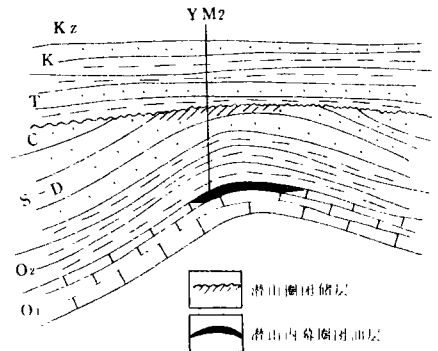


图 7 沙西 1 号构造古生界潜山圈闭和潜山内幕圈闭示意图

部。

(2)形成的时间不同。一是随着褶皱潜山的定型而定型；一是古残丘被较年轻地层不整合覆盖而形成封闭层后圈闭才算形成。

(3)储集层和封闭层接触关系不同，亦即封闭面性质不同。一为整合接触；一为不整合接触。这样就决定它们圈闭类型不同，一为 C 型（即整合型，英文“整合”为 Conformity）；一为 U 型或 UT 型。

(4)封闭层时代相差悬殊。一是多为中生代地层（也有晚古生代）；一是和组成古潜山地层相一致，都是由老地层组成。

(5)储聚的油气时代不同。一是多为中生代以来生成的油气；一是古生代时期的油气。

潜山内幕圈闭一词在有关渤海湾盆地油气地质文献中经常见及，但似乎和塔里木盆地潜山内幕圈闭无论在形态上还是在成因上乃至在形成时间上均大不相同，故不想在此妄加评论和对比。

## 4 几点认识

(1)“潜山圈闭”不同于“潜山”，也和“潜山内幕圈闭”相区别。

(2)潜山圈闭可进一步分为 U 型和 UT 型两种型式，而后一种尤为常见。

(3)在塔里木盆地和渤海湾盆地中，由于潜山圈闭距深部油源近，并且圈闭形成期和大规模油气生成期匹配合理，加之有不整合面和断层作为油气运移通道以及储集层几乎均为长期遭受风化淋滤，孔洞缝极为发育的碳酸盐岩层，使得潜山圈闭成为该两盆地中最为有利的成藏圈闭，不失为今后寻找油气的重点之一。

(4)潜山圈闭的形成对盆地性质的差异无选择性，潜山圈闭的聚油也对潜山形态的差异无选择性。因此，不管何种性质的盆地均可形成古潜山，不管何种形态的潜山均可形成有利成藏的潜山圈闭。

（收稿日期：1995 年 12 月 11 日）

## 参 考 文 献

- 1 华北石油勘探开发设计研究院. 潜山油气藏. 北京, 石油工业出版社, 1982
- 2 田在艺等. 基岩油藏及其勘探技术. 石油地质进展丛书 2——基岩油气藏, 北京, 石油工业出版社, 1987
- 3 安延恺, 黄希陶. “古潜山”的由来和发展. 古潜山, 1982, (3)
- 4 董秀芳等. 塔里木盆地两种重要的圈闭型式及其与喜山期油气的关系. 海洋地质与第四纪地质, 1985, 15(1)

## ANALOGOUS ANALYSIS OF BURIED HILL TRAPS IN THE TARIM AND THE BOHAI BAY BASINS

Gou Huawei Dong Xiufang Tian shuyun

*(Comprehensive Research Institute of Petroleum Geology, MGMR, Jingsha)*

### Abstract

The buried hills and buried hill traps in the Tarim and the Bohai Bay basins were compared. Basing on results of case studies of buried hill traps of both basins, the traps were classified into U- and UT-type ones. Different kinds of traps showed different characteristics and controlled distribution of hydrocarbon. The buried hills occurred in any kinds of basins and composed favourable traps for hydrocarbon accumulation. Therefore, the buried hill traps in both basins could be the targets for oil and gas exploration.

(上接 266 页)

## THE DISTRIBUTION OF OIL AND GAS FIELDS IN JIYANG DEPRESSION OF THE BOHAI BAY BASIN IN VIEWPOINT OF WAVE-LIKE MOVEMENT

Lu Xiuxiang Zhang Yiwe

*(University of Petroleum, Beijing)*

Li Desheng

*(Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Beijing)*

### Abstract

Characteristics of depositional and tectonic activities in Jiyang depression and dustpan-shaped structures which were faulted on the northern margin and overlapped on the southern flank showed that mantle plume was migrated in wave-like from south to north. That was verified by tectonophysics modelling experiment. The migration of mantle plume in wave-like led to the wave-like movement of crust, as a result, Jiyang depression of the Bohai bay basin was formed. Wave-like movement controlled the occurrence of sags and their architectures, the orderly shifting of depositional and tectonic subsidence centers, and the areal distribution of oil accumulations.