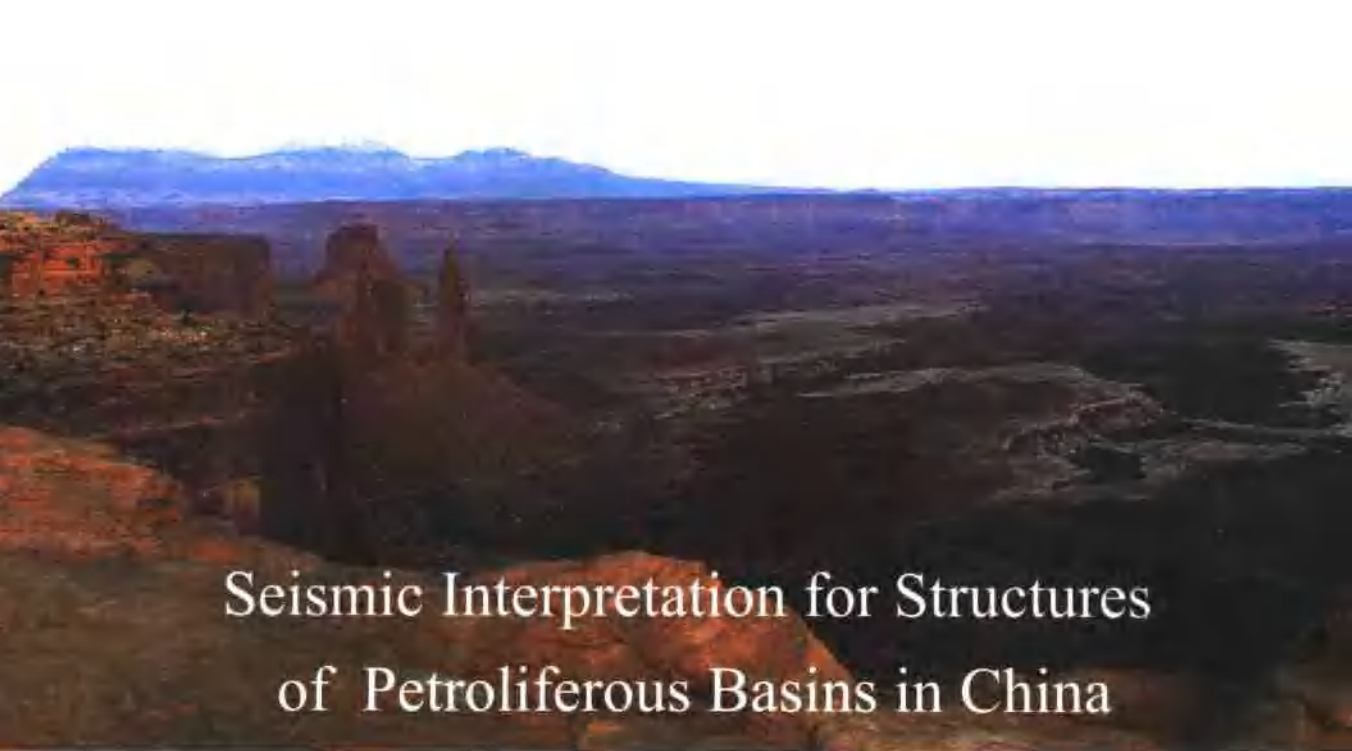




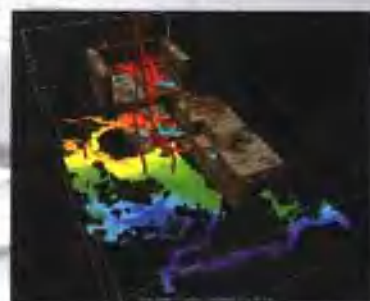
Seismic Interpretation for Structures  
of Petroliferous Basins in China

# 中国含油气盆地结构和 构造样式地震解释

杨克绳 编著



石油工业出版社  
Petroleum Industry Press



# 中国含油气盆地结构和 构造样式地震解释

杨克绳 编著

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书以地震资料解释为基础,提出了多旋回先张后压中国含油气盆地构造演化史;系统地阐述了中国含油气盆地不同时期、不同类型盆地结构特征、沉积类型、构造样式、叠置关系、演化过程和形成机制;特别是应用高质量的勘探地震信息将中国含油气盆地石油构造样式划分为挤压构造、拉张构造、垂直构造、扭动构造、反转构造、非背斜构造、复合构造等类型,并对中国含油气盆地各类构造样式进行了全方位的描述。

本书可供油气勘探工作者和相关院校师生参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

中国含油气盆地结构和构造样式地震解释/杨克绳编著.  
北京:石油工业出版社,2006.3  
ISBN 7-5021-5409-4

I. 中…

II. 杨…

III. 含油气盆地-地质构造-地震学-分析-中国

IV. P618.130.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第001474号

---

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里2区1号 100011)

网 址:www.petropub.cn

总 机:(010) 64262233 发行部:(010) 64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

---

2006年3月第1版 2006年3月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:39

字数:995千字 印数:1—1000册

---

定价:120.00元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

## 前 言

多年来由于石油勘探的需要,在全国含油气盆地中都进行了区域地震大剖面的采集工作,为判别沉积盆地的结构创造了极为有利的条件,从而在理论上总结出多旋回先张后压的盆地构造演化史,修正了中国沉积盆地地质结构“东部一张到顶、西部一压到底”的传统概念。

目前应用三维采集、精细处理,使获得的地震信息在质量上上了一个大台阶。高质量的地震基础资料,有助于解释有争议的各类构造样式。由于我国大地构造格局复杂,并具多期的构造运动,使其构造样式不易判别,在地震信息品质差的情况下,往往依国外模式想当然臆测。所以本书应用中国高质量实际勘探地震资料,解释区分各类构造样式,使地震解释工作不断地前进,提高石油勘探的地质效益。

为避免与各类石油、构造地质学内容上的重复,本书运用勘探地震信息对比解释中国含油气盆地结构与构造样式,并对石油勘探中 15 个之“最”,都举例进行了展示:例如时代“最”老层位的油田——济阳拗陷郑家太古界基岩隆起披覆构造样式油田;时代“最”老层位的气田——四川盆地威远震旦系古隆起构造样式气田;时代“最”新层位的大油田——渤海湾盆地蓬莱 19-3 上第三系馆陶组正反转构造样式油田;时代“最”新层位的气田——柴达木盆地涑北第四系挤压背斜构造样式气田;中国“最”大的油田——松辽盆地白垩系正反转构造样式大庆油田;中国最“早”(1972)发现古潜山油田是济阳拗陷沾 11 井古生界潜山构造样式油田;中国“最”早(1907)勘探的油气田——鄂尔多斯延长三叠系延长统砂岩上倾尖灭构造样式油田;“最”早(1983)应用地震信息解释逆同生断层(滑覆构造)——冀中拗陷文 31 井下第三系沙二段滑覆鼻状构造样式油田;“最”早(1985)应用地震信息解释负反转构造样式——河西走廊民乐盆地负反转构造样式;“最”早(1990)应用地震信息解释地层溶蚀跨塌构造样式——冀中拗陷苏桥潜山油气田;塔里木盆地迄今发现“最”大的气田——白垩系断弯褶皱构造样式克拉 2 气田;四川盆地迄今发现“最”大的气田——上石炭统一三叠系缝洞构造样式五百梯气田;鄂尔多斯盆地迄今发现“最”大的气田——下奥陶统、下二叠统缝洞构造样式长庆气田;中国“最”标准的箕状断陷——东营下第三系箕状断陷;中国西部含油气盆地“最”终成盆期——第四纪等。

勘探地震信息虽然能定量地解释各类地质痕迹,当资料品质较差时亦有多解性,故本书最大的特点是附有各类解释和未解释的地震剖面,以识别解释的可靠性。

本书在编写过程中得到了马杏垣、田在艺院士的鼓励和支持,马院士于 1990 年 5 月 15 日写了推荐信,并得到原石油部勘探司李国玉司长,总工程师赵化昆,物探处陆邦干、闫世信处长,石油地球物理勘探局局长徐文荣、书记王小牧、副局长柴桂林、赵瑞平、王铁军、张伟,总地质师吴奇之、夏义平、总工程师孟尔盛、钱荣钧副总地质师袁秉衡、梅林森、吕友生、李建雄,全国劳动模范高增海,东方地球物理公司研究院党委书记张忠民、常务副院长高岩、王学军、副院长刘朝颖,地质研究中心书记高鹏、陈学兴、李文、马兴顿、万里皋、段书府等的支持。

地质研究中心主任钟国森、陈丕衡、李进学、锥颖脱、孙廷举、刘月欣、王景星、张振

声、王小善、赵玉光、柯宗强、陶家庆、严斌、代双河、李洪革；地质研究中心总地质师秦世荣、刘志芳、金学政、赵秀歧、谢晓安、李明杰、严伦、赵建章、杨德垠、黄忠范、冉建斌、胡少华；地质研究中心总工程师王达昌、张延庆、牛毓荃、汪庭章、郭新峰、严又生；

地质研究中心科研生产办公室主任宗关祥、王雄兆、郝志云、骆为民、万里平、吕金海、邸志广、闫武昌、姚一平、那崇泽、徐卫明；以及各油田、物探公司、物探局、研究院、各处有关专家唐智、刘传虎、巩奎兴、夏庆龙、徐礼贵、范雅琳、费宝生、康健、谭试典、张德林、李金恒、郭中灿、李万生、郑连弟、钱光华、王毓俊、曹春潮、温森来、钱盘补、韩广轩、江洪涛、崔绍贤、任敦沾、冯小球、刘勇、王志英、郭玲宣、李萍、林梁、刘前志、赵翠芬、李惠然、蒋笑霞、周则明、许增魁、宫少坡、朱铁英、易炽昌、贾火恩、刘德顺、张承元、张群伟、李应龙、韩宇春、魏晓东、纪学武、谢结来、郑孟林、杨春林、胡学平、毛德民、刘韬、李锡娇、冯志强、王军、董臣强、乔玉雷、于正军、孟广欣、宋国奇、蔡进功、吴江山、刘春城、张春书、杜国清、严慧中、李培明、于文军、黄碧芬、邓常念、赵松华、杨景岳等同志提供了大力的帮助，在此表示衷心的感谢！

本书引用中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司、中国海洋石油总公司、新星石油公司等各油田、石油地质院校以及原石油物探局各处等单位的资料，除在本书具体注明外，在此一并表示感谢！

编者  
2003 年

# 目 录

## 第一篇 中国含油气盆地结构

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| 第一章 中国含油气盆地演化模式          | ( 1 )   |
| 第一节 沉积盆地形成机理评述           | ( 1 )   |
| 一、“地幔柱”观点                | ( 1 )   |
| 二、“裂谷论”观点                | ( 3 )   |
| 三、“地壳波浪”运动说              | ( 3 )   |
| 四、“板块构造”观点               | ( 3 )   |
| 五、“拉分构造应力”观点             | ( 29 )  |
| 六、“传播挤出构造”观点             | ( 29 )  |
| 七、“古隆起”观点                | ( 39 )  |
| 第二节 中国含油气盆地箕状断陷构造类型      | ( 41 )  |
| 一、对翘型                    | ( 42 )  |
| 二、反翘型                    | ( 52 )  |
| 三、单翘型                    | ( 62 )  |
| 第三节 中国含油气盆地箕状断陷地质特点      | ( 90 )  |
| 第二章 中国含油气盆地地质结构与演化       | ( 111 ) |
| 第一节 中国含油气盆地地质结构          | ( 111 ) |
| 一、单层结构的箕状断陷型沉积盆地         | ( 111 ) |
| 二、双层结构的断(陷)坳(陷)型沉积盆地     | ( 111 ) |
| 三、多层结构(地)台、断(陷)、坳(陷)沉积盆地 | ( 111 ) |
| 第二节 中国含油气盆地的地质演化         | ( 115 ) |
| 一、华北盆地的形成与演化             | ( 116 ) |
| 二、塔里木盆地的形成与演化            | ( 166 ) |

## 第二篇 中国含油气盆地构造样式

|                    |         |
|--------------------|---------|
| 第三章 挤压构造           | ( 216 ) |
| 第一节 概述             | ( 216 ) |
| 第二节 挤压构造的结构要素      | ( 216 ) |
| 第三节 挤压构造样式         | ( 223 ) |
| 一、叠瓦逆冲断裂构造组合       | ( 223 ) |
| 二、复合逆冲断裂构造组合       | ( 228 ) |
| 三、多层次滑脱断裂构造组合      | ( 229 ) |
| 四、多产状逆冲断裂带构造组合     | ( 231 ) |
| 五、与挤压逆冲断层有关的褶皱构造样式 | ( 236 ) |

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 第四节 中国东部含油气盆地逆断层               | (263) |
| 一、古生代的逆断层                      | (263) |
| 二、晚白垩世逆断层                      | (264) |
| 三、晚第三纪逆断层                      | (269) |
| 第五节 挤压构造与油气田(藏)                | (280) |
| 一、断弯褶皱构造油气田(藏)                 | (280) |
| 二、断展褶皱构造油气田(藏)                 | (280) |
| 三、断滑褶皱构造油气田(藏)                 | (290) |
| 四、挤压背斜构造油气藏(田)                 | (291) |
| 五、残山披覆背斜构造油气藏(田)               | (295) |
| 六、背冲潜山披覆背斜构造油气藏(田)             | (296) |
| 七、负反转基岩潜山披覆背斜构造油气藏(田)          | (299) |
| 八、中国东部挤压构造油气藏(田)               | (299) |
| 第四章 拉张构造                       | (304) |
| 第一节 盆地拉张构造调节带(传递带)             | (304) |
| 一、S型拉张构造样式传递带                  | (304) |
| 二、同向倾斜拉张构造样式传递带                | (304) |
| 三、反向倾斜拉张构造样式传递带                | (306) |
| 四、垂直倾斜拉张构造样式传递带                | (307) |
| 第二节 盆地拉张构造样式与油气的关系             | (307) |
| 一、箕状断陷发育阶段控制了沉积类型的旋回性          | (307) |
| 二、箕状断陷生油构造层控制了油气田的分布           | (307) |
| 三、箕状断陷沉降中心的转移控制了生油层的迁移         | (311) |
| 四、箕状断陷具有较高的热流值和地温梯度,有利于有机质的热演化 | (315) |
| 第三节 盆地内次级拉张构造样式与油气             | (315) |
| 一、滑动断阶                         | (315) |
| 二、翘倾断块                         | (316) |
| 三、逆牵引构造                        | (326) |
| 四、重力滑动构造                       | (333) |
| 五、逆同生断层(滑覆构造)                  | (335) |
| 六、中国西部重力滑动构造                   | (338) |
| 七、地层补偿型背形构造                    | (341) |
| 第五章 垂直构造样式                     | (342) |
| 第一节 地层溶蚀垮塌型背形构造样式              | (342) |
| 第二节 底辟构造样式                     | (344) |
| 一、盐膏底辟构造样式                     | (345) |
| 二、泥岩底辟构造样式                     | (358) |
| 三、岩浆底辟构造样式                     | (370) |
| 第三节 沉积压实构造样式                   | (378) |
| 一、基底古隆起披覆构造样式                  | (379) |

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| 二、基岩隆起鳌背形构造样式·····                    | (380) |
| 三、基底翘倾断块披覆构造样式·····                   | (388) |
| 四、沉积压实鳌背形构造样式·····                    | (393) |
| 五、沉积压实披覆构造样式·····                     | (393) |
| <b>第六章 扭动构造样式</b> ·····               | (398) |
| 第一节 扭动构造的基本特征·····                    | (398) |
| 一、扭断裂带主断面产状近于直立插入基底, 向上向外撒开呈花状结构····· | (398) |
| 二、扭断裂带在平面上应具平移断点·····                 | (402) |
| 三、扭断裂带两侧地震信息有所变化·····                 | (403) |
| 四、扭断裂带在平面上多呈直线延伸·····                 | (403) |
| 五、扭断裂带两侧同期褶皱和断层呈雁列式展布·····            | (405) |
| 六、花枝向内弯曲·····                         | (409) |
| 第二节 中国东部扭动构造实例·····                   | (411) |
| 一、渤海湾雁列断块构造样式·····                    | (411) |
| 二、济阳帚状构造样式·····                       | (412) |
| 三、黄骅“入”字形断裂构造样式·····                  | (413) |
| 四、冀中雁列形断裂构造样式·····                    | (413) |
| 五、黄骅孔古3井区正花状构造样式·····                 | (414) |
| 六、依兰—依通断陷内的花状构造·····                  | (415) |
| 七、大民屯断陷内的花状构造·····                    | (415) |
| 八、渤中坳陷花状构造群·····                      | (417) |
| 九、京津坳陷内的花状构造·····                     | (419) |
| 十、北京坳陷内的花状构造·····                     | (419) |
| 第三节 中国中西部扭动构造实例·····                  | (421) |
| 第四节 走滑断裂与撕裂断层·····                    | (429) |
| 第五节 扭动构造与油气·····                      | (431) |
| 一、扭动走滑运动加速含油气盆地油气运移和富集·····           | (431) |
| 二、扭断裂促使油气圈闭的形成·····                   | (432) |
| 三、扭应力能形成圈闭中好储集层·····                  | (433) |
| <b>第七章 反转构造样式</b> ·····               | (434) |
| 第一节 概述·····                           | (434) |
| 第二节 构造反转作用·····                       | (434) |
| 第三节 反转构造运动学分析·····                    | (436) |
| 一、反转程度分析·····                         | (436) |
| 二、反转率·····                            | (437) |
| 三、生长指数·····                           | (438) |
| 第四节 反转构造样式类型·····                     | (439) |
| 一、正反转构造样式·····                        | (439) |
| 二、负反转构造样式·····                        | (451) |
| 第五节 反转构造与油气的关系·····                   | (463) |



|                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| 一、正反转构造与油气聚集·····               | (463)        |
| 二、负反转构造与油气聚集·····               | (464)        |
| <b>第八章 非背斜构造样式·····</b>         | <b>(467)</b> |
| 第一节 地层型非背斜圈闭构造样式·····           | (467)        |
| 一、地层不整合圈闭构造样式·····              | (467)        |
| 二、地层超覆圈闭构造样式·····               | (479)        |
| 第二节 岩性型非背斜圈闭构造样式·····           | (484)        |
| 一、三角洲圈闭构造样式·····                | (484)        |
| 二、冲积扇圈闭构造样式·····                | (493)        |
| 三、古河道砂岩圈闭构造样式·····              | (503)        |
| 四、透镜状砂岩圈闭构造样式·····              | (507)        |
| 五、砂岩上倾尖灭圈闭构造样式·····             | (528)        |
| 六、生物礁块圈闭构造样式·····               | (536)        |
| 七、碳酸盐岩缝洞型圈闭构造样式及油气藏(田)·····     | (553)        |
| 八、成岩圈闭构造样式·····                 | (568)        |
| 第三节 地层—岩性混合圈闭构造样式·····          | (569)        |
| 一、江汉盆地潜江断陷钟市地层—岩性圈闭构造样式·····    | (570)        |
| 二、二连盆地巴音都兰断陷地层—岩性圈闭构造样式·····    | (570)        |
| <b>第九章 复合构造样式及复式油气藏(田)·····</b> | <b>(574)</b> |
| 第一节 中国东部复合构造样式及复式油气藏(田)·····    | (574)        |
| 一、反向翘倾断块低潜山构造带·····             | (574)        |
| 二、半地垒高凸(隆)起构造带·····             | (576)        |
| 三、中央背斜构造带·····                  | (577)        |
| 四、斜坡构造带·····                    | (578)        |
| 五、断陷内深洼槽各类构造砂体岩性带·····          | (587)        |
| 第二节 中国西部复合构造样式及复式油气藏(田)·····    | (589)        |
| 一、前陆隆起带·····                    | (589)        |
| 二、中央隆起带·····                    | (593)        |
| 三、凹陷背斜带·····                    | (600)        |
| 四、前陆冲断带·····                    | (603)        |
| 五、前陆逆冲前锋带·····                  | (605)        |
| 六、斜坡构造带·····                    | (606)        |
| 结束语·····                        | (606)        |
| 参考文献·····                       | (608)        |

# 第一篇 中国含油气盆地结构

## 第一章 中国含油气盆地演化模式

综观中国大陆和大陆架有四个稳定的古陆核,即中朝、塔里木、扬子、南海。自前中晚元古代、前震旦纪、前寒武纪形成后,受西伯利亚、印度、太平洋板块在不同时期以不同的构造运动形式向中国大陆俯冲、碰撞的影响形成今日的中国大陆和大陆架。追溯其构造发育史,约两亿年前在中国大陆进入地台活化阶段,据此构造面貌发生了彻底的改变,从古生代南北分区为主,演变为中、新生代以东西分异占优势。在中国东部,由于受西太平洋构造演化的影响形成北北东与北东向构造域;在西部,由于受印度板块构造演化的影响大体上形成北西至东西向的构造域;受其复合影响的中国中部,则形成南北略偏北东向构造域(图1-1)。

前人将中国大陆和大陆架自地台活化发展阶段形成的陆盆又分为东部拉张、中部过渡、西部挤压型含油气盆地。笔者认为这一精辟的结论是盆地构造演化某一阶段的地质痕迹,这一结论对盆地及周围同类型盆地进一步提高勘探成效是有指导意义的。因此长期以来,人们认为西部含油气盆地形成的机制是一压到底,东部含油气盆地是一张到顶的看法居主导地位。

近年来由于区域地震大剖面的增多和质量提高,为认识和判别含油气盆地的结构创造了极为有利的条件。据盆地地震特征显示,中国东部、中部和西部的含油气盆地都有过拉张期和挤压期。

一般沉积盆地的演化,大体上经历了拉张、挤压、强烈挤压三个地质发育期(图1-2)在中国东部陆盆仅发育了拉张、挤压期,而早期箕状断陷是拉张的反映,晚期拗陷式的沉积盆地是挤压的结果。前者是共同的认识,后者大多数学者认为是由于重力冲填作用形成的。笔者认为冲填只是地质作用的反映,只有地壳表面不平才能引起重力冲填,而地壳表面不平,就目前从地震大剖面特征识别,大体上有两种结构:一种是箕状断陷(断陷);另一种为拗陷(图1-3)。从图中明显地看出下第三系为两凸(辽西凸起、辽东凸起)三凹(辽西、辽中、辽东箕状断陷),上第三系为一较完整拗陷式的沉积盆地(辽东湾拗陷)。

这一典型的“先断后拗陆盆结构”,其形成机理在地学界有不同的观点。

### 第一节 沉积盆地形成机理评述

#### 一、“地幔柱”观点

该论点是由Mckenzie(1978)提出的,我国最早引用的是李德生院士(1980),他解释了渤海湾断、拗形成的机理。其论点主要是地幔上隆与地壳上部呈镜像反映,因此围绕“地

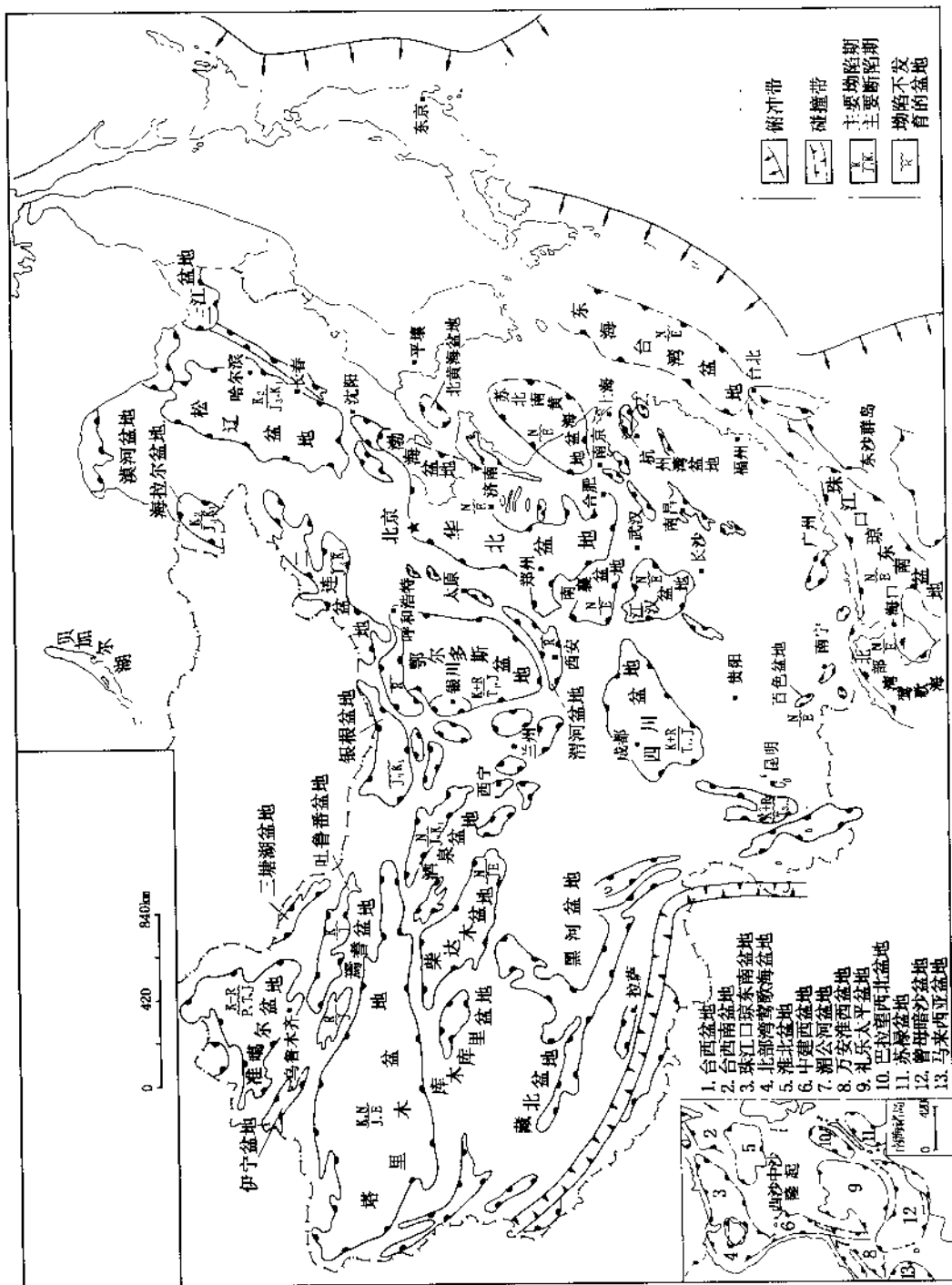


图 1-1 中国含油气盆地分布示意图 (底图据原石油部 1979)

幔柱”应产生一系列地堑式断陷，但其四周的断陷并没有围绕地幔柱分布，而是在早第三纪时，太康—泰山—南黄海中部近东西向古隆，控制着其南侧周口坳陷、苏北盆地的东台、盐埠坳陷、南黄海的南部坳陷中的箕状断陷南断北超，以及其北侧的冀中北部、渤中、黄骅、济阳、开封、北黄海、南黄海北部等坳陷中的箕状断陷北断南超。总体上断超尖灭带指向古隆起，晚第三纪时各坳陷整体上升，经剥蚀夷平作用后转为大面积的稳定沉降，原来被分割的箕状断陷组成统一的坳陷式盆地（图 1-4 至图 1-6）。

以上实际资料说明地幔柱与箕状断陷并非因果关系。相反，地幔柱却与箕状断陷发育后的坳陷式盆地大体上呈镜像反映，如渤中坳陷。然而，这也并不是普遍规律，在苏北、南黄海等盆地之下就不存在地幔柱（图 1-7）。

## 二、“裂谷论”观点

这一论点多见于对中国东部含油气盆地的论述。裂谷构造是以地堑盆地为特点，而中国东部含油气盆地都是以箕状断陷为主（图 1-8）。只有发育在古隆起中部才能形成地堑式断陷，如二连盆地阿其图乌拉断陷发育在中央（苏尼特）隆起中部，为一很好的实例，其隆起两侧都为箕状断陷（图 1-9）。其他的都是由箕状断陷演变而形成的。

例 1：黄骅坳陷南部在早第三纪时，由于坳陷中孔店凸起的抬升致使坳陷南部边界被拉开，改变了黄骅坳陷南部北断南超（图 1-10）的地质结构而发育成堑式断陷（图 1-11）。

例 2：冀中坳陷中南部，由于坳陷中高阳低凸起在始新世时不对称抬升，致使太行山断裂强烈地被拉开，在保定断陷堆积了较厚的沙四组、孔店组地层。到渐新世时，和太行隆起一起向北西翘起，在凸起东部发育了饶阳断陷，太行山断层与沧西断层组成了不同时期的假地堑（图 1-12）。所以综观中国东部构造格局主体非地堑式的断陷，如果按“谷”的形态，也只能称单边裂谷。

## 三、“地壳波浪”运动说

这种学说以箕状断陷视为波谷，分割箕状断陷的凸起视为波峰，波浪运动方向应当一致，即箕状断陷断超方向应是一致的，但实际上箕状断陷断超方向并非一致，例如冀中坳陷的霸县断陷下第三系为西断东超（剥）（图 1-13）。而其南部邢衡断陷区太行山—鲁西隆起的莘县、冠县、大营镇、南宫、前磨头、束鹿、晋县断陷的北断块为东断西超（剥）（图 1-14）。

上述实际地震剖面特征解释不了箕状断陷形成的机理。

## 四、“板块构造”观点

板块构造观点对箕状断陷形成的机理仅在中国东部含油气盆地有所论述，主要是由于太平洋板块向欧亚大陆俯冲使得大陆地壳上部产生拉张应力，使欧亚大陆向东揉散形成拉张地堑。这种观点揭示了拉张地堑形成的原动构造应力，但对大陆地壳内各对翘型箕状断陷中心部位发育古隆起无法解释。

例如，控制渤海湾和苏北盆地的泰山隆起应为大地堑才符合板块构造应力观点（图 1-4）。

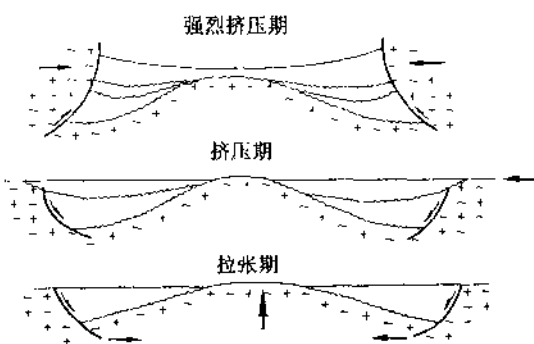


图 1-2 沉积盆地发育阶段模式图

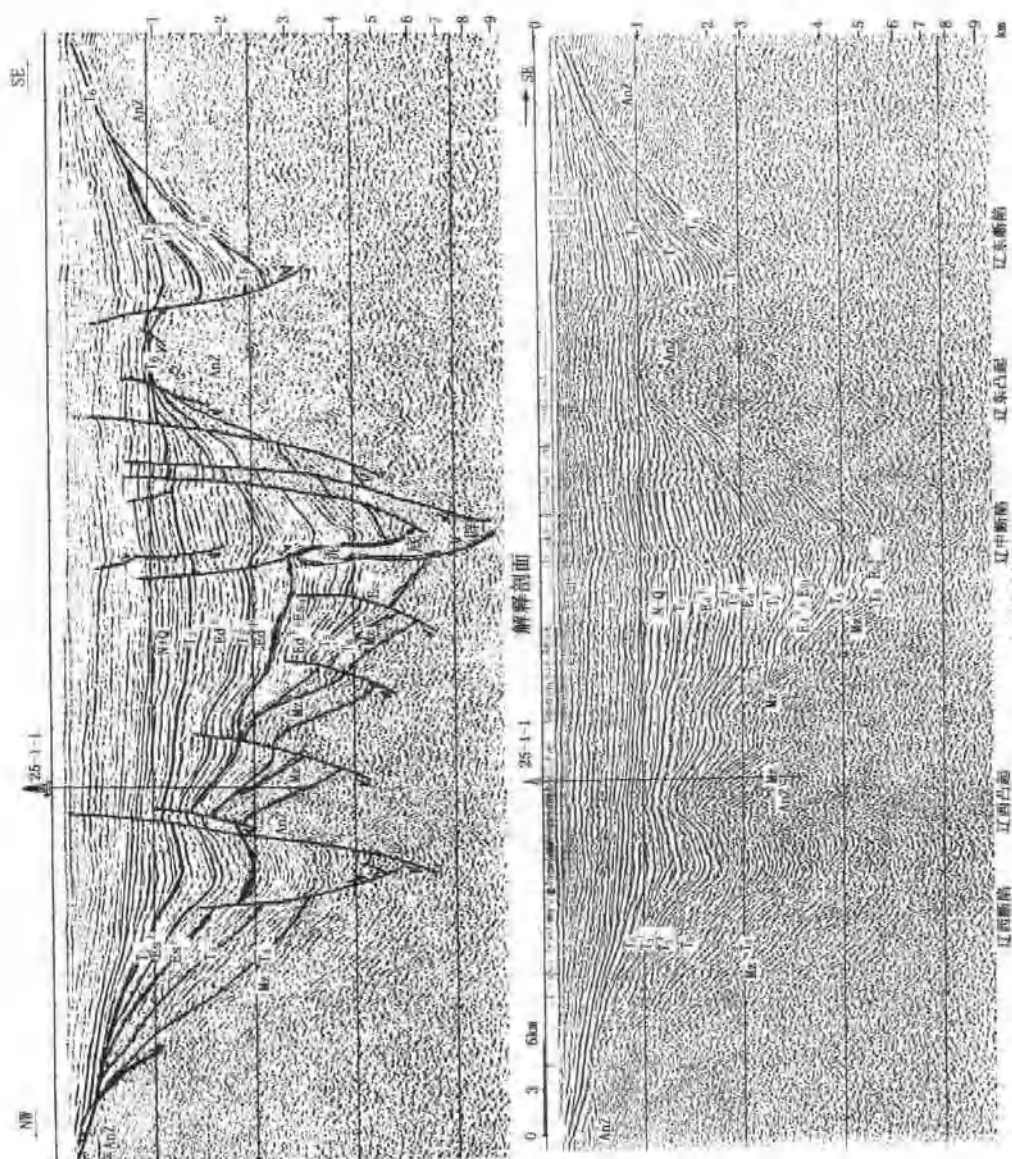


图 1-3 辽东湾坳陷 5247 地震剖面 (72.75km)  
(据渤海石油局, 1987, 略有修改)

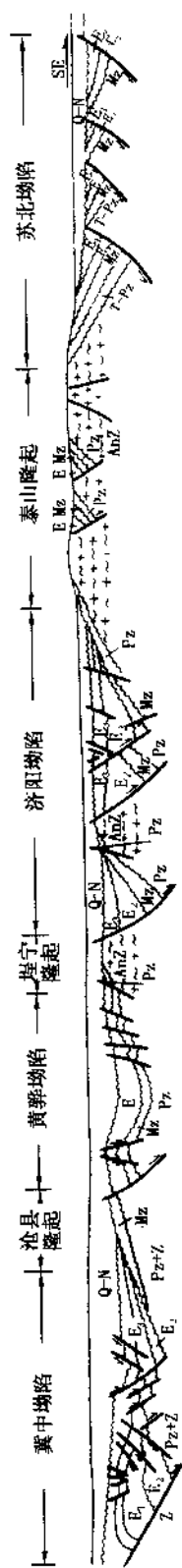
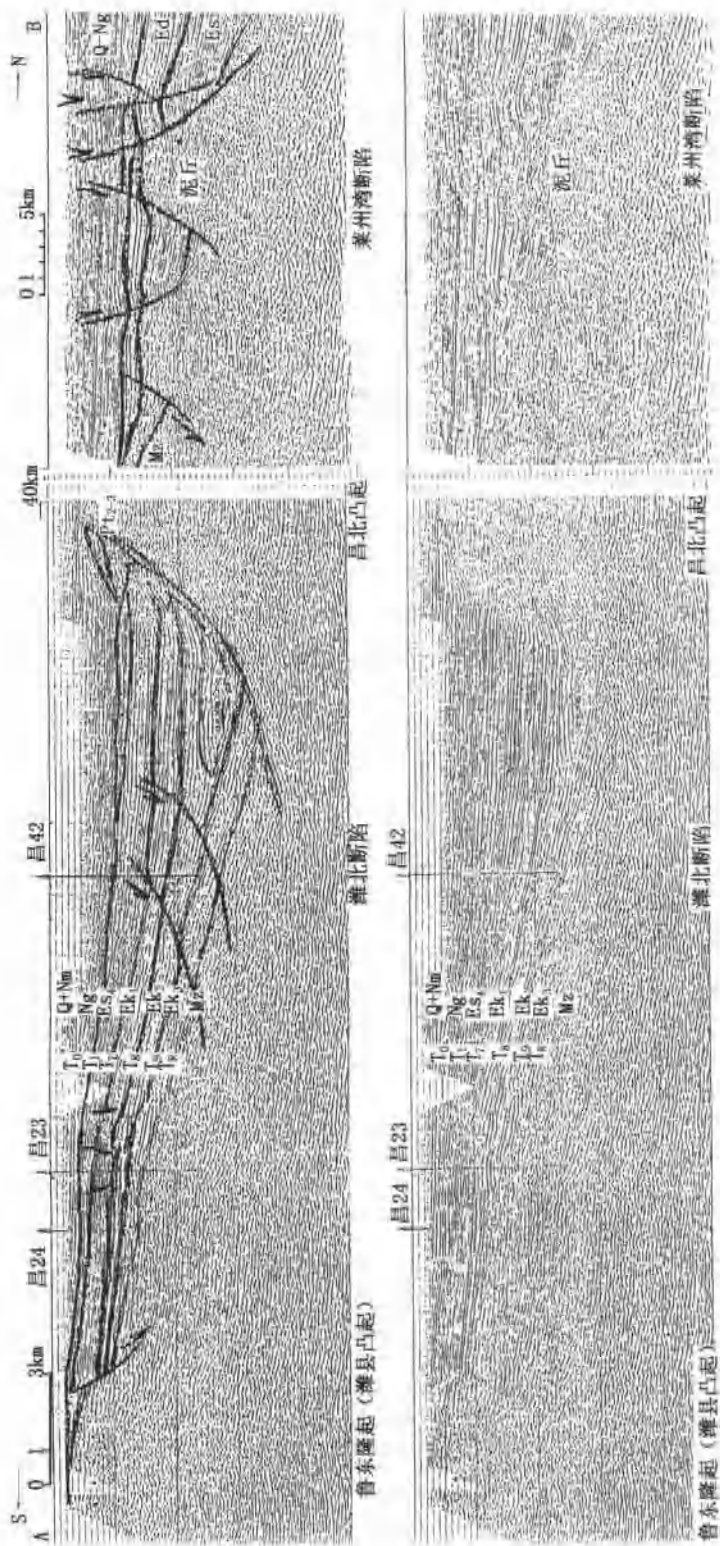
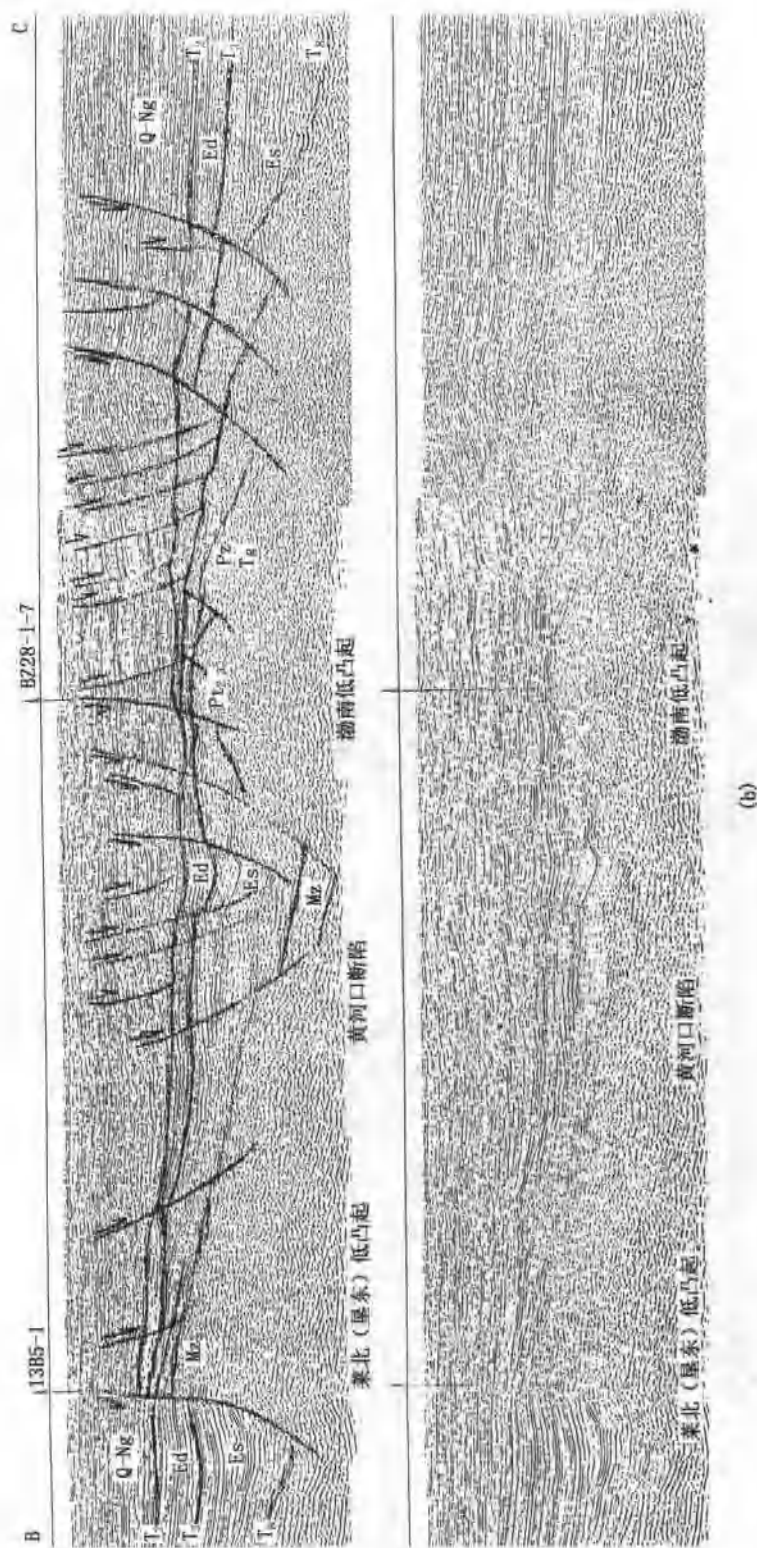


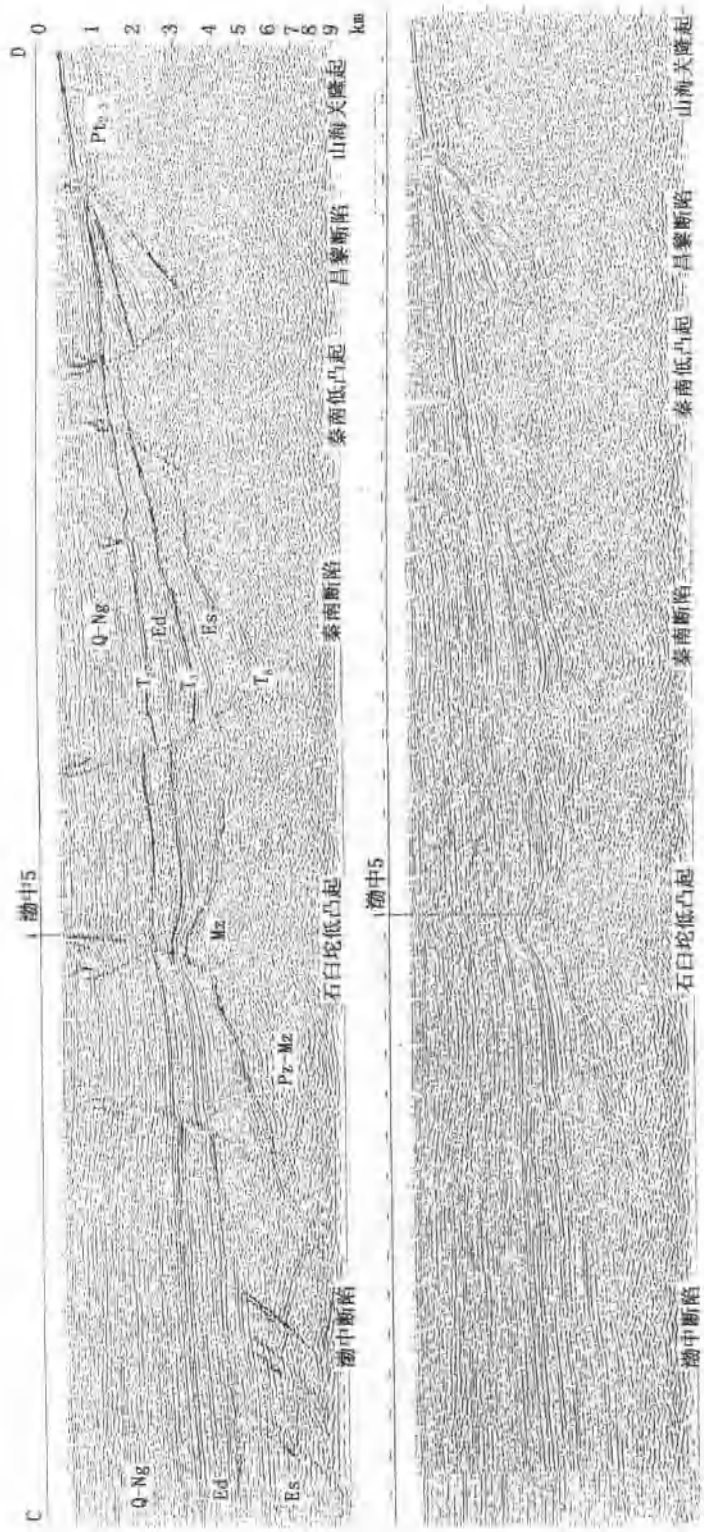
图 1-4 渤海湾—苏北盆地地质剖面模式图



(a)







(c)

图 1-5 山海关至昌潍地震剖面

上图为解释剖面；下图为未解释剖面。维北断陷：T<sub>0</sub>—上第三系明化镇组底反射；T<sub>1</sub>—上第三系馆陶组底界反射；T<sub>2</sub>—下第三系沙河街组四段底反射；T<sub>3</sub>—下第三系孔店组一段底反射；T<sub>4</sub>—下第三系孔店组二段底反射；T<sub>5</sub>—下第三系东营组底反射；T<sub>6</sub>—下第三系底反射；T<sub>7</sub>—上第三系底反射；T<sub>8</sub>—下第三系东营组底反射；T<sub>9</sub>—下第三系底反射；T<sub>10</sub>—下第三系底反射。

渤海湾地区：T<sub>1</sub>—上第三系底反射；T<sub>2</sub>—下第三系东营组底反射；T<sub>3</sub>—下第三系底反射

(据渤海石油勘探公司，1987 (略有修改)；胜利油田物探公司，1987，略有修改)