

渤海地区构造展布特征与油气分布

刘 星 利

(渤海石油公司)

渤海海域是华北盆地的一部分, 新生代以来, 由于地幔上隆, 海区经历了从断陷到坳陷的发展过程。该区的构造展布, 有三组不同方向和叠隆、叠坳、早隆晚坳、早坳晚隆等四种叠置构造型式, 除叠隆区外, 其它三类均有良好的含油气远景。

渤海是一个半封闭的内海, 大地构造位置属西太平洋大陆边缘构造区, 它是构造强烈活动地带, 属华北含油气盆地的一部分, 是叠置在中朝准地台上的新生代断陷盆地。它东、西分别与胶辽隆起、山西隆起毗邻, 南、北界于秦岭褶皱带与燕山褶皱带之间。地壳测深资料表明渤海中部凹陷莫霍面深 29.4 km, 处于地幔隆起区。

从板块构造观点看, 本区位于西伯利亚板块、太平洋板块和印度洋板块之间, 构造发展必然受它们影响。古生代时, 西伯利亚板块向南俯冲、挤压, 使天山—兴安古海槽在海西期关闭; 南面在加里东时期由于祁连—秦岭古海的收缩, 也形成聚合型边缘^[1]。由于南北向的俯冲、挤压作用, 渤海地区产生了一系列近东西向的隆起带和坳陷带, 这种构造格局可能一直延续到中生代早期(图1)。中生代时期, 太平洋板块向北北西方向俯冲, 本区处于左旋剪切应力场, 使陆块发生解体, 改变了早期东西走向的构造格局, 出现了北东或北北东向的构造系列。第三纪以来, 随着特提斯海的关闭, 印度板块与欧亚板块碰撞并向北推挤, 同时, 太平洋板块向欧亚板块的俯冲方向由原来的北北西转为北西西向, 使本区产生右旋剪切活动, 导致渤海及其邻区产生强烈拉张而出现许多同生断裂, 形成断陷和隆起有规律地相间排列, 并呈北东向或近东西向展布^[2]。

一、地质构造发展史

1. 太古代至下元古代

这是中朝准地台结晶变质基底形成阶段, 包括 2500×10^6 a 前的太古代—早元古代在内的三套地层: 第一套为太古界, 以阜平群、迁西群、鞍山群、泰山群为代表, 原岩为半粘土岩、碎屑岩和基性火山岩建造, 混合岩和花岗岩化强烈, 时限在 2500×10^6 a 以前^[3]。渤海南部地区两口探井在寒武系之下钻遇泰山群。据磁力资料解释, 郯庐断裂带以西的渤海中部和鲁西地区的磁力正异常均属泰山群的反映。第二套是下元古界下部, 以五台群、宽甸群、胶东群为代表, 原岩是一套火山岩—沉积岩建造, 变质和混合岩化程度不一, 不整合于太古界之上, 时限 $2000—2500 \times 10^6$ a; 辽东湾西部钻遇相当宽甸群的花岗

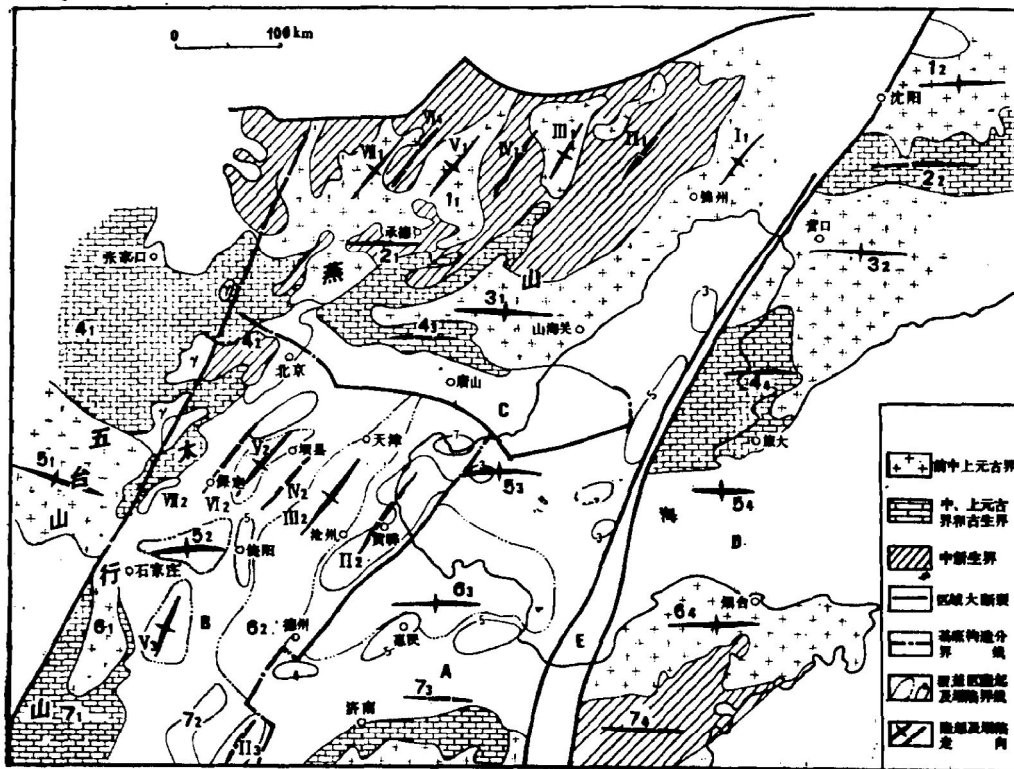


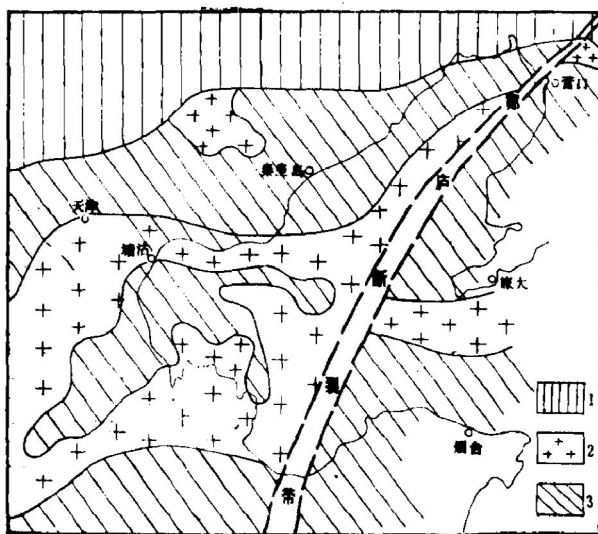
图1 渤海及其周缘基底结构图

(据华北平原石油勘探成果图册简编)

东西向结构: 1₁—内蒙地轴, 1₂—李家台隆起, 2₁—承德地陷, 2₂—太子河地陷, 3₁—山海关隆起, 3₂—营口隆起, 4₁—冀西地陷, 4₂—京西地陷, 4₃—蔚县地陷, 4₄—复县地陷, 5₁—五台山隆起, 5₂—无棣凸起, 5₃—沙全田凸起, 5₄—老铁山凸起, 6₁—赞皇隆起, 6₂—衡水隆起, 6₃—堤宁隆起, 6₄—胶东隆起, 7₁—武安地陷, 7₂—临清地陷, 7₃—鲁西隆起 (Pz, Mz 凹陷), 7₄—胶莱地陷

北东向结构: I₁—锦州隆起, I₂—堤宁隆起 (6₃); II₁—北票地陷, II₂—黄骅地陷, II₃—辛县凹陷, II₄—老虎山隆起, II₅—沧县隆起; III₁—宁城地陷, III₂—霸县地陷, V₁—喀旗隆起, V₂—牛坨镇凸起, V₃—雁亮凸起, VI₁—隆化地陷, VI₂—保定凹陷带, VII₁—上黄旗隆起, VII₂—大兴曲阳隆起

基底构造分区: A—渤海断块区 (泰山基底控制区), B—冀豫地陷区 (太行山基底控制区), C—燕辽断陷区 (燕山基底控制区), D—胶辽隆起区 (胶辽基底控制区), E—营津断裂带 (不同基底接触带)



片麻岩, 磁场仍为正异常, 但具有增生加积现象, 组成磁力高的围斜部分。第三套为下元古界上部, 以溱沱群、辽河群、粉子山群为代表, 是一套变质轻微的沉积岩建造, 时限 $1700-2000 \times 10^6 a$, 磁力以负异常为主或为正、负异常变化带 (图2)。

太古代至早元古代大致经历了阜平、五台、吕梁三次地壳运动, 逐渐形成统一的固结的地台基底。

图2 渤海地区磁场分区略图

1—正负相间的磁异常带, 2—正异常带, 3—负异常带

2. 中、晚元古代

吕梁运动后,在太古界及下元古界变质基底之上,本区发生了一次持续时间很长的海侵,渤海西北侧蓟县拗陷中上元古界最厚达9500m(图3),形成了由碎屑岩(长城

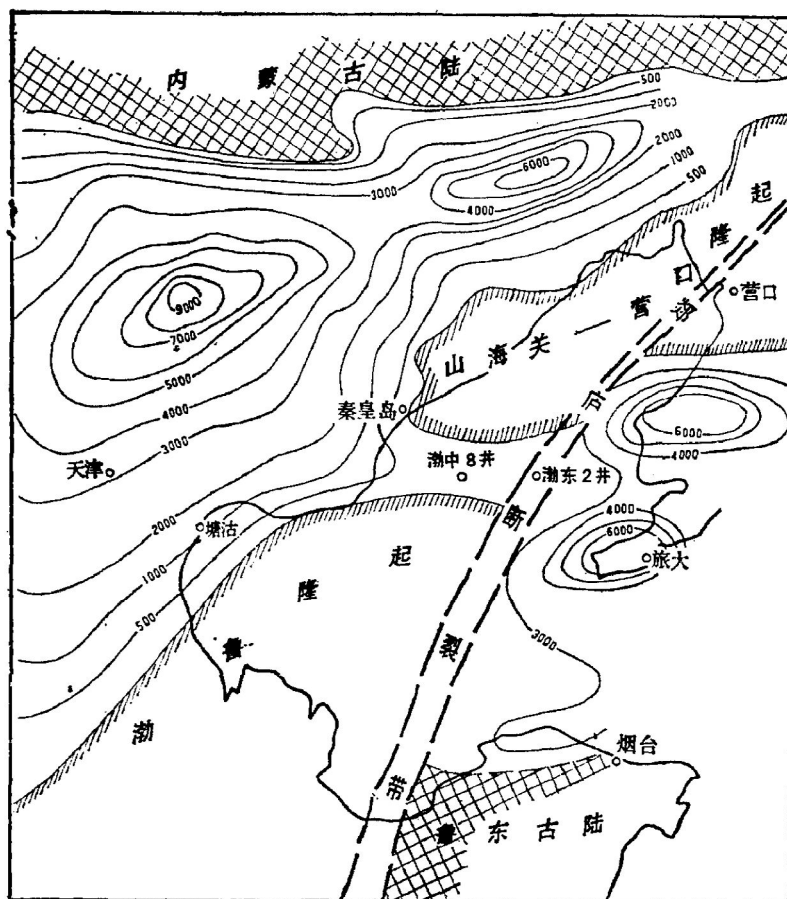


图3 渤海地区中上元古界厚度图

系)一碳酸盐岩(蓟县系)一碎屑岩夹碳酸盐岩(青白口系)沉积旋回。由于渤鲁隆起限制,海盆收缩,除渤海西北隅有1000m左右的沉积外,在秦皇岛以南石白坨凸起上的渤中8井仅钻遇20余米龙山组海绿石英砂岩,是蓟县拗陷的中上元古界向山海关隆起的超覆沉积。渤海东部未发现中元古界,相当上元古界的辽南群在渤海境内的郑庐断裂带以东则十分发育,沉积中心在复州一带,厚达6000余米,也反映为一个由碎屑岩、泥质岩一碳酸盐岩一泥质岩、碎屑岩的完整旋回。辽南群中上部碳酸盐岩集中段主要分布在复州-旅大一带,海上仅在郑庐断裂带上的渤中凸起钻遇56m(未穿)。推测辽南群分布限制在郑庐断裂带以东;陆上大量钻探资料也说明,太子河拗陷的辽南群未曾越过郑庐断裂带西支断裂。

中晚元古代经历了多次构造变动,都以升降作用为主,无明显的褶皱变形。从中上元古界厚度图可以看出,古构造走向以东西向为主,其次为北东向。

3. 古生代

元古代末,中朝准地台整体上升,早寒武至中奥陶世为典型的浅海地台沉积,渤海海域除山海关-营口隆起高部位未接受沉积外均有分布。下寒武统以碎屑岩、粘土岩为主夹碳酸盐岩,中寒武统至中奥陶统均以碳酸盐岩为主,寒武奥陶系在渤海境内一般厚1200—1400m。

中奥陶世末至早石炭世时期,地台上升,经历了约 130×10^6 a的沉积间断。奥陶系巨厚的石灰岩经过长期岩溶作用逐渐准平原化。到中石炭世全区复又下降,形成海陆交

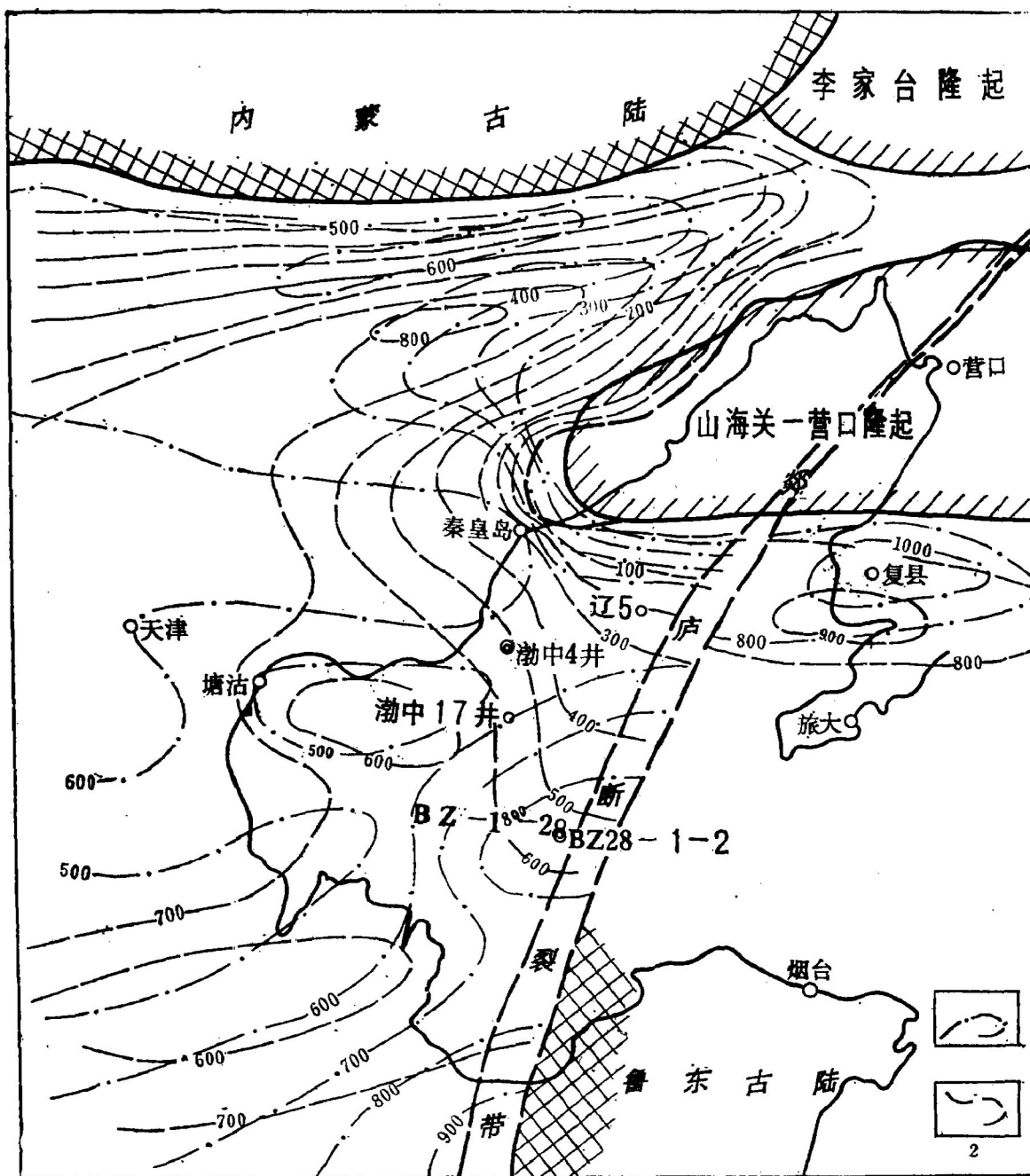


图4 渤海地区寒武、奥陶系厚度略图
1—寒武系等厚线(m), 2—奥陶系等厚线(m)

替相含煤建造。早二叠世为沼泽含煤沉积,晚二叠世为平原河流相沉积。石炭、二叠系之间无明显间断。目前海上钻遇石炭二叠系的探井很少,厚度变化不详,推测在1000 m左右。

从寒武系和奥陶系厚度图(图4)可以看出,古生代时期的构造活动与中、晚元古代有很大不同,此升彼降的构造活动被平稳的整体升降所代替,但它们仍保持了以东西走向为主的构造展布特点。

4. 中生代

印支期是中朝准地台构造发展的转折时期,强烈的地壳运动导致新构造大量产生,过去以升降运动为主、以东西走向为特点的构造格局,经印支运动而转变为燕山期以北东走向的隆、褶、断为特点的构造格局,海域内全区缺失三叠系,大部地区缺失中下侏罗统。根据现有资料分析,渤海海域有三处较大的断陷带沉积了很厚的侏罗白垩系火山碎屑岩(图5):第一带在辽东湾西部至石臼坨地区,位于山海关隆起东南沿大断裂下降盘一侧,沉积了1000m以上的上侏罗一下白垩统的火山碎屑岩,最厚超过4000m,钻探已揭露上千米的地层;第二带即渤海境内郯庐断裂带的南段,莱州湾至渤东低凸起一带,以下白垩统火山碎屑岩为主,厚度在2000 m以上,已钻厚度达1536 m(未穿);第三带沿西南海岸分布,略呈北西向,为侏罗白垩系组成的碎屑岩为主夹火山岩的沉积,厚度也大于2000 m,已钻厚度为819 m(未穿)。

5. 新生代

燕山运动之后,渤海地区的构造运动进入一个新的发展时期,地壳由区域隆起转为区域沉降,经历了一个从断陷到拗陷的发展过程。

老第三纪的沉积和构造具有大陆裂谷性质。新生代的构造走向既受燕山期北东构造的控制,也受前印支期东西构造的影响。

中生代末,新生代初,由于渤海地幔上隆,地壳发生区域性拱曲隆起,普遍缺失上白垩统和古新统,隆起中心在渤海中部。

始新世为早期裂陷阶段。随着地幔上隆产生强大的拉张应力,以渤中为中心地壳沿着三条地幔隆起带——地壳厚度最小、结构最薄弱的地带发生张性破裂,开始形成几个裂陷,在今济阳、黄骅两拗陷南部和下辽河拗陷西北部以及辽东湾中部比较发育。始新世初有玄武岩喷溢并快速充填了一套陆源碎屑含膏盐和碳酸盐岩的红色岩系,可能还有短暂的海侵,具有大陆裂谷初期岩石大地构造组合的特点。始新世末,地壳进一步拱升,使原来近于水平的断块产生翘倾、扭转,翘起侧顶部遭受剥蚀并与渐新统呈不整合接触。

渐新世为裂谷强烈裂陷到裂谷衰亡阶段。早期,地幔隆起还在加强活动,表现为地壳继承性强烈横向拉张、垂向上深陷并伴有玄武岩水下喷溢。凹陷中心常常形成一套砂泥岩间互的类复理石建造,凹陷坡侧有三角洲、断崖扇等楔状沉积体。中期是翘倾断块

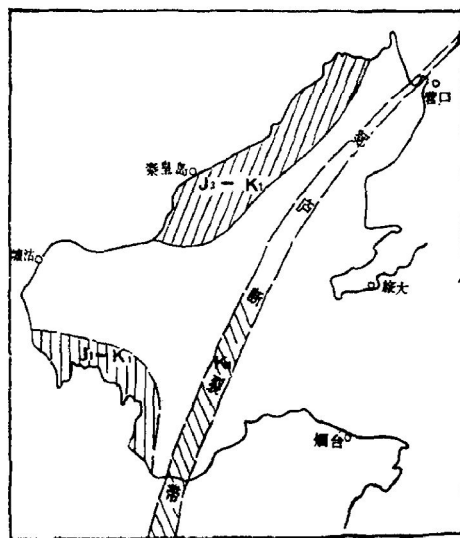
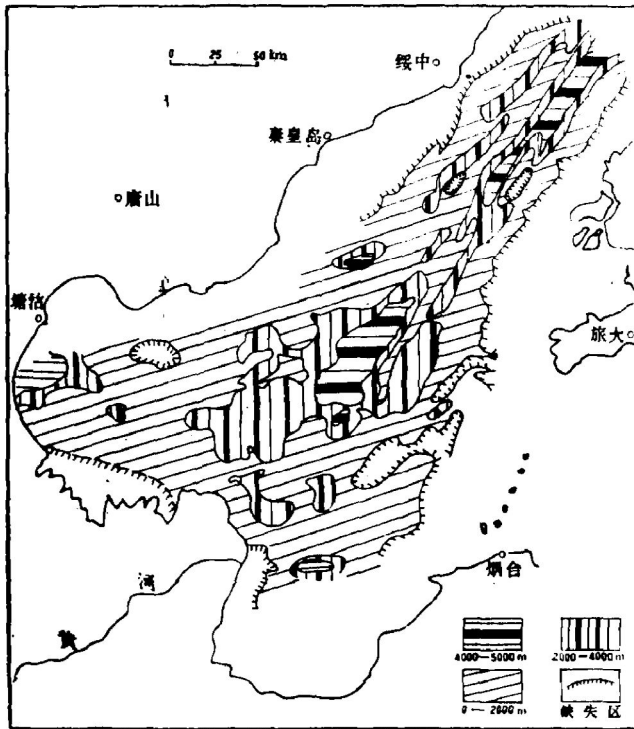


图5 渤海中生界主要分布区略图
(沉积厚度>1000m)



活动开始减弱的时期，普遍发育水进沉积序列，也是由粗变细、由碎屑岩为主变为以泥质和灰质岩为主的正旋回序列。晚期则是由细变粗的反旋回序列，是三角洲最发育的时期，并产生广泛的超覆沉积。下第三系沉积分割性较明显，各凹陷厚度变化也较大，具有多物源、多沉积中心的特点，最大厚度在5000 m以上(图6)。

渐新世末，本区的构造性质又有了转变，由于印度板块和欧亚板块最终相撞，调整了太平洋板块与亚洲板块原有的俯冲关系。由于中国西部更大规模的隆起，华北开始整体下陷，渤海中部便成为渐新世晚期至新第三纪的沉降中心。上第

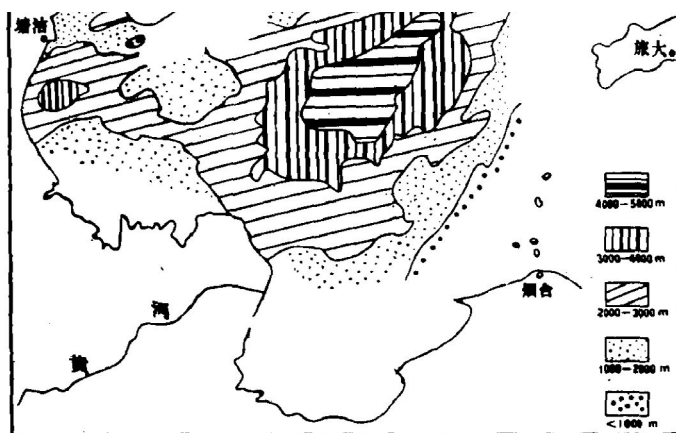


图7 渤海上第三系—第四系厚度图

二、构造展布及其与油气分布的关系

渤海地区的构造展布，有三组不同的方向和四种隆起与坳陷的不同叠置型式。三组方向是东西或近东西向、北东或北北东向和北西向。如前所述，东西向发育较早，从元古代开始持续到早中生代；北东向发育较晚，主要在中、新生代；北西向多属前两者的伴生成分，分布比较局限。

东西向构造排列自北而南是：内蒙地轴-李家台隆起，承德坳陷-太子河坳陷，山海关隆起-营口隆起，蓟县坳陷-复州坳陷，沙垒田凸起-老铁山凸起，歧南凹陷-黄河口凹陷，无棣凸起-垦东凸起，惠民凹陷-莱州湾凹陷。

东西向构造自北而南有由强变弱、时代有由老变新，隆起和坳陷的幅度有由大变小的趋势。

北东向构造自西而东排列是：沧县隆起，黄骅坳陷，埕宁隆起，辽河-渤中-济阳坳陷，胶辽隆起。

上述两组不同时代、不同方向的隆、坳相间的构造系列上下叠置，出现了新的构造组合型式，初步分析有四种：（1）叠隆，（2）叠坳，（3）早隆晚坳，（4）早坳晚隆（图8）。由于受长期复杂的地质构造活动影响，这种叠置关系不可能象几何形态那样

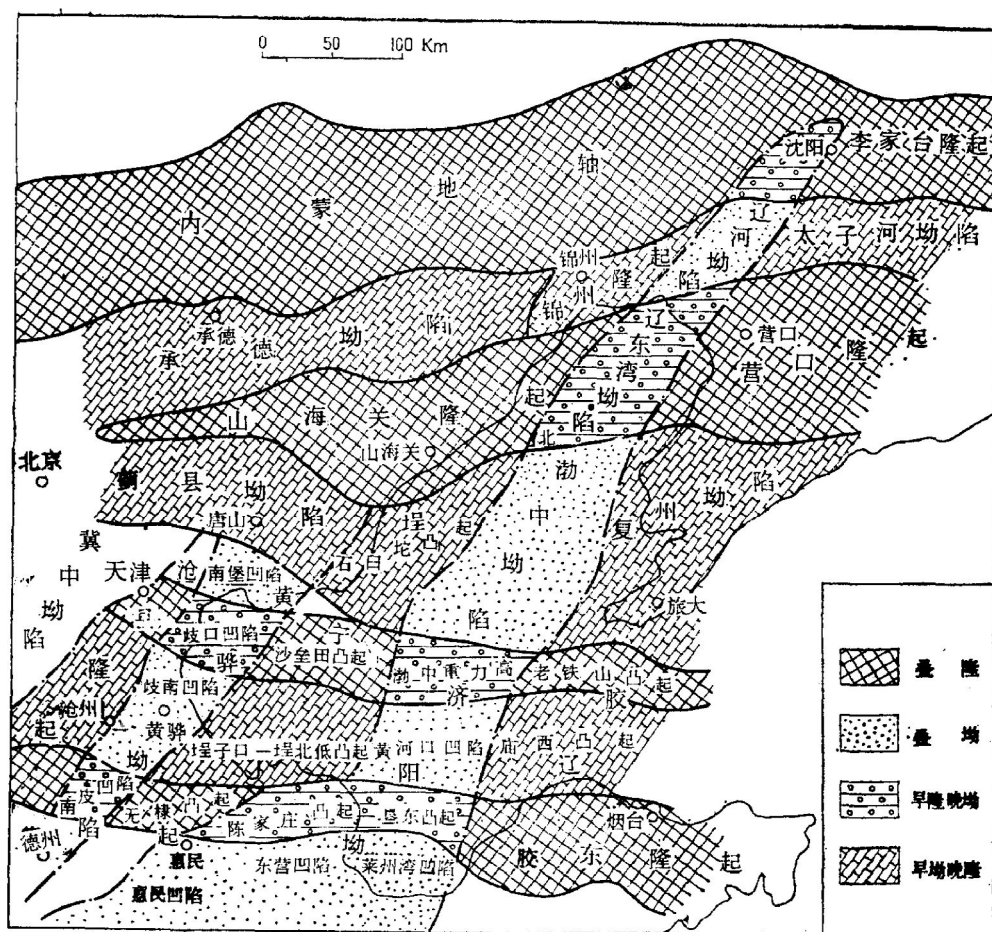


图8 渤海地区隆起与坳陷叠置关系图

规整，但仔细研究可以发现它们在平面上的相对位置和垂向上的叠置关系仍有规律可循，并且不同的构造叠置型式与油气分布有着十分密切的内在联系。

1. 叠隆区

在地质发展过程中，长期处于相对上升状态，是沉积岩最薄的地区。由于隆起早，一般缺失中上元古界、古生界和中下侏罗统，个别地区可能有不厚的古生界超覆。晚期又持续上升，侏罗、白垩系以及下第三系基本缺失，而且使本来沉积很薄的下古生界再遭剥蚀，形成大范围的前寒武系变质岩或花岗岩与上第三系直接接触。有时在隆起的围斜部位有渐新世晚期的地层超覆。

叠隆区一般距生油凹陷较远，圈闭条件也较差，以潜山披覆构造为主；又因上第三系沉积较粗，盖层条件自然也不理想；主要勘探对象为新生古储的由变质岩或花岗岩组成的潜山油藏和上第三系的次生油藏。如沙垒田凸起上的海中1井、海中3井等钻遇的上第三系次生油藏。这类油藏具有油质重、产量低、埋藏浅等特点。从经济效益出发，叠隆区还不是目前海上勘探的主要对象。

2. 叠坳区

是长期处于相对下降的地区。地层沉积相对较全，古生界、中生界和新生界都比较发育，部分地区还有中上元古界（图9）。

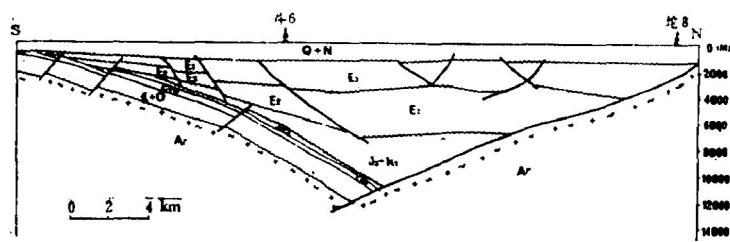


图9 叠坳区剖面（东营凹陷）

属于叠坳区的有歧南、东营、莱州湾、黄河口、渤中（北部）等凹陷和陆上的下辽河坳陷（见图8）。叠坳区由于各套地层都比较发育，因此，可以寻找下第三系的原生油气藏和相对隆起较高部位的古潜山油气藏，以及下第三系生油上第三系储油的次生（部分为原生）油气藏。勘探层系最多，各类圈闭发育，生、储、盖条件配置良好，是华北含油气盆地内发现各类大中型油气田最多的地区，如陆上的东营凹陷、下辽河坳陷和海上黄河口凹陷就发现了许多油气田和高产含油气构造。这类地区还将是今后继续勘探的重点。

3. 早隆晚坳区

属于这类地区的有歧口凹陷中部、渤中凹陷南部（渤中重力高）、辽东湾中部和北部，该区缺失中上元古界，古生界和下部中生界也缺失或沉积很薄，而第三系则十分发育，无论凸起或凹陷常常都是前震旦系的变质岩或花岗岩与第三系接触。这类地区几乎没有碳酸盐岩组成的潜山，而主要是由前震旦系变质岩、花岗岩或中生代的火山碎屑岩组成。这类地区的生油条件和第三系内部的成油条件与叠坳区相似，故寻找变质岩或花岗岩的古潜山油气藏是现实的。近年来钻探证实，在变质岩和花岗岩中，无论陆上或海

上都发现了高产油气田或含油构造,这是值得重视的具有很大油气潜力的勘探对象。

4. 早拗晚隆区

这类地区有埕子口、埕北(图10)、石臼坨、渤南-庙西等凸起和复州坳陷。

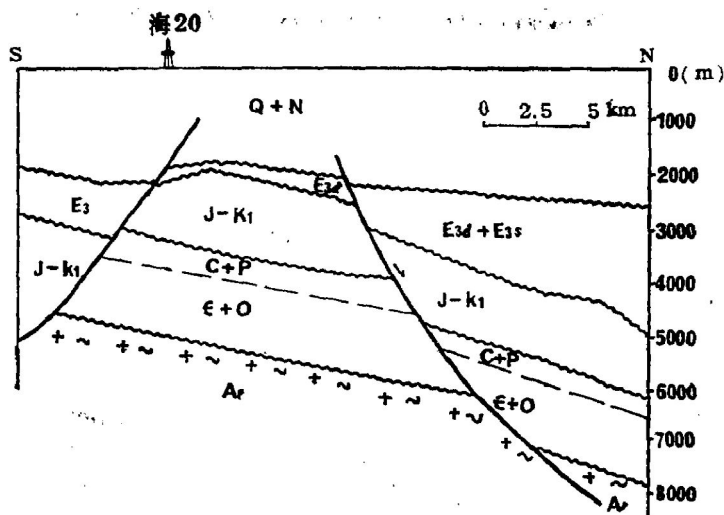


图10 早拗晚隆区(埕北低凸起)

早期坳陷有较发育的古生界和中生界,有的地区还有很厚的元古界(复州坳陷),在古潜山中常常形成良好的碳酸盐岩储集体。但如果后期抬升过高,则地层会遭受严重剥蚀,如埕子口、石臼坨、渤南-庙西等凸起顶部,形成第三系与前震旦系变质岩直接接触,这时与“叠隆区”的情形相似。而相对较低部位则保留了部分古生界、中生界以至中上元古界,且有一定厚度的下第三系超覆其上形成良好的盖层。在抬升过程中通常都与同生断层相伴生,断裂或不整合面成为油气运移通道。由此可见,早拗晚隆区无论从潜山内幕的岩石组合、盖层条件、油气运移通道以及勘探目的层的埋藏深度等条件来看,都是寻找潜山油气藏最有利的地区,陆上和海上已发现不少这类油气藏便是有力的证据,这是今后继续勘探的重要地区。

上述的隆、拗构造叠置关系只讨论了较高级次的构造单元,其实,较低级次的构造甚至复式油气聚集构造带都在同一应力场作用下,也具有类似的构造展布特点和更具体的叠置关系,而且与油气分布的内在关系更为密切。

本文主要应用渤海石油公司历年来的研究成果,并由石油工业部海洋石油勘探局研究院绘图室王锦城等同志清绘插图,特致谢意。

参 考 文 献

- [1] 张 恺等,1980,石油学报,第1卷,第1期。
- [2] 李德生,1980,石油学报,第1卷,第1期。
- [3] 王尚文等,1983,中国石油地质学,石油工业出版社。

CHARACTERISTICS OF GEOLOGICAL STRUCTURES AND HYDROCARBON DISTRIBUTION IN THE BOHAI BAY REGION

Liu Xingli

(Bohai Petroleum Company)

Abstract

Geological structures in the Bohai Bay region have three different directions and four structural stacking of uplifts and depressions.

These structures extended mainly in EW (developed early) and NE(developed late) directions and formed the tectonic framework of alternated uplifts and depressions in plane while those distributed in NW direction (formed early or late) are in the second place.

Structural stacking of different stages and different directions in space composed four kinds of structure styles including overlapped uplift, overlapped depression, the structures that uplifted first and then depressed and those depressed first and then uplifted. Among all these structures, the author suggests that, the overlapped depressions, including Qinan, Dongying, Laizhouwan, the Yellow River Mouth and the Bozhong Depression, have the best hydrocarbon potential; those uplifted first and then depressed and the ones depressed first then uplifted are the nextbest. These include the central part of the Qikou Depression, the southern part of the Bozhong Depression and the central and north parts of the Liaodong Bay. The overlapped uplifts including the Chengzhikou, Chengbei, Shijiutuo, Bonan-Miaoxi Uplifts and the Fuzhou Depression are the worst.

“碎屑岩、碳酸盐岩成岩后生作用”学术交流会议简况

由内蒙古石油学会主办、西北大学地质系协作的“碎屑岩、碳酸盐岩成岩后生作用”学术交流会议,于1986年11月10至14日在西安召开。出席会议的代表来自全国19个单位共55人。会议收到论文33篇,其中碎屑岩15篇,碳酸盐岩8篇,火山岩2篇,粘土矿物转化2篇,其它方面6篇。会上宣读的20余篇论文,引起与会代表的关注与兴趣;成都地质学院杨宝星老师作了“关于当前国际上沉积学研究现状和发展动向”的报告,增添了会议的学术气氛,得到代表的好评。

会议论文反映了近几年来我国在成岩后生作用研究方面的成果与进展。主要表现在,①成岩作用与油气勘探、开发的结合初见成效,长庆油田朱国华的论文充分反映了这方面的成就。②研究成岩环境、地质背景对成岩作用的控制作用。③研究砂岩成岩作用与泥岩、其它岩类有机质成岩作用之间的关系和相互影响。特别是泥岩成岩作用,已开始用于成岩阶段的划分和探讨预测油气层分布的可能性。④阴极发光、气液包裹体、稳定同位素等手段已应用于成岩作用的研究,使研究工作从定性向定量发展。⑤对深部储集层的孔隙、泥晶胶结物、根据粘土矿物混层比及自生矿物预测生、储油层等问题提出了看法。

会议期间,代表们还总结了目前我国在成岩作用研究中存在的问题,并对如何提高研究水平进行了热烈的讨论,提出了许多有益的建议。

会议在专家评议的基础上选出一批论文,将出版一本“成岩作用”专辑。

(汪华敏)