

准噶尔盆地东北缘板块构造演化 及其对油气形成的控制

许维新 张 恺 高明远 姚慧君

(石油工业部石油勘探开发科学研究院)

寒武纪以来,该区板块构造演化史可分为:被动大陆边缘阶段(Pz_1)、被动大陆边缘向大陆—地块间碰撞边缘转变阶段(D_1-C_1)、碰撞前陆盆地阶段(C_2-P_1)、陆内沉陷盆地阶段(P_2-Q)。它们控制了不同类型沉积盆地的发育和叠合,还控制了盆地的结构、构造、沉积和热演化史,以及区内油气的生成、运移和富集带的展布。

准噶尔盆地位于我国西北边陲,是一大型含油气盆地^[1]。本文研究区为盆地东北缘,其西南界位于德仑山到奇台一线,往东北直到中蒙边界。

准噶尔盆地东北缘北邻西伯利亚古板块。本文在前人工作基础上对该区的板块构造演化史及盆地演化史进行分析,进而研究板块构造演化对含油气盆地演化的控制作用,其中包括对盆地结构、构造、沉积物、地温场和油气分布的控制作用等。

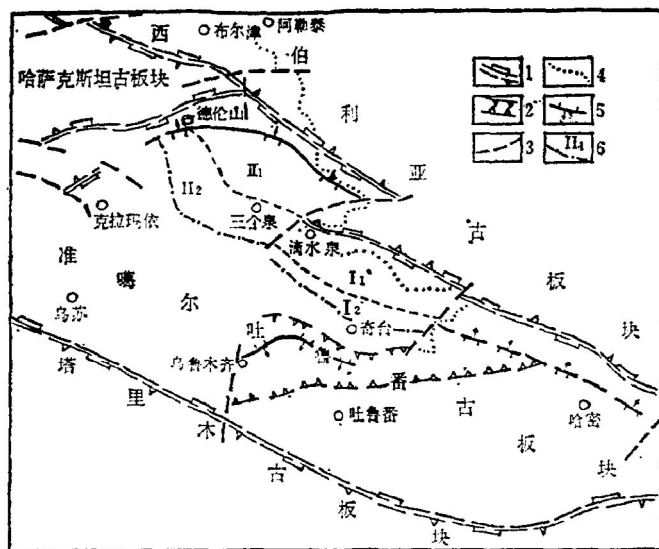


图1 准噶尔盆地东北缘构造位置示意图

1—古板块碰撞缝合线,2—陆间裂谷带边界,3—压扭性断裂带,
4—古生界露头边界,5—逆冲断裂带,6—盆地东北部构造区划
界线及构造单元编号(名称见正文)

一、板块构造和盆地演化

准噶尔盆地基底属于早元古代末期形成的结晶陆块。它位于西伯利亚古板块、塔里木古板块和哈萨克斯坦古板块之间,属于准噶尔—吐鲁番古板块,其东南以博格达陆间裂谷带与吐鲁番地块相隔^[1](图1)。

考虑到区内出露的地层,本文仅探讨古生代以来的板块构造及盆地的演化历史。

1. 早古生代被动大陆边缘阶段

古生代初,组成现代亚洲大陆的几个古板块彼此分离。西伯

利亚古板块与准噶尔-吐鲁番古板块之间存在一古海洋。洋板块不断向北俯冲, 消减于西伯利亚古板块之下, 西伯利亚古板块的陆壳以弧形陆缘山系和沟-弧-盆系的形式向南迅速增生^[2]。而准噶尔地块东北缘(指目前方向而言, 下同)则是被动大陆边缘环境, 沉积了如克拉美丽山南麓出露的志留纪浅海陆源碎屑沉积物。推测在地块内部可能有薄层陆表海沉积^[1](图2-a)。

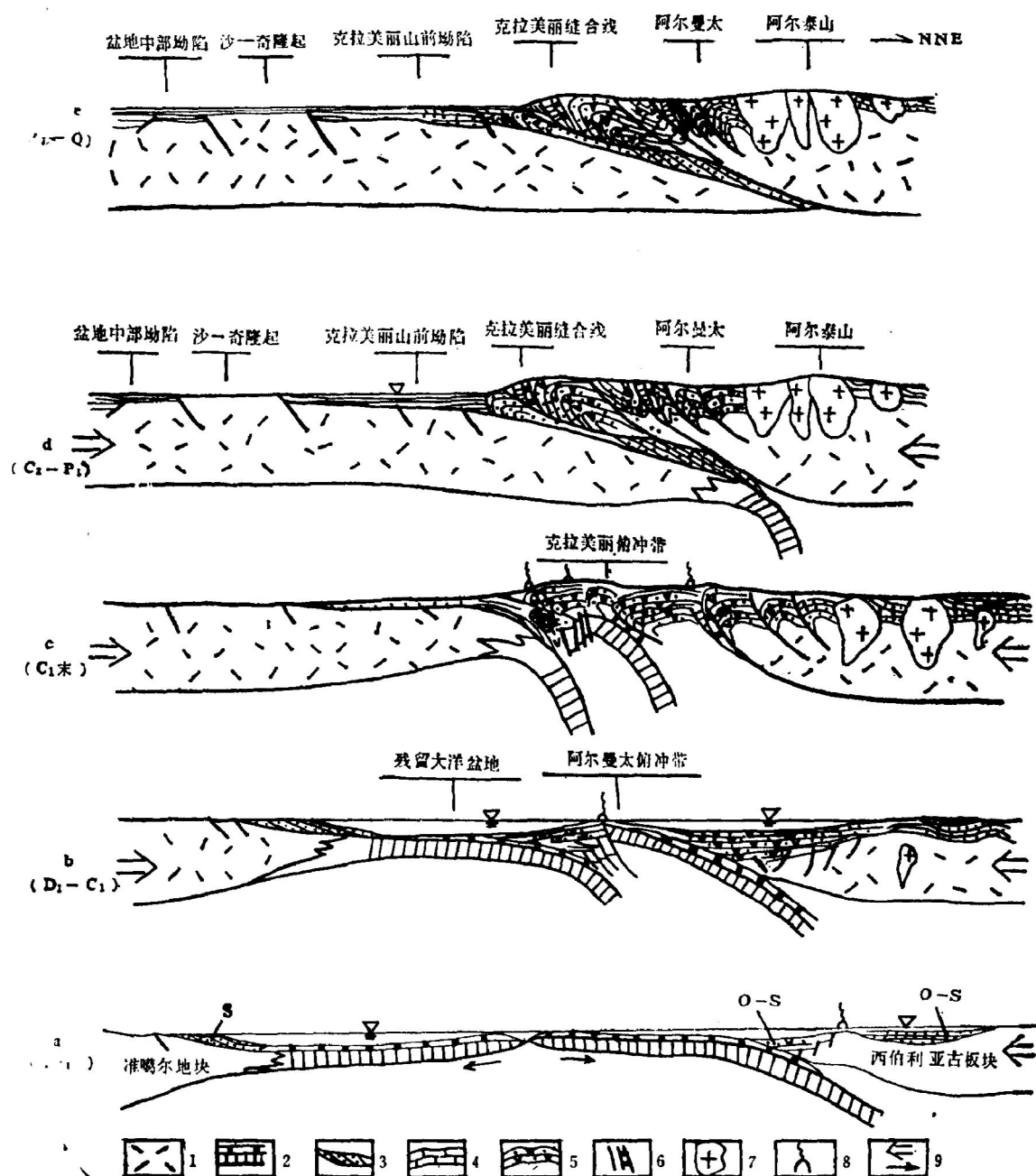


图2 准噶尔盆地东北缘古板块构造演化示意图

1—陆壳, 2—洋壳, 3—陆源碎屑沉积, 4—碳酸盐沉积, 5—火山岩及其碎屑岩, 6—蛇绿岩套, 7—花岗岩, 8—火山活动, 9—古板块运动方向

2. 早泥盆世—早石炭世被动大陆边缘向大陆—陆块间碰撞边缘转变阶段

晚古生代由于洋壳不断向西伯利亚古板块之下俯冲,西伯利亚古陆不断向南增生,海域变窄(图2-b)。这时在西伯利亚古板块边缘岛弧带堆积了厚逾万米的火山岩、火山碎屑岩和碎屑岩^[3],而在准噶尔盆地东北缘则沉积了一套稳定的滨浅海沉积,火山碎屑物质逐渐增多(图2-b)。

3. 中石炭世—早二叠世碰撞前陆盆地阶段

在大陆板块碰撞过程中,原先为被动大陆边缘的准噶尔地块东北部向西伯利亚古板块之下相对俯冲,由于板块间汇聚作用的继续,岩石圈内发生一系列拆离,原先沉积在西伯利亚古板块前缘的沟弧系沉积仰冲到准噶尔地块之上,形成巨大的构造负荷,致使准噶尔地块向下弯曲沉陷,并发生断裂。又由于盆地中部裂谷区的裂陷作用^[4],区内于中石炭世—早二叠世发生小规模海侵,本区进入碰撞前陆盆地阶段。这时盆地的外侧发育因强烈挤压形成的褶皱带和逆掩推覆构造,而盆地内侧,则发育一系列与外围褶皱带近乎平行的正断层;盆地内发育海陆交互相沉积,且多为河流—三角洲相沉积(图2-d)。

4. 晚二叠世到现代为陆内沉降盆地阶段

古生代晚期,由于发生一系列板块间的碰撞作用,塔里木古板块及其以北的一些古板块已基本联合在一起,构成亚洲大陆的雏形。这时,海水退至新疆东南及甘、青、藏地区。邻区的板块运动主要表现为特提斯洋板块、印度板块和阿拉伯板块等与古亚洲板块之间的活动。

本阶段,区内总体表现为基底不断下沉,在下沉过程中又有比较频繁的抬升。因沉积物堆积速度大于盆地沉降速度,水体不断变浅,堆积了一套河流—湖泊相沉积建造。

印支、燕山期由于新疆以南的甘、青、藏板块不断向北俯冲、碰撞和挤压,其作用力传到准噶尔盆地。博格达山陆间裂谷带于侏罗纪末隆起成山^[1],造成克拉美丽山前地区的隆升和断块运动,盆地内部沉陷,盆地底面向南倾斜(图2-e)。

新生代,印度次大陆与欧亚大陆于渐新世缝合、碰撞,使青藏地区发生整体性急剧隆起^[2],并使天山等一些原已夷平的山脉再次升起,这次运动导致本区,尤其是克拉美丽地区又有抬升。

综上所述,准噶尔盆地东北缘自古生代到现代,经历了从被动大陆边缘发展为大陆—地块间碰撞边缘和板内构造演化的过程。盆地东北部则叠合有被动大陆边缘盆地和陆表海盆地($E-C_1$),碰撞前陆盆地(C_2-P_1)和陆内沉降盆地(P_2-Q)等不同类型的盆地(图3)。

二、板块构造演化对油气形成的控制作用

如前所述,准噶尔盆地东北部自古生代以来叠合有三种以上不同类型的盆地。板块构造的演化控制了盆地的叠合演化。盆地的演化史就是盆地的叠合史,实质上也就是盆地所处的板块构造环境不断转变的历史。根据前人对板块构造和含油气盆地演化关系的研究,本文从五个方面分析板块构造对盆地含油气性的控制作用。

(一) 对盆地结构的控制作用

1. 盆地东北部构造单元的划分

准噶尔盆地东北部以滴水泉断裂为界分东西两部分(图1)。由于东西两区在板块构造中的位置相当,因而,两区的构造发育史相似,叠合的盆地相同。两区内部的坳陷和隆起的总结构也可进行对比。

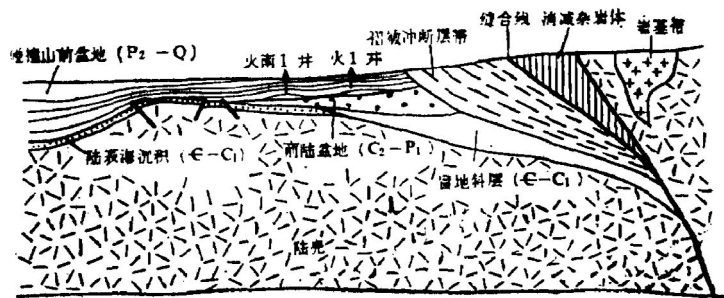


图3 准噶尔盆地东北缘盆地叠合示意剖面图
(参考W.R.迪青逊, 1981)

东区为克拉美丽山前隆坳区(I),由北侧的克拉美丽山前坳陷(I₁)和其南侧的沙丘-奇台隆起(I₂)构成;西区为陆梁-乌伦古隆坳区(II),由北侧的乌伦古坳陷(II₁)和其南侧的陆梁-三个泉隆起(II₂)构成(图1)。

2. 滴水泉断裂存在的证据及其性质

以往,一般都认为陆梁-三个泉隆起是克拉美丽山隆起向西的延伸。经过对多方面资料的分析,笔者初步认为陆梁-三个泉隆起与克拉美丽山隆起在构造性质上有很大不同,分属不同的大地构造单元。两者间存在着一条基底平移断裂,暂名“滴水泉断裂”,推测可能是残留在大陆内部的古转换断层,证据有:

(1) 断裂两侧褶皱和断裂的走向、性质不同。克拉美丽山地区主要发育走向北西、倾向北北东的逆断层;而陆梁-三个泉隆起上则正断层发育,断裂走向多变;

(2) 克拉美丽蛇绿岩带向东一直可延伸到西拉木伦^[4],向西到滴水泉附近却突然中断,而乌伦古坳陷北侧又出现扎河坎-阿尔曼太蛇绿岩带,两带间有一右行水平错动;

(3) 区内的布格重力异常等值线在滴水泉附近被错开,错动方向也是右行;

(4) 克拉美丽山隆起区为航磁复杂区,而陆梁-三个泉隆起上则为平缓的稳定区,在乌伦古坳陷区北侧又出现航磁复杂区;

(5) 古生界露头区确有断裂存在;

(6) 区内克拉美丽山南麓出露有泥盆纪稳定陆源碎屑沉积,与此相对应,乌伦古坳陷东北的德仁格依里登地区也出露有泥盆纪稳定陆源碎屑沉积,两者间表现为右行平错;

(7) 地震剖面上见有基底断裂的存在;

(8) 在盆地结构方面,克拉美丽山前有一向北或北北东向加深的石炭二叠系凹陷,而陆梁-三个泉隆起区,石炭二叠系则呈逐层超覆关系,向隆起上尖灭或变薄。

由此可知,陆梁-三个泉隆起和克拉美丽山隆起的构造演化史和构造性质迥异,前者是地块内部的断隆构造,而后者则是西伯利亚古板块与准噶尔陆块碰撞、挤压形成的

褶皱隆起带。

(二) 对盆地构造的控制作用

盆地中所发育的褶皱和断裂等构造在一定程度上受板块构造演化和盆地演化的控制。

准噶尔盆地东北缘于早古生代为被动大陆边缘演化阶段, 地块上沉积了冒地斜棱柱体沉积和陆表海沉积。于石炭纪末, 西伯利亚古板块的沟弧系沉积物由于陆块间碰撞而仰冲到准噶尔地块之上, 形成巨大的构造负荷, 致使盆地东北部基底向北北东方向倾斜, 而地块内部则发生断块活动, 相对隆起, 从而形成碰撞前陆盆地, 表现为北坳南隆的构造格局。正是在这样一种构造背景下, 该区北缘形成了沿盆地边缘展布的逆掩断裂带, 由于后期的进一步挤压, 在一些地区可见到泥盆系逆掩到侏罗系之上的现象(图4), 为该区断裂圈闭的形成提供了条件。与此相对应, 盆地内部形成一系列与盆地边缘近平行的正断层。近年来的地震勘探已经证实, 陆梁-三个泉隆起上发育有北西西向正断层, 如陆北断裂、陆南断裂等等。推测在后期挤压作用下, 有些正断层可能转化为逆断层。

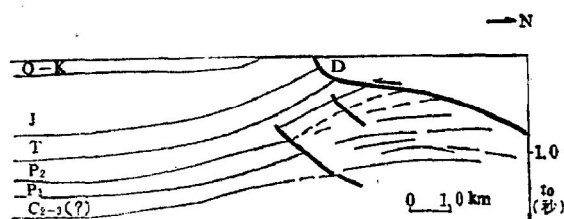


图4 D8401测线解释剖面

局部构造的发育, 除了受板块构造演化和盆地演化的控制外, 也受着板块边界的控制。如前所述, 滴水泉断裂可能为古转换断层的反映, 由于该断裂的存在, 本区东西两分区的区域应力条件有较大的差异。总的看来, 东区距博格达山陆间裂谷带近, 中、新生代构造活动剧烈, 因而东部地区局部构造发育, 构造圈闭面积较大。新生代, 受印度次大陆与欧亚大陆碰撞的影响, 博格达山强烈隆升, 东部地区受其影响而发生较大规模的隆升。这一方面有利于油气的运移, 而另一方面却对先前形成的油气藏有一定的破坏作用。西部地区, 中、新生代相对稳定, 除陆梁-三个泉隆起上发育有一些局部构造外, 乌伦古坳陷大部分地区局部构造不发育。由于滴水泉断裂的存在, 与其邻近的沙-帐地区和乌伦古坳陷东部的地应力相对集中, 有利于局部构造的形成。地震勘探已查明, 沙-帐地区构造活动剧烈, 局部构造密集, 并已证实为有利含油远景区。最近的地震勘探在乌伦古坳陷东部发现有一系列向南掩冲形成的局部构造, 该区的油气勘探应当引起人们的注意。

古生代晚期是准噶尔地块与西伯利亚古板块碰撞、缝合的时期, 区内构造活动尤其剧烈, 形成了多个区域性不整合面。侏罗纪末, 博格达山陆间裂谷区隆起为山, 形成白垩系与侏罗系及其下伏地层间的区域性不整合面。中、新生代构造活动的总趋势是渐趋微弱。在边缘地区, 古生界以块断型隆起为主; 三叠-侏罗系发生一些继承性断裂活动

和构造变形;白垩系则变为平缓的单斜层。

(三) 对盆地沉积物的控制作用

如前所述,本区于早古生代为被动大陆边缘盆地和陆表海盆地环境。晚古生代西伯利亚古板块和准噶尔地块逐渐靠近,最后发生碰撞。在板块俯冲过程中,于西伯利亚古板块边缘沉积了一套沟弧系建造,该建造具有厚度大,岩性、岩相变化剧烈,海相中、基性火山岩成分高,含放射虫硅质岩等特点,一般称之为优地槽相沉积建造;于准噶尔地块边缘沉积了一套陆源、滨-浅海相的稳定的、含火山岩成分低或不含火山岩的沉积建造,即一般所述的冒地槽相沉积建造。

中石炭世,准噶尔盆地东北缘进入前陆盆地演化阶段,此阶段一直到早二叠世末海水全部退出本区为止。此阶段中,由于板块挤压的间歇性或旋回性,地壳时而隆起,时而下沉,海水时进时退,表现为较剧烈的振荡运动,形成一套岩性、岩相和厚度变化都很大的海陆交互相沉积建造,它有如下特征:

(1) 山前地带地层厚度大,往盆地内部厚度减小。

(2) 岩相呈多旋回递变,海相与陆相不断交替,但总体上表现为由海相向陆相过渡的趋势,岩相、岩性变化较大。

(3) 沉积物来源具多源性特点,物源足,沉积速度快。由于盆地东北缘外侧已褶皱成山,因而构成盆地东北部的主要物源区;而盆地内部也有沙丘-奇台,陆梁-三个泉等隆起存在,构成次要物源区。

(4) 河流、三角洲相沉积发育。笔者在工作中,解释了一些地震剖面,在 D8425 剖面中发现,于二叠系之下有一楔状地层,其上倾方向有一透镜状反射体,它与一般所述三角洲相的地震反射结构极为相似,进一步证实克拉美丽山前拗陷的碰撞前陆盆地中存在三角洲相沉积体。它的存在对区内油气藏的形成极为有利。

总的来说,碰撞前陆盆地中海陆交互相沉积发育,生物繁盛,有利于生油;又由于沉积的多旋回性,有利于生、储、盖组合的形成。此外,前陆盆地下伏的稳定陆缘沉积,由于板块俯冲碰撞形成的构造负荷作用,利于石油沿上倾方向运移到储层之中,进入圈闭而形成油藏。

晚二叠世,盆地南北两侧古板块继续挤压,地壳抬升,海水从区内全部退出,从而进入碰撞山前盆地或陆内沉陷盆地阶段,并延续至今。

纵观该阶段沉积物发育情况,可将其沉积特征概括如下:

(1) 由前陆盆地的海陆交互相沉积环境转变为陆相湖盆沉积环境;

(2) 盆地的不对称性逐渐减弱,沉积中心由盆地边缘向盆地中心迁移;

(3) 盆地的沉积物几乎全部来自外围褶皱山系;

(4) 盆地内部发育山麓洪积-冲积、河流、三角洲、浅湖和深湖等一系列陆相湖盆的沉积相带;

(5) 盆地沉积物的发育具有明显的多旋回性,有利于生、储、盖组合的形成。

(四) 对盆地地温场的控制作用

大量研究表明,不同大地构造背景具有明显不同的热流值^[5],也就是说,在不同板块构造背景中的盆地可能出现明显不同的热流,而在同一盆地的不同演化阶段也可能经

历了不同的热流演化阶段。

根据前面板块构造史分析，古生代晚期，本区处于板块碰撞、挤压的构造环境，盆地内部还有裂谷活动^[1]，区内发生了较大规模的火山活动，地热流值增高，经过这次热事件之后，区域构造渐趋稳定，热流值逐渐下降。因此，准噶尔盆地东北部的地温梯度自古生代末以来有逐渐减小的趋势（图5）。一般情况下，由于早期地温梯度大，早期生油岩进入生油门限早，而后期地温梯度小，生油岩进入过成熟门限较晚，因而有效生油时间长，有利于石油的形成。

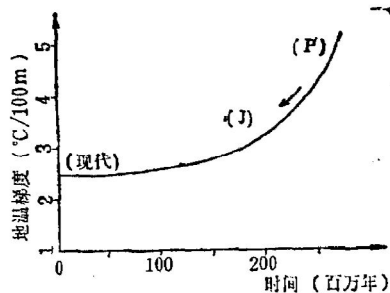


图5 准噶尔盆地东北部地温梯度演化图

(五) 对盆地油气分布的控制作用

根据以上分析可知，古生代以来，准噶尔盆地东北缘受板块构造的控制，叠合有三种以上不同类型的沉积盆地，给区内油气的形成提供了丰富的有机质和有利的热演化条件。初步推测区内有如下几套有利生油的沉积岩：

1. 寒武系一下石炭统被动大陆边缘冒地斜沉积；
2. 中石炭一下二叠统碰撞前陆盆地沉积；
3. 上二叠统碰撞山前近海湖盆沉积；
4. 乌伦古拗陷中的三叠系碰撞山前陆相湖盆沉积；
5. 乌伦古拗陷中的侏罗系碰撞山前湖沼相沉积。

此外，邻区的玛湖凹陷、盆地中部拗陷、北阜康凹陷和吉木萨尔凹陷等都可能给本区供油^[6]。

古生代晚期及中、新生代一系列的构造活动形成了多个不整合面，有利于油气的运移。中、新生代区内沉积盆地的发育具有多旋回性，有利于生、储、盖组合的形成。区内局部构造发育，形成多种圈闭，初步总结有如下六种基本的圈闭类型：①背斜圈闭，②断层圈闭，③断鼻圈闭，④古地貌或古风化壳圈闭，⑤岩性圈闭和⑥地层圈闭。各种圈闭还有重叠现象。

通过分析认为，区内的沙帐地区，陆梁—三个泉隆起南北两侧的背斜构造带，大井凹陷北缘断裂带和乌伦古拗陷北缘断裂带及该拗陷东部地区，都是有利含油远景区。

工作过程中承新疆石油管理局提供各种资料，借此深表谢忱。

参 考 文 献

- [1] 张 恺，1984，新疆石油地质，第4期。
- [2] 李春昱等，1982，亚洲大地构造图说明书，地图出版社。
- [3] 亚洲地质图编写组，1982，亚洲地质，地质出版社。
- [4] 汤耀庆、冯益民，1984，中国地质科学院院报，第10号。
- [5] Dickinson, W.R. 著，郝石生、刘和甫译，1981，板块构造与油气聚集，石油工业出版社。
- [6] 杨 斌，1982，新疆石油地质，第2期。

EVOLUTION OF PLATE TECTONICS OF THE NORTHEASTERN JUNGGAR BASIN AND ITS CONTROL OVER OIL AND GAS

Xu Weixin Zhang Kai
Gao Mingyuan Yao Huijun

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

Abstract

The Junggar Basin is a large superimposed basin based on a Pre-Cambrian massif. Since the Cambrian, the plate tectonic evolution of the northeastern Junggar Basin can be divided into 4 periods as follows,

1. The passive continental margin phase (Pz_1);
2. The transform phase from passive continental margin to continental collision (D_1-C_1);
3. The collision foreland basin phase (C_2-P_1);
4. The downwarping inland phase (P_2-Q).

The evolution of plate tectonics controlled the development of the sedimentary basin. Corresponding to the plate tectonic history, the northeastern Junggar Basin consisted of a miogeoclinal prism ($E-C_1$), a collision foreland basin (C_2-P_1), and a downwarping basin (P_2-Q) etc.. They gave abundant organic material for the formation of petroleum.

The evolution of plate tectonics also controlled the geometric shape, the structure, the sedimentation and the thermal evolution of the basin, and so thus controlled the generation, migration and accumulation of oil and gas.

周口盆地两口探井首次试获油流

石油工业部河南石油勘探局, 最近在周口盆地的两口探井中, 首次在中生界下白垩统中试获油流; 同时, 在三口探井的上古生界石炭、二叠系中获良好天然气显示。

周12井位于沈丘凹陷的双楼田鼻状构造上, 完钻井深4100m。该井自1489m进入下白垩统, 2290m以下出现大套灰色泥岩夹砂岩, 至井底未钻穿。2490m开始见油气显示, 共有油斑、油迹细砂岩8层, 总厚30m。突出的特点是泥浆槽面油气显示好, 有5层槽面见大量油花和气泡, 其中有一层油斑细砂岩, 钻进中油花、气泡占槽面50—70%, 高潮时铺满槽面, 气测有明显异常。

针对良好油气显示层段, 及时进行了中途测试, 日产油3.86t。原油性质好, 比重0.86, 粘度9.06pa·s(50℃), 含胶质沥青质6.57%、蜡17.24%、硫0.11%, 凝固点29℃。现对该井正进行系统试油, 准备采取大型酸化压裂增产措施。

周10井位于沈丘凹陷的姜堤构造上, 完钻井深3368m。该井自2144m钻入下白垩统, 3038m钻入中、下侏罗统, 3274m钻入元古界花岗片麻岩。该井共有油气显示36层, 总厚75m, 其中三层于泥浆槽面见油花和气泡。完钻后对可疑油层进行试油, 日产油3L, 经初步酸化压裂后, 日产油32L, 累计产油1.64t。原油比重0.88, 粘度27.7pa·s(50℃), 含胶质沥青质22.5%、蜡10.7%, 凝固点23℃。

近期还在周7井、周13井和襄5井的石炭、二叠系发现良好天然气显示, 槽面见大量气泡, 气测有明显异常, 测试中获一定的天然气。经分析天然气比重0.5895, 含甲烷91.39%, 氮8.61%。

最近周12井、周10井试获油流, 三口探井获良好天然气显示, 是周口盆地普查勘探的重大发现, 对于深入进行油气资源评价和进一步选定重点勘探地区具有重要意义。

(徐世荣)