

中国的地洼型油气田

陈国达

费宝生

(中国科学院长沙大地构造研究所) (华北石油勘探开发设计研究院)

提 要

以前的成矿理论关于油气田的大地构造类型,只有地槽型和地台型。作者根据实践经验和收集的地质资料,运用地洼成矿理论,对中国油气田大地构造类型进行了新的划分。本文仅探讨中国境内分布最广、经济价值很大的地洼型油气田,阐述其基本特征、分布规律和找矿方向。

一 中国中生代油田构造的显著特点

中国这一时期所形成的油田,在构造上具有如下一些主要特点:

1 成盆期及成油期正值中国地质发展史的新阶段。这一点对于有关油气田的形成、产出特点、分布规律和找矿方向,起了决定性的作用,故十分值得注意。近年来国内外的成矿学者都已注意到并承认了这一事实。

2 成油时代包括中生代及新生代。就已知的来说,中生代油田以白垩纪为最重要,如大庆。新生代油田以早第三纪为主,油田数量及分布的广泛性,远比中生代的为多,如大港、胜利、华北、五七诸油气田。

3 油气盆地可分为两种形式:一为广盆形,即面状分布,如松辽、伊陕、四川;二为槽形,多作短轴状雁列式,其构造成因包括断陷(地堑)、断拗(半地堑)及拗陷(向斜)三型,且以前二型居多。上述各个第三纪油田均属之。

4 中国东部新生代槽型油气盆地的力学性质均为张性。控油构造中的断层,均为正(张性)断层。其中有些是此时新生的,也有些是原有各种性质的断层再度活动或改造而成的。西部诸油气盆地均为压性,盆地两侧均为逆断层。

5 控制油气盆地分布的构造格局常为网格状。以中国东部而论,有时由北东及北西两组正断层交叉所成(如华北),有时为北东正断层与北西向褶皱相交接(如江汉)。

6 上述中生代盆地中的沉积建造主要为陆相。厚度大,常以千米计,偶达万米以上;多碎屑岩,包括山麓相、洪积扇相、河流相、湖相。有时夹海相或海陆过渡相,在中国东部者主要出现在晚三叠—侏罗纪(如江西萍乡及香港九龙的下侏罗统)或第三纪(如鄂、鲁、苏等省的一部分含鱼化石和有孔虫化石的第三系)。

7 同生岩浆活动强烈。如东部地区,中生代在部分地区有大量花岗岩浆侵入,盆地中可有火山产物,这对有关油气田的储集和保存情况有一定的影响。

二 新阶段的大地构造性质及其与油田形成的关系

上述中国地质发展史中于中、新生代出现的新阶段,无论在地壳演化还是在成矿作用上,都是一个十分重要的时期。其内生矿产早已驰名中外;外生矿产,特别是油气,也十分突出。

对于这个新阶段与成矿关系的研究,可以从不同的角度来进行。本文从大地构造性质的角度试作分析,或可为石油地质工作提供一个方面的参考,配合从其他角度的研究,共同为找油服务。

不同性质的大地构造环境有不同的成矿作用。对于油气来说,在不同构造单元,其生油、运移、聚集、保存各个方面的条件都不相同。因此,研究一个地区某一时期的大地构造性质及其与油气田形成的关系,具有重大实用意义。

(一) 研究简史

自1859年美国人J. Hall提出地槽学说以来,中国的广大地区(主要是东部)一直被称为地台区,“中国地台”一名沿用已久。但这些地区自进入中生代中期却出现了强烈的构造岩浆活动,1927年翁文灏提出“燕山运动”,旋即引起世界各国地质学者的注意。1954年B. B. Белоусов把它概括为“地台活化”。笔者认为这是一种新型活动区。它的特点是:对于地台区,其性质确实相反;对于地槽区,虽然同属活动区,但其类型不同。因为这个新活动区是“地台活化”的产物,故取名为活化区^[1];又因为它的最主要特征是区内出现名为“地洼”的一种新型构造盆地,故也称地洼区(这两名在目前国内外文献中通用作同义语)¹⁾,列为大陆地壳的第三基本构造单元。

(二) 地洼区的主要特征和辨认依据

地洼区明显地具有自己的主要特征和识别依据,足以与地槽区及地台区相区别。下面仅就同油气有关的几点加以介绍:

1 地洼区的发展过程可分早、中、晚三期:按照活动规律它们依次是初动期、激烈(剧)期及余动期;反映出活动强度在波浪式发展的过程中,总的趋势是在早期逐渐增高,至中期达到高峰,晚期逐渐减低。

2 在地球物理上:地洼区在其主要发展时期,大地热流高于地壳的平均值(陆壳和洋壳均为1.48HFU),远比地台区(一般<1HFU)为高。相应的结果是该处地壳膨胀,密度减小,反映在重力异常一般为负的。这些特点随着地洼活动的进程而有变化。初动期热流逐渐增高,地壳膨胀,至激烈期时最甚;及至余动期,则热流渐降,地壳相对收缩。中国约以东经105°为界,西部地洼区属中亚期,即激烈期在新生代,目前仍在这—发展期;而东部者属华夏期,即激烈期在中生代,到新生代时已进入余动期。因此,西部地区地热显示强,热泉、间歇喷泉、水热爆炸等广见(藏北、滇西),还有近期火山(腾冲),地温梯度也大;布格异常-200—-550毫伽。东部地区则相对来说,地热较低(华北一般为1.2—1.5HFU)地温梯度一般较小,地热显示也较弱;布格异

1) 俄文译作Дива(Геодепрессия),英文译作Diwa(Geodepression),也有作Tiwa, Diva的,日文为地洼。

常不低于-200毫伽。

3 在构造型相上：初动—激烈期时，随着地热增高、地壳膨胀，配合着适当的边界，便出现有一定方向和系统、以连续型（偶达紧闭型）褶皱、拱曲及大量逆断层和逆掩断层为代表的构造，地面强烈差异上升，并形成了反差强烈的地穹隆起以及主要为压性的地洼盆地。中国西部的新生代油气盆地皆属此类。及至余动期，地壳开始相对冷缩，出现大量张性断层，同时地面总的下降：在差异下降过程中，出现了新的块断型的、几乎都是张性的地洼盆地，介于新的地穹山脉之间——分别称为山间洼地和断褶带。这就是广泛分布于中国东部的新生代油气盆地形成的构造背景。

4 在古地理方面：以陆相盆地为主，早晚有时在一些地方有海水进入，形成半咸水或海侵泻湖。如广东三水盆地的始新统埤心组中含有孔虫化石。又如南海于渐新世末开始大面积下降，随着大规模北东东张性断裂差异升降而海水入侵。

5 地洼型沉积建造：由于构造—地貌反差强烈，高原深盆发育所决定，扇砾岩特别多见，为洪积扇（水上或水下）核部相的典型岩石，属坡积与山间河流相的混合相。湖相沉积可出现碳酸盐岩，依洞庭地洼沅江凹陷的下第三系所见，其碳酸盐岩有较发育的团粒结构，也是特色之一。地洼沉积常发育有陆相复理式韵律，它与地槽区的复理式韵律的区别主要在于各个韵律的岩石碎屑较粗（常有砾岩、粗砂岩等），厚度较大（常以米或十米计）。在海水侵入时期和地带，则有海相或半咸水相的碎屑沉积和珊瑚礁（如南海北部中新统礁），以及在河口地区的三角洲沉积（如莺歌海坳陷的斜层相带）。此外，还有湖泊内部的浊流沉积等。

（三）中国地洼区的分布及中生代油田的大地构造类型

据1977年出版、按地洼说及递进说编制的1:400万中国大地构造图^[7]，中国境内的地洼区共12个，其中位于大陆东部的五个，即东北、华北、华中、东南及云贵地洼区；位于海域的一个，即南海地洼区。位于西部的五个，为北疆、南疆、青甘、藏北及滇西地洼区。另外，沿东经105°附近还出现一个南北地洼区，作长带状，其激烈期在中生代已到达，但直到目前，活动性仍十分强烈，为介于中国东部华夏期地洼区与西部中亚期地洼区之间的过渡带（图1）。

原为幅员辽阔，包有中国大部分的“中国地台”，进入中生代中期开始的中国地质史新阶段以后，已经大部分衰亡，转化为地洼区，仅余下三个小块，成为残留地台区，这就是松辽、伊陕及四川三个小地台。上述的松辽、伊陕及四川三个广盆形油气盆地，都是位于这些残留地台区内，因此，它们都属于地台型油田。此外，在台湾地槽区，存在着地槽型油田。

为了着重分析中国东部地质发展史中新阶段与油气田的关系，下面只讲述地洼型油田，它们大都属于槽形盆地的中生代油田。其余可参考另文^[8]。

三 地洼型油气田的形成条件

地洼型油气田具有重要的地位，目前我国已开发的油田，大部分均属之。再就世界范围来说，自六十年代以来，以中国为标式的地洼区陆续在世界上许多地区广泛发现，并对其成矿作用进行研究。地洼型油气田已受到重视，如西伯利亚、蒙古、美国落基山、

研究,有机碳含量较高,一般为1.66%,每平方公里暗色泥岩中有机碳约0.38亿吨。就东营凹陷暗色泥岩有机碳含量达815亿吨。后者如该处沙四段,发育了*Pteris*(凤尾蕨属)、*Ephedripites*(麻黄属),是干燥、半干燥气候下的盐湖沉积。有机碳含量一般为0.6—1%。

2 古地理环境方面

在地洼发展过程中,形成地穹山脉和地洼盆地,以及断褶山脉和山间洼地为特色。而地洼和山间洼地中,往往包容有或大或小的、长期发育的水盆地,形成了适合成油生物繁殖的湖泊。它们的面积可达数百数千乃至数万平方公里。就其存在的时间上说,一般可达1—2个纪,长者可达1—2个代。因而便于浮游生物的大量发育,使湖盆中形成巨厚的有机沉积层和多套生油层系。如中国东部的中生代地洼以及第三纪山间洼地中生油岩厚达4000—5000米。中国西部如柴达木、准噶尔等地洼型沉积的生油层系,则更为典型。

3 构造背景方面

地洼型盆地在长期发育过程中,一般由于邻侧地穹强烈上升而出现相对下陷运动。这种差异升降运动是波浪式起伏前进的,时而活动剧烈时而相对和缓。因此,盆地相对下降速度是时快时慢的。当盆地相对下陷及沉积区扩大的时期,湖盆里面便可能在部分地区较广泛地出现稳定的、滞流的、还原性水介质的古地理环境。例如,湖中凹地内出现的半深水—深水湖相地带,颇有利于大量浮游生物的集积,甚至会积成巨厚的有机质层,夹在一般沉积里面。地洼区一般沉积速度为0.08—0.30毫米/年,较地台区0.02—0.1毫米/年快三至四倍,而且与湖盆下降速度(一般为0.083—0.13毫米/年)大体一致。这样,有利于有机质迅速埋藏,为尔后成油创造条件。加之,地洼区大地热流(激烈期可达2.5—2.6 HFU,余动期为1.2—1.5 HFU),较地台区(一般为0.7—0.8 HFU)高一至三倍,有利于有机质向石油转化。

综上所述,可以看出,地洼区的生油条件,不仅具备,而且是良好的。它的生油指标,可以和海相生油层的指标相比拟。

(二) 储油条件

地洼型沉积中储油条件的特点是:

1 储油层和盖油层

地洼型盆地沉积常以砂岩、砾岩等粗屑层和页岩、粘土层或盐层相间,反复出现,形成大小各级韵律,垒成巨厚的岩系。这种“陆相复理式建造”是地洼型沉积特色之一。这种韵律性强的建造,往往在纵向上形成了油气的多套生储盖组合。例如,细屑层中,即可存在着油页岩、暗色泥岩及其它含沥青岩石,既是生油层,同时又是良好盖层所在;而在粗屑层中,特别是多孔隙的砂岩层,便是良好的、有时为数众多的储油层。

此外,地洼型油气田的储层,是多种多样的。仅以地洼沉积层本身而论,它里面的砂岩,固然是良好的储层,而在泥岩或页岩内的裂缝,亦可储存油气。柴达木第三系泥岩裂缝储油,是其一例。再有,地洼沉积中有时夹有灰岩,特别是生物灰岩是良好的储油层,其它喷出岩如玄武岩等,也可成为较少见的储层。例如,某地洼区中,安山质凝灰岩、粗面岩内,获得了工业油流。南海地洼区的掩埋中新统珊瑚礁,也是有希望的良好储层。

2 储油构造

在地洼区内常富于褶皱，其中以宽展型为主（也可出现紧闭型）。它们既见于地洼构造层，也影响及区内的地台构造层及更老的其他构造层。这类褶皱，特别是两翼平缓、宽度很大的拱状褶皱、箱状褶皱，常可形成具有重大价值的储油构造（图2）。

其次，地洼区颇多正断层、逆断层和逆掩断层，往往伴生有众多的次一级褶皱和其他裂隙，如条件合适，有时也可以形成良好的储油场所，例如正断层或逆断层遮挡以及正断层下降盘由断层所派生的逆牵引背斜¹⁾所形成的油藏便是。中国东部的一些油田，往往出现在长期发育的大断层两侧。在地洼区内，断块油田占有相当的比例。

再有，地洼型沉积中，每有岩性急变，或岩层骤然尖灭的现象，又多凸镜体，尤以粗屑层中为常见。这些岩层可以构成岩性尖灭型和透镜体状的岩性油气藏。例如，牛庄油藏（图3）。

此外，上述褶皱、断裂、岩性等几种因素往往相互组合，产生各式各样的复杂圈闭

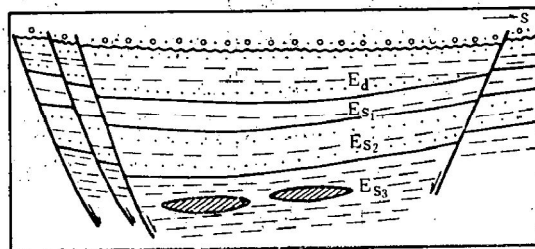
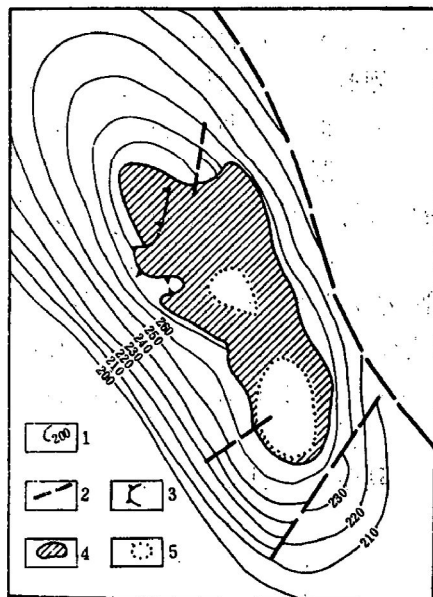


图3 牛庄（牛1井）岩性油藏剖面图
（依原渤海湾地质综合研究队）

1 构造等高线 2 断层 3 岩性尖灭线
4 油藏 5 气顶

图2 宁夏某油田拱状褶皱平面图

示构造岩性复合油藏（依宁夏盐池312队）

条件，因而构成了多种多样的油藏类型。

（三）油气藏形成及保存的地质条件

1 形成条件

当地洼活动进行中，在大多数情况下，有较高的热流，地温梯度较大，又有以中等强度为主的褶皱运动（主要发生在极烈期，如在中国东部主要为燕山运动），这对有机物质转化为油气，以及油藏的形成，是有利的。

另外，由于地洼区构造活动较强，多不整合面，断层发育，这就为油气运移提供了良好的通道。例如，柴达木的冷湖油气田的油气，原在赛什腾地洼内生成，而由于静压力的差异和地壳运动作用，通过不整合面运移至该处聚集而形成的。

1) 即在正断层下降盘的沉积物沿断面重力滑动形成的次一级背斜。又称滚动背斜。

还有，在地洼区内地洼构造层之下的地台构造层作为储层，地洼构造层中生油层所生的油气，在巨大的差异压力作用下，可通过宽阔的不整合面和断面运移至邻侧的洞隙十分发育的古潜山碳酸盐岩储层中，形成“新生古储”的古潜山高产大油田（图4）。如任丘油田。

2 保存条件

（1）构造变动：在地洼活动中，构造变动如果过度强烈，可在一定程度上对油气藏有不良的影响。但以目前所知，在这种构造区所形成的油气藏，受褶皱运动极度破坏的情况是较少的，特别是余动期才形成的油气藏，则更不明显。我国东部许多油田，即系地洼发展至余动期山间洼地中的产物。形成于初动期或极烈期的油气藏，在少数地区，有时可以受到强烈褶皱运动及变质作用的破坏。其破坏程度，视具体情况而定。

其次，在地洼活动过程中，断裂变动，一方面可以使油气散失和破坏；但另一方面，往往可以造成油藏遮挡，形成有利的储油圈闭。

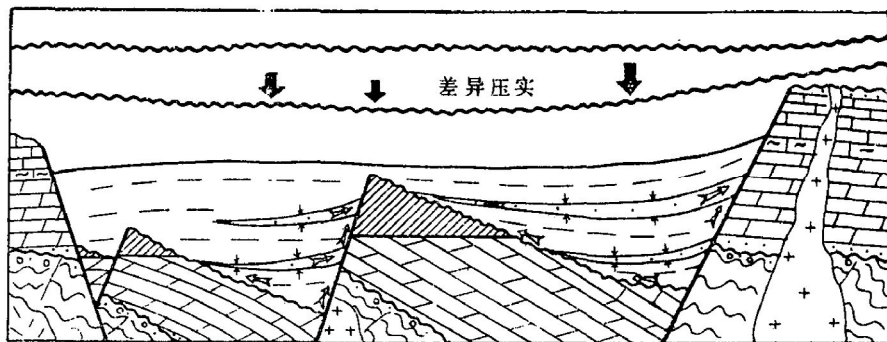


图4 古潜山油藏形成机理示意图

（2）岩浆活动：一部分类型的地洼区，特别是优地洼区，是以富于岩浆活动为特色的。因此，其中形成于初动期及极烈期的油气藏，受到岩浆活动影响的机会较多。但尽管如此，仍以邻近有岩浆侵入或火山爆发地区为限。甚至，即使距岩浆活动范围较近之处，油气也未必全部受到破坏。例如我国东北在打穿800米的火山岩后，发现了一个数平方公里的油田。至于渺地洼区，则因岩浆活动比较微弱，即使在极烈期或其以前所形成的油藏，受岩浆活动的破坏机会仍然较少，保存条件好。

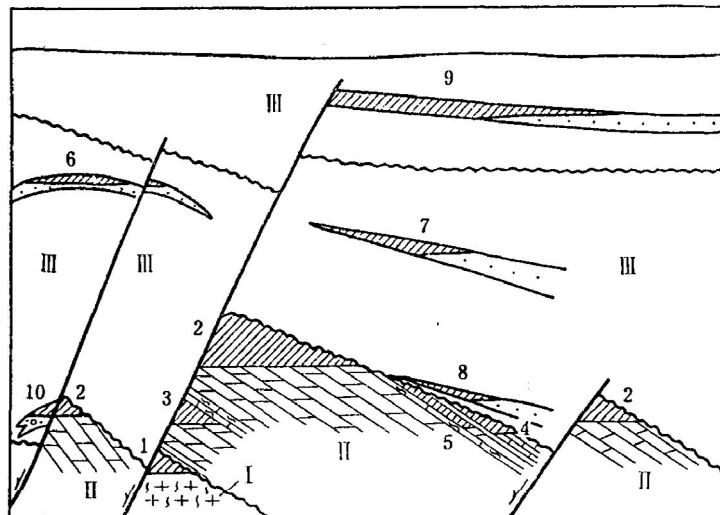
四 中国地洼型油田的产出特点、分布规律和找矿方向

（一）地洼型油田的产出特点

1 油气分布明显地受生油凹陷的控制。由于地洼区活动特点所制约，早期形成的地洼和晚期形成的山间洼地，具有独立的成油体系。油气运移多属于短距离的运移，一般只有数十公里，油气就靠近生油中心的构造带聚集，形成向心式的环状分布。如华北地区见围绕一个生油凹陷就有六个油田呈环状分布。

2 目的层系较多，油藏类型多，常以油藏复合体形式出现。地洼区是以块断或拱裂活动特别显著为特色的，多期断裂活动，形成许多圈闭，同时又造成油气在垂向上多次运

移, 如有储层和圈闭就可形成有工业价值的油藏。断层所断之处, 常是油气所到之处。如华北某地第三系有四次构造运动, 可供勘探的目的层就有八套。同时还由于各地储层发育程度不一, 圈闭类型不同和断裂活动的差异性, 可以形成在纵向上不同油藏类型上下叠置, 在横向上不同层系油藏连片(图5)。



- I. 地槽构造层: 1 基岩裂缝性油藏;
 II. 地台构造层: 2 古风化体块状油藏; 3 内幕块状油藏; 4 古山坡楔状油藏; 5 古山坡层状油藏;
 III. 地洼构造层: 6 逆牵引背斜油藏; 7 岩性油藏; 8 地层超覆油藏; 9 浅层次生油藏; 10 砾岩锥体油藏。

图5 油藏复合体示意图

3 沉积韵律多, 形成多套生储盖组合。在地洼区长期发展的过程中, 地壳运动表现为波浪式的发展, 时而剧烈时而和缓。这种运动, 使得沉积物粗细有规律地交替, 形成了多级多个沉积韵律, 表现为多套生储盖组合。如华北某地第三系发育有三个二级韵律, 构成两大套生储盖组合。此外, 在每个生储盖组合里面, 还发育着次一级韵律。这样就形成自生自储的组合。如沙一段下部生物灰岩, 既是生油层又是储油层, 上部的泥岩可以作盖层。

4 油田“小而多”。地洼区内, 由于构造运动强烈, 褶皱, 特别是块状断裂, 十分发育, 断层把背、向斜或单斜构造切割成许多断块。断块的面积通常较小。这些构造许多面临生油凹陷, 处于油气聚集有利地带。因此, 油田常成群成带出现, 具有油田面积小而个数多的特色。有的含油断块面积可不到一平方公里, 虽然大者可达70—80平方公里, 但大多数在10—20平方公里之间。

(二) 地洼型油田的找矿方向

根据大量实践, 初步认识到下列几个方面:

1 地洼区发展的余动期是找油的主要方向, 渺地洼区的初动—激烈期也有油气田形成的可能。如前所述, 按岩浆活动和火山活动的强弱, 地洼区可分为两类, 即(1)优地洼区, 以岩浆活动强烈, 侵入岩体及火山岩广泛分布为特色, 但主要见于初动—激烈

期；（2）渺地洼区，岩浆活动相对微弱，火山喷发缺乏或很少。由于渺地洼区整个过程以及优地洼区的余动期，岩浆活动较弱，故不论何类地洼区的余动期，构造运动特别是褶皱运动转为和缓，这就有利于油气的生成和保存。

2 地洼盆地是地洼型油气田的主要赋存地段。特别是大型地洼盆地，多数长期发育且周期性出现过湿热或半湿热气候，故有利于生油。但是，小型地洼盆地也不可忽视。有时面积虽小，也可以造成巨厚（可达五至六千米）的沉积，其中有时可夹有较厚的生油层。

3 油组大都存在于地洼沉积含油建造的进覆韵律与退覆韵律之间，即地洼盆地相对下降的稳定时期。这个时期构造活动相对和缓，岩浆活动较弱，同时多数出现周期性的湿热或半湿热气候，生物十分发育，既有利于生油，又有利于油气的保存。这个时期越长，生油层越厚。如华北地区的沙三段，五七油田的潜江组。

4 地洼盆地的沉积中心通常是生油凹陷所在。但地洼的沉积中心往往迁移频繁而且大小变化较剧，宜对具体情况进行分析，掌握其迁移方向，追索各个不同时期生油岩组的位置、展布形态及大小。一般说来在一定范围内的各个地洼的沉积中心的迁移方向是在一定程度上有其共同规律的，可就邻侧已知盆地的情况加以总结，据以预测。

5 地洼盆地四周或某侧的边缘，特别是当时古构造—地貌高差较大地段的河口，通常为地洼型沉积的粗相带所在，发育有河流三角洲相沉积，存在良好的储层。在粗相带的前缘部分是找油的有利区。此外，盆地中的古隆起（包括水下隆起）的边缘，由于河流荷载物到此遇阻而沉积，或有来自隆起上的局部物源，故也常可形成粗相带，而成为良好的储集带之一。

6 靠近生油中心的同生大断裂带，油气成群成带分布。与这种同生断裂有关的逆牵引背斜圈闭和断层圈闭，往往是主要的油气圈闭类型。这是由于地洼区的盆地多为断陷（地堑）或断拗（箕状构造）盆地，换言之，这些盆地的周边或一边多是长期发育并多期活动的大断层。而沿这些断裂带又往往派生有断鼻构造，蚌壳状构造或雁行排列的背斜构造，以及同时或后期发育的次一级断层，与大断层组成局部的圈闭。它们且大部分是面向生油中心的，便于油气运移，所以是油气聚集的有利场所，是优先的勘探区。

7 在地洼盆地中的地穹隆起区内，沿继承性断裂带是找古潜山油藏有利带。在地洼活动的早期为地穹隆起区，致使地台构造层中的碳酸盐岩长期升露，并发生强烈的岩溶；到余动期，地面广泛的、大幅度下沉，使早期遭受风化、淋滤的山头重新淹没，成为潜山；与邻侧山间洼地中生油层相接触的潜山常有油气富集。古潜山带的分布受继承性断裂的控制，并与余动期构造线的方向相一致。因此，在地洼盆地中的地穹隆起区内，沿继承性断裂带是找古潜山油藏的有利地带。

（收稿日期 1980年2月7日）

主要参考文献

- [1] 陈国达, 1956, 中国地台“活化区”的实例并着重讨论华夏古陆问题. 地质学报 36(3).
- [2] 陈国达, 1956, 地壳的第三构造单元—地洼区. 科学通报(3).
- [3] 陈国达, 1960, 地台活化说及其找矿意义. 地质出版社.
- [4] 陈国达, 1965, 地洼区—后地台阶段的一种新型活动区. 中国大地构造问题, 科学出版社.
- [5] 湖南省大地构造研究所情报室, 1977, 国外运用、研究和介绍地洼成矿理论近况. 自然科学争鸣(2).
- [6] 国家地震局广州地震大队等, 1977, 1/400 万中国大地构造图(按地洼说及递进说编制). 地图出版社.
- [7] 国家地震局广州地震大队等, 1977, 中国大地构造概要. 地震出版社.
- [8] 陈国达, 1979, 成矿构造研究法. 地质出版社.

DIWA-TYPE OIL AND GAS FIELDS IN CHINA

Chen Guoda

(Geotectonic Research Institute of the Chinese Academy of Sciences)

Fei Baosheng

(Research Institute of North China for Petroleum Exploration and Exploitation)

Abstract

According to conventional oil-forming theories, the oil and gas fields can be only occurred in two types of geotectonic conditions, i. e. geosyncline-type and platform-type basins. Based on the practical experiences and the geological contributions available, the authors have suggested a new geotectonic systematics of oil and gas fields in China, using the diwa (geodepression) theory of oil formation. While dealing only with the diwa-type oil and gas fields which spread most widely in China and have great economic significance, attention is drawn to their basic characteristics and distribution regularities in order to show a guidance to petroleum searching. Both of oil and gas fields formed in an environment of activated and inactivated platforms, as well as in that of geosynclines in China, have already been discussed in other papers.