

从地壳的波状运动探讨我国 大型沉积拗陷(盆地)的找油前景

阎秀刚

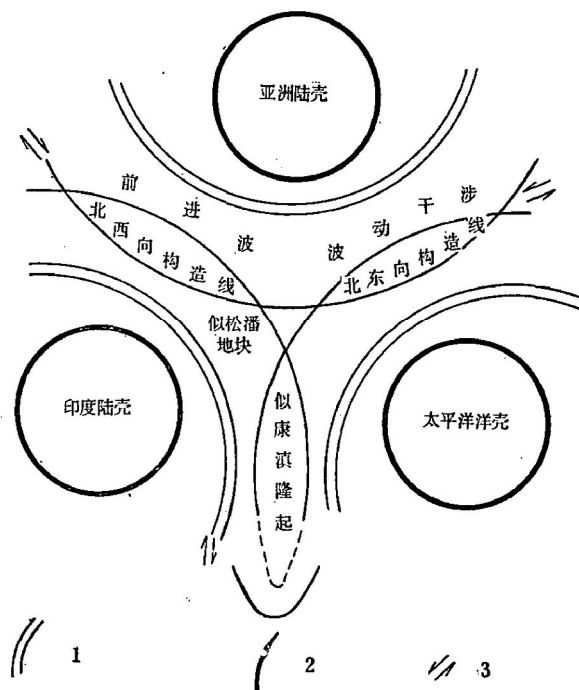
(地质部石油地质综合大队)

前言

地壳表层受地应力作用,以“波”的形式进行运动。地壳表层的建造与改造,大型隆起区和拗陷区正负相间有规律地分布和排列,是波状运动的结果。归纳波状运动的型式,基本上可分为两大类:(1)波状延伸,包括阶梯升降和往复增长;(2)翘板活动,包括往复转换和左右摆动。

中国大陆区域构造背景

我国大陆被三大块体即北面的亚洲陆块、西南面的印度陆块和东面的太平洋洋块所包围。发育于三大块体前缘的切入莫霍面的区域性弧形深断裂系,分别为向南突出的蒙古弧断裂系,向北和北东突出的青藏弧断裂系,以及向西和北西西突出的西太平洋断裂系,构成了控制我国区域构造格局总的边界条件。受这些边界构造条件所制约,在波状运动影响下,我国大陆发育了三种主要的区域构造体系(图1),即:(1)近东西向构造体系;(2)北东—北北东向构造体系;(3)北西—北西西向构造体系。这三种构造体系由于相互联合、复合,又导致在我国大陆内部形成了三种不同的区域构造格局:①中国东部的网格状构造格局;②中国西部的鱼鳞状构造格局;③自南而北的迭弧状构造



1. 深断裂系统变化异常带(即莫霍面梯度异常带)
2. 似前进波 3. 海进海退方向

图1 理想波状运动干涉示意图

格局。

上述三种不同的构造体系，在我国三种不同构造格局内，扮演的角色不同。北东—北北东向构造体系，在我国东半部起主导作用，并自西向东加强，是该区区域构造的主导方向；北西—北西西向构造体系，在我国西半部起主导作用，并自东北向西南和自北而南加强，是该区区域构造的主导方向；近东西向构造体系呈迭弧构造格局，是北西和北东构造体系在其南北主导应力作用下联合产生的，控制着我国古生界沉积建造和区域古构造格局。

上述三种区域构造格局，控制着我国大型隆起和拗陷的成生、发展和展布。它们的变化具有波状起伏的特点。这绝不是偶然的，它很可能是地壳表层波状运动的结果。

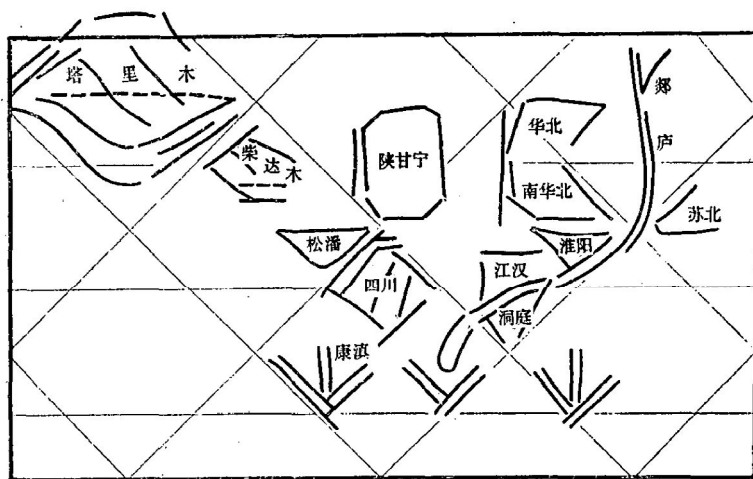


图2 三种构造线交织网中盆地所在位置示意图
(指中生代时期形成的盆地)

沉降带与隆起带有规律地阶梯上升和下降，是形成大型沉积拗陷的主要控制因素——控制着成盆期

1 中国东部网状构造格局

中国东部网状构造格局大体上可分成两类：(1) 北东与北西向构造体系所组成的构造格局，主要反映中生代以前的古老区域构造格局，晚期它具有联合弧的特征；(2) 北北东与近东西向构造体系所组成的构造格局，主要反映中生代以来的区域构造格局，控制着中生代大型隆起和拗陷的成生、发展和展布。

在我国东半部，广泛分布着中生代大型拗陷，其分布有如下的特点(图3)：

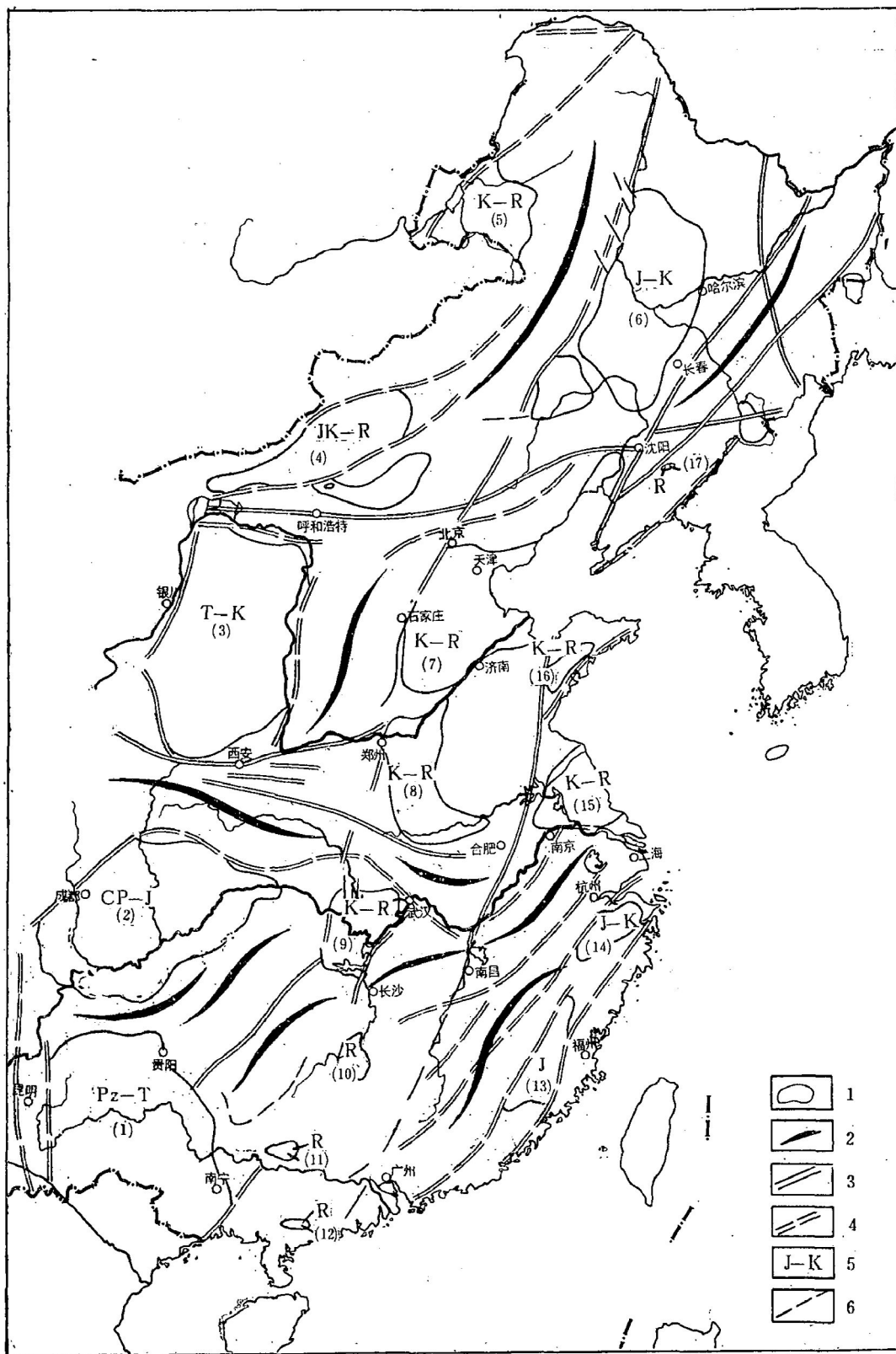
(1) 大型拗陷与隆起相间发育。

(2) 以拗陷西侧区域深断裂系统为枢纽，可将各主要拗陷分为三组：

第一组：滇黔桂、四川、陕甘宁、二连、海拉尔。

第二组：松辽、华北、江汉、衡阳、桂平、茂名等。

第三组：闽西、浙东、苏北、莱阳、抚顺等。



1. 主要盆地； 2. 主要隆起； 3. 深大断裂； 4. 推测深大断裂； 5. 主要形成期； 6. 区域断裂。
 (1)滇黔桂坳陷区，(2)四川盆地；(3)陕甘宁盆地；(4)二连盆地；(5)海拉尔盆地；(6)松辽盆地；(7)华北盆地北部；(8)华北盆地南部；(9)江汉盆地；(10)衡阳盆地；(11)桂平盆地等；(12)茂名盆地等；(13)闽西已破坏盆地；(14)浙东已破坏盆地；(15)苏北盆地；(16)莱阳盆地；(17)抚顺盆地。

图3 中国东部主要盆地分布及形成期示意图

上述第一、二组坳陷均为近东西向和北北东向正性隆起带间隔，而第三组坳陷则为北东向正性隆起带间隔。如以郯庐深断裂为枢纽则可看出北西与北东以及近东西向构造联合组成向南突出的弧形正性隆起带。如淮阳弧、山东弧等。同时也可以佐证深断裂系统的枢纽作用。

(3) 上述三组坳陷，不管其中某个坳陷的长轴怎样变化，各组的总方向均呈北北东向。

(4) 坳陷的沉积规模、形状也是有规律地变化。即自西而东上述三组坳陷规模不断减小，形状渐趋复杂。同时每一组内坳陷的规模和形状，也有类似的变化。如第一组坳陷自南而北，沉积规模不断减小，形状渐趋复杂；而第二组坳陷却是自北而南沉积规模不断减小，形状渐趋复杂；至第三组坳陷，某些盆地虽经破坏，但仍略可看出，南部盆地规模比北部大，但形状一般都比较复杂。

(5) 从上述坳陷的主要形成与发育时期看：第一组坳陷形成与发育时期略早。如滇黔桂坳陷形成于古生代，三迭纪为发育期；四川坳陷形成于古生代，侏罗纪为发育期；陕甘宁坳陷形成于三迭纪，白垩纪为发育期；二连坳陷形成于侏罗纪，第三纪为发育期；海拉尔坳陷形成于侏罗—白垩纪，第三纪晚期为发育期。

第二组坳陷形成与发育时期稍晚。松辽坳陷形成于侏罗纪，白垩纪为发育期；华北坳陷形成于白垩纪，第三纪为发育期，南部又晚于北部；江汉—洞庭坳陷形成于晚白垩纪，第三纪晚期为发育期；衡阳盆地形成于白垩—第三纪；茂名盆地形成于第三纪。

第三组坳陷形成与发育时期反而要相对早一些。它与现代海盆的关系，尚待研究。作者认为中国大陆边缘的现代海盆是在第三组的基础上进一步发育起来的。

各组坳陷间的升降关系及翘板活动如表1、2。

表1

分 组 时 期	第 一 组	第 二 组	第 三 组	近 海 盆 地
中 新 生 代 早 期	降	升	略 升	
中 新 生 代 晚 期	升	降	升	复 降

表2

分 组 变化趋势	第 一 组	第 二 组	第 三 组	近 海 盆 地
自 南 而 北	翘升→翘降	翘降→翘升	翘升→翘降	翘降→翘升(预测)

因此，各组中相邻盆地的形成与发展也是互为升降波状起伏的。

综上述，可看出我国东部中生代盆地的成生、发展和展布，具有阶梯升降和此起彼伏的特点。从找油的意义说：坳陷的主要发育期，是其主要的成盆期，也是主要的成油期。现今油气的展布也反映了这一特点。

2 中国西部鱼鳞状构造格局

主要由北西与北东向两构造体系所组成，是受南北挤压作用形成的。所以它并不组

成网状,而是由很多个区域性的似菱形块体交错排列而组成;各块体之间为弧形隆起带所间隔。它仍然可以划分为三个带:

第一带:准噶尔—吐鲁番—河西走廊与阿拉善。

第二带:塔里木—柴达木。

第三带:藏北带。其中又分北亚带:羌塘地块—唐古拉带;南亚带:奇林湖—昂拉仁错。

从目前资料分析,它主要显示为海西运动以来的区域构造格局。而更古老的构造格局,尚需进一步分析。但从古生代沉积物的展布看,北西向的构造体系起着主导作用。

从已知含油气层系的展布分析,也可看出沉降带形成的时期有先有后,呈阶梯升降,此起彼伏。如第一带主要含油气层系为二迭系、三迭—白垩系;第二带主要含油气层系为侏罗—第三系;第三带北亚带主要含油气层系为侏罗—白垩系,南亚带主要含油气层系为第三系。

大型沉积拗陷中, 对称凹陷的往复转换和摆动, 其主导下沉的凹陷为主要生油凹陷 —— 控制着成油期

例举塔里木盆地和四川盆地略加说明:

1 塔里木盆地

塔里木盆地是我国最大的一个内陆盆地,面积五十六万平方公里以上,其北为天山褶皱系,其南为昆仑山褶皱系。是一个北西向不对称的菱形盆地。盆地的边框均为区域性大断裂所控制。其南北两边框现今主要为不规则的挤压性断褶带,西北和东南两边框现今主要为扭张性断褶带。在盆地内部有两条起主导作用的北西向断裂,把盆地分成三大块,即东北部的塔东拗陷、中间的塔中隆起和南侧的西南拗陷,长期以来它们控制着沉积盖层的展布和沉积物的性质。从图4可看出,盆地形成的简要发育历史可基本上划分为三个阶段,即前震旦纪槽地阶段,古生代台地阶段,以及中—新生代盆地阶段。在盆地阶段中,晚三迭—侏罗纪时期,塔东拗陷为主导沉降区,而西南拗陷却仅局部见有沉积;晚白垩—早第三纪时期,西南拗陷广泛海侵,而塔东拗陷全为陆相沉积;早第三纪晚期—晚第三纪早期,塔东拗陷为主导沉降区,而西南拗陷沉降较小;晚第三纪晚期—早第四纪时期,西南拗陷为主导沉降区,而塔东拗陷可能沉积不多;至第四纪晚期西南拗陷已抬升,而塔东拗陷却相对下陷,故现今的河流大部分都是由西南向东北方向流入塔里木河,大沙漠主体也主要分布于盆地的东半部。

根据塔里木盆地已知的四个主要成油期(晚石炭—早二迭世,晚三迭—中侏罗世,晚白垩—古新世,渐新一中新世)和凹陷主导沉降期控制成油的机理,则可预测沉积拗陷内,对称凹陷中主导沉降期的沉积是找油(气)的主攻对象。因而预测:

C_3 — P_1 成油期:西南拗陷为主,塔东拗陷次之;

T_3 — J_2 成油期:塔东拗陷为主,西南拗陷次之;

K_2 — E_1 成油期:西南拗陷为主,塔东拗陷次之;

E_3 — N_1 成油期:塔东拗陷为主,西南拗陷次之;

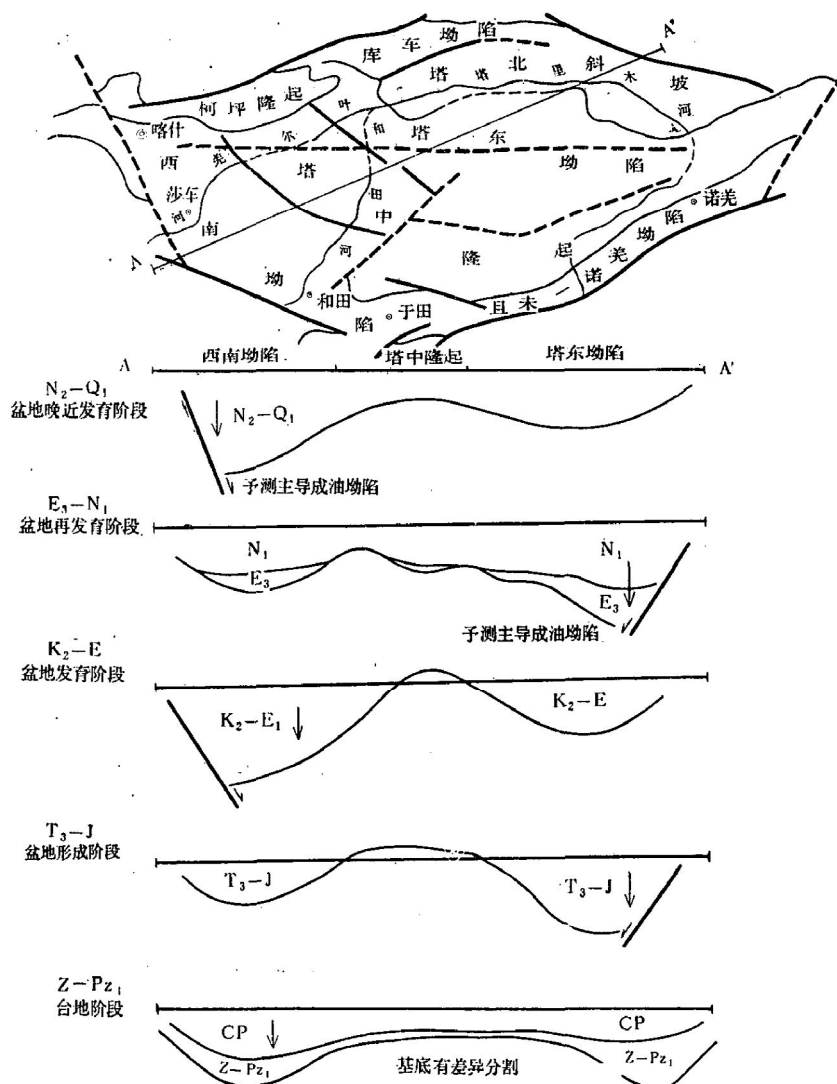


图4 塔里木盆地简要发育史示意图

N_2-Q_1 成油期:西南坳陷为主,塔东坳陷次之。

因而可以看出:西南坳陷寻找油(气)田的主攻对象,应以 C_3-P_1 、 K_2-E_1 、 N_2-Q_1 为重点。而塔东坳陷主攻对象应以 T_3-J_2 、 E_3-N_1 为重点。

上述对称凹陷的沉降及相互转换是波状运动的结果。这种波状运动又导致凹陷主要成油期的相互转换。掌握了这一规律,在找油中就能够较容易地明确主攻对象。

同样道理,对北东向构造体系控制为主的且末—若羌断陷,和与其对映的北部乌什断陷,也应具有上述类似的特性。

2 四川盆地

现今的四川盆地是在古生代四川坳陷区的基础上发展起来的,盆地与坳陷在形成过程中有显著的继承性。尽管盆地完成的时期较晚,但它对坳陷的含油(气)保存条件有着明显的控制作用,并与第一组坳陷有着统一的成生关系,故还可以四川盆地进行区域

对比。

盆地的西北侧为龙门山褶皱系，其东南侧为武陵坳陷（是广义的四川坳陷区的一部分）。区域主导构造线方向为北东—北北东向。四周均有区域性大断裂环绕。

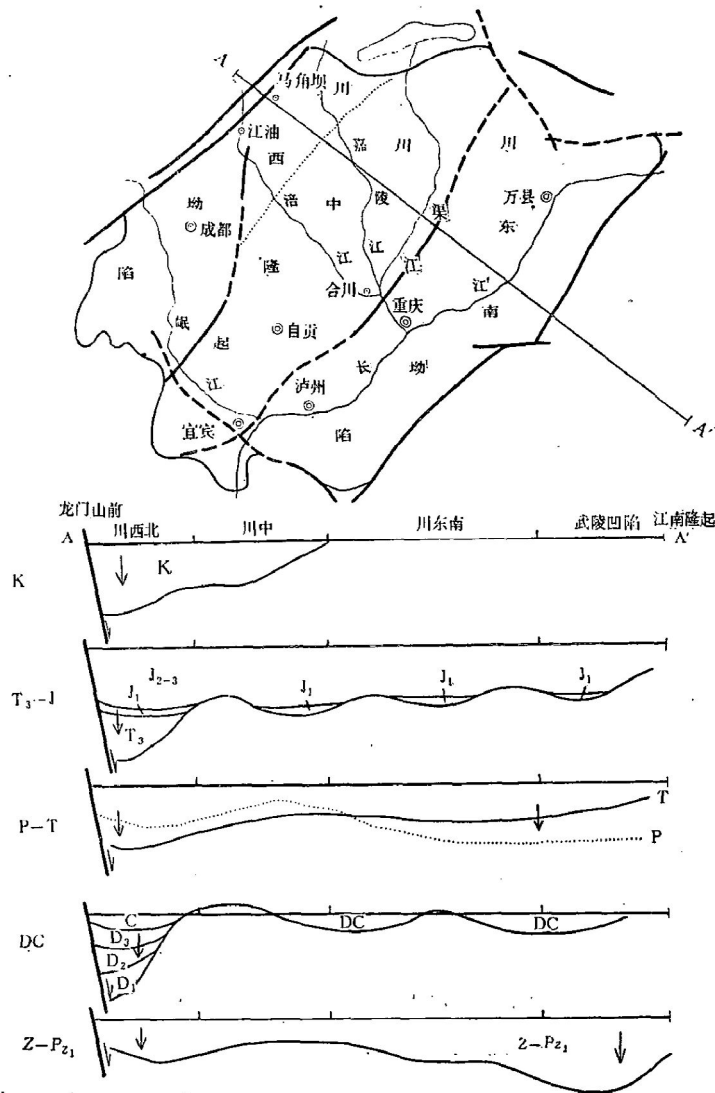


图5 四川坳陷区简要发育史示意图

从图5中可看出，在晚震旦纪时，形成川西北坳陷、川中南隆起和川东坳陷，武陵坳陷为一浅海—半深海盆地。在整个早古生代基本上保持着这一面貌。其活动性仅表现在沉积中心的偏移。东侧似为主导沉降部位。

泥盆—石炭纪时期，盆地主体升起为陆，仅在其两侧发育有坳陷，西侧龙门山山前坳陷强烈沉降，最大沉积厚达5000米以上，而与其对应的川东坳陷沉积厚度小，并且陆相沉积占很大比例。反映盆地西部为主导沉降部位。

二迭—三迭纪早期，多次海侵，基本上又恢复了早古生代的面貌。但在沉降幅度上区域变化较小，仅二迭纪在川东南下降幅度略大，三迭纪在川西北下降幅度略大。

晚三迭—早白垩世时期,主导沉降的部位又转向川西北地区。而川中、川东显示为陆上洼地。

新生代以后,川西北、川北普遍抬升。现今河流是自西北向东南注入长江。

以上为四川盆地北东—北北东向构造体系沿主导构造线方向所形成的对称性拗陷,在地质历史时期交替沉降和相互转换的情况。

根据主导沉降凹陷控制成油期的论点,预测其含油(气)远景。下古生界在川东南地区,应有较大气田;泥盆—石炭系含油气远景区,主要集中在川西北龙门山山前拗陷;二迭系在川东南和川西北均具含油气远景,但首先应考虑川东南拗陷;而三迭系含油气远景则首先应考虑川西北拗陷;上三迭统和侏罗系含油远景区,以川西北拗陷为好。除上述含油(气)远景区外,从侏罗—白垩系的沉降区有规律地自川北向川西北摆动的趋势,对川北乃至成都平原仍应给以重视。

总之,根据主导沉降拗陷控制成油期 and 对称凹陷沉降相互转换的规律,可以比较明确地预测拗陷的含油(气)远景。这一点在四川盆地基本上得到佐证。

大型沉积拗陷中,沿主导构造线方向的褶皱和断裂如出现对称性,并在形成次序上往复迭置,在性质上往复转换,沿主要生油凹陷褶断翘起的部位是油气移聚的主要部位

例举柴达木盆地略加说明:

柴达木盆地是我国西北地区的一个大型中新生代陆相沉积盆地。面积115000平方公里,陆相沉积(T_2-s-Q)总厚12000米以上,其北是南祁连褶皱系,其南为昆仑山褶皱系,西北侧为阿尔金山大断裂,东侧边框比较复杂。主体上是一个北西向不对称的菱形盆地,其南北两边框现今为压性断褶带。盆地形成的简要发育史如图6所示。

盆地的主导构造线为北西方向,冷湖拗陷与茫崖拗陷同样具有对称拗陷沉降相互转换的特点。并且业已证实,拗陷主导沉降期即为主要成油期,如冷湖拗陷中晚侏罗世为主导沉降期,也是主要的成油期。而茫崖拗陷在早第三纪晚期至晚第三纪早期为主导沉降期,也是主要的成油期。

上述拗陷后期,沿主导构造线发育有成排、成带的褶皱和断裂。它们都是从盆地边缘向盆内逐渐展布,组成正负相间有规律排列和发展的构造带或构造群,基本上可分成三个区,即北部冷湖拗陷——隔挡式构造区,西南部茫崖拗陷——波浪式构造区和南部三湖拗陷——平缓式构造区。总体上看,冷湖拗陷后期褶皱、断裂强烈,而茫崖拗陷褶皱、断裂渐次减弱,至三湖拗陷,表层褶皱非常平缓且断裂不发育。自盆地边缘向盆内,褶皱由梳状渐变为箱状。茫崖拗陷内的褶皱轴面多倾向南,而冷湖拗陷内的褶皱轴面多倾向东北,显示出一定的对称性。但在上述同一拗陷内,不同时代褶断的排列、扭动和轴面倾向又有显著的差别。如冷湖拗陷褶断区,中生代褶皱多左型排列,轴面倾向东北;早第三纪褶皱,虽多左型排列,但褶皱轴面多倾向西南;至早第四纪,褶皱多右型排列,褶皱轴面又多倾向东北。这些特征充分显示着同一拗陷在不同地质时代褶断构造具有不同的变化;但从两个对称拗陷的对比,又可看出它们具有统一的变化,即不同时

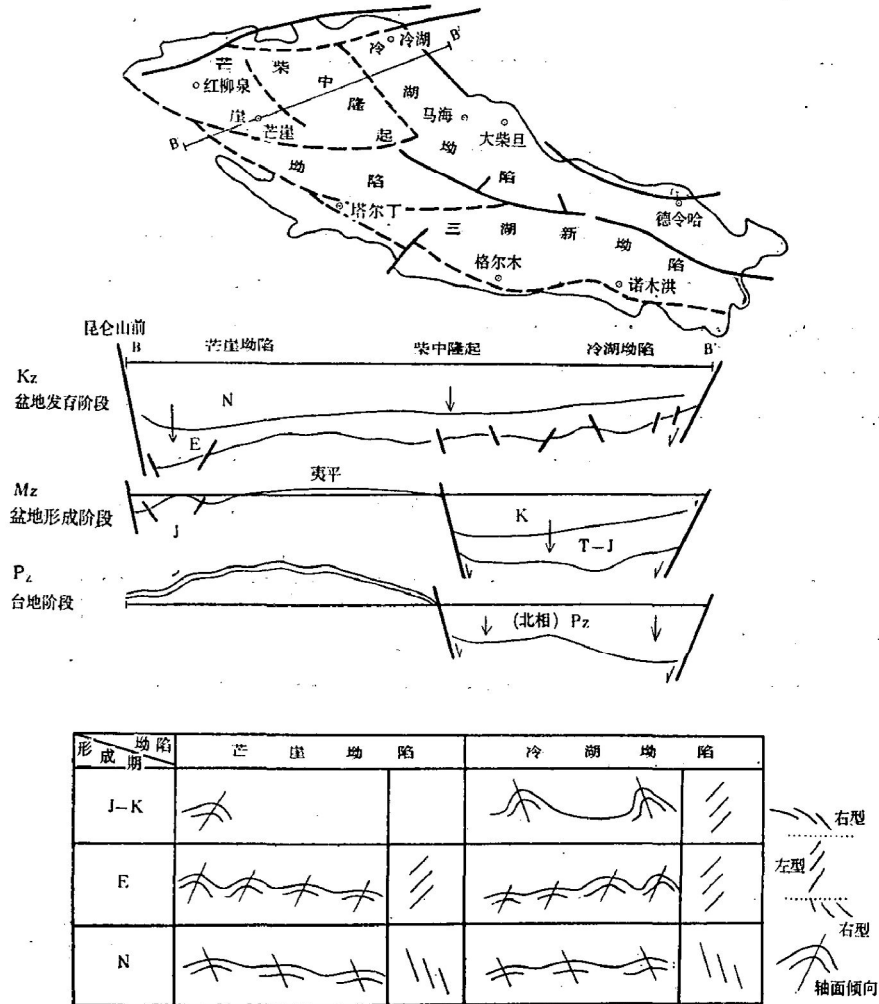


图6 柴达木盆地简要发育史示意图及褶皱展布变化简表

期彼此作统一的波状转换。

除上述坳陷以及在坳陷基础上发育的褶皱和断裂都具有对称性的波状运动和相互转换的特征外，其南北两侧边框的区域性断褶带，在不同地质历史时期断裂性质上也具有由挤压变为拉张和由拉张再变为挤压的现象。并且是不均衡发展的，显示出相互转换的特性。总之，盆地以及盆地中次一级的坳陷变化乃至其中发育的褶皱断裂均受统一的波状运动规律制约，因而坳陷中油气的生成、运移、聚集、保存也必然受这些变动所控制。

根据目前已知的含油气情况，冷湖坳陷侏罗系形成的油气，主要集中在坳陷的北部和西北部；而茫崖坳陷渐新统一中新统所形成的油气，主要集中在坳陷的西部和西北部；三湖坳陷第四系所形成的天然气，主要集中在坳陷的北部。这些油气集中和富集的部位，是邻近凹陷和现今褶皱、断裂翘起的部位。这个部位是油气原生运移和次生运移的部位，同时，这里往往有孔渗条件好的岩相带，故而形成了油气的富集区和富集带。

结 语

运用地壳波状运动理论指导找油的基本思想，就是认为地壳表层的隆起、拗陷是地壳波状运动作用的结果。隆起带与沉降带有规律地阶梯上升和下降，是形成大型沉积拗陷的主要控制因素——控制着成盆期。大型沉积拗陷中，对称凹陷的往复转换和摆动，其主导下沉的凹陷为主要生油凹陷——控制着成油期。大型沉积拗陷中，沿主导构造线方向的褶皱、断裂如出现一定的对称性，并在形成次序上往复迭置，在性质上往复转换，沿主导生油凹陷的褶皱、断裂翘起的部位是油气移聚的主要部位，其中包括古翘起和现今翘起的部位。

总之，我们是从建造的角度来分析构造问题，又从构造的格局看控制建造的变化。从波状运动分析大型隆起、拗陷的成生、发展，从拗陷的主导沉降期和凹陷在不同时期主导沉降的转换，预测最有远景的成油期和油气的主要移聚的部位，然后建立模式，指出最有利的油(气)聚集地带。

(收稿日期 1980年1月28日)

A PERSPECTIVE OF OIL AND GAS EXPLORATION IN THE LARGE SEDIMENTARY BASINS IN THE LIGHT OF THE WAVE-LIKE MOVEMENT OF THE EARTH CRUST

Yan Xiugang

(Comprehensive Brigade of Petroleum Geology, Ministry of Geology)

Abstract

The writer believes that the formation and deformation of the upper earth crust result from the wave-like movement of the crust. Geostress is propagated in the form of waves. The following are important for oil exploration,

1. The regular step-like uplifting and subsidence of the uplifting and subsiding belts are the main controlling factors of large sedimentary basins, i. e. control of the basin-forming epochs;

2. Mutual displacement and oscillation of symmetrical subsidence in large sedimentary basins causing active subsiding belts provide conditions of oil formation, i. e. control of the oil-forming epochs;

3. Symmetrical folds and faults along dominant directions in large sedimentary basins—the folding, faulting and uplifting directions are those of oil and gas migration.