

翘板活动在找油中的应用

阎秀刚

(地质矿产部石油地质综合大队)

翘板活动是地壳波状运动中的一种型式，主要有两种活动方式。一种是发生在台地或盆地之某一隆起为枢纽的翘板活动；另一种是以断裂为枢纽的翘板回转。这种翘板回转，多在盆地沉积建造的晚期强烈活动，并促进盆地沉积中心的迁移。显然翘板活动对沉积建造和含油气盆地的成生发展都具有重要意义。本文从“地壳波浪运动与镶嵌构造”观点出发，对我国大陆及海域上几个主要含油气盆地的翘板活动的特征与油气成生关系作了初步探讨。

一、中国大陆及海域上的几种翘板活动

(一) 塔里木盆地的翘板活动

塔里木盆地是我国最大的一个内陆盆地，面积达五十六万平方公里以上。其北为天山褶皱系，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。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(图1)。

盆地形成的简要发育历史，基本上可划分为三个阶段，即前震旦纪槽地阶段；古生代台地阶段；中生代盆地阶段。在盆地阶段中、晚三叠—侏罗纪，塔东拗陷为主导沉降区，西南拗陷仅局部见有沉积；早白垩—早第三纪，西南拗陷广泛海浸，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

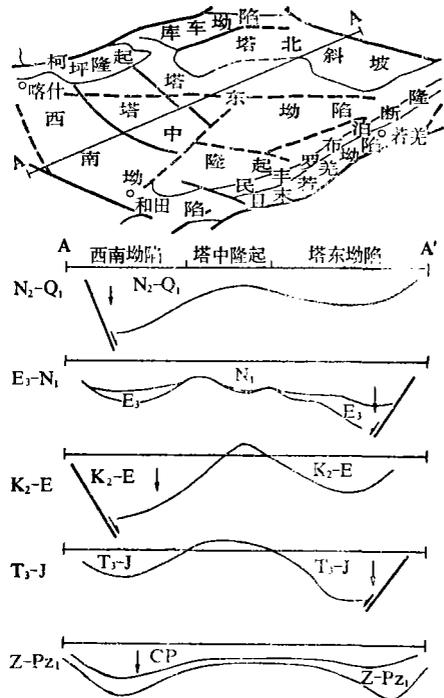


图1 塔里木盆地构造发育史示意图

较小；晚第三纪晚期—早第四纪，西南拗陷为主导沉降区，而塔东拗陷可能沉积不多；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—早二叠世，晚三叠—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，可预测沉积拗陷内主导沉降期的沉积物是找油（气）的主要对象。在塔里木盆地西南拗陷寻找油（气）的主要对象应以C₂—P₁，K₂—E₁，N₂—Q₁为重点。而塔东拗陷寻找油（气）的主要对象应以T₃—J₂、E₃—N₁为重点。

西南拗陷区内，上三叠至侏罗系的沉积中心在叶城—皮山一带。上白垩至古新统的沉积中心则向北迁移至莎车—岳普湖一带，中新统则迁移至乌恰以南地区。沉积中心有从南向北不断迁移的趋向，而库车拗陷乃至塔东拗陷，中生界沉积中心有自北向南迁移至塔里木河以南的趋势。这就不难看出，控制沉积中心的不仅是北西向的中央隆起带，北东向的边框大断裂更直接影响着东西两侧沉积中心的迁移，并且方向相反。同样，对北东向两边框进行分析，这两个扭张性断褶带在一定程度上也控制着各凹陷沉积中心的迁移。这种迁移可称其为翘板回转活动。

（二）四川盆地的翘板活动

现今的四川盆地是在古生代拗陷基础上发展起来的，盆地与拗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，但它对拗陷的含油（气）保存条件有着明显的控制作用，并与第三沉降褶皱带中的拗陷有着统一的成生关系，故可相互进行区域对比。

盆地的西北侧为龙门山褶皱系，其东南侧为武陵拗陷（广义的四川拗陷区的一部分）。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2）。从图2可看出，在晚震旦纪，川西拗陷、川中隆起、川东拗陷和武陵拗陷已经形成。在整个早古生代基本上保持这一面貌，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，盆地主体升起为陆，仅在其两侧发育有拗陷。西侧龙门山山前拗陷强烈沉降，最大沉积厚度达5000米以上。与其对应的川东拗陷沉积厚度显著变小，并且陆相沉积占很大比例，反映盆地西部为主导沉降部位。

二叠—三叠纪早期，盆地经历了多次海侵，基本上又恢复了早古生代的轮廓。但在

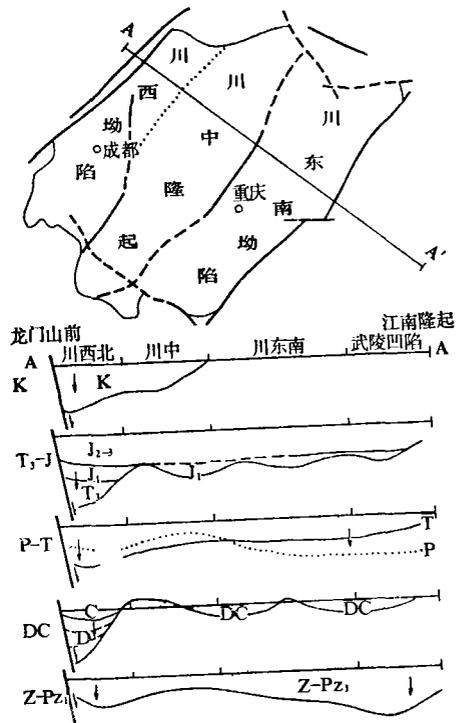


图2 四川盆地构造发育史示意图

沉降幅度上，区域变化较小，如二叠纪在川东南下降幅度略大，三叠纪在川西北下降幅度略大，也显示出微弱的翘板活动。

晚三叠一早白垩世，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，河流由西北向东南注入长江。

以上为四川盆地北东—北北东向构造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。

对于狭义的四川盆地（从中侏罗世—第四纪）各沉积中心的迁移有如下的现象：中侏罗世自流井统沉积时期，其沉积中心主要分布于川中北部，巴中—仪陇一带，白垩系剑门关组沉积时期，其沉积中心已迁移至川西北梓潼大向斜一带；第三系灌口组和大邑砾岩沉积时期，主要分布于成都平原西部，第四纪沉积主要分布于成都平原，而现今的四川平原又已翘升，新的沉积物沿着长江向南、东迁移。自中生代中晚期以来，各时期沉积中心基本上形成一种反时针的回转，故称其反时针翘板回转活动。

盆地发展过程中，不同时期沉积中心逆时针迁移的现象，在鄂尔多斯盆地也有类似的迹象（图3）。如将鄂尔多斯盆地和四川盆地看成为一个被镶嵌的总体，在不同地质时期也表现有翘升、翘降现象。在中生代晚期，四川盆地翘升，促使白垩纪沉积向边缘迁移。而此时鄂尔多斯盆地却普遍翘降，造成大面积的沉积。到新生代后期，鄂尔多斯

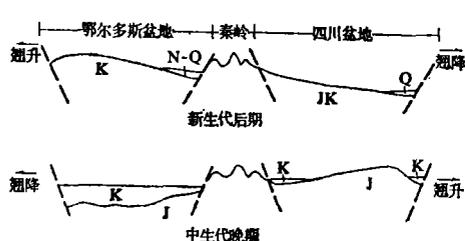


图3 四川和鄂尔多斯盆地翘板活动示意图

盆地普遍翘升，促使上第三系和第四系向边缘迁移，并形成众多的新生代断陷。但四川盆地此时却不断的翘降，形成现今的构造盆地。沉积物大都随着河流高速的冲刷未被保留下来，仅在成都平原（断陷）高部形成第四系沉积区。

上述这种翘升和翘降的变化，在不同构造期已经镶嵌了的翘板，有相对反翘的活动

方式。根据主导沉降凹陷控制成油区的论点，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，特别是泥盆系，主要集中在川西北龙门山山前拗陷。二叠系在川东南和川西北均具含油气远景，但首先应考虑川东拗陷；而三叠系含油气远景则首先应考虑川西拗陷；上三叠统和侏罗系含油气远景区，以川西拗陷为好。除上述含油（气）远景区以外，侏罗—白垩纪的沉降区，有自川北向川西北移动的趋势，对川北乃至成都平原的含油气远景仍应给以重视。

（三）东海盆地的翘板活动

东海盆地属中国东部网状构造格局的一部分，其主导构造线方向为北东向（包括北北东和北东东构造线）。区域构造带的展布也有北东向正负相间的波状起伏，故可东西分带。除上述主导构造线之外，还有一组北西向断裂横穿盆地，将盆地切割成块，故又可南北分块（图4）。

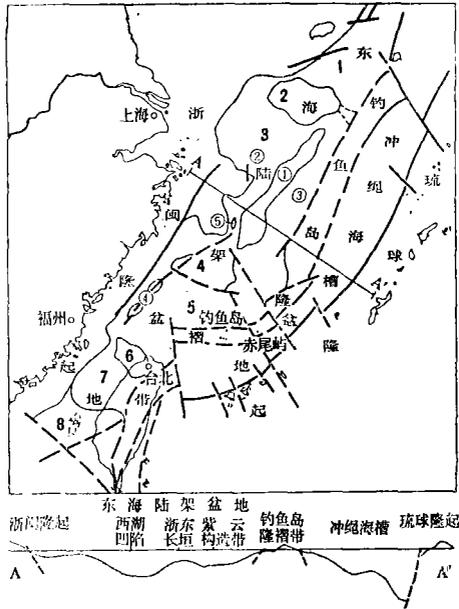


图4 东海盆地构造分区略图

- 1 福江拗陷 2 虎皮礁凸起 3 浙东拗陷
- 4 鱼山凸起 5 台北拗陷 6 观音凸起
- 7 台西拗陷 8 澎湖凸起
- ①浙东长垣 ②西湖凹陷 ③紫云构造带
- ④雁荡构造带 ⑤平湖构造

东海盆地主要为新生代沉积盆地，沉积物的主体是第三系和部分第四系。从镶嵌构造观点分析，它处于东海波谷带与大别波峰带的叠合部位。根据大陆上波峰带与波谷带的交织区分布着我国主要的大煤田这一特点，这里广泛沉积了含煤建造并不奇怪。因而这一盆地的性质不是长期继承下陷的盆地，而是在隆起斜坡的基础上后期断裂下陷的盆地。（有人称为稳定大陆边缘晚近时期拉张形成的盆地）。

盆地区域上自西而东分别为浙闽隆起、东海陆架盆地、钓鱼岛隆褶带、冲绳海槽盆地和琉球隆起。广义的盆地应为一隆两拗，狭义主要指东海陆架盆地。翘板活动在陆架盆地中较为显著（图4）。

陆架盆地中，自北而南分别为福江拗陷、虎皮礁凸起、浙东拗陷、鱼山凸起、台北拗陷、观音凸起、台西拗陷和澎湖凸起等。其中浙东拗陷为陆架盆地的主体部分，也是翘板活动最明显的地区。

浙东拗陷中部发育有一北北东向的浙东长垣，两侧各有一个凹陷。以西的称西湖凹陷，以东的可称为紫云凹陷。

由于钓鱼岛隆褶带受多次构造变动，有向西挤压的迹象，故当时的紫云凹陷已几乎为现今的紫云构造带所掩盖，所以东部的凹陷已显得狭窄而不易觉察出来。但从地震剖面图看（图5），早第三纪至上新世沉积物向钓鱼岛方向，其沉积厚度不是减薄而是增厚，沉积物不是变粗，而是增多了。

不难看出，早第三纪至上新世，这里曾经发育着一个凹陷。到晚第三纪中后期，凹陷受来自钓鱼岛方向的挤压，使紫云凹陷显得不够明显，而成为紫云构造带。这些现象也说明东海盆地在新生代也并不完全都是拉张作用。浙东长垣经初步研究属一长期继承性的长垣，故在第三系沉积时期，起了枢纽和翘板支点的作用。

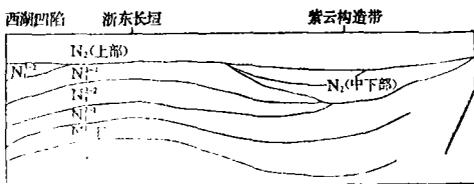


图5 浙东长垣地震剖面示意图

就广义的东海盆地而言，东海大陆架盆地现今的一隆两拗，也应同属一个翘板活动区。钓鱼岛隆褶带起着枢纽和支点的作用。根据大型沉积拗陷中，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。推测下第三系主导沉降凹陷为“紫云凹陷”。在现今的紫云构造带应以寻找以下第三系为主的含油气目的层。在西湖凹陷，寻

找以上第三系为主的含油气目的层。

至于北西向的横穿盆地的大断裂，在陆架盆地中自北而南，具有阶梯下降的特点。并且呈现着有次序的向南、向东发展，致使西湖凹陷后期的沉积中心向南转移，逐步转向台北拗陷。因而预测在台北拗陷的北部上新统至更新统的沉积，如达到生油窗则有可能成为含油气目的层之一。所以需要加强对鱼山凸起和雁荡构造带含油气性的研究。预测冲绳海槽盆地在白垩纪晚期至早第三纪早期，也有一定厚度的沉积，也应是寻找油气的对象。

（四）东秦岭和大别山两侧的翘板活动

据张伯声教授对中国东部以秦岭为界，南北地台的天平运动的分析认为：当元古代北方地台沉积了长城、蓟县、青白口系时，南方地台隆起上却很少沉积；震旦纪南方地台沉积了陡山沱—南沱—灯影组时，北方又形成不均一的隆起；加里东旋回期，当北方普遍隆起时，南方却广泛沉积了志留系。从而可以认为，这种运动是以秦岭槽地中的结晶轴为支点的南北两地台间的天平运动。而作者认为这是下古生代中国大陆上台地间的一种翘板活动方式。

大别山两侧也有类似的翘板活动，在海西旋回期，当北方普遍发育海陆交互相一陆相沉积时，南方正值广泛的海侵。当时北方台地的上石炭至上二叠统煤系地层的发育，是随着不断的海退，自北而南含煤层位不断变新。约略可划成三个带：北带位于邯郸以北，以太原—石家庄为中心的主要为上石炭统太原组的富煤带；中带位于郑州以北，西至洛阳，东至枣庄，以东明为中心的主要为下二叠统下石盒子组的富煤带；南带位于郑州以南，西至平顶山，东至两淮地区，以周口为中心的主要为上二叠统上石盒子组的富煤带。而当时南方台地却广泛发育浅海碳酸盐岩建造。

印支旋回期，由于中国东部南北台地的镶嵌，上三叠统至侏罗、白垩系的含煤建造，随着区域性沼泽湖盆自南而北不断的产生和发展，在中国东部又出现了中生界含煤建造，自南而北层位不断变新。如江南隆起以南，含煤建造主要为上三叠统至下侏罗统；而在江南隆起以北，下扬子拗陷含煤建造主要为下侏罗统；华北盆地含煤建造多为中侏罗统；东北松辽盆地及其周缘，含煤建造则为上侏罗统乃至上侏罗一下白垩统。

另外表现出波状运动和翘板活动的地区还很多，如柴达木盆地、准格尔盆地、鄂尔多斯盆地、松辽盆地、华北、苏北盆地、江汉盆地等都普遍显示出具有翘板活动的特点和迹象，由于篇幅所限，不一一列举。

二、翘板活动的类型及其找油找气意义

翘板活动在古生代和中新生代的活动方式是有区别的。并各具特点。

下古生代，主要是台地与台地之间的翘板活动。它们往往以槽地间的结晶轴为支点，在台地与台地之间往复，具“天平活动”的特点，而结晶轴两侧，当受挤压时岩层不断的褶皱和回返，直至形成褶皱带，从而把两台地镶嵌起来。

上古生代—中生代早期，原先镶嵌的统一的新的台地，有了统一的发展演变过程和统一的活动方式。这种活动方式比较明显的是不同发展阶段的反翘和相邻台地间的对翘。

这就是出现华北地台海西期石炭—二叠系含煤建造自北而南,随着海退其层位不断变新,和中国东部台地镶嵌后南华、下扬子、华北、松辽的印支—燕山早期含煤建造,自南而北随着含煤沼泽盆地成生发展,其层位由老变新形成反翘的活动方式。而第三沉降褶皱带与第二沉降褶皱带上的台地和盆地的成生发展变化又显示出对翘的活动方式。

中生代,由于统一了新台地上逐步发展演变形成的众多盆地,各个盆地之间的翘板活动,逐步形成各自的独立系统。由区域沉降带不同的构造期的反翘,发展为各个盆地内以区域古隆起为支点的对称凹陷的往复升降,和以区域断裂为枢纽的各时期沉积中心的转移为特点的活动方式。

(一) 翘板活动的主要类型

1. 翘板活动中的“天平运动”: 主要发生于大陆壳古生代槽台转化过程中台地与台地间的翘升、翘降活动。它是控制台地的海进、海退重要因素之一。对槽地来说又是控制槽地回返的一种外力作用。

2. 翘板活动中的“反翘活动”: 主要发生在晚古生代陆表海台地与中生代早期古大陆上成生发展起来的浅水盆地之间的翘升与翘降活动。

3. 翘板活动中的“对翘活动”: 主要发生在中新生代以来,区域相邻沉降褶皱带之间,各盆地有方向、有次序成生发展过程中的活动。

4. 翘板活动中的往复升降活动: 主要发生于中生代沉积盆地内,在成生发展过程中,沿主导构造线方向,以盆地内区域古隆起为支点,在古隆起两侧拗陷(或凹陷)的不同地质历史期间作往复的升降活动。

5. 翘板活动中的回转活动: 主要发生于中生代盆地边缘或盆地内,以区域性断裂为枢纽的翘板回转。这种活动方式,多是在区域断裂处于扭压型剪切活动过程中形成的,它促使不同地质历史时期沉积中心发生迁移。

6. 翘板活动中的阶梯下降活动: 主要发生于中生代沉降带或沉积盆地中。在沉降带沿主导构造线方向成排成带、正负相间、具有一定间距和有次序的阶梯下降和迁移,并促使盆地的沉积中心迁移。

(二) 翘板活动与油气的关系

翘板活动既然是地壳波浪运动中的一种型式,在中国大陆上表现得又十分普遍,从构造控制沉积的观点分析,特别是对流体矿产的石油和天然气,有其独特意义。

翘板活动中的“天平运动”,影响着海进海退的历程。在台地上,海进期拗陷区生油。海退期滨海沼泽成煤成气。其“对翘”和“反翘”过程,控制着区域台地或盆地的成生和发展。在一定的构造变动期,盆地沿一定方向,有次序的翘升或翘降,控制着成盆期。在翘升和翘降转化过程中,有一个相对稳定的沉积阶段,这个阶段,往往是主导生油拗陷油气生成的开始阶段。它的往复翘升和翘降使盆地发育有较好的油气源岩,是控制盆地内主导沉积拗陷(或凹陷)中的成油期。翘板活动中的阶梯下降或断裂旋扭作用,控制着沉积中心的转移和旋扭构造的形成,因而影响着生油拗陷的转移和油气移聚的方向。

由于扭压或扭张断裂活动,在构造变动期直至构造变动后,可以形成挤压型正牵引同生背斜构造和拉张型逆牵引同生滚动背斜构造。例如在中国西部新生代普遍发育区域

性带状分布的挤压型正牵引同生背斜构造。其特点是区域背斜构造带上陡下缓, 上小下大, 而且往往又有后生断裂及其派生的正牵引褶皱。上复的构造虽然比较复杂, 而下伏同生的正牵引背斜构造却相对比较简单和平缓, 往往是油气聚集的有利构造。一般在盆地中顺断层找圈闭构造会收到很好的效果。同样在中国的东部又普遍发育拉张型逆牵引同生滚动背斜构造, 实践证明也是油气聚集的有利构造。这两大类同生背斜构造, 区域上是成排成带出现的。在形成机理上, 大都经过块断运动→波状生长运动→背斜褶皱运动三个阶段。它与翘板活动中区域断裂的扭压或扭张断裂活动相联系着, 是现今我国块断背斜构造含油气的主要类型。

由于翘板活动所控制的沉积建造, 在以古隆起为支点的翘板相互转换的拗陷中, 翘升的一侧, 可形成规模不等的侵蚀面, 它是油气移聚的良好通道和有利的储集场所。而翘降的一侧, 则常发育有巨厚的生油岩建造, 是有利的供油区。

(收稿日期: 1983年11月11日)

参 考 文 献

- [1] 阎秀刚: 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, 石油与天然气地质, 第一卷, 第2期, 1980年。
- [2] 张伯声、王战: 地壳波浪状镶嵌构造, 《地壳波浪与镶嵌构造研究》陕西科学技术出版社, 1982年。
- [3] 王宁国: 正牵引构造及其找油的意义, 石油与天然气地质, 第2卷第3期, 1981年。
- [4] 汤锡元: 断裂对油气的控制作用, 《地壳波浪与镶嵌构造研究》陕西科学技术出版社, 1982年。
- [5] 赵天佑: 波浪状镶嵌构造对中国煤炭资源的控制, 《地壳波浪与镶嵌构造研究》, 陕西科学技术出版社, 1982年。

APPLICATION OF THE CONCEPT OF THE SEE—SAW ACTIVITY IN SEARCHING FOR OIL

Yan Xiugang

(Comprehensive Research Institute of Petroleum Geology,
Ministry of Geology and Minerals)

Abstract

See-saw activity is one type of crustal wavy movement. This activity has occurred from west to east and even from land to sea across the Chinese continent during various geological time. It takes the uplifts (or intrabasinal sub-uplifts) and the fault zones between platform and basin as the axis in its see-saw rocking turn, controlling the growth and development of the basin and the distribution of oil and gas. This article makes a preliminary approach to the relationship between the major petroliferous basins and the see-saw activity on the basis of the concept of crustal wavy movement and mosaic tectonics. The effect of this see-saw activity upon the formation of oil and gas deposits is also discussed.