

柴达木盆地的波浪状 镶嵌构造特征及其对油气的控制

汤锡元 姜洪训 谢广成

(西北大学)

柴达木盆地面积约十二万平方公里,是我国大型的中、新生代含油气盆地之一。它在地史上具有明显的波浪发展和构造上的镶嵌特征^[1],对油气的形成和赋存具有显著的控制作用。

一、柴达木盆地的波浪状镶嵌构造格局

柴达木盆地是一个长期处于整体活动的古老地块^[2,3],古生代及其以前以上升为主,在中、新生代才逐渐变成一个断拗沉积盆地。在区域构造位置上它正好处于塔里木—四川波谷带和柴达木—西藏波谷带的复合部位。四周为构造波峰带所环绕,其东北是属于古地中海构造带的天山—秦岭—大别波峰带的祁连山波峰段,它以一系列北西西向的山前断裂带与盆地相隔;西北以阿尔金山前的一些断裂为界与属于外太平洋构造带的阿尔金—西昆仑构造波峰带的阿尔金波峰段相接;西南与属于古地中海构造带的昆仑—南岭构造波峰带的祁漫塔格波峰段为邻;东面为外太平洋构造带的贺兰山—珠穆朗玛波峰带所围,组成一个北西向延伸的斜方地块。由于其东南角为秦岭—昆仑东西构造带所切,致使柴达木盆地成为一个西宽东窄近似梯形的形状(图1)。不仅其外形由四周的构造波峰带所限制,而且其内部的镶嵌构造格局、波浪发展历史等都和这些构造波峰带戚戚相关。

柴达木盆地夹持在西伯利亚地台和印度地台之间,其地应力以南北挤压为主,其次是近南北向的右行扭动^[1]。它所产生的北西西向的构造线正好和古地中海构造线的方向近似而得到加强。因此我国西部的构造线是以北西西向为其优势构造方向,且构造线多呈反“S”形,其中的地块也多沿北西西向延伸,这和我东部地壳构造特点正好成镜象反映^[4]。

柴达木盆地内北西西向的隆起、拗陷、褶皱、断裂都非常发育,形成了优势构造方向的次一级、更次一级的地壳波浪。这里虽然受外太平洋构造带的影响较小,但其北东向的构造也是有迹可寻的,它也构成盆地内次一级、更次一级的地壳波浪。两个方向的地壳波浪互相交织,形成盆地内南北成排、东西分段的一级套一级波浪状镶嵌构造网

(图1)。我们将盆地内部一级地壳波浪系统南北分成五带,东西分为三段。盆地内古地中海波系(北西西向)的一级地壳波浪由北而南为:

1. 冷湖—德令哈波谷带

这是一个祁连山山前中、新生代断陷带,自西至东依次包括昆特依断陷、赛什腾南断陷、鱼卡凹陷、大柴旦凹陷、欧龙布鲁克南凹陷、德令哈凹陷等。在凹陷之间有相对的凸起,显示了波谷内的次一级地壳波浪运动。从重力资料看,沿着这一地带与上述凹陷相应,均表现为一系列的重力负异常,呈串珠状排列。此波谷带是盆地内侏罗、白垩系的主要沉积区(图2)。

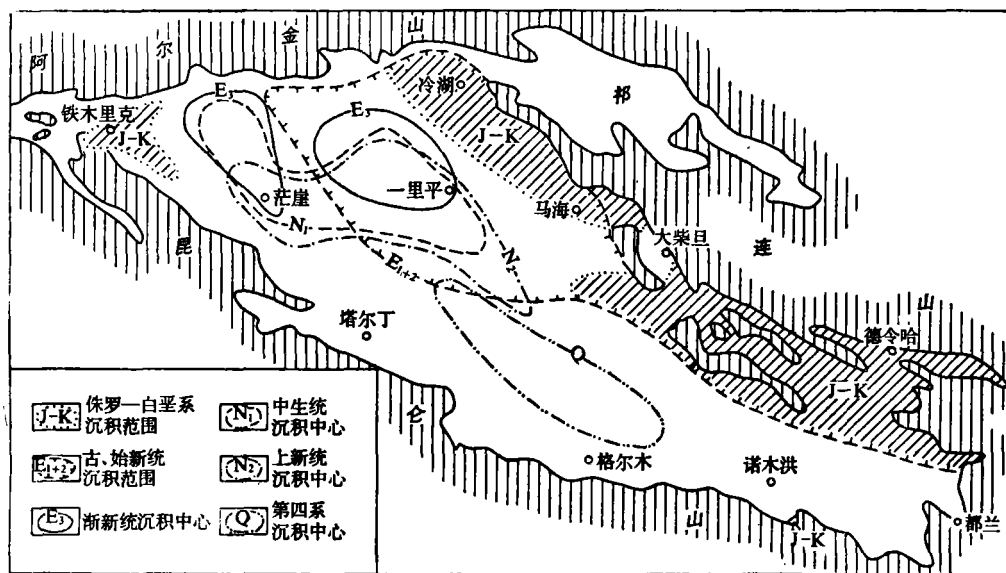


图2 柴达木盆地中、新生代沉积中心波浪状迁移示意图

该波谷带的中段鱼卡东至锡铁山之间,与北东向的塔尔丁—绿梁山波峰带相交,又为北纬 $37^{\circ}20'$ 至 38° 间的东西向波峰带所通过,是一个相对的隆起地段。因而绿梁、全吉等突起,中、新生代沉积比东西两段一般也都较薄。

2. 鄂博梁—埃姆尼克波峰带

此波峰带是盆地内北部中生代断陷带与中南部新生代拗陷带的分界,从物探资料看是一个明显的重力正异常带。在整个中、新生代的地壳波浪发展中,一直处于较高的位置。

该波峰带西段有鄂博梁一号和葫芦山构造,中段与北东向的波峰带相迭加,形成了马海—大红沟凸起和锡铁山,后者前寒武系耸出地表。马海—大红沟凸起,除边缘部分有白垩系外,第三系直接覆于前震旦古老基底之上。东段埃姆尼克山古生界又复出露地表,向东逐渐倾没,为第三系和第四系所覆盖,在新生界之下是大浪、长山潜山带,其南北两侧均为断层所控制,潜山带的基底埋深不过200米,而其南北两侧,中、新生代沉积迅速达到4000米以上。因此大浪、长山潜山带也是一个自中生代以来长期上升的断隆带。

3. 一里平—达布逊湖波谷带

这是一个北西西向斜贯盆地中央的波谷带,是盆地内沉积最厚也是第四纪最发育的地带(图2)。这一波谷带从碱山以北,向东经三湖地区到柴达木河中游,有明显的北西向重力负异常分布。

由于盆地东南部东西向的布尔汗布达构造带的影响,使该波谷带在达布逊湖附近向东偏转,其次级构造也逐渐转为近东西向展布。这种影响一直到北部的长山、大浪和德令哈都有表现。

4. 尖顶山—涩南波峰带

波峰带的西北端是阿尔金斜坡的东部,从基底起伏形态上看,处于两个凹陷之间基岩相对较高部位的中新统至第四系各层都较两侧为薄。据物探资料,该处是重力高,显示基岩相对隆起。大风山背斜带、尖顶山背斜带与基岩隆起符合较好,这是一些第三纪末褶皱回返形成的背斜带,从而导致更新统与上新统的不整合。其形态比较宽缓,向深部有薄顶现象,不如茫崖凹陷中第三系褶皱紧闭,具过渡性质。

5. 茫崖—乌图美仁波谷带

该波谷带处于阿尔金山和祁漫塔格山的相交地带。由于两山在上古生代的褶皱隆起和中、新生代的块断上升,在茫崖一带形成一个统一的山前深凹陷盆地,仅新生界就逾8000余米。在干柴沟以西地区和铁木里克地区均有侏罗白垩系沉积。凹陷的总趋势是由西向东发展,后期的褶皱回升,也是由西向东推移。中上新世的构造运动,造成狮子沟组与上油砂山组之间的不整合。由于褶皱回返,造成一系列的紧闭线型褶皱,背斜构造常呈雁列,且成排成带出现。

6. 茫崖—冷湖波谷带

这一波谷带为北西向的地壳波浪所斜交,造成波谷带内部的波状起伏。南段波谷与波谷相交形成茫崖凹陷,北段波谷与波谷相迭形成赛昆断陷带,中间波谷与波谷相交的部位形成一里平拗陷,其中茫崖凹陷为重要的第三系生油凹陷。

7. 塔尔丁—绿梁山波峰带

此波峰带被北西向的地壳波浪分为三段。南段为黄石东凸起,北段为绿梁山和马海大红沟凸起,中间是第三纪晚期和第四纪的沉降拗陷区。

柴达木盆地可以此波峰带为界,分成东西两部,它们的基底性质、盖层沉积、构造形态和生、储油层也各具特点。

古生代整个盆地有东翘西倾之势。据目前物探和边部钻探资料,盆地的古老基底西部下古生代地层较发育,东部前寒武系占优势,下古生界仅在边部见到,上古生代在盆地的西南边缘塔尔丁附近和盆地北部边缘一带亦有分布,但东薄西厚。所以盆地的基底表现为东部刚性较强,西部柔性较强。侏罗、白垩纪在盆地的边部形成一些中生代的断陷小盆地,沉积了侏罗系或白垩系,但东西两部相比,西部断陷较发育,沉积也较厚。新生代早期(第三纪时),西部再次下沉,沉积了巨厚的第三系。至上新世中期末和上新世末,西部第三系相继褶皱隆起,沉积中心逐步东移。至第四纪盆地的沉降中心已转移至此波峰带以东的涩聂湖—达布逊湖一带。因此,第三系和侏罗系生油区主要在波峰带以西,第四系生气区又集中在此波峰带以东地区。

东西两部的构造形态差异也是非常明显的,特别是在新生界表现得更为显著。波峰带以西褶皱极发育,多呈北西西向的雁行式带状排列,断裂也较发育。波峰带以东的新生界除在德令哈地区外一般褶皱既平缓又多孤立,断裂较少,其方向也明显向近东西方向偏转。

8. 达布逊—德令哈波谷带

这是一个既为北西向的地壳波浪所截切,又明显为东西向的地壳波浪所交汇和复杂化了的北东向波谷带。由于东西构造波峰带的穿插,使其不如盆地西部的茫崖—冷湖北东向波谷带发育,但在这一带由北而南呈北东向排列着的德令哈凹陷、埃南断陷、三湖新拗陷等都是此波谷带与北西向波谷带相交汇的结果。

二、柴达木盆地镶嵌构造的波浪发展

柴达木盆地的结晶基底由前震旦系组成。晋宁运动以前,其四周为北布尔汗布达、喀雅克登塔格、阿尔金和柴达木北缘等地向斜所包围,柴达木地块为一物源区。

晋宁运动使上述晚元古代(震旦亚代)的地向斜全部回返,但除北布尔汗布达地向斜回返后与柴达木地块连为统一古陆外,在柴达木地块西缘、北缘、东缘和北布尔汗布达山的南侧,由于下古生代海槽的扩大,都曾为地向斜的海水所漫漫,沉积了一定厚度的下古生界。

加里东运动使周围的早古生代地槽沉积褶皱变质,地块内的下古生界除欧龙布鲁克外,也发生不同程度的褶皱变质作用。泥盆、石炭系的沉积主要分布在地块的北缘和西南部。柴达木地块边缘的海西期花岗岩活动除北部较弱外,一般都十分强烈。柴达木在石炭纪末,由于泥盆、石炭系沉积区的隆起,形成一个面积更大的波峰带,直到印支运动后,柴达木地块和其周边山区一样,产生了半地垒—半地堑或地垒—地堑式的地块波浪构造地貌,形成许多小型、互不连接的侏罗、白垩系陆相沉积盆地。此时柴达木地块从整体上看,是呈南翘北倾的。地块内侏罗、白垩纪沉积盆地的构造特征同周围山区者没有多大差别,都是受古地中海和外太平洋两个波浪系统的控制,使这些断陷成带状分布,只是由于后来它们被深埋在新生界之下,才具备了生油和油气保存的条件。

本区燕山运动是以块断运动为主,高断块受到强烈侵蚀,中生界厚度各地差异很大。从燕山运动起,周边褶皱带块断上升,柴达木地块开始逐渐下沉,侏罗、白垩系已明显见到向南超复的现象。

新生代以来,地块周围山系强烈上升,柴达木才由一个长期隆起的波峰地块,经过侏罗、白垩纪的小型断陷盆地,逐渐发展成为一个大型的沉积盆地。

古、始新世的沉积范围继续向南超复到红三旱构造带之南,但此时柴达木盆地仍是南高北低。至渐新世沉积时,柴达木盆地发生了一次相反的翘倾活动,使北部原来的拗陷区相对隆起,同时盆地还呈东翘西倾,故在地块西南部茫崖和一里平以西地区,沿着两个北西向的波谷带,形成了两个渐新世的拗陷中心(图2)。

渐新世之后,柴达木盆地的西部不断隆起,使其拗陷中心逐渐由西向东发展,中新世、上新世的拗陷中心移至茫崖和一里平地区;第四纪的拗陷中心则又向东迁移至三湖

地区。从第四系不同层位的厚度和地形来看,现在拗陷中心仍然在向东迁移中。

上新世后期的喜马拉雅运动,使柴达木盆地的盖层发生褶皱,以后又经过新构造运动的改造,最终形成了现在这种复杂的波浪状镶嵌构造格局。

柴达木盆地内部的构造,虽然有些属同生构造,在老第三纪已开始形成,但绝大部分构造是在上新世和第四纪才形成或定型的。根据黄汲清等人对青藏高原及其周围地区山前拗陷内磨拉石的研究,认为这些磨拉石建造从上新世才出现,其中普遍存在有三个不整合,即上新统与更新统之间,早更新统内部,早更新统与中更新统之间,它们反映了青藏高原的三次显著的构造爆发期。再从磨拉石建造具上粗下细的特点来看,表明构造运动愈新愈强烈^[6]。柴达木位于青藏高原内部,其构造发育必然应和青藏高原具有一致性,其新构造运动也应相当强烈。这从有不少的第四系背斜和断裂,有些地区第四系倾角很大,以及几乎所有构造虽然其地层并不坚硬,却都呈正地形,这些都是新构造运动强烈的佐证。

三、从波浪状镶嵌构造来看柴达木盆地今后找油的方向

经二十多年的勘探,柴达木盆地目前已证实有侏罗系、第三系和第四系三套生油、气岩系,并已发现了十六个油田和三个气田。

柴达木盆地地壳运动的波浪发展和镶嵌构造格局,控制着该区的地层厚度、岩相古地理、岩浆活动、变质作用、地质发展史和构造特征,从而也控制着各种内生、外生矿产的分布。它对油气的控制主要有下列几点:

1.柴达木盆地自侏罗纪以后一直处在古地中海构造带和外太平洋构造带两个巨大波浪系统的波谷带复合处,沉降较深。其沉降速率也较大,且自中生代以后有愈来愈大的特点。例如侏罗、白垩纪的沉降速率约为0.03毫米/年,渐新世—中新世为0.14毫米/年,上新世为0.6毫米/年,而第四纪则达1.5毫米/年。盆地周围的波峰带在新生代一直为高山,这种对立的发展为盆地沉积供给了丰富的物源。因此,柴达木盆地应是一个含油气丰富的地区。

从不同时期地层的沉降速率结合岩相和地层分布来看,新生界的含油气远景应该比中生界更有希望。

2.北西西向的优势构造方向是本区控制生油拗陷和油气聚集的主要因素。

盆地内北西西向的波谷带,都具有拗陷较深的特点,它们沉降速率大、地层厚,容易造成有利于生油的还原环境。目前盆地内已证实的生油地区全都受盆地内优势构造方向的一级波谷带所控制。如侏罗纪的已知生油区位于冷湖—德令哈波谷带内,实际上盆地内侏罗系的分布也主要受着优势构造方向波谷带的控制(图2)。新生界各层的厚度变化也受此优势构造的控制,其厚度较大的地区都位于优势构造方向的波谷带内呈北西西向延伸。第三系已证实的生油地区在茫崖—乌图美仁波谷带内,而第四系的生气区恰好位于一里平—达布逊波谷带内。盆地内优势构造方向的三个波谷带,各自分别控制了一个不同时代的生油气区,所有的生油气区都沿优势构造方向呈带状分布,显示出它们同这些波谷带的依存关系。

本区已发现的油田主要是构造油田类型,它们多与优势构造方向的二级构造带(即盆

地内的二级波峰带)以及与二级构造带相伴生的断裂密切相关。今后,优势构造方向的二级构造带仍然是找油的主要对象,尤其是在盆地内优势构造方向的一级波谷带内的二级构造带或与上述一级波谷带相邻地区的二级构造带都是今后首先应该进行勘探的地区。

3. 盆地内一级优势构造方向波谷带与北东向波谷带复合部位是生油最有利的地区。

盆地内主要生油拗陷虽然主要受北西西向波谷带控制,但它与北东向波谷带的复合部位,往往形成更有利的生油拗陷。

盆地东部由于布尔汗布达东西向构造带的干扰,一方面使得东部地区南北变窄,同时也使其相对隆起,故仅在新第三纪特别是在第四纪,当盆地西侧相对上升时,东部地区才发生显著下沉。所以目前仅在东部地区的西侧——达布逊湖和涩聂湖一带的第四系中发现有天然气生成。

盆地内的主要生油区全部集中在东向的茫崖—冷湖波谷带与优势构造方向波谷带的复合部位上。例如侏罗纪的赛什腾断陷和鱼卡凹陷,以及第三纪的茫崖凹陷都是已证实了的主要生油凹陷。与此处于类似地质构造条件下的某些凹陷,如侏罗系的昆特依凹陷和西南部的红柳沟凹陷,以及第三纪的一里平凹陷等,均与茫崖、冷湖、鱼卡等已知生油凹陷相似,都位于茫崖—冷湖波谷带与优势构造方向不同波谷带的复合部位,故亦应是生油有利的地区。因此,今后应在这些凹陷及其相邻地区布署勘探工作。

4. 盆地自中生代以来多次发生翘倾,使沉积中心发生逆时针的波浪迁移。盆地在中生代为南翘北倾,至第三纪逐渐变为东北翘西南倾,而到新第三纪以后又逐渐变为西翘东倾,这样使得主要生油气拗陷也由北向西南最后又向东作反时针的波浪迁移(图2)。

在盆地多次翘倾的过程中,鄂博梁到埃姆尼克山以南曾是中生代和新生代反复翘倾的枢纽带,这里长期都处于油气运移聚集的有利地位,是今后值得注意的探区。

5. 盆地内的二级构造带和局部构造,以及更小的小褶皱、小断裂都有它们各自的近等间距性^[4]。由于各地区基底性质的软硬不同,不同地区其二级构造带的等间距也不一致。在大风山以北约为20公里,在其以南则为10公里左右,同时其褶皱形态和面积在大风山以南和以北也各不相同。

每个二级构造带上的局部构造不仅有规律地按优势构造方向排列,同时也具有近等间距性。在局部构造上更次一级的小褶皱和小断裂也各自具有其近等间距性(图3、4)。

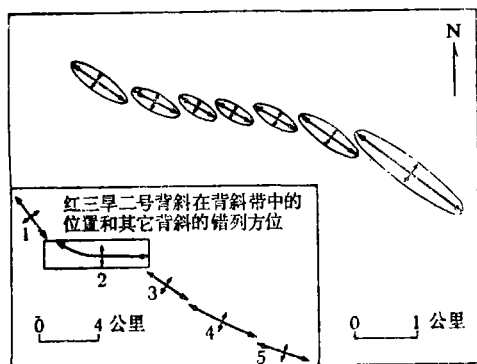


图3 红三早背斜带及其二号背斜的小背斜图(据孙殿卿等)^[7]

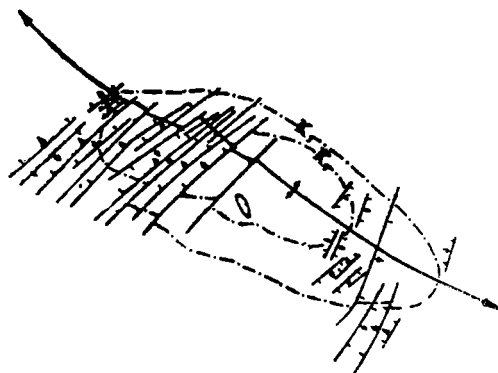


图4 南陵丘构造北东向断层图
(示断层的近等间距性)

详细分析各级构造的近等间距性现象,就可以有预见性地发现新的潜伏构造,再结合着卫照解释的资料,这样必然会大大提高石油勘探的效果。

(收稿日期 1981年3月31日)

参 考 文 献

- [1] 张伯声,中国地壳的波浪状镶嵌构造,科学出版社,1980年。
- [2] 张文佑,柴达木盆地地质概况,地质知识,1956年第3期。
- [3] 朱 夏,关于柴达木盆地的几个主要地质问题,地质知识,1965年第6、7期。
- [4] 汤锡元,波浪状镶嵌构造对我国油气资源的控制,石油与天然气地质,1卷2期,1980年。
- [5] 张伯声、汤锡元,鄂尔多斯地块及其四周的镶嵌构造与波浪运动,西北大学学报(自然科学版),1975年第3期。
- [6] 黄汲清、陈炳蔚,特提斯—喜马拉雅构造域上新世—第四纪磨拉石的形成及其与印度板块活动的关系,国际交流地质学术论文集(1),地质出版社,1980年。
- [7] 孙殿卿等,柴达木盆地北部第三纪地层及地质构造特征,地质出版社,1959年。

CHARACTERISTICS OF THE WAVY MOSAIC STRUCTURES AND THEIR CONTROL OVER THE OIL AND GAS FIELD IN THE QAIDAM BASIN

Tang Xiyuan Jiang Hongxun Xie Guangcheng
(Northwest University)

Abstract

The frameworks of the wavy mosaic structure of the Qaidam basin were formed by the crossing of the NE-trending outer-pacific structural belts and the NW-trending paleo-Mediterranean belts, on which overlapped the EW and NS trending structures, and thus makes the structural frameworks complicated, wherein the NW-W trending is dominant. In the basin, the NW-W and NE trending structural belts can be subdivided into the second-order and third order crest and trough belts.

The Qaidam basin is a stable ancient massif. It was principally a rise before Mesozoic, experienced the stage of minor rift - depressions during the Jurassic and Cretaceous period, and developed gradually into a large scale sedimentary basin of the present-day.

An counter-clockwise rotation of the depocentre in this basin took place during the development of the crust-wave.

The developments of the crustal movements like waves advancing one upon another and the frameworks of the mosaic structure in the Qaidam basin were in control of the stratigraphic thickness, facies-paleogeography, geological history and structural characteristics, and the distributions of various deposits including oil and gas deposits. This paper discusses these controls in details and evaluates the oil and gas potentials of the basin as a whole.