文章编号:0253 - 9985(2000)04 - 0293 - 07

海洋阵列大地电磁测深法在辽东湾滩海深部地质构造研究中的应用

王东坡[1],曾效箴[1],薛林福[1],李桐林[1],刘 立[1],陈义贤[2],廖兴明[2],孟卫工[2],李真济[2]
(1. 长春科技大学,吉林长春 130026; 2. 辽河石油勘探局,辽宁盘锦 124010)

摘要:在对辽东湾滩海地区的海洋阵列大地电磁测深资料进行研究的基础上,结合地质、地震、重磁以及测井资料,利用二维有限元法对该区地质结构、构造特征进行了分析。结果表明郯庐断裂带对该区影响深远。郯庐断裂带北延部分在辽东湾地区有 4 条大断裂,其中二界沟-盖州滩断裂分割了该区古老的结晶基底,以东为鞍山群,以西为建平群;大洼-海南断裂则控制了中上元古界的分布,中上元古界仅分布在该断裂西侧。郯庐断裂作为一整体又控制了中生界火山岩的分布,断裂西侧火山岩发育程度高于东侧。另外,利用电磁测深技术的勘探深度大这一优势,对该区进行了深部层圈结构的研究,幔内高导层的深度约为 60 km,是软流圈的反映,软流圈的起伏与该区的隆凹呈明显的镜相关系;壳内高导层的深度约为 20 km,是地壳在拉伸过程中形成的折离带的反映。

关键词:海洋阵列大地电磁测深;壳内高导层;幔内高导层;主干断裂

第一作者简介:王东坡,男,73 岁,教授(俄罗斯自然科学院外籍院士),盆地地球动力学

中图分类号:P631.2 **文献标识码**:A

60 年代起,国际上一些著名的地球物理学家和海洋地质学家已开始进行海洋电磁场理论的研究和仪器的研制,并在海上进行实验[1,2]。在我国,大地电磁测深法用于水下的研究,只是近年的事情,1994 年同济大学在太湖做过 3 个水下测深点实验,同年,浙江石油勘探处在太湖做了 17 个点长达 50 km 的水下剖面;此外,还有其它单位也进行过水下大地电磁测深实验,为海洋大地电磁测深法积累了一定的经验[3]。1997 年长春科技大学地球物理仪器研究室,在长期从事陆上大地电磁测深仪研究的基础上,研制成功阵列式海洋大地电磁测深仪,为我国海洋大地电磁测深研究开拓了新的途径和手段,并于同年 6～8 月在辽河石油勘探局大力支持下,开展了辽东湾滩海区的深部地质研究工作。本文是在上述海洋阵列大地电磁测深工作的基础上,结合地质、地震、重磁和测井资料,利用二维有限元方法,进行了深部地质解释。推断了深部中生界、中上元古界的分布;断裂构造分布;滩海地区的壳、幔高导层的分布。这为盆地分析和油气预测提供了信息。

1 海洋阵列大地电磁测深法

海洋大地电磁测深原理上与陆地大地电磁测深相同,只是由于海洋环境的特殊性,使海洋大地电磁测深具有其特殊性。海陆环境的主要差别是:(1)海水是高导体,使外来电磁场特别是高频成分遭到严重衰减,降低了解决浅部地质问题的分辨率;(2)海水运动产生的电流干挠海底测量的电场;(3)海水和海陆地壳的电性结构差异形成的“海岸效应”,造成解释的复杂化。因此,海洋大地电磁测深是一项高度综合的高新探测技术。

目前国内水域的大地电磁测深法基本上采用磁电分离测量技术。仪器由 1 台主机和 4 台独立分机组成阵列仪。主机测量两个电场分量和 3 个相互垂直的三分量磁场。电场采用 L 式布线,有 3 个电传感器和 3 个磁传感器。电传感器选择了稳定性较好的 Pb - PbC12 固体不极化电极。主机的磁探头有两个,分别为高、低频探头。分机进行电场测量,有 3 个电传感器。主、分机分别配有全球定位系统,用于主、分机的高精度同步。

本次在辽东湾滩海区完成海洋阵列大地电磁测深剖面 5 条,200 个测点。所有测点完全符合中华人民共和国石油天然气行业标准[4],同时进行了时域信号质量的同步观测数据波形对比,结果表明海上测量的信号与陆上相比除 3～5 s 的信号受海水波浪影响外,其它信号海陆对比性强,说明海上测量结果是可信的,具有地质解释意义。此外,对全区测点所作的检查点的检查均方误差均小于

收稿日期:2000 - 04 - 19

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

5 θ/,说明海上测量数据是可靠的。下面列出海洋大地电磁测深法与钻井和地震资料的对比(表1),说明本方法测量结果是可信的。

表1 海洋阵列大地电磁测深法解释结果与钻井、地震资料对比表(深度/m)

Table 1 Comparison between interpretative results of oceanic array magnetotelluric sounding and data of well drilling and seismic data(depth/m)

地 层	钻孔 (LH13-2-1) (28.0)	地震剖面	MT (933S1)
第四系(Q)	357		350
明化镇组(Nm)	675		670
馆陶组(Ng)	1 170	1 250	
东营组(Ed)	3 450 (未穿)	3 600	3 570
沙河街组一、二段(Es$_{1+2}$)		4 300	4 370
沙河街组三、四段(Es$_{3+4}$)		5 000	5 070
中生界(Mz)			6 870
前中、晚元古界			19 600
壳内高导层			22 600
下地壳			59 600
幔内高导层			

2 基底结构

2.1 鞍山群与建平群的分界

辽东湾滩海地区的结晶基底根据钻井揭露主要以太古界混合花岗岩为主,在下辽河坳陷的隆起部位多处钻遇太古界和早元古界,它们是构成中、新生代盆地的结晶基底[5]。

燕辽沉降带,太古代—早元古代是以正向运动为主的构造单元,广泛出露太古代建平群的混合岩、混合花岗岩。而辽东地区的鞍山群为绿岩建造,其岩性为麻粒岩、片麻岩、变粒岩、斜长角闪岩、磁铁石英岩、混合岩、混合花岗岩等。早元古代辽河群为板岩、片岩、变粒岩、大理岩、千枚岩等[6]。

辽东湾地区东西两侧出露的两种类型结晶基底在盆地中的分界一向认为是以郯庐断裂带北延部分为界。郯庐断裂带北延部分在辽东湾地区有4条大断裂,东西两种类型结晶基底确切分界到底是这4条大断裂中的那一条?大多数地质学者认为是其中最东侧的一条,即抚顺-营口断裂。

根据海洋阵列大地电磁测深结果,反映在二界沟-盖州滩断裂两侧的辽东湾东西两部分结晶基底在电性上有明显差别,以东的太古代基底视电阻率为1 000 Ω·m以上;以西为700～800 Ω·m。看来,这些差别反映在基底岩性上的不同,西部以辽西型的太古界建平群为主,东部则以辽东型的太古界鞍山群和早元古界辽河群为主。因此,我们认为鞍山群与建平群的确切分界应是二界沟-盖州滩断裂(图1)。

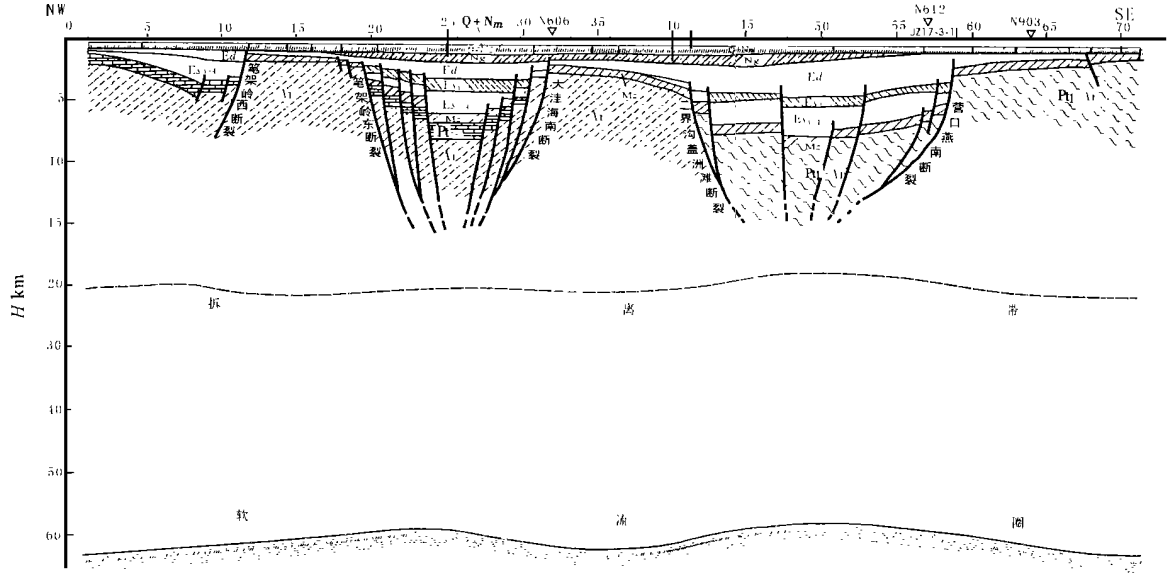

图1 辽河滩海地区海洋阵列大地电磁测深第7线地质解释剖面图

Fig. 1 Geologic interpretation profile of seventh line of oceanic array magnetotelluric sounding in beach sea of Liaohe River

2.2 前中生代

辽东湾地区前中生代基底是华北板块的一部分。中元古代期间,以大洼海南断裂为界,西侧燕山沉降带沉积了长城系下部巨厚的碎屑岩及火山岩;中元古代晚期至上元古代时期燕山沉降带由断陷转化为坳陷,沉积了蓟县系和青白口系的稳定的

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

盖层沉积(图 2)。东侧的辽东地区缺失中、上元古代地层,中生代地层直接不整合在鞍山群和辽河群之上。中、上元古代沉积对本区东部基底组成没有影响[7]。

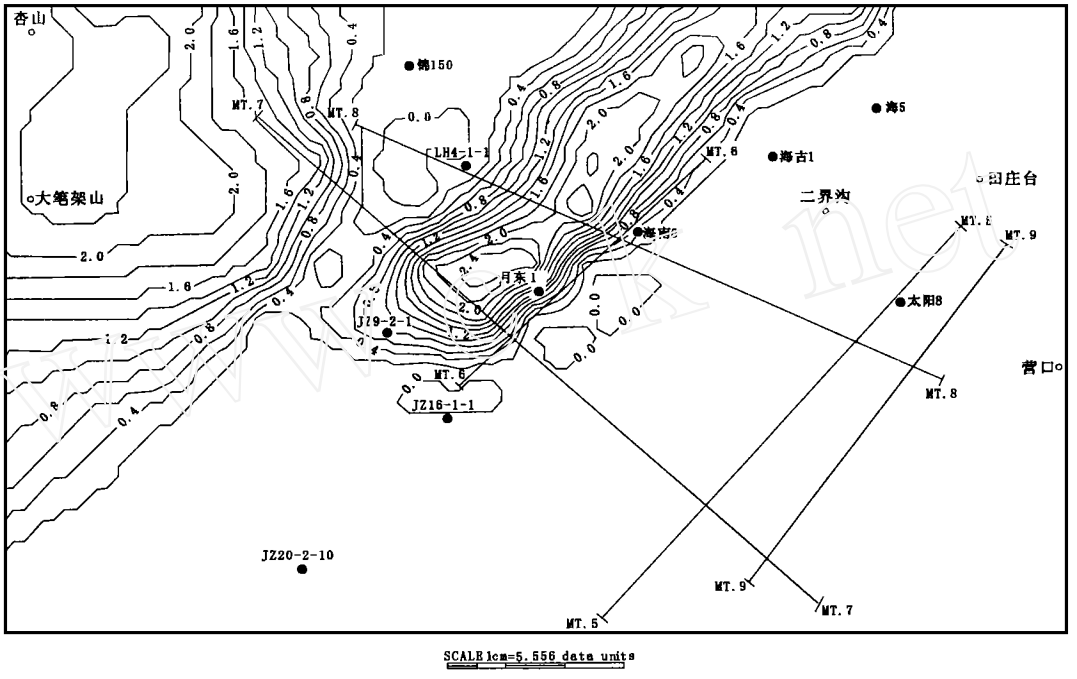

图 2　辽河滩海地区中上元古界分布图

Fig. 2　Distribution of Middle and Upper Proterozoic in beach sea of Liaohe River

经上元古代末期的抬升造陆运动之后,古生代早期在辽西、太子河、复州地区开始海相沉积,延续到早奥陶世。随后又经历晚奥陶世至早石炭世长达一亿几千万年的风化剥蚀,广大区域已准平原化。中石炭统—二叠系在辽东和辽西地区自东北向西南开始发生海侵,海陆交互沉积达到下辽河坳陷的东部斜坡一带。

根据区域地质、钻井资料和海洋阵列大地电磁测深结果,辽东湾滩海地区的前中生代的基底,东西两侧有较大差别:西侧有中、上元古界、古生界(?),主要分布在西部凹陷中;东侧则缺失中、上元古界,中生代地层直接覆盖在太古代或太古-早元古代变质基底之上(图 1)。

2.3　前第三系

印支运动后,本区发生区域性的裂陷作用。中生代地层在区内广泛分布,主要为陆相火山岩、火山碎屑岩及湖盆沉积。在辽东湾盆地仍以郯庐断裂为界,东西两侧构造活动特点仍有明显区别。辽西地区侏罗系以陆相火山岩、火山碎屑岩(兴隆沟组)和含煤岩系(北票组)为特点;辽东地区侏罗系则不发育相应的火山岩层位,沉积厚度和分布面积也不如辽西地区。早白垩世期间辽东、辽西地区均发育有火山岩(义县组和梨树沟组),但仍以辽西地区更为发育。根据区域地质、钻井资料和海洋阵列大地电磁测深结果,滩海地区中生界可能包括这些地层:晚侏罗世的小东沟组、早白垩世的义县组、九佛堂组、沙海组、阜新组和孙家湾组。

总之,辽东湾地区的基底结构比较复杂。其基底是经历了两种不同性质地壳运动叠加的双重结构,可分为前中生界和中生界两个构造层。

下构造层前中生界包括太古界、元古界和古生界,在区域上为 NS 向挤压,NE 向拉伸的构造运动体制。从区域地质构造特征上看,在辽东湾地区东侧,其构造轴线以 EW 向为主,元古界和古生界自北向南呈隆凹相间排列。辽东湾地区西侧,中、晚元古界和古生界沿着 NE 方向伸向西部凹陷,是燕山沉降带向盆地延伸部分。坳陷中部的中央凸起部位的太古界沿 NE 方向展布。

上构造层中生界,中生代是地质历史上的一个重大变革时期。印支运动使前中生界发生褶皱,形成一系列 NE 和 NNE 向展布的开阔平缓的构造。燕山运动在辽东、辽西地区产生一组 NE 向主断裂,造成东西分带,南北分块的构造格局。并影响了新生代沉积盆地的发育和演化。郯庐断裂在中生代时期已开始具有左旋走滑活动的性质。

燕山运动以后,经历了晚白垩世到古新世的抬

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

升剥蚀均夷,形成了准平原化面貌。始新世,在隆起的基础上开始了新生代断陷旋回,进入新生代沉积盆地的形成阶段。

3 深部沉积地层分布

辽河滩海地区深部沉积地层,根据海洋阵列大地电磁测深和重磁资料综合分析主要有中、晚元古界和中生界。它们无论在厚度上或分布上都明显受NE向主干断裂的控制。

3.1 中、上元古界

中、上元古界主要分布在二界沟-盖州滩断裂以西地区,特别是在海南洼陷及其以西地区。沿海南洼陷中心呈短轴状沿NE向展布,最厚处达2.4 km,向两翼逐渐变薄,在笔架岭潜山上缺失中、上元古界,向西在西部斜坡亦有分布,厚度由东向西逐渐减薄,厚度由1.4 km减薄到600 m(图2)。

根据电性特征中、上元古界的电阻率为150～250 Ω·m,岩性为碳酸盐岩和砂岩。

3.2 中生界

辽河滩海地区的古老基底上,广泛分布有中生界,其电性特征为电阻率在40～90 Ω·m。岩性为砂泥岩和火山岩。厚度变化的总趋势是东部比西部厚,北部比南部厚,在隆起上中生界的厚度要比凹陷中相对薄些。第5剖面中生界的厚度从NE到WS由厚变薄,东北端点最厚为2.6 km,西南端减薄为0.5 km。在第6剖面上也具有类似的变薄趋势,中生代地层由东北端的500～600 m,到剖面南端基本消失(图3)。

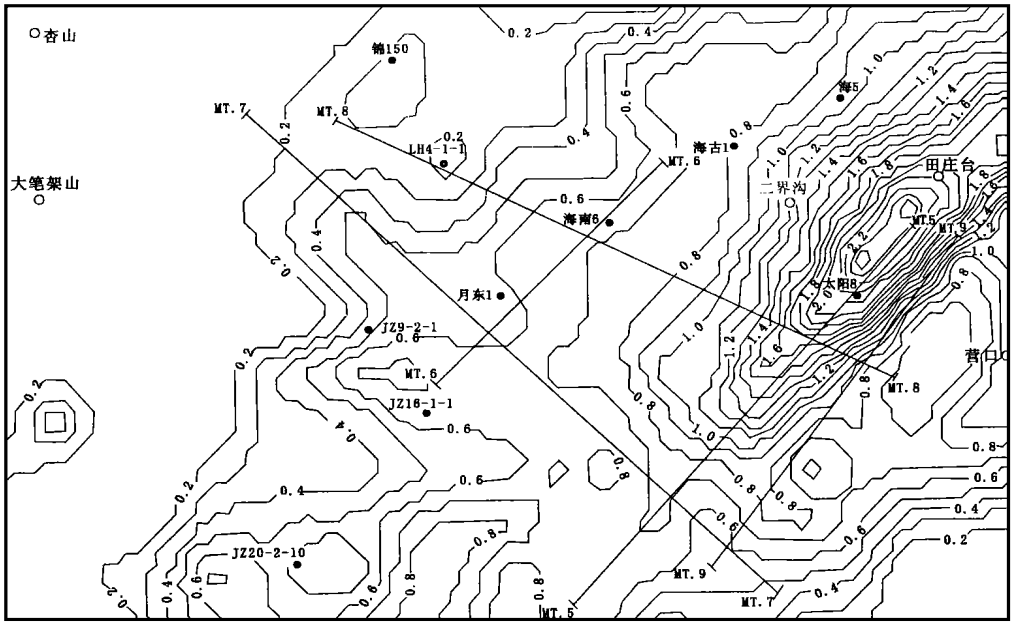

图3 辽河滩海地区中生界分布图

Fig. 3 Distribution of Mesozoic in beach sea of Liaohe River

4 深部构造与盆地构造关系

辽河滩海地区深部构造是本次研究的主要内容之一。大地电磁测深勘探深度大,对低阻层有很好的分辨能力。因此,目前广泛用于研究地壳和上地幔的结构。

4.1 壳内高导层

海洋阵列大地电磁测量结果显示在辽河滩海地区中、下地壳存在有高导层,其电阻率比上地壳的电阻率低两个数量级,一般在10～30 Ω·m,厚度在1～3 km。在断裂发育区厚度较大。一般埋深约20 km,东、西部洼陷区埋深变浅,小于20 km,隆起区变深,一般大于20 km,向辽东湾盆地两侧壳内高导层有变深的趋势。

根据近年在辽西和辽北地区深部地质构造研究结果认为:壳内高导层是壳内韧性剪切带的反映,是壳内拆离和纯剪变形两种构造活动的结果[8]。在拆离面之上为脆性变形,在拆离面之下发育缓倾斜韧性剪切的纯剪变形。在一些深部折射地震剖面中常见到在中、下地壳中存在有交织韧性

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

剪切带的图像,在变质地质体中的高级片麻岩中普遍存在韧性剪切带,因此,壳内高导层主要代表构造活动带或韧性剪切带。是地壳上部脆性层与中下部塑性层的分界带,沿该带可以发生拆离作用。

辽河滩海地区新生代的主要构造形式是伸展走滑,伸展分量是形成辽河裂谷盆地的主要动力,伸展作用所引起的地壳减薄主要是地壳上部所发育的犁式正断层和下部塑性流变实现的。如前所述,壳内高导层是脆性变形区与塑性变形区分界,壳内高导层的深度决定了岩石圈的有效强度,壳内高导层的深度大,岩石圈的有效强度大,反之则小,辽西地区壳内高导层的平均深度为 24 km,辽河滩海区及下辽河坳陷的壳内高导层的深度 20 km 左右。因此,在新生代的构造作用中,辽河滩海区及下辽河坳陷表现为构造薄弱带,构造活动集中发育于此带。

4.2　幔内高导层

辽河滩海地区在深部 60～70 km 处存在幔内高导层,其电阻率为 20～40 Ω·m。幔内高导层的顶界面为岩石圈的底界,幔内高导层的深度等于岩石圈的厚度。在东、西部凹陷区幔内高导层明显隆起,埋深在 58 km 左右,在隆起区埋深明显加大,大于 62 km。软流圈顶面起伏与上覆凹陷、凸起呈镜像关系(图 1),这一研究结果与我校在 1993～1995 年间对辽西、辽北地区的研究结果一致[9]。

岩石圈厚度是岩石圈结构和性质的反映,不同厚度的岩石圈对构造作用和热活动的响应不同,与盆地的形式和演化具有明显的相关关系[10,11]。

岩石圈厚度在地质历史时期是动态变化的,它一方面控制着构造作用,另一方面也反映了岩石圈的地球动力学状态。辽河地区新生代坳陷形成之前,辽河滩海地区经历晚中生代的伸展作用,其岩石圈厚度与辽西地区相当,约为 80 km,地壳厚度为 33 km,忽略岩石圈在裂谷发展后期由于冷却作用所引起的岩石圈变厚量,那么保守地估计,辽河滩海地区在新生代构造发展过程中,岩石圈减薄了 20 km。这一减薄量是巨大的,根据岩石圈减薄量(H)、岩石圈厚度(H_a)、地壳厚度(H_c)及伸展因子(β)之间的关系

$$H = (H_a - H_c)(\beta - 1)$$

取 $H = 20$ km, $H_a = 80$ km, $H_c = 33$ km,由上式可以得出 $\beta = 1.425$,已有的资料表明,松辽盆地的伸展因子 $\beta = 1.15$ 左右,因此辽河滩海地区新生代的伸展作用比松辽盆地中生代的伸展作用更强,也可以推断辽河滩海地区应具有更高的热流。对有机质转化为烃是很有利的条件[12]。

5　主干断裂分布

辽河滩海地区的断裂构造格局基本上是辽河坳陷断裂构造带向海滩方向的自然延伸。总体呈 NE 向分布,从东到西有营口-燕南断裂、二界沟-盖州滩断裂、大洼-海南断裂和威远堡-盘山断裂,以上 4 条巨型大断裂是郯庐断裂系经过本区的情况。除了郯庐断裂系以外,在大洼-海南断裂和威远堡-盘山断裂之间还有一条较大的 NE 向断裂。

5.1　郯庐断裂系

是本区主要 NE 向断裂系统,包括以下 4 条巨大断裂(图 4)。

5.1.1　二界沟-盖州滩断裂

是陆上二界沟断裂向海方向的自然延伸,位于中央隆起东侧,是辽东湾盆地内长期活动的主干断裂。早期它是一条张性断裂,控制着辽东和辽西太古代地层分界;晚期发展成具走滑性质的张性断裂。大地电磁测深资料显示,软流圈有明显隆起。二界沟-盖州滩断裂切割了软流圈,引发深部物质向上侵位。在新生代早期沿着二界沟-盖州滩断裂分布有大量玄武岩,说明它是深处地幔物质——碱性玄武岩喷出地表的通道。从某种意义上说,二界沟-盖州滩断裂是超岩石圈断裂。但该断裂在地表表现得不突出,所以它又是一条深大的隐伏断裂。

5.1.2　营口-燕南断裂

位于辽东湾盆地东部边界,是一条长期活动深切到岩石圈的边界主干断裂,控制着辽东湾盆地的东部边界。在中生代,是一条张性断裂,控制着中生代地层分布的东界。在中、新生代,它和二界沟-盖州滩断裂发生相互走滑作用,在滩海地区的东部凹陷构成典型的负花状构造。它和二界沟-盖州滩断裂向北延伸经沈阳,在抚顺以北汇合后,再向东北延伸与敦化-密山断裂带相连。

5.1.3　大洼-海南断裂

是陆地上大洼断裂向海滩方向的延伸,位于中央隆起西侧,是一条长期活动的主干断裂,深切到岩石圈,控制西部凹陷中、晚元古代、中生代和新生代的沉积格局。在元古代和中生代时期是以张性活动为主,新生代期间具走滑性质。该断裂在西部凹陷南端由于笔架岭构造的影响,分叉为笔架岭东

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

断裂和笔架岭西断裂。

5.1.4 威远堡-盘山断裂

位于辽东盆地西侧,控制西部斜坡中、晚元古代和中、新生代沉积。在中、晚元古代是一条张性断裂,中生代以后活动比较强烈,仍然是以张性为主的断裂,但在新生代时具有走滑性质。它和辽中-大洼断裂在辽中大民屯汇合为一,北延与依兰-伊通断裂相接。

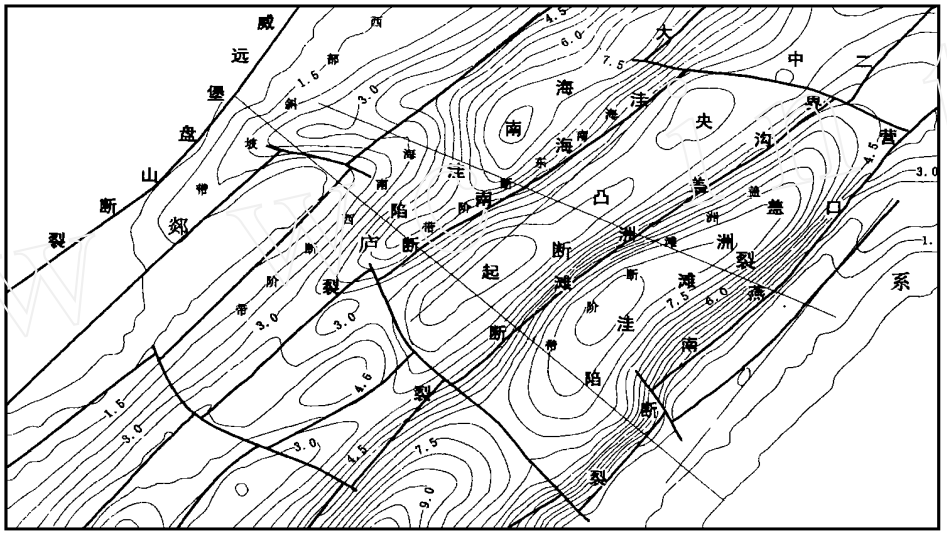

图4 辽河滩海地区主要断裂构造分布图

Fig. 4 Distribution of principal faults in beach sea of Liaohe River

5.2 NW向断裂系统

是滩海地区发育的二级断裂,它是NE向断裂系的共轭断裂,它们与郯庐断裂系斜交,并切割NE向断裂。

根据航磁和重力资料,区内自北而南有3条较大的NW向断裂带:第一条在陆地上,走向NWW;第二条位于中央凸起南端与辽西凹陷交界处;第三条位于辽西低凸起东北端。它们均横切郯庐断裂系。因此,它们活动时间比较晚。

5.3 近EW向羽状断裂

主要发育在东部凹陷和西部凹陷的东侧,它们常成组出现,在主断裂的下降盘形成断阶。在营口-燕南断裂西侧下降盘的东部凹陷东翼的第三系盖层中发育有一系列近EW向的羽状断裂,它们的形成与郯庐断裂系在第三纪时的走滑活动有密切关系,是郯庐断裂系在第三纪时右旋走滑所致(图5)。羽状断裂主要分布在东部凹陷的东翼,在凹陷的西翼没有或不发育,这可能与地层的厚度有关,它们主要发育在不对称向斜沉积薄的一侧。这种羽状构造在中央凸起西侧的西部凹陷也有显示,主要分布在大洼-海南断裂西侧的西部凹陷东翼,不过其分布不如东部凹陷明显,这主要是由西部地区基底地形复杂所致。

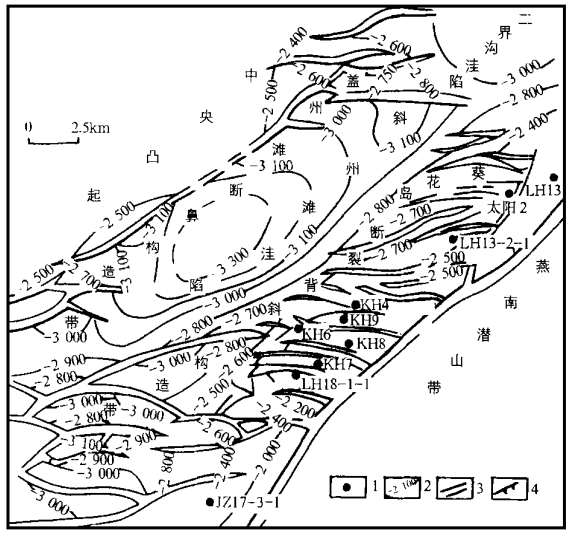

图5 辽河滩海地区东部凹陷羽状断裂构造分布图[7]

Fig. 5 Distribution of feathered faults in east sag from beach sea of Liaohe River

1-完钻探井;2-构造等高线;3-正断层;4-逆断层

6 结语

辽河滩海地区是下辽河坳陷向海自然延伸部分,是沿郯庐断裂系发展的新生代裂谷盆地,其东侧是辽东隆起,西边为燕山沉降带。从区域上看下

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

辽河坳陷及其滩海地区是处于这两大构造单元的结合部,从构造体制上看这些地方又是位于古亚洲构造域向太平洋构造域转换叠加的位置上。因此,深部构造特征始终影响着中、新生代盆地的形成和发展。搞清深部构造对浅部盆地构造的影响和控制作用,查明辽东湾地区与周围构造单元的关系,对了解成油规律都有很大意义。

在辽东湾滩海地区实测了 5 条海洋阵列大地电磁测深剖面和 60 000 km^2 的重磁资料解释工作,实践证明,海洋阵列大地电磁测深方法无论在理论、方法、技术上或是在地质效果上都是成功的。

(1)基本上搞清了辽河滩海地区深部层圈结构,本区的幔内高导层的深度大约在 60 km 上下变化,在东、西凹陷下面的软流圈明显隆起,深度为 58 km,在中央隆起区,软流圈明显下降,深度为 65 km,在滩海地区两侧软流圈深度明显下降大于 65 km。在埋深 20 km 上下存在壳内高导层,它是地壳拉伸过程中形成的拆离带。

(2)获得了电性分层数据,为电性分区、构造分带提供了依据。

(3)查明了辽河滩海地区基底结构,中、晚元古界和中生界的分布。辽河滩海地区以二界沟-盖州滩断裂为界,西侧为太古界的建平群,东部为太古界的鞍山群;早元古界只见于东侧,中、晚元古界只局限分布于西部凹陷区;中生界在区内分布比较广泛,中生代地层分布由东到西、由南向北厚度逐渐变小,最厚约 2.6 km,最薄不足 200 m。

(4)确定了郯庐断裂系对基底结构、新生代盆地的形成和演化的影响。郯庐断裂系是一组多期活动,新生代活动强烈,具有走滑性质的断裂,在海洋阵列大地电磁测深剖面的东、西凹陷中形成典型的负花状构造。郯庐断裂系中的二界沟-盖州滩断裂是郯庐断裂系中一条主干断裂。

参 考 文 献

1 Chave A D, Cox C S. Electromagnetic induction by ocean currents and the conductivity of the oceanic lithosphere[J]. J Geomeg Geoelectr, 1983, 35: 491～499

2 Wannamaker P E, Booker J B. Manetolluric observation across the Juan de Fuca subduction system in the EMSLAB project[J]. J Geophys Res, 1989, 94(B10): 14 111～14 125

3 陈毓川. 迈向 21 世纪的中国海洋地质事业[M]. 北京:地质出版社, 1997

4 中国石油天然气总公司. 石油地质行业标准 SY/ T5820 - 93

5 辽河油田石油地质志编辑委员会. 中国石油地质志(卷三,辽河油田)[M]. 北京:石油工业出版社, 1993

6 辽宁省地质矿产局. 辽宁省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1989

7 金尚柱. 辽河浅海海滩石油勘探开发研究[M]. 北京:石油工业出版社, 1996

8 王东坡, 薛林福, 许敏, 等. 下辽河盆地外围深部构造特征及中生代构造演化模式[J]. 长春地质学院院报, 1997, 27(4): 369～374

9 王东坡, 薛林福, 刘立, 等. 沉积盆地的地球动力学[J]. 石油与天然气地质, 1998, 19(3): 181～185

10 Lister G S, Etheridge M A, Symonds P A. Detachment faulting and the evolution of passive continental margins[J]. Geology, 1986, 14: 246～250

11 Gibbs A D. Structural styles in basin formation[A]. In: Tankard A J. Balkwill H R, eds. Extensional tectonics and stratigraphy of the North Atlantic margins[C]. AAPG Memoir, 1989, 46: 81～93

12 王骏, 王东坡, 张悦. 东北亚深部构造演化及其含油气盆地形成模式研究[J]. 地质构造学(西安工程学院), 1998, 8(1): 7～15

OCEANIC ARRAY MAGNETOTELLURIC SOUNDING USED IN STUDY OF DEEP STRUCTURES IN BEACH SEA OF LIAODONG BAY

Wang Dongpo[1]　Zeng Xiaozhen[1]　Xue Linfu[1]　Li Tonglin[1]　Liu Li[1]

Chen Yixian[2]　Liao Xingming[2]　Meng Weigong[2]　Li Zhenji[2]

(1. Changchun University of Science & Technology, Changchun, Jilin; 2. Liaohe Petroleum Exploration Bureau, Panjin, Liaoning)

Abstract: Based on the study of oceanic array magnetotelluric sounding data and the data of geophysical survey and well log, the geological texture and structural property of the beach area in Liaodong Bay were analysed with 2 - D finite element method. The results indicate that Tanlu fault zone caused considerable effect on the area. The fault zone has four big fractures in Liaodong Bay, the Ejiegou-Jiezhoutan fracture among them cut deep into the crystal palaeobasement; another fracture, Dawa-Nanhai fracture, controlled the distribution of the Middle and Upper Proterozoic. The Middle and Upper Proterozoic were confined within the two sides of the fracture. What's more, as a whole, Tanlu fault also

(下转第 307 页)

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

参 考 文 献

1 邓晋福,叶得隆,赵海玲,等. 下扬子地区火山作用深部过程与盆地形成[M]. 北京:中国地质大学出版社,1992. 155～156

2 丛良滋,周海民. 南堡凹陷主动裂谷多幕拉张与油气的关系[J]. 石油与天然气地质,1998,19(4):296～301

3 李思田. 沉积盆地的动力学分析——盆地研究领域的主要趋向[J]. 地学前缘,1995,2(3):1～9

VOLCANIC ACTIVITIES AND RIFT-SUBSIDENCE CYCLES IN NANPU SAG

Dong Yuexia　Zhou Haimin　Xia Wenchen

(China University of Geosciences, Wuhan, Hubei)

Abstract: The Mg' contents of protomagma in Nanpu Sag are mainly 0.65～0.75. The incompatible elements of rare-earth and trace elements are rich and compatible elements are deficient. This suggests that the protomagma was controlled by the fusion of upper mantle source rock. The structural sequences of stretch-rift basin is usually composed of coarse grain sequence in the bottom, volcanic rock bearing sequence in the lower part, deep-water sequence in the mid part and filling sequence in the upper part. Nanpu Sag could be divided into 6 sequences accordingly. The third and fourth sequences controlled the distribution of the two main petroleum systems of the sag. The formation mechanism of the sag was related of the upwelling of the mantle, and was controlled by the evolution model of active rift.

Key words: volcanic activity; structural sequence; basin dynamicss; mechamism; Nanpu Sag

(上接第 299 页)

controlled the distribution of Mesozoic volcanic rocks, the volcanic rocks on the west side of the fault developed well than that on the east side. Besides, the superiority of great depth of electromagnetic sounding was also used to probe the deep texture of the globe. The result suggests that the depth of high conductive layer of the mantle is about 60 km, and that the undulation of the asthenosphere show distinct mirror relation; the depth of intracrustal high conductive layer is about 20 km. This is the reflection of detachment zone formed in earth crustal extension.

Key Words: oceamic array magnitotelluric sounding; intracrutal high conductive layer; intramantle high conductive layer; principal fracture

(上接第 303 页)

THEORY AND METHOD OF PHYSICAL SIMULATION IN CLASTIC SEDINENTATION

Zhang Chunsheng[1]　Liu Zhongbao[2]　Shi Dong[2]　Jia Ailin[3]

(1. Department of Petroleum, Chendu College of Technology, Chendu, Sichun; 2. Jianghan Petroleum Institute, Jingzhou, Hubei; 3. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Benjing)

Abstract: Physical simulation of clastic sedimentary system is an important resort of studying sedimentary process, it is also one of efficient methods of forecasting oil-gas sandbody distribution. The similarity of sedimentary process is the key of physical simulaion. So simulating experiment must suffice resemble theory. Basin theory keeping sedimentary process of model similar to that of prototype is geometry resemblance, kinetic resemblance, dynamic resemblance and three deduced basic rules such as grain suspend resemblance, grain kinetic resemblance, river bed transfiguration resemblance. Some resemblance conditions can not be content in experiment at the same time, the main conditions influencing sedimentary process should be content first. The establishment of geology and physical models according to actual condition is the foundation of correct physical simulation; the determination of experiment project based on the models is the main link of the simulation.

Key Words: clastic sedimentary system; physical simulation; theory; method; similarity

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net