

沉积盆地地球动力学系统的研究

——以辽西-辽北-松辽盆地南部为例*

王东坡¹, 许敏¹, 薛林福¹, 刘立¹, 王德勤²

(1. 长春科技大学, 吉林长春 130026; 2. 王氏有限公司, 美国加利福尼亚州 83704)

摘要:盆地形成和演化过程与地球深部动力系统的演化过程有密切关系。地球深部动力系统主要包括岩石圈、软流圈以及莫霍面。岩石圈的厚度、有效弹性厚度以及流变性决定了它对构造活动、热活动以及变形的响应, 控制了拆离带的深度, 影响了盆地的热结构, 进而影响到盆地的结构类型。软流圈不仅对岩石圈底部产生熔蚀作用, 使岩石圈变薄, 而且还直接影响到岩石圈的热学性质。莫霍面是一个动态的界面, 从大的方面看, 反映了不同大地构造单元的地壳结构; 从小的方面看, 指示了盆地的形成模式。在中国东北地区, 从早、中侏罗世到早白垩世早期形成众多的断陷盆地, 早白垩世晚期于松辽地区形成大型拗陷盆地。这些盆地沿松辽盆地-辽北-辽西一线呈有规律的排列, 其含油气性由西北向东南由断陷含气拗陷含油, 过渡为含气断陷不含油拗陷, 到最后断陷中不含油气。油气的这种分布规律表面上看与盆地类型有关, 实际上是受盆地深部地球动力系统的控制。主要体现在: (1) 松辽盆地岩石圈厚度约 50~60 km, 平均比辽西地区薄 25 km; 岩石圈厚度越大拆离带的深度就越大; 拆离带深度越大, 岩石圈的强度越大。由此可见, 松辽盆地的岩石圈强度明显低于辽西地区, 因此更易发生挠曲变形而形成拗陷盆地。(2) 由于盆地的基底存在较大的差异, 松辽盆地与辽西地区的地热结构存在较大差异, 松辽盆地地幔热流(Q_r)为 58.1 mW/m², 且 $Q_r/Q_s=77\%$, 辽西地区地幔热流仅为 36.8 mW/m², $Q_r/Q_s=59\%$; 壳幔边界的温度也是松辽盆地(744.4 °C)比辽西地区(644 °C)高。这一地热结构是造成松辽盆地与辽西地区热沉降幅度存在差异的根本原因。

关键词:盆地; 地球动力学; 系统; 岩石圈; 拆离带; 软流圈; 莫霍面

第一作者简介:王东坡, 男, 72岁, 教授(俄罗斯自然科学院外籍院士), 大陆构造沉积学

中图分类号:P541 **文献标识码:**A

在我国东北地区, 从早、中侏罗世到早白垩世早期形成众多的断陷盆地, 早白垩世晚期于松辽地区形成大型拗陷盆地。这些盆地沿松辽盆地-辽北-辽西一线呈有规律的排列, 其含油气性由西北向东南由断陷含气拗陷含油, 过渡为断陷含气、拗陷不含油, 到最后断陷中不含油和气。油气分布的这种现象是何原因所引起的? 近年来, 作者注意到油气在地区上的分布规律与盆地类型相关, 而盆地的形成和演化过程与岩石圈以至地球更深部的动力演化过程有密切关系^[1]。沉积盆地是重要的能源基地, 是油、气和煤的生成和赋存场所。所以对影响沉积盆地形成和演化的地球动力学过程进行系统的研究, 具有重要的理论和实际意义^[2,3]。

地球演化的动力主要来自地幔的对流, 它通过岩石圈把热和物质向地表传递, 同时也塑造着地球表面

环境, 形成山系和盆地。所以沉积盆地不仅保存了地幔对流的历史档案, 同时也保存了岩石圈的热/力学作用过程和自然地理作用过程的记录。要了解石油、天然气和煤以及其它矿产资源怎样在盆地中聚集和保存, 以及沉积盆地的形成和演化过程, 必须对岩石圈的热/力学行为, 火山作用和沉积充填等等因素进行系统综合研究。因此, 必须把沉积盆地及其深部看作是一个完整的地球动力学系统进行研究, 才能更全面地认识盆地的形成演化和矿产的形成关系。

近年来, 笔者在松南-辽北-辽西地区的研究课题完成了 2 400 km 500 多个大地电磁测深、重力和磁法物理点的测量任务, 获取了大量盆地深部壳幔结构信息, 并在国内首次应用阵列式海洋大地电磁测深仪在辽东湾地区开展的浅海海域深部结构的研究, 取得了令人满意的结果。

1 盆地地球动力学系统

盆地地球动力学系统是一个包括沉积盆地及

* 中国石油天然气总公司科研项目(930012), “95”东部深层前期重点科研项目和辽河石油勘探局科研项目资助

收稿日期: 1999-07-26

其下的岩石圈、软流圈在内的三维地质单元,以及控制该单元演化的各种地质因素所构成的地球动力学系统。在盆地形成演化过程中,该系统的变化主要表现为岩石圈/软流圈、莫霍面,岩石圈/大气圈3个主要层圈界面附近和岩石圈内部的各种物理化学变化。岩石圈/软流圈界面附近的变化主要包括岩石圈底部的侵蚀作用、岩石圈/软流圈界面的升降。莫霍面及附近的变化包括莫霍面的隆起、岩浆底垫作用等。岩石圈内部的变化包括岩石圈厚度、弹性强度、流变性和剪切变形等。岩石圈/大气圈界面附近的变化包括盆山系统的形成和演化,盆地周围地区的侵蚀作用和沉积盆地中的沉积作用等。

2 盆地地球动力学系统的深部特征

研究区处于中朝板块北部及与西伯利亚板块过渡的复杂构造演化带内(东经 $117^{\circ}30' \sim 125^{\circ}30'$, 北纬 $40^{\circ}30' \sim 45^{\circ}00'$),是古亚洲构造域和环太平洋构造域构造叠加作用最显著的地区,也是中国东部中、新生代构造活动和火山活动最强烈的地区之一。自元古代至古生代末,华北与西伯利亚两大板块及其中间地块的不同期次、不同规模的俯冲、消减、对接、碰撞,使大陆边缘不断增生,海域逐渐消失,最后导致海西运动末期兴蒙海槽闭合,形成统一的欧亚大陆。中、新生代以来,研究区经历了由古亚洲洋构造域向环太平洋构造域过渡、转换,以及环太平洋构造体制的建立和发展过程,形成或在基底断裂基础上发育一系列 NE 或 NNE 向左旋走滑断裂带^[4]。研究区在这种构造背景下,岩石圈发生脆性断裂、韧性剪切变形,走滑和伸展共存,导致在不同的基底上形成不同类型、规模和具有不同演化历史的中、新生代沉积盆地。研究区内以赤峰-开原断裂和西拉木伦河断裂为界划分为辽西地区、辽北地区和松辽盆地南部地区(图1)。

2.1 壳内高导层

大地电磁测深结果表明,研究区的上地壳底部或中下地壳的上部普遍存在着电阻率为几个到十几个欧姆·米的高导层,电阻率比上地壳低两个数量级,即壳内高导层。根据野外观察和地球物理资料的综合分析,辽西-辽北-松南地区的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^[5-7]。在拆离面之上为脆性变形区,发育高角度的断层;在拆离面之下为发育缓倾斜韧性剪切带的纯剪变形区。壳内高导层的

性质制约岩石圈的伸展模式和盆地形成、演化。

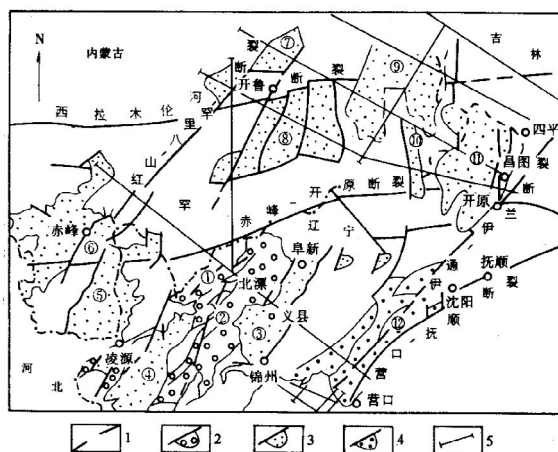


图1 辽西、辽北和松南地区中生代盆地的构造式样简图

Fig.1 Sketch map of the tectonic styles of Mesozoic basins in West Liaoning, North Liaoning and Songnan regions

- 1—断层;2—早中侏罗世断陷盆地:①北票-朝阳盆地,②金岭寺-羊山盆地;3—早白垩世断陷盆地:③阜新-义县盆地,④建昌-喀左盆地,⑤平庄盆地,⑥赤峰-元宝山盆地,⑦陆家堡坳陷,⑧哲中坳陷,⑨双辽坳陷,⑩张强凹陷,⑪铁岭-昌图盆地;4—第三纪盆地:⑫下辽河盆地;5—大地电磁测深剖面位置

大地电磁测深研究表明,辽西地区医巫闾山以西地区存在着一条主滑脱面,深度介于 $20 \sim 27$ km 之间,是推覆和伸展活动的主要深部界面。辽北地区和松南地区,拆离带深度介于 $13 \sim 17$ km 之间,要比辽西地区浅 $7 \sim 10$ km,位于上地壳与中地壳之间,拆离带比较连续,起伏平缓,显示辽北地区和松南地区中下地壳具有良好的电导性,脆性、韧性转换深度较浅,地热梯度较高。

拆离带的深度决定于岩石圈伸长时岩石圈的温度结构,而岩石圈的温度结构又与岩石圈的厚度有关,岩石圈的厚度越大,拆离带的深度也越深。当拆离带的深度增加时,岩石圈的强度也随之增大,反之,岩石圈的强度变小。在大陆伸长盆地的坳陷阶段,岩石圈挠曲幅度在很大程度上取决于岩石圈的强度。当岩石圈的强度降低时,在沉积负荷和热负荷作用下,岩石圈容易发生挠曲变形。大地电磁测深结果已经证实由南向北拆离带深度变浅,因此,松辽盆地南部和辽北地区较之辽西地区更容易发生坳陷。

2.2 莫霍面

莫霍面与盆地演化有着密切的关系。莫霍面的宏观变化,是不同大地构造单元地壳结构差异性

的反映。莫霍面是一个动态的界面,它随时间和地区而变化。莫霍面隆起与盆地沉降中心的相互对应关系指示盆地的形成模式。

辽西地区的莫霍面深度为 35~37 km,沿凌源-北票一线为地壳变化的梯度带,与凌源-北票断裂相对应。下辽河盆地区的莫霍面变浅,约 31~34 km。莫霍面起伏在下辽河盆地区呈现良好的镜像对应关系,但在辽西地区的这种对应关系则不明显。

辽北地区莫霍面深度变化比较小,呈宽缓台阶状,东部台阶位于康平-昌图一带,莫霍面深度为 32~33 km,西部台阶位于开鲁-奈曼一带,莫霍面深度为 36~37 km,位于二者之间的彰武-科左后旗一带,莫霍面呈斜坡状,由 33 km 逐渐加深到 36 km。

松南地区,莫霍面深度在 34~36 km。从科左后旗-科左中旗-肇源一线,莫霍面深度约为 35 km 左右,西部大兴安岭区莫霍面深度 40~42 km。东侧张广才岭莫霍面深度大约为 36~40 km,其下降的坡度较小,而且分为两个大的上地幔陡坡带,对应于伊兰-伊通断裂和敦密断裂的位置。

2.3 岩石圈厚度

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。因此,在同样的构造作用下,会产生不同的构造样式和构造活动历史。根据大地电磁测深结果,赤峰-开原断裂以南的辽西地区岩石圈厚度介于 65~120 km 之间;赤峰-开原断裂和西拉木伦河断裂之间的辽北地区,岩石圈厚度一般为 62 km 左右;西拉木伦河断裂带以北的松南地区,岩石圈厚度在 50~60 km 范围内起伏变化。辽北地区和松南地区的岩石圈其平均厚度要比辽西地区薄 25 km。从南北向大地电磁测深剖面可以看出,岩石圈厚度最大变化区与赤峰-开原断裂位置一致,南区为 85 km,北区为 65 km。因此,松辽盆地区的成盆作用要强于辽西地区。岩石圈厚度变化与区域成盆作用、深大断裂有明显的相关性。

2.4 岩石圈的有效弹性厚度

大陆岩石圈根据其热学性质可以分为弹性岩石圈和热学岩石圈^[8]。上部的弹性岩石圈可看作是冷的、刚性的部分,能贮存并传递弹性应力,其厚度相当于长期的有效弹性厚度;下部粘弹性层的即热学岩石圈,它发生塑性变形,以幂函数式蠕变为特征,起消耗应力的作用。大陆岩石圈的有效弹性

厚度相当于 450℃ 等温面深度^[9]。450℃ 等温面以上的岩石圈主要表现为弹性变形,其下主要表现为塑性变形。它们之间以拆离带为界。因此,可以推断二者将以不同的方式发生变形,在一个岩石圈板块中二者所占比例不同,即岩石圈有效弹性厚度的差异必然会影响岩石圈的变形响应,进而影响沉积盆地的结构类型。

根据载荷体分析辽西-松南地区的岩石圈有效弹性厚度,其结果与研究区内实测壳内高导层的深度相一致(表 1)。

表 1 岩石圈有效弹性厚度与壳内高导层深度

Table 1 Effective elastic thickness of the lithosphere and the depth of high-conductive layer in crust

地 区	辽西盆地	辽北地区	松南地区
有效弹性厚度/km	22~27	15~20	15~20
壳内高导层深度/km	20~27	13~17	13~17

根据辽西地区岩石圈有效弹性厚度与松辽盆地南部地区相比,辽西地区增加 5~7 km,表明辽西地区脆性变形要比松南地区明显,但松南地区塑性蠕变明显。因此,松辽盆地南部地区较之辽西地区更易发生热坳陷。

2.5 岩石圈的流变性

岩石圈流变性取决于岩石圈的地热状态、物质组成和结构,它有效地反映了岩石圈热力学结构,在盆地形成和演化的地球动力学过程中起了重要作用。

近年来地质学家和地球物理学家通过研究出露在地表的下地壳高级变质岩及深源包体和深地震反射剖面,进一步证实了大陆中、下地壳具有十分显著的流变性,只是在不同构造单元,流变层的埋深、厚度有所不同。可见,大陆岩石圈在垂向和横向上均显示出不均一性和差异流变性。这种差异性与盆地结构类型密切相关。影响岩石圈这种流变性质的主要因素是岩性、岩石各向异性、应变速率或伸展速率、孔隙度及流体、温度、熔体、颗粒度等^[10]。研究表明,伸展速率高时,其温度场的变化与瞬时伸展的温度场的变化相当,伸展速率低时与有限伸展的温度场变化相当。在伸展量相同条件下,有限伸展能更有效地降低岩石圈强度。

岩石圈流变强度是描述岩石圈强度随深度变化的重要参数。根据瞬时伸展及有限伸展模型计算得出辽西地区和松辽盆地南部岩石圈流变强度剖面(图 2)^[11]。从图中可以看出,辽西地区脆/韧

性转换深度为 25 km 左右,而塑性下地壳强度随深度增加而减小,并在 78 km 深的莫霍面处达到最低值;松南地区的脆/韧性转换深度为 18 km,并在 59 km 深的莫霍面处达到最低值。莫霍面上部的地壳中的软弱层在岩石圈地球动力学演化过程中起了重要作用,它是岩石圈内的滑脱层,它的存在解释了与岩石圈的缩短和加厚过程相伴生的逆冲和岩石圈板片叠置现象。从图中可以看出上地幔顶部强度大于下地壳,预示着上地幔高强度层的存在。辽西地区和松南地区岩石圈流变厚度差异明显,前者为 78 km 左右,后者为 59 km 左右。

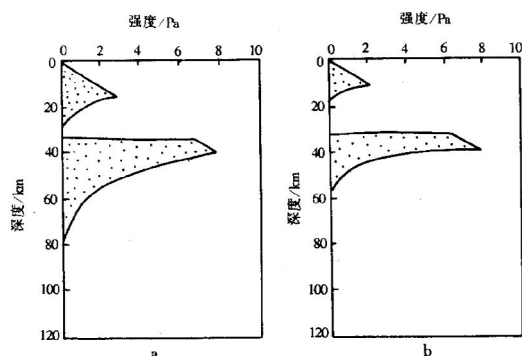


图2 研究区不同构造单元的岩石圈流变强度与深度的关系
Fig.2 Relationship between the rheologic strength and the depth of lithosphere of different tectonic units in the study area
a—辽西地区;b—松南地区和辽北地区

根据岩石圈流变剖面反映岩石圈强度随深度变化的特点,可以计算出岩石圈总强度(S)。

$$S = \int_0^h \sigma(z) dz \quad (1)$$

式中 s 为岩石圈表面深度; h 为岩石圈底界深度; $\sigma(z)$ 为随深度变化的岩石圈强度。计算结果表明,辽西地区的岩石圈总强度为 14×10^{12} N/m,而松南地区和辽北地区为 7.4×10^{12} N/m。由于上述地区岩石圈总强度的明显差异,因此,导致变形响应结果不同,松南地区和辽北地区变形响应强于辽西地区,则形成了典型的断拗盆地,而辽西地区则只能形成断陷盆地。

2.6 软流圈

根据大地电磁测深在上地幔上部有一层电阻率为几到几百欧姆·米的高导层,它在地震波上是一个低速带,它的顶界是岩石圈的底界,是以一个 $1100 \sim 1300^\circ\text{C}$ 的等温面为标志^[12],它的底界以不连续界面与深部地幔的上部相邻,称为软流圈。不同地区的软流圈厚度、地震波传递速度与物质组成

都不一样。软流圈顶部不连续面的深度即等于岩石圈的厚度。高热的软流圈不仅对岩石圈的底部发生熔蚀作用,使岩石圈减薄,而且也直接影响到岩石圈的热学性质。研究区内软流圈(高导层)的顶界面埋深为 60~120 km,它与沉积盆地呈现明显的对应关系。

3 盆地地球动力学系统的热结构和热演化

盆地地球动力学系统的热结构和热演化主要表现为岩石圈的热结构和热演化。岩石圈的热结构决定了盆地动力系统在形成演化过程中的力学性质,而岩石圈的热结构又受岩石圈的结构和组成所制约。通过研究岩石圈的热结构和热演化历史,可以分析岩石圈中热动力因素在盆地演化过程所起的作用。根据 Birch 等^[13]所建立的地表热流与地表生热率 A_0 之间的线性关系,可以获取地壳热结构信息。

$$Q_s = Q_r + DA_0 \quad (2)$$

式中 Q_s 为地表热流; Q_r 为深部地幔热流; D 为生热率; A_0 为地表生热率。

根据 8 条控制研究区的大地电磁测深剖面 and 一条折射地震剖面及有关资料所获得的松南-辽北地区的岩石圈结构信息和热参数,利用方程(2)计算的地壳热结构与生热率分布如图 3 所示。

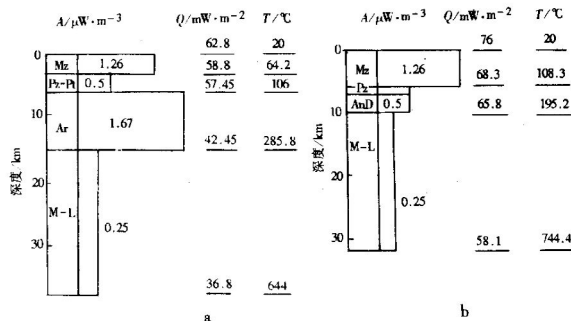


图3 地壳热结构及生热率分布图

Fig.3 Geothermal structure of the crust and its distribution of heat-generation rate
a—辽西地区;b—松辽盆地

从图中可以看出辽西地区由于受巨厚太古界基底的影响,其生热率未出现随深度按指数规律衰减的变化趋势,松辽盆地放射性元素的浅层富集规律更明显些。辽西地区壳幔边界温度为 644°C ,松辽盆地壳幔边界温度为 744.4°C ,表明松辽盆地之下存在着高热异常,且辽西地区也存在着一定幅度

的热异常。

根据计算松辽盆地 $Q_r = 58.1 \text{ mW/m}^2$, $Q_r/Q_s = 77\%$; 辽西地区 $Q_r = 36.8 \text{ mW/m}^2$, $Q_r/Q_s = 59\%$ 。如果不考虑花岗岩基底, 则松辽盆地 $Q_r = 60.6 \text{ mW/m}^2$, $Q_r/Q_s = 80\%$ 。地壳热流贡献越大的地区其 Q_r/Q_s 越小, 辽西地区 Q_r/Q_s 明显小于松辽盆地区, 据热流分布规律, 这种差异主要取决于上地壳的物质组成和结构的差异。松辽盆地和辽西区自太古代以来经历了不同的构造演化过程, 其前中生代基底结构差异明显, 辽西地区基底主要由生热率较高的太古界组成, 而松辽盆地基底由生热率相对较低的上古生界及前泥盆系组成。因此导致了辽西地区与松辽盆地区地壳热结构的差异。松辽盆地较高的地幔热流与较高的 Q_r/Q_s 值反映了深部热异常的影响, 也表明盆地形成演化过程中深部热过程的贡献明显大于辽西地区。这也是造成松辽盆地和辽西地区热沉降幅度存在差异的根本原因。

盆地动力学系统的热演化历史可以通过回剥分析获得。分别以张强凹陷参1井和松辽盆地肇深5井作为辽北地区和松辽盆地的典型代表进行回剥分析, 分析结果表明辽北地区与松辽盆地具有类似的热演化历史(图4), 即具有两段式特点, 但松辽盆地的热流值高于辽北地区。早期断陷阶段(139~116 Ma)热流迅速上升, 晚期阶段热流呈缓慢下降趋势。上述热演化的两个阶段与松辽盆地-辽北地区所经历的断陷阶段和坳陷阶段相对应。这表明松辽盆地-辽北地区具有类似的盆地形成的地球动力学机制。

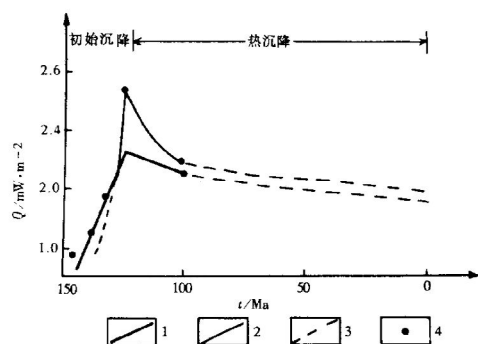


图4 古热流随时间变化图

Fig.4 Variation of paleo-geothermal currents with time

1—辽北地区参1井古热流曲线; 2—松辽盆地肇深5井热流曲线; 3—推测曲线; 4—数据点

4 盆地地球动力学系统与成油体系的关系

沉积盆地中是否赋存油气以及油气的分布规律, 都与盆地形成演化的地球动力学系统有密切关系。

生、储、盖层的发育程度和埋深、圈闭等基本要素的有机结合, 主要取决于裂谷作用时期的古地理和古构造背景。古地理背景决定了裂谷盆地中沉积相的类型及其发育程度, 而古构造背景则是烃源岩成熟度和形成圈闭的决定因素。在东北地区, 从早、中侏罗世到早白垩世早期形成众多的断陷盆地, 早白垩世晚期于松辽地区形成大型坳陷盆地。这些盆地沿松辽盆地南部-辽北-辽西一线呈有规律的排列, 即由西北向东南由断陷盆地过渡为多断少坳盆地, 最后为断陷盆地, 相应地, 其含油气性由西北向东南由断陷含气、坳陷含油, 过渡为断陷含气、坳陷不含油, 到最后断陷中不含油和气。油气分布的这种现象, 在表面上是受盆地类型的制约, 实质上则是盆地地球动力学系统差异的外在表现。由东北向西南, 由较薄的岩石圈、较浅的壳内高导层过渡为相对较厚的岩石圈和较深的壳内高导层。前者易于形成断陷盆地, 后者则易于形成多断少坳盆地和断陷盆地。

由以上叙述不难看出, 岩石圈结构控制了盆地的类型, 而盆地类型则直接决定了其含油气性。因此, 盆地地球动力学系统对于油气分布规律的研究具有重要的指导意义。

总之, 处于世纪之交的地质学随着新科学和新技术的发展, 有可能建立新的全球理论来代替经典板块构造的理论^[14]。在探讨盆地形成机制时, 首先应当从全球动力学系统来考虑, 任何类型盆地的形成都受到盆地深部的地球动力学系统的控制。地球演化的动力是来自地核和地幔, 核-幔边界过剩的热以地幔的热对流的方式和火山作用, 经过岩石圈传递到地表, 并通过不断变化的热对流和物质对流来达到地球内部的平衡。岩石圈是地球的外层, 既是沉积盆地的依托, 也是地幔热对流和物质对流的导体。岩石圈的性质是受热对流和物质对流的控制。岩石圈性质在盆地形成和演化过程中起了至关重要的作用。地球内部热演化是导致沉积盆地形成和演化的原动力^[15]。

参考文献

- 1 王东坡, 刘立, 薛林福, 等. 大陆构造沉积学[J]. 地球科学进展, 1995, 3(6): 612~614

- 2 王骏,王东坡,刘立,等. 裂谷盆地形成的动力学机制及其含油性[J]. 长春地质学院学报,1997,27(1):51~57
- 3 杨光,王东坡. 辽西辽北地区中生代盆地形成地球动力学机制对含油气远景的影响[J]. 长春地质学院学报,1997,27(增刊II):96~102
- 4 薛林福,许敏,杜旭东,等. 下辽河盆地及其外围中生代区域构造演化[J]. 长春地质学院学报,1996,26(第30届国际地质大会专集):64~68
- 5 McKenzie D P. Some remarks on the development of sedimentary basins [J]. Earth Planet Sci Letters, 1978, 40: 25 ~ 32
- 6 Wernick B. Uniform-sense normal simple shear of the continental lithosphere [J]. Can J Earth Sci, 1985, 22: 108 ~ 125
- 7 Lister G S, Etheridge M A, Symonds P A. Detachment faulting and the evolution of passive continental margins [J]. Geology, 1986, 14: 246 ~ 250
- 8 Allen P A, Allen J R. Basin analysis - principles and application [M]. Oxford, London: Blackwell Scientific Publications, 1990
- 9 Randall S. Beyond first-order thermal subsidence models for sedimentary basins? [A]. In: Cross T A, ed. Quantitative dynamic stratigraphy [C]. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1989. 113 ~ 125
- 10 许敏,薛林福,王东坡. 岩石圈流变性与沉积盆地[J]. 长春科技大学学报,1998,28(4):406~410
- 11 王东坡,薛林福,刘立,等. 中国东北中生代盆地形成的地球动力学机制[J]. 长春地质学院学报,1997,27(增刊II):1~7
- 12 Pollock H N, Chapman D S. On the regional variation of heat flow geothermal and lithospheric thickness [J]. Tectonophysics, 1977, 38: 279 ~ 296
- 13 Birch F, Roy R F, Decker E R. Heat flow and thermal history in New York and New England [A]. In: Zen E, White W S, Hadley J B, et al, eds. Studies of Appalachian geology: northern and maritime [C]. New York: Interscience, 1968. 437 ~ 451
- 14 哈因 V E. 大地构造学和地球动力学现代问题——从板块构造学到全球动力学[J]. 长春地质学院学报,1996,26(4):361~367
- 15 Wang Dongpo, Liu Li, Xue Linfu, et al. Geodynamic mechanism of sedimentary basin formation and basin classification [A]. In: Geological Society of China. Progress in geology of China (1993-1996)—paper to 30th IGC [C]. Beijing: China Ocean Press, 1996. 668 ~ 671

STUDIES ON GEODYNAMIC SYSTEMS OF SEDIMENTARY BASINS: TAKING WEST LIAONING, NORTH LIAONING AND SOUTH SONGLIAO BASIN FOR EXAMPLE

Wang Dongpo¹ Xu Min¹ Xue Linfu¹ Liu Li¹ Wang Deqin²

(1. Changchun University of Science and Technique, Changchun, Jilin; 2. Wang, Inc., CA, U. S. A)

Abstract: The formation and evolution of a basin is related closely to evolution of the dynamic system in the deep of the earth. The dynamic system mainly consists of the lithosphere, the asthenosphere and the Moho. The thickness of the lithosphere, effective elastic thickness and flowability decide tectonic and thermal activities and deformation, control the depth of detachment, affect thermal texture and architectural types of the basin. The asthenosphere does not only corrode the bottom of the lithosphere, but also affect directly its thermal property. The Moho is a mobile interface. On the whole, it reflects the crustal architecture of different tectonic units; microscopically, it indicates basin-forming model. In North China, a lot of fault-depressed basins formed from Early-Middle Jurassic to early Early Cretaceous and a large depressed basin formed in the late Early Cretaceous in Shongliao Region. These basins are distributed regularly along Shongliao Basin-North Liaoning-West Liaoning, and hydrocarbons-bearing property changes from gas-bearing fault-depression to depression without oil, until at last fault-depression with no oil and gas at all. This seems to be related to the types of basins, but actually it is controlled by dynamic systems in the deep of the earth. The main facts are as follows: (1) The lithosphere thickness is about 50 ~ 60 km in Shongliao Basin, 25 km thinner than that in West Liaoning. This indicates that the thicker the lithosphere is, the deeper the detachment belts will be, and the bigger the intensity of the lithosphere will be. The intensity of the lithosphere in Shongliao Basin is lower than that in West Liaoning. (2) Since there are considerable differences in the basements of the basins, geothermal structure in Shongliao Basin is different from that in West Liaoning. The mantle heat flow $Q_r = 58.1 \text{ mW/m}^2$ in Shongliao Basin, $Q_r/Q_s = 77\%$, and the mantle heat flow is only 36.8 mW/m^2 , $Q_r/Q_s = 59\%$ in West Liaoning. The temperature of crust-mantle boundary in Shongliao Basin (744.4°C) is higher than that in West Liaoning (644°C). The geothermal structure is the basic role that caused thermal subsident differences between Shongliao Basin and West Liaoning region.

Key Words: basin; geodynamics; system; lithosphere; detachment zone; asthenosphere; Moho