

松辽盆地北部构造沉降史及波动旋回性分析

赵利华¹, 云金表², 方德庆¹, 杨大军³

(1, 大庆石油学院 地球科学学院, 黑龙江 大庆 163318; 2, 中国石化集团勘探开发研究院 资源环境系, 北京 100083; 3, 大庆石油管理局 测井公司第一分公司, 黑龙江 大庆 163412)

摘要:基于8个井区的回剥分析,研究了松辽盆地北部构造沉降史,构造沉降曲线分为断陷阶段、拗陷阶段和构造反转阶段。松辽盆地普遍经历了2次抬升过程,且东部断陷区和西部断陷区沉降史又有差异;提取60 Ma和31 Ma的周期波对东部断陷区进行沉积盆地波动理论分析,结果表明,60 Ma周期波与盆地总体构造旋回一致;31 Ma周期波与盆地地热构造事件、拉张—沉降、构造回返有较好的对应关系。

关键词:构造沉降史;波动分析;旋回性;松辽盆地北部

中图分类号:P542 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-1891(2004)04-0099-03

构造沉降史分析是利用现存的地层厚度,逐层恢复地表,并进行压实、古水深和海平面高度变化等方面的校正,从而获得各地层的原始厚度、盆地的埋藏史和构造沉降史^[1]。盆地沉降旋回特征反映了盆地沉降过程中壳—幔相互作用及岩石圈层圈块断之间的相互作用过程,它是控制盆地地层层序发育、沉积体系分布、盆地流体运聚的基本地质条件,也是恢复盆地动力学过程的基本依据。

1 区域背景及概况

松辽盆地是一个中生代大陆裂谷盆地,其演化阶段大致分为断陷期、拗陷期、构造反转期。在早中侏罗世185~175 Ma时,太平洋板块开始形成,库拉(依泽奈奇)板块向古亚洲大陆俯冲,盆地进入了断陷期。自白垩纪(145 Ma)开始,库拉板块向北及北北西,以20.0~30.0 cm/a的高速度向亚洲东部大陆板块俯冲消减,太平洋板块由东南向西北继而转为北北西、北西西向,以5.0~20.0 cm/a的速度向亚洲大陆俯冲消减,使亚洲大陆东缘岩石圈下挤上张的动力场继续发展,造成北北东向的岩石圈断裂和地壳断裂进一步发展。在早白垩世末期(100 Ma),太平洋板块和库拉板块一起向亚洲大陆俯冲,盆地经历了断拗及拗陷期。自晚白垩世晚期(65 Ma),太平洋板块向北西、北西西前进,速度由原库拉板块大于20.0 cm/a减小为小于10.4 cm/a,使亚洲大陆东部开始回返隆升,松辽盆地也逐渐表现为褶皱隆升,进入构造反转期^[2]。

2 构造沉降史分析

对于裂谷盆地,构造沉降量是指盆地在发生发展过程中,由于地壳深部构造作用,盆地基底相对于某一基准面的下降量^[2]。为了对比分析,选择了松辽盆地北部东部断陷区的肇20井、双深1井、肇深2井、肇深5井及西部断陷区齐深1井、英深1井、古109井、英8井等8口井进行了构造沉降量计算。

其中4口井的构造沉降史分析见图1。由图1可以看出,尽管每口井的构造沉降总量(不同沉积时期的基底埋深)有很大差别,但它们的构造沉降曲线形态是相同的,特点是具有明显不同的3段。第1段曲线的斜率大,曲线陡直,持续的时间很短(20 Ma),说明基底在短时间内快速沉降,为盆地的断陷期;第2段持续的时间很长(128~65 Ma),其基底下降的速率由快速逐渐趋于平缓,为盆地的拗陷期;第3段从65 Ma

收稿日期:2004-03-16;审稿人:傅广;编辑:王文礼

基金项目:中国石油天然气集团公司中青年创新基金项目(2002cx-2)

作者简介:赵利华(1975-),讲师,硕士,主要从事地震解释与构造地质方面的研究。

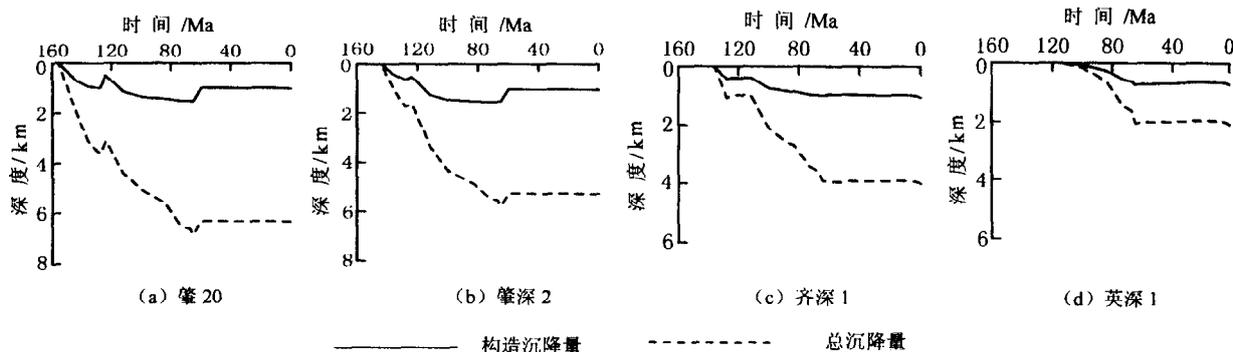


图1 松辽盆地北部构造沉降史分析

至今,特点是构造沉降幅度甚微,最后趋于停止,为盆地的构造反转期.从图1还可看出,盆地基底自156 Ma以来,普遍经历了2次抬升过程.第1次抬升(124 Ma±)之前,盆地因地壳伸展变薄而沉降,为断陷期;第1次抬升(124 Ma±)与第2次抬升(65 Ma±)之间,岩石圈热异常因热传导衰减而使盆地沉降,为拗陷期;第2次抬升之后,为区域挤压应力作用下的构造反转期.

构造沉降曲线除具有以上共性外,也存在明显的差异.东部断陷区的肇20井及肇深2井沉降开始的时间较早,即从156 Ma开始发生沉降,因此其断陷层充填的地层较齐全,发育有火石岭组、沙河子组及营城组地层;而西部断陷区开始沉降的时间较晚,断陷层地层较薄,沉降速率慢.

3 波动旋回性分析

3.1 沉积盆地波动分析原理

诸多事实证明,地质事件在时间和空间上存在着内在的联系,空间上的旋回性反映了时间上的旋回性,而空间上旋回性的缺失并不代表时间旋回的缺失^[3];几种严格周期过程的叠加(干涉)产生不严格的周期现象^[4].研究表明,200 Ma周期在地球演化过程中是一个重要周期,它控制着一个盆地从生成到死亡,是盆地一个完整生命期;70~60 Ma是影响盆地演化的另一个重要周期;同时能够影响盆地发展演化的还有30 Ma(费施尔—阿尔土拉周期),10 Ma,7 Ma,5 Ma,3 Ma,1 Ma,0.65 Ma的周期^[4].

3.2 波动旋回性分析

综合钻井、地层资料对东部断陷区的肇深6井,肇深7井,芳深8井及尚深1井进行波动地质学的分析,获得上述4口井的沉积速率及东部断陷区的波动过程,见图2.

在周期提取过程中,先用100 Ma的滑动窗口滑动,滑动时从时间坐标的0点开始,每次移动2 Ma,这样就得到一系列沉积速率平均值的点,将这些点进行3次样条插值圆滑处理后,就得到曲线G(低频),曲线G消除了周期小于该窗口尺寸的波;改变窗口尺寸为40

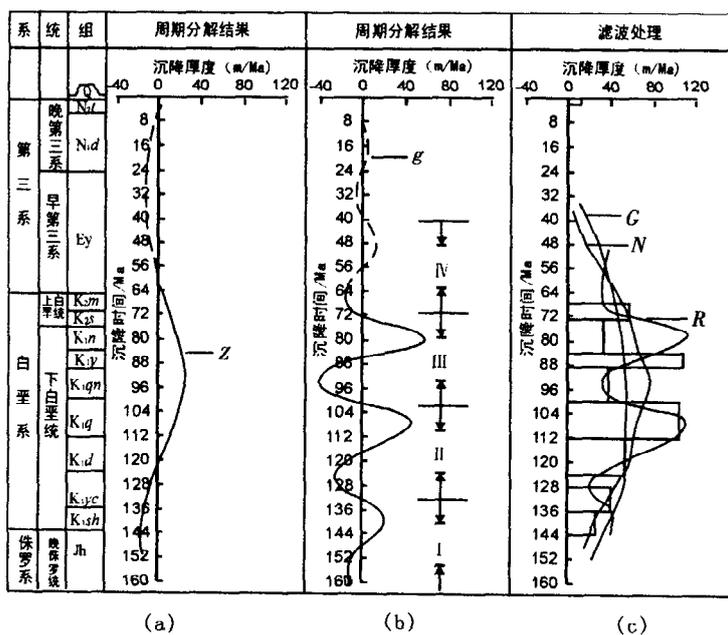


图2 松辽盆地北部的东西部断陷区波动过程分析

Ma 继续滑动,又可以得到另一曲线 N (高频),这时所做出的 2 条曲线之差一曲线 Z 为分解出来的严格的周期波,其周期为 60 Ma,初始相位为 2 Ma,振幅暂设为 A_{n1} ,周期波的表达式为 $Z = A_{n1} \sin \left[\frac{2\pi}{60}(t - 2) \right]$.

如果所做出的 2 条曲线之差不是周期波,则改变窗口尺寸,直至找到周期波为止.用同样的方法,再分别以 40 Ma 和 9 Ma(曲线 R)为滑动窗口滑动,又可分解出一周期波 g ,其周期为 31 Ma,初始相位为 25 Ma,振幅暂设为 A_{n2} ,则周期波的表达式为 $g = A_{n2} \sin \left[\frac{2\pi}{31}(t - 25) \right]$.对于 A_{n1} 和 A_{n2} 则可以用二元回归的方法求出.

由以上分析表明,松辽盆地东部断陷区的发育史至少可由 2 个波动方程来描述.以 60 Ma 为周期的波 Z 决定着盆地不同时期的相对沉积速率,可分为 3 个阶段:第 1 阶段为 156~122 Ma,相当于盆地的断陷期,沉积速率较慢;第 2 阶段为 122~62 Ma,相当于盆地的拗陷期,沉积速率较快;第 3 阶段为 62~2 Ma,相当于盆地的反转期,沉积速率相对较慢.总体上,松辽盆地北部沉积速率由下向上有“慢—快—慢”的变化规律,与盆地的演化期相对应.从 31 Ma 为周期的波 g 中可看出,在 165~40 Ma 区间内共有 4 个完整的周期,每一完整周期都由负相位和正相位 2.5 周期组成,并分别与构造旋回中的构造热事件和拉张相对应,见表 1.从表 1 可以看出,松辽盆地北部从火石岭组到明水组沉积,大致经历了 4 个沉积旋回,每个旋回都是由一个构造热事件开始,接着伴随着一次拉张.

表 1 31 Ma 周期波与构造旋回的对应关系

| 周期 | 相位 | 地质年代 | 总体特征 | 具体表现 |
|-----|-----|--------------|----------------|----------------|
| IV | 正相位 | 依安组 | 局部沉降 构造热事件 | 回返褶皱抬升 |
| | 负相位 | 明水组 | | |
| III | 正相位 | 姚家组—嫩江组—四方台组 | 拉张 构造热事件 | 区域拉张 火山喷发 |
| | 负相位 | 青山口组 | | |
| II | 正相位 | 泉头组 | 拉张 构造热事件 | 区域拉张沉降 |
| | 负相位 | 营城组—登娄库组 | | |
| I | 正相位 | 沙河子组 | 拉张、抬升 构造热事件 | 强烈断陷拉张 火山喷发 |
| | 负相位 | 火石岭组 | | |

3.3 周期性成因分析

(1)60 Ma 周期. 60 Ma 周期是松辽盆地演化的重要周期波,是地幔对流方向发生变化形成的周期,它正好与盆地总体构造旋回性一致,也与太平洋板块由库拉板块至现今太平洋板块与欧亚大陆发生俯冲碰撞历史一致.因此它代表了 2 个板块作用强烈期到平静期的过程.

(2)31 Ma 周期. 31 Ma 周期是地球生物演化的周期,它与松辽盆地拉张—沉降、构造回返有较好的对应关系.其中负相位时期都有构造—热事件存在,正相位时期相对平静.从火山岩发育与构造拉张、挤压规律来看,31 Ma 周期是一与深部作用有关,又与远程应力场有关的周期波.

4 结论

(1)松辽盆地构造沉降曲线明显分为 3 段:第 1 段斜率大,为断陷时期;第 2 段斜率变小且趋于平缓,为拗陷时期;第 3 段构造沉降幅度甚微,渐于停止,为构造反转阶段.

(2)构造沉降史分析表明,松辽盆地普遍经历了 2 次抬升过程,且东、西部断陷区沉降史又有差异.

(3)60 Ma 和 31 Ma 周期是松辽盆地演化的重要的周期波,控制着盆地的形成与发展.60 Ma 周期正好与盆地总体构造旋回性一致;31 Ma 周期与松辽盆地拉张—沉降、构造回返有较好的对应关系.

参考文献:

- [1] 谢鸣谦. 拼贴板块构造及其驱动机理—中国东北及邻区的大地构造演化[M]. 北京:科学出版社,2000. 98—120.
- [2] 王子煜,漆家福,陆克政. 黄骅拗陷东部构造带新生代构造沉降史分析[J]. 石油与天然气地质,2000,21(2):127—129.
- [3] 梅冥相. 克拉通盆地旋回性沉积记录与成因岩石地层学[J]. 桂林工学院学报,1996,16(3):217—223.
- [4] 汤良杰,张一伟,金之钧,等. 塔里木盆地、柴达木盆地的开合旋回[J]. 地质通报,2004,23(3):254—260.