

四川盆地加里东古隆起的 构造机制和成藏模式

邓 涛

(西北大学地质系, 西安 710069)

乐山-龙女寺古隆起为四川盆地加里东期古隆起的主体部分, 根据对震旦系顶面、寒武系顶面, 中奥陶统顶面和阳新统底面构造的分析, 古隆起分为两部分: 西部为简单背斜, 东部为复式构造带, 构造应力均为挤压型。以地质力学原理为基础, 认为古隆起的构造特征是在地球自转速度降低的情况下, 受纬向和经向惯性力作用的结果, 由此而形成的分段不对称褶皱就是古隆起的构造成藏模式, 并根据此模式指出了寻找大中型油气藏的有利区块。

关键词 四川盆地 加里东古隆起 构造机制 地质力学 成藏模式

作者简介 邓涛 男 32岁 博士 石油地质

四川盆地加里东期古隆起由一个庞大的乐山-龙女寺古隆起和一个小型的天井山古隆起组成。晚元古代震旦纪前的晋宁运动使上扬子区形成了稳定的结晶基底, 从而进入地台的演化阶段。以前的研究认为, 由于上扬子地台西缘的龙门山带长期处于基底断裂带, 因而对台地西部加里东期古隆起的生成演化有控制作用, 隆起具有多期剥蚀隆起间有沉积隆起的性质(宋文海, 1987)。

本文的研究重点为四川盆地加里东期古隆起的主要部分, 即乐山-龙女寺古隆起。以地质力学为基础, 根据四川盆地加里东古隆起的构造特征, 讨论古隆起的形成机制, 并对由此形成的油气藏构造模式进行分析。

1 古隆起的构造特征

根据对四川盆地加里东古隆起区域的地下地质研究, 从震旦系顶界面、寒武系顶界面、中奥陶统顶界面和阳新统地界面的构造进行分析, 得到下述结论: 沿安岳一带出现了古隆起的東西构造分野, 在此以西, 古隆起表现为简单背斜, 而在此以东, 形成复式构造带, 东西区的分界线在各个层系都表现在安岳一带。

以震旦系顶界面构造为例, 划分东西构造区的是安岳大向斜, 该向斜从整体上看轴线近南北向, 从而把震旦系顶面构造分为东西两大部分。西部的构造为轴线呈NE方向的简单威远背斜, 东部则为轴线呈近WE方向的复式背、向斜区域, 其中的单个背、向斜有点轴线为NEE向。两大构造格局交界处正是安平店-高石梯西陡东缓复式背斜带, 如果说威远背斜聚集西部震旦系天然气, 安平店-高石梯西陡东缓复式背斜带理应是第二个天然气聚集区。

古隆起的寒武系顶界面、中奥陶统顶界面和阳新统底界面构造继承了震旦系顶界面的

特征,即以安岳一线为分野,表现为西部的简单背斜和东部的复式构造带,只是在复式构造带中的轴线系数和幅度远不及震旦系顶面,这既是自震旦系顶面以来的继承,又是不断变异的结果。变异还表现在整个古隆起背斜轴线不断南移,导致含油气有利地区不断南移;同时,剥蚀轴线不断北移,导致剥蚀面积不断扩大。

4个界面的分析都表明,小逆断层单一存在,反映各层系所受的构造应力均为挤压型。震旦系顶面构造比较发育小逆断层,并集中分布在威远气田区,东部构造带仅有8条小逆断层,分布在遂宁—安岳—潼南就有5条,所有小逆断层均平行构造线分布;寒武系顶面构造上小逆断层的发育逊色于震旦系顶面,除主轴线西侧对称有2条小逆断层外,其余4条断层均分布在复式构造带的东南侧,并平行构造线方向;中奥陶统顶面较寒武系顶面逆断层发育,除东倾末端有一条横切构造线的逆断层外,在南翼有10条逆断层,北翼有5条逆断层,都平行构造线方向;阳新统底面构造在隆起区的西北隅发育13条逆断层,显示来自SSE方向作用力量的强大。

2 安岳经向构造的力学分析

地球自转速度的变化,将产生由切线加速度引起的纬向惯性力,纬向惯性力促使地球壳物质作东西向运动,形成经向构造带。

根据地质力学原理,地球上任意一点受到的切线惯性力,也即沿地球纬向惯性力的分量 f_t 可以表达为:

$$f_t = mr \frac{d\omega}{dt} \cos\varphi - f_n \quad (1)$$

其中: m 为质点质量, r 为地球半径, ω 为地球自转角速度, t 为时间, f_n 为上层与底层间阻力。这就是说,当纬向惯性力作用在与其下部固着程度均匀的地块时,就会引起均衡的运动;当作用在固着程度不均匀的地块时,就会引起不均衡的运动。当地块固着紧密时,两者同步由西向东运动;如固着不紧时,便跟不上由西向东的运动,而产生由西滑动。如果在向西滑动过程中受固着较紧地块的阻力,两者就要发生挤压,产生挤压性褶皱,甚至挤压性断裂(李东旭等,1986)。

根据Pannella(1972)和王仁等(1980)的研究,在漫长的地质历史时期中,地球的自转速度曾发生过几次较大的变化(图1)。志留纪中期地球的自转速度有一次明显的降低,因此这个时期地球表面有一次强烈的纬向惯性力作用,形成一批大小不等的经向构造带(或经向构造体系)。

加里东古隆起的基底属于扬子型褶皱结晶基底,是晚元古代澄江运动的产物。基底与上覆震旦系为角度不整合接触,因此两者的接触属于不牢固型,当地球自转速度降低而产生由西向东的惯性力时,古隆起盖层跟不上由西向东的运动,于是盖层产生向西的滑动。在川中地块的西侧,存在南北走向的坚固的康滇地轴,必然使向西滑动的盖层受到阻力,发生挤压,于是形成诸如威远背斜和安平店—高石梯等西陡东缓不对称褶皱。因此,纬向惯性力是形成安岳一带古隆起东西分野界线区等原动力,其产物是一个小型的深层经向构造带。

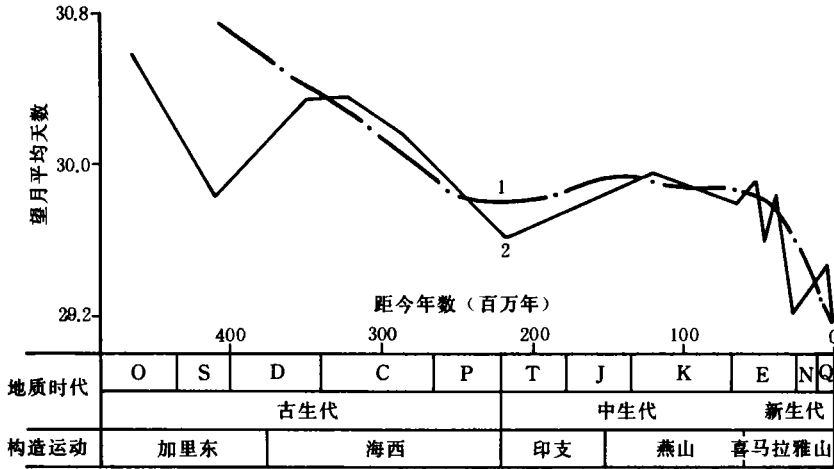


图1 地球自转速度的变化
(据 Pannella, 1972; 王仁等, 1980)

从图1还可以看出,二叠纪末地球自转速度再次减低,虽然此时加里东古隆起已稳固成形,对西滑的盖层阻力影响较小,但在阳新统底界面构造上过乐至呈SE-NW方向发育成组的小逆断层,就是纬向惯性力作用的明显结果。

在加里东古隆起东侧,存在大型的川黔经向构造带,含华蓥构造线在内的此带,由一系列走向近南北的单式、复式褶皱及压扭性断裂组成,从晚元古代到侏罗纪的地层全部卷入这个构造带,使地球自转速度减速时向西产生的挤压力受到影响,它就是使加里东古隆起的东段复式构造发生北东向偏移的动力。

3 古隆起纬向构造的力学分析

地球自转时,球面上任一点将受到由离心惯性力分解的经向作用力,这个在地球自转角速度变化时推动地壳表层物质运动的原动力 Δf_1 可以表示为:

$$\Delta f_1 = m \left(\frac{\Delta \omega}{\omega} \right) \omega^2 r \sin 2\varphi \tag{2}$$

其中的参数含义同方程(1)。

当地球自转加速时,即 $\Delta \omega$ 为正值时, Δf_1 为正值,其方向由两极指向赤道;当地球自转减慢时, $\Delta \omega$ 为负值, Δf_1 为负值,其方向是由赤道指向两极。换句话说,地球自转加快时,有把地壳上层物质从高纬度向赤道方向推动的趋势;反之,地球自转减慢时,有把地壳上层物质从赤道向高纬度方向推动的趋势。

当地球自转角速度加快到某些程度,以致地球不得不以改变扁度或改变地壳中的物质分配才能适应转速加快的要求时,构造运动便产生了。纬向构造体系和弧顶凸向低纬度的山字型构造等便是由这种指向赤道区的经象惯性离心力的切向力的增量 Δf_1 作用而形成的。反之,当地球自转角速度减慢到某些程度,以致地球的扁度和地壳中的物质分配产生改变来适应转速慢的要求时,同样要产生构造运动和相应的构造体系(李东旭等,1986)。

志留纪中期地球自转速度第一次显著降低,根据上述的讨论应产生自赤道向高纬度方向的推力,但此时加里东古隆起还处于上升时期,基底隆起幅度不高,尚不能构成严重阻挡,因此地块处于整体北进态势;二叠纪末期,地球自转第二次显著减速时,乐山—龙女寺古隆起已经形成(图 2),古隆起基底在南侧形成以结晶岩系为主体的陡坡,因此由南向北推移的地块受到阻挡发生水平挤压作用,形成古隆起东段一系列复式褶皱;在古隆起南侧,震旦系地层完全处于结晶基底隆起的陡坡之下,寒武系、奥陶系、志留系则已高过结晶基底,因此在北进过程中所受到阻力以震旦系最大,震旦系以上地层逐渐减小,于是才发生震旦系顶面有 13 条背斜轴线且幅度较高。寒武系顶面和中奥陶统顶面依次减少且幅度较低的既是继承又是变异的上下不同构造格局,也是背斜轴线不断南移产生的根本原因。

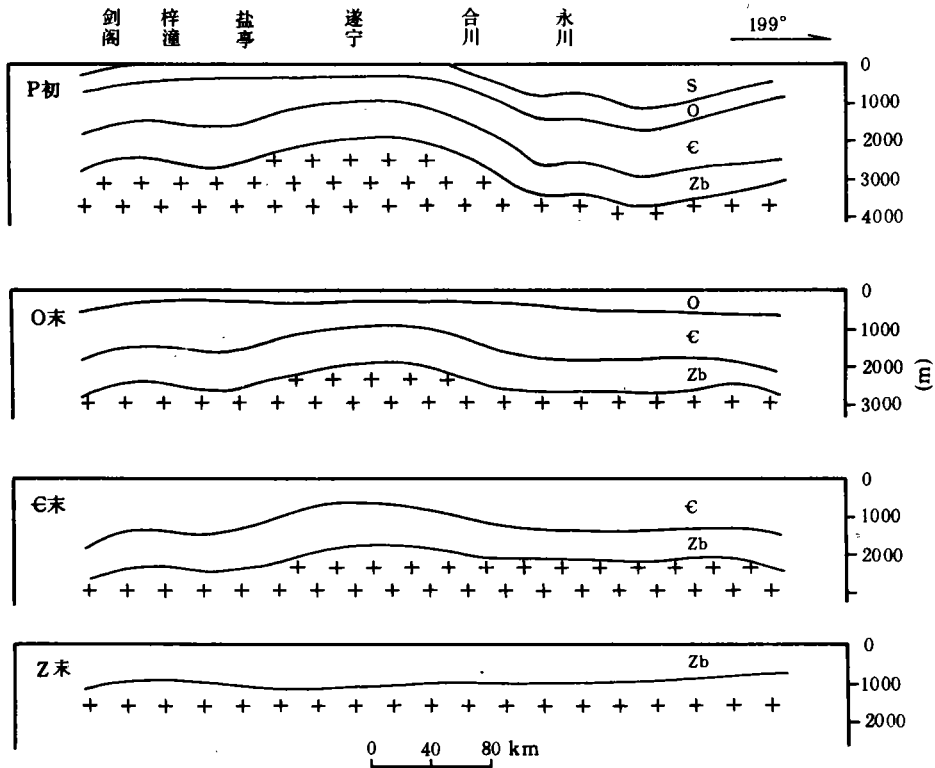


图 2 四川盆地加里东古隆起演化示意图

从图 1 得知,从三叠纪开始地球自转速度急剧加快, Δf_1 使地壳表层物质向赤道方向推移,这是继加里东运动形成四川盆地加里东古隆起之后,在古隆起南侧形成印支期泸州—开江古隆起的又一次显示。

4 古隆起的构造成藏模式

地球自转速度降低产生的离心惯性力 Δf_1 , 是形成乐山—龙女寺古隆起延伸方向的动力;地球自转速度降低,产生的切线惯性力 f , 是形成加里东古隆起分段性西陡东缓的动力

(图3)。不对称褶皱就是古隆起的构造成藏模式。

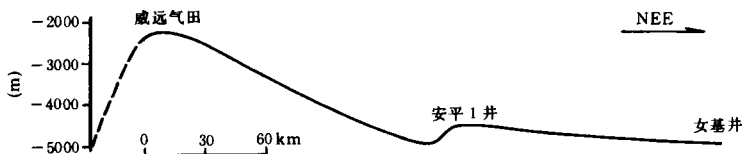


图3 四川盆地加里东古隆起构造成藏模式示意图

陡翼挤压力大、阻力强,断层、裂缝发育导致溶蚀孔洞连通和发育。因此,在古隆起上寻找大中型油气藏就要着力寻找高陡地段,这是古隆起构造成藏条件所决定的,在构造起伏不大地段是很难找到大中型油气藏的。

根据上述构造或成藏模式,威远地区大气田已是这个模式的原型。在加里东古隆起东段,具有上述构造成藏条件的还有2个区块:在震旦系储层,是遂宁—安岳—潼南三角区,特别是安平店—高石梯一带;在奥陶系储层,是内江以南的盘龙场地区。过华蓥构造带的川东石炭系储层,以及川南的二叠系、三叠系储层,这个模式也有一定的参考意义。在威远以西的乐山一带,此构造成藏模式是寻找大、中型油气藏的基础,中、新生代复杂的断陷活动仅能使深埋地层恢复困难,但不能改变古隆起构造成藏模式的意义。

洪庆玉教授对本文的研究和撰写给予了大力的支持和帮助,在此深表谢意。

(收稿日期:1995年10月23日)

参 考 文 献

- 1 王仁,何国琦,王永法. 地球自转速率变化推动全球构造运动的可能性. 第二十六届国际地质大会筹备办公室编. 国际交流地质学术论文集(1),构造地质,地质力学. 北京:地质出版社,1980,217~222
- 2 李东旭,周济元. 地质力学导论. 北京:地质出版社,1986,121~343
- 3 宋文海. 对四川盆地加里东期古隆起的新认识. 天然气工业,1987,7(3):6~11
- 4 Pannella G. Paleotological evidence on the Earth's rotational history since early Precambrian. *Astrophysics and Space Science*,1972,16:212~237

(下转第401页)

DIAGENESIS IN THE CARBONIFEROUS IN NORTH CHAO COUNTY OF ANHUI PROVINCE

Li Shuangying Jin Fuquan

(Department of Resources and Environment Sciences, Hefei University of Technology)

Abstract

The main diagenesis of carbonate rocks in the studied area includes micritization, cementation, compaction-pressure solution and dissolution, Jinling Formation and the lower part of Hezhou Formation are dominated by micritization and strong compaction, the upper part of Hezhou Formation, Huanglong Formation and Chuanshan Formation by pressure solution and intense meteoric cementation, and the detrital rock of Gaolishan Formation by compaction and dissolution. Pores resulted from multistage dissolution in the middle and upper parts of Hezhou Formation was well-developed, and the porosity is up to 14.38%. They will become potential reservoirs of the studied area.

.....
(上接 360 页)

TECTONIC MECHANISM AND POOLING MODEL OF THE CALEDONIAN PALEOSWELL IN THE SICHUAN BASIN

Deng Tao

(Department of Geology, Northwest University)

Abstract

Leshan-Longnusi Paleoswell is the main body of the Caledonian Paleoswell in the Sichuan basin. According to analyses on the structure of the Sinian, the Cambrian and the Middle Ordovician superfaces and the Lower Permian subface, the paleoswell is divided into two parts with compressional structural stress, the simple anticline in the western part and complex structural belt in the eastern part. Based on the principle of geomechanics, it is considered that the tectonic characteristics of the paleoswell are the effect of latitudinal and meridional inertial force subjected when the Earth's rotational speed decelerated. And sectional asymmetric fold formed is just the tectonic pooling model of the paleoswell. In accordance with the model, the advantageous districts for large and middle-typed oil/gas accumulation are indicated.