碎屑岩-碳酸盐岩巨旋回及其形成机理

王尚彦

(贵州区域地质调查大队)

全球整个地史时期,特别是震旦纪以来沉积的沉积岩序列,不论是稳定地区,还是活动 地区,几乎都是由大小不等的碎屑岩-碳酸盐岩旋回组成。碎屑岩-碳酸盐岩巨旋回主要受地 外因素控制。较小的碎屑岩-碳酸盐岩旋回则主要受地球本身因素控制。稳定地区浅水沉积 的碎屑岩-碳酸盐岩巨旋回主要受地外因素控制。活动地区或深水地区沉积的碎屑岩-碳酸 盐岩巨旋回除受地外因素控制外,还与构造活动等地球本身因素有关。本文着重讨论碎屑岩 -碳酸盐岩巨旋回是如何受地外因素控制的,希图能抛砖引玉。由于笔者水平和掌握的资料 有限,谬误之处难免,敬希读者批评指正。

一、碎屑岩-碳酸盐岩巨旋回的一般特征

一个完整的碎屑岩-碳酸盐岩巨旋回,由下部碎屑岩组合和上部碳酸盐岩组合两部分组 成。旋回顶底均为大区域的不整合面。旋回内部也可能有小区域的不整合面。

这里所说的碎屑岩组合,指的是陆相或海相的陆源碎屑岩占绝对优势的沉积岩组合。它 们主要由砂岩、页岩、底砾岩、冰碛砾岩等组成。碳酸盐岩组合,指的是以海相浅水沉积的碳 酸盐岩为主的一套沉积岩组合。它们主要由灰岩、白云岩、硅质岩及其它盐类岩石组成。碎 屑岩组合和碳酸盐岩组合间有的为渐变过渡,有的则为突变过渡。

有两种"碎屑岩-碳酸盐岩巨旋回"是不完整的:一种是顶底均为大区域不整合面的碎屑 岩组合;另一种是顶底为大区域不整合面的碳酸盐岩组合。前者可能是有碳酸盐沉积,但后 来被溶蚀掉,也可能是碳酸盐沉积阶段该区为剥蚀区。后者可能是碎屑岩沉积阶段该区为剥 蚀区。当我们在横向长距离追索时,会发现二者"缺失"部分。

中国扬子地台的震旦系是一个典型完整的碎屑岩-碳酸盐岩巨旋回(见图 2)。其下统为 下部碎屑岩组合,由底砾岩、长石石英砂岩、砂岩、冰碛砾岩组成。上统为碳酸盐岩组合,由灰 岩、硅质灰岩、白云岩、硅质白云岩夹页岩组成。两组合间为突变过渡。震旦系与上下地层均 为大区域不整合接触。

二、碎屑岩-碳酸盐岩巨旋回形成机理

碎屑岩-碳酸盐岩巨旋回的形成,主要受海水进退、气候、碎屑物供应量等因素影响,其

中海水进退起控制性作用。

全球大规模的海进海退,与地表气候冷暖、地球体积的胀缩、地球自转速度的变化有关。 ·而这些大的变化与太阳系绕银河系中心运动时,引力函数[●]的变化有很大联系。

Steiner (1967)和 Jordo (1962)的研究表明,引力函数的变化会影响太阳的光度和地球的 胀缩。他们给出的关系式分别是:

$$L = M^{11/2} R^{-1/2} K^{15/2}$$

$$-\frac{\delta \mathbf{k}}{\mathbf{k}} \circ \frac{\delta \mathbf{r}}{\mathbf{r}}$$

上式中:M 为太阳质量,R 为太阳半径,L 为太阳光度,K= $\frac{8\pi G}{C^2}$ 为广义相对论中的常数(C 是 光速,G 代表引力函数),一称代表引力减少, or 代表地球半径增加。

上两关系式说明:引力函数处于低值时,太阳光度减小,地球半径增大;引力函数处于高 值时,太阳光度增大,地球半径缩小。

太阳光度和地球半径的这些变化,影响和控制了全球大规模的海进海退。

太阳光度减小,地球半径增大(亦即地球膨胀,地球表面积增大),会造成全球大规模海退,使地表风化剥蚀或陆相沉积面积增大。其原因是:

太阳光度减小,太阳辐射在地球表面上的热量相应减少,导致地球表面温度降低,两极 附近、乃至全球大量水体冻结成冰,使海水减少,海平面下降。

地球膨胀产生两个结果:一是使地球表面积增大;二是使地球自转速度变慢。地球表面 积增大,会造成海平面下降。地球自转速度变慢,会使海水向两极移动,造成更多的海水冻结 成冰,使海水减少,海平面下降。

这就是说,太阳光度减小和地球半径增大都会造成海平面下降,导致全球大规模海退。

同样道理,太阳光度增大,地球收缩,会引起全球大规模海进,地表海相沉积,特别是碳酸盐沉积面积增大。

图 1 对 展旦纪以来,太阳系向银心力变化和冰期、地表海侵面积百分比、碎屑沉积百分 比、碳酸盐沉积百分比、主要地台区垂向沉积岩序列作了对比。从图上可以看出:

当向银心力处于低值时,地球上为冰期、海侵面积小、碳酸盐沉积少、碎屑沉积多、各地 台区多由碎屑岩组合组成。当向银心力处于高值时,地球上不是冰期、海侵面积大、碳酸盐沉 积多、碎屑沉积少、各地台区多由碳酸盐岩组合组成。向银心力值的大小是周期性变化的,因 此,冰期、海水进退、沉积组合也对应着周期性变化。

太阳系向银心力值的大小,是设当前太阳系所受银河系模型单位质量引力为1.0而得 出的相对变化值(徐道一等,1983),因而它和引力函数的变化一致。即随着太阳系到银河系 中心的距离的增大而增大,当距离增大到一定临界值时则反而变小(图1中有些远银心点向 银心力反而变小就是这个缘故)。这就是说向银心力值大小变化反映出来的现象和引力函数 值大小变化反映出的现象是一致的。

事实上,图1向银心力值变化对应的地球冰期、海进海退、沉积组合类型与前述引力函

[●] 因为万有引力常数是随时间的不同而变化的,因而 Steiner 将其称为引力函数。

[●] 引自徐道一等编著的《天文地质学概论》第 29 页,地质出版社 1981 年出版。

数值大小变化对应的地球气候冷暖、海进海退、沉积组合类型是一致的。

震旦纪在不到 100Ma 的时期内,冰成沉积遍布各地。根据古地磁测定,这些冰成沉积大 部处于低纬度地区(王鸿祯等,1980),因而不能用冰盖解释。但用前述理论可以得到合理解 释:从图 1 可以看出,震旦纪时,有段时间向银心力处于极低值,这说明当时整个地球有段时 间极为寒冷,致使冻冰遍及全球。之后气候转暖时,便会有大量冰积物广泛沉积,造成低纬度 地区也有冰成沉积。第四纪冰成沉积广布全球也是同样道理。



图 1 震旦纪以来向银心力变化,全球冰期、海侵面积、碳酸盐沉积面积、碎屑沉积面积、 主要地台区沉积序列对比图

1-碎屑岩组合;2-冰碛砾岩;3-碳酸盐岩组合;A-远银心点;P-近银心点

Fig. 1 Correlation of variations in centripetal force, global glacial stages, area of transgression, area of carbonate deposits, area of clastic deposits and sedimentary sequences of main platforms since the Sinian l=clastic rock association; 2=morainal conglomerate; 3=carbonate rock association; A=points far from

the centre of the Galaxy; P=points nearer to the centre of the Galaxy

三、碎屑岩-碳酸盐岩巨旋回形成阶段

根据前述碎屑岩一碳酸盐岩巨旋回形成机理及其本身的沉积特征,可以总结出:一个完整典型的碎屑岩一碳酸盐岩巨旋回的形成,经历风化剥蚀或陆相碎屑沉积、海相碎屑沉积、 海相碳酸盐沉积三个阶段。

(一)风化剥蚀或陆相碎屑沉积阶段

早期,由于太阳光度较弱,地球膨胀,使海平面下降,形成全球大规模海退,致使很多地 区由海变陆,地形起伏明显,成为风化剥蚀区或陆相沉积区。

晚期,气候渐暖,冻冰开始融化,形成大量冰碛物堆积。同时,由于地形差异仍很大,气候 又较早期暖,因而风化剥蚀作用强烈,沉积区内沉积了大量陆相碎屑。后期还可能形成较多 的红层堆积。

t

(二)海相碎層沉积阶段

气候更暖,地球渐缩,冻冰进一步融化,海水渐侵没沉积区。由于有前阶段形成的大量陆 源碎屑存在,因而沉积盆地内以碎屑沉积为主,也可能会有一些冰成沉积。这个时期海水进 退不太稳定,多形成海陆交互沉积。

(三)海相碳酸盐沉积阶段

太阳光度较强,地球缩小,使地球气候干热,冻冰绝大部分融化,海平面上升,形成全球 大规模海进。

这一时期,沉积盆地内碎屑物基本上都沉积下来了。由于长期的风化剥蚀和剥蚀物不断 填平低凹处,沉积盆地周围的陆地地形差异不太明显,处于准平原化状态,陆源碎屑很少或 没有供给沉积盆地,致使离岸稍远地带几乎没有碎屑物供应,海水清澈。同时,生物大量繁 盛。在这样的情况下,碳酸盐便会大量形成并沉积下来。

晚期一般气候非常干热,旋回顶部往往有较多的膏盐类及白云岩占的比例较大便是证 据。

中国扬子地台震旦纪时的沉积就经历了上述三个阶段(图 2)。早震旦世早期为风化剥



图 2 中国扬子地台震旦系柱状图

1-烷砾岩;2-长石石英砂岩;3-石英砂岩;4-砂岩;5-冰碛砾岩;6-页岩;

7-灰岩;8-白云岩;9-硅质灰岩;10一硅质白云岩。

Fig. 2 Columnar section of the Sinian strata on the Yangzi platform, China

1=basal conglomerate; 2=feldspathic-quartz sandstone; 3=quartz sandstone; 4=sandstone; 5=morainal conglomerate;

6=shale; 7=limestone; 8=dolomitite; 9=siliceous limestone; 10=siliceous dolomitite

蚀和陆相沉积阶段。该区先海退遭受剥蚀,后又接受陆相沉积。震旦系与下伏地层呈大区域 明显不整合及底部有厚约 1€0m 的陆相碎屑岩是其证据。早震旦世晚期为海相碎屑岩沉积 阶段。下震旦统上部的海相碎屑岩和冰碛岩是该阶段沉积的产物。刚海侵时,因为有前阶段 形成的大量碎屑物存在,故而沉积形成了砂岩、石英砂岩、页岩等海相碎屑岩。再者,由于气 候渐暖,冻冰融化,有较多的冰碛物从别处搬来沉积下来,沉积形成了厚 100m 左右的冰碛 砾岩。晚震旦世为海相碳酸盐沉积阶段。这时气候温暖干热,沉积盆地周围很少供应盆地陆 源碎屑物,藁类等生物大量繁盛,沉积形成了厚 800m 左右的灰岩和白云岩。

主要参考文献

王鸿祯等,1980,地史学教程,第92、101页,地质出版社出版。 徐道一等,1983,天文地质学概论,第29~42页,地质出版社。

CLASTIC ROCK-CARBONATE ROCK MEGACYCLES AND THEIR GENETIC MECHANISM

Wang Shangyan

(Guizhou Regional Geological Surveying Party)

Abstract

Almost all the vertical sequences of sedimentary rocks are composed of clastic rock-carbonate rock cycles of varying sizes. An individual clastic rock-carbonate rock megacycle (first-order cycle) tends to be assembled by the lower clastic rock associations and upper carbonate rock associations. The large-scale unconformity interfaces are always found at the top and bottom of these cycles. A typical clastic rock-carbonate rock cycle covers three stages for its formation weathering and denudation or terrestrial clastic deposition, marine clastic deposition and marine carbonate deposition. The formation of the clastic rock and carbonate rock associations is interpreted to be controlled mainly by transgression and regression which, in turn, are affected by expansion and shrinkage of the earth and cold and temperate climates which, in turn, are also related to the variations in gravitational constant when the solar system moves around the centre of the Galaxy. Thus the superposition of the clastic rock and carbonate rock associations may be responsible for the formation of the clastic rock associations may be responsible for the formation of the clastic rock associations may be responsible for the formation of the clastic rock associations may be responsible for the formation of the clastic rock associations may be responsible for the formation of the clastic rock associations may be responsible for the formation of the clastic rock associations may be responsible for the formation of the clastic rock megacycles as a consequence of the periodic changes in gravitational constant with time.

(3)

٩