# 碳酸盐岩米级旋回层序的 成因类型及形成机制

# 梅冥相

#### (中国地质大学 北京)

[内容提要] 在前人研究及自己野外观察的基础上,本文把碳酸盐岩米级旋回层序归为四大 类:深水非对称米级旋回层序、L-M 米级旋回层序、潮下碳酸盐米级旋回层序、潮坪碳酸盐米级 旋回层序。米级旋回层序的形成机制是与米兰柯维奇旋回有关的高频率海平面振荡变化旋回所 形成的间断-加积旋回沉积作用,它们的识别标志主要是岩石类型、界面特征、产出环境等。碳酸 盐岩米级旋回层序的规则的垂直叠加形式是识别三级旋回层序的基础。

关键词:碳酸盐岩 米级旋回层序 成因类型 形成机制

碳酸盐沉积作用是海平面变化、构造沉降、沉积物生产和堆积速率、气候、先成沉积地形 以及压缩效应等的综合作用结果。在这些变化中,其主要因素是海平面变化及构造沉降。被 动大陆边缘和克拉通盆地的长周期沉降速率 兖慢,一般为 1—25cm/ka,以至碳酸盐的生产 和堆积速率常超过这种沉降速率。海平面变化以高频率(10<sup>6</sup>-10<sup>5</sup>年)及快速(10m/ka)来回 变化为特点,以至它能超过碳酸盐生产速率。这些因素相互作用的结果就构成了旋回沉积作 用,所形成的旋回层序垂向上都由一个非沉积作用的小间断所覆盖。不同级次的海平面变 化,即低频率(二级、三级旋回)与高频率海平面变化旋回(四级、五级乃至更低级)的相互叠 置及其共同作用的结果,就形成不同级别的旋回地层层序。海平面高频率振荡的时间跨度四 级为 0.11—1Ma,五级为 0.01—0.1Ma,形成的旋回层序多为五级,其厚度一般为几十厘米 至教米,故 Anderson 和 Goodwin(1990)称之为米级旋回。笔者认为"旋回"乃指沉积作用的 时间变化过程,"层序"是指"旋回"的产物,故本文使用"旋回层序"(cyclic sequence)的概念。 不同学者近几年已对不同类型的米级旋回层序进行了研究,如 J.F. Read 等(1989,1988)在 研究北美寒武纪和奥陶纪碳酸盐台地时提出并综合出了六种潮坪碳酸盐旋回;Osleger (1990,1991)研究北美寒武纪碳酸盐缓坡时总结出的潮下碳酸盐旋回;Seilacher 等(1984) 提出的 L-M 旋回: Daniele Masetti 等(1991)对意大利三叠纪盆地相的 San Cassiauo 组进行 研究时提出的"深水非对称碳酸盐旋回";Andre Strasser(1988)对瑞士和法国的 Jura 地区 的 Purbeckin 环潮坪碳酸盐地层进行研究时也识别出 6 种不同类型的米级碳酸盐旋回。这 些学者所指的"旋回"为本文所指的"旋回层序"。笔者在导师孟祥化教授的指导和帮助下,对

<sup>●</sup>本文 1992 年 8 月 14 日收稿, 1933 年 8 月 19 日收到修改稿

华北地台下古生代地层进行旋回地层学研究,也发现了各种不同类型的碳酸盐米级旋回层 序。本文将介绍不同类型的米级碳酸盐旋回层序,以及它们的组成岩石单元、产出环境、识别 特征,最后叙述一下如何运用它们去识别长周期的三级旋回层序。

## 1 L-M 型米级旋回层序

灰岩-泥灰岩米级旋回层序(limestone-marl meter-scale cyclic sequence),简称 L-M 型 米级旋回层序,是一种主要发育在浪基面以下的远洋及半远洋灰岩-泥灰岩韵律层,厚几十 厘米至数米。这种旋回层序的形成时间一般为 20000—100000 年,沉积速率为 0.5—3 cm/ka。这种旋回层序的精确的时间对比是相当困难的,因为它要满足下列条件才能发育完 整:(1)沉积物中碳酸盐与粘土的比例要达到或近于 4;(2)岩层厚度要达到 5 至 10cm,以防 止生物扰动使之混合。其主要原因是生物扰动、成岩作用,如压实作用、溶解作用等对旋回层 序具有强烈的影响与破坏作用。G. Einsele(1982)认为这种旋回层序的成因机制为气候变 化,以及除此之外的其他营力形成的海平面变化。

在碳酸盐台地内部,在最大海泛面附近的凝缩层(段)中也发育 L-M 型米级旋回层序。 在一个长周期三级旋回碳酸盐层序之底,即快速海平面上升初期于整合层序型层序界面之 上也发育 L-M 米级旋回层序。笔者认为华北地台北部的晚寒武世缓坡碳酸盐台地沉积的崮 山组、长山组、凤山组构成一个三级旋回层序。在海平面快速上升之初期于崮山组之底(与张 夏组构成的三级旋回层序的整合层序型界面之上),以及长山组中、下部(相当于最大海泛面 形成时期)均发育 L-M 米级旋回层序。

它们大致可分为四种亚类型(图 1):泥灰岩-泥晶灰岩型、钙质泥岩-含泥晶灰岩结核的 泥灰岩型、钙质泥岩-泥晶灰岩型、含泥质条带泥晶灰岩-生物搅动中薄层泥晶灰岩型等。这 些不同类型的 L-M 米级旋回层序中均发育有风暴砾屑灰岩,在含泥质条带的薄层泥晶灰岩 中以原地改造型风暴砾屑灰岩为特征,而在泥灰岩中则发育具氧化圈的异地搬运型风暴岩。 风暴岩的发育与原地型的水平纹层状泥晶灰岩和泥灰岩静水沉积形成鲜明的对比,表明这 些米级旋回层序产于风暴浪基面之上、正常浪基面之下的较深水环境中。这与它们产生三级 旋回层序之底及最大海泛面附近的解释是一致的。

由上可知,L-M 碳酸盐米级旋回层序的识别标志是;下部单元陆源泥质物多而上部单 元碳酸盐组分多;下部单元岩石的单层厚度比上部单元薄(风暴岩除外)。另外要注意的是, 泥灰岩(marl)并不总是在下部单元,如泥灰岩-钙质泥岩型(图 1c)即为实例。除了较深水的 斜坡地带发育该类型米级旋回层序外,台地内部亦有发育,而且多产于凝缩层内或凝缩层附 近,反映水体较深而暴露标志不发育。

2 深水碳酸盐非对称米级的旋回层序(deep-water asymmetric carbonate meter-scale cyclic sequence)

这种类型的米级旋回层序首先由 Daniele Masetfi 等(1891)提出并系统研究,它是一种 由高频率振荡海平面变化所控制的发育于台地边缘斜坡至盆地的深水区的非对称(向上变 粗、向上变厚)米级旋回层序(图 2),一般由以下岩相组成:

2.1 相带 1(Facies 1)

该相主要为黑色、灰黑色水平纹层状和生物搅动页岩状和钙质泥灰岩,具有毫米级至厘



1. 含泥晶灰岩结核的泥灰岩;2. 含泥质条带的薄层泥晶灰岩;
3. 发育生物扰动构造的中薄层泥晶灰岩;4. 风暴砾屑灰岩;5. 钙质泥岩

Fig. 1 Types of the Upper Cambrian meter-scale cyclic sequences on the North China Platform 1=marl with micritic limestone concretions;2=thin-bedded micritic limestone with muddy bands;3= moderate- to thin-bedded micritic limestone with well-developed bioturbated structures;4=storm calcirudite;5=calcareous mudstone

米级的末端钙质浊积沉积物夹层。该相带产于每一个米级旋回层序之底,而且代表一个碳酸 盐岩生产速率特别低的阶段,其沉积物来源主要为盆外陆源泥质物(extrabasinal terrigenous mud)。其沉积环境属宁静低能的深水环境。

2.2 相带 2(Facies 2)

相带 2 可以分为两个亚相(图 2):2B、C 为沉积在盆地更末端的泥晶灰岩亚相;2A 为沉 积在靠近台地端的钙屑及生物屑灰岩亚相。

亚相 2B、C 主要为灰色生物搅动泥晶灰岩,由软泥(doze)和生物屑泥粒灰岩 (packstone)组成的钙质浊积岩等组成。钙质软泥的远洋来源似乎是不可能的,因为其沉积 环境(海底环境)多位于透光带之下,故排除了局部海底的碳酸盐岩生产率。因此,该亚相岩 石的组成物质被解释为来自于台地背景的环台地软泥(Schalager 和 James,1978)。

亚相 2A 由厚从数厘米到 15-20cm 的鲕粒-生物钙质浊积碎屑层组成。这些碳酸盐砂 很清楚地显示出其来自于台地背景,因为它们包含有许多浅水生物化石(厚壳蛤、藻、珊瑚、 海绵、腕足等)。它们被解释为在高水位期以及在相应的台地碳酸盐生产速率最大的时期,沉 积物过多地注入深水盆地中而形成。由于这个原因,这些碳酸盐砂被定义为"生理浊积层" (Bosellini,1988)。

2.3 相带 3(Facies 3)

相带 3 指米级旋回层序的顶部单元。主要由碳酸盐砾石组成,有些砾石达数米级别,而 且多已白云石化。这些砾石来自于已石化了的台地沉积物,多形成厚 3—4m 的透镜体。这些 台地沉积物受到改造而形成的砾石从台地上搬运到盆地深水区的主要搬运机制有滑坡和高



图 2 碳酸盐岩深水非对称米级旋回层序的成因类型

1. 页岩状泥灰岩; 2. 钙质泥灰岩; 3. 泥质灰岩; 4. 泥晶灰岩; 5. 生物屑灰岩; 6. 碳酸盐砾屑, 通常包含米级厚度的台地 来源砾屑。A、B、C 指旋回层序类型, 见正文。(引自 Daniele Masetti, 1991)

Fig. 2 Genetic types of deep-water asymmetric carbonate meter-scale cyclic sequences 1=shaly marl;2=calcareous marl;3=muddy limestone;4=micritic limestone;5=bioclastic limestone;6 =carbonate gravels,including meter-size platform-derived gravels. A,B and C refer to the types of the cyclic sequences (after D. Masetti et al., 1991)

密度流——重力流。该相主要产于碳酸盐台地前缘的前端,反映了台地边缘在海平面下降时 露出水面受到剥蚀作用而形成。

从图 2 中可以看出这种类型的米级旋回层序的横向变化趋势。从台地边缘到深水盆地 区,随着海水深度的增加,具有从类型 A 变到类型 B 至 C 的变化规律;在远离台地边缘的深 水盆地区,主要发育以泥为主的层序(类型 C,这与上文所述的 L-M 旋回相似)。它以相 2a 覆盖在相 1 之上为特征,缺失相 2b 及相 3 之岩石,并显示出向上变粗和向上变厚的特点,这 是"生理浊积岩(physiologic turbitites)"的厚度及沉积次数向上变大变多的结果;在靠近台 地的地区,即碳酸盐台地斜坡的前端,主要发育 A 型层序。该类型层序的特点是层序顶部产 有远洋砾石层(相 3),砾石层覆盖在由相 1 和相 2b 构成的向上变粗层序之上;类型 B 则发 育在二者之过渡地区。

一般说来,图 2 中所示的旋回层序相当于周期为 2 万年的米级旋回层序,据 Daniele Masetti(1991)的研究,发现由五个或四个这种类型的旋回层序即可构成向上变粗的周期为 10 万年的旋回层序(图 3)。而且这种周期为 10 万年左右的旋回层序也表现出向上变厚、变 粗的趋势,这主要反映出泥灰岩、泥页岩向上减少而泥晶灰岩、生物屑灰岩向上增多的特征 上;其横向变化特征也具有与图 2 的类似之处,即靠近台地发育砾石层,远离台地主要由相 1 及相 2 组成。Daniele Masetti(1991)认为这种深水非对称碳酸盐旋回层序,是与米兰柯维 奇天文旋回有关的周期性海平面变化的台地-盆地间的相互作用为其成因机制,即在 10 万 年周期海平面变化旋回所包含的 5 个 2 万年海平面变化旋回控制下,每一周期内台地经历 了起始阶段(海泛作用为主)、恢复阶段、同步阶段、暴露阶段四个沉积作用期,碳酸盐生产及 **堆积速率由小至大最后到暴露阶段又停止而受剥蚀,相应地在盆地深水区形成这种非对称** 旋回层序。







3 颗粒灰岩-泥晶灰岩(或泥灰岩、钙质泥岩),即浅滩和开阔海潮下 型碳酸盐岩米级旋回层序

关于潮下碳酸盐岩米级旋回层序(subtidal carbonate meter-scale cyclic sequence), David Dsleger(1990,1991)在研究北美晚寒武世地层中提出并系统地进行了研究,分为浅缓 坡(shallow ramp)、中缓坡(mid-ramp)及深缓坡(deep ramp)三种类型(图 4)。浅缓坡型潮下 碳酸盐旋回层序由发育潜穴的泥粒灰岩和粒泥灰岩(海侵下部单元)及鲕粒灰岩等颗粒灰岩 (上部单元)组成;中缓坡型由结核状钙质泥岩及粒泥灰岩(下部单元)和生物潜穴粒泥灰岩、 泥粒灰岩、交结层理颗粒泥晶灰岩(上部单元)组成;深缓坡型由结核状钙质泥岩及粒泥灰岩 (下部单元)和生物潜穴泥粒灰岩及粒泥灰岩(上部单元)组成。以上三种类型在华北地台张 夏组、晚寒武世地层中均有发现。

笔者认为,除了上述三种类型的潮下碳酸盐米级旋回层序外,相似的以向上变厚、变粗、



图 4 产于碳酸盐缓坡中的三种潮下碳酸盐岩米级旋回层序

(引自 David Osleger, 1990, 1991)

1. 鲕粒颗粒灰岩;2. 含鲕粒骨屑灰岩;3. 生物潜穴泥粒灰岩及粒泥灰岩;4. 结核状钙质泥岩及粒泥灰岩。

(M.W.P.G.分别代表钙质泥岩、粒泥灰岩、泥粒灰岩及颗粒灰岩的粒径级别与大小)

Fig. 4 Three types of subtidal carbonate meter-scale cyclic sequences

developed on the carbonate ramps (after D. Osleger, 1990 and 1991)

1=oolitic grainstone; 2=oolitic skeletal limestone; 3=burrowed packstone/wackestone; 4=nodular calcareous mudstone/wackestone (M. W. P. G. represent the grain sizes of calcareous mudstone,

wackestone, packstone and grainstone, respectively)

变浅为特征的米级旋回层序在滩相、礁相及开阔台地潮下碳酸盐岩中也有发育,唯其组成岩 石单元稍有区别,主要表现在上部单元较厚且发育暴露标志(白云石化、渗流豆、栉壳状构造 等)。笔者将它们大致分为以下五类(图 5);第一类是泥晶灰岩或颗粒泥晶灰岩(下部单元)-礁灰岩型(图 5A)。根据礁灰岩的不同类型又可分为若干小类型;第二类是钙质泥岩(下部单 元)-颗粒灰岩型(图 5B)。根据颗粒灰岩的不同类型又可分为若干小类型;第三类是泥晶灰 岩-颗粒灰岩型;第四类为泥晶灰岩-颗粒泥晶灰岩型(图 5D);第五类为钙质泥岩-颗粒泥晶 灰岩型(图 5E)。

综上所述,潮下型碳酸盐岩米级旋回层序均以向上变浅、变厚、变粗为特征,其上部单元

**之顶大都具有暴露标志(渗流豆、栉壳状构造及白云石化)。它主要发育在缓坡台地、开阔海** 台地及碳酸盐台地边缘礁、滩相的正常浅海较动荡环境中。



# 4 潮坪型碳酸盐岩米级旋回层序

潮坪碳酸盐岩米级旋回层序(tidal-flat carbonate meter-scale cyclic sequence)自 80 年 代中期以来已由许多学者进行了系统的研究,如 J. F. Read (1986,1989)、Goldhammer (1990)、Ben Ismail(1990)、Hardie(1990)、Stracsser(1988)等。同潮下型碳酸盐岩米级旋回 层序相比,这类米级旋回的特征是向上变薄、变细、变浅,而且暴露标志极为明显,表现在中、 上部单元出现白云岩、小型古喀斯特构造面,古风化土(regolith)、蒸发岩及蒸发溶塌角砾 等。笔者把潮坪型碳酸盐岩米级旋回层序归纳为灰岩-白云岩型、厚层结晶白云岩泥晶白云 岩-薄层泥质白云岩型、灰岩-白云岩-蒸发岩型、白云岩-蒸发岩型等四种类型,也可根据碳酸 盐岩的颗粒类型及颗粒含量等特征分为若干种类(图 6)。它们的分布、发育与所处的沉积环 境具有密切联系。

图 6 中的 A、B 为灰岩-白云岩型。A 型中颗粒灰岩为海侵单元,是在高频率振荡海平面 变化的上升期、海平面上升速率与碳酸盐堆积速率同步或略大时,于激浪带动荡水体环境中 沉积的,其上为在均衡加积作用下形成的泥晶灰岩及白云岩,为一向上变浅序列;B、C 型的 海侵单元为含颗粒泥晶灰岩及泥晶灰岩,其上部单元为结晶白云岩及泥质泥晶白云岩,在其 顶部单元中发育古风化土及小型古喀斯特面,这表明它们所处的先成古环境中水体更浅,因 而暴露标志更明显。可能 A 型是靠近开阔海的潮坪环境的产物,B、C 型形成于更靠近白云 石化作用强烈的云坪,A→B→C 代表潮间坪下部至上部的环境变化。

D型即为发育于习称云坪环境中的米级旋回层序,亦以向上变薄、变浅为特征。一般来



图 6 发育于碳酸盐潮坪的碳酸盐米级旋回层序类型

1. 颗粒灰岩; 2. 颗粒泥晶灰岩; 3. 生物屑泥晶灰岩; 4. 局部白云石化泥晶灰岩; 5. 白云岩; 6. 泥质白云岩; 7. 蒸发岩

Fig. 6 Types of the carbonate meter-scale cyclic sequences

developed on the carbonate tidal flats

1=grainstone;2=grainy micritic limestone;3=bioclastic micritic limestone;4=locally dolomitized micritic limestone;5=dolostone;6=muddy dolostone;7=evaporite

讲,其下部单元为成岩后生白云岩或准同生后白云岩(结晶白云岩);上部单元为准同生白云 岩(泥晶白云岩),这表明在高频率海平面的上升时期沉积物容纳空间增大而形成灰岩沉积, 在海平面下降时期环境变浅乃至暴露而发生强烈的白云石化,在米级旋回层序之顶形成准 同生白云石沉积的同时又使下部单元的灰岩白云石化。据左文歧等(1990)的研究,在华北地 台三山子白云岩中,具有准同生白云岩与准同生后白云岩交互产出的特征。

E、F代表白云岩-蒸发岩型米级旋回层序及灰岩-白云岩-蒸发岩型米级旋回层序灰岩-白云岩-蒸发岩型米级旋回层序。该两种类型均发育于蒸发潮坪中,在陆表海型碳酸盐台地 的凹陷地带更为有利发育这两种类型的层序。从前的"萨布哈"型向上变浅层序也归为这些 类型。在露头观察中,往往蒸发岩均以"蒸发溶塌角砾岩"的形式产出。

5 关于碳酸盐岩米级旋回层序的形成机制

米级旋回层序又被有些学者作为小级别层序(small-scale sequence)。按照 Anderson 和 Goodwin(1990)的意见,米级旋回层序是在地层记录中最小的异成因地层堆积单元,它们之 间的边界由非沉积过程产生,这些界限的存在是地区间断事件的标志,也就是以前所指的幕 式沉积作用的佐证。每一个米级旋回层序的形成符合 Anderson 和 Goodwin(1984,1985, 1986)提出的 PAC(punctuate-aggradational cyclic genesis)旋回机制,即米级旋回层序在一 个沉积间断面之上的均匀堆积过程中形成的。该间断面形成于海平面的"加深事件"——海 平面上升速率超过碳酸盐生产及堆积速率时期。旋回层序界限之下为下伏层序的上部单元 (由均衡加积作用形成的向上变浅单元),之上为上覆旋回层序的下部单元(海侵单元),是较 深水的沉积,代表一个加深过程。层序顶部的暴露标志表明,在加深事件之前还有一个暴露 过程,因此,此类层序之间的界面是暴露一加深过程中形成的。 许多学者(Read,1989;Goldhammer,1990;Mithum 等,1991)计算单个米级旋回层序的 形成时间为 2 万年左右,而且在地层记录中常发现 5 个左右的米级旋回层序构成一个级别 稍大(10 万年左右)的层序。为此,他们认为米级旋回层序是与米兰柯维奇天文旋回有关的 高频率振荡海平面变化旋回过程的产物,为异成因机制的旋回层序。

米兰柯维奇假说认为,对于地球上任一纬度,日照量是太阳常数(So)、偏心率(e)、地轴 倾斜角度或称黄赤交角(ε)和岁差(ρ)这几个参数的函数。So 的变化幅度小而较稳定,偏心 率的变化周期为 10 万年左右,黄赤交角的变化周期为 4 万年左右,岁差的变化周期为 2 万 年。这些天文因素的变化将造成日照量的周期性变化,因而又造成极地冰盖消长的周期性变 化,从而产生 2-4 万年、10 万年级别相互叠加的高频率振荡海平面变化旋回。当然,关于米 级旋回层序的米兰柯维奇异旋回成因机制还未得出完满的结论。

6 结语

碳酸盐岩沉积作用对海平面变化的响应是非常敏感的。碳酸盐岩除了大型生物礁外,具 有明显的层面时,即谓间断面。它们的形成时间有时比形成那显眼的成层岩石的时间还要 长。由此,米级旋回层序的存在是较普遍的。我们还要注意在一个长周期的(如三级)旋回层 序中,局部可能不发育米级旋回层序,如靠近最大海泛面或海侵面、或者是层序之顶的水体 极浅部分,Goldhammer等(1990)称之为"失去节拍"。碳酸盐岩米级旋回层序在一个三级海 平面变化层序中的分布有一定规律性,即在三级海平面变化旋回的海平面上升时期,由于沉 积物容纳空间的增长速率大于沉积物堆积速率,故以"淹没节拍"为特征,在下降期及停滞期 则以"暴露节拍"为特征,即暴露标志变得越来越明显。因此米级旋回层序是识别三级旋回层 序的基础,这主要是根据米级旋回层序规则的垂直叠加形式,这在露头中显得更为重要。

#### 主要参考文献

梅冥相,1992,碳酸盐台地的地层层序格架及旋回地层级次,《岩相古地理》,第2期,P.44-50。

Miall 著(1991),梅冥相译(1992),地层层序及其年代地层对比,《地质科学译从》92年第1期,P32-40。

Anderson, E. J. and Goodwin, P. W., 1990. The significance of meter-scale allocycles in the quest for a fundamental stratigraphic unit. J. Geol. Soc., Vol. 147, pp. 507-518.

Brett, C. E., Goodman, W. M. and Loduca, S. T., 1990. Sequences, cycles, and basin dynamics in the Silurian of the Appalachian Foreland Basin. Sedi. Geol. Vol. 69, Nos. 3-4, pp. 191-244.

Goldhammer, P. K., Dunn, P. A. and Hardie, L. A., 1990. Depositional cycles, composite sea-level changes, cyclic stacking patterns, and the hierarchy of stratigraphic forcing texample from Alpine Triassic platform carbonates. Geol. Soc. Am. Bull., Vol., 102, pp. 535-562.

Goodwin, P. W. and Anderson, E. J., 1985. Punctuated aggradational cycles: a general hypothesis of episodic stratigraphic accumulation. The Journal of Geology, Vol. 93, pp. 515--533.

Ismail, M. H. B. and M'Rabet, 1990. Evaporite, carbonate and siliclastic transitions in the Jurassic sequences of south-eastern Junisia. Sedi. Geol., Vol. 66, pp. 665-82.

Kendall, G. St. C and Schalager, W., 1981. Carbonates and relative changes in sea-level responses. Mar. Geol., Vol. 44, pp. 181-212.

Koerschner, W. F. and Read, J. F., 1989. Field an modelling studies of Cambrian carbonate cycles, Virginia Appalachians. J. Sedi. Petrol., Vol. 59, No. 5, pp. 654-687.

Masetti, D. et al., 1991. Deep-water asymmetric cycles and progradation of carbonate platforms governed by high-frequency custatic oscillations. Geology, Vol. 19, No. 4, pp. 336-339. n.25

Strasser, A., 1988. Shallowing-upward in Parbeckin peritidal carbonates (lowermost Cretaceous, Swiss and French Jura Mountains). Sedimentology, Vol. 35, pp. 369-383.

Wilgus, C. K. et al., (Eds)1988. Sea-level changes-an integrated approach. Soc. Econ. Paleotol. Mineral., Spec, Publ. 42, 407pp.

# GENETIC TYPES AND MECHANISMS OF THE CARBO-NATE ROCK METER-SCALE CYCLIC SEQUENCES

### Mei Mingxiang

(China University of Geosciences, Beijing)

#### ABSTRACT

Four genetic types are sugggested for the carbonate rock meter-scale cyclic sequences on the basis of the previous study and field investigation made by the author. They are deep-water asymmetrical carbonate rock meter-scale cyclic sequences, limestone-marl meter-scale cyclic sequences, subtidal carbonate rock meter-scale sequences and tidal-flat carbonate rock meter-scale sequences. Their genetic mechanism is punctuated-aggradational allocyclic mechanism which is related to high-frequency cyclic sea-level changes resulted from the Milankovitch cycle. The criteria for recognition of these sequences include the types of the carbonate rocks, boundary nature and environments of the meter-scale cyclic sequences. The regularly vertical stacking patterns of the meter-scale cyclic sequences are interpreted as the basis for distinguishing third-order cyclic sequences.

Key words: carbonate rock, meter-scale cyclic sequence, genetic type, genetic mechanism