

文章编号: 1000-0550 (2005) 02-0310-06

塔中地区奥陶系米级旋回层序分析

吴兴宁 赵宗举

(中国石油集团杭州地质研究所 杭州 310023)

摘要 塔中地区奥陶系米级旋回层序非常发育且典型多样,孕含着丰富的构造、海平面变化及沉积物堆积作用等方面的信息。在认真总结前人研究成果的基础上,结合区域地质资料及详细的岩芯观察和描述,将本区奥陶系米级旋回层序分为四大类:远洋—半远洋 L-M 型米级旋回层序、下斜坡—深水盆地非对称型米级旋回层序、潮下型米级旋回层序及环湖坪型米级旋回层序。在相序组构特征上,都表现为发育在瞬时淹没断面之上以反粒序序列为特征的米级旋回层序和发育在瞬时暴露断面之上以反粒序或正粒序序列为特征的米级旋回层序,并且在长周期三级层序中表现为有序的垂直叠加形式。这些米级旋回层序的沉积速率及形成周期与米兰柯维奇 (Milankovitch) 天文旋回轨道及周期变化具有明显的相关性。因此,塔中地区奥陶系米级旋回层序的发育主要受高频率海平面变化的控制,而这种高频率海平面升降则是由米兰柯维奇天文旋回轨道及周期变化所造成全球气候变化及大陆冰川的消长所控制。

关键词 米级旋回 高频层序 奥陶系 碳酸盐岩 塔中地区

第一作者简介 吴兴宁 男 1973 年出生 硕士 工程师 石油地质

中图分类号 P539.2 **文献标识码** A

1 区域地质背景

塔中地区位于新疆塔里木盆地中部,包括整个塔中低凸起及其南、北两侧塘古孜巴斯坳陷和满加尔凹陷的部分地区(图 1)。

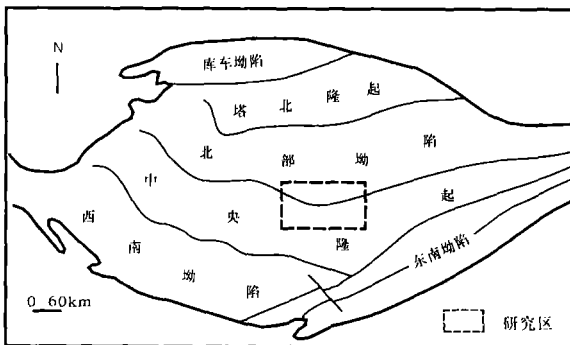


图 1 研究区地理位置图

Fig 1 the geographical position of the study area

塔里木运动之后,塔里木陆核及其四周的古陆核相互碰撞拼贴形成统一古塔里木板块^[1]。早震旦纪至早奥陶世,塔里木板块南北为被动大陆边缘,强烈的拉张作用使塔里木东北部发生裂隙,逐渐形成库满

坳拉槽^[1],受此构造活动控制,在早奥陶世,塔里木盆地东北部以发育盆地相沉积为主,而其西南部以发育台地相沉积为主,塔中低凸起区主要发育一套清水碳酸盐岩台地相沉积。自早奥陶世晚期至中奥陶世,塔里木板块南北两侧开始由被动大陆边缘转为活动大陆边缘^[1],在强烈挤压作用下,塔中低凸起开始抬升并处于暴露剥蚀状态,从而缺失中奥陶统沉积,在其北侧满加尔坳陷主要发育一套盆地相远源浊流沉积,而在其南侧塘古孜巴斯凹陷继承早奥陶世沉积仍然为一套清水碳酸盐岩开阔台地相沉积。进入晚奥陶世,由于大地构造背景、海平面的变化及陆缘物质的输入,塔中地区开始由台地相发展为陆棚相沉积^[2],其中晚奥陶世良里塔格组主要为一套清水碳酸盐岩陆棚相沉积,而其上覆桑塔木组主要为一套浅海碎屑岩陆棚相沉积。至晚奥陶世晚期,受强烈构造挤压作用,塔中地区再次隆升,遭受风化剥蚀作用^[1]。

本区奥陶系发育巨厚的碳酸盐岩沉积,高频米级旋回层序十分发育,但此前在沉积的旋回性及层序方面研究甚少。本文通过对米级旋回层序类型及其特征进行详细研究,揭示其在长周期三级层序中的有序

叠加形式,并在此基础上探讨了形成这些米级旋回层序的成因机制,对更好的认识本区奥陶系沉积发育过程及沉积特征具有重要意义。

2 米级旋回层序类型及特征

米级旋回层序指周期小于或等于 40 万年的旋回,塔中地区奥陶系这种米级旋回层序非常发育且典型多样,孕含着丰富的构造、海平面变化及沉积物堆积作用等方面的信息。在认真总结前人研究成果(如 Goldhammer 等^[10, 11, 15, 17]、Osleger 等^[12]、Anderson & Goodwin^[9]、Vail 等^[4, 13, 14, 16, 20, 21, 24, 25]及梅霖相等^[3, 5, 6, 7])的基础上,结合区域地质资料及详细的岩芯观察和描述,我们将塔中地区奥陶系米级旋回层序分为四大类:远洋—半远洋 L—M 型米级旋回层序、下斜坡—深水盆地非对称型米级旋回层序、潮下型米级旋回层序及环潮坪型米级旋回层序。

2.1 远洋—半远洋 L—M 型米级旋回层序

该类型米级旋回层序由形成于较深水的远洋及半远洋环境中的灰岩(Limestone)及泥灰岩或钙质泥岩(Marl)组成,其下部海侵岩石单元主要为含陆源泥质较多的钙质泥岩、泥灰岩等,上部岩石单元由含碳酸盐组分较多的薄层泥晶灰岩组成,主要有 2 种组合形式。下部岩石单元为黑色碳质泥页岩,上部岩石单元为灰黑色泥质灰岩,单个旋回厚度小于 10 cm(图 2A);下部岩石单元为灰黑色泥质灰岩,上部岩石单元为深灰色泥晶灰岩,单个旋回厚度小于 20 cm(图 2B)。

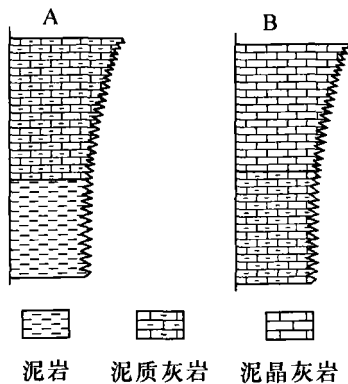


图 2 远洋—半远洋 L—M 型米级旋回层序
Fig 2 Meter-scale cyclic-sequence of the ocean-semiocean L-M type

2.2 下斜坡—深水盆地非对称型米级旋回层序

受高频率海平面振荡变化所控制,形成于镶嵌陆

架型台地下斜坡至深水盆地。有以下 4 种组合形式:

下部岩石单元为黑色泥质灰岩及灰黑色泥晶灰岩,上部岩石单元为深灰色水下碎屑流角砾岩(图 3A);

下部岩石单元为深灰色泥质泥晶灰岩及泥晶灰岩,上部岩石单元为浊流沉积深灰色泥晶粉砂屑灰岩(图 3B);下部岩石单元为深灰色钙质泥岩,上部岩石单元为灰色粉砂质泥岩及粉砂岩(图 3C);下部岩石单元为黑色炭质页岩,上部岩石单元为深灰色泥质粉砂岩(图 3D)。

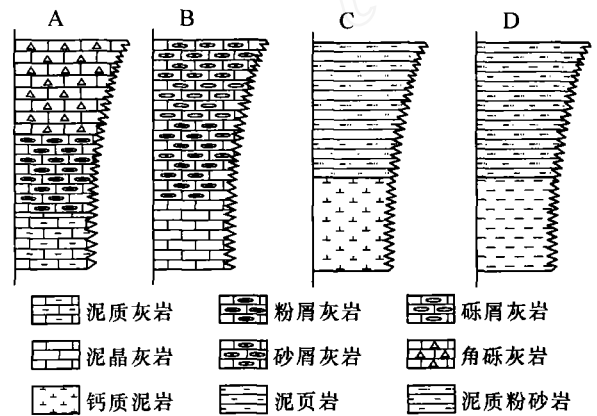


图 3 下斜坡—深水盆地非对称型米级旋回层序
Fig 3 Meter-scale cyclic-sequence of the lower ramp and deep-water basin asymmetrical type

在横向上,随着海水深度的增加,具有从第一种组合形式向第四种组合形式变化的趋势。

2.3 潮下型米级旋回层序

主要发育在塔中低凸起下奥陶统开阔台地相及上奥陶统良里塔格组陆棚相环境。包括以下 4 种组合形式:下部岩石单元为灰色泥晶灰岩,局部含泥质条纹条带,见弱变形层理,上部岩石单元为浅灰色亮晶粉屑灰岩、亮晶含砾屑砂屑灰岩薄层,单层厚 10~20 cm,向上亮晶砂屑灰岩夹层增多且单层厚度增大,最厚可达 2.4 m(图 4A);下部岩石单元为深灰色泥质灰岩,上部岩石单元为褐灰色生物屑泥晶灰岩及泥晶生屑砂屑灰岩(图 4B);下部岩石单元为深灰色钙质泥岩,上部岩石单元为灰色泥晶生屑砂屑灰岩及泥晶粉屑砂屑灰岩(图 4C)。下部岩石单元为深灰色泥岩,上部岩石单元为灰色泥晶生屑砂屑灰岩(图 4D)。

从上述可以看出,每个层序下部单元代表海平面快速上升期间产生的滞后沉积,上部颗粒灰岩代表碳酸盐快速沉积所形成的均衡单元。横向上,随着海水

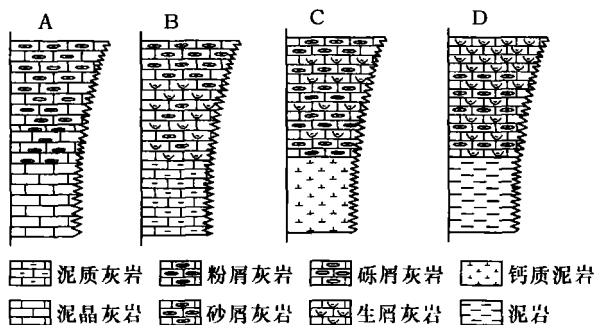


图 4 潮下型米级旋回层序

Fig 4 Meter-scale cyclic-sequence of the sub-tidal type

深度的增加,具有从第一种组合形式向第三种组合形式变化的趋势。

2.4 环潮坪型米级旋回层序

主要发育于塔中低凸起下奥陶统局限海台地环境,垂向上以发育潮下一潮间带及潮间—潮上带沉积组合为主。包括以下 8 种组合形式: 下部岩石单元为深灰—灰黑色泥质白云岩,见水平及微波状层理,上部岩石单元为浅灰—灰色波状—半球状叠层石灰质白云岩及深灰色藻屑白云岩(图 5A); 下部岩石单元为黄灰色叠层石白云岩,发育帐篷构造及鸟眼构造,上部岩石单元为浅灰色夹泥质条带泥晶白云岩,发育水平层理及变形层理(图 5B); 下部岩石单元为深灰色泥质白云岩,发育生物扰动构造,上部岩石单元为浅灰色含砾砂屑白云岩及砂屑白云岩,顶部为砾屑白云岩(图 5C); 下部岩石单元为深灰色泥质白云岩,上部岩石单元为暗红色粉细晶白云岩及灰色泥粉晶白云岩(图 5D); 下部岩石单元为深灰—灰黑色泥质泥晶白云岩,发育水平层理及生物扰动构造,上部岩石单元为含柱状叠层石白云岩及叠层石砾屑白云岩(图 5E); 下部岩石单元为灰色泥晶白云岩夹少量灰黑色不规则状泥质白云岩条带,上部岩石单元为灰色粉屑白云岩夹少量灰黑色泥质白云岩条带、灰色砂屑白云岩、角砾状白云岩及鲕粒白云岩(图 5F); 下部岩石单元为深灰色泥质泥晶灰岩夹条带状球粒灰岩、粉屑灰岩,上部岩石单元为灰色鲕粒灰岩夹含砾屑粉砂屑灰岩,顶部为藻粘结灰质白云岩(图 5G); 下部岩石单元为中厚层黄灰色亮晶砂屑灰岩及泥晶灰岩,上部岩石单元为薄层深灰色泥晶白云岩,泥晶白云岩中见生物扰动构造及虫孔(图 5H)。

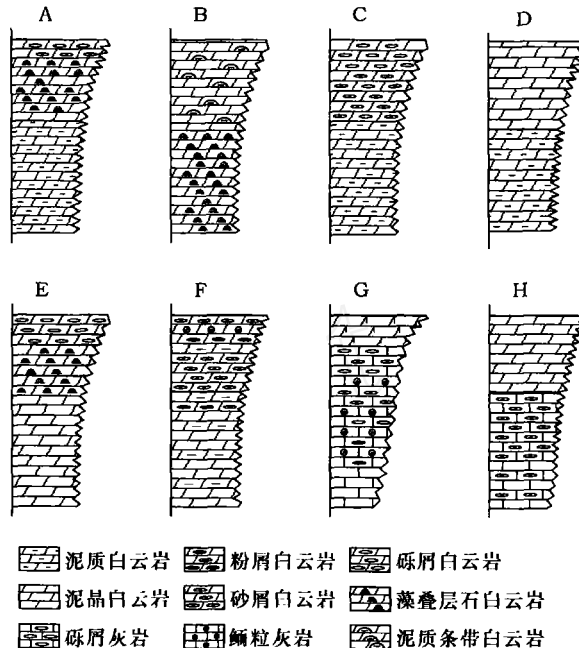


图 5 环潮坪型米级旋回层序

Fig 5 Meter-scale cyclic-sequence of the peritidal type

3 米级旋回层序相序组构特征

从沉积环境上来看,上述四种类型米级旋回层序发育于塔中地区奥陶系各个不同沉积环境中。在早奥陶世,随着水深的逐渐增加,从塔中低凸起区到其北侧的满加尔凹陷区,依次发育环潮坪型、潮下型、下斜坡—深水盆地非对称型及远洋—半远洋 L - M 型米级旋回层序。进入晚奥陶世,由于沉积环境的变化,只在塔中低凸起区发育环潮坪型米级旋回层序及潮下型米级旋回层序。

从相序组构特征上来看,塔中地区奥陶系碳酸盐岩米级旋回层序又大致可分为两大类: 1) 发育于瞬时淹没断面或不明显淹没节拍之上的以反粒序序列为特征的米级旋回层序(包括远洋—半远洋 L—M 型、下斜坡—深水盆地非对称型及潮下型), 2) 发育于瞬时暴露断面或不明显暴露节拍之上的以正粒序或反粒序序列为特征的米级旋回层序(环潮坪型)。第一种主要发育在正常浪基面附近至更深的沉积背景下,高频率海平面上升所产生的环境加深效应的结果是形成淹没事件,沉积下斜坡到远洋及半远洋沉积物,反之在与高频率海平面下降所产生的环境变浅过程中形成正常浅海沉积物,米级旋回层序向上变浅最多只能达到海平面,该类型米级旋回层序在纵向上通常具有向上变浅、向上变厚、向上变粗的特征;

第二种主要发育于正常浪基之上的浅水背景下,环境加深形成正常浅海沉积物以及相应的沉积物,环境变浅则形成局限海台地潮坪相之类的沉积,而且常变浅至露出水面而产生蒸发泵白云岩化及混合白云岩化,甚至可在顶面见到古岩溶漏管及微喀斯特化等淡水成岩作用,从而使米级旋回层序间的分界面以暴露间断面为特征,该类型米级旋回层序在纵向上通常具有向上变浅、向上变薄、向上变粗或变细的特征。

在长周期三级层序中,塔中地区奥陶系米级旋回层序常形成有规律的垂直叠加形式,即在长周期三级层序海平面上升阶段,叠加于其中的米级旋回层序以明显的“淹没节拍”或不明显的“暴露节拍”为特征;相反,在长周期三级层序海平面变化的相对下降期,则以明显的“暴露节拍”和不明显的“淹没节拍”为特征。这一特征不但在塔中地区钻井岩芯中表现明显,而且在野外露头中也明显的表现出这一规律。通过对塔中西北部柯坪奥陶系露头剖面的详细观察,可将整个奥陶系划分为六个长周期三级层序。其中中下奥陶统丘里塔格上亚群,可划分为三个三级层序,每一个三级层序由若干类型的环潮坪型或潮下型碳酸盐米级旋回层序有序叠加而成,且从下部层序至上部层序,米级旋回层序的叠加形式由环潮坪型演变为潮下型,代表暴露节拍由明显演变为不明显的叠置特征(图 6 层序 III);而中上奥陶统(萨尔干组、坎岭组、其浪组、印干组),也划分为三个三级层序,每一个三级层序由若干类型的下斜坡—深水盆地非对称型及远洋—半远洋 L—M 型碳酸盐米级旋回层序有序叠加而成,且从下至上由远洋—半远洋 L—M 型演变为下斜坡—深水盆地非对称型,代表淹没节拍由明显演变为不明显的叠置特征(图 6 层序 IV)。

4 米级旋回层序发育控制因素

米级旋回层序具有典型向上变浅的沉积特征,而且在一个垂向层序中相似的米级旋回层序重复叠加。根据近年来研究成果,由米兰柯维奇天文旋回机制引起的高频率海平面变化是控制米级旋回层序发育的主要因素。米兰柯维奇天文旋回理论认为由于地球围绕太阳旋转的轨道和倾角发生周期性摄动影响到地球表面所接受的日射量,从而使得全球大陆冰川的体积发生周期性变化,并引起全球海平面高频率振荡旋回。米兰柯维奇天文旋回类型和周期主要有以下三种: 偏心率旋回,由地球围绕太阳旋转轨道偏心率变化所引起,短偏心率周期约 10 万年,长偏心率周

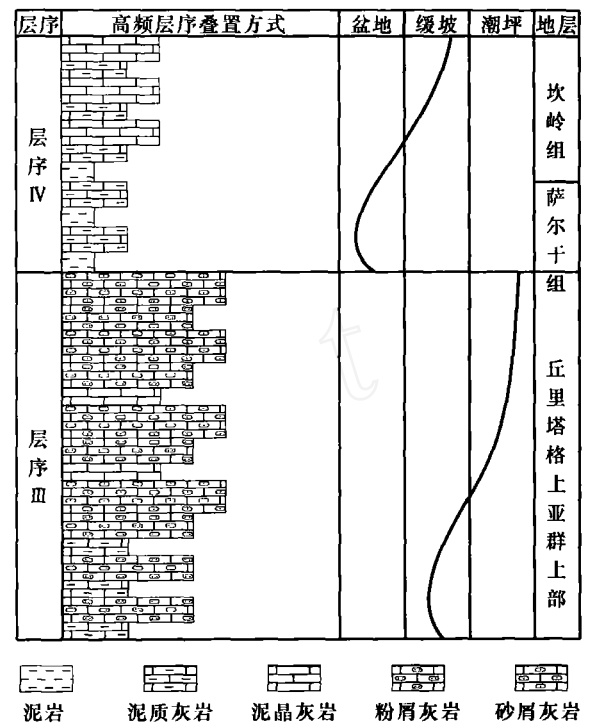


图 6 柯坪露头奥陶系米级旋回层序在长周期三级层序中的叠加形式

Fig 6 The form of Ordovician meter-scale cyclic-sequence superposed on long cycle third-order sequence in Keping section

期约 40 万年。黄赤交角旋回,由地球自转黄道面与地球围绕太阳公转赤道面间角度变化所引起,周期约为 4 万年。岁差旋回,由太阳和月球对地球综合引力使得地球倾斜旋转轴画出一个完整锥面所形成,周期为 1.9 万年至 2.3 万年。由以上三种米兰柯维奇周期的叠加使地球受到旋回性变化的太阳能辐射,气候发生旋回性变化,从而使大陆冰川的消长导致频繁的全球海平面升降。

在塔中地区,单个远洋—半远洋 L—M 型米级旋回层序沉积厚度一般为 10~20 cm,远洋沉积物的沉积速率一般很低约为 0.2~5 cm/1000 年,而远洋碳酸盐生产的沉积速率一般为 0.5~3 cm/1000 年,通过计算可以看出远洋—半远洋 L—M 型米级旋回层序沉积周期大致约为 10 万年左右。单个环潮坪碳酸盐米级旋回层序沉积厚度一般为 2 m 左右,而碳酸盐沉积速率大致约为 0.1~0.5 m/1000 年,通过计算可以看出,环潮坪碳酸盐米级旋回层序形成周期大约为 2 万年左右。由于大多数碳酸盐沉积作用速率是在现代碳酸盐环境中计算出来的,而且主要是在潮间带

下部及潮下带碳酸盐生产、再分配与迁移、堆积作用等剧烈进行的环境中 (Logan等, 1974; Bosence, 1989) 计算出来的, 这些浅水中 (一般小于 20 m) 短时限的速率值是变化而且快速的, 一般为 0.1 ~ 1 m/1000 年, 根据我们观察, 塔中地区潮下型碳酸盐米级旋回层序沉积厚度一般约为 2 ~ 4 m, 通过计算可以看出, 其沉积旋回周期大约为 2 ~ 4 万年。

通过上述计算和分析可以看出, 塔中地区奥陶系碳酸盐岩米级旋回层序形成周期通常小于或等于 40 万年, 一般约为 2 万年、4 万年和 10 万年。而且在地层记录中, 常见到 3 至 5 个米级旋回层序以 1 : 4 的形式构成更大级别的旋回层序, 或者以 4 至 6 个构成 1 : 5 的叠加形式, 前者可能是长偏心率旋回 (40 万年) 与短偏心率旋回 (10 万年) 相互作用的结果, 而后者可能代表了短偏心率旋回与岁差旋回 (约 2 万年) 相互作用的产物。这种高频率米级旋回层序的形成周期与米兰柯维奇天文旋回周期具有高度的相似性, 因此塔中地区高频米级旋回层序的形成与高频率海平面升降有关, 而这种高频率海平面升降则是由米兰柯维奇天文旋回轨道及周期变化所形成的, 即由米兰柯维奇天文旋回轨道及周期的变化造成全球气候的变化, 从而使得全球大陆冰川的消长引起全球海平面高频率升降, 最后由这种海平面的高频升降形成塔中地区米级旋回层序的发育。

参考文献 (References)

- 1 贾承造. 中国塔里木盆地构造特征与油气. 北京: 石油工业出版社, 1997 [Jia Chengzao. The structure character and oil&gas in tarim basin of China. Beijing: Petroleum Industry Press, 1997]
- 2 冯增昭. 碳酸盐岩相古地理学. 北京: 石油工业出版社, 1989 [Feng Zengzhao. Carbonate lithofacies and paleogeography. Beijing: Petroleum Industry Press, 1989]
- 3 马永生, 梅冥相, 陈小兵, 等. 碳酸盐岩储层沉积学. 北京: 地质出版社, 1999 [Ma Yongsheng, Mei Mingxiang, Chen Xiaobing, et al. Carbonate reservoir sedimentology. Beijing: Geological Publishing House, 1999.]
- 4 John B Sangree, Peter R Vail 著, 张宏逵等译. 应用层序地层学—地震、钻井和露头资料的层序地层解释. 山东东营: 石油大学出版社, 1991 [John B Sangree, Peter R Vail, eds, Zhang Hongkui, et al. Translated Application sequence stratigraphy—the sequence stratigraphic explanation of seismic, log and outcrop data. Shandong: Petroleum University Press, 1991]
- 5 梅冥相. 碳酸盐岩旋回与层序. 贵阳: 贵州科技出版社, 1993 [Mei Mingxiang. Carbonate cycle and sequence. Guiyang: Guizhou Science Press, 1993]
- 6 梅冥相. 碳酸盐米级旋回层序的成因类型及识别标志. 岩相古地理, 1995, 13 (6): 34 ~ 45 [Mei Mingxiang. The cause type and discriminating symbol of carbonate Milankovitch cyclic-sequences. Lithofacies and Paleogeography, 1995, 13 (6): 34 ~ 45]
- 7 梅冥相, 徐德斌, 周洪瑞. 米级旋回层序的成因类型及其相序结构特征. 沉积学报, 2000, 18 (1): 43 ~ 49 [Mei Mingxiang, Xu Debin, Zhou Hongrui. The cause type and facies sequence fabric character of Milankovitch cyclic-sequences. Acta Sedimentologica Sinica, 2000, 18 (1): 43 ~ 49]
- 8 田景春, 陈洪德, 覃建雄. 层序底界面的物质表现形式—以中国南方海相震旦系—中三叠统为例. 沉积学报, 2003, 21 (4): 675 ~ 680 [Tian Jingchun, Chen Hongde, Qin Jiangxiong. The physical represent format of sequence lower interface—for example the marine facies sinian-upper Triassic system in south china. Acta Sedimentologica Sinica, 2003, 21 (4): 675 ~ 680]
- 9 王毅. 塔里木盆地震旦系—中泥盆统层序地层分析. 沉积学报, 1999, 17 (3): 414 ~ 421 [Wang Yi. The sequence stratigraphic analyses of Sinian-middle Devonian in tarim basin. Acta Sedimentologica Sinica, 1999, 17 (3): 414 ~ 421]
- 10 陈国俊, 史基安, 肖立新. 塔里木西部古生代层序地层特征. 沉积学报, 1999, 17 (4): 560 ~ 565 [Chen Guojun, Shi Jì'an, Xiao Lixin. The sequence stratigraphic character of Paleozoic era in west tarim basin. Acta Sedimentologica Sinica, 1999, 17 (4): 560 ~ 565]
- 11 王振宇, 陈景山. 塔里木盆地中上奥陶统混积陆棚相分析. 第五届全国沉积学及岩相古地理学学术会议论文集. 新疆克拉玛依: 新疆科技卫生出版社, 1997. 19 ~ 22 [Wang Zhenyu, Chen Jingshan. The analyses of middle-upper Ordovician hybrid sedimentation shelf facies in tarim basin. The fifth countrywide science conference paper volume of sedimentology and lithofacies paleogeography. Karamay: Xinjiang Science and Sanitation Press, 1997. 19 ~ 22]
- 12 Goodwin PW, Anderson E J. Punctuated aggradational cycles: a general hypothesis of episodic stratigraphic accumulation. Journal of Geology, 1985, 93: 515 ~ 533
- 13 Goodhammer R K, Dumm P A, Hardie L A. High frequency glacial-eustatic sea level oscillations with Milankovitch characteristics recorded in Middle Triassic platform carbonates in northern Italy. American Journal of Science, 1987, 287: 853 ~ 892
- 14 Goodhammer R K, Dumm P A, Hardie L A. Depositional cycles, composite sea-level changes, cycle stacking patterns, and the hierarchy of stratigraphic forcing: examples from Alpine Triassic platform carbonates. Geology Society of American Bulletin, 1990, 102: 535 ~ 562
- 15 Osleger D, Read J F. Comparative analysis of methods used to define eustatic variations in outcrop: Late Cambrian interbasinal sequence development. American Journal of Science, 1993, 293: 157 ~ 216
- 16 Haq B U, Hardenbol J, Vail P R. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. Science, 1987, 235: 1156 ~ 1167
- 17 Haq B U, Hardenbol J, Vail P R. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea level change. In: Sea level change—An integrated approach. In: Wilgus C K, et al. eds. SEPM Spec. Publ. 1988, 42: 71 ~ 108

- 18 Hardie L A, Dunn P A, Goldhammer R K Field and modeling studies of Cambrian Carbonate cycles, Virginia Appalachians-discussion Journal of Sedimentary Petrology, 1991, 61: 636 ~ 646
- 19 Posamentier H W, Vail P R. Eustatic controls on clastic deposition, sequence and systems tract models In: Sea level change—An integrated approach In: Wilgus C K, *et al* eds SEPM Spec. Publ, 1988, 42: 125 ~ 154
- 20 Read J F, Goldhammer R K Use of Fischer plots to define third-order sealevel curves in Ordovician peritidal cyclic carbonates, Appalachians Geology, 1988, 16: 895 ~ 899
- 21 Tucker M E Carbonate diagenesis and sequence stratigraphy Sedimentology Review. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1993, 1: 51 ~ 72
- 22 Tucker M E, Calvet F, Hunt D. Sequences stratigraphy of carbonate ramps: systems tracts, models and application to the Muschelkalk carbonate platforms of eastern Spain In: Posamentier H W, Summerhayes C P, Haq B U, Allen G P, eds Sequence Stratigraphy and Facies Associations Int Assoc Sediment Spec Publ, 1993, 18: 397 ~ 415
- 23 Vail P R, Sangree J B. Sequence stratigraphy interpretation of seismic, well and outcrop data workbook NATO Adv Res Workshop, Assoc Sediment Fr, Digne, France, 1988
- 24 Vail P R, Todd R G Northern North Sea Jurassic unconformities, chronostratigraphy and sea-level changes from seismic stratigraphy. In: Illing L V, Hobson G D, eds Petroleum Geology of the Continental Shelf of Northwest Europe Institute of Petroleum, 1981. 216 ~ 235
- 25 Ginsburg R N. Landward movement of carbonate mud: new model for regressive cycles in carbonates AAPG Bulletin, 1971, 55: 340
- 26 Wilkinson B H. Cyclic cratonic carbonates and Phanerozoic calcite seas Journal of Geology Education, 1982, 30: 189 ~ 203
- 27 Vail P R, Mitchum R M Jr and Thompson S Seismic stratigraphy and global changes of sea level, Part3: relative changes of sea level from coastal onlap. AAPG Memoir 26, 1977a, 63 ~ 81
- 28 Vail P R, Mitchum R M Jr and Thompson S Seismic stratigraphy and global changes of sea level, Part4: global cycles of relative changes of sea level AAPG Memoir 26, 1977b, 83 ~ 98

Aanlyses of Ordovician Meter-Scale Cyclic-Sequence in Tazhong Area

WU Xing-ning ZHAO Zong-ju

(Hangzhou Institute of Geology, PetroChina, Hangzhou 310023)

Abstract There are many types of meter-scale cyclic-sequence developed in Ordovician of Tazhong area. They contain abundant information on structure, sea-level change and the accumulated action of sediment. On the basis of the previous work, and combining region geological data and detailed observation as well as description of the rock column, the meter-scale cyclic-sequence in Ordovician of Tazhong area are subdivided into four types: ocean-semiocean L-M type, lower slope-deep water asymmetrical type, subtidal type and peritidal type. On the characters of facies serial and structure, the meter-scale cyclic-sequences have the character of reverse grain serial developed on the instantaneous submerge discontinuous surface, or have the character of reverse or correctitude grain serial developed on the instantaneous emerge discontinuous surface. They all behave serial and vertical congruence format in long cycle third-order sequence. The sedimentary velocity and forming cycle of the meter-scale cyclic-sequence developed in Ordovician of Tazhong area and the periodic changes of Milankovitch cycles have evidence relativity. It is concluded that the development of the Ordovician meter-scale cyclic-sequence in Tazhong area is controlled by the high-frequency changes of sea-level, and the high-frequency changes of sea-level is controlled by the change of global climate and the melt and flow of the continental glacier, which controlled by the periodic changes of Milankovitch cycles.

Key words meter-scale cycle, high frequency sequence, Ordovician, carbonate rock, Tazhong area