

冀鲁(西)地区早古生代浅海碳酸盐台地成生演化

文琼英

孟繁利

(长春地质学院)

(吉林省地矿局研究所)

冀鲁断块(张步春、蔡文伯, 1980)位于华北板块的东部(图1), 早古生代为一广阔的浅海碳酸盐台地, 富产膏盐矿产, 有多处油气显示, 尚具有油气的生储盖组合。研究该台地的成生演化将可能为成矿远景预测提供重要基地。本文拟在1986—1988年野外工作基础上, 仅就控制碳酸盐台地的成生机制作一简要讨论。关于寒武系、奥陶系的划分仍采用前人沿革, 自下而上: 下寒武统馒头组(ϵ_{1m})、毛庄组(ϵ_{1mo}), 中寒武统徐庄组(ϵ_{2x})、张夏组(ϵ_{2z}), 上寒武统崮山组(ϵ_{3g})、长山组(ϵ_{3s})、凤山组(ϵ_{3f}), 下奥陶统冶里组(O_{1y})、亮甲山组(O_{1l})、下马家沟组(O_{1ma}), 中奥陶统上马家沟组(O_{2ma})。

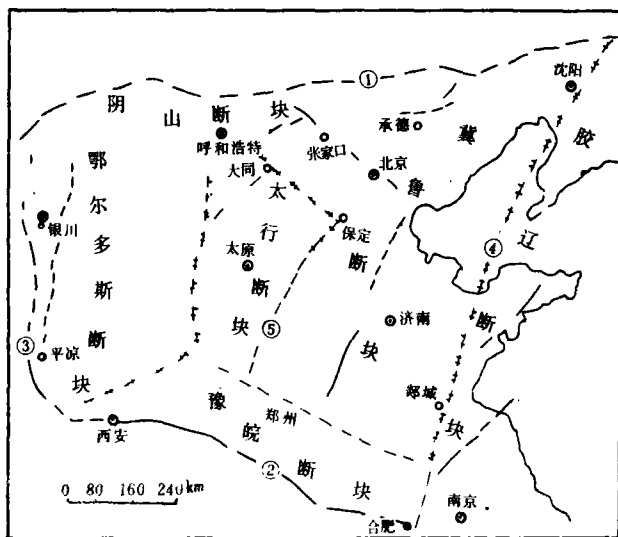


图1 华北地台内断块的划分和基底断裂(据张步春、蔡文伯, 1980, 简化)

①-华北地台北缘断裂; ②-华北地台南缘断裂; ③-鄂尔多斯西缘断裂; ④-郯庐断裂; ⑤-获鹿--晋城断裂

Fig. 1 Fault blocks and basement faults within the North China platform

(modified from Zhang Buchun and Cai Wenbo, 1980)

①=fault on the northern margin of the North China platform; ②=fault on the southern margin of the North China platform;

③=fault on the western margin of the Ordos fault block; ④=Tancheng-Lujiang fault; ⑤=Huolu-Jincheng fault

一、冀鲁碳酸盐台地的成生演化

据岩石学特征、层序组合、岩相古地理的时空演化可将本区碳酸盐台地的成生演化分为五个阶段：陆缘碎屑海阶段；碳酸盐台地萌生阶段；发育滩礁（丘）的浅海碳酸盐台地；向上变浅的碳酸盐台地；局限台地——萨布哈潮坪阶段。

1. 陆缘碎屑海阶段（早寒武世—中寒武世徐庄早期）

震旦纪开始，岩石圈边缘挠曲，华北板块中部抬升为陆，随着基底缓慢持续沉降，在郯城—庐江一带始有张裂，接受陆源中、细碎屑充填（砂、泥质组合），呈现为北东向狭窄条带的淮南海（王鸿祯，1985）。早寒武世海水向西侵进，使本区成为一个以砂、泥坪、局限台地为主的广阔陆缘浅海环境（图2）。古地理特点系东深西浅、南深北浅。沉积组合表现为：（1）中、细粒单成分陆屑岩夹灰泥碳酸盐建造；（2）细屑粘土岩夹颗粒碳酸盐岩建造。前者发育于馒头期，后者则主要产出于毛庄期。

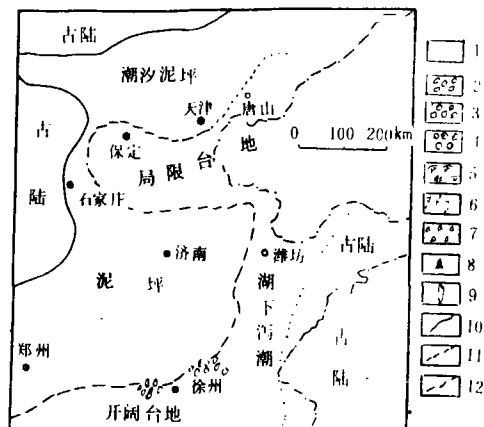


图2 早寒武世馒头、毛庄期岩相古地理略图
(参阅冯增昭, 1989; 安泰彦等, 1982年资料编绘)

1-陆屑滩（徐庄早期）；2-砾屑滩（障壁滩）；3-台地颗粒滩（鲕滩）；4-鲕粒滩；5-附枝藻礁（表附藻）；6-锥状叠层石；7-碳酸盐碎屑流；8-近积型风暴岩；9-石膏矿；10-古陆边界；11-岩相古地理边界；12-现代海岸线

Fig. 2 Mantouan and Maozhuangian (Early Cambrian) sedimentary facies and palaeogeographic sketch map (modified from Feng Zengzhao, 1989 and An Taiyang, 1982)

1 = terrigenous clastic beach (early Xuzhuangian); 2 = boulder beach (barrier beach); 3 = platform grain beach (oolitic shoal); 4 = oolitic shoal; 5 = *Epi phyton* reefs; 6 = cone stromatolite; 7 = carbonate debris flows; 8 = proximal tempestite; 9 = gypsum deposit; 10 = land boundary; 11 = sedimentary facies and palaeogeographic boundary; 12 = modern coastline

单成分陆屑的中、细粒碎屑岩有石英细砂岩、粉砂岩、紫红色含盐假晶页岩，特点是以碎屑细粒石英为主，含少量长石，贫粗碎屑。示区域构造活动稳定，古陆较为夷平。陆屑岩中夹有内源碳酸盐岩，且自下而上有如下演化趋势：泥—粉砂质白云岩、白云质灰岩、白云质泥粒岩—粒泥岩、席状藻灰岩及颗粒（鲕、灰砂、生屑）灰岩，显示水体盐度渐趋降低，能量增强，海面有所升高。层序的演替上为多个陆源细屑岩夹碳酸盐岩的韵律组合，但向上碳酸盐产出频率升高，颗粒岩增多。

沉积速率尚不均一，区域东缘沿徐淮——山东莒县一带（潮下深湖）为12—14m/Ma，而中西部为8m/Ma。可能郯庐断裂当时已在活动。震旦纪时的淮南海仍在缓慢下陷。

2. 碳酸盐台地萌生阶段（徐庄中晚期）

此期岩石圈中心有挠曲，边缘抬升，西部古陆缩小，大致呈北东向延展的灰泥坪有所发展。此期的沉降速率增加，徐淮——潍坊潮下深湖——西侧发育北东向断续展布的砂质

陆屑障壁滩及碳酸盐鲕滩 (图 3), 其沉积组合由陆源中、细碎屑岩夹颗粒碳酸盐岩建造转化为颗粒碳酸盐岩夹灰泥岩—粒泥岩建造。这表征区域已由陆缘碎屑海阶段开始转向以内源碳酸盐充填为主的阶段, 即由陆屑、碳酸盐交互更叠的韵律组合转化为以内源碳酸盐占主导的沉积史, 这正是碳酸盐台地萌生阶段。

薄层状产出的细粒石英砂岩的突出特点是富含海绿石 (凝缩相), 示海面升高, 贫陆屑供给。细颗粒生屑灰岩亦富含海绿石, 这是海进体系域低沉积速率的体现。处于海浪高能作用的基底隆起部位发育了陆屑滩, 进而生长成鲕粒滩并向北推进。

3. 发育滩礁的浅海碳酸盐台地阶段 (张夏期)

张夏期由于地块基底稳定沉降, 海侵达到高峰, 加之处于有利的古纬度 ($N15^{\circ}-30^{\circ}$) 地区, 大量加积碳酸盐, 并向东、西推进, 使区域全部演化为碳酸盐台地。西部砂泥坪/局限台地外侧沿北北东方向断续生长鲕粒滩 (图 4)。区域东缘因沉降稍大而形成台地斜坡, 边

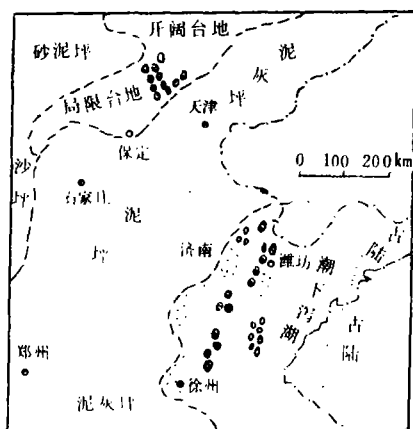


图 3 中寒武世徐庄期岩相古地理略图
(图例见图 2)

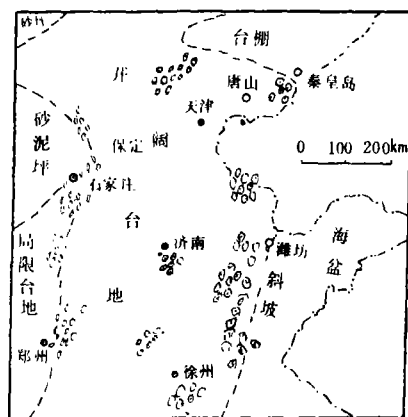


图 4 中寒武世张夏期岩相古地理略图
(图例见图 2)

Fig. 3 Xuzhuangian (Middle Cambrian) sedimentary facies and palaeogeographic sketch map (See Fig. 2 for explanation of symbols)

Fig. 4 Zhangxiaian (Middle Cambrian) sedimentary facies and palaeogeographic sketch map (See Fig. 2 for explanation of symbols)

缘发育呈北东向散布的附枝藻 (表附藻) 及边缘鲕滩 (图 5)。夹持于上述鲕滩 (或藻礁) 间的中部区域为开阔台地, 向北有变深趋势。此阶段古地理的突出特点是鲕滩兴盛, 形成西、东侧滩带夹台盆格局, 这可能与地块基底断裂的微弱活动控制有关。

组成台地的充填序列主要是颗粒碳酸岩与页岩—灰泥岩薄韵律的交替更叠组合。颗粒碳

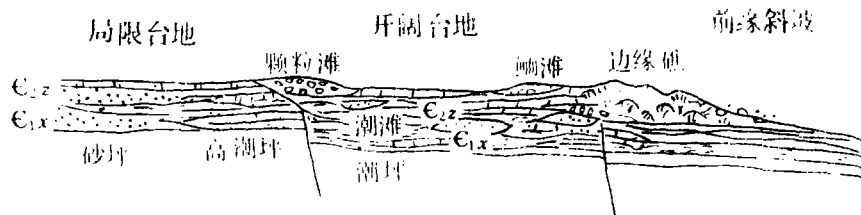


图 5 中寒武世碳酸盐台地纵剖面图

Fig. 5 Cross-section through the carbonate platform during the Middle Cambrian

生至成熟再到衰萎的历史,于中奥陶世末期沧海终于变成桑田,华北地台整体上升为陆,结束了碳酸盐台地的沉积史。

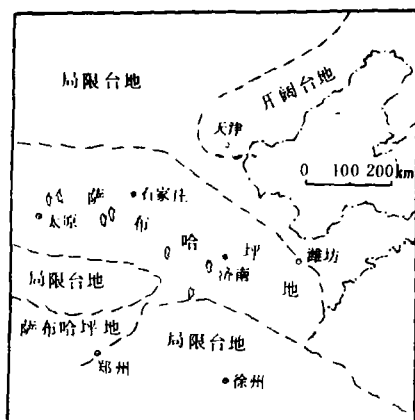


图7 早奥陶世冶里—亮甲山期岩相古地理略图
(图例见图2)

Fig. 7 Yelian—Liangjiashanian (Early Ordovician) sedimentary facies and palaeogeographic sketch map

(See Fig. 2 for explanation of symbols)

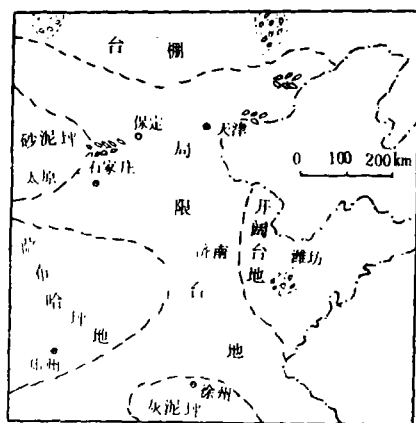


图8 早奥陶世下马家沟期岩相古地理略图
(图例见图2)

Fig. 8 Lower Majiagouian (Early Ordovician) sedimentary facies and palaeogeographic sketch map

(See Fig. 2 for explanation of symbols)

二、碳酸盐台地成生演化机制

碳酸盐台地的成生与演化记示于盆地岩相古地理、沉积建造的时空变异以及盆地的沉降史册上。其控制机制有构造、古气候、古纬度以及海面的升降等诸多因素,但构造是最基本的因素。

1. 成熟稳定的结晶基底和缓慢持续的构造活动是碳酸盐台地成生的前提

冀鲁断块是华北板块东部的主要组成部分,其形成、发展与华北板块的地史至为相关。

吕梁运动以后,华北板块形成了成熟的结晶基底,始有盖层沉积。因贫于断裂活动,沉积速率稳定在每百万年10—20m之间,属克拉通盆地。中晚元古代在其东缘伴随初始裂谷事件,沉积作用却在降低(图9)。震旦纪至早中寒武世,冀鲁断块的东、西两侧分别受郯庐断裂和获鹿—晋城断裂(甚至于有沧州—聊城断裂)的影响(图1),使边缘挠曲下陷,而中部抬升;加之北边为丰宁—隆化断裂或集宁—承德断裂的深割,南缘为北秦岭断轴所切,构成冀鲁断块向东倾斜的广阔“台筏”,飘荡于南北海槽(秦岭、兴蒙海槽)之间,有利于其形成浅海台地。沉积作用主要发生在东侧,西部为古陆,相带大致呈北东向展布。

中寒武世—中奥陶世,北东向郯庐断裂活动使中心发生挠曲、不均一沉陷,沿北东向的东缘基底隆起部位分布有陆屑滩、藻礁乃至鲕滩,并铸成台地前缘斜坡。在区域中部、西部,发育有呈北东向斜列的碳酸盐颗粒滩,它们断续延伸,排列有序。

2. 有利的古纬度、古气候是碳酸盐台地成生发展的必要条件

碳酸盐的生成需要温暖、清洁、浅的水域。在现代海洋中,光折射模式的纬度控制可

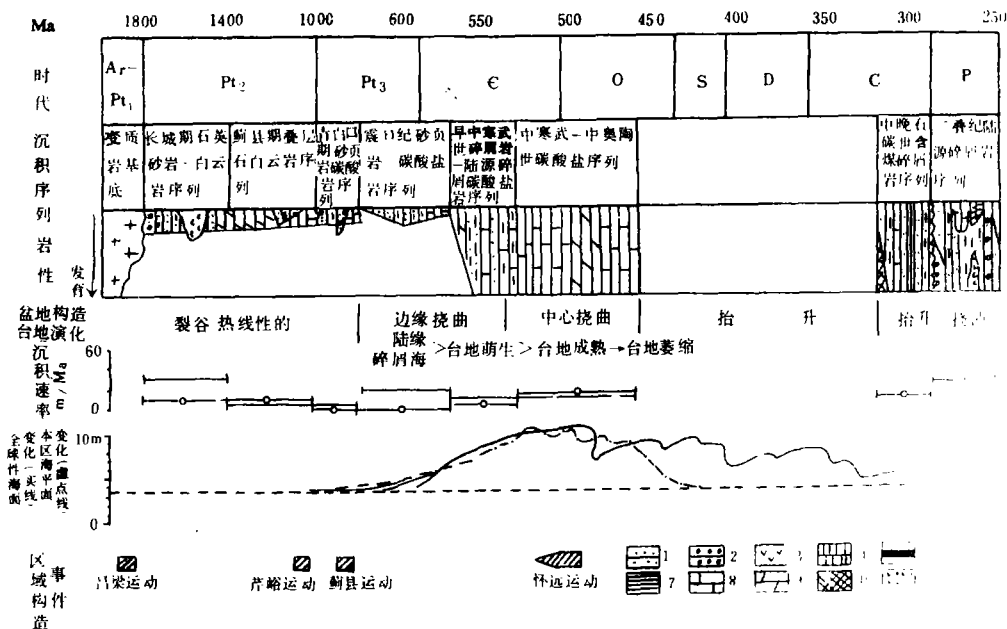


图9 华北板块构造活动、沉积层序、沉积速率及海面升降、台地成因相关图

1-砂岩; 2-砾岩; 3-火山岩; 4-铁、锰质岩; 5-煤层; 6-盆地边缘沉积速率;

7-页岩; 8-灰岩; 9-白云岩; 10-铁铝质岩; 11-凝灰质砂砾岩; 12-盆地中心沉积速率

Fig. 9 Correlation diagram of tectonic movements, sedimentary sequences, depositional rates, sea level changes and platform formation and evolution

1=sandstone; 2=conglomerate; 3=volcanic rocks; 4=ferromanganous rocks; 5=coal seams; 6=depositional rates for basin margins; 7=shale; 8=limestone; 9=dolostone; 10=ferroaluminous rocks; 11=tuffaceous sandstone and conglomerate; 12=depositional rate for basin centre

直接控制碳酸盐的沉积。地球上光折射地带常是有利于形成碳酸盐沉积的地区, 而光反射区则是缺少碳酸盐的地区。这种模式受长期不变的太阳放射热对地球表面的严格控制。A. W. 齐格勒 (1984) 等令人信服地证明: 整个地史中持续不变的光折射相同的纬度区正是碳酸盐岩类分布区。根据模式可以计算出 $N20^{\circ}$ — $S30^{\circ}$ 间是光折射最强烈的地区, 也是现代陆棚浅海碳酸盐岩最发育的地带。自然地史中碳酸盐的发育就与地块的飘移有着直接关系, 巨厚的碳酸盐沉积层成为指示地块古位置的可靠标志。

据林金录 (1985) 资料, 华北地块早寒武世位于 $S30^{\circ}$ — 40° 间, 也正是不发育碳酸盐的位置。之后, 地块北移, 中寒武世靠近赤道, 置于热带、亚热带区。晚寒武世已飘移到 $N15^{\circ}$ — 30° 之间 (M. K. 马萨格利亚等, 1986), 正置有利碳酸盐发育的纬度区间, 故产出大量的碳酸盐沉积, 所以华北地块的古纬度是强化形成台地的重要物理因素之一, 但绝非唯一的因素。

碳酸盐的生成与气候直接相关。现代气候研究证实: 碳酸盐的产生与降水量呈反相关。Ronbinson (1973) 指出, 受风向影响的降水量图式造成具东西分量的气候梯度, 与温度一起对沉积产出类型有影响。从中可以看出降水量与纬度是不平行的。按此模式, 从南到北在向风海岸条件下是潮湿的, 沿着大陆的下风向就变得非常干燥。高降水效应是由煤、沼泽、巨厚的碎屑序列和冰碛物所代表; 干燥气候则以蒸发岩的出现为指示。按碳酸盐形成与降水量之间的负相关而可以认为碳酸盐岩将沿着与亚热带高地有关的西海岸 (西缘) 发

育得最好。但是在碳酸盐形成过程中,水温是压倒性的重要因素,最高温度却是出现在现代地块东海岸地带,故碳酸盐岩将沿着亚热带地块的东海岸发育,蒸发岩却是和亚热带的西海岸相一致。寒武纪冀鲁地块正处于亚热带华北板块的东海岸,这是有利于碳酸盐产出的另一重要因素。但至早奥陶世晚期,华北板块向南飘移至 $S4.3^{\circ}$ (林金录,1985),邻近赤道区,上升气流特强,降雨量小,蒸发量大,故大量发育蒸发岩类沉积。由此表明沉积作用的转变与地块的飘移密切相关。

3. 海面升降控制碳酸盐台地的兴衰

区域构造活动,地块自身地壳的挠曲可导致所在盆地海面的起落。虽然前已叙及华北地块的稳定基底以及微弱的构造活动为碳酸盐台地的成生演化提供了前提,但是据冀鲁断块及其所在的华北板块的沉积演化记录表明,其海平面的升降是与全球性海平面的升降相一致(图9),即本区海平面的升降是在全球性海平面升降的背景下产生的。中寒武世徐庄期的海绿石石英砂岩、海绿石生屑细颗粒灰岩证明当时本区海平面随着全球性海平面升高而增升,但又贫于陆屑的供给,沉积作用速率极低,因而,产出一套含海绿石的凝缩相。当海水广泛淹没断块,在构造活动稳定基础上,乏陆屑充填,在上述有利的古纬度、古气候条件下,加速碳酸盐的加积生长。海面持续上升,碳酸盐稳定加积,向东、北推进,从而形成有边缘礁、滩、斜坡的成熟台地。

早、中奥陶世海平面逐次跌落,处于热带、亚热带的干燥部位的冀鲁断块开始发育萨布哈潮坪和局限台地,以蒸发岩和镁质碳酸盐序列表征了台地的消失,海水全部退却,台地转为桑田。

今应用盆地研究的综合分析方法,将上列诸因素对着地质时代及沉积记录的演化而绘制出华北板块自前寒武纪到早古生代末期的相关图(图9),即可清晰认识本区台地的成生演化历程。

结 论

1. 华北板块东部冀鲁断块在早古生代基本上为一稳定的克拉通盆地,自陆缘碎屑海发育成广阔的碳酸盐台地。沉积建造属稳定恒性充填。

2. 自寒武纪到中奥陶世末期为一大海侵—海退旋回,其间经历了三个次级旋回,即由浅变深的初始洛菲尔旋回(早寒武世—中寒武世);由深又变浅的碳酸盐台地成熟旋回(晚寒武世早、中期)以及又由次深变得更浅的碳酸盐—萨布哈潮坪旋回(台地衰亡)。

3. 碳酸盐台地的演化受阳光照射条件、古气候、古构造的制约。冀鲁碳酸盐台地是在极有利的古地理纬度和基底较为稳定沉降(有差异)的状态下发展起来的。

主要参考文献

- 叶连俊,1983,华北地台沉积建造,科学出版社。
- 中科院地质研究所,国家地震局地质所,1980,华北断块区的形成与发展,科学出版社。
- 王英华等,1988,华北地台早古生代碳酸盐岩石学,地震出版社。
- 冯增昭等,1989,华北地台早古生代岩相古地理,沉积学报,第七卷,第4期。
- 安泰库等,1982,华北地区寒武系、奥陶系岩性分区及古地理变迁的研究,石油与天然气地质,第3卷,第2期。

王鸿祯等, 1985, 中国岩相古地理图集, 地质出版社。

林金录, 1985, 华南、华北断块的地极移动曲线, 地震地质, 第1期。

Lin Jing-Lu, *Nature*, Vol 313, No. 7

M: K. 马萨格利亚, G. D. 克莱茵, 1983, 古生代和中生代风暴沉积体系的古地理, 国外地质科技, 1987, 1期。

Einsele, G. and Seilach W. A., 1982, *Cyclic and Event Stratification*. Springer—Verlag Berlin Heidelberg New York.

FORMATION AND EVOLUTION OF THE EARLY PALAEO-ZOIC SHALLOW MARINE CARBONATE PLATFORM IN THE HEBEI-WESTERN SHANDONG AREA

Wen Qiongying

(Changchun College of Geology)

Meng Fanli

(Institute of Geology, Jilin Bureau of Geology and Mineral Resources)

Abstract

During the Early Palaeozoic, the Hebei—Shandong fault block situated in the eastern part of the North China plate (commonly named the North China platform) was a gently-inclined shallow marine carbonate platform in which the water depth is shallower in the west and deeper in the east. It was a pericontinental clastic sea during the Early Cambrian. During the Zhangxiaian (Middle Cambrian), a carbonate platform sprouted. The high-energy oolitic shoals and platform-margin beaches were widespread. During the early Late Cambrian, the platform deficient in terrigenous clastics and abundant in carbonate deposits tended to be mature and was occupied widely by the storm deposits and storm beaches. During the Late Cambrian, the platform became shallower in the south and deeper in the north as a result of uplifting. The block was shifted southwards, resulting in the development of the sabkha flats and restricted platform during the Yelian and Liangjiashanian (Early Ordovician). In spite of three stages of rises and falls of sea level, there was the evolution trend towards regression from which the land resulted and the restricted platform was replaced by sabkha flats.

The primary mechanism for the formation and evolution of the carbonate platform include: (1) mature and stable crystalline basement as well as slowly and steadily tectonic activity; (2) favourable palaeolatitudes and palaeoclimates, and (3) sea level rises and falls.

The coincidence of the Early Palaeozoic sea level fluctuations in the North China plate with the global records implies that the present study has provided another important evidence for the interpretation of the global geological history.