

一个碳酸盐沉积古斜坡的基本特征

贾 振 远

(中国地质大学)

本文根据鄂尔多斯富平一带中奥陶统高老峪组的沉积类型、沉积构造、生物化石、地球化学特征,确定中奥陶世为一碳酸盐岩古斜坡。斜坡倾向东南,海水深度在200—2000 m之间,沉积速度小于290 mm/1000a。

斜坡是活动地带和稳定地区之间的过渡带，它是一个特殊的地质构造。认识它可以搞清稳定地区和活动地带的关系和聚集油气的特殊性。

鄂尔多斯盆地南缘富平一带(图1), 中奥陶世是一个明显的碳酸盐沉积的古斜坡。

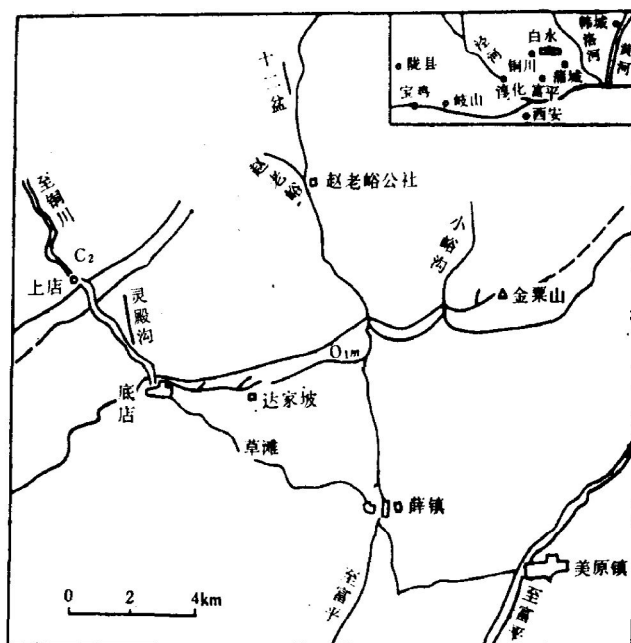


图1 富平一带地理位置略图

一、沉积特征

(一) 沉积类型

鄂尔多斯盆地南缘富平一带中奥陶统赵老峪组的古斜坡, 包括三大沉积类型:

本文1987年2月25日收到, 1987年12月19日改回。

1. 重力流碳酸盐沉积

该类沉积在富平一带较为发育, 达24层, 占赵老峪组总厚度的12%。根据成因特点, 可以细分为:

(1) 滑动滑积层

这是一种大型的滑动形成的滑积层(图版 I-1)。由大型的滚动、揉皱、滑褶构造组成, 局部地带可以完全由滚动构造组成或其他类型的滑动构造组成。层内的异地层透镜体没有受到破坏, 仅发生弯曲或卷曲。因此这种滑积层角砾极少, 没有颗粒、基质和胶结物之分。厚度达6.8 m, 上下层面近于平行, 底部与下伏地层平整接触, 有时可见到下切现象, 与上覆地层常呈波状接触。

(2) 滑动沉积岩

由滑动块体和角砾灰岩组成(图版 I-5)。滚动构造要比滑动滑积层少。有小型的截切、卷曲、揉皱等现象。这些滑动构造在横向上变化大, 断续分布。角砾大小不一, 通常大者 20×3 cm, 小者直径只有几厘米。亦可见长达30 m的巨砾。成分复杂, 由球粒粉-细晶灰岩、砾屑灰岩、微晶内碎屑灰岩、团粒亮晶灰岩、薄板灰岩、纹层状灰岩及含燧石条带灰岩组成。上部出现角砾由上而下逐渐变小的反递变层。

(3) 碎石流角砾灰岩

根据角砾的含量, 以75%为界, 大于75%为高密度碎石流沉积, 小于75%为低密度碎石流沉积。

高密度碎石流角砾灰岩。角砾多呈长条状, 大小不一, 大者 11×2 cm, 小者为 6×1 cm。含量高达80—90%。角砾常平行层面分布, 少数与层面斜交, 斜交角很小, 常小于 1.5° 左右。角砾成分复杂, 微晶砂屑灰岩、团粒亮晶灰岩、砾屑泥晶灰岩、薄层灰岩、泥晶灰岩、甚至还有粉晶白云岩。

低密度碎石流角砾灰岩。碎石含量60%左右。大小不一, 大者长6 cm, 小者长0.1 cm。形状以长条状为主, 块状次之。棱角至浑圆状。长条状颗粒近平行于层面排列。大部分颗粒都无排列方向。角砾成分多为泥晶灰岩、微晶灰岩、球粒微晶灰岩、团粒亮晶灰岩等组成。

(4) 颗粒流角砾灰岩

角砾成分单调, 主要为泥晶灰岩组成。颗粒大小不一, 大的 4×1.5 cm, 小的几毫米, 以中等大小为主。含量一般为60%左右。具反向递变, 最上部过渡为泥晶。底部有压模, 层厚0.5 m, 有的更薄。基质中含有极少数的介形虫及海绵骨针。

(5) 浊流石灰岩

富平一带不甚发育。具不完整的鲍马序列, 发育有A层、B层(图版 I-3)。A层是由砾、砂屑级内碎屑组成。内碎屑成分复杂, 由泥晶灰岩、异形粒灰岩、球粒灰岩、生物碎屑灰岩组成, 还有少量的陆源碎屑石英。生物碎屑有介形虫、海百合茎、腕足碎片。颗粒边缘多呈缝合线接触。颗粒形状各异, 多呈块状及长条形状。磨圆不甚好, 次圆状—次棱角状居多。唯少量陆源石英碎屑圆度好。碎屑呈递变分布。B层为具平行层理的粉晶-微晶灰岩。含有5%泥晶球粒及微量的介形虫碎片, 底部有压模。

2. 非重力流碳酸盐沉积

该类碳酸盐岩在富平一带赵老峪组占主要地位，可划分如下六类。

- (1) 泥微晶灰岩 含有少量的微小介形虫，发育纹理。
- (2) 球粒灰岩 球粒分布不均，含量小于60%，为粉晶方解石胶结。发育纹理，层内常可见有燧石条带。
- (3) 异形粒灰岩 异形粒由泥晶组成，形状不规则呈团块，粒边不甚清楚。常含有少量介形虫、骨针。
- (4) 砾屑灰岩 砾屑为异形粒，结晶灰岩、生物碎屑组成，大小不一，最大近1.5 cm，一般0.2—0.13 cm，含量最高达9.5%。砾屑堆积成镶嵌状，形状各异。长条状基本平行于层面排列，大颗粒周边成缝合线状。
- (5) 白云岩 白云石为粉晶粒，呈自形-半自形，成镶嵌状。含有交代残留的方解石。发育纹理。
- (6) 瘤状灰岩 瘤体大小一般在 1.5×5 — 8×3 cm 之间。瘤体之间有粘土薄膜，可见塑性变形。

3. 非重力流非碳酸盐沉积

该沉积类型在富平一带占不到2%。但是类型特殊，意义重大。可分三类。

- (1) 凝灰岩 为火山玻璃组成，现已蒙脱石化、方解石化。具凝灰结构及“鸡骨”状构造。大部分火山灰成针状，常呈定向排列。经X衍射分析，除火山玻璃之外，还发现有长石、石英、云母、斜长石等。
- (2) 粘土岩 根据差热分析，主要是由蒙脱石组成。X衍射分析证明含有长石、石英、伊利石、绿泥石、方解石。
- (3) 放射虫硅质岩 放射虫含35%左右，具纹理和纹层。

(二) 沉积构造

富平一带古斜坡碳酸盐岩具有较多类型的沉积构造，尤以重力流形成的沉积构造显著。

1. 滚动沉积构造

这是重力流运动过程中形成的一种大型的沉积构造，在横切面上似倾卧背斜，三维空间如同一个圆桶（图2）。根据形成的规模可分为大、中、小型三种。大型滚动沉积构造长轴达20—30 m，短轴达3 m，曲率1 m以上；中型滚动沉积构造长轴7 m左右，短轴1 m左右，曲率为0.5 m或更小；小型滚动沉积构造长轴小于0.5 m，短轴为0.2 m左右，曲率小于10 cm。这些大小不同的滚动构造反映了重力流运动的规模，以及距离物源的

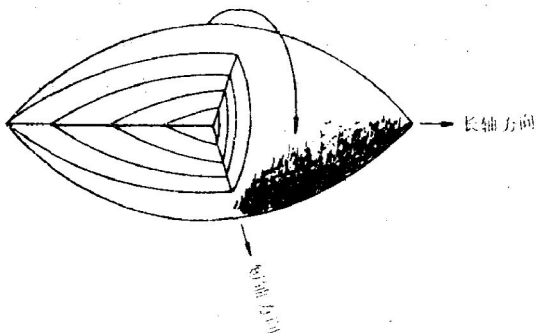


图2 滚动沉积构造模式图



图3 不同型滚动沉积构造形成示意图

远近(图3)。

2. 截切沉积构造

这也是一种重力流运动过程中形成的特有沉积构造。在富平一带重力流沉积中普遍可见。一种大型的截切构造(图版 I-4), 截切深度可达 3 m。在重力流沉积中可见大小不同的揉皱(图版 I-2), 以及小型的滚动沉积构造(图版 I-6); 在非重力流沉积中可见到由于重力流的下切, 而形成下拖曳现象。小型的截切构造, 下切深度较小, 只能见到不同层位相交, 而无揉皱和滚动沉积构造。

3. 揉皱沉积构造

主要发育于薄层或纹理状灰岩。根据揉皱形态的特点, 可以分为对称揉皱或均等揉皱, 不对称揉皱或不均等揉皱。

4. 滑褶沉积构造

这是富平一带大型滑动滑积层中的一种特殊沉积构造之一, 为中层灰岩在滑动过程中发生的滑褶(图版 I-7)。

5. 递变层理

正递变层主要见于浊流石灰岩中; 反递变层主要见于颗粒流沉积中。

6. 底痕沉积构造

在富平一带重力流沉积中经常可见, 槽模、构模均有。

7. 非重力流沉积构造

有水平纹理、瘤状构造、均等层理等。

(三) 生物化石

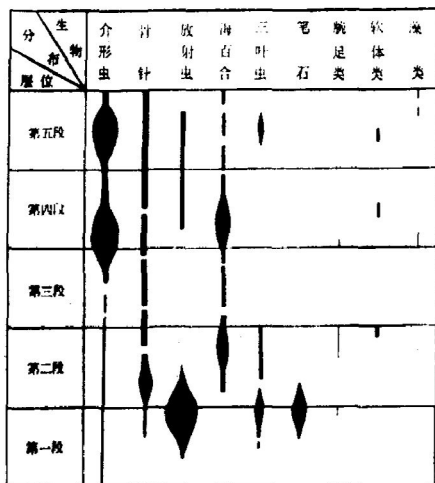


图4 富平一带赵老峪组生物群落分布示意图

富平一带古斜坡生物化石虽不那么丰富, 但具有明显的深水斜坡的特点。发育有三叶虫 *Telephina* sp., 笔石 *Climacograptus* sp., *Pseudoclimacograptus* sp., *Climacograptus uniformis* 以及介形虫、海绵骨针、海百合茎、放射虫等微体化石(图4)。

遗迹化石非常丰富, 以古网迹占优势。古网迹有两大类: (1)规则的古网迹(*Paleodictyon*); (2)不规则的鳞网迹(*Squamodictyon*)。还发现有古线迹(*Paleochorda*), 巨画迹(*Megagraption*), 丛藻迹(*Chondrites*), 弯形迹(*Scolicia*), 以及 *Helminthoida* sp. nov. 和放射状觅食的遗迹化石。这些遗迹化石均属复理石相的常见成员, 属于 *Nereites* 相。

(四) 地球化学特点

根据 Fe、Mn、B、V、Ni、Sr、Ba 的元素分析, 并与涇阳地区台地边缘沉积相元素对比(表1), 两种沉积环境平均含量有明显的不同,

表1 富平一带古斜坡与泾阳地区台地边缘沉积地球化学分析对比表

元素	富平一带 (平均ppm)	泾阳地区 (平均ppm)
Fe	2700	1494
Mn	99	89
B	9.7	11.0
V	20.5	8.1
Ni	16.3	7.8
Sr	426	163
Ba	97	37

(武汉地质学院测试中心刘宗斌等人测试, 1984年)

二、古斜坡特征

1. 古斜坡方向

根据滚动构造和揉皱构造长轴延伸方向的测量结果(图5), 以及参考梅志超等人所作的测量工作表明, 古斜坡倾斜方向大致为 128° — 177° 。

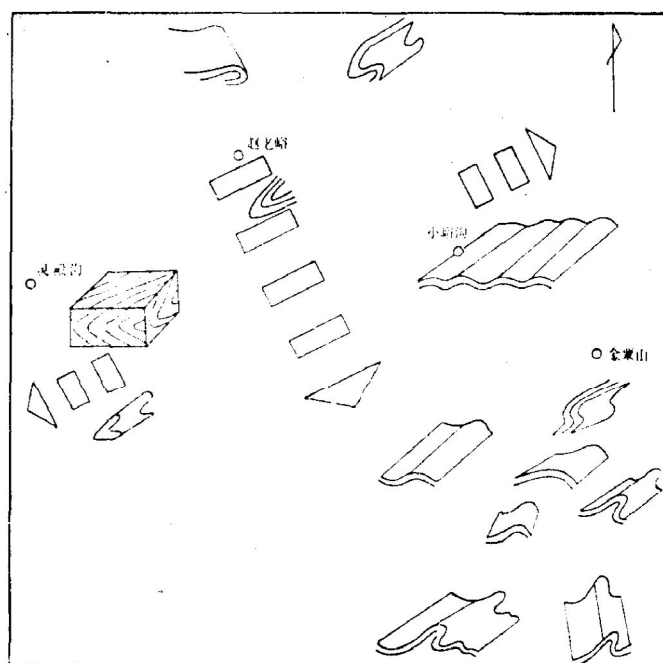


图5 富平一带中奥陶世赵老峪期古斜坡倾斜方向

NE—SW 方向箭头表示滚动构造、揉皱延伸的大致方向, SE方向表示古斜坡的倾向

2. 古斜坡海水深度

Seilacher (1964, 1967) 曾提出遗迹化石可作为深水海洋层序中的古深度标志, 这

是因为遗迹化石在今日的海洋中可以再现。富平一带古斜坡遗迹化石非常丰富，由上面而下呈带状分布（图6）。

- 1) *Chondrites* sp., *Squamodictyon* sp.;
- 2) *Paleodictyon* sp., *Squamodictyon* sp., *Chondrites* sp.;
- 3) *Scolicia* sp., *Paleodictyon* sp., *Squamodictyon* sp.;
- 4) *Helminthoida* sp., *Helminthopsis* sp., *Paleodictyon* sp.

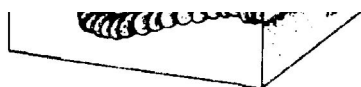


图6 富平一带赵老峪组遗迹化石纵向分带特征

度可以使用年沉积层或纹泥。亚得里亚海的观察研究结果，确信海洋纹泥的出现是与年温度变化、雨量的改变、陆源供给物周期性的替换有关。

根据富平一带赵老峪组的纹泥厚度，计算出该区碳酸盐大部分沉积速度小于 $290\text{mm}/1000\text{a}$ ，最大者为 $1400\text{mm}/1000\text{a}$ ，最低者为 $14\text{mm}/1000\text{a}$ ，平均为 $318\text{mm}/1000\text{a}$ ，与一般沉积速度（Seiqold, 1975）相比，稍高于深海大陆坡钙质软泥的沉积速度，低于大陆架的沉积速度，接近于深海大陆斜坡的

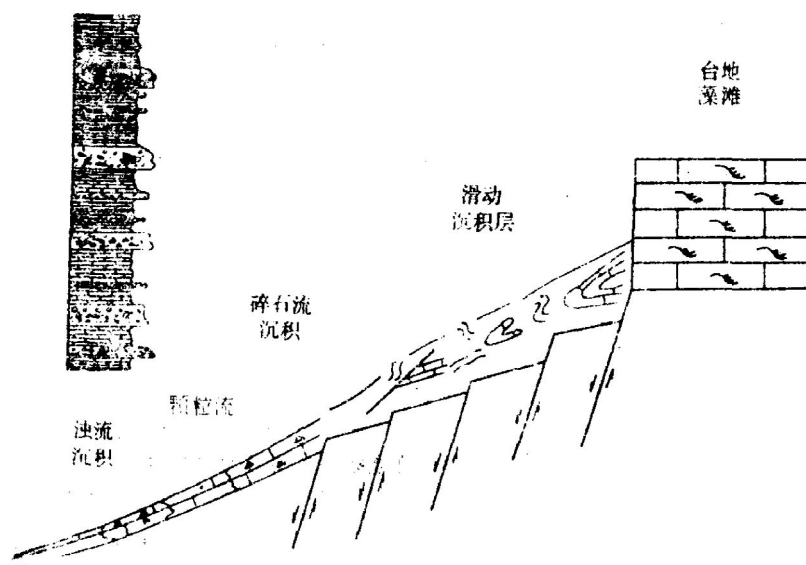


图7 富平一带中奥陶世赵老峪期沉积模式

沉积速度。

综上所述，富平一带赵老峪期是一个碳酸盐沉积的古斜坡，相当于大陆架斜坡的中上部。也就是相当于Scholle, Arthur 和 Ekdale (1983) 所划分的深水沉积环境。

沉积模式概括为图7。斜坡根部和上部以厚层滑动沉积类型为特征，中部以碎石（屑）流沉积为特点，斜坡根部与台地高能带藻屑滩推断可能是断层接触。据此，判断鄂尔多斯盆地南缘中奥陶统与秦岭海槽成一斜坡过渡。

在整个研究工作中曾得到地质矿产部第三石油普查勘探大队的支持和资助，遗迹化石由杨式溥教授鉴定，大化石由杨家禄副教授鉴定，部分薄片鉴定是由李之琪完成的。在此一并表示谢忱。

参 考 文 献

- [1] 贾振远, 1983, 地质科技情报, 第1期, 武汉地质学院。
- [2] 贾振远, 1983, 地质科技情报, 第2期, 武汉地质学院。
- [3] 梅志超、陈景维等, 1982, 石油与天然气地质, 第3卷, 第1期。
- [4] Middleton, G.V. and Hampton, M.A., 1973, Soc. Econ. Paleont. Mineral. Pac. Sec. p. 1—38.
- [5] Naylor, M.A., 1981, Sedimentology, Vol. 28, P. 837—852.
- [6] Seibold, E. and Berger, W.H., 1982, The sea floor, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

FUNDAMENTAL CHARACTERS OF A CARBONATE PALAEOSLOPE

Jia Zhenyuan

(China University of Geology)

Abstract

Fuping region on the southern margin of the Ordos Basin was a distinct carbonate depositional slope in the Middle Ordovician. The characters are,

1. It contains carbonate gravitational flow deposition which is the special of slope zone;

2. The typical structures of slope deposition, such as rollover structure, truncated structure, rub-fold structure and slide-fold structure, well developed;

3. Though palaeoslope fossils are not rich enough in the present area, deep-water ichnofossils and microfossils developed well.

4. Trace elements as V, Ni, Sr, and Ba, show high content in the rocks;

5. The trend of the slope ranges from 128-177°, ichnofacies belong to *Zoophycus* and *Nereites*. This indicates that the water depth of the slope varied from 200 to 2000m, the average rate of sedimentation might be 318mm/1000 yrs.