

北山洗肠井地区寒武系—中奥陶统 浊积岩及其火山—沉积组合特征

左国朝 张淑玲 王谐 金松桥

(甘肃省地矿局研究所)

内容提要: 北山洗肠井地区, 寒武纪表现为由陆缘海向大陆坡、陆基, 最后进入半深海沉积环境。晚寒武世地壳曾一度抬升。早奥陶世重复出现大陆坡环境。本文所论及的浊积岩物源区来自南侧古陆, 形成于北侧大陆坡和陆基上的浊流作用, 构成了相互叠覆的浊积扇——浊积岩系。中奥陶世初地壳不断扩张, 位于大陆边缘有大量中基性火山活动。随着海底扩张作用进行, 最终形成初始洋壳盆地。

主题词: 北山 浊积岩 火山—沉积组合 鲍马序列 射流

第一作者简介: 左国朝 男 49岁 工程师 大地构造

在我国西北边陲, 西接新疆, 东与蒙古人民共和国毗邻的北山地区, 出露一套完整的早古生代地层, 由于它们所处的古构造环境不同, 因而所代表的各种构造环境的沉积类型是多样的。1983—1984年笔者赴北山行程万里, 进行北山板块构造专题研究的野外调查工作, 分析了北山地区的构造格局。在上述基础上, 对本区的古构造格局作了划分(图1)。

在内蒙古额济纳旗月牙山—洗肠井地区野外考察中, 在寒武系至中奥陶统数千米厚碎屑岩中首次发现了深水陆源碎屑浊积岩和远洋沉积层。鉴于北山寒武—奥陶系是磷、钒、铀、重晶石等矿产的重要含矿层系, 因此, 籍助于碎屑岩中的有关浊积岩及与其共生的火山—沉积组合分析, 无论是对恢复本区的寒武纪至中奥陶世古构造环境, 或是为寻找上述各类矿产都具有重要意义。本文以野外资料为基础, 经过室内整理, 着重分析浊积岩的特征, 而对有关的火山—沉积组合特征只作一般阐述, 最后对它们所形成的构造环境作了讨论。

一、区域地质背景

内蒙额济纳旗月牙山—洗肠井地区, 是由寒武—奥陶系所组成的加里东褶皱带(图2)该带地层走向呈北西西—南东东向展布, 其西段经横峦山, 向西断续延伸到甘肃破城山, 东西长达300余公里。总体构造形态表现为向北北东倾的单斜构造, 倾角为 40° — 75° , 并发育小型褶皱构造。本区还有加里东晚期的辉长岩和超基性岩侵入于寒武—奥陶系之中。海西期有斜长花岗岩、石英闪长岩等中酸性岩浆活动。

本区下寒武统厚1163米。底部为硅质岩、含砾杂砂岩。其上为长石石英杂砂岩与少

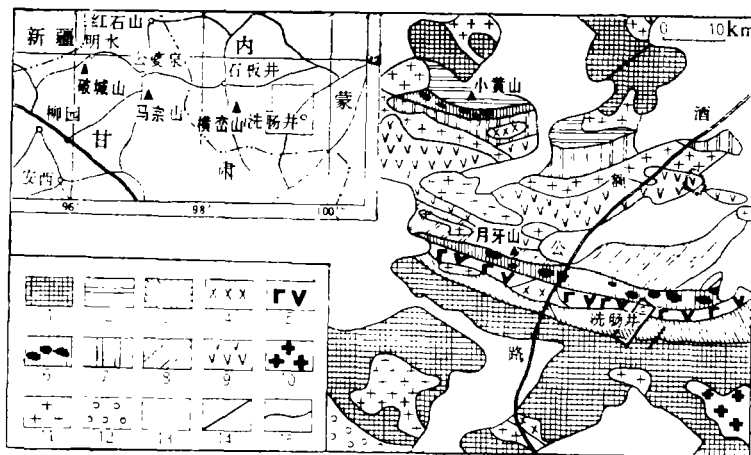


图1 北山月牙山—洗肠井地区地理位置及构造格局略图

Fig.1 Sketch of the situation and structural framework of the Yueyashan-Xichangjing area in Beishan

- 1.古陆 ($An\leftarrow$) 2.陆棚海: 陆源碎屑岩和碳酸盐岩 (O_3) 3.大陆斜坡、陆基: 浊积岩及远洋沉积 ($\leftarrow O_1$)
- 4.辉长岩 5.裂谷火山带: 中基性火山岩 (O_2) 6.残留洋壳: 蛇绿岩套 (O_{2-3}) 7.洋盆: 远洋沉积及海底火山岩 (O_3)
- 8.海沟、洋盆: 陆源碎屑岩、滑混岩、海底火山岩 (O_3) 9.火山弧: 中酸性—中基性火山岩、生物礁碳酸盐岩 (S)
- 10.加里东期花岗岩 11.海西期花岗岩 12.裂陷槽: 火山—磨拉石堆积 (P_1) 13.侏罗系—第四系分布区 14.断裂 15.地层界线

量板岩组成的浊积岩 (图版 I, 1)。在红山口可见下寒武统底部的薄层硅质岩和少量薄层灰岩平行不整合覆于震旦系红山口群 (Zhs) 灰绿、紫红色粉砂质板岩夹白云岩之上^[1]。中、上寒武统厚341米, 主要为黑色硅质岩、长石石英杂砂岩、粉砂质板岩夹碎屑灰岩透镜体。在月牙山西南该层碎屑灰岩中采得三叶虫化石: *Amphoton* sp., *Kootenia* sp., *Dorypyge* sp., *Ptychopariidae*, *Dolichometopidae*, 腹足类化石: *Helcionella?* sp.。

下奥陶统厚达1320余米。中、下部主要为长石石英杂砂岩与板岩互层构成的浊积岩 (图版 I, 2、3、4、5、6)。上部浊积岩中夹硅质岩和砂质灰岩扁豆体。顶部为浊积岩和凝灰质粉砂岩, 夹有紫红色碧玉岩透镜体。本统上部向西可相变为中酸性火山岩、生物灰岩。灰岩中产腹足类化石: *Macluyites* sp., 头足类化石: *Corcanoceras* sp., *Manchuroceras* sp.和海绵等¹⁾。

中奥陶统厚度大于1579米。底部为安山质熔岩角砾岩夹灰岩透镜体, 灰岩中产珊瑚化石 *Lichenaria?* sp.。中、下部为安山岩、玄武岩。上部为枕状玄武岩、气孔杏仁状安山岩、英安岩、流纹岩、薄层页片状粉砂岩、细砂岩、硅泥质岩夹碧玉岩。

本带南侧 (图1) 出露震旦系红山口群、青白口系大豁落山群、蓟县系平头山群和长城系白湖群。它们总厚度达7000余米, 由一套砾屑白云岩、冰水含砾砂质纹板岩、冰碛云砾岩、硅质条带白云岩、纹层状灰岩、变砂岩、变火山岩、片岩、变粒岩和大理岩等组成, 构成本带沉积盆地南侧的古大陆褶皱基底。

1) 甘肃区调队 (1977) 1:20万五道明幅区调报告。

与其相反，在本带北侧为中奥陶世末至晚奥陶世的残留古洋壳——蛇绿岩套分布地带（图 1），其两侧被深断裂所割。它们是由一套变质超镁铁岩、榴辉岩、蛇纹岩、辉石橄榄岩、伟晶辉长岩、堆晶辉长岩、斜长花岗岩、辉长辉绿岩岩墙群、枕状玄武岩以及硅质岩、凝灰质粉砂岩所组成。这套古洋壳蛇绿岩套被一系列逆掩断层所肢解*。

二、本区浊积岩基本特征

洗肠井地区岩层剖面清晰，原生沉积构造无不历历在目。经笔者实地考察，早寒武世和早奥陶世为主要浊流发育期，现按不同时代浊积岩特征分述如下：

1. 下寒武统浊积岩特征

下寒武统浊积岩系厚 979 米。主要由长石石英杂砂岩与粉砂质板岩组成韵律层，整个剖面中大陆坡半浮游沉积物很少发育^[3]。浊积岩中杂砂岩占 3/4 以上，粉砂质板岩占 1/4 以下。在洗肠井南选择了具有代表性的下、中、上三个部位，分别测得几组鲍马序列（表 1）。本统下部浊积岩（图 2，I）的鲍马序列以 A 段为主，缺失 E 段。A 段

表 1 下寒武统浊积岩鲍马序列表

Table 1 Bouma sequence of the turbidite of lower Cambrian

	鲍马序列中各段厚度 (cm)																			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
I	78	9		1.5	13	7	3	4	46	4		1	20	5						
II	18	2.4	2.7	3.4	2.3	3.1	2.3	2.6	19.5			2.5								
III	9			8	28			6.5	6			7	17			2.5	20			6.5

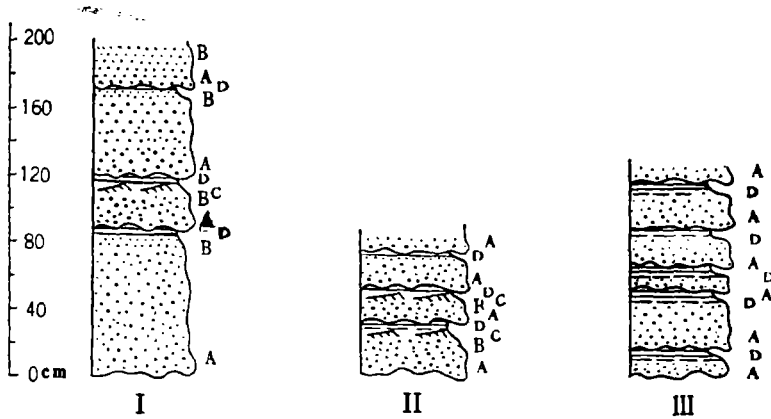


图 2 下寒武统浊积岩的鲍马序列

Fig. 2 Bouma sequence of the turbidite of lower Cambrian

* 本区蛇绿岩套特征将另文论述。

呈块状构造,表现了由下而上粒度由粗变细的递变粒级层所组成,底面发育有槽状冲刷印模构造。A段杂砂岩在镜下观察,其砂质颗粒主要由石英和长石组成,有少量岩屑,同时含微量凝灰质。据粒度分析,在概率累积曲线图上所示粒度区间较宽,表明水流密度、速度和搬运物质的粒度变化大,粒度间为 $0\phi-4.75\phi$,概率累积曲线的斜率低(57°),说明分选差,粒度包括从粗砂—粉砂—粘土的范围,曲线中悬浮总体占的比例大,还可存在一个较粗的总体,跳跃总体占比例小,分选稍好,两者截点为 0.9ϕ 。B段为中—细粒砂级物所组成,具有平行层理。C段由粉砂级物组成,具爬升层理,但一般不太发育。B和C段是急流或射流作用,颗粒被牵引所形成的。D段由粉砂岩—泥岩组成,为浊流的尾流沉积,具水平层理。从几组鲍马序列的组合表明,它们以A段为主,B、C、D段仅占很少部分,有时缺失C段。有意义的是,中部浊积岩鲍马序列的特征与下部浊积岩鲍马序列的特征相似,唯不同之处是A段厚度变薄(表1、I),但总的鲍马序列发育较全,C段斜层理(图版I,1,C段)指示物质搬运水流方向为由南而北。表明南侧前寒武系褶皱基底是物源区。上部浊积岩鲍马序列比较特殊,仅发育A和D段。从整体来看,下寒武统浊积岩鲍马序列是下部(图2,I)A段厚度大于上部(图2,II)A段厚度。而其它各段厚度很小,且发育不全。据R. G. 沃克^[4]研究表明,这种鲍马序列特征应属近源浊积岩所特有。

2. 下奥陶统浊积岩特征

下奥陶统浊积岩系厚1300米,其中夹有深水沉积层约百余米。该期浊积岩鲍马序列各段发育较全,其中有多种冲刷底模。在洗肠井测得底、下、中、上部四处之几组浊积岩鲍马序列(表2、图4)。本统底部浊积岩A段底面具有饼状冲刷印模(图版I,2),且鲍马序列的A、B、C、D段都很发育。而下部浊积岩的鲍马序列仅发育A、D

表2 下奥陶统浊积岩鲍马序列表

Table 2 Bouma sequence of the turbidite of lower Ordovician

	鲍马序列中各段厚度(cm)																			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
IV	18			23	13			17	7	6	2	2.1	1.8	0.7	2.1	4	4.5	8	11.5	
V	16		17	6	74			20	15											
VI	3.2			4.5	22.5	5		35	120											
VII	43	8.5	27.4	26.1																

段(图版I,3、图3,IV)。但引人注目的是,中部浊积岩的鲍马序列各段组合有:A、D,A、B、C、D(图版I,4),A、C、D(图版I,5、图3,V)。A段杂砂岩中常含同生细砾,其底面印模极为发育,多呈舌状(图版I,4、5的箭头指处),给人留下深刻印象。C段的波状交错层理反映急流作用明显。经A段杂砂岩粒度分析,在概率累积曲线图上所示粒度区间为 $0.5\phi-4.75\phi$,概率累积曲线的斜率为 58° 。两者

截点为 1.5ϕ 。上部浊积岩（图 3，Ⅵ、图版 I、6）鲍马序列 C 和 D 段表现突出。有趣

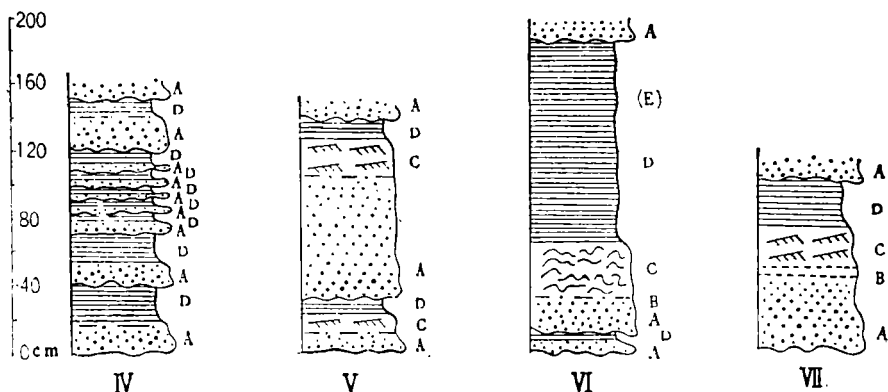


图 3 下奥陶统浊积岩的鲍马序列

Fig. 3 Bouma sequence of the turbidite of lower Ordovician

的是，C段出现了滑动层，暗示沉积环境具有一定坡度，致使C段发生重力水下滑动，随后进入较长的尾流时期，沉积了较厚的D段（包括一部分E段）。应该指出，本统顶部浊积岩（图 3，Ⅶ）具有典型的鲍马序列，A、B、C、D段发育齐全。A段杂砂岩，通过镜下观察，砂屑由长石、石英和岩屑组成，其中含有大量火山型石英（鸡骨状形态保存完好），推测在浊流形成过程中，可能伴有火山活动。

三、有关火山-沉积组合特征

在早寒武世至中奥陶世时期，与下寒武统和中奥陶统浊积岩共生的火山-沉积组合有：

1. 下寒武统底部浅海沉积组合：

由下部硅质岩（局部含磷结核及条带）和上部含细砾杂砂岩组成，反映沉积水体由陆缘浅海环境进入开阔浅海环境的沉积特征。

2. 中、上寒武统半深海沉积组合：

主要由深水硅质岩夹浊积岩和砂屑灰岩组成。该组合显示了由早寒武世的浊流沉积环境进入半深海的硅质化学沉积环境。其中砂屑灰岩和含底栖生物（三叶虫、腹足类）碎屑灰岩是属大陆坡上局部隆起的碳酸盐台地高能带上的沉积环境中的产物。

3. 下奥陶统上部深海沉积组合：

由深水硅质岩、凝灰质粉砂岩和碧玉岩组成，表现为大陆坡下沉后进入深水沉积环境。需要指出，由于海底火山喷发所形成的海底火山台地，有利于腹足类和海绵生物的生存。

4. 中奥陶统下部裂谷边缘火山组合：

由安山质熔岩角砾岩，安山质、玄武质层状、块状（有时夹枕状）熔岩流组成，表现了裂隙式海底火山爆发和喷溢活动，其中发育有海底火山台地，出现生物碳酸盐岩的

点礁或补丁礁。

5. 中奥陶统上部远洋沉积组合:

由枕状玄武岩为主, 夹英安质、流纹质熔岩, 硅泥质岩、硅质岩组成, 开始形成洋壳层1和层2, 构成初始洋壳。

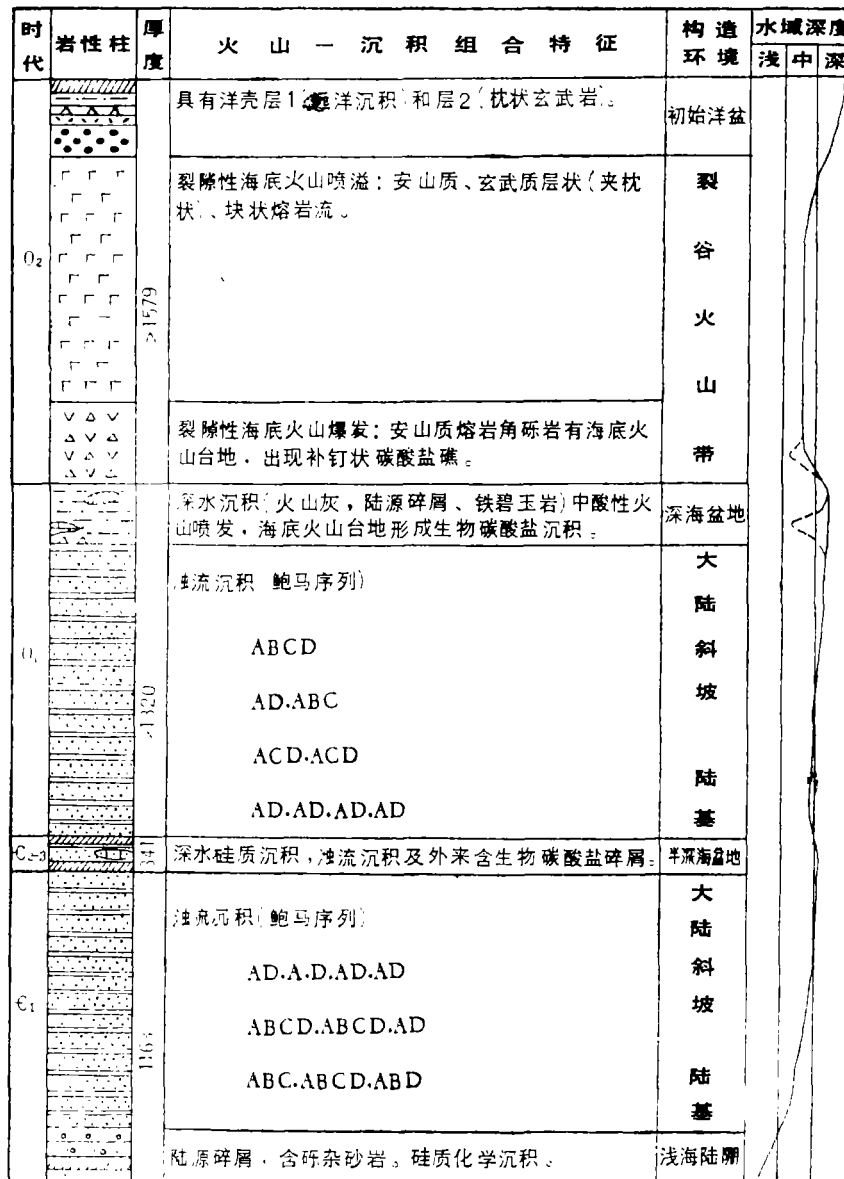


图4 北山洗肠井寒武系-中奥陶统构造演化柱状图

Fig. 4 Structural evolution column of Cambrian-Middle Ordovician in the Xichangjing area

四、浊积岩及其火山—沉积组合 形成环境讨论

根据浊积岩特征分析和火山—沉积组合综合研究表明,本区是由前寒武系各层系组成的大陆壳褶皱基底,早寒武世开始地壳出现拗陷下沉、从而由陆缘海向大陆斜坡,陆基发展;中、晚寒武世进入半深海的沉积环境。晚寒武世末,地壳曾一度发生抬升,导致早奥陶世重复出现大陆坡环境。本文所论及的浊积岩便是在拉张地动力环境下,处于大陆斜坡、陆基上的浊流作用,生成了相互递覆的浊积相—浊积岩系。但是,大陆斜坡并非理想的斜坡,它在横向上有纵向隆起的碳酸盐台地存在。中奥陶世初,地壳开始扩张破裂,伴随大量中基性火山活动,进入裂谷火山喷发时期。随着海底扩张作用进行,裂谷不断扩大,最终具有洋壳的初始洋盆便慢慢成熟生成(图4)。

综上所述 本区寒武纪至中奥陶世沉积盆地构造特征相当于W·R 狄更逊(1974)的张力盆地^[5]。其沉积区类型应属于被动大陆边缘沉积区(大西洋型)。

最后应提及的,参加1983—1984年野外工作的尚有何国琦、张杨和李红诚等同志,文中插图由张玉萍、文树平同志清绘,在此一并表示谢忱。

收稿日期 1985年8月30日

参 考 文 献

- [1] 赵祥生等, 1984, 北山地区上前寒武系, 西安地质矿产研究所所刊, 第8号, 陕西科技出版社。
- [2] 张锦泉, 1981, 深水陆源碎屑浊积岩, 沉积专辑, 成都地质学院沉积岩研究室编, 246—259页。
- [3] 左国朝等, 1984, 沉积学报, 2卷, 3期, 73—81页。
- [4] Wolker, R.G., 1978, 深水砂岩和古代海底扇地层圈闭探测模式, 板块构造与沉积作用, 地质出版社, 1982, 中译本92—121页。
- [5] Dickinson, W.R., 1974, Plate tectonics and sedimentation, In: "Tectonics and Sedimentation" (Ed. by Dickinson, W.R.), Speci. Publ. Soc. Ecom. Paleont., Miner., Tulsa.

CHARACTERISTICS OF THE TURBIDITE AND VOLCANIC -SEDIMENTARY ASSEMBLAGES OF CAMBRIAN -MIDDLE ORDOVICIAN IN THE XICHANG- JING AREA OF BEISHAN

Zuo Guochao Zhang Shuling Wang Xie Jin Songqiao
(Institute of Geology and Mineral Resource of Gansu, Lanzhou)

Abstract

In 1983-1984, The authors found the clastic turbidite of the deep water continental source and the pelagic deposits in the several-thousand-meter clastic rock of Cambrian--middle Ordovician in Xichangjing of Ejinaqi, Inner Mongolia. This area belongs to the Caledonian folded belt with the gabbro and ultrabasic rocks intruding into the Cambrian-Ordovician System in the late period of the Caledonian cycle, and with magma activities of neutral or acid rocks, such as plagiogranite and quartz diorite of the Hercynian cycle.

The Cambrian deposits in this area are mainly turbidite, 1504 metres in thickness and composed of siliceous rock, gravel-bearing graywacke, feldspar-quartz graywacke and a little of slate; the lower Ordovician deposits are also turbidite, 1320 metres in thickness and contain interbedding of feldspar-quartz graywacke and slate; whereas the middle Ordovician deposits of more than 1579 metres. The south side of this zone is an ancient continental folded basement of Precambrian; the north one is an area dispersed over by ophiolite suite and residual ancient ocean crust of the end of middle Ordovician-late Ordovician and disintegrated by a series of overthrust faults.

Based on the field investigation of the authors, it is found that early Cambrian-early Ordovician in the study area is a principle developmental period of turbidity current and the characteristics of turbidites in different era are as follows:

1. The lower Cambrian turbidite: It is 979 metres in thickness and its rhythmites are composed mainly of feldspar-quartz graywack and silty slate, in which the graywacke content is over 3/4. There are three groups of the Bouma sequence, from bottom to top they are: 1) ABD, ABCD, ABD; 2) ABCD, ABCD, AD; 3) AD, AD, AD. The Bouma sequence in the lower part of the turbidite is mainly Section A and lacks Section E, However, Section A in the middle part of the turbidite is thinner, generally speaking, the Bouma sequence in this part develops well and the oblique bedding of the Section C shows that the sediment is transported from south to north and the folded basement of Precambrian in the southern part is the

material source area. The Bouma sequence of the upper turbidite develops only Section A and C, indicating the turbidite is near the source area.

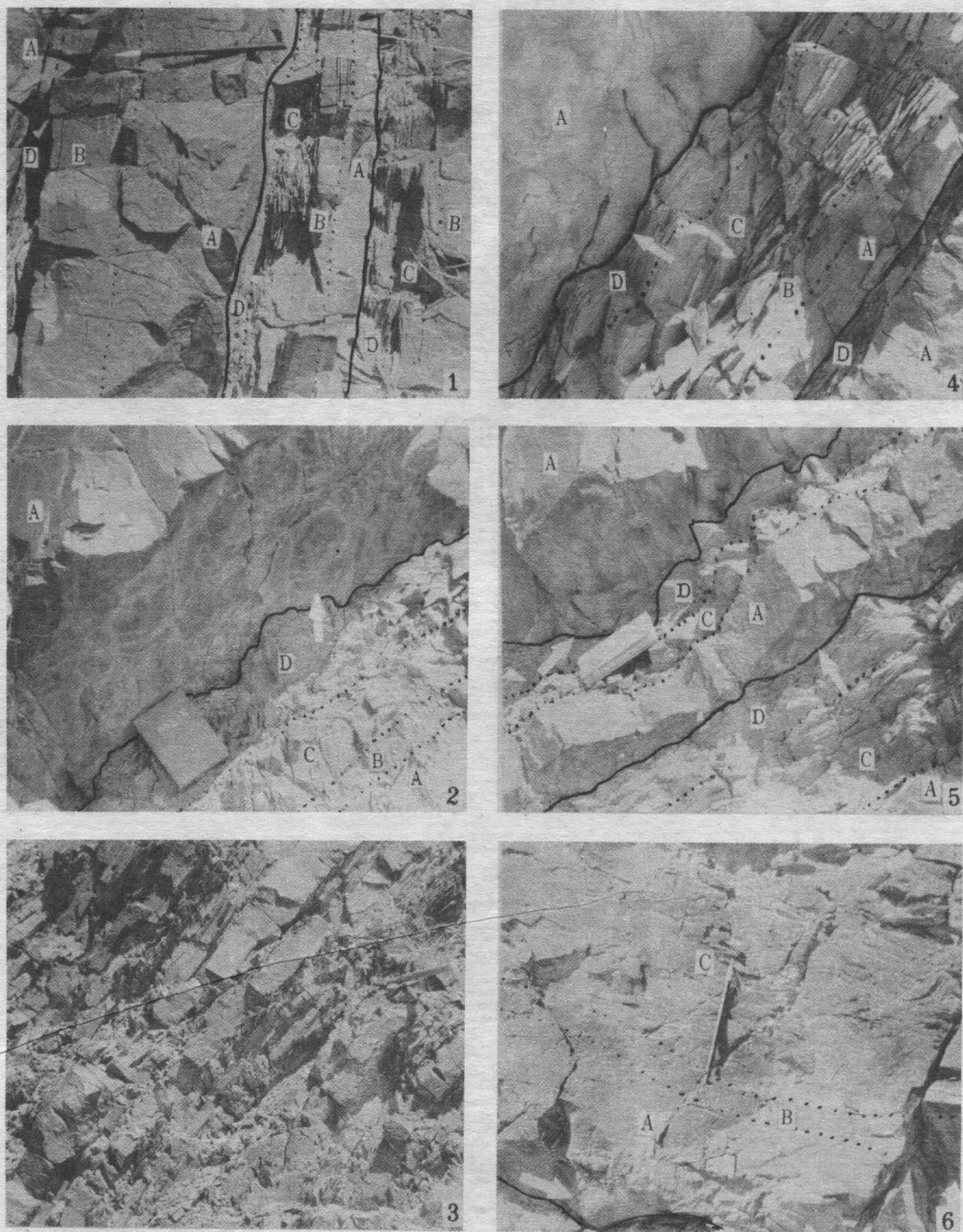
2. The lower Ordovician turbidite: It is 1300 metres in thickness including more than hundred metres of deepwater sediments interbedded with the turbidite. Every section of the Bouma sequence is well developed with tongue-like and finger-like scouring floor molds.

There are four groups of the Bouma sequence from bottom to top in this turbidite: 1) AD, AD, AD; 2) ACD, ACD; 3) AD, ABCD; 4) ABCD. In the Section C of the upper part of the turbidite appears a sliding layer, indicating that there is a slope in the sedimentary environment, so that a gravity sliding motion under the water develops in the Section C and then a long tail-current period occurs and the thicker Section D is formed.

The volcanic-sedimentary assemblages can be divided into five groups, they are: 1) the sedimentary assemblage of continental margin sea of the bottom of Lower Cambrian; 2) The semi-deepsea sedimentary assemblage of middle and upper Cambrian; 3) The deepsea sedimentary assemblage of the upper part of Lower Ordovician; 4) The rift-margin volcanic assemblage of the lower part of middle Ordovician; 5) The pelagic deposit assemblage of the upper part of middle Ordovician.

Based on the characteristics of the turbidite and the comprehensive study on the volcanic-sedimentary assemblages, it is found that the sedimentary environment of Cambrian in the study area successively underwent continental margin sea, continental slope, continental rise and finally semi-deepsea. In early Ordovician, the continental slope environment appeared once again.

The turbidites discussed in this paper are the results of the turbidite sedimentation on continental slope and continental rise. However, the sedimentary environment of middle Ordovician is the period from an active volcano of rift to a primitive ocean basin. In sum, the structure characters of the sedimentary basin of Cambrian-middle Ordovician in this area are equivalent to that of the tensile basin of W. R. Dickinson (1974). This area should belong to the sedimentary region of the passive continental margin (Atlantic Type).



1. 下寒武统浊积岩之鲍马序列 2—6. 下奥陶统浊积岩鲍马序列及各种类型底模形状。(2—讲状; 4.5—舌状; 6—乳突状及C段滑动层) 照片数字号相当于图2数字号位置。黑线代表两个鲍马序列界线, 虚线为同一鲍马序列内各段界线。