

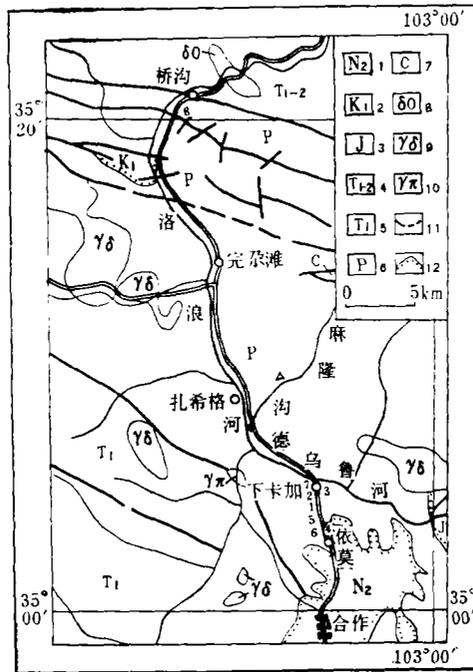
甘肃夏河县下卡加—完尕滩一带二叠系浊积岩及有关粗碎屑沉积物

左国朝 金松桥 朱伟元

(甘肃省地质地质科学研究所)

夏河县下卡加—完尕滩一带(图1)二叠系为一套上部由深灰色含灰岩巨砾的砂砾岩、砾状砂岩、砂岩和板岩互层,下部为灰黑色板岩所组成的巨厚沉积岩系。该岩系沿层面的剪切作用明显,通常组成一系列紧闭褶皱,并发育有倒转向斜和背斜构造。

长期来,对本区二叠系中含灰岩巨岩砾的砂砾岩的生成环境有不同看法,曾有水下落



1.新第三系 2.下白垩统 3.侏罗系 4.下、中三叠统 5.下三叠统 6.二叠系
7.石炭系 8.石英闪长石 9.花岗闪长石 10.花岗斑岩 11.断裂 12.不整合
(图内数字代号与图版号相同)

图1 下卡加—完尕滩一带地质图

Fig. 1 Geologic map of Xiakajia-Wangatan

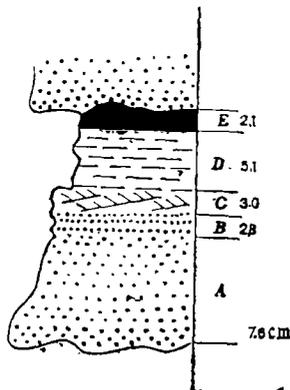
球和冰碛成因等说。比较系统研究的有冯益民等(1980),他们把含岩块(灰质砾岩)砂砾岩中化石混杂现象看作是与板块俯冲带作用有关的混杂堆积。同时还将原定的二叠系改为中、下三叠统。由于西秦岭地区石炭系、二叠系和三叠系常有不少外来岩块夹于正常沉积层之中,在岩块和砾石中出现了所谓“化石打架”现象。因此,查明这些粗碎屑沉积物成因,无论对层控矿产研究或恢复地壳演化史都具有重要意义。作者于1978—1983年曾数次赴西秦岭对上述有关层系的粗碎屑沉积物进行了实地考察。本文重点对下卡加—完尔滩一带二叠系沉积特征和构造环境进行讨论。

一、本区浊积岩和粗碎屑岩基本特征

1950年P.H.库南和C.I.米格利奥尼将浊流概念引进地质界,并用浊流来解释亚平宁山脉北部的渐新统的递变杂砂岩的成因。1962年A·布马建立了布马浊积岩模式的五个单位。R.G.沃克(1978)进一步提出海底扇沉积作用、相应岩相、海底扇形态和沉积环境模式。许靖华1983年9月来兰州讲学,提出急滑坡沉积(Slump deposit)模式。作者根据上述各模式研究了本区二叠系浊积岩和粗碎屑沉积特征。表明分别属于深水急滑坡层和浊流沉积。现将有关沉积特征类型分述如下:

1. 浊流沉积

a. 布马层序 在本区二叠系深灰色砂岩和板岩的韵律互层中,布马层序极为发育。作者在麻隆沟肖庄昂南(图1中“△”位置)测得一组完整布马层序(图2)。A至E段发育齐全,整个布马层序总厚度为19.2厘米, A段杂砂岩主要由岩屑组成,表现了由粗向上变细的粒级层理组成,反映颗粒从悬浮状态的快速沉积作用,它占各段总厚



A单元是块状粒级层 B单元是平行纹层状
C单元是波状斜层理 D单元由粉砂和泥质水平纹层
E单元是块状泥质层

图2 麻隆沟肖庄昂早二叠世浊积岩的
布马层序

Fig. 2 Bouma sequence of
Early Permian turbidites at
Malonggou and Xiaozhuangang

度1/3弱。B段由砂岩和粉砂岩组成,具有平行纹层。C段由细砂与粉砂组成波状交错层。B与C段组构特征是颗粒在岩层上牵引作用形成的。D段厚度占各段总厚度1/4弱,由粉砂和泥质组成水平层,含有黄铁矿细晶。E段最薄,主要为无层理的泥岩沉积,多黄铁矿细晶。D和E段代表了浊流的尾流中的还原环境沉积。图版I, 1是派勒村附近的以发育B、D、C、E段的布马层序为薄层状浊积岩相。

b. 底面标志 本区浊积岩底面保留有水流冲刷印模标志,在每个布马层序A段底

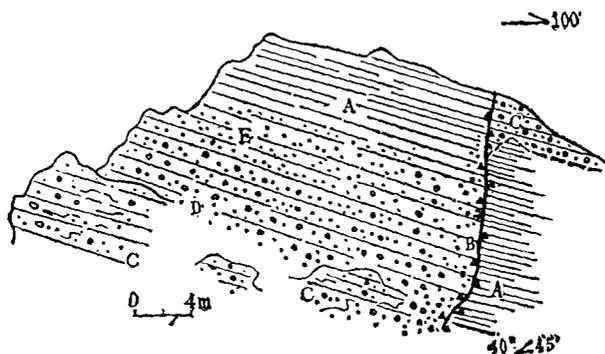
面都有明显的水流冲刷印模，一般以舌状印模为多，其次为槽状印模。图版 I，2 为下卡加南约 1 公里处二叠系砂岩底面（地层倒转）水流冲刷印模，冲刷模有明显分叉现象，显示水流有分流现象，整个冲刷印模宽五米，呈带状展布。

C. 生物标志 图版 I，3 为下卡加向东去乌胡洒村约半公里处浊积岩底面上的蠕虫（Choudrites）的印模。爬痕平行层面，未钻孔，反映深水宁静环境。底面上还可见到蠕虫爬痕受后期洋流作用所改造而留下的波痕。应该指出，很多浊流沉积印模标志，被洋流作用所改造，形成细纹砂层板岩的等深积岩。在麻隆沟和依莫村的含砾砂岩所夹的板岩中，常见有植物碎片呈残渣状产出，表明植物碎片受浊流作用多次搬运再沉积的结果。

2. 急滑坡沉积：

为水下的重力流，通常在水饱和情况下， 20° 坡度即可发育成急滑坡，其滑动速度很快，每小时可达几百公里。滑坡层可以造成浊流¹⁾。图 3 和图版 I，4 为依莫至派勒村间公路东旁的急滑坡沉积露头，由下而上可分为：

a. 含石英质砾岩的砂岩 在急滑坡层底部发育一套含石英质砾石的砂岩（图版 I，4-C 底部和图版 I，6-A），一般砾石直径较小，常小于 2 厘米（偶见有 10 厘米），砾石呈次滚圆状，成分多脉石英，石英岩、变砂岩等。砂岩基质为硅质岩屑组成，上述物质组分显示物源来自于大陆架河流三角洲砂砾沉积物，受重力流作用后，以急滑坡沉积形式带来。



A. 薄层板岩（大陆坡半浮游沉积物） B. 断层角砾岩 C. 含泥砾砂岩
D. 含少量泥砾砂岩 E. 细纹层砂岩 虚线为冲蚀面。

图 3 依莫村北砂砾岩急滑坡层素描图

Fig. 3 Sketch of slump deposits with sand-gravel rocks at Yimo village

b. 含泥砾砂岩 位于含石英质砾石的砂岩层位之上，为一套含泥砾砂岩（图版 I，4-C 上部）急滑坡层，泥岩砾石分选差，大小不一。图版 I，5 为派勒西北公路西侧的含泥砾砂岩急滑坡沉积，图中 A 为泥岩的大岩块与石英质砾石砂岩（B）组成一个急滑坡层，（C）属于下面一个急滑坡层上部的泥砾砂岩层。本岩石组合位于含石英质砾石

1) 许靖华 1983 年 9 月兰州讲学。

砂岩之上是由于泥砾来自于大陆坡半浮游沉积物,处于饱和水的状态,在滑入急滑坡沉积过程中比重较轻,因此通常沉积在比重较大的含石英质砾石砂岩之上。

c. 纹理砂岩 它是由浅灰褐色粉砂质条带呈平行纹理(纹理宽一般2—5厘米)组构的砂岩组成(图版 I, 4-E),有时发育交错斜层理,显示急滑坡层进入了后期发育阶段,水流作用减弱,已不能带动砾石搬运和沉积的特点。在本岩石组合之上,为一套以泥质为主的薄层板岩(图版 I, 4F)组成,反映急滑坡层沉积后再一次被大陆坡半浮游沉积物所覆盖。

3. 环大陆架碎石堆: 分布于由石炭纪一早二叠世所组成的碳酸盐大陆架边缘海底悬崖的边缘地带。这些岩石组合是由于岩崩和重力引起的顺坡向下的大规模跌落而形成的环大陆架碎石堆或海底山崩的堆积扇。上述碎屑堆广泛发育于麻当至桥沟一带的二叠系上部。图版 I, 7 为桥沟南1公里许的环大陆架碎石堆露头,它们主要表现为由大小不一的巨大灰岩岩块组成的巨角砾岩,角砾岩块分选极差,多呈棱角状或长条块状,角砾与岩块之间无基质,岩块直径最大可达3—4米。

4. 灰岩质砾岩急滑坡层: 本区二叠系上部岩系中广泛发育了由石炭纪一早二叠系所组成的灰岩质砾岩急滑坡层,这些灰岩质砾岩来自北侧环大陆架碎石堆受重力流作用沿着大陆坡产生砾岩急滑坡层沉积。图版 I, 8 表示下卡加(243里程碑处)由灰岩巨砾组成的灰岩质砾岩急滑坡层,巨砾具有被滚动磨圆特征,它们是由含石炭纪和早二叠世的筵科化石的生物灰岩组成(A),与下伏含砾泥岩(B)和板岩(C)呈凹凸不平的冲蚀面接触关系(虚线表示)倒转产状。这种现象在下卡加的德乌鲁河、麻隆沟和完尔滩地区广泛发育。

二、急滑坡层及浊积岩生成时代及环境

由合作至兰州公路的依莫经下卡加到完尔滩所出露的二叠纪半深海相急滑坡层、浊积岩和大陆坡悬浮沉积物,根据甘肃省地质力学区调队(1977年)在麻隆沟采得二叠纪植物化石: *Calamites* sp. 作者(1982)在临潭新城大石山,相当本区大陆坡悬浮沉积物之下的浅海生物灰岩中采得 *Neoschwagerina* sp. *Kumaella* sp. 化石,故本区急滑坡层、浊积岩和大陆坡半浮游沉积物时代为早二叠世无疑。其上部含灰岩质砾岩滑坡层中的灰岩砾石除有石炭纪化石外,尚有早二叠世筵科化石,时代暂归为晚二叠世。

早二叠世本区沉积盆地位于加里东褶皱带所组成的陇西古陆(临夏地区)南侧,当时在近古陆边缘的大陆架地区(现已被三叠纪浊流沉积所覆盖)表现了大陆架浅海的碳酸盐沉积环境。位于大陆架前缘的大陆架和深水盆地便是本区生成急滑坡层和浊流沉积的有利场所。在急滑坡层沉积形成过程中,早期的大陆坡半浮游沉积物被冲刷和覆盖,由急滑坡层诱发起来的浊流可以覆盖在深水沉积物之上(图4-A),由于来自不同期和强弱不同的急滑坡层和浊流层相互叠覆,形成厚度巨大由大陆坡半浮游沉积物、急滑坡层和浊流层所组成的复杂半深海沉积层。晚二叠世由于大陆坡南侧海盆继续下降,北侧石炭纪一早二叠世所组成的碳酸盐大陆架边缘海底悬崖形成,并发育了环大陆架碎石堆,随着南侧海盆不断下降,环大陆架碎石堆又以重力流形式沿着大陆坡向下急速滑

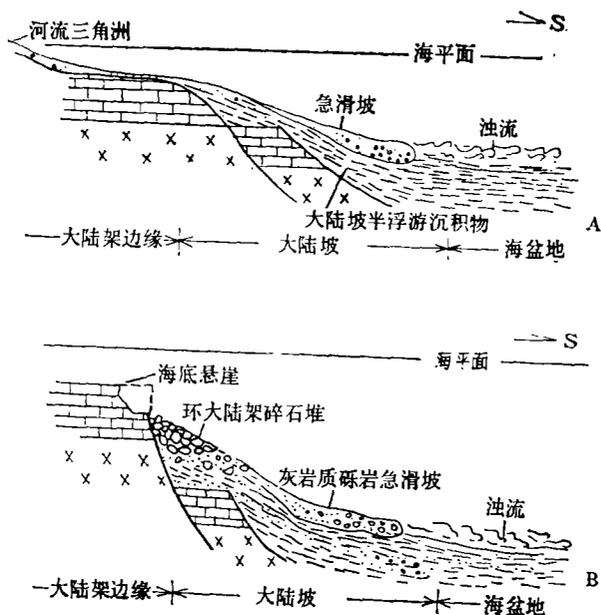


图4 A, 再造的早二叠世急滑坡与浊流形成示意图 B. 再造的晚二叠世环大陆架碎石堆、灰岩质砾岩急滑坡与浊流形成示意图

Fig. 4 A. Diagrammatic cross sections of the formation of slump deposits and turbidites in Early Permian; B. Diagrammatic cross sections of the formation of debris piles of circumcontinental slope, slump deposits with the conglomerate of limestone and turbidites in Late Permian

动，在大陆坡底部形成灰岩质砾岩急滑坡层（图4-B）。

三、结束语

根据本区与邻区野外考察和有关资料分析表明，二叠纪在北带为大陆架浅海区沉积，在邻区的临潭冶里关一带早二叠世为含筳和腕足的碳酸盐沉积便是例证。南带早二叠世为浅海礁相碳酸盐沉积（出露于临潭新城大石山地区），而后下沉演化为大陆坡和深海盆地，它们反映了早二叠世沉积盆地基底的差异运动造成。这种差异运动表现了当时西秦岭地区地壳活动处于拉张→破裂→下沉阶段。经上述研究表明，本区二叠系粗碎屑沉积物主要为大陆坡底部的急滑坡层，一部分为环大陆架碎石堆。作者提出这些沉积岩系为大陆被动边缘上的沉积特征，这与俯冲带常呈冲断岩席产出的破裂和剪碎的岩石碎块所组成的混杂堆积（Melange）迥然有异。李继亮（1982）列举了许清华的混杂堆积与滑塌堆积（相当急滑坡层）特征对比表，清楚地说明了这一点。

1983年4月,李继亮、李育慈、陈应秦和陈海泓等同志曾与作者一起赴野外考察,同作者进行了有益的讨论,同年9月初许靖华教授亲自亲本区考察,并作了指导,文中插图由张玉萍清绘,作者在此表示谢忱!

(收稿日期1983年9月16日)

参 考 文 献

- 〔1〕冯益民、朱宝清1980,西秦岭“混杂堆积”及构造发展史,地质学报,第54卷第1期。
- 〔2〕Walker, 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。
- 〔3〕李继亮1982,全球构造中的沉积作用,构造地质学进展,科学出版社,201—213页。
- 〔4〕Condie, K.C., 1976, Plate Tectonics and Crustal Evolution, New York; Pergamon Press, INC.183—185

PERMIAN TURBIDITES AND RELATED COARSE CLASTIC SEDIMENTS IN XIAKAJIA-WANGATAN AREA OF XIAHE COUNTY, GANSU PROVINCE

Zuo Guochao Jin Songqiao Zhu Weiyuan

(Geological Institute of Gansu Geological Bureau)

Abstract

The research has shown that Xiakajia-Wangatan area was a deep-water basin situated on the continental in Early Permian. Hemipelagic deposits, turbidites and coarse clastic slump deposits were developed in this region.

1. Hemipelagic deposits on the continental slope

The sediments are mainly composed of a thick series of gray-black slates.

2. Mark of the turbidites

1) Bouma sequence: Bouma sequence contains only B, C and D members, but the members from A to E occur at Mualonggou.

2) Mark of basal plane: The basal plane of turbidites often leaves lobate and trough molds which are made of the sediments scoured by running water and sculptured by mud sands.

3) Mark of extinct animals and plants: We have found many trails of flatworms (chondrites) on the basal planes of the turbidites at about 0.5km east of Xiakajia. In the same time some brushes of plant fossils are found in slate intercalated beds at Mualonggou and Imuo village.

3. Characteristics of the slump deposits

1) Quartzose gravel-bearing sandstone: This sandstone composed of coarse clastic sediments is a kind of basal slump deposit. The gravels are mainly composed of vein quartz, quartzite, metasandstone, etc. The matrix of the sandstone is made of siliceous rock debris. The above materials show that the sediments are derived from sands and gravels of the rivers and delta on the continent, and these sands and gravels are carried into this region in the form of slump deposits.

2) The clayey gravel-bearing sandstone: This kind of sandstone is a series of slump deposits composed of clayey gravel-bearing sandstones overlying the bed of quartzose gravel-bearing sandstone. The clayey gravel is poor-sorted, and comes mainly from the hemipelagic sediments of the continental slope.

3) The laminated sandstone: The laminated sandstones are composed of sandstone with parallel fine stratifications which are formed by silt band. The laminated sandstones often possess cross-stratification, indicating that the slump deposit has developed into its late stage in which the action of running water had weakened so it was unable to transport gravels, thus the gravel did not occur in this band.

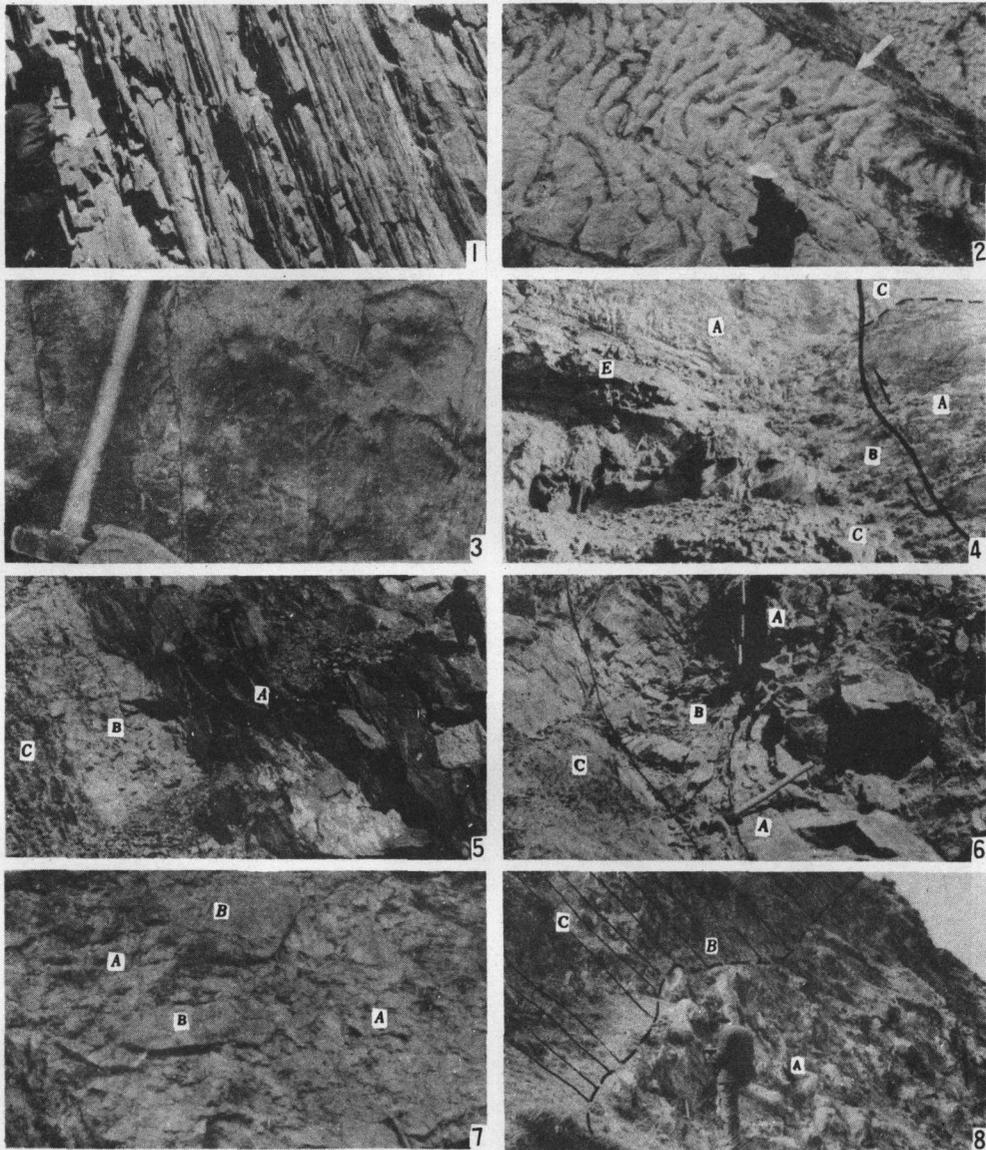
4. Debris piles around the continental shelf

These sediments are distributed at the edges of the cliff which is made up of the Carboniferous-Early Permian limestone on the sea bottom of the marginal sea. This rock is a kind of huge breccia formed by big limestone blocks of varying sizes. The rock assemblage is composed of debris piles or accumulative fans around continental shelf. Under the action of gravity the rock blocks fall down and accumulate along the slope.

5. The slump strata of limestone-bearing conglomerate

The slump strata consist of huge Carboniferous-Early Permian limestone gravels, which are transported from the debris piles in the neighbouring area north of Xiakajia-Wangatan area. This slump deposit is the product of the gravity flow action.

According to the data analysis, the neighbouring region, north of the Xiakajia-Wangatan area, was a carbonate sedimentary zone of neritic facies in the Permian, and Xiakajia-Wangatan area was a sedimentary zone of neritic reef facies in Early Permian, and became a continental slope and the abyssal basin in the Late Early Permian-Late Permian. In summary, the turbidites and the coarse clastic slump deposits mentioned above are a series of sediments at the marginal zone of the continental slope.



1. 夏河派勒村北公路西侧的早二叠世薄层浊积岩。 2. 下卡加南 1 公里处早二叠世浊积岩底面（地层倒转）冲刷模（箭头示水流方向）。 3. 下卡加西半公里处下二叠统砂岩底面的蠕虫爬痕。 4. 依莫与派勒村间公路东侧一深水急滑坡露头（代号说明见全文，下同）。 5. 派勒村西北公路西侧含泥砾砂岩急滑坡层。 6. 派勒村公路西侧，一个急滑坡层底部与下伏层呈斜交切蚀关系。 7. 桥沟南 1 公里处为环大陆架碎石堆或海上山崩堆积扇。 8. 下卡加 24.3 公里处，地层倒转的生物灰岩巨砾组成的灰岩质砾岩急滑坡层。