

新疆南部奥陶纪库鲁克塔格海槽浊流沉积

胡继宗 周棣康 曹华琦
(地质矿产部“05”项目工程处)郝继鹏 朱国贤 秦天西
(西北石油地质局地质大队)

库鲁克塔格海槽位于塔里木地块东北缘。奥陶纪浊流沉积见于槽内兴地断裂以南却尔却克山-南雅尔当山一带, 残厚1797.3—2761.0m。可分为盆地边缘海底扇和海槽盆地浊积岩两种类型。其中具鲍马层序的归于典型浊积岩, 而扇水道沉积的透镜状或块状砂砾岩则属非典型浊积岩。其纵向序列为推进、退复及复合三种。早奥陶世早期为浊流形成的前期沉积, 晚期开始浊流沉积, 发育为海底扇推进序列, 到中奥陶世末以退复序列结束第一浊积旋回, 晚奥陶世开始第二浊积旋回, 早期为推进-退复复合的海底扇序列, 晚期为槽盆浊流沉积。

1985年笔者¹⁾在库鲁克塔格地区却尔却克山-南雅尔当山一带研测奥陶系剖面时发现, 除下奥陶统巷古勒塔格组为次深海海槽盆地沉积外, 下、中奥陶统却尔却克组和上奥陶统元宝山组均为海底扇及海槽盆地浊流沉积, 且具有良好的油苗、沥青显示。现就尉犁县却尔却克山剖面, 简介奥陶纪库鲁克塔格海槽浊流沉积。

一、区域地质概况

库鲁克塔格海槽北以库尔勒深断裂为界, 东南被依格孜塔格深断裂所限^[1,2]。北邻天山海槽, 西通塔东坳陷。海槽内辛格尔、兴地两断裂所挟持的西大山、乌里格孜塔格一带为一窄长海台(图1)。奥陶系主要为碳酸盐岩(厚2000m以上), 为一向上变浅的浅滩化碳酸盐沉积序列。却尔却克山-元宝山-南雅尔当山一带, 早奥陶世早期, 在海槽持续沉陷的背景下, 补偿不足, 发育厚仅20余米的微晶碳酸盐岩、黑色笔石页岩和放射虫硅质岩, 早奥陶世晚期以后, 直到晚奥陶世, 由于海槽边缘和槽内次级断块的差异升降, 大量陆源碎屑和部分碳酸盐岩碎屑涌入槽内, 形成巨厚

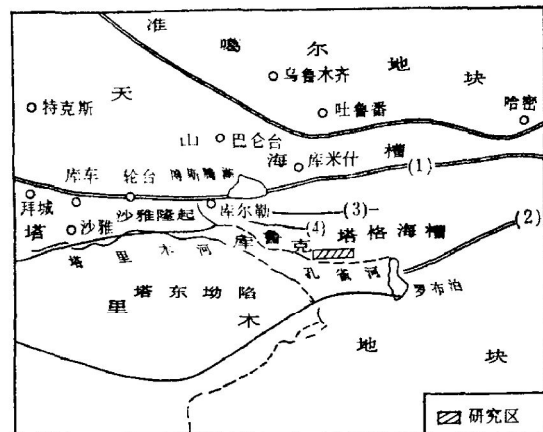


图1 库鲁克塔格海槽及邻区构造略图

(据张良臣等, 1984, 图略有改动)

(1) — 库尔勒深断裂, (2) — 依格孜塔格深断裂,
(3) — 辛格尔断裂, (4) — 兴地断裂

本文1987年4月22日收到, 1988年5月13日改回。

1) 参加野外工作的还有: 王朴、吴秀金、杨庆云、薛忠林、黄太柱等同志。

的海底扇和海槽盆地浊流沉积。

二、浊流沉积特征及相分析

(一) 沉积特征(图2)

1. 下奥陶统

下却尔却克组厚 227.1m, 为第一浊流旋回开始。由深灰、灰绿色长石细-中砂岩、钙质粉砂岩, 灰黑色钙质粉砂质泥页岩组成韵律层。砂岩成分长石 55.8%, 石英 40.1%, 岩屑 4.1%, 分选中等, 基质含量高, 成分成熟度和结构成熟度均低。发育正粒序层理、平行层理、(图版 I-1) 和少量块状层理, 底面具槽模(图版 I-2)。粉砂岩具沙纹层理及包卷层理(图版 I-3)。页岩中富含笔石。剖面上鲍马层序发育, 自下而上为 Tce→Tbce→Tabce→Tabc→Tae (部份为完整的 Tabcde)。砂岩层厚度、粒度自下而上逐渐增大, 砂泥比由约等于 1:1 增至大于 10:1, 上部出现粗砂岩、含小于 1cm 的砾石。剖面结构反映出推进的海底扇相序, 由外扇边缘向上渐变到外扇、中扇(局部具水道)。

2. 中奥陶统

上却尔却克组, 厚 1103.1m, 可分 5 段。由灰、灰绿、灰褐及暗紫红色含砾长石粗-细砂岩、砂屑及粉屑灰岩、含生物屑砂屑灰岩(生物屑高达 20% 以上)、钙质粉砂岩及钙质粉砂质泥页岩组成韵律层。砂岩成分长石 62.9%, 石英 20.1%, 岩屑 17.0% (火成岩岩屑较多)。基质含量高, 可达 30.0%, 成分成熟度及结构成熟度极低。砂岩和灰

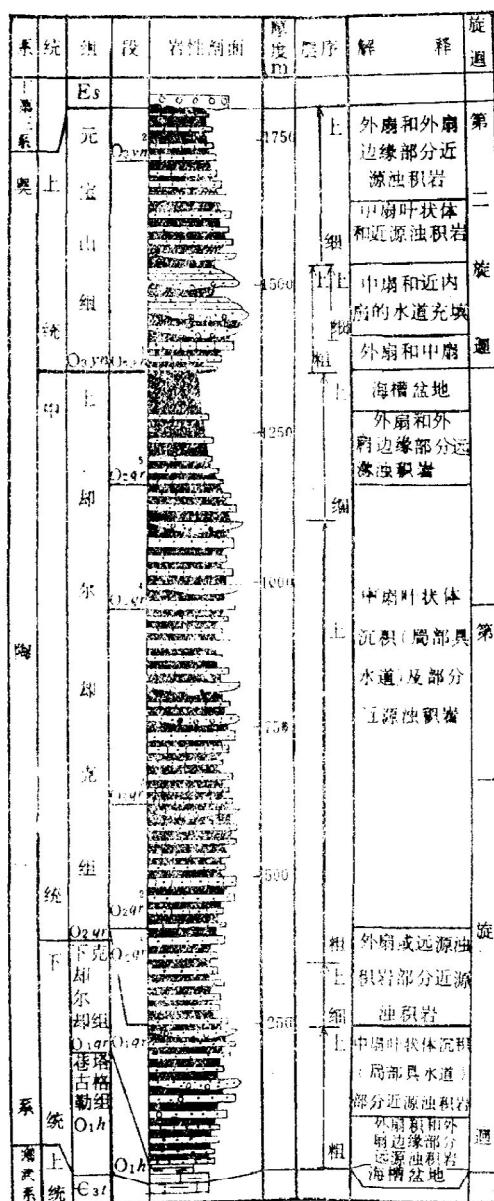


图2 尉犁县却尔却克山奥陶纪浊流沉积层序

岩普遍具正粒序层理、平行层理和少量块状层理, 镜下可见珊瑚、瓣鳃、苔藓虫、藻类等10多类浅水生物碎屑。槽模发育而清晰, 流向在 225—110° 之间。粉砂岩具沙纹层理和包卷层理。页岩中富含笔石。剖面上鲍马层序发育。第一段鲍马层序主要为 Tce、Tbce, 部分 Tabce; 第二段主要为 Tabce、Tae 和块状砂岩, 部分 Tbce 和 Tce; 第三段主要为 Tbce、Tabc、Tae、局部为 Tce 和块状砂岩; 第四段主要为 Tae、Tace、Tbce, 部分块状砂岩和 Tce; 第五段, 下部主要为 Tbce、Tce, 上部则主要为泥页岩, 少量 Tce。韵律层厚度、砂岩层厚、粒度、砂泥岩比等, 自下而上增大又减小, 多次反复, 最粗为块

状砂岩（不夹泥页岩层）（图版 I-4），局部还存在对称波痕（图版 I-5）。本组反映出若干次海底扇推进与退复相序的组合叠置。

3. 上奥陶统

元宝山组：厚453.2 m（未见顶），可分两段。为第二浊积旋回。灰白、灰色中-厚层细砾岩、砾质长石粗砂岩、含砾长石中粗砂岩及灰绿色钙质长石中-细砂岩、深灰色粉砂岩、粉砂质泥页岩韵律层。砂岩成分长石81.6%，石英14.3%，岩屑4.1%（变质岩、火成岩和灰岩岩屑）。基质含量高，可达30%，成分成熟度和结构成熟度低。砂砾岩中含葛万藻、腕足类、苔藓虫、三叶虫、珊瑚的碎屑。底面具槽模、重荷模。砂岩普遍具正粒序层理、平行层理和块状层理。有时可见槽状或板状交错层理（图版 I-6）。岩体常作透镜状产出（图版 I-7）。粉砂岩具沙纹层理和包卷层理，局部可见平行水流方向的笔石枝（图版 I-8）。泥页岩中富含笔石。剖面上鲍马层序发育，第一段下部主要为Tce、Tbce、Tace，部分Tae；中部主要为砂砾岩和块状砂岩，夹部分Tbce或Tce；上部则主要为Tabce、Tbce、Tce；第二段主要为Tce、部分Tbce。韵律层厚度、砂岩层厚、粒度及砂泥岩比等自上而下增大，然后减小。剖面结构反映出海底扇由外扇边缘推进到中扇、内扇水道后，又逐步收缩到外扇，并逐步转为以海槽盆地浊流为主。

本组在元宝山一带有较完整的出露，总厚达1761.3 m。中、上部为灰绿色薄-中层状粉-细砂岩与深灰色泥岩呈频繁韵律层。海底扇特征不明显，应为海槽盆地浊流沉积。

（二）常见的浊积岩层序

1. 砂砾岩层序（图3-I，图版 I-6，7）

上部：泥岩、砂质泥页岩及细-粉砂岩。细-粉砂岩具沙纹层理或包卷层理。厚约20—30 cm。有时较厚。顶面与上覆地层突变。

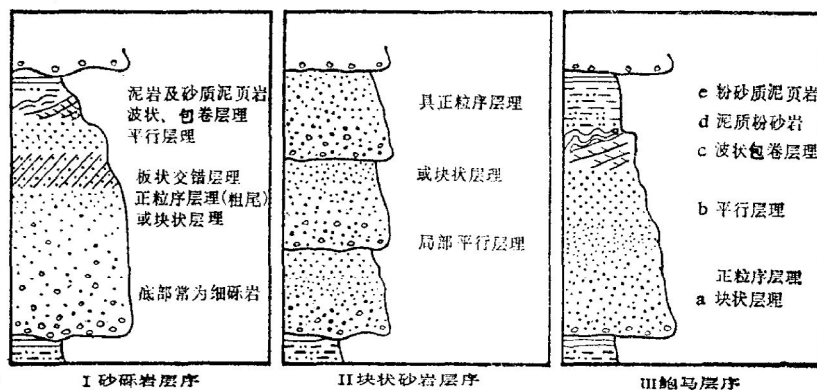


图3 却尔却克山奥陶系的几种浊积层序

中部：粗-细砂岩，具平行层理和板状交错层理。层理由不同粒度的细层韵律性重复构成，细层具粒序性。厚约30—40 cm，与上覆、下伏界线清楚。

下部：细砾岩、砾质粗砂岩及含砾中-粗砂岩。具正粒序层理或块状层理，粗尾部分明显，砾石向上减少。底面有大型槽模及重荷模。前者一般长60 cm，最宽10 cm；后者最大可达25 cm，厚约100 cm。

此类浊积层序主要分布于元宝山组第一段中部，为中扇上部-内扇水道相。横向多

呈上平下凸透镜状。不宜用鲍马层序解释。

2. 块状砂岩层序(图3-Ⅱ、图版I-4)

由一系列含砾中-细砂岩及含砾粗砂岩等块状岩组成。发育正粒序、块状层理、局部具平行层理。砾石主要分布在底部,向上递减。顶、底界线清楚,但不平整。横向趋于呈透镜状。仅相当于鲍马层序a段,缺乏b段以上的沉积,但局部可见平行层理,偶见残余的泥页岩,无沙纹层理。不宜用鲍马层序解释。厚30—40 cm。

此类层序主要分布在上却尔却克组第二、三、四段及元宝山组下段,中扇网状水道及叠覆的叶状体沉积。

3. 鲍马层序(图3-Ⅲ,图版I-1,2,3,9)

由砂岩(含砾)、砂屑灰岩、粉砂岩、粉屑灰岩及粉砂质泥页岩和灰岩等构成韵律层。图3-Ⅲ是其综合图。

e段:为粉砂质泥页岩及灰岩,偶见水平纹层。

d段:为具水平纹层的粉砂级沉积,与e、c段为过渡,常不易区分或缺失。

c段:粉砂级沉积,具沙纹层理和包卷层理(图版I-3)。单层厚度小于20 cm。

b段:细砂级沉积,粒度较a段细,与a段多为过渡性质,具平行层理(图版I-1)。单层厚度10—30 cm。

a段:含砾细砂级沉积,具正粒序。底部含小于1 cm的细砾,底面具槽模和沟模。槽模成群分布,多呈舌状,钙质多时最为清晰。一般长5—10 cm,宽3—5 cm,深2 cm。沟模脊较尖而窄,高不足1 cm,脊间宽而平缓。在砂屑灰岩或钙质砂岩顶面可见对称波痕。此波痕是受风暴波的影响所致。单层厚10—40 cm。

此类浊积层序分布普遍,主要见于海底扇中扇扇叶及其以外内扇、中扇水道间、海槽盆地沉积。可用鲍马层序解释,属典型浊积岩。常见的组合有:Tae、Tace、Tbce、Tbcde、Tce。

三、浊积相的进一步划分及垂向序列

参照Walker和Mutti 1973年提出的浊积岩详细分类^[3],结合本区的沉积特点,将所见到的浊流沉积分为A₄、B₂、C、D、E、G等亚相。

(一) 各亚相的沉积特征(图3,图4)

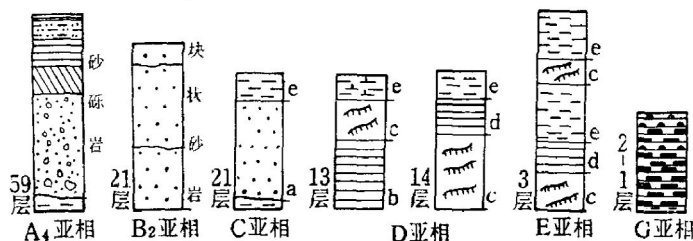


图4 海槽浊流沉积各亚相代表性剖面结构略图

1. A₄亚相(内扇及中扇水道亚相或有组构的砂砾岩亚相)

见元宝山组第一段下部。由细砾岩和较粗的砂岩及部分细粒沉积物组成韵律层（图版 I-7），韵律层厚度大于1.5 m。下部及中部主要为粗碎屑沉积，具正粒序层理、块状层理和由水道迁移形成的板状交错层理（图版 I-6），粗尾明显。底面有大型槽模、重荷模和冲刷痕。砂岩中含有再搬运的浅水生物碎屑及角砾团块。上部是水道流速减弱或堤漫的细粒沉积物，相当于鲍马层序中的Tce和Tbce。泥页岩中含笔石化石。韵律层横向欠稳定，呈上平下凸透镜状。砂泥岩比大于10:1，向上或向下可渐变为典型浊积岩的C、D亚相。该亚相为海底扇内扇及中扇上部的水道沉积。

2. B₂亚相（中扇块状砂岩亚相）

见上却尔却克组第二段顶部。由含砾中-细砂岩及含砾粗砂岩等块状砂岩层构成巨型或大型韵律层（图版 I-4）。单层厚度大于30 cm。发育正粒序层理或块状层理，含再搬运的浅水生物碎屑。底面具槽模，仅与鲍马层序“a”段相当，偶见残留的泥页岩。岩层规则性欠佳，横向趋于呈透镜状。表明属水道普遍存在，因水道的淤塞、变迁及细粒沉积物被冲刷的水道沉积。砂泥岩比超过10:1。向上或向下可变为典型浊积岩的C、D亚相。该亚相属海底扇中扇网状水道或叠覆的叶状体沉积。

3. C亚相（中扇或海槽盆地近源浊积岩）

见上却尔却克组第二组上部。为砂岩（含砾）或砂屑灰岩与粉砂质泥页岩，呈中-巨型韵律层。韵律层厚10—50 cm（图版 I-9）。相当于鲍马层序中的Tae段组合。砂岩及砂屑灰岩具正粒序层理或块状层理，含再搬运的浅水生物碎屑，泥页岩中含笔石化石。韵律层符合鲍马层序，主要见高密度浊流沉积的Tae，局部可见Tace及Tabce。砂岩层规则、稳定；砂泥岩比小于10:1，大于5:1，以此而区别于B₂亚相。该亚相属海底扇中扇网状水道末端、叠覆的扇叶和海槽盆地近源浊流沉积。

4. D亚相（外扇或海槽盆地远源浊积岩）

见上却尔却克组下部。砂岩、砂（粉）屑灰岩，粉砂岩及泥页岩、灰岩等构成中-大型韵律层（图版 I-3），韵律层厚15—45 cm。相当于鲍马层序中缺乏a段的沉积，有时b段也没有，因而剖面结构多为Tbce、Tce及Tcde。d段局部可见沿层面作定向排列的笔石，反映流体方向（图版 I-8）。韵律层成层性好，横向稳定，属较低密度流的沉积。砂泥岩比小于5:1，而大于1:1。该亚相属于海底扇外扇或海槽盆地远源浊流沉积。

5. E亚相（外扇边缘或海槽盆地远源浊积岩）

见下却尔却克组下部。为粉砂岩、粉屑灰岩及泥页岩构成中-小型韵律层，韵律层厚小于20 cm（图版 I-3）。局部含有砂岩或砂屑灰岩。沉积特征和纵向组合与D亚相相似，但粒度较细，泥岩多而厚，并含丰富的笔石化石。属低密度浊流沉积。粉砂岩及粉屑灰岩岩层较薄，与上覆层有清晰的界线。剖面结构为Tcde和Tce组合，偶见Tbce。砂泥岩比小于1:1。该亚相为海底扇外扇边缘和海槽盆地远源浊流沉积。

6. G亚相（半远洋-远洋软泥亚相）

见巷古勒塔格组上部和上却尔却克组第五段上部。为黑色页岩、放射虫硅质岩及含粉砂质泥页岩，偶夹泥质微（泥）晶灰岩薄层。发育清晰的水平纹理，含丰富的笔石等浮游生物化石。此亚相属浊流形成之前或之后，或者两次主要浊积旋回之间。系半远洋-远洋悬浮粘土质点、浮游生物的降落沉积。

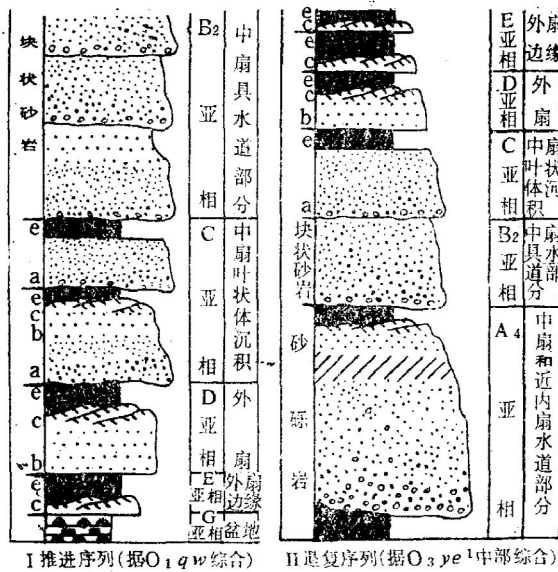


图5 库鲁克塔格海槽浊流沉积纵向序列示意图

变浅的陆棚、海岸沉积。

2. 退复序列——向陆收缩的浊积序列 (图5-II)

相序与推进序列相反, 即自下而上砂岩变薄、粒度变细、砂泥岩比减小的垂向序列。见上却尔却克组上部和元宝山组中、上部。这种序列反映盆地沉陷过速, 水体加深, 或大陆坡坡度减小, 使浊流的沉积物补偿不足、中断或转向他处, 处于逐渐停滞状态。这类浊流沉积序列之上, 是海水变深的海槽盆地平原沉积。

3. 复合序列

为上述两种序列的复合, 即下为退复序列, 上为推进序列; 或下为推进序列, 上为退复序列。侧向变化表现为扇体时大时小。

根据上述特点, 参考Walker (1978) 设计的扇模式^[4], 综合本区模式如图6, 作为本文的结束语。

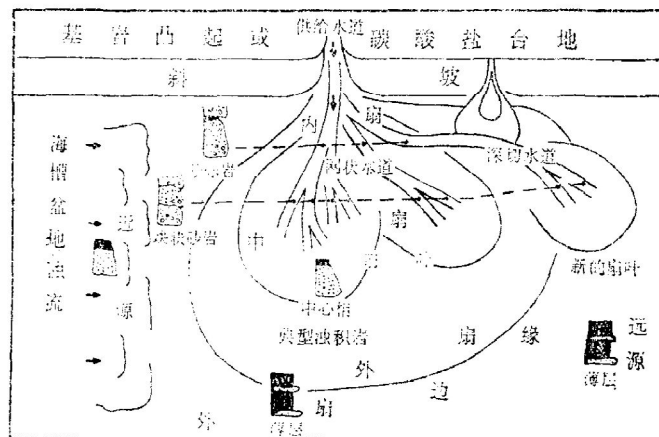


图6 库鲁克塔格海槽浊流沉积综合模式图
(据Walker, 1978, 改绘)

(二) 浊流沉积的纵向序列及侧向变化

上述各亚相在纵横向上的配置关系可归纳为三种形式:

1. 推进序列——向海推进的浊积序列 (图5-I)

自下而上, 由G、E等亚相逐渐演变到C、B₂及A₄亚相。为砂岩层厚、粒度、砂泥岩比均向上增加的垂向序列。见下却尔却克组和元宝山组。这种序列反映形成浊流的沉积物补给稳定, 不断增加, 或者是由于大陆坡坡度增大, 使得海底扇叶状体向海扩展, 扇水道穿越整个扇体的推进序列。这类浊积序列之上, 有可能成为

参 考 文 献

- [1] 陈哲夫等, 1985, 新疆地质, 第2期, 第1—10页.
- [2] 张良臣、吴乃元, 1985, 新疆地质, 第3期, 第1—14页.
- [3] Walker, R.G. and Mutti, E., 1973, In *Turbidites and Deep Water Sedimentation* S.E.P.M. Pacific Section Short Course P.119—158.
- [4] Walker, R.G., 1978, AAPG, Bull. V. 62, P. 932—966.
- [5] Walker, R.G., 1976, Geoscience Canada, V. 3, P. 25—36.

ORDOVICIAN TURBIDITY DEPOSITS IN KULUKETAGE TROUGH IN SOUTH XINJIANG

Hu Jizong Zhou Dikang Cao Huaqi

(05 Project Administration, Ministry of Geology and Mineral Resources)

Hao Jipeng Zhu Guoxian Qin Tianxi

(Geological Research Brigade, Northwest Bureau of Petroleum Geology)

Abstract

Kuluketage Trough is located at the northeast margin of Tarim Massif. The turbidity deposits of Ordovician System are found in Qiaoerqiaoke and Nanyaerdang Mountains to the south of Xindi fault in the trough and have the relict thickness of 1797.3—2761.0 m. The turbidity deposits can be divided into marginal submarine fan and trough turbidity. The turbidite with Bouma Sequence is typical, whereas the lenticular or massive sandstone and gravelstone of fan channel deposits are not typical. The turbidity deposits are composed of three kinds in vertical—advanced, contracted and complex sequences. Two complete turbidity cycles were developed in the Ordovician; the first one began with the advanced sequence of the submarine fan in the late stage of the Early Ordovician and ended with contracted sequence in the end of the Middle Ordovician; the second cycle which developed in the Late Ordovician began with the complex sequence of the advance-contracted submarine fan in the early stage and ended with the trough-basin turbidity in the late stage.