Vol. 37 No. 2 Jun. 2016

2016 年 6 月

EAST CHINA GEOLOGY

DOI: 10.16788/j.hddz.32-1865/P.2016.02.005

# 新疆卡拉麦里碰撞带南缘志留—泥盆纪 沉积学研究新进展<sup>\*</sup>

蔡雄飞1,廖群安1,王富明2,樊光明1

(1. 中国地质大学生物地质与环境地质国家重点实验室;

中国地质大学地球科学学院,武汉 430074)

(2. 四川省地质矿产勘查开发局区域地质调查队,成都 610213)

摘要:志留纪、泥盆纪是研究新疆卡拉麦里碰撞带发展、演化的关键时期。本文通过研究该区志留一泥盆纪的 沉积学特征,认为志留纪白山包组为"风暴海"远岸沉积,而非单纯的"海滩"、"浅海"沉积。泥盆纪卡拉麦里组下段 发现的重力流浊流沉积序列以及重力流水道相沉积,表明沉积环境为斜坡相一半深海相,而非"滨海相"。晚泥盆 世克安库都克组发现的陆相磨拉石,显示陆一陆碰撞造山阶段的沉积,这些沉积记录了盆地形成、演化和造山过 程,丰富了新疆卡拉麦里构造演化的研究内容,确定洋壳俯冲、陆陆碰撞的时间应为晚泥盆世。

天罐词:碰撞带南缘;沉枳学;混	5、留-泥盆纪;克拉麦里;新疆	
<b>中图分类号:</b> P588.2	<b>文献标识码:</b> A	<b>文章编号:</b> 2096-1871(2016)02-113-07

新疆卡拉麦里碰撞带形成的时限一直存在争 议,多数人认为其闭合时间为下石炭世<sup>[1-5]</sup>。志留、 泥盆纪在卡拉麦里碰撞带的发展和演化中具有重要 地位,对志留纪白山包组研究较多,但对其沉积环境 分析尚不够深入,仅停留在海滩环境认识<sup>[6]</sup>。对泥 盆纪卡拉麦里组的研究还维持在上个世纪 90 年代 "滨海一浅海沉积环境"的认识,时代归属仍是"老大 难"问题<sup>[6]</sup>。此外,卡拉麦里组的时代、沉积环境及 其与构造演化的关系涉及较少<sup>[7-8]</sup>。因此,加强对新 疆卡拉麦里碰撞带志留、泥盆纪地层、沉积学及其与 构造演化关系的研究,不仅可以确定其碰撞带形成 的时限,且还可为卡拉麦里碰撞带发展演化注入新 内容。本文通过生物地层、沉积学、地质构造和盆地 内、外相关性等研究,对卡拉麦里碰撞带志留、泥盆 纪的沉积特征取得了一些新认识。

1 志留纪沉积学研究

本区志留纪主要以广义(原来)的白山包组为代

表,分为五段。白山包组的岩性、生物群演化和沉积 环境有两个不同阶段。狭义的白山包组为一套由风 暴作用形成的细碎屑岩系夹粗碎屑岩系和少量碳酸 盐岩,古生物以出现和消失 Tuvaella gigantea Tschernyschew(大型图瓦贝)为标志<sup>[9-10]</sup>,为"风暴 海"沉积类型。白山包组上部(四、五段)应建立老沟 组,分下段和上段。下段为粗碎屑岩夹细砂岩和粉砂 岩,上段为细砂岩、粉砂岩夹生物碎屑灰岩或生物碎 屑灰岩透镜体,由下往上,由粗变细,为水道和浅海动 荡沉积环境。重新厘定的白山包组划分为三段。

白山包组第一段:以中一薄层粉砂岩及硅化粉 砂岩为主,呈灰绿色和黄绿色,局部为中、厚层硅化 粉砂岩,发育平行层理,局部夹灰岩透镜体,部分灰 岩呈层状。大量腕足类呈密集产出,且保存完好,为 静水、低能环境的陆棚相沉积<sup>[11]</sup>。

白山包组第二段:发育粉砂岩、细砂岩、粗砂岩 及砾岩,说明平静的陆棚环境被打破。风暴岩的大量 发育,表明其处于正常浪基面以下、风暴浪基面以上。

<sup>\*</sup>收稿日期:2015-05-07 改回日期:2015-08-09 责任编辑:汪建宁

基金项目:中国地质调查局地质调查项目"新疆东准噶尔卡拉麦里 1:50000(L45E017020、L45E017021、L45E018020、L45E018021、 L45E016022)等5幅区调"(项目编号:1212011120508)。 第一作者符合: 基件 7:1952 年代 里 研究员 从真地目和近知学研究

第一作者简介:蔡雄飞,1952年生,男,研究员,从事地层和沉积学研究。

沉积序列由生物介壳层、砂岩和砾岩粒序层、具洼状 层理和丘状交错层理的砂岩层和具平行层理砂岩层 组成。生物介壳层厚<10cm,富生物化石,以腕足类 为主,也有小个体漂浮生物,个体完整者较多<sup>[11]</sup>。

白山包组第三段:以细砂岩、粉砂岩夹砾岩为主。 风暴序列与第二段类似,发育粒序层和生物介壳层, 其中介壳层以腕足类图瓦贝为代表,大小不一,数量 较多。图瓦贝见于细砂岩或粗砂岩中,且砂岩颗粒越 粗,图瓦贝个体越大。第三段风暴序列缺少丘状交错 层理,说明其环境已基本处于风暴浪基面<sup>[12]</sup>以下。

白山包组砂岩内部发育韵律层,韵律层内砂岩 可见粒序层、丘状和洼状交错层理、平行层理,底具 介壳层,为典型的浅海风暴岩沉积。风暴浪波及海 底沉积物可形成纹层平缓、丘状层理或洼状交错层 理,研究区丘状和洼状交错层理是风暴浪作用形成 的典型沉积构造(图 1a,图 1b)。



图 1 白山包组风暴沉积特征

Fig. 1 Storm deposition characteristics of the Baishanbao Formation

a-洼状交错层理;b-丘状层理;c-粒序层;d-砂岩介壳层;e-粒 序层;f-灰岩介壳层

粒序层理在白山包组第二段和第三段发育,以 夹层产于细粉砂岩中(图 1c)。粒序层厚约 8~ 50cm,以正粒序为主,代表性粒序层理如图 2 所示。

白山包组第二段风暴沉积主要由 A、B、C、D 四 种沉积单元构成。A.介壳层段,由生物介壳残骸组成,代表风暴涡流沉积(图 1d);B.粒序层(递变层 理)段,由不同粒度砂岩、砾岩组成,代表风暴浊流沉 积(图 1e);C. 丘状交错层理段,由丘状交错层理的 中、细砂岩构成,代表风暴浪作用沉积;D. 平行层理 砂岩段或均质层段,为细、粉砂岩,代表风暴过后的 快速悬浮沉积和缓慢悬浮沉积。





序列1:由介壳层段、粒序层段及丘状交错层理 段组成,在白山包组二段底部分布较多,厚8~26cm。 介壳层由腕足类生物碎屑组成,见完整的生物化石, 粒序层由不同粒度砂岩组成。该序列代表风暴涡流 作用一风暴浊流一风暴浪沉积形成的沉积序列。

序列 2:由介壳层段、丘状层理段和平行层理组 成。下部介壳层由腕足类生物碎屑组成,顶部为平 行层理的细粉砂岩,该序列代表风暴涡流一风暴浪 作用一风暴过后的快速悬浮沉积或缓慢悬浮沉积形 成的沉积序列。

以上两种序列一般均发育在正常浪基面以下、 风暴浪基面以上,为浅海相沉积,发育于白山包组第 二段(图 3)。

序列 3:由介壳层段和粒序层段、平行层理段组成,代表风暴涡流一风暴浊流作用一风暴过后的快速悬浮沉积序列(图 3)。

序列 4:由介壳层段和平行层理段,厚约 26cm, 该序列代表风暴涡流一风暴过后的快速悬浮沉积或 缓慢悬浮沉积形成的沉积序列(图 3)。

以上两种序列发育于风暴浪基面以下,粒序层 段的粒度比序列1和序列2偏细,主要发育于白山 包组第二段末端与第三段,为浅海一陆棚过渡相与 陆棚相沉积。

4 类不同风暴沉积序列代表不同深度的风暴沉 积<sup>[11]</sup>。风暴序列1由风暴涡流形成介壳层段、风暴 浊流沉积形成粒序层段和风暴浪形成丘状层理段组 成,是典型的风暴岩序列,说明沉积环境为风暴浪基 面之上、正常浪基面之下的浅海陆架沉积。风暴序 列2缺失风暴浊流形成的粒序层段,为不完整的风





Fig. 3 Distribution pattern of storm sequences in the Baishanbao Formation

暴岩序列,但风暴浪作用产生的丘状交错层理段明显,反映风暴过后正常波浪改造了风暴浪沉积导致 其未完好保存。风暴序列3是典型的风暴浊流沉 积,缺失丘状交错层理段,表明其位于风暴浪基面以 下,代表风暴浪作用衰减过程的沉积序列。风暴序 列4代表风暴浪作用和风暴浊流衰减后的沉积序 列。上述沉积序列组合代表不同深度、不同风暴流 及不同方式的风暴浊流及其沉积产物。

白山包组第二段沉积演化由静水、低能环境的 陆棚相沉积一风暴海沉积一风暴海平静期沉积(图 3),并不是海滩沉积<sup>[11]</sup>。白山包组砂岩组分说明, 其发育在浅海,未出现在近岸、强水动力的环境。从 岩性、沉积构造看,白山包组始终未出现强水动力标 志的沉积构造。从碎屑组分看,白山包组碎屑组分 复杂,石英含量少,主要以粉、细砂岩为主,颗粒基本 呈棱角状一次圆状,表明其发育在远离海岸地带,应 为水动力不高的、分选较差的中、低能且岩性多变的 环境,如粒度突变的粒序层、灰岩与粗碎屑岩组合。

白山包组之上新建的老沟组划分为二段。第一 段为砾岩、砾质砂岩、含砾粗一中砂岩(图 4a)。下部 砾岩砾石含量 20%~50%,单层厚 5~60cm,大小 0.2~1.5cm,以圆状一次圆状为主,成份以石英质为 主,夹少量硅质岩。砾岩长轴具定向性,内部可见粒 序层,反映其水动力较强,推断其沉积环境为浊积扇 水道。顶部为砾质砂岩及含砾粗中砂岩,砾质砂岩单 层厚 11~15cm,砾石含量 10%~20%,大小 0.2~0.8 cm,以石英质为主,次棱角状为主,砂岩成分主要为 石英质,内部可见平行层理。含砾粗一中砂岩,单层 厚 4~50cm,砾岩含量 5%~8%,大小 0.2~0.6cm, 成分以石英质、灰黑色粉砂岩为主,次圆一次棱角状。 粗、中砂岩成分为石英质,磨圆度为次圆一次棱角状。 沉积环境为动荡的浅海(图 4b),中部为细砂岩与粉 砂岩互层,单层厚 5~20cm,内部可见腕足类化石,个 体小,无破碎,为浅海低能的外陆棚一中陆棚环境。 以上说明白山包组由碎屑岩向石英质砾岩剧变,由风 暴海的平静期向浅海水动力动荡环境转变。

老沟组第二段为灰色、灰绿色细砂岩、粉砂岩夹 生物碎屑灰岩或生物碎屑灰岩透镜体,透镜体生物含 量为 30%,有腕足类、海百合茎等,生物个体破碎,碎 屑呈定向排列,表明已进入浅海动荡的内陆棚环境。



图 4 白山包组砾岩与含砾砂岩

Fig. 4 Photos showing the features of conglomerate (a) and pebbled sandstone (b) in the Baishanbao Formation

### 2 泥盆纪沉积学研究

研究区泥盆系由顶志留统一下泥盆统红柳沟组、 中一下泥盆统卡拉麦里组、上泥盆统克安库都克组组成。

## 2.1 顶志留统一下泥盆统红柳沟组

(1) 基本层序

红柳沟组划分为三段。第一段由粉砂质组成, 第二段由细粒岩屑长石砂屑泥质沉凝灰岩与粉砂岩 组成,第三段下部以粉砂岩组成旋回层,上部递变, 内部发育硅质条带、韵律层理、水平层理等;第三段 上部以递变序列为主,单层厚 6cm。下部 1cm 为粉 砂岩,中部 4cm 为中砂岩,上部 1cm 为粉砂岩,组成 一反一正的递变序列(图 5)。

(2) 沉积特征

红柳沟组第一段产珊瑚和放射虫以及砂纹层理, 为靠近浅水的内陆棚沉积环境。红柳沟组第二段水 体加深,未见浅水生物,仅见放射虫及砂质条带。砂 质条带一般形成于水动力微弱的外陆棚环境。细砂 质往往由于靠近斜坡的深水而不断出现阵发性洋流 活动,将细砂质带来,形成粗、细相间的条带状层理。 红柳沟组第三段下、中部水体进一步加深,以砂质条 带和韵律层互层的细砂岩与粉砂岩组成旋回,韵律代 表静水环境。上部细、粉砂岩组成的递变层理显示为 规模较小的浊积沉积,为斜坡相浊流沉积。

#### (3) 沉积演化

红柳沟组第一段的特征为岩性细、产珊瑚和放



图 5 红柳沟组第三段基本层序及沉积特征



射虫,局部砂质富集。粉砂岩呈脉状条带、小型砂纹 层理,为内陆棚沉积环境。第二段以岩性细、生物化 石单一(、内部发育砂质条带为特征,反映海水明显 加深,为外陆棚沉积。第三段出现一反一正的递变 序列,表明水体不断加深,出现斜坡相雏形,但重力 流规模不大。因此,红柳沟组自下而上海水不断加 深,由陆棚相演化为外陆棚一斜坡相。

#### 2.2 中、下泥盆统卡拉麦里组

(1) 基本层序

卡拉麦里组第一段递变序列和旋回序列交互 出现。递变序列为粗碎屑岩系的A、B序列、细碎 屑岩系的浊流序列和水道重力流沉积。上部基本 层序较单一,细砂岩和粉砂岩互层夹灰岩层或灰 岩透镜体。

(2) 沉积特征

该套粗碎屑岩系普遍发育递变层理浊流沉积序 列,可分为粗碎屑岩系的 A、B 序列、C、D 细碎屑岩 系的浊流序列和水道重力流沉积类型。

底部由细砾岩与含砾砂岩、粉砂岩组成鲍玛浊 流序列,下部细砾岩单层厚 40cm,下部 20 cm 的砾 石大小为 0.2~0.5 cm,上部 20 cm 的砾石大小为 0.2~0.3 cm,以石英质为主,磨圆度以次圆、次棱 角状为主。细砾岩底部有呈突起管状底模,直径1~ 2 cm,走向130~310 o。顶部粉砂岩为低能、深水相 沉积。

卡拉麦里组进入斜坡相沉积与下伏晚志留世一 早泥盆世红柳沟组第三段水体不断加深紧密相关。 红柳沟组早、中期以产珊瑚的灰绿色夹紫色细碎屑 岩为主,处于浅海地带;晚期第三段进入较深水沉 积,以硅质粉砂岩为主,内部发育硅质条带和韵律层 理,顶部出现反粒序和正粒序的递变层理,单层厚度 不大,反映斜坡相雏形,生物化石为海绵骨针。卡拉 麦里组下段浊流沉积细碎屑岩变为粗碎屑岩,重力 流规模变大,斜坡变陡。沉积环境由陆棚相一斜坡 雏形变为陡斜坡(图 6)。



图 6 卡拉麦里组下段中部浊流沉积基本层序

Fig. 6 Basic sequence of turbidite deposit in the middle part of lower segment in the Kalamaili Formation

卡拉麦里组第一段中部浊流沉积发育鲍玛序列, 西部剖面鲍玛序列为 T<sub>cd</sub>,下部为 30 cm 的细砂岩,发 育斜层理,为 T<sub>c</sub>,上部粉砂岩发育水平层理,为 T<sub>d</sub>。 中部剖面细碎屑岩单层厚 35 cm,下部 20 cm 为细、粉 砂岩,上部 15 cm 由粉砂岩组成,内部发育水平层理。 中部水体没有西部水体深,未出现鲍玛序列 T<sub>cd</sub>。

下段沉积以斜坡相和半深海相为主。早期由浊 流沉积 A、B 序列组成,位于斜坡,反映近源浊流沉 积;中期细碎屑岩系的浊流序列反映远源沉积,出现 C、D 序列,是浊积岩末梢相堆积<sup>[7]</sup>。C 序列是浊流 衰减并向牵引流转化过程中形成的。浊流在搬运中 因重力作用,粒度较细、密度较小的颗粒集中在浊流 表层和尾部。由于浊流表层和尾部与水体之间稀 释,其密度降低,流速也相对减慢,形成具牵引流的 被载运层。当浊流形成 A、B 序列后,被载运层中携 带的细粒物质发生沉积,对其底部床沙进行改造。 D序列是低流态形成的,当浊流的流速继续降低,由 于拖曳作用形成水平层理的 D 段,鲍玛 C、D 序列由 砂岩变为粉砂岩再变为泥岩(板岩),且水流活动始 终发育,由斜层理或包卷层理再变为水平层理,以岩 性细、水平层理发育为特征。晚期重力作用的特点 为水道相沉积,出现重力流水道相和牵引流的板状 交错层理细砂岩旋回、互层沉积。

下段上部出现以石英质砾岩为主的重力流水道 沉积(图 7),由下部 30cm 砾岩组成。砾石磨圆度以 次圆、次棱角状为主。其上细砂岩厚几厘米,内部有 时可见板状交错层理,表明细砂岩应为在重力流之 后水流逐渐降低条件下形成的。

卡拉麦里组下段以凝灰岩屑、石英碎屑、斜长石 碎屑和安山岩屑为主,磨圆度以次棱角状为主,与快 速沉积序列特征一致。微体放射虫化石反映早期水 体较深。卡拉麦里组粗、细碎屑岩重力流发育,反映 其初始地形为一较陡的古斜坡环境。

90

2016年



图 7 卡拉麦里组下段上部的重力流水道沉积 Fig. 7 Gravity flow drainage channel deposition in the upper part of lower segment in the Kalamaili Formation

卡拉麦里组第二段以细碎屑岩系沉积为主。细 砂岩和粉砂岩均发育水平层理和小型交错层理,细 碎屑岩系中夹大小不一的透镜体,产腕足、海百合茎 和珊瑚。中、上部的细砂岩和粉砂岩组成旋回,地貌 上显示凹凸不平,凸起为细砂岩,凹下为风化的碎片 状粉砂岩,两者构成互层(图 8)。这种含浅水生物 群和浅水沉积细砂岩和粉砂岩旋回的互层是一种较 稳定的浅水沉积。第二段沉积构造主要为水平层理 和小型交错层理,细砂岩与粉砂岩旋回,为低能环境 沉积。从灰岩多门类生物化石组合看,属浅海低能 带沉积,沉积环境变化不大。



图 8 卡拉麦里组第二段基本层序及沉积特征 Fig. 8 Basic sequences and sedimentary characteristics of the second member of the Kalamaili Formation

#### 2.3 上泥盆统克安库都克组

根据岩性差异和旋回,该组划分二段。第一段 以粗碎屑岩系复成分砾岩、凝灰质砾岩为主,砾石大 小5~8cm,呈次圆一圆状。第二段以砾岩与岩屑细 砂岩、细砂岩、粉砂岩为主,纵向组成旋回序列,内部 发育平行层理,横向岩性、岩相变化较快。第一段、 第二段由东向西虽均为变粗层序,但具有两种沉积 类型:东部由砂岩向上变为砾岩,中、西部由底部煤 线突变为砾岩,纵、横向均变化快(图 9)。东部厚, 中、西部较薄。东部以河流相的河道沉积为主,中、 西部由沼泽相变为河流相的河道沉积。

克安库都克组由下向上沉积作用增强,砾石由 小变大,厚度由中厚层变为巨厚层,砾石磨圆度以次 圆状一圆状为主,反映堆积速度越来越快,分选性越



来越差(图 10)。底部发育递变层理,单层厚 150cm,下部 100cm 为中砾岩,上部 50cm 为细砾 岩,为辫状河道沉积类型。由于辫状河道的古河道 较陡峻,易触发重力流沉积。该区磨拉石具韵律结 构,韵律为下细上粗,沉积物粗,主要为砾岩与砂岩 组合,砾砂比值高。厚度较大,向远源端厚度增加, 反映沉积作用与造山作用具有脉动性。粗碎屑岩系 主要为安山岩、凝灰岩屑、长石,其中安山岩、凝灰岩 屑含量较多。砾石含量为 30%~40%,大小为 2~ 10cm,呈次棱角状一次圆状,分选性差。从粗碎屑 岩系夹砂岩、煤线产植物看,应为陆相磨拉石快速堆 积的产物。这种近源磨拉石紧靠山麓,具近源性。 研究区韵律东部由砂岩和砾岩组成,中、西部由炭质 泥岩和砾岩组成,这种韵律结构是构造作用强弱的 标志。



图 10 克安库都克组下部的砾岩 Fig. 10 Conglomerates in the lower part of the Keankuduke Formation

## 3 几点新认识

(1) 从白山包组岩性、生物群演化、沉积特征和沉积环境看,白山包组是一套由风暴作用 形成的细碎屑岩系夹粗碎屑岩系和少量碳酸盐 岩,以 *Tuvaella gigantea* Tschernyschew(大型 图瓦贝)的繁盛和消失为标志划分白山包组和 老沟组。

(2) 白山包组发现的风暴岩,对该区古地理和 古气候的研究具有重要作用。中志留世东准格尔地 区处于中、低纬度带,受中、低纬度飓风的影响气候 发生变化,产生白山包组正常天气浅海与恶劣天气 作用的风暴岩交替沉积。白山包组的风暴岩说明 *Tuvaella gigantea* Tschernyschew(大型图瓦贝)动 物群并不是"冷水动物群",大型图瓦贝个体发育较 大,部分地区与生物碎屑灰岩和珊瑚礁组合,说明图 瓦贝是一种喜温的腕足动物,可以生长在热带和亚 热带温暖的浅海环境<sup>[11]</sup>。

(3)过去卡拉麦里组一直是东准格尔泥盆纪的 代名词,一个组跨越泥盆纪三个统,这是不合理的。 根据其珊瑚和腕足生物组合为下、中泥盆世,将卡拉 麦里组定为早、中泥盆世。

(4)在卡拉麦里组下段发现的重力流浊流沉积 序列和重力流水道相,表明其为斜坡相一半深海相。 其自下而上具由深水相向浅水相转变,指示卡拉麦 里碰撞带在早、中泥盆世洋盆体系并未关闭,碰撞应 在晚泥盆世。

(5)克安库都克组角度不整合于泥盆纪卡拉麦 里组之上,首次在其内部发现含植物、具河流相沉积 的磨拉石,是陆一陆碰撞造山阶段的沉积,记录了该 阶段造山与盆地的形成及演化过程<sup>[12]</sup>。

该区晚泥盆世克安库都克组磨拉石与造山作用 相关,特点为:(1)盆地形成、演化和造山与下伏岩层 不整合接触有关;(2)近源性,其沉积物质是山体经 物理破碎形成的、但未经长距离搬运,其分选性差且 成分复杂,含大量易分解碎裂的石块和岩屑;(3)粗 粒性,为砾岩与砂岩共生组合,砾砂比值高;(4)厚度 较大,达数十和百米,向远源端厚度减少;(5)以陆 相沉积为主,特点为磨拉石成分的近源性和粗粒性, 且厚度较大。砾石成分为长石、安山岩、凝灰岩等, 且横向上砾石成分变化快。

#### 参考文献

- [1] 蔡文俊.新疆准噶尔东北缘板块构造初步研究[M].北 京:地质出版社,1986:17-26.
- [2] 何国琦,李茂松,贾进斗,等.论新疆东准噶尔蛇绿岩的 时代及其意义[J].北京大学学报:自然科学版,2001, 37(6):852-858.
- [3] 舒良树,王玉净.新疆卡拉麦里蛇绿岩带中硅质岩的放射虫化石[J].地质论评,2012,49(4):408-412.
- [4] 李锦轶,杨天南,李亚萍,等.东准噶尔卡拉麦里断裂带的地质特征及其对中亚地区晚古生代洋陆格局重建的约束[J].地质通报,2009,28(12):1817-1826.
- [5] 杨品荣,杨文强,蒙有言,等.新疆克拉麦里造山带下石炭统地层系统及其沉积构造背景[J].地质科技情报,2007,26(5):6-10.
- [6] 新疆地质矿产局.新疆维吾尔自治区岩石地层[M].武 汉:中国地质大学出版社,1999:1-430.
- [7] 蔡雄飞,樊光明,王富明,等.新疆东准泥盆系卡拉麦里
  组研究新进展[J]. 矿物岩石地球化学通报,2015,34
  (4):849-860.
- [8] 蔡雄飞,王富明,廖群安,等.新疆东准卡拉麦里碰撞带 南缘志留-泥盆系生物地层研究新进展[J].资源调查 与环境,2015,36(4):244-251.
- [9] 王宝瑜.关于图瓦贝动物群的时代及古地理意义[J]. 科学通报,1990,(18):1413-1415.
- [10] 林宝玉,戎嘉余,汪啸风,等.中国的志留纪[M].北京: 地质出版社,1983.
- [11] 蔡雄飞,廖群安,樊光明,等.新疆东准格尔志留系白山 包组的厘定[J]. 地层学杂志,2015,39(2):211-222.
- [12] 张斌,邓茂林,税伟,等.风暴岩研究述评兼论兴文风暴 岩研究的意义[J].四川地质学报,2009,29(S1):35-38,42.

# New research progress on Silurian and Devonian sedimentation in the southern margin of the Kalamaili collision belt, Xinjiang

CAI Xiong-fei<sup>1</sup>, LIAO Qun-an<sup>1</sup>, WANG Fu-ming<sup>2</sup>, Fan Guang-ming<sup>1</sup>

(1. State key laboratory of Biological Geology and Environmental Geology; Faculty of Earth Science, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

(2. Regional Geological Survey Team, Sichuan Bureau of Geological Exploration and Development of Mineral Resource, chengdu 610213, China)

Abstract: The Silurian and Devonian periods were critical ages for the development and evolution of the Kalamaili collision belt. By studying the Silurian and Devonian sedimentation in the southern margin of Kalamaili collision belt, it is concluded that the Baishanbao Formation in Silurian period should belong to infralittoral sediment called storm surge rather than sediment of beach or shallow sea. The gravity flow turbidite sequences and gravity flow drainage channel deposit discovered in the lower segment of the Kalamaili Formation indicate a sedimentary environment of slope to bathyal facies rather than littoral facies. Continental molasse discovered in the late Devonian Keankuduke Formation represents the sedimentary of continent-continent collisional orogeny, which records the formation, evolution and orogenic process of the basin. The result in this study not only enriches the research content of tectonic e-volution in the Kalamaili collision belt, but confirms that oceanic crust subduction and continent — continent collision happened in late Devonian

Key words: the southern margin of collision belt; sedimentation; Silurian-Devonian; Kelamaili; Xinjiang

# 《华东地质》网络办公系统试运行通知

尊敬的作者、读者和专家:

为更好地服务广大读者和作者,及时有效地与外审专家沟通,缩短审稿周期和数字化出版周期,提高稿件处理和办公效率,本刊开通了网上投稿系统,并从2016年3月1日起正式对外试运行,网址为: http://hddz.paperopen.com/,自此作者投稿、专家审稿、稿件处理等各项工作将直接在网上进行。如有问题和建议,请及时向本编辑部垂询和反馈。

在《华东地质》网络办公系统试运行期间,编辑部保留新邮箱 hddzbjb@163.com 联系(原《资源调查与环境》邮箱 zydcyhj@163.com 停止使用)。欢迎大家对本刊提出宝贵意见,感谢大家对《华东地质》的关注,希望大家支持《华东地质》的进一步发展!

地址:南京市中山东路 534 号 电话:(025)84602261 网址:http://hddz.paperopen.com/ 邮编:210016 Email:hddzbjb@163.com

《华东地质》编辑部

119