

文章编号: 1009-3850(2013)01-0055-07

## 西昆仑甜水海-麻扎地块上石炭统恰提尔群 B 组 沉积环境分析

李 勇<sup>1,2</sup>, 侯明才<sup>1,2</sup>, 康孔跃<sup>3</sup>, 张 杰<sup>3</sup>, 陈 琳<sup>3</sup>

(1. 成都理工大学油气藏地质及开发工程国家重点实验室, 四川 成都 610059; 2. 成都理工大学沉积地质研究院, 四川 成都 610059; 3. 四川省核工业地质局二八二大队, 四川 德阳 618200)

**摘要:** 本文在详细描述甜水海-麻扎地块上石炭统恰提尔群 B 组地层剖面基础上, 结合野外沉积构造、室内薄片鉴定、粒度分析成果, 讨论了该组的岩石组合特征和沉积环境。其岩性组合为细砂岩、粉砂岩、泥岩、页岩等碎屑岩类, 为一套湖陆过渡的三角洲沉积, 可进一步划分为三角洲平原、三角洲前缘与前三角洲 3 个沉积亚相, 其物源区为再循环造山带、混合物源区。

**关键词:** 甜水海-麻扎地块; 恰提尔群; 三角洲; 沉积环境

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

青藏高原西部的 3 条主要走滑断裂-喀喇昆仑断裂、阿尔金断裂西段的康西瓦断裂以及龙木措-郭扎断裂, 分隔着印度(喜马拉雅)地块、甜水海-麻扎地块、西昆仑-塔里木地块及青藏高原(主体)<sup>[1]</sup>。本文研究的上石炭统恰提尔群 B 组位于甜水海-麻扎地块北西部, 底部与燕山期岩体侵入接触, 顶部与侏罗系龙山组呈断层接触(图 1), 出露厚 263 ~ 2000m, 出露面积 1150km<sup>2</sup>。

H·A·别良耶夫斯基(1946)在恰提尔河地区首建恰提尔岩系, 指一套富含蜓、珊瑚的礁灰岩, 夹少量黑灰色泥质粉砂岩和板岩。由于恶劣的自然地理条件(属高寒无人区), 研究区地层研究程度很低。新疆和田地质大队(1960)于卡帕浪沟测制了该套地层的剖面并沿用恰提尔群; 陕西省地质调查院(2005)1:25 万《麻扎幅》区域地质调查资料中简要地概述了该地层, 认为其是一套细粒碎屑岩夹少量的碳酸盐岩, 未见化石, 依据整合覆于帕斯群之上将其时代置于晚石炭世。本文沿用恰提尔群的含义。2010~2012 年, 笔者在 1:5 万《伊力克幅》区域地质调查中, 对分布于苏里库瓦提沟内的恰提尔

群地层进行了详细调查。并做了剖面实测、地质填图及岩矿鉴定。本文就该地区上石炭统恰提尔群 B 组沉积环境及物源区构造环境进行初步探讨。

### 1 剖面描述

实测剖面位于新疆塔什库尔干县伊力克东南 15km 的苏里库瓦提沟内, 剖面的起点坐标: 36°17′20.3″76°48′33.0″, 终点坐标: 36°18′14.7″76°48′37.3″。剖面底部与燕山期岩体侵入接触, 顶部与龙山组呈断层接触, 虽然该剖面未见顶、底, 但是剖面内部构造简单, 相序连续, 沉积旋回清楚。现分层列述如下:

- 侏罗系龙山组(J<sub>1-2</sub>): 未见顶
32. 紫红色中-薄层状粉砂岩。新鲜面呈紫红色、红褐色, 风化面呈薄褐色。厚大于 18.1m。
31. 褐灰色角砾化泥晶云岩, 岩石受风化程度较高, 局部夹浅灰绿色薄层状粗粉砂岩。17.9m
- 断层接触—————
- 恰提尔群 b 组: 757.8m

收稿日期: 2012-08-04; 改回日期: 2013-03-12

作者简介: 李勇(1983-), 男, 在读硕士生, 沉积学专业。E-mail: dali25619@163.com

资助项目: 中国地质调查局 1:5 万伊力克幅(J43E023020)等 5 幅区域地质调查项目(编号: 1212077720539)

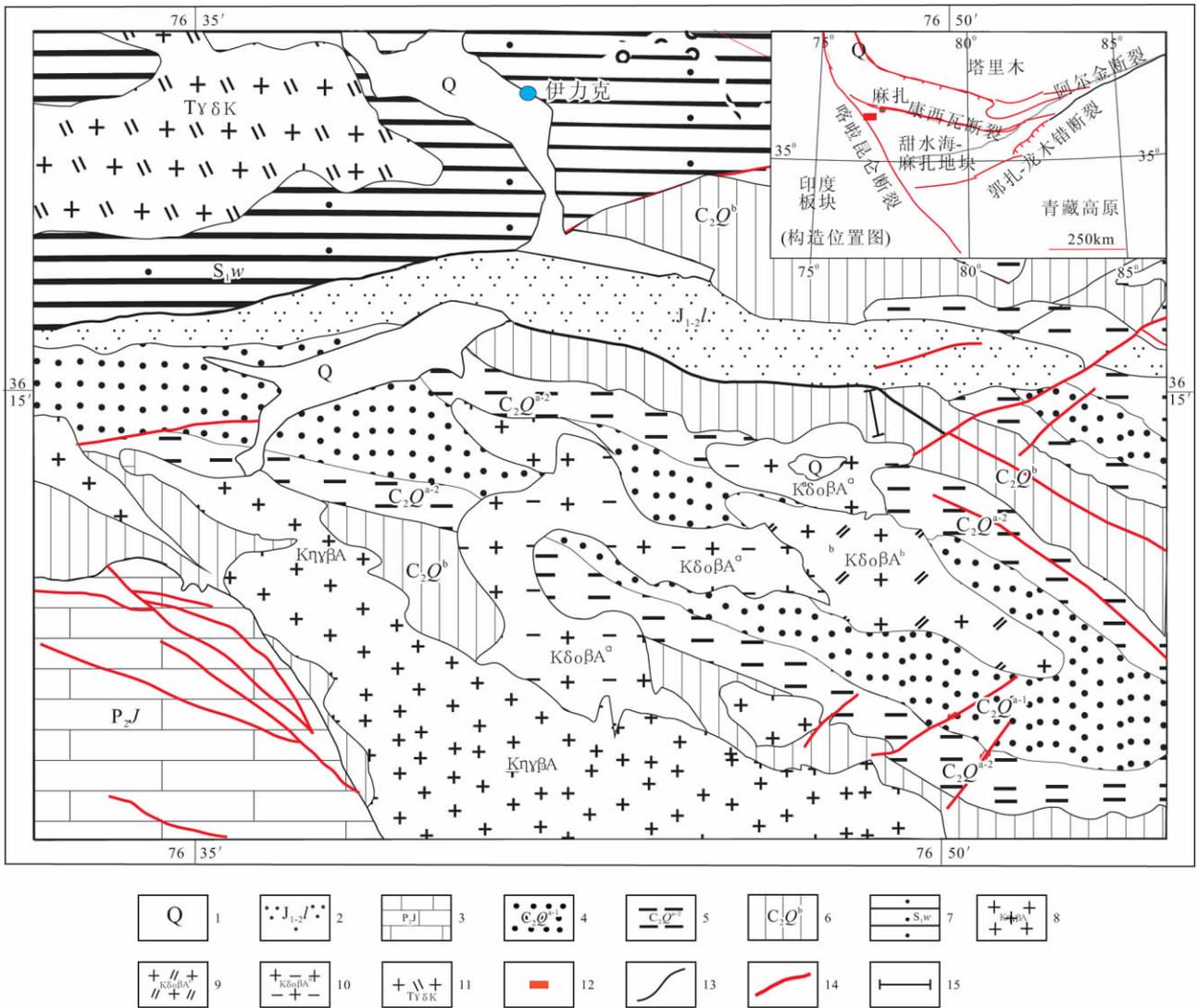


图1 研究区地质简图

1. 第四系冲积物; 2. 侏罗系龙山组; 3. 中二叠统加温达板群; 4. 上石炭统恰提尔群 a 组下段; 5. 上石炭统恰提尔群 a 组上段; 6. 上石炭统恰提尔群 B 组; 7. 志留系下统温泉沟群; 8. 燕山期阿格勒岩体黑云母二长花岗岩; 9. 燕山期阿格勒岩体石英闪长岩; 10. 燕山期阿格勒岩体黑云母石英闪长岩; 11. 印支期苦鲁勒岩体花岗闪长岩; 12. 研究区位置; 13. 地质界线; 14. 主干断裂/断层; 15. 剖面位置

Fig.1 Simplified geological map of the Tianshuihai-Mazar block

1 = Quaternary alluvial deposits; 2 = Jurassic Longshan Formation; 3 = Middle Permian Jiawendaban Group; 4 = lower member of A Formation of the Upper Carboniferous Qiatier Group; 5 = upper member of A Formation of the Upper Carboniferous Qiatier Group; 6 = B Formation of the Upper Carboniferous Qiatier Group; 7 = Lower Silurian Wenquanguo Group; 8 = Yanshanian biotite adamellite from the Agele pluton; 9 = Yanshanian quartz diorite from the Agele pluton; 10 = Yanshanian biotite quartz diorite from the Agele pluton; 11 = Indosinian granodiorite from the Kulule pluton; 12 = study area; 13 = geological boundary; 14 = major fault; 15 = measured section

30. 灰褐色中层状粗粉砂岩, 风化后呈薄板状, 发育水平层理。 9.4m  
 29. 灰色中-厚层状细-中粒岩屑石英砂岩。 风化面呈深褐色, 砂岩的碎屑成份主要有: 石英、长石、岩屑。 8m  
 28. 浅灰色中-薄层粗粉砂岩, 风化面呈灰褐色, 平行层理发育。 36.5m  
 27. 灰褐色薄-中层状粗粉砂岩, 具有向上变粗的基本层序, 顶部为深灰色中-细粒岩屑长石砂岩, 单层厚度 0.5 ~ 1.5m。 20.7m

26. 浅灰色中层状中-细粒长石岩屑砂岩, 向上为灰黑色中-薄层状泥岩, 风化面呈深褐色。 12.3m  
 25. 灰黑色泥岩, 向上变粗过渡为粗粉砂岩, 具有向上变粗的基本层序, 发育水平层理。 18.9m  
 24. 灰色薄层状泥质粉砂岩夹灰黑色薄层状泥岩, 砂岩与泥岩比约为 3:1, 该层向上粒度变粗, 砂岩中发育平行层理。 27.5m  
 23. 灰色中-薄层状粉砂岩, 其中裂隙中见 0.4m 宽的石英脉充填, 呈细脉状分布。 24.2m

22. 灰黑色中-薄层状泥岩、黄灰色薄层钙质水云母泥岩互层,水平层理和页理发育,泥岩中见零星黄铁矿结核,含量5%。 2.4m
21. 灰-灰黑色中-厚层状粗粉砂岩粉砂岩,单层厚约40~120cm,向上过渡为泥岩,砂岩节理裂隙面见铁质侵染。 33.4m
20. 灰-深灰色厚层状细粒岩屑长石砂岩,砂岩单层厚约80~150cm,风化面呈褐黄色、紫红色,节理裂隙面见铁质浸染,局部夹深灰色薄层状钙质泥岩。 16.4m
19. 灰黑色薄层状泥岩,风化面呈褐黄色、紫红色。 7.4m
18. 灰-灰黑色薄-中层状细粒长石岩屑砂岩夹黑色薄层状泥岩,泥岩向上变厚,厚度约20~30cm,砂岩与泥岩的比列4:1。 11.4m
17. 灰黑色中-厚层状粉砂岩夹黑色薄层状泥岩,二者比例为3:1,水平层理发育,粉砂岩厚度向上变厚。 23.4m
16. 深灰色-浅灰色中层状细砂泥质粗粉砂岩与深黑色薄层状泥岩互层,砂岩单层厚20~150cm,节理发育,黑色泥岩层厚约15~20cm。 26.3m
15. 由5个旋回组成,每个旋回下部为灰黑色中层状粉砂岩,中上部为深灰色薄-页片状炭质页岩,发育水平层理、条带状层理,风化后呈土黄色、紫红色。 70.8m
14. 灰黑色薄层状碳质页岩夹透镜状深灰色粉砂岩,页岩风化后呈土黄色、褐色,易污手,页岩风化强烈,页岩页理发育,呈竹节状。 31.1m
13. 灰-深灰色中-厚层状板岩风化后呈褐黄色、褐红色,板岩单层厚度5~30cm。 68.2m
12. 灰-深灰色中-厚层状细粒岩屑长石砂岩风化后呈土黄色、紫红色,砂岩见平行层理发育,单层厚度15~50cm。 50.7m
11. 黄绿色薄层状页岩,风化严重,呈浅灰色叶片状。 17.7m
10. 灰黑色中-厚层状泥质粗粉砂岩与灰黑色薄层状泥岩组成的韵律互成,共有两个旋回,下部为泥质粉砂岩,上部为泥岩,单个旋回砂岩厚度约为5~6m,粉砂岩与泥岩比例约为6:1。 31.4m
9. 灰-深灰色中-薄层状泥质粗粉岩与灰黑色薄-中层状的泥岩的韵律互层,单个旋回下部泥质粉砂岩岩厚度约为50~90cm,上部泥岩厚度约为1.2~9.0m,单旋回总厚约1.5~10m。 59.4m
8. 灰黑色薄-中层状砂质页岩,风化后呈褐黄色,页理面见丝绸光泽,风化强烈。 4.7m
7. 灰色-灰绿色薄-中层状泥质粗粉砂岩,见赤铁矿化。 12.5m
6. 灰色-灰黑色中-厚层状泥质粗粉砂岩,平行层理,风化后呈紫红色,单层厚度约5~25cm,细粒砂状结构。 14.9m
5. 灰色-灰绿色厚层状含中-细粒泥质粗粉砂岩,砂岩单层厚度约15~150cm,风化后呈土黄色。 13.7m
4. 灰色-褐黄色薄层状变含细砂泥质粗粉砂岩,新鲜面颜色灰绿色,顺层发育有细脉石英(宽约1~5mm),风化后呈土黄色。 12.7m

3. 为中粒黑云母二长花岗岩,致密块状,花岗结构,岩石风化后呈褐黄色,新鲜面呈灰绿、灰黑色。 8.5m
2. 灰色-灰绿色中-厚层状变泥质粉砂岩,单层厚度约15~80cm,细粒砂状结构,具向上变细,沿节理面铁质浸染,风化后呈土黄色。 36.4m
- 燕山期阿格勒岩体(KδoβA): 未见底  
 ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ 侵入接触 ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~
- 1: 灰色-灰绿色细粒黑云母二长花岗岩,致密块状构造,花岗结构。 >25m

## 2 地层的主要特征及沉积相特征

研究区内的恰提尔群B组地层属北羌塘地层的甜水海地层小区,伊力克南部晚石炭世恰提尔群受断层破坏缺失上部层位,出露不全(图2),总体呈北西西向展布。

恰提尔群B组为原恰提尔群上部分,厚度大于700m,底部(2~4层)为一套浅变质岩,与花岗岩侵入接触,岩性主要为灰色-褐黄色薄层状变含细砂泥质粗粉砂岩(图3a);下部(5~10层)岩性主要为灰色-灰绿色厚层状含中-细粒泥质粗粉砂岩、灰黑色薄层状泥岩、灰-深灰色中-薄层状泥质粗粉岩,粉砂岩与泥岩韵律互层,粉砂岩中发育平行层理、主要为一套前三角洲泥沉积;中部(11~27层)为灰-深灰色中-厚层状细粒岩屑长石砂岩(图3b)、灰-深灰色中-厚层状板岩、灰黑色薄层状碳质页岩夹透镜状深灰色粉砂岩、灰-灰黑色薄-中层状细粒长石岩屑砂岩(图3c)、灰-深灰色厚层状细粒岩屑长石砂岩,砂岩中发育平行层理及板状交错层理构造(图5e),其中泥岩、粉砂岩及中-细粒岩屑长石砂岩在层序上构成一个向上变粗的退积层序(图5b),单层厚10~20cm。在粒度概率累积曲线上主要呈二段式,分别代表跳跃和悬浮总体(图4),缺乏滚动总体,且跳跃总体斜率较低,分选中等,反映整体较低的水体能量,以上特征主要为一套三角洲前缘水下分流河道(图5a、5f)、分流间湾、河口坝和远砂坝沉积,局部见浅湖沉积亚相(图5c);上部(28~30层)岩性主要为灰褐色薄-中层状粗粉砂岩、褐灰色中-厚层状中粒岩屑长石砂岩(图3d),见平行层理、槽状交错层理及冲刷面(图5d),粒度概率累积曲线表现为三段式,其中滚动总体代表相对粗粒的组分,以跳跃总体为主(占60%~80%),斜度在55°~75°之间,分选中等,与滚动总体的截点在0.75~2.0φ之间,其次为悬浮总体,斜度在10°~35°之间,总体特征为三角洲沉积的水上部分,反应水动力较强(图4),主要为一套三角洲沉积平原的分流河道和分流

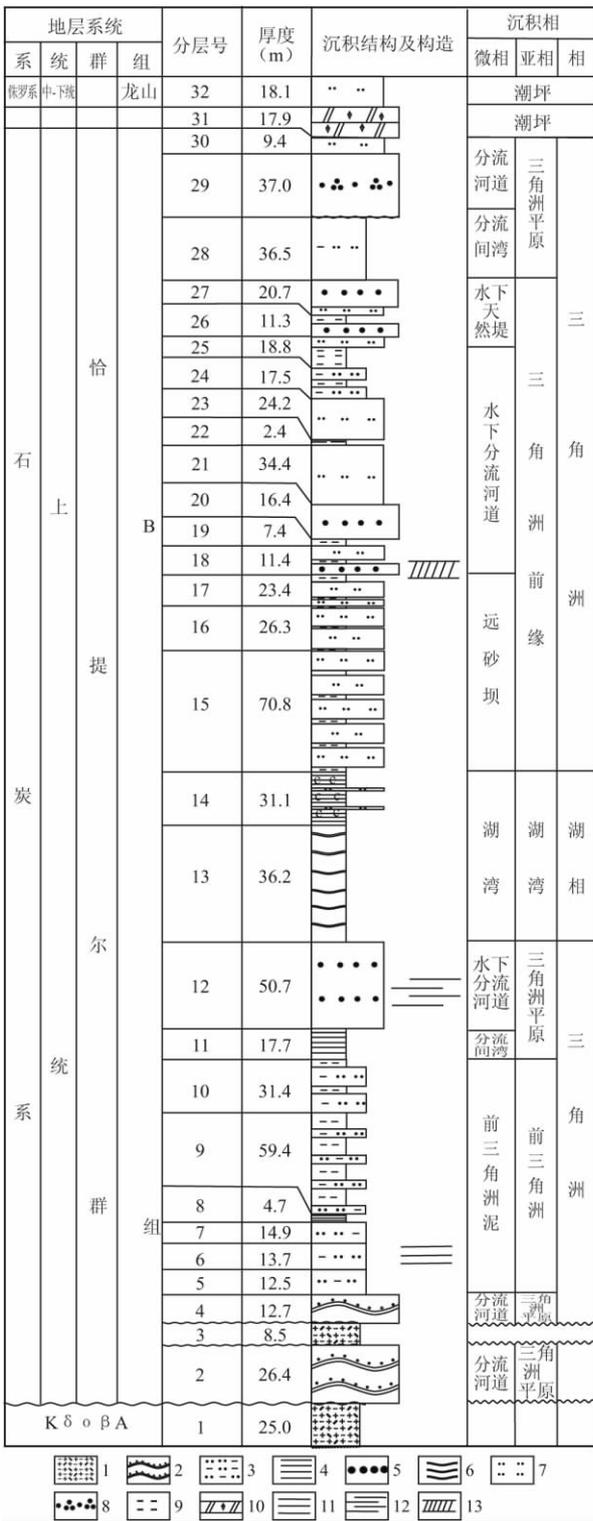


图2 恰提尔群 B 组沉积相综合柱状图

1. 黑云母二长花岗岩; 2. 变质砂岩; 3. 泥质粉砂岩; 4. 页岩; 5. 细粒岩屑长石砂岩; 6. 板岩; 7. 粉砂岩; 8. 岩屑石英砂岩; 9. 泥岩; 10. 泥晶白云岩; 11. 水平层理; 12. 平行层理; 13. 交错层理

Fig.2 Generalized column through the sedimentary facies in the B Formation of the Upper Carboniferous Qiati'er Group

1 = biotite adamellite; 2 = metasandstone; 3 = muddy siltstone; 4 = shale; 5 = fine-grained lithic arkose; 6 = slate; 7 = siltstone;

8 = lithic quartz sandstone; 9 = mudstone; 10 = micritic dolostone; 11 = horizontal bedding; 12 = parallel bedding; 13 = cross-bedding

间湾微相组成。

综上所述,从旋回特征来看,晚石炭世恰提尔群为一湖退旋回。剖面底部以泥页岩沉积的三角洲为主,中部以三角洲前缘河口砂坝、远砂坝、支流间湾、分流河道为主,顶部以三角洲平原分流河道、支间湾沉积为主。从粒度上来看,向上沉积物粒度逐渐变粗、砂岩增多,这一点从剖面上及砂泥比值上也可以看到。

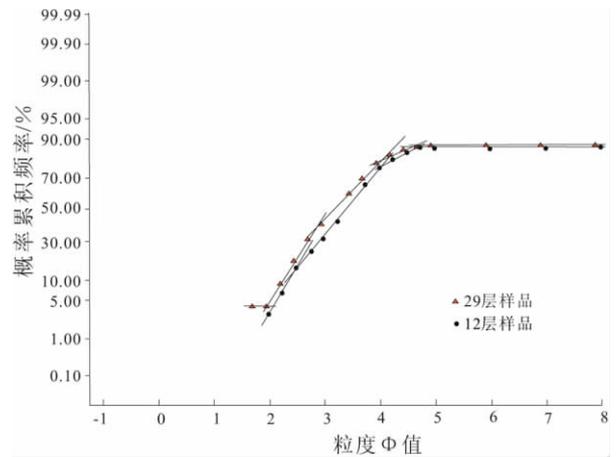


图4 恰提尔群 B 组砂岩粒度概率图

Fig.4 Grain size probability accumulation curves for the sandstones from the B Formation of the Upper Carboniferous Qiati'er Group

### 3 物源区构造背景分析

现代物源分析起源于 Dickinson 等利用砂岩碎屑组判别沉积物源区构造背景的研究。本次选取 8 件砂岩样品,主要为岩屑长石砂岩和少量细屑石英砂岩。其岩屑的含量可达 10% ~ 20%,除花岗岩岩屑、花岗斑岩岩屑以外,还有粉砂岩屑、石英岩屑、泥板岩屑、硅质岩岩屑,表明物源区火成岩和变质岩占有主导地位。从砂岩的结构上看,陆源碎屑圆度以次棱角状为主,表明沉积物为近距离搬运。大部分碎屑物由再旋回造山带的沉积物质组成,而长石含量普遍高(含量 20% ~ 35%),源区可能与火成岩区有关。结合区域地质特征,伊力克东侧扇道沉积的砂、砾岩,可能与古地貌有关,冲积扇直接入海。

对砂岩样品进行碎屑矿物统计,把数据投入 Dickinson<sup>[14-15]</sup> Qt-F-L 三角图解(Qt-石英总数; F-长

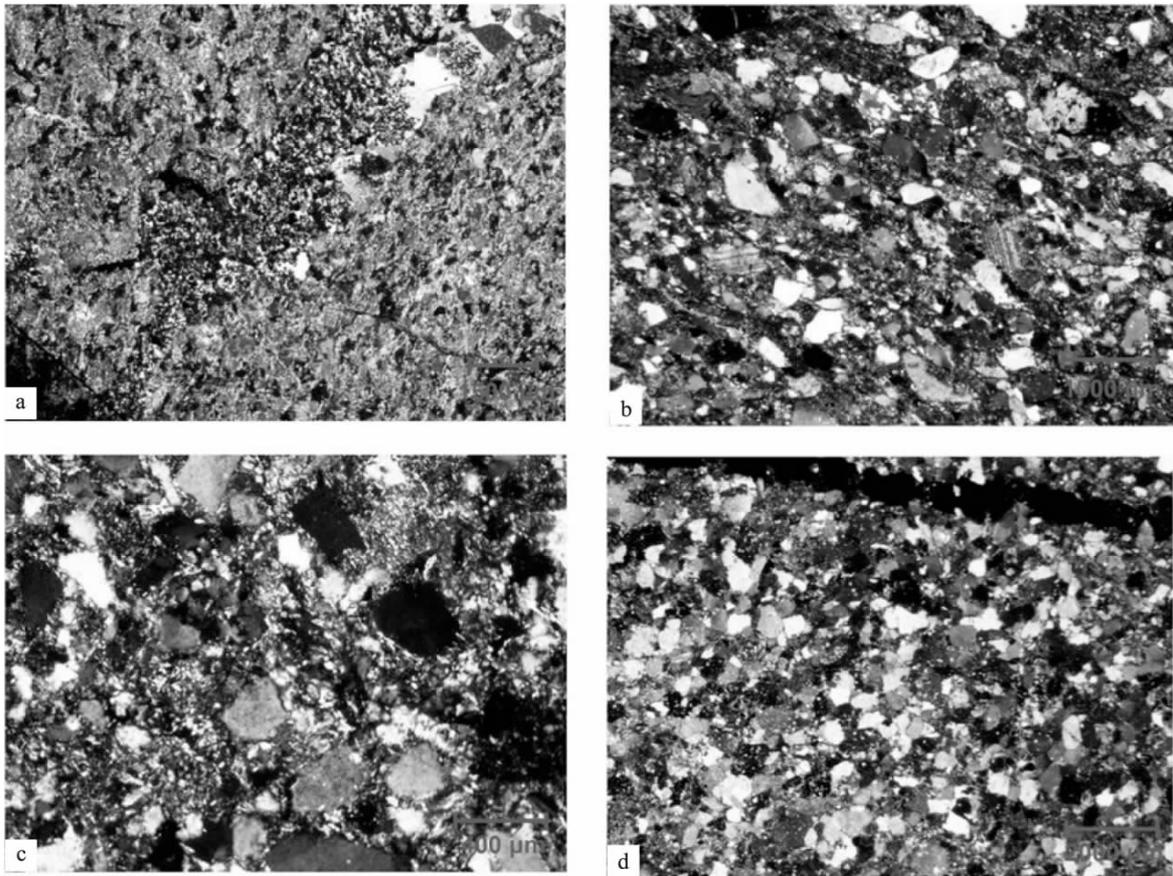


图3 恰提尔群 B 组岩石学特征

a. 4 层变中-细粒岩屑长石砂岩; b. 12 层中-细粒岩屑长石砂岩; c. 20 层中-细粒岩屑长石砂岩; d. 29 层细-中粒岩屑石英砂岩

Fig. 3 Rock types in the B Formation of the Upper Carboniferous Qiati'er Group

a. Metamorphic medium- to fine-grained lithic arkose from the 4th bed; b. Medium- to fine-grained lithic arkose from the 12th bed; c. Medium- to fine-grained lithic arkose from the 20th bed; d. Medium- to fine-grained lithic quartz sandstone from the 29th bed

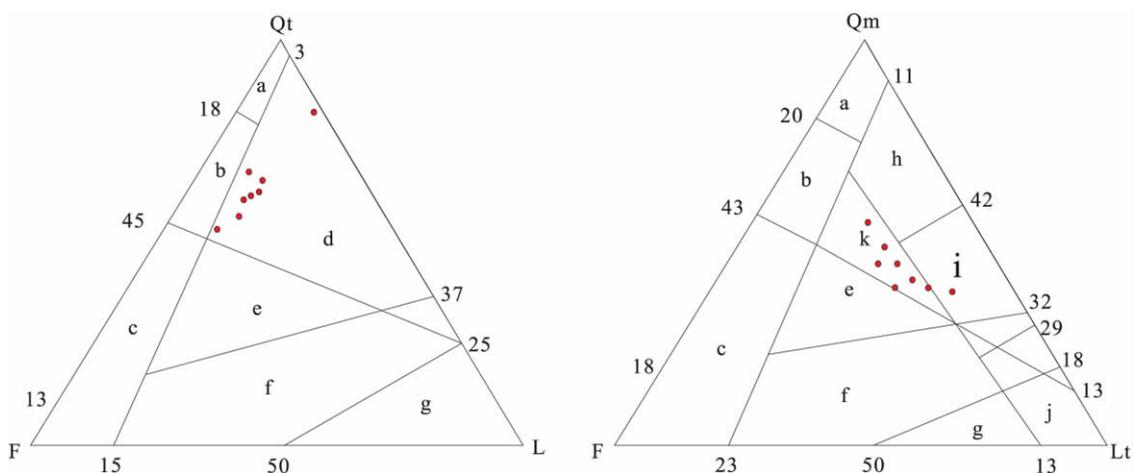


图6 恰提尔群 B 组砂岩的 Qt-F-L 和 Qm-F-Lt 图解( 据 Dickinson ,1983)

a. 内部克拉通源区; b. 过渡陆壳源区; c. 隆升基底源区; d. 造山再旋回源区; e. 切割弧源区; f. 过渡弧源区; g. 未切割弧源区; h. 再旋回石英质源区; i. 再旋回过渡源区; j. 再旋回岩屑源区; k. 混合物源区

Fig. 6 Qt-F-L and Qm-F-Lt plots of the sandstones from the B Formation of the Upper Carboniferous Qiati'er Group ( after Dickinson , 1983)

a = internal craton; b = transitional continental crust; c = uplifted basement; d = recycled orogen; e = dissected arc; f = transitional arc; g = undissected arc; h = recycled quartz; i = recycled transitional source; j = recycled debris; k = mixed source

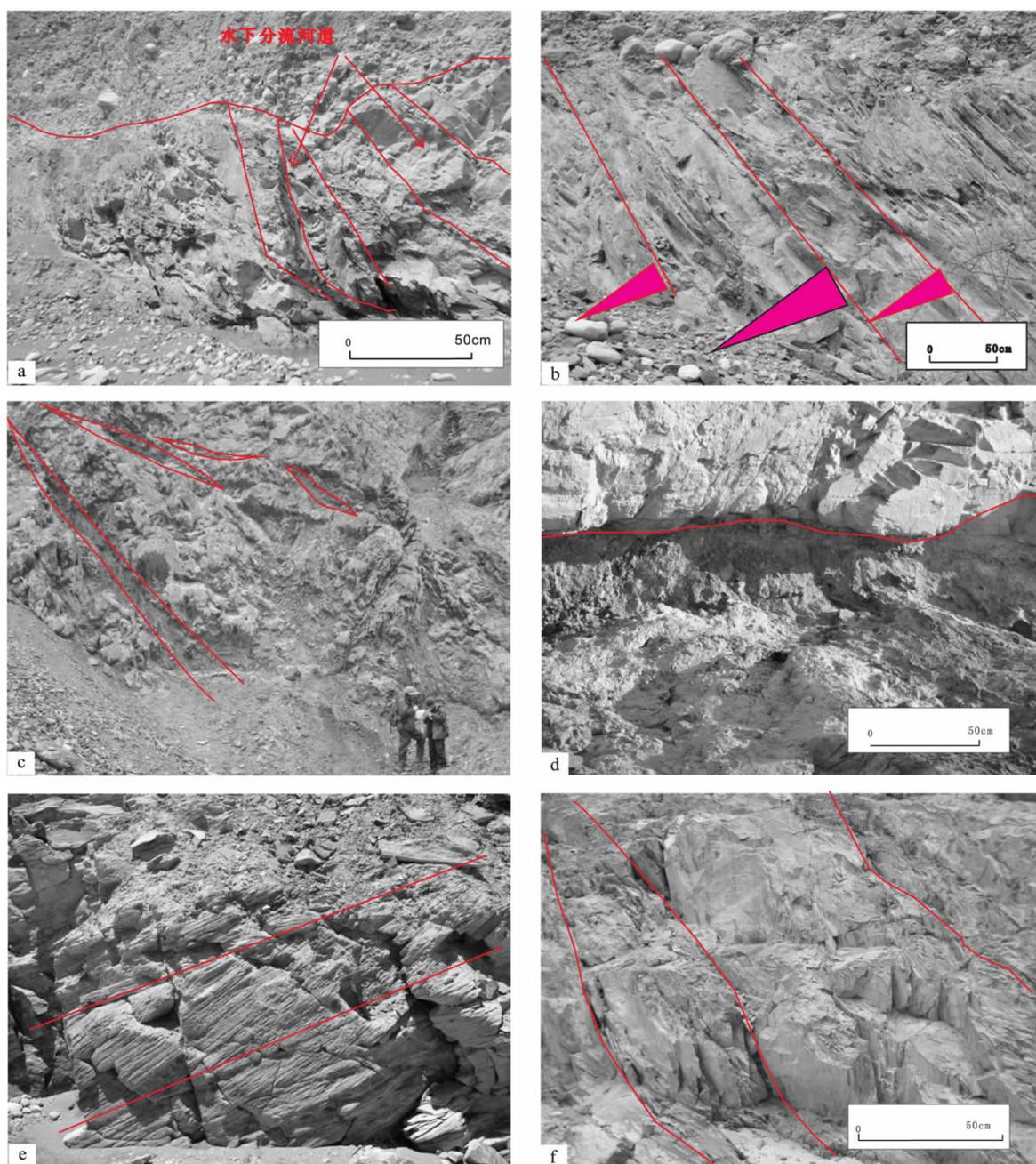


图5 上石炭统恰提尔群B组碎屑岩野外地质特征

a. 20层透镜状水下分支河道微相沉积; b. 25、26、27层水下天然堤沉积微相组成的退积层序; c. 14层湖湾沉积微相; d. 29层分流河道沉积微相; e. 18层发育板状交错层理的水下分流河道沉积微相; f. 12层透镜状水下分支河道微相沉积

Fig. 5 Field pictures of the clastic rocks from the B Formation of the Upper Carboniferous Qiati'er Group

a. Lenticular subaqueous distributary channel microfacies in the 20th bed; b. Subaqueous natural levee retrogradational sequences in the 25th-27th beds; c. Lacustrine bay microfacies in the 14th bed; d. Distributary channel microfacies in the 29th bed; e. Tabular cross-bedded subaqueous distributary channel microfacies in the 18th bed; f. Lenticular subaqueous distributary channel microfacies in the 12th bed

石; L-岩屑) (图6) 绝大部分样品落入靠近石英端元的再循环造山带物源区。而在  $Q_m$ -F-Lt ( $Q_m$ -单晶石英; Lt-多晶质岩屑; F-长石) 图解中则基本上落入混合物源区、再循环过渡物源区。恰提尔群B组与再旋回造山带和混合区的构造-地层特点相对应。

## 4 结论

晚石炭世恰提尔群B组为一套三角洲沉积的碎屑岩, 岩性主要为灰色、深灰色、紫色泥岩、页岩、粗粉砂岩、岩屑长石砂岩、岩屑石英砂岩, 厚度大于

700m, 层序上是一个水体变浅的退积层序。其物源区为再循环造山带、混合物源区, 反映当时的构造活动趋于稳定。

#### 参考文献:

- [1] 李海兵, Franck Valli, 许志琴, 等. 喀喇昆仑断裂的变形特征及构造演化[J]. 中国地质, 2006, 33(2): 239-255.
- [2] 陕西省地质调查院. 1:25万康西瓦幅区域地质调查报告[R]. 2006.
- [3] 王炬川. 喀喇昆仑南部侏罗系龙山组沉积环境分析及构造环境初探[J]. 陕西地质, 2004, 22(1): 17-23.
- [4] 丁道桂, 刘伟新, 王道轩, 等. 喀喇昆仑地区早二叠世弧后盆地[J]. 中国区域地质, 1998, 17(1): 74-79.
- [5] 计文化. 西昆仑-喀喇昆仑晚古生代-早中生代构造格局[D]. 中国地质大学(北京) 博士论文, 2005.
- [6] 邓万明. 喀喇昆仑山-西昆仑地区基性-超基性岩初步考察[J]. 自然资源学报, 1989, 5(3): 1-11.
- [7] 汪玉珍, 方锡廉. 西昆仑山、喀喇昆仑山花岗岩类时空分布规律初步探讨[J]. 新疆地质, 1987, 5(1): 15-25.
- [8] 姚建新, 肖序常, 高联达, 等. 西昆仑-喀喇昆仑二叠纪加温达坂组孢粉化石新发现[J]. 地质通报, 2004, 23(5-6): 620-621.
- [9] 肖文交, 侯泉林, 李继亮, 等. 2000. 西昆仑大地构造相解剖及其多岛增生过程[J]. 中国科学(D), 30(增刊): 22-28.
- [10] 肖文交, 李继亮, 侯泉林, 等. 西昆仑东南构造样式及其对增生弧造山作用的意义[J]. 地球物理学报, 1998, 41(增刊): 133-141.
- [11] 李博秦, 姚建新. 西昆仑麻扎-康西瓦-带温泉沟群的形成时代及物源区分析[J]. 地质通报, 2007, 26(4): 457-465.
- [12] 李博秦, 计文化. 西昆仑麻扎构造混杂岩的组成及其地质意义[J]. 现代地质, 2007, 21(1): 78-86.
- [13] 文世宣. 喀喇昆仑山-昆仑山地区古生物[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [14] 钟福平, 钟建华. 内蒙古雅布赖盆地红柳沟中侏罗统沉积相及沉积环境研究[J]. 地球科学与环境学报, 2010, 32(2): 150-154.
- [15] 胡晓强, 陈洪德, 纪相田, 等. 川西前陆盆地侏罗系三角洲沉积体系与沉积模式[J]. 石油实验地质, 2005, 27(3): 227-237.
- [16] DICKINSON W R. Plate tectonic evolution of sedimentary basins [R]. AAPG Continuing Education Course, 1976, 1-56.
- [17] DICKINSON W R, HARBAUGH D W, SAILERER A H, et al. Detrital modes of upper Paleozoic sandstones derived from Ander orogen in Nevada: implication from nature of Ander Orogeny [J]. American Journal of Science, 1983, 283: 481-509.
- [18] BHATIA M R, CROOK K A W. Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins [J]. Contributions to Mineralogy and Petrology, 1986, 92: 181-193.
- [19] BHATIA M R. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones [J]. The Journal of Geology, 1983, 91(6): 611-627.

## Sedimentary environments of the B Formation of the Upper Carboniferous Qiati'er Group in the Tianshuihai-Mazar block, western Kunlun Mountains

LI Yong<sup>1,2</sup>, HOU Ming-cai<sup>1,2</sup>, KANG Kong-yue<sup>3</sup>, ZHANG Jie<sup>3</sup>, CHEN Lin<sup>3</sup>

(1. State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2. Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 3. No. 282 Geological Party, Sichuan Geological Bureau of Nuclear Industry, Deyang 618200, Sichuan, China)

**Abstract:** The petrographic associations and sedimentary environments are treated for the B Formation of the Upper Carboniferous Qiati'er Group in the Tianshuihai-Mazar block, western Kunlun Mountains in terms of sedimentary structures, thin section and grain-size analysis. The lithology in the Formation consists of fine-grained sandstone, siltstone, mudstone and shale, which are involved into a succession of lacustrine-continental delta deposits. The delta facies may be subdivided into the delta plain, delta front and prodelta subfacies. The detritus come from the recycled orogen and mixed source areas. The results of research in this study will provide important information for better understanding of the tectonic evolution of western Qinghai-Xizang Plateau.

**Key words:** Tianshuihai-Mazar block; Qiati'er Group; delta; sedimentary environment