

北疆沙尔布尔提山地区早泥盆—早石炭世沉积相、物源演变及其意义*

卫巍 庞绪勇 王宇 徐备**

WEI Wei, PANG XuYong, WANG Yu and XU Bei**

北京大学造山带与地壳演化教育部重点实验室,北京大学地球与空间科学学院,北京 100871

Key Laboratory of Orogenic Belts and Crustal Evolution, MOE; School of Earth and Space Science, Peking University, Beijing 100871, China

2008-12-16 收稿, 2009-02-10 改回.

Wei W, Pang XY, Wang Y and Xu B. 2009. Sediment facies, provenance evolution and their implications of the Lower Devonian to Lower Carboniferous in Shaerbuerti mountain in North Xinjiang. *Acta Petrologica Sinica*, 25(3):689–698

Abstract The strata from the Lower Devonian to the Lower Carboniferous in Shaerbuerti mountain in Northwest Junggar are mainly offshore and coastal plain facies. The Lower Devonian Hebukesai Formation consists of the Wutubulake, Mangeer and Mangkelu sub-formations that belong to terrigenous detritus offshore facies, terrigenous detritus offshore and carbonic offshore facies, and carbonic offshore facies, respectively. The Middle Devonian Hujiersite Formation is attributed to coastal plain facies. The Upper Devonian Hongguleleng Formation is divided into coastal plain facies, carbonic offshore facies and terrigenous detritus offshore facies from lower to upper. The Lower Carboniferous Heishantou Formation is recognized as terrigenous detritus offshore facies. The paleocurrent data from the Lower Devonian and Lower Carboniferous show the dominant direction from north to south, which may imply that the provenance (the Chengjisi-Taerbahatai fold belt) is on the north. Together with the facies research, the study area is potentially characterized by a Late Paleozoic continental margin. Provenance evolution analysis shows that an arc belt in the Chengjisi-Taerbahatai fold belt uplifted and provided the Wutubulake sub-formation with low maturity detritus during the Early Devonian, which followed by the detritus from the lithic recycled orogen provenance that composed the Hujiersite and Hongguleleng formations during the Middle and Late Devonian. In Early Carboniferous, the provenance changed into a transitional recycled orogen. The change in detritus suggests the composition character and uplift history of the Chengjisi-Taerbahatai fold belt.

Key words Northwest Junggar; Late Paleozoic; Sedimentary facies; Provenance evolution

摘要 准噶尔西北部沙尔布尔提山地区下泥盆统到下石炭统的沉积可划分为滨海相和海岸平原相。其中下泥盆统和布克赛尔组底部的乌图布拉克亚组为滨海碎屑岩相,曼格罗亚组为滨海碎屑岩和碳酸盐岩相,芒克鲁亚组为滨海碳酸盐岩相。中泥盆统呼吉尔斯特组为海岸平原相。上泥盆统洪古勒楞组底部为海岸平原相,向中部过渡为滨海碳酸盐岩相,顶部为滨海碎屑岩相。下石炭统黑山头组为滨海碎屑岩相。下泥盆统和下石炭统的古流向总体从北向南,显示研究区以北地区为物源区,即成吉斯—塔尔巴哈台褶皱带。结合沉积相的研究成果,本区可能属成吉斯—塔尔巴哈台褶皱带以南的晚古生代陆缘区。物源演变趋势分析揭示早泥盆世成吉斯—塔尔巴哈台带中的早古生代岛弧发生隆起,为乌图布拉克亚组提供成熟度很低的碎屑物质。随着岛弧被剥蚀殆尽,中、晚泥盆世呼吉尔斯特组和洪古勒楞组沉积时转而接受岩屑型再旋回造山带的物源供应,而早石炭世的物源则为过渡型再旋回造山带区。这种物源变化反映了成吉斯—塔尔巴哈台褶皱带的建造特征和隆起过程。

关键词 准噶尔西北部;晚古生代;沉积相;物源演变

中图法分类号 P539.2

* 中石化项目《中国北方晚古生代“过渡层”盆地油气勘探新领域》资助。

第一作者简介:卫巍,男,1983年生,硕士研究生,地球化学专业,E-mail:weiwei40@sina.com

** 通讯作者:徐备,男,1954年生,博士,教授,大地构造学专业,E-mail:bxu@pku.edu.cn

1 引言

古生代新疆及其邻区发生了多次开合,形成了中亚地区多条蛇绿岩带和多期造山事件(徐新,1998;何国琦和李茂松,2000,2001;王元龙和成守德,2001),在这一过程中形成了全球重要的显生宙陆壳增生带(韩宝福等,1998)。成吉斯—塔尔巴哈台带就是其中一条形成于早古生代并在晚古生代再次活化的陆壳增生带。有学者认为该带从哈萨克斯坦境内延伸到准噶尔西北沙尔布尔提山以及福海地区(何国琦和李茂松,2001)。作为一条形成于早古生代的褶皱带,成吉斯—塔尔巴哈台带对晚古生代的构造古地理格局有着重要意义。它北边(现代方位)是斋桑—额尔齐斯—南蒙古洋,该洋闭合时形成的蛇绿岩带代表了西伯利亚板块和哈萨克斯坦—准噶尔板块最终缝合的位置(吴波等,2006);而它南面则是巴尔喀什—西准噶尔晚古生代残留海(徐新等,2006)。

已有研究对成吉斯—塔尔巴哈台带及其相邻两侧的晚古生代沉积特征、构造背景作过讨论(王庆明,2000;舒良树等,2001;吴晓智等,2008),为了进一步研究该带晚古生代的剥露历史及其与上古生界沉积的关系,本文选择准噶尔西北沙尔布尔提山地区,拟通过基于野外露头的沉积构造的观察进行沉积环境讨论,并结合古流向数据以及骨架碎屑统计探讨沙尔布尔提山上古生界与成吉斯—塔尔巴哈台带的关系。

2 地质背景

研究区域位于西准噶尔北部,成吉斯—塔尔巴哈台褶皱构造带从附近穿过,该带为早古生代具有洋内俯冲弧性质的褶皱带并在晚古生代发生活化,该带经塔城向西延伸出国境,主体部分位于哈萨克斯坦境内(何国琦和李茂松,2001;朱永峰和徐新,2006)。

本区广泛分布早古生代、晚古生代和中新生代的地质,早古生代地层出露中奥陶、上奥陶统和志留系,主要分布在沙尔布尔提山南北坡(图1)。晚古生代地层出露齐全、连续,化石丰富,在生物地层学方面研究程度较高,得到了较完整的地层年代格架(新疆地质局区域地质调查队地层组,1978^②;王宝瑜,1986;廖卫华和蔡土赐,1987;许汉奎等,1990)。其中下泥盆统和布克赛尔组主要分布在沙尔布尔提山南坡,与上志留统克克雄库都克组整合接触,其底部为一套火山碎屑沉积,称为乌图布拉克亚组。上部演变成钙质砂岩和灰岩,称为曼格尔亚组和芒克鲁亚组。中泥盆统呼吉尔斯特组主要分布在沙尔布尔提山南坡中部洼地,在阿得尔克山北部低地也有出露,下部为砂砾岩夹粉砂岩,上部为粉砂岩泥岩夹砂砾岩,该组含大量化石,与下泥盆统之间有一沉积间断面。上泥盆统与中泥盆统呈断层接触,主要分布在洪古勒

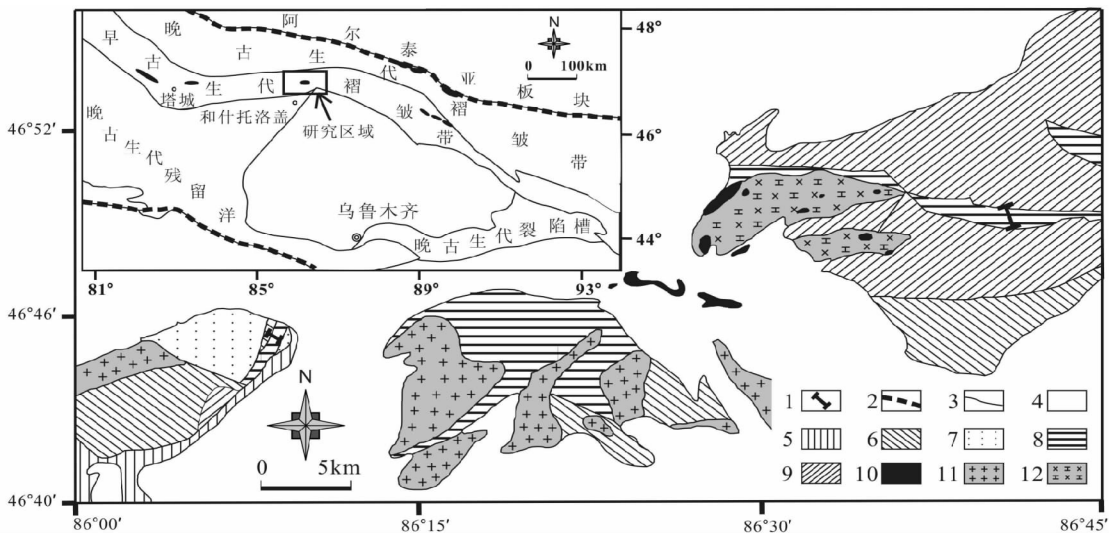


图1 沙尔布尔提山地区区域地质简图(据新疆维吾尔自治区地质局,1974^①简化;小图据何国琦和李茂松,2001;吴波等,2006;徐新等,2006)

1-剖面位置;2-板块边界;3-构造分区边界或地层界线;4-新生界;5-侏罗系;6-石炭系沉积岩;7-石炭系喷出岩;8-泥盆系;9-下古生界;10-超基性岩;11-花岗岩;12-辉长岩

Fig. 1 Sketch geological map of Shaerbuerti mountain, Xinjiang, China (inset figure modified after He and Li, 2001; Wu *et al.*, 2006; Xu *et al.*, 2006)

1-location of section; 2-plate boundary; 3-tectonic unit's boundary or stratal borderline; 4-Cenozoic; 5-Jurassic; 6-Carboniferous sedimentary rock; 7-Carboniferous eruptive rock; 8-Devonian; 9-Lower Paleozoic; 10-ultrabasic rock; 11-granite; 12-gabbro

① 新疆维吾尔自治区地质局. 1974. 1:20万托斯特幅地质矿产图说明书

② 新疆地质局区域地质调查队地层组. 1978. 新疆北部古生代地层. 新疆区调(内部刊物),1978(1):31-86

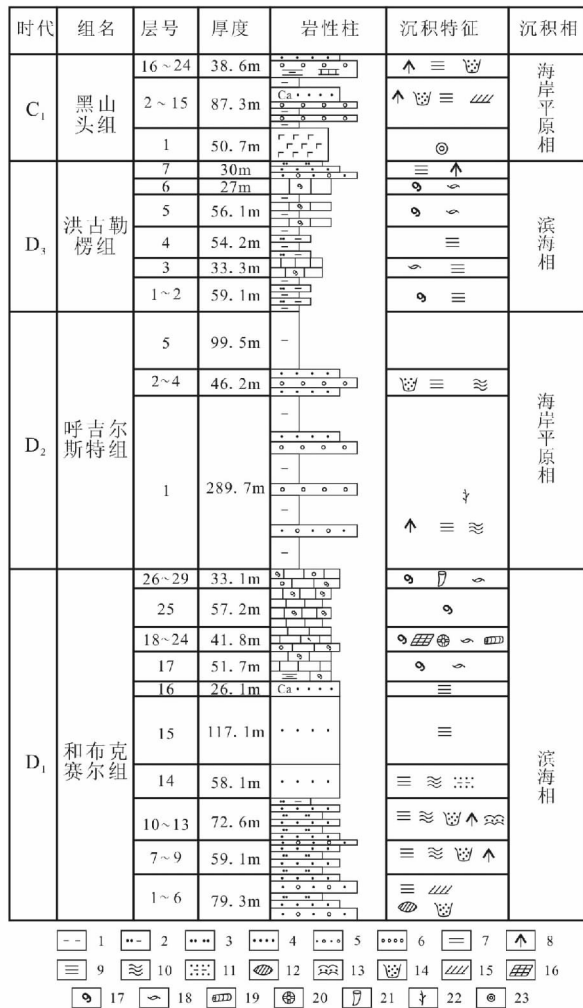


图2 研究区地层综合柱状图

1-粘土;2-粉砂质泥;3-粉砂;4-砂;5-含砾砂;6-砾;7-夹层;8-递变层理;9-水平层理;10-波状层理;11-砂泥互层理;12-透镜层理;13-软沉积物变形;14-冲刷面;15-斜层理;16-内碎屑;17-生物碎屑;18-腕足化石;19-海百合茎;20-鲕粒;21-珊瑚;22-植物化石;23-杏仁构造

Fig.2 Generalized columnar section of the strata in study area

1-clay; 2-silty mud; 3-silt; 4-sand; 5-pebbled sand; 6-conglomerite; 7-interbed;8-graded bedding; 9- flat bedding; 10-wavy bedding; 11-sand mud interlayered bedding; 12-lenticular bedding; 13-soft sediment deformation; 14-scour surface; 15-oblique bedding; 16-intraclast; 17-bioclast; 18-brachiopod fossil; 19- crinoid; 20- ooid; 21- coral; 22-plant remains; 23-amygdaloidal structure

楞南山的南北坡以及布龙果尔河两侧。从下到上包括朱鲁木特组和洪古勒楞组。朱鲁木特组主要岩性为灰绿色或灰色的粗碎屑岩,含大量植物化石。洪古勒楞组以细碎屑岩和灰岩为主,与其下的朱鲁木特组之间为沉积间断,与其上的下石炭统黑山头组整合接触。石炭系主要分布在沙尔布尔提山南坡、洪古勒楞西南和哈拉阿得里克山东部,其中下石

炭统黑山头组仅见于洪古勒楞南山低地中,含大量海相化石,其上界限不明①。

在沙尔布尔提山西侧的洪古勒楞还发育了蛇绿混杂岩,其代表的古洋壳最晚形成于早古生代(张弛和黄萱,1992;黄建华等,1999),该套蛇绿混杂岩可以与其东的阿尔曼太蛇绿混杂岩带以及其西的塔尔巴哈台山蛇绿混杂岩带进行对比(王广瑞,1996)。该带向西延伸出国后可以与哈萨克斯坦的扎乌厄尔—塔金蛇绿岩带和西塔尔巴哈台蛇绿岩带相连接(何国琦和李茂松,2000;朱永峰和徐新,2006)。

3 剖面岩性描述

本次研究实测的剖面包括下泥盆统和布克赛尔组(乌图布拉克亚组 D1-1w,曼格利亚组 D1-2m,芒克鲁亚组 D1-3m)、中泥盆统呼吉斯特组(D2h)、上泥盆统洪古勒楞组(D3h)以及下石炭统黑山头组(C1h)(图2)。

3.1 芒克鲁沟剖面

- 未见顶 ——
- 中泥盆统呼吉斯特组(D2h)
- 5. 暗色泥岩 99.5m
- 4. 褐红色含砾粗砂岩 5.5m
- 3. 砾岩、细砂岩与灰黄色粉砂质泥岩的旋回层 30.5m
- 2. 厚层状细砂岩,偶夹砾岩 10.2m
- 1. 巨厚层黑色泥岩夹砾岩或砾岩与粗砂岩旋回的透镜体 298.7m
- ~~~~~ 沉积间断 ~~~~~
- 下泥盆统和布克赛尔组(芒克鲁亚组 D1-3m)
- 29. 灰黑色生屑泥晶灰岩,生屑为腕足类 5.3m
- 28. 土黄色含团块生屑灰岩,含大量腕足类贝壳,含少量砂屑 5.7m
- 27. 灰黑色厚层含砾砂屑生屑灰岩,偶夹土黄色纹带状生屑灰岩,含大量腕足类化石,纹带状生屑灰岩 18.0m
- 26. 灰色含砾生屑灰岩,砾石多为泥砾,次圆状 4.1m
- 25. 浅灰色中厚层生屑灰岩夹深灰色生屑泥晶灰岩。本层见韵律状构造,由生屑灰岩和生屑泥晶灰岩的互层构成 67.2m
- 24. 厚层生屑灰岩,含腕足等生物化石 9.9m
- 23. 灰岩旋回层,底部含次圆状灰岩砾石并含大量化石,顶部颗粒变细 9.1m
- 22. 灰黑色块状内碎屑灰岩 12.0m
- 21. 灰黑色厚块状生屑灰岩,含泥砾 0.8m
- 20. 灰黑色薄层状生屑灰岩,生屑多数为腕足贝壳的碎片,呈条带状定向排列 2.3m
- 19. 灰黑色含鲕粒生屑灰岩 5.0m
- 18. 灰黄色含砾生屑灰岩,砾石成分为灰岩和黑色泥岩 3.5m
- 整合接触 -----
- 下泥盆统和布克赛尔组(曼格利亚组 D1-2m)
- 17. 黄绿色生屑泥晶灰岩夹褐黄色生屑粉砂质泥岩透镜体 51.7m

① 新疆维吾尔自治区地质局. 1974. 1:20万托斯特幅地质矿产图说明书

- 16. 深灰色条带状钙质砂岩 26.1m
- 15. 青灰色纹层状砂岩 117.1m
- 整合接触-----
- 下泥盆统和布克赛尔组(乌图布拉克亚组 D1-1w)
- 14. 土黄色块状生屑砂岩,生屑主要为海百合和腕足碎片 58.3m
- 13. 深灰色纹层状粉砂质泥岩,发育水平层理和波状层理 11.1m
- 12. 灰黑色中厚层砂岩夹纹层状薄层粉砂岩,砂岩发育水平层理、波状层理以及冲刷构造 30.7m
- 11. 浅红色长石砂岩,发育水平层理及递变层理,底部含砾 3.2m
- 10. 深灰色纹层状粉砂质泥岩夹细砂岩,细砂岩发育水平层理 27.6m
- 9. 深灰色厚层状凝灰质砂质砾岩与薄层凝灰质砂质粉砂岩互层,在砾岩中发育递变层理,砾岩与下伏砂岩以冲刷面接触 7.8m
- 8. 青灰色纹层状粉砂岩,具水平纹层 19.8m
- 7. 深灰色中厚-厚层凝灰质砂岩与薄层粉砂岩互层,砂岩含水平层理、波状层理以及波状冲刷面 31.5m
- 6. 杂色厚层块状含砾粗砂岩与灰黑色凝灰质砂岩的旋回层,砂岩含水平层理 66.1m
- 5. 土黄色凝灰质泥质粉砂岩 5.8m
- 4. 深灰色厚层凝灰质含砾粗砂岩,含水平沙纹层理以及透镜状层理,底部含长条状泥砾,呈叠瓦状排列 2.2m
- 3. 灰色厚层块状凝灰质砂岩夹粉砂岩,含中小型斜层理和水平层理 2.2m
- 2. 灰黑色厚层块状凝灰质含砾粗砂岩 1.8m
- 1. 青灰色厚层状凝灰质砂岩与薄层状粉砂岩互层,含水平层理 1.2m
- 整合接触-----

下伏地层:上志留统克克库都克组

3.2 布隆果尔西侧剖面

上覆地层:中石炭统哈尔加乌组
-----未见顶-----

- 下石炭组黑山头组(C1h)
- 16. 灰绿色厚层状细砂岩,发育毫米级水平层理 15.1m
- 15. 黑色泥岩 3.8m
- 14. 褐色砾岩,含三层灰色透镜体状灰岩,砾岩所含的砾石达到粗砾级别。成分多样,含灰岩砾石,可达4×8cm,次棱角状一次圆状 7.6m
- 13. 黑色块状泥岩 0.9m
- 12. 深灰色灰岩,发育条状构造 0.9m
- 11. 灰色砾岩,单层约厚0.5m,分选性差 1.9m
- 10. 灰色砂岩夹灰黑色灰岩透镜体 3.7m
- 9. 黑色砾岩,砾石为次棱角状—棱角状 4.7m
- 8. 黑色块状泥岩,偶夹薄层砂岩 27.4m
- 7. 深灰色钙质砂岩,含大型斜层理,由砂质纹层组成,长度1~2m,高60cm 7.3m
- 6. 黑色块状泥岩 6.4m
- 5. 灰色块状粗砂岩与杂色块状砾岩的旋回,砂岩中见递变层理 8.2m
- 4. 砾岩 12.1m
- 3. 黑色厚层块状泥岩与厚层砾岩互层,组成4个旋回,砾岩单层厚度1.4~2.9m,砾石次棱角到次圆状,泥岩单层厚1.9~2.9m 17.7m
- 2. 黑色厚层块状泥岩 8.2m

- 1. 玄武岩 50.7m
- 整合接触-----
- 上泥盆统洪古勒楞组(D3h)
- 7. 深灰色含砾粗砂岩、灰黄色粗砂岩、粉砂岩的旋回,有些旋回顶部发育青灰色灰岩透镜体 30m
- 6. 灰白色薄层至中厚层生屑灰岩,含大量弓石燕化石 27.0m
- 5. 灰白色到灰黑色薄层生屑灰岩与灰黑色页岩互层 56.1m
- 4. 青灰色粉砂质泥岩与薄层红色泥岩互层 54.2m
- 3. 灰绿色中厚层泥晶灰岩与紫红色泥晶生屑灰岩互层,生屑灰岩中生屑定向排列成条带状构造 33.3m
- 2. 中厚层青灰色粉砂质泥岩与土黄色纸片状泥岩互层,粉砂质泥岩含腕足类化石及泥砾 38.1m
- 1. 灰黑色厚层块状泥岩 21.0m
- ~~~~~沉积间断~~~~~
- 下伏地层:上泥盆统朱鲁木特组

4 沉积相划分

根据岩性组合和沉积构造特征,可将沙尔布尔提山地区下泥盆统到下石炭统的地层划分为滨海相和海岸平原相。其中下泥盆统和布克赛尔组底部的乌图布拉克亚组为滨海碎屑岩相,曼格利亚组为滨海碎屑岩和碳酸盐岩相,芒克鲁亚组为滨海碳酸盐岩相。中泥盆呼吉尔斯特组为海岸平原相。上泥盆洪古勒楞组底部为海岸平原相,向中部过渡为滨海碳酸盐岩相,顶部为滨海碎屑岩相。下石炭统黑山头组为滨海碎屑岩相。

4.1 下泥盆统的沉积相

乌图布拉克亚组以一套褐色褐黄色的粗火山碎屑岩为主。前人在该组发现了大量的珊瑚、腕足类、瓣鳃类、三叶虫、竹节石、笔石以及软体动物等海相化石,同时也发现一些古植物化石(新疆维吾尔自治区地质局,1974^①;新疆地质局区域地质测量大队地层分队和国家计委地质局地质科学研究所,1974;新疆地质局区域地质调查队地层组,1978^②)。镜下观察其石英含量很少,一般不超过5%,长石含量普遍较高,另外还含大量火山岩屑。该组发育砂泥互层层理、透镜层理、中小型斜层理和波状层理构造,泥砾具定向排列并发育有冲刷面(图3a,b,c,d)。上述特征说明该组沉积环境以滨海为主,陆源碎屑供应充足,水动力条件较强、受波浪作用影响较大,水体较浅,应位于浪基面之上。因此乌图布拉克亚组应为滨海相沉积。

曼格利亚组主要为—套钙质砂岩,其良好的分选及磨圆度反映较高能的水动力条件。值得指出的是在层17的粉沙

① 新疆维吾尔自治区地质局. 1974. 1:20万托斯特幅地质矿产图说明书

② 新疆地质局区域地质调查队地层组. 1978. 新疆北部古生代地层. 新疆区调(内部刊物),1978(1):31-86

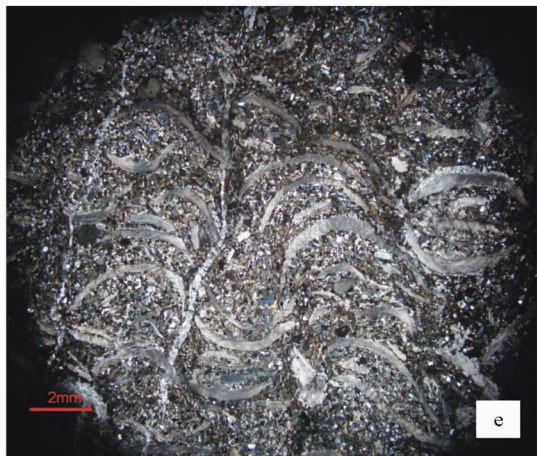
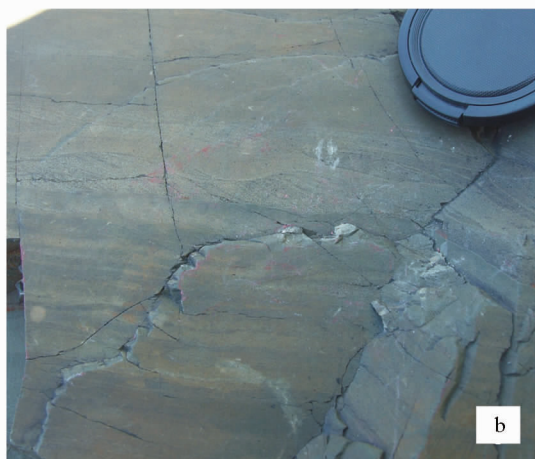




图3 沉积构造特征

a-砂泥互层层理,压扁层理,透镜层理,泥砾斜列(D1-1w);b-小型斜层理(D1-1w);c-波状层理(D1-1w);d-冲刷面(D1-1w);e-腕足贝壳定向排列(正交偏光,1×,D1-2m);f-灰岩中含大量生物碎屑杂乱堆积,主要为腕足贝壳(D1-3m);g-含砾灰岩;h-呼吉尔斯特组主要为块状泥岩(D2h);i-砾岩到砂岩的旋回构成泥岩中的透镜体(D1-3m);j-砂岩中含植物化石(D1-3m);k-粉砂岩中含腕足贝壳化石(D3h);l-砂岩中的大型斜层理(C3h)

Fig. 3 Sedimentary structure feature

a-sand mud interlayered bedding, flattened bedding, lenticular bedding, echelon mud boulder (D1-1w); b-minitype oblique bedding (D1-1w); c-wavy bedding (D1-1w); d-scour surface (D1-1w); e-orientated brachiopod shell (XPL, 1 ×, D1-2m); f-the biotritus contained in limestone in chaos, mainly are brachiopod shells (D1-3m); g-calcirudite; h-blocky mudstone in Hujieersite formation (D2h); i-cyclic bedding of conglomerate and sandstone contained in mudstone as lens (D1-3m); j-plant remains contained in sandstone (D1-3m); k-brachiopod shell contained in siltstone (D3h); l-large scale oblique bedding contained in sandstone(C3h)

质泥岩透镜体中发现大量生物碎屑, 主要为腕足贝壳, 这些贝壳定向性好, 凸面突出方向具优选方位(图 3e), 一般在较高能条件下会形成这一现象。因此该组仍属滨海相, 但水动力条件比乌图布拉克亚组要弱, 可能水体稍深。

下泥盆统芒克鲁亚组以生屑灰岩为主, 中间夹几层泥晶灰岩。生屑主要为腕足贝壳的碎片(图 3f), 还含有砾屑(图 3g)。这些特征代表了高能或靠近高能的环境, 波浪作用较强。前人对该套地层的研究显示其普遍含珊瑚、腕足等浅水环境的化石(新疆维吾尔自治区地质局, 1974^①; 新疆地质局区域地质测量大队地层分队和国家计委地质局地质科学研究院地矿所, 1974; 新疆地质局区域地质调查队地层组, 1978^②)。综上所述, 芒克鲁亚组灰岩属生物碳酸盐沉积的滨海相。

4.2 中泥盆统的沉积相

中泥盆统呼吉尔斯特组以巨厚泥岩夹多层粗碎屑岩透镜体或旋回层为特征, 与芒克鲁亚组之间有沉积间断面。泥岩以块状结构为主, 未见粉砂条带, 代表较弱的水动力条件(图 3h)。另一方面, 所夹多层粗碎屑岩则以砾岩、含砾砂岩、砂岩的旋回为主(图 3i), 在砂岩层中发育水平层理和波状层理(图 3i), 显然代表了一种高能环境。同时砂岩透镜体中还发现了植物化石残片(图 3j), 前人也曾发现过拟鳞木化石(新疆维吾尔自治区地质局, 1974; 新疆地质局区域地质测量大队地层分队和国家计委地质局地质科学研究院地矿所, 1974; 新疆地质局区域地质调查队地层组, 1978)。基于以上观察, 呼吉尔斯特组符合海岸平原相的特征, 即总体上是泥质细碎屑为主的弱水动力环境, 但在潮道或海岸河流的局部小环境内水动力强, 沉积砾岩等粗碎屑岩。

4.3 上泥盆统的沉积相

上泥盆统洪古勒楞组显示从底部细碎屑岩到顶部粗碎屑岩的变化。底部泥岩为块状构造, 内部均匀。中部第 3 层到第 6 层以粉砂级碎屑岩为主, 其中普遍含滨海底栖的大化石如腕足、海百合、三叶虫等(图 3k), 表明氧气丰富且属于海水的透光带。上部第 7 层为含砾粗砂岩、灰黄色粗砂岩、粉砂岩的旋回, 旋回顶部发育粉砂岩及灰岩条带。上述特征代表从低能的海岸平原相到滨海生物碳酸盐岩相, 再到滨海碎屑岩相的变化过程。

4.4 下石炭统的沉积相

下石炭统黑山头组以砾岩及砂岩与泥岩的互层为主。泥岩为块状, 内部构造均一, 代表水动力条件弱的环境。而砾岩中则发育递变层理和冲刷面, 砂岩中发育了大型板状斜层理(图 3l), 它们代表水动力较强的环境。这些特征与中泥盆统呼吉尔斯特组近似, 因此黑山头组总体也代表了一种海岸平原的环境。

5 早泥盆—早石炭世物源演变及其意义

5.1 物源区分析

碎屑岩的碎屑组成和结构特征直接反映物源区和沉积盆地的构造环境。前人曾经对沙尔布尔提山区的晚古生代地层进行过骨架碎屑的研究, 其结论为该时期地层的物源区为岛弧(吴浩若等, 1993)。但由于其样品数只有 5 个, 且仅限于下泥盆统, 因而很难概括出这一时期本地区的整体物源演变趋势。

笔者在沙尔布尔提山地区上述各组地层进行了连续采样和镜下观察。其中和布克赛尔组的乌图布拉克亚组 18 块、曼格和芒克鲁亚组共计 17 块、呼吉尔斯特组 8 块、洪古勒楞组 17 块和黑山头组 18 块。和布克赛尔组的乌图布拉克亚组以长石和火山岩岩屑为主, 并含有一定数量的辉石和角闪石等矿物, 碎屑颗粒次棱角状, 多为颗粒支撑, 分选中等。石英和沉积岩岩屑含量极少, 说明其成份成熟度低, 未经过充分分选且距物源很近。曼格和芒克鲁亚组含大量生物碎屑, 而其中所含陆源碎屑主要为火山岩岩屑以及具有熔蚀港湾状的石英, 说明依然接受了火山岩蚀源区物质的供应。呼吉尔斯特组的粗碎屑中, 主要为火山碎屑岩, 所含石英比和乌图布拉克亚组增加很多, 长石含量锐减。碎屑颗粒多为次圆状, 颗粒支撑, 分选差。洪古勒楞组的碎屑主要以火山岩岩屑为主, 石英和长石含量都较少。碎屑颗粒多为次棱角状, 分选差, 颗粒支撑。另外该组的灰岩中有大量陆源碎屑物质, 也以火山岩岩屑为主。黑山头组的碎屑岩中石英含量剧增, 长石含量极少, 岩屑主要为火山岩。碎屑颗粒多次棱角-次圆状, 分选中等, 颗粒支撑。上述各组样品中骨架碎屑成分特征说明在其形成过程中火山岩蚀源区物质的供应非常丰富。

为了更明确地反映物源区随时间的演变过程, 从各组中挑选适于进行 Gazii-Dikingson 统计的样品进行骨架碎屑统计。挑选的标准和统计方法参见 Dikingson and Suczek (1979)、Ingersoll *et al.* (1984) 以及李忠等 (1999) 等的论文, 骨架碎屑类型采用 Dikingson and Suczek (1979) 所规定的类型, 使用 Dikingson *et al.* (1983) 中的三角图进行投图(图 4)。经镜下观察, 野外采集样品中共有 17 个符合标准, 其中下泥盆统乌图布拉克亚组 10 个, 中泥盆统呼吉尔斯特组 3 个, 上泥盆统洪古勒楞组 1 个, 下石炭统黑山头组 3 个。这些样品涵盖了研究区早泥盆世到早石炭世的地层, 所得的结果应能体现物源区随时间的演变过程。

经投图后发现下泥盆统的样品无论在 QFL 三角图还是

① 新疆维吾尔自治区地质局. 1974. 1:20 万托斯特幅地质矿产图说明书

② 新疆地质局区域地质调查队地层组. 1978. 新疆北部古生代地层. 新疆区调(内部刊物), 1978(1):31-86

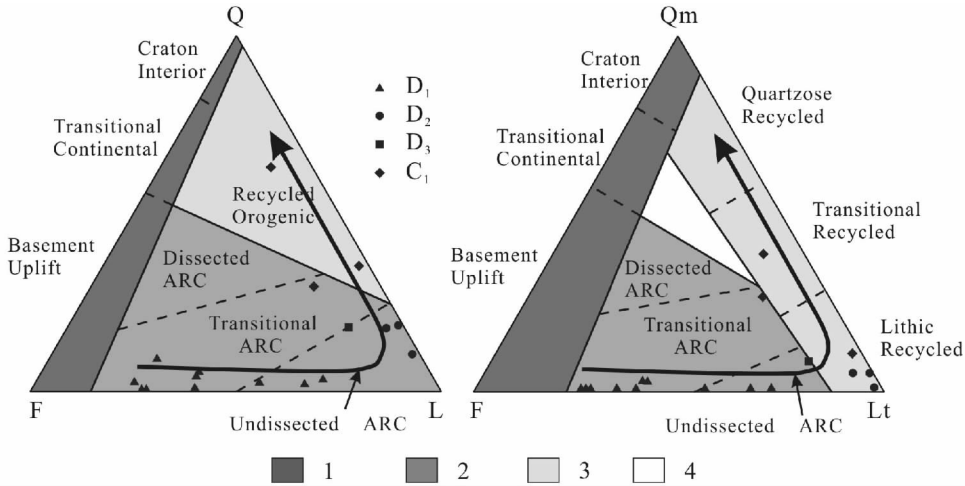


图4 蚀源区演变三角图解(据 Dikingson *et al.*, 1983)

1-大陆块物源区;2-岛弧物源区;3-再旋回造山物源区;4-混合物源区

Fig. 4 Triangular diagram of provenance evolution (after Dikingson *et al.*, 1983)

1-continental block provenances; 2-magmatic arc provenances; 3-recycled orogen provenances; 4-mixed provenances

表1 骨架碎屑成分数据表

Table 1 The framework detritus components

时代	组	样品号	Qm	Qp	P	K	Lv	Ls	Total
C1	黑山头组	HS4-12-1	33	74	7	0	187	0	301
		HS4-14-1	118	73	24	6	82	0	303
		HS4-16-1b	11	6	148	7	136	1	309
D3	洪古勒楞组	HS3-10	28	29	30	13	191	20	311
D2	呼吉尔斯特组	HS1-15-7	17	37	13	1	224	8	300
		HS1-15-1	2	30	6	0	254	8	300
		HS1-15-6	17	40	2	0	237	5	301
		HS2-2	2	5	98	0	199	1	305
		HS2-3	1	3	219	1	80	1	305
		HS2-4	0	0	215	0	84	1	300
		HS2-6a	8	10	177	1	116	5	317
D1	乌图布拉克亚组	HS2-6b	2	9	76	7	203	10	307
		HS2-9	4	4	128	1	163	0	300
		HS2-13	8	7	175	0	110	6	306
		HS2-15	0	0	180	0	115	5	300
		HS2-16	2	26	195	0	76	3	302
		HS2-17	0	0	180	0	115	5	300

在 QmFLt 三角图上全部沿 F-L 边排列(图4),且在未切割岛弧区和过渡型岛弧区都有分布,说明蚀源区位于岛弧的中上部。中泥盆统样品在 QFL 三角图中位于 Q-L 边附近靠近 L 顶角的地方,属于未切割岛弧区;而在 QmFLt 三角图中也位于 Lt 顶角附近,属于岩屑型再旋回造山带物源区。该样品在两个三角图投图结果的不一致似乎产生了双解性,但可以通过长石含量作进一步判定。鉴于这些样品长石含量极少,因此倾向于认为它们属于再旋回造山的物源区。上泥盆统由于岩性以细碎屑岩和灰岩为主,只有一个样品符合统计需求,它在 QFL 三角图中投于岛弧物源区,而在 QmFLt 三角图

中投于岩屑型再旋回造山物源区和岛弧物源区交界处,基于中泥盆统样品同样的理由,倾向于得出它的物源是再旋回造山的。下石炭统的一个样品位于再旋回造山物源区和岛弧物源区交界处,另外两个位于再旋回造山区。

由于在样品中钾长石和沉积岩岩屑(以及变沉积岩岩屑)含量十分稀少甚至缺失(见表1),没有统计意义,因此无法进行 QpLvLs 三角图和 QmPK 三角图的投图。

纵观各组样品的投点位置,发现随地层时代变新,样品沿 F-L 边向 L 顶角延伸,然后再沿 Q-L 边向 Q 顶角延伸,这反映物源由岛弧区向岩屑型再旋回造山带区、再向过渡型再

旋回造山带区演变的过程。这种演变趋势有可能代表成吉斯—塔尔巴哈台褶皱带在晚古生代的剥蚀顺序: 早泥盆世, 成吉斯—塔尔巴哈台带中的早期岛弧发生隆起, 为乌图布拉克亚组提供成熟度很低的碎屑物质。随着岛弧被剥蚀殆尽, 中、晚泥盆世呼吉斯特组和洪古勒楞组沉积时期转而接受岩屑型再旋回造山带的物源供应, 而早石炭世的物源则变为过渡型再旋回造山带区。这种剥蚀顺序反映了成吉斯—塔尔巴哈台褶皱带的建造特征和隆起过程。

5.2 构造古地理环境

沙尔布尔提山地区泥盆系和下石炭统海相地层主要为滨海相和海岸平原相沉积, 其水体较浅, 靠近岸线。下泥盆统和下石炭统以中小型斜层理为特征的古流向资料指示总体从北向南的古流向(图5), 显然研究区以北地区为物源区, 即成吉斯—塔尔巴哈台褶皱带。结合沉积相的研究成果, 本区可能属成吉斯—塔尔巴哈台褶皱带以南的晚古生代陆缘区, 属于晚古生代巴尔喀什—西准噶尔残留海的北缘(徐新等, 2006)。

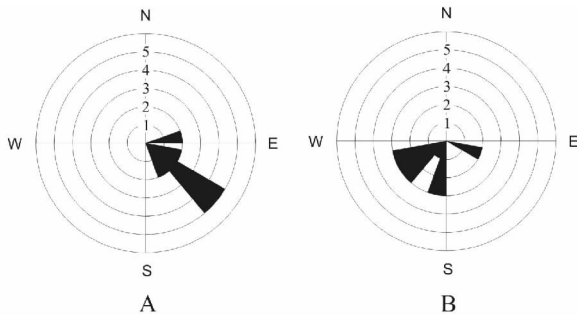


图5 下泥盆统与下石炭统古流向玫瑰花图

A-乌图布拉克亚组 D1-lw 古流向: $n = 11$; B-黑山头组 C1h 古流向: $n = 12$

Fig. 5 Rose diagram of paleocurrent in lower Devonian and lower Carboniferous

A-paleocurrent in Wutubulake subformation D1-lw: $n = 11$;

B-paleocurrent in Heishantou formation C1h: $n = 12$

6 结论

(1) 沙尔布尔提山地区下泥盆统到下石炭统的地层划分为滨海相和海岸平原相。其中下泥盆统和布克赛尔组底部的乌图布拉克亚组为滨海碎屑岩相, 曼格尔亚组为滨海碎屑岩和碳酸盐岩, 芒克鲁亚组为滨海碳酸盐岩。中泥盆统呼吉斯特组为海岸平原相。上泥盆统洪古勒楞组底部为海岸平原相, 向中部过渡为滨海碳酸盐岩, 顶部为滨海碎屑岩相。下石炭统黑山头组为滨海碎屑岩相。

(2) 下泥盆统和下石炭统以中小型斜层理为特征的古流向资料指示总体从北向南的古流向, 显示研究区以北地区为物源区, 即成吉斯—塔尔巴哈台褶皱带。结合沉积相的研究

成果, 本区可能属成吉斯—塔尔巴哈台褶皱带以南的晚古生代陆缘区, 属于晚古生代巴尔喀什—西准噶尔残留海的北缘(徐新等, 2006)。

(3) 物源演变趋势分析反映了成吉斯—塔尔巴哈台褶皱带的隆起过程: 早泥盆世, 成吉斯—塔尔巴哈台带中的早古生代岛弧发生隆起, 为乌图布拉克亚组提供成熟度很低的碎屑物质。随着岛弧被剥蚀, 中、晚泥盆世呼吉斯特组和洪古勒楞组接受岩屑型再旋回造山带的物源供应, 而早石炭世进入过渡型再旋回造山带区, 表明可能接受了前陆隆升带的剥蚀。

致谢 本研究受到中石化项目《中国北方晚古生代“过渡层”盆地油气勘探新领域》资助, 成文过程中得到何国琦教授和韩宝福教授诸多指导, 镜下鉴定受到宋述光教授的指导和帮助。野外和室内工作中得到张家震、乔二伟、赵磊、何金有、朱自虎、尚文欢和冯继承的支持和帮助, 特此致谢。

References

- Dikingson WR and Suczek CA. 1979. Plate tectonics and sandstone compositions. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 63(12): 2164–2182
- Dikingson WR, Beard LS, Brakenridge GR, Erjavec JL, Ferguson RC, Inman KF, Knepp RA, Lindberg FA and Ryberg PT. 1983. Provenance of North American Paleozoic sandstones in relation to tectonic setting. *Geological Society of American Bulletin*, 94(2): 222–235
- Han BF, He GQ, Wang SG and Hong DW. 1998. Post-collisional mantle-derived magmatism and vertical growth of the continental crust in North Xinjiang. *Geological Review*, 44(4): 396–406 (in Chinese with English abstract)
- He GQ and Li MS. 2000. New achievement in researching ophiolitic belts in central Asia and its significance in the links of tectonic belts between northern Xinjiang and adjacent area. *Xinjiang Geology*, 18(3): 193–202 (in Chinese with English abstract)
- He GQ and Li MS. 2001. Significance of Paleogeography and Paleogeography of Ordovician-Silurian rock associations in Northern Xinjiang, China. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 37(1): 99–110 (in Chinese with English abstract)
- Huang JH, Jin ZD and Li FC. 1999. Sm-Nd isotopic feature of Hongguleleng Ophiolite and its ageing. *Chinese Science Bulletin*, 44(9): 1004–1007 (in Chinese)
- Ingersoll RV, Bullard TF, Ford RL, Grimm JP, Pickle JD and Sares Sw. 1984. The effect of grain size on detrital modes: Test of the Gazzi-Dickinson point-counting method. *Journal of Sedimentary Petrology*, 54(1): 103–116
- Li Z, Li RW, Sun S, Jiang MS and Zhang WH. 1999. Detrital composition and provenance tectonic attributes of Jurassic sandstones, south Hefei basin. *Acta Petrologica Sinica*, 15(3): 438–445 (in Chinese with English abstract)
- Liao WH and Cai TC. 1987. Sequence of Devonian rugose coral assemblages from northern Xinjiang. *Acta Palaeontologica Sinica*, 26(6): 689–703 (in Chinese with English abstract)
- Shu LS, Lu HF, Yin DH, Ma RS, Charvet J and Laurent-Charvet S. 2001. Late Paleozoic continental accretionary tectonics in northern Xinjiang. *Xinjiang Geology*, 19(1): 59–63 (in Chinese with English abstract)
- Strata Group of Regional Geological Measuring Team of Xinjiang Geological Bureau and Institute of Geology and Mineral Resources of

- Academy of Geological Sciences of National Program Commission. 1974. The brief introduction to the Palaeozoic strata in Shaerbuerti and Sawuer region of the West Junggar, Xinjiang. *Northwestern Geology*, (1):29-38 (in Chinese)
- Wang BY. 1986. The Devonian tabulate coral assemblages of northern Xinjiang with remarks on subdivision of the Lower-Middle Devonian. *Journal of Stratigraphy*, 10(1):34-40 (in Chinese with English abstract)
- Wang GR. 1996. Classification of tectonic units and geologic evolution in the northern Xinjiang and neighboring area. *Xinjiang Geology*, 14(1):12-27 (in Chinese with English abstract)
- Wang QM. 2000. Palaeogeography of the Devonian in Xinjiang. *Xinjiang Geology*, 18(4):319-323 (in Chinese with English abstract)
- Wang YL and Cheng SD. 2001. Crustal evolution and mineralization of Xinjiang Uygur Autonomous Region. *Scientia Geologica Sinica*, 36(2):129-143 (in Chinese with English abstract)
- Wu B, He GQ, Wu TR, Li HJ and Luo HL. 2006. Discovery of the Buergen ophiolitic mélange belt in Xinjiang and its tectonic significance. *Geology in China*, 33(3):476-486 (in Chinese with English abstract)
- Wu HR, Pan ZP and Zhang C. 1993. The Paleozoic strata sequences relative to ophiolite in West Junggar and its sedimentary tectonic environment. *New Achievements of Solid Earthsciences in Northern Xinjiang*. Beijing: Science Press, 151-161 (in Chinese)
- Wu XZ, Qi XF, Tang Y, Wei YZ and Hou LH. 2008. Carboniferous strata and lithofacies paleogeography and source rock in northern Xinjiang. *Geoscience*, 22(4):549-557 (in Chinese with English abstract)
- Xu HK, Cai CY, Liao WH and Lu LC. 1990. Hongguleleng Formation in western Junggar and the boundary between Devonian and Carboniferous. *Journal of Stratigraphy*, 14(4):292-301 (in Chinese with English abstract)
- Xu X. 1998. On opening-closing tectonics of Xinjiang. *Xinjiang Geology*, 16(1):1-12 (in Chinese with English abstract)
- Xu X, He GQ, Li HQ, Ding TF, Liu XY and Mei SW. 2006. Basic characteristics of the Karamay ophiolitic mélange, Xinjiang, and its zircon SHRIMP dating. *Geology in China*, 33(3):470-475 (in Chinese with English abstract)
- Zhang C and Huang X. 1992. The ages and tectonic settings of ophiolites in west junggar, Xinjiang. *Geological Review*, 38(6):509-524 (in Chinese with English abstract)
- Zhu YF and Xu X. 2006. The discovery of Early Ordovician ophiolite mélange in Taerbahatai Mts., Xinjiang, NW China. *Acta Petrologica Sinica*, 22(12):2833-2842 (in Chinese with English abstract)
- 新疆地质, 18(3):193-202
- 何国琦, 李茂松. 2001. 中国新疆北部奥陶—志留系岩石组合的古构造、古地理意义. *北京大学学报*, 37(1):99-110
- 黄建华, 金章东, 李福春. 1999. 洪古勒楞蛇绿岩 Sm-Nd 同位素特征及时代界定. *科学通报*, 44(9):1004-1007
- 李忠, 李任伟, 孙枢, 江茂生, 张文华. 1999. 合肥盆地南部侏罗系砂岩碎屑组分及其物源构造属性. *岩石学报*, 15(3):438-445
- 廖卫华, 蔡士赐. 1987. 新疆北部泥盆纪四射珊瑚组合序列. *古生物学报*, 26(6):689-703
- 舒良树, 卢华复, 印栋浩, 马瑞士, 夏飞, 卢汉. 2001. 新疆北部古生代大陆增生构造. *新疆地质*, 19(1):59-63
- 王宝瑜. 1986. 新疆北部泥盆纪床板珊瑚组合特征兼论下、中泥盆统的划分. *地层学杂志*, 10(1):34-40
- 王广瑞. 1996. 新疆北部及邻近区地质构造单元与地质发展史. *新疆地质*, 14(1):12-27
- 王庆明. 2000. 新疆泥盆纪古地理. *新疆地质*, 18(4):319-323
- 王元龙, 成守德. 2001. 新疆地壳演化与成矿. *地质科学*, 36(2):129-143
- 吴波, 何国琦, 吴泰然, 李会军, 罗红玲. 2006. 新疆布尔根蛇绿混杂岩的发现及其大地构造意义. *中国地质*, 33(3):476-486
- 吴浩若, 潘正雷, 张弛. 1993. 西准噶尔与蛇绿岩相关的古生代地层序列及其沉积大地构造环境判别. *新疆北部固体地球科学新进展*, 北京: 科学出版社, 151-161
- 吴晓智, 齐雪峰, 唐勇, 卫延召, 侯连华. 2008. 新疆北部石炭纪地层、岩相古地理与烃源岩. *现代地质*, 22(4):549-557
- 新疆地质局区域地质测量大队地层分队, 国家计委地质局地质科学研究院地矿所. 1974. 新疆西准噶尔沙尔布尔提山及萨吾尔山地区古生代地层简介. *西北地质*, (1):29-38
- 许汉奎, 蔡重阳, 廖卫华, 卢礼昌. 1990. 西准噶尔洪古勒楞组及其泥盆-石炭界限. *地层学杂志*, 14(4):292-301
- 徐新. 1998. 概论新疆开合构造. *新疆地质*, 16(1):1-12
- 徐新, 何国琦, 李华芹, 丁天府, 刘兴义, 梅绍武. 2006. 克拉玛依蛇绿混杂岩带的基本特征和锆石 SHRIMP 年龄特征. *中国地质*, 33(3):470-475
- 张弛, 黄莹. 1992. 新疆西准噶尔蛇绿岩形成的时代和环境探讨. *地质论评*, 38(6):509-524
- 朱永峰, 徐新. 2006. 新疆塔尔巴哈台山发现早奥陶世蛇绿混杂岩. *岩石学报*, 22(12):2833-2842

附中文参考文献

- 韩宝福, 何国琦, 王式洸, 洪大卫. 1998. 新疆北部后碰撞幔源岩浆活动与陆壳纵向生长. *地质论评*, 44(4):396-406
- 何国琦, 李茂松. 2000. 中亚蛇绿岩带研究进展及区域构造连接. *新*