

doi:10.3799/dqkx.2012.138

东天山觉罗塔格地区石炭纪火山—沉积岩 地层序列及地质时代

张雄华, 黄 兴, 陈继平, 廖群安, 段先锋

中国地质大学地球科学学院, 湖北武汉 430074

摘要: 通过对东天山觉罗塔格地区路白山、夹白山及雅满苏一带石炭纪生物地层及年代地层研究, 厘定了石炭系地层序列, 划分出了□带、四射珊瑚及腕足类化石组合, 确定雅满苏组下段、中段地质时代为早石炭亚纪大塘世旧司期—上司期, 上段时代为大塘世德坞期, 与海相火山岩型铁矿有关的火山岩层位多为大塘世旧司期。根据古生物化石组合确定了底坎尔组地质时代为晚石炭亚纪威宁世罗苏期, 土古土布拉克组时代为威宁世滑石板期, 与火山岩型铁矿有关的火山岩层位为威宁世滑石板期。此外, 通过区域岩石地层对比及地层时代研究, 认为前人在雅满苏组之下所划分的小热泉子组在区域上可出现在雅满苏组的中下部, 层位极不稳定, 应予废弃。在上述年代地层序列的研究基础上, 最后对觉罗塔格地区石炭纪大地构造背景演化进行了讨论。

关键词: 觉罗塔格; 石炭纪; 地质时代; 火山岩型铁矿; 沉积学; 地层学。

中图分类号: P53

文章编号: 1000-2383(2012)06-1305-10

收稿日期: 2012-07-19

Stratigraphical Sequence of Carboniferous Marine Volcanic-Deposit Rock and Its Geological Age in Jueluotage Area, Eastern Tianshan

ZHANG Xiong-hua, HUANG Xing, CHEN Ji-ping, LIAO Qun-an, DUAN Xian-feng

Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

Abstract: By the study on the Carboniferous biostratigraphy and geological age in Lubaishan, Jiabaishan and Yamansu areas in Jueluotage, the Carboniferous sequence is revised, and the fusulinid zone, coral assemblages and brachiopod assemblages are divided. It is suggested that the geological age of Lower and Middle member of Yamansu Formation is Jiusian-Shanghsian in the Early Carboniferous; while the Upper member is Dewuan, and the strata of volcanic deposit which is correlated with the marine volcanic type iron is Jiusian. What's more, these fossil assemblages indicate that the age of Dikanr Formation is Luosuan in the Late Carboniferous, and the age of Tugutu Bulak Formation is Huashibanian, volcanics horizon here was forming in Huashibanian. Besides, this paper suggests that the Xiaorequanzi Formation should be abandoned since this formation can belong to the Middle-Lower part of Yamansu Formation in this area. The geotectonic background of Carboniferous is also discussed in this paper.

Key words: Jueluotage; Carboniferous; geological age; volcanic iron deposits; sedimentology; stratigraphy.

东天山地区石炭纪海相火山岩型铁矿发育, 代表有雅满苏铁矿、沙泉子铁矿、库姆塔格铁矿、百灵山铁矿、红云滩铁矿、赤龙峰铁矿等。这些铁矿虽然均出现在石炭纪火山岩地层中, 但其围岩时代在不同地方存在一定的差异, 其中部分出现在下石炭亚系, 代表为雅满苏、红云滩、百灵山等铁矿, 与下石炭统雅满苏组火山岩有关; 部分分布在上石炭亚系, 如

赤龙峰铁矿、翠岭铁矿、库姆塔格铁矿, 与土古土布拉克组火山岩有关。

虽然前人对东天山地区石炭纪火山岩地层序列及地层时代进行过较多研究(蔡士赐, 1988, 1999; 周守运, 2000; 宋安江等, 2006; 冯京等, 2007; 李永军等, 2007; 潘少逵, 2009), 但由于不同的学者侧重点不同, 其研究多局限于某个地层单位的生物地层或

基金项目: 中国地质调查局地质调查工作项目(No. 1212011085469)。

作者简介: 张雄华(1963—), 男, 教授, 主要从事古生物地层学、沉积学方面的教学和研究工作。E-mail: zhangxh6367@yahoo.com.cn

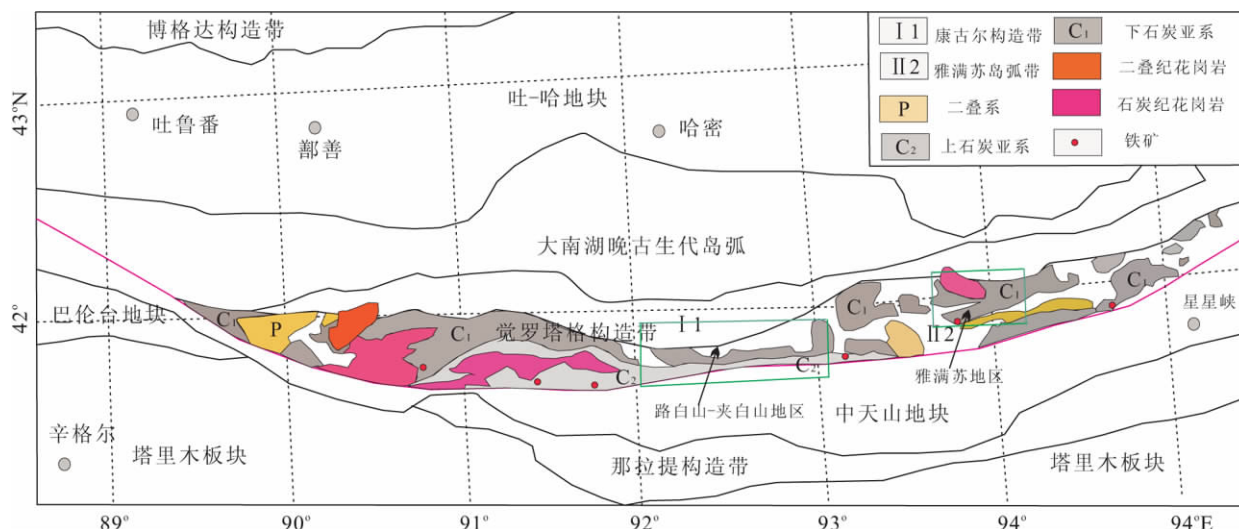


图 1 东天山觉罗塔格地区大地构造分区及石炭系分布

Fig. 1 Geotectonic units and the distribution of Carboniferous in Jueluotage area, eastern Tianshan

某套火山岩的同位素年龄, 缺乏综合对比, 因而地层时代划分较粗, 对石炭纪海相火山岩型铁矿赋矿层位缺乏精细的地质时代限定。

与地层时代相比, 石炭纪海相火山岩型铁矿赋矿层位的大地构造背景存在的争议更大, 且不同时期, 尤其是早、晚石炭亚纪的大地构造背景也存在一定的差异。如何在精细的年代地层序列基础之上, 通过了解各时期大地构造背景及演化, 探讨石炭纪海相火山岩型铁矿的时空分布规律, 是目前该区找矿的一个重要任务。

本文拟通过项目组在东天山觉罗塔格地区, 尤其是路白山地区石炭纪海相火山沉积岩系中发现的大量古生物化石及部分测年成果, 从石炭纪海相火山岩的地层序列、地质时代及演化入手(图 1), 探讨石炭纪海相火山岩型铁矿的成矿地质背景, 尤其是其形成时代及大地构造背景的演化, 为东天山地区戈壁沙漠覆盖区该类型铁矿的分布推断与预测提供理论依据。

1 早石炭亚纪地层序列及地层时代

东天山觉罗塔格地区石炭系主要为火山—沉积岩序列, 局部主要为火山岩。其中哈密雅满苏地区、路白山地区、夹白山地区及库姆塔格大沙隆一带地层序列发育较全(图 1), 且研究较详细。哈密路白山地区早石炭亚纪地层自下而上分别为南北大沟组(C_{1n})及雅满苏组(C_{1y}), 晚石炭亚纪地层自下而上分别为底坎尔组(C_{2d})和土古土布拉克组(C_{2tg})

(图 2)。

1.1 南北大沟组(C_{1n})

东天山觉罗塔格地区目前未见石炭系与下伏泥盆系的直接接触关系, 路白山及夹白山一带石炭系最底部的地层为早石炭亚纪南北大沟组(C_{1n})。该组由杨兴科等(1999)、左国朝等(2006)在哈密夹白山南北大沟一带建立, 为平行不整合伏于雅满苏组火山岩及火山碎屑岩之下的一套碳酸盐岩沉积, 主要岩性为浅灰色、浅肉红色块状含生物碎屑微晶灰岩、生物碎屑灰岩。

笔者在该组发现大量腕足类及四射珊瑚化石, 主要化石有珊瑚: *Heterophyllia* sp., *Zaphrentites* sp., 腕足类: *Eochoristites* sp., *Antiquatonia inflata* (Tschernyschew), *Marginifera* cf. *timanica* (Tschernyschew); 棘皮类: *Ellipsoellipticus* sp., *Cyclocyclicus* sp.。其中 *Heterophyllia*, *Zaphrentites*, *Antiquatonia inflata* 为早石炭亚纪的代表化石, 其他也为早石炭亚纪的常见分子。珊瑚分子全为单体, 小型角锥状、弯锥状, 组合特征与 *Mesiscophyllum xinjiangense* 组合(蔡士赐, 1988)相似, 其时代属早石炭亚纪大塘世早期旧司期或岩关世晚期汤耙沟期。腕足动物群中以个体较小的类型为主, 未出现个体较大的大长身贝类, 其面貌与 *Syringothyris altaica*-*Balakhona kokdscharensis* (蔡士赐, 1999)组合相似, 具大塘世早期旧司期的特征(图 2, 图 3)。

南北大沟剖面中本组与上覆雅满苏组(C_{1y})平行不整合接触关系非常清楚, 笔者发现其主要证据

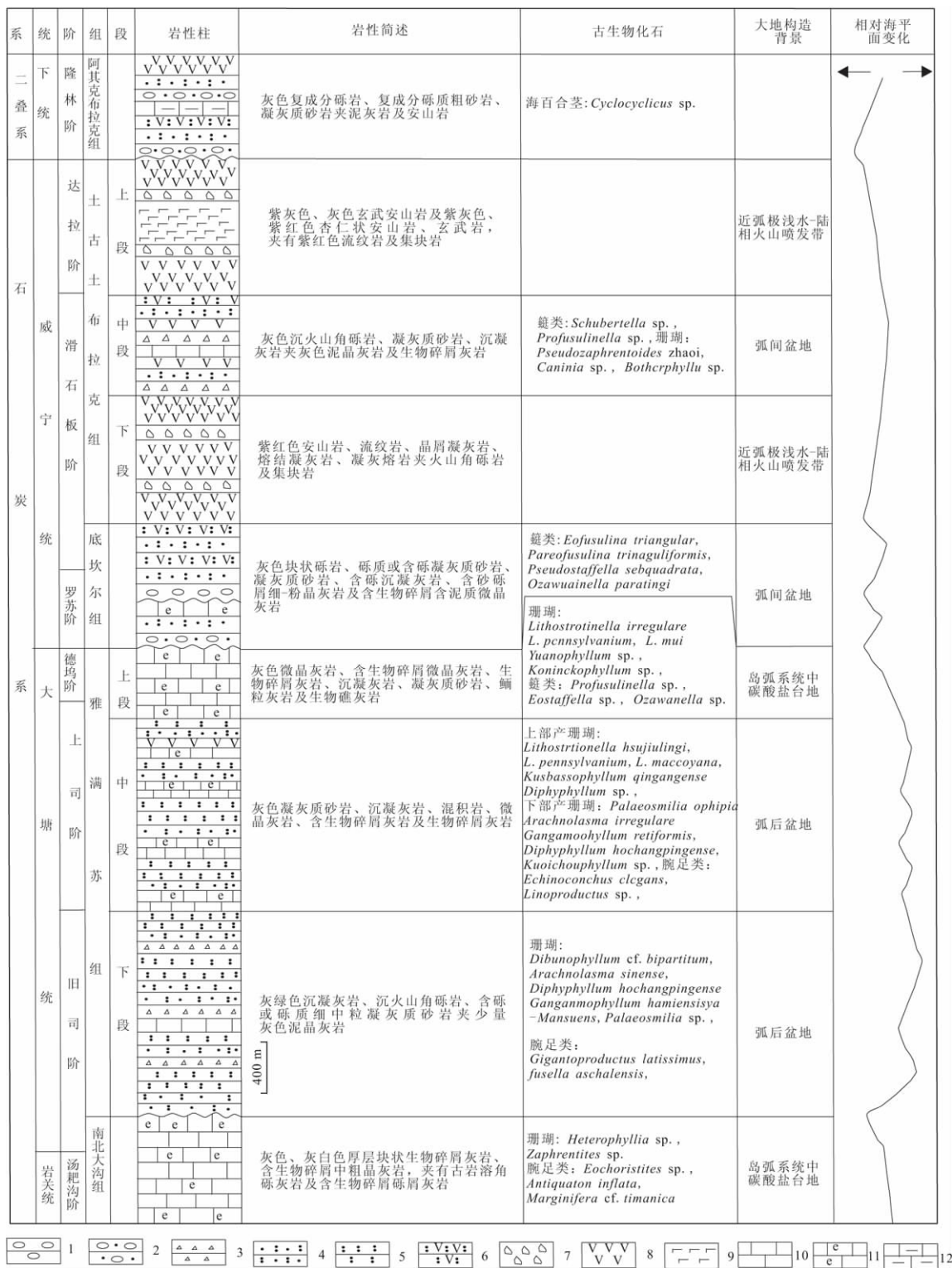


图 2 东天山觉罗塔格地区路白山一带石炭系综合地层柱状图

Fig. 2 Composite stratigraphic column of Carboniferous in Lubaishan of Jueluotage, eastern Tianshan

1. 砾岩; 2. 砾质砂岩; 3. 沉火山角砾岩; 4. 凝灰质砂岩; 5. 凝灰岩; 6. 安山质凝灰岩; 7. 集块岩; 8. 安山岩; 9. 玄武岩; 10. 灰岩; 11. 含生物碎屑灰岩; 12. 泥灰岩

有:(1)南北大沟组顶部具明显的古 KARST 化现象,如溶洞角砾岩、岩溶再沉积等,表明曾遭受过长

期的暴露;(2)顶面起伏不平,为一古岩溶面;(3)雅满苏组底部含有南北大沟组的灰岩砾石;(4)局部可

系	统	阶	组	段	筵带	四射珊瑚组合	腕足类组合
二叠系	下统	隆林阶	阿其克布拉克组				
石炭系	威宁统	滑石板阶	上古土布拉克组		<i>Profusulinella</i> 带	<i>Pseudozaphrentoides-Zhaoi</i> 组合	
				底坎尔组	<i>Pseudostaffella</i> 带		
	大塘统	德玛阶	雅满苏组		<i>Eostaffella</i> 带	<i>Lithostrontionella-Koninckophyllum</i> 组合	<i>Productus conccinnus-Linoproductus corrugatus</i> 组合
		上旧司阶		<i>Kueichouphyllum-Gangamophyllum-Siphonophyllum</i> 组合			
	岩关统	汤耙沟阶	南北大沟组			<i>Mesiscophyllum-xinjiangense</i> 组合	

图 3 觉罗塔格地区路白山一带石炭纪生物地层划分对比

Fig. 3 Subdivision and correlation of the Carboniferous biostratigraphy in Lubaishan of Jueluotage

见雅满苏组的紫灰色沉凝灰岩、凝灰质砂岩顺南北大沟组灰岩中的古岩溶裂缝充填进去(图 4);(5)雅满苏组底部沉凝灰岩中含有大量的海百合茎化石,化石的丰度极高,含量可达 50%,定向明显,但保存较差,属再沉积产物,判断来源于下伏产大量海百合茎化石的南北大沟组。

此外,由于本组化石资料显示本组为大塘期早期,而上覆雅满苏组下段底部时代也为大塘期早期,故造成该平行不整合的区域性抬升运动规模不大、且延续时间不长。

1.2 雅满苏组(C₁y)

该组区域分布很广,在雅满苏地区、路白山及夹白山地区出露较多,是早石炭世海相火山岩型铁矿的主要赋矿层位,主要为一套火山碎屑岩及碳酸盐沉积,局部夹火山熔岩。

在觉罗塔格路白山一带,该组可分为 3 个岩性段。雅满苏组下段岩性主要为灰绿色沉凝灰岩、沉火山角砾岩、含砾或砾质细一中粒凝灰质砂岩,其中沉凝灰岩所占比例最大。中上部局部夹有少量灰色生

物碎屑灰岩及含生物碎屑微晶灰岩。笔者在该段灰岩中发现大量四射珊瑚及腕足类化石。其中珊瑚化石有 *Dibunophyllum cf. bipartitum* (McCoy), *Auloclisia* sp., *Hunanoclisia* sp., *Lophyophylidium* sp., *Arachnolasma sinense densum* Wu., *A. cylindricum multiseptatum* Yu., *A.* sp., *Diphyphyllum hochangpingense* Yu., *Palaeosmilia* sp., *Ganganmophyllum hamiensis yamansuense* (Fan et Lin), *G.* sp., *Carcinophyllum* sp., 腕足类化石 *Gigantoproductus latissimus*, *Marginifera* sp., *Fusella aschalensis* Yang.

珊瑚动物群中所有种均为早石炭世的常见分子,其中 *Hunanoclisia*、*Dibunophyllum cf. bipartitum* 仅见于大塘统,*Arachnolasm*, *Auloclisia* 主要见于大塘统。珊瑚动物群面貌和华南地区 *Thysanophyllum* 带(俞建章等,1983)及新疆 *Kueichouphyllum-Gangamophyllum-Siphonophyllum* 组合(蔡士赐,1988)相似,时代属早石炭亚纪大塘世上司期—旧司期(图 2,图 3)。

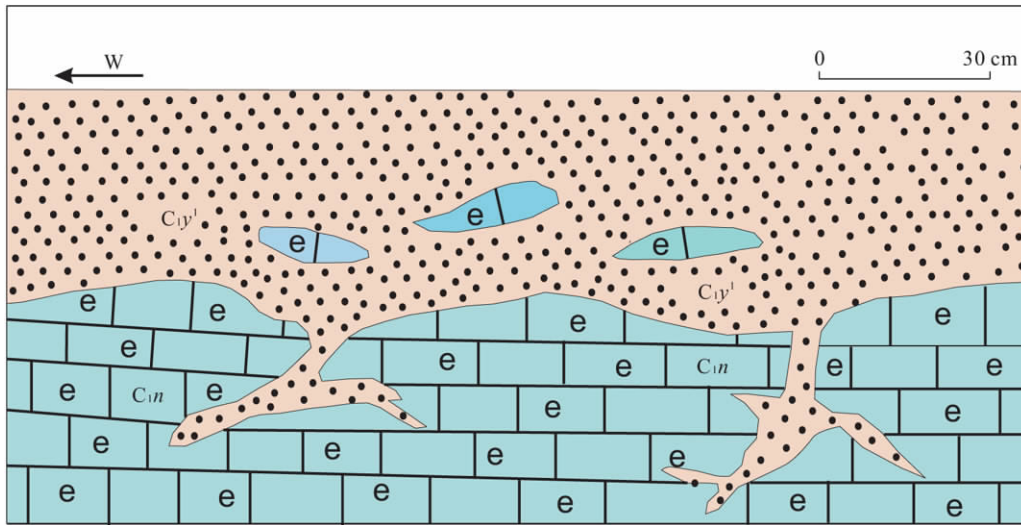


图 4 路白山南北大沟南北大沟组与上覆雅满苏组平行不整合接触关系(雅满苏组中见有南北大沟组的灰岩砾石,而南北大沟组中具岩溶裂隙,内充填有雅满苏组的砂岩)

Fig. 4 Disconformable contact between Nanbeidagou Formation and Yamansu Formation in Nanbeidagou of Lubaishan area

腕足动物群中由于出现了大量壳体巨大、壳线细密无纵褶的原始类型的大长身贝类,其特征和分布与 *Giganoproductus semiglobosus*-*Megachonetes* 组合(蔡士赐,1999)相似,属早石炭亚纪大塘世(图 2,图 3)。

雅满苏中段主要岩性为灰绿色沉火山角砾岩、砾质或含砾粗粒凝灰质砂岩、凝灰质砂岩、沉凝灰岩、由火山碎屑及碳酸盐岩混合构成的混积岩、灰岩(包括微晶灰岩、含生物碎屑灰岩、生物碎屑灰岩及鲕粒灰岩)等,以出现大量的灰岩为特征,笔者发现其产大量腕足类、珊瑚、腹足类和苔藓虫化石。

本段珊瑚化石在垂向上具一定的分异性,下部产 *Palaeosmia ophiopia* (Yu), *P. guidingensis* H. D. Wang, *P. sp.*, *Arachnolasma irregulare* Yu, *A. sinense densum* Wu, *A. cylindricum multiseptatum* Yu, *Siphonodenron kuangsiense* (Yu), *S. irregulare* (Phillips), *Dibunophyllum bipartitum* (Mccoy), *Diphyphyllum hochangpingense* Yu, *Auloclisia sp.*, *Caninella sp.*, *Koninckophyllum sp.*, *Heterocaninia sp.*, *Gangamoohyllum retiformis* Lin et Fan, *G. hamiensis yamansuense* (Fan et Lin), *Amygdalophylloides sp.*, *Hunanoclisia sp.*, *Bothrophyllum cf. conicum* (Fischer), *Carcinophyllum sp.*, *Humboldtia cf. banqiaoensis* H. D. Wang, *Kueichouphyllum sp.*, *Clavilasma sp.*, *Cyathaxonia cornu var. erecta* Hudson, *Rotiphyllum sp.*, *Hapsiphyllum maanqioense*

Zeng, *Beichuanophyllum sp.*, *Lophophyllidium sp.* 这些珊瑚化石均为早石炭亚纪的代表分子,其中 *Kueichouphyllum*、*Siphonodenron*、*Arachnolasma* 及 *Gangamoohyllum* 为华南早石炭亚纪大塘世上司期 *Yuanophyllum* 带的代表分子,*Arachnolasma irregulare*, *Gangniohyllum retiformis*, *G. hamiensis yamansuense*, *A. sinense densum*, *A. cylindricum multiseptatum*, *Palaeosmia ophiopia* 均多见于早石炭亚纪大塘世上司期,层位上相当于华南地区早石炭世的 *Yuanophyllum* 带。珊瑚生物群面貌也与 *Kueichouphyllum*-*Gangamoohyllum*-*Siphonophyllum* 组合(蔡士赐,1999)相似,该组合的主要分子在本段下部多可见及,二者能很好地对比,时代属早石炭亚纪大塘世上司期(图 2,图 3)。

上部见大量复体四射珊瑚,主要分子有 *Lithostrontionella hsujiulingi* You, *L. cf. kitakamienensis* Minato, *L. maccoyana* (Edwards et Haime), *L. pennsylvanium* (Shimer), *L. sp.*, *Diphyphyllum sp.*, *Koninckophyllum sp.*, *Caninia sp.*, *Kusbassophyllum qingangense* H. D. Wang, *Gangamoohyllum sp.*, *Bothrophyllum sp.*, 此外还见有大量刺毛珊瑚: *Chatetes sp.*。根据动物群的组成建立了 *Lithostrontionella*-*Koninckophyllum* 组合(图 3),该组合中既有 *Kueichouphyllum*-*Gangamoohyllum*-*Siphonophyllum* 组合中的分子,如 *Gangamoohyllum*, 也有在晚石炭亚纪早期常见的 *Lithostrontionella*、*Caninia* 和 *Bothrophyllum*, 时代推断

为大塘世晚期的德坞期。

腕足类主要分子有 *Camarotoechia kinlingensis* (Grabau), *Linoproductus* sp., *Pugnax trigonalis* Wang, *Echinoconchus* cf. *punctatus* (Martin), *E. elegans* (Mccoy), *E.* sp., *Productus* sp., *Timorproductus* sp., *Mrtinia* cf. *corculum* (Kutorga), *Squamularia* sp., *Juresania* sp., 缺乏大个的 *Gigantoproductus* 分子, 见较多的 *Productus* 及 *Linoproductus*, 其动物群面貌与 *Productus conccinnus-Linoproductus corrugatus* 组合 (蔡士赐, 1999) 相似, 时代属早石炭亚纪大塘世晚期 (图 3)。

此外, 本段还产有大量腹足类和苔藓虫化石, 主要分子有腹足类: *Lotonema sulculosa* Philips, *Baylea barkolensis* Qiao, *Dictyomaria* sp., 苔藓虫: *Fenestella* cf. *perelegans* Meek, 代表了早石炭亚纪生物最繁盛的一个时期。

雅满苏组上段岩性主要为灰岩, 夹有少量的沉凝灰岩和凝灰质砂岩, 局部见有礁灰岩及鲕粒灰岩。笔者发现本段产大量生物化石, 主要有珊瑚: *Lithostrotinella irregulare* (Phillips), *L. pennsylvanicum* (Shimer), *L. mui* (Lo), *L.* sp., *Lithostrotion* sp., *Dibunophyllum* sp., *Kusbassophyllum zongchanggouense* Fan, *Yuanophyllum* sp., *Fomitchevella* cf. *shancheensis* Liao, *L.* sp., *Hunanoclisia* cf. *xingjiangensis* Zeng, *Koninckophyllum* sp., *Litophyllum* sp., *Miltithecopora huanglungensis* Lee et Chu, *Chatetes* sp., □类: *Ozawanella* sp., *Eostaffella* sp., *Profusulinella* sp., 腹足类: *Euomphalus subcircularis* Mansuy, *Leptomphalus kushuiensis* Qiao。

珊瑚生物群以在晚石炭世早期很常见的 *Lithostrotinella* 繁盛为特征, 同时具有早石炭世的代表分子, 如 *Yuanophyllum*, *Dibunophyllum*。面貌与雅满苏组中段上部的 *Lithostrotionella-Koninckophyllum* 组合的特征一样, 还属该组合, 时代应为早石炭亚纪大塘世德坞期。

□类一般个体较小, 结构简单, 但丰度较大, 以 *Eostaffella* 繁盛为特征。其生物群面貌与 *Pseudostaffellina-Profusulinella* 组合下部 (蔡士赐, 1999) 相似, 也与 *Eostaffella* 带 (金玉环等, 2000; 徐炳川, 2006) 类似, 应属 *Eostaffella* 带, 时代为早石炭亚纪大塘世德坞期 (图 3)。

总的来看, 雅满苏组时代主要为早石炭亚纪大塘世, 下中部为旧司期—上司期, 上部为德坞期。

雅满苏组不同的层位夹有大套的火山熔岩及次火山岩, 但在不同的地区其分布层位有较大的差异。在雅满苏地区, 该套火山熔岩分布在雅满苏组中部。夹白山地区, 雅满苏组中下部见有大套火山熔岩。路白山地区仅在雅满苏组上段有较多的火山熔岩。

对雅满苏组中火山熔岩进行了 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年 (西北大学国家重点实验室测试), 其中夹白山地区雅满苏组下部安山岩年龄为 334.0 ± 2.5 Ma, 路白山西黑尖山一带雅满苏组下部流纹岩年龄为 335.9 ± 2.4 Ma, 时代属早石炭亚纪大塘世中期上司期。

需要指出的是, 鄯善县及吐鲁番市一带, 雅满苏组下部见有大套的火山熔岩及次火山岩, 前人将其从雅满苏组中解体出来, 称为小热泉子组 (C_1x) (蔡士赐, 1999)。潘少逵 (2009) 对鄯善县亚尔沙布拉克地区小热泉子组中流纹岩进行 SHRIMP 锆石 U-Pb 测年, 测得其形成年龄为 325.0 ± 3.2 Ma, 属早石炭亚纪大塘世德坞期。其时代明显晚于上述雅满苏地区、路白山地区及夹白山地区雅满苏组中的火山岩。因此, 目前将该套火山岩称为小热泉子组, 并置于雅满苏组之下的地层划分方案不合适, 应该将该套火山岩归于雅满苏组, 可作为雅满苏组中的岩性段处理。

2 晚石炭亚纪地层序列及地层时代

2.1 底坎尔组 (C_2d)

底坎尔组 (C_2d) 为一套火山碎屑岩, 与下伏雅满苏组为平行不整合接触。底部具灰岩砾石层, 经详细分析, 灰岩砾大多来源于雅满苏组四段, 灰岩砾石中含有单体和复体四射珊瑚及刺毛珊瑚, 以复体四射珊瑚及刺毛珊瑚多见。砾石磨圆较好, 具有一定的分选, 基质为中—粗砂, 成分主要为岩屑和长石。界面起伏不平, 具有古 KARST 现象。

该组下部为灰褐色含砾凝灰质细砂岩、沉凝灰岩、含凝灰质微晶灰岩夹灰色块状中—粗砾岩。中—粗砾岩中砾石主要为灰岩砾。上部为灰褐色细—中粒凝灰质砂岩及灰褐色沉凝灰岩, 局部夹有灰黄色含凝灰质微晶灰岩。

笔者在路白山地区本组下部灰岩中发现有 □类化石: *Schubertella* sp., *Ozawainella* sp., *Profusulinella* sp.。2003 年, 新疆第一区调队在 1:25 万大黑山幅区调工作中于本组中采获有 □类化石: *Ozawanella* sp., *O. urumqiensis* Sun, *O. vozgal-*

ica Safonva, *Pseudostaffella* sp., *P. subquadrata* Grozdilova et Lebedeva, *Eofusulina* sp., *E. triangular*(Rauser et Beljaev), *E. hamiensis* Sun, *Paraeofusulina trinaguliiformis* Putrja, *Schubertella* cf. *magna* Lee et Chen, *Pseudoendothyra* sp. 该动物群以 *Pseudostaffella* 繁盛为特征,其化石群面貌与 *Pseudostaffella* 带(金玉珩等, 2000; 徐炳川, 2006)相似, 应为 *Pseudostaffella* 带(图 3), 也与 *Pseudostaffella-Profusulinella* 组合下部(蔡士赐, 1999)相似, 与我国广西、贵州等地威宁组下部及西欧纳缪尔阶可以对比, 层位上对应于罗苏阶及滑石板阶下部, 相当于俄罗斯的巴什基尔阶。

2.2 土古土布拉克组(C₂tg)

该组以火山熔岩为主, 分 3 段。下段岩性为紫红色安山岩、流纹岩、晶屑凝灰岩、熔结凝灰岩、凝灰熔岩夹火山角砾岩及集块岩, 局部夹有紫红色沉凝灰岩及凝灰质砂岩, 以安山岩为主。中段主要为沉火山碎屑岩, 局部夹有生物碎屑或含生物碎屑灰岩, 主要岩性有沉火山角砾岩、凝灰质砂岩、沉凝灰岩、含泥细晶—粉晶灰岩、生物碎屑灰岩等, 产古植物碎片, 上部夹有安山岩, 顶部为灰色微晶灰岩。

上段岩性为紫灰色、灰色玄武安山岩及紫灰色、紫红色杏仁状安山岩、玄武岩, 夹有紫红色流纹岩, 安山岩中气孔及杏仁状构造发育, 局部夹有紫红色中层中粒凝灰质砂岩及沉凝灰岩, 以安山岩为主。

笔者在含生物碎屑微晶灰岩发现有蜓类化石: *Schubertella* sp., *Profusulinella* sp., 珊瑚: *Pseudozaphrentoides zhaoi* Wang, *Caninia* sp., *Botherphyllum* sp. 珊瑚动物群中主要为单体双带型分子, 以 *Pseudozaphrentoides*、*Caninia* 最多, 根据生物群组成建立了 *Pseudozaphrentoides zhaoi* 组合(图 3)。该组合中 *Pseudozaphrentoides zhaoi* 仅见于晚石炭亚纪早期, 动物群面貌与 *Caninia mutata-Heritschioides neosymmetricus* 组合(蔡士赐, 1999)相似。□类化石中 *Schubertella* 也是上石炭统下部的常见分子, *Profusulinella* 是 *Profusulinella* 带(徐炳川, 2006)的带化石, 其动物群面貌与该带相似, 二者层位相当, 也与 *Pseudostaffella-Profusulinella* 组合下部(蔡士赐, 1999)相似(图 3)。因此, 本组层位上相当于上石炭亚系威宁统滑石板阶, 或俄罗斯的巴什基尔阶。宋安江等(2006)在路白山西部土古土布拉克组测出了 314.0 ± 4.2 Ma 年龄, 也进一步证实了该组时代应为威宁世滑石板期。

赤龙峰铁矿含矿层位于土古土布拉克组上部, 库姆塔格铁矿含矿层位于土古土布拉克组中上部, 时代属晚石炭亚纪威宁世滑石板期。

3 石炭纪大地构造背景演化

有关东天山觉罗塔格地区石炭纪的大地构造背景, 前人做过较多的研究, 但存在有较大的争议, 其主要观点有: (1) 晚古生代岛弧带(陈哲夫和梁云海, 1985; 姜春发, 1990; 马瑞士等, 1997; 周涛发等, 2010; Xiao *et al.*, 2012); (2) 晚古生代弧后盆地或弧间盆地(张良臣和吴乃元, 1985; 左国朝等, 2006; 李源等, 2011); (3) 裂谷型(肖序常等, 1992; 陈富文等, 2003; 夏林圻等, 2007); (4) 板块缝合带型(程裕淇, 1994; 吴淦国等, 2008; 木合塔尔·扎日等, 2010); (5) 火山岩型被动陆缘(何国琦等, 1994)。

笔者在该区研究发现, 该区早石炭亚纪至晚石炭亚纪火山岩的微量元素分布特征十分相似, 具大离子亲石元素较富集, 高场强元素明显亏损, 明显的 Nb、Ta、Ti 负异常等特征, 均为与洋壳俯冲有关的岛弧—活动陆缘的火山岩, 在构造环境判别图中均位于岛弧火山岩区。

虽然该区石炭纪总体属岛弧环境, 但不同阶段的构造活动性存在较大的差异。早石炭亚纪岩关世汤耙沟期晚期—大塘世旧司期早期该区沉积的南北大沟组为一套相对稳定背景下的碳酸盐台地沉积, 左国朝等(2006)认为其为被动陆缘陆棚碳酸盐台地环境。但该组下部灰岩层中夹有凝灰质砂砾岩, 与典型被动陆缘环境碳酸盐台地特征有一定的差别, 显示有活动构造环境的特征, 应属岛弧带上相对稳定阶段的碳酸盐台地环境。该期处于挤压隆升阶段, 最终导致上升为陆, 出现大范围的古岩溶, 形成了区域平行不整合。

大塘世旧司期中晚期至上司期, 该区处于强烈的伸展阶段, 形成了雅满苏组下段、中段巨厚的火山—沉积地层。该套地层中浊流沉积及碎屑流沉积发育, 反映海水较深, 代表了岛弧系统中的弧后盆地环境。火山熔岩在区域上主要出现在雅满苏组下段上部, 其时代主要为旧司期, 部分可能为上司期。

该期在区域上存在有几个火山喷发中心, 喷发中心附近分布有大量火山熔岩、集块岩及次火山岩。该区几个重要的铁矿均分布在这些喷发中心附近, 如沙泉子喷发中心附近的沙泉子铁矿、双峰山铁矿, 阿奇山喷发中心附近的红云滩铁矿及铁岭铁矿(徐

仕琪等, 2011).

大塘世德坞期, 该区处于一种相对稳定的环境, 沉积了雅满苏组上段厚度较大的碳酸盐沉积, 出现了少量小型珊瑚礁, 为岛弧带上的碳酸盐台地环境. 该期晚期属于一种挤压隆升的构造背景, 最终导致地层露出水面经受古岩溶作用, 形成了区域性的平行不整合.

晚石炭亚纪威宁世罗苏期早期, 该区处于伸展背景, 形成了一套火山碎屑及碳酸盐沉积, 属岛弧系统中的弧间盆地环境. 罗苏期中晚期经受过至少 3 次伸展—挤压旋回. 在挤压隆升阶段, 地层上升为陆, 遭受剥蚀, 形成了区域性的平行不整合.

威宁世滑石板期早期, 该区构造活动强烈, 为岛弧系统中的近弧带, 喷发形成了土古土布拉克组下段巨厚的火山熔岩及火山沉积岩. 滑石板期中期, 该区属岛弧系统中的弧间盆地, 沉积了土古土布拉克组中段火山碎屑岩及少量碳酸盐岩. 由于沉积的火山碎屑岩多为紫红色, 横向极不连续, 呈透镜状, 且产有古植物碎片, 部分层段应为陆相沉积, 说明该期海水极浅, 或已为陆相. 滑石板期晚期, 该区岛弧系统中的近弧带, 喷发形成了土古土布拉克组上段巨厚的火山熔岩及火山沉积岩. 此后, 该区处于挤压隆升阶段接受剥蚀, 直至早二叠世才接受沉积, 形成了区域上规模较大的平行不整合(图 2).

与晚石炭亚纪火山岩型铁矿有关的火山岩分布在威宁世滑石板期早、晚期的土古土布拉克组下段和上段, 因此晚石炭亚纪火山岩型铁矿的形成年龄应为威宁世滑石板期. 该期区域上也存在几个火山喷发中心, 火山岩型铁矿分布在喷发中心附近, 如赤龙峰喷发中心附近的赤龙峰铁矿(徐仕琪等, 2011).

4 结论

(1) 在大量古生物化石研究的基础上, 在觉罗塔格地区路白山、夹白山一带, 南北大沟组、雅满苏组自下而上建立了 3 个四射珊瑚组合: ① *Mesiscophyllum xinjiangense* 组合, ② *Kueichouphyllum-Gangamophyllum-Siphonophyllum* 组合, ③ *Lithostrotonella-Koninckophyllum* 组合. 在雅满苏组中建立了 2 个腕足类组合: ① *Giganoproductus semiglobosus-Megachonetes* 组合, ② *Productus concinnus-Linoproductus corrugatus* 组合. 并在雅满苏组上段建立了一个 \square 带: *Eostaffella* 带. 确定南北大沟组地质时代为早石炭亚纪岩关世汤耙沟期晚

期至大塘世旧司期早期, 雅满苏组下段、中段时代为大塘世旧司期—上司期, 雅满苏组上段时代为大塘世德坞期, 与海相火山岩型铁矿有关的火山岩层位多为大塘世旧司期.

(2) 在底坎尔组、土古土布拉克组中自下而上建立了 2 个 \square 带: ① *Pseudostaffella* 带, ② *Profusulinella* 带. 在土古土布拉克组中建立了四射珊瑚 *Pseudozaphrentoides zhaoi* 组合. 底坎尔组地质时代为晚石炭亚纪威宁世罗苏期, 土古土布拉克组时代为威宁世滑石板期, 与火山岩型铁矿有关的火山岩层位为威宁世滑石板期.

(3) 前人在吐鲁番水泉沟雅满苏组之下划分出的以火山熔岩为主的小热泉子组, 其年龄明显晚于哈密路白山、雅满苏及夹白山一带的雅满苏组. 小热泉子组在区域上的分布极不稳定, 其分布与区域火山喷发中心有关, 不能单独建组, 应予废弃.

(4) 东天山觉罗塔格地区石炭纪为岛弧环境, 但在石炭纪经历了几次相对活动及稳定的阶段. 早期南北大沟组为岛弧带上相对稳定的碳酸盐台地沉积, 并曾经受挤压隆升为陆, 形成了区域性的平行不整合. 大塘世旧司期—上司期, 该区处于强烈伸展背景的弧后盆地环境, 形成了厚度巨大的火山—沉积序列, 旧司期区域上具有几个明显的火山喷发中心, 几个重要的铁矿一般分布在这些喷发中心. 大塘世德坞期该区为一相对稳定的阶段, 形成了一套厚度较大的碳酸盐沉积. 威宁世罗苏期, 该区处于挤压隆升阶段, 形成了一个重要的区域性平行不整合面. 威宁世滑石板期为该区的另一个火山活动期, 形成了大量的火山熔岩及火山沉积岩, 但海水相对较浅, 部分可能为陆上喷发.

References

- Cai, T. C., 1988. The characteristics of tetracoralla assemblage in Carboniferous and its distribution in Xinjiang. *Xinjiang Geology*, 6(1): 10—20 (in Chinese with English abstract).
- Cai, T. C., 1999. Lithostratigraphy of the Xinjiang Uygur Autonomous region. China University of Geosciences Press, Wuhan (in Chinese).
- Chen, F. W., He, G. Q., Li, H. Q., 2003. Tectonic attribute of the Qoltag orogenic belt in the East Tianshan Mountains, northwestern China. *Geology in China*, 30(4): 361—367 (in Chinese with English abstract).
- Cheng, Y. Q., 1994. An introduction to the regional geology of China. Geological Publishing House, Beijing, 81 (in

- Chinese).
- Chen, Z. F., Liang, Y. H., 1985. Research on several problems of structural geology in Tianshan, Xinjiang. *Xinjiang Geology*, 3(2): 98—112 (in Chinese with English abstract).
- Feng, J., Li, Y. J., Wang, X. G., et al., 2007. Redefinition of Carboniferous lithostratigraphic units in the Kumtag sand-ridge area, East Tianshan, based on new fossil evidence. *Geology in China*, 34(5): 942—949 (in Chinese with English abstract).
- He, G. Q., Li, M. S., Liu, D. Q., et al., 1994. Paleozoic crustal evolution and mineralization in Xinjiang of China. Educational and Cultural Press, Hongkong, 177—208 (in Chinese).
- Jiang, C. F., 1990. Polycyclic tectonic evolution and mineralization in the Tianshan Mountains of China. Science Press, Beijing, 131—136 (in Chinese).
- Jin, Y. G., Fan, Y. N., Wang, X. D., et al., 2000. Stratigraphical lexicon of China—Carboniferous. Geological Publishing House, Beijing, 7—13 (in Chinese).
- Li, Y. J., Liu, X. Y., Wang, X. G., et al., 2007. The discovery of conodonts fossils in Carboniferous of Kumtag area in the eastern Tianshan and its significance. *Xinjiang Geology*, 25(2): 127—131 (in Chinese with English abstract).
- Li, Y., Yang, J. S., Zhang, J., et al., 2011. Tectonical significance of the Carboniferous volcanic rocks in eastern Tianshan. *Acta Petrologica Sinica*, 27(1): 193—209 (in Chinese with English abstract).
- Ma, R. S., Shu, L. S., Sun, J. Q., 1997. Tectonic evolution and metallogeny of eastern Tianshan Mountains. Geological Publishing House, Beijing, 4—11 (in Chinese).
- Muhetaer, Z., Wu, Z. N., Wu, C. Z., et al., 2010. Relationship between tectonic evolution and polymetallic mineralization of the East Tianshan plate suture zone. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 35(2): 245—253 (in Chinese with English abstract).
- Pan, S. K., 2009. Tectonic setting and petrogenesis analysis of Xiaorequanzi Formation in Shanshan, Xinjiang. (Dissertation). Chang'an University, Xi'an, 26—29 (in Chinese with English abstract).
- Song, A. J., Zhu, Z. X., Shi, Y., et al., 2006. SHRIMP U-Pb dating zircons from the Tugutu Bulak Formation in the western segment of the Aqqikuduk fault in the East Tianshan, Xinjiang, China. *Geological Bulletin of China*, 25(8): 953—956 (in Chinese with English abstract).
- Wu, G. G., Dong, L. H., Xue, C. J., et al., 2008. The main porphyry copper ore belts in northern Xinjiang, China. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Xia, L. Q., Xia, Z. C., Xu, X. Y., et al., 2007. The magmatism of Tianshan Mountains. Chian Land Press, Beijing (in Chinese).
- Xiao, W. J., Windley, B. F., Allen, M. B., et al., 2012. Paleozoic multiple accretionary and collisional tectonics of the Chinese Tianshan orogenic collage. *Gondwana Research* (in press).
- Xiao, X. C., Tang, Y. Q., Feng, Y. M., et al., 1992. Tectonic evolution of northern Xinjiang and its adjacent regions. Geological Publishing House, Beijing, 5—8 (in Chinese).
- Xu, B. C., 2006. Fusulinids and the foraminifers except fusulinids in the important regions, China. Seimological Press, Beijing (in Chinese).
- Xu, S. Q., Zhao, T. Y., Feng, J., et al., 2011. Study of regional metallogenic regularity of marine volcanic type iron ore in the East Tianshan of Xinjiang. *Xinjiang Geology*, 29(2): 173—177 (in Chinese with English abstract).
- Yang, X. K., Ji, J. S., Chen, Q., et al., 1999. Features and significance of regional ductile shear zone, eastern Tianshan. *Xinjiang Geology*, 17(1): 55—64 (in Chinese with English abstract).
- Yu, J. Z., Lin, Y. T., Shi, Y., et al., 1983. Carboniferous and Permian corals. Jilin People's Publishing House, Jilin (in Chinese).
- Zhang, L. C., Wu, N. Y., 1985. The geotectonics and evolution of Tianshan, Xinjiang. *Xinjiang Geology*, 3(3): 1—14 (in Chinese with English abstract).
- Zhou, S. Y., 2000. Palaeogeography of the Carboniferous in Xinjiang. *Xinjiang Geology*, 18(4): 324—329 (in Chinese with English abstract).
- Zhou, T. F., Yuan, F., Zhang, D. Y., et al., 2010. Geochronology, tectonic setting and mineralization of granitoids in Jueluotage area, eastern Tianshan, Xinjiang. *Acta Petrologica Sinica*, 26(2): 478—502 (in Chinese with English abstract).
- Zuo, G. C., Liang, G. L., Chen, J., et al., 2006. Late Paleozoic tectonic frame and evolution in the Jiabaishan area, Qoltag, eastern Tianshan Mountains, Northwest China. *Geological Bulletin of China*, 25(1—2): 48—57 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 蔡士赐, 1988. 新疆石炭纪四射珊瑚组合及其分布特征. *新疆地质*, 6(1): 10—20.

- 蔡士赐,1999.新疆维吾尔自治区岩石地层.武汉:中国地质大学(武汉)出版社.
- 陈富文,何国琦,李华芹,2003.东天山觉罗塔格造山带的大地构造属性.中国地质,30(4):361-367.
- 程裕淇,1994.中国区域地质概论.北京:地质出版社,81.
- 陈哲夫,梁云海,1985.新疆天山地质构造几个问题的探讨.新疆地质,3(2):98-112.
- 冯京,李永军,王晓刚,等,2007.东天山库姆塔格沙垄地区石炭纪化石新资料及地层厘定.中国地质,34(5):942-949.
- 何国琦,李茂松,刘德权,等,1994.中国新疆古生代地壳演化及成矿.香港:香港文化教育出版社,177-208.
- 姜春发,1990.天山多旋回构造演化及成矿.北京:科学出版社,131-136.
- 金玉环,范影年,王向东,等,2000.中国地层典——石炭系.北京:地质出版社,7-13.
- 李永军,刘晓宇,王晓刚,等,2007.东天山库姆塔格石炭纪牙形石的发现及地质意义.新疆地质,25(2):127-131.
- 李源,杨经绥,张健,等,2011.新疆东天山石炭纪火山岩及其构造意义.岩石学报,27(1):193-209.
- 马瑞士,舒良树,孙家齐,1997.东天山构造演化与成矿.北京:地质出版社,4-11.
- 木合塔尔·扎日,吴兆宁,吴昌志,等,2010.东天山板块缝合区(带)的构造演化与多金属矿床成矿的关系.地球科学——中国地质大学学报,35(2):245-253.
- 潘少奎,2009.新疆鄯善县亚尔沙布拉克地区小热泉子组火山岩构造环境和岩石成因分析(硕士学位论文),西安:长安大学,26-29.
- 宋安江,朱志新,石莹,等,2006.东天山阿其克库都克断裂西段土古土布拉克组锆石 SHRIMP U-Pb 测年.地质通报,25(8):953-956.
- 吴淦国,董连慧,薛春纪,等,2008.新疆北部主要斑岩铜矿带.北京:地质出版社.
- 夏林圻,夏祖春,徐学义,等,2007.天山岩浆作用.北京:中国大地出版社.
- 肖序常,汤耀庆,冯益民,等,1992.新疆北部及其邻区大地构造.北京:地质出版社,5-8.
- 徐炳川,2006.中国重要地区的蜓及非蜓有孔虫.北京:地震出版社.
- 徐仕琪,赵同阳,冯京,等,2011.东天山海相火山岩型铁矿区成矿规律研究.新疆地质,29(2):173-177.
- 杨兴科,姬金生,陈强,等,1999.东天山区域韧性剪切带特征.新疆地质,17(1):55-64.
- 俞建章,林英铎,时言,等,1983.石炭纪一二叠纪珊瑚.吉林:吉林人民出版社.
- 张良臣,吴乃元,1985.天山地质构造及演化.新疆地质,3(3):1-14.
- 周守运,2000.新疆石炭纪古地理.新疆地质,18(4):324-329.
- 周涛发,袁峰,张达玉,等,2010.新疆东天山觉罗塔格地区花岗岩类年代学、构造背景及其成矿作用研究.岩石学报,26(2):478-502.
- 左国朝,梁广林,陈俊,等,2006.东天山觉罗塔格地区夹白山一带晚古生代构造格局及演化.地质通报,25(1-2):48-57.