

西天山伊犁地块北缘早石炭世硅化木的发现及其意义

白建科¹, 李智佩¹, 徐学义¹, 茹艳娇^{1,2}, 李 婷¹

BAI Jian-ke¹, LI Zhi-pei¹, XU Xue-yi¹, RU Yan-jiao^{1,2}, LI Ting¹

1. 中国地质调查局西安地质调查中心, 陕西 西安 710054;

2. 长安大学地球科学与资源学院, 陕西 西安 710054

1. Xi'an Center of China Geological Survey, Xi'an 710054, Shaanxi, China;

2. College of Earth Science & Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China

摘要:在西天山伊犁地块北缘琼阿希河谷中首次发现硅化木,对硅化木的基本特征进行了描述。根据地层中腕足、珊瑚化石的鉴定结果,将地层的时代定为早石炭世维宪期,因此该硅化木的产出层位为下石炭统阿克沙克组。硅化木产于阿克沙克组底部黑色薄层状泥岩、粉砂岩中,这套岩性组合形成于扇三角洲前缘水下分流间湾。伊犁地块北缘阿克沙克组底部扇三角洲沉积环境的确定和硅化木化石的发现说明:研究区早石炭世维宪期不是一套连续的海相沉积,而是陆相—海陆过渡相沉积,研究区所处的地理位置距离古陆地不远。这一发现对于重新认识伊犁地块早石炭世古地理和古构造格局具有重要意义。

关键词:伊犁地块北缘;早石炭世;阿克沙克组;硅化木;扇三角洲

中图分类号: P534.45; Q914.2+1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-2552(2011)10-1557-06

Bai J K, Li Z P, Xu X Y, Ru Y J, Li T. The discovery of silicified wood in the Early Carboniferous strata on the northern margin of Yili block, West Tianshan, and its significance. *Geological Bulletin of China*, 2011, 30(10):1557-1562

Abstract: Recently silicified wood was discovered for the first time in Qiong Axi valley on the northern margin of Yili block, West Tianshan, and its basic characteristics are described in this paper. The identification of brachiopods and corals reveals that the strata are of the Early Carboniferous Visean stage, and hence the strata that produced silicified wood should be the Lower Carboniferous Akesha Formation. Silicified wood was found in the black thin-bedded mudstone and siltstone formed in the subaqueous interdistributary estuary of the delta front. The determination of fan delta facies and the discovery of silicified wood show that the study area was characterized by a continental or transitional facies sedimentation instead of a continuous marine facies sedimentation during the Early Carboniferous Visean stage. It is also proved that the ancient geographical position of the study area was not far from the old land. This new discovery is of great significance for re-understanding Early Carboniferous paleogeography and paleotectonic framework of Yili block.

Key words: northern margin of Yili block; Early Carboniferous; Akesha Formation; Silicified wood; Fan delta

西天山伊犁地块南北缘和中部阿吾拉勒地区广泛出露一套石炭纪火山—沉积岩系。许多学者对其中的火山岩进行了详细的岩石学、年代学、岩石地球

化学和火山成矿研究^[1-6]。但迄今为止,西天山伊犁地块早石炭世的构造环境还存在很大的争议:是大陆裂谷环境^[7-10]还是活动大陆边缘或岛弧环境^[4,11-12]。

收稿日期:2011-05-18;修订日期:2011-07-11

资助项目:中国地质调查局项目《天山—兴蒙成矿带火山岩浆作用对成矿制约的综合研究》(编号:1212010050503)、《西北地区重要成矿带基础地质综合研究》(编号:1212010610319)和国家自然科学基金项目《西天山西南缘那拉提段古生代花岗岩成因对天山洋转换的制约》(编号:40872061)

作者简介:白建科(1983-),男,助理工程师,从事区域地质调查与沉积岩石学研究。E-mail: baijianke2003@163.com

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

同时,伊犁地块早石炭世也发育一套陆源碎屑岩-碳酸盐岩组合,前人在不同地点对这组地层分别建立了阿恰勒河组、美路卡河组、阿克沙克组,后来经过细致的研究认为,由于构造原因,美路卡河组是阿恰勒河组的重复出现,阿恰勒河组与阿克沙克组岩性相同,属同物异名,并鉴于阿克沙克组这一岩石地层单位在整个伊犁地块流传较广,概念较明确,生物地层及上下限也清楚,建议废除阿恰勒河组和美路卡河组,用阿克沙克组代表这套碎屑岩-碳酸盐岩沉积组合^[13]。伊犁地块早石炭世阿克沙克组是继早石炭世大哈拉军山组火山岩大规模喷发之后沉积的一套碎屑岩-碳酸盐岩地层,是西天山早石炭世晚期重要的沉积建造组合。这套建造组合的形成与伊犁地块早石炭世的构造演化密不可分,记录了伊犁地块形成演化的动力学背景和充填序列。阿克沙克组沉积环境的确定是伊犁地块早石炭世古地理环境的直接反映^[14-15]。笔者等野外工作期间,在西天山伊

犁地块北缘伊宁县北琼阿希河谷(图1)下石炭统阿克沙克组(C_1a)底部首次发现了扇三角洲沉积环境,并且在扇三角洲前缘分流间湾中发现了保存较为完整的硅化木。伊犁地块北缘伊宁县北阿希河谷中阿克沙克组底部扇三角洲沉积环境的确定和硅化木的发现,有别于前人关于阿克沙克组为一套浅海相碎屑岩-碳酸盐岩沉积的观点^[16],有助于分析西天山伊犁地块阿克沙克组的沉积环境及早石炭世的古地理格局,对于研究西天山伊犁地块的性质及其构造演化史亦有重要意义。

1 硅化木的特征和沉积环境分析

1.1 硅化木特征

该硅化木呈灰-灰黑色,致密坚硬,已经完全硅化,比重较大,标本上略微可见到树干表皮的皮质结构,树干疤结和植物木质纤维结构清晰可见,植物年轮保存较好。该硅化木高约21cm,下部直径约

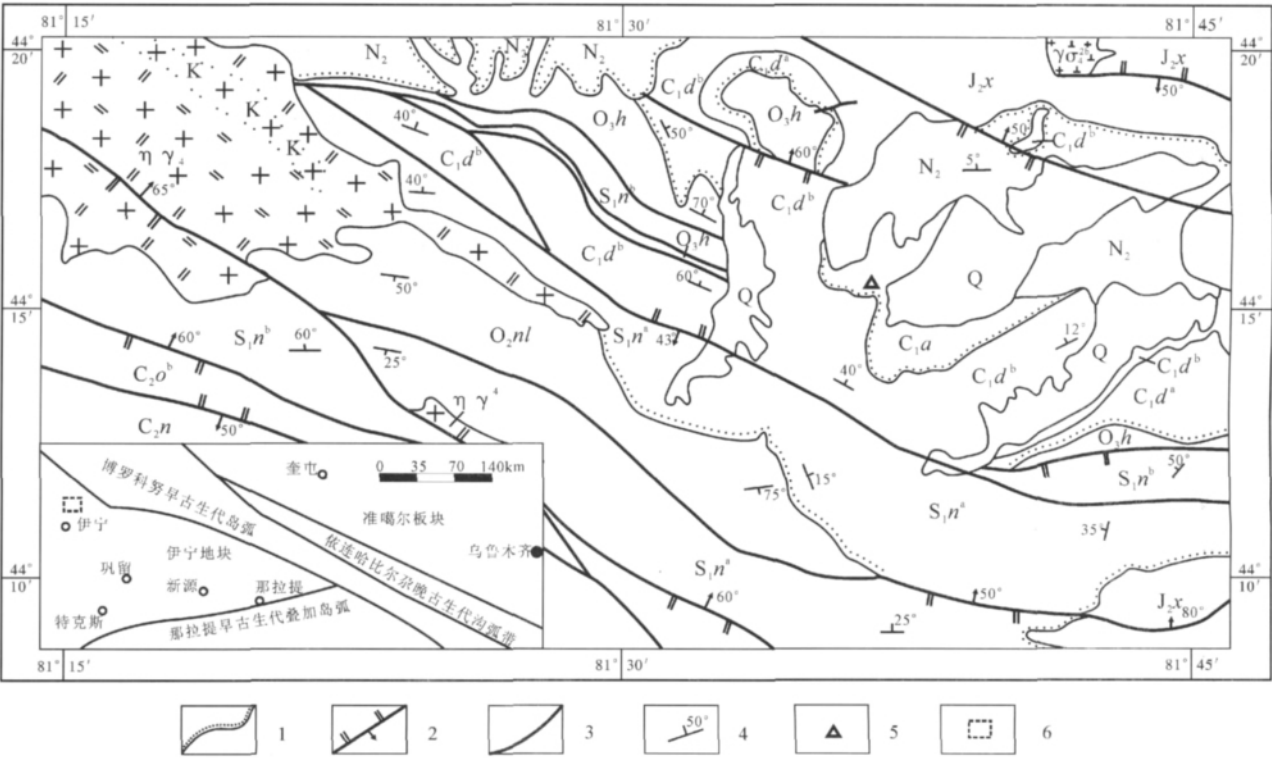


图1 西天山伊犁地块北缘伊宁县北地质略图

Fig. 1 Geological sketch map of northern Yining County area in the northern margin of Yili block

O_2nl —奥陶系奈楞格勒达坂群; O_2h —奥陶系呼独克达坂组; S_1n^a —志留系尼勒克河组下亚段; S_1n^b —志留系尼勒克河组上亚段; C_1d^a —石炭系大哈拉军山组下亚段; C_1d^b —石炭系大哈拉军山组上亚段; C_1a —石炭系阿克沙克组; C_2n —石炭系脑盖吐组; C_2o^b —石炭系奥依曼布拉克组上亚段; J_2x —侏罗系西山窑组; N_2 —上新统; Q —第四系沉积物; $\eta\gamma_4$ —华力西期二长花岗岩; $\gamma\sigma_4^{ab}$ —华力西期斜长花岗岩;1—角度不整合面;2—逆断层;3—性质不明断层;4—产状;5—硅化木产出位置;6—研究区

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

9cm×7.5cm,向上随着树干分叉数的增多,直径逐渐变大,到最上部直径约为 15cm×12cm。硅化木主干上部发育 5 个明显的分支,较粗的分支有 2 个,直径都约为 6cm×4cm,与主干的夹角为 15~20°,其余 3 个分支较细,直径为(2×3)~(3×4)cm。与主干的夹角 30~40°(图版 -1、2)。对较细分支干之一切横切面,在单偏光显微镜下观察,缘纹孔、射线、交叉场内小孔等植物结构清楚,并可以清楚地看到每 1mm 发育 1~2 条年轮条纹(图版 -3);在正交偏光镜下,可见粒径 0.01~0.03mm 的微小石英颗粒紧密镶嵌排列,呈等粒或不等粒变晶结构(图版 -4)。

1.2 沉积环境分析

为确定硅化木的产出位置和产出状态,笔者等对产硅化木的地层测制了一条岩性控制剖面。剖面位于西天山伊犁地块北缘伊宁县潘津乡以北约 25km 处,硅化木发现点见图 1,其 GPS 地理坐标: N:44°15.739'、E:81°37.387'。剖面位于一条通往阿希金矿的简易公路上,因修路挖掘,露头出露良好,现将剖面列述如下。

阿克沙克组(C_1a)(未见顶)

5. 深灰色、灰黑色泥岩夹薄层状水进沉积的粉砂岩及细砂岩,砂泥互层,水平层理发育,砂、泥比约为 1:1 15m

4. 灰黑色薄—中层状泥灰岩,泥灰岩中含大量保存完整的海相生物化石,计有珊瑚、腕足、植物茎干等。珊瑚直径大小 1~3cm,横断面呈圆形、椭圆形,腕足类化石大小 5~8cm,植物茎干粗 3~5cm,风化程度较深,炭质含量高。腕足类 *Gigantoproductus semiglobosus*, *Gigantoproductus giganteus*; 珊瑚类 *Siphonophyllia* sp., *Lithostrotion* sp.(西安地质矿产研究所曹萱铎研究员鉴定) 3m

3. 灰黑色薄层状细粒砂岩夹灰黑色泥岩、薄层粉砂岩,砂岩中见到不明显的平行层理和交错层理。深灰色、灰黑色泥岩偶夹粉砂岩,泥岩中见到植物化石碎片,该层中发现了保存较好的硅化木,硅化木高约 21cm,下部直径约 9cm×7.5cm,向上随着树干分叉数的增多,直径逐渐变大,到最上部直径约为 15cm×12cm(图版 -6) 7m

2. 灰褐—青灰色中—厚层状含砾粗砂岩,中下部发育小型交错层理,向上逐渐过渡为微波状层理,由下到上砾石含量逐渐减小,粒序层理清晰,底部见植物化石碎片,总体构成向上变细的正粒序层序,偶见厚 10~15cm 的反粒序层 6m

1. 灰—灰黄色砾岩,底部与大哈拉军山组火山岩角度不整合,接触界面之上见渣状堆积物。砂砾状结构,砾石呈次棱角状,大小混杂,粒度大小不一,大者可达 15~17cm,小者仅有 1~2cm,形状不规则,无一定的分选性和定向性。砾石成

分主要为浅灰—灰色凝灰岩和中性酸性火山岩,含量为 50%~60%。垂向上粒序不明显,块状层理(图版 -5) 10m

~~~~~ 角度不整合 ~~~~~

下伏地层:大哈拉军山组( $C_1d$ )

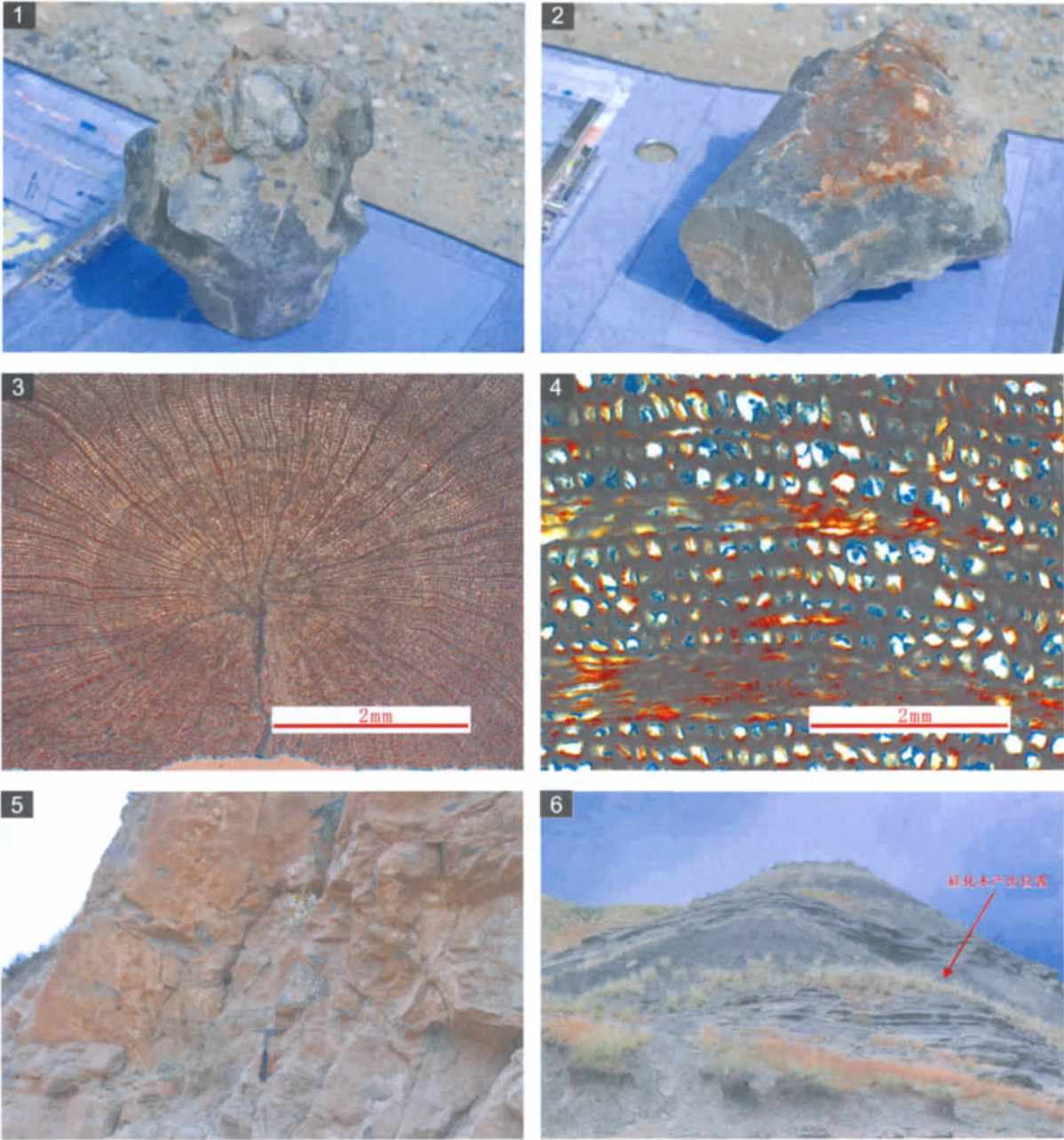
根据上述剖面的沉积特征,阿克沙克组( $C_1a$ )底部(第 1 层)主要岩性为灰—灰黄色砾岩,砾岩中砾石的成分以火山砾石为主,主要为浅灰—灰色凝灰岩和中性酸性火山岩,分选性差,次棱角状,粒径大小悬殊,大者可达 15~17cm,小者仅有 1~2cm。砾石含量为 50%~60%,填隙物为粗砂,含量约 40%,颗粒支撑。垂向上粒序不明显,块状层理,指示沉积物搬运距离不远,沉积环境离物源区很近,表现出扇三角洲平原沉积物的特征,是扇三角洲沉积的陆上部分。剖面第 2~3 层岩性主要为含砾粗砂岩、细粒砂岩、泥岩,发育正粒序,下部粗砂岩底部存在底冲刷面,粗砂岩中含少量的砾石,中下部发育小型交错层理,向上逐渐过渡为微波状层理,由下到上砾石含量逐渐减小,粒序层理清晰,底部见到植物化石碎片,总体构成向上变细的正粒序层序。偶见厚 10~15cm 的反粒序层,向上变为细粒砂岩、粉砂岩、泥岩。粗砂岩中见到小型交错层理,细粒砂岩中发育平行层理,上部见到少量泥岩、粉砂岩沉积夹层,硅化木化石产于这套泥岩中,具有扇三角洲前缘沉积物的特征,体现出海陆交互沉积物的特征。剖面第 4~5 层为灰—灰黑色薄层状粉砂岩与泥岩互层,下部发育厚约 3m 的灰黑色薄层状泥灰岩,其中含大量的海相化石,计有腕足类、珊瑚、植物碎片等,属于前扇三角洲沉积,位于扇三角洲离岸最远端。沉积物岩性变化、沉积构造、由陆相到海相快速转变的基本层序和海、陆相化石共生的特征,反映了一种扇三角洲沉积环境<sup>[17-19]</sup>。根据上述剖面的特征,认为阿克沙克组( $C_1a$ )底部(1 层)沉积环境为扇三角洲平原;2~3 层沉积环境为扇三角洲前缘,硅化木化石产于扇三角洲前缘水下分流间湾;4~5 层沉积环境为前扇三角洲(图 2)。

## 2 含硅化木地层的时代

伊犁地块北缘早石炭世阿克沙克组( $C_1a$ )灰岩中产出大量的珊瑚、腕足类化石。珊瑚主要有: *Gangamophyllum* sp., *Kueichouphyllum sinense*, *Arachnolasma* sp., *Lithostrotion caespitosum*, *Siphonophyllia* sp., *Palaeosmia regia* 等;腕足类主要有: *Gi-*



图版 I Plate I



1,2—硅化木宏观照片,树干疤结和植物年轮清晰可见;3—横切面观察,1mm发育1~2条年轮纹,单偏光,25×;4—横切面观察,微小石英颗粒紧密镶嵌排列,正交偏光,200×;5—底部砾岩;6—产硅化木层位

*giantoproductus giganteus*, *G. edelburgensis*, *Striatifera striata*, *Syringothyris nilkenses* 等; 筳: *Eostaffella* cf. *pseudostruvei angusta*, *E. cf. depressa*。时代为早石炭世晚期,大致相当于维宪期<sup>[13]</sup>。笔者等在前述剖面第4层泥灰岩中见到大量保存较好的珊瑚和腕足类化石,腕足类 *Gigantoproductus semiglobosus*, *Giganto-*

*productus giganteus*; 珊瑚类 *Siphonophyllia* sp., *Lithostrotion* sp. (西安地质矿产研究所曹萱铎研究员鉴定),时代为早石炭世晚期。结合该地区早石炭世阿克沙克组与上下地层的接触关系,将产硅化木地层的时代定为早石炭世晚期,大致相当于维宪期。

3 硅化木发现的意义

伊犁地块早石炭世阿克沙克组是继早石炭世大哈拉军山组火山岩大规模喷发之后沉积的一套碎屑岩-碳酸盐岩地层,是西天山早石炭世晚期重要的沉积建造组合。这套建造组合的形成与伊犁地块早石炭世的构造演化密不可分,记录了地块形成演化的动力学背景和充填序列。前人对伊犁地块晚古生代早石炭世构造环境的研究,多集中于对早石炭世大哈拉军山组(C<sub>1</sub>d)火山岩和火山碎屑岩的岩石学、年代学、岩石地球化学方面的研究<sup>[20-22]</sup>,同时认为这套时代稍晚的碎屑岩-碳酸盐岩沉积物形成于浅海陆棚环境<sup>[23-24]</sup>。通过西天山伊犁地块北缘伊宁县北早石炭世阿克沙克组底部碎屑岩中硅化木的发现和扇三角洲沉积环境的确定,同时结合前人关于西天山尼勒克北于赞一带早石炭世阿克沙克组为扇三角洲沉积环境的报道<sup>[19]</sup>,可以初步推断早石炭世伊犁地块北缘发育东西向带状展布的扇三角洲(图2)。扇三角洲作为构造活动和古地理演变为最为敏感的产物,反映了沉积区临近盆地边缘,高差变化大,坡度陡,构造活动强烈,代表了一种构造上相对不稳定的沉积环境<sup>[25-26]</sup>。

硅化木形成过程中需要大量高浓度 SiO<sub>2</sub> 的矿

物质溶液,它们随水进入树木体内,在树木尚未腐烂之前就充填、交代和沉积在木质部的内部结构上,只有在火山活动的过程中伴随涌出的地下热水才能含有大量可溶性的硅质,使其石化<sup>[27-28]</sup>。那么,该区硅化木形成时所需的 SiO<sub>2</sub> 流体可能与早石炭世早期大规模的火山爆发活动有关,持续的火山活动为硅化木的形成提供了充足的热源和硅质来源。

西天山伊犁地块北缘早石炭世阿克沙克组底部发育扇三角洲相,形成一个明显由浅变深的退积型沉积充填序列。扇三角洲的发育与盆地边缘同沉积期的大型断裂带相伴,其形成与演化正是伸展背景下扩张沉陷引起的差异地势所导致的。底部砾岩中大量火山砾石的存在及其与下伏火山岩地层之间的角度不整合接触关系,代表了伊犁地块早石炭世早期在大规模火山岩爆发之后向陆的转化,然后进入相对稳定期,沉积物颗粒逐渐变细,磨圆度和分选性相对较好,相对可容空间增大,造成沉积物由陆源碎屑岩逐渐过渡为碳酸盐岩,在沉积相上形成了向上变深的序列。之后,伊犁地块伸展作用进一步加强,大量粗陆源碎屑的沉积代表构造活动强烈,向上沉积物逐渐变为阿克沙克组上部的碳酸盐岩。因此,整个伊犁地块在早石炭世都处于这种伸展环境的大背景下,早期伸展作用强烈,伊犁地块发育了遍布全区

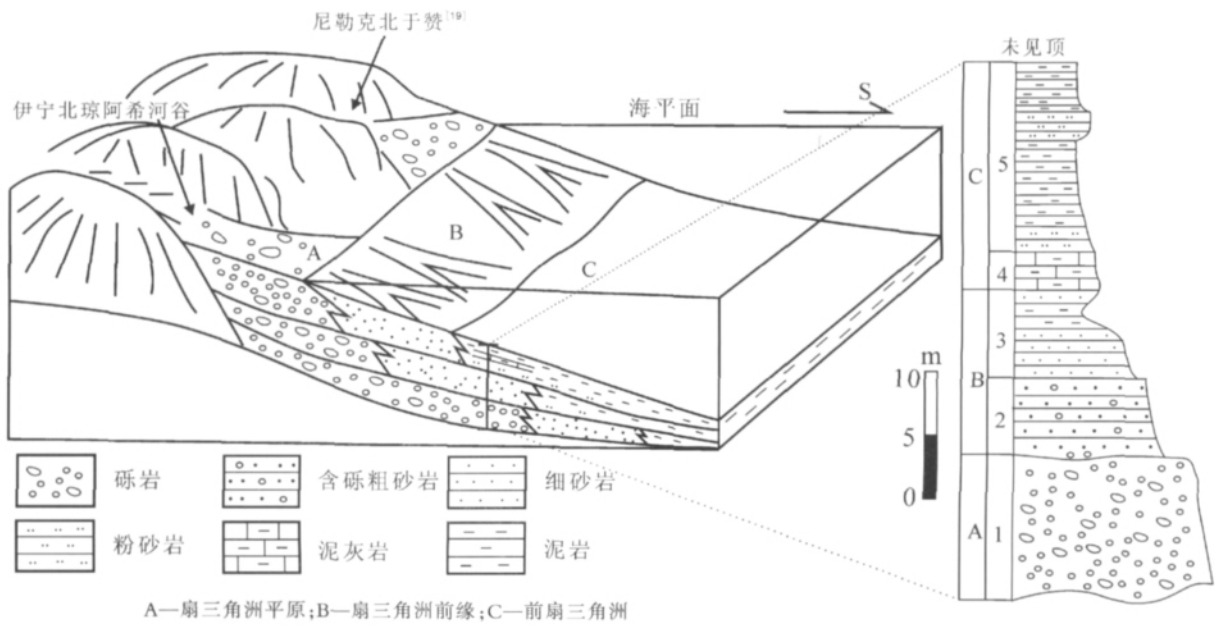


图2 西天山伊犁地块北缘早石炭世阿克沙克组底部扇三角洲沉积模式  
Fig. 2 Sedimentary model for the fan deltas at the bottom of Early Carboniferous  
Akesha Formation in the northern margin of Yili block

的大哈拉军山组火山岩和火山碎屑岩,接着进入相对稳定时期,沉积了阿克沙克组底部的陆源碎屑岩-碳酸盐岩,该组的沉积物及其组合特征映衬了伸展构造背景。该区硅化木的首次发现和阿克沙克组底部扇三角洲沉积相的确定,有助于伊犁地块,特别是伊犁地块北缘早石炭世的古地理、古构造的进一步重建,并为分析伊犁地块早石炭世的古地理格局、古气候、古生物群落的特征提供了第一手资料,同时为研究西天山伊犁地块的性质、演化历史、演化动力学机制提出了新的思路。

致谢:参加野外工作的还有中国地质调查局西安地质调查中心马中平副研究员、孙吉明工程师和唐卓工程师,胡云绪研究员阅读文稿并提出了宝贵的意见,曹萱铎研究员对珊瑚、腕足化石进行了鉴定,在此一并表示感谢。

## 参考文献

- [1]沙德铭,董连慧,毋瑞身,等.西天山浅成低温金矿容矿火山岩地球化学及成矿环境初探[J].地质与资源,2003,12(4):206-214.
- [2]漆树基,李长河.新疆阿希地区大哈拉军山组火山岩金元素地球化学特征及其成矿关系[J].新疆地质,1994,12(2):139-145.
- [3]夏林圻,夏祖春,徐学义,等.天山石炭纪大火成岩省与地幔柱[J].地质通报,2004,23(9/10):903-910.
- [4]朱永峰,张立飞,古丽冰,等.西天山石炭纪火山岩 SHRIMP 年代学及微量元素地球化学研究[J].科学通报,2005,50(18):2004-2014.
- [5]翟伟,孙晓明,高俊,等.新疆阿希金矿床赋矿围岩——大哈拉军山组火山岩 SHRIMP 锆石年龄及其地质意义[J].岩石学报,2006,22(5):1399-1404.
- [6]白建科,李智佩,徐学义,等.西天山吐拉苏-也里莫墩火山岩带年代学:对加曼特金矿成矿时代的约束[J].地球学报,2011,32(3):322-330.
- [7]车自成,刘良,刘洪福,等.论伊犁古裂谷[J].岩石学报,1996,12(3):478-490.
- [8]顾连兴,胡受奚,于春水,等.论博格达俯冲断裂型裂谷的形成与演化[J].岩石学报,2001,17(4):585-597.
- [9]夏林圻,张国伟,夏祖春,等.天山古生代洋盆开启、闭合时限的岩石学约束——来自震旦纪、石炭纪火山岩的证据[J].地质通报,2002,21(2):55-62.
- [10]程春华,张芳荣,余泉,等.西天山乌孙山地区大哈拉军山组火山岩形成的构造背景[J].华东理工大学学报(自然科学版),2010,33(1):22-28.
- [11]姜常义,吴文奎,张学仁,等.从岛弧向裂谷的变迁——来自阿吾拉勒地区火山岩的证据[J].岩石矿物学杂志,1995,14(4):289-300.
- [12]李永军,李注苍,周继兵,等.西天山阿吾拉勒一带石炭系岩石地层单位厘定[J].岩石学报,2009,25(6):1332-1340.
- [13]新疆维吾尔自治区地质矿产局.新疆维吾尔自治区岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1999:242-244.
- [14]高永利,李永军,孔德义,等.西天山阿吾拉勒一带阿克沙克组的厘定[J].新疆地质,2006,24(3):215-338.
- [15]李永军,李注苍,佟丽莉,等.论天山古洋盆关闭的地质时限——来自伊宁地块石炭系的新证据[J].岩石学报,2010,25(6):2905-2912.
- [16]新疆地质矿产局.新疆维吾尔自治区区域地质志[M].北京:地质出版社,1993:144-148.
- [17]薛良清, Galloway W E. 扇三角洲、辫状三角洲与三角洲系的分类[J].地质学报,1991,65(2):141-153.
- [18]姜在兴.沉积学[M].北京:石油工业出版社,2003:375-392.
- [19]李永军,金朝,胡克亮,等.西天山尼勒克北于赞一带下石炭统阿克沙克组扇三角洲相沉积的发现及意义[J].地质学报,2010,84(10):1470-1478.
- [20]钱青,高俊,熊贤明,等.西天山昭苏北部石炭纪火山岩的岩石地球化学特征、成因及形成环境[J].岩石学报,2006,22(5):1307-1323.
- [21]Gao Jun, Klemd Reiner. Formation of HP-LT rocks and their tectonic implications in the western Tianshan Orogen, NW China: geochemical and age constraints[J]. Lithos, 2003, 66: 1-22.
- [22]Zhu Y F, Zhang L F, Gu L B, et al. The zircon SHRIMP chronology and trace element geochemistry of the Carboniferous volcanic rocks in western Tianshan Mountains[J]. Chinese Science Bulletin, 2005, 50(19): 2201-2212.
- [23]车自成,刘洪福,刘良,等.中天山造山带的形成与演化[M].北京:地质出版社,1994.
- [24]高俊,何国琦,李茂松.西天山造山带的古生代造山过程[J].地球科学,1997,32(2):155-166.
- [25]Galloway W E. Sediments and stratigraphic framework of the Copper River fan delta[J]. J. Sediment Petrol., 1976, 46: 726-737.
- [26]Wescott W A, Ethridge F G. Fan-delta sedimentology and tectonic setting-Yallahs fan delta, southeast Jamaica[J]. AAPG Bulletin, 1980, 64: 374-399.
- [27]段淑英,董传万,潘江,等.中国浙江新昌化石木研究[J].植物学通报,2002,19(1):78-86.
- [28]刘建清,杨平,陈文斌,等.西藏羌塘凹陷中侏罗统夏里组硅化木的发现及意义[J].地质通报,2007,26(12):1692-1696.