

文章编号: 1000-0550(2008) 04-0541-11

昆仑造山带早—中泥盆世沉积特征 及盆地性质探讨¹

陈守建¹ 李荣社¹ 计文化¹ 赵振明¹ 王秉璋²
马华东³ 刘小吉⁴ 史秉德¹

(1 西安地质矿产研究所 西安 710054 2 青海省地质调查院 西宁 810012
3. 新疆维吾尔自治区地质调查院 乌鲁木齐 830011 4. 中国地质大学 北京 100083)

摘 要 昆仑造山带基本构造—地层格架奠基于古生代,是早古生代和晚古生代洋陆转换、碰撞造山的结果。早古生代末的加里东碰撞造山运动,使早古生代洋盆闭合,昆仑地区整体抬升为陆,作为造山运动的沉积响应,在结合带的山前地区形成早—中泥盆世前陆盆地沉积。东昆仑下—中泥盆统分布于昆中、昆南区,北部为深海、次深海盆地沉积和浅海陆棚及海陆过渡相沉积,南部为滨浅海沉积,沉积物在三维空间上具有北厚南薄的楔状体特点。时间序列上表现为深海、次深海—浅海陆棚—海陆交互相特征,反映沉积盆地向上变浅的规律。物源主要来源于北部北昆仑早古生代造山带,南部为次要物源区。由于其发育于志留纪末祁漫塔格洋盆闭合后的俯冲陆块之上,反映其具有周缘前陆盆地沉积的总体特征。西昆仑只在昆北区发育中泥盆统,西南部主要为深海、次深海盆地沉积,上部发育滨浅海沉积,北部及塔里木南部边缘为滨浅海沉积,沉积物在三维空间上具有西南厚东北薄的楔状体特点。时间序列上表现为深海、半深海—浅海—海陆交互—陆相沉积特点,亦表现为沉积盆地向上变浅的规律。物源主要来源于西南造山带,东北部塔里木古陆为次要物源区。结合该套地层发育于奥陶纪末库地洋盆闭合后的中昆仑岩浆弧后的昆北地区,反映其具有弧后前陆盆地沉积的总体特征。

关键词 昆仑造山带 早—中泥盆世沉积 弧后前陆盆地 周缘前陆盆地 构造演化

第一作者简介 陈守建 男 1963 年出生 硕士 教授级高级工程师 沉积地质与构造地质 E-mail xacshoujian@126.com

中图分类号 P512.2 TE121.3 **文献标识码** A

昆仑地区地域辽阔,自然环境恶劣,地质研究程度低,1999 年以前仅做过一些矿点和路线地质考察等工作,局部进行过 1:20 万区域地质调查。中国地质调查局 1999 年启动、实施了以填补中国区域地质调查中比例尺空白区为重点的国土资源调查工作,开拓了该区地质工作的新局面,现已积累了大量资料。

昆仑造山带横亘于青藏高原北缘,处于印度板块与欧亚板块的结合部位,北为塔里木—柴达木陆块,南为巴颜喀拉—羌塘陆块,西与帕米尔构造带相连,东与祁连—秦岭构造带相接。其中,库地—其曼于特—祁漫塔格结合带以北为昆北区;库地—其曼于特—祁漫塔格结合带以南与柳什塔格—向阳泉—乌妥结合带之间为昆中区;柳什塔格—向阳泉—乌妥结合带以南至康西瓦—木孜塔格—玛沁结合带之间为昆南区。阿尔金断裂自东北向西南斜切昆仑造山带,将其分为东、西昆仑两部分^④(图 1)。昆仑造山带因

其独特的构造部位,复杂的地质构造演化历史和巨大的成矿潜力以及明显的地理、气候分界带,引起中外科学家,尤其是地学科学家的极大关注。笔者通过多年的野外观察和室内分析研究,结合覆盖全区的 1:25 万区域地质调查资料及其它前人研究成果^[1~7],对昆仑造山带早—中泥盆世地层进行了重新厘定,分析了其沉积特征,认为其具有前陆盆地性质,并探讨了其构造演化,以期对提高昆仑造山带的研究水平和指导找矿工作有所裨益。

1 地层划分与对比

昆仑造山带下泥盆统仅在东昆仑昆中区南部卡拉楚卡山一带分布,中泥盆统东西昆仑均有分布,西昆仑主要分布于昆北区,东昆仑主要分布于昆中、昆南区,自西向东具体出露于布伦口、库山河、克孜勒陶、库地、月牙沙、阿其克库勒湖、线狭沟上游、兔子

¹ 中国地质调查局重点项目“青藏高原北部空白区基础地质调查与研究”(项目编号 1212010310101)和“青藏高原前寒武纪地质古生代构造—古地理综合研究”(项目编号 1212010610102)联合资助

^④西安地质矿产研究所,青藏高原北部空白区基础地质综合研究(未公开出版),2005.

收稿日期:2007-07-28 收修修改稿日期:2007-11-13

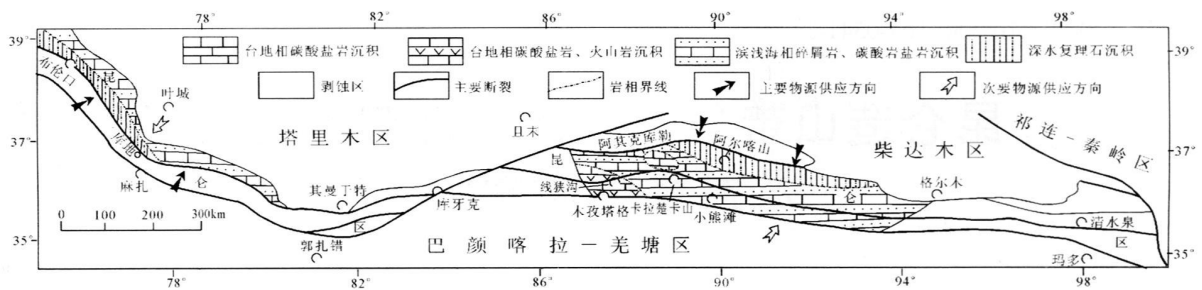


图 1 昆仑造山带早—中泥盆世构造—岩性分布图

Fig 1 The Early-Middle Devonian tectono-lithologic distribution map of Kunlun Orogenic belt

表 1 昆仑造山带及邻区早—中泥盆统地层对比表

Table 1 Correlation of Early-Middle Devonian strata between Kunlun Orogenic belt and its adjacent area

塔里木区 (南缘)	昆北区 (西昆仑)		昆中、昆南区 (东昆仑)		巴颜喀拉区 (北缘)	羌塘区 (北缘)
奇自拉夫组 (D ₃ q)	奇自拉夫组 (D ₃ q)	库山河组 (D ₃ k)	托库孜达坂组 (C ₁ t)	提热艾力组 (C ₂ t)	黄羊岭群 (H)	天神达坂组 (D ₃ t)
克孜勒陶组 (D ₂ k)	布拉克巴什组 (D ₂ b)		布拉克巴什组 (D ₂ b)		D ₂	落石沟组 (D ₂ l)
			卡拉楚卡组 (D ₁ k)		依吉组 (D ₁ y)	
前震旦系 (A _n Z)	前志留系 (A _n S)		前奥陶系 (A _n S)		宁多群 (P _{b-3} N)	达坂沟群 (S ₂₋₃ D)

湖—寒凝泉、小熊滩、阿尔喀山南北坡、布伦台、格尔木南等地。下、中泥盆统之间为平行不整合接触，下一中泥盆统与上下地层为角度不整合接触(表 1)。昆仑造山带北塔里木地块南缘中泥盆统与其上上泥盆统为整合接触，与其下前震旦系为角度不整合接触。昆仑造山带南巴颜喀拉—羌塘区下泥盆统分布局限，仅在玉树地区零星分布；中泥盆统出露于新疆皮山县楚隆斯帕坦—落石沟—冬瓜山一带，另外以构造岩片形式在羊湖地区尖头湖北亦有出露。

1.1 卡拉楚卡组 (D₁k)

仅分布于东昆仑木孜塔格地区阿其克库勒湖南岸卡拉楚卡山一带，文世宣等^[8]将其自下而上分为三段，总厚 1 965 m。下段灰黑色微晶灰岩、泥质灰岩、泥灰岩，厚 375 m，未见底。产腕足类 *Protathyris ovalis*, *P. praecursor*, *Machaeraria? Simplex*; 鱼牙 *Theladus* sp, *Nostolpis* sp 床板珊瑚 *Squameofavosites* sp, *Favosites regularissimus* 等。腕足类的属种均见于四川若尔盖铁布区下泥盆统普通沟组下部。*P. praecursor* 还见于广西六景那高岭组。两属鱼化石都是早泥盆世的分子。结合区域上前志留系地层均发生较强烈的变形变质作用，而本套地层变质作用轻微，故推测该套地层与前志留系为角度不整合接触。中段灰黑色硅化灰岩、生物碎屑灰岩夹灰黑色页岩，厚 640 m。产床板珊瑚 *Favosites interstinctus*，腕足类 *Aqqikolia*

kalachukaensis, *Podolella* sp; 牙形刺 *Trichonodella exiensis*。上述 *Favosites interstinctus* 是早泥盆世常见的种。腕足类前一种为一新种，其确切时代还需进一步验证，后一属在北美、欧洲见于早泥盆世。牙形刺则见于晚志留至早泥盆世，在我国曾产于甘肃迭部的晚志留世和广西的早泥盆世地层中。上段为灰白色、灰黑色结晶灰岩、生物灰岩夹少量泥灰岩，厚 850 m。产腕足类 *Zdimirpseudobaschkiricus*, *Z. baschkiricus*, *Z. hvangsiensis* 珊瑚 *Cystiphyloides secundum*, *Parastriatopora* sp, *Squameofavosites* sp, *Favosites interstinctus* 介形类 *Paramoeritia* sp。其中 *Zdimir* 一属为早泥盆世晚期至中泥盆世早期常见分子，在南天山、龙门山、贵州普安、广西北流、德保等地中泥盆世的界线划在 *Zdimir* 层之上，故将其划归早泥盆世。

1.2 布拉克巴什组 (D₂b)

东昆仑分布于月牙沙、阿其克库勒湖、线狭沟上游、兔子湖—寒凝泉、小熊滩、库鲁·彼得勒克·得亚南岸、阿尔喀山南北坡、布伦台、格尔木南等地。

库鲁·彼得勒克·得亚南岸、阿尔喀山南北坡等地呈北西西条块状断续展布，南侧被布青山群树维门科组碳酸盐岩推覆块体呈断层叠覆，北侧大部被第四系覆盖，局部呈断层逆冲于马尔争组碎屑岩之上。分上下岩段，下岩段下部以灰色、烟灰色(含放射虫)玉髓(粘土)石英质硅质岩为主，灰色岩屑长石质中碎

屑岩和灰绿、灰色、少量紫红色长石石英质或长石质细碎屑岩次之, 夹火山碎屑岩, 少量泥质板岩; 上部以灰绿色、灰色(砂质)复成份砾岩、岩屑长石质中碎屑岩为主, 夹薄层或透镜状含砂屑微晶(生物碎屑)灰岩、深灰色变泥质岩、中基性火山岩, 局部夹较厚硅质岩。上岩段下部主要为灰色(少量灰紫、灰绿色)泥质岩—长石岩屑质中碎屑岩为主, 硅质岩质粗碎屑岩次之的陆源碎屑岩组成, 间夹内源沉积灰岩透镜体和玄武岩及其变种透镜体; 上部主要由灰紫色或紫红色中碎屑岩为主, 夹细碎屑岩的陆源碎屑岩组成, 间夹粗碎屑岩, 底部出现泥质岩。岩石普遍具低级绿片岩相变质。

月牙沙、阿其克库勒湖、兔子湖—寒凝泉、小熊滩、格尔木西南等广大地区, 除月牙沙一带呈构造窗出露, 被白沙河岩组推覆逆掩于其上和朝阳沟—骆驼山一带呈大小不一的未变形变质构造岩片(块)混杂分布于朝阳沟构造蛇绿混杂岩带中及群疙瘩以南一带与朝阳沟构造蛇绿混杂岩呈韧性剪切带接触外, 多以正常沉积为主, 横向岩性变化不大。岩性主要为灰、灰褐色中厚层状砾岩、细砾岩、含砾粗砂岩、岩屑石英砂岩、泥质粉砂岩、泥质岩沉积及浅灰色、灰色、灰白色、灰黑色块状灰岩、细晶—泥晶灰岩、白云岩等。

阿其克库勒湖东南地区布拉克巴什组主要岩性为浅灰色中—厚层状结晶灰岩, 浅灰色厚层状细晶—微晶白云岩夹块状角砾灰岩、含棘屑微晶灰岩。未见底, 总厚度超过 4 605.1 m。与上覆马尔争组呈断层接触。

线峡沟上游岩性主要为碳酸盐岩和火山碎屑岩, 其间夹少量的碎屑岩。分上下两段, 岩性段之间为断层接触关系。下岩段为碳酸盐岩段, 主要岩性为浅灰色、灰色、灰白色、灰黑色块状灰岩、细晶—泥晶灰岩、白云岩夹深灰色、灰黑色钙质岩屑砂岩、钙质粉砂岩、细砂岩、泥质粉砂岩。视厚度大于 2 057.56 m。上岩段为火山碎屑岩段, 主要岩性为灰绿色、绿灰色晶屑凝灰岩、糜棱岩化凝灰岩、安山岩、安山质角砾熔岩、安山质碎裂岩夹灰色、浅灰色中—厚层状灰岩、不等粒岩屑石英砂岩、凝灰质砂岩。视厚度约 1 390.5 m。

东昆仑地区本组普遍产珊瑚 *Favosites qian oensis*, *Cladopora elegans*, *Diphyllum* sp., *Pseudozaphrentis kunlunshanensis*, *Enterolasma* sp 层孔虫 *Amphipora* sp 以及腕足、瓣鳃、介形类等化石, 总体为中泥盆世。

西昆仑分布于昆北区, 主要出露于布伦口、库地一线以北, 乌孜别里山口以南, 经玛尔坎土向东断续延伸, 总体呈北北西向带状展布。下部为深水复理石

沉积, 上部为灰岩夹碎屑岩, 化石丰富。灰岩中丰富的头足类? *Omoceras* sp.; 苔藓虫 *Atractoechus* sp.; 珊瑚 *Ramensis* sp., *Aulocystis* sp.; 腕足类 *Spiriferid* 等化石。根据岩性组合及生物组合特征, 与东昆仑地区的布拉克巴什组基本一致, 可以对比。

1.3 克孜勒陶组 (D_2k)

分布于塔里木盆地西南缘库山河及克孜勒陶一带, 未见底, 为碎屑岩夹碳酸盐岩沉积。库山河一带, 下部浅灰色粉砂质灰岩、结晶灰岩、含砾绢云千枚岩、绢云石英片岩等; 中部灰绿色含砾变质石英砂岩; 上部灰绿色厚—巨厚层状岩屑石英砂岩夹含砾石英砂岩。厚 5 403 m。克孜勒陶一带, 下部灰绿色砾岩、石英砂岩、粉砂岩夹少量粉砂质泥岩; 上部黄褐、黑灰色钙质粉砂岩、粉砂质泥岩夹生物灰岩及鲕粒灰岩。厚 1 709 m。本组为一海退层序, 由浅海碳酸盐岩、细碎屑岩向粗碎屑岩过渡, 产珊瑚 *Hexagonaria* sp., *Thamnopora* sp., *Striatopora* sp., *Diphyllum* cf. *curtum*, *Keriophyllum* sp. 及腕足类 *Atrypa* sp. 等, 均是新疆地区中泥盆世常见的属种, 其中 *Diphyllum*, *Hexagonaria*, *Thamnopora* 等属见于欧洲阿登地区和中哈萨克斯坦中泥盆统中。因此克孜勒陶组的时代为中泥盆世。根据岩性组合及生物组合等特征看, 与南部昆北区布拉克巴什组上部层位基本一致, 可以对比。

1.4 依吉组 (D_1y)

出露于巴颜喀拉—羌塘区玉树地区的白倾通至科西浪、玉树县城一带, 北西西—南东东向展布。浅变质碎屑岩、碳酸盐岩。自下而上可分为三段, 下段为灰色中厚层状变细粒石英砂岩夹少量变粉砂岩、变不等粒长石石英杂砂岩、灰绿色绢云石英微晶片岩、细粒白云母石英片岩、绢云钠长石英千枚岩、长英质糜棱岩; 中段为灰白色片理化大理岩、白云石大理岩、粉晶细晶大理岩、灰绿色蚀变玄武岩、绿帘绿泥钠长阳起片岩、细粒钠长角闪片岩、含钙铝榴石细粒石英岩、绢云钠长石英千枚岩; 上段为灰色二云石英片岩、变石英砂岩、变石英粉砂岩、黑云石英片岩、含钙铝榴石石英岩、中细晶大理岩等。与两边地层均为断层接触, 厚度大于 3 752 m。自北西南东逐渐加厚, 变质程度加深, 新寨以西为低绿片岩相, 以东达高绿片岩相。区内没有化石依据及确切的同位素测年资料。

1: 25万玉树县幅区域地质调查^④认为与四川稻城—

④ 西安地质矿产研究所. 1: 25万《玉树县幅》区域地质调查报告. 2006

木里老灰里一带的依吉组可以对比。木里依吉剖面大理岩中产牙形刺 *Polygnathus gronbergi*, *Spahognathodus optimus*, *Ozarkodina denckmanni*, *Panderodus striatus*等,均为早泥盆世的重要分子或常见分子。故将本区依吉组其时代划归早泥盆世。

1.5 中泥盆统未分 (D₂)

出露于巴颜喀拉—羌塘区羊湖地区的尖头湖附近,为浅海—半深海陆源碎屑岩夹碳酸盐岩,以构造岩片形式产出。主要岩性为深灰、黑灰色厚层千枚状绢云板岩夹大理岩化砂屑、生物屑灰岩及变质岩屑石英砂岩。绿片岩相变质,顶、底为断层接触。厚约 80 m。产牙形刺 *Polygnathus serotius*, *P. linguiformis bultyncki*, *P. linguiformis linguiformis*, *Icriodus angustus*。其中 *Polygnathus serotius* 产于云南富宁中泥盆统坡折组, *P. linguiformis linguiformis* 产于广西邕宁下、中泥盆统那叫组, *P. linguiformis bultyncki* 产于贵州普安中泥盆统罐子窑组, *Icriodus angustus* 产于四川龙门山中泥盆统关雾山组。本地层时代属中泥盆世。

1.6 落石沟组 (D₁₋₂)

出露于巴颜喀拉—羌塘区新疆皮山县楚隆斯帕坦—落石沟—冬瓜山一带。岩性为生屑灰岩、砂屑灰岩、条纹条带状灰岩、泥质灰岩、白云岩、砂岩、块状礁灰岩、中厚层状亮晶藻团粒灰岩,上部有硅质条带灰岩、白云岩化生屑灰岩、砾屑灰岩、角砾状灰岩等。其中礁灰岩造礁生物有珊瑚、层孔虫、苔藓虫等。不整合于冬瓜山群或达坂沟群之上,视厚度大于 2 178 m。化石丰富,产双壳类 *Pterinopecten (Pterinopecten) toliensis*, 珊瑚 *Favosites favosiformis dissimilis*, *Scoliopora cf. denticulata*, *Thamnopora paraminima*, *Alaiophyllum* sp.; 层孔虫 *Amphipora* sp 等,以中泥盆世为主。在国庆桥—神仙湾公路 80 km 处(黄羊头东端)灰白色致密灰岩中产牙形刺 *Panderinellina steinhornensis*, *Hileodella* sp., *Ozarkodina denckmanni*, *Pseudooneotodus heckmanni*等属种。其中 *Panderinellina steinhornensis* 限于早泥盆世晚期 Emsian 期,其它属种为 O—D₁ 或 S—D₁ 的分子。据上述资料,将落石沟组划为早—中泥盆世。

2 沉积特征

2.1 东昆仑东北部

库鲁·彼得勒克·得亚南岸、阿尔喀山南北坡中泥盆统布拉克巴什组 (D_{2b}) 下岩段下部粉砂岩中发

育水平纹层理、板状交错层理及槽状交错层理;板岩中发育水平纹层理,主要由硅质岩→泥质板岩或硅质岩→粉砂岩的韵律性沉积层序构成。上部粗砂岩中见正粒序层理,细砂岩发育平行层理、沙纹层理、波状层理、斜层理,粉砂岩发育水平纹层理,灰岩夹层中见平行层理,总的发育由下至上由粗到细的旋回性沉积层序,其沉积层序基本上由两个类型基本层序构成:其一,由砾岩→含砾粗砂岩→细粒砂岩组成;其二,由粗砂岩→中细粒砂岩或粉砂岩→泥质板岩组成。由上述特征分析,该岩段总体具有由下部细向上部逐渐变粗的复理石及海底喷发特征,由下部出露较多含放射虫硅质岩层为标志至上部浅海相固着及底栖生物为标志,由下至上具有从深海、次深海盆—浅海陆棚相沉积特征。

上岩段下部沉积构造表现为(1)层面构造:主要为波长较短的对称状及不对称状波痕,并见冲刷面构造,局部见泥裂构造。(2)层理构造:泥质岩发育有水平层理、水平波状层理,砂岩发育平行层理及板状交错层理、槽状交错层理,并见砂质透镜状层理(潮汐层理),局部见逆粒序层理。(3)沉积层理从泥质岩—中粗碎屑岩均有,薄层或中薄—厚层状为主,部分呈巨厚层状或块层状,普遍发育下细上粗的韵律性及旋回性层序层理或沉积层序。上岩段上部沉积构造表现为(1)层面构造:见泥裂、雹痕及雨痕,波长较短的浪成或水流成因不对称或对称状波痕发育。(2)层理构造:泥—细碎屑岩发育水平层理、水平波状层理;中碎屑岩发育平行层理、板状交错层理及槽状交错层理。另外,岩石中泥砾构造发育,且具下粗上细的特征。(3)沉积层理从中薄—厚层状为主,巨厚层次之,两种以上岩性者普遍组成下粗上细的韵律性及旋回性沉积层序。该岩段地层皆为海陆过渡沉积环境的产物,其中下部具有古海洋三角洲前缘亚相的特征,上部具有潮坪相的特征。三角洲和潮坪构成一个不甚完整的岸进海退的进积型连续沉积层序。

2.2 东昆仑西部、东南部

月牙沙、阿其克库勒湖、兔子湖—寒凝泉、卡拉楚卡山、小熊滩、格尔木西南等广大地区,多以正常沉积为主,横向上岩性变化不大。岩性主要为灰、灰褐色中厚层状砾岩、细砾岩、含砾粗砂岩、岩屑石英砂岩、泥质粉砂岩、泥质岩沉积及浅灰色、灰色、灰白色、灰黑色块状灰岩、细晶—泥晶灰岩、白云岩等。卡拉楚卡组 (D_{1k}) 为巨厚碳酸盐岩台地相夹风暴岩沉积,其

纵向沉积序列^{1/4} (图 2) 自下而上为 A 开阔台地相: 为灰色、深灰色薄—中层块状生物碎屑灰岩、硅化灰岩、鲕粒灰岩、核形石灰岩。沉积相依据有¹ 灰色亮晶鲕粒灰岩, 鲕粒 68%, 主要由表鲕组成, 分布有同心鲕、单晶鲕等, 粒度大小一般 0.5~2 mm, 个别可发展成直径 5~8 mm 的核形石, 代表潮下高能环境; ④灰岩中富含生物化石, 且为多门类组合, 有珊瑚、瓣鳃、腕足、苔藓、海绵、有孔虫和海百合等, 生物含量高达 35%, 表明海水盐度正常, 生物繁盛, 水循环良好, 含氧量高的开阔台地沉积环境。B 风暴岩沉积 (事件沉积): 风暴岩沉积是浪基面以下浅海陆棚常见的一种岩相类型, 该剖面风暴岩缺失下部滞留层及上部背景层, 反映风暴事件极为频繁, 以小型丘状层理及沙纹

示顶底构造, 为潮间和潮上带的沉积物。上部为灰白色厚层块状白云岩化灰岩, 由于受古喀斯特作用影响, 该层白云岩化灰岩多形成峰林及古溶洞地貌。

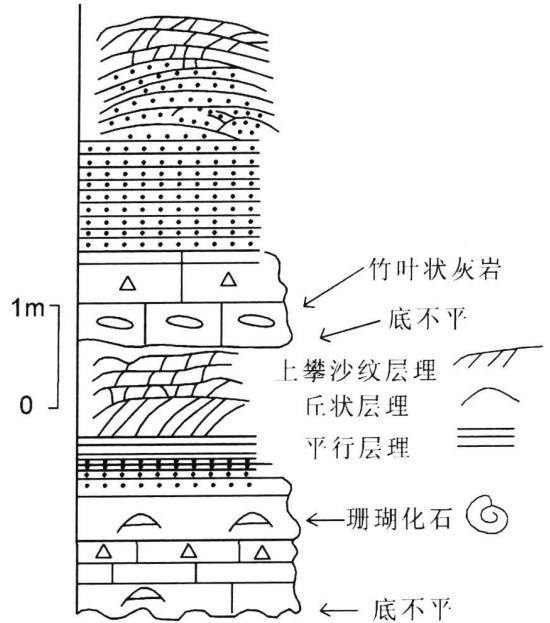


图 3 风暴沉积基本层序图 (资料来源: 1: 25 万鲸鱼湖幅区域地质调查报告)

Fig 3 Basic sequence of storm sediments

小熊滩—甘泉—带布拉克巴什组 (D₂b) 为滨岸—浅海陆棚及台地相沉积, 其纵向沉积序列自下而上为 A 滨岸相: 主要岩性为灰、灰褐色中厚层状砾岩、细砾岩及岩屑石英砂岩、含砾粗砂岩、泥质粉砂岩 (图 4), 内具小型波痕层理、斜层理、水平层理。从其岩性和沉积构造来看, 主要由潮坪微相、滨岸砂坝微相组成。B 浅海陆棚相: 沉积物为细碎屑—泥质沉积, 后期虽然受弱变质和强烈变形影响, 破坏了原始的沉积特征, 但仍可辨认原始沉积相以滨外陆棚亚相为主, 特征为由具沙纹交错层理细砂岩、具斜层理炭质粉砂岩、具变形层理中细粒岩屑砂岩、具平行层理的泥质岩组成。岩石呈灰绿色、深灰色、浅灰色, 以薄层状为主, 岩屑砂岩、粉砂岩碎屑颗粒以石英为主, 占 70%~80%, 岩屑 15%~20%, 多呈颗粒支撑, 填隙物由泥质杂基组成。从原生构造来看, 多以水平层理为特征, 反映较深静水条件, 小砂纹交错层理细砂岩可能为波浪面附近的过渡带沉积。C 碳酸盐台地相: 具块状构造泥晶灰岩, 岩石一般呈深灰色, 中—薄层

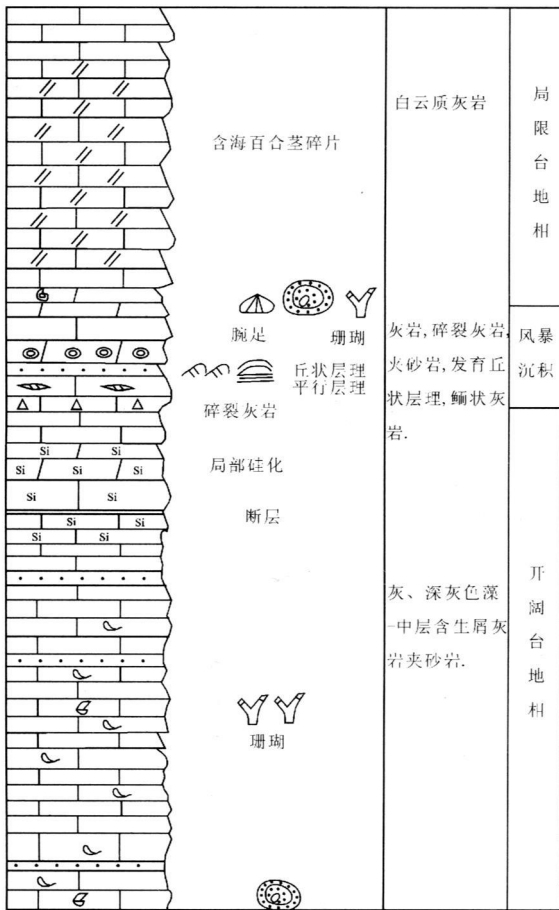


图 2 卡拉楚卡山西下泥盆统卡拉楚卡组沉积相分析 (资料来源: 1: 25 万鲸鱼湖幅区域地质调查报告)

Fig 2 Sedimentary facies analysis of Kalachukashan Formation of Early Devonian in the western Kalachukashan Mountain

层理为特点 (图 3)。C 局限台地相: 为灰—灰白色薄层—中厚层状灰岩, 偶夹生物碎屑, 灰岩中具有鸟眼状孔洞, 这些孔洞被灰泥和亮晶所充填, 形成很清楚

^{1/4} 新疆维吾尔自治区地质调查院. 1: 25 万《鲸鱼湖幅》区域地质调查报告, 2002.

状,单层厚 5~10 cm 左右。灰岩主要为泥晶方解石,占 65%,后期部分泥晶方解石已重结晶为粉—微晶集合体。多数灰岩中不含生物化石,并常与泥质岩、凝灰岩呈互层状,灰岩、泥质岩中含黄铁矿,反映闭塞局限台地沉积特征。

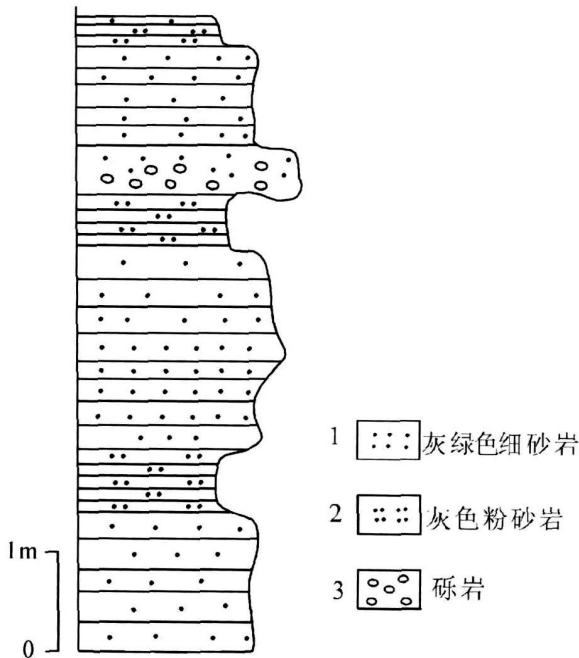


图4 布拉克巴什组滨岸相基本层序图
(资料来源: 1: 25万鲸鱼湖幅区域地质调查报告)

Fig 4 Basic sequence of shore facies of Bulakebashi Formation

2.3 阿其克库勒东南

布拉克巴什组 (D_2b) 主要岩性为浅灰色中—厚层状结晶灰岩,浅灰色厚层状细晶—微晶白云岩夹块状角砾灰岩,含棘屑微晶灰岩夹少量的碎屑岩组成。

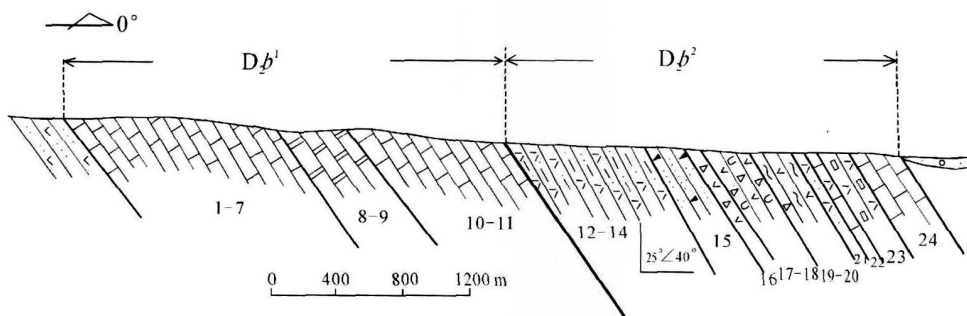


图5 线狭沟上游布拉克巴什组 (D_2b) 剖面图

(资料来源: 1: 25万木孜塔格幅区域地质调查报告)

1~7. 块状灰岩; 8~9. 白云岩; 10~11. 灰岩; 12~14. 糜棱岩化凝灰岩; 15. 岩屑石英砂岩; 16. 安山质碎裂岩; 17~18. 安山质角砾熔岩; 19~20. 绿泥石化安山岩; 21. 凝灰质砂岩; 22. 灰岩; 23. 晶屑凝灰岩; 24. 灰岩

Fig 5 Section of Bulakebashi Formation (D_2b) in the upstream of Xianxiangou

含有石松、珊瑚、螺等化石。未见底,与上覆马尔争组呈断层接触,总厚度超过 4 605.1 m。可见小型波纹层理、重力滑塌构造等,为碳酸盐岩台地沉积特征。

2.4 线狭沟上游

布拉克巴什组 (D_2b) 主要为碳酸盐岩和火山碎屑岩,其间夹少量的碎屑岩,分上下两段^{1/2} (图 5),岩性段之间为断层接触关系。下岩段 (D_2b^1) 为碳酸盐岩段,主要岩性为浅灰色、灰色、灰白色、灰色块状灰岩、细晶—泥晶灰岩、白云岩夹深灰色、灰黑色钙质岩屑砂岩、钙质粉砂岩、细砂岩、泥质粉砂岩。视厚度大于 2 057.56 m。其中灰岩中含有珊瑚、层孔虫、海百合茎等化石。属滨浅海碳酸盐岩台地相,可进一步划分为两个亚相, A 开阔台地相 (一段下部): 岩性为灰色、灰黑色块状灰岩、细晶—泥晶灰岩、泥晶灰岩、灰黑色厚层状灰岩、生物灰岩。灰岩中生物碎屑多,并且为多门类组合,主要有珊瑚、苔藓虫、海绵、层孔虫和海百合茎等化石,生物屑含量高达 30%,说明为生物繁盛,水循环良好,含氧量高的开阔台地相沉积环境。 B 局限台地相 (一段上部): 出露岩性为灰白色、灰黑色细晶白云岩,偶夹生物碎屑。其沉积环境是相对闭塞、水浅受限制的局限台地。上岩段 (D_2b^2) 为火山碎屑岩段,主要岩性为灰绿色、绿灰色晶屑凝灰岩、糜棱岩化凝灰岩、安山岩、安山质角砾熔岩、安山质碎裂岩夹灰色、浅灰色中—厚层状灰岩、不等粒岩屑石英砂岩、凝灰质砂岩。视厚度约 1 390.5 m。其中灰岩中含有丰富的珊瑚、层孔虫、海百合茎等化石。火山物质的喷发期,阻断了碳酸盐台地的生长,而在火山喷发的间歇期,碳酸盐台地继续生长。因此,在剖面上反映出火山物质与碳酸盐岩互层结构,为台地相碳酸盐岩和火山岩沉积。

^{1/2} 新疆维吾尔自治区地质调查院. 1: 25万《木孜塔格幅》区域地质调查报告, 2002.

2.5 西昆仑地区

布拉克巴什组 (D_{2b}) 分布于昆北区 (昆仑山北坡及山前地带) 布伦口、库地一线以北, 呈北西向展布。

东北部为灰岩夹碎屑岩, 含丰富的化石, 沉积基本层序清楚, 每个层序由砂质灰岩到灰岩或由砂岩向灰岩过渡。灰岩中产丰富的珊瑚、腕足、层孔虫及头足类和腹足类等化石。纵向和横向上岩石组合面貌及岩相特征变化不大, 反映当时处在一个稳定的浅海陆棚沉积环境。

西南部下部为深水复理石沉积, 在南部的西昆仑山塔木以北, 岩石组合为石英砂岩、粉砂岩、细砾岩及少量粉砂质泥岩, 向上钙质增加。它们构成了粗细变化频繁的韵律性层序, 其中粒序层理发育, 见有完整和不完整的鲍马序列和沟模、槽模的底模构造, 并见有重荷模和滑塌变形构造。遗迹化石多为水平觅食迹。为一套深水重力流沉积, 其中的沟模、锥模等指示其物源来自西南方向。其上过渡为浅海陆棚沉积³⁾, 为一套稳定的碎屑岩和碳酸盐岩沉积。生物化石丰富。在阿克陶县科克亚一带, 表现为一个连续海进—海退的沉积旋回, 沉积相上是从浪控陆棚—浪控三角洲进积体系过渡到河流冲积体系。因此, 中泥盆世沉积具有的特点是: 西南部的昆仑山及昆仑山前为深水盆地沉积, 东北部及塔里木南部边缘为滨浅海台

地相沉积, 即沉积物在三维空间上具有楔状体的特点, 不含火山岩, 具有早期为海相、深水沉积, 晚期过渡为陆相、浅水的充填序列, 反映沉积盆地向上变浅的规律。

3 盆地性质探讨

昆仑造山带基本构造—地层格架奠基于古生代, 东昆仑志留纪末期的加里东碰撞造山运动, 使祁漫塔格蛇绿岩所代表的祁漫塔格洋盆闭合, 东昆仑地区整体抬升为陆; 西昆仑库地蛇绿岩所代表的库地洋盆向南俯冲, 并在奥陶纪晚期消亡, 两侧大陆碰撞, 并抬升成陆^[9]。作为造山运动的沉积响应, 在造山带的山前地带形成前陆盆地沉积^[10-17]。东昆仑发育下一中泥盆统, 西昆仑只发育中泥盆统, 与其下伏和上覆地层均为角度不整合接触 (表 1)。

东昆仑下一中泥盆统昆中、昆南区均有分布 (图 1), 东北部地区下部为深海、次深海盆地沉积和浅海陆棚沉积, 上部为海陆过渡相沉积, 沉积厚度大; 东南部为滨浅海沉积; 西部为台地相碳酸盐岩沉积。沉积物在三维空间上具有北厚南薄的楔状体特点。时间序列上表现为深海、次深海—浅海陆棚—海陆交互特征, 反映沉积盆地向上变浅的规律。通过对东昆仑东北部碎屑岩微量元素含量^⑧ (表 2) 特征分析, 经与

表 2 布拉克巴什组砂岩板岩微量元素含量特征表 (ω / × 10⁻⁶)

Table 2 Characteristic list of trace element content in sandstone and slate of Bulakebashi Formation

样号	4P ₇ -1	4-1	5-1	6-1	8-1	9-2	12-1	14-1	16-1	22-1	23-1	23-2	28-1	33-1	4P ₅ 36-1
岩性	板岩	砂岩	砂岩	砂岩	砂岩	砂岩	砂岩	板岩	板岩	砂岩	板岩	粉砂岩	砂岩	砂岩	砂岩
Cr	229	100	92	190	175	66.0	120	133	126	113	8.0	125.	168	71.0	67
Ni	264.9	51.8	47.1	52.1	85.0	24.4	63.3	69.2	53.9	41.4	39.5	33.8	38.7	48.1	27.4
Co	47.3	16.0	19.9	15.3	22.7	10.4	20.6	21.5	18.1	9.9	13.1	11.1	11.2	11.6	17
V	138.9	107.6	91.0	92.6	131.7	90.1	128.3	133.9	116.6	66.3	69.0	64.5	71.9	53.9	107.9
Ti	4607	4396	3409	2585	4176	2421	5702	5753	5080	2471	540	5720	5243	2036	3745
Cu	42.5	38.8	26.6	28	35.8	18.6	30.2	30.0	30.7	8.4	24.6	12.9	23.1	5.1	20
Pb	33.7	25.4	50.4	23.2	31.7	33.8	26.7	25.4	24.0	22.2	23.6	22.0	35.6	12.5	27.9
Sc	22.7	11.4	9.0	9.0	14.4	8.0	13.3	14.4	13.2	7.0	7.4	6.5	8.8	6.4	14.3
La	18.0	24.9	36.2	19.6	23.0	31.6	31.8	30.2	28.2	20.5	24.3	21.3	27.3	20.6	26.1
Y	17.4	17.2	15.3	13.6	17.5	10.6	20.0	18.3	21.1	11.5	14.2	12.3	14.2	13.7	14.1
Yb	2.7	2.6	2.1	1.8	2.3	1.6	2.6	2.6	2.5	1.6	1.9	1.6	2.0	1.7	2.1
Rb	130.7	66.5	72.5	49.1	66.0	58.1	106.9	127	101.1	56.1	88.7	106.1	124.2	67.3	59.3
Sr	27	92	92	238	102	167	125	122	82.0	95	71	44	81	85.0	80
Ba	231	246	330	237	433	945	346	410	535	263	209	197	223	688	239
Th	5.6	11.0	10.0	10.2	8.7	20.4	11.1	14.7	12.1	10.2	10.0	8.4	10.2	7.3	10.1
U	/	/	/	/	/	/	/	3.0	2.9	/	/	/	/	/	/
Ta	/	/	/	/	/	/	/	3.0	2.7	/	/	/	/	/	/
Nb	12.8	15.7	13.7	11.2	14.9	11.4	22.4	21.8	20.8	12.6	13.1	12.5	13.1	12.6	12.5
Hf	3.1	4.9	3.3	4.7	4.3	4.9	5.3	4.7	5.2	3.2	3.4	3.3	5.4	2.6	3.6
Zr	89	125	108	114	133	141	152	141	188	106	102	95.0	173	86.0	118

³⁾ 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), 2005

^⑧ 青海省地质调查院. 1: 25万《布喀达坂峰幅》区域地质调查报告, 2003

泰勒的地壳元素丰度值 (1964) 相比较, 其中砂岩中 C_r P_b T_h H_f 的平均值高于泰勒值, 板岩中 C_r N_i R_b P_b T_h H_f Z_n 的平均值高于泰勒值, 其中 P_b 高出近 1/2 其它元素含量在砂板岩中均低于泰勒值。利用微量元素在 La—Th—Sc 图解 (图 6) 中投点, 其大部分样点投入大陆岛弧区域内; 在 Th—Sc—Zr/10 图 (图 7) 中, 大多数样点亦落入大陆岛弧区域内, 少部分落在活动大陆边缘与大陆岛弧的分界区; 在 La—Th 图解 (图 8) 中, 绝大部分样点落入大陆岛弧区域内。各投点较为集中, 反映其物质主要来源于北部北昆仑陆块陆缘岛弧环境, 南部为次要物源区。由于其发育于早古生代祁漫塔格洋盆闭合后的昆中—昆南—巴颜喀拉—羌塘 (巴颜喀拉—羌塘区为依吉组、落石沟组及未分中泥盆统等) 俯冲陆块之上 (向昆北陆块俯冲), 反映其具有周缘前陆盆地沉积的总体特征 (图 9)。

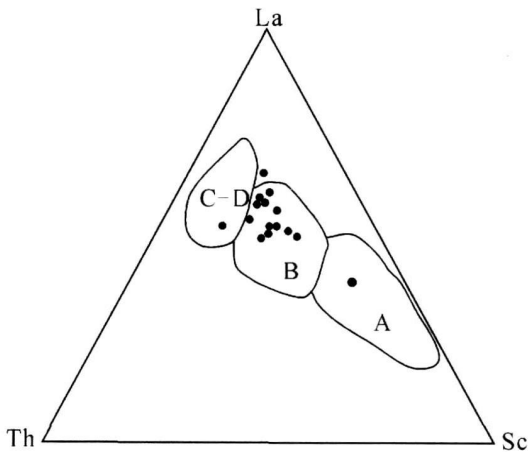


图 6 杂砂岩 La—Th—Sc 构造环境判别图

A. 大洋岛弧; B. 大陆岛弧; C. 活动大陆边缘; D. 被动大陆边缘
(资料来源: 1:25 万布喀达板峰幅区域地质调查报告)

Fig. 6 La—Th—Sc tectonic discrimination diagram for greywacke

西昆仑中泥盆统只发育于昆北区中西部, 西南部主要为深海、次深海盆地沉积, 上部发育滨浅海沉积, 沉积厚度较大; 东北部及塔里木南部边缘 (克孜勒陶组) 为滨浅海沉积, 沉积厚度较小, 沉积物在三维空间上具有西南厚, 东北薄的楔状体特征。时间序列上表现为深海、半深海—浅海—海陆交互—陆相沉积演化特征, 反映沉积盆地向上变浅的规律, 物源主要来源于西南造山带, 东北部塔里木古陆^[6]为次要物源区。总体反映造山带的隆生及其对塔里木盆地的负载作用的特点, 结合该套地层发育于早古生代末库地洋盆闭合后的中昆仑岩浆弧后的昆北仰冲陆块之上,

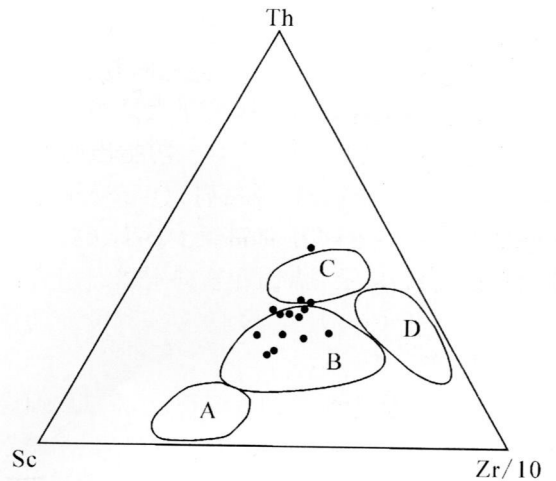


图 7 杂砂岩 Th—Sc—Zr/10 构造环境判别图

A. 大洋岛弧; B. 大陆岛弧; C. 活动大陆边缘; D. 被动大陆边缘
(资料来源: 1:25 万布喀达板峰幅区域地质调查报告)

Fig. 7 Th—Sc—Zr/10 tectonic discrimination diagram for greywacke

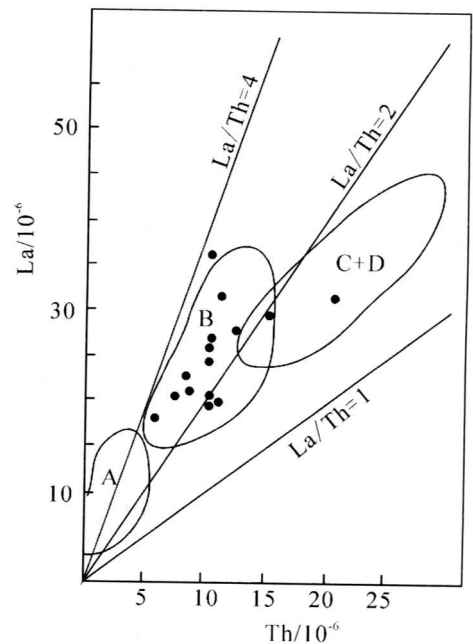


图 8 杂砂岩 La—Th 构造环境判别图

A. 大洋岛弧; B. 大陆岛弧; C. 活动大陆边缘; D. 被动大陆边缘
(资料来源: 1:25 万布喀达板峰幅区域地质调查报告)

Fig. 8 La—Th tectonic discrimination diagram for greywacke

反映其具有弧后前陆盆地沉积的总体特征。

昆仑造山带具有漫长的演化历史, 构造极为复杂, 加之研究程度很低, 给各时代沉积盆地恢复上造成了一定的困难。上述研究表明, 东昆仑地区的周缘前陆盆地 (图 9) 与王华教授等^[18]指出的前陆盆地类型中的“b”型, 即复杂型相似, 亦即与刘池阳教授

等^[19]所叙述的前陆盆地演化早期(第一)阶段相似,与刘和甫教授^[20]所说的特提斯型如印度西瓦利克盆地和阿尔卑斯北磨拉石盆地性质大体相当。西昆仑地区的弧后前陆盆地与王华教授等指出的前陆盆地类型中的“a”型,即简单型相似,可与刘和甫教授所说的环太平洋型相对比,如南美安第斯山弧后前陆盆地、云南哀牢山以及楚雄前陆盆地等。

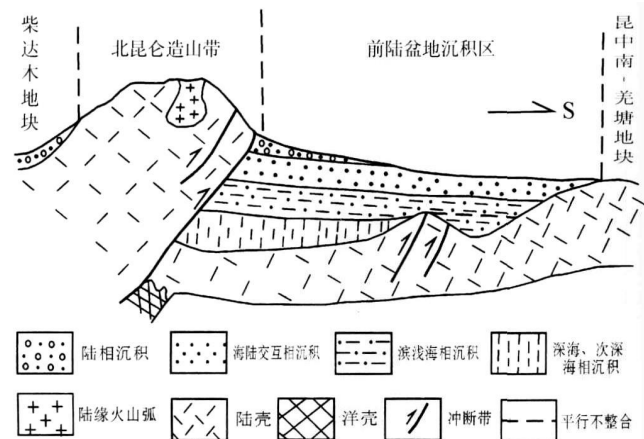


图 9 东昆仑前陆盆地沉积充填演化序列图

Fig 9 The filling and evolution sequential map of foreland basin in the east Kunlun

值得一提的是, 昆仑造山带虽地处我国西北地区的南缘, 但其早一中泥盆世前陆盆地与西北地区广泛发育的中新生代前陆盆地(类前陆盆地或陆内前陆盆地)具有显著的区别, 西北地区广泛发育的中新生代前陆盆地形成于板内, 远离碰撞造山带, 可能与碰撞造山带的远程作用(或效应)有关, 由于其含有丰富的矿产资源^[21~23], 应引起高度的重视。

4 结论

(1) 昆仑造山带早一中泥盆世主要为海相沉积, 与其上、下地层均为角度不整合接触。东昆仑下一中泥盆统分布于昆中、昆南区, 沉积物在三维空间上具有北厚南薄的楔状体特点, 时间序列上表现为由深到浅的沉积特征, 物源主要来源于北部北昆仑早古生代造山带, 南部为次要物源区。西昆仑只在昆北区发育中泥盆统, 沉积物在三维空间上亦具有楔状体的特点, 只是西南厚东北薄, 时间序列上同样表现由深到浅的沉积特征, 反映沉积盆地向上变浅的规律, 物源主要来源于西南造山带, 东北部塔里木古陆为次要物源区。

(2) 昆仑造山带下一中泥盆统形成于早古生代

末的加里东碰撞造山运动的山前地带, 作为造山运动的沉积响应, 表现为前陆盆地沉积特征。东昆仑下一中泥盆统发育于志留纪末祁漫塔格洋盆闭合后的俯冲陆块之上, 反映其具有周缘前陆盆地沉积的总体特征; 西昆仑中泥盆统发育于奥陶纪末库地洋盆闭合后的中昆仑岩浆弧后地区, 即北昆仑仰冲陆块之上, 反映其具有弧后前陆盆地沉积的总体特征。

(3) 昆仑造山带虽地处我国西北地区的南缘, 但其早一中泥盆世前陆盆地与西北地区广泛发育的中新生代前陆盆地(类前陆盆地或陆内前陆盆地)具有显著的区别, 西北地区广泛发育的中新生代前陆盆地形成于板内, 远离碰撞造山带, 可能与碰撞造山带的远程作用(或效应)有关。由于前陆盆地含有丰富的矿产资源, 应引起高度的重视。

(4) 昆仑造山带基本构造—地层格架主要奠基于古生代, 是早古生代和晚古生代洋陆转换、碰撞造山的结果。早古生代洋盆闭合和晚古生代洋盆开启经历了洋—陆—洋的演化历史。即早古生代洋盆经加里东运动碰撞造山成陆^[24], 作为造山运动的沉积响应, 在造山带的山前地带形成早一中泥盆世前陆盆地沉积, 到晚泥盆世伸展裂陷^[25~28]再到石炭—早一中二叠世西窄东宽, 西部收缩, 向东张开的“喇叭口”状的多岛小洋盆的构造古地理格局的演化历史^[29]。

(5) 早一中泥盆世沉积特征、盆地成因及构造古地理环境研究, 对建立该区地层序列, 探讨其沉积—构造演化历史以及指导找矿工作等均具有重要意义。

致谢 本篇得以完成, 是奋战在昆仑地区广大地学工作者集体智慧的结晶, 是他们长期艰苦努力, 无私奉献的结果。在酝酿、成文过程中, 作者自始至终得到了冯益民研究员、杨永成教授级高级工程师、张维吉教授、洛长义研究员、李国栋研究员以及编辑老师和评审专家等的精心指导和帮助, 谨致谢忱。

参考文献 (References)

- 姜春发. 中央造山带几个重要地质问题及其研究进展 [J]. 地质通报, 2002, 21(8): 453-455 [Jiang Chunfa. Several geologic problems and their research advance of central orogenic belt [J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21(8): 453-455]
- 李德威. 地球系统动力学纲要 [J]. 大地构造与成矿学, 2005, 29(3): 285-292 [Li Dewei. Compendium of dynamics of earth system [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2005, 29(3): 285-292]
- 肖序常, 王军, 苏犁, 等. 再论西昆仑库地蛇绿岩及其构造意义 [J]. 地质通报, 2003, 22(10): 745-750 [Xiao Xuchang, Wang Jun, Su Li, et al. Re-discussion on Kudi Ophiolites and its tectonic meaning in Western Kunlun [J]. Geological Bulletin of China, 2003, 22(10): 745-

- 750]
- 4 殷福鸿, 张克信. 中央造山带的演化及其特点 [J]. 地球科学, 1998, 23(5): 437-442 [Yin Fuhong, Zhang Kexin. Evolution and characteristics of central orogenic belt [J]. Earth Science, 1998, 23(5): 437-442]
 - 5 青海省地质矿产局. 青海省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1991: 6-246 [The Bureau of Geology and Mineral Resources of Qinghai Province. Regional Geology in Qinghai Province [M]. Beijing Geological Publishing House, 1991: 6-246]
 - 6 新疆维吾尔自治区地质矿产局. 新疆维吾尔自治区区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1993 1-265 [Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources. Regional Geology of Xinjiang Province [M]. Beijing Geological Publishing House, 1993 1-265]
 - 7 中国地质调查局, 成都地质矿产研究所. 青藏高原及邻区地质图说明书 [M]. 成都: 成都地图出版社, 2004 [China Geology Survey, Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources. Instruction of the Geological Map of Qinghai-Tibet Plateau and Its Adjacent Regions [M]. Chengdu: Chengdu Cartographic Publishing House, 2004]
 - 8 文世宣, 等. 喀喇昆仑山—昆仑山地区古生物 [M]. 北京: 科学出版社, 1999 [Wen Shixuan, et al. Paleontology in Karakunlun-Kunlun Region [M]. Beijing: Science Press, 1999]
 - 9 潘裕生, 等. 喀喇昆仑山—昆仑山地区地质演化 [M]. 北京: 科学出版社, 1990 [Pan Yusheng, et al. Geological Evolution of Karakunlun-Kunlun Regions [M]. Beijing: Science Press, 1990]
 - 10 王成善, 等. 沉积盆地分析原理与方法 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2003 250-339 [Wang Chengshan, et al. Principle and Method of Sedimentary Basin Analysis [M]. Beijing: Higher Education Press, 2003: 250-339]
 - 11 车自成, 刘良, 罗全海. 中国及其邻区区域大地构造学 [M]. 北京: 科学出版社, 2002 159-203 [Che Zicheng, Liu Liang, Luo Quanhai. Regional Tectonics in China and Its Adjacent Area [M]. Beijing: Science Press, 2002: 159-203]
 - 12 Price R A. Large scale gravitation flow of supracrustal rocks southern Canadian rockies [C] // Gravity and Tectonics. New York: Wiley, 1973: 439-502
 - 13 Dickinson W R. Plate Tectonics and Sedimentation [C] // Dickinson Tectonics and Sedimentation. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. Special Publication, 1974 22: 1-27
 - 14 Dickinson W R. Structure and stratigraphy of forearc regions [J]. AAPG Bulletin, 1974 63: 2-31
 - 15 Decelles G. G. Foreland basin systems [J]. Basin Research, 1996, 8: 105-123
 - 16 李继亮, 肖文交, 阎臻. 盆山耦合与沉积作用 [J]. 沉积学报, 2003, 21(1): 52-60 [Li Jiliang, Xiao Wenjiao, Yan Zhen. Basin-range coupling and its sedimentation [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2003, 21(1): 52-60]
 - 17 张传恒, 孙玉建, 汪剑, 等. 标定碰撞构造的地层学线索: 欠补偿周缘前陆盆地结构与充填序列 [J]. 地质科技情报, 2003, 22(1): 35-40 [Zhang Chuangheng, Sun Yujian, Wang Jian, et al. Stratigraphic constraints on collision tectonics: archite and filling sequences of underfilled peripheral foreland basins [J]. Geological Science and Technology Information, 2003, 22(1): 35-40]
 - 18 王华, 吴巧生, 李绍虎, 等. 前陆盆地类型及其沉积动力学研究综述 [J]. 地质科技情报, 1998, 17(3): 12-18 [Wang Hua, Wu Qiaosheng, Li Shaohu, et al. Overview of study on the types and sedimentary dynamics of foreland basin [J]. Geological Science and Technology Information, 1998, 17(3): 12-18]
 - 19 刘池洋, 赵红格, 杨兴科, 等. 前陆盆地类型及其确定和研究 [J]. 石油与天然气地质, 2002, 23(4): 307-313 [Liu Chiyang, Zhao Hongge, Yang Xingke, et al. Overview of study on the types and sedimentary dynamics of foreland basin [J]. Oil & Gas Geology, 2002, 23(4): 307-313]
 - 20 刘和甫. 盆地—山岭耦合体系与地球动力学机制 [J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2001, 26(6): 581-596 [Liu Hepu. Geodynamic scenario of coupled basin and mountain system [J]. Earth Science Journal of China University of Geosciences, 2001, 26(6): 581-596]
 - 21 高长林, 叶德燎, 钱一雄. 前陆盆地的类型及油气远景 [J]. 石油实验地质, 2000, 22(2): 99-114 [Gao Changlin, Ye Deliao, Qian Yixiong. Classification of foreland basins and aspects of hydrocarbon resources [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2000, 22(2): 99-114]
 - 22 雷振宇, 何登发, 张朝军. 中国中西部类前陆盆地与典型前陆盆地类比及其油气勘探前景 [J]. 地球学报, 2001, 22(2): 169-174 [Lei Zhenyu, He Dengfa, Zhang Chaojun. Oil and gas exploration prospects of the analogous foreland basins in central and west China [J]. Acta Geoscientia Sinica, 2001, 22(2): 169-174]
 - 23 王清晨, 李忠. 盆山耦合与沉积盆地成因 [J]. 沉积学报, 2003, 21(1): 24-30 [Wang Qingchen, Li Zhong. Basin-orogen coupling and origin of sedimentary basins [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2003, 21(1): 24-30]
 - 24 李荣社, 计文化, 赵振明, 等. 昆仑早古生代造山带研究进展 [J]. 地质通报, 2007, 26(4): 373-382 [Li Rongshe, Ji Wenhua, Zhao Zhenming, et al. Research advance on Early Paleozoic orogenic belt of Kunlun [J]. Geological Bulletin of China, 2007, 26(4): 373-382]
 - 25 Bott M. On the lithospheric tension causing basin formation [J]. Phil Trans R. Soc. London A, 1982, 305: 319-324
 - 26 Bott M, Kusznir N. The origin of tectonic stress in the lithosphere [J]. Tectonophysics, 1984, 105: 1-13
 - 27 孟庆任. 沉积盆地形成的张性模式 [J]. 地球物理学进展, 1997, 12(2): 50-60 [Meng Qingren. Extensional model of sedimentary basin's formation [J]. Progress in Geophysics, 1997, 12(2): 50-60]
 - 28 陈守建, 李荣社, 计文化, 等. 昆仑造山带晚泥盆世沉积特征及构造古地理环境 [J]. 大地构造与成矿学, 2007, 31(1): 44-51 [Chen Shoujian, Li Rongshe, Ji Wenhua, et al. Late Devonian sedimentary characteristics and tectono-paleogeographic environment of Kunlun orogenic belt [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2007, 31(1): 44-51]
 - 29 陈守建, 李荣社, 计文化, 等. 青藏高原北部茅口晚期地层缺失研究 [J]. 地层学杂志, 2006, 30(3): 231-236 [Chen Shoujian, Li Rongshe, Ji Wenhua, et al. Study of the late Maokouan (Permian) hiatus in Northern Qinghai-Tibet Plateau [J]. Journal of Stratigraphy, 2006, 30(3): 231-236]

Discussion on Depositional Characteristics and Basin Quality in Kunlun Orogenic Belt During Early-Middle Devonian

CHEN Shou-jian¹ LI Rong-she¹ JI Wen-hua¹ ZHAO Zhen-ming¹
WANG Bing-zhang² MA Hua-dong³ LIU Xiao-ji⁴ SHI Bing-de¹

(1. Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054; 2. Qinghai Institute of Geological Survey, Xining 810012;

3. Xinjiang Institute of Geological Survey, Urumqi 830011; 4. China University of Geosciences, Beijing 10083)

Abstract The basic tectono-stratigraphic pattern of Kunlun Orogenic Belt, which was the product of ocean-continent transformation and collisional orogeny during Early Paleozoic and Late Paleozoic, was developed on the basis of Paleozoic. The Caledonian collisional orogeny at the end of Early Paleozoic made the Early Paleozoic ocean basin close and the whole Kunlun area was uplifted to be land. As a sedimentary response to orogeny, the sediments of Early-Middle Devonian foreland basin formed at the piedmont area within the suture zone. The Early-Middle Devonian of East Kunlun mainly distributes in Middle Kunlun and Southern Kunlun. The northern part has sediments formed in the environment of abyssal-bathyal basin, shallow sea shelf and sea-land transition facies while the southern part is littoral-neritic. The sediments are characterized by wedge shape which becomes thinner from north to south in 3-D space. They display characteristics that the environment once changed from abyssal-bathyal to shallow sea shelf finally to sea-land alternation facies in temporal sequence, which reflect that the basin became shallower upward. The material sources were mainly from the northern part, namely the Early Paleozoic Orogenic Belt of Northern Kunlun, the southern part was secondary source area. Because the sediments developed on the subduction landmass at the end of Silurian when Qinshang ocean basin had closed, they reflect that they have peripheral foreland basin sedimentary characteristics. In West Kunlun, the Middle Devonian only developed in the northern part while the southwest was mainly abyssal-bathyal basin sediments and the upper developed littoral-neritic sediments, the northern part and the southern margin of Tarim basin developed littoral-neritic sediments. These sediments are wedge-shaped in 3-D space becoming thinner from southwest to northeast. In temporal sequence, their sedimentary environment changed from abyssal-bathyal to shallow sea to sea-land alternation finally to land facies. They also reflect that the basin became shallower upward. The material sources were mainly from southwest orogenic belt while the Tarim ancient land in the northeast was secondary source area. Considered that the strata developed in the northern part of Middle Kunlun magmatic back-arc at the end of Ordovician when Kudi ocean basin had closed, it can be concluded that the sedimentary environment is back-arc foreland.

Key words Kunlun Orogenic Belt, Early-Middle Devonian sedimentation, back-arc foreland basin, peripheral foreland basin, tectonic evolution