

doi:10.3799/dqkx.2014.090

# 西昆仑新元古代—中生代沉积盆地演化

柳坤峰<sup>1,2</sup>, 王永和<sup>3</sup>, 姜高磊<sup>2,4</sup>, 张思敏<sup>2,4</sup>, 张克信<sup>1,2,4</sup>

1. 中国地质大学地质调查研究院, 湖北武汉 430074

2. 中国地质大学生物地质与环境地质国家重点实验室, 湖北武汉 430074

3. 中国地质调查局西安地质调查中心, 陕西西安 710054

4. 中国地质大学地球科学学院, 湖北武汉 430074

**摘要:** 西昆仑造山带位于青藏高原的西北缘、塔里木盆地的西南缘, 是中央造山带的重要组成部分, 经历了长期、复杂的沉积—构造演化。叙述了西昆仑造山带5个地层分区出露的岩石地层及其对应沉积盆地类型, 进而对西昆仑沉积盆地演化历史进行了探讨。西昆仑新元古代—中生代的沉积盆地演化过程可划分为如下3个阶段: (1) 新元古代大陆裂解、洋壳形成阶段; (2) 早古生代—中三叠世板块机制演化阶段; (3) 晚三叠世以来陆内演化阶段。

**关键词:** 西昆仑; 新元古代—中生代; 沉积; 构造; 盆地演化。

**中图分类号:** P534

**文章编号:** 1000-2383(2014)08-0987-13

**收稿日期:** 2014-03-12

## Evolution of Neoproterozoic-Mesozoic Sedimentary Basins of West Kunlun Area

Liu Kunfeng<sup>1,2</sup>, Wang Yonghe<sup>3</sup>, Jiang Gaolei<sup>2,4</sup>, Zhang Simin<sup>2,4</sup>, Zhang kexin<sup>1,2,4</sup>

1. Institute of Geological Survey, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

2. State Key Laboratory of Biogeology and Environmental Geology, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

3. Xi'an Center of China Geological Survey, Xi'an 710054, China

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

**Abstract:** West Kunlun orogenic belt is located in the northwest margin of the Qinghai-Tibet Plateau, and in the southwest edge of Tarim basin. This belt is an important part of the central orogenic belt. It has experienced a long and complicated tectonic-sedimentary evolution. This paper presents lithostratigraphy of outcrops in five stratigraphic subregions and their corresponding sedimentary basin types in West Kunlun orogenic belt. The evolutionary history of sedimentary basins in West Kunlun is explored and divided into following three stages from Neoproterozoic to Mesozoic in this study: (1) the stage of continental break-up and the formation of oceanic crust in Neoproterozoic; (2) the stage of plate mechanism evolution in Early Paleozoic-Middle Triassic; (3) the stage of evolution in intracontinental since Late Triassic.

**Key words:** West Kunlun; Neoproterozoic-Mesozoic; sedimentology; tectonics; basin-evolution.

## 0 引言

西昆仑造山带位于青藏高原的西北缘、塔里木盆地的西南缘, 西接帕米尔, 东连阿尔金山、东昆仑山, 是中央造山带的重要组成部分。该地区构造线呈近东西向, 绵延 2 000 多千米, 是一条复合型造山带, 经历了复杂的地质构造演化过程 (Sengor and Okurogullari, 1991; 潘裕生, 2000; 计文化等, 2001,

2004; Xiao *et al.*, 2005; 崔建堂等, 2006)。由于其特殊的大地构造位置, 对西昆仑造山带的构造格局及其地质演化方面的研究越来越引起世人重视 (Matte *et al.*, 1996; 韩芳林等, 2002, 2004; 张传林等, 2007; 郭新成等, 2013)。由于受到其高寒、缺氧、交通极为不便的自然地理条件所局限, 西昆仑地区基础地质研究仍比较薄弱, 这也是造成目前西昆仑大地构造模式存在争议的主要原因 (潘裕生,

**基金项目:** 中国地质调查局项目 (Nos. 1212010733802, 12120113012500)。

**作者简介:** 柳坤峰 (1990—), 硕士, 主要从事地层学、沉积学研究。E-mail: 739885185@qq.com

1990,2000;姜春发等,2000;肖文交等,2000;崔建堂等,2006;乔耿彪等,2012).

不同学者主要通过以下几个方面研究西昆仑的大地构造归属问题:(1)蛇绿混杂岩带(邓万明,1995;王元龙等,1997;王志洪等,2000;刘石华等,2002;袁超等,2002;计文化等,2004;张传林等,2004;康磊等,2012;乔耿彪等,2012);(2)火山岩地球化学(方爱民等,2003;郝杰等,2003;郭新成等,2013);(3)花岗岩体年龄和可能源区(毕华等,1999;袁超等,2002;张传林等,2005);(4)地层学和沉积学记录以及岩相古地理(方爱民等,2000;姚建新等,2005;崔建堂等,2006;李博秦等,2007a;陈守建等,2008,2010;赵振明等,2010);(5)大地构造、显微构造以及造山带作用(潘裕生,1990;周辉等,1999;姜春发等,2000;肖文交等,2000;韩芳林等,2001)等.未从沉积学角度出发结合其他几个方面的资料来系统地总结西昆仑构造—沉积演化特征.

本文在系统分析近年西昆仑地区 1:50 万大地构造相图及 1:25 万、1:5 万地质填图等基础资料的基础上,结合前人研究成果,总结出西昆仑新元古代—中生代沉积特征,并对沉积—构造演化进行讨论,有助于笔者进一步了解西昆仑的沉积—构造演

化史.

### 1 沉积特征

笔者采用潘桂棠等(2009)的最新分区,将西昆仑地层大区分为:恰尔隆—库尔良(VIII-1-1)、柳什塔格—上其汗(VIII-1-2)、库地—祁曼于特(VIII-1-3)、奥依且克—塔木其(VIII-1-4)和康西瓦—苏巴什(VIII-1-5)5个三级地层分区(图1).总结各分区的沉积特征,共划分出7种沉积盆地类型(图2),并对不同阶段、不同时期的沉积盆地分布进行了研究(图3).

#### 1.1 VIII-1-1 恰尔隆—库尔良分区

恰尔隆—库尔良分区主体位于铁克里克断裂以南、西昆仑北断裂以北.青白口纪—泥盆纪地层缺失.早志留世和中泥盆世—晚泥盆世沉积环境均为混积台地沉积(S<sub>1</sub>mp、D<sub>2-3</sub>mp),早志留世出露地层为温泉沟群(S<sub>1</sub>W),主要岩性为变质长石石英杂砂岩、变质细砂岩、变质石英粉砂岩夹少量火山岩、硅质岩、粉晶灰岩等组成(李博秦等,2007a).王世炎等(2003)在塔什库尔干县布达布尔一带出露的这套地层中发现了早志留世笔石化石 Cf. *Climacograptu-*

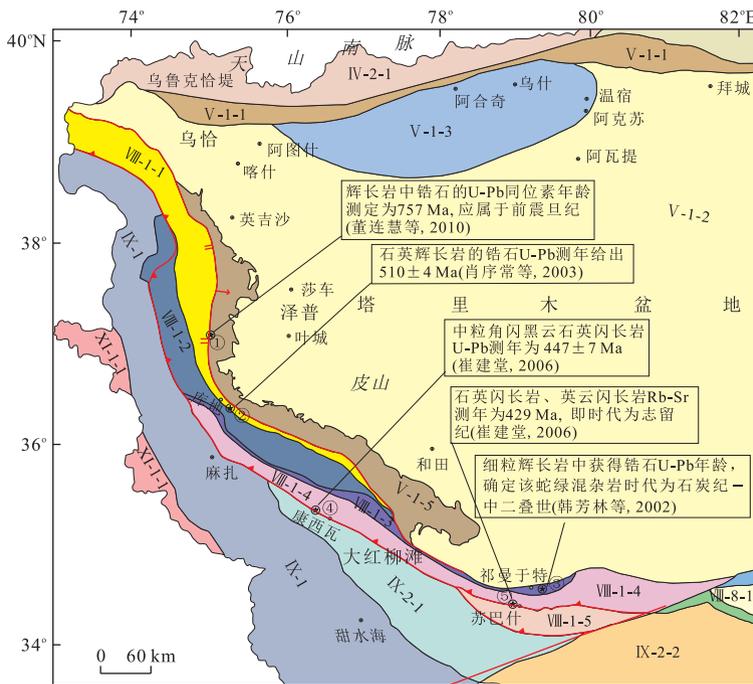


图 1 西昆仑构造分区示意

Fig.1 The location and tectonic subregion map of West Kunlun

VIII-1-1.恰尔隆—库尔良;VIII-1-2.柳什塔格—上其汗;VIII-1-3.库地—祁曼于特;VIII-1-4.奥依且克—塔木其;VIII-1-5.康西瓦—苏巴什;IX-2-1.康西瓦—泉水沟;IX-2-2.巴颜喀拉;V-1-1.西南天山—霍拉山;V-1-2.塔里木;V-1-5.铁克里克;XI-1-1.龙木错—双湖;IX-1.甜水海;VIII-8-1.祁漫塔格北坡—夏日哈;IV-2-1.哈尔克山;①科岗蛇绿岩;②库地蛇绿岩;③祁曼于特蛇绿岩;④康西瓦蛇绿岩;⑤苏巴什蛇绿岩;据潘桂棠等,2009,修改

西昆仑地区 VIII-1

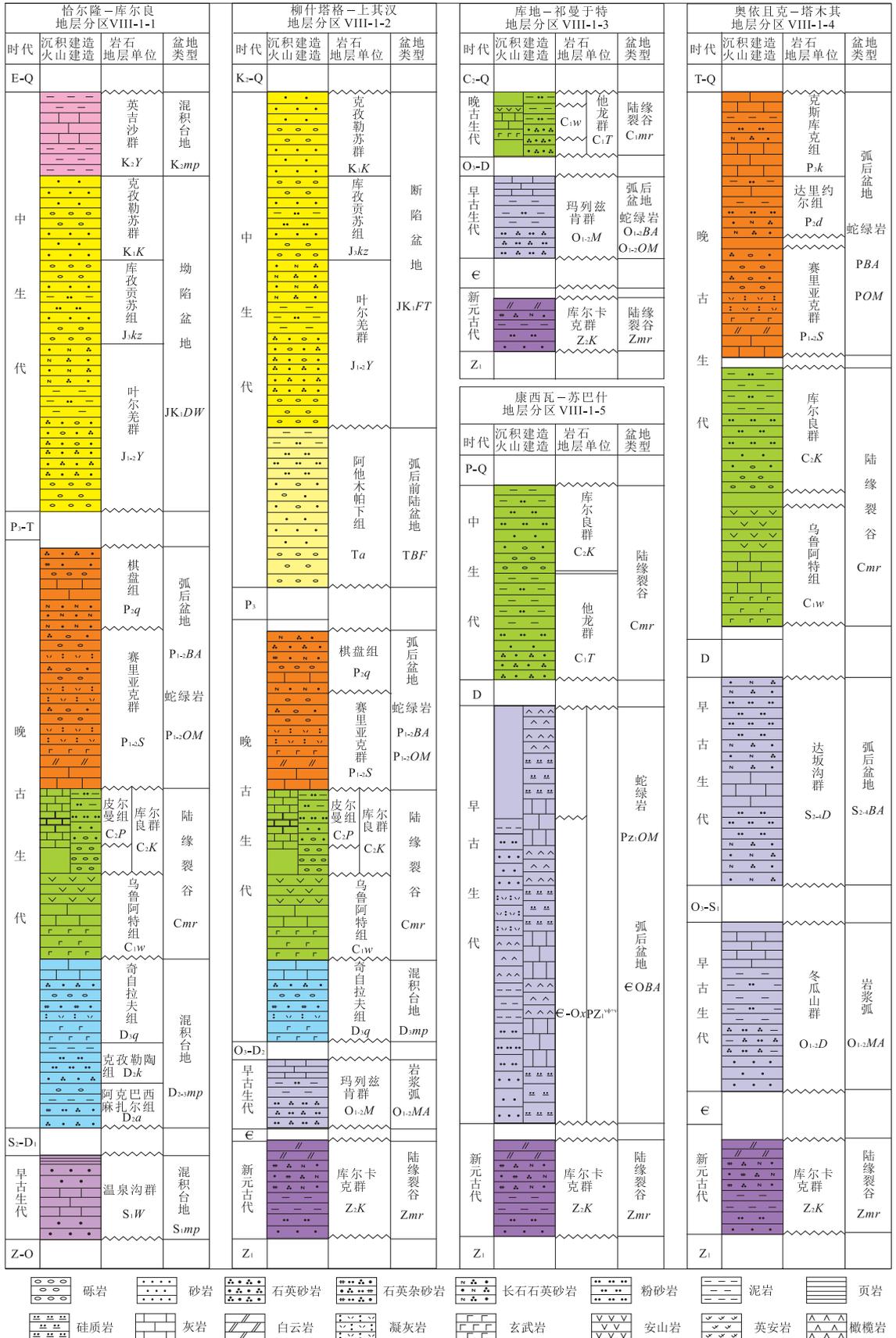


图 2 西昆仑地区沉积盆地演化柱状图

Fig.2 Column of the sedimentary basins evolution in West Kunlun

*sanjiensis*(Yang);姚建新等(2005)在赛力亚克达坂温泉沟群中采集到微体化石几丁虫:*Desmochitina*, *Sphae-rochitina*, *Rhabdochitina*, *Conochitina*, 时代应为早志留世;1:25万岔路口幅在该套地层深灰色板岩中也发现了丰富的微体化石,有疑源类和几丁虫,形成时代为晚奥陶世—志留纪,并且主要是早志留世常见的属种,为该层时代的厘定提供了可靠的微体古生物依据。

中—晚泥盆世该分区为典型混积台地沉积特征,出露地层为阿克巴西麻扎尔组( $D_2a$ )、克孜勒陶组( $D_2k$ )和奇自拉夫组( $D_3q$ )。主要岩性为砂岩、杂砂岩、粉砂岩、泥岩、板岩和千枚岩组合。克孜勒陶组产珊瑚 *Hexagonaria* sp., *Th-amnopora* sp., *Striatopora* sp., *Disphyllum* 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,因此克孜勒陶组的时代为中泥盆世(陈守建等,2008)。奇自拉夫组以紫红色为特征,区域上比较稳定,砂岩中发育大型板状斜层理,有明显的冲刷现象,结构成熟度、成分成熟度均较低,反映了近源快速堆积的特点(陈守建等,2010)。本组产植物化石 *Leptophloeum rhombicum* Dawson, *Lepidodendropsis* sp.等(新疆地质矿产勘查开发局,新疆 1:50万大地构造相图说明书,2012)。朱怀诚(1996)在报道奇自拉夫组孢子组合时,依据对 *Retispora lepidophyta* (Kedo) Playford 和 *Apiculiretusispora hunanensis* (Hou) Ouyang et Chen 的地质分布讨论,将艾特沟剖面奇自拉夫组的整体时代定为晚泥盆世法门期。

晚古生代,由于西昆仑再一次的强烈扩张(姜春发等,2000),恰尔隆—库尔良分区形成陆缘裂谷(Cmr),出露地层为乌鲁阿特组( $C_1w$ )、库尔良群( $C_2K$ )和皮牙曼组( $C_2p$ )。新疆第一区调大队(1985)在灰岩夹层中采获珊瑚化石:*Diphyphyllum platiforme* sp., *Auloclisia* sp., *Neoclisiphyllum* sp., *Gangamophyllum* sp., *Siphonodendron* cf. *irregulare* 及腕足类化石,时代为早石炭世维宪期(李博秦,2007)。库尔良群主要岩性有砾岩、含砾砂岩、粉砂岩、泥岩、灰岩等,局部有英安岩和英安质角砾熔岩。产珊瑚 *Syringopora* sp., *Empodesma* sp., *Konino-kophyllum* sp., *Corwenia?* sp., *Bothrophyllum* sp.等,多见于晚石炭世(陈守建等,2008)。皮牙曼组为滨浅海碳酸盐岩组合,灰色结晶灰岩夹大理岩(新疆地质矿产勘查开发局,新疆 1:50万大地构造相图说明书,2012)。

二叠纪,由于康西瓦—苏巴什古特堤斯洋向北俯冲消减(计文化等,2004;崔建堂等,2006),在该分区形成了弧后盆地( $P_{1-2}BA$ )沉积,出露地层为塞里亚克群( $P_{1-2}S$ )和棋盘组( $P_{2q}$ )。塞里亚克群为湖泊砂岩—粉砂岩夹火山岩组合,产双壳类和叶肢介(新疆地质矿产勘查开发局,新疆 1:50万大地构造相图说明书,2012)。棋盘组为砾岩、灰岩、岩屑长石砂岩、岩屑砂岩、钙质砂岩夹灰黑色生屑灰岩、粉砂岩和沉凝灰岩,含丰富的中二叠世蜓科化石(韩芳林,2006)。

晚二叠世—三叠纪,由于康西瓦—苏巴什原特堤斯洋的消失,羌塘陆块和塔里木陆块发生碰撞造山,西昆仑地区该分区地层未保留沉积记录(崔建堂等,2006)。并且在三叠纪之后,该分区转为陆相沉积。

侏罗纪—早白垩世,恰尔隆—库尔良分区为坳陷盆地沉积环境,出露地层有叶尔羌群( $J_{1-2}Y$ )、库孜贡苏组( $J_3kz$ )和克孜勒苏群( $K_1K$ )。叶尔羌群为河湖相含煤碎屑岩组合(黄乐清等,2013);库孜贡苏组为一套山麓河流相红色碎屑岩建造,岩性以褐紫、褐色巨厚层状砾岩为主,夹砂岩、粉砂岩及少量粉砂质泥岩(廖林,2010);克孜勒苏群为湖泊三角洲砂砾岩组合,紫红色—砖红色砂岩、砾岩等(廖林,2010)。

恰尔隆—库尔良分区晚白垩世为混积台地沉积,出露地层为英吉沙群( $K_2Y$ ),从下到上依次为库克拜组、乌依塔克组、依格孜牙组。下部以紫红、灰绿色砾岩、含砾粗砂岩及岩屑砂岩为主,向上变为褐黄色细粒岩屑,橘红色泥质粉砂岩,顶部为橘红色、灰绿色中厚层块状泥晶灰岩、生屑灰岩、含生屑砂质灰岩(廖林,2010)。产双壳类 *Ostrea deletrei*, *Trigonia ferga nensis*;菊石 *Placenticeraplacenta*, *Thomasites koulbicus*;有孔虫 *Goudrina fabra* (新疆地质矿产勘查开发局,新疆 1:50万大地构造相图说明书,2012)。

## 1.2 VIII-1-2 柳什塔格—上其汉分区

柳什塔格—上其汉分区青白口纪—震旦纪时期,由于大陆裂解作用,库地—祁曼于特小洋盆形成(崔建堂等,2006),发育震旦纪陆缘裂谷( $Zmr$ ),相对应出露地层为库尔卡克群( $Z_2K$ ),主要为浅海砂岩粉砂岩泥岩组合,长石石英杂砂岩夹变粉砂岩、薄层状微晶灰岩夹细晶白云岩、粉晶含白云质灰岩(新疆地质矿产勘查开发局,新疆 1:50万大地构造相图说明书,2012)。

晚寒武世开始,由于库地—祁曼于特小洋盆开

始向南俯冲消减(韩芳林等,2002),柳什塔格—上其汉分区形成了岩浆弧( $O_{1-2}MA$ ),寒武纪地层沉积记录缺失,只保留了早奥陶世—中奥陶世的沉积地层,为玛列兹肯群( $O_{1-2}M$ ),岩性组合为长石石英砂岩、粉晶灰岩、蚀变英安岩、安山岩。新疆第一区调队在该群粉晶灰岩中采的化石:*Discoceras?* sp., *Loxonematidae?*,该群见有大量海百合茎化石,另外奥陶系岩体侵入该套地层,故将其划为早中奥陶世(李博秦,2007)。中奥陶世库地—祁曼于特洋盆闭合,昆北地块和昆南地块发生碰撞,晚奥陶世—志留纪发生逆冲叠覆、地壳加厚和地理上成山,形成了早古生代碰撞造山带(韩芳林等,2002),晚奥陶世—中泥盆世沉积记录缺失。直到晚泥盆世沉积奇自拉夫组( $D_3q$ ),为一套砂岩、杂砂岩、粉砂岩、泥岩、板岩、千枚岩组合,为典型的碰撞造山型磨拉石建造,属典型混积台地沉积特征。产植物化石 *Leptophloeum rhombicum* Dawson, *Lepidodendropsis* sp.等(陈守建等,2010)。

晚古生代,柳什塔格—上其汉分区沉积地层、发育盆地类型与恰尔隆—库尔良分区一致,可进行对比。晚二叠世—中三叠世,由于康西瓦—苏巴什洋盆的消失,西昆仑地区进入碰撞造山阶段(崔建堂等,2006),形成三叠纪弧后前陆盆地沉积(TBF)。在该分区沉积阿他木帕下组( $Ta$ ),以紫红色粗碎屑岩为主要特征,下部砾岩中砾石磨圆较好,成分复杂,与其下细粒岩石有明显的冲刷截切现象,为河流相沉积(韩芳林,2006)。可能标志着碰撞作用的结束,三叠纪之后进入陆内演化阶段。侏罗纪—早白垩世为断陷盆地沉积( $JK_1FT$ ),出露地层为叶尔羌群( $J_{1-2}Y$ )、库孜贡苏组( $J_3kz$ )和克孜勒苏群( $K_1K$ ),岩石建造组合与恰尔隆—库尔良分区类似,该分区上白垩统地层缺失。

### 1.3 VIII-1-3 库地—祁曼于特分区

库地—祁曼于特分区青白口纪—震旦纪时期沉积环境与柳什塔格—上其汉分区相同,发育震旦纪陆缘裂谷( $Zmr$ ),相对应出露地层为库尔卡克群( $Z_2K$ )。

晚寒武世开始,由于库地—祁曼于特小洋盆开始向南俯冲消减(韩芳林等,2002),在库地—祁曼于特分区形成了弧后盆地( $O_{1-2}BA$ )沉积,对应发育一套库地—祁曼于特蛇绿混杂岩带( $O_{1-2}OM$ )。该带是青藏高原西北部时代最古老的一条构造带,它由解体的地幔变质橄榄岩、少量的堆晶岩、席状岩墙杂岩以及厚层的基性及中基性熔岩组成,与硅质岩、深海

浊积岩以及海底滑塌岩块相伴生(邓万明,1995)。袁超等(2002)在库地依莎克群火山岩中首次发现了具有玻安玄武岩特点的岩石,由于玻安玄武岩是弧前SSZ型蛇绿岩的一个特征岩石,因此,指出库地蛇绿岩形成于岛弧构造环境;乔耿彪等(2012)发现该蛇绿岩带中变质橄榄岩单元原岩为石榴石二辉橄榄岩,形成于亏损的软流圈地幔,对应于消减带之上的岛弧环境。综上,库地—祁曼于特分区在奥陶纪为俯冲消减带上的弧后盆地沉积环境,发育的盆地类型为弧后盆地。

晚奥陶世—泥盆纪,由于碰撞造山作用,该区沉积记录缺失。在石炭纪发育一套代表陆缘裂谷( $Cmr$ )环境的沉积岩建造,还有一套火山岩建造。沉积岩岩石建造为他龙群( $C_1T$ ),下部主要为一套长英质细碎屑岩夹中基性火山岩,上部主要为一套细碎屑岩夹少量碳酸盐岩(李博秦,2007)。1:25万麻札幅区调在他龙河一带该群中采集到:*Leiotriletes minutus* (Wilson and Coe) Schopf, Wilson and Bentall, *Lycospora pusilla* (Ibrahim) Somers.? *Torispora secures* (Balme) Alpern, Doubringer and Horst.等孢粉组合,时代为早石炭世。火山—复理石建造形成在中泥盆世至石炭纪,是库地—祁曼于特蛇绿混杂岩带新一期大陆裂解作用的产物(郝杰等,2003)。晚石炭世之后地层沉积记录缺失。

### 1.4 VIII-1-4 奥依且克—塔木其分区

奥依且克—塔木其分区青白口纪—震旦纪时期沉积盆地类型震旦纪陆缘裂谷( $Zmr$ ),出露地层为库尔卡克群( $Z_2K$ )。由于库地—祁曼于特小洋盆晚寒武世—中奥陶世向南的俯冲消减和晚奥陶世—志留纪早古生代碰撞造山作用(韩芳林等,2002),形成了早奥陶世—中奥陶世岩浆弧( $O_{1-2}MA$ )和温洛克世—普里道利世弧后盆地( $S_{2-4}BA$ )。早奥陶世—中奥陶世出露地层为冬瓜山群( $O_{1-2}D$ ),岩性以灰色、深灰色灰岩、砂泥质灰岩、生物灰岩为主,夹千枚状页岩、钙质砂岩、泥质粉砂岩以及少量基性火山岩,产腹足类、三叶虫、腕足类、头足类等化石(李博秦,2007)。温洛克世—普里道利世弧后盆地出露地层为达坂沟群( $S_{3-4}D$ ),岩性为中粒长石石英砂岩、中粒石英细砂岩、粉砂岩、灰岩,以中细粒碎屑岩石为主,具下粗上细的特点。岩石单层厚度自下而上逐渐变小,具有退积特征,上部以低速沉积形成薄层状泥质钙质硅质岩、薄层状灰岩结束(李博秦,2007)。含海百合茎:*Cydocyclus* sp.(新疆地质矿产勘查开发局,新疆1:50万大地构造相图说明书,2012)。

泥盆纪该分区地层沉积记录缺失,石炭纪,由于西昆仑再一次的强烈扩张(姜春发等,2000),在奥依且克-塔木其分区形成陆缘裂谷( $C_{mr}$ ),出露地层为乌鲁阿特组( $C_{1w}$ )和库尔良群( $C_2K$ ),地层岩性与柳什塔格-上其汉分区相同。

二叠纪,由于康西瓦-苏巴什古特堤斯洋向北俯冲消减(计文化等,2004;崔建堂等,2006),在该分

区形成了弧后盆地(PBA)沉积,出露地层为塞里亚克群( $P_{1-2}S$ )、达里约尔组( $P_2d$ )和克斯库克组( $P_3k$ )。塞里亚克群和达里约尔组岩性与恰尔隆-库尔良分区和奥依且克-塔木其分区该出露相同。克斯库克组为陆表海灰岩组合,上部为灰岩夹泥岩、长石石英砂岩、粉砂岩;下部为灰岩,含珊瑚、双壳、锥石类化石(新疆地质矿产勘查开发局,新疆 1:50 万

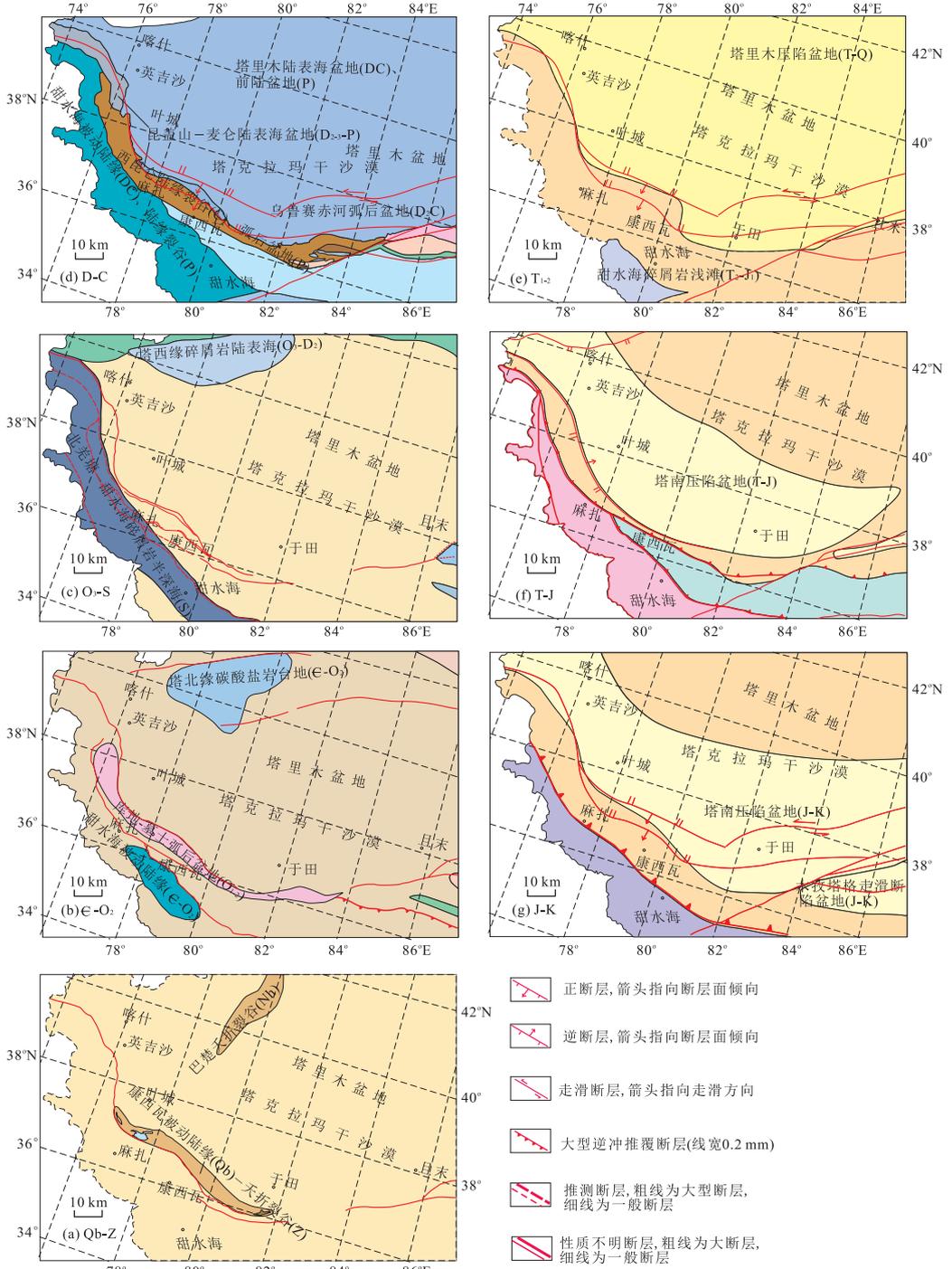


图 3 西昆仑沉积盆地分布

Fig.3 Distribution of sedimentary basins in West Kunlun

大地构造相图说明书,2012)。晚二叠世—中三叠世,由于康西瓦—苏巴什洋盆的消失,西昆仑地区进入碰撞造山阶段,三叠纪以及三叠纪之后该分区沉积记录全部缺失,未见出露。

### 1.5 VIII-1-5 康西瓦—苏巴什分区

康西瓦—苏巴什分区青白口纪—震旦纪时期沉积盆地类型为震旦纪陆缘裂谷(*Zmr*),出露地层为库尔卡克群( $Z_2K$ )。该分区存在一条早古生代—晚古生代的蛇绿混杂岩带,即康西瓦—苏巴什蛇绿混杂岩带,该蛇绿混杂岩带的演化反映了该分区的沉积盆地演化。震旦纪由于大陆扩张裂解作用,已经形成康西瓦—苏巴什原特提斯洋(崔建堂等,2006)。康西瓦等4幅区调项目在该蛇绿构造混杂岩带北侧发育的大量中基性侵入岩中获得同位素 SHRIMP 年龄值  $447 \pm 7$  Ma,为晚奥陶世。在东部伯力克幅该带的同位素分析结果也证实存在早古生代侵入岩( $U-Pb: 426 \pm 1.6$  Ma)。同时,通过对该带弧、与弧相关的盆地建造的分析,该带两侧都有这一时期反映俯冲性质的闪长岩、石英闪长岩、英云闪长岩、火山岩建造,说明洋壳俯冲消减时间可能比库地—祁曼于特略晚,是从中奥陶世开始,晚奥陶世—志留纪发生俯冲,直至中二叠世晚期发生碰撞,洋盆才完全闭合消失。在这期间,该分区发育盆地类型为洋壳俯冲形成的弧后盆地( $\epsilon OBA$ ),沉积地层为西合休岩组( $\epsilon Ox$ ),是一套绿片岩相变质地层(韩芳林,2006)。寒武纪—志留纪,该分区出露蛇绿岩为早古生代蛇绿混杂岩( $Pz_1 OM$ ),有超基性岩、基性杂岩体和基性火山岩。下部岩性主要为灰绿色玄武岩、凝灰岩夹凝灰质变细砂岩。上部主要为灰色变质粗面流纹岩夹凝灰岩、含凝灰质变细砂岩等,以酸性火山岩为主要特征(李博秦等,2007b)。

石炭纪,由于西昆仑再一次的强烈扩张(姜春发等,2000),在康西瓦—苏巴什分区形成陆缘裂谷(*Cmr*),出露地层为他龙群( $C_1 T$ )和库尔良群( $C_2 K$ ),对应地层岩性与库地—祁曼于特分区和柳什塔格—上其汉分区相同。晚二叠世—中三叠世发生晚古生代碰撞造山作用(康磊等,2012),中三叠世之后全部转变为陆相沉积,在该地层分区为保留地层沉积记录。

## 2 西昆仑构造演化

西昆仑造山带是位于青藏高原的西北缘、塔里木盆地的西南缘,是中央造山带的重要组成部分。区

内发育两条大的蛇绿混杂岩带,即早古生代库地—祁曼于特蛇绿混杂岩带和早古生代—晚古生代康西瓦—苏巴什蛇绿混杂岩带,这两条大的蛇绿混杂岩带的演化反映了整个西昆仑造山带的构造演化历史。笔者通过查阅前人文献资料,结合近年来对西昆仑地区进行的1:5万、1:20万和1:25万区调资料,对这两条蛇绿混杂岩带的分布范围、形成时间、形成环境有了初步认识,进而对整个西昆仑造山带从新元古代—中生代的大地构造演化进行了探讨论述(图4)。

西昆仑造山带主要经历了3个构造阶段,7个演化时期。3个构造演化阶段为震旦纪大陆裂解,2个小洋盆形成演化阶段、寒武纪—中三叠世板块构造机制演化和三叠纪之后陆内演化阶段。

古生代以前,西昆仑地区发生了大陆裂解作用(崔建堂等,2006)。陆松年(1998)的研究表明新元古晚期大约在800 Ma前后,中国古陆块上出现了裂解,形成以初始裂谷、基性岩墙群、A型花岗岩和双峰式火山岩为代表的一系列地质记录。张传林等(2003)获得新元古代片麻状花岗岩的单颗粒锆石 SHRIMP 年龄为  $815 \pm 57$  Ma,片麻状花岗岩的岩石学特征反映它们形成于裂解构造背景。肖序常等(2003)在库地蛇绿岩带的石英辉长岩中获得约512 Ma单矿物锆石 SHRIMP 年龄,1:25万康西瓦幅3个不同块体(铁克里克断隆带、中昆仑微陆块北带和巴颜喀拉晚古生代—中生代边缘裂陷带)上片麻状花岗岩体获得有寒武纪裂解期同位素年龄值,分别为 SHRIMP:  $502.3 \pm 9.1$  Ma,  $506.8 \pm 9.8$  Ma 和  $U-Pb: 503 \pm 0.7$  Ma。1:25万麻札幅在不孜完沟的变质橄榄岩中获得约507 Ma的锆石 SHRIMP 年龄,1:25万于田县幅北部的祁曼于特一带的基性火山岩 Rb-Sr 年龄值为  $608 \pm 3.1$  Ma,在东部苏巴什一带的柳什塔格洋岛玄武岩 Rb-Sr 年龄值为  $563 \pm 3.1$  Ma。这些资料比较充分地说明震旦纪西昆仑已发生了显著的扩张作用,形成了库地—祁曼于特小洋盆和康西瓦—苏巴什原特提斯洋以及除昆盖山一带发育的陆缘裂谷(*Zyl*)。

早古生代初期,库地—祁曼于特小洋盆开始向南俯冲消减(崔建堂等,2006,王建平,2008),一直到中奥陶世(韩芳林等,2002,2004)塔里木陆块向南增生(董连慧等,2010),它是由北向南逆冲到目前位置的,形成了火山岛弧( $O_{1-2} MA$ )与弧后盆地( $\epsilon OBA$ ,  $O_{1-2} BA$ ,  $S_{2-4} BA$ )相间的格局。

袁超等(2002)在库地依莎克群火山岩中首次发

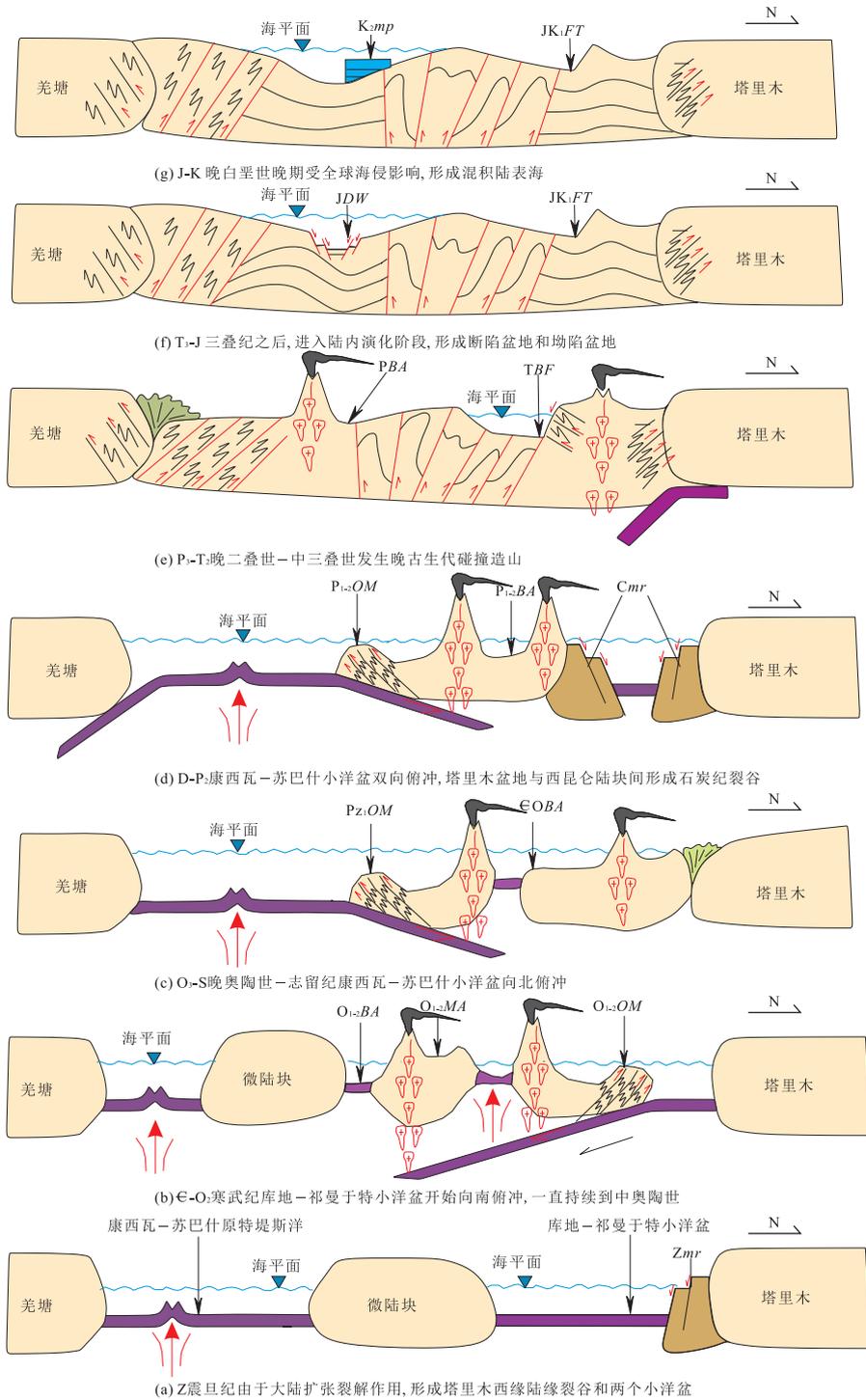


图 4 西昆仑新元古代—中生代构造—沉积演化

Fig.4 Tectonic-sedimentary evolution from Neoproterozoic-Mesozoic in West Kunlun

主要参考文献如下:陆松年,1998;姜春发等,2000;潘裕生,2000;韩芳林等,2002,2004,2006;袁超等,2002;肖序常等,2003;张传林等,2003,2007;崔建堂等,2006;许志琴等,2007;王建平,2008;董连慧等,2010;刘函等,2010;康磊等,2012

现了具有玻安玄武岩特点的岩石,由于玻安玄武岩是弧前 SSZ 型蛇绿岩的一个特征岩石,指示库地蛇绿岩形成于岛弧构造环境,与祁曼于特蛇绿混杂岩带相配套,发育大量早古生代花岗岩类侵入岩,形成

一个比较完整的花岗岩带.可分 3 种岩性组合,反映 3 种成因类型,空间上由老到新呈带状向北迁移,构成南、中、北 3 个亚带,由南向北 3 个亚带分别属于俯冲期、碰撞期和碰撞期后.俯冲期侵入岩仅出露于

蛇绿岩带之南的昆南地块上,岩性组合为石英闪长岩—石英二长岩,3个主要岩体获锆石 U-Pb 年龄值为 481 Ma、461 Ma、452 Ma,均为奥陶纪。碰撞期侵入岩大致沿蛇绿岩带一线产出,部分侵吞了蛇绿岩,岩性组合为花岗闪长岩—二长花岗岩,获锆石 U-Pb 年龄值为 442 Ma,为晚奥陶世。碰撞期后侵入岩仅出露于蛇绿岩带之北的昆北地块上,由特征相差较大的英云闪长岩和二长花岗岩组成。英云闪长岩具幔源特点,获锆石 U-Pb 年龄值为 442 Ma,为晚奥陶世。二长花岗岩具壳源性质,获锆石 U-Pb 年龄值为 437 Ma,属志留纪(韩芳林等,2002)。

晚奥陶世,昆南陆块和昆北陆块发生碰撞,晚奥陶世—志留纪发生早古生代碰撞造山作用。与此同时,康西瓦—苏巴什洋壳从晚奥陶世开始向北俯冲,形成早古生代蛇绿混杂岩(Pz<sub>1</sub>OM),西昆仑地区出现弧后盆地沉积环境(EOBA)。1:25万康西瓦等4幅区调项目在该蛇绿构造混杂岩带北侧发育的大量中基性侵入岩中获得同位素 SHRIMP 年龄值 447±7 Ma,为晚奥陶世。在东部伯力克幅该带的同位素分析结果也证实存在早古生代侵入岩(U-Pb: 426±1.6 Ma),同时,通过对该带弧、与弧相关的盆地建造的分析,该带两侧都有这一时期反映俯冲性质的闪长岩、石英闪长岩、英云闪长岩和火山岩建造,说明康西瓦—苏巴什洋壳俯冲消减时间可能比库地—祁曼于特略晚,是从中奥陶世开始,晚奥陶世—志留纪发生俯冲,直至中二叠世晚期发生碰撞,洋盆才完全闭合消失(崔建堂等,2006)。

泥盆纪开始,康西瓦—苏巴什洋壳开始向南北两个方向的双向俯冲(崔建堂等,2006),石炭纪,由于西昆仑再一次的强烈扩张(姜春发等,2000),在西昆仑地区形成了石炭纪陆缘裂谷(Cmr)。张传林等(2007)采用 SHRIMP 锆石 U-Pb 法定年测得康西瓦—苏巴什构造带东段眼球状英云闪长岩的变质年龄为 240 Ma;许志琴等(2007)对康西瓦构造带东段孔兹岩进行 SHRIMP 锆石 U-Pb 定年,认为锆石 U-Pb 年龄加权平均值在 203~250 Ma 之间的锆石为变质或深熔成因,代表一次重要的变质事件;张传林等(2007)采用 SHRIMP 锆石 U-Pb 法定年测得的康西瓦构造带西段孔兹岩的变质峰期为 240~270 Ma。刘函等(2010)通过对西昆仑造山带及邻区碎屑锆石裂变径迹定年的研究,也发现西昆仑地区曾在 235~267 Ma 之间发生过强烈的挤压隆升作用,与古特提斯洋的俯冲碰撞关系密切;康磊等(2012)测得的康西瓦构造带西段含石榴子石二云斜

长片麻岩的变质年龄为 242.7±2.3 Ma(中三叠世早期)。这些年龄数据显示,康西瓦—苏巴什洋壳是在中二叠世晚期闭合,晚二叠世—中三叠世羌塘地块和塔里木地块碰撞造山,形成西昆仑地区弧后盆地(PBA)和弧后前陆盆地(TBF)阿他木帕下组紫红色陆相粗碎屑岩建造。

中三叠世以后,西昆仑地区进入陆内演化阶段,开始陆相沉积,形成断陷盆地(JDW)和坳陷盆地(JK<sub>1</sub>FT)。沉积了叶尔羌群(J<sub>1-2</sub>Y)、库孜贡苏组(J<sub>3</sub>kz)和克孜勒苏群(K<sub>1</sub>K)碎屑岩。早白垩世晚期受全球海侵影响,海水自西向东侵入形成混积陆表海(K<sub>2</sub>mp),为一套碎屑岩—碳酸盐岩—膏泥岩建造。

### 3 结论

西昆仑新元古代—中生代的沉积盆地演化过程可划分为如下3个阶段:

(1)新元古代:震旦纪大陆裂解,库地—祁曼于特小洋盆和康西瓦—苏巴什原特提斯洋形成。

(2)早古生代—中三叠世:早古生代初期,库地—祁曼于特小洋盆开始向南俯冲消减,一直到中奥陶世。晚奥陶世,昆南陆块和昆北陆块发生碰撞,晚奥陶世—志留纪发生早古生代碰撞造山作用。与此同时,康西瓦—苏巴什洋壳从晚奥陶世开始向北俯冲,直至中二叠世晚期发生碰撞,洋盆才完全闭合消失。晚二叠世—中三叠世羌塘地块和塔里木地块碰撞造山,形成西昆仑地区弧后盆地和弧后前陆盆地。

(3)晚三叠世:西昆仑地区进入陆内演化阶段,开始陆相沉积,形成断陷盆地和坳陷盆地。早白垩世晚期受全球海侵影响,海水自西向东侵入形成混积陆表海。

致谢:本文撰写过程中得到了西北各省地质调查院、中国地质调查局发展研究中心、西安地质调查中心、成都地质调查中心、全国重要矿产成矿背景项目组的所有专家学者的帮助,提供了大量基础资料,对本文的形成起到了奠基和指导作用,在此谨表谢意。西安地质矿产研究所冯益民研究员对论文的修改提出宝贵建议;在论文的撰写程中,徐增连博士、孔令耀硕士、杨翠英女士提供了帮助,在此一并表示衷心感谢!

### References

Bi, H., Wang, Z. G., Wang, Y. L., et al., 1999. History of

- Tectonic-Magmatic Evolution in the Western Kunlun Orogen. *Science in China (Series D)*, 25(5): 398–406 (in Chinese).
- Chen, S. J., Li, R. S., Ji, W. H., et al., 2008. Discussion on Depositional Characteristics and Basin Quality in Kunlun Orogenic Belt during Early-Middle Devonian. *Acta Sedimentologica Sinica*, 26(4): 541–551 (in Chinese with English abstract).
- Chen, S. J., Li, R. S., Ji, W. H., et al., 2010. The Permian Lithofacies Paleogeographic Characteristics and Basin-Mountain Conversion in the Kunlun Orogenic Belt. *Geology in China*, 37(2): 374–393 (in Chinese with English abstract).
- Cui, J. T., Bian, X. B., Wang, G. B., 2006. Geological Composition and Evolution of the Western Kunlun. *Geology of Shaanxi*, 24(1): 1–11 (in Chinese with English abstract).
- Deng, W. M., 1995. Geological Features of Ophiolite and Tectonic Significance in the Karakorum-West Kunlun Mts. *Acta Petrologica Sinica*, 11(Suppl.): 98–111 (in Chinese with English abstract).
- Dong, L. H., Zhu, Z. X., Qu, X., et al., 2010. Spatial Distribution, Geological Features and Latest Research Progress of the Main Ophiolite Zones in Xinjiang, NW-China. *Acta Petrologica Sinica*, 26(10): 2894–2904 (in Chinese with English abstract).
- Fang, A. M., Li, J. L., Hou, Q. L., et al., 2000. The Aseemblages of the Radiolaria Fossils Found in “Yisak Group” of West Kunlun of Xinjiang, and Discussion on Its Age. *Scientia Geologica Sinica*, 35(2): 212–218 (in Chinese with English abstract).
- Fang, A. M., Li, J. L., Liu, X. H., et al., 2003. Tectonic Settings of the Basic Igneous Rocks in the Kudi Ophiolite Zone of West Kunlun Mountains, Xinjiang. *Acta Petrologica Sinica*, 19(3): 409–417 (in Chinese with English abstract).
- Guo, X. C., Zheng, Y. Z., Gao, J., et al., 2013. Kudi Ophiolite and Its Tectonic Significance in West Kunlun. *Xinjiang Geology*, 31(1): 6–10 (in Chinese with English abstract).
- Han, F. L., 2006. Tectonic Evolution and Mineralization of the Western Kunlun Accretion-Type Orogen (Dissertation). China University of Geosciences, Beijing (in Chinese with English abstract).
- Han, F. L., Cui, J. T., Ji, W. H., et al., 2001. Discussion of Orogenics of the Western Kunlun Mountains during the Caledonian Orogeny. *Geology of Shaanxi*, 19(2): 8–18 (in Chinese with English abstract).
- Han, F. L., Cui, J. T., Ji, W. H., et al., 2002. Discovery of the Qimanyute Ophiolite in the West Kunlun and Its Geological Significance. *Geological Bulletin of China*, 21(5–6): 573–578 (in Chinese with English abstract).
- Han, F. L., Cui, J. T., Ji, W. H., et al., 2004. New Results and Major Process in Regional Survey of the Yutian County and Bolike Sheets. *Geological Bulletin of China*, 23(5–6): 555–559 (in Chinese with English abstract).
- Hao, J., Liu, X. H., Fang, A. M., et al., 2003. Dismembering of the Kuda Ophiolite in Western Kunlun and Its Discussion. *Progress in Natural Science*, 13(10): 1116–1121 (in Chinese).
- Huang, L. Q., Zhou, C. Y., Li, X., et al., 2013. Analysis on Sedimentary Environment of the Jurassic Shalitashi Formation in Mazar Area, Western Kunlun, Xinjiang. *Resources Survey & Environment*, 34(1): 22–28 (in Chinese with English abstract).
- Ji, W. H., Han, F. L., Wang, J. C., et al., 2004. Composition and Geochemistry of the Subashi Ophiolitic Melange in the Western Kunlun and Its Geological Significance. *Geological Bulletin of China*, 23(12): 1196–1201 (in Chinese with English abstract).
- Ji, W. H., Lin, X. W., Wang, J. C., et al., 2001. Composition, Characteristics and the Geological Significance of Ophiolitic Complex in the Western Subashi in Kunlun. *Geology of Shaanxi*, 19(2): 40–47 (in Chinese with English abstract).
- Jiang, C. F., Wang, Z. Q., Li, J. Y., 2000. The Opening-Closing Central Orogenic Belt. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Kang, L., Xiao, P. X., Gao, X. F., et al., 2012. LA-ICP-MS Zircon U-Pb Dating of Garnet-Bearing Muscovite-Biotite Plagioclase Gneiss in Western Kangxiwar Fault of Western Kunlun and Its Tectonic Significance. *Geological Bulletin of China*, 31(8): 1244–1250 (in Chinese with English abstract).
- Li, B. Q., 2007. Discussing the Evolutive Process of the Mazar-Kangxiwa-Subashi Suture Zone in West Kunlun Orogen by Stratigraphical Way (Dissertation). Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing (in Chinese with English abstract).
- Li, B. Q., Yao, J. X., Gao, L. D., et al., 2007a. Age and Source Regions of the Wenquangou Group in the Mazar-Kangxiwa Area, West Kunlun Mts. *Geological Bulletin of China*, 26(4): 457–465 (in Chinese with English abstract).
- Li, B. Q., Yao, J. X., Wang, J. C., et al., 2007b. Composition, Age and Geological Significance of the Liushitage Vol-

- canics in West Kunlun Mountains. *Acta Petrologica Sinica*, 23 (11): 2801—2810 (in Chinese with English abstract).
- Liao, L., 2010. Cenozoic Tectonic Events and Their Sedimentary Records in the West Kunlun (Dissertation). Zhejiang University, Hangzhou (in Chinese with English abstract).
- Liu, H., Wang, G. C., Cao, K., et al., 2010. The Detrital Zircon Fission-Track Ages Constraint to Tectonic. *Earth Science Frontiers*, 17(3): 64—78 (in Chinese with English abstract).
- Liu, S. H., Kuang, W. L., Liu, J. S., et al., 2002. Signification about the Ophiolite's Geochemistry Characteristics and Its Tectonic Significance in the Northern Belt of West Kunlun. *World Geology*, 21 (4): 332—339 (in Chinese with English abstract).
- Lu, S. N., 1998. A Review of Advance in the Research on the Neoproterozoic Rodinia Supercontinent. *Geological Review*, 44 (5): 489—495 (in Chinese with English abstract).
- Matte, P. H., Tapponnier, P., Arnaud, N., et al., 1996. Tectonics of Western Tibet, between the Tarim and Indus. *Earth and Planetary Science Letters*, 142(3—4): 311—330. doi:10.1016/0012—821X(96)00086—6
- Pan, G. T., Xiao, Q. H., Lu, S. N., et al., 2009. Subdivision of Tectonic Units in China. *Geology in China*, 36(1): 1—28 (in Chinese with English abstract).
- Pan, Y. S., 1990. Tectonic Features and Evolution of the Western Kunlun Region. *Scientia Geologica Sinica*, (3): 224—232 (in Chinese with English abstract).
- Pan, Y. S., 2000. Geological Evolution in the Karakorum-West Kunlun Mts. Science Press, Beijing (in Chinese).
- Qiao, G. B., Wu, Y. Z., Yin, C. M., et al., 2012. Chemical Characteristic of Cr-Spinel of Chromites in Kudi Ophiolite of Western Kunlun and Its Geological Implications. *Northwestern Geology*, 45 (4): 346—356 (in Chinese with English abstract).
- Sengor, A. M. C., Okurogullari, A. H., 1991. The Role of Accretionary Wedges in the Growth of Continents: Asiatic Examples from Argand to Plate Tectonics. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 84(3): 535—597.
- Wang, J. P., 2008. Geological Features and Tectonic Significance of Melange Zone in the Taxkorgan Area, West Kunlun. *Geological Bulletin of China*, 27(12): 2057—2066 (in Chinese with English abstract).
- Wang, S. Y., Yao, J. X., Xiao, X. C., et al., 2003. Discovery of a Silurian Graptolite Fauna at Daftar, Taxkorgan County, Xinjiang. *Geological Bulletin of China*, 22(10): 839—840 (in Chinese with English abstract).
- Wang, Y. L., Li, X. D., Bi, H., et al., 1997. The Geological Characteristics and Geotectonic Setting of Kudi Ophiolite in Western Kunlun Mountains. *Journal of Changchun University of Earth Science*, 27(3): 65—70 (in Chinese with English abstract).
- Wang, Z. H., Li, J. L., Hou, Q. L., et al., 2000. Geology, Geochemistry and Genesis of the Kuda Ophiolite, Western Kunlun, China. *Scientia Geologica Sinica*, 35(2): 151—160 (in Chinese with English abstract).
- Xiao, W. J., Hou, Q. L., Li, J. L., et al., 2000. Tectonic Facies Anatomy and Many Islands Accretion Process of Western Kunlun Orogenic Belt. *Science in China (Ser. D)*, 30(Suppl.1): 21—28 (in Chinese).
- Xiao, W. J., Windley, B. F., Liu, D. Y., et al., 2005. Accretionary Tectonics of the Western Kunlun Orogen, China: A Paleozoic-Early Mesozoic, Long-Lived Active Continental Margin with Implications for the Growth of Southern Eurasia. *Journal of Geology*, 113(6): 687—705. doi:10.1086/449326
- Xiao, X. C., Wang, J., Su, L., et al., 2003. Rediscussion on Kudi Ophiolites and Its Tectonic Meaning in Western Kunlun. *Geological Bulletin of China*, 22(10): 745—750 (in Chinese with English abstract).
- Xu, Z. Q., Qi, X. X., Yang, J. S., et al., 2007. Senses and Timings of Two Kinds of Shear in the Kangxiwar Strike-Slip Shear Zone, West Kunlun, and Their Tectonic Significance. *Geological Bulletin of China*, 26(10): 1252—1261 (in Chinese with English abstract).
- Yao, J. X., Xiao, X. C., Gao, L. D., et al., 2005. Discovery of the Silurian Chitinozoan Fauna in the Mazar Area, Southern Yecheng, West Kunlun. *Geological Bulletin of China*, 24(1): 95—97 (in Chinese with English abstract).
- Yuan, C., Sun, M., Li, J. L., et al., 2002. Tectonic Background of the Kudi Ophiolite, Western Kunlun: New Constraints from Boninit Series Rock. *Geochimica*, 31(1): 43—48 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, C. L., Lu, S. N., Yu, H. F., et al., 2007. Tectonic Evolution of the Western Kunlun in the Northern Margin of Tibetan Plateau: The Evidence from SHRIMP U-Pb and LA-ICP-MS Dating of Zircons. *Science in China (Series D)*, 37(2): 145—154 (in Chinese).
- Zhang, C. L., Yang, C., Shen, J. L., et al., 2003. Zircon SHRIMP Age of Neoproterozoic Gneissoid Granites in the West Kunlun and Its Significance. *Geological Review*, 49(3): 239—244 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, C. L., Yu, H. F., Shen, J. L., et al., 2004. Zircon

SHRIMP Age Determination of the Giant Crystal Gabbro and Basalt in Kuda, West Kunlun; Dismembering of the Kuda Ophiolite. *Geological Review*, 50(6): 639—643(in Chinese with English abstract).

Zhang, C. L., Yu, H. F., Wang, A. G., et al., 2005. Dating of Triassic Granites in the Western Kunlun Mountains and Its Tectonic Significance. *Acta Geologica Sinica*, 79(5): 643—650(in Chinese with English abstract).

Zhao, Z. M., Li, R. S., Ji, W. H., et al., 2010. Silurian Tectonic-Paleogeographic Environment in Kunlun Mountain Area and Its Metallogenic Significance. *Geology in China*, 37(5): 1284—1304(in Chinese with English abstract).

Zhou, H., Li, J. L., Hou, Q. L., et al., 1999. The Set of Large Ductile Shear Zone in Kuda, West Kunlun. *Chinese Science Bulletin*, 44(16): 1774—1777 (in Chinese).

Zhu, H. C., 1996. Discovery of Late Devonian Spores from the Southwestem of Tarim Basin and Their Significance. *Journal of Stratigraphy*, (4): 252—256, 321 (in Chinese with English abstract).

#### 附中文参考文献

毕华, 王中刚, 王元龙, 等, 1999. 西昆仑造山带构造岩浆演化史. *中国科学(D辑)*, 29(5): 398—406.

陈守建, 李荣社, 计文化, 等, 2008. 昆仑造山带早—中泥盆世沉积特征及盆地性质探讨. *沉积学报*, 26(4): 541—551.

陈守建, 李荣社, 计文化, 等, 2010. 昆仑造山带二叠纪岩相古地理特征及盆山转换探讨. *中国地质*, 37(2): 374—393.

崔建堂, 边小卫, 王根宝, 2006. 西昆仑地质组成与演化. *陕西地质*, 24(1): 1—11.

邓万明, 1995. 喀喇昆仑—西昆仑地区蛇绿岩的地质特征及其大地构造意义. *岩石学报*, 11(增刊): 98—111.

董连慧, 朱志新, 屈迅, 等, 2010. 新疆蛇绿岩带的分布、特征及研究新进展. *岩石学报*, 10(26): 2894—2904.

方爱民, 李继亮, 侯泉林, 等, 2000. 新疆西昆仑“依沙克群”中的放射虫组合及其形成时代探讨. *地质科学*, 35(2): 212—218.

方爱民, 李继亮, 刘小汉, 等, 2003. 新疆西昆仑库地混杂带中基性火山岩构造环境分析. *岩石学报*, 19(3): 409—417.

郭新成, 郑玉壮, 高军, 2013. 西昆仑库地岩组及构造意义. *新疆地质*, 31(1): 6—10.

韩芳林, 2006. 西昆仑增生造山带演化及成矿背景(学位论文). 北京: 中国地质大学.

韩芳林, 崔建堂, 计文化, 等, 2001. 西昆仑加里东期造山作用初探. *陕西地质*, 19(2): 8—18.

韩芳林, 崔建堂, 计文化, 等, 2002. 西昆仑其曼于特蛇绿混杂岩的发现及其地质意义. *地质通报*, 21(8—9): 573—578.

韩芳林, 崔建堂, 计文化, 等, 2004. 于田县幅、伯力克幅地质

调查新成果及主要进展. *地质通报*, 23(5—6): 555—559.

郝杰, 刘小汉, 方爱民, 等, 2003. 西昆仑“库地蛇绿岩”的解体及有关问题的讨论. *自然科学进展*, 13(10): 1116—1121.

黄乐清, 周长友, 李旭, 等, 2013. 新疆西昆仑麻扎地区侏罗系莎里塔什组沉积环境分析. *资源调查与环境*, 34(1): 22—28.

计文化, 韩芳林, 王炬川, 等, 2004. 西昆仑于田南部苏巴什蛇绿混杂岩的组成、地球化学特征及地质意义. *地质通报*, 23(12): 1196—1201.

计文化, 蔺新望, 王巨川, 等, 2001. 西昆仑苏巴什蛇绿混杂岩带组成、特征及其地质意义. *陕西地质*, 19(2): 40—47.

姜春发, 王宗起, 李锦铁, 2000. 中央造山带开合构造. 北京: 地质出版社.

康磊, 校培喜, 高晓峰, 等, 2012. 西昆仑康西瓦断裂西段斜长片麻岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年及其构造意义. *地质通报*, 31(8): 1244—1250.

李博秦, 2007. 从地层角度探讨西昆仑麻扎—康西瓦—苏巴什结合带的演化过程(学位论文). 北京: 中国地质科学院.

李博秦, 姚建新, 高联达, 等, 2007a. 西昆仑麻扎—康西瓦一带温泉沟群的形成时代及物源区分析. *地质通报*, 26(4): 457—465.

李博秦, 姚建新, 王炬川, 等, 2007b. 西昆仑柳什塔格峰西侧火山岩的特征、时代及地质意义. *岩石学报*, 23(11): 2801—2810.

廖林, 2010. 西昆仑新生代构造事件及其沉积响应(学位论文). 杭州: 浙江大学.

刘函, 王国灿, 曹凯, 等, 2010. 西昆仑及邻区区域构造演化的碎屑锆石裂变径迹年龄记录. *地学前缘*, 17(3): 64—78.

刘石华, 匡文龙, 刘继顺, 等, 2002. 西昆仑北带蛇绿岩的地球化学特征及其大地构造意义. *世界地质*, 21(4): 332—339.

陆松年, 1998. 新元古时期 Rodinia 超大陆研究进展述评. *地质论评*, 44(5): 489—495.

潘桂棠, 肖庆辉, 陆松年, 等, 2009. 中国大地构造单元划分. *中国地质*, 36(1): 1—28.

潘裕生, 1990. 西昆仑山构造特征与演化. *地质科学*, (3): 224—232.

潘裕生, 2000. 喀喇昆仑—昆仑山地质演化. 北京: 科学出版社.

乔耿彪, 伍跃中, 尹传明, 等, 2012. 西昆仑库地蛇绿岩铬铁矿中铬尖晶石化学特征及其地质意义. *西北地质*, 45(4): 346—356.

王建平, 2008. 西昆仑塔什库尔干混杂岩的地质特征及其大地构造意义. *地质通报*, 27(12): 2057—2066.

王世炎, 姚建新, 肖序常, 等, 2003. 新疆塔什库尔干县达布达

尔志留纪笔石动物群的发现.地质通报,22(10):839-840.

王元龙,李向东,毕华,等,1997.西昆文库地蛇绿岩的地质特征及其形成环境.长春地质学院学报,27(3):65-70.

王志洪,李继亮,侯泉林,等,2000.西昆文库地蛇绿岩地质、地球化学及其成因研究.地质科学,35(2):151-160.

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.中国科学(D辑),30(增刊1):22-28.

肖序常,王军,苏犁,等,2003.再论西昆文库地蛇绿岩及其构造意义.地质通报,22(10):745-750.

许志琴,戚学祥,杨经绥,等,2007.西昆仑康西瓦韧性走滑剪切带的两类剪切指向、形成时限及其构造意义.地质通报,26(10):1252-1261.

姚建新,肖序常,高联达,等,2005.西昆仑叶城南麻扎地区志留纪几丁虫动物群新发现.地质通报,24(1):95-97.

袁超,孙敏,李继亮,等,2002.西昆文库地蛇绿岩的构造背景:来自玻安岩系岩石的新证据.地球化学,31(1):43-48.

张传林,陆松年,于海锋,等,2007.青藏高原北缘西昆仑造山带构造演化:来自锆石 SHRIMP 及 LA-ICP-MS 测年的证据.中国科学(D辑),37(2):145-154.

张传林,杨淳,沈加林,等,2003.西昆仑北缘新元古代片麻状花岗岩锆石 SHRIMP 年龄及其意义.地质论评,49(3):239-244.

张传林,于海锋,沈家林,等,2004.西昆文库地伟晶辉长岩和玄武岩锆石 SHRIMP 年龄:库地蛇绿岩的解体.地质论评,50(6):639-643.

张传林,于海锋,王爱国,等,2005.西昆仑西段三叠纪两类花岗岩年龄测定及其构造意义.地质学报,79(5):645-652.

赵振明,李荣社,计文化,等,2010.志留纪昆仑山地区构造古地理环境及其成矿意义.中国地质,37(5):1284-1304.

周辉,李继亮,侯泉林,等,1999.西昆文库地大型韧性剪切带的厘.科学通报,44(16):1774-1777.

朱怀诚,1996.塔里木盆地西南缘晚泥盆世孢子的发现及其意义.地层学杂志,(4):252-256,321.

\*\*\*\*\*

(上接 986 页)

路远发,2004.GeoKit:一个用 VBA 构建的地球化学工具软件包.地球化学,33(5):56-63.

彭国忠,1986.湖南花垣鱼塘地区层控型铅锌矿床成因初探.地质科学,(2):179-186.

彭建堂,戴塔根,1998.雪峰山地区金矿成矿时代问题的探讨.地质与勘探,34(4):37-41.

舒见闻,彭国忠,1986.湖南花垣县鱼塘铅锌矿床——运用地洼学说成矿学找富矿的体会.大地构造与成矿学,10(4):359-367.

汤朝阳,邓峰,李堃,等,2012.湘西—黔东南地区早寒武世沉积序列及铅锌成矿制约.大地构造与成矿学,36(1):111-117.

王晓虎,侯增谦,宋玉财,等,2011.兰坪盆地白秧坪铅锌铜多金属矿床:成矿年代及区域成矿作用.岩石学报,27(9):2625-2634.

王秀璋,梁华英,程景平,2000.华南加里东期金矿床的基本特征.矿床地质,19(1):1-18.

夏新阶,舒见闻,1995.李梅铈矿床地质特征及其成因.大地构造与成矿学,19(3):197-204.

徐贻贇,吴淦国,王长明,等,2013.江西冷水坑银铅锌矿田闪锌矿铷—锶测年及地质意义.地质学报,87(5):621-633.

杨绍祥,劳可通,2007.湘西北铅锌矿床碳氢氧同位素特征及成矿环境分析.矿床地质,26(3):330-340.

杨志坚,1987.横贯中国东南部的一条古断裂带.地质科学,(3):221-230.

尹福光,许效松,万方,等,2001.华南地区加里东期前陆盆地演化过程中的沉积响应.地球学报,22(5):425-428.

张长青,李向辉,余金杰,等,2008.四川大梁子铅锌矿床单颗粒闪锌矿铷—锶测年及地质意义.地质论评,54(4):532-538.

朱飞霖,陶琰,胡瑞忠,等,2011.云南镇康芦子园铅—锌矿的成矿年龄.矿物岩石地球化学通报,30(1):73-79.

张家菁,王登红,刘善宝,等,2012.江西省铅山县篁碧铅锌矿区同位素年代学和稳定同位素组成.岩石学报,28(10):3325-3333.

张自超,1995.我国某些元古宙及早寒武世碳酸岩岩石的锶同位素组成.地质论评,41(4):349-354.

朱笑青,王甘露,卢焕章,等,2006.黔东南金矿形成时代的确 定——兼论湘黔加里东金矿带.中国地质,33(5):1092-1099.