

# 昆仑造山带二叠纪岩相 古地理特征及盆山转换探讨

陈守建<sup>1</sup> 李荣社<sup>1</sup> 计文化<sup>1</sup>  
赵振明<sup>1</sup> 刘荣丽<sup>1</sup> 贾宝华<sup>2</sup> 张振福<sup>3</sup> 王国灿<sup>4</sup>

(1.西安地质矿产研究所,陕西 西安 710054;2.湖南省地质调查研究院,湖南 长沙 410011;  
3.山西省地质调查研究院,山西 太原 030001; 4.中国地质大学,湖北 武汉 430074)

**摘要:**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多次洋陆转换、碰撞造山的结果。早中二叠世是晚古生代昆仑多岛洋盆(昆南洋)伸展裂陷最为强烈期,海相沉积广布,昆北为活动边缘裂谷,大部分区域为滨浅海相沉积,局部为火山盆地相沉积;昆中洋岛大部分为海水淹没,发育滨浅海相沉积;康西瓦—木孜塔格—阿尼玛卿一线及其以北昆南区为深海—半深海相沉积。早中二叠世总体表现为南深北浅的多岛小洋盆构造-古地理格局。中二叠世晚期昆仑地区发生了一次显著的汇聚作用(华力西运动),洋盆和活动大陆边缘裂谷闭合,隆升遭受剥蚀,完成了一次盆山转换。晚二叠世早期,大部分地区仍为剥蚀区,局部地区形成陆相红色碎屑岩建造,其后东昆仑东部海水从东南进入,西昆仑东部海水从西北进入,在较局限的区域内沉积了滨浅海相碎屑岩和碳酸盐岩沉积,进入了另一个盆山发展时期。笔者通过多年的野外观察、分析测试和综合研究,结合覆盖全区的 1:25 万区域地质调查资料及其他前人研究成果,选择昆仑造山带晚古生代盆山转换关键时期——二叠纪,对其地层、岩相特征及构造古地理环境进行研究,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。

**关键词:**昆仑造山带;二叠纪;岩相特征;构造古地理;多岛洋盆;盆山转换;构造演化

**中图分类号:**P534 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2010)02-0374-20

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,南为可可西里—巴颜喀拉晚古生代—中生代浊积盆地褶断带和羌塘地块,西与帕米尔构造结相连,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;柳什塔格—向阳泉—乌妥结合带以南至康西瓦—木孜塔格—阿尼玛卿结合带之间为昆南区;两结合带之间为昆中区。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<sup>[1]</sup>(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,引起中外地质学家的关注<sup>[2-10]</sup>。但是,由于昆仑地区地域辽阔,自然环境恶劣,地质研究程度较低,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,已全面完成,积累了大量资料。截止目前,前人的研究工作仅局限于区内或涉及区内的地质构造演化以及一些局部区域或特殊的构造部位、特殊的地质体的研究,对整个区域二叠纪盆山转换关键时期的研究尚属空白。笔者通过多年的野外

收稿日期:2009-07-15;改回日期:2009-09-23

基金项目: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”(1212010310101)和“青藏高原前寒武纪地质古生代构造-古地理研究”(1212010610102)及国家自然科学基金(40872084)联合资助。

作者简介:陈守建,男,1963 年生,教授级高级工程师,从事地质调查与研究;E-mail:xacsoujian@126.com。

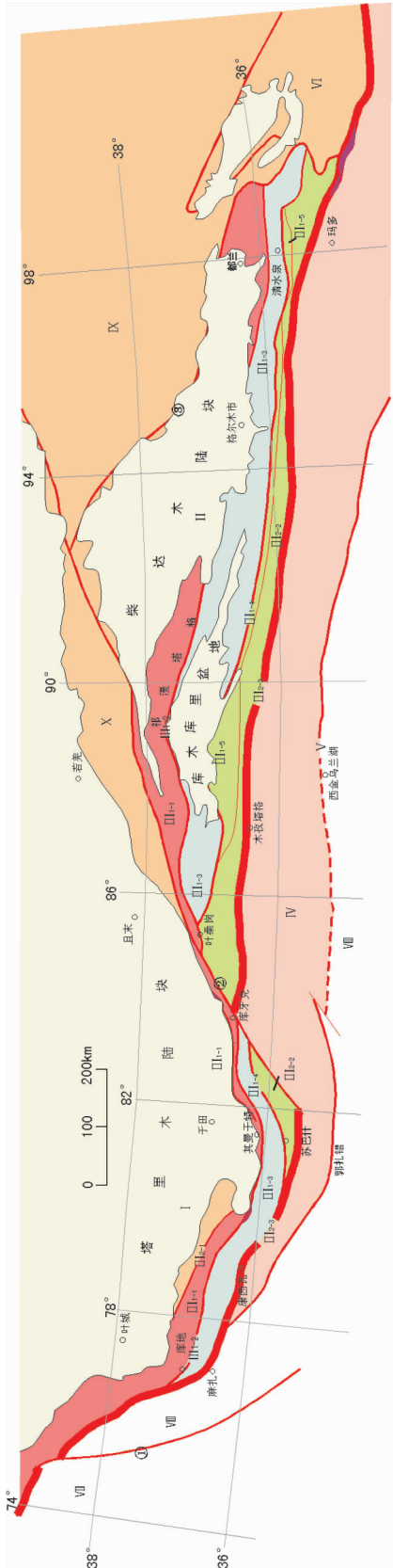


图 1 昆仑造山带构造单元划分

- I—塔里木陆块; II—柴达木陆块; III—昆仑造山带; III<sub>1-1</sub>—北昆仑地块; III<sub>1-2</sub>—库地—特一祁漫塔格镁铁质—超镁铁岩带; III<sub>1-3</sub>—中昆仑微地块;
  - III<sub>1-4</sub>—柳什塔格—诺木洪—乌妥蛇绿构造混杂岩带; III<sub>1-5</sub>—南昆仑早古生代增生楔; III<sub>2-1</sub>—柯岗—阿羌—风华山晚古生代裂陷带; III<sub>2-2</sub>—南昆仑晚古生代残弧带;
  - III<sub>2-3</sub>—瓦卡—康西瓦—木孜塔格—阿尼玛卿晚古生代结合带; IV—可可西里—巴颜喀拉晚古生代—中生代浊积盆地褶皱带; V—鄂扎错—西金乌兰—金沙江晚古生代结合带;
  - VI—西秦岭造山带; VII—帕米尔构造结; VIII—羌塘地块; IX—祁连早古生代造山带; X—阿尔金山造山带; ①—喀喇昆仑断裂; ②—阿尔金山断裂; ③—柴北缘断裂
- I-Tarim plate; II-Qaidam plate; III-Kunlun orogenic belt; III<sub>1-1</sub>-North Kunlun block; III<sub>1-2</sub>-Kudi-Qimantage mafic-ultramafic rock belt; III<sub>1-3</sub>-Middle Kunlun microblock; III<sub>1-4</sub>-Liushitage-Nuomuhong-Wutuo ophiolite tectonic melange belt; III<sub>1-5</sub>-South Kunlun early Paleozoic accretionary wedge; III<sub>2-1</sub>-Kegang-Aqiang-Fenghuashan late Paleozoic rift system; III<sub>2-2</sub>-South Kunlun late Paleozoic remnant arc belt; III<sub>2-3</sub>-Waka-Kangxiwa-Mizhitage-Animaqing late Paleozoic juncture belt; IV-Hohxil-Bayankala late Paleozoic-Mesozoic turbidite basin folded belt; V-Guozhacuo-Xijimwulan-Jinshajiang late Paleozoic juncture belt; VI-West Qiling orogenic belt; VII-Pamir structure unit; VIII-Qiangtang block; IX-Qilian early Paleozoic orogenic belt; X-Alton orogenic belt. ①-Karakorum fault; ②-Altun fault; ③-North Qaidam fault

Fig.1 The classification of tectonic units in Kunlun orogenic belt

观察、分析测试和综合研究，结合覆盖全区的 1:25 万区域地质调查资料及其他前人研究成果，选择昆仑造山带晚古生代盆山转换关键时期——二叠纪，对其地层、岩相特征及构造古地理环境进行研究，对建立该区地层序列，探讨其沉积-构造演化史以及指导找矿工作均具有十分重要的意义<sup>[2-10]</sup>。

## 1 地层划分与对比

昆仑造山带下中二叠统发育齐全，分布广泛，上二叠统地层分布零星，仅出露于东昆仑东部和西昆仑东部的局部地区(图 2)。二叠系与下伏石炭系及上覆三叠系均为连续沉积，整合接触，而下中二叠统与上二叠统之间则发育广泛的沉积间断，为角度不整合接触(表 1)。由于研究程度较低，地层划分对比比较混乱，现分区清理如下。

### 1.1 西昆仑地区

#### 1.1.1 西昆仑北部地区

特给乃奇克达坂组出露于阿克陶县煤矿南部和北部，近南北向展布。主要岩性为灰黑色泥质粉砂岩、钙质细砂岩、粗粒岩屑砂岩互层夹砂质灰岩和生物碎屑灰岩。与下伏上石炭统库尔良群整合接触，厚度大于 847m。分布面积小，岩性变化不大，产珊瑚 *Caninia* sp., *Pseudofusulina* sp., *P.* cf. *kepingensis*, *Quasifusulina* sp., *Rugosofusulina stabilis* 等化石，属晚石炭世至早二叠世。

阿羌火山岩组为 1:25 万于田县幅新建组级岩石地层单位<sup>①</sup>，出露于于田县普鲁、阿羌、土木牙一带，主要为火山岩夹碳酸盐岩及碎屑岩沉积。其下部

为玄武岩和英安岩组成的双峰式火山岩；上部为玄武岩、安山岩夹灰岩、板岩等。该组与上下地层均为断层接触，厚度大于 1847m。阿羌火山岩组下段所夹硅质岩中含放射虫化石：早二叠世放射虫组合有 *Follicullus* sp., *Pseudoalbaillella* cf. *bulbosa*, *Radiolaria* sp., *Pseudoalbaillella longicornis*；中二叠世放射虫组合有 *Pseudoalbaillella* aff. *Longicornis*, *P. rhombothoracata* 等。阿羌火山岩的时代为早中二叠世。阿羌火山岩是本区重要的含铜、锌矿层位。

苏克塔垭克组为 1:25 万于田幅新建组级岩石地层单位，出露于苏克代牙南一带。主要岩性为砂岩、板岩夹灰岩。与下伏阿羌火山岩组呈不整合接触，未见顶，厚度大于 209 m。无直接的时代依据，空间上与阿羌火山岩关系密切，位于阿羌火山岩组之上，且变质程度弱于阿羌火山岩组，其时代可能晚于阿羌火山岩组，暂定于晚二叠世。

#### 1.1.2 西昆仑中南部地区

再依勒克组为 1:25 万于田县幅新建岩石地层单位，出露于黄羊滩南西平沟、阿克苏河北及卡拉孔木达坂一带。岩性为生物灰岩、微晶灰岩、含砾灰岩、砂岩、板岩等。与下伏石炭系哈拉米兰河群平行不整合接触，厚度大于 2 213 m。产丰富的筴类化石，下部以 *Misellina* 属为主要分子，*Eoparafusulina* 属次之。其中所产 *Misellina ovalis* 是华南中二叠世栖霞期带化石 *M. claudiae* 的重要组成分子，曾在藏东妥坝、芒康的莽错组中发现，层位相当，均属栖霞期的产物；*Eoparafusulina* 属出现于船山世晚期至栖霞期。该组下部的时代为早二叠世晚期至中二叠世早期。上

表 1 昆仑造山带二叠纪地层划分对比

Table 1 Correlation of Permian stratigraphic systems in Kunlun orogenic belt

西 昆 仑				东 昆 仑		
昆北区	昆中区	昆南区		昆北区	昆中区	昆南区
苏克塔垭克组 (P <sub>2</sub> s)						格曲组 (P <sub>2</sub> g)
阿羌火山岩组 (P <sub>1-2</sub> a)	卡拉孔木组 (P <sub>2</sub> k)	卡拉勒塔什群 (Pk)	硫磺达坂砂岩组 (Pl)		鲸鱼湖组 (P <sub>2</sub> j)	马尔争组 (P <sub>2</sub> m)
	再依勒克组 (P <sub>1-2</sub> z)				树维门科组 (P <sub>1-2</sub> sh)	
特给乃奇克达坂组 (C <sub>2</sub> P <sub>1</sub> tg)	库尔良群 (C <sub>2</sub> k)	哈拉米兰河群 (C <sub>1-2</sub> H)		打柴沟组 (C <sub>2</sub> P <sub>1</sub> dc)		浩特洛哇组 (C <sub>2</sub> P <sub>1</sub> h)
				绽放苏组 (C <sub>2</sub> P <sub>1</sub> d)		

注：||| 地层缺失，-----平行不整合，~~~~~角度不整合，=====上、下之间断层接触，// 断层接触和对应的时代。

①陕西省地质调查研究院.1:25 万于田县幅区域地质调查报告,2002.

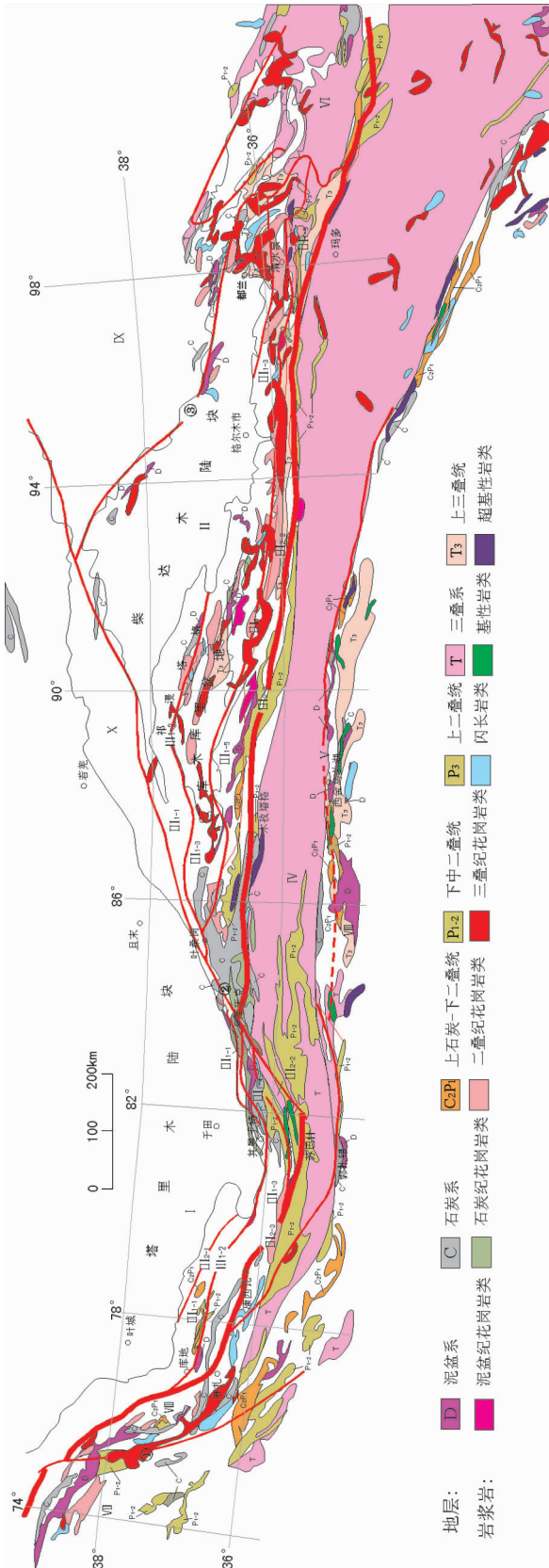


图 2 昆仑造山带及邻区泥盆-三叠纪地层、岩浆岩分布略图  
 (各构造单元的分区代码同图 1)  
 Fig.2 The distribution of Devonian-Triassic strata and magma in Kunlun orogenic belt and adjacent areas (divisions  
 of various tectonic units as for Fig.1)

部产筳类 *Neoschwagerina* 属和 *Verbeekina* 属, 与华南 *Neoschwagerina-Verbeekina* 带相似, 相当于中二叠世茅口期的中期<sup>[11-12]</sup>。

卡拉勒塔什群为 1:25 万伯力克幅新建岩石地层单位<sup>①</sup>, 出露于伯力克地区。其岩性组合: 下部为英安岩、石英安山岩及凝灰岩、凝灰质砂岩等; 上部为安山岩、玄武安山岩及砂质岩屑晶屑凝灰岩、沉凝灰岩等, 厚 3698 m。目前无确切的时代依据, 前人曾划归寒武系黑孜岩群, 考虑到该群为火山弧建造, 且苏巴什洋早二叠世初便开始俯冲消减, 中二叠世末完全消亡。因此将该群时代暂定为早中二叠世。

硫磺达坂砂岩组为 1:25 万于田县幅新建岩石地层单位<sup>②</sup>, 出露于黄羊滩南一带。岩性以长石石英砂岩、粉砂质板岩、泥质硅质岩为主, 夹少量砾岩、含砾砂岩、灰岩等。该套地层以快速堆积的碎屑岩为主, 其下部发育含放射虫硅质岩。与下伏地层为断层接触, 厚度不详。下部硅质岩中所产放射虫化石, 时代为早中二叠世。

卡拉孔木组为 1:25 万伯力克幅新建岩石地层单位<sup>③</sup>, 主要出露于卡拉孔木达坂南、黄羊滩北、硫磺达坂东一带。该组下部为中薄层状中粗粒长石砂岩、脱玻化玻屑凝灰岩、放射虫硅质岩、硅质钙质泥板岩; 上部为薄层—叶片状泥质粉砂岩、粉砂质板岩夹泥质灰岩。再依勒克一带出现大量砾岩, 并夹较多基性到酸性火山岩、火山碎屑岩, 其厚度不详。下部有放射虫硅质岩、英安岩和安山岩等; 上部出现泥灰岩、含砾灰岩、砂砾岩等, 且砂岩韵律清楚。采到珊瑚化石 *Waagenophyllum indicum*, 时代属中二叠世。由于该组整合覆盖于再依勒克组之上, 因此, 其地层时代应属中二叠世中晚期。

## 1.2 东昆仑地区

### 1.2.1 东昆仑北部地区

绉敖苏组出露于祁漫塔格山北部独立山、云居萨依、石拐子、大沟一带。组成岩石主要为生物碎屑灰岩、含砂砾屑生物碎屑灰岩。与下伏大干沟组呈整合接触, 厚度大于 1 058 m。产大量筳类化石, 自下而上

分别为: *Fusulina-Fusulinella* 带, *Montiparus-Triticites* 带及 *Pseudoschwagerina* 带。前两带属晚石炭世, 后一带属早二叠世<sup>[13-15]</sup>。另外还有广布于晚石炭世的腕足类 *Choristites cf. jigulensis*, *Dielasma mapingensis* 以及珊瑚和有孔虫等化石。因此, 绉敖苏组的时代属于晚石炭世至早二叠世。

打柴沟组出露于大沟、云居萨依、石拐子、奶头山北、莲花石沟及巴音格勒呼都森一带。主要岩性为粉晶灰岩、砂屑灰岩、生物碎屑砂砾屑灰岩、亮晶生物碎屑灰岩、泥晶灰岩夹长石石英砂岩。以发育大套的碳酸盐岩为特征, 与周围地层均为断层接触, 厚度大于 1500 m。产筳 *Quasifusulina cayeuxi*, *Eoparafusulina contracta*, *Zellia sp.*, *Rugosofusulina alpina*, *Sphaeroschwagerina sp.*; 腕足类 *Notothyris sp.*, *Punctospirifer sp.*, *Kunlunia cf. tenuisticata*; 珊瑚 *Kepingophyllum sp.*; 牙形刺 *Sweetognathus whitei* 等化石。其中筳化石属于 *Sphaeroschwagerina* 带和 *Eoparafusulina* 带, 时代属早二叠世, 腕足类多数是晚石炭世至早二叠世的属, 牙形刺和珊瑚均属早二叠世。打柴沟组的沉积时代为晚石炭世至早二叠世。

### 1.2.2 东昆仑中南部地区

浩特洛哇组区内广泛出露。北部阿拉克湖哈拉郭勒、捎斯拦赶陇郭勒及乌苏郭勒一带下部为生物碎屑灰岩与长石石英砂岩、粉砂岩互层; 上部为长石石英砂岩、生物碎屑灰岩、鲕状灰岩夹粉砂岩。与下伏石炭系为断层接触, 厚度大于 253 m。在阿拉克湖幅<sup>④</sup>的埃肯雅马托沟一带的浩特洛哇组中, 除碎屑岩和碳酸盐岩外, 尚出现一些灰绿色—灰紫色安山质火山角砾岩、凝灰岩、安山岩及英安岩等。产筳 *Pseudostaffella sp.*, *Fusulinella sp.*, *Schwagerina sp.*, *Triticites sp.*, *Parafusulina sp.*; 腕足类 *Dielasma jureanensis var. minor*; 珊瑚 *Cyathaxonia ningxiaensis* 及双壳类等化石。南部出露于鲸鱼湖幅<sup>⑤</sup>的龙泉驿南、一道梁、一指梁等地, 布喀达坂峰幅<sup>⑥</sup>的哈夏·克里克·得亚南, 不冻泉幅<sup>⑦</sup>的羚羊水等地。下部为变碎屑岩、板岩、千枚岩、角闪片岩及火山岩夹灰岩或大理岩, 上部为灰岩或大理岩夹火山岩及碎屑岩。与下伏哈拉郭勒组平行不整

① 陕西省地质调查研究院. 1:25 万伯力克幅区域地质调查报告, 2002.

② 中国地质大学(武汉). 1:25 万阿拉克湖幅区域地质调查报告, 2002.

③ 新疆维吾尔自治区地质调查研究院. 1:25 万鲸鱼湖幅区域地质调查报告, 2002.

④ 青海省地质调查研究院. 1:25 万布喀达坂峰幅区域地质调查报告, 2003.

⑤ 中国地质大学(武汉). 1:25 万不冻泉幅区域地质调查报告, 2005.

合接触,厚度大于 4 338 m。产丰富的筳类化石,长轴型筳类分子占优势,可建立下部 *Schwagerina* - *Eoparafusulina* 组合和上部 *Chalartoschwagerina* - *Pseudofusulina parafecunda* 组合。前者的重要组合分子还有 *Pseudofusulina*, *Pseudoschwagerina* 等,与西秦岭早二叠世中期尕海组筳类组合面貌非常相似,与华南下二叠统紫松阶上部至隆林阶下部相当。后者重要组合分子有 *Rugosofusulina*, *Schubertella*, *Schwagerina* 等,相当于下二叠统隆林阶上部。此外,该组还产有苔藓虫、腕足类、双壳类及珊瑚等化石,均为石炭—二叠纪的常见分子。因此,该组的时代为晚石炭世至早二叠世。

树维门科组出露于奥依亚依拉克地区的牙甫克里克,银石山地区的怀玉岗、五泉包,木孜塔格地区的黑顶山北,鲸鱼湖地区的龙泉驿南、野狼山、葫芦岭,布喀达坂峰地区的哈夏克里克得亚,阿拉克湖地区的哥琼尼洼、约古宗列北侧等地。发育钙质砾岩、含砾粗砂岩、岩屑石英砂岩、钙质板岩、泥灰岩、瘤状灰岩、泥晶灰岩、生物碎屑灰岩、白云质粉晶灰岩、白云质灰岩、硅化火山灰凝灰岩夹黑绿色蛇纹石岩等。与下伏地层多为断层接触,未见底,出露厚度大于 4 436 m。产藻类 *Archaeolithoporella*, *Tubiphytes carnthiatus*, *T. obscure*, *Tabulozoa*; 四射珊瑚 *Liangshnophyllum* sp., 单体四射珊瑚 *Iranophyllum xinghaiensis*; 筳 *Schwagerina* sp., *Parafusulina* sp., *Neoschwagerina* sp.; 有孔虫 *Pachyphloia* sp.; 腕足类 *Martinia* sp., *Pseudoavonia lopingensisformis*, *Dictyoelustus* sp., *D. rithofeni* 以及少量鹦鹉螺类和大量海百合茎化石碎片。时代为早中二叠世。该区发现生物礁尚属首次,给中国二叠纪生物礁的研究开辟了新的区域,生物礁类型与古海洋边界有一定联系,通过对研究区生物礁研究和与扬子区生物礁及礁生物群落的对比,有助于从整体上把握二叠纪时古特提斯海域在中国范围内的总体格局。

鲸鱼湖组为 1:25 万鲸鱼湖幅新建岩石地层单位<sup>①</sup>,出露于鲸鱼湖西北贝力克库勒、布喀达坂峰地区的哈夏·克里克·得亚及哈尔瓦以东地区。岩性为黑色灰岩、砂质灰岩、厚层块状灰岩、微晶灰岩、长石岩屑砂岩、长石石英细砂岩、千枚状板岩、玄武岩、蚀

变玄武岩等。未见底,厚度大于 4 353 m。灰岩中含冷水型单通道筳类动物群 *Monodioxodina muztagensis*, *M. raphidiformis*, *M. cf. wanneri*, *M. cf. caracorumenensis*, *Parafusulina* sp., *Darvasites ordinatus*, *Pseudofusulina cf. globosa* 等。上述筳类化石称 *Monodioxodina* 组合,与喀拉昆仑山空喀山口地区中二叠世加温达坂组虫筳类组合面貌相近,西藏日土中二叠统吞龙共巴组也有产出的记录。另外,该组合中 *Darvasites ordinatus* 见于湖南邵东中二叠统栖霞组。鲸鱼湖组的时代为中二叠世,相当于中国南方栖霞阶的中下部。

马尔争组出露于木孜塔格地区的黑龙山、兔子湖—鹿角沟,阿尔喀山主脊一线,苏鲁皮提勒河南北两岸,茶德尔塔格,羚羊滩,喀尔瓦以东,克其克孜苏南,黑刺沟北的黄山,都兰托索河村,黑海西南部大红石沟等地。岩石组合为玫瑰色、浅红色厚层—块状灰岩、泥—细晶灰岩、白云岩、硅化灰岩、角砾状灰岩、糜棱灰岩、中细粒岩屑长石砂岩、岩屑长石粉砂岩夹泥钙质板岩、细砾岩等,局部火山岩比较发育。与下伏树维门科组为整合接触,厚约 6 000 m。阿拉克湖、冬给措纳湖、库赛湖及不冻泉地区以构造混杂岩中的岩片、岩块产出,经历了不同程度的构造置换和变形、变质,在整体上看似无序,但局部有序。复理石岩片是构成本组混杂岩系的主体,为复理石沉积的粗粒长石石英砂岩、中粗粒杂砂岩、不等粒岩屑砂岩、粉砂岩、粉砂质板岩等,组成完整或不连续的鲍马序列,发育大量的生物碎屑灰岩岩块。阿拉克湖西部产筳类 *Polydioxodina* - *Neoschwagerina* 组合,与之共生的有 *Afphanella cf. schencki*, *Minojapanella* sp., *Yangchienia compressa*, *Codonofusiella* sp., *Verbeekina* sp. 等,时代为中二叠世,相当于中国华南茅口阶的中下部,与青海祁连山南麓的巴音河群(P<sub>2</sub>B)、浙江桐庐丁家山组(P<sub>2</sub>d)顶部可以对比。马尔争组的时代以中二叠世为主。

格曲组出露于阿拉克湖地区的亚门乌拉、乌兰乌拉、核特马尔争、依克马尔争,里海西南部,哈拉山,它瓜马日灯—花石峡,兴海醉马滩一带。下部为石英质砾岩、含砾砂岩、砂岩夹板岩及薄层灰岩;上部为灰红、灰黑色块状生物礁灰岩。与下伏树维门科组不整合接触,厚度大于 167m。兴海地区为巨厚层紫红色复成分砾岩,长石杂砂岩。厚度大于 628 m,

①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.

与下伏中二叠世中基性火山岩不整合接触,属特征的磨拉石建造。该组下部产腕足类 *Oldhamina decipiens var. regularis*, *Uncinuellina timorensis* 是晚二叠世的常见分子;上部礁灰岩中产珊瑚 *Waagenophyllum indicum crassiseptatum* 和有孔虫 *Calaniella sp.*,其中珊瑚化石是中国南方晚二叠世的标准化石,有孔虫则是长兴期的标准化石。格曲组的时代为晚二叠世长兴期。

## 2 岩相古地理特征

### 2.1 早中二叠世岩相古地理

#### 2.1.1 西昆仑地区

##### (1) 西昆仑北部地区

西昆仑东北部阿羌火山岩组呈北东东向带状分布于昆仑山北缘(图3)。下段以基性火山岩为主夹英安岩及少量硅质岩、绢云板岩、凝灰岩等,叠置厚度

大于1391.87 m。为双峰式火山岩,即基性岩和酸性岩紧密共生,未见中间组分安山岩,属裂谷活动初期深源岩浆高度分异的产物。硅质岩、绢云板岩为火山活动间歇期的沉积夹层,为裂谷快速拉张沉降过程中相对“饥饿”阶段的低速沉积物。在苏可代牙南及雨盖牙克南该组下段底部均见火山角砾岩,表明裂谷活动初期以爆发相火山活动为主。上段未见顶,以安山岩为主夹少量基性火山岩、岩屑晶屑凝灰岩、灰岩等,顶部为长石石英砂岩,与下段为韧性断层接触,叠置厚度大于455.10 m。其中夹一层砾岩,砾石成分复杂,分选、磨圆一般,胶结物为砂泥质,应为海底扇沉积砾岩,顶部出现水下扇成因的长石石英砂岩。上段安山岩的大量出现,标志着裂谷演化由强烈扩张转化为敛合收缩阶段。

阿羌火山岩组碳酸盐岩化学特征(表2)显示:东

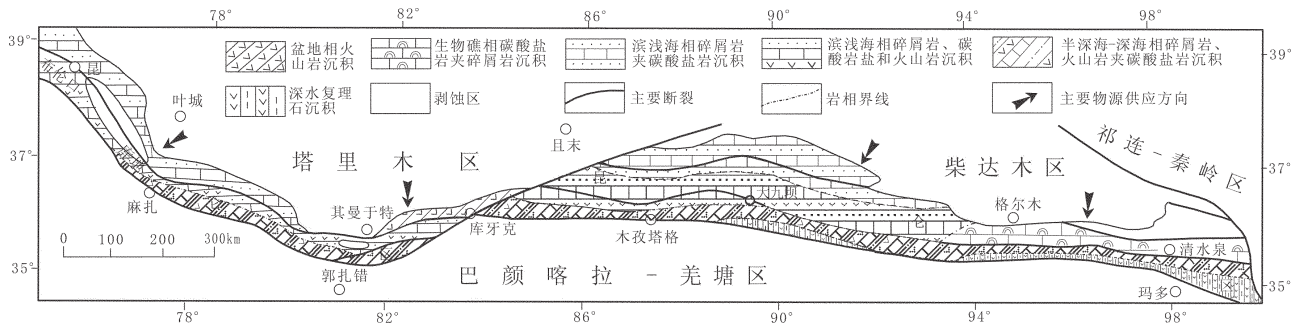


图3 昆仑造山带早中二叠世构造岩相古地理简图

Fig.3 Sketch map of early and middle Permian tectonics, lithofacies and paleogeography in Kunlun orogenic belt

表2 阿羌火山岩组碳酸盐岩化学成分/(据 1:25万叶亦克幅<sup>①</sup>)

Table 2 Chemical composition of carbonate rock in Aqiang lava (after 1:250000 Yeyek Sheet)

产地	掩饰名称	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	S	H <sub>2</sub> O <sup>*</sup>	LOI
苦阿	大理岩	6.60	2.48	1.30	0.05	48.82	0.75	0.68	0.16	0.04	0.08	38.75	0.020	0.14	38.94
	大理岩	8.14	2.73	1.6	0.1	46.05	1.23	0.6	0.04	0.18	0.04	37.7	0.039	0.08	38.4
	粉砂质灰岩	38.3	6.98	4.61	0.3	23.92	0.26	1.32	1.04	1.0	0.15	20.47			0.27
	含白云母石英大理岩	38.61	12.07	2.16	0.40	25.29	1.22	2.00	0.22	0.32	0.5	16.27			0.13
包斯塘	大理岩	0.92	0.83	0.07	0.05	53.19	0.69	0.00	0.02	0.03	0.05	43.39			0.12
	大理岩	1.36	0.23	0.12	0.05	54.55	0.68	0.00	0.14	0.010	0.06	43.10			0.14
	大理岩	0.80	0.22	0.27	0.05	55.01	0.05	0.00	0.12	0.007	0.06	43.10			0.13
	粉晶灰岩	0.92	0.20	0.27	0.05	54.76	0.29	0.00	0.14	0.012	0.05	43.02			0.10
	粉晶灰岩	0.60	0.30	0.24	0.05	54.42	0.49	0.00	0.16	0.022	0.05	43.02			0.11
阿依耐克	灰岩	1.02	0.57	0.25	0.10	53.69	0.35	0.05	0.05	0.00	0.02	43.22			0.13

①山西省地质调查研究院.1:25万叶亦克幅区域地质调查报告,2003.

部部分碳酸盐岩 CaO 含量高,  $K_2O > Na_2O$ , 陆源物质含量很低, 可能为离海岸较远的较深浅海沉积; 西部和东部部分碳酸盐岩 CaO 含量较低,  $K_2O/Na_2O$  值及陆源物质含量较高, 为离海岸较近的浅海沉积。

东部阿依耐克一带浅变质细粒长石石英杂砂岩的砂粒磨圆度较低到中等, 分选性较差, 石英类砂以单晶石英为主, 次为石英岩屑和燧石岩屑, 含量 50%~70%, 富含石英。长石为斜长石和少量钾长石, 部分 (>5%) 变成绢云母。杂基含量 15%~40%, 普遍 >20%, 含量较高。石英普遍有次生加大边, 为再旋回石英, 说明其经历了不止一次的构造活动。杂砂岩化学成分(表 3)中  $SiO_2$  普遍 >70%, 最高 79.18%,  $K_2O/Na_2O$  比值绝大多数 >1, 仅少数 <1, 经与 Bhatia (1993) 的经验参数比较, 具有被动大陆边缘特征, 反映源区存在较稳定的陆壳。从北到南,  $Fe_2O_3$ (全铁)+ $MgO$ 、 $Al_2O_3/SiO_2$  总体增高, 而  $K_2O/Na_2O$ 、 $Al_2O_3/(CaO+Na_2O)$  总体降低, 说明从北往南构造环境由次稳定型至非稳定型演化的趋势。在砂岩构造环境判别的主要化学成分分布图(图 4)上, 数据点多数投在大陆岛弧区,

少部分在大洋岛弧区和安第斯型大陆边缘区, 说明裂谷在闭合期两侧物源区的活动性。杂砂岩的沉积构造背景图(图 5)亦反映了其物质来源的复杂性。阿依耐克一带浅变质细粒长石石英砂岩粒度分布曲线(图 6)普遍特点是粒度分布区间很宽, 曲线斜率较低, 悬移总体的含量大且分选性很差。以 8 个杂砂岩的粒度分析资料绘制的 C-M 图解(图 7)基本上接近于浊流的特征。杂砂岩粒度分布直方图(图 8)的拟合曲线具有双峰或多峰状马鞍形, 且峰值较低, 反映由粗细两种或两种以上物质未经改造、分选而直接混合而成, 具浊流沉积特征。

总之, 阿羌火山岩组为裂谷背景下的次稳定型被动大陆边缘到非稳定型活动大陆边缘火山弧的浅海-次深海相沉积, 微粒石英岩的原岩可能为硅质岩, 暗示裂谷盆地具有准洋盆的特征<sup>①</sup>, 应属弧后盆地沉积。北部属被动陆缘, 为塔里木地块和阿尔金早古生代造山带; 南部主要为昆仑洋北部活动大陆边缘岛弧环境, 洋中陆岛发育, 反映其区域上为多岛小洋盆构造古地理环境的复杂性。

表 3 阿羌火山岩组部分浅变质碎屑岩化学成分/% (据 1:25 万叶亦克幅<sup>①</sup>)

Table 3 Chemical composition of fragmental rock in Aqiang lava (after 1:250000 Yeyek Sheet)

岩石名称	样品编号	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O+	H <sub>2</sub> O-
变质长石 石英杂砂岩	I GS-2	71.36	12.00	2.77	7.62	0.75	0.83	1.70	3.35	2.05	0.042	0.18	0.66	1.80	1.20
	I GS-19	76.81	9.86	1.55	2.98	0.6	0.66	1.45	2.33	1.36	0.04	0.15	0.53	1.72	0.12
	I GS-20	76.20	10.07	2.08	2.41	0.6	0.72	1.09	2.48	1.67	0.04	0.14	0.75	1.46	0.1
	I GS-21	75.49	10.39	3.06	1.35	0.40	1.44	0.76	3.06	1.22	0.03	0.15	0.75	1.28	0.1
	I GS-22	79.18	8.26	1.43	2.32	0.60	1.05	0.99	2.22	1.48	0.03	0.19	0.75	1.16	0.12
	I GS-23	61.85	11.67	2.20	5.19	0.60	3.53	5.46	1.64	1.87	0.08	0.15	2.64	3.90	0.10
	I GS-24	77.22	9.01	1.25	2.84	0.50	1.11	1.23	2.33	1.55	0.04	0.15	0.75	1.38	0.10
	I GS-25	66.15	14.94	1.48	4.76	0.60	0.52	2.37	3.67	1.87	0.04	0.18	0.35	2.24	0.12
I GS-81	59.31	10.77	2.71	3.43	0.50	5.5	3.81	1.16	2.96	0.127	0.11	6.38	2.5	0.07	
变质粉砂岩	III GS-1	64.12	15.53	4.85	2.82	0.80	0.65	2.18	3.34	1.32	0.04	0.20	0.40	3.12	0.27
	III GS-3	67.88	14.11	2.52	3.32	0.70	1.08	2.07	2.62	1.7	0.08	0.20	0.77	2.48	0.19
	III GS-12	60.90	17.33	1.44	5.69	0.55	1.66	3.32	2.36	2.36	0.10	0.20	0.84	3.00	0.04
含黑云母石英岩	III GS-19	76.28	10.72	1.33	3.11	0.50	2.17	1.59	1.27	1.7	0.052	0.20	0.77	0.82	0.04
细粒石英岩	III GS-29	85.95	0.00	5.35	3.54	0.00	1.88	0.42	0.05	0.15	0.058	0.08	1.32	0.46	0.10
微粒石英岩	III GS-31	86.70	1.58	3.24	0.96	0.20	3.33	0.56	0.03	0.18	0.02	0.22	0.66	1.72	1.33

① 山西省地质调查研究院. 1:25 万叶亦克幅区域地质调查报告, 2003.



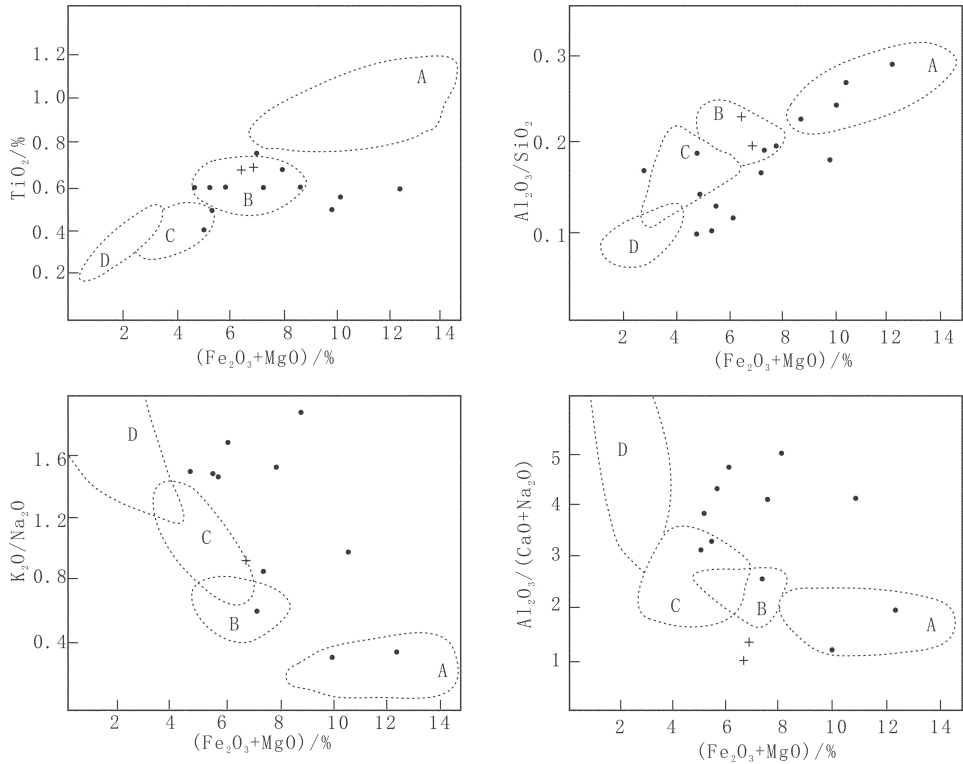


图 4 阿羌火山岩组砂岩构造环境的主要化学成分分布图(据 1:25 万叶亦克幅)

A—大洋岛弧;B—大陆岛弧;C—安第斯型大陆边缘;D—被动大陆边缘;  
●—阿羌火山岩组砂岩;+—哈拉米兰河岩群砂岩

Fig.4 Distribution of major chemical compositions of sandstone tectonic environment in Aqiang lava (after 1:250000 Yeyek Sheet)

A—Ocean island arc;B—Continental island arc;C—Andean-type continental margin;D—Passive continental margin; ●—Sandstone of Aqiang volcanic formation; +—sandstone of Halamilanhe Rock Group

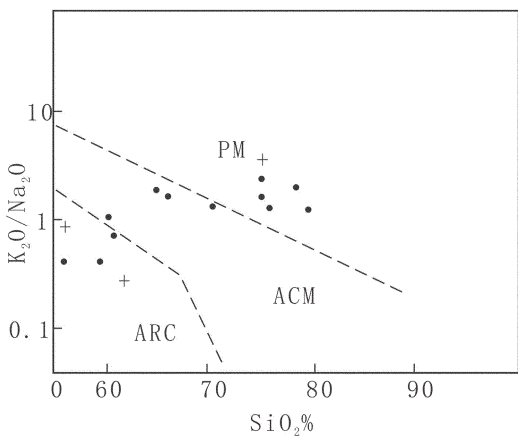


图 5 阿羌火山岩组和石炭系哈拉米兰河岩群杂砂岩的沉积构造背景图(据 1:25 万叶亦克幅)

PM—被动大陆边缘;ACM—活动大陆边缘;ARC—岛弧;  
●—阿羌火山岩组砂岩;+—哈拉米兰河岩群砂岩

Fig.5 Sedimentary tectonic background of Aqiang lava and Carboniferous Halamilanhe Rock Group

PM—Passive continental margin; ACM—Active continental margin; ARC—Island arc; ●—Sandstone of Aqiang volcanic formation; +—sandstone of Halamilanhe Rock Group

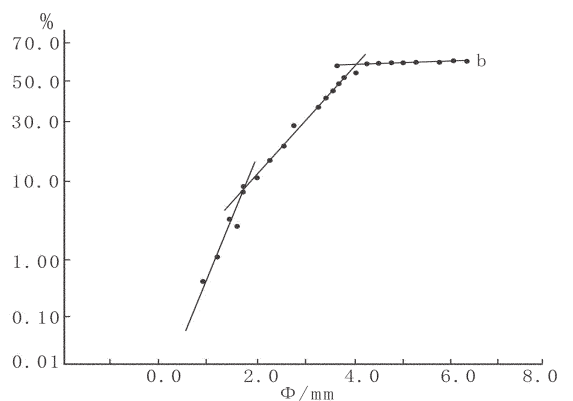


图 6 阿羌火山岩组长石石英砂岩粒度分布累积概率曲线图  
(据 1:25 万叶亦克幅)

Fig.6 Accumulative probability curve map of grain size distribution of feldspar-quartz sandstone in Aqiang lava (after 1:250000 Yeyek Sheet)

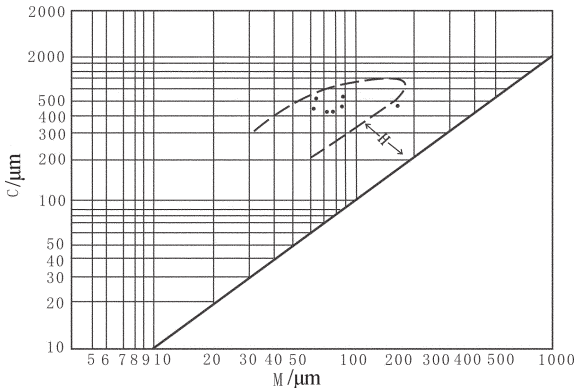


图 7 阿羌火山岩组杂砂岩浊流 C-M 图解  
(据 1:25 万叶亦克幅)

Fig.7 C-M map of greywacke turbidity flow in Aqiang lava (after 1:250000 Yeyek Sheet)

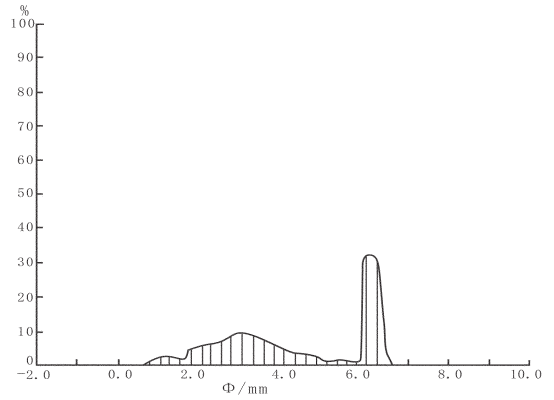


图 8 阿羌火山岩组杂砂岩粒度分布百分频率曲线图  
(据 1:25 万叶亦克幅)

Fig.8 Percentage frequency graph of grain size distribution of greywacke in Aqiang lava (after 1:250000 Yeyek Sheet)

出露于西昆仑西北部的特给乃奇克达坂组主要岩性为灰黑色泥质粉砂岩、钙质细砂岩、粗粒岩屑砂岩互层夹砂质灰岩和生物碎屑灰岩。总体属滨浅海相沉积。

(2)西昆仑中南部地区

出露于西昆仑东部阿羌火山岩盆地南、苏巴什北的黄羊滩南、西平沟、阿克苏河北及卡拉孔木达坂一带的再依勒克组岩性、岩相变化较大。西平沟附近岩性为有生物灰岩、微晶灰岩、含砾灰岩、砂岩、板岩等，硫磺达坂东一带为海相灰岩和河流相粗碎屑岩频繁交替沉积。海相地层主要由生物灰岩、礁灰岩、角砾状灰岩等组成，灰岩中富含筴、腕足、腹足、珊瑚等化石。陆相地层主要为河流相砾岩、砂岩等，一般呈紫红色，砾岩中砾石成分以灰岩为主，含少量砂岩及石英质砾石。砾石磨圆度较好，但分选较差，胶结物主要为钙质、砂质等，杂基-颗粒支撑。由于碳酸盐岩易受淡水溶蚀，加之水体的快速升降，使陆相地层和海相地层之间常有剧烈的侵蚀面。这种侵蚀作用一般持续时间较短，和地质历史时期长时间的地质层缺失的不整合面有一定区别。陆块上地形起伏较大，使剖面上灰岩和碎屑岩厚度变化较大，有时横向突然消失。黄羊滩南该组下部以碎屑岩为主，主要为灰-深灰色长石石英砂岩夹板岩及少量含砾灰岩；上部以灰岩为主，为灰、浅灰及肉红色生物灰岩，顶部被上三叠统紫红色陆相磨拉石不整合覆盖，灰岩中含大量腕足、珊瑚等化石。再依勒克一带该组为一套巨厚的富含生物化石的浅水碳酸盐岩。该组主体为滨浅海相碎屑岩和碳酸盐岩沉积，部分为陆相

河湖相碎屑岩沉积。

硫磺达坂砂岩组出露于黄羊滩南一带。岩性以长石石英砂岩、粉砂质板岩、泥质硅质岩为主，夹有少量砾岩、含砾砂岩、灰岩等，韵律清楚。下部含放射虫硅质岩，为深海、半深海沉积。硫磺达坂砂岩中碎屑岩微量元素含量（表 4）总体以不活泼元素 Hf、Co、Ga 明显偏高，其余元素则相差不大。该套地层产于苏巴什蛇绿混杂岩带中，与蛇绿岩密切共生，以快速堆积的碎屑岩为主，下部夹放射虫硅质岩，为深水复理石建造。

出露于西昆仑东南部卡拉孔木达坂南、黄羊滩北、硫磺达坂东一带的卡拉孔木组下部为中薄层状粗粒长石砂岩、脱玻化玻屑凝灰岩、放射虫硅质岩、硅质钙质泥板岩；上部为薄层—叶片状泥质粉砂岩、粉砂质板岩夹泥质灰岩。再依勒克一带出现大量砾岩，并夹较多基性到酸性火山岩、火山碎屑岩，厚度不详。下部含放射虫硅质岩、英安岩和安山岩等，应为活动的较深水海相沉积；上部出现泥灰岩、含砾灰岩、砂砾岩，砂岩韵律清楚，具水下塌成因特点。

伯力克地区卡拉勒塔什群的岩性组合：下部为英安岩、石英安山岩及凝灰岩、凝灰质砂岩等；上部为安山岩、玄武安山岩及砂质岩屑晶屑凝灰岩、沉凝灰岩等，总体为一套岛弧火山岩建造，属苏巴什洋俯冲消减的产物。

2.1.2 东昆仑地区

(1)东昆仑北部地区

出露于祁漫塔格山北部独立山、云居萨依、石拐子、大沟一带的缙敖苏组主要为生物碎屑灰岩、亮晶

表 4 硫磺达坂砂岩中碎屑岩微量元素含量特征(据 1:25 万伯力克幅)

Table 4 Trace elements chart of sandstone in Liuhuangdaban

序号	样品号	岩石名称	Sr	Rb	Ba	Th	Ta	Nb	Zr	Hf	Sc	Cr	Co	Ni	V	Ga	U	Au	Ag	Cu	Pb	Zn
1	D1430/3G	石英砂岩	114.4	51.56	406.4	10.41	0.06	6.56	41.91	1.26	15.60	84.97	22.68	38.54	74.97	33.69	1.64	0.10	0.03	35.38	34.42	53.30
2	D1430/4G	石英砂岩	106.7	94.80	528.0	12.61	0.06	5.15	65.53	2.09	13.26	82.52	31.75	34.82	86.90	43.82	1.38	0.00	0.06	56.62	44.76	44.23
3	D1430/6G	长石石英砂岩	157.6	76.22	361.8	11.09	0.07	10.14	64.78	2.31	13.26	90.16	30.43	32.45	80.08	44.54	2.24	0.00	0.03	48.65	47.10	36.29
4	D1430/8G	绢云母板岩	143.4	228.3	856.4	19.53	1.42	17.48	72.86	2.43	28.86	162.3	51.22	77.41	185.7	60.13	2.85	0.20	0.04	91.12	77.56	79.01
5	D1430/10G	石英砂岩	120.3	119.0	560.5	15.97	0.65	13.47	72.26	2.44	17.94	94.75	34.40	54.09	107.3	50.72	2.25	0.10	0.03	58.38	58.09	53.30

注:样品由北京大学地质系实验室采用 ICP 法测定;Au 的单位为  $10^{-9}$ ,其余的为  $10^{-6}$ 。

生物碎屑灰岩、含砂砾屑生物碎屑灰岩。独立山一带,下部发育中细粒长石变质杂砂岩、绿泥石化变细砂岩,上部为方解石化白云岩。向东至青海境内,碳酸盐岩增加,石拐子一带全为碳酸盐岩。与下伏大干沟组为整合接触,厚度大于 1058 m。在生物碎屑灰岩中含大量砾屑、砂屑,磨圆度和分选性均较好,冲刷侵蚀作用明显,水动力条件较强,属潮下浅水高能环境,为浅海相碳酸盐岩沉积;独立山一带,碎屑岩增多,属近源滨浅海相碎屑岩、碳酸盐岩沉积。

打柴沟组出露于祁漫塔格地区的大沟、云居萨依、石拐子、奶头山北、莲花石沟及巴音格勒呼都森一带,主要岩性为粉晶灰岩、砂屑灰岩、生物碎屑砂砾屑灰岩、亮晶生物碎屑灰岩、泥晶灰岩夹长石石英砂岩。与周围地层均为断层接触,断裂带发育糜棱岩或糜棱质岩石,厚度大于 1 500 m。茫崖云居萨依一带,灰岩中亮晶、砂砾及生物碎屑含量高,且含筴、有孔虫、腕足类等化石及化石碎屑,碎屑磨圆度较好,冲刷作用明显,水动力较强,属潮下高能沉积,具台地边缘浅滩相特征。在巴音格勒呼都森一带,沉积物为粉晶灰岩、砂屑灰岩、泥晶灰岩及生物碎屑灰岩,上部岩层具帐篷构造,夹有较多的硅质条带,发育平行层理及纹层理,碎屑物分选性及磨圆度均较差,冲刷侵蚀作用不明显,水动力相对较弱,属潮下中至低能环境,具台地前缘斜坡相—盆地边缘相特征。

## (2) 东昆仑中南部地区

出露于东昆仑中部向阳泉—野牛泉—一道梁—且地塔格—布喀达坂峰一带的浩特洛哇组下部岩性为中粗粒碎屑岩夹极少量碳酸盐岩,其中砂岩的碎屑物成分成熟度、结构成熟度均较差,沉积物由西向东逐渐变细,并夹少量碳酸盐。显示为逐渐接近盆地斜坡边缘的沉积,总体上为深水陆棚相—半深海相。

上部岩性为碳酸盐岩夹少量粗碎屑岩,灰岩中产大量的珊瑚等化石,其中以群体珊瑚居多,为滨浅海相沉积。该组地层中发育安山岩、英安岩、英安质晶屑岩屑含角砾凝灰岩、英安质凝灰熔岩等,具呈厚度不等的夹层状产出。安山质、英安质岩石为主要岩石组合,属低—中钾钙碱性系列岩石,源自于壳幔混合源区,是洋盆消减阶段的产物,反映该套地层具岛弧环境下的火山—沉积特征。

出露于东昆仑中部阿拉克湖—阿尼玛卿地区的浩特洛哇组与下伏石炭系为断层接触,与上覆三叠系呈角度不整合或断层接触。浩特洛哇一带该组下部为生物碎屑灰岩与长石石英砂岩、粉砂岩互层;上部为长石石英砂岩、生物碎屑灰岩、鲕状灰岩夹粉砂岩。其厚度大于 253 m。根据岩性和沉积特征,可以划分出 11 种基本层序:泥晶生物碎屑灰岩,细粒石英砂岩,泥质粉砂岩,生物碎屑灰岩,细粒杂砂岩,生物碎屑灰岩与粉砂质板岩互层,下部含粉砂钙质砂岩与上部粉砂质板岩,下部长石石英砂岩与上部生物碎屑灰岩,下部砾岩与上部钙质长石砂岩,含炭板岩夹生物碎屑灰岩,下部粉砂质板岩与上部生物碎屑灰岩。埃肯雅马托沟中部的浩特洛哇组中除碎屑岩和碳酸盐岩外,尚出现一些灰绿—灰紫色安山质火山角砾岩、凝灰岩、安山岩及英安岩等。浩特洛哇组碎屑岩的分选、磨圆均较好,矿物成熟度较高,灰岩中生物碎屑含量较高,发育核形石灰岩,化石中筴、珊瑚、腕足动物等都是浅海相生物。岩性组合特征和生物化石分析,浩特洛哇组的沉积环境总体为浅海陆棚相。靠南部的埃肯雅马托沟中部浩特洛哇组中出现的火山岩以钙碱性的安山岩和英安岩为主,稀土配分曲线均为轻稀土富集型,其微量元素蛛网图反映出与岛弧的亲缘关系。在反映玄武岩与构

造环境关系的  $TiO_2-FeO^*/MgO$  图中, 哈拉郭勒组的玄武岩均落在 IAT 区, 为岛弧拉斑玄武岩, 在  $\log \sigma - \log \tau$  图解中浩特洛哇组火山岩落在 B 区, 为消减带火山岩。反映浩特洛哇组火山岩均形成于消减带俯冲碰撞的构造环境, 具有一定的活动性。树维门科组在东昆仑中南部地区广泛出露, 西部地区根据其岩石组合、沉积环境及古生物组合特征, 分为上、下两个岩性段。下段为砂岩段, 出露齐全, 以底部块状砾岩角度不整合于石炭系哈拉米兰河群之上, 厚度 748.1 m。底部砾岩砾石成分复杂, 以近源为主, 有钙质砂岩、石英砂岩、灰岩、生物屑灰岩, 砾径以 3~15 cm 的居多, 多呈次圆—浑圆状, 具定向排列; 远源砾石次之, 成分主要为脉石英及硅质岩, 砾径 0.5~2 cm, 磨圆明显好于近源砾石, 多呈浑圆状。砾岩底界面凹凸不平, 冲刷充填构造发育, 横向上呈透镜状分布, 在青塔山剖面附近最厚, 往西略有变薄, 而向东至横条山一带逐渐尖灭, 显示河流相冲积沉积特征。下部以灰绿色、褐灰色、灰色块状砾岩为主, 夹灰绿色中层状钙质胶结含砾粗中粒石英砂岩、中细粒石英砂岩、薄层状泥质粉砂岩、粉砂质泥岩及少量含砾砂岩透镜体。砂岩中发育小型槽状交错层理、平行层理; 砾岩中砾石成分主要有钙质砂岩、含砾砂岩、石英砂岩及少量硅质岩、脉石英和变质砂岩, 砾径一般为 1~10 cm, 大者可达 19~20 cm, 砾石磨圆较好, 多呈次圆状, 略具定向排列。整体向上砾岩减少, 砾径变细, 沉积序列具弱退积特征, 显示水

下冲积扇的沉积特征。中部以灰、灰绿色中—厚层状钙质胶结中细粒、细粒石英砂岩、深灰色薄层状含粉砂质钙质泥岩、含炭质粉砂质泥岩为主, 夹灰黑色薄层状含钙质页岩及深灰色中层状粉砂岩。下部石英砂岩中夹含砾砂岩透镜体, 砂岩中发育斜层理、平行层理, 泥岩、页岩中发育水平纹层和条带, 往上沉积物粒度变细, 砂岩明显减少, 泥岩、页岩增多, 岩石单层变薄, 颜色由灰绿色逐渐变成深灰色、灰黑色, 具退积特征, 反映当时沉积水体逐渐加深, 海平面上升, 其沉积环境由陆相逐渐向海相过渡。上部为深灰色、灰黑色薄层状含粉砂质泥岩、含粉砂质炭质页岩夹灰色中层状含陆屑生物屑微晶灰岩及透镜状炭质泥灰岩, 灰岩中产筴科等化石。泥岩、页岩中水平纹层极为发育, 向上灰岩夹层减少, 灰岩中泥质增加, 陆屑减少, 由中层状含陆屑灰岩逐渐变成透镜状炭质泥灰岩, 具浅海陆棚相沉积特征。

纵观全区, 树维门科组下段空间上的变化规律: 由北向南厚度逐渐变薄, 青塔山一带最厚为 748.1 m, 往南至明月山一带厚度仅 200 余米; 自下而上砾岩逐渐减少, 砾径变细, 远源砾石有所增加, 磨圆度变好; 由西向东底部砾岩呈透镜状逐渐变薄, 至横条山一带, 该套砾岩不发育; 中上部沉积物粒度逐渐变细, 砂质成分减少, 钙泥质成分增加, 在横条山南侧其顶部过渡为由灰绿色薄层状钙质泥岩与灰色薄—厚层状泥晶灰岩构成向上灰岩增厚的韵律性基本层序, 向上逐渐过渡至上段的厚层块状灰岩<sup>①</sup>。

表 5 树维门科组下段粒度分析数据(据 1:25 万且末一级电站幅<sup>①</sup>)  
Table 5 Grain size data of Upper Member of Shuweimenke Formation (after 1:250000 Qiemu First-grade Power Station Sheet)

岩性	粒径		分级测定		累计测定			参数
	$\phi$ 值	毫米数	颗粒数	占/%	颗粒数	占/%	减支撑杂基/%	
上部细粒石英砂岩	2	0.250	11	3.143	11	3.143	2.106	$M_z=3.60$ $\sigma_i=0.64$ $S_k=-0.39$ $K_a=0.71$
	2.5	0.177	6	1.714	17	4.857	3.254	
	3	0.125	59	16.857	76	21.714	14.548	
	3.5	0.088	67	19.143	143	40.857	27.374	
	4	0.063	92	26.286	235	67.143	44.986	
	4.5	0.044	115	32.857	350	100.00	67.00	
底部细粒石英砂岩	1.5	0.354	3	0.915	3	0.915	0.558	$M_z=3.66$ $\sigma_i=0.78$ $S_k=-0.74$ $K_a=0.97$
	2	0.250	10	3.049	13	3.964	2.418	
	2.5	0.177	17	5.183	30	9.147	5.580	
	3	0.125	48	14.634	78	23.781	14.506	
	3.5	0.088	34	10.366	112	34.147	20.830	
	4	0.063	97	29.573	209	63.720	38.869	
	4.5	0.044	92	28.049	301	91.769	55.979	
	5	0.031	27	8.232	328	100.00	61.00	

①湖南省地质调查研究院. 1:25 万且末一级电站幅区域地质调查报告, 2003.

树维门科组下段上部细粒石英砂岩和底部细粒石英砂岩的粒度统计结果(表5)显示:粒度平均值( $M_2$ )= 3.60  $\phi$ 、3.66  $\phi$ , 平均粒径分别为 0.028 mm、0.079 mm, 为细砂岩-粗粉砂岩;标准偏差( $\sigma_i$ )= 0.64、0.78, 分选中等;偏度( $S_k$ )=-0.39、-0.74, 为极负-负偏;峰态( $K_a$ )= 0.71、0.79, 属宽型。频率曲线图(图9)表现为底部细粒石英砂岩曲线为不明显的多峰, 其展开度较宽, 峰值偏低, 频率累积曲线下部较弯曲, 而上部曲度较小, 与现代河道砂的曲线形态特征相似;上部细粒石英砂岩曲线形态为单峰, 曲线的展开度较窄, 峰值中等, 显示滨湖相沉积特征。树维门科组下段主要为一套碎屑岩, 在该段选取了5个样品进行碎屑成分石英(Q)、长石(F)、岩屑(L)的百分含量统计(表6), 并作 Q-F-L 图解(图10)。根据统计结果可以看出, 底部砂岩中的石英在碎屑中所占的比例相当高, 平均可达 78.3%, 而长石所占比例极低, 在 1%左右;而中部石英和长石所占比例相当, 岩屑所占比例低于 1%。在 Q-F-L 图解中, 底部 3 个样品全部落在再旋回造山带, 而中部 2 个样品一个落在陆块中的基底隆起区, 另一个则落在克拉通内部。说明早二叠世早期造山运动强烈, 而后造山活动逐渐减弱, 转变为以基底隆起为主。

树维门科组上段与下部碎屑岩段整合接触, 未见顶, 系台地相碳酸盐岩沉积, 厚度 1 595.0 m。该段厚度巨大, 岩性组合单一, 且横向上比较稳定, 以块状灰岩为特征。岩性主要为深灰色、灰色、浅灰色、灰

表6 树维门科组下段砂岩碎屑成分统计 (1:25 万且末一级电站幅)

Table 6 The statistical chart of fragmentary rock component in sandstone of Shuweimenke Formation

部位	样号	石英 Q/%	长石 F/%	岩屑 L/%
中部	13-53	93.44	6.15	0.41
	13-58	12.12	87.31	0.57
	平均值	52.78	46.73	0.49
底部	13-51-2	61.81	0.78	37.31
	13-51-1	83.82	1.32	14.66
	13-48	89.27	1.01	9.72
	平均值	78.30	1.04	20.56

白色块状棘屑泥晶灰岩、含生物屑微晶、泥晶灰岩、生物屑粉晶灰岩、含生物屑粉晶灰岩、棘屑粉晶灰岩、微晶灰岩夹生物屑灰岩、粉晶白云质灰岩及少量砾屑灰岩透镜体, 产筳、有孔虫、珊瑚及海百合茎化石。

岩石层理不太发育, 向上颜色变浅, 结构由细变粗, 略具进积特征, 以开阔台地环境为主, 夹半局限台地相沉积。在黎滩沙-横条山一带发育多个生物灰岩礁, 呈透镜状、椭圆状, 长 30~500 m, 厚 30~50 m, 为生长在台地中的点礁。造礁生物以层孔虫、苔藓虫为主, 珊瑚少量, 附礁生物包括有孔虫和棘皮等。其中主要造礁生物层孔虫以枝状为主, 纵切面呈树枝状、分叉状, 横切面呈圆形、椭圆形, 具原地向上

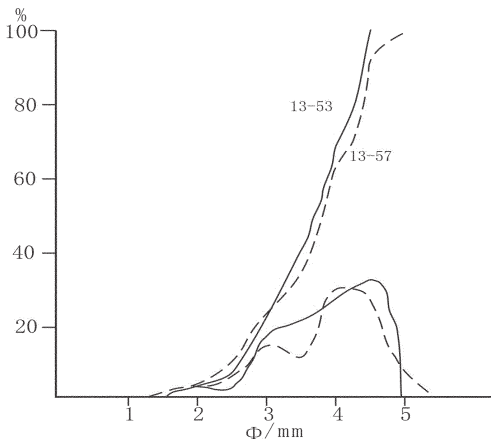


图9 树维门科组下段粒度频率曲线和频率累积曲线图 (据 1:25 万且末一级电站幅)

Fig.9 Grain size frequency curve and frequency accumulative curve diagram of Lower Member of Shuweimenke Formation (after 1:250000 Qiemo First-grade Power Station Sheet)

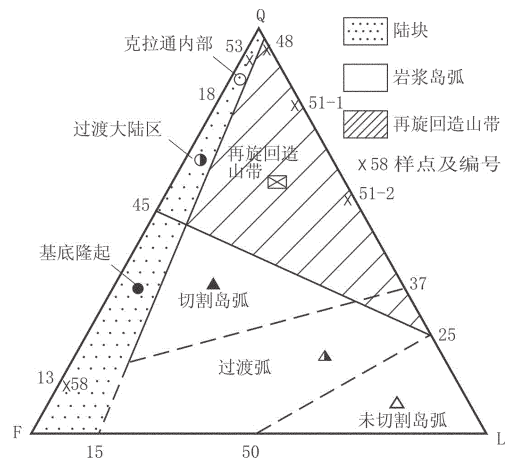


图10 树维门科组碎屑岩 Q-F-L 构造背景判别图 (迪金森, 1989)(数据点为 1:25 万且末一级电站幅)

Fig.10 Q-F-L tectonic background discrimination diagram of fragmental rock of Shuweimenke Formation

生长特征。生物礁生长基座为浅灰色块状生物屑粉晶灰岩,盖层为深灰色块状泥晶灰岩。

东部阿拉克湖地区的树维门科组为生物礁相,冬给措纳湖地区的树维门科组以生物礁相为主,碎屑岩亦较发育。

鲸鱼湖组出露于鲸鱼湖西北贝力克库勒,布喀达坂峰地区的哈夏克里克得亚及哈尔瓦以东地区。为浅海相碳酸盐岩、碎屑岩夹少量火山岩沉积。

昆南区西部的马尔争组分布面积最广,主体为一套碳酸盐岩,局部夹少量碎屑岩。主要岩性为灰白色、灰色、玫瑰色、浅红色、深灰色厚层-块状灰岩、泥-细晶灰岩、白云岩、硅化灰岩、角砾状灰岩、糜棱岩化灰岩夹灰色-灰黑色中层-块状岩屑砂岩、石英岩屑砂岩、糜棱岩化钙质砾岩与钙泥质粉砂岩。灰岩中含大量珊瑚、海百合茎等化石。反映海水盐度正常,温暖、清洁、水循环良好、氧气充足,有利于生物的大量繁盛,沉积环境为滨浅海碳酸盐岩台地相。

昆南区东部马尔争组下部为灰-灰绿色变火山岩、岩屑砂岩夹硅质岩;上部为灰-深灰色、玫瑰色灰岩偶夹砂砾岩,含腕足类及珊瑚化石。该组由不同类型的岩石组合而成,碎屑岩组合分布于马尔争-布青山一线,西部出露的岩片规模较小,主要为板岩、千枚岩、片岩、变砂岩夹大理岩及凝灰岩,褶皱变形较强,变质程度为低绿片岩相;超镁铁质岩组合分布于马尔争山北坡,出露面积很小,由橄辉岩、辉橄岩组成;玄武岩组合分布于马尔争山一线,岩性为玄武岩夹板岩、千糜岩及凝灰岩;中基性火山岩组合零星分布于乌兰乌拉西,岩石组合为安山岩夹玄武岩及玄武安山质火山凝灰岩;碳酸盐岩组合零星分布于马尔争,为薄层泥晶灰岩、硅质灰岩。马尔争组火山岩均为拉斑系列玄武岩,稀土配分曲线和微量元

素蛛网图均显示出火山岩与 MORB 的亲缘关系。玄武岩 TiO<sub>2</sub> 含量中等,在 TiO<sub>2</sub>-ΣFeO/(ΣFeO+MgO) 图中马尔争一带玄武岩大部分落在 HT,为高钛玄武岩,少数落在 HT 与 LT 过渡的 LT 区,表明大部分玄武岩来源于低压岩浆房,属洋中脊产物,少数可能形成于大洋中的洋岛和其他环境。在反映玄武岩洋陆构造环境的 K<sub>2</sub>O-TiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 图中,马尔争组玄武岩大部分样品落在大洋区,少数在大陆区,与化学成分所反映的特征一致,马尔争组玄武岩整体形成于洋中脊的环境,少数形成于洋岛或其他环境。在 TiO<sub>2</sub>-FeO\*/MgO 图中,马尔争一带玄武岩绝大部分落在 MORB 区,少数在洋岛区及岛弧拉斑玄武岩区。在微量元素与玄武岩构造环境关系的 La/10-Y/15-Nb/8 图中,马尔争一带玄武岩有一半落在 3D 区,为 N 型 MORB,另一半落在 2A 区,为大陆玄武岩。综合上述构造环境判别图解可以看出,玄武岩形成的构造环境主要为大洋中脊,只是该大洋并不是一个干净的大洋,中间有许多洋岛,海山等,所以部分火山岩显示出较富集的洋岛型的特征。综上所述,马尔争组沉积环境为深海-次深海相。

沿昆南断裂一线发育的马尔争组为一套较典型次深海-深海复理石浊流沉积,岩石类型单一,沉积构造发育,指相特征明显。

### 2.2 晚二叠世岩相古地理特征

#### 2.2.1 西昆仑地区

仅发育苏克塔垭克组,出露于昆北地层小区内,仅见于苏克代牙南一带,为不整合于阿羌火山岩组之上的一套滨浅海相沉积地层(图 11),以砂岩、板岩为主,夹灰岩。下部为底砾岩,向上为含砾砂岩及含砾灰岩,再向上过渡为灰岩、砂岩、板岩的组合。基本层序特征清楚,单个基本层序一般由砂岩、灰岩、

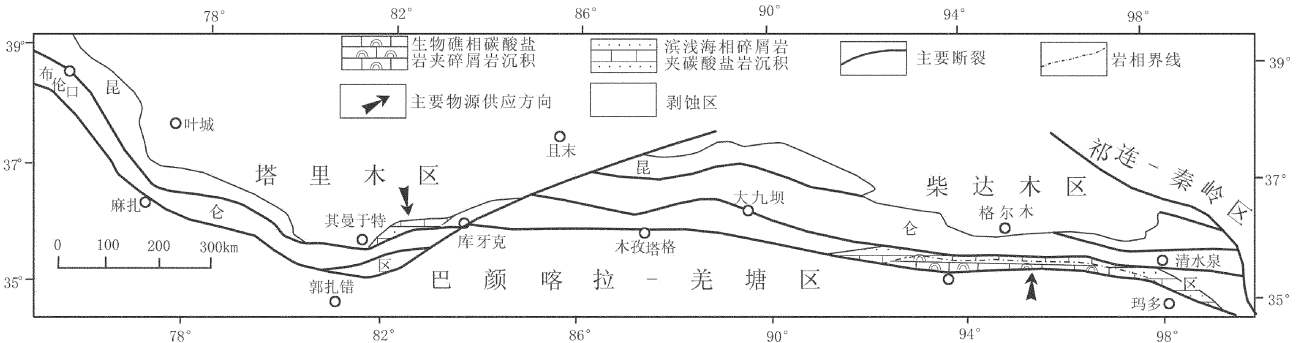


图 11 昆仑造山带晚二叠世构造岩相古地理简图

Fig.11 Sketch map of late Permian tectonics, lithofacies and paleogeography in Kunlun orogenic belt

板岩构成,厚 1~2 m,包括向上变粗、变浅和向上变细、变深 2 种类型,为海平面相对下降、上升过程的产物。该组下部为海侵体系域,基本层序向上变细;上部为向上变粗旋回,应为高水位体系域的海退序列。该组为滨浅海相沉积。地层中长石杂砂岩和滑塌砾岩的出现反映不稳定的浅水局限海盆的沉积特点。

### 2.2.2 东昆仑地区

出露于东昆仑东南部东昆仑山—阿尼玛卿山一带,仅发育格曲组,为一套碎屑岩、碳酸盐岩夹火山岩沉积。下部碎屑岩段,由碎屑岩、变碎屑岩夹灰岩、火山岩及板岩组成;上部灰岩段,由碳酸盐岩组成,偶见碎屑岩和火山岩夹层。富含筴、腕足类、珊瑚、植物等化石。

在东昆仑东部西段马尔争山北坡以紫红色碎屑岩为主,主要为紫红色长石石英砂岩、粉砂岩夹砂砾岩及泥岩,未见化石。在马尔争山南坡,下部为一套石英质砾岩、含砾砂岩、砂岩夹板岩及薄层灰岩,砾岩砾石圆度和球度都非常好,结构成熟度和成分成熟度都非常高,底砾岩的特征明显,为滨海相沉积,产腕足类化石;上部为灰白色、灰红色、灰黑色块状生物礁灰岩。与下伏中二叠统树维门科组或下石炭统哈拉郭勒组角度不整合接触,上被树维门科组的推覆体所压盖。

生物礁的基本特征为:①岩石组合为古石孔藻粘结灰岩、管壳石粘结灰岩、古石孔藻—管壳石粘结灰岩,发育栉壳构造。②造礁生物以粘结生物古石孔藻 *Archaeolithoporella* sp. 和管壳石 *Tubiphytes Carinthiahus*、*Tubiphytes obscurus* *Tubiphytes* sp. 及 *Tabulozoa* 为主;造架生物较少,主要有串管海绵 *Amblyosiphonella* sp.、*Intrasporeocoelia* sp., 纤维海绵 *Peronidella* sp., 水螅, 复体四射珊瑚 *Waagenophyllum indicum crassiseptatum* 及苔藓虫。③附礁生物有腕足 *Tylopecta* sp.、*Chianella* sp.、*Squamularia* sp.、*Martinia* cf. *rectangularis*、*Schuchertella* sp., 有孔虫 *Colaniella* sp.、*Pachyphloia* sp., 藻类 *Pseudovermiporella* sp.、*Permocalculus* sp.、*Gymnocodium* sp.、*Microporella* sp.、*Mizzia* sp., 海百合茎 *Pentagonocyclicus puctatus*, 腹足类 *Meekospira* sp. 及单体珊瑚等化石。厚度大于 167 m。

格曲组底界角度不整合特征说明中二叠世末东昆仑洋盆已经闭合,角度不整合的证据:①格曲组底部具底砾岩,砾石成分以脉石英为主,其次为硅质

岩、粉砂岩;磨圆度好,球度也很高,非常圆;结构和成分成熟度都非常高,底砾岩特征明显。②据化石确定格曲组时代为晚二叠世长兴期,与下伏早中二叠统树维门科组之间有明显的时间间断。③不整合面上、下格曲组与树维门科组产状不同。格曲组的时代是晚二叠世长兴期,又有发育很好的底砾岩,说明中二叠世末期东昆仑洋盆已闭合,晚二叠世生物礁的发育代表其后新的海侵开始。海侵造成生物礁的发育,这从格曲组生物礁的发展过程也可以看出,在剖面的第 6 层和第 10 层中有不少陆源碎屑,磨圆较好的石英砾石和石英砂岩的混入,矿物成熟度和结构成熟度都比较高,礁体中的有机质含量明显增高,说明与下中二叠统树维门科组生物礁的岛弧海山离岸较远不同,格曲组的生物礁离岸不远,生物类型、丰度和分异度都明显增高,也就是说环境已变得相对稳定。从空间上看,马尔争山北坡格曲组为陆源复成分砾岩、紫红色长石石英砂岩、粉砂岩夹砂砾岩及泥岩,南坡则为海水相对纯净的生物礁,反应由北向南水体加深。总之,格曲组与下伏地层角度不整合、生物礁的特征及格曲组的岩相变化都说明晚二叠世为一新的构造旋回的开始,沉积环境为滨浅海相。

在东昆仑东部中段,格曲组可明显地划分出 2 个岩性段:下段下部为黄褐色巨厚层夹厚层状复成分砾岩,砾石分选一般,磨圆较好;上部为灰绿色薄—中厚层状杂砂岩及灰绿色、深灰色薄—中层状粉砂岩、粉砂质泥岩互层夹紫灰色、黄褐色中—厚层状复成分砾岩。本段总体为一粒度向上变细的正向旋回层,底部与浩特洛哇组深灰、灰绿色板岩角度不整合,底部砾石磨圆度较好,砾石成分复杂,有花岗岩、火山岩、变杂砂岩、脉石英等的砾石,为典型的底砾岩。在花石峡坦地克介格曲组砾岩成分主要有两种,花岗岩砾石和生物灰岩砾石,磨圆度甚好。总厚 700 m 左右。上段为灰色、浅灰色巨厚层状生物碎屑灰岩,生物碎屑主要为腕足类介壳屑、有孔虫、筴、苔藓虫、钙藻等,总厚 300 m 左右。与上覆下三叠统洪水川群平行不整合接触。

东昆仑东部东段,格曲组岩石组合相对单一,由紫红色巨厚层状变余复成分砾岩夹含砾不等粒变长石杂砂岩、岩屑长石杂砂岩、钙质粉砂质板岩、深灰色薄层含粉砂重结晶生物灰岩组成,厚度超过 653.13 m。与下伏中二叠世得格龙中基性火山岩不整合接触。格曲组的主体是紫红色巨厚层状变余复

成分砾岩、变余长石杂砂岩,砾岩在下,细碎屑岩居上。砾岩和长石杂砂岩占总厚度的 90%~95%,砾岩成分复杂,主要是花岗岩、沉凝灰岩、石英岩、板岩和砂岩,次为灰岩等。其大小不等,砾径可达 30~50 cm,一般 1~5 cm,大砾石多呈滚圆状-次圆状,小砾石多为次棱角状。填隙物为泥质和砂质,胶结物以硅质、铁质为主。长石杂砂岩的成分成熟度和结构成熟度均较低,说明为快速堆积的产物。砾岩和含砾粗砂岩的分布很不稳定,在纵向上,通常下部数量多、砾石体积大,上部则少而小;横向上变化更大,在醉马滩剖面上,厚度大于 628.13 m,而在花石峡五道班北厚度仅 20 余米。格曲组的沉积层序以砾岩、砂砾岩和杂砂岩为主,夹少量细碎屑岩。砾岩一般不显层理,呈巨厚层一块状,杂砂岩中可见具斜层理或平行层理,岩层底部有冲刷现象,砾石分选性差,多大小混杂、排列无序,仅局部呈叠瓦状排列。岩石一般呈紫红色、灰绿色。综上所述,格曲组为比较特征的磨拉石建造。

总之,格曲组与下伏地层之间的角度不整合生物礁的特征及岩相变化都说明,晚二叠世为海西旋回小洋盆关闭后又一新的构造旋回的开始,沉积环境主体为滨浅海相,底部发育陆相河湖沉积。

### 3 构造古地理环境及盆山转换

大量的野外观察、分析测试及综合研究表明,昆仑造山带二叠纪表现出十分复杂的构造古地理格局,期间环境变化巨大。石炭纪昆仑洋打开,形成两堑夹一垒、洋岛遍布、南深北浅的多岛小洋盆的构造古地理格局<sup>[16-18]</sup>,早中二叠世继承这一格局且进一步发展(图 3)。虽然主体仍为南深北浅,沿康西瓦—木孜塔格—阿尼玛卿一线及以北昆南、昆中一定范围内主要为深海—半深海环境,昆北和昆中大部分区域为滨浅海环境,但扩张作用更为剧烈,除布伦口东南洋岛出露面积略有扩大外,强烈的海侵作用淹没了大部分洋岛。普鲁—阿羌一带开始大量堆积双峰式火山岩,同时伴随规模较大的,与火山岩共生甚至过渡的辉长岩、辉绿岩侵入,代表一种成熟的活动大陆边缘裂谷,局部地区可能出现了过渡性质的洋壳。在南部的苏巴什—木孜塔格—阿尼玛卿一带代表洋壳沉积的蛇绿岩、深海含放射虫硅质岩组合以及代表洋岛型沉积的玄武岩、礁灰岩等更为发育。

中二叠世晚期的华力西运动在昆仑山地区表现

较为强烈,为一次显著的汇聚作用,洋盆和活动大陆边缘裂谷封闭,结束了早中二叠世构造古地理格局,全区隆升遭受剥蚀,缺失了茅口晚期相当层位的沉积<sup>[9]</sup>,完成了一次盆山转换。晚二叠世,大部分地区仍为剥蚀区,局部地区形成一套陆相红色碎屑岩建造(格曲组底部),其后东昆仑东部海水从东南巴颜喀拉洋盆进入,沉积了滨浅海相碳酸盐岩和碎屑岩(格曲组大部);西昆仑东部海水从西北塔里木盆地进入,沉积了滨浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩(苏克塔垭克组)(图 16),开始了新一轮的盆山演化,这与二叠纪末期的全球海平面上升相一致<sup>[20-25]</sup>,至此昆仑山地区进入了一个新的山盆转换发展时期。

### 4 结论

(1) 昆仑造山带二叠纪表现出十分复杂的构造古地理格局和十分巨大的环境变化。在石炭纪多岛小洋盆的构造古地理格局基础上,早中二叠世这一构造古地理格局进一步发展,扩张作用更为强烈,海侵作用淹没了大部分洋岛,新出现了以过渡性质洋壳为基底的阿羌火山岩盆地,并且具有代表洋壳沉积的蛇绿岩、深海含放射虫硅质岩组合以及代表洋岛型沉积的玄武岩、礁灰岩等更为发育的特点。中二叠世晚期的华力西运动,全区隆升遭受剥蚀,缺失了相当层位的沉积,完成了一次盆山转换。晚二叠世,东昆仑东部海水从东南巴颜喀拉洋盆进入,西昆仑东部海水从西北塔里木海盆进入,昆仑山地区进入了一个新的盆山发展时期。

(2) 昆仑造山带经历了多次开合构造演化<sup>[6]</sup>,其基本构造-地层格架主要奠基于古生代,是早古生代和晚古生代多次洋陆转换、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,昆仑地区焊结成一个统一块体,转换为相对稳定的陆内环境<sup>[26-27]</sup>,在造山带的山前地带,作为造山运动的沉积响应,早中泥盆世表现为前陆盆地沉积特征<sup>[28-34]</sup>。晚泥盆世开始,由于受到造山带南侧古特提斯洋(巴颜喀拉洋)板块向北俯冲的影响,总体处于伸展背景下的拉张环境<sup>[35-42]</sup>,昆仑造山带除西昆仑北部仍发育陆相河湖相碰撞造山型磨拉石建造外,裂隙首先从东部开始,然后向中西部扩张,并在石炭纪逐渐发展成为一个两堑夹一垒、洋岛遍布、南深北浅的多岛小洋盆的构造-古地理格局。早中二叠世扩张作用更为剧烈,洋盆规模达到晚古生代最大期。



中二叠世晚期的华力西运动,结束了石炭纪—早中二叠世的多岛小洋盆的构造—古地理格局,全区隆升遭受剥蚀,缺失了相当层位的沉积,完成了一次盆山转换<sup>[43-46]</sup>。晚二叠世,大部分地区仍为剥蚀区,局部地区形成一套陆相红色碎屑岩建造,其后东昆仑东部海水从东南巴颜喀拉洋盆进入,沉积了滨浅海相碳酸盐岩和碎屑岩;西昆仑东部海水从西北塔里木盆地进入,沉积了滨浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩。这与二叠纪末期的全球海平面上升相一致,至此昆仑地区进入了一个新的山盆转换发展时期。

(3)昆仑造山带二叠纪岩相古地理特征及盆山转换研究,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:**本文得以完成,是奋战在昆仑地区广大地质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,笔者自始至终得到了李国栋副研究员、史秉德高级工程师、杨永成教授级高级工程师、王战教授、冯益民研究员、洛长义副研究员、张维吉教授以及编辑老师和评审专家等的精心指导和帮助,谨致谢忱!韩芳林教授级高级工程师、王秉璋高级工程师、戴传固高级工程师为本文提供了大量宝贵资料,鉴于篇幅所限,许多的前人资料、看法和心得等,亦未能在参考文献中悉数列出,在此一并感谢!

### 参考文献(References):

- [1] 李荣社, 计文化, 杨永成, 等. 昆仑山及邻区地质[M]. 北京: 地质出版社, 2008.  
Li Rongshe, Ji Wenhua, Yang Yongcheng, et al. The Geology in Kunlun and its Adjacent Region[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2008(in Chinese).
- [2] 中—英青藏高原综合地质考察队. 青藏高原地质演化 [M]. 北京: 科学出版社, 1990.  
United practice troop of China—England in Qinghai—Xizang Plateau. Geological Evolvement in Qinghai—Xizang Plateau [M]. Beijing: Science Press, 1990(in Chinese).
- [3] 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.  
The Bureau of Geology and Mineral Resources of Qinghai Province. Regional Geology in Qinghai Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1991 (in Chinese with English abstract).
- [4] 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.  
Xinjiang Bureau of Geological and Mineral Resources. Regional Geology of Xinjiang [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1993(in Chinese with English abstract).
- [5] 殷鸿福, 张克信. 中央造山带的演化及其特点 [J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1998, 23(5): 437-442.  
Yin Hongfu, Zhang Kexin. Evolution and characteristics of central orogenic belt [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1998, 23 (5): 437-442 (in Chinese with English abstract).
- [6] 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 Kunfa. Several geologic problems and their research advance of central orogenic belt [J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21(8): 453-455(in Chinese with English abstract).
- [7] 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. Rediscussion on Kudi ophiolites and its tectonic meaning in western Kulun [J]. Geological Bulletin of China, 2003, 22(10): 745-750(in Chinese with English abstract).
- [8] 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(in Chinese).
- [9] 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 (in Chinese with English abstract).
- [10] 崔军文, 张晓卫, 唐哲民. 青藏高原的构造分区及其边界的变形构造特征[J]. 中国地质, 2006, 33(2): 256-267.  
Cui Junwen, Zhang Xiaowei, Tang Zhemin. Tectonic divisions of the Qinghai—Tibet plateau and structural characteristics of deformation on their boundaries [J]. Geology in China, 2006, 33 (2): 256-267(in Chinese with English abstract).
- [11] 杨湘宁, 周建平, 刘家润, 等. 二叠纪“茅口期”虫筴类动物的演化型式[J]. 中国科学(D辑), 1999, 29(2): 129-136.  
Yang Xiangning, Zhou Jianping, Liu Jiarun, et al. The evolvement of Permian in “Maokou period” [J]. Science in China (Series D), 1999, 29(2): 129-136(in Chinese).
- [12] 中国科学院南京地质古生物研究所. 中国地质研究二十年[M]. 安徽: 中国科学技术出版社, 2000.  
Nanjing Institute of Geology and Palaeontology Chinese Academy of Sciences. Chinese Geological Research in 20 Years[M]. Anhui: China Science and Technology Publishing House, 2000(in Chinese).
- [13] 盛金章. 中国的筴类[M]. 北京: 科学出版社, 1962.  
Sheng Jinzhang. Chinese Ting [M]. Beijing: Science Press, 1962(in Chinese).
- [14] 金玉玕, 尚庆华, 侯静鹏, 等. 中国地层典—二叠系 [M]. 北京: 地

- 质出版社, 2000.
- Jin Yugan, Shang Qinghua, Hou Jingpeng, et al. Chinese Stratum—Permian [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2000 (in Chinese).
- [15] 周建平, 张遵信, 王玉净, 等. 中国二叠纪笔石类生物地理分区[J]. 地层学杂志, 2000, 24(增刊): 379–393.
- Zhou Jianping, Zhang Linxin, Wang Yujing, et al. Permian Biogeographic Provinces of Fusulinids in China [J]. Journal of Stratigraphy, 2000, 24 (supp.): 379–393 (in Chinese with English abstract).
- [16] 杨经绥, 王希斌, 史仁灯, 等. 青藏高原北部东昆仑南缘德尔尼蛇绿岩: 一个被肢解了的古特提斯洋壳[J]. 中国地质, 2004, 31(3): 225–239.
- Yang Jingsui, Wang Xibin, Shi Rendeng, et al. The Dur'ngoi ophiolite in East Kunlun, northern Qinghai–Tibet Plateau: a fragment of paleo–Tethyan oceanic crust [J]. Geology in China, 2004, 31(3): 225–239 (in Chinese with English abstract).
- [17] 许志琴, 杨经绥, 李海兵, 等. 青藏高原与大陆动力学——地体拼合、碰撞造山及高原隆升的深部驱动力[J]. 中国地质, 2006, 33(2): 221–238.
- Xu Zhiqin, Yang Jingsui, Li Haibing, et al. The Qinghai–Tibet plateau and continental dynamics: A review on terrain tectonics, collisional orogenesis, and processes and mechanisms for the rise of the plateau[J]. Geology in China, 2006, 33(2): 221–238 (in Chinese with English abstract).
- [18] 陈守建, 李荣社, 计文化, 等. 昆仑造山带石炭纪岩相特征及构造—古地理研究[J]. 地球科学与环境学报, 2008, 30(3): 221–233.
- Chen Shoujian, Li Rongshe, Ji Wenhua, et al. Carboniferous period lithofacies character and tectono–paleogeography in Kunlun orogenic belt [J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2008, 30(3): 221–233 (in Chinese with English abstract).
- [19] 陈守建, 李荣社, 计文化, 等. 青藏高原北部地层缺失研究[J]. 地层学杂志, 2006, 30(3): 231–236.
- Chen Shoujian, Li Rongshe, Ji Wenhua, et al. Study on stratigraphic lost of northern Qinhai–Tibet plateau [J]. Journal of Stratigraphy, 2006, 30 (3): 231–236 (in Chinese with English abstract).
- [20] Raup D. Size of the Permo Triassic bottleneck and its evolutionary implication[J]. Science, 1979, 206: 217–218.
- [21] Raup D, Sepkoski J J. Mass extinction in the marine fossil record [J]. Science, 1982, 215: 1501–1503.
- [22] Sepkoski J J. Mass extinction in the phanerozoic oceans: a review [J]. Geological Society of America, Special Paper, 1982, 190: 283–289.
- [23] Kerr R A. The greatest extinction gets greater [J]. Science, 1993, 262: 1370–1371.
- [24] Jablonski D. Extinctions in the fossil record [J]. Phil Trans R Soc Lond, B, 1994, 344: 11–17.
- [25] 陈中强. 二叠纪末期全球淹没事件[J]. 岩相古地理, 1995, 15(3): 34–38.
- Chen Zhongqiang. The Late Permian global flooding events [J]. Sedimentary Facies And Palaeogeography, 1995, 15 (3): 34–38 (in Chinese with English abstract).
- [26] 王有学, 姜枚, 熊盛青, 等. 西昆仑岩石圈的拆沉作用及其深部构造含义——地震层析成像及航磁异常证据 [J]. 中国地质, 2006, 33(2): 299–308.
- Wang Youxue, Jiang Mei, Xiong Shengqing, et al. Delamination of the lithosphere below the West Kunlun and its tectonic implications——evidence from seismic tomographic images and aeromagnetic anomalies [J]. Geology in China, 2006, 33(2): 299–308 (in Chinese with English abstract).
- [27] 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 (in Chinese with English abstract).
- [28] Price R A. Large scale gravitation flow of supracrustal rocks, southern Canadian Rockies [C]// Gravity and Tectonics. New York: Wiley, 1973, 439–502.
- [29] Dickinson W R. Plate tectonics and sedimentation [C]// Dickinson. Tectonics and Sedimentation. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication, 1974, 22: 1–27.
- [30] Dickinson W R. Structure and stratigraphy of forearc regions [J]. American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, 1974, 63: 2–31.
- [31] Decelles G and Gilest. Foreland basin systems [J]. Basin Research, 1996, 8: 105–123.
- [32] 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.
- Che Zicheng, Liu Liang, Luo Quanhai. Regional Tectonics in China and its Adjacent Area [M]. Beijing: Science Press, 2002 (in Chinese).
- [33] 王成善, 李祥辉. 沉积盆地分析原理与方法 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- Wang Chengshan, Li Xianghui. Principal and Method of Sedimentary Basin Analysis [M]. Beijing: Higher Education Press, 2003 (in Chinese).
- [34] 陈守建, 李荣社, 计文化, 等. 昆仑造山带早—中泥盆世沉积特征及盆地性质探讨[J]. 沉积学报, 2008, 26(4): 541–551.
- Chen Shoujian, Li Rongshe, Ji Wenhua, et al. Discussion on depositional characteristics and basin quality in Kunlun orogenic belt during early–middle Devonian [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2008, 26(4): 541–551 (in Chinese with English abstract).
- [35] 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 (in Chinese with English abstract).
- [36] 徐强, 潘桂棠, 许志琴, 等. 东昆仑地区晚古生代到三叠纪沉积环境和沉积盆地演化[J]. 特提斯地质, 1998, (22): 76–89.

- Xu Qiang, Pan Guitang, Xu Zhiqin, et al. Evolution of the sedimentary environments and basins in east Kunlun during late Palaeozoic to Triassic time [J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 1998, (22):76-89(in Chinese with English abstract).
- [37] 闫升好, 张德全, 丰成友, 等. 浅议东昆仑造山带非威尔逊旋回构造演化与矿床成矿系列 [J]. *矿床地质*, 2002, 21 (增刊):265-268.
- Yan Shenghao, Zhang Dequan, Feng Chengyou, et al. The Wilson cycle tectonics evolution process and Mineral formation system in east Kunlun mountains[J]. *Mineral Deposits*, 2002, 21 (supp.):265-268(in Chinese with English abstract).
- [38] 李亚林, 李三忠, 张国伟. 秦岭勉略缝合带组成与古洋盆演化[J]. *中国地质*, 2002, 29(2):129-134.
- Li Yalin, Li Sanzhong, Zhang Guowei. Composition of the Mianlue suture zone and its relation with the evolution of the old oceanic basin [J]. *Geology in China*, 2002, 29 (2):129-134 (in Chinese with English abstract).
- [39] 尹福光, 潘桂棠, 李兴振, 等. 昆仑造山带中段蛇绿混杂岩的地质地球化学特征[J]. *大地构造与成矿学*, 2004, 28(2):194-200.
- Yin Fuguang, Pan Guitang, Li Xingzhen, et al. Geological and geochemical characteristics of the ophiolite complex in the central section of The Kunlun mountains [J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 2004, 28 (2):194-200 (in Chinese with English abstract).
- [40] 弓小平, 马华东, 杨兴科, 等. 木孜塔格—鲸鱼湖断裂带特征、演化及其意义[J]. *大地构造与成矿学*, 2004, 28(4):418-427.
- Gong Xiaoping, Ma Huadong, Yang Xingke, et al. Meaning and evolution & characteristic of Muztag-Cetacean lake fracture zone [J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 2004, 28(4):418-427(in Chinese with English abstract).
- [41] 陈国达, 彭省临, 戴塔根. 亚洲大陆中部壳体东、西部历史—动力学的构造分异及其意义[J]. *大地构造与成矿学*, 2005, 29(1):7-16.
- Chen Guoda, Peng Shenglin, Dai Tagen. Historic-dynamic tectonic differentiation of E-W of Central Asia continental crustobody and its significance [J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 2005, 29(1):7-16(in Chinese with English abstract).
- [42] 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(in Chinese with English abstract).
- [43] 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, 23 (4):581-596 (in Chinese with English abstract).
- [44] 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]. *Sedimentologica Sinca*, 2003, 21(1):24-30(in Chinese with English abstract).
- [45] 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 Sinca*, 2003, 21(1):52-60 (in Chinese with English abstract).
- [46] 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: Arche and filling sequences of underfilled peripheral foreland basins [J]. *Geological Science and Technology Information*, 2003, 22 (1):35-40 (in Chinese with English abstract).

## The Permian lithofacies paleogeographic characteristics and basin–mountain conversion in the Kunlun orogenic belt

CHEN Shou–jian<sup>1</sup>, LI Rong–she<sup>1</sup>, JI Wen–hua<sup>1</sup>, ZHAO Zhen–ming<sup>1</sup>,  
LIU Rong–li<sup>1</sup>, JIA Bao–hua<sup>2</sup>, ZHANG Zhen–Fu<sup>3</sup>, WANG Guo–can<sup>4</sup>

(1. Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054, Shaanxi, China;

2. Hunan Institute of Geological Survey, Changsha 410011, Hunan, China; 3. Shanxi Institute of Geological Survey, Taiyuan 030001, Shanxi,

China; 4. China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China)

**Abstract:** The Kunlun orogenic belt was basically formed in Paleozoic, resulting from ocean–continent conversion and collision orogenic activity. In the early and middle Permian, the south Kunlun was a multi–island ocean basin, the north Kunlun was an active margin rift and contained mainly shallow sea sediments and partly volcanic basin sediments, the middle part was a seashore–shallow sea, and the Kangxiwa–Muztagh–Animaqing belt contained deep–semi–deep sediments and formed a multi–island ocean basin paleogeographic framework in this period. In the middle and late Permian, convergence took place, ocean basin and active margin rift were closed, uplifting began, and basin–mountain conversion was completed. In the late Permian, the Kunlun orogenic belt entered into another basin–mountain conversion period, sea water came from southeast in the east part and from northwest in the west part, with the deposition of seashore–shallow sea fragmental rocks and carbonate rocks in local areas. Based on field work, analytical tests and integrated studies in association with the 1:250 000 regional geological data and other data available, the authors chose the Permian strata of late Palaeozoic as the study object and discussed the Permian lithofacies characteristics and tectono–paleogeography with the purpose of improving the research level of the Kunlun orogenic belt.

**Key words:** Kunlun orogenic belt; Permian; lithofacies characteristics; tectono–paleogeography; multi–island ocean basin; basin–mountain conversion; tectonic evolution

---

**About the first author:** CHEN Shou–jian, male, born in 1963, senior engineer, engages in regional geological survey and study; E–mail: xacshoujian@126.com.