

# 东准噶尔卡拉麦里地区构造变形及其演化特征

石青 胡宏利 李俊飞 李宾洋 王耀忠

中国地质调查局乌鲁木齐自然资源综合调查中心 830057

**摘要:** 东准噶尔地区褶皱、断裂构造均十分发育, 构造线总体方向为北西~南东向展布, 构成了一系列强应变构造带与其间弱变形区域强弱相间的格局。卡拉麦里地区可划分为卡拉麦里沟弧盆体系、装阿尔地块稳定陆缘和准噶尔地块准噶尔坳陷3个构造层, 主要构造变形发生在晚古生代, 该阶段构造变形强烈, 主要存在三期构造变形。

**关键词:** 构造变形; 构造演化特征; 卡拉麦里; 东准噶尔

## 引言:

东准噶尔地区褶皱、断裂构造均十分发育, 构造线总体方向为北西~南东向展布, 构成了由南到北的一系列变形较强的卡拉麦里、库布苏、阿尔曼泰、布尔根等强应变构造带与其间弱变形区域强弱相间的格局。褶皱、断裂构造几乎均分布于两条北西向高角度逆冲断层阿尔曼特断裂与卡拉麦里断裂之间, 包括与之平行延伸的一系列褶皱和逆冲断层。划分为卡拉麦里沟弧盆体系、装阿尔地块稳定陆缘和准噶尔地块准噶尔坳陷, 卡拉麦里地区主要构造变形主要发生在晚古生代。该阶段构造变形强烈, 主要存在三期构造变形。

## 一、构造层及其构造特征

工作区内构造层的划分依据区域性不整合, 平行不整合; 沉积建造及沉积岩相特征; 古生物群落及古地理环境; 变质程度等特征, 将区内划分为: 加里东构造层, 包括两个亚构造层; 华力西构造层, 包括九个亚构造层; 印支期构造层, 包括三个构造层; 燕山期构造层, 包括六个亚构造层(见表4-1)。由于卡拉麦里深大断裂的控制, 形成了南北不同的构造单元, 反映在构造层和沉积建造上也有显著的差异。

### 1. 卡拉麦里沟弧盆体系

位于卡拉麦里深大断裂北部, 由南至北为陆间残余海盆、弧前盆地、古火山岩弧和弧后盆地, 由华力西期构造层第一亚构造层至第六亚构造层和加里东期构造

层组成。

### 2. 准噶尔地块稳定陆缘

该区位于卡拉麦里深大断裂南侧, 由华力西期构造层第七、八、九构造层和印支期构造层第一亚构造层组成。构造古地理环境为无火山岩断陷盆地相中央带。

### 3. 准噶尔地块准噶尔坳陷

以下二叠统的高角度不整合界线与准噶尔地块稳定陆缘分界。主要为印支期构造层的两个亚构造层和燕山期构造层的六个亚构造层组成。

## 二、卡拉麦里构造带构造演化特征

### 1. 卡拉麦里构造带的组成

卡拉麦里构造带的位置与卡拉麦里蛇绿混杂岩带位置及范围相当, 其构造演化过程其实就是卡拉麦里蛇绿混杂岩带的形成、侵位及演化过程。

蛇绿岩带的物质组成包括本地岩块、外来岩块、基质。本地岩块以蛇绿岩为主, 包括超镁铁质岩(蛇纹石化)、超镁铁质-镁铁质堆晶杂岩及镁铁质岩等组成。超镁铁质岩石具有低 $\text{SiO}_2$ 、高 $\text{MgO}$ 、LREE富集的“V”字形和LREE略富集型稀土元素分布模式, 具有SSZ型的地幔橄榄岩特征。玄武岩、堆晶辉长岩以及辉长岩脉具有低 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ 含量, 且 $\text{K}_2\text{O}<\text{Na}_2\text{O}$ , 具相对高的 $\text{MgO}$ 和极低的 $\text{P}_2\text{O}_5$ 含量, 具低的Ti/V比值(10~20)、低的稀土元素丰度和LREE弱亏损型稀土元素配分模式, 也显示与洋内板块俯冲作用有关的SSZ型蛇绿岩地球化学特征。少量碱性玄武岩则具有洋岛玄武岩特征, 具有高 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ (2.50%~3.43%, 平均3.16%)、 $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ (7.36%~9.40%)、 $\text{P}_2\text{O}_5$ (0.509%~1.579%, 平均0.80%)和Ti/V(>50), 相对低 $\text{MgO}$ (1.84%~2.81%, 平均2.60%)的特征, 富集不相容元素, 并具高的稀土元素总量和轻稀土元素明显富集的稀土元素配分模式, 该区岩浆活动可能也受洋脊活动影响。外来岩块主要为变形程度较弱的中泥盆统地

**基金项目:** 中国地质调查局项目DD20230380资助。

**作者简介:** 石青(1986-), 男, 甘肃武威人, 高级技工, 从事战略性矿种调查工作, E-mail: 542947075@qq.com。

**\*通讯作者:** 胡宏利(1991-), 男, 新疆哈密人, 助理工程师, 从事矿产勘查和生态环境调查工作, E-mail: 245812144@qq.com。

表4-1 东准噶尔地区构造层划分简表

构造层	亚构造层	地层单元	构造单元及沉积建造			变质变形	矿产		
			准噶尔地块准噶尔坳陷	准噶尔地块卡拉麦里褶皱带	卡拉麦里沟弧盆体系				
喜山期构造层		第四系 (Q)	冲积、冲洪积物、湖沼积物、化学沉积物			未变质			
燕山期构造层	六	土谷鲁群 (K <sub>1</sub> T)	无火山岩断陷盆地相中央带			未变质			
	五	齐古组 (J <sub>3q</sub> )							
	四	石树沟群 (J <sub>2-3</sub> SH)							
	三	西山窑组 (J <sub>2x</sub> )							
	二	三工河组 (J <sub>1s</sub> )							
	一	八道湾组 (J <sub>1b</sub> )					煤矿		
印支期构造层	三	小泉沟群 (T <sub>2-3</sub> X)	无火山岩断陷盆地相陡坡带			未变质			
	二	仓房沟群 (T <sub>1-2</sub> CH)							
	一	将军庙组 (P <sub>3j</sub> )							
华力西期构造层	九	胜利沟组 (P <sub>1-2s</sub> )		卡拉岗组 (P <sub>2k</sub> )		未变质			
	八	六棵树组 (C <sub>2lk</sub> )							
华力西期构造层	七	弧形梁组 (C <sub>2h</sub> )	无火山岩断陷盆地相陡坡带			火山岛弧滨浅海环境沉积特征	区域低温低压变质作用、区域热流变质作用、脆性、韧性变形		
	六	巴塔玛依内山组 (C <sub>2b</sub> )							
	五	姜巴斯套组 (C <sub>2j</sub> )		那林卡拉组 (C <sub>1n</sub> )					
	四	黑山头组 (C <sub>1hs</sub> )		塔木岗组 (C <sub>1t</sub> )					金矿
	三	蕴都卡拉组 (D <sub>2y</sub> )		卡拉麦里组 (D <sub>1-3k</sub> )					金矿
	二	北塔山组 (D <sub>2b</sub> )							金矿
	一	托让格库都克组 (D <sub>1t</sub> )							
加里东期构造层	二	红柳沟群 (S <sub>3</sub> H)		被动陆缘-陆棚碎屑岩盆地		区域低温低压变质作用、区域热流变质作用、脆性、韧性变形			
	一	白山包组 (S <sub>2b</sub> )							

层, 该地层由灰绿色-灰黑色凝灰质粉砂岩、硅质粉砂岩、凝灰质砂岩、细粒砂岩及砂砾岩等组成, 岩石劈理化强烈, 具低绿片岩相变质特征。下石炭统姜巴斯套组地层, 是在蛇绿混杂岩就位后沉积的, 主要为一套灰绿色-浅灰色的凝灰质砂岩、凝灰质粉砂岩及土黄色-浅灰绿色的岩屑砂岩、砾岩等, 劈理倾向介于 $12^{\circ} \sim 46^{\circ}$ , 倾角较陡, 岩石普遍具绿泥石化、绿帘石化等蚀变特征。基质主体为中泥盆统地层, 在清水泉地区的碎屑锆石年龄出现三个年龄段, 分别为 $310 \sim 370\text{Ma}$ 、 $380 \sim 440\text{Ma}$ 和 $600 \sim 610\text{Ma}$  (田晓莉, 2013)。说明该区可能存在古老基底或基质 ( $>400\text{Ma}$ ), 其中最新年龄为 $310\text{Ma}$ , 其沉积于晚石炭世以后, 说明部分基质的时代不是中泥盆统, 而是更晚, 或者该中泥盆统地层中部分岩层不属于基质, 而是更新的上覆岩系。而该区的含粉砂沉凝灰岩的碎屑锆石年龄集中于 $421\text{Ma} \sim 473\text{Ma}$ 之间, 由此判断蛇绿岩混杂岩带的基质主体可能为早于志留系火山岩或相关火山碎屑岩。同时该区的上覆地层早石炭统沉积地层样品

中的碎屑锆石年龄在 $305\text{Ma} \sim 361\text{Ma}$ 之间, 说明该套沉积地层应属于晚石炭世末期, 上覆地层可能在晚石炭世末期后形成。

## 2. 卡拉麦里蛇绿岩的形成与侵位

### (1) 卡拉麦里蛇绿岩的形成时代

目前蛇绿岩块体岩石的年龄报道较多。1990年, 李锦轶等在碧玉岩中发现了不晚于早泥盆世的大量微体古生物化石, 包括放射虫、小软舌螺、小壳类化石等。卡拉麦里蛇绿岩中的硅质岩 (产于卡拉麦里带南明水段剖面) 所含放射虫, 时代属晚泥盆世, 相同样品经法国Lille大学放射虫专家M.Caridroit鉴定为晚泥盆世弗拉期到早石炭世杜内期, 对应时间为 $(345 \sim 385\text{Ma})$ 。同位素年龄跨度较大 (如表4-2), 分布在 $329 \sim 737\text{Ma}$ 之间, 其中原因之一可能由于测量方法的限制 (如K-Ar, Ar-Ar法), 另外可能是采取样品的限制, 以及反映继承锆石的年龄。根据最新报道的锆石U-Pb测年数据, 本文认为蛇绿岩可能主要形成于泥盆纪, 局部可能延续到早

石炭世。

表4-2 卡拉麦里蛇绿岩年代学研究成果表

岩石名称	位置	年龄	方法	资料来源
枕状玄武岩	平顶山	418.5 ± 5.4Ma	La-ICP-MS 锆石 U-Pb	李现冰, 2013
辉绿岩	大沙沟西	416.7 ± 3.2Ma	La-ICP-MS 锆石 U-Pb	黄岗等, 2012
辉长岩		737Ma	Ar/Ar	何国琦等, 2001
	平顶山	398.7 ± 3.8Ma	La-ICP-MS 锆石 U-Pb	李现冰等, 2013
	红柳沟	329.9 ± 1.6Ma	La-ICP-MS 锆石 U-Pb	汪帮耀等, 2009

(2) 卡拉麦里蛇绿岩的就位时限

蛇绿岩就位的启动时间可以由变质底板来限定，就位下限时间可以由后就位沉积物或穿插的岩浆岩来限定，其就位时限介于二者时代之间。

穿切蛇绿岩带的老鸦泉-黄羊山偏碱性花岗岩年龄，该岩基年龄范围为 277 ~ 316.8Ma。不整合于蛇绿岩之上的凝灰岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄 (黄岗, 2102) 为 343.0 ± 5.0Ma。因此凝灰岩的年龄 (343.0 ± 5.0Ma) 作为蛇绿岩就位下限时间更为合适。蛇绿岩就位的上限时间可以由李现冰 2013 年报道的斜长角闪岩 LA-ICP-MS 变质锆石 U-Pb 年龄 (388.5 ± 2.9Ma) 来限定，而蛇绿岩西段与中泥盆统地层混杂，因此卡拉麦里蛇绿岩就位的时限初步限定在 343.0 ± 5.0 Ma ~ 388.5 ± 2.9 Ma 之间是合适的。

3. 卡拉麦里构造带中构造变形阶段及特征

由于早古生代的造山作用影响较小，卡拉麦里地区主要构造变形主要发生在晚古生代。该阶段构造变形强烈，主要存在三期构造变形。早期为挤压韧性剪切变形，该期变形与中泥盆世至早石炭世的区域性挤压剪切有关，相当于卡拉麦里蛇绿岩的构造侵位阶段。构造类型有以透入性轴面劈理为主的面理、线理、一系列枢纽近东西向的紧闭同斜褶皱 (图版 4-1: a、b)，近直立的拉伸线理。中期变形为晚石炭世至早二叠世初的中浅部构造层的走滑脆-韧性剪切变形，这期变形以发育北西向和近东西向右行走滑的脆-韧性剪切带为特征，使早期的蛇绿岩等岩石多形成透镜状岩块 (图版 4-1: c、d)、富碱花岗岩中出现北东向剪节理 (图版 4-1: e)。晚期为早二叠世后的脆性变形作用，包括下二叠统地层中出现的逆冲断裂 (图版 4-1: f) 及其伴生的张性断裂、裂隙、膝折、共扼节理等构造变形。

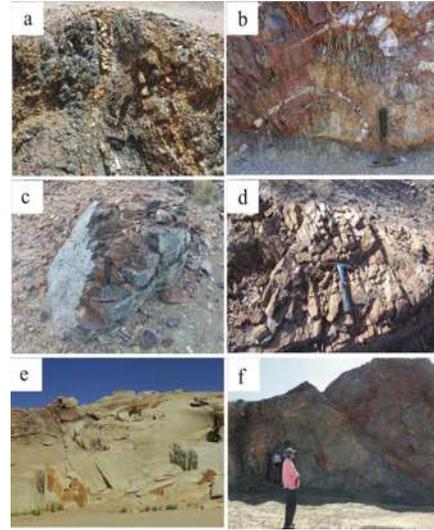


图4-1 卡拉麦里地区岩石矿物的构造变形特征

a-中泥盆统粉砂岩中劈理；b-凝灰质砂岩中充填的褶皱状石英脉；c-透镜状辉长岩岩块；d-透镜状灰岩岩块；e-钠铁闪石花岗岩中北东向剪节理；f-下二叠统将军庙组安山岩夹层中向北逆冲断层

三、结论

1. 东准噶尔地区褶皱、断裂构造均十分发育，构造线总体方向为北西~南东向展布，构成了由南到北的一系列变形较强的卡拉麦里、库布苏、阿尔曼泰、布尔根等强应变构造带与其间弱变形区域强弱相间的格局。

2. 卡拉麦里地区构造层可划分为卡拉麦里沟弧盆体系、装阿尔地块稳定陆缘和准噶尔地块准噶尔坳陷，卡拉麦里地区主要构造变形发生在晚古生代，该阶段构造变形强烈，主要存在三期构造变形。

参考文献：

[1]李现冰.新疆东准噶尔卡拉麦里蛇绿混杂岩组成、结构及演化研究[D].长安大学, 2013.  
 [2]黄岗, 牛广智, 王新录等.东准噶尔卡拉麦里蛇绿混杂岩中斜长角闪岩的发现与洋中脊构造环境的确认[J].中国地质, 2017, 44(02): 358-370.  
 [3]何国琦, 李茂松, 贾进斗等.论新疆东准噶尔蛇绿岩的时代及其意义[J].北京大学学报(自然科学版), 2001(06): 852-858.  
 [4]汪帮耀, 姜常义, 李永军等.新疆东准噶尔卡拉麦里蛇绿岩的地球化学特征及大地构造意义[J].矿物岩石, 2009, 29(03): 74-82.  
 [5]田晓莉.东准噶尔晚古生代碎屑岩的沉积时代与物源分析[D].合肥工业大学, 2013.