

① 343-347

中祁连地块东段元古宙基底湟源群沉积构造环境

郭进京¹, 张国伟¹, 陆松年², 赵凤清², 李怀坤³, 郑健康³

(1. 西北大学 地质学系, 陕西 西安 710069; 2. 中国地质科学院 天津地质矿产研究所, 天津 300170;

3. 青海省 区调综合地质大队, 青海 西宁 810000)

摘要:通过对中祁连地块东段元古宙基底湟源群原岩建造及其地球化学特征的研究,认为:湟源群主要由各种千枚岩、片岩、变粒岩、大理岩、石英岩和斜长角闪岩等组成的中浅变质的表壳岩组合;其原岩为一套由陆源碎屑岩、不纯碳酸盐岩、中基性火山岩等组成的火山岩-沉积岩组合;湟源群中变质沉积岩系中沉积韵律、沉积条带构造的广泛发育以及浊积层的存在等,指示了其原岩建造具有复理石或类复理石建造的特征;其中变质杂砂岩的地球化学特征类似于大陆岛弧或安底斯岛弧型杂砂岩的特征;湟源群变质中基性火山岩的地球化学特征类似于岛弧或活动大陆边缘的钙碱性火山岩的特征。经综合分析得出,湟源群沉积构造环境可能为陆缘弧后盆地且靠近大陆一侧。

关键词:中祁连地块;湟源群;沉积构造环境;活动大陆边缘;弧后盆地**中图分类号:** P554; P559 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-274 X (1999)04-0343-05

地处青藏高原北部的祁连造山带是世界著名的大陆复合型造山带之一^[1],也是我国板块构造研究的发源地之一^[2~5]。80年代以来,祁连山造山带,尤其是北祁连山带研究已相当深入,各种构造模式相继被提出^[6~12],但对祁连造山带中元古宙基底研究相对滞后,基底块体归属问题争议甚大,或扬子,或华北,或西域争论不休。因此,对祁连造山带中基底块体自身的物质组成、变形变质历史、形成的大地构造环境等的详细研究,不仅有助于正确认识祁连造山带基底的性质、演化过程及其与造山带两侧克拉通块体的时空亲缘关系,而且也能为探讨研究祁连造山带发育的构造背景、造山带性质(陆内或陆间)、类型以及造山过程提供重要信息。本文仅就中祁连地块东段元古宙基底湟源群沉积大地构造环境作一初步分析讨论。

1 区域地质背景

中祁连地块是夹持于北祁连加里东褶皱带和南祁连加里东褶皱带之间的一个元古宙中间地块,两侧为区域性大断裂所围限(图1)。关于中祁连东段

元古宙基底,一般认为是由古元古代湟源群、中元古代湟中群和花石山群组成^[13],但构造变形分析、变质作用研究和岩石组合特征分析表明:湟源群与湟中群具有相同的构造样式及变形变质历史和相同的沉积环境,两者应视为同一构造地层单位,统称湟源群(图1)^[14]。花石山群无论其岩石组合及沉积环境,还是构造样式和变形变质历史都与下伏湟源群有着完全不同的特征,两者之间存在显著的变形变质的不连续性和沉积环境的不相容性^[14]。结合新的化石资料^[15]分析,花石山群不应是元古宙基底的组成部分,而是震旦纪以来发育的早古生代北祁连有限洋盆超覆在中祁连地块之上的滨浅海碳酸盐台地沉积,属于盖层性质。

南祁连地块北缘日月一化隆一带出露的化隆群(尕让群)和中祁连北缘大通山一大板山东段及互助县干禅寺一带出露的大通山变质杂岩和马衔山群曾被归并于湟源群^[13]。初步观察研究表明:它们是一套经过强烈韧性再造的中深度变质的奥长花岗质、花岗闪长质片麻岩(原为深成岩体)与由斜长角闪岩、黑云变粒岩、石英岩、大理岩等组成的表壳岩团块构成的无层无序的结晶杂岩,与湟源群相比,无论

收稿日期:1998-06-16

基金项目:国土资源部攻关项目“中国北方元古宙沉积构造架及对大型、超大型矿床制约”(9502011)子课题

作者简介:郭进京(1962-),男,河南新安人,西北大学博士生,主要从事前寒武纪地质、构造地质研究。

岩石组合,还是变形变质特征都迥然不同,不宜作为一个地层单元处理。它们可能代表了中祁连地块中下部地壳太古代(?)—古元古代地质体的出露,是湟源群沉积的基底。

据新近获得 917 ± 12 Ma 响河花岗岩单颗粒锆石 U-Pb 年龄(岩体结晶年龄)和 910 ± 6.7 Ma 湟源群中变质火山岩中单颗粒锆石 U-Pbz 年龄(成岩年龄),结合岩体侵位发生在湟源群区域变质之后分析,湟源群时代上限应在 910 Ma,其下限目前还缺乏年代学数据予以限定,暂置于中元古代—新元古代早期。

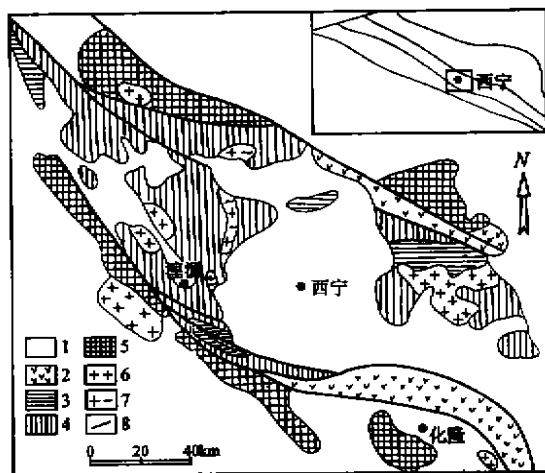


图 1 中祁连地块东段地质略图

Fig. 1 Simplified geological map of the eastern Mid-Qilian Massif

- 1 第四系 2 Pz₁ 火山岩 3 花石山群 4 湟源群(Pt₂₋₃)
5 Ar-Pt₁ 结晶杂岩 6 加里东期花岗岩 7 晋宁期花岗岩 8 断层

2 湟源群原岩建造恢复

湟源群是一套由各种千枚岩、片岩、变粒岩、大理岩、石英岩组成的中浅变质岩系,根据其变质程度差异和岩石组合特征,可以将其分为两个组合 6 个系列(见表 1)。在对每个岩石系列的地质产状、变余沉积构造、特征变质矿物和地球化学特征观察研究的基础上,对其进行了原岩类型恢复和沉积环境分析(见表 1,图 2)。

原岩建造恢复表明,湟源群原岩组合是由陆源碎屑岩、不纯碳酸盐岩、中基性火山岩组成的火山岩-沉积岩组合。沉积岩以富 Al₂O₃、含炭、含黄铁矿为特征。发育的沉积韵律、沉积条带构造以及浊积层的存在表明,其原岩建造具有复理石、类复理石的特征。

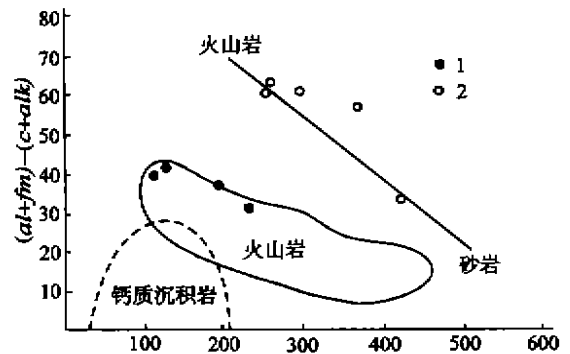


图 2 (al+fm)-(c+alk)-Si 图解^[14]

Fig. 2 (al+fm)-(c+alk) versus Si diagram

- 1 斜长角闪岩、绿泥钠长片麻岩 2 云母片岩、云母石英片岩

3 湟源群地球化学特征与构造环境判别

湟源群中云母片岩、云母石英片岩的原岩主要为粉砂质泥岩、泥质粉砂岩或杂砂岩,其地球化学特征为:富 Al₂O₃(最高达 18.65%),高 K₂O(平均为 3.6%),低 Na₂O(平均为 0.85%),K₂O/Na₂O > 1(平均为 3.4),低 TiO₂(平均为 0.64%),FeO + MgO 含量中等(平均为 6.21%)。这套变质泥砂质岩石主要元素含量及相关参数总体与大陆岛弧或活动大陆边缘杂砂岩相似^[14]。其稀土元素以高的稀土总量($\sum \text{REE} = 108.3 = 0.50 \sim 0.62$)、轻重稀土强烈分异(LREE/HREE = 7.78~10.28)、显著的 Eu 负异常(Eu/Eu* = 0.5~0.62)为特征,稀土图谱(图 3)类似于安第斯型绿杂砂岩的稀土图谱^[19]。虽然 7

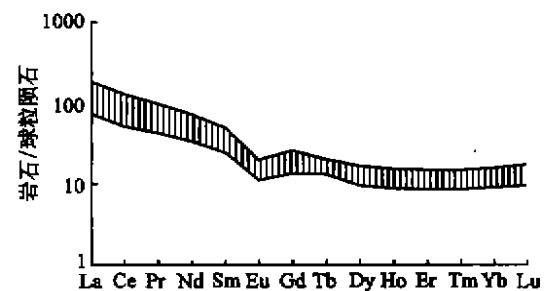


图 3 湟源群云母片岩或云母石英片岩稀土图谱
Fig. 3 REE patterns of Meta-greywackes from the Huangyuan Group

个样品的 $\sum \text{REE}$, LREE/HREE, Eu/Eu*, (La/Yb)_N ($8.10 \times 10^{-6} \sim 12.40 \times 10^{-6}$), La/Yb (12.66~18.71), La ($23.0 \times 10^{-6} \sim 58.74 \times 10^{-6}$), Ce ($42.33 \times 10^{-6} \sim 88.71 \times 10^{-6}$) 等稀土元素特征值变化较

大,但主要与安第斯陆缘(5个样品)和大陆岛弧杂砂岩(2个样品)相近。

在遼源群中,角闪变粒岩、黑云角闪变粒岩的原岩为中性火山岩,其特征为:高 K_2O (2.3%~3.0%),低 Na_2O (1.6%~1.8%), $K_2O/Na_2O > 1$ (1.28~1.88), FeO_2 为 5.70%~6.66%, $FeO_2/MgO > 1$ (1.54~1.86),与高钾钙碱性或钙碱性安山岩相似^[19,20]。稀土元素以高稀土总量($\sum REE =$

$152.96 \times 10^{-6} \sim 161.40 \times 10^{-6}$)、轻重稀土强烈分异($LREE/HREE = 7.01 \sim 8.62$)、显著的 Eu 负异常($Eu/Eu^* = 0.57 \sim 0.61$)为特征。稀土图谱(图 4)与高钾钙碱性安山岩相似^[20],只是 Eu 出现了显著的负异常,可能反映存在陆壳污染作用。一般认为这种高钾钙碱性安山岩产于下伏有巨厚岩石圈的大陆边缘岛弧系,如安第斯岛弧^[20]。

表 1 遼源群变质岩原岩恢复一览表

Tab. 1 Protolyte associations of the Huanyuan Group

变质岩石组合	变质岩石系列	变质岩石类型	原岩岩石类型	沉积环境	
缙云石英片岩 石英岩组合	石英岩系列	白色、浅红色中厚层、厚层中粒石英岩 550 m	纯净的、分选、磨圆都很好的石英砂岩	稳定的滨浅海沉积环境	
		缙云母片岩	粉砂岩	活动、深水还原沉积环境	
		缙云母石英片岩	泥质粉砂岩		
	灰色条带状细晶石英岩	粉砂质泥岩			
	灰黑色千枚岩、板岩	细粒石英岩			
	钙质板岩、千枚岩	泥质灰岩			
	含黄铁矿假晶石英岩	炭质页岩、泥岩			
	变质泥质灰岩 1 300 m				
	大理岩 变粒岩 片岩 组合	斜长角闪岩 变粒岩系列	斜长角闪岩或角闪片岩	基性火山岩	活动的陆缘弧后环境
			绿泥钠长片岩	中性火山岩	
角闪变粒岩			火山凝灰岩		
黑云角闪变粒岩 500 m					
黑色片岩系列		含炭、黄铁矿白云母石英片岩	含炭质粉砂岩、泥质粉砂岩、炭质页岩、泥岩	活动、深水、封闭、还原的沉积环境	
		含炭、黄铁矿二云母石英片岩			
		含黄铁矿炭质板岩			
含石墨大理岩透镜体 600 m					
钙硅酸盐岩 大理岩系列		大理岩系列	灰色条纹状石墨大理岩	碳酸盐岩—不纯碳酸盐岩	活动、深水沉积环境
			灰黑色细晶条带状透闪大理岩		
	橄榄透辉透闪金云母大理岩				
	透辉透闪变粒岩				
	黑色透闪石岩 300 m				
	云母片岩系列	黑云母片岩或石英片岩	粉砂质泥岩 泥质粉砂岩 杂砂岩 高铝岩系	活动的陆缘弧后沉积环境	
		二云母片岩或石英片岩			
		石榴黑云母片岩			
		石榴二云母片岩			
		石榴黑云变粒岩			
含兰晶二云母石英片岩					
含十字石榴榴云母石英片岩					
含砂线石兰晶石十字石白云母石英片岩 2 500 m					

湟源群中斜长角闪岩、绿泥钠长片岩的原岩为基性火山岩,其地球化学特征(见表 2)为:低 Al_2O_3 (12.3%),高 FeO (14.67%~13.62%),高 Na_2O (1.70%~1.78%),低 K_2O (0.4%~0.6%),低 K_2O/Na_2O (0.24~0.34),高 MgO (6.42%~7.44%),与钙碱性或低钾拉斑玄武岩地球化学特征相似。

在 $Zr/Y-Zr$ 判别图解(图 5)和 $Ni-FeO_t/MgO$ 判别图解(图 6)中,湟源群中的变质基性火山岩分别落入岛弧、岛弧或活动大陆边缘玄武岩区。湟源群中变质基性火山岩的稀土特征为: $\sum REE = 61.40 \times 10^{-6} \sim 78.75 \times 10^{-6}$, $LREE/HREE = 2.49 \sim 2.84$, $Eu/Eu^* = 0.82 \sim 0.86$, 稀土图谱(图 7)与典型的钙碱性玄武岩相同^[20]。

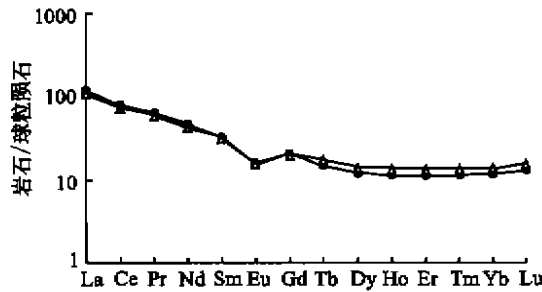


图 4 湟源群角闪变粒岩稀土图谱
Fig. 4 REE patterns of meta-andesite from the Huangyuan Group

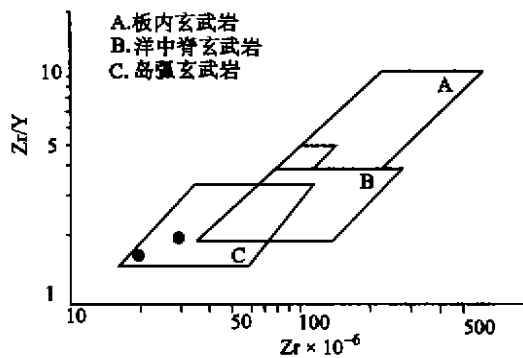


图 5 $Zr/Y-Zr$ 玄武岩构造环境判别图解^[16]
Fig. 5 $Zr/Y-Zr$ tectonic discriminant diagram for basalts

由于中祁连地块是夹持于祁连造山带中的一个小型中间地块,其来龙去脉尚不清楚。本文仅是从岩石建造及其地球化学特征分析入手,对中祁连地块东段出露的基底湟源群进行了初步研究,提出了湟源群可能是弧后盆地堆积的认识。这一认识的延伸,必然会遇到诸如当时的火山弧在什么地方? 弧前盆地和俯冲带在什么地方? 当时的陆在什么地方? 等

等重大问题。由于造山带中的基底多为残存基底,记录保存不完整,并且这些基底块可能经历了复杂的空间位移和变形变质的改造,如何去寻找那些丢失的基底构造演化的地质记录,恢复重建元古代基底构造格局,是造山带基底研究中面临的一个挑战性问题。显然,这已超出本文论及的范围。从这一角度看本文的初步认识倒显得次要,重要的是提出了造山带基底研究的时空观问题。欢迎同行批评指正,切磋探讨。

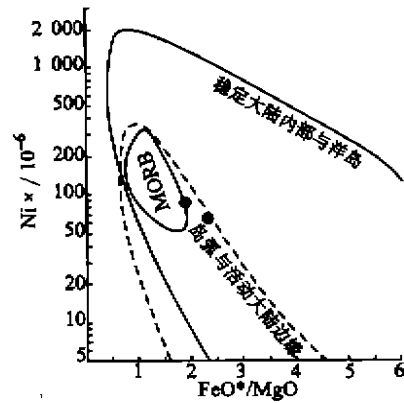


图 6 $Ni-FeO_t/MgO$ 玄武岩构造环境判别图解^[16]
Fig. 6 $Ni-FeO_t/MgO$ tectonic discriminant diagram for basalts

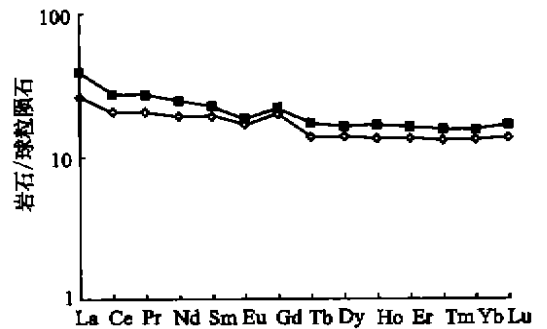


图 7 湟源群变质基性火山岩稀土图谱
Fig. 7 REE patterns of meta-basalts from the Huangyuan Group

4 结 论

通过对中祁连东段元古宙基底湟源群原岩建造及其地球化学特征研究,取得以下初步认识。

(1) 湟源群原岩组合为由陆源碎屑岩、不纯碳酸盐岩、中基性火山岩组成的火山岩-沉积岩组合。发育的沉积韵律、沉积条带构造以及浊积层的存在,指示了湟源群原岩建造具有复理石、类复理石建造的

特征。

(2)湟源群中变质杂砂岩具有大陆岛弧或安第斯陆缘杂砂岩的地球化学特征,变质火山岩具有岛弧或活动陆缘的钙碱性火山岩的地球化学特征,因

此就湟源群总体而言,其沉积大地构造背景应为活动大陆边缘。结合湟源群中陆碎屑沉积占主体,火山岩所占比例较小,推断湟源群可能为陆缘弧后盆地且在靠近大陆一侧沉积。

参考文献:

- [1] 冯益民,何世平. 祁连山大地构造与造山作用[M]. 北京:地质出版社,1996.
- [2] 李春昱. 用板块构造学说对中国部分地区构造发展的初步分析[J]. 地球物理学报,1976,18(1):52-76.
- [3] 李春昱. 中国板块构造的轮廓[J]. 中国地质科学院院报,1980,2(1):11-22.
- [4] 王 荃,刘雪业. 我国西部祁连山区的古海洋地壳及其大地构造意义[J]. 地质科学,1976(1):42-55.
- [5] 肖序常,陈国明,朱志直. 祁连山古蛇绿岩的地质构造意义[J]. 地质学报,1978,54(4):287-295.
- [6] 左国朝,刘寄栋. 北祁连早古生代大地构造演化[J]. 地质科学,1987,(1):14-24.
- [7] 左国朝,吴汉泉. 北祁连中段早古生代双向俯冲-碰撞造山模式剖析[J]. 地球科学进展,1997,12(4):315-323.
- [8] 许志琴,徐惠芬,张建新,等. 北祁连走廊南山加里东俯冲杂岩增生地体及其动力学[J]. 地质学报,1994,68(1):1-15.
- [9] 夏林圻,夏祖春,徐学义. 北祁连山海相火山岩岩石成因[M]. 北京:地质出版社,1996.
- [10] 陈炳蔚,姚培毅,郭宪璞,等. 青藏高原北部地体构造与演化[M]. 北京:地质出版社,1996.
- [11] 宋述光. 北祁连俯冲杂岩带的构造演化[J]. 地球科学进展,1997,12(4):351-365.
- [12] 张 旗,孙晓猛,周德进,等. 北祁连蛇绿岩特征、形成环境及其构造意义[J]. 地球科学进展,1997,12(4):366-393.
- [13] 王云山,陈基娘. 青海省及毗邻地区变质地带及变质作用[M]. 北京:地质出版社,1987.
- [14] 郭进京. 祁连造山带中祁连东段元古宙基底构造演化[M]:[博士论文]. 西安:西北大学地质学系,1998.
- [15] 董必谦. 中祁连东段南缘克素尔组海绵类化石的发现与时代讨论[J]. 青海地质,1993,2(1):31-34
- [16] 王仁民,贺高品,陈珍珍,等. 变质岩原岩图解判别法[M]. 北京:地质出版社,1987.
- [17] Bhatia M R. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones[J]. Jour. Geol., 1983,91:611-627.
- [18] Bhatia M R. Rare earth element geochemistry of Australia Paleozoic graywakes and mudrocks, provenance and tectonic control[J]. Sed. Geol., 1985,45:97-113.
- [19] Condie K C. Archaean Greenstone Belts[M]. Amsterdam:Elsevier,1981.
- [20] Condie K C. Plate Tectonics and Crustal Evolution. 3rd edition [M]. New York:Pergmon Press,1989.

(编辑 张银玲)

Analysis for sedimentary-tectonic setting of the Huangyuan Group in the eastern Mid-Qilian Massif, Qilian Orogenic Belt

GUO Jin-jing¹, ZHANG Guo-wei¹, LU Song-nian², ZHAO Feng-qing²,
LI Huai-kun², ZHENG Jian-kang³

(1. Department of Geology, Northwest University, Xian 710069, China; 2. Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, CAGS, Tianjin 300170, China; 3. Qinghai Regional Survey and Comprehensive Geological Team, Xining 810000, China)

Abstract: The Huangyuan Group exposed in the eastern Mid-Qilian massif is a lowermiddle metamorphosed supracrustal assemblages which are mainly composed of various phyllites, schists, granulites, plagioclase-amphibolites, marbles and quartzites. Its protolith rock assemblages is a suite of volcanic-sedimentary rocks which are made up of terrigenous clastic rocks, impure carbonate rocks and basic-intermediate volcanic rocks. The meta-sedimentary rocks of the Huangyuan Group are characterized by well-developed sedimentary rhythms, banded structures and turbidite, which indicate that these sedimentary rocks possess characteristics of the flysch or flyshoid suite. The geochemical features of the meta-graywacke in the sedimentary rocks are similar with that of the graywacke suite occurred in the continental island arc or Andes arc. The geochemical characteristics of the volcanic rocks in the Huangyuan Group are similar with that of island arc or active continental margin calc-alkaline volcanic rocks. Based on above it is suggest that the Huangyuan Group probably formed in the continental margin backarc basin, adjacent to continent.

Key words: eastern Mid-Qilian Massif; Huangyuan Group; sedimentary-tectonic setting; active continental margin; backarc basin