那拉提构造带震旦纪蛇绿岩的发现及其地球化学特征

孙晓玲 关维娜 唐高彤
（新疆地矿局信息中心 乌鲁木齐 830000）

摘 要 新疆西天山地区以独特的结构特征和关键的大地构造部位，历来成为中外地质学家所关注、研究的重要地区，而那拉提构造带震旦纪蛇绿岩的发现在该区占有举足轻重的地位。笔者在前人的研究基础上，通过实地踏勘、采样及化学分析，对该区蛇绿岩岩石学特征、岩石化学特征、地球化学特征进行了进一步的分析，对其形成环境、构造单元划分和发展演化的动力学机制进行了讨论，其中的许多认识和看法将对该区的进一步研究产生推动作用。

关键词 那拉提 构造带 震旦纪 蛇绿岩 地球化学

那拉提构造带存在着元古代和志留纪的蛇绿岩，已得到地学界的共识，其中科考队、新疆地质研究所王宝瑜等及本次工作测试的年龄分别为729 Ma、1 570 Ma、1 074 Ma，都反映出元古代时期的蛇绿岩及蓝闪片岩配套的岩石组合；另外，国家三〇五专题组汤耀庆等在原穹库什太组的石榴白云蓝闪片岩中多硅白云母单矿物Ar-Ar法平均年龄值为415±2 Ma；中国科学院郝杰在辉长岩中全岩U－Pb年龄值为376 Ma；肖序常在蓝闪片岩中蓝闪石Ar－Ar法测得年龄平均为350 Ma，而且该蓝闪片岩向东延伸于含志留纪化石地层中（却晌幅）。

根据以上同位素年龄值，结合区域构造演化特征，可以看出那拉提构造带至少存在三个时期的蛇绿岩，具有多旋回开合的特征。震旦纪、志留纪的洋盆均是在元古代洋盆闭合后的基础上重新拉开形成的；调查区震旦纪蛇绿岩的发现，为塔里木泛大陆的裂解及当时洋盆的连接起到了重要的作用。

1 岩石学特征

震旦纪蛇绿混杂岩由残余洋壳、花岗质侵入岩体等构造块体组成。总体沿也可克阿斥构造带呈北东东向分布，与区域构造展布方向一致。岩性为蛇纹岩、变质辉石岩、含长辉石岩、辉长岩、斜长岩、变质玄武岩、硅质岩、变粒岩、绿片岩、变凝灰质砂岩、花岗质糜棱片麻岩、花岗质糜棱岩等组成。

本区蛇绿岩是一个经历构造变形、变质叠加改造的构造混杂地质体，由于其原始组成差异及其后巨大的构造拼合、消减、改造作用等原因，使其表现为具不同变形变质特征与物质组成的孤立构造残片，呈条带状、透镜状、不规则卵形状、似墙状构造岩块、岩楔或岩片夹持于长城系陆缘楔状体变质基体中。蛇绿岩残片规模数平方米至数十平方千米，边界与围岩均呈断裂构造接触，向南推覆于长城系之上，见图1。

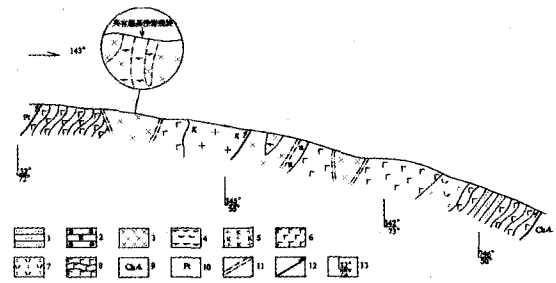


图1 蛇绿混杂岩实测剖面图（据XX号剖面）

1.砂岩；2.硅质岩；3.辉长岩；4.辉石岩；5.钾长花岗岩；6.玄武岩；7.凝灰岩；8.片理化玄武岩；9.长城系阿克苏岩群；10.元古界表壳岩及片麻岩系；11.糜棱岩带；12.逆冲断层；13.产状.

其中：变质玄武岩、变粒岩、绿片岩、变凝灰质砂岩等变质火山岩类分布较广。岩体具分层分带现象，大部分岩石变形较强，变质（蚀变）程度较高，呈变质基-中基性火山岩组合共生出露，具有大洋拉斑玄武岩特征。

变质辉石岩、含长辉石岩、辉长岩、斜长岩、角闪岩、含长辉石角闪岩、直闪岩等镁铁质—超美铁质岩，主要出露于达鲁巴依达坂一带，相伴产出，以具有似层状堆晶构造而具堆晶岩性质。大部分岩石变形相对较弱，变质程度不均匀，辉石变质为角闪石、直闪石、透辉石，角闪石呈黑云母化，长石呈绢云母化、绿帘石化较普遍；蛇纹岩仅见于达鲁巴依达坂，呈构造岩块夹持于堆晶岩或变质玄武岩中，为辉石橄榄岩蛇纹石化形成，具有地幔橄榄岩性质；硅质岩仅见于达鲁巴依达坂，与中基性变质火山岩相伴出露。

2 岩石化学特征

本次工作在蛇绿混杂岩中采集到2个岩石化学分析样品，其中玄武岩1个，辉长岩1个，其分析成果见表1。

表2 蛇绿混杂岩岩石化学成份表($\times10^{-2}$)

序号	岩性	SiO_2	FeO	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	TiO_2	Na_2O	K_2O	MnO	烧失量
1	玄武岩	55.88	4.45	3.6	16.11	8.22	4.15	0.32	0.9	3.28	0.68	0.17	1.29
2	辉长岩	52.21	7.25	3.34	8.28	10.29	13.6	0.2	0.82	0.97	0.09	0.33	0.34

(1) 玄武岩。蛇绿混杂岩中的变质火山岩以基性熔岩为主,中酸性岩类较少。根据国际地科联(IVGS)1989年推荐的TAS图划分火山岩类型,见图2。表明蛇绿岩建造中的火山岩为玄武安山岩类,由于多数岩石中含有少量石英脉体,分析结果及岩石投点呈现一定的误差,特别是1号样品误差极大。火山岩的组合指数δ为1.1,小于4,岩石类型属于钙碱性岩系太平洋型。

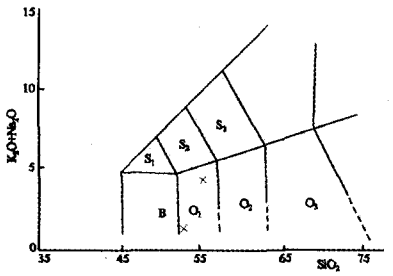


图2 TAS图(LeBas等,1986;IUGS,1989)

S_1.粗面玄武岩; S_2.玄武质粗面安山岩;S_3.粗面安山岩;B.玄武岩;O_1.玄武安山岩;O_2.安山岩;O_3.英安岩;X.样品投影点.

利用A-F.-.M图解,见图3。将蛇绿岩建造中的火山岩划分为钙碱性系列火山岩;在(FeO)-MgO-Al_2O_3图解中,见图4。

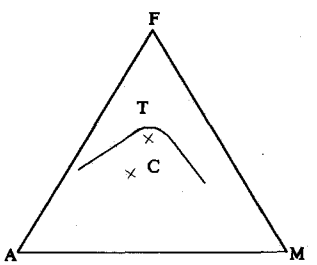


图3 A—F—M图

(T.N.Lrvine 1971)

T.拉斑玄武岩系列;C.钙碱性系列.

两个样品均投影在3区,为闭合边缘火山岩,而

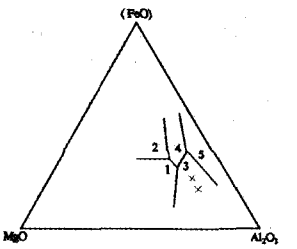


图4 (FeO)-MgO-Al_2O_3图

(T.H.Pearce, 1977)

1.洋中脊;2.大洋岛屿;3.闭合边缘;4.大陆板块内部;5.扩张中心岛屿.

闭合边缘的火山岩主要为活动陆缘及岛弧火山岩。本区变质火山岩中SiO_2=55.88×10^{-2},(FeO)/MgO<2,显然属岛弧火山岩范畴。根据Al_2O_3-(K_2O+Na_2O)图解,见图5。投影到大洋—侧—岛弧拉斑玄武岩系列。

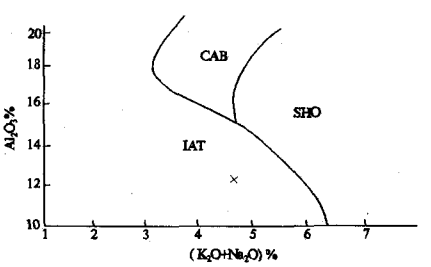


图5 Al_2O-(K_2O+Na_2O)图解(久野1966)

LAT.大洋一侧-岛弧拉斑玄武系列;CAB.岛弧中心-钙碱性系列;SHO:大陆一侧-钾玄武岩系列.

(2) 辉长岩。蛇绿岩建造中的辉长岩SiO_2含量为52.21%,属基性岩类,MgO/(MgO+FeO)=0.65,里特曼指数δ=0.12,Na_2O/K_2O>1属太平洋型强钙性系列。

3 地球化学特征

在本区蛇绿混杂岩中采集到的2个稀土元素样品与岩石化学样品的编号和采集位置一致,其分析成果表2。

表2 蛇绿混杂岩稀土元素丰度值(10^{-6})

序号	岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	En	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
1	玄武岩	23.3	41.7	5.51	25.5	4.63	1.24	4.03	0.73	4.62	0.86	2.43	0.33	2	0.25	
2	辉长岩	18.6	44.3	6.74	29.8	5.57	1.42	4.73	0.85	5.2	1.01	2.81	0.45	2.51	0.32	19.6

(1) 玄武岩。本区蛇绿岩建造中的火山岩稀土元素总量为117.13×10^{-6},其中轻稀土含量为101.88×10^{-6},重稀土含量为15.25×10^{-6},轻重稀土比值L/H=6.6~8.8;La/Yb=11.65;反映轻稀土富集,重稀土亏损。La/Sm=5.05~6.05,表明为轻稀土元素分馏程度较高,富集较明显。

玄武岩稀土元素分布模式为右倾,属于轻稀土富集型。稀土元素标准化分布模式与洋岛碱性玄武岩

的稀土分布模式近于一致,表明本区蛇绿混杂岩中的火山岩产出时的构造背景可能为大洋岛屿。

(2) 辉长岩。辉长岩稀土元素分布模式为右倾斜,稀土总量REE=143.91,接近中基性岩;δEu=0.93,显示弱负铕异常。其稀土元素标准化分布模式,见图7。与玄武岩的稀土分布模式几乎一致,表明辉长岩的母岩亦源于玄武质岩浆,属于同一岩浆房的产物。

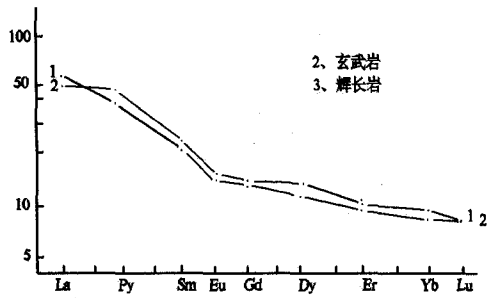


图6 稀土元素分配模式图

4 形成环境的讨论

蛇绿混杂岩的形成环境及就位机制:本区蛇绿岩建造中的火山岩岩石化学成分在lgτ－lgδ图解中投影,见图7。投入B区为消减带岛弧活动构造区。利用花岗岩不同构造环境图解,见图8。将辉长岩地球化学成分投入VAG区,为火山弧花岗岩。结合建造中各种岩石组成的岩性、岩相及稀土元素特征,表明本区达鲁巴依蛇绿混杂岩形成于大洋岛屿环境。

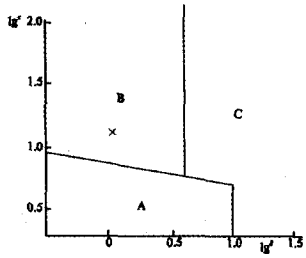


图7 lgτ-lgδ图(A.rittmann,1970)

A.板内稳定构造区火山岩;B.消减带(岛弧)活动构造区火山岩;C.A、B区演化的碱性火山岩.

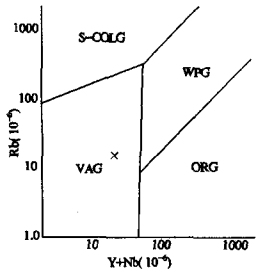


图8 花岗岩不同构造环境判别图(Pearce等,1984)

VAG:火山弧花岗岩;WPG:板内花岗岩;ORG:洋中脊花岗岩地;S.COLG同碰撞花岗岩

蛇绿混杂岩中的镁铁质堆晶岩序列,规模较小,呈零星出露,并且堆晶序列中不含橄榄石,而局部辉长岩中不均匀挟持有辉石岩含长辉石岩包体或块体,说明此序列岩石形成于一个较小的岩浆房。因此,从堆晶岩序列中的岩性特征及产出状态、规模大小,可以反映出底辟式就位机制的特点。但蛇绿岩与蓝片岩伴生,说明其就位与B型俯冲有关。因此,达鲁巴依蛇绿混杂岩的侵入方式是介于底辟式与环太平洋型之间的过渡类型。

花岗质糜棱片麻岩、花岗质糜棱岩见排吾力克达坂一带,多呈卵形状构造块体夹持于构造片岩系中,具同碰撞期花岗岩特征。

综合上述,各类不同成分、不同变质特征、不同时代、大小不等、形态各异的构造岩块、岩楔或岩片夹持于长城系陆缘楔状体变质基体中,并被多期构造剪切、变形、旋转平行化于区域构造线方向上混杂而成,具有一定的分布规律。在达鲁巴依达坂构造岩楔中,变质中基性火山岩、堆晶岩、蛇纹岩、硅质岩共生产出。各岩类间多以韧性剪切带、构造片理或断裂构造接触,总体呈一构造岩楔夹持于也可阿斥推覆构造带中,构成构造—蛇绿混杂岩体。混杂岩的成份、组构特征,部分反映了蛇绿混杂岩带原始物质组成的信息。而各类岩石的这种有机组合本身反映了具缝合带性质的蛇绿构造混杂岩。

5 那拉提构造带构造的研究意义

(1) 那拉提构造带地史上经历了多期次复杂的离合演变过程,深入研究之利于深入查明了解地壳演化史,特别对于地学前沿课题如前寒武纪地壳演化、南天山洋盆演化史、Rodinia、柯柏式造山等研究具有重大意义。

(2) 塔里木板块与哈萨克斯坦板块界线位置一直是众多学者研究争议的课题,近年来已有越来越多的学者把那拉提构造带作为晚古生代板块缝合带。本次调查中对新发现的蛇绿岩、蓝片岩等构造混杂岩带的研究,作为一管之见,确立那拉提构造带是具有板块缝合带意义的构造带。

(3) 那拉提构造带北侧是否有更老地质体有待进一步调查和研究。

6 结　论

通过此次工作,对那拉提造山带核杂岩取得了以下认识:

(1) 那拉提造山带核部杂岩主要由变质表壳岩变

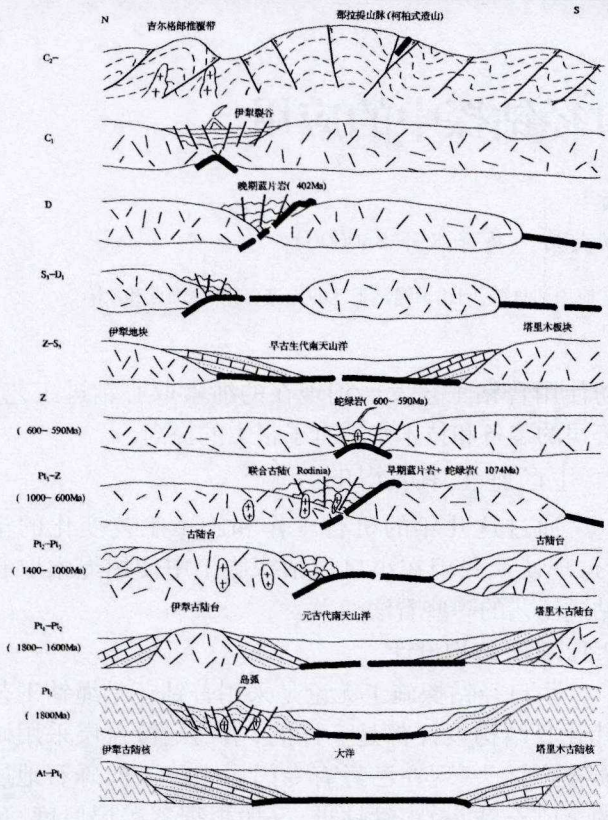


图9 那拉提构造带构造演化模式示意图

质片麻岩组成，变质壳岩原岩属沉积碎屑岩、泥质岩、碳酸盐岩、硅质岩、中-基性火山熔岩组成的海相火山－沉积岩系，片麻岩主要为一套英云闪长岩，奥长花岗岩，花岗闪长岩系组合，属钠质系列，早期属“I”型花岗岩，晚期属“S”型花岗岩，形成于消减带活动板块边缘岛弧环境。

(2) 那拉提核部杂岩经历了多期变质变形作用，早期变形以深构造层次下塑性变形为主，主要以形成固态流变褶皱、多级韧性剪切带、再造糜棱片麻理为特征，变质达角闪岩相。晚期以浅表层次的脆性、脆韧性变形为主，多形成脆性、脆韧性断层，同时伴随产生绿片岩相退变质。

(3) 也可阿乐拼合构造带分割了塔里木板块北部陆缘和伊犁板块两大构造单元。其构造物质组成以那拉提南缘深大断裂构造、哈拉木斯吐边界断裂构造以及夹持其间的多级韧性剪切构造带为骨架，由长城系阿克苏岩群陆缘楔状体为剪切基体，包容大量中浅变质海盆沉积岩块和众多的超镁铁质残余洋壳、蛇绿混杂岩构造岩块组成。发育多期变形变质作用，变形变质程度属中深构造层次变形，高压中温高绿片岩相变质。

(4) 也可阿乐拼合构造带是具板块缝合带性质的一巨型边界断裂构造带，表现于俯冲型构造－蛇绿混杂岩性质，其主运动方向为北部由那拉提变质核部杂岩由北向南仰冲，而塔里木板块北缘构造系统则由南向北俯冲，晚期顺构造带发生大规模侧向左行走滑－斜推运动。巨大的构造拼合作用，导致那拉提变质核部杂岩隆升，而塔里木北缘及伊犁板块陆缘形成多级岩片叠置构造系统，铸就了规模巨大的柯柏式那拉提造山带。

参考文献

[1] 王宝瑜，新疆西天山地层研究进展及研究方向[J].新疆地质,2000.9.

[2] 汤耀庆，许志琴.东秦岭商南赵川蓝片岩及其构造意义[J]. 西北地质科学,1986.1.11.

[3] 郝杰，王二七，等.阿尔金山脉中金雁山早古生代碰撞造山带:弧岩浆岩的确定与岩体锆石U-Pb和蛇绿混杂岩40Ar/39Ar年代学研究的证据[J].岩石学报,2006.2.22.

[4] 肖序常，汤耀庆，王军，等.中国南天山造山带蓝片岩及其构造意义[J].地球学报, 1994.11.25.

收稿:2014-04-01

(上接71页)

(1) 在克拉克尔铜镍矿区，即卡里阔地区，变质基性—超基性侵入岩呈脉状或透镜状侵入围岩志留系，在其接触带上可见褐铁矿化、绿泥石化、孔雀石化、阳起石化、透闪石化、蛇纹石化等蚀变特征；岩石中普遍含有磁铁矿，磁铁矿多呈稀疏浸染状分布于长英质矿物或角闪石之间；局部见有黄铜矿、闪锌矿、磁黄铁矿。根据岩浆岩矿床的成矿专属性可以判断克拉克尔铜镍矿区为深部熔离-贯入型矿区。

卡里阔地区变质基性-超基性岩体为该地区铜镍硫化物矿床的母岩，在成矿过程中，为铜镍硫化物的形成提供了物质基础。

(2) 在克拉克尔地区花岗岩与花岗闪长岩，特别在该地区错综分布的石英脉上发育孔雀石化。孔雀石多呈浸染状、薄膜状分布于岩石及其裂隙面上，偶见呈粉末状产出。推测此类孔雀石化是后期岩浆岩侵入过程中和基性-超基性岩体或矿体进行物质交换，并氧化其中黄铜矿的结果。所以，该地区的花岗岩或花岗闪长岩等后期侵入体对矿体具有一定的指示意义，同时，后期侵入体在形成过程中对矿体可能起到一定的破坏作用。

收稿:2014-03-20