

柴达木盆地北缘滩间山群的构造属性及形成时代

王惠初^{1,2}, 陆松年², 袁桂邦², 辛后田², 张宝华³, 王青海³, 田 琪³

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 中国地质调查局天津地质矿产研究所, 天津 300170;

3. 青海省地质调查院, 青海 西宁 810012)

摘要 滩间山群在柴达木盆地北缘构造带广泛发育, 以浅变质的中基性火山岩为主, 可见少量细碎屑岩和碳酸盐岩。该群的成岩背景过去多认为是陆内裂陷槽环境, 时代归属晚奥陶世至志留纪。新近绿梁山地区的区调填图研究表明, 滩间山群的岩石组合具岛弧背景的建造特点, 地球化学特征也显示了火山弧的构造属性, 区域地质特征及同位素年龄表明滩间山群很可能是寒武纪—奥陶纪的产物, 与超基性—基性岩体一起构成一套早古生代蛇绿岩组合。

关键词 柴北缘; 滩间山群; 构造背景; 形成时代

中图分类号: P534.4; P588.14⁺5 文献标识码: A 文章编号: 1671-2552(2003)07-0487-07

柴达木盆地北缘(以下简称柴北缘)的“滩间山群”是1980年由青海地层编写小组创名的, 当时仅代表滩间山一带的一套浅变质火山岩、碎屑岩夹生物碎屑灰岩地层。《青海省区域地质志》^[1]将滩间山群涵义进一步扩大, 包含了前人建立的赛什腾山群、阿斯扎群、锡铁山群中的浅变质火山岩系及沙柳河群上亚群。《青海省岩石地层》^[2]沿引了这一概念, 时代归属为晚奥陶世—志留纪。

柴北缘的滩间山群主要分布于赛什腾山、绿梁山、锡铁山(图1)及沙柳河一带, 为一套以浅变质中基性火山岩和碎屑岩为主, 夹生物碎屑灰岩的建造, 岩石多呈灰绿色, 地貌颜色特征明显。滩间山群与下伏达肯大坂岩群均为断层接触, 其上被晚泥盆世牦牛山组或阿木尼克组不整合覆盖。

滩间山群呈北西西向的不规则带状展布, 挟持于原古元古代达肯大坂岩群之中, 因而多被认为是古老陆壳基底上发育起来的一套裂陷槽建造^[3,4]。赖绍聪等^[5,6]曾依据滩间山群火山岩具洋岛火山岩性质, 推测柴北缘存在一早古生代蛇绿构造混杂岩

带, 但仍缺少足够的地质证据支持。孙延贵等^[7]也认为在柴达木盆地东段托莫尔日特一带的滩间山岩群及其伴生的侵入体具有似蛇绿岩岩石组合特征。

近2年的区调填图及研究工作表明, 滩间山群两侧的达肯大坂岩群有较大差异, 滩间山群的成岩背景和形成时代值得进一步探讨。新的同位素年代学证据及野外地质关系表明滩间山群的成岩时代至少可以延伸到寒武纪。

1 滩间山群的岩石组合

滩间山群的建群剖面位于柴北缘构造带北西端的滩间山附近, 剖面上的滩间山群被划分为5个组^①: ①下部碎屑岩组, 夹灰岩; ②下部火山岩组; ③中部片状砾岩组; ④上部火山岩组; ⑤上部碎屑岩组。各组之间为整合接触。由于在下部碎屑岩组的灰岩夹层中采到了奥陶纪化石^②, 因而将其形成时代划为奥陶—志留纪。

2001年作者等在绿梁山地区进行1:5万填图期间, 为更好地把握滩间山群的地质特点, 对滩间山群

收稿日期: 2003-01-29; 修订日期: 2003-04-22

地调项目: 中国地质调查局基础调查项目(200013000153)和综合研究项目(2001139000070)联合资助。

作者简介: 王惠初(1963-), 男, 博士在读, 研究员, 从事区域地质及前寒武纪地质研究。

① 青海省地质局第一区调队. 1:20万马海幅区域地质调查报告. 1982.

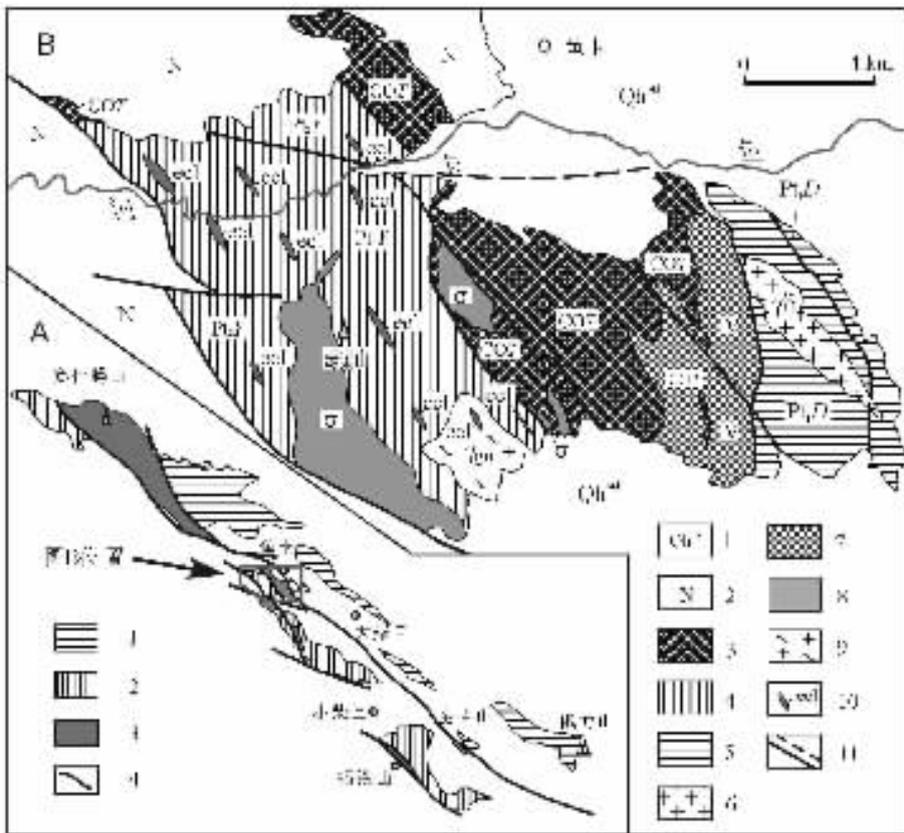


图1 研究区地质简图

Fig. 1 Geological sketch map of the study area

- A—柴北缘中西段构造轮廓 :1—欧龙布鲁克陆块 达肯大坂岩群及与其共生的花岗片麻岩(Pt_1) ;
 2—鱼卡河—沙柳河岩片 鱼卡河岩群及与其共生的花岗片麻岩(Pt_{2-3}) ;3—滩间山岩片 :
 滩间山群及与其共生的基性—超基性岩 ;4—大型断裂构造
- B—鱼卡河地区地质图 :1—第四系 2—新近系 3—滩间山群 ;4—鱼卡河岩群 5—达肯大坂岩群 ;
 6—花岗闪长岩(C_1) ;7—辉长岩 8—超基性岩 9—花岗片麻岩 ;10—榴辉岩透镜体 ;11—实测和推测断裂

的建群剖面进行了路线观察,发现原先的某些观点值得重新认识。①组与组之间的整合关系不可靠。野外观察显示,组与组之间岩性组合差异明显。分界线附近产状基本一致,但韧性剪切变形明显,岩性为糜棱岩或片理化岩石,因而组与组之间多为构造接触关系。②片状砾岩组是一套明显的变形砾岩。岩石中的砾石成分主要有2种,一部分是石英质岩石,另一部分是与基质同成分的砂岩砾石;砾石被强烈压扁呈饼状,基质也已强烈片理化,出现了白云母(绢云母)等新生矿物,线理不发育,表明韧性变形以压扁应变为主。该组有可能是泥盆系牦牛山组的组成部分,因后期构造变形被挤压到一起。而锡铁山地区的砾岩组一直就有较大争议,现在多认

为是晚泥盆世牦牛山组或阿木尼克组的砾岩。由此推测滩间山群有可能主要由变基性—中性火山岩和变碎屑岩(含大理岩)部分组成。前人在滩间山剖面上采集到的中、晚奥陶世的化石,如果其地层属性可靠,也不应该作为滩间山群的下限,而应该看成是滩间山群的上部层位。

本次工作在绿梁山地区实测了3条滩间山群剖面,分别控制了3套岩性:①变余斑状辉石玄武岩夹绿泥片岩组合,②变玄武安山岩夹少量绿泥片岩组合,③变质类复理石组合(细碎屑岩、硅质岩夹少量大理岩组合)。3条剖面均未见顶底,这3套岩性也可以归纳为2套:变基性—中性火山岩组合和变质碎屑岩组合。

变中基性火山岩组合的主要岩石类型为 :变余斑状辉石玄武岩(辉石均已角闪石化或阳起石化)、变玄武安山岩(含斜长石斑晶)、绿帘阳起(角闪)片岩、绢云绿泥片岩和绢云绿泥石英片岩等。

变质碎屑岩组合的岩石类型为 :含石榴白云母石英片岩、绿泥绢云石英片岩、绿泥阳起石英钠长片岩、变质含锰硅质岩、大理岩等。变质程度达绿片岩相—绿帘角闪岩相。

2 滩间山群形成构造环境的初步判别

滩间山群的岩石组合特征表明 ,滩间山群中的火山岩具有从基性向中性演化的特点 ,缺少酸性火山岩 ;碎屑岩以类复理石为主 ,具有火山弧岩石建造的特点。

从绿梁山地区采集的滩间山群变中基性火山岩样品的化学成分看(表1),在火山岩分类的TAS图上 ,8个样品5个属玄武岩 ,1个属粗面玄武岩 ,1个属玄武安山岩 ,1个属玄武粗安岩 ,碱性和亚碱性均有 ,这很可能是由于岩石遭受了绿片岩相—绿帘角闪岩相变质作用 ,岩石中碱质尤其是Na₂O增高而造成的。应用微量元素分类的Zr/Ti—Nb/Y图解(图2),投点则均落在玄武安山岩区和亚碱性玄武岩区。而在Pearce^[9]修正的Zr/Ti—Nb/Y图解上 ,投点则均落在亚碱性玄武岩区。岩石中K₂O含量较低 ,8个样品中6个K₂O小于或等于0.34%。TiO₂亦较低 ,大多数样品的TiO₂小于1% ,与岛弧火山岩相似 ;层位偏下的2个样品(20210-1和20P₇5-1)TiO₂含量相对较高 ,与过渡型洋脊玄武岩的相似。

滩间山群的稀土元素含量显示 ,4个样品稀土总

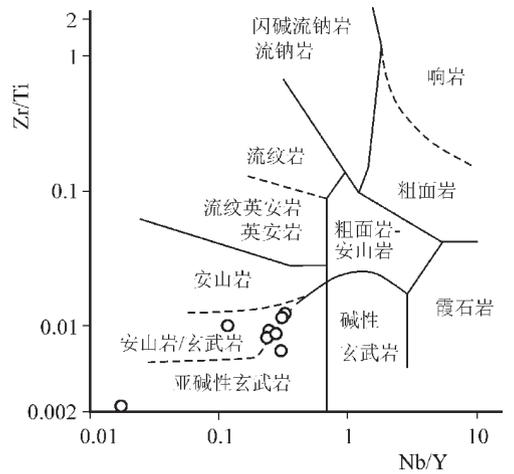


图2 滩间山群变火山岩的 Zr/Ti—Nb/Y分类图解^[8]

Fig. 2 Zr/Ti—Nb/Y diagram of metavolcanic rocks of the Tanjianshan Group

量低(ΣREE 为 $13.59 \times 10^{-6} \sim 22.01 \times 10^{-6}$) 2个样品相对较高(ΣREE 为 $93.03 \times 10^{-6} \sim 94.32 \times 10^{-6}$)。8个样品中有6个样品稀土配分曲线平缓 ,稀土分馏不明显 ,HREE/LREE在1.86~2.16之间 , $(La/Yb)_N$ 为1.26~2.02 , $(La/Sm)_N$ 为0.88~1.72 , $(Gd/Yb)_N$ 为0.88~1.39。2个样品分馏程度较高 ,HREE/LREE为7.65~10.15 , $(La/Yb)_N$ 为8.76~11.6 , $(La/Sm)_N$ 为3.02~3.73 , $(Gd/Yb)_N$ 为2.09~2.27。所有样品的铕异常不明显 , δEu 为0.82~1.18(图3)。显示出火山弧玄武岩或过渡型洋脊玄武岩的特点(其中成分相当于安山岩的2个样品稀土配分与岛弧安山岩相似)。

在微量元素方面 ,滩间山群多数样品中的Nb相对Th和Ce出现负异常 ,Zr、Ti、Y出现亏损 ,具有火山

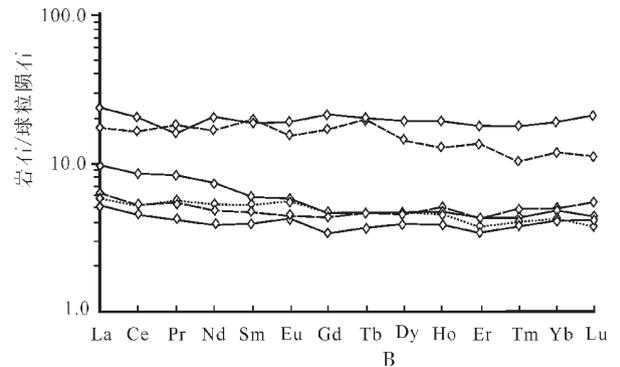
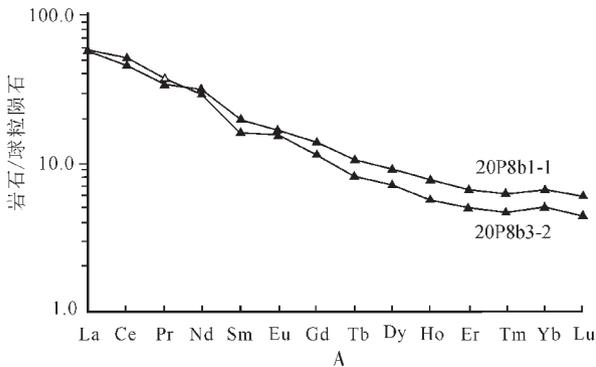


图3 滩间山群变质火山岩的稀土图

Fig. 3 REE patterns of metavolcanic rocks of the Tanjianshan Group

A图 :轻稀土富集型 ;B图 :平坦型

表 1 滩间山群变火山岩化学分析结果

Table 1 Chemical analysis of metavolcanic rocks of the Tanjianshan Group

序号 岩石名称 样品号	1 绿泥片岩 20P ₂ 0-1	2 变玄武岩 20210-1	3 绿泥片岩 20P ₆ 3-2	4 绿泥片岩 20P ₆ 5-2	5 变玄武岩 20P ₇ 5-1	6 变玄武岩 20P ₈ 1-1	7 绿泥片岩 20P ₈ 3-2	8 绿泥片岩 20P ₈ 12-1
SiO ₂	49.84	51.03	55.86	50.80	49.65	48.27	49.96	52.99
TiO ₂	0.39	1.72	0.39	0.26	1.41	0.81	0.60	0.34
Al ₂ O ₃	16.19	13.09	15.89	14.41	13.36	14.06	14.50	14.71
Fe ₂ O ₃	4.42	6.09	2.04	2.49	3.99	6.01	4.62	1.80
FeO	5.98	9.05	5.27	6.41	8.76	4.11	3.59	6.04
MnO	0.11	0.19	0.13	0.17	0.19	0.36	0.10	0.14
MgO	7.20	5.75	3.81	8.62	6.69	6.67	8.88	9.14
CaO	6.39	8.86	4.89	7.22	10.00	12.88	10.72	8.01
Na ₂ O	4.42	2.45	6.19	3.30	1.76	3.18	3.92	2.91
K ₂ O	0.72	0.13	0.24	1.23	0.12	0.12	0.31	0.34
P ₂ O ₅	0.05	0.20	0.03	0.03	0.25	0.18	0.17	0.04
H ₂ O ⁺	3.31	2.00	3.20	4.14	3.60	1.84	2.35	2.85
CO ₂	0.74	0.08	1.52	0.49	0.02	0.86	0.17	0.16
Total	99.76	100.64	99.46	99.57	99.8	99.35	99.89	99.47
La	1.98	7.46	3.03	1.65	5.3	17.93	18.2	1.87
Ce	4.24	16.6	6.7	3.66	12.95	37.14	41.8	4.17
Pr	0.62	1.78	0.93	0.52	2.08	3.89	4.13	0.64
Nd	2.9	12.26	4.4	2.28	9.63	18.41	17.53	3.09
Sm	0.89	3.54	1.11	0.74	3.77	3.73	3.07	1
Eu	0.31	1.38	0.41	0.31	1.09	1.18	1.13	0.39
Gd	1.13	5.55	1.17	0.87	4.32	3.57	2.95	1.18
Tb	0.23	0.98	0.23	0.18	0.97	0.51	0.4	0.23
Dy	1.47	6.27	1.51	1.26	4.6	2.95	2.29	1.53
Ho	0.36	1.38	0.34	0.28	0.9	0.55	0.4	0.32
Er	0.89	3.76	0.89	0.72	2.92	1.4	1.08	0.78
Tm	0.16	0.57	0.14	0.12	0.33	0.2	0.15	0.13
Yb	1.04	3.98	1.01	0.87	2.5	1.38	1.05	0.88
Lu	0.18	0.68	0.14	0.13	0.36	0.19	0.14	0.12
Y	9.51	33.37	7.78	6.15	27.26	22.15	10.3	6.43
ΣREE(不含 Y)	16.4	66.19	22.01	13.59	51.72	93.03	94.32	16.33
Cr	481.7	152.4	58.0	428.0	205.0	299.0	233.0	399.0
Sr	58.7	50.4	71.0	204.0	167.0	770.0	484.0	181.0
Ba	903.4	832.8	33.0	234.0	31.0	51.0	64.0	59.0
Cu	125.0	13.0	79.0	68.0	91.0	1.0	1.2	23.0
Pb	30.0	28.0	2.6	3.2	3.5	8.0	4.4	3.4
Zn	600.0	575.0	64.0	71.0	108.0	94.0	30.0	62.0
Co	433.0	610.0	25.0	47.0	56.0	41.0	27.0	44.0
Ni	62.5	40.0	21.0	105.0	67.0	63.0	85.0	124.0
Rb	30.0	20.0	3.1	16.1	1.6	1.9	5.3	9.1
Zr	40.0	36.0	37.0	22.0	89.0	90.0	65.0	31.0
Hf	1.4	1.1	1.2	0.8	2.6	2.5	2.0	1.0
Nb	1.0	0.7	2.2	1.7	9.2	7.6	3.3	1.9
Ta	<0.2	<0.2	0.7	0.4	1.2	0.6	0.7	0.7
Th	1.2	0.3	0.5	0.5	0.6	3.5	2.1	0.5
U			0.2	<0.2	0.2	1.0	0.5	0.2

注:氧化物为天津地质矿产研究所测试中心常规化学法测试,含量为%;微量及稀土元素为国家地质实验测试中心ICP测试,含量为10⁻⁶

弧玄武岩的微量元素特点,样品20210-1和20P₇5-1的Zr、Ti、Y与洋脊玄武岩相当,Ce相对洋脊玄武岩富集,其特点与过渡型洋脊玄武岩相似。

在微量元素构造环境判别图解(图4)中,滩间山

群的投点绝大多数落入钙碱性岛弧玄武岩区。本文因部分样品Ta无确切分析数据,用Nb/15代替Ta投图^[9]。

综上所述,滩间山群中的火山岩以基性、中基性

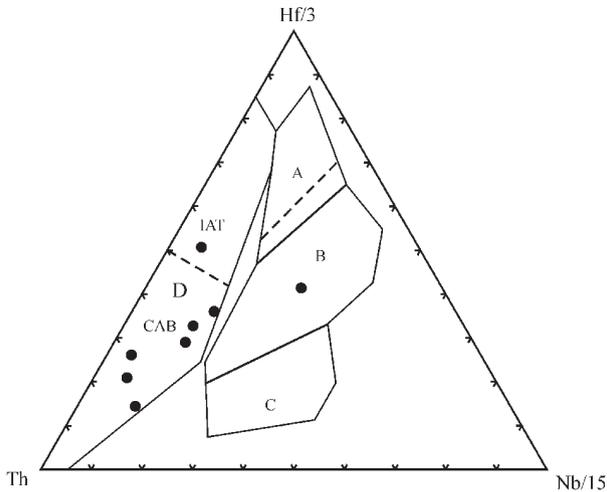


图4 滩间山群变火山岩的Hf-Th-Nb图解^[10]

Fig. 4 Hf-Th-Nb diagram of metavolcanic rocks of the Tanjianshan Group

A—正常洋脊玄武岩 ; B—富集型洋脊玄武岩和板内拉斑玄武岩 ; C—板内碱性玄武岩 ; D—火山弧玄武岩 ; IAT—岛弧拉斑玄武岩 ; CAB—钙碱性玄武岩

为主,酸性单元少见,8个样品中有6个样品具平坦型稀土配分型式($La/Yb)_n$ 小于2.5,稀土分异不明显;岩石中Nb含量低($0.7 \times 10^{-6} \sim 9.2 \times 10^{-6}$),表明它们很可能为一套洋内岛弧(或弧后盆地)的火山岩组合。由于洋内岛弧常常被弧后次级海底扩张形成的边缘海盆所分隔,使其岩浆活动从源区上看与MORB有某些相似之处,在很大程度上与亏损的地幔橄榄岩局部熔融有关,但它们的局部熔融是在含水条件下发生的,而与洋脊下基本无水的熔融不同,因此这种岩浆又带有显著的弧岩浆的地球化学特点(如Nb负异常)。总之,滩间山群总体应是一套岛弧构造组合,而与陆内裂陷槽(大陆裂谷)的火山岩系列存在显著差异。

3 滩间山群与基性—超基性侵入体的相关性

柴北缘的基性—超基性岩岩石类型主要有:蛇纹石化橄榄岩、蛇纹石化辉橄岩、蚀变辉长岩,少量角闪石岩、含石榴辉石岩等。在产出空间上,与滩间山群的展布大体一致,呈北西向带状展布。基性—超基性岩体往往呈不同规模的椭球状、透镜状、长条状产出,大者长可达十余千米,面积数十平方千米,小者长仅1~2 m。由于受后期断裂构造的影响,基

性—超基性岩体也可呈构造残片存在。

超基性岩(蛇纹石化辉橄岩和橄榄岩)往往与围岩呈构造接触关系,表现为韧性剪切片理化带或脆性断层。辉长岩除构造接触关系外,与围岩还可见清晰的侵入接触关系,在滩间山和黑石山等地均可见辉长岩侵入到滩间山群下部变质基性火山岩中,岩体边部可见变玄武岩的捕虏体。

1:20万马海幅将基性—超基性岩划为加里东早期侵入体,而1:20万大柴旦幅则将其划为海西早期侵入体,但两者一致认为辉长岩与滩间山群为侵入接触关系。

绿梁山地区辉长岩与滩间山群中部分变基性火山岩的稀土配分曲线具相似性,辉长岩的稀土总量相对较低,显正铈异常^[11],而滩间山群中对应的变玄武岩的稀土总量相对较高,无铈异常。但两者的稀土配分曲线均近平行平缓展布,基本无分馏,很可能反映它们是同源岩浆的产物。稀土总量的差异是同源岩浆演化中堆晶岩(辉长岩)与类似化学成分的喷出岩的差异。

4 滩间山群的形成时代

柴北缘大体以滩间山群及与其共生的基性—超基性岩分布区为界,可以将原“达肯大坂群”划分为2部分,北东侧为新厘定的达肯大坂岩群分布区,南西侧为鱼卡河(沙柳河)岩群分布区^[12]。北东侧的全吉山、欧龙布鲁克一带,达肯大坂岩群之上发育着一套稳定的未变质的盖层沉积,包括全吉群、欧龙布鲁克群、多泉山组、石灰沟组及大头羊沟组,时代从南华纪延续到中奥陶世。过去由于将滩间山群视为裂陷槽建造,欧龙布鲁克地块上的中奥陶世地层制约了滩间山群的时代下限。靠近柴达木盆地一侧的绿梁山—沙柳河一带则分布着一套含榴辉岩的变质表壳岩和变质深成岩组合,其上只有晚泥盆世牦牛山组以上的盖层。两侧应分属不同的大地构造单元(另文阐述)。

目前从滩间山群中已获得了一些同位素的年龄信息,如锡铁山地区滩间山群的中酸性火山岩的锆石U-Pb年龄为 $486 \text{ Ma} \pm 13 \text{ Ma}$ ^[13],托莫尔日特地区滩间山群火山岩Rb-Sr等时线年龄为 $450 \text{ Ma} \pm 4 \text{ Ma}$ 和斜长质花岗岩Rb-Sr等时线年龄为 $447 \text{ Ma} \pm 22 \text{ Ma}$ ^[14],均属奥陶纪。锆石U-Pb年龄可视为成岩年龄,Rb-Sr等时线年龄很可能反映了褶皱回返的时代。

表2 绿梁山辉长岩中锆石 U-Pb 同位素测定结果

Table 2 Zircon U-Pb isotope analysis of gabbro from the Lüliang Mountains

点号	样品情况 锆石特征	浓度				普通铅			同位素原子比率*			表面年龄 / Ma		
		重量 (μg)	U ($\mu\text{g/g}$)	Pb ($\mu\text{g/g}$)	普通铅 含量 (ng)	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	
1	浅黄色透明 他形粒状晶体	16	214	22	0.023	759	0.3466	0.08058 < 166 >	0.6126 < 166 >	0.05514 < 127 >	499.6	485.2	417.7	
2	浅黄色透明 他形粒状晶体	16	109	11	0.026	351	0.2603	0.07976 < 238 >	0.6350 < 271 >	0.5774 < 157 >	494.7	499.2	519.8	
3	浅黄色透明 半自形柱状晶体	15	114	12	0.025	353	0.2468	0.07968 < 163 >	0.6463 < 203 >	0.05882 < 128 >	494.2	506.2	560.6	
4	浅黄色透明 自形柱状晶体	15	45	5	0.011	312	0.2469	0.07941 < 606 >	0.6025 < 675 >	0.05502 < 406 >	492.6	478.8	413.2	

注:天津地质矿产研究所同位素实验测试中心测试。 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄统计权重平均值 $496.3 \text{ Ma} \pm 6.2 \text{ Ma}$ 。

* $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 已对实验空白($\text{Pb}=0.050 \text{ ng}$, $\text{U}=0.002 \text{ ng}$)及稀释剂作了校正。其他比率中的铅同位素均为放射成因铅同位素。括号内的数字为 2σ 绝对误差,例如 $0.08058 < 166 >$ 表示 $0.08058 \pm 0.00166 (2\sigma)$

作者等在绿梁山地区对辉长岩和变火山岩采样进行同位素年龄测试。从辉长岩中获得了 $496.3 \text{ Ma} \pm 6.2 \text{ Ma}$ 的单颗粒锆石 U-Pb 年龄(表2、图5),测点数值接近,且均落在一致曲线上,具有较高的可信度。该年龄值也与林坤等^①从橄榄岩中获得的金云母 K-Ar 年龄 490 Ma 较为接近。从滩间山群变火山岩(玄武岩)中作者等也获得了 $542 \text{ Ma} \pm 13 \text{ Ma}$ 的下交点年龄,其可靠性虽稍逊于辉长岩中获得的年龄数据,但结合野外辉长岩与下部变火山岩之间的侵入接触关系,该年龄值也具有较大的参考价值。

结合野外地质关系和区域资料,可推断滩间山群的形成时代比现今归属的时代(O-S)要老,很可能属于寒武纪—奥陶纪。原先滩间山地区下部碎屑岩组灰岩夹层中的化石也定为奥陶纪^②,滩间山群的志留纪属性仅仅是根据其原来的化石产出层位推断的。

5 结论

(1) 滩间山群的岩石建造需要重新定义。造山带变质岩经历了复杂的构造变形,许多不同时代、不同变质程度、不同变形强度的地质体是以构造岩片的形式堆垛在一起的,采用自然堆垛建立的群组层序具有很大的局限性,需要通过综合分析进行修正。根据本次在绿梁山地区的区调工作及沙柳河、

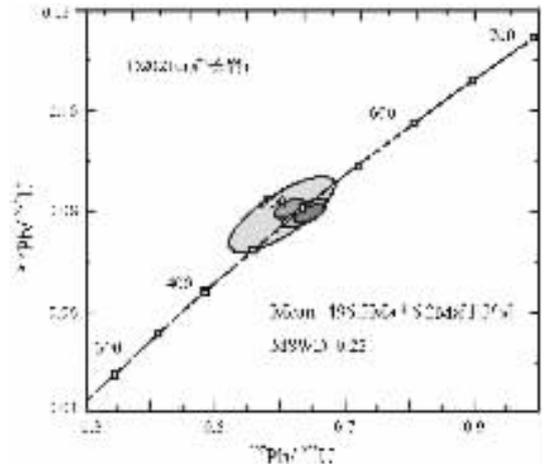


图5 绿梁山地区辉长岩的单颗粒锆石 U-Pb 年龄
Fig. 5 Single-zircon U-Pb age of gabbro of the Lüliang Mountains

锡铁山、滩间山等地的考察对比,作者等认为滩间山群中的砾岩组不可靠,滩间山群的原岩建造应是一套基性—中基性火山岩为主的火山—沉积建造。其内部难以确定地层层序,称之为岩群更恰当。

(2) 滩间山群的岩石建造及其地球化学特点表明,滩间山群形成于岛弧构造环境,不具备大陆裂谷的建造特点。故而其成矿作用也有别于大陆裂谷建造。

(3) 辉长岩与滩间山群的侵入关系及其同位素年龄显示,滩间山群的形成时代可延伸到寒武纪,应

① 林坤,尹家衡,张俊大. 青海省柴达木盆地北缘超基性岩及以铬为主的成矿特征与找矿方向的研究. 青海地质科学研究所,1978.

② 青海省地质局第一区域地质调查大队. 1:20万马海幅区域地质调查报告.1982.

是寒武纪—奥陶纪的产物。

上述认识对柴北缘早古生代火山岩的大地构造属性、地层对比及其成矿专属性的深入研究将起到促进作用,并有助于柴北缘榴辉岩的形成构造背景、形成时代及早古生代大地构造演化等重要课题的研究。

参考文献:

- [1] 青海省地质矿产局.青海省区域地质志[M]北京:地质出版社,1991.1~662.
- [2] 青海省地质矿产局.青海省岩石地层(全国地层多重划分对比研究)M]武汉:中国地质大学出版社,1997.1~340.
- [3] 郭介人,任秉琛,张莓,等.青海锡铁山块状硫化物矿床的类型及地质特征[J]中国地质科学院西安地质矿产研究所刊,1987,20:1~30.
- [4] 熊兴武,陈忆元.柴达木地块北缘早古生代裂陷槽[A]见:王鸿祯,王自强,张玲华等著.中国古大陆边缘中、新元古代及古生代构造演化[C]北京:地质出版社,1994.114~131.
- [5] 赖绍聪,邓晋福,赵海玲.柴达木北缘奥陶纪火山作用与构造机制[J]西安地质学院学报,1996,18(3):8~14.
- [6] 赖绍聪,邓晋福,赵海玲.柴达木北缘古生代蛇绿岩及其构造意义[J]现代地质,1996(1):18~28.
- [7] 孙延贵,郝维杰,韩英善,等.柴达木盆地东段托莫尔日特似蛇绿岩岩石组合特征[J]中国区域地质,2000,19(3):258~264.
- [8] Winchester J A, Floyd P A. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile element[J] Chem. Geol., 1977, 20:325~343.
- [9] Pearce J A. A User's Guide to Basalt Discrimination Diagrams [A] In: Wyman D A ed. Trace element geochemistry of volcanic rocks: Applications for massive sulphide exploration [C] Geological association of Canada, Short Course Notes, 1996, 12:79~113.
- [10] Wood D A, Joron J L, Treuil M. A re-appraisal of the use of trace elements to classify and discriminate between magma series erupted in different tectonic settings [J] Earth Planet. Sci. Lett., 1979 (45): 326~336.
- [11] 袁桂邦,王惠初,李惠民,等.柴北缘绿梁山地区辉长岩的锆石U-Pb年龄及其意义[J]前寒武纪研究进展,2002,25(1):36~40.
- [12] 陆松年,王惠初,李怀坤,等.柴达木盆地北缘“达肯大坂群”的再厘定[J]地质通报,2002,21(1):19~23.
- [13] 李怀坤,陆松年,赵凤清,等.柴达木北缘新元古代重大地质事件年代格架[J]现代地质,1999,13(2):224~225.
- [14] 韩英善,等.托莫尔日特蛇绿混杂岩带地质特征及其构造意义[J]青海地质,2000,9(1):18~25.

Tectonic setting and age of the “Tanjianshan Group” on the northern margin of the Qaidam basin

WANG Huichu^{1,2}, LU Songnian², YUAN Guibang², XIN Houtian²,
ZHANG Baohua³, WANG Qinghai³, TIAN Qi³

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin 300170, China;

3. Qinghai Institute of Geological Survey, Xining 810012, Qinghai, China)

Abstract: The “Tanjianshan Group” is widely distributed on the northern margin of the Qaidam basin. It consists dominantly of low-grade metamorphic intermediate-basic volcanic rocks, with small quantities of fine clastic rocks and carbonate rocks. Previously it was considered that this group formed in an intracontinental aulacogen during the Late Ordovician to Silurian. Recently, the regional mapping of the Lüliang Mountains indicates that the rock association of the Tanjianshan Group has the characteristics of a formation with the island-arc setting. Geochemical characteristics also indicate the tectonic attribute of an volcanic arc. Regional characteristics and isotope ages also suggest that this group is very likely to be the Cambrian-Ordovician product and combines with ultrabasic-basic rock to form an Early Paleozoic ophiolitic complex.

Key words: north margin of the Qaidam basin; Tanjianshan Group; tectonic setting; formation age