



青海省都兰县江各早一中三叠世火山岩 岩石学特征及构造环境

路晓平, 王仁善, 刘卫东, 梁成, 史全军, 刘同

(山东省第七地质矿产勘查院, 山东 临沂 276006)

摘要:都兰县沟里公社江各一带零星分布的火山岩处于柴达木南缘,火山岩受后期构造运动的破坏和侵入体的侵噬,呈支离破碎的断块残留在侵入体内,空间展布上受断裂构造控制,在野外地质调查的基础上,结合室内岩石学、地球化学、同位素年龄研究,该火山岩形成时代为早-中三叠世,为消减带俯冲碰撞的岛弧环境。

关键词:火山岩;岩石地球化学;同位素年龄;构造环境;青海省都兰县

中图分类号:P588.14

文献标识码:A

0 引言

2008—2010年,山东省第七地质矿产勘查院在青海省都兰县哈图一带进行1:5万区域地质矿产调查工作。在沟里公社幅东北角江各一带零星分布火山岩,其时代及归属存在争议。

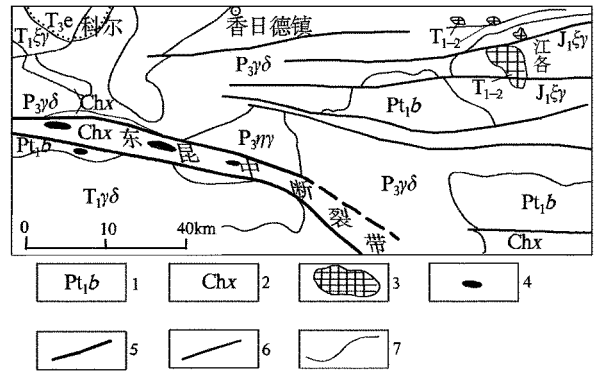
中国地质大学在《1:25万冬给措纳湖幅区域地质调查报告》中认为该套地层为晚石炭世至早二叠世缔放苏组;中国地质大学和青海省地调院在《1:25万阿拉克湖幅区域地质调查报告》认为是早石炭世晚期哈拉郭勒组。但均缺乏可靠的时代依据。为此,在矿调工作中采集火山岩U-Pb同位素年龄样进行测定,时代为早一中三叠世。从岩石学、岩石化学、岩石地球化学特征、大地构造位置分析,并与青海省岩石地层对比,尚没有确定其归属,有待在今后工作中研究解决。

1 地质特征

东昆仑造山带为一多旋回的复合造山带,经历了加里东、海西、印支期等多期的洋陆转换和造山过程^[1-2],形成了不同时代的火山活动和构造岩浆组合,前人对加里东期、海西期的构造岩浆活动研究较

多,对三叠纪以后的火山岩研究相对较少^[3]。

在青海省都兰县哈图1:5万沟里公社幅矿调中,在该幅东北角江各一带零星分布火山岩,出露面积约6.5 km²。由于受后期构造运动的破坏和侵入体的侵蚀而呈残块状分布,平面上呈似椭圆状、豆荚状、透镜状、不规则状等形状(图1)。被早侏罗世正长花岗岩及斑状石英二长岩、中三叠世花岗闪长岩、斑状二长花岗岩侵入,与古元古代白沙河(岩)组呈断层接触关系^①。



1—古元古代白沙河(岩)组;2—中元古代小庙组;3—早一中三叠世火山岩组;4—超镁铁质-镁铁质岩片;5—边界断裂;6—断层;7—地质界线

图1 江各一带火山岩组分布图

收稿日期:2014-04-29;修订日期:2014-07-12;编辑:陶卫卫

作者简介:路晓平(1973—),男,甘肃环县人,工程师,主要从事区域地质矿产调查工作;E-mail:lx2000p@163.com。

①山东省第七地质矿产勘查院,路晓平、刘卫东,青海省都兰县哈图三幅区域地质矿产调查报告,2012年。

2 岩石学岩石化学及地球化学特征

2.1 岩石学特征

根据 1:5 万哈图地区沟里公社幅区域地质矿产调查资料,早一中三叠世火山岩组以变质中酸性火山岩为主,主要岩石类型为黑云变质安山岩、绢云变质流纹岩、变质流纹岩、夹少量的变质粉砂岩及角岩化砂岩等碎屑岩,局部夹大理岩、硅化大理岩、绢云母石英片岩等。

变质(玄武)安山岩:灰绿色、灰褐色,变余斑状结构-基质变余交织结构,似条纹状构造、块状构造。岩石主要由斑晶(10%~25%)、基质(75%~85%)构成。斑晶由半自形板状斜长石及少量钾长石构成,杂乱分布,略显方向性排列,大小 0.35~3.6 mm,少见双晶弯曲现象。基质由微粒-板条状斜长石等长英质构成,大小 0.05~0.2 mm,半定向排列。变质矿物:黑云母,少量角闪石,呈微鳞片状,星散或断续似线痕状分布,含量 20%左右。

变质流纹岩:深灰-灰白色,变余斑状结构,基质变余微粒状结构,变余流纹构造,似千枚状构造,岩石由斑晶、基质 2 部分组成。斑晶由斜长石、钾长石、石英组成,占 10%~15%,杂乱分布,粒度 0.15~2.1 mm 不等,斜长石呈半自形板状,局部高岭土化、绢云母化,占 5%~10%;钾长石呈半自形板状,强高岭土化、硅化,占 5%左右;石英呈他形粒状,粒内波状消光少。基质由微粒状长英质及鳞片状绢云母组成,占 80%~90%,粒度<0.25 mm,环绕变余

斑晶分布,相对似条痕状、条纹状定向分布,构成流纹状构造,长英质占 75%~85%,绢云母占 1%~20%。

变质含角砾凝灰熔岩:紫红色,变余含角砾凝灰熔岩结构,块状构造,岩石由火山碎屑物、熔岩胶结物组成。火山碎屑物由晶屑、岩屑组成,以<2 mm 的凝灰物为主,少部分为 2 mm 以上的火山角砾,其中火山角砾约 10%左右,凝灰物占 15%左右。晶屑由长石、石英组成,棱角一次棱角状,长石为斜长石、钾长石。岩屑为刚性岩屑,次棱角状,成分为流纹岩、粗安岩等。熔岩由斑晶、基质 2 部分组成。斑晶由斜长石、钾长石、石英组成,斜长石占 15%左右,石英约 5%,钾长石少量,杂乱分布,粒度 0.15~2.1 mm,斜长石呈半自形板状,高岭土化、绢云母化明显,部分可见环带;钾长石呈半自形板状,零星高岭土化;石英呈他形粒状,粒内强波状消光。基质由微粒状长英质及鳞片状黑云母组成,粒度小于 0.15 mm,长英质约 50%~55%,粒间镶嵌状分布,黑云母占 1%~5%,呈棕褐色,部分被绿泥石交代,长轴定向排列。

2.2 岩石化学特征

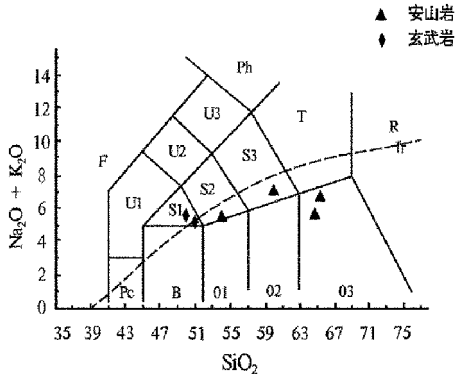
根据火山岩硅酸盐样分析结果(表 1)。该区火山岩的基性程度较低,SiO₂ 的含量在 50.06%~65.60%,属中酸性火山岩,随 SiO₂ 的含量增高,K₂O 含量呈增加趋势,Al₂O₃ 逐渐降低,其他氧化物含量变化不大,Fe₂O₃ 和 FeO 的含量在 5.19%~8.96%,铁质含量较高。

表 1 火山岩常量元素分析结果及参数

样号	岩性	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
* IP II GS41-1	玄武质粗面安山岩	54.09	1.16	14.17	3.22	5.74	0.17	5.33	4.98	3.46	2.07
* IP II GS49-1	粗面玄武岩	51.26	1.08	17.76	2.44	5.81	0.20	5.28	6.95	3.33	1.80
* IDP2GS4-1	粗面玄武岩	50.06	0.72	19.34	0.47	6.75	0.15	3.00	6.21	4.70	0.86
* T8GS1	粗面安山岩	60.06	0.68	15.51	2.36	2.83	0.07	2.34	3.53	4.60	2.66
DP10GS6-1	变质(玄武)安山岩	65.07	0.79	15.50	2.27	3.48	0.13	1.92	3.96	2.91	2.86
GS1418-1	蚀变安山岩	65.60	0.64	16.11	1.90	2.59	0.11	1.32	3.93	3.81	3.17
样号	岩性	P ₂ O ₅	CO ₂	LOI	总和	全铁 FeO*/MgO	δ	τ	lgδ	lgτ	
* IP II GS41-1	玄武质粗面安山岩	0.33	4.11	0.51	99.34	9.59	4.63	2.76	9.23	0.44	0.97
* IP II GS49-1	粗面玄武岩	0.21	2.87	0.31	99.30	8.89	4.94	3.19	13.36	0.50	1.13
* IDP2GS4-1	粗面玄武岩	0.21	4.83	2.18	99.48	7.96	9.26	4.38	20.33	0.64	1.31
* T8GS1	粗面安山岩	0.20	4.77	0.12	99.73	5.50	2.07	3.09	16.04	0.49	1.21
DP10GS6-1	变质(玄武)安山岩	0.18	0.12	0.73	99.91	6.13	2.15	1.51	15.85	0.18	1.20
GS1418-1	蚀变安山岩	0.18	0.21	0.38	99.96	4.78	1.51	2.15	19.11	0.33	1.28

注: * 样品分析结果引自 1:20 万阿拉克湖幅区调报告,其余样品由山东省第七地质矿产勘查院采集,由河北省区域地质矿产调查研究所实验室完成测试。

根据国际地科联(1989)推荐的 TAS 图解(图 2)进行分类命名,火山岩主要投影于粗面玄武岩、玄武质粗面安山岩区和英安岩区,与火山岩主要岩性为英安岩、安山岩及少量玄武岩等相吻合。在 AFM 图(图 3)中,样品全部落在钙碱性系列区。



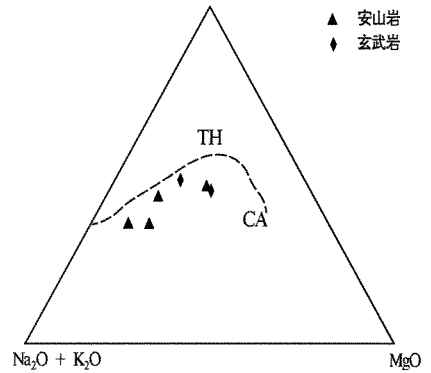
B—玄武岩;S1—粗面玄武岩;S2—玄武质粗面安山岩;S3—粗面安山岩;O3—英安岩;Ir—Irvine 分界线,上方为碱性,下方为亚碱性

图 2 早—中三叠世火山岩 TAS 图
(Le Bas 等,1986;IUGS, 1989)

2.3 微量元素特征

火山岩微量元素分析结果及特征参数见表 2。由表 2 分析,蚀变安山岩中 Ag, As, Sb, Mo, Pb 元素的含量较高,高于地壳丰度值 2~4 倍;Bi, Ba, Co,

Cr, Cu, Zn, W 的含量与地壳丰度值相当;Au, Sn, Ni 的含量较低,低于地壳丰度值。强不相容元素 Sr, K, Rb, Ba, Th 强富集;Ta, Nb, Ce, Zr, Hf, Sm 等中等不相容元素弱富集;Ti, P 元素较亏损,反映与岛弧环境密切相关。Rb/Sr=0.27~0.31,介于上地幔(0.034)与地壳(0.35)平均值之间(Taylor1965),反映源自壳幔混合源的特点。从火山岩 MORB 标准化^[4]比值蛛网图(图 4)上可以看出。整个蛛网图呈右倾“单隆起”的形态,曲线明显起伏较大,与火山弧型火山岩微量元素蛛网图相似。



TH—拉斑系列;CA—钙碱性系列
图 3 早—中三叠世火山岩 AFM 图
(据 Irvine 等,1971)

表 2 火山岩微量元素稀土元素分析结果及参数

样品编号	岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
* 2DP2REE4-1	粗面玄武岩	21.5	69	4.4	27	4.4	1.55	4.0	2.05	3.9	1.02	1.95	1.25	2.0	1.45	18.5
DP10XT6-1	变质安山岩	33.4	68.7	7.96	29.4	5.29	1.31	4.66	0.77	4.53	0.84	2.32	0.37	2.28	0.37	22.6
XT1418-1	蚀变安山岩	38.8	73.7	8.94	32.2	5.66	1.38	5.05	0.83	4.81	0.95	2.63	0.44	2.71	0.45	25.3
样品编号	岩性	∑REE	LREE	HREE	LREE/HREE	δEu	δCe	La/Sm	La/Yb	Ce/Yb	Eu/Sm	Sm/Nd	La/Yb) _N			
* 2DP2REE4-1	粗面玄武岩	163.97	127.85	17.62	7.26	1.11	1.62	4.89	10.75	34.5	0.35	0.16	7.25			
DP10XT6-1	变质安山岩	184.82	146.02	16.15	9.04	0.79	0.98	6.31	14.65	30.16	0.25	0.18	9.88			
XT1418-1	蚀变安山岩	203.85	160.65	17.88	8.99	0.78	0.92	6.84	14.31	27.22	0.24	0.18	9.65			
样品编号	岩性	Sr	K	Rb	Ba	Th	Ta	Nb	Ce	P	Zr	Hf	Sm	Ti	Y	Yb
DP10XT6-1	变质安山岩	374	23731	95	916	9.7	0.91	14.8	68.7	804.5	244	5.57	5.29	4767	22.6	2.28
XT1418-1	蚀变安山岩	357	26304	110	823	11.7	1.1	17.2	73.7	804.5	252	5.73	5.66	3863	25.3	2.71

注: * 样品分析结果引自 1:20 万阿拉克湖幅区调报告,其余样品由山东省第七地质矿产勘查院采集,由河北省区域地质矿产调查研究所实验室完成测试。

2.4 稀土元素特征

火山岩稀土元素分析结果及特征参数见表 2。由表 2 可知,稀土总量 ∑REE 为 $145.47 \times 10^{-6} \sim 178.53 \times 10^{-6}$,总量较高,LREE 为 $127.85 \times 10^{-6} \sim 160.65 \times 10^{-6}$,HREE 为 $16.15 \times 10^{-6} \sim 17.88 \times 10^{-6}$,轻稀土与重稀土之比 7.26~9.04,明显属轻稀土富集型。从稀土元素球粒陨石标准化配分型式

图^[5](图 5)中可看出,稀土配分曲线为右倾性,收集资料的配分曲线起伏较大,多个元素形成较强的峰而使大部分配分曲线呈锯齿状,尤其是重稀土配分曲线呈锯齿状,表明重稀土分馏较明显,δEu 为 1.11,正异常。该次勘查样品配分曲线显示为右倾的轻稀土富集型,稀土分馏不明显,Eu 表现为轻微的负异常。各曲线近于平行,指示其同源的特点。

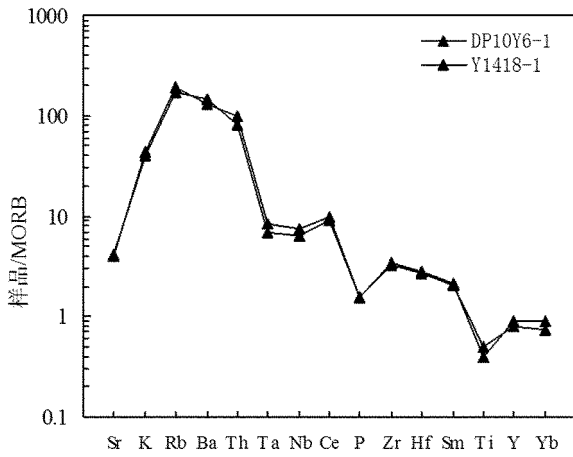


图 4 早—中三叠世火山岩微量元素蛛网图

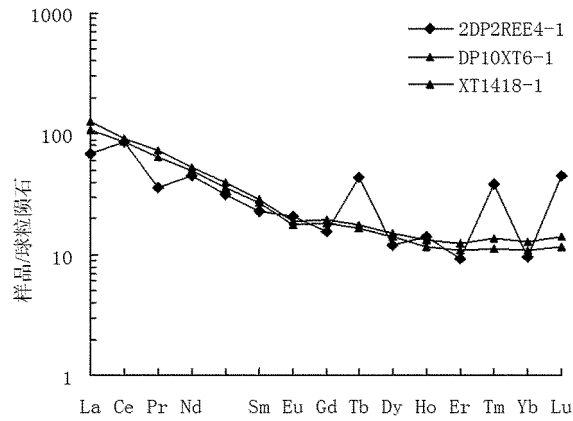


图 5 早—中三叠世火山岩稀土元素配分曲线图

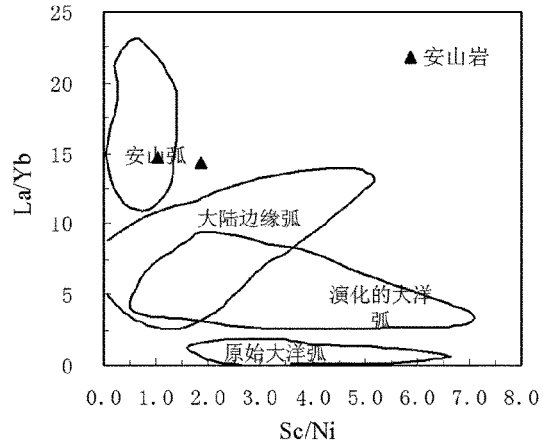


图 6 早—中三叠世火山岩 La/Yb - Sc/Ni 图 (里特曼 1973)

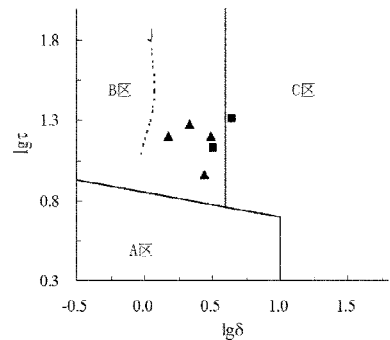


图 7 早—中三叠世火山岩 $lg\tau - lg\sigma$ 图(Collis 等,1982)
A—板内稳定区火山岩;B—消减带火山岩

3 构造环境分析

早—中三叠世火山岩以中酸性火山熔岩为主，稀土元素球粒陨石标准化配分图解为轻稀土富集的右倾性；微量元素蛛网图反映出与火山岛弧的亲密关系，其中 K_2O 含量低，为低钾安山岩， Al_2O_3 含量较高，为岛弧安山岩的特征。在 $La/Yb - Sc/Ni$ 图解(图 6)中，早—中三叠世火山岩落入安山弧区及附近，反映岛弧环境形成的特点^[3]。在火山岩里特曼-戈蒂尼 $lg\tau - lg\sigma$ 图解(图 7)中，基本都落在 B 区，为消减带火山岩。总体上分析，早—中三叠世火山岩形成于消减带俯冲碰撞的岛弧环境。从东昆仑造山带地质事件分析，三叠纪进入陆内造山阶段，东昆中断裂带南北两侧陆块沿昆中断裂持续挤压，逆冲发育，挤压造山，形成岛弧环境^[6]。该火山岩周围发育印支期的早三叠世花岗岩、正长花岗岩、中三叠世的石英闪长岩、英云闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩等大陆碰撞花岗岩，指示该区遭受的陆内造山运动。

4 时代确定

该套火山岩的时代，前人分别做过不同的工作。2001 年，中国地质大学在《1:25 万冬给措纳湖幅区域地质调查报告》将测区的该套岩石地层划归为石炭世至早二叠世绽放苏组；2003 年，中国地质大学和青海省地调院在《1:25 万阿拉克湖幅区域地质调查报告》中将该套地层划归为早石炭世晚期哈拉郭勒组。但均缺乏可靠的时代依据。2008 年，笔者在哈图 1:5 万矿调工作时，在该火山岩剖面采集一件 U-Pb 同位素年龄样进行测定，采集的岩性为变质安山岩，由天津地质矿产研究所实验室进行单晶锆石 U-Pb 同位素年龄测定，获得 $^{206}Pb/^{238}U$ 表面年龄加权平均值上限为 $(943.8 \pm 6.6) Ma$ ，下限为 $(242.3 \pm 1.4) Ma$ (图 8)。测定的年龄跨度较大，上限年龄代表该套岩石的物质有可能来源于前寒武纪的变质地质体。从测定结果分析，有 12 个单晶锆石点的年龄值在 237~245 Ma，时代为早—中三叠世，应代表该区火山岩组的形成时代^[7]。

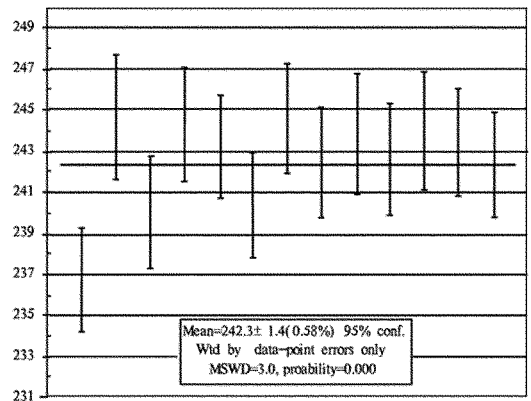
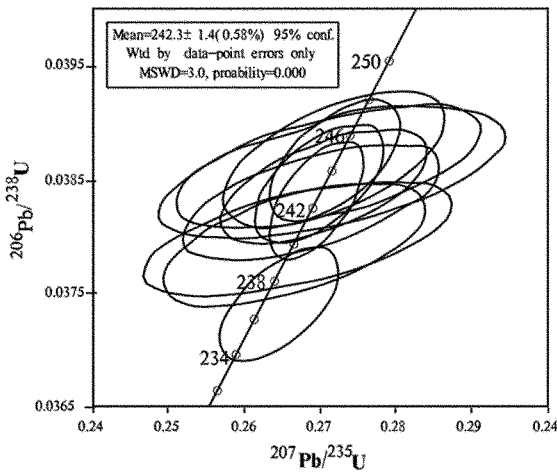


图 8 早—中三叠世火山岩组 DP10U - Pb2 - 1 同位素年龄谐和图

5 讨论

青海省都兰县沟里公社江各一带零星分布火山岩组,分布于东昆仑造山带东昆中断裂带以北柴南缘一带,以浅变质的中酸性火山岩及碎屑岩为主,其形成时代为早—中三叠世。其构造环境为消减带俯冲碰撞的岛弧环境。从岩性、岩石学、地球化学特征、形成时代及大地构造位置分析,尚没有一确定的归属。因出露有限,受构造、岩浆破坏,呈断块残留状分布,未见顶底,不具建立正式岩石地层单位条件,目前把以变火山岩为主的岩石地层作为一个非正式的地层单位,有待今后在该区工作中研究解决,确定其归属及厘定。

参考文献:

- [1] 杨经绥,许志琴,李海兵,等. 东昆仑阿尼玛卿地区古特提斯火山作用和板块构造体系[J]. 岩石矿物学杂志, 2005, 9(5): 369 - 379.
- [2] 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.
- [3] 罗照华,邓晋福,曹永清,郭正府,莫宣学. 青海省东昆仑地区晚古生代—早中生代火山活动与区域构造演化[J]. 现代地质, 1999, 13(1): 51 - 56.
- [4] Pearce J A. Role of the sub - continental lithosphere in magma genesis at active continental margins[A]//In: Hawkesworth C J, Norry M J, eds. Continental basalts and metal xenoliths[C]. Nantwich; Shiva, 1983: 230 - 249.
- [5] Taylor S R, McLennan S M. The continental crust: Its composition and evolution[M]. Oxford: Blackwell, 1985.
- [6] 青海省地质矿产局. 青海区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1991.
- [7] 王照波,刘安同,王庆军. 白彦砾岩的形成时代及砾石组构特征分析[J]. 山东国土资源, 2012, 28(1): 14 - 19.

Petrological Characteristics and Tectonic Environment of Early - Middle Triassic Volcanic Rocks in Jiangge of Dulan County in Qinghai Province

LU Xiaoping, WANG Renshan, LIU Weidong, LIANG Cheng, SHI Quanjun, LIU Tong

(No. 7 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Linyi 276006, China)

Abstract: Scattered volcanic rocks distributed along Jiangge in Gouli community of Dulan county. They are located in the southern margin of Qaidam basin. Due to destroy and corrosion by the intrusive bodies of tectonic movement in late period, volcanic rocks show as fragmented fault blocks in the intrusive bodies, which was controlled apparently by the faults on space distribution. On the basis of geological survey, combining with the study on petrology, geochemistry, isotope age, it is regarded that volcanic rocks were formed in early - middle Triassic period. It is island arc environment formed by subduction belts collision.

Key words: Volcanic rock; rock geochemistry; isotopic age; tectonic environment; Dulan county in Qinghai province