

# 西昆仑于田地区玛列兹肯组火山岩地球化学特征、 岩浆源区探究

杨 征

陕西地矿研究院有限公司 陕西 咸阳 712000

**摘 要：**西昆仑于田地区大地构造位置为西昆仑造山带，北临塔里木地块，南接巴颜喀拉-松潘构造带，构造运动强烈。该地区火山活动比较强烈，火山喷发从新元古代开始，直至早更新世结束，以早古生代火山喷发活动较为强烈。本次主要研究对象为中上奥陶世火山岩，所属玛列兹肯组，通过岩石化学特征特征结合岩浆温度研究岩浆来源及其构造环境，通过压力温度认为基性熔岩岩浆来源深度为上地幔-下地壳的壳幔混合带。岩石地球化学显示玛列兹肯组火山岩主要为一套亚碱性系列安山玄武岩，主要来源于上地幔，并明显有地壳物质的加入。进一步分析岩石地球化学特征，通过判别图得出玛列兹肯组火山岩为钙碱性系列与拉斑玄武系列的过渡岩石，表明其形成的构造部位靠近岛弧。

**关键词：**于田；玛列兹肯组；火山岩；地球化学；岩浆源区

## 前言

玛列兹肯组火山岩分布于昆北地层区，时代属于早一中奥陶世，玛列兹肯组地层火山岩主要岩性为灰—深灰色蚀变玄武岩、蚀变杏仁状玄武岩、蚀变安山玄武岩、玄武安山岩、安山岩、少量英安岩和凝灰质绿片岩等，岩石多发生蚀变，为一套浅变质的低绿片岩相的火山岩。通过本次工作采集的各类火山岩地球化学样品，本文主要通过地球化学数据讨论其形成深度，来源以及构造环境。

### 1 火山韵律

依据玛列兹肯组火山岩岩石、岩层、岩相组合特征及其相互关系分析，综合考虑分析各剖面及路线所收集到的信息，玛列兹肯组在调查区内分为3种火山岩相类型，有爆发相、喷溢相和沉积相。根据剖面具体可分为三个旋回，七个韵律（表1-1）。岩性主要包括玄武岩、安山岩、杏仁状玄武岩、杏仁状安山岩等。1韵律为基性火山熔岩→中性火山熔岩；2、3、4韵律为基性火山熔岩→过渡性安山玄武岩→中性火山熔岩；5韵律为基性火山熔岩→中性火山熔岩；6韵律为基性火山熔岩→中性火山熔岩→酸性火山熔岩；7韵律为中性火山熔岩→酸性火山熔岩。玛列兹肯组火山岩中出露有角砾晶屑凝灰岩、凝灰质角砾岩、火山角砾岩、晶屑凝灰岩、角砾岩屑凝灰岩、英安质角砾凝灰岩、英安质晶屑凝灰岩、英安质岩屑晶屑凝灰岩等爆发相火山岩，说明工区内玛列兹肯组火山岩具有爆发相、喷溢相和沉积相，具有多韵律和旋回。

表1-1 玛列兹肯组火山岩喷发韵律划分表

序号	岩性	厚度 (m)	岩相	韵律	旋回
1	白云质灰岩、泥晶灰岩	203.81	沉积相	7	III
2	英安岩	56.81	喷溢相		
3	安山岩	22.94			
4	微晶灰岩	55.06	沉积相		II
5	绿泥绿帘方解片岩	66.45			
6	白云质灰岩	50.9			
7	微晶灰岩	72.49			
8	石英绢云方解片岩	35.13			
9	英安岩	31.96	喷溢相	6	
10	安山岩	112.43			
11	安山质玄武岩	40.41			
12	微晶灰岩	43.67	沉积相		I
13	变石英砂岩	10.5			
14	安山岩	73.99	喷溢相	5	I
15	玄武安山岩	191.36			
16	杏仁状玄武岩	169.58			
17	安山玄武岩	175.34			
18	杏仁状玄武岩	131.41			
19	安山玄武岩	75.37		4	
20	杏仁状玄武岩	71.62			
21	安山玄武岩	126.54			
22	玄武岩	44.35		3	
23	安山岩	102.61			
24	玄武安山岩	67.41			
25	玄武岩	169.51	2		
			1		

## 2 地球化学特征

本次在玛列兹肯组中,采集的火山岩样品主石类型为玄武岩、安山岩类。

该岩类 $\text{SiO}_2 = (50.16-55.53) \times 10^{-2}$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = (1.15-3.17) \times 10^{-2}$ ,  $\text{K}_2\text{O} = (0.215-1.16) \times 10^{-2}$ ,  $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$ 。具有向玄武岩过渡的特征,  $\text{Al}_2\text{O}_3 < \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{CaO}$ , 属偏铝质类型。在AFM判别图得出,该期火山岩属于钙碱性系列与拉斑玄武系列的过渡岩石。

玛列兹肯组火山岩稀土总量较低,  $\sum\text{REE} = (13.93-39.87) \times 10^{-6}$ ,  $\text{LREE}/\text{HREE} = 1.57-2.23$ ,  $\delta\text{Eu}$ 值变化不大, 0.88-1.37, 无明显的亏损或富集,  $(\text{La}/\text{Yb})_{\text{N}} = 0.85-1.47$ , 仅有一个样品达到5.86,  $(\text{La}/\text{Sm})_{\text{N}} = 1.08-2.80$ ,  $(\text{Gd}/\text{Yb})_{\text{N}} = 0.71-1.48$ , 说明轻、重稀土无明显富集; 稀土分配模式为右(缓)倾斜曲线(图4-6), 轻、重稀土分馏均不明显。火山岩总体表现为富集大离子亲石元素(Cs、K、Sr、Ba), 亏损高场强元素(Th、Nb、Ta), 反映出岩浆来源及演化的复杂性。

## 3 岩浆来源

### 3.1 岩浆温度估算

据Кутолин(1966)研究,玄武岩中MgO与橄榄石结晶温度( $t_{\text{ol}}$ )有关, MnO、TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、FeO与斜长石结晶温度( $t_{\text{pl}}$ )有关。计算出温度为摄氏温度t(°C), 其温度方程式如下:

$$t_{\text{ol}} = 1056.6 + 17.30\text{MgO}, \text{精度为}\pm 26^\circ\text{C}。$$

$$t_{\text{pl}} = 1144.7 - 136.26\text{MnO} - 19.23\text{TiO}_2 + 7.41\text{Al}_2\text{O}_3 - 1.04\text{FeO}, \text{精度为}\pm 25^\circ\text{C}。$$

玛列兹肯组火山岩在Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MgO温度图1-1中,所有样品均落入第I类区, 结晶顺序: Ol→Cpx→Pl, 为板内拉斑玄武岩系列区, 其橄榄石开始结晶温度(相当液相线温度) $t_{\text{ol}} = 1172^\circ\text{C} \sim 1256^\circ\text{C}$ , 斜长石 $t_{\text{pl}} = 1199^\circ\text{C} \sim 1249^\circ\text{C}$ ; 总体反映结晶温度1172°C-1256°C。

### 3.2 来源深度估算

据French等(1981)高压试验资料,玄武岩中MgO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>及压力大小,与岩石中矿物组合有关,玛列兹肯组火山岩在Ne'-Ol'-Q'深度图1-2中得出,所有样品落入0.1Gpa线与1GPa之间,用内插法,玛列兹肯组火山岩样品的压力在0.8GPa~1.4GPa, 岩浆来源深度26.4~46.2km, 从这一地带的地震剖面得知其莫霍面40km, 故而认为总体基性熔岩岩浆来源深度为上地幔-下地壳的壳幔混合带。

### 3.3 岩浆来源

将火山岩样品分析结果投影于La/Sm-La图解中(图1-3), 全部样品投点沿斜线分布, 说明岩浆演化过程中可能是以部分熔融为主。

玛列兹肯组火山岩主要为一套亚碱性系列安山玄武岩, 岩石地球化学特征表明其主要来源于上地幔, 并明显有地壳物质的加入。

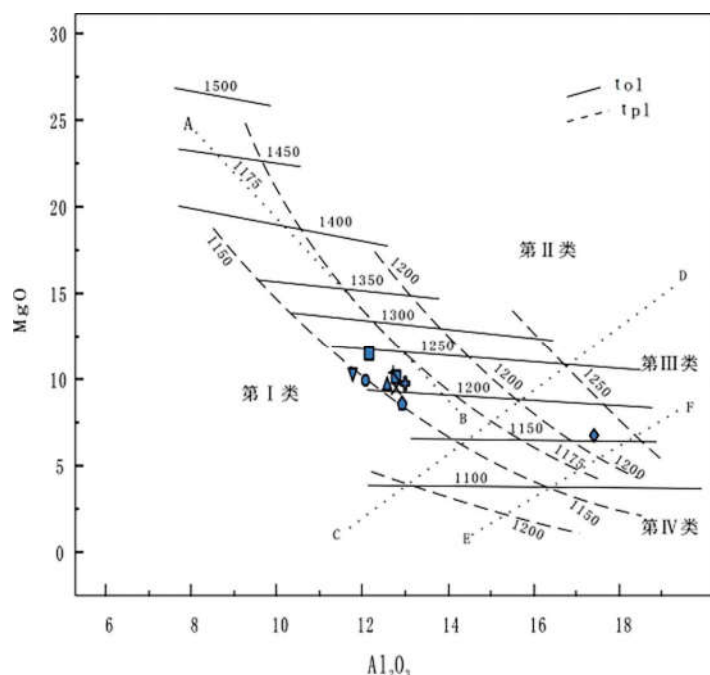


图1-1 MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>与tol、tpl关系图  
(W.J.French等,1981)

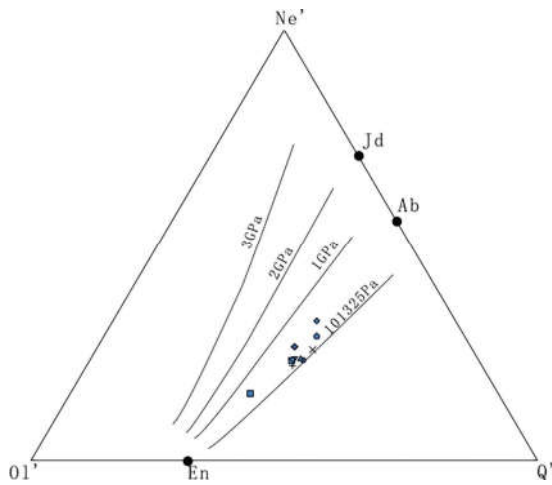


图1-2 Ne' -O1' -Q' 系相图  
(H.S.Jr.Yoder,1976)

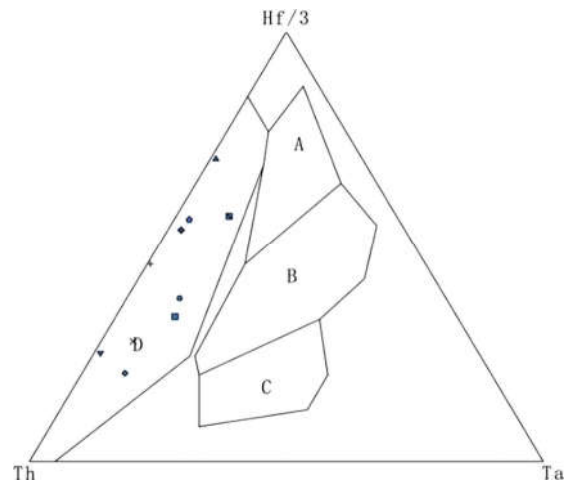


图1-4 Hf-Th-Ta构造判别图  
(Wood,1980)

A.N型洋脊玄武岩; B.E型洋脊玄武岩; C.拉斑玄武岩;  
D.火山弧玄武岩

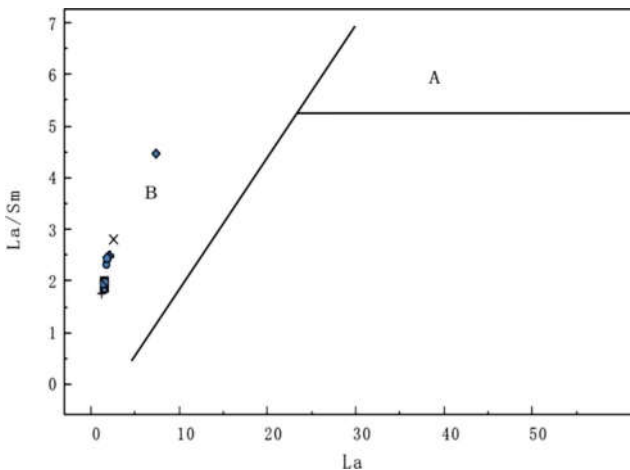


图1-3 玛列兹肯组火山岩La/Sm-La图解

#### 4 构造环境判

区内玛列兹肯组火山岩主要出露于玛列兹肯组地层中,由酸性、中性、中基性、基性火山岩组成。在Hf-Th-Ta和Nb-Zr-Y构造判别图解中,样品点均落入火山弧玄武岩区(图1-4、图1-5)。碱度率AR的大小及变化范围与构造环境有关,AR = 1.21-1.40,碱度低,变化范围小,具有岛弧火山岩特征。

因此认为玛列兹肯组火山岩为钙碱性系列与拉斑玄武岩系列的过渡岩石,表明其形成的构造部位靠近岛弧。

#### 5 结论

综上所述,于田地区玛列兹肯组火山岩主体为一套钙碱性系列与拉斑玄武岩系列过渡的基性-中性火山岩为主,岩浆主要来源于上地幔,并明显有地壳物质的加入。以部分熔融方式形成岩浆,构造部位靠近岛弧,为岛弧环境。

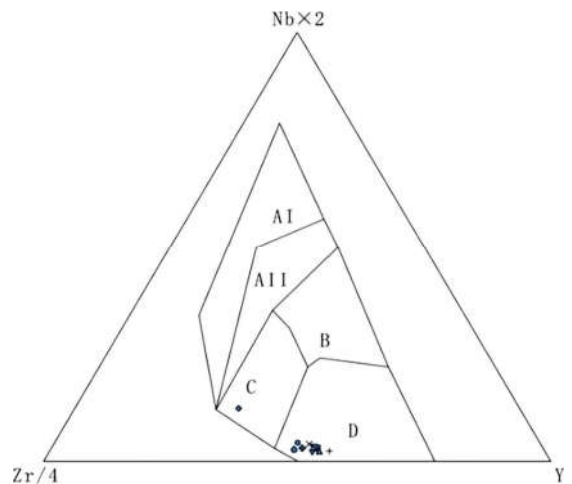


图1-5 Nb-Zr-Y构造判别图  
(Meschede,1986)

A I +A II 板内玄武岩; A II +C板内拉斑玄武岩; B.E型洋中脊; C板内拉斑玄武岩; D火山弧玄武岩

#### 参考文献

- [1]新疆维吾尔自治区地质调院《1:20万新疆维吾尔自治区西昆仑尼雅河上游地球化学图》及说明书,2002
- [2]潘桂棠等《1:150万青藏高原北部及邻区地质图》及说明书,成都地图出版社,2005
- [3]陕西省地质调查院《西昆仑物质组成及构造演化》内部资料,2005
- [4]涂光焯、陈毓川、张良臣等《中国新疆优势金属矿产成矿规律》,地质出版社,2006