

文章编号: 1006-6616 (2008) 03-0251-12

新疆西天山果子沟地区 开亚他斯火山机构及成矿潜力浅析

曾小平, 孟 红, 曹生秀
(青海省地质调查院, 青海西宁 810012)

摘 要: 新疆西天山地区的早石炭世古火山机构是形成金矿床的重要构造。本文通过对新疆西天山果子沟地区开亚他斯古火山机构的形成时代、岩石类型、火山岩相、喷发旋回、喷发韵律、成矿条件的调查研究, 初步确定开亚他斯古火山机构形成于 $331\text{Ma} \pm 2\text{Ma}$ (早石炭世), 为一套钙碱性系列岩石组合, 具有爆发相—喷溢相—爆发相的火山活动特征, 火山岩中金、锑、钽、铋、铊元素背景值较高, 有形成阿希火山岩型金床的成矿背景和潜力。

关键词: 火山机构; 火山岩; 成矿潜力; 西天山; 开亚他斯

中图分类号: P618

文献标识码: A

0 引言

新疆西天山金矿床的形成与早石炭世古火山机构有十分密切的关系, 位于新疆伊宁县境内产于早石炭世大哈军山组火山岩中的阿希金矿床, 就受阿希古火山机构控制^[1-2]。因此, 早石炭世古火山机构的确定和研究, 对下一步在该地区寻找阿希火山岩型金矿床十分重要。

2004 年新疆维吾尔自治区 1:5 万区调项目管理办公室在西天山西段安排了新疆霍城县果子沟一带 1:5 万区域地质矿产调查项目, 笔者有幸参加了该项目的地质矿产调查工作, 在调查中, 笔者及其同事在果子沟地区首次确定了开亚他斯古火山机构, 并准确确定了火山机构的喷发时间, 较详细的调查和研究了古火山机构的岩石类型、火山岩相、喷发旋回、喷发韵律、成矿条件等特征。因开亚他斯古火山机构位于阿希火山机构 NW 方向与形成阿希金矿的阿希古火山机构在空间上毗邻 (两者相距约 70km), 大地构造单元同属于伊犁微板块, 都属于博罗科努金、铜、铅锌成矿带, 且两个火山机构其喷发时间一致, 岩石类型相同, 成矿元素背景值含量相近, 因此笔者在 1:5 万区域地质矿产调查的基础上撰写此文, 希望能对该地区在火山机构基础地质研究和寻找阿希火山岩型金矿方面, 起到启示和帮助作用。

收稿日期: 2007-05-17

基金项目: 新疆霍城县果子沟一带 1:5 万区域地质矿产调查项目 (项目编号: XJQDZ2004-08) 资助。

作者简介: 曾小平 (1967-), 男, 工程师, 主要从事地质矿产调查研究。

1 区域地质背景

本文涉及地区，大地构造位置位于哈萨克斯坦—准噶尔板块之伊宁—伊赛克湖微板块，三级构造单元由北向南分别是赛里木地块、博罗科努古生代复合岛弧带和伊宁中央地块^[3]（图1）。新元古代青白口纪，本区地壳以缓慢沉降为主，遭受海侵，沉积了青白口纪开尔塔斯群之一套浅海相碳酸盐岩沉积，形成赛里木地块的基底。南华—寒武纪时期在大陆拉张裂解应力机制影响下，发生凹陷，形成陆缘海盆，沉积了震旦纪冰碛层和寒武纪含磷硅质建造，构成赛里木地块的初始盖层沉积。早—中奥陶世再次发生海侵形成了新二台组、科克萨雷溪组之滨—浅海相细碎屑岩、硅质岩夹页岩、灰岩等典型的被动陆缘沉积建造。晚奥陶世早期地壳由南北向挤压转为拉张，由东向西发生海侵，沉积了具裂谷早期特征的呼独克达坂组浅海相碳酸盐岩建造。早志留世裂谷全面拉开，形成了尼勒克河组中—酸性火山碎屑岩夹熔岩、正常沉积碎屑岩夹碳酸盐岩、硅质岩沉积。石炭纪古亚洲洋支—北天山洋壳残留部分发生向南北的双向俯冲，形成博罗科努晚古生代岛弧带，发育早石炭世大哈拉军山组浅海相—陆相中酸性火山岩及晚石炭世霍尔果斯序列I型花岗岩。岛弧南侧形成晚古生代弧后拉张盆地，发育晚石炭世伊什基里克组中酸性火山岩建造。石炭期末至二叠纪早期，由于北天山洋壳俯冲殆尽，继而发生陆陆碰撞造山，在博罗科努造山带发育早二叠世果子沟序列S型花岗岩，象征造山作用的结束。早二叠世时，在大东沟、松树头一带形成陆相断陷盆地，发育早二叠世乌郎组类磨拉石和中—酸性火山岩建造^①。

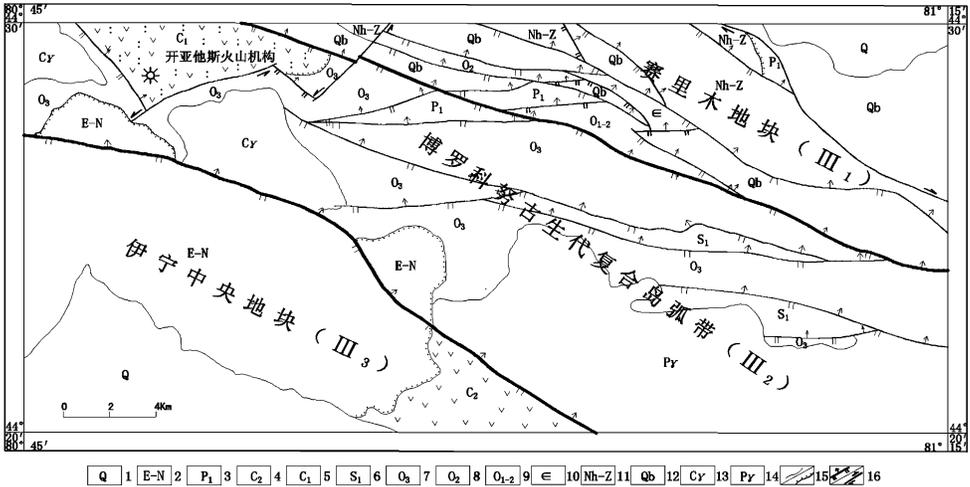


图1 果子沟地区地质略图

Fig. 1 Geological map of the Guozigou Area

- 1. 第四系; 2. 渐新世—上新世昌吉河群; 3—早二叠世乌郎组; 4—晚石炭世伊什基里克组; 5. 早石炭世大哈拉军山组; 6. 早志留世尼勒克河组; 7. 晚奥陶世呼独克达坂组; 8. 中奥陶世科克萨雷溪组; 9. 早—中奥陶世新二台组; 10. 寒武系; 11. 南华—震旦纪凯拉克提群; 12. 青白口纪开尔塔斯群; 13. 晚石炭世霍尔果斯序列I型花岗岩; 14. 早二叠世果子沟序列S型花岗岩; 15. 地质界线/不整合界线; 16. 逆断层/平移断层

① 青海省地质调查院. 乌拉斯台幅 (L44E022012)、二台幅 (L44E022013)、红旗公社幅 (L44E023013) 1:5 万区域地质矿产调查报告, 2007.

开亚他斯火山机构地理位置位于果子沟地区大西沟北部 2km 处, 大地构造位置位于博罗科努古生代复合岛弧带之吐拉苏火山盆地西缘, 是石炭纪古亚洲洋主支—北天山洋壳残留部分发生向南北双向俯冲, 形成博罗科努晚古生代岛弧带^① 时期火山活动的产物。其火山岩岩石地层单位划属早石炭世大哈拉军山组, 早石炭世大哈拉军山组区域上出露面积约 23km², 为一套钙碱性系列的陆相喷发岩系。受 NNW、NE 向两组断裂的控制, 喷发岩分布区平面上呈不规则的三角形展布, 由中基性、中性、酸性火山熔岩及中性、酸性火山碎屑岩组成。该套火山岩东北部与青白口纪开尔塔斯群呈断层接触, 西南、东南部与晚奥陶世呼都克达坂群呈角度不整合或断层接触。大哈拉军山组在博罗科努晚古生代岛弧带成矿和控矿作用十分明显, 尤其是在吐拉苏火山盆地中, 该组火山岩及其火山机构分布有一大批大中小型金矿(阿希金矿、阿比因迪金矿、塔吾别克金矿、伊尔慢得金矿、京希金矿、恰布坎卓它金矿), 这些金矿床都是浅成低温热液型金矿与西太平洋地区中—新生代岛弧带内广泛分布的浅成低温热液型金矿相比, 除了成矿时代为晚古生代早石炭世而不同外, 其它各种矿床特征极为相似, 并具有规模大、品位低和埋藏浅的特点, 具有广阔的找矿和开发前景²。

2 火山机构特征

2.1 地貌及地质特征

开亚他斯古火山机构为一锥状火山机构—即开亚他斯锥状火山(图 2)。火山机构东西向直径大于 1.5km, 南北向直径 1km, 中心最高海拔 1780m, 火山机构边部海拔 1450m 左右, 锥状地貌。受后期构造活动影响, 火山机构总体向北倾斜, 南北两侧发育放射状水系。

火山机构平面形态呈不规则、不完整的椭圆形, 由集块岩、火山角砾岩、流纹岩、凝灰岩等组成。火山机构中心火山口为紫红色火山集块岩, 火山口四周为呈带状、半环带状分布的灰绿色安山质火山角砾岩、紫红色流纹质含火山角砾凝灰岩等, 最外带则以灰紫色流纹岩、灰紫色珍珠岩、灰紫色灰绿色凝灰岩为主。

火山机构中的放射状断裂发育, 延长规模不一, 短者数十米, 长者数百米, 较大规模的放射状断裂往往都遭受到后期的改造, 小规模放射状断裂都被同期或后期岩脉充填。

2.2 韵律、旋回及岩相

在开亚他斯火山岩分布地区, 我们测制了柱状图(图 3), 开亚他斯火山岩存在一个喷发旋回、六个韵律以及爆发和喷溢两个岩相, 在两个岩相中以爆发相占主导地位。其中爆发相—以流纹质火山碎屑岩为主, 喷溢相则主要由流纹岩和珍珠岩构成。火山喷发活动显示由爆发相—喷溢相—爆发相, 有由强到弱多次喷发的特点。

2.3 岩石学特征

火山机构岩石以紫红色酸性岩为主, 主要岩石类型有流纹岩、珍珠岩、英安质熔岩凝灰岩, 流纹质晶屑玻屑熔结凝灰岩、流纹质熔岩凝灰岩、熔结角砾岩、硅化流纹质细火山角砾岩、流纹质火山集块岩等。

(1) 流纹岩: 灰色、灰紫色, 斑状结构、流纹构造。岩石由斑晶和基质、杏仁组成。斑晶为透长石、更长石和石英; 透长石次生变化后被含有 Fe₂O₃ 的高岭土交代, 基质由酸性基

^① 青海省地质调查院. 乌拉斯台幅 (L44E022012)、二台幅 (L44E022013)、红旗公社幅 (L44E023013) 1:5 万区域地质矿产调查报告, 2007。

质和杏仁两部分组成。酸性玻璃基质经脱玻化作用后被隐晶质微粒状、纤维状长英质氧化铁和细小鳞片状绢云母交代，形成不同成分和颜色的条纹构造；杏仁体呈圆状椭圆状外形定向排列，其间被石英充填。

(2) 珍珠岩：隐晶质、羽状脱玻结构、珍珠状构造。由酸性玻璃组成，因冷凝收缩而产生许多球形裂纹，构成珍珠状构造。沿珍珠状裂隙及中心均已脱玻化重结晶为霏细状、羽状、球粒状的长英质隐晶以及次生绢云母和氧化铁。

(3) 英安质凝灰岩：灰绿—灰褐色，凝灰结构，块状构造，定向构造。由晶屑、岩屑和玻屑组成，晶屑中石英呈棱角状，钾长石呈不规则状，更长石呈阶梯状，黑云母具暗化边，普通角闪石次生变化被绿泥石交代。岩屑大小相近，呈次磨园状外形。玻屑呈撕裂状外形，现已被含铁碳酸盐交代。

(4) 英安质碳酸盐化玻屑凝灰岩：灰绿色，玻屑凝灰结构，定向构造。凝灰质由玻屑、晶屑、磁铁矿组成。玻屑呈镰刀状、鸡骨状、楔形状、弓形状、浮岩状、撕裂状外形，平行定向排列，经脱玻化作用后被碳酸盐交代。晶屑由石英、钾长石构成。胶结构物由火山尘组成，火山尘经脱玻化作用后被隐晶状长英质和绢云母、绿泥石交代，不甚均匀分布在玻屑之间。

(5) 流纹质岩屑晶屑凝灰岩：紫红色，岩屑晶屑凝灰结构，定向构造。凝灰质由晶屑岩屑玻屑和磁铁矿组成。晶屑主要为石英、钾长石，更长石、黑云母，钾长石次生变化后被含

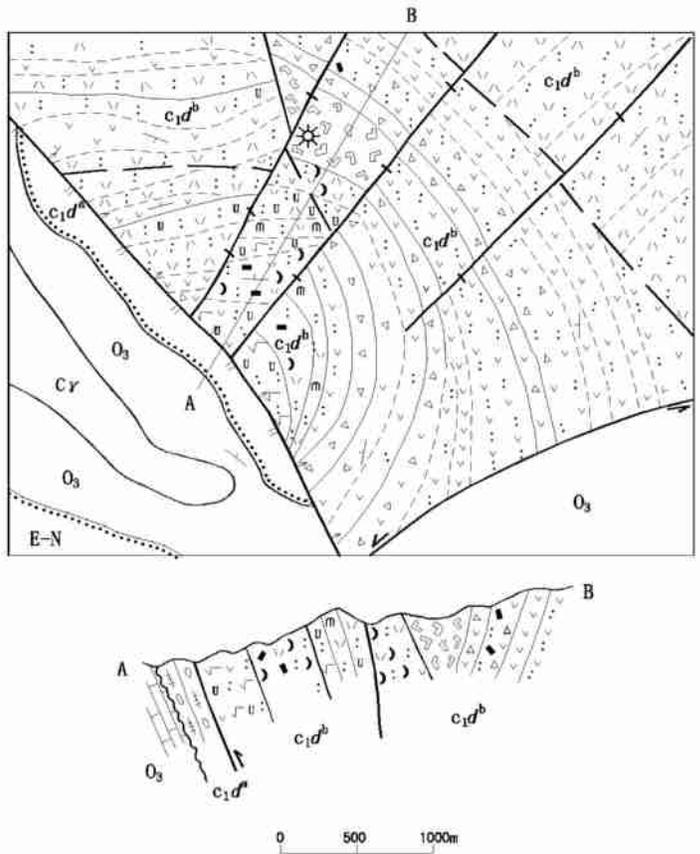
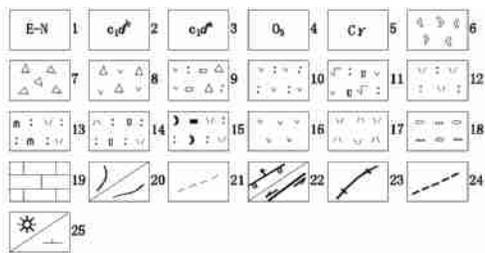


图2 开亚他斯火山机构岩性岩相地质图

Fig. 2 Lithological and petrographic sketch of the Kaiyatasi volcanic apparatus



1. 渐新世—上新世昌吉河群；
2. 早石炭世大哈拉军山组火山岩段；
3. 早石炭世大哈拉军山组碎屑岩段；
4. 晚奥陶世呼独克达坂组；
5. 晚石炭世霍尔果斯序列花岗岩；
6. 集块岩；
7. 火山角砾岩；
8. 安山质角砾岩；
9. 安山质含角砾凝灰岩；
10. 安山质凝灰岩；
11. 英安质熔岩凝灰岩；
12. 流纹质凝灰岩；
13. 流纹质熔结凝灰岩；
14. 流纹质凝灰熔岩；
15. 流纹质岩屑晶屑玻屑凝灰岩；
16. 安山岩；
17. 流纹岩；
18. 复成份砾岩；
19. 灰岩；
20. 岩性界线；
21. 岩相界线；
22. 逆断层/平移断层；
23. 放射状断层；
24. 环状断层；
25. 火山口/产状

屑（石英、钾长石、更长石）和岩屑（玄武岩、安山岩、蚀变玻屑凝灰岩、蚀变晶屑玻屑凝灰岩、球粒状流纹岩）组成。玻屑经脱玻化作用后被长英质、绢云母和氧化铁交代。晶屑中石英呈棱角状外形，钾长石呈阶梯状外形。胶结物由火山尘组成，火山尘经脱玻化作用后形成隐晶状长英质和氧化铁。

(8) 火山角砾岩：紫红色，火山角砾结构，假流动构造、块状构造。火山角砾由玻屑、晶屑、磁铁矿组成。角砾大小不等，次圆状外形，由于压紧和熔结作用，使角砾在岩石中大致呈定向分布。胶结物由同成分的玻屑、晶屑、凝灰岩组成，不太均匀分布在角砾之间，与角砾相互熔结构成流动构造。

(9) 火山集块岩（火山弹）：紫红色，斑状结构，基质隐晶结构，流动构造。岩石由斑晶和基质组成。斑晶成分为石英、钾长石。石英呈自形半自形晶体，裂纹发育具方向性排列。钾长石呈自形板晶体，次生变化后被碳酸盐和含有 Fe_2O_3 的高岭土所交代。基质由更长石、磁铁矿、绿帘石等组成。更长石呈隐晶状集合体定向分布在斑晶之间，磁铁矿呈显微粒状不太均匀分布在长英质之间。

2.4 岩石化学特征

开亚他斯古火山机构火山岩岩石化学特征见表 1，CIPW 标准矿物显示，火山岩属铝过饱和类型，标准矿物组合为石英 (Q) + 钾长石 (Or) + 钠长石 (Ab) + 钙长石 (An) + 刚玉 (C) + 紫苏辉石 (Hy)。

岩石中 SiO_2 含量为 72.91 ~ 79.17，属酸性岩类，在 TAS 图解中（图 4），落入流纹岩区。在 AFM 图解中（图 5）落入钙碱性系列区内，岩石中 Al_2O_3 为 10.37 ~ 13.10，英安质凝灰岩 $Na_2O > K_2O$ ，流纹质岩石 $K_2O > Na_2O$ ，里特曼组合指数 δ 值为 1.80 ~ 2.00 均小于 3.3，属钙碱性岩，在硅碱图中岩石落入亚碱性系列（图 6），分异指数 DI 在 91.07 ~ 95.11，由此表明岩浆的分异演化越彻底，酸性程度越高，固结指数 SI 为 2.78 ~ 6.01，分异指数较小，岩浆分异程度高，岩石的酸性程度高，长英指数 FL 为 87.15 ~ 97.32，表明岩浆分离结晶作用程度高，氧化率 OX 为 0.44 ~ 0.46，氧化程度一般。

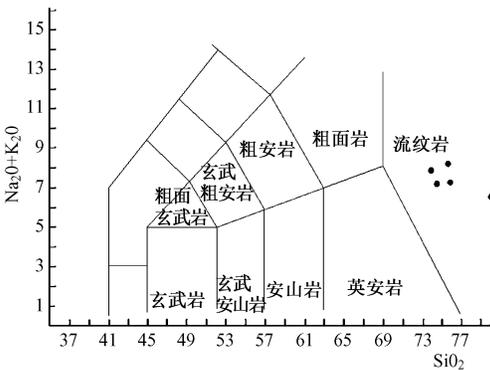


图 4 开亚他斯火山机构火山岩 TAS 图解
Fig 4 Diagram of TAS for volcaic rocks of the Kaiyatasi volcaic apparatus

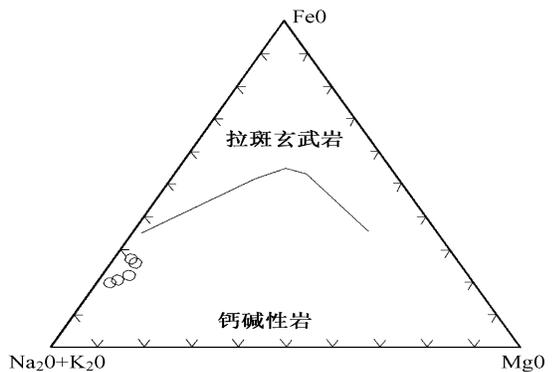


图 5 开亚他斯火山机构火山岩 AFM 图解
Fig 5 Diagram of AFM for volcanic rocks of the Kaiyatasi volcanic apparatus

表 1 开亚他斯火山机构火山岩岩石化学特征表

Table 1 Chemical compositions of volcanic rocks of the Kaiyatasi volcanic apparatus

样号	岩石名称	氧化物组合及含量 $\omega_p \times 10^{-6}$													
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O+	CO ₂	∑
P2GS24	英安质熔结凝灰岩	72.91	0.29	13.10	0.87	1.58	0.07	0.65	0.94	4.04	3.68	0.08	1.13	0.46	99.80
P2GS21	流纹英安质熔结凝灰岩	73.66	0.40	12.83	2.52	0.42	0.04	0.53	0.70	4.66	2.45	0.10	1.17	0.35	99.83
P2GS14	流纹质玻屑凝灰岩	75.28	0.34	11.74	2.87	0.25	0.06	0.41	0.39	3.22	4.03	0.09	1.02	0.09	99.79
P2GS11	流纹质熔结凝灰岩	75.42	0.22	11.88	2.21	0.22	0.06	0.46	0.24	2.77	5.28	0.04	0.95	0.09	99.84
P2GS7	流纹质火山角砾岩	79.17	0.15	10.37	1.62	0.23	0.04	0.24	0.18	2.28	4.26	0.01	1.11	0.17	99.83
样号	特征参数														
	NK	DI	σ	AR	τ	SI	FL	OX	K ₂ O/Na ₂ O	logσ	logτ				
P2GS24	7.82	91.07	1.99	3.44	0.83	6.01	89.15	0.45	0.91	0.29	0.08				
P2GS21	7.18	91.80	1.65	3.21	20.42	5.01	91.04	0.46	0.52	0.21	1.31				
P2GS14	7.30	92.59	1.63	3.38	24.26	3.80	94.90	0.45	1.25	0.21	1.38				
P2GS11	8.08	93.59	2.00	2.68	41.40	4.20	97.10	0.44	1.90	0.30	1.61				
P2GS7	6.57	95.11	1.18	2.52	53.93	2.78	97.32	0.45	1.86	0.07	1.73				
样号	CIPW 标准矿物 (重量%)														
	Or	ab	an	en	fs	hy	q	ap	il	mt	c	∑			
P2GS24	22.04	34.61	1.32	1.64	1.86	3.50	33.36	0.17	0.55	1.28	2.01	98.84			
P2GS21	14.60	39.85	0.7	1.35	0.54	1.89	36.16	0.22	0.76	2.25	2.07	98.70			
P2GS14	23.99	27.42	0.86	1.02	0.68	1.70	40.12	0.22	0.65	2.41	1.51	98.86			
P2GS11	31.32	23.52	0.41	1.15	0.52	1.67	38.13	0.09	0.42	1.93	1.46	98.95			
P2GS7	25.29	19.38		0.06	0.50	1.10	49.29		0.28	1.44	2.02	98.80			

注：样品由湖北省地质实验研究所采用湿法分析，2006。

2.5 稀土元素特征

开亚他斯火山机构火山岩稀土分析及特征参数值见表 2，表 2 反映英安质熔岩凝灰岩稀土总量 $\sum REE$ 为 162.41 ~ 176.80，流纹质火山碎屑岩稀土总量 $\sum REE$ 为 212.66 ~ 250.23，显示由英安质碎屑岩到流纹质碎屑岩稀土重量 $\sum REE$ 增高， δ_{Eu} 减小的演化规律。轻重稀土比值 LREE/HREE 为 6.20 ~ 9.02，轻稀土大于重稀土， δ_{Eu} 0.36 ~ 0.73 均小于 1，Eu/Sm 比值为 0.11 ~ 0.23，小于 0.35，均显示为负异常。(La/Yb)_N 为 5.38

~10.08，(Ce/Yb)_N 为 4.49 ~ 7.25，其比值均大于 1，表明岩石均为轻稀土富集。 δ_{Ce} 值在岩石中为 0.91 ~ 0.99，基本相近，铈无明显亏损。岩石球粒陨石标准化配分模式图 (图 7)，均显示右倾斜的“v”型，配分曲线近于平行，配分型式基本一致，反映为同源岩浆演化的

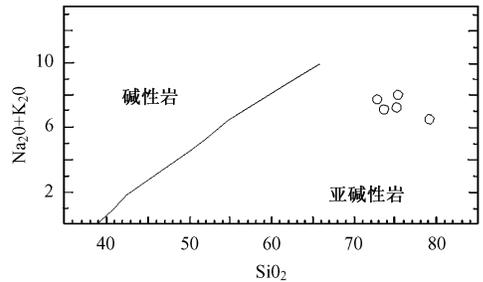


图 6 开亚他斯火山机构火山岩硅碱图解

Fig 6 Diagram of $(Na_2O+K_2O)/SiO_2$ for volcanic rocks of the Kaiyatasi volcanic apparatus

产物。

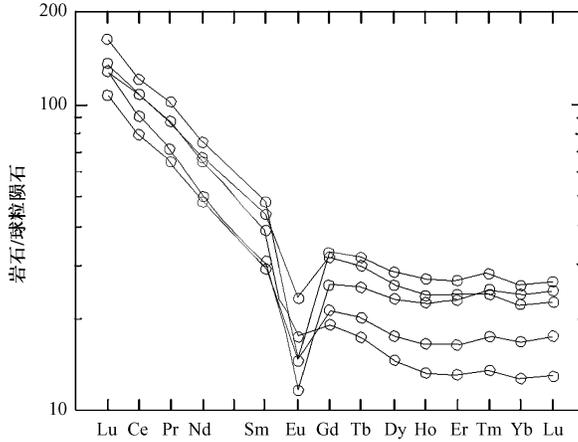


图 7 开亚他斯火山机构火山岩稀土元素球粒陨石标准化图

Fig. 7 REE patterns for volcanic rocks of the Kaiyatasi volcanic apparatus

表 2 开亚他斯火山机构火山岩稀土元素特征表

Table 2 REE data of volcanic rocks of the Kaiyatasi volcanic apparatus

样号	岩石名称	$\sum ce(\omega_B/10^{-6})$						$\sum Y(\omega_B/10^{-6})$								
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	y
P2XT24	英安质熔结凝灰岩	33.31	63.93	7.93	28.86	5.94	1.07	5.47	0.95	5.65	1.18	3.46	0.57	3.51	0.58	30.11
P2XT21	流纹英安质熔结凝灰岩	39.47	74.02	8.67	30.07	5.63	1.29	4.93	0.82	4.69	0.95	2.75	0.44	2.64	0.43	23.54
P2XT14	流纹质玻屑凝灰岩	42.13	87.75	10.81	40.20	8.51	1.71	8.20	1.41	8.30	1.71	5.00	0.78	4.65	0.75	40.95
P2XT11	流纹质熔结凝灰岩	50.58	97.71	12.41	45.27	9.32	1.07	8.56	1.49	9.18	1.92	5.56	0.91	5.38	0.87	45.71
P2XT7	流纹质火山角砾岩	39.73	86.44	10.56	38.89	7.58	0.86	6.70	1.20	7.47	1.60	4.85	0.80	4.98	0.82	39.85

主要参数特征

样号	岩石名称	$\sum REE$	LREE	HREE	LR/HR	δ_{Eu}	δ_{Ce}	Eu/Sm	Sm/Nd	$(La/Yb)_N$	$(Ce/Yb)_N$
P2XT24	英安质熔结凝灰岩	162.41	141.04	21.37	6.60	0.56	0.92	0.18	0.21	6.40	4.71
P2XT21	流纹英安质熔结凝灰岩	176.80	159.15	17.65	9.02	0.73	0.92	0.23	0.19	10.08	7.25
P2XT14	流纹质玻屑凝灰岩	221.91	191.11	30.80	6.20	0.62	0.97	0.20	0.21	6.11	4.88
P2XT11	流纹质熔结凝灰岩	250.23	216.36	33.87	6.39	0.36	0.91	0.11	0.21	6.34	4.70
P2XT7	流纹质火山角砾岩	212.66	184.24	28.42	6.48	0.36	0.99	0.11	0.19	5.38	4.49

注：样品由湖北地质实验研究所采用 ICP-MS 法分析，2006。

2.6 微量元素特征

开亚他斯火山机构火山岩微量元素特征见 (表 3、图 8)，岩石中 K、Rb、Th、Zr 等元素富集较强；K、Zr、Hf 等元素富集一般，Sr、P、Ti 等元素亏损明显，显弱富集。微量元素含量与世界同类岩石相比 (维氏值，1962^[4]) 流纹质凝灰岩中 Ba、Rb、Sb 等元素偏高，英安质熔岩凝灰岩偏低，Zr、Th、Hf、La、As 多数样品偏高，其它元素均低于维氏值。

表 3 开亚他斯火山机构火山岩微量元素特征表

Table 3 Trace elements of volcanic rocks of the Kaiyatas volcanic apparatus

岩 性	样品	Ba	Rb	Sr	Zr	Nb	Th	Ni	V	Cr
流纹质含角砾玻屑凝灰岩	P2DY3	816	173	47	259	25.60	17.20	1.14	23.60	5.10
流纹质火山角砾岩	P2DY7	554	141	25	321	21.10	18.40	1.58	22.50	11.80
英安质玻屑凝灰岩	P2DY19	735	153	44	352	23.80	19.00	1.68	23.20	4.90
流纹英安质熔岩凝灰岩	P2DY21	148	94.40	57	225	15.50	12.10	2.85	29.50	9.50
岩 性	样品	Hf	Sc	Be	La	As	Mn	P	Ti	Y
流纹质含角砾玻屑凝灰岩	P2DY3	8.20	5.76	2.62	48.70	5.07	240	183	1345	44.80
流纹质火山角砾岩	P2DY7	8.90	7.31	2.68	44.90	3.69	331	74.40	704	40.50
英安质玻屑凝灰岩	P2DY19	10.80	6.16	3.44	63.50	8.98	690	66.10	770	45.70
流纹英安质熔岩凝灰岩	P2DY21	6.80	5.27	1.91	42.80	1.55	483	337	825	25.10

注：表中的元素单位为 $\omega_B / 10^{-6}$ 。样品由湖北省地质实验研究所采用 ICP-MS 法分析，2006。

2.7 形成时代

(1) 为准确确定开亚他斯火山机构的喷发时代，在流纹岩、火山角砾岩、熔岩凝灰岩中采集了 Rb-Sr 等时线法测年样品，样品由中南矿产资源监督中心同位素室测试，同位素测试成果见表 4 和图 8，测试结果表明开亚他斯火山机构火山岩形成在 $331\text{Ma} \pm 2\text{Ma}$ 。火山喷发时间在早石炭世。

表 4 开亚他斯火山机构火山岩铷锶同位素年龄测试结果表

Table 4 Rb-Sr isotope of volcanic rocks of the Kaiyatas volcanic apparatus

样品号	$W(\text{Rb}) / 10^{-6}$	$W(\text{Sr}) / 10^{-6}$	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} (2\sigma)$
II 2012p2JD23-1	164.3	76.53	6.206	0.7376 ± 0.0005
JD23-2	158.8	98.31	4.666	0.73025 ± 0.00002
JD23-3	168.3	83.42	5.833	0.73566 ± 0.00001
JD23-4	126.2	94.67	3.851	0.72643 ± 0.00001
JD23-5	140.3	90.57	4.475	0.72947 ± 0.00003
JD23-6	114.5	98.5	3.355	0.72409 ± 0.00006
JD23-7	144.5	91	4.587	0.72993 ± 0.00007

结 果

$\lambda^{87}\text{Rb} = 1.42 \times 10^{-11}\text{a}^{-1}$ $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.70832 \pm 0.00014 (1\sigma)$
 $t = 331\text{Ma} \pm 2\text{Ma} (1\sigma)$

处 理

参加线性处理样品数为：7

注：铷锶同位素测年样品由地科院宜昌地质矿产研究所测定，2006。

3 成矿潜力浅析

为调查开亚他斯火山机构的成矿潜力，在火山机构的火山岩石中取了四件定量光谱样品进行测试分析，其定量光谱测试成果见表 5。表 5 反映，流纹质玻屑凝灰岩中钼、金、铋、锑高于地壳平均丰度值，分别是地壳平均丰度值的 1.01 倍、29.7 倍、10 倍、3.8 倍。流纹

质火山角砾岩中金、铋、锑高于地壳平均丰度值，分别是地壳平均丰度值的 21.7 倍、6.7 倍、1.88 倍。玻屑凝灰岩中锌、金、铋高于地壳平均丰度值，分别是地壳平均丰度值的 1.2 倍、20.2 倍、13.3 倍。英安质熔岩凝灰岩中金、铋高于地壳平均丰度值，分别是地壳平均丰度值的 18 倍、7.8 倍。因此，根据定量光谱中岩石成矿元素丰度值，认为该期火山岩金、钼、铋、锑等成矿元素背景值较高，有金、钼、铋、锑等矿产的成矿物质基础，具备成为金、钼、铋、锑等矿产矿源岩的前提条件。

另外，开亚他斯古火山机构其区域成矿地质背景、喷发时间，岩石类型、火山岩相、喷发特点、岩石化学特征、稀土元素特征、成矿元素背景值含量等经与形成阿希金矿的

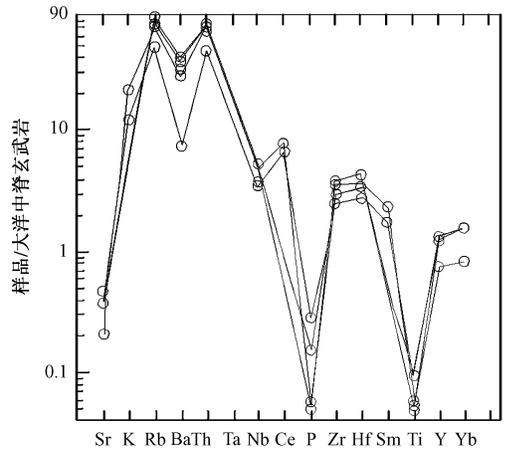


图 8 开亚他斯火山机构火山岩微量元素比值蛛网图
Fig 8 Trace element spidergram of volcanic rocks of the Kaiyatasi volcanic apparatus

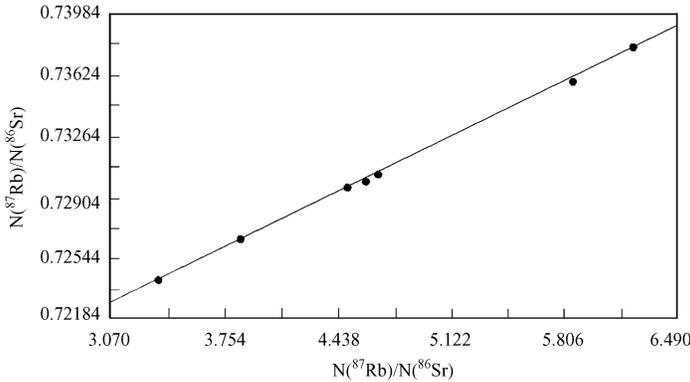


图 9 开亚他斯火山机构火山岩 Rb-Sr 等值线图
截距: 0.70832 ± 0.00014 斜率: 0.00471 ± 0.00003 年龄: 331Ma ± 2Ma (10⁷)
Fig 9 Rb-Sr isochron of the volcanic rocks of the Kaiyatasi volcanic apparatus

表 5 开亚他斯火山机构火山岩成矿元素丰度表 (定量光谱结果)

Table 5 Metallogenic element data of volcanic rocks of the Kaiyatasi volcanic apparatus

岩性	样品编号	Cu	Pb	Zn	Co	W	Mo	Au	Ag	Bi	Sb
流纹质玻屑凝灰岩	II 2012P2DY3-1	7.48	8.89	55.1	1.51	2.01	1.12	101	24	0.08	1.88
流纹质火山角砾岩	II 2012P2DY7-1	8.67	9.82	75.4	0.71	1.00	0.37	73.7	33	0.06	0.94
玻屑凝灰岩	II 2012P2DY19-1	12.8	7.65	100.1	1.08	0.24	0.1	68.7	28	0.12	0.48
英安质熔岩凝灰岩	II 2012P2DY21-1	11.7	8.90	67.7	2.95	0.75	0.23	61.4	15	0.07	0.28
地壳平均丰度值 (维诺格拉多夫值 1962)		47	16	83	18	2.5	1.1	3.4	70	0.009	0.5

注: Cu、Pb、Zn、Co、W、Mo、Bi、Sb 元素单位为 10⁻⁶, Au、Ag 元素单位为 10⁻⁹, 样品由湖北省地质实验研究所采用 ICP-MS 法分析, 2006 年。

阿希古火山机构进行对比(表6), 两者之间存在较大的相似性。原1:20万化探水系沉积物测量圈定的化探异常也与该火山机构基本套和, 而此次1:5万区域地质矿产调查在对火山机构火山岩成矿元素背景进行分析时, 也发现金元素背景值很高, 高出地壳平均丰度值达到近20倍以上, 显示出非常好的金矿成矿前景。因此认为开亚他斯古火山机构是寻找火山岩型金矿床(阿希金矿床)的最有利的火山构造之一, 在以后的工作中应引起高度重视。

表6 阿希古火山机构与开亚他斯古火山机构对比表

Table 6 Contrast of structure between Axi ancient volcano apparatus and Kaiyatasi volcano apparatus

阿希古火山机构		开亚他斯古火山机构	
大地构造位置	伊宁—伊赛克湖微板块中部博罗科努古生代复合岛弧带之吐拉苏火山盆地西段 ^[3-5]	大地构造位置	伊宁—伊赛克湖微板块中部博罗科努古生代复合岛弧带之吐拉苏火山盆地西段
成矿带归属	博罗科努金、铜、铅锌(钼、磷矿)成矿带 ^⑥	成矿带归属	博罗科努金、铜、铅锌(钼、磷矿)成矿带
喷发时间	(346±9)~325Ma(早石炭世) ^[7-9]	喷发时间	(331±2)Ma(早石炭世)
岩石类型	中酸性火山岩系 安山岩、安山质凝灰岩、安山质火山角砾岩、火山弹凝灰岩、英安质角砾熔岩、安山质英安岩、英安岩 ^[2]	岩石类型	中酸性火山岩系 安山质火山角砾岩、安山质凝灰岩、流纹岩、珍珠岩、英安质熔岩凝灰岩、流纹质熔岩凝灰岩、流纹质细火山角砾岩、流纹质火山集块岩
火山岩相	喷发~喷溢相 ^[2]	火山岩相	喷发相~喷溢相~喷发相
喷发特点	中心式喷发, 8个明显的喷发韵律, 第一韵律到第八韵律, 表现出强~强~弱~强~强~强~弱~弱的变化规律, 火山喷发时间较长, 强度较强, 喷溢时间较短, 强度较弱 ^[10] 。	喷发特点	中心式喷发, 6个喷发韵律, 第一韵律到第六韵律, 表现出强~强~强~弱~弱~强的变化规律, 火山喷发时间较长, 强度较强, 喷溢时间较短, 强度较弱。
岩石化学特征	以钙碱性系列岩石为主, 少量碱性系列岩石, SiO ₂ : 51.38%~75.61% ^[9-10]	岩石化学特征	钙碱性系列岩石 SiO ₂ : 72.91%~79.17%
稀土元素特征	轻稀土富集型 ^[9]	稀土元素特征	轻稀土富集型
成矿元素背景	Au: 0.208×10 ⁻⁶ ; Zn: 65.36×10 ⁻⁶ ; Sb: 7.18×10 ⁻⁶ ; Bi: 0.08×10 ⁻⁶ ^[9]	成矿元素背景	Au: 0.101×10 ⁻⁶ ~0.061×10 ⁻⁶ ; Zn: 100.1×10 ⁻⁶ ~55.1×10 ⁻⁶ ; Sb: 1.88×10 ⁻⁶ ~0.28×10 ⁻⁶ ; Bi: 0.12×10 ⁻⁶ ~0.06×10 ⁻⁶
控矿构造	放射性断裂、不规则断裂和环状断裂, 破火山口边缘环状张性断裂成矿较好 ^[1,5] 。	控矿构造	火山机构发育放射性断裂、不规则断裂及环状断裂, 对其成矿和控矿尚未做过调查。
形成矿床	阿希大型金矿床(低硫型浅成低温热液金矿床 ^[11])	形成矿床	火山机构发现时间不长, 未开展过专项的矿产调查工作, 工作程度很低。发现金矿床的可能性很大。

4 结论

开亚他斯古火山机构为一锥状火山, 喷发于 $331\text{Ma} \pm 2\text{Ma}$ (早石炭世), 为一套钙碱性系列酸性岩石组合, 存在一个喷发旋回、六个韵律以及爆发和喷溢两个岩相, 火山喷发活动具有爆发相—喷溢相—爆发相和由强到弱多次喷发的特点。火山机构中金、锑、铋、锌、钼元素背景值较高, 有形成阿希火山岩型金床的成矿背景和潜力。

参 考 文 献

- [1] 董连慧. 阿希金矿主要蚀变类型及其与金矿化关系 [J]. 地质与资源, 2001, 9, 10 (3): 129 ~ 132.
- [2] 韩建民. 新疆阿希金矿床特征及找矿方向 [J]. 新疆有色金属, 2003, 37 ~ 42.
- [3] 张良臣. 中国新疆板块构造与动运学 [A]. 新疆第三届天山地质矿产学术讨论会论文选辑, 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1995. 114.
- [4] 刘英俊, 曹励明. 元素地球化学导论 [M]. 北京: 地质出版社, 1993. 32
- [5] 张桂林, 梁金城, Nick Hayward, 等. 新疆西天山吐拉苏火山盆地金矿的构造控矿规律 [J]. 地质与勘探, 2002, 9, 38 (9): 24 ~ 29.
- [6] 中国地质调查局. 全国主要成矿远景区矿产资源调查评价, 重点选区研究 (一) [M]. 北京: 地质出版社, 2003. 18.
- [7] 毋瑞身, 田昌烈, 杨芳林, 等. 新疆阿希地区金矿概论 [J]. 贵金属地质, 1996, 5 (1): 5 ~ 21.
- [8] 李华芹, 谢才富, 常海亮, 等. 新疆北部有色贵金属矿床成矿作用年代学 [M]. 北京: 地质出版社, 1998. 107 ~ 127.
- [9] 沙德铭, 金成洙, 董连慧, 等. 西天山阿希金矿成矿地球化学特征研究 [J]. 地质与资源, 2005, 6, 14 (2): 118 ~ 145.
- [10] 范新丽, 黄薇, 袁尔乾. 西天山阿希地区金矿的金元素富集过程探讨 [J]. 新疆地质, 2002, 9, 220 (3): 224 ~ 228.
- [11] 翟伟, 孙晓明, 高俊, 等. 新疆阿希金矿床赋矿围岩—大哈拉军山组火山岩 SHRIMP 锆石年龄及其地质意义 [J]. 岩石学报, 2006, 22 (5): 1439 ~ 1404.

ANALYSIS ON THE KAIYATASI VOLCANIC APPARATUS AND ITS METALLOGENETIC POTENTIALITY IN GUOZHIGOU AREA OF THE WESTERN TIANSHAN, XINJIANG OF CHINA

ZENG Xiao-ping, MENG Hong, CAO Sheng-xiu

(*Institute of Geological Survey of Qinghai Province, Xining 810012, China*)

Abstract: The Early Carboniferous volcanic apparatus is an important metallogenetic structure for formation of gold deposit in the Western Tianshan. A study on the formation time of the volcanic apparatus, rock types, volcanic facies, eruptive cycles and metallogenetic conditions shows that the volcanic apparatus was formed about 331Ma ago, associated with calc-alkaline series rocks, and bearing

(下转第 250 页)

THE “MULTI-POSITION IN ONE” MODE AND DYNAMIC MECHANISM OF MINERALIZATION OF TUNGSTEN DEPOSITS IN JIANGXI

YANG Ming-gui¹, ZENG Zai-lin², LAI Zhi-jian², WU Xin-hua³

(1. *Jiangxi Bureau of Exploration and Development of Geology and Mineral Resources, Nanchang 330002, China;*

2. *South Jiangxi Geological Surveying Party of JBEDGMR, Ganzhou 341000, China;*

3. *Jiangxi Institute of Geological Survey, Nanchang 330201, China*)

Abstract: Taking the Zhangtiantang-Xihuashan tungsten band as an example, this paper proposes a “multi-position in one” mode for tungsten deposits based on lots of explorations for tungsten deposits in Jiangxi. The core of the mode is the structure-magma-metallogenic series with genetic relation, composed of different kinds of tungsten deposits and with metallogenic granite as its main factor. It focuses on displaying the four-dimensional structure of vein-type tungsten deposits and rules on orientation as well as various modes of vertical zoning in deposits. Meanwhile, based on observation of the thermodynamic process of vein-type tungsten deposits, this mode reveals the alternation of zone-level extrusion and twist with induced part-vertical inner stress field, and cutting and fracture of rocks with their expanding and recharging. It also shows constraint of the process on the whole structure of tungsten deposits and their temporal and spatial distribution.

Key words: tungsten deposits; multi-position in one mode; mineralization zoning; mineralization motion

(上接第 262 页)

volcanic cycle from explosive facies to extrusive facies and then to explosive facies. The volcanic rock has a higher background values of Sb, Pb, Mo, Bi, Au, So, constituting a good conditions for formation of the volcanogenic massive sulfide deposit.

Key words: volcanic apparatus; volcanic rocks; metallogenic potentiality; Western Tianshan; Kaiyatasi