文章编号：1000-8845(2011)02-119-06 中图分类号:P588.12+2 文献标识码:A

# 东准噶尔北缘托斯巴斯套闪长岩体地球化学特征及成因

张希兵[1],杨富全[3],刘锋[3],吕书君[4],姜丽萍[2]
(1.中国人民武装警察部队黄金第八支队,新疆 乌鲁木齐 830000;2.新疆大学地质与勘查工程学院,新疆 乌鲁木齐 830046;3.中国地质科学院矿产资源研究所,北京 100037;4.中国地质大学,北京 100029)

**摘 要**:托斯巴斯陶闪长岩体位于东噶尔北缘老山口铁铜金矿区内.岩石化学成分均富碱 $\omega(Na_2O+K_2O)$=6.68%~9.57%,高钾,大多数样品 $K_2O/Na_2O$ =1.12~1.31,富集 Ba,Sr,Th,U,Pb 等大离子亲石元素和轻稀土元素,亏损 Nb,Ta,P 和 Ti,Eu 异常不明显($\delta$Eu=0.87~1.09),显示准铝质钾玄质碱性系列岩石特征.母岩浆来源于受钾质流体交代的幔源基性岩浆与花岗质岩浆混合物,演化过程中经角闪石与辉石分离结晶作用,其形成与板块俯冲作用有关,并对老山口铁铜金矿的形成具一定贡献.

**关键词**:东准噶尔;闪长岩;地球化学;岩石成因

东准噶尔地区构造上位于西伯利亚板块与哈萨克-准噶尔板块结合部位,北以额尔齐斯-玛因鄂博断裂与阿尔泰造山带相接,南以卡拉麦里-莫钦乌拉断裂与北天山相连,是中亚造山带重要组成部分(图 1-a)❶.该区发育丰富矿产资源[1,2],出露两条蛇绿岩带[3-7],广泛发育具中亚造山带典型特征的、具有正 $\varepsilon Nd(t)$的晚古生代花岗岩和中基性侵入岩[8].研究成果表明,东准噶尔造山带由早古生代和晚古生代两个不同时期造山带组成[9],即早古生代之前是稳定大陆边缘,晚古生代进入活动大陆边缘演化阶段.准噶尔古大洋开始俯冲和最终闭合时限尚存争议[10-12],对造山带内地壳增生模式也有不同见解.近年来,在东准噶尔北缘发现产于中泥盆统火山-沉积岩和海西中晚期侵入岩的老山口铁铜金矿化集中区内的各类矿床(点),成因有火山岩型、矽卡岩型和氧化铁型之争[13],其形成时代无精确年龄限定.因此,本研究选择老山口铁铜金矿区出露的托斯巴斯套闪长岩,对其进行岩相学、年代学和地球化学特征研究,为该区构造演化及老山口铁铜金矿成矿作用研究提供参考资料.

## 1 地质背景

老山口铁铜金矿床位于青河县城南约 50 km 处.构造上位于东准噶尔造山带北缘,卡拉先格尔-二台断裂旁侧.该区断裂构造发育,北有额尔齐斯大断裂,南有乌伦古河大断裂.区域上主要出露地层有志留系、泥盆系、石炭系,侏罗系、古近—新近系和第四系等.志留系仅有少量出露,主要为浅变质砂岩、粉砂岩夹砾岩,上部火山碎屑物质增多,主要为凝灰质粉砂岩、凝灰砂岩、粗砂岩.泥盆系和石炭系出露广泛,是主要赋矿层位.泥盆系主要由中性-中基性火山岩、次火山岩及陆源碎屑岩组成,包括下泥盆统托让格库都克组,中泥盆统北塔山组和蕴都喀拉组,上泥盆统江孜库都克组和卡希翁组.石炭系主要由浅海-滨海相、海陆交互相陆源碎屑岩、火山碎屑岩与中基性熔岩组成,包括下石炭统姜巴斯套组、南明水组上亚组、巴塔玛依内山组.侏罗系出露面积较小,主要为杂色泥岩、粉砂岩、砂岩、砾岩夹煤层.区内侵入岩分布广泛,基性、中性和酸性岩均有出露,以酸性岩为主.玛因鄂博深大断裂两侧出露侵入岩具明显差异,北东侧岩体为规模较大岩基,多具片麻状构造特征.南西侧岩体规模较小,多呈不规则岩株、岩枝或脉状.区内矿产资源较丰富,有喀拉通克铜镍矿、索尔库都克铜(钼)矿、扎河坝煤矿、乔夏哈拉铁铜金矿、沙尔布拉克金矿、科克库都克金矿、阿克塔斯金矿、哈腊苏

项目资助:国家自然科学基金项目(40972069;40863001)、“十一五”国家科技支撑计划项目(2011BAB06B03-02)和新疆维吾尔自治区自然科学基金项目(2010211A08)联合资助
收稿日期:2010-11-27;修订日期:2011-01-12;作者 E-mail:chaifengmei@163.com
第一作者简介:张希兵(1972-),男,甘肃民乐人,工程师,1997年毕业于石家庄经济学院,主要从事地质矿产勘查工作
❶ 新疆维吾尔自治区地质矿产局.哈伊尔根幅 1∶5 万区域地质调查报告,2006

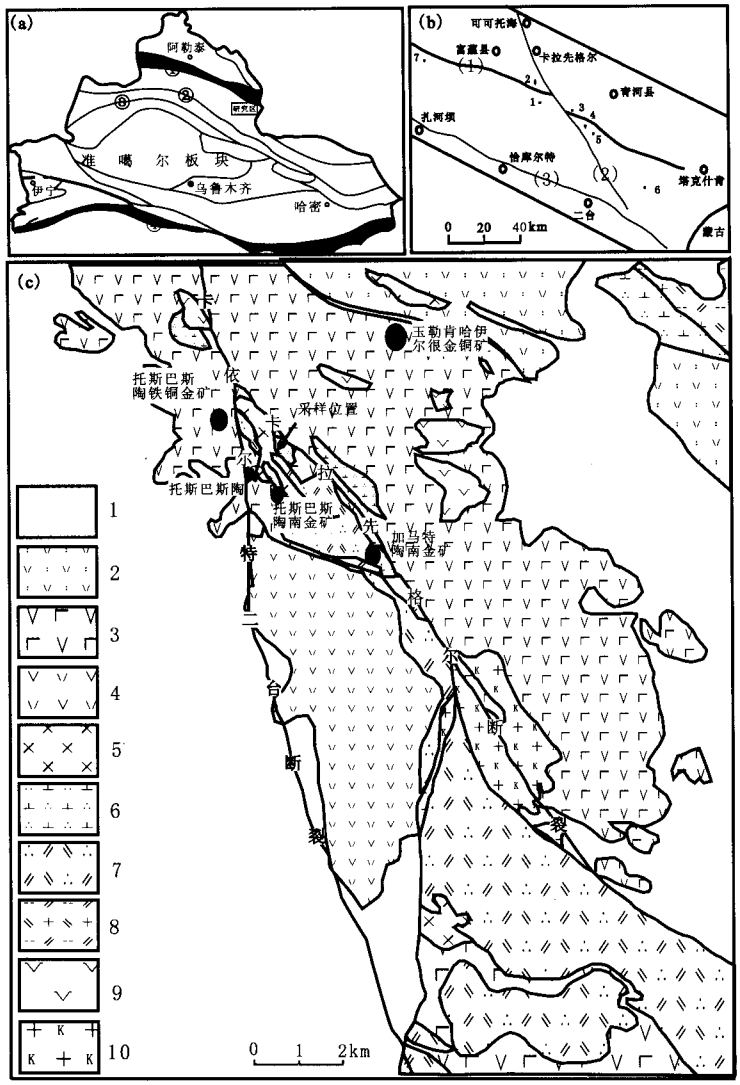


**图 1 东准噶尔北缘区域地质简图及老山口铁-铜-金矿集区岩体地质略图**

**Fig.1 Regional geological sketch maps of the northern margin of the east Junggar and geological sketch map of the district of Laoshankou iron-copper deposit**

(据新疆地矿局资料修改,2006)

1.第四系;2.下石炭统姜巴斯套组;3.中泥盆统北塔山组;4.下泥盆统托让格库都克组;5.早泥盆世辉长岩;6.早泥盆世闪长岩;7.早泥盆世石英二长岩;8.二长花岗岩;9.早二叠世钾长花岗岩;10.正长斑岩脉

①——额尔齐斯-布尔根板块缝合带;②——乌伦古河-二台断裂;③——卡拉麦里-莫钦乌拉断裂;④——木扎尔特-红柳河板块缝合带

(1)——额尔齐斯-布尔根板块缝合带;(2)——卡拉先格尔断裂;(3)——乌伦古河-二台断裂

1——喀拉斑克铜镍矿;2——乔夏哈拉铁铜金矿;3——喀拉苏斑岩铜矿;4——玉勒肯哈拉苏斑岩铜矿;5——老山口铁铜金矿;6——阿克塔斯金矿;7——沙尔布拉克金矿

铜矿和老山口铁铜金矿等(图 1-b)❶.老山口铁-铜-金矿化集中区呈 NW 向展布,长约几十公里,宽约 1~3 km.矿化集中区内发育有规模不等、矿物组合差别明显和空间几何形态各异的铁-铜-金矿床(点),主要有老山口矿床、托斯巴斯套矿点和加马特矿点[13].矿化集中区内发育下泥盆统托让格库都克组中基性火山熔岩夹火山碎屑岩和少量陆源碎屑岩;中泥盆统北塔山组基性-中基性火山熔岩、火山碎屑岩和火山碎屑沉积岩,间夹超基性火山岩和碳酸盐岩;下石炭统姜巴斯套组凝灰质砂岩和中酸性凝灰岩,局部见有含碳质粉砂岩薄层;第四系冲洪积物,各地层间呈断层接触关系.矿区侵入岩极发育,受 NNW 向卡依尔特-二台断裂和 NW 向卡拉先格尔-接勒的卡拉他乌断裂控制,呈 NW 向展布,基性至酸性均有出露.主要有中细粒石英闪长岩和闪长岩,出露总面积约 2.6 $km^2$,呈不规则岩株、岩瘤状,与后期形成的花岗岩类呈脉动接触关系.二长岩出露总面积 29.08 $km^2$,为矿化集中区主要岩性;辉长岩分布较零散,呈脉状、不规则岩株、岩瘤,出露总面积较小,约 1.60 $km^2$;中细粒二长花岗岩和正长岩呈脉状产出,受断裂构造控制明显(图 1-c)❶.

## 2 岩体地质及岩相学特征

托斯巴斯套铁铜金矿床位于北塔山组地层与托斯巴斯套杂岩体接触带上,赋矿岩石主要为闪长岩、闪长玢岩.热接触变质作用和接触交代变质现象明显,绿泥石化、绿帘石化、阳起石化、纤闪石化、孔雀石化、褐铁矿化发育.托斯巴斯套杂岩体位于玛因鄂博断裂以南,侵位于中泥盆统北塔山组中.组成该岩体岩的石类型较复杂,主要有辉长岩、闪长岩(黑云母闪长岩和角闪闪长岩)、正长岩和二长花岗岩,以辉长岩为主体,空间上密切共生.其中闪长岩体由多个侵入体组成,主要分布于岩体中部,部分呈单个侵入体侵入于地层中,与辉长岩、二长花岗岩接触界线明显(图 1-c,图 2).二长花岗岩中见近圆形辉长岩包体,说明二长花岗岩形成晚于辉长岩.正长岩呈不规则状出露于岩体边部.野外研究表明,这些岩石单元形成的相对时序为辉长岩、黑云母闪长岩、正长岩和角闪闪长岩.托斯巴斯套角闪闪长岩呈浅灰白色,具半自形中粒结构,块状构造.主要由斜长石(60%~65%)、钾长石(5%~10%)、普通角闪石(20%~25%)和石英(5%~15%)组成.其中斜长石呈半自形长板状,长约 2.5 mm,具环带结构和聚片双晶,中间部位绢云母化

❶ 新疆维吾尔自治区地质矿产局.哈伊尔根幅 1∶5 万区域地质调查报告,2006

蚀变强烈,部分颗粒包裹磷灰石和锆石;钾长石呈半自形板状,条纹构造发育;角闪石多为褐绿色,长柱状;石英呈它形粒状.副矿物有磁铁矿、磷灰石、锆石和榍石(图 2).

## 3 地球化学特征

主量元素、微量和稀土元素分析在中国科学院地质与地球物理研究所完成.主量元素采用熔片 XRF 方法(国家标准 GB/T14506.28-1993 监控)在 X 荧光光谱仪 3080E 测定,其中 FeO 采用容量滴定法(国家标准 GB/T14506.13-1993 监控),$CO_2$ 用电导法(国家标准 GB9835-1988 监控),$H_2O^+$ 用重量法(国家标准 GB/T14506.2-1993 监控)分析,分析精度优于 1%.稀土和微量元素先采用 Teflon 熔样罐进行熔样,然后采用 Finnigan MAT 公司生产的双聚焦高分辨 ICP-MS 进行测定(标准 DZ/T 0223-2001 监控),相对标准偏差优

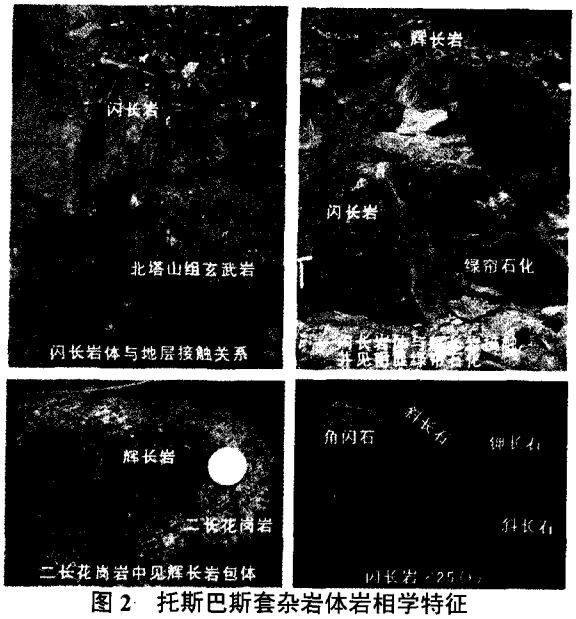


图 2 托斯巴斯套杂岩体岩相学特征

**Fig.2 Photographs of the Tuosibasitao complex in the area of the Laoshankou Fe-Cu-Au deposit**

表 1 托斯巴斯套闪长岩体主量和微量元素组成

**Table 1 Major and trace element data for Tuosibasitao diorites in the area of the Laoshankou Fe-Cu-Au deposit**

| 样号 | LSK-2 | LSK-3 | LSK-4 | LSK-5 | LSK-6 | LSK-7 | LSK-8 | LSK-10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 54.93 | 55.17 | 54.90 | 54.94 | 55.49 | 51.78 | 54.10 | 59.96 |
| $TiO_2$ | 0.61 | 0.60 | 0.61 | 0.62 | 0.55 | 0.74 | 0.60 | 0.35 |
| $Al_2O_3$ | 18.26 | 18.17 | 18.20 | 18.31 | 18.93 | 16.67 | 18.33 | 18.67 |
| $TFe_2O_3$ | 6.71 | 6.65 | 6.64 | 6.60 | 5.96 | 8.64 | 6.66 | 4.32 |
| MnO | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.10 | 0.14 | 0.10 | 0.07 |
| MgO | 2.51 | 2.53 | 2.99 | 2.91 | 2.45 | 5.03 | 3.25 | 0.98 |
| CaO | 5.19 | 4.88 | 5.27 | 5.44 | 5.09 | 7.60 | 6.10 | 2.47 |
| $Na_2O$ | 4.38 | 4.52 | 4.06 | 4.17 | 4.31 | 3.40 | 3.72 | 5.38 |
| $K_2O$ | 5.03 | 5.05 | 5.12 | 4.96 | 5.06 | 3.28 | 4.89 | 6.27 |
| $P_2O_5$ | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.50 | 0.65 | 0.54 | 0.22 |
| LOI | 1.36 | 1.26 | 1.34 | 1.12 | 1.10 | 1.56 | 1.36 | 0.94 |
| TOTAL | 99.63 | 99.47 | 99.78 | 99.72 | 99.54 | 99.48 | 99.64 | 99.63 |
| FeO | 2.68 | 2.97 | 3.42 | 2.80 | 2.33 | 3.72 | 2.74 | 1.05 |
| Sr | 622.00 | 627 | 693.00 | 896.00 | 860.00 | 872.00 | 912.00 | 507.00 |
| Rb | 103.00 | 85.60 | 95.60 | 96.50 | 88.50 | 102.00 | 72.50 | 128.00 |
| Ba | 224.00 | 190.00 | 702.00 | 708.00 | 772.00 | 516 | 752.00 | 913.00 |
| Th | 3.63 | 4.37 | 2.51 | 3.17 | 3.24 | 2.69 | 2.99 | 1.49 |
| U | 1.20 | 1.36 | 0.80 | 0.90 | 0.87 | 0.96 | 0.93 | 0.58 |
| Cr | 43.10 | 41.60 | 58.40 | 52.20 | 45.40 | 122.00 | 70.80 | 24.60 |
| Ta | 0.34 | 0.36 | 0.22 | 0.28 | 0.22 | 0.18 | 0.22 | 0.17 |
| Nb | 6.59 | 6.82 | 4.20 | 4.77 | 3.91 | 3.61 | 4.13 | 3.60 |
| Zr | 92.30 | 113.00 | 93.60 | 94.00 | 103.00 | 57.20 | 61.40 | 51.20 |
| Hf | 2.17 | 2.59 | 2.17 | 2.13 | 2.25 | 1.46 | 1.57 | 1.23 |
| Cu | 84.20 | 90.80 | 67.30 | 67.00 | 60.40 | 281 | 52.50 | 47.3 |
| Pb | 9.35 | 6.83 | 8.05 | 7.79 | 8.21 | 7.45 | 6.13 | 7.65 |
| Zn | 67.60 | 56.90 | 68.60 | 62.40 | 60.70 | 61.90 | 47.60 | 34.60 |
| Mo | 0.41 | 0.63 | 0.39 | 0.45 | 0.31 | 0.66 | 0.54 | 0.78 |
| V | 189.00 | 181.00 | 208.00 | 216.00 | 195.00 | 330.00 | 191.00 | 106.00 |
| Ni | 23.80 | 23.80 | 29.50 | 27.40 | 24.30 | 63.10 | 31.20 | 12.30 |
| Co | 16.70 | 16.30 | 17.30 | 17.70 | 15.50 | 27.20 | 17.50 | 6.78 |
| Ga | 23.30 | 22.00 | 20.20 | 21.10 | 20.70 | 20.10 | 20.50 | 18.90 |
| Sc | 9.68 | 8.63 | 10.70 | 10.80 | 8.75 | 20.00 | 11.30 | 4.35 |
| La | 15.10 | 13.90 | 12.70 | 12.50 | 11.50 | 14.60 | 13.10 | 8.66 |
| Ce | 29.10 | 28.50 | 23.80 | 26.90 | 22.70 | 29.90 | 26.80 | 15.10 |
| Pr | 3.81 | 3.59 | 3.16 | 3.28 | 2.90 | 3.65 | 3.38 | 2.05 |
| Nd | 14.90 | 15.00 | 13.20 | 13.80 | 12.10 | 15.40 | 13.70 | 8.13 |
| Sm | 3.31 | 3.28 | 3.01 | 3.04 | 2.68 | 3.74 | 3.03 | 1.84 |
| Eu | 0.92 | 0.91 | 0.97 | 1.00 | 0.96 | 1.18 | 1.03 | 0.78 |
| Gd | 3.11 | 3.12 | 2.79 | 3.05 | 2.67 | 3.65 | 3.10 | 1.80 |
| Tb | 0.52 | 0.51 | 0.41 | 0.45 | 0.40 | 0.55 | 0.45 | 0.28 |
| Dy | 2.87 | 2.89 | 2.42 | 2.52 | 2.12 | 2.98 | 2.61 | 1.58 |
| Ho | 0.61 | 0.62 | 0.53 | 0.52 | 0.44 | 0.61 | 0.52 | 0.33 |
| Er | 1.77 | 1.82 | 1.65 | 1.59 | 1.37 | 1.74 | 1.53 | 0.98 |
| Tm | 0.25 | 0.26 | 0.23 | 0.23 | 0.20 | 0.23 | 0.21 | 0.14 |
| Yb | 1.76 | 1.83 | 1.48 | 1.52 | 1.34 | 1.58 | 1.51 | 0.92 |
| Lu | 0.27 | 0.27 | 0.22 | 0.23 | 0.21 | 0.24 | 0.20 | 0.15 |
| Y | 15.40 | 15.90 | 12.80 | 13.50 | 11.80 | 15.00 | 13.10 | 8.26 |

注:主量元素单位为%,微量元素单位为$\times 10^{-6}$

于5%.托斯巴斯套角闪闪长岩体7个样品的主量和微量元素分析结果见表1.由表1可看出,岩石的 $SiO_2$ 含量变化范围窄(51.78%~55.49%),全碱含量高(6.68%~9.57%),且相对富钾($K_2O/Na_2O$=1.12~1.31).$Al_2O_3$ 含量约 16.67%~18.93%.MgO、CaO 和 TFeO 含量分别为 2.45%~5.03%,4.88%~7.6%和 5.47%~7.98%,$Mg^{\#}$为 42~53.铝饱和指数较低(A/CNK 为 0.73~0.84).在 $K_2O$-$SiO_2$ 图解上,所有样品落在钾玄质碱性系列岩区(图3)[15].在哈克图解上,$SiO_2$ 与 MgO、CaO、$TiO_2$、$P_2O_5$、和 TFeO 及 Sc,Co,V 和 Y 具良好负相关关系.与 $Al_2O_3$、$K_2O$ 和 $Na_2O$ 呈明显正相关关系,Sr 正异常和 Eu 无异常,表明岩浆在演化过程中辉石、角闪石等铁镁矿物发生分离结晶作用,斜长石分离结晶作用不明显,磷灰石可能发生分离结晶作用.所有样品在 A/CNK-A/NK 图解中均位于准铝质岩区(图 4)[16].所有样品稀土元素总量(∑REE)低($61.59\times10^{-6}$~$80.05\times10^{-6}$),低于上地壳平均值 $210.1\times10^{-6}$[14].轻稀土较重稀土略富集,$(La/Yb)_N$ 为

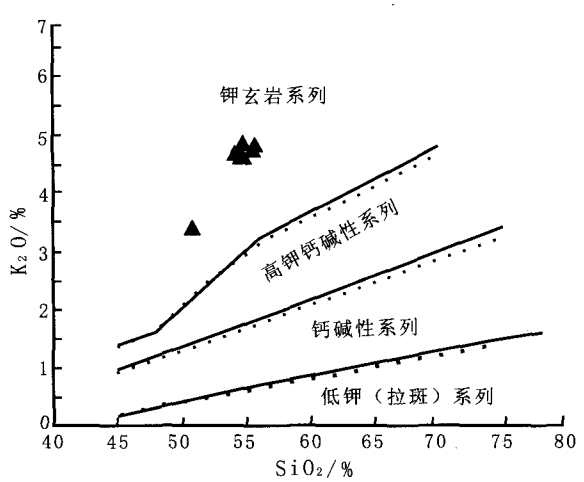


**图3 托斯巴斯套闪长岩体 $K_2O$-$SiO_2$ 图解**
**Fig.3 $K_2O$-$SiO_2$ discrimination diagram for the Tuosibasitao diorites in the area of the Laoshankou Fe-Cu-Au deposit**
(据 Rickwood, 1989)

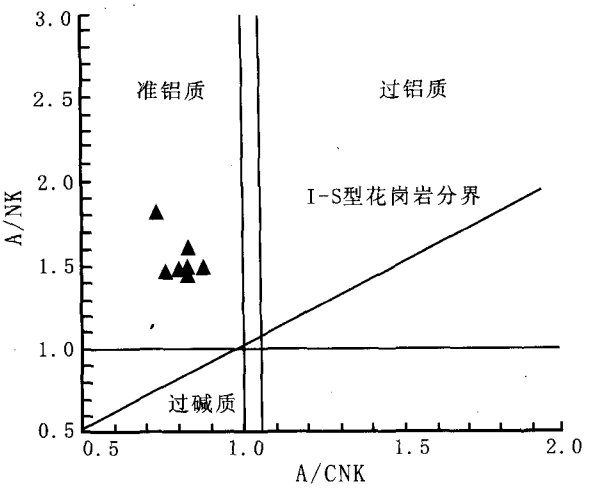


**图4 托斯巴斯套闪长花岗质岩体 A/NK-A/CNK 图解**
**Fig. 4 A/NK-A/CNK plot of Tuosibasitao diorites in the area of the Laoshankou Fe-Cu-Au deposit**
(据 Maniar and Piccoli,1989);A/CNK=$Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$(摩尔比),A/NK=$Al_2O_3/(Na_2O+K_2O)$(摩尔比)

5.45~6.62.所有样品的稀土元素球粒陨石标准化分布曲线基本相同,为较平缓右倾型(图5-a),Eu 不明显($\delta$Eu=0.87~1.09),说明其为同源岩浆演化产物.所有样品的 Ba,Sr,Rb,Th,Pb 等大离子亲石元素(LILE)含量较高,Nb,Ta,Y 和 Yb 等高场强元素的含量偏低.在微量元素原始地幔标准化图解上显示较一致分布模式(图5-b),具明显 K,Sr,Zr 和 Pb 正异常,Th,U,Nb,Ta,Ti 明显负异常[17].

## 4 岩石成因

一般认为,中性岩的成因,可以是幔源基性岩浆与花岗质岩浆的混合,也可以是幔源岩浆在AFC过程形成,还可以是地壳物质部分熔融形成.老山口一带以中酸性岩为主,有少量基性岩出露,因此,托斯巴斯套闪长岩体不是幔源基性岩浆结晶分异结果,因为要

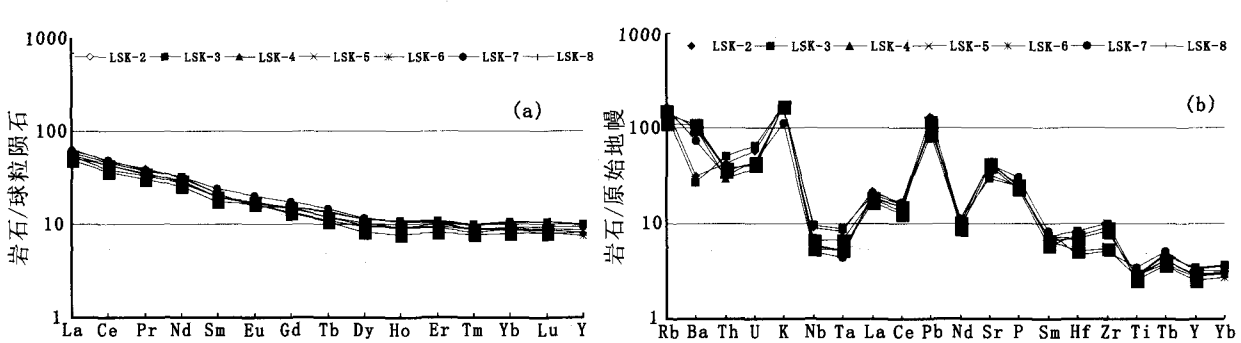


**图5 托斯巴斯套闪长岩稀土元素分布模式图和微量元素原始地幔分布模式图**
**Fig.5 Plots of chondrite-normalized REE patterns and plots of primitive mantle-normalized trace elements patterns**
(球粒陨石值和原始地幔值据 Sun and McDonough,1989)

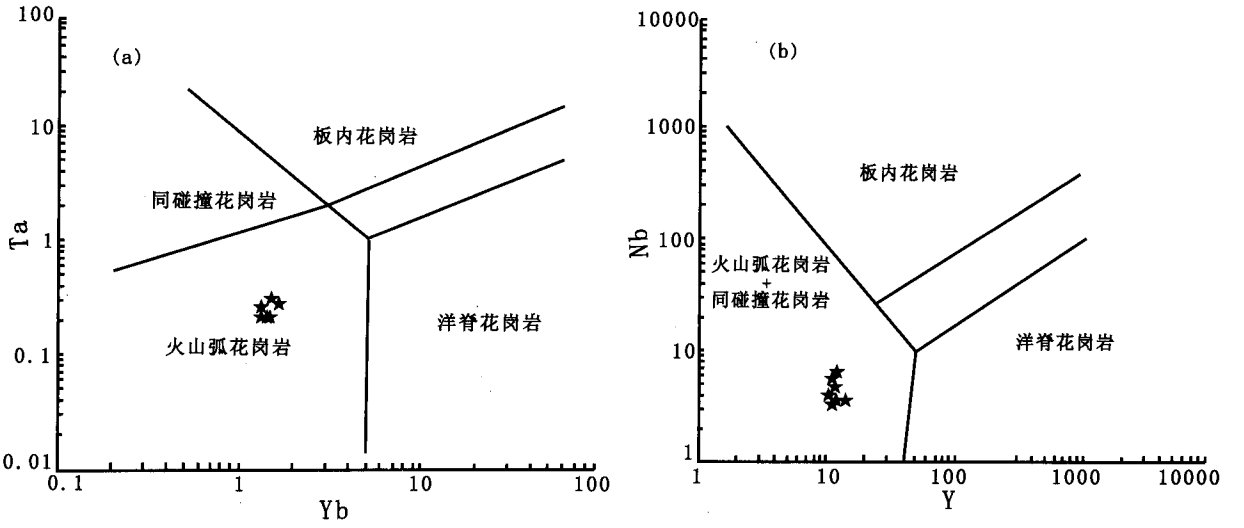


**图 6 托斯巴斯套闪长岩体 Nb-Y、Ta-Yb 图**

**Fig.6 Nb-Y and Ta-Yb diagrams of Tuosibasitao diorites in the area of the Laoshankou Fe-Cu-Au deposit**

形成大面积中性岩,需有大的幔源岩浆,且以基性岩为主体,中酸性岩相对较少.托斯巴斯套闪长岩体富集大离子亲石元素,亏损 Nb,Ta,Ti 等高场强元素,与大陆壳岩石具相近特征,但 Ba($190\times10^{-6}$~$772\times10^{-6}$)和 Sr 含量($622\times10^{-6}$~$912\times10^{-6}$)明显高于大陆壳岩石的 Ba($390\times10^{-6}$)和 Sr 含量($325\times10^{-6}$),具低硅(小于 55%)高 $Mg^{\#}$(42~53)特征,表明该岩体不可能是陆壳来源,可能与基性下地壳或者幔源物质有关.实验岩石学研究成果表明,变质玄武岩脱水熔融形成这种低硅熔体需要的温度较高(约 1 100℃),且形成熔体的 $Mg^{\#}$较小(小于 42)[18],因此也不可能是基性下地壳部分熔融结果.本区出露有辉长岩,且在花岗质岩石中可见基性包体的岩浆混合岩石学证据,暗示该闪长岩体可能是基性岩浆与花岗岩岩浆混合的结果.研究证明,该区古生代经历了大洋扩张、板块俯冲、碰撞和后碰撞过程.但对板块开始俯冲的时间和俯冲结束时间有不同认识,即俯冲在奥陶—石炭纪一直在进行[19],还是从早志留世开始或泥盆纪开始,准噶尔古大洋最终闭合时间是泥盆纪、石炭纪还是二叠纪[20-24].托斯巴斯套闪长岩体所有样品表现出的高碱、富钾,富集 LREE 和大离子亲石元素(LILE),明显亏损 Nb,Ta,Ti 等高场强元素(HFSE),与形成于与俯冲带相关的高 K/Ti-低 Ti 钾质岩石非常类似,与形成于板内的低 K/Ti-高 Ti 钾质岩石的特征明显不同[25].在 Pearce 构建的花岗质岩类构造环境判别图解上位于"火山弧"环境(图 6)[26].其微量元素原始地幔标准化图解显示出明显的 Nb,Ta 和 Ti 负异常,与典型岛弧环境花岗质岩石地球化学特征一致.前人研究结果表明,碱性岩高钾有两种原因,一种是和软流圈地幔小比例部分熔融产生熔体交代作用有关,另一种是和俯冲区碱性、富集元素流体交代作用有关.来自俯冲洋壳或沉积物释放流体交代岩石圈地幔,发生壳幔物质混合与交换地质过程可能要经历较长时期[27].

综上所述,托斯巴斯套闪长岩体是俯冲作用结果,其高钾性与源区受俯冲带流体交代作用有关.母岩浆可能是受钾质流体交代地幔产生的基性岩浆与壳源花岗质岩浆混合物.元素相关关系表明,母岩浆在演化过程中经历了铁镁矿物(角闪石、辉石等)分离结晶作用,托斯巴斯套角闪闪长岩与该区黑云母闪长岩(375 Ma)具相似地球化学特征.托斯巴斯套闪长岩体 20 粒锆石进行的 LA-ICP-MS U-Pb 分析结果表明,(353.8±1.9) Ma(MSWD=0.96)(18 个分析点的 $^{206}Pb/^{238}U$ 加权平均年龄)代表该岩体形成时代,即该岩体侵位结晶年龄为晚泥盆世(另文发表),该年龄较东准噶尔地区出露石炭纪与板块俯冲有关的大规模岩浆岩形成时代略晚[12].东准噶尔北缘板俯冲至少持续至晚泥盆世尚未结束,且老山口铁铜金矿形成下限至少为晚泥盆世.

## 5 结论

(1) 托斯巴斯套闪长岩体属高碱高钾质碱性岩石,富集大离子亲石元素和轻稀土元素,亏损 Nb,Ta 和 Ti,并具不明显 Eu 负异常等岛弧岩石特征,是板块俯冲作用的产物.

(2) 岩体为幔源基性岩浆和壳源花岗质岩浆混合并经分离结晶作用的产物,其高钾与板块俯冲产生

的流体交代作用有关.

(3) 东准噶尔北缘板块俯冲持续至晚泥盆世尚未结束.

(4) 老山口铁铜金矿成矿作用与板块俯冲作用有关,成矿作用持续至晚泥盆世.

致谢:感谢中科院地质与地球物理研究所靳新娣、李禾等老师在样品测试过程中给予的帮助.感谢审稿人提出的宝贵意见.

## 参 考 文 献


[1] 杨富全,吴海,韩金良.新疆东准噶尔金属矿床成矿系列及成矿规律[J].新疆地质,2001,19(1):54-59.

[2] 廖启林,蒋少涌.新疆东准噶尔中酸性浅成岩金、铜成矿系列[J].地质找矿论丛,2001,16(1):7-11.

[3] 李锦轶.新疆东准噶尔蛇绿岩的基本特征和侵位历史[J],岩石学报,1995,11(增刊):73-84.

[4] 何国琦,李茂松,贾进斗,等.论新疆东准噶尔蛇绿岩的时代及其意义[J].北京大学学报,自然科学版,2001,37(6):852-858.

[5] 肖文交,B F WINDLEY,阎全人,等.北疆地区阿尔曼太蛇绿岩锆石SHRIMP 年龄及其大地构造意义[J].地质学报,2006, 80(1):32-37.

[6] 舒良树,王玉净.新疆卡拉麦里蛇绿岩带中硅质岩的放射虫化石[J].地质论评,2002,49(4):408-412.

[7] 刘希军,许继峰,侯青叶,等.新疆东准噶尔克拉麦里蛇绿岩地球化学:洋脊俯冲的产物[J].岩石学报,2007,23(7):1591-1602.

[8] 韩宝福,季建清,宋彪,等.新疆准噶尔晚古生代陆壳垂向生长(I)-后碰撞深成岩浆活动的时限[J].岩石学报, 2006,22(5):1077-1086.

[9] 李亚萍,李锦轶,孙桂华,等.新疆东准噶尔早泥盆世早期花岗岩的确定及其地质意义[J].地质通报,2009,28(12):1885-1893.

[10] 王道永,邓江红.东准噶尔地区板块构造特征及演化[J].成都理工学院学报,1995,22(4):38-45

[11] 周刚,吴淦国,董连慧,等.新疆准噶尔北东缘乌图布拉克岩体形成时代,地球化学特征及地质意义[J].岩石学报,2009,25(6):1390-1402.

[12] 张招崇,闫升好,陈柏林,等.新疆东准噶尔北部俯冲花岗岩的SHRIMP U-Pb 锆石定年[J].科学通报,2006,51(13):1565-1574.

[13] 路彦明,聂凤军,范俊杰,等.东准噶尔盆地东北缘发现氧化铁型铜-金(IOCG)矿床[J].地球学报,2009,30(2):277-278.

[14] 黎彤.化学元素的地球丰度[J].地球化学,1976,(3):167-174.

[15] Rickwood PC.Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements[J].Lithos,1989,22:247-263.

[16] Maniar PD, Piccoli PM.Tectonic discrimination of granitoids[J]. Geological Society of American Bulletin,1989,101:635-643.

[17] Sun SS,McDonough WF. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts[A]: implications for mantle composition and processes. In: Saunders AD, Norry MJ. Magmatism in the ocean basins[C]. Geological Society Special Publication,1989,42:313-345

[18] Atherton MP, Petford N.Generation of sodium-rich magmas from newly underplated basaltic crust[J].Nature,1993,362:144-146.

[19] 李锦轶,何国琦,徐新,等.新疆北部及邻区地壳构造格架及其形成过程的初步探讨[J].地质学报,2006,80(1):148-168.

[20] 张海祥,沈晓明,马林,等.新疆北部富蕴县埃达克岩的同位素年代学及其对古亚洲洋板块俯冲时限的制约[J].岩石学报,2008,24(5):1054-1058.

[21] 张招崇,闫升好,陈柏林,等.新疆东准噶尔北部俯冲花岗岩的SHRIMP U-Pb 锆石定年[J].科学通报,2006,51(13):1565-1574.

[22] 王道永,邓江红.东准噶尔地区板块构造特征及演化[J].成都理工学院学报,1995,22(4):38-45.

[23] 周刚,吴淦国,董连慧,等.新疆准噶尔北东缘乌图布拉克岩体形成时代.地球化学特征及地质意义[J].岩石学报,2009,25(6):1390-1402.

[24] 龙晓平,孙敏,袁超,等.东准噶尔石炭系火山岩的形成机制及其对准噶尔洋盆闭合时限的制约[J].岩石学报,2006,22(1):31-40.

[25] Rogers N.W. Potassic magmatism as a key to trace element enrichment processes in the upper mantle[J].J Volcan Geother Res,1992,50:85-99.

[26] Pearce J.A,Harris BW,Tindle A.G.Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks[J].Journal of Petrology,1984,25(4):956-983.

[27] Nelson D.R.Isotopic characteristics of potassic rocks:Evidence for the involvement of subducted sediments in magma genesis[J].Lithos, 1992,28:403-420


# GEOCHEMISTRY AND GENESIS OF THE TUOSIBASITAO DIORITES IN THE DISTRICT OF LAOSHANKOU IRON-COPPER DEPOSIT AT THE NORTHERN MARGIN OF EAST JUNGGAR,XINJIANG

ZHANG Xi-bing[1],YANG Fu-quan[3],LIU Feng[3],LV Shu-jun[4],JIANG Li-ping[2]

*(1.The Eighth Team of Gold mine of Chinese People's Armed police Forces,Urumqi,Xinjiang,830000,China;2.College of Geology & Prospecting Engineering Program, Xinjiang University,Urumqi,Xinjiang,830046,China;3.Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences,Beijing,100037,China; 4.China University of Geosciences (Beijing),Beijing,100029,China)*

**Abstract:**Tuosibasitao diorite, which is located in Laoshankou iron-copper-gold ore deposit field, the northern margin of Junggar, Xinjiang, intruded in early carboniferous. The diorites show that the content of $SiO_2$ is from 51.8% to 55.5%, $Na_2O+K_2O$ from 6.68% to 9.57%,and $K_2O/Na_2O$ from 1.12 to 1.31, which belongs to metaluminous shoshinitic series. They display high concentrations of Ba and Sr, low concentrations of Y and Yb, noticeable negative anomaly of Nb,Ta,P and Ti, and positive anomaly of LREE, Th, U and Pb, and little abnormity of δEu(0.87-1.09). These features, together with the regional geology characteristics, indicate that Tuosibasitao diorite is formed under a subducted tectonic setting. The primitive magma is the mingling product between felsic magma and basaltic magma metasomtismed by alkali fluid,and underwent fractional crystallization during the ascending of magma. Furthermore, the Tuosibasitao diorite is contributed to the Laoshankou iron-copper-gold ore deposit.

**Key words:**Diorites;Geochemistry;Genesis;East Junggar