

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

阿尔泰乔夏哈拉铁铜金矿床的地质特征及其特殊性

应立娟¹⁾, 王登红²⁾, 梁婷³⁾, 周汝洪⁴⁾

1) 中国地质科学院研究生部, 北京, 100037

2) 中国地质科学院成矿作用与资源评价重点开放实验室, 北京, 100037

3) 长安大学资源学院, 西安, 710054; 4) 新疆地质矿产局, 乌鲁木齐, 830000

内容提要: 乔夏哈拉铁铜金矿床位于北准噶尔构造带北缘, 与阿尔泰造山带内分布的近同一时代的蒙库和阿巴宫铁矿不同。其赋矿围岩为苦橄质火山岩, 区别于与火山岩相关的各类铁(铜)矿。铜矿石异常富集稀土, 平均含量可达 736.26×10^{-6} , 在铁铜矿中也罕见, 较为特殊。

关键词: 乔夏哈拉; 北准噶尔; 苦橄岩; 稀土富集

阿尔泰是中国西北部最重要的成矿带, 除了阿舍勒大型铜矿、喀拉通克大型铜镍矿、可可托海大型稀有金属矿床、可可塔勒大型铅锌矿、萨尔布拉克等大中型金矿之外, 还蕴藏有蒙库大型铁矿和阿巴宫、卡拉额尔齐斯等一批中小型铁矿(王登红等, 2002)。与蒙库、阿巴宫不同的是, 位于富蕴县城东南约 34 km 处的乔夏哈拉铁铜金矿床实际上位于北准噶尔构造带的北缘, 而不是在阿尔泰造山带内部。另外, 乔夏哈拉铁多金属矿区由于发现铁铜矿体与苦橄岩和苦橄质玄武岩具有密切的成因联系也格外引人注目(陈毓川等, 2004; 周汝洪等, 2005)。此外, 通过分析测试, 铜矿石异常富集稀土, ΣREE (不包括 Y) 在 $205.38 \times 10^{-6} \sim 2021.68 \times 10^{-6}$ 之间变化, 平均含量可达 736.26×10^{-6} (闫升好等, 2005), 而成为又一特殊点。

1 矿床地质特征

在区域构造上, 乔夏哈拉处于两大主干断裂系统的过渡带上, 分别是北部的阿尔泰主干断裂系统和南部的北准噶尔主干断裂系统。矿区内 NW 向断裂及褶皱构造十分发育。额尔齐斯深大断裂(在此段呈“S”形扭曲)与乔夏哈拉复式背斜(图 1)联合控制了矿区侵入岩以及矿床(体)的产出与分布, 是本区主要的控岩控矿构造。NE 向及 WNW 向断裂也较发育, 形成较晚, 常错断矿带(或矿体)。

乔夏哈拉矿区出露地层主要有中泥盆统蕴都喀拉组(D_2y)、北塔山组(D_2b)和下石炭统南明水组(C_1n)(图 1)。乔夏哈拉矿床产于中泥盆统北塔山组(D_2b)一套中基性、基性火山熔岩和火山碎屑岩为主的地层中, 受 NW 向额尔齐斯挤压构造带控制, 呈 NW—SE 向展布, 北西起自依铁克, 南东终止至阿克塔斯。矿带长约 20 km, 宽约 5 km。

乔夏哈拉矿区内侵入岩主要岩性为闪长岩、闪长玢岩, 其次为辉绿玢岩、花岗闪长岩。岩体规模一般为长十几米至数千米, 宽几米至 200 多米, 侵位于泥盆纪地层中。中泥盆统下部北塔山组(D_2b), 下部为基性火山岩建造, 上部为深海细碎屑岩-硅质岩建造。北塔山组以基性火山熔岩和火山碎屑岩为主, 火山岩岩性有玄武岩、苦橄质玄武岩、苦橄岩及少量安山岩、英安岩。上部火山碎屑岩及凝灰质粉砂岩增多, 并出现少量薄层灰岩、硅质岩(陈毓川等, 2004)。

2 特殊性

2.1 容矿围岩为苦橄岩类火山岩

乔夏哈拉矿区火山岩的化学组分以基性火山岩为主, 出现超基性岩(苦橄岩)、基性—超基性岩(橄榄玄武岩)等。苦橄岩熔岩层厚 100~200 m, 由乔夏哈拉到老山口, 延伸达 60 km 以上, 熔岩层内以苦橄岩、辉石苦橄岩为主, 其次为苦橄质玄武岩和少量凝灰岩、火山角砾岩(图 2, 位置见图 1 中 A—A')。

注: 本文为中国地质调查局“我国西部重要成矿区带矿产资源潜力评估”项目、“中国成矿体系综合研究”项目(编号 200420190004)、国家科技攻关项目“中国西部优势矿产资源潜力评价技术及示范研究”(编号 2003BA612A-01)资助成果。

收稿日期: 2006-07-15; 改回日期: 2006-08-29; 责任编辑: 周健。

作者简介: 应立娟, 女, 1981 年生, 在读硕士, 矿床学专业; Email: biyuntian518@sina.com。

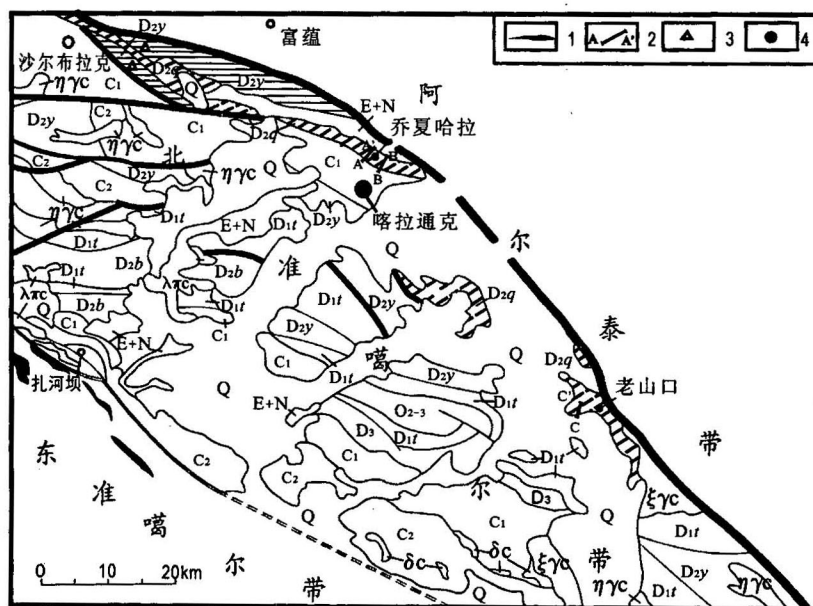


图 1 新疆北准噶尔构造带区域地质略图(据新疆地质矿产局第一区调队 1:20 万地质图修改,1978)

Fig. 1 Geological map of north Junggar, Xinjiang (modified after the geological map at 1:200,000 by the 1st Team of Regional Geological Survey, Bureau of Geology and Mineral Resources of Xinjiang, 1978)

Q—第四系松散沉积; E+N—古近系—新近系陆相砂砾岩、泥岩; C₂—上石炭统陆相碎屑岩建造; C₁—下石炭统海陆交互碎屑岩建造; D₃—上泥盆统卡希翁组海陆交互碎屑岩建造; D_{2y}—中泥盆统上部蕴都拉组玻镁安山岩建造; D_{2q}—中泥盆统乔夏哈拉组苦橄岩建造; D_{2b}—中泥盆统碱性火山岩建造; D_{1t}—下泥盆统托让格库都组双峰式火山岩建造; O₂₋₃—中—上奥陶统碳酸盐岩建造; λπc—石英斑岩、钠质花岗岩; ξγc—钾长花岗岩; ηγc—二长花岗岩; δc—闪长岩、石英闪长岩; 1—扎河坝蛇绿岩; 2—苦橄岩实测剖面图; 3—前人玻镁安山岩样品采集地; 4—乔夏哈拉、老山口位置

Q—Quaternary sediments; E+N—Paleogene—Neogene continental sand-gravel stone and mudstone; C₂—Upper Carboniferous continental pyroclastic rock formation; C₁—Lower Carboniferous marine-continental pyroclastic rock formation; D₃—Upper Devonian Kaxiwen marine-continental pyroclastic rock formation; D_{2y}—upper part of Middle Devonian Yundukala boninitic andesite formation; D_{2q}—Middle Devonian Qiaoxiahala picrite formation; D_{2b}—Middle Devonian basic volcanics formation; D_{1t}—Lower Devonian Tuorangkekuduke bimodal volcanics formation; O₂₋₃—Middle—Upper Ordovician carbonatite formation; λπc—quartz porphyry and sodic granite; ξγc—moyite; ηγc—adamellite;

δc—diiorite and quartz diiorite; 1—Zaheba ophiolite; 2—measured section of picrite; 3—previous sample locations of boninitic andesite;

4—Qiaoxiahala and Laoshankou locations

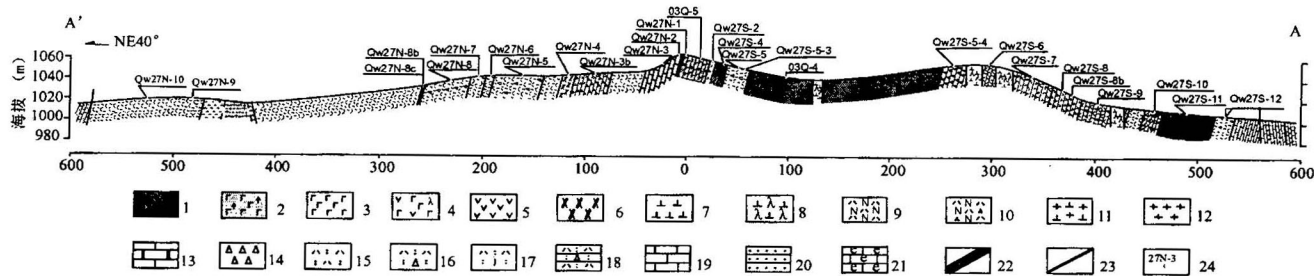


图 2 乔夏哈拉西矿区 27 线剖面图

Fig. 2 Section of No. 27 exploration line in the western mining district of Qiaoxiahala

1—辉石苦橄岩; 2—苦橄质玄武岩; 3—玄武岩; 4—安山玄武玢岩; 5—安山岩; 6—辉绿岩; 7—闪长岩; 8—闪长玢岩; 9—钠长斑岩; 10—石英钠长斑岩; 11—花岗闪长斑岩; 12—花岗岩; 13—砂卡岩; 14—火山角砾岩; 15—晶屑岩屑凝灰岩; 16—含角砾晶屑岩屑凝灰岩; 17—晶屑玻屑凝灰岩; 18—含角砾晶屑玻屑凝灰岩; 19—结晶灰岩; 20—砂岩; 21—含生物碎屑灰岩; 22—磁铁矿体; 23—断裂; 24—采样点及编号

1—Pyroxene picrite; 2—picritic basalt; 3—basalt; 4—andesitic basalt porphyry; 5—andesite; 6—diabase; 7—diorite; 8—diorite porphyry; 9—albitophyre; 10—quartz albitophyre; 11—granitic diiorite porphyry; 12—granite; 13—skarn; 14—volcanic breccia; 15—crystal-lithic tuff; 16—breccia-bearing crystal-lithic tuff; 17—crystal-vitric tuff; 18—breccia-bearing crystal-vitric tuff; 19—crystalline limestone; 20—sandstone;

21—bioclastic limestone; 22—magnetite orebody; 23—fault; 24—sample location and the number

苦橄岩手标本呈深绿色、黑绿色(图版 I-1~4),可见大量辉石斑晶(橄榄石斑晶因大多已蚀变,标本上不易看到)。显微镜下为多斑结构,斑晶含量达 40%~80%,粒度 1~4 mm。苦橄岩斑晶以橄榄石为主(图版 I-5),其次为普通辉石(图版 I-6)。在乔夏哈拉矿区所采样品都有近矿围岩蚀变,橄榄石已无残晶,所以没有获得橄榄石的分析数据。本区苦橄岩 SiO₂ 含量为 39.9%~46.78%,9 个分析样品平均 44.39%,MgO 为 16.4%~36.67%,平均 22.01%;Na₂O+K₂O 为 0.17%~1.47%,平均 0.59%,TiO₂ 为 0.28%~0.62%,个别达 1.05%,平均 0.50%。总体上具有低硅、低铝、低钛、低碱、高镁的超镁铁喷出岩特征。与一般玄武岩比较,最大特征是 MgO>16%(一般玄武岩 MgO 为 5%~8%),Al₂O₃<10%(一般玄武岩 Al₂O₃ 为 13%~20%)(陈毓川等,2004)。

北淮噶尔地区乔夏哈拉的铁-铜-金矿化,与苦橄岩类直接相关,矿体产于苦橄岩类建造中,较为特殊。前人研究表明^①,北塔山组地层对于形成铜金矿体或矿化体很有利。从表 1 进一步可见,苦橄岩类岩石中的 Cu 和 Au 含量分布不均匀,部分岩石中的

Cu 和 Au 已明显低于地壳和上地幔的平均含量,而部分的 Cu 和 Au 含量却高出数倍(Cu 最高可达 620.4×10^{-6} ,Au 最高达 38×10^{-9})。苦橄岩类中铜金含量的这种差别,正好可以反映其可能是成矿物质的来源。但就其对成矿物质的具体贡献机制还有待进一步研究。

乔夏哈拉铁铜金矿床的这一特殊赋矿火山岩—苦橄岩类,在其他的火山岩型铁(铜)矿中,还尚未发现(表 2)。如位于乔夏哈拉西北部富蕴县的蒙库铁矿,其赋矿地层为下泥盆统康布铁堡组(D₁k),是一套海相酸性火山-沉积建造(李嘉兴等,2003;张建中等,1987),容矿围岩是角闪斜长片麻岩(原岩可能是石英角斑岩)夹大理岩、角闪变粒岩、黑云母变粒岩和磁铁矿变粒岩(王登红等,2002)。阿勒泰地区阿巴宫铁矿,区内出露下泥盆统浅海相基性-酸性火山岩、砂页岩夹碳酸盐岩建造(张建中等,1987;袁涛,2005)。东天山地区的黑峰山和沙泉子铁矿产于中石炭统底坎儿组,雅满苏中型铁矿床赋存于早石炭统中晚期雅满苏组,为一套杂色(红褐色—灰绿色)的富含碱金属的火山岩类(姜福芝等,2002)。在长江中下游地区,矿浆型铁矿主要由中性偏碱性岩浆演化而成(常印佛等,1991)。其他地区铁矿的赋矿地层也都尚未见苦橄岩类的发现。

2.2 铜矿石中稀土元素异常富集

乔夏哈拉铁铜金矿床的矿石类型,按矿石所含主要金属矿物分类,主要有磁铁矿矿石、黄铜矿-磁铁矿矿石和黄铜矿矿石三种矿石类型。按矿石构造,可分为致密块状矿石(图版 I-7)、斑杂状矿石、条带状矿石(图版 I-8)和浸染状矿石。矿石结构主要有自形晶结构、半自形晶结构、它形晶结构、粒状结构、交代残余结构等。

乔夏哈拉块状铜矿石的 REE 含量异常高(表 3),ΣREE(不包括 Y)在 $205.38 \times 10^{-6} \sim 2021.68 \times 10^{-6}$ 之间变化,平均含量可达 736.26×10^{-6} 。尤其富集轻稀土,ΣLREE = $197.75 \times 10^{-6} \sim 2015.55 \times 10^{-6}$,平均可达 723.28×10^{-6} ,其配分曲线向右陡倾,轻、重稀土发生明显的分异(图 3)。除 Qx-34 样品的 δEu 显示微弱的负异常,其他铜矿石均显示铕的正异常,且变化较大($1.07 \times 10^{-6} \sim 5.61 \times 10^{-6}$)。而磁铁矿矿石的稀土特征与铜矿石明显不同,REE 含量较低(ΣREE = $5.53 \times 10^{-6} \sim 13.18 \times 10^{-6}$),只略微比球粒陨石高一点。其轻、重稀土发生分异不明显,配分曲线较为平缓。铕均显示微弱的正异常。

乔夏哈拉含铜磁铁矿矿石的稀土元素组成及配

表 1 乔夏哈拉—老山口地区岩石样品的

Cu-Au 含量(Cu: $\times 10^{-6}$, Au: $\times 10^{-9}$)

Table 1 Cu-Au contents (Cu: $\times 10^{-6}$, Au: $\times 10^{-9}$)
in rocks from Qiaoxiahal—Laoshankou area

样号	岩性	Cu	Au	资料来源
Q5	玄武岩	15.9	2.3	陈毓川等,2004
Q6	玄武岩	15.1	1.4	陈毓川等,2004
Q4	苦橄质玄武岩	72.6	3.2	陈毓川等,2004
Q7	苦橄质玄武岩	216.1	14.4	陈毓川等,2004
Q20	苦橄质玄武岩	291.5	9.5	陈毓川等,2004
L4	苦橄质玄武岩	86.4	3.5	陈毓川等,2004
L5	苦橄岩	128	38	陈毓川等,2004
L11	苦橄岩	113.6	10.9	陈毓川等,2004
Qe-W2	苦橄岩	145.30	2.26	本文
Qe-W3	苦橄岩	63.52	0.88	本文
Qw27S-4	苦橄玄武岩	57.60	1.80	本文
Qw27S-11	苦橄岩	108.30	0.78	本文
L-1	橄榄拉斑玄武岩	231.80	1.75	本文
L-5b	苦橄质玄武岩	306.60	6.94	本文
L-8	橄榄玄武岩	132.40	2.53	本文
L2-10	碱性橄榄玄武岩	620.40	23.44	本文
Qe3-2-9	橄榄玄武岩	32.77	0.93	本文
QwZK802-105	橄榄玄武岩	345.30	4.21	本文
QweXJ-3	橄榄拉斑玄武岩	18.28	3.42	本文
L-W	橄榄拉斑玄武岩	37.76	0.90	本文
地壳		63	4	黎彤,1976
上地幔		40	5	黎彤,1976

注:本文数据由国家地质实验测试中心分析。

表 2 铁矿床的地质特征对比

Table 2 Geological comparison of iron ore deposits

矿床名称	赋矿地层	含矿建造或容矿围岩	资料来源
阿尔泰蒙库铁矿	下泥盆统康布铁堡组(D _{1k})下亚组	富钠变质酸性火山岩及对应的火山碎屑岩	张建中等, 1987
阿尔泰阿巴宫铁矿	下泥盆统康布铁堡组(D _{1k})上亚组	变质石英角闪岩、变质石英角闪质凝灰岩及二云母片岩	张建中等, 1987
东天山黑峰山铁矿	中石炭统底坎儿组	粗面质基—中性凝灰岩	姜福芝等, 2002
东天山沙泉子铁铜矿床	中石炭统底坎儿组	英安-流纹质凝灰岩夹灰岩	姜福芝等, 2002
雅满苏中型铁矿	早石炭世中晚期雅满苏组	杂色(红褐色—灰绿色)的富含碱金属的火山岩类	姜福芝等, 2002
梅山铁矿	上侏罗统一下白垩统	中基性辉长闪长玢岩与黑云母辉石安山岩接触带	常印佛等, 1991; 宁芜研究项目编写小组, 1978
云南大红山大型铁矿	元古宇大红山群	浅—中等变质的海相火山碎屑岩-碳酸盐岩-熔岩(细碧岩-角斑岩)	赵一鸣等, 2004
白云鄂博铁矿	中元古界白云鄂博群	浅海相碎屑岩建造	赵一鸣等, 2004
海南石碌铁矿	新元古界石碌群	浅变质具类复理石式沉积特征的板岩-千枚岩、变粉砂岩、石英岩、白云质大理岩	赵一鸣等, 2004; 王登红等, 2001
乔夏哈拉铁铜矿	中泥盆统北塔山组(D _{2b})	苦橄岩类建造	陈毓川等, 2004; 周汝洪等, 2005

注: 表中数据空白为原文中无此数据项。

表 3 乔夏哈拉矿区矿石的 REE 含量($\times 10^{-6}$)Table 3 REE contents ($\times 10^{-6}$) of ores from Qiaoxiahala mining district

样号	岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy
Qx-6-2	块状富铜矿石	48.8	100	7.6	28.3	5.07	7.98	3.29	0.39	1.96
Qx-34	块状富铜矿石	426	644	42.1	126	7.45	1.99	7.19	0.33	0.49
Qx-34-1	块状富铜矿石	386	581	38	117	7.04	1.93	2.45	0.15	0.45
Qx-34-2	块状富铜矿石	681	1037	68.6	213	12.7	3.25	4.55	0.25	0.61
Qx-6	块状含铜磁铁矿	0.84	1.64	0.29	1.89	0.86	0.37	1.08	0.19	1.14
Q-12	块状含铜磁铁矿	1.7	3.51		2.84	0.94	1.05	1.51	0.27	
Q02	块状黄铜磁铁矿矿石	0.476	2.027	0.142	0.792	0.308	0.13	0.352	0.069	0.46
Qe3#-1	砂卡岩化块状黄铜矿石	85.89	119.3	11.42	41.83	7.838	9.438	8.042	1.018	5.342
Qe3#-1b	砂卡岩化块状黄铜矿石	131.3	181.6	16.79	59.75	10.2	9.799	10.51	1.217	5.779
Qe3#-3	团块状黄铜矿石	61.36	137.2	10.77	38.45	5.428	2.621	5.64	0.624	3.22
Qe3#-1	砂卡岩化块状黄铜矿石	79.06	109.3	10.5	38.63	7.209	8.71	7.587	0.967	4.983
Boynton(1984)	球粒陨石	0.310	0.808	0.122	0.600	0.195	0.073	0.259	0.047	0.322

样号	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	ΣREE	ΣLREE	ΣHREE	$\frac{\text{LREE}}{\text{HREE}}$	δEu	资料来源
Qx-6-2	0.33	0.85	0.1	0.62	0.09	205.38	197.75	7.63	25.92	5.61	闫升好等,2005
Qx-34	0.07	0.35	0.04	0.12	0.03	1256.16	1247.54	8.62	144.73	0.82	闫升好等,2005
Qx-34-1	0.07	0.34	0.02	0.13	0.02	1134.60	1130.97	3.63	311.56	1.15	闫升好等,2005
Qx-34-2	0.09	0.49	0.02	0.1	0.02	2021.68	2015.55	6.13	328.80	1.07	闫升好等,2005
Qx-6	0.22	0.61	0.09	0.58	0.09	9.89	5.89	4.00	1.47	1.17	闫升好等,2005
Q-12	0.34		0.13	0.76	0.13	13.18	10.04	3.14	3.20	2.68	邓吉牛等 ^①
Q02	0.095	0.296	0.046	0.288	0.048	5.53	3.88	1.65	2.34	1.20	本文
Qe3#-1	0.965	2.699	0.331	2.022	0.308	296.44	275.72	20.73	13.30	3.60	本文
Qe3#-1b	1.027	2.733	0.322	1.976	0.299	433.30	409.44	23.86	17.16	2.87	本文
Qe3#-3	0.611	1.833	0.242	1.534	0.218	269.75	255.83	13.92	18.38	1.44	本文
Qe3#-1	0.889	2.473	0.303	1.869	0.276	272.76	253.41	19.35	13.10	3.58	本文
Boynton(1984)	0.0718	0.2100	0.0324	0.2090	0.0322	3.29	2.11	1.18	1.78	1.00	Hugh,2000

分模式与富铜矿石迥然不同,可能反映两者在成因上的不同。含铜磁铁矿矿石,低稀土,正锆异常与现代大洋中脊、红海等热水流体及其富含金属的化学沉积物极其相似,反映出乔夏哈拉式含铜磁铁矿矿床的火山成因属性(闫升好等, 2005)。

铜矿石异常富集轻稀土,配分曲线向右陡倾的特征,在火山成因硫化物矿床中极为罕见。类似的稀土富集的铜矿石在北祁连的桦树沟也有报道,其ΣREE含量为 $510.2 \times 10^{-6} \sim 1959.68 \times 10^{-6}$ (袁万春, 1998),在区域各地层岩性中均无可与之类比。但

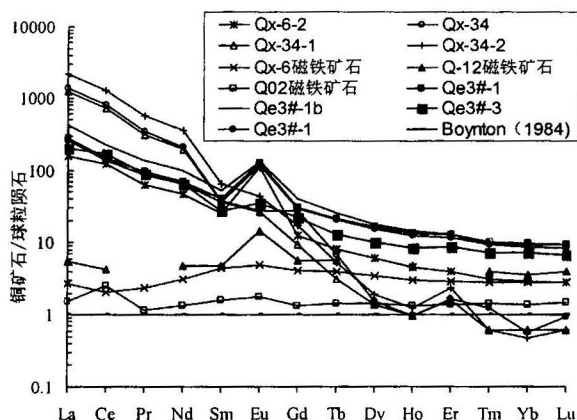


图3 乔夏哈拉矿石REE配分图

Fig. 3 REE pattern of ores from Qiaoxiahala

和乔夏哈拉不同的是,桦树沟铜矿石的轻稀土呈亏损,中、重稀土富集,恰好和乔夏哈拉的铜矿石轻稀土异常富集的特征相反。桦树沟铜矿石的 δEu 为0.865~1.481,稀土分布模式曲线呈上凸状。虽然桦树沟铜矿石的稀土总量也高,但和乔夏哈拉的铜矿石还是有很大的差别。

3 结论

综上所述,乔夏哈拉铁铜金矿床,至少有三方面的特殊性:

(1)与阿尔泰造山带的铁矿同时代,但位于准噶尔构造带的北缘而不是阿尔泰造山带内部,意味着准噶尔北缘其他地方也可能找到更多的铁矿。2005年,新疆第四地质大队在乔夏哈拉东南方向又发现了哈旦孙铁矿,即是实证。

(2)乔夏哈拉铁铜金矿床的直接容矿围岩是一套以苦橄质火山岩为特点的海相火山-沉积建造,而世界上以苦橄质岩为容矿围岩的铁铜矿床罕见报道。

(3)一般的铁铜矿床含稀土元素不高,如与乔夏哈拉铁铜矿近于同一时代的下泥盆统康布铁堡组的蒙库铁矿和阿巴宫铁矿,还没有类似的异常富集稀土的报道。与白云鄂博铁-铌稀土矿床相比,乔夏哈拉铁铜矿中只有铜矿石富集稀土,磁铁矿石中稀土并不异常。澳大利亚的奥林匹克坝铜-金-铀矿床倒是富含稀土,但乔夏哈拉没有铀的富集,而且形成于古生代的海相火山喷发环境,与奥林匹克坝明显不同(王登红,1999)。总之,乔夏哈拉是一个比较特殊的铁铜金矿床,其成矿机制和特殊性所代表的地

质构造意义还有待于深入研究。

注 释

① 邓吉牛,王军升,廖启林. 2000. 布尔根矿带金铜找矿评价研究报告. 新疆 305 项目办公室内部资料。

参 考 文 献

- 常印佛,刘湘培,吴言昌. 1991. 长江中下游铜铁成矿带. 北京:地质出版社,1~379.
- 陈毓川,刘德权,王登红,唐延龄,周汝洪,陈振宇. 2004. 新疆北准噶尔苦橄岩的发现及其地质意义. 地质通报,23(11):1059~1065.
- Hugh R R 著. 2000. 岩石地球化学. 杨学明,杨晓明,陈双喜译. 合肥:中国科学技术大学出版社,107~112.
- 姜福芝,秦克章,方同辉,王书来. 2002. 东天山铁矿床类型、地质特征成矿规律与找矿方向. 新疆地质,20(4):379~383.
- 李嘉兴,姜俊,胡兴平,康吉昌,尹意求. 2003. 新疆富蕴县蒙库铁矿床地质特征及成因分析. 新疆地质,21(3):307~311.
- 黎彤. 1976. 化学元素的地球丰度. 地球化学,(3):167~174.
- 宁芜研究项目编写小组. 1978. 宁芜岩铁矿. 北京:地质出版社,85~162.
- 王登红. 1999. 奥林匹克坝铜-铀-金-稀土矿床及其成功勘查的启示. 见:陈毓川主编. 当代矿产资源勘查评价的理论与方法. 北京:地震出版社,458~464.
- 王登红,陈毓川. 2001. 与海相火山作用有关的铁-铜-铅-锌矿床成矿系列类型及成因初探. 矿床地质,20(2):111~118.
- 王登红,陈毓川,徐志刚,李天德,傅旭杰,等. 2002. 阿尔泰成矿省的成矿系列及成矿规律. 北京:原子能出版社,114~399.
- 闫升好,张招崇,王义天,陈柏林,周刚,何立新. 2005. 新疆阿尔泰山南缘乔夏哈拉式铁铜矿床稀土元素地球化学特征及其地质. 矿床地质,24(1):25~33.
- 袁涛. 2005. 新疆阿巴宫-蒙库地区线性构造与铁矿产分布关系初探. 地质找矿论丛,20(增刊):159~161.
- 袁万春. 1998. 桦树沟铜矿床铜矿石中高含量稀土的发现. 矿物学报,18(4):464~465.
- 张建中,冯秉寰,金浩甲,刘斌,罗玉鹏,金志明,朱美珠,陈书章. 1987. 新疆阿勒泰阿巴宫-蒙库海相火山岩与铁矿的成因关系及成矿地质特征. 中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊,第20号,89~172.
- 赵一鸣,吴良士,等. 2004. 中国主要金属矿床成矿规律. 北京:地质出版社,13~99.
- 周汝洪,应立娟,梁婷,等. 2005. 新疆北准噶尔乔夏哈拉-老山口苦橄岩建造及其构造意义. 新疆地质,23(4):319~325.

图 版 说 明

1. 乔夏哈拉西矿区 27 线苦橄质火山岩露头。
2. 乔夏哈拉西矿区 ZK802-105 橄辉玄武岩手标本。
3. 乔夏哈拉西矿区东段橄榄斑玄武岩(QweXJ-3)。
4. 老山口苦橄质玄武岩(辉石和橄榄石斑晶已风化淋失)。
5. 东矿区手标本 Qe-W2 中的橄榄石(单偏光)。
6. 东矿区手标本 Qe-W2 中辉石斑晶(正交)。
7. 东矿区竖井中块状黄铜磁铁矿石(Q02)。
8. 乔夏哈拉西矿区条带状磁铁矿石。

Geological Character and Its Particularity of the Qiaoxiahala Iron-Copper-Gold Deposit in Altay, China

YING Lijuan¹⁾, WANG Denghong²⁾, LIANG Ting³⁾, ZHOU Ruhong⁴⁾

1) *Graduate Department, Chinese Academy of Geological Sciences (CAGS), Beijing, 100037*

2) *Key Laboratory of Mineralization and Resources Evaluation, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037*

3) *Chang'an University, Xi'an, 710054; 4) Bureau of Geology and Mineral Resources in Xinjiang, Ürümqi, 830000*

Abstract

The Qiaoxiahala iron-copper-gold deposit is located in the northern margin of the North Junggar tectonic belt, and is distinct from the Mengku and Abagong iron deposits which also formed in the Devonian in the inner Altay orogenic belt. Its host rock is picritic volcanics, which is different from other volcanic rocks related to iron (copper) ore deposit. Moreover, copper ore is abnormally enriched in rare earth elements, up to 736.26×10^{-6} (Σ REE not including Y) at average. It is a special phenomenon among iron (copper) deposits.

Key words: Qiaoxiahala; North Junggar; picrite; enriched rare earth elements

~~~~~

