地质 ·矿床

新疆阿吾拉勒富铁矿地质特征和矿床成因

卢宗柳[1,2],莫江平[2]
(1.中南大学地学与环境工程学院,长沙 410083; 2.桂林矿产地质研究院,桂林 541004)

[摘 要]阿吾拉勒山东段是新疆重要富铁矿成矿带,形成于伊犁石炭纪裂谷环境。产于海相火山—沉积岩系中的赤铁矿和块状含铜黄铁矿,发育红碧玉、重晶石喷流岩,S、Pb、H、O同位素反映成矿物质来源于深部地壳或上地幔,成矿流体源自岩浆水,并有海水混入,属于火山喷流沉积矿床。产于基—中性火山岩系中的磁铁矿,形成于火山机构附近,属矿浆喷溢型矿床。两个层位的铁(铜)矿是在同一成矿环境下形成的矿床组合,预示该地区铜矿具有较大找矿前景。

[关键词]铁铜矿 火山喷流 新疆
[中图分类号]P618.31 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2006)05-0008-04

新疆阿吾拉勒富铁矿是西天山重要铁矿成矿带,位于新疆新源县境内,地理位置为东经 83°00′~83°45′,北纬 43°30′~43°40′。分布有预须开普台(中型,东经 83°38′23″,北纬 43°31′35″)、和统哈拉盖(小型,东经 83°29′23″,北续 43°34′20″)、铁木里克(小型,东经 83°06′47″,北纬 43°39′13″)、沙拉穹库尔(小型)、巴依图玛、阿合公盖、驹尔都拜、木汉萨依、库尔德能等铁(铜)矿床(点)(图 1)。区内铁矿床(点)质量好、品位富,富铁矿(TFe>58%)占矿石总量 70%以上,TFe最高达 68.53%,且低硫少磷。前人在该区进行了大量地质工作,对矿床成因争论较多,主要有沉积变质矿床、沉积变质热液叠加矿床、近源火山沉积矿床、卤水-热卤水成因矿床等[1-5]。近年来,随着新的成矿理论涌现和海相火山岩型铁铜矿找矿突破[9-12],对该区铁矿层下部块状含铜黄铁矿层的认识有了进一步提高,认为该地区铁铜矿是在同一成矿环境下形成的不同阶段的产物,属于火山喷流沉积成因,预示该地区铜矿具有较好找矿前景。

1 成矿地质背景

阿吾拉勒地区大地构造处于哈萨克斯坦板块伊犁—中天山陆壳板段伊犁晚古生代裂谷,该裂谷北以尼勒克断裂为界,与博罗科努早古生代岛弧相邻,南以那拉提断裂为界,与南天山早—中古生代活动大陆边缘板段毗邻,西延与哈萨克斯坦共和国肯特绵山裂谷相连[6-8]。

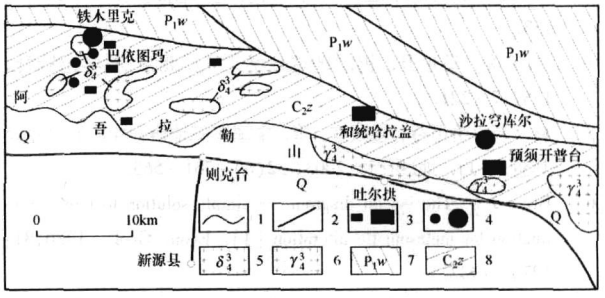


图 1 新疆阿吾拉勒铁(铜)矿分布略图
Q—第四系;1—地质界线;2—断裂;3—火山喷流沉积铁(铜)矿床(点);4—矿浆喷溢型铁(铜)矿床(点);5—华力西中期闪长岩;6—华力西中期花岗岩;7—下二叠统乌郎组;8—中石炭统则克台组

区内出露地层主要为中石炭统则克台组(C_2z),由 2个火山喷发旋回和 3个岩相带组成,自下而上分为第一酸性火山喷发旋回(第一岩相带),由钾石英角斑岩、石英角斑岩、石英角斑质凝灰熔岩等组成;喷发间歇期(第二岩相带),由凝灰质千枚岩、凝灰质片岩、凝灰质板岩、钾角斑质凝灰岩等组成,夹层状、似层状铁矿层和透镜状碧玉岩,深部隐伏块状含铜黄铁矿层,是铁铜矿主要赋矿层位。第二基—中性火山喷发旋回(第三岩相带),由细碧

[收稿日期]2006-07-13; [修订日期]2006-07-26; [责任编辑]韩进国。
[基金项目]国家科技攻关"305"项目(编号:96-915-03-04)资助。
[第一作者简介]卢宗柳(1967年—),男,1990年毕业于桂林冶金地质学院,获学士学位,在读博士生,高级工程师,现主要从事地质勘探及矿物综合利用研究工作。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

岩、角斑岩、凝灰岩、火山角斑岩、火山集块岩等组成,见矿浆喷溢型铁(铜)矿分布。

地质构造整体上呈近东西向,被北侧喀什河大断裂和南面巩乃斯河大断裂所夹持,形成一近东西向北倾的单斜地层(复式向斜的南翼)。断裂构造以近东北西西向为主,控制地层和铁矿体的展布,北东向和北西向断裂次之,形成较晚,在一定程度上破坏矿体的连续性。

岩浆活动十分强烈、频繁,与大地构造演化相适应。侵入岩多为中深成—超浅成相的岩株、岩枝和岩脉,以华力西中期为主,岩性从基性到酸性岩类均有出露,具有富钠特征,在铁矿层内发育浅成—超浅成次火山岩(石英钠长斑岩),呈岩脉群展布。

2　矿床地质特征

阿吾拉勒铁矿集中分布在两个层位上。下部赤铁矿层,主要分布在火山喷发间歇期火山—沉积岩系中,属火山喷流沉积型,代表火山作用末期火山喷流沉积成矿特征;上部磁铁矿层,产于基—中性火山岩系中,为矿浆喷溢型,主要分布在火山机构附近,代表火山作用晚期成矿特征。

2.1　火山喷流沉积型

以预须开普台铁(铜)矿为代表,矿带东西长 5～6km,南北宽 300～600m,具有沿层集中分布特点(图 2)。矿体呈多层状产出,少则两层,多则 20余层,矿体群呈层状、似层状、透镜状、扁豆状,在走向上常见尖灭再现断续展布,在剖面上呈斜列分布。矿体长 100～400m,最长 900m,厚 3～15m,单层最厚达 24m,累计厚度 70m,在垂深 400m范围内厚度和品位变化不大。倾向延深大于走向延长,倾向北,倾角 40°～70°。矿体中夹石多为中酸性凝灰质千枚岩、片岩。矿石矿物主要为赤铁矿,次为镜铁矿,

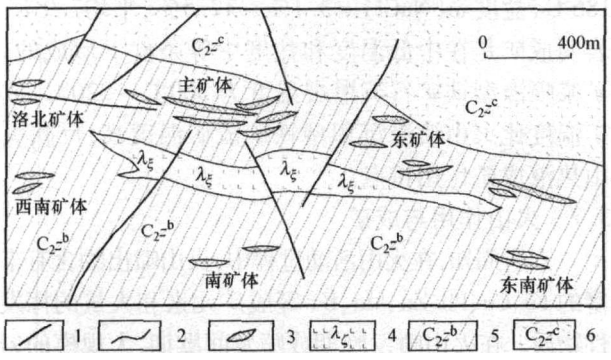


图 2　预须开普台铁(铜)矿床地质略图

1—断裂;2—地质界线;3—铁(铜)矿体;4—石英钠长斑岩;5—凝灰质千枚岩、凝灰质片岩、凝灰质板岩、钾角斑质凝灰岩;6—细碧岩、角斑岩、凝灰岩、火山角斑岩、火山集块岩

伴有少量黄铁矿、孔雀石和蓝铜矿,矿石品位 TFe 55%～68%,平均 62%,富矿占绝大部分,S、P等含量低。位于预须开普台主矿体以东 1km的东段体,在 ZK2101钻孔 150m深处铁矿层之下,见到块状含铜黄铁矿,厚 12m,Cu品位 0.96%,此外,在铁矿层下盘见到 100余米厚的含黄铁矿绢云千枚岩,黄铁矿呈块状或呈浸染状分布。

围岩蚀变主要有绿泥石化、绢云母化、硅化、黄铁矿化和碳酸盐化。

矿石类型主要为块状赤铁矿矿石,含红碧玉赤铁矿矿石,局部可见含铜重晶石赤铁矿矿石,含铜黄铁矿矿石仅见于东矿体钻孔中。矿石矿物分带较明显,上部为赤铁矿、含铜赤铁矿,下部为黄铜矿、黄铁矿。矿石结构简单,赤铁矿具微晶质、细晶质和页片状结构,矿石构造以块状构造为主,少数为条带状、浸染状构造。

2.2　矿浆喷溢型

以铁木里克铁矿床为代表。赋存在则克台组第二火山旋回基—中性火山岩系中,含矿岩石为玄武—安山岩和火山角砾岩,矿体呈透镜状,多层状产出,单矿体最长 270m,厚 2.8～24m,矿石矿物主要为磁铁矿,次为假象赤铁矿,脉石矿物主要为绿泥石、石英、方解石、重晶石等。矿石质量较佳,TFe > 50%的占 80%以上,S < 0.1%,P一般 < 0.07%,SiO_2 < 10%。部分含铜磁铁矿矿石 Cu含量达 1.12%。

围岩蚀变主要为绿泥石化、碳酸盐化等。

矿石类型主要为中等—稠密浸染状磁铁矿矿石,其次为块状磁铁矿矿石、角砾状磁铁矿矿石,部分为含铜块状磁铁矿矿石,矿石结构为自形、半自形粒状结构。矿石构造主要为块状构造,其次为浸染状、角砾状和条带状构造。

3　矿床成因分析

3.1　喷流岩特征

产于两个火山喷发旋回的喷发间歇期火山—沉积岩系中的铁矿床,在铁矿层及其顶底板中发育大量透镜状红碧玉岩,在预须开普台东矿体的铁矿层中见到厚 0.5～1m层纹状重晶石岩,延伸相对稳定,产状与铁矿层一致。这些喷流岩是火山喷发间歇期海底火山喷发—沉积作用形成的产物,是火山喷流沉积型矿床重要的岩石学标志。

3.2　硫同位素特征

火山喷流沉积型矿床硫同位素组成(桂林矿产

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

地质研究院,1996),4件黄铁矿 $\delta^{34}S$ 分别为 -3.7‰、-4.6‰、-6.1‰、-5.7‰,平均为 -5.03‰,变化范围窄,而层纹状重晶石 $\delta^{34}S$ 为 +12.9‰,说明该区金属硫化物的硫源主要为火山喷发作用从深部带来的幔源硫和海水硫的混合。

矿浆喷溢型矿床硫同位素组成(西北冶金地质研究所,1980),一件磁铁矿包裹的黄铁矿 $\delta^{34}S$ 为3.9‰,接近幔源硫,说明硫源来自源于深部岩浆源。

3.3 铅同位素

预须开普台铁矿铅同位素组成见表1,在铅构造模式图上(图3),数据点多落在地幔铅(a)和造山带铅(b)演化曲线之间,黄铁矿和红碧玉相对集中,赤铁矿和孔雀石比较分散,表明铅来源较复杂,显示地幔铅与造山带铅混合的特征,也反映了该区成矿金属物质来自上地幔或深部地壳源区。

表1　预须开普台铁矿床铅同位素组成

序号	测试矿物	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$	Th/U	μ
1	黄铁矿	18.133	15.505	37.853	3.61	9.30
2	黄铁矿	18.145	15.474	37.780	3.56	9.24
3	赤铁矿	20.128	15.642	37.966	2.83	9.43
4	赤铁矿	18.461	15.607	37.997	3.08	9.39
5	孔雀石	19.184	15.556	37.890	3.14	9.31
6	红碧玉	18.197	15.516	37.918	3.60	9.32
7	红碧玉	18.291	15.534	38.026	3.61	9.34

测试单位:桂林矿产地质研究院,1996。

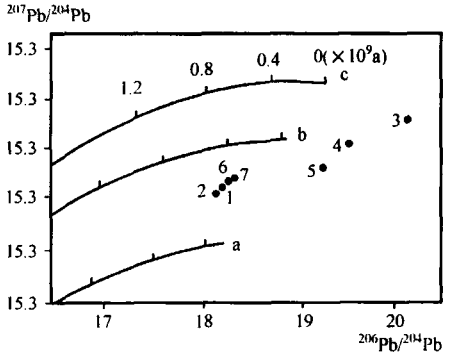


图3　预须开普台铁矿床铅同位素比值关系图
(数据点编号见表1序号)

3.4 氢氧同位素

预须开普台铁矿氢氧同位素组成见于表2,在 $\delta D-\delta^{18}O$ 关系图上(图4),2件赤铁矿和1件红碧玉样品落在岩浆水范围,其他样品落在岩浆水范围附近,说明该矿床成矿流体来源于岩浆,并有海水混入。

3.5 锶同位素

火山喷流沉积型铁矿2件赤铁矿锶的初始比值为0.7037和0.7062①,表明成矿物质来源于深部地壳或上地幔,与海底火山喷流作用有关。矿浆喷溢型铁矿含矿岩系中的细碧岩锶初始比值为0.7027(桂林矿产地质研究院,1996),说明火山岩浆基本代表上地幔锶的同位素组成。

表2　预须开普台铁矿床氢、氧同位素组成　‰

序号	编号	测试矿物	$\delta^{18}O$ (SMOW)	$\delta^{18}O_{H_2O}$ (SMOW)	δD_{H_2O} (SMOW)
1	Y2-30	赤铁矿	0.54	6.1	-84.6
2	Y6-22	赤铁矿	3.81	9.37	-68.9
3	Y2-36	红碧玉	13.49	8.72	-104.3
4	Y6-21	红碧玉	13.16	8.29	-74.2
5	Y4-21	重晶石	1.89	-0.62	-69.2
6	Y6-27	重晶石	6.47	1.87	-76.6

测试单位:桂林矿产地质研究院,1996。

① $10^3\ln$赤铁矿—水 $= -8.01+0.75\times10^6/T^2$ (O,Neil,1966);② $10^3\ln$燧石—水 $= -3.29+3.03\times10^6/T^2$ (L,pknauth,1976);③ $10^3\ln$重晶石—水 $= -7.3+301\times10^6/T^2$ (Cila等,1976)。

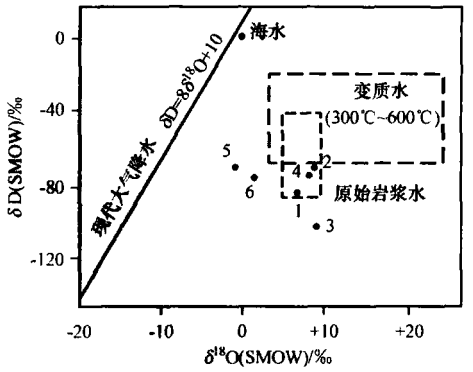


图4　预须开普台铁矿床 $\delta D-\delta^{18}O$ 关系图
(数据点编号见表2序号)

3.6 成矿温度和盐度

火山喷流沉积型铁矿重晶石均一温度 158℃～252℃,石英(碧玉)均一温度 130℃～152℃,平均186℃,盐度 ω(NaCl)=3.1%～12.5%,平均7.9%,表明成矿是在中低温度和盐度中等条件下形成的。矿浆喷溢型铁矿石英爆裂温度为 300℃～320℃,成矿温度比火山喷流沉积型铁矿成矿温度高,反映火山热液成矿作用特点。

3.7 火山作用与成矿

众所周知,在火山活动过程中,火山喷出物含有丰富的 Fe、Cu、Pb、Zn、Mn、Ba等成矿元素和大量的挥发性物质。在火山喷发晚期或喷发间歇期,大规模的岩

①国家"305"项目"新疆西天山博罗霍洛远景成矿区地质、地球物理、地球化学综合研究及找矿靶区圈定",1990。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

浆喷溢已经停止,但海底火山喷流作用仍在继续进行,这些富含成矿物质的酸性热液体,沿断裂或火山通道上升,源源不断地迁移到海盆中与海水发生作用,由于物理化学条件的改变迅速沉淀,堆积形成富矿体。Cu(Pb、Zn)等亲硫性强的元素,在相对还原的环境下,与海水中溶有火山喷出的 H_2S作用,促使络合物分解和亲硫元素沉淀,形成块状含铜黄铁矿层。随着成矿作用的进一步进行,溶液中 Fe、Si、Ba、Mn等元素相对富集,在弱酸性—氧化条件下,形成大量赤铁矿石,夹透镜状红碧玉和层纹状重晶石赤铁矿,构成重晶石—红碧玉—赤铁矿建造,Ba—Si—Fe三位一体是海底火山喷流作用产生的含矿热流体与海水作用在火山热水盆地沉积的产物。由于地壳升降动荡,火山喷流作用的断续,以及介质物理化学条件的变化,造成了矿石的韵律和矿体呈多层状产出。随着火山再次活动,形成基—中性火山岩系,在火山穹窿和火山机构的斜坡上,在火山熔岩和火山角砾岩中形成矿浆喷溢型磁铁矿,伴生铜,如在预须开普台铁矿东部火山机构中,见到角砾状含铜磁铁矿矿石,铁木里克磁铁矿石中见到较多的孔雀石分布。说明该区铁(铜)矿的成因是在同一成矿环境下,同源于岩浆深部不同火山旋回,经过火山成矿作用,在火山沉积盆地和火山机构附近形成的不同成矿阶段的产物,分别形成火山喷流沉积型和矿浆喷溢型铁(铜)矿床。在铁矿层下部或火山沉积盆地相对还原部位,是块状含铜黄铁矿的有利找矿地区,应重视该类型铁铜矿的找矿工作。

4　结　论

1) 阿吾拉勒铁矿分为火山喷流沉积型和矿浆喷溢型,是同源岩浆火山喷发—沉积成矿作用形成的矿床组合,以富铁矿为主,伴生铜矿,应重视铁矿层下部铜矿找矿工作。

2) 铁(铜)矿产于火山喷发间歇期的海相火山—沉积岩系和基—中性火山岩系中,以深部岩浆为物源,通过火山成矿作用,在近火山源盆地形成火山喷流沉积型赤铁矿,在火山机构附近形成矿浆喷溢型磁铁矿。

3) 预须开普台铁矿发育红碧玉、重晶石等喷流岩,成矿物质来源于深部地壳或上地幔,成矿流体源于岩浆水,并有海水混入,属于火山喷流沉积成因,铁矿层和其下部的含铜块状硫化物是海底火山喷流作用同一成矿环境不同阶段的产物。

[参考文献]

[1] 田培仁. 新疆预须开普台铁铜矿矿床特征及成因探讨[J]. 矿产与勘查, 1990(5): 17 - 26.

[2] 刘德权,唐延龄,周汝洪. 中国新疆矿床成矿系列[M]. 北京: 地质出版社, 1996.

[3] 王庆明,林卓斌,黄　诚,等. 西天山查岗诺尔地区矿床成矿系列和找矿方向[J]. 新疆地质, 2001(4): 263 - 267.

[4] 袁　涛. 新疆西天山莫托沙拉铁(锰)矿床与式可布台铁矿床地质特征对比[J]. 地质找矿论丛, 2003(增刊): 88 - 92.

[5] 郭玉峰,线纪安,王隽人. 西天山伊宁一新源一巴仑台地区铁矿找矿远景综述[J]. 地质找矿论丛, 2005, 20(增刊): 162 - 167.

[6] 李向东,李茂松. 中国西天山地质构造与西邻区的对比研究[J]. 地质论评, 1996, 42(2): 107 - 115.

[7] 隗合明,吴文奎,薛春纪. 新疆西天山金属矿床成矿系列及形成演化规律[J]. 地质学报, 1999, 73(3): 219 - 230.

[8] 王志良,毛景文. 西天山古生代铜金多金属矿床类型、特征及其成矿地球动力学演化[J]. 地质学报, 2004, 78(6): 836 - 847.

[9] 赵晓强. 桦树沟铁铜矿床地质特征与构造控矿[J]. 地质与勘探, 1993, 29(3): 24 - 26.

[10] 薛春堑,姬金生,张连昌,等. 北祁连镜铁山海底喷流沉积铁铜矿床[J]. 矿床地质, 1997, 16(1): 21 - 30.

[11] 陈大经,尹意求,胡兴坪,等. 新疆沙尔布尔海底火山喷流沉积磁铁矿床成因[J]. 矿产与地质, 2002, 16(4): 257 - 261.

[12] Michael. Exhalative origins of iron formation. Ore Geology Reviews. 1989(5): 133 - 154.

GEOLOGICAL CHARACTERS AND ORE GENESIS OF AWULALE IRON - RICH DEPOSIT IN XINJIANG

LU Zong - liu[1,2], MO Jiang - ping[2]

(1. *School of Geosciences and Environmental Engineering, Central South University, Changsha* 410083;
2. *Guilin Institute of Geology for Mineral Resources, Guilin* 541004)

Abstract: The eastern part of Awulale area is an important iron - rich ore forming belt in Xinjiang Province. Ores was formed in Carboniferous period. Hematite and massive copper - bearing pyrite occurred in marine facies sedimentary rock series. Red jade and barite spouting rocks are developed. S, Pb, H, and O isotopes indicated that ore sources were original from the deeper crust or the upper mantle, and ore - forming fluids were magmatic water mixed with sea water. The deposit belongs to volcanic exhalation sedimentation type. Magnetite occurred in intermediate - basic volcanic rocks was formed nearby volcanic apparatus, and belong to magmatic eruption type. Two layers of iron (copper) ores formed in the same mineralizing environment suggested that there are a great prospecting potential for copper ores in the area.

Key words: iron and copper deposit, volcanic exhalation, Xinjiang

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net