

新疆富蕴县蒙库铁矿床矿床地质及地球化学特征*

Geological and Geochemical characteristics of the Mengku iron deposit in Fuyun County, Xinjiang

徐林刚¹, 郑建民¹, 杨富全², 高建京¹

(1 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 北京 100083; 2 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

XU LinGang, ZHENG JianMin, YANG FuQuan and GAO JianJing

(1 State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2 Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China)

摘 要 蒙库铁矿床是一个以下泥盆统斜长角闪变粒岩(原岩为火山岩)为围岩的大型磁铁矿矿床。电子探针分析结果表明, 矽卡岩矿物中单斜辉石以透辉石为主, 仅存在少量普通辉石; 石榴子石端员组分以钙铁榴石为主, 伴以少量钙铝榴石和锰铝榴石; 角闪石属于单斜角闪石中的阳起石。硫同位素统计结果揭示了硫的上地幔与地壳硫混源的本质, 氧同位素结果证实了蒙库铁矿床的流体为中—高温流体体系。

关键词 地球化学; 矽卡岩; 蒙库; 新疆

蒙库铁矿床是赋存于阿尔泰山南缘早泥盆世变质火山岩地层中的大型磁铁矿型矿床。自 20 世纪 50 年代发现以来, 许多研究人员对该矿床的地质特征、地质构造以及矿床成因和勘查地球物理和地球化学等做了研究(李嘉兴等, 2003; 仇仲学, 2003; 张建中等, 1987; Wang et al., 2003; 胡兴平, 2004)。但对矿床的地球化学研究就尚不够深入和全面, 而地球化学特征是矿床研究的重要组成部分。本文在广泛收集前人资料的基础上, 结合自身测试结果对蒙库铁矿床地球化学特征做较详细的探讨。

1 区域地质特征

蒙库铁矿床地处阿尔泰山带南麓, 位于西伯利亚古板块的西南缘。阿尔泰山带是一个铜、镍、金、铅、锌、铁、钼、稀有金属、钨、锡等有色金属成矿带(祁志明等, 1996; 赵治忠等, 2002; 王京彬等, 1998; 叶庆同等, 1998)。矿区内出露地层主要为中上志留统松克木群、下泥盆统康布铁堡组和中泥盆统阿勒泰组。康布铁堡组是铁矿体的赋矿围岩, 为一套火山-沉积变质岩系, 由角闪岩、角闪斜长岩、角闪麻粒岩、角闪浅粒岩、麻粒岩、浅粒岩、透辉石岩、大理岩等组成, 其原岩为富含铁镁质的中基性火山熔岩到酸性火山岩、火山凝灰岩和碱性岩以及富钙的海相碳酸盐(张建中等, 1987); 区域内褶皱、断裂构造发育。褶皱构造为紧闭线型复式褶皱, 形态复杂且多被岩体和断层破坏。主构造线为北西向, 北东向、北北西向断裂横切北西向断裂; 岩浆岩分布广泛, 主要为海西期花岗岩类, Sm-Nd 和 Rb-Sr 等时线年龄为 360~290 Ma(陈毓川等, 1996), 少量印支—燕山期的酸性小岩珠。另外, 还有少量的基性和中性岩。

2 矿床地质特征

下泥盆统康布铁堡组分布于矿区中南部, 范围较广, 分布稳定, 厚度大于 1 200 m, 为本区主要含矿层位。康布铁堡组下亚组分为 3 个岩性段, 第一段由条带状不纯大理岩、透辉石大理岩组成, 呈细小的窄带

*第一作者简介 徐林刚, 男, 1981 年生, 在读硕士, 矿物学、岩石学、矿床学专业。E-mail: xulingang@sina.com

状展布在矿区北东部及西南部,延伸比较稳定。第二段以浅灰白色、灰-深灰色条带状角闪斜长变粒岩、磁铁变粒岩为主,夹斜长角闪片麻岩,黑云母片岩、大理岩及贫铁矿条带。第三段以黑云角闪斜长片麻岩、带状角闪变粒岩为主,夹角闪变粒岩、磁铁变粒岩、黑云母片岩和大理岩磁铁石榴石岩,矿体便赋存在第三段中。各岩性之间多为渐变过渡关系;中部的铁木下尔滚向斜及南西侧的蒙库背斜组成褶皱构造的主体,两者均为克兰复向斜中蒙库复向斜北东倒转翼的次级褶皱。蒙库铁矿主要矿体均产在向斜核部及附近两侧;矿区内主要发育 5 条北西向纵向断裂构造,断裂以 F_1 为主,规模较大,北东向断裂仅局部可见且规模很小。断层表现为强烈挤压性质,形成宽度 10~50 m 的挤压破碎带(如图 1)。

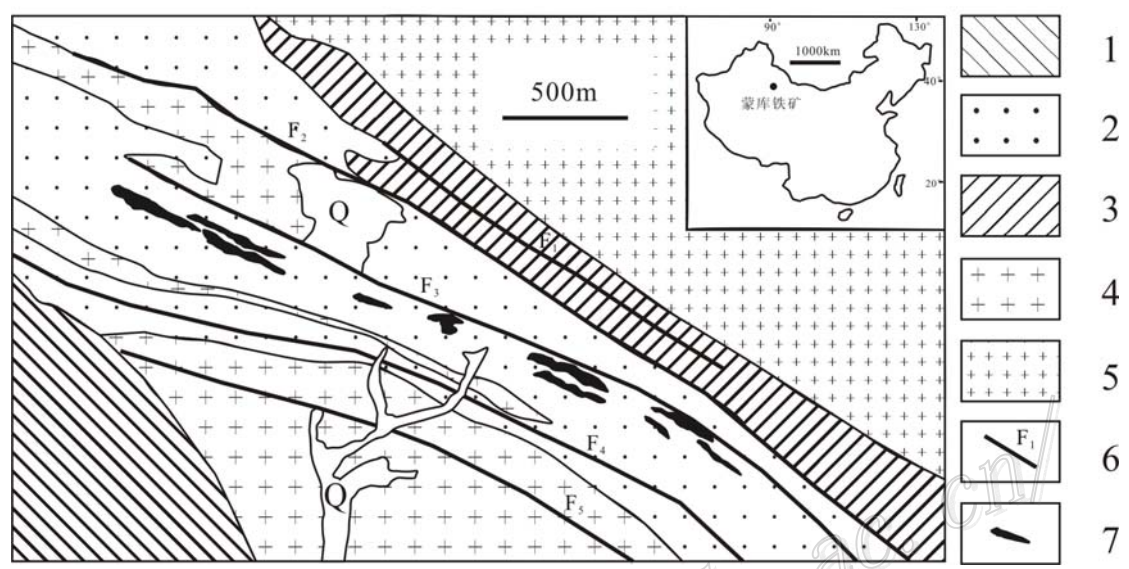


图 1 蒙库铁矿床矿区地质图(据新疆第四地质大队,2003)

1—泥盆统康布铁堡上亚组凝灰质砂岩、浅粒岩;2—下泥盆统康布铁堡下亚组角闪变粒岩、片麻岩;3—上志留统松克木群片岩、片麻岩;4—海西期晚期花岗岩;5—海西期早期花岗岩;6—断层;7—矿体

在蒙库铁矿区共发现了矿体近 30 个,矿体在平面上呈薄板状、扁豆状、透镜状及不规则状形态,在深部可见镰刀状不规则矿体。1 号矿体是蒙库铁矿床最主要的工业矿体,各矿体特征如表 1。

表 1 蒙库铁矿主要矿体特征表

矿体 编号	资源量	TFe 品 位/%	规模/m		产状/°			形 态
			长	厚度	延深	倾向	倾角	
1	5611	45.66	1560	33.14	>320	26	82	似层状、透镜状、枝杈状,分支复合常见
3	1614	38.67	1050	7.55	>400	26	81	似层状,沿走向呈舒缓波状延伸
6-1	2264	35.25	720	14.33	>200	25	83	似层状,透镜状,矿体外界面不规则
7	462	47.61	277	19.85	>200	22	73	东端呈分支的膨胀体状
10	3150	41.29	500	50	>300	200	80	似层状、透镜状
18	3780	36.36	500	60	>300	201	74	似层状、扁豆状
21	550	53.18	550	22.12	>200	206	75	似层状,矿体外边界规整

蒙库铁矿床矽卡岩广泛发育,与成矿关系密切,根据岩相学特征可将蒙库铁矿床演化过程划分为 3 个阶段:矽卡岩阶段、退化矽卡岩阶段、石英硫化物阶段。矽卡岩阶段主要形成透辉石、石榴子石、方柱石等矿物,退化矽卡岩阶段主要形成绿泥石、绿帘石、角闪石和磁铁矿等,该阶段是磁铁矿形成的主要阶段,石英硫化物阶段主要生成黄铁矿、赤铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、石英、方解石等。

3 地球化学特征

3.1 矿物学特征

在矽卡岩型矿床的研究中,对矽卡岩矿物化学成分的研究十分重要(Einaudi et al., 1981; 1982),蒙库铁矿床矽卡岩化明显,石榴子石、辉石、角闪石、绿帘石、绿泥石等矽卡岩矿物广泛发育,空间上与矿体密切共生。电子探针分析结果显示(如图2),蒙库铁矿床中辉石以透辉石为主,含少量普通辉石。透辉石的组分变化范围较小:Wo为44.281%~49.224%,En为29.368%~36.395%,Fs为14.946%~22.323%;石榴子石端员组分以钙铁榴石为主,其变化范围为66.711%~96.966%,平均84.184%,其次是钙铝榴石,含量多小于20%;角闪石以阳起石为主,其化学成分: $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 为0.989%~2.351%, $w(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 为10.569%~14.426%, $w(\text{MgO})$ 为10.437%~17.843%, $w(\text{CaO})$ 为10.779%~20.725%, $w(\text{Na}_2\text{O})$ 为0.709%~1.811%。

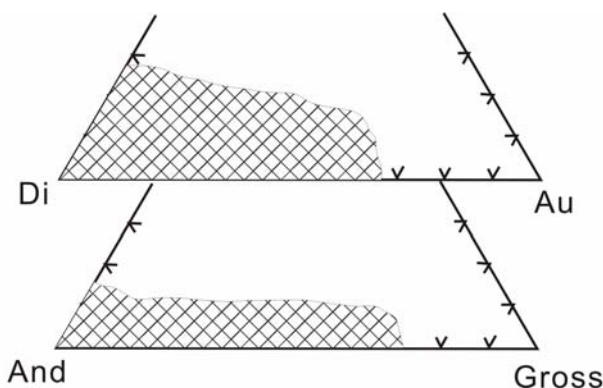


图2 蒙库铁矿床辉石石榴石端元组分

3.2 流体包裹体

蒙库铁矿床中流体包裹体发育良好,寄主矿物主要有石榴子石、绿泥石、绿帘石、石英、方解石等透明半透明矿物。本文按成矿其次对石榴子石、绿泥石、石英、方解石中的包裹体进行研究。流体包裹体显微测温工作在中国地质大学(北京)地球化学实验室完成。测温仪器为国产的LINKAM THMSG-600冷热台,其可测温度范围为-196~600℃,相变温度附近升温速率为0.5℃/分,均一温度重现误差小于2℃,冰点温度重现误差小于0.2℃,测试精度为 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。

石榴子石中包裹体可分为4种类型:富液包裹体、富气包裹体、纯气包裹体和熔流包裹体。包裹体均一温度变化范围为348~500℃,平均403.7℃。少部分包裹体均一温度超过500℃,对应的盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 变化范围为9.6%~12.85%,平均11.16%。绿泥石中原生包裹体主要为富液相包裹体,均一温度为241~490℃,平均360.1℃,对应盐度变化范围在10.73%~12.96%之间,平均11.81%。石英中原生包裹体含量较多,同一包裹体片中可见纯气、两相和含子晶的包裹体3种类型。两相包裹体均一温度在177~458℃之间,峰值为118℃,均值281.8℃,对应盐度为9.6%~13.94%,平均12.31%。含子晶的包裹体均一温度以NaCl子晶消失为特征,在348~458℃之间,平均450.8℃,明显高于气液两相包裹体的均一温度,对应盐度为38.2%~61.1%,平均52.9%。方解石脉中原生包裹体为富液包裹体,均一温度在145~265℃之间,平均214.6℃。对应盐度较低,范围为1.23%~9.6%之间,平均5.99%。

3.3 稳定同位素

(1)硫同位素 蒙库铁矿的96个黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 峰值变化范围为 $+4 \times 10^{-3}$ ~ $+8 \times 10^{-3}$,仅有个别样品的 $\delta^{34}\text{S}$ 值超过 $+10 \times 10^{-3}$ (图3)。变化范围较窄,说明矿石的硫来源是均一的,硫同位素较靠近陨硫的成分,但略高于陨硫硫的值,为海底火山带来的均一硫与泥盆纪海水硫酸盐所含重硫的混合源。成矿溶液在温度、pH值、氧逸度及离子强度等物理化学条件的影响下,可以导致黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值在一定范围内变动,这是导致蒙库铁矿的硫同位素组成偏离陨硫值,并且不同产态的黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 值不完全一致而稍有变异的原因。

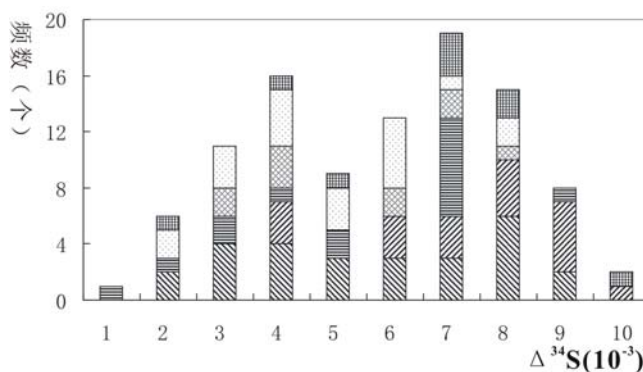


图3 蒙库铁矿床硫同位素组成

(2)氧同位素 蒙库铁矿床磁铁矿的 $\delta^{18}\text{O}$ 的值在-3.45‰~0.13‰之间,并且绝大多数为负值,平均

-1.74‰; 石英的 $\delta^{18}\text{O}$ 值在 7.53‰~11.08‰之间, 平均为 9.47‰; 石榴子石的 $\delta^{18}\text{O}$ 值为 2.67‰; 透辉石的 $\delta^{18}\text{O}$ 值为 3.54‰和 4.09‰ (张建中等, 1987)。石英-磁铁矿矿物对分馏值变化范围较大, 而透辉石-磁铁矿矿物对的分馏值变化范围相对较小, 这一现象说明共存的石英和磁铁矿没有达到同位素平衡。根据矿物对氧同位素的计算, 成岩、成矿温度为 365~537℃之间, 平均为 439℃, 证实了火山热液为中—高温热液体系。

4 讨论与结论

蒙库铁矿床是一个以下泥盆统斜长角闪变粒岩 (原岩为火山岩) 为围岩的大型磁铁矿矿床。晚古生代早期, 哈萨克斯坦板块向北移动, 向北俯冲于西伯利亚板块之下 (冯益民, 1987), 由于俯冲板块到消减作用, 影响仰冲板块, 造成仰冲板块边缘的局部拉张, 同时导致一系列断裂构造的出现, 这些构造控制了晚古生代岩浆喷溢和侵入活动, 多形成石英角斑岩和细碧岩。中泥盆世末, 大规模的板块消减作用已基本结束, 此时洋盆已经闭合, 但是这并不意味着板块活动的结束, 在深部仍然存在洋壳的消减作用, 这种消减作用导致岩浆期后热液的侵入和大规模的区域变质作用的出现。岩浆期后热液沿断裂构造侵入, 由于晚古生代喷发或侵入的岩浆岩含大量的 Ca、Fe、Al、Si、Mg 等形成矽卡岩的元素, 并具备充足的挥发组分, 在一定的温度、压力、pH 值和 E_h 值等条件下交代形成矽卡岩, 并伴随着大量磁铁矿生成。在矽卡岩阶段主要生成无水的岛状和链状硅酸盐矿物, 如透辉石、钙铁辉石、方柱石、符山石等, 退化矽卡岩阶段由于 H_2O 、 CO_2 等矿化剂的参与对早期矽卡岩进行交代, 生成透闪石、阳起石、绿帘石、绿泥石等矿物, 并出现大量磁铁矿。石英硫化物阶段中 SiO_2 不生成硅酸盐而是形成大量石英, 另外可见热液矿物组合, 如绿泥石和方解石等, 同时生成黄铁矿、黄铜矿等。矿区可见石英及方解石脉穿插早期形成的矽卡岩及矿体。

电子探针分析结果表明: 蒙库铁矿床中单斜辉石以透辉石为主, 仅存在少量普通辉石; 石榴子石端员组分以钙铁榴石为主, 伴以少量钙铝榴石和锰铝榴石; 角闪石属于单斜角闪石中的阳起石。

包裹体测温证实了从矽卡岩阶段形成石榴子石等到退化矽卡岩阶段形成绿泥石以及石英硫化物阶段的石英和方解石, 流体温度是逐渐降低的, 但除了含子晶的石英包裹体外, 其它矿物包裹体的盐度变化不大。

硫同位素统计结果显示 $\delta^{34}\text{S}$ 的值变化范围较窄, 略高于陨石硫, 是海底火山带来的均一硫与泥盆纪海水硫酸盐所含重硫的混合源。氧同位素结果证实了蒙库铁矿的成矿流体为中—高温流体体系。

参 考 文 献

- 李嘉兴, 姜 俊, 胡兴平, 等. 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.
- 仇仲学. 2003. 新疆富蕴县蒙库铁矿床地质特征与成因分析. 地质找矿论丛, 18(增刊).
- 张建中, 冯秉寰, 金浩甲, 等. 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刊, 20: 89~180.
- 叶庆同, 傅旭杰, 王宝良. 1998. 新疆阿尔泰山南缘多金属成矿带的成矿规律. 地质学报, 72(6): 349~357.
- 王京彬, 秦克章, 吴志亮, 等. 1998. 阿尔泰山南缘火山喷流沉积型铅锌矿床. 北京: 地质出版社.
- 陈毓川, 叶庆同, 冯 京, 等. 1996. 阿舍勒铜锌成矿带成矿条件和成矿预测. 北京: 地质出版社.
- Einaudi M T and Burt D M. 1982. Introduction-terminology, classification and composition of skarn deposit. Econ. Geol., 77: 745~754.