

# 次火山岩型铁矿成矿物理化学条件研究中的 几个问题\*

王健<sup>1</sup>, 张均<sup>1</sup>, 江满容<sup>1</sup>, 韩定伟<sup>2</sup>

(1 中国地质大学资源学院, 湖北 武汉 430074; 2 四川省盐源县平川铁矿, 四川 盐源 615703)

成矿物理化学条件研究一直是矿床学研究的核心问题之一, 研究内容涵盖成矿的温度、压力、氧逸度、硫逸度、氧化-还原电位、酸碱度等。本文在综述前人研究方法的基础上, 结合次火山岩型铁矿研究实践, 提出和讨论了该类矿床成矿物理化学条件研究中存在的几个关键问题, 旨在抛砖引玉, 以期共同探讨。

迄今为止, 研究次火山岩型铁矿成矿物理化学条件的方法及相关变量如表 1。

表 1 次火山岩型铁矿成矿物理化学条件研究方法及相关变量列表

铁矿成矿物理化学条件	方法	相关变量
	X 光衍射数据法	
	爆裂法	
铁矿成矿温度	流体包裹体测温法 (卢焕章等, 2004)	与磁铁矿共生的透明矿物中沸腾包裹体
	共生矿物对同位素地质温度计法 (储雪蕾等, 1984)	确定稳定同位素分馏平衡
	钛铁氧化物地质温度计法 (任启江, 1991)	钛铁氧化物出溶矿物对中元素含量
	实验法	
铁矿成矿压力	流体包裹体压力计法 (卢焕章等, 2004)	与磁铁矿共生的透明矿物的流体包裹体均一温度和磁铁矿的成矿温度
	利用岩石密度估算法	岩石平均密度和成矿深度
	流体包裹体子矿物的激光拉曼光谱测压法 (郑海飞等, 2005)	与磁铁矿共生的透明矿物流体包裹体中有子矿物
	磁铁矿包裹体成分分析估算法	磁铁矿包裹体成分
铁矿成矿氧逸度	钛铁氧化物矿物对中元素分配算法 (任启江, 1991)	钛铁氧化物出溶矿物对中元素含量
	fo <sub>2</sub> -T 图解法 (储雪蕾等, 1986)	与磁铁矿共生的透明矿物对的成矿温度、硫同位素组成
	流体包裹体成分计算法	流体包裹体气相成分
	变价元素的价态比值估算法	Fe <sup>3+</sup> 和 Fe <sup>2+</sup> 含量
铁矿成矿硫逸度	氧逸度-硫逸度投图法	成矿温度下的氧逸度值、硫同位素分馏平衡
铁矿成矿氧化-还原电位	利用成矿流体成分及 pH 值计算法 (王真光等, 1991)	流体包裹体成分、成矿 pH 值
铁矿成矿酸碱度	利用 CO <sub>2</sub> 浓度及 NaCl 浓度计算法	流体包裹体成分及 NaCl 浓度
	lg fo <sub>2</sub> -pH 图解法 (支霞臣等, 1982)	流体包裹体测得的成矿 fo <sub>2</sub>

综合分析表 1 可以看出, 要把次火山岩型铁矿成矿物理化学条件研究工作推向深入, 亟待探讨和解决以下 4 个方面的关键问题:

第一, 测试对象过于依赖透明矿物流体包裹体, 当与磁铁矿共生的透明矿物只有少量到微量时, 流体

\*本文受全国危机矿山找矿项目“次火山岩型铁矿成矿规律总结研究 (200699105-1)”资助

第一作者简介 王健, 男, 1986 年生, 在读硕士研究生, 主要从事成矿规律与成矿预测方面的研究工作。Email: wangjian198609@163.com

包裹体测试具有不可操作性,将导致铁矿成矿物理化学条件研究工作无法深入展开。例如,四川盐源矿山梁子铁矿床,与矿石矿物磁铁矿共生的脉石矿物有磷灰石、方解石、白云石等,但是脉石矿物极少,只在个别地段偶尔出现,而且粒径较小多在毫米级以下,无法利用包裹体测得相关物理化学参数,给研究矿床成矿物理化学条件带来了较大难度。

第二,当利用与磁铁矿共生的矿物对同位素分馏确定成矿物理化学条件时,对于系统是否达到同位素平衡难以判断,在取样过程中当硫化物含量较少时,将很难判断同位素是否已达到平衡,计算结果可靠性无法保证。在储雪蕾等(1984)研究罗河铁矿时,分别用硫酸盐-黄铁矿对地质温度计和 $\text{SO}_2\text{-H}_2\text{S}$ 对温度计分别对罗河铁矿的暗色带及浅色带进行成矿温度研究,当用硫酸盐-黄铁矿温度计研究暗色带时得出的结果与其他方法测得的成矿温度相差较大,说明暗色带硫同位素并没有达到平衡,不能用硫酸盐-黄铁矿温度计,而浅色带用硫酸盐-黄铁矿对温度计与其他方法测得的成矿温度吻合,说明浅色带硫同位素已达到平衡,可用硫酸盐-黄铁矿温度计。利用硫同位素分馏做温度计不成功的根本原因在于硫同位素平衡难以判断。同位素温度计是否适用具体矿床需用其他测温方法进行判别。这样既浪费资源又增加工作量。

第三,部分成矿物理化学条件需要根据其他物理化学条件测试结果做自变量来推导,各个变量之间相关性较大。只要有一个参数出现误差将会对下一个变量带来较大的影响,而误差是在所难免的。因此,在研究铁矿床成矿物理化学条件时,应力求变量独立,减少由于各个变量的相关而造成的误差,尽量做到直接测得矿石矿物的成矿物理化学条件。例如在计算铁矿成矿 $E_h$ 值时,需要得到成矿的 $f(\text{O}_2)$ 值,而 $f(\text{O}_2)$ 值是通过成矿温度或其他变量得来的,由于误差传递造成测试结果与地质事实不符。

第四,在获取 $\text{pH}$ 、 $f(\text{O}_2)$ 、 $f(\text{S}_2)$ 、 $E_h$ 值时,并不是直接测得磁铁矿的数据,而需要从与磁铁矿共生的透明矿物得到。流体包裹体的成分只能在一定程度上反映成矿流体成分的相对含量,而不是成矿流体的完全成分。当前在测得上述参数时往往将脉石矿物的流体包裹体成分当成成矿流体的成分,如果流体包裹体的成分能代表成矿热液的组成,那么被包裹体捕获的流体矿质含量应当较高,在物理化学条件变化时应该有矿物质的沉淀,即在流体包裹体中应该有磁铁矿的孪晶出现,而不应该仅出现以 $\text{NaCl}$ 等盐类为主的物质。因此,应力求直接测得矿石矿物的形成物理化学条件。

#### 参考文献

- 郑海飞,段体玉,孙 楠,乔二伟.2005.一种潜在的地质压力计:流体包裹体子矿物的激光拉曼光谱测压法[J].地球科学进展,20(7):804-808.
- 卢焕章,范宏瑞,倪 培,欧光习,沈 昆,张文淮.2004.流体包裹体[M].北京:科学出版社.147-274.
- 王真光,张资旭.1991.矿物包裹体成分物理化学参数的计算程序[J].地质与勘探,27(7):22-27.
- 任启江.1991.火成岩及其有关矿床中的钛铁氧化物研究[J].北京:科学出版社.23-154.
- 储雪蕾,陈锦石,王守信.1986.罗河铁矿的硫同位素分馏机制和矿床形成的物理化学条件的研究[J].(3):276-289.
- 储雪蕾,陈锦石,王守信.1984.安徽罗河铁矿的硫同位素温度及意义[J].地球化学,(4):350-356.
- 支霞臣,程伟基.1982.低温平衡热液系统中硫同位素演化的 $\lg f_{\text{O}_2}\text{-pH}$ 图解[J].(3):226-236.