



电化学技术在高温高压水流体-导电性矿物相互作用实验研究的应用

刘庆友^{1*} 郑凯^{1,2} 李和平^{1*}

1、中国科学院地球化学研究所，地球内部物质高温高压科学院重点实验室，贵阳 550081

2、中国科学院大学，北京 100039

*E-mail: liuqingyou@vip.gyig.ac.cn; liheping@vip.gyig.ac.cn

水流体-固体相互作用(如水岩相互作用等)是自然界中许多矿床形成和演化的核心过程之一。在自然界中这种相互作用通常发生在地壳浅部至中部，也就是高压水热体系环境。水流体-导电性矿物相互作用作为典型代表之一，成为了相关元素在地表、海底和地球内部循环的重要约束机制。本质上来说，水流体-导电性矿物之间的相互作用机制并不是一种简单的矿物化学溶解过程，而是一个复杂的电化学反应过程。

本论文以毒砂为代表矿物，借助电化学测试技术和表面分析技术，开展了高压水体条件下的不同温度、压力和氯化钠浓度对水流体-毒砂相互作用腐蚀行为影响的实验研究，结果表明：(1) 毒砂在高温、高压和更高浓度的氯化钠溶液中都表现出易腐蚀溶解的特征；(2) 高温高压下，毒砂的电化学腐蚀机制总结如下：阳极毒砂溶解氧化产生亚砷酸(AsO_3^{3-})、 Fe^{2+} 和单质硫(S^0)，阴极发生吸氧反应产生氢氧根(OH^-)。亚砷酸(AsO_3^{3-})和 Fe^{2+} 被继续氧化成砷酸(AsO_4^{3-})和 Fe^{3+} ，单质硫(S^0)转变为多硫化物并最终转化为硫酸根。 Fe^{3+} 和在阴极产生的氢氧根(OH^-)结合在毒砂表面形成针铁矿($\alpha\text{-FeOOH}$)和纤铁矿($\gamma\text{-FeOOH}$)，在高温高压下转化成赤铁矿(Fe_2O_3)。总体来说，毒砂腐蚀溶解过程中，As 和 S 更容易进入水流体，而 Fe 更倾向于在毒砂表面富集。

研究成果将有助于我们对水流体-毒砂相互作用过程的认识，为毒砂高压水热体系下的溶解行为提供理论解释和实验依据，同时为其它导电性矿物高压水热体系下的相互作用实验研究提供了一种新的原位电化学研究思路。