

· 实验矿物岩石地球化学 ·

自制 YSZ 氧传感器在水热体系中的可行性研究

徐丽萍¹, 李和平¹, 张磊^{1,2}, 王光伟^{1,2}

1. 中国科学院 地球化学研究所, 贵阳 550002; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039

无论是天然还是工业水热过程, 只要体系含有变价元素, 其中氧逸度对体系的性质和过程的发生与演化都有着极为重要的作用。因此对水热体系的氧逸度进行原位测量具有重要的科学意义。但目前有关水热流体中氧逸度原位测量的报道较少, 且所使用的氧传感器存在使用温度低、响应时间长等严重缺陷。为此本课题组自行研制了一种可用于高温高压水热体系中氧逸度原位测量, 使用温度高且响应速度快的 YSZ (Yttria Stabilized Zirconia) 氧传感器。

自行研制的氧传感器的验证实验在钛双层套高压釜中进行, 氧传感器位于高压釜釜塞上。实验中参考缓冲剂分别使用摩尔比为 6:1 的 Ni+NiO, Cu+Cu₂O 固体参考氧缓冲剂。Ni、NiO、Cu、Cu₂O 和 CuO 粉末均为分析纯。YSZ 固体电解质为含 8% Y₂O₃ 的商用钇稳定氧化锆陶瓷。测量仪表为 HP34401A 数字万用表。HP34401A 数字万用表电压档的输入阻抗 > 10 GΩ, 测量精度为 10⁻⁶ mV。传感器的两电极引线接入 HP34401A 数字万用表, 将数字万用表与计算机相连后, 可根据需要设置数据读取的时间间隔以实现数据采集的自动化。

本实验使用三孔探头对 YSZ 氧传感器的可行性进行验证, 即在高压釜釜塞上安装两个传感器。其中三个锥孔分别装入“固体参考氧缓冲剂 (Ni+

NiO)-Pt/YSZ 圆台-Pt”零部件组合、“固体参考氧缓冲剂 (Cu+Cu₂O)-Pt/YSZ 圆台-Pt”零部件组合以及电极引线导出部件, 从而使得三锥孔中的所有零部件构成两个完整的传感器。该两个传感器所使用的固体氧缓冲剂彼此不同, 由能斯特方程和所用固体参考缓冲剂在实验温度下的氧逸度值, 即可计算求得不同温压条件下上述各氧浓差电池的理论电动势值。将理论电动势值与实验过程中测量得到的电动势值比较, 即可确定本实验所用的 YSZ 氧传感器在水热体系中是否符合能斯特特性。若传感器在水热体系中符合能斯特特性, 则与同一水热样品接触的两传感器各自电动势绝对值之和应等于氧浓差电池 “Cu-Cu₂O, Pt | YSZ | Pt, Ni-NiO” 的电动势。实验中我们将两个传感器同时放入超临界水中, 原位测量了两个传感器在不同温压条件下超临界水流体中的电动势。结果显示两传感器电动势的绝对值之和与电池 “Cu-Cu₂O, Pt | YSZ | Pt, Ni-NiO” 的理论电动势基本一致。

由此说明, 本工作自行设计与制作的 YSZ 氧传感器具有良好的能斯特特性, 可用于高温高压水热体系的氧逸度测量。且在未来通过对传感器结构和尺寸的改进以及对各零部件的进一步集成, 可望研制出能广泛用于其他高温高压实验设备、野外探测和工业水热过程的探头。