

YJ-3000t 型紧装式六面顶大腔体高温高压 实验装置样品室的压力标定

单双明^{1,2}, 汪日平^{1,2}, 郭捷¹, 李和平¹

1. 中国科学院 地球化学研究所 地球深部物质与流体作用实验室, 贵阳 550002;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039

关键词: 压力标定; 多面顶; 大腔体; 高温高压实验装置

固体、流体及其混合体系的高温高压实验一直是人们了解各种物质及体系的成分、结构、性状和过程的重要手段。因此, 开展各种物质及体系的高温高压实验研究具有重要的理论和实际意义^[1]。在高温高压实验研究中, 样品室内的压力通常必须已知。然而, 对于采用固体物质作为传压介质的多面顶大腔体高温高压设备, 由于传压介质的内摩擦会使得砧面压力与样品室内压力不一致, 因此有必要对样品室内的压力进行标定。

作者利用金属高压熔融压力标定法^[1], 采用 Cu、Al、Zn 和 Pb 4 种金属, 在温度为 389 ~ 1245℃ 和砧面压力为 1.0 ~ 5.0 GPa 的条件下, 对中国科学院地球化学研究所深部室的 YJ-3000t 型紧装式六面顶大腔体高温高压实验装置样品室内的压力进行了标定。

在标定过程中, Cu 和 Al 的熔点与压力的关系

分别来自 Akella 和 Kennedy^[2] 以及 Lees 和 Williamson^[3] 的实验数据, 而 Zn 和 Pb 则来自 Babb 等^[4] 的实验数据, 对热电偶的电动势值进行了冷端补偿和压力校正^[5]。

用 Table Curve 3D 软件对实验数据进行三维拟合, 拟合函数形式如下:

$$P_{\text{cell}} = \left[\sum_{i=1}^5 a_i (P_{\text{anvil}})^i \right] T + \sum_{i=1}^5 b_i (P_{\text{anvil}})^i \quad (1)$$

其中: P_{cell} 为标定后样品腔内的实际压力; P_{anvil} 为砧面压力, 为设备的表头读数; T 为温度, 为实验中的可测量量; a_i 、 b_i 为待定系数, 它们的拟合结果列于表 1。

因此, 由式 (1) 和表 1 可知, 只要已知砧面压力和样品腔内的温度, 即能方便地估算出样品腔内样品所处的实际压力。

表 1 样品腔内实际压力与砧面压力、样品腔温度间关系的多项式模拟结果 ($r^2 = 99.971$)

a_1	b_1	a_2	b_2	a_3	b_3
-0.00148414	1.644844155	0.001918646	-1.40157699	-0.0009965	0.871907515
a_4	b_4	a_5	b_5		
0.000217335	-0.20722489	-0.00001664	0.016648151		

参考文献:

- [1] 谢鸿森. 地球物质科学导论[M]. 北京: 科学出版社, 1997: 42-45.
- [2] Akella J, Kennedy G C. Melting of gold, silver and copper-proposal for a new high pressure calibration Scale[J]. Journal of Geophysical Research, 1971, 76(20): 4969-4977.
- [3] Lees J, Williamson B H J. Combined very high pressure/high temperature calibration of the tetrahedral anvil apparatus, fusion

curves of zinc, aluminium, germanium and silicon to 60 kilobars [J]. Nature, 1965, 208: 278-279.

- [4] Babb S E, Jr. Parameters in the simon equation relating pressure and melting temperature[J]. Reviews of Modern Physics, 1963, 35: 400.
- [5] Getting I C, Kennedy G C. Effect of pressure on the emf of chromel-Alumel and platinum-platinum 10% rhodium thermocouples[J]. Journal of Applied Physics, 1970, 41(11): 4552-4561.