

Abstract

本文介绍利用COMSOL传热模块对激光闪射法 (Laser Flash Method) 测量具有环形结构的碳化硅复合包壳的瞬态传热过程，进而获得对标准激光闪射法估算热扩散率/热导率的几何修正系数和温度修正系数。

碳化硅复合包壳由多层的单质SiC陶瓷基体、SiC纤维编织层组成。碳化硅复合包壳在高温蒸汽中抗氧化性远远优于锆合金，因此被视为未来核电站燃料棒包壳的理想解决方案。为了开展碳化硅复合包壳的性能分析，需要使用激光闪射法获得其在500K~1800K温度范围的热扩散率。问题在于，激光闪射法标准(ASTM E1461-13)规定的样品形状为薄圆片，而碳化硅复合包壳难以弯曲或加工成薄圆片，只能从包壳管上截取一段带曲率的片段测试。这意味着必须考虑非标准的几何形状对测量结果的影响。

为此，作者使用COMSOL传热模块，基于激光闪射法案例 (Application ID: 30371) 修改了样品曲率和温度范围，建立了二维带曲率样品的新App，并对500K-1800K范围内的热导率计算结果与材料真实热导率 (作为输入的材料模型) 进行比较，从而获得几何修正系数和温度修正系数。基于该系数，对实验测量结果进行修正——将包壳管样品内外两面的测量结果除以该修正系数，获得的热导率测量值较之前更加趋于一致。

本文通过COMSOL传热模拟，一定程度上避免了前人使用不同曲率实验样品获取修正系数的麻烦。

Figures used in the abstract

Figure 1: 带曲率样品被激光照射(time = 0.4479s)后的等温线分布，较圆盘样品的等温线分布受到更多边角的影响出现垂直法线方向的热流，而圆盘样品在同时刻的热流沿法线方向为主。