

基于多物理场耦合方法分析熔盐堆工况

张海黔¹, 刘国财¹, 王凯凯¹

¹南京航空航天大学、南京、江苏、中国

Abstract

熔盐堆是唯一一种以液态为燃料的反应堆，熔盐堆研究不同于其他反应堆。本文采用多物理场耦合方法模拟熔盐堆发生工况时熔盐堆中一些参数的变化[1-4]。我们将反应堆模型简化为一个石墨围成的空腔结构如图[1a]。为简化计算采用二维轴对称图形如图[1b]。分别采用流体流动模块中单向流中的湍流模式模拟熔盐流体流动、传热模块中流体传热模拟熔盐传热、传热模块中固体传热模拟石墨传热、稀质传递模块模拟反应堆中先驱核浓度、系数型偏微分方程模拟中子扩散。基于以上五个物理场耦合的情况下对一回路发生失流以及石墨发生膨胀两种工况下研究熔盐堆温度变化及先驱核浓度的变化。结果表明一回路流速减小会导致反应堆温度明显升高如图[2]，流速在5m/s减小到1m/s时温度升高不明显由1m/s减小变化到0m/s时温度变化呈指数升高。先驱核浓度会随着流速减小先增大后减小如图[3]。当一回路石墨发生膨胀时，会导致膨胀处上方的温度升高如图[4]，先驱核浓度变化不明显。本文的研究为熔盐堆安全分析提供一定参考。

Reference

- [1]Cammi A., et.al. Innovative techniques for the simulation and control of nuclear power plants.Nuclear Energy Research Progress. Nova Science Publishers, pp. 1–4.(2008)
- [2]Nicolino, C.,et.al. Coupled dynamics in the physics of molten salt reactors. Ann. Nucl. Energy 35, 314–322.(2008)
- [3]Suzuki, N.,et.al. Preliminary safety analysis on depressurization accident without scram of a molten salt reactor.J. Nucl. Sci. Technol. 43, 720–730.(2006)
- [4]Cammi A.,et.al.A multi-physics modelling approach to the dynamics of Molten Salt Reactors.Annals of Nuclear Energy, 38(6): 1356-72.(2011)

Figures used in the abstract

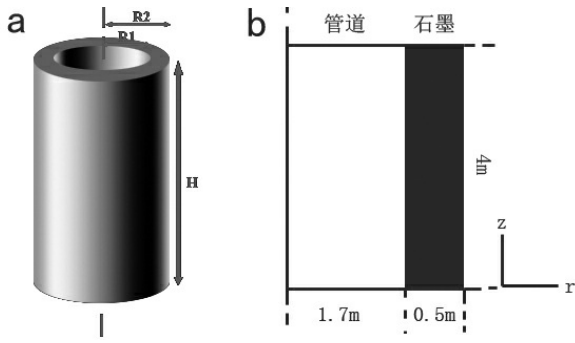


Figure 1: 结构示意图 (a三维图、b二维图)

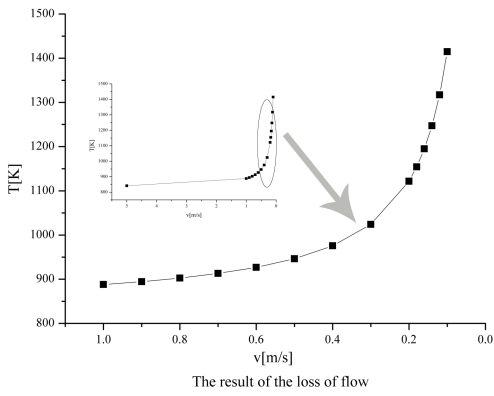


Figure 2: 失流后温度变化

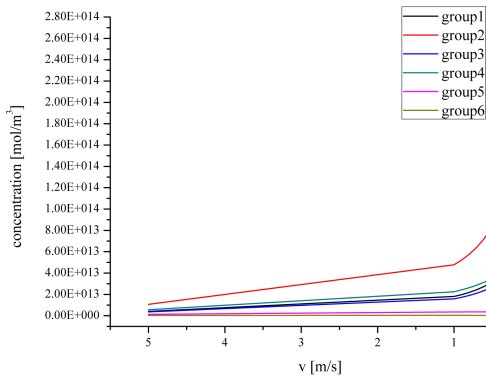


Figure 3: 失流后六组先驱核浓度变化

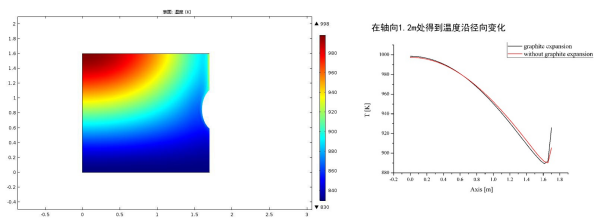


Figure 4: 石墨膨胀后温度变化