

《核反应堆安全分析》课程实验大纲

一、实验名称：高温金属液滴与水的细粒化实验研究

二、实验目的：1) 了解开展严重事故研究所使用的实验手段；2) 认识堆芯熔融物与冷却剂相互作用的研究发展现状及遗留的问题；3) 掌握定量处理金属熔滴细粒化实验的方法并定量评价高温金属液滴与水的相互作用中所发生热能-机械能转化；4) 加深对严重事故现象与机理研究的认识。

三、实验内容：1) 认识并描述高温金属液滴与水相互作用的实验装置组成；2) 观察孤立液滴入水后发生熔滴细粒化或膜态沸腾的实验现象并依据材料不同，描述其特征；3) 基于高速摄像拍摄的液滴入水后的瞬态行为照片，量化液滴尺寸变化率等参数，获得由于蒸汽膜膨胀所产生的压力及功随时间的变化；4) 评价高温金属液滴与水的相互作用中所发生热能-机械能转化；5) 总结并整理实验报告。

四、实验安排：4-5 人一组，共 5 组，如下表，可进行组内分工。学习采用 Origin 软件绘制散点、点线图等；每小组分别**观察与测量独立**的一组的高温金属液滴与水的细粒化实验工况，描述熔滴入水后的形貌变化、量化液滴尺寸变化率等参数，获得由于蒸汽膜膨胀所产生的压力及功随时间的变化，最终，评价高温金属液滴与水的相互作用中所发生热能-机械能转化。

五、实验报告要求：

1) 采用上海电力大学规范的实验报告格式，文字流畅，图片标注及

引用清晰，字体、行距、排版的美观；

2) 引言部分要包含对于实际反应堆严重事故下堆芯熔融物与冷却剂相互作用的发生过程的描述的文献调研；并在实验报告后列写所引用的参考文献；

3) 实验报告包含实验名称、实验目的、实验内容及小组成员等内容；

4) 描述实验装置组成，说明每一个实验设备的名称、功能、特性等；

5) 以表格形式注明实验工况条件，及使用到的热物性参数；

6) 描述熔滴尺寸变化、尺寸变化率、尺寸变化二阶导数、气膜内压力随时间的变化，并使用 Origin 软件构建字体、曲线合适、美观的图片；

7) 列写全部报告中用到的公式，并采用公式编辑器编写(不可截图)，并注明每一项的物理意义，计算液膜膨胀做功及对应的热能-机械能转化比。

六、附必要的计算公式：

1) Rayleigh 方程：

$$\frac{P - P_c - 2\sigma / R}{\rho_c R} = \ddot{R} + \frac{3\dot{R}^2}{2R}$$

2) 蒸汽膜内膨胀的瞬时压力：

$$P = \rho_c (R\ddot{R} + 1.5\dot{R}^2) + P_c$$

3) 蒸汽膜的膨胀做功：

$$W = \int 4\pi R^2 \Delta P dR = \int 4\pi \rho_c R^3 \left(\ddot{R} + \frac{3\dot{R}^2}{2R} \right) dR$$

4) 热能-机械能转化比：

$$\eta = \frac{W}{E_m^0}$$

5) 熔滴内能:

$$E_m^0 = m[C_{pm}(T_m - T_c) + h_{fus}]$$