

华南理工大学
2018 年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

（试卷上做答无效，请在答题纸上做答，试后本卷必须与答题纸一同交回）

科目名称：反应堆热工水力分析

适用专业：核电与动力工程

共 5 页

一、填空题（10 小题，每小题 2 分，共 20 分）

- 1、反应堆的热功率与（ ）成正比。
- 2、控制棒的热源来源于吸收伽马射线和（ ）反应释放的热量。
- 3、达到沸腾临界时的热流密度称为（ ）。
- 4、反应堆三大安全屏障的第一层安全屏障是（ ）。
- 5、计算两相流压降时的基本参数有空泡份额、（ ）、滑速比。
- 6、临界热流密度比的最小值称为最小 DNB 比，当最小 DNB 比值为（ ）时，表示燃料元件表面发生烧毁。
- 7、液体冷却剂的流动压降有（ ）、（ ）、加速压降和局部压降。
- 8、流动不稳定性包括（ ）和（ ）。
- 9、热流密度核热点因子 Fq^N 表示堆芯功率分布的（ ）。
- 10、核电厂设置的运行参数的极限值是根据（ ）和（ ）原则确定的。

二、单项选择题（10 小题，每小题 2 分，共 20 分）

- 1、快中子增殖堆要求使用（ ）做冷却剂。
 - A、传热能力强而中子慢化能力小的流体
 - B、传热能力弱而中子慢化能力小的流体
 - C、传热能力强而中子慢化能力大的流体
 - D、传热能力弱而中子慢化能力大的流体

- 2、下述因素的变化不会影响功率分布的有（ ）
- A、燃料布置 B、控制棒 C、水隙和空泡 D、燃料装载量
- 3、下述不属于停堆后的热源是（ ）
- A、燃料棒内储存的显热 B、U-235 裂变
- C、剩余中子引起的裂变和裂变产物的衰变 D、中子俘获产物的衰变
- 4、对于流动沸腾来说，在较低的壁面温度下，可获得很高的热流密度，因而对实际应用来说最有意义的传热区段是（ ）
- A、非沸腾区 B、膜态沸腾区 C、过渡沸腾区 D、核态沸腾区
- 5、气隙导热模型中的传热形式主要是（ ）
- A、辐射 B、对流 C、传导 D、辐射和对流
- 6、不会导致自然循环能力下降或终止（ ）
- A、驱动压头克服上升段和下降段压力损失
- B、上升段和下降段密度差太小
- C、蒸汽发生器二次侧冷却能力过强
- D、堆芯产生气体体积存在压力壳上腔室
- 7、静力学不稳定性不包括（ ）
- A、流量漂移 B、沸水堆的不稳定性 C、沸腾危机 D、流型不稳定性
- 8、关于热点的描述错误的是（ ）
- A、热点是某一燃料元件表面热流密度最大的点
- B、热点和热管对确定堆芯功率的输出量起着决定性作用
- C、燃料元件表面上热流密度最大的点就是限制堆芯功率输出的热点
- D、堆芯功率分布的均匀程度用热流密度和热点因子表示
- 9、压水堆与气冷堆的热工设计准则不同的是（ ）
- A、燃料元件芯块内最高温度低于相应燃耗下的熔化温度
- B、燃料元件表面不允许发生沸腾临界

- C、必须保证正常运行工况下燃料元件和堆内构件能得到充分冷却
- D、在稳态额定工况下和可预计的瞬态运行工况中不发生流动不稳定性

10、对于临界流下列说法不正确的是（ ）

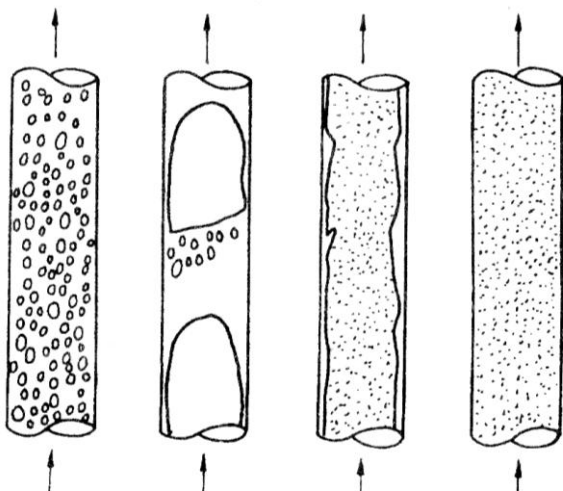
- A、流出速率不受下游压力影响
- B、出口流量最大
- C、出口压力等于背压
- D、背压再下降时出口流速会继续加大

三、判断题（10 小题，每小题 1.5 分，共 15 分，正确的打“√”，错误的打“×”）

- 1、沸腾曲线中沸腾起始点和烧毁点间热流密度核壁温均迅速上升。（ ）
- 2、核电厂燃料布置方案有均匀装载和分区装载两种，目前较多采用均匀装载以方便卸料。（ ）
- 3、空泡的存在会导致堆芯反应性下降，所以气泡能减轻事故严重性。（ ）
- 4、反应堆正常运行时，允许发生核态沸腾。（ ）
- 5、当通道长度与当量直径之比大于 100 时，按定型流动来计算通道全长上的摩擦压降，由此引起的误差也不是很大。（ ）
- 6、泡状流液相是连续相，气相以气泡的形式弥散在液相中，两相同时流动，这种流型一般发生在过冷沸腾区或饱和沸腾高含汽量区。（ ）
- 7、燃料元件外表面不允许发生沸腾临界，通常用临界热流密度比 DNBR 来定量地表示这个限制条件，整个堆芯内 DNBR 的最小值是 MDNBR，工程中，MDNBR 越小越好。（ ）
- 8、气液两相流热工水力分析程序中采用的混合物模型，考虑了气液两相流间的质量、动量和能量交换。（ ）
- 9、在堆芯寿期初慢化剂中含有较多的硼因而慢化剂反应性负温度系数为 0。（ ）
- 10、对于单通道模型，由于考虑了相邻通道间的流体发生横向的质量、动量和热量的交换，所以在堆芯的初步热工设计中普遍采用。（ ）

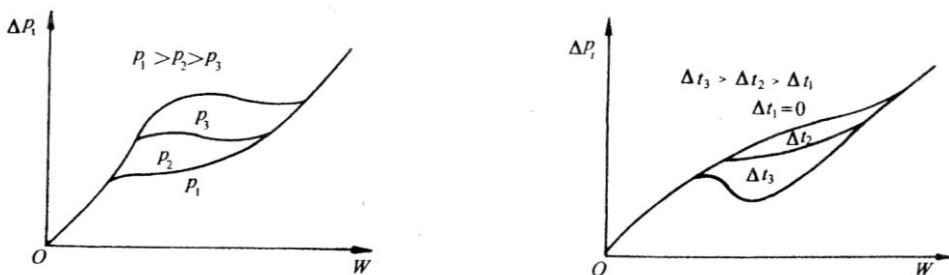
四、图解题（2 小题，每小题 10 分，共 20 分）

1、



- (1) 写出上图的流型名称；
- (2) 请回答泡状流一般发生在什么区域；
- (3) 简述滴状流的特征。

2、



- (1) 根据左图分析水动力系统在哪种压力下运行最稳定，并说明原因；
- (2) 解释两相流出现流动不稳定性的根本原因；
- (3) 根据右图说明欠热度对水动力系统的影响；
- (4) 若欠热度大于一定界限值，为提高流动稳定性，应采取什么措施？

五、简答题（3 小题，每小题 10 分，共 30 分）

- 1、停堆后为什么要继续冷却，热量来自于哪几个部分？
- 2、大容积沸腾分为几个沸腾区？为什么反应堆正常运行时不可以出现膜态沸腾？
- 3、为什么非稳定流体摩擦阻力比定型流动摩擦阻力大？

六、计算题（3 小题，每小题 15 分，共 45 分）

1、某压力壳型水堆（圆柱形堆芯）中的某根燃料元件，其芯块直径 $d_u=8.8\text{mm}$ ，燃料元件外径 $d_{cs}=10\text{mm}$ ，包壳厚度为 0.5mm ，最大功率 $q_l(0)=4.2\times 10^4\text{W/m}$ ，冷却剂进口温度 $t_{f,in}=245^\circ\text{C}$ ，冷却剂出口温度 $t_{f,ex}=267^\circ\text{C}$ ，堆芯高度 $L_R\approx L_{Re}=2.6\text{m}$ ，冷却元件的冷却剂流量 $W_1=1200\text{kg/h}$ ，冷却剂与元件间的换热系数 $\bar{h}=2.7\times 10^4\text{W}/(\text{m}^2\text{ }^\circ\text{C})$ 。在芯块与包壳之间充有某种气体，试求燃料元件中心温度。（包壳热导率为 $k_c=20\text{w}/(\text{m }^\circ\text{C})$ ，气体热导率为 $0.23\text{w}/(\text{m }^\circ\text{C})$ ，芯块热导率 $k_u=2.1\text{w}/(\text{m }^\circ\text{C})$ ，水的 $C_p=4.81\text{kJ}/(\text{kg }^\circ\text{C})$ ）

2、设有一个以正弦方式加热的沸腾通道（坐标原点取在通道的进口处），长 3.6m ，运行压力为 8.3MPa ，不沸腾的高度为 1.2m ，进口水的欠热度为 15°C ，试求该通道的出口含汽量和空泡份额（忽略过冷沸腾段）。

当 $P=8.3\text{MPa}$ 时，饱和温度 $t_s=297^\circ\text{C}$ ，水饱和焓 $h_{fs}=1331\text{kJ/kg}$ ，比密度 $v_{fs}=0.0013943\text{m}^3/\text{kg}$ ；水蒸气饱和焓 $h_{gs}=2755\text{kJ/kg}$ ，比密度 $v_{gs}=0.02264\text{m}^3/\text{kg}$

3、试计算内径由 20mm 突然扩大至 50mm 的水平管中汽水两相流的压力变化和压力损失。假设系统的运行压力是 1MPa ，含汽量是 0.04 ，质量流量是 0.8kg/s 。

当 $P=1\text{MPa}$ 时，饱和水焓 $h_{fs}=763.12\text{kJ/kg}$ ，比密度 $v_{fs}=1.1275\times 10^{-3}\text{m}^3/\text{kg}$

水蒸气饱和焓 $h_{gs}=2776.3\text{kJ/kg}$ ，比密度 $v_{gs}=0.1936\text{m}^3/\text{kg}$