

华南理工大学 2017 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 3 页

一、填空题 (共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20 分)

1. 影响功率分布的因素有燃料布置、() 和 ()。
2. 自然对流换热是指由 () 引起的流体流动。
3. 固体核燃料按固体化学形态分为金属型、() 和 ()。
4. 摩擦压降是指流体沿等截面直通道流动时由 () 的作用而引起的压力损失。
5. 空泡份额为 () 的体积与 () 体积的比值。
6. 在两相流研究中广泛应用的两种模型为 () 和 ()。
7. 同时考虑核和工程两方面因素, 热管是 () 的冷却剂通道。
8. 子通道模型认为, 到相邻通道的冷却剂之间, 在流动过程中, 存在着横向的质量、() 和 () 交换。
9. 失流事故的特征为 () 的温度和压力升高, 和 () 的温度升高。
10. 从冷却剂注入堆芯下腔室开始到水位恢复到 () 为止的这段时间称为再灌水。

二、单选题 (共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20 分)

1. 裂变反应 ${}_{92}^{235}\text{U} + n \rightarrow {}_{42}^{103}\text{M}_o + {}_{50}^{131}\text{S}_n + xn$ 中 $x = ()$ 。
 A. 1 B. 2 C. 3 D. 4
2. 停堆后的功率在后期主要取决于 ()。
 A. 棒内显热 B. 剩余中子引起的裂变 C. 衰变热 D. U-235 裂变
3. 由于膜态沸腾换热比核态沸腾换热系数 () 得多, 因此, 反应堆运行时不允许发生 ()。
 A. 大, 膜态沸腾 B. 大, 核态沸腾 C. 小, 膜态沸腾 D. 小, 核态沸腾
4. 下列哪一项不属于燃料元件的热工设计要求 ()。
 A. 保证元件的包壳在堆整个寿期的完整性 B. 整个寿期内不产生物理化学作用
 C. 经济性好 D. 易于加工, 工艺性能好
5. 对于单相流, 其一截面发生临界流时, 当下游压力继续降低时, 流速 ()
 A. 增大 B. 减小 C. 不变 D. 无法确定
6. 两相流静力学不稳定性包括: 流量漂移、沸腾危机、流型不稳定性和 ()
 A. 蒸汽爆炸不稳定性 B. 声波不稳定性 C. 热振荡 D. 管间脉动
7. 下列方法中, 不能降低热管因子和热点因子的方法是 ()

- A.合理控制有关部位的加工及安装误差 B.在堆芯周围设置反射层
C.在堆芯径向不同位置布置控制棒和毒物棒 D.沿堆芯径向装载相同富集度核燃料

8.在蒸汽发生器中保持 $\Delta\theta_k$ 不变的条件下,提高二次侧给水温度 t_w , 饱和温度 t_{gs} (),
动力循环热效率 ()。

- A. 上升 提高 B. 上升 下降 C. 降低 提高 D. 降低 下降

9.通道 $L/D < ()$ 的通道视为短通道处理。

- A. 8 B. 10 C. 12 D. 14

10.水在垂直加热通道向上流动时,发生在饱和沸腾高含汽量区的流态是 ()。

- A. 泡状流 B. 弹状流 C. 环状流 D. 滴状流

三、判断题(共 10 小题,每小题 2 分,共 20 分;对的打“√”,错的打“×”)

- 1.轻水做慢化剂的堆芯中水隙的存在增大了功率分布的不均匀度。()
2.压水堆停堆后,半分钟内铀棒内显热和剩余中子裂变热传出,功率下降至停堆前 1% 以下。()
3.锆及其合金在高温下与水蒸气发生反应,当燃料包壳内氢的含量达到一定限度后将发生氢脆现象。()
4.因流体速度变化引起的压力变化称之为加速压降。()
5.加强蒸汽发生器二次侧的冷却能力,可降低自然循环能力。()
6.长通道中临界压力比只与 L/D 有关,而与初始压力的大小和通道直径没有关系。()
7.展平进口流量最有效的方法是降低堆芯底部的流动阻力。()
8.在近期设计的压水动力堆,允许热管内的冷却剂发生过冷沸腾和饱和沸腾。()
9.对极限事故的安全准则,不能要求必须保证反应堆的完整性,只要保证放射性物质保持在安全壳内不外逸。()
10.在小破口事故中,较大尺寸小破口事故堆芯裸露的时间最长后果最危险。()

四、图解题(共 3 小题,每小题 10 分,共 30 分)

- 1.画出蒸汽发生器工作 $q-t$ 图,并讨论在分别保持 t_{gs} 不变和 $\Delta\theta$ 不变的条件下,提高 t_w 对热效率的影响。
2.垂直管道在高热流密度下,进口为低过冷或接近饱和水时,请画出各位置的流型和沸腾状态。
3.绘图分析节流件对水动力特性的影响,并分析流量漂移不稳定性发生的原因。

五、简答题(共 3 小题,每小题 10 分,共 30 分)

- 1.简述自然循环建立的条件。

2.简述包壳材料的作用。

3.简述单通道模型的假设和适用局限。

六、计算题（共3小题，每小题10分，共30分）

1.某压力壳型水堆的棒束状燃料组件为纵向流过的水所冷却，若在元件沿高度（纵向）方向的某一个小的间隔内冷却水的平均温度 $t_f = 300^\circ\text{C}$ ，水的平均流速 $v = 4\text{m/s}$ ，

$q = 14.7 \times 10^6 \text{W/m}^2$ ，堆的运行压力为 $147 \times 10^6 \text{Pa}$ ，试求该小间隔内的平均换热系数及元件壁面的平均温度。元件的外径为 9.8mm ，栅距为 12.5mm ，呈正方形栅格排列。经验公式取 $Nu = 0.0306 Re^{0.8} Pr^{1/3}$

2.某一模拟试验回路的垂直加热通道，在某高度处发生饱和沸腾。已知加热通道的内径 $d = 2\text{cm}$ ，冷却水的质量流量 $w_f = 1.2\text{t/h}$ ，系统的运行压力是 10MPa ，加热通道进

水的比焓 $h_m = 1214\text{kJ/kg}$ ，沿着轴向均匀加热，热流密度 $q = 6.7 \times 10^5 \text{W/m}^2$ ，通道长 2m ，试用平衡态模型计算加热通道内流体的饱和沸腾起始点的高度和通道出口处的含汽量。（ $t_s = 310^\circ\text{C}$ ， $h_{fs} = 1408\text{kJ/kg}$ ， $h_{gs} = 2725\text{kJ/kg}$ ）

3.有一圆柱形压水堆燃料元件，已知表面热流密度为 1.7MW/m^2 ，芯块表面温度为 400°C ，芯块直径为 10mm ，芯块导热系数为 $3\text{W/(m}^\circ\text{C)}$ ，试求芯块中心最高温度。