

# 四川大学

2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

58

考试科目: 化机力学

科目代号: 883#

适用专业: 化工过程机械

(试题共 2 页)

(答案必须写在答题纸上, 写在试卷上不给分)

## 一、分析论述 (每小题 12 分, 共 60 分)

1. 试阐述回转薄壳应力分析的无力矩理论与有力矩理论: 各自的内涵、两者的差异与联系、应用条件, 以及在压力容器设计中的应用等。(12 分)

2. 试阐述应力集中现象: 内涵、产生的原因、应力集中的特点、对压力容器强度可靠性影响, 以及实际设计中如何考虑集中应力的影响?(12 分)

3. 对于外压容器, 通常可采用加强圈提高其稳定性。试阐述采用加强圈提高外压容器稳定性的原理, 以及加强圈的设计条件 (不必写出具体公式)。(12 分)

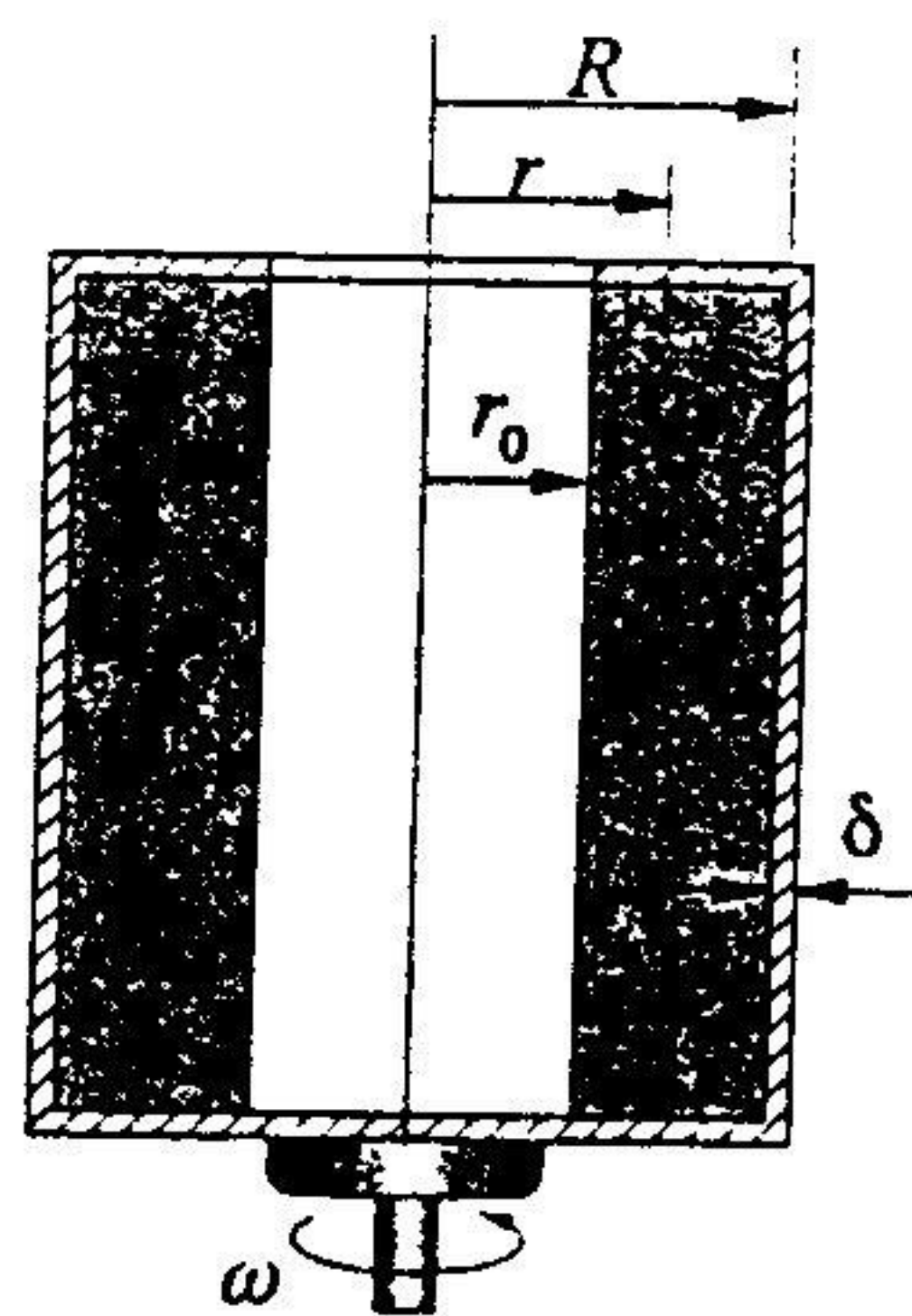
4. 什么是“理想塑性”材料? 简要画出“理想塑性”材料与实际钢材的应力-应变曲线。对于钢制压力容器的弹塑性应力分析, 采用“理想塑性”假设有什么实际意义?(12 分)

5. 什么是二次应力? 二次应力有什么特征? 列举几种典型的二次应力实例; 压力容器常规设计中如何考虑二次应力?(12 分)

## 二、薄壳无力矩理论与圆平板应力分析 (40 分)

本题附图所示为一圆筒形离心机转鼓, 圆筒内壁面半径为  $R$  (近似为中径), 上端是圆形环板 (外缘半径近似为  $R$ , 内缘半径  $r_0$ ), 圆筒与环板的材料相同, 密度为  $\rho_m$ , 厚度均为  $\delta$ 。由于转鼓以角速度  $\omega$  高速旋转, 筒内液体自由表面为圆柱面, 其半径与环板内缘半径  $r_0$  相同。筒内液体密度为  $\rho$ , 其内部离心压力  $P$  沿径向分布的规律是

$$P = \frac{\rho\omega^2}{2}(r^2 - r_0^2) \quad (r_0 \leq r \leq R)$$



题二附图



1. 忽略圆筒与圆形环板连接处的边缘效应, 按无力矩理论导出由于液体离心压力  $P$  的作用, 在转鼓圆筒壁内所产生的轴向薄膜应力  $\sigma_x$  和周向薄膜应力  $\sigma_\theta$  的表达式; (15 分)

2. 忽略圆筒与圆形环板连接处的边缘效应, 按无力矩理论导出由于转鼓圆筒自身质量离心力的作用, 在圆筒壁内所产生的轴向薄膜应力  $\sigma_x$  和周向薄膜应力  $\sigma_\theta$  的表达式; (10 分)

3. 认为离心液压  $P$  使圆形环板产生的 (相对于转鼓圆筒端部的) 轴向挠度 (或位移)  $w$  符合圆平板挠度微分方程:

$$\frac{d}{dr} \left( \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left( r \frac{dw}{dr} \right) \right) = \frac{Q_r}{D} \quad \text{其中 } D = \frac{E\delta^3}{12(1-\mu^2)}$$

并视圆形环板与筒体的连接处为简支连接, 试写出上述微分方程中  $Q_r$  的表达式及求解该微分方程所需的边界条件 (不解方程)。 (15 分)

### 三、温差热应力 (25 分)

有一直管道, 其长度为  $L$ , 两端受到约束 (两约束之间距离  $L$ )。管道安装温度为  $t_0$ , 工作温度为  $t_w$  (壁温), 且  $t_w - t_0 = \Delta t > 0$ ; 由于工作时管道的热膨胀, 两约束之间的距离增加了  $\Delta L$ 。设管道材料线膨胀系数为  $\alpha$ , 弹性模量为  $E$ , 管道热膨胀在弹性范围且只有轴向伸缩变形。

1. 试导出管道工作时其轴向温差应力的表达式; (15 分)
2. 实际设计中, 该轴向温差应力应满足什么条件? (10 分)

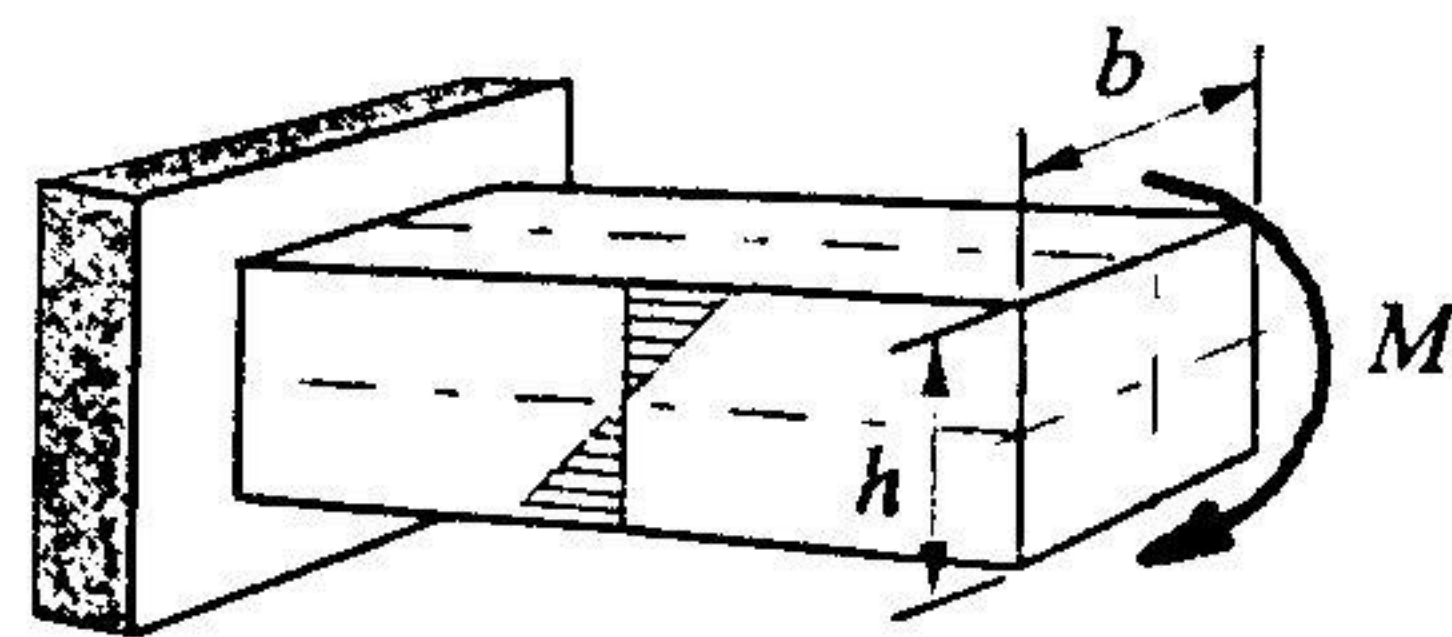
### 四、弯曲应力强度条件 (25 分)

弯曲应力是容器构件中应力的一种典型类别, 分析受纯弯曲载荷的矩形截面悬臂梁出现“塑性铰”时的极限载荷, 可建立弯曲应力的强度控制条件。如图所示为受弯矩作用的矩形截面梁, 设材料为理想塑性, 屈服极限为  $\sigma'_s$ 。

1. 试导出梁截面整体屈服即出现“塑性铰”时的极限弯矩  $M_p$ ; (10 分)

2. 计算极限弯矩  $M_p$  对应的最大弹性应力 (名义应力)  $\sigma'_{\max}$ ; (10 分)

3. 按极限载荷准则, 建立弯曲应力的强度控制条件。 (5 分)



题四附图