

四川大學

2002 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目: 压力容器

科目代号: 575#

适用专业: 化工过程机械

(试题共 4 页)

(答案必须写在试卷上, 写在试题上不给分)

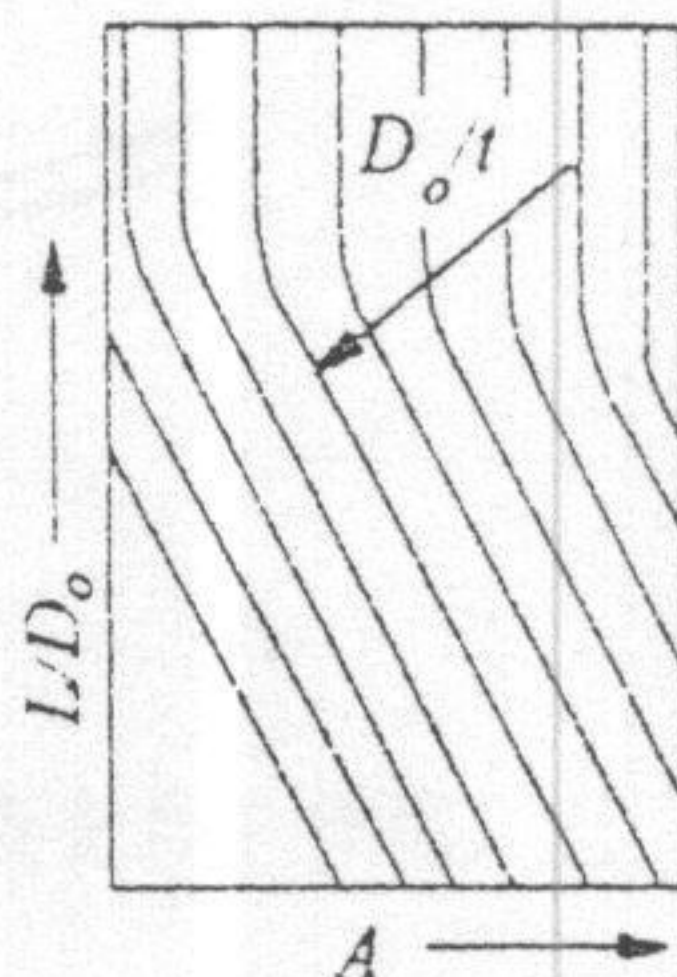
一. 名词解释: (共30分)

- | | | |
|-------------|-----------|----------|
| (1) 韧性破坏 | (2) 脆性破坏 | (3) 疲劳破坏 |
| (4) 蠕变破坏 | (5) 腐蚀破坏 | (6) 失稳破坏 |
| (7) 薄膜应力 | (8) 边缘效应 | (9) 二次应力 |
| (10) 设计壁厚 | (11) 名义壁厚 | |
| (12) 最大工作压力 | (13) 计算压力 | |
| (14) 弹性失稳 | (15) 临界压力 | |

二. (8分) 我国压力容器常规设计标准GB150《钢制压力容器》适用的设计压力范围是: ①; 其中, 对于中低压容器壳体(或凸形封头), 其应力分析主要采用②理论, 设计中主要考虑的是壳体内部的③应力, 对于边缘应力, 主要是通过边缘结构设计和在设计公式中引入④来考虑: 设计时采用的是⑤设计准则, 其强度条件是⑥; 确定壁厚时考虑腐蚀裕量 C_2 的目的是⑦; 对于外压作用下薄壁壳体的设计, 比如外压圆筒, 更主要的是对其稳定性进行校核设计, 其稳定性条件是: ⑧。

三. (8分) 外压长圆筒临界压力 $P_{cr} = 2.2E(\frac{t}{D_o})^3$, 短圆

筒临界压力 $P_{cr} = 2.59E \frac{D_o}{L} (\frac{t}{D_o})^{2.5}$, 本题附图 为外压圆筒几何参数计算图的示意图。



题三附图

① 写出图中曲线 $A = f(L/D_o, D_o/t)$ 的具体函数关系式;

② 该图适用于什么样的载荷情况?

③ A 代表什么意义?

④ 如何能从图中确定是长圆筒还是短圆筒?

四. (6分) 对于外压圆筒加强圈的设计, 要求同时满足下列三个条件:

① 加强圈间距 $L_s \leq L_{max}$, 其中 L_{max} 为筒体最大允许长度;

② 加强圈实际组合惯性矩 $J_s \geq J$, 其中 J 为稳定性要求的最小惯性矩;

③ 加强圈与筒体的焊接应满足规定的要求且加强圈不能任意割断;

试分别阐述其理由。

五. (8分) 法兰螺栓载荷 W 及材料确定后, 按 $d_b = \sqrt{4W/(\pi n[\sigma]_b)}$ 确定螺栓直径

d_b 和螺栓数量 n 时, 通常要求满足下列四个条件:

① n 为 4 (或 2) 的倍数;

② 螺栓孔间距 $s (= \pi D_b/n)$ 不得大于最大孔间距 s_{max} ;

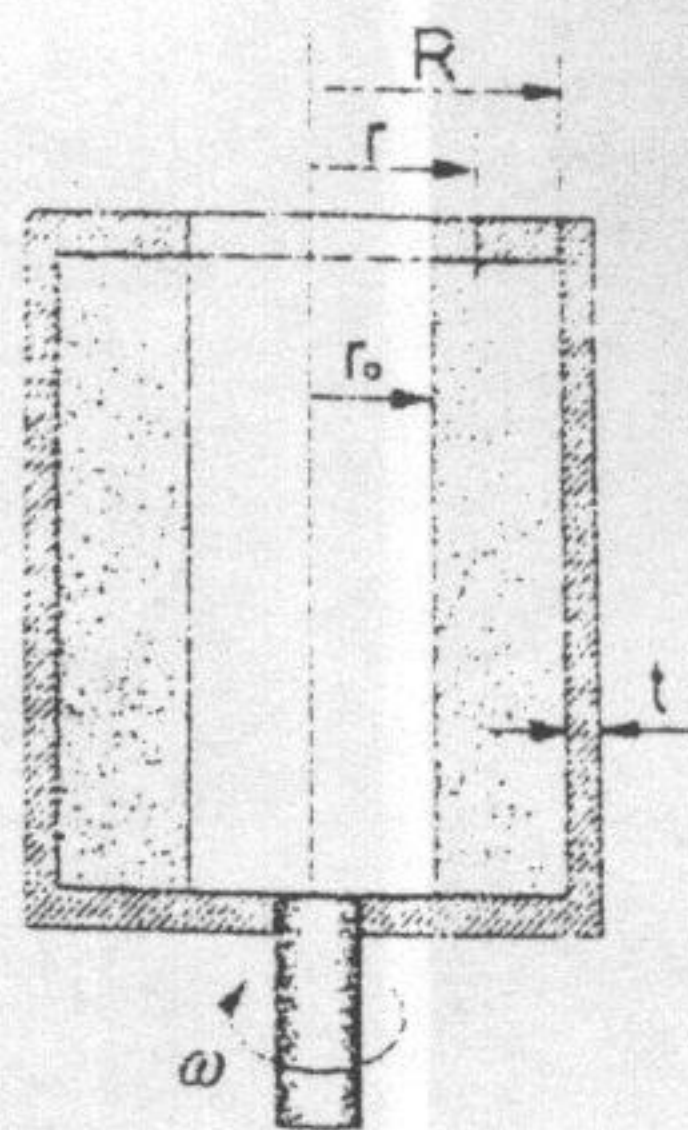
③ 螺栓孔间距 s 不得小于最小孔间距 s_{min} ;

④ 螺栓直径 d_b 最小不得小于 12mm;

试分别阐述其理由。

六. (10分) 一离心机转鼓如图所示。转鼓圆筒内壁半径 R_i , 圆筒壁厚为 t , 材料密度为 ρ ; 转鼓内装密度为 ρ_l 的液体, 转鼓以均匀角速度 ω 高速转动时, 多余液体通过上部圆形环板中心孔流出, 使液体自由表面为圆柱形面, 半径为 r_0 。因此, 转鼓壁要受到液体离心压力和转鼓壁自身质量离心力的作用。现已知道, 转鼓圆筒单位面积所受质量离心力为 $P_c = \rho R \omega^2 t$, 其中 R 为转鼓圆筒壁中面半径; 液体离心压力 P_l 沿径向分布的规律是

$$P_l = \frac{\rho_l \omega^2}{2} (r^2 - r_0^2) \quad (r_0 \leq r \leq R_i)$$



题六附图

① 试求仅由于转鼓壁自身质量离心力 P_c 的作用所引起的筒体的轴向薄膜应力 σ_x 和周向薄膜应力 σ_θ ;

② 试求仅由于液体离心压力 P_l 作用所引起的筒体的轴向薄膜应力 σ_x 和周向薄膜应力 σ_θ ;

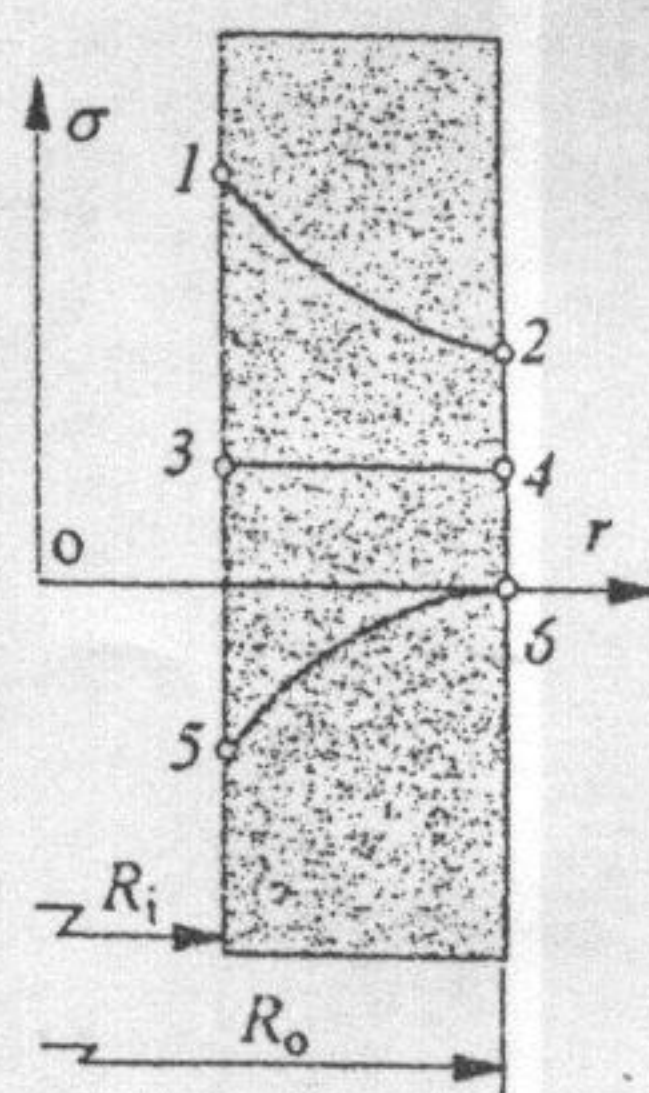
③ 设转鼓材料许用应力为 $[\sigma]\phi$ (ϕ 为开孔及焊缝综合影响系数), 试按弹性准则的第一强度条件, 确定仅承受液压作用时所需转鼓壁厚 t 的设计公式。

(注: 轴对称载荷下回转薄壳经向和周向薄膜应力的拉氏方程为: $\frac{\sigma_r}{R_1} + \frac{\sigma_\theta}{R_2} = \frac{P}{t}$)

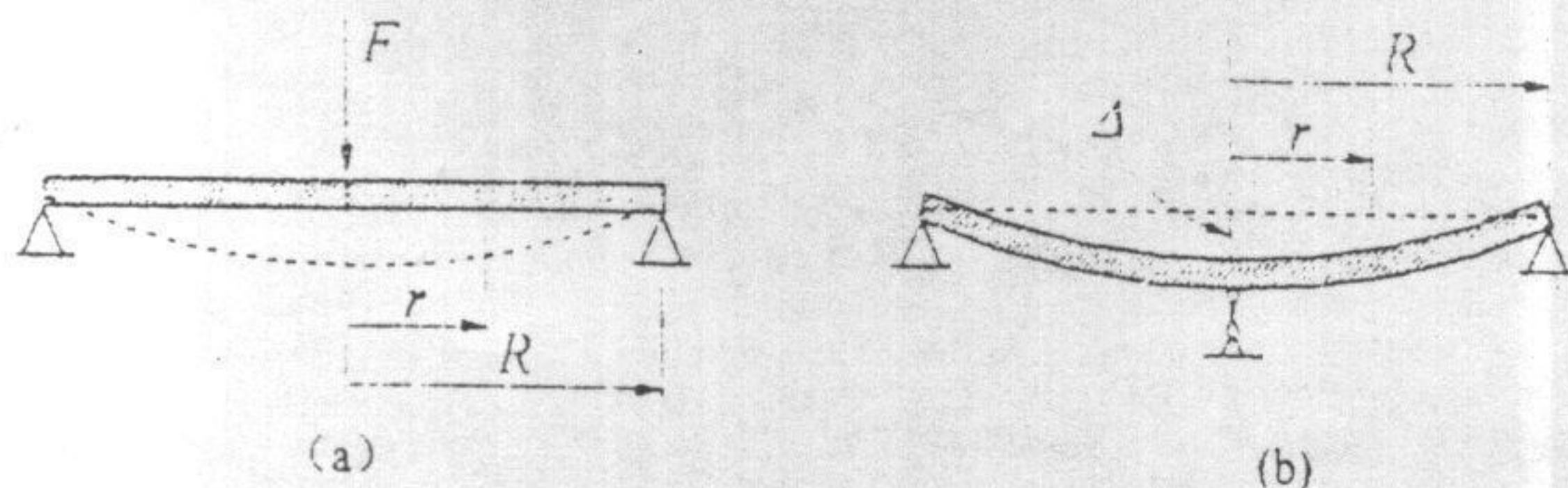
七. (10分) 一厚壁圆筒的纵向剖面如图所示, 内壁半径 R_i , 外壁半径 R_o , 在内压 $P=25\text{MPa}$ 下处于弹性状态。

① 试问图中曲线 1-2、3-4、5-6 分别为哪个方向的应力分布曲线?

② 若已知其外壁处的周向应力 20MPa , 试写出则圆筒内外壁面上 1、2、3、4、5、6 点的应力值。



题七附图



题八附图

八. (10 分) 如本题附图 (a) 所示, 周边简支圆形薄板中心受集中力 F 作用, 已知其挠度 w 方程如下:

$$w = \frac{F}{8\pi D} \left[r^2 \ln \frac{r}{R} + (R^2 - r^2) \frac{(3 + \mu)}{2(1 + \mu)} \right] \quad \text{其中, } D = \frac{Et^3}{12(1 - \mu^2)}, \text{ } t \text{ 为板厚.}$$

现有一周边简支圆形薄板, 如图 (b) 所示, 由于安装误差, 其中心铰支点下沉 Δ , 试求其挠度 w 方程。

九. (10 分) 高压容器筒体, 内壁半径 R_i , 外壁半径 R_o , 材料为理想塑性材料, 屈服极限为 σ'_y , 已知其内压 P 与屈服层半径 R_c 的关系为:

$$P = \sigma'_y \left(0.5 - \frac{R_c^2}{2R_o^2} + \ln \frac{R_c}{R_i} \right)$$

设许用应力 $[\sigma]' = \sigma'_y / n_y$ (其中 n_y 为安全系数), 试按塑性失效设计准则, 确定设计压力 P 下筒体计算壁厚 t 的设计公式。