

解 (1) $M\ddot{z} = F(t) - Kz - C\dot{z}$
 $M\ddot{z} + C\dot{z} + Kz = F(t)$
 自由振动时 $F(t) = 0$
 $M\ddot{z} + C\dot{z} + Kz = 0$

(2) $\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}} = 7.746 \text{ rad/s}$ $n = \frac{C}{2m\omega_0} = \frac{240}{2 \times 60 \times 7.746} = 2$
 $f = \frac{\omega_0}{2\pi} = 1.233 \text{ Hz}$ $\omega_d = \sqrt{\frac{K}{m} - \frac{C^2}{4m^2}} = \sqrt{7.746^2 - 2^2} = 7.5 \text{ rad/s}$
 (3) $\xi = \frac{C}{2\sqrt{mK}} = \frac{n}{\omega_0} = \frac{2}{7.746} = 0.26$

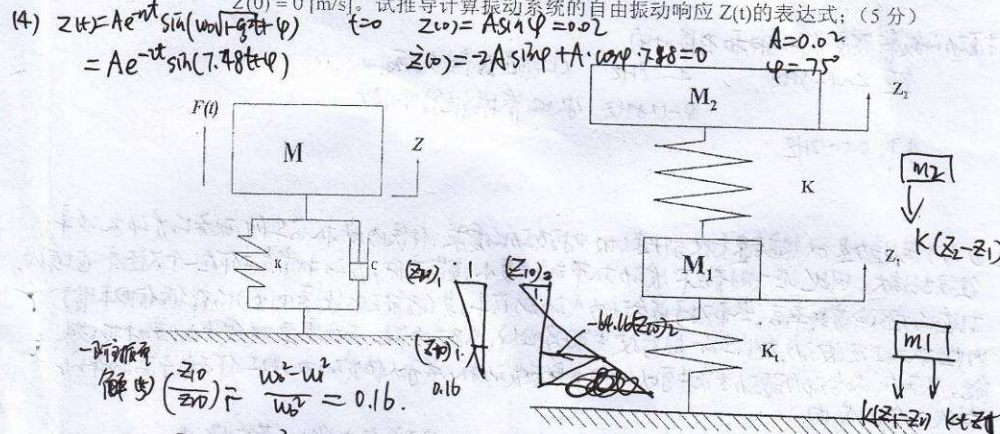
重庆大学2009年硕士研究生入学考试试题

三、汽车振动试题 (本大题共 40 分)

1、(15 分) 某汽车座椅单质量—弹簧振动系统模型 (如图), 参数如下: 座椅质量 $M=60 \text{ [kg]}$, 弹簧刚度 $K=3600 \text{ [N/m]}$, 系统阻尼系数 $C=240 \text{ [Ns/m]}$ 。

- (1) 列出振动系统自由振动运动微分方程; (4 分)
- (2) 求系统固有圆频率 $\omega_0 \text{ [rad/s]}$ 和自然频率 $f_0 \text{ [Hz]}$; (3 分)
- (3) 求系统的阻尼比 ξ ; (3 分)

(4) 若系统输入为 0, 即 $F(t) = 0$, 给系统一个初始干扰: $t=0 \text{ [s]}$, $Z(0)=0.02 \text{ [m]}$, $\dot{Z}(0) = 0 \text{ [m/s]}$ 。试推导计算振动系统的自由振动响应 $Z(t)$ 的表达式; (5 分)



第三大题第 2 小题目

2、(25 分) 某汽车车身—车轮双质量弹簧振动系统模型如图, 已知汽车参数如下: 车身质量 $M_2=500 \text{ [kg]}$, 簧下质量 $M_1=50 \text{ [kg]}$, 悬架刚度 $K=40000 \text{ [N/m]}$, 轮胎刚度 $K_1=220000 \text{ [N/m]}$ 。

- (1) 解释静平衡位置含义并取簧上质量 M_s 和簧下质量 M_u 的静平衡位置为坐标原点, 分别画出簧上质量 M_s 和簧下质量 M_u 的受力图; (4 分)
- (2) 根据受力分析, 推导振动系统自由振动微分方程组; (5 分)
- (3) 写出系统质量矩阵、刚度矩阵表达式, 并用矩阵形式表示系统微分方程组; (4 分)
- (4) 推导系统主频率 (固有频率) f_{01} 、 $f_{02} \text{ (Hz)}$ 的计算公式并计算系统的固有频率; (6 分)
- (5) 推导振动系统的主振型计算公式, 计算其主振型并画出振型图; (6 分)

(1) $\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}}$

(2) $M_2\ddot{z}_2 + K(z_2 - z_1) = 0$
 $M_1\ddot{z}_1 + K(z_1 - z_2) + K_1 z_1 = 0$

(3) $M = \begin{bmatrix} M_2 & 0 \\ 0 & M_1 \end{bmatrix}$, $K = \begin{bmatrix} K & -K \\ -K & K + K_1 \end{bmatrix}$

(4) $\ddot{z}_2 + 80(z_2 - z_1) = 0$
 $\ddot{z}_1 + 80(z_1 - z_2) + 4400 z_1 = 0$
 $\omega_1 = 8.2 \text{ rad/s}$
 $\omega_2 = 72.2 \text{ rad/s}$

(5) $\begin{bmatrix} 80 - \omega^2 & -80 \\ -80 & 1520 - \omega^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \end{bmatrix} = 0$
 $\omega_1 = 8.2 \text{ rad/s}$
 $\omega_2 = 72.2 \text{ rad/s}$