

武汉科技大学

二00八年招收硕士研究生入学考试试题

考试科目及代码： 汽车理论 849

适用专业： 080204 车辆工程

说明：1. 可使用的常用工具： 函数计算器

2. 答题内容写在答题纸上，写在试卷或草稿纸上无效。考完后试题随答题纸交回。

3. 考试时间3小时，总分值 150 分。

一、解释下列术语（每小题2分，共10分）

1. 制动效能因数：单位制动轮缸推力所产生的制动器摩擦力。
2. 轮胎侧偏角：车轮接地印迹中心的移动方向与车轮平面的夹角。
3. 车厢侧倾中心：车厢侧倾轴线通过车厢前、后轴处横断面上的瞬时转动中心。
4. 接近角：汽车满载、静止时，前端突出点向前轮所引切线与地面间的夹角。
5. 牵引效率：驱动轮输出功率与输入功率之比。

二、填空题（每小题2分，共10分）

1. 汽车在水平路面上等速行驶时受到的阻力包括 滚动阻力 和 空气阻力 两个方面。
2. 汽车动力装置参数是指 发动机功率 和 传动系传动比。
3. ISO2631-1:1997(E) 标准规定的人体坐姿受振模型中考虑了 3 个输入点和 12 个轴向的振动。
4. 在前轮角阶跃输入下汽车的时域响应分为 稳态响应 和 瞬态响应。
5. 研究平顺性的双轴汽车模型中考虑了车身的 俯仰 和 垂直 运动。

三、判断题（在括号内填上“正确”或“错误”，每小题2分，共10分）

1. 轿车的前悬架的侧倾角刚度比后悬架的大。 (正确)
2. 越野汽车悬架系统的固有频率比轿车的高。 (正确)
3. 质心位于中性转向点之后的汽车具有不足转向特性。 (错误)
4. 汽车在同步附着系数路面制动时制动效率最高。 (正确)
5. 当驱动轮的附着率小于地面附着系数时，汽车在水平路面上无法行驶。
(错误)

四、问答及分析题（每小题15分，共90分）

1. 求用单质量系统模型分析车身振动时垂直位移的频率响应函数（用结构参数

表示)。设车身质量为 m_2 ，弹簧刚度为 k ，减振器阻尼系数为 c ，车身的垂直位移为 z ，输入的路面不平度函数为 q 。

答：单质量系统模型如图所示

系统运动的微分方程为：

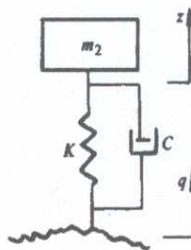
$$m_2 \ddot{z} + c\dot{z} + kz = c\dot{q} + kq \quad (5)$$

对方程两边进行傅立叶变换（或带入复振幅）

$$m_2 (j\omega)^2 z(\omega) + c(j\omega)(z(\omega) - q(\omega)) + k(z(\omega) - q(\omega)) = 0$$

频率响应函数为：

$$H(j\omega)_{z-q} = \frac{z(\omega)}{q(\omega)} = \frac{k + j\omega c}{(-m_2\omega^2 + k) + jc\omega} \quad (5)$$



2. 简述根据 GB / T4970--1996 《汽车平顺性随机输入行驶试验方法》计算总加权加速度均方根值的方法。

答：1) 对记录的加速度时间历程 $a(t)$ ，计算频率加权加速度均方根值：

有两种方法：（只要求介绍一种方法）

一是对 $a(t)$ 进行频谱分析得到功率谱密度函数 $G_a(f)$ ，再按下式计算加权加速度均方根值

$$a_w = \left[\int_{0.5}^{80} W^2(f) G_a(f) df \right]^{1/2}$$

一是对 $a(t)$ 进行加权滤波处理，得到加权的加速度时间历程 $a_w(t)$ ，再按下式计算加权加速度均方根值：

$$a_w = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{1/2}$$

2) 进行轴加权，按下式计算总加权加速度均方根值

$$a_v = \left[(1.4a_{xw})^2 + (1.4a_{yw})^2 + a_{zw}^2 \right]^{1/2} \quad (8)$$

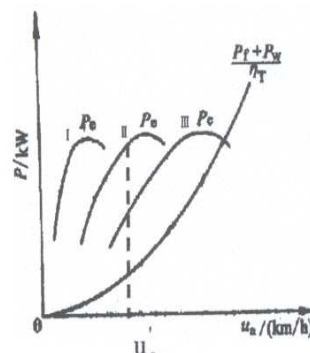
3. 用汽车的功率平衡图分析变速器在不同挡位时对动力性和经济性的影响。

答：以三挡变速器汽车的功率平衡图为例，如下图所示。

当车速为 u_a 时，可以用 II 挡，也可以用 III 挡。当用高档行驶时，汽车的后备

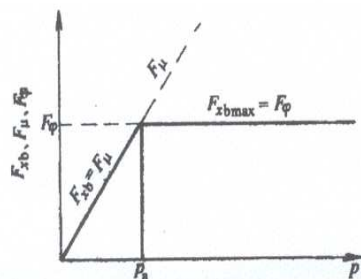
功率小，动力性下降；但负荷率高，燃油经济性提高。(5)

当用低挡行驶时，汽车的后备功率大，动力性提高；但负荷率降低，燃油经济性下降。(5)



4. 某载货汽车空载紧急制动时没有制动跑偏现象，但装载货物有偏载时紧急制动出现了制动跑偏，试分析其原因。

答：制动器制动力、地面附着力和地面制动力三者的关系下图：



空载制动时没有制动跑偏现象，说明左、右车轮的制动器制动力、地面附着力和地面制动力都相等。(5)

当货物偏载后，使左、右车轮的地面附着力不再相等，从而导致紧急制动时地面制动力（等于面附着力）也不相等，引起制动跑偏。(5)

5. 试分析车厢侧倾引起的左右车轮垂直载荷的变化对稳态响应的影响。

答：车厢侧倾引起的左右车轮垂直载荷的变化使左右车轮的平均刚度降低，侧偏角增大。(5)

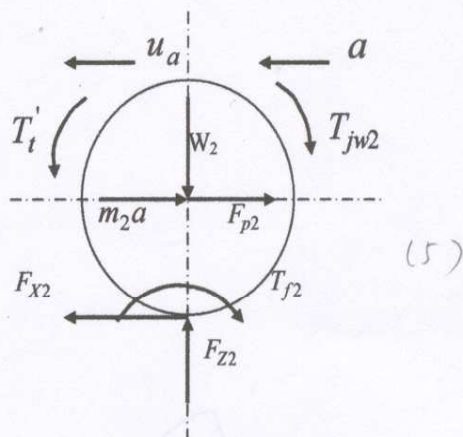
如果前轴左右车轮垂直载荷变化的幅度比后轴大，则前轮侧偏角增大的幅度比后轮大，使稳态响应趋于增大不足转向。(5)

如果前轴左右车轮垂直载荷变化的幅度比后轴小，则前轮侧偏角增大的幅度比后轮小，使稳态响应趋于减小不足转向。(5)

6. 画出后轮驱动汽车驱动轮在加速工况下的受力简图，并推导地面切向反力的计算式。设发动机转矩为 T_{iq} ，变速器传动比为 i_g ，主减速器传动比为 i_0 ，传动系机械效率为 η_T ，车轮半径为 r ，汽车的加速度为 a ，发动机飞轮的转

动惯量为 I_f ，后轮的转动惯量为 I_{w2} 、滚动阻力 F_{f2} 。

答：驱动轮受力如图所示



对车轮中心取力矩平衡:

$$F_{X2}r = T_t' - T_{jw2} - T_{f2}$$

驱动力矩:

$$T_t' = (T_{iq} - I_f \frac{d\omega_e}{dt}) i_g i_0 \eta_T$$

飞轮角加速度:

$$\frac{d\omega_e}{dt} = i_g i_0 \frac{d\omega}{dt} = i_g i_0 \frac{a}{r}$$

车轮惯性力矩:

$$T_{jw2} = I_{w2} \frac{d\omega}{dt} = \frac{I_{w2}}{r} a$$

地面切向反力为:

$$F_{X2} = \frac{T_{iq} i_g i_0 \eta_T}{r} - F_{f2} - \left(\frac{I_{w2}}{r^2} + \frac{I_f i_g^2 i_0^2 \eta_T}{r^2} \right) a \quad (5)$$

五、 计算题 (每小题 15 分, 共 30 分)

1. 某轿车的质量 $m=1600\text{kg}$, 车轮半径 $r=0.3\text{m}$, 制动器的摩擦力矩为, $T_\mu = 6F_p$ ($\text{N} \cdot \text{m}$), F_p 为制动踏板力(单位: N)。当汽车在 $\phi=0.6$ 的路面上, 以 50km/h 的速度行驶, 驾驶员以 300N 的踏板力制动 (车轮未抱死) 时, 制动距离为多少 (不考虑制动器起作用时间)?

解: 制动器制动力:

$$F_\mu = \frac{T_\mu}{r} = \frac{6F_p}{r} = \frac{6 \times 300}{0.3} = 6000(\text{N}) \quad (3)$$

车轮未抱死时, 地面制动力等于制动器制动力。 $F_{xb} = F_\mu = 6000(\text{N}) \quad (2)$

$$\text{制动减速度: } j = \frac{F_{xb}}{m} = \frac{6000}{1600} = 3.75(m/s^2) \quad (5)$$

$$\text{制动距离: } S = \frac{u_{a0}^2}{25.92j} = \frac{50^2}{25.92 \times 3.75} = 25.72(m) \quad (5)$$

2. 某后轴驱动汽车的质量 $m=3800\text{kg}$, 空气阻力系数与迎风面积的乘积 $C_D A=2.6\text{m}^2$ 。该车在 $f=0.012$, $\phi=0.8$ 的水平路面上以 $0.35g$ 的加速度行驶, 问当车速达到 80km/h (前轴负荷为 40% , 后轴负荷为 60%) 时驱动轮是否会打滑?

解: 地面作用于驱动轮的切向反力:

$$\begin{aligned} F_{X2} &= F_{f1} + F_w + F_j' = F_{Z1}f + \frac{C_D A u_a^2}{21.15} + m \frac{du}{dt} \\ &= 0.4 \times 3800 \times 9.8 \times 0.012 + \frac{2.6 \times 80^2}{21.15} + 3800 \times 0.35 \times 9.8 = 13999.5(N) \quad (6) \end{aligned}$$

$$\text{地面附着力: } F_\phi = F_{Z2}\phi = 0.6 \times 3800 \times 9.8 \times 0.8 = 17875.2(N) \quad (6)$$

$$\because F_\phi > F_{X2} \quad \therefore \text{驱动轮不会打滑。} \quad (3)$$