

湖北汽车工业学院

2014 年硕士研究生入学考试试卷(参考答案)

考试科目：汽车理论(B 卷)

(答案必须写在答题纸上, 写在其他地方无效)

一、名词解释：1-6 小题，每小题 3 分，共 18 分，请将答案写在答题纸指定的位置上。

- 1、附着率：汽车直线行驶下，充分发挥驱动力作用时要求的最低附着系数。
- 2、发动机特性曲线：将发动机的功率、转矩以及燃油消耗率与发动机曲轴转速之间的函数关系以曲线表示。
- 3、汽车的制动效能：指在良好路面上，汽车以一定初速制动到停车的制动距离或制动时汽车的减速度。
- 4、中性转向点：使汽车前、后轮产生同一侧偏角的侧向力作用点。
- 5、轴距滤波特性：轴距中心的垂直位移和俯仰角振动的振动响应随前、后轴振动相位差的变化，称为“轴距滤波特性”。或汽车轴距上点的振动响应随前、后轴振动变化的特点是越往轴距中心振动越小的这种特性，称为“轴距滤波特性”。
- 6、稳态横摆角速度增益：汽车稳态横摆加速度与前轮转角之比或 $\frac{\omega_r}{\delta}_s$ 。

二、填空：1-14 小题，每空 1 分，共 30 分，请将答案写在答题纸指定的位置上。

- 1、汽车常用原地起步加速时间和超车加速时间来表明汽车的加速能力。
- 2、汽车的行驶总阻力可表示为 $\Sigma F = F_f + F_w + F_i + F_j$ 。其中在任何行驶状态下都存在的力是滚动阻力 F_f 和空气阻力 F_w 。
- 3、评价汽车燃油经济性的循环行驶工况一般包括等速行驶、等加速行驶和等减速行驶等多种情况。
- 4、理想的发动机功率特性曲线为等功率曲线。
- 5、决定汽车制动距离的主要因素是制动器起作用时间、最大制动减速度和起始制动车速。
- 6、汽车在附着系数为 φ 的路面上行驶，汽车的同步附着系数为 φ_0 ，若 $\varphi < \varphi_0$ ，汽车前轮先抱死；若 $\varphi > \varphi_0$ ，汽车后轮先抱死；若 $\varphi = \varphi_0$ ，汽车前、后轮同时抱死。
- 7、混合动力电动汽车有串联式混合动力电动汽车、并联式混合动力电动汽车和混联式混合动力电动汽车三种典型结构形式。
- 8、汽车加速时产生的惯性阻力是由平移质量和旋转质量对应的惯性力组成。
- 9、货车采用拖挂运输可以降低燃油消耗量，主要原因有两个：带挂车后阻力增加，发动机负荷率增加，使燃油消耗率下降；汽车列车的质量利用系数较大。
- 10、发动机功率选择的两种方法是：根据要求的最高车速或根据同类车型比功率统计数据来确定。
- 11、在汽车的车速为特征车速 u_{ch} 时，中性转向汽车的稳态横摆角速度增益为具

有相同轴距的不足转向汽车横摆角速度增益的 2 或两 倍。

12、由轮胎坐标系有关符号规定可知，负的侧偏力产生 正 侧偏角。

13、在汽车通过性中，由于汽车发生间隙失效的形式有 顶起失效、触头失效 和 拖尾失效。

14、在 ISO2631-1 标准中，人体对振动反应的三个界限是 暴露极限、疲劳-工效降低界限 和 舒适性降低界限。

三、简答题：1-6 小题，每小题 7 分，共 42 分，请将答案写在答题纸指定的位置上。

1、试述将一条发动机转矩转速特性曲线转变为驱动力图的过程。

答：
$$F_t = \frac{T_{tq} i_g i_0 \eta_T}{r} \quad u_a \approx 0.377 \frac{nr}{i_g i_0}$$

从使用外特性的 T_{tq} - n 曲线上取至少 6 个点的 n 、 T_{tq} 值（包括 n_{\min} 、 n_{\max} ），用上式计算各档位下对应于 n 的 F_t 和 u_a 值。建立 F_t - u_a 坐标系；将计算出的每个档位的 (F_t, u_a) 描点并连成曲线即得到驱动力图。

2、试从结构方面说明如何提高燃油经济性。

答：1) 缩减轿车总尺寸和减轻质量
2) 选择节油的发动机
3) 提高传动系效率
4) 采用无级变速器
5) 改善汽车外形
6) 选用子午线轮胎

3、变速器各挡之间的传动比如何确定的，确定的原则是什么？并写出实际汽车各挡传动比的分布关系式。

答：变速器各挡之间的传动比是近似按等比级数来确定的。原则是保证发动机在各档工作时转速范围基本相同，并提高汽车的动力性。

$$\frac{i_{g1}}{i_{g2}} \geq \frac{i_{g2}}{i_{g3}} \geq \dots \geq \frac{i_{gn-1}}{i_{gn}}$$

4、对前轮转向前驱汽车，试从载荷转移和附着椭圆理论两个方面分析大驱动力加速转向行驶时对汽车稳态转向特性的影响？

答：

1) 汽车加速行驶时汽车质心位置不变，但前轴载荷减小，后轴载荷增加；前轴轮胎侧偏刚度减小，后轴轮胎侧偏刚度增加，这种情况增加了汽车的不足转向特性趋势；

2) 由于前轮是转向轮, 加速转向行驶时, 由轮胎附着椭圆特性可知, 在转弯速度和半径不变的情况下, 前轮的侧偏角会增加, 后轮的侧偏角不变, 这种情况也增加了汽车的不足转向趋势。

5、为什么说转弯半径之比能表征汽车的稳态转向特性?

答:

1) 稳定性因数 $K = \frac{m}{L^2} (\frac{a}{k_2} - \frac{b}{k_1})$ 包含了汽车的质量参数、结构参数和轮胎特

性, 可以表征汽车稳态转向特性, $K > 0$ 、 $K = 0$ 和 $K < 0$ 分别代表汽车的三种转向特性;

2) $\frac{R}{R_0} = 1 + K \cdot u^2$ 与稳定性因数 K 直接相关, 它的三种情况也分别代表汽车

三种稳态转向特性, 因此可以表征。

6、减小汽车俯仰角速度可提高汽车平顺性, 请简要阐述减小汽车俯仰角速度的措施。

答: 为提高汽车平顺性, 减小汽车俯仰角速度, 即使 $\omega_\phi < \omega_z$, 实现方法有两种:

1) 通过合理选择参数和汽车质量分布, 使悬挂质量分配系数 $\epsilon > 1$ 可以实现 $\omega_\phi < \omega_z$;

2) 前、后悬架的“交联”结构, 也可以实现 $\omega_\phi < \omega_z$ 。

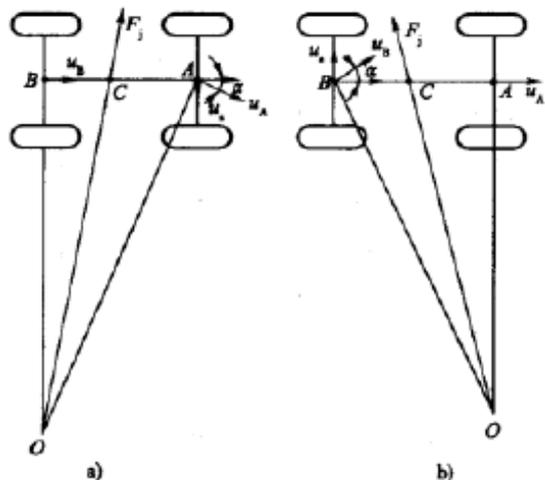
四、分析题: 1-2 小题, 每小题 12 分, 共 24 分, 请将答案写在答题纸指定的位置上。

1、请作图并说明为什么汽车发生后轴侧滑比发生前轴侧滑更危险。

答:

1) 前轮抱死, 后轮滚动: 离心力 F_j 的方向与侧滑方向相反, 会抑制滑动。因此前轮侧滑是一种稳定工况, 但丧失了转向能力。

2) 后轮抱死, 前轮滚动: 惯性力 F_j 的方向与侧滑方向一致, 会加剧后轴侧



a) 前轴侧滑; b) 后轴侧滑

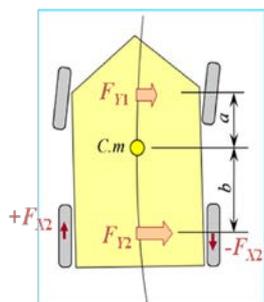
滑。后轴侧滑又加剧惯性力 F_j ，汽车将急剧转动。因此后轴侧滑是一种危险工况。

2、结合图形阐述电子稳定程序（ESP）的工作原理及过程。

1) 电子稳定程序（ESP）的基本原理是横摆力偶矩控制；

2) $F_{Y1} \cdot a - F_{Y2} \cdot b + F_{x2} \cdot B = I_z \cdot \ddot{\omega}$ ，前轮为转向驱动轮，当汽车出现严重不足转向时，在后轮上施加一个转向一致的横摆力偶矩 $F_{x2} \cdot B$ ，来减小不足转向趋势；

3) 当汽车出现严重过多转向时，在后轮上施加一个转向相反的横摆力偶矩 $-F_{x2} \cdot B$ ，来减小过多转向趋势，从而保证转向时的稳定性。



五、计算题：1-3 小题，每小题 12 分，共 36 分，请将答案写在答题纸指定的位置上。

1、已知汽车总重 $G=141\text{kN}$ ，迎风面积 $A=5.2\text{m}^2$ ，空气阻力系数 $C_D=0.53$ ，滚动阻力系数 $f=0.01$ ，发动机最大扭矩 $T_{\text{emax}}=568.4\text{Nm}$ ，传动系效率 $\eta_T=0.9$ ，车轮半径 $r=0.51\text{m}$ ，主传动比 $i_0=6.166$ ，试求：

- 1) 当该车以 $u_a=60\text{km/h}$ 在水平路面上匀速行驶时，发动机实际发出的功率 $P=?$ (4 分)
- 2) 若此时发动机的比油耗为 $b=210\text{g}/(\text{kWh})$ ，燃料的重度 γ 为 8N/L ，求该工况下汽车的百公里油耗量。(4 分)
- 3) 若该车的最大爬坡度 $i_{\text{max}}=0.3$ ，求变速器一档传动比。(4 分)

答： 1) 发动机实际发出的功率：

$$P_e = \frac{1}{\eta_T} (P_f + P_w)$$

$$= \frac{1}{\eta_T} \left(\frac{Gfu_a}{3600} + \frac{C_D Au_a^3}{26140} \right)$$

$$= \frac{1}{0.9} \left(\frac{141000 \times 0.01 \times 60}{3600} + \frac{0.53 \times 5.2 \times 60^3}{76140} \right) = 34.8(kN)$$

2) 汽车 $u_a=60\text{km/h}$ 的百公里油耗量:

$$Q_s = \frac{pb}{1.02u_a r}$$

$$= \frac{34.8 \times 210}{1.02 \times 60 \times 8} = 14.9(L/100km)$$

3) 变速器一档速比:

$$i_{g1} \geq \frac{G(f \cos \alpha_{\max} + \sin \alpha_{\max})r}{T_{tg \max} i_0 \eta_T} \quad \alpha_{\max} = tg^{-1} i_{\max} = 16.7^\circ$$

$$i_{g1} = \frac{141000 \times (0.01 \times \cos 16.7^\circ + \sin 16.7^\circ) \times 0.51}{568.4 \times 6.166 \times 0.9} = 6.77$$

2、设汽车的重量为 $G=21\text{KN}$ ，轴距 $L=2.8\text{m}$ ，前后轴轴荷分配为 45% 和 55%，重心高度为 $h_g=0.7\text{m}$ ，设制动力分配系数为 $\beta=0.6$ ，

1) 试问在路面附着系数 $\varphi=0.2$ 和 $\varphi=0.8$ 两种情况下，前后轮哪个先抱死？(8 分)

2) 在制动强度 $z=0.4$ ，前轮刚要抱死时，其前轮的地面制动力是多大？(4 分)

答: 1) $a = \frac{F_{z2}L}{G} = 0.55 * 2.8 = 1.54$

$$b = L - a = 1.26$$

计算同步附着系数:

$$\varphi_0 = (L\beta - b)/h_g$$

$$= (2.8 * 0.6 - 1.26)/0.7$$

$$= 0.6$$

$\varphi = 0.8 > \varphi_0$ 后轮先抱死;

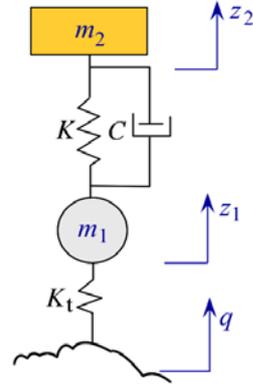
$\varphi = 0.2 < \varphi_0$ 前轮先抱死;

2) 当制动强度 $Z=0.4$ ，前轮先抱死。

$$F_{xb1} = \beta \frac{G}{g} \frac{du}{dt} = 0.6 * 21 * 0.4 = 5.04$$

3、某双轴汽车四自由度振动模型，当质量分配系数为 1 时，前后悬架系统相互独立振动，双轴汽车可简化成如图所示的两自由度振动系统， m_2 为车身质量， m_1 为车轮质量， K 为悬架刚度， C 为阻尼系数， K_t 为轮胎刚度。

- 1) 列出该系统运动方程; (4分)
- 2) 求系统的偏频; (4分)
- 3) 求系统的主频; (2分)
- 4) 若一阶主振型振幅比 $(\frac{Z_{10}}{Z_{20}})_1 = 0.1$,
二阶主振型振幅比 $(\frac{Z_{10}}{Z_{20}})_2 = 100$,
分别绘出两个主振型振型图。(2分)



答:

1) 系统振动方程:

$$\begin{cases} m_2 \ddot{z}_2 + c(\dot{z}_2 - \dot{z}_1) + k(z_2 - z_1) = 0 \\ m_1 \ddot{z}_1 + c(\dot{z}_1 - \dot{z}_2) + k(z_1 - z_2) + k_t(z_1 - q) = 0 \end{cases}$$

忽略轮胎及路面阻尼和变形, 无阻尼自由振动方程为:

$$\begin{cases} m_2 \ddot{z}_2 + k(z_2 - z_1) = 0 \\ m_1 \ddot{z}_1 + k(z_1 - z_2) + k_t(z_1 - q) = 0 \end{cases}$$

2) 若 m_1 不动, 即 $z_1=0$, 则有: $m_2 \ddot{z}_2 + kz_2 = 0$

车身作无阻尼自由振动,

车身部分固有频率为: $\omega_0 = \sqrt{k/m_2}$

若 m_2 不动, 即 $z_2=0$, 则有: $m_1 \ddot{z}_1 + (k + k_t)z_1 = 0$

车身作无阻尼自由振动,

车轮部分固有频率为: $\omega_t = \sqrt{(k+k_t)/m_1}$

3) 当 m_1 、 m_2 都振动时, z_{10} 和 z_{20} 都有不为零, 因

$$\begin{bmatrix} (\omega_0^2 - \omega^2) & -\omega_0^2 \\ -\frac{k}{m_1} & (\omega_t^2 - \omega^2) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} z_{10} \\ z_{20} \end{bmatrix} = 0$$

则 $\begin{bmatrix} (\omega_0^2 - \omega^2) & -\omega_0^2 \\ -\frac{k}{m_1} & (\omega_t^2 - \omega^2) \end{bmatrix} = 0$

则系统主频为: $\omega_{1,2}^2 = \frac{1}{2}(\omega_t^2 + \omega_0^2) \mp \sqrt{\frac{1}{4}(\omega_t^2 - \omega_0^2)^2 - \frac{k \cdot k_t}{m_1 \cdot m_2}}$

4) 一阶主振型和二阶主振型如下:

