

湖北汽车工业学院

2015 年硕士研究生入学考试试卷(参考答案)

考试科目: 汽车理论(A 卷)

(答案必须写在答题纸上, 写在其他地方无效)

一、名词解释: 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、旋转质量换算系数: 在计算汽车的加速阻力时, 需要一系数 δ 将旋转质量的惯性阻力矩转换成平移质量的惯性阻力, 系数 δ 为旋转质量换算系数。
- 2、稳态横摆角速度增益: 汽车稳态横摆角速度与前轮转角之比, 也叫转向灵敏度。
- 3、制动力分配系数: 用前制动器制动力对汽车总制动器制动力之比来表明分配比例, 即制动器制动力分配系数。
- 4、汽车的通过性: 指汽车能够以足够高的平均车速通过各种坏路和无路地带(如松软地面、坎坷不平地段)和各种障碍(陡坡、侧坡、壕沟、台阶、灌木丛、水障)的能力。
- 5、横向稳定杆: 也叫防倾杆。横向稳定杆是用弹簧钢制成的扭杆弹簧, 作用是提高悬架的侧倾角刚度。
- 6、制动效率: 为车轮不锁死的最大制动减速度与车轮和地面间附着系数的比值。

二、填空: 11 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、制动效能是指汽车迅速降低车速直至停车的能力, 汽车以一定初速度制动到停车的制动距离或制动时汽车的制动减速度。
- 2、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。
- 3、决定汽车制动距离的主要因素是制动器起作用时间、最大制动减速度和初始制动车速。
- 4、作为汽车振动输入的路面不平度, 主要用路面功率谱密度来描述其统计特性。
- 5、汽车的行驶总阻力可表示为 $\sum F = F_f + F_w + F_i + F_j$ 。其中主要由轮胎变形所产生的阻力称滚动阻力 F_f 。
- 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、在同一道路条件与车速下, 虽然发动机发出的功率相同, 但变速箱使用的档位越低, 后备功率越大, 发动机的负荷率越低, 燃油消耗率越高。
- 8、当汽车的车速为临界车速时, 汽车的稳态横摆角速度增益趋于无穷大, 临

界车速越低，过多转向量越大。

- 9、附着率是指汽车直线行驶状况下，充分发挥驱动力作用时要求的最低地面附着系数。
- 10、某厂生产的货车有两种主传动比供用户选择，对山区使用的汽车，应选用大的主传动比，为的是提高后备功率，使动力性有所提高。但在空载行驶时，由于负荷率低，故其燃油经济性较差。
- 11、人体对垂直振动的敏感频率范围是 4-12.5Hz，对水平振动的敏感频率范围是 0.5-2Hz，IS002631-1：1997(E)标准采用频率加权系数考虑人体对不同频率振动的敏感程度的差异。

三、简答题：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、何谓动力因数？空载和满载汽车动力性有何变化？

动力因数：汽车牵引性能的主要指标。是剩余牵引力（总牵引力减空气阻力）与汽车总重之比。此值越大，汽车的加速、爬坡和克服道路阻力的能力越大。

$$D = \frac{F_t - F_w}{G}$$

空车、满载时汽车驱动力和空气阻力无变化，但汽车重量增加，动力因数减小，动力性变差。

2、写出汽车百公里燃料消耗方程式，并分析影响汽车燃料经济性的主要因素有哪些？

$$Q_s = \frac{Fb}{3672\eta_T\gamma} = C \cdot \frac{Fb}{\eta_T} (L/100km)$$

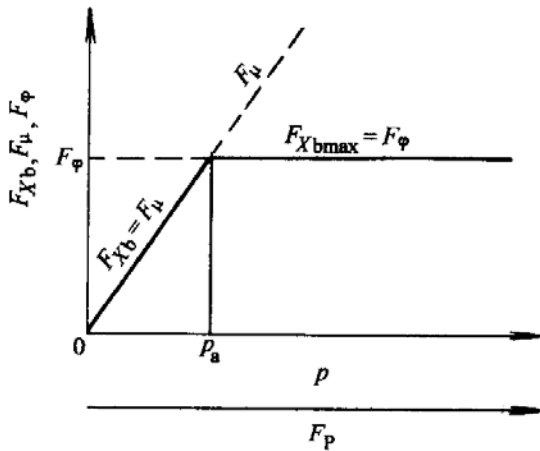
F---行驶阻力，取决于车重、车速与汽车的外部造型、道路条件；

b---发动机燃油消耗率，取决于发动机种类、设计和制造水平、使用负荷率；

η_T ---效率，取决于特定的结构和使用时的调整和保养。

行驶阻力、发动机燃油消耗率越高，传动系统效率越低，百公里油耗越高。

3、试画图分析随着制动踏板力的增加，地面制动力，制动器制动力及地面附着三者之间的关系。



上图给出了地面制动力 F_{x_b} 、制动器制动力 F_{μ} 及附着力 F_{ϕ} 三者之间的关系。当踩下制动踏板时，首先消除制动系间隙后，制动器制动力 F_{μ} 开始增加。且随踏板力 F_p 增加成线性增加。但是地面制动力 F_{x_b} 是地面摩擦阻力的约束反力，其值不能大于地面附着力 F_{ϕ} 。当制动踏板力上升到一定值时，地面制动力 F_{x_b} 达到最大地面制动力 $F_{x_b \max}$ ，车轮开始抱死而出现拖滑现象。随着制动踏板力以及制动管路压力的继续升高，制动器制动力 F_{μ} 继续增加，直至踏板最大行程，但是地面制动力 F_{x_b} 不再增加。

4、如何确定汽车机械变速器的最大传动比？

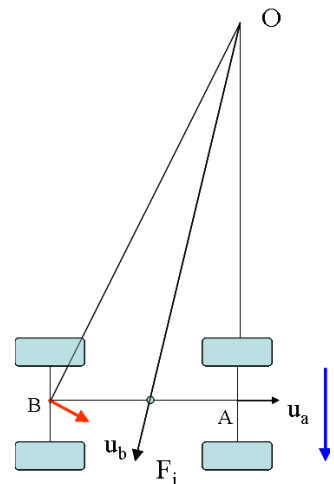
$i_{t \max} = i_{g1} i_0$ ，当 i_0 确定后，最大传动比的确定即为 i_{g1} 的确定。需考虑：

- 1) 满足最大爬坡度的要求（或 $D_{1 \max}$ ）；
- 2) 验算附着条件；
- 3) 应保证汽车能在极低车速下稳定行驶。

5、请作图并说明汽车发生后轴侧滑是一种危险工况。

当汽车发生后轴侧滑后，若受到如图向下的干扰力后，前后轴的速度方向如图，汽车将绕 O 点转动，质心受到惯性力作用，惯性力 F_j 的方向与侧滑方向一致，会加剧后轴侧滑。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。



6、汽车空载和满载是否具有相同的操纵稳定性？

答：汽车的操纵稳定性用稳定性因数来衡量，稳定性因数 $K = \frac{m}{L^2} \left(\frac{a}{k_2} - \frac{b}{k_1} \right)$ 表征

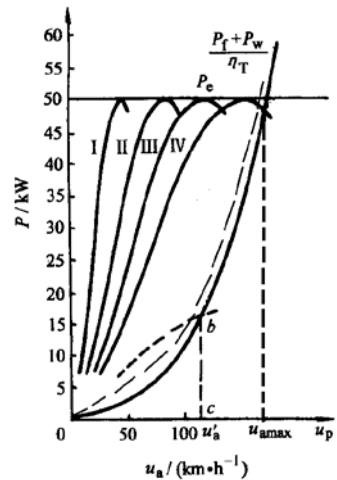
汽车稳态转向特性， $K > 0$ 、 $K = 0$ 和 $K < 0$ 分别代表汽车的三种转向特性； K 包含了汽车的质量参数、结构参数和轮胎特性，空载和满载汽车的质量发生改变，质心的位置改变，轮胎法向载荷的变化也会对轮胎的侧偏刚度产生一定影响，故汽车空载和满载具有不同的操纵稳定性。

四、分析题：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、简要作出某 4 档汽车功率平衡图？分析当轮胎由子午线胎换成普通斜交胎对汽车动力性和经济性的影响？

答：

由于子午线轮胎的滚动阻力系数比普通斜交胎小，当轮胎由子午线胎换成普通斜交胎后，滚动阻力增加，使得阻力功率曲线变为虚线部分，各挡后备功率减小，汽车的最大车速减小，汽车的动力性变差。由于阻力增加，使得汽车的燃油经济性变差。



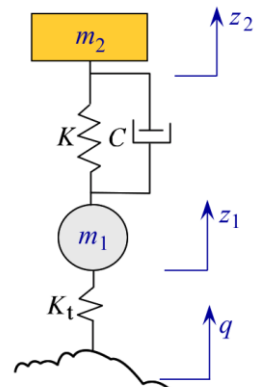
2、请画出汽车的车身与车轮双质量系统振动模型简图，并回答什么是偏频？请分析车身与车轮部分质量比 μ 、悬架与轮胎的刚度比 γ 的改变对汽车行驶平顺性的影响？

答：

在双质量系统中，只有单独一个质量振动时的部分频率，叫做“偏频”。

当车身与车轮部分质量比 μ 增大，即车轮质量减小，车身加速度、悬架弹簧动挠度和车轮相对动载的幅频特性得到改善。

悬架与轮胎的刚度比 γ 增加，即采用较软的轮胎对改善平顺性，尤其是提高车轮与地面的附着性能有明显好处。



五、计算题： 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、已知汽车的若干参数： $m=3800\text{kg}$ ， $f=0.03$ ， $C_D A=2.5\text{m}^2$ ，汽车在下坡度为 16.6% 的坡道时，该时刻的加速度为 1m/s^2 ，车速为 40km/h ，汽车质量换算系数 $\delta=1.003$ ，求汽车的驱动力，问此时汽车的行驶工况？

答： $\alpha = \arctan 0.166 \approx 9.425^\circ$

$$\begin{aligned} F_t &= F_f + F_w + F_i + F_j \\ &= Gf \cos \alpha - G \sin \alpha + \frac{C_D A u_a^2}{21.15} + \delta m \frac{du}{dt} \\ &= 3800 \cdot 9.8 \cdot 0.03 \cdot \cos 9.425^\circ - 3800 \cdot 9.8 \cdot \sin 9.425^\circ \\ &\quad + \frac{2.5 \cdot 40^2}{21.15} + 1.003 \cdot 3800 \cdot 1 \\ &= 1102.13 - 6098.23 + 189.13 + 3811.4 \\ &= -992.57(\text{N}) \end{aligned}$$

此时发动机倒拖或汽车制动。

2、已知汽车轴距 L ，质心高度为 h_g ，质心至前轴和后轴的距离分别为 a 和 b ，制动器制动力分配系数为 β ，试推导该车的同步附着系数 φ_0 的表达式。当该车总质量为 4250kg ，前轴荷为 36%，质心高度为 0.85m ，轴距为 2.45m ，汽车同步附着系数为 0.6，试确定前、后制动器制动力的分配比例应为多少？

答：1)
$$\frac{F_{\mu 1}}{F_{\mu 2}} = \frac{\beta}{1 - \beta} \Rightarrow \varphi_0 = \frac{L\beta - b}{h_g}$$

$$\frac{F_{\mu 1}}{F_{\mu 2}} = \frac{b + \varphi_0 h_g}{a - \varphi_0 h_g} \text{ (同时抱死)}$$

2) $b = 36\% * L = 0.36 * 2.45 = 0.882$

$$a = L - b = 1.568$$

$$\beta = \frac{\varphi_0 h_g + b}{L} = \frac{0.6 * 0.85 + 0.882}{2.45} = 0.57$$

3、某四轮轿车重 2150kg ，轴距为 $L=2.8\text{m}$ ，前轴载荷为车重的 54%，前轮为子午胎，前轴每个车轮的侧偏刚度为 -46.8kN/rad ，后轮为斜交胎，每个车轮的侧偏刚度为 -38.6kN/rad 。请求：

- 1) 试确定该车的稳态转向特性的性质 (4 分)
- 2) 其特征车速或临界车速是多少(km/h) (4 分)
- 3) 当车速为 40km/h 横摆角速度增益分别为多少? (4 分)

答:

1) $m=2150 \text{ kg}$, $b=54\%L=1.512 \text{ m}$, $a=1.288 \text{ m}$
 前轮总的侧偏刚度 $k_1=2*(-46800) \text{ N/rad}$;
 后轮总的侧偏刚度 $k_2=2*(-38600) \text{ N/rad}$;

由 $K = \frac{m}{L^2} \left(\frac{a}{k_2} - \frac{b}{k_1} \right)$, 带入得 $K = -0.000145 \text{ (s}^2/\text{m}^2)$

因为 $K < 0$, 汽车具有轻微过多转向。

2) $K < 0$, 所以存在临界车速,

由 $u_{cr} = \sqrt{-1/K}$, 得 $u_{cr} = 82.94 \text{ m/s} = 298.58 \text{ km/h}$

$$3) \left. \frac{\omega_r}{\delta} \right)_s = \frac{uL}{1 + K \cdot u^2}$$

当 $u=40 \text{ km/h} = 40/3.6 \text{ m/s}$ 时, $\left. \frac{\omega_r}{\delta} \right)_s = 4.04 \text{ (1/s)}$