

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(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: 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. 后备功率: 指汽车在某一车速下所能发出的最大功率与实际所需克服必要的阻力功率之间的差值, 即 $P_e - \frac{1}{\eta_T} (P_f + P_w)$ 。
2. 附着力: 地面对轮胎切向反作用力的极限值称为附着力, 等于法向反力与附着系数之积。
3. 汽车的同步附着系数 ϕ_0 : 实际制动力曲线和理想制动力曲线交点对应的附着之系数称为同步附着系数, 在同步附着系数路面上制动时才能使前后车轮同时抱死。
4. 转向灵敏度: 汽车稳态横摆加速度与前轮转角之比 (或 $\frac{\omega_r}{\delta}$)。
5. 轮胎侧偏现象: 弹性轮胎在侧偏力 F_Y 的作用下滚动时, 即使 F_Y 没有达到附着极限, 车轮行驶方向亦将偏离车轮平面的滚动方向, 这种现象就是轮胎的侧偏现象。
6. 静态储备系数: 汽车中性转向点至前轴的距离与汽车汽车质心至前轴距离之差与轴距的比值或 $S.M. = \frac{a' - a}{L}$ 。

二、填空: 1-15 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. 汽车的动力性指标是 最高车速、加速时间和最大爬坡度。
2. 在汽车制动过程中出现跑偏的原因主要是左、右车轮制动力不平等和悬架系统导向杆系与转向系统拉杆运动不协调。
3. 百公里燃油消耗量分为 等速 行驶工况百公里燃油消耗量和 循环 行驶工况百公里燃油消耗量。
4. 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, 发动机后备功率越大、负荷率越低, 燃油消耗率越高。
5. 求某一档位最大爬坡度时的 F_t 是指与发动机的 全 负荷对应的驱动力 F_t 。
6. C 曲线上点的变化情况是: 随动力性提高, 燃油经济性 变差。
7. 制动性的三个评价指标为: 制动效能、制动效能的恒定性 和 制动方向稳定性。
8. 对汽车动力性和燃油经济性有重要影响的动力装置参数有两个, 即 发动机功

率 和 传动系传动比。

9. 变速器各相邻档位速比理想上应按等比级数分配，为的是充分利用发动机提供的功率，提高汽车的动力性。

10. 当汽车质心位置在中性转向点之后时，汽车具有过多转向特性。

11. 稳定性因数 K 值趋近于零，汽车稳态转向特性趋近于中性转向特性。

12. ISO2631-1: 1997 (E) 标准规定了人体坐姿受振模型，在进行舒适性评价时，考虑了座椅支撑面、座椅靠背 和 脚支撑面 三个输入点的振动。

13. 汽车通过性几何参数包括最小离地间隙、接近角 和 最小通道圆 等。

14. 轮胎发生侧偏现象要满足的条件是弹性轮胎、受侧向力作用 和 滚动。

15. 对无阻尼的汽车，当车速为临界车速 u_{cr} 时，汽车的稳态横摆角速度增益无穷大。

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. 滚动阻力形成的原因？滚动阻力系数与哪些因素有关？写出滚动阻力计算公式。

答：由于轮胎的弹性迟滞损失，使得轮胎所受的法向反作用力相对车轮中心面向前移动一段距离，形成一滚动阻力偶。

滚动阻力系数与路面的种类、行驶车速以及轮胎的构造、材料、气压等有关。

$$F_f = Gf$$

2. 如何确定变速器的最大传动比？

答：最大传动比为变速器一档速比 ig_1 的确定。

1、满足最大爬坡度的要求

2、验算附着条件

3、对于越野车， i_{tmax} 应保证汽车能在极低车速下稳定行驶

3. 制动时，车轮应保持什么状态才能保证方向稳定性？

答：制动时，车轮的滑动率保持在 15%-20% 左右。

1. 此时车轮与地面间有最大的纵向附着系数，汽车能迅速减速，减少受干扰的机会。

2. 保持该滑移率，车轮与地面间的侧向附着系数也较大，抵抗侧向干扰的能力较强。

4. 试分析汽车车身侧倾时垂直载荷在左右轮上的重新分配发生在前轮或后轮对稳态转向特性有何影响？

答：

- 1) 车身侧倾时前轴或后轴左右轮载荷的重新分配会使该轴车轮的平均侧偏刚度变小；
- 2) 这种情况发生在前轴会增加汽车的不足转向特性趋势，发生在后轴会减小汽车的不足转向特性趋势。

5. 为什么说前、后轮侧偏角绝对值之差能表征汽车的稳态转向特性？

答：1) 稳定性因数 $K = \frac{m}{L^2} \left(\frac{a}{k_2} - \frac{b}{k_1} \right)$ 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) $|\alpha_1| - |\alpha_2| = L \cdot K \cdot |\alpha_y|$ 与 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. 评价汽车平顺性时，请详细阐述汽车平顺性的评价方法有哪些，方法选择的依据是什么？

答：

1) 汽车平顺性评价方法分为基本评价法和辅助评价法，基本评价法又分为各轴向加权加速度均方根值、三个轴向总加权均方根值和加权振级；

2) 以峰值系数大小来划分，峰值系数 < 9 使用基本评价法，峰值系数 > 9 使用辅助评价法。

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、写出汽车等速百公里燃油消耗量计算公式，并分析影响汽车燃油经济性的主要因素有哪些？

答：等速百公里燃油消耗量：

$$Q_s = \frac{P_e b}{1.02 u_a \rho g}$$

使用方面

1. 使用经济车速行驶
2. 档位选择 尽可能用高档和直接挡
3. 挂车的使用 吨百公里油耗下降
4. 正确的调整与保养

结构方面

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.改善汽车外形和选用子午线轮胎

2、画出双轴汽车简化的平面模型，并阐述将悬挂质量 m_2 分解到前轴 m_{2f} 、后轴 m_{2r} 和质心 m_{2c} 上的三个集中质量的动力学等效条件是什么？（写出具体公式）

答：按动力学等效方法，等效后三个等效质量由三个条件决定：

总质量保持不变 $m_{2f} + m_{2r} + m_{2c} = m_2$

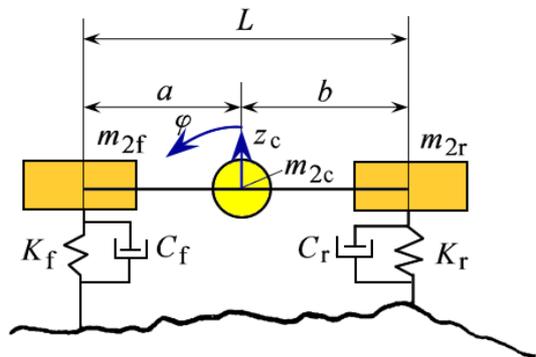
质心位置保持不变 $m_{2f}a - m_{2r}b = 0$

转动惯量保持不变

$$I_y = m_2 \rho_y^2 = m_{2f} a^2 + m_{2r} b^2$$

等效后的质量分别为：

$$\begin{cases} m_{2f} = m_2 \frac{\rho_y^2}{aL} \\ m_{2r} = m_2 \frac{\rho_y^2}{bL} \\ m_{2c} = m_2 \left(1 - \frac{\rho_y^2}{ab} \right) \end{cases}$$



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、一汽车的总质量是 2000kg, $A=2m^2$, $C_D=0.3$, 滚动阻力系数 $f=0.015$ ；汽车传动系的效率为 0.85, 发动机的最大功率为 50kW,

1) 若该车的主传动比为 i_0 , 用功率平衡简图表示若主传动比变化为 $1.2 i_0$ 和 $0.8 i_0$ 时, 发动机后备功率的变化和对汽车经济性影响情况。(6 分)

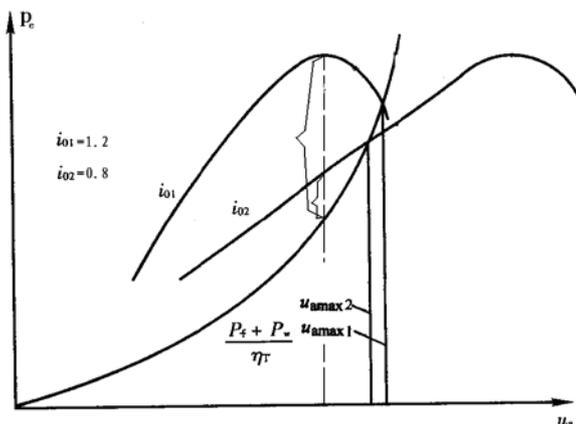
2) 分析该车的最高车速是否超过 160km/h。(6 分)

假设：

1) i_0 为一定值, 则在功率平衡简图上,

$1.2 i_0$ 线位于左侧, 后备功率变大, 汽车经济性变差;

$0.8 i_0$ 线位于右侧, 后备功率变



小，汽车经济性变好。

2)

$$P_e = \frac{1}{\eta_T} (P_f + P_w) = \frac{1}{\eta_T} \left(\frac{Gf_{u_{\max}}}{3600} + \frac{C_D A u_{\max}^3}{76140} \right)$$

$$= (2000 * 9.8 * 0.015 * 160 + 0.3 * 2 * 160^3 / 21.15) / 0.85 / 3600$$

$$= 53.35 \text{ kW}$$

$P_e >$ 发动机的最大功率，故该车的最高车速不可能超过 160km/h。

2、某汽车的重量为 $G=21\text{KN}$ ，轴距 $L=2.87\text{m}$ ，重心距前轮的距离为 $a=1.3\text{m}$ ，重心高度为 $h_g=0.5\text{m}$ ，若汽车的制动力分配系数为 $\beta=0.6$ ，

1) 推导同步附着系数 φ_0 的表达式。(5分)

2) 画图分析在路面附着系数为 0.6 路面上的制动过程。(7分)

答：1)

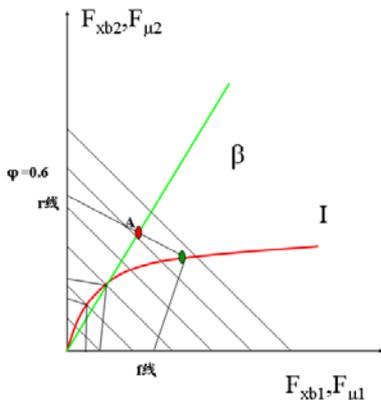
$$\frac{F_{\mu 1}}{F_{\mu 2}} = \frac{\beta}{1-\beta}$$

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

2)

$$b = L - a = 1.57$$

$$\varphi_0 = \frac{L\beta - b}{h_g} = \frac{2.87 * 0.6 - 1.57}{0.5} = 0.304$$



制动器制动力和地面制动力首先沿 β 线增加，到达 A 点 β 线与 r 线相交，后轮先抱死，之后地面制动力沿 r 线变化，直到与 $\varphi=0.6$ 的 f 线或 I 线相交，前轮抱死。

3、某四轮轿车重 19.8kN ，轴距为 $L=2.7\text{m}$ ，质心到前轴的距离 $a=1.2\text{m}$ ，前轮为子午胎，前轴每个车轮的侧偏刚度为 -47.2kN/rad ，后轮为斜交胎，前轴每个车轮的侧偏刚度为 -31.3kN/rad 。请求：

1) 如果存在，请计算临界车速或特征车速？(6分)

2) 静态储备系数 S.M. 为多少？(2分)

3) 当车速为 20km/h 和 200km/h 时横摆角速度增益分别为多少? (4 分)

答:

1) $m=19800/9.81=2018 \text{ kg}$, $b=L-a=1.5 \text{ m}$
前轮总的侧偏刚度 $k_1=2*(-47200) \text{ N/rad}$;
后轮总的侧偏刚度 $k_2=2*(-31300) \text{ N/rad}$;

由 $K = \frac{m}{L^2} \left(\frac{a}{k_2} - \frac{b}{k_1} \right)$, 带入得 $K = -0.0089 \text{ (s}^2/\text{m}^2)$

因为 $K < 0$, 所以存在临界车速,

由 $u_{cr} = \sqrt{-1/K}$, 得 $u_{cr} = 10.596 \text{ m/s} = 38.1 \text{ km/h}$

$$2) S.M = \frac{k_2}{k_1 + k_2} - \frac{a}{L} = -0.0457;$$

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

当 $u=20\text{km/h}=20/3.6 \text{ m/s}$ 时, $\left. \frac{\omega_r}{\delta} \right)_s = 2.8378 \text{ (1/s)}$

当 $u=200\text{km/h}=200/3.6 \text{ m/s}$ 时, $\left. \frac{\omega_r}{\delta} \right)_s = -0.7767 \text{ (1/s)}$, 由于 $u=200 \text{ km/h} > u_{cr}=38.1 \text{ km/h}$, 之前汽车就已经失稳。