

武汉科技大学

2007 年硕士研究生入学考试试题（答案）

考试科目代码及名称：449 汽车理论 共 2 页 第 1 页

说明：1. 适用招生专业：080204 车辆工程

2. 可使用的常用工具：函数计算器
3. 答题内容写在答题纸上，写在试卷或草稿纸上一律无效。
4. 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. 汽车比功率：单位汽车总质量具有的发动机功率。
2. 附着率：汽车直线行驶状态下，充分发挥驱动力所要求的最低附着系数。
3. 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。
4. 制动器制动力：在轮胎周缘为了克服制动器摩擦力矩所需的力。
5. 最小转弯直径：当汽车前轮处于最大转角状态行驶时，外侧转向轮中心平面在地面上形成的轨迹圆直径。

二、填空题（每小题 2 分，共 10 分）

1. 汽车的通过性包括 支承通过性 和 几何通过性 两个方面。
2. 绘制“C”曲线的坐标轴分别是 燃油经济性 和 动力性。
3. 汽车百公里油耗分为 等速百公里油耗 和 循环百公里油耗。
4. 传动系各档的传动比理论上应按 等比级数 分配，实际上各档传动比

$$\text{分布关系为 } \frac{i_{g1}}{i_{g2}} \geq \frac{i_{g2}}{i_{g3}} \geq \dots \geq \frac{i_{gn-1}}{i_{gn}}。$$

5. 在平顺性研究中，时间频率 f 和空间频率 n 的关系是 $f = un$ ，时间频率功率谱密度 $G_q(f)$ 和空间频率功率谱密度 $G_q(n)$ 的关系是

$$G_q(f) = \frac{1}{u} G_q(n)。 \quad (u \text{ 为车速})$$

三、判断题（正确打“√”，错误打“×”，每小题 2 分，共 10 分）

1. 富康轿车越过台阶的能力取决于前轮。 (√)
2. 载货汽车的比功率主要是根据总质量来确定。 (√)
3. 当汽车带挂行驶后, 汽车单位行程燃油消耗量将会减少。 (×)
4. 车身与车轮双质量系统的一阶主振型为车身型振动。 (√)
5. 我国国家标准规定, 在研究由路面随机激励引起的振动对人体的影响时, 只考虑座椅支承面处六个方向的振动。 (×)

四、 问答题 (每小题 15 分, 共 90 分)

1. 写出三种不同形式的汽车行驶方程, 并说明其作用有何不同?

答: 三种不同形式的汽车行驶方程:

1) 力的平衡方程 $F_t = F_f + F_w + F_i + F_j$

2) 无因次方程 (或动力平衡方程) $D = \psi + \frac{\delta}{g} \frac{du}{dt}$

3) 功率平衡方程 $P_e = \frac{1}{\eta_T} (P_f + P_w + P_i + P_j)$

力的平衡方程是根据汽车行驶过程中纵向受力平衡得到的, 是最基本的一种描述汽车行驶状态的方程; 无因次方程和功率平衡方程是在力的平衡方程的基础上转化而来的, 无因次方程可以直接求出动力因数, 作为表征汽车动力特性的指标; 功率平衡方程用来描述发动机功率和汽车行驶的阻力功率间的平衡关系。因此, 这三个方程的实质是一样的, 都是汽车的行驶方程, 都可以用来求解汽车动力性的评价指标: 最高车速 $u_{a\max}$ 、加速时间 t 和最大爬坡度 i_{\max} 。但这三种不同形式的汽车行驶方程的作用也有所不同: 无因次方程求出的动力因数可直接比较两辆汽车动力性的好坏; 由功率平衡方程可看出汽车的后备功率及发动机的负荷率, 可以判断汽车经济性的好坏。

2. 由内燃机与电力驱动装置构成的混合动力电动汽车可提高汽车的燃油经济性, 试分析其原因。

答: 混合动力电动汽车可提高汽车的燃油经济性的原因有以下几个方面:

- 1) 传统汽车为了满足急加速、高速行驶与快速上坡对驱动功率的要求, 装备的发动机的功率相当大。在一般情况下, 发动机节气门开度小, 负荷率低, 相应的燃油消耗率高。而在混合动力电动汽车中, 只需要装备较

小的发动机，因此，发动机可以常在高负荷、高效率下运转，燃油消耗率低。

- 2) 传统汽车发动机的设计要考虑多方面的要求，混合动力电动汽车中的发动机不要求过高的升功率和很好的动态特性，可以按最高热效率的原则设计，以提高汽车的燃油经济性。
 - 3) 混合动力电动汽车可以在汽车停车等候或低速滑行等工况下关机，节省燃油。
 - 4) 混合动力电动汽车可以实现制动能量回收，进一步提高汽车的燃油经济性。
3. 某汽车的不足转向量偏小，试举出一种改进措施（限于悬架系统），并说明其理由。

答：要提高汽车的不足转向量，在悬架的结构设计上可采取以下措施之一：

在前悬架上增加横向稳定杆；

提高前悬架弹簧的刚度；

减小后悬架弹簧的刚度。

前两种措施都可以提高前悬架的侧倾角刚度，使车厢侧倾后，左右前轮的垂直载荷变化增大，其轮胎的平均侧偏刚度减小，导致前轮的侧偏角（绝对值）增大，从而提高汽车的不足转向量。

措施之三可以减小后悬架的侧倾角刚度，使车厢侧倾后，左右后轮的垂直载荷变化减小，其轮胎的平均侧偏刚度变大，导致后轮的侧偏角（绝对值）减小，也可提高汽车的不足转向量。

4. 比较轿车和越野汽车悬架系统的固有频率的高低，并分析其原因。

答：轿车悬架系统的固有频率比越野汽车的低。

根据车身单自由度振动模型的分析结论，车身振动加速度随固有频率的减小而减小，悬架动挠度随固有频率的减小而增大。因为轿车的舒适性要求高，而行驶的路面比越野汽车好，悬架动挠度引起的撞击限位块的概率很小，因此，选择较小的固有频率，以减小车身振动加速度。而越野汽车行驶的路面较差，为避免悬架动挠度过大引起撞击限位块，越野汽车悬架系统的固有频率选择较高。

5. 为什么操纵稳定性好的汽车应具有适度的不足转向特性？

答：汽车的“等速圆周行驶”稳态响应，是评价汽车操纵稳定性的重要特性之一，称为汽车的“稳态转向特性”。汽车的稳态转向特性分成三种类型：不足转向、中性转向和过多转向。具有过多转向特性的汽车在圆周行驶时，若行驶车速升高时，转向半径会愈来愈小，容易导致汽车失稳；具有中性转向特性的汽车，虽然随着行驶车速的升高，转向半径 R 不变，但车速达到一定程度，汽车也容易失稳，而且，在使用过程中，中性转向特性有可能转变为过多转向特性。具有不足转向特性的汽车，随着行驶车速的升高，汽车的转向半径 R 增大，这种汽车的稳定性最好。因此，汽车应具有不足转向特性。而且，不足转向量不能过小，否则受使用因素的影响，会转变为中性转向、甚至过多转向特性。不足转向量亦不能过大，过大则特征车速会过低，使转向灵敏度在车速超过特征车速后出现逆转，影响操纵稳定性。因此，具有适度不足转向的汽车，才有良好的操纵稳定性。

6. 什么叫汽车的同步附着系数？比较载货汽车在空载和满载工况下同步附着系数的大小，并分析这两种工况下汽车制动时的方向稳定性有何不同？

答：制动时，使汽车前、后车轮同时抱死所要求的路面附着系数称为同步附着系数。同步附着系数与整车质心位置有关，载货汽车在空载和满载工况下的同步附着系数是不同的，满载工况下的同步附着系数比空载大。在附着系数大于同步附着系数的路面上制动时，会出现后轮比前轮先抱死，后轮先抱死可能引起后轴侧滑，而后轴侧滑比前轴侧滑危险得多。由于空载工况下的同步附着系数减小，意味着在更多的路面条件下可能出现危险的后轴侧滑。因此，载货汽车在空载工况下制动时的方向稳定性比满载时变差。

五、 计算题（每小题 15 分，共 30 分）

1. 某汽车的质量 $m=9300\text{kg}$, $a=2.95\text{m}$, $L=3.95\text{m}$, $h_g=1.16\text{m}$, $\beta=0.38$, 当在 $\varphi=0.6$ 的路面上，以 30 km/h 的初速度紧急制动时，制动系统反应时间 $\tau_2' = 0.02\text{s}$, 制动减速度上升时间 $\tau_2'' = 0.02\text{s}$, 求：
- 1) 允许车轮抱死的制动距离；
 - 2) 汽车的同步附着系数；
 - 3) 汽车制动时的制动效率。

解：1) 车轮抱死后的最大制动减速度为： $j_{\max} = \varphi g = 0.6g$

制动距离为：

$$S = \frac{1}{3.6} \left(\tau_2' + \frac{\tau_2''}{2} \right) u_{a0} + \frac{u_{a0}^2}{25.92 j_{\max}}$$

$$= \frac{1}{3.6} \left(0.02 + \frac{0.02}{2} \right) \times 30 + \frac{30^2}{25.92 \times 0.6 \times 9.8}$$

$$= 6.16(m)$$

2) 同步附着系数 φ_0

$$\varphi_0 = \frac{L\beta - b}{h_g} = \frac{3.95 \times 0.38 - 1}{1.16} = 0.43$$

3) $\because \varphi_0 = 0.43 < \varphi = 0.6$

\therefore 制动时后轮先抱死

制动效率 E_r

$$E_r = \frac{a}{L(1-\beta) + h_g \varphi_r} = \frac{2.95}{3.95(1-0.38) + 1.16 \times 0.6} = 0.94$$

2. 某汽车的质量 $m=1600\text{kg}$ ，空气阻力系数 $C_D=0.4$ ，迎风面积 $A=1.9\text{m}^2$ 。该车用直接档以 60km/h 的车速在道路阻力系数 $\psi=0.03$ 的路面上行驶，若发动机的工况不变，当变速器改用传动比为 1.62 的档位时，汽车的动力因数为多少？

解： 1) 求车速为 60km/h 时的空气阻力：

$$F_w = \frac{C_D A u_a^2}{21.15} = \frac{0.4 \times 1.9 \times 60^2}{21.15} = 129.4(N)$$

2) 求以直接档行驶时的驱动力：

$$\text{根据 } \frac{F_t - F_w}{G} = \psi + \frac{\delta}{g} \frac{du}{dt}$$

$$\because \text{等速行驶, } \frac{du}{dt} = 0$$

$$\therefore F_t = \psi G + F_w = 0.03 \times 1600 \times 9.8 + 129.4 = 599.8(N)$$

3) 求改用传动比为 1.62 的档位后的动力因数

$$D = \frac{1.62 F_t - F_w / 1.62^2}{G} = \frac{1.62 \times 599.8 - \frac{129.4}{1.62^2}}{1600 \times 9.8} = 0.059$$