

# 汽车理论 教学大纲

四年制本科:车辆工程专业用

68 学时

4 学分

长 安 大 学

汽车学院车辆工程系

2009 年 8 月

## 一、本课程的地位、作用和任务

本课程是为机械设计制造及其自动化（车辆工程）专业开设的一门专业理论课。其目的在于通过汽车行驶规律和动力学的研究，阐明汽车主要使用性能及其影响因素，从而提供合理设计和正确使用汽车的理论依据。

## 二、本课程内容的基本要求

### 1. 对能力培养的要求

通过本课程学习，学生应掌握汽车基本性能，并能借助计算机进行汽车性能的计算和分析，将所学知识综合应用到汽车产品的设计中；对汽车基本性能的试验内容、所用设备和数据处理有全面的了解。

### 2. 本课程的重点和难点

1、汽车的动力性：着重分析汽车行使时的受力状况，要求学生掌握动力性的评价指标和确定方法，使学生能够对现有车辆进行动力性的分析和比较，根据使用要求合理选用汽车。

2、汽车的燃油经济性：着重阐明各种评价指标及方法，要求学生掌握油耗计算方法，能分析总结节油的可行措施和提高燃油经济性的有效途径。

3、汽车动力装置参数的选定：使学生掌握从动力性和燃油经济性的角度上，根据使用要求合理选择发动机和传动系参数。

4、汽车的制动性：着重阐明制动评价指标。使学生掌握制动时汽车和车轮的受力分析，制动距离的计算方法。明确制动时汽车方向不稳定现象及其机理，掌握制动过程的分析，明确同步附着系数和车轮防抱死的概念。

5、汽车的操纵稳定性：要求学生充分理解轮胎的侧偏特性，掌握在侧向力作用下汽车的运动分析和受力分析，重点掌握两自由度模型对前轮角输入的响应，了解前轮角阶跃输入下的瞬态响应，基本了解侧倾对操纵稳定性的影响。

6、汽车的平顺性：要求学生明确平顺性的评价指标。着重阐明双质量两自由度振动系统的评价方法和计算方法。要求学生熟悉 ISO2631 对人体耐受振动的反应界限，熟练掌握线性系统输入、输出与传递特性之间的关系，掌握系统频率响应函数和幅频特性的计算方法，会分析系统参数对振动响应的影响，了解双轴汽车的振型和减小俯仰角加速度的办法。

7、汽车的通过性：了解评价参数，土壤的基本物理性质，车辆在松软地面的阻力，土壤推力，和挂钩牵引力。了解间隙失效的基本概念。

### 3. 先修课程及基本要求

在学习本课程之前，学生应掌握高等数学、工程数学中的概率论、线性代数和积分变换、普通物

理、理论力学、机械原理、汽车构造、发动机原理、随机振动以及汽车驾驶等方面的知识和技能。

### 三、课程内容

#### 1. 教学基本内容

绪论

汽车理论课程的任务和研究对象。

汽车理论在汽车设计和汽车使用中的重要作用，以及它在国民经济和国防建设中的地位。汽车理论研究的主要内容。

#### 第一章 汽车的动力性

汽车动力性的指标，动力性对运输生产率的影响。

作用在驱动轮上的驱动力。发动机的使用外特性，传动系的机械效率，车轮的半径，汽车的驱动力图。

汽车的行驶阻力。滚动阻力和滚动阻力系数。空气阻力、坡度阻力和加速阻力。汽车行驶方程式。

汽车行驶的驱动力与附着条件、附着力及附着系数。

汽车的驱动力——行驶阻力平衡图。加速度图、加速度倒数图、加速时间曲线和爬坡图。

汽车的动力因数和动力特性。用动力特性图来确定汽车的最高车速、上坡能力和加速能力。

汽车的功率平衡。汽车的后备功率。

#### 第二章 汽车的燃油经济性

汽车燃油经济性的评价指标及试验方法。

汽车燃油经济性的计算。等速油耗的计算；加速油耗的计算；（线性和非线性加速）等减速油耗的计算（强制怠速油耗）；停车怠速油耗的计算；全循环工况百公里油耗的计算。经济车速。

影响燃油经济性的因素：使用因素和结构因素。无级变速与“最小燃油消耗特性”。

\*装有液力传动装置的汽车燃油经济性的计算。

#### 第三章 汽车动力装置参数的选定

发动机功率的选择。

最小传动比的选择。

最大传动比的选择。

传动系档数与各档传动比的选择。

利用燃油经济性——加速时间曲线确定动力装置的参数。

#### 第四章 汽车的制动性

汽车制动性的评价指标。

制动车轮的受力分析。地面制动力、制动器制动力及附着力三者之间的关系，制动力系数和轮胎滑

动率的变化曲线。影响附着系数的因素。

汽车制动效能及其恒定性。制动效能的评价指标：制动距离，制动减速度。制动过程分析，影响制动距离的主要因素。

制动效能的恒定性——抗热衰退性能。制动效能因数。

制动时汽车的方向稳定性。汽车的制动跑偏。制动时后轴侧滑与前轴转向能力的丧失。

前、后制动器制动力的比例关系。地面对前、后车轮的法向反力。理想的前、后制动器制动力分配曲线。具有固定比值的前、后制动器制动力与同步附着系数，前、后制动器制动力具有固定比值的汽车在各种路面上制动过程的分析。利用附着系数与附着效率，对前、后制动器制动力分配的要求。ECE 制动法规，具有变化比值的前、后制动器制动力的分配特性，车轮的防抱死。

## 第五章 汽车的操纵稳定性

概述汽车操纵稳定性包含的内容。车辆坐标系与方向盘阶跃输入下的时域响应。人——汽车闭路系统。汽车试验的两种评价方法及时域响应与频域响应特性的评价指标。

轮胎的侧偏特性。轮胎坐标系。轮胎的侧偏现象与侧偏刚度。轮胎的结构、工作条件对侧偏特性的影响。回正力矩  $T_z$ 。有外倾角时轮胎的滚动。

线性二自由度汽车模型对前轮角输入的响应。线性二自由度模型的运动微分方程。前轮角阶跃输入下进入的汽车稳态响应——等速圆周运动，稳态响应及其三种类型。表征稳态响应的其它参数。前轮角阶跃输入下的瞬态响应。

汽车操纵稳定性与悬架、转向系的关系。汽车的侧倾。侧倾对稳态响应的影响。侧倾时车轮外倾角的变化。侧倾转向。悬架导向装置和转向系变形引起车轮转向。

## 第六章 汽车的平顺性

汽车行驶平顺性的定义；平顺性研究对象和内容；研究平顺性的目的；平顺性研究的一般方法。

人体对振动的反应和平顺性的评价。ISO2631 人体耐振反应的界限，GB4970-85 简介。平顺性的评价指标和评价方法。GB/T12477-90 简介。

路面的统计特性。路面不平度的功率谱。GB7031-86 简介。空间频率谱密度与时间频率谱密度之间的关系。不平度位移、速度和加速度谱密度之间的关系。路面对四轮汽车的输入谱。

汽车振动系统的简化，单质量系统的振动，单质量系统的自由振动；单质量系统的频率响应特性。单质量系统对路面随机输入的响应；车身加速度功率谱的计算；车轮与路面相对动载  $F_d/G$  对  $q$  的幅频特性；悬架动挠度  $f_a$  对  $q$  的幅频特性；悬架系统固有频率  $f_0$  与阻尼比  $\zeta$  的选择。

车身与车轮双质量系统的振动。运动方程与振型分析；双质量系统的传递特性；车身加速度、悬架动挠度和车轮相对动载的幅频特性；在路面随机输入下系统振动响应均方值的计算；系统参数对振动响应均方值的影响。

双轴汽车的振动，振型分析；减小俯仰角加速度；轴距中心处垂直位移  $Z_c$  和车身俯仰角位移  $\psi$  对前轴上方车身位移  $Z_{zf}$  的幅频特性； $Z_{zf}$  及  $\psi$  功率谱密度及均方值的计算。

人体——座椅系统的振动。

## 第七章 汽车的通过性

松软地面的物理性质。

车辆的挂钩牵引力。

间隙失效与通过性几何参数。

### 2. 课外作业

作业见课后习题。另外布置三个大作业，分别在动力性和经济性、制动性、平顺性授课后。

### 3. 实验课

- I 汽车动力性试验
- I 汽车燃油经济性的试验
- I 汽车制动性的试验
- I 汽车的通过性试验

上述试验可视情况选择安排。

## 四、课程学时分配及说明

### 1. 学时分配表

课程内容	学 时 数				备注
	总学时	讲授	实验	上机	
第一章 汽车的动力性	12	10	2	2	课外上机
第二章 汽车的燃油经济性	6	4	2	2	
第三章 汽车装置参数的选定	6	6			
第四章 汽车的制动性	12	10	2		
第五章 汽车的操纵稳定性	14	14			课内上机
第六章 汽车的平顺性	14	14		2	
第七章 汽车的通过性	4	2	2		
合 计	68	60	8	6	

### 2. 教学方法提示

授课与自修结合

### 3. 考核方式

考试

## 五、课程教材及主要参考书

## 1、课程教材

《汽车理论》（第五版）机械工业出版社，2009年3月，清华大学余志生主编、陈朝阳主审。

## 2、主要参考书

- [1] 《理论力学》高等教育出版社，2002年，哈工大理论力学教研室
- [2] 《工程力学简明教程》机械工业出版社，2006，赵关康 张国民
- [3] 《汽车构造》机械工业出版社，2000年，陈家瑞主编
- [4] 《自动控制原理简明教程》（第二版）科学出版社 2008，胡寿松 主编
- [5] 《汽车设计》清华大学出版社，2003年，刘维信主编
- [6] 《汽车车身结构与设计》机械工业出版社，2000年，黄天泽主编
- [7] 《汽车制动系统设计》人民交通出版社，1990年，张维林译
- [8] 《汽车工程手册》人民交通出版社，2001年，张小虞主任委员
- [9] 《汽车安全与法规》人民交通出版，2005.8 刘晶郁主编 高等学校车辆工程专业教材
- [10] 《汽车CAD技术》人民交通出版社，2005.9 张启明主编 高等学校车辆工程专业教材
- [11] 《汽车试验学》人民交通出版社 2006.6 郭应时主编
- [12] 《现代最优化设计与规划方法》人民交通出版 2005.8 魏朗编著 普通高等教育规划教材
- [13] 《汽车可靠性技术》人民交通出版社 2004.12 李晓霞编 普通高等教育十五国家级规划教材
- [14] 《汽车可靠性理论》机械工业出版社 2002.12 李晓霞编 普通高等教育十五国家级规划教材
- [15] 《Visual C++程序设计攻略教程》西安电子科技大学出版社 2004.1 魏朗、陈涛编著
- [16] 《现代汽车制动防抱死系统实用技术》人民交通出版社 2001.6 魏朗编著
- [17] 《汽车安全技术概论》人民交通出版社 1994.4 魏朗编著
- [18] 《汽车技术法规与标准概论》陕西科学技术出版社 1998.3 马建编著
- [19] 《汽车动力学》德国，M.米奇克著 清华大学出版社 2009.3 余强 译

执笔人：张德鹏

系或教研室主任：刘晶郁

主管院长（部、系主任）：余强