

汽车理论电子教案

课程总学时 68

讲授 60 学时

试验 8 学时

长安大学汽车学院车辆工程系
汽车理论课程组

绪论

章	绪论
节	
教学目标	介绍汽车理论的学习方法和教学内容，并讨论学习目的
重点和难点	本课程的特点和教学要求
教学内容	1. 为什么要学习汽车理论 2. 汽车理论研究的内容 3. 教学要求、教学资源和考核方法
教学过程设计	1、由当前汽车工业的发展引出问题 2、汽车理论研究的内容 ★基本性能 ★学习思路 3、教学要求、教学资源和考核方法
板书设计	性能 - 评价指标 - 力学模型 - 分析 - 解决问题的技术途径
学时数	1 学时
作业要求	
改进方向	

第一章 汽车的动力性

章	第一章 汽车的动力性
节	第一节 汽车的动力性指标
教学目标	掌握汽车动力性的评价指标和不同车型对动力性的要求
重点和难点	动力性评价的 3 个指标
教学内容	1、动力性的定义 2、最高车速 3、加速时间 4、最大爬坡度
教学过程设计	1. 定义和指标（学生讨论或提问） ★动力性定义 ★三个评价指标 2. 最高车速数据及讨论 3. 加速时间及加速过程曲线 ★原地起步加速 ★超车加速 4. 坡度的概念，最大爬坡度 5. 动力性测试数据
板书设计	三个指标中英文对照，坡度图
学时数	1 学时
作业要求	
改进方向	收集国内外相关的标准

章	第一章 汽车的动力性
节	第二节 汽车的驱动力与行驶阻力
教学目标	计算和分析汽车行驶过程中的驱动力和阻力
重点和难点	滚动阻力的成因，旋转质量换算系数，功率平衡法推导汽车的行驶方程式
教学内容	1、 汽车的驱动力 2、 汽车的行驶阻力 3、 汽车行驶方程式
教学过程设计	1、 汽车的驱动力 ★发动机的转速特性 ★传动系统的机械效率 ★车轮半径 ★驱动力图 2、 汽车的行驶阻力 ★滚动阻力（轮胎的迟滞损失，影响滚动阻力的因素） ★空气阻力（空气阻力系数，空气阻力的组成，空气阻力与车身结构；） ★坡度阻力（常见路面的坡度，道路阻力） ★加速阻力（平动质量，旋转质量，旋转质量换算系数） 3、 汽车行驶方程式 ★行驶方程式 ★用功率方程推导行驶方程式 ★定速比和 CVT 的行驶方程式 4、 总结并提出问题：动力性指标如何计算？
板书设计	$F_t = \frac{T_{iq} i_0 i_g h_T}{r}$ $\frac{T_{iq} i_0 i_g h_T}{r} = Gf \cos a + \frac{C_D A}{21.25} u^2 + G \sin a + dm \frac{du}{dt}$ $d = 1 + \left(\frac{1}{m} \right) \sum \frac{I_w}{r^2} + \left(\frac{1}{m} \right) \frac{I_f i_0^2 i_g^2 h_T}{r^2}$
学时数	2 学时
作业要求	教材习题 1.1 1.2
改进方向	搜集有关轮胎力学的资料，特别是图片和视频

章	第一章 汽车的动力性
节	第三节 汽车的驱动力 - 行驶阻力平衡图与动力特性图
教学目标	用图示方法了解动力性指标的计算方法
重点和难点	三个动力性指标在驱动力 - 行驶阻力平衡图上的表示

教学内容	1、 汽车的驱动力 - 行驶阻力平衡图 2、 汽车的动力特性图
教学过程设计	1、 汽车的驱动力 - 行驶阻力平衡图 ★由行驶方程式引出问题 ★介绍驱动力 - 行驶阻力平衡图 ★最高车速的确定和讨论 ★加速时间的计算 ★最大爬坡度的计算（引出问题：是否是真实可以达到的爬坡度？） 2、 汽车的动力特性图 ★介绍动力特性图的历史 3、 动力性特性的计算
板书设计	加速时间的积分式，最大爬坡度计算的力平衡式（用于下一节附着条件的引出）
学时数	2 学时
作业要求	教科书作业 1.3
改进方向	收集最新车辆的具体参数作为计算的例子

章	第一章 汽车的动力性
节	第四节 汽车行驶的附着条件与汽车的附着率
教学目标	理解附着力、附着条件、附着率等基本概念，掌握坡道行驶时的受力和附着条件
重点和难点	附着条件的基本概念和不同条件下附着率的推导
教学内容	1、 汽车行驶的附着条件 2、 汽车的附着力与地面的法向反作用力 3、 作用在驱动轮上的地面切向反作用力 4、 附着率
教学过程设计	1、 汽车行驶的附着条件 ★雪天打滑引出附着力的概念 ★常见路面的平均附着系数 ★胎面结构和附着系数的关系 ★附着条件、附着率 ★不同驾驶条件下附着利用的讨论 ★驾驶技巧 - >TCS 2、 汽车的附着力与地面的法向反作用力 ★坡道行驶时的受力分析 ★不同驱动型式的讨论 3、 作用在驱动轮上的地面切向反作用力 ★坡道行驶时的受力分析 4、 附着率 ★后轮驱动情况分析 ★前轮驱动情况分析 ★全轮驱动情况分析

	★加速工况分析
板书设计	保留： $F_{X_{\max}} = F_j = F_z j$ $C_{j2} = \frac{q}{\frac{a}{L} + \frac{h_g}{L} q} \quad q = i + \frac{1}{\cos \alpha} \left(\frac{1}{g} \right) \frac{du}{dt}$
学时数	2.5 学时
作业要求	教材习题 1.7, 1.8
改进方向	搜集有关附着系数视频

章	第一章 汽车的动力性
节	第五节 汽车的功率平衡
教学目标	掌握功率平衡图以及后备功率图的绘制和分析
重点和难点	驱动力 - 行驶阻力平衡图与功率平衡图的关系，后备功率的作用
教学内容	1、 汽车的功率平衡图 2、 后备功率
教学过程设计	1、 汽车的功率平衡图 ★由驱动力 - 行驶阻力平衡图引入功率平衡图的概念 ★功率平衡图的绘制 ★最高车速的确定 ★讨论 2、 后备功率 ★后备功率图的绘制 ★后备功率的作用 ★不同档位动力性和燃油消耗的讨论（为第二章提供基础）
板书设计	$F_t = F_f + F_w + F_i + F_j$ $P_t = h_T P_e$
学时数	1 学时
作业要求	
改进方向	

章	第一章 汽车的动力性
节	第六节 装有液力变矩器汽车的动力性
教学目标	了解液力变矩器的工作原理，掌握其特性曲线，分析 AT 和有级变速器汽车动力性的差别及其原因
重点和难点	液力变矩器的无因次特性、泵轮的转矩曲线和变矩器的输出特性
教学内容	1、 无级变速器与汽车动力性的关系

	2、液力变矩器的无因次特性 3、液力变矩器的泵轮转矩曲线 4、变矩器的输出特性 5、综合式和带有锁止装置的液力变矩器的输出特性 6、装有液力变矩器汽车的动力性
教学过程设计	1、无级变速器与汽车动力性的关系 ★几种动力装置的比较 ★无级变速+活塞式内燃机~等功率发动机 2、液力变矩器的无因次特性 ★变矩比、变速比、效率 ★泵轮转矩系数 ★无因次特性 3、液力变矩器的泵轮转矩曲线 ★透过性液力变矩器 ★非透过性液力变矩器 4、变矩器的输出特性 5、综合式和带有锁止装置的液力变矩器的输出特性 ★液力耦合器的特点 ★综合式液力变矩器的无因次特性 ★综合式液力变矩器的输出特性 ★带有锁止装置的液力变矩器的输出特性 6、装有液力变矩器汽车的动力性 ★AT 的换挡规律 ★驱动力 - 行驶阻力平衡图
板书设计	AT 汽车驱动力的计算步骤
学时数	0.5 学时
作业要求	
改进方向	

第二章 汽车的燃油经济性

章	第二章 汽车的燃油经济性
节	第一节 汽车燃油经济性的评价指标
教学目标	理解中国、美国和欧洲燃油经济性的评价指标，了解燃油消耗量的限值及法规
重点和难点	工况和燃油经济性的关系，测量燃油经济性的方法
教学内容	1、等速工况 2、循环行驶试验工况 3、燃油消耗量的限值与法规
教学过程设计	1、引入：燃油经济性的指标 ★提问：为什么要用工况法？ 2、等速工况 ★给出图表 ★讨论等速百公里油耗和车速的关系

	<ul style="list-style-type: none"> ★讨论“经济车速”的概念 3、 循环行驶试验工况 <ul style="list-style-type: none"> ★ECE 工况 ★EPA 工况 ★中国工况 ★给出几种车型的油耗数据，讨论，为后续的提高燃油经济性技术途径做准备 4、 燃油消耗量的限值与法规 <ul style="list-style-type: none"> ★燃油消耗量试验方法 ★限值与法规 ★碳平衡法简介
板书设计	保留“经济车速”以及关于油耗讨论的整理
学时数	0.5 学时
作业要求	
改进方向	保持国内相关标准的同步更新

章	第二章 汽车的燃油经济性
节	第二节 汽车燃油经济性的计算
教学目标	掌握汽车在等速、等加速、等减速和怠速等工况下百公里燃油消耗量的计算方法
重点和难点	等加速工况的离散化处理
教学内容	<ol style="list-style-type: none"> 1、 等速行驶工况燃油消耗量的计算 2、 等加速行驶工况燃油消耗量的计算 3、 等减速行驶工况燃油消耗量的计算 4、 汽车怠速时的燃油消耗量的计算 5、 整个循环工况的燃油消耗量计算
教学过程设计	<ol style="list-style-type: none"> 1、 引入：燃油经济性计算的思路 <ul style="list-style-type: none"> ★内燃机万有特性曲线 ★汽车行驶的功率平衡图 2、 等速行驶工况燃油消耗量的计算 <ul style="list-style-type: none"> ★结合万有特性图给出计算的步骤 ★推导等速百公里油耗的计算公式 3、 等加速行驶工况燃油消耗量的计算 <ul style="list-style-type: none"> ★提问：和等速工况的差别以及处理方法 ★给出假设条件：忽略内燃机功率变化对万有特性的影响对车速的离散化处理 ★计算步骤和公式 4、 等减速行驶工况燃油消耗量的计算 5、 汽车怠速时的燃油消耗量的计算 6、 整个循环工况的燃油消耗量计算
板书设计	行驶工况—功率/发动机工作点—万有特性曲线—燃油消耗量

	$Q_s = \frac{P_e b \times 100}{102 u_a r g}$
学时数	1 学时
作业要求	教材习题 2.7
改进方向	搜集内燃机油耗和功率改变率之间关系的资料

章	第二章 汽车的燃油经济性
节	第三节 影响汽车燃油经济性的因素
教学目标	从汽车设计和使用两个方面分析影响燃油经济性的因素，讨论减少燃油消耗量的技术途径
重点和难点	影响燃油经济性的两大方面，八个因素
教学内容	1、 汽车运行油耗方程式 2、 从使用角度提高燃油经济性的途径 3、 从设计角度提高燃油经济性的途径
教学过程设计	1、 汽车运行油耗方程式 ★给出不同工况条件下车辆的能量消耗分析，在 EPA 城市和功率循环下分别有 25% 和 7.3% 的燃油消耗于怠速、附件和制动，讨论，如何减少这些消耗？ 2、 从使用角度提高燃油经济性的途径 ★车速 ★挡位 ★带挂车 ★正确保养与维护 3、 从设计角度提高燃油经济性的途径 ★整车质量 ★发动机 ★传动系 ★外形与轮胎
板书设计	$Q_s = \frac{Cb \sum F}{h_r}$
学时数	1 学时
作业要求	教材习题 2.4
改进方向	自动变速器的最新发展

章	第二章 汽车的燃油经济性
节	第四节 装有液力变矩器汽车的燃油经济性计算
教学目标	掌握装有液力变矩器汽车燃油消耗量的计算方法
重点和难点	发动机和液力变矩器共同工作曲线的绘制及理解
教学内容	装有液力变矩器汽车的燃油经济性计算
教学过程设计	1、 发动机和液力变矩器的共同工作曲线、发动机的小时油耗

	曲线 2、不同节气门开度下的 $T_t = f(n_t)$ 和 $n_p = f(n_t)$ 曲线 3、由阻力确定发动机工作点，进而得到油耗
板书设计	计算思路和步骤
学时数	0.5 学时
作业要求	
改进方向	

章	第二章 汽车的燃油经济性
节	第五节 电动汽车的研究
教学目标	了解汽车工业发展面临的能源和环境问题，明确电动汽车的分类和各自的特点，掌握纯电动汽车的动力性和能量消耗计算方法，定性分析混合动力汽车节油的途径并对整车能量管理算法有初步了解
重点和难点	电机和电池的特性分析，纯电动汽车能量消耗计算，混合动力汽车提高能量效率的途径分析，整车能量管理算法
教学内容	1、电动汽车（Electric Vehicle）的分类和特点 2、纯电动汽车（Battery EV）的动力性、经济性计算 3、混合动力电动汽车（Hybrid EV）的节油原理 4、丰田 Prius 混合动力电动汽车的工作模式
教学过程设计	1、讲述和提问： <ul style="list-style-type: none"> ★讲述：汽车的能量消耗分布 ★提问：汽车发展面临的问题 2、可能的替代能源和动力系统途径 <ul style="list-style-type: none"> ★讲述：用数据说明 3 大问题；一次能源、二次能源、能源多样化模式；以石油为基础的提高能量效率和能源替代模式 ★讲述：汽油车、柴油车、电动汽车的排放、CO₂、能量消耗和价格比较 ★板书归纳： <ul style="list-style-type: none"> ★电动汽车（Electric Vehicle）的分类和特点 ★提问和板书画图：纯电动汽车的构成 ★讲述：混合动力汽车的构成及其特点（串联、并联、混联；Micro Hybrid, Mild Hybrid, Full Hybrid; Plug-inHybrid: 能源和动力的双重混合） ★讲述：燃料电池汽车的构成及其特点（电-电混合） 3、纯电动汽车（Battery EV）的动力性、经济性计算 <ul style="list-style-type: none"> ★提问：BEV 和汽油车动力性、能量消耗计算可能的区别， ★引出电机和电池特性的概念 ★电机特性及其和内燃机特性的对比分析 4、电池特性及其特点分析 <ul style="list-style-type: none"> ★提问、板书、讲述：纯电动汽车动力性的评价指标及其计

	<p>算方法（板书的动力性计算公式保留）</p> <p>★提问、板书、讲述：纯电动汽车能量消耗计算方法，给出能量消耗计算的流程图</p> <p>5、混合动力电动汽车（Hybrid EV）的节油原理</p> <p>★提问和复习：传统内燃机汽车的能量消耗分布</p> <p>★提问和板书：混合动力汽车减少提高能量效率的途径分析</p> <p>★板书总结：混合动力系统提高能量效率的途径：发动机层面、系统层面（保留）可能的替代能源和动力系统途径</p> <p>6、丰田 Prius 混合动力电动汽车的工作模式</p> <p>★讲述：Prius 动力驱动系统原理</p> <p>★提问：系统复杂化带来工作模式灵活性和更大的能量效率</p> <p>★优化可能，可能的工作模式？</p> <p>★幻灯片总结：Prius 工作模式及其能量流分析</p> <p>★讲述：几种能量管理算法比较</p> <p>★讲述：模式切换规则 Case Study</p> <p>★总结：结合最后板书部分总结，强调系统效率最优而不是发动机效率最优</p>
板书设计	见“教学过程设计”
学时数	1 学时
作业要求	
改进方向	

第三章 汽车动力装置参数的选定

章	第三章 汽车动力装置参数的选定
节	第一节 发动机功率的选择
教学目标	掌握汽车发动机功率选择和确定的方法
重点和难点	比功率的特点，图 3 - 2 的分析与计算
教学内容	<ol style="list-style-type: none"> 1、 用实际例子引出动力系统参数选择的问题 2、 根据最高车速计算发动机功率 3、 比功率的概念和统计数据 4、 如何通过比功率确定发动机功率
教学过程设计	<ol style="list-style-type: none"> 1、 问题的引入是关键，将企业的实际问题作为例子用于讨论 <ul style="list-style-type: none"> ★实际案例 ★动力系统参数：发动机功率和传动系速比 ★讨论：如何选择？ 2、 根据最高车速计算发动机功率 3、 比功率的概念和统计数据 <ul style="list-style-type: none"> ★比功率 ★货车的的数据及讨论 ★轿车的的数据及讨论 4、 运用图 3 - 2，讨论如何计算发动机功率 5、 给出一些汽车的实际例子
板书设计	画出功率平衡图供本节和后续使用

学时数	1 学时
作业要求	
改进方向	

章	第三章 汽车动力装置参数的选定
节	第二节 最小传动比的选择
教学目标	掌握最小传动比的选择原则
重点和难点	利用功率平衡图选择最小传动比
教学内容	1、 最小传动比对动力性和燃油经济性的影响 2、 最小传动比对驾驶性能的影响
教学过程设计	1、 最小传动比对动力性和燃油经济性的影响 ★由功率平衡图讨论：动力性，燃油经济性 2、 最小传动比对驾驶性能的影响 ★讨论：加速性、动力装置的转矩响应、噪声和振动，给出最小传动比对驾驶性能的影响
板书设计	
学时数	1 学时
作业要求	
改进方向	

章	第三章 汽车动力装置参数的选定
节	第三节 最大传动比的选择
教学目标	掌握最大传动比的选择原则
重点和难点	最大传动比选择时需要考虑的因素以及不同车辆类型的区别
教学内容	最大传动比选择需要考虑的三个条件
教学过程设计	1、 最大传动比选择需要考虑的三个条件 ★最大爬坡度 ★附着条件 ★最低稳定车速 2、 计算实例 3、 不同类型车辆三个条件关系讨论
板书设计	
学时数	1 学时
作业要求	
改进方向	

章	第三章 汽车动力装置参数的选定
节	第四节 传动系档数与各档传动比的选择
教学目标	掌握传动系传动比选择的原则
重点和难点	等比级数传动比的特点，传动比对动力性和经济性的影响

教学内容	等比级数传动比的特点，档位数对汽车动力性和经济性的影响，实际传动系的传动比的选择
教学过程设计	1、问题的引入，结合具体例子讨论档位数对汽车动力性和经济性的影响 2、讨论等比级数的特点，给出具有等比级数传动比的车型 3、讲解现在实际车辆的传动比选择方案
板书设计	
学时数	1.5 学时
作业要求	
改进方向	

章	第三章 汽车动力装置参数的选定
节	第五节 利用燃油经济性 - 加速时间曲线确定动力装置参数
教学目标	掌握运用燃油经济性 - 加速时间曲线（C 曲线）分析汽车的动力性和经济性的方法
重点和难点	C 曲线的概念和特点、图 3 - 12 的理解，汽车动力性和经济性的矛盾与统一
教学内容	C 曲线的概念，利用 C 曲线确定主减速器速比，最佳燃油经济性动力性曲线，主减速器和变速器统一考虑下的速比选择，发动机、变速器和主减速器统一考虑的选择。
教学过程设计	1、 引入 C 曲线，讨论 C 曲线的特点 2、 结合实际车型讨论：主减速器的速比选择 3、 介绍最佳燃油经济性动力性曲线，对变速器和主减速器速比的协同选择 4、 发动机、变速器参数和主减速器速比的协调选择 5、 结合具体的车型例子讨论传动系的优化设计及其基本流程
板书设计	
学时数	1.5 学时
作业要求	第三章的大作业
改进方向	

第四章 汽车的制动性

章	第四章 汽车的制动性
节	第一节 制动性的评价指标
教学目标	掌握制动性的评价标准
重点和难点	三类评价指标
教学内容	制动性能的评价指标及相关标准
教学过程设计	1、 制动性能的评价指标 ★制动效能 ★制动效能的恒定性 ★制动时的方向稳定性

	2、介绍现行制动法规及国家标准的演变过程
板书设计	三类评价指标
学时数	1 学时
作业要求	
改进方向	

章	第四章 汽车的制动性
节	第二节 制动时车轮的受力
教学目标	学习制动时车轮的受力分析，切实掌握地面制动力、制动器制动力和附着力的概念，理解轮胎的附着特性
重点和难点	轮胎的制动力系数和滑转率的关系
教学内容	<ol style="list-style-type: none"> 1、制动时车轮受力分析 2、地面制动力、制动器制动力和附着力的概念 3、硬路面上的附着系数（制动力系数、侧向力系数和滑转率的关系） 4、制动力系数的影响因素 5、滑水现象
教学过程设计	<ol style="list-style-type: none"> 1、制动时车轮受力分析 <ul style="list-style-type: none"> ★画出车轮受力图 ★明确：两个摩擦副（制动器摩擦副、轮胎与地面） 2、地面制动力、制动器制动力和附着力的概念 <ul style="list-style-type: none"> ★制动器制动力 ★地面制动力、制动器制动力和附着力三者关系（图 4-3） 3、硬路面上的附着系数（制动力系数、侧向力系数和滑转率的关系） <ul style="list-style-type: none"> ★车轮的三态 ★制动过程的讨论 ★滑转率定义 ★制动力系数—滑转率曲线 ★侧向力系数—滑转率曲线 ★ABS 优点讨论 4、制动力系数的影响因素 <ul style="list-style-type: none"> ★路面 ★车速 ★轮胎结构 ★轮胎花纹 5、滑水现象 <ul style="list-style-type: none"> ★讲解滑水机理 ★视频和进一步讨论
板书设计	
学时数	2 学时
作业要求	

改进方向	补充轮胎的试验数据，附着系数的数据
------	-------------------

章	第四章 汽车的制动性
节	第三节 汽车的制动效能及其恒定性
教学目标	掌握制动距离的计算，理解制动力矩恒定性的概念及其影响因素
重点和难点	制动距离的计算，影响制动效能恒定性的因素
教学内容	1、 制动距离及制动减速度（包括 MFDD） 2、 制动距离分析 3、 制动效能的恒定性
教学过程设计	1、 制动距离及制动减速度（包括 MFDD） ★讨论制动过程力—减速度—距离的关系 ★平均减速度 ★MFDD 2、 制动距离分析 ★分析制动过程的时间构成 ★制动距离的分时间段计算方法 ★制动距离影响因素讲解与讨论 3、 制动效能的恒定性 ★恒定性的概念和热衰退的实例 ★影响因素 ★盘式制动器的优点
板书设计	
学时数	1 学时
作业要求	
改进方向	典型事故分析

章	第四章 汽车的制动性
节	第四节 制动时汽车的方向稳定性
教学目标	理解制动跑偏和侧滑的概念，能够分析汽车制动跑偏和侧滑机理。
重点和难点	侧滑与跑偏概念的理解，前后轮抱死对制动时方向稳定性的影响（图 4 - 25），悬架和转向系统干涉。
教学内容	1、 制动跑偏和制动侧滑的概念 2、 制动跑偏机理分析 3、 制动侧滑机理分析
教学过程设计	1、 制动跑偏和制动侧滑的概念 2、 制动跑偏机理分析 ★左右车轮制动力不相等 ★后轮抱死和不抱死以及方向盘锁死和自由四种工况的跑偏试验介绍 ★悬架杆系和转向系的运动学干涉

	<p>3、 制动侧滑机理分析</p> <p>★前后轮分别抱死的理论模型分析</p> <p>★图 4 - 22、4 - 23 试验介绍，讨论，总结：前轮抱死—>失去转向能力；后轮抱死—>侧滑（注意条件）。</p> <p>★ABS——>受控的制动过程</p>
板书设计	
学时数	2 学时
作业要求	
改进方向	采用动画方式来解释悬架和转向系统的干涉

章	第四章 汽车的制动性
节	第五节 前后制动器制动力的比例关系
教学目标	能够分析制动力分配对制动性能的影响，了解 ABS 的基本原理
重点和难点	制动力分配理想曲线，同步附着系数，制动力分配对制动性能的影响（图 4 - 31），对方向稳定性的影响（图 4 - 25），制动效率，利用附着系数的概念和制动法规，ABS 的工作原理。
教学内容	<ol style="list-style-type: none"> 1、 地面对前后车轮的法向反作用力 2、 理想的前后制动器制动力分配曲线 3、 具有固定比值的前后制动器制动力与同步附着系数 4、 具有固定比值前后制动器制动力的汽车在各种路面上的制动过程分析 5、 利用附着系数与制动效率 6、 对前后制动器制动力分配的要求 7、 辅助制动器和发动机制动对制动力分配及制动效能的影响 8、 制动防抱装置
教学过程设计	<ol style="list-style-type: none"> 1、 地面对前后车轮的法向反作用力 <ul style="list-style-type: none"> ★课堂练习：画出制动时的汽车受力图 ★制动强度 ★给出前后地面法向反力表达式 2、 理想的前后制动器制动力分配曲线 <ul style="list-style-type: none"> ★理想——>前后车轮同时抱死（不可控制动过程的最好可能性），不可控条件下的“理想” ★I 曲线——解析法 ★I 曲线——作图法 3、 具有固定比值的前后制动器制动力与同步附着系数 <ul style="list-style-type: none"> ★β 线 ★同步附着系数 ★临界减速度 4、 具有固定比值前后制动器制动力的汽车在各种路面上的制动过程分析 <ul style="list-style-type: none"> ★f 线组 ★r 线组

	<p>★制动过程用 f 线组、r 线组、I 线、β 线的综合分析</p> <p>★课堂讨论：给定的设计（制动器制动力分配），车轮不抱死所能达到的最大制动强度？（过渡到利用附着系数）</p> <p>5、利用附着系数与制动效率</p> <p>★介绍利用附着系数的概念及其物理含义</p> <p>★推导 j_f、j_r 计算公式</p> <p>★讨论利用附着系数与制动强度的关系</p> <p>★讲解车轮不抱死条件下的最大制动减速度和最短制动距离计算制动效率</p> <p>6、对前后制动器制动力分配的要求</p> <p>★介绍法规要求</p> <p>★通过讨论，加深理解</p> <p>7、辅助制动器和发动机制动对制动力分配及制动效能的影响</p> <p>★讨论商用车采用缓速器和发动机制动的必要性</p> <p>★给出缓速器及发动机制动的特性</p> <p>★给定特性下制动力分配的推导（简明）</p> <p>8、制动防抱装置</p> <p>★ABS 组成</p> <p>★液压原理</p> <p>★单轮模型（注意假设条件的界定）及其求解</p> <p>★“分析——设计；分析——控制”</p> <p>★试验过程演示和讨论</p> <p>★用本小节的讨论复习本章内容</p>
板书设计	<p>法向反作用力的公式</p> <p>将 I 曲线和 β 线的图保留用于车轮抱死条件的讨论</p>
学时数	4 学时
作业要求	教材习题 4.3, 4.5, 大作业
改进方向	

第五章 汽车的操纵稳定性

章	第五章 汽车的操纵稳定性
节	第一节 概述
教学目标	了解汽车操纵稳定性的概念和研究方法
重点和难点	操纵稳定性的概念及评价指标
教学内容	<p>1、操纵稳定性的定义</p> <p>2、概述操纵稳定性的各种理解</p> <p>3、研究的内容</p> <p>4、开环与闭环的概念</p> <p>5、评价方法：主观评价和客观评价</p>
教学过程设计	<p>1. 结合学生骑自行车的体会引入概念</p> <p>2. 课程中结合蛇形试验的视频讨论</p>

板书设计	蛇形试验的布置图（国家标准）可以画在黑板上，便于讨论问题
学时数	1 学时
作业要求	
改进方向	收集一些汽车的主观评价表及评价的结果

章	第五章 汽车的操纵稳定性
节	第二节 轮胎的侧偏特性
教学目标	掌握轮胎的坐标系，侧偏特性以及结构参数的影响
重点和难点	侧偏力、回正力矩概念及其方向
教学内容	1、 轮胎的坐标系 2、 轮胎的侧偏现象 3、 轮胎侧偏特性的影响因素 4、 回正力矩 5、 外倾角对轮胎侧偏特性的影响
教学过程设计	1、 从轮胎的重要性引入 2、 侧偏现象的介绍要慢，可以考虑用轮胎侧偏试验视频或照片 3、 轮胎高宽比的介绍要看学生汽车构造课学习情况确定
板书设计	看课件
学时数	1 学时
作业要求	教材习题 5.1
改进方向	1、 收集转鼓试验台上轮胎侧偏特性测量的视频 2、 收集轮胎的资料

章	第五章 汽车的操纵稳定性
节	第三节 线性二自由度汽车模型对前轮角输入的响应
教学目标	掌握汽车二自由度模型以及系统的稳态和瞬态特性，了解系统的频率响应函数
重点和难点	这一节是第五章的基础和重点，二自由度模型，稳态响应的三种类型和表征稳态响应参数是重点，要求能分析他们的相互关系。这一章是教学上难点。
教学内容	1、 二自由度的运动微分方程 2、 角阶跃输入的稳态响应，三种类型和几种表达参数 3、 角阶跃输入的瞬态响应，评价指标和稳定条件 4、 横摆角速度的频率响应函数
教学过程设计	1、 从多自由度汽车系统到二自由度模型的假设条件引入 2、 注意坐标系的建立 3、 微分方程的解法视学生的情况决定进程 4、 频率响应函数的概念需要复习 5、 总结中讨论几种稳态特性参数的关系
板书设计	微分方程可以写在黑板上，讨论频率响应函数时根据学生情况变

	化，注意采用系统的时域、频域和 S 域三种表达的方法 <div style="text-align: center;"> <p style="margin: 0;">输入 $(x(t), X(f), X(s))$ \Rightarrow 系统 $(H(f), h(t), H(s))$ \Rightarrow 输出 $(y(t), Y(f), Y(s))$</p> </div>
学时数	4 学时
作业要求	教材后 5.11, 5.12
改进方向	收集几种现代的轿车的稳态转向特性

章	第五章 汽车的操纵稳定性
节	第四节 汽车操纵稳定性和悬架的关系
教学目标	使学生了解悬架对汽车操纵稳定性的影响
重点和难点	重点是侧倾对操纵稳定性的影响，侧倾中心的确定，侧倾转向和变形转向的概念。难点是侧倾对车轮外倾角的影响和对转向特性的影响，侧倾角和垂直载荷在左右侧车轮上的重新分配的计算，变形转向的计算表达式。
教学内容	<ol style="list-style-type: none"> 1、 侧倾轴线和侧倾中心 2、 侧倾角计算 3、 侧倾对左右车轮垂直载荷的影响 4、 侧倾对车轮外倾的影响 5、 侧倾转向 6、 变形转向与变形外倾
教学过程设计	<ol style="list-style-type: none"> 1、 问题的引入：强调实际车辆和二自由度模型的区别，引入汽车的悬架。可以采用提问的方式。 2、 要提前准备好三心定理和虚位移的材料，根据学生的现场情况决定是否复习。 3、 对公式 5-41 在推导过程中，要注意贯彻这是普遍的规律和悬架结构无关的思想。 4、 在讨论横向稳定杆对转向特性的作用时，要注意提醒学生全面的分析 5、 侧倾外倾采用动画 6、 变形转向可以采用随动转向的例子，展示各向异性的橡胶件 7、 总结注意归纳到车身侧倾带来的影响，强调悬架的结构区别，引导学生考虑汽车设计问题
板书设计	看课件，无特殊的要求，可以考虑把侧倾外倾系数等都整理在黑板，便于最后的总结。
学时数	4 学时
作业要求	教材习题 5.14、5.17
改进方向	<ol style="list-style-type: none"> 1、 增加悬架结构的图片，特别是现在的多连杆悬架（作为参考资料）。 2、 增加侧倾转向的视频

章	第五章 汽车的操纵稳定性
节	第五节 汽车操纵稳定性与转向系的关系
教学目标	了解转向系统和汽车操纵稳定性的关系
重点和难点	这部分内容不是重点，主要了解评价方法
教学内容	1、 转向系统的功能和力特性 2、 On center handling
教学过程设计	1、 转向系统的功能和力特性 2、 On center handling
板书设计	看课件
学时数	1 学时
作业要求	
改进方向	力特性曲线的试验结果展示

章	第五章 汽车的操纵稳定性
节	第六节 汽车操纵稳定性与传动系的关系
教学目标	了解传动系和汽车操纵稳定性的关系
重点和难点	这一节是非重点要求的内容，主要是前轮驱动对转向特性的影响
教学内容	1、 地面切向力与转向特性的关系 2、 地面切向力控制转向特性的概念
教学过程设计	1、 提问引入地面切向力对转向特性的影响 2、 对前轮驱动汽车进行四方面的分析 3、 地面切向力控制转向特性
板书设计	看课件
学时数	1 学时
作业要求	
改进方向	图 5-66 和图 5-68 的举例说明

章	第五章 汽车的操纵稳定性
节	第七节 汽车的侧翻
教学目标	掌握汽车侧翻基本计算方法
重点和难点	侧翻的阈值，瞬态侧翻和静态的区别是难点
教学内容	1、 刚性汽车模型的准静态侧翻和侧翻阈值 2、 考虑悬架的侧翻模型 3、 瞬态侧翻
教学过程设计	1、 侧翻的交通事故介绍，说明侧翻概念在汽车设计中的重要 2、 静态侧翻条件的推导

	3、瞬态侧翻和静态的对比分析 4、国家关于客车侧翻的标准
板书设计	看课件
学时数	2 学时
作业要求	
改进方向	瞬态侧翻概念的力学分析，增加作业题目

第六章 汽车的平顺性

章	第六章 汽车的平顺性
节	概述
教学目标	了解汽车平顺性的概念和研究方法
重点和难点	平顺性的概念
教学内容	1、平顺性的定义 2、平顺性研究的基本内容及方法
教学过程设计	1、引入 ★结合本课程定义简略回顾本课程已学内容； ★举例说明汽车行驶使用性能还应包括行驶平顺性； ★行驶舒适性不同感觉：同车不同路、同路不同车、制动点头工况等 2、平顺性的定义及研究的必要性 ★定义 ★NVH 概念解释（平顺性是其内容之一）、重要性 ★平顺性研究的必要性 3、平顺性研究的基本内容及方法 ★振动系统概念的描述 ★基于振动系统的平顺性涉及的基本内容 ★研究方法：系统动力学（建模、求解、系统动特性、结构参数对系统动特性的影响）、理论分析与实验测试、人对振动的主观评价方法
板书设计	行驶舒适性不同感觉、NVH 概念、振动系统示意图
学时数	2 学时
作业要求	
改进方向	收集一些反映汽车平顺性的录像和主观评价表及评价的结果

章	第六章 汽车的平顺性
节	第一节 人体对振动的反应和平顺性的评价
教学目标	了解人体对振动的不同反应，掌握汽车平顺性的主要评价方法
重点和难点	平顺性的评价方法
教学内容	1、人体对振动的反应 2、平顺性的评价方法
教学过程设计	1、引入基于振动系统的概念 2、人体对振动的反应

	<p>★机械振动对人体影响的4要素（举例）</p> <p>★国内外相关标准</p> <p>★人体坐姿受振模型、频率加权函数和轴加权系数</p> <p>★人体对不同频率、不同轴向的振动敏感程度不同</p> <p>3、平顺性的评价方法</p> <p>★基本评价方法：计算各轴向加权加速度均方根值 a_w 三个方向总加权加速度均方根值 振动测量结果 L_{aw} 和 a_w 与人的主观感觉之间的关系（评价）</p> <p>★辅助评价方法：使用工况 单位</p>
板书设计	振动系统示意图指出输出的评价
学时数	2学时
作业要求	1、复习随机振动基本知识 2、教材习题 6.1
改进方向	考虑课程体系的调整

章	第六章 汽车的平顺性
节	第二节 路面不平度的统计特性
教学目标	了解路面不平度与随机过程的概念，掌握路面不平度的统计特性的确定方法
重点和难点	路面不平度功率谱密度的物理意义及计算方法
教学内容	<p>1、随机振动基础复习</p> <p>2、路面不平度的功率谱密度</p> <p>3、空间频率功率谱密度化为时间频率功率谱密度</p> <p>4、路面对四轮汽车输入的功率谱密度</p>
教学过程设计	<p>1、引入基于振动系统的概念</p> <p>2、随机振动基础复习（随机变量、随机过程及其数字特征）</p> <p>★正态分布</p> <p>★数学期望（简称 期望、均值）、方差、均方差（标准差）、</p> <p>★均方值、均方根值、协方差</p> <p>★相关系数（标准协方差）</p> <p>★自相关函数、互相关函数</p> <p>★功率谱密度、自功率谱密度、互功率谱密度</p> <p>3、路面不平度的功率谱密度</p> <p>★路面不平度函数</p> <p>★路面不平度的功率谱密度</p> <p>★速度功率谱密度和加速度功率谱密度</p> <p>4、空间频率功率谱密度化为时间频率功率谱密度</p> <p>★空间频率和时间频率的概念</p> <p>★空间频率和时间频率谱密度的关系</p> <p>5、路面对四轮汽车输入的功率谱密度</p> <p>★四轮汽车输入的功率谱密度</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ★侧倾角位移功率谱密度与垂直位移功率谱密度概念 ★课堂练习 ★左、右两车辙不平度的幅值和相位的差异，引起汽车侧倾运动 ★根据公式(6-17)及图(6-10)分析某汽车(其车身部分侧倾振动的固有频率为1Hz)在高速及低速行驶时，哪种工况更容易引起汽车侧倾角振动？
板书设计	振动系统示意图指出输出的评价
学时数	3学时
作业要求	教材习题 6.2
改进方向	

章	第六章 汽车的平顺性
节	第三节 汽车振动系统的简化、单质量系统的振动
教学目标	学习汽车振动系统的简化原理，掌握基于单自由度模型的汽车平顺性研究方法
重点和难点	单自由度汽车系统的建模、响应求解、平顺性分析
教学内容	<ol style="list-style-type: none"> 1、汽车振动系统的简化 2、单质量系统的自由振动 3、单质量系统频率响应特性 4、单质量系统对路面随机输入的响应
教学过程设计	<ol style="list-style-type: none"> 1、以单自由度系统为应用对象，完成系统的建模、求响应、系统动特性及与结构参数的关系 2、汽车振动系统的简化 <ul style="list-style-type: none"> ★从实际车辆到单自由度模型车辆的对比（提问） ★各种模型的简化方法 3、单质量系统的自由振动 <ul style="list-style-type: none"> ★运动微分方程建立 ★求解响应 ★阻尼比对衰减振动的两方面影响 4、单质量系统频率响应特性 <ul style="list-style-type: none"> ★频响特性的概念 ★频率响应函数的确定 ★幅频特性曲线 ★幅频特性曲线的讨论 5、单质量系统对路面随机输入的响应 <ul style="list-style-type: none"> ★用随机振动理论分析汽车平顺性的概述 ★车身加速度的功率谱密度的计算分析 ★车轮与路面间的相对动载对 q 的幅频特性的分析 ★悬架弹簧的动挠度对 q 幅频特性的分析 ★悬架系统固有频率 f_0 与阻尼比 ζ 的选择

板书设计	振动系统示意图
学时数	3 学时
作业要求	
改进方向	

章	第六章 汽车的平顺性
节	第四节 车身与车轮双质量系统的振动
教学目标	学习汽车双质量系统的振动特点,掌握基于双自由度模型的汽车平顺性研究方法
重点和难点	双自由度汽车系统的建模、响应求解、平顺性分析
教学内容	<ol style="list-style-type: none"> 1、 运动方程和振型分析 2、 双质量系统的传递特性 3、 车身加速度、悬架弹簧动挠度和车轮相对动载的幅频特性 4、 在路面随机输入下系统振动响应量均方根值的计算 5、 系统参数对振动响应量均方根值的影响
教学过程设计	<ol style="list-style-type: none"> 1、 引入单自由度系统的局限性,提出双质量系统研究 2、 运动方程和振型分析 <ul style="list-style-type: none"> ★运动微分方程的建立 ★偏频、主频率、主振型的概念 3、 双质量系统的传递特性 <ul style="list-style-type: none"> ★车轮部分 $z_1 \sim q$ 的幅频特性 ★双质量系统的传递特性 ★车身加速度、悬架弹簧动挠度和车轮相对动载的幅频特性 ★车身加速度 \ddot{Z} 对 q 的幅频特性 ★相对动载对 q 的幅频特性 ★悬架动挠度对 q 的幅频特性 4、 在路面随机输入下系统振动响应量均方根值的计算 5、 系统参数对振动响应量均方根值的影响(课堂测验) <ul style="list-style-type: none"> ★分析车身固有频率对车身加速度、动挠度和相对动载荷均方根值的影响; ★分析车身部分阻尼比对车身加速度、动挠度和相对动载荷均方根值的影响; ★分析车身与车轮部分质量比对车身加速度、动挠度和相对动载荷均方根值的影响 ★分析悬架与轮胎的刚度比对车身加速度、动挠度和相对动载荷均方根值的影响
板书设计	电子课件
学时数	3 学时
作业要求	教材习题 6.3、6.4

改进方向	
------	--

章	第六章 汽车的平顺性
节	第五节 “人体—座椅”系统的振动
教学目标	理解“人体—座椅”系统的振动特点，掌握“人体—座椅”系统模型的平顺性研究方法
重点和难点	“人体—座椅”系统的建模、响应求解、平顺性分析
教学内容	1、“人体—座椅”系统的传递特性 2、“人体—座椅”系统的参数选择
教学过程设计	1、提出“人体—座椅”系统的振动研究的必要性 2、“人体—座椅”系统的传递特性 ★运动微分方程的建立 ★将人体简化为两自由度系统及刚性质量的不同之处 3、“人体—座椅”系统的参数选择 ★人体垂直方向的敏感度频率范围 ★座椅频率和阻尼比选择实例
板书设计	电子课件
学时数	1 学时
作业要求	教材习题 6.5，大作业
改进方向	

第七章 汽车的通过性

章	第七章 汽车的通过性
节	概述
教学目标	了解汽车通过性的概念和研究方法
重点和难点	通过性的概念及通过性的分类
教学内容	1、通过性的定义及分类 2、通过性研究方法
教学过程设计	1、举例说明汽车行驶使用性能还应包括通过性； 2、通过性的定义及研究的必要性 ★定义 ★通过性研究的必要性 3、通过性研究的方法 ★通过性的分类：支承通过性和几何通过性 ★通过性研究方法
板书设计	电子课件
学时数	0.5 学时
作业要求	
改进方向	

章	第七章 汽车的通过性
节	第一节 汽车通过性评价指标及几何参数
教学目标	掌握汽车通过性评价指标
重点和难点	通过性评价指标
教学内容	1、 支承通过性评价指标 2、 几何通过性评价指标
教学过程设计	1、 支承通过性评价指标 ★牵引系数 TC ★牵引效率 TE ★燃油利用指数 Ef 2、 间隙失效与几何通过性的关系 ★顶起失效、触头失效、托尾失效 ★间隙失效与几何通过性的关系 3、 几何通过性评价指标 ★最小离地间隙 h ★纵向通过角 β ★接近角 γ_1 ★离去角 γ_2 ★最小转弯直径 ★转弯通道圆
板书设计	电子课件
学时数	0.5 学时
作业要求	
改进方向	收集越野汽车的相关视频

章	第七章 汽车的通过性
节	第二节 土壤推力 第三节 车辆的挂钩牵引力
教学目标	掌握土壤推力和车辆的挂钩牵引力的概念
重点和难点	土壤推力、最大土壤推力、车辆在松软地面上的土壤阻力 土壤阻力的影响因素、挂钩牵引力、不同行走机构的土壤推力与滑动率的关系
教学内容	1、 土壤推力 2、 车辆在松软地面上的土壤阻力 3、 挂钩牵引力
教学过程设计	1、 土壤推力的概念 ★土壤推力的影响因素 ★最大土壤推力的计算及车辆结构影响因素 2、 车辆在松软地面上的土壤阻力 ★土壤的压实阻力的概念、计算及车辆结构影响因素 ★推土阻力的概念、计算及车辆结构影响因素 3、 挂钩牵引力

	<ul style="list-style-type: none"> ★挂钩牵引力的概念及物理意义 ★分析讨论不同行走机构的土壤推力与滑动率的关系 ★通过提问讨论车辆结构设计对通过性的影响
板书设计	电子课件
学时数	1 学时
作业要求	教材习题 7.1、7.2
改进方向	收集履带车辆的相关视频