

汽车理论实验指导书

龚国庆 王 准 编

北京信息科技大学

车辆工程实验室

2007 年 10 月

《汽车理论》实验教学大纲

课程编号：2004B017

实验总学时：4

一、本课程的地位、任务及作用

汽车理论课程是车辆工程专业基础课，以汽车运动学为基础，以理论分析和试验研究密切结合的方法，研究汽车主要使用性能与其结构参数之间的内在联系，探讨各种影响汽车主要使用性能的因素，从而指出正确设计汽车，合理选用汽车，合理改装汽车，以及科学有效地进行汽车试验的途径。通过本课程的学习，使得学生能够为后续专业课程如，汽车运用工程、汽车运输工程学、汽车设计基础等课程打下理论基础。也为今后在实际工作中，合理选用汽车、改装各种汽车（特种汽车、专用汽车和汽车装卸机械化）、新型汽车设计、正确地进行汽车试验等创造条件。

二、实践教学的目的及学生应达到的实验能力标准

1. 通过实验加深学生对基础理论知识的理解，促进所学知识向能力的转化；培养学生的动手能力、观察能力、分析和解决问题能力以及科学求实精神与创新精神。

2. 通过本课程的实验教学，使学生加深对课堂教学内容的理解，培养学生使用汽车性能测试仪的能力和运用实验方法对汽车各种性能作出评价的能力。

三、学时分配

学时分配：本课程总学时为 64，其中实验环节为 4

教学文件：余志生《汽车理论》第三版，机械工业出版社，2004

四、主要设备与器材配置

主要设备有：

1. 试验汽车一部；
2. DEWE2010 数据采集分析系统；
3. CDS-DFL-1A 燃油流量计；
4. KB103SV-100 座垫传感器；
3. MSW/S 转向盘转角和力矩传感器；
5. Microstar 雷达测速与距离传感器；
6. Rate Gyroscope (CRS02) 硅位陀螺仪；
7. 其他耗材、汽油等。

五、实验内容及基本要求

序号	实验项目名称	学时	实验内容与要求	实验类型	必开/ 选开
1	汽车一般参数的测定	2	1. 汽车尺寸参数的测定； 2. 汽车重量参数的测定； 3. 汽车重心位置的测定； 要求学生掌握实验方法、实验步骤，并填写实验报告	验证	选开

2	汽车燃料经济性实验	2	了解 DEWE2010 数据采集分析系统、CDS-DFL-1A 型燃油流量计工作原理及使用方法；掌握汽车油耗试验的条件和方法，实验数据处理方法。	综合	必开
3	汽车制动性实验	2	了解 DEWE2010 数据采集分析系统的使用方法、车速与距离传感器结构和工作原理，掌握汽车制动性试验的方法，实验数据处理方法。	验证	必开
4	汽车平顺性实验	2	掌握振动加速度的测量及数据处理方法，通过加权加速度均方根值对汽车行驶平顺性进行评价，学会使用汽车行驶平顺性的实验仪器和设备，掌握实验方法。	验证	选开

六、实验考核办法

1. 实验报告内容包括

- a) 实验目的
- b) 实验所用仪器和设备
- c) 实验方法和步骤
- d) 实验结果的处理
- e) 思考题

2. 考核方式

- a) 实验课按照实际操作考核、实验报告累计折算等方式进行考核。
- b) 实验课考核成绩按百分制或优、良、中、及格、不及格五个等级制评定。
- c) 实验报告成绩占 10%比例。

执笔：龚国庆

审阅：王国权

目 录

实验教学大纲·····	(1)
实验学时安排·····	(4)
学生实验守则·····	(5)
实验一 汽车一般参数的测定·····	(6)
实验二 汽车燃料经济性实验·····	(9)
实验三 汽车制动性实验·····	(13)
实验四 汽车平顺性实验·····	(16)
附件一：	
实验报告 1(格式)·····	(19)
实验报告 2(格式)·····	(21)
实验报告 3(格式)·····	(22)
实验报告 4(格式)·····	(23)
附件二：常用仪器和设备	
1、DEWE-2010 汽车性能综合测试系统·····	(24)
2、Microstar 速度传感器·····	(25)
3、CDS-DFL-1A 燃油流量计·····	(26)
4、ZDJ-1 型便携式人体振动计·····	(27)

实验学时安排

1.汽车总体参数的测定（选开）

2 学时

2.汽车燃料经济性实验（必开）

2 学时

3.汽车制动性实验（必开）

2 学时

4.汽车平顺性实验（选开）

2 学时

学生实验守则

1. 学生必须按教学计划规定的时间来实验室上实验课，不得迟到早退。
2. 不准动用与本次试验无关的仪器、设备和室内其他设施。
3. 学生实验前要做好预习，认真阅读实验指导书，复习有关基础理论并接受教师提问检查。
4. 一切准备工作就绪后，必须经指导教师同意，方可动用仪器设备进行试验。
5. 实验中要注意安全，使用仪器设备要遵守操作规程，尽量节约水、电和其他消耗材料。
6. 实验后必须将使用的仪器、设备交还指导教师检查并清扫实验场地，经老师同意后，方可离开实验室。
7. 违反操作规程或擅自动用其他仪器、设备造成损坏者，由事故人作出书面检查，视情节轻重赔偿部分或全部损失。

实验一 汽车一般参数的测定

一、实验目的

了解汽车的简要技术特性，为初步评价汽车的主要使用性能及性能试验提供依据。

二、实验用的仪器和设备

1. 皮卷尺、钢卷尺；
2. 角度尺；
3. 地磅；
4. 上海桑塔纳 3000 轿车；

三、实验方法和步聚

1. 汽车尺寸参数的测定

将汽车停在水平路面上，用皮卷尺测量汽车的外形尺寸；

① 汽车外部长度(总长)——可以直接测量通过汽车前后最边缘点的铅垂平面之间的距离来确定这个参数。总长可以在汽车任何载载荷状况下测量。

② 汽车外廓宽度(总宽)——同总长的确定方法相似，应该测量通过汽车左右最边缘的点的铅垂平面之间的距离。在这种情况下，非标准的附加装备(反光镜、转向标等)不应该作为测量的基准。

③ 汽车外廓高度(总高)——这个参数应在汽车空载和满载状况下进行。

④ 轴距——应用皮尺直接测量汽车左右两侧车轮中心之间的这个距离。在测量轴距的同时还应测定汽车的前后悬。

⑤ 轮距(前轮轮距、后轮轮距)——用皮卷尺或钢卷尺测量沿前轴及后轴左右轮胎对称平面之间的距离。

轮胎的对称平面是在轮胎的胎面上确定的,当车轮有外倾时,可以在左右车轮的胎面上离地面同一高度处涂以白粉或颜料,然后将汽车推动,在支承面上作出清晰的印迹,再进行测量。

⑧ 车轮静力半径——用钢卷尺(或高度卡尺)测量支承面到车轮中心的距离。

⑨ 车轮滚动半径——在后轮前方的支承面上涂一道有色的颜料,然后使汽车以 3~5 公里/小时的速度直线向前行驶。轮胎面粘上颜料后便在支承面上以一定间隔连续留下印迹。测量印迹之间的距离,按下式确定车轮的滚动半径:

$$r_s = \frac{s}{2\pi}, \quad \text{m}$$

式中: s —前后两印迹之间的距离, m。

$$r_s = \frac{\sum s}{2\pi n}, \quad \text{m}$$

式中: n —在 $\sum S$ 的距离内, 印迹间隔的数目。

2. 汽车重量参数的测定

① 汽车自重——包括附件(工具和备胎等), 并灌满燃料和水, 车厢内无驾驶员和乘客。

② 汽车总重——包括附件、灌满燃料和水, 装有额定载荷, 车厢内乘有定员数目的乘客(包括驾驶员, 每人按 75kg 计)。

③ 汽车前后轴荷重。

实验测定时, 依次将汽车的前轮及后轮放在地磅的平台上称重。然后将汽车调头, 重复以上测量。最后称重值取正反测量时的算术平均值。

在称重时, 汽车的制动器应全部放松, 变速器挂空挡, 发动机应停止工作。

3. 汽车重心位置的测定

① 汽车重心至前、后轴中心的距离——将汽车在空载和满载状况下, 前、后轴载荷的秤重结果加以计算后确定, 这时

$$a = \frac{G_2}{G_a} L, \quad \text{m}; \quad b = \frac{G_1}{G_a} L, \quad \text{m};$$

式中: a 和 b —分别为汽车重心至前、后轴中心的距离, m;

G_1 和 G_2 —分别为汽车前、后轴的荷重, kg;

G_a —为汽车总重 ($G_a = G_1 + G_2$), kg;

L —为汽车轴距 ($L = a + b$), m。

②汽车重心高度——将汽车的前轮(或后轮)抬起一定高度, 后轮(或前轮)置于地磅的平台上, 然后测定地磅的指示读数及汽车的倾角。将所得读数代入下式, 即得重心高度。

$$h_g = \frac{\Delta G_2}{G_a} \cdot ctg \alpha + r_r$$

式中: α —汽车倾角, °;

ΔG_2 —后轮荷重的增量, 即汽车水平放置时后轮载荷同汽车倾斜时荷重的差值, kg;

r_r —车轮半径 m。

在 2~3 种不同的倾角 (8° 、 10° 、 12°) 情况下, 分别支起前(后)轮测定重心高度, 最后取其平均值。

在实验称重时, 汽车车轮不应作用有切向力, 因此必须放松手制动器, 变速器挂空挡。

四、实验结果的处理

将上述各项测量结果分别填入已经准备好的记录表格内。

汽车尺寸参数

序号	总长 (mm)	总宽 (mm)	总高 (mm)	前轮距 (mm)	后轮距 (mm)	轴距 (mm)	车轮静力半径 (mm)
1							
2							
平均							

汽车重量参数

序号	载荷	左前轮荷重 (kg)	右前轮荷重 (kg)	左后轮荷重 (kg)	右后轮荷重 (kg)
1	空车				
2 (调头)	空车				
平均	空车				

1	满载				
2 (调头)	满载				
平均	满载				

汽车重心高度

(车辆半径 $r_r =$, m)

序号	汽车倾角 α (°)	汽车总质量 G_a (kg)	后轴荷重 G_2 (kg)	抬起后后轴荷重 G_2 (kg)	汽车重心高度 h_g (m)
1					
2					
3					

实验二 汽车燃油经济性实验

一、实验目的

1. 使学生掌握汽车燃料消耗油量的道路试验方法；
2. 掌握汽车性能综合测试系统、油耗仪、车速测量仪等仪器和设备的使用方法及使用方法；
3. 使学生加深对汽车燃油经济性评价指标（等速百公里油耗、循环行驶工况油耗）的认识和理解。

二、实验仪器和设备

1. 汽车性能综合测试系统；
2. 燃油流量计；
3. 车速测量仪；
4. 标杆。

三、实验要求

1、要求学生首先查资料(《汽车理论》教材、《乘用车燃料消耗量试验方法(GB / T12545. 1-2001)》)，熟悉汽车燃油消耗量试验过程，了解测试设备和仪器的使用方法。

2、按 10 人为一实验小组，各实验小组自己制定试验方法、安装及调试设备；各实验小组提前将自己制定的试验方法，所需仪器和设备等报实验指导老师，由实验室老师准备。指导教师只对关键过程进行指导。

3、要求学生记录实验数据、分析实验结果、撰写实验报告、答辩。

4、要求学生在实验过程中严格按照严格遵守实验规则，加强安全意识。

四、实验方法和步骤

本实验是测定在某一道路条件下，汽车单位行程的燃油消耗随速度而变化的关系曲线。

1. 试验条件

- 大气压力： $H_0=100\text{kPa}$ ；温 度： $T_0=293\text{K}$ （ 20°C ）；
- 道路应干燥，路面可以有湿的痕迹，但不得有任何积水；
- 平均风速小于 3m/s ，阵风不应超过 5m/s ；
- 测量路段的长度应至少 2km ，可以是封闭的环形路（测量路程必须为完整的环形路），也可以是平直路（试验在两个方向上进行）；
- 试验道路应保证车辆按规定等速稳定行驶，路面应保持良好状态，在试验道路上任意的两点之间的纵向坡度不应超过 $+2\%$ ；

2. 试验前准备

- 试验车辆在试验前应进行磨合，至少应行驶 3000km ；
- 试验前，试验车辆应放在环境温度为 $20\sim 30^\circ\text{C}$ 的环境下，至少保持 6h ，直至发动机机油温度和冷却液温度达到该环境温度的 $\pm 2^\circ\text{C}$ 为止。车辆应在常温下运行之后的 30h 之内进行试验；
- 在第一次测量之前，车辆应进行充分的预热，并达到正常工作条件。在每次测量之前，车辆应在试验道路上以尽可能接近试验速度的速度（该速度在任何情况下与试验速度相差不得大于 $\pm 5\%$ ）行驶至少 5km ，以保持温度稳定；
- 选定 100m （按要求应为 500m ，因条件有限，这里选择 100m ）作为测量路段，两端应有足够的助跑路段。并可迅速方便地使汽车调头。距离的测量准确度应为 0.3% ，时间的测量准确度应为 0.2s 。燃料消耗量、行驶距离和时间的测量装置应同步起动；

3. 试验步骤

- 实验时，汽车变速器挂上直接挡，以稍高于最低稳定车速的速度行驶。驶向测量路段起点前 $20\sim 30\text{m}$ 接通流量计，在测量路段起点和终点开启和关闭燃油流量计，同时测定汽车通过测量路段的时间和车速；
- 同一速度往返各进行一次实验，并取测量结果的平均值；

- 在可能达到的速度范围内,选取的速度点不少于 6 个,从低速开始每次提高行驶速度 5~10km/h 重复上述实验。
- 在实验现场按每次试验的燃油流量计读数和通过测量路段的时间,绘制监督曲线(每测完一点,记录一点),根据监督曲线,重新测定异常的点。

在整个实验过程中,发动机出水温度应保持在 80℃~85℃ 范围内。汽车的行驶速度在距测量路段 20m 以外即应达到规定值并保持稳定。

五、实验结果的处理

燃料消耗量的计算式为

$$Q = K \frac{100g}{L}, \text{ L/100km}$$

式中: g —在测量路段内的燃料消耗量, mL;

L —测量路段长度, m;

K —流量计校正系数, 取 $K=1$ 。

速度计算式为

$$V = \frac{3.6L}{t}$$

式中: L —测量路段长度, m;

t —汽车通过测量路段时间, s。

根据测量结果绘出汽车等速行驶燃料经济特性曲线。

燃油消耗量测量记录表（至少做 5 个车速下的燃油消耗量试验）

序号	行驶速度 (Km/h)	行驶方向	燃油消耗量 (mL)	行驶距离 (m)	实际速度 V(Km/h)	百公里燃油消耗量 (L/100Km)	平均百公里燃油消耗量 (L/100Km)
1	20	往					
		返					
2	30	往					
		返					
3	40	往					
		返					
4	50	往					
		返					
5	60	往					
		返					

六、实验注意事项

1. 学生应严格遵守实验规则，服从指导教师的指导，实验前应认真预习实验指导书及有关教材的内容，熟悉本实验的目的、原理、方法及操作规程；
2. 在实验中，要集中精力，注意观察分析实验现象，认真记录实验数据；
3. 遵守安全操作规程，爱护实验仪器及设备，不得乱动与本实验无关的仪器和设备；
4. 实验中出现异常情况，应冷静对待并及时报告指导教师。

七、考核方法

考核采用“5 级”评分制，要求能够熟练连接测试仪器和设备，并进行测试前的标定；能够严格遵守安全操作要求；能够根据测试情况对测量结果进行判断，解决实际测量中出现的问题。

- 1) 实验前的准备工作占 20%；
- 2) 仪器操作的正确度及熟练程度占 10%；
- 3) 实际测试时处理问题的能力占 30%；
- 4) 实验数据处理和分析的科学性 20%；

5) 实验报告格式规范, 讨论或答辩思路清晰, 回答问题正确 20%。

八、实验思考题

1. 汽车燃油经济性的评价指标有哪些? 其含义是什么? 简述它们之间的区别。
2. 影响汽车燃油经济性的因素有哪些? 如何提高汽车的燃油经济性?
3. 汽车燃油消耗量的试验方法主要有哪几种? 各有何优缺点?
4. 如何从改进汽车底盘设计方面来提高燃油经济性?
5. 为什么公共汽车起步后, 驾驶员很快换入高档?

实验三 汽车制动性实验

一、实验目的

1. 使学生掌握汽车制动性能的道路试验方法;
2. 掌握汽车性能综合测试系统、车速测量仪等仪器和设备的使用方法及性能;
3. 使学生加深对汽车制动性评价指标(制动距离、制动减速度、制动时的方向稳定性)的认识和理解。

二、实验所用的仪器和设备

1. 汽车性能综合测试系统
2. 速度传感器
3. 皮卷尺、钢卷尺
4. 标杆

三、实验方法与步骤

本实验是测定在某一道路条件下，汽车车速随时间而变化的关系曲线。

1. 试验条件

- 大气压力： $H_0=100\text{kPa}$ ；温 度： $T_0=293\text{K}$ （ 20°C ）；
- 道路应干燥，路面可以有湿的痕迹，但不得有任何积水；
- 平均风速小于 3m/s ，阵风不应超过 5m/s ；
- 测量路段的长度应至少 2km ，可以是封闭的环形路（测量路程必须为完整的环形路），也可以是平直路（试验在两个方向上进行）；
- 试验道路应保证车辆按规定等速稳定行驶，路面应保持良好状态，在试验道路上任意的两点之间的纵向坡度不应超过 $+2\%$ ；

2. 试验前准备

- 试验车辆在试验前应进行磨合，至少应行驶 3000km ；
- 试验前，试验车辆应放在环境温度为 $20\sim 30^\circ\text{C}$ 的环境下，至少保持 6h ，直至发动机机油温度和冷却液温度达到该环境温度的 $\pm 2^\circ\text{C}$ 为止。车辆应在常温下运行之后的 30h 之内进行试验；
- 在第一次测量之前，车辆应进行充分的预热，并达到正常工作条件。在每次测量之前，车辆应在试验道路上以尽可能接近试验速度的速度（该速度在任何情况下与试验速度相差不得大于 $\pm 5\%$ ）行驶至少 5km ，以保持温度稳定；
- 选定 100m （按要求应为 500m ，因条件有限，这里选择 100m ）作为测量路段，两端应有足够的助跑路段。并可迅速方便地使汽车调头。距离的测量准确度应为 0.3% ，时间的测量准确度应为 0.2s 。燃料消耗量、行驶距离和时间的测量装置应同步起动；

3. 试验步骤

本试验要求汽车在选定的道路上以一定的初速度(30km/h、40km/h、50km/h、60km/h)开始紧急制动(使车轮“抱死”)。实验时用速度传感器和汽车性能综合测试系统记录制动初速度,制动时间和制动距离。

- 实验时,汽车以预定的稳定车速(30km/h)行驶进入选定的路段。当车速稳定后发出讯号,通知驾驶员紧急制动。制动时,离合器分离或变速器置于空挡,直到汽车完全停止后,记录各参数。
- 检查各参数及记录曲线,必要时重新做实验。
- 使汽车朝相反方向稳定行驶,重复上述实验。

在整个实验过程中,学生必须注意扶紧车厢板,以免跌伤或碰坏仪器。实验时,应精神集中,操纵仪器要准确无误。

四、实验结果的处理

根据汽车性能综合测试系统上记录的曲线确定制动时间、制动距离和制动初速度。将测得数据填在实验表格中。

制动距离按下式修正:

$$L = \text{实测制动距离} \times \left(\frac{\text{初速度规定值}}{\text{初速度测定值}} \right)^2$$

制动性能试验记录表

规定初速度(Km/h)	行驶方向	初速度测定值(Km/h)	实测制动距离(m)			制动距离L(m)	制动减速度(m/s ²)	制动时间(s)		
			L ₀	L ₁	L ₁ -L ₀			t ₀	t ₁	t ₀ -t ₁
	往									
	返									

L₀—制动开始时车辆位置; L₁—制动终了时车辆位置; L₀-L₁—实测制动距离(m)。

t₀—制动开始时车辆时刻; t₁—制动终了时车辆时刻; t₀-t₁—制动时间(s)。

五、实验注意事项

1. 学生应严格遵守实验规则,服从指导教师的指导,实验前应认真预习实验指导书及有关教材的内容,熟悉本实验的目的、原理、方法及操作规程;
2. 在实验中,要集中精力,注意观察分析实验现象,认真记录实验数据;
3. 遵守安全操作规程,爱护实验仪器及设备,不得乱动与本实验无关的仪器和设备;
4. 实验中出现异常情况,应冷静对待并及时报告指导教师。

六、考核方法

考核采用“5 级”评分制，要求能够熟练连接测试仪器和设备，并进行测试前的标定；能够严格遵守安全操作要求；能够根据测试情况对测量结果进行判断，解决实际测量中出现的问题。

- 1) 实验前的准备工作占 20%；
- 2) 仪器操作的正确度及熟练程度占 10%；
- 3) 实际测试时处理问题的能力占 30%；
- 4) 实验数据处理和分析的科学性 20%；
- 5) 实验报告格式规范，讨论或答辩思路清晰，回答问题正确 20%。

七、实验思考题

1. 汽车制动性的评价指标有哪些？其含义是什么？
2. 影响汽车制动性的因素有哪些？如何提高汽车的制动性？
3. 什么叫同步附着系数？
4. 在汽车法规中，对双轴汽车前、后轴制动力的分配有何规定？
5. 简述汽车制动过程。从汽车的制动过程，试说明制动器作用时间的重要性。
6. 什么是汽车的制动距离？它与哪些因素有关？
7. 分析汽车制动过程中减速度的变化规律？

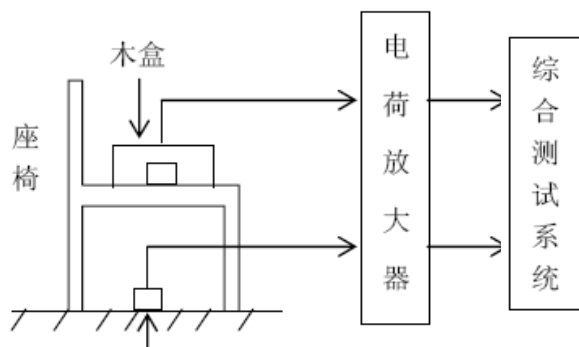
实验四 汽车平顺性实验

一、实验目的

了解汽车平顺性的含义，掌握振动加速度的测量及数据处理方法，通过加权加速度均方根值对汽车行驶平顺性进行评价，学会使用汽车行驶平顺性的实验仪器和设备，掌握实验方法。

二、实验设备与测试图

1. DEWE-2010 汽车性能综合测试系统
2. ZDJ-1 型便携式人体振动计
3. YD23S 型座垫式加速度传感器



三、实验方法与步骤

本实验是测定在某一道路条件下，汽车振动加速度随路面而变化的关系。

1. 试验条件
 - 大气压力： $H_0=100\text{kPa}$ ；温 度： $T_0=293\text{K}$ （ 20°C ）；
 - 道路应干燥，路面可以有湿的痕迹，但不得有任何积水；
 - 平均风速小于 3m/s ，阵风不应超过 5m/s ；
 - 测量路段的长度应至少 2km ，可以是封闭的环形路（测量路程必须为完整的环形路），也可以是平直路（试验在两个方向上进行）；
 - 试验道路应保证车辆按规定等速稳定行驶，路面应保持良好状态，在试验道路上任意的两点之间的纵向坡度不应超过 $+2\%$ ；
2. 试验前准备
 - 试验车辆在试验前应进行磨合，至少应行驶 3000km ；
 - 试验前，试验车辆应放在环境温度为 $20\sim 30^\circ\text{C}$ 的环境下，至少保持 6h ，直至发动机机油温度和冷却液温度达到该环境温度的 $\pm 2^\circ\text{C}$ 为止。车辆应在常温下运行之后的 30h 之内进行试验；
 - 在第一次测量之前，车辆应进行充分的预热，并达到正常工作条件。在每次测量之前，车辆应在试验道路上以尽可能接近试验速度的速度（该速度在任何情况下与试验速度相差不得大于 $\pm 5\%$ ）行驶至少 5km ，以保持温度稳定；

- 选定 100m（按要求应为 500m，因条件有限，这里选择 100m）作为测量路段，两端应有足够的助跑路段。并可迅速方便地使汽车调头。距离的测量准确度应为 0.3%，时间的测量准确度应为 0.2s。燃料消耗量、行驶距离和时间的测量装置应同步启动；

3. 试验步骤

- 按上图在汽车前排座椅上安装一座垫式加速度传感器及其它仪器。
- 乘员坐在压电式加速度传感器上，后背不能与座椅相靠。
- 试验时，汽车分别以 30Km/h 和 40Km/h 车速在柏油路上行驶。汽车在稳速段内要稳住车速，然后以规定的车速匀速驶过试验路段。在进入试验路段时启动测试仪器以测量各测试部位的加速度时间历程，同时测量通过试验路段的时间以计算平均车速。待车速稳定后开始记录。样本长度为 3min。

四、实验结果的处理

评价指标：对于人体振动的评价用加权加速度均方根值 α_w ，并分别用 α_{zw} 、 α_{yw} 、 α_{xw} 表示垂直方向、左右方向和前后方向振动的加权加速度均方根值。本次实验仅以垂直方向的加权加速度均方根值 α_{zw} 为评价指标。

实验所测的结果为加速度随时间而变化的时域结果 $a_{(t)}$ ，需要对该数据进行处理，数据处理内容如下：

1、频谱分析

对随机变量 $a_{(t)}$ 进行快速傅立叶变换 (FFT)，得到功率谱密度函数 $G_a(f)$ ，此过程由数据采集及处理系统中的 DEWESoft 软件自动完成。

2、计算加权加速度均方根值 α_{zw}

$$\alpha_{zw} = \int_{0.5}^{80} W_k^2(f) G_a(f) df$$

式中

$$W_k^2(f) = \begin{cases} 0.5 & (0.5 < f < 2) \\ f/4 & (2 < f < 4) \\ 1 & (4 < f < 12.5) \\ 12.5/f & (12.5 < f < 80) \end{cases}$$

3、评价座椅上振动的舒适程度（参考《汽车理论》）。

五、实验注意事项

1. 学生应严格遵守实验规则，服从指导教师的指导，实验前应认真预习实验指导书及有关教材的内容，熟悉本实验的目的、原理、方法及操作规程；

2. 在实验中，要集中精力，注意观察分析实验现象，认真记录实验数据；
3. 遵守安全操作规程，爱护实验仪器及设备，不得乱动与本实验无关的仪器和设备；
4. 实验中出现异常情况，应冷静对待并及时报告指导教师。

六、考核方法

考核采用“5 级”评分制，要求能够熟练连接测试仪器和设备，并进行测试前的标定；能够严格遵守安全操作要求；能够根据测试情况对测量结果进行判断，解决实际测量中出现的问题。

- 1) 实验前的准备工作占 20%；
- 2) 仪器操作的正确度及熟练程度占 10%；
- 3) 实际测试时处理问题的能力占 30%；
- 4) 实验数据处理和分析的科学性 20%；
- 5) 实验报告格式规范，讨论或答辩思路清晰，回答问题正确 20%。

七、实验思考题

1. 汽车平顺性的评价指标有哪些？其含义是什么？
2. 影响汽车平顺性的因素有哪些？如何提高汽车的平顺性？
3. 什么叫路面不平度？反映路面不平度的参数有哪些？
4. 如何根据加权加速度均方根值分析汽车的行驶平顺性？
5. 何谓汽车的行驶平顺性？汽车行驶平顺性的评价指标是什么？
6. 画出汽车平顺性试验的仪器框图。
7. 什么是频率加权函数、加权均方根值、总加权振级？

附件一：

实验报告格式

实验报告(一)

实验 1 汽车一般参数的测定试验

- 一、实验目的
- 二、实验所用仪器和设备
- 三、实验方法和步骤
- 四、实验结果的处理
- 五、思考题

汽车一般参数的测定试验记录表

汽车型号_____底盘号码_____发动机编号_____

出厂日期_____载重量_____总质量_____

轮胎气压：前左_____前右_____后左_____后右_____

实验地点_____实验日期_____

汽车尺寸参数

序号	总长 (mm)	总宽 (mm)	总高 (mm)	前轮距 (mm)	后轮距 (mm)	轴距 (mm)	车轮静力半径 (mm)
1							
2							
平均							

汽车重量参数

序号	载荷	左前轮荷重 (kg)	右前轮荷重 (kg)	左后轮荷重 (kg)	右后轮荷重 (kg)

1	空车				
2 (调头)	空车				
平均	空车				
1	满载				
2 (调头)	满载				
平均	满载				

汽车重心高度

(车辆半径 $r_r =$, m)

序号	汽车倾角 α (°)	汽车总质量 G_a (kg)	后轴荷重 G_2 (kg)	抬起后后轴荷重 G_2 (kg)	汽车重心高度 h_g (m)
1					
2					
3					

实验报告(二)

实验 2 汽车燃料经济性试验

一、实验目的

二、实验所用仪器和设备

三、实验方法和步骤

四、实验结果的处理

五、思考题

汽车燃料经济性试验记录表

汽车型号_____底盘号码_____发动机号码_____

出厂日期_____天气_____气温_____

试验地点_____风向_____风速_____

路面状况_____载质量_____总质量_____

变速器挡位_____试验日期_____

燃油消耗量测量记录表（至少做 5 个车速下的燃油消耗量试验）

序号	行驶速度 (Km/h)	行驶方向	燃油消耗量 (mL)	行驶距离 (m)	实际速度 V(Km/h)	百公里燃油消耗量 (L/100Km)	平均百公里燃油消耗量 (L/100Km)
1	20	往					
		返					
2	30	往					
		返					
3	40	往					
		返					
4	50	往					
		返					
5	60	往					
		返					

实验报告(三)

实验 3 汽车制动性能试验

- 一、实验目的
- 二、实验所用仪器和设备
- 三、实验方法和步骤
- 四、实验结果的处理
- 五、思考题

汽车制动性能试验记录表

汽车型号_____底盘号码_____发动机号码_____

出厂日期_____天气_____气温_____

试验地点_____风向_____风速_____

路面状况_____总质量_____

变速器挡位_____试验日期_____

制动性能试验记录表：

规定初速度(Km/h)	行驶方向	初速度测定值(Km/h)	实测制动距离(m)			制动距离L(m)	制动减速度(m/s^2)	制动时间(s)		
			L_0	L_1	L_1-L_0			t_0	t_1	t_0-t_1
	往									
	返									
	往									
	返									

L_0 —制动开始时车辆位置； L_1 —制动终了时车辆位置； L_0-L_1 —实测制动距离（m）。

t_0 —制动开始时车辆时刻； t_1 —制动终了时车辆时刻； t_0-t_1 —制动时间（s）。

实验报告(四)

实验 4 汽车平顺性试验

- 一、实验目的
- 二、实验所用仪器和设备
- 三、实验方法和步骤
- 四、实验结果的处理

汽车平顺性试验记录表

汽车型号_____底盘号码_____发动机号码_____

出厂日期_____天气_____气温_____

试验地点_____风向_____风速_____

路面状况_____总质量_____

变速器挡位_____试验日期_____

试验结果：

- 1、加速度时间历程 $a_{(t)}$ 图；
- 2、加速度功率谱密度 $G_a(f)$ 图；
- 3、加权加速度均方根值 a_w 。

分 30km/h、40km/h 车速两种情况。并判断人体舒适性。

附件二：

常用仪器和设备

1. DEWE-2010 汽车性能综合测试系统

在进行车辆道路试验时，由各类传感器采集到的信号需要输入到一个主机系统，以进行信号的采集（即输入）、存储、数据处理、以及输出结果等过程，这个主机系统即为“汽车性能综合测试系统”，其硬件在结构上与计算机类似。本次实验所用的汽车性能综合测试系统为奥地利 DEWETRON 公司生产的 DEWE-2010 型综合测试系统，其主要性能指标如下：

一、仪器型号

DEWE-2010 型

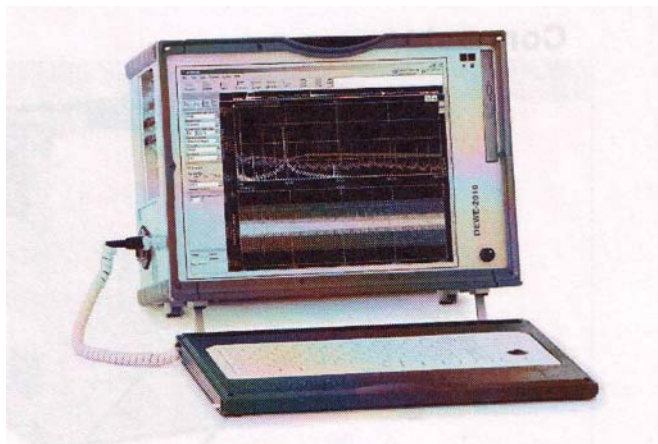
二、主要功能和特点

- 便携式数据采集系统
- 16 个通道，可同时采集 16 个不同的信号，如速度、加速度、力、扭矩、流量等各类信号；
- 可对信号进行数据处理，并输出测量结果。

三、仪器规格及技术参数

- 电源：300W/250V 交流电；
- 使用环境温度：-5⁰C~50⁰C；
- 尺寸参数（宽×高×厚）：410×288×205mm；

四、仪器图片



DEWE-2010 型汽车性能综合测试系统

2. Microstar 速度传感器

在进行车辆道路试验时，为了精确地测量汽车的行驶车速常采用速度传感器。它可以准确地测出车辆在不同时刻时的行驶车速。本次实验所用的速度传

感器为德国 Corrsys-Datron（德创）公司生产的“**Microstar 型速度传感器**”，它主要由两个硬件组成：信号采集器和信号调理器。其主要性能指标如下：

一、仪器型号

Microstar 型

二、主要功能和特点

- 进行精确的、可靠的、非接触式速度测量；
- 必须与主机系统配合使用；
- 在动力性、经济性、制动性等试验中，可使用该仪器测量适时车速。

三、仪器规格及技术参数

- 测试范围：0.5~400km/h；
- 信号采集器的离地高度：300~1200mm；
- 测试精度：<测量值的 1%；<0.5%km/h，车速低于 50km/h 时；
- 使用环境温度：-20~600C；
- 电源：9~32V 直流，10W；
- 尺寸参数（宽×高×厚）：

信号采集器：166×44×108mm； 信号调理器：170×45×125mm；

- 重量参数：

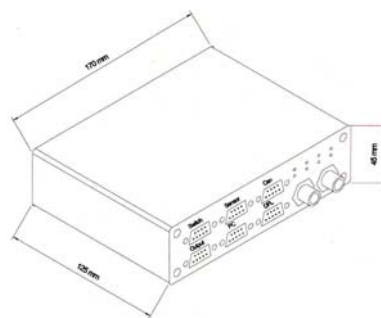
信号采集器：550g；

信号调理器：800g；

四、仪器图片



信号采集器



信号调理器

3. CDS-DFL-1A 燃油流量计

在进行车辆道路试验时，为了精确地测量汽车的燃料消耗量常采用流量计。它可以准确地测出车辆在不同工况不同路段的燃料消耗量，为测定汽车的燃料

经济性提供可靠依据。本次实验所用到的流量计为德国 Corrsys-Datron (德创) 公司生产的“CDS-DFL-1A 型燃油流量计”，专用于汽车燃油消耗测量。其主要性能指标如下：

一、仪器型号

CDS-DFL-1A 型

二、主要功能和特点

- 适合于所有当前的燃油供给系统；
- 高的测量精度；
- 安装方便；
- 可用于普通（高级）汽油、无（含）铅汽油、柴油、酒精燃料等的测量。

三、仪器规格及技术参数

- 尺寸参数（宽×高×厚）：180×106×95mm；
- 电源：12V 直流×0.1A；
- 测试范围：0.5~60l/h；
- 测试精度：±0.51%；
- 最大允许环境温度：105⁰C；（正常条件下，燃油在 70⁰C 时开始蒸发，燃油中产生的气泡会使测量结果不准；

四、仪器图片



CDS-DFL-1A 型燃油流量计

4. ZDJ-1 型便携式人体振动计

在进行车辆道路平顺性试验时，为了精确地测量汽车行驶时的振动加速度，常采用振动仪。汽车振动测量系统主要由三部分组成：传感器、振动仪、以及数据采集与处理系统。传感器有座垫式加速度计和压电式加速度计，座垫式加速度计用来采集座椅上的加速度，一般在需要评价人体舒适性时采用。而压电式加速度计可以安放在车体任何位置，用来采集车体实际部位的加速度。振动仪用来接收传感器输送过来的信号，并通过显示屏观察加速度的变化情况。数据采集与处理系统用来接受振动仪传递过来的加速度数据信号，保存数据并进行数据处理，如进行 FFT 变换及求解加速度均方根值等。本次实验所用到的传感器和振动仪分别为北戴河电子仪器厂生产的“YD23S 座垫传感器”及“ZDJ-1 型便携式人体振动计”，数据采集与处理系统为第一节介绍的“DEWE-2010 汽车性能综合测试系统”。

YD23S 座垫传感器的主要性能指标如下：

一、仪器型号

YD-23S 型

二、主要功能和特点

- 适合于采集座椅上加速度值；
- 可采集 x、y、z 三个方向的加速度值。

三、仪器规格及技术参数

- 电荷灵敏度 (160HZ)：x: 3.60PC/ms²；y: 3.97PC/ms²；z: 3.51PC/ms²。
- 可用频率范围：0.2~4000HZ；

四、仪器图片



YD23S 型座垫式传感器

ZDJ-1 型便携式人体振动计的主要性能指标如下：

一、仪器型号

ZDJ-1 型

二、主要功能和特点

- 测量人体接触部位作用于人体的振动加速度值；
- 当与数据采集和处理系统连接使用时，可作为三轴电荷放大器。

三、仪器规格及技术参数

- 测量振动种类：全身振动 Z 向，全身振动 X、Y 向；
- 输入方式：三轴向输入或单轴向输入；
- 测量范围：配用电荷灵敏度范围 $10 \text{ PC/ms}^{-2} \sim 100 \text{ PC/ms}^{-2}$ 的压电加速度计，可测振动范围为 $0.01 \text{ ms}^{-2} \sim 100 \text{ ms}^{-2}$ 。

四、仪器图片



ZDJ-1 型便携式人体振动计