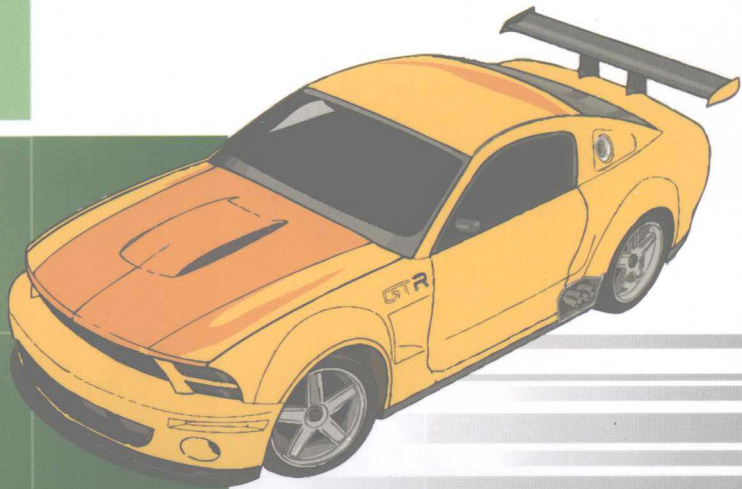




21st CENTURY
实用规划教材

21世纪全国高等院校 **大机械系列** 实用规划教材

汽车系列



汽车试验学

主 编 赵立军 白 欣



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高等院校大机械系列实用规划教材·汽车系列

汽车试验学

主 编	赵立军	白 欣
副主编	刘清河	鞠晓丽
	刘 涛	王彦岩
参 编	宋宝玉	崔智全
	佟钦智	赵松高



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了汽车试验学的基本理论与试验方法,从基础知识到应用技术逐步深入进行讲解,涵盖了试验数据测量的基本知识(如数据的分析处理、测量仪表的特性、信号的传输和采集等)、汽车工作状况基本参数(如温度、压力、流量、转速和功率等)的测量、汽车典型总成及整车的性能试验、汽车公害及检测等内容。本书侧重阐述方法和理论,并介绍了近年来在汽车试验中应用的新技术。

本书内容丰富,可供高等院校汽车工程相关专业学生作为汽车试验学相关课程的教材,也可供从事汽车试验的工程技术人员作为培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车试验学/赵立军,白欣主编,一北京:北京大学出版社,2008.8

(21世纪全国高等院校大机械系列实用规划教材·汽车系列)

ISBN 978-7-301-12358-4

I. 汽… II. ①赵…②白… III. 汽车试验—高等学校—教材 IV. U467

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第083157号

书 名: 汽车试验学

著作责任者: 赵立军 白 欣 主编

策 划 编 辑: 童君鑫

责 任 编 辑: 魏红梅

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-12358-4/TH·0019

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 涿州市星河印刷有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 17印张 390千字

2008年8月第1版 2008年8月第1次印刷

定 价: 28.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

21 世纪全国高等院校大机械系列实用规划教材·汽车系列

专家编审委员会

主任委员 崔胜民

副主任委员 (按拼音排序)

江浩斌 王丰元 杨建国 赵桂范

委员 (按拼音排序)

韩同群 姜立标 林 波 凌永成

刘瑞军 刘 涛 刘占峰 鲁统利

罗念宁 肖生发 谢在玉 于秋红

张京明 张黎骅 赵立军 赵又群

前 言

汽车试验学是对汽车的构造、设计及理论知识的强化和验证。随着汽车工业水平的提高和测试理论、方法、手段的进步,汽车试验学也得到了快速的发展。现代汽车试验学理论体系包括汽车试验与测试的基本原理和常用方法、整车及零部件的试验设备及测试方法。

全书共分为12章。第1~5章阐述关于试验数据测量的基本知识,包括测量数据的分析处理、测量仪表的技术特性、传感器信号的传输和采集等知识;第6~9章阐述汽车的基本参数测量,包括温度、压力、流量、转速和功率测量等;第10~11章阐述汽车典型总成及整车使用性能试验;第12章介绍汽车公害及检测的基本知识。

本书的特点是适应产学合作的需要,理论与实践紧密结合,具有较强的实用性和完整性。书中涉及知识广泛,考虑到读者自学的方便性和作为教材的逻辑性,每章内容的知识结构中都涵盖了原理和结构的理论知识。此外,各章后附有小结和习题,适合学生独立完成以巩固各章节的重点内容。

本书的内容体系适合高等院校汽车相关专业的学生学习,符合高等院校车辆工程相关专业“汽车试验学”课程的教学要求。同时本书也可作为汽车职业学校及汽车工程技术人员参考用书。

考虑到各院校条件和学生培养方向的不同,讲授时可依据学时情况对内容适当取舍。

本书建议授课的总学时为60学时,各章内容及学时分配见下表。

章 节	授课学时	章 节	授课学时
第1章 测量误差分析及数据处理	4	第7章 压力测量与示功图测录	4
第2章 测量仪表的技术特性	6	第8章 流量测量	4
第3章 传感器	4	第9章 转速和扭矩的测量	6
第4章 信号的中间变换与传输	6	第10章 汽车典型总成试验与测试	6
第5章 试验数据采集系统	6	第11章 汽车整车使用性能试验	6
第6章 温度测量	4	第12章 汽车公害及检测	4

本书由赵立军、白欣任主编,刘清河、鞠晓丽、刘涛、王彦岩任副主编。具体写作分工如下,第1章、第6~8章由白欣和鞠晓丽合作编写,第2~5章由刘清河和刘涛合作编写,第9章由白欣和宋宝玉编写,绪论、第10~11章由赵立军、王彦岩和佟钦智合作编写,第12章由白欣、崔智全和赵松高合作编写。

本书整体脉络参考了哈尔滨工业大学宋宝玉教授编写的《汽车与拖拉机试验及测试技术》。在本书编写过程中,得到许多同行的指导与支持,在此对他们深表感谢,另外对所引用的众多参考文献的作者表示感谢,同时还要对许多老师和研究生的大力帮助表示深深

的谢意！哈尔滨工业大学崔胜民、赵桂范两位教授对本书的编写给予了大力的支持，哈工大的赵飞翔、胥永宫、伊永亮、林起崑以及辽渔集团大连湾新港港务公司的赵松高等人为本书的出版做了许多工作，在此对他们深表谢意！

受编者能力和水平所限，书中难免有疏漏之处，欢迎广大读者批评指正，以便再版时修正。

编者邮箱：lijun7422@263.net。

编 者

2008年6月

北京大学出版社大机械系列实用规划教材书目

序号	书 名	标准书号	主 编	定价	出版日期
1	机电工程专业英语	ISBN 7-301-10596-7	赵运才, 何法江	24.00	2008.6 第3次印刷
2	AutoCAD 工程制图	ISBN 7-5038-4446-9	杨巧绒, 张克义	20.00	2007.8 第3次印刷
3	工程制图	ISBN 7-5038-4442-6	戴立玲, 杨世平	27.00	2007.8 第2次印刷
4	工程制图习题集	ISBN 7-5038-4443-4	杨世平, 戴立玲	20.00	2008.1 第2次印刷
5	机械制造基础(上)—— 工程材料及热加工工艺基础	ISBN 7-5038-4435-3	侯书林, 朱海	29.00	2008.6 第3次印刷
6	机械制造基础(下)—— 机械加工工艺基础	ISBN 7-5038-4436-1	侯书林, 朱海	22.00	2007.7 第2次印刷
7	金工实习	ISBN 7-5038-4440-X	郭永环, 姜银方	24.00	2008.2 第4次印刷
8	机械设计	ISBN 7-5038-4448-5	郑江, 许瑛	33.00	2007.8 第2次印刷
9	机械设计基础	ISBN 7-5038-4444-2	曲玉峰, 关晓平	27.00	2008.1 第2次印刷
10	机床电气控制技术	ISBN 7-5038-4433-7	张万奎	26.00	2007.9 第2次印刷
11	机床数控技术	ISBN 7-5038-4434-5	杜国臣, 王士军	31.00	2007.8 第2次印刷
12	Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 实用教程	ISBN 7-5038-4437-X	黄卫东, 任国栋	32.00	2007.7 第2次印刷
13	数控加工技术	ISBN 7-5038-4450-7	王彪, 张兰	29.00	2008.2 第2次印刷
14	计算机辅助设计与制造	ISBN 7-5038-4439-6	仲梁维, 张国全	29.00	2007.9 第2次印刷
15	液压传动	ISBN 7-5038-4441-8	王守城, 容一鸣	27.00	2007.7 第2次印刷
16	互换性与测量技术基础	ISBN 7-5038-4473-6	韩进宏, 王长春	25.00	2007.7 第2次印刷
17	金属切削原理与刀具	ISBN 7-5038-4447-7	陈锡渠, 彭晓南	29.00	2008.1 第2次印刷
18	可编程控制器原理与应用	ISBN 7-5038-4438-8	赵燕, 周新建	29.00	2008.1 第2次印刷
19	汽车电子控制技术	ISBN 7-5038-4432-9	凌永成, 于京诺	32.00	2007.7 第2次印刷
20	汽车构造	ISBN 7-5038-4445-0	肖生发, 赵树朋	44.00	2007.8 第2次印刷
21	金属学与热处理	ISBN 7-5038-4451-5	朱兴元, 刘忆	24.00	2007.7 第2次印刷
22	锻造工艺过程及模具设计	ISBN 7-5038-4453-1	胡亚民, 华林	30.00	2008.6 第2次印刷
23	冲压工艺与模具设计	ISBN 7-5038-4449-3	牟林, 胡建华	32.00	2007.8 第2次印刷
24	机械工程材料	ISBN 7-5038-4452-3	戈晓岚, 洪琢	29.00	2008.2 第2次印刷
25	产品造型计算机辅助设计	ISBN 7-5038-4474-4	张慧妹, 刘永翔	27.00	2006.8
26	测试技术基础	ISBN 978-7-301-11486-5	江征风	26.00	2008.1 第2次印刷
27	设计心理学	ISBN 978-7-301-11567-1	张成忠	48.00	2008.6 第2次印刷
28	工程力学(上册)	ISBN 978-7-301-11487-2	毕勤胜, 李纪刚	29.00	2008.6 第2次印刷
29	工程力学(下册)	ISBN 978-7-301-11565-7	毕勤胜, 李纪刚	28.00	2008.6 第2次印刷
30	机械原理	ISBN 978-7-301-11488-9	常治斌, 张京辉	29.00	2008.6 第2次印刷
31	理论力学	ISBN 978-7-301-12170-2	盛冬发, 闫小青	29.00	2007.8
32	控制工程基础	ISBN 978-7-301-12169-6	杨振中, 韩致信	29.00	2007.8
33	机械制图(机类)	ISBN 978-7-301-12171-9	张绍群, 孙晓娟	32.00	2007.8
34	机械制图习题集(机类)	ISBN 978-7-301-12172-6	张绍群, 王慧敏	29.00	2007.8
35	汽车发动机原理	ISBN 978-7-301-12168-9	韩同群	32.00	2007.8
36	汽车电气设备	ISBN 978-7-301-12025-5	凌永成, 谢在玉	27.00	2007.8

(续)

序号	书 名	标准书号	主 编	定价	出版日期
37	精密与特种加工技术	ISBN 978-7-301-12167-2	袁根福, 祝锡晶	29.00	2007.8
38	机械工程控制基础	ISBN 978-7-301-12354-6	韩致信	25.00	2008.1
39	产品设计原理	ISBN 978-7-301-12355-3	刘美华	30.00	2008.2
40	汽车电气设备实验与实习	ISBN 978-7-301-12356-0	谢在玉	29.00	2008.2
41	机械设计课程设计	ISBN 978-7-301-12357-7	许瑛	35.00	2008.8
42	Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 实例教程	ISBN 978-7-301-12359-1	张选民	45.00	2008.2
43	机械创新设计	ISBN 978-7-301-12403-1	丛晓霞	32.00	2008.7
44	汽车试验测试技术	ISBN 978-7-301-12362-1	王丰元	26.00	2008.2
45	汽车试验学	ISBN 978-7-301-12358-4	赵立军, 白欣	28.00	2008.8
46	汽车检测与诊断技术	ISBN 978-7-301-12361-4	罗念宁, 张京明	30.00	2008.9
47	现代汽车系统控制技术	ISBN 978-7-301-12363-8	崔胜民	36.00	2008.1
48	汽车设计	ISBN 978-7-301-12369-0	刘涛	45.00	2008.1
49	汽车工程概论	ISBN 978-7-301-12364-5	张京明, 江浩斌	36.00	2008.6
50	工程流体力学	ISBN 978-7-301-12365-2	杨建国	30.00	2008.12
51	热工基础	ISBN 978-7-301-12399-7	于秋红	32.00	2008.9
52	内燃机构造	ISBN 978-7-301-12366-9	林波, 李兴虎	25.00	2008.8
53	汽车运用工程基础	ISBN 978-7-301-12367-6	姜立标, 张黎骅	32.00	2008.6
54	汽车制造工艺	ISBN 978-7-301-12368-3	赵桂范, 杨娜	30.00	2008.6
55	机械制图与 AutoCAD 基础 教程	ISBN 978-7-301-13122-0	张爱梅	35.00	2007.11
56	机械制图与 AutoCAD 基础教 程习题集	ISBN 978-7301-13120-6	鲁杰, 张爱梅	22.00	2007.12
57	材料成型设备控制基础	ISBN 978-7-301-13169-5	刘立君	34.00	2008.1
58	液压与气压传动	ISBN 978-7-301-13129-4	王守城, 容一鸣	32.00	2008.4
59	Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 曲面设计实例教程	ISBN 978-7301-13182-4	张选民	45.00	2008.2
60	金属切削机床	ISBN 978-7-301-13180-0	夏广岚, 冯凭	32.00	2008.5
61	汽车运用基础	ISBN 978-7-301-13118-3	凌永成, 李雪飞	26.00	2008.1
62	汽车运行材料	ISBN 978-7-301-13583-9	凌永成, 李美华	30.00	2008.7
63	机械制造工艺学	ISBN 978-7-301-13758-1	郭艳玲, 李彦蓉	30.00	2008.8
64	机械精度设计与测量技术	ISBN 978-7-301-13580-8	于峰	25.00	2008.8
65	汽车故障诊断与检测技术	ISBN 978-7-301-13634-8	刘占峰, 林丽华	34.00	2008.8
66	工程材料及其成形技术基础	ISBN 978-7-301-13916-5	申荣华, 丁旭	45.00	2008.8
67	测试技术实验教程	ISBN 978-7-301-13489-4	封士彩	22.00	2008.8
68	汽车维修技术与设备	ISBN 978-7-301-13914-1	凌永成, 赵海波	30.00	2008.8

电子书(PDF版)、电子课件和相关教学资源下载地址: <http://www.pup6.com/ebook.htm>, 欢迎下载。

欢迎免费索取样书, 请填写并通过 E-mail 提交教师调查表, 下载地址: <http://www.pup6.com/down/教师信息调查表 Excel 版.xls>, 欢迎订购。

联系方式: 010-62750667, linzhangbo@126.com, guosj2008@163.com, tjxin_0405@163.com, 欢迎来电来信。

欢迎访问立体化教材建设网址: <http://blog.pup6.com/>。

目 录

绪论	1	2.5.1 频率响应法求测试系统的 动态特性	32
第1章 测量误差分析及数据处理	6	2.5.2 阶跃响应法求测试系统的 动态特性	32
1.1 误差的概念与分类	6	小结	35
1.1.1 误差的概念	6	习题	35
1.1.2 误差的分类	7	第3章 传感器	36
1.1.3 3类误差间的联系	8	3.1 电阻式传感器	36
1.2 误差的分析与处理	8	3.1.1 应变式传感器	36
1.2.1 系统误差	8	3.1.2 滑变电阻式传感器	37
1.2.2 随机误差	10	3.2 电感式传感器	38
1.3 试验数据的处理	16	3.2.1 工作原理	39
1.3.1 有效数字	17	3.2.2 自感计算及特性分析	40
1.3.2 可疑数据的剔除	17	3.3 电容式传感器	41
1.3.3 试验数据表示法	18	3.4 磁电式传感器	45
小结	21	3.4.1 磁电感应式传感器	45
习题	21	3.4.2 霍尔式传感器	47
第2章 测量仪表的技术特性	23	3.5 压电式传感器	49
2.1 测量仪表及其特征	23	3.6 热电式传感器	50
2.1.1 测试系统的组成	23	3.6.1 热电偶传感器	50
2.1.2 主要特征	24	3.6.2 热电阻传感器	51
2.2 测量仪表的静态特性	24	3.6.3 热敏电阻传感器	52
2.3 测量仪表的动态特性	26	小结	53
2.3.1 典型测试装置的分类	26	习题	54
2.3.2 一阶系统	27	第4章 信号的中间变换与传输	55
2.3.3 二阶系统	27	4.1 电桥	55
2.4 测量仪表在典型输入下的动态 响应	29	4.1.1 直流电桥	55
2.4.1 单位阶跃输入系统的 响应	29	4.1.2 交流电桥	60
2.4.2 单位脉冲输入和测试系统的 脉冲响应	30	4.2 滤波器	61
2.5 测试装置动态特性的测定	31	4.2.1 滤波器分类	62
		4.2.2 实际滤波器	62
		4.3 放大器	65

4.3.1 信号源与放大器的阻抗 匹配	65	第 7 章 压力测量与示功图测录	103
4.3.2 放大器与负荷的阻抗 匹配	66	7.1 稳态压力测量	103
小结	67	7.1.1 液柱式压力计	103
习题	67	7.1.2 弹性式压力计	104
第 5 章 试验数据采集系统	68	7.2 最高压力测量	106
5.1 数据采集技术基础	68	7.2.1 机械式	106
5.1.1 采样过程	68	7.2.2 气电式	107
5.1.2 采样定理	68	7.2.3 电子式	108
5.1.3 采样方式	70	7.3 动态压力测量	108
5.1.4 量化与量化误差	71	7.3.1 压电式压力传感器	108
5.2 计算机数据采集系统	71	7.3.2 电容式压力传感器	109
5.2.1 数据采集系统基本构成	71	7.3.3 压磁式压力传感器	109
5.2.2 主要器件	72	7.4 测压仪表的标定	110
5.2.3 系统设计	75	7.4.1 静态标定	110
小结	81	7.4.2 动态标定	111
习题	82	7.5 示功图的测录及误差分析	111
第 6 章 温度测量	83	7.5.1 上止点及曲轴转角信号的 测定	111
6.1 基本概念	83	7.5.2 示功图测录装置	114
6.1.1 温度	83	7.5.3 示功图的测量误差分析及 处理	115
6.1.2 温标	83	小结	118
6.1.3 测温方法分类	85	习题	118
6.2 稳态温度的测量	86	第 8 章 流量测量	119
6.2.1 膨胀式温度计	86	8.1 基本概念	119
6.2.2 电阻式温度计	87	8.1.1 流体、流量	119
6.2.3 热电偶式温度计	88	8.1.2 流量计及其分类	119
6.2.4 温度测量误差分析	93	8.2 空气流量测量	121
6.3 瞬态温度测量	94	8.2.1 节流式流量计	121
6.3.1 辐射测温的基本原理	94	8.2.2 双扭线流量计	125
6.3.2 部分辐射温度计	95	8.2.3 卡门涡街式流量计	125
6.3.3 全辐射温度计	98	8.2.4 层流式流量计	127
6.3.4 红外测温仪	98	8.3 燃油消耗量的测量	127
6.4 零部件温度的测量	99	8.3.1 质量法	127
6.4.1 电测法	99	8.3.2 容积法	129
6.4.2 非电测法	101	8.3.3 排气法	129
小结	102	8.3.4 转子流量计法	130
习题	102	8.4 机油消耗量和冷却水量的测量	132

8.4.1 机油消耗量的测量	132	10.4.4 驱动桥的疲劳寿命 试验	173
8.4.2 冷却水消耗量的测量	134	10.4.5 驱动桥壳的刚度试验与静 强度试验	175
8.5 流量计的标定	135	10.5 转向器试验	176
8.5.1 液体流量计的标定	135	10.6 汽车传动轴试验	177
8.5.2 气体流量计的标定	135	10.6.1 试验项目	177
小结	136	10.6.2 传动轴静扭转强度 试验	178
习题	136	10.6.3 传动轴扭转疲劳试验 ..	178
第9章 转速和扭矩的测量	137	10.6.4 传动轴万向节总成磨损 试验	180
9.1 转速的测量	137	10.7 离合器总成试验	181
9.1.1 转速测量仪的分类	137	10.7.1 离合器的基本工作 状况	181
9.1.2 电子式转速仪	139	10.7.2 惯性式离合器综合性能 试验台	182
9.2 扭矩的测量	143	10.7.3 惯性式离合器性能试验台 试验项目	183
9.2.1 传递法测扭矩	144	10.8 减振器试验	184
9.2.2 平衡力法测扭矩	146	10.8.1 减振器的工作特点及其 要求	184
小结	155	10.8.2 试验项目	184
习题	155	10.8.3 试验方法	185
第10章 汽车典型总成试验与 测试	156	小结	187
10.1 发动机磨合试验	156	习题	187
10.1.1 试验测试用驱动及加载 装置	157	第11章 汽车整车使用性能试验	188
10.1.2 试验台的结构方案	158	11.1 通用试验条件	188
10.2 无外载测功	160	11.2 汽车参数测量	189
10.2.1 瞬时加速功率测量	160	11.2.1 汽车主要尺寸的测量 方法	189
10.2.2 平均加速功率测量	161	11.2.2 汽车最小转弯直径的测定 试验	191
10.2.3 加速测功仪的逻辑 方案	161	11.2.3 车轮滚动半径测定 试验	192
10.3 变速器总成试验	162	11.2.4 汽车质量参数的测定 试验	193
10.3.1 变速器试验项目	163	11.2.5 汽车质心高度的测定 试验	193
10.3.2 变速器传动效率试验 ..	163	11.3 汽车动力性试验	195
10.3.3 变速器疲劳寿命试验 ..	165		
10.3.4 变速器噪声试验	169		
10.4 驱动桥总成试验	170		
10.4.1 道路试验	170		
10.4.2 驱动桥总成磨合试验 ..	171		
10.4.3 驱动桥总成的综合性 试验	171		

11.3.1	滑行试验及滑行阻力 系数测定试验	195	11.7	汽车平顺性试验	219
11.3.2	最低稳定车速试验	197	11.7.1	概述	219
11.3.3	最高车速试验	197	11.7.2	随机输入行驶试验	220
11.3.4	加速性试验	197	11.7.3	脉冲输入行驶试验	221
11.3.5	爬坡性能试验	199	11.8	汽车通过性能试验	222
11.3.6	汽车牵引性能试验	200	小结	223	
11.4	汽车燃油经济性试验	201	习题	223	
11.4.1	概述	201	第 12 章 汽车公害及检测	224	
11.4.2	等速行驶燃料消耗量 试验	201	12.1	汽车公害的分类	224
11.4.3	多工况燃料消耗量 试验	202	12.2	汽车排气的检验与测量	226
11.4.4	直接挡全负荷加速燃料 消耗量试验	204	12.2.1	试验规范	226
11.4.5	限定条件下的平均使用 燃料消耗量试验	205	12.2.2	排气分析的取样方法	233
11.5	汽车制动性试验	206	12.2.3	分析仪器	236
11.5.1	试验项目	206	12.2.4	气相色谱分析法(GC)	239
11.5.2	制动系试验方法	206	12.2.5	烟度测试	240
11.5.3	制动系时间特性测定 试验	208	12.3	噪声测量	241
11.5.4	驻车制动试验方法	210	12.3.1	噪声测量中的基本声学 概念	241
11.6	汽车操纵稳定性试验	211	12.3.2	噪声测量中的声级 计算	245
11.6.1	稳态回转试验	211	12.3.3	噪声评定值	246
11.6.2	转向瞬态响应试验	213	12.3.4	声压和声强测量的基本 原理	248
11.6.3	转向瞬态转向试验	214	12.3.5	噪声源的声功率测量	250
11.6.4	转向回正试验	215	12.3.6	噪声测量仪器	253
11.6.5	转向轻便性试验	217	小结	256	
11.6.6	蛇形试验	219	习题	256	
			参考文献	258	

绪 论

教学提示：理论以试验为基础，试验需要理论作指导，两者密切结合，相辅相成，共同完成工程技术问题的研究。

汽车试验学研究汽车性能试验方法，主要是整车试验方法、各种参数的测量方法、用于汽车整车或部件试验的设备及数据分析方法。

教学要求：本章主要应掌握汽车试验的类型和汽车试验的意义，正确认识汽车试验学的意义，了解汽车试验学的发展过程。

1. 汽车试验学的发展

汽车工业作为综合性工业已发展成为衡量一个国家工业水平的重要标志。随着经济建设和社会建设的发展，我国汽车工业发展迅速且前景广阔。特别是近年来，国家对汽车产业的政策调整 and 全社会对汽车工业的支持，使我国汽车的繁荣时代已经到来。

汽车工业的特点是产量大、品种多、使用条件复杂、要求可靠性高。要使汽车产品较好地适应以上要求，必须对汽车的性能、制造工艺、成本、生产使用效果等进行严格的科学的产品试验研究。

汽车产品在使用或投放市场以前，必须经过试验、检验，以确定其是否满足设计要求，达到预期使用性能，即通过实践证明理论、发展理论。汽车试验对发展汽车工业和汽车科学理论起着重要的作用，成为汽车工业的一个重要组成部分，两者相互促进而且共同发展。

汽车试验的目的是在实际使用中或特定条件下，考核汽车设计、制造工艺、装配性能、维修等方面是否达到预期的要求，以确定合理的设计和最佳的运行情况，不断提高汽车的设计要求和汽车产品的质量。

汽车试验从产生发展到今天，大致可分为以下 3 个阶段。

第一阶段是汽车试验的初步阶段。

这一阶段大致从第一辆汽车问世到第二次世界大战结束，主要包括：基本试验台(设备)的建立、基本试验标准和试验规范的形成。19 世纪末，随着汽车的问世，形成了一个新的产业部门——汽车业。由于汽车同工业、农业、国防和人民的日常生活密切相关，汽车产品的质量便引起了人们的重视。20 世纪初期，汽车工业首先创立了流水作业的生产方式，使劳动效率大幅度提高，生产成本下降，使用范围和产量急剧扩大，随之汽车的可靠性、寿命和使用性能等方面的问题暴露了出来，客观上要求进行试验研究工作，这样，汽车试验作为一门学科便应运而生了。由于当时生产上的专业化和协作生产的需要，从事汽车工业的人们开始制定各种标准，其中包括汽车试验的方法和规范。这期间的试验先是借用其他相关工业比较成熟的试验技术和设备，而后随着科学和技术的发展，汽车生产者逐渐研制出了自己的试验方法、设备等，如典型的转鼓试验台、闭式试验台等，这些试验台除了控制和结构方面有所改进外，其方法和原理一直沿用到现在。尽管这期间所进行

的试验都比较简单, 规模也不大, 试验主要限于在台架和一般道路上进行, 但汽车试验的基本方法和最初的思想是在这一时期形成的。

第二阶段是汽车试验的发展时期。

从第二次世界大战后到 20 世纪 70 年代, 汽车试验理论、试验设备、试验标准和法规都在很大程度上得到了发展, 形成了较完整、较系统的一门学科。这既是汽车工业自身发展的需要, 又是相关工业、相邻学科发展和渗透的结果。汽车空气动力特性、车辆地面力学、车辆结构强度与载荷、车辆实际工作过程等方面的研究, 都涉及多方面的试验理论、试验技术, 如系统理论、相似理论及误差理论、随机数据处理等。这些理论的研究和发展有力地推动了汽车试验技术的发展。20 世纪 60 年代, 随着电子技术、传感器的发展, 出现了各种自动测试控制等方面的仪器, 由传感器采集各有关信息, 进而进行放大、整形、存储、处理, 获得最后的参数。电测技术的发展, 可以使人们借助变换器把各种非电量的信号(如应变、位移等)变换成电量, 从而实现多参数同步测量, 并且易于传输放大、记录, 使试验设备日趋自动化, 而设备的完善进一步使试验测试技术得到了发展。

第三阶段是日臻完善的阶段。

此阶段的主要标志是电子计算机在汽车试验中的应用和大型试验设备的应用, 同时试验理论、标准、法规进一步完善, 测试手段更加先进, 特别是 20 世纪 70~80 年代, 随着单片机、单板机及系统机的普遍使用, 为汽车试验提供了快速准确的运算工具, 同时也提供了先进的试验手段, 可以容易地完成数据采集、处理和试验分析。高度自动化设备——模拟道路状态的电子液压振动试验台、电控转鼓试验台以及现代化风洞、试验场等大型设备、设施的应用和建立, 使汽车试验技术无论在方法上还是在设备上都达到了空前完善的程度。

我国汽车试验起步较晚, 汽车工业及汽车试验都是随着 20 世纪 50 年代第一汽车制造厂的建立而发展起来的, 虽有 50 余年的发展历史, 但真正在各方面取得进步的是 20 世纪 80 年代以来的事。经济建设和汽车工业的蓬勃发展为汽车试验提供了大量的强度、寿命和性能方面的试验方法, 并进行了试验方法的研究和试验法规的制定, 还进行了许多基础性的研究工作, 如车身车架的有限元分析, 路面谱、载荷谱、车辆地面力学、操纵稳定性、随机数据的处理、可靠性研究等, 在试验的基础建设上除了积极引进国外先进的技术和设备外, 我国还自力更生创造了不少有自己特点的试验设备和仪器、仪表, 建立了大型现代化试车场, 为我国汽车工业的进一步发展提供了有力的试验手段和可靠的理论依据。

2. 汽车试验的类型

(1) 根据试验目的不同, 汽车试验可分为产品检验性试验和科学研究性试验。

① 产品检验性试验。对于汽车产品的检验性试验, 根据其任务不同可分为以下两种情况。

其一是质量检查性试验, 即是对目前汽车产品定期进行检查, 确定产品质量的稳定性, 及时检查出产品中存在的问题。该试验较简单, 通常是针对用户意见进行检查, 并做出检查结论, 每种产品有具体的检查试验规范, 试验时应按此(既定)规范进行。

成批生产的检查性试验是一种定期考核试验, 主要是对产品的性能、质量与使用情况等进行抽样检查, 一般是有针对性地进行重点项目的检验。

其二是产品鉴定试验。汽车新产品在投产之前, 必须按国家有关试验标准和规程进行

全面的性能鉴定试验,同时在不同地区(如我国的华南、亚热带、西藏高原、东北寒冷地区等)进行适应性和使用性试验,其鉴定内容有产品的主要参数、基本性能、可靠性与耐久性、维修保养的方便性以及特殊条件的适应性等,这种试验均由国家主管部门组织试验组进行,国家根据试验结论确定其是否可以代替老产品、组织成批生产。

另外,试验样品的试验属产品改进性试验,如整车或部分总成的改进、改装的变型车均属这类。通过这种试验确定试验样品的发展前途,故而也称为发展性试验。此试验较多地带有对比性、反复性,为了尽量缩短试验和样品试制的周期,可以采用由室内台架(各总成台架)试验和道路试验相结合的方法来进行。在允许的条件下,也可以适当地强化试验条件,便于尽早发现薄弱环节,其试验内容以测量其主要参数及基本性能为主,当各项基本性能达到设计要求时,再进行耐久性试验和使用试验。

② 科学研究性试验(简称科研性试验)。实质上,发展性试验也属于科研性试验。科研性试验的范围极其广泛,它主要研究汽车与行驶介质(如道路、土壤等)之间的相互作用、相互制约的规律性,以及研究新结构、新工艺、新材料在一定工况下的应用效果,以寻求改进现有产品或开发研制新产品而进行的试验,寻求提高汽车产品的设计水平与使用寿命的新途径,从而建立汽车学科中的基本理论。另外,新的试验方法和测试技术的探讨、试验标准的制定也是科研性试验的一部分。

当前,提高汽车功率、降低油耗、减少废气公害、消除和限制噪声与振动、改善高速行驶的安全性、提高越野行驶的能力(主要是国防与农业)、应用电子技术等都已成为汽车技术发展中的重大课题。科研性试验可以在室内台架上进行,也可以在专设的试验跑道、试验场或特殊地带进行。科研性试验的条件方法往往与鉴定性试验有较大的差异。

科研性试验与产品检验性试验的区别在于:前者的过程、方法、项目、规范等是根据具体的试验项目而定的,较灵活,试验项目的深度、广度较大,测试精度要求高,一般所用的设备和仪器精度高且较为先进;而产品检验性试验的方法、试验过程、项目、规范等必须根据国家 and 有关部门规定的标准来进行,目的是使被试对象有可比性,能够进行定量分析,使试验工作有章可循。

(2) 按试验对象不同,汽车试验可分为零部件试验、机构总成试验和整车性能试验。

① 零部件试验:对某零部件进行试验,考核其设计和工艺的合理性,测试其刚度和强度、磨损和疲劳寿命,以及研究材料选择的合理性等,如齿轮副、滑动花键等试验。

② 机构总成试验:主要考核机构总成的工作性能和耐久性,如测试发动机功率,变速箱各挡的传动效率,悬挂装置特性及其结构强度、疲劳寿命、耐久性等试验。

③ 整车性能试验:由于汽车的使用条件十分复杂,因此,汽车在道路上或试验室进行整车试验是汽车试验中不可缺少的重要环节。汽车整车试验特别是汽车道路试验,既是一项科学试验工作,又是一种典型的汽车使用实践,它相对于其他汽车试验更接近实际使用情况,也更能发现汽车在使用中可能出现的情况或可靠性问题,考验汽车的设计和制造水平。

考虑到汽车在交通、运输业中的广泛应用和使用条件的复杂多样,对汽车提出的要求亦就各不相同。这样在评价汽车的完善程度时,不能以其某一结构特征为准,而需结合具体使用条件,综合地利用一般使用性能来进行评价,强调使用性能也就是强调整车试验的重要性。

整车试验的基本目的是了解或鉴定新设计的、已生产的或经改进的汽车是否符合使用

要求,是否适应使用条件,发现存在的缺点与问题,通过比较和反复试验找到改进和高的措施。

整车试验的基本内容是:整车性能试验,适应性、可靠性、耐久性试验。汽车的使用性能是指汽车能适应使用条件而发挥最大工作效率的能力。而性能试验主要包括:动力性能(牵引)、燃油经济性、制动效能、热稳定性、通过性(越野性)、操纵轻便性与稳定性、行驶平顺性、密封性、车内外噪声测定等试验。

适应性试验包括寒冷气候条件下的起动性能、驾驶室采暖与除霜能力、非金属材料与制动液冷却液的适应性、在酷热气候条件下的抗气阻性能、驾驶室的通风隔热性能等。

可靠性试验包括总成部件的强度、工作可靠性及各项基本性能的稳定性、汽车维修保养的方便性等。

(3)按试验方法分类,汽车试验可分为室内台架试验、室外道路试验和试车场试验。

①室内台架试验。室内台架试验是指在试验室内对整车和零部件进行的参数测定以及性能和可靠性试验,一般在专用的台上进行。室内台架试验的特点是试验条件易控制、数据离散小、试验精度高、可比性好、试验周期短、能消除无需研究之因素的影响等。近年来,计算机在汽车试验中得到了广泛的应用,利用计算机控制,在室内进行台架试验时,模拟实际道路试验的工况,可以代替一部分道路试验,这样既可以提高试验精度,也可以大大缩短试验周期。

②室外道路试验。室外道路试验是目前整车试验主要采取的方式,要求被试汽车装备完整,在专用试车场或选定的典型使用路程上进行整车性能和可靠性试验。因为道路试验是在实际使用道路条件下进行的,可全面评价考核汽车的技术性能,所以是最为普遍的试验方法。特别是各种高性能的小型传感器、电子仪器及磁带记录仪的应用和遥控系统的出现,使道路试验日趋完善。

③试车场试验。试车场试验是按预先制定的试验项目规范,在规定的行驶条件下进行的,试车场可设置比实际道路更恶劣的行驶条件和各种典型道路与环境,可以进行可靠性、寿命及环境试验,也可强化试验、缩短试验周期、提高试验结果的对比性。

汽车试验场集中了典型的汽车实际使用情况,而且在不失真的情况下加以强化,比一般行驶条件下的考验更科学、更严格、更迅速。设计和建造汽车试验场是发展产品、提高质量的一项重要技术措施。

3. 汽车试验的意义

汽车试验是汽车科学和汽车工业发展的重要手段,汽车工业的发展是与汽车试验技术的不断发展和完善分不开的,试验是改善汽车性能、提高产品质量不可缺少的重要环节,且随着汽车工业的发展,汽车试验在汽车工业中所处的地位也将不断加强,两者相互促进,全面发展。

汽车试验的重要性表现在以下几个方面。

(1)汽车产量大,应用领域广,涉及国民经济的各个部门,与国家的工业、农业、国防以及人民生命财产的安全都有着直接的关系。工业、农业、国防使用的各种专车要求具有较高的可靠性和适应性,这就在客观上要求进行全方位试验考核。

(2)汽车使用条件复杂,不同的使用条件对汽车性能要求不同,无论设计时考虑得多么周到,也不可能把所有因素都考虑在内,设计制造的好与坏都必须通过试验来验证。

(3) 通过试验来验证和设计产品，提出改进产品性能、提高产品质量的方法。

(4) 汽车试验技术的发展，为汽车理论研究工作提供手段，为建立系统的理论基础提供依据，如汽车操纵稳定性、车辆地面力学等基本理论的研究都是以汽车试验为基础的。

小 结

汽车试验学是与汽车工业相互促进而共同发展起来的。汽车试验学的理论、试验手段、技术水平等也因相关行业的进步和提高而阶段性地发展起来，现代汽车试验因其目的和对象而分为多种类型，这也正是汽车试验学的特点。