

汽车试验技术

QICHE SHIYAN JISHU

何耀华 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车试验技术

主编 何耀华

参编 苏楚奇 张成才 杨灿



机械工业出版社

本书是一本关于汽车试验理论和试验方法的教科书,共十三章,其内容包括汽车测试系统的组成与特性分析、汽车试验系统中常用的典型传感器、信号的调理与传输、试验数据的采集与处理、DSP 技术、虚拟仪器系统、汽车整车出厂检验系统、汽车整车性能的道路试验、汽车室内台架试验系统、汽车试验场试验、汽车噪声试验系统、试验设计与试验研究等。

本书从汽车产业的实际出发,力求能反映汽车试验领域的最新发展动态、力戒内容过时及与其他课程的重复。

本书可作为高等院校车辆工程及相关专业的本科教材,也可供汽车制造、试验及交通管理等领域的工程技术人员使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车试验技术/何耀华主编. —北京:机械工业出版社, 2010. 5

ISBN 978-7-111-30885-0

I. ①汽… II. ①何… III. ①汽车试验—教材
IV. ①U467

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 103226 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:赵海青 责任编辑:赵海青 责任校对:张晓蓉

封面设计:王伟光 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2010 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 15.25 印张 · 373 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-30885-0

定价:35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前言

国际上任何一家有影响的汽车制造公司均无一例外建有规模宏大的汽车试验基地,包括汽车整车及各总成部件的试验室和汽车试验场。汽车试验基地的投资规模多则数十亿美元,少则也在十亿美元以上。从某种意义上讲,汽车试验基地的试验能力和水平是汽车制造公司从事新产品研发能力的象征。在过去相当长的一个时期内,国内的汽车制造公司不太重视汽车试验基地的建设。或许正因为如此,使得我国汽车产业走过了半个多世纪的历程却尚未完全形成新产品自主研发能力。但值得庆幸的是,这种状况已得到了根本性的改变。近些年,国内各大汽车公司(东风汽车公司、中国一汽、上海大众、上海通用、比亚迪、重庆长安、广州丰田)均投巨资建设规模宏大的汽车试验基地,并面向全球采购具有国际水平的各类汽车整车与零部件试验设备。这种观念上的转变,将会有力地推进我国由汽车制造大国向汽车制造强国的发展。

当然,汽车试验设备和试验基地只是汽车产品研发必要的物质条件,形成产品自主研发能力的第一要素还是人,是一群极具创新能力的人,是知道产品研发过程需要用哪些试验作支撑才能有效利用汽车试验基地和试验设备服务于新产品研发与产品质量控制的人。欲造就符合汽车产业发展需要的高素质人才,就必须及时推出贴近实际、反映产业需求的相关教材。作者真诚地希望本书能够起到为中国汽车产业培养高素质实用型人才的作用。

本书的编写宗旨是,从实际需要出发,力戒内容过时和与其他课程的重复。本书在介绍汽车试验的基本理论时,力求做到既简单明了、通俗易懂,又不失其系统性和严谨性;在介绍试验方法和试验规划设计时,尽可能通过对典型实例的剖析,让学生既能了解到试验过程的全貌又能注意到对试验产生影响的重要细节。

本书由武汉理工大学汽车工程学院何耀华主编。编写者分工如下:何耀华编写第一、二、三、四、八、九、十一、十二、十三章和第五章的第四、五、六、七节,张成才编写第五章的第一、二、三节和第六章,杨灿编写第七章,苏楚奇编写第十章,廖聪、岳亮亮、崔淑娟、陈裸明、邓娟等做了大量的资料收集、整理及图片的处理工作。

本书在编写过程中得到了国内同行和汽车试验仪器设备制造商的大力帮助和支持,书中用到了德国杜尔、德国申克、德国达特朗、美国宝德、美国 MTS、美国野马、美国 CRU-DEN、日本安全自动车株式会社、日本鹭宫制作所、日本堀场、佛山南华等汽车试验设备制造公司的设备作为示例。在此,对在本书编写过程中给予帮助和支持的同行和汽车试验设备制造公司表示衷心的感谢!

本书可作为高等院校车辆工程及相关专业的本科教材,也可供汽车制造、试验及交通管理等领域的工程技术人员使用和参考。

由于编者水平有限,本书难免会有疏漏和谬误,敬请业内专家、同行及读者批评指正。

编者

目 录

前言

第一章 概论 1

第一节 汽车试验在汽车产业中的地位 1

第二节 汽车试验的分类 3

一、按试验特征分类 3

二、按试验对象分类 4

三、按试验目的分类 5

四、各类试验的关系 6

第三节 汽车试验系统的组成 6

一、汽车道路试验系统的组成与

工作原理 6

二、汽车台架试验系统的组成与

工作原理 7

第四节 汽车试验技术与试验设备 8

一、汽车试验方法 8

二、汽车试验仪器设备 8

第二章 汽车试验基础理论 12

第一节 汽车试验系统的特性 12

一、试验系统的静态特性 12

二、试验系统的动态特性 14

第二节 试验系统的动态响应 17

一、频率响应函数 17

二、试验系统的阶跃响应 23

三、试验系统的单位脉冲响应 24

四、试验系统的单位斜坡响应 26

五、试验系统在任意输入下的响应 28

第三节 试验系统动态特性的试验测定 28

一、频率响应法 29

二、脉冲响应法 29

第四节 试验系统的负载效应 30

一、一阶系统的互联 31

二、二阶系统的互联 33

第五节 试验系统的不失真测量 34

一、汽车振动和噪声测试 34

二、速度、转速和位移的测量 35

三、发动机节气门位置的测量 35

第六节 试验误差分析 36

一、测试误差的分类 36

二、测试精度 40

第七节 试验数据的回归分析 41

一、一元线性回归分析 41

二、一元非线性回归 43

三、多项式回归 43

四、多元回归分析 45

第三章 汽车试验系统中常用的

典型传感器 47

第一节 电阻式传感器 47

一、热敏电阻式传感器 47

二、压敏电阻式传感器 48

三、可调电阻式传感器 50

四、电阻应变片式传感器 51

第二节 电容式传感器 55

一、A 型电容式传感器 55

二、d 型电容式传感器 56

三、 ϵ_r 型电容式传感器 57

四、差动电容传感器 59

五、容栅式传感器 59

六、电容式传感器的应用 60

第三节 电感式传感器 61

一、自感式传感器 61

二、互感式传感器 63

三、电感式传感器的应用 64

第四节 气体传感器 65

一、接触燃烧式气体传感器 65

二、半导体式气体传感器 66

三、固体电解质式气体传感器 68

第五节 GPS 传感器 70

第六节 压电式传感器 72



一、电压放大型压电式传感器	73	二、放大器与负载的阻抗匹配	108
二、电荷放大型压电式传感器	74	第五节 信号的传输	108
三、压电式传感器的应用	75	一、有线传输	109
第七节 磁电式传感器	75	二、无线传输	111
一、动圈式与动铁式磁电传感器	75	第六节 信号的补偿和修正	115
二、磁阻式磁电传感器	76	一、电桥补偿	115
三、磁电式传感器的应用	77	二、测试结果的函数补偿	117
第八节 热电式传感器	78	三、通道补偿	117
一、热电偶式温度传感器	78	四、均衡补偿	117
二、非接触式温度传感器(红外测温仪)	81	第五章 试验数据的采集与处理	119
第九节 光电式传感器	82	第一节 数据采集技术基础	119
一、外光电效应	82	一、采样与采样定理	120
二、内光电效应	82	二、采样方式	120
三、光伏效应	83	第二节 计算机数据采集系统	121
四、光电传感器的应用	83	一、多路模拟开关(MUX)	121
第十节 霍尔式传感器	84	二、采样保持器(SHA)	121
第十一节 CCD 图像传感器	85	三、模数(A/D)转换器	122
一、利用 CCD 图像传感器测汽车车轮定位参数	86	四、数据采集系统的控制	122
二、利用 CCD 图像传感器进行三维扫描测量	86	第三节 动态试验数据处理	123
第四章 信号的调理与传输	89	一、汽车行驶平顺性试验评价	123
第一节 信号的调制与解调	89	二、三种试验评价方法的关系	124
一、调幅与解调	89	三、三种试验评价方法的应用	127
二、调频与解调	94	四、振动信号的处理	128
第二节 信号的滤波	96	五、振动信号的数值计算	129
一、滤波器的分类	96	第四节 研究汽车行驶平顺性常用的方法	132
二、滤波器的滤波原理	97	第五节 动态数据处理中的泄漏	133
三、实际滤波器的特性	97	一、选用合适的窗函数	135
四、RC 滤波器	98	二、平滑处理	137
第三节 信号的数字滤波	102	第六节 动态信号处理的栅栏效应与细化技术	138
一、无限长单位抽样响应(IIIR)滤波器的结构	103	一、动态信号处理的栅栏效应	138
二、有限长单位抽样响应(FIR)滤波器的结构	104	二、细化技术	139
三、数字滤波器的设计	106	第六章 DSP 技术	140
第四节 信号的放大	106	第一节 DSP 芯片的特征	140
一、传感器与放大器的阻抗匹配	107	第二节 DSP 芯片的分类及选用	142
		一、DSP 芯片的分类	142
		二、DSP 芯片的选用	143
		第三节 典型 DSP 系统的集成方案及	



开发方法	143	第三节 汽车出厂检验评价方法	175
一、DSP 目标板设计	144	第九章 汽车整车性能的道路试验	177
二、DSP 软件设计	144	第一节 汽车整车基本性能试验内容	
三、DSP 系统的开发方法	146	与设备	177
第四节 应用实例——电动汽车动力电池		一、汽车整车基本性能试验前的准备性	
管理系统设计	147	试验	177
一、电池管理系统硬件设计概述	148	二、汽车整车基本性能试验的内容	178
二、电池管理系统硬件设计	149	三、汽车整车基本性能试验设备	180
第七章 虚拟仪器系统	152	第二节 汽车操纵稳定性试验内容与	
第一节 虚拟仪器系统的构成和特点	152	设备	181
一、虚拟仪器系统的构成	152	一、汽车转向轻便性	181
二、虚拟仪器的特点	157	二、蛇行试验	182
第二节 虚拟仪器系统的控制总线	157	三、稳态回转试验	183
一、GPIB	158	四、转向回正性能试验	184
二、串行总线	159	五、转向盘转角脉冲输入试验	184
三、通用串行总线 USB	160	六、转向盘转角阶跃输入试验	185
四、以太网	160	七、汽车操纵稳定性试验设备	185
五、无线以太网	160	第三节 汽车行驶平顺性试验内容与	
六、IEEE 1394 总线接口	161	设备	186
七、CAN 总线	161	一、试验方法	186
八、PCI 总线	162	二、试验仪器	187
九、PCI Express 总线	162	第四节 汽车噪声试验与设备	187
十、VXI 总线	163	一、汽车行驶噪声试验方法	187
十一、PXI 总线	164	二、汽车噪声试验用仪器设备	189
第三节 虚拟仪器系统的驱动程序	165	第五节 汽车道路动态试验系统	189
一、可编程仪器标准命令 SCPI	165	第十章 汽车室内台架试验系统	191
二、虚拟仪器软件架构 VISA	165	第一节 汽车整车性能室内台架试验	
三、可互换的虚拟仪器驱动程序 IVI	166	系统	191
第四节 虚拟仪器系统在汽车试验中的		一、汽车底盘测功机的结构型式	191
应用	167	二、汽车底盘测功机的结构原理	192
一、系统模型定义	167	三、汽车整车室内台架试验的内容	193
二、控制器快速建模	167	第二节 汽车整车道路振动模拟试验	
三、建立目标系统	167	系统	195
四、硬件在环测试	168	第三节 汽车排放试验系统	196
五、系统测试	169	一、汽油车双怠速及简易工况法排放	
第八章 汽车整车出厂检验系统	171	测试系统	196
第一节 汽车出厂检验的主要内容		二、柴油车烟度测试系统	197
与设备	171	三、工况法汽车排放测试系统	197
第二节 汽车出厂检验工艺流程	175	第四节 汽车主要总成室内台架试验	



系统	198	一、常规声全息	217
一、发动机台架试验系统	199	二、近场声全息	217
二、汽车动力与传动试验系统	200	三、远场声全息	218
三、传动系统主要总成部件试验系统	201	第十三章 试验设计与试验研究	219
第十一章 汽车试验场试验	204	第一节 试验设计的一般程序与要求	219
第一节 汽车试验场简介	204	一、试验设计的一般程序	219
第二节 汽车试验场试验的主要内容	207	二、试验设计的一般要求	221
一、1号综合路与石块环道(比利时路)的 试验内容	208	第二节 试验规划与设计	221
二、2号综合路的试验内容	208	一、被试对象的结构原理分析	222
三、高速环道的试验内容	209	二、了解科研各阶段的具体试验要求	222
四、2号环道的试验内容	209	三、收集和分析已有相关标准和试验 规范	223
五、灰尘洞/模拟城市工况路的试验 内容	209	四、明确试验目的、确定试验内容	223
六、ABS 试验路的试验内容	209	五、试验仪器的选用	224
七、涉/溅水池与淋雨试验路的试验 内容	210	六、对试验条件给出明确的规定	224
八、坡道试验内容	210	七、根据试验内容和试验要求理定试验 规程	224
九、汽车性能试验路的试验内容	210	第三节 试验新方法的探索与研究	230
十、越野路的试验内容	211	一、汽车燃料经济性试验新方法的探索 与研究	231
第三节 汽车试验场试验规范	211	二、汽车排放试验新方法的探索研究	232
第十二章 汽车噪声试验系统	213	三、汽车车轮定位参数快速测量新方法 的研究	233
第一节 噪声谱分析系统	213	参考文献	234
第二节 声强试验系统	215		
第三节 声全息测试技术	216		

概 论

古人云：“虽多诵经，不解何益；解一法句，行可得道”。意思是说：“诵经不如解义，解义不如践行，实践经义哪怕一句话，便可得道”。在现代科学技术领域中也是如此，唯有实践，才得真知。对车辆工程专业的学生来说，若只学书本知识，而不动手实践，不可能深入了解汽车，更谈不上技术创新；对于汽车产品而言，若不进行大量广泛的试验，人们不可能知道其质量、性能的优劣。当然，虽然实践很重要，但是这并不意味着可以忽视理论知识的学习。科学试验，尤其是现代科学试验若没有理论的指导、问题的启发也不可能得到发展。科学试验和理论的密切结合是近代科学技术的一个显著特点，二者相互依赖、相辅相成。许多理论上的创新，表面上看起来似乎是理论自身的发展，其实都是立足于坚实的试验基础之上的。我们并不否认理论有其相对的独立性，理论一旦具备了完整的逻辑形态，也会逻辑地引出新的理论观点和科学预见。但试验是理论的主要源泉，理论工作上不去，往往是因为缺少试验的推动，试验有了突破，理论就会出现新的发展。在工程技术中，任何一个成功的产品都是设计和试验密切结合的产物。理论为设计提供方法，试验为设计提供依据及对设计出的产品进行验证。在包括汽车在内的许多工程及生产实践中，有时试验是解决问题的唯一的方法。

第一节 汽车试验在汽车产业中的地位

在当今社会，有人形象地将城市称为房子和汽车的组合体。由于汽车产品直接面对全球所有的老百姓，而又处在极其复杂的交通环境之中，因此，汽车产品在设计 and 制造方面的任何缺陷都可能造成严重的后果。欲避免存在内在缺陷的汽车产品投放市场，最有效的方法就是进行大量广泛的试验。此外，汽车产品的技术进步，一直就是汽车制造商获得市场竞争力的有力武器。而汽车技术的任何进步，无一例外都需要试验的直接推动。正因为如此，业内人士普遍认为，无论是新设计还是正在生产的汽车产品，也不论在设计上考虑得多么周密、在制造过程中多么的细致认真，都需经过科学而严格的试验。通过试验以检验产品设计、制造及结构的先进性，设计思想的正确性，制造工艺的合理性，使用维修的方便性，各总成部件工作的可靠性。

汽车工业的发展已有 100 多年的历史，在早期的手工生产阶段，由于汽车产品的产量小，速度低，人们对其性能和质量提不出具体的要求，因此汽车试验工作亦处在一种较为原始的状态。汽车试验的主要方法是操作体验和主观评价，评价内容大多为与马车比速度、比舒适。尽管如此，汽车试验工作仍受到制造商和用户的普遍重视，任何一辆汽车在出厂之前都要开到道路上去试一试；用户在购买之前大多也要驾车体验一番；汽车制造商不时还会举行一些展示汽车性能的比赛活动。



20 世纪初,福特在伊利·惠特尼发明汽车“标准化部件”的基础上发明了“汽车流水生产”方式,他的发明宣告了汽车大批量生产阶段的开始。随之而来的汽车使用可靠性、寿命及性能方面的问题日渐突出。为了使“流水生产”方式所带来的高效率、低成本得以充分发挥,各汽车生产厂商开始了大量的有关材料、工艺、可靠性、寿命、磨损及性能等诸多方面的试验研究,推动了汽车标准化工作的长足进步。在此期间的汽车试验,除借助于其他行业比较成熟的技术和方法外,还逐渐形成了汽车行业自己的试验研究体系,研究出了具有行业特色的试验方法,开发出了符合行业发展要求的试验仪器设备,如整车转鼓试验台、发动机性能试验台架、研究汽车空气动力学的试验风洞、各总成部件的闭式试验台及疲劳试验台等。在此阶段,道路试验亦得到了足够的重视。1924 年美国通用汽车公司在全球率先建起了规模庞大、功能齐全的米尔费德(Milford)试车场。从此拉开了汽车制造商竞相建设汽车试验场的序幕。第二次世界大战以后,国际上有影响的汽车制造公司均相继建起了自己的汽车试验场。汽车生产方式的变化,带来了汽车试验方法的根本变革,汽车试验已由手工生产阶段的操作体验、主观评价发展为仪器检测、客观评价。尽管当时汽车试验的规模不大、范围不广、试验设备比较简单,但汽车试验工作的基本方法是在这一时期形成的,且为后期的发展打下了良好的基础。

20 世纪 80 年代,美国国家仪器公司提出并制造出了世界上第一套虚拟仪器系统,从此,汽车试验仪器设备系统的构成发生了根本性的变化。由于虚拟仪器系统成功地将现代计算机技术和信息技术用于汽车试验系统中,为汽车试验的高精度、高效率、自动化、智能化提供了技术和设备的支持。国际性的汽车公司为了提高其自身的竞争力,纷纷投巨资大规模建设汽车试验室和汽车试验场。每个公司长年都有数百辆汽车整车及总成部件在汽车试验室及汽车试验场进行各类试验。图 1-1 所示是国外某汽车公司整车试验室的一角,该试验室可



图 1-1 汽车整车试验室



容纳数十辆汽车同时进行试验,其试验规模可见一斑。

第二节 汽车试验的分类

任何一款全新开发的汽车产品,从设计构思到市场化的产品开发全过程,试验费约占全部开发费的 1/3 以上,其试验项目累计达千余项。为了帮助读者了解如此复杂的汽车试验内容,下面介绍三种常见的分类方法。

一、按试验特征分类

按试验特征的不同,汽车试验可分为室内台架试验、汽车试验场试验和实际的道路试验三种。

1. 室内台架试验

室内台架试验的重要特征在于,试验不受环境的影响,且可 24 小时不停地进行,特别适合于汽车性能的对比试验和可靠性、耐久性试验。室内台架试验的突出特点是试验效率高。室内台架试验不仅适用于汽车的总成部件,也适用于汽车整车。图 1-2 ~ 图 1-4 所示分别是汽车整车、发动机的室内台架和轿车变速器室内台架试验。



图 1-2 汽车整车室内台架试验

2. 汽车试验场试验

汽车试验场(图 1-5)试验越来越受到汽车界的重视,其原因是汽车试验场上可以设置各种不同的路面,如扭曲路面、比利时砌石路面、高速环道、汽车性能试验专用跑道等。在汽车试验场上可在不受道路交通影响的情况下完成汽车各项性能试验,尤其是汽车的可靠性、耐久性试验及环境适应性试验。由于在汽车试验场上可以进行高强度水平的试验,因此可以大大地缩短试验周期。



3. 实际的道路试验

汽车产品最终都要交到用户手中到不同气候、不同交通状况的地区、不同道路条件的各种路面上行驶。要想汽车的各项性能都能满足实际使用要求,就必须到实际的道路上进行考核。因此,任何一种新开发出来的汽车产品都必须经历室内的台架试验、汽车试验场试验及实际道路试验这一复杂的试验过程。

由于试验场试验和实际道路试验均在道路上进行,因此业内常将二者统称为道路试验。

二、按试验对象分类

按试验对象的不同,汽车试验可分为整车试验、总成与大系统试验、零部件试验三大类。

汽车由若干个不同的总成、数万个零部件组成。要想制造出性能优良的整车,就必须确保每一个零部件及各大总成的质量。但在此需特别指出的是,即使全部用质量上乘的汽车零部件也不等于就一定能

组装出性能优良的汽车整车。由此可见,不仅汽车整车应进行全面而严格的试验,而且汽车

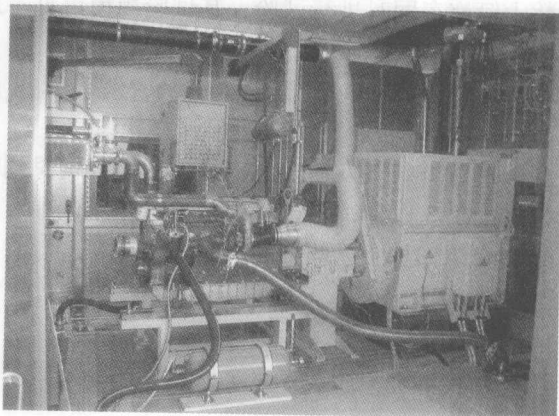


图 1-3 发动机室内台架试验

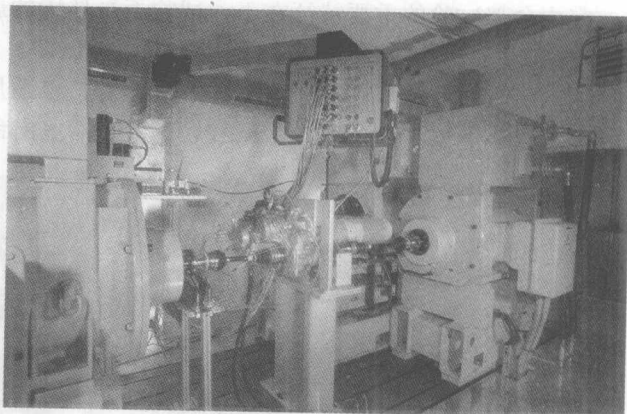


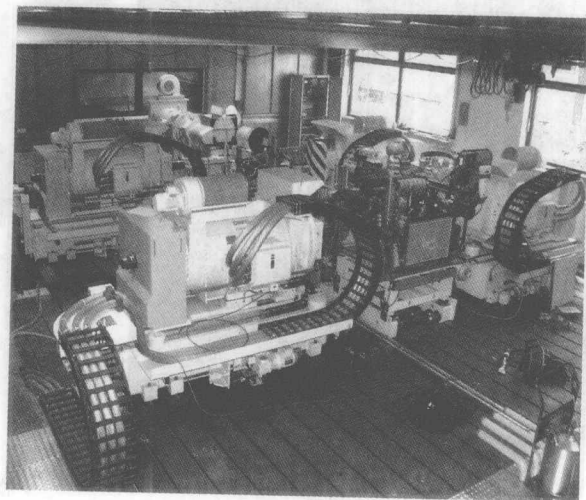
图 1-4 轿车变速器室内台架试验



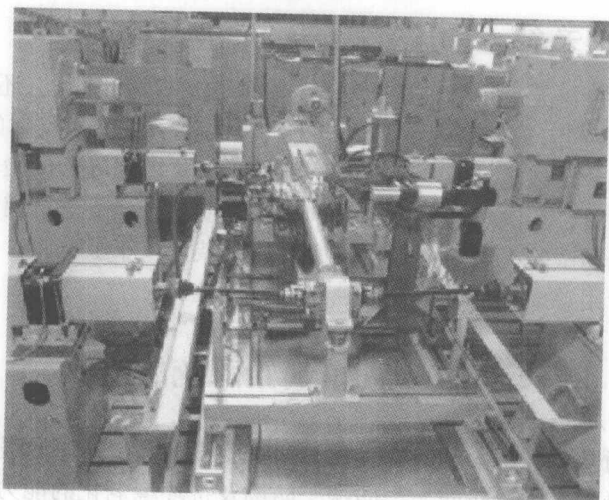
图 1-5 汽车试验场



零部件及各大总成也应进行大量的各类试验。各类试验如图 1-2 ~ 图 1-4 和图 1-6 ~ 图 1-8 所示。



a)



b)

图 1-6 汽车动力系统试验

a) 汽车动力系统的道路模拟试验 b) 全轮驱动汽车的动力系统试验

三、按试验目的分类

按试验目的的不同，汽车试验可分为质检试验、新产品定型试验和科研试验三类。

汽车试验有各种各样不同的目的，围绕着如何保证汽车产品质量所开展的试验称为质量检查试验，简称质检试验；以考核新开发的汽车产品是否符合设计要求及考核其是否满足汽车法规为目的的试验称为新产品定型试验；为了推进汽车的技术进步所开展的各项试验，如汽车新产品、新结构、新技术、新材料、新工艺等的开发性试验以及汽车试验新方法的探索性试验统称为科研试验。

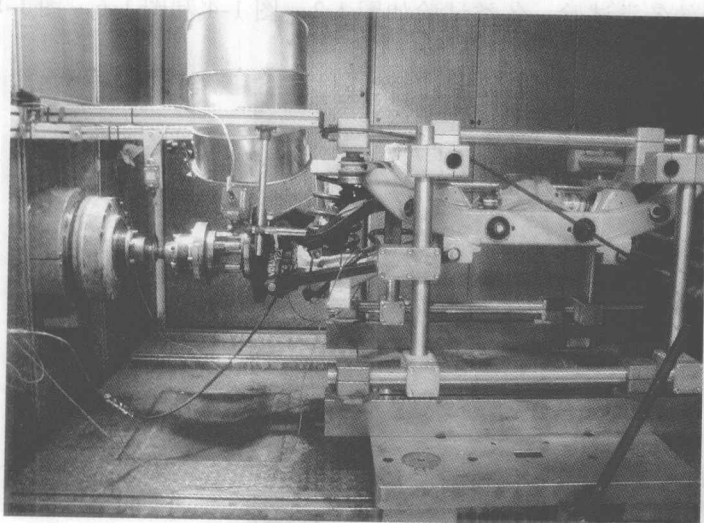


图 1-7 汽车悬架与制动系统试验

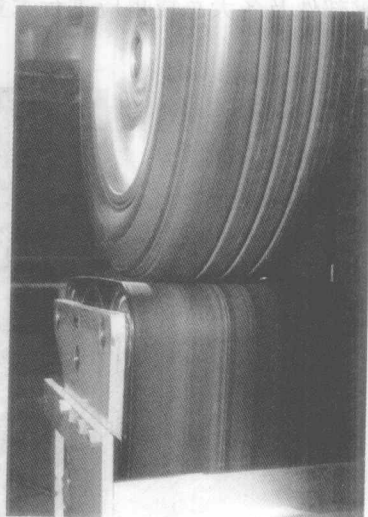


图 1-8 轮胎试验

四、各类试验的关系

对于汽车试验而言,无论是哪种试验对象(整车、总成、零部件),还是哪种试验目的(质检、定型、科研),通常均需进行室内台架试验、汽车试验场试验和实际的道路试验。其试验顺序是:先进行室内台架试验,若台架试验达到了相关要求则进行试验场试验,试验场试验的结果符合相关要求后,在汽车产品正式投放市场之前,必须要进行道路适应性试验。汽车总成及零部件的试验场试验无法独立进行,必须将其装在整车上试验;汽车总成及零部件室内台架试验均利用专用总成部件试验台架独立进行试验。

第三节 汽车试验系统的组成

汽车试验设备通常分为两大类,即室内台架试验设备和道路试验设备。由于道路试验设备所处的环境十分恶劣,因此对防尘、防振、防潮及抗环境老化的能力均要求很高。对于室内台架试验设备,由于不可能在室内建设汽车试验所需的跑道,因此需要搭建一个台架模拟汽车整车及总成部件的运动与所需的外界环境,以实现其有关参数的测量。由此可见,汽车道路试验设备和室内台架试验设备的功能、构成等方面均存在较大的差异。下面以汽车整车试验为例介绍汽车道路试验设备及室内台架试验设备的组成与工作原理。

一、汽车道路试验系统的组成与工作原理

图 1-9 所示是汽车道路试验最常用的仪器系统,它由数据采集与数据处理系统和各种不同类型的传感器组成,该系统可以满足汽车动力性、经济性、制动性及操纵稳定性等各项性能中全部项目的试验要求。现代汽车试验系统最突出的特点是:将信号的前处理功能(如信号的放大、模数转换、滤波等)全部集成到数据采集与数据处理系统中。要进行汽车性能试验时,只需配上与之对应的传感器就可以完成相应的试验。数据采集与数据处理系统是汽车道

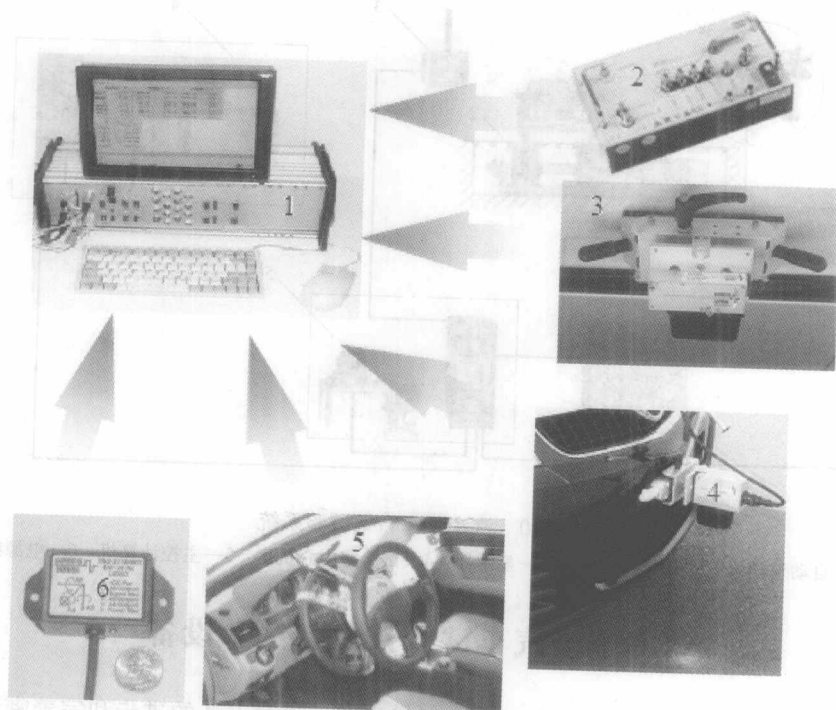


图 1-9 汽车道路试验系统

- 1—数据采集与数据处理系统 2—燃油流量传感器 3—高度传感器
4—双向速度传感器 5—转向盘转角/转矩传感器 6—陀螺仪

路试验系统的通用核心部件，试验系统的功能扩充十分简单，若要开发新的试验项目，只需配置与之对应的传感器及对软件作相应的调整。若来不及开发新的软件，将试验系统设置到手动操作模式也可以完成相应的试验。

二、汽车台架试验系统的组成与工作原理

汽车台架试验系统通常比道路试验系统复杂，除具有汽车道路试验系统中的数据采集与数据处理系统及各种传感器外，还必须配置模拟汽车运行工况的装置及控制该装置按试验要求运行的电控系统，如图 1-10 所示。图 1-10 中所示的主控计算机除具有控制底盘测功机按试验要求运行及控制自动驾驶仪按试验规程对汽车进行驾驶操作外，还兼有数据采集与数据处理的功能。底盘测功机转鼓的转动就像是连续不断的移动路面，汽车在道路上行驶的各种阻力（滚动阻力、坡道阻力、加速阻力、空气阻力）由测功机通过联轴器加在转鼓上。汽车的动力性、经济性等可以通过安装在底盘测功机上的转速传感器、转矩传感器及安装在汽车供油管路中的燃料流量传感器测出。汽车底盘测功机通常不用于汽车的制动性和操纵稳定性试验，汽车的制动性能试验常在专用的制动试验台上进行（也有汽车底盘测功机与汽车制动试验台一体化的设备），汽车操纵稳定性一般都在汽车操纵稳定性模拟试验台或汽车试验场专用试车道上进行。此外，汽车底盘测功机还是汽车整车室内试验的基础设备，如汽车噪声、排放、空调效果及各类与环境有关的试验都要用到汽车底盘测功机。

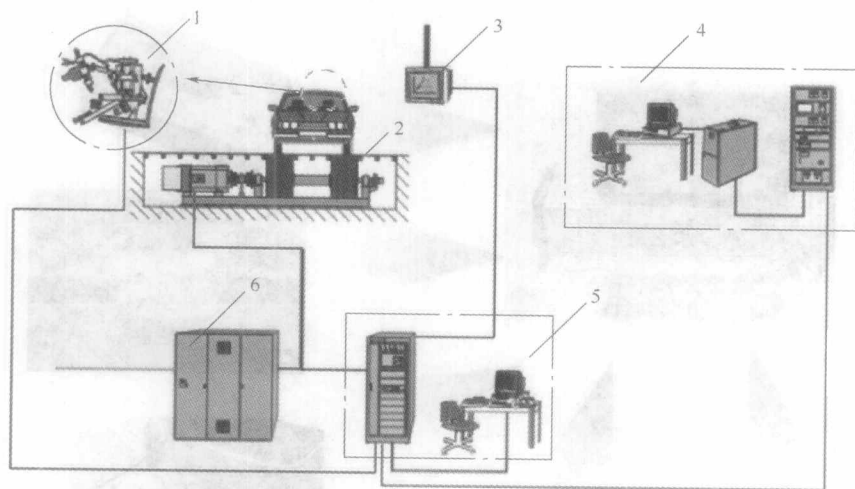


图 1-10 汽车整车台架试验系统

1—自动驾驶仪 2—底盘测功机 3—显示器 4—试验室中心机房 5—主控计算机 6—电源柜

第四节 汽车试验技术与试验设备

汽车试验技术的发展与汽车试验方法的更新及试验仪器设备的进步和完善密切相关。

一、汽车试验方法

谈到汽车试验方法，人们很容易想到国家标准及行业标准。事实上国家标准及行业标准所涉及的试验内容只是其中很少的一部分。汽车试验的内容很广，包括：探索性试验，新结构的原理验证试验，获取原始控制数据的标定试验，为产品、结构改进提供支持的功能试验，生产工艺的改进与验证试验，整车及总成部件的可靠性、耐久性试验，产品质量控制试验，汽车试验技术的探索、研究试验等。汽车试验方法是汽车试验大纲或规范内的主要内容，随着汽车及产业技术的不断进步与提高，汽车试验方法亦随之更新和发展。关于汽车试验方法的发展，主要表现在如下两个方面。

1. 试验内容逐年增加

为了满足人们对汽车日益提高的要求，需要不断地增加试验项目和试验内容；汽车功能的扩展，各种新结构、新技术在汽车上的应用必然导致新的试验内容的增加。

2. 试验方法的不断更新

高等级公路及高速公路的发展带来了汽车行驶速度的显著提高，轿车进入家庭进程的加快，新手大量上路等，这些不可避免地会带来许多新的问题，为此需要进行更多的试验，需要更新和补充新的试验内容与方法；汽车法规的日渐严格，也要求更新试验方法；试验技术的进步也会带来试验方法的变化。

二、汽车试验仪器设备

为了适应试验方法的变化，不可避免地会有更多更新的汽车试验用仪器设备推出；为了



提高试验精度、降低试验成本，必须要有功能更强、精度更好、效率更高的仪器设备源源不断地取代传统的、落后的设备。汽车试验用仪器设备发展的重要特征是：

1. 自动化程度越来越高

现代汽车试验用仪器设备的开发，不仅包括仪器设备自身结构和功能的开发，还包括对被试对象操控内容的开发。对于这类仪器设备自身的操作控制已完全实现了自动化，对于许多试验项目而言，试验中的车辆或总成部件也已由计算机自动操控，如图 1-11 所示。



图 1-11 汽车发动机自动试验系统

2. 功能集成

功能集成包含两个方面的内容，其一是一机多功能。近几年开发的汽车道路试验仪器彻底改变了过去一项性能一套仪器的传统。现在一套仪器几乎可以完成所有的道路试验项目，如图 1-9 所示。其二是根据汽车试验要求的不同，将不同功能的仪器设备进行合理的组合，使之构成一个多功能的汽车试验系统，由计算机进行集中控制，以提高仪器设备的工作效率和降低试验成本，如图 1-12 所示。该系统包括汽车车轮定位参数检测、整车性能测试、带 ABS 的制动性能测试、发动机控制系统检测、发动机预热测试和发动机的调试等功能。

3. 在试验室内再现各种试验环境

为了全面了解各种不同使用环境对汽车整车及零部件各项性能的影响，一些跨国汽车公司都建有可再现不同使用环境的试验室，如图 1-13 所示。

4. 高精度、高效率

为了满足日益严格的汽车排放法规要求，最大限度地保护驾驶员及乘客的安全、尽可能地提高汽车的乘坐舒适性，继发动机采用计算机控制系统之后，汽车其他各大总成已逐渐开始采用计算机控制技术。计算机控制的依据除来自于各种不同传感器提供的汽车各总成部件工作状况的信息外，更主要的是，还需在试验室对计算机控制的汽车总成进行大量的试验，以采集电控所需的大量数据，只有这样才能保证计算机高精度地控制汽车各总成部件工作。这种在试验室采集控制所需信息的过程称为“标定”试验。由于标定试验的内容十分复杂且要求精度很高，因此标定试验所需的时间一般都很长，所用仪器设备通常都比较复杂。图