



· 普通高等教育汽车类专业“十二五”规划教材

UTO MOBILE

汽车试验学

QICHE SHIYANXUE

主 编 张铁山
副主编 刘国兵 凌秀军 杨 敏



教学资源库
<http://www.ndip.cn>



国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等教育汽车类专业“十二五”规划教材

汽车试验学

主 编 张铁山

副主编 刘国兵 凌秀军 杨 敏

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

“汽车试验学”为车辆工程专业主干课程之一，并且是车辆工程专业课程体系中的重要一环。本书主要讨论了汽车试验研究的原理、方法和技术，主要由绪论、测试系统的组成与基本特性、试验设计、模型试验基础、主要的汽车性能试验、其他的试验设施与试验等六部分组成。由于内容较多，可以根据实际情况有选择地讲授 24 课时至 32 课时。

本书可供车辆工程及相关专业本科学生使用，或作为硕士研究生的参考书，也可作为汽车行业工程技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车试验学 / 张铁山主编. —北京: 国防工业出版社, 2014. 8

普通高等教育汽车类专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-118-09566-1

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 192273 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

三河市腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 12½ 字数 285 千字

2014 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 28.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 88540777

发行邮购: (010) 88540776

发行传真: (010) 88540755

发行业务: (010) 88540717

普通高等教育汽车类专业“十二五”规划教材

编审委员会

主任委员

陈 南 (东南大学)

葛如海 (江苏大学)

委 员 (按姓氏拼音排序)

贝绍轶 (江苏理工学院)

蔡伟义 (南京林业大学)

常 绿 (淮阴工学院)

陈靖芯 (扬州大学)

陈庆樟 (常熟理工学院)

戴建国 (常州工学院)

鞠全勇 (金陵科技学院)

李舜酩 (南京航空航天大学)

鲁植雄 (南京农业大学)

王 琪 (江苏科技大学)

王良模 (南京理工大学)

吴建华 (淮阴工学院)

殷晨波 (南京工业大学)

于学华 (盐城工学院)

张 雨 (南京工程学院)

赵敖生 (三江学院)

朱龙英 (盐城工学院)

朱忠奎 (苏州大学)

编写委员会

主任委员

李舜酩 鲁植雄

副主任委员 (按姓氏拼音排序)

吕红明 潘公宇 沈 辉 司传胜 吴钟鸣 羊 玢

委 员 (按姓氏拼音排序)

蔡隆玉 陈 刚 范炳良 葛慧敏 黄银娣 李国庆 李国忠 李守成

李书伟 李志臣 廖连莹 凌秀军 刘永臣 盘朝奉 秦洪艳 屈 敏

孙 丽 孙 宁 王 军 王若平 王文山 夏基胜 谢君平 徐礼超

徐晓美 许兆棠 杨 敏 姚 明 姚嘉凌 余 伟 智淑亚 张铁山

朱为国 邹政耀

前 言

“汽车试验学”是车辆工程专业课程体系中的重要一环，是车辆工程专业主干课程之一。本书是为有一定测试技术基础的学生而编写的，主要讨论了汽车试验研究的原理、方法和技术，通过本教材课程的学习，使得学生对汽车试验研究的原理、方法和技术总体上有初步的认识，并且掌握其中的基本内容。

本书具有以下几个特点：

(1) 本书共分为绪论、测试系统的组成与基本特性、试验设计、模型试验基础、主要汽车性能试验、其他的试验设施与试验等 6 章。教材能够较好地与前期课程衔接，本教材内基本上不出现“测试技术”课程的基础内容，但又进行了“测试技术”与本课程的适当衔接处理。

(2) 突出专业的特点，适合于车辆工程专业的学生、从事车辆工程的工程技术人员使用。

(3) 教材以试验设计、模型试验基础、主要的汽车性能试验 3 个部分为重点，考虑车辆设计研发过程中的试验研究问题。

试验设计部分可以作为汽车设计或汽车改进设计的基础，利用试验设计方法进行的试验研究，可以更加合理地确定设计方案，或者改进设计方案，即试验设计是优化设计的基础。这部分中的均匀设计等内容可以作为研究生和工程技术人员参考，本科生授课时可不讲授。

模型试验基础部分主要是为了进行整车空气动力学设计而设置的内容。通过这部分内容的学习，学习者可以认识，并初步掌握汽车模型风洞试验的基本原理、方法以及相关的技术。

主要汽车性能试验部分，以现行的有关标准为基础，讨论相关的性能试验原理、方法和技术，以及部分相关的主要试验设备。通过学习，可以使得学生对汽车主要性能试验有个比较全面的认识。在这部分中，列出了所涉及的国家现行标准，以方便学生进一步学习。

本书中的其他试验设施与试验部分，本科生授课时可以适当选择，这部分可以作为研究生以及工程技术人员参考。

本书可供车辆工程专业本科学生使用，也可作为车辆工程专业研究生以及汽车行业工程技术人员的参考书。

由于作者的水平有限，书中疏漏之处在所难免，欢迎广大读者指正。

编 者

2014 年 3 月

目 录

第 1 章 绪论	1	第 4 章 模型试验基础	61
1.1 汽车试验概述	1	4.1 相似现象及概念	61
1.2 汽车试验的作用、分类与特点	4	4.2 相似理论基础	64
1.3 汽车试验标准的特点与分类	5	4.3 相似准则的求解方法	68
1.4 汽车试验计划与组织	6	4.4 模型试验的数据处理	78
1.5 本课程研究的内容	8	第 5 章 主要汽车性能试验	84
第 2 章 测试系统的组成与基本特性	10	5.1 汽车动力性试验	84
2.1 测试系统的组成	10	5.2 汽车燃油经济性试验	101
2.2 测试系统的基本特性	12	5.3 汽车制动性试验	111
第 3 章 试验设计	21	5.4 汽车平顺性试验	123
3.1 基本概念	22	5.5 汽车操纵稳定性试验	127
3.2 2^2 因子设计	23	5.6 汽车排放与噪声测试	143
3.3 正交设计	31	第 6 章 其他的试验设施与试验	158
3.4 混合水平正交设计	39	6.1 汽车的空气动力性试验	158
3.5 正交试验的应用	42	6.2 汽车可靠性试验	171
3.6 均匀设计	53	6.3 汽车被动安全性试验	177
		6.4 汽车试验场简介	187
		参考文献	192



第1章 绪论

汽车作为人类交通运输工具,自从 1886 年问世已经有 100 多年的历史,它的出现和发展给人类社会带来了无可估量的经济效益和社会效益。伴随着汽车产业的发展,汽车产品的研究开发、生产等相关领域的发展也日臻完善,并不断推陈出新。而这一切都与汽车的试验研究密不可分。汽车测试是汽车专业(方向)的重要专业技术,是从事汽车设计与制造的基础,也是从事汽车工程研究的重要基础。汽车测试技术(汽车试验学)也是车辆工程专业必修的专业课程环节。

1.1 汽车试验概述

汽车测试技术是伴随其工业的建立和发展而逐渐成长起来的,汽车测试技术包括试验和检测技术两个部分:试验技术侧重研究,多用于产品的研发中;而检测技术侧重于汽车的管理,多用于汽车维护、维修方面。汽车工业发展到今天的水平与其试验研究及检测工作是分不开的。汽车的使用条件复杂,对产品的性能、寿命、质量和成本等方面要求高,影响产品质量的因素多,所涉及的技术领域也极为广泛,因而对一些问题的研究还不够充分。一般情况下,新的发现和突破以及新设计的或是现生产的产品,即使在设计和制造上考虑得非常周密,也都必须以试验测试为基础经过试验来检验。试验是帮助人们深入了解汽车在实际使用中各种现象的本质及其规律,并推动其技术进步的一种极为重要的方法。

汽车工业是 20 世纪初形成的,早期的汽车沿袭了马车的基本布置和结构,用手工方式进行生产,产量少、性能不高,而且成本高昂。1893 年,美国人亨利·福特制成了第一辆装用小型汽油机的四轮车,并在 1913 年建成全世界第一条汽车总装生产流水线,使劳动生产率显著提高,成本下降,产量增加,并扩大了使用范围。20 世纪初至 20 世纪 40 年代,汽车工业采用了大规模生产技术及流水生产线。这时产品的可靠性、寿命和性能方面的问题比较突出,要求通过试验研究工作加以解决。为了适应汽车高质量、低售价的需要,各厂家进行了大量的材料、工艺、可靠性、寿命以及性能等诸方面问题的试验研究。由于专业化和协作生产的需要,也进行了制定各种标准、规范的研究工作,其中包括试验方

法标准的制定。这期间的试验技术除借用其他行业比较成熟的方法外,也逐渐形成了汽车行业自己的试验方法和试验设备,如转鼓试验台、闭式试验台及疲劳试验台等,这些设备除结构和控制方面有所改进外,其基本原理沿用至今。此外,道路试验得到了充分的重视,成为汽车试验的基本方法之一。同时,也出现了早期的汽车试验场。早期的汽车试验,虽然规模不大,范围不广,仪器设备比较简单,除个别厂家有试验场外,试验工作主要在试验台架和一般道路上进行,但汽车试验工作的基本方法是在这段时间形成的,并为以后试验技术的发展打下良好的基础。

第二次世界大战后至 20 世纪 70 年代,汽车保有量剧增,在其结构和性能方面有大幅度的改善和提高。这一时期汽车工业的主要特点是,既保持着大规模生产,又有向多品种和高技术发展的趋势。由于汽车生产发展的需要,同时行业与学科的发展和渗透,使得汽车试验技术进入了一个新的发展时期。大量的基础性研究工作推动了试验技术的发展。

试验技术的发展与试验仪器设备的完善和提高有密切关系。由于电子技术的发展,出现了各种数据采集、变换、放大、储存、处理以及控制等方面的高精度电子仪器,包括各种先进的传感器的应用。20 世纪 70 年代以后,汽车工业不仅保持大规模、多品种和高技术,而且出现一些新的更科学、更合理的生产组织管理制度,使汽车制造业能够大规模地生产高质量、低售价的产品。同时,试验技术也得到了同步的提高与发展,高技术的应用愈来愈多。特别是电子技术的高度发展,电子计算机的应用对汽车试验也起到了巨大的促进作用。电子计算机在汽车的性能预测、强度计算上,提供了快速、准确的运算工具,如操纵稳定性、空气动力学特性、车身以及车架的有限元计算等,从而代替了大量多方案比较试验。电子计算机既是计算工具,也成为了试验手段。由于电子液压振动试验台、电控转鼓试验台等大型先进试验设备的广泛采用,以及现代化风洞、试验场等大型试验设施的普遍建立,使汽车试验技术无论在方法上或装备上都达到了空前完善的程度。

1986 年,美国国家仪器公司(National Instruments Corporation, NI)首先提出虚拟仪器的概念,其核心内容是以计算机作为仪器统一的硬件平台,充分利用计算机的运算、存储、回放、调用、显示以及文件管理等智能化功能,同时把传统仪器的专业化功能和面板控件软件化,使之与计算机结合融为一体,这样便构成了一台从外观到功能都完全与传统硬件仪器相同,同时又充分享用计算机智能资源的全新的仪器系统。这种系统明显优于传统的测试仪,更加利于系统功能的扩充和智能测试与诊断的开发。例如,在汽车道路测试过程中,主要采用五轮仪、非接触式车速仪以及方位陀螺仪、垂直陀螺仪等仪器。这些设备大多结构复杂、成本较高,有些参数的测量误差较大,没有综合测试的配套软件、数据处理不方便等。利用基于虚拟仪器的测试系统,可以对汽车的制动性、操纵稳定性等技术指标进行测试,并可打印输出相应的曲线。由以上测试原理构成的汽车综合测试系统,克服了有些硬件检测仪器需要使用模拟跟踪仪绘制曲线,靠人工判别辨认的缺点,实现了全数字化处理。

汽车检测是汽车测试中除了试验技术外的另一个方面,汽车检测的目的就是为了在不解体的情况下,判断汽车和总成的技术状况,查明在当前规定的期限内到下次检测前,其运动副、组合件和总成可能发生的故障,确定技术状况参数的允许变化量。汽车检测分为安全环保检测和综合性能检测。汽车检测技术是伴随着汽车技术的发展而发展的。在汽车发展的早期,人们主要是通过有经验的维修人员发现汽车的故障并作有针对性的修理。20 世纪 50 年代,在一些工业发达国家形成了以故障诊断和性能调试为主的单项检

测技术和生产单项检测设备。20 世纪 60 年代后期,国外汽车检测诊断技术发展很快,并且大量应用电子、光学、理化与机械相结合的光机电、理化机电一体化的检测技术,例如,非接触式车速仪、前照灯检测仪、车轮定位仪、排气分析仪等都是光机电、理化机电一体化的检测设备。进入 20 世纪 70 年代以来,随着计算机技术的发展,出现了汽车检测诊断、数据采集处理自动化、检测结果直接打印等功能的汽车性能检测仪器和设备。

建国以来,随着我国汽车工业的建立和发展,汽车试验也随之从无到有,从小到大,从学习国外经验到创立自己的试验方法标准以及在建立自己的试验基地方面都进行了大量的尝试工作。1950 年,国家重工业部成立了汽车工业筹备组,筹备组建立了汽车实验室,开展试验研究工作。1954 年发展成为汽车研究所。1957 年成立了部属长春汽车研究所。经过数十年的工作,中国汽车行业的科研机构有了很大发展,初步形成了汽车行业的科研试验体系。围绕国产汽车的生产,开展了大量的性能、强度和寿命方面的试验,进行制定试验方法国家标准的研究,还进行了许多基础性研究工作,如路面谱、载荷谱、车辆地面力学以及操纵稳定性等。在试验基地建设上,除积极引进国外先进试验设备外,还研制了许多具有自己特点的、适用的试验仪器设备,出现了一些专门生产汽车试验仪器设备的工厂企业,为汽车工业的发展及其试验水平的提高创造了有利条件。现有汽车工业企业中均设有试验研究机构,国家还成立了一些汽车研究所,专门从事汽车重大课题的试验研究。此外,吉林大学、清华大学、湖南大学等有关高等学校在培养汽车专业人才的同时,也开展了许多试验研究工作。

在汽车检测方面,我国从 20 世纪 60 年代开始研究汽车检测技术,为满足汽车维修需要,当时交通部主持进行了发动机气缸漏气量检测仪、点火正时灯等检测仪器的研究、开发。20 世纪 70 年代,我国大力发展了汽车检测技术,汽车不解体检测技术及设备被列为国家科委的开发应用项目。由交通部主持研制开发了反力式汽车制动试验台、惯性式汽车制动试验台、发动机综合检测仪、汽车性能综合检验台。20 世纪 80 年代以来,汽车检测及诊断技术得到了快速发展,加之我国的汽车制造业和公路交通运输业发展迅猛,对汽车检测诊断技术和设备的需求也与日俱增。我国机动车保有量迅速增加,随之而来的是交通安全和环境保护等社会问题。如何保证车辆使用过程中快速、经济、灵活,并尽可能不造成社会公害等,这些问题已逐渐被提到政府有关部门的议事日程,因而促进了汽车诊断与检测技术的发展。交通部主持研制开发了汽车制动试验台、侧滑试验台、轴(轮)重仪、速度试验台、灯光检测仪、发动机综合分析仪、底盘测功机等,建立了汽车检测站并形成了全国的汽车检测网。国家在“六五”期间重点推广了汽车检测与诊断技术。1990 年交通部发布第 13 号部令《汽车运输业车辆技术管理规定》和 1991 年交通部发布第 29 号部令《汽车运输业车辆综合性能检测站管理办法》以后,全国又掀起了建设汽车综合性能检测站的高潮。

20 世纪 70 年代,国内仅能生产少量简单的检测、诊断设备。目前,除交通部门外,机械、城建、高等院校等部门也进入汽车检测设备研制、开发、生产、销售领域,我国已能自己生产全套汽车检测设备,如大型的技术复杂的汽车底盘测功机、发动机综合分析仪、四轮定位仪、悬挂检验台、制动检验台、排气分析仪、灯光检验仪等。为了配合汽车检测工作,国内已发布实施了有关汽车试验和检测的国家标准、行业标准、计量检定规程等。从汽车综合性能检测站建站到汽车检测的具体检测项目,基本做到了有法可依。

目前,全球的汽车保有量已经超过4亿辆,车辆的管理越来越重要,因此,也促使汽车的检测技术迅速发展。各种新技术除了用于汽车试验研究方法,同时,用于汽车的检测方面。为了加强汽车管理,各工业发达国家相继建立汽车检测站和检测线,使汽车检测制度化。概括地讲,工业发达国家的汽车检测在管理上已经实现了“制度化”;在检测基础技术方面已实现了“标准化”;在检测技术上向“智能化、自动化检测”方向发展。总之,汽车测试技术正在向着计算机与虚拟仪器的结合,规范化、自动化、高性能、多功能、集成化、网络化方向发展。

1.2 汽车试验的作用、分类与特点

汽车试验是指在专用试验场或其他专用场地或试验室内,使用专用的仪器设备,依照试验大纲及有关标准,对汽车或总成部件进行各种测试的过程,也可根据需要在常规道路上或典型地域进行相关试验,如限定工况的实际行驶试验和地区适应性试验等。

汽车试验可按试验目的、试验对象和试验场所进行分类,如表1.1所列。

表 1.1 汽车试验分类

分类方法	试验名称	说 明
按试验目的分类	质量检查试验	对汽车产品质量进行定期检查试验,考核产品质量的稳定性,以便及时检查出产品存在的问题。通常试验较简单,针对用户意见,按产品质量定期检查试验规程进行,并做出检查结论
	产品定型试验	新车型投产之前,首先按照规程进行全面性能鉴定试验,同时在不同地区进行适应性和实用性试验。试验中不允许出现重大损坏、性能恶化及维修频繁等情况。新设计或改进设计的试制样车,应根据生产纲领规定试验内容。大批量生产的车型,用少量(3~8辆)样车考验其设计性能,经改进后,再生产小批样车考验其性能、材料及工艺等
	研究性试验	为改进现有产品或开发研制新产品,必须对车辆的新部件、新结构,采用的新材料、新工艺等进行深入的研究试验,试验采用较先进的仪器设备。此外,新的试验方法与测试技术的探讨、试验标准的制定也是研究性试验的目的之一
按试验对象分类	整车试验	考核整车的主要技术性能,测出各项技术性能指标,如动力性、经济性、最小离地间隙、最小通过半径等
	机构及总成试验	考核机构及总成的工作性能和耐久性,如发动机功率、悬架装置的特性及其结构强度、疲劳寿命等
	零部件试验	考核汽车零部件设计和工艺的合理性,测试其精度、强度、磨损和疲劳寿命以及研究材料的选择是否合适
按试验场所分类	室内试验	模拟实际使用工况,在实际试验中建立台架与实车道路试验相应的关系,以代替一部分道路试验,从而提高试验精度,缩短试验周期
	室外道路试验	车辆在实际使用的道路条件下试验,可以全面考核评价车辆的技术性能
	试验场试验	按预先制定的试验项目、试验规范,在规定的行驶条件下进行的试验。设置比实际道路更加恶劣的行驶条件和各种典型道路与环境,进行可靠性试验、寿命试验以及环境试验,也可以进行强化试验,可缩短试验周期,提高试验结果的对比性

试验过程是设计开发的最为关键的环节之一,既是检验已有设计合格与否的有效途径,又为进一步的修改和优化设计提供事实依据;同时,先进有效的试验手段可以大大降低开发费用、缩短开发周期。试验是深入了解汽车在实际使用中各种现象的本质及其规律,并推动其技术进步的一种极为重要的方法;是保证产品性能,提高产品质量和市场竞争力的重要手段。进行汽车试验,可对汽车性能进行考核,检测其缺陷和薄弱环节,以便进一步研究并加以改进,对汽车各种性能做出客观的评价。

总之,汽车试验具有系统性与复杂性、明确的试验目的性、试验的危险性,以及试验的高成本等特点。

1.3 汽车试验标准的特点与分类

1. 试验标准的特点

试验标准是指试验方法标准,具有一定的权威性、通用性、先进性和相对稳定性。权威性是指试验方法一经形成标准,在试验中就应严格执行,不应随意改变。通用性是指以试验方法标准作为权威方法,在试验中有一定的指导作用,适用于不同部门、多种车型的汽车试验。先进性和相对稳定性是相辅相成的。为了保证试验方法的相对稳定,制定标准时就应使之具有一定的超前性。一般情况下,试验标准五年或更短时间修改一次。只有经常修改,才能保证具有一定的超前性。试验标准的先进性有利于促进汽车试验技术和汽车制造水平的发展提高,而试验标准的稳定,有利于试验方法的推广执行。

2. 试验标准的分类

试验标准按适用的范围和标准的性质可分为以下几类。

1) 国际标准

国际标准是指由国际标准化组织(ISO)制定的标准。ISO 是世界最大的、非官方工业和技术合作国际组织。凡是由 ISO 制定的标准开头都有 ISO 标记,如《ISO 2631 人体承受全身振动的评价指南》。

2) 国际区域性标准

国际区域性标准是由若干成员国共同参与制定并共同遵守的标准。最典型的国际区域性标准有欧洲经济委员会(ECE)和欧洲经济共同体(EEC)标准。ECE 法规不是强制性法规,各成员国可选择采用,各国通常在 ECE 法规基本要求下制定本国的法规。

3) 国家标准

国家标准是各国依据自己的国情而制定的适用于本国的标准。我国国家标准简称 GB,美国国家标准协会制定的标准为国家级标准,简写为 ANSI。

4) 行业标准

行业标准是为了规范本行业所辖各部门汽车产品试验方法而制定的,如我国汽车行业标准,简写为 QC,交通部标准为 JT 等。美国汽车工程师学会(SAE)制定的标准,简称为 SAE 标准,在美国和世界都具有很高的权威性。

5) 企业标准

企业标准是指各汽车生产企业、汽车试验场,根据本身特点,参考相应国际、国家标准而制定的,只限于本企业内部使用。通常,企业标准严于国家或国际标准,目的是为了提
高本企业产品质量。

6) 强制性试验标准

强制性试验标准是指为了保障人身健康、安全、保护环境、节约能源而制定的强制执行的
标准。我国《机动车运行安全技术条件》(GB 7258)即为强制性标准。

7) 推荐性试验标准

在我国,凡是标准代号带有“/T”的均为推荐性标准,如《汽车可靠性行驶试验方法》
(GB/T 12678—1990)等。这类标准无强制性,试验者可参照执行。

1.4 汽车试验计划与组织

汽车试验是一门技术性很强的工作,必须进行周密的计划与组织,否则达不到预期的
目的。全部试验过程包括试验准备、试验实施和试验结束 3 个阶段。

1.4.1 试验准备阶段

1. 制定试验大纲

试验大纲是指导试验工作的重要文件,大纲质量的高低关系到试验工作质量的高低,
甚至影响到试验工作的成败。根据车辆试验任务提出的要求,按相应的试验标准编制试
验大纲,经集体讨论后报试验领导机构审批实施。试验大纲一般应包含以下内容。

1) 试验的目的和任务

明确规定试验必须完成的任务,如要解决的技术问题、要测取所需要的数据或要观察
的现象等;要达到的目的,如法规适应性验证、新产品的定型或零部件定型等。试验目的
决定试验类型,且在很大程度上决定了试验的规模与内容。

2) 试验的内容与条件

为完成试验任务所需的试验内容、试验条件、试验程序以及试验工作量,都应在大纲
中做简要说明,必要时应附有试验原理示意图。

3) 试验项目和测量参数

根据试验内容,在大纲中详细列出必须进行的试验项目以及每个项目中必须测量的
参数,如制动性能试验需要测量的参数(初速度、制动距离和制动时间),并说明由测量参
数求得最后性能指标的方法。

4) 试验仪器设备

根据试验项目、测量参数,选择试验所用的仪器设备,并提出相应的精度要求。

5) 试验技术和方法

大纲中规定的与试验有关的技术事项和试验方法步骤对试验人员的正确操作、检验
数据及确保试验成功十分重要,尤其是对于试验标准或法规中规定的试验程序和方法步
骤必须严格遵守。

6) 人员的组织与分工

参加试验的人员应该按其专业水平和工作需要进行分工,发挥其专业特长,使其职责明确,同时建立试验组织系统,组成试验领导指挥系统。

7) 试验进度计划

根据试验任务和目的以及各个项目进行的先后顺序编制进度日程计划,以便使试验工作协调有序和按计划进行。在编制进度计划时,从时间安排上要留有余地,以免因时间太紧而影响试验质量或因天气变化而造成计划不能按期执行,致使计划作用失效。

2. 准备仪器设备

根据试验大纲的要求,准备好所需的仪器设备,一般情况下,在整车试验时要准备好各种传感器、记录仪器等。对室内台架试验要准备好各种连接件、测量仪器、动力设备和测功设备等。不论是室外还是室内试验,所用仪器设备均应满足试验要求的测量范围、容量和精度。使用前,仪器设备应进行标定,标定的数据应记录并填入试验报告。

3. 人员配备和试验记录表格的准备

根据试验项目测取数据,配备操作、监测、记录人员,明确每人的任务和相互间配合关系,熟练掌握仪器设备的操作规程、车辆驾驶技术,并拟定试验记录表格和数据处理表格。对自动打印或记录的测试系统,要设计好打印格式、记录图形的方式与规格。

1.4.2 试验实施阶段

试验实施阶段是试验工作的中心环节,一般经历车辆设备的预热、工况的监测、读数采样和校核数据4个过程。

试验中,无论是车辆还是总成部件,除另有规定(如冷启动试验)外,都应经过启动运转预热的过程,使试验设备和被试车辆部件均达到正常工作温度,然后按负荷由小到大、转速由低到高的次序进行试验;在试验过程中,必须随时监测车辆和设备运转工况(如发动机冷却液温度、机油温度等)。需要加载荷试验的,应特别注意极限加载值,以防止发生破坏设备的事故;按大纲规定,在指定工况下进行读数采样。另外,因试验分为稳态试验和动态试验,所以读取数据时应注意,稳态值应是在一定时间(如5s)的值,动态瞬时值应与被试件动作时记录同步,多采用自动采样记录系统,可快速记录大量数据,存储、输出记录的参数,必要时可以画出参数间的关系曲线或图形。数据测取结束后,应立即汇总主要测试数据,校核各参数测量值,并据此画出监督曲线,根据曲线尽快分析,判断试验是否有效。若数据相互矛盾或偏差过大,应采取措施,必要时重新进行局部或全部的补救试验。进行试验时,应遵守以下原则。

(1) 试验现场不得临时改变项目或内容,以避免因考虑不周、准备不足而发生意外。

(2) 试验中发现车辆、设备、仪器出现故障,应立即停止试验,查找原因,进行检修。

(3) 试验中规定的允许最大负荷、最高转速(含车速)、最大压力、最低温度等各类极限值,参试人员应明确,任何情况下不应突破。

(4) 测试同一项目要尽可能在同一自然条件下进行,避免因客观条件变化引起误差。

(5) 测试数据应及时汇总处理,发现问题及时解决。

(6) 试验中对确保人身安全的问题必须做出明确规定,做到人人皆知,并采取相应措施,确保安全。

1.4.3 试验结束(总结)阶段

试验完成后的总结工作,应包括对试验中发现的问题、观察到的现象进行定性分析研究,对测取的数据采取试验统计理论、误差分析法进行处理,以确定实测所得的性能指标和各参数间的关系。对强度、疲劳磨损试验则在试验完毕以后,对被试车辆进行分解、检查与测量,获取试验后的数据。在完成上述工作后即可对被试车辆做出评价。

最后总结试验的全过程,写出试验报告。试验报告内容一般包括试验任务来源;试验目的;试验对象;试验条件描述,如气象(气温、气压、风向、风速、湿度等)、地面状况、测试工况等;试验方案设计与试验方法;测试系统仪器选配;传感器定度;数据处理方法、处理结果与误差范围;试验结果分析;结论;存在问题和进一步的改进意见;附录,如典型试验记录曲线、数据处理结果表、试验规律曲线及工况照片等。

1.5 本课程研究的内容

汽车试验学是研究试验规律、试验方法和测量技术的科学,是实验工程学的一部分。现代科学技术研究包括理论与试验研究,对汽车工程科技人才而言,除了要掌握专业理论知识外,还应有从事试验研究的能力。汽车试验学就是从各种具体的试验方法中概括那些带共性的基本理论和技术。它是一门专业技术基础课。通过本课程的学习,可培养学生正确地选用测试装置,初步掌握试验方法和测试技术,处理试验数据和分析试验结果。为学生进一步学习、研究和处理汽车工程技术问题打下基础。

本课程讨论的主要内容包括以下几个方面:

- (1) 汽车试验中测试系统的基本特性。
- (2) 汽车研发过程中应用的相似理论。
- (3) 试验设计的基本理论。
- (4) 汽车主要性能试验方法。
- (5) 汽车试验中典型的测试系统。

汽车试验学课程中涉及过去所学的许多有关知识,需要多种学科知识的综合运用,其内容包括常用的试验基本理论和技能。具有涉及面宽,实践性强的特点。学生学习过程中要注意物理概念,掌握基本原理和特性,密切联系实际,加强实践环节。学习中必须通过必要的试验课,亲自动手完成某些试验项目的全过程,受到科学试验能力的基本训练,才能掌握有关试验的知识和测试技术,初步具有在实际生产和科研中组织、实施各种试验工作的能力。

思考练习题

1. 汽车试验分类在实际中有什么作用?

2. 为什么要进行汽车试验计划与组织?
3. 按照适用范围和标准的性质,汽车试验标准通常分为哪几类?
4. 解释汽车试验的含义。
5. 研究性试验是否必须遵照现有标准,为什么?



第2章

测试系统的组成与基本特性

2.1 测试系统的组成

现代测试是采用电测法,首先要将输入的非电量物理量转换成电量,然后再进行必要的调节、转换、运算,最后以适当的形式输出。这一转换过程决定了测量系统的组成,只有对测试系统有一个完整的了解,才能按照实际需要设计或搭配出一个有效的测试系统,以解决实际测试课题。现代测试的另一个特点是采用计算机作为测试系统的核心器件,它具有数据处理、信号分析及显示的功能。按照信号传递方式来分,常用的测试系统可分为模拟式测试系统和数字式测试系统。

测试系统由以下几部分组成:传感器、信号变换与测量电路、显示与记录器、数据处理器,以及打印机等外围设备,如图 2.1 所示。此外,传感器标定设备、电源和校准设备等附属部分,不属于测试系统主体范围内,数据处理器与打印机也按具体情况的需要而添置。

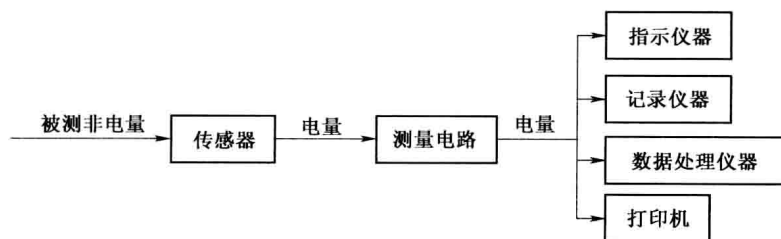


图 2.1 测试系统的组成

各组成部分的作用如下。

传感器是整个测试系统实现测试与自动控制的首要关键环节,它的作用是将被测非电量转换成便于放大、记录的电量。在工业生产的自控过程中,几乎全靠各种传感器对瞬息变化的众多参数信息进行准确、可靠、及时的采集,以达到对生产过程按预定工艺要求进行随时监控,使设备和生产系统处于最佳的正常运转状态,从而保证生产的高效率和高质量。