



21世纪高等学校教材

普通高等教育“十二五”汽车类专业(方向)规划教材

# 汽车试验学



徐晓美 万亦强◎主编



21 世纪高等学校教材  
普通高等教育“十二五”汽车类专业（方向）规划教材

# 汽车试验学

主 编 徐晓美 万亦强  
参 编 薛金林 周 龙  
      孙 宁 吕宝占  
主 审 安相璧



机械工业出版社

本书参考国家和行业的最新汽车试验标准,较为全面、系统地介绍了汽车试验基础理论、汽车试验设备与设施、汽车主要参数测量、汽车基本性能试验、汽车可靠性试验、整车碰撞安全性试验、汽车环境保护特性试验、汽车典型总成与零部件试验以及汽车虚拟试验技术。

本书可作为高等院校车辆工程、交通工程及相关专业的教材,也可供有关研究人员、工程技术人员和管理人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车试验学/徐晓美,万亦强主编. —北京:机械工业出版社,2013.7  
普通高等教育“十二五”汽车类专业(方向)规划教材 21世纪高等学校教材

ISBN 978-7-111-42807-7

I. ①汽… II. ①徐… ②万… 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(2013)第122256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:冯春生 责任编辑:冯春生 贺贵梅

版式设计:常天培 责任校对:肖琳

封面设计:张静 责任印刷:杨曦

北京云浩印刷有限责任公司印刷

2013年7月第1版第1次印刷

184mm×260mm·14.5印张·357千字

标准书号:ISBN 978-7-111-42807-7

定价:29.00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

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

汽车试验对于汽车制造业、检测维修服务业具有举足轻重的作用。可以说，没有汽车试验的发展，就没有汽车工业的今天。近年来，随着汽车工业水平的提高以及测试试验理论、方法、手段的进步，汽车试验也得到了快速发展。为适应汽车试验技术快速发展的步伐，编者基于国家和行业最新汽车试验标准，结合多年的汽车试验教学和科研实践经验，并参考相关资料编写了本书。

本书共分十章。第1章介绍汽车试验的发展与分类、汽车试验标准及汽车试验的计划与组织；第2章介绍汽车试验基础理论，包括测量系统的组成与特性、测量误差理论、数据采集技术基础及试验数据的处理；第3章介绍汽车试验中典型的试验设备、设施及汽车试验场相关的知识；第4章介绍汽车主要参数的测量，包括汽车几何参数和质量参数的测量；第5章介绍汽车基本性能试验，包括汽车动力性试验、燃料经济性试验、制动性试验、操纵稳定性试验、平顺性试验和通过性试验；第6章介绍汽车可靠性试验，包括常规可靠性试验和快速可靠性试验；第7章介绍整车碰撞安全性试验，包括碰撞试验假人技术、实车碰撞试验和碰撞试验测量系统；第8章介绍汽车排气污染物与汽车噪声的测量；第9章介绍汽车发动机试验、离合器试验、变速器总成试验、驱动桥总成试验、车轮性能试验和减振器特性试验；第10章介绍汽车虚拟试验技术。

本书所述及的试验均参考国家和行业最新汽车试验标准，内容新颖丰富、图文并茂，并力求重点突出、系统、全面地介绍汽车试验技术。从试验基础理论的介绍，到常用试验设备的认识，再到具体试验方法与试验数据处理的阐述，从整车试验到总成试验，从实车试验到虚拟试验，整条主线有助于循序渐进地掌握汽车试验技术。

本书由南京林业大学徐晓美与中国定远汽车试验场万亦强担任主编，由军事交通学院安相璧教授担任主审。本书的编写具体分工为：第1章、第2章、第5章、第9章由徐晓美编写；第6章由万亦强编写；第3章、第4章、第7章由南京林业大学孙宁编写；第8章由南京农业大学薛金林编写；第10章由河南理工大学周龙、吕宝占编写。全书由徐晓美统稿。

编者感谢安相璧教授的仔细审阅和提出的宝贵建议，感谢南京林业大学车辆工程系万茂松、郑燕萍、张永辉等老师对编写工作所提出的有益建议，感谢南京

林业大学车辆工程系曹陈明、陈书剑、姚萌、朱亚飞和虞汇彬等同学在本书图片和文字处理过程中给予的帮助，感谢本书参考文献的所有编著者。

鉴于编者水平有限，书中不足或错漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

**编 者**

# 目 录

## 前言

第1章 概论	1
1.1 汽车试验的发展与分类	1
1.1.1 汽车试验的发展历程	1
1.1.2 汽车试验的发展趋势	2
1.1.3 汽车试验的分类	3
1.2 汽车试验标准	4
1.2.1 汽车试验标准的特点	4
1.2.2 汽车试验标准的分类	5
1.2.3 汽车道路试验方法通则	6
1.3 汽车试验的计划与组织	8
1.3.1 试验准备阶段	8
1.3.2 试验实施阶段	10
1.3.3 试验总结阶段	10
复习思考题	11
第2章 汽车试验基础理论	12
2.1 测量系统的组成与特性	12
2.1.1 测量系统的基本组成及要求	12
2.1.2 测量系统的静态特性	14
2.1.3 测量系统的动态特性	15
2.2 测量误差理论	18
2.2.1 测量误差的基本概念	18
2.2.2 随机误差	21
2.2.3 系统误差	26
2.2.4 异常数据的取舍	29
2.2.5 等精密度测量参数测量值的处理	32
2.3 数据采集技术基础	35
2.3.1 采样与采样定理	35
2.3.2 采样方式	36
2.3.3 计算机数据采集系统	36
2.4 试验数据的处理	38
2.4.1 静态试验数据的处理	38
2.4.2 动态试验数据的处理	45
复习思考题	48
第3章 汽车试验设备与设施	50
3.1 典型试验仪器及设备	50

3.1.1 车速测量仪	50
3.1.2 燃油消耗量测量仪	53
3.1.3 陀螺仪	55
3.1.4 负荷拖车	57
3.2 典型试验设施	59
3.2.1 转鼓试验台	59
3.2.2 道路模拟试验机	64
3.2.3 内燃机高海拔模拟试验台	67
3.2.4 高/低温模拟试验室	69
3.2.5 消声室和混响室	71
3.2.6 汽车风洞	72
3.3 汽车试验场	75
3.3.1 功用与类型	75
3.3.2 试验道路与相关设施	76
复习思考题	80
第4章 汽车主要参数测量	81
4.1 汽车几何参数测量	81
4.1.1 基本概念及尺寸编码	81
4.1.2 主要几何参数测量	83
4.2 汽车质量参数测量	88
4.2.1 整车质量测量	88
4.2.2 质心位置测量	89
4.2.3 转动惯量测量	92
复习思考题	93
第5章 汽车基本性能试验	94
5.1 动力性试验	94
5.1.1 滑行试验	94
5.1.2 车速试验	97
5.1.3 加速性能试验	98
5.1.4 爬坡试验	99
5.1.5 牵引性能试验	101
5.2 燃料经济性试验	102
5.2.1 概述	102
5.2.2 轻型汽车燃料经济性试验	103
5.2.3 重型商用车燃料经济性试验	106
5.3 制动性试验	108
5.3.1 制动性能检测标准	109

5.3.2	制动性能道路试验	112	7.2.3	假人的标定	160
5.3.3	制动性能台架试验	117	7.3	实车碰撞试验	162
5.4	操纵稳定性试验	120	7.3.1	碰撞试验设备	162
5.4.1	基本试验条件	120	7.3.2	正面碰撞试验	164
5.4.2	稳态回转试验	121	7.3.3	侧面碰撞试验	166
5.4.3	转向盘转角阶跃输入试验	124	7.3.4	追尾碰撞试验	167
5.4.4	转向盘转角脉冲输入试验	125	7.3.5	C-NCAP 碰撞试验	168
5.4.5	转向回正性能试验	126	7.4	碰撞试验测量系统	169
5.4.6	转向轻便性试验	129	7.4.1	电测量系统	169
5.4.7	蛇行试验	131	7.4.2	光测量系统	170
5.5	平顺性试验	133		复习思考题	171
5.5.1	悬架系统固有频率与 阻尼比测定	133	<b>第8章</b>	<b>汽车环境保护特性试验</b>	172
5.5.2	平顺性随机输入行驶试验	136	8.1	汽车排气污染物测量	172
5.5.3	平顺性脉冲输入行驶试验	138	8.1.1	汽油车排气污染物测量	172
5.6	通过性试验	140	8.1.2	柴油车排气污染物测量	176
5.6.1	汽车通过性几何参数测量	140	8.2	汽车噪声测量	181
5.6.2	特殊路面通过性试验	141	8.2.1	声学基本概念	181
5.6.3	地形通过性试验	143	8.2.2	汽车噪声测量仪器	182
	复习思考题	144	8.2.3	汽车噪声测量方法	183
<b>第6章</b>	<b>汽车可靠性试验</b>	145		复习思考题	185
6.1	概述	145	<b>第9章</b>	<b>汽车典型总成与零部件试验</b>	186
6.1.1	可靠性试验的定义和目的	145	9.1	发动机试验	186
6.1.2	汽车可靠性试验分类	145	9.1.1	发动机台架试验系统	186
6.1.3	汽车可靠性试验故障类型	147	9.1.2	发动机主要性能参数测量	187
6.2	常规可靠性试验	147	9.1.3	发动机基本性能试验	189
6.2.1	试验准备	147	9.2	离合器试验	194
6.2.2	试验方法	148	9.2.1	盖总成功能特性试验	194
6.2.3	试验数据的处理	150	9.2.2	从动盘总成功能特性试验	196
6.3	快速可靠性试验	152	9.2.3	离合器耐久性及其可靠性试验	198
6.3.1	分类与基本原则	152	9.3	变速器总成试验	199
6.3.2	浓缩应力法快速可靠性试验	153	9.3.1	机械式变速器台架试验	200
6.3.3	增加样品数量法快速 可靠性试验	155	9.3.2	自动变速器试验	204
6.3.4	分组最小值法快速可靠性试验	155	9.4	驱动桥总成试验	204
	复习思考题	156	9.4.1	驱动桥总成静扭试验	205
<b>第7章</b>	<b>整车碰撞安全性试验</b>	157	9.4.2	驱动桥桥壳的刚度试验与 静强度试验	205
7.1	概述	157	9.4.3	驱动桥桥壳垂直弯曲疲劳试验	206
7.1.1	实车碰撞试验分类	157	9.5	车轮性能试验	207
7.1.2	伤害基准	158	9.5.1	动态弯曲疲劳试验	207
7.2	碰撞试验假人技术	158	9.5.2	动态径向疲劳试验	208
7.2.1	假人开发的意义	158	9.5.3	车轮冲击试验	209
7.2.2	假人的分类	159	9.6	减振器特性试验	210
			9.6.1	示功特性试验	210

---

9.6.2 温度特性试验·····	211	10.1.3 虚拟试验常用软件·····	215
9.6.3 耐久性试验·····	212	10.2 虚拟试验在汽车工程领域的应用·····	216
复习思考题·····	213	10.2.1 汽车主要使用性能虚拟试验·····	216
<b>第10章 汽车虚拟试验技术</b> ·····	<b>214</b>	10.2.2 碰撞安全性虚拟试验·····	220
10.1 概述·····	214	10.2.3 汽车零部件疲劳寿命虚拟试验·····	221
10.1.1 虚拟试验的定义·····	214	复习思考题·····	223
10.1.2 虚拟试验的特点·····	214	<b>参考文献</b> ·····	<b>224</b>



# 第1章 概 论

**内容概要：**本章主要介绍汽车试验的作用、汽车试验的发展历程和发展趋势、汽车试验的分类、汽车试验标准及汽车试验的计划与组织等。

## 1.1 汽车试验的发展与分类

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的试验，如限定工况的实际行驶试验和地区适应性试验等。

现代汽车是一种大批量生产、产品性能质量要求高、结构复杂及使用条件多变的产品。影响汽车质量的因素很多，所涉及的技术领域也极为广泛。任何设计制造缺陷都可能造成严重的后果，即使在设计和制造上考虑得非常周密，也都必须经过试验来检验。通过试验可以发现汽车在制造和使用过程中的缺陷及薄弱环节，深入了解汽车在实际使用中各种现象的本质和规律，保证产品性能，提高汽车的品质和市场竞争能力，并推动其技术进步。

可见，汽车试验对于汽车制造业、检测维修服务业具有举足轻重的作用。可以说，没有汽车试验的发展，就没有汽车工业的今天。因此，人们对汽车试验工程的重视程度越来越高，投入的人力物力也越来越大，用于试验的设备、设施及手段也越来越先进。

### 1.1.1 汽车试验的发展历程

汽车试验是伴随着汽车工业的诞生和发展而逐渐成长起来的，其发展历程经历了以下几个阶段。

第一阶段，从第一辆汽车的研制开始至福特公司建成“汽车流水生产线”，汽车试验以研发性试验和道路试验为主，主要方法是操作体验和主观评价。这时汽车主要以手工方式生产，产品数量不多，产品品质差且生产成本低。人们对汽车性能和品质的要求不高，因此汽车试验工作处于一种较原始的状态。尽管如此，汽车试验工作仍受到汽车制造商和用户的普遍重视，任何一辆汽车在出厂前都要进行道路试验；用户在购买前大多要上车体验一番，汽车制造商不时还会举行一些展示汽车性能的比赛活动。

第二阶段，从第一条“汽车流水生产线”建成至20世纪40年代，汽车工业劳动生产率显著提高，生产成本下降，产量增加，汽车使用范围扩大。这时产品的可靠性、寿命和性能方面的问题较为突出，要求通过试验研究加以解决，从而形成了汽车试验研究体系。在此期间，汽车试验除借助于其他行业较为成熟的技术和方法外，还制定了专业试验方法；为适应汽车高品质、低售价和专业化生产的需要，各厂家进行了大量有关材料、工艺、可靠性及性能等方面的试验研究；开发出了符合行业发展要求的试验仪器设备，如转鼓试验台、疲劳试验台等，这些设备除在结构和控制方面有所改进外，其基本原理沿用至今。

此外，道路试验在此阶段得到了足够的重视。有实力的汽车公司开始建设汽车试验场。

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。汽车试验工作的基本方法在这一时期基本形成,且为后期的发展打下了良好的基础。

第三阶段,从20世纪40年代到20世纪70年代,全世界汽车保有量剧增,汽车结构和性能有了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,加之许多相邻工业、相邻学科的发展和渗透,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。由于电子技术的发展,出现了各种数据采集、变换、放大、存储、处理及控制等方面的高精度电子仪器。电测量测试技术的应用在现代汽车试验中占有十分重要的地位。

自20世纪60年代日本丰田公司创立精益生产方式以来,世界各大汽车公司便开始投入巨资大规模建设汽车试验室和汽车试验场。国际上有影响的大公司几乎无一例外地都拥有自己的汽车试验场。一些跨国大公司长年都有数百辆整车在汽车整车试验室及汽车试验场进行试验,各总成部件的试验规模也相当大。

第四阶段,20世纪70年代以后,汽车工业发展不仅保持了大规模、多品种和高技术,而且出台了一些更科学、更合理的生产组织管理制度,使汽车试验技术也得到了同步的提高和完善。在此阶段,电子计算机的应用对汽车试验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,如操纵稳定性预测、空气动力学特性预测及车身与车架的有限元计算等,从而代替了大量多方案比较试验。运用计算机虚拟仿真试验,在设计阶段就能对产品的运行性能进行评价或体验,缩短了汽车的开发设计周期,降低了研发成本,提高了工作效能,并且能在整车电气检测中开发适合自身特点且灵活性强的检测系统。

在此阶段,电子液压振动试验台和电控转鼓试验台等大型试验设备的广泛应用,以及汽车风洞、汽车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,还是在装备上都达到了空前完善的程度。

## 1.1.2 汽车试验的发展趋势

### 1. 试验内容逐年增加

一方面,为满足人们对汽车品质不断提高的要求,需要不断地增加试验项目和试验内容。如近年来,人们认识到车体刚度对汽车操纵性能有着不可忽视的影响,因此,要求不仅要车身的弯曲刚度、扭转刚度等骨架刚度进行评价,甚至对悬架安装部位的局部刚度也要进行评价。

另一方面,汽车功能的扩展,新能源汽车的出现,以及各种新结构、新材料、新技术在汽车上的应用,必然要求增加新的试验内容和试验项目。

此外,高等级公路及高速公路飞速发展带来的汽车行驶速度的显著提高,轿车进入家庭进程的加快,以及大量新手驾车上路等现象,都不可避免地会带来许多新的问题,为此,需要更新和补充新的试验内容和试验方法。

### 2. 试验仪器设备更先进

为了适应新的汽车试验内容的增加,试验方法的不断更新,以及试验精度要求的提高,功能更强、精度与效率更高的仪器设备将陆续取代传统的仪器设备。汽车试验仪器设备将具

有以下重要特征：

(1) 自动化程度更高 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。对这类仪器设备自身的操作控制现已完全实现了自动化，对试验中的车辆或总成部件的操作也将由计算机自动进行控制。

(2) 功能集成化程度更高 功能集成包含两方面内容：其一是一机多功能，如近几年开发的汽车道路试验仪器已彻底改变了过去一项性能一套仪器的传统，如今一套仪器几乎可以完成所有的道路试验项目；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，降低试验成本。

(3) 试验精度和效率更高 汽车试验内容和试验项目的复杂化与多样化，必然要求试验用仪器设备具有更高的测量精度和工作效率，以满足日渐严格的试验法规要求，缩短试验时间。

### 3. 虚拟试验与实车试验结合更紧密

由于控制技术和计算机的高速发展，使得汽车的部分试验能够在计算机上进行模拟测试和仿真分析，即能够开展虚拟试验技术。通过虚拟试验技术的使用，研发人员可以对车辆设计所需的各项技术指标和参数进行模拟测试，对汽车的各项性能进行仿真分析，在计算机模拟试验和实车道路试验之间建立一定的相互关系，为实车道路试验提供经济、有效的参考数据和方案。目前，许多发达国家都在积极开展这方面的研究。

当然，这并不意味着汽车试验场的作用在减小，恰恰相反，由于这些先进的试验手段应用的前提是汽车在实际道路上行驶的各种工况数据，而这些数据大部分是在试验场采集的，这就意味着计算机虚拟仿真技术与实车道路试验技术的关系将结合得更紧密。

## 1.1.3 汽车试验的分类

汽车试验可按试验目的、试验对象和试验场所进行分类。

### 1. 按试验目的分类

按试验目的的不同，汽车试验可分为研究性试验、新产品定型试验和品质检查试验三大类。

研究性试验是指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、新材料和新工艺等的验证试验及汽车试验新方法的探索性试验。研究性试验又分为产品研发试验、材料试验、工艺试验和试验研究试验四种。

新产品定型试验是指以考核新开发的汽车产品是否符合设计要求及是否满足汽车法规规定为目的的试验。

品质检查试验一般是指对汽车产品品质的定期检查试验。对目前生产的汽车产品，定期进行品质检查试验，考核产品品质的稳定性，以便及时检查出产品存在的问题。例如，汽车年度检验、产品抽查等。

### 2. 按试验对象分类

按试验对象的不同，汽车试验可分为整车性能试验、总成试验和零部件试验三大类。

整车性能试验的目的是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、燃油经济性、接近角、离去角、最小离地间隙及最小转弯半径等。

总成试验主要考核机构及总成的工作性能和耐久性,如发动机和变速器的机械效率、悬架装置的特性,以及它们的结构强度、疲劳寿命和耐久性等。

零部件试验主要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。

### 3. 按试验场所分类

按试验场所的不同,汽车试验可分为试验室台架试验、试验场试验和室外道路场地试验三大类。

试验室台架试验的重要特征在于,试验不受环境的影响,且可24小时不停地进行试验,它特别适用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。它不仅适用于汽车的总成部件,也适用于汽车整车。

试验场试验是一种按照预先制订的试验项目、试验规范,在规定的行驶条件下进行的试验。在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、高速环道和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化水平的试验,因此可以大大地缩短试验周期。

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去行驶。要想汽车的各项性能全面满足实际使用要求,就必须到实际的道路上进行考核,即进行室外道路试验。

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、汽车试验场试验及室外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,因此业内人士常将这二者统称为道路试验。

对于汽车试验而言,无论是何种试验对象(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、汽车试验场试验和室外道路试验。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进行试验;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。

因此,若要简化汽车试验的分类,可将汽车试验笼统地分为三类,即室内台架试验、汽车试验场试验和室外道路试验。

## 1.2 汽车试验标准

### 1.2.1 汽车试验标准的特点

#### 1. 标准的技术性和权威性

由于标准作为一种依据和规范提出,其描述的内容详尽、完整且可靠,因此标准文献的技术成熟度很高。权威性,是指试验方法一经形成标准,在试验中就应严格遵照执行,不应随意改变。若在试验中未严格执行标准,则试验结果就失去了它的严肃性和可比性。因此,

标准还具有一定的法律属性,使产品的生产、使用和组织管理等都有据可依。

## 2. 标准自成体系

标准文献无论是从编写格式、描述内容、遣词用字上,还是在审批程序、管理办法及使用范围等方面都不同于一般的文献,而别具一格自成体系。标准文献的一个显著标志就是一个标准对应一个标准号。一个标准,即使仅有寥寥数页也单独成册出版,一般只解决一个问题。

## 3. 标准的先进性

通常标准制定后,随着国民经济的发展和技术水平的提高,都要不断地进行修订、补充或以新代旧。国际标准化组织规定每5年将所有标准重新审订一次,个别情况下可以提前修订,以保证标准的先进性。所以,标准文献对于了解一个国家的工业发展情况和科学技术水平,具有很大的参考价值。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提高,而试验标准的稳定,则有利于试验方法的推广执行。

## 4. 标准的交叉性

从企业标准到行业标准直至国际标准之间并不意味着级别依次上升。许多国家的国家标准是由具有代表性的行业标准或企业标准升格而来的,所以在内容上有许多重复交叉的现象,且各国之间直接相互引用有关标准屡见不鲜。因此,判断标准的水平,不能以使用范围大小来盲目进行评价,而应以具体的技术参数和具体内容为依据。

## 5. 标准的通用性

标准的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,它应适用于不同部门、多种车型的汽车试验。目前,标准文献向国际化发展的一个很重要的原因就是贸易全球化、产品国际化,要想参与国际竞争,把产品打入国际市场,则必须执行国际标准。目前,各国都在纷纷制定与国际标准兼容的国家标准。

# 1.2.2 汽车试验标准的分类

## 1. 按试验标准适用范围分类

(1) 国际标准 (ISO) 国际标准是由国际标准化组织 ISO (International Standards Organization) 制定的。ISO 是世界上最大的、非官方工业和技术合作国际组织,是联合国的高级咨询机构。我国于1978年9月加入ISO,成为该组织的正式成员,其英文代号为CSBS (China State Bureau of Standards——中国国家标准局)。凡是由ISO制定的标准,开头都有“ISO”标记,如ISO 2631—1985《人体承受全身振动的评价指南》。

(2) 国际区域性标准 国际区域性标准由若干个成员国共同参与制定并共同遵守。最典型的如欧洲经济委员会 (Economic Commission of Europe, ECE) 和欧洲经济共同体 (European Economic Community, EEC)。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法规。EEC 是联合国理事会的下属机构,1958年开始制定汽车安全法规。EEC 汽车安全法规是由欧洲经济共同体成员国讨论制定的,具有绝对权威性,一旦发布,各成员国必须强制执行。EEC 标准号由年份、编号和 EEC 代号三部分组成。如70/156EEC,即为1970年颁发的第156号 EEC 指令。

(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。我国国家标准简写为 GB,美国国家标准简写为 ANSI (American National Standards Institute),日本

国家标准简称为 JIS。

(4) 行业标准 行业标准是指对没有国家标准而又需要在全国某个行业范围内统一技术要求所制定的标准。行业标准是对国家标准的补充,是专业性和技术性较强的标准。行业标准的制定不得与国家标准相抵触,国家标准公布实施后,相应的行业标准即行废止。我国汽车行业标准简称为 QC,交通行业标准简称为 JT 等。美国汽车工程师学会 SAE (Society of Automotive Engineers) 制定的标准,简称为 SAE 标准,它在美国和世界上都具有很高的权威性。

(5) 地方标准 对没有国家标准和行业标准而又需要在省、自治区、直辖市范围内统一的工业产品的安全、卫生要求,可以制定地方标准。地方标准由省、自治区、直辖市标准化行政主管部门制定,并报国务院标准化行政主管部门和国务院有关行政主管部门备案,在公布国家标准或者行业标准之后,该地方标准即应废止。例如,北京市地方标准 DB 11/121—2010《在用柴油车加载减速烟度排放限值及测量方法》。

(6) 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的特点,参考相应的国际、国家标准而制定的标准,它仅限于在本企业内使用。为提高本企业产品的品质,企业标准通常要严于国家标准和国际标准。

## 2. 按试验标准的性质分类

试验标准按性质的不同可分为强制性试验标准和推荐性试验标准。

(1) 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。这类标准一般称为法规。我国《标准化法》规定:强制性标准必须执行,不符合强制性标准的产品禁止生产、销售和进口。我国 GB 7258—2012《机动车运行安全技术条件》即为强制性标准。在我国,强制性汽车标准已有近百项。

(2) 推荐性试验标准 推荐性试验标准无强制性,企业自愿采用,但一经采用就应严格执行,不得随意改动。在我国,凡标准代号带“T”的,均为推荐性试验标准,如 GB/T 12678—1990《汽车可靠性行驶试验方法》等。

推荐性试验标准还可细分为通用性试验标准和定型试验标准。通用性试验标准是车辆单项性能试验标准,一般不分车辆类型,即不管何种车辆,均可用此标准规定的方法进行某一性能的试验。定型试验是车辆定型时进行的试验,定型试验标准因车辆类型的不同而不同,如载货汽车定型试验规程、越野汽车定型试验规程等。

### 1.2.3 汽车道路试验方法通则

汽车道路试验接近实际使用情况,试验结果最具真实性。但由于道路试验的影响因素很多,如气象条件、道路条件和驾驶操作等都会影响试验结果,从而导致试验结果比较离散。如果试验条件控制不好,试验结果的可比性和重复性将下降,严重时甚至会失真。因此,为保证试验结果的真实性、重复性和可比性,GB/T 12534—1990《汽车道路试验方法通则》(以下简称《通则》)对影响汽车试验结果的试验条件和车辆准备工作等方面作了统一规定。

#### 1. 试验条件

《通则》规定的试验条件包括汽车装载质量、轮胎气压、燃料、润滑油、制动液、气象条件、试验仪器设备和试验道路等。

##### (1) 装载质量

1) 无特殊规定时, 装载质量均为厂定最大装载质量或使试验车处于厂定最大总质量状态。

2) 装载质量应均匀分布, 装载物应固定牢靠, 试验过程中不得晃动和颠离; 不应因潮湿、散失等条件的变化而改变质量, 以保证装载质量的大小和分布不变。

3) 乘员平均质量按表 1-1 进行计算, 可用相同质量的重物代替。

表 1-1 乘员平均质量及分布

车型	人均质量 /kg	行李质量 /kg	代替重物分布质量/kg					
			座椅上	座椅前的 地板上	吊在车顶的 拉手上	行李箱 (架)		
载货汽车、越野汽车、专用汽车、自卸汽车、牵引汽车	65	—	55	10	—	—		
客 车	长途	60	13	50	10	—	13	
	公共	坐客	60	—	50	10	—	—
		站客	60	—	—	55	5	—
	旅游	60	22	50	10	—	22	
轿车	60	5	50	10	—	5		

(2) 轮胎气压 轮胎气压对汽车各项性能有重要的影响, 因此要求试验车轮胎的种类、型号规格、花纹深度和轮胎气压均应符合试验车技术条件的规定。试验用轮胎应使用新轮胎或磨损量不大于原花纹 20% 的轮胎, 胎压偏差不超过  $\pm 10\text{kPa}$ 。

(3) 燃料、润滑油(脂)和制动液 试验汽车使用的燃料、润滑油(脂)和制动液的牌号和规格, 应符合该车技术条件或现行国家标准的规定。除可靠性行驶试验、耐久性道路试验及使用试验外, 同一次试验的各项性能测定必须使用同一批燃料、润滑油(脂)和制动液。

(4) 气象、道路条件 试验时应是无雨无雾天气, 风速不大于  $3\text{m/s}$ , 相对湿度应小于 95%, 气温为  $0\sim 40^\circ\text{C}$ 。对气象条件有特殊要求的试验项目, 由相应的试验方法规定。

除另有规定外, 各项性能试验应在清洁、干燥、平坦的沥青或混凝土铺装的直线道路上进行。道路长  $2\sim 3\text{km}$ , 宽不小于  $8\text{m}$ , 纵向坡度在 0.1% 以内。

(5) 试验仪器和设备 试验仪器和设备须经计量检定, 在有效期内使用, 并在使用前进行调整, 确保功能正常, 符合精度要求。如设备过重, 应计入汽车载质量。当用汽车上安装的速度表、里程表测定车速和里程时, 试验前必须按 GB/T 12548—1990《汽车速度表、里程表检验校正方法》进行误差校正。

## 2. 试验车辆准备

(1) 试验前的车辆检查 试验前的车辆检查是指, 记录试验样车的生产厂名、牌号、型号、发动机号、底盘号、各主要总成号和出厂日期等, 以检查车辆装备的完整性及调整情况, 使之符合该车装配调整技术条件及 GB 7258—2012《机动车运行安全技术条件》的有关规定。

(2) 车辆磨合 根据试验要求对车辆进行磨合, 除另有规定外, 磨合试验按该车使用说明书规定进行。

(3) 行驶检查 行驶检查是在汽车磨合行驶之后、基本性能试验之前进行,主要检查汽车的技术状况,行驶里程不大于100km。

行驶道路为平坦的平原公路,交通流量小,有里程标志,单程行驶不少于50km,风速不大于5m/s,车速为汽车设计最高速度的55%~65%,不允许空挡滑行,尽量保持匀速行驶。行驶前,应在出水管、发动机主油道(或曲轴箱放油螺塞)、变速器及后桥主减速器等的加油螺塞处安装0~150℃量程的远程温度传感器(热电偶);各总成冷却液及润滑油必须加到规定量。行驶检查时,每5km测1次各点温度并记录当前的时刻、里程及车速等试验数据,绘制温升曲线,找出各总成的平衡温度和达到平衡温度时的行驶里程和时间。

行驶中还应检查各总成的工作状况、噪声及温度。注意转向器、制动器等零部件的性能,发现异常应及时找出原因并排除,排除后方可继续行驶。

在进行行驶检查的同时,还可以进行里程表校正、平均技术车速测量及平均燃料消耗量测定等,这些内容可根据要求选做。

(4) 预热行驶 试验前,试验车辆必须进行预热行驶,使汽车发动机、传动系及其他部件预热到规定温度。

## 1.3 汽车试验的计划与组织

汽车试验是一项技术性很强的工作,事先必须有周密的计划和组织,否则就不能达到预期的目的。汽车试验过程可分为试验准备、试验实施和试验总结三个阶段。

### 1.3.1 试验准备阶段

试验准备一般指按照试验的实际需要,对整个试验过程作出全面而系统的规划,即试验设计。其内容包括试验目的与条件、试验内容、试验场地与仪器、试验方法和试验数据的处理分析等。

(1) 全面了解被试对象 全面、深入地了解被试对象是进行试验设计的前提。了解被试对象最直接且最有效的方法是从被试对象的设计研究者那里获取相关信息,或邀请设计研究者参与试验设计工作。若无法做到这一点,则试验设计人员应深入分析被试对象的全部技术资料。

(2) 充分了解试验要求 充分了解试验要求是科学、合理设计试验的基础。试验要求通常包括两个层面:其一是试验精度要求;其二是通过试验获取必要的有用信息。

对于任何一项试验,根据要求的试验精度不同,所需要的试验仪器、试验方法、试验周期和试验成本会存在很大的差异。一般来讲,试验精度要求越高,所需试验仪器系统会越复杂,试验周期会越长,试验成本会越高。汽车试验是一项纯消耗性的工作,试验成本是汽车生产及研发成本的重要组成部分。因此,无论什么类型的试验往往都遵循这样一个原则,即在满足试验精度要求的前提下,应尽可能地降低试验成本。

通过试验获取必要的有用信息,是指应避免做一些无用的试验。

(3) 研究相关试验标准与试验规范 尽管所要进行的试验没有现成的试验标准或试验规范,但相近的产品或相近的研究可能已有了相关的试验标准或试验规范,其中或许绝大多数内容与本试验无关,但相近产品或相近研究的已有试验标准或试验规范的思想 and 内容一定



会有可借鉴之处。广泛研究相关的试验标准或试验规范可以使试验时少走弯路，缩短试验设计的周期。但参照相关的试验标准及试验规范并不等于简单地照抄照搬。试验设计是一项创造性的工作，一定要充分反映本试验的特点。

(4) 深入分析已有试验条件及试验仪器设备 充分利用已有的试验条件和设备，尽可能少用本单位没有的仪器设备，力争避免采用待开发的设备，是试验设计过程中应遵循的一项重要原则。但千万别指望所有的新试验都可借助于已有的试验仪器设备就能完成。进行科研性试验时，往往不可避免地需要不断补充一些新的试验仪器设备。

(5) 明确试验目的 明确试验目的就是要解决为什么要进行该项试验的问题，即通过此次试验希望获取哪些信息，解决什么问题。对于一项全新的试验而言，试验目的可能需要一个逐步明确的过程。在开始进行试验之前，或许只有部分试验的目的是明确的。有些试验的目的需等到一些试验数据出来之后才能逐渐清楚。事实上这是科研试验的一种普遍规律，即科研性试验需要在试验过程中逐渐去完善。

(6) 确定试验内容 根据试验目的确定试验内容就是要“对症下药”，既不要做一些无用的试验而浪费时间和金钱，也不要漏掉一些重要的试验项目而影响研究进展。

(7) 选择试验用仪器设备 在选择试验用仪器设备时，首先应使其满足试验所必需的功能要求，即应保证能有效地检测出试验内容中所涉及的所有被测量。其次，应使其满足试验的精度要求。试验仪器设备的精度与仪器的复杂程度、价格直接相关，通常精度高的仪器设备，其结构也较复杂，价格也会较高。正确选择仪器设备的原则是：在满足试验要求的前提下，不要片面地追求高精度。工程实践表明，试验仪器设备的精度比试验所要求的精度高一个精度等级，就可以很好地满足上面所述的仪器设备选用原则。最后，对由多种不同功能的仪器组合而成的仪器系统应合理进行组建，充分注意传感器的接入对测试系统动态特性的影响及仪器设备级联所带来的负载效应。

(8) 分析试验条件对试验结果的可能影响 对汽车试验而言，尤其是那些需要在室外进行的试验，由于室外的环境和气候条件不可控，且不同地区、不同季节和不同时段的环境和气候条件差异很大。如果所要进行的试验对环境和气候的变化敏感，则应对其作出严格的规定，以避免试验条件的变化对试验结果带来过大的影响。

(9) 确定试验方法 试验方法需对下述内容作出明确而详细的规定，包括：试验对象的维修；试验过程中，试验对象出现异常情况的处理；试验前的磨合与预热；试验的实施，仪器和试验对象的操控；试验数据的处理和修正；试验结果的评价。

当然并不是所有的试验项目的试验方法均包括以上六项内容，试验目的的不同，其试验方法所涉及的内容也会有些差异。

(10) 制订试验大纲 试验大纲是指导试验工作的重要文献。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。试验大纲的内容一般包括试验的任务和目的、试验的内容和条件、试验项目和测量参数、试验仪器、试验技术和方法、人员的组织与分工、试验进度计划等。

(11) 准备试验仪器设备 根据大纲的要求，准备好试验所需的仪器设备。应注意的是，所有仪器设备均应满足试验要求的测量范围、容量和精度；试验前应对所用仪器设备进行标定，标定的数据应记录并填入试验报告中。

(12) 人员配备和试验记录准备 根据试验项目测取数据，配备操作、监测、记录人