

CHE LIANG SHI YAN XUE

刘维平 / 主编



车辆试验学

兵器工业出版社

责任编辑/周宜今
封面设计/底晓娟

ISBN 7-80172-589-1



9 787801 725899 >

ISBN 7-80172-589-1

定价：32.00元

车 辆 试 验 学

主编 刘维平

编写 徐国英 曹伟国 刘西侠 左 雷 汤久望

主审 安 钢

兵器工业出版社

内 容 简 介

本书系统地介绍了车辆试验的理论、车辆试验的原理和特点以及试验数据的处理。主要包括车辆试验的组织与分类、测试系统特性分析、试验误差、相似理论和模型试验、正交试验设计、车辆典型试验参数的测量、车辆室内台架试验、车辆室外道路试验、车辆人一机—环境系统试验、两栖车辆试验、静态试验数据处理、动态试验数据处理等。

本书可供高等院校车辆工程专业学生使用,也可作为其他相关专业学生、工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

车辆试验学/刘维平主编. —北京:兵器工业出版社,

2005. 11

ISBN 7 - 80172 - 589 - 1

I. 车... II. 刘... III. ①汽车试验 ②坦克—试验
③拖拉机—试验 IV. ①U467 ②TJ811 ③S219

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 133438 号

出版发行:兵器工业出版社

发行电话:010-68962596, 68962591

邮 编:100089

社 址:北京市海淀区车道沟10号

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市登峰印刷厂

版 次:2005年11月第1版第1次印刷

印 数:1-1050

责任编辑:周宜今

封面设计:底晓娟

责任校对:郭 芳

责任印制:赵春云

开 本:787×1092 1/16

印 张:17.25

字 数:434千字

定 价:32.00元

(版权所有 翻印必究 印装有误 负责调换)

前 言

现代科学技术的进步,促进了车辆性能不断提高,功能不断完善,同时也使得车辆的技术和系统构成越来越复杂,包括军用车辆在内的现代车辆工程已成为一项技术密集的系统工程,它涉及到设计、制造、使用、新技术、新材料以及新工艺等许多方面。这些都需要试验研究的支持,试验研究已经发展成为一个独立的科学技术分支,车辆试验已成为车辆发展的重要组成部分。它是进行车辆性能评价、技术状况判定、工况监测等的重要手段。

为适应我军机械化、信息化发展对人才培养的需要,根据机械工程及自动化车辆工程方向的教学需要,在总结过去教学和科研实践经验的基础上,编写了《车辆试验学》一书。

书中内容的选取主要根据车辆试验技术的发展,并结合装甲车辆实际运用情况,本着有利于教与学,有利于培养学生科学实践能力和创新精神的原则而确定。全书编写既兼顾了知识的系统性、通用性,对包括轮式和履带车辆在内的车辆试验的基本理论、试验设备、试验方法和数据处理等做了系统介绍,同时也根据装甲车辆的实际特点,对两栖车辆试验进行了专门介绍。

本书共分十二章,包括:绪论、测试系统的组成及特性、试验误差、相似理论、正交试验设计、车辆典型参数的测量、车辆室内台架试验、车辆室外道路试验、车辆人一机一环境系统试验、两栖车辆试验、静态试验数据处理、动态试验数据处理。

本书第一、二、三、六、七、八和十二章由刘维平教授编写,第十章由徐国英副教授编写,第九章由曹伟国编写,第十一章由刘西侠编写,第四章由左雷编写,第五章由汤久望编写。全书由刘维平教授主编。

全书由安刚教授主审,他对全书提出了许多宝贵意见,在此特表示谢意。

本书编写过程中参考了一些兄弟院校的资料和教材,并得到了许多同志的关心,刘建敏教授、韩树教授、孙伟副教授、装甲兵装备技术研究所吴圣钰和邓力群高工等提供了许多宝贵意见和相关的资料,陈斌、刘西刚、秦立斌、杨立强和李小勇等同志参加了部分资料的整理和插图的绘制工作,在此谨表谢意。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免有错误与不妥之处,诚恳欢迎读者批评、指正。

编者

2005年10月

目 录

第一章 概论	(1)
§ 1.1 车辆试验的发展概况	(1)
§ 1.2 车辆试验的目的和标准	(4)
§ 1.3 车辆试验分类	(5)
§ 1.4 车辆试验的计划与组织	(7)
第二章 测试系统的组成及特性	(10)
§ 2.1 测试系统的组成	(10)
§ 2.2 测试系统的静态特性	(11)
§ 2.3 测试系统的动态特性	(12)
§ 2.4 不失真测试的条件	(19)
第三章 试验误差	(21)
§ 3.1 概述	(21)
§ 3.2 随机误差	(25)
§ 3.3 测量精密度评价指标及计算	(28)
§ 3.4 测量结果的表示和有效位计算	(32)
§ 3.5 间接测量参数的误差分析	(35)
§ 3.6 测量误差的处理	(38)
第四章 相似理论	(44)
§ 4.1 概述	(44)
§ 4.2 相似理论	(44)
§ 4.3 相似准则的求法	(50)
§ 4.4 相似准则形式的转换和模型试验数据的处理	(55)
§ 4.5 相似理论应用举例	(56)
第五章 正交试验设计	(61)
§ 5.1 概述	(61)
§ 5.2 正交试验设计和试验数据分析的基本方法	(61)
§ 5.3 多指标的分析方法	(67)
§ 5.4 考虑交互作用的试验设计	(70)
§ 5.5 正交试验设计的方差分析	(73)

第六章 车辆典型参数的测量	(79)
§ 6.1 力、力矩和压力的测量	(79)
§ 6.2 振动的测量	(91)
§ 6.3 噪声的测量	(100)
§ 6.4 速度、角速度、转速的测量	(107)
§ 6.5 温度的测量	(111)
第七章 车辆室内台架试验	(118)
§ 7.1 概述	(118)
§ 7.2 室内试验的动力设备和测功设备	(120)
§ 7.3 车辆重心和转动惯量的测定	(129)
§ 7.4 传动系统部件的室内台架试验	(133)
§ 7.5 车辆动力性室内台架试验	(139)
§ 7.6 车辆室内振动疲劳试验	(144)
§ 7.7 消声室内车辆试验	(154)
第八章 车辆室外道路试验	(158)
§ 8.1 概述	(158)
§ 8.2 试验场	(158)
§ 8.3 动力性试验	(170)
§ 8.4 制动性试验	(173)
§ 8.5 车辆室外噪声试验	(176)
§ 8.6 燃料经济性试验	(177)
§ 8.7 操纵与稳定性试验	(178)
§ 8.8 行驶平顺性试验	(183)
§ 8.9 通过性试验	(189)
§ 8.10 可靠性和耐久性试验	(190)
第九章 车辆人—机—环境系统试验	(192)
§ 9.1 概述	(192)
§ 9.2 车辆机械系统人机界面测定	(192)
§ 9.3 车辆舱室内部微气候测定	(199)
§ 9.4 人体生理心理测试	(202)
第十章 两栖车辆试验	(206)
§ 10.1 概述	(206)
§ 10.2 静态参数测定	(206)
§ 10.3 水上性能试验	(207)

§ 10.4 出入水角试验	(220)
§ 10.5 夜航试验	(220)
第十一章 静态试验数据处理	(222)
§ 11.1 试验数据的表达	(222)
§ 11.2 回归分析	(225)
第十二章 动态试验数据处理	(235)
§ 12.1 概述	(235)
§ 12.2 试验数据的时域分析与处理	(240)
§ 12.3 试验数据的幅值域分析与处理	(247)
§ 12.4 试验数据的频域分析与处理	(249)
§ 12.5 数字信号分析和处理	(253)
附录 国军标《装甲车辆试验规程》名目	(263)
参 考 文 献	(265)

第一章 概 论

§ 1.1 车辆试验的发展概况

一、实验科学的地位和作用

科学实验是人们认识客观世界不可或缺的重要手段。人们对客观世界的认识是在长期生产活动中,通过不断的探索和实践逐步深入的,在大量实践活动的基础上,人们不断地进行总结,对客观世界的认识逐步升华,渐渐地形成了各种理论,这些理论反过来,又指导人们对客观世界的探索和实践,使人们的实践活动更有针对性,并逐步科学化规范化。因此,实践是理论形成的基础,同时又需要理论作指导,两者互相依赖,相辅相成,促进了科学技术的发展。这其中实践是一切理论活动的基础,是理论工作的前提,任何一种理论,只有在科学实验得到证实后才能成立,理论上的重大发现,往往是伴随实验技术的突破,这在科学发展史上屡见不鲜。通过实验证实理论,通过实验发展理论,是科学技术发展的基本规律之一。

现代科学技术的飞速发展,对科学实验提出了新的要求,科学实验已从生产实践中独立出来,它已不再是科学发展初期,手工业式的科学试验,也不再只是从事科学研究少数人的行为,它已发展成为理论和技术体系完善,各项法规齐备,应用范围广泛,汇集多种学科知识和人才的独立学科。这是因为现代科学技术的发展,边缘化和多学科交叉渗透,已成为重要的发展模式。对于机械工程这样的传统领域也不例外,随着信息时代的到来,现代化大工业生产的发展日趋完善,为满足人们对生产、生活以及各种特殊用途要求,像车辆、飞机、船舶、工程机械等工业产品的自动化和信息化程度越来越高,而对产品的安全性、舒适性、可靠性和经济性的要求也越来越高,其研发要涉及到机械设计、机械制造、金属加工、材料、自动控制、信息技术、动力传动、电气以及通信等多学科领域。因此,要使这种技术构成和系统构成越来越复杂的大型工业产品满足性能和使用要求,就必须在产品的研发过程中,进行一系列的科学试验,这其中有许多试验属于规模较大的试验,需要由一个多学科人才构成的专业试验队伍,依托多种精密、优良的大型试验设备和试验设施,在相关的理论指导下,依据有关的试验标准和规程来逐项进行试验。例如,车辆的整车试验,必不可少的一个方面是场地试验。场地试验在专门的试验场进行,一般它是一个占地面积几十平方千米的大型综合性试验基地。试验场内建设有各种典型使用条件的模拟设施,能模拟车辆实际可能遇到的各种情况,如能进行高速试验的高速环形跑道,能进行各种性能测试的道路,能进行强化试验的各种路面,有各种坡道、滑台、涉水池以及相应的室内试验设备。场地试验可以根据实际需要,进行包括各种性能、寿命和可靠性在内的各类试验,这些试验一般耗费高。

此外,场地试验设施投入也很大。但是尽管如此,由于在试验场里能深入研究车辆产品的各种性能,可缩短试验周期、提高试验结果的可比性和试验工作的安全性。在人力、物力和时间上都能得到明显的效益。所以试验场已经成为现代车辆工业不可缺少的典型试验设施。对于场地试验,由于试验设施多属大型化试验设施或设备,需要涉及试验设计、道路模拟、系统控制、信息采集、数据处理及分析和系统维护等方面的技术支持,无论是试验设施的建设和管理,还是各种试验的具体实施,均需要各类专门的技术人才的通力合作才可完成。

试验活动始终伴随着人们的生产实践活动和科学研究工作,是它们的重要组成部分。随着人们对客观世界探索领域的不断拓展,现代科学技术的发展,无论在广度上,还是在深度上,都呈现了前所未有的发展速度,这种发展极大地促进和推动了实验科学的发展,使它的应用范围和规模大幅度扩展。实验科学不仅仅是应用在探索性的科学研究上,现在它已深入到生产和科学研究的整个过程中,在工程领域,无论是产品的设计,性能的预测、仿真和验证,还是产品生产质量的检验,可靠性评估,以及使用中维修和维护的检测等,均要涉及到实验工作,实验科学已贯穿于产品的整个寿命周期。对于许多复杂的实际工程问题,实验往往是发现和解决问题的最有效途径。

现代科学技术的发展,使实验科学发生了深刻的变化,出现了许多新的情况,提出了许多新的问题,为了适应科学技术发展对实验科学的要求,需要研究科学技术实验本身的一些问题。比如,怎样根据实际需要,科学、合理地组织大型试验;如何合理地设计试验方案;如何根据需要,选择适宜的测试技术,组成合理的测试系统;试验数据的处理分析等等。需要从试验的理论和实践两方面进行系统全面的研究,认清其规律性和特殊性,加强理论与实践的互动,使科学实验发挥其应有的作用。

二、车辆试验及其发展

车辆试验是实验科学在车辆工程中的应用,它以车辆的整车及各部件为试验对象,进行各种性能和可靠性试验。

车辆试验是伴随车辆工业的产生和发展而逐渐发展起来的。19世纪末叶,随着蒸汽机技术、内燃机技术的发展,第一辆汽车问世。20世纪初第一次世界大战,伴随着火炮技术、装甲和履带推进技术的进步,又诞生了第一辆坦克。此后,在科学技术的不断发展和工业、农业、国防以及人民生活需求不断增长的双重推动下,使得车辆工业得到了十分迅速的发展,不断推陈出新,出现了各种用途和类型的车辆。车辆是多种技术的综合体,它的研发与制造和钢铁、冶金、石油、化工、电气、机械、交通运输等国民经济的许多产业有着极其密切的关系,车辆工业已经成为许多国家重要的支柱产业或重要产业;而各种军用车辆在现代战争中发挥的显著作用,也使得它成为世界各国军队现代化建设的重要组成部分。

车辆工业发展到今天的水平是与其试验研究工作的发展密不可分的。一方面,车辆的技术构成和系统构成复杂,它需要动力、机械、电子、电气、冶金制造、控制、材料等多项技术的支持和综合应用,这就决定了车辆系统构成和技术构成的复杂性,有些理论问题并未完全解决,不少实际设计问题还不能根据现有的理论,做出可资信赖的预期判断,需要通过试验来检验设计思想是否正确,设计意图能否实现,设计产品是否适合使用要求;另一方面,车辆使用条件复杂,而对车辆的各方面要求却在不断提高,如何在性能提高的同时,不断提高车辆的质量和可靠性,是车辆研发和生产过程需要关注的重要课题。因此,无论是新设计

或是现生产的产品,在设计制造上考虑得如何周密,都必须经过试验来检验。

20 世纪初,随着生产竞争的加剧,汽车工业率先创立了大量流水作业的生产形式,使劳动生产率得到显著提高,成本大幅度下降,产量猛增,使用范围急骤扩大。汽车工业的发展使车辆的可靠性、寿命和性能方面的问题日显突出,由于相关的理论尚不能解决这些问题,需要开展试验研究工作加以解决。为了适应形势的需要,有关材料,制造工艺,可靠性,寿命,磨损以及性能等诸方面问题的试验研究相继展开。同时,车辆生产的规模化,细化了分工,需要各行业专业化的协作支持,这样标准化的研究逐步受到重视,开始制定相关的各种标准,其中包括车辆试验方面标准的制定。车辆试验技术除借用其他行业比较成熟的方法外,也逐渐形成了车辆行业自己的试验方法和试验设备。如动力传动的开式试验台、闭式试验台、疲劳试验台等,这些设备除具体结构和控制技术方面在不断改进外,基本原理沿用至今。此外,车辆的道路试验一直是车辆试验的基本方法,也建立了一些早期的试验场。早期的车辆试验,由于试验手段有限,试验设备比较简单,试验规模不大,范围不广。所以试验工作多数在试验台架和一般道路上进行,但是车辆试验工作的基本方法在这一时期已经形成,并为其后的发展打下了良好的基础。

第二次世界大战以后,随着车辆发展需求的迅速增加,无论是民用车辆,还是军用车辆,均得到了迅速的发展。车辆试验技术也进入了一个新的发展时期,特别是各相关学科的交叉渗透,有力地促进了车辆试验的理论和技术的发展。例如:汽车空气动力特性、车辆地面力学、车辆结构强度与载荷、车辆实际动态工作过程等的研究试验都涉及到如系统分析、相似理论、误差理论、随机数据处理等多方面的试验理论、试验技术,极大地促进了基础性研究工作的开展,有力地推动了车辆试验技术的发展。

试验技术和试验设备的完善有效地推动了车辆试验理论和技术的进步。电子技术的迅猛发展,导致了各种数据采集、变换、放大、存储、处理、控制等方面仪器的出现,并且迅速向着小型化、集成化的方向发展。例如,电测量技术在现代车辆试验中已经成为主要测量手段。电测量技术借助于各种形式的传感变换器将应力、力、力矩、压力等各种非电量的物理量变换为电量信号,然后对此电量进行测量,以确定待测非电量的量值。电测量法能够测量高速变化的物理量,易于实现多参量集中同步测量,所使用的传感变换器具有尺寸小、重量轻,易于安装等特点。由于电信号易于传输、放大,记录和存储,特别是高速数字化、大容量存储技术的快速发展,不但解决了实车数据的采集和快速存储问题,更可以直接将记录的数据输入计算机进行各种数据的处理。

计算机的不断发展和应用对车辆试验起到了巨大的促进作用。现在运用计算机仿真技术对车辆的动力学特性、操纵稳定性、制动特性、通过性、转向特性等性能进行预测,采取有限元计算法对车体或部件进行结构强度分析等已经十分普遍,这些仿真快速、准确,可以代替大量多方案的比较试验。计算机不但是计算分析的工具,也是试验手段的重要组成部分。在试验中运用计算机,不仅是进行数据采集、处理的有力工具,而且配以相应的软件,可根据需要灵活地构成不同的虚拟测试分析系统,代替部分二次仪表。同时还可作为模拟道路状态的电子液压振动试验台、电控测功机试验台的控制设备。在实车试验中采用以计算机为核心的实车测试系统,既可以实现多参数的数据采集和大容量的存储,而且还可进行实时的数据处理和分析。计算机已成为试验设备自动控制的主要核心,计算机过程控制系统可以同时几十台试验设备进行数据采集和控制,使试验工作高度自动化。

目前,各种类型、各种功率等级的电液或电控振动试验台和动力特性试验台等先进试验设备的广泛采用,现代化试验场、风洞等大型试验设施的普遍建立,使车辆试验技术无论在方法上,还是装备上都达到了空前完善的程度。

我国的车辆试验也是伴随着车辆工业的产生逐步发展起来的,从学习吸收国外的经验,引进国外设备,到创立自己的试验方法,制定我国的国家标准、行业标准和军用标准,建立自己的试验设施和试验基地。经过几十年的发展,我国已经建立起了比较完整的车辆试验体系,组建了国家级的汽车技术中心,相继建立了海南汽车试验场、农安汽车试验场、襄樊汽车试验场和定远汽车试验场等具有国际水准的车辆试验场,这些试验场配备了一批具有国际水平的试验设备,建立了先进的整车道路模拟试验系统、各类试验台和多种专项测试分析系统。能够完成整车、发动机、底盘、车身、电气、发动机附件及零部件、强度、振动、噪声、碰撞、轮胎等车辆几乎所有方面的试验。可以对汽车整车及各总成的性能、质量进行严格、规范的试验分析,从而满足了汽车产品开发和基础研究工作的要求。此外,为满足特种车辆的发展需要,我国还积极开展该方面的实验研究,建立了特种车辆试验场和试验基地,用于特种车辆的实验。

在加强试验设施建设的同时,我国还建立了各类专门的车辆研究所,如汽车研究所、拖拉机研究所以及特种车辆研究所,专门从事车辆的试验研究工作。它们与车辆制造集团的研究机构和高等院校的车辆教学研究机构,一起构成了我国车辆研发、试验的主要研究力量。

§ 1.2 车辆试验的目的和标准

一、车辆试验目的

随着科学技术的发展和人们各种需求的不断增强,在不断提高车辆机动性能的基础上,谋求车辆舒适、安全、经济和高效等综合性能的全面提高,已成为车辆发展追求的目标。而要实现这个目标,车辆试验是必不可少的,它已成为车辆工业的重要组成部分,可以说车辆试验就是为实现这一个目标服务的。现代车辆的研发过程是一项技术密集的复杂系统工程,不但涉及到设计、制造和使用等方面,而且还涉及到新技术、新材料以及新工艺的研究和发展。这些工作的开展,都与试验研究密不可分,都需要试验研究的支持。在现代化的大型车辆企业或研究机构中,都设有专门的车辆试验研究中心和综合性试验场,以承担车辆研发过程中需要进行的各种试验。车辆试验涉及的内容很广,不同的阶段,试验的侧重点和目的不同。一般来说,车辆试验的目的主要有以下几个方面:

- (1) 验证车辆工程的基础研究;
- (2) 新型车辆研发的相关试验;
- (3) 对于法规的验证试验;
- (4) 车辆制造质量的验证。

二、车辆试验标准

现代车辆性能不断提高,技术构成日趋复杂,规模不断扩大,这也导致其试验的内容不断增加,规模不断扩大。规范车辆研发和生产过程中所进行的各项试验,是提高车辆研发效

率,确保车辆性能提高和监督产品质量的关键。因此,试验规程和技术性能标准是车辆研发和产品生产中必不可少的技术文件。目前,针对车辆试验,可以参照的标准主要有:国际标准,它由国际标准化组织主持制定,其目的是为了便于国际间的通用;区域标准,是由世界某一地区标准化团体及参与标准化活动的区域团体所制定并通过的标准。如:欧洲标准化委员会;国家标准,各个国家自己制定的国家标准,我国的国家标准是国家主管机构批准、发布、在全国范围内统一实施的标准,目前已相继制定了一系列汽车和军用车辆试验的国家标准和国家军用标准;行业标准,我国的行业标准是在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而制定和实施的标准,我国的汽车行业根据国家标准的制定情况和行业特点补充颁布了一系列行业标准;除此以外,我国还有企业标准,它是企业范围内统一技术要求、管理要求和工作要求所制定的标准,是企业组织生产、经营活动的依据。

1. 车辆试验标准规范的内容

车辆试验的标准主要对以下内容进行了统一和规定:

- (1) 统一规定了试验项目、试验规程,可作为制定试验大纲、实施试验的依据;
- (2) 规定了性能参数、技术要求、允许值,可作为试验结果评价的标准;
- (3) 规定了车辆各项试验检测规程、操作方法,可作为车辆定型、合格产品出厂的检验标准。

2. 汽车试验标准

我国关于汽车试验的标准主要有国家标准(GB)和行业标准(JB),它们分别适用于轿车、客车和载货车。例如:

GB1332-77 载重汽车定型试验规程

GB1334-77 载重汽车和越野汽车道路试验方法

JB3746-84 客车定型试验规程

JB3748-84 客车道路试验方法

为了汽车厂在生产中实施质量控制,中国汽车工业公司制定了载货汽车、客车、轿车质量(QZ)检查评定办法统称蓝皮书,书中收录了部分相关的标准与文件,例如:

QZ101-84 载货车辆质量检查评定规程

QZ108-84 载货车辆整车质量考核试验评定方法——25 000 km 行驶试验

3. 军用车辆试验标准

对于军用履带式和轮式车辆的试验,参照的主要是国家军用标准(GJB),这些标准分别适用于坦克装甲战斗车辆、军用汽车和军用工程机械。附录列出了国军标《装甲车辆试验规程》的有关标准目录。

§ 1.3 车辆试验分类

车辆试验涵盖的内容非常广泛,涉及到车辆的设计性能、制造质量、使用的可靠性以及相关技术开发的测试与评价,需要解决的问题多而复杂,要根据实际需要,组织相关的试验。

车辆试验可按试验目的、试验对象和试验方法等进行分类。

从试验目的角度看,车辆试验又可分为:科研性试验、新产品定型试验和质量检查试

验。

科研性试验：它是带有探索和研究性质的试验。包含三种情况：一是在新产品研发或现有产品改进过程中，对车辆的新部件、新结构、采用的新材料、新工艺等进行的试验；二是为找出现有车辆存在的某方面问题，分析其产生的原因，进行的针对性试验；三是为探讨新的试验方法与测试技术、制定试验标准而进行的有关试验。

新产品定型试验：车辆定型试验是车辆由研制阶段转向生产阶段重要的关键环节。任何新车型在正式定型投产之前，都必须按照规程对车辆进行全面的性能鉴定试验，试验不仅要进行各种性能试验，而且还要在不同地区（如我国华南亚热带、西藏高原、东北寒区等）进行适应性和实用性试验。定型试验的要求十分严格，试验中不允许出现重大损坏、性能恶化及频繁维修等情况。定型试验需要提供一定数量的试验样车，试验样车数量既不是越多越好，也不是越少越好，其数量的确定，既要考虑到试验鉴定的质量，也要兼顾到研制经费的投入。确定试验样车数量的基本原则，是在确保车辆发展质量的基础上，降低工程研制阶段和设计定型阶段的成本费用。同时保证车辆耐久性、可靠性等试验评估值，达到质量界限下限规定，这样试验质量才是可信的。国军标 GJB848-90“装甲车辆设计定型试验规程”对装甲车辆定型试验的车辆样本数做出了规定，基型车 3~5 辆，变型车 2~3 辆。

质量检查试验：主要针对正在生产的成熟车辆产品进行的定期试验，这种产品技术状态已经定型，试验的目的主要是为确保产品质量，鉴定产品质量的稳定性。质量检查试验一般情况下比较简单，时间相对较短，通常是针对用户意见进行检查并作出检查结论。一般每种产品都有具体的试验规范，如 GB1333-77“汽车产品质量定期检查试验规程”。

从试验对象的角度看，车辆试验又可分为：整车性能试验、部件及总成试验和零、部件试验。

整车性能试验：主要是对整车的技术性能进行考核，检查其各项性能指标是否到达研制的总要求。如动力性、制动性、通过性、平顺性、经济性试验以及车辆基本参数的测定等均属整车性能试验。需要注意的是受车内空间条件及结构的限制，被测试参数信号的提取和存储均较室内试验困难，因此，对于测试系统的选择和安装，必须结合车辆实际情况仔细研究。

部件及总成试验：这部分试验一般在整车试验前完成，它的主要目的是考核部件及总成的工作性能和耐久性是否满足设计要求。如动力装置功率、传动系统各部件的效率、悬挂装置的特性以及它们的结构强度、疲劳寿命、耐久性等。

零、部件试验：主要考核其结构和工艺设计的合理性，测试其刚度、强度、磨损和疲劳寿命以及研究材料的选择是否合适。

从试验方法的角度看，车辆试验又可分为：室内台架试验、室外道路试验和试验场试验。

室内台架试验：通过室内试验台架模拟实际使用工况，对车辆及其部件进行的试验。其特点是试验的针对性较强，能消除不需要研究的某些因素，并能以较高的精度来测试车辆及其部件的相关性能。近些年，随着现代试验技术和计算机技术的发展，大容量的动态数据采集系统已实现小型化和产品化，为车辆试验的数据采集提供了便利。也使得利用台架试验模拟车辆的实际使用工况成为可能，在实际试验中建立台架试验与实车道路试验相应的关系，可以代替一部分道路试验，这样不仅提高了试验精度，而且缩短了试验周期。

室外道路试验：它是指车辆在实际使用道路条件下进行的试验，主要用于全面考核和评价车辆的技术性能。其特点是试验符合车辆实际使用情况，能全面反映车辆的总体技术性能，是应用最普遍的车辆试验方法。

试验场试验：它是在专门的车辆试验场，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验。其特点是在试验场内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，利于进行强化试验以缩短试验周期，提高试验结果的对比性。同时还可进行可靠性试验、寿命试验及环境试验等。

§ 1.4 车辆试验的计划与组织

车辆试验作为考核车辆研发或改进的必备环节，是技术性和系统性很强的工作，往往需要调集各类技术人员和动用大量试验设备，投入较大经费，耗费一定的试验周期，对于一些重要试验，如车辆定型试验的地区适应性试验，对地理和气候条件有明确要求，试验有很强的季节性。因此，要确保车辆试验高效顺利地完 成，必须周密计划，严密组织，缜密实施。一般地说，车辆试验可分为试验准备、试验实施和试验总结三个阶段。

一、试验准备阶段

试验准备阶段主要进行制定试验大纲、仪器准备和人员配备等方面的工作，这些工作是确保试验顺利实施的重要保证。

1. 制定试验大纲

任何试验都必须依照试验大纲进行，它是指导试验的重要技术文件，关系到试验好坏与成败，必须认真细致地准备。车辆试验大纲应根据车辆试验任务提出的要求，按相应的国家标准或国家军用标准编制，然后经过反复讨论、审批后方可实施。

试验大纲应包括下列内容：

(1) 明确试验的目的和任务

试验大纲首先要明确试验的目的，因为它决定了试验的类型，在很大程度上决定了试验进行的规模与内容。其次，要规定试验必须完成的试验任务，如需要考察的技术性能，获取的技术数据，观察的试验现象等。

(2) 确定试验内容与条件

大纲应根据试验任务，确定所需的试验项目和内容、试验程序以及试验工作量。还要对各项试验内容和条件作简要说明，必要时应附有说明的示意图。

(3) 列出试验项目和测量参数

对于每一项试验内容，大纲中均应详细列出必须进行的试验项目以及每个项目需要测量的参数，并说明由测量参数求得最后性能指标的方法。

(4) 试验仪器和设备

根据列出的试验项目和需要的测量参数，给出选用的试验用仪器和设备，并对仪器的精度提出要求。

(5) 试验技术和方法

大纲中应对试验中涉及的有关试验技术、试验方法和步骤做出规定，以利于规范试验人

员的操作、数据检测,这对确保试验的成功十分重要。对于标准或法规规定的试验程序和方法必须遵守。

(6) 试验的时间和进度

根据试验的目的、任务结合各试验项目的特点以及进行的次序,大纲中要对试验总的时间及各个项目进度时间提出要求,在此基础上,编制进度计划,以便使试验工作协调和有序地进行。

(7) 人员组织与分工

明确参加试验的单位,建立试验组织机构,组成试验领导指挥系统,负责组织、指挥试验的进行。明确参加试验人员的构成、分工和职责,使人尽其责。

2. 仪器设备准备

试验前应根据试验大纲要求,准备好所需的仪器和设备,并做好检查和调试工作。试验所用的各种传感器、测量仪器必须进行过标定,未标定的仪器标定后方可用于试验,标定的数据应记录并填入试验报告中;所有测量仪器与设备都应满足试验的测量范围、容量和精度要求;多参数的复杂测试系统试验前应进行联调和试运行,以检查数据采集和存储是否符合要求;整车试验的装车试验仪器,要设计好安装位置、固定措施和连接线路;室内台架试验,除检查测量仪器、动力设备、测功设备等外,还要检查各种连接件的连接是否可靠。

3. 人员配备

根据试验项目的具体特点、测量数据,配备操作、检测人员,明确每个人的任务和相互间协调配合的要求,试验前应对试验人员进行必要的培训,使其熟悉试验的要求和程序,掌握仪器设备的使用操作、测量数据的检查和校核,拟定试验记录数据的输出格式。

二、试验实施阶段

1. 试验实施

试验实施阶段一般经历下述几个过程:

(1) 启动预热、工况监测、采样读数和校核数据

启动预热过程是确保试验设备和被试车辆部件正常工作的必要过程,不论是车辆试验,还是总成、部件试验,除另有规定(例如冷启动试验)外,都必须按要求先启动预热,然后按负荷由小到大,转速由低到高的程序进行试验。

(2) 工况监测

在试验进行中,为防止发生破坏性事故,使试验工况符合要求,必须随时对车辆和设备的运转工况进行监测(如发动机水温,机油温度等),特别注意限制极限加载值的情况。

(3) 采样、读数

试验进行中要按大纲规定,在指定工况下进行数据采集和读数。对于稳态试验,按一定的时间间隔(如5 s)采集其间的稳定值;在动态瞬时试验中,要使数据采集与被试件动作同步。

(4) 现代车辆试验中,为快速记录大量测量数据,一般都采用由计算机控制的自动采样记录系统,可根据需要对数据进行处理,迅速计算出所需的参数,输出形式既可以是曲线或图形,也可以是表格。在试验结束后,应立即汇总主要测试数据,校核各参数测定值,及时作出试验是否有效的判断。若发现数据互相矛盾、不合理或偏差过大,则应采取改进措

施,重新进行试验。

2. 必须遵守的原则

在试验实施中,必须遵守以下原则:

(1) 试验必须严格按试验大纲实施,试验现场不得临时改变试验项目或内容,以避免因考虑不周,准备不足而发生意外事故;

(2) 试验中发现车辆、设备、仪器出现故障,应及时停止试验,进行检修,待车辆、仪器、设备完好后,方可继续实施试验;

(3) 试验人员应明确试验中规定的允许最大负荷、最高转速、最大压力等极限值,任何情况下不得超过规定的要求限值;

(4) 车辆试验的测试数据应及时汇总处理,便于发现问题,及时在下次试验中解决;

(5) 试验中,要有明确的安全要求,并采取相应的安全措施,以确保试验人员的人身安全。

三、试验总结阶段

试验总结阶段的主要工作,首先要对试验中观察到的现象和发现的问题进行定性的分析研究;其次对测得的各类试验数据,运用试验统计理论,误差理论进行处理和分析,以确定实测所得的性能指标和各参数间的关系,得出相应的定量结论;对于一些试验项目,如强度、疲劳、磨损试验,还要在试验完毕后,通过对被试件进行分解、检查与测量,取得试验后的数据。对于整车、部件总成试验,有时为分析试验中出现的问题,也需要对被试件进行分解。在完成上述工作后就可以对被试件做出总体的评价,给出试验结论,最后总结试验全过程,写出试验报告。

试验报告的内容一般包括:

1. 试验的目的和试验内容;

2. 试验条件的描述,可包括如下内容:

(1) 外部环境参数

气候参数:如气温($^{\circ}\text{C}$)、大气压(Pa)、风向、风速等;两栖车辆水上试验还需要测量海况等参数;

地形条件:地形坡度($\alpha, \%$)、土壤参数等;

(2) 试验工况参数:油温($^{\circ}\text{C}$)、水温($^{\circ}\text{C}$)、油压(Pa)和流量(L/min)等;

它便于试验结果的比较和应用试验结果时参考;

3. 试验方案设计与试验方法;

4. 测试系统的构成和仪器的选配;

5. 传感器的标定及精度;

6. 数据处理的方法、处理结果与误差范围;

7. 试验结果分析;

8. 结论;

9. 存在问题和进一步的改进意见;

10. 附录,如典型试验记录曲线、数据处理结果表、试验规律曲线及试验过程的有关照片等。