

Military

Vehicle Equipment Test
Introduction To Engineering

军用车辆装备试验 工程概论

主 编 周金宝 汪立民
副主编 帅 克 王 可 程志兵
主 审 周长城



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

军用车辆装备试验 工程概论

主 编 周金宝 汪立民

副主编 帅 克 王 可 程志兵

主 审 周长城

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

军用车辆装备试验工程概论/周金宝,汪立民主编. —北京:中国科学技术出版社,2011.8

ISBN 978-7-5046-5890-6

I. ①军… II. ①周… ②汪… III. ①军用车辆—武器装备—试验 IV. ①TJ06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 126173 号

本社图书贴有防伪标志,未贴为盗版

责任编辑 郑洪炜 李 剑

封面设计 鑫联必升

责任校对 韩 玲

责任印制 王 沛

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62173865 传真:010-62179148

<http://www.cspbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京长宁印刷有限公司印刷

*

开本:787 毫米×960 毫米 1/16 印张:19 插页:2 字数:330 千字

2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—500 册 定价:38.00 元

ISBN 978-7-5046-5890-6/TJ·6

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

内 容 提 要

本书根据军用车辆装备使用特点,从工程应用的角度,对军用车辆装备试验进行了全面、系统的研究和探讨。内容包括车辆装备及车辆装备试验的概况,典型试验设备及设施,试验理论,整车结构、技术特性参数测量,机动性试验,安全性试验,人—机—环工程试验,可靠性行驶试验,维修保障性试验,环境适应性试验和车辆装备虚拟试验等。

本书既可以作为军队和地方院校相关专业的教学与培训用书,还可作为从事车辆装备试验的科技人员的专业技术基础教程,也可供车辆装备科研试验管理部门和领导机关宏观决策参考使用。

前 言

军用车辆装备试验是按照科学规范的试验程序和批准的战术技术指标的要求,对被试验车辆的装备性能进行全面系统的考核。车辆装备试验的任务是对被试验车辆装备提出准确的试验结果,根据试验结果对被试验车辆装备作出能否定型的正确结论,为车辆装备定型、部队使用、研制单位验证设计思想、方案和检验生产工艺提供科学依据。军用车辆装备现代化建设的不断发展推动和牵引着车辆装备试验技术的不断发展,给车辆装备试验与评价工作提出了许多新问题和新要求,做好车辆装备试验与评价工作对于保证车辆装备质量具有重要的意义。

随着军用车辆装备的发展,车辆装备试验已经走过了几十年的历程,完成了大量的军用车辆装备设计定型试验任务,并装备部队,积累了丰富的实践经验。本书作者在总结前辈实践经验的基础上,结合多年的试验与科研实践,历时两年多时间完成该书。全书共分为十一章。第一章介绍了车辆装备及车辆装备试验的定义、分类、地位和作用,重点介绍了车辆装备试验的特点、原则及车辆装备试验管理。第二章介绍了典型测试仪器及试验设施。第三章介绍了试验理论,主要包括测量技术、试验基础。第四章与第五章介绍了整车结构及技术特性参数测量、战术机动性试验和战略机动性试验。第六章介绍了安全性试验,其中包括机动安全性试验、战斗安全性试验和信息安全性试验。第七章介绍了人一机—环工程试验,其中包括平顺性试验、噪声测量、车身密封性试验、操纵轻便性试验、排放试验和空气调节性能试验。第八章与第九章介绍了可靠性行驶试验、维修性试验和保障性试验。第十章介绍了环境适应性试验,其中包括地区环境适应性试验、电磁环境适应性试验和核生化环

境适应性试验。第十一章介绍了车辆装备虚拟试验。

本书由周金宝、汪立民任主编,帅克、王可、程志兵任副主编,余永光、方华、姚丁元、张雷参与编写,周金宝统稿,山东理工大学交通学院博士生导师周长城教授担任主审。总装备部汽车试验场领导,总装备部汽车试验场科技处、试验检测中心对本书的编写给予了大力支持与指导。本书在编写过程中,参阅了大量的科研试验资料以及部分研究成果,得到许多专家及单位同事的指导帮助。在此,对为本书的完成给予支持的领导、专家和同志们,致以诚挚的感谢!

由于作者水平有限,书中难免出现错误、疏漏,恳请读者批评指正。

编著者

2011年3月

目 录

前 言	编著者
第一章 概 况	1
一、车辆装备	2
(一)车辆装备的定义与分类	2
(二)车辆装备的地位与作用	3
(三)未来战争对车辆装备发展及作战能力的基本要求	3
二、车辆装备试验	5
(一)车辆装备试验的定义	5
(二)车辆装备试验的地位与作用	5
(三)车辆装备试验的特点与原则	7
三、车辆装备试验的分类	10
(一)工程技术试验	10
(二)军事使用特性试验	12
(三)选型试验	13
四、车辆装备试验管理	13
(一)车辆装备试验管理体制	13
(二)车辆装备试验计划管理	14
(三)车辆装备试验质量管理	16
第二章 典型试验设备及设施	23
一、典型测试仪器	24
(一)非接触式速度仪	24
(二)车轮定位仪	25
(三)转向力角仪	25
(四)操纵稳定性测试仪	26
(五)数字声级计	27
(六)燃油流量计	28

二、车辆装备性能试验设施	28
(一)负荷拖车	28
(二)底盘测功机	32
(三)整车室内振动道路模拟试验台	37
(四)汽车试验场	42
第三章 试验理论	53
一、测量技术	54
(一)测量方法	54
(二)非电量电测技术	54
(三)传感器的作用与分类	54
(四)测量信号处理	62
二、试验基础	65
(一)测量不确定度	65
(二)试验设计	79
(三)试验数据处理	81
(四)试验条件	92
第四章 整车结构、技术特性参数测量	95
一、整车几何参数测量	96
(一)外部尺寸参数测量	96
(二)内部尺寸参数测量	97
二、正面迎风面积测量	99
三、质量参数与质心位置测量	100
第五章 机动性试验	105
一、战术机动性试验	106
(一)机动性参数测量	106
(二)滑行试验	108
(三)动力性试验	109
(四)地面通过性试验	114
(五)地形通过性试验	116
(六)典型路面行驶能力试验	119
(七)轮胎充放气系统性能试验	120
二、战略机动性试验	121

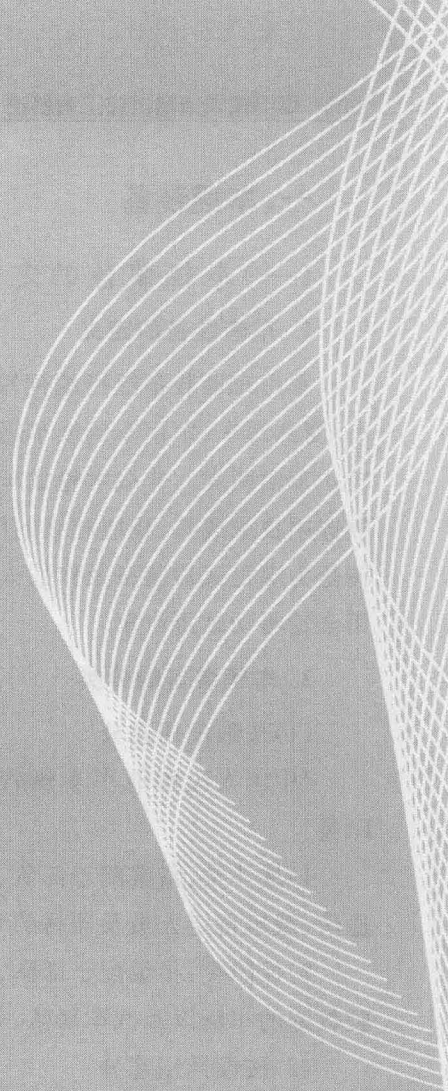
(一)空运性能试验	121
(二)陆运输性能试验	123
(三)水运性能试验	124
第六章 安全性试验	125
一、机动安全性试验	126
(一)灯光试验	126
(二)视野试验	129
(三)制动性能试验	129
(四)操纵稳定性试验	138
(五)静态侧翻稳定性试验	152
(六)碰撞试验	152
(七)滚翻试验	154
二、战斗安全性试验	158
(一)隐蔽性试验	158
(二)自救互救能力试验	166
(三)抗燃烧性能试验	168
(四)泄气可行驶轮胎试验	171
(五)防护性试验	173
三、信息安全性试验	177
(一)电磁兼容试验	177
(二)电磁信息防护能力试验	179
(三)电磁脉冲弹的试验	180
第七章 人一机一环工程试验	181
一、车辆装备平顺性试验	182
(一)悬挂系统固有频率和阻尼比测定试验	182
(二)平顺性随机输入行驶试验	184
(三)平顺性脉冲输入行驶试验	187
二、噪声测量	188
(一)基本概念	188
(二)车外噪声	190
(三)车内噪声	191
(四)定置噪声	192

三、车身密封性试验	192
(一)防雨密封性试验	192
(二)气密性试验	194
四、操纵轻便性试验	197
(一)转向轻便性试验	197
(二)制动、离合轻便性	201
(三)换挡轻便性	201
(四)驾驶区尺寸	201
五、排放试验	201
(一)怠速测量	202
(二)双怠速测量	202
(三)加速模拟工况法(ASM)	203
(四)烟度法	204
(五)可见污染物测量	205
(六)燃油蒸发污染物测量	206
六、空气调节性能试验	206
(一)换气性能	207
(二)车辆装备的空调降温性能	208
(三)车辆装备采暖性能	212
第八章 可靠性行驶试验	213
一、概况	214
(一)车辆装备可靠性的定义	214
(二)车辆装备可靠性的重要性	214
(三)车辆装备可靠性试验的目的	214
(四)车辆装备可靠性试验的分类	215
(五)车辆装备可靠性试验应注意的问题	215
(六)车辆装备可靠性常用理论分布	216
(七)车辆装备可靠性试验的程序	218
(八)车辆装备可靠性行驶试验规范	219
二、极限条件可靠性试验	221
三、车辆装备可靠性行驶试验	222
(一)试前保养	222

(二)磨合行驶	222
(三)可靠性行驶	222
(四)整车性能试验	223
(五)拆检	224
(六)试验数据的分析	224
(七)车辆装备可靠性试验评价指标及其计算方法	224
(八)故障的模式、影响及危害度分析	226
第九章 维修保障性试验	229
一、维修性试验	230
(一)维修性的定义	230
(二)维修性的定性要求	230
(三)维修性的定量描述	231
(四)维修性试验与评价	233
二、保障性试验	234
(一)燃料消耗量试验	234
(二)主副油箱有效容积测量及切换使用试验	239
(三)续驶里程试验	239
第十章 环境适应性试验	241
一、地区环境适应性试验	242
(一)严寒(冰雪)地区适应性试验	242
(二)高原地区适应性试验	247
(三)干热(沙漠)地区适应性试验	251
(四)湿热(丛林)地区适应性试验	256
(五)沿海(海岛)地区适应性试验	257
二、电磁环境适应性试验	260
(一)概述	260
(二)安全裕度	261
(三)系统内电磁兼容性	261
(四)外部射频电磁环境	262
(五)电磁脉冲	262
(六)分系统和设备电磁干扰	263
三、核生化环境适应性试验	270

(一)试验目的、试验内容及试验条件	271
(二)驾驶室密封性试验	271
(三)防电磁脉冲破坏(电磁干扰)能力试验	271
(四)驾驶室及车身对电离辐射的屏蔽能力试验	271
(五)驾驶室内辐射水平监测功能试验	272
(六)车辆装备污染洗消试验	272
第十一章 车辆装备虚拟试验	273
一、虚拟试验发展背景	274
二、国内外研究现状	274
(一)国外研究现状	274
(二)国内研究现状	276
三、虚拟试验软件平台介绍	277
(一)MSC. ADAMS 软件介绍	277
(二)有限元分析软件	277
(三)计算机辅助控制软件(CACSD)	278
四、虚拟试验系统的分类	280
(一)桌面式虚拟环境	280
(二)分布式虚拟环境	281
五、车辆装备虚拟试验实施方案	281
(一)虚拟试验道路设施模型	281
(二)车辆装备虚拟样车	285
六、车辆装备虚拟试验评价	290
参考文献	293

第一章 概 况



一、车辆装备

(一) 车辆装备的定义与分类

1. 车辆装备的定义

军用车辆装备泛指编配军队,用于遂行战斗、战斗保障或后勤保障任务的汽车,简称军车、军用车辆或车辆装备。车辆装备通常又分为非战术轮式车辆和战术轮式车辆两类。非战术轮式车辆多用于战役、战前后方地域遂行后勤保障任务,一般选用技术成熟、相应吨级的民用汽车(包括全轮驱动和非全轮驱动);战术轮式车辆是为满足武器装备及作战人员在战术地域的机动性要求,由军方组织研发的军用全轮驱动越野汽车。

2. 车辆装备的分类

(1) 按编配用途分

《中国人民解放军车辆管理条例》按编配用途将车辆装备分为战斗类和保障类。

1) 战斗类:指编配于部队、分队、基地、场站,直接服务于战斗行动、作战指挥、通信、载运特定人员及器材的专用车辆和编配在战斗分队的各种车辆。

2) 保障类:指编配于部队、分队、基地、场站,用以维护各项装备、卫生救护、驾驶教练的车辆以及汽车部队、分队的载重车和机关、院校、医院、仓库的各种车辆。

(2) 按设计用途分

按设计用途将车辆装备分为指挥车、牵引车、运输车、乘坐车、特种车。

(3) 按机动性分

1) 高机动性车辆装备:专门为军队研制,自身动作敏捷,能被快速调遣,越野性能好,公路长途奔袭能力强,适于空运、空降的车辆。

2) 标准机动性车辆装备:专门为军队研制或经过改装的民用车辆,具有一般越野能力,公路长途奔袭能力较强。

3) 一般机动性车辆装备:没有越野能力,仅能在公路网上行驶的车辆,通常编配于后勤部队和军事机关,遂行战区后方运输和军事行政管理任务。

(4) 按军事用途分

1) 战斗类:指装载、牵引武器系统或作为武器系统组成部分的车辆。

2) 战斗保障类:指装载各种战斗保障器材,如指挥、侦察、通信、防化、电子干扰、气象、测绘等器材的车辆。

3) 后勤保障类:指在战区和战区后方遂行人员、物质运输保障任务的车辆。

（二）车辆装备的地位与作用

车辆装备具有机动灵活、对行驶路面要求低等特点，自应用于军队以来，在历次战争中发挥了重要作用。随着时代的发展，军用车辆装备的类型、型号、使用性能均得到了很大的发展和提高，已成为现代化军队装备数量最大、用途最多、编配范围最广的技术装备之一。如今，车辆装备已不再是单纯的运输工具，它作为现代化军队的基础装备，受到世界各国军队的高度重视，对保障军队机动、战斗以及各种后勤支援任务的完成均具有十分重要的作用。车辆装备的地位和作用主要表现在以下几个方面：

（1）车辆装备已成为现代化武器系统的有机组成部分，是武器系统的主要作战机动平台

武器系统是武器和为了完成作战而与武器功能相关、有序组合、配套使用的军事技术装备所构成的有机整体。武器系统通常由三个部分构成：杀伤战斗部分、运载投掷部分和控制导引部分。其中，运载投掷部分不少是用轮式越野车辆配套的，如当前军队装备的火炮运载车、火箭发射车、导弹发射车等。在这些武器系统中，车辆装备都已成为各种武器系统的有机组成部分。这些与武器系统配套的车辆装备的机动性、可靠性、生存能力、信息能力和环境适应性等，对武器系统效能的发挥，有着至关重要的影响。

（2）车辆装备已成为多种战斗支援与保障装备的载体，是战斗支援与保障装备的重要机动工具

战斗保障装备指军队为了有效地使用战斗装备，顺利遂行机动和作战任务所使用的军事技术器材，主要包括指挥、通信、侦察、巡逻、探测、雷达、情报、气象、伪装、渡河、水文、防化、电子对抗等装备。随着军队现代化、机械化程度的提高，这些战斗支援与保障装备的大部分都装载于各型车辆装备上。

（3）车辆装备是战斗勤务支援与保障的重要装备

现代高技术局部战争，战场空间扩大，作战速度加快，战场物资消耗巨大以及武器装备复杂化均增大了后勤保障的困难。为了适应高技术局部战争对后勤保障的要求，各国军方在后勤车辆装备上也加快了发展步伐，新型的后勤车辆装备通常具有大吨位、高机动、自装卸等特点，极大地提高了部队后勤运输保障的效率。

（三）未来战争对车辆装备发展及作战能力的基本要求

现代军队的战斗力主要由机动能力、杀伤能力、防护能力、信息能力和保障能力等要素构成，军队的战斗力是上述基本能力的有机结合产生的综合效力。车辆装备系统作为构成军队武器装备的子系统，应直接或间接地提高这些基本能力，从

而为提高军队的战斗力创造良好的物质条件。

(1) 必须具有优良的机动能力

机动能力是军队在一定的空间中移动兵力、兵器和转移杀伤力的能力。军队对机动能力的追求必然要求增强车辆装备的机动性能。信息化战场具有大纵深、高速度的鲜明特点,这就要求加快地面部队的运动速度和节奏,提高战略、战役和战术范围的机动速度,使兵力、兵器和物资的运动以及武器杀伤力的转移均在高速下完成。因此,车辆装备只有具有优异的机动性,才能满足和适应信息化战场的机动需要。

(2) 必须具有优良的可靠性、维修性和耐久性

由于车辆装备的可靠性、维修性和耐久性对其机动能力的发挥具有极大的制约作用,因此,对军队机动能力的追求必然间接要求增强车辆装备的可靠性、维修性和耐久性。现代化的军队应当具有不受地域限制地遂行作战任务的能力,而且高技术条件下的作战正向高速度、全天候、全时辰连续作战方向发展。遂行武器装备和保障装备运载以及物资运输保障任务的车辆装备,要运载质量很大的装备和物资,并在各种恶劣的路面和环境条件下昼夜不停地连续运行,其使用条件是非常严酷的。这些车辆如果没有优良的可靠性、维修性和耐久性,就会经常出现故障、难于修复和提前退役等情况,必将无法适应信息化战争条件下部队的作战要求。

(3) 必须具有较强的战场生存能力

军队对杀伤和防护能力的追求必然间接地要求增强车辆装备的战场生存能力。同样,生存也是车辆装备完成各种作战和保障任务的前提条件。未来战场的非线性特点增大了保障部队和车辆装备与敌遭遇的机会,况且前线地域越来越多地使用车辆装备进行伴随保障。这些均使得车辆装备面临着前所未有的生存考验,要求车辆装备具有较强的抗毁伤和适当的自卫能力。要提高车辆装备的生存能力,车辆装备必须具有良好的行驶安全性、隐蔽性、防护能力、自卫能力、自救互救能力、逃生能力等。

(4) 必须具有较强的战场环境适应能力

战场环境是开展一切军事行动的基本条件,车辆装备作为用途广泛的机动平台,其使用必然受到战场环境的影响和制约。我国地域辽阔,气候和地形呈多样性,因此,在发展车辆装备时必须考虑环境的适应性问题,从而为信息化战争作好充分的准备。要提高车辆装备的战场环境适应性,车辆装备应当具备优良的严寒地区环境适应性、湿热地区环境适应性、沙漠地区环境适应性、高原山地地区环境适应性、海滨地区环境适应性、夜间作战环境适应性和战场烟幕环境适应性。

(5)必须具有较强的信息能力

信息力是军队获取、传递、处理、利用和控制信息情报的能力。军队对信息能力的追求必然要求车辆装备具备一定的信息能力,以增强车辆装备的指挥控制性能,达到控制有序、调度有方,并有效提高部队机动和保障精确性及效率的目的。信息化战争的一个显著特点就是网络化,作为武器装备机动平台、保障装备载体和物资运输工具的车辆装备已成为军队网络中的节点。数量众多的车辆装备如果不具备一定的信息能力,在信息化作战环境中就无法融入军队这个网络中。车辆装备信息能力的提高不仅制约着自身作战效能的提高,也制约着军队指挥控制能力的提高和战斗力的改善。为此,车辆装备必须具备机动定位能力、行驶导航能力、车辆及物资的可视化和敌我自动识别的能力。

(6)必须具有较强的可保障性

对军队保障能力的追求间接要求增强车辆装备的可保障能力,即车辆装备要具备能满足作战需要的可保障能力,使操作和保障装备的人员便于培训,损坏的器材便于筹措。为此,车辆装备必须具备良好的器材可保障能力、油料可保障能力和驾驶及维修人员的可保障能力。要提高车辆装备的可保障能力,车辆装备应具有较好的标准化、通用化、组合化水平,应尽量使用单一燃料和其他通用化的辅助用油,应提高车辆的自动化水平以简化操作,应采用车载技术状态综合监测系统以提高故障诊断和预测水平。

二、车辆装备试验

(一)车辆装备试验的定义

车辆装备试验是按照科学规范的试验程序和批准的战术技术指标的要求,对被试验车辆装备的性能进行全面系统的考核。车辆装备试验的任务是对被试验车辆装备提出准确的试验结果,根据试验结果对被试验车辆装备做出能否定型正确结论,为车辆装备定型、部队使用、研制单位验证设计思想、方案和检验生产工艺提供科学依据。

(二)车辆装备试验的地位与作用

1. 车辆装备试验的地位

在车辆装备的全过程、全寿命期管理中,评估车辆装备性能质量优劣的主要手段就是对车辆装备进行系统的、全面的试验。我国《军工产品定型工作规定》中明确规定,“拟正式装备军队的军工产品,应当按照本规定进行军工产品定型”,“军工产品设计定型必须进行设计定型试验”,“设计定型试验一般包括基地试验和部队