

装备战伤理论与技术

石 全 米双山 王广彦 胡起伟 编著
甘茂治 主审



国防工业出版社
National Defense Industry Press

装备战伤理论与技术

石全 米双山 王广彦 胡起伟 编著
甘茂治 主审

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书从战场损伤、战场损伤预测与评估的基本概念出发,详细阐述战场损伤的分析与预测技术、毁伤机理与试验验证技术;战损建模与仿真的基本原理,包括环境建模、威胁建模、装备建模等损伤模拟建模方法;损伤评估、损伤等级预测与评定等。

本书可作为装备维修及管理专业的博硕士研究生教材,也作为部队战场抢修培训、训练时参考。

图书在版编目(CIP)数据

装备战伤理论与技术 / 石全等编著. —北京: 国防工业出版社, 2007. 1

ISBN 7-118-04770-8

I. 装... II. 石... III. ①武器装备-保养②武器装备-维修 IV. E92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 110198 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 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 22 1/4 字数 513 千字

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 45.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422

发行邮购: (010) 68414474

发行传真: (010) 68411535

发行业务: (010) 68472764

前 言

装备战场损伤是战场上影响装备完成任务的事件,包括战斗损伤和非战斗损伤,其中战斗损伤表现出区别于平时装备故障的损伤模式、特征和规律,是关系装备生存性和持续作战能力的重要问题。

1973年中东战争后,以色列成功的战场抢修经验引起了世界各国的重视。以美国为首的西方国家在20世纪80年代通过全面规划其战场抢修工作,以装备的损伤及评估为重点,系统地对战场抢修问题进行了研究和准备,开发了大量的损伤预计和评估模型与程序。我军素有战场抢修的优良传统,积累了丰富的经验。近年来,面对我军未来战争和近年来的新形势、新任务,特别是当前军事斗争准备的情况,装备战场损伤研究与应用更加受到我军总部机关和各军兵种的高度重视。目前,如何适应与应对新的情况,面向新的战场损伤特点,预测装备战场抢修需求,实现战场抢修的快速反应和快速应变,已成为装备保障建设的重要研究内容。研究装备战伤理论,从根本上说,就是研究装备战场威胁、损伤机理,掌握装备战伤模式、特点和规律,探索装备战伤应急处理对策。装备战伤理论是战时装备保障理论的重要分支,也是装备战场抢修理论的重要组成部分,是装备保障理论不断深化和发展的必然产物。

胡锦涛主席指出“加强对重大现实问题的调查研究,努力探索信息化条件下和社会主义市场经济环境中治军带兵的特点和规律”,“要解决好军队建设需求和国防投入不足的矛盾,把有限的资源最大化地转化为国防实力和战斗力”。战时装备保障要实现信息驱动,精确管理,科学确定装备保障需求,装备战伤研究与预测是关键。装备损伤形态、特征及其规律是深入挖掘战损数据信息的基本依据,及时准确获取装备战损数据,不仅对战场抢修决策与实践,战时维修器材的储备、配置、供应,战时维修资源的规划与优化重组提供信息支持,还对新研装备进行抢修性和生存性设计,提高装备的生存能力,为现役装备的改进和新装备的研制提供重要的依据,同时用于对敌火力打击毁伤效果评估,指导我军装备作战配置与防护,为作战指挥和装备保障指挥决策提供重要的支持。

装备战伤研究立足新时期国防建设与未来战争所面临的新形势、新任务、新情况。以信息条件下作战为背景,紧紧围绕战损机理、模式预测、模拟、试验等中心问题。采用先进的仿真与预测技术,从战损分析与损伤机理研究入手,以试验技术、试验数据作为战损仿真结果分析与模型验证的手段和基本依据,简化研究问题,建立损伤过程仿真模型,进行损伤预测。装备损伤形式包括破片、冲击波、冲击振动、电磁和燃烧等,所预测的损伤模式包含机械电子装备的软硬损伤。装备战伤理论内容丰富,涉及多学科多领域,技术难度大。《装备战伤理论与技术》一书将研究战斗损伤问题作为一项专门的工程技术,系统地阐述了其理论框架、研究内容、关键技术,并在损伤机理、损伤分析与评估,建模与仿真、试验与验证等方面进行了研究与实践,对实现我军精确作战、精确指挥控制、精确保障,推动装备信息化建设、新时期军事变革无疑具有重要意义。

本书共分为九章。第一章主要介绍装备战伤理论组成、研究内容、研究现状和发展趋势。第二章介绍战场损伤的基本概念、装备损伤特征与损伤机理。第三章介绍战场损伤分析原理,包括基本功能项目分析,损伤模式影响分析、损伤树分析、损伤定位分析、抢修方法与抢修资源分析等内容。第四章介绍装备战场损伤建模与仿真基础知识。第五章、第六章介绍战斗损伤模拟与预测、战场损伤等级预测技术等。第七章介绍面向装备保障的损伤等级划分与评定技术。第八章介绍战场抢修任务量与抢修能力预测内容,包括损伤概率计算、抢修时间的估算,战损率预计、抢修工作量和抢修能力预测等。第九章介绍装备战损与抢修试验。包括试验目的、内容、靶标和威胁源的设计;抢修程序、抢修力量的运用;数据收集、处理、管理等内容。第十章介绍战场损伤评估及智能化技术。第十一章介绍战伤应对策略与修复措施。

本书由石全(第一、二、三、五、六、七、八章)、米双山(第二、四、九、十一章)、王广彦(第二、十、十一章)、胡起伟(第三、八章)编写。全书由石全统稿。

本书是总装备部通用装备保障部“通用装备战损规律及其应用研究”重点项目研究成果的系统化、理论化。该项研究及本书编写中得到总装备部机关王洪光、李少科、裴美成、郭长京等领导同志和徐滨士院士等专家的指导和支持。甘茂治教授、贾希胜教授在本书编写过程中给予了具体指导和帮助。甘茂治教授对全书进行了审查,对全书的提纲、结构和有关概念,提出了许多宝贵意见。本书吸收了课题组的许多专家和研究人员的研究成果。对他们所作的工作,在此一并表示感谢。

战伤理论与技术是新的研究领域,可借鉴的文献和资料不多,有许多工作还需要我们不断深入研究和探讨。由于时间仓促、编著者水平所限,书中错、漏等问题在所难免,望读者批评指正。

编著者

2006年10月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 概述	1
第二节 战场损伤研究现状	1
第三节 研究战伤理论的重要性	4
第四节 装备战伤理论及其研究内容	4
第二章 装备战场损伤与损伤机理	12
第一节 战场损伤概念	12
第二节 核、激光、电磁武器对装备的损伤影响	13
第三节 破片损伤	23
第四节 冲击波损伤	41
第五节 冲击振动损伤	43
第六节 电磁损伤	44
第七节 引燃与引爆损伤	46
第三章 装备战场损伤分析	49
第一节 概述	49
第二节 损坏模式与影响分析	51
第三节 损伤树分析	63
第四节 损伤定位分析	68
第五节 战场损伤评估与修复分析	83
第四章 装备战伤建模与仿真基础	91
第一节 概述	91
第二节 敌对威胁及其对装备影响分析	93
第三节 装备群损伤仿真几何模型	103
第四节 直射武器下的装备战场损伤模拟	108
第五节 装备损伤修复模型	123
第五章 装备战损模拟与预测	129
第一节 概述	129

第二节	威胁特征及建模	132
第三节	装备描述模型	139
第四节	装备战损模拟模型	155
第六章	战斗损伤等级及其概率分布预测	161
第一节	概述	161
第二节	贝叶斯网络原理	164
第三节	典型装备贝叶斯网络模型的建立	171
第四节	装备贝叶斯网络模型推理	179
第七章	面向装备保障的战场损伤等级评定	192
第一节	概述	192
第二节	战损等级划分与评定	192
第三节	基于规则的损伤等级评定方法	198
第四节	基于神经网络的损伤等级评定方法	202
第八章	装备战场损伤概率与抢修需求分析	212
第一节	损伤概率分析的基本原理	212
第二节	装备损伤概率建模与预计	217
第三节	抢修时间的估算	226
第四节	战场抢修工作量预计与抢修能力	235
第九章	损伤试验与验证	243
第一节	战场损伤的试验	243
第二节	装备实装实打试验	251
第三节	装备静爆试验	254
第四节	电子装备冲击振动损伤试验	258
第五节	墨本实弹试验案例简介	260
第六节	试验数据的分析与处理	263
第十章	战场损伤评估及其智能化	266
第一节	装备战场损伤评估原理	266
第二节	人工智能技术	268
第三节	专家系统	270
第四节	战场损伤评估专家系统	274
第五节	战场损伤评估智能化	275
第十一章	装备战伤应急处理方法和修复措施	308
第一节	战场损伤的应急处理方法	308

第二节 典型损伤模式的抢修方法..... 308

第三节 复合材料损伤抢修..... 321

第四节 新材料、新技术在应急抢修中的应用 325

附录 A 术语及缩略语..... 332

附录 B 某自行火炮动力系统损伤评估决断过程 334

附录 C 重要部件损伤评估流程图示例 335

附录 D 损伤评估表..... 336

附录 E 与战损评估与修复有关的常用词汇英汉对照 337

参考文献..... 344

第一章 绪 论

第一节 概 述

装备战场损伤是战场上影响装备完成任务的事件,包括战斗损伤和非战斗损伤,其中战斗损伤表现出区别于平时装备故障的损伤模式、特征和规律,是关系装备生存性和持续作战能力的重要问题。装备战斗损伤简称战伤或战损。装备战损是指装备在作战使用过程中,由于受到敌方武器的袭击使其机件遭受破坏或是功能严重下降而影响使用效能的一种状态。它是战场损伤的主要组成部分,也称为受击损伤。它不包括由于机械故障、操作不当、管理不好、保养不周、翻车、掉沟、淤陷等原因造成的技术(使用)损伤,由于锈蚀、元件老化失效、油液变质、磨损等原因造成的自然耗损损伤。

装备的战损通常用战损率和战损程度来表示。战时影响装备战损率和战损程度的因素很多,如战斗类型和作战样式、战术手段、敌我双方兵力兵器对比、装备的配置、生存性和可靠性、战斗激烈程度、工程设施的坚固程度、指挥水平、天候地形条件等都有不同程度的影响,而且在这些因素中,有很多因素都是随机的,在不同战斗中其影响程度也各不相同。因此,研究战时装备战损规律是比较困难的。但是,由于现代预计技术和方法的高度发展,计算机的广泛应用,只要采用科学的方法,抓住影响装备战损的主要因素,还是可以对装备的战损率和战损程度做出比较准确预计的。目前预计战时装备战损率的主要方法有:战例统计分析方法、物理试验法和计算机模拟法。但是由于目前高技术条件下局部战争,特别是高技术条件下渡海登岛作战的典型战例很少,因此,战例统计分析法的应用就受到一定的限制,试验与仿真的方法受到广泛的重视和普遍应用。

第二节 战场损伤研究现状

一、国外情况

装备的战场损伤的研究,国内外自古有之,包括常规武器和核武器打击条件下的装备损伤。20世纪70年代后期,以美国、英国、联邦德国等为代表的西方发达国家先后开展了战场损伤评估与修复(BDAR)研究与应用工作。1977年美陆军装甲车辆司令部分析研究了坦克战斗损伤评估模型的目标、建立方法等。1978年英国皇家空军(RAF)开始进行飞机损伤评估与修复研究,英国国防部成立了一个专门BDAR机构,主要研究快速修复方法、工具、训练和编写修复手册^[3]。

20世纪80年代后,BDAR在作战保障中的地位不断增强。为促进战斗损伤研究,美军于80年代初在赖特—帕森空军基地专门设立了生存性与易损性信息分析中心(SURVIAC),收集、整理、分析各种有关战斗损伤的数据。1981年美联邦应急管理局(Federal

Emergency Management Agency)建立了 Ready II 损伤评估系统,用来评估某静止的、已知武器攻击形式对装备群的攻击结果,或动态的、未知武器攻击方式对装备群攻击一段时间后的结果。Ready II 提供了一个整体攻击评估,提供许多武器对大数量装备群攻击结果的快速预测^[4]。1981 年,一个由 LTV 航空航天和防务公司合同支持的研究项目,首先将计算机程序用于预计空军飞机的损伤修复时间,并把它作为设计依据和损伤准则。

美陆军、空军分别于 1982 年和 1984 年制定了各自的《BDAR 纲要》和《ABDR 纲要》。1989 年,美国海军也正式实施战场损伤修理计划。这些 BDAR 纲要全面规定了 BDAR 技术手册的编制、工具箱的开发、BDAR 训练和后勤的要求与实施方法,对战场损伤评估工作的目标、评估程序及处理措施等制定了详细规定。

联邦德国军队通过模拟试验肯定了 BDAR 在作战中的作用后,于 1986 年、1987 年组织了大规模的实弹试验,以卡车、坦克、装甲车、自行火炮等为试验对象,研究这些装备的战场损伤及其修复方法。这些研究和实践认为,加强装备战场损伤修复能力是北约集团战胜兵力与兵器均占优势的华约集团的重要途径。

美陆军研究实验室(ARL)、美陆军弹道实验室(BRL)、美海军分析中心(NAC)、陆军装备系统分析中心(AMSAA)等研究机构在 BDAR 试验研究、BDAR 分析方法、BDAR 模型、BDAR 信息系统、BDAR 与后勤模拟的综合研究等方面取得了很多成果。1988 年,美国海军要求海军武器中心(NWC)和海军航空研究中心(NADC)研究用于预测飞机战斗损伤的数据库,研究了“指挥控制战中的战斗损伤评估模型”、“评估导弹攻击防御战中战斗损伤信息价值的概率模型”等。1993 年,美国国防部指令 DODI5000.2 将战斗损伤作为维修性中必须考虑的问题。

以下是有关装备战场损伤研究及应用的代表性成果。

1) 坦克战斗损伤评估模型

1977 年,在一份美陆军装甲车辆司令部提出的研究任务中,为了证明预测修复给定数量的 M60A1 坦克所需的后勤资源和修理时间的可行性,分析并研究了坦克战斗损伤评估模型的目标、建立方法等。该研究的最终结果是:为后勤管理人员提供一个计划工具,通过估计维修工作量、修理备件、修复时间、维修级别,使战斗指挥员可以更好地了解给定数量的坦克的可用度。

2) 英国皇家空军飞机战场损伤修复研究

1978 年英国皇家空军(Royal Air Force, RAF)指出在未来高强度冲突中必须尽快修复战损飞机以满足军事行动需求,并特别强调快速、准确的评估与简便有效的修复技术是成功进行战斗损伤修复的关键。它认为海湾战争证明飞机战斗损伤修复(ABDR)的最主要内容是损伤评估,错误评估可能导致资源浪费甚至任务失败。

RAF 在确定战场损伤评估的重要地位并进行相关研究的基础上,确立了未来战场损伤评估的发展方向。它认为信息技术的发展会提高 ABDR 评估和修复的效率,并应用集成视听技术的洛克威尔移动信息系统来辅助评估人员进行评估。当评估人员进行损伤评估时,该系统可以提供 ABDR 手册中的信息,可以把可视化数据传送到中心控制设备,根据评估人员需求提供建议。

3) 飞机战场损伤评估程序

1981 年,在一个由 LTV 航空航天和防务公司合同支持的研究项目中,首先将计算机

程序用于预计空军飞机的损伤和修复时间,并把它作为设计依据和损伤准则。目前,该程序正用于几种空军需求的决策支持。研究内容包括:预计战时备件需求、修理人员需求、在新使用环境中的出击能力、改变设计对 BDR 的影响、新型飞机需要的 BDR 技术改进等。研究所需资料有设计资料、威胁数据、使用数据;分析项目有生存性分析、易损性分析、修复评估、损伤评估等。

4) 战场损伤评估专家系统

1984 年, Dale E. Nelson 开发了一个“战场损伤评估专家系统”,将专家系统引入 BDR 模型,其目的是减轻评估人员的工作量及难度,提高评估工作的效率。系统的功能是根据飞机损伤的描述(部位、损伤情况等),确定飞机是否需要修理、最佳修理方案、在限定时间内能否完成修理、是否拥有所需材料及技术等。

5) 战损数据管理和数据库

战损数据是进行 BDAR 研究的基础和依据,它主要来源于战场数据、试验数据及训练数据等。战损数据是最可靠也是最不容易收集的损伤数据,和平时期更是如此,这给战场抢修研究工作尤其是开展战场损伤评估研究工作带来了很大困难。

美国作为一个超级大国,几乎参加了最近 20 年来所有的局部战争和地区冲突,因此他们在这方面具有得天独厚的优势。美军拥有从第二次世界大战、中东战争到海湾战争的大量宝贵的战损数据,为其开展 BDAR 研究提供了重要基础。美陆军有 3 个战斗训练中心(CTC),即:国家训练中心(NTC)、联合战备训练中心(JRTC)和战斗机动训练中心(CMTC)一直在从事训练中战斗损伤数据的收集工作。在战斗训练中心,野外观察员/控制员收集各类信息,训练人员在结束任务后汇报执行任务情况,汇总目标系统被武器系统击毁的数量,这些信息均被送到控制中心,经认真校对、分析后输入到计算机中,作为历史数据保存,最后集中存档到位于蒙特利野战部队的普雷西多陆军研究所(ARI-POM)的战斗损伤数据库。战斗损伤分析研究人员可以通过 CAC-T 用结构查询语言(SQL)直接访问它们,以满足其研究需要。近几十年来,美军的战斗损伤数据出现了爆炸性的增长,对数据管理工作提出了新挑战,为此美军又建立了全军性战斗损伤数据分析中心。

美军非常重视数据管理工作,早在 1964 年在制定国防部指令 DODI5100.45 时,建立信息分析中心以进行专业领域科学技术信息分析的议案就得到了广泛支持。到 1982 年,美国国防部已经建立了多达 19 个各类专业的信息分析中心。

美军常用的战斗损伤数据管理单位或系统还有:陆军战斗备件要求(SPARC)、装备性能与损伤数据系统(EPADDS)、弹药效能联合技术协调组(JTCG/ME)、联合实弹试验大纲(JLF)、战斗装备的战损评估与修复(ARBADAM)、战斗数据信息中心(CDIC)等。

二、国内情况

我军历来重视装备战场抢修,积累了许多宝贵经验。20 世纪 60 年代至 70 年代,在核武器效应试验中,就进行了大规模的武器装备损伤试验,积累了装备核损伤试验数据并研究了损伤修复问题。1991 年,军械工程学院王宏济教授发表的《应当重视装备战斗恢复力的研究》论文,以及军械工程学院出版的《战斗恢复力译文专辑》,在军内外引起很大反应。

最近十年来,许多单位已对 BDAR 做过专题研究,同时加强了对装备战场损伤尤其

是战斗损伤的研究。如空军工程学院、一航院、军械工程学院、航空 628 所等单位在 BDAR 研究与应用中取得了许多成果,其中 GJB 20437—97《装备战场损伤评估与修复手册的编写要求》、6 种军械装备抢修手册的编制,为规范我军 BDAR 工作起到了重要作用。甘茂治教授提出了用故障/损伤模式影响及分析(FMEA/DMEA)和维修性分析(MA)技术进行 BDAR 分析的基本方法和步骤;一些文献分别对火炮、飞机等装备的战场损伤评估、战斗损伤备件模型等方面进行了有益的探讨。《装备战场抢修理论与应用》是国内第一部系统地全面地阐述战场损伤评估与修复理论和方法的专著。

我军在历次战争中积累了丰富的装备战场抢修经验,但是各军兵种对战场抢修的工作重点大多限于具体抢修方法与抢修技术的研究与应用,对战场损伤预测,特别是典型作战环境下装备损伤规律研究不够。从 20 世纪 90 年代开始,开展了战场抢修理论及有关应用研究。军械、空军等系统开展装备损伤及抢修试验、建模仿真研究,探索装备战斗损伤及修复规律。但是,就总体上说,由于作战条件与形势的变化,尚缺乏对新形势下战损规律的认识。国际上最近的几次战争和数据经验与我国国情军情和装备状况差别甚大,难以获得和借鉴,尚不能作为我军装备战损规律研究的依据。我军目前获得战损率及其分布等数据还主要依据专家经验。结合军事斗争准备,针对装备的战损规律研究,没有形成系统公认的战损仿真预测理论与方法,毁伤机理研究不系统、不完善,方法单一,研究手段相对落后。近年来,总装备部通用装备保障部组织了系统的装备战损规律研究,取得了显著进展。

第三节 研究战伤理论的重要性

研究装备战斗损伤理论,从根本上说,就是探索装备损伤规律。装备战损规律及其数据信息可以为新装备研制和现役装备的改进,战时装备保障体制和力量建设以及装备保障方案的规划提供技术基础信息和条件。具体体现在以下三个方面。

第一,为战场抢修的研究与准备提供决策的基础信息,对战场抢修的组织设计与规划,战时维修器材的储备、配置、供应以及备件决策,战时维修资源的规划与优化重组,修理工时标准的制定,战场抢修手册的编制、验证与修订等均具有重要的指导作用。

第二,为现役装备的改进和新装备的研制提供重要的依据。了解和掌握现役装备的战损规律,可以分析和发现装备的设计缺陷,从而确定装备的改进方向。对新研装备进行生存性、抢修性设计,提高装备的生存能力;对新装备的保障方案的设计和维修资源的规划等均起到重要作用。

第三,为装备保障指挥与管理乃至作战指挥决策提供重要的支持。掌握装备的战损规律对装备保障指挥和作战指挥具有重要意义,如战斗评估、战斗指挥、战时抢修力量的部署与使用等。

第四节 装备战伤理论及其研究内容

一、装备战伤理论体系组成

装备战伤理论是研究装备遭受敌方攻击的作用机理、损伤模式及影响,损伤分布预测

以及损伤应对策略和措施等相关规律的学科。装备战伤理论及其应用涉及面广,问题很多,需要系统地研究。装备战伤理论与应用的内容如图 1-1 所示。

(一) 战伤理论与技术

1. 战伤理论基础

(1) 战场损伤与评估的概念:战场损伤,战斗损伤,损伤评估,损伤等级,损伤定位,损伤分析。

(2) 战场损伤分析理论与技术:基本功能项目分析,损伤模式及影响分析,损伤树与损伤定位分析,损伤处理与抢修资源分析等。

(3) 损伤机理:包括战损物理与数学模型等,装备的典型损伤模式及易损性,抢修性的量化技术(参数、指标)等。破片、冲击波、冲击振动、电磁、燃烧等损伤形式的毁伤机理。

(4) 战损试验技术:实装实弹试验,实装模拟试验,模拟装备试验,静爆试验,高速碰撞试验,电磁威胁试验,战场抢修试验等。

2. 战伤仿真与预测

(1) 装备威胁分析与建模:包括装备威胁分析和落弹散布分析等,主要研究遭受的可能威胁,各种威胁战斗部的效能和效能单元的分解与复合,威胁效能单元对装备的毁伤机理(包括破片、振动、冲击波、燃烧、电磁效应)等,毁伤效应的模拟技术等。

(2) 装备描述与建模:装备简化与易损性描述,几何近似与建模,装备结构可视化,零部件材料属性。

(3) 装备战场虚拟化与环境建模:装备作战环境分析,装备作战地理环境与建模(地形、土质、植被等级等),作战环境可视化,作战行动及作战行动事件离散化,战场虚拟化与作战行动模拟。

(4) 装备损伤建模与模拟:装备损伤过程模拟与可视化,装备战斗损伤状态分析,各种损伤状态(穿透、侵彻、弹飞、压坑、断裂、破碎、变形等)描述,损伤状态的发生条件分析,战斗损伤模式预测与识别。最终求解不同部位或各主要零部件在不同威胁距离条件下的概率及其分布。在单装备单威胁模拟的基础上,构成装备群,模拟作战单元的战损率。计算作战单元中各种型号装备在不同作战阶段、不同作战状态下的战损率,损伤等级分类及比率,零部件损伤概率及其分布等。

(5) 战场损伤模拟预测理论与技术:损伤模拟与损伤模式识别技术,损伤概率分析技术,抢修工时估算、抢修工作量与修理能力评估技术。

3. 损伤应对策略与技术

(1) 装备生存性、抢修性分析与设计。

(2) 战场损伤应急修复技术,特别是高新技术装备应急抢修的方法与手段应用技术。

(3) 战场损伤评估技术。

(4) 战场损伤处理决断技术:损伤检测与定位、损伤等级划分与评定技术,使用决断技术,修复方法决断技术。

(5) 战场抢修试验与演练。

(二) 应用技术

(1) 制定有关 BDAR 的标准与手册(指南)。

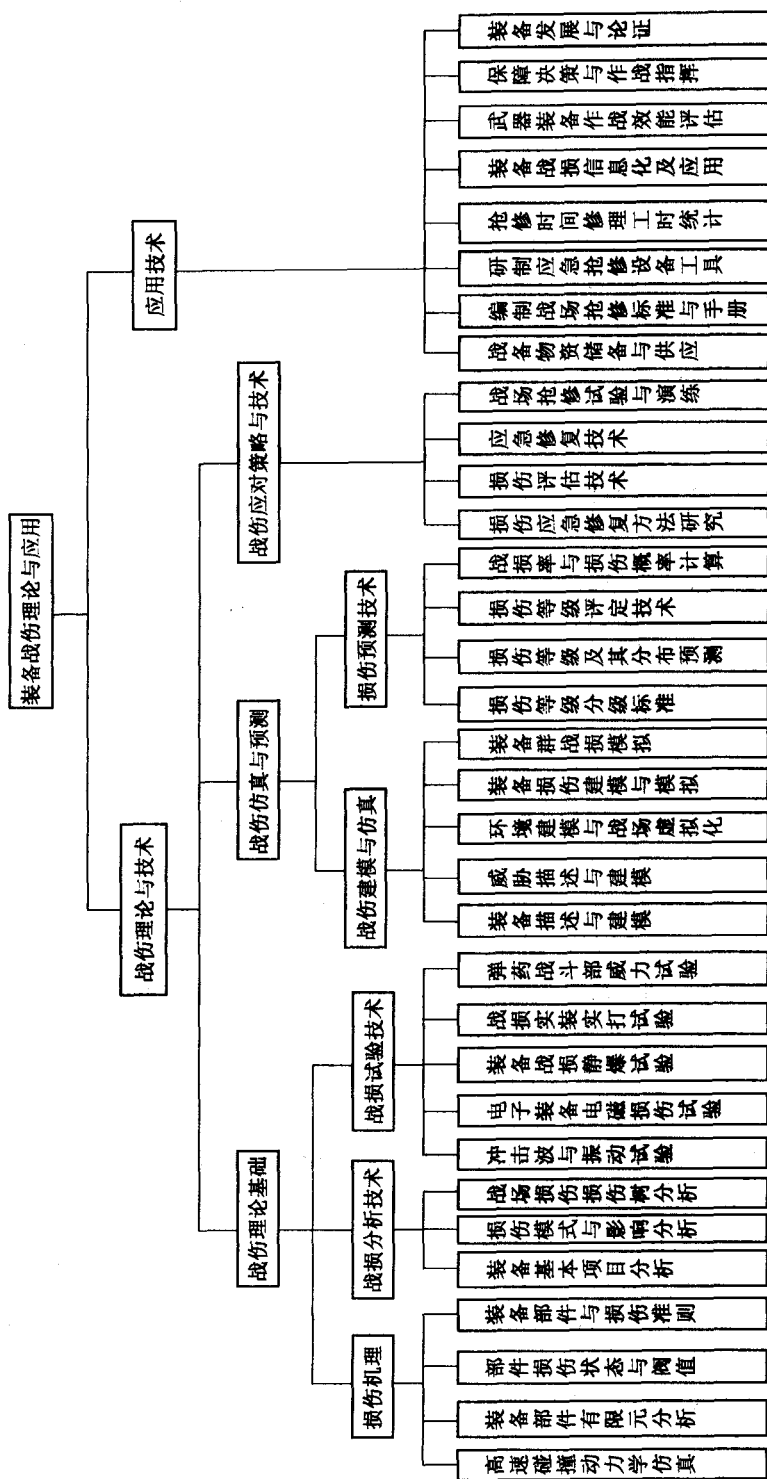


图 1-1 装备战伤理论与应用研究框架

- (2) 研制适用于 BDAR 的工具、器材,特别是轻便实用的“手术包”式的抢修工具箱。
- (3) BDAR 模拟训练器材。
- (4) 武器装备火力毁伤效果评估。
- (5) 武器装备的配置和防护。
- (6) 装备作战与保障决策。

(三) 关键技术

(1) 装备战损模拟技术:建立科学合理的用于战损模拟的战场环境模型、装备模型、威胁模型、计算机仿真模型。

(2) 战斗损伤模式预测技术与模式识别:分析装备战斗损伤模式,预计损伤模式发生的概率。对可能出现的损伤状态进行分析,建立各种损伤状态的描述方法和发生条件。

(3) 装备战场损伤快速评估技术:从分析装备战场上发生的损伤事件开始,进行战场损伤模式影响分析、损伤树分析、修复方法分析、修复资源分析。确定可能发生的战场损伤模式、研究损伤定位过程、损伤评估流程、损伤评估的程序和方法,最终进行损伤处理决断。

(4) 装备快速应急诊断技术:采用先进的检测和诊断技术,研制战场现地便携式应急检测仪器和设备,实施装备战场损伤的快速应急检测和诊断。采用先进的材料和工艺,研究损伤快速修复技术(包括采用高分子化工材料的粘接、堵漏、爆炸焊接,自修复技术等),研制快速修复材料和仪器设备。研究在具有多种修复方法和战场环境和约束条件下,选择并决断应急修复对策。

(5) 装备毁伤机理研究:装备在多种威胁的作用下装备的毁伤机理,包括:破片、冲击波、振动、电磁辐射与电磁脉冲对装备的损伤。

(6) 战损试验与验证:包括实装实弹试验、实装模拟试验、模拟装备试验、静爆试验、高速碰撞试验、电磁威胁试验等内容。

二、装备战伤理论的特点

同一般工程技术比较,装备战伤理论与技术,具有以下特点。

(1) 技术与管理、工程与军事相结合。武器装备的战场损伤分析与评估需要灵活地运用各种工程技术手段。损伤修复实施又必须有及时、有效的组织指挥。而战伤是敌对威胁作用的后果,研究损伤分布及规律必须在一定的作战条件下,同兵力兵器的部署、作战运用等军事指挥相联系。涉及到军事学、作战指挥、部队部署与行动、后勤保障等。所以,研究本学科需要注意技术与管理结合,工程学科与军事学科的结合。

(2) 涉及装备全系统、全寿命过程。作为新理论,不仅是讨论战场损伤分析、评估与处理,而且要从装备发展、建设的全系统全寿命过程来研究和准备,以便在战时保持和恢复作战能力。因此,它的研究内容必然涉及到装备论证、研制、试验、使用、维修全过程,涉及到主装备(特别是装备的生存性、可靠性和抢修性)、保障装备、维修器材、技术资料、使用与维修人员、训练与训练保障等方面。

(3) 强调传统经验与新技术的结合。战伤理论与技术同其他科学技术一样,都来自于实践并接受实践检验。战场实际装备损伤和现场试验数据是必需的,但这些实际获得的数据受种种原因的限制,往往很难(甚至不可能)是全面系统的。因此,应当积极采用

建模仿真、各种分析预测技术、人工智能技术等进行全面预测。当然,重点是新条件、新技术的研究,特别是新的预测与决策技术的应用。应强调综合运用理论研究、建模仿真、试验验证和定性与定量相结合的研究方法。

三、与相关理论与技术的关系

装备战伤理论与技术与多种工程技术学科有密切的关系。其中最主要的是生存性、可靠性、战场抢修、维修技术、故障检测与诊断(Fault Detection & Diagnosis)。

生存性或生存力是武器装备的一种重要的质量特性,是指装备能够防止和承受人为的敌对环境,而不降低其完成指定任务能力的设计特性。也可以说装备能在敌对环境下生存,保持装备的作战能力。一般生存性包含两个子特性,即敏感性(易命中性)和易损性。其中敏感性是由于一个或多个固有弱点,致使武器系统易受有效攻击的程度,是容易被发现、截获、跟踪、命中和能回避敌方威胁的特性;易损性是在人为的敌对环境中,由于承受某一规定级别的影响,使系统产生一定的性能恶化,丧失或降低执行规定任务能力的特性。

导致生存性破坏的因素,或者说生存力的对立面就是装备的战场损伤。预防战场损伤、减弱战场损伤的影响、克服战场损伤的后果是生存力的要求或体现。因此,研究分析装备的战场损伤,不仅是研究战场抢修的需要,而且是装备生存性设计的必要基础。

装备战场损伤包含的内容除了战时发生的一般故障,还包括敌方武器造成的战斗损伤,即使是一般故障,因为在战场条件下往往也有其特点。同时,装备战场损伤处理与应对并不考虑那些不直接影响当前战斗的故障或损伤。所以,装备的战场损伤及其评估与修复是不同于其他学科的。

就军用装备的实际需求来说,所谓的“维修”,应当包括装备战场抢修。但一般地说,维修主要是针对各种故障,包含偶然性故障、耗损性故障、人为故障等。可靠性工程主要是通过设计、制造来提高产品的可靠性,不出故障、少出故障。一般的维修技术和故障检测诊断技术主要是针对一般故障的。这些故障模式在战场条件下也可能发生,其中直接影响作战的故障是战场抢修的内容。

维修工程学是维修保障的系统工程,是一门综合性的学科。过去对战场抢修的特殊要求研究不够,今后在有关内容中要加强关于战场抢修的研究,并将其与其他维修要求紧密结合。

除工程学科外,战场评估与应用还同军事学科中有关勤务指挥、装备技术保障的学科有密切联系。这些学科着重于研究战时技术保障、物资保障的任务、原则、保障队伍配置与展开、保障计划与实施、组织与指挥、警卫与防护等内容。显然它更为宏观,为装备战场损伤评估研究提供“背景”。

四、信息化战争装备战伤理论与技术的发展

进入 21 世纪,信息化战争已经呈现在我们的面前。我军装备将面临信息化装备的威胁,并需要在信息化战场上生存和作战。装备战伤研究必须关注这样的大背景,研究其特点和趋势。