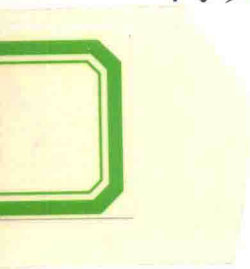




装备维修保障体系 能力评估

■ 陶帅 著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

装备维修保障体系能力评估

陶 帅 著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书旨在比较全面、系统地介绍装备维修保障体系能力评估的主要流程、方法和发展方向,分为基于系统论的装备维修保障系统、维修保障体系能力评估、计算机仿真方法三个方面论述。基于系统论的装备维修保障系统部分主要论述装备维修保障体系能力评估相关概念、评估内容和方法、评估流程和系统论视角下的装备维修保障体系;维修保障体系能力评估部分主要介绍了维修保障能力指标体系设计、评估模型构建和评估方案设计等内容;计算机仿真方法部分主要介绍了当前和将来可以应用于装备维修保障体系能力评估的计算机仿真方法;离散事件系统仿真、Agent 对象仿真和先进分布式仿真。

本书可作为从事装备维修保障和装备维修保障能力评估相关专业人员的参考书,也可供有关工程技术人员自学和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

装备维修保障体系能力评估/陶帅著. —北京:
国防工业出版社, 2018. 10
ISBN 978-7-118-11669-4

I. ①装… II. ①陶… III. ①武器装备—维修—军需
保障—评估—研究 IV. ①E237

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 235430 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 710×1000 1/16 印张 10½ 字数 192 千字

2018 年 10 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 68.00 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

PREFACE | 前言

现代战争在以信息技术为代表的高新技术的引领下,呈现虚实交错、复杂多变的特征。这种特征导致在制胜机理上,除了人这一重要因素外,科学技术及武器装备在战争制胜因素中的重要性逐渐增大。随着科学技术,特别是颠覆性技术的发展,武器装备呈现出结构复杂、一体化、综合化、网络化的发展趋势。对武器装备系统建设的各个方面、全寿命管理的各个环节,都提出了更高的要求。装备维修作为保持和恢复信息化武器装备体系效能的重要环节,已经成为影响现代战争胜负的重要因素,给装备维修能力建设提出了极高的要求。

装备维修保障体系能力评估是指挥决策的重要依据,并在装备维修能力建设过程中起着引导建设方向的作用。它是随着武器装备和战争而产生、形成和发展的。第二次世界大战后,装备维修保障能力评估的内容、方法发生了一系列变化,产生了许多评估手段和评估方法,并向体系评价方向发展,为装备维修能力适应装备发展、提升装备作战效能提供了有力支撑。但是,目前在装备维修评估领域的研究集中在评估理论方法方面,对于评估全过程的分析研究较少,缺乏针对装备维修保障体系能力评估的专著。有必要在各种评估方法的基础上,系统地编写一本装备维修保障体系能力评估全过程分析方法的书籍,以便对装备维修保障体系能力评估方法进行系统的总结。

全书分为9章。第一章介绍了装备维修保障体系能力评估的概念,综述能力评估的发展历程,分析了装备维修体系能力评估的主要内容、方法和原则,明确了装备维修体系能力评估的基本流程。第二章针对装备维修过程系统,从构成要素、过程自身、影响因素三个方面,对装备维修力量、装备维修过程和装备维修过程的影响因素进行了描述。第三章从技术故障和作战损伤两个方面,预计、统计装备维修保障任务,作为装备维修能力评估的基础输入数据来源。第四章通过分析装备维修能力评估的特点,指出指标体系设计过程和方法。第五章按照维修流程、环节,将装备维修保障能力系统分为维修器材保障、运输投送、维修作业三个分系统,分别进行模型构建。第六章结合指标

综合方法和装备维修保障过程,对装备维修保障能力进行整体系统建模。第七章对通过建模得出的评估结果进行分析、组合和验证。第八章针对如何产生、利用评估结果问题,从评估方案设计和灵敏度分析两个方面进行研究,分析影响能力的主要因素。第九章则根据装备维修能力评估的发展趋势,简要介绍了计算机维修能力评估方法。

由于装备维修保障能力评估方法涉及领域广泛,发展又非常迅速,加之本人的水平有限,书中许多观点是个人总结,难免会有一些值得进一步研究和探讨的问题。书中不妥之处,敬请广大读者指正。

作者

2018年6月

CONTENTS | 目录

第一章	绪论	001
第一节	装备维修保障体系能力评估概念	001
第二节	体系能力评估历程	004
第三节	装备维修效能评估内容和方法	008
第四节	装备维修效能评估原则	012
第五节	装备维修能力评估基本流程	014
第二章	装备维修体系与过程系统	017
第一节	装备维修体系	017
第二节	装备维修力量	023
第三节	装备维修资源与环境	026
第四节	装备维修过程	033
第三章	装备维修任务来源与预统计	038
第一节	装备维修任务来源	038
第二节	技术故障预计与统计	040
第三节	作战损伤预计与统计	050
第四章	装备维修能力评估指标体系	062
第一节	装备维修能力评估指标构建要求	062
第二节	装备维修能力评估指标构成	065
第三节	装备维修能力评估指标体系	070
第四节	装备维修能力评估指标分析	074
第五章	装备维修体系分系统能力评估建模	078
第一节	装备维修力量能力建模	078

第二节	维修器材保障能力建模·····	082
第三节	维修器材运输投送能力建模·····	085
第四节	维修作业能力建模·····	089
第六章	装备维修体系能力解析建模方法 ·····	093
第一节	装备维修能力评估指标综合·····	093
第二节	装备维修能力多元统计评估方法·····	098
第三节	装备维修能力解析建模评估方法·····	103
第七章	装备维修体系能力评估方法综合 ·····	112
第一节	评估结果分析·····	112
第二节	装备维修能力评估综合·····	117
第三节	装备维修能力评估验证·····	121
第八章	装备维修能力评估方案设计与分析 ·····	124
第一节	评估方案设计·····	124
第二节	基于正交表的评价结果分析·····	129
第三节	评估结果灵敏度分析·····	135
第九章	装备维修体系能力计算机仿真评估 ·····	140
第一节	离散事件系统仿真·····	140
第二节	Agent 对象仿真·····	146
第三节	先进分布式仿真·····	151
附录	装备维修体系能力评估示例 ·····	157
后记	·····	161
参考文献	·····	162

第一章 绪论

科学的评估是做出正确决策的重要方法之一。装备维修保障能力评估的目的是为装备保障指挥机构提供重要的决策支持,使之能够及时准确地掌握装备维修保障现状,预测维修保障力量对作战部队的保障程度,并对装备维修保障可能出现的薄弱环节有一个总体上的认识和把握,为作战、保障方案的制定和优化提供重要的参考依据。

第一节 装备维修保障体系能力评估概念

科学准确地定义装备维修保障(以下简称装备维修)体系能力,是首要解决的问题。它对于全面正确地认识和研究联合战役装备维修保障具有重要的影响和作用。根据不同的研究目的和应用,不同的研究会赋予不同的内涵。与联合战役装备维修保障能力评估相关的概念有装备维修保障、装备维修保障体系、维修保障能力评估。

一、装备维修保障

装备维修保障是为保持、恢复装备规定技术状态而采取的各项保障性措施及相应活动的统称。国内对装备维修保障也称为“军事装备技术保障”“装备技术保障”。在国外,有的还称为“军事装备技术支援”“军事装备器材维修”“军事装备工程保障”。

对军事装备维修保障概念的界定,是对军事装备维修保障实践进行本质的理性概括。其概念在发展中逐渐得到完善,并在变化中体现出对装备维修保障认识的深化。1997年出版的《中国军事百科全书》,对军事装备技术保障的释义是:“为使军事装备性能完好所采取的技术措施。”1998年出版的《军事辞海》,对军事装备

技术保障的释义是：“为保障军事装备完好所采取的技术措施。”2007年出版的《中国军事百科全书》，对军事装备维修保障的释义是：“为保持、恢复装备良好技术状态而采取的各项保障性措施及相应活动的统称。”2006年出版的《军事装备技术保障学》将军事装备技术保障(维修保障)定义为：“为保持、恢复军事装备完好技术状态和改善、提高军事装备性能，以便遂行作战、训练、执勤和其他任务而采取的技术性措施及组织实施的相应活动的统称。”2011年《军语》对装备维修保障的定义修订为：“为保持、恢复装备良好技术状态或改善装备性能而进行维护修理的活动。”国外对军事装备技术保障概念的界定比较有代表性的是《苏联军事百科全书》后勤条目选编(中国人民解放军总后勤部1982年版)，其对军事装备技术保障的界定是：“为使军事技术装备保持随时可以起用的技术完好状态，而组织和实施的对军事技术装备的正确使用、保养和修理；军队战斗力行动保障的一种。”

装备维修保障的定义经历了从“技术措施”到“活动”，从“保持、恢复装备良好技术状态”到“保持、恢复军事装备完好技术状态和改善、提高军事装备性能”的变化，体现出对装备维修保障的认识经历了从静态到动态的变化过程，以及对维修任务的拓展。但针对联合战役装备维修保障而言，战时的装备维修保障需求和力量现状的突出矛盾是一个无法回避的现实问题，装备维修保障在联合战役实施过程中的首要任务是保持、恢复装备良好技术状态，尽可能多地使故障、损耗装备投入使用，满足作战任务需求。因此，针对联合战役装备维修保障而言，参照2007年出版《中国军事百科全书》的定义，以“规定技术状态”代替“良好技术状态”是比较适宜。

二、装备维修保障体系

体系泛指一定范围内或同类的事物按照一定的秩序和内部联系组合而成的整体，是不同系统组成的系统。自然界的体系遵循自然的法则，而人类社会的体系较为复杂。影响体系的因素除了客观物质规律外，还有人的不确定性发展，从而构成复杂性系统。

体系的基本概念可以认为是：若干有关事物或某些意识相互联系的系统而构成的一个有特定功能的有机整体，如思想体系、作战体系等。从宏观上讲，宇宙是一个体系，各个星系是分系统；社会是一个体系，不同人群是分系统。从小处说，人是一个体系，各个器官是分系统。同时，每个大的体系中包含有很多小的体系，小体系里包含大量的更小体系，而众多的小体系构成了大体系和总体系。

装备维修保障体系则可以认为是由装备维修保障指挥、装备维修器材保障、装备维修器材运输投送、装备维修作业等分系统构成的一个体系。其中装备维修保障指挥是装备维修保障体系中的隐形系统，其功能的体现要通过装备维修器材保

障、装备维修器材运输投送和装备维修作业效果来体现。同时,由于装备维修保障指挥的主体是人,其也是装备维修保障体系能力构成要素中最复杂的因素。在建模和仿真领域,为了建模的方便,往往将其对装备维修保障体系的作用转换为相应的影响因子,附加到装备维修器材保障、装备维修器材运输投送和装备维修作业等能力之中。即用装备维修器材保障、装备维修器材运输投送和装备维修作业三个分系统来近似等价装备维修保障能力体系。

三、维修保障能力评估

维修保障能力评估,是对装备维修保障系统遂行装备维修保障任务能力的评价和估算,是反映和评价装备维修保障能力及其运用的尺度与标准。

能力是完成一项目标或者任务所体现出来的素质,其不同活动中表现出来的能力是不同的。狭义的能力是指顺利完成某一活动所必需的主观条件,是直接影响活动效率,并使活动顺利完成的个性心理特征。对维修保障能力而言,狭义的能力由数量、质量和组成结构等因素构成。其中数量概念是产生保障能力的前提组成;质量是构成其保障能力的核心,由保障系统本身的各项性能参数决定,既包括维修保障装备的先进性和可靠性指标,也包括保障人员的技术水平;结构是基础,是综合考虑保障需求等因素所确定的有关保障资源(包括人员、物质、体制和信息)的排列组合方式。由于能力的体现总是和实践相联系在一起,离开了具体实践不仅不能表现出能力,也不能发展能力。所以,广义的能力包含达成目的所具备的条件和水平。对维修保障而言,广义的维修保障能力是在综合考虑外界约束和条件的基础上提出的概念。其指导作用不仅体现在装备维修保障机构的自身能力,还考虑了保障部署、指挥等其他诸多因素,由战斗力来产生评估装备保障的标准。即能保障较多部队形成战斗力的装备保障系统才具有较大保障能力;能较大程度地保障部队,或者说能使同一部队形成较大战斗力的装备保障系统才具有较大的保障能力;能较长时间地有效保障部队使之持续保持战斗力的装备保障系统才具有较大的保障能力。

评估是指评价、估量、测算。一般而言,评估是评价与估算的统称。评价是对特定系统的关系、结构等方面的合理性提供信息,而估算是针对特定系统的有关数量指标提供信息。评估是评估主体通过定性、定量方法对系统状况的好坏提供综合与单项信息的过程。同样,装备保障能力评估的内容也包括评价和估算两个方面。维修保障能力评价,是对装备维修保障系统结构进行的综合分析。评价内容包括装备保障能力各要素的水平、结构和关系的合理性,具体包括:装备保障能力的各要素自身的数量与质量,各要素之间结构的合理程度,装备保障能力与保障对象关

系的合理程度,如装备保障能力满足军队作战或特定军事行动要求的程度。维修保障能力估算,是对装备维修保障系统要素进行的有关数量估计、计算,其内容主要包括根据特定要求计算某一装备保障组织或部队的装备保障能力的大小。

装备保障能力评估是在装备保障理论指导下,运用多种评估技术对装备保障指挥、机构设置、资源运用等一系列活动进行分析评价、对保障任务需求和保障结果进行量化估算的过程。科学组织实施装备保障能力评估,对于推进信息化装备维修保障建设发展具有重要意义。

四、装备维修保障体系能力评估

装备维修保障体系能力评估,是“装备维修保障体系”与“能力评估”的复合概念,即以装备维修保障体系为对象进行的能力评估。它是装备保障的重要组成部分。据上述有关定义的分析与推断,则装备维修保障体系能力评估可定义为:组织和运用装备维修保障力量和保障资源,保持、恢复参战各军种装备性能处于规定技术状态能力的评价和估算。

装备维修保障体系能力评估主要包括装备维修保障能力指标体系设计、装备维修保障能力指标综合、装备维修保障能力系统建模、装备维修保障能力评估结果综合和装备维修保障能力评估方案设计和验证五部分。其中,装备维修保障能力系统建模包含分系统建模和整体系统(体系)建模。同时,装备维修保障能力评估的基础是装备维修保障任务的预计。

第二节 体系能力评估历程

装备维修保障体系能力评估,既是装备保障活动的主要组成部分,又是联合作战的重要组成部分。它是随着科学技术、武器装备和联合战役而产生、形成和发展的。研究装备维修保障体系能力评估的发展历程,主要是分析和认识其发展规律,揭示和把握其未来的发展趋势。装备维修保障体系能力评估属于评估的范畴,其发展历程与运筹学的发展历程密切相关。

一、第一次世界大战至第二次世界大战结束

第一次世界大战至第二次世界大战结束,是军事运筹学和维修保障评估的萌芽时期。战争条件和新式武器装备的出现推动一些自然科学工作者直接参与研究

与新式武器装备使用有关的作战问题。其主要方法论是概率论和运筹学,包括规划论、排队论、网络与图论、随机试验统计法等。

1914年,英国汽车工程师兰彻斯特建立了战斗损耗方程——兰彻斯特方程,第一次应用微分方程分析数量优势与胜负的关系,定量地论证了集中兵力原则的正确性。1935年到1938年期间,英国为研究新研制成功的雷达系统的作战使用方法,组织专门的研究机构。他们的工作成果对英国在第二次世界大战期间的防空体制建立有很大作用。1938年,当时任英国作战研究部主任的罗威把科学家们的这些工作称为 Operational Research,即运筹学。这是运筹学作为这一学科命名的最早起源。

由于运筹工作的成效,从1940年起,在英国、美国、加拿大等国军队中先后成立了若干个专门的运筹学小组,许多优秀的自然科学家,如诺贝尔奖获得者英国物理学家布莱凯特(P·M·S·Blackett)和美国物理学家肖克列依(W·Shockley)等都应邀参加运筹小组的工作。布莱凯特领导的运筹小组由于包括各方面的专家而被称作“布莱凯特马戏团”。到战争结束时,美、英两国从事军事运筹工作的科学技术人员,即使保守地估计也远远不止700名。他们运用自然科学的方法评估空军和海军的战斗行动效能,提供一系列有关战术革新和战术计划的建议,为取得战争胜利做出了重要贡献。例如,他们通过评估提出商船安装高炮的合理性,使商船损失率由25%降到15%;提出以平均飞机出动架次作为维修系统的效能准则,使飞机出动架次几乎增加1倍,显著提高了有限数目飞机对商船的护航能力等。这一时期效能评估的特点是:研究集中在短期、战术性作战急需的问题上;使用实战统计数据;结果直接提供给作战指挥人员并可立即得到实践检验等。

二、战后到20世纪60年代中期

战后到20世纪60年代中期,是军事效能评估的发展时期,也是军事运筹学的发展时期。在这一时期,军事效能评估理论和研究内容得到了丰富和发展,研究范围和方向发生了重要变化。

在前人工作的基础上,1951年,美国物理学家莫尔斯和金博尔公开出版《运筹学方法》一书,系统地介绍了战争期间军事运筹工作的研究成果,是军事运筹学的第一本奠基性著作。1947年,美国数学家丹契克为解决空军军事计划问题而提出求解一般线性规划问题的单纯形法。1956年,美国数学家贝尔曼提出动态规划理论等。同时,规划论、排队论、库存和生产的数学理论、网络技术等一系列分支都在这一时期奠定了基础。

美军十分重视作战能力和保障能力评估建模的研究,将“建模与仿真”作为验

证作战概念、评估作战能力及保障能力的重要途径,建立了“建模与仿真”管理体制。英国、美国相继于1948年和1952年成立了运筹学会。1959年成立了国际运筹学会联合会,军事运筹学逐渐成为一个新的学科。同时,效能评估的应用重点从“战术”问题转向“规划”问题,包括选择和设计未来战争的武器系统、论证合理的兵力结构、制订国防规划等。例如,早期评估分析的一个重要应用是研究盟国驱逐舰对德国潜艇的最佳搜索方式;但在战后的分析中,分析者不仅要考虑潜艇对自己船只的威胁,还要考虑它们对城市和基地的威胁。为了寻求对付这种威胁的途径,分析者必须对尚未生产甚至尚未研制的新型探测和截击设备进行评估。此外,经济因素变得越来越重要,由于不能用战争检验效能,注意的中心就逐步转移到费用方面,由此,导致效费分析理论的发展。以致20世纪60年代初美国国防部长麦克纳马拉在兰德公司帮助下,在国防经费预算分配中建立了以效费分析为基础的规划计划预算管理体制。

三、20世纪60年代末到80年代

20世纪60年代末到80年代,由于系统工程的发展,其方法论逐步形成了从军事运筹学到军事系统工程的方法论体系,蒙特卡洛方法、随机格斗理论、作战模拟(又称战争博弈)、风险分析(GERT)、网络分析(VERT)等蓬勃发展。同时为了定量分析的需要,发展了一系列基于定性分析的定量分析方法,如德尔菲法、层次分析法、战史统计法及指数法等。因此,对抗条件下武器装备作战效能的分析,使军事运筹的方法论体系得到了很大的扩展和完善,其中由于信息技术和计算机的飞速发展,作战模拟受到特别的关注和发展。

第二次世界大战后,美国空军的“运筹学小组”后来发展成为兰德公司,设有“系统分析部”,开展作战能力和保障能力评估研究,为美国国防政策提供辅助决策服务。20世纪60年代,美国国防部发布文件规定:“新武器装备研究没有效能指标,不予立项”,并在武器论证和研制中陆续开展了系统效能的研究工作,先后提出了许多系统效能评估模型,如AIRNC系统效能模型、空军的系统效能模型、海军的系统效能模型和陆军的系统效能模型等。其中空军的系统效能模型最具代表性,其基本思想是将系统效能认为是系统可用性、可信性和系统的函数。这种思想已被推广到陆军武器和导弹等军事领域,并在国际上得到普遍认可和广泛应用。美国空军在20世纪70年代就B-1飞机方案建立了B-1飞机系统权衡模型,对飞机系统的可靠性、维护性、生存力、作战效能、费用等各因素之间做出权衡折中分析,并据以选择最佳系统设计方案。苏联也早在20世纪60年代以后,研究工作逐步加强,内容主要包括效能指标选择原则、效能评价内容与方法、武器不同发展阶

段的效能计算等,主要采用概率统计等方法评估炮兵武器、防空武器等武器装备的效能;70年代以后也开展了导弹武器系统效能方面的研究工作。虽然,美国和苏联国家在系统效能研究方面是进行得比较早的国家之一,但研究和应用得多的方面还是在武器系统方面,如美国《陆军武器系统分析》就是美国陆军自第二次世界大战后对武器系统分析研究成果的总结,但是在装备保障方面的应用还不是很普遍。20世纪50年代以前,装备研制过程中对保障问题的考虑,采用先研制主装备后考虑保障方案和保障资源研制的序贯式做法。在装备尚不十分复杂的情况下,这种研制方式所暴露出的问题不很突出。随着装备的系统发展和技术水平的提高,装备的质量和保障系统对装备使用效能具有至关重要的作用,必须在装备研制过程中同时给予考虑。美军于20世纪60年代开始进行装备保障方面的综合评估工作。

四、20世纪90年代至今

20世纪90年代初开始,由于高技术战争的特点,体系对抗和陆、海、空联合作战已经成为现代战争的主要方式,武器装备体系建设就成为武器装备建设的焦点,体系效能评估也就成为体系建设中必须解决的问题,基于体系效能的能力评估也随之成为研究的焦点。从90年代以来的发展来看,能力评估方法的发展,主要有两条线:一是基于分布交互网络的建模与仿真;二是综合集成研讨厅。前者主要是目前国外正在大力发展的,后者是在80年代末,由钱学森提出并倡导的,研究武器装备体系建设等复杂问题的论证及决策的重要方法。这种方法不仅包含了分布交互建模与仿真的主要思路和技术途径,而且强调了战术与技术的结合、理论与经验的结合、定性与定量的结合。

在建模与仿真研究与应用领域,从研究内容来看,经历了开展建模研究、开发仿真系统、建设仿真实验室三个发展里程碑:一是开展建模研究,建立具有单项分析功能的模型或软件,如射击效率评估模型、侦察效率评估模型、弹道仿真软件、防空兵战斗效率评估模型等,在这方面很早就有大量而深入的研究,取得了一批重要成果,得到了大量的应用。二是开发仿真系统,以适应装备发展论证的新要求,这也与计算机技术发展的推动是分不开的。在装备发展论证中,对抗仿真,不仅需要单项分析功能的模型,还必须将这些模型集成为仿真系统。例如,开发一个防空作战单元的仿真系统,就需要机动模型、侦察模型、射击模型、弹道模型等的集成,需要多个领域的专业人员协作,共同完成一定的分析论证任务。三是建设仿真实验室。早在海湾战争中,由于作战行动的需求和高新技术的大发展,美国陆军就萌发了寻求一种不同于传统方法的新途径,来加速高新技术向武器装备系统中应用的转化过程,以更加节省经费的办法来确定新的军事需求和获取新的武器系统,以

创新思维来试验与评估新的作战概念和新的作战理论。根据这种设想与近期局部战争特别是海湾战争的教训,美国陆军于1991年5月启动了作战实验室计划,后来又扩展到空军与海军,提出新思想、新概念的创新实验环境。仿真实验室是一个仿真体系,能承担多种分析论证任务,能支持多个仿真系统的开发与运行。打破了仿真系统只能评价一类方案、验证一种方案,不能生成综合各个仿真系统的整体方案、产生整体的、综合的新思想的局限,能够通过仿真实验室产生总体的综合的新方案、进行系统全面的研究,为规划、计划等重大决策提供支持。

进入21世纪以来,我军部队深入开展的“两成两力”建设、“科学化管装”活动,都对装备保障能力的评估提出了更高的要求,因此,军内很多学者提出了一系列系统综合评价的理论与方法,应用于装备维修保障的系统综合评价,促使装备维修保障能力体系优化设计工作更为系统规范,更加科学合理,也为装备运筹学理论体系的完善奠定了基础。为适应未来高技术条件下军事活动复杂多变的决策需要,效能评估的发展将进一步和电子计算机技术、人工智能及系统科学等现代科学技术结合,提高对复杂军事问题进行形式化描述的能力,研究充分利用人的经验与直觉判断,解决非结构不确定性决策问题的理论方法,更广泛地应用于军事活动各个领域。

第三节 装备维修效能评估内容和方法

装备维修保障能力评估是指挥决策的重要依据。第二次世界大战后,装备维修保障能力评估的内容、方法发生了一系列变化,并已成为装备综合保障的重要组成部分。

一、评估内容

当前,我军在装备保障能力评估建模研究中,涉及的内容,既是军委机关所关心的,也是部队所急需的,有的也是外军所关注的问题,归纳起来主要有以下几个方面:

(1) 装备领域辅助决策的建模理论研究。目前求解大规模决策优化问题,国际上通用的运筹学算法理论,仍然是美国人丹茨格首创的“单纯形”算法。这一算法对于一般的经济规划问题是有效的,而对于装备保障资源有界且动态变化的情况,运算工作量会大大增加,影响装备保障能力评估建模求解的速度和精确度,必须在算法理论上加以创新。

(2) 装备损耗量预测问题。现代战争中武器装备损坏率高,弹药、器材消耗量

大,提前做好装备损耗量预测十分重要。美军在海湾战争中,运往海湾的40000多个集装箱,战争结束时还有8000多个没有打开,除了信息标志不清以外,损耗量预测不准是最大的原因,这也被称为“战争迷雾”之一。国内从事预测研究常用的方法有20多种,学术界推崇的“系统动力学方法”和“模糊数学方法”需要大量的数据和参数,这些数据 and 参数,经济部门可以通过统计和调研得到,这些方法对于经济领域比较实用。由于我军史料中,关于装备损耗的数据“极度稀疏”,国外的相关数据又很难收集到,这就为预测“战时装备损耗量”带来了本质困难,迫切需要探索新的预测方法。

(3) 部队装备保障能力评估问题。为确保重大军事行动的顺利完成,必须对承担任务的部队装备保障能力进行评估,如何评估部队装备保障能力,国内还没有可供借鉴的成果。目前,我军常用的方法是层次分析法。这种方法对于评估静态能力是可行的,对于评估动态能力可信度不高,针对不同作战样式和不同任务部队的装备保障能力综合评估,还处在不断探索之中。

二、评估方法

装备维修能力评估的方式,按照维修能力表现方式,可以分为通过实际作业过程进行的评估,以及不通过实际作业过程进行的评估。第一类包含实战(演习)评估、试验评估、实兵演练评估等;第二类包含建模与仿真评估方法等。由于基于通过实际作业过程的评估耗资较大、时间较长,为维修能力评估而专业设计相应实际作业的效益有待考证。同时,虽然在评估过程中实际使用武器装备,评估结果比较接近装备的实际作战效能,具有较高的可信度。然而,试验、演习和实战过程中存在着大量的随机现象,使所获取的数据具有随机性,必须采用数理统计等科学方法对数据进行处理,才能得到比较可靠的表征装备作战效能的各项指标值。

在维修能力评估方面,建模与仿真的方法克服了实战、武器装备试验和实兵演习的缺点,无须实际使用装备,通过建立被评估单位的维修能力模型,可以对其在各种不同作战环境条件下的作战效能进行反复计算和评估,具有经济、简便、灵活、通用等特点,因而成为非实战条件下评估装备维修能力最常用和最主要的方法。装备保障效能分析的建模和仿真方法多种多样,归纳起来可以分为解析法、统计法和作战仿真(模拟)法三类。选择哪种方法主要取决于效能参数特性、给定条件及评估目的和精度要求。有时可能是几种方法的结合使用。

(一) 统计法

统计法是依照实战、演习、试验获得的大量统计资料和仿真数据为基础,辅助

研究人员面向决策层关心的应用问题完成相关数据统计、分析、抽取及表现功能。其前提是所获得的统计数据的随机特性可以清楚地用模型表示并相应地加以利用。

统计法的特点是应用数理统计方法,依据实战、演习、试验获得的大量统计资料评估装备保障效能。统计方法应用的前提是所获统计数据的随机特性可以清楚地用模型表示并加以利用。常用的统计评估方法有抽样调查、参数估计、假设检验、回归分析和相关分析等。统计法不但能给出效能指标的评估值,还能显示保障系统性能、作战规则等因素对效能指标的影响,从而为改进保障系统性能和作战使用规则提供定量分析基础,其结果比较准确,但需要有大量试验的物质基础,而且耗费太大,需要时间长。对许多保障系统来说,统计法是评估其保障能力效能参数特别是毁伤效能的基本方法。此外,统计法也广泛应用于实际的作战运筹研究中。

(二) 解析法

解析法是将效能的单项指标表述成基础指标的解析公式,获取总体指标表述成单项指标与基础指标的解析公式,然后对这些公式进行数值求解,得出效能指标值的方法。优点是公式透明性好,便于应用。缺点是考虑的因素少,比较适用于不考虑对抗条件下的系统效能评估和简化条件下的宏观作战效能评估。解析法的计算模型很多,典型的是系统效能模型。

系统效能模型本质上是对与系统及其使用有关的目标和资源之间的关系所做的数学描述、逻辑描述或实物描述。因此,系统效能模型是系统及其使用方式与目标间的关系,其模型一般取数学方程形式(解析模型),或者用计算机程序模拟系统的运行情况(模拟模型或蒙特卡洛模型),或者同时取上述两种形式。

该模型将输入参数可靠性、维修性及系统构形评价综合为可用性 A ,可信性 D 及能力 C 。效能 E 为

$$E = ADC \quad (1-1)$$

式中:可用性 A 表示在任务开始时系统状态的度量,如可靠性、维修性、人的因素、后勤和其他;可信性 D 表示在完成任务过程中系统状态的度量,如可修复性、安全性、适应性、耐久性等;能力 C 表示任务结果的度量,如射程、精度、威力、杀伤力等。

该模型中认为可用性 A 为向量,可信性 D 为矩阵,能力 C 为向量,且均与系统的状态有关,所以在利用该模型之前,必须首先确定系统所具有的全部状态,然后计算。系统开始执行任务时处于各状态的概率,即可用性向量;系统以开始时的状态开始执行任务,在任务结束后处于各状态的概率,即可信性矩阵。各状态及状态转移所能完成任务的情况,可以是完成任务的概率或所能完成的任务量。