



面向军民领域的系统仿真 及效能评估技术

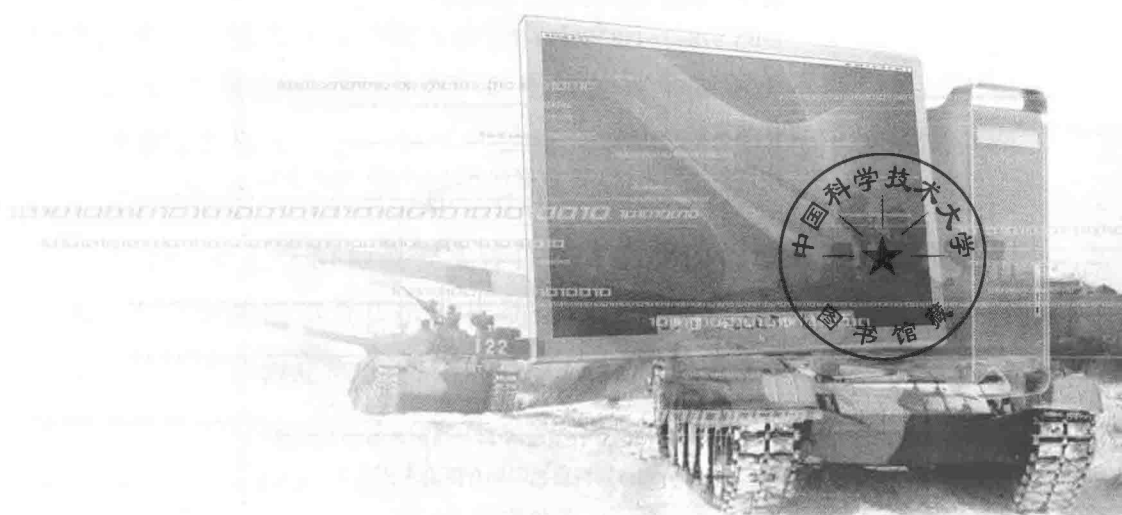
黄炎焱 著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

面向军民领域的系统仿真 及效能评估技术

黄炎焱 著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

内 容 简 介

本书提出了一种稳健的效能仿真评估方法框架及关键的支撑技术,支持武器装备方案论证及作战方案的评估;同时,将军用的效能评估扩展到非常规突发事件应急响应的效能评估,分别建立了一种基于效用聚合的应急效能评估方法和一种基于扩展的贝叶斯方法的多评估信息融合的应急效能评估方法。

效能仿真与评估技术在军民领域的应用越来越广泛。本书可以作为高等院校有关专业的师生的科研参考书,也可供装备采办人员,军事科技者,各级应急职能部门,总体技术,决策咨询与军事训练等方面的工作者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

面向军民领域的系统仿真及效能评估技术/黄炎焱著.

—北京:国防工业出版社,2014.12

ISBN 978-7-118-09914-0

I. ①面… II. ①黄… III. ①作战效能—系统仿真
②作战效能—评估 IV. ①E920.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 284573 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)

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

新华书店经售

*

开本 710×1000 1/16 印张 16 字数 286 千字

2014 年 12 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—1500 册 定价 42.00 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

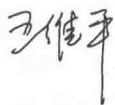
序

当今军事领域,系统仿真及效能评估技术已经在装备需求论证、作战方案分析以及装备体系对抗效能评估等领域都取得了较好的应用。特别是面向未来战争的装备系统论证,需要基于仿真推演获取预测信息,进而通过效能评估支持装备论证决策。

民用方面,当前非常规突发灾害危害甚大,但难以准确预报。本书提出了应急效能的概念,围绕应急效能展开应急预案的预先仿真与推演,结合提出的效能稳健评估方法,可以为非常规突发事件的应急预案的评估决策提供比较科学的方法和技术支持。

本书可以作为将系统仿真及效能评估技术应用于军事和民用领域的一个翔实的范例。全书分成基础篇、军用篇、民用篇,比较系统地介绍了军民领域的系统仿真及效能评估技术的理论、方法和应用,内容新颖独到,对系统仿真及效能评估技术在军民领域的进一步发展和应用具有良好的借鉴及积极的推动作用。特别需要指出的是,作者提出了一种基于多信息融合的作战效能稳健评估方法,将通过系统仿真采集的信息和专家经验等其他信息进行融合评估,可以取得比一般方法更加合理可靠的评估结果。

国防科学技术大学



教授、博士生导师

2014年10月

前 言

新时期的军事装备采办及作战应用将紧紧围绕习近平主席提出的“能打仗，打胜仗”的强军之要展开。如何衡量“能打仗，打胜仗”就需要研究装备系统效能及作战效能评估的问题。

在军用领域，装备作战方案的采办决策需要可靠合理的装备作战效能评估结果作为支持。由于采办的武器装备往往是面向未来的，难以获得实战信息作为效能评估的支持，而实战训练是取得效能评估的一种手段但投入代价大，采用系统仿真及兵棋推演的方法有利于灵活获取接近实战环境下的效能指标信息；另一方面，为了确保评估结果的合理性，汇集包括专家信息、仿真信息等作为评估证据，作者提出基于信念图表达的扩展贝叶斯法聚合的效能综合评估方法。

在民用领域，非常规突发事件应急预案的论证是效能评估在非军事领域的最好应用。作者提出了应急效能概念，并把突发事件的应急过程的机理进行剖析，分析了基于OODA循环的应急过程机理，并且采用DEVS规范对应急过程进行仿真建模与推演分析，构建了合理的应急效能的指标体系，同时借助虚拟仿真及严格格式兵棋推演方法评估分析应急预案。为了得到合理的前瞻的应急效能，作者分别提出了基于效用聚合和基于扩展贝叶斯法融合的评估方法。

无论是军事装备采办还是应急预案的论证分析，效能的仿真推演与评估论证已经成为重要的决策分析环节。

全书共三个部分，分为十四章。

第一部分为基础篇，包括第一章。第一章着重阐述效能及应急效能的定义，并分析效能仿真评估的作用与意义，分析了国内外效能仿真评估技术在军民领域的研究现状。

第二部分为军用篇，包括第二章至第八章，介绍了效能仿真与评估在军事领域的方法及应用。第二章重点提出作战效能稳健评估方法。第三章提出效能评估指标体系的模式及应用。第四章介绍仿真数据采集及仿真可信度检验方法。第五章提出面向仿真信息、专家信息等多种评估信息源的综合评估方法，重点介绍扩展贝叶斯评估方法。第六章初步提出了基于元评估的评估风险方法及其应用。第七章主要介绍稳健评估系统环境的设计与实现；第八章结合装甲兵系统/

体系的作战案例论证作战效能稳健评估方法及其支撑技术。

第三部分为民用篇,包括第九至第十四章。第九章总体介绍面向应急预案论证的仿真评估方法框架。第十章主要拟制应急效能评估指标体系的模式及实例化。第十一章提出基于OODA的突发事件应急响应建模方法并分别采用DEVS及SysML语言进行建模。第十二章介绍面向应急预案论证的仿真系统设计及数据采集。第十三章介绍严格式兵棋推演的过程及步骤并结合应急过程进行仿真推演。第十四章提出两种可聚合多种应急预案评估信息的应急效能评估方法。

本书力图借助典型的军民应用案例,全面反映效能仿真与评估方法的作用。在写作过程中,作者注意理论联系实际,密切结合工程应用,特别是在国防、军事及非常规突发事件的应用问题方面,作者都作了有益的探索。该书是作者十多年来从事系统仿真、效能评估、应急响应过程推演等科学研究的成果总结。

本书得到国家自然科学基金面上项目(61374186)的支持,在此鸣谢。同时,感谢作者所在的博士后工作站单位中国电子科技集团公司第二十八研究所的支持。

作者要感谢王维平、赵宗贵、叶义成、王建宇、戴跃伟几位博导曾给予的指导与鼓励。

在著作撰写过程中,感谢本人所带的研究生颜常胜、陈杰、彭家陵、吴航海、金从镇、周运远等对书稿进行了认真的编辑、校对。同时感谢已毕业的研究生吕超、顾潇等参与的科研工作。参加本书编辑及校对工作的还有我师弟许永平,特别是国防工业出版社的许龙等编辑及工作人员为本书付出了辛劳。作者对他们的工作表示感谢。

从事教学科研工作以来最大感受是忙。为此,要特别感谢我的家庭给予的支持与理解。

最后感谢所有关心和支持本书编写和出版的人们。

由于效能仿真与评估在军事领域本来也是十分重要且富有挑战性的研究课题,转向民用领域特别是突发事件应急预案的论证更是处于创新探索阶段,很多基础理论、关键技术需要解决。故本书旨在抛砖引玉,书中难免存在缺点甚至错误,恳请读者批评指正。

作者

2014年9月于南京

目 录

第 I 篇 基 础 篇

第一章 绪论	1
1.1 效能概念及效能仿真评估	1
1.2 效能仿真评估论证的作用与意义	3
1.3 军事论证领域的效能仿真评估研究综述	10
1.4 应急预案论证的仿真评估研究现状综述	21
1.5 构建稳健的效能仿真评估框架	27
1.6 系统与体系相关概念的约定	29

第 II 篇 军 用 篇

第二章 武器装备作战效能稳健评估方法论	32
2.1 串行评估方法论处理通常效能评估问题	32
2.2 稳健评估方法论及其关键支撑技术	35
2.3 作战效能稳健评估方法适用范围	45
第三章 效能评估指标体系模式及实例化方法	46
3.1 作战效能结构视图及评估指标体系模式	46
3.2 基于 Facade 的作战效能指标体系模式选择	48
3.3 评估指标体系模式的实例化	52
第四章 仿真数据源的采集及其可信度验证	57
4.1 基于作战仿真的效能评估数据采集方法	57
4.2 面向某武器装备作战效能评估的仿真采集单的建构	59
4.3 基于 D-S 证据理论的仿真试验数据源可信度验证	75
第五章 多种评估数据源的评估融合理论	86
5.1 多种评估数据源融合的需求	86
5.2 多种评估数据源融合的相关准备工作	87
5.3 多种评估数据源的评估融合方法	87
5.4 基于方案对比的多属性效能评估方法	95

5.5 一个多数据源融合评估的算例	97
第六章 评估风险的测度与控制探讨	102
6.1 作战效能评估风险测度与控制的需求	102
6.2 基于元评估的评估风险分析	103
6.3 评估风险缩减与控制技术讨论	110
第七章 稳健评估系统环境的设计与实现	111
7.1 稳健评估系统环境的总体设计	111
7.2 评估建模环境设计与实现	113
7.3 评估引擎子系统的设计与实现	120
7.4 评估结果的风险分析模块设计	123
第八章 装甲装备作战效能稳健评估	125
8.1 装甲装备作战效能评估	125
8.2 装甲装备型号级的作战效能稳健评估	127
8.3 装甲装备体系级的作战效能评估	142

第Ⅲ篇 民 用 篇

第九章 突发事件应急预案论证的仿真评估框架	157
9.1 应急预案论证的仿真评估必要性	157
9.2 支持应急预案科学论证的主要内容	158
9.3 面向应急预案论证的效能仿真与评估方法框架	160
第十章 突发事件的应急效能评估指标体系构建	162
10.1 应急预案评估指标体系的构建	162
10.2 多模式的重大突发事件应急效能评估指标体系辅助拟定框架	172
第十一章 基于 OODA 的应急响应建模方法及仿真应用	174
11.1 基于 OODA 的突发事件应急响应理论	174
11.2 突发事件应急响应机理形式化建模	176
11.3 基于 OODA-DEVS 的仿真引擎设计	186
11.4 基于 SysML 的某地区地震应急想定设计与建模	189
第十二章 应急预案论证的仿真系统设计及仿真数据采集	196
12.1 应急过程仿真推演系统体系结构及技术模块	196
12.2 基于仿真的论证数据采集结构及技术	199
12.3 支持应急过程仿真的虚拟仿真技术	202
第十三章 兵棋推演技术及其在应急预案推演中的应用	211
13.1 兵棋推演介绍	211
13.2 兵棋要素及概念	212

13.3 兵棋内在规则 215

13.4 博弈论与兵棋分析 216

13.5 严格式兵棋的规则及推演方法 219

第十四章 面向应急预案的多种数据源评估融合方法 229

14.1 应急效能度量方式 229

14.2 突发事件灾害想定与应急效能评估指标体系描述 230

14.3 面向应急预案效能论证的综合评估思路 232

14.4 基于效用聚合的突发事件应急效能评估方法 232

14.5 应急效能论证的稳健评估方法 236

参考文献 239

第 I 篇 基 础 篇

第一章 绪 论

1.1 效能概念及效能仿真评估

1.1.1 效能概念及相关概念内涵

效能(Effectiveness),通常是指所评估的对象在规定的条件下完成赋予的使命任务的能力程度。所评估的对象目前主要集中于军事装备论证、战术战法及作战方案的评估论证方面。目前关于效能的概念提法较多,常用的效能概念定义有:①“预期一个系统能满足一组特点任务要求程度的度量”;②“在规定的条件下系统达到规定使用目标的能力”;③“兵力完成规定的任务剖面的能力大小”;④“在特定的条件下,军事装备系统被用于执行规定任务所能达到预期可能目标的程度”;⑤美国工业界武器系统效能咨询委员会将其定义为“系统效能是系统预期达到一组特定任务要求的程度的度量”;等等。

可以发现,效能是一种对所研究对象的能力刻画,是在规定的条件下给定一组使命任务,所研究对象具有完成该任务的能力程度。它是一个面向使命完成的能力相匹配程度的度量指标。当所研究的对象侧重于装备的采办论证,所研究装备效能主要是面向可用、可靠的能力的系统效能;如果研究对象是军事作战战法与作战方案,则研究的效能是以遂行作战使命的能力为主的作战效能。无论是系统效能还是作战效能,它们均具有可分析系统作战过程及效果的综合性指标。为此,效能指标是一个用于评估军事装备方案、作战方案综合论证与决策分析度量。

事实上,除了效能评估在军事装备论证上有重要的应用,可以推知,效能分析在非战争军事行动中也发挥重要作用。我们知道,抗击重大突发灾害的应急行动就是一场与突发灾害的战斗,是人类克服困难与自然灾害或破坏势力的斗争。而

对非常规突发事件的应急响应目前也正成为许多国家军队在和平时期遂行的一场特殊战斗,应急预案类似于作战预案。

为此,突发事件应急效能的定义可从军事对抗的作战效能含义引出。有鉴于此,本书给出突发事件应急效能的定义为:在某类突发事件灾害发生的过程中一定抗灾力量在不同的应急预案下完成抢险抗灾使命的能力大小的度量。通常突发事件应急效能值是一个综合评价量。

根据上述给出的突发事件应急效能的定义,要对突发事件的应急效能评估,需要解决以下关键问题:突发事件应急效能指标体系及一般描述,态势想定,应急效能评估方法。

1.1.2 效能评估及现实意义

1. 提高作战能力,增强作战效能是强军之要

2013年习近平主席在十二届全国人大一次会议期间会见解放军代表团全体会议时提出“能打仗、打胜仗”是强军之要,强调解放军各军兵种必须“按照打仗的要求搞建设、抓准备”,应对当前陆、海、空、天、网络所有战争形式,确保“召之即来、来之能战、战之必胜”。

习主席提出了“能打仗,打胜仗”的强军之要。从装备发展论证角度看,“能打仗”可以解读为装备系统本身固有能力的建设目标,属于系统效能;“打胜仗”则是装备作战系统在作战应用中具备的对抗能力目标,属于作战效能。从战术训练及作战方案角度来看,“能打仗”是指作战部队的作战能力,“打胜仗”是作战系统的作战效能。而“召之即来”指的是可用性,“来之能战”是指可靠性,“战之必胜”是指作战能力及作战效果。可见,作战效能在习主席的“强军之要”中得到了充分的阐述。因此,发展武器装备系统能力的论证,作战方案的论证,发展效能评估具有重大的现实意义。

2. 提高应急效能评估是应急预案论证的重要目标

其实,当前非常规突发事件还不仅仅包括突发自然灾害,突发暴恐事件也不容乐观,应急维稳的局面越来越复杂与严峻,总之,如何制订一个合适的具有前瞻性的应急预案十分重要。而应急预案的论证,需要对应急预案的过程进行推演、分析与评估。应急预案的论证的评估指标采用本书提出的涉及到应急过程的效能指标十分合适,借助应急效能可以有效地对应急预案进行论证评估。

因此对应急预案要展开效能论证,无论是对武器装备体系采办论证,还是对作战方案决策分析,还有对非常规突发事件的应急预案论证都具有较重要的意义。

1.1.3 效能仿真的评估

从以上效能的概念可以看出,无论是装备体系的效能论证,作战方案的效能分析,还是应急效能的评估,均需要深入剖析装备作战过程、作战方案的过程、应急预案的过程环节。这些论证的对象背景往往是面向未来不确定的作战事件或突发事件。在效能的评估论证中,要直接采用实际的作战或演练来评估往往面临耗费大、受时间及空间制约而难以实际全面推演等难题,采用仿真推演的方法预先论证效能问题十分合适。仿真是建立系统的模型,再现真实系统的情况。计算机仿真评估是利用计算机技术及信息技术对所研究的作战系统、应急系统开展前瞻性的过程推演,采集有关效能支持信息,协助方案的评估论证。作战不是儿戏,仿真推演可以较为方便地自由探索应急方法,有助于发现将来作战的问题,从而提高应急的效能。非常规突发事件的发生往往成为灾难,应急预案无法在灾害中“慢慢”演习,应急演练往往缺乏真实情景,而建立应急灾害想定,结合人在突发灾害环境下的表现,先将应急预案实施虚拟的仿真推演,再进行应急演习则更具有针对性,会取得更好的效果。

1.2 效能仿真评估论证的作用与意义

效能的应用研究很多,大多数研究局限于装备体系建设,作战方案及指挥决策分析等,我们将分别阐述效能仿真评估在军用武器装备作战论证以及民用应急预案评估研究中的作用及意义。

1.2.1 效能仿真评估在国防装备论证及作战方案分析中的作用与意义

1. 国防装备论证中效能评估的重要性

对于一项武器装备型号或整套装备体系要不要研制与采办,军方决策部门的决策支持主要来源于装备论证部门对武器装备所取得的论证结果。而装备论证部门所提供的装备论证结果主要包括武器装备作战效能评估结果、相关的技术与经济可行性评价等。其中,武器装备作战效能评估结果是决策部门较为关心的部分。

在武器装备论证过程中,军方相关的总体论证部门十分关注对武器装备发展型号以及装备体系作战效能的论证^[1,2]。作战效能评估是武器装备论证中一项重要的工作,评估结论是武器装备建设与采办决策的一项重要依据^[3]。评估结果的影响作用通常包括:引导决策者通过作战效能评估结论好的武器装备立项,或者

说服决策者放弃作战效能评估结论差的武器装备的立项。

决策部门接受装备作战效能论证结论作为强有力的决策支持与决策依据,通常默认的前提是:评估结论可信、可靠。而在现实的装备作战效能评估中,这个默认前提条件能否满足,往往不易得知。这样就必然隐含着一个问题:作战效能评估结论的可信度程度终究如何,评估结果终究是否可靠?

该隐含问题因为过于复杂而缺乏系统的研究,但它不可否认是存在于装备论证之中的。通常的作战效能评估研究,主要讨论采用何种作战效能评估方法取得效能值,但普遍缺乏对评估结论的可靠性探讨。效能评估方法主要有专家评定法、作战仿真法、解析法、指数法等^[4]。这些方法各有优缺点,适用范围也不同,如专家评估法主观因素较多,仿真评估法受不同想定下的仿真可信度制约等等。为此,对同种武器装备评估方案,分别使用不同的评估方法得到的评估结果很可能不一致,甚至差别很大;甚至对于同一评估方案,采用相同的评估方法,但采用不同的评估主体、不同的评估数据源、不同的评估准则与度量指标,也往往得到不同的评估结果。该现象是常见的,表明效能评估过程是受诸多不确定因素影响的过程,通常确实不易得到可靠的、稳定的评估结论。

而不可靠的作战效能评估结果极可能给决策者带来误导或决策偏差。其中可能的危害性主要体现在:“以真当假,以假当真”。前者可能导致本来效能较好的装备方案落选,后者可能会促成较差的方案上马。无论哪种情况,均会极大地误导决策者的决策,从而可能造成装备发展机会的错失、采办投资的经济损失。我国出现过不少装备失策的案例,尽管原因不止一方面,但与评估论证结论的欠可靠是分不开的。如沈飞歼 13 的案例,最初引导决策者下决心的依据之一为理想化的原论证结论:认为能够在歼 9 基础上按美 F15 设计思想重新设计得到高性能的战斗机。如 20 世纪 70 年代末针对某新型坦克车配高膛压 120 炮的案例,作战效能论证的结论认为研制的坦克有较强的作战能力,故决策部门很快批准了该项目,但后来 120 炮部分研制顺利,但与之配套的坦克车部分的研制失败从而导致项目最终的失败。

可见,武器装备作战效能评估是把双刃剑,可靠的评估结论可以为决策提供判断依据;不可靠的评估结论给决策带来较大的风险。而要避免由于评估结论的不可靠带来的决策失误,就必须提高武器装备评估结论的可靠性与可信性。

在《资产评估指南规范释义》^[5]中有评估风险的定义,广义的评估风险是指与评估项目和评估工作有关的风险;而狭义的评估风险主要是指评估专业人员对被评估的企业或资产的价值得出有重大偏差或误导性结论引发的风险。

据目前公开的资料,武器装备作战效能评估领域中尚未有评估风险的研究。

为此,结合装备论证的实际与一般风险的含义,给出作战效能评估风险的定义:作战效能评估风险是指武器装备作战效能评估结果的不可靠程度误导决策的可能性及其后果的严重性。评估风险往往导致决策风险的形成。一般而言,决策失误的可能性与评估结果的不可靠程度有关,而装备采办失策的后果严重性普遍较大。为简便起见,本书把评估风险的研究重点放在评估结果的不可靠程度因素上。本书后面谈及的评估风险均默认为评估结果的不可靠程度。一般武器装备作战效能评估往往存在不同程度的评估风险。为此,在作战效能评估的同时注重对隐藏的评估风险的研究是十分必要的。

2. 影响作战效能评估风险的主要因素

考虑评估风险,一般首先需要分析影响评估风险的主要因素。假设评估者与数据提供者不存在主观的弄虚作假,评估风险主要来自评估技术与管理方面。而评估风险是在评估工作中带来的风险,需要在评估相关的要素中寻找影响评估风险的因素。作战效能评估方法的要素可以归为:评估主体或评估代理;评估对象及评估目标;评估主体反映与度量评估对象的效能的方法和证据,其中证据包括评估指标与评估准则以及评估所用的数据信息。于是,武器装备作战效能评估可看成是,评估者或评估代理对所评估的武器装备的作战效能,采用某种评估方法以及收集相关的评估证据进行综合度量并取得度量结果的过程。

分析作战效能评估常用的评估方法中,专家评定法主要以专家或专家群体的经验与偏好为主要评估依据,专家对武器装备评估作战效能方案进行打分评定,再把这些分数进行加权综合,得出效能评估结果。该方法操作简便,但支持作战效能的定量数据不充分,评估过程主观因素较多^[6]。而作战仿真法主要是评估主体把评估需求反映给武器装备系统的仿真模型,并借助计算机仿真技术采集评估所需要的仿真结果数据,进而据之评估武器装备作战效能。仿真方法的优点在于可主动采集评估数据,预先性地模拟作战装备效能,可反复实验减少试验耗费;不足之处为仿真结果数据的可信度难以保证,一些重要的指标仍难以获得^[7]。另外,美国武器咨询委员会提出的 ADC 法,是以串联模型描述的系统效能方法,强调将系统的不同状态下的可用概率、状态转移概率及完成任务的概率三者的乘积作为效能度量,评估数据主要来源于统计数据与经验预测,该方法思路简捷,各矩阵的内涵丰富,不足之处是难以反映装备的对抗特点,能力矩阵 C 求取困难^[8]。

由此可见,效能评估需要考虑评估主体、评估客体本身以及主体反映客体所用的证据与综合手段等各个方面的因素。同时可以看到,武器装备作战效能评估确实存在一定的风险因素,主要的评估风险因素可以归纳为以下 4 个方面:

(1) 评估主体的偏好选择的不确定性。评估主体的偏好主要体现在对采用

的效能指标、评估准则以及评估指标权重难以一致与统一。

(2) 评估客体本身的复杂性。武器装备系统本身具有的作战潜力,在不同的环境下往往有不同的发挥,而单次的表现不足以作为评估的典型。而武器装备系统某些特性,特别是武器装备作战体系出现的涌现现象的确不易度量与评估,如在某种编配结构下的装甲营装备出现异常强大的冲击突破效果。

(3) 评估数据源(评估证据)的可信性、全面性。效能评估需要可信的评估数据(证据)。而仿真评估主要采用的仿真数据源,在目前仿真技术下,采集的仿真数据尚未做到完全可信,把其作为真实数据来评估有欠合理。而过于依赖专家评估常用的定性偏好数据,存在较大的主观性。另外,评估往往缺乏足够的数据支持,故难以全面反映评估对象的特点。

(4) 评估信息集结的困难性。用于效能评估的信息往往是多视角的,不同来源的异构数据信息。可信的效能评估结论需要尽可能多的数据信息支持,而对武器装备作战效能进行评估而言缺乏多种信息融合的有效手段;主要表现在不同信息的统一表达困难,从而不同的评估信息集结特别困难。通常的评估指标归一化与综合集结方法为效用函数法、模糊评判法等。效用函数法在利用等效原则试选效用曲线时十分困难,模糊评判法在利用模糊隶属度函数聚合时主观性较多。

或许还有其他的评估风险因素,但是主要以上述4条为典型。其中,第1条、第2条主要体现在武器装备作战效能的评估指标体系及评估准则的选取上;第3条主要体现在对评估数据源的采集与可信度检验上;第4条体现在多评估数据源的融合方法上。而在武器装备作战效能评估中,需要对上述评估风险因素分析研究,便于在作战效能评估结果提供给决策者之前,对评估风险加以测度、缩减,确保得出的是一个稳定可靠的作战效能评估结果。为此,研究作战效能评估风险的重点在于缩减效能评估的风险。

3. 国防装备作战效能评估风险缩减的困难

装备论证中的评估风险问题潜在的严重性,迫切需要缩减评估带来的风险。由于评估风险问题缺乏前人的研究积累,并且其本身也较为复杂,故评估风险缩减研究面临着较大的困难。作战效能评估风险应该在效能评估的过程中寻求评估风险缩减的机会。为此,结合上述评估风险影响因素,对当前作战效能评估风险缩减问题进行分析认为,目前作战效能评估风险缩减面临的困难有:

(1) 难以建立一套合适的效能指标体系与评估准则。

在作战效能评估中,需要一套合适、有效的评估指标体系。而各军兵种的武器装备的特点各异与作战使命不同,加上评估者的认识能力有限,使得对评估指标体系的构建往往难以合理拟定,或者完备性与合理性不高,或者指标选取混乱,

缺乏指导模式^[9]。因此,一套较合理的效能指标体系的构建既要考虑符合公认的评估模式,也要考虑各类武器装备自身的特点。这难点在当前主要体现在缺乏一种构建效能评估指标体系的指导模式。

(2) 缺乏数量足够的、质量可信的可缩减评估风险的评估数据支持。

合理的效能评估结果需要有足够的评估证据支持。效能评估的基本证据主要是评估数据源。通常的评估效能评估采用的评估数据有专家经验与偏好数据、仿真方法的模拟数据、真实试验的实测数据等等,这些数据各有优缺点,又相互补充。而在数量和质量上确保采集到较好的评估数据困难较大。评估数据信息的数量与质量问题会使得武器装备作战效能评估结果具有相当的风险性^[10]。通常评估方法只适合采用其中某类评估数据,这使得评估数据源支持过于简单化,而采用的数据质量不可靠势必给评估造成偏差。

(3) 缺乏可充分集结多种评估信息源的评估融合方法。

缩减评估的风险性,提高评估结果的可靠性,通常需要利用多种载有不同的合理成分的评估数据源的支持。而要基于各种不同来源的评估数据源,面临的关键难题是如何进行数据统一表达与融合。由于评估数据来源不同,信息表达各异,如专家数据源采用定性表达数据为主,而仿真数据源主要以定量的数据表达为主,这些数据通常难以直接进行评估。因而,需要对各类评估数据进行综合或融合处理,目前对这些异构评估数据的融合处理尚未有合理的解决办法。

(4) 缺乏一套有效的评估风险的测度与控制机制。

评估风险的测度分析需要对评估过程整体考察,包括评估活动的反复多轮反馈,评估中间结果的统计分析,评估影响因素与评估偏差的分析,下一轮评估活动的改进建议。由于评估者往往身处原评估过程,于是其难以在更高的层次上来分析原评估活动的合理性,难以客观地发现原评估风险问题。评估风险主要面临的困难包括:第一,如何测度评估风险。目前在国内尚未有文献对效能评估风险进行系统的研究,其研究仅仅见于资产评估领域。这些领域的风险分析主要以损益为主。而效能评估风险不能只按费用来度量,更有待考虑作战效能的稳定性。第二,评估风险控制机理问题。目前作战效能评估缺乏一种可反馈的评估控制过程,该过程可将评估偏差进行反馈,通过多轮评估迭代,得出稳定合理的评估结果。

上述几个主要问题为缩减评估风险、提高作战效能评估结论稳定性和可靠性通常需要解决的难题。而这些难题的瓶颈在于缺乏一种可缩减评估风险的评估控制系统。为此,下面引出评估系统的稳健性的问题。

4. 国防装备作战效能稳健评估问题的提出

武器装备作战效能评估中的评估风险缩减的目的在于确保评估结果可靠性

与可信性。这要求武器装备作战效能评估过程满足一定的稳健特征。具有这种稳健特征的评估过程称为稳健评估(Robust Evaluation)。本书给出的稳健评估的定义:简单的说,它是一个缩减评估风险、提高评估可靠性而不断演进的过程;具体而言,它是一个随着评估论证的深入以及评估信息的不断增加,可借助于信息融合方法与风险缩减技术,对尽可利用的多种评估数据源进行融合评估,并经过不断的评估反馈,使得评估结论逐步趋于稳定一致的评估过程。稳健评估既是一种评估过程,也是一种谨慎的评估理念(prudent evaluation belief)。

从前面分析可知,武器装备作战效能评估过程面临着评估风险问题,装备论证与采办决策要求缩减评估的风险,提高评估结论的可靠性与可信性。本书提出的鲁棒评估理念正好顺应这种需求,但这种鲁棒评估当前只是一种理想目标,其过程的设计与实现还需要结合评估风险的影响因素进行许多实际的工作。而这些工作的关键在于建立一套稳健的评估方法与设计相应的评估过程系统。为此,本书将待研究的问题归结为:武器装备作战效能稳健评估问题。按照评估的过程,稳健评估需要考虑评估指标体系,评估数据源,评估综合方法以及评估结论分析评估反馈等环节的问题,为此进一步可把稳健评估问题分解为以下子问题:

(1) 如何指导一套合理的武器装备作战效能评估指标体系构建?

评估指标体系是刻画评估对象特征的度量集合,选取与拟建合适的评估指标体系有利于关键的评估数据的采集与表达,而如何指导一套合适的可按需定制的效能评估指标体系的建立是稳健评估首先遇到的问题。

(2) 如何采集关键的评估数据源以及对获取的评估数据的信度进行校验?

可靠的评估结论需要大量的有效的评估数据源的支持,仿真数据源是效能评估的主要数据源之一。如何利用仿真技术主动采集满足评估需求的数据;如何评测所得的仿真数据的可信度,这是稳健评估要考虑的评估数据合理性问题。

(3) 如何对多种来源的评估数据进行评估融合?

尽可能利用有用的评估信息源来降低评估风险是符合常识的,而来自多个信息源的评估数据通常性质各异,难以进行评估集结与融合。本书主要考虑来自专家的经验数据源、仿真所得的数据源的信息融合。对这些数据源进行评估融合面临的问题是:各类评估信息如何统一表达;评估融合算法模型如何构建;等等。

(4) 如何从整体上对评估结果进行分析以及对评估风险进行测度与控制?

稳健评估需要对评估方案进行多轮分析,这需要有一个信息可反馈的评估过程回路,进而利用该回路探讨评估风险的测度与缩减。需要解决的主要问题是:如何构建并利用该评估过程回路,如何考虑评估风险的测度方法与控制措施。