

doi: 10.7690/bgzdh.2016.12.019

## 陆军武器装备作战运用仿真模型体系

范学斌, 张仁友, 闫家传, 李大鹏  
(装甲兵学院作战实验中心, 安徽 蚌埠 233050)

**摘要:** 为了加强陆军武器装备作战运用仿真模型资源建设, 构建仿真及其应用分析模型体系, 以陆军武器装备作战运用研究为主题, 以仿真科学研究为主要手段, 面向仿真应用提出以陆军作战实体为中心多层次行为建模方法, 构造实体模型, 确定实体间关系, 构建基本动作、战术行动和指挥决策等多层次的模型体系框架, 结合陆军武器装备作战运用主题构建了仿真应用分析模型结构。结果表明, 该模型能使仿真应用系统设计更加科学、合理, 为陆军武器装备各实体及其行为模型组件开发提供技术和方法指导。

**关键词:** 陆军; 武器装备; 作战运用; 仿真模型; 模型体系

**中图分类号:** TP391.9 **文献标志码:** A

## Army Weapons Equipment Operation Simulation Model Architecture

Fan Xuebin, Zhang Renyou, Yan Jiachuan, Li Dapeng  
(Warfighting Experimentation Centre, Armored College of PLA, Bengbu 233050, China)

**Abstract:** For strengthening the simulation model resource construction of army weapons equipment operation, establish simulation and its application analysis model system. The paper takes army weapon equipment warfare operation research as key point, uses simulation scientific research as main measurement. Based on simulation application, put forward multi-level behavior model establishment method which taking army warfare operation entity as center, establish entity model, determine relationship among entities, establish multi-level model system architecture for basic action, tactical action, and decision making. Combine army weapon equipment warfare operation task to construct simulation application analysis model structure. The results show that, the model can make simulation application system more scientific and rational, and the model provided technical support and method guidance for the development of army weapons and equipments entity and its action components.

**Keywords:** army; weapons equipment; warfare operation; simulation model; model architecture

### 0 引言

近年来, 随着新型武器装备的研制、生产与列装, 新型作战信息系统的开发与配备, 新型作战力量的论证、建设与运用, 新型编制形态的论证、实践与推广等发展, 必将促进陆军作战能力的技术形态和组织形态的变化。如何充分发挥陆军武器装备作战效能、获取最大的作战效益, 探索、验证和演示陆军武器装备“如何用”是面临的现实需求和紧要任务, 深化陆军武器装备作战运用研究尤为迫切。

仿真实验运用理论与实证相结合、定性与定量相结合、人与机器相结合的现代科学实验原理方法和技术, 通过虚拟构造、科学求证和超前实践(预实践), 为陆军武器装备作战运用深化研究提供了科学合理的研究方法和手段支撑。

陆军武器装备作战运用仿真模型体系构建, 一是根据陆军作战系统特点, 按照军事仿真需求, 重点加强陆军作战系统的描述, 采用以“实体为中心多层次行为建模”的思想构建仿真模型分类体系, 探索仿真模型的交互关系以及应用模式, 构建了仿

真运行支撑模型体系; 二是紧紧围绕陆军武器装备作战运用主题应用需求, 把握陆军武器装备作战运用仿真应用支持的需要, 突出仿真分析, 构建了陆军武器装备作战运用仿真分析支持模型(或仿真应用分析模型)体系; 三是按照分工合作, 走工程化的技术路线展开建模工作, 构建仿真建模方法体系和体现了模型建立过程和不同的模型表达形态。

### 1 仿真模型体系的总体框架

模型是仿真的核心知识资源, 而作战仿真只是手段。仿真实验是利用仿真模型对某些作战问题进行定量研究的一种科研研究实践活动。数据是静态性知识, 模型是过程性知识, 规则是控制性知识。作战仿真的应用逻辑是规则控制模型运行, 模型加工处理数据, 数据支撑和驱动仿真运行; 因此, 在加强陆军武器装备作战运用数据和规则等知识资源建设的同时, 必须加强陆军武器装备作战运用仿真模型资源建设, 而这项工作的前提就是要加强模型体系的构建。

收稿日期: 2016-09-25; 修回日期: 2016-11-08

基金项目: 军内武器装备科研基金资助项目(JX2015040829A111102)

作者简介: 范学斌(1987—), 男, 安徽人, 硕士, 助教, 从事计算机软件与理论、作战实验分析研究。

从模型的层次维、形态维和内容维可以构建陆军武器装备作战运用模型体系维度如图 1 所示。

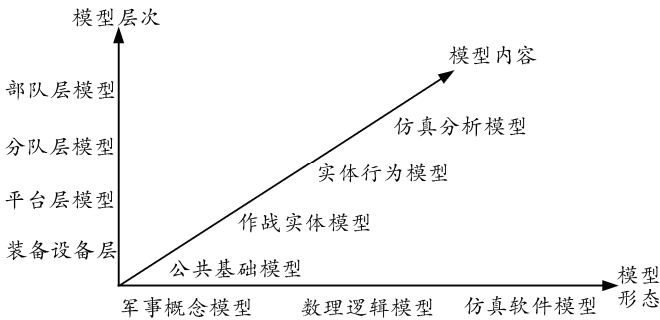


图 1 陆军武器装备作战运用仿真模型体系维度

在这个体系结构中，对于装备设备层、平台层、分队层和部队层等不同层次的模型，其描述的侧重点不同，但从技术方面来说，主要体现在模型的分

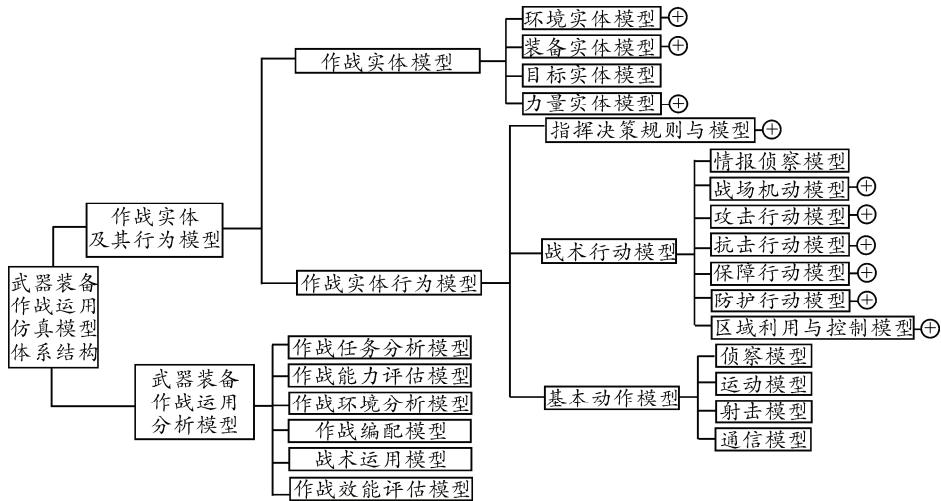


图 2 陆军武器装备作战运用仿真模型体系结构略图

## 2 仿真运行支撑模型

仿真运行支撑模型是能够支撑陆军作战仿真系统正常运行的必要模型体系。从仿真运行支撑角度看，主要包括战场环境模型、仿真实体模型、实体行为模型和实体交互模型等。战场环境模型属于公共基础模型，笔者不阐述。

### 2.1 陆军作战仿真实体模型

在战斗编成中，遂行战斗任务的兵力兵器组成了一个有机整体，将这个有机整体称为作战实体。由于不同的建制和不同的战斗编成原则，这些作战实体的构成也不尽相同。但从作战对象描述角度可以将陆军作战实体模型区分为装备实体、兵力实体和目标实体等。

装备实体是以一定状态存在于仿真环境中相对独立的装备对象，代表具有特定功能的单装备或多

辨力以及模型的组合效应上，在具体建立按照资源化、标准化和元子化的要求，在应用模型时采用“动态重构、按需服务”方式进行模型资源的组合是能够满足要求的，这方面也不是研究重点。对于建模全过程，以及各阶段的模型表示形态是建模中的重点内容，笔者不作深入阐述，只作概要说明。关于公共基础模型，笔者不作说明；作战实体模型和实体行为模型是仿真运行支撑模型，仿真分析模型是仿真应用支持模型，将进一步细化分解<sup>[1]</sup>。

从模型的自身功能与用途上来看，陆军武器装备作战运用仿真模型主要包括仿真运行支撑模型和仿真分析支持模型 2 大类，陆军武器装备作战运用仿真模型体系结构如图 2 所示。

装备组成的有机整体。根据坦克兵作战过程中敌兵力兵器的使用特点以及坦克兵建制和加强的武器装备情况来看，坦克兵武器装备模型的组成主要有反装甲武器、打步兵武器和防空武器。

兵力实体以一定状态存在于仿真环境中的兵力对象，以建制单位或任务编组形式存在于军事行动问题空间内的作战部(分)队力量。按陆军战斗力量体系区分，兵力实体可分为指挥控制力量实体、战斗突击力量实体和各种保障力量实体。指挥控制力量实体又由指挥员、指挥控制工具与武器系统等构成；战斗突击力量实体可区分为主体力量和加强力量等；保障力量实体可区分为战斗保障力量、后勤保障力量和装备保障力量等。

目标实体是以一定状态存在于仿真环境中相对独立的目标对象，代表各种军用和民用，固定及临时的设施。目标实体主要是指在作战过程中所有可

能受到对方攻击而已方必须维护和使用的各类作战及保障的目标和设施，主要包括机场、桥梁、雷达站、观察所、导弹阵地、指挥机构、通信枢纽、通信线路和油料库等。

## 2.2 仿真实体关键属性及交互关系

仿真实体的关键属性主要包括：基本属性、外在特征属性、内在特质属性、作战能力属性(行为属性)、作战任务属性和作战效能属性等。

仿真系统中的各种作战实体，对应于实际作战过程和仿真过程，总会构成多种多样的交互关系，这就形成了仿真实体各种交互关系，主要有邻接关系、控制关系、指挥关系、通信关系、组织关系、支援关系和其他关系，是仿真实体战场角色相互关系在仿真系统中的真实映射。

## 3 陆军仿真实体行为模型

陆军战斗实体行为是具有一定层次性的，每层的战斗行为又有不同的表现和特性。笔者打破了传统的按战斗类型分战斗样式来研究陆军战术与战斗使命空间的模式，而是将陆军战斗行为分为指挥决策行动、战术行动和战斗动作3个层次进行描述。3个层次的行为关系如图3<sup>[2-3]</sup>所示。

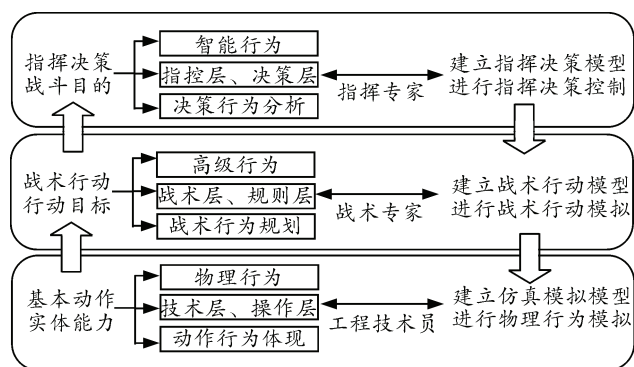


图3 陆军战斗实体行为层次关系

综上所述：基本动作是陆军作战行动的基本构成单元；战术行动由一个或多个行动组成的具有明确意图和目的的行动过程，是具有明确意图的最小行为单位；战斗使命是具有明确战斗目标的行为过程，由一组任务按照某个过程组合而成的。也就是说，战斗使命是战术行动的一定序列的组合，而战术行动是基本动作的一定比例的组合。至于战斗使命是按照什么样的序列进行组合战术行动，战术行动又是按照什么的比例对基本动作进行组合，这既有战术上的要求，又是作战指挥艺术性的具体体现，要根据作战行为的目的、当时的具体情况具体确定。

当然，以上分析是严格依照研究客体的层次体系，按照分层次建模理念，从最基本的物理行为建模，再进行比较复杂的战术行动建模，再建立具有智能行为的指挥决策模型，是一个从易到难，逐步深入研究的过程。但真正进行有关仿真实验，仅仅有这些模型显然是远远不够的，还必须构建与之相适应的分析评估模型，从而真正构建起陆军武器装备作战运用仿真模型体系。

### 3.1 陆军基本动作模型

战斗动作(action)反映的是实体行为能力，与其遂行的战斗样式和完成的战斗任务无关，是实体的物理行为，体现的是实体的技术层次、操作层面的行为方式。如坦克这一战斗实体，其战斗动作主要有机动、射击、防护、侦察等，是其本身的特性，与有没有战斗发生没有关系；因此，基本动作建模的主要任务是说明和描述其动作机理与影响因素。

基本动作模型主要包括战场侦察、战场机动、直瞄射击、战场防护、战斗保障和指挥通信等模型。每个模型都包含自身本质属性的子模型，如物理效应模型、动力学模型等。建立作战实体的基本动作模型，使得在作战实验系统中较为客观地模拟实体的物理行为。

陆军任何进攻、防御战斗都是由机动、射击、防护和侦察(搜索)等基本行动构成的，它们不同的使用时机、地点和兵力的组合，使其具有千姿百态的具体表现。

### 3.2 陆军战术行动模型

战术行动模型是指实体基本动作按照一定比例关系组成的具有明确意图和战术目标的行动过程，都有明确的战术规则和逻辑上的流程，因此为了体现其特征可重新界定称之为“战术行动”。战术行动模型，是在基本动作模型的基础上利用特定的战术规则，对战场环境和战术背景进行一定程度的自主决策和自动响应，在战术规则的运用上体现一定的智能性，在进行战术行动建模时，重点明确其内在机制、根本动因和军事规则描述。

为提高模型的可重用性，根据实体中心建模法思想，笔者打破陆军遂行的具体作战样式行动框架，将陆军攻防战术行动模型主要区分为战术机动模型、攻击行动模型、抗击行动模型、战术防护模型、地域地区与阵地的利用和控制模型、保障行动模型等。它们也都是由许多具体的子模型所组成。例如，战术机动模型体系，由机动能力计算模型、

机动路线规划模型、机动速度确定模型、机动队形选择模型和机动时间计算模型等组成；攻击行动模型体系，由敌威胁分析模型、战术侦察模型、目标选择模型、火力计算模型、火力分配模型、火力计划模型和火力运用效果计算模型等组成。战术行动模型体系的建立，能支持战术运用、战斗方案模推演、战斗方案的论证、作战指挥决策训练等信息系统的设计与开发，为指挥决策模型的建立奠定基础。

战术机动、攻击、抗击、战术防护、保障、地域地区和阵地的利用与控制 6 大行动，虽然各有其独立的内容；但是作为战术行动的一个整体，它们又是互相依赖、互为作用的。在整个战术行动系统中，它们的地位是不平衡的。其中：攻击行动和抗击行动是战术行动的核心；机动是实施攻击行动的前提条件；在整个机动和攻击过程中，离不开防护和保障行动，而防护与保障若离开了机动与攻击，也就失去了它们的存在价值。占领地域、地区与阵地和防守地域、地区与阵地在以上战术行动的过渡方式与方法。机动、攻击、抗击、防护、保障、地域地区与阵地的利用与控制综合作用的发挥，对战斗力量所蕴涵的作战效能的释放，以及战斗目的的达成有着决定性的影响。

### 3.3 指挥决策模型

指挥决策模型分为命令集式指挥决策模型和自动响应式指挥决策模型。命令集式指挥决策模型是由获得相应指挥授权的局中人通过指挥决策界面向系统输入干预指令，模拟实体对这些指令作出响应，以此来实现对实体行为的控制或属性的改变。自动响应式指挥决策模型由实验的指挥员根据智能决策规则，自动对相关的决策信息进行处理，得出战场态势判断结论，自动决定下一步的对策，并向所属实体分别发送具体的干预指令，以此来实现对实体行为的控制或属性的改变。指挥决策模型体系构建，主要作用是根据相应层次的决策模型和规则，替代该层次指挥员进行相关决策问题的智能化处理。陆军作战决策模型(规则)体系，包括作战任务目标的确定与分解、作战方向的选择与确定、作战行动规划、兵力部署等作战决策相关要素的模型体系、规则体系，战术计算、态势评估、作战方案的生成、作战方案的推演、作战方案的评估与论证、作战方案优化与选择等作战决策职能模型体系等<sup>[4]</sup>。

## 4 仿真应用分析模型

陆军武器装备作战运用研究主要方向有作战能

力分析、作战任务分析、装备编配分析、战术运用分析、装备作战运用效能评估和作战效益分析等<sup>[5]</sup>。

### 4.1 作战能力分析

作战能力分析，是指把作战能力按照一定的原则分解成若干个组成要素，对各个组成要素进行分析、比较和研究，得出相关结论的过程，直接影响装备的任务、编配和战术运用。

装甲装备作战能力分析通常先分析单要素能力，然后按照一定的方法，将单要素能力进行综合，再进一步进行分析，从而得出某种装甲装备的综合作战能力。单要素能力分析，就是将装甲装备的火力、机动力、防护力、信息力等要素逐个进行分析、比较并得出相关结论的过程。综合能力分析，就是将装甲武器装备的火力、机动力、防护力、信息力等要素有机结合在一起，进行综合分析、比较并得出相关结论的过程。

### 4.2 作战任务分析

作战任务，是进行作战运用研究的前提和基础，是运用装甲装备的基本依据。装甲装备作战任务分析是指根据武器装备的战术技术性能和在武器装备体系中的地位作用，在一定作战构想、特定战场态势下，结合装甲兵运用原则和使命特征，在一定条件约束下对作战任务进行的分解和区分。

装甲装备的作战任务与战斗类型和战斗样式紧密相关。确定装甲装备战斗任务的基本依据，主要包括作战对象、装备性能、战场环境 3 方面的情况。通过对其综合分析，确定相应作战任务。

### 4.3 装备编配分析

装甲兵武器装备编配分析的目的在于合理确定所研究装甲兵武器装备的使用对象、应用范围、编配数量规模及其配套的操作使用人员问题。在对装备进行编配分析时，重点要确定装备编配、人员编配和编配方案。

装备编配主要解决所研究的装甲兵武器装备应编配给哪些装甲机械化部队、配属给哪一级别，分析装备比例关系，分析在满足作战任务需求的情况下，应该编配的合理数量等。人员编配分析主要解决装备操作与协同对岗位设置需求分析，装备操作岗位设置分析，关键岗位分析，岗位互补性分析，理想编配员额与最低编配员额分析，编配岗位官兵等级关系分析等。编配方案分析主要解决特定作战背景下新装备运用的作战编组分析，单装和系统编

配方案的作战能力及其优化分析,新装备的编配对比同类装备编配的影响分析等。

#### 4.4 战术运用分析

装甲兵武器装备战术运用是装甲兵部(分)队在完成作战任务时,对装备如何编组、部署、行动等的计划设想。对装甲兵武器装备进行战术运用分析,在作战任务和编配方案分析的基础上,对战术运用原则、运用时机、战斗部署、战术行动等方面进行系统地分析,形成战术运用的基本参考案。

#### 4.5 装备作战运用效能评估和作战效益分析

装甲兵武器装备作战运用效能评估是用来衡量战斗人员及突击装备在作战中能否取得胜利的一个非常重要的指标,对其进行研究可以为装甲兵武器装备发展论证和设计提供依据,为装甲兵武器装备的评价提供定量分析结果,为装甲兵突击装备的作战使用提供合理建议,为作战方案的制定和优选提供辅助决策,为模拟训练提供评判基础。

### 5 结束语

模型体系构建是仿真系统设计与仿真应用的重

\*\*\*\*\*

(上接第63页)

### 4 结论

1) 文中构建的基于集对势理论的卫生装备效能评估与优化模型,计算结果与文献[8]中的结果基本一致,说明模型比较可靠,可在实践中加以应用。

2) 从计算过程及结果看,该方法不仅能够实现“选优”,更重要的是能够进一步从微观分析各指标的优劣所在,可以为装备后续的功能改进提供理论支撑,同时实现评估的双重目的,这一点是许多其他评估方法不容易实现的。

3) 该方法借助集对分析理论在处理确定性与不确定性因素时辩证分析的优势,确保评估的柔性客观,对于提高决策的科学性和高效性具有一定的指导意义,并且,也可为解决其他类似评估问题提供一种新思路。但是,此方法是否真的科学有效,还有待于进一步在实践中检验。

#### 参考文献:

- [1] 傅征. 军队卫生装备学[M]. 北京: 人民军医出版社, 2004: 75.
- [2] 杜海舰, 伍瑞昌. 集对分析在卫生装备评估中的应用研究[J]. 医疗卫生装备, 2003, 24(6): 19-21.
- [3] 索再萍, 王运斗, 伍瑞昌, 等. 卫生装备选型研究[J].

要内容和关键技术。陆军武器装备作战运用仿真模型体系研究是仿真应用系统规划与设计的重要内容和必要环境,能够使仿真应用系统设计更加科学、合理,并提高模型的针对性、实用性、适用性、可重用性和模型标准化。通过分析陆军作战实体为中心多层次行为建模方法,笔者构造了陆军的7类实体,建设了陆军基本动作、战术行动和指挥决策等多层次的模型体系框架,可为陆军武器装备各实体及其行为模型组件开发提供技术和方法指导。

#### 参考文献:

- [1] 姚雾云, 黄贡献, 张翼鹏. 武器装备作战运用实验设计中因子聚合研究[J]. 兵工自动化, 2015, 34(8): 89-92.
- [2] 孙少斌, 张仁友. 基于智能体技术的 CGF 行为模拟研究[J]. 火力与指挥控制, 2009, 34(3): 79-83.
- [3] 刘笑军, 张仁友. 陆军战斗概念建模[M]. 北京: 军事科学出版社, 2006: 9-10; 8-22.
- [4] 闫家传, 刘长征, 范学斌, 等. 陆军作战效能评估实验室建设研究[J]. 兵工自动化, 2015, 34(8): 1-3.
- [5] 屈洋, 等. 装甲兵武器装备作战运用研究[Z]. 2012, 27-30.
- [6] 数理医药学杂志, 2008, 21(1): 7-12.
- [4] 杜海舰, 伍瑞昌, 王运斗, 等. 联系数学中联系度的表达及其在卫生装备评估方面的应用[J]. 中国医学装备, 2008, 5(2): 7-12.
- [5] 张珂, 伍瑞昌, 索再萍, 等. 基于灰色关联度的卫生装备效能评估研究[J]. 中国医学装备, 2009, 6(11): 15-18.
- [6] 张珂, 孙铂, 伍瑞昌, 等. 基于模糊综合的卫生装备效能评估研究[J]. 医疗卫生装备, 2009, 30(12): 23-27.
- [7] 索再萍, 王运斗, 郭立军, 等. 核化生洗消装备选型与评估[J]. 医疗卫生装备, 2011, 32(1): 69-71.
- [8] 张新雷, 王运斗, 叶素素, 等. 传染病防护装备保障能力评估与初步应用[J]. 医疗卫生装备, 2013, 30(12): 6-9.
- [9] 谢泰, 刘晓荣, 贺祥, 等. 卫生装备保障效能评估方法研究[J]. 医疗卫生装备, 2014, 35(2): 16-18.
- [10] 王运斗, 赵欣, 张晓峰. 传染病现场防控装备体系与评估[M]. 北京: 人民军医出版社, 2016: 90-138.
- [11] 赵克勤. 集对分析及其初步应用[M]. 杭州: 浙江科技出版社, 2000: 4-8, 15-19, 68-77.
- [12] 王亚鹏, 张巾帼, 薛元飞, 等. 基于集对势的车辆野战维修装备编配方案优选方法研究[J]. 军事交通学院学报, 2014, 16(12): 18-21.
- [13] 曹会智, 王亚鹏, 薛元飞, 等. 基于集对势的军用车辆修理社会化保障效益评价[J]. 军械工程学院学报, 2008, 20(2): 9-12.