

系统建模与仿真及其军事应用系列丛书

# 装备作战仿真概论

郭齐胜 罗小明 董志明 等编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press



2008040973

E144  
1011-3

系统建模与仿真及其军事应用系列丛

# 装备作战仿真概论

郭齐胜 罗小明 董志明 编著  
马亚龙 王杏林 沈宇军



国防工业出版社

·北京·

2008040973

## 内 容 简 介

装备作战仿真是基于作战模拟和分布交互仿真技术,在虚拟的作战环境中进行与装备有关的仿真。本书是国内第一部系统介绍装备作战仿真实论、技术与应用的著作。

本书系统介绍了装备作战仿真的基本概念、装备作战仿真系统概述、装备作战仿真模型系统、装备作战仿真实定需求与开发、装备作战仿真输出数据仓库、装备综合集成研讨、装备效能仿真、装备论证仿真、装备训练仿真、装备毁伤仿真、战时装备保障仿真及装备作战仿真应用。

本书可供高等院校有关专业作为本科生和研究生教材或参考书,也适合科研人员 and 工程技术人员作为技术参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

装备作战仿真概论 / 郭齐胜等编著. —北京:国防工业出版社, 2007. 6

(系统建模与仿真及其军事应用系列丛书)

ISBN 978-7-118-05210-7

I. 装... II. 郭... III. 计算机仿真—应用—武器装备—概论 IV. E144.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 085676 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 14 字数 310 千字

2007 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 32.00 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

50080508005

# 总 序

仿真技术具有安全性、经济性和可重复性等特点,已成为继理论研究、科学实验之后第三种科学研究的有力手段。仿真科学是在现代科学技术发展的基础上形成的交叉科学。目前国内出版的仿真技术方面的著作较多,但系统的仿真科学与技术丛书还很少。郭齐胜教授主编的“系统建模与仿真及其军事应用系列丛书”在这方面作了有益的尝试。

该丛书分为基础、应用基础和应用三个层次,由《概念建模》、《系统建模》、《半实物仿真》、《系统仿真》、《战场环境仿真》、《C<sup>3</sup>I 系统建模与仿真》、《计算机生成兵力导论》、《分布交互仿真及其军事应用》、《装备效能评估概论》、《装备作战仿真概论》10部组成,系统、全面地介绍了系统建模与仿真的理论、方法和应用,既有作者多年来的教学和科研成果,又反映了仿真科学与技术的前沿动态,体系完整,内容丰富,综合性强,注重实际应用。该丛书出版前已在装甲兵工程学院等高校的本科生和研究生中应用过多轮,适合作为仿真科学与技术方面的教材,也可作为广大科技和工程技术人员的参考书。

相信该丛书的出版会对仿真科学与技术学科的发展起到积极的推动作用。

中国工程院院士



2005年3月27日

## 序 言

仿真科学与技术具有广阔的应用前景,正在向一级学科方向发展。仿真科技人才的需求也在日益增大。目前很多高校招收仿真方向的硕士和博士研究生,军队院校中还设立了仿真工程本科专业。仿真学科的发展和仿真专业人才的培养都在呼唤成体系的仿真技术丛书的出版。目前,仿真方面的图书较多,但成体系的丛书极少。因此,我们编写了“系统建模与仿真及其军事应用系列丛书”,旨在满足有关专业本科生和研究生的教学需要,同时也可供仿真科学与技术工作者和有关工程技术人员参考。

本丛书是作者在装甲兵工程学院及北京理工大学多年教学和科研的基础上,系统总结而写成的,绝大部分初稿已在装甲兵工程学院和北京理工大学相关专业本科生和研究生中试用过。作者注重丛书的系统性,在保持每本书相对独立的前提下,尽可能地减少不同书中内容的重复。

本丛书部分得到了总装备部“1153”人才工程和军队“2110工程”重点建设学科专业领域经费的资助。中国工程院院士、中国系统仿真学会副理事长、《系统仿真学报》编委会副主任、总装备部仿真技术专业组特邀专家、哈尔滨工业大学王子才教授在百忙之中为本丛书作序。丛书的编写和出版得到了中国系统仿真学会副秘书长、中国自动化学会系统仿真专业委员会副主任委员、《计算机仿真》杂志社社长兼主编吴连伟教授、装甲兵工程学院训练部副部长王树礼教授、学科学位处处长谢刚副教授、招生培养处处长钟孟春副教授、装备指挥与管理系主任王凯教授、政委范九廷大校和国防工业出版社的关心、支持和帮助。作者借鉴或直接引用了有关专家的论文和著作。在此一并表示衷心的感谢!

由于水平和时间所限,不妥之处在所难免,欢迎批评指正。

郭齐胜

2005年10月

# 前 言

装备作战仿真是基于作战模拟和分布交互仿真技术,在虚拟的作战环境中进行与装备有关的仿真。装备作战仿真是军用仿真技术的一个新方向,它能将装备、作战环境和人有机地结合在一起,有效地克服传统作战模拟和装备仿真的不足,提高仿真结果的可信度。从军事装备学的角度看,装备作战仿真的功能有装备发展仿真、装备保障仿真、装备管理仿真和装备训练仿真。本书重点介绍装备发展仿真中的装备论证仿真、装备保障仿真中的装备毁伤仿真和战时装备保障仿真以及装备训练仿真。

本书是在装甲兵工程学院研究生授课讲稿的基础上编写的,分为四部分:第一部分为装备作战仿真的基本概念;第二部分为装备作战仿真的公共基础,内容有装备作战仿真系统概述、装备作战仿真模型系统、装备作战仿真想定需求与开发、装备作战仿真输出数据仓库、装备综合集成研讨和装备效能仿真;第三部分为装备作战仿真的应用基础,内容包括装备论证仿真、装备训练仿真、装备毁伤仿真和战时装备保障仿真;第四部分为装备作战仿真应用。

本书参考或直接引用了国内外的有关文献。编写过程中得到了装甲兵工程学院武器光学教研室教员李建明的大力支持,在此一并表示感谢。

本书由郭齐胜设计框架,郭齐胜、罗小明、董志明、马亚龙、王杏林、沈宇军共同编写。因水平所限,不妥之处在所难免,欢迎提出宝贵意见和建议。

编者

2007年3月



# 目 录

第1章 绪论	1
1.1 装备作战仿真概述	1
1.1.1 装备作战仿真的基本概念	1
1.1.2 装备作战仿真的要素和活动	2
1.1.3 装备作战仿真的基本特征	3
1.1.4 装备作战仿真的分类与分层	3
1.2 装备作战仿真的战略转型	5
1.2.1 职能作用	5
1.2.2 发展运用	5
1.2.3 组织管理	6
1.3 本书内容的组织	7
1.3.1 装备作战仿真概述	7
1.3.2 装备作战仿真的公共基础	7
1.3.3 装备作战仿真的应用基础	8
1.3.4 装备作战仿真的应用	8
参考文献	8
第2章 装备作战仿真系统概述	9
2.1 引言	9
2.2 装备作战仿真系统的概念模型	9
2.3 装备作战仿真系统的分类	9
2.4 装备作战仿真系统的开发过程	10
2.4.1 问题描述	10
2.4.2 总体设计	10
2.4.3 分系统设计与开发	11
2.4.4 调试运行	13
2.4.5 实验设计	13
2.4.6 结果分析	14
2.4.7 资料编写	14
2.4.8 使用培训	14
2.5 装备作战仿真系统的体系结构	14
2.5.1 装备作战仿真系统体系结构的概念	14
2.5.2 装备作战仿真系统体系结构的发展	15

04	2.6	装备作战仿真支撑平台的体系结构	19
04	2.6.1	网络通信层	19
14	2.6.2	基础资源层	19
14	2.6.3	仿真支持层	20
14	2.6.4	仿真应用层	21
14	2.6.5	管理控制层	21
54		参考文献	22
	<b>第3章</b>	<b>装备作战仿真模型系统</b>	<b>23</b>
04	3.1	引言	23
04	3.2	模型分类方法	24
24	3.3	国内有关仿真模型体系	24
24	3.3.1	模型体系 1	24
24	3.3.2	模型体系 2	25
24	3.3.3	模型体系 3	25
24	3.3.4	模型体系 4	26
24	3.3.5	模型体系 5	27
24	3.3.6	模型体系 6	28
24	3.3.7	模型体系 7	29
24	3.3.8	模型体系 8	29
24	3.4	装备作战仿真模型体系	29
24	3.4.1	军事概念模型	29
24	3.4.2	装备实体模型	30
24	3.4.3	环境模型	30
24	3.4.4	行为与交互模型	30
24	3.4.5	分析与评估模型	30
24	3.4.6	仿真管理模型	30
24	3.5	仿真模型体系设计的一种新方法	30
24	3.5.1	仿真模型体系设计的指导原则	30
24	3.5.2	仿真模型体系设计的基本思路	31
24	3.6	武器装备数学模型规范	33
24	3.6.1	引言	33
24	3.6.2	武器装备数学模型分类及编码	33
24	3.6.3	模型文档	34
24	3.7	装备作战仿真模型库系统	36
24	3.7.1	引言	36
24	3.7.2	装备作战仿真建模规范化分析	36
24	3.7.3	装备作战仿真模型库及其管理系统	37
24	3.8	装备作战仿真模型的其他有关问题	39
24	3.8.1	装备作战仿真模型的组合与集成	39



01	3.8.2	装备作战仿真模型的 VV&A	40
01		参考文献	40
<b>01</b>		<b>第4章 装备作战仿真想定需求与开发</b>	<b>41</b>
01	4.1	引言	41
11	4.2	想定概述	41
11	4.2.1	概念	41
11	4.2.2	分类	42
11	4.3	想定开发的功能需求	42
11	4.3.1	想定的功能需求分析	42
11	4.3.2	想定的功能结构概念模型	43
11	4.4	想定的描述	45
11	4.4.1	军事想定的描述	45
11	4.4.2	仿真实想的描述	46
11	4.4.3	想定的表现形式	47
11	4.5	想定开发中常用的技术方法	48
11	4.5.1	想定生成技术	48
11	4.5.2	想定数据库	49
11	4.5.3	想定与仿真的接口技术	50
11		参考文献	52
<b>01</b>		<b>第5章 装备作战仿真输出数据仓库</b>	<b>53</b>
01	5.1	引言	53
01	5.2	装备作战仿真数据概述	53
01	5.2.1	数据分类	53
01	5.2.2	数据内容	53
01	5.2.3	数据获取	54
01	5.2.4	数据管理	55
01	5.3	数据仓库的体系结构	57
01	5.4	仿真结果数据仓库的设计	58
11	5.4.1	仿真结果数据仓库的设计步骤	58
11	5.4.2	SRDH 的粒度设计	59
11	5.4.3	元数据的设计	59
11	5.4.4	SRDH 的概念设计	61
11	5.4.5	SRDH 的逻辑设计	62
11	5.4.6	SRDH 的物理设计	63
11	5.5	装备作战仿真结果数据仓库的设计与实现	64
11	5.5.1	数据的需求分析	64
11	5.5.2	数据的记录策略	66
11	5.5.3	数据的预处理和载入	66
11	5.5.4	数据仓库的实现	68

80	参考文献	68
<b>第6章</b>	<b>装备综合集成研讨</b>	<b>70</b>
101	6.1 引言	70
101	6.2 综合集成的概念和内涵	70
101	6.3 综合集成方法的特点与应用	70
101	6.3.1 综合集成方法的特点	70
101	6.3.2 综合集成方法的应用	71
201	6.4 武器装备综合集成的基本概念与关键技术	72
301	6.4.1 武器装备综合集成的基本概念	72
201	6.4.2 武器装备综合集成的关键技术	72
301	6.5 武器装备综合集成建设的基本概念、方法与基本思路	73
301	6.5.1 武器装备综合集成建设的基本概念	73
301	6.5.2 武器装备综合集成建设的方法	73
301	6.5.3 武器装备综合集成建设的基本思路	73
301	6.6 综合集成研讨厅	74
011	6.6.1 综合集成研讨厅的基本概念	74
111	6.6.2 综合集成研讨厅与专家系统、决策支持系统的比较	76
311	6.6.3 综合集成研讨厅的实现	76
811	6.7 空间军事系统综合集成研讨厅	77
811	6.7.1 空间军事系统和空间军事系统研讨厅的基本概念	77
811	6.7.2 空间军事系统综合集成研讨厅体系的研究内容	78
811	6.7.3 空间军事系统综合集成研讨厅内容体系的层次结构	79
011	6.7.4 空间军事系统综合集成研讨厅的环境体系	81
031	参考文献	87
<b>第7章</b>	<b>装备效能仿真</b>	<b>88</b>
131	7.1 引言	88
131	7.2 装备效能评估的概念及运行流程	88
131	7.2.1 装备效能评估的概念	88
131	7.2.2 装备效能评估的运行流程	89
131	7.2.3 装备效能动态评估的框架	91
231	7.3 装备效能仿真系统设计的总体思路	91
231	7.3.1 装备效能仿真系统功能分析	91
231	7.3.2 装备效能仿真系统的总体结构	92
231	7.3.3 装备效能仿真系统的逻辑结构	93
231	7.3.4 装备效能仿真与评估的具体过程	93
331	7.4 装备效能评估指标体系构建	95
331	7.4.1 效能评估指标体系构建的基本原则	96
331	7.4.2 效能评估指标体系构建的方法	96
031	7.5 装备效能仿真评估系统	98

80	7.5.1	系统概述	98
05	7.5.2	系统建模	100
05		参考文献	102
<b>8</b>		<b>第8章 装备论证仿真</b>	<b>104</b>
05	8.1	引言	104
05	8.2	装备论证仿真相关概念	104
15	8.2.1	装备论证	104
55	8.2.2	装备论证仿真	105
55	8.3	装备论证对建模与仿真技术的需求	105
55	8.3.1	用于装备论证的建模仿真系统的特点	105
65	8.3.2	装备论证仿真面临的主要问题	106
65	8.3.3	装备论证仿真的主要任务	107
65	8.4	装备论证仿真系统示例	107
65	8.4.1	仿真系统的主要功能	107
45	8.4.2	仿真系统的软件体系结构	107
45	8.4.3	仿真系统模型组成关系及仿真思路	110
05	8.4.4	仿真系统仿真模型设计	111
05		参考文献	117
<b>9</b>		<b>第9章 装备训练仿真</b>	<b>118</b>
55	9.1	引言	118
85	9.2	装备训练仿真概述	118
05	9.2.1	基本概念	118
18	9.2.2	基本类型	119
58	9.2.3	基本要求	120
88	9.2.4	基本功用	121
88	9.3	装备训练仿真系统	122
88	9.3.1	基本要素	122
88	9.3.2	实现方法	123
08	9.3.3	主要形式	124
10	9.3.4	基本组成	124
10	9.4	装备训练仿真系统示例	125
10	9.4.1	系统组成	125
50	9.4.2	训练组织	125
60	9.4.3	记录回放	127
60	9.4.4	训练考评	128
60	9.4.5	语音指挥	128
00		参考文献	129
<b>10</b>		<b>第10章 装备毁伤仿真</b>	<b>130</b>
00	10.1	引言	130

10.2	装备毁伤仿真基础	130
10.2.1	有关概念	130
10.2.2	装备毁伤机理	130
10.2.3	装备毁伤模式	132
10.2.4	穿甲弹威力计算	134
10.2.5	破片杀伤场及杀伤锥角的确定	134
10.3	装备毁伤仿真的 Monte-Carlo 法	135
10.3.1	基于 Monte-Carlo 法的毁伤仿真原理	135
10.3.2	基于 Monte-Carlo 法的坦克毁伤仿真	138
10.4	装备毁伤仿真的实时查询法	148
10.4.1	基本思路	148
10.4.2	装备结构划分	149
10.4.3	装备易损性分析	150
10.4.4	人员易损性分析	151
10.4.5	毁伤的评定方法	151
10.5	装备毁伤仿真的经验规律法	153
10.5.1	战场装备毁伤仿真经验规律法模型结构	153
10.5.2	战场装备毁伤仿真经验规律法基础	154
10.6	分布交互仿真中的装备毁伤仿真方法	156
	参考文献	156
<b>第 11 章</b>	<b>战时装备保障仿真</b>	<b>157</b>
11.1	引言	157
11.2	战时装备保障系统	157
11.2.1	战时装备保障的主要任务	158
11.2.2	装备保障力量划分与区分	159
11.3	装备保障仿真模型体系结构	161
11.3.1	模型层次结构	161
11.3.2	战术级聚合仿真模型	162
11.3.3	战术装备保障聚合仿真模型	165
11.4	装备保障仿真模型	167
11.4.1	装备保障分队机动模型	167
11.4.2	修理分队配置模型	169
11.4.3	修理实施模型	170
11.4.4	保障任务产生模型	171
11.4.5	弹药保障过程模型	177
11.4.6	维修保障过程模型	179
11.5	战时装备保障仿真系统	182
11.5.1	系统概述	182
11.5.2	保障方案调整模块	184

130	11.5.3	保障需求生成模块	184
130	11.5.4	保障行动仿真模块	185
130	11.5.5	保障能力评估模块	192
132		参考文献	194
	<b>第12章</b>	<b>装备作战仿真应用</b>	<b>195</b>
131	12.1	引言	195
132	12.2	装备作战仿真用于装备论证	195
132	12.2.1	装备编配优化研究	195
138	12.2.2	装备作战效能评估	198
141	12.3	装备作战仿真用于装备训法研究	201
141	12.3.1	指标体系分析	202
141	12.3.2	作战方案评估	203
150	12.4	装备作战仿真用于成建制部队的作战效能评估	203
151	12.4.1	集团军装备作战仿真系统	203
151	12.4.2	作战效能评估指标	206
152	12.4.3	集团军编配方案	207
152	12.4.4	模拟对抗结果统计	207
154	12.4.5	模拟对抗结果分析	208
156		参考文献	209

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 装备作战仿真概述

### 1.1.1 装备作战仿真的基本概念

(1) 装备仿真。装备仿真是用模型对装备进行研究的过 程。一般用于装备本身的优化,相当于通常意义上的优化设计,该优化设计中只能考虑战技性能、生存能力等内部因素的影响,而没有考虑战场环境、作战运用等外部因素的影响,因而这种装备仿真是不够科学的。装备仿真目前主要有计算机仿真(数学仿真)、工程仿真器仿真、虚拟样机、虚拟制造等。

(2) 作战仿真(模拟)。作战仿真是人们用各种方法对实际作战环境、军事行动和作战过程的描述和模仿。传统的作战仿真(模拟)方法有兰彻斯特方程法、指数法和蒙特卡洛法。

兰彻斯特方程的主要特点是相当详细地考虑战斗过程的各种可量化因素,而又用较简单的确定性的解析方程描述所考虑因素对兵力损耗的客观约束关系。便于分析人员进行灵敏度分析,迅速给出改变兵力编成、装备特性等变量的结果,适用于大、中、小各种规模的作战仿真,特别是用于大规模战役仿真时,可以克服大规模战争仿真模型的困难。模型的缺点主要表现在所用数学结构的局限性(模型不能有效反映火力毁伤过程特性)和输入数据量的庞大上。另外,模型没有反映随机性因素的作用以及各种因素之间的相互影响,同时,指挥员的经验、军队的训练水平、士气、环境条件等因素也体现不明显。

指数法的优点:一是模型的数学结构简单,能用于大规模战役仿真,描述其基本作战单位(一般为师)的战斗,而不致使模型过分复杂。二是按交战双方兵力比确定损耗和战线推移的构模思想符合指挥员的思考习惯,易于被指挥员了解,能对训练水平、士兵的士气和指挥员的指挥能力进行量化。缺点:按历史经验由兵力比确定伤亡率的作法不能考虑未来战争中新式武器装备出现的影响,而按军事人员判断调整损耗水平的作法又易引入太多的主观随意性而降低模型的可信性。

蒙特卡洛法属随机试验法,它可以找出任何事件的概率及任何随机变量的平均值,且在试验次数足够多时可以获得很高的精度,因此可以用以研究那些难以进行试验的过程(如在相当大的距离上以任意方位角实施射击),能充分体现随机因素对作战过程的影响,不足之处是看不出各种因素对所得结果的影响。

(3) 装备作战仿真。装备作战仿真是军用仿真技术的一个新方向,是研究装备仿真的新手段。据查,最早的与装备作战仿真有关的概念出现在文献[1]中:“武器装备作战模拟是以兵器在作战环境下的效能评估为宗旨。它是将某种装备作为战场作战模拟动态过程的一个子系统来看待,与火力对抗、电子对抗、通信指挥以及系统的机动性、可靠性、



维修性等结合在一个系统内考察,科学地评估装备的总体效能。它是装备总体方案论证、性能指标优选和战术技术诸元确定的科学手段。”作者认为,“装备作战模拟”是基于传统的作战模拟技术进行与装备有关的研究。而“装备作战仿真”是基于现代作战仿真(作战模拟和分布交互仿真)技术,在虚拟的作战环境中进行的与装备有关的仿真研究,是装备作战模拟的发展,是现代仿真技术在装备工作(包括装备发展、装备保障、装备管理和装备训练)中的具体应用。该方法能将装备、作战环境和指战员有机地结合在一起,克服传统的作战模拟和装备仿真的不足,提高仿真结果的可信度。

### 1.1.2 装备作战仿真的要素和活动

装备作战仿真有装备作战系统、装备作战概念模型、装备作战仿真系统(包括硬件和软件)三个要素,联系这三个要素的是三个基本活动,即概念建模、仿真建模和仿真试验,这些活动是由人来完成的。可见,人是支配装备作战仿真的核心。装备作战仿真的要素和活动如图 1.1 所示。

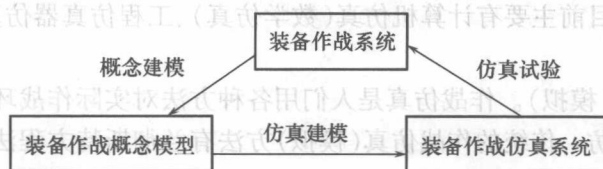


图 1.1 装备作战仿真三个要素及三个基本活动

装备作战仿真是一个集军事和技术于一体的复杂系统仿真。为了使不同的技术开发人员正确认识装备作战仿真系统,必须建立一致的军事概念模型,这正是概念建模的任务。仿真建模实际上包含系统仿真中的“系统建模”和“仿真建模”两部分工作,“系统建模”得到的是系统模型,而“仿真建模”针对不同形式的系统模型研究其求解算法,使其在计算机上得以实现。至于“仿真试验”这一活动,也往往只注重“仿真程序”的校核(Verification),如何将仿真试验的结果与实际系统的行为进行比较这一根本性的问题即验证(Validation)问题。

现代仿真技术的一个重要进展是将仿真活动扩展到上述三个方面,并将其统一到同一环境中。在仿真建模方面,除了传统的基于物理、化学、生物学、社会学等基本定律及系统辨识等方法外,现代仿真技术提出了用仿真方法确定实际系统的模型。例如,根据某一系统在试验中所获得的输入输出数据在计算机上进行仿真试验,确定模型的结构和参数。

在仿真建模方面,除了适应计算机软件、硬件环境的发展而不断研究和开发许多新算法和新软件外,现代仿真技术采用模型和试验分离技术,即模型的数据驱动(Data Driven)。任何一个仿真问题可分为两个部分,即模型与实验。在这一点上,现代仿真技术与传统的仿真定义是一致的。其区别在于:现代仿真技术将模型又分为参数模型和参数值两部分,参数值属于试验框架的内容。这样,模型参数与其对应的参数模型分开。仿真试验时,只需对参数模型赋予具体参数值,就形成了一个特定的模型,从而大大提高了仿真的灵活性和运行效率。

在仿真试验方面,现代仿真技术将试验框架与仿真运行控制区分开。一个实验框架定义一组条件,包括模型参数、输入变量、观测变量、初始条件、终止条件、输出说明。与传

统仿真区别在于:将输出函数的定义也与仿真模型分开。这样,当需要不同形式的输出时,不必重新修改仿真模型,甚至不必重新仿真运行。

### 1.1.3 装备作战仿真的基本特征

(1) 装备作战仿真系统是在虚拟的作战环境中进行装备工作研究的复杂军事仿真系统;

(2) 装备作战仿真系统是集人在回路仿真和硬件在回路仿真、数学仿真和物理仿真、连续系统仿真和离散事件系统仿真、实时仿真和非实时仿真于一体的综合仿真系统;

(3) 装备作战仿真根据需求的不同,对装备和人的建模要求也不一样。

### 1.1.4 装备作战仿真的分类与分层

#### 1. 装备作战仿真的分类

尽管装备作战仿真系统可以在上述仿真系统类型中找到对应位置,但为了研究方便,这里还是要对其进行重新分类。按照目前普遍接受的军事装备学的学科体系即应用领域,可将装备作战仿真分为装备发展仿真、装备保障仿真和装备管理仿真。鉴于装备管理仿真应用较少,而装备训练仿真应用很多,可以从装备保障仿真中独立出来,故本书将装备作战仿真分为装备发展仿真、装备训练仿真和装备保障仿真三个大类;按照侧重点可以将装备作战仿真划分为战略、战役、战术、技术四个层次,如表 1.1 所列。值得说明的是,表中装备发展的分层不一定很准确。

表 1.1 装备作战仿真的分层和分类

分类 分层	装备发展仿真	装备训练仿真	装备保障仿真
战略层	装备发展战略论证	战略装备指挥训练	战略装备保障
战役层	装备发展规划、计划论证	战役装备指挥训练	战役装备保障
战术层	装备型号论证	战术装备指挥训练	战术装备保障
技术层	技术改造方案论证	装备操纵技能训练	装备技术保障

(1) 装备发展仿真。以装备发展为目的的仿真称为装备发展仿真。装备发展仿真包括装备论证仿真、装备研制仿真、装备试验仿真、装备采购仿真等。装备论证仿真是装备发展仿真的主要内容。根据装备论证层次的分类,装备论证仿真可分为装备发展战略论证仿真、装备体制与系列论证仿真、装备发展规划与计划论证仿真、装备型号论证仿真、装备专题论证仿真等。装备论证中存在军事需求论证问题,因此,装备军事需求论证仿真就成为装备论证仿真中的重要内容。

(2) 装备训练仿真。以装备训练为目的的仿真称为装备训练仿真。根据装备训练的分类,装备训练仿真可分为装备操纵技能训练仿真(如驾驶训练仿真、射击训练仿真、通信训练仿真等)和装备指挥训练仿真。装备指挥是指装备指挥员及其指挥机关对所属部(分)队的装备保障行动所进行的组织领导活动<sup>[10]</sup>。装备指挥训练是为提高装备指挥员对所属部队装备保障活动的组织指挥能力而进行的训练。装备指挥训练可分为战略装备指挥训练、战役装备指挥训练和战术装备指挥训练。

(3) 装备保障仿真。以装备保障(指挥和行动)研究为目的的仿真称为装备保障仿真。根据装备保障的级别,装备保障仿真可分为战略装备保障仿真、战役装备保障仿真的和战术装备保障仿真。此外,还可以按军兵种进行装备保障仿真分类。

按照装备指挥训练的定义,战略、战役和战术层次的装备指挥训练仿真可以归入装备保障仿真之中,这就是表 1.1 中箭头的含义。

## 2. 装备作战仿真的分层

装备作战仿真的发展、训练和保障三个类型都可以分为战略、战役、战术、技术四个层次,每个层次仿真的侧重点各不相同。

(1) 战略层。战略层是装备作战仿真的最高层次,侧重于战略决策仿真,如战略装备保障仿真。战略装备保障是战略装备保障机构对军事装备保障工作全局的谋划决策、协调控制、监督管理、组织实施等活动的统称,主要包括装备的调配、维修、管理等各项保障及相应的装备保障指挥、防卫等。该层次仿真的重点是建立支持宏观决策的相关仿真与研讨环境,着重于对决策过程和决策行为综合后果的仿真。战略层次的问题涉及面广,属于复杂系统研究的范畴,因此更加强调人的作用,突出定性定量分析和人机结合。战略层装备作战仿真系统可以进行装备发展战略论证、战略装备指挥训练和战略装备保障研究。

(2) 战役层。主要用于仿真战役兵团的作战行动。战役层次的仿真一般包括联合战役、军种战役等不同类别,涉及诸军兵种武器装备,需要突出的是联合作战指挥与运筹、多武器系统综合运用。如战役装备保障仿真。战役装备保障是战役军团筹划和运用装备保障资源,保障战役需要所进行的一系列活动的统称。主要包括装备的调配供应、维修、管理等各项保障及相应的装备保障指挥、防卫等。该层次仿真的重点是多军兵种较大部队规模的作战行动描述、综合战损及消耗计算、装备保障、C<sup>3</sup>I 系统分析等。战役层仿真在装备作战仿真中具有重要的桥梁作用。以装备保障为例,军队装备保障系统区分为战略装备保障、战役装备保障和战术装备保障三个基本层次,战役装备保障处于中间层次。它在战略装备保障机构的支援和指导下组织实施战役装备保障,并支援和指导战术装备保障,在战略装备保障和战术装备保障之间起着承上启下的桥梁作用。战役层装备作战仿真系统可以用于进行武器装备体系对抗、武器装备的发展规划和计划论证、战役装备保障研究。

(3) 战术层。主要用于仿真战术兵团的作战行动,可以划分为分队战术和合同战术两个子层次,突出的是分队协同、合成与合同指挥以及武器系统的运用。如战术装备保障仿真。战术装备保障是师以下部队为保障战斗需要而组织实施装备物资供应和装备技术保障及其指挥的具体活动。该层次仿真的重点是作战行动描述、武器装备协同、战果及消耗计算、具体作战环境等,而且还需要与技术层次的武器装备实体仿真配合。战术层装备作战仿真系统可以用于进行单个或多个武器系统之间的对抗、武器装备的型号论证、战术装备保障研究。

(4) 技术层。技术层是装备作战仿真的最底层,突出的是“技术”和“技能”。特别是武器装备系统及平台关于技术、性能和使用方面的分析及仿真,所以一般又称为武器平台层。在该层次上,仿真的内容非常具体,如装备训练仿真。可以是某个装备的操作过程仿真。仿真的重点是对武器平台本身特性以及周围环境的刻画,包括物理特性、动力学特性、外观表现等,必要的时候还需要直接联入实物、半实物的武器装备系统进行仿真。技