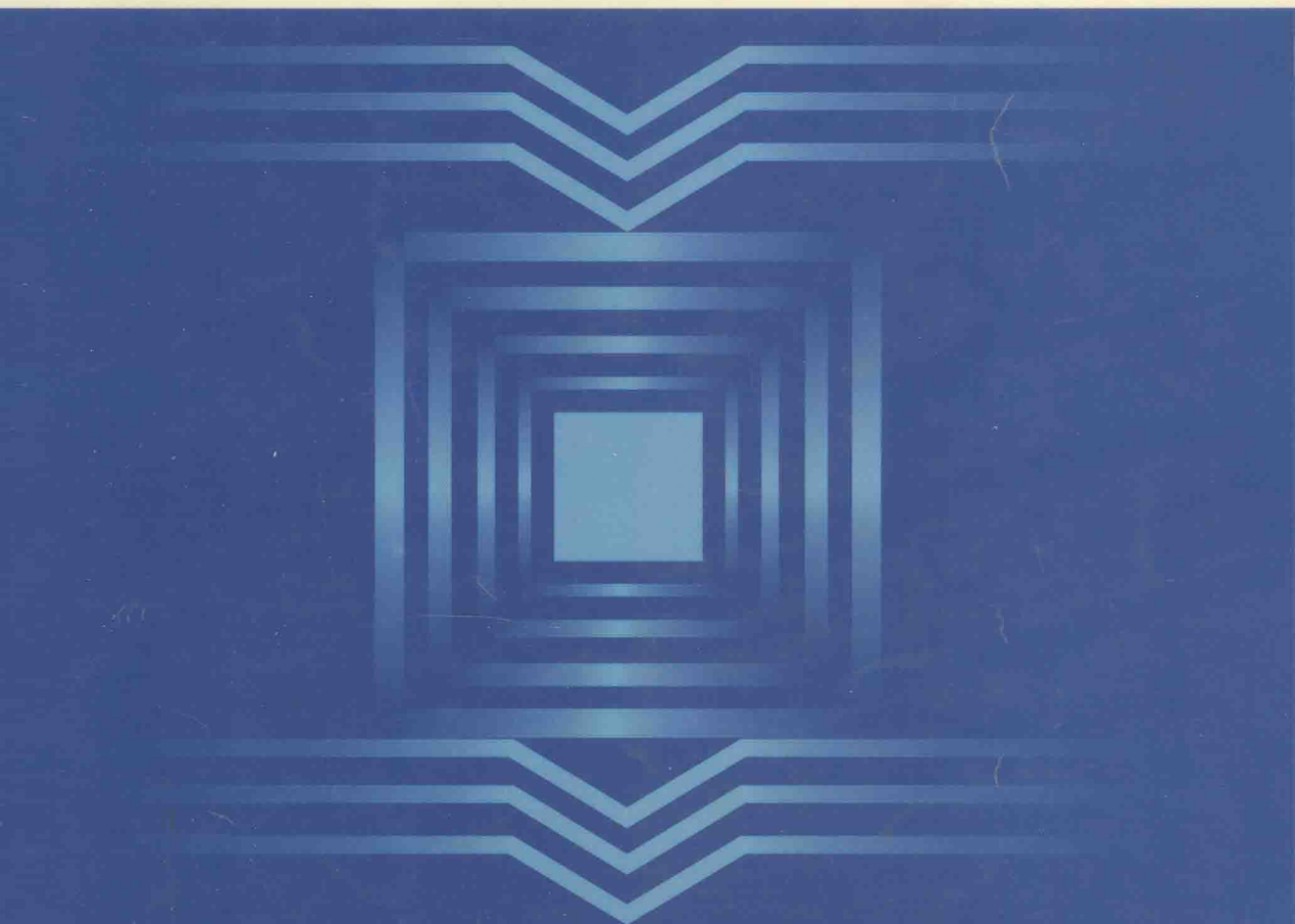


系统建模与仿真及其军事应用系列丛书

战场环境仿真

郭齐胜 董志明 编著



国防工业出版社

<http://www.ndip.cn>

系统建模与仿真及其军事应用系列丛书

战场环境仿真

郭齐胜 董志明 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是国内第一部系统介绍战场环境仿真技术的著作。

本书系统地介绍了战场环境仿真的基本概念、计算机图形学基础、分布式虚拟环境标准、战场环境数据库、地形(含动态地形)仿真、海浪仿真、基于粒子系统的特殊效果仿真、红外成像仿真、声音仿真、电磁仿真以及三维视景引擎与工具等内容。

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,也适合科研人员和工程技术人员作为技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

战场环境仿真 / 郭齐胜, 董志明编著. —北京:
国防工业出版社, 2005.4
ISBN 7-118-03811-3

I. 战... II. ①郭...②董... III. 军事-环境模拟
IV. E919

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 012746 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)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 17 $\frac{3}{4}$ 400 千字

2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月北京第 1 次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 28.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422

发行传真: (010) 68411535

发行邮购: (010) 68414474

发行业务: (010) 68472764

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。

该丛书分为由基础、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》、《C³I 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》等 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。目前地方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”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和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”人才工程专项经费的资助。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、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!

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3月

前 言

战场环境仿真技术是计算机作战模拟和分布交互仿真的关键技术和重要内容。目前国内外还没有系统介绍战场环境仿真技术的著作,本书是在作者多年科研和教学的基础上编写而成的,力图比较全面地介绍战场环境仿真的有关技术及其最新进展。

全书共 12 章:第一章 绪论,简要介绍战场环境的组成、战场环境仿真的概念、需求、内容、关键技术及其国内外发展概况;第二章 计算机图形学基础,简要介绍计算机图形学的概念、发展简史及主要研究内容,图形系统与图形设备,图形变换,基本图形算法和真实感图形技术;第三章 分布式虚拟环境标准,介绍 SIF 标准和 SEDRIS;第四章 战场环境数据库,介绍战场环境数据库发展的国内外动态,战场环境数据库的模型设计、编译器设计和 API 设计;第五章 三维地形仿真,介绍战场环境仿真对地形仿真的需求,作战模拟中的地形仿真方法,基于现有数据格式的三维地形生成,基于等高线地图的三维地形生成,三维地形的实时仿真技术和真实感地形仿真技术;第六章 动态地形仿真,介绍基于 Direct3D 的动态地形仿真方法,基于梯度场的实时动态地形仿真方法,动态地形的一致性问题;第七章 海浪视景的实时仿真,介绍基于海浪谱的海浪仿真的数学模型和仿真模型以及提高实时性的技术措施;第八章 基于粒子系统的特殊效果仿真,介绍粒子系统原理,战场环境仿真中的各种粒子系统模型(包括爆炸、烟雾、云雨、火焰、尾迹等),粒子系统的实现过程;第九章 红外成像仿真,介绍红外仿真的国内外现状,红外成像仿真的基础知识,红外成像仿真的简化方法,基于内热源的目标红外成像仿真技术,海洋作战环境动态红外成像仿真技术;第十章 声音的实时仿真,介绍数字声音处理的一般过程,实时仿真的实现和三维场景中的特殊声音仿真效果;第十一章 电磁环境仿真,介绍电磁环境仿真方法及现状,战场电磁环境分析与建模,电磁信号仿真和功能仿真方法;第十二章 三维视景引擎与工具,介绍 OpenGL, DirectX 和 OpenGVS 等三种常用的视景工具。

本书由郭齐胜设计框架结构,郭齐胜和董志明共同编写,装甲兵工程学院仿真教研室朱昊副主任提供了计算机图形学的部分电子教案,为本书第二章的编写提供了基本素材;编写过程中参考或直接引用了国内外有关文献;出版得到了总装备部“1153”人才工程培养对象学术专著经费的资助,在此一并表示感谢。

不妥之处在所难免,欢迎批评指正。

编著者

2004 年 11 月

目 录

第一章 绪论	1
1.1 战场环境概述	1
1.1.1 陆战场环境	1
1.1.2 海战场环境	1
1.1.3 空战场环境	2
1.1.4 太空战场环境	2
1.1.5 电子战环境	2
1.2 战场环境仿真	3
1.2.1 战场环境仿真的概念	3
1.2.2 战场环境仿真的需求	4
1.2.3 战场环境仿真的内容	6
1.2.4 战场环境仿真的重点	7
1.3 战场环境仿真概况	7
1.3.1 国外研究概况	7
1.3.2 国内研究概况	7
参考文献	8
第二章 计算机图形学基础	9
2.1 引言	9
2.1.1 计算机图形学的概念	9
2.1.2 计算机图形学的研究内容	10
2.2 图形系统与图形设备	11
2.2.1 图形系统	11
2.2.2 图形设备	12
2.3 图形变换	15
2.3.1 三维图形的显示流程	15
2.3.2 图形的几何变换	16
2.3.3 形体的投影变换	21
2.3.4 裁剪	24
2.3.5 窗口到视口的变换	24
2.4 基本图形算法	25
2.4.1 扫描转换	25
2.4.2 区域填充	25

2.4.3	消隐	25
2.4.4	图形反混淆	38
2.5	真实感图形	38
2.5.1	引言	38
2.5.2	明暗效应	38
2.5.3	颜色模型	44
2.5.4	纹理	45
2.5.5	光线跟踪	47
2.5.6	辐射度	49
2.5.7	阴影生成技术	50
	参考文献	50
第三章	分布式仿真环境标准	51
3.1	引言	51
3.2	SIF 标准	51
3.2.1	SIF/HDI	51
3.2.2	SIF/DP	51
3.2.3	GTDB	52
3.2.4	SIF 环境模型的组成	52
3.3	SEDRIS	52
3.3.1	SEDRIS 简介	52
3.3.2	SEDRIS 数据模型	56
3.3.3	SEDRIS API	58
3.3.4	SEDRIS 软件	58
3.4	小结	59
	参考文献	59
第四章	战场环境数据库	60
4.1	引言	60
4.2	战场环境数据库研究现状	61
4.2.1	国外研究现状	61
4.2.2	国内研究现状	66
4.3	战场环境数据库模型设计	66
4.3.1	战场环境数据库与传统数据库的区别	66
4.3.2	战场环境数据分类	67
4.3.3	战场环境数据库结构模型设计	68
4.4	战场环境数据库编译器设计	70
4.4.1	战场环境数据库编译器需求分析	70
4.4.2	战场环境数据库编译器软件体系结构设计	71
4.4.3	战场环境数据库编译器软件功能设计	72
4.4.4	战场环境数据库编译器实现技术	77

4.5 战场环境数据库 API 设计	80
4.5.1 API 实现机制	80
4.5.2 API 体系结构	81
4.6 战场环境数据库展望	82
参考文献	82
第五章 三维地形仿真	84
5.1 引言	84
5.2 战场环境仿真对地形模型的需求分析	84
5.2.1 对地形模型表现内容的需求	85
5.2.2 对地形模型分辨力的需求	86
5.2.3 对模型建立的快速性需求	86
5.2.4 对动态地形的需求	87
5.3 作战模拟中的地形仿真	88
5.3.1 地形描述参数	88
5.3.2 地形仿真方法	89
5.3.3 地形仿真方法的使用分析	98
5.4 基于现有地形数据模型的三维地形生成技术	99
5.4.1 DEM 简介	99
5.4.2 DEM 表面建模方法	99
5.4.3 DEM 表面网格生成	101
5.4.4 DEM 的数据组织	107
5.5 基于等高线地图的三维地形生成技术	109
5.5.1 引言	109
5.5.2 问题的分析与基本处理流程	109
5.5.3 鼠标跟踪二维矢量化	110
5.5.4 三维矢量化	111
5.6 三维地形的实时仿真技术	117
5.6.1 基于图像的绘制技术	118
5.6.2 基于三维模型几何简化的绘制技术	119
5.6.3 其他技术	120
5.7 三维地形的真实性	122
5.7.1 纹理映射方法	123
5.7.2 地物叠加方法	124
参考文献	124
第六章 动态地形仿真	126
6.1 引言	126
6.2 基于 Direct3D 的动态地形仿真方法	127
6.2.1 引言	127
6.2.2 地形数据库在内存中的存储结构分析	128

6.2.3	地形的管理及对地形内存的访问方法	129
6.2.4	动态地形的一个应用——弹坑	134
6.3	基于梯度场的实时动态地形生成方法	137
6.3.1	与梯度场相关的分辨力动态扩展	138
6.3.2	栅格的细化及过渡区的生成	139
6.4	动态地形环境的一致性	141
6.4.1	地形环境的表示	142
6.4.2	环境改变信息	142
6.4.3	动态地形环境体系结构	143
	参考文献	144
第七章	海浪视景的实时仿真	145
7.1	引言	145
7.2	海浪的数学模型	145
7.2.1	不规则海浪的数学描述	146
7.2.2	波能谱理论	147
7.2.3	波能谱的表达式	148
7.3	海浪的仿真模型	150
7.3.1	波幅	150
7.3.2	波数	151
7.3.3	方向角	151
7.3.4	代表频率	151
7.3.5	随机相位	152
7.3.6	单元规则波的个数 n	152
7.3.7	波能谱能量分布图上频率 ω 划分个数 M	152
7.4	提高实时性的措施	152
7.4.1	网格生成技术	152
7.4.2	视点相关技术	153
7.4.3	纹理映射技术	153
7.5	应用实例	153
	参考文献	154
第八章	基于粒子系统的特殊效果仿真	156
8.1	引言	156
8.2	粒子系统原理	156
8.2.1	粒子系统的基本思想	156
8.2.2	粒子系统的特点	157
8.2.3	粒子系统实现步骤	157
8.2.4	粒子系统的数学描述	157
8.3	战场环境中各种特效的粒子系统模型	159
8.3.1	爆炸效果的粒子模型	159

8.3.2	火焰效果的粒子模型	160
8.3.3	云彩效果的粒子模型	160
8.3.4	烟雾效果的粒子模型	161
8.3.5	尾迹效果的粒子模型	163
8.3.6	雨雪效果的粒子模型	164
8.4	实现过程分析	166
8.4.1	实现方法	166
8.4.2	实时性问题	166
8.4.3	三角函数列表	167
	参考文献	167
第九章 红外成像仿真		168
9.1	绪论	168
9.1.1	红外成像仿真概述	168
9.1.2	目标红外成像仿真的研究内容	170
9.1.3	国内外研究现状分析	171
9.2	红外成像仿真基础知识	174
9.2.1	热辐射	174
9.2.2	红外辐射	174
9.2.3	红外辐射的基本规律	175
9.2.4	发射率和实际辐射	177
9.3	红外成像的简化仿真方法	177
9.3.1	仿真原理	177
9.3.2	辐射度的计算	179
9.3.3	红外仿真的过程	180
9.3.4	红外图像的仿真软件 SensorVision	181
9.4	基于内热源的目标红外成像仿真	182
9.4.1	目标热平衡方程	182
9.4.2	环境温度和环境辐射	183
9.4.3	内热源导热模型	183
9.4.4	表面热扩散	185
9.4.5	红外图形的生成	186
9.4.6	算法设计	186
9.4.7	仿真结果	190
9.5	海洋作战环境动态红外图像的计算机仿真	191
9.5.1	引言	191
9.5.2	数学建模	192
9.5.3	红外辐射的计算	193
9.5.4	量化	196
9.5.5	动态图像生成	196

参考文献	197
第十章 声音的实时仿真	199
10.1 引言	199
10.2 数字声音处理的一般过程	199
10.2.1 数字声音的获取	199
10.2.2 数字声音的质量	200
10.2.3 数字声音的重放	200
10.3 实时仿真的实现	200
10.3.1 缓冲区的设置	201
10.3.2 使用 DirectSound 回放	201
10.3.3 使用缓冲区对象	202
10.4 三维情景中的特殊仿真效果	202
10.4.1 虚拟战场声源的放置	202
10.4.2 速度与多普勒频移	203
10.4.3 距离因子	203
10.4.4 改变扬声器配置	203
参考文献	204
第十一章 电磁环境仿真	205
11.1 引言	205
11.1.1 电磁环境	205
11.1.2 电磁环境仿真方法	206
11.1.3 电磁环境仿真现状	206
11.2 战场电磁环境分析与建模	207
11.2.1 战场电磁环境分析	207
11.2.2 战场电磁环境建模	208
11.3 信号仿真	211
11.3.1 信号仿真方法	211
11.3.2 FDTD 算法	212
11.4 功能仿真	213
11.4.1 雷达电磁环境模型描述	213
11.4.2 雷达发射信号模型	218
11.5 仿真软件开发	219
11.5.1 软件模块结构图	219
11.5.2 模块功能说明	220
参考文献	222
第十二章 三维视景引擎与工具	223
12.1 引言	223
12.2 OpenGL 简介	224
12.2.1 OpenGL 基础	224

12.2.2	基本 OpenGL 操作	225
12.2.3	OpenGL 处理流程	226
12.2.4	其他 OpenGL 命令	233
12.2.5	实例	235
12.3	DirectX 简介	239
12.3.1	DirectX 的特点	239
12.3.2	DirectX 的结构	240
12.3.3	DirectX Graphics	241
12.4	OpenGVS	250
12.4.1	引言	250
12.4.2	OpenGVS 的特点与结构	251
12.4.3	OpenGVS 函数的分类	252
12.4.4	地形模型的运用	255
12.4.5	OpenGVS 的安装与设置	257
12.4.6	OpenGVS 的应用与程序框架实例	257
	参考文献	269

第一章 绪 论

1.1 战场环境概述

现代战场是由陆、海、空、太空四维空间共融一体的作战环境。根据作战活动分布的范围及其主要兵器运用的环境,分为陆战场环境、海战场环境、空战场环境和太空战场环境。本章阐述各维战场环境的构成,目的是明确战场环境数字化研究的客观实体和作战指挥中关注的主要环境要素,为进一步探讨战场环境仿真的方法、途径奠定基础。

1.1.1 陆战场环境

陆战场环境主要由自然环境、人文环境、经济和交通、通信条件及城市构成。自然环境是由自然要素在空间有机组合形成的景观,对军事活动有深刻影响。根据其对战行动的影响、制约,这里主要关注地貌、水文和气候要素。从军事的角度划分陆上地貌主要有山地、丘陵、平原和荒漠。陆战场水文主要是指江河水文,包括作战区江河的流向、流长,河面宽度、水深、流速、水质、岸滩性质、渡口、桥梁、河床底质及各种变化参数等。气象是表示天气状态的物理量和物理现象。对作战造成重大影响的主要有气温、云雾、降水和风。人文环境是指以人为主体的社会文化环境。包括人口构成、政治组织、民族宗教及社会发展状况。战场经济条件主要指可供作战利用的自然资源、工农业生产能力和各种物资储备等。交通运输能力由包括交通运输工具、线路、各种设施(如车站、港口、码头、机场等)以及由此构成的交通运输网等要素决定。战场通信主要包括:各种通信枢纽、通信台站、主要通信设备布局、数量和质量状况;有线电和无线电通信网的安全保障性能及在战时的生存能力和恢复能力;能生产通信器材的工厂及其生产能力等。通信仅靠作战军团自身的装备是不够的,应充分利用战场既设的各种通信设施。这不仅可以增加通信渠道和手段,而且具有隐蔽、稳定等特点。城市是非农业人口高度集中的居民地。它与乡村居民地的本质区别在于它是社会生活的中心。现代城市不仅是经济、科技高度发达的地区,也是军事活动的特殊战场。

1.1.2 海战场环境

海战场环境依据其特点包括自然环境和与之相关的非自然环境。随着海洋地位的日趋突出,海战场在未来战争中的地位愈加重要。在地理学中,海洋自然环境的划分有多种,根据战役作战的特点,研究海战场环境的主要内容包括海洋构成、海洋水文和海洋气象三部分。根据作战规律和军事上趋利避害的利用原则,研究海洋构成有要素构成和区域构成之分。海洋要素指海岸、岛礁、海峡、海洋水体及海底地貌。从作战的角度考虑,区域构成分为开阔海区、岛礁区、濒陆海区和海峡。不同区域海洋要素种类和特点不同,它

们决定着作战的样式、特点和关注的主要问题也不同。海洋水文是指表示和反映海水的深度、温度、盐度、水色、透明度和海流、海浪、潮汐、海冰等状况的物理量和现象。与作战关系较大的,一是海水深度,二是潮汐,三是海流和海浪,四是海水透明度。海洋气象与季节紧密相关,影响作战行动的主要有海雾、风和降雨。海战场非自然环境主要有人文环境、经济、交通运输、海洋法规等。海洋人文环境是指海洋沿岸及岛上社会文化环境。也包括人口构成、政治组织、民族宗教及文化、社会发展等。海洋经济条件除了沿岸及岛屿与陆战场相同外,特殊的问题是可资利用的海洋资源。海上交通重点关注交通线的分布、重要港口、航道等。海战场环境研究必须注重海洋法和海战法规,以便在军事斗争中能够有理、有利、有节,举措自如地利用空间环境。

1.1.3 空战场环境

空战场环境通常泛指地球大气层空间环境。依据空中各种自然要素对飞行器的影响,主要研究从地表到空中高约数十千米的空间范围。空战场要素包括地球大气圈中的对流层和平流层,重点是对流层。

1.1.4 太空战场环境

太空是指地球稠密大气层以外的宇宙空间,又称外层空间或空间。1981年,国际宇航联合会第32届大会上,太空被称为与陆地、海洋和大气层并列的第四环境。由此人们在陆、海、空三维战场的基础上,把太空并列为第四维战场环境。根据航天器的运行高度,把太空战场的下限定为距地球表面100km~120km。由于地球大气层在100km~120km以下密度较大,飞行中航天器与空气磨擦将会因高温而被烧毁,即使不烧毁,也会因空气阻力作用而使航天器速度下降而掉回地面。因此,人们在100km~120km以上的空间布设各种航天系统。关于太空的上限没有明确界定。从目前看,作为战争活动的场所,太空战场主要是指围绕地球运行的各种空间飞行器的飞行区域,发达国家把未来太空战场范围高度确定在13万km以内。太空战场环境对各种飞行器的影响主要有以下因素。地球引力虽然随着高度的增加而逐渐降低,但其降低的幅度很小,160km的高度才降低1%,在2700km的高度仅降低1/2。太空温度的变化极大,对各种航天兵器及装备都会造成影响。由于空气稀薄,尘埃微粒极少,太阳辐射强烈,背阳面与朝阳面温差极大,使得飞行器向阳面温度高达200℃,背阳面低于-100℃。制造航天飞行材料不仅要耐高温,而且要抗低温,同时还要符合重量轻等多项特殊指标。太空飞行必须克服真空所带来的不利。人员生存、仪器仪表在真空条件下正常工作都必须有特殊措施保障。在太空,还必须解决有害辐射、陨石等对飞行器及人员所带来的种种危害。

1.1.5 电子战环境

电磁环境和信息环境是电子战环境的主要组成部分,是与各维战场空间密切联系的人工环境。

电磁环境主要是指由发射电磁能的源和相关设施,以及使用电磁频谱形成的战场条件。是电子作战考虑的重要因素,它与自然界客观存在的电磁现象有所区别。电磁源包括军用和民用的雷达探测、通信和电磁干扰设施。相关设施包括卫星测控基地和卫星信

息地面接收站。电磁源及相关设施可以分布于各维战场空间,但以陆地分布为主,它们是未来作战双方打击和防护的最重要目标。从战场的角度分析电磁环境首先要了解电磁源的分布,除要及时准确地掌握敌方电子作战部队的分布和使用电磁频谱的情况外,还要分析警、民用通信设施、雷达探测系统的分布位置和性能特点,以及这些设施分布地域的地形和人口等情况。结合电子作战,分析水体、地面起伏和植被对电磁波传播的影响和利用地形等条件进行伪装防护的可能性。电磁环境既是战场中客观存在的环境,也是作战中由人操纵改变的环境,具有变化迅速,情况复杂的特点。对电磁环境的研究不仅仅限于战场的角度,它还涉及多方面更宽泛的内容。

信息环境是由国家、军用信息设施及民众中使用信息设施和掌握信息技术的人员所构成的对信息作战有影响的客观现实。国家信息设施包括经济、政府管理活动中的各种获取、处理、传输、传播信息的系统,例如,金融信息网络、新闻媒体等。军用信息设施在第一章中已述及。在信息环境中,掌握信息技术和生产传播信息的人是主体,他们是信息环境中最值得关注的对象。在信息作战中,这部分人中存在破坏、攻击信息系统的黑客,也有利用新闻媒体进行心理战的记者,他们的行为具有隐蔽性和不确定性。

电磁环境和信息环境成为现代战场环境的组成部分已经是事实,但是其构成要素的逻辑划分和对未来作战的影响及特点,乃至如何利用信息环境等还有待于进一步深入研究。

1.2 战场环境仿真

1.2.1 战场环境仿真的概念

战场环境仿真是指运用计算机仿真、可视化计算、多媒体、图形图像技术,在卫星侦察、航空侦察、地面侦察等多种手段获得的战场信息的基础上,通过计算机进行信息综合处理,实现战场环境的逼真呈现,并为作战模拟、分布交互仿真等提供虚拟的战场环境。战场环境仿真系统就是以战场环境仿真为核心,为作战仿真系统提供环境支撑的应用系统^[3,4]。

战场环境是由大量具有几何形状和空间位置的个体组成,如道路、河流、作战单位、军事据点、人工障碍等,一般称这些个体为实体。通常战场环境仿真系统采用数据库形式来管理环境中各实体的数据(主要是地物数据),该数据库一般称为地理空间数据库或环境数据库。为了实现战场环境信息的可视化,战场环境仿真系统在程序中针对各实体的数据特点进行相应的三维图形绘制,以及烟雾、火、光等一些特殊效果的处理,实体数据与可视化方法之间的对应关系使得系统需要对两者进行协调管理。

战场环境仿真的最终目的要求达到“身临其境”,所以对虚拟环境的逼真度要求以及对实现技术的研究将是无止境的。可以预见,随着计算机科学的发展,低造价高性能的虚拟环境开发工具和生成设备将得到很好的发展。美国国防部多个作战仿真实验室的建成并得到良好的使用已初步证明了这一点。

1.2.2 战场环境仿真的需求

1. 指挥活动对战场环境的需求

(1) 组织指挥对环境信息的需求

作战指挥通常划分为决策计划和战场指挥两个阶段。而分析研究战场环境的大量工作是在决策计划阶段进行的。

指挥员及其机关在筹划决策阶段必须把战场环境分析透彻,进行全面的利弊分析,充分利用战场的客观条件,趋利避害。在进行具体筹划决策时,不同内容又有不同需求。作战筹划的主要内容有:确定作战目的、制定作战方针、选定作战方向、选择作战目标,选定作战地区、确定作战时间、研究战法、划分作战阶段、谋划力量使用和组织协调配合等 10 项。其中任何一项的谋划,都离不开对战场环境信息的需求。

定下决心是指挥员对作战目的及行动通过思维判断所做出的基本决定。通常是在运筹谋划的基础上最后定下针对某一作战目标在某一作战方向或地区进行作战的具体决心。内容主要包括作战企图、主要进攻(或防御)方向、力量布势等。其对战场环境信息的需求较之筹划阶段更为具体。

指挥员定下决心后,指挥机关应依据决心尽快制定作战计划。包括作战行动计划、作战保障计划、后勤保障计划和政治工作计划等。上述计划是部队实施作战和保障的基本依据。其中最主要的是作战行动计划。作战行动计划通常由参谋长组织诸军兵种有关人员制定。其主要内容有:敌情判断结论,作战企图,各军种部队的编成、部署及任务,作战阶段划分,各阶段情况预想及各军兵种部队行动方案,指挥组织,协同事项,战役发起和结束及完成准备的时限等。作战保障计划又可区分为:侦察情报保障计划、通信保障计划、核生化防护保障计划、工程伪装保障计划、交通保障计划、气象水文保障计划、测绘保障计划和战场管制计划等。

指挥员筹划作战和定下决心,需要不同比例尺的地图从宏观和微观两个方面研究战场空间,同时需要地图上无法显示的大量兵要资料和有关专题资料,以研究战场区域内及相关地区的自然环境和人文环境。传统的战场研究,除了以地图、文字资料等方式提供信息外,指挥员需要进行战场现地堪察,确实弄清弄准战场环境情况,以使自己的决心建立在可靠的客观基础之上。对于指挥机关来说,既要像指挥员那样从总体把握战场态势和特点,又要从细节上掌握战场环境情况,以便更准确地提供决心建议,落实首长决心和做出明细准确的计划,所以参谋人员对战场环境信息的需求更高、更具体。

(2) 战场指挥阶段对环境信息的需求

战场指挥,是指挥员及其机关对部队行动所进行的指挥施控活动。该阶段包括战役、战斗实施的全过程。指挥员和指挥机关的工作各有重点,对环境信息的需求有所不同。

指挥员的主要职能是:不间断地组织情报侦察,密切注视作战进程;组织协同动作和各种保障;不断研究分析部署提供的新情况及各种反馈信息;听取指挥机关的报告和建议,及时定下新的决心;给所属部队提供新情报及下达命令;进一步明确任务,使部队保持不间断的协同动作;牢牢把握作战重心,推动战局向有利的方向发展;及时实施作战阶段