

作战计划 系统技术

刘忠 张维明 阳东升 黄金才 著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

作战计划系统技术

刘 忠 张维明 阳东升 黄金才 著



国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

作战计划系统技术 / 刘忠等著. —北京: 国防工业出版社, 2007. 11

ISBN 978 - 7 - 118 - 05433 - 0

I. 作… II. 刘… III. 作战计划 - 研究 IV. E83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 168093 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 850 × 1168 1/32 印张 6½ 字数 130 千字

2007 年 11 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—1500 册 定价 20.00 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

前 言

作战计划系统是在作战的初始和进行阶段进行作战计划筹划,实现作战计划生成和评估的支持工具。在信息化战争条件下,指挥信息系统和信息化武器装备呈现出网络化的特点,出现了网络中心战等新的作战概念,在计划的灵活性、实时性、鲁棒性等方面提出了更高的要求。这些特点首先需要对以网络为中心的作战计划系统的体系结构和计划表示方法进行新的研究;再者,必须对计划生成的两个重要的方面,即作战过程设计和作战组织设计的方法在网络化环境下和信息对抗条件下进行新的探索;同时,对计划的验证和评估也必须根据新型指挥信息系统和信息化武器装备的分布性和网络化特点进行新的规划。

本书对以网络为中心的作战计划系统技术的一些关键问题和核心技术进行了研究,在分析和建立以网络为中心的作战计划系统体系结构的基础上,主要探索解决计划的表示问题、计划的生成与评估问题,在具体内容上着重阐述了作战行动序列的表示与生成、作战过程设计、作战兵力编成与力量配置以及面向作战计划的推演仿真问题。

在章节的组织上,第1章在阐述了作战系统的发现现

状与趋势的基础上,提出了以网络为中心的计划生成与评估系统框架。第2章根据网络化作战特点,提出了一种新的作战计划描述的框架。这种框架包括五层作战计划表示框架和后期绑定机制;对使命环境的快速应急的组织规则描述与建模框架;增强协同交互能力和重构能力的信息路由的建模框架。第3章应用 SysML(系统建模语言),建立了作战行动序列的模型,提出了作战行动序列建模与基于效果的和具有适应性的作战行动规划方法。第4章分析了以网络为中心的兵力组织结构设计方法,建立了以网络为中心的兵力组织结构设计框架与流程,提出了详细设计方法与算法,并以典型战役为案例设计了一次完整的兵力编成结构,包括作战平台资源的调度、作战单元间的协作以及作战单元间的指挥控制关系设置。第5章探索了网络化作战组织的探索性建模与优化方法,通过对组织及其组织要素的建模分析,提出了建立并优化动态适应使命与环境变化的组织模型。通过对组织及其组织要素的多种组织属性,多类角色和多个维度的相互关系以及相伴的信息流、控制流的组织网络建模分析,提出了优化组织及其组织要素之间的关于多种组织属性的重叠网络模型(Overlay Network)。第6章分析了面向作战计划推演的仿真模型体系,提出了以网络为中心的作战计划的模型体系框架,在资源模型的基础上,针对作战计划的两个重点,即作战过程和作战编成,定义了作战过程模型和兵力聚合模型,以描述战场环境中各种作战资源以及资源之间的随着时间演变的交互协同关系,提出了仿真模型体系向仿真的

标准——高层系统结构(HLA)的映射方法。

本书的写作得到了国家自然科学基金和国家新世纪优秀人才支持计划的支持。特别是国家自然科学基金仅在2002年后,就对本团队的相关研究给予了五个项目支持,在此深表谢意。王勇、钱猛、强军、罗旭辉等同志参与了部分章节的编写。感谢沙基昌教授、姚莉教授、邓苏教授、罗雪山教授、包卫东副教授、陈卫东副教授、胡剑文博士、朱承博士、乔士东博士、修保新博士在相关问题上的研讨。感谢其他本团队所有已毕业和未毕业的博士生和硕士生,特别是魏永森、蔡益朝、肖雪松、刘宏芳、彭小宏、鲁音隆、寇力、母晓峰和王德鑫等,他们的工作丰富了本书的内容。

作战计划系统是指挥信息系统的核心,而以网络为中心的作战计划系统是一个非常复杂、多学科复合交叉的研究领域。在本书中,所阐述的内容仅仅是以网络为中心的作战计划系统技术的一些重要方面,并不全面。同时,由于其具有的探索性,本书中可能还存在某些错误或问题,敬请读者不吝批评指正,以利于我们的继续研究。

作 者

2007 年 10 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 作战系统的发展现状	1
1.2 作战计划系统的发展趋势	7
1.3 以网络为中心的计划生成与评估系统 框架	11
第 2 章 网络化作战的计划表示	19
2.1 总体框架	21
2.2 作战资源层	23
2.3 信息路由层	24
2.3.1 消息	25
2.3.2 端口	25
2.3.3 信息路由	26
2.3.4 数据交换定义	27
2.3.5 路由通信关系	28
2.4 行动过程层	29
2.4.1 行动过程序列	29
2.4.2 执行关系	30

2.4.3	虚拟执行	32
2.4.4	活动	32
2.4.5	行动	33
2.5	作战组织层	35
2.6	作战规则层	37
2.6.1	意图和限制	37
2.6.2	作战规则	37
第3章	作战行动序列建模与过程规划方法	41
3.1	基于 SysML 的作战行动序列建模方法	41
3.1.1	SysML	43
3.1.2	作战行动过程的抽象模型	45
3.1.3	基于 SysML 的作战行动序列建 模方法	48
3.1.4	案例分析	51
3.2	基于效果的作战行动规划	55
3.2.1	基于效果的行动规划方法	56
3.2.2	基于行动—事件—效果的动态 贝叶斯网络模型	58
3.3	联合作战计划动态自适应规划技术	60
3.3.1	计划的静态描述	61
3.3.2	计划与使命环境匹配的量度	63
3.3.3	不同结构之间进行转化的代价 量度	65

第4章 以网络为中心的兵力组织结构	设计	67
4.1	兵力组织结构的描述与设计流程	68
4.1.1	基本概念	68
4.1.2	兵力组织结构关系的分层描述	70
4.1.3	兵力组织结构设计流程及问题的描述	71
4.2	结构设计(I): 任务计划——任务—平台关系设计	78
4.2.1	案例: 多军兵种联合作战任务计划	80
4.2.2	战役计划的数学描述	84
4.2.3	战役计划的求解	89
4.2.4	MDLS 算法分析	91
4.2.5	多优先级列表动态规划算法	96
4.2.6	MDLS 与 MPLDS 计算结果与性能的比较分析	105
4.3	结构设计(II): 组织协作网——平台—决策实体关系设计	110
4.3.1	组织协作的基本概念和定义	111
4.3.2	问题的描述	113
4.3.3	问题的求解算法	117
4.3.4	结果分析与比较	119
4.4	结构设计(III): 组织决策树——决策实体关系设计	122
4.4.1	问题的描述	123

4.4.2	决策树生成算法	129
4.4.3	兵力组织决策树	131
4.5	本章小结	134
 第5章 网络化作战组织的探索性建模与优化		
	方法	136
5.1	网络化作战组织的探索性建模与优化	
	方法的计算框架	138
5.2	信息化战场网络化作战组织的组成机理 ..	141
5.3	信息化战场中作战组织的网络模型	144
5.4	作战组织演化的探索性分析	145
5.5	网络作战组织的评估模型	149
 第6章 面向作战计划推演的仿真模型体系研究		
6.1	面向作战计划推演的仿真模型	154
6.1.1	模型体系的总体框架	154
6.1.2	资源模型	155
6.1.3	通信模型	159
6.1.4	交战模型	161
6.1.5	感知模型	162
6.1.6	兵力聚合模型	163
6.1.7	环境模型	164
6.1.8	作战过程模型	165
6.2	模型体系到 HLA 仿真的映射	166
6.2.1	HLA 对象模型模板	168

6.2.2 仿真模型体系和 HLA 对象模型 的映射	170
6.3 联合作战计划推理分析与推演技术	176
作者近期发表的相关论文	184
参考文献	189

第 1 章 绪 论

1.1 作战系统的发展现状

美国是较早研究和开发多兵种联合作战任务计划系统的军队之一。1991 年兰德公司的报告认为现代多兵种联合作战呈现为动态变化和不可预见的新形式,战场指挥的正确、及时和稳定面临着战场高度不确定的严峻挑战,由此指出,将最优的任务计划方法应用于联合作战任务计划系统是未来制定联合战役任务计划的重要手段。为此,美军开发了一系列的不同层次和不同类型的作战计划系统,大大提高了作战指挥决策的速度和质量,其经验和作法很值得借鉴。美军的联合作战计划制定主要分为三大类:周密规划(Deliberate Planning)、紧急行动计划(Crisis Action Planning)和战役计划(Campaign Planning,战时精密计划)。

1. 美军的联合作战计划系统

美军目前已经开发了多个联合作战计划系统,下面介绍几个有代表性的系统。

(1) 作战计划与执行系统(JOPES)是一个制定联合作

战计划和实施联合作战的一体化指挥控制系统,它将各种军语和作战程序融为一体,为各军种的演习、作战提供一个标准化的联合计划系统,用于监督、计划以及实施与联合作战有关的动员、部署、兵力使用和后勤保障等行动,以满足国家和战区指挥员在联合作战中对信息的需求。JOPES 包含如下的工具:需求拟订和分析、调度和调动、后勤保障分析和可行性评估、联合运输流动和分析系统、联合工程计划和实施系统、医疗计划和实施系统以及非部队人员生成程序等。

(2) 联合任务规划系统(JMPS)将海军任务规划系统(NMPS)、空军任务支持系统(AFMSS)和特种部队行动计划和预演系统(SOFPARS)一起移植到统一的软件平台,目的是为三军联合作战提供任务规划系统。系统主要用来制定威胁分析、路径规划、攻击协调等任务计划。

(3) ESAR II/EB 系统由美国空军实验室和乔治梅森大学等联合开发。系统设计用于支持对敌方行动和己方反应的分析以评估行动过程(Courses of Actions, COA)的选择。系统以定量分析方法关联行动与效果,以支持建立对 COA 的产生和选择实施分析和权衡的模型。系统的开发采用了贝叶斯网和 Petri 网技术。系统功能为在战略和战役层次上对 COA 的产生与评估采用基于效果的作战思维。该系统在海军联合 2000、2001,联合作战部队指挥(JFCOM)J-9 联合实验中得到了应用。

(4) 建模评估系统(JMASS)是在美国空军电子战数字评估系统基础上发展起来的,由于其良好的体系结构和

一系列的标准,后来发展到各军种,建立了多军种通用的体系结构和相关标准。JMASS 可视为模拟系统的软件支持环境,具有良好定义的建模接口标准。JMASS 包括一组工具集,以帮助模拟人员建立、配置模型,将这些模型集成到模拟系统执行以及对模拟运行结果进行处理,JMASS 为战术一级的建模提供了公共的作战模拟结构。JMASS 提供了一个开放的系统级的体系结构,基于一组明确定义的接口标准,来建立组件模型间的相互关系,并提供了有关设计原理来指导模型的设计和改进,同时它强调了用户的可用性。JMASS 系统由四个部分组成,分别是系统的体系结构、已有模型功能的集成、红方威胁模型以及蓝方数字化系统模型。

(5) 作战系统(JWARS)是一个战役级的军事行动规划与模拟系统。它的用户包括美国国防部部长办公室、联合参谋部、后勤部和美军作战司令部。JWARS 能为以上用户提供联合作战仿真,包括作战计划与实施、兵力评估研究、系统采办分析及概念与条令开发。

(6) OneSAF 是一个可重组、新一代的计算机生成兵力系统。该系统可对单兵、单作战平台到营层次的作战行动进行仿真,对选定兵力单元作战行为建模至营层次,对指挥实体建模到旅层次。OneSAF 具有可变的仿真等级,以支持不同领域的建模与仿真。它能够精确、有效地描述部队的作战和保障的行动过程,以评估部队作战行动的真实效果。

2. 美军的联合作战任务计划发展过程

自从提出联合作战概念之后,美军一直都在大力发展

联合作战的计划制定系统。美军联合作战任务计划系统的发展可分为四个阶段。

(1) 20 世纪 60 年代是自动化数据处理的构模阶段。研制了数据处理程序 (Abstract Data Program, ADP), 统一了计划用的机型, 在全球指挥控制网上安装了多台计算机来完成 ADP, 并规范了任务计划过程中的一些核心算法及计算程序: 兵力需求生成模块、机动需求生成模块和运输可行性评估模块等, 这些模型至今仍是联合作战任务计划自动化信息系统的支柱和标准。

(2) 70 年代是周密计划系统与紧急计划系统成熟阶段。美军在连通辅助计划计算模型的基础上建立了多兵种联合作战任务计划系统, 它是一个人—机—网交互的信息系统; 同时建设了危机形势下的辅助任务计划信息系统, 建立了以联合部署任务计划系统为主的紧急计划系统; 并应用数据库转换程序衔接周密计划系统与紧急计划系统, 使两者共享分阶段部署数据库, 从而形成了紧急计划以周密计划为蓝本并将之改造成实际战役计划的应急计划体制。

(3) 80 年代是周密计划系统与紧急计划系统合并阶段。由于实际的作战行动没有在计划的有效时间内完成, 因此, 美军改造了原先的信息系统, 建立了高性能的联合作战任务计划与执行程序后进化成联合作战任务计划与执行系统, 它综合了平时的周密计划系统和危机时的紧急计划系统。1980 年开始装备计算机辅助任务计划系统 (Computer-Aided Mission Planning System, CAMPS), 1983

年完成基于 Unix 的任务支持系统 I (Mission Support System, MSSI) 的开发,1989 年完成基于 PC 的任务支持系统 II (MSSII) 的开发。

(4) 90 年代至今面向联合作战,发布了很多联合条令,开发了很多联合任务规划系统。1992 年研制成功空军任务支持系统 (AirForce Mission Support, AFMSS),1996 年完成 Windows 环境下的便携式飞行计划软件 (Portable Flight Planning Software, PFPS),1998 年 12 月海军任务计划系统定版 (Naval Mission Planning Systems, NAVMPS)。美国海军“北欧海盗”空勤人员可以利用一台装有海军便携式飞行规划系统的膝上型计算机构成的地面站,在航空母舰上其各自的待命室中对所有飞行前数据进行编程。采用同样的方式,他们还能进行所有飞行后分析,包括审查飞行中记录的视频和声频信息。2002 年 4 月研制出用于陆、海、空三军联合任务计划系统 (Joint Mission Planning System, JMPS)。

3. 美军联合作战方案和计划生成框架

美军计划系统的整体架构,是上自国家安全委员会、下至战术分队的金字塔结构,包括战略计划系统、战役计划系统、战斗计划系统。其中,战略层计划机构包括国家安全委员会、国防部办公室和参联会,主要通过联合战略计划制定系统和战略评估系统,制定军事战略指示,并通过全球指挥控制网络自动信息处理系统和联合作战计划与实施系统的连接,达成与战役层计划机构的衔接。战役层计划机构包括战区司令部、战区下属军种司令部和各军

种战役集团司令部三级。第一级与第二级,主要通过联合作战计划与实施系统,制定联合作战总计划和各军种在战役各阶段的协同计划;第二级与第三级通过各军种的广域网衔接,除制定各军种独立的战役计划外,还可通过战斗指挥与控制联合互动系统,合作完成在一次战役行动中的相互支援计划。战役层与战斗层计划机构的衔接,通过各军种野外战斗通信实现。战斗层计划机构主要有战斗兵团和战时重组的战斗分队两级,它们的计划系统通常是战斗计划工作站,在制定一次战斗的协同计划时,各军兵种战斗计划系统通常利用战斗数据分发系统来进行信息交流。

在美军当前的三层计划机构中,按指挥与协同条令规定,各机构间是纵向呈树状、横向呈网状布局,且每级计划机构都配有相应的计划系统,该计划系统在纵向上衔接上下两级计划系统,在横向上按战时需要衔接其他军种同级的计划系统。美军在多级计划机构之间建立的这种网格型布局为联合作战计划的制定奠定了良好的基础:计划机构间的指挥控制关系决定了计划数据在各级计划系统间的纵向流动;而计划机构间的协同关系决定了计划数据在各军兵种计划系统间横向流动。因而,该布局不仅有利于计划数据的高效使用和管理,而且使联合作战的分布式计划制定具有整体性。美军计划系统的体系结构还根据指挥控制的时限要求,将战略计划系统和战役计划系统独立于同级的指挥控制系统,负责制定周密的计划,而将战斗兵团以下的计划系统通常嵌入到同级的指挥控制系统,负