

军事组织协同的 建模与分析

Modeling and Analysis of
Military Organization Cooperation

卜先锦 著

本书特色

- ★ 近年来在军事组织协同模式、协同机制、协同规则及协同效果等方面研究成果的总结；
- ★ 综合运用组织学、决策科学和系统科学等相关理论；
- ★ 探索建立了相关定量模型，并运用案例加以验证和分析；
- ★ 针对性强，具有前瞻性，有很好的应用和理论研究参考价值。



国防工业出版社

National Defense Industry Press

国防科技图书出版基金资助

军事组织协同的 建模与分析

**Modeling and Analysis of Military
Organization Cooperation**

卜先锦 著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

军事组织协同的建模与分析 / 卜先锦著. —北京:国防
工业出版社, 2009. 8

ISBN 978 - 7 - 118 - 06451 - 3

I. 军... II. 卜... III. 协同作战—研究 IV. E837

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 115792 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)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 850 × 1168 1/32 印张 8½ 字数 210 千字

2009 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 33.00 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

致 读 者

本书由国防科技图书出版基金资助出版。

国防科技图书出版工作是国防科技事业的一个重要方面。优秀的国防科技图书既是国防科技成果的一部分,又是国防科技水平的重要标志。为了促进国防科技和武器装备建设事业的发展,加强社会主义物质文明和精神文明建设,培养优秀科技人才,确保国防科技优秀图书的出版,原国防科工委于1988年初决定每年拨出专款,设立国防科技图书出版基金,成立评审委员会,扶持、审定出版国防科技优秀图书。

国防科技图书出版基金资助的对象是:

1. 在国防科学技术领域中,学术水平高,内容有创见,在学科上居领先地位的基础科学理论图书;在工程技术理论方面有突破的应用科学专著。

2. 学术思想新颖,内容具体、实用,对国防科技和武器装备发展具有较大推动作用的专著;密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的高新技术内容的专著。

3. 有重要发展前景和有重大开拓使用价值,密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的新工艺、新材料内容的专著。

4. 填补目前我国科技领域空白并具有军事应用前景的薄弱学科和边缘学科的科技图书。

国防科技图书出版基金评审委员会在总装备部的领导下开展工作,负责掌握出版基金的使用方向,评审受理的图书选题,决定资助的图书选题和资助金额,以及决定中断或取消资助等。经评审给予资助的图书,由总装备部国防工业出版社列选出版。

国防科技事业已经取得了举世瞩目的成就。国防科技图书承担着记载和弘扬这些成就,积累和传播科技知识的使命。在改革

开放的新形势下,原国防科工委率先设立出版基金,扶持出版科技图书,这是一项具有深远意义的创举。此举势必促使国防科技图书的出版随着国防科技事业的发展更加兴旺。

设立出版基金是一件新生事物,是对出版工作的一项改革。因而,评审工作需要不断地摸索、认真地总结和及时地改进,这样,才能使有限的基金发挥出巨大的效能。评审工作更需要国防科技和武器装备建设战线广大科技工作者、专家、教授,以及社会各界朋友的热情支持。

让我们携起手来,为祖国昌盛、科技腾飞、出版繁荣而共同奋斗!

**国防科技图书出版基金
评审委员会**

国防科技图书出版基金 第六届评审委员会组成人员

- 主任委员 刘成海
- 副主任委员 宋家树 蔡 镛 程洪彬
- 秘 书 长 程洪彬
- 副 秘 书 长 彭华良 贺 明
- 委 员 于景元 才鸿年 马伟明 王小谟
(按姓氏笔画排序)
- 甘茂治 甘晓华 卢秉恒 邬江兴
- 刘世参 芮筱亭 李言荣 李德仁
- 李德毅 杨 伟 吴有生 吴宏鑫
- 何新贵 张信威 陈良惠 陈冀胜
- 周一宇 赵万生 赵凤起 崔尔杰
- 韩祖南 傅惠民 魏炳波
- 本书主审委员 周一宇

序

军事协同基础理论研究是联合作战指挥理论研究的一项基础性工作。信息化条件下联合作战对军事组织间的有效协同提出了越来越高的要求,近年来,随着联合作战理论研究的深入,有关军事协同方面的理论研究正引起人们的高度关注,但目前研究还主要集中在定性研究层面。因此,迫切需要一本系统研究军事组织协同方面的著作,以适应信息化条件下联合作战理论研究及训练实践的要求。

卜先锦同志所著《军事组织协同的建模与分析》一书,对军事协同的基本概念、军事组织协同的结构、过程及效应等内容进行了全面深入的阐述,综合运用组织学、决策科学和系统科学等相关理论,采用定性与定量相结合的方法,探索建立了相关定量模型,并运用案例加以验证和分析。该书包含了作者近年来在军事组织协同模式、协同机制、协同规则及协同效果等方面的研究成果,针对性强,具有前瞻性,有很好的应用和理论研究参考价值。

我国军事协同基础理论研究还刚起步,特别是介绍定量分析研究军事组织协同方面的书籍、论文还不多见,相信该书的出版,会对我国相关研究和实践产生重要的推动。

本书集中地反映了军事运筹和组织决策领域的新思想、新理论,并融入作者多年来有关协同作战的研究成果,可作为高等院校军事学研究生教材,亦可作为军事研究人员的研究参考书。

中国工程院院士



2009年5月

前 言

军事组织冲突的本质是交战双方之间的体系对抗。通常,军事研究人员习惯于用对策论的方法来研究军事问题,但是运用对策论方法必须基于一系列假设,一旦假设不成立或某一方改变策略,则另一方采用的策略就会形同虚设。因此,用对策论的方法研究军事组织冲突问题具有一定的局限性。但对于某一方自身来说,合作前提透明,也容易实现,因而更便于研究。

协同是一种高层次的协作过程。军事组织的协同在于达成时间、空间以及决策主体的认知一致性,实现组织目标。随着网络和信息技术的发展,协同单元信息共享,客观上为协同创造了条件,使协同的作用更加容易发挥,因而越来越受到军事专家们的关注。

协同是提高指挥员指挥能力的必备手段,是军事组织日常训练、作战演习的必备科目。遗憾的是,目前对协同的研究基本处于定性层次。迄今为止,还没有一本系统地定量地研究军事组织协同方面的著作。本书在参照国内外有关文献的基础上,系统地研究有关军事组织协同的概念、结构、过程和方法等内容,分析协同机制、规则、认知、决策、手段、信息等要素,建立协同结构、过程、效果相关模型,并对模型进行仿真验证。

本书主要内容分为10章:第1章为概述,主要介绍有关协同的概念。第2章介绍了协同有关理论、方法与技术,提出了3种作战协同模式。第3章将“簇”的概念引入到军事组织中,提出了基于“簇”的分割方法,研究军事组织协同结构。第4章采用了Bayes假设检验理论,分析协同机制,建立了相关协同决策规则和协同效果模型。第5章分析了影响协同因素的不确定性,建立相

关的知识熵模型。第6章分析了作战组织的网络特性,建立网络协作模型,设计相关案例,并用探索性分析方法进行验证与分析。第7章分析了协同作战的网络效应,建立其网络化效果模型。第8章对协同的度量与评估进行分析。第9章介绍了协同的实验设计,并给出一应用案例。第10章指出协同存在的问题及研究方向。

本书是作者多年来对军事组织协同的研究成果,其内容反映了军事运筹和组织决策领域的新思想和新理论,可作为高等院校军事学研究生课程的教材,也可作为有关军事指挥和工程技术人员参考书。在本书的准备和撰写过程中,得到了徐一天和沙基昌两位老师一如既往的支持和帮助,得到了军事科学院江敬灼研究员和王辉青研究员的关注和鼓励,国防大学胡晓峰教授和国防科技大学张维明教授给本书提出了非常宝贵的意见和建议。本书还得到了海军航空工程学院何友教授的关心。此外,国家自然科学基金委员会管理学部也为本书提供了阶段性支持。在此一并向他们表示诚挚的谢意。

对军事组织协同的研究是一项探索性工作,本书观点只是一家之言,难免会有错误和不妥之处,希望读者批评指正。

作者

2008年12月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 协同概述	1
1.1.1 协同的定义	1
1.1.2 协同的特征	4
1.1.3 协同的条件	5
1.2 协同组成、地位和意义	6
1.2.1 协同的组成	6
1.2.2 协同的地位作用	10
1.2.3 协同的意义	11
1.3 协同与决策	13
1.3.1 协同域	13
1.3.2 协同决策	15
1.4 联合作战与协同	17
参考文献	18
第 2 章 协同理论与方法	19
2.1 协同方法与技术	19
2.1.1 Petri 网方法	20
2.1.2 多主体协同技术	23
2.2 协同模式	25
2.2.1 3 种协同模式	25
2.2.2 协同模式与网络中心战	26

2.3	协同决策理论方法	28
2.3.1	基于认知的 RPD 方法	28
2.3.2	协同动力学模型	29
2.3.3	协同度方法	31
2.3.4	双层规划协同决策方法	31
2.3.5	信息熵的协同决策方法	32
2.4	协同理论方法与现实的冲突	38
	参考文献	40
第 3 章	协同结构分析	41
3.1	协同结构分类	41
3.1.1	基于复杂系统的协同结构	42
3.1.2	基于战术协同指挥的结构	44
3.1.3	基于信息流的协同结构	44
3.2	协同结构优化模型	46
3.2.1	两层作战单元规划模型	46
3.2.2	信息结构与协同策略	51
3.3	协同结构与簇	54
3.3.1	关键信息元素与概念空间	54
3.3.2	簇的概念及特点	56
3.3.3	簇的分割	58
3.3.4	簇分割运用	63
	参考文献	65
第 4 章	基于 Bayes 假设检验的协同模型分析	66
4.1	Bayes 决策	66
4.1.1	Bayes 推断	66
4.1.2	假设检验和决策	68
4.2	三种结构协同分析模型	71

4.2.1	集中式结构协同分析	72
4.2.2	分散式结构协同模型	77
4.2.3	分布式组织结构协同模型	80
4.2.4	3种信息结构的协同比较与分析	84
4.3	无通信损失协同方法	87
4.3.1	逐步递进法算法步骤	87
4.3.2	逐步递进法求解及解例	88
4.4	有或无通信对协同效果的影响分析	94
4.4.1	有或无通信损失协同	94
4.4.2	解例及分析	94
	参考文献	100
第5章	协同不确定分析及知识模型	101
5.1	信息不确定性描述与知识度量	101
5.1.1	关键信息元素的正态模型	101
5.1.2	基于信息熵的知识度量	102
5.2	关键信息元素关联推测方法	104
5.2.1	权重的确定	105
5.2.2	关联程度与相对熵距	108
5.3	基于信息质量的协同模型	111
5.3.1	误差的产生	112
5.3.2	知识度量	112
5.3.3	度量偏差方法	115
5.3.4	知识熵	117
5.3.5	信息质量与协同效果	117
5.4	案例研究	122
5.4.1	背景及作战过程	122
5.4.2	模型的建立	123
5.4.3	仿真设计及数据来源	124

5.4.4	结果及分析	126
5.4.5	两种仿真结果的比较	130
	参考文献	132
第 6 章	作战组织网络协作模型	133
6.1	作战组织与网络复杂性	133
6.1.1	作战组织网络的复杂性	133
6.1.2	作战网络的协作结构	134
6.2	网络协作度及模型	135
6.2.1	协作能力和信息获取能力	135
6.2.2	网络连接度	137
6.2.3	网络与信息冗余收益	142
6.2.4	网络协作度	148
6.3	网络协作度对作战效果影响	152
6.3.1	网络性能	152
6.3.2	网络协作对作战效果的影响	152
6.4	仿真解例	153
6.4.1	背景描述	153
6.4.2	参数确定及方法	154
6.4.3	结果分析	155
6.4.4	结论及进一步问题	158
	参考文献	158
第 7 章	协同作战的网络效应	159
7.1	作战组织的网络类型	159
7.2	作战组织的网络特性	160
7.2.1	节点类型及特点	160
7.2.2	作战网络的矩阵描述	162
7.2.3	Lanchester 方程网络描述	164

7.3	协同作战网络化效果模型	165
7.3.1	协同作战“圈”	165
7.3.2	圈的类型和作用	166
7.3.3	协同作战的网络化效应	169
7.4	协同作战网络的核心迁移	174
7.4.1	网络突增性与网络潜在结构	174
7.4.2	协同作战网络的演化	176
7.5	网络特性对协同效果的影响案例	181
7.5.1	背景描述	181
7.5.2	随机断连及特征值模型	183
7.5.3	数据及关系	183
7.5.4	仿真及结果分析	186
	参考文献	188
第8章	协同的度量与评估分析	189
8.1	协同的度量	190
8.1.1	协同度量层次	190
8.1.2	协同度量指标	190
8.2	作战组织指标分析	193
8.2.1	协同层次	194
8.2.2	协同内容	195
8.2.3	评估指标选取的原则	195
8.2.4	评估指标分析	196
8.2.5	指标分析及约简	199
8.2.6	评估指标模型	200
8.3	指标体系及评估模型	212
8.3.1	指标体系构建	213
8.3.2	评估模型	213
	参考文献	217

第 9 章 协同作战设计及应用案例	218
9.1 协同作战设计的方法.....	218
9.1.1 实验设计	218
9.1.2 实验方法	219
9.2 背景及作战过程描述.....	220
9.2.1 背景描述	221
9.2.2 作战过程	222
9.3 数学模型的建立.....	226
9.3.1 探测距离小于打击距离条件下的模型	226
9.3.2 探测距离大于打击距离条件下的模型	230
9.4 仿真结果及分析.....	231
9.4.1 实验次数的确定	231
9.4.2 仿真结果分析	233
参考文献	237
第 10 章 进一步研究的问题	238
10.1 协同副作用	239
10.2 协同网络的复杂性	240
10.2.1 协同决策复杂性	241
10.2.2 决策主体认知一致性	242
10.2.3 复杂性与风险	243
10.3 同步的实现问题	244
10.4 进一步的研究工作	246
参考文献	247

Contents

Chapter 1	Summary	1
1.1	Cooperation Summary	1
1.1.1	Cooperation Definition	1
1.1.2	Cooperation Characteristic	4
1.1.3	Cooperation Condition	5
1.2	Cooperation Composing, Statute and Function	6
1.2.1	Cooperation Composing	6
1.2.2	Cooperation Statute & Function	10
1.2.3	Cooperation Significance	11
1.3	Cooperation & Decision Making	13
1.3.1	Cooperation Domain	13
1.3.2	Cooperation & Decision making	15
1.4	Joint Operations & Cooperation	17
	Reference	18
Chapter 2	Cooperation Theories & Methods	19
2.1	Cooperation Approaches & Techniques	19
2.1.1	Petri Net Approaches	20
2.1.2	Multi-agent Cooperation Techniques	23
2.2	Cooperation Modes	25
2.2.1	Three Cooperation Modes	25
2.2.2	Cooperation Modes & Net Center War	26

2.3	Cooperation Decision-making Theories & Methods	28
2.3.1	RPD Methods Based on Cognition	28
2.3.2	Cooperation Dynamics Models	29
2.3.3	Cooperation Degree Models	31
2.3.4	Bi-level Programming Cooperation Decision-making Methods	31
2.3.5	Information Entropy Cooperation Decision-making Methods	32
2.4	The Conflicts between Cooperation Theory and Reality	38
	Reference	40
Chapter 3	Cooperation Structure Analysis	41
3.1	Cooperation Structure Taxonomy	41
3.1.1	Cooperation Structures Based on Complex Systems	42
3.1.2	Structures Based on Cooperation Commands	44
3.1.3	Structures Based on Information Flows	44
3.2	The Cooperation Structure Optimum Models	46
3.2.1	Bi-level Programming Model	46
3.2.2	Information Structure & Cooperation Strategy	51
3.3	Cooperation Structure and Cluster	54
3.3.1	Critical Decision Making Element & Its Concept Space	54
3.3.2	Cluster Character	56
3.3.3	Cluster Segmentation	58
3.3.4	The Application in Cluster Segmentation	63
	Reference	65
Chapter 4	Cooperation Model Analysis Based on Bayesian Hypothesis Test	66
4.1	Bayesian Decision Making	66