

指控组织设计方法

Designing of Command and
Control Organization

阳东升 张维明 刘忠 黄金才 著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

指控组织设计方法

Designing of Command and
Control Organization

阳东升 张维明 刘忠 黄金才 著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

指控组织设计方法/阳东升等著. —北京:国防工业出版社, 2010. 4

ISBN 978-7-118-06688-3

I. ①指... II. ①阳... III. ①指挥控制系统—研究 IV. ①E072

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 023999 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 7 $\frac{1}{2}$ 字数 182 千字

2010 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 30.00 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

指控组织是信息时代战争工程化思想的产物,是管理学与军事学的交叉,是网络中心战、全球信息栅格和优势组织(Edge Organizations)等新概念催生的新的军事技术领域。本书的编写旨在总结在指控组织设计上多年来的研究成果,为对指控组织设计感兴趣的读者提供系统的研究思路、研究方法以及解决指控组织设计问题的技术途径。

本书主要阐述了三个方面的问题:① 指控组织设计的研究对象、研究进展和趋势;② 信息时代指控组织的认识与理解;③ 指控组织设计的流程、设计内容以及设计方法和技术。

本书的编写以指控组织的研究思路为导向,首先建立指控组织的描述,然后以指控组织的描述模型为基础,建立指控组织的设计框架与内容。在指控组织设计的具体内容上,以指控组织设计流程为依据划分章节,第4章建立指控组织过程,是指控组织结构设计的输入;第5章建立指控组织结构视图,划分指控组织结构设计子问题:任务计划、指控组织协作网与指控组织决策树;第6章~第8章分别就指控组织结构设计子问题进行逐层递进设计与分析,前一章的结果是后一章的输入;第9章介绍了指控组织设计的适应性考虑。

本书在内容上是一个整体,读者如果需要掌握指控组织设计方法,在阅读时需要建立指控组织整体的概念,可以直接从第3章开始阅读。如果不需要了解指控组织设计的整体思路,也可以单

独阅读第4章,来了解作战行动方案规划的技术与方法,或者单独阅读第5章~第9章,建立指控组织结构视图与设计方法;第6章~第8章也可以孤立阅读,以分别获取任务计划、指控组织协作网和指控组织决策树构建的技术与方法。

本书可以作为军事学领域指挥自动化专业的研究生教材,以促进此专业研究生从定量的角度分析作战编成配置问题、任务计划问题、指挥机构设置问题、指挥关系设置与通信保障问题等,也适合致力于作战体系、兵力编成、体系对抗、网络中心战等军事前沿领域研究的研究生工作者,以提供借鉴、启发思维。

目前,指控组织设计方法在解决确定的使命环境下指控组织设计问题时有较为理想的结果,而在解决不确定的使命环境时,还没有得到令人信服的结果,这也正是指控组织设计目前研究的关键与难点。本书的第9章提出了在不确定使命环境下解决指控组织设计适应性问题的思考,以供同行研究借鉴。在指控组织设计领域还没有完全成熟即编撰此书,错误和疏漏之处在所难免,敬请广大读者朋友批评指正。

此外,在本书完成编撰的同时,我们也完成了指控组织设计的软件工具研制,如果读者需要软件工具用于教学或指控组织设计的研究工作,请与我们联系,我们将与您共享我们的研究成果。

本书的出版得到了国家自然科学基金(NO:60504036)和中国博士后科学基金(NO:20080430238)的资助。

作者

2009年10月

目 录

第 1 章 指控组织设计导论	1
§ 1.1 概述	1
§ 1.2 指控组织设计的研究对象	4
§ 1.3 指控组织设计的研究进展	8
§ 1.4 指控组织设计研究展望	13
§ 1.5 本书的框架	14
第 2 章 指控组织设计理论基础	18
§ 2.1 计算数学组织理论	19
§ 2.2 系统工程方法	24
§ 2.3 Petri 网建模分析方法	31
§ 2.4 信息论方法	37
§ 2.5 组织设计的实验分析方法	44
§ 2.6 小结	53
第 3 章 指控组织的描述	55
§ 3.1 组织描述	56
§ 3.2 指控组织分层描述	57
§ 3.3 指控组织的设计	63
§ 3.4 小结	69
第 4 章 指控组织过程设计	71
§ 4.1 引言	71
§ 4.2 相关研究	72

§ 4.3	过程策略产生与优化选择模型	78
§ 4.4	案例分析	98
§ 4.5	最佳过程策略搜索求解	111
§ 4.6	过程设计结论分析	116
§ 4.7	小结	121
第 5 章	指控组织结构设计分析	123
§ 5.1	引言	123
§ 5.2	指控组织结构模型	124
§ 5.3	指控组织结构设计方法	128
§ 5.4	小结	133
第 6 章	指控组织结构设计:任务计划	134
§ 6.1	引言	134
§ 6.2	任务计划问题的描述	136
§ 6.3	任务计划算法	140
§ 6.4	任务计划的实例分析	153
§ 6.5	小结	160
第 7 章	指控组织结构设计:组织协作网	161
§ 7.1	决策实体建模	161
§ 7.2	决策实体间的协作关系	163
§ 7.3	组织协作网设计问题的描述	164
§ 7.4	组织协作网的设计方法	169
§ 7.5	组织协作网设计的实例分析	182
§ 7.6	小结	189
第 8 章	指控组织结构设计:组织决策树	190
§ 8.1	指控组织决策树设计问题的描述	190
§ 8.2	组织决策树的生成方法	195
§ 8.3	组织决策树生成的实例分析	198

§ 8.4 小结	205
第 9 章 指控组织适应性设计	206
§ 9.1 引言	206
§ 9.2 组织静态视图的描述	207
§ 9.3 组织结构与使命环境的匹配测度	209
§ 9.4 组织要素调整的风险与收益测度	210
§ 9.5 敏捷组织“自适应”机理	211
§ 9.6 小结	216
参考文献	217

Contents

Chapter 1	Introduction for C2 Organization Designing	1
1.1	Summarization	1
1.2	Research Object for Designing C2 Organization	4
1.3	Status Quo of Research on Designing C2 Organization	8
1.4	Prospect of Research on Designing C2 Organization	13
1.5	Organization of for This Book	14
Chapter 2	Foundations of Thoery of Designing C2 Organization	18
2.1	Computational and Mathematical Organization Theory	19
2.2	Ways of Systems Engineering	24
2.3	Modeling Snalysis Methods with Petri Net	31
2.4	Ways of Information Thoery	37
2.5	Analysis Method with Organization Designed Experiments	44
2.6	Brief Summary	53
Chapter 3	Description of C2 Organization	55
3.1	Description of Organization	56
3.2	Description of the Bed about C2 Organization	57

3.3	Design of C2 Organization	63
3.4	Brief Summary	69
Chapter 4	Design of C2 Organization Process	71
4.1	Introduction	71
4.2	Related Research	72
4.3	Model of Building and Optimizing CoA	78
4.4	Example Analysis	98
4.5	Solution of searching for the Optimized CoA ...	111
4.6	Conclusion of Designing C2 Organizaton Process ...	116
4.7	Brief Summary	121
Chapter 5	Design of C2 Organization Structure	123
5.1	Introduction	123
5.2	Model of C2 Organization Structure	124
5.3	Approach to Design C2 Organization Structure	128
5.4	Brief Summary	133
Chapter 6	Design of C2 Organization Structure: Mission Planning	134
6.1	Introduction	134
6.2	Problem about Mission Planning	136
6.3	Algorithm of Mission Planning	140
6.4	Example of Mission Planning	153
6.5	Brief Summary	160
Chapter 7	Design of C2 Organization Structure: Collaboration Net of Organization	161
7.1	Modeling Decision-maker	161
7.2	Relationship of Collaboration among Decision-maker	163

7.3	Problem about Designing Collaboration Net of Organization	164
7.4	Approach to Design Collaboration Net	169
7.5	Example of designing Collaboration Net	182
7.6	Brief Summary	189
Chapter 8	Design of C2 Organization Structure; Decision-making Tree	190
8.1	Problem of Designing C2 Organization Decision-making Tree	190
8.2	Approach to Build C2 Organization Decision-making Tree	195
8.3	Example of Designing Decision-making Tree	198
8.4	Brief Summary	205
Chapter 9	Adaptability of C2 Organization Design	206
9.1	Introduction	206
9.2	Static View of Organization	207
9.3	Measure of Matching Structure with Mission Environment	209
9.4	Cost and Gain of Changing elements of Organization	210
9.5	Mechanism of “Self-Adaption” of Agile Organization	211
9.6	Brief Summary	216
References		217

第 1 章 指控组织设计导论

1.1 概 述

随着信息和网络技术的发展,现代组织正面临前所未有的挑战,这种挑战包括了组织所处环境的不稳定性、组织使命的复杂性以及组织平台功能的多样性、组织结构上的松散性等,新技术的广泛应用使得现代组织突破了地域限制、组织资源限制以及传统的结构限制,呈现出分布性、自主性、灵活性和扁平性。这种新型的现代组织在不同的领域有不同的表现形式,如网络组织、虚拟企业、敏捷制造系统、灵性组织和超链接组织等^[1~4]。

由于组织成员个体能力的有限性、组织使命的复杂性以及组织面临环境的复杂性与不稳定性,现代组织的竞争优势不再仅限于组织物理平台资源、组织权威以及组织成员个体能力,而更多的是通过适时快速地优化组合组织有限能力的成员个体、组织物理资源以及信息资源,以组织成员个体之间的协作、物理资源配置部署以及组织运作策略的使用来获取竞争优势,实现组织目标。

简而言之,在一个竞争激烈的分布环境里,组织策略、资源调配、信息链接与决策层次结构四者之间的适时快速平衡是组织获取竞争优势的关键^[5]。

这种技术进步对传统组织的冲击在信息化战争的战场环境中的兵力组织上表现得尤为突出。

信息时代的信息化战争是陆、海、空、天、电多维一体的战争,

战场环境是一个典型的分布环境,在这种分布的环境中由于个体(指挥官)能力的有限性、武器平台功能的多样性以及作战使命的复杂性,战争双方的对抗是一种典型的组织与组织、团队与团队之间的对抗,这种对抗不再仅仅限于其武器平台的功能和成员个体的能力,而更多的是通过快速优化整合战场资源,以组织成员个体、作战平台或作战单元之间在作战使命任务上快速而有效的协作、协同,从而获取战争对抗优势。由于战场环境的激烈变化与复杂性,要维持战争中的对抗优势就必须根据作战使命与战场环境适时调整组织对抗部署和策略,在战场空间中这种行动包括作战资源配置和部署的调整、作战行动的协同,以及确保这些行动快速、有效、准确的信息链接部署,所有这些适时、有效的行动是维持战场空间对抗优势的关键。

信息化战场这种兵力组织整体对抗优势的获取与维持必须建立在健壮的和灵活的指控(指挥控制 Command and Control,简称 C2)组织之上,所谓健壮的指控组织指战场环境中的兵力组织能够承受战场环境与作战使命一定程度上的变化而维持较好的效能;所谓灵活的指控组织指战场兵力组织在面对组织使命、环境或内部参数非预期的激烈变化时能够快速有效进行结构和策略的调整以维持良好的效能。健壮性与灵活性共同体现了战场指控组织的适应性,具备这种适应性的指控组织不仅能承受敌方一定程度上的打击,同时在局部或整体受损、作战使命和环境变化的情况下能进行快速的调整,以维持其整体效能,获取对抗优势。

这种新型的战场指控组织形式是军事高科技驱动下新军事变革的必然产物,是未来信息化战争中实现“网络中心战”关键技术之一,也是“不对称战争”中弱方对抗强敌的制胜关键。

近期的几场高技术局部战争已经逐渐显现出先进信息与网络技术在指控组织中的运用以及其作战效果。

从阿富汗战争来看,在作战单元间借助于先进的信息技术进

行高效协同的能力比原始的火力更为重要。阿富汗战争使美军认识到指控的变革是一场新的军事革命,认为明确的指令和先进的组织技术可以使分布在战场的每一个特种部队战术分队成为一个集指挥、控制、行动于一体的节点,极大地缩短观察、判断、决策、行动(Observe, Orient, Decide, and Act, OODA)循环系统内上下级之间联络的路程,同时缩短下级单位向上级单位报告战术行动进展和效果的时间,有利于上级单位适时进行战役、战略分析。

在伊拉克战争中,虽然对抗双方在力量与意志上极不“对称”,似乎并不能说明信息化战争的特点与优势,但这一场战争却再一次成为美军试验先进的信息与组织技术以及融合技术与战术新的作战思想理念的实验室。这些融合先进技术的作战理念包括作战单元“并行计划”,控制中心的“适时博弈”分析,作战单元间相互连接的“机动控制”,作战行动方案从“计划为中心”向“行动为中心”转变的“以人为本”的思想,从作战的快速主导(Rapid Dominance)、无缝协同(Seamless)到作战行动的敏捷(Agility)和主动(Initiative)等。

从其运作机理来看,这些理念在美军第四机械化步兵师(4th Infantry Division (Mechanized), 4ID(M))得到了充分体现。4ID(M)装备的智能计划工具是新的作战思想和理念得以实现的基础,这些工具包括:战场态势分析计划系统(Battlefield Planning and Visualization, BPV),机动控制系统视窗(Maneuver Control System Windows, MCS—WIN)和全局资源分析系统(All-Source Analysis System Remote Workstation, ASAS—RWS)。借助于这些先进的技术工具,美军装备力量的优势得到了充分的发挥,大大提高了作战部队的整体作战效能。

从目前的战争实践来看,战场适应性指控组织这种先进的技术理念还没有得到充分的体现,结合美军从20世纪90年代初开始进行的指控适应性结构A2C2(Adaptive Architectures for

Command and Control, A2C2)研究,从其研究进展和部分成果的应用看,采用组织设计理论根据作战使命和战场环境快速构造战场空间兵力组织——适应性指控组织仍停留在概念和实验阶段,从1995年实施的第一次A2C2实验至2003年的第八次实验为这一关键技术研究提供了理论和方法的验证。从美军实施A2C2研究的部分成果应用来看,这一先进技术将是打造未来作战系统、实现“网络中心战”的关键技术之一。

尽管适应性指控组织的研究只是停留在概念和实验阶段,但从近期的几场局部战争(从“海湾战争”、“科索沃战争”到“伊拉克战争”)可以看出,传统兵力组织在“不对称战争”中是战争弱方的致命缺陷,这一缺陷是强方进行“外科手术”或“斩首行动”而致胜的关键。在相当长的一段时间内,由于常规武器的相对落后,我军可能面临着一种非对称的作战,构建战场空间适应性指控组织,增强战场空间指挥控制的稳健性和灵活性是我们立于不败之地的关键问题,是提高整体作战能力的重要手段。

这种新型的指控组织模式的设计工作包括了行动策略的谋划、兵力的配置与部署以及兵力结构关系的设置,从所要完成的工作看,指控组织的设计是一门作战工程学,其设计方法和技术理论将对未来战场产生深远的影响,一方面它将大大提高战场空间各作战平台、作战系统整合的整体作战效能,获取战场对抗优势;另一方面也减少未来战场上冗余的资源、人员,减轻战场指挥官的工作负载,并提高作战部队的运作效率。

1.2 指控组织设计的研究对象

指控组织设计的研究对象在宏观上是研究战役战术的指挥控制组织问题,这些问题包括组织过程行为的设计问题、任务规划问题、资源调度、指控结点的协作与通信、指控结点的指挥与控制关

系以及指控组织结构的鲁棒性与适应性、指控组织的测试与实验问题等,其应用包括联合战役的计划问题、兵力编成问题、特混舰队的编成、兵力配置问题等。从微观上看,指控组织设计上是研究以人为中心系统设计技术问题,或者称之为**人本工程技术研究**,其应用包括信息化指挥所、作战信息中心以及指挥控制系统的设计等。具体地说,指控组织设计的研究对象包括以下几方面:

1. 战役战术的指挥组织问题

战役战术的指挥组织问题是指控组织设计研究的核心内容,这些内容包括行动方案的拟制、任务的规划、作战资源的调度、作战单元的通信组织问题、作战单元间的指挥控制关系问题等。指控组织设计对战役战术的指挥组织问题的解决是本书的主要内容。从目前的文献研究看,采用指控组织设计理论与方法解决战役战术的指挥组织问题已经形成较为完整的理论与方法体系,本书是对这些理论与方法的总结。

2. 人本工程技术问题

所谓人本工程技术是指在现代大型舰船、指挥系统与指挥机构设计的工程技术上突出以人为本的思想,考虑起主导作用的个体——人的思维、决策、个性以及组织或团队行为特征,最大限度地挖掘人一机系统的潜能。人本工程技术从传统的刚性机械设计思想向柔性的灵活动态配置的设计思想,允许个体个性的发挥,从组织或团队整体效能的最佳发挥来设计系统或组织。目前,人本工程技术已经成为美军新型指挥系统、战斗信息中心以及各种指挥控制中心设计的主要理论与方法,大大改善了传统设计理论与方法的缺陷,其应用案例包括 美陆军的“未来作战系统”、海军“宙斯盾”作战系统以及美空军的 E10 机载预警与控制系统(AWACS)的设计等。

3. 指控组织设计的鲁棒性与适应性分析与设计

指控组织设计的鲁棒性与适应性分析与设计是对战场环境

不确定性的考虑,是指控组织设计理论与方法走向实际应用的拓展。

本书关于指控组织设计的研究立足于确定的环境与约束条件,战场环境的激烈变化与复杂的不确定性是信息化战争的基本特征,指控组织设计要解决未来信息化战争的兵力组织的自同步就必须考虑指控组织所面临的不确定性。

目前,对指控组织设计的不确定性研究重点在设计鲁棒性分析与适应性分析,所谓鲁棒性是指所设计的指控组织允许环境条件在一定程度上的不确定变化,在所允许的变化内所设计的指控组织能持续维持较高的效能;所谓适应性分析是指所设计的指控组织在环境的变化超出其所能承载的范围时指控组织能够进行敏捷的重组,在重组过程中不会出现效能大幅度的下降或严重超出预定的重组时间。

4. 指控组织的测试床研究

指控组织的测试是指控组织设计研究的关键与难点。指控组织测试最理想的途径是战争实践的检验,在信息化战争中通过双方的对抗来检验其指控组织的整体效能。这一途径无疑是理想的,但其成本和代价可能是无法估量的和不能承受的。如何解决指控组织设计结果的测试?其答案是指控组织的测试床。

目前,关于指控组织测试床的研究主要方向是在分布式动态决策模拟(DDD—III)系统基础上研究基于主体的分布式动态决策模拟系统,把指控组织原来的人—机系统测试环境转变为完全机器测试环境,其关键问题是建立指控结点的主体模型和分布式动态决策环境的框架结构。

5. 指控组织的实验研究

指控组织的实验研究是对指控组织设计理论在验证方法上的探索,应该说指控组织测试床也是指控组织实验研究的内容之一。在指控组织测试床建立之前,指控组织的实验主要是采用人在回