

# 适应性指挥控制组织研究进展( I )

## ——组织建模方法与设计方法综述

姚佩阳<sup>1</sup>, 张杰勇<sup>1</sup>, 李巍<sup>2</sup>, 万路军<sup>1</sup>, 李卫华<sup>1</sup>

(1. 空军工程大学电讯工程学院,陕西西安,710077;2. 94270 部队,山东济南,250117)

**摘要** 适应性指挥控制(Command and Control, C2)组织的研究是实现未来网络中心战的核心技术之一。描述了适应性 C2 组织的概念和主要研究内容,从 C2 组织建模方法和 C2 组织设计方法 2 个方面对适应性 C2 组织的国内外研究现状进行了综述。其中,C2 组织建模方法主要包括:计算数学组织理论、Petri 网、信息论方法、智能体和社会网络分析方法,C2 组织的设计方法主要包括:三阶段组织设计方法、扩展的三阶段组织设计方法、基于分组技术和嵌套遗传算法的组织设计方法和基于粒度计算的组设计方法,给出了 C2 组织各种建模方法和设计方法的具体描述,并分别分析了它们优点和存在的不足之处。

**关键词** 指控组织;组织建模方法;组织设计方法

**DOI** 10.3969/j.issn.1009-3516.2012.02.012

**中图分类号** TP14 **文献标识码** A **文章编号** 1009-3516(2012)02-0054-06

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单个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,以组织成员个体和作战平台在作战使命任务上快速而有效的协作、协同,从而获取战争整体对抗优势。

这种整体对抗优势的获取与维持必须建立在适应性指挥控制(Command and Control, C2)组织之上,所谓适应性 C2 组织<sup>[1-2]</sup>是指与具体的使命环境参数相一致的最佳的组织模式,并且该组织模式能够面对组织使命、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组织良好的效能。

信息技术的推动和网络中心战(Network Centric Warfare, NCW)理念的牵引,使得适应性 C2 组织的研究成为 C2 领域的研究热点。国内外很多机构和部门都投入到适应性 C2 组织的研究中,取得了很多理论和实验的成果。本文主要从 C2 组织建模方法和 C2 组织设计方法 2 个方面对适应性 C2 组织的研究进展进行描述和分析,在与本文同行的另一篇文章——适应性指挥控制组织研究进展( II )将对 C2 组织适应性调整方法和 C2 组织实验测试方法进行描述。

## 1 C2 组织建模方法

目前,C2 组织主要的建模方法有:计算数学组织理论、Petri 网、息论方法、智能体(Agent)、社会网络分析方法等。

### 1.1 计算数学组织理论

计算数学组织理论是一般组织的建模方法,是上世纪 90 年代中期出现的现代组织学研究的新领域<sup>[3]</sup>,计算数学组织理论的基本方法是采用计算和数学手段建立组织模型来研究组织行为和评价组织效能。使用

\* 收稿日期:2011-10-20

基金项目:空军工程大学电讯工程学院博士创新基金资助项目(200907)

作者简介:姚佩阳(1960-),男,陕西西安人,教授,博士生导师,主要从事指挥自动化研究。

E-mail:ypy\_664@163.com

计算数学组织理论对组织进行建模的研究可以归纳为 4 类:组织设计<sup>[6]</sup>、组织学习<sup>[6-8]</sup>、组织文化<sup>[7]</sup>和组织适应性演化与变革<sup>[8-9]</sup>。

结合信息化作战的特点,计算数学组织理论被尝试运用于战场 C2 组织的描述,通过分析信息技术给战场 C2 带来的新特点来研究新的组织形式。卡耐基梅隆大学在采用计算数学组织理论描述和分析 C2 组织方面作了大量工作,其具体的理论成果包括以下 3 个方面:①C2 组织域的划分以及 C2 组织描述的 PCANS 模型<sup>[10]</sup>;②基于 PCANS 模型的 C2 组织拓扑结构描述<sup>[11]</sup>;③基于“模拟退火”的 C2 组织适应性行为模型<sup>[12]</sup>。

PCANS 模型和 C2 组织适应性行为模型的提出以及它们对 C2 组织结构的描述,其优点在于对 C2 组织描述的简洁明了,简化了组织结构设计工作;其不足之处在于模型的不完整性,具体表现为信息域作为信息时代组织运作的核心元素在以上 2 个模型中都没有进行深入的分析。

## 1.2 Petri 网

乔治梅森大学的 Alexander H Levis 领导的团队从 20 世纪 80 年代开始就采用 Petri 网模型对 C2 组织的决策行为进行建模分析。该研究团队认为 C2 组织是由多个决策实体(Decision - Makers, DM)组成,所以 DM 是 C2 组织研究的核心,单个 DM 在 C2 组织中的决策行为可以这样描述:从环境中获取态势信息,评估态势,对信息融合处理,并解释命令,最后对情况作出选择,显然,单个 DM 的决策行为是一种信息转换的顺序过程。因此,可以采用 Petri 网对 C2 组织中单个 DM 的决策行为进行描述,如图 1 所示。

其中, $x$  为输入信息, $y$  为输出信息, $y_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$  和  $y_2$  表示 DM 在各阶段与其他 DM 之间的交互。上述的 DM 决策行为的模型,反应了 C2 组织与外部环境之间、组织之间的交互作用和组织内部的处理活动。C2 组织的构建是为了执行一系列单个 DM 不能完成的任务,因此,C2 组织的决策行为以及结构可以通过 DM 之间的交互关系来定义。

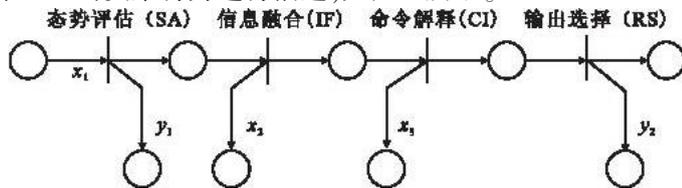


图 1 单个决策实体决策行为的 Petri 网模型

Fig. 1 The Petri net model of decision behavior of single DM

该团队的主要研究成果可以概括为以下 3 个方面:①C2 组织决策行为的 Petri 网交互模型及组织的矩阵关系描述<sup>[13]</sup>;②C2 组织结构及其约束条件<sup>[14]</sup>;③适应性 C2 组织的设计流程<sup>[15]</sup>;

但是该团队的 Petri 网模型仅从信息流和信息处理的角度对 C2 组织进行分析和建模,忽略了组织中其他因素,如 C2 组织中决策实体与资源之间的配置关系、决策实体对资源的控制和管理等,具有一定的局限性。

近年来,国内学者在 C2 组织的 Petri 网建模方面也作了很多工作,杨春辉等<sup>[16]</sup>提出了面向任务 C2 组织的概念,研究了使用着色 Petri 网建立面向任务 C2 组织模型的方法。

## 1.3 信息论方法

信息论方法将人和系统分别看作一个信息的处理者和信息系统来进行 C2 组织的描述和分析,并使用信息熵来描述 C2 组织的决策行为。信息论是从通信理论发展起来的一种数学方法,其理论基础是信息熵。信息论方法的研究人员使用信息熵描述 C2 组织的特征,这为 C2 组织决策模型的建立和性能分析奠定了基础,它将 C2 组织中信息总熵划分为 4 个部分<sup>[17]</sup>:流通量、阻塞量、协调量和噪声量。

信息论方法将在信息化战争中指挥员的决策模式分为单个指挥员的自主决策和多个指挥员之间的协同决策或平行决策,基于组织熵的决策模型包括单决策模型以及双决策模型,并提出了单人决策模型及其组织熵的描述<sup>[18]</sup>和双人决策模型及其组织熵的描述<sup>[19]</sup>。其不足之处与基于 Petri 网的建模方法比较类似。

## 1.4 Agent

Agent 组织是多 Agent 系统(Multi - Agents System, MAS)研究的重要问题之一,对于 MAS 来说,Agent 组织是一种主要的求解形式,它的形成和演化问题是“基于 Agent 计算”和 Agent 之间合作求解的关键问题<sup>[20]</sup>。很多学者分别使用不同的方法研究了面向结构的 Agent 组织模型和 Agent 组织形成机制<sup>[21]</sup>。

借鉴 MAS 领域 Agent 组织的研究思路,国内的一些学者从不同的角度研究基于 Agent 的 C2 组织建模。杨凡等<sup>[22]</sup>采用了 Agent 技术模拟指挥控制节点,构建了 C2 - Agent 模型,并讨论了其决策方法与协同机制,该模型为建立基于 Agent 的 C2 组织模型打下理论基础。王鸿洁等<sup>[23]</sup>在构建的 C2 - Agent 模型的基础上,分析了战场实体的组织特征,提出了适应性 C2 组织模型,针对面向任务的 C2 组织,提出实体能力的概念,从而把 C2 组织划分成任务/角色/能力/Agent 4 层结构,解决了“任务—实体”的紧耦合问题,改进任务分配的柔性和适应性,并给出了基于 Agent 的 C2 组织设计与形成过程。

由于 Agent 的自治性、实时性、灵活性以及对分布、行为的高级表示和协同工作的适应性与 C2 组织 DM

的特征具有很大的相似性,使得它在 C2 组织建模方面具有相当广阔的应用前景。

### 1.5 社会网络分析方法

澳大利亚国防科技委员会的 Anthony Dekker 采用社会网络分析方法对 C2 组织进行建模和评价<sup>[24]</sup>。他认为采用社会网络分析 C2 组织能够达到以下目的:①用图来将 C2 组织中的各种关系可视化;②可以采用传统的统计技术来研究影响 C2 组织的各种关系以及各种关系之间的相关性;③研究相关数据之间隐含的关系。

Dekker 还基于 SCUDHunt 设计了一个试验床,分别对 3 种 C2 组织结构形式进行了仿真,这 8 种 C2 组织结构的形式分别是:无信息共享的集中式、分组式、分布式和协商式以及有信息共享的集中式、分组式、分布式和协商式。仿真结果表明,在各种环境变化和情报信息质量条件下,有信息共享的协商式 C2 组织结构具有最优的性能,这也是 NCW 条件下 C2 组织结构的特征。

近年来,国内学者在采用社会网络分析方法进行 C2 组织建模和分析方面也做了很多工作,朱涛等<sup>[25]</sup>结合新时期军队建设的现实需要,针对作战指挥控制体系日益突出的复杂性和网络化特征,提出了基于复杂网络理论构建 C2 组织模型的思路。

## 2 C2 组织设计方法

根据组织权变理论,没有一致的普遍适用的最优组织结构和形式,只有在某一具体使命环境下,适用于这一个具体环境的最佳组织<sup>[26]</sup>。因此,C2 组织的设计问题完全取决于实际的使命参数和组织的约束参数,这个前提使系统工程技术在优化设计 C2 组织时得以应用。基于系统工程的思想,目前 C2 组织设计方法主要有三阶段组织设计方法<sup>[27-28]</sup>、扩展的三阶段组织设计方法<sup>[29]</sup>、基于分组技术(Group Technology, GT)和嵌套遗传算法(Nested Genetic Algorithm, NGA)的组织设计方法<sup>[30]</sup>和基于粒度计算的组织设计方法<sup>[31]</sup>。

### 2.1 三阶段组织设计方法

三阶段组织设计方法是其他组织设计方法的基础。三阶段组织设计方法的流程如图 2 所示,该方法将 C2 组织设计问题分解为 3 个具有顺序关系子问题。

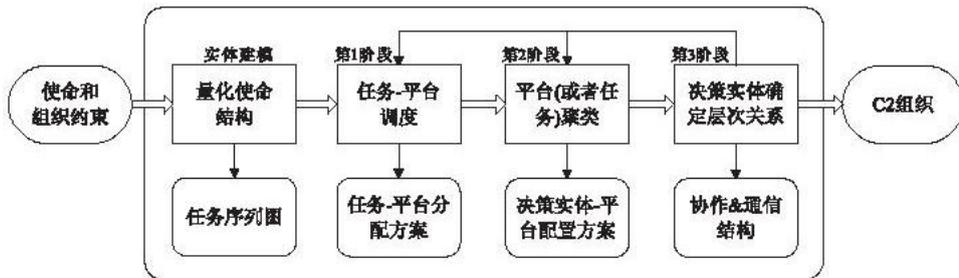


图 2 三阶段组织设计方法

Fig. 2 The three-phase organizational design methodology

第 1 阶段:任务—平台调度,根据所拥有的平台的能力和任务的能力需求,确立平台到任务的优化配置;第 2 阶段:平台聚类,根据第 1 阶段得到的平台调度方案,将平台聚合成多个互不重叠的分组,并为每个分组配置一个决策实体;第 3 阶段:决策实体层次关系确立,根据第 2 阶段获得的决策实体和平台隶属关系,确立组织内决策实体间的层次关系。

总体来说,三阶段组织设计方法的提出,是将工业领域组织设计的思路引入了 C2 组织的设计中,开启了 C2 组织设计的全新局面。但是,三阶段组织设计方法的有 2 个方面的前提:一是组织作战使命有效分解为执行该使命的任务序列图,以及确定任务序列图中每一任务的属性;二是组织中平台的分类及其属性。

### 2.2 扩展的三阶段组织设计方法

针对三阶段组织设计方法的存在两方面的前提条件的第 1 方面,阳东升等认为三阶段组织设计方法仅仅只是一种 C2 组织结构上的设计方法,并非完全意义上的组织设计,组织结构只是组织的基本元素之一,除此之外,组织设计还包括了设计组织执行使命的任务流程,即组织过程设计<sup>[29]</sup>。因此,参考工业领域生产制造中组织设计的思想,阳东升在文献[29]中将 C2 组织设计分为 C2 组织过程设计和 C2 组织结构设计,并详细描述了组织过程设计和组织结构设计的概念以及它们之间的迭代关系,见图 3,本文将这种组织设计方法称为扩展的三阶段组织设计方法。

扩展的三阶段组织设计方法包括 C2 组织过程设计和 C2 组织结构设计。

C2 组织过程设计:是指设计组织完成使命的过程策略或任务流程,通过组织过程设计可以确定组织完

成使命的任务以及任务之间的时序关系。在 C2 组织过程的设计流程中,一般包括 2 个主要研究内容:一是选择获得作战效果最佳的组织行动过程;二是完成最佳行动过程到任务序列图的转化。

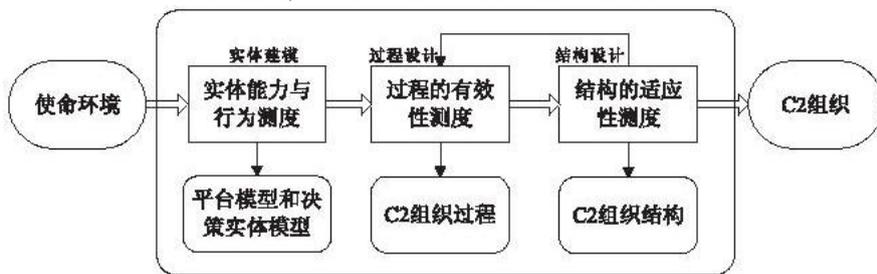


图 3 扩展的三阶段组织设计方法

Fig. 3 The extended three - phase organizational design methodology

C2 组织结构:借鉴三阶段组织设计方法进行了组织结构的设计。

### 2.3 基于 GT 和 NGA 的组织设计方法

从分析三阶段组织设计方法的不足入手, Yu 在文献[30]中提出了基于 GT 和 NGA 的组织设计方法, Yu 认为:三阶段组织设计方法是一种自底向上的设计方法,它将求解最优化组织结构的问题分解为 3 个具有顺序关系的子问题,并使用不同的优化方法对 3 个子问题依次求解,虽然在求解过程中引入了迭代,但还是会使求解的最终结果偏离最优解,因为这 3 个子问题是一个不能分割的整体。

而基于 GT 和 NGA 的组织设计方法,它将所有的任务和平台聚类给多个不同的决策实体,使用 GT 和 NGA 同时求解“任务—平台”的调度问题和平台聚类问题,来实现决策实体工作负载的最小化和任务完成精度的最大化,该方法不同于三阶段组织设计方法,它将三阶段组织设计方法中第 1 阶段和第 2 阶段进行合并求解,同时解决了平台的聚类问题和任务—平台的调度问题,这样在一定程度上缓解了多次子问题优化所带来的最终解可能大大偏离最优解的不足。

但是,该方法在求解组织设计问题的过程中,并没有考虑任务之间的时序关系,在通常情况下,它对问题的求解结果不会带来显著的影响,但是,当一个决策实体有多个需要同时处理的任务时,该决策实体中一些平台可能会出现过载。

### 2.4 基于粒度计算的组织设计方法

在三阶段组织设计方法和基于 GT 和 NGA 的组织设计方法的基础上,修保新等在文献[31]中提出了基于粒度计算的组织设计方法。基于粒度计算的组织设计方法将粒度计算引入了组织设计的问题论域中,通过粒化平台集和任务集,实际上是在新的粒度上求解原问题,简化了问题求解的复杂度,该方法的设计过程见图 4。

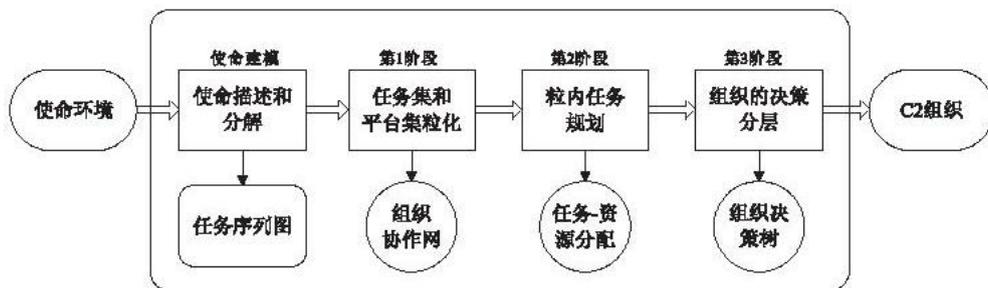


图 4 基于粒度计算的 C2 组织设计方法

Fig. 4 The organizational design methodology based on granular computing

第 1 阶段:任务集和平台集粒化,完成组织协作网的设计,组织协作网决定了每个决策实体拥有哪些平台和需要执行哪些任务;第 2 阶段:粒内任务规划,将具有大量平台和任务的规划问题分解为一些独立的具有少量平台和任务的子规划问题,决定了平台粒和任务粒中平台到任务的具体配置;第 3 阶段:组织的决策分层,完成组织决策树的设计,通过确定通信结构和决策分层来优化决策实体的责任分配和决策实体间的控制与协作。

基于粒度计算的组织设计方法实质上也是一种将三阶段组织设计方法中的第 1 阶段和第 2 阶段合并求解的方法,该方法可以在不同的论域层次上尽可能的实现多个目标的同时优化,是三阶段组织设计方法的一种改进。

### 2.5 组织设计方法的分析与讨论

关于4种组织设计方法的分析与讨论:

1)在以上4种C2组织设计方法中,三阶段组织设计方法、基于GT和NGA的组织设计方法和基于粒度计算的组织设计方法只是针对组织结构的设计方法,而扩展的三阶段组织设计方法是针对组织过程和组织结构两方面的设计方法;

2)针对C2组织的结构设计,可以将以上4种C2组织设计方法分为2类:第1类是将C2组织结构设计问题分解为3个子问题,通过对3个子问题的反复迭代求解最终得到最优的组织结构,三阶段组织设计方法和扩展的三阶段组织设计方法属于这一类;第2类是将三阶段组织结构设计中的第1阶段和第2阶段进行合并处理基于GT和NGA的组织设计方法和基于粒度计算的组织设计方法属于这一类;

3)在两类C2组织结构设计方法中,如果在C2组织结构设计之初,没有确定C2组织结构中的任何关系(包括平台—任务之间的关系、平台—决策实体之间的关系和决策实体—决策实体之间的关系),而平台和决策实体都可以作为一种物资,只要任务的需要,就可以独立被调用,与其他物资组合最终形成C2组织,而整个组织就像是一种可编程的物质(Programmable Matter),在这样的情况下,采用这一类C2组织结构设计方法是比较合适的。而如果在C2组织结构设计之初,C2组织结构内的一些关系(比如:部分的决策实体和平台的控制关系)已经被确定,这在实际的军事作战中也是经常存在的,在这样的情况下,也可以采用第二类C2组织结构的设计方法。

### 3 结束语

本文从C2组织建模方法和C2组织设计方法2个方面对适应性C2组织的国内外研究进展进行了综述,详细描述了5种C2组织建模方法和4种C2组织设计方法,并分析各种方法优点和不足之处,该综述对于进一步开展适应性C2组织的研究,具有一定的参考价值和借鉴意义。

#### 参考文献(References):

- [1] 阳东升. C2组织的有效测度与设计研究[D]. 长沙:国防科技大学,2004.  
YANG Dongsheng. The measuring and designing of C2 organization[D]. Changsha: National university of defence technology, 2004. (in Chinese)
- [2] 阳东升,张维明,刘忠,等. 指控组织设计方法[M]. 北京:国防工业出版社,2010.  
YANG Dongsheng, ZHANG Weiming, LIU Zhong, et al. Designing of command and control organization[M]. Beijing: National defense industry press, 2010. (in Chinese)
- [3] Carley K M. Computational and mathematical organization theory: perspective and directions [J]. Computational and mathematical organization theory, 1995, 1(1): 39-56.
- [4] Canio D, Stephen J, Dibble. Importance of organizational structure for the adoption of innovations [J]. Management science, 2000, 46(10): 1285-1299.
- [5] Chakraborty, Ashok B. Organisational design and systems for effective safety and environment management[C]//Proceedings of SPE annual technical conference and exhibition. USA: Society of petroleum engineers, 1999:237-239.
- [5] Ford D N, Voyer J J. Building learning organizations in engineering cultures: case study [J]. Journal of management in engineering, 2000, 16(4): 72-83.
- [6] Andersen E. Understanding your IT project organization's character: exploring the differences between the cultures of an IT project and its base organization[C]//Proceedings of the 34th Hawaii international conference on system sciences. Hawaii:IEEE press, 2001:1-9.
- [7] Kathleen M C. Organizational adaptation[J]. Annals of operations research, 1998, 75: 25-47.
- [8] Kathleen M C, Svoboda D M. Modeling organizational adaptation as a simulated annealing process[J]. Sociological methods and research, 1996, 25(1):138-168.
- [9] David K, Kathleen M C. A PCANS model of structure in organization[C]//Proceedings of the 1998 command and control research and technology symposium. Monterey, CA:NPS, 1998:113-119.
- [10] Kathleen M C, David K. A typology for C2 measures[C]//Proceedings of the 1999 international symposium on command and control research and technology. Newport,RI:Carnegie Mellon university,1999.
- [11] Carley K M, Lin Z. Organizational design suited to high performance under stress [J]. IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, 1995, 25:221-231.
- [12] Pascal A R, Alexander H L. On the generation of organizational architectures using Petri nets[J]. Lecture notes in computer science,1988,340: 371-385.
- [13] Alexander H L. A colored Petri net model of intelligent nodes[C]//Proceedings of 1991 IMACS symposium on modeling and control of technological system. Lille, France:[s. n. ], 1991:1-6.
- [14] Alexander H L. Quantitative models of organizational information structures[M]//Concise encyclopedia of information processing in systems and organizations. Oxford:A. P. sage, education, pergamon books limited, 1988.
- [15] 杨春辉. 基于CPN的面向任务指挥控制组织建模、仿真及优化方法研究[D]. 长沙:国防科技大学,2008.  
YANG Chunhui. Research on model, simulation and optimization for task oriented command and control organization based on colored Petri net

- [D]. Changsha: National university of defence technology, 2008. (in Chinese)
- [16] Conant R C. Laws of Information which govern system[J]. IEEE transactions on system, man, and cybernetics, 1976, 4:240 – 255.
- [17] Kevin L B, Alexander H L. Modeling the interacting decision – maker with bounded rationality[J]. IEEE transactions on system, man, and cybernetics, 1982, 12:334 – 344.
- [18] Kevin L B, Alexander H L. Modeling and analysis of teams of interacting decision – makers with bounded rationality[J]. IEEE transactions on system, man, and cybernetics, 1983, 19(6):703 – 709.
- [19] Nicholas R J. On agent – based software engineering[J]. Artificial intelligence, 2000,117(2):277 – 296.
- [20] 张伟, 石纯一. Agent 组织结构设计的一种形式语义[J]. 软件学报, 2002, 13(3):447 – 452.  
ZHANG Wei, SHI Chunyi. A formal semantics of agent organization structure design[J]. Journal of software, 2002, 13(3):447 – 452. (in Chinese)
- [21] 杨凡. 基于智能体的指挥控制系统建模方法研究[D]. 西安: 空军工程大学, 2007.  
YANG Fan. The research of modeling methods of command and control system based on agent[D]. Xi'an: Air force engineering university, 2007. (in Chinese)
- [22] 王鸿洁. 基于智能体的指挥控制建模仿真方法研究[D]. 西安: 空军工程大学, 2008.  
WANG Hongjie. The research of modeling and simulation methods of command and control system based on agent[D]. Xi'an: Air force engineering university, 2008. (in Chinese)
- [23] Dekker A. Applying social network analysis concepts to military C<sup>4</sup>ISR architectures[J]. Connections, 2002, 24(3):93 – 103.
- [24] 朱涛. 基于复杂网络理论的指挥控制建模仿真方法研究[D]. 西安: 空军工程大学, 2009.  
ZHU Tao. The research of modeling and simulation methods of command and control based on complex networks [D]. Xi'an: Air force engineering university, 2009. (in Chinese)
- [25] Pete A, Kleinman D L, Pattipati K R. Structural congruence of tasks and organizations[C]//Proceedings of the 1994 symposium on command and control research and decision aids. Monterey CA :NPS,1994: 168 – 175.
- [26] Levchuk G M, Levchuk Y N, Luo J, et al. Normative design of organizations——part I: Mission planning[J]. IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, 2002, 32(3): 346 – 359.
- [27] Levchuk G M, Levchuk Y N, Luo J, et al. Normative design of organizations——part II: organizational structure[J]. IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, 2002, 32(3): 360 – 375.
- [28] 阳东升, 张维明, 刘忠, 等. C2 组织的有效测度与设计[J]. 自然科学进展, 2005, 15(3):349 – 356.  
YANG Dongsheng, ZHANG Weiming, LIU Zhong, et al. Effective measuring and designing C2 organization [J]. Progress in natural science, 2005, 15(3):349 – 356. (in Chinese)
- [29] Yu F, Tu F, Pattipati K R. Novel congruent organizational design methodology using group technology and a nested genetic algorithm[J]. IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, 2006, 36(1): 5 – 18.
- [30] 修保新, 张维明, 刘忠, 等. 基于粒度计算和遗传算法的 C2 组织结构设计方法[J]. 自然科学进展, 2007, 17(5):662 – 671.  
XIU Baoxin, ZHANG Weiming, LIU Zhong, et al. The designing method of C2 organizational structure based on granular computing and GA[J]. Progress in natural science, 2005, 15(3):349 – 356. (in Chinese)
- [31] Yang D S, Lu Y L, Liu Z, et al. Research on algorithms of task scheduling[C]//Proceeding of the third International conference on machine learning and cybernetics. Shanghai:[s. n.], 2004:42 – 47.

(编辑:徐楠楠)

## Advances on the Research of Adaptive C2 Organization ( I ) : Review on the Methods of Organization Modeling and Organization Designing

YAO Pei – yang<sup>1</sup>, ZHANG Jie – yong<sup>1</sup>, LI Wei<sup>2</sup>, WAN Lu – jun<sup>1</sup>, LI Wei – hua<sup>1</sup>

(1. Telecommunication Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710077, China; 2. Unit 94270, Jinan 250117, China)

**Abstract:** The research of adaptive command and control (C2) organization is one of the key technologies for the realization of NCW (Network Centric Warfare). Firstly, the concept and the main research content of adaptive C2 organization are depicted. Then the research advances of adaptive C2 organization is surveyed from two aspects, the methods of organization modeling and the methods of organization designing. The methods of organization modeling include computation and mathematic organization theory, Petri net, information theoretic criteria, agent and social network analytic methods. The methods of organization designing include three – phase organizational design method, the extended three – phase organizational design method, the organizational design method based on group technology and nested genetic algorithm and the organizational design method based on granular computing. Finally, the description of all kinds of modeling methods and designing methods are offered respectively, and the achievements and scarcities of these methods are analyzed.

**Key words:** C2 organization; methods of organization modeling; methods of organization designing