

军事信息系统系统集成技术研究^{*}

李 旭 程 雄 欧中红
(武汉数字工程研究所 武汉 430205)

摘 要 信息系统综合集成是信息系统发展的方向,为适应信息化战争条件下联合作战、协同作战的需要,解决互通互联、信息高效共享等问题,对军事信息系统综合集成技术进行研究。论文分析了军事信息系统发展历程,军事信息系统综合集成的基础理论、基本框架,并以美军 DDG-1000 全舰计算环境为例,分析了美军舰载信息系统集成的方法,最后探讨了云计算在军事信息系统集成中的应用展望。

关键词 军事信息系统; 综合集成; 全舰计算环境; 云计算

中图分类号 TP311 **DOI**:10.3969/j.issn1672-9722.2015.07.023

Research on Comprehensive Integration Technologies of Military Information Systems

LI Xu CHENG Xiong OU Zhonghong
(Wuhan Digital Engineering Institute, Wuhan 430205)

Abstract Comprehensive integrated of information system is the direction of information system development, in order to meet the need of joint operations and collaborative operations which is under the condition of information-based war, and to solve the problem of each other and the sharing of the information efficiently, the military information system integrated technology is studied. This paper analyzes the process of military information system development and the basic theory and framework of military information system integrated, and take the U. S. DDG-1000 computing environment as an example. This paper analyzes the American shipboard information system integration methods, and finally discusses the cloud computing application prospect in military information system integration.

Key Words military information system, comprehensive integration, total ship computing environment, cloud computing

Class Number TP311

1 引言

随着计算机技术的不断发展,信息与信息系统已然遍及全球,信息化已成为当今的时代特征。未来战争必定是高技术条件下信息化战争,信息成为战争致胜的主导因素。军事信息系统是由软件、硬件、武器平台、作战人员构成的复杂巨系统,一般都具有指挥、控制、通信、计算、情报、监视、侦察等作战功能。它结构复杂、涉及因素多,各个功能模块之间紧密联系、互相影响、相互作用。

为适应新的信息化战争形式以及更好地发挥

军队的效能,世界各军事大国都在开发自己的军事信息系统,其中美国的发展处于世界顶尖水平,是世界军事信息系统发展的典型,值得我军借鉴。

20 世纪 50 年代,美军首次提出指挥控制(C²)系统的概念。1958 年,美军建成了半自动化防指挥控制系统“赛其”。该系统首次实现了信息采集、处理、传输和指挥决策过程中部分作业的自动化,开始了作战行动的指挥控制方式由手工作业为主向自动化转变的过程。

20 世纪 60 年代,随着远程武器的大量装备,出现了指挥控制与作战单位相隔遥远,单一的指挥

^{*} 收稿日期:2015 年 1 月 8 日,修回日期:2015 年 2 月 27 日

作者简介:李旭,男,硕士研究生,研究方向:指挥信息系统。

控制系统已无法胜任此种任务的局面,此时通信作为新的要素综合到 C^2 中,形成 C^3 系统。

20 世纪 70 年代初到 80 年代末,美苏处于冷战时期,由于特殊的战争局面,情报和信息处理的作用受到充分重视,成为 C^3 系统新的要素,形成了 C^3I 系统。 C^3I 的出现是军事信息系统发展的重要里程碑,至此出现了军事信息系统一体化的雏形。

随着计算机技术的发展,其以强大的信息处理能力使之逐渐加入到 C^3I 系统中,为了满足其越来越强烈的自动信息处理需求,从而逐渐形成了 C^4I 系统。

1992 年,美国参联会首先提出武士 C^4I 计划,美军一体化信息系统要采用可互操作的网络体系结构、各级指战员能在任何地方、任何时间获取所需的准确、完整、经融合的作战信息,最有效地完成作战任务。

1993 年 1 月 14 日,美国国防部批准实施国防信息基础设施(DII)计划。DII 是用于满足美国在各种军事作战范围内对信息处理和传输需求的网络,它集通讯网、计算机、软件、数据库、应用程序、武器系统接口、数据、安全服务及其他服务为一体。DII 包括通信基础设施、计算基础设施、公共应用软件、功能应用软件等。

全球指挥控制系统(GCCS)的提出,是为实现武士 C^4I 计划,并逐步取代全球军事指挥控制系统(WWMCCS),是武士 C^4I 计划的核心部分,是美国综合 C^4I 系统和国防信息基础设施(DII)的重要组成部分,它是集互操作性、资源共享、高度机动、无缝连接任何一级 C^4I 系统、高生存能力的全球指挥控制系统。

针对未来的信息化作战,1996 年 7 月美军参谋长联席会议主席公布了“2010 年联合构想”,提出了在技术创新和信息优势的基础上保障联合作战的四个作战概念(优势机动、精确打击、全维防护和集中的后勤),来夺取对付各种冲突和战争的全面优势。

1997 年,鉴于侦查监视在 C^4I 网络中作用,以及在这之前几场战争中发挥的重要作用,美军将侦查和监视融合进了 C^4I 中,形成了今天所说的 C^4ISR 系统。

1997 年 4 月 23 日,美国海军作战部长约翰逊在海军学会的第 123 次年会上首次提出“网络中心战”理论成为美军信息化作战的基本理论,也成为美军信息化建设的基本理论。为实现这一网络中心战的思想,1999 年美国国防部提出了建设全球

信息栅格(Global Information Grid, GIG)的战略构想。2001 年 9 月,美国国防部正式启动全球信息栅格(GIG)计划。GIG 是一种集成的信息基础设施,是一个公共的系统化的诸网之网,是实现信息优势和决策优势的关键设施,是实施网络中心战(NCW)的中心环节物质基础。

2 军事信息系统的综合集成

2.1 军事信息系统综合集成技术

面对当今复杂多变的军事环境,部队结构和作战使命的不断变化,多军兵种联合作战需求的不确定性,技术发展的不可预知性,更要求军事信息系统必须具有易变性,这些问题导致了军事信息系统的建设相当困难。而军事信息系统面向未来联合信息作战,要求各独立建设的军事信息系统实现互连、互通、互操作,并能够快速集成以形成处理各种战况的能力。

军事信息系统正在发生革命性变化。海湾战争之前,世界各国的军事信息系统都是由各军种,甚至各兵种独立建设的,而各军种(各兵种)内部的各种信息系统,诸如指挥系统、控制系统、通信系统、情报系统、侦察系统、探测系统、导航定位系统、电子战系统等也都是独立或单独建设的,被称为“烟囱式”系统。这样分散各自独立的建设,造成大量重复建设,耗资巨大,效率低下,纵向指挥层次过多,无法达到互连、互通和互操作的要求,非常不适应多军兵种联合作战。海湾战争之后,随着军事革命的深入发展,联合作战,特别是中低级别联合作战,将成为今后战争的主要形式,为了解决这种各军种系统无法互通互连互操作的问题,军事信息系统发展中出现了总体技术革命——综合集成技术。

“综合集成”是处理复杂巨系统的科学有效方法。1989 年,我国著名科学家钱学森提出了综合集成的思想,综合运用各学科知识和各方面信息,采取定量与定性相结合、领导和专家与群众相结合、逻辑推理与计算机模拟相结合,用以解决复杂巨系统问题,并于 1990 年发表《一个科学的新领域——开放的复杂巨系统及其方法论》一文^[1],对这一科学方法作了详细阐述;1996 年,美军欧文斯上将认为应该设计一种架构,将各个军事子系统综合集成起来,建设军事大系统,以取得信息优势,大幅提高作战能力。系统要素越复杂,对系统的控制越困难,对信息的依赖性越大,综合集成的效能也就越高^[2]。

军事信息系统综合集成是指综合运用决策、优

化、系统工程等技术,按照未来网络中心化作战的要求,将参与集成的各级各类指挥信息系统的情报侦察、预警探测、指挥控制和通信子系统中的基础要素进行系统集成,使之成为互联互通、多维一体的公用信息平台;通过对子系统的流程混构、功能优化和结构重组,建立一个一体化的指挥信息系统。通过军事信息系统的综合集成最终实现武器装备的综合集成,达到整体效能最优的目的。

2.2 综合集成理论方法体系框架

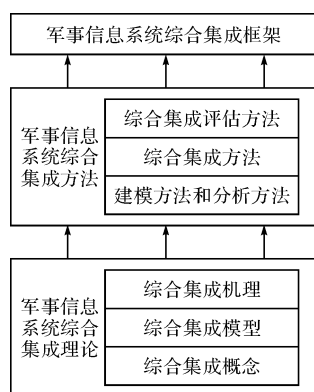


图1 综合集成理论
方法体系框架

军事信息系统综合集成是分层次的,底层是信息域范畴的集成,通过构建一个一体化信息基础平台,达到信息共享、获取信息优势的目的;中间层知识集成,通过指挥人员专业知识的建模、分析和集成,提高指控组织决策能力,形成决策优势;上层是业务领域内业务流程、功能、组织结构的集成,通过流程优化,使系统产生新的功能,满足一体化联合作战需要,进而根据业务集成和功能集成结果进行组织的集成和重构,如图1所示^[3]。

2.3 军事信息系统综合集成理论

理论层为方法层提供基础。理论是否合理、完善,直接影响到方法体系的组成和具体方法的研究。军事信息系统综合集成理论分为概念层、模型层和机理层三个层次。概念层包括综合集成、指挥控制、信息优势、决策优势的相关概念及其内涵与外延。模型层主要包括指挥控制影响机制模型、指挥控制过程模型、信息优势和决策优势的概念模型等。机理层主要包括综合集成影响指挥控制的机制、指挥控制影响信息优势和决策优势的机理、综合集成影响信息优势和决策优势的机理等。

2.4 军事信息系统综合集成方法

军事信息系统综合集成包括了信息集成、知识集成、过程集成、功能集成和组织集成,因此,指挥信息系统综合集成方法层的核心是信息集成、知识集成、过程集成、功能集成和组织集成的各种方法。为了实现各种集成,首先必须对信息、知识、过程、功能和组织进行建模,因此,指挥信息系统综合集成方法层的基础是信息建模方法、知识建模方法、过程建模方法、功能建模方法和组织建模方法。在

完成集成工作后,还必须对综合集成的效果进行评估。

3 美军全舰计算环境(TSCE)集成技术

作为美海军新型多任务驱逐舰 DDG-1000 的关键技术,全舰计算环境(TSCE)代表了军事舰船信息系统集成技术的先进水平,带来了舰船系统设计和集成方式的变化。DDG-1000 使用全舰计算环境作为舰船各系统(指控情报、平台控制、动力系统、武器系统等)的集成系统来进行信息整合,以发挥系统整体资源优势,最终形成一个统一的“网络中心战”节点。TSCE 基于开放式体系结构(OA)^[4],通过软、硬件模块化以及构件化和服务化,解决了各分系统独立运行、互操作困难、资源无法共享等问题,最终达到跨平台、跨领域的协同作战能力。

TSCE 是一个包括岸基保障、C⁴ISR、作战系统以及船机电的全舰系统。TSCE-I 是为全舰任务应用提供服务的计算硬件和公共软件。

TSCE 由基础设施和各种领域应用组成。其中,基础设施部分包括硬件、操作系统、中间件和资源管理;领域应用部分包括公共服务和应用。TSCE-I 形成一个开放、虚拟的计算环境,所有计算资源统一调度管理,为其他应用组件和功能领域提供服务,所有应用软件均分布在这个虚拟的计算环境中。

TSCE-I 包括网络设备、计算设备、存储设备、显示设备和操控设备等硬件设备,以及一组核心、通用的基础软件。这些软、硬件采用主流商用现货产品,构建成为一个开放式体系结构的计算环境,为系统的各种领域应用提供服务。

如图2所示,TSCE 系统自顶向下划分为五个层次,分别为系统(System)、段(Segment)、单元(Element)、组件(Component)和模组(Ensemble)。整个全舰计算环境系统包括六个段:船舶、基础设施、探测、指控与情报(C²I)、交战和保障^[5]。

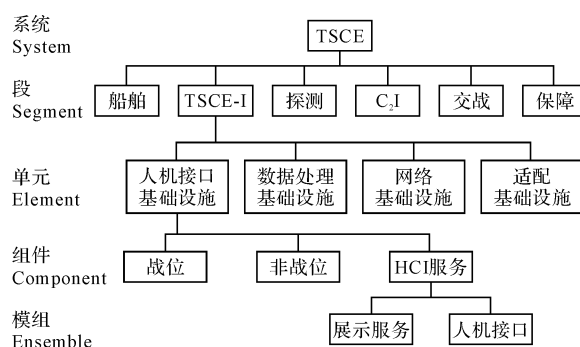


图2 全舰计算环境系统划分层次

4 云计算在军事信息系统集成中的应用展望

云计算(cloud computing)^[6]是基于互联网的相关服务的增加、使用和交付模式,通常涉及通过互联网来提供动态易扩展且经常是虚拟化的资源。现代战争的突出特点是信息主导的体系对抗,发展趋势是网络中心战。云计算正是以网络为中心的,把计算力量联合起来,为众多用户提供低成本、高性能、高效率和便利的计算服务,是未来军事信息系统的发展方向之一。构建军事云,就是应用海量数据分布式存储、分布式大规模数据管理、虚拟化和云编程等云计算关键技术,建设数据中心等硬件基础设施体系,开发军事领域相关应用服务等软件体系,依托全军装备科技信息网等军事信息骨干网络,向军队单位或个人用户提供云计算服务^[7]。云计算未来的发展思路,可将原有以平台为中心的指挥信息系统建设模式,转换为以全军共用基础设施为中心进行建设的模式,通过与面向服务体系架构(SOA)等技术结合,加速指挥信息系统向网络中心转型,确保可互操作的基础设施,确保信息访问和安全,以及确保较高的投资收益^[8]。

通过在全军共用基础设施中建立使用虚拟技术的数据中心来提供各种可靠的计算服务,用户可连接到网络来获得对计算能力的访问。“云”数据中心还可保证指挥信息系统服务性能的一致性,不会随着用户增加和处理负荷增加而导致性能的降低,并可对其进行监控;另外,多个冗余站点还可加强云计算的可靠性和容错性,使其适用于持续运作和灾难恢复;数据的集中化和安全资源的增加,大大提高了网络和用户的安全性。云计算可大大提高网络中心战的互通能力。全军共用基础设施,也就是构建起全军共用的信息系统“云平台”,可以提供以下云计算服务以满足不同类型的指挥信息系统的需要^[9]。

4.1 基础设施服务

通过虚拟化、自动化云计算关键技术,按需地分配各种资源(计算能力、存储能力、传输带宽等)给用户。用户可直接使用这些资源。基础设施服务减少了基础设施建设、运行和维护的成本。

4.2 平台服务

构建起全军共用基础设施之后,利用 PaaS(平台即服务)理念,将大量应用的处理部分转移到“云”上运行,而在用户终端展现应用的结

果,通过浏览器就可以组建自己的应用。降低应用对用户终端能力的要求,实现用户的移动应用。

4.3 云存储服务

利用“云计算”技术构建统一数据存储平台,各部门将所需要的数据都存储在“云”中,进行数据管理与维护,这样可以减少数据维护的成本。同时数据的集中化和安全资源的增加以及冗余恢复措施,可加强数据的安全性和可靠性;并可为更高层次上的信息处理功能,如数据挖掘、数据整合,提供大容量的数据共享^[10]。

5 结语

当今世界信息与信息系统无处不在,其已然成为现代社会的标志之一。未来军事战争正逐步朝着体系对抗方向发展,旧的系统已不适应时代,军事信息系统及其综合集成技术的重要性正日趋体现出来。本文分析了军事信息系统发展历程,军事信息系统综合集成的基础理论、基本框架,并以美军 DDG-1000 全舰计算环境为例,分析了美军舰载信息系统集成的方法,最后探讨了云计算在军事信息系统集成中的应用展望。

参考文献

- [1] 钱学森,于景元,戴汝为. 一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论[J]. 自然杂志,1990,13(1):3-10.
QIAN Xueshen, YU Jingyuan, DAI Ruwei. A new area of science, the open complex system and its methodology[J]. Nature Magazine,1990,13(1):3-10.
- [2] 丁冠东. 军事信息系统综合集成探讨[J]. 指挥控制与仿真,2006,28(1):1-6.
DING Guandong. Research on Integration of Military Information System[J]. Command Control & Simulation,2006,28(1):1-6.
- [3] 刘俊先,等. 指挥信息系统综合集成理论与方法[J]. 火力与指挥控制,2008,33(8):1-4.
LIU Junxian, LUO Aimin, ZENG Yi, et al. Study on the Theory and Methods of Synthesis Integration of C4ISR System[J]. Fire Control and Command Control, 2008,33(8):1-4.
- [4] 李明. 美海军开放式体系架构计算环境发展综述及启示[J]. 计算机与数字工程,2012,40(12):56-59.
LI Ming. A Survey of Open Architecture Computing Environment Development in US Navy[J]. Computer & Digital Engineering,2012,40(12):56-59.

(下转第 1282 页)

- schemes against attacks in wireless sensor networks [C]//Proceedings of IEEE CCIS,2012;1436-1439.
- [4] Bauer K, Lee H. A distributed authentication scheme for a wireless sensing system[C]//Proceedings of the 2th International Workshop on Networked Sensing Systems, San Diego,2005;210-215.
- [5] 吴世忠,祝世雄,张文政,等译. 应用密码学[M]. 北京:机械工业出版社,2006;71-72.
- [6] 汤鹏志,李彪. Schnorr 数字签名的零知识证明[J]. 微电子学与计算机,2012,29(6):177-179.
TANG Pengzhi, LI Biao. Zero-knowledge proof Scheme of Schnorr digital Signature[J]. Microelectronics & Computer,2012,29(6):177-179.
- [7] 王平水. 基于零知识证明的签名方案研究[J]. 计算机工程与设计,2007,28(16):3834-3836.
WANG Pingshui. Study on signature schemes based on zero-knowledge proof[J]. Computer Engineering and Design,2007,28(16):3834-3836.
- [8] 舒麟,廖闻剑,彭艳兵. 拥有 DSA 数字签名的零知识证明[J]. 计算机工程与应用,2011,47(16):120-121.
SHU Lin, LIAO Wenjian, PENG Yanbing. Zero-knowledge proof scheme of possessing DSA digital signature[J]. Computer Engineering and Applications, 2011,47(16):120-121.
- [9] Keith S, Lin S. Zero-knowledge proofs as authentication method in wireless sensor networks[J]. Cryptography and Network Security Final Project Report, 2007;1-5.
- [10] Parbat V, Manikrao T, Tayade N, et al. Zero Knowledge Protocol to design security model for threats in WSN[J]. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA), 2012: 1533-1537.
- [11] VamsiRam K, Venkateswarlu B I. Network Security Management in Wireless Networks through Zero Knowledge Proof[J]. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering,2012,2(9):185-191.
- [12] Udgata S K, Mubeen A, Sabat S L. Wireless Sensor Network Security Model using Zero Knowledge Protocol[C]//Communications(ICC), 2011 IEEE International Conference on IEEE,2011;1-5.
- [13] 韩德,郑素文. 基于椭圆曲线群上的零知识证明[J]. 装甲兵工程学院学报,2010,24(6):92-94.
HAN De, ZHENG Suwen. Zero-knowledge Proof Schemes Based on Elliptic Curve Groups[J]. Journal of Academy of Armored Force Engineering, 2010, 24 (6):92-94.

(上接第 1269 页)

- [5] 董晓明,等. 美海军 DDG-1000 全舰计算环境体系结构探析[J]. 中国舰船研究,2012,7(6):7-14.
DONG Xiaoming, SHI Chaoming, HUANG Kun, et al. Analysis on the Architecture of USN DDG-1000 Total Ship Computing Environment[J]. Chinese Journal of Ship Research,2012,7(6):7-14.
- [6] 李乔,郑啸. 云计算研究现状综述[J]. 计算机科学, 2011,38(4):32-37.
LI Qiao, ZHENG Xiao. Research Survey of Cloud Computing[J]. Computer Science,2011,38(4):32-37.
- [7] 孔飞. 构建军事云计算体系提升军队信息化水平[J]. 地面防空武器,2011,42(1):25-28.
KONG Fei. Build a Military Cloud Computing System and Enhance the level of Military information [J]. Land-Based Air Defence Weapons,2011,42(1):25-28.
- [8] 李昭锐,吴学智,何如龙. 浅析云计算的军事应用[J]. 通信技术,2011,44(9):120-122.
LI Zhaori, WU Xuezhi, HE Rulong. Cloud Computing in Military Application[J]. Communications Technology,2011,44(9):120-122.
- [9] 赵菲,刘俊杰. 云计算在指挥信息系统建设中的应用[J]. 通信技术,2012,45(4):7-9.
ZHAO Fei, LIU Junjie. Application of Cloud Computing in Construction of Command Information System [J]. Communications Technology,2012,45(4):7-9.
- [10] 张秋江,王澎. 云计算的安全问题探讨[J]. 信息安全与通信保密,2011,44(5):94-95.
ZHANG Qiujiang, WANG Pen. Cloud computing security issues discussed[J]. Information security and communication security,2011,44(5):94-95.