

网络化时间敏感效能作战体系结构分析

宋新建^{1,2}, 梁维泰², 杨进佩², 郜越^{1,2}

(1. 解放军理工大学 工程兵工程学院, 江苏 南京 210007;

2. 中国电子科技集团第28研究所 信息工程国家重点实验室, 江苏 南京 210007)

摘要:随着技术的发展,时间敏感目标的打击进入了以网络化为基础的打击模式。美国国防部(DoD)为完成时敏目标的打击,将体系结构引入到作战序列中,根据不同的结构定义开发相应产品,使用可执行模型判定体系结构的效能管理,实现对时敏目标的网络化打击。文中首先分析了时间敏感效能的概念,初步构建了网络化时间敏感效能作战的体系结构,并基于想定的战场或背景针对三种作战视图框架采用体系结构开发工具设计开发体系结构作战视图产品,增强了作战的攻击可能性。作战产品视图直观地描述了体系结构的要求和节点信息交换的有效性,为网络化时间敏感目标打击提供了可靠性。

关键词:时间敏感;效能;体系结构;作战视图;网络化

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)01-0177-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.01.044

Analysis on Architectures of Time Sensitive Effect Operation Based on Network

SONG Xin-jian^{1,2}, LIANG Wei-tai², YANG Jin-pei², GAO Yue^{1,2}

(1. Engineer Engineering Institute, The PLA University of Science and Technology, Nanjing 210007, China;

2. State Key Laboratory of Information Engineering, The 28th Institution of China Electronics Technology Group Corporation, Nanjing 210007, China)

Abstract: With the development of technology, the attacking of time sensitive targets goes into a model based on network. DoD introduces architecture to operation for completing the attacking of time sensitive targets, developing related products based on different form and using executable model to judge the efficiency management of architecture, to finish the attacking of time sensitive targets. It firstly analyses the concept of the time sensitive, and initially constructs the architectures of the time sensitive effect operation based on network, and uses architectures development tools to design products for the three operational view frameworks. They intuitionistically describe architectures' requirements and the validity of the information exchange to provide reliability for the attacking of time sensitive targets based on network.

Key words: time sensitive; effect; architecture; operational views; network

0 引言

时敏目标是指那些对己方造成或将要造成危害的需要在有限的窗口内给予打击的目标,或者是那些对敌方非常有价值的、刻意保护的临时目标。对时敏目标的快速打击是现代战争中极为关键的环节。在时敏

目标数量多的情况下,需要指挥员对主要的、价值高的、对敌方作用大的目标快速决策,实施打击。对时敏目标的快速打击得益于己方的一体化联合能力,包括传感器、攻击目标的武器和两者的联合能力。以网络化联合作战需求为牵引,研究基于效能的时敏目标打击的体系结构显得尤为重要^[1]。

战争正朝着联合作战样式的方向发展,其特点是体系结构的对抗,作战模式转化频繁^[2]。现有的武器装备核技术已具备精确打击固定目标的能力,但打击时敏目标的能力尚显不足。于是研究多探测平台、多武器平台及多可变中心的打击系统成为现今的趋势。它可以通过战术数据链达到互连、互通、互操作的能力,实现探测与打击的有机结合^[3]。

收稿日期:2012-04-05;修回日期:2012-07-09

基金项目:国家"973"重点基础研究发展计划项目;国家重点实验室基金资助项目(9140C8301011001);中国电子科技集团基金资助项目(JJ0909)

作者简介:宋新建(1987-),男,硕士研究生,研究方向为指挥控制与协同作战、辅助决策;梁维泰,研究员,硕士生导师,研究方向为指挥控制系统总体技术及软件技术设计。

美国国防部 (DoD) 开始使用基于能力的方法定义和开发系统, 这使判定体系结构的综合系统 (SoS) 特征成为一种必要^[4,5]。另外, 往往只能通过无缝整合各种系统的方法, 获得需求能力。尽管常用体系结构保存和跟踪接口和互操作性, 但是体系结构分析和使用可执行模型判定体系结构仍是一个有待研究的领域。

1 时间敏感效能作战概念

时间敏感效能作战体系结构源自时间敏感目标结构, 是指令和控制在 (C2) 系列的一部分。为了与基于能力方法相适应, 拟定使用新的体系结构描述时间敏感目标问题。新的体系结构重点描述的是效能管理方面, 而不是目标的执行, 确定了作战空间去掉目标层次结构的重要性^[6,7]。美国国防部体系结构框架产品 (DoDAF) 中, 可用于时间敏感效能作战的产品不是很多, 但对建立可执行模型却很重要。

新的时间敏感效能作战从“发现-锁定-跟踪-目标-攻击-判定-计划”逐渐简化为“探测-筛选-选定-影响”, 更加注重效能的管理, 而非攻击目标。它所支持的活动数量相较以前并没有变, 却可说明作战是基于效能的。

如图 1 所示, 可用产品和支持文件中的信息足以说明时间敏感效能作战强调的是影响作战空间的管理效能。在此结构中每个阶段都有相关数量的活动, 以探测阶段为例, 它包括分析未计划最接近目标机会、监控作战空间的动态事件、验证相关事件/指示、调整 ISR (情报、监测、侦察) 和支持动态/时间敏感效能作战、进行战斗识别、预测效能/紧急性、进行效能动态判定等。

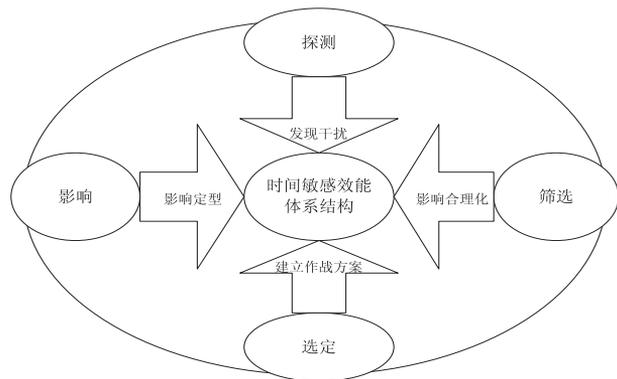


图 1 强调效能管理的时间敏感效能体系结构

2 时间敏感效能作战体系结构描述

体系结构描述的是在当前或将来某个时间点上对已确定的使命任务的一种描述, 描述的内容包括各个组成部分、他们的功能、这些功能遵循的规则和约束条件, 以及各组成部分彼此之间的关系及其与环境的关系。

美国国防部体系结构包含数据层和表示层, 文中的产品和视图位于表示层, 是支撑可视化的手段。它是围绕数据、模型和视图来组织的^[8]。

作战视图描述作战节点, 完成的任务或活动, 以及为完成使命必须交换的信息^[9]。他给出了交换的信息类型、交换频率、信息交换所支持的任务或活动, 以及信息交换的特征。它定义体系结构的逻辑问题。一套作战视图产品可以用逻辑术语来描述一个体系结构的要求, 或对现有体系结构中的主要行为和信息方面做出一种简化的说明。作战视图将全视图中提供的作战能力概念置于一个作战背景或想定场景, 描述构成作战能力的作战节点、信息流程、组织关系、作战活动及活动进程的具体表现。作战视图可以在若干时间点上使用, 包括开发用户需求, 找准未来概念, 支持作战规划进程。

如表 1 所示, 说明了与作战有关的框架产品名称及总体描述, 这些产品均属于网络中心的范围。

表 1 时间敏感效能作战体系结构可用框架产品

作战	OV-1	高级作战概念图	作战概念的高级图形/文本描述
作战	OV-2	作战节点连接能力描述	作战节点, 连接性和节点之间交换信息的需求线程
作战	OV-3	作战信息交换矩阵	节点和交换相关属性之间的信息交换
作战	OV-4	组织关系图	组织、角色或组织间其他关系
作战	OV-5	作战活动模型	能力, 作战活动, 活动间的关系, 输入和输出; 叠加可现实成本, 执行节点或其他相关信息
作战	OV-6a	作战规则模型	描述作战活动的三个产品之一 - 确定限制作战活动规则
作战	OV-6b	作战状态转换描述	描述作战活动的三个产品之一 - 确定作战活动相应程序
作战	OV-6c	作战事件跟踪描述	描述作战活动的三个产品之一 - 跟踪案例或序列事件
作战	OV-7	逻辑数据模型	将作战视图的系统数据要求和结构商业程序规则存档

时间敏感效能作战体系结构是通过作战系统及其内部各部分的相互关系来描述军事电子信息系统体系结构, 旨在表述系统及其作战功能、链接关系和互操作特点, 以及特定系统的内部结构和运行原理。与之前体系结构的不同之处在于, 它核查可用效能清单, 选择期望的效能或结果, 并产生攻击方案。时间敏感效能作战考察的是未预测事件, 决定哪种结果更可靠。通过选择结果并将之与交战方案联系起来, 体系结构可以更加灵活。这种新方法扩大了攻击可能性, 显见, 它是确保军事电子信息系统与武器系统等相关系统形成高效的 (互联互通互操作) 信息化作战体系和信息系统体系结构的关键。

这里介绍作战体系结构, 如图 2 所示。

3 作战体系结构模型

作战体系结构设计涉及模型较多, 这些模型的基础是数据建模, 定义的是体系结构数据的实体和关系。

的标准集。一个作战模型描述的是任务与活动、作战元素、引导作战所需的信息交换。文中针对作战方面体系结构进行分析并从作战视图中选了三个例子对其进行分析与产品开发。

3.1 高级作战概念图(OV-1)

高级作战概念图是最一般的体系结构描述产品,描述的是一种能力,强调主要作战节点、作战行动的关注点或独特特性,其主要目的是便于高级决策者之间的交流。高级作战概念图主要包括作战使命、作战方式、作战实体、作战地域、作战对象和相应的地理配置等,一般使用图形方式表现。因此 OV-1 提供了一个高层次的图形化使命视图,描述了体系结构包含的网络中心能力、作战使命所需要的内外作战资源以及支

持使命的各种网络中心作战角色^[10]。基于网络为中心的 OV-1 模型可以在网络化的环境中,以集成的方式来执行作战命令。这种能力是有多个组织合力提供的。

如图 3 所示,说明了在 OV-1 中联合作战使命的能力、效果、目标和最终状态。

3.2 作战活动模型和动态特性描述(OV-5)

OV-5 描述的是在执行使命或取得业务能力的过程中正常开展的各种活动。它描述的是能力、任务、任务间的输入输出关系以及体系结构范围外的活动的输入输出流。作战活动的输入输出是与 OV-3 产品的信息要素相关的,而作战活动节点之间的注释可以通过 OV-2 加以实现。在网络中心环境中,OV-5 描述了行

动、识别活动并可捕获节点之间的输入输出,可以突出来自某个特殊活动的多重输入和输出,来描述各种处理状态的信息传递。基于网络中心的 OV-5 特别重视内部活动之间、外部与体系结构之间活动的输入输出流程。

如图 4 所示,通过注释关键活动来识别任务调度过程和作战信息交换。

3.3 作战规则模型(OV-6a)

如果说上两种模型是对体系结构元素及其关系进行

静态结构建模,那么 OV-6a 就是对动态行为的描述。

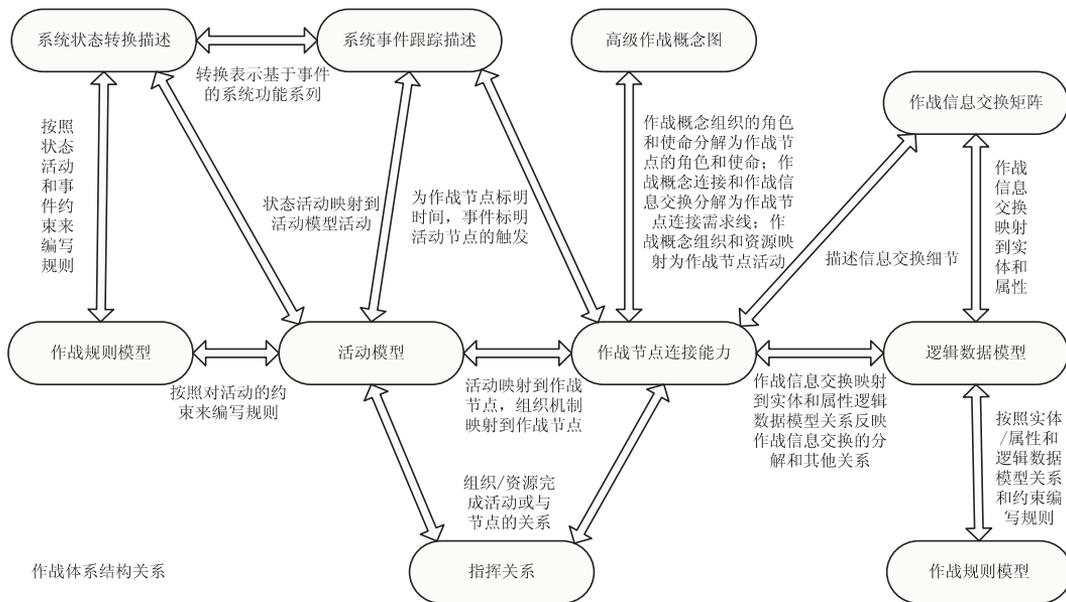


图 2 作战体系结构

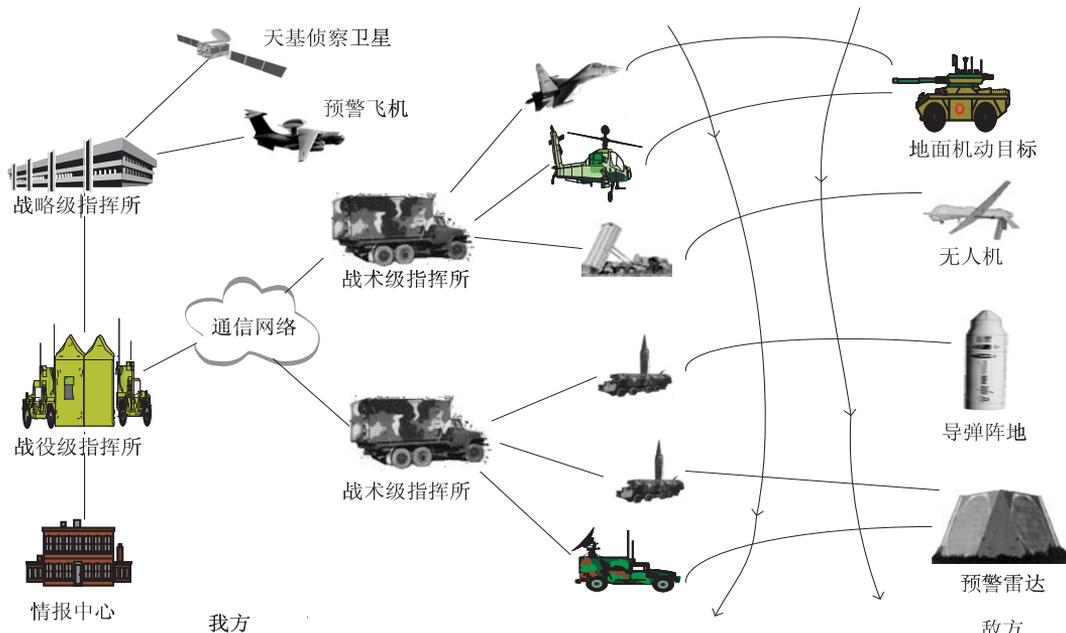


图 3 高级作战概念图

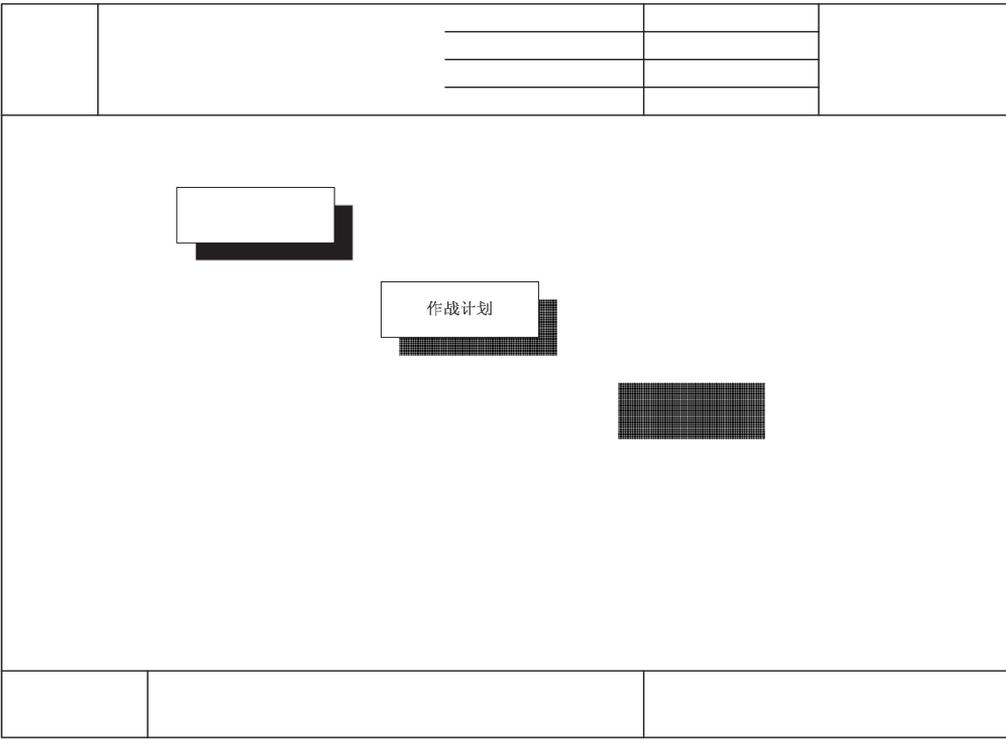


图 4 作战活动模型和动态特性产品视图

所谓动态行为可以是指事件发生的时间与顺序,这些事件用来捕获作战流程或使命调度过程的作战行为。OV-6a 模型具体规定了作战或业务规则,这些规则是对组织、作战使命、作战活动、作战业务或体系结构的约束。如在作战使命层,OV-6a 可以由原则、指南、规则或约定等等组成;在战役层,规则也许包括军事作战计划。这些规则是作战方面的,而非面向系统的,可以

用文本的形式表达^[11]。虽然 OV-6a 可以捕获用于提供能力的规则和策略,但在最高层面上规则应体现 OV-1 定义的作战概念。

在网络中心环境中,为了能够访问控制、授权和鉴权投送到被授权的一方,OV-6a 必须为项目在网络中心的运行捕获到规则,保证访问网络中心服务和能力的授权。

图 5 所示为 OV-6a 作战规则模型,描述了在网络中心环境下信息的传送、处理。

4 结束语

以上是依据构想的系统而进行的作战体系结构设计,描述了打击时敏目标作战的需要和信息交互关系,给出了作战体系结构部分模型,是对建设以网络为中心时敏目标作战体系的探讨。未来军事系统的发展模式将是

以军事战略需求为牵引,由军事战略构想延伸到军事能力需求,这里的军事能力包括人力、物力、信息、平台等,再由能力需求(作战需求)推导出武器、装备、信息系统及人员需求,由此确定保证系统互操作性的技术标准和规范人员行为的条令条例^[12]。一体化联合作战已成

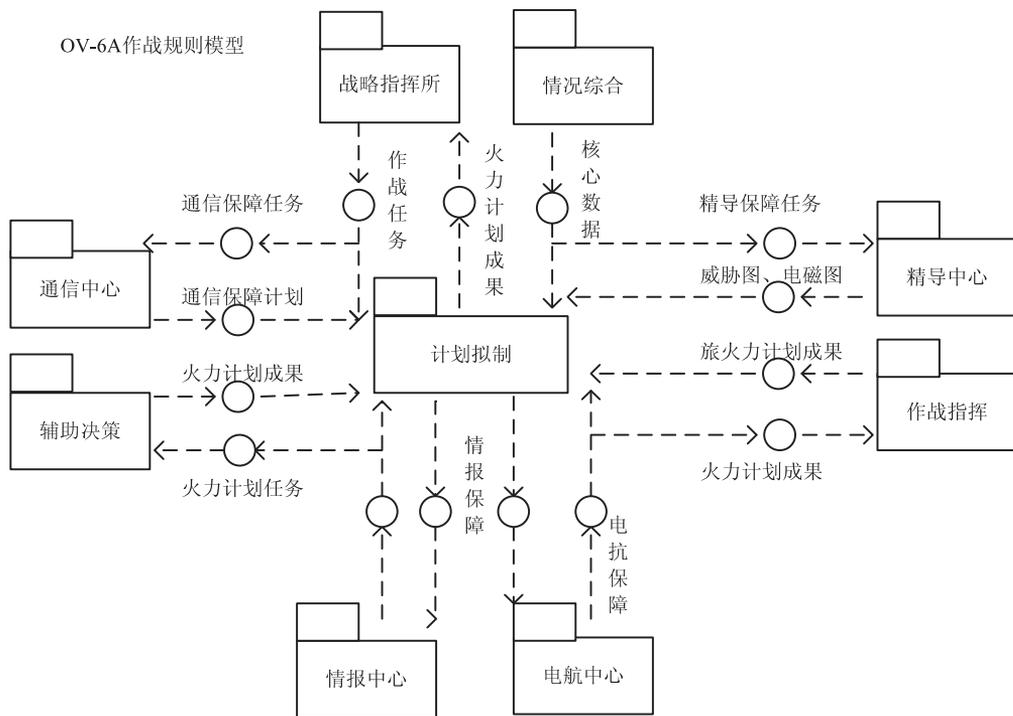


图 5 作战规则模型

5 结束语

本设计根据电能计量芯片的要求,对 Sigma-Delta 降采样滤波器进行优化设计。由于单级 CIC 滤波器在实现高倍降采样率时功耗大,效果不理想,因此,本设计对 128 倍的降采样进行分级抽取,前级采用 CIC 滤波器进行 64 倍抽取,后级采用半带滤波器实现 2 倍抽取。在 HBF 的实现过程中采用对称结构以及 CSD 编码,减少运算过程中乘法的次数以及乘法运算过程中移位相加次数,降低了电路功耗。与传统方法相比,经优化后,电路面积减少 8%,功耗降低 15%。

参考文献:

- [1] Ascari L, Pierazzi A, Morandi C. Low power implementation of a Sigma-Delta decimation filter for cardiac applications[C]//IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference. [s. l.]: [s. n.], 2001: 750-755.
- [2] Nerurkar S B, Abed K H, Siferd R E, et al. Low Power Sigma-Delta Decimation Filter[C]//IEEE Midwest Symposium on Circuits and System. [s. l.]: [s. n.], 2002: 647-650.
- [3] Abed K H, Nerurkar S B. Implementation of a Low Power Decimation Filter Using 1/3-Band IIR Filter[J]. IEEE Wireless Communications and Networking, 2003(1): 460-465.
- [4] Chen Lei, Zhao Yuanfu, Gao Deyuan, et al. A Decimation Filter Design and Implementation for Oversampled Sigma-Delta A/D Converters[C]//IEEE Int. Workshop on VLSI Design & Video Tech. [s. l.]: [s. n.], 2005: 55-58.
- [5] Hogenauer E B. An Economical Class of Digital Filters for

Decimation and Interpolation[J]. IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing, 1981, 29(21): 155-162.

- [6] Cui Yingying, Huang Jie, Wu Lingjuan, et al. An Optimized Design for a Decimation Filter and Implementation for Sigma-Delta ADC[C]//IEEE International Conference on IEEE Electron Devices and Solid-State Circuits. [s. l.]: [s. n.], 2009: 338-341.
- [7] 兰金保, 王那, 张瑞涛, 等. 一种数字下变频抽取滤波器的设计[J]. 微电子学, 2011, 41(1): 1-5.
- [8] 罗燕, 唐宁, 何颖子. 基于 Matlab 的 Sigma-Delta ADC 中抽取滤波器设计与分析[J]. 电声器件与电路, 2008, 32(11): 16-19.
- [9] 郭来功, 欧阳名三, 赵泓扬. 应用于 $\Sigma-\Delta$ A/D 转换器的数字抽取滤波器设计[J]. 微形机与应用, 2010, 29(21): 21-24.
- [10] 吴笑峰, 刘红侠, 李迪, 等. 高精度 $\Sigma-\Delta$ ADC 中数字抽取滤波器设计[J]. 中南大学学报, 2010, 41(3): 1037-1041.
- [11] 冯维婷. 多速率采样中的 CIC 滤波器设计与分析[J]. 现代电子技术, 2007, 30(14): 18-20.
- [12] 许国威, 马胜前, 危淑平. 基于 LabVIEW 与 MATLAB 的自适应滤波器设计研究[J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(1): 226-229.
- [13] Koppula R M R, Balagopal S. Efficient Design and Synthesis of Decimation Filters for Wideband Delta-Sigma ADCs[C]//SOCC. [s. l.]: [s. n.], 2011: 380-385.

(上接第 180 页)

为未来战略、战术的思想主流。联合作战必须具备战场上协同工作的能力,保证协同工作的基础就是网络化。作为网络化作战能力的基础,以体系结构框架为指导,充分考虑近期、中期和远期战略目标,采取分阶段实施、逐步验证、螺旋上升和可持续演进策略,从装备、系统、能力、组织、条例等方面明确了具体实施的途径。

参考文献:

- [1] 曲爱华, 陆小龙, 陆敏. 英国网络化作战能力与国防部体系结构框架[J]. 海军学术研究, 2009(8): 12-16.
- [2] 夏文成. 2009 年世界各国网络战发展动态[J]. 外军信息战, 2010(1): 22-27.
- [3] 罗爱民. 基于框架的 C4ISR 体系结构语法、语义设计与分析方法研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2006.
- [4] 美国国防部体系结构框架(1.5 版)[R]. 中电集团第二十八研究所内部资料.
- [5] DoD Architecture Framework Working Group. DoD Architecture Framework Version 1.5 Volume I: Definitions and

Guidelines[R]. The United States: Department of Defense, 2007.

- [6] Sowa J F, John A. Extending and formalizing the framework for information systems architecture[J]. IBM Systems Journal, 1992(31): 26-28.
- [7] Luis M, Rodriguez D. Executable Model Development from Architectural Description with Application to the Time Sensitive Target Problem[D]. U. S. A: Air Force Institute of Technology, 2005.
- [8] 刘东生. 美国国防部体系结构框架浅析[J]. 科技创新导报, 2010(26): 254-256.
- [9] 赵洪伟, 邵超峰, 马丰文. 陆军网络中心战模型研究[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(8): 172-174.
- [10] 王磊, 罗雪山, 罗爱民. 面向服务的 C4ISR 体系结构服务视图描述框架[J]. 系统工程, 2009, 27(12): 84-89.
- [11] 何频捷, 李伟, 李玉龙, 等. 软件体系结构中接口连接规则研究[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(8): 121-125.
- [12] 冯晓光, 魏江龙. 美国 DoDAF 对我武器装备系统发展的启示[J]. 装备制造技术, 2011(10): 127-131.