

doi: 10.7690/bgzdh.2014.10.018

信息化条件下陆军武器装备作战体系的网络化分析方法

鱼静¹, 董树军², 王书敏², 王峰³, 王永忠¹

(1. 陆军军官学院十一系管理工程教研室, 合肥 230031; 2. 陆军军官学院二系运筹教研室, 合肥 230031;
3. 陆军军官学院四系机械工程教研室, 合肥 230031)

摘要: 为了解决信息化条件下陆军武器装备体系描述分析的困难, 提出一种网络化分析方法。将不同作战单元内的武器装备系统看作网络节点, 之间的信息流看作网络链路, 从而参与作战的武器装备体系形成一张网络, 继而用网络拓扑学的方法和算法对其进行描述分析。结果显示: 该方法更适合信息化条件下的陆军武器装备体系网络化特点, 为武器装备作战体系的合理科学构建、分析与评估提供了参考。

关键词: 武器装备; 作战; 信息化; 网络

中图分类号: TJ391 **文献标志码:** A

Network Analysis Method of Army Weapon Equipment System in Informationization

Yu Jing¹, Dong Shujun², Wang Shumin², Wang Feng³, Wang Yongzhong¹

(1. Staff Room of Management Engineering, No. 11 Department, Army Officer Academy of PLA, Hefei 230031, China;
2. Staff Room of Operation, No. 2 Department, Army Officer Academy of PLA, Hefei 230031, China;
3. Staff Room of Mechanical Engineering, No. 4 Department, Army Officer Academy of PLA, Hefei 230031, China)

Abstract: To solve the analysis difficulty of the army weapon equipment system of systems in informationization, a network analysis method was proposed. The weapon equipment systems in different combat unit were defined as network nodes. Furthermore, the communication streams of nodes were defined as network links. So the army weapon system of systems came into being a network. Using the method of network, the weapon system of systems could be further analysis. The result proved that it is more appropriate to the characteristic of the army weapon system of systems and that it is technique support for construction, analysis and estimation.

Keywords: weapon equipment; operation; informationization; network

0 引言

未来高技术作战, 是非线性、非对称的体系与体系的对抗, 呈现出空间多维化、时间实时化、对象多元化、样式多样化等新的特点^[1]。信息化条件下作战的这些新的特征, 对武器装备体系的发展提出了极大的挑战, 要求相应的武器装备必须适应体系作战的需求。武器装备体系正朝着网络化的方向快速发展, 其内部组成包括大量相关节点, 节点关系日益复杂, 并呈现出网络化分布与作用的特点。以网络化方法为基础, 把作战实体抽象为节点, 把其相互关系和作用抽象为连接, 把武器装备体系抽象为拓扑网络, 以网络化的思维和视角探索军事问题, 是拓展体系分析及聚合关系的新路径。

武器装备体系是指面向作战需求而由功能上相互联系、相互作用的各种武器装备系统构成的更高层次的整体, 它具有一般体系整体性、内部组成多样性、多层次性、综合集成性等特点^[2]。对于整个体系而言, 单个装备并不是越新越好, 也不是性能

越先进越好, 关键是能否融入整个装备体系, 从而使整个体系的效能达到最大。比如, 始于 1983 年的美国的“科曼奇”直升机项目, 其隐身效果好, 生存能力强, 性能非常优越。但是由于它的开发未能配合美国陆军作战模式的转变, 没有针对美国未来的作战环境和反恐的“不对称战争”需要, 不能融入整个作战体系, 美国军方不得不在 2004 年宣布取消这一投资 380 亿美元的项目。因此, 在未来信息化条件下, 武器装备不仅仅自身需要良好出色的作战能力, 还要对提高整个体系的作战效能有所贡献。

1 陆军武器装备作战体系的特点

在信息化条件下, 所有武器装备通过网络平台连为一体, 体系的作战能力依赖于体系中所有节点的协同配合。20 世纪 90 年代初, 海湾战争给我们的重要启示之一, 就是现代高技术局部战争实质上是体系对抗。现代战争条件下, 军事对抗的胜负不仅取决于某一种或者某几种参战武器装备, 而是取决于所有参战武器装备的整体作战能力, 及其在对

收稿日期: 2014-04-12; 修回日期: 2014-05-09

基金项目: 全军军事学博士资助课题(2013JY257)

作者简介: 鱼静(1976—), 女, 陕西人, 在读博士, 讲师, 从事军事装备需求论证、军事运筹与仿真研究。

抗中是否得到恰当运用。信息化条件下陆军武器装备体系在作战时呈现出了新的特点。

1.1 武器装备在信息网络中全面整合

信息化条件下,利用先进的信息网络互连能力可以将分布于多维战场空间的各种武器装备整合为一个具有高度适应性的综合系统,实现作战效能的一体化融合。一方面,将某一军种内部的侦查、突击、保障等武装力量进行融合,另一方面,将不同军种之间的武装力量利用网络形成空间上多层次、多节点但彼此互联互通的整体。信息网络将成为联接整个战场要素的重要手段。

1.2 武器装备在信息网络中实时联系

信息化使得所有武器装备在各种作战空间,如物理空间、电磁空间、网络空间能同步释放和获取信息。这种高度的实时性对敌我双方信息的快速获取起到了巨大作用,但也要求指挥人员对战场态势的变化具有快速、冷静、全面的分析和决断能力。

1.3 武器装备在信息网络中全体联动

信息化使战场不同装备获取或支持的数据之间具有了快速、全面的融合能力,使得指挥员对战场态势的判断有了更多的依据和支撑,使得整个战场的所有武器装备和作战力量形成“观察—判断—决策—行动”链式反应,信息化使整个作战体系快速响应、一体联动;同时,陆军能够与联合作战体系中其他军种的作战要素发生同步联动关系。

可见,信息化战争条件下的武器装备体系的组成基础,已不仅仅是“子系统”,还包含了更为复杂的“相互关系”,特别是信息的交互关系^[3]。这种信息流在武器装备之间的融合将超出某一种信息所直接带来的判断结果;所以,信息化条件下对武器装备体系的研究更应该关注其内部系统之间的相互关系,以及通过这些相互关系产生出来的整体涌现性。

2 陆军武器装备作战体系描述的难点

目前,对信息化条件下陆军武器装备作战体系的描述、衡量及评估存在一定的困难,主要是信息化带来了以下问题。

2.1 武器装备体系内部的相互影响难以描述

武器装备体系是一种复杂系统,由多种类型的子系统组合而成的混合系统,具有系统结构的多层次性、子系统模型的多样性、相互关联的复杂性、

目标的多重性、信息的不确定性、信息交互的开放性等属性。相比单项武器装备而言,武器装备系统复杂程度倍增,且呈指数增长状态^[4]。通过编制将不同类型、不同型号的武器装备组合在一起,依据“总体大于部分之和”的系统原理,体系组合还可产生原有单个武器装备系统不具有的功能。

2.2 信息对武器装备体系的作用难以准确描述

信息化对武器装备体系具有倍增器的作用,这种倍增作用是系统整体涌现原理所体现出的效应,这种效应具有明显的非线性特征。目前一般采用权值,隶属函数,指数函数的形式进行描述,这种描述方法描述的随意性较大。信息对整个武器装备体系的作用如何描述和量化依然存在困难。主要原因为:一是目前不同装备之间的信息流格式不同,无法用统一的模式和标准来衡量;二是不同装备对信息的获取和支持也不完全相同,导致信息流在不同装备之间的应用范畴不同。

2.3 人对信息和体系的作用难以准确描述

体系对抗是现代作战的特色,体系是通过编制实现,并通过信息系统联系起来的。体系中的武器作战效能与武器装备的数量、性能和结构有关,与作战应用和作战环境有关,也与作战中的人有关,甚至在某些情况下,人的作用更大。指挥员的个人气质、作战习惯都会对作战模式有着潜移默化的影响。当前还较少涉及人的训练水平、心理素质、武器掌握的难易程度对武器装备体系影响的分析。

基于以上分析,传统的研究方法在对信息化条件下的装备作战体系研究上存在一定的限制。信息化最根本的表征就是网络化;所以,笔者试图用网络的相关理论^[5]与方法对陆军武器装备作战体系进行分析。

3 陆军武器装备作战体系网络化分析方法

信息化条件下陆军武器装备作战体系就是通过信息网络凝聚而成的新型作战体系。具体地说,是以军事信息系统为基础,依靠网络的“无疆界、零距离、即时性”特性,通过数据的广泛融合和信息的快速流动,把各类武器装备实时有效地汇聚起来,形成具有倍增效应的整体作战能力。它给现代战争带来的最大变化是:无网不成军,无战不经网。

武器装备作战体系的能力不是单一武器装备的作战能力,而是存在于体系之中的综合能力,也就

是武器装备体系的战斗力。武器装备体系能力与组成体系的各个武器系统能力之间是非线性关系，不能用各个系统能力指标的简单组合(如加性或拟加性函数)来表示整体能力指标，而应充分考虑各组成部分的相互作用，特别是信息化条件下信息所起的作用。

用网络化方法将每个作战单元中的主战装备看作网络上的 1 个节点，不同节点具有不同的作战效能评估属性。节点间的指挥、控制、协同、协作、侦查、打击等联系和交互信息为边。按照信息的重要度、流向等，边也具有不同的描述属性。这样，就将某一级别武器装备体系描述为一张具有权度、方向、属性等特征值的网络。如可将 2 种装备之间的信息流细化为表 1 的能力指数(属性与权重)，即边属性；也可以用射击类型、精确程度、射程、穿透力、口径、爆炸半径等来描述某一武器装备的作战能力，即节点属性。

表 1 不同作战单元装备间的信息流属性与权重

信息属性	语音	数据	图像 传输	地图显示 及处理	决策支 持系统	数据 传输	图像
权重	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

则某装备体系可以建立一个如图 1 所示的网络模型。图 1 中 u_1 、 u_2 、 u_3 代表了这一作战体系中的 3 个作战单元； v_1 、 v_2 是作战单元 u_1 中的 2 种装备， v_3 、 v_5 是作战单元 u_2 中的 2 种装备， v_4 、 v_6 、 v_7 是作战单元 u_3 中的 3 种装备。这些作战单元和装备彼此之间是互联互通互操作的。

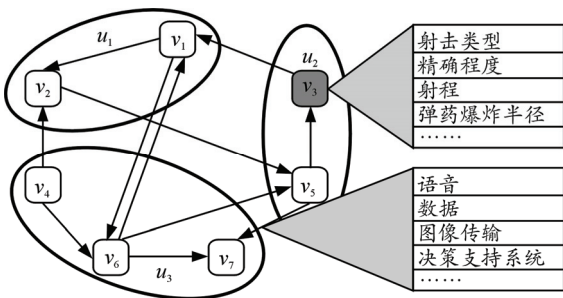


图 1 某武器装备体系网络化模型

3.1 对于体系的描述

对图 1 所示的武器装备体系网络化模型数学描述如下：

定义 三元组 $S=(U, V, E)$ 。

其中： S 表示一个作战体系； U 是体系中所有作战单元(要素)的集合； V 是所有装备的集合； E 是装备之间的信息流(带有方向性)，信息流又可进一步被细化为控制流，数据流，决策流等。用序偶 $\langle v_i, v_j \rangle$ 来表示。则该体系可以描述为 $U=\{u_1, u_2, u_3\}$ ，其中 $V=\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7\}$ ，边的集合 $E=\{\langle v_2, v_1 \rangle, \langle v_3, v_1 \rangle, \langle v_4, v_2 \rangle, \langle v_4, v_6 \rangle, \langle v_6, v_7 \rangle, \langle v_5, v_7 \rangle, \langle v_6, v_1 \rangle, \langle v_6, v_5 \rangle, \langle v_5, v_3 \rangle, \langle v_1, v_6 \rangle, \langle v_2, v_5 \rangle\}$ ，可进一步将图中的边加上权值用以表示信息流的重要程度，如图 2 所示，进而使用网络拓扑学的一系列算法来分析整个系统的作战能力。

利用邻接矩阵描述图 2 网络的关联性。

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7
v_1	0	10	0	0	0	30	0
v_2	1	0	0	1	40	0	0
v_3	10	0	0	0	0	0	0
v_4	0	10	0	0	0	5	0
v_5	0	0	10	0	0	0	5
v_6	20	0	0	0	30	0	5
v_7	0	0	0	0	0	0	0

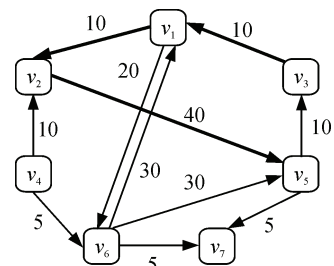


图 2 某武器装备体系带权网络拓扑

3.2 对于关键环路的研究

利用图论的算法可以计算出拓扑中是否存在环路，如果存在环路，就证明某一装备的信息需要即时性的反馈，它的下一时刻信息生成需要上一时刻与其他装备的信息交互结果。这条环路在整个网络中具有重要关注度，一旦遭遇敌损毁，影响较大。如拓扑图中的 $\langle v_1, v_2, v_5, v_3, v_1 \rangle$ 环路。

对不同装备间的信息流赋予相应的权值后，如图 2 所示。则可以利用 Dijkstra 算法(图 3)计算出整个网络中的从指定节点出发的最大权路径。这一最大权值路径也是信息重要度最高的信息链路。

```

Dijkstra(G, D, S){
//用Dijkstra算法求有向网G的源点s到各项点的最大路径长度
//以下是初始化操作
S={s};D[s]=0;//设置初始的红点集及最短距离
for(all i ∈ V-S)do//对蓝点集中每个顶点i
    D[i]=G[s][i]; //设置i初始的估计距离为w(s, i)
//以下是扩充红点集
for(i=0;i<n-1;i++)do{//最多扩充n-1个蓝点到红点集
    D[k]=max{D[i];all i ∈ V-S}; //在当前蓝点集中选估计距离最大的顶点k
    if(D[k]等于∞)
        return; //蓝点集中所有蓝点的估计距离均为∞时,
        //表示这些顶点的最短路径不存在。
    S=S∪{k}; //将蓝点k涂红后扩充到红点集
    for(all j ∈ V-S)do//调整剩余蓝点的估计距离
        if(D[j]<D[k]+G[k][j])
            //新红点k使原D[j]值变大时,用新路径的长度修改D[j],
            //使j离s最近。
            D[j]=D[k]+G[k][j];
    }
}
    
```

图 3 Dijkstra 算法

3.3 对于关键节点的研究

拓扑图中出度最大节点(即以该节点为边的初始点的节点)实际上表示这一节点在整个拓扑图中承担的输出信息任务最重,即其他节点更加依赖于该节点的信息或数据。这类节点在战时往往成为敌攻击的重要目标,也应该成为整个体系中需要重点保护的對象。现实中这类节点往往代表了整个装备体系中的带有控制及指挥功能的装备。利用图论的算法,可以给出这个网络体系中的关键节点,表 2 为节点度值表。如图 4 中所示,利用出度入度算法可以给出该网络体系中的关键节点为:节点 v_6 (出度为 3),其次为节点 v_5 、 v_1 、 v_4 (出度为 2)。

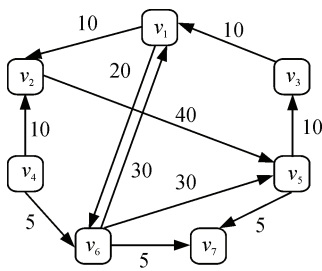


图 4 某作战体系武器装备复杂网络拓扑

表 2 节点的度值

节点	出度	入度
v_1	2	2
v_2	1	2
v_3	1	1
v_4	2	0
v_5	2	2
v_6	3	2
v_7	0	2

4 提高陆军武器装备体系作战能力的对策

4.1 装备功能的兼容性

在未来信息化作战条件下,陆军武器装备必须在战术技术功能与性能上具有高度兼容性。目前由于种种原因,装备不配套,体系功能有缺陷,从而导致同类武器装备之间存在相互不兼容现象,甚至出现相互干扰。多种装备综合使用时,不相融合的情况可能极大降低战斗力的生成;所以,未来要加强装备的兼容性,尽量提供模块化设计产品。

4.2 装备建设的体系化

装备的体系化建设要求列装一代,实验一代,预研一代。同一种类形成系列,同一系列可以向上兼容,在通讯、操作等方面实现无障碍的衔接,在新一代装备上开发的训练系统、通信系统、操作系统可以不加修改的移植到同一系列的上一代装备上。这种体系化的建设方向将大大节约研发经费和研发时间,也为部队装备的逐步更新争取最短时间。

5 结束语

正兴起的新军事革命,其根本动因在于军事技术的全面革新,以信息技术为核心的高技术群,正改变着未来军队的方方面面。武器装备的信息化、智能化,成为基于信息系统体系作战的“命脉”。作战行动由传统的“以平台为中心”向“以网络为中心”转变。基于信息系统的武器装备作战体系具有明显的网络化特征。我陆军武器装备作战体系能力的提高与信息化建设是相辅相成,互为促进的。信息化条件下陆军武器装备作战体系的合理科学构建、分析与评估是未来研究的重要方向。

参考文献:

- [1] 吴红,许永平,王磊,等.武器装备体系能力需求论证方法初探[J].计算机仿真,2009(2):27-30.
- [2] 徐瑞恩.海军武器装备体系效能评估的一个方法[C].军事运筹应用与创新会议论文集,2002:163-168.
- [3] 胡晓峰,杨镜宇,吴琳,等.武器装备体系能力需求论证及探索性仿真分析实验[J].系统仿真学报,2008,20(12):3065-3068.
- [4] 罗鹏程,傅攀峰,周经伦.武器装备体系作战能力评估框架[J].系统工程与电子技术,2005,27(1):72-75.
- [5] 马骏,唐方成,郭菊娥,等.复杂网络理论在组织网络研究中的应用[J].科学学研究,2005,23(2):173-178.