

# 陆军武器平台网络化火控系统研究

朱元武, 卢志刚

(北方自动控制技术研究所, 山西太原, 030006)

**摘要:** 按照未来“网络中心战”的军事需求, 提出了网络化火控系统的基本概念, 介绍了网络化火控系统的组成和技术特点, 进行了网络化火控系统与传统武器单平台火控系统的对比分析, 指出了构建网络化火控系统必须突破的关键技术。

**关键词:** 网络化火控系统; 武器平台; 火力控制; 协同作战; 信息融合

## 0 引言

随着网络技术的发展, “网络中心战”已经成为未来信息化战场上的主要作战模式。借助于计算机、通信和控制技术, 通过数据链将陆军作战集群内的各个作战单元连接在一起, 使各作战单元内的传感器、武器和作战人员实现信息实时共享、行动实时协同、控制实时执行, 从而形成快速、高效的网络化火力控制系统, 是实现战场火力网络化、信息化和数字化的关键, 是火力打击网络构建的基础。陆军武器平台网络化火控系统对提高快速反应能力、自主射击能力、协同打击能力和作战集群的整体作战能力起着决定性作用。

## 1 网络化火控系统概念研究

陆军武器平台网络化火控系统是指能够综合利用作战集群(营级)内一个或多个武器平台的探测信息, 综合控制作战集群内多种类型武器对目标进行协同打击的火力控制系统。网络化火控系统采用全分布式体系结构, 通过作战集群内各武器平台之间的信息资源共享、火力控制综合应用, 在物理位置、功能和控制上实现跨平台、分布式的目标捕获-跟踪-解算-射击, 使单平台火控系统从集中式紧耦合型向分布式开放型发展, 将有效提高部队作战集群的整体作战能力。

网络化火控系统是单平台火控系统在网络化条件下的体系升级和功能延伸, 是信息技术和控制技术相结合的成果, 实现了作战模式从一对一的简单打击向多对多的体系对抗的提升, 能够有效提高作战部队从传感器发现目标到实施火力打击的快速反应, 并通过多武器平台的协同模式有效增强装备的作战范围和打击能力。

网络化火控系统所支持的多对多的体系对抗的作战模式可能有: 协同战斗网动态构建、协同侦察感知、协作目标跟踪、协同火力分配、协同火力打击、协同综合防护、分队模拟训练等, 并且将会在武器平台网络化火控系统的研制和使用实践中进一步丰富。

## 2 网络化火控系统组成和技术特点

陆军武器平台网络化火控系统以无线信息传输网络为纽带, 实现本武器平台火控系统与集群内其它武器平台火控系统的实时关联, 在发挥单一武器平台性能的基础上, 通过多个武器平台构成的网络化火控系统, 在与敌方对抗中取得整体优势。

网络化火控系统以信息集成为基础, 实现多个武器平台横向综合集成, 能够把作战集群内的各武器平台所获取的目标探测、导航定位、战场环境等信息进行融合和属性提取, 获得全面、准确的战斗态势, 根据作战使命生成优化的多平台协同打击方案, 并把准确信息适时地送达到相关联的武器平台上。网络化火控系统将能实现武器平台之间实时的互连、互通、互操作, 并在功能上实现火控系统和指控系统的高度集成。

### 2.1 网络化火控系统组成

网络化火控系统是在单平台火控系统的基础上，增加了车际高速实时数据分发系统、网络化综合信息处理系统，构成了具有协同打击能力的网络化火控系统。如图 1 所示。

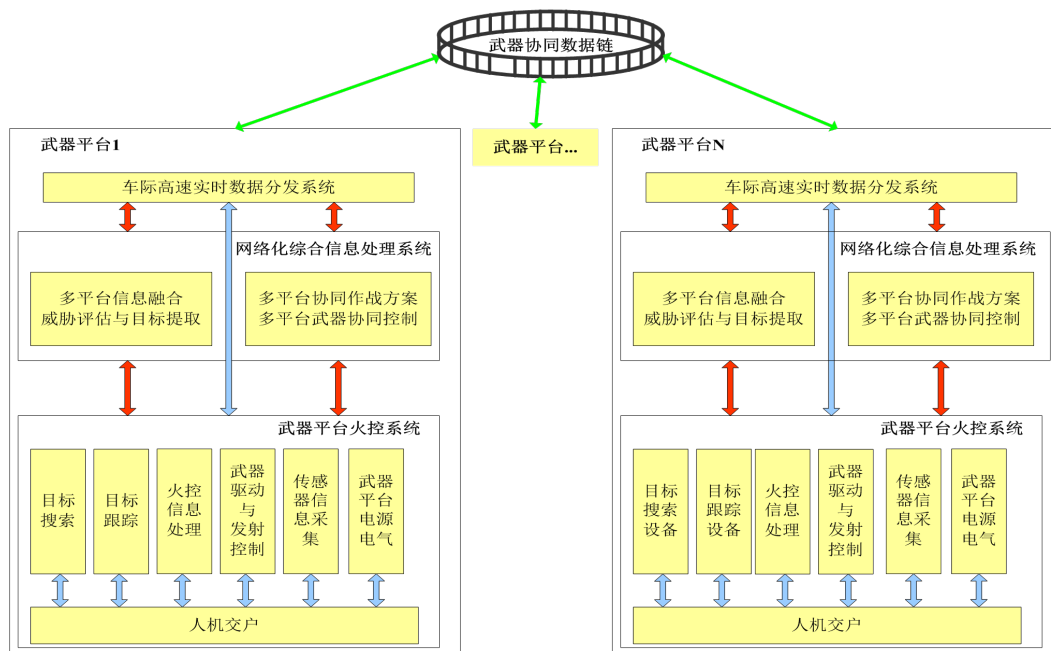


图 1 网络化火控系统组成示意图

#### a) 车际高速实时数据分发系统

车际高速实时数据分发系统是网络化火控系统实现“网络化”的保证，它是由计算机控制的高速实时无线数据传输系统。它与作战集群中的战场通信网络并存，并进行有关数据交换。

为了保证协同作战的需求，车际高速实时数据分发系统在通信容量、传输实时性、报文差错率、抗干扰能力等方面均比战场通信网络有较高要求。其主要功能包括：

- 无线通信功能：能够按时序进行通信收/发和网络管理，实现平台间协同信息在一定距离内的高可靠无线传输。
- 实时数据分发：协同集群内的各武器平台可按规定的时序轮流发送和接收数据，实现各武器平台之间信息的实时共享。
- 统一定时功能：由武器协同数据链分系统定时发送时统信息和时间码信息，实现协同集群内的各武器平台内部时间的精确对准。

#### b) 网络化综合信息处理系统

网络化综合信息处理系统是网络化火系统的核心组成部分，它由多平台信息融合功能模块和多平台协同控制功能模块组成。

多平台信息融合功能模块主要功能包括：

- 多平台信息融合功能：将本平台获取的目标轨迹信息和跟踪数据，与协同武器平台所提供的目标信息进行融合，生成合成的目标轨迹，并能够满足火控系统信息处理的实时性要求。
- 战斗态势图生成功能：在每个武器平台上采用相同信息融合模块、相同的战场地理信息，保证各武器平台形成统一、相同的战斗态势图，便于对各种武器的综合控制。
- 目标识别与威胁评估功能：利用合成的目标轨迹和获取的目标特征信息，对目标进行综合识别，并进行威胁评估和排序，提取需要打击的目标。

多平台协同控制功能模块主要功能包括：

- 多平台协同打击方案规划：根据战斗态势图、目标威胁评估信息，以及获取的各平台的武器配置和健康状态、各平台的相对位置和姿态数据，以集群作战效能整体最优化原则，规划最优协同打击方案。
- 多平台武器协同控制功能：根据多平台协同作战方案，产生多平台协同控制命令，并通过武器协

同数据链分系统发送给各协同平台，通过各协同武器平台火控系统对各平台的传感器、武器等进行实时动态调度，完成作战任务。

- 打击效果评估：利用各武器平台上的探测设备所监测到的交战状态信息和作战效果，进行打击效果评估，并实时更新协同打击方案。

#### c) 武器平台火控系统

网络化火控系统是建立在现有武器平台火控系统的基础上，通过增加实时数据分发和网络化火控信息处理等“网络化基因”，并对单平台火控系统进行信息接口和软件的适应性改造，满足协同作战功能要求。武器平台火控系统实现对目标探测跟踪设备和武器的控制，实现火力打击功能。武器平台火控系统主要功能包括：

- 目标搜索功能：通过平台上各种光学和雷达探测器，获取战场范围内的目标信息，进行敌我询问，建立威胁目标航迹表，并与其它武器平台共享。

- 目标跟踪功能：根据协同控制命令和目标引导信息，在规定的时刻控制光学或雷达跟踪设备，对所分配的目标进行跟踪，求取目标运动参数。

- 火控信息处理：根据接收到的目标运动参数，协同武器平台的位置信息，进行时空配准转换，解算武器射击诸元。

- 武器驱动和发射控制：按照协同控制命令和相关数据对武器对象进行精确控制，根据武器射击诸元在规定的时刻控制武器发射。对于制导弹药，还可以按照协同控制命令和相关数据，在规定的时刻对发射后的弹药进行制导控制。

- 传感器信息采集功能：实时采集气象、武器平台位置、姿态、弹药温度、出口速度等传感器信息，并提供火控信息处理。

- 人机交互功能：能够显示作战所需的战斗态势图、武器系统状态、各种作战资源状况、协同交战方案等信息。接收乘员干预指令，对武器协同数据链、网络化火控信息处理和武器平台火控系统进行各种人机交互操作。

- 武器平台电源电气管理：负责武器平台粗、精电源、其他有关电气设备的管理。

## 2.2 网络化火控技术特点

### a) 体系结构分布化

网络化火控系统的体系结构将呈现全分布式，包括位置上、功能上、控制上的分布。火控系统各组成部分将分布在不同的平台上，火控系统的功能也将由多个武器平台协同完成，任务实施根据控制指令由不同武器平台实现。

### b) 信息处理综合化

随着战场形态的转变，武器平台火指控一体化和功能综合等需求，网络化火控系统将接收到武器平台内外各种信息，信息的采集、传输、处理、输出和应用能力将进一步提高，通过信息综合处理、多元融合、显示控制、检测监控，提高平台内信息的透明度和综合度，提升战场环境对武器平台的透明度和武器平台对战场环境的感知度。

### c) 系统组成模块化

模块化是实现分布化和综合化的基础。模块化包括系统体系结构的模块化和软硬件的通用化。系统体系结构的模块化体现在开放式结构，保证系统易于增减功能模块、易于升级和技术更新；软硬件的通用化注重于功能的集中体现，通过通用任务模块来覆盖系统和设备的功能。通过模块化逐步构成一个通用化的火控系统。

### d) 射击控制闭环化

在体系化作战对抗中，要求武器系统进一步提高首发命中率或首群覆盖率及二次射击精度。除通过多源目标信息融合提供更为精确的目标坐标外，武器的射击控制将逐步趋于闭环。火控系统要将弹药射击前后的控制纳入到控制范围内，智能弹药在发射过程中可为武器的再次发射进行误差修正。火控系统要增加弹道跟踪功能，可实时、准确、自动地测量已发射弹的方向和距离偏差，并通过实时修正保证后发炮弹命

中目标。

### 3 网络化火控和单平台火控的区别

单武器平台火控是适应单武器平台独立作战模式的火控系统，其基本作战流程包括目标搜索探测、目标跟踪、火控解算和武器发射控制，作战流程中的所有功能均在一个武器平台（或一套武器系统）上完成，传感器、武器和信息处理设备是集中式和紧耦合模式，其流程如图 2（左）所示。

网络化火控采用的是多平台协同作战模式，其基本作战流程包括目标搜索探测、多平台信息融合和目标威胁评估、多平台协同打击方案规划、目标跟踪、火控解算、武器发射控制等，作战流程中的各项功能可以由一个武器平台完成，也可以由不同武器平台完成，其中目标探测信息由多个武器平台共同完成，并形成统一的战斗态势。其流程如图 2（右）所示。

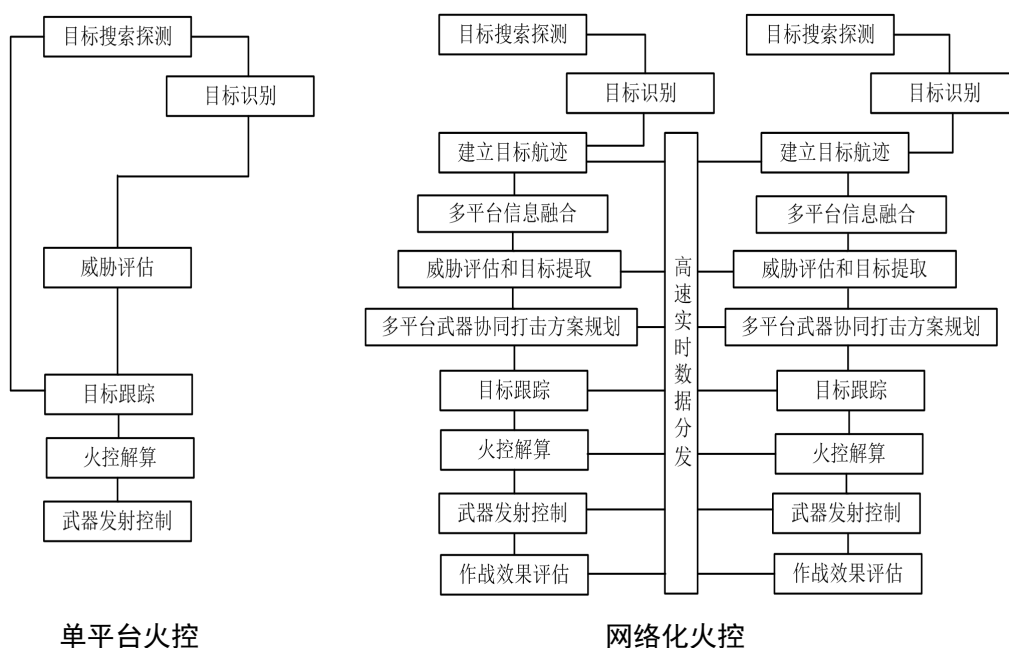


图 2 单平台火控和网络化火控的基本作战流程

单平台火控和网络化火控在各环节的主要差异如下：

#### 3.1 目标探测和跟踪

单平台火控目标探测和跟踪之间采用“猎-歼”模式。目标搜索设备发现威胁目标后直接调动目标跟踪设备对准目标，目标跟踪设备获取高质量的目标航迹数据，经火控计算机进行火控解算后，控制武器发射。

网络化火控中采用的多平台协作模式。一个平台的目标探测设备获取的目标信息和威胁目标航迹表将在集群内相互共享，并通过信息融合形成统一的集群战斗态势。目标的跟踪将按照武器分配方案，由对应的跟踪传感器测量并求取对应目标参数，并提供给发射平台用于火控解算，然后控制武器发射。

#### 3.2 数据分发

单平台火控不需要无线高速数据分发，所有的信息均在平台内通过总线或信号线连接。

网络化火控需要配置武器协同数据链进行高速数据分发，实现协同武器平台之间的目标航迹数据、协同打击方案、武器系统状态、平台相对位置和姿态数据的实时传输，并实现系统统一定时功能。

#### 3.3 武器分配

单平台火控只涉及本平台武器和传感器的分配。

网络化火控涉及多个平台的武器和传感器分配与控制，需要综合考虑协同作战集群内的所有资源利用情况，根据集群战斗态势，按照体系作战效能合理地分配跟踪传感器和打击武器，形成多平台协同打击方案。

### 3.4 火控解算

单平台火控的射击诸元解算指利用本平台火控系统获取的解算参数进行独立解算，火控解算重点是弹目相遇问题。

网络化火控由于火控跟踪和武器发射可能在不同平台，射击诸元解算通常由武器发射平台的火控系统完成，这时需根据目标运动参数和两个平台位置信息进行时空配准后，解算射击诸元。

### 3.5 武器发射控制

单平台火控的武器发射只使用本平台火控系统解算的射击诸元进行控制。

网络化火控的火控跟踪和武器发射可能在不同平台，射击诸元解算由武器发射平台的火控系统完成后，直接在本发射平台进行武器射击诸元装定，并完成武器发射控制。

## 4 结论

陆军武器平台网络化火控系统是适应未来陆军地面作战的新型火控系统，需要通信技术、信息技术和控制技术的综合提高，它将给信息化战场上陆军作战集群提供新的战斗力生成模式。在武器平台研究中，要按照网络化协同的思路，在火控系统中加入“网络化基因”，实现从单平台火控向网络化火控逐渐过渡；要按照模块化的思路，实现多兵种协同；要按照智能化的思路，提高多元信息的处理能力和作战辅助决策能力。在陆军信息系统研究中，要重视火控指控一体化技术综合，推进集群内协同作战模式的应用，并开展武器协同数据链技术的研究。我们相信网络化火控系统很快将会应用到陆军新一代武器装备中。

### 参考资料：

- [1]. 宋跃进,秦继荣.指挥控制与火力控制一体化[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008.
- [2]. 现代舰艇火控系统编写组. 现代舰艇火控系统[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008.
- [3]. 卢志刚,朱元武,张勇,张日飞,秦嘉. 坦克装甲车辆网络化火控系统研究[C]. 北京:2011年兵工学会论文集,2011.