

doi: 10.7690/bgzdh.2021.12.003

美军武器数据链发展与启示

金山, 邹伟, 都琳

(中国人民解放军 91550 部队, 辽宁 大连 116023)

摘要: 通过分析美军武器数据链发展状况与趋势, 为我军武器数据链发展建设提供参考。介绍武器数据链系统基本概念和功能特点, 梳理美军武器数据链发展现状, 分析未来发展趋势。分析结果表明: 参考美军武器数据链发展思路, 我军应加强武器数据链系统网络化、标准化、通用化等领域的建设, 并在顶层设计上注重前瞻性。

关键词: 美军; 武器数据链; 发展趋势

中图分类号: TJ01 **文献标志码:** A

Development and Enlightenment of US Military Weapon Data Link

Jin Shan, Zou Wei, Du Lin

(No. 91550 Unit of PLA, Dalian 116023, China)

Abstract: By analyzing the development status and trend of US military weapon data link, and provides a reference for the development and construction of our military weapon data link. This paper introduces the basic concept and functional characteristics of the weapon data link system, and summarizes the development status of the US military weapon data link, and analyzes the future development trend. The analysis results show that our military should strengthen the construction of the weapon data link system in the fields of networking, standardization and generalization, and pay attention to the foresight in the top-level design, referring to the development idea of the US military weapon data link.

Keywords: US army; weapon data link; development status

0 引言

2020 年爆发的“亚阿战争”中, 无人机在战场上大放异彩, 离不开数据链技术的支撑。其实战效果证明了数据链是武器装备的生命线, 是战斗力的“倍增器”, 是部队联合作战“黏合剂”。数据链本质上是一种通信系统, 伴随军事领域武器装备的发展、作战理念的变化、通信技术的发展而产生, 也将随着武器装备、作战理念以及通信技术的发展而发展。美军是最早研发、应用数据链系统的国家。分析美军武器数据链发展对我军数据链发展建设有很好的启示作用。

1 武器数据链概述

1.1 基本概念

武器数据链也称弹载数据链, 作为数据链应用中的一种样式, 是在导弹与导弹、导弹与发射平台、导弹与控制中心之间组网以实现数据交换, 或通过其他中继站在导弹之间建立起信息网络, 以实现信息传输交换和处理。主要用以帮助导弹完成精确制导和超视距控制, 目标瞄准及多弹协同等作战任务^[1]。根据收发设备间拓扑结构可划分为 3 种类型:

1) 点对点型, 即 2 枚指定导弹之间或在导弹与控制平台间建立数据链接, 通常为视距通信, 如美军的 AN/AWW-13 先进数据链。

2) 节点网络型, 在点对点型基础上增加超视距中继传输的能力, 导弹与中继站(机载、陆基和舰载等战术数据系统及卫星)之间建立数据链接, 如具备双向卫星数据传输的战斧 Block 4 战术导弹。

3) 综合网络型, 导弹都装有数据链, 彼此之间组成网络, 可以互相通信进行数据交换。同时, 弹载计算机和战区内各种指挥控制系统、作战平台的计算机系统组成战术数据传输/交换和信息处理网络, 如俄罗斯 П700 花岗岩超声速反舰导弹。

1.2 功能和特点

武器数据链功能主要在“控”, 即通过在导弹上加装数据链设备, 使导弹在发射后至中靶前具备射后调整能力, 提升导弹发射后命中目标的概率。部分武器数据链还具备回传侦察信息的能力。相比无数据链设备的导弹, 具备数据链功能的导弹“射后可控”, 其在应用中衍生出多种新型作战样式, 提升了作战效能。武器数据链的功能如图 1 所示。

收稿日期: 2021-08-29; 修回日期: 2021-09-24

作者简介: 金山(1990—), 男, 辽宁人, 硕士, 从事无线电测控通信研究。E-mail: 15300030529@163.com。

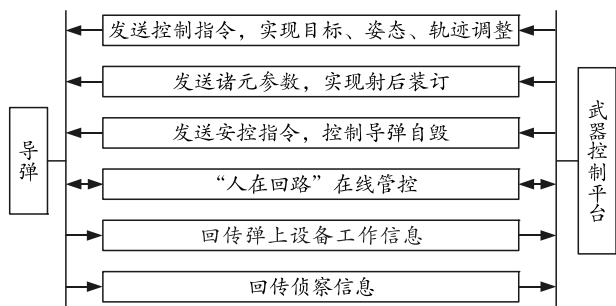


图 1 武器控制数据链功能

相比其他类型的数据链，由于导弹射程、速度、结构的特殊性，武器数据链实现其设计功能时，需解决超视距远距离传输、建链设备间高速相对运动导致多普勒频移影响大、弹载端机小型化等实际工程问题，可通过外挂通信吊舱、卫星中继、共形天线等手段加以解决。

2 美军武器数据链发展现状

2.1 总体发展情况

自 20 世纪 50 年代中期美军装备“松鼠雷达链”“赛其”防空管制链开始，历经 60 多年的发展，美军先后研制、装备了 40 余种数据链系统，形成了通专结合、高低搭配、远近覆盖、抗干扰保密、多频段覆盖的数据链装备体系。

按照各种装备系统的应用范围、通用程度和作用地位，美军现装备的数据链系统可以划分为 3 种功能类型（信息分发数据链、指挥控制数据链和武器控制数据链）和 3 个空间层次（军兵种专用数据链、战区通用数据链和卫星广域信息分发/中继数据链）。其功能特性、技术特征和空间/功能组合如表 1 所示^[2]。

表 1 各层各类数据链特性

域	种类	功能特性	技术特征	空间/功能组合
功能	信息分发数据链	观察、决策辅助	多用户、实时	卫星、战区、军兵种专用
	指挥控制数据链	引导、控制/管理	高可靠、实时	卫星、战区、军兵种专用
	武器控制数据链	打击实施/调整	高精度、高实时	卫星、军兵种专用
空间	军兵种专用数据链	定时、定制	机动、高效、经济	信息分发、指控、武器控制
	战区通用数据链	网状网、多用户	综合、互通	信息分发、指控
	卫星广域数据链	广域、大跨距	广播、点对多点	信息分发、指控、武器控制

美军于 20 世纪 80 年代开始研发武器数据链，先后经历了点对点型、节点网络型和综合网络型 3 个阶段。发展初期主要用于航空平台发射武器，系统的收发设备安装在武器和控制平台上，用于实现简单的控制指令和目标信息交互，典型的是 F-15E 战斗机配备的 AN/AXQ-14 数据链吊舱。随着作战模式对信息依赖度的不断提升，武器数据链的应用范围不断扩大，配备武器数据链的武器涵盖了空空导弹、空地导弹、地空导弹、巡航导弹、滑翔炸弹等多种类型，已知的包括波音生产的 AGM-84H 斯拉姆增强型 (SLAM-ER)，雷锡恩升级改造的 AGM-65 幼畜空地导弹、战斧 Block 4 战术巡航导

弹，洛克希德·马丁生产的 LRASM 导弹，罗克韦尔生产的 GBU-15 滑翔炸弹等。网络型的特点是信息链路中兼容第三方节点参与，可实现武器控制、信息收发的跨平台处理。目前，美军重点发展综合网络型，使其能够接入类似美军 GIG 综合化作战系统网络^[3]。

2.2 几种典型的武器数据链

目前美军装备部队的武器数据链主要有 AN/AWW-13 先进数据链、AN/AXQ-14 精密制导炸弹控制数据链、杀伤定位系统 (杀伤定位系统) 和自主广域搜索弹药 (AWASM) 数据链等^[4]。几种典型武器数据链的用途和特性如表 2 所示。

表 2 美军几种典型武器数据链用途和特性

名称	用途	特点
AN/AXQ-14 数据链系统	用于控制 GBU-15、AGM-130 等航空武器，F-15、F-16、B-52 等飞机都可以装备该数据链，其他非美军飞机也可装备	L 频段点对点视距通信，链路设计简单，性能不高，控制指令简单，仅能实现简单控制功能
AN/AWW-13 先进数据链	用于控制 AGM-62、AGM-84E、AGM-154 等导弹，使导弹具备了攻击预先指定目标和临时分配目标的能力，能够装备海军的 F/A-18、P-3C、S-3B 等飞机	L 频段点对点视距通信，目标信息源自控制飞机
战术战斧导 Block 4 弹数据链	用于战斧 Block 4 巡航导弹和指令传输，射后在线调整任务航迹、目标，回传侦察信息，使导弹具备快速响应，长时间待机的能力	拥有双向卫星通信数据链，通信覆盖范围广
AIM-120 先进中程空空导弹数据链	用于 AIM-120 系列空空导弹指令控制和信息回传。主要装备 AIM-120C 和 AIM-120D 2 种型号，二者传输能力有所不同	具备超视距通信能力以及一定的保密和抗干扰能力
LRASM 远程反舰导弹数据链	用于 LRASM-A/B 远程反舰导弹与作战平台间的信息传输，可实现弹群间战术数据交换和信息共享	采用美军“软件通信结构 (SCA)”规范设计，工作在 L 波段

AN/AWW-13 先进数据链是一种典型的空地导弹武器数据链，采用点对点双向通信模式，控制飞机向导弹传输控制指令，导弹将获取的视频回传给控制飞机。最初，由于传递的目标信息全部来自控制飞机，该数据链仅能攻击固定目标。美海军对其进行了升级改造，使其能够使用 Link 16 的监视消息，获取使用 Link 16 数据链的其他协同平台提供的信息，从而具备了攻击移动目标的能力。

AIM-120 先进中距空空导弹是一种全向型、多目标、多用途中距空空导弹，拥有 A、B、C、D 4 种衍生型号。其 AIM-120C 型导弹搭载的武器数据链，采用 UHF 视距链路，抗干扰能力强，配合主动雷达末制导，具备超视距作战、“射后不管”的能力。

巡航导弹中应用武器数据链的典型例子是战斧 Block 4 导弹。2015 年美海军利用双向卫星通信

数据链控制多枚战斧 Block 4 导弹，验证了飞行中重新瞄准和打击目标的作战能力。其弹载数据链系统可与中继卫星进行双向通信，通信范围广、可控时间长、信息传输速率高，配合弹载计算机使其具备了一定的航迹自主规划能力，可回传图像信息，实现毁伤效果实时评估^[5]。

3 美军武器数据链发展趋势

美军数据链发展趋势与其作战理念相互促进，由 C³I 自动化指挥系统发展到 C⁴IKSR 综合通信指挥系统，推动了由平台中心战向网络中心战的模式转变^[6]。网络中心战中，武器数据链作为数据链系统的一个分支，与指挥控制单元间的信息交互尤为重要。其功能从 AN/AXQ-14 数据链系统和 AN/AWW-13 先进数据链系统时期的点对点武器控制，逐步向弹上侦察信息回传、作战单元间信息共享的网络化链接协同化打击的功能转变。

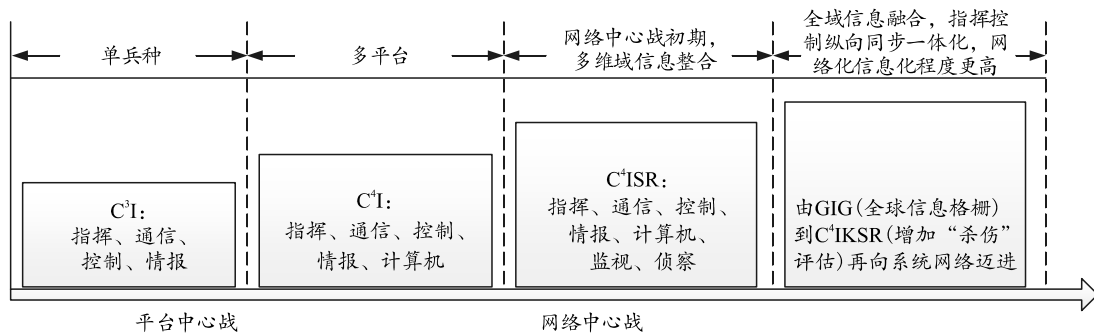


图 2 美军数据链系统发展历程

其发展过程主要有以下特点：

1) 建立网络作战体系。

武器数据链在网络中心战中至关重要。网络中心战中，网络是基础，信息是关键，战斗力是焦点。其实质是将战场上分散配置的侦察探测系统、指挥控制系统和火力打击系统组成统一高效的信息网络体系^[7]。美军网络中心战体系可分为 3 个层次：联合计划网 (joint planning network, JPN)、联合数据网 (joint data network, JDN) 和复合跟踪网 (Joint composite tracking network, JCTN)，其中复合跟踪网主要基于武器数据链^[8]。通过武器数据链的互联互通，实时共享战区内各类传感器数据，生成战区单一综合图像 (single integrated awareness picture, SIAP)。这类武器数据链也被称为武器协同与控制数据链，典型的有协同交战能力 (cooperative engagement capability, CEC) 和战术目标瞄准网络技术 (tactical targeting network

technology, TTNT) 等^[9]。

2) 重视老旧武器加装改进数据链。

美军重视数据链系统在已有武器型号上的应用。一方面，在无数据链系统的导弹武器上加装数据链设备，如雷锡恩公司为其联合防区外打击武器 (joint standoff weapon, JSOW) 加装数据链；另一方面，对原有数据链系统进行改进。如为了使 AN/AWW-13 先进数据链融入网络作战体系，在作战飞机与第三方平台间加装 Link 16 数据链，提升协同能力。其可行性在于 Link 16 数据链的通用性。

3) 综合抗干扰能力不断提升。

一方面重视电子对抗的作战规律，注重作战过程中的隐蔽对抗；另一方面重视抗干扰技术的应用，如数字信号处理技术、天线技术、路由技术等。使其数据链系统通信抗干扰能力不断提升。

4) 数据链系统一体化、小型化。

武器数据链硬件设备的小型化、低成本是武器数据链推广应用的关键。美军国防部高级研究计划局和空军研究实验室提出了研究小型化网络数据链技术的研究计划, 即 Quint 网络技术。该数据链是一种模块化的网络数据链, 用于弥补作战飞机、无人作战飞机、武器弹药、战术无人机和单个地面单元之间的互通空隙。其数据链设备在设计时对尺寸、重量和功率等方面有严格的限制。配置上分为高、低速 2 类, 要求高速率版本设备体积和重量不超过 $0.000\ 328\ \text{m}^3$ 和 $2.268\ \text{kg}$; 低速率版本体积和重量不超过 $0.000\ 164\ \text{m}^3$ 和 $0.907\ \text{kg}$ 。2 个终端总价不超过 1 万美元^[10]。

4 美军武器数据链建设的启示

参考美军武器数据链发展思路, 我军在武器数据链建设上应重点关注以下方面:

1) 注重顶层设计。我军在武器数据链建设中应加强前瞻性考虑, 注重顶层建设。随着 5G 技术、人工智能技术、大数据技术的发展, 数据链也进入到“武联网”时代, 各平台间信息互通是必然发展趋势, 在通用标准、信息接口、消息协议等方面应有统一规范, 指导各类不同频段、速率、设备的武器数据链建设。

2) 强化协同能力。协同与控制是武器数据链的发展趋势, 武器数据链融入作战综合信息网络可极大提升武器的毁伤效能, 挖掘作战潜力; 因此, 应不断强化武器数据链在协同作战中的作用, 将导弹由单纯的打击功能向察打一体转变。开展基于武器数据链技术的弹群协同攻击作战模式研究。注重数据链陆、海、空、天、电多维域的信息交互, 跨层级指挥控制方面发挥作用。

3) 建强抗扰能力。现代战争中, 电磁环境恶劣, 各类通信节点将成为敌方优先打击的目标。应健全数据链系统的自适应和鲁棒性, 提升系统抗毁伤和应急通信能力。通过信号处理、天线设计、软件无线电技术等软硬结合的技术手段提升抗通信干扰能力。要注重传递信息的保密性, 防止信息被窃取、篡改。

4) 增强实用设计。既要满足通信的基本要求, 又要考虑导弹武器系统整体设计。弹载数据链设备应尽量小型化, 天线与弹体一体化, 硬件设备模块化, 信息处理能力智能化。提高武器数据链系统建设的效费比, 使其能够真正得到推广运用。

5) 开展作战使用研究。武器数据链使导弹由“射后不管”, 向全程可控转变, 涌现出新的作战方法。各级指挥员应加强战法研究, 合理利用手中资源, 谋划在网络中心战作战模式下打赢致胜之道。

5 结束语

美军武器数据链正向高度融合的网络化方向迈进, 多维度、网络化、通用化、智能化成为其技术发展趋势。随着云计算、大数据、物联网、人工智能等技术的不断成熟, 网络中心战智能化和信息化的程度必然更高。我军应高度重视武器数据链技术的发展和运用, 挖掘武器作战效能, 提升体系作战能力。

参考文献:

- [1] 徐大勇, 王裕. 美军数据链作战应用及其启示[J]. 指挥信息系统与技术, 2015, 6(6): 69-75.
- [2] 王立强. 信息化条件下外军数据链应用研究[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008.
- [3] 李喆, 顾鑫. 美军导弹武器数据链及其在体系作战中的应用[J]. 飞航导弹, 2016(10): 61-66.
- [4] 程永茂, 陈望达, 刘皞, 等. 弹载数据链技术应用及其发展趋势[J]. 飞航导弹, 2011(12): 29-33.
- [5] 陈海青, 汪刘应, 刘顾. 国外飞航导弹发展现状众启示[J]. 飞航导弹, 2019(10): 31-35.
- [6] 周波, 孔德培, 王雷钢, 等. 美国电子信息装备体系对抗效能评估[J]. 航天电子对抗, 2019, 35(5): 20-23.
- [7] 贾华杰, 鲜明, 陈永光. 网络中心战及其新技术[J]. 国防科技, 2011, 32(4): 44-49.
- [8] 周鹏. 美军数据链发展研究[J]. 物联网技术, 2015(6): 38-39.
- [9] 赵国宏, 武应华, 詹平, 等. 弹载数据链技术与运用[J]. 指挥与控制学报, 2020, 6(2): 102-112.
- [10] 黄振. 外军数据链技术在武器弹药上的应用和启示[J]. 舰船电子工程, 2019, 39(8): 5-8.