

高等学校“十二五”规划教材

数据链技术及应用

主编 李琳琳 副主编 魏振华



西北工业大学出版社

高等学校“十二五”规划教材

SHUJULIAN JISHU JI YINGYONG

数据链技术及应用

主 编 李琳琳

副主编 魏振华

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是一本全面介绍数据链系统概念、原理、组成、功能、集成及作战应用的教科书。全书共分7章,围绕数据链系统这一核心概念,主要介绍了数据链系统的基本概念、组成及工作原理,详细阐述了数据链系统的信息传输、信息安全、网络管理以及数据链与平台的集成,最后介绍了数据链在作战中的应用。

本书可作为军队院校通信工程和指挥信息工程等相关专业的本科生教材,也可作为地方高等院校国防生相关专业教材和各类军队干部培训(轮训)教材,还可以作为国防科技人员和军事爱好者的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

数据链技术及应用/李琳琳主编. —西安:西北工业大学出版社,2015.9

ISBN 978-7-5612-4511-8

I. ①数… II. ①李… III. ①数据传输 IV. ①TN919

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 190546 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电话:(029)88493844 88491757

网址:www.nwpup.com

印刷者:兴平市博闻印务有限公司

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:12.625

字数:303 千字

版次:2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月第 1 次印刷

定价:29.00 元

本书编委会

主 编	李琳琳		
副主编	魏振华		
编 者	李琳琳	魏振华	汪洪桥
	伍 明	罗 蓉	范志良
	罗 眉	刘华泽	顾敦勇
主 审	付光远	叶 霞	

前 言

信息化条件下的局部战争,战场态势瞬息万变,作战样式、作战规模、战场范围都发生了巨大变化,特别是作战节奏、打击能力、反应速度的变化,对战场信息获取、传递和共享提出了更高要求。数据链作为战场神经系统的重要组成部分,在情报共享和指令传递等方面发挥着越来越重要的作用。从近期几场美军主导的局部战争,尤其是在伊拉克战争中可以看出,数据链已经逐渐全方位地渗透到情报侦察、作战指挥、效果评估等各个领域,将整个战场紧密融合为一体,实现了战场情报的高度共享,提高了反应速度和打击精度,从整体上提升了美军的作战能力,为其在军事上赢得战争的胜利奠定了坚实的基础。

数据链的发展已经有几十年的历史了,但对于我军来说,还是个新生事物,无论是在思想认识还是装备使用上,都有许多值得深入探讨的问题。目前,我军的数据链建设正处在一个快速发展的大好时机,对数据链技术研究、装备建设和作战运用人才现状同军队的实际需求之间存在巨大差距,急需加大数据链人才培养的力度,加快数据链人才培训的步伐。

为满足部队信息化建设对专业人才的需要,适应全军院校教育改革的新要求,第二炮兵工程大学组织编写了本书。本书在介绍数据链相关知识的基础上,对数据链的信息传输、信息安全、网络管理等关键技术进行深入剖析,探索数据链与平台的集成及运用,分析、研究了数据链在ISR系统、指控系统、武器系统中的应用,为我军数据链的建设、运用、发展提供重要的借鉴。本书力求使用通俗易懂的语言,介绍较为专业的数据链相关知识,使读者能够较为直观地了解数据链的概念、特点、技术、作用,以期达到普及数据链基本知识、深化对数据链认识、掌握数据链使用的目的,为更好地掌握和运用数据链提供参考。

本书由李琳琳负责总体规划、结构设计工作。罗蓉编写了第1章,伍明编写了第2章,汪洪桥、顾敦勇编写了第3章,魏振华、李琳琳编写了第4章,范志良编写了第5章,李琳琳、罗眉编写了第6章,刘华泽、魏振华编写了第7章。全书由李琳琳、魏振华统稿。书中参考了相关论文、论著及其研究成果,这些文献对于本书的编写起到了非常重要的作用,在此对其作者表示深深的敬意和诚挚的感谢。

由于水平有限,以及数据链技术本身就在不断发展和完善,书中不妥和疏漏之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编 者

2015年3月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 数据链的基本概念	1
1.2 数据链的功能和特点	9
1.3 数据链的地位和作用	12
1.4 外军数据链的发展与现状	17
习题	26
第 2 章 数据链组成及工作原理	27
2.1 数据链的基本工作方式	27
2.2 数据链的基本组成及结构	29
2.3 数据链的互连及工作过程	32
2.4 战术数据链的组织运用	35
习题	40
第 3 章 数据链信息传输	41
3.1 通信传输技术	41
3.2 调制解调技术	55
3.3 多路通信技术	67
3.4 天线技术	72
3.5 数据链波形通信原理及工作流程	76
习题	77
第 4 章 数据链信息安全	78
4.1 加密技术	78
4.2 编码技术	83
4.3 扩频技术	100
习题	106
第 5 章 数据链网络管理	107
5.1 标准化的报文格式	107
5.2 数据链的组网策略	113
5.3 网络层技术体制	115

5.4 Link16 网络管理	120
5.5 Link11 网络管理	125
习题	128
第 6 章 数据链与平台集成及应用	129
6.1 数据链集成应用	129
6.2 数据链与平台集成实现的战术功能	139
6.3 典型应用案例	149
习题	153
第 7 章 数据链在作战中的应用	154
7.1 战术数据链在 ISR 系统中的应用	154
7.2 战术数据链在指挥控制系统中的应用	171
7.3 战术数据链在武器系统中的应用	184
习题	193
参考文献	194

第1章 概述

信息化条件下的现代战争,是陆、海、空、天、电一体的综合体系对抗,在广大的区域内,敌、我双方数量众多的武器平台交织在一起,情况和位置迅速变化。各级指挥机构和指挥员必须掌握实时的敌、我态势,了解所属部队和武器的战斗形态,将不同种类的作战单元有机地链接起来,形成整体合力,并选择合适的攻击武器和最佳的攻击地点,在最短的时间内给敌人以最有效的打击。

数据链(Data Link)是信息化战争的新形势下,为适应高速机动作战单元实时共享战场态势、高效指挥控制和战术协同需要,采用格式化消息、高效的组网协议和多种信道而构成的信息系统,是实现各作战平台的协同和铰链,共享整个战场资源,打赢信息化战争的基础装备。数据链可以将信息获取、信息传递、信息处理、信息控制紧密地连接在一起,完成各种军事信息系统(如指挥控制、预警探测、电子对抗、精确制导信息系统)的信息业务互通,把原本独立的各级指挥机关、战斗部队、传感探测平台和武器平台有机地铰链在一起,实现所有作战单元的沟通,形成具有统一、协调能力的作战整体,从而极大增强部队的整体作战效能,为取得战争的胜利奠定坚实的基础。

1.1 数据链的基本概念

1.1.1 数据链的概念

目前,关于什么是数据链,还没有一个统一的认识。从功能、结构、作用、技术特点等角度出发,都可以给出多种表述不同的数据链定义。

数据链概念可以从广义和狭义两个方面理解。广义地说,数据链,即数据链路,就是传输数据的通信链路系统。所谓数据通信是与语音通信相对而言的。日常使用的电话传统上归为语音通信技术,而一些主要传输字符的通信技术,通常称为数据通信,如电传通信、电报通信以及后来发展的分组交换。所谓链路,就是技术标准与相关设备组成的一个完整系统。数据链路就是数据通信技术标准与计算机、传输终端等设备组成的数据传输系统。

狭义上讲,数据链是指传输“机器可读”数字信息的通信链路。首先,严格意义上,不是任何传输数据的通信链路都可以称为数据链,而只有那些传输特定格式数据的通信链路才可以称为数据链。其次,用于接收和发送的终端设备能够“理解”这些特定格式的数据,可以按照数据所传递的内容完成特定的任务。比如,雷达探测到一个空中目标,要将目标的高度,速度,方位,航向,敌、我属性等信息传递给指挥所,如果使用语音链路,则需要雷达操作员将屏幕上显示的这些信息口头报给指挥所,指挥所人员记录这些信息,并将其手工标绘在一定的图纸上,供指挥员研究和定下处置决心;如果使用数据链,就可以将这些信息直接用特定的“0”“1”编

码,高度 8 000 m 表示为“0100”,速度 900km/h 表示为“0010”,方位“东南”表示为“0001”,航向“西北”表示为“1000”,敌、我属性“敌机”表示为“1001”,从而形成一个“0100 0010 0001 1000 1001”的字符串。字符串通过数据链传送到指挥所,接收终端将其还原,直观地、自动地在电子地图上标绘出来,供指挥员参考。在后一种情况中,数据链传输的特定格式的字符串,就是机器能够自动识别的数据信息,也就是“机器可读”的数据信息。

数据链在美国称为战术数据信息链(Tactical Digital Information Link,TADIL),在北约组织国家称为链路(Link),是一种利用无线通信设备,在各种各类作战平台(传感器平台、指控平台和武器平台)之间,按照规定的消息格式和通信协议,实时传输和交换战场态势、目标指示和指挥控制等信息的网络化战术信息系统。

近年来,我国相关研究人员对“什么是数据链”比较一致的定义为“数据链是以无线传输为主,链接传感器平台、武器平台和指挥控制系统,使用统一规定的消息格式和通信协议,实时、自动地传输战场态势、指挥引导、战术协同、武器控制等格式化数据的信息链路”。这个定义从 4 个方面体现了数据链的内涵。

1. 数据链的外在形式

数据链的外在形式是无线传输设备。数据链采用无线网络通信技术和应用协议将地理上分散的部队、各作战单元的探测器和武器系统利用无线信道连为一个有机的数据网络系统,使得每个作战单元探测到的敌情信息都为整个网络中的各个单元共享,每个作战单元的武器系统亦可为整个网络共用。

在一个数据链系统中,每个节点都应该具有的基本链路设备包括战术数据系统(TDS)、数据终端设备(DTS)、无线电设备(Radio)和天线。无线传输设备是数据链主要的外在体现形式。数据链中的无线电设备需要完成数/模转换、频率搬移、跳/扩频组网等功能。目前,数据链使用的无线电设备工作在 HF,VHF,UHF,L,S,C,K 频段。具体工作频段的选择,取决于其被赋予的使命任务和技术体制。例如,HF 一般用于超视距小容量信息传输;V/UHF 用于视距且信息量较大的态势信息和指挥控制信息的传输;L 波段常用于视距大容量的态势信息的分发;S/C/K 波段常用于卫星数据链对传输容量和信息覆盖范围要求大的信息传输。再例如,Link11B 使用 HF 信道在地面防空部队之间分发空中目标航迹信息;Link16 使用 Lx 频段在视距范围内分发预警探测和情报信息;美军 CDL(通用数据链)使用 S,K 频段在卫星、侦察机、无人机上对地面处理中心传输情报、侦查和监视信息等。

2. 数据链的核心要素

数据链的核心要素是消息格式和通信协议。数据链包括一套标准化消息格式和统一的标准通信网络协议,这是数据链的核心要素,是数据链系统互连互通的精髓。它们为各作战单元的紧密铰链提供了标准化的手段,为形成“从传感器到射手”的信息流奠定了基础,为在不同数据链之间的传输、转接、处理信息提供了标准,为信息系统的无缝链接提供了前提条件。在数据链概念中,特别强调标准化消息格式和统一的标准通信网络协议,这是数据链系统互连互通的精髓。

格式化消息包含两大要素:句法和语义。句法定义了消息的结构和规则。语义明确了在各结构单元中数据元素的含义。通过对格式化消息的严格约定,发送方与接收方才能保证正确地理解消息中所传达的信息。格式化消息标准的制定是随数据链系统的使用范畴、传输信道特征和作战应用需求而变化的,因此形成了多种数据链消息标准。例如,美军的 STAN-

AG5511 标准定义了 Link11 中使用的 M 序列消息;STANAG5504 标准中定义了 Link4 中使用的 V 序列、R 序列消息;STANAG5516 标准中定义了 Link16 中使用的 J 序列消息;STANAG5522 标准中定义了 Link22 中使用的 F 序列、FJ 序列消息等。不同消息标准在不同数据链系统之间传输,就存在直接传输和转换传输两种情况。例如,Link22 使用了部分 Link16 的消息,这些消息在两链之间传输就不需要转换。如果不同语义和句法之间的消息在多链中传输,为了保证多链之间的互操作性,就需要消息转换,也就产生了消息转换标准。

数据链通信协议是信息在通信网络中的传输顺序、格式及控制方法的规约。它主要用于建立通信链路,并控制数据在链路中的传送。通信协议包括信道传输协议、链路控制协议、网络通信协议和加密标准等。信道传输协议包括信道编码、调制解调以及各种抗干扰措施,保证数据信号在物理媒质上可靠、有效地传递。链路控制协议包括信道访问控制、流量控制、差错检测与控制等内容,其主要作用是保证消息在逻辑链路上无差错地传输。网络通信协议主要解决组网问题。在数据链中,通常有点对点、广播、轮询和 TDMA 等几种工作方式,它们主要解决组网中对信道的分配问题。

3. 数据链的基本功能

数据链的基本功能是实时、自动地传输战场态势、指挥引导、战术协同、武器控制等格式化数据。数据链的主要设计目标是实现战术数据的准实时交换,使得数据链传输的数据能够实时显示在各作战平台的平显或战术显示器上,网内任何一个平台都可随时了解其他平台对目标的探测情况、状态和武器使用方法,每个作战平台亦可随时调用其他作战平台传感器信息的通道,从而可以用较少的作战平台防御较大的范围。

数据链采用多种链接方式以保证信息的快速、可靠传输,既有点到点的单链路传输,也有点到多点和多点到多点的网络传输,且网络结构和网络通信协议多种多样。只要能满足数据链信息的传输要求,不同数据传输方式均可作为数据链的链接手段。根据应用需求和具体作战环境的不同,数据链可综合采用短波信道、超短波信道、微波信道和卫星信道;采用信息无缝连接手段,还可以实现多种信道组建单一数据链路的结构形式。

数据链传输的信息是格式化的标准信息,以保证数据传输的实时性。格式化的标准信息采用统一的面向比特位定义的信息标准。它能够提高信息表达效率,为战术信息的实时化链接赢得时间;并且为各作战平台的紧密链接提供了手段,为实现“从传感器到射手”信息流的形成奠定了基础;为信息在不同数据链之间的传输、转接、处理提供便利,为信息数据的无缝链接提供了前提条件。

4. 数据链的本质

数据链的本质是无缝链接传感器平台、武器平台和指挥控制系统的信息链路。数据链以作战平台为主要链接对象,以特殊的数据通信为链接手段,将处于不同地理位置的作战平台组合为完整战术共同体的链接关系。它与作战平台紧密结合,把地理上、空间上分散的部队、各种探测器和武器系统连接在一起,保证战场态势、指挥控制、武器协同、情报侦察、预警探测等信息的实时、可靠、安全地传输,实现信息共享,实时掌握战场态势,缩短决策时间,提高指挥速度和协同作战能力,增强部队的整体作战能力和防御能力,对敌方实施快速、精确、连续的打击,对我方的重要目标进行全方位的有效保护。

1.1.2 数据链的分类

数据链是一个地域上分布式的立体化空间网络系统,是将各部队分布在广阔地域上的各级指挥所、参战部队和武器平台链接起来的信息处理、交换和分发系统。针对现代战争各种作战方式的不同需求,有多种类型的数据链。各种数据链都有其特定的用途和服务对象,从不同的角度、根据不同标准可以将数据链分为不同的种类,如表 1-1 所示。

表 1-1 数据链的分类

划分标准	分 类	典型链路
信道种类数量	单信道链	Link16/JIDS
	多信道链	Link11/Link22
信道频段	HF 链	Link14
	VHF 链	VDL-2
	多频段链	Link11/Link22
	UHF 链	Link4/Link16/JIDS
	S/C/K 链	S-CDL
任务功能	情报分发链	TDDS/TRIXS/TIBS/CDL
	指挥控制链	Link11/Link16/JIDS
	武器协同链	CEC/TTNT
服务对象	通用链	Link16/JIDS
	专用链	CEC/SADL/EPLRS
空间分布	陆基平台	陆基数据链(GBDL)
	空基平台	AN/AXQ-14
	天基平台	STDL

1. 按使用信道种类的数量划分

数据链按照使用信道种类的数量进行划分,可分为多信道数据链和单信道数据链。例如,美军的 Link11、Link22 属于多信道数据链,Link11 和 Link22 可使用 HF 信道、V/U 信道组网;美军的 Link16 属于单信道组网,工作于 L/S 频段。

2. 按使用信道频段划分

数据链按照使用信道频段进行划分,可分为 HF 数据链、VHF 数据链、UHF 数据链和卫星数据链等。Link14 既是 HF 数据链,又是 UHF 数据链;VDL-2 空中交通管理数据链属于 VHF 数据链;Link16 是 UHF 数据链;S-CDL 卫星情报侦察数据链则是卫星数据链。

3. 按任务功能划分

数据链按照任务功能进行划分,可分为情报分发数据链、指挥控制数据链和武器协同数据链等。情报分发数据链是以搜集和处理情报、传输战术数据、共享资源为主的数据链,包括数据分发系统(TDDS)、战术侦察情报交换系统(TRIXS)、战术信息广播业务(TIBS)和通用数据链(CDL)等。这类数据链通常要求较高的数据率和较低的误码率,电子侦察机和预警机等一

般都选择这种数据链。指挥控制数据链是以常规命令的下达,战情的报告、请示,勤务通信和空中战术行动的引导指挥等为主的数据链,包括 Link11, Link16 等。这类数据链要求的数据率不高,但准确性、可靠性要求高。武器协同数据链则是与武器控制相关的数据链,包括协同作战能力系统(CEC)和战术目标瞄准网络技术(TTNT)等。

4. 按服务对象划分

各军兵种有不同的作战特点,使用要求也各不相同,所应用的数据链也不同,数据链按照服务对象进行划分,可分为陆军、海军、空军等专用数据链和三军通用数据链。例如,用于各军兵种多种平台之间交换不同类型信息,满足多样化任务需求的数据链一般称为通用数据链,包括 Link11, Link16 等;专门为某个军种或某种武器系统(如防空导弹)完成特定作战任务而设计,且功能与信息交换形式较为单一的数据链则称为专用数据链,如“爱国者”导弹数据链,用于情报、监视与侦察(ISR)等数据传输的 ISR 数据链等。

5. 按照空间分布划分

根据数据链的空间分布,数据链涉及陆基平台、空基平台和天基平台,是一个综合立体化信息平台。数据链陆基平台由各级基本指挥所和遂行机动作战任务的各级机动指挥车构成;数据链空基平台包括机载平台和弹载平台两类;数据链天基平台主要是成像侦察卫星和电子侦察卫星、导航定位卫星等星载信息终端,利用天基卫星平台,可为陆基平台和空基平台设备提供优质的目标图像信息和及时、准确的情报信息,以及快速定位信息等。

1.1.3 数据链与其他系统的关系

数据链作为一种新的信息传输和交换手段,与战场上其他信息传输、处理手段既相互联系又相互区别。目前,对数据链的认识还有一些误区,比如,有人片面地认为数据链是一个完全不同的新系统,甚至认为数据链能够取代一切,以往所用到的其他通信系统都不重要了;也有人片面地认为数据链与其他系统没有大的区别,只是名称不同而已。这些错误认识将会妨碍人们正确认识和理解数据链,因此,需要进一步理清数据链与其他系统之间的区别与联系。

1. 数据链与通信系统的关系

前面笔者在阐述数据链定义的时候已经强调过,数据链是一种特殊的通信系统,是一种能够传输特定信息的现代意义上的特殊通信系统。首先,数据链的主要目的仍然是传输信息,这与通信系统并无二致;其次,数据链仍然在使用传统意义上的通信设备开展工作,如电台等,这两点就可以决定数据链仍然是一种通信系统。当然,数据链与传统的通信系统还是有一定区别的。一是“公网”与“专网”之分。传统的通信手段通常包括有线电通信(如电缆通信、光纤通信等)、无线电通信、微波通信、卫星通信以及新兴的“蜂窝”移动通信、计算机网络通信和相应的交换设备(如程控交换机等),这些通信手段更多地表现为“公用性”,即提供一种平台、一个网络,使尽可能多的信息在其中畅通流动。尽管数据链也是提供了一种平台、一个网络,但数据链不仅限定了流通信息的种类,而且限定了用户的种类,也就是说,用户及其信息与数据链形成了一个完整的系统,数据链对这个整体来说,是“专用的”通信系统。对于有些数据链来说,甚至都难以借助通用的通信装备传输信息,比如 Link16,其传输设备就是量身定做的,与 Link16 数据链形成了一个专有的整体系统。二是个别功能上的差异。数据链还具有比传统通信手段更为丰富的一些功能,比如,可以提供相对导航,即根据网络中的一个参照单元,就可

以计算出自身的大致位置。这是数据链根据特有的编码协议实现的较为特殊的功能之一。因此,数据链既是通信系统,又具有一些传统通信系统所难以具备的特殊功能。形象地说,如果将传统通信手段比作交通系统,数据链则更像物流系统,输送的对象类型要求更严,任务完成标准要求更高。

2. 数据链与指挥信息系统的关系

指挥信息系统是一个综合性的系统,美军过去称其为 C^3I 系统。指挥信息系统与数据链之间的关系可以说是整体与局部、包含与被包含的关系。

(1)数据链是指挥信息系统的末端网络。指挥信息系统是一个覆盖区域广泛、跨越层次较多的大系统,可以涵盖战略、战役、战术各个层次,搜索覆盖范围可以远远超过战场地理区域限制。在一个指挥信息系统中,可以包含着许多传统的通信网、预警探测网、情报传输网和许多结构不同、功能各异的计算机网络等,而数据链则承担着指挥信息系统最为底层的功能和任务,主要完成战场范围内战术级信息的传输、交换、处理和使用。也就是说,数据链处于指挥信息系统的末端,负责最基本的战场信息的传递和使用,如我方飞机位置、飞行状态、武器状况和敌方目标性质、状态等基本信息,主要提供给一线指挥员和战斗员参考和使用。只是在必要的时候,才将一定的数据信息提供给战役以上层次的指挥员。

(2)数据链在指挥信息系统中的地位重要。尽管数据链处于指挥信息系统的末端,但却具有极其重要的地位。一方面,建立“传感器到射手”的传输链路,是缩短指挥时间,提高指挥效率的重要途径,也是指挥信息系统的一个发展方向,而数据链恰恰就是为此而生的。另一方面,一些专用数据链的发展(如情报传输数据链),拓展了战术数据链的应用范围,将数据链贯穿到整个指挥信息系统之中,提高了指挥信息系统的效率,这就从根本上推动了指挥信息系统的发展,从而使数据链在指挥信息系统中的地位显得更加重要。

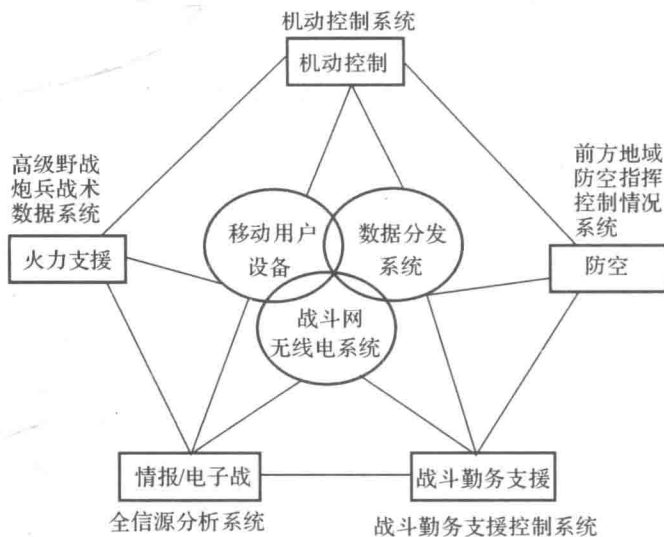


图 1-1 战术 C^3I 系统

美军战术 C^3I 系统,如图 1-1 所示,是 20 世纪 80 年代初根据其“空地一体战”理论建设起来的战术指挥、控制、通信和情报系统。它具有机动控制、火力支援、防空、情报侦察和电子战、战斗勤务支援等多项功能;具有移动用户设备、数据分发系统、战斗网无线电系统 3 个通信

系统。其中数据分发系统包含战术数据链 Link16(JTIDS)和增强型定位报告系统(EPLRS), Link16 用于高速数据分发,EPLRS 用于中速数据分发。由此可见,战术数据链是战术 C³I 系统的重要组成部分。

1985 年,美国军方提出了战术 C³I 系统必须可靠、安全、高生存力,必须能迅速搜集、分析和提供信息,必须能及时传达命令、协调支援,向部队发布指令等。战术数据链的特征符合这一要求。

3. 数据链与战术互联网的关系

美军战术互联网是 20 世纪 90 年代初,按照其数字化战场和数字化部队建设的规划,用路由器将单信道地面与机载无线电系统(SINC GARS)用增强型定位报告系统(EPLRS)互连起来,使之不再是“烟囱”式系统,而是一个互通的网络。

《美陆军手册》对战术互联网的定义是“战术互联网是互连的战术无线电台、计算机硬件和软件的集合,它在机动、战斗勤务支援与指挥控制平台之间提供无缝隙态势感知和指挥控制数据交换。战术互联网最主要的功能是提供极其可靠的信息交换功能”。战术互联网的构成如图 1-2 所示。

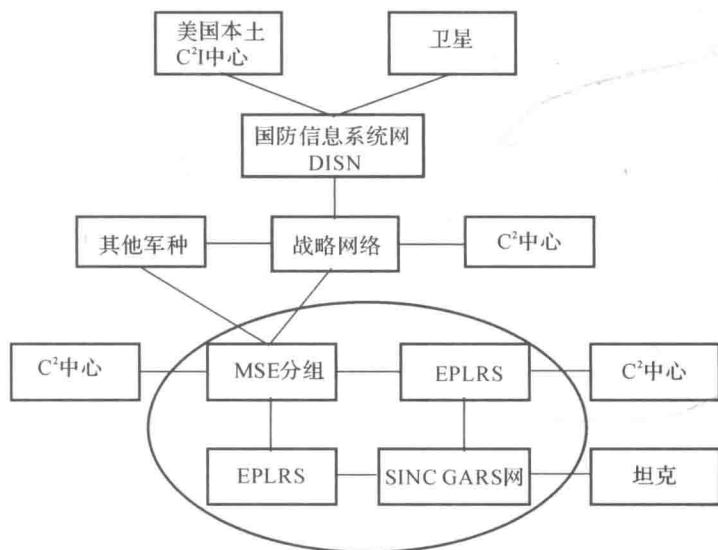


图 1-2 战术互联网构成

图 1-2 中,MSE 为移动用户设备,EPLRS 为增强型定位报告系统,SINC GARS 为单信道地面和机载无线电系统,每条线路都有路由器或网关相连。

战术互联网由单信道地面车、机载无线电系统、增强型定位报告系统、移动用户设备/战术分组网(MSE/TPN)、互联网控制器(INC)、战术多网网关(TMC)、卫星(MILSTAR/COMMERCIAL)、近期数字电台(NTDR)、局域网络路由器(LANR)、计算机和综合系统控制等组成。它分为 3 个层次:骨干网、本地网、接入网,战术数据链处于接入网的位置。

数据链就其作用来说与战术互联网非常接近,都是传输数字化的战术情报信息,构成一种战术关系。数据链采用多信道、多信息传输格式和多通道传输模式作为链接手段,与战术互联网的多协议、多路由等技术措施在表面看来有某种相似之处,但二者实质有较大差别。

(1)链接关系的“紧密”程度不同。依靠数据链完成战术链接是紧密的,强调的是在不同的链接对象间,依托一定的链接手段,构建一种“紧密”的战术链接关系,且依靠这种紧密的战术链接关系,将各个作战平台紧紧耦合,形成一个完整的战术共同体。战术互联网的基础是互联网,其落脚点还是一种网络平台,尽管依靠这种网络平台,也可建立某种战术链接关系,但紧密程度比起数据链的战术链接关系来讲,要逊色很多。

(2)链接目的不同。实现战术链接,是数据链的目的和使命。战术链接关系是以实现同一战术目的为前提,其链接关系服从战术共同体的需要。战术互联网实际上以“互联”为目的,其链接关系只能服从网络本身。

(3)网络协议设计不同。战术互联网的网络协议设计是按通信网络的概念设计的,协议重点考虑了网络节点间的连通关系,以及网络拓扑结构变化时各节点间路由的变化,网络管理信息占用较大的传输容量,网络效率较低。数据链网络协议设计重点考虑网络效率,网络协议相对简单,以保证战术信息传输的实时性。

(4)采取的信息编码不同。战术互联网没有采用高效的格式化信息编码,而是将终端信息打包后,按分组进行传输,信息的表示方法决定了其传输效率比数据链低。

(5)信息转发处理方式不同。战术互联网对信息的转发是从通信的概念上对信息进行转发处理的。综合数据链对信息转发有其特殊的方法:首先对要转发的信息进行事先规划,分配固定的转发信道容量,保证转发信息的时效性;然后转发节点对信息进行分类处理,对有时效性的信息可做覆盖处理。

(6)信号波形设计原则不同。战术互联网的传输信息、网络协议、调制解调方式等方面在设计时一般不互相关联;而数据链在设计信号波形时一般将三者统一考虑,形成高效的数据链链接手段。

(7)信息差错的处理原则不相同。战术互联网对两个节点之间的传输差错一般要采用反馈重发进行差错控制;数据链一般将信道看作广播似的,在多个节点间不做点对点差错控制,数据的差错处理在数据链终端或指控系统中完成。

4. 数据链与全球信息网格的关系

“全球信息网格”(GIG),是美国国防部 20 世纪 90 年代提出的一个建设规划,就是要建立全球一体的信息网络。数据链与 GIG 的关系,类似与指挥信息系统的关系,数据链也是 GIG 的末端网络,将来也可能是 GIG 的一个核心组成部分,数据链与其他系统关系如图 1-3 所示。

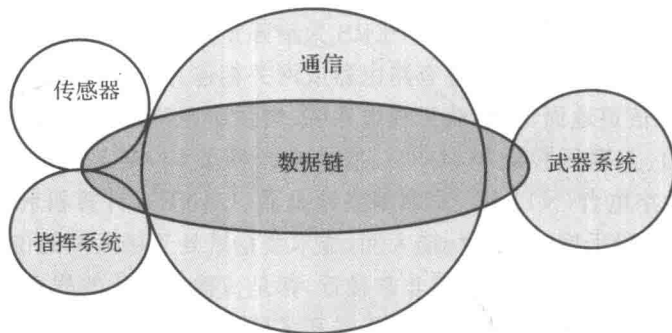


图 1-3 GIG 中数据链与其他系统关系示意图

1.2 数据链的功能和特点

1.2.1 数据链的功能

数据链的基本功能就是把地理上分散的指挥控制、各种探测器和武器系统联系在一起,实现战场信息共享,便于指挥员实时掌握战场态势,缩短决策时间,提高指挥速度和协同作战能力,以便对敌方实施快速、精确、连续的打击。简单地说,数据链要在恰当的时间内,将恰当的信息以恰当的方式进行处理和分发,确保作战人员在恰当的时间,以恰当的方式,完成恰当的任务。

从技术的角度分析,数据链的基本功能主要包括战术数字信息的传输和处理。战术数字信息包括战术数据、数字语音、图像、视频,以及系统管理指令等。在不同的数据链系统,由于采用不同的传输技术体制和实现不同的战术任务,传输和处理的具体含义有所不同。总的来说,信息传输是指将战术数字信息按照规定的实时性要求传给正确地点的正确用户。在这个过程中,数据链要完成一般数据通信系统需要的 A/D 和 D/A 变换、调制解调、差错控制、流量控制、媒体接入控制、多址访问、中继转发,以及链路状态监测与管理等操作。对于多数据链系统来说,相应的设备还需要在不同数据链之间完成战术数字信息的过滤、转发等操作。信息处理则包括战术数字信息的编码和解码。在信息发送端,依据标准化的编码方案,对需要传输的战术数据或其他战术数字信息进行编码;在信息接收端,依据同样的编码方案,对所接收的二进制形式的数据实施解码。解码后数据可能还需要进一步的处理。比如在 Link16 系统中,解码后的航迹信息可能需要相关、解相关等处理;在 CEC 系统中,解码后的量测信息需要栅格锁定(Gridlock)、数据融合等处理。经过了这些处理的数据,才能被指控系统或火控系统利用。

从战术的层面具体地讲,数据链的基本功能主要有以下几个方面:①目标监视(包括空中、海面、陆地和水下目标);②指挥控制;③情报分发;④平台位置和状态报告;⑤战场态势的形成和分发;⑥任务协调;⑦战斗协同;⑧武器协同;⑨武器控制等。

1.2.2 数据链的特点

一、数据链的技术特点

数据链与传统数字通信既有联系又有自身显著的特点。虽然数字通信技术是数据链的重要技术基础,但数据链具有自己的技术特点,主要表现在链路平台一体化、传输内容格式化、信息传输实时化和时间空间一致化 4 个方面。

1. 链路平台一体化

数据链一般是直接嵌入指挥控制要素或作战平台,同态势显示设备、火力控制装置或运动姿态控制设备直接连通,将一般通信系统的“人-机-人”工作方式转变为“机-机”工作方式,支

持传感器平台、指挥控制平台及武器平台的互联、互通、互操作。链路平台一体化,是实现武器系统和信息系统无缝连接的有效手段,能充分发挥各平台的作战效能,形成体系对抗的能力。

2. 传输内容格式化

在自然界中,人类之间的交流,乃至其他动物之间的交流,都离不开语言。在一定意义上,传输格式化消息就是使数据链具备一种特殊的“语言”。严格科学的格式化消息,是数据链的灵魂。为避免信息在网络间交换时因格式转换造成延时,保证信息的实时性,数据链系统规定了描述作战行动的消息和消息格式,以便于作战平台之间自动识别、处理目标信息,三军信息共享,和系统间互联、互通、互操作。需要指出的是,目前数据链中规定的格式化消息主要描述的是支持战术行动的消息,这也是将数据链称之为战术数据链的由来。

3. 信息传输实时化

信息传输实时化是指数据链根据作战单元的使用要求,在规定的时效内将信息传送给用户。信息传输实时化是数据链的立身之本,也是数据链的生命力所在。为了实现战术信息的实时传输,数据链采用了不同于其他通信系统的设计理念:压缩信息量,尽可能提高信息表达效率;选用传输效率高、简单实用的通信协议;可靠性服从于实时性;采用相对固定的网络结构和直达的信息传输路径;在实时性极高的应用场合直接采用点到点的链路传输;综合考虑实际信道的传输特性、信号波形、通信协议、组网方式和消息标准等技术环节,统一进行设计,从而提高数据传输的速率,缩短各种机动目标信息的更新周期。

4. 时间空间一致化

由于传感器对目标监测时的采样频率、观测坐标系不同,即使是对同一目标,各传感器的观测数据也会有很大的差异。为了提高网络的实时性和终端信息处理的可信度,充分利用观测信息,必须对异步观测数据进行时间和空间对准。因此,通过数据链传输的传感器信息要能被其他作战平台所共享,就必须采用统一时间和空间基准,把目标数据变换到一个统一的空间坐标系上,并与目标数据库或航迹文件中的其他目标数据建立关联,从而便于数据融合,形成统一的战场态势。

二、数据链的网络特点

数据链以组网运用方式为主,如图 1-4 所示。数据链通常是作为一个网络来使用的,除了一些专用的数据链(如无人机数据链、图像传输数据链等),典型的数据链都是以网络的方式在工作。例如,Link11 采取有中心站的组网模式工作;Link16 采取无中心工作的组网模式工作。一般情况下,几个甚至几十个作战单元即可构成一个数据链网络。这与数据链提高信息共享的设计初衷是完全一致的,也是现代战争对信息交换和共享的基本要求。

数据链具有的网络特点如下:

1. 数据链是一种精确规划的网络

数据链组织应用是一个精确设计规划的过程。一是组网约束条件比较多,涉及网络类型、网络数量、网络成员数量、平台性质、任务类别、指挥协同关系、信息交互关系、消息类别、频率管理、干扰环境等;二是网络设计规划要求较高,网络规划方案批准前必须经过反复验证;三是每一平台有唯一一套初始化参数,网络一经运行就难于修改网络参数。这些与传统通信网络的功能和组织运用有较大的区别,传统的组织运用方式必须应数据链的产生而发展。