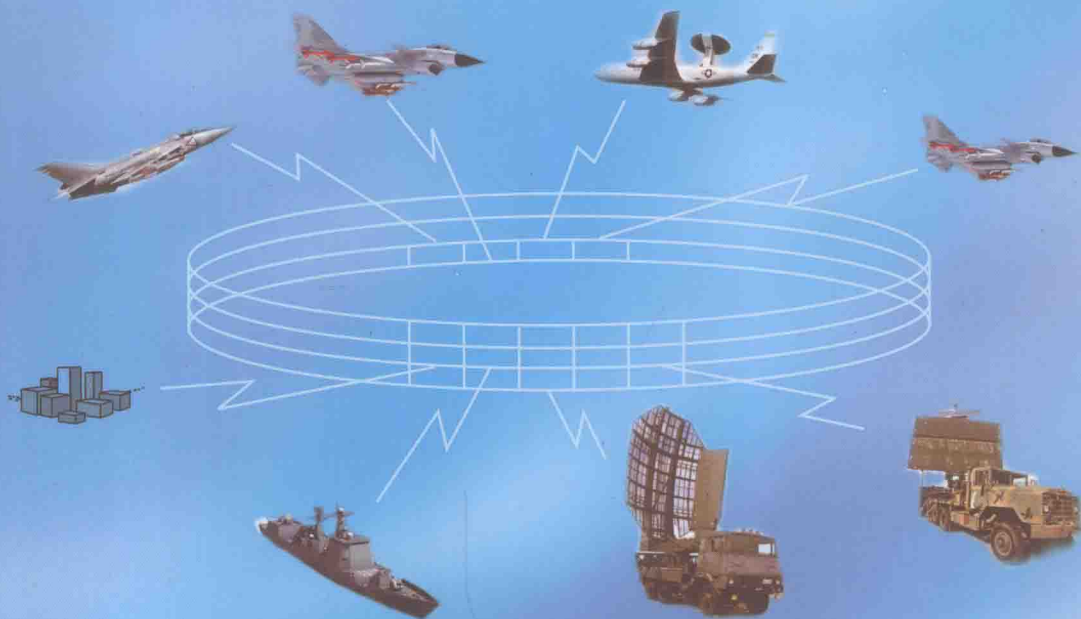


战术数据链 技术与系统

孙继银 付光远 编著
车晓春 张宇翔



国防工业出版社
National Defense Industry Press

战术数据链技术与系统

孙继银 付光远 编著
车晓春 张宇翔

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书首先全面系统地论述了数据链的概念、产生背景、现状,数据链的体系结构及工作原理,数据链所应用的信息传输技术与信息传输系统等基础知识;而后,重点介绍了 Link-16 和 Link-11 数据链的系统组成、功能、报文格式、网络结构与网络管理;最后,介绍了数据链系统的应用和发展趋势;书末附 Link-11 数据链报文定义。

本书系统性强,层次清楚,结构清晰,突出基本概念、基本原理的阐述,具有明显的时代性和实用性。可作为电子、信息、军事类大专院校教材,也可供通信工程、电子工程、信息工程、导航与控制、计算机科学与技术、作战指挥、电子对抗等领域的科技工作者、大专院校师生和部队机关干部阅读。

图书在版编目(CIP)数据

战术数据链技术与系统/孙继银等编著. —北京:国防工业出版社, 2009. 8 重印
ISBN 978-7-118-05053-0

I. 战… II. 孙… III. 信息技术-应用-战争 IV. E919

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 026676 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 15 $\frac{3}{4}$ 字数 410 千字

2009 年 8 月第 2 次印刷 印数 4001—6000 册 定价 36.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

数据链是一种在传感器、指控系统和武器平台之间,按照规定的通信协议实时自动传输战场态势、情报和指控命令的信息处理、交换和分发系统。它作为现代军事电子信息系统的核心技术,是各种军事电子信息系统、网络互连和信息业务互通的技术基础。通过数据链,可以将信息获取、信息传递、信息处理、信息控制等系统紧密地连接在一起,构成立体分布、纵横交错的信息平台,以保证战场上各个作战单元之间迅速交换情报信息,共享各作战单元掌握的所有情报,实时监视战场态势,提高相互协同能力和整体作战效能。

数据链技术的研究,在美国和北约起步较早,经过几十年的发展和建设,均已形成各具特色的数据链体系。目前,世界上已有美国、北约、俄罗斯、以色列等国家和中国台湾地区的军队装备了数据链系统。数据链的产生和发展经历了从无到有、从小到大的发展过程,总体上说,数据链的发展经历了起步、发展、完善和进一步改进四个阶段,目前已经形成较完善的数据链装备体系,成为现代信息化战争的核心与支柱,在现代战争中发挥了重要作用。

本书是作者在近几年数据链教案的基础上整理、深化、提炼的结果,旨在为读者提供一本系统性强,结构清晰,层次分明,注重介绍基本概念、工作原理和系统组成的教科书,为读者从事战术数据链系统的使用、管理和研究奠定理论基础。

全书共分八章。

第一章是概述,重点介绍数据链的基本概念与分类、外军典型数据链系统、数据链的功能与特点、产生与发展,以及与其他信息系统之间的关系等。

第二章是数据链组成及工作原理,从数据链的基本工作方式出发,介绍了战术数据链的基本组成、工作过程及互连关系等内容。

第三章是数据链信息传输,主要阐述数据链信息传输频段、数据链射频信号的概念、信息传输编码技术、调制与解调技术、多路通信技术、数据链通信传输系统和数据链通信安全技术等。

第四章重点介绍数据链的信息标准体系、Link-16 和 Link-11 战术数据链的报文格式。

第五章阐述 Link-16 战术数据链的通信平台、设备组成、通信规范、系统功能、网络管理和作战运用等。

第六章介绍 Link-11 战术数据链的系统结构、特性、终端设备、通信规范、网络管理和作战运用等。

第七章重点介绍使用较为普遍的 Link-4、Link-22 数据链及最新发展的 CDL 数据链。

第八章介绍数据链在伊拉克战争中的应用、数据链在战术飞机上的应用和 Link-16 在飞行器系统中的应用实例。

本书由孙继银教授负责总体规划、结构设计和统稿工作,并与张宇翔共同完成了第五章~第八章的编写,付光远编写了第一章、第二章、第四章,车晓春编写了第三章。在编写过程中,得到了孙向东、曹开玉、田延荣、赵和钦、王雷等同志的大力支持、关心和指导,在此表示衷心的感谢。书中引用了许多作者的论文、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,在此对他们表示深深的敬意和诚挚的感谢。

数据链技术内容复杂,涉及知识面较广,相关学科较多,由于作者才疏学浅、学识有限,书中难免有错误和不当之处,敬请使用本书(教材)的同行专家和读者不吝赐教。

编著者
2006年11月

目 录

第一章 概述	1
1.1 战术数据链概念与分类	1
1.1.1 战术数据链概念	1
1.1.2 战术数据链分类	2
1.2 外军的几种典型战术数据链	3
1.2.1 Link-4 数据链	4
1.2.2 Link-11 数据链	4
1.2.3 Link-16 数据链	5
1.2.4 Link-22 数据链	6
1.3 战术数据链的功能和特点	6
1.3.1 战术数据链的目标及功能	6
1.3.2 战术数据链的特点	7
1.4 战术数据链的产生与发展动态	8
1.4.1 数据链的发展历程	8
1.4.2 美军战术数据链最新发展动态与趋势	10
1.5 战术数据链与其他系统的关系	12
1.5.1 战术数据链与通信系统的关系	13
1.5.2 战术数据链与战术 C ³ I 系统的关系	13
1.5.3 战术数据链与战术互联网的关系	13
第二章 数据链组成及工作原理	16
2.1 数据链的基本工作方式	16
2.1.1 点对点全双工方式	17
2.1.2 点对点半双工方式	18
2.1.3 多点对多点的时隙分配方式	19
2.1.4 点对多点的点名呼叫方式	19
2.1.5 多点对多点的时分多址方式	20
2.2 战术数据链的基本组成	21
2.2.1 战术数据链的组成结构	21
2.2.2 Link-11 数据链端机组成	22
2.2.3 Link-16 数据链端机组成	23
2.3 战术数据链的工作过程	25
2.4 数据链之间的互连	26

2.4.1	同类数据链的互连	26
2.4.2	不同类数据链的互连	27
第三章	数据链信息传输	30
3.1	数据链信息传输频段	30
3.1.1	电磁波波段	30
3.1.2	典型数据链信息传输信道及其传输特点	33
3.2	数据链射频信号的建立	34
3.2.1	射频信号的概念	35
3.2.2	数据链信息传输编码技术	37
3.2.3	数据链信息传输调制解调技术	49
3.2.4	数据链多路通信技术	58
3.2.5	数据链射频信号的建立	62
3.3	数据链通信传输系统	68
3.3.1	典型数据链中的信息传输方式	68
3.3.2	有线通信系统	69
3.3.3	短波通信系统	71
3.3.4	微波通信系统	75
3.3.5	卫星通信系统	76
3.3.6	对流层散射通信	80
3.3.7	空中平台中继通信	82
3.4	数据链通信安全	85
3.4.1	数据链中的通信安全技术	85
3.4.2	认证技术	85
3.4.3	加密技术	86
3.4.4	扩频技术	88
第四章	战术数据链的报文格式	92
4.1	数据链的信息标准体系	92
4.2	Link-16 数据链报文格式	93
4.2.1	标准信息格式	93
4.2.2	兼容报文格式	100
4.3	Link-11 数据链报文标准	101
4.3.1	概述	101
4.3.2	报文编码规范	105
4.3.3	报文格式详细描述	105
第五章	Link-16 战术数据链	116
5.1	Link-16 概述	116
5.1.1	综述	116
5.1.2	系统特性	117

5.2	Link-16 底层通信链路	119
5.2.1	JTIDS 联合战术信息分发系统	119
5.2.2	MIDS 多功能信息分发系统	121
5.3	Link-16 设备	123
5.3.1	终端设备	123
5.3.2	主机和相关设备	127
5.4	Link-16 系统功能	130
5.5	Link-16 网络管理	136
5.5.1	网络设计	136
5.5.2	通信规划	137
5.5.3	网络初始化	138
5.5.4	网络运行(网络控制和参与)	139
5.5.5	数据链管理技术的发展	140
5.6	Link-16 的运用和多链路作战能力	140
5.6.1	Link-16 装备和部署情况	140
5.6.2	多链路作战	144
5.6.3	具体部署	147
第六章	Link-11 战术数据链	153
6.1	概述	153
6.1.1	系统简介	153
6.1.2	系统特性	154
6.2	系统设备	155
6.3	Link-11 通信规范	159
6.3.1	网络运行模式	159
6.3.2	Link-11 波形协议	164
6.3.3	Link-11B 波形协议	166
6.4	Link-11 系统功能和网络管理	167
6.4.1	系统功能	167
6.4.2	网络维护、管理和使用规范	176
6.5	Link-11 的运用	179
第七章	其他战术数据链及发展趋势	182
7.1	Link-4 战术数据链	183
7.1.1	Link-4A 概述	184
7.1.2	通信方式	185
7.1.3	链路功能	186
7.1.4	Link-4A 消息标准	188
7.2	Link-22 战术数据链	189
7.2.1	Link-22 网络组成	190

7.2.2	Link-22 报文	192
7.2.3	网络管理	194
7.2.4	与 Link-11 数据链的比较	195
7.2.5	与 Link-16 数据链的比较	196
7.3	通用数据链	197
7.3.1	系统构成	198
7.3.2	CDL 终端	201
7.4	战术数据链的发展趋势	205
7.4.1	Link-16 的发展	205
7.4.2	Link-11 的发展	206
7.4.3	总体发展趋势	207
第八章	数据链在作战中的应用	214
8.1	数据链在伊拉克战争中的应用	214
8.1.1	数据链初显威力	215
8.1.2	数据链在精确制导武器中的应用	216
8.2	数据链在战术飞机上的应用	217
8.2.1	战术飞机的应用需求分析	217
8.2.2	功能实现	220
8.2.3	应用案例	225
8.3	Link-16 在飞行器系统中的应用	227
8.3.1	端机与平台的连接	227
8.3.2	系统集成	228
附录	Link-11 数据链报文定义	235
参考文献	243

第一章 概述

随着大量高科技手段在军事领域的广泛应用,新的作战模式应运而生,最为突出的特征就是对信息的依赖性越来越强。传统的通信和指挥控制方式无法实现对战场态势、指挥控制、情报侦察、预警探测、火力分配及打击效果等信息的实时、可靠、安全地传输,因此远远不能满足指挥员对战场信息获取和新型号武器对信息系统的需求。当务之急就是集成和发展一种信息综合应用系统及平台,使各作战部队在未来战场上能做到“知己知彼,百战不殆”,从而极大地提高部队在联合作战中的协同作战指挥能力,增强部队的整体作战效能。

数据链技术作为现代军事电子信息系统的核心技术,是各种军事信息系统、网络互连和信息业务互通的技术基础。通过数据链,可以将信息获取、信息传递、信息处理、信息控制(包括指挥控制、预警探测、电子对抗、打击引导等信息系统)紧密地连接在一起,构成立体分布、纵横交错的信息平台,从而沟通所有作战单元,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,构成海、陆、空、天一体化,并具有统一、协调能力的作战整体。为上至指挥部/下至基本作战单元提供所需要的各种信息,使战场对己方信息单向透明。最终极大地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。

有了数据链之后,数字化部队和数字化战场建设才成为可能。这样,参战部队在未来数字化战场上能够把地理上分散的指挥控制单元、各种传感探测单元和作战单元有机地联系在一起。通过信息共享,实时掌握战场态势,缩短决策时间,提高部队作战反应速度和协同作战能力,实现从指挥控制单元到武器平台间信息的无缝链接,以便对敌实施快速、精确、连续的打击。

信息是信息化战争中战斗力的决定因素,建设信息化军队和发展信息化武器装备成为这场由于电子信息技术的发展导致的世界范围的新军事变革的核心内容。数据链建设的根本目的就是解决信息的获取、存储以及信息传输问题,并从反应速度上进行优化,可见,数据链是作战部队在未来信息化战争中取得胜利的物质基础,因而,下大力气尽快建设和发展实用数据链乃当务之急。

1.1 战术数据链概念与分类

1.1.1 战术数据链概念

战术数据链的建设和发展是与各国各军武器装备的发展密切相关的,迄今为止,没有统一、明确的定义。从研究/研制人员、军事专家、战术专家、技术专家等不同人员所处的不同立场上,从不同角度出發,有不同的定义和理解。下面是一些关于战术数据链的不同描述。

(1)数据链是武器装备的生命线,是战斗力的“倍增器”,是部队联合作战的“黏合剂”。

(2)数据链是链接数字化战场上的指挥中心、各级指挥所、参战部队和武器平台的一种信息处理、交换和分发系统。它由系统与设施、通信规程和应用协议组成。

(3)数据链是获得信息优势,提高作战平台快速反应能力和协同作战能力,实现作战指挥自动化的关键设备。

(4)数据链通过无线信道实现各作战单元数据信息的交换和分发,采用数据相关和融合技术

来处理各种信息。

(5)数据链是采用无线网络通信技术和应用协议,实现机载、陆基和舰载战术数据系统之间的数据信息交换,从而最大限度地发挥战术系统效能的系统。

(6)数据链技术可以形成点对点数据链路和网状数据链路,使作战区域内各种指挥控制系统和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,为作战指挥人员和战斗人员提供有关的数据和完整的战场战术态势图。数据链技术包括:高效、远距离光学通信,用于抗干扰通信的多波束自适应零位天线,数据融合技术,自动目标识别技术等。

(7)数据链是全球信息栅格(GIG)的重要组成部分,也是实施网络中心战的重要信息手段。

(8)美国国防部对战术数据链下的定义如下:战术数据链是用于传输机器可读的战术数字信息的标准通信链路。美国将数据链称为战术数字信息链(Tactical Digital Information Link, TADIL),有时也简称战术数据链,北约国家称其为 Link。目前,一些国家和地区军队装备的“标准密码数字链”、“战术数字情报链”、“高速计算机数字无线高频/超高频通信战术数据系统”、“联合战术信息分发系统”、“多功能信息分配系统”等,都属于“数据链”。

上述各种表述应该说都是对的,但都不全面。这里我们总结各种表述给出一个相对完整的战术数据链的定义如下:战术数据链是作战部队用于连接 C⁴ISR 各成员节点,适合传输数字信息,具有标准化消息格式和组网、通信协议的信息系统,其实质是一种包含有通信协议和消息标准的数字化通信系统,该系统能根据需要以不同的数据速率及不同的信道传输作战指挥系统的战术信息。

目前,在各种关于数据链的著作、论文中经常出现一些重要概念,在不同的文献中其称呼也不尽相同,这里,我们对 Link 和 TADIL 的概念进行简单描述,便于读者辨识。

(1)Link。北约各国对于数据链的统称,美国海军也习惯使用这一名称。

(2)TADIL。美军的专用名词,全称为战术数字信息链,适合于美军所有联合部队。TADIL 是美国国防部参联会批准的用于传输机器可读的数字化信息的标准通信链路。TADIL 通过一个或多个网络体系和多种通信媒体,将两个或多个指挥控制或武器系统连接在一起,从而进行战术信息交换。

为简便起见,本书提及的数据链均指战术数据链。

1.1.2 战术数据链分类

战术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,可以将数据链分为不同类型。

北约和美军最典型的战术数据链有 Link-4A、Link-11、Link-16,以及 Link-4C、Link-11B、Link-1、Link-14、IJMS、ATDL-1 等。在 1.2 节将重点介绍 Link-4、Link-11、Link-16 和 Link-22 等战术数据链的特征。

1. 按照战术数据链的应用角度分类

(1)以搜集和处理情报、传输战术数据、共享资源为主的数据链。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。

(2)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。这类数据链要求的数据率不高,但准确性、可靠性要求高。歼击机、轰炸机、武装直升机等一般采用这种类型数据链。

(3)综合型机载数据链。这种数据链既具有搜集和处理情报、传输战术数据、共享资源的作用,同时也具有命令下达、战情报告、勤务通信以及空中战术行动引导指挥的功能,甚至能同时传送数字话音。这种数据链不仅传输速率高,而且还具有抗干扰和保密的双重功能,是当前机载数据链的主流。

2. 按照数据链用途分类

按照数据链用途分类,从逻辑上讲不是很严格,可以将其分为通用数据链和专用数据链。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 Link-11、Link-16 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。

3. 按照数据链的空间分布分类

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。

4. 按照数据链覆盖范围分类

根据数据链覆盖范围的大小,数据链可分为战区协同数据链、战术协同数据链、武器协同数据链。战区协同数据链是战区与战区、战区与后方总指挥部、前方战区与后方重点防空区之间的协同数据链,主要任务是传输下达作战任务、话音、图像、部队协同指挥信息、战前情报侦察信息和预警、监视信息,以及各战区综合战术态势信息等;战术协同数据链主要用于传送和显示作战计划、打击目标位置、航向、目标识别数据和代码指挥信息等战术数据;武器协同数据链主要是完成同一作战指挥对象对其下属的不同型号武器间的协同信息传送,以实现不同型号武器混编作战的指挥控制。

5. 按照数据链功能分类

从战术功能角度考虑,数据链可分为代码指挥数据链、情报侦察数据链、弹道测量数据链、预警探测数据链、导航定位数据链等。

1.2 外军的几种典型战术数据链

美军(北约)现役的指挥控制平台和武器平台上配备的数据链主要有三种:Link-4A、Link-11 和 Link-16,正在发展的有 Link-22,如表 1.1 所列。

表 1.1 美军 Link-4A/11/16 数据链功能简表

链路类型	Link-4A	Link-11	Link-16
TADIL	C	A/B	J
信息标准	V/R 系列	M 系列	J 系列
链路功能	飞行控制	监视、定位、电子战、任务管理、武器协调	监视、定位、电子战、任务管理/武器协调、飞行控制
话音功能	无	无	有(加密话音)

(续)

链路类型	Link-4A	Link-11	Link-16
使用频率	UHF 225MHz~399MHz	HF/UHF	Lx 960MHz ~ 1215MHz 内的 969MHz ~ 1008MHz 和 1053MHz ~ 1065MHz 以及 1113MHz~1206MHz
数据速率	5kb/s	1. 36kb/s 2. 256kb/s	28. 8kb/s, 115. 2kb/s
入网协议	指令/回应	轮询	TDMA
相对导航	无	无	有
抗干扰	无	无	有
保密功能	无	有	有
视距外传输能力	无	有(HF频段)	有(通过中继)

1. 2. 1 Link-4 数据链

Link-4 数据链是一种使用超短波(UHF)波段,数据率 5kb/s,采用单向时分复用的数据链,它是美国海军航空兵战术指挥控制的基础。该数据链主要用于提供传输战机导航指令、引导舰载机截击空中目标、攻击控制、空中交通管制、航空母舰惯性导航。目前,美军 EA-6B 电子干扰机、E-2C 和 E-3 预警机、S-3 反潜机以及主要作战舰艇均已装备该数据链。Link-4 自 20 世纪 50 年代末期启用,是目前最普遍的空对空、空对地(舰)数据链,后来由只能单向传输的 Link-4,发展出 Link-4A 与 Link-4C 两种双向的数据链。

Link-4A 是北约的名称,美国则称为“战术数据链 C”(Tactical Digital Information Link-C TADIL-C),可用于地对空、空对地与空对空的战术通信,最多可同时在 8 个用户间建立互联网络,实时控制与实时交换战术信息。Link-4A 虽然相当可靠,但主要的问题则是没有保密与抗干扰的电子对抗能力。

Link-4C 则是专为战机与战机间的信息传输而修改制定的版本,以作为 Link-4A 的补充,与 Link-4A 比较则增加了电子对抗能力,但 Link-4A 与 Link-4C 间并不能直接通信。目前,Link-4C 仅用于 F-14 系列战机上,F-14 可通过与 Link-4C 相容的 ASW-27C 终端,在最多 4 架 F-14 战机间建立一个单一的小型网络,以分享雷达战术数据。

1. 2. 2 Link-11 数据链

Link-11 数据链与它的陆基版本 Link-11B 数据链,在美国分别被称为 TADIL-A(机载与舰载)与 TADIL-B(陆基)两种,是一种单工的战术数据链,用于在配备 Link-11 数据链端机的平台间实时地交换预警信息、空中/水上/水下/电子战的目标数据资料,传递控制指令、各单位武器状况等,并具有一定程度的保密能力。整个网络在“网络主控站”的管理下进行组网通信,使用主从方式进行轮流询问、应答。网络主控站可以是网络中任一装备 Link-11 端机的平台,最多可同时有 62 个终端参与 Link-11 数据链进行数据通信,但一般使用时终端的数量大都限制在 20 个左右。

Link-11 数据链将多个(一般可到 16 个,如需要可扩展到 32 个)平台连接成网状网工作,有五种工作方式,点名轮询、通播、无线电静默、网络测试和网络同步,而点名轮询方式是最主要的工作方式。通常在网内指定某个平台作为网控站,其余的平台为从属站。一旦网络开始工作,由网控站按预先设定的轮询次序和地址码呼叫第一个从站,这时,各从站均处于接收状态,接收网控站发送的呼叫信息,只有被呼叫的从站识别出被呼叫才立即由收的状态转为发的状态,并在网络上发送自己的信息,网络内所有的站都接收该从站发送的信息,当网控站识别出该从站发送的

停止码后,由收状态转为发状态,呼叫下一个从站,并将自己的信息与呼叫从站地址码一起在网络上发送,网络就这样周而复始地自动轮询下去。为了适应战场态势变化和满足某些从站战术使用的要求,Link-11数据链还设置了一些辅助功能,如多次询问、除名提示、新成员可随机入网等,使网络工作更灵活。

Link-11数据链除安装于美国海军装备 NTDS 的主要水面作战舰艇外,水下的核攻击潜艇、美国空军与海军陆战队的各式地面战术空军控制站、报告站、区域指挥控制中心、陆军“爱国者”导弹与战区弹道导弹防御系统单元的“战术作战中心”(TOC)等,也均配有相容于 Link-11 数据链的端机。除了适用舰载与岸基部署,Link-11 数据链亦可用于 E-2C 预警机、P-3C 和 S-3B 反潜机与海上舰艇的作战控制,以及 EP-3、ES-3 等担任通信情报、电子情报等信号情报搜集台站与地面控制站台、海上舰艇间的情报资料传输上。

Link-11B 数据链是专为陆地单元而修改的版本,为适应陆地使用环境,Link-11B 数据链除了以 HF/UHF 无线电传送外,也可有线发送信息。Link-11B 数据链主要用于地面雷达站、防空部队等单元分发空中目标的航迹信息,如美国空军与海军陆战队的各式地面战术空军控制站、陆军“爱国者”导弹、THAAD 等战区弹道导弹防御系统单元的“战术作战中心”等。

但 Link-11 数据链与 Link-11B 数据链均有数据传输速率低与缺乏抗干扰能力等缺点,且与 Link-4 数据链也不相容,无法直接连通。不过,由于 Link-11 数据链可以使用 HF 波段,具有跨地平线的通信能力,故在海军舰艇上仍不能使用 L 波段、仅能为进行视距通信的 Link-16 数据链所完全取代。

1.2.3 Link-16 数据链

Link-16 数据链是美军与北约各国共同制定的具有扩频、跳频抗干扰能力的数字通信链路标准,美军称为 TADIL-J(Tactical Data Information Link-J),用于为美军各军种与北约各国提供信息交换的共同传输界面规范。Link-16 起源于美军在 20 世纪 70 年代为适应未来作战需求所研制的“联合战术信息分发系统”(Joint Tactical Information Distribution System, JTIDS)而制定的新一代数据通信标准。Link-16 既是美军 JTIDS 的一部分,为 JTIDS 各用户间提供一个传递数据资料的标准、传递程序、信息格式内容等共同规范,是参与 JTIDS 的最低要求,也是一种独立的通用数据链标准,是一种具有通用信息格式的战术数据链,将成为未来美军与北约空对空、空对舰、空对地数据通信的主要方式。Link-16 数据链综合了 Link-4 数据链与 Link-11 数据链的特点,可在网络内用以互相交换敌方目标跟踪数据、己方成员位置、电子侦察/电子战情报、各平台状况、危险警告、导航、控制与引导信息等。

Link-16 数据链工作在 L 波段,是一种视距通信系统,标准模式的涵盖范围达 556km,延伸距离模式则可达 926km。

Link-16 数据链于 20 世纪 80 年代初期首先用在美军 E-3A 预警机上的 JTIDS Class 1 终端上。

另外,因为 Link-16 数据链具有高速与高效率等优点,美军也以 Link-16 数据链的信息格式为基础衍生了 Link-22 数据链、VMF 与卫星通信用的 STDS、STADIL-J 等数种数据链标准,这些数据链与 Link-16 数据链合称为 Link-16 系列。

目前,10 多个国家、19 种作战平台安装了 Link-16 数据链端机,如图 1.1 所示。

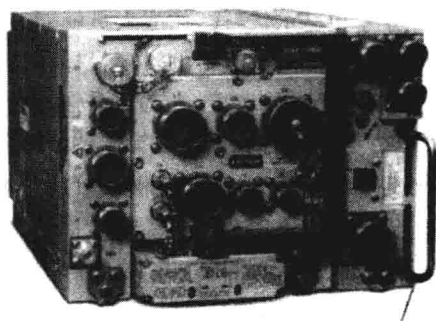


图 1.1 Link-16 数据链端机

1.2.4 Link-22 数据链

Link-22 数据链原先称为“北约改进型 Link-11 数据链”(NATO Improved Link-Eleven, NILE),它是一种可通过中继系统进行超视距通信的保密抗干扰数据链,可在陆地、水面、水下、空中或太空各平台间交换目标跟踪信息、实时传递指挥控制指令与警报信息,主要应用在海上舰队,可选择在 HF 波段或 UHF 波段工作,Link-22 数据链融合了 Link-16 数据链与 Link-11 数据链的功能与特点,属于广义的 Link-16 数据链系列,同样采用时分多址(TDMA)或动态 TDMA(DTDMA)通信方式,在 UHF 波段时的传输速率可达到 12.6kb/s 以上, HF 波段时则为 500b/s ~ 2200b/s,其信息格式可供 Link-11 与 Link-16 相互通信。

北约的美、英、法、德、意、荷、加 7 国自 1996 年起开始发展 Link-22 数据链,依各国发展过程预定在 2002 年至 2009 年进入服役。

1.3 战术数据链的功能和特点

1.3.1 战术数据链的目标及功能

数据链的主要作用就是将数字化战场中的指挥中心、各级指挥所、各参战部队和武器平台链接在一起,构成陆、海、空、天一体化的数据通信网络,在该网络中,各种信息按照规定的信息格式,实时、自动、保密地进行传输和交换,从而实现信息资源共享,为指挥员迅速正确的决策提供整个战区统一、及时和准确的作战态势,缩短决策时间,提高指挥速度和协同作战能力,实现从指挥控制单元到武器平台间信息的无缝链接,以便对敌实施快速、精确、连续的打击。更简单地说,战术数据链的基本作用是保证战场上各个作战单元之间迅速交换情报信息,共享各作战单元掌握的所有情报,实时监视战场态势,提高相互协同能力和整体作战效能。

数据链作为军队指挥、控制与情报系统传输信息的工具和手段,是信息化战争中的一种重要的通信联络方式。

战术数据链要达到的目标如下。

(1)实现资源共享,扩大各成员探测、监视目标的范围。

(2)提高战斗编队的快速反应能力。

(3)为编队指挥员提供一个统一的战场敌我态势。

(4)为编队指挥员提供正确的决策依据,提高编队作战指挥协同和武器协同的能力,并充分发挥作战指挥系统和各武器系统的效能。

美国空军对战术数据链提出的总要求是:在恰当的时间提供恰当的信息,并以恰当的方式进行分发和显示,这样,作战人员就能够在恰当的时间,以恰当的方式完成恰当的事情。

根据战术数据链的实现目标和总体要求,可以归纳战术数据链系统达到的功能如下。

(1)提高战场感知能力,增强战场的透明性。通过数据链系统把天基、空基、海基、陆基的侦察、监视、探测预警、导航等传感器综合在一起构成传感器网络,大大提高信息的可信度、精度以及战场态势感知能力,能够十分清楚地掌握整个战场的重要目标、部队的部署和装备情况,为制定作战计划实时提供所需的全面的、精确的、完整的战场信息。

(2)提高有效用兵和协同作战能力。通过作战部队的网络化,缩短系统反应时间、平均决策时间,提高联合作战和协同作战能力。在战区防空和导弹防御任务中,通过数据链系统将战区导弹部队与预警探测系统有机结合起来,提高跟踪准确性,改善识别能力,降低不确定性,缩短反应

时间,扩展作战范围,使导弹能够打击超出雷达视距外的敌方目标,提高区域、局部和自我防御能力。

(3)在需要的时间和需要的地点提供信息的能力。

(4)能够快速准确地获取战场空间图片、评估战场形势、做出英明决策、分配任务和重新分配任务,以及评估打击效果等。

(5)能够在传感器、决策者、射手和支援设施之间快速准确地交换信息,提供一种“从传感器到射手”的快速信息通路。

1.3.2 战术数据链的特点

数据链的最大特点是:它与作战平台紧密结合,其作用就是把地理上、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。

作为 C⁴ISR 的有效支持,归纳起来,数据链系统必须具有容量大、速率高、保密性强、实时性高、抗干扰性和抗毁性强等特点。

(1)实时性。就是保证战术数字信息的实时传输。对于目标信息和各种指挥引导信息来说,必须强调信息传输的实时性。数据链力求提高数据传输的速率,缩短各种机动目标信息的更新周期,以便及时显示目标的运动轨迹。

(2)准确性。能够提供精确的定时、定位信息,以满足火力控制的要求。

(3)可靠性。数据链主要通过无线信道来传输信息,在无线信道上传输信号的过程中,存在着各种衰落现象,严重影响信号的正常接收。在话音通信时,收信人员可以借助听觉判断力,从被干扰的信号中正确识别信息。对于数据通信来说,接收到的数据存在一定的误码,数据链系统采用了先进、高效和高性能的纠错编码技术降低了数据传输的误码率。

(4)安全性。为了不让敌方截获己方信息,数据链系统一般采用数据加密手段,确保信息传输安全可靠。

(5)冗余性。数据链系统一般都具有多种通信手段和冗余信道,保证信道畅通。

(6)信息格式的一致性。为避免信息在网络间交换时因格式转换造成时延,为了保证信息的实时性,数据链系统规定了各种目标信息格式,指挥控制系统按格式编辑这些目标信息,以便自动识别目标和对目标信息进行处理。

(7)通信协议的有效性。根据系统不同的体系结构(如点对点结构或网状结构),数据链系统采用相应的通信协议。

(8)具有标准化的报文格式和传输特性。当前战术数据链的特点是具有标准化的报文格式和传输特性。美国及北约目前广泛使用的 Link 系列战术数据链都具有这样的特性。如 Link-11 即战术数字信息链路 A(TADIL-A),其报文标准遵循美军标 MIL-STD-6011 或北约标准 STANAG 5511,而通信标准则遵循 MIL-STD-188-203-1A;Link-16 即战术数字信息链路 J(TADIL-J),其报文标准遵循美军标 MIL-STD-6016 或北约标准 STANAG 5516,而通信标准遵循 JTIDS 和 MIDS;Link-4A 即战术数字信息链路 C(TADIL-C),其报文标准遵循美军标 MIL-STD-6004 和北约标准 STANAG 5504,而其通信标准则遵循美军标 MIL-STD-188-203-3。

(9)抗干扰性和抗毁性。数据链系统具有电磁兼容性和抗恶劣环境的加固措施,具有很强的抗电磁干扰性和抗毁生存能力。

(10)机动性。战术数据链系统中的终端设备都安装在机动平台上,其控制站和中继站也有许多安装在机动平台,以保证作战使用机动灵活,实现数据链系统的“动中通”。

(11)系统的自动化运行。数据链设备在设定了相应的工作方式后,系统将按相应的通信协议,在网络(通信)控制器的控制下自动运行。

1.4 战术数据链的产生与发展动态

数据链是随着高技术条件下作战样式和战争形态的出现而发展起来的,也由于电子信息技术的飞速发展使得在新的历史时期产生了世界性的新军事变革,巩固了数据链在当今军事领域的重要地位。

1.4.1 数据链的发展历程

从20世纪60年代开始,美国和苏联就着手航空数据链的研究,经过几十年发展和建设,均已形成各具特色的数据链体系。目前,世界上已有美国、北约、俄罗斯、以色列等和中国台湾地区的军队装备有数据链。

数据链技术作为当今军用信息技术的核心,从其登上军事舞台起,就引起了各国的极大关注。数据链技术研究,在美国和北约起步较早,而在我国轰轰烈烈地开展专项研究并从系统整体上开始建设是从21世纪初才开始的。数据链的产生和发展也与其他事物的出现是一样的,经历了从无到有、从小到大的发展过程,总体上说,数据链的发展经历了起步、发展、完善和进一步改进四个阶段。下面结合美国和北约数据链的起步与发展,介绍数据链的发展历程。

1. 数据链起步阶段

20世纪50年代,战术协同需求催生了数据链。在当今世界各国军队中,美国海军最早启动数据链建设。美国海军由水面舰艇、水下潜艇、航空兵、陆战队等多兵种组成,其作战特点为海域辽阔、平台众多、兵力分散、组织复杂。每个作战平台都是相对封闭、独立的作战个体,无线通信是各作战平台对外联系的唯一手段。因此,相对于其他各军兵种,美国海军对战术协同的需求尤其迫切。

20世纪50年代,美国海军为解决舰(主要是航空母舰)机协同问题,提出在各类舰载作战飞机与水面舰艇之间建立数据链接关系,以实现舰艇对舰载作战飞机的指挥引导,于是研制出了第一台数据链设备——Link-4。早期的Link-4数据链功能有限、技术简单,只是单向传输信息,作战飞机只能接收信息。

数据链最早用于解决舰机协同问题,并不是偶然的,“因为平台移动速度越快,战术协同的需求越迫切”,并且,战术协同的反应时间必须远远大于作战平台相互作用的反应时间。需要指出的是,导弹既是一种武器,也是一种特殊的作战平台。导弹的出现,特别是其攻击距离的大幅度延伸,使战术协同的需求在战场的每一个角落、对攻防双方都变得迫切起来,而且对战术协同反应时间的要求极高。运动速度极快的作战平台的出现,是数据链应运而生并快速发展的主要原因。

2. 数据链的发展阶段

20世纪70年代,数据链实现了点对点双向互连。继Link-4数据链之后,美国于20世纪60年代又开发出了Link-11数据链。Link-11数据链可以利用各种现役的HF和UHF电台,使用点名轮询协议组网,数据速率一般不高于2500b/s。Link-11B数据链采用与Link-11数据链相同的信息编码标准,可用于多种信道,建立点对点链接。Link-11数据链主要用于舰船之间、舰船与