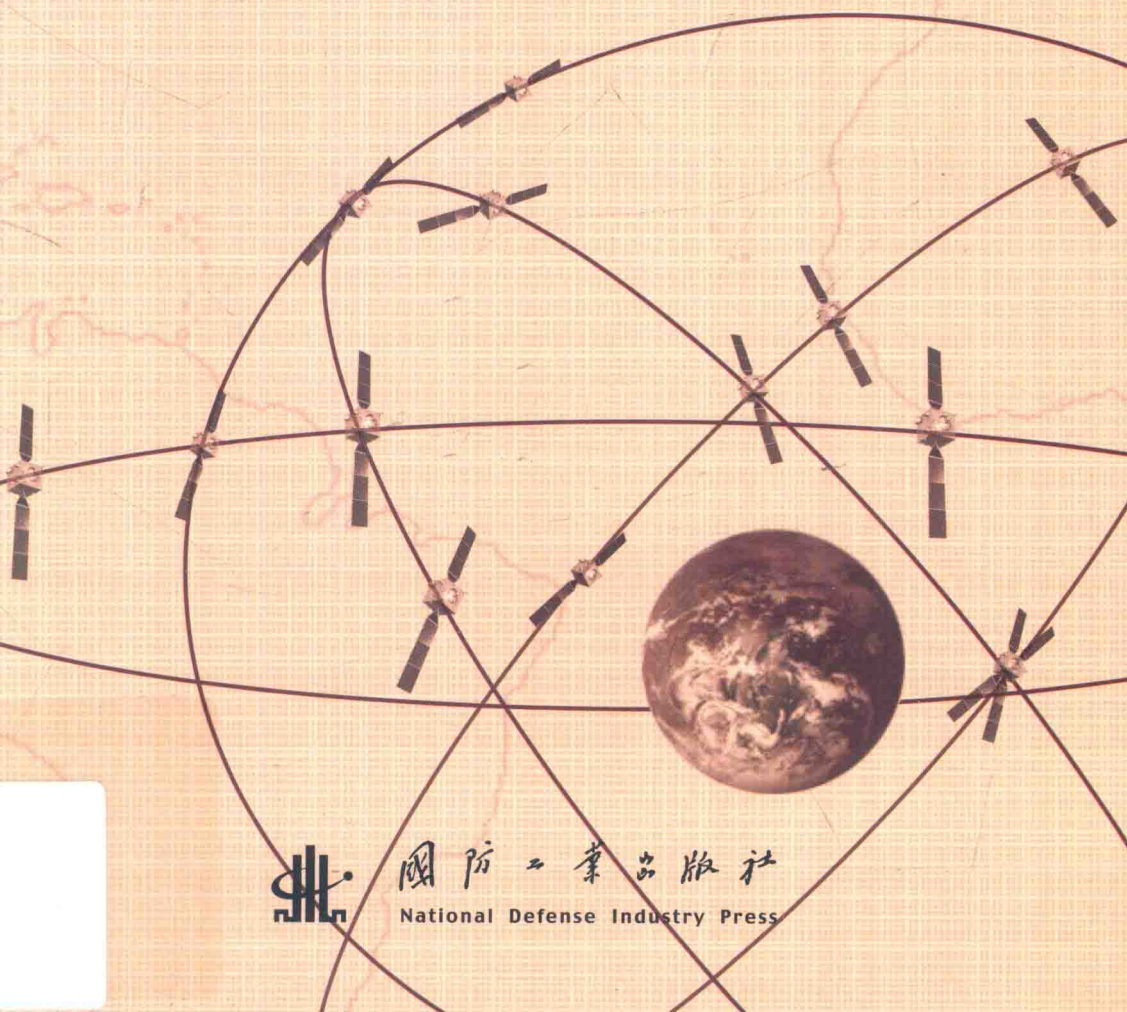


■ 郑爱民 赵曙光 李宏智 李涛 编著

Link16

原理与应用



国防工业出版社

National Defense Industry Press

Link16 原理与应用

郑爱民 赵曙光 李宏智 李 涛 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

Link16 是美军根据联合作战的需求研制的新型数据链,与之前的数据链相比,在抗干扰能力、保密性和数据传输速率等方面都有较大提高,并增加了精确定位与识别、相对导航和保密话音等功能。本书以 Link16 为主,对数据链模型、标准体系、工作原理、集成和组织应用等进行了全面深入的研究。全书共分为 8 章,包括结论、数据链体系框架、典型数据链、数据链集成应用、数据链组织运用、消息应用处理、典型应用、数据链的发展。

本书可供从事通信、导航、作战指挥、电子对抗等领域研究的科学人员、工程技术人员学习使用,也可作为高等院校的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Link16 原理与应用 / 郑爱民等编著. —北京:国防工业出版社,2016. 11

ISBN 978 - 7 - 118 - 11078 - 4

I. ①L… II. ①郑… III. ①数据传输 IV.

①TN919

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 283747 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)

三河市众誉天成印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 710 × 1000 1/16 印张 16 $\frac{3}{4}$ 字数 316 千字

2016 年 11 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 89.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前言

数据链技术作为现代军事电子信息系统的核心技术,可以将信息获取、信息传递、信息处理、信息控制、预警探测、电子对抗等信息系统紧密地连接在一起,构成陆、海、空、天一体化的作战平台,为上至指挥部、下至基本作战单元提供所需要的各种信息,为取得战争的胜利奠定坚实的基础。

数据链与传统的话音和数据通信系统不同,传统的话音和数据通信系统是作为透明信道进行信息传输,而数据链的最大特点就是采用不同的组网协议和消息格式,实现与各类指挥控制平台、武器平台、电子战平台的紧密结合,将地理上广域分布的跨军种的各类作战系统/平台与数据链系统有机连接起来,实现战场战术信息的快速交换和共享,使得指挥员能够实时掌握战场态势,缩短决策时间,提高指挥速度和协同能力,增强部队的整体作战效能,以便对敌方实施快速、精确、连续的打击。

本书共8章。第1章主要介绍数据链的功能、地位与作用、特点;第2章主要论述数据链的功能模型、技术参考模型、标准体系和装备组成;第3章介绍几种典型的数据链,重点对Link16的原理进行详细描述;第4章介绍数据链集成应用的概念、用途、关键技术和趋势;第5章详细介绍了数据的组织运用技术;第6章分类对数据链的各类消息流程进行了介绍;第7章介绍了数据链在现代局部战争中的应用;第8章介绍了数据链的发展。

本书的出版得益于众多同志的共同努力。郑爱民负责概念和结构设计、第1章的编写和全书统稿;赵曙光负责第2章、第3章和第5章的编写;李宏智负责第6章、第8章的编写;李涛负责第4章、第7章的编写。陈升来参与了第4章、第8章的编写;张满超参与了第7章的编写;孙健参与了第2章的编写。本书在编写和出版过程中,还得到了许多专家的悉心指导,李云茹、赵芦生等对本书内容提出了许多宝贵建议;樊县林、杨志海、黄鹏等给予了大力支持、关心和帮助,在此对他们表示深深谢意。由于本书专业性较强,作者知识水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请专家和广大读者批评指正。

编著者
2016年7月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 概述	1
1.2 数据链的功能	2
1.2.1 态势信息共享	2
1.2.2 指挥控制	2
1.2.3 作战协同	3
1.2.4 状态监视	3
1.2.5 威胁告警	4
1.2.6 文电收发	4
1.2.7 话音通信	4
1.3 数据链的地位与作用	4
1.4 数据链的特点	5
第2章 数据链体系框架	6
2.1 功能模型	6
2.2 技术参考模型	7
2.2.1 目的和意义	7
2.2.2 功能层次模型	7
2.2.3 接口模型	8
2.3 标准体系	9
2.4 装备组成	12
2.4.1 体系组成	12
2.4.2 数据链的分类	13
2.4.3 数据链组成与工作方式	14
第3章 典型数据链	17
3.1 Link4	17
3.2 Link11	18

3.2.1	系统结构	18
3.2.2	链路功能	19
3.2.3	装备使用	21
3.3	Link16	21
3.3.1	发展历程	22
3.3.2	系统结构	23
3.3.3	链路功能	24
3.3.4	JTIDS 原理	27
3.3.5	装备使用	36
3.4	Link22	37
3.4.1	系统结构	38
3.4.2	基本特性	39
3.4.3	装备使用	41
3.5	宽带数据链	41
3.5.1	CDL	41
3.5.2	MP - CDL	43
3.5.3	TCDL	43
3.6	武器协同数据链	44
3.6.1	TTNT	44
3.6.2	CEC	50
3.6.3	IFDL	50
3.6.4	MADL	51
第4章	数据链集成应用	52
4.1	数据链集成应用概念	52
4.2	数据链集成应用途径	53
4.2.1	基于数据库驱动设计的集成应用	53
4.2.2	基于 CORBA 的数据链集成应用	54
4.2.3	基于 XML 的集成框架技术	56
4.2.4	基于发布/订阅机制的集成应用	57
4.3	数据链集成应用设备	60
4.3.1	战术数据系统	60
4.3.2	指挥控制处理器	61
4.3.3	数据链处理器	62
4.3.4	战术通信处理器	64
4.3.5	防空系统集成器	65

4.3.6	空中互联网	65
4.3.7	多战术处理器	66
4.4	数据链集成应用关键技术	67
4.4.1	数据链消息处理技术	67
4.4.2	消息参数数据库与消息编解码技术	72
4.4.3	基于数据分发服务的战术数据分发技术	77
4.4.4	多数据链网络规划技术	81
4.4.5	分布式航迹处理	87
4.4.6	水下航迹处理	87
4.4.7	电子战信息处理	89
4.5	数据链集成应用趋势	91
4.5.1	公共链路集成处理	91
4.5.2	数据链前端处理器	92
4.5.3	数据链公共操作构件	93
第5章	数据链组织运用	94
5.1	组织机构设置	94
5.2	网络规划与管理	96
5.3	网络设计	97
5.3.1	网络设计请求	98
5.3.2	网络设计原则	99
5.3.3	网络设计流程	100
5.3.4	JTIDS 网络库	102
5.3.5	网络描述文档	104
5.3.6	网络设计实例	108
5.4	预任务规划	115
5.4.1	需求收集	115
5.4.2	需求检查	115
5.4.3	网络选择	115
5.4.4	网络责任分配	116
5.4.5	监视分配	118
5.4.6	参数分发	118
5.5	网络初始化	124
5.5.1	初始化参数	124
5.5.2	完成网络初始化	124
5.6	网络管理	125

5.6.1	系统组成	125
5.6.2	工作方式	126
5.6.3	网络监视	126
5.6.4	网络责任转移	127
5.6.5	时隙分配	127
5.6.6	工作密钥更换	129
5.6.7	话音协调与控制	129

第6章 消息应用处理 131

6.1	Link16 消息	131
6.1.1	固定格式消息	131
6.1.2	可变消息格式	133
6.1.3	自由文本消息	134
6.1.4	RTT 消息	134
6.1.5	发送/接收规则	135
6.1.6	接收/执行	135
6.2	消息处理原则	135
6.2.1	识别号	135
6.2.2	识别号的分配与管理	136
6.2.3	数据注册	137
6.2.4	特殊处理	139
6.3	监视类消息处理	140
6.3.1	基本概念	140
6.3.2	涉及的消息	141
6.3.3	处理原则	141
6.3.4	统一航迹处理	141
6.3.5	点/线/区监视数据处理	154
6.3.6	其他监视数据处理	157
6.4	信息管理类消息处理	159
6.4.1	处理原则	160
6.4.2	航迹管理	160
6.4.3	数据更新请求	160
6.4.4	相关消息	162
6.4.5	指示符消息	162
6.4.6	航迹指示符消息	163
6.4.7	IFF/SIF 管理和特殊代码报告	163

6.4.8	过滤器管理	166
6.4.9	关联消息	168
6.4.10	任务相关器管理	168
6.5	PPLI 消息处理	168
6.5.1	涉及的消息	169
6.5.2	网络参与状态	169
6.5.3	识别信息	169
6.5.4	定位信息	170
6.5.5	任务相关器	170
6.5.6	任务指挥员	170
6.5.7	其他战术信息	170
6.6	武器协同与管理消息处理	170
6.6.1	涉及的消息	171
6.6.2	与控制功能的关系	171
6.6.3	发布命令/命令协同	174
6.6.4	战斗协同	176
6.6.5	指挥交接	177
6.6.6	控制单元报告	181
6.6.7	交战状态报告	182
6.6.8	配对状态报告	183
6.7	控制消息处理	184
6.7.1	涉及的消息	184
6.7.2	控制启动、变更与终止	185
6.7.3	任务分配	186
6.7.4	引导	191
6.7.5	飞行路径	192
6.7.6	非指挥控制单元目标报告	192
6.7.7	非指挥控制单元启动的交战	194
6.7.8	非指挥控制单元报告交战状态	194
6.8	电子战消息处理	195
6.8.1	基本概念	195
6.8.2	涉及的消息	197
6.8.3	参与组及参与单元	197
6.8.4	电子战情报处理	198
6.8.5	电子战控制/协同处理	203
6.8.6	电子防御协同处理要求	207

6.9 情报消息处理	208
第7章 典型应用	210
7.1 贝卡谷地空战	210
7.1.1 以军作战构想	211
7.1.2 作战筹划	211
7.1.3 作战流程	212
7.1.4 效能评估	221
7.1.5 小结	223
7.2 伊拉克战争	223
7.2.1 多链综合应用	224
7.2.2 在战场监视中的应用	224
7.2.3 防空作战应用	226
7.2.4 在打击时敏目标中的应用	228
7.3 科索沃战争	232
7.4 阿富汗战争	233
7.5 地面组网应用	233
7.5.1 网络组成	233
7.5.2 陆地网关	234
7.5.3 报告职责	236
7.5.4 Link16 话音	236
7.5.5 Link16 时间基准	237
第8章 数据链的发展	239
8.1 现有数据链能力提升	239
8.1.1 扩展通信距离	239
8.1.2 扩展现有带宽	245
8.2 发展高性能数据链	246
8.3 多链综合应用	248
8.4 融入全球信息栅格体系	249
缩略词	250
参考文献	257

第1章 绪 论

在现代战争中,多兵种联合作战已经成为战场作战的主要模式,在作战行动中,参战兵种作战平台多、机动速度快、指挥协同任务繁重,敌、我、友战场态势瞬息万变、战机稍纵即逝,战争的主动权几乎完全取决于制信息权,传统意义上的通信(模拟通信和窄带数据)已无法满足战场信息的实时或近实时传输要求,需要使用数据链将情报侦察、通信、指挥和控制单元连接为一个有机整体,进行实时或近实时的战场信息分发,形成体系作战能力。

1.1 概 述

数据链通过采用标准化消息格式、高效组网协议、保密抗干扰的数字信道,将地理上分散的指挥控制平台、传感探测平台和武器平台紧密联系在一起,构成信息获取、传递、处理、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)统一的信息处理平台,为指挥人员和作战单元提供实时、准确的战场信息,并把指挥与控制命令及时可靠地下达给各作战单元和武器系统,形成联合作战能力。数据链作战概念如图1-1所示。

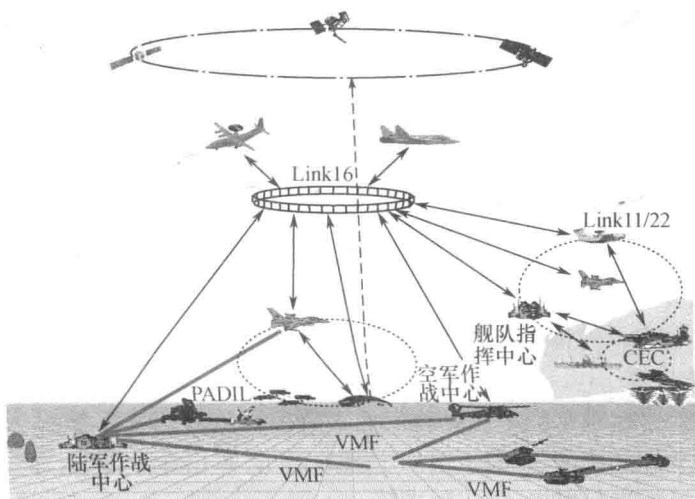


图1-1 数据链作战概念

1.2 数据链的功能

数据链能满足部队指挥、控制与情报系统的战术信息分发,支持战场上各作战单元之间及时交换和共享情报、侦查监视及战场态势信息,提供作战平台的指挥控制、战斗协同能力,本质上,是一个战术级的作战指挥信息平台,通过数据链系统提高联合作战条件下部队的整体作战效能,能够形成体系作战能力。

1.2.1 态势信息共享

通过数据链网络,能够共享下列信息。

- (1) 各平台的位置、运动状态、平台参数和网络参与状态。
- (2) 指挥控制平台发送的技侦情报,空中、水面和陆地固定点及电子对抗产品信息。
- (3) 目标区气象信息,高空风数据和机场气象信息。
- (4) 目标航迹信息。
- (5) 电子对抗平台侦收的电子对抗参数信息。
- (6) 特殊点/线/区的信息。

指挥控制平台根据从数据链网络中接收的信息,参与目标识别等处理,并对态势信息进行管理,解决多名、重名、目标属性冲突等,系统操作席位可进行必要的人工干预,形成战术态势(CTP),供作战使用;作战飞机根据从数据链网络中接收到的信息,与本机火控雷达探测的目标信息进行相关、融合处理,为战斗员提供打击目标指示。

1.2.2 指挥控制

1. 航空兵指挥引导

指挥控制平台能根据空战态势进行引导解算,结合拦截需要及战术使用特点生成指挥引导指令,通过数据链对己方飞机进行实时引导;根据己方飞机执行的作战任务,向己方飞机发送集合点、交战区、飞行训练空域等特殊点/线/区域信息。在指挥引导过程中,指挥控制平台能实时接收和显示载机告警信息、飞行员人工应答信息及特情请示信息,并作出合适的决策。

2. 地防指挥

指挥控制平台根据空中态势确定地面防空部队的作战任务,采用数据链消息实现任务分配和询问,以及下级向上级的请示;采用命令消息,命令下属地防部队对某批目标进行射击、停止射击等。

3. 电抗指挥

指挥控制平台根据作战任务,向数据链网络的电子对抗部队或电子侦察飞

机、电子干扰飞机发送电子战控制信息,控制电子对抗平台的电子对抗参数的报告周期或停止报告,分配电子对抗平台进行定向搜索、对目标定向;对指定区域/频段/目标进行有源电子干扰、红外干扰和部署诱饵等电子对抗任务。电子对抗平台之间能够通过数据链交换电子防御信息,完成反侦察、反干扰任务,保护我方装备免受敌方的有意干扰和我方的无意干扰。

1.2.3 作战协同

1. 指挥协同

指挥控制平台之间通过数据链交互作战任务分配、作战命令、交战状态、截击方案和飞行路线等信息,实现任务协同和作战责任区域划分;指挥控制平台之间通过数据链交互引导交接信息,指挥控制平台与作战飞机通过数据链交互指控关系变更信息,实现对作战飞机的指控交接。

2. 空空协同

本机能向编队友机周期发送位置信息、平台参数、雷达探测的目标信息,同时接收、处理编队友机发送的位置信息、平台参数、雷达探测的目标信息。对指挥控制平台发送的统一航迹信息、编队友机发送的目标信息、机载雷达获取的目标信息进行相关处理,形成战术协同所需的统一目标态势,并在多功能显示器上显示;编队长机向僚机发送目标分配信息,僚机对目标分配信息应能正确接收、处理和显示;编队飞机之间通过数据链实现火控系统状态信息的相互通报。

3. 地空协同

利用数据链在空军指挥控制平台、陆军指挥控制平台、作战飞机之间快速交换战术信息,建立协同关系,完成协同攻击任务。空军指挥控制平台接收地面指挥中心发送的弹道参数信息及预计发射时间,同时报告防空兵的火力范围、航空兵活动区域,实现任务协同。

4. 空海协同

利用数据链在空军指挥控制平台、海军指挥控制平台、作战飞机之间快速交换战术信息,建立协同关系,完成协同拦截、协同攻击任务。空军作战飞机能接收海军指控系统的目标指示信息,海军作战飞机能接收空军指控系统的目标指示信息,实现对目标的协同拦截、协同攻击。

5. 电抗协同

利用数据链在陆、海、空指挥控制平台、电子对抗平台之间快速交换电子对抗参数,建立协同关系,完成协同电子对抗侦察、协同电子攻击任务;利用数据链在陆、海、空指挥控制平台、电子对抗平台之间快速交换电子防御信息,协同完成反侦察、反干扰任务,保护我方装备免受敌方的有意干扰和我方的无意干扰。

1.2.4 状态监视

通过数据链,指挥控制平台应能监视受控武器平台的位置、飞行诸元、剩余

油量、武器挂载等平台状况和网络参与状态,监视受控飞机告警信息,并能接收其他平台的平台状况和交战状态;指挥控制平台监视受控作战飞机编队成员间的任务分配和目标分配信息,以及机载雷达探测、跟踪、截获的目标信息和火控系统状态;作战飞机接收本编队内成员间的任务分配、配批和平台状况等信息,并接收、处理加载机场和将要返航机场的机场状态信息。

1.2.5 威胁告警

指挥控制平台接收数据链网络中的威胁警报消息,判断是否对本系统及受控平台、责任区内保卫目标构成威胁,如有威胁则进行告警提示。同时,指挥控制平台收集陆、海、空威胁目标信息,向其他指挥控制平台发送威胁警报消息。

1.2.6 文电收发

除了传输格式化消息之外,数据链还可交换任意内容的自由文电信息。指挥控制平台可接收来自数据链其他平台的自由电文消息,在指挥所席位提示和显示;指挥控制平台操作席位可编辑或选择预先设定的自由电文短语,向指定的指控系统和作战飞机发送;作战飞机能接收处理指控单元发送的通告式、询问式自由文电信息,在显示器上以文本方式显示,并能对询问式自由文电进行人工应答。

1.2.7 话音通信

Link16 除了传输各类消息外,还具备话音通信功能,能够同时提供两路保密话音,话音速率为 16kb/s 或 2.4kb/s。

1.3 数据链的地位与作用

数据链是战场作战指挥系统的重要组成部分,在信息化战争中是不可缺少的装备,具有极其重要的作用。

(1) 数据链是协助战场指挥官获取精确、实时的战术图像的通信手段。现代战争不仅仅是人与人、武器对武器的对抗,战争的主导权在很大程度上取决于双方的信息系统。综合电子信息系统中包含有自己的通信网络,其作用是支持作战的指挥控制、情报等相关计划、宽带信息传输需求。但战场指挥官在面对一些需要快速反应、实时处理的威胁与目标时,仅仅依靠普通的通信网络难以满足需求,必须借助数据链来协助绘制整个战场的战术图像。

(2) 数据链是一体化联合作战实现的前提和纽带。对于从传感器到射手之间的数据流,受信息处理和传输技术的限制,传统军事体系中的指挥、探测、识别、火力之间相互脱节,不能实现快速精确打击。现代联合作战中,传感器、指挥

控制平台和武器系统变得越来越复杂,陆、海、空三军的作战部队、舰船、飞机等作战单元之间需要传送海量的传感器信息和交战指令,为系统内各成员提供完整、准确、实时、清晰、一致的战场态势,支持武器协同与互操作能力,实现快速精确的联合作战行动。

(3)“数据链”将成为未来军队作战力量的“黏合剂”和“倍增器”。信息化武器的一个重要特点是武器平台之间实现横向组网,并融入信息网络系统,做到信息资源共享,从而最大程度地提高武器平台的作战效能。传统的以坦克、战车、火炮和导弹为代表的陆基作战平台,以舰艇、潜艇为代表的海上作战平台,以飞机、直升机为代表的空中作战平台等,都必须在火力优势的基础上兼有现代信息优势,才能成为真正的高技术信息化武器装备。因此,链接各作战平台、优化信息资源、有效调配和使用作战能量的“数据链”,正日益受到重视并被用于链接整合军队各战斗单元。

1.4 数据链的特点

数据链的特点是由其战术任务和作战环境决定的,不同类型的数据链,战术和技术性能指标不同,因此具有不同的特点。一般来说,数据链的特点包括以下几个方面。

(1) 实时性。就是要保证战术数字信息的实时传递,以便对时间敏感目标作出及时反映。

(2) 保密性。为了确保信息不被敌方截获,数据链系统一般采用数据加密和传输加密措施,确保信息传输的安全。

(3) 可靠性。数据链主要通过无线信道传输数据,在无线信道上,信号传输过程中存在着各种衰落现象,严重影响信号的正常接收。因此,需要采用先进、高效和高性能的纠错编码技术、交织技术和调制技术,以降低数据传输的误码率,提高可靠性。

(4) 格式一致性。数据链系统规定了各种目标信息的格式,指挥控制平台按格式编辑需要经过数据链传输的目标信息,以便在各种作战单元中对目标信息进行处理,同时也避免信息在网络间交换时因格式转换造成时延。

(5) 自动化。数据链设备在设定相应的工作方式后,系统将按照相应的通信协议,在网络控制器的控制下自动运行。

第 2 章 数据链体系框架

数据链系统是在分层原则广泛应用之前进行研制并投入作战的,数据链的出现,满足了不同作战规模和作战样式对各类信息传输的需要,但由于缺乏统一规划,引发了数据链间的互连互通问题。尤其在现代化联合作战条件下,数据链间的互连互通问题会严重影响战场上数据链作用的发挥。因此,从实际需求出发,统一顶层设计,构建完善的数据链体系,是能否充分发挥数据链作用的关键。

2.1 功能模型

数据链系统是在多维战场空间,通过四大技术能力,实现三方面作战应用的一体化实时信息系统。即在海、陆、空、天、电磁多维战场空间,通过抗干扰实时传输、链路组网、格式化消息处理、武器平台应用集成四方面技术能力,实现实时态势共享、精确指挥控制和一体化武器协同三方面作战应用。数据链系统是未来综合电子信息系统的重要组成部分,是综合电子信息系统向作战平台的延伸,是传感器与武器系统一体化的纽带,是实现信息感知、快捷指挥和精确打击的关键手段。数据链系统功能模型如图 2-1 所示。

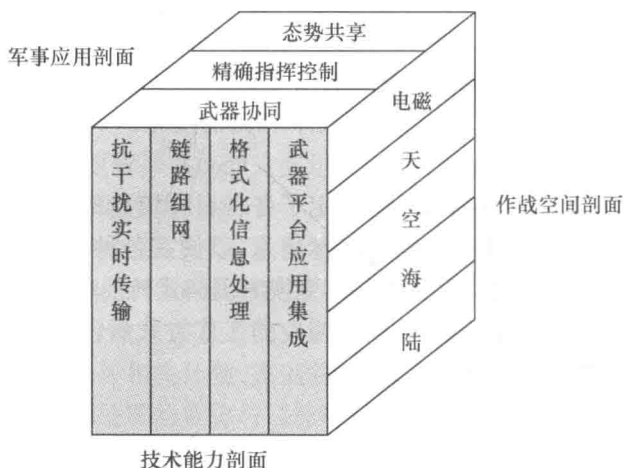


图 2-1 数据链系统功能模型

数据链显著的特点是围绕不同作战应用的需要,对数据处理、组网和传输技

术进行综合,体现在以下几方面。

以无线信道为主要传输媒体——装载平台的高机动性。

传输简短的代码指令和数据——减少流量,信道共享。

协议层次简单,作战应用直接管理网络——实时性、效率高。

组网和接入控制协议面向应用——针对性、稳健性。

采用跳频、扩频技术、多重加密——抗干扰、抗截获。

2.2 技术参考模型

2.2.1 目的和意义

建立数据链技术参考模型的目的是提供一种公共概念框架,规定数据链各功能层次所包含的主要内容、提供的功能服务和接口、指标体系分类,以功能层次和接口为对象,标识出标准轮廓和指南,以满足特定数据链系统任务范畴的要求。

数据链技术参考模型是对数据链具体设备的逻辑抽象。建模采用了层次结构表示方法,定义数据链技术参考模型。对各数据链系统的功能进行分类,将具有共同技术特征的环节称为功能层。其目的是为了使得各方面的人员在理解数据链系统的组成关系、概念内涵、功能指标、接口规范、标准体系以及设备分类等方面有共同的基础,便于达成共识,为数据链需求分析综合、总体顶层技术设计及指导项目开发等奠定基础。

建立技术参考模型也为各种数据链应用之间实现互操作提供方便,为不同数据链设备的通用性、可重用性、可移植性,以及为通过采用公共“部件”降低成本提供基础。

数据链技术参考模型划分为三个功能层次和三类接口,如图 2-2 所示。

2.2.2 功能层次模型

1. 处理层

处理层主要完成战术数据系统(TDS)的有关功能,把传感器、导航设备和作战指挥等平台产生的战术信息格式化为标准的消息,通过由建链层和物理层组成的数据链端机发送给其他相关的入网单元;恢复和处理接收到的格式化消息,转换为战术信息,送到武器系统的控制器或自动控制装置、指控系统的显示装置或人机接口。

处理层的主要功能包括数据过滤、综合、加/解密、航迹信息管理、时间/空间信息基准统一、报告职责分配、显示控制、消息格式形成等。

多数据链组网时,处理层还要实现多链互操作,包括时空基准统一、各类消息转换、地址映射、消息转发等功能。