

现代电子信息技术丛书

数据链

—— 信息系统连接武器系统的捷径

主编 骆光明 副主编 杨 斌 邱致和 李云茹



國防工業出版社

National Defense Industry Press

TN919/69

2008

现代电子信息技术丛书

数 据 链

——信息系统连接武器系统的捷径

主编 骆光明

副主编 杨 斌 邱致和 李云茹

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书系统地介绍有关数据链的基本原理、功能组成、消息格式以及应用特点等。全书共 14 章,包括:数据链的基本概念及参考模型;数据链发展历程;Link-4 和 Link-11;Link-16;Link-22;VMF 数据链;普及性通用数据链;通用宽带数据链;其他常见数据链;多链互操作;数据链应用;数据链装备;数据链的新发展。

读者对象:从事通信工程、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、电子对抗等领域工作的科技工作者、大专院校师生和部队机关干部。

图书在版编目(CIP)数据

数据链 / 骆光明主编. —北京:国防工业出版社,
2008.7

(现代电子信息技术丛书)

ISBN 978-7-118-05697-6

I. 数... II. 骆... III. 数据传输-研究 IV. TN919

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 057256 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 100044)

北京宏伟双华印刷有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 23½ 字数 583 千字

2008 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2500 册 定价 118.00 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

《数 据 链》

主 编 骆光明

副 主 编 杨 斌 邱致和 李云茹

特约顾问 陆建勋

编著人员 (按姓氏笔画排序)

王 伟	尤 静	卢建川	向维良	刘成朋
刘红军	刘明辉	许建峰	孙义军	孙义明
李云茹	李月芳	李文革	杨 斌	吴晓进
邱致和	陈 荣	罗强一	易大方	孟立峰
赵国宏	赵曙光	郝志安	保 谦	骆光明
曹 辉	黄 鹂	黄丽芳	章劲松	梁 炎

《现代电子信息技术丛书》

编 审 委 员 会

名 誉 主 任	陈炳德					
主 任	李安东					
常务副主任	童志鹏	张 弛	王志刚			
副 主 任	刘成海	王小谟	熊群力	王 峰	许建峰	
	程洪彬					
委 员	蔡 镭	彭华良	王 政	毕克允	夏乃伟	
	张光义	刘 兴	雷 厉	张冬辰	黄月江	
	李 跃	胡爱民	范茂军	瞿兆荣	张学孝	
	李立功	梅遂生	廖复疆	程辉明	骆光明	
	汪继强	许西安	陈 洁			

总 编 委

总 编	童志鹏	
副 总 编	王晓光	
委 员	张雅丽	线珊珊

Preface

序

《现代电子信息技术丛书》(以下简称《丛书》)自1999年首次出版,至今已8年了。《丛书》综合地反映了20世纪90年代电子信息技术的发展,受到广大科技工作者、大专院校师生和部队官兵的欢迎。进入新世纪以来,鉴于国内外电子信息技术的高速发展,世界与局部形势发生了许多新的变化,电子信息技术循着摩尔定律预计的发展速度得到了持续的增长与进步。我国电子信息技术不论在基础层次还是在系统层次也取得了许多世界先进的成果,例如突破了纳米级的金属氧化物场效应器件(MOSFET)的设计与制造技术,研制成功了数十万亿次运算速度的巨型计算机,实现了计算栅格的研制与试验,成功地开发出世界级的第三代数字蜂窝移动通信系统,研制出空中预警与控制机系统和区域级一体化综合电子信息系统等。国际上,美国等发达国家在电子信息技术发展上处于领先地位,成功地研制出45nm的微处理器并进行批量生产,正向20nm及以下迈进。美国启动了从工业时代到信息时代的军事转型,提出从平台中心战(PCW)向网络中心战(NCW)的转型,并以全球信息栅格(GIG)为基础。GIG是美国所构想的、正在研发的国防信息基础设施,预计在2015年可形成初始作战能力。它以面向服务的结构(SOA)为体系构架,向联网的实体提供成套的、安全的信息服务与电信服务,以加强信息共享、决策优势与异构协同。GIG包括多模态数据的传递媒介,如陆上电路、空间单元和无线电台等,其所组成的互联网络可动态地、透明地将信息从发源处路由至目的地。以GIG为依托,美国军队加速向网络中心化演进,如陆军的未来战斗系统(FCS),海军的兵力网(Forcenet),空军的指挥控制星座(C^2 constellation)等。这里涉及十分巨大(Herculean)的技术挑战,必须通过从基础到系统的多层次创新和突破,才能在未来有限的时间内实现超越前15年Web网发明以来的发展。凡此种种,都是我们在编著《丛书》第1版时只能预测而无法探知的。然而今日,这些高新技术的面貌已逐渐清晰并迅速渗入人们的生活和竞争。这使《丛书》的作者们意识到进行再一次创作的必要性;同时,热心的读者们也期盼我们能及时对第1版进行

修改以便与时俱进。

基于以上原因,在各级领导机关的大力支持下,《丛书》各分册的原作者与新分册的新作者们在从事繁重业务工作的同时,废寝忘食、辛勤耕耘,对《丛书》各分册进行了精心修订、编撰,为第2版的问世做出了卓越的贡献。我谨代表《丛书》编审委员会向他们致以衷心的敬意与感谢。

第2版承袭了第1版的编写宗旨、编写特色及服务对象。在维持原结构不变的基础上,对内容进行了大幅度更新,并明显加大了军事科技的比重,增、删了7个分册,总册数由17分册变为18分册,总字数由800万字增加到1400万字。新版《丛书》仍以先进的综合电子信息系统为龙头,分层次、全方位地介绍各项先进信息技术,具体包括以下分册:

系统性技术分册

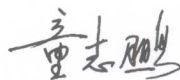
- 综合电子信息系统(第2版)
- 综合电子战(第2版)
- 侦察与监视
- 军事通信(第2版)
- 雷达与探测(第2版)
- 数据链
- 导航与定位(第2版)
- 计算机技术(第2版)
- 计算机软件技术(第2版)
- 信息安全与保密(第2版)

基础性技术分册

- 微电子技术(第2版)
- 光电子技术(第2版)
- 真空电子技术(第2版)
- 传感器技术
- 微声电子器件
- 化学与物理电源(第2版)
- 现代电子测试技术(第2版)
- 先进电子制造技术(第2版)

这两个系统分别从横向、纵向对众多先进的信息技术形成了有机的集成。

《丛书》的编写出版得到总装备部、中国电子科技集团公司及其有关研究所的领导的大力支持,得到国防工业出版社领导及编辑们的积极推动与努力,谨对他们表示由衷的感谢。



2007年8月26日

Preface

第1版序

信息技术是一个复杂的多层次多专业的技术体系,粗略地可以分为系统和基础两个层次。属于系统层的一般按功能分,如信息获取、通信、处理、控制、对抗(简称为5C技术,即Collection, Communication, Computing, Control, Countermeasure五个词的第一个字母)等;基础层技术一般按专业分,如微电子、光电子、微波真空电子等。

信息技术革命的火炬是由微电子技术革命点燃的,它促进了计算机技术、通信技术及其他电子信息技术的更新换代,迄今,尚未有尽期。信息技术革命推动产业革命,使人类社会经历了农业、工业社会后进入了信息社会。

大规模集成电路的集成度是微电子技术革命的重要标志,它遵循摩尔(Moore)定律,每18个月翻一番,预计可延伸到2010年。届时,每个芯片可包含100亿(10^{10})个元件,面积可达到 10cm^2 ,作为动态存储器的存储量可达64Gb(吉比特),接近理论极限 10^{11} 个元件和256Gb存储量。微处理器芯片的运算速度每5年提高一个数量级,到本世纪末,每个芯片运算速度可达10~100亿次每秒,有人认为,实现2000亿次的单片微处理器在技术上是可能的。与此相适应,每芯片比特存储量与每MIPS(兆指令每秒)运算量的成本将呈指数式下降,现在一个100兆指令/s专用数字信号处理芯片只售5美元。如果飞机的价格也像微电子那样呈指数式下降的话,70年代初买1块比萨饼的费用在90年代就可以买1架波音747客机。3年内1部电话机将只用1块芯片,5年内1台PC机的全部功能可在1个芯片上实现,6年内1部ATM交换机的核心功能也可用1个单片完成。由于微处理器芯片价格持续不断地下降,构成了它广泛应用的基础。现在,在一般家庭、汽车和办公室中,就有100多个微处理器在工作,不仅是PC机,而且在电话机、移动电话机、电视机、洗衣机、烘干机、立体声音响、家庭影院中也有。1辆高档汽车中包含20多种可编程微处理器,1架波音777客机含有100多万行的计算机程序代码。

通信技术的进步还得力于光子技术的进步。光通信速率(比

特每秒)每两年翻一番,现在实验室中已可做到 10^{12} b/s,即可将全世界可能传输的全部通信量于同一时刻内在 1 根光纤中传送,或相当于 1s 内传输 1000 份 30 卷的百科全书。通信速率的提高和通信容量的增大,使光通信成本也不断降低,与 80 年代相比,降低了两个数量级。

因特网是全球信息基础设施的雏形,其发展速度惊人。现在每 0.4s 增加一个用户,每 4min 增加一个网络。1996 年联网数大于 10 万,联网主机数大于 1000 万,用户数大于 7000 万(预计到本世纪末,将大于 2 亿),PC 机总量将达 5 亿,联网主机达 3000 万,信息量每 5 年翻一番。越来越多的公司、团体、机关、个人通过信息网络相互联接,其应用范围从单纯的电子函件通信扩大到远程合作(包括教育、诊断、办公、会议、协作等)、按需点播、多媒体文娱、电子商务、银行、支付等,人类社会生存与发展的另一维空间,即信息空间或称为赛博空间(Cyberspace)正在形成。如果说工业社会是建筑在汽车与高速公路上的话,信息社会则是建筑在信息与信息高速公路上的。政府、军队、经济、金融、电力、交通、电信等关键部门都要依赖于信息基础设施的正常运行。信息技术和信息产业的水平已成为综合国力的重要标志,也是国际竞争力的焦点与热点。

信息技术的飞跃发展及其渗透到各行各业的广泛应用,不仅推动了产业革命,而且也深刻地改变了人们的工作、学习和生活的方式。信息技术不仅扩展了人的视觉、听觉等感知能力,而且还渗透到思维领域,减轻或部分地替代人的脑力劳动,提高思维的效率和质量,实现人的思维能力的延伸,增强人的认知能力。信息作为事物的属性与相互关系的状态的表达是客观存在的,但不是显在的,很多是潜在的,有的是深埋的,有待挖掘与提炼。信息技术大大地丰富了信息采集的内容,提高了信息处理的能力,为人们对客观事物及其规律的认识提供了创新的工具,也为人们正确认识与有效改造主观世界和客观世界提供了源泉,将使社会的物质文明与精神文明建设得到极大的发展。

信息、能源与物质是人类社会赖以生存与发展的三大支柱。在信息社会中,信息是最重要的支柱和最重要的产业,它影响着其他两个支柱的健康发展,包括生产、传输、分配、运行、减少损耗、改善管理、提高效率、降低成本等等;同时,它还能不断地培育与发展新物质和新能源的发明与生产,不断地改善生态环境,从而使人类社会进入可持续发展的健康轨道。

信息革命在带动产业革命的同时也带动军事革命,使得军事技术、武器装备、作战思想、作战方式、战争形态、军事原则、军事条令与部队编成等都将发生深刻的变化。如果农业社会是冷兵器时代,工业社会是热兵器时代,那么信息社会则是信息兵器时代。信息、信息系统与信息化平台、武器与弹药成为战场上的主战兵器。信息优势成为传统的陆地、海洋、空中、空间优势以外的新的争夺领域,并深刻地制约着传统领域的战斗胜负,从而构成信息化战争的新形态。在这种战争中,战争胜负决定于敌对双方掌握信息与信息技术的广度与深度。信息不仅是兵力倍增器,它本身就是武器和目标,是双方必争的制高点。1991 年初的海湾战争,被称为硅片战胜钢铁的战争,即源于这样的认识。它开启了赛博空间战、网络战、信息战等簇新的作战方式。

以信息优势为核心的军事革命是建筑在先进的指挥、控制、通信、计算机、情报、监视、侦察及其一体化的信息战能力的基础上的,这个众系之系(系统的系统)我国称为综合电子信息系统,与美军后来提出的 C^4ISR/IW 相当,它由以下 6 部分组成。

1. 鲁棒的多探测器信息栅格网络。为作战部队提供作战空间感知优势。
2. 先进的指挥控制与作战管理栅格网络。为部队提供作战的先期规划、胜敌一筹的作战部署,执行作战指挥控制与一体化兵力管理能力。
3. 从探测器到射击器的栅格网络。为部队提供精确制导武器的动态目标管理、分配与

引导,协同作战,一体化防空,快速战损评估和再打击能力。

4. 联合的通信、导航与定位栅格网络。提供可靠、安全、大容量与高精度的信息,以支持部队的机动行动,确保全面优势。

5. 信息进攻能力。采取侵入、操纵与扰乱等手段,阻碍敌人作战空间感知、认知与有效用兵能力。

6. 信息防护能力。保证我方信息系统的安全,防护敌方对我信息网络的利用、干扰和破坏。

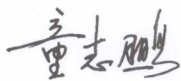
这个系统的系统涉及众多先进的信息技术的横向与纵向的有机集成,它包括雷达和光电的有源与无源探测技术、有线和无线及固定和移动通信技术、计算机硬件和软件技术、精确导航定位技术、航天航空测控技术、信息安全保密技术、电子战技术等横向专业技术的集成;也涉及微电子技术、光子与光电子技术、真空电子技术、压电与传感器技术等先进元器件技术,电子材料技术、电源技术、测试技术、先进制造技术等纵向基础技术的集成。当代军事革命要求在创新的军事思想指引下,发展有层次多专业的纵横集成的信息技术;同时,又要求在先进的信息技术驱动下,培育与发展新的军事思想,并在此基础上推动作战原则、军事条令与部队编成的变革,形成军事革命与信息革命的有机结合。

我们正处于世纪之交,党的第十五次代表大会的胜利召开,启动了有中国特色的社会主义事业在邓小平理论的指引下全面进入 21 世纪。我国的国防与军队现代化建设的跨世纪历史进程已经开始。为了适应军事革命环境下的高新技术军事斗争的需要,我军必须拥有信息优势,必须拥有以先进的综合电子信息系统为基础结构的性能优良的武器装备,必须提高部队素质,把人才培养推上新的台阶。

江泽民总书记非常重视人才的培养,他多次指示,要用高新技术知识武装全军头脑。在未来的信息化战场上,知识将成为战斗力的主导因素,敌对双方的较量将更突出地表现为高素质人才的较量。本丛书的编写出版就是为贯彻这个伟大号召提供系统基础知识。全书以先进的综合电子信息系统为龙头,多层次、全方位地介绍相关的各项先进信息技术,既包括系统技术,也包括基础技术,共 17 个方面,荟萃成 17 个分册。丛书的编写以普及先进信息技术知识为目标,以中专以上文化程度,从事军、民用电子信息技术有关业务的技术人员和管理干部为主要对象,努力做到深入浅出,雅俗共赏,图文并茂,引人入胜,文字简练,语言流畅,学术严谨,论述准确,使其具有可读性、可用性、先进性、系统性与权威性。参加丛书各分册撰写的作者都是长期从事现代信息技术研究与发展的专家,他们在繁重的业务工作的同时,废寝忘食,长期放弃节假日的休息,辛勤耕耘,鞠躬尽瘁,为本丛书做出了卓越的贡献。他们以自己的模范行动,“努力成为先进思想的传播者、科学技术的开拓者、‘四有’公民的培育者和优秀精神产品的生产者”。我谨代表总编委向他们致以衷心的感谢!

本丛书的编写出版得到原国防科工委与原电子工业部领导的大力支持,得到国防工业出版社领导及责任编辑们的积极推动与努力,借此之机,向他们表示由衷的感谢!

中国工程院院士
原电子工业部科技委常务副主任



Preface

前言

信息化战争的基本特征正从以平台为中心向以网络为中心转变。美国为了军事应用的需要,发明了互联网(internet)、全球卫星定位系统(GPS)和数据链,并将它们视为信息化战争的三大基石。互联网技术和全球卫星定位系统不仅用于军事领域,而且在民用领域也发挥了巨大作用,已成为驱动当代全球经济的引擎。数据链目前主要限于军事应用,所以还不广为人知。数据链可将战场上的C⁴ISR系统与武器平台连成一个有机整体,形成战场统一态势,共享各类信息资源,有效实施精确打击,成为作战能力的倍增器。在近年几次局部战争中,数据链都发挥了重要作用。

本书是《现代电子信息技术丛书》再版时新增加的一个分册,为了使广大读者对数据链有一个全面和系统的了解,本书介绍了数据链的基本概念、发展历程,各类主要数据链的组成功能、技术特点、标准规范、装备种类,以及战术应用等。

全书共14章。第1章论述数据链的基本概念、地位、作用、技术特征,以及数据链的技术功能模型等。第2章介绍数据链兴起的背景、发展历程、外军应用数据链情况,以及发展过程中的经验教训等。第3章介绍数据链标准体系、数据链消息标准和数据字典。第4章至第10章分别对Link-4和Link-11, Link-16, Link-22, VMF和CDL等典型数据链的功能、技术体制、格式化消息等进行描述。第11章介绍在多种数据链应用背景下的接口描述、接口规划,以及接口操作程序等。第12章描述数据链网络规划与管理、数据链集成技术、与平台集成实现的战术功能,以及典型应用案例等。第13章介绍数据链系统组成及特性、终端设备、网络管理与测试设备,以及多数据链转换设备等。第14章对近年数据链的技术发展进行综述,包括数据链通过卫星进行距离扩展,战术瞄准网络技术(TTNT),联合战术无线电系统(JTRS)及其在数据链中的应用等。

丛书总编童志鹏院士对本书进行了总体策划,并悉心指导了全

书的编写工作;陆建勋院士也对全书的编写给予了有益的指点。第1章、第2章由骆光明负责,许建峰、卢建川、孙义军、赵国宏、保谦等参与了编写;第3章由罗强一负责,向维良、李月芳等参与了编写;第4章由杨斌负责,刘红军、易大方等参与了编写;第5章由邱致和负责,李文革、赵曙光、吴晓进等参与了编写;第6章由梁炎负责编写,陆建勋院士给予了具体指导;第7章由曹辉负责编写;第8章由杨斌负责编写;第9章由郝志安负责,刘成朋、孟立峰等参与了编写;第10章由易大方负责,杨斌、刘红军、保谦、王伟、郝志安等参与了编写;第11章由黄丽芳负责,刘明辉、曹辉等参与了编写;第12章由李云茹负责,陈荣、赵曙光、黄鹄等参与了编写;第13章由孙义明负责编写;第14章由易大方负责,杨斌、刘红军、尤静、章劲松、郝志安、吴晓进等参与了编写。骆光明负责全书的统稿。

数据链的概念和内涵在国内外还没有完全形成共识,仁者见仁,智者见智,本书中有些内容具有一定探讨性质。由于编写人员的水平所限,谬误之处,敬请广大读者批评指正。

本书的完成是众多专家共同努力的结果,在本书的编写过程中,始终得到了编写者所在单位领导和同事们的大力支持,丛书责任编辑王晓光同志也给予了具体指导。本书的编写还参考了相关单位的技术资料,限于出版的规范要求,未列入本书参考文献,特此说明,并表示衷心感谢!

作 者

Contents

目 录

第1章 数据链的基本概念及特征	1
1.1 基本概念	1
1.1.1 数据链的定义	1
1.1.2 数据链的特征	2
1.1.3 数据链的基本组成	3
1.1.4 数据链与数字通信的关系	4
1.2 数据链的参考模型	5
1.2.1 参考模型的作用	5
1.2.2 数据链的功能模型	6
1.2.3 数据链的应用模型	6
1.2.4 数据链的技术模型	7
参考文献	8
第2章 数据链发展历程	9
2.1 数据链兴起的背景	9
2.1.1 数据链的酝酿和产生	9
2.1.2 单一功能数据链的产生和发展	10
2.1.3 数据链的协同与整合	11
2.1.4 单一数据链完善和多个数据链的综合	11
2.2 外军数据链发展特点和趋势	12
2.2.1 根据技术的发展适时更新物理层设备	12
2.2.2 实现地空数据链的互操作	12
2.2.3 以J系列数据链为基础实现多数据链的综合	12
2.3 外军数据链应用情况	13
2.3.1 美军数据链的技术特征与应用	13
2.3.2 北约国家和其他地区数据链应用情况	18

2.3.3	前苏联/俄罗斯数据链应用情况	20
 2.4	外军发展数据链的成功经验	22
2.4.1	形成统一的消息格式标准	22
2.4.2	形成较完备的数据链装备体系并发挥重要作用	22
2.4.3	加强对武器平台的信息化改造	23
2.4.4	形成一套行之有效的政策法规和操作规程	23
2.4.5	确立战术数据链系统的显著地位	23
 2.5	外军数据链的发展教训	24
2.5.1	前期未明确协同作战要求	24
2.5.2	未能达到统一各军种的原定目标	24
2.5.3	形成初始作战能力周期过长	24
2.5.4	各军兵种专用数据链未能制定统一的标准	25
 2.6	数据链发展面临的挑战	25
2.6.1	数据链融入全球信息栅格 (GIG) 体系中难度较大	25
2.6.2	协调数据链性能的统筹发展难度大	26
2.6.3	对频谱资源的需求和抗干扰相矛盾	26
2.6.4	平台集成和综合难度大	26
 参考文献		27
第3章	数据链标准体系	28
 3.1	概述	28
 3.2	数据链标准体系的组成	30
3.2.1	数据链标准体系结构	30
3.2.2	标准体系表	30
3.2.3	数据链标准体系	30
 3.3	几种典型的通用数据链消息标准	31
3.3.1	战术数据交换——16号链标准	31
3.3.2	STANAG 5522《战术数据交换——22号链》	35
3.3.3	可变消息格式标准	36
3.3.4	数据链的数据元素字典	37
第4章	Link-4和Link-11数据链	40
 4.1	概述	40
 4.2	Link-4数据链	40
4.2.1	Link-4A数据链	41
4.2.2	Link-4C数据链	46
4.2.3	Link-4数据链的后续发展	46
 4.3	Link-11数据链	46

4.3.1	Link-11 (海基) 数据链	46
4.3.2	Link-11B (陆基) 数据链	50
4.3.3	Link-11 数据链的后续发展	52
第5章	Link-16 数据链	54
 5.1	概述	54
 5.2	Link-16 数据链信息交换的要求	57
 5.3	JTIDS/MIDS 系统	61
5.3.1	JTIDS/MIDS 的时分多址接入方式	61
5.3.2	JTIDS/MIDS 信号的消息结构	65
5.3.3	JTIDS/MIDS 的抗干扰和保密机制	69
5.3.4	JTIDS/MIDS 的消息封装格式类型	73
5.3.5	JTIDS/MIDS 话音与面向符号的数据通信	74
 5.4	Link-16 数据链协议	76
5.4.1	技术特征	76
5.4.2	接口设计	77
5.4.3	战术信息交换	79
5.4.4	系统实现	79
 5.5	J 系列消息	80
5.5.1	报头字	80
5.5.2	消息结构	80
5.5.3	接收/服从	83
5.5.4	网络参与组	83
 5.6	Link-16 数据链操作规程	86
 5.7	Link-16 数据链的发展	86
 参考文献		87
第6章	Link-22 数据链	88
 6.1	概述	88
 6.2	系统特性	89
6.2.1	TDMA 结构	89
6.2.2	系统配置	90
6.2.3	总体技术特点	91
6.2.4	改进 Link-11	92
6.2.5	补充完善 Link-16	94
6.2.6	构造 Link-22 网络	95
 6.3	战术消息功能	99
6.3.1	数据链接口	99

6.3.2	航迹号和地址	100
6.3.3	数据配准	101
6.3.4	标准功能域	103
6.3.5	战术功能对比	124
	6.4 战术消息结构	126
6.4.1	字结构	126
6.4.2	编码协定	128
6.4.3	消息描述文档	129
6.4.4	消息传输规则	133
6.4.5	消息优先传输	135
6.4.6	机读消息	135
	参考文献	136
第7章	VMF 数据链消息格式	137
	7.1 概述	137
7.1.1	作战功能域	138
7.1.2	VMF 主要技术特点	144
	7.2 VMF 消息处理相关规则	144
7.2.1	基本格式	144
7.2.2	语法规则	145
7.2.3	编码约定	146
7.2.4	收发规则	147
	7.3 典型消息功能域	148
7.3.1	网络控制功能域	148
7.3.2	一般信息交换功能域	152
7.3.3	空中作战功能域	157
	7.4 VMF 数据链应用举例	162
7.4.1	近空火力支援	162
7.4.2	联合火力支援	163
	参考文献	164
第8章	普及型通用数据链	165
	8.1 概述	165
	8.2 系统特性	166
8.2.1	系统构成	166
8.2.2	系统配置	167
8.2.3	技术特点	168

8.3	系统功能	169
8.3.1	使用要求	169
8.3.2	主要功能	170
8.4	网络规划管理	170
8.4.1	规划流程	170
8.4.2	网络管理	171
8.4.3	网络性能	171
8.5	系统应用	172
	参考文献	173
第9章	通用宽带数据链	174
9.1	概述	174
9.2	通用宽带数据链的发展历程	174
9.3	通用宽带数据链 CDL	175
9.3.1	CDL 概念及功能	175
9.3.2	CDL 波形规范	176
9.3.3	CDL 系统组成	177
9.3.4	CDL 设备主要功能模块	178
9.3.5	CDL 互操作规程	179
9.4	基于 CDL 标准的宽带数据链	182
9.4.1	多平台通用数据链	183
9.4.2	TCDL 系列通用宽带数据链	184
9.4.3	高完整性数据链	186
9.5	通用宽带数据链的应用	187
9.5.1	通用宽带数据链在无人侦察机中的应用	187
9.5.2	通用宽带数据链在美陆海空三军中的应用	189
9.6	通用宽带数据链的发展趋势	191
	参考文献	192
第10章	其他常用数据链	193
10.1	概述	193
10.2	协同交战能力网络技术	194
10.2.1	协同交战能力的需求及作战能力	195
10.2.2	协同交战能力技术特性	195
10.2.3	协同交战能力网络工作模式与功能	198
10.2.4	协同交战能力的装备应用及其改进	201
10.3	增强型定位报告系统	203