



# 电子战技术与应用 ——通信对抗篇

◎ 《电子战技术与应用——通信对抗篇》编写组 编



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

# 电子战技术与应用

## ——通信对抗篇

《电子战技术与应用——通信对抗篇》 编写组编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书从通信对抗的诞生、成长、壮大和在实战中的使用,到未来的发展方向,收集了大量翔实的资料,进行了权威而详细的论述。在介绍传统的通信对抗理论,常规的通信侦察、测向、定位和干扰技术的基础上,摒弃烦琐的数学计算和理论推导,用通俗的语言和图、表阐明了深奥的原理,重点论述了对各种新通信体制和可纳入通信对抗作战对象范畴的非通信体制进行对抗的机理。本书概念清晰,结论明确,系统性强,为通信对抗在信息战领域的应用提供了指导意见。

本书可作为从事电子对抗专业人员的学习和培训资料以及高等院校相关专业的教材,也可作为有关军事指战人员的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

电子战技术与应用:通信对抗篇 / 《电子战技术与应用——通信对抗篇》编写组编.  
北京:电子工业出版社,2005.12  
ISBN 7-121-01915-9

I.电… II.电… III.① 电子战 ② 军用通信—通信对抗 IV.E869

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第128727号

责任编辑:宋梅

印刷:北京市海淀区四季青印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

经销:各地新华书店

开本:850×1168 1/32 印张:15.875 字数:425千字

印次:2005年12月第1次印刷

印数:4000册 定价:32.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

谨以本书献给

通信对抗诞生一百年!

## 序

当前，信息技术已渗透到国民经济和社会生活的各个领域，给科学技术乃至整个人类带来了全面的冲击，带动了经济和其他技术的发展，推动了社会进步，深刻地改变着人类的思想观念以及工作、学习和生活环境，极大地丰富和提高了人类的物质文明和精神生活，把人类带进了崭新的信息时代。随着电子计算机技术在军事领域的应用和普及，信息技术已深深根植于各种武器装备和作战行动之中，导致了一场新的军事革命。新军事革命的浪潮席卷全球，使现代战争形态由工业时代的机械化战争转变成为“信息化战争”。

在信息化战争中，陆、海、空、天全维空间的一体化联合作战成为基本的作战模式；远程精确打击武器的作用更加突出；包括争夺电磁频谱优势在内的争夺信息的使用权和控制权（即争夺“信息优势”或“制信息权”）的信息战将贯穿战争始终，成为重要的作战手段和争夺战争主动权并最终赢得战争的重要前提和保障。

由于联合作战的需要，各种主要的信息装备都将纳入 C<sup>4</sup>ISR 系统，C<sup>4</sup>ISR 不仅成为军队作战体系的黏合剂和作战能力的倍增器，而且成为战场作战体系的核心和神经中枢。正是因此，争夺信息优势（或制信息权）的信息战成为现代高技术条件下战争双方最重要的战略目标和作战样式。在目前条件下，电子战是战场空间信息战的主要内容和基本作战样式。

电子战是指战争双方为争夺电磁频谱的使用权和控制权（即争夺“电磁频谱优势”或“制电磁频谱权”）而采取的对抗或作战行动。电子战的作战方式有电子支援（包括侦察和监视）、电子进攻（包括压制和欺骗干扰）和电子防御（包括反侦察和抗干扰），主要专业领域有雷达对抗、通信对抗、光电对抗、水声对抗以及综合电子对抗。

通信对抗是最早诞生的电子战武器，历经战争沧桑，至今已逾

百年。在 20 世纪两次世界大战及随后的一系列战争中，特别是在最近二十多年来发生的多次高技术局部战争中，通信对抗发挥了极为独特而出色的作用，得到了各发达国家的青睐。

众所周知，以各种传感器、通信网和计算机为核心的 C<sup>4</sup>ISR 系统是一个多节点、多路由、多接口的信息网络体系，部分节点损坏、路由中断或接口堵塞，对整个网络体系作用的发挥影响不大，只有综合使用电子对抗和网络对抗两种手段，才能在全维空间破坏 C<sup>4</sup>ISR 系统的正常运行，甚至摧毁其作战能力。这样，对 C<sup>4</sup>ISR 系统实施电子战就包含两部分内容：一是侦察干扰信息网络体系中传感器截收的信号，即承担“信号对抗”任务，这是传统电子对抗的内容；而越来越多并日渐成为重点的是攻击和破坏网络体系中传输、交换和分发各种信息的通信网络，实施“网络对抗”，这是现代战争赋予电子对抗的新内涵。通信对抗因其具有电子对抗和网络对抗的双重职能，必将成为信息战的主要手段和主力武器。这既是通信对抗难得的发展机遇，更是通信对抗发展面临的严峻考验和巨大挑战。

《电子战技术与应用——通信对抗篇》一书由通信对抗专业领域的部分学术、技术带头人和科研骨干组织编写。编写组集中了国内长期从事通信对抗事业的专家和科技人员的智慧和经验，从通信对抗的诞生、成长、壮大的发展历程和取得的成就，到未来的发展趋势，进行了全面而系统的总结和论述，涉及内容丰富，论述深入浅出，首次掀开了通信对抗神秘面纱的一角。期望本书的出版，能给有关机关提供参考，并能对相关专业院校、科技人员及通信对抗技术与装备的研制和使用人员有所帮助。

熊群力

2005 年 10 月

## 前 言

通信对抗从 1905 年日俄战争中首次使用至今已逾百年,是最早发展并应用于实战的电子战武器。通信对抗的基本任务是通过陆、海、空、天各种平台的侦察装备,搜索截获、检测处理、测向定位、分析识别和记录储存敌方通信装备辐射的电磁信号和传输的信息,获取战略和战术情报,为决策和部署作战行动提供支援;在关键时刻、重要区域和主要进攻方向上,使用电子进攻手段,对敌方的作战指挥控制和信息传输网络实施压制性或欺骗性干扰,破坏敌方对信号的探测、收集和获取及对信息的传输、交换和利用,目的使其指挥失灵,通信中断,武器失控,以便瓦解敌人的意志和战斗力,保障己方顺利完成作战任务,赢得全局胜利。

自 1991 年海湾战争的“沙漠风暴”到 2003 年伊拉克战争的“斩首行动”等一系列局部战争,无不充分显示,随着新军事革命的深入,计算机和通信技术的高度发展,卫星、飞机、军舰和坦克等各种作战平台及其搭载的指挥、控制、雷达、敌我识别、导航和遥测遥控等各种电子装备,以及导弹和精确制导炸弹等硬摧毁武器的信息化程度不断加深,智能化水平日益提高,逐步形成了集战场指挥 (Command)、控制 (Control)、通信 (Communication)、计算机 (Computer)、情报 (Intelligence)、监视 (Surveillance) 和侦察 (Reconnaissance) 等功能于一体的电子信息网络体系 (简称“C<sup>4</sup>ISR 系统”)。C<sup>4</sup>ISR 系统是一个高度集成化和智能化的综合信息互联网的有机整体,它的出现,使现代战场从最高指挥官到每个作战单元 (包括士兵和信息武器装备),从前线部队到后勤供给之间,在军事行动过程中,能近实时地实现各种信息资源的收集、传输、交换和共享,在恰当的时机获取所需的信息和数据,并据此作出正确的判断和决策,采取相应的行动。

随着 C<sup>4</sup>ISR 系统的广泛使用及其运行的基础设施——全球信息

栅格（GIG）的日臻完善，使现代战争的作战范围空前扩大，作战能力显著增强，作战效率大大提高，并使传统的基于作战平台和依靠地面部队推进的机械化战争模式，正逐步被基于信息技术的信息化战争模式所取代。在现代信息化战争中，争夺信息优势（即“制信息权”）的信息战，以信息的获取和反获取、传输和反传输、控制和反控制，以及利用和反利用为核心内容，以各种情报、监视和侦察（ISR）措施为前提，以电子战为先导并贯穿战争始终，配合远距离、防区外、全球化精确打击，成为剥夺敌方信息优势，保持己方信息畅通的手段，使现代战争几乎在作战双方还未接触时就已分出了胜负。

C<sup>4</sup>ISR 系统的出现是基于电子信息技术的迅猛发展，其核心是计算机，而通信网络则成为全社会的连接纽带，深刻地影响着人们的工作和生活。军队的指挥控制和联合作战都极度地依赖计算机和通信网络来实施，诸如指令下达、情报传递、数据处理和分发，以及目标探测、敌我识别、导航定位和遥测遥控等各种作战信息的传输、交换和利用，一旦网络遭到攻击并被破坏，信息资源无法共享和利用，则整个军队就被分割成一个个“孤岛”，战斗力就会大幅降低，甚至完全丧失。

在传统的电子战中，通信对抗采用通信信道或链路的点对点的信号对抗方式，采取搜索、截获、分析、识别和处理通信信号，测量通信辐射源的方向和位置，必要时扰乱甚至压制通信接收方的设备。随着电子信息技术的飞速发展，跳频和直扩等具有强抗干扰能力的低截获概率通信体制相继出现，使现代通信具备了极强的生存能力，特别是通信网络化的发展及其应用于 C<sup>4</sup>ISR 系统和 GIG，使战争模式都发生了改变。如今，通信对抗不仅面对信道或链路的点对点通信设备，而且将主要面对多节点、多路由和多链路的信息网络，因为只对个别或部分通信设备的干扰并不能使信息网络体系瘫痪。也就是说，通信对抗除承担着传统电子战中探测和破坏信道或



链路的“信号对抗”职责外，还将越来越多地承担着探测和破坏信息网络体系的“信息对抗”职责。这就是现代战争对通信对抗的新要求，也标志着现代通信对抗内涵的极大丰富和发展。

然而，电子对抗，特别是通信对抗，多年来始终是各国敏感的话题而处于保密状态，对绝大多数人来说是十分神秘的东西，对其了解甚少，对通信对抗了解则更少。因而撰写一本全面介绍和综合论述通信对抗的书籍十分必要。

本书从通信对抗的诞生、成长和壮大的发展历程与取得的成就，到未来的发展思路，首次进行了系统总结和论述，并给通信对抗在现代战争中的应用和发展提供了有价值的意见。

本书共分5章，在介绍传统的通信对抗理论，常规的通信侦察、测向、定位和干扰技术及装备的基础上，摒弃烦琐的数学计算和理论推导，力求用通俗的语言，配以必要的图、表等，阐明比较深奥的通信对抗原理和方法，证明通信对抗的有效性。同时，本书论述了对各种新型通信体制以及可纳入通信对抗作战对象范畴的卫星导航、敌我识别和遥测遥控等非通信体制的装备进行侦察和干扰的机理。另外，本书还探索了通信对抗未来的发展，包括通信对抗正在开拓的新领域、新体制、新概念、新理论和新技术的研究情况及取得的初步成果。

承担本书编审工作的主要人员有赵明、杨小牛、邹少丞、蒋春山、陆安南、潘高峰、方加云和周宜俊等，蒋盘林、程全坤、宋朱刚、郭细平、李文华、赖兰剑、曾庆红、杨红娃和李新付等也参与了部分编审工作，童志鹏院士以及熊群力、万学法、张益汀和孔宪正等专家对本书的编写给予了指导和帮助，在此一并表示诚挚的谢意。鉴于编审人员的水平和时间限制，书中观点、引述的资料或内容在所难免会有错误，希望有关专家和各位读者不吝赐教并予以指正。

《电子战技术与应用——通信对抗篇》编写组

2005年9月

# 目 录

<b>第 1 章 通信对抗综述</b> .....	(1)
1.1 通信对抗的发展历程 .....	(1)
1.1.1 通信对抗是最早使用的电子战武器 .....	(1)
1.1.2 现代战争赋予通信对抗新内涵 .....	(3)
1.2 通信对抗地位和作用 .....	(17)
1.2.1 概述 .....	(17)
1.2.2 通信对抗在现代战争中的作用 .....	(18)
1.2.3 通信对抗的对象分析 .....	(22)
1.2.4 通信对抗的应用 .....	(31)
<b>第 2 章 通信对抗技术</b> .....	(49)
2.1 通信对抗技术体系 .....	(49)
2.1.1 通信对抗技术体系结构 .....	(49)
2.1.2 通信对抗技术分类 .....	(51)
2.2 通信对抗侦察技术 .....	(56)
2.2.1 通信侦察概述 .....	(56)
2.2.2 通信侦察原理 .....	(59)
2.2.3 通信侦察实施 .....	(66)
2.2.4 通信侦察的关键技术 .....	(91)
2.3 通信对抗测向技术 .....	(100)
2.3.1 通信对抗测向的定义和应用 .....	(100)

2.3.2	通信测向 .....	(101)
2.3.3	通信定位 .....	(121)
2.3.4	通信测向和定位的发展 .....	(128)
2.4	通信对抗干扰技术 .....	(131)
2.4.1	通信干扰概述 .....	(131)
2.4.2	通信干扰原理 .....	(139)
2.4.3	通信干扰能力 .....	(143)
2.4.4	通信干扰效能的检测与评估 .....	(146)
2.5	通信对抗天线技术 .....	(150)
2.5.1	通信对抗天线概述 .....	(150)
2.5.2	常用通信对抗天线 .....	(163)
2.5.3	天线性能的测试和评估 .....	(183)
<b>第 3 章</b>	<b>通信对抗装备 .....</b>	<b>(189)</b>
3.1	通信对抗装备的发展概述 .....	(189)
3.1.1	通信对抗装备发展阶段 .....	(189)
3.1.2	通信对抗装备发展状况 .....	(198)
3.2	通信对抗装备组成和应用 .....	(211)
3.2.1	通信对抗装备分类和组成 .....	(211)
3.2.2	通信对抗装备的应用 .....	(213)
3.3	通信对抗装备的发展趋势 .....	(246)
3.3.1	通信对抗装备发展面临的挑战 .....	(247)
3.3.2	通信对抗装备发展的主要趋势 .....	(250)
<b>第 4 章</b>	<b>通信对抗发展 .....</b>	<b>(261)</b>
4.1	扩谱通信对抗 .....	(262)

4.1.1	扩谱通信概述	(262)
4.1.2	跳频通信对抗技术	(267)
4.1.3	直扩通信对抗技术	(280)
4.2	数据链通信对抗	(290)
4.2.1	数据链概述	(290)
4.2.2	典型的战术数据链分析	(294)
4.2.3	数据链对抗技术	(304)
4.3	卫星通信对抗	(308)
4.3.1	卫星通信概述	(309)
4.3.2	卫星通信对抗技术	(326)
4.4	战场网络对抗	(332)
4.4.1	战场通信网络概述	(332)
4.4.2	战场网络对抗技术	(341)
4.5	卫星导航对抗	(355)
4.5.1	卫星导航系统概述	(355)
4.5.2	卫星导航对抗原理和方法	(365)
4.5.3	卫星导航对抗的发展趋势	(385)
4.6	敌我识别对抗	(391)
4.6.1	敌我识别概述	(391)
4.6.2	敌我识别对抗原理和方法	(400)
4.7	遥测遥控对抗	(407)
4.7.1	遥测遥控概述	(407)
4.7.2	遥测遥控对抗的原理和方法	(411)
4.7.3	遥测遥控对抗的发展趋势	(413)

<b>第 5 章 通信对抗未来 .....</b>	<b>(414)</b>
5.1 从“信号战”走向“比特战” .....	(414)
5.1.1 传统电子战的核心是“信号战” .....	(415)
5.1.2 信息战的核心是“比特战” .....	(417)
5.1.3 从“信号战”走向“比特战”是通信对抗质的飞跃 .....	(419)
5.2 从“软杀伤”走向“硬摧毁” .....	(422)
5.2.1 通信对抗装备武器化的必要性 .....	(422)
5.2.2 通信对抗武器化装备的设想 .....	(424)
5.3 从地面对抗走向空间对抗 .....	(431)
5.3.1 地面对抗和空间对抗的比较 .....	(432)
5.3.2 空间对抗的实施 .....	(434)
5.4 从战术型对抗走向战略威慑型对抗 .....	(440)
5.4.1 战术级通信对抗和战略威慑型通信对抗概述 .....	(441)
5.4.2 战略威慑型通信对抗的实现途径 .....	(444)
5.5 从大功率压制式对抗走向分布灵巧式对抗 .....	(446)
5.5.1 大功率压制干扰与空间功率合成 .....	(446)
5.5.2 分布灵巧式对抗技术 .....	(448)
5.6 从以硬件为核心装备走向以软件为核心装备 .....	(456)
5.6.1 以软件为核心设计思路的提出 .....	(457)
5.6.2 软件无线电——实现以软件为核心的关键技术 .....	(458)
5.6.3 以软件为核心的设计理念 .....	(459)
5.7 从单一化装备走向综合一体化装备 .....	(466)
5.7.1 电子战装备的综合一体化是必然趋势 .....	(466)
5.7.2 电子战装备的综合一体化设计设想 .....	(468)

5.8 从信道对抗走向体系对抗 .....	(476)
5.8.1 通信对抗的发展层次 .....	(476)
5.8.2 体系对抗的作战形式——网电一体战 .....	(480)
5.8.3 体系对抗的发展方向——GIG 对抗 .....	(484)
参考文献 .....	(491)

# 第 1 章 通信对抗综述

## 1.1 通信对抗的发展历程

### 1.1.1 通信对抗是最早使用的电子战武器

自古至今，所有军事计划和作战行动的第一需求，就是设法获取敌人的情报信息，建立超越对手的信息优势和知识优势，进而具备决策优势，最终获得军事优势。这是战争的永恒法则。

自无线电通信诞生的第一天起，通信对抗就伴随而生。通信的发展带动了通信对抗的发展，使通信对抗成为最早诞生并应用于实际战争的电子战（电子对抗）武器。

“通信情报”是采取通信对抗措施的结果。随着电话的出现，通信变得快捷而方便，使通信情报工作步入电子时代，通过窃听电话就可轻而易举得到情报。无线电技术的出现加快了通信的发展，同时，也提高了侦听人员的灵活性，可在无线电波辐射的范围内的任何地方进行监听和获取情报。无线电测向的出现，更使当时以监听为主的通信对抗如虎添翼。侦听的内容，目标的方位，加上在敌方通信信道上的干扰扰乱，有力地支持了决策和采取相应的作战行动。

1905 年 5 月 27 日，在日俄战争中，日军舰队的无线电监测网侦收到俄军舰队内部的通信（电报），获得了俄舰队行踪情报，包围并歼灭了时处日本海的波罗的海舰队。

1914 年，在第一次世界大战的地中海海战中，德军巡洋舰“格贝恩”号和“布莱斯劳”号侦收到英军舰队与其本土海军部正在通

信，就用大功率电台对其进行了干扰扰乱，使其得不到指令，成功地突破了英军舰队的包围。

在第二次世界大战期间，无线电通信被大量使用，并出现了多种抗干扰的措施，因而大大增强了通信效果，提高了通信能力；反过来，这又促进了通信对抗的发展。各主要参战国使用成千上万的操作人员侦听（收）对方通信，测量目标的方位，并通过许多很有才干的分析人员来破译对方的通信内容和密码系统，获取有价值的通信情报。如：1942年5月，在中途岛战役中，美国截获并破译了日本海军“MO”军事行动的通信情报，对日海军实施了毁灭性打击，导致了日本舰队的覆灭。

第二次世界大战结束前，盟军破译了德军的“ENIGMA”高级密码系统，搞清了德军40多个师的地理位置，情报的准确和同时采取的欺骗干扰，使盟军在诺曼底及周边地区取得出其不意的登陆效果和决定性的优势，为反攻欧洲的“霸王行动”的胜利发挥了关键作用。

最近二十年多来，在一系列多局部战争中，成功应用通信对抗的事例更是不胜枚举。从每次战争的开头到结束的全过程中，美国等都使用各种陆、海、空以及星载的通信侦察、测向定位和干扰装备，几乎全天候全天时地对弱小对方进行全面监视和全频段压制，不仅完全阻断其军用通信，其民用通信，甚至广播和电视也不能幸免。控制信息能力的悬殊使战争在很短时间内就分出了胜负。

不仅在战时，在平时，通信对抗也能发挥极其重要的作用。近年来，不断在西方各大媒体曝光的美国针对欧洲盟国建立的“梯队”侦察系统就是典型的例证。据透露，多达1400名的美国工程技术和情报分析人员，通过“梯队”系统截获卫星电话、电报和传真以获取商业秘密。欧盟的一项评估报告估计，美国通过无线电窃听手段获取的商业机密至少已使欧洲损失了200亿美元之巨。

从日俄战争首次使用通信对抗措施开始，到最近二十多年历次局部战争中，美军等大规模使用各种先进的通信对抗装备，通信对



抗伴随着人类战争史走过了整整一个世纪。回眸百年,通信对抗从无到有,从弱到强,从支援保障手段到综合对抗武器,成为现代战争中电子战极其重要的作战手段和作战形式,既经历了曲折的成长历程,也开辟了灿烂的发展前景。

## 1.1.2 现代战争赋予通信对抗新内涵

### 1. 现代战争与信息技术

#### (1) 人类文明史的三个时代

人类文明的历史可以划分为三个时代,即农业时代、工业时代和信息时代。农业时代是从发明炼铁技术开始的,使用的工具是人力和畜力机械,经济类型是自然经济,基本特征是农业化;工业时代是从发明蒸汽机开始的,使用的工具是动力机械,经济类型是能源经济,基本特征是工业化;信息时代是从发明电子计算机开始的,使用的工具是信息机械,经济类型是知识经济(也称“信息经济”),基本特征是信息化。

“信息化”是指信息和信息技术在社会各个领域的普及使用和深入发展,其直接目标是开发利用各种“信息”;其手段是各种“信息技术”。信息和信息技术,两者缺一不可,离开信息,信息化就失去了方向和目标;离开信息技术,信息化就没有了基础和手段。信息化中的“化”是指变化、改造、创新和变革,因此,信息化就是信息技术革命。

信息技术的发展历史非常悠久,指南针、烽火台、风标、号角、语言、文字、纸张和印刷术等作为古代传输信息的手段,曾经发挥过重要作用;望远镜、放大镜、显微镜、算盘和手摇机械计算机等则是近代信息技术的产物。而现代信息技术则以电子信息技术为基础。

电子信息技术将人类开发利用信息的水平提高到了空前的高