

电子和信息技术科普系列丛书



通信电子战—— 信息化战争的战场网络杀手

杨小牛 主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

电子和信息技术科普系列丛书

通信电子战

——信息化战争的战场网络杀手

杨小牛 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书共5章,从通信电子战的产生背景、历史沿革、作用地位、鲜活战例、内涵机理以及发展的新阶段、新领域、新趋势等方面出发,进行深入浅出的阐述,以使广大无线电爱好者、具有高中及中专知识的人员都能理解,让人们清楚它是怎样工作的、有什么作用、对现代战争的影响如何等。

本书对从事电子及电子信息行业的工作人员、部队官兵、大中专学生也有一定的参考价值。

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

通信电子战:信息化战争的战场网络杀手/杨小牛主编. —北京:电子工业出版社,2011.6
(电子和信息技术科普系列丛书)

ISBN 978-7-121-13624-5

I. ① 通… II. ① 杨… III. ① 军事通信—通信对抗;电子对抗—普及读物 IV. ① E96-49
② E919-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第094684号

策划编辑:刘宪兰

责任编辑:徐云鹏 特约编辑:张燕虹

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订:

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

开 本:720×1000 1/16 印张:11.25 字数:170千字

印 次:2011年6月第1次印刷

印 数:3500册 定价:25.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

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。

服务热线:(010)88258888。



序 1

物质、能量和信息是客观世界的三大要素。18 世纪中叶，以蒸汽机为代表的第一次工业革命开创了人类的大机器工业时代；19 世纪后期到 20 世纪中叶，以电动机为代表的第二次工业革命使人类进入了电气化时代；20 世纪下半叶，以电子计算机和互联网为代表的第三次工业革命迅速席卷全球，使人类进入了信息化时代。信息技术已经成为当今世界创新速度最快、通用性最广、渗透性最强的高新技术之一，信息技术水平和信息化能力业已突出体现了一个国家的创新能力。

当今世界，微电子技术作为信息技术发展的基础，与光子技术一起，正在迅猛地推动着信息技术的发展。随着半导体材料、光电子材料的不断更新，以及工艺装备技术的进步，集成电路已经进入纳米时代，系统级芯片（SOC，System On Chip，又称片上系统）将成为发展方向，功耗和成本都将大幅度降低。

网络技术则以通信和计算机为基础，加速向宽带、无线和智能方向发展。以超大容量、超高速和超长距离为特征的光通信技术加速应用，通信传输网络的 IP 化进程不断加快，电信网、计算机网和广电网“三网”融合的趋势明显，能够实现人与人、人与物乃至物与物之间随时随地沟通的全新网络环境——泛在网正在变成现实。

计算技术是信息技术产业的核心。高效能计算目前正在向计算密集和数据密集方向发展，驱动着能力计算和容量计算同步提升。高性能计算机和服务器沿着多核 CPU 和多级并行结构，向万万亿次甚至更高水平迈进。量子计算、光子计算、生物计算及人工智能技术可望产生新的突破，计算技术和计算机体系结构面临深

刻变革。

与计算机密不可分的软件技术，作为信息技术的灵魂，加快向网络化、智能化和高可信的阶段前进。开放源码的趋势深入发展，操作系统、数据库、中间件正在融合，成为统一的系统软件平台。基于多核 CPU 和高效能计算机的以操作系统为代表的基础软件，代表“软硬结合、软件固化”趋势的嵌入式软件，以及在开放、动态的互联网应用环境下的“软件即服务”，成为软件发展的重要方向。

信息技术的发展也带动了各国在新时期所实施的军事转型，使得军事技术、武器装备、作战思想、作战方式、战争形态和部队建设等都将发生深刻的变化，推动着部队从机械化向信息化的转变。在信息装备的支持下，信息获取和处理能力、武器打击精确度、战场透明度空前提高，战争的突然性、立体性、机动性、快速性及其纵深打击的特点十分突出，拥有高技术优势的一方将具有较强的战斗力，并控制战争的主动权。打赢信息化条件下的战争，已成为当代世界新军事变革的主要目标。

建国 60 周年以来，特别是改革开放以来，我国的信息技术取得了长足进展。1983 年，国家决定加快发展电子工业，较早地在电子行业进行了市场化改革，也较早地开始利用外资。进入 20 世纪 90 年代后，国家将电子工业确定为国民经济的支柱产业，微电子产业、计算机产业、通信产业、软件与信息服务业全面发展，产业内部结构调整不断加快。进入 21 世纪后，国家提出了“以信息化带动工业化、以工业化促进信息化、走新型工业化道路”的发展战略，成立了工业和信息化部，强调优先发展信息产业，在经济和社会领域广泛应用信息技术。目前，我国电子信息产品制造业规模居世界首位，近年年平均增长率近 30%，许多信息技术产品的产量也位居全球前列。我国在通信、集成电路设计、高性能计算和应用软件等领域的研究和应用，取得了较大突破，数字程控交换、移动通信、数字集群通信、光通信技术跨入了世界先进行列。其中，我国掌握核心知识产权的 TD-SCDMA

已成为第三代移动通信国际标准之一。万亿次大规模计算机系统、国产高性能计算机和服务器等迈入国际前列，通用 CPU 等一批中高端芯片研发成功并投入生产，集成电路设计水平与国外先进水平差距明显缩小。我国相继研发成功数字电视地面传输技术及数字音频编、解码技术，支持了数字电视产业的发展。国产中间件、财务及企业管理软件、杀毒软件等已经具备了与国外产品竞争的实力。在军事应用领域，作为一个国家信息与电子技术水平的重要标志之一的雷达，总体上已追赶至世界先进水平，而以预警机和区域级一体化综合电子信息系统为代表的信息化武器装备的研制成功，则标志着我国信息化武器装备建设也迈上了新台阶，为打赢信息化条件下的局部战争准备了条件。

在这样的人背景下，又正值中华人民共和国成立 60 周年，我们策划出版一套与信息技术有关的科普系列丛书向祖国献礼，是在充分考虑新形势下的发展需求、关注我国电子和信息技术的发展和建设后继有人的重大问题上想做的一件有益的事情。我们希望这套丛书能够引导广大读者培养学习信息技术的兴趣，更多地了解和掌握信息技术，为将来成为国家信息化建设所急需的人才打下坚实的基础，为实现我国信息技术的可持续与和谐发展贡献力量。

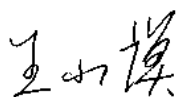
至于这套丛书的名称应该是什么，应该包含哪些技术领域或范畴，是一个值得深入考虑的问题。目前，信息技术的特征，是以电子为主要信息载体，因而信息技术常常称为电子信息技术。由于光子的速度比电子速度快，光的频率比无线电频率高很多，光子技术在存储和通信方面有着电子技术无法比拟的优势，所以信息载体由电子转向光子是一种发展趋势。但是，考虑到光子技术在未来相当长的一段时间内，仍然不会像电子技术一样全面介入到信息技术的发展，因此，丛书的名称，参考中国工程院相关专业领域的学部名称——信息和电子，而命名为“电子和信息技术科普系列丛书”。全套丛书包括“微电子技术”、“计算机和软件技术”、“通信和网络技术”以及“信息技术在国防中的应用”四大领域，分为 4 个子系列，日后陆续出版。

参加本套丛书编写的作者，都是长期从事电子和信息技术研究的专家，他们在繁重的工作之余，废寝忘食、不辞辛劳，我谨代表编委会向他们致以衷心的感谢！

本丛书的编写，得到了中国电子科技集团公司电子科学研究院领导的大力支持，得到了电子工业出版社的积极推动，也向他们表示由衷的感谢！

祝贺本丛书的出版！

中国工程院院士
中国电子科技集团公司科技委副主任



2009年9月9日于北京



序 2

在现代高技术信息化战争中，夺取信息优势是作战双方争夺的焦点。打赢电子战已成为掌握信息控制权、战场主动权和战争制胜权的前提。古人云“兵家之胜，贵于未战”（《汉书·匈奴传》），电子战通过在电磁频谱领域的争斗，无须人员接触，在战争开始前，就可破坏甚至瘫痪敌方的信息系统，削弱乃至严重损毁敌方的作战能力，因而电子战在现代战争中的作用和地位越来越重要，已成为军事领域激烈竞争的关键手段。目前，世界各国都高度重视电子战，将电子战技术与装备作为国防的重点发展之一。

随着信息技术的不断进步，电子战技术与装备的作战能力已发生革命性的变化。同样，作为电子战的重要组成部分——通信电子战，在现代高技术信息化战争中进行了重大变革和快速发展，特别是在战场网络对抗中成为卓有成效的“隐形勇士”和“战场网络杀手”，是现代信息化战争中可与“核威慑”相比拟的“新型战略级信息威慑武器”，对取得战场信息优势和战争胜利起着举足轻重的作用。

为了对通信电子战有较全面的了解，博士生导师、电子信息对抗领域的知名专家杨小牛在中国电子科技集团公司电子科学研究院的支持和电子工业出版社的推动下，组织中国电子科技集团公司第三十六研究所通信电子战领域的有关人员，在多方听取和吸收所内各专业领域专家和诸多同志的建议和意见后，编写了本书。

本书从通信电子战的产生背景、历史沿革、作用地位、鲜活战例、内涵机理，以及正在发展的新阶段、新领域、新趋势等方面出发，摒弃了专业论述和数学推导，进行了深入浅出的生动阐述，使具有高中及中专以上知识的人员都能够理解。期望本书的出版，能给广大无线电爱好者、大中专学生、从事电子及电子信息行业的工作人员、部队官兵等有所裨益。

中国工程院院士 张锡祥

2011年3月



前言

如道家所称“阴阳相生相克”一般，自无线电通信诞生之日起，通信电子战（或称通信对抗）即相伴而生，这也使得通信电子战成为最早用于实战的电子战手段。在 1905 年日俄战争中，通信侦察监听的应用拉开了真正意义上的通信电子战大幕，尽管当时还只是停留在通信情报获取这一简单环节上。自此，通信与通信电子战就在电磁频谱空间展开了激烈冲突，双方在技术、战法、装备等各方面也不断促进，互有消长。

21 世纪初，美国军方提出网络中心战（NCW）理论以后，世界各国的电子信息平台纷纷实现组网。这一网络化浪潮为通信电子战在信息战中脱颖而出创造了契机：以网络化电子信息系统为作战目标的战场网络战（或称战场网络对抗）为通信电子战展示了一个广阔的发展前景，而“比特战”等网络对抗新概念、新思想更是为通信电子战与网络战的融合奠定了坚实的基础。

为了让更多的人对通信电子战有较全面的了解，编写了《通信电子战——信息化战争的战场网络杀手》一书。本书不是一本教科书或科学论著，不向读者灌输数学公式、专业术语，本书是一本颇具知识性但不乏趣味性的科普读物。

本书共分 5 章，从通信电子战的产生背景、历史沿革、作用地位、鲜活战例、内涵机理，以及发展的新阶段、新领域、新趋势等方面进行了深入浅出的阐述。第 1 章回顾了通信电子战的发展历程，再现了通信与通信电子战之间的“矛”与“盾”之争；第 2 章概述了通信电子战实施过程中的几个重要环节，即通信侦察、测向与定位、干扰，还介绍了综合性通信电子战系统；第 3 章概述了通信电子战发展现状，介绍了空天通信电子战、复杂电磁环境下通信侦察、灵巧干扰、软件

无线电等最新的技术与装备；第4章介绍了通信电子战新领域，包括卫星通信对抗、卫星导航对抗、测控对抗、数据链对抗、敌我识别对抗、引信对抗；第5章展望了通信电子战的未来——网络战，阐述了网络化战场、战场网络对抗的内涵、层次等内容，重点阐述了比特战这一战场网络对抗新概念、新思想。

参与本书编写的主要人员有张春磊、曹国英、唐秀玲、陈鼎鼎、李子富、周宜俊。另外，在本书编写过程中得到了张锡祥院士以及中国电子科技集团公司第三十六研究所领导和众多科技人员的支持、帮助，在此深表谢意；同时，还要特别感谢电子工业出版社的刘宪兰女士，没有她的大力支持和帮助，本书要在这么短的时间内就与读者见面几乎是不可能的。由于编写者水平有限，书中缺点甚至错误在所难免，望广大读者批评指正。

杨小牛

2011年3月



引 言

大家一定不陌生，在电影《永不消逝的电波》中，敌方经过长时间侦察监视，截获到战斗在敌方心脏中的我方上海地下党与延安党中央进行的无线电通信信号，并根据双方发报员按键的手指轻重等细微特征（技术术语称为“指纹”），将该通信确定是我党最重要的干线通信，但因通信密码一时破解不了，无法获知通信内容，不得不千方百计通过测向定位手段企图找到并消灭我方地下电台。我党地下工作者李侠，通过缩短发报时间、变换发报地点、发现敌人监测时实行无线电静默（停止发报）等方法，多次使敌人无功而返。但最终，经过不断测向定位，逐渐逼近，敌人还是确定了我方地下电台的位置。我党优秀地下工作者李侠，在发完最后一份重要电报并销毁电台后，英勇牺牲。每个看完该部影片的观众，无不对共产党员李侠的大无畏革命献身精神感到由衷的敬佩。

在这部歌颂英雄人物的影片中，细心的观众也发现，只要李侠一发报（即进行无线电通信），就始终会受到敌人的侦察监视和测向定位（实施通信电子战）。通信与通信电子战如影相随，就像一双孪生兄弟，更是一对冤家对头。

什么是通信电子战？它是怎样产生和发展的？任务是什么？包含什么内容？它在现代信息化战争中怎样使用？会起什么作用和占据什么地位？让我们在本书各章中——道来。



目 录

第 1 章 回眸历史，重现无线电领域“矛”与“盾”之争	1
1.1 “盾”之弥坚——无线电通信	2
1.1.1 无线电通信的发明	3
1.1.2 无线电通信的方法	4
1.1.3 无线电通信的特征	5
1.2 “矛”之愈锐——通信电子战	9
1.2.1 通信电子战的产生	9
1.2.2 通信电子战的内容	11
1.2.3 通信电子战的特征	13
1.3 “矛”与“盾”对决：通信电子战典型战例	14
1.3.1 无线电通信发明初期	15
1.3.2 第一次世界大战期间	15
1.3.3 第二次世界大战期间	17
1.3.4 20 世纪 80 年代	17
1.3.5 20 世纪 90 年代	18
1.3.6 21 世纪的阿富汗战争和伊拉克战争	22
第 2 章 掀开面纱，走进通信电子战神秘后院	25
2.1 监听八方的“顺风耳”：通信侦察	26
2.1.1 通信侦察的应用	27

2.1.2	通信侦察的特点	28
2.1.3	通信侦察设备	29
2.2	纵观六路的“千里眼”：通信测向和定位	32
2.2.1	通信测向和定位的应用	33
2.2.2	影响测向和定位性能的因素	33
2.2.3	通信测向方法	34
2.2.4	定位特点和定位方法	36
2.3	断筋折骨的“倚天剑”：通信干扰	37
2.3.1	通信干扰的作用	37
2.3.2	通信干扰的分类	38
2.3.3	通信干扰的特点	42
2.4	瘫痪战场指控体系的“连环雷”：通信电子战系统	43
2.4.1	通信电子战系统的特点	44
2.4.2	通信电子战系统的分类	45
2.4.3	通信电子战系统的组成	46
第3章	环顾世界，综观通信电子战发展现状	49
3.1	登高望远——空天通信电子战	50
3.1.1	太空通信电子战方兴未艾	51
3.1.2	航空通信电子战长盛不衰	60
3.2	大海捞针——复杂电磁环境下通信侦察	74
3.2.1	陷于困境的通信侦察	74
3.2.2	“大海捞针”的侦测技术	75
3.3	以柔克刚——从压制干扰走向分布式灵巧干扰	78

3.3.1	分布式干扰已实战使用	79
3.3.2	灵巧式干扰体制受青睐	80
3.4	以不变应万变——软件为核心成为主流	83
3.4.1	功能可重构	83
3.4.2	综合一体化	84
3.4.3	软件为核心的应用	85
第4章	顺应形势，拓宽通信电子战崭新领域	89
4.1	拆除信息“天梯”：卫星通信对抗	90
4.1.1	卫星通信——搭建信息“天梯”	91
4.1.2	卫星通信对抗——拆除“天梯”的“天兵天将”	98
4.2	熄灭指路“灯塔”：卫星导航对抗	100
4.2.1	现代战场上的“指南针”——卫星导航系统	101
4.2.2	兵不血刃的“杀手”——卫星导航对抗	103
4.3	放飞断线“风筝”：测控对抗	107
4.3.1	测控系统发展和组成	107
4.3.2	测控对抗的军事价值	109
4.4	掐断武器“筋脉”：数据链对抗	110
4.4.1	敞开数据链家族大门	111
4.4.2	身负重任的数据链通信对抗	114
4.5	混淆战场“身份”：敌我识别对抗	115
4.5.1	战争的首要问题——分清敌我	116
4.5.2	敌我识别设备的发展	117
4.5.3	异军突起的敌我识别对抗	121

4.6 安全拆弹“专家”：引信对抗	124
4.6.1 “炸弹的眼睛”——无线电引信	124
4.6.2 蓬勃发展的引信对抗	126
第5章 放眼未来，展望通信电子战发展趋势	129
5.1 无“网”不胜——网络化势不可挡	130
5.1.1 第一次握手——从计算机到互联网	130
5.1.2 从棋盘说起——网络化通信系统与网络化战场	132
5.1.3 追根究底，通信网是信息化战场的基础	138
5.2 破“网”制胜——网络对抗势在必行	139
5.2.1 “今天你被黑了么？”	139
5.2.2 战场网络对抗是信息化战场的主要作战形式	139
5.3 控“网”不战而胜——战场网络对抗是新型威慑武器	141
5.3.1 初次见面，总体认识战场网络对抗	141
5.3.2 摸清家底，分层认识战场网络对抗	147
5.4 继“网”开来——通信电子战是战场网络对抗的主力	150
5.4.1 以力取胜，“信号战”宝刀不老	151
5.4.2 以巧取胜，“比特战”当仁不让	152
5.4.3 以智取胜，“信息欺骗/控制战”唯我独尊	155
5.4.4 实现与“核威慑”相比拟的“战略信息威慑”	157
参考文献	161

第1章

回眸历史，重现无线电
领域“矛”与“盾”之争

