

内部资料
注意保存

七二三所 2003 年学术交流会

论 文 集

中国船舶重工集团公司第七二三研究所
二〇〇三年七月二十三日于扬州

内部资料
注意保存

七二三所 2003 年学术交流会

论 文



B1285538

中国船舶重工集团公司第七二三研究所
二〇〇三年七月二十三日于扬州

序 言

三十五年前，我所从一个从事舰载雷达总体论证的研究室起步发展成长为今天的能从事电子对抗和雷达两大专业研究的船用电子系统、设备研究所。35年来，我所从对引进的电子设备仿研、单机单舰起步，发展壮大到从事大型电子对抗系统及设备、近程搜索雷达、跟踪雷达及探测系统的设计、开发、生产和服务；其间她凝聚了全所广大科研工作者的巨大心血和几代人的艰苦努力，也凝聚着各级领导机关的关心和支持。

在发展壮大的35年里，我所在科技创新、国防建设等方面取得了辉煌的成就，锻炼培养了一大批科技人才，同时也逐步形成了富有特色的七二三文化。七二三文化既体现了我所的精神风貌，又高度概括了我们的整体形象。七二三文化建设对我们的发展将起到重要的作用。

今天，我们又迎来了2003年的七二三文化日，为了进一步提高我们的学术水平，营造浓厚的学术氛围，促进我们高新工程任务的圆满完成，在文化日里召开七二三所'2003学术交流会。我们征集了包括电子战技术、雷达技术、仿真与模拟技术、信号处理技术、档案管理及其他内容的论文57篇，尤其是青年科研人员踊跃参与、积极投稿，共撰写了34篇论文，其中不乏有体现学术新思想、新观点的高水平论文。

我们坚信，通过七二三学术研讨会这样一种形式的学术平台，为我们广大科技人员提供探讨电子对抗和雷达专业的新概念、新思想和新技术的机会。为“追踪国防前沿技术，创造世界先进水平”起到积极的推动作用。

本论文集按专业内容大致分类编排，对各录用论文除了作错别字修改，对其具体内容未做改动，文责自负。

此论文集仅供广大科技人员参考。

编 者

2005年7月23日

编辑委员会主 任：张土根

副主任：孙德海

副主任：王鼎奎

委 员：高建农、周晓群、袁秀华、严 峰、王 萍

总编辑：袁秀华

总审校：王 萍

目 录

电子战技术

1. 国外电子战发展现状及趋势	孙德海	1
2. 国土防空中的电子对抗	邵树坤	6
3. 雷达对抗仿真试验中的信号模拟	陈汉明	11
4. 数字化海战场对编队电子战的需求分析	王 强	19
5. 对双基地雷达有效干扰	郭 锋	25
6. 海战场信息融合展望	张殿友 刘 张留山	30
7. 地空干扰机的 ERP 实战浅析	徐有才	37
8. 通信对抗的现状和未来	李 艇	42
9. 匹配网络改善干涉仪测向阵列性能	黄 颖	48
10. 伪随机码扩谱信号的侦察与干扰	涂正林	55
11. 一种情报侦察数据分析记录与重放的方法	吴 扬 张殿友	62

雷达技术

1. 超视距雷达与防空应用	周晓群	67
2. 以太网在跟踪雷达中的应用	徐朝阳	72
3. 跟踪雷达高速数据采集系统设计	李敬 赵宏生	77
4. 高性能行波管栅极脉冲调制器	蒋红卫	82
5. 无线通信用跳频 FSK 发射机	黄 鹭	88
6. LPI 雷达的低截获距离	刘黎明 罗应 李发玉	94
7. 一种舰载搜索雷达伺服方位系统设计	宣林荣	103
8. 在稳定平台上实现多波段馈线传输的设计	陈建民	108
9. PIC12CE519 及其在数字计程、显示电路中的应用	黄 鹭	111
10. 数字锁相环频率源相位噪声分析	高 峰	116
11. 两种收发开关在雷达馈线中的应用探讨	李彦文 李福剑	121
12. 搜索雷达副瓣抑制技术	史 鉴	128
13. DDS 在宽带线性调频信号中的应用	胡 娟	132
14. 测量雷达回波接收功率非线性校正的实现	赵宏生	137

仿真与模拟器技术

1. 对 AEW 系统实施电子攻击的仿真及效果评估	梅 青	142
2. 两种程序界面开发工具在某仿真系统人机界面开发中的应用	张坤峰	146
3. 战术条件下电子对抗装备一种评估准则的研究	杨家伟	152

4. 采用 CPLD 构造码序列发生器	张 允	156
5. 一种以 CPLD 为基础的雷达目标模拟器的设计	刘艳苹	160
6. 探索雷达目标视频模拟器的设计与实现	黄 震	163
7. VxWorks 之 BSP 及启动过程分析	乔从连	167
8. 三种实时通讯网络综述	张坤峰	173

信号处理

1. 基于小波变换的雷达信号脉内特征分析	顾燕铤 潘建华 张在宏	179
2. 雷达侦察信号处理和细微特征分析	杨春华 陆志宏	186
3. PCI9050 在高速数据采集系统中的应用	林 彬 张连江	191
4. Swede 算法提高相位模式空间内 DOA 估计抗噪声能力	黄 颖	194
5. FDTD 法的一种新应用探讨	李彦文	199
6. 软件无线电信号解调实现中频信号的采集与正交相干检波	蒋路华	207
7. RTX 进程与 Win32 进程之间的通信	庄 展	214
8. 数字化瞬时测频	郑灼洋	218
9. CPLD 的瞬时测频编码及温度纠正电路	王坤达	223

档案管理

1. 公文主题词组标引方法探究	吴余人 陈 全	228
2. 科技档案的“五性”特征	刘 红	233
3. 论整件保管法的优势	宋元利	236
4. 新时期 CAD 图纸档案管理研究	秦 莉	239
5. 论企业档案在塑造企业文化中的作用	谭 兵	242
6. 建立网上科技档案室刍议	蔡薇洁	245

其 他

1. 软件可靠性的意义及实现方法的探讨	童维健	248
2. 矩形弯波导加工工艺的研究	秦银娣	252
3. HM-J16 加速器的水冷系统设计	沙福泰	257
4. 数字化自适应 PID	倪天权	262
5. 开关电源在加速器中的可靠性设计	吕慧强	268
6. 信息化武器装备与信息装备发展的逆向思考	张莉萍	273
7. 小议“品牌战略”	崔 卿	278
8. 双脊喇叭天线加工工艺探讨	车金明	282
9. 定压蓄能器的设计应用	张 宇	285

mw11/69/01

国外电子战发展现状及趋势

孙德海

中国船舶重工集团公司第 723 所 225001

【摘要】电子战是现代高技术战争中的一个攻防兼备的双刃“杀手锏”，其作战目的是降低或削弱敌方战斗力并保持和增强己方战斗力。随着高新技术的飞速发展，各国不断地深化对电子战理论、作战思想、作战方法和新技术、新装备的研究，把电子战这一军事科学技术推向一个新的历史台阶。本文论述了目前国外电子战发展的现状及其发展趋势。

【关键词】国外 电子战 发展趋势

1 概述

电子战是现代化战争中一种特殊的作战方式，也是一种重要的作战手段。电子战技术分为电子侦察、电子干扰、电子摧毁及隐身等几大类。

电子侦察是获取军事情报的重要手段，也是实施电子干扰和电子摧毁的前提。电子侦察是用电子侦察装备对敌方军事电子设备辐射的电磁信号进行截获、检测、分析、识别、定位，以便查清敌方军事电子设备及其相关平台的性能和配置，从而可以帮助了解敌方的作战意图、兵力部署和军事电子装备的技术性能，以便为己方指挥决策和电子战装备设计提供情报支援。当今，世界上主要大国的电子侦察活动几乎是无处不在、无时不在，其使用的电子侦察手段有电子侦察卫星、电子侦察飞机、电子侦察船、电子侦察站（车）、甚至有些民用飞机、船舶、车辆也可能安装有电子侦察设备。

电子干扰是阻止或破坏敌方电磁信息的获取、传输和利用的重要措施，是进攻性电子战的“软杀伤”手段。电子干扰是有意识地发射、转发或反射特定性能的电磁波，以扰乱、欺骗和压制敌方军事电子信息系统和武器制导控制系统，使其不能正常工作。

电子摧毁是应用反辐射武器（反辐射导弹、反辐射炸弹、反辐射无人机）截获、跟踪、攻击敌人的电磁辐射源（雷达、通信设施等），或用定向能武器攻击敌人的电子传感器，因此反辐射摧毁和定向能攻击是进攻性电子战的“硬杀伤”手段。与电子干扰相比，反辐射武器能“一劳永逸”地摧毁电磁辐射源，是一种最彻底的电子攻击方法。定向能武器是正在发展的一种新型电子战武器，用以烧毁灵敏的电磁传感器或摧毁武器平台。因此，电子干扰和电子摧毁是现代电子攻击的两大支柱，它们相互支撑，相互兼容，在综合应用时能够发挥最高的作战效能。电子摧毁的作战效能不仅表现在直接攻击、毁伤敌方的军用电子信息设备，而且能对使用这些设备的操作人员造成巨大的心理恐怖，从而削弱其战斗力。在海湾战争中，伊拉克的雷达操作手只要一听到美军飞行员呼叫“野鼬鼠”飞机（F-4G 反辐射导弹攻击飞机）的支援信号，便立即关闭雷达，可见电子战摧毁对军事电子信息设备操作人员产生多么巨大的心理压力。

隐身技术是应用目标的外形设计、复合材料、表面涂覆或其他措施来减少在被探测方向上目标雷达的反射截面和红外辐射强度,以便降低雷达、红外传感器对目标的探测距离,达到隐蔽接敌、突然攻击的目的。隐身技术是20世纪80年代发展起来的新型电子战手段,当前美国的F-117A隐身战斗机和B1、B2隐身战略轰炸机已处于实用阶段。此外,隐身导弹、隐身舰艇也在大力发展和研制之中。隐身技术可使作战飞机的雷达截面降低3个数量级,使雷达探测距离降至六分之一。突防目标使用隐身技术后可大大提高远距离支援干扰的效果,因为随着目标雷达反射截面的降低,远距离支援干扰飞机的作战空域更大、作战效能更高。

当今世界正处于一个“信息革命”时代,随着军事电子信息技术的高速发展,并以最大的广度和深度渗透到现代军事斗争的各个领域,军事电子信息技术已成为实现军事手段高技术化的核心和支柱,由此导致以所有军事电子信息系统和精确制导武器系统为主要攻击目标的电子战,发展成为现代高技术战争的一种基本作战样式和重要组成部分。运用电子战“软”、“硬”杀伤手段,既是提高总体作战效能的最佳选择,也是平时实现军事威慑的重要方式。

2 国外电子战发展现状

80年代美国为解决核弹的战略防御问题提出并实施“星球大战”计划以来,电子战由陆海空扩展到了外层空间,使未来发生的大战成为陆海空和外层空间的一体化战争。美国是当今世界上电子战技术和装备最先进的国家,也是研究信息战装备最早的国家。就装载平台而言,美军的机载、舰载电子战装备发展较早,性能先进;地面(固定、车载、便携)的电子战装备发展较晚,装备的性能也比机载、舰载的落后;而弹载和星载电子战装备也开始逐步发展。目前,美军各军种单独发展的装备正在逐步减少,各军种联合开发电子战装备是今后发展的主要方向。

2.1 空军机载电子战装备

机载电子战装备发展较完善,技术水平较高,作战能力强,广泛应用于各种战斗机、轰炸机、运输机、直升机以及专用电子战飞机,是美军夺取制电磁权的关键。在近几年的局部战争中发挥了重要的作用,也是三军电子战装备发展的重点。到目前为止,美军装备了大约200种机载电子战装备,拥有上百架专用电子战飞机,形成了强大的电子战能力。

(1) 电子干扰飞机

美军电子战飞机包括电子干扰、电子侦察和反辐射攻击等机种。电子干扰飞机是专门用于对敌方雷达、武器制导系统和无线电通信设备等实施电子干扰的军用飞机,可有效地对敌方地面防空雷达、战略战术通信网实施压制干扰或者是引导反辐射导弹直接摧毁敌方雷达设备,确保己方攻击飞机顺利执行攻击任务并安全返航。美军的电子干扰飞机中较为典型的机种有目前仍在服役的EA-6B、EC-130H以及1998年退役的EF-111A等飞机。EA-6B和EC-130H飞机在海湾战争、科索沃战争中战绩卓著,成为美军目前和未来一个时期的主要电子干扰飞机。为了适应未来电子战的发展,美军目前正在计划发展更先进的电子战飞机,以取代将于2010年开始退役的EA-6B飞机。

为此,美军制定出替代EA-6B的近期方案和远期方案。近期方案是继续改进和提高

EA-6B 的电子战能力。拟用 F/A-18G 作为雷达和通信干扰飞机,取代 EA-6B。远期方案是发展“联合攻击战斗机”(JSF)的电子干扰型,以提高电子战飞机的随队作战能力。另一个发展趋势是发展 C⁴ISR 对抗飞机,从战场全局压制敌指挥、控制、通信、情报、监视及侦察系统。

(2) 电子战无人机

随着无人机技术的发展,美军考虑将无人机用于电子战领域,利用符合作战要求的各种无人机系列,安装、更换不同的任务载荷,组合成执行不同电子战任务的专用电子战无人机。未来,美军电子战无人机主要发展趋势是:研制新型诱饵无人机;电子侦察/干扰无人机;研制适合无人机使用的电子战载荷。

(3) 机载反辐射导弹

从广义上讲,反辐射导弹也是机载电子战装备中的一种。目前美国反辐射导弹种类多,数量大,技术先进,威力强。美军从 20 世纪 50 年代末开始研制反辐射导弹,1963 年研制成功第一代反辐射导弹(AGM-45)“百舌鸟”系列;1965 年首次在越南战争中使用,取得了较好的效果。但是,自从越南对雷达采取关机等措施之后,导弹命中率显著下降。于是,美军又研制出第二代 AGM-78“标准”反辐射导弹,它采用了记忆电路对付雷达突然关机,但效果并不理想。接着,1981 年美军又研制出第三代 AGM-88“哈姆”(HARM)高速反辐射导弹,于 1983 年开始装备部队。该导弹自主能力强,频率覆盖范围宽,在海湾战争和科索沃战争中,均发挥了很大作用,取得较好的战果。未来美军反辐射导弹的主要发展趋势是:拓宽导引头的频率覆盖范围,采用复合制导方式,提高反辐射导弹的速度,并采用先进的信号处理技术和隐身技术;增强突防能力;扩大反辐射导弹的使用范围,发展空空、空地、地空通用型反辐射导弹;发展具有遥控飞行器能力的反辐射导弹,提高可靠性并且降低成本。

今后,机载电子战装备的主要发展趋势是:提高机载电子战系统的综合化、一体化和智能化水平;实现电子战系统的标准化、模块化、通用化和小型化;进一步加强远距离支援干扰能力,提高压制敌防空能力;发展导弹逼近告警技术。

2.2 海军舰载电子战装备

舰载电子战装备种类较多,功能也比较齐全,多数装备基本实现了系统内的综合一体化。美军舰载电子战装备有 60 余种,主要包括有:侦察告警设备、有源干扰设备和无源干扰设备,主要用于对付反舰导弹,同时兼有搜集敌方情报、破坏敌方雷达正常工作等任务。美军舰载电子战装备的发展落后于机载电子战装备的发展,现役装备主要是 20 世纪 70~80 年代研制生产的,90 年代后对部分装备进行了改进。尽管如此,美国与其他国家相比,无论是装备的技术水平还是数量仍处于世界领先水平。未来的发展趋势是:调整发展战略,满足沿海作战需要,进一步提高综合一体化水平,发展舰载有源干扰诱饵,提高平台自卫能力,提高舰艇的隐身性能。

2.3 陆军地面电子战装备

地面电子战装备能对作战地域的电磁频谱进行有效的侦测、监听、记录、分析和干扰。美陆军电子战技术和装备发展非常迟缓。到了 20 世纪 70 年代后期,才开始大量采购和装备新式电子战装备。目前,美陆军地面电子侦察系统的频率范围为 0.5~40 吉赫,机载侦察系统的频率范围为 1.5~18 吉赫。通信干扰系统的频率范围为 1.5~230 兆赫,

机载侦察系统的频率范围为 1.5~18 吉赫。通信干扰系统的频率范围为 1.5~230 兆赫, 雷达干扰系统的频率范围为 8~20 吉赫, 干扰功率为 3~4 千瓦, 除施放噪声干扰外, 还能进行欺骗性干扰, 主要干扰敌方调幅、调频话音和数据通信及武器制导雷达。目前, 美陆军电子战装备已具有在整个电磁频谱(重点是射频、毫米波和红外)范围内对作战地域进行有效侦测、监听、记录、分析和干扰的能力。未来发展趋势是重视发展机载电子战装备, 多功能一体化综合电子战系统、光电电子战装备以及一次性使用的干扰机。

3 国外电子战的发展趋势

随着人类社会进入信息化社会, 未来的战争将是信息化战争, 电子战作为信息战主要的作战样式之一, 在未来战争中的地位越来越突出。根据电子战在第二次世界大战、越南战争、贝卡谷地、海湾战争和科索沃战争中的运用、发展轨迹, 可以预测未来电子战技术的发展趋势:

3.1 电子战作战效能增大

未来信息战中, 电子战攻击的主要目标不仅仅是敌方的各种信息系统和装备, 甚至还包括作战人员, 强大的电子战威力足以对敌人心理或生理造成极大震慑, 以影响人的意识或造成人员身体不适。现代战争实践表明, 仅仅使用电子战, 就可以使敌人侦察无能、信息中断、雷达迷盲、武器失控、指挥瘫痪。海湾战争后, 在《美国国防部致国会的最后报告》中写到:“通过美军强大的电子攻势在短短的几个小时之内, 伊拉克领导机构的关键部分、指挥与控制网络、战场防空系统等都陷入了瘫痪状态”。

随着反辐射武器、电磁脉冲武器等高性能电子战武器的应用以及天基电子战力量的发展, 电子战的威力将逐渐增大。通过电子战, 使数个战场网络乃至整个国家或军队的信息作战力量瘫痪已不是神话。

3.2 发展电子战硬杀伤手段

电子战不仅能对敌方各种信息系统实施软杀伤, 而且可以实现对敌方信息系统的硬摧毁。这样不仅可使敌方电子信息系统短期瘫痪, 而且可使其永久失效。例如, 利用反辐射武器系统可以截获、识别定位雷达和通信辐射源, 并引导反辐射导弹或炸弹攻击摧毁目标。电子战的其它硬杀伤武器还包括: 反辐射无人机、反辐射导弹攻击引导机等, 这些功能强大的硬摧毁武器对敌信息系统的杀伤都是致命的。随着电子战技术的发展, 各种硬杀伤手段将大大拓展电子战的作战领域。再加上各种精确制导武器的硬摧毁, 未来电子战必将真正形成“软硬兼施”的一体化打击力量。另外, 电子设备和光电设备的发展和广泛应用, 使信息化武器装备命中目标的精度进一步提高, 杀伤力进一步增强, 这也为电子战硬杀伤手段的发展创造了有利条件。

3.3 电子战力量构成会改变

作战力量是构成战役的物质基础和最基本的要求。在电子战中, 电子攻击、电子防御和电子战支援是电子战力量的主要构成要素。信息作战中的信息对抗是作战双方信息系统之间的全方位对抗, 电磁频谱的迅速扩展, 电子战空间的大大拓展, 电子战设备种类不断增多, 使得电子战力量构成发生变化。从未来电子战的特殊地位和作用来看, 电子战力量从现在的陆、海、空各军兵种中分离出来, 形成独立的电子战军种, 同时还会作为独立兵种分布在各军兵种之中。另外, 电子战力量还将与其它作战力量相互渗透、

3.4 电子战将成为独立的战役行动

信息作战中的电子战力量已经从初级阶段的通信、雷达、光电等单个设备的对抗,发展成为中级阶段的陆、海、空、天结合并软硬兼施的多种力量综合的系统对抗,形成了一支重要的作战力量。从近年来几场局部战争来看,无论海湾战争还是科索沃战争,电子战力量还不能独立达到战役目的或形成独立的战役阶段。但随着电子信息系统在武器装备中的运用以及其作用的日趋增大,电子战战役目标体系将会发生巨大变化。信息作战中,夺取制电磁权已经形成和战略性空袭战段相对独立的阶段,对敌指挥系统的打击,和其它战役目标一样,并列构成战役目标体系。从电子战的未来发展趋势来看,一方面,电子战力量作为“软杀伤”力量,将与信息战其它作战手段更加紧密结合,并贯穿于战争全过程,共同达成一定的战役目的;另一方面,电子战自身软硬杀伤手段的结合,将导致以电子战力量运用为核心的独立的夺取制电磁权的战役的产生,这也为电子战力量独立达成战役目标创造了必要条件。可以看出,电子战在战争中的地位和作用越来越突出,并逐步形成相对独立的作战行动。

3.5 电子战双方将争夺外层空间

由于技术水平的限制,目前电子战的主要战场还是集中在空中、地面、海上。但外层空间能够提供更加巨大的指挥、控制和通信能力的作战,使外层空间的电子战技术成为现代各国竞相发展的重点。随着信息技术、空间技术的发展,电子战势必率先登上信息战角逐的最高场所——太空。空间电子战技术的不断发展,空间电子战能力的进一步提高,大气层外层空间必将成为电子战角逐的主要场所。

4 结束语

纵观新世纪电子战的发展,我们应该从综合一体化的体系对抗的高度来应对未来战争对电子战进攻和防御提出的各种新要求,了解与国外电子战先进水平之间的差距,抓住重点,将电子战纳入范围更广、威慑性更大的信息战范畴,加紧开发研制能够适应未来战争需要的陆、海、空、天综合一体化的电子战系统。

新世纪给我们带来了新的发展机遇,也带来了更严峻的挑战。面对新世纪电子战的威胁以及赋予从事电子战研究的新任务,我们要抓紧重点开发多平台、多用途、多方式、多层次的综合一体化的电子监视、侦察、干扰系统,特别是机载侦察干扰系统及星载监视侦察系统,从而尽快使我们的电子战力量真正形成一个综合有陆、海、空、天各系统在内的立体体系。这样,我们非但具有了强大的电子战进攻和威慑力量,同时亦具有了可靠的电子战防御能力。

国土防空中的电子对抗

邵树坤

中国船舶重工集团公司第 723 所 225001

【摘要】面对强敌对国土的威胁,利用先进的电子对抗技术,构建陆、海、空、天一体化的电子对抗系统,阻断强敌对国土电子情况的侦察,采用多种干扰措施,进行末端防御,削弱、破坏敌攻击兵器的效能,保卫国土的安全。最后提出了情报监测网和末端防御网的组成结构。

【关键词】国土防空 情报侦察 末端防御

0 引言

冷战结束后,世界并不太平。近十多年来,在亚洲地区就先后爆发了海湾战争,阿富汗战争和伊拉克战争。每场战争都是在美军主导下的高技术局部战争。在这些战争中,美军利用其强大的空中力量和电子对抗力量,突破伊拉克或阿富汗的防空体系,在主权国家的领空、领土上进行作战。这几场战争就其作战能力相比是十分悬殊的战争,战争的结局自然是不言而喻的。然而战争实践正在深刻地昭示人们,电子对抗始于战争序幕,终于战争结束,贯穿于整个作战过程,电子对抗已成为一种“威慑”力量,同时也警示人们,抵御强敌的电子干扰,阻止强敌精确制导武器的远程打击和远程空袭,是保卫国土安全的关键。

面对强敌的逼人态势,唯有抓住强敌的弱点,采取比强敌更聪明的战法,尤其在电子对抗战法上取得优势,才能弥补武器装备性能上的劣势,才能在有限时间、有限空间,取得国土防御战的胜利。

1 电子战在国土防空中的作用

现代战争依靠高技术武器。高技术武器离不开先进的信息技术,如传感器技术、通信技术和计算机技术等。借助于这些信息技术,实现目标探测、目标跟踪、武器制导、信息传输和通信联络等多种战术功能,尤其是远程精确制导武器的发射、引导和命中,更离不开这些信息技术。

信息技术绝大多数是基于电磁波、光波等传播媒质而发挥效能的。由于电磁波、光波特有的开放性和无国界的特点,由这些媒质携带的电子情报信息,极易在远距离,甚至在太空,在国界外就能被截获、分析、识别、破译和仿制。据此,不但能够推断出军事部署和活动,而且能够评估出军事装备的性能和弱点,并可适时地制定出相应的对抗决策,有时还能使用仿制的信息,注入对方的传感器系统、通信系统和指挥系统,扰乱这些系统的正常工作,削弱以致瘫痪这些系统的战术作战能力。

现代国土防空就是利用这些信息技术,构建一个陆、海、空、天一体化预警系统。

对远程精确打击兵器,对远程奔袭的轰炸机,在远离国土的时候,就能及时地发出预警警示,使采用软硬武器相结合的防空体系有足够的时间作好拦截准备。一旦这些空袭兵器进入国土防空网,就能被有效诱骗和击毁。因此,敌方将会采取高强度的电子对抗措施,掩护空袭兵器突破国土防御网,企图获得空袭成功。为此,国土防御要能抗击敌方的高强度电子干扰,要能设法保护己方信息的控制权和使用权,使国土防空网有效运行,另一方面也要利用电磁波、光波的无国界性,采取电子对抗措施,在国界外就迫使这些来袭兵器失去捕获、跟踪、命中目标的能力。同时也要努力削弱或剥夺敌方对战场信息的感知能力,造成敌方误判战场态势而失去战机和战斗力。

由此可见,在国土防御作战中,不论是战前的情报获取,还是战斗过程中的电子防御,电子战始终都起着重要作用。

2 面对的挑战

为了祖国领土的完整和震慑“台独”分子,台海地区发生局部高强度战争的可能性随时存在。一旦发生战争,美军将会对台湾军队提供高技术装备支援和情报信息支援,面对美军的高技术装备,国土防空将面对着巨大的挑战。

2.1 电子情报侦察能力

空间侦察的技术水平是电子情报侦察能力的重要标志,空间侦察设备或系统已成为现代战争中夺取电子情报侦察优势的关键军事资源。在海湾战争中,美军动用了 70 多颗军事卫星,覆盖了伊拉克全境国土,昼夜不停地监控伊拉克军队的部署、调动和防空阵地的活动。尤其能实时提供“飞毛腿”导弹发射的地点和“飞毛腿”导弹的飞行轨迹的情报,为成功拦截“飞毛腿”导弹起了重要作用。由于美军的电子情报侦察能力的优势,使战场态势对美军是全透明、美军取得战争胜利也不就足为奇。

目前,在太空中,美国的侦察卫星数量最多、类型也是最多,这些卫星定时地越过我国上空,通过雷达成像、红外成像、光学照相和信号情报的截获,窃取了大量的军事情报和经济情报。

此外,美军还经常派遣侦察飞机,如 EP-3 侦察飞机,沿我领海飞行,截获、分析、录取我沿海的电子情报,特别是在我军进行军事演习和进行新装备试验时,美军的侦察飞机的侦察活动就更加频繁。

台湾军队为改变电子情报侦察能力的落后状态,从美国引进了 4 架 E-2T 预警飞机,使情报监控能力大大向内陆延伸,现在尚无有效的反情报侦察措施来抑制美军窃取情报和阻断台军预警飞机对我军事活动的监控。反观我军电子情报侦察能力,与美军相比差距是明显的。

首先,缺少靠近美军海上编队或美军驻地的电子侦察能力,更不用说对美国本土的电子情报侦察。其次是对所截获的复杂调制信号,缺乏实时有效的分析识别方法,使许多电子信号情报转换成有用的军事战术情报能力明显不足,所有这些都使我电子情报侦察能力处于弱势。根据台海地区斗争的需要,应该加强卫星侦察和飞机侦察的能力,改变电子情报侦察的弱势面貌,使我军电子情报侦察能力提高到一个新台阶。

2.2 远程精确打击武器的预警和末端防御

美军在近期的局部战争中,试验验证了压制防空系统战术的正确性和重要性。美军

远离本土，移师万里，去攻击一个主权国家，在获得电子情报优势的前提下，首要的作战任务就是压制、摧毁对方的防空体系。战争结局雄辩地证明，只有摧毁了对方的防空体系，才能使进入别国领土、领空作战的部队获得空中保护。因此，战争开始之初，美军总是利用高技术兵器的优势，先发制人地发射“战斧”之类的巡航导弹，精确打击对方指挥系统，并高强度地轰炸对方的防空阵地，瘫痪其通信、指挥系统，使对方的防空系统失去有效的作战能力。这样，美军就获得了整个战场的制电磁权和制空权。这充分表明，对远程精确打击武器的预警和末端防御是获得防空作战胜利的保证。

目前，对巡航导弹提供早期预警和末端防御都是比较困难的。尽管防空导弹和防空炮火都有击落巡航导弹的战绩，但与美军发射的巡航导弹的数量相比还是很少的，并未对美军空袭作战和效果造成影响。

为有效提高对巡航导弹的预警和末端防御能力，应采用远程、中程、近程梯次配置的预警网和梯次防御体系，及时而可靠地对巡航导弹的发射，中段飞行和末端轨迹进行预警跟踪，然后使用射程不等的反巡航导弹武器和电子对抗措施，共同防御巡航导弹的袭击，保卫国土的安全。

2.3 高强度电子干扰能力

美军空袭之前，常常利用性能优良的电子干扰飞机，如 EA-6B“徘徊者”电子战飞机，对防空雷达、通信系统、指挥中心进行强烈持续的电子干扰和反辐射导弹的攻击，压制、破坏伊方的雷达、通信系统，使雷达迷盲、通信中断，无法组织有效的防空作战。在空袭过程中，经常派遣随队干扰飞机，为作战飞机提供支援干扰，掩护作战飞机突破伊防空系统进行空袭。因此，在美军高强度电子干扰下，保障己方防空系统正常工作，通信安全畅通是国土防空必须解决的首要问题，目前不管是雷达和通信都还难以抵御这样高强度的电子干扰。

为了在有限时间、有限空间里取得防空作战的胜利，必须要在这一空领域里获得制电权的绝对优势。除了提高己方雷达、通信的抗干扰能力外，应该采用比强敌更聪明的“灵巧”电子干扰，以攻为守，干扰、迷惑强敌的空袭兵器 and 抑制其战场态势感知能力，为国土防空作战提供有力的支持。

3 电子情报监测

如前所述，远程精确制导武器和远程奔袭的轰炸机是国土安全的主要威胁，对这些威胁的早期发现和预警是国土防空的首要任务。因此，构建一个陆、海、空、天一体化的电子情报监测网，日夜监视对国土安全构成威胁的目标，以便预先作好反击来袭巡航导弹和轰炸机等作战飞机的战斗准备。

利用侦察卫星、海洋监视卫星在太空构建一个远程电子情报监测网。从太空监视周边有关国家军队的电子情报、部署情况和军事活动情况，尤其要重点监视巡航导弹发射平台的活动和远程轰炸机的起降情况，尽早发出预警信号。

利用预警飞机、电子侦察飞机、电子情报侦察船和系留气球或飞艇载的电子侦察设备，组成中程电子情报监测网。能够监测国境外、来袭方向飘忽不定、飞行高度又低的巡航导弹。特别是在国界附近布放携带雷达或红外探测器或雷达侦察设备、通信侦察设备的系留气球，以便连续不断地监测威胁国土安全的目标。对从海上发射的巡航导弹，



更要及时发现及时预警。这既是历史的教训，也是现实的威胁。翻开中国的近代史，可知西方列强包括日本都是海上入侵我国的，现在，美军的太平洋舰队常出没在我国领海附近，有时还会闯入台湾海域。因此，监测海上的威胁目标尤为重要。

利用岸基防空雷达网、岸基雷达侦察网、车载机动式侦察站和侦察无人机等组成近程电子情报监测网。能够实时捕获、跟踪来袭的巡航导弹和作战飞机，并为防空拦截的软、硬武器提供目标的运动参数和电子信号参数，引导电子干扰系统进行欺骗、迷惑干扰，或引导防空导弹和火炮将其摧毁。

由此可见，构建相互无缝联接的3层电子情报监测网，能够有效地对国土安全构成威胁的目标进行监控和侦测，及时获得目标运动参数或电子情报参数，并能安全可靠地传送到陆基情报处理中心。经过信息处理、信息融合，凝练出用于国土防空的战略情报和战术情报，为防空作战决策提供情报保障。

显然电子情报的获取和反获取始终是电子情报战的焦点。即使在平时时期，斗争也是十分激烈的。因此，除了采用3层电子情报监测网，确保己方能有效地获取敌方的电子情报外，还应采取有效措施抑制敌方获取电子情报的能力。

4 阻断敌方情报获取

从海湾战争到近期的伊拉克战争，都充分显示了情报战的重要。早在战争还未开始的时候，美军就动用了从侦察卫星，侦察飞机到特工人员的全套侦察手段，昼夜不停监视伊拉克的军队部署，测定指挥中心、通信枢纽和防空阵地的位置，并用侦察无人机和派往伊拉克的特工进行确认，为美军进行空中打击提供可靠的情报。在情报战上，伊拉克显然处于劣势，这必然影响到战争的结局，实践表明，情报战失利，整个战争就会必败无疑。

因此，千方百计地阻断敌方对电子情报的获取，破坏敌情报的安全传输，抑制敌方获取情报的能力，将会成为情报战的关键。采用电子干扰、信息伪装和电子佯动等措施将会有效地阻断或扰乱敌方获取有效情报。

电子干扰。针对不同的对象，可采用不同的措施。对敌电子侦察卫星采用卫星地面干扰站进行干扰。卫星地面干扰站产生足够功率的宽带干扰信号，当敌卫星经过我国上空就对其辐射干扰信号，使敌卫星上的电子侦察设备无法正确侦收电子情报。当具有成像功能的卫星飞越我国上空时，也应用卫星地面干扰站，产生假目标干扰，迷惑、欺骗卫星上的成像设备，使卫星上的成像设备无法窃取地面真实目标的情报。

在敌预警飞机或侦察飞机对我沿海地区进行侦察时，使用机载电子干扰设备或岸基机动干扰站，对其进行干扰，使其电子侦察效果大大降低。

信息伪装。可以人为地施放虚假的电子信息或失真的信息，也可在离重要军事目标一定距离的地方，利用仿真模型，巧妙地布置成具有电磁特征和红外特征的军事目标，或者采用电磁伪装和光特性伪装，改变重要军事目标的原有电磁特性和光电特性，扰乱、迷惑敌方对情报的获取。

电子佯动。在作战的次要方向，频繁地按电子作战序列辐射电磁信号，造成这个作战的次要方向集结了大量军事准备、组成了强有力的防空体系的假象，掩护己方的真实作战意图，使敌方攻击方向失误而贻误战机，使己方能有效地组织防空作战。

总之,多种干扰措施综合使用,才能阻断敌方对我情报的获取,才可能组成防止电子情报被窃的安全屏障。

5 末端防御

防空作战一直是现代战争的主要作战形式。国土防空是防空作战的首要任务。根据近期多次局部战争的经验,国土防空作战的任务主要是抗击远程精确制导武器,如“战斧”巡航导弹,和远程奔袭的轰炸机及其它作战飞机。为了有效地防御这些对国土造成严重威胁的兵器,组建远程、中程、近程防御网是十分必要的。

远程防御网。利用地对地或地对舰或空对地战术导弹,攻击巡航导弹的发射平台或远程轰炸机的机场,彻底摧毁导弹发射能力和飞机出动的能力。

中程防御网。利用地对空导弹或空空导弹或舰空导弹,攻击在中段飞行的巡航导弹或正在奔袭途中的作战飞机,防御威胁目标在国界之外。

近程防御网,也称末端防御,这是国土防空的主要作战形式。

巡航导弹这类精确制导武器和各类作战飞机,命中目标的能力离不开雷达制导、雷达跟踪、指令制导、激光制导、红外跟踪、GPS 定位和高度表的控制。采用专用而智能的干扰措施,对巡航导弹作战飞机的战场传感器和姿态控制传感器进行干扰,就能使其在错误的参数控制下造成控制失灵、高度失控、定位失误和指令中断。使巡航导弹和飞机偏离选定的目标,使其作战效能大大降低,甚至会陷入防空火力网中而被击毁。

在末端防御中可综合采用雷达干扰、GPS 干扰、高度表干扰等措施。

雷达干扰。使用无人干扰飞机或机动式车载干扰站,对雷达末制导的巡航导弹和作战飞机进行“灵巧”的欺骗干扰,使其无法正确地捕获跟踪目标。在使用无人干扰飞机时,可采用噪声反弹式干扰或激光漫散式干扰,使巡航导弹上的电子信号传感器或光电传感器失灵,使巡航导弹无法捕获目标而失效。

GPS 干扰。使用机动的 GPS 干扰器,破坏巡航导弹的定位功能,使其无法命中目标。

高度表干扰。使用分布式高度表干扰机,布放在巡航导弹入侵的航路上,形成高度表干扰阵,对飞行中巡航导弹的高度表进行干扰,使高度控制失控。这个分布式高度表干扰阵,就如布放的“电子地雷”,只要巡航导弹飞入这个“电子雷区”,就会触动高度表干扰机工作。当有一个高度表干扰机发射干扰后,其它的高度表干扰机将会按照设定的程度依次工作,发射干扰信号,确保巡航导弹在飞行航路上多次受到干扰,提高对高度表干扰的效果。

多种干扰措施综合运用,将会提高对巡航导弹末端防御的效果。与此同时,应与硬武器相互配合协同作战,充分发挥防空导弹和防空火炮的作用,共同抵御来袭的巡航导弹和空袭的作战飞机,保卫国土安全。

6 结束语

综上所述,面对强敌咄咄逼人的战略态势,尽早做好防御巡航导弹这类精确打击武器对领土、领空的威胁,将是国土防御战场建设的重要任务。

雷达对抗仿真试验中的信号模拟

陈汉明

中国船舶重工集团公司第 723 所 225001

【摘要】雷达对抗仿真试验系统中的电磁环境模拟是其重要组成部分。本文阐述了雷达目标回波、杂波环境、有源及无源干扰等仿真信号的数学模型,并介绍了产生上述仿真信号的模拟器的组成及工作流程。

【关键词】电子战 雷达对抗 仿真试验 信号模拟

1 引言

雷达对抗仿真试验具有费用低、重复性好及能模拟各种复杂电磁环境等特点,因而在现代雷达及雷达对抗设备的研制生产过程中发挥着越来越重要的作用。仿真试验手段可用于对雷达及雷达对抗设备进行性能评估和产品鉴定,雷达对抗仿真试验系统有注入式和辐射式两种,辐射式仿真试验须在微波暗室中进行。注入式仿真试验系统由电磁信号环境模拟,波束形成及注入网络,信号和数据录取及主仿真计算机等分系统组成。辐射式仿真试验系统由电磁信号环境模拟、天线阵列及馈电控制、信号和数据录取及主仿真计算机等分系统组成。不管采用何种仿真试验系统,信号环境模拟都是其重要组成部分。在进行雷达干扰及抗干扰仿真试验时,需要模拟产生雷达目标回波信号,各种干扰信号及杂波环境信号以形成测试雷达抗干扰能力的真实电磁环境。

2 仿真信号的数学模型

2.1 雷达目标回波信号功率

雷达接收到的目标回波功率为:

$$P_{rx} = \frac{P_t G_t^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 R^4} \quad (2.1)$$

式中: P_t : 雷达发射功率

G_t : 雷达天线增益

λ : 雷达信号波长

R : 目标与雷达之间的距离

σ : 雷达目标平均散射截面

几种典型目标的 σ 值如表 1 所示。

表 1: 典型目标的 σ 值