

海湾战争中的电子战剖析

北京电子系统工程研究所 吴欣

摘要 本文从海湾电子战的实况出发, 分析了海湾战争的特点, 强调了电子战对夺取电磁优势和制空权的举足轻重的作用, 介绍了海湾电子战采用的典型作战模式, 通过交战双方电子战兵力态势的对比分析了伊拉克失败的原因, 认为最根本的原因是伊军电子战兵力处于绝对劣势。

主题词 电子战, 侦察电子干扰, 反干扰, 隐身, 反辐射导弹。

An Analysis of the EW in the Gulf War

Wu Xin

Beijing Institute of Electronic System Engineering

Abstract: In this paper, the features of the Gulf War, the role of EW in seizing EM superiority and air domination, and the typical operation mode of EW, are analyzed from the EW situation in the war. The military posture of the two belligerent parties in EW is compared, and the reasons that Iraq was defeated are analyzed. The prime reason thereof is that the EW military strength of Iraq was in absolute inferiority.

Keywords: Electronic war, Reconnaissance, ECM, ECCM, Stealth, ARM.

一、海湾战争的特点

海湾战争是第二次世界大战后投入新式武器种类最多、技术水平最高、规模最大、综合协调性最强的现代高技术战争。海湾战的多国部队一方集中运用了当代最先进的武器和科学技术, 是集“海、陆、空、天、电子战”为一体的现代多维战争。

· **导弹战**——美伊双方, 特别是美国为首的多国部队, 发射的导弹数量之多, 型号之新、技术之先进是战争史上罕见的。导弹战以 1991 年 1 月 17 日凌晨首轮空袭发射约

100 枚 BGM-109C 型舰射“战斧”式巡航导弹, 并伴有大量的“电子战导弹”而实施“无人临空”攻击拉开序幕。出于战略和战术意图, 伊向沙特和以色列发射了“飞毛腿”导弹。在这次海湾战争中, 导弹战作为现代战争的有效手段和高技术象征贯穿此次战争的始终。

· **隐形战争**——海湾战争中高技术的第二个象征是以无声无形的电子侦察、电子轰炸和电子打击为前锋, 以致于伊拉克人还没有看到轰炸机和导弹的到来, 隐身飞机

收稿日期: 1991 年 3 月 25 日

F-117 就已经悄然飞抵巴格达上空,投下第一颗炸弹,精确命中电话电报大楼。这确是一场“隐形”的战争。

· 电子战——电子战没有战时与平时之分,海湾的电子战早在 1990 年 7 月之前就已开始,并贯穿于海湾战争的始终。电子战并不是单项技术和单个装备,是综合了电、磁、光等多项技术,具有系统配套性和一体化的概念。电子战是军力的倍增器,海陆空兵力的延伸,国家财产的保护器,它对夺取战场的制电磁权,而后才能夺取战场的制空权起到举足轻重的作用。海湾的战况充分显示了电子战的真正胜利。

历时 42 天的海湾战争,多国部队一方共出动飞机 11 万架次,被击毁率仅万分之几。创第二次世界大战以来,空袭飞机损失率最低的记录,电子战起着关键的作用。

分析海湾电子战交战双方的经验和教训,针对国情找出差距,提出对策建议,这将对我国武器装备技术的发展产生深远的影响。本文就交战双方的电子战态势、海湾电子战主要模式作一分析,并讨论伊失败的原因。

二、海湾战争中的 电子战作战模式

海湾战争实际上是美国近年来正在逐步形成的在空袭体系方面的一体化电子战作战体系新概念的试验场。该一体化电子战作战系统是把光、电侦察,电子干扰和反辐射导弹实体摧毁及隐身飞机的隐蔽、低空突防等系统综合在一起而构成从地面到空间遍及整个战场,并有相当纵深的电子战网。它被用于全面压制伊方的 C³I 系统和所有的防空雷达,降低其作战效率,为多国部队的高速进攻创造有利条件。海湾战争再次表明,电子战已超越现代战争的保障范围,而向直接的军事打击力量发展。电子战作为现代高技术

战争中攻、防兼备的重要电子兵器已为各国军事家所公认。这场海湾战争也向我们提供了现代电子战的典型模式。

1. 光电侦察——准确摸清敌方电磁活动情况和重点攻击目标,为战斗做好准备

早在海湾风云前夕(1990 年 7 月),美国利用 KH-11 照相卫星和系留气球雷达观察到伊方对科威特入侵前的军事行动:关闭数月的伊“大王”雷达突然于 7 月 29 日开机;随后情报证实,几万名伊军及后勤活动向伊科边境推进,大量的陆路运输和直升机飞往伊科边界;伊对科威特入侵开始,伊军越界时,荧光屏出现一条亮回波线持续 10-15 分钟,于是发出警报,使科威特的埃米尔家族及科威特政府及时撤离。几小时后,美就向海湾调动卫星地球站及机动通信设备,开始执行“沙漠盾牌”行动,建立海湾与五角大楼的通信。

在海湾战争的准备阶段,以美国为首的多国部队快速调动,综合利用多种卫星、高空侦察机、预警机和地面监听站多种侦察手段,组成一体化的立体战术情报侦察系统,实施多方向、多层次的普查与详查相结合的情报侦察和监视,查清并绘制伊拉克各种军事设施详图,掌握战略和战术目标(总统府大楼、C³I 指挥中心、导弹发射场、飞机场、生化武器和核设施等)的地理坐标,截获收集并破译伊军各种情报,摸清从高频,甚高频特高频通信到各种频段雷达的工作频率、波形等参数,将这些信息传到地面指挥中心,经处理后存贮于计算机情报数据库中,并对各种目标进行预先威胁分类、排队和定位为军事决策、制定作战方案及统一协调指挥多国部队的作战行动提供精确情报和作战支援保障。

战时,这个航天·航空·陆基一体化的多功能综合立体情报系统随时都在监视伊拉克和科威特的最敏感地区,随时报告部队、坦克集结或导弹发射场的活动及各种无线电

波的发射、传递等情况。侦察卫星拍摄的数字照片通过通信卫星传到地面处理中心,经计算机处理分析得到查明情况的有效数据资料,又经其它通信卫星传到沙特阿拉伯指挥中心。整个过程只需 10 至 60 分钟。

正是靠这种高科技的军事侦察手段的支撑,使美国为首的多国部队摸清了伊方的通信、雷达、电视广播等所有电磁波谱信号,对其分类,威胁排队,将干扰发射机的频率对准伊军的各类预警、目标指示引导、炮瞄、制导雷达和 C³I 通信系统的工作频段,同时轰炸战斗机、B-52 战略轰炸机、电子战飞机以及隐身战斗机和“战斧”巡航导弹都做好相应的出击前的战备工作。

2. 电子轰炸——实施强大的电子干扰,压制伊方防空武器

在首批大规模空袭之前 5 小时,几十架专用电子战飞机 EA-6B (美海军)、EF-111A (美空军) 升空,对伊雷达和通信设施实施强功率的阻塞式多种干扰,一场电子战在各种武器开动前率先展开。很快就使伊军通信中断,雷达迷盲,荧光屏一片雪花,操作手根本看不见飞越伊领空的飞机。同时,专用电子战飞机还布撒箔条干扰走廊,使伊军雷达很难为高炮和地空导弹部队指示目标,进一步压制伊方防空武器,顺利掩护各种轰炸机、战斗机深入战区。轰炸机、战斗机还自载箔条/红外干扰投放器根据战术需要撒下大量的箔条干扰丝、铝箔片和红外干扰弹,以迷惑和欺编伊方的防空雷达,有的雷达虽显示出飞机的“回波”信号,但却都是一些干扰形成的“假目标”。从而使伊方的飞机无法起飞,地空导弹武器成了聋子和瞎子,指挥通信被切断,连广播电台也听不清了,一片电子混乱。直至空袭结束后 10 分钟,专用干扰飞机 EA-6B 和 EF-111A 才返航。

EA-6B 和 EF-111A 专用电子战飞机上分别载有目前世界上最大的战术噪声干扰

机 AN/ALQ-99D 和 ALQ-99E。它们的有效辐射功率是 10 千瓦,相当于 16 部 SA-2 雷达的平均辐射功率的强度,可干扰 200 至 300 公里范围内,频率覆盖 30MHz ~ 18GHz 的全部预警、测高、地面截击、引导、探测及火控制导雷达。

因此几十架这样强大的电子战飞机实施电子干扰——辐射强功率的噪声电磁波,又称之为电子轰炸,足以阻塞压制伊防空网达到软杀伤的目的。据报道,沙漠风暴的头 24 小时出动的约 2000 架次飞机中大部分是电子战飞机 EA-6B、EF-111A 和反雷达飞机 F-4G。据称,“美军轰炸巴格达的首批编队飞机群中就至少有两个中队的电子战飞机”,一是执行远距支援干扰,形成宽频段的电子干扰屏障掩护;二是执行近距支援干扰和突防护航/随队支援干扰。实施多方向、多层次的电子轰炸(即干扰),软杀伤武器掩护硬杀伤攻击任务的完成,两者缺一不可,这再次被海湾电子战所证实。

3. 电子攻击——软杀伤、硬摧毁双管齐下,反雷达“野鼬鼠”飞机(F-4G)和反辐射导弹荣立战功

专用电子干扰飞机 EF-111A 和 EA-6B 作为先导实施强大的电子干扰,使伊军的通信中断、雷达迷盲、武器失控、指挥瘫痪,造成暂时的软杀伤。接着电子战反雷达飞机 F-4G 在 EF-111A 或 EA-6B 的远距支援干扰掩护下飞入战区,其任务是先于已方攻击机或者与其混合编队出航,专门压制和摧毁敌方防空雷达阵地(或兼为其它对地攻击机群指示目标位置),为后续攻击机群突防扫清道路。它对降低在实防轰炸过程中攻击机的损失率起到重要作用。

F-4G 飞机装备了对敌方的地面防空系统电磁辐射源进行探测、识别、定位、压制或摧毁的专用电子设备,装备了侦察告警——干扰——摧毁一体化的先进电子战系统,可挂载以反辐射导弹(“哈姆”、“标准”、

“百舌鸟”)为主的空对地攻击武器。

“野鼬鼠”反雷达电子战飞机比专职电子战飞机更具有独特长处,它完成任务的方式是除了执行实时侦察告警、干扰任务的同时,还执行发射反辐射导弹和其它空地攻击导弹、炸弹,把敌方防空雷达阵地摧毁,直接造成减少对方雷达装备数量的战果,即称为硬杀伤。

以“哈姆”(HARM)为主的反辐射导弹除了挂载在特种电子战飞机 F-4G 上之外,还已装备于各种先进战斗攻击机 F/A-18、F-16、F111A、A-4、5、6、7 等飞机上,执行摧毁对方,保卫自己的任务。

这次海湾战争中,美国的 F-4G 发射了 AGM-88A“哈姆”和 AGM-45“百舌鸟”反辐射导弹,AH/64A 攻击直升机发射了“侧兵”(SIDEARM)反辐射导弹,英国的“旋风”GRJ 飞机发射了最新式的“阿拉姆”(ALARM)反辐射导弹,一举摧毁伊方防空雷达阵地和通信设施,立下赫赫战功。

首批 1300 架次飞机空袭的前锋是最先进的 AGM-88A 高速反雷达导弹。这种导弹有两种使用方法,一是飞行员在空中先锁定目标后发射,另一是盲目发射,无定向飞行,在不给予指令情况下,由导引头本身探测各种威胁信号,自主捕获目标,自动寻的攻击。它以 2M 速度俯冲,可飞行 20 公里,只要雷达工作几秒钟,就可能被发现和摧毁。

4. 隐蔽突防——隐身飞机 F-117A 首次发挥优势

投下海湾战争第一颗炸弹的飞机是首次飞往巴格达上空的 F-117A 隐身战斗机。

1 月 17 日美出动 30 架 F-117A 隐身战斗机,对伊拉克防空能力最强的 80 个目标进行轰击。据报道,它投下的激光制导炸弹准确无误地落在伊拉克总统府屋顶上,作战效果明显,整个空袭过程中,伊方雷达网根

本没有发现这种隐身战斗机,结果全部安全返回驻地。

与此相反,在实施低空轰炸中,“旋风”战斗机损失率高,截止到 1 月 21 日已被伊拉克防空武器击落 8 架。据分析,除了战术原因外,“旋风”式战斗机没有隐身能力也是重要原因。英国不得不将它撤换,而改用高空轰炸的“海盗”式飞机。

可见,为达到战术上的突然性,采用局部隐身或全隐身的轰炸战斗机遂行隐蔽突防,将具有明显的优势。

5. 电子欺骗与自卫,确保自身的安全

现代战争中,轰炸战斗机和攻击机升空执行战斗任务,自带干扰机已是普遍规律,没有自卫电子战装备的飞机是不允许服役的。

这次海湾电子战中使用的 AN/ALQ-131、ALQ-126、ALQ-137、ALQ-119 等都是噪声/欺骗双模干扰机,用于欺骗/迷惑伊方的防空高炮火控雷达,引导雷达及地空导弹制导雷达,以保卫载机安全执行轰炸和攻击等战斗任务。这些干扰机可载在 EF-111A、EA-6B、F-4G、F-16、F-15、F-111、A-7、10、F-4 等飞机上。

箔条干扰/红外干扰弹投放器在这次海湾电子战中也得到广泛使用。EA-6B 电子战飞机上内装的 AN/ALE-29A 箔条/红外干扰弹投放器,一次可携带 60 枚 RR-129 箔条弹或 MK-46 红外干扰弹,用来形成干扰走廊或中近红外频段的点源假目标,使伊军的 SA-7B、SA-9、SA-13 等低空近程 1~3 μ 、3~5 μ 波段的红外寻的制导导弹的攻击失效。B-52G/H 战略轰炸机上除自带各种电子告警、干扰机外,还带有 AN/ALR-21 红外告警器、AN/ALE-24 箔条/红外干扰弹投放器、RR-119 型红外干扰弹和 AN/ALA-34 红外干扰弹以及 ACOM 先进光学干扰吊舱

(激光干扰系统)等。其它如 A-4、A-6、A-7、F-4、F-15、F-16 等攻击机和战斗机以及 AH-1、UH-60“黑鹰”武装直升机、F-111F 轰炸机等均自带箔条/红外干扰弹投放器,战时,根据战态需要,投射箔条干扰弹或者红外干扰弹以欺骗并迷惑敌火控跟踪/制导雷达及防空导弹,同时配合战机的机动飞行,以保障战机安全执行任务。

6. 伪装和假目标

美军虽然在航天、空中和地面都有“耳目”,装备并使用了十分先进的武器和运载平台,原打算短期内就能摧毁伊拉克共和国卫队的 50%、击毁伊军的绝大部分作战飞机,使伊军指挥体系和通信系统失灵等目标远未达到。其主要原因就是伊拉克重视对作战武器的伪装并建立众多假目标。伊拉克早在海湾冲突爆发之前就向法国巴拉居达新工业公司购买了数十公顷可以掩饰战争器械的伪装网。这种伪装网可以发回一种被掩饰物体经过改变的雷达反射波,伪装网的颜色可适合于这个国家的环境,达到伪装和保护之目的。

伊还向法国买进许多假坦克,这些假坦克都是仿照苏联 T-72 型和法国 AMX-155 型坦克制造的,可以充气并具有“一种相似的轮廓外形和一种雷达与热能信号”,“它们在必要时可使敌方相信这些模拟装备的确实存在”。此外,伊拉克还用胶合板、纸板和塑料制造了许许多多的假坦克,假飞机以及空军基地和导弹发射架等。这些假目标安装有无无线电发射器,可发射出与真的导弹发射架相同的电子信号。

由此,伊拉克靠着巧妙的伪装、坚固的地下掩体和难以识别的假目标,顶住了多国部队前 10 天的猛烈轰炸,保存了大部分军事实力,尤其伊不断向沙特和以色列发射“飞毛腿”导弹,使美军感到头痛。

7. 精确制导与反制导是电子战的重要方面

海湾战争中,交战双方均动用了大量的精确制导武器,在攻击重要军事目标中发挥了突出作用。因此,精确制导与反制导也就成为电子战的一个重要方面。

“爱国者”、“战斧”和“斯拉姆”导弹首次在海湾实战使用,它们的精确制导方式都有独到之处。

“爱国者”地空导弹系统采用的是“预置程序制导+指令制导+经导弹跟踪的 TVM 制导”的复合制导体制。“爱国者”的一部相控阵雷达 AN/MPQ-53 能同时完成对目标的搜索、识别、跟踪、照射目标、制导导弹和电子对抗的任务。与用多台单功能雷达的地空导弹系统“霍克”和“奈基-II”及 SA-2、SA-3 等相比,它捕捉目标过程短,实时性强,准确性高,作用距离远达 160 公里,可同时监视 100 多批目标,制导 8~12 枚导弹,其中 3 枚处于 TVM 制导段。“爱国者”系统采用全相参脉间频率捷变技术,在大约 12% 的相对带宽内有 160 个频率点,其频率的跃变完全可以做到随机性,因此被预测的概率极低。-45dB 的极低旁瓣天线具有良好的空间滤波特性和高平均发射功率、脉冲压缩、先进的信号处理技术、灵活波位的快速搜索及辐射控制技术,还配有“闪烁”诱惑系统……等等。使“爱国者”具备优异的电子对抗性能,它能对付美国空军目前装备的及今后可能装备的所有电子干扰设备,并具备抗 ARM 能力。这次海湾战争中,“爱国者”屡屡击中伊拉克“飞毛腿”导弹,出尽了风头。

“斯拉姆”(SLAM)导弹是美国通用动力公司为主研制的新型红外中远程对地攻击导弹(“鱼叉”改型),它使用卫星导航与红外摄像融为一体的制导方式,装备在 B-52、FB-111 战略轰炸机和 A-6E 攻击机上,飞机在远离目标 80 公里处发射“斯拉姆”导弹,由飞机机上人员引导,命中误差只有几平方英尺。1 月 21 日,一架 A-6E 攻击机

载着两名机上人员,从红海“萨拉托加”号起飞,在飞至伊拉克海岸,发射4枚五百磅重的“斯拉姆”导弹,击中沙漠深处一重要通信中心的大门。

可见,伊拉克在精确制导和反制导方面也均处劣势。

三、交战双方电子战态势分析

1. 以美国为首的多国部队一方的电子战兵力强度

(1) 航天、航空、陆基一体化立体多功能综合情报侦察系统

1. 航天: 12种50余颗军用卫星,包括有: 电子侦察卫星、光学侦察卫星、预警卫星、雷达成像卫星、导航定位卫星、通信卫星等,另有DSP导弹预警卫星,它可为波斯湾地区的盟军提供伊拉克“飞毛腿”导弹攻击的90秒预警时间。

2. 航空: 有间谍侦察机U-2和TR-1A; 无人驾驶侦察机和无人飞行器; F-15和RF-4C战术战斗侦察机; E-2和E-3型先进的预警机共34架以及EC-130、E-135飞机和EH-160直升机等承担多层次的多功能的战略、战术和战斗情报侦察任务。同时,美国将仅有的尚未鉴定定型的“联合监视目标攻击雷达系统”(Jstars)的试验样机(E-8A)于一月中旬派往海湾,用来监视地面低速运动的目标(坦克、大炮、“飞毛腿”导弹等),并及时将信息传送到地面部队和空军指挥员,然后用相应的空地或地空攻击兵器将目标摧毁。

3. 陆基侦听站和地面指挥数据处理中心。

4. 使用多种通信装备手段: 包括通信卫星,高频、甚高频通信,新型的地面机动指挥中心和新一代野战电台。

以上构成了完整的有机的海湾战场的

C³I网,统一协调指挥28个多国部队的作战行动,取得节节胜利。

(2) 美国三军部署在海湾的电子战兵力

1. 陆军: 美陆军将电子战作为合成军队的重要作战手段之一,在军、师(含独立旅)两级编有专业的电子战情报部队。其中军一级或个别野战集团军编有一个“军事情报群”,它配有车载或机载的通信、雷达侦察设备(TSQ-112, 109; USQ-9(V), ALQ-133, APR-39(V))和通信干扰设备(TLQ-15, ALQ-150, ULQ-11); 在机械化步兵师、装甲师、空中突击师、空降师等配有一个“军事情报营”,装备有通信、雷达、激光侦察告警设备、导弹告警设备(ALQ-156); 通信、雷达干扰设备以及光电干扰设备,它们分别可车载或机载。

2. 空军: 专用电子战飞机EF-111A是1983年底交付使用的,它是90年代世界上最先进的电子战飞机,现有42架,装备2个中队,布署海湾16架。该机携带的电子战设备有: ALQ-99E、ALQ-137、ALR-62、ALQ-130、QRC-536、ALE-40、ALE-23。其核心设备是10部内装式ALQ-99E噪声干扰机。此外还有

· EC-130H“罗盘呼叫”通信干扰飞机若干架。

· F-4G“野鼬鼠”反雷达飞机40架。

· F-117A隐身战斗机30多架。

· 世界上最先进的E-3C/D空中预警机5架。

· “联合监视与目标雷达攻击”系统E-8A飞机1架。

· 各种轰炸机,制空战斗机和攻击机都装备大量的先进自卫电子战设备(具体设备略)。

这些电子战飞机和装备覆盖了伊、科全境和海湾地区的通信、雷达、情报等电磁网,在战区足以为美军对伊拉克的空袭和地面进攻提供强有力的电子干扰屏障和自卫干

扰或欺骗。

3. 海军：此次海湾战争中，美首次打破了海军通常情况下只动用 1/3 航母战斗群进行部署和实施作战行动的惯例，在海湾附近水域中云集了 6 个航母战斗群共 100 艘大型舰艇，每个航母战斗群均配备有舰载机联队，每个航母舰载机联队有 F-14A，A/F-18，EA-6B，E-2C，S-3A 等飞机

70~90 架，同时在航母、各类战舰以及各种舰载战斗机、攻击机、反潜机中均装备有相应的侦察、告警设备，有源和无源干扰设备。

EA-6B 是美海军的专用电子战飞机，每艘航母战斗群配备 EA-6B 4 至 5 架，组成一个专用电子战飞机中队。

海湾战争中使用的反辐射导弹见表 1。

表 1 海湾战争中使用的反辐射导弹

型 号 性 能	哈 姆 (美)	百 舌 鸟 (美)	阿 拉 姆 (英)	侧 兵 (美)
弹长/弹径/翼长(m)	4.20×0.25×1.03	3.05×0.203×0.914	4.06×0.23×0.73	2.9×0.127×0.64
最大射程(km)	>40	45	37	~5
最大速度	M=3	M=2	M=2	M=2.5
发射重量(kg)	362		200	84
战斗部	高爆破片杀伤式战斗部，70kg，FMU-111 型激光近炸引信	破片杀伤战斗部，总重 67kg，破片 20000 块	高爆破片杀伤式战斗部，激光近爆引信+触发引信	
发射高度(km)	载机飞行的任意高度	1~10	载机飞行的任意高度	
有效杀伤半径(m)		50~60(对人员) * 5.2(对无装甲暴露设施)		
制导方式	惯性基准装置+宽带被动雷达寻的制导 (AGM-88A)	单脉冲被动雷达寻的	宽带被动雷达寻的制导	宽带被动雷达寻的制导
频率覆盖范围	0.8~20GHz		2~20GHz	
抗干扰措施	复合制导，宽带导引头	记忆	复合制导，宽带导引头	宽带导引头
装备机种	F-4G，EA-6B，EF-111A，A-4，F A-18 A-4，5，6，7 等	F-4G，EA-6B，EF-111A，F-16B，F-111A，F-100F，A-3，4，5，6，7 等	“旋风”、“美洲虎”、“掠夺者”，直升机等	AH-64，F-4G

综上所述，以美国为首的多国部队对伊方实施海、陆、空、全方位、多层次、多手段的强大的电子战威慑，严重干扰、压制并摧毁伊防空网，导致伊军雷达通信中断，雷

达迷茫，指挥失灵，武器失空，作战飞机不敢升空迎战，防空火炮只有盲目射击，而遭惨败。

2. 伊拉克的电子战兵力的劣势

号称“中东军事强国”的伊拉克虽然拥有比较完整的防空火力体系：有中高空、中程的 SA-2，中低空的 SA-3、SA-6，低空近程的 SA-8、SA-9、SA-13，还有“罗兰特”和肩射 SA-14，以及抢来的“霍克”等防空导弹（性能见表 2），覆盖空域为高 10~22000m，射程 45~32000m；除此之外还有大量的防空火炮和 700 余架作战飞机。但是，它们大都属单一的无线电指令制导体制，是 50 至 60 年代的产品，雷达属传统模式：脉冲式、窄带、机械扫描和单基地体制，天线的旁瓣电平高，无动目标处理和频率捷变技术，或者虽有，也是性能较差，总之，它们的四抗能力极差。它们所要对付的

目标是具有先进电子战性能和空袭飞行性能的 80 年代的目标。这些目标隐身性能 RCS 小，机动性高，能低空飞行突袭，饱和火力攻击和 ARM 硬杀伤摧毁，以及强烈的有源/无源干扰掩护和自卫迷惑欺骗等。对于 SA-2、SA-3、SA-6 等防空导弹的制导站的抗干扰弱点，美国早有深入的研究，战机升空前安装上有针对性的侦察、告警和各类干扰组合，致使伊军在严重干扰环境下，防空导弹的杀伤区大幅度缩小，例如：在强干扰下，SA-2 几乎没有作战能力，SA-3 的最大作战高度从 18km 降为 6km，最大射程从 25km 缩减到 12km，从而退缩成一种低空近程地空导弹。

表 2 苏联地空导弹性能

北 约 命 名	制 导 方 式	最 大 速 度 (马赫)	最 大 / 小 距 离 (千米)	最 大 / 小 高 度 (千米)	杀 伤 半 径 (米)
SA-2“导线”	RC	3-3.5	35-50 / 7-9.3	28 / 1.5-4.5	
SA-3“小羚羊”	RC	3.5	18-29 / 2.4-6	12.2-18.3 / 1.5	12.5*
SA-6“有利”	RC / SAH	2.3	30 多 / 4	18 / 0.03	5*
SA-7“杯盘”	IR	1.5-1.95	3.5-5.6 / 0.045	1.5-4.3 / 0.023-0.15	
SA-8“壁虎”	RC	3.0	12 / 1.6-3	13-19 / 0.045	5*
SA-9“灯笼裤”	IR	2.0	6.5-8 / 0.56-0.8	5-6.1 / 0.015-0.02	

RC: 无线电指令 SAH: 半主动寻的 IR: 红外 *: 对付 F-4 大小的低空目标

这里，我们以 SA-2 为例，分析一下 SA-2 的威力对隐身飞机 F-117A 的探测能力。表 3 列出了“SA-2”制导站对不同 RCS 飞行器的探测、跟踪能力。可见，“SA-2”对

隐身飞机 F-117A 的发现距离只有 15km，再考虑系统的反应时间和飞机的相对飞行距离，雷达只能望机兴叹了。

表 3 “SA-2”对不同飞行器的探测能力

飞机类型 性能	米格-21	B-1B 轰炸机	无人驾驶侦察机 AQM-34N	“飞鱼”	F-117A
雷达反射 截面积(m ²)	4	1	0.5	0.1	0.01
发现距离(km)	70	47	39	26	15
跟踪距离(km)	45	31.9	26.6	17.8	10

伊拉克防空雷达的抗反辐射导弹的能力如何呢?由于伊防空雷达大都是 50、60 年代的老雷达,没有探测、识别、告警 ARM 发射的设备,更没有配备 ARM 的诱饵引偏系统,因此它们根本没有抗 ARM 的能力。而对付 ARM 摧毁的最有效方法是攻击其载机,但“哈姆”ARM 的射程大于 40km,“百舌鸟”的射程也大于 45km,往往 ARM 的发射伴随着强烈的电子干扰掩护,由此,要求防空导弹在干扰条件下的拦截距离大于 45km 才行。而伊拉克正是缺乏这类高性能的中高空、中远程的防空导弹武器。

此外,伊军还缺乏大功率的对空干扰站,无法对作为空袭体系中 C³I 中心的预警飞机和飞机上的各类情报监视、导航、火控雷达实施干扰;更缺乏对空、对海的高灵敏度侦察告警设备、夜视设备、红外侦察/干扰设备等。

总之,这场海湾战争的电子战态势的力量对比上,伊拉克处绝对的劣势,导致空袭一开始,大多数防空导弹丧失作战能力,警戒雷达迷盲,引导截击雷达不敢开机,飞机无法升空,很快丧失了战场的制电磁权,进而丧失整个制空权。

3. 伊拉克失败原因分析

(1) 依赖进口的雷达和飞机、导弹装备很难组成先进的防空体系。现代防空体系的重要标志是其电子战的攻防兼备的高性能,而这又是各国武器装备的核心机密,属非出口型,因此,靠买是买不来防空体系的电子战优势的。

(2) 防空武器不配套,没有形成全空域

的防御体系。更缺少在强干扰条件下射击中高空目标的能力。也缺少在干扰下夜间作战的能力。

(3) 没有完善的 C³I 系统,缺乏高灵敏度的多种手段的侦察干扰告警设备,防空系统的抗电子干扰、光学干扰、抗 ARM、反隐身以及反侦察能力极差,无论是攻、防的电子战能力均处于绝对的劣势。

(4) 政治上为非正义,失道寡助,没有后援。

四、结束语

电子战是现代战争的关键手段,是崭新的军事打击力量。没有电子战的胜利就没有制电磁权,也就没有制空权,也就没有海上、陆上的作战主动权,从而也就没有战争的胜利。

电子战没有和平时期;平时,它是“顺风耳”、“千里眼”;战时,它是攻防兼备的双刃利剑,是效费比高的兵力倍增器。电子战与 C³I、精密制导武器构成了现代战争的三大支柱。进攻时,有效的电子战能使敌 C³I 失效,防空系统瘫痪,以保证攻击力量的突破。防御时,有效的电子战能使敌精密制导武器失灵,大大降低其杀伤概率,同时确保己方武器的作战效能和生存能力。

因此,攻防双方的电子战态势是技术、战术、人力、财力的较量,胜利总是属于拥有众多、先进的电子战兵器,并能正确使用电子战战术,以充分发挥电子战兵器威力的一方。

参 考 文 献

- [1] 新华社电信稿(英文版),1991.1.17~1991.1.28.
- [2] Flight International, January, 1991, pp. 9-15, 23-29.
- [3] Aviation Week & Space Technology, January 21, 29 / 1991.
- [4] Journal of Electronic Defense, September 1990.

- [5] 《战术导弹武器系统典型干扰环境分析》专辑, 航天电子对抗, 1986年3月。
- [6] 陆怡放, 姚青云, 吴欣, 《爱国者地空导弹武器系统抗干扰性能的探讨》, 1985年6月。
- [7] 吴欣, 《海湾战争中电子战——几点启示与对策建议》(内部资料), 1991年2月。
- [8] 翁祖荫, 《海湾战争中的雷达和它在防空系统中的地位和作用》(内部资料), 1991年3月。
- [9] 龚金植, 吕连元, 《海湾战争中美军电子战装备浅析》(内部资料), 1991年3月。
-

新型供暖供热系列微机仪表投入市场

为了配合国务院颁布的《节约能源管理暂行条例》的实施, 帮助各企事业单位搞好锅炉节煤计量验收工作, 航空航天部十七所用航天技术开发出了供暖供热系列微机仪表, 现简要介绍如下:

1. DAU 供暖参数计量采集器

用于锅炉供暖和集中供热网。功能是: 测量总供水、总回水温度和管网温度, 计算并累计所供出热量, 为解决外网温度冷热不均问题和节约能源提供指导。配接扩展箱可监测多点管网温度。

2. PCS-1 热力站可编程控制系统

用于集中供热网和锅炉供暖。功能是: 测量多种温度、压力、流量, 计算累计热量, 采用多种控制方式控制采暖、生活热水及空调, 以达到节能目的。具有报警、打印、通讯等功能。

3. PCS-2 热力站可编程控制系统

采用 PC 个人计算机有效地完成 PCS-1 的功能。

4. DMS-1 分布式供暖参数采集控制系统

采用分布式结构和个人计算机构成完整的供暖参数采集控制系统。

以上产品现正接受各方订货。生产以上产品的单位系航空航天部电子技术与控制研究所, 可承接各类计算机控制工程, 提供 STD 计算机接口板、PC 机接口板等, 愿竭诚为电力、化工、热力行业等部门提供服务。

单位: 航空航天工业部十七所 通讯: 北京市 2115 信箱 邮码: 100038

电话: 366202 3263311-371 联系人: 杨健 胡维俭