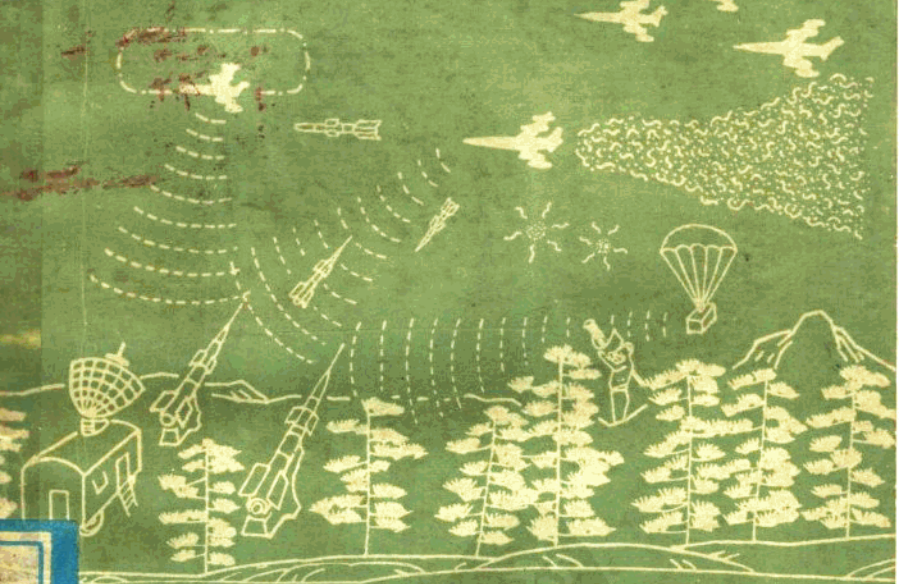




自然科学知识丛书



电子战

自然科学知识丛书

电 子 战

陶 望 平

陕西科学技术出版社

封面设计： 方鄂秦

自然科学技术丛书

电 子 战

陶 望 平

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 陕西省印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张3 字数46,500

1980年9月第1版 1980年9月第1次印刷

印数1—5,700

统一书号：13202·10 定价：0.27元

出 版 说 明

实现四个现代化是我国现阶段的中心任务。广大工农兵、青年、干部，迫切需要自然科学方面的普及读物。为满足这种需要，我们编辑《自然科学知识丛书》，陆续出版。

这套丛书，力求用辩证唯物主义和历史唯物主义观点，通俗地介绍数学、物理、化学、天文、地理、生物等方面的基础知识和有关新兴科学知识。由于我们水平有限，经验不足，难免有些缺点、错误，希望广大读者批评指正。

目 录

一	什么是电子战	(1)
	电子战的任務	(1)
	电磁波是什么	(2)
	电磁波譜的軍事用途	(5)
二	中东战争中的近代武器和电子战	(9)
	埃、叙在中东战争中的防空系統	(10)
	萨姆—6 导弹和雷达系統	(12)
	四管自行高炮打低空飞机	(16)
	萨姆—7 肩射导弹	(18)
	反雷达导弹	(20)
	冥河反舰导弹	(22)
	有线控制便携式反坦克导弹	(24)
	第三次中东战争中以色列获胜的原因	(26)
三	电子战是怎样进行的	(28)
	雷达的組成	(29)
	怎样侦察敌方雷达	(31)
	雷达警戒侦察接收机	(33)
	无源干扰	(34)
	角形反射器和反雷达伪装	(37)
	其他无源干扰措施	(39)
	有源干扰	(41)

	欺骗式有源干扰和投掷式干扰	(44)
	雷达的反干扰	(46)
四	电子战史片断	(49)
	日俄战争中的电子战	(49)
	第一次世界大战中的电子战	(50)
	第二次世界大战中的电子战片断	(50)
	诺曼府半岛登陆战役中的电子战	(53)
	对无线电通信和V—2导弹的干扰	(57)
五	电子对抗飞机和电子侦察卫星	(59)
	电子对抗飞机和电子侦察卫星的出现	(59)
	电子对抗飞机上的电子装备	(62)
	电子对抗飞机的干扰方式	(64)
	无人驾驶的电子对抗飞机	(68)
	电子侦察卫星	(71)
六	导弹预警卫星和核爆炸探测卫星	(75)
	导弹预警卫星的出现	(75)
	红外线和红外探测器	(77)
	六十年代发射的预警卫星	(79)
	七十年代发射的预警卫星	(80)
	核爆炸探测卫星	(82)
七	电子战和空间战	(85)
	空间战使用的拦击器和摧毁目标方法	(86)
	用激光打卫星	(88)
	用航天飞机俘获敌人的卫星	(90)
	电子战和航天军	(92)

一 什么是电子战

电子战的任务

什么是电子战？电子——这是人们看不见摸不到的东西，它难道能成为近代战争的武器吗？

所谓电子战，不是指电子能杀人，能击毁飞机、军舰、坦克、地面战壕堡垒之类的建筑物。而是说，随着军事科学技术的发展，现代电子技术已广泛应用于军事，如在火炮、坦克、飞机、舰艇、导弹、预警和侦察卫星以及军队作战联络和指挥等方面，大都使用电子技术装备。这些装备包括无线电通信、雷达、激光雷达、红外线侦察设备、无线电导航、军事电视和无线电遥控遥测等。这些电子装备的特点是向空间辐射或接收电磁波来进行工作，电子战就是利用这个特点来进行的。电子战是指战争中敌对双方彼此利用对方电子装备所辐射的电磁波，及时发现和准确测定对方电子系统的特性和位置，继而采取相应的有效措施，扰乱或破坏这些系统的正常工作，迫使敌方通信及上级指

挥命令的中断，引起雷达和导航设备的迷盲，导致导弹和火炮等武器控制的失效和瘫痪，最后造成敌方战斗力的削弱和丧失。此外，在电子战中还必须保护己方军事通信、雷达、导航和武器系统中电子装备的正常工作，使其不受敌方干扰或破坏而能充分发挥其效用。

因此，电子战的任务具有下列三个主要方面：

第一，搜集和分析敌方电子装备辐射出来的电磁波，这一般称为电子侦察，这是进行电子战首先要解决的任务。如果不知道敌方电子装备在辐射什么样的电磁波，那么又怎样能进行对它干扰和破坏呢？

第二，干扰对方电子装备的电磁辐射，使其部分或全部失效，这一般称为电子干扰。

第三，保护己方电子装备的正常工作和使用，免受敌方的干扰和破坏，这一般称为电子反干扰。

为了要理解电子战的任務和作用，首先必須認識电磁波是什么？电磁波谱的军事用途是什么？

电磁波是什么

军事上应用的通信设备、雷达、导航、军事电视和无线电遥控遥测（例如对无人驾驶飞机和导弹的遥控遥测等）都是利用电磁波来工作的，那么，我们来看一下波到底是什么呢？其实波并不是什么神秘的东

西,波是我们时时刻刻感受到的。例如我们眼睛看见的是光波;收音机和电视机所接收到的是无线电波,而光波和无线电波都是电磁波,我们就生活在波的世界里。

什么是波呢?我们以水波为例,水波大概是人们最常见到的波了。把石头投入水中的时候,波纹沿着平静的水面向四周成圆形前进,一部分升起,另一部分下沉,整个水面呈现着波纹的形式(如图1所示)。

波动的水面一方面上下摆动;一方面把波的运动向四周传播开来。波的一个最主要的特点,就



图1 水面上的波

是它能够传播。在白天我们能够看见物体,就是因为太阳的光波照射到地球的物体上,经过物体反射后传播到我们的眼睛里。

波还有一个重要的特性,就是具有波长。波的高升点叫做波峰,波的下降点叫做波谷,两个相邻的波峰或波谷之间的距离就叫做波长(如图2左所示)。

要完善地说明波,除了波长外,还需引入幅度和相位的概念。幅度指振动着的波的最大值,如图2中(右),B与D等都表示波的幅度。所谓相位是用

从 $0 \sim 360$ 度之间的角度来表示, 例如在图 2 中(右), A 点的相位角为零, B 点的相位角为 90 度, C 点的相位角为 180 度, D 点的相位角为 270 度, E 点的相位角为 360 度, 其他各点也都有相应的相位角。

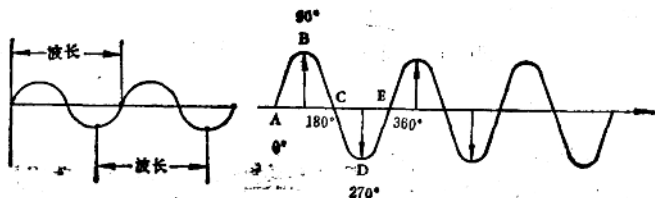


图 2 波长 (左) 和相位 (右)

水波的波长, 是由产生波动的振源振动的快慢来决定的。例如, 把一个小石块吊在线上去搅动水面, 如果石块上下运动的速度非常快, 水面上产生的波纹就密一些, 而它的波长就会短些。相反, 如果把石块上下搅动的速度放慢些, 水面产生的波纹就要疏一些, 但是, 它的波长却变长了。水波不是电磁波, 这里只是以水波为例说明波具有这样的特点: 波的长短与振动频率成反比例, 电磁波也具有这样的特点。

由上面的说明, 可以理解什么是波的频率了。频率就是每秒产生波动或振动的次数。如在水面上某一个固定地点, 数一数每单位时间共跑过去几个波峰或几个波谷, 这个数目便叫做频率, 时间的单位一般用

“秒”计。波的前进速度就是每单位时间内波跑过去的距离，即

波的传播速度 = 波长 × 频率

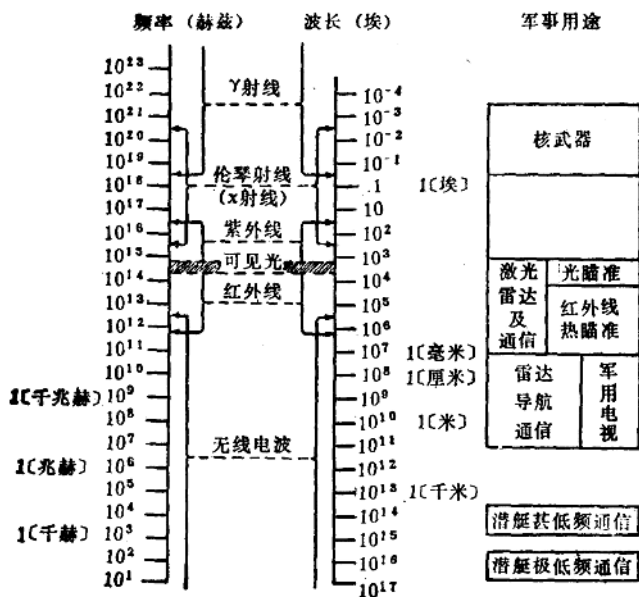
科学实验证明，电磁波的速度基本上是固定不变的，即等于光速，每秒约为30万公里左右。光波和无线电波都是电磁波，只是由于它们频率或波长的不同而分为两类特性不同的波而已。而且我们知道，光具有不同的颜色，这也是由于各种颜色的光具有不同频率的缘故。例如太阳光是由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七色构成的，红色光的波长最长，接近0.7微米（一微米是一米的百万分之一），紫色光的波长最短，接近0.4微米。

电磁波谱的军事用途

电磁波的频率以“赫兹”表示，这是频率的单位。每秒振动一次叫做1赫兹，简称赫，这个单位在实际应用中太小了，往往用千赫、兆赫和千兆赫表示。根据上述公式的关系，每一种频率的电磁波都有相对应的波长，波长的单位以米、厘米或毫米计，更短时以埃计。目前电磁波谱的军事用途可以下表列出：

在下表中，最左面所列的是电磁波谱的频率，单位以赫兹表示，指一秒钟内完成振动的次数或周数。每一个频率都有相应的波长，波长的单位这里以埃表

电 磁 波 谱 的 军 事 用 途



频率与波长的说明

频率——单位时间内完成振动（或振荡）的次数或周数。

赫兹——频率的单位。每秒钟振动（或振荡）一次称为1赫兹。

波长——波在一个振动周期内传播的距离。

埃——一种计量微小长度用的单位。

$$1 \text{ 埃} = 10^{-8} \text{ 厘米} = 10^{-10} \text{ 米}$$

示，1 埃 = 10^{-10} 米，列在表的右面。表的中间说明各频段或各波段的名称，例如频率大致在 10^{12} 赫兹以下一直到几十赫兹为无线电波，其中自 10^7 赫兹到 10^{11} 赫兹，

目前在军事上用于雷达、通信和导航设备上，军用电视信号的无线电传输也工作在这个频段之内。

从紫外线直到红外线是属于光谱的范围，可见光谱仅是其中很小的一部分，目前激光频谱包含自紫外线开始直到红外线，频率约自 10^{12} ~ 10^{18} 赫兹。可见光谱在军事上用作光学瞄准，亦即用肉眼观察和瞄准目标。红外线是看不见的光线，凡是发热的物体，由于温度的不同，会辐射出不同频谱的红外线，在军事上用作热瞄准之用，在防空导弹头上往往装有红外线自动寻制导系统，引导它朝向敌机飞去，因为敌机的引擎喷气口辐射出大量红外线。雷达和通信主要是工作在无线电波频谱上的，但是近十年来已有激光雷达出现，而激光通信目前正在迅速发展中，一般认为到本世纪末激光通信将成为人类主要的通信方式。

近代电子战还包括核爆炸电磁脉冲的干扰作用。核爆炸时产生冲击波、光辐射以及核放射。而核放射是由 γ 射线、伦琴射线和中子流组成的。 x 射线的频率约自 10^{16} ~ 10^{20} 赫兹， γ 射线的频率自 10^{18} 赫兹到大于 10^{23} 赫兹以上。 γ 射线是电磁脉冲最大的产生源，虽然电磁脉冲本身对人的影响不大，但它会破坏电子设备，特别是用于指挥和控制方面的雷达和通信方面的装备。电磁脉冲对电子设备的摧毁力很大，据推测，超高度核爆炸

的距离可达数百公里，地面核爆炸可达数十公里。

近十多年发展起来的潜艇甚低频通信工作在20千赫左右，而七十年代又开始发展到采用几十赫到几百赫的潜艇极低频通信。为什么要采用极低频来通信呢？这是因为高频、中频和甚低频通信要求潜艇在通信时减速，接收天线要接近水面或露出水面才能工作，这会使潜艇容易被发现而降低它的生存能力。然而，极低频通信能穿透海水深度相当于甚低频的二十倍，可深达海水下面几百米，并且不易受核爆炸干扰和其他人为干扰的影响，这就保证了地面指挥司令部与隐蔽在深水中核潜艇畅通无阻的通信联络。核潜艇为了接收来自地面的指令，为了导航的需要，无线电通信是不可缺少的手段。

由上表可看出，近代战争中电磁波谱的军事用途几乎覆盖了从几十赫兹的极低频一直到频率极高的 γ 射线。电子战就是利用了近代武器辐射和接收电磁波的这个特点，进行侦察和干扰活动的。

近代武器是怎样利用电磁波来寻找目标的？电子战是怎样进行的？由于近代武器种类繁多，下面仅就七十年代发生的中东战争中出现的新型武器及电子战情况作一介绍。

二 中东战争中的近代 武器和电子战

要理解电子战，首先要清楚近代武器怎样利用电磁波寻找和命中目标。人类的眼睛利用光波才能看到目标，而近代武器利用不同频段的电磁波才能张开“眼睛”和找到目标。近代武器种类繁多，这里从电子战的角度出发，仅对中东战争中出现和使用的五种武器加以说明。

一九七三年十月发生的第四次中东战争，就武器而言，可以说是苏美两霸除核武器以外各种武器的一次较量，也是苏美从坦克到飞机、导弹和雷达等电子装备的试验场所。交战的一方是埃及和叙利亚，另一方是以色列，双方在战争中使用的是苏、美支持和供应的新式武器。

第四次中东战争虽然战斗的时间不长，仅二十天左右，但战争规模不小，双方出动坦克四千多辆，飞机有两千多架，战争中彼此共击落五百架飞机，击毁和缴获两千辆坦克。埃及和叙利亚损失的飞机大多是

在空战中被击落的，以色列的飞机则大多是被地对空导弹和四管自行高炮所击落的。为了突破埃及导弹防空体系，以色列在战争后第十天被迫采用电子对抗措施和反雷达导弹，对以色列的不利局面有所缓和。这里先对这次战争中埃及防空体系所采用的雷达和以色列所采用的电子战措施加以分析。其次，对埃及和叙利亚舰用巡航导弹受到电子干扰而不能击中目标的概况加以介绍，以便了解电子战在近代战争中的作用。

埃、叙在中东战争中的防空系统

埃及、叙利亚在这次中东战争中的防空系统，主要使用了萨姆—2、萨姆—3、萨姆—6及萨姆—7防空导弹，并使用了由雷达指挥的二十三毫米四管自行高炮。萨姆—2是高空防空导弹，有效射高可达三万米；萨姆—3是中空防空导弹，有效射高可达17,000米左右；萨姆—6专用于对付中、低空的防空导弹，有效射高可达一万米，萨姆—7和23毫米四管自行高炮专用于对付超低空飞行的飞机。另外，还配备有少量57毫米双管自行高炮，这些高炮和防空导弹的威力范围如图3所示。

埃及沿苏伊士运河西岸设置了地对空导弹发射

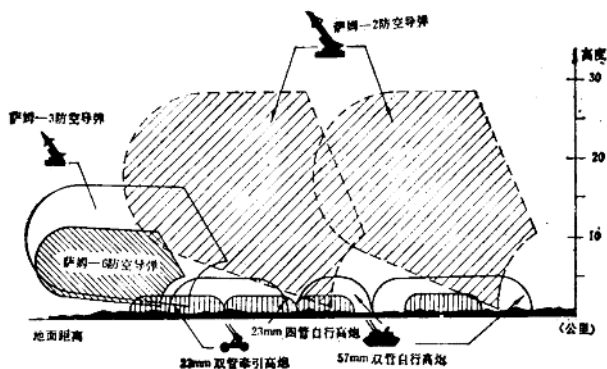


图3 埃、叙防空系统中高炮和防空导弹的有效射高和威力范围

场，构成一个严密的防空区，其宽度约为33公里，高度从地面到15公里上空，主要由萨姆—2、萨姆—3和萨姆—6所组成。据报导，在战争爆发后第一周内，以色列损失了78架飞机，几乎全部被萨姆—6、萨姆—7和23毫米四管自行高炮所击落。

以色列对付萨姆—2、萨姆—3这两种导弹有比较丰富的经验，在以往战争中和这些武器打过交道，采用了电子对抗和“百舌鸟”等反雷达导弹来对付。据报道以色列飞机很少被萨姆—2和萨姆—3防空导弹所击落。下面对萨姆—6导弹及其制导的雷达作简