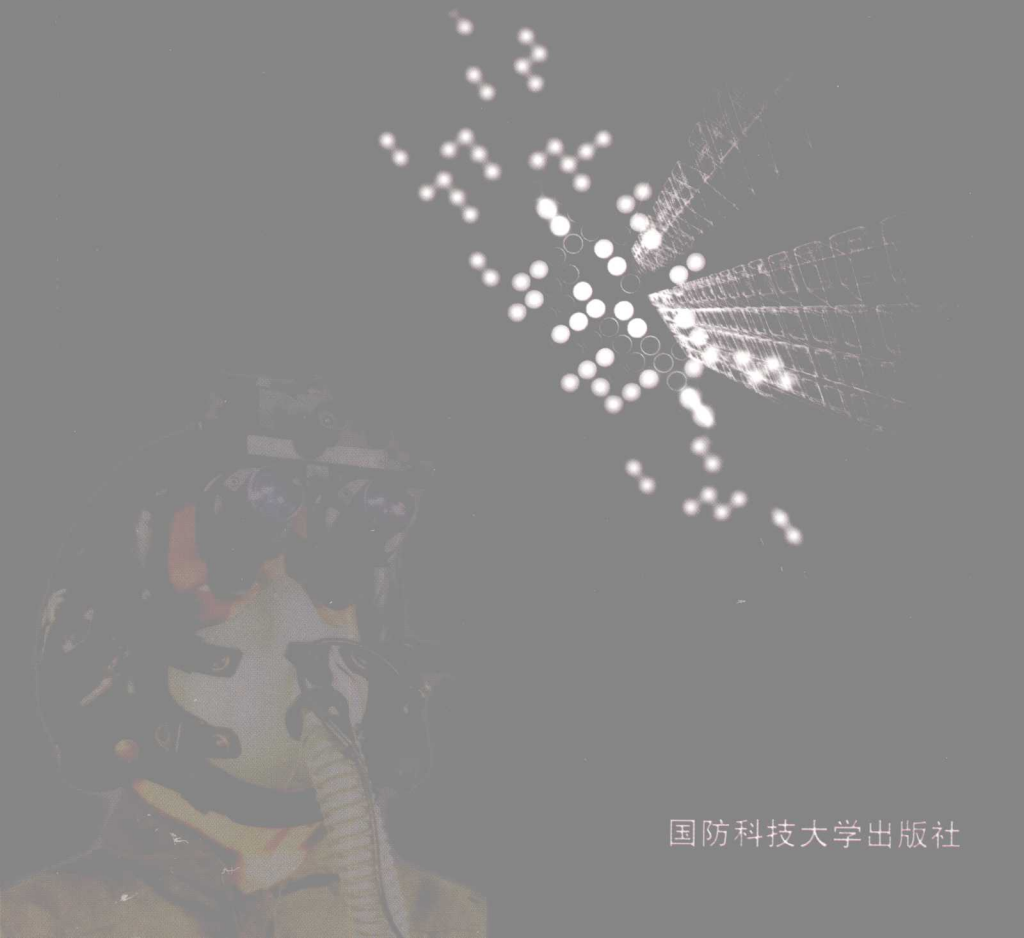


主编 曾庆杨

编著 杨 鸿 孙银桥 何 斌

电子战知识手册

Electronic Warfare Handbook



国防科技大学出版社

电子战知识手册

主编 曾庆杨

编著 杨 鸿 孙银桥 何 斌

国防科技大学出版社
湖南·长沙

内容简介

简要介绍电子战的相关基础理论知识以及复杂电磁环境、电子侦察、电子攻击、电子防护、电磁兼容、雷达对抗、通信对抗、光电对抗、计算机对抗、综合电子战系统、电子战装备与技术等内容，对相关人员具有一定的参考价值。

国防科技大学出版社出版发行

电话：(0731) 4572640 邮政编码：410073

<http://www.gfkdcbs.com>

责任编辑：徐飞 责任校对：文慧

国防科技大学印刷厂印装

*

开本：850×1168 1/32 印张：6.5 字数：169千

2008年1月第1版第1次印刷 印数：1-1050册

统一书号：581099·10

(军内发行)

前 言

有人说，19世纪是海战的世纪，20世纪是空战的世纪，21世纪将是电子战的世纪。目前电磁战场已经成为继陆、海、空、天四维战场之后的第五维战场。上世纪90年代初的海湾战争，可能是人类战争的转折点，美军在开战后运用电子战手段，使伊拉克的全军通信系统瘫痪，几乎丧失了抵抗能力。此后电子战便成为国际和区域战争的主要内容之一，这在后来的美英袭击伊拉克和1999年北约对南联盟的空袭中得到了验证。近年来的历次局部战争实践证明，电子战能力的强弱已经成为决定战争胜负的重要因素。

《电子战知识手册》分为四部分，第一部分是相关基础理论知识，包括电磁波与电磁波谱、红外技术及军事应用、激光技术及军事应用、信息科学技术及军事应用等内容；第二部分是电子战概论，包括电子战概述、信息化战争与信息战、制电磁权与复杂电磁环境、电子侦察、电子攻击、电子防护、电磁兼容、电子战发展简史等内容；第三部分是电子战分论，包括雷达对抗、通信对抗、光电对抗、计算机对抗、综合电子战系统等内

容；第四部分是电子战装备与技术，包括电子战装备与技术的现状与发展、世界主要国家（地区）的电子战装备与技术状态等内容。

本手册由曾庆杨主编，杨鸿、孙银桥、何斌编著，刘川华、韦爱辉、顾望珠主审。国防科技大学彭学峰教授，空军工程大学曹林平教授、王星教授，空军某部顾望珠工程师提供了编写意见和部分资料，空军某部曹跃平讲师、贾万军讲师、王福喜助理讲师在编写过程中做了大量辅助工作，在此表示感谢。

由于时间和水平有限，本手册中不当之处在所难免，敬请读者谅解，并请批评指正。

编者

2007年11月30日

目 录

第一部分 相关基础理论知识

- 一、电磁波与电磁波谱····· (1)
 - 1. 电磁波 ····· (1)
 - 2. 电磁波谱 ····· (2)
 - 3. 电磁波的发射、传播和接收 ····· (3)
- 二、红外技术及军事应用····· (5)
 - 4. 红外线的概念 ····· (5)
 - 5. 红外技术的军事应用 ····· (6)
- 三、激光技术及军事应用····· (7)
 - 6. 激光的概念 ····· (7)
 - 7. 激光的发光机制 ····· (7)
 - 8. 激光的特性 ····· (9)
 - 9. 激光器 ····· (9)
 - 10. 激光技术的军事应用 ····· (10)
- 四、信息科学技术及军事应用····· (11)
 - 11. 什么是信息 ····· (11)
 - 12. 信息的存在形式 ····· (11)
 - 13. 信息的流程 ····· (12)
 - 14. 什么是信息科学技术 ····· (13)
 - 15. 什么是军事信息高速公路 ····· (13)
 - 16. 军事信息高速公路的特点 ····· (15)

第二部分 电子战概论

一、电子战概述	(17)
17. 什么是电子战	(17)
18. 电子战定义的演变	(18)
19. 电子战的特点	(19)
20. 电子战的种类	(20)
21. 电子战的作战对象	(20)
22. 电子战的作战任务	(20)
23. 电子战的实施原则	(21)
二、信息化战争与信息战	(22)
24. 什么是信息优势	(22)
25. 什么是信息化战争	(22)
26. 什么是信息战	(23)
27. 信息战的特点	(23)
28. 信息战的基本作战样式	(24)
29. 电子战与信息战的关系	(25)
三、制电磁权与复杂电磁环境	(25)
30. 什么是电磁频谱	(25)
31. 什么是制电磁权	(26)
32. 什么是电磁环境	(27)
33. 什么是复杂电磁环境	(28)
34. 现代战场上电磁环境复杂性的一般表现	(28)
35. 现代战场上电磁环境复杂性的具体表现	(30)
四、电子侦察	(31)
36. 什么是电子侦察	(31)
37. 电子侦察的原理	(31)
38. 电子侦察的实施	(33)
39. 电子侦察的特点及发展趋势	(34)
40. 电子情报侦察	(34)

目 录

41. 电子支援侦察	(35)
五、电子攻击	(36)
42. 什么是电子攻击	(36)
43. 什么是电子干扰	(36)
44. 电子干扰原理及发展趋势	(37)
45. 电子干扰分类	(38)
46. 什么是压制性干扰和欺骗性干扰	(38)
47. 什么是有源干扰和无源干扰	(39)
48. 电子干扰根据干扰对象的不同分为哪几种	(40)
49. 电子干扰的实施	(42)
50. 什么是反辐射攻击	(42)
六、电子防护	(43)
51. 什么是电子防护	(43)
52. 反电子侦察	(43)
53. 反电子干扰	(44)
54. 对反辐射导弹的防护	(45)
七、电磁兼容	(46)
55. 电磁兼容的概念	(46)
56. 电磁干扰形成的三要素	(46)
57. 抗电磁干扰的基本方法	(48)
58. 抗电磁干扰的技术途径	(49)
59. 抗电磁干扰的常用技术方法	(50)
八、电子战发展简史	(56)
60. 电子战发展的三个阶段	(56)
61. 日俄海战揭开电子战序幕	(59)
62. 二战之中电子战初显神威	(60)
63. 越战首用“硬摧毁”战术	(62)

- 64. 美利战争“软硬”结合 (64)
- 65. 海湾战争中的电子“大屠杀” (66)
- 66. 信息时代的网络电子战 (67)
- 67. 新世纪的网电一体战 (69)

第三部分 电子战分论

- 一、雷达对抗 (72)
 - 68. 什么是雷达对抗 (72)
 - 69. 雷达对抗的内容 (73)
 - 70. 雷达对抗的特点 (73)
 - 71. 雷达对抗的作战对象 (76)
 - 72. 雷达对抗的应用领域 (77)
 - 73. 雷达干扰的分类 (81)
 - 74. 压制性干扰的方式 (83)
 - 75. 电子假目标干扰 (84)
 - 76. 有源雷达诱饵干扰 (85)
 - 77. 雷达电子防护的主要任务 (85)
 - 78. 雷达电子防护的技术措施 (86)
 - 79. 雷达反侦察的战术措施 (88)
 - 80. 雷达抗干扰的战术措施 (89)
- 二、通信对抗 (90)
 - 81. 什么是通信对抗 (90)
 - 82. 通信对抗的内容 (91)
 - 83. 通信对抗的特点 (91)
 - 84. 通信对抗的作战对象 (93)
 - 85. 通信对抗的应用领域 (93)
 - 86. 通信干扰的分类 (94)
 - 87. 通信干扰的特点 (97)
 - 88. 通信电子防护的技术措施 (98)

目 录

三、光电对抗	(104)
89. 什么是光电对抗	(104)
90. 光电对抗的内容	(105)
91. 光电对抗的特点	(105)
92. 光电对抗的作战对象	(106)
93. 光电对抗的应用领域	(106)
94. 光电侦察告警	(107)
95. 光电干扰	(109)
96. 反光电侦察与干扰	(111)
四、计算机对抗	(112)
97. 什么是计算机对抗	(112)
98. 计算机对抗的内容	(113)
99. 计算机对抗的特点	(113)
100. 计算机对抗的作战对象	(114)
101. 计算机对抗侦察	(114)
102. 计算机对抗进攻	(115)
103. 计算机对抗防御	(116)
五、综合电子战系统	(123)
104. 什么是综合电子战系统	(123)
105. 综合电子战系统的功能	(123)
106. 综合电子战系统的特点	(124)
107. 综合电子战系统的分类	(126)
108. 综合电子战系统的子系统	(127)
109. 综合电子战系统设备的综合化	(127)
110. 综合电子战系统的作战能力	(129)
111. 对 C ⁴ I 系统的对抗	(131)
112. 对预警机的对抗	(135)
113. 对精确制导武器的对抗	(140)

第四部分 电子战装备与技术

一、电子战装备与技术的现状与发展	(151)
114. 电子战装备的种类	(151)
115. 电子侦察装备	(151)
116. 电子进攻装备	(155)
117. 电子战飞机	(159)
118. 电子伪装	(161)
119. 综合电子战系统装备	(163)
120. 现代电子战技术的特点	(164)
121. 电子战技术的发展趋势	(170)
122. 电子战新概念武器装备与技术	(175)
二、世界主要国家(地区)的电子战装备与技术状态	(183)
123. 美军空中电子战力量	(183)
124. 俄罗斯航空电子战设备	(186)
125. 台湾地区航空电子战能力	(189)
缩略语	(193)
参考文献	(195)

第一部分

相关基础理论知识

一、电磁波与电磁波谱

1. 电磁波

19世纪60年代，英国物理学家麦克斯韦（1831—1879）在总结前人研究电磁现象成果的基础上，建立了完整的电磁场理论，并根据这一理论成功地预言了电磁波的存在，使人们对电磁现象有了全面而深刻的认识。二十多年后的1888年，德国物理学家赫兹（1857—1894）利用电磁振荡电路发现了电磁波，使麦克斯韦的预言为实验所证实。

麦克斯韦指出，变化的磁场在周围空间可以产生电场。同样，变化的电场在周围空间也可以产生磁场。根据这一理论，如果在空间某处产生了周期性变化的电场，那么，其邻近的区域也必定会产生周期性变化的磁场，此磁场又会在较远的区域产生电场。如此循环下去，周期性变化的电场和磁场将交替产生，紧密联系，形成一个不可分割的统一体，这就是电磁场。

由电磁振荡所产生的周期性变化的电场和磁场，会交替产生，并由发生区域向周围空间传播，这种电磁场向周围空间由近及远地传播，就形成了电磁波。

电磁波可用波长、频率、波速、振幅等来描述。电磁波的频率与发射电磁波的振荡电路的频率相同。电磁波的传播不需要介质，可以在真空中传播。电磁波的传播速度与光速相同，约为30万千米/秒。

2. 电磁波谱

自从赫兹应用电磁振荡电路的方法产生电磁波，同时证明电磁波的性质与光波的性质（能产生反射、折射、干涉、衍射和偏振等现象）完全相同以后，人们又进行了许多实验，不仅证明光波是电磁波，而且证明后来陆续发现的伦琴射线（即X射线）、 γ 射线等也是电磁波。所有这些电磁波在本质上完全相同，只是波长或频率有所差别。

我们可以按照波长或频率的顺序将这些电磁波排列起来，称为电磁波谱。波长按从长到短顺序排列出的电磁波谱是：无线电波、红外线、可见光、紫外线、X射线、 γ 射线。

在无线电技术中应用的电磁波叫无线电波，是从电磁振荡电路通过天线发射的，其波长范围很宽，从几千米到几毫米。通常又把无线电波划分为许多波段。无线电波各个波段的性质不同，因而用途也不同。波长在3000米以上的称为长波，主要用于超远程无线电通讯；无线电广播一般使用中波（波长为200~3000米）、中短波（波长为50~200米）和短波（波长为10~50米）；电视、雷达则使用超短波、微波（波长为1毫米~10米）。

人眼能看到的电磁波称为可见光，其波长范围很窄，在0.4~0.76微米的范围内。在上述波长范围内，给人眼所引起的

视觉依次是红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等颜色。

从可见光向波长较长的方向扩展，便是红外线区域，其波长在0.76~700微米的范围内。红外线不引起视觉，但有显著的热效应，通常所说的热辐射，主要是指红外线辐射。从可见光向波长较短的方向扩展，便是紫外线区域，其波长在0.05~0.4微米的范围内。紫外线也不引起视觉，但有显著的化学效应，容易使被照射物体发生化学变化。可见光、红外线、紫外线都是由处于激发状态的原子或分子发射的。

当用高速电流轰击金属靶时，将产生一种波长很短的辐射线，称为X射线。它是原子中的内层电子在不同能级间跃迁时产生的，其波长在0.001~10纳米的范围内。X射线的能量很大，穿透物质的能力很强。

原子核内部状态的变化也能产生电磁辐射，称为 γ 射线。许多放射性同位素都发射 γ 射线。 γ 射线的波长比X射线更短，能量更大，穿透能力更强。

3. 电磁波的发射、传播和接收

从麦克斯韦的电磁场理论知道，只要空间某个区域有振荡的电场或磁场，就会产生电磁波。振荡电路发生电磁振荡的时候，电容器中的电场和线圈周围的磁场都在振荡，因此，振荡电路是能够产生电磁波的。

(1) 电磁波的发射

在普通的电容器和线圈组成的闭合振荡电路中，电场几乎完全集中在电容器的极板之间，磁场也主要集中在线圈内部。在振荡过程中，电场能和磁场能主要是在电路内互相转变，向外辐射的能量极少。这种闭合振荡电路实际上是不能用来发射电磁波

的。

为了发射电磁波，必须尽可能地使电场能和磁场能向周围空间辐射，因而就要改造原来的闭合振荡电路，把电容器两个极板间的距离增大、尽量分开，把线圈拉开、减少圈数，使电场和磁场敞露于外部空间，这种振荡电路称为开放振荡电路。

在实际应用中，常常把开放电路线圈的下端与地连接成为地线，开放电路在空中的一部分成为天线。电磁波就是由天线和地线组成的开放振荡电路发射出去的。

(2) 电磁波的传播

无线电波的传播有地波、天波和空间波三种形式。

1) 沿着地球表面空间传播的无线电波称为地波

由于波的衍射特性，在地面附近存在许多建筑物、山坡等障碍物的情况下，无线电波中的长波很容易绕过它们，中波和中短波也较容易绕过，而短波和微波的波长过短，不容易绕过。由于地面要吸收无线电波的能量，因此地波不能传播很远，传播距离一般在几百千米范围内。

2) 依靠电离层的反射来传播的无线电波称为天波

在距离地面 60~400 千米高度的大气层中的部分气体分子，受到阳光的强烈照射，会发生电离，形成电离层。无线电波到达电离层时，长波、中波被吸收，微波穿过电离层进入宇宙空间，短波则被反射回地面。因此短波最适宜以天波的形式传播，可以传播到几千千米之外。

3) 沿直线传播的无线电波称为空间波

在地球上，微波与光波相似，是沿直线传播的。由于地球表面是圆的，微波沿直线传播的距离不远，一般只有几十千米。远距离传播微波，可设立微波中继站，一站一站把信号传播到远方。利用地球同步通信卫星作中继站，只要在距离地面约 36000

千米的高空对称布置三颗卫星，就可以把微波信号传播到地球上任何一个角落。

(3) 电磁波的接收

电磁波在空间传播时，如果遇到导体，就会在导体中产生与电磁波频率相同的感应电流。因此，可以利用放置在空中的导体来接收电磁波。

在无线电技术中，就是利用接收天线和地线组成的接收电路来接收电磁波的。要接收信号，首先要从各种不同频率的电磁波中把需要的信号选出来，即选台。选台可以利用电谐振原理。当电磁波的频率与接收电路的固有频率相同时，接收电路中产生的振荡电流最强，这种现象称为电谐振。调节接收电路的电容，改变电路的固有频率，使其和所需要的电磁波发生电谐振，这个过程称为调谐。通过调谐即可达到选台的目的。

二、红外技术及军事应用

4. 红外线的概念

红外线是一种人眼看不见的光波，处于红光以外的光谱区。

1800年，英国天文学家 F·W·赫歇尔（1738—1822）在研究太阳光的热效应时发现了红外线。由于它处于红光的外侧，很自然就称为红外线；又由于红外线是与热和温度紧密联系在一起，因此又称为热线或热辐射。

组成物体的微观粒子在一定的温度下，受热激发的作用，处于不停的运动中，当它们由高能态向低能态跃迁时，就会发出热

辐射，若所辐射的波长在红外光谱波段，便是红外线。自然界中所有的物体都有红外线辐射，其强度和波长取决于物体的温度。

红外线的传播与可见光相似，在传播过程中遇到障碍时会被障碍物反射、吸收和透射，其中吸收是影响传播的主要因素。任何物体都能辐射红外线，也能吸收红外线。大气中 CO_2 、水汽等物质都对红外线具有强烈的吸收，使传播的能量受到损失。

5. 红外技术的军事应用

红外技术的军事应用除红外热像仪用于夜视侦察外，还包括告警、跟踪、定位、火控、红外制导、光电对抗等各种红外技术装备。

红外热像仪是利用红外技术接收物体的红外线辐射，然后转变成可见图像的装置。它不受昼夜可见光的影响，包括在不良天气如有雾、白天可见光能见度差的条件下，夜里连星光都没有的条件下，只要不同的物体或物体的不同部分之间有温差，就能看得见景物，并能识别目标。

红外热像仪属于无源探测，和各种各样的雷达和激光探测不同，它不主动发射电磁波，完全靠景物与目标的热分布，实际上是采用红外波段的亮度分布来成像的，是被动成像，非常隐蔽，很难被敌方发现。

红外无源探测设备的性能受背景的影响较大，当目标与背景的亮度或温度对比度不高时，背景就会把目标混淆隐藏起来。