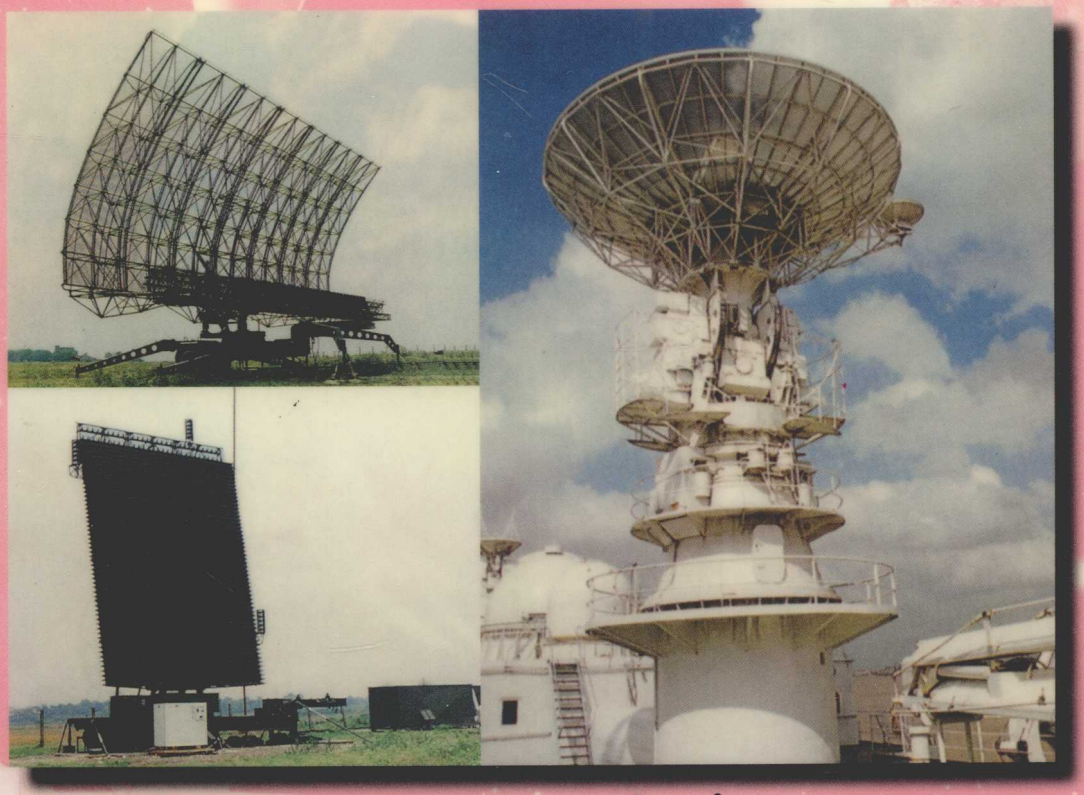
现代电子信息技术丛书

雷达与探测

——现代战争的火眼金睛

主编 王小谟 张光义 副主编 贺瑞龙 王德纯



国防工业出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

电子科学研究院组织编著

现代电子信息技术丛书

雷达与探测

——现代战争的火眼金睛

主　编　王小谟　张光义
副主编　贺瑞龙　王德纯

国防工业出版社
·北京·

图书在版编目(CIP)数据

雷达与探测:现代战争的火眼金睛/王小谟主编.
—北京:国防工业出版社,2000.1
(现代电子信息技术丛书)
ISBN 7-118-02113-X

Ⅰ.雷… Ⅱ.①王… ②张… Ⅲ.雷达探测-普及读物 Ⅳ.TN953-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 14776 号

国防工业出版社出版发行
(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)
(邮政编码 100044)
北京怀柔新华印刷厂印刷
新华书店经售
*
开本 787×1092 1/16 印张 16¼ 359 千字
2000 年 1 月第 1 版 2000 年 1 月北京第 1 次印刷
印数:1—3000 册 定价:24.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

《现代电子信息技术丛书》编审委员会

名誉主任　胡启立　曹刚川

主　　任　王金城　吕新奎

常务副主任　童志鹏

副 主 任　汪致远　王小谟　毕克允　殷鹤龄　于安成

　　安卫国　熊和生　徐步荣　张仁杰　邱荣钦

委　　员　王　政　夏乃伟　程淑清　杨星豪　侯印鸣

　　何非常　黄月江　干国强　杨天行　石书济

　　廖复疆　梅遂生　陈景贵　陈光禹　沈能珏

　　张立鼎　瞿兆荣　徐泽善

《现代电子信息技术丛书》总编委

总　　编　童志鹏

副 总 编　邱荣钦　王晓光

委　　员　李德珍　张国敏

《雷达与探测》分册编著人员

主　　编　王小谟　张光义

副 主 编　贺瑞龙　王德纯

编著人员　（按姓氏笔划排序）

于文震	才永杰	马振宇	马朝华	王　军
王　震	王小谟	王景嗣	王德纯	方明毓
白云祥	刘延东	冯荣林	匡永胜	吕康平
朱　力	李　明	李天泉	李宗武	杨汉民
吴少虎	吴剑旗	吴曼青	时宏伟	张卫华
张长耀	张光义	张定才	张祯瑞	陆裕科
陈信平	陈树铮	周一宇	周文瑜	赵玉洁
胡可欣	贺瑞龙	倪仁照	倪树新	倪晋麟
徐　进	徐永元	高仲辉	郭冠斌	黄为倬
黄成芳	彭获由	靖季洛	戴成松	戴其龙

需要全本请访问 www.ertongbook.com

序

信息技术是一个复杂的多层次多专业的技术体系，粗略地可以分为系统和基础两个层次。属于系统层的一般按功能分，如信息获取、通信、处理、控制、对抗（简称为 5C 技术，即 Collection，Communication，Computing，Control，Countermeasure 五个词的第一个字母）等；基础层技术一般按专业分，如微电子、光电子、微波真空电子等。

信息技术革命的火炬是由微电子技术革命点燃的，它促进了计算机技术、通信技术及其他电子信息技术的更新换代，迄今，尚未有尽期。信息技术革命推动产业革命，使人类社会经历了农业、工业社会后进入了信息社会。

大规模集成电路的集成度是微电子技术革命的重要标志，它遵循摩尔（Moore）定律，每 18 个月翻一番，预计可延伸到 2010 年。届时，每个芯片可包含 100 亿（10^{10}）个元件，面积可达到 $10cm^2$，作为动态存储器的存储量可达 64Gb（吉比特），接近理论极限 10^{11} 个元件和 256Gb 存储量。微处理器芯片的运算速度每 5 年提高一个数量级，到本世纪末，每个芯片运算速度可达 10～100 亿次每秒，有人认为，实现 2000 亿次的单片微处理器在技术上是可能的。与此相适应，每芯片比特存储量与每 MIPS（兆指令每秒）运算量的成本将呈指数式下降，现在一个 100 兆指令/s 专用数字信号处理芯片只售 5 美元。如果飞机的价格也像微电子那样呈指数式下降的话，70 年代初买 1 块比萨饼的费用在 90 年代就可以买 1 架波音 747 客机。3 年内 1 部电话机将只用 1 块芯片，5 年内 1 台 PC 机的全部功能可在 1 个芯片上实现，6 年内 1 部 ATM 交换机的核心功能也可用 1 个单片完成。由于微处理器芯片价格持续不断地下降，构成了它广泛应用的基础。现在，在一般家庭、汽车和办公室中，就有 100 多个微处理器在工作，不仅是 PC 机，而且在电话机、移动电话机、电视机、洗衣机、烘干机、立体声音响、家庭影院中也有。1 辆高档汽车中包含 20 多种可编程微处理器，1 架波音 777 客机含有 100 多万行的计算机程序代码。

通信技术的进步还得力于光子技术的进步。光通信速率（比特每秒）每两年翻一番，现在实验室中已可做到 $10^{12}b/s$，即可将全世界可能传输的全部通信量于同一时刻内在 1 根光纤中传送，或相当于 1s 内传输 1000 份 30 卷的百科全书。通信速率的提高和通信容量的增大，使光通信成本也不断降低，与 80 年代相比，降低了两个数量级。

因特网是全球信息基础设施的雏形，其发展速度惊人。现在每 0.4s 增加

一个用户，每4min增加一个网络。1996年联网数大于10万，联网主机数大于1000万，用户数大于7000万(预计到本世纪末，将大于2亿)，PC机总量将达5亿，联网主机达3000万，信息量每5年翻一番。越来越多的公司、团体、机关、个人通过信息网络相互联接，其应用范围从单纯的电子函件通信扩大到远程合作(包括教育、诊断、办公、会议、协作等)、按需点播、多媒体文娱、电子商务、银行、支付等，人类社会生存与发展的另一维空间，即信息空间或称为赛博空间(Cyberspace)正在形成。如果说工业社会是建筑在汽车与高速公路上的话，信息社会则是建筑在信息与信息高速公路上的。政府、军队、经济、金融、电力、交通、电信等关键部门都要依赖于信息基础设施的正常运行。信息技术和信息产业的水平已成为综合国力的重要标志，也是国际竞争力的焦点与热点。

信息技术的飞跃发展及其渗透到各行各业的广泛应用，不仅推动了产业革命，而且也深刻地改变了人们的工作、学习和生活的方式。信息技术不仅扩展了人的视觉、听觉等感知能力，而且还渗透到思维领域，减轻或部分地替代人的脑力劳动，提高思维的效率和质量，实现人的思维能力的延伸，增强人的认知能力。信息作为事物的属性与相互关系的状态的表达是客观存在的，但不是显在的，很多是潜在的，有的是深埋的，有待挖掘与提炼。信息技术大大地丰富了信息采集的内容，提高了信息处理的能力，为人们对客观事物及其规律的认识提供了创新的工具，也为人们正确认识与有效改造主观世界和客观世界提供了源泉，将使社会的物质文明与精神文明建设得到极大的发展。

信息、能源与物质是人类社会赖以生存与发展的三大支柱。在信息社会中，信息是最重要的支柱和最重要的产业，它影响着其他两个支柱的健康发展，包括生产、传输、分配、运行、减少损耗、改善管理、提高效率、降低成本等等；同时，它还能不断地培育与发展新物质和新能源的发明与生产，不断地改善生态环境，从而使人类社会进入可持续发展的健康轨道。

信息革命在带动产业革命的同时也带动军事革命，使得军事技术、武器装备、作战思想、作战方式、战争形态、军事原则、军事条令与部队编成等都将发生深刻的变化。如果农业社会是冷兵器时代，工业社会是热兵器时代，那么信息社会则是信息兵器时代。信息、信息系统与信息化平台、武器与弹药成为战场上的主战兵器。信息优势成为传统的陆地、海洋、空中、空间优势以外的新的争夺领域，并深刻地制约着传统领域的战斗胜负，从而构成信息化战争的新形态。在这种战争中，战争胜负决定于敌对双方掌握信息与信息技术的广度与深度。信息不仅是兵力倍增器，它本身就是武器和目标，是双方必争的制高点。1991年初的海湾战争，被称为硅片战胜钢铁的战争，即源于这样的认识。它开启了赛博空间战、网络战、信息战等簇新的作战方式。

以信息优势为核心的军事革命是建筑在先进的指挥、控制、通信、计算机、情报、监视、侦察及其一体化的信息战能力的基础上的，这个众系之系（系统的系统）我国称为综合电子信息系统，与美军后来提出的 C^4ISR/IW 相当，它由以下 6 部分组成。

1. 鲁棒的多探测器信息栅格网络。为作战部队提供作战空间感知优势。

2. 先进的指挥控制与作战管理栅格网络。为部队提供作战的先期规划、胜敌一筹的作战部署，执行作战指挥控制与一体化兵力管理能力。

3. 从探测器到射击器的栅格网络。为部队提供精确制导武器的动态目标管理、分配与引导，协同作战，一体化防空，快速战损评估和再打击能力。

4. 联合的通信、导航与定位栅格网络。提供可靠、安全、大容量与高精度的信息，以支持部队的机动行动，确保全面优势。

5. 信息进攻能力。采取侵入、操纵与扰乱等手段，阻碍敌人作战空间感知、认知与有效用兵能力。

6. 信息防护能力。保证我方信息系统的安全，防护敌方对我信息网络的利用、干扰和破坏。

这个系统的系统涉及众多先进的信息技术的横向与纵向的有机集成，它包括雷达和光电的有源与无源探测技术、有线和无线及固定和移动通信技术、计算机硬件和软件技术、精确导航定位技术、航天航空测控技术、信息安全保密技术、电子战技术等横向专业技术的集成；也涉及微电子技术、光子与光电子技术、真空电子技术、压电与传感器技术等先进元器件技术，电子材料技术、电源技术、测试技术、先进制造技术等纵向基础技术的集成。当代军事革命要求在创新的军事思想指引下，发展有层次多专业的纵横集成的信息技术；同时，又要求在先进的信息技术驱动下，培育与发展新的军事思想，并在此基础上推动作战原则、军事条令与部队编成的变革，形成军事革命与信息革命的有机结合。

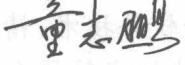
我们正处于世纪之交，党的第十五次代表大会的胜利召开，启动了有中国特色的社会主义事业在邓小平理论的指引下全面进入 21 世纪。我国的国防与军队现代化建设的跨世纪历史进程已经开始。为了适应军事革命环境下的高新技术军事斗争的需要，我军必须拥有信息优势，必须拥有以先进的综合电子信息系统为基础结构的性能优良的武器装备，必须提高部队素质，把人才培养推上新的台阶。

江泽民总书记非常重视人才的培养，他多次指示，要用高新技术知识武装全军头脑。在未来的信息化战场上，知识将成为战斗力的主导因素，敌对双方的较量将更突出地表现为高素质人才的较量。本丛书的编写出版就是为贯彻这个伟大号召提供系统基础知识。全书以先进的综合电子信息系统为龙头，

多层次、全方位地介绍相关的各项先进信息技术，既包括系统技术，也包括基础技术，共17个方面，荟萃成17个分册。丛书的编写以普及先进信息技术知识为目标，以中专以上文化程度，从事军、民用电子信息技术有关业务的技术人员和管理干部为主要对象，努力做到深入浅出，雅俗共赏，图文并茂，引人入胜，文字简练，语言流畅，学术严谨，论述准确，使其具有可读性、可用性、先进性、系统性与权威性。参加丛书各分册撰写的作者都是长期从事现代信息技术研究与发展的专家，他们在繁重的业务工作的同时，废寝忘食，长期放弃节假日的休息，辛勤耕耘，鞠躬尽瘁，为本丛书做出了卓越的贡献。他们以自己的模范行动，“努力成为先进思想的传播者、科学技术的开拓者、‘四有’公民的培育者和优秀精神产品的生产者”。我谨代表总编委向他们致以衷心的敬意！

本丛书的编写出版得到原国防科工委与原电子工业部领导的大力支持，得到国防工业出版社领导及责任编辑们的积极推动与努力，借此之机，向他们表示由衷的感谢！

中国工程院院士
原电子工业部科技委常务副主任



前　言

本书是《现代电子信息技术丛书》的一个分册，全面介绍各种军、民用雷达基础知识及最新发展概况。

雷达已问世60余年，直至今日，仍方兴未艾，蓬勃发展，充分展示了它在第二次世界大战及战后各次重大局部战争及国民经济中的重要作用。

雷达在现代战争中的作用主要表现在三个方面：首先它是现代作战指挥系统（亦称指挥、控制、通信、情报侦察系统，即 C^3I 系统）中能够实时、主动、全天候获取信息的探测手段，是收集各种军事情报的传感器，是“千里眼”；其次雷达已是各类作战平台（如飞机、舰船、战车、导弹等）武器系统的不可缺少的组成部分，是实现精确打击的必要手段，是发挥其作战效能的倍增器；第三，雷达是发展各类先进武器系统过程中的重要测试评估手段。

早期雷达的主要观察对象是飞机，雷达要测量的参数主要是飞机的距离、方位和仰角这三个坐标。为适应现代战争的需要，雷达要观测的目标，要获取的目标信息，与过去相比，已经有了很大的变化。首先，观察的对象大为增加。飞机种类的增加，各类飞机性能的提高，给雷达提出了许多新要求。例如，雷达应具有远距离探测能力、多批目标处理能力、高数据率、高精度测量、高分辨率能力和目标识别能力。低空飞行的巡航导弹成了雷达要观测的另一个重要目标，给雷达提出了一些新课题。卫星、洲际弹道导弹、战术弹道导弹的出现，要求建立空间监视雷达网，其中包括各种地面大型雷达。

除了观测各种飞行目标外，地面与海面慢速运动目标及一些特殊的重点目标也成了雷达应观察的对象。对地侦察、探测树丛中隐蔽的军事目标和地下工事的需要导致了合成孔径雷达的广泛应用。

在解决实时信息获取的任务中，当前雷达面临的突出问题是要能发现隐身飞机和其它小目标，要能观测低高度目标，并在反辐射导弹和激光制导炸弹等的硬打击下具有生存能力，在电子干扰环境下能正常工作。一部雷达要同时满足这些要求，往往是有矛盾的。雷达面临的这些难题既给雷达带来了严重挑战，又给雷达发展提供了很好的机遇。

完成目标信息获取任务的雷达主要包括：

1. 地基与舰载的两坐标及三坐标搜索雷达和目标指示（引导）雷达；
2. 各种机载预警雷达；
3. 地基与机载战场侦察与校射雷达；
4. 炮位侦察与校射雷达；
5. 空间监视大型相控阵雷达；
6. 超视距雷达；
7. 星载预警雷达。

雷达作为先进武器系统的评估手段，近年来日益受到重视。各种分布式武器系统的出现，要求有多目标观测能力的测量雷达。高精度的武器系统要求测量雷达具有相应的

高的测量精度。例如精密打击武器、精确制导导弹在研制过程中及在其性能评估阶段，必须要有精密测量雷达对其飞行轨迹、落点精度、脱靶量等进行测量和鉴定。具有空防能力的地—地导弹要求测量雷达具有相应的多目标、多参数测量能力。在战术战略导弹的发展过程中，测量雷达除进行弹道参数测量外，还必须具有目标特征参数的测量能力和多目标测量能力，以便识别真假目标和检验它们的突防能力。这类雷达还用于卫星和导弹发射时的安全控制和轨道测量。对这类雷达的主要要求，除了高精度测量外，作用距离要求也是很高的，从数百公里到几千公里。有的测控雷达还要求具有多目标跟踪测量性能，这时还应采用相控阵技术，即多目标精密跟踪相控阵测量雷达。

上述各类雷达及有关雷达技术在本书中均有介绍，从中不难看出，雷达技术与国防建设有多么密切的联系。这些雷达技术当然也可应用于发展国民经济，实现军民结合。

雷达探测技术是一项综合性的电子技术，集中反映了当代高新电子技术的综合成果，从雷达技术的发展可以窥视到当代电子技术的水平。本书从可读性和普及性的角度出发，概括地介绍了监视雷达、跟踪雷达、机载雷达、超视距雷达、民用雷达以及雷达新技术的发展。该书对于管理人员、研究人员及技术人员了解和掌握现代雷达技术，了解雷达技术的发展方向有很好的参考作用，相信它的出版对我国的国防现代化建设事业具有积极的推动作用，对我国的现代电子信息产业的发展也将起到积极促进作用。

本书主编为王小谟、张光义，副主编为贺瑞龙、王德纯。

本书在编写过程中得到了原电子工业部第十四研究所、第三十八研究所、第十研究所、第二十七研究所，国防科学技术大学等单位的大力支持。第十四研究所参加撰写的专家有（以姓氏笔划为序）：于文震、才永杰、马振宇、王军、王震、王德纯、方明毓、白云祥、刘延东、冯荣林、吕康平、朱力、李明、李天泉、李宗武、杨汉民、吴少虎、张光义、张定才、张祯瑞、陆裕科、陈树铮、周文瑜、赵玉洁、倪仁照、倪晋麟、徐进、黄为倬、靖季洛、戴成松、戴其龙。第三十八研究所参加撰写的专家有：王景嗣、匡永胜、吴剑旗、吴曼青、张卫华、张长耀、陈信平、胡可欣、贺瑞龙、高仲辉、郭冠斌、彭获由，参加审校的专家有：匡永胜、阮信畅、孙继云、陆军、陈信平、贺瑞龙、彭获由。第十研究所参加撰写的专家有：马朝华、时宏伟、黄成芳。第二十七研究所参加撰写的专家有：倪树新、徐永元、叶平光（审校）、孙盛禹（审校）。国防科学技术大学参加撰写的专家有：周一宇。

参加本书终审的专家有（按姓氏笔划为序）：王小谟、王德纯、白云祥、阮馨远、邱荣钦、张光义、黄为倬。

参加本书编辑的有（按姓氏笔划为序）：丁燮华、朱宝明、李天泉、赵玉洁、彭获由。

第十四研究所情报室的部分同志对本书的打印、校对、描图、复制提供了大量的帮助，在此表示感谢。

由于我们水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

张光义

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内容简介

本书较全面地介绍雷达的发展历史、主要雷达技术和在军、民两方面的应用与发展前景。全书共分七章，第一章介绍了雷达发展简史、基本原理和主要战术技术指标。第二章介绍了监视雷达，内容有两坐标监视雷达、三坐标监视引导雷达、低空补盲雷达、目标指示与制导雷达、二次雷达敌我识别器、气球载雷达、双/多基地雷达与雷达组网技术、动目标显示与脉冲压缩技术。第三章介绍跟踪雷达，包括单脉冲技术、精密测量雷达、炮位侦察与校射雷达、连续波雷达。第四章为机载雷达，内容有脉冲多普勒技术、机载预警雷达、机载火控雷达、机载战场侦察雷达、直升机载雷达、无人机载雷达。第五章为超视距雷达，介绍了电离层特性和短波传播特点、天波超视距雷达、地波超视距雷达。第六章为民用雷达，内容有气象雷达、空中交通管制雷达、港口交通管制雷达、雷达用于遥感的新领域——成像。第七章论述雷达新技术的发展，内容有扩展雷达工作频谱、雷达目标识别、雷达成像技术、相控阵雷达技术、雷达的先进信号处理技术、雷达建模与仿真技术。

本书可供具中专以上文化程度，从事雷达、军事电子系统工程及相关专业的管理研制人员参考。

目　录

第一章　雷达概论 …… 1
1.1　雷达发展史 …… 1
1.1.1　雷达原理的发现和早期雷达 …… 1
1.1.2　第二次世界大战中的雷达 …… 2
1.1.3　战后雷达的发展 …… 4
1.2　雷达的工作原理 …… 9
1.2.1　工作原理与任务 …… 9
1.2.2　雷达频段的划分 …… 12
1.2.3　雷达系统的分类 …… 12
1.3　雷达的主要战术技术指标 …… 13
1.3.1　雷达的主要战术指标 …… 13
1.3.2　雷达的主要技术指标 …… 15
1.3.3　雷达方程 …… 15
1.3.4　目标的雷达截面积 …… 16
1.4　雷达的生存与对抗技术 …… 16
1.4.1　电子干扰与雷达抗干扰技术 …… 17
1.4.2　雷达抗反辐射导弹技术 …… 19
1.4.3　雷达反低空入侵技术 …… 21
1.4.4　飞机隐身与雷达反隐身技术 …… 22
第二章　监视雷达 …… 25
2.1　两坐标监视雷达 …… 25
2.1.1　两坐标监视雷达的用途 …… 25
2.1.2　两坐标雷达的主要战术性能 …… 25
2.1.3　两坐标雷达的主要技术性能 …… 26
2.2　三坐标监视引导雷达 …… 27
2.2.1　三坐标雷达的用途和特点 …… 27
2.2.2　三坐标雷达的探测性能 …… 28
2.2.3　三坐标雷达的目标高度数据 …… 29
2.2.4　三坐标雷达体制 …… 30
2.2.5　对三坐标监视引导雷达的展望 …… 38
2.3　低空补盲雷达 …… 39
2.3.1　雷达的低空探测 …… 39
2.3.2　低空补盲雷达在防空系统中的作用 …… 41
2.3.3　低空补盲雷达参数 …… 41
2.4　目标指示与制导雷达 …… 43

2.4.1 地—空导弹目标射击指挥雷达 …… 43
2.4.2 高炮射击指挥雷达 …… 45
2.4.3 导弹制导雷达 …… 46
2.5 二次雷达敌我识别器 …… 48
2.5.1 敌我识别在现代战争中的重要性 …… 48
2.5.2 二次雷达敌我识别器 …… 49
2.5.3 敌我识别技术的发展 …… 50
2.6 气球载雷达 …… 52
2.6.1 气球载雷达系统的发展概况、特点和主要性能参数 …… 52
2.6.2 系留气球载雷达系统的组成 …… 56
2.6.3 气球载雷达的作用 …… 58
2.7 双/多基地雷达与雷达组网技术 …… 60
2.7.1 双/多基地雷达 …… 60
2.7.2 雷达组网技术 …… 64
2.8 动目标显示与脉冲压缩技术 …… 65
2.8.1 动目标显示和动目标检测 …… 65
2.8.2 脉冲压缩技术 …… 67
第三章 跟踪雷达 …… 72
3.1 概述 …… 72
3.1.1 跟踪雷达的定义及原理 …… 72
3.1.2 跟踪雷达的应用和分类 …… 72
3.2 测角技术 …… 74
3.2.1 单脉冲原理 …… 76
3.2.2 单脉冲雷达及其关键技术 …… 77
3.3 脉冲精密测量雷达 …… 81
3.3.1 脉冲精密测量雷达的组成和原理 …… 85
3.3.2 单脉冲测量雷达的主要战术技术指标 …… 89
3.3.3 单脉冲相控阵测量雷达 …… 91
3.4 炮位侦察与校射雷达 …… 92
3.4.1 炮位雷达的工作原理和组成 …… 92
3.4.2 典型的炮位侦察校射雷达 …… 97
3.5 连续波雷达 …… 98
3.5.1 协同目标连续波测量技术 …… 98
3.5.2 非协同目标连续波测量技术 …… 101
3.5.3 正弦调频、伪码调相连续波雷达 …… 106
3.5.4 线性调频连续波雷达 …… 107
3.5.5 准连续波雷达 …… 109
第四章 机载雷达 …… 112
4.1 概述 …… 112
4.2 脉冲多普勒技术 …… 112
4.2.1 脉冲多普勒雷达的基本原理 …… 113

4.2.2 脉冲多普勒雷达的关键技术 …… 118
4.3 机载预警雷达 …… 120
4.3.1 机载预警雷达的演变 …… 120
4.3.2 现役机载预警雷达 …… 121
4.3.3 机载预警雷达的发展趋势 …… 123
4.3.4 新一代机载预警雷达的关键技术 …… 124
4.4 机载火控雷达 …… 126
4.4.1 机载火控雷达的战术用途 …… 126
4.4.2 机载火控雷达的基本组成 …… 129
4.4.3 机载火控雷达的技术要求 …… 130
4.4.4 相控阵机载火控雷达 …… 131
4.5 机载战场侦察雷达 …… 131
4.5.1 机载战场侦察雷达的主要战术要求 …… 132
4.5.2 机载战场侦察雷达的种类及其基本组成 …… 132
4.5.3 机载远程战场侦察雷达的关键技术及其发展前景 …… 135
4.6 直升机载雷达 …… 136
4.6.1 舰载直升机雷达的主要功能 …… 136
4.6.2 舰载直升机雷达的主要技术特点 …… 137
4.6.3 舰载直升机雷达的组成及其主要技术参数 …… 138
4.7 无人机载雷达 …… 140
4.7.1 无人机载雷达的特点和用途 …… 141
4.7.2 无人机载雷达的工作方式 …… 141
4.7.3 无人机载雷达的性能 …… 142
4.7.4 无人机载雷达的组成 …… 142
第五章 超视距雷达 …… 143
5.1 概述 …… 143
5.2 电离层特性和短波传播特点 …… 143
5.2.1 电离层的结构特点和变化规律 …… 144
5.2.2 短波信道的选择 …… 145
5.3 天波超视距雷达 …… 145
5.3.1 天波超视距雷达的原理和特点 …… 145
5.3.2 天波超视距雷达的主要组成部分 …… 147
5.3.3 天波超视距雷达的主要性能和设计考虑 …… 149
5.3.4 国外的天波超视距雷达 …… 152
5.3.5 天波超视距雷达在国土防空系统中的作用 …… 154
5.4 地波超视距雷达 …… 155
5.4.1 传播特性和杂波特征 …… 155
5.4.2 地波超视距雷达的性能 …… 157
5.4.3 国外的地波超视距雷达 …… 158
第六章 民用雷达 …… 161
6.1 概述 …… 161
6.2 气象雷达 …… 162

6.2.1 气象雷达的功能、用途与分类 …… 162
6.2.2 气象雷达的作用与有关技术 …… 163
6.2.3 典型雷达举例 …… 168
6.3 空中交通管制雷达 …… 172
6.3.1 空中交通管制雷达的用途及功能 …… 172
6.3.2 二次监视雷达的原理和技术 …… 173
6.3.3 单脉冲二次监视雷达系统 …… 175
6.4 港口交通管制雷达 …… 178
6.4.1 船舶交通管制系统 …… 178
6.4.2 船舶交通管制系统的组成及其基本功能 …… 179
6.4.3 对港口监视雷达的基本要求及举例 …… 180
6.4.4 对港口监视雷达的展望 …… 184
6.5 雷达用于遥感的新领域——成像 …… 186
6.5.1 用途和主要技术参数 …… 186
6.5.2 图像处理 …… 188
6.5.3 典型应用举例 …… 189
第七章 雷达新技术的发展 …… 190
7.1 概述 …… 190
7.2 扩展雷达频谱 …… 191
7.2.1 毫米波雷达 …… 191
7.2.2 激光雷达 …… 197
7.3 雷达目标识别 …… 205
7.3.1 雷达目标识别原理 …… 206
7.3.2 雷达目标识别方法 …… 207
7.3.3 自动目标识别 …… 208
7.4 雷达成像技术 …… 209
7.4.1 合成孔径雷达成像技术 …… 210
7.4.2 逆合成孔径雷达成像技术 …… 213
7.5 相控阵雷达技术 …… 215
7.5.1 有源相控阵雷达技术 …… 215
7.5.2 数字波束形成技术 …… 217
7.5.3 相控阵雷达的数字组件 …… 217
7.5.4 共形相控阵天线 …… 218
7.5.5 宽带相控阵技术 …… 219
7.5.6 低/超低副瓣相控阵天线 …… 220
7.5.7 实现二维相扫的新途径 …… 220
7.5.8 光电子技术在相控阵雷达中的应用 …… 221
7.6 雷达信号处理技术 …… 222
7.6.1 雷达信号处理技术的进展 …… 222
7.6.2 先进的雷达信号处理技术 …… 222
7.6.3 雷达信号处理机 …… 227
7.7 雷达的建模与仿真技术 …… 230

7.7.1 雷达建模与仿真的目的 …… 230
7.7.2 雷达建模与仿真的内容 …… 230
缩略语 …… 236

需要全本请访问 www.ertongbook.com