

现代电子信息技术丛书

侦察与监视

——作战空间的千里眼和顺风耳

主编 雷厉 副主编 石星 吕泽均 梁德文



国防工业出版社

National Defense Industry Press

现代电子信息技术丛书

侦察与监视

——作战空间的千里眼和顺风耳

主编 雷 厉

副主编 石 星 吕泽均 梁德文

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书共 11 章。第 1 章为导论,介绍侦察与监视的概念、作用与任务、物理学基础、基本原理、分类及用途、发展简史,以及未来战争对侦察与监视的要求;第 2 章介绍侦察与监视传感器的主要战术技术要求、组成、工作原理、技术发展趋势,以及目标识别技术;第 3 章至第 7 章介绍航天侦察、航空侦察、海上及水下侦察、地面侦察和单兵侦察的应用技术;第 8 章介绍侦察与监视信息的综合处理技术;第 9 章介绍目标的隐蔽、欺骗与隐身技术;第 10 章介绍侦察与监视装备的反隐蔽、反欺骗、反隐身和抗干扰技术;第 11 章是侦察与监视技术的发展展望。

读者对象:具有中专以上文化程度、从事侦察与监视技术及装备研制的部队专业人员,领导或管理干部,军事院校师生,以及在电子信息领域工作的广大科研人员。

图书在版编目(CIP)数据

侦察与监视 / 雷厉主编. —北京:国防工业出版社,
2008.7

(现代电子信息技术丛书)

ISBN 978-7-118-05724-9

I. 侦… II. 雷… III. 电子侦察 IV. TN971

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 068861 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)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 28 $\frac{3}{4}$ 字数 720 千字

2008 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 52.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

《现代电子信息技术丛书》

编 审 委 员 会

名 誉 主 任	陈炳德					
主 任	李安东					
常务副主任	童志鹏	张 弛	王志刚			
副 主 任	刘成海	王小谟	熊群力	王 峰	许建峰	
	程洪彬					
委 员	蔡 镭	彭华良	王 政	毕克允	夏乃伟	
	张光义	刘 兴	雷 厉	张冬辰	黄月江	
	李 跃	胡爱民	范茂军	瞿兆荣	张学孝	
	李立功	梅遂生	廖复疆	程辉明	骆光明	
	汪继强	许西安	陈 洁			

总 编 委

总 编	童志鹏	
副 总 编	王晓光	
委 员	张雅丽	线珊珊

《侦察与监视》

主 编 雷 厉

副 主 编 石 星 吕泽均 梁德文

顾 问 杨叶谨 冯慧中

编著人员 (按姓氏笔画排序)

石 星 冯慧中 吕泽均 乔文昇 任培宏

刘红军 刘宝璐 李 琨 杨叶谨 杨红俊

吴 技 何晓晴 宋万忠 张海峰 陈怀新

易大方 罗巧云 黄 欣 常 军 梁 斌

梁德文 雷 厉

编 务 赵 勇 李桂花 郝 欣

Preface

序

《现代电子信息技术丛书》(以下简称《丛书》)自1999年首次出版,至今已8年了。《丛书》综合地反映了20世纪90年代电子信息技术的进展,受到广大科技工作者、大专院校师生和部队官兵的欢迎。进入新世纪以来,鉴于国内外电子信息技术的飞速发展,世界与局部形势发生了许多新的变化,电子信息技术循着摩尔定律预计的发展速度得到了持续的增长与进步。我国电子信息技术不论在基础层次还是在系统层次也取得了许多世界先进的成果,例如突破了纳米级的金属氧化物场效应器件(MOSFET)的设计与制造技术,研制成功了数十万亿次运算速度的巨型计算机,实现了计算栅格的研制与试验,成功地开发出世界级的第三代数字蜂窝移动通信系统,研制出空中预警与控制机系统和区域级一体化综合电子信息系统等。国际上,美国等发达国家在电子信息技术发展上处于领先地位,成功地研制出45nm的微处理器并进行批量生产,正向20nm及以下迈进。美国启动了从工业时代到信息时代的军事转型,提出从平台中心战(PCW)向网络中心战(NCW)的转型,并以全球信息栅格(GIG)为基础。GIG是美国所构想的、正在研发的国防信息基础设施,预计在2015年可形成初始作战能力。它以面向服务的结构(SOA)为体系构架,向联网的实体提供成套的、安全的信息服务与电信服务,以加强信息共享、决策优势与异构协同。GIG包括多模态数据的传递媒介,如陆上电路、空间单元和无线电台等,其所组成的互联网络可动态地、透明地将信息从发源处路由至目的地。以GIG为依托,美国军队加速向网络中心化演进,如陆军的未来战斗系统(FCS),海军的兵力网(Forcenet),空军的指挥控制星座(C² constellation)等。这里涉及十分巨大(Herculean)的技术挑战,必须通过从基础到系统的多层次创新和突破,才能在未来有限的时间内实现超越前15年Web网发明以来的发展。凡此种种,都是我们在编著《丛书》第1版时只能预测而无法探知的。然而今日,这些高新技术的面貌已逐渐清晰并迅速渗入人们的生活和竞争。这使《丛书》的作者们意识到进行再一次创作的必要性;同时,热心的读者们也期盼我们能及时对第1版进行

修改以便与时俱进。

基于以上原因,在各级领导机关的大力支持下,《丛书》各分册的原作者与新分册的新作者们在从事繁重业务工作的同时,废寝忘食、辛勤耕耘,对《丛书》各分册进行了精心修订、编撰,为第2版的问世做出了卓越的贡献。我谨代表《丛书》编审委员会向他们致以衷心的感谢。

第2版承袭了第1版的编写宗旨、编写特色及服务对象。在维持原结构不变的基础上,对内容进行了大幅度更新,并明显加大了军事科技的比重,增、删了7个分册,总册数由17分册变为18分册,总字数由800万字增加到1400万字。新版《丛书》仍以先进的综合电子信息系统为龙头,分层次、全方位地介绍各项先进信息技术,具体包括以下分册:

系统性技术分册

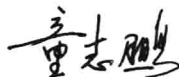
- 综合电子信息系统(第2版)
- 综合电子战(第2版)
- 侦察与监视
- 军事通信(第2版)
- 雷达与探测(第2版)
- 数据链
- 导航与定位(第2版)
- 计算机技术(第2版)
- 计算机软件技术(第2版)
- 信息安全与保密(第2版)

基础性技术分册

- 微电子技术(第2版)
- 光电子技术(第2版)
- 真空电子技术(第2版)
- 传感器技术
- 微声电子器件
- 化学与物理电源(第2版)
- 现代电子测试技术(第2版)
- 先进电子制造技术(第2版)

这两个系统分别从横向、纵向对众多先进的信息技术形成了有机的集成。

《丛书》的编写出版得到总装备部、中国电子科技集团公司及其有关研究所的领导的大力支持,得到国防工业出版社领导及编辑们的积极推动与努力,谨对他们表示由衷的感谢。



2007年8月26日

Preface

第1版序

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,为人们对于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 C⁴ISR/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。

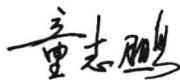
这个系统的系统涉及众多先进的信息技术的横向与纵向的有机集成,它包括雷达和光电的有源与无源探测技术、有线和无线及固定和移动通信技术、计算机硬件和软件技术、精确导航定位技术、航天航空测控技术、信息安全保密技术、电子战技术等横向专业技术的集成;也涉及微电子技术、光子与光电子技术、真空电子技术、压电与传感器技术等先进元器件技术,电子材料技术、电源技术、测试技术、先进制造技术等纵向基础技术的集成。当代军事革命要求在创新的军事思想指引下,发展有层次多专业的纵横集成的信息技术;同时,又要求在先进的信息技术驱动下,培育与发展新的军事思想,并在此基础上推动作战原则、军事条令与部队编成的变革,形成军事革命与信息革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

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感谢!

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



Preface

前言

侦察与监视是一个古老而又充满活力的军事技术领域。

自古以来,探听消息、观察周围的情况变化,一直存在于人类的军事活动及日常生活中。这种探听消息和了解情况的行为就是本书所讲的侦察与监视。

在现代指挥、控制、通信、计算机、情报、监视和侦察(C⁴ISR)系统中,侦察与监视是获取情报、战场支援和夺取信息优势的重要手段。侦察与监视不仅是战争的序幕和先导,也贯穿于战争的全过程,而且是平时积累、掌握敌人及其相关方的基本情况,制定战略决策的主要情报来源。在现代局部战争的决策、作战和评估过程中,约有90%的情报信息来自于侦察与监视系统。

侦察与监视的对象是主动辐射、发射电磁波和被动反射、散射电磁波的电磁目标。侦察与监视传感器主要有雷达、信号情报传感器、辐射计、光电传感器、遥感传感器、声学传感器、地面战场传感器。侦察与监视传感器搭载的平台主要有单兵、地面、海岸、舰船、潜艇、航空器、航天器等。

利用侦察与监视手段,能够获得图像情报、信号情报以及测量与特征情报等,产生的结果是信息、情报和数据,其核心问题是如何及时、准确地获取、处理和分发信息。

侦察与反侦察,监视与反监视,永远是一对“孪生兄弟”,从来都是以“道高一尺,魔高一丈”的方式向前发展。

随着战争形态的演进和侦察与监视技术的发展,已呈现出侦察与监视传感器网络化、侦察—打击一体化、侦察与监视实时化、侦察与监视信息处理智能化及侦察与监视平台无人化趋势。

本书作为《现代电子信息技术丛书》中新增的一本,以图像情报、信号情报、测量与特征情报的获取为主线,以雷达、信号情报传感器、辐射计、光电传感器、遥感传感器、声学传感器、地面战场传感器为重点,比较系统地介绍了侦察与监视的概念、情报的类型、侦察与监视的机理、侦察与监视传感器的分类和用途、各种传感器的技术原理和发展趋势、目标的识别技术、传感器在各种搭载平台上的应

用、多传感器数据的融合处理技术、目标的反侦察与监视技术、侦察与监视装备的反隐蔽与抗干扰技术、侦察与监视技术的发展展望等内容。

全书共 11 章,除第 2 章光电部分由北京信息技术研究所的专业技术人员编写外,其余部分由中国电子科技集团公司第十研究所的专业技术人员编写,主编为雷厉,副主编为石星、吕泽均、梁德文。主编和副主编策划了本书的架构,审核了全部内容。第 1 章由雷厉编写,第 2 章由石星、吕泽均、陈怀新、任培宏、张海峰、乔文昇、杨叶谨、冯慧中、刘宝璐、罗巧云、杨红俊、吴技、黄欣、何晓晴编写,第 3 章由杨红俊编写,第 4 章由梁德文编写,第 5 章由吴技编写,第 6 章由罗巧云编写,第 7 章由刘红军编写,第 8 章由陈怀新编写,第 9 章由易大方、杨红俊、任培宏和梁斌编写,第 10 章由宋万忠和常军编写,第 11 章由李琨编写。

童志鹏院士审核了本书的提纲和全文。杨叶谨、冯慧中审阅了书稿并提出了不少宝贵意见。赵勇、李桂花、郝欣在书稿编排、图表制作方面付出了辛勤劳动。本书参考了大量的书籍、论文和网络文献,未能在参考文献中一一列出,在此一并表示衷心的感谢!

由于本书涉及的专业面宽,编者的水平有限,书中的缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

雷 厉

Contents

目 录

第1章 导论	1
❑ 1.1 侦察与监视的概念	1
❑ 1.2 侦察与监视的地位、作用和任务	5
❑ 1.3 侦察与监视的物理学基础	6
1.3.1 机械波	6
1.3.2 电磁波	9
1.3.3 大气层对电磁波传播的影响及大气窗口	16
❑ 1.4 侦察与监视的基本原理	17
1.4.1 侦察与监视的主要机理	18
1.4.2 目标类型及其特征	20
1.4.3 影响侦察与监视效能的外部因素	26
❑ 1.5 侦察与监视的分类及其用途	26
1.5.1 侦察与监视的分类	27
1.5.2 常见侦察与监视传感器的用途	30
❑ 1.6 情报、监视与侦察系统	33
1.6.1 情报、监视与侦察系统的作用	33
1.6.2 情报、监视与侦察系统的体系结构	34
1.6.3 情报、监视与侦察系统的工作过程	34
❑ 1.7 侦察与监视技术的发展简史	36
1.7.1 雷达技术的发展历程	36
1.7.2 信号情报侦察技术的发展历程	37
1.7.3 光电侦察技术的发展历程	39
1.7.4 辐射计技术的发展历程	40
1.7.5 遥感技术的发展历程	41
1.7.6 声学探测技术的发展历程	42

1.7.7 地面战场传感器技术的发展历程	42
 1.8 现代侦察与监视技术对作战的影响	42
 1.9 未来战争对侦察与监视技术的要求	43
1.9.1 未来战争的主要样式	43
1.9.2 未来战争对侦察与监视技术的要求	45
 参考文献	46
第2章 侦察与监视传感器	47
 2.1 概述	47
2.1.1 侦察与监视传感器的分类	47
2.1.2 侦察与监视传感器的特点	47
2.1.3 侦察与监视传感器的主要战术性能	51
 2.2 雷达	53
2.2.1 概述	53
2.2.2 雷达技术	57
2.2.3 战场侦察雷达	71
2.2.4 空中目标监视雷达	76
2.2.5 空间目标监视雷达	82
2.2.6 侦察与监视雷达的发展方向	86
 2.3 信号情报传感器	96
2.3.1 概述	96
2.3.2 通信情报侦察	99
2.3.3 电子情报侦察	108
2.3.4 测量信号情报侦察	124
2.3.5 测向定位技术	128
 2.4 辐射计	139
2.4.1 概述	139
2.4.2 辐射计探测原理	141
2.4.3 成像侦察辐射计	145
2.4.4 辐射计技术的应用和发展	148
 2.5 光电传感器	151
2.5.1 概述	151
2.5.2 光学仪器	152
2.5.3 电视	153
2.5.4 微光侦察	155
2.5.5 红外传感器	158
2.5.6 激光传感器	160
 2.6 遥感传感器	164

2.6.1	概述	164
2.6.2	遥感技术的分类	164
2.6.3	遥感传感器	165
2.6.4	遥感技术的应用和发展	169
	2.7 声学探测传感器	170
2.7.1	概述	170
2.7.2	声探测传感器	171
2.7.3	水声探测传感器	174
	2.8 地面战场传感器	182
2.8.1	地面战场传感器的特点	182
2.8.2	地面战场传感系统的组成和原理	183
2.8.3	基本作战任务	184
2.8.4	地面战场传感器及其发展	184
	2.9 目标识别技术	186
2.9.1	概述	186
2.9.2	雷达目标识别技术	186
2.9.3	信号目标识别技术	191
2.9.4	光电目标识别技术	195
2.9.5	遥感目标识别技术	199
2.9.6	声学目标识别技术	203
	参考文献	204
第3章	航天侦察与监视	205
	3.1 概述	205
	3.2 成像侦察卫星	206
3.2.1	光学成像侦察卫星	207
3.2.2	雷达成像侦察卫星	208
3.2.3	混合型成像侦察卫星	208
	3.3 信号情报侦察卫星	209
3.3.1	高轨道大型信号情报侦察卫星	209
3.3.2	低轨道小型信号情报侦察卫星星座	210
	3.4 海洋监视卫星	210
3.4.1	电子型海洋监视卫星	211
3.4.2	雷达型海洋监视卫星	212
	3.5 导弹预警卫星	213
3.5.1	同步轨道导弹预警卫星	214
3.5.2	大椭圆轨道预警卫星	215

❑ 3.6	天基空间目标监视系统	215
3.6.1	导弹跟踪与监视	216
3.6.2	航天器跟踪监视	216
❑ 3.7	高分辨力商业遥感卫星	217
3.7.1	光学高分辨力遥感卫星	217
3.7.2	雷达高分辨力遥感卫星	218
❑ 3.8	其他航天器侦察	220
3.8.1	载人飞船	220
3.8.2	空间站	220
3.8.3	航天飞机	221
3.8.4	空天飞机	222
❑	参考文献	222
第4章	航空侦察与监视	223
❑ 4.1	概述	223
❑ 4.2	固定翼侦察机	224
4.2.1	预警机	225
4.2.2	光电型侦察机	226
4.2.3	雷达型侦察机	226
4.2.4	信号情报侦察机	229
4.2.5	多传感器侦察机	231
❑ 4.3	侦察直升机	232
4.3.1	预警直升机	232
4.3.2	光电型侦察直升机	233
4.3.3	雷达型侦察直升机	234
❑ 4.4	无人侦察机	235
4.4.1	高高空无人侦察机	236
4.4.2	中高空无人侦察机	238
4.4.3	低高空无人侦察机	240
❑ 4.5	侦察飞艇	240
4.5.1	平流层侦察飞艇	241
4.5.2	中高空侦察飞艇	242
❑ 4.6	侦察气球	242
4.6.1	自由式平飘气球	243
4.6.2	系留式侦察与监视气球	243
❑	参考文献	245

第5章 海上及水下侦察与监视	246
5.1 概述	246
5.2 专用侦察船	247
5.2.1 信号情报侦察船	247
5.2.2 导弹跟踪测量船	249
5.2.3 海洋监视船	250
5.3 舰载侦察	251
5.3.1 雷达侦察设备	251
5.3.2 光电侦察设备	255
5.3.3 信号情报侦察设备	261
5.3.4 水声侦察与监视设备	265
5.4 无人侦察舰艇	268
5.4.1 无人潜航器	269
5.4.2 无人水面舰艇	273
参考文献	274
第6章 地面侦察	275
6.1 概述	275
6.2 地面机动式侦察系统	276
6.2.1 装甲侦察车	276
6.2.2 无人侦察车	280
6.2.3 便携式侦察设备	281
6.2.4 车载侦察系统	283
6.3 固定侦察站	290
6.3.1 空间目标监视系统	290
6.3.2 地面信号情报侦察站	298
6.3.3 地基情报侦察传感器	299
6.3.4 无源雷达系统	300
6.3.5 海岸监视雷达	301
6.3.6 声测侦察站系统	302
6.3.7 地面战场侦察传感器系统	303
参考文献	305
第7章 单兵侦察	306
7.1 概述	306
7.2 单兵侦察雷达	307