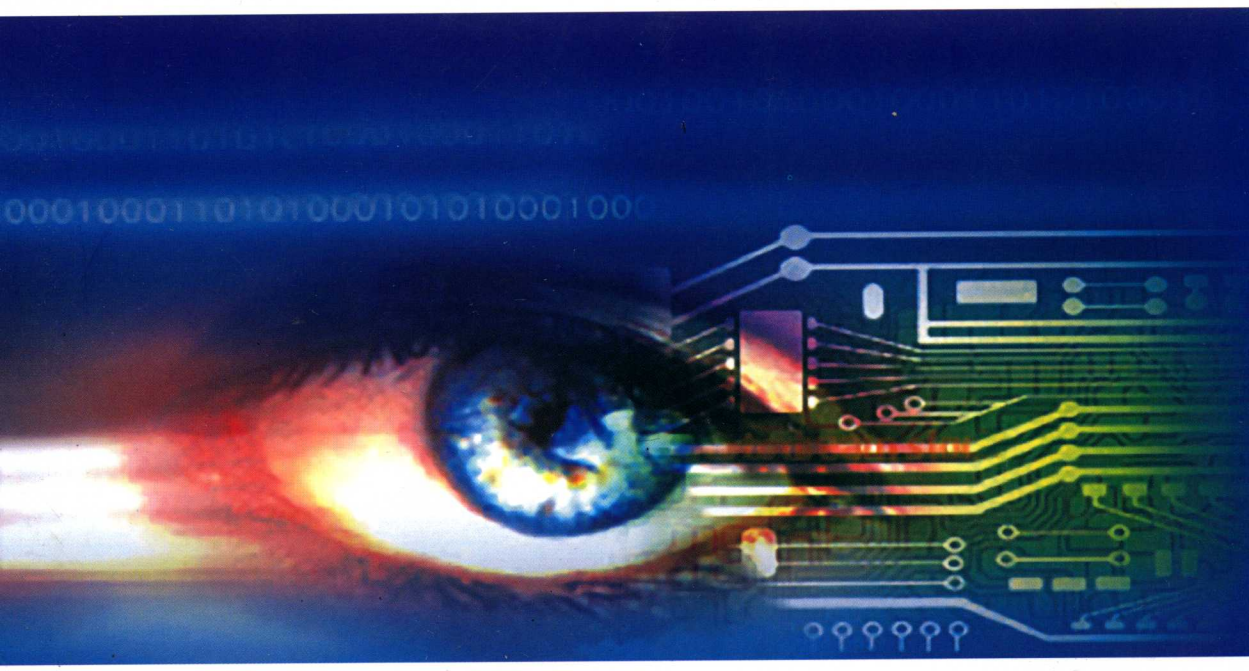
军用光电技术与系统概论



■ 主 编　王小鹏　副主编　梁燕熙　纪　明

国防工业出版社
National Defense Industry Press

军用光电技术与系统概论

主　编　王小鹏
副主编　梁燕熙　纪明

国防工业出版社
·北京·

内 容 简 介

本书共15章：第1章重点讲述了科学研究方法的重要意义，综合了一些著名科学家具有指导意义的观点，提出了可供参考的指导原则和思维技巧；第2章介绍了光电系统总体技术的基本概念、理论体系、主要研究内容及光电系统设计原则与方法；第3章介绍了光学设计的基本理论，给出了几种典型光学系统的构成及原理，并对二元光学技术作了简单介绍；第4章从8个方面对红外技术基本理论和应用作了较为全面的介绍；第5章从5个方面对激光技术及其应用做了较为全面的介绍；第6章介绍了微光成像器件及系统的工作原理、基本构成、性能评价和总体应用等问题；第7章介绍了光纤传输系统的基本技术、系统构成、工作原理及其在军事中的应用；第8章介绍了图像处理技术的内涵及特点、主要研究内容及在光电系统中的应用；第9章介绍了光电稳定与跟踪系统的概念，并介绍了工程中常见的反射镜稳定和平台整体稳定的原理、结构形式、组成及设计准则；第10章从4个方面对光电对抗技术的应用和发展做了较为全面的介绍；第11章重点介绍了惯性技术的基本概念，新型光电惯性器件及捷联惯性导航的基本原理、系统构成、解算技术、组合导航等基本概念；第12章介绍了光电系统的操控技术所涉及的人机接口、信息采集、信息处理、信息传输、作战流程控制，设备管理等软硬件技术；第13章介绍了目标光学特性研究的基本理论和常用的目标特性测试设备的校准与标定方法，同时还介绍了仿真的基本概念；第14章介绍了光学计量技术的基本内涵及各分支专业光学计量技术发展趋势等；第15章从5个方面对军用光电系统检测技术做了较全面的介绍。

读者对象：具有大学本科以上文化程度，从事军用、民用光电技术有关的科技人员、管理人员及大专院校光电专业的学生和研究生。

图书在版编目(CIP)数据

军用光电技术与系统概论 / 王小鹏主编. —北京：国防工业出版社，2011.9

ISBN 978-7-118-07259-4

Ⅰ. ①军… Ⅱ. ①王… Ⅲ. ①军事技术：光电技术 Ⅳ. ①E912

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第161886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100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 **印张** 41½ **字数** 985千字

2011年9月第1版第1次印刷 **印数** 1—3000册 **定价** 116.00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

《军用光电技术与系统概论》

编审委员会

主　　任　王小鹏

常务副主任　梁燕熙　纪　明

副 主 任　刘建国　杨子江　崔东旭　水　波　吴成林

委　　员　（按姓氏笔画排序）

冯卓祥　刘　宇　向世明　杜高社　杨朋利

杨爱粉　杨照金　陈卫东　陈方斌　鱼云岐

郭栓运　高教波　曹战民　焦明印

执行编辑　刘　浩　樊桂云　赵　琳

序

作为信息技术的重要组成和现代科技发展的标志性领域，光电技术正全面渗透到人类社会的各个方面，特别是借助计算机技术、信息技术、材料技术、先进制造技术、无线电技术等的推动与支持，以光电技术和光电系统为核心形成的新能力，在探测、感知、显示、通信、存储、加工等方面显示了极强的发展潜力和扩展力，有效地提升了人类改善生存环境、主宰空间的能力。

军事应用历来是推动技术发展的重要原动力，光电技术也不例外。在军事装备体系形成和军事实力竞争中，世界各国都高度重视光电技术的发展，不断利用和挖掘其潜能和优势。在相关技术的发展及军事需求的推动和牵引下，光电装备与系统已在预警与遥感、侦察与监视、火控与瞄准、精确制导、导航与引导、靶场测量、光通信以及光电对抗等领域初具规模，并形成系列化，有效地支撑着现代高技术战争中“全球作战”、“信息主宰”、“精确打击”、“电子战”等战略战术能力的形成与拓展。光电系统对武器系统、作战指挥及战场管理系统的“赋能”和“倍增”作用，已在世界范围内得到越来越广泛的认同。

军用光电系统是以光电器件（主要是激光器和光电探测器）为核心，将光学技术、电子/微电子技术、计算机技术和精密机械技术等融为一体，具有特定战术功能的军事装备。21 世纪以来，按照中央提出的建设信息化军队、打赢信息化战争的要求，我军加快走武器装备信息化战略发展道路，光电技术与光电系统作为信息化技术的重要载体，在推动我军武器装备信息化建设中担负着越来越重要的角色，特别是适应我军数字化部队建设的需要，光电技术已成为信息化弹药、信息化武器平台、信息化单兵和 C^4ISR 等信息化装备强有力的技术支撑，是确保我军对精确打击、超远程压制、三维空间战场感知、低特征目标探测、夜视夜战能力的需求，大跨度提升我军装备的作战性能的关键因素。而且，伴随着知识经济变革对信息化技术发展的深入推进，在需求牵引和技术推动的双重动力作用下，光电技术与光电系统将保持持续增长和深入发展的强劲态势。

为更好地服务于我军武器装备现代化建设，满足广大读者对军用光电技术与系统的专业知识需求，我们组织有关长期从事这方面研究工作的专家编写了这部书。本书比较系统地介

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

绍和阐述了军用光电技术领域的基本情况、特征及发展趋势。为增加本书的应用性，更好地指导广大科技人员开展研究工作，还特别安排了关于科学研究方法方面的内容，以期更好地指导工作实践，达到学用结合的目的。

本书的编写出版得到了中国兵器工业集团公司领导的大力支持，得到国防工业出版社的鼎力帮助，在此向他们表示最衷心的感谢。

2010 年 8 月于
西安应用光学研究所

前　言

当前世界的新军事变革，是人类军事史上发展迅猛，影响极为深刻的一场革命。加速我军装备现代化建设，实现机械化和信息化复合发展是摆在我们从事国防建设科技人员面前一项重要的历史使命。

光电技术是现代光学、精密机械、计算机、控制、电子学等技术相结合的一门现代信息技术。在军事上，它是实现战场态势感知，全源信息获取、昼夜战场监视、目标捕获、武器火力控制、光电对抗、毁伤评估等信息化装备的核心技术。在国民经济各领域，如工业加工技术、环境监测与保护、医疗卫生、遥感遥测、搜索救援、森林防火、缉私缉毒、反恐斗争等方面发挥着重要作用。因此，光电技术、光电产品、光电系统的研究开发及产业化已成为当今全世界科技与工业界重点发展的领域。

西安应用光学研究所，经过几代科技工作者的艰苦努力，逐步发展成为涵盖所有主要光电专业，可为我军各军兵种服务的光电系统工程总体研究所。在光电侦察感知系统、光电制导系统、光电火控系统、光电对抗系统、单兵光电系统、无人平台光电系统等方面的研究与生产中取得了大量成果，与此同时，在新一代夜视技术、高性能稳瞄、稳像与跟踪技术、信息融合与图像处理技术、惯性器件与定位定向技术、光电平台通信与组网技术、光电隐身反隐身技术、光学/光电器件设计与加工工艺技术、光电系统总装总调技术、光电系统仿真与评估技术、光学计量与检测技术等方面也取得了多项创新性突破。

为了适应新军事变革环境下的高新技术军事斗争的需要，在未来信息化战场上，知识成为战斗力的主要因素，本书以本科以上文化程度，从事军用、民用光电技术有关业务的技术人员和管理干部为对象，力求做到深入浅出，使其具有可读性、可用性和系统性，为人才培养尽我们的绵薄之力。

参加本书撰写的作者都是长期从事光电技术与系统研究发展的专家，他们在繁重的业务工作的同时，放弃节假日，辛勤耕耘，努力成为先进思想的传播者，科学技术的开拓者，为本书的出版做出了重要贡献。

西安应用光学研究所所长王小鹏作为本书的主编，领导了本书的编撰，并提出编撰的指导

性意见。副主编梁燕熙、纪明对全书进行了统编，提出了编撰要求和安排。书中各章的编著人员如下：第1章，梁燕熙；第2章，纪明、陈方斌、鱼云岐、刘宇、梁燕熙；第3章，焦明印；第4章，冯卓祥；第5章，杨爱粉；第6章，向世明；第7章，曹战民、王会川；第8章，陈卫东；第9章，纪明；第10章，杜高社；第11章，郭栓运；第12章，陈方斌；第13章，高教波；第14章，杨照金；第15章，杨朋利。

各章按编撰要求，力求做到独立完整又相互协调，体现了军用光电技术与系统的相关内容和基础知识。书中有关定义力求尽可能统一，本书涉及学科较广，因各学科有时对同一概念有不同的表述方法，本书尊重各学科习惯的表述方法。在保证科学性的前提下，尽量做到通俗易懂，简明扼要，以适合不同专业的科技人员、管理人员的学习和工作需要。本书对从事光电技术研究的人员和高等院校光电专业的学生亦有参考价值。

在本书编写的过程中，得到了西安应用光学研究所领导的全力支持，该所人力资源处做了大量工作，科技情报室《应用光学》编辑部的同志对全书编校付出了辛勤的劳动，在此表示由衷的感谢和崇高的敬意。

由于编撰经验不足，水平有限，书中难免有错误和不足之处，敬请广大读者和专家批评指正，以便今后进一步修改。

2010年8月于

西安应用光学研究所

目　录

第 1 章　科学研究的实践与探索 …… 1

1.1　科学研究方法的重要意义 …… 1

1.2　科学研究的准备工作 …… 2

1.2.1　科学的学习 …… 2

1.2.2　学会阅读科学文献 …… 5

1.2.3　建立创新的思维方法 …… 7

1.3　正确的科学研究方法 …… 8

1.3.1　科学研究工作的开始 …… 8

1.3.2　充分发挥丰富的想象力 …… 9

1.3.3　观察与推理的重要性 …… 11

1.3.4　科学实验是研究工作的重要手段 …… 15

1.3.5　扩大知识覆盖面是科学研究的重要方法之一 …… 16

1.3.6　学哲学有助于科学研究 …… 17

1.4　做一名优秀的科学家 …… 18

1.4.1　科学研究工作要求的品格 … 18

1.4.2　树立正确的学风和科学研究的道德观 …… 19

1.4.3　科技学术论文写作和宣读 … 20

1.4.4　积极参加学术交流活动 …… 24

1.5　本章小结 …… 25

参考文献 …… 25

第 2 章　光电系统总体技术 …… 26

2.1　光电总体技术概论 …… 26

2.1.1　光电系统总体概念及主要研究内容 …… 26

2.1.2　光电系统总体设计准则 …… 26

2.1.3　光电系统总体设计的基本工作方法 …… 28

2.1.4　光电系统总体技术未来的发展趋势 …… 29

2.2　舰载光电系统 …… 30

2.2.1　概述 …… 30

2.2.2　舰载光电系统的特点 …… 32

2.2.3　典型舰载光电系统介绍 …… 39

2.3　机载光电系统 …… 43

2.3.1　概述 …… 43

2.3.2　机载光电系统分类及其特点 …… 49

2.3.3　典型机载光电系统介绍 …… 51

2.4　车载光电系统 …… 52

2.4.1　概述 …… 52

2.4.2　车载光电系统分类及其特点 …… 55

2.4.3　典型车载光电系统介绍 …… 57

2.4.4　车载光电系统关键技术 …… 62

2.5　单兵光电系统 …… 63

2.5.1　概述 …… 63

2.5.2　单兵光电系统分类及其特点 …… 66

2.5.3　典型单兵光电系统介绍 …… 69

2.5.4　单兵光电系统关键技术 …… 79

2.6　无人平台系统 …… 80

2.6.1　概述 …… 80

2.6.2　无人平台系统分类及其

特点 …… 85
2.6.3 典型无人平台系统介绍 …… 88
2.6.4 无人平台系统关键技术 …… 94
2.7 本章小结 …… 96
参考文献 …… 96

第3章 光学设计及光学薄膜技术 …… 97

3.1 概述 …… 97
3.1.1 光学设计技术的研究内容 … 97
3.1.2 光学设计技术的发展现状及趋势 …… 98
3.2 光学设计技术理论基础 …… 100
3.2.1 几何光学概述 …… 100
3.2.2 光学系统成像的几何理论 …… 102
3.2.3 像差理论及其应用 …… 106
3.3 光学薄膜技术 …… 114
3.3.1 光学薄膜概述 …… 114
3.3.2 几种典型的光学薄膜 …… 115
3.3.3 真空镀膜机 …… 117
3.3.4 光学薄膜的检测技术 …… 118
3.3.5 光学薄膜的发展趋势 …… 119
3.4 几种典型的光学系统 …… 120
3.4.1 微光夜视光学系统 …… 120
3.4.2 红外光学系统 …… 122
3.4.3 观瞄及火控综合光学系统 … 124
3.5 二元光学技术简介 …… 126
3.6 本章小结 …… 129
参考文献 …… 129

第4章 红外技术 …… 132

4.1 概述 …… 132
4.1.1 红外前视装置的由来 …… 132
4.1.2 红外前视装置的特点 …… 133
4.1.3 红外前视装置的应用 …… 133
4.2 红外辐射 …… 134
4.2.1 红外辐射和红外辐射源 …… 134
4.2.2 辐射亮度和理想朗伯体辐射计算 …… 135
4.2.3 波段辐射量和光谱辐射量 …… 137
4.2.4 点源和面源 …… 137
4.2.5 飞机的辐射特性 …… 140
4.2.6 导弹的辐射特性 …… 141
4.2.7 舰船的辐射特性 …… 141
4.2.8 目标与背景的温差 …… 142
4.2.9 背景的辐射特性 …… 142
4.3 红外辐射在大气中的传输 …… 143
4.3.1 大气传输过程 …… 143
4.3.2 大气吸收 …… 144
4.3.3 大气散射 …… 144
4.3.4 辐射大气传输的计算 …… 145
4.3.5 LOWTRAN 软件简介 …… 147
4.4 红外探测器 …… 151
4.4.1 热探测器 …… 152
4.4.2 光电探测器 …… 153
4.4.3 探测器性能参数 …… 162
4.4.4 探测器特征参数 …… 166
4.4.5 极限探测率(背景限探测器) …… 167
4.5 制冷技术 …… 167
4.6 红外前视系统成像原理 …… 169
4.6.1 会聚光学系统 …… 169
4.6.2 光机扫描方式 …… 169
4.7 系统参数计算 …… 172
4.7.1 噪声等效温差 …… 172
4.7.2 最小可分辨温差 …… 172
4.7.3 噪声等效发射率差 …… 172
4.7.4 最小可探测温差 …… 173
4.8 案例分析 …… 173
4.9 本章小结 …… 177
参考文献 …… 177

第5章 激光技术 …… 178

5.1 概述 …… 178

5.2 激光技术基础知识 …… 179
5.2.1 激光的产生 …… 179
5.2.2 激光器的组成 …… 181
5.2.3 激光的基本特性 …… 183
5.2.4 描述激光特性的基本参数 …… 184
5.3 激光单元技术 …… 186
5.3.1 放大技术 …… 186
5.3.2 调 Q 技术 …… 188
5.3.3 锁模技术 …… 191
5.3.4 选模技术 …… 193
5.3.5 调制技术 …… 195
5.3.6 激光大气和水下传输 …… 196
5.3.7 光学非线性波长变换技术 …… 198
5.4 常用激光器件 …… 202
5.4.1 固体激光器 …… 202
5.4.2 气体激光器 …… 210
5.4.3 半导体激光器 …… 211
5.4.4 光纤激光器 …… 213
5.4.5 可调谐激光器 …… 215
5.4.6 其他激光器 …… 215
5.5 激光技术在军事上的典型应用 …… 217
5.5.1 激光测距 …… 217
5.5.2 激光制导 …… 220
5.5.3 激光武器 …… 224
5.6 本章小结 …… 228
参考文献 …… 228

第6章 微光夜视技术 …… 229

6.1 概述 …… 229
6.1.1 微光夜视技术的内涵、工作原理及功能特点 …… 229
6.1.2 微光夜视技术在军事上的重要作用 …… 229
6.2 微光夜视技术理论基础 …… 231
6.2.1 微光成像器件 …… 231
6.2.2 微光成像系统 …… 235
6.2.3 微光成像系统总体性能评价 …… 238
6.3 双近贴聚焦像增强器极限性能估算 …… 252
6.3.1 WII 极限灵敏度估算 …… 252
6.3.2 WII 极限分辨力估算 …… 252
6.3.3 WII 极限信噪比估算 …… 253
6.4 微光夜视技术发展动态和当前水平 …… 253
6.4.1 微光装备发展的技术思路及各代特征 …… 253
6.4.2 以 NEA-GaAs 光阴极为主要特色的三代/四代微光技术的发展动态 …… 254
6.4.3 超二代微光夜视技术发展动态 …… 255
6.4.4 光阴极光谱响应不断拓宽 …… 255
6.4.5 像管结构设计和制造技术的最新发展 …… 256
6.4.6 国内外微光器件的产业化现状 …… 256
6.4.7 国外先进微光夜视系统技术的发展现状 …… 256
6.5 本章小结 …… 258
参考文献 …… 258

第7章 光纤技术及其在军事中的应用 …… 259

7.1 概述 …… 259
7.2 光纤的导光原理、多模光纤及单模光纤 …… 259
7.2.1 光纤的导光原理 …… 259
7.2.2 多模光纤 …… 262
7.2.3 单模光纤 …… 263
7.2.4 光纤的主要特性 …… 265

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

7.3 光源和光发射机 …… 272
7.3.1 半导体发光二极管 …… 272
7.3.2 半导体激光二极管 …… 276
7.3.3 光发射机 …… 281
7.4 光电二极管和光接收机 …… 284
7.4.1 光电二极管的工作原理 …… 284
7.4.2 光电二极管的特性 …… 285
7.4.3 PIN 光电二极管 …… 287
7.4.4 光电二极管的主要参数 …… 288
7.4.5 光接收机 …… 288
7.5 光纤传输系统常用的无源器件 …… 294
7.5.1 光纤活动连接器 …… 295
7.5.2 光纤旋转连接器 …… 295
7.5.3 光分路器 …… 296
7.5.4 光波分复用器 …… 296
7.5.5 密集波分复用器 …… 297
7.5.6 星形耦合器 …… 297
7.5.7 光开关 …… 298
7.5.8 其他常用的光无源器件 …… 298
7.6 光纤传输系统 …… 299
7.6.1 光纤传输系统的基本构成 …… 299
7.6.2 光纤数据传输系统 …… 300
7.6.3 光纤视频信号传输系统 …… 306
7.6.4 光纤视频信号和数据信号混合传输系统 …… 310
7.6.5 多路模拟信号调频—副载波复用光纤传输系统 …… 311
7.7 光纤传输技术在军事中的应用 …… 312
7.7.1 光纤制导战术导弹 …… 313
7.7.2 光纤数据总线 …… 316
7.7.3 光纤传输系统在水下兵器弹道外测系统中的应用 …… 317
7.7.4 光纤传输系统在武器系统中的其他应用 …… 318
7.8 光纤传输系统中的新技术简介 …… 318
7.8.1 掺铒光纤放大器 …… 318
7.8.2 外调制技术 …… 322
7.9 本章小结 …… 324
参考文献 …… 325

第 8 章 图像工程与视频处理技术 …… 326

8.1 概述 …… 326
8.1.1 图像处理技术内涵 …… 326
8.1.2 国内外研究现状 …… 327
8.2 图像处理技术组成、分类与特点 …… 328
8.2.1 图像工程基础 …… 328
8.2.2 自动目标识别 …… 344
8.2.3 视频跟踪 …… 346
8.2.4 图像融合 …… 347
8.2.5 电子稳像 …… 349
8.2.6 图像拼接 …… 352
8.2.7 图像压缩 …… 354
8.3 图像工程与视频处理技术实际应用 …… 357
8.3.1 图像视频跟踪器的原理与特点 …… 357
8.3.2 视频跟踪器在军用光电系统中的应用 …… 358
8.4 图像工程与视频处理技术最新发展 …… 359
8.4.1 彩色图像目标跟踪 …… 359
8.4.2 多目标跟踪 …… 360
8.4.3 高帧频视频跟踪 …… 361
8.5 本章小结 …… 362
参考文献 …… 362

第 9 章 光电稳定与跟踪技术 …… 364

9.1 概述 …… 364
9.1.1 光电稳定跟踪技术的地位及作用 …… 364

9.1.2 光电稳定系统的分类与定义 …… 365
9.2 光电稳定与跟踪系统基本组成及工作原理 …… 367
9.2.1 稳瞄系统基本组成 …… 367
9.2.2 工作原理 …… 368
9.3 光电稳定与跟踪技术的主要特性参数 …… 373
9.3.1 系统主要特性参数 …… 373
9.3.2 光电传感器主要特性参数 …… 374
9.4 影响稳定跟踪系统精度的制约因素 …… 375
9.4.1 稳定精度制约因素分析 …… 375
9.4.2 跟踪精度制约因素分析 …… 377
9.5 光电稳定与跟踪系统的主要控制元件 …… 377
9.5.1 陀螺仪 …… 378
9.5.2 执行元件 …… 385
9.5.3 旋转变压器 …… 387
9.6 稳定跟踪伺服系统设计 …… 388
9.6.1 伺服系统的基本技术要求 …… 389
9.6.2 光电稳定跟踪伺服系统的特点 …… 390
9.6.3 稳定跟踪伺服系统设计 …… 392
9.7 光电稳定与跟踪系统技术展望 …… 395
9.8 本章小结 …… 397
参考文献 …… 397

第10章 光电对抗 …… 398

10.1 概述 …… 398
10.1.1 光电技术战场威胁 …… 398
10.1.2 光电对抗技术的兴起和发展 …… 399
10.2 光电对抗技术 …… 400
10.2.1 光电侦察告警技术 …… 400
10.2.2 光电干扰技术 …… 405
10.2.3 光电压制技术 …… 410
10.2.4 光电致盲技术 …… 412
10.2.5 激光定向能武器 …… 413
10.2.6 光电隐身技术 …… 417
10.2.7 光电敌我识别技术 …… 418
10.3 光电对抗系统应用 …… 419
10.3.1 光电侦察告警设备 …… 420
10.3.2 光电干扰装备 …… 421
10.3.3 光电压制装备 …… 422
10.3.4 激光定向能武器系统 …… 423
10.3.5 采用光电隐身技术的武器装备 …… 423
10.3.6 光电敌我识别装备 …… 424
10.4 光电对抗技术的发展趋势 …… 424
10.4.1 光电对抗技术总体发展方向 …… 424
10.4.2 光电对抗单项技术发展趋势 …… 425
10.5 本章小结 …… 427
参考文献 …… 428

第11章 惯性技术及光纤陀螺技术 …… 429

11.1 概述 …… 429
11.1.1 惯性技术及应用 …… 429
11.1.2 惯性技术基础知识 …… 433
11.2 光纤陀螺技术 …… 437
11.2.1 光纤陀螺的历史由来 …… 437
11.2.2 光纤陀螺的原理及其特点 …… 438
11.2.3 光纤陀螺构成及功能器件 …… 439
11.2.4 光纤陀螺信号处理及检测 …… 445
11.2.5 光纤陀螺的性能指标 …… 451
11.3 捷联惯性导航技术 …… 451
11.3.1 惯性导航的工作原理 …… 451
11.3.2 捷联惯性导航系统

构成 …… 453
11.3.3 捷联惯性导航系统解算技术 …… 454
11.3.4 组合导航系统解算技术 …… 455
11.3.5 光纤陀螺捷联组合陆地导航系统 …… 456
11.3.6 倾斜修正光纤陀螺寻北仪 …… 458
11.3.7 小型化 MEMS/光纤陀螺捷联航姿测量系统 …… 458
11.4 惯性技术的发展趋势 …… 459
11.4.1 惯性器件技术 …… 459
11.4.2 组合导航技术 …… 461
11.5 本章小结 …… 465
参考文献 …… 465

第 12 章 操控技术 …… 466

12.1 概述 …… 466
12.1.1 计算机在系统操控上的应用与功能 …… 466
12.1.2 计算机操控系统的设计原则 …… 467
12.1.3 操控计算机的分类 …… 467
12.1.4 操控计算机的选型 …… 470
12.1.5 操控计算机系统的抗干扰措施 …… 471
12.1.6 操控计算机操作系统 … 472
12.1.7 操控系统数据总线和通信网络简介 …… 473
12.1.8 应用软件的设计与实现 …… 480
12.1.9 人机界面设计 …… 481
12.2 典型光电装备操控系统的组成 …… 482
12.2.1 操控计算机 …… 483
12.2.2 通信控制板 …… 484
12.2.3 数据采集板 …… 485
12.2.4 I/O 扩展板 …… 485
12.2.5 全加固以太网通信卡 … 487
12.2.6 串行接口扩展板 …… 489
12.2.7 加固型液晶显示器 …… 489
12.2.8 操作系统和软件 …… 490
12.2.9 操控流程 …… 491
12.2.10 系统自检 …… 491
12.3 本章小结 …… 492
参考文献 …… 492

第 13 章 目标光学特性与建模仿真评估技术 …… 493

13.1 目标光学特性概述 …… 493
13.2 光辐射的基本量 …… 494
13.2.1 大气窗口 …… 495
13.2.2 辐射参数及定律 …… 495
13.2.3 本征辐射参数 …… 497
13.2.4 探测距离的影响 …… 498
13.2.5 目标/背景对比度 …… 499
13.3 目标光学特性测试技术 …… 500
13.3.1 点目标 …… 501
13.3.2 面目标 …… 501
13.3.3 红外辐照对比度 …… 502
13.3.4 红外伪装特性研究 …… 502
13.4 测试设备、校准与测试方法 … 503
13.4.1 测试仪器及原理简介 … 503
13.4.2 测试原理 …… 505
13.4.3 测试研究的一般原则 … 507
13.5 目标光学特性分析方法 …… 507
13.5.1 面积加权 ΔT …… 508
13.5.2 昼夜变化 …… 508
13.5.3 动态目标辐射特性 …… 511
13.5.4 目标特性建模 …… 512
13.5.5 热力学 …… 512
13.5.6 结论 …… 513
13.6 典型目标/背景辐射特性测试结果 …… 514
13.6.1 地物热目标源辐射特性

测试结果 …… 514
13.6.2 军用车辆温度分布图像 …… 516
13.6.3 强光弹闪光辐射特性 …… 516
13.6.4 不同太阳夹角的天空背景光谱辐射出射度 …… 517
13.6.5 红外诱饵弹辐射特性 … 518
13.6.6 飞机辐射强度测试结果 …… 518
13.7 光电系统建模仿真评估技术 …… 522
13.7.1 系统仿真概述 …… 522
13.7.2 光电系统理论建模性能评估技术 …… 530
13.7.3 综合光电半实物仿真系统构成 …… 537
13.7.4 三维动态场景计算机生成技术 …… 540
13.7.5 动态仿真场景投射新技术研究 …… 546
13.7.6 光电系统半实物仿真测试与评估实例 …… 553
13.8 场景仿真显示技术 …… 557
13.8.1 球幕多光谱场景仿真技术 …… 557
13.8.2 硅基液晶显示新技术 … 559
13.8.3 有机发光二极管显示技术 …… 562
13.9 本章小结 …… 565
参考文献 …… 565

第 14 章 光学计量技术 …… 566

14.1 概述 …… 566
14.1.1 计量学的研究对象 …… 566
14.1.2 计量学主要名词术语 … 567
14.1.3 误差与测量不确定度 … 568
14.1.4 计量标准的建立与量值传递 …… 571
14.1.5 光学计量的研究范畴与光学计量分专业 …… 573
14.1.6 光学计量技术的现状与发展趋势 …… 575
14.2 光度学计量 …… 577
14.2.1 光度学主要参数 …… 577
14.2.2 发光强度标准装置 …… 578
14.2.3 光亮度标准装置 …… 578
14.2.4 光照度标准装置 …… 579
14.2.5 总光通量标准装置 …… 580
14.3 光辐射计量 …… 580
14.3.1 光辐射计量的基本物理量 …… 580
14.3.2 实现光辐射绝对测量的主要途径 …… 581
14.3.3 光谱辐亮度和辐照度标准 …… 586
14.3.4 黑体辐射源标准装置 … 589
14.4 激光参数计量 …… 591
14.4.1 激光计量的基本参数 … 591
14.4.2 激光功率标准 …… 592
14.4.3 激光能量标准 …… 593
14.4.4 脉冲激光峰值功率标准 …… 595
14.5 光谱光度计量 …… 596
14.5.1 光谱光度计量基本概念 …… 596
14.5.2 光谱反射比标准 …… 597
14.5.3 光谱透射比标准 …… 598
14.6 成像光学与光学材料计量 …… 599
14.6.1 光学传递函数标准装置 …… 599
14.6.2 光学元件波像差标准装置 …… 603
14.6.3 光学材料折射率计量标准 …… 605
14.7 微光夜视计量 …… 606

14.7.1 微光像增强器参数计量 …… 607
14.7.2 微光夜视仪参数计量 … 608
14.8 本章小结 …… 609
参考文献 …… 609

第15章 军用光电系统检测技术 …… 610

15.1 概述 …… 610
15.2 激光参数检测 …… 610
15.2.1 激光器参数测量 …… 610
15.2.2 激光器功率能量测试 … 610
15.2.3 高能激光功率与能量测量技术 …… 612
15.2.4 激光空域特性测量技术 …… 613
15.2.5 强激光空域特性测量技术 …… 616
15.2.6 激光时域特性测试 …… 618
15.3 激光测距机参数检测 …… 624
15.3.1 最大测程检测 …… 624
15.3.2 最小测程检测 …… 626
15.3.3 测距准确度检测 …… 627
15.4 红外热像仪检测 …… 627
15.4.1 红外热像仪综合参数测量装置 …… 628
15.4.2 红外热像仪参数测量 … 630
15.5 微光夜视仪检测 …… 635
15.5.1 微光夜视仪的视场测量 …… 635
15.5.2 微光夜视仪的视放大率测量 …… 637
15.5.3 微光夜视仪的相对畸变测量 …… 638
15.5.4 微光夜视仪的分辨力测量 …… 638
15.5.5 微光夜视仪的亮度增益测量 …… 640
15.5.6 微光夜视镜参数测量 … 641
15.6 光电产品其他参数测量的几种装置 …… 643
15.6.1 天顶仪 …… 644
15.6.2 反射式平行光管 …… 645
15.6.3 稳定精度测试装置 …… 646
15.7 本章小结 …… 647
参考文献 …… 648

第1章　科学研究的实践与探索

1.1　科学研究方法的重要意义

科学研究是客观地认识世界、改造世界的创造性劳动。它不仅要综合整理知识而且要创造知识，使科学技术在已有的水平上不断地前进。科学研究是高度复杂，对新知识不断探求，不断取得新的成果的活动。新的成果可能是新的发现、新的理论、新的方法、新的工艺等，但必须是在前人工作的基础上不断有所创新。在科学研究中，顽强拼搏取得新的进展对于一个科学工作者来说是必须具备的精神和品格。

毛泽东主席说："人类的历史就是一个不断地从必然王国向自由王国发展的历史"。纵观科学发展史此类例子不胜枚举：人们对光的认识，从微粒说、波动说、麦克斯韦理论到现代光量子理论……；门捷列夫通过研究归纳提出的元素周期律，并预见新的元素的出现；居里和居里夫人按预定的概念经过反复实验，从大量沥青矿中提炼出镭和钋；维纳将不同学科联系组织起来创建了控制论；达尔文通过大量观察和体会，提出新的理论即进化论等。这一切都说明了，虽然新的发现与成果是多种多样的，但基本原理和思维技巧大都遵循了一些共同的规律和特点。许多科学问题的提出和解决通常是科学研究方法上的突破。科学研究的方法指的是获得科学知识应遵循的程序，虽然不存在发现和发明机械的程序，但科学研究的方法在科学创新活动中是十分重要的。法国生物学家贝尔纳（Claude Bernard）说："良好的方法能使我们更好地发挥运用天赋的才能，而拙劣的方法可能阻碍才能的发挥。因此，科学中难能可贵的创造性才华，由于方法拙劣可能被削弱，甚至被扼杀；而良好的方法则会增长、促进这种才能，……在生物学中，由于现象复杂，谬误的来源又极多，方法的作用较之其他科学甚至更为重要。"

著名的科学家巴甫洛夫也曾经说过："初期研究的障碍在于缺乏研究法，无怪乎人们常说，科学是随着研究法所获得的成就而前进的。研究法每前进一步，我们就提高一步。随之在我们面前也就开拓了一个充满新事物更辽阔的远景。"

一个科学工作者只有知识和技术的灌输而没有正确的思维方法指导，很难成为一个优秀的人才。书本的知识固然重要，但任何一个科技成果很难从阅读书本而直接得到，知识必须是活的知识，必须通过学习加上正确的思维，灵活的运用，通过实践循环往复，用科学的方法去探索才能取得成绩。然而，仅依靠年轻的科学工作者自己去慢慢摸索，待到学会科学研究方法时，最富创造力的年华或许已经逝去。因此，在实践中有可能通过对他们研究方法的指导来缩短学习的阶段，学会正确的思维方法，提高科学研究的能力和对问题分析鉴赏的能力，尽早进行创造性的工作，快速成才。科学研究是一种非常复杂的脑力劳动，在学校里，没有就科学研究方法进行正规教育的课程。一般人们都认为，科学研究主要源于自我训练，但在实际工作中得到有经验的科学家指点是非常有益的。常言道，"明师出高徒"，要学习别人的经验，学习前

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com