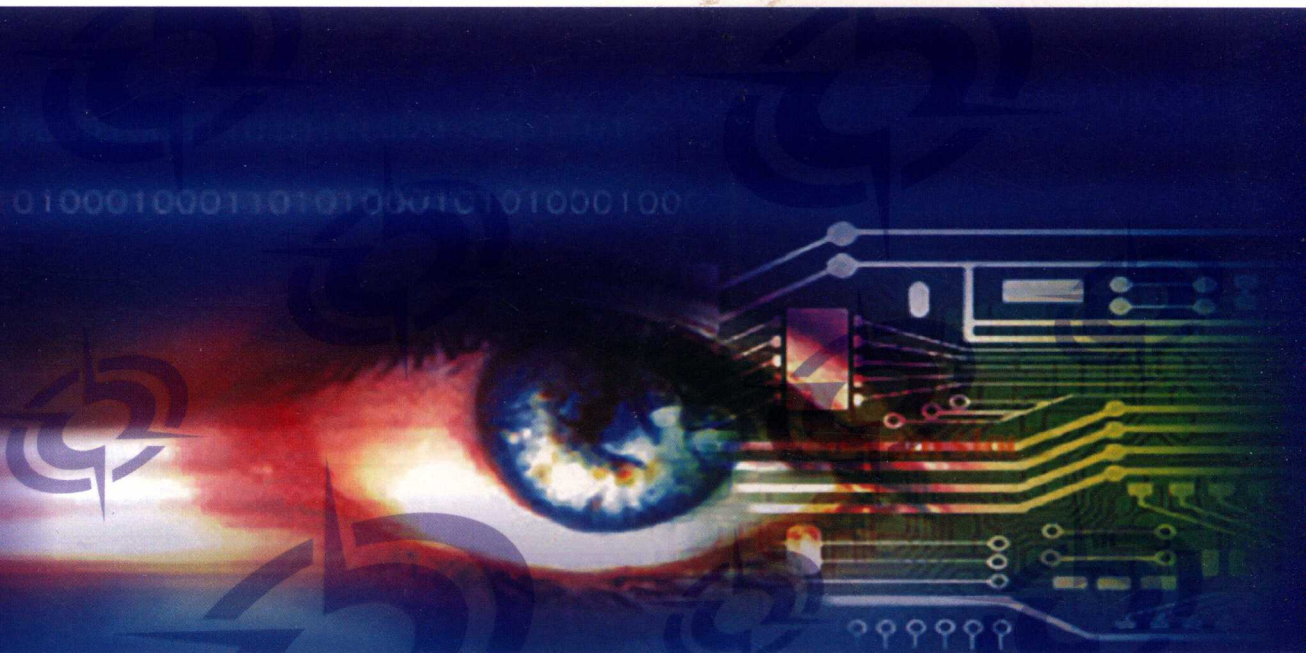




光电技术系列丛书

夜视测试与 计量技术概论



■ 主 编 杨照金 副主编 史继芳 胡铁力



国防工业出版社

National Defense Industry Press

光电技术系列丛书

夜视测试与计量技术概论

主 编 杨照金
副主编 史继芳 胡铁力



国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书从微光夜视技术和红外热成像技术的基本概念出发,比较系统地介绍微光夜视和红外热成像测试与计量的基础理论和有关参数测量方法。本书分上、下篇。上篇为微光夜视测试与计量,涉及微光像增强器部件、微光像增强器、微光夜视仪、微光电视和单光子成像系统等方面的测试与计量技术。下篇为红外热成像测试与计量,涉及红外探测器、红外焦平面探测器和多元探测器、红外热像仪、红外光学材料和红外光学系统等方面的测试与计量技术。

本书可作为从事夜视测试技术和夜视应用等方面人员的业务参考书,亦可作为光电子成像专业本科生和研究生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

夜视测试与计量技术概论/杨照金主编. —北京:
国防工业出版社, 2019. 10
ISBN 978-7-118-11943-5

I. ①夜… II. ①杨… III. ①微光夜视—夜视技术—
应用—工程测量—概论 IV. ①TN223②TB22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 205975 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)

三河市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 24 $\frac{3}{4}$ 字数 592 千字

2019 年 10 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 99.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

《夜视测试与计量技术概论》

编审委员会

主 编 杨照金

副主编 史继芳 胡铁力

编 委 (按姓名笔画排序)

王 雷 许荣国 李正琪 李四维 杨书宁

杨冶平 杨鸿儒 范纪红 岳文龙 赵 琳

侯 民 俞 兵 姜昌录 贺英萍 袁 良

解 琪

主 审 刘 宇 焦明印

执行编辑 段杨子 房 薇 丛家铭

前 言

夜视技术是研究夜天光等微弱光照明情况下景物热辐射的成像技术,它能使人眼可见和不可见宽光谱微弱的景物变换成人眼可观测的图像。夜视技术根据成像原理及方式分为微光夜视技术和红外热成像技术。微光夜视借助于微光成像器件,采用光电子转换与倍增成像的方法克服人眼在低照度下以及在有限光谱响应下的限制,以开拓人眼的视觉。红外热成像是利用红外探测器接收被测目标的红外辐射能量分布图形,由探测器将红外辐射能转换成电信号,经放大处理,转换成视频信号通过电视屏或监测器显示红外热像图。微光夜视技术和红外热成像技术作为军用夜视装备的两大技术支柱,相互补充、相互竞争,共同满足着不同用户的多种需要。

夜视测试与计量技术作为夜视技术的一部分,它为夜视器件和夜视成像系统的研制、生产、试验和应用提供基础数据,进行产品的性能评价,夜视器件与系统性能的发展需要测试计量水平的不断提高。

本书分为上、下篇。上篇为微光夜视测试与计量,对微光夜视技术所涉及的微光像增强器部件、微光像增强器、微光夜视仪、微光电视和单光子成像系统等方面的测试与计量技术问题进行了研究和讨论。下篇为红外热成像测试与计量,对红外热成像所涉及的红外探测器、红外焦平面探测器和多元探测器、红外热像仪、红外光学材料和红外光学系统等方面的测试与计量问题进行了研究和讨论。总体而言,本书的目的是为从事夜视测试技术、夜视应用技术的科技工作者提供一本专业参考书。

本书共 15 章。绪论,介绍夜视与夜视测试的内涵、计量测试名词术语等。第 1~7 章为上篇。第 1 章 微光夜视技术,介绍微光夜视技术的内涵,微光夜视技术理论基础,微光成像系统性能评价体系等。第 2 章 微光像增强器部件参数测量,介绍光阴极、微通道板、光纤面板和荧光屏等部件的性能测试。第 3 章 微光像增强器参数测量,介绍微光像增强器亮度增益、等效背景照度、输出信噪比、调制传递函数、分辨力、放大率、畸变等参数测量。第 4 章 微光夜视仪参数测量,介绍微光夜视仪视场、视放大率、相对畸变、分辨力、亮度增益等参数测量。第 5 章 微光电视的性能测试与校准,介绍微光 ICCD、水下微光成像系统、距离选通微光成像系统等方

面的测试问题。第6章 单光子成像系统参数测试,介绍单光子计数成像原理、单光子成像技术的特点及性能表征、光子计数成像系统性能测试等。第7章 微光夜视计量,介绍微光夜视计量所涉及的光度学计量、光辐射计量和色度学计量问题。第8~14章为下篇。第8章 红外热成像技术,介绍红外热成像的技术内涵,红外热成像技术理论基础,红外热成像系统组成及总体性能评价等。第9章 红外探测器参数测试与计量,介绍红外单元探测器性能评价参数、主要参数测量方法。第10章 红外焦平面和多元探测器参数测试与计量,介绍红外焦平面和多元探测器性能评价参数、主要参数测量方法。第11章 红外热像仪参数测试与计量,介绍红外热像仪主要评价参数的定义及基本概念、测量方法和测量装置的溯源。第12章 红外热成像计量,介绍红外热成像计量所涉及的黑体辐射源、红外目标模拟器等的检定校准问题。第13章 红外光学材料参数测试,介绍红外光学材料主要评价参数的定义及基本概念、测量方法,包括折射率、折射率温度系数、均匀性、应力双折射等。第14章 红外光学系统性能测试与校准,介绍红外光学元件和系统基本参数测量和像质评价,包括焦距、透射比、光学传递函数等。

本书由杨照金策划和主编,史继芳、胡铁力为副主编,史继芳参与上篇的组织策划,胡铁力参与下篇的组织策划。第2章由贺英萍、杨书宁撰写;第3章由史继芳、解琪、贺英萍撰写;第4章由史继芳、解琪撰写;第7章由李正琪撰写;第8章由胡铁力、侯民撰写;第9章由范纪红撰写;第11章由胡铁力、李四维撰写;第12章由胡铁力、岳文龙撰写;第13章由王雷、许荣国撰写;第14章由姜昌录撰写;绪论、第1章、第5章、第6章、第10章由杨照金撰写。解琪、杨冶平、李四维、杨书宁等负责部分插图整理。杨照金进行全书统稿。国防科技工业光学一级站杨鸿儒、袁良、俞兵,西安应用光学研究所人力资源处赵琳等提供很多帮助。刘宇、焦明印同志对全书进行了认真的审阅,并提出许多中肯的意见和建议。

本书采用了作者所在科研集体——国防科技工业光学一级计量站的一些科研成果,也参阅和引用了国内许多专家和学者的文献。西安应用光学研究所和国防科技工业光学一级计量站领导的关心与支持使得作者能在较短的时间内完成本书。在此一并表示衷心的感谢。

由于作者知识面和水平有限,错误在所难免,希望广大读者多加批评指正。

编者

2019.5

目 录

绪论	1	2.2.2 光谱响应及量子效率测量	17
1. 夜视技术	1	2.2.3 负电子亲和势(NEA)光电阴极性能评估	18
2. 夜视测试与计量	1	2.2.4 GaAs 阴极光谱响应原位测试	20
3. 计量测试主要名词术语	2	2.2.5 GaAs 阴极多信息量测试	21
参考文献	3	2.3 微通道板性能测试	21
上篇 微光夜视测试与计量		2.3.1 微通道板电流增益测量	21
第1章 微光夜视技术	4	2.3.2 微通道板体电阻测量	22
1.1 微光夜视技术概述	4	2.3.3 微通道板暗电流测量	23
1.1.1 微光夜视技术内涵	4	2.3.4 微通道板大面积均匀性测量	23
1.1.2 微光夜视技术在军事上的重要作用	5	2.3.5 微通道板综合参数测试装置	24
1.2 微光夜视技术理论基础	5	2.4 光纤面板性能测试	25
1.2.1 光电成像原理及器件	5	2.4.1 光纤面板数值孔径的测量	25
1.2.2 微光成像器件主要性能参数	8	2.4.2 光纤面板透射比测量	26
1.2.3 微光成像系统	9	2.4.3 光纤面板刀口响应测量	27
1.2.4 微光成像系统性能评价体系	10	2.4.4 光纤光锥和倒像器透过滤率的分布测试	29
参考文献	12	2.4.5 光纤面板分辨率测试	31
第2章 微光像增强器部件参数测试	13	2.5 荧光屏性能测试	32
2.1 微光像增强器的主要部件	13	2.5.1 荧光屏主要评价参数的定义及测试方法	32
2.1.1 光阴极	13		
2.1.2 微通道板(MCP)	13		
2.1.3 荧光屏	14		
2.2 光阴极性能测试	15		
2.2.1 光阴极光灵敏度和辐射灵敏度测量	15		

2.5.2 荧光屏综合参数测试系统.....	34	评定.....	52
参考文献.....	36	3.6 微光像增强器放大率测量	53
第3章 微光像增强器参数测量	37	3.6.1 微光像增强器放大率的基本概念.....	53
3.1 微光像增强器亮度增益测量	37	3.6.2 微光像增强器放大率测量原理.....	53
3.1.1 微光像增强器亮度增益基本概念.....	37	3.7 微光像增强器畸变测量	54
3.1.2 亮度增益测量原理及测量装置.....	37	3.7.1 微光像增强器畸变的基本概念.....	54
3.1.3 亮度增益测量不确定度评定.....	38	3.7.2 微光像增强器畸变测量原理.....	54
3.2 微光像增强器等效背景照度的测量	39	3.8 微光像增强器测量装置的校准	55
3.2.1 等效背景照度的基本概念.....	39	3.8.1 微光像增强器测量装置的校准条件.....	55
3.2.2 等效背景照度的测量原理.....	40	3.8.2 微光像增强器测量装置校准项目.....	56
3.3 微光像增强器输出信噪比测量	40	3.8.3 微光像增强器测量装置校准方法.....	56
3.3.1 微光像增强器输出信噪比的基本概念.....	40	3.9 紫外像增强器参数测试	58
3.3.2 信噪比测量原理及测量装置.....	41	3.9.1 紫外像增强器光谱响应特性测量.....	58
3.3.3 信噪比测量不确定度评定.....	42	3.9.2 紫外像增强器辐射增益测试.....	60
3.4 微光像增强器调制传递函数测量	44	3.9.3 紫外像增强器等效背景辐射照度的测试.....	61
3.4.1 微光像增强器调制传递函数的基本概念.....	44	3.9.4 紫外像增强器分辨力的测试.....	62
3.4.2 微光像增强器调制传递函数的测量原理.....	44	3.10 像增强器视场缺陷检测.....	63
3.5 微光像增强器分辨力测量	45	3.10.1 像增强器的视场缺陷	63
3.5.1 微光像增强器分辨力的基本概念.....	45	3.10.2 像增强器视场缺陷检测装置	64
3.5.2 分辨力测量原理及测量装置.....	45	3.10.3 像增强器视场缺陷的检测算法	64
3.5.3 分辨力靶.....	47	参考文献.....	66
3.5.4 分辨力测量不确定度		第4章 微光夜视仪参数测量	67
		4.1 微光夜视仪的视场测量	67

4.1.1	夜视仪的视场的定义.....	67	力测量.....	79	
4.1.2	夜视仪视场测量原理及测试方法.....	67	4.7.5	微光夜视眼镜亮度增益测量.....	79
4.2	微光夜视仪的视放大率测量 ...	69	4.7.6	微光夜视眼镜光轴平行性测量.....	79
4.2.1	微光夜视仪视放大率的定义.....	69	4.8	基于MRC的直视微光夜视系统性能评价	80
4.2.2	微光夜视仪视放大率测量原理及测试方法.....	70	4.8.1	基于最小可分辨对比度(MRC)模型定义.....	80
4.3	微光夜视仪的相对畸变测量	71	4.8.2	直视微光夜视系统MRC测量方法	81
4.3.1	微光夜视仪的相对畸变的定义.....	71		参考文献.....	82
4.3.2	相对畸变的测量原理及测试方法.....	71	第5章	微光电视的性能测试与校准 ...	83
4.4	微光夜视仪的分辨力测量	72	5.1	微光电视成像器件	83
4.4.1	微光夜视仪的分辨力的定义.....	72	5.1.1	ICCD(或ICMOS)	83
4.4.2	分辨力的测量原理及测试方法.....	72	5.1.2	BCCD和EBCCD	84
4.5	微光夜视仪的亮度增益测量 ...	74	5.2	微光电视成像器件光电性能测试与校准	86
4.5.1	微光夜视仪的亮度增益的定义.....	74	5.2.1	ICCD主要性能参数 ...	87
4.5.2	亮度增益测量原理及测试方法.....	74	5.2.2	ICCD主要性能参数测量原理和测试方法.....	88
4.6	微光夜视仪测量装置	75	5.3	微光电视系统	92
4.6.1	微光夜视仪综合参数测量与校准装置.....	75	5.3.1	水下微光成像系统.....	92
4.6.2	视场、视放大率和畸变的测试装置.....	77	5.3.2	水下距离选通成像系统.....	93
4.7	微光夜视眼镜参数测量	77	5.4	水下微光成像系统性能评价 ...	95
4.7.1	微光夜视眼镜视场测量.....	77	5.4.1	水下微光成像系统的能量传递过程.....	95
4.7.2	微光夜视眼镜放大率测量.....	78	5.4.2	基于能量传递链的成像性能评价.....	97
4.7.3	微光夜视眼镜畸变测量.....	79	5.5	距离选通激光成像系统成像质量评价	97
4.7.4	微光夜视眼镜分辨		5.5.1	激光主动成像系统图像特点.....	97
			5.5.2	图像噪声评价.....	98
			5.5.3	图像灰度信息评价.....	98
			5.5.4	图像纹理信息评价.....	99

5.5.5 距离选通成像系统	参考文献	125
模拟分辨率测试		100
参考文献		103
第 6 章 单光子成像系统参数测试		104
6.1 单光子计数成像原理		104
6.1.1 间接型探测系统		105
6.1.2 直接型探测系统		107
6.2 单光子成像技术的特点及性能表征		109
6.2.1 单光子成像技术的特点		109
6.2.2 光子计数成像的性能表征		109
6.3 光子计数成像系统性能测试		113
6.3.1 光子计数像管等效背景照度测试		113
6.3.2 光子计数像管光子增益测试		115
6.3.3 光子计数像管暗计数测试		115
6.3.4 楔条形阳极光子计数探测器成像性能的检测		116
6.4 单光子成像系统的标定		118
6.4.1 可见光单光子成像系统的标定		118
6.4.2 紫外 ICCD 的辐射标定		119
6.5 电子倍增 CCD 性能测试		121
6.5.1 电子倍增 CCD 主要性能参数		121
6.5.2 电子倍增 CCD 噪声因子测量		123
6.5.3 电子倍增 CCD 调制传递函数的测量		124
	参考文献	125
第 7 章 微光夜视计量		127
7.1 微光夜视计量问题的提出		127
7.2 光度学和辐射度学测量仪器		127
7.2.1 光度学和辐射度学有关名词术语		128
7.2.2 光照度计		131
7.2.3 光亮度计		132
7.2.4 分光辐射仪		134
7.2.5 色温测量		136
7.3 光度学和辐射度学计量标准		139
7.3.1 光照度计量标准装置		139
7.3.2 光亮度计量标准装置		142
7.3.3 弱光度计量标准装置		146
7.3.4 光子计数弱光度标准		148
7.3.5 分光辐射仪的校准		149
7.3.6 测色仪器的校准		152
7.3.7 单色仪的检定		154
参考文献		155
下篇 红外热成像测试与计量		
第 8 章 红外热成像技术		156
8.1 红外热像仪概述		156
8.2 红外热像仪的成像原理		157
8.2.1 红外成像的物理原理		157
8.2.2 红外热像仪的组成		157
8.3 红外探测器		160
8.3.1 红外探测器的发展历程及发展趋势		160
8.3.2 热探测器		160

8.3.3	光电探测器	162	9.5	杜瓦瓶的性能测试	189
8.3.4	几种典型红外探 测器	164	9.5.1	杜瓦瓶在红外探 测器中的作用及对器 件寿命的影响	189
8.3.5	红外探测器性能 参数	169	9.5.2	常规微漏气率的 测量	190
参考文献		172	9.5.3	高灵敏度微漏率 测量	191
第9章 红外探测器参数测量		173	9.5.4	测量漏率值的修正 ...	192
9.1	光辐射探测器光谱响应度 测量	173	9.5.5	探测器/杜瓦组件的 热负载测试	193
9.1.1	光谱响应度测量 概述	173	参考文献		196
9.1.2	相对光谱响应度 测量	173	第10章 红外焦平面阵列及多元探 测器参数测量		197
9.1.3	绝对光谱响应度 测量	176	10.1	红外焦平面探测器特性参数 及定义	197
9.1.4	探测器响应度均 匀性测量	176	10.2	红外焦平面响应率、噪声、 探测率和有效像元率测量 ...	200
9.1.5	光辐射探测器响 应度线性测量	178	10.2.1	响应率、噪声、探 测率和有效像元 率测量装置的基 本构成	200
9.1.6	红外探测器光谱 响应测量不确定 度评定	180	10.2.2	响应电压测量	200
9.2	黑体响应率测量	182	10.2.3	响应率等参数 计算	201
9.2.1	黑体响应率测量原理 及测量装置	182	10.3	红外焦平面噪声等效温差 及动态范围测试	204
9.2.2	黑体响应率测量过程 及数据处理	184	10.3.1	噪声等效温差 测量	204
9.3	红外探测器其他参数的 测量	185	10.3.2	动态范围测试	205
9.3.1	噪声测量	185	10.4	红外焦平面相对光谱响应 测试	206
9.3.2	探测率的测量	187	10.4.1	相对光谱响应测量 装置	206
9.3.3	噪声等效功率的 测量	188	10.4.2	相对光谱响应测试 方法	207
9.3.4	频率响应测量	188	10.5	红外焦平面阵列串音测试 ...	207
9.4	光辐射探测器时间特性与温 度特性测量	189	10.5.1	参数定义	207
9.4.1	时间特性测量	189			
9.4.2	温度特性测量	189			

10.5.2	测试原理和方法	207	10.10.2	低温背景测试的基本思路与方法	229
10.5.3	串音测量装置	208	10.10.3	低温背景下红外探测系统探测率测量系统	230
10.5.4	测量装置的校准	209			
10.6	红外焦平面阵列调制传递函数测试	209	第 11 章	红外热像仪参数测量	232
10.6.1	红外焦平面探测器调制传递函数的定义	209	11.1	红外热像仪评价参数	232
10.6.2	红外焦平面探测器调制传递函数测试原理和方法	209	11.2	红外热像仪参数测量装置	236
10.7	多元红外探测器参数测量	213	11.3	红外热像仪主要参数测量方法	238
10.7.1	多元红外探测器概述	213	11.3.1	红外热像仪信号传递函数(SiTF)测量	238
10.7.2	多元红外探测器综合参数测量装置	215	11.3.2	红外热像仪噪声等效温差(NETD)测量	239
10.7.3	小光点法多元红外探测器均匀性测试	218	11.3.3	红外热像仪时间域高频 NETD 测量	241
10.8	红外焦平面探测器的非均匀性校正	221	11.3.4	红外热像仪空间域 NETD 测量	242
10.8.1	红外焦平面探测器非均匀性的基本概念	221	11.3.5	外热像仪最小可分辨温差(MRTD)测量	244
10.8.2	探测器非均匀性的校正	221	11.3.6	红外热像仪最小可探测温差(MDTD)测量	247
10.9	红外焦平面探测器读出电路参数测试	226	11.3.7	红外热像仪调制传递函数(MTF)测量	247
10.9.1	红外焦平面阵列的信号读出电路参数	226	11.3.8	红外热像仪视场测量	249
10.9.2	红外焦平面阵列信号读出电路参数测量	227	11.4	红外热像仪参数测量不确定度分析	249
10.10	红外探测器件在低温背景下的探测率测试	228	11.4.1	信号传递函数(SiTF)测量不确定度评定	249
10.10.1	低温背景测试问题的提出	228	11.4.2	噪声等效温差	

(NETD)测量不确定度评定	251	参考文献	280
11.4.3 时域高频 NETD 测量不确定度评定 ...	253	第 12 章 红外热成像计量	282
11.4.4 空域 NETD 测量不确定度评定	256	12.1 红外热成像计量问题的提出	282
11.4.5 MRTD 测量不确定度评定	258	12.2.1 红外探测器参数测量装置的校准 ...	282
11.4.6 MDTD 测量不确定度评定	260	12.2.2 焦平面阵列测量装置的校准	282
11.4.7 MTF 测量不确定度评定	262	12.2.3 红外热像仪测量装置的校准	282
11.4.8 视场测量结果的不确定度评定	264	12.2 黑体辐射源	283
11.5 红外热像仪参数测量装置校准	265	12.2.1 黑体辐射定律	283
11.5.1 红外热像仪参数测量装置的仪器常数	265	12.2.2 人工模拟标准黑体	284
11.5.2 仪器常数对红外热像仪参数测量的影响	268	12.2.3 黑体辐射源的评价	285
11.5.3 红外热像仪测试系统仪器常数的校准	269	12.3 中温黑体辐射源检定	285
11.5.4 靶标空间频率及张角校准	273	12.3.1 检定原理与装置 ...	285
11.5.5 视频采集及测量环节校准	275	12.3.2 黑体辐射源的技术要求	287
11.5.6 红外热像仪参数测试量值传递体系	276	12.3.3 检定项目	288
11.6 红外热像仪作用距离的评价	277	12.3.4 检定方法	288
11.6.1 红外热像仪作用距离的基本概念 ...	277	12.3.5 测量不确定度分析	289
11.6.2 红外热像仪作用距离的检测	279	12.4 面源黑体校准	291
		12.4.1 -30~75℃面源黑体校准	292
		12.4.2 50~400℃面源黑体校准	298
		12.5 低温黑体校准	303
		12.6 红外目标模拟器及其校准 ...	304
		12.6.1 红外目标模拟器概述	304
		12.6.2 红外目标模拟器校准原理	305
		12.6.3 红外目标模拟器校准方法与步骤 ...	307
		12.6.4 几种典型红外目	

标模拟器校准 装置	310	率温度系数	334
12.6.5 红外目标模拟器 校准不确定度 分析	311	13.4.2 红外光学材料透过 率温度系数的测量 方法	335
参考文献	314	13.5 红外光学材料均匀性测量 ..	339
第 13 章 红外光学材料参数测量	316	13.5.1 基于红外干涉仪 的测量方法	339
13.1 红外光学材料折射率测量 ..	316	13.5.2 基于斐索干涉原 理的四步干涉法 ..	341
13.1.1 任意偏折法折射率 测量	316	13.6 红外光学材料应力双折射 测量	346
13.1.2 直角照射法折射率 测量	318	13.6.1 红外材料应力双折 射测量原理	346
13.1.3 红外折射率测量装 置的校准	319	13.6.2 中波红外应力双 折射测量装置	349
13.1.4 任意偏折法折 射率测量不确定度 评定	321	13.6.3 红外晶体材料应力 双折射测量装置 ..	350
13.1.5 直角照射法折 射率测量不确定度 评定	324	13.7 红外光学材料条纹、杂质等 性能检测	353
13.2 红外材料折射率温度系数 测量	326	13.7.1 条纹检测	353
13.2.1 光学材料的折 射率温度系数	326	13.7.2 杂质检测	356
13.2.2 折射率温度系数 测量方法	326	参考文献	357
13.3 红外光学材料光谱透射比 测量	330	第 14 章 红外光学系统性能测试与 校准	359
13.3.1 描述光传输特 性的基本参数	330	14.1 红外光学系统焦距测量	359
13.3.2 分光光度计	331	14.1.1 像高法焦距测量 ..	359
13.3.3 傅里叶变换红外光 谱仪	333	14.1.2 哈特曼—夏克波前 检测仪和旋转平 面镜辅助长焦距 测量	363
13.3.4 红外材料光谱透 射比和反射比测量 ..	333	14.2 红外光学系统透射比测量 ..	364
13.4 红外材料透过率温度系数 测量	334	14.2.1 光学系统透射比 的定义	364
13.4.1 红外光学材料透 过		14.2.2 积分球法透射比 测量	365
		14.2.3 全孔径法透射比 测量	365
		14.2.4 大面积均匀源法	

透射比测量	365	14.3.4 红外光学元件与 系统传递函数测量 装置	374
14.3 红外光学系统像质评价	369	14.3.5 红外光学系统像 面位置、弥散斑 测量	378
14.3.1 星点法测量	369	参考文献	380
14.3.2 红外光学传递函数 测量	371		
14.3.3 热像仪扫描器光学 系统 MTF 测试	373		

绪 论

1. 夜视技术

夜视技术是研究夜天光等微弱光照明情况下的成像技术和景物热辐射的成像技术,它能使肉眼可见和不可见宽光谱微弱的景物变换成人眼可观测的图像。夜视技术根据成像原理及方式分为微光夜视技术和红外热成像技术。

微光夜视借助于微光成像器件,采用光电子转换与倍增成像的方法克服人眼在低照度下以及在有限光谱响应下的限制,以开拓人眼的视觉。微光夜视器件将夜天光或其他微弱的目标景物反射或辐射的信息源图像,通过器件中光阴极的光电转换、微通道板(MCP)的电子倍增和荧光屏的电子—光子转换,变为亮度增强了 10^4 倍以上的人眼可见光图像。微光夜视器件具有体积小、重量轻、图像清晰、层次丰富以及操作方便和高性价比等特点,在完成宽光谱、大动态范围、全天候条件下的观察、瞄准、测距、跟踪、制导和告警等军事任务中,发挥着重要作用,在医学、天文学等民用领域的检测、探测方面也有广泛应用。

红外热成像系统是一种二维平面成像的红外系统,通常称为红外热像仪。它通过光学系统将红外辐射能量聚集在红外探测器上,并转换为电子视频信号,经过电子学处理,形成被测目标的红外热图像,该图像用显示器显示出来。红外热像仪最早是因军事需要而发展起来,它可在黑夜或浓厚的烟幕、云雾中探测和识别目标。现代战争的经验表明,热成像技术是保持夜战主动权的重要手段。近年来,各国也大力开发各种用途的民用热像仪,并已广泛应用于国民经济各个部门,在医疗诊断、无损探伤、故障探测、产品检验、污染监测、森林防火以及公安消防中均获得了越来越多的应用。

微光夜视技术和红外热成像技术作为军用夜视装备的两大技术支柱,相互补充、相互竞争,共同满足着不同用户的不同需要。

2. 夜视测试与计量

夜视测试与计量技术作为夜视技术的一部分,它为夜视器件和夜视成像系统的研制、生产、试验和应用提供基础数据,进行产品的性能评价。

对微光夜视而言,其测试对象包括微光像增强器部件、微光像增强器、微光夜视仪、微光电视系统和单光子成像系统。微光像增强器部件包括光阴极、微通道板、光纤面板荧光屏等,这些部件按照一定的结构和方式构成微光像增强器。微光像增强器加上微光物镜和目镜就构成了微光夜视仪。在传统微光夜视仪的基础上,引入固体成像器件 CCD 就形成了微光电视。近年来,单光子成像技术得到很大发展,已成为微光夜视技术一个新的发展方向。微光夜视测试就是围绕以上测试对象的性能参数开展工作,研究性能参数测量方法、建立测量装置。微光夜视计量就是围绕以上测量装置的检定、校准和溯源开展工作,研究检定与校准方法、建立计量标准和校准装置。

对红外热成像而言,其测试对象包括红外探测器、红外焦平面探测器和多元探测器、红外

热像仪、红外光学材料和红外光学系统等。红外热像仪整机性能评价是核心,红外探测器、红外光学系统和红外光学材料等方面的测量也同样重要。红外热成像测试就是围绕以上测试对象的性能参数开展工作,研究性能参数测量方法、建立测量装置。红外热成像计量就是围绕以上测量装置的检定、校准和溯源开展工作,研究检定与校准方法、建立计量标准和校准装置。

3. 计量测试主要名词术语

1984年由国际计量局、国际电工委员会、国际标准化组织及国际法制计量组织联合制定了《国际通用计量学基本名词》。1993年又发布了其修订版《国际通用计量学基本术语》。1996年由国际法制计量组织发布了《法制计量学基本名词》。

我国于1982年由国家计量局制定了JJG1001—82《常用计量名词术语及定义》,1991年修订为JJG1001—91《通用计量名词及定义》。

下面介绍各章要用到的一些主要计量测试名词术语。

1) 计量学(metrology)

定义:测量的科学。

计量学研究量与单位、测量原理与方法、测量标准的建立与溯源、测量器具及其特性以及与测量有关的法制、技术和行政的管理。计量学也研究物理常量、标准物质和材料特性的测量。

2) 测量(measurement)

定义:以确定量值为目的的一组操作。

量值是通过测量来确定的。测量要有一定的手段,要有人去操作,要用一定的测量方法,要在一定的环境下进行,并且必须给出测量结果。

3) 测量标准(measurement standard)

为了定义、实现、保存或复现量的单位或一个或多个量值,用作参考的实物量具、测量仪器、参考物质或测量系统。

4) 国际(测量)标准(international measurement standard)

国际协议承认的,作为国际上对有关量的其他测量标准定值依据的测量标准。

5) 国家(测量)标准(national measurement standard)

国家承认的,作为国家对有关量的其他测量标准定值依据的测量标准。国家计量标准也称为计量基准。

6) 校准(calibration)

定义:在规定条件下,为确定测量仪器或测量系统所指示的量值,或实物量具、标准物质所代表的量值,与对应的由计量标准所复现的量值之间关系的一组操作。

校准的对象是测量仪器、实物量具、标准物质或测量系统,也包括各单位、各部门的计量标准装置。校准的目的是确定被校对象示值所代表的量值。校准的方法是用测量标准去测量被校量。

7) 检定(verification)

定义:由法定计量技术机构确定与证实测量器具是否完全符合要求而做的全部工作。

在国际标准化组织制定的ISO/IEC 导则25中定义为:通过检查和提供客观证据表明已满足规定要求的确认。对测量设备管理而言,检定是检查测量器具的示值与对应的被测量的已知值之间的偏移是否小于标准、规程或技术规范规定的最大允许误差。根据检定结果可对测