

纪 红 编 著

红外技术

基础与应用



科学出版社

73.7799
427
21

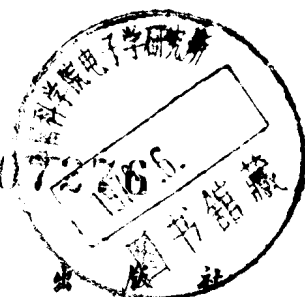
红外技术基础与应用

纪 红 编著

11072365

科学出版社

1979



内 容 简 介

这是一本科学技术普及读物,对红外技术有关基础知识作了较为系统的介绍。书中主要内容是讲红外辐射的本质、基本规律、红外探测器件及成象器件,以及这些器件所需要的制冷技术,也讲述了红外技术在军事上的应用及在其他学科中的应用。

红外技术基础与应用

纪 红 编 著

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 137 号

中 国 科 学 院 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1979 年 4 月 第 一 版 开本: 787 × 1092 1/32

1979 年 4 月 第一次印刷 印张: 12 3/4 插页: 2

印数: 0001—48,700 字数: 251,000

统一书号: 13031 · 909

本社书号: 1290 · 13—3

定 价: 0.96 元

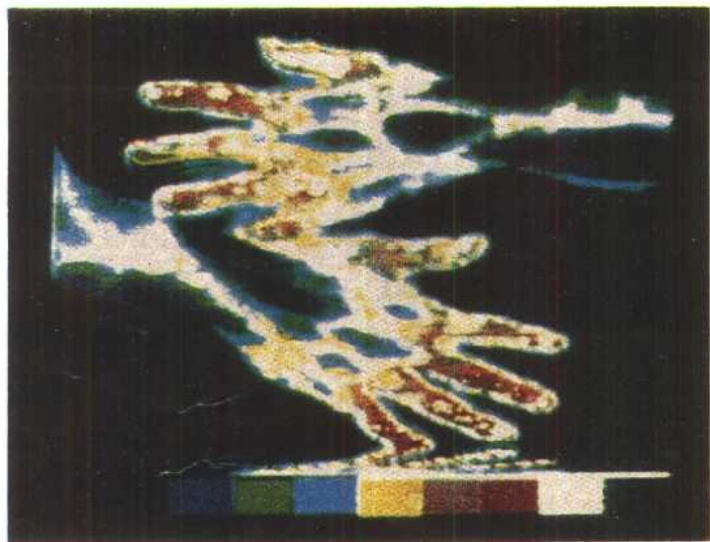


插图 1 彩色热象显示



插图 2 红外扫描相机拍摄的森林大火图



插图 3 余火图

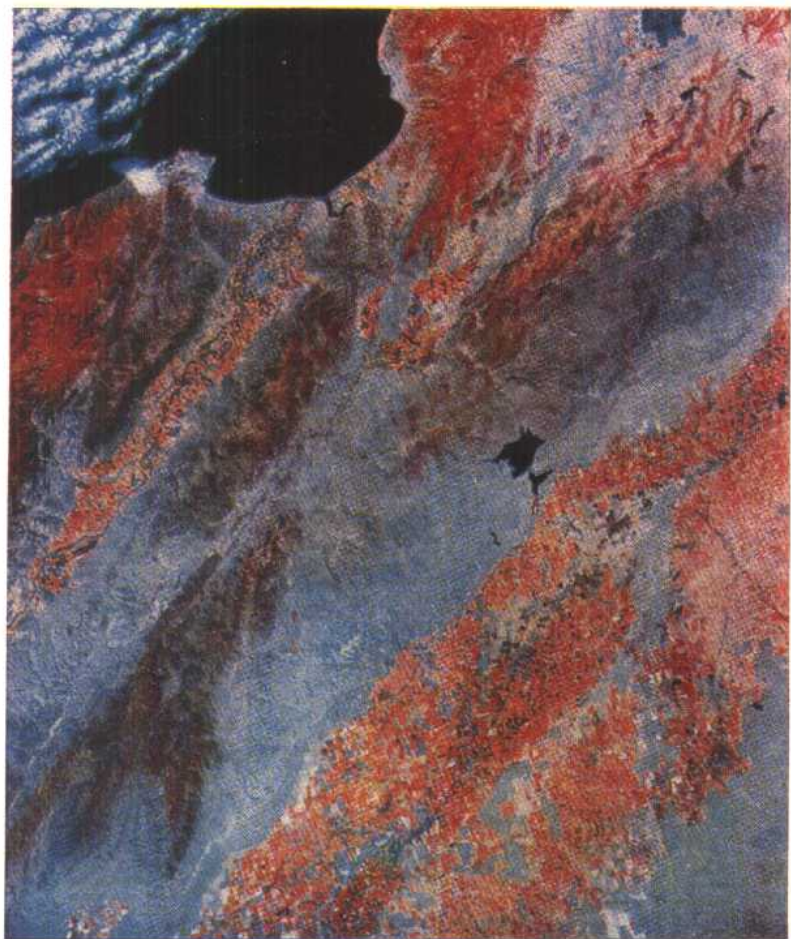


插图 4 合成彩色照片

前 言

最近二十多年来,红外技术已成为一门迅速发展的高新技术。它已经广泛地应用于军事、工农业生产、医学和科学研究等各个领域。红外技术是发展遥感技术和空间科学的重要手段。反之,它们也对红外技术提出了更高的要求,因而红外技术更受到各国的普遍重视。

我国红外技术的发展,起步较迟,但十几年来,在“独立自主,自力更生”方针的指引下,取得很大的成绩。近几年,红外技术在推广应用方面进展很快,因此,从事红外技术工作的队伍不断扩大,应用红外技术的部门日益增加,要求了解红外技术的人越来越多。但是,目前国内编写的红外通俗读物还很少。为了适应我国红外技术发展的需要,普及这门新技术,使它更好地为实现四个现代化服务,我们编写了这本《红外技术基础与应用》。

全书共十二章,一至四章主要介绍红外技术的基础知识,它包括红外辐射的本质、基本规律,红外探测器件及成象器件,以及这些器件所需要的制冷技术。其中有些内容(如第一章的3—4节)不属于红外范围,这主要是为了使读者充实一些物理基础知识。关于红外光学系统、调制技术等内容,没有安排专门章节来叙述,而是结合红外技术应用在有关章节中简单地加以介绍。五至十二章则是红外技术的应用和有关的

DO 76/31
技术内容,基本按应用的原理分章的,军事应用一章是按应用方面编排的,这主要是为了编写方便。红外光谱学及其应用,本书也仅作为“其它应用”的一节简单介绍,事实上它已发展为一门独立的分支学科,在化学工业、医药部门等有广泛的应用。

由于红外技术应用面很广,而且还在逐步扩大,本书不可能介绍得面面俱到,这里仅就我们认为比较典型的,或国内已在应用的,作些初步介绍。

本书是由几个同志分别执笔的,各章节的内容和取材水平不一,叙述方法并不完全一样,书中涉及内容广泛,限于水平,缺点及错误在所难免,热诚希望读者批评指正。

编 著 者

目 录

前言

第一章 红外辐射	1
一、红外辐射的发现	1
二、红外辐射的特性	3
三、光的本质	11
四、物质结构	26
五、物质的运动	36
六、辐射的产生和转化	41
七、热辐射	49
八、红外辐射在大气中的传输	61
九、红外光学材料	64
第二章 红外探测器	71
一、红外探测器的特性参数	72
二、红外探测器的种类	80
三、半导体	81
四、噪声的起源	102
五、光电类红外探测器	106
六、热敏类红外探测器	114
七、红外探测器的背景辐射限探测率	124
第三章 红外成象	129
一、眼睛和照相机	129

二、红外变象管	132
三、成象器件的特性参数	135
四、光导摄像管与硅摄像管	140
五、热释电靶面摄像管	145
六、光学机械扫描成象	146
七、多元列阵红外探测器及电荷耦合器件	151
第四章 红外技术用的制冷机	158
一、冷液传输系统	159
二、固体致冷器	161
三、气体节流式致冷器	163
四、机械式微型制冷机	165
五、辐射致冷器	177
六、温差电致冷器	178
第五章 红外技术在温度检测上的应用	181
一、低温测温仪	187
二、中温测温仪	194
三、高温测温仪	199
第六章 红外成象技术及其应用	203
一、主动式红外成象	203
二、被动式红外成象	207
第七章 红外无损探伤	243
一、原理	243
二、应用实例	244
第八章 红外气体分析仪的应用	266
一、原理及特点	266

二、在农业上的应用	269
三、在工业上的应用	272
四、在环境保护方面的应用	277
五、在粮食和水果贮存上的应用	280
六、在医学方面的应用	280
七、其它应用	281
第九章 红外辐射加热干燥技术	282
一、红外辐射加热干燥的技术基础	282
二、红外辐射加热干燥技术的应用	290
第十章 红外遥感技术	302
一、遥感技术	302
二、红外遥感在气象方面的应用	307
三、红外遥感在地学方面的应用	315
四、红外遥感在农林牧方面的应用	325
五、红外遥感在环境污染方面的应用	332
六、红外遥感在军事方面的应用	333
七、其它应用——红外地平仪	336
第十一章 红外技术在军事上的应用	241
一、红外侦察	342
二、红外雷达	349
三、红外制导	357
四、红外通讯	369
五、红外夜视	372
六、红外对抗	377
第十二章 红外技术在其它学科中的应用	384

一、红外吸收光谱的应用	384
二、红外天文学	393
三、红外技术在晴空湍流探测和导航方面的应用	396
四、红外技术用于文物鉴定	398

第一章 红 外 辐 射

一、红外辐射的发现

“红外辐射”又称“红外光”，也有人称它为“红外线”。不管是用那一个名称，“红外”这个定语是不能改动的，它限定了这种“辐射”、“光”或射“线”的意义，也标明了这些名称的来由。

大家知道，太阳光看上去是白色的。但是如果使一束太

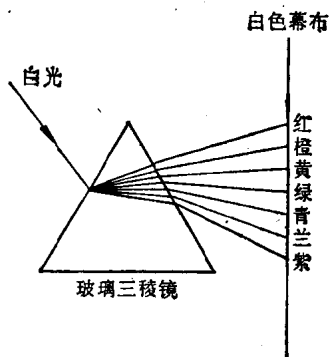


图 1-1 分光实验

阳光通过一个玻璃三棱镜，然后投射到白色幕布上如图 1-1，那么，出现在白色幕布上的不再是白光，而是一条由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等色组成的彩色光带。这个“分光实验”说明：

白色的太阳光原来是由多种彩色光混合而成的，利用三棱镜可以把它分解成由多种彩色组成的彩色光带。在物理学上，通常把这个彩色光带叫做“太阳光谱”。

看到太阳光谱后，自然会产生这样的问题，在光谱的两端，红光和紫光外面还有没有其他东西存在呢？各种彩色光，除掉彩色不同外，还有没有其他不同的特性？譬如说：人受到太阳光的照射会感到热，这种热效应是不是各色光都是一样？正是由于后一个问题，一位科学家在用水银温度计研究太阳光谱中各种彩色光的热效应时，发现了热效应从紫光到红光逐渐增大，而最大的热效应却位于红光的外面。这就表明，太阳光谱的红光之外还有一种东西存在，那位科学家称它为“不可见光”，这是1800年的事，离第一个分光实验（1666年）已经是一百三十四年。后来又经过了好几十年的研究，逐渐证明，这种不可见光与各种彩色光是同一类东西，很多物理性能都是相同的。只是由于人们的眼睛感觉不到它，才一直不知它的存在。由于它是位于太阳光谱的红光的外面，很自然地取名为“红外光”。

在物理学上，通常把从太阳发射到地球上来的那些东西，统称为“辐射”。其中有人眼看得见的，就是前面所说的各种彩色光，也有人眼感觉不到的，所谓“红外光”就是其中之一。“光”这个词习惯上是指人眼看得见的那种辐射，为了保留这个习惯，我们把“红外光”正式取名为“红外辐射”。但这并不是说，“光”字只准用于可见辐射，其他类型的辐射一律不准用。象“光子”、“光电效应”之类原来从光的研究中发展出来

的名词，对其他类型的辐射同样适用，就没有必要另起新名词。至于“红外线”一词，最好不要用，免得多一个名词。

二、红外辐射的特性

红外辐射究竟是什么样的东西呢？它有那些特性？它的本质是什么？关于这些问题，我们最好是先弄清楚可见“光”的特性和本质。因为红外辐射与可见光本来是同样东西。实验早就证明，可见光所具有的一切特性，红外辐射也都具有。弄清楚了可见光的特性，就等于对红外辐射有了基本了解。而可见光是人眼看得见的，有些现象容易说得清楚，比直接讨论红外辐射要方便得多。

自从有了人类，人们就必须与太阳光打交道。“光”有些什么样的特性？它的本质是什么？对于这些问题，在漫长的历史岁月中，不知有多少人讨论过、想象过。到了十六、七世纪，近代科学逐渐兴起，有了科学实验。人们不仅可以直接观察自然现象，而且还可以在有控制的条件下，有意识地重复某些现象。因而对于“光”的特性有了更明确、更可靠的认识。根据这些认识，基本上可以得出“光”的本质的明确概念。这里将先列举出“光”的一些重要特性和现象，以后再讨论它的本质。

（一）光按直线前进

大概古代的人们，就有这样的认识。当他清晨走到森林边时，会看到太阳光穿过树叶的缝隙笔直地射向地面图1-2。



图 1-2 早晨的森林

如果他要研究光的问题，一定会得出光按直线前进的概念。至于光有一定的传播速度，是到了1675年才首次发现的。

（二）光的反射定律

光在前进过程中，如果碰到两种媒质的交界面，就会发生反射，如图1-3，这里以直线代替一束光，箭头代表光的前进方向。投射光与反射光位于同一平面内，它们与交界面的法

线所夹的角投射角 i 与反射角 r 相等。

光的反射定律也是古代人早就认识到的。在我国春秋末年的一部著作“墨经”(著者墨翟,约公元前 468—376 年)中已经论述了光的直线前进和反射特性,并且叙述了平面镜和球面镜中的物与象的关系。这些论述代表了古代人对光的认识。

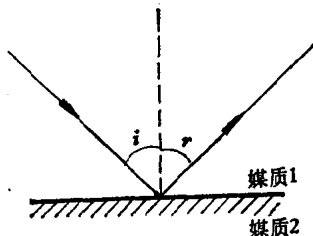


图 1-3 光的反射

(三) 光的折射定律

光从第一个媒质进入第二个媒质时,如果两个媒质的疏密不一样,光的传播方向就会改变。譬如说,把一只筷子斜插入盛满水的杯中(如图 1-4),可以看到,没入水中的那段筷子向上弯了。这个现象,人们早就知道了。但是能准确地解释这一现象的“折射定律”,



图 1-4 折射现象

到 1621 年才得到实验证明。这一定律证明:入射角 i 与折射角 θ (见图 1-5)之间有一定的关系,与两种媒质的特性有关。

(四) 光的干涉

玩过或见过吹肥皂泡的人都知道,在阳光下,肥皂泡上会

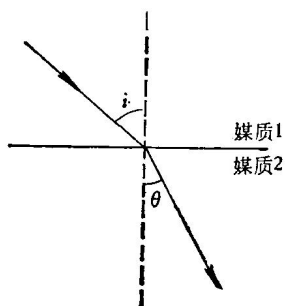


图 1-5 折射定律

出现美丽的彩色带。但是这个现象与上节所说的三棱镜把太阳光分解成彩色光带的现象,是根本不相同的。这个现象表现了光的一个极其重要的特性,叫做光的“干涉”。

如果你把凸出度相当大的眼镜玻璃放在一块平板玻璃上,如图 1-6(a),那么,在白光的照射下,在透镜与玻璃板接触点的四周就出现一系列美丽的同心圆环。如果不用白光而

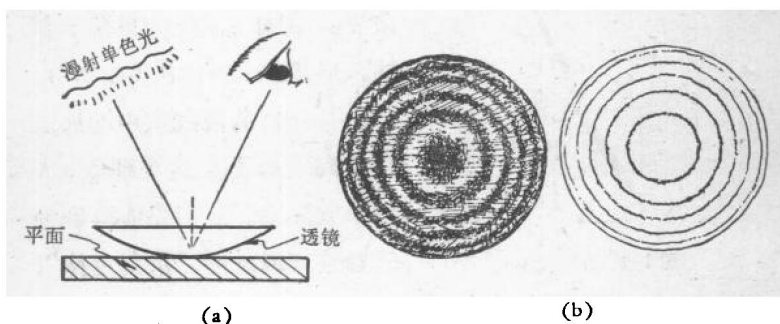


图 1-6 牛顿环

用白光分解后的单色光来照射,则会出现更奇怪的现象。假如用的是红色光,那么在透镜与玻璃板接触点的周围就出现很