

种情况的原因比较复杂,有分配渠道是否畅通以及专业设置是否合理的问题(例如一方面物理系毕业生不好分配,一方面又有一些学校要新开办物理系或物理专业)。也有各科招生比例是否恰当的问题,但我想强调的,是这种情况还同生产体制、人事体制以及用人部门的见识、学生个人的思想和志趣以及大学的教学都有关系。我相信,随着工业体制和人事制度的改革,对产品质量要求的提高和产品换代的加速以及对技术储备需要的增长,技术和应用研究部门对物理系人才的需要会增加。物理人才的供求情况将会发生变化,实际上,某些在改革方面走在前面的企业单位如首钢已经对物理系毕业生表示出较大的兴趣。人事工作是一个细致的工作,并需要了解较多的科技情况和具有比较深远的目光。对人员要逐个进行了解,逐个选用,以充分发挥每个人的才能。而不是单看所学的专业。这就是“人尽其才”的含意。至于一个人

的志趣则同他的认识和经历有关系,柯马克之所以有志于研究 X 光 CT 技术大概同他在二十年前在医院工作有关。除了个人的经历以外,学校教育和社会宣传对学生志趣的形成也有很大影响。现在有不少学生思想狭隘,不了解大学学习仍主要是打个基础,不了解有相当一部分物理系毕业生去从事应用和技术方面的研究工作是一个正常现象。为了改变这一情况应该提高学生的思想认识,学校教学也要考虑适当改革,物理系学生不仅要学物理学的知识和规律,还要学如何应用物理学的知识和规律去发展新技术和新产品。以及比较全面地了解物理学当前应用的情况和前景。考虑到电子计算机的应用将扩大到社会各个领域,在有条件的情况下,应让每一个物理系的学生都学习电子计算机的使用。过去物理系的教学把自己局限于认识世界,看来今后需要作一些改变。有一些学校的物理系还可以考虑改成应用物理系。

近代光学和经济建设

宋菲君

(北京照相机机械技术研究所)

一、引言

光学是一门古老的科学,从伽利略发明望远镜到现在,光学已经走过了几百年漫长的道路。人类接受外界信息,大部分来自光波,而主要的信息通道,就是人身体上的一具光学仪器——眼睛。

光学首先是研究光波传播规律的科学。例如,它研究光波怎样从几百万光年以外的河外星系传播到地球;研究从显微镜灯泡辐射的光波通过聚光镜照亮标本,又通过物镜成象,经过目镜放大,最后进入眼帘的全过程;研究黑夜中地面目标发出的不可见的红外线怎样被高空中

卫星上的接收器接收;研究遥远的村庄、湖泊怎样通过灼热沙漠上空空气的折射,形成海市蜃楼的奇观……。

光学又是研究光波与物质相互作用的科学。它研究在太阳光的照射下植物绿叶的光合作用;研究光波对照相乳胶的感光效应;研究光波照射下半导体 p-n 结感生电流的变化;研究光辐照引起等离子体宏观参数的改变;研究光波如何影响癌细胞的繁衍;研究光辐射对于生物遗传、变异的影响……。

光学所研究的问题与人类生活的联系是如此密切,光学所涉及的领域是如此广阔。它既是一门理论体系严密的科学,又是一门应用科学。光学发展过程中的每一阶段,都与社会生

产力的发展和工业技术的进步息息相关。光学从它诞生的那一天起，就是一门“仪器化”的科学，光学在它多年的发展历史中，形成了一系列很有特色的实验和测试设备——光学仪器。从最简单的放大镜到具有几百个镜片和复杂的电气、机械系统的大型天象仪；从观剧用的双筒望远镜到直径为几米、重几百吨的大型天文望远镜；从直筒显微镜到计算机控制的图象分析显微镜；从照相机、放大机到剧场用的聚光镜、办公室用的复印机、半导体工厂用的光刻机、糖厂用的旋光仪、钢厂用的大型光量计、施工队用的经纬仪、医院用的激光手术刀、潜艇上的潜望镜、坦克上的激光测距仪、轰炸机上的瞄准具……以及大学和研究所使用的成百个品种、上千个型号的光学仪器。光学和光学仪器早已渗透到日常生活的每个方面、科学技术的每个领域、经济建设的每个部门，可以说，在现代世界，已经很难找到一个和光学无关的范畴。

二、从经典光学到近代光学

从牛顿、伽利略时代到本世纪五十年代的几百年内，光学获得了许多重要成就。光学的两个重要分支——几何光学和物理光学，都已发展到接近成熟的阶段。光学仪器的生产和工艺也达到了前所未有的高水平：各种光学零件表面加工达到0.1微米的精度；光学仪器的各种结构（如微动调节机构、精密测微丝杠、导轨、轴系、度盘等）的加工达到1微米的精度。各种显微镜、照相机、望远镜、大地测量仪器、实验室仪器、计量仪器、物理光学仪器在经济建设各部门发挥着越来越重要的作用。这些仪器的特点，可以概括为“光学加精密机械”，我们称为第一代光学仪器。

在这些成就面前，一些光学专家和工程师们踏步不前了，他们墨守成规，片面追求更高的加工精度。于是，光学和光学仪器前进的步子放慢了，产品更新换代的周期变长了，许多光学仪器从供不应求变成供过于求，甚至积压滞销。然而，许多新兴工业部门和技术部门所需的性

能更好、自动化程度更高、用途更广的光学仪器，却得不到满足，光学工业出现了危机。

六十年代以来，半导体物理和电子工业的蓬勃发展，大大刺激了光学和光学工业，同时也为光学仪器的设计师们提供了新的思想和装备。一批新型的光学仪器（如数字式工具显微镜、光电测距仪、光电分光光度计、光电显微镜等）出现了，它们利用电子技术来实现自动化，用光电管代替眼睛，用数码管来代替仪表指针……，它们是所谓“光-机-电”三结合的仪器，也就是“光学加精密机械加电子技术”，我们称之为第二代光学仪器。

在这些令人眼花缭乱的新成就面前，许多光学工厂的经理和工程师们也许并没有注意到，在近三十多年以来，光学作为物理学的一个分支，它的本身发生了多么深刻的演变！

随着物理学中的许多其它分支学科——原子物理学、量子电子学、凝聚态物理学等的巨大进展，在光学领域中发生了三件大事：1948年全息术诞生了，物理学家们第一次在记录光波强度的同时，记录了光波的位相，也就是说，记录了光波所携带的全部信息；1955年，第一次提出用光学传递函数来评价光学系统成像质量的概念，这些概念后来又发展成为信息光学；1960年，一种全新的光源——激光器诞生了，它犹如一声春雷，震动了整个科学技术领域。激光由于高光强、高相干性和准直性，很快就走出实验室，在国民经济各部门获得了广泛的应用。

全息术、光学传递函数和激光这三件大事，标志着从经典光学向近代光学过渡的完成。在七十年代末期由于近代光学和微处理机的结合，又导致了光学仪器的一次新的、意义更为深刻的更新换代。新一代光学仪器可称为信息光学仪器或智能光学仪器，也就是第三代光学仪器，它利用了近代光学的许多成就，并用微处理机来实现自动控制和信息处理，其功能的完善程度和应用的广泛程度，以及仪器本身的标准化的系列化和通用化程度，都发展到前所未有的高水平。

三、近代光学在经济建设中的应用

我们并不打算全面阐述近代光学的各个分支在经济建设中的应用,只想举例说明它在国民经济现代化建设中的地位和作用。

1. 激光应用

与普通光源相比较,激光具有高光强、高相干性和准直性等许多特点,它是一种单色性好、方向性好的强光光源。激光从出现到今天不过二十多年,但它已经引起了光学科学和技术的深刻变化,一批新的边缘科学和分支学科诞生了,如激光化学、激光光谱学、导波光学、激光生理学、激光光声学等等。许多在强光辐照下或高度相干光辐照下才能出现的效应被揭示出来,并很快在科学技术和生产中获得应用,引起了人们的普遍重视。

(1) 激光在工业中的应用

(i) 激光准直和激光测距

利用激光的高度准直性,已制成激光准直仪,在建筑业、隧道施工、大型设备安装中得到广泛应用。激光测距也利用了激光的高准直性,同时采用电光晶体对激光束进行调制。目前,采用连续的氩氦激光和脉冲红宝石激光的高精度激光测距仪已进入完全实用化阶段,广泛用于大地测量、建筑施工、航测等方面。

(ii) 激光加工工业

脉冲激光经过聚焦后,其光能量在时间上和空间上高度集中,因此可以产生峰值功率从数十千瓦到万亿瓦的巨脉冲输出,在手表工业中用于宝石钻孔,在加工工业中用于切割、点焊、成型,形成了加工工业的一个新的分支——激光加工工业。

(iii) 激光应用于信息的记录、还原和显示

我们把人们的感官所接受的图象、声音、文字等统称为信息。由于激光束可以借助于电光效应实现高速调制,借助于声光效应实现高速偏转,因此在信息的记录、还原和显示中具有广泛的应用。例如:

(a) 激光光学录音和激光唱片: 用氩离子

激光器通过声光调制器收集声音信号,由声光偏转器偏转并用透镜会聚,就能在胶片的声道上成象,它包含了声音的信息。这样就可以制成宽频带、高保真度和低噪声的激光录音带或激光唱片。

(b) 激光录象: 它的基本原理,是将红色的氩氦激光(6328 埃)或氩激光(6471 埃)、绿色及蓝色的氩离子激光(分别为 5145 埃及 4765 埃)作为三原色光源,首先将图象信号变成电信号,然后电信号通过电光效应调制激光,并用声光效应实现水平及垂直偏转,然后投影到录象管的靶面上或感光胶片上,从而获得分辨率高、色还原性能良好、灰度等级高的高保真度的录象带。

(c) 激光电视: 其原理与激光录象大体相同,由图象信号控制的电信号借助于电光晶体调制激光束光强,并用高速转镜实现偏转,其分辨率可达到 800 线。

与此类似,激光还可用于传真、印刷、制版。激光电影也在研制之中。

(iv) 激光通信

随着光学纤维、半导体激光器和光耦合器在技术上和制作工艺上的突破,迎来了激光通信的春天。

与常规通信相比,激光通信具有下列特点:

首先是容量大。无线电通信和其它现代化通信的发展,指出了载波向短波发展的方向。例如传输 1 路电话要 3.5 千赫的带宽,传输 1 路电视要 6 兆赫的带宽。因此,载波的波长越短,频率越高,信道容量就越大。由于光频远高于高频或超高频无线电波的频率,因此它的信道容量就大得多。例如,从理论上讲,用集成光路器件和光纤组成的激光通信系统,能同时传播 100 万套电视节目。

其次,光纤通信能节约大量的金属材料,不仅造价低,而且重量轻,为架设“光缆”所需的支架系统的投资也可以大大降低。

最后,与其它通信方式相比,光缆通信的保密性好,抗干扰能力强,安全可靠,特别适合于军事通信及其它需要抗干扰的场合。

目前,世界各国争相研制激光通信系统,并且中、短距离的光纤通信实验已经成功,海底光缆的敷设计划也已制定。有的国家已决定停止对普通铜芯中继电缆的投资。如果光纤制作工艺和输入、输出系统性能继续提高的话,激光通信必将引起整个通信事业的革命,犹如六十年代半导体对电子管的冲击一样。

若干年后,光缆将把整套信息设备带入住宅中,它的效果与电视机、收音机、电话和录音机的总和相比,还要好得多。在家庭中将出现“电视电话”,将能做到不出门就可以查阅图书馆的资料和手稿,观看展览会。总之,激光通信将大大改变人们的生活。

(2) 激光在能源开发方面的应用

主要包括两个方面:激光仪器用于能源工业的测试,以及激光在新能源开发方面的应用。

(i) 激光测速技术

流体(包括液流和气流)的流速、流场的研究,是水利电力、热机、燃料工业的重要课题。激光测速技术是利用流体中的微粒通过激光焦点发生散射时所产生的多普勒效应或双焦点效应来测定流体的流速和流场分布。与常规的测速技术相比,具有不干扰流场、精确、可靠、测速范围广、空间分辨率高的特点。

激光测速,可用于研究煤和其它燃料的燃烧过程,研究和改进各种热机(例如燃气轮机、火箭喷气发动机等)的性能,研究水坝、水库中水的流动过程,因此是能源研究的重要手段。

(ii) 激光测高压输电网络中的电流

这是利用激光的磁光效应来测定高压输电线路中的电流的技术,当线偏振的激光通过高压输电线路激发的磁场时,由于磁光效应,偏振面将发生转动,通过对转角的测量就可以确定电流的大小。这一方法安全可靠,测量精度高,不仅可用于高压输电网络的常规计量,还可用于超负荷报警,因此已经引起电力部门的关注。

(iii) 激光在受控热核反应中的应用

由于煤、石油等常规能源供不应求,因此核能特别是核聚变能有可能成为下一世纪人类能量的主要来源。目前正在试验利用巨脉冲激光

来实现受控热核反应的点火。如果试验成功,必将促进这一取之不尽、用之不竭的新能源的早日开发。

(3) 激光在农业中的应用

激光作为高光强的相干光,它所产生的强电磁场、局部高温、光压和冲击波,在生物体内引起了一系列特异的效应,改变生物分子的结构,影响生物的代谢过程,甚至导致染色体的重新排列,形成遗传基因的变异。

激光在农业中的主要应用,目前比较活跃的方面是激光育种。据报道,经激光辐照的蚕豆、黄瓜的种子,发芽率明显提高,发育加快,产量增加;用激光辐照育种的油菜籽,获得了大面积增产;用激光处理过的某些农作物果实,维生素的含量也有明显增加。

由于激光辐照能使生物的遗传信息发生变化,这使人们有可能给细胞“动手术”,在培育新品种方面很有意义。据报道,洋葱、西红柿经连续几代处理后,获得了品质优良的新品种,西红柿新品种的维生素含量增加,更可贵的是其保鲜时间增长。用激光诱变培育的家蚕和蓖麻蚕新品种,产量也明显增加。

此外,特殊波段的激光还可以诱杀或直接杀死农作物的害虫。

激光在农业上的应用,目前尚处在实验或小面积推广阶段,但这些实验的效果是令人鼓舞的,展现了美好的前景。

(4) 激光在医学上的应用

激光对于人体组织的作用,首先是激光的辐照引起的高温、冲击波和强电磁场引起的各种效应;其次,各种类型的细胞和生物组织对于各种波长激光的选择吸收,又加强了上述效应的选择性和针对性。

(i) 激光手术刀

如将高能量激光照射生物组织,使被照的局部组织在瞬间燃烧、气化,就能达到切开组织进行手术的目的。其优点在于:由于热凝固作用,手术时的出血量大大减少,接近于“无血手术”,而且手术时间短、恢复快。因此已广泛应用于眼科、整形外科、耳鼻喉科、妇科等。

利用人体的某些组织对激光的选择吸收效应,可以去除色素痣、扁平疣、黑斑等;由于血色素的吸收曲线在 550 毫微米处有一个峰,因此可以利用氩离子激光来治疗某些血管病。

(ii) 激光针灸

激光对于生物组织的刺激作用,与我国传统的针刺疗法相结合,形成了激光针疗法,疗效相当显著。

(iii) 激光用于诊断和检查

例如,用光导纤维制成的激光内窥镜进行内脏的检查,用激光光谱对血液以及呼出气体的成分进行检测,用激光散斑方法进行眼屈光度的测定,用多普勒测速仪进行血流测定,以及用激光光学图象处理技术来进行各种标本的处理、病变细胞的识别等等。

(iv) 激光在癌的诊治方面的功能

这是最令人感兴趣的课题之一。首先,是利用某些癌组织对不同波长激光的选择吸收来杀死或破坏癌组织;其次,利用激光手术刀进行癌的临床外科手术,诸如宫颈癌、胃癌、乳腺癌的切除,都获得较好的效果。

激光治癌的最新发展是,用肿瘤亲和性光敏物质进行癌的诊断和治疗。最常用的药物是血卟啉,它具有高浓度、长时间存留在癌细胞内的功能。血卟啉的荧光激发光谱在 4000 埃附近有一个峰,它的发射光谱则在 6300 埃及 7000 埃附近有两个峰。用氩离子激光器进行激发,探测血卟啉的红色荧光,就可以探测癌细胞的部位;用红色的染料激光或多谱线氩氦激光照射癌组织,可以使癌细胞坏死。有关的机理和治疗的方法尚在探索之中。

2. 信息光学及其应用

近代光的特征之一,就是用信息论的理论体系来处理各种光学现象,例如光的传播、衍射、干涉、成像以及光信息处理等。光学和通信学在信息论的范畴内统一起来,其共同的数学基础就是傅里叶分析。近年来,信息光学发展很快,成果丰硕,有些成果已应用于经济建设。信息光学的应用,大体上可分为光学信息处理和全息检测两个方面。

(1) 光学信息处理

传统的光学信息处理,包括图片的复制、缩小、放大、着色、照相负片的翻正,利用“柔光镜”来改变照片的反差等,其特点是处理的全过程都在图象本身所在的空间进行,或者说是从改变图象的透过率、反射率或色调入手。用物理的语言来讲,称为处理过程局限于“空域”之中。

物理学家发现,薄透镜具有数学上的傅里叶变换的功能。当我们在透镜前放置图片并用相干光照射时,透镜的后焦面出现图片透过率或反射率的空间频谱,称为图象的“频域”。仿照通信系统常用的方法,在频谱面上设置各种滤波器,就可以对图象的频谱进行改造,滤掉噪声,提取或改造我们所需要的信息。经过滤波的频谱再通过第二个透镜还原成空域中经过改造的图象,这就是近代光学中信息处理的概念,它的特点在于对图象施行了频域的滤波手续。

仿照通信技术中常用的方法,在光学信息处理中能够采用方向滤波、高通滤波、低通滤波、带通滤波的方法,提取或增强我们所感兴趣的信息并抑制噪声;也能够实现图象相加、相减、微分、假彩色编码、光学相关、特征识别等等。

光学信息处理具有容量大、速度快、成本低,设备简单等特点,其理论体系和实验技术都日趋成熟,在输入、输出系统这些关键环节上正酝酿着突破。在信息存贮、特征识别、模糊图象处理和遥感图象处理等方面逐渐进入实用阶段。

(i) 特征识别

它是从给定的图象中检测某种特定信息的存在,也就是要滤掉噪声背景,检出目标。例如从生物切片中检出癌变细胞,从大量指纹中识别作案人的指纹等。因此特征识别是医学界、情报及公安部门很感兴趣的课题。

(ii) 模糊图象的处理

在拍摄、记录图象时,由于相对运动(例如拍摄运动目标,或从飞机、卫星上进行航空摄影)、拍摄时离焦等原因,或透过扰动大气等不

均匀介质进行拍摄,记录下来的是一幅模糊的图象.在光学信息处理中,通常是根据模糊的机理,采用适当的滤波器进行滤波,就有可能获得比较清晰的图象.这种方法在地质、探矿、航测、天文、气象、军事部门都有实用价值.

(iii) 遥感图象处理

遥感图象是由航天器(包括飞机)拍摄的,它通常要用光学图象处理技术或光学-计算机混合处理技术进行处理,其中光学信息处理包括以下方面:

(a) 图象增强:就是按判读的要求,使图象中感兴趣的部分信息有所增强,压制噪声,提高识别效果.例如,用高通滤波的方法实现边缘增强,突出目标的轮廓;用低通滤波的方法滤掉高频噪声(例如斑纹),使图象平滑化;用图象相减的方法,来探测一个时期同一区域内目标的变化(例如地面设施的增减、森林面积的变化),有时也采用光密度分割或光密度空间频率假彩色编码的方法对图象进行各种处理.

(b) 模糊图象处理:其基本内容上面已谈及,主要目的在于使真实图象恢复,使噪声消除.使图象模糊的原因除上面谈过的以外,还包括光学系统本身的衍射效应、感光乳胶的颗粒噪声、光探测器的噪声、对方故意设置的噪声源产生的噪声等等.建立适当的模型,进行滤波,对传递函数进行补偿,可以在一定程度上消除模糊,改进图象的质量.

(c) 图象分析处理:主要是通过频谱分析的方法,对图象的频谱进行采样和适当处置,包括相关识别,也就是用特征识别的方法,来识别遥感图象中特定的信息或目标.

(iv) 散斑信息处理

当激光照射到粗糙表面上时,由于表面上大量散射元散射的相干光迭加的结果,会在散射面附近的空问形成颗粒状的随机分布的斑纹,我们称它为散斑.在全息照相或相干光成象系统中,散斑通常是作为噪声来处理的,但是后来发现散斑是一种很有用的信息载体.近年来,散斑干涉或散斑照相方法发展很快,已经研制成功散斑照相的专用仪器.这一技术正从实

验室走向应用现场.

散斑的应用大体包括以下方面:

(a) 测量表面粗糙度.

(b) 用散斑方法实现信息存贮.

(c) 用散斑方法来测量光学系统的象差,检验照相物镜的质量.

(d) 用散斑干涉法来提高天文望远镜的实际分辨率,从而测量彼此距离很近的双星,测量星体的表现直径,从而形成了星体散斑干涉度量学.

(e) 散斑用于光信息处理,同样可以实现轮廓突出、图象相减、特征识别等.

(f) 散斑在检测中的应用包括位移、变形、速度的测量、振动分析、无损检测等等,这是散斑应用最广泛、最具有实用价值的方面,在船舶、航空、建筑、化工、水利和材料工业中获得了广泛的应用.

(2) 全息检测

信息光学的另一重要分支是全息照相,在检测中有很广泛的应用.全息检测就是全息照相在检测中的应用.

全息照相是以激光为光源,用高分辨率的感光材料把从物体上反射(或透射)的“物光”和另一束“参考光”的复杂的干涉图样记录下来.这个干涉图样称为全息图,它的细节是和物体光波一一对应的.当我们用参考光波照明全息图时,由于衍射效应,将精确地重建原来的物光,因此可以产生一个具有视差的完善的三维立体象.

正因为全息记录是一个干涉过程,因此物理学家和工程师们自然而然地想起利用这一效应来扩展经典的干涉计量术.全息干涉计量的特点,在于能测量具有任意复杂表面的三维漫射体的变形,也能记录透明物体因种种负载(如受力、加热等)而引起的内部折射率的微量变化.这种测量是非接触性的,其精度为波长数量级,即十分之一微米,适用范围广,测量装置相对来说比较简单.

(i) 全息光弹性和散光光弹性

在大型建筑构件和机械零件设计时,为了

做到设计方案既安全可靠,又节约材料,通常用光学灵敏材料制成与实物相似的模型,在模拟载荷的作用下,用偏振光照射并通过对干涉条纹的计算和测量,就可以求得内部应力的变化分布规律,这种方法称为光弹性方法.全息光弹性方法可以得到比普通光弹性方法更丰富更全面的信息,特别适用于形状或载荷复杂、理论计算困难的试件.近年来,全息光弹方法发展很快,有关的测试设备——全息光弹仪,已成批生产.

与全息光弹性配合使用的另一套实验技术是激光散光光弹性,它的关键部件是一个柱面透镜.当激光通过柱面镜后,形成片状光束,称为“光片”.利用光片,可对复杂的模型进行光切片,通过散射光的偏振效应来测定不同截面上的应力分布.

细光束激光的散光光弹方法,可用于测量、监视厚度达数米的透明零件(例如大型玻璃制品)内的应力分布及变化,可以预防因残余应力或载荷引起的构件破裂.

(ii) 全息无损检测

由于全息检测具有大面积、外接触、高灵敏度以及设备简单等特点,因此可对材料、零部件及成品进行无损检测.

全息无损检测的机理是二次曝光.例如,对于飞机或汽车轮胎在不同的内部气压下二次曝光,由于正常部分表面变形是均匀的,在全息图上表现为均匀分布的条纹;而对内部有缺陷的表面,表面变形必然不均匀,在全息图上呈现不规则的条纹.目前,轮胎的全息检测已接近实用阶段.

此外,各种复杂的零部件和复合材料都可仿此进行内部缺陷的检验.特别是一些价格昂贵的器具(包括文物)的无损检验,具有重大的意义.文物是珍贵的,不能再生.由于天长日久,其内部可能会存在各种缺陷,有些将危及文物的完整性.通常用局域加微热的办法,用二次曝光法拍摄不同温度下的全息图,就能获得内部裂隙和缺陷周围的温差突变的全息条纹图,以便及时修补.这种方法的突出优点是安全可靠,灵敏度高,它在传世和出土文物的修复、

保护以及鉴定等工作中可以发挥重要的作用.

(iii) 计算全息术及异形零件表面面形检验

在精密加工工业中,常常需要加工一些表面形状复杂、尺寸要求高度准确的零件.这些表面通常是用仿形机床、程序控制机床进行加工,但对加工完后的零件表面形状和尺寸的准确程度的检验,仍然是一个极为复杂和困难的问题,其典型的例子是光学非球面.

传统的平面或球面光学表面的检测,是用一个作为标准的平面或球面(俗称样板)与被加工表面接触,形成干涉条纹(俗称“光圈”).这些条纹代表被加工表面与样板表面的偏差.然而非球面样板是极难制作的.为了解决非球面的检测,我们将表面的函数在计算机中进行编码,然后通过一套绘图仪器把编码变成光刻胶上的条纹,制成计算全息图.当用激光照射计算全息图时,同样可以复制出预期的复杂波面.将这一波面代替样板在干涉仪上与被测表面对比,就会出现条纹,同样反映了被测表面的偏差.计算全息图的关键是要有一个高质量、高分辨率的绘图装置,以及相对来说比较简单的软件.它为复杂的异形零件表面面形的检测,提供了一个实用的廉价的方法.

(iv) 全息测振

振动物体的振形分析,是许多工业技术部门的重要研究课题.

全息测振的方法称为连续曝光全息法,也称时间平均法.这种方法是对一个周期振动的物体作连续不间断的全息记录.当记录周期比振动周期大得多时,全息图中记录了处于不同瞬时位置的许多个物波的迭加,在再现时,物体表面会分布着许多条纹,反映了试件振动的平均效果.

全息测振的应用有两方面:一方面是一些大型机件工作时的监测,目的在于防止振动引起材料的疲劳损伤;另一方面是在扬声器、话筒等设计制作中用来研究振动的振形.

(v) 全息缩微存贮技术

随着经济建设和科学技术的发展,随着时

间的延续,人类积累了越来越多的信息,包括图片、文字资料、代码、数据等等。因而,缩微存贮已经成为信息科学技术的重要课题。信息缩微存贮的最新动向,则是全息存贮。它的特点是容量大、高密度、高冗余度、高衍射效率、低噪声、高分辨率和高保真度。

激光全息存贮是利用全息照相的方法进行高密度的信息记录,目前存贮密度已达 10^5 比特/厘米²以上。容量更大密度更高的全息存贮片的研究也在进行中;利用铌酸锂晶体实现多次存入和清除的研究已实现。目前研究的重点是如何进一步提高存贮密度,寻找更优良的记录介质,以及如何实现白光存贮。此外,还在考虑如何与微处理机结合,全面实现信息的缩微—存贮—检索—阅读—复印等各个环节的自动化及联机问题。今后,全息缩微技术很有可能代替常规的缩微技术,引起信息科学技术设备及印刷机械的更新换代。

(vi) 全息在地层构造和地震方面的应用

近代地学科学设想,地壳是由许多板块构成的,各板块浮游在地幔之上,彼此之间是有相

对运动的。由这些相对运动带来的各个板块之间的互相碰撞,乃是引起地震的原因。利用各个地区的地层构造和各个断裂带的资料,可以用粘土或其它恰当材料制作各个有关区域的地层模型,利用全息二次曝光原理,模拟板块的运动,可以拍出地面的褶皱、隆起、塌陷等形象逼真而又细致的全息图。用这个方法,已成功地研究了几次大地震的过程及机理,对于地震的深入认识及预报,都有重要的意义。

我们在上面举例介绍了近代光学在经济建设中的应用。我们还没有谈及近代光学的各个分支,更没有详细介绍它的各个应用领域。然而我们已经看到,近代物理学的一个重要组成部分——近代光学,正从传统的古老的光学中脱颖而出,它在科学技术的各个领域,在经济建设的各个部门,正在发挥越来越重要的作用。这不仅由于近代光学已经取得了许多重要成果,而且还在于它展现出美好的应用前景,吸引着人们去探索 and 追求。

北京大学物理系陈环琳先生、中国科学院力学研究所傅裕寿先生给予作者许多帮助,在此深表谢忱!

爱因斯坦——发明家

Georg Alefeld

如果我告诉人们爱因斯坦发明过几种重要的技术装置,通常得到的回答是:“对!他对理论物理作出贡献之前,曾经在伯尔尼的瑞士专利局工作过”。这里有两点错误。首先,在专利局工作并不意味着有发明活动;其次,爱因斯坦发表了相对论、热力学和量子物理方面的卓越成就后很久,才做出了这些发明。正是在他获得诺贝尔奖金后又过了近十年,他的发明才取得了专利权。爱因斯坦在45—50岁期间发表的专利文献的数目(共19篇),大大超过他的科学文献。爱因斯坦与比他年轻19岁的西拉德(Leo Szilard)合作期间,在技术发明上发挥了理论物理学家的丰富的想象力。这些专利读起来十分有趣。随着后来出现的能源短缺,这些

发明受到了新的关注。而且其中的一些发明已经制成装置,在现代工业中得到广泛的应用。

爱因斯坦的全部发明,除两项之外,或多或少都与热泵的改进有关,在本世纪二十年代,热泵几乎只用于制冷。1926年,爱因斯坦和西拉德开始提出对吸收式热泵的新设想。虽然早在1810年 Scotsman John Leslie 制作了第一台吸收式热泵(以水作冷冻剂,硫酸作吸收剂),但是这种泵所包含的热力学过程在今天看来仍相当复杂。把一定的热量由较低温度水平输送到较高温度水平需要外界作功。和压缩式热泵提供的机械功不同,吸收式热泵利用能够作功的热。吸收式热泵由两个相互连接的功率循环组成:左旋(耗功的)克劳修斯-兰金循环是一个真正