

# 《光学手册》印象

吴重庆

(北京交通大学发光与光信息技术教育部重点实验室,光信息科学与技术研究所,北京 100044)

收稿日期: 2012-04-20

近半世纪以来,光学和光技术已经从传统光学本性研究和简单应用发展成为跨越各行各业、独立于电子科学与技术、能源技术的一个大学科、大产业。编撰一本全面总结光学成果的光学手册,全面展现光学的整体概貌,梳理学科的发展思路,是一项非常重要而艰巨的工作,对于学科发展、产业发展都有重要意义,甚至会影响到国民经济的各行各业。光学手册不仅是初学者之所需,而且是从事信息技术、控制技术、能源技术、生物技术等专业人员之所需,同时也是光学专业人员、甚至专家之所需。由李景镇教授主编的新版《光学手册》,洋洋六百万字,集我国光学界之大成,囊括了近几十年我国和国际上各个光学分支的经典成果,其贡献十分卓著。

在初读了新编《光学手册》之后,笔者颇有感慨。鉴于笔者的水平所限,不能对本书做出一个全面完整的评价。但觉得本手册颇具特色,借此文推荐给广大读者。

## (1) 学科分支的新界定

随着光学和光技术研究和应用领域的迅速膨胀,原有的传统光学分支界限逐渐被突破,使得原有的学科分支界限变得模糊,出现了许多学科交叉,因此需要重新界定。面对如此庞大的学科内容,如何进行重新分类,不单单是一个简单的光学手册章节的编撰问题,而且也是一个科学分类学的难题。

正如该书前言中所述,原本计划按照“篇、章、节”的三级层次结构来编撰,但是由于近年来光学内部各个学科分支的交叉渗透非常深入,你中有我我中有你的现象非常普遍,因此很难将若干章概括成为一篇。该书顺应了当前光学的发展形势,提出了 39 章结构的新学科分支,不仅回归了大光学的自然分类,而且也是一个创新,为进一步明确学科分支隶属关系打下了良好的基础。

虽然本书采用了 39 章的结构,但是从章节的编排顺序来看,还是遵循基础在前、演绎在后的原则。前几章是涵盖整个手册的基础部分,后面逐渐扩展到不同的研究对象,可以看作基础理论在特定领域中的演绎。这种安排,对于了解整个光学的全貌、弄清光学自身的演绎脉络是非常有帮助的。

## (2) 经典性

一本好的手册可能要使用数十年,将影响几代科技工作者,成为一部经典作品。本书在选材上注意将已经积淀为经典的内容作为主要的编撰内容。在术语的使用、概念的准确表达、对物理规律和物理现象进行规范的语言描述等方面下了很大的功夫,达到了极高的水平。言简意赅、准确清楚,有助于为后人澄清一些模糊概念。

打开《光学手册》的第 1 章,看到的标题是“电磁光学”,它

概括了波动光学与射线光学(几何光学)的理论。这无疑是对传统光学分类(从几何光学到波动光学,再到量子光学)的更严格和更广泛的表述,让我们在新的高度上重新认识了光学理论。事实上,电磁光学不仅包含以波动传播形式的光,也包含非波动形式的光,比如近场中的光。而射线光学可以看作波动的波矢线光学。波矢线与等相面的关系类似于力线与等位面的关系。因此,从这个意义上讲,使用电磁光学来概括比用波动光学更准确。本书广泛使用了“复振幅”的概念,而不像有些文献那样使用“包络”这个术语,因为复振幅中包含了相位,而包络很难包含相位,所以使用复振幅更准确。本书像这样的例子还有很多,读者可以仔细地去体会。

可以预料,随着后人不断地在学术论著、教材中引用,并在学术争论中作为依据,本书将成为光学领域的学术经典和权威。

## (3) 广泛性

近半个世纪以来,随着光学的研究与应用领域不断地开拓,光学知识如雨后春笋般地爆炸式增长,光学是当前最活跃的学科领域之一。本手册的容量大,内容广泛,涵盖面宽。既包含了大量的科学知识,也包含了一定量的技术知识。从基础光学看,涵盖了量子光学、电磁光学等最基本的光学理论。从覆盖的光波段来看,涵盖了太赫兹光学、红外光学、可见光光学(色度学、可见光成像光学、视觉光学)、紫外光学、X 射线光学、中子光学等全波段光学。从介质的性质看,不仅涵盖了线性介质光学、晶体光学(各向异性线性介质)和非线性介质光学、纤维光学与导波光学、薄膜光学等一系列边界条件确定介质的光学现象;同时涵盖了海洋光学、大气光学、生物光子学等边界不确定或者混合介质光学;而且深入分析了具有细微结构的微纳光学、金属表面等离子体光学以及对折射率进行微观解释的分子光学等。从光信号的特征看,涵盖了时域光信号和空间域光信号的各个方面。虽然波长域与时间域有一定的对应关系,但是波长域并没有突出相位关系,而时域也只是突出了时间的长短,也没有包含时域脉冲的相位特征(即啁啾),二者并不等同,更不能互相代替。所以将瞬态光学、飞秒光学以及超快光学单独成章是合理的。从光与其他能量形态的转换(包括物质形态的转换)来看,涵盖了光的产生、光的探测(包括感光材料)、光的调制、光的放大等各类光与物质的相互作用的效应。不一而足。

同时,本书还包含大量的制造工艺和使用技能方面的知识,便于实际应用。鉴于实际的技术都需要对应的理论支持,所以这部分内容都包含在各个光学分支之中。比如,在微纳

光学一章中,包含了微纳光子材料的制备一节,专门讲述有关的制备工艺;在成像光学一章,有断层扫描层析成像技术等;在光纤光学一章,有光纤制备技术等;在专门设立的光学零件加工学一章,有光学加工方面的内容。因此本书既是一本“光学手册”,也是一本“光学技术手册”。鉴于该手册主要是光学科学理论方面的手册,而不是一本技术手册,所以相对来讲,除了必要的技术内容以外,不必要求过多涵盖相关的技术知识。这也为日后编撰一本《光学技术手册》留下了空间。

#### (4) 基础性

随着常规波段以及身边尺度的光学理论的成熟,近年来,这方面的应用技术发展非常迅速,内容越来越丰富,分支越来越细。很多从事光学技术应用的专业人士,往往只对他所从事的专业分支比较熟悉,很少有人对各个学科分支的基础理论都有深刻了解。鉴于学科交叉、技术移植与借鉴是创新最常用的方法,然而很多专业技术人员对于相近学科分支了解得也不够透彻,常言道“隔行如隔山”,这种隔山状况限制了我们的创新思路。

为了能够提供给跨学科分支的广大读者使用,所以本书特别注重每个学科分支的基础性,并且用比较通俗浅显的语言介绍不同学科分支的最基础与最核心的内容。几乎每一章都以最基本的原理、概念开始,然后讲最重要的问题。比如衍射光学和二元光学(第16章),一开始讲的就是从光的衍射到衍射光学,这样自然而然地引入了衍射光学的概念,比较容易理解和接受。“只要一书在手,便可通览全局”,本手册为广大读者迅速扩大知识面提供了一个极佳的工具。这也正是手册的价值所在。

#### (5) 前沿性

光学与光技术是当今最具活力和发展最迅速的前沿学科之一,光学的学科前沿在现代光学中占有重要的地位。本书在注重基础性、经典性的同时,也注重结合当前的学科前沿问题,将最新的科技成果纳入其中。尽管对于一部经典之作,前沿性并不是它最需要关切的部分,但是本书还是在这方面做了很多工作。

纳米材料是一种介于原子分子尺度与常规尺度材料之间的一种材料,而纳米光学是研究光沿着纳米材料纵向传播特性的一个光学分支,是当前的前沿学科。由于材料的横向尺度小于或者接近一个波长,因此其传播特性与常规材料有很

大不同(光透过纳米材料的传播属于薄膜光学)。在这里,光学界面的概念发生了变化,理想的几何面已经不复存在,取而代之的是有微观结构的纳米表面。这时的光场(近场),不仅有波动性质的波动场(即光波),还存在一种非波动的场,它不仅很快地衰减,而且不存在相位的传播,因此是一种不同于以电磁波为基础的光。本手册对于近场与倏逝波(注意它们并不是一回事)有比较多的描述,对于开拓学科前沿的研究是很有帮助的。另一个学科前沿是等离子体表面光学(第23章),本质上属于金属表面的近场光学,这些学科前沿对于开展全光信号处理的研究是非常有用的。再如量子保密通信,使用的理论与分析方法与常规光学差别很大,也是迅速发展的学科前沿。在本手册中,类似的内容还有很多,不一一列举了。这些前沿学科的理论成果,还需要经过若干年后才能得到认可并最终得以稳定,但是对于从事科研创新工作的人,是非常有补益的。

#### (6) 实用性

作为一本可以广泛使用的工具书,手册的作用并不仅仅限于知识的介绍,也需要提供一些在科研、设计、生产、制造以及运行维护各方面的实际知识。而作为一部科学理论的手册,最重要的是提供基础数据以及一些结论性的公式。本手册包含了大量的基础数据,比如非线性光学晶体的性质(表4-4),分子的折射度(表5-2)等等。相对来讲,本手册提供的结论性公式更是占据了相当大的篇幅。光学中很多公式特别长、特征不明显且很不好记忆,所以专业人员需要有一个手册在手边备查。本手册在这方面提供了很多方便。除此以外,本手册还提供了大量的对不同概念或者不同结果进行比较的表格,便于读者理解和领会。

光学理论与技术发展十分迅速,有些数据与公式会随着时间的推移将不断更新。既要做到实用,又不至于在未来的发展过程中显得陈旧,这就需要对一些基础数据以及目前科研达到的实际指标进行非常谨慎的选择和筛选。本书在这方面做得也非常好,所选择的数据有“耐久性”,可以长期使用。所以,本书不仅具有近期的实用性,也具有长远的实用性。

以上是笔者对本书的粗浅认识。本书的知识浩如烟海,我们读者也都只是在这个知识海洋边拾贝的孩子。相信每个读者都会在海边拾到自己心爱的海贝,感悟到海洋的博大精深,并强烈地期盼到这个海洋中去冲浪搏击。