

● 课程各章内容提要

第1章是一小章，它以费马原理作为光线光学的理论基础，去分析或追寻光线径迹。从波动光学的眼光看，光射线反映了光能流的传播路线。费马原理的限度表明了光线光学表述的正是光波长趋于零条件下的光传播行为。虽然本章的兴趣在于建立和求解在变折射率介质中的光线方程或光线径迹，仍然以相当篇幅讨论了费马原理与成像的关系，其部分原因来自教学上的考虑。教学经验表明，人们接受费马原理及其数学形式并不困难，难点在于对它的实际运用；只有在实际运用中才能领悟到变分法处理问题的微妙和窍门。

第2章波动光学引论，这是一大章，它对光波的电磁性质、数学描写、波前分析、光波的干涉、衍射、偏振的现象和原理，作了全面的论述，它是后续若干章更为专门更为深入内容的理论基础。面对波动光学这么丰富、这么综合的内容，设置这一章作为全书理论框架的第一级平台，是有着明显优点的。假如以本章内容为主体，再撷取后续几章中的感兴趣的某些节段，便可单独构成一个短课程(20~30学时)。

第3章是一小章，仿照金属光学中的术语，这一章被定名为介质界面光学，它以菲涅耳公式为基础，全面考察了光在介质界面反射折射时的传播特性，即传播方向、能流分配、相位变更和偏振态变化的主要性质。过临界角时透射场出现的隐失波，开阔了人们对光波场性质的认识；近场光学扫描显微镜的介绍，为这一章增添了现代气息。

第4章是一大章，结合几种典型的干涉装置，一方面介绍它们的实际应用，另一方面由此展开讨论光场的时空相干性。将光场的相干性分解为两个侧面，即空间相干性和时间相干性，分别给以阐述并建立相应的物理图像，这种处理方式不仅对基础光学的教学是恰当的，而且对理论光学中的互相关函数、复相干度和相干度的学习也是必要的。激光，作为一大节被安排在这一章，这是因为激光器和激光束基本性质的诸多方面，比如谐振腔的作用、高度单色性、高度相干性的高度走向性，均与本章内容息息相关；至于激活介质受激辐射光放大原理，可作为量子物理学的一般性知识予以介绍，这在本课程的教学上是可行的。新型的傅里叶变换光谱仪、强度相关实验和中子束干涉实验的介绍，为本章增添了新气象。

第5章正如其标题所表明的，关于衍射场与物结构之关系的论述在本章被显著地加强了，而并非仅限于一维光栅的衍射和光栅光谱仪。从一维、二维、三维周期结构，到自相似分形结构和无规分布的结构，它们各自的衍射场均被详细地论述；再三地运用了研究多元多维结构衍射场的数理方法，即位移—相移定理，并倡导了单元编组思想和逐维分析方法。衍射手段一直是人类认识微结构的重要途径。X射线衍射用于分析晶体结构，产生了几位诺贝尔物理学奖得主；50年前凭借X射线衍射图确认了DNA双螺旋结构，开创了分子生物学新时代；20年前凭借电子衍射图而发现准晶体，开拓了凝聚态物理学、化学和材料科学研究的新领域。这些历史背景，激励着作者决心在基础光学课程中加强多元多维结构衍射的教学，以适应当前人工微结构研究和纳米材料研究兴旺发展的需要。

第6章是一大章，系统地论述了傅里叶变换光学，这并非完全出于作者的偏爱和研究。光学界普遍认为，现代波动光学最重要的进展是引入光学变换的概念，并由此导致空间频谱概念和空间滤波技术，即以频谱被改变的眼光去评价成像系统的像质，用改变频谱的手段对图像实施信息处理。本书以独特的概念体系和所倡导的波前相因子分析方法，阐述了傅里叶变换光学，显得物理图像清晰、数学推演简洁。另外，有了这一章所提供的有关光学变换的概念、思想基础和数理能力，学生即便今后在工作中遇到其他种类的变换，比如，普遍光学变换，分数傅里叶变换和小波变换等，也有信心能较快地掌握它们。本章专列一大节在数学

上全面地介绍了傅里叶变换和 δ 函数，旨在供学生们今后学习查考，在教学上并不需要一一讲授。当然，以光学尤其以变换光学为背景，最有利于领会和掌握傅里叶变换和 δ 函数这一得力的数学工具。本章共 13 节，建议可重点讲授 6.1—6.9 节，约占全章篇幅的 60%。

第 7 章光全息术是一小章，虽然增加了各种全息图的介绍，其实，需要重点讲授的只有第一节全息术原理，从中可以看到崭新的全息术正是波的干涉术和衍射术的综合，也充分展现了波前相因子分析法，在揭示全息图衍射场特征方面的有效功能。

第 8 章光在晶体中的传播，系波动光学的传统内容，即使学时缩紧，也应当保证本章的讲授。

第 9 章光的吸收、色散和散射，增添了若干比较深入的新内容。在色散部分，不仅论及一阶色散效应下的波包群速，而且考量了二阶色散效应下的波包展宽，并由此讨论了波包中心速度和波包前沿的信号速度，以及波包的寿命。在散射部分，不仅注意到了散射微粒自身的线度，而且还注意到微粒之间的平均距离；前者决定了单元散射因子，后者决定了大量单元散射场叠加的宏观效果；对瑞利散射的频率特性 ω^4 正比律，本章作了进一步的阐释。由脉冲星辐射的视频讯号和光频讯号到达地球的时差，去估算宇宙中自由电子的数密度，或估算光子可能有的非零质量的上限，这是一个颇有兴味的问题。