

# 0803 光学工程

---

## 一、学科概况

光学工程是一门历史悠久而又与现代科学与时俱进的学科，它的发展表征着人类文明的进程，它的理论基础——光学，经历了漫长的发展道路，铸就了几何光学、波动光学、量子光学及非线性光学等理论基础体系，揭示了光的产生和传播的规律，以及光与物质相互作用的关系，为促进人类进步与科学发展做出重大贡献。早期，几何光学和波动光学拓宽了人的视觉能力，建立了以望远镜、显微镜、照相机、光谱仪和干涉仪等为典型产品的光学仪器工业，至今仍然发挥着重要作用。20世纪中叶，产生了全息术和以傅里叶光学为基础的光学信息处理理论和技术，特别是20世纪60年代初第一台激光器的问世，实现了高亮度和高时空相干性的光源，使光子不仅成为了信息的有效载体，而且成为了能量的有效载体。随着激光技术和光电子技术的发展，光学工程已发展成为以光学为主，并与信息科学、能源科学、材料科学、生物医学、空间科学、精密机械与制造、计算机科学及电子技术等学科紧密交叉和相互渗透的学科。它包含了许多重要的新兴学科分支，如激光、光通信、光存储与记录、光学信息处理、光电显示、全息和三维成像、生物医学光子学、微纳光子学、薄膜和集成光学、光电子和光子技术、激光制造技术、弱光与红外热成像技术、光电传感与测量、光纤光学、自适应光学、超快光学、视光学、光电子材料与器件、太赫兹光子学、光电仪器与技术、空间与光学遥感技术以及综合光学工程技术等。这些分支不仅使光学工程产生了质的跃变，而且推动建立了一个规模迅速扩大而又前所未有的现代光电产业，其主体集中在光信息获取、传输、处理、记录、存储、显示等光电信息领域，以及光通信、光电显示、太阳能利用、固体照明等主干产业，具有数字化、集成化和微结构化等技术特征，从而形成了独立的学科体系。

20世纪以来，传统的光学系统不断地向智能化和自动化方向发展，并继续发挥着重要作用。而光学在空间和海洋探索中的应用催生了新的学科方向——空间光学和海洋光学。与此同时，现代光学正大踏步地向光子学迈进，使光学进入了光子学时代，主要研究光子的产生、传输、控制（光开关、光放大、光调制、光变频、光波复用、光限幅、光振荡等）、探测及其与物质（光子本身、电子、原子、分子、激子、极化子等）的相互作用。在先进制造和国防技术等领域，以能量为主要特征的光子学，正在发挥巨大的作用。集传感、处理和执行功能于一体的微纳光电系统和光子学技术，将成为光学工程学科新的重要发展方向。此外，结合“新科技革命”，光学工程学科必将在新能源开发（如太阳能发电、激光核聚变等）、生态环境与资源勘测（如光学遥感等）、信息技术（如无线光通信、光计算、云计算、物联网等）、先进制造（如激光加工、微纳加工等），以及重要基础科学研究（如对宇宙认识，对生命，对脑认知与研究等）等领域发挥重要作用。

## 二、学科内涵

**1. 研究对象** (1) 以光作为信息传递的媒介,对客观事物与现象进行认识与探索,特别是以光作为视觉及其他人身感官的延伸,包括图像及多维时空信息的获取、传输、存储、处理、显示及其应用等;(2)光的产生,如激光、LED等各种光源等;(3)光与物质相互作用及其应用,如光电转换、光调制、光刻蚀等;或以光作为能量的媒介及其应用,如激光加工、激光核聚变、高能激光、光伏发电等;(4)光电原理与技术工业、能源、信息、医学及国防等领域的应用,如光电仪器、光电成像技术、光电检测技术,光通信等。

**2. 理论** 作为一门理工交叉的学科,光学工程学科的理论体系得到不断发展与完善,其中包括以光作为信息传递的媒介,光电信息的获取、传输、存储、处理、显示理论;以光与物质的相互作用为基础,光的产生、传输、控制及探测理论;以光子作为能量载体,光子与物质的相互作用理论及光能转换理论等。

**3. 知识基础** 光学工程学科在长期的发展过程中形成了支撑学科体系的两大知识基础,即以光作为信息传递媒介的光电信息技术与工程,以光与物质相互作用为基础的光电子技术与光子学。光学与光电子技术原理是光学工程学科的必备入门知识,光电成像原理、光电探测理论、光度学与色度学、光学信息处理、光通信技术、红外与夜视技术、激光原理、光电子技术、集成光学、光子学理论、生物医学光子学理论、光电子材料与器件等是光学工程学科的专业基础。光学工程学科是光学与工程相结合的学科,因此从事光学工程学科的学习和研究,必不可少地需要坚实的数理基础知识;光学工程学科具有鲜明的学科交叉性和科技前沿性,它紧密地与计算机科学、信息科学、微电子科学联系在一起,因此,除光学工程学科的相关工程和技术科学基础知识外,还应有电子信息技术、计算机科学技术、仪器科学技术、微电子技术等工程与技术科学基础知识;光学工程学科具有明显的推动社会进步的特征,尤其是光电子技术、光子技术等关系到科技、工业、农业和国防的发展,它的研究成果在改变客观世界的同时,不同程度地推进人类社会的文明与进步,因此,从事光学工程学科的学习与研究,还需要有人文社会科学知识基础。

**4. 研究方法** 在光学工程学科产生和发展的过程中,出现了许多重要的科学方法与科学思想,不仅推动了光学工程学科自身的发展,也使得它成为最具方法论性质的学科之一。在光学工程学科的科学过程中,具有方法论性质的主要方法有:

(1) 数学物理方法:任何一个光学工程领域研究的问题都可以通过建立一个数学物理模型进行描述、分析,也可以从数学物理模型的仿真分析中总结出指导实际光电器件和系统设计、开发和应用的规律,从而减少盲目性。

(2) 系统科学方法:在光学工程学科的研究中,其核心是将研究的对象看成一个整体,以使思维对应于适当的抽象级别上,抓主要矛盾,力争系统的整体优化。首先从系统的观点出发,考虑其组成部分或整个系统与环境的相互作用;其次,在光学系统的设计过程中,影响因素极其复杂,有时甚至达到无从下手的程度,此时解决问题的关键,是抓住主要矛盾,忽略次要因素的影响;另外,追求光学系统的单项优化指标,势必会造成加工困难、成本昂贵,但利用系统各部分优缺点的相互补偿,可得到最低成本下最优化方案。

(3) 宏观、微观相结合的方法:光学工程领域研究的问题既涉及宏观的器件及所构成的

复杂大系统，又涉及微观光子与电子之间的相互作用。因此，要求从事该领域研究工作的人员必须掌握从宏观到微观，再从微观到宏观的研究、分析和解决问题的方法。

(4) 多学科融合、综合集成方法：光学工程学科的知识领域涉及物理学（特别是光学）、数学、电子技术、计算机科学、材料科学、精密机械、控制科学、通信等多学科，因此，其研究对象具有多学科知识交叉、融合、综合集成的特点，因此，要求从事该领域研究工作的人员应该掌握多学科交叉的知识和综合集成的方法。

(5) 哲学的思维方法：从哲学的角度观察，可以发现光学工程领域研究的问题很多都蕴涵着朴素的哲学原理和方法，因此，要求从事该领域研究工作的人员应该把握哲学的思维方法，能深刻理解矛盾的双重性以及相互转化的方式和条件。

### 三、学科范围

光学工程一级学科下设光电信息技术与工程、光电子技术与光子学两个学科方向，既有侧重点，又有交叉。

**1. 光电信息技术与工程** 以光作为信息传递的媒介，对客观事物与现象进行认识与探索，特别是光作为视觉及其他人身感官的延伸，涉及图像及多维时空信息的探测、成像、传输、存储、处理、显示和传感等；利用光与物质的相互作用，产生光敏器件进行光电信息探测；利用光的等效性原理进行图像及多维时空结构的观察与处理等。其主要研究内容为：光电仪器，光电成像技术与系统，光电检测与光电传感，光学技术与制造，辐射度学、色度学与光谱技术，光电材料与器件，大气光学与自适应光学，空间与海洋光学，光信息处理技术，光存储与显示技术，红外与夜视探测技术，光通信技术与器件，光纤光学与技术，环境光学与技术，视光学技术等。

**2. 光电子技术与光子学** 以光与物质的相互作用为基础，研究光子的产生、传输以及控制，如激光与发光光源，光放大与光的非线性效应等；研究光能转换形式，如激光制造技术，激光核聚变和光能应用等。以光子作为信息载体，研究光子与物质的相互作用机理及其相关技术，如微结构光学与光集成，各类光子器件等。其主要研究内容为：激光与光子学技术，激光应用技术，非线性光学，微纳光子学与技术，生物医学光子学，光电子材料与器件，集成光子学，超快光子学，光捕获与光操控技术，能源光子学，紫外与 X 射线光学，微波光子学，量子光学与器件，红外与太赫兹光子学等。

### 四、培养目标

**1. 硕士学位** 具有光学工程学科系统、扎实的专业基础知识，具有学术研究的基本能力和独立从事光学工程领域研究、开发工作的创新型人才。具体包括：应在光学工程学科领域具有坚实的专业理论基础和系统的专门知识。熟悉本学科领域的发展方向和学术研究前沿，有较扎实的工程实践能力，初步具有独立进行理论和实验研究的能力及从事技术开发的能力，有严谨求实的科学作风，一定的沟通交流能力，掌握一门外国语，应能承担本专业或相近专业的科研、教学、工程技术和管理工作的。

**2. 博士学位** 具有全面、扎实的专业基础知识，在某一领域或方向上有深入而系统的研究，具备独立从事光学工程领域学术研究和教学能力的高层次人才。具体包括：应在光学工程

学科的研究领域中具有坚实而宽广的理论基础和系统深入的专门知识。熟悉本学科领域的发展方向及国际学术研究前沿，有扎实的工程实践能力和严谨求实的科学作风，具有独立从事科学研究和技术开发的能力，能够创造性地从事理论和实验研究并做出创新性的成果。应至少熟练掌握一门外国语，能熟练阅读本专业的外文资料，具有一定的外语写作能力和进行国际学术交流的能力。能胜任本专业或相近专业的科研、教学、工程开发或技术管理工作。

## 五、相关学科

物理学、仪器科学与技术、电子科学与技术、信息与通信工程、材料科学与工程。

## 六、编写成员

郁道银、骆清铭、刘泽金、王涌天、袁小聪、张国玉、葛宝臻、黄战华。