

# 0809 电子科学与技术

---

## 一、学科概况

任何学科的发展都离不开时代的需求。当今时代明显特征之一就是与电子科学与技术密不可分。具体地说，也即工农业、国防和人民生活强烈需求的微电子芯片时代；几乎一切通信赖以生的电磁波时代；构成全部电子设备的电路与系统时代。进一步的发展趋势明确表明：当今时代是新型光电磁材料不断涌现、光电磁技术逐步融合发展及应用的革命性时代。

电子科学与技术学科的发展已有近 200 年的历史。19 世纪出现的欧姆定律和克希荷夫定律奠定了电路基础，麦克斯韦方程组奠定了电磁波理论基础；20 世纪初薛定谔、海森堡、狄拉克和爱因斯坦天才群体完成了微观粒子的量子力学体系；而后固体物理学的出现更是在理论与工程之间架起了坚固的桥梁。

在量子理论上发明了激光器，将电磁波的生成、控制和探测从传统的无线电波、微波扩展到太赫兹波、光波直至 X 射线，并正在实现电磁频谱的全覆盖。

基于量子论还发明了原子钟，实现了电磁波频率的精密控制和传播，实现了当今的全球卫星定位与导航，以及大地域范围的通信同步与电力传输同步。光钟的发明使得卫星定位与导航精度趋于更高的精度。

在固体物理学的电子能带论的基础上，发明了晶体管和集成电路，以及随后的光纤和半导体激光器的发明开创了电子信息与通信技术的新纪元。近年来，宽禁带半导体等新型材料与碳基电子器件、半导体新能源器件、微纳/量子电子器件、新型电力半导体器件、无源器件、MEMS 器件等不断涌现，电子器件面临又一次新的发展。

当前，电子器件从集成电路发展到集成系统芯片 (SOC)，光子器件也正从分立走向集成，有力推动了计算机、通信、智能仪器和自动控制等学科的发展，极大地支撑了国民经济与国防领域中各类电子信息系统的发展，并成为当代信息社会的基石。电子科学与技术已经成为现代科学技术诸多学科的重要和不可或缺的基础。

## 二、学科内涵

**1. 研究对象** 本学科重点研究电子运动规律、电磁场与波、电磁材料与器件、光电材料与器件、半导体与集成电路、电路与电子线路及其系统的科学与技术。本学科的研究内容包括：带电粒子、光子和电磁波的产生、运动、变换及其在不同媒质中的相互作用的现象、效应、机理和规律，具体包括物理电子学、电磁场与波、电磁场与物质相互作用、电路与系统、电子线路等；在此基础上发现、发明和发展的各种电子材料、电磁材料、光电磁元器件、电子线路、集成电路，乃至集成电子系统和光电子系统，并开发相应的设计和制造技术。

**2. 理论** 本学科理论大致包含三个层次：基础层次，交叉层次和发展层次。基础层次主要有电磁场与波理论、量子物理、量子电子学理论、光电子理论、电路分析与非线性理论、信

号与系统理论等。交叉层次如计算机与计算技术理论、信息理论、复杂性理论和系统论等。发展层次为新材料理论、光电结合理论等。

**3. 知识基础** 本学科以数学、基础物理与量子物理、(电)路、(电、磁)场与波为理论基础,以物理电子、自旋电子、微/纳电子、光子和光电子、电路分析、电子线路、信号与系统、信息存储、信号与信息处理和计算机技术等为技术基础。

本学科在物理电子学、微电子学及固体电子学、量子电子学、电路与系统、电磁场与波等理论指导下,以电、磁、半导体、光子材料为基础的集成器件为基石,以多频段电路和场路设计为手段,以信号和光子传播和系统构造为目的,利用理论计算分析和实验验证相结合的方法开展学术和工程设计研究。

**4. 研究方法** 本学科在研究和实际应用中,主要有下述三种方法:(1)理论分析与计算仿真法。以对电子运动规律、场的分布规律、波的传播规律和系统运动过程的物理认知为基础,建立微分方程模型,以计算方法为手段,用计算机辅助分析和验证系统的性能,提出解决实际问题的方案。(2)理论指导下的设计与制作法,电子系统试验,实验测试与验证法。在本学科的基础理论指导下,在计算仿真的基础上,针对待解决问题,利用各种电磁材料和器件设计构造和制作的电子系统,并使其在各种环境下的试验,通过电子仪器测试以检验系统的功能和性能。(3)不同学科的比较法。本学科除注意自身发展外,还密切关心其他相关学科的发展动向,从中吸取有益的营养,不断比较,不断借鉴,不断前进。

### 三、学科范围

**1. 物理电子学** 主要研究发光物理学、光子学、光电子学、导波光学、光纤通信与光信息处理技术、微波电子学、高功率电子学和相对论电子学、薄膜与表面技术、真空科学与技术,以及信息显示技术、量子器件、量子信息学、量子计算、量子通信、量子电子学、强场激光物理、太赫兹技术、纳米电子学、生物电子学、生物医学光子学、生物医学电子学、生物医疗仪器技术、半导体照明技术、等离子体技术等。量子电子学主要研究电磁波与物质中的原子、离子或分子相互作用,引起束缚电子的各种轨道跃迁或原子核自旋的跃迁,并产生受激辐射、自发辐射等各种电磁辐射。利用电磁场与物质相互作用的量子操控,形成了激光、原子钟、核磁共振的研究领域——量子电子学。

**2. 微电子学及固体电子学** 主要研究半导体物理与器件物理,半导体材料与器件,半导体光电器件及其集成技术,微纳新型器件物理与结构,集成电路和系统集成芯片,以及电力半导体器件的设计、制造、测试和封装、技术及可靠性,微电子机械系统与智能传感器,介电/磁性/微波/光电材料与器件,半导体能源器件,纳米功能复合材料与器件,集成电路与系统CAD及设计自动化技术。

**3. 电路与系统** 是研究以电路为基础的感知并作用物理世界的各类电子系统的科学和技术。主要研究电路基础理论,电路分析与网络综合方法,可重构可编程电路设计理论与方法,非线性动力学与混沌理论,电子线路分析、设计、制造与测试技术,信号完整性分析,各种物理、化学、生医信号传感与控制技术,医学电子与信号处理技术,语音和图像信号感知与处理技术,智能感知与学习技术,电子和信息对抗技术,集成电路与系统CAD及设计自动化技术,智能信息与数字信号处理的软硬件及其嵌入式系统设计技术,功率电子学,各种电子仪器、装

置、设备和系统的分析、设计、制造与应用技术等。

**4. 电磁场与微波技术** 是研究电磁场与电磁波及其与物质相互作用的科学和技术。主要研究电磁波（包括光波）的产生、传播、传输、与媒质的相互作用以及检测理论和方法，电磁辐射与散射，人工电磁媒质，隐身材料和技术，微波、毫米波及光波的有源和无源器件、天线、微波电路与系统的理论、分析、仿真、设计、工艺及应用，以及环境电磁学与电磁兼容技术，计算电磁学，微波能技术与应用，信号与图像的获取、处理与分析技术，生物与医疗电磁技术等。

本学科各方向互相渗透、互相交叉。例如，导波与光纤光学是物理电子学和电磁场理论与微波/光波技术的交叉，集成电路是电路与系统、电磁场与微波和微电子学与固体电子学的交叉，功率集成电路（PIC）是微电子学和电力电子学的交叉，微机电系统是微电子学与固体电子学和物理电子学的交叉，电路网络理论是电磁场与微波技术和电路与系统的交叉等。

#### 四、培养目标

**1. 硕士学位** 具有较宽阔的人文和社会科学知识，全面、系统、扎实的专业知识，规范的学术训练，科学实践能力，具备学术研究的基本能力和独立从事电子技术工作的创造型人才。具体包括：（1）热爱祖国，遵纪守法，具有较强的事业心和团结协作精神，积极为国家建设服务，有社会责任感；（2）具有坚实的数学、物理基础知识，具有电子科学与技术宽广坚实的理论和系统专门的知识，了解国内外物理电子学、量子电子学、电子信息材料与元器件、电路与系统、电磁场与微波技术、光波技术、半导体物理与器件、集成电路等某一领域新技术和发展动向，掌握电子科学、量子科学、通信科学、信息科学专业的基础理论与技术，掌握计算机科学、控制科学的一般理论与技术；（3）具有从事科学研究、教学工作或独立担负本专业技术工作能力，能结合与本学科有关的实际问题进行创新的研究；（4）具有在研究机构、高等院校和产业部门有关方面的教学、研究、工程、开发及管理工作能力；（5）熟练掌握一门外国语，能顺利地阅读专业书刊，具有较好的听、说、读、写能力，以及国际视野和竞争能力，应具有创新精神和能力的优秀人才；（6）思维严谨，逻辑严密，具有发现问题、提出问题和解决问题的能力，书面和口头表达能力好。

**2. 博士学位** 具有宽阔的人文和社会科学知识，了解本学科的发展历史和现状，掌握本学科的发展方向，在某一个领域或方向上有深入的研究，具备独立从事高层次科学研究和教学的能力。具体包括：（1）热爱祖国，遵纪守法，具有很强的事业心和团结协作精神，积极为国家建设服务；（2）崇尚科学、追求真理，知晓人文和社会科学，社会责任感强；（3）对本学科包含的信号与系统、电路、电磁场和波、物理电子学、量子电子学、电子材料与元器件、半导体物理和半导体器件、集成电路等理论有广泛的知识面，对所研究的具体领域有全面的掌握；（4）能够清楚了解本学科主要发展趋势，以及有能力获得在本学科的任何一个领域开展研究所需要的背景知识；（5）准确判断鉴定所研究问题的价值和意义，具有独立提出问题和解决问题的能力，在科学或专门技术上做出创造性的工作和进行富有成果的独立研究；（6）必须具备设计实验方案的能力，系统的实验技能和熟练的仪器设备操作能力；（7）至少掌握一门外国语，能熟练地阅读本专业的英文资料，具有良好的写作能力和进行国际学术交流的能力，应该具有口头的、书面的和演示性的交流表达能力和技巧，有深度地、清楚地汇报科

研结果，能够以专业的标准在学术期刊及学术会议发表自己的研究成果；（8）具有独立从事科学研究工作的能力，具备成为学术带头人或课题负责人的素质；（9）能独立承担对学科发展或国民经济建设有意义的研究或开发课题；（10）能胜任高等院校和研究院的教学和研究工作，或担任技术管理和工程设计工作。

## 五、相关学科

电子科学与技术学科与其他一级学科，如信息与通信工程、计算机科学与技术、控制科学与工程、材料科学与工程等学科相互交叉，紧密联系，又与物理学、数学、生物医学工程、光学工程、仪器科学与技术等学科有密切关系。

人类社会将全面进入信息时代和能源短缺时代，电子信息化、节能、环保需求推动各类现代科学技术突飞猛进，作为基础学科的电子科学与技术在许多方面将有革命性的新突破，新的学科分支将会不断涌现。

## 六、编写成员

梁昌洪、张怀武、罗毅、王志功、毛军发、纪越峰、任巍、庄钊文、杜国同、陈如山、辛建国、张兴、石光明。