

上海大学

**集成电路 EDA 数学基础与应用微
专业**

人才培养方案

(2026 级)

一、培养目标

立足于上海及长三角地区集成电路产业对高端电子设计自动化（Electronic Design Automation，简称 EDA）人才的迫切需求，依托数学、信息、计算机科学、微电子等多学科资源，通过融合数学建模、计算机算法、电子系统设计等核心知识，构建“理论+算法+实践”的系统性课程体系，形成面向产业需求的校企协同育人机制培育具备 EDA 核心算法研发能力与工程实现素养的交叉复合型后备人才，支撑产业技术突破与自主可控发展。

完成本微专业课程学习后，达到以下具体目标：

1. 深厚的交叉学科根基：实现数学理论、计算技术与芯片设计知识的深度融合，构建支撑 EDA 算法创新的知识体系。
2. 卓越的算法攻关能力：重点培育在 EDA 工具研发中所需的关键算法设计、实现与验证能力，能够创造性地解决设计与验证中的核心问题。
3. 强烈的产业贡献意识：聚焦国家战略与行业需求，培养具备自主创新精神，能够为突破我国 EDA 技术瓶颈贡献智慧与实践的中坚力量。

二、培养要求

1. 系统掌握数值分析、离散优化、计算物理等与 EDA 密切相关的数学理论与方法，理解其在 EDA 中的典型应用场景，能够运用相关数学工具进行 EDA 建模、仿真与优化。
2. 能够融合数学理论、EDA 专业知识及学生原有学科背景，形成跨学科的知识整合与实践能力，并运用于 EDA 与其他工程领域交叉情境下的复杂工程问题，提出基于数学理论的创新解决方案。
3. 能够对 EDA 工具开发、算法设计及系统实现中的工程实践进行合理分析，初步具备评估 EDA 工具研发与芯片设计方案对社会、安全、知识产权及行业生态影响的能力，理解应承担的专业责任，树立“科技报国、服务区域产业”的使命意识。

三、修读年限、学分、证书或证明

1. 修读年限：2 年，且不超出主修专业修读年限
2. 学分：11.5
3. 证书或证明

修满规定学分、达到要求的，颁发修读证书；未达授证标准的，颁发修读证明。

四、课程设置：

课程编号	课程名称	学 分	理 论 学 分	实 践 学 分	总 学 时	理 论 学 时	实 验 学 时	上 机 学 时	其 他 实 践 学 时	排 课 学 时	学年学期	备注
BBK01WD001	智能 EDA 数值仿真技术	2	2		32	32				32	一(秋 1-8)	必修
BBK01WD002	EDA 中的高性能计算	2.5	2	0.5	48	32		16		48	一(秋 1-16)	必修
BBK01WD003	优化方法与应用	2.5	2	0.5	48	32		16		48	一(秋 1-16)	必修
BBK01WD004	可信可验证程序设计	2.5	2	0.5	48	32		16		48	一(春 1-16)	必修
BBK01WD005	电子电路中的数理逻辑	2	2		32	32				32	一(春 1-16)	必修

五、先修课程及相关要求

修习要求：理工科背景。

先修课程：高等数学、线性代数、大学物理、程序设计等。

六、课程简介

1. 智能 EDA 数值仿真技术(Intelligent EDA Numerical Simulation) (2 学分)

课程编号：BBK01WD001

任课教师：彭亚新、涂一辉、潘晓敏

课程目标：

掌握智能 EDA 数值仿真的核心原理，培养运用 AI 方法（特别是物理信息神经网络与深度学习）加速并革新传统多物理场仿真流程的能力。

课程内容：

涵盖 EDA 中电磁、热传导等偏微分方程的数学基础与数值解法；重点讲授物理信息神经网络、图神经网络等 AI 模型，及其在寄生参数提取、布局布线和损耗分析等场景中替代或增强传统仿真的前沿应用。

教材与主要参考书：

《深度学习》. Ian Goodfellow 等著. 人民邮电出版社. 2017.

《数值分析》. Timothy Sauer 著. 机械工业出版社. 2018.

《VLSI 物理设计: 从图分割到时序收敛》. 译, Andrew B. Kahng 等著. 科学出版社. 2020.

《Physics-Informed Neural Networks》. M. Raissi 等. 2019.

能力培养：多物理场问题的 AI 算法设计与实现能力，包括基于多智能体的数值仿真技术。

先修课程：高等数学、线性代数

建议选课对象：集成电路 EDA 数学基础与应用微专业本科生

2. EDA 中的高性能计算(High-Performance Computing in EDA) (2.5 学分)

课程编号：BBK01WD002

任课教师：刘巧华、纪丽洁、秦晓雪、蔡敏

课程目标：

(1) 系统掌握 EDA 领域的核心数值方法原理，能够理解不同数值方法的计算复杂度、稳定性与精度，并能根据具体电路仿真问题选择并推荐恰当的算法。

(2) 熟练运用 Python/MATLAB 等工具，实现关键数值算法并对工业级电路案例进行建模仿真。形成“模型构建-算法选择-代码实现-结果验证”的完整工程实践能力，能够专业地分析并解释仿真中的数值现象。

(3) 深刻理解模型降阶等核心算法在 EDA 工具链中的战略价值，通过对“卡脖子”技术环节的剖析，树立“核心技术自主可控”的坚定信念与产业责任感。在算法实现与仿真全过程中，培养严谨求实的工程作风，形成面向国家重大战略需求的系统优化思维与初步科研攻关能力。

课程内容：

课程系统讲解线性/非线性电路方程求解、插值拟合等基础知识，并深入探讨 Krylov 子空间方法、平衡截断以及保结构降阶等核心模型降阶算法。

教材与主要参考书：

(1) 《模型降阶方法》，蒋耀林，科学出版社，2010。

(2) 《数值线性代数》，高卫国、魏轲、柏兆俊编，高等教育出版社，2025。

(3) 《微分方程数值解法》，李荣华、刘播，高等教育出版社，2009。

(4) 《集成电路设计》，王志功、陈莹梅，电子工业出版社，2023。

(5) 《Approximation of Large-Scale Dynamical Systems》A.C. Antoulas, Society for Industrial and Applied Mathematics, 2005。

(6) 《Numerical Methods for Engineers》Steven C. Chapra, McGraw-Hill Education, 2015。

能力培养：系统掌握 EDA 领域的核心数值方法原理；熟练运用 Python/MATLAB 等工具，实现关键数值算法并对工业级电路案例进行建模仿真的能力。

先修课程：高等数学、线性代数、程序设计

建议选课对象：集成电路 EDA 数学基础与应用微专业本科生

3. 优化方法与应用(Optimization Method and Application) (2.5 学分)

课程编号：BBK01WD003

任课教师：余长君、吕巍、周安娃

课程目标：

(1) 系统掌握数学规划与最优控制方法的理论框架、核心原理及主流数值解法，深入辨析两类方法的适用场景、技术边界与优劣差异；能够结合 EDA 领域实际问题，灵活选择适配方法并开展应用实践，最终构建兼具理论深度与应用价值的 EDA 领域数学方法知识体系，为解决复杂 EDA 工程问题提供科学方法论支撑。

(2) 能将 EDA 全流程（前端逻辑设计、中端物理设计、后端制造测试）的实际问题（如布局布线优化、时钟树延迟控制等）转化为数学模型，熟练运用数学规划方法（如线性规划解资源分配）、最优控制方法（如控制时钟树延迟）求解验证，具备“问题拆解-模型构建-算法选型-结果落地”的全流程实操能力，支撑复杂 EDA 问题解决。

(3) 通过理论与工程实践深度结合、前沿案例分析与探索性课题实践，重点培养学生“跨方法融合应用”的创新思维与“工程化落地”的科学素养，最终为 EDA 算法研发、芯

片设计优化、半导体制造良率提升等领域，输送具备数学思维、扎实实践能力与持续创新潜力的复合型专业人才。

课程内容：

本课程聚焦数学规划与最优控制两大核心方法，系统讲解线性规划、整数规划、非线性规划、变分法、庞特里亚金极小值原理、二次型最优控制、动态规划等理论、数值解法及应用，构建“理论-算法-应用”三维学习体系。

教材与主要参考书：

(1)《运筹学教程》(第5版)，胡运权主编. 清华大学出版社，2019年。

(2)《最优控制理论与系统》(第三版)，胡寿松、王执铨、胡维礼. 科学出版社，2017年。

能力培养：掌握两类方法理论与解法；具备系统建模与求解实际问题的能力；培养创新思维与工程素养。

先修课程：高等数学、线性代数

建议选课对象：集成电路 EDA 数学基础与应用微专业本科生

4. 可信可验证程序设计(The Reliable and Verifiable Program Design) (2.5 学分)

课程编号：BBK01WD004

任课教师：冷拓、尚士魁、刘见礼

课程目标：

基于系统融合数论、离散数学与程序形式化验证三大核心领域，构建学生理论结合实践的综合能力。课程通过交叉知识体系与实战案例，助力学生掌握从数学理论到工业级可信软件开发的完整技术链。

课程内容：

数论部分重点讲授初等数论基础、欧拉定理、中国剩余定理及素数应用，为密码学与编码理论奠定数学根基；离散数学部分涵盖逻辑系统、图论、代数结构与组合数学，强化离散建模与算法分析能力；程序形式化验证部分以 Coq 工具为核心，通过命题证明、类型系统与算法正确性验证，培养学生构建高可靠软件的形式化工程能力。

教材与主要参考书：

(1) 数论导引 (第5版)，华罗庚，科学出版社，2010年4月。

(2) 离散数学及其应用 (原书第8版)，Kenneth H. Rosen，机械工业出版社，2019年6月。

(3) Software Foundations (中文版：软件基础)，Benjamin C. Pierce 等，电子工业出版社，2020年3月。

能力培养：理论结合实践的综合能力、离散建模与算法分析能力、软件的形式化工程能力。

先修课程：线性代数、程序设计

建议选课对象：集成电路 EDA 数学基础与应用微专业本科生

5. 电子电路中的数理逻辑(Mathematical Logic in Electronic Circuits) (2 学分)

课程编号：BBK01WD005

任课教师：冷拓、谢齐沁、王晓霞

课程目标：

通过系统阐述数理逻辑在现代电子设计自动化中的核心应用，构建从理论数学到工业实践的桥梁，使学生深刻理解数学逻辑如何驱动电子电路的设计与验证，具备跨学科的知识与实践能力。

课程内容：

课程内容主要分为三个部分：

(1) 电路基础与布尔逻辑：从离散数学中的数理逻辑入手，重点探讨如何将布尔代数与数字电路关联，奠定数字电路的设计基础。

(2) 形式化验证与 Lean 4：学生将学习 Lean 4 的基本语法与定理证明策略，掌握机器辅助证明的基本方法，为后续高级验证技术打下坚实的工具基础。

(3) 数论理论与 EDA 高级应用：聚焦数论与代数在 EDA 中的应用。学习素数、因式分解、中国剩余定理等理论，及相关理论在大素数域检测以及编码和数据压缩中的应用。

教材与主要参考书：

(1) 《离散数学》，屈婉玲，耿素云，张立昂著，高等教育出版社，2018-12-01。

(2) 《Logical Foundations》，Kevin Sullivan。

能力培养：硬件认知与分析能力、逻辑抽象与运算能力、工程工具与高效设计能力。

先修课程：高等数学、线性代数

建议选课对象：集成电路 EDA 数学基础与应用微专业本科生