



复旦大学微电子学院

本科生学习手册

(2024 版)

目录

第一章. 前言	1
1.1 复旦大学微电子学院简介	1
1.2 微电子学院本科生课程学习手册使用指南	3
第二章. 微电子学院本科生培养模式	4
2.1 微电子学院本科生培养目标	4
2.2 微电子学院本科生培养理念	4
2.3 微电子科学与工程专业课程体系概要	7
2.4 本科生导师制	9
2.5 实践与能力训练	11
2.6 毕业设计与毕业论文	11
第三章. 选课指导	12
3.1 学分要求	12
3.2 通识教育课程	12
3.3 大类基础课	14
第四章. 微电子科学与工程专业教育课程体系	16
4.1 专业核心教育课程	17
4.2 专业必修课程修读路线图	18
4.3 多元发展课程	20
第五章. 微电子科学与工程专业课程简介	23
5.1 大类基础课	23
5.2 微电子科学与工程专业必修课程简介	41
5.3 专业进阶课程简介	82

微电子科学与工程专业本科生学习手册

第一章. 前言

1.1 复旦大学微电子学院简介

复旦大学微电子学院具有优秀的办学基础，前身是 1958 年我国半导体物理学的开拓者之一谢希德教授创办的半导体物理专业。1984 年设立博士点。1988 年，“微电子学与固体电子学”被评为国家重点学科。1992 年“专用集成电路与系统”国家重点实验室获批，具备国际一流的软硬件设计环境。为带动电子信息学科发展，复旦大学积极响应“国家急需，世界一流”号召，2013 年 4 月作为试点单位成立了复旦大学微电子学院。作为 2013-2014 年复旦大学学科建设的一号工程，聘请了国内外著名专家学者组成了强有力领导核心，组织了国内外知名学者对人才培养、学科发展以及产学合作进行了多次讨论，为示范性微电子学院的建设奠定了坚实基础。

在人才培养基础上，复旦大学微电子学院是首批国家集成电路人才培养基地之一（2003 年）、国家首批工程博士培养点（2011 年）、国家集成电路人才国际培训（上海）基地（2014 年）以及国家首批示范性微电子学院（2015 年）及首批国家级一流本科专业建设点（2019 年）。拥有一支精诚团结、精深造诣、丰富产业经验、以服务国家战略发展为己任的教师队伍。学院现有教师 126 人，其中正高级职称

53 人，副高级职称 32 人，包括国家高层次人才 32 人次、上海市高层次人才 46 人次、博士后人才 39 人次，具有丰富的集成电路方面人才培养经验和雄厚的产学研联合基础。在复旦大学微电子学科不断发展的过程中，培养了一大批集成电路技术骨干、高层管理人才，培养了如马俊如、叶甜春、陈向东、赵宇航、陈军宁、刘伟平、张顺茂、周红等为中国集成电路产业做出杰出贡献的高端人才。

复旦大学微电子学院具有优秀的产学研合作培养人才基础，与中国内地规模最大、技术最先进的集成电路晶圆代工企业——中芯国际集成电路制造有限公司、武汉新芯、清华大学、北京大学及中科院微电子所合作成立“集成电路先导技术研究院”。与上海华力微电子有限公司以及中科院下属集成电路相关研究机构中科院微电子研究所、中科院上海微系统所、中科院上海高等研究院都有着开放共享的密切合作关系。与上海集成电路技术与产业促进中心（ICC）及上海集成电路研发中心（ICRD）有限公司也在长三角集成电路设计与制造协同创新中心框架下签署了战略合作协议。

学院将依托原有的基础和优势，吸纳国际先进经验，以改革的思路、创新的体制承担起推动国家集成电路产业技术创新“抓住不放、实现跨越”的发展重任，以科学前沿和重大需求来驱动基础研究、先导研究和应用研究的有机衔接，着眼于培养国际一流的集成电路高级技术人才，解决集成电路领域国家重大需求和学科前沿问题，努力建设成为国际先进水平的集成电路人才培养与科研相结合的平台。

1.2 微电子学院本科生课程学习手册使用指南

根据《复旦大学关于实施 2020 一流本科教育提升行动计划的若干意见》要求,通过编撰《复旦大学微电子学院本科生学习手册》(以下简称“本手册”),帮助同学们全面了解复旦大学微电子学院本科生培养理念、培养目标、培养模式以及培养方式;帮助同学们熟悉微电子科学与工程专业课程体系;并详细指导同学制定合适的选课方案。

本手册总结了复旦大学微电子学院历年教学改革经验,给出了产学融合的微电子科学与工程本科生课程体系。针对不同基础和需求的学生,提供了详细的课程修读路径与广阔的选择范围。

本手册第二章详细介绍了复旦大学微电子学院本科生培养体系,包括培养目标和本科生课程体系,以及本科生教育相关的导师制、实践实验教学。第三章详细介绍了微电子学院本科生选课指导,包括各专业学分要求及构成,包括部分课程学分的可替换方案。第四章详细介绍了微电子学院本科生课程体系,包括技术大类基础课以及微电子科学与工程专业具体的课程体系。提供了微电子科学与工程专业的年度必修课、修读路线图以及各专业选修建议。第五章为微电子科学与工程专业主要课程介绍,包括课程基本信息、教学目的和基本要求、课程基本内容,以及课程之间的相互联系等,帮助同学们熟悉课程内容。

本手册的成书得益于微电子学院全体教师的共同努力。

由于时间仓促,手册中难免存在错误,请同学们在使用过程中及时发现并反馈错误。

第二章. 微电子学院本科生培养模式

2.1 微电子学院本科生培养目标

本专业培养德智体美劳全面发展，掌握微电子科学与技术专业所必需的基础知识、基本理论和基本实验技能，具有一定的微电子行业实践经验，能在微电子科学与技术及相关领域从事科研、教学、科技开发、工程技术、生产管理与行政管理等工作的高级专门人才。培养学生运用数学、科学和工程知识的能力、设计和实施实验及分析和解释数据的能力；在团队中从不同学科角度发挥作用的能力；发现、提出和解决工程问题的能力；对所学专业的职业责任和职业道德的理解；有效沟通的能力；综合运用技术、技能和现代工程工具来进行工程实践的能力。紧密结合“2+X”培养体系，拓宽专业入口，推动集成电路领军人才培养。

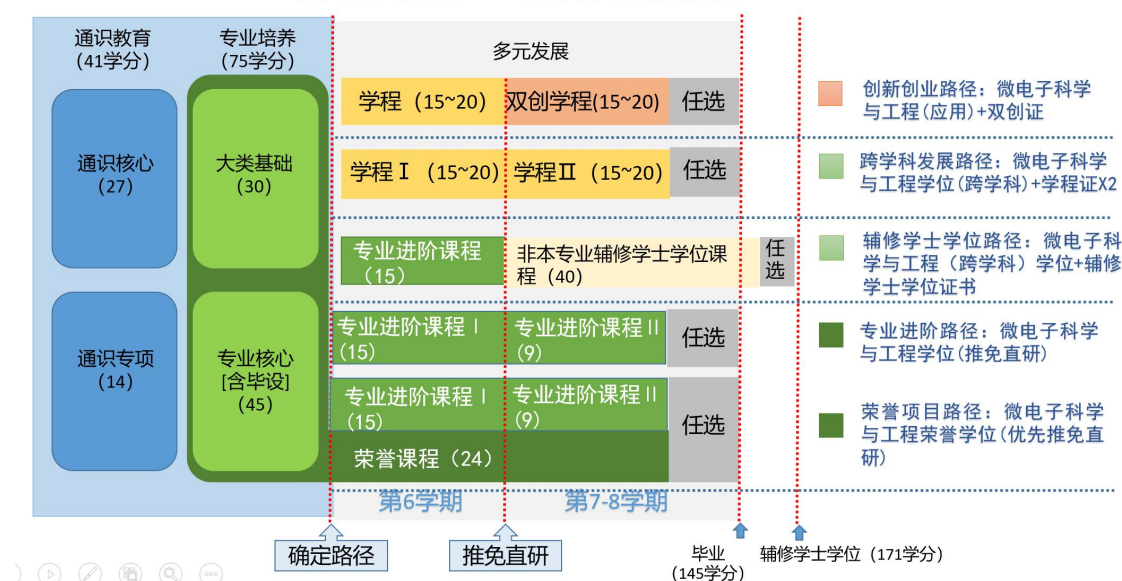
要求学生具有良好素质、道德修养和创新能力，具备扎实的数学、物理、外语基础，掌握大规模集成电路及新型半导体器件的设计、制造及测试所必需的基本理论和方法，具有电路分析、工艺分析、器件性能分析和版图设计等基本能力。

2.2 微电子学院本科生培养理念

学院在集成电路高端工程人才培养的大方向指导下，在人才培养模式、课程设置、教学方法等方面全面推动微电子科学与工程专业本科教学改革。根据学校“大类招生、通识教育、专业培养、多元发展”

原则，学院现已着力构建了“2+X”本科生培养方案，为学生创造专兼结合、互相贯通的多元发展空间。“2”是指从通识教育和微电子专业培养两方面入手，夯实个人发展基础；“X”是指基于学生个性化成长需求，在学分制下提供微电子专业进阶、跨学科发展、创新创业等多种路径，其结构见下面的“微电子学院2+X培养体系框架图”。

微电子学院2+X培养体系框架图



说明：

(1) 第4学期结束，学生需确定选课路径，毕业时将按照所选择的路径对应的修读要求进行严格审核，不满足路径对应的修读要求将审核不通过。

(2) 多元发展路径中，辅修学士学位项目或专业进阶课程模块均可以冲抵学程，专业培养和多元发展路径共享的课程只计算一次学分。

(3) 完成1个本专业进阶模块（至少15学分）和1个非本专业独立开设的学程的学生，仍被视作选择跨学科发展路径。

微电子学院“2+X”本科培养体系的通识教育包括通识核心和专项教育，旨在培养学生价值判断和道德推理能力，理解人类文明丰富性和多样性的能力，认识现代社会基础框架的能力，体认中国文化与智慧、把握中国国情的能力，掌握科学方法论和批判思维的能力，自

我管理、教育和服务的可持续发展能力。

微电子学院“2+X”本科培养体系的专业培养包括大类基础教育和微电子科学与工程专业核心教育。大类基础课程中囊括了数学分析、线性代数、物理、程序设计等基础课程。本科学生主要在大学一年级阶段完成上述课程的修读。此类课程是后续修读专业必修课、专业选修课等的基础。

在本科生培养的过程中，能力培养被放在首要位置。各类课程无不围绕创新能力、综合能力、实践能力的培养开展。通过有组织的科研实习和竞赛活动，使学生大面积参加非课程类实验实习活动，从而提高独立思考和动手解决实际问题的能力。结合复旦大学科研实践项目，目前微电子学院本科生科研实习项目包括砮政学者、望道计划、登辉计划、腾飞计划和曦源计划。鼓励学生大面积参与科研实习，提高独立思考和解决实际问题的能力。在学生的创新能力培养方面聚力于创新创业课程建设、创新创业教具开发、创新创业比赛组织、创新创业社团建设。

学院本科生培养集中体现工程化、职业化、国际化，着力培养集成电路产业紧缺人才，汇聚高端领军人才，支撑区域集成电路产业科学发展。工程化人才培养方面，邀请知名企业专家来校授课，学生积极参与企业工作、生产实习，实际流片并实现量产，为学生配套高额企业奖学金激励；职业化人才培养方面，注重小班化授课、专业方向选择个性化、紧密对接国家需求、复合型专业人才的培养；国际化人才培养方面，邀请国际知名教授授课（占总开课数的30%以上），按

国际名校培养标准，力争 5 年内通过 ABET 认证。

2.3 微电子科学与工程专业课程体系概要

微电子作为现代信息技术的内核与支柱，也是国际高新技术研究的前沿和竞争焦点。该产业关系国计民生，国防安全。微电子学科的迅猛发展，给人类社会带来革命性的变化，同时也给微电子学科的人才培养提出了挑战。面对集约化的微电子产业发展，大量需要集成电路工艺技术、测试、封装等各层次的高端人才、领军人才。

面对需求，在微电子学科人才培养方面，微电子学院一直在探索和实践一条产学研融合、相互促进的学科课程体系。通过专家讨论、听取任课教师建议、学生反馈，新的微电子学科人才培养方案首次给出了一个较为系统、完整的微电子学科课程体系。

在课程体系方面，维持了原有的数理基础平台课，其中囊括了数学、物理、程序设计等基础课程。在专业课程中区分了课程群，突出课程与课程间的关联与衔接；课程群与课程群间的关联与衔接。在课程体系的表述方面，国际化作为大势所趋，保留了学院特色的全英语课程。

为了方便微电子科学与工程专业学生了解学校和本学科对于课程修读方面的规定和要求，微电子学院编撰了该学习手册。希望该手册能给学生在课程学习方面更多的指导。在使用手册的过程中，我们会适时对手册进行补充、完善，同时也请同学关注手册变更的相关告知。在使用本手册的过程中，同学们如果遇到问题，请及时向学院教

学秘书和教务处咨询。

本手册体现了微电子学科全新课程体系的几个特点：

第一、产学研融合。学院以校企育人平台为突破口，深化产教融合改革，实施“以国家产教融合创新平台为核心、以上海市虚拟仿真实验中心为重点、校企共建教学实训基地为手段”的育人载体，推进集成电路领域相关理论教学与实践应用的深度结合，促使学生在实践活动中提升创新实践能力。

第二、突出了创新创业的重要性。在课程体系中设立创新创业课程，在育人过程中，与新设立的创新创业实践基地相结合，给学生更多的实践机会。

第三、课程群。将内容相关的课程组织成课程群，由此形成的课程体系由课程群构成，课程群由 10-12 门不等的课程构成二级架构。

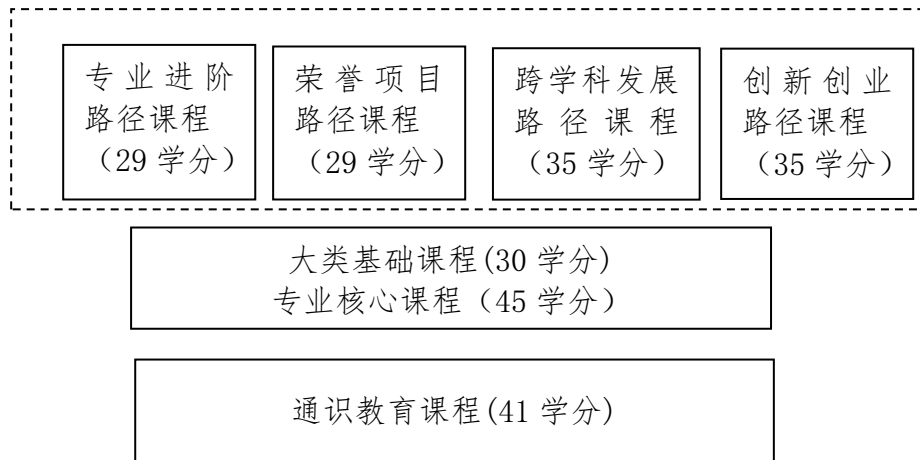
第四、与 ABET 认证相结合，根据 ABET 认证的标准，设立课程，打造课程体系，力争在 5 年内通过 ABET 工程人才培养的学科认证。

第五、学习与借鉴，学习借鉴了国内外知名高校的微电子学专业本科生人才培养课程体系，在优化的基础上突出我校独特的人才培养特点。

微电子学院所有本科生需要修读三个层次的课程。学校要求的必修课程，学院要求的大类基础课程以及专业必修课程。不论学生将来选择专业内的工艺方向，或是设计方向，大类基础课程和专业必修课程均为相同的课程。

课程的架构体现了学科的特点。循序渐进，某些基础课程成为后

续课程的必备先修课程。详见课程体系图标。



2.4 本科生导师制

为落实立德树人根本任务，坚持“以本为本”，推进“四个回归”，深化实施学校“三全育人”综合改革，推进全员、全过程、全方位育人，学院研究制定了《微电子学院本科生导师制实施办法》，并于2020年9月正式实施。导师制明确本科生导师应遵循因材施教原则，提升教育的针对性和有效性，以立德树人为根本，在学生的思想价值引领、学业指导与规划、学习方式转变、学科专业基本认识等方面予以引导和帮助。根据学校本科“2+X”培养体系要求，为学生选择适合自己的发展路径提供指导，在专业学习、学术科研、创新创业等方面予以精准化、专业化的指导，并将思想价值引领贯穿始终。导师制着力要解决三个方面的问题：一是进一步强化教师育人意思，促进教师育人职能发挥，做学生锤炼品格的引路人，做学生学习知识的引路人，做学生创新思维的引路人，做学生奉献祖国的引路人；二是构建教

学和学工条线更加紧密的协同育人机制，在思想引领和专业培养等方面更好形成“三全育人”的合力；三是顺应学校人才培养体制机制改革举措，探索适应新形势要求的高精尖缺拔尖人才培养创新模式。

导师的工作职责包括：

（一）思想价值引领。本科生导师应以立德树人为根本任务，引导学生树立中国特色社会主义共同理想和严谨求实的科学精神，培养德才兼备、全面发展的社会主义建设者和接班人。

（二）学业指导与规划。本科生导师应帮助学生制定合理的学业规划，做好学业指导和学业帮扶工作，鼓励学生尽早明确未来发展目标和发展路径。

（三）学习方式转变。本科生导师应帮助学生尽快适应大学的学习模式和节奏，完成从高中生到大学生的角色转变，引导学生形成认真务实的学风和学习习惯，指导学生掌握与大学的学习模式相匹配的学习方法。

（四）建立学科专业基本认识。本科生导师应注重将通识教育与专业教育相贯通，引导学生对学院的不同学科方向形成基本、客观的认识，激发学生对学科、专业的兴趣，帮助学生做适合自己的专业方向选择。

（五）专业学习。本科生导师应加强学生学业指导工作，为学业困难的学生制定个性化帮扶方案，帮助学生端正学习态度，改进学习方法。

（六）学术科研。本科生导师应为学生开展早期科研和专业实践搭建平台，推动本科生参与科研项目，指导学生参加实习实训、学科竞赛，可担任本科毕业论文（设计）指导教师，将传授知识与技能、训练思维与方法、培养精神与品德相结合，促进学生在科研实践中深

入探索、深度参与、深刻感知。

(七) 创新创业。本科生导师应积极指导学生参加大学生创新创业训练计划项目、创新创业竞赛等活动，增强学生的创新精神、创业意识和创新创业能力，培养创新创业领军人才。

2.5 实践与能力训练

复旦大学微电子学院工程人才培养注重实践与能力训练，旨在加快培养长三角地区产业急需的集成电路应用型高端人才，快速增加产业从业人员数量，提升人才培养质量及行业在职人员的从业素质，为产业发展提供人才支撑。在本科人才培养过程中着眼于人才培养的实践能力提升的问题，通过提供在读学生实习实训平台，增加学生企业实习机会，与企业共建联合实验室、联合培养定制/定向人才等方式培养符合产业需求的人才，深入推动产学研合作教育模式改革，吸纳更多人才投身集成电路产业。在学院教学过程中，统筹高校、企业等各方资源，探索多种实习实训模式。

2.6 毕业设计与毕业论文

本科毕业设计/论文是一个重要的教学环节，是对学生科研能力、实践能力、论文写作能力以及论文答辩表述能力的综合培养。为提高本科生毕业论文水平，微电子学院对本科毕业论文提出了严格要求，详细规定了毕业论文选题、开题、进展检查、论文答辩各个环节的工作要求和内容。

微电子学院本科生毕业论文的主要特色有：1. 我院的毕业论文

选题多遴选自指导教师的在研课题，均属学科前沿及产学研应用热点。

2. 全体本科生进入实验室观摩、操作，参与实际生产实践等科研工作，受到良好的科研训练，部分同学毕业论文是科创工作的延续，部分同学毕业论文与今后研究生工作有衔接。3. 对本科生毕业论文要求严格，管理规范，全体导师和学生认真对待。

第三章. 选课指导

学生在学期间必须至少修满教学计划规定的 145 学分方能毕业。其中，通识教育课程 41 学分；大类基础课程 30 学分；专业核心教育课程 45 学分；多元发展路径课程 29 学分；通过复旦大学英语水平测试，方能毕业。达到学位要求者授予工学学士学位。详细的培养方案和指导性修读计划见附录，具体选课指导和学分要求如下。

3.1 学分要求

专业	总学分	通识教育课程	专业培养课程		多元发展课程
			大类基础课程	专业核心教育课程	
微电子科学与工程	145	41	30	45	29

3.2 通识教育课程

微电子科学与工程专业修读要求：I 类核心课程，修满 27 学分（其中思想政治理论课模块修读 19 学分，七大模块修读 8 学分。七大模块 8 学分中每模块最多修读 1 门课，同时回避第五

模块“科学探索与技术创新”，即修读第五模块将不计入七大模块8个学分中）；II类专项教育课程，修满14学分；III通过复旦大学英语水平测试。

通识教育课程包括通识教育核心课程、通识教育专项课程，须修满41学分。

1. 通识教育核心课程，必修17学分，选修10学分（B组思想政治理论课模块选修2学分，七大模块选修8学分）

类别	课程名称	课程代码	学分	周学时	开课学期	备注
A组	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	PTSS110090	3	3	春秋	必修17学分
	思想道德与法治	PTSS110089	3	3	春秋	
	中国近现代史纲要	PTSS110088	3	3	春秋	
	马克思主义基本原理	PTSS110087	3	3	春秋	
	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	PTSS110082	3	3	春秋	
	强国之路：形势、政策与使命	见思想政治理论课模块课程列表	2	2	春秋	
B组	中国共产党历史	PTSS110080	2	2	春秋	选修2学分
	新中国史	PTSS110084	2	2	春秋	
	改革开放史	PTSS110085	2	2	春秋	
	社会主义发展史	PTSS110086	2	2	春秋	
七大模块核心课程	第一模块 文史经典与文化遗产		2~3	2~3	春秋	选修8学分
	第二模块 哲学智慧与批判性思维		2~3	2~3	春秋	
	第三模块 文明对话与世界视		2~3	2~3	春秋	
	第四模块 社会研究与当代中国		2~3	2~3	春秋	
	第五模块 科学探索与技术创新		2	2	春秋	
	第六模块 生态环境与生命关怀		2	2	春秋	
	第七模块 艺术创作与审美体验		2	2	春秋	

*七大模块核心课程总选修8学分，每个模块最多修读1门课，且规避第五模块。

2. 通识教育专项课程，须修满14学分

微电子科学与工程专业通识教育专项教育课程包括大学外语、体育、军事理论、创新创业等课程。

- 大学外语：该专项要求修读 2~4 学分，并通过“复旦大学英语水平测试”。
- 体育：须修满 4 学分，分为必修课程（基础课程、提高课程）和选修课程（课程清单以教务处公布为准）。
- 军事理论：须修满 4 学分，学生须完成课堂教学内容和军训。
- 人工智能教学专项：须修满 3 学分。详见人工智能教学专项课程列表。
- 心理健康教育课程：原则上所有本科生应在大一年级修读至少 1 学分心理健康教育课程，完成总学时不少于 32 学时的修读要求（课程清单以教务处公布为准）。
- 美育课程和实践：本科生毕业前须修读不少于 2 学分，其中至少在“美学和艺术史论类”或“艺术鉴赏和评论类”课程中修读 1 学分。
- 实验安全教育：所有新生入学后完成“上海市大学生安全教育”在线课程学习并参加学校每年组织的消防演练，累计不少于 16 学时实验室安全教育内容。

3.3 大类基础课

学生应在大类基础课程中的技术科学类课程中修满 30 学分。基础课程包括数学、物理、信息基础课程。

● 数学：须修满 13 学分

课程名称	课程代码	学分	周学时按学期分配		备注
			一	二	
数学分析 BI	MATH120016	5	5+1		
数学分析 BII	MATH120017	5		5+1	
线性代数	COMP120004	3	4		

● 物理：须修满 10 学分

课程名称	课程代码	学分	周学时按学期分配		备注
			一	二	
大学物理 B（上）	PHYS120013	4	4+1		
大学物理 B（下）	PHYS120014	4		4+1	
基础物理实验	PHYS120015	2		3	

● 信息基础：须修满 7 学分

课程名称	课程代码	学分	周学时按学期分配		备注
			一	二	
程序设计	COMP120006	4	3+2		
电路基础	MICR120001	3		3	

第五章. 微电子科学与工程专业教育课程体系

针对专业培养要求,微电子科学与工程专业必修专业课程有模拟电子线路、数字逻辑基础、信号与系统概论、半导体物理、半导体器件原理、数字集成电路设计原理、嵌入式处理器与芯片系统设计、集成电路工艺原理、模拟集成电路设计原理、专用集成电路设计方法、集成电路实验、毕业论文(设计)等课程组成。为了培养较强的科学研究能力、实际工作能力、创新能力以及适应社会需求的能力,因此微电子科学与工程专业的必修课程可以分为三大模块:

(1) 工艺基础模块: 半导体物理、半导体器件原理、集成电路工艺原理。

(2) 设计基础模块: 模拟电子线路、数字逻辑基础、数字集成电路设计原理、模拟集成电路设计原理。

(3) 实践实验模块: 集成电路实验(上)、集成电路实验(下)、毕业论文(设计)。

三大模块涵盖了工艺和设计两大微电子学科研究方向,强调了实践和实验,注重学生实践能力和动手能力的培养,同时融合了先进的工程人才培养理念。一方面强调了我校微电子科学与工程专业在基础研究上的特色,系统地加强了基础类课程的教学,同时也注重与产学研实践相结合,促进学生在科研和就业两方面的能力。

专业课程特色和优势:

(1) 微电子科学与工程专业必修课程在工艺基础模块突出了微

电子与物理学领域的融合，加强了学科的融会贯通。

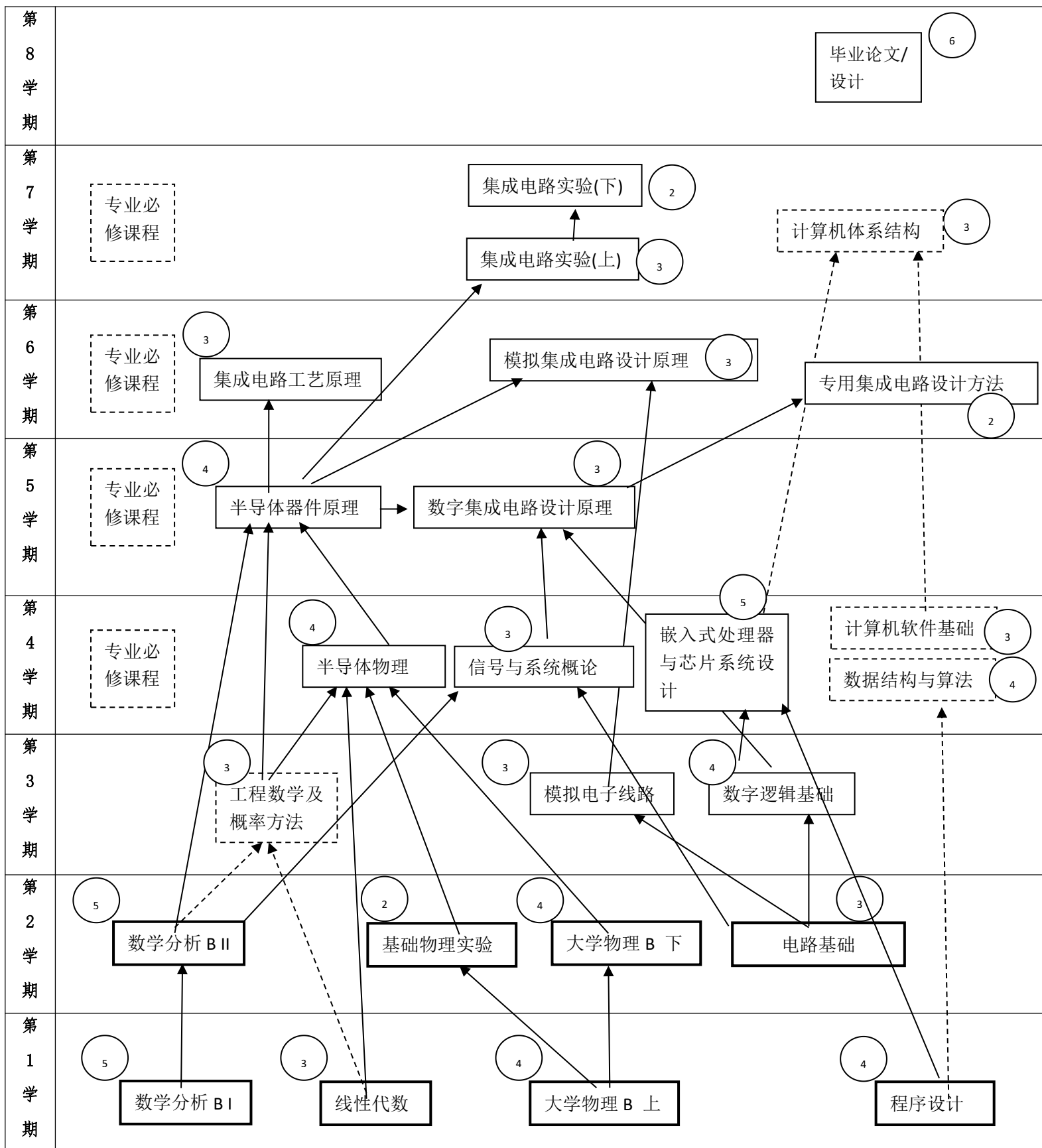
(2) 微电子科学与工程专业必修课程在设计基础模块突出了微电子和信息技术相关领域的融合。

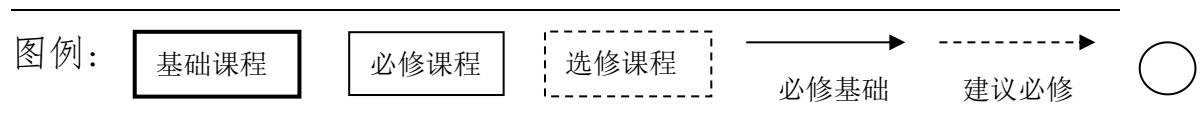
(3) 重视产学研融合的实验实践教学。

4.1 专业核心教育课程(45 学分)

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
模拟电子线路	MICR130002	3	3	1	(该栏目 学分由教 务处统一 填写)		3	产学研融合 课程
数字逻辑基础	MICR130003	4	4	1			3	
信号与系统概论	MICR130004	3	3	1			4	
半导体物理	MICR130005	4	4				4	
嵌入式处理器与芯片系统设计	MICR130006	5	3+2	2			4	
半导体器件原理	MICR130028	4	4				5	
数字集成电路设计原理	MICR130029	3	3	1			5	
集成电路工艺原理	MICR130007	3	2+1	1			6	
模拟集成电路设计原理	MICR130030	3	3	1			6	
专用集成电路设计方法	INF0130094	2	2	1			6	
集成电路实验(上)	INF0130027	3	3	3			7	
集成电路实验(下)	INF0130028	2	2	2			8	
毕业论文/设计	INF0130016	6		6			8	

4.2 专业必修课程修读路线图





4.3 多元发展课程

1. 专业进阶路径（29 学分）

(1) 专业进阶模块 I（15 学分）

专业进阶课程	课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
专业进阶 I	工程数学及概率方法	MICR130008	3	3				春秋	建议必修
	数据结构与算法	MICR130009	4	2+2	2			春秋	
	数字信号处理 A	INF0130010	3	3				春秋	
	计算机体系结构	INF0130038	3	3				春秋	
	新型微纳器件概论	MICR130010	2	2	1			春秋	
	集成电路设计实验	MICR130011	3	3	2			春秋	
	数模/模数转换器原理概论	INF0130270	2	2				春秋	

(2) 专业进阶模块 II（9 学分）

专业进阶课程	课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
工艺和器件	半导体材料	INF0130103	2	2				春秋	全英语课程
	半导体光电子器件	INF0130112	2	2				春秋	
	前沿讲座	INF0130236	2	2				春秋	
	有机微电子技术	INF0130269	2	2				春秋	
	固体物理基础	MICR130013	3	3				春秋	
	器件可靠性原理与测试	MICR130014	3	3	0.2			春秋	
	量子力学	MICR130015	3	3				春秋	
	特色工艺与功率半导体技术	MICR130016	2	2	0.5			春秋	
	微机电系统应用	MICR130017	2	2				春秋	
	先进集成电路工艺技术	MICR130018	3	3	1			春秋	
	Principles and applications of modeling in IC manufacturing	MICR130021	2	2				春秋	

	传感器原理及应用	MICR130032	3	3	0.1			春秋	
	半导体表面与界面	MICR130039	3	3				春秋	
	超低功耗半导体器件	MICR130042	2	2				春秋	
	现代集成电路光刻技术导论	MICR130043	4	4	0.1			春秋	
设计 及方 法	高频电子线路 A	INFO130004	4	5				春秋	全英语课程
	Perl 语言入门和提高	INFO130098	2	2				春秋	
	前沿讲座	INFO130236	2	2				春秋	
	射频微波测试基础	INFO130257	2	2				春秋	
	电子标签与物联网	INFO130285	2	2				春秋	
	智能硬件创新方法概论与基础实践	INFO130326	2	2	1			春秋	
	模拟与数字电路实验	INFO130348	3	4	3			春秋	
	MATLAB 概论	MICR130022	3	3	1			春秋	
	射频集成电路基础	MICR130023	2	2				春秋	
	FPGA 结构原理和应用	MICR130024	3	3	0.4			春秋	
	可编程逻辑结构与设计原理	MICR130025	2	2	0.3			春秋	
	模拟集成电路设计自动化基础	MICR130026	3	3	2			春秋	
	数字集成电路设计自动化基础	MICR130027	3	3	2			春秋	
	存储器电路设计导论	MICR130034	3	3	1			春秋	
	超大规模集成电路物理设计中的数学方法	MICR130035	2	2				春秋	
	EDA 系统软件分析和设计方法学	MICR130037	3	3				春秋	
	计算机软件基础	MICR130038	3	2+2	1			春秋	
	模拟信号处理	MICR130040	2	2				春秋	
	数字电路逻辑综合及描述方法概论	MICR130047	2	2				春秋	
基于 FPGA 的人工智能算法加速及应用	MICR130045	2	2				春秋		
芯片 集成 与测 试	微电子重要进展及研究方法	INFO130271	2	2				春秋	
	微电子封装材料及工艺	MICR130020	2	2				春秋	
	电子材料薄膜测试表征方法	MICR130031	2	2				春秋	
	闪存 (FLASH) 存储器技术与设计实现	MICR130033	3	3	0.5			春秋	
	集成电路高级硬件描述语言	MICR130036	3	3	1			春秋	
	集成电路版图设计基础	MICR130041	2	2				春秋	
	模拟测试原理与电路设计	MICR130044	3	3				春秋	
	智能计算芯片导论	MICR130046	2	2				春秋	

(3)任意选修 (5 学分)

2. 荣誉项目路径

荣誉项目课程设计和修读要求请见微电子学院本科“荣誉项目”实施方案。
下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）-专业培养-常用文档。

3. 跨学科发展路径

修满 35 学分。要求修读 2 个非本专业独立开设的学程，可选择专业学程或跨学科学程。学分不足部分可在全校所有本科生课程中任意选修。

学程课程详见教务处学程项目网页，下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）-专业培养-常用文档。完成学程修读要求的学生可获得相应的学程证书。

4. 辅修学士学位路径

要求至少修读 1 个本专业进阶模块（专业进阶 I 或专业进阶 II）15 学分和 1 个辅修学士学位项目，辅修学士学位应与主修学士学位归属不同的本科专业大类。

辅修学士学位项目课程设置详见教务处辅修学士学位项目网页，下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）-专业培养-常用文档。完成辅修学士学位项目修读要求，且达到学校毕业和学位授予要求的学生可获得相应的辅修学士学位证书。

5. 创新创业路径

修满 35 学分。要求修读 1 个创新创业学院开设的创新创业学程，以及 1 个非本专业独立开设的学程。修读学分不足部分可在全校所有本科生课程中任意选修。创新创业学程课程详见教务处学程项目网页，下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）-专业培养-常用文档。

6. 其他

(1) 第 4 学期结束，学生需确定选课路径，毕业时将按照所选择的路径对应的修读要求进行严格审核，不满足路径对应的修读要求将审核不通过。

(2) 多元发展路径中，辅修学士学位项目或专业进阶课程模块均可以冲抵学程，专业培养和多元发展路径共享的课程只计算一次学分。

(3) 完成 1 个本专业进阶模块（至少 15 学分）和 1 个非本专业独立开设的学程的学生，仍被视作选择跨学科发展路径。

第六章. 微电子科学与工程专业课程简介

5.1 大类基础课

数学分析 B(I)

一、基本信息

课程代码	MATH120016			学分	5	周学时	5+1	
开课时间 (或仅注明 春秋学期)	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
课程英文名 称	Mathematic Analysis B.1							
课程类别	专业必修课程							
课程主页								
预修课程	高中数学			后续课程				
教学方式	板书			考核方式		闭卷考试		

二、教学目的和基本要求

教师旨在帮助一年级同学培养抽象思维、逻辑推理与计算的能力,启发创新思维,学会运用一元微积分学的基本理论分析具体问题、转化问题、建立数学模型并解决具体问题的数学思想和方法。

三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

第一章 集合与映射

§1 集合

集合,集合运算,有限集与无限集,Descartes 乘积集合

§2 映射与函数

映射,一元实函数,初等函数,函数的分段表示、隐式表示与参数表示,函数的简单特性,两个常用不等式

第二章 数列极限

§1 实数系的连续性

实数系,最大数与最小数,上确界与下确界

§2 数列极限

数列与数列极限，数列极限的性质，数列极限的四则运算

§ 3 无穷大量

无穷大量，待定型

§ 4 收敛准则

单调有界数列收敛定理，闭区间套定理，子列，Bolzano-Weierstrass 定理，Cauchy 收敛原理，实数系的基本定理

第三章 函数极限与连续函数

§ 1 函数极限，函数极限的性质，函数极限的四则运算，函数极限与数列极限的关系，单侧极限，函数极限定义的扩充

§ 2 连续函数

连续函数的定义，连续函数的四则运算，不连续点类型，反函数连续性定理，复合函数的连续性

§ 3 无穷小量与无穷大量的阶

无穷小量的比较，无穷大量的比较，等价量

§ 4 闭区间上的连续函数

有界性定理，最值定理，零点存在定理，中间值定理，一致连续概念

第四章 微分

§ 1 微分与导数

微分概念的导出背景，微分的定义，微分和导数

§ 2 导数的意义和性质

产生导数的实际背景，导数的几何意义，单侧导数

§ 3 导数四则运算和反函数求导法则

从定义出发求导函数，求导的四则运算法则，反函数求导法则

§ 4 复合函数求导法则及其应用

复合函数求导法则，一阶微分的形式不变性，隐函数求导与求微分，复合函数求导法则的其它应用

§ 5 高阶导数和高阶微分

高阶导数的实际背景及定义，高阶导数的运算法则，高阶微分

第五章 微分中值定理及其应用

§ 1 微分中值定理

函数极值与 Fermat 引理，Rolle 定理，Lagrange 中值定理，用 Lagrange 中值定理讨论函数性质，Cauchy 中值定理

§ 2 L' Hospital 法则

待定型极限和 L' Hospital 法则，可化为 $\frac{0}{0}$ 型或 $\frac{\infty}{\infty}$ 型的极限

§ 3 Taylor 公式

带 Peano 余项的 Taylor 公式, 带 Lagrange 余项的 Taylor 公式

§ 4 函数的 Taylor 公式及其应用

函数在 $x=0$ 处的 Taylor 公式, Taylor 公式的应用

§ 5 应用举例

极值问题, 最值问题, 函数作图

第六章 不定积分

§ 1 不定积分的概念和运算法则

微分的逆运算——不定积分, 不定积分的线性性质

§ 2 换元积分法和分部积分法

换元积分法, 分部积分法, 基本积分表

§ 3 有理函数的不定积分及其应用

有理函数的不定积分, 可化为有理函数不定积分的情况

第七章 定积分

§ 1 定积分的概念和可积条件

定积分概念的导出背景, 定积分的定义, Darboux 和, Riemann 可积的充分必要条件

§ 2 定积分的基本性质

定积分的基本性质

§ 3 微积分基本定理

微分与积分的联系, 微积分基本定理——Newton-Leibniz 公式, 定积分的分部积分法和换元积分法

§ 4 定积分在几何计算中的应用

求平面图形的面积, 求曲线的弧长, 求某些特殊的几何体的体积, 求旋转曲面的面积, 曲线的曲率, 微元法

第八章 反常积分

§ 1 反常积分的概念和计算

反常积分, 反常积分计算

§ 2 反常积分的收敛判别法

反常积分的 Cauchy 收敛原理, 非负函数反常积分的收敛判别法, 一般函数反常积分的收敛判别法, 无界函数反常积分的收敛判别法

第九章 常微分方程

§ 1 初等积分法

基本概念, 可分离变量方程 ● 齐次方程, 一阶线性微分方程 ● 伯努利方程, 可降阶的二阶微分方程

§ 2 线性微分方程

线性微分方程解的一般理论，常系数线性微分方程的解法

数学分析 B(II)

一、基本信息

课程代码	MATH120017			学分	5		周学时	5+1	
开课时间 (或仅注明 春秋学期)	一年级		二年级		三年级		四年级		
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	
课程英文名称	Mathematic Analysis B.2								
课程类别	专业必修课程								
课程主页									
预修课程	数学分析 B(I)			后续课程					
教学方式	板书			考核方式		闭卷考试			

二、教学目的和基本要求

本课程要求老师通过教学，培养学生抽象思维、逻辑推理与计算的能力，启发创新思维，学会运用多元微积分学分析具体问题、转化问题、建立数学模型并解决问题的思想和方法。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第十章 数项级数

§1 数项级数的收敛性

数项级数，级数的基本性质

§2 上极限与下极限

数列的上极限和下极限，上极限和下极限的运算

§3 正项级数

正项级数，比较判别法，Cauchy 判别法与 d' Alembert 判别法，Raabe 判别法，积分判别法

§4 任意项级数

任意项级数，Leibniz 级数，Abel 判别法与 Dirichlet 判别法，级数的绝对收敛与条件收敛，加法交换律，级数的乘法

§5 无穷乘积

无穷乘积的定义

第十一章 函数项级数

§ 1 函数项级数的一致收敛性

点态收敛, 函数项级数的基本问题, 函数项级数的一致收敛性

§ 2 一致收敛级数的判别与性质

一致收敛的判别, 一致收敛级数的性质

§ 3 幂级数

幂级数的收敛半径, 幂级数的性质

§ 4 函数的幂级数展开

Taylor 级数与余项公式, 初等函数的 Taylor 展开

第十二章 Euclid 空间上的极限和连续

§ 1 Euclid 空间上的基本定理

Euclid 空间上的距离与极限, 开集与闭集, Euclid 空间上的基本定理, 紧集

§ 2 多元连续函数

多元函数, 多元函数的极限, 累次极限, 多元函数的连续性, 向量值函数

§ 3 连续函数的性质

紧集上的连续映射, 连通集与连通集上的连续映射

第十三章 多元函数的微分学

§ 1 偏导数与全微分

偏导数, 方向导数, 全微分, 梯度, 高阶偏导数, 高阶微分, 向量值函数的导数

§ 2 多元复合函数的求导法则

链式规则, 一阶全微分的形式不变性

§ 3 中值定理和 Taylor 公式

中值定理, Taylor 公式

§ 4 隐函数

单个方程的情形, 多个方程的情形, 逆映射定理

§ 5 偏导数在几何中的应用

空间曲线的切线和法平面, 曲面的切平面与法线

§ 6 无条件极值

无条件极值, 函数的最值, 最小二乘法

§ 7 条件极值问题与 Lagrange 乘数法

Lagrange 乘数法

第十四章 重积分

§ 1 有界闭区域上的重积分

面积，二重积分的概念，多重积分

§ 2 重积分的性质与计算

重积分的性质，矩形区域上的重积分计算，一般区域上的重积分计算

§ 3 重积分的变量代换

曲线坐标，二重积分的变量代换，n 重积分的变量代换

§ 4 反常重积分

无界区域上的反常重积分，无界函数的反常重积分

第十五章 曲线积分、曲面积分与场论

§ 1 第一类曲线积分与第一类曲面积分

第一类曲线积分，曲面的面积，第一类曲面积分

§ 2 第二类曲线积分与第二类曲面积分

第二类曲线积分，曲面的侧，第二类曲面积分

§ 3 Green 公式、Gauss 公式和 Stokes 公式

Green 公式，曲线积分与路径无关的条件，Gauss 公式，Stokes 公式

§ 4 场论初步

梯度，通量与散度，环量与旋度，保守场与势函数

第十六章 Fourier 级数

§ 1 函数的 Fourier 级数展开

周期为 2π 的函数的 Fourier 级数展开，正数级数和余弦级数

线性代数

一、基本信息

课程代码	COMP120004			学分	3		周学时	4+1
开课时间 (或仅注明春秋学期)	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
课程英文名称	Linear Algebra							
课程类别	大类基础课程							
课程主页	http://jpkc.fudan.edu.cn/s/303/main.htm							
预修课程	高中数学			后续课程				

教学方式	板书与多媒体结合	考核方式	闭卷考试
------	----------	------	------

二、教学目的和基本要求

目的：线性代数与微积分是高等数学两大重要组成部分，不仅是学生学习后续专业课程必要的知识基础，而且在大学生素质教育中的重要性也日益显示。我们学校有着“基础厚、重实践、求创新”的传统，各课程的定位根据生源特点，起点较高，要求也高。通过课内、外教学、习题、练习、考试等多个教学环节，运用各种教学手段和方法，使学生掌握线性代数的基本概念、基本原理与基本计算方法，培养学生分析问题、解决问题的能力 and 运用计算机解决与线性代数相关的实际问题的能力，为学习后继课程，从事科学研究以及开拓新技术领域，打下坚实的基础。

本课程要求学生掌握下列知识点：

基本概念：

- (1) 线性方程组矩阵表示；矩阵的秩、标准型及矩阵(向量)基本运算；向量组线性相关、线性无关、秩等概念；线性方程组的解理论；
- (2) 行列式定义，行列式基本性质；
- (3) 线性空间和子空间的概念、线性空间的基、维数、坐标等概念，内积定义和向量正交、欧几里得空间概念，子空间的交与和、补空间等概念；
- (4) 线性变换、不变子空间概念，线性变换的矩阵表示，旋转、投影、镜像等常用线性变换，特征值问题的定义，矩阵对角化概念，二次型及其标准型概念；

基本方法：

高斯消元法，初等变换，用初等行变换求矩阵的逆、秩，线性方程组解法，行列式计算；线性方程组解空间的表示，向量组线性无关、线性相关的判定，向量组极大线性无关组的求解，特征值问题的求解，Schmidt 正交化方法，矩阵对角化方法等。

通过本课程的教学，帮助学生掌握并能运用线性代数这一数学工具，进一步培养学生逻辑推理等理性思维能力，使学生掌握线性代数的基本理论、基本方法与思维方式，培养学生抽象思维与分析问题、解决问题的能力，并能用线性代数知识解决简单的实际问题，促使学生全面素质的提高，为相关后续课程打下必要的数学基础。本课程主要内容为线性代数，包括以下内容：矩阵、线性方程组、行列式、线性空间与线性变换、特征值与二次型、矩阵分解、矩阵的 Jordan 标准形。通过本课程的学习，学生应熟练掌握矩阵的运算及基本理论与方法、行列式的性质及计算方法、熟练掌握线性方程组的理论、线性空间、线性变换的概念、熟练掌握特征值和特征向量的概念和求解方法、掌握二次型和矩阵的关系、掌握矩阵分解的各种方法和矩阵的 Jordan 标准形，并能熟练地应用它们，为今后的学习打下坚实的基础。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第 1 章 矩阵

教学内容：1.1 矩阵与向量的概念

- 1.1.1 矩阵的基本概念
- 1.1.2 向量的基本概念
- 1.2 矩阵与向量的运算
 - 1.2.1 矩阵(向量)的线性运算
 - 1.2.2 向量的内积与矩阵的乘法
 - 1.2.3 方阵的幂
- 1.3 分块矩阵及其运算
 - 1.3.1 分块矩阵
 - 1.3.2 分块矩阵的基本运算
- 1.4 矩阵的初等变换与秩
 - 1.4.1 矩阵的初等变换
 - 1.4.2 矩阵的标准形与秩

教学要求：掌握矩阵的概念；能熟练地进行矩阵的各种运算（加、减、数乘、乘、求逆等）包括分块矩阵的相应运算；熟练掌握矩阵的初等变换运算，理解初等变换和初等阵的关系；掌握分块矩阵的运算法则；掌握利用伴随矩阵和初等变换求出矩阵逆的方法；求逆阵的秩。

第2章 线性方程组

教学内容：2.1 横看线性方程组

- 2.1.1 齐次线性方程组的解
- 2.1.2 非齐次线性方程组的解
- 2.2 纵看线性方程组
 - 2.2.1 线性相关与向量组的秩
 - 2.2.2 齐次线性方程组的基础解系
 - 2.2.3 非齐次线性方程组解的结构
- 2.3 逆矩阵
 - 2.3.1 可逆矩阵的定义与性质
 - 2.3.2 用初等变换求逆矩阵
 - 2.3.3 正交阵

教学要求：掌握向量关系、线性关系、矩阵的秩等概念，能熟练应用矩阵来求解或讨论线性方程组的解。理解向量的线性组合和线性表示、向量组等价、向量组的线性相关线性无关以及向量组的极大线性无关组和向量组秩的概念，掌握向量组线性相关、线性无关的性质，能判断向量组的线性相关和无关性，会求出向量组的极大线性无关组、确定向量组的秩；理解伴随矩阵和逆矩阵，能用伴随矩阵求低阶矩阵的逆矩阵，用初等变换求矩阵的逆。

第3章 行列式

教学内容：3.1 行列式的定义

3.1.1 逆序数

3.1.2 行列式的定义

3.2 行列式的性质

3.3 伴随矩阵与行列式按行(列)展开

3.3.1 伴随矩阵

3.3.2 行列式按行(列)展开

3.3.3 Cramer 法则

3.4 行列式与矩阵的秩

教学要求：掌握行列式的概念和性质，熟练应用行列式的性质及行列式展开定理计算行列式，并会用 Cramer 法则求解线性方程组。

第4章 线性空间与线性变换

教学内容：4.1 线性空间

4.2 基

4.2.1 基和坐标

4.2.2 过渡矩阵

4.3 子空间

4.3.1 子空间的定义

4.3.2 零空间与列空间

4.3.3 子空间的交与和

4.4 内积空间

4.4.1 内积

4.4.2 正交投影与最小二乘解

4.4.3 Schmidt 正交化

4.4.4 正交补空间

4.5 线性变换

4.5.1 线性映射与线性变换

4.5.2 线性变换的表示矩阵

4.5.3 正交变换

教学要求：掌握线性空间、基和维数、子空间的概念；理解线性空间的基和坐标的关系，不同基下坐标之间的过渡关系；掌握内积空间特别是欧氏空间的概念；用线性空间概念理解齐次线性方程组的解空间；掌握子空间的判断条件，会求出线性空间的基、维数以及向量在一组基下的坐标；

掌握线性映射和线性变换的概念；理解给定基下线性变换和矩阵之间的对应关系；同一变换不同基下对应矩阵的相似关系；线性变换的运算和矩阵运算的关系；掌握线性变换核空间、不变子空间等概念；掌握正交变换和对称变换；理解正交变换和正交阵、对称变换和对称阵的关系；掌握求给定基的 Gram-Schmidt 标准正交化方法。

第 5 章 特征值与二次型

教学内容：5.1 特征值与特征向量

5.1.1 特征值与特征向量的概念

5.1.2 特征值与特征向量的求法

5.1.3 特征向量的线性无关性

5.2 矩阵的对角化

5.2.1 矩阵可对角化的条件

5.2.2 实对称矩阵的对角化

5.3 二次型

5.3.1 二次型的基本概念

5.3.2 二次型的标准形

5.3.3 Rayleigh 商

5.4 正定矩阵

5.4.1 正定矩阵与半正定矩阵

5.4.2 负定矩阵与半负定矩阵

教学要求：掌握特征值和特征向量的概念，矩阵相似于对角阵的条件；能熟练地求特征值和特征向量；掌握矩阵的特征多项式、特征值和特征向量的相关性质。理解相似矩阵的概念和性质。掌握矩阵可相似于对角阵的充要条件，能熟练地化矩阵为对角阵。掌握二次型矩阵表示及标准型的概念；掌握矩阵的正定、负定等基本概念；学会判定矩阵正定性的基本方法；掌握化二次型为标准型的方法；掌握惯性定理和正定型的判别法。

第 6 章 矩阵分解

教学内容：6.1 LU 分解

6.2 QR 分解

6.3 Cholesky 分解

6.4 谱分解

6.5 奇异值分解

教学要求：掌握矩阵的 LU 分解、QR 分解、Cholesky 分解、谱分解、奇异值分解。

第7章 矩阵的 Jordan 标准形

教学内容：7.1 多项式矩阵

- 7.1.1 多项式矩阵
- 7.1.2 多项式矩阵的初等变换
- 7.1.3 不变因子和初等因子

7.2 Jordan 标准形

- 7.2.1 多项式方阵的相似判定
- 7.2.2 Jordan 矩阵

7.3 Jordan 标准形的几何意义

教学要求：掌握矩阵的 Jordan 标准形。

大学物理 B（上）

一、基本信息

课程代码	PHYS120013				学分	4		周学时	4+1	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
课程英文名称	College Physics B (I)									
课程类别	大类基础课程									
先修课程	高中数学物理			后续课程	大学物理 B(下)					
教学方式	课堂讲授			考核方式	平时作业和期中考试各占总成绩的 30%，期末考试占 40%。					
课程主页	课程网络资源：202.120.227.42（username: daxuewuli）									

二、教学目的和基本要求

本课程使学生掌握大学物理的力学及热学基本知识和基本理论，为进一步学习其他后续物理课程打下基础。通过一些演示实验达到对物理现象、物理概念和物理规律的更具体、更生动、更清晰的理解。通过物理学的发展历程学习物理学分析解决问题的科学方法和科学态度，逐步培养在学习和工作中发现问题、提出问题、思考问题、解决问题和获取新知识的能力。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

力学

第1章 质点运动学

时间与空间、位置矢量与轨道方程、速度、加速度、角速度、角加速度、极坐标系与自然坐标系

第2章 牛顿力学的基本定律

牛顿运动定律、几种常见的力、万有引力定律、力学相对性原理与伽利略变换、惯性系与非惯性系、惯性力

第3章 动量变化定理与动量守恒

质点动量变化定理、质点组动量变化定理、动量守恒律

第4章 动能与势能——机械能变化定律与机械能守恒

质点动能变化定理、保守力的功、保守力场中的势能、机械能变化定律与机械能守恒、三种宇宙速度、两体碰撞

第5章 角动量变化定理与角动量守恒

角动量与力矩、质点组角动量变化定理、有心运动

第6章 质心力学定理

质心动量定理、质点动能定理、质心角动量定理、有心运动方程与约化质量

第7章 刚体力学

刚体运动学、定轴转动惯量、定轴转动定理与动能定理、一组刚体力学的典型题目、快速重陀螺的旋进

第8章 振动

振动的描述、弹性系统的自由振动、多自由度弹性系统、弹性系统的阻尼运动、简谐量的保守性与对应表示、弹性系统的受迫振动与共振

第9章 波动

波与波函数、波动方程、弹性体的应变与应力、介质中的波速、波场中的能量与能流、波的叠加——驻波、波的叠加——调幅波与拍 李萨如图、多普勒效应与激波、介质色散 波包群速与波包展宽

第10章 流体力学

流体的宏观物性、理想流体的定常流动 伯努利方程、粘性流体的运动、物体在粘性流体中的运动

热学

热力学系统的平衡态及状态方程

热力学系统及其状态参量、平衡态的概念、温度与温标、气体的状态方程

热平衡态的统计分布律

统计规律与分布函数的概念、麦克斯韦分布律与麦克斯韦—玻尔兹曼分布律、能量均分定理与热

容

热力学第一定律

热力学过程和准静态过程、热力学第一定律、循环过程和卡诺循环

热力学第二定律

可逆过程与不可逆过程、热力学第二定律、热力学第二定律的数学表述和熵增加原理、熵及热力学第二定律的统计意义、热力学第二定律的应用举例、自由能与吉布斯函数

单元系的相变与复相平衡

相、相变及相平衡的概念、一些常见相变、单元系的复相平衡

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
钟锡华、陈熙谋主编	大学物理通用教程（第二版）	北京大学出版社	2011年5月
Feynman, Leighton, Sands	费恩曼物理学讲义	上海科技出版社	2005年6月
郑永令, 贾起民, 方小敏	力学（第二版）	高等教育出版社	2002年8月第2版
贾起民, 郑永令, 陈暨耀	电磁学（第二版）	高等教育出版社	2001年1月
赵凯华, 钟锡华	光学	北京大学出版社	1984年1月
杨福家著	原子物理学（第三版）	高等教育出版社	2000年7月
梁励芬、蒋平 编著	大学物理简明教程	复旦大学出版社	2011年4月第3版

大学物理 B（下）

一、基本信息

课程代码	PHYS120014				学分	4		周学时	4+1	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
课程英文名称	College Physics B (II)									
课程类别	大类基础课程									
先修课程	高中数学物理				后续课程					

教学方式	课堂讲授	考核方式	平时作业和期中考试各占总成绩的30%，期末考试占40%。
课程主页	课程网络资源：202.120.227.42 (username: daxuewuli)		

二、教学目的和基本要求

教学目的：通过本课程的学习，掌握物理学的基本知识和基本理论，为进一步学习其他物理课程打下基础。内容包括：普通物理的基本知识。经典物理的力学、热学、电磁学、波动学与光学和近代量子物理的基本规律。

基本要求：要求学生全面理解普通物理的基础知识，掌握自然界已成熟的自然规律。通过一些演示实验达到对物理现象、物理规律和物理概念更具体、更生动、更清晰的理解。从其发展过程，学习物理学分析问题的方法和科学态度，逐步培养在学习和工作中发现问题，提出问题，思考问题，解决问题和获取新知识的能力。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

电磁学

静电场

库仑定律、电场 电场强度 场强叠加、静电场的高斯定理、静电场的环路定理、电势、静电场的基本微分方程

静电场中的导体和电介质

导体和电介质、静电场中的导体、电容和电容器、电介质的极化、有电介质存在时的静电场、静电场的边界条件、带电体系的静电能

直流电

电流的连续方程 恒定条件、欧姆定律 焦耳定律、电源的电动势、直流电路

恒定磁场

毕奥—萨伐尔定律、磁场的高斯定理和安培环路定理、洛伦兹力

磁介质

分子电流模型、顺磁质与抗磁质、磁化的规律、有磁介质存在时的磁场、铁磁质、磁场的边界条件

电磁感应

法拉第电磁感应定律、动生电动势 感生电动势 涡旋电场、自感与互感、暂态过程

交流电（选讲）

交流电概述、交流电路中的元件、元件的串并联——矢量图、交流电路的复数解法、谐振电路、交流电的功率、变压器原理、三相交流电

麦克斯韦电磁场理论

麦克斯韦方程、电磁波

光学

光学导言

光学发展简史、光波的描述、费马原理

光在各向异性介质界面上的反射和折射

菲涅尔反射折射公式、反射率和透射率

光的干涉

光波的叠加和干涉、杨氏干涉实验、等倾干涉、等厚干涉、薄膜干涉应用举例

光的衍射

衍射现象、惠更斯—菲涅尔原理、夫琅禾费单缝衍射、夫琅禾费圆孔衍射和光学仪器的分辨本领、衍射光栅

第5章 光的偏振和光在晶体中的传播

光的横波性和光的五种偏振态、起偏振器与检偏振器 马吕斯定律、双折射现象、偏振棱镜、波片和补偿器、偏振光的干涉

第6章 光的吸收、色散和散射

光的吸收、光的色散、光的散射

近代物理

第1章 相对论

狭义相对论以前的力学和时空观、电磁场理论建立后呈现的新局面、爱因斯坦的假设与洛伦兹变换、相对论的时空观、相对论多普勒效应、相对论速度变换公式、狭义相对论中的质量、能量和动量

第2章 前期量子论

黑体辐射和普朗克的量子假设、光电效应和爱因斯坦的光子理论、康普顿效应、玻尔的氢原子理论

量子力学基础

微观粒子的波动性、波粒二象性分析、不确定关系、波函数和概率幅、薛定谔方程及其应用

原子和分子

氢原子的量子力学结果、电子自旋和泡利原理、激光原理

教材和教学参考资料:

作者	教材名称	出版社	出版年月
钟锡华、陈熙谋主编	大学物理通用教程(第二版)	北京大学出版社	2011年5月

Feynman, Leighton, Sands	费恩曼物理学讲义	上海科技出版社	2005年6月
郑永令, 贾起民, 方小敏	力学(第二版)	高等教育出版社	2002年8月第2版
贾起民, 郑永令, 陈暨耀	电磁学(第二版)	高等教育出版社	2001年1月
赵凯华, 钟锡华	光学	北京大学出版社	1984年1月
杨福家著	原子物理学(第三版)	高等教育出版社	2000年7月
梁励芬、蒋平 编著	大学物理简明教程	复旦大学出版社	2011年4月第3版

基础物理实验

一、基本信息

课程代码	PHYS120015		学分	2		周学时	3	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
课程英文名称	Fundamental Physics Experiments							
课程类别	专业基础课							
先修课程	高中物理			后续课程	物理实验上、下			
教学方式	理论指导+实验操作			考核方式	平时成绩(70%)+期末笔试(30%)			
课程主页	http://phylab.fudan.edu.cn/doku.php?id=course:platform							

二、教学目的和基本要求

“基础物理实验”是自然科学、技术科学、医学、工程学科低年级学生必修的专业基础课。本课程选择力、热、光、电、近代物理和自动化测量技术等方面物理原理较易理解、实验现象较明显、实验设备较基础、较有代表性的物理实验项目。结合内容比较完整的实验讲义，引导学生通过自学掌握实验原理和初步的实验过程，使大部分学生能够比较独立地参考实验讲义完成实验过程。希望学生通过本课程学习掌握物理实验的基本知识、基本方法和基本技能；学习用实验方法研究物理规律，加深对物理规律的理解；训练发现问题、分析问题、解决问题的能力；养成实事求是、严谨踏实的科学态度。希望通过本课程的训练，学生能较自信地参与实验探究。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

教学内容安排：

第 1 周：绪论 1，讲解物理实验的重要性，如何做物理实验、基础物理实验课的要求；

第 2 周：绪论 2，讲解数据处理方法，布置有关数据处理的习题；

第 3-15 周：做 12 个实验（一学期每位学生总共要做 12 个实验，分为 6 个循环，每循环有 2-3 个备选实验，同学按要求每循环选择其中两个实验，以下所列实验中黑体显示的为必做实验）；

第 16 周：复习答疑、补做或重做实验、考试；

第 17-18 周：阅卷、成绩评定、总结。

计划开设实验：

第一循环：液氮比汽化热的测量、碰撞打靶、用扭摆法测定物体转动惯量

第二循环：数字示波器的使用、磁阻效应、二极管伏安特性测量

第三循环：**LCR 串联谐振电路**、圆线圈和亥姆霍兹线圈的磁场、直流电桥

第四循环：量子论实验、X 光实验

第五循环：透镜焦距的测量、光的衍射、牛顿环；

第六循环：计算机实测物理实验、用计算机实测技术研究冷却规律、用计算机实测技术研究声波与拍。

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
沈元华等	基础物理实验	高等教育出版社	2003 年 12 月
教学团队	基础物理实验补充讲义		每学期根据教学情况更新

程序设计（上海市精品课程）**一、基本信息**

课程代码	COMP120006			学分	4		周学时	5	
开课时间 (或仅注明 春秋学期)	一年级		二年级		三年级		四年级		
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	
课程英文名称	Programming								
课程类别	大类基础课程								
课程主页									

预修课程	高等数学	后续课程	
教学方式	课堂授课+上机实践	考核方式	闭卷考试

二、教学目的和基本要求

教学目的：通过本课程的教学，了解程序设计的基本原理、技巧和方法。结合上机实践，让学生初具独立构造算法、开发程序及程序调试能力。

基本要求：要求学生经本课程的学习后，能熟练使用结构化程序设计方法开发算法和编写程序，具有一定的程序调试能力，并为以后进一步自习其它程序语言和提高程序设计能力打下坚实的基础。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

基本内容简介：

本课程以C语言为程序的描述语言，介绍程序设计基本概念、结构化程序设计方法、C语言的基本知识；基本数据类型、运算符和表达式的书写规则，基本的数据输入输出方法；控制结构、函数基础知识和正文文件的简单用法；数组、字符串、指针及其应用；函数各类参数的设定和应用、函数指针的用法、递归函数的基本知识、作用域规则和编译预处理命令简介；结构和动态数据结构基础及链表的应用；数据文件的基本处理技术。结合语言基本设施介绍程序设计的基本原理、技巧和方法。

教学内容安排：

第一周：程序设计基础，包括计算机和程序设计基础知识、C语言的历史和特点、C语言的词汇、数据类型、常量和变量、程序开发环境基础知识；

第二—三周：基本数据类型及其运算，包括基本数据类型、数据输入和输出基础、数据运算；

第四—五周：结构化程序设计，具体内容包括基本语句、顺序结构、选择结构、循环结构，简单程序设计实例；

第六—七周：数组，具体内容包括数组的基本概念，一维数组和多维数组，字符串处理技术基础等；

第八周—十周：函数，具体内容包括函数的基本、函数定义、函数调用、递归函数基础、函数程序设计实例，存储类别和作用域，编译预处理命令简介等。

第十一周：期中考试；

第十二—十三周：指针和引用，具体内容包括指针的基本概念，指向数组元素的指针，指针形参，数组形参，指向二维数组一整行的指针，指针数组，函数指针，返回指针值的函数，引用的基本概念、引用形参的作用和用法等；

第十四—十五周：结构和链表，具体内容包括结构类型和结构变量，结构数组，结构与函数，链表、联合、位域及枚举，类型定义和变量定义，结构指针形参和返回结构的函数等；

第十六—十七周：数据文件处理技术，具体内容包括文件类型和文件类型指针变量、常用的数据文件库函数、文件处理程序结构、文件处理程序实例。

第十八周：复习

《电路基础》

课程代码	MICR120001				
课程名称	电路基础				
英文名称	Fundamental of Electric Circuits				
学分数	3	周学时	3	授课语言	中文
课程性质	<input type="checkbox"/> 通识教育专项 <input type="checkbox"/> 核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修 <input checked="" type="checkbox"/> 大类基础 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修 <input type="checkbox"/> 专业选修 <input type="checkbox"/> 其他				
教学目的	(说明课程教学目标) 《电路基础》是电子信息类的专业基础课，开设本课程的目的是使学生掌握电路的基本概念、基础理论和分析方法，帮助学生建立电路的相关基础知识体系，重点培养学生分析问题的能力和解决电工理论实际问题的能力，为后续电路相关的课程打下坚实的基础。				
基本内容简介	(简要介绍课程教学内容) 主要内容包括：电路模型和电路定律、电阻电路的等效变换、直流电路的分析理论、正弦电路的相关概念及分析方法、暂态电路在时域和频域的分析方法、网络函数等。				
基本要求： （指对学生学习、考勤等相关要求） 学生需准时上课，接受考勤； 按时完成课后作业及小练习； 根据讨论设置期中/期末考试成绩比例等。					
授课方式： （讲授为主/研讨为主/其他） 讲授为主					

主讲教师简介： （含姓名、联系方式、答疑时间等）				
闫娜，微电子学院，教授，13818262681				
黄煜梅，微电子学院，副教授，13761671426				
易婷，微电子学院，副教授，13661701658				
殷韵，微电子学院，副教授，13810596477				
于晓华，微电子学院，研究员，19163362019				
王云，微电子学院，青年研究员，18621153398				
教学团队成员 （如有，须全部列出；外聘教师或校外嘉宾参与授课须一并列出）				
姓名	性别	职称	院系	在教学中承担的职责
闫娜	女	教授	微电子学院	主讲，协调联络人
黄煜梅	女	副教授	微电子学院	主讲
易婷	女	副教授	微电子学院	主讲
殷韵	女	副教授	微电子学院	主讲
于晓华	男	研究员	微电子学院	主讲
王云	男	青年研究员	微电子学院	主讲
教学内容安排： （1.按36学时共计18周，18周含考试周，具体到每节课内容 2.多人授课需按每节课明确授课教师及教学内容）： 本课程3个学分，每周3个学时，教学内容安排如下：				
周数	课时	授课内容		
第1周	第1, 2, 3课时	绪论，电路变量和理想元件介绍：电流、电压和电阻，电容、电感、独立电源、受控电源。		
第2周	第1, 2, 3课时	基尔霍夫定律、电阻的串、并联，单回路电路和双节点电路、诺顿电路、戴维南电路		
第3周	第1, 2, 3课时	电阻的星形和三角形联结、支路电流法、节点电压法、回路电流法。		
第4周	第1, 2, 3课时	齐性定理，叠加定理、等效电源定理		
第5周	第1, 2, 3课时	置换定理、最大功率传输定理、正弦量的概念、正弦量的相量变换		
第6周	第1, 2, 3课时	放假		
第7周	第1, 2, 3课时	基尔霍夫定律的相量形式、理想元件的端口特性的相量形式、阻抗与导纳		
第8周	第1, 2, 3课时	正弦电路的相量分析		
第9周	第1, 2, 3课时	正弦电路的功率：瞬时功率、平均功率、有功功率、视在功率、复功率、功率补偿、最大功率传输定理		

第 10 周	第 1, 2, 3 课时	习题课
第 11 周	第 1, 2, 3 课时	电路响应与频率的关系、RLC 串联电路的频率特性、RLC 并联电路的频率特性
第 12 周	第 1, 2, 3 课时	网络函数、时域分析、电路变量的初始值计算、零输入响应,
第 13 周	第 1, 2, 3 课时	零状态响应: 阶跃响应、脉冲响应、冲激响应、正弦响应
第 14 周	第 1, 2, 3 课时	暂态过程的全响应、三要素公式、拉普拉斯变换和复频域分析
第 15 周	第 1, 2, 3 课时	复频域中的电路定律和电路模型、暂态响应的复频域分析法、复频域网络函数
第 16 周	第 1, 2, 3 课时	习题课
第 17 周	第 1, 2, 3 课时	考试周
第 18 周	第 1, 2, 3 课时	考试周

课时安排说明:

大纲规定的课堂教学课时分配,在实际教学中,教师可以根据自己的教学习惯略有改变。

课内外讨论或练习、实践、体验等环节设计: (如有,须列出时间、地点和内容安排) 无。

如需配备助教,注明助教工作内容:

需要配备助教,助教的工作内容:(1)帮助任课教师批改作业;(2)上部分习题答疑课。

考核和评价方式 (提供学生课程最终成绩的分数组成,体现形成性的评价过程)

1. 说明成绩构成比重,平时成绩比例原则上不低于 30%;
2. 明确期末考核方式:开卷/闭卷/论文/其他;
3. 考试形式为论文时,应明确论文撰写要求及评分标准):
 1. 成绩构成:平时作业+小测验占 30%-40%;期末考试成绩占 60%-70%。
 2. 期末考核方式:闭卷考试。

教材 (包括作者、书名、出版社和出版时间;如使用自编讲义,也请列明)

1. 使用教材或其他参考书目的,需列出作者、书名、出版社和出版时间;有马工程教材的,必须选用并标明为马工程教材;
2. 使用讲义或课件,请说明):

陈希有 《电路理论教程》,第 1 版,高等教育出版社,2013.8

教学参考资料 (包括作者、书名、出版社和出版时间):

邱关源 《电路》第 5 版,高等教育出版社,2006.5

李瀚荪 《电路分析基础》第 4 版,高等教育出版社,2006.5

表格栏目大小可根据内容加以调整。

5.2 微电子科学与工程专业必修课程简介

《模拟电子线路》

院系： 微电子学院

日期： 2024 年 04 月 20 日

课程代码	MICR130002				
课程名称	模拟电子线路				
英文名称	Analog Circuit				
学分数	3	周学时	3	授课语言	中文
课程性质	<input type="checkbox"/> 通识教育专项 <input type="checkbox"/> 核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修 <input type="checkbox"/> 大类基础 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修 <input type="checkbox"/> 专业选修 <input type="checkbox"/> 其他				
教学目的	<p>(说明课程教学目标) 模拟电子线路是电子信息科学类本科生必修课。在前期线性电路分析和放大器分析课程的基础上, 通过本课程的教学, 使学生掌握一定量的基本线路、掌握电子学的基本分析方法和应用技巧, 为电子学在科学研究和相关工作中的应用打下坚实的基础</p>				
基本内容简介	<p>(简要介绍课程教学内容) 模拟电子学基础的基本内容包括课堂教学和仿真实验教学(数字逻辑基础实验)两个部分。课堂教学内容包括半导体器件、晶体管放大器、模拟集成电路、负反馈、信号处理与产生电路、直流稳压电源等。仿真实验教学包括线性电路、晶体管单级放大器、晶体管多级放大器、差动放大电路、负反馈放大电路、运算放大器及信号处理电路。</p>				
基本要求:	<p>(指对学生学习、考勤等相关要求)</p> <ol style="list-style-type: none">1. 要求学生能熟练掌握对各类模拟电路单元进行分析, 并在学习了电子设计自动化的基础上, 能够用 EDA 软件分析模拟电路, 初步掌握模拟电路的设计。2. 学生需准时上课, 接受考勤; 按时完成课后作业及小练习; 根据讨论设置期中/期末考试成绩比例等。				
授课方式:	<p>(讲授为主/研讨为主/其他)</p> <p>本课程以课堂教学和实验教学混合方式进行。理论部分采用课堂授课方式进行, 实验部分以 OrCAD 软件对各种形式电路进行仿真验证。</p>				

主讲教师简介：（含姓名、联系方式、答疑时间等）

唐长文，微电子学院，教授，15601655633

黄煜梅，微电子学院，副教授，13761671426

易婷，微电子学院，副教授，13661701658

殷韵，微电子学院，副教授，13810596477

闫娜，微电子学院，教授，13818262681

程旭，微电子学院，副研究员，13671573975

马顺利，微电子学院，副教授

教学团队成员（如有，须全部列出；外聘教师或校外嘉宾参与授课须一并列出）

姓名	性别	职称	院系	在教学中承担的职责
唐长文	男	教授	微电子学院	主讲，协调联络人
黄煜梅	女	副教授	微电子学院	主讲
易婷	女	副教授	微电子学院	主讲
闫娜	女	教授	微电子学院	主讲
殷韵	女	副教授	微电子学院	主讲
马顺利	男	副教授	微电子学院	主讲
程旭	男	副研究员	微电子学院	主讲

教学内容安排：（1.按48学时共计18周，18周含考试周，具体到每节课内容

2.多人授课需按每节课明确授课教师及教学内容）：

周数	课时	授课内容
第1周	第1, 2, 3课时	本征半导体及杂质半导体的导电性质；PN结
第2周	第1, 2, 3课时	半导体二极管、三极管特性以及大、小信号模型
第3周	第1, 2, 3课时	场效应管特性及其模型
第4周	第1, 2, 3课时	共射放大器静态工作点与动态输出范围
第5周	第1, 2, 3课时	三极管放大器的交流小信号分析(共射、共集、共基电路)；场效应管放大器
第6周	第1, 2, 3课时	放大器的频率特性（低频、高频）
第7周	第1, 2, 3课时	多级放大器的特性
第8周	第1, 2, 3课时	恒流源与有源负载
第9周	第1, 2, 3课时	差分放大器及其传输特性
第10周	第1, 2, 3课时	功率放大器电路
第11周	第1, 2, 3课时	负反馈的基本概念、负反馈对放大器特性的影响
第12周	第1, 2, 3课时	深度负反馈、虚短虚断；负反馈放大器的稳定
第13周	第1, 2, 3课时	反馈的应用：正弦信号发生器、非正弦信号发生器；基本比例电路

第 14 周	第 1, 2, 3 课时	反馈的应用：有源滤波器
第 15 周	第 1, 2, 3 课时	整流与滤波；稳压电路
第 16 周	第 1, 2, 3 课时	复习
第 17 周	第 1, 2, 3 课时	考试周
第 18 周	第 1, 2, 3 课时	考试周
<p>课内外讨论或练习、实践、体验等环节设计：（如有，须列出时间、地点和内容安排） 无。</p>		
<p>如需配备助教，注明助教工作内容： 需要配备助教，助教的工作内容：（1）帮助任课教师批改作业；（2）上部分习题答疑课。</p>		
<p>考核和评价方式（提供学生课程最终成绩的分数组成，体现形成性的评价过程）</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 说明成绩构成比重，平时成绩比例原则上不低于 30%； 2. 明确期末考核方式：开卷/闭卷/论文/其他； 3. 考试形式为论文时，应明确论文撰写要求及评分标准）： <ol style="list-style-type: none"> 1. 成绩构成：平时作业和小测验占 10%；实验成绩占 25%；考试成绩占 65%。 2. 期末考核方式：闭卷考试。 		
<p>教材（包括作者、书名、出版社和出版时间；如使用自编讲义，也请列明）</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 使用教材或其他参考书目的，需列出作者、书名、出版社和出版时间；有马工程教材的，必须选用并标明为马工程教材； 2. 使用讲义或课件，请说明）： <p>陈光梦，《模拟电子学基础》，复旦大学出版社，2012.4</p>		
<p>教学参考资料（包括作者、书名、出版社和出版时间）：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A.S.Sedra 等(周玲玲等译)，Microelectronic circuits，电子工业出版社，2006.7 2. 华成英、童诗白等，《模拟电子技术基础》，高等教育出版社，2006.5 		

《数字逻辑基础》

院系：

日期： 年 月 日

课程代码	MICR130003.01
课程名称	数字逻辑基础

英文名称	Digital Logic Foundation				
学分数	4	周学时	4	授课语言	中文
课程性质	<input type="checkbox"/> 通识教育专项 <input type="checkbox"/> 核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修 <input type="checkbox"/> 大类基础 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修 <input type="checkbox"/> 专业选修 <input type="checkbox"/> 其他				
教学目的	<p>数字逻辑基础是面向理工科类学生的基础课程——电子学中的一门课程。教学目的是让学生能以逻辑代数为工具，能够对各类组合电路、同步时序电路、异步时序电路的基本逻辑单元进行逻辑分析和设计，并在了解电子设计自动化的基础上，基本掌握数字系统的设计过程。</p>				
基本内容简介	<p>本课程中主要学习内容如下： 逻辑代数基础、逻辑门电路、组合电路、触发器及应用、同步时序电路、异步时序电路、存储器与可编程器件、数模转换器和模数转换器。</p>				
<p>基本要求：（指对学生学习、考勤等相关要求）</p> <p>掌握逻辑代数的基本公式和基本定理及逻辑函数的化简方法；了解半导体器件的开关特性；了解分立器件逻辑门电路的结构与工作原理；了解 TTL 集成逻辑门电路和 CMOS 集成逻辑门电路的结构和工作原理；掌握 TTL/CMOS 集成逻辑门电路的静态和动态参数；了解电流模式逻辑门电路的结构与工作原理；掌握组合逻辑电路的基本分析方法和一般设计过程；掌握常见逻辑模块的功能及其使用；掌握实际逻辑电路中冒险现象的形成原理及其防止方法；掌握触发器的基本类型及其状态描述；了解触发器的结构与工作原理；掌握触发器的基本应用电路；了解集成触发器的结构和工作原理；掌握同步时序电路的基本分析过程；掌握同步时序电路的设计原理；掌握状态表的化简过程；掌握半导体存储器字、位、存储容量、地址等基本概念；了解存储器的存储单元的组成及工作原理；了解可编程逻辑器件的工作原理、内部结构及应用；掌握数模转换器（DAC）和模数转换器（ADC）的基本概念；了解 ADC 和 DAC 的基本性能指标和基本电路。</p>					
<p>授课方式：（讲授为主/研讨为主/其他）</p> <p>本课程采用课堂教学和实验教学混合方式进行。理论部分采用课堂授课方式进行，实验部分采用 Xilinx ISE 软件对各种电路进行仿真验证和设计。</p>					
<p>主讲教师简介：（含姓名、联系方式、答疑时间等）</p> <p>担任本课程的教师，来自微电子学院电路类课程教学团队。长期从事电子信息类教学与科研工作，具有较为丰富的教学经验和实践经验。</p> <p>易婷 < yiting@fudan.edu.cn >，微电子学院</p>					
<p>教学团队成员（如有，须全部列出；外聘教师或校外嘉宾参与授课须一并列出）</p>					

姓名	性别	职称	院系	在教学中承担的职责
易婷	女	副教授	微电子学院	主讲

教学内容安排：(1. 按 36 学时共计 18 周，18 周含考试周，具体到每节课内容

2. 多人授课需按每节课明确授课教师及教学内容)：

	2 课时	2 课时
第 1 周	绪论，逻辑代数基础	逻辑代数基础
第 2 周	逻辑代数基础	组合电路分析与设计
第 3 周	组合电路分析与设计	组合电路分析与设计
第 4 周	触发器及应用	触发器及应用
第 5 周	国庆放假	同步时序电路
第 6 周	同步时序电路	同步时序电路
第 7 周	系统设计(6.2)	同步时序电路
第 8 周	同步时序电路	异步时序电路
第 9 周	异步时序电路	异步时序电路
第 10 周	逻辑门电路	逻辑门电路
第 11 周	逻辑门电路	复习（第 1 章）
第 12 周	复习（第 2 章）	复习（第 3 章）
第 13 周	复习（第 4 章）	存储器与可编程器件
第 14 周	数模转换器/模数转换器	机动【小测??】
第 15 周	课堂讨论	课堂讨论
第 16 周	课堂讨论	学期任务展示
第 17 周	考试周	考试周
第 18 周	考试周	考试周

注：表格中的第 1 章到第 4 章对应的章名分别为：第 1 章：逻辑代数基础；第 2 章：组合电路分析与设计；第 3 章：触发器及应用；第 4 章：同步时序电路

课时安排说明：

考虑开课学期有 3 到 4 天法定假日，大纲规定的课堂教学课时分配，在实际教学中，教师可以根据自己的教学习惯略有改变。

选修本课程时必须同时选修（INF0120010.01,02,03,04,06,07）中的任意一门，这门课程是本课程相应的配套实验。配套实验的教学安排如下：

第 3 周，实验 1-1 线性电路的仿真

第 4 周，实验 2-1 数字 EDA 软件入门

第 5 周，国庆节 7 天假期

第 6 周，实验 2-3 组合电路(七段译码与编码)

第 7 周，实验 1-2 晶体管单级放大器的分析

第 8 周，实验 2-4 层次化的设计方法(全加器)

第 9 周，实验 1-3 晶体管多级放大器的分析

第 10 周，实验 2-5 迭代设计法(全加器与比较器)

第 11 周，实验 1-4 差动放大电路的分析

第 12 周，实验 2-8 同步计数器与应用

第 13 周, 实验 1-5 负反馈放大电路的分析

第 14 周, 实验 2-10 状态机设计(自动售货机)

第 15 周, 实验 1-6 运算放大器及信号处理电路的分析 (信号处理电路)

第 16 周, 递交最后一次实验报告

第 17 周, 考试周

第 18 周, 考试周

上述配套实验的教学安排中的斜体字部分所示内容是与本课程相关的仿真验证实验。

课内外讨论或练习、实践、体验等环节设计: (如有, 须列出时间、地点和内容安排)
在实践方面, 会开设与本课程相应的配套实验, 时间和内容安排见前一栏。

如需配备助教, 注明助教工作内容:

需配备助教, 助教工作内容为批改作业、帮助答疑、帮助监考和帮助评卷等。

考核和评价方式 (提供学生课程最终成绩的分数组成, 体现形成性的评价过程)

1. 说明成绩构成比重, 平时成绩比例原则上不低于 30%;

2. 明确期末考核方式: 开卷/闭卷/论文/其他;

3. 考试形式为论文时, 应明确论文撰写要求及评分标准):

数字逻辑基础课程, 理论部分在学期末以笔试方式考核, 占总成绩的 60%。配套实验部分以平时实验情况、实验报告成绩记分, 占总成绩的 25%; 平时作业情况和考勤等占总成绩的 15%。

期末考核方式: 闭卷

教材 (包括作者、书名、出版社和出版时间; 如使用自编讲义, 也请列明)

1. 使用教材或其他参考书目的, 需列出作者、书名、出版社和出版时间; 有马工程教材的, 必须选用并标明为马工程教材;

2. 使用讲义或课件, 请说明):

1、陈光梦, 数字逻辑基础 (第三版), 复旦大学出版社, 2009 年 12 月

2、孔庆生, 模拟与数字电路基础实验, 复旦大学出版社, 2014 年 9 月

3、易婷, 刘洋, 童立青, 尹建君, 复旦大学数字逻辑基础课程补充讲义, 2013 年 9 月

教学参考资料 (包括作者、书名、出版社和出版时间):

1、Stephen Brown 等 (罗嵘选译), 数字逻辑基础与 Verilog 设计, 清华大学出版社, 2014 年 12 月

2、阎石, 数字电子技术基础, 高等教育出版社, 2002 年 5 月

《信号与系统概论》

课程代码	MICR130004.01				
课程名称	信号与系统概论				
英文名称	Signals and Systems				
学分数	3	周学时	3	授课语言	中文
课程性质	<input type="checkbox"/> 通识教育专项 <input type="checkbox"/> 核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修 <input type="checkbox"/> 大类基础 <input type="checkbox"/> 专业必修 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修 <input type="checkbox"/> 其他				
教学目的	<p>(说明课程教学目标)</p> <p>通过系统学习,要求牢固掌握信号与系统的基本原理和基本分析方法,掌握信号与系统的时域、变换域分析方法,理解各种变换(傅里叶变换、拉普拉斯变换、Z变换)的基本内容、性质与应用。特别要建立信号与系统的频域分析以及系统函数的概念,为学生进一步学习后续课程打下坚实的基础。</p>				
基本内容简介	<p>(简要介绍课程教学内容)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 信号与系统分析导论 2. 信号的时域分析 3. 系统的时域分析 4. 信号的频域分析 5. 系统的频域分析 6. 连续信号与系统的复频域分析 7. 离散信号与系统的复频域分析 8. 系统的状态变量分析 				
基本要求:	<p>(指对学生学习、考勤等相关要求)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 信号与系统分析导论 掌握信号和系统的定义、分类及特性。 2. 信号的时域分析 掌握典型连续信号与离散信号;掌握连续信号与离散信号的运算;掌握信号的分解;熟悉利用 matlab 表示基本信号,实现信号的基本运算。 3. 系统的时域分析 掌握线性非时变连续时间系统与离散时间系统的数学模型及特性;了解连续、离散时间系统零输入响应求解;了解单位冲激响应、单位脉冲响应的求解;掌握零状态响应(卷积积分/和)的求解;掌握用冲激响应(脉冲响应)表示系统特性;熟悉利用 matlab 计算系统的响应。 4. 信号的频域分析 掌握连续时间周期信号的频域分析;掌握连续时间非周期信号的频域分析;熟悉离散时间周期信号的频域分析;熟悉离散时间非周期信号的频域分析;掌握信号的时域抽样;熟悉利用 matlab 进行周期信号和非周期信号的频域分析。 				

5. 系统的频域分析
掌握连续系统的频域响应、系统响应的频域分析、无失真系统和理想模拟滤波器；熟悉离散时间系统的频域响应、线性相位系统和理想数字滤波器；掌握连续信号的幅度调制与解调；熟悉利用 matlab 计算系统的频率特性。
6. 连续信号与系统的复频域分析
熟悉连续时间信号的复频域分析、单边拉氏变换；掌握连续时间系统响应的复频域分析、完全响应复频域求解；掌握连续时间系统函数；掌握连续时间系统模拟；熟悉利用 matlab 进行系统的复频域分析。
7. 离散信号与系统的复频域分析
熟悉离散时间信号的 z 域分析、单边 z 变换；掌握离散时间系统响应的 z 域分析、完全响应 z 域求解；掌握离散时间系统函数；掌握离散时间系统模拟；熟悉利用 matlab 进行系统的 z 域分析。
8. 系统的状态变量分析
了解系统的状态、状态空间以及状态方程的概念；掌握连续时间系统和离散时间系统状态方程的建立；熟悉利用 matlab 求解状态方程。

授课方式：（讲授为主/研讨为主/其他）

教学方法采用课堂讲授为主，引导学生积极思考，课后作业辅助加深理解，使学生掌握本课程的基本内容，并学会解决一些数学或相关实际问题的方法。

主讲教师简介：（含姓名、个人简历、联系方式、答疑时间等）

薛晓勇，复旦大学微电子学院副研究员，博士生导师，复旦大学存储器架构、电路和测试方向代表性青年研究人员。薛博士有近 20 年存储器研发经验，以主要作者在集成电路旗舰期刊/会议 JSSC、ISSCC、IEDM、Symposium on VLSI、TCAS I/II、JETCAS、TVLSI、Nature Electronics 等发表论文 50 余篇，部分研究工作被三星电子、台积电、旺宏等存储器专业制造厂商引用并获得积极评价；申请专利 40 余项，编写存储器专著两本：《阻变存储器：器件、材料、机理、可靠性及电路》、《嵌入式存储器架构、电路与应用》；开设“存储器电路设计导论”、“固态硬盘技术与设计概论”、“智能 SOC 设计”和“信号与系统概论”等课程；获国家重点研发计划课题/子课题 3 项、基金委重点项目/面上/青年项目 4 项、上海市科委探索者计划/面上项目 3 项等资助，年均科研经费超 200 万；与华为海思、中兴通讯、合肥芯荣、中电科 58 所等国内企业在片上高密度 Cache、存储控制器、新原理存储器设计等方面开展创新研究，并产业化转移部分研究成果，相关芯片出货超过 200 万颗。

联系方式：xuexiaoyong@fudan.edu.cn, 13482509718

答疑时间：周二，18:00-20:00。

教学团队成员（如有，须全部列出；外聘教师或校外嘉宾参与授课须一并列出）

姓名	性别	职称	院系	在教学中承担的职责

教学内容安排：(1. 按 36 学时共计 18 周，18 周含考试周，具体到每节课内容

2. 多人授课需按每节课明确授课教师及教学内容)：

1. 信号与系统分析导论 (3 学时)
 - 1) 信号的描述与分类 (第一周第一节)
 - 2) 系统的描述与分类 (第一周第二节)
 - 3) 信号与系统分析概述 (第一周第三节)

2. 信号的时域分析 (9 学时)
 - 1) 连续时间信号的时域描述 (第二周第一节)
 - 2) 连续时间信号的基本运算 (第二周第二、三节)
 - 3) 离散时间信号的时域描述 (第三周第一、二、三节)
 - 4) 离散时间信号的基本运算 (第四周第一、二节)
 - 5) 确定信号的时域分解 (第四周第三节)

3. 系统的时域分析 (9 学时)
 - 1) 线性时不变系统的描述及特点 (第五周第一节)
 - 2) 连续时间 LTI 系统的冲激相应 (第五周第二节)
 - 3) 卷积积分及其性质 (第五周第三节)
 - 4) 离散时间 LTI 系统的响应 (第六周第一节)
 - 5) 离散时间系统的单位脉冲响应 (第六周第二、三节)
 - 6) 卷积和及其性质 (第七周第一节)
 - 7) 冲激响应表示的系统特性 (第七周第二、三节)

4. 信号的频域分析 (6 学时)
 - 1) 连续周期信号的频域分析 (第八周第一节)
 - 2) 连续非周期信号的频谱 (第八周第二节)
 - 3) 常见连续时间信号的频谱 (第八周第三节)
 - 4) 连续时间 Fourier 变换的性质 (第九周第一节)
 - 5) 离散周期信号的频域分析 (第九周第二节)
 - 6) 离散非周期信号的频域分析 (第九周第三节)

5. 系统的频域分析 (6 学时)
 - 1) 连续时间系统的频率响应 (第十周第一节)
 - 2) 连续信号通过系统响应的频域分析 (第十周第二节)
 - 3) 无失真系统与理想低通 (第十周第三节)
 - 4) 抽样与抽样定理 (第十一周第一节)
 - 5) 调制与解调 (第十一周第二节)
 - 6) 离散时间系统的频域分析 (第十一周第三节)

<p>6. 连续信号与系统的复频域分析（6 学时）</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 连续时间信号的复频域分析（第十二周第一节） 2) 连续时间系统的复频域分析（第十二周第二节） 3) 连续时间系统函数与系统特性（第十二周第三节） 4) 连续时间系统的模拟（第十三周第一、二、三节） <p>7. 离散信号与系统的复频域分析（6 学时）</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 离散时间信号的 Z 域分析（第十四周第一节） 2) 离散时间系统的 Z 域分析（第十四周第二、三节） 3) 离散时间系统函数与系统特性（第十五周第一节） 4) 离散时间系统的模拟（第十五周第二、三节） <p>8. 系统的状态变量分析（3 学时）</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 状态方程的普遍形式（第十六周第一节） 2) 连续时间系统状态方程的建立（第十六周第二节） 3) 离散时间系统状态方程的建立（第十六周第二节） 4) 连续时间系统状态方程的求解（第十六周第三节） 5) 离散时间系统状态方程的求解（第十六周第三节）
<p>课内外讨论或练习、实践、体验等环节设计：（如有，须列出时间、地点和内容安排）</p> <p>无</p>
<p>如需配备助教，注明助教工作内容：</p> <p>作业批改、答疑、监考</p>
<p>考核和评价方式（提供学生课程最终成绩的分数组成，体现形成性的评价过程</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 说明成绩构成比重，平时成绩比例原则上不低于 30%； 2. 明确期末考核方式：开卷/闭卷/论文/其他； 3. 考试形式为论文时，应明确论文撰写要求及评分标准）： <p>考试形式以笔试为主，并参考平时作业和考勤情况，考试题型包括选择题、填空题、计算题，证明题和应用题。</p>
<p>教材（包括作者、书名、出版社和出版时间；如使用自编讲义，也请列明</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 使用教材或其他参考书目的，需列出作者、书名、出版社和出版时间；有马工程教材的，必须选用并标明为马工程教材； 2. 使用讲义或课件，请说明）： <p>陈后金，信号与系统（第 3 版），北京交通大学出版社，2017 年 05 月</p>

教学参考资料（包括作者、书名、出版社和出版时间）：

无

《半导体物理》

课程代码	MICR130005h				
课程名称	半导体物理(H)				
英文名称	Physics of Semiconductor (H)				
学分数	6	周学时	6	授课语言	中文
课程性质	<input type="checkbox"/> 通识教育专项 <input type="checkbox"/> 核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修 <input type="checkbox"/> 大类基础 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修 <input type="checkbox"/> 专业选修 <input type="checkbox"/> 其他				
教学目的	（说明课程教学目标） 知识层面：理解半导体相关的基本概念、电子运动规律和特点；理解 pn 结、金半接触和 MIS 结构的工作原理； 能力层面：计算和分析半导体的基本电学性质，数学角度推导 pn 结、金半接触和 MIS 结构的工作原理，计算其相关电学参数； 素质层面：听说读写思辨全面提升，强化科学精神，坚定专业志向。				
基本内容简介	（简要介绍课程教学内容） 半导体能带论、半导体载流子统计、半导体载流子输运、非平衡载流子、pn 结、异质结、金属-半导体接触、双极型晶体管基本工作原理、半导体表面与 MIS 结构、场效应晶体管基本工作原理。				
基本要求：	（指对学生学习、考勤等相关要求） 预修大学物理和高等数学；及时观看全部在线课程视频、完成在线练习和讨论题、在线提交所有纸质作业；及时完成讨论课作业（带录音和笔迹的自播放PPT文件）并按时在线提交、参加作业自评、互评；讨论课课堂能限时完成个人PPT作业交流讨论，并能发表有效见解。				
授课方式：	（讲授为主/研讨为主/其他） 线上线下混合式教学，单周线上自学，双周线下讨论。				

主讲教师简介: (含姓名、个人简历、联系方式、答疑时间等)

蒋玉龙, 男, 博士, 复旦大学微电子学院教授, 博士生导师, 复旦大学卓学计划学者, 上海市青年科技启明星, 复旦大学教师教学发展中心副主任, IEEE/EDS-CPMT 上海联合支会主席。

1999-2005 年在复旦大学相继获得学士、硕士和博士学位。2005 年7 月起受聘于复旦大学微电子学院, 从事集成电路先进工艺与器件、功率器件、CMOS 图像传感器和柔性电子器件研究。在 IEEE EDL 等微电子主流期刊上作为第一作者和通讯作者已发表几十篇研究论文。常年为本科生开设《半导体物理》和《半导体器件原理》课程。2016 年7 月, 获得复旦大学首届教学贡献奖。2018 年6 月被评为教育部在线教育研究中心“智慧教学之星”。2018 年9 月, 获得复旦大学“十佳教师”称号。2019 年9 月获得上海市育才奖。

办公地址: 本部微电子学楼312 室

联系方式: wxid_1511675115312

教学内容安排 (16 周):

W1-2 (第一次课)

1 固体物理导论

1.1 晶体结构

1.1.1 晶体的基本特点

1.1.2 原子的周期性阵列

1.1.2.1 点阵平移矢量和点阵

1.1.2.2 对称操作

1.1.2.3 基元和晶体结构

1.1.2.4 点阵初基晶胞

1.1.3 点阵的基本类型

1.1.4 晶面指数系统

1.1.5 常见晶体结构范例

1.2 晶体衍射和倒易点阵

1.2.1 布拉格定律

1.2.2 倒易点阵

1.2.2.1 傅立叶分析

1.2.2.2 倒易点阵矢量

1.2.2.3 衍射条件

1.2.3 布里渊区

1.2.4 倒易点阵的范例

1.3 自由电子费米气体

1.3.1 一维情况下的能级和轨道密度

W3-4 (第二次课)

1.3.2 温度对费米-狄喇克分布的影响

1.3.3 三维情况下的自由电子气

1.4 能带

1.4.1 近自由电子模型

1.4.2 能隙的起因

1.4.3 布洛赫函数

1.4.4 克朗尼格-朋奈模型

1.4.5 能带中轨道的数目

1.4.6 金属和绝缘体

1.5 半导体晶体

1.5.1 能带隙

1.5.2 重要半导体材料 Si 单晶的介

2.1 半导体中电子的运动_有效质量

2.1.1 半导体中 E-k 的关系

2.1.2 半导体中电子的平均速度

2.1.3 半导体中电子的加速度

2.1.4 有效质量的意义

2.2 本征半导体的导电机构_空穴

2.2.1 空穴

2.2.2 本征半导体的导电机构

2.3 回旋共振和等能面

2.3.1 一般情况下的等能面方程

2.3.2 回旋共振

2.4 硅和锗的能带结构

2.4.1 硅的导带结构

2.4.2 硅的能带结构

2.4.3 锗的能带结构

2.4.4 能带结构与温度的关系

W5-6 (第三次课)

3.1 硅、锗晶体中的杂质能级

3.1.1 替位式杂质和间隙式杂质

3.1.2 施主杂质_施主能级_受主杂质_受主能级

3.1.3 杂质浅能级电离能的简单计算

3.1.4 杂质的补偿作用

3.1.5 深能级杂质

3.2 III-V 族化合物中的杂质能级

3.2.1 GaAs 中的杂质

3.3 缺陷_位错能级

3.3.1 点缺陷

3.3.2 线缺陷_位错

4.1 状态密度

4.1.1 三维情况下的自由电子气

4.1.2 状(能)态密度的定义

4.1.3 状(能)态密度的汇总

4.2 费米能级和载流子的统计分布

4.2.1 费米分布函数 f(E)

4.2.2 导带电子和价带空穴浓度

4.3 本征半导体中的载流子统计

4.3.1 本征载流子浓度 n_i

4.3.2 本征半导体的费米能级位置

4.4 杂质半导体中的载流子统计

4.4.1 非补偿情形(单一杂质)

4.4.2 补偿情形

W7-8 (第四次课)

4.5 简并半导体

4.5.1 简并的出现

4.5.2 简并半导体的载流子浓度

4.5.3 简并化条件

4.5.4 简并时杂质的电离

5 半导体中载流子的输运

5.1 载流子的漂移运动

5.1.1 电导的微观理论

5.1.2 半导体的电导率和迁移率

5.2 载流子的散射

5.2.1 载流子散射的概念

5.2.2 散射几率_平均自由时间及其迁移率的关系

5.2.3 载流子的主要散射机制

5.3 迁移率与杂质浓度和温度的关系

5.3.1 迁移率与杂质浓度和温度的关系

5.3.2 电阻率与杂质浓度的关系

5.4 强电场下的输运

5.4.1 欧姆定律的偏离和热载流子

6.1 非平衡载流子的注入与复合

6.1.1 非平衡载流子的产生

6.1.2 附加光电导现象

6.1.3 非平衡载流子的复合

6.1.4 非平衡载流子的产生

6.2 准费米能级

6.2.1 准平衡

6.2.2 准费米能级

6.3 复合理论

6.3.1 复合的分类

6.3.2 直接复合

W9-10 (第五次课)

6.3.3 间接复合

6.3.4 表面复合

6.4 陷阱效应

6.4.1 陷阱现象

6.4.2 成为陷阱的条件

6.5 载流子的扩散运动

6.5.1 一维扩散方程

6.5.2 一维扩散方程的稳态解

6.5.3 扩散电流

6.5.4 例子: 三维探针注入

6.6 载流子的漂移运动_双极扩散

6.6.1 浓度梯度引起的自建电场

6.6.2 爱因斯坦关系

6.6.3 丹倍效应

6.6.4 双极扩散

6.7 连续性方程

6.7.1 连续性方程

6.7.2 连续性方程的特例情况

6.7.3 连续性方程的一般情形

7p-n 结

7.1 平衡 p-n 结特性

7.1.1 p-n 结的形成及杂质分布

W11-12 (第六次课)

7.1.2 空间电荷区

7.1.3 平衡 p-n 结能带图

7.1.4 p-n 结接触电势差

7.1.5 p-n 结的载流子分布

7.2 p-n 结电流电压特性

7.2.1 p-n 结中的电场和电势分布

7.2.2 非平衡 p-n 结的能带图

7.2.3 理想 p-n 结的 J-V 关系

7.2.4 理想 p-n 结 J-V 关系的特性

7.2.5 理想 p-n 结 J-V 关系的修正

W13-14 (第七次课)

7.3 p-n 结电容

7.3.1 势垒电容

7.3.2 扩散电容_(正向偏压)

7.4 p-n 结的击穿

7.4.1 雪崩击穿

7.4.2 齐纳击穿(隧道击穿)

7.5 p-n 结隧道效应

7.5.1 简并 P-N 结的能带图

7.5.2 Esaki_二极管

8 金半接触

8.1 金半接触的能带图

8.1.1 功函数和电子亲和力

8.1.2 接触电势差

8.1.3 表面态对接触势垒的影响

8.1.4 势垒区的电势分布

8.1.5 肖特基接触的势垒电容

8.2 金半接触的整流输运理论

8.2.1 扩散理论

8.2.2 热电子发射理论

8.2.3 镜像力影响

8.2.4 隧道效应影响

8.2.5 pn 结和肖特基势垒二极管

8.3 少子注入和欧姆接触

8.3.1 少子注入

8.3.2 欧姆接触

9 半导体表面与 MIS 结构	9.2.4 半导体表面层的五种基本状态	10.1 异质结
9.1 表面态概念	9.3Si-SiO ₂ 系统的性质	10.1.1 异质结的分类
9.1.1 表面的特殊性	9.3.1Si-SiO ₂ 系统中的电荷状态	10.1.2 异质结的能带图
9.1.2 理想表面	9.4MIS 结构的 C-V 特性	10.2 霍尔效应
9.1.3 真实表面	9.4.1MIS 电容结构的能带图	10.2.1 一种载流子的霍尔效应
9.2 表面电场效应	9.4.2 理想 MIS 电容的 C-V 特性	10.2.2 考虑速度统计分布后一种载流子的霍尔效应
9.2.1 空间电荷层	9.4.3 实际 MIS 电容的 C-V 特性	10.2.3 两种载流子的霍尔效应
9.2.2 空间电荷层中的泊松方程	9.5 表面电导及迁移率	
W15-16 (第八次课)	9.5.1 表面电导	
9.2.3 半导体表面电场_电势和电容	10 异质结_霍尔效应	

《半导体器件原理》

课程代码	MICR130028				
课程名称	半导体器件原理				
英文名称	Semiconductor Device Physics				
学分数	4	周学时	4	授课语言	中文
课程性质	<input type="checkbox"/> 通识教育专项 <input type="checkbox"/> 核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修 <input type="checkbox"/> 大类基础 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修 <input type="checkbox"/> 专业选修 <input type="checkbox"/> 其他				
教学目的	掌握双极型晶体管和 MOS 场效应晶体管的工作原理，掌握这两种器件的特性和模型，理解影响器件特性的主要因素和晶体管中的常见非理想效应，了解小尺寸 MOS 器件的发展动态。				
基本内容简介	双极型晶体管的直流特性、频率特性、开关特性；MOS 场效应晶体管的阈值电压、直流特性、频率特性、开关特性以及小尺寸效应。				
基本要求: 预修半导体物理，按时完成课程作业，参加课程讨论。					
授课方式: 部分班级借助在线课程，开展混合式翻转教学（单周线上自学，双周教室面授）。					
主讲教师简介: 蒋玉龙，男，博士，复旦大学微电子学院教授，博士生导师，复旦大学卓学计划学者，上海市青年科技启明星，复旦大学教师教学发展中心副主任，IEEE/EDS-CPMT 上海联合支会主席。 1999-2005 年在复旦大学相继获得学士、硕士和博士学位。2005 年 7 月起受聘于复旦大学微电子学院，从事集成电路先进工艺与器件、功率器件、CMOS 图像传感器和柔性电子器件研究。在 IEEE EDL 等微电子主流期刊上作为第一作者和通讯作者已发表几十篇研究论文；多次担任国际结技术研讨会程序委员会共主席和国际固态与集成电路技术大会秘书长、程序委员会共主席。2003 年 12 月在华盛顿曾获得“国际电子电气工程师协会电子器件分会全球研究生奖学金（IEEE/EDS GSF）”。 蒋玉龙教授常年为复旦大学本科生开设专业必修课，是上海市精品课程《半导体物理》（本科，微电子方向）和上海市重点课程《半导体器件原理》（本科）的负责人，是 2010 年度校教学成果奖一等奖的获得者，是 2011 年度校青年教师教学比赛一等奖的获得者，是上海市 2014、2018 年度教学成果奖二等奖的获得者。蒋教授还常年为研究生开设学位基础课《半导体工艺技术》。在信息化教学上，蒋教授首创了借助在线课程的原位翻转教学法，并从 2014 年春季学期					

开始在《半导体物理》、《半导体器件原理》、《半导体物理和器件原理（卓越工程师班）》和《半导体工艺技术》课程上完整实践了该教学法，取得积极效果。2014年至今，已应邀赴多所院校做过百余场关于在线课程与混合式教学相关的专题报告。2016年7月，获得首届复旦大学教学贡献奖。2018年6月，被教育部在线教育研究中心评为“智慧教学之星”。2018年9月，被评为复旦大学十佳教师。

办公地址：本部微电子学楼 312 室

联系方式：65643768

答疑时间：周三下午 13:30-15:00（含网络答疑）

教学团队成员

姓名	性别	职称	院系	在教学中承担的职责
蒋玉龙	男	教授	微电子学院	主讲/课程负责人
茹国平	男	教授	微电子学院	主讲
仇志军	男	教授	信息学院	主讲

教学内容安排：

教学内容安排 (16 周):

W1-2（第一次课）

1pn 结的频率特性与开关特性

1.1 半物要点回顾

1.2pn 结的频率特性

1.2.1 交流小信号下的 pn 结少子分布

1.2.2 扩散电流

1.2.3 交流小信号导纳

1.2.4 交流小信号等效电路

1.3pn 结的开关特性

1.3.1pn 结二极管的开关作用

1.3.2 导通过程

1.3.3 关断过程

2 双极型晶体管

2.1 基本结构、制造工艺和杂质分布

2.1.1 晶体管的基本结构

2.1.2 制造工艺

2.1.3 杂质分布

2.2.1 放大条件

2.2.2 电流传输

2.2.3 共基极电流放大系数

2.2.4 共射极电流放大系数

2.3 直流特性

2.3.1 晶体管中的少子分布

2.3.2.1 少子分布

2.3.2.2 电流密度

2.3.2.3 I_e 、 I_b 、 I_c 表达式

W3-4 (第二次课)

2.3.3 放大系数表达式

2.3.4.1 共基极

2.3.4.2 共射极

2.3.5.1 发射结面积对注入效率的影响

2.3.5.2 基区宽度调制效应

2.3.5.3 发射结复合电流影响

2.3.5.4 大注入效应之一-Webster 效应

2.3.5.5 大注入效应之二-Kirk 效应

2.3.5.6 大注入效应之三-发射极电流集边效应

2.3.6 实际晶体管的输入、输出特性

2.3.6.1 共基极输入、输出特性

2.3.6.2 共射极输入、输出特性

2.4 反向特性

2.4.1 晶体管的反向电流

2.4.1.1 I_{cbo} 、 I_{ebo}

2.4.1.2 I_{ceo}

2.4.2.1 BV_{ebo} 、 BV_{cbo}

2.4.2.2 BV_{ce}

2.4.3.1 基区穿通

2.4.3.2 集电区穿通

2.5 晶体管的模型

2.5.1 Ebers-Moll 方程

2.5.2 实际晶体管模型

W5-6 (第三次课)

2.6 频率特性

2.6.1 晶体管的放大作用

-
- 2.6.2.1y 参数等效电路
 - 2.6.2.2h 参数等效电路
 - 2.6.3.1 晶体管的高频效应
 - 2.6.3.2 发射极延迟时间
 - 2.6.3.3 基区渡越时间
 - 2.6.3.4 集电结渡越时间
 - 2.6.3.5 集电极延迟时间
 - 2.6.3.6.1 共基极截止频率
 - 2.6.3.6.2 共射极截止频率
 - 2.6.3.6.3 特征频率
 - 2.6.4.1h 参数等效电路
 - 2.6.4.2 高频功率增益
 - 2.6.4.3 最高振荡频率
 - 2.6.5 漂移晶体管
 - 2.6.5.1 非均匀基区及自建电场
 - 2.6.5.2.1 少子分布与少子电流
 - 2.6.5.2.2 直流增益
 - 2.6.5.2.3 Early 效应
 - 2.6.5.3.1 连续性方程解基区渡越时间
 - 2.6.5.3.2 漂移速度解基区渡越时间
 - 2.6.5.3.3 扩散电容解基区渡越时间
 - 2.6.6 异质结晶体管
 - 2.6.6.1 结构
 - 2.6.6.2 理想异质结能带图
 - 2.6.6.3 工作原理
- W7-8（第四次课）**
- 2.7 开关特性
 - 2.7.1.1 晶体管的工作区
 - 2.7.1.2 截止区和饱和区的少子分布
 - 2.7.1.3 晶体管的开关作用
 - 2.7.1.4 晶体管的开关过程
 - 2.7.1.5 晶体管开关过程中的少子分布
 - 2.7.2.1 电荷控制理论
 - 2.7.2.2 开关时间
 - 2.7.2.2.1 延迟时间

-
- 2.7.2.2.2 上升时间
 - 2.7.2.2.3 储存时间
 - 2.7.2.2.4 下降时间
 - 2.7.2.2.5 提高开关速度的途径
 - 2.7.2.2.6 正向压降和饱和压降
 - 3MOSFET 的基本特性
 - 3.1MOSFET 的结构和工作原理
 - 3.1.1MOSFET 简介
 - 3.1.2MOSFET 的结构
 - 3.1.3MOSFET 的基本工作原理
 - 3.1.4MOSFET 的分类和符号
 - 3.1.5MOSFET 的输出特性和转移特性

W9-10（第五次课）

- 3.2MOSFET 的阈值电压
- 3.2.1 半导体的表面状态
- 3.2.2 阈值电压的表达式
- 3.2.3.1 功函数差的影响
- 3.2.3.2 衬底杂质浓度 N_B 的影响
- 3.2.3.3 界面固定电荷 Q_{SS} 的影响
- 3.2.3.4 离子注入调整 V_T
- 3.2.3.5MOS 栅电极的发展历史
- 3.2.3.6 衬底偏置效应
- 3.3MOSFET 的直流特性
- 3.3.1MOSFET 非平衡时的能带图
- 3.3.2 $I_{DS} \sim V_{DS}$ 的关系
- 3.3.2.1 缓变沟道近似(GCA)
- 3.3.2.2 可调电阻区(线性区)
- 3.3.2.3 饱和区
- 3.3.3MOSFET 的亚阈值特性
- 3.3.3.1 亚阈值现象
- 3.3.3.2 亚阈值区的扩散电流

W11-12（第六次课）

- 3.3.3.3 亚阈摆幅
- 3.3.4.1 输出特性和转移特性
- 3.3.4.2 直流参数

- 3.3.4.3 低频小信号参数
- 3.3.5.1.1 栅电场影响(Ex)
- 3.3.5.1.2 漏电场 E_y 影响 (载流子速度饱和效应)
- 3.3.5.1.3 对 g_m 的影响
- 3.3.5.2 体电荷变化效应(Bulk-Charge Model)
- 3.3.5.3.1 沟道长度调制效应
- 3.3.5.3.2 漏电场静电反馈效应
- 3.3.5.4 源漏串联电阻对 g_D 和 g_m 的影响
- 3.3.5.5 最大 g_m+I_{out} (g_m 的极限)
- 3.3.5.6 Gate-Induced Drain Leakage(GIDL)
- 3.3.6.1 源漏击穿
- 3.3.6.1.1 漏-衬底 pn 结雪崩击穿(BVDS)
- 3.3.6.1.2 沟道雪崩击穿
- 3.3.6.1.3 漏源势垒穿通
- 3.3.6.2 栅击穿

W13-14 (第七次课)

- 3.4 MOSFET 的频率特性
- 3.4.1.1 MOSFET 的电容
- 3.4.1.2 计算分布电容 C_{GS} 和 C_{GD}
- 3.4.1.3 等效电路
- 3.4.2.1 跨导截止频率
- 3.4.2.2 截止频率(最高振荡频率) f_T
- 3.4.2.3 沟道渡越时间
- 3.4.2.4 提高 f_T 的途径
- 3.5 MOSFET 的开关特性
- 3.5.1.1 MOS 倒相器的开关作用
- 3.5.1.2 MOS 倒相器的开关时间
- 3.5.2 增强型-增强型 MOS 倒相器 (E-EMOS)
- 3.5.3 增强型-耗尽型 MOS 倒相器 (E-DMOS)
- 3.5.4 互补 MOS 倒相器 (CMOS)
- 3.6.1 MOSFET 的功率特性
- 3.6.2 功率 MOSFET 的结构
- 4 小尺寸 MOSFET 的特性
- 4.1.1 MOSFET 的短沟道效应 (SCE)
- 4.1.2.1 现象

4.1.2.2 原因

W15-16（第八次课）

4.1.2.3 电荷分享模型(Poon-Yau)

4.1.3.1 现象

4.1.3.2 原因

4.1.3.3 分析

4.1.4.1 现象

4.1.4.2 边缘耗尽效应

4.1.4.3 三种氧化物隔离结构的 NWE

4.1.4.4 杂质横向扩散的影响

4.1.5.1 现象

4.1.5.2 原因

4.1.6.1 现象

4.1.6.2 原因

4.1.6.3 抑制 sub-surface punchthrough 的措施

4.1.7 热载流子效应抑制-新型漏结构

4.2.1 载流子速度饱和效应

4.2.2.1 突变结耗尽层近似模型

4.2.2.2 恒定电场梯度模型

4.2.2.3 准二维模型

4.3MOSFET 的按比例缩小规律

4.3.1 按比例缩小规律概述

4.3.2.1 恒电场(CE)scaling

4.3.2.2 恒电压(CV)scaling

4.3.2.3 准恒电压(QCV) scaling-Generalized scaling

4.3.2.4 亚阈值 scaling(Subthreshold scaling)

4.3.3.1 μ_j

4.3.3.2 t_{ox}

4.3.3.3 W_S, W_D

4.3.3.4 现状和未来

《数字集成电路设计原理》

课程代码	MICRI30029
------	------------

课程名称	数字集成电路设计原理				
英文名称	The Principle of Digital Integrated Circuit Design				
学分数	3	周学时	3	授课语言	中文
课程性质	<input type="checkbox"/> 通识教育专项 <input type="checkbox"/> 核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修 <input type="checkbox"/> 大类基础 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修 <input type="checkbox"/> 专业选修 <input type="checkbox"/> 其他				
教学目的	<p>本课程目标：通过本课程学习，旨在使学生了解和掌握 CMOS 数字电路的基本概念、基本问题，设计方法和解决电路系统时序等问题的基本方法；能够运用所授知识对简单地数字电路进行功能特性分析及优化设计。使学生初步了解实际产品设计与理论之间的差异，培养一定的工程实践与科研能力。</p>				
基本内容简介	<p>本课程主要讲授 CMOS 数字集成电路的设计、包括三个模块。模块一为基础知识，包括数字集成电路发展回顾与展望，CMOS 集成电路工艺与封装，CMOS 器件原理；模块二为电路级设计方法，包括 CMOS 倒相器原理及速度与功耗的分析，CMOS 组合逻辑原理，静态电路，传输门逻辑与动态电路，时序逻辑单元；模块三为系统级设计方法，包括数字集成电路的设计方法学，数字电路的时序、运算功能模块（加法器、乘法器）、存储器等。</p>				
<p>基本要求：</p> <p>课程重点：</p> <p>基本概念、CMOS 器件理论、CMOS 版图设计、反相器速度与功耗分析、传输门逻辑与动态电路、时序设计、加法器与乘法器优化。</p> <p>课程难点：</p> <p>学生在修完大学半导体工艺等课程之后，面对电路设计，无法将两者联系起来，建立直观认识，存在知识链的断点，如何在有限学时内将两者联系起来是个难点。</p> <p>数字电路设计中出现的大量新概念和优化方法，如何在短时间内使学生弄清基本概念，学会分析实际问题，并提出优化方案是个难点</p> <p>课程要求：</p> <p>先讲授半导体工艺、器件与电路设计之间的关联，使学生能将工艺与电路联系起来，并从电路设计角度理解工艺流程。在每章结束后，通过作业的形式帮助学生深入理解各种电路形式。期末安排课程设计，通过实践，进一步综合掌握本课程知识。</p>					
<p>授课方式：</p> <p>讲授为主，结合课程设计和研讨</p>					

主讲教师简介：

任俊彦，复旦大学微电子学与固体电子学教授，博士生导师。研究方向为高频、低功耗、低电压 CMOS 模拟集成电路等。主持多项国家和上海市科研项目，来源包括国家自然科学基金，国家科技重大专项，863 计划和国家科技支撑计划等。

联系方式：13651973717，jyren@fudan.edu.cn

答疑时间：周二下午 13:30~15:00

教学团队成员

姓名	性别	职称	院系	在教学中承担的职责
任俊彦	男	教授	微电子学院	课程负责人，主讲教师
叶凡	男	副研究员	微电子学院	主讲教师
解玉凤	女	副研究员	微电子学院	授课教师
来金梅	女	教授	微电子学院	授课教师

教学内容安排：

第一周 数字集成电路历史回顾及发展动态

第一节课：历史回顾，分立到集成电路

第二节课：摩尔定律的说明

第三节课：本课程主要内容与考评方式说明

第二周 CMOS 数字集成电路工艺与封装

第一节课：平面工艺，各个层次，重点介绍有源区和多晶硅栅

第二节课：光刻工艺，版图 DRC

第三节课：先进封装与 SIP

第三周 CMOS 器件原理

第一节课：一阶长沟道模型

第二节课：二阶效应，速度饱和

第三节课：亚阈值电流，栓锁效应

第四周 CMOS 反相器原理

第一节课：反向器原理，静态特性

第二节课：瞬态特性，导通电阻

第三节课：功耗，电容充放电功耗，开关短路电流功耗，静态功耗

第五周 CMOS 反相器速度与功耗的优化

第一节课：性能随尺寸缩放

第二节课：反相器的速度与综合优化

第三节课：级联放大器最优化设计

第六周 CMOS 组合逻辑原理，静态电路

第一节课：互补 CMOS 概念，何为互补电路

第二节课：电路与版图设计

第三节课：尺寸规划

第七周 传输门逻辑与动态电路

第一节课：传输管与传输门逻辑

第二节课：有比逻辑与 DCVL

第三节课：动态逻辑与多米诺级联

第八周 时序逻辑单元

第一节课：锁存器与寄存器时序参数定义

第二节课：主从结构准静态 DFF

第三节课：C2MOS, TSPC 与脉冲 DFF

第九周 期中考试

第十周 数字集成电路设计方法学

第一节课：基于标准单元的半定制设计流程

第二节课：逻辑综合

第三节课：集成电路经济学

第十一周 数字集成电路的互连寄生与导线

第一节课：寄生电阻、电容与电感的分析

第二节课：寄生电容影响：串扰分析

第三节课：寄生电阻影响：IR Drop 与电迁移

第十二周 数字电路的时序

第一节课：同步电路静态时序分析、

第二节课：异步时序

第三节课：时钟树，PLL 与 DLL

第十三周 运算功能模块（加法器）

第一节课：全加器，行波进位加法器

第二节课：进位旁路与进位选择加法器

第三节课：超前进位加法器

第十四周 运算功能模块（乘法器及其他）

第一节课：阵列乘法器与进位保留乘法器

第二节课：比较器，移位器

第三节课：流水线结构分析

第十五周 存储器和可编程阵列逻辑

第一节课：ROM, 六管 SRAM

第二节课：三管与单管 DRAM
第三节课：敏感放大器
第十六周 课程设计汇报
第十七周 期末复习课
第十八周 期末考试

《嵌入式处理器与芯片系统设计》

课程代码	MICR130006				
课程名称	嵌入式处理器与芯片系统设计				
英文名称	Embedded processor and system on chip				
学分数	5	周学时	5	授课语言	中文
课程性质	<input type="checkbox"/> 通识教育专项 <input type="checkbox"/> 核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修 <input type="checkbox"/> 大类基础 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修 <input type="checkbox"/> 专业选修 <input type="checkbox"/> 其他				
教学目的	通过本课程的教学，使学生了解嵌入式处理器设计的基本原理和嵌入片上系统的组成方式，掌握系统芯片软硬件结构设计的基本流程；帮助学生熟悉基于 FPGA 平台的芯片原型系统的构造方法，锻炼学生的实践和创新能力，使之能够面向应用完成独创性的系统芯片开发。				
基本内容简介	本课程首先介绍计算机体系结构与处理器设计的基础理论知识，进而以 CSKY/RISCV 处理器为蓝本深入分析嵌入式处理器的内在结构，通过仿真实验掌握其基本规律。以处理器为核心进一步介绍 SoC 系统的构造方法以及基于 FPGA 平台的原型系统开发过程。针对物联网应用开展嵌入式系统开发实验，锻炼芯片系统设计的实践能力。				
基本要求： 学生应掌握嵌入式处理器的基本结构、基本原理和基本设计方法，了解 SoC 片上系统的软硬件组成和开发流程，熟悉基于 FPGA 平台的嵌入式原型系统的实现与验证方法，能够针对物联网应用完成嵌入式系统设计实验，形成一定的芯片系统开发能力。					
授课方式： 课堂讲授与实验教学					
主讲教师简介： 韩军，男，博士，研究员，博士生导师。2006 年 7 月留校任教，先后在复旦大学信息科学与工程学院、微纳科技创新平台、微电子学院从事教学与科研工作。2010 年曾赴欧洲国际微电子中心（IMEC）和比利时鲁汶大学进修访问。长期讲授微电子专业《计算机体系结构》等课程。作为					

课题负责人已承担了 3 项国家自然科学基金面上项目和多项重点行业单位横向合作项目,并作为骨干成员参与了国家重大专项、863 重点项目、国家自然科学基金重点项目、教育部科学技术研究重点项目、上海市科委集成电路专项、国防预研项目等国家级与省部级科技攻关课题 10 余项。以第一作者和通信作者在国内外重要的学术期刊与会议上发表(SCI/EI)论文 60 余篇,其中 IEEE Transactions/Journals 8 篇,获 20 项国家发明专利。联系方式: junhan@fudan.edu.cn。答疑时间:课程在期末会安排专门答疑时间。

孟建熠,男,博士,研究员。2009 年至 2012 年在浙江大学电气工程学院从事博士后研究,2010 年曾赴欧洲国际微电子中心(IMEC)和比利时鲁汶大学进修访问,2013 年起在复旦大学微电子学院开展教学科研工作。作为中天微系统公司的 CTO,长期从事自主可控嵌入式 CPU 的技术研发工作,主持或作为主要参与者承担了国家科技重大专项、国家“863”计划的一系列项目,在高性能、低功耗嵌入式 CPU 体系结构设计和系统芯片(SoC)设计方面建树颇丰。

教学团队成员 (如有,须全部列出;外聘教师或校外嘉宾参与授课须一并列出)

姓名	性别	职称	院系	在教学中承担的职责
周晓方	男	高工	微电子学院	课程讲授

教学内容安排 : (1. 按 36 学时共计 18 周,18 周含考试周,具体到每节课内容

2. 多人授课需按每节课明确授课教师及教学内容):

周次	内容	形式	学时
第一周	计算机体系结构基本概念	讲授	5
第二周	指令集设计	讲授	5
第三周	处理器的流水线结构	讲授	5
第四周	处理器的存储系统	讲授	5
第五周	输入输出系统	讲授	5
第六周	嵌入式处理器实例-CSKY/RISCV 处理器简介	讲授	5
第七周	嵌入式处理器的仿真实验	实验	5
第八周	片上系统 SoC (硬件结构)	讲授	5
第九周	片上系统 SoC (软件结构)	讲授	5
第十周	SoC 仿真实验	实验	5
第十一周	嵌入式操作系统简介	讲授	5
第十二周	嵌入式软件设计方法	讲授	5
第十三周	基于 FPGA 平台的嵌入式原型 系统开发方法	实验	5

第十四周	物联网应用与系统开发	实验	5
第十五周	嵌入式系统实验-物联网通信	实验	5
第十六周	嵌入式系统实验-物联网安全	实验	5
第十七周	嵌入式系统实验-物联网智能	实验	5

《集成电路工艺原理》

课程代码	MICR130007				
课程名称	集成电路工艺原理				
英文名称	Principles of VLSI Technology				
学分数	3	周学时	3	授课语言	中文
课程性质	<input type="checkbox"/> 通识教育专项 <input type="checkbox"/> 核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修 <input type="checkbox"/> 大类基础 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修 <input type="checkbox"/> 专业选修 <input type="checkbox"/> 其他				
教学目的	本课程属于理论与实践紧密结合的课程，目的是注重培养学生理论联系实际的能力、确立科学研究的思想方法、创新能力以及实践能力等。为学生将来从事微电子、集成电路设计、电子材料及相关学科的科学研究、工程设计奠定扎实的理论与实践基础。				
基本内容简介	本课程教学内容主要围绕集成电路制造的基础工艺，并重点介绍核心工序及关键制造工艺过程的基本原理，包括氧化、扩散、离子注入、薄膜淀积、光刻、刻蚀、金属化工艺以及工艺集成等内容。				
基本要求:	通过本课程的学习要求能够深刻理解并掌握集成电路工艺技术与设备的基本知识，具备扎实的集成电路工艺的理论基础、综合的实验技能和创新思想，具有发现问题，分析问题和解决问题的能力。				
授课方式:	讲授为主，含模拟实验。				
主讲教师简介:	(含姓名、联系方式、答疑时间等) 周嘉, jia.zhou@fudan.edu.cn, 每周二下午。 仇志军, zjqiufudan.edu.cn, 每周二下午。 陈琳, linchen@fudan.edu.cn, 每周二下午。				
教学团队成员	(如有, 须全部列出; 外聘教师或校外嘉宾参与授课须一并列出)				

姓名	性别	职称	院系	在教学中承担的职责
周嘉	女	教授	微电子学院	课程负责人, 主讲
仇志军	男	教授	信息学院	主讲
陈琳	男	青年研究员	微电子学院	主讲

教学内容安排 : (1. 按 36 学时共计 18 周, 18 周含考试周, 具体到每节课内容

2. 多人授课需按每节课明确授课教师及教学内容):

第一章 前言 (2 课时)

重点需要掌握的内容: 集成电路发展的历史和未来趋势, 包括第一个晶体管的诞生、集成电路的发明、平面工艺的发明、摩尔定律以及 ITRS 技术路线图。

第二章 实验室净化与硅片清洗 (2 课时)

重点需要掌握的内容: 实验室净化的必要性与流程、硅片的清洗与内部吸杂过程。

第三章 光刻 (4 课时)

重点需要掌握的内容: 光刻的作用与目的、三种不同的曝光模式、光刻最小分辨率、提高分辨率的方法与手段、光刻胶曝光过程。

第四章 氧化 (4 课时)

重点需要掌握的内容: 不同氧化过程与机制、氧化模型、影响氧化速率因素、氧化过程杂质分布。

第五章 扩散 (4 课时)

重点需要掌握的内容: 杂质扩散的目的、扩散动力学、两种扩散过程以及杂质浓度分布。

第六章 离子注入 (4 课时)

重点需要掌握的内容: 离子注入的特点与杂质分布、注入损伤与恢复。

第七章 薄膜淀积 (4 课时)

重点需要掌握的内容: 两种主要的淀积方式、化学气相沉积与物理气相沉积的过程与原理、外延过程。

第八章 刻蚀 (2 课时)

重点需要掌握的内容: 刻蚀的目的与要求、两种刻蚀方法优缺点以及干法刻蚀的种类。

第九章 接触与互连 (2 课时)

重点需要掌握的内容: 后端工艺的重要性、如何减少互连延迟、自对准工艺技术、电迁移现象、平坦化技术。

第十章 工艺集成 (2 课时)

重点需要掌握的内容: 器件隔离技术以及整个工艺流程。

第十一章 未来趋势与挑战 (2 课时)

重点需要掌握的内容: 目前面临的主要困难与解决方案、几种可能的新型器件结构、光刻技术的发展与新材料的引进。

《模拟集成电路设计原理》

课程代码	MICR130030				
课程名称	模拟集成电路设计原理				
英文名称	Design of Analog Integrated Circuits				
学分数	3	周学时	3	授课语言	中文
课程性质	<input type="checkbox"/> 通识教育专项 <input type="checkbox"/> 核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修 <input type="checkbox"/> 大类基础 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修 <input type="checkbox"/> 专业选修 <input type="checkbox"/> 其他				
教学目的	课程重点讲解模拟集成电路的设计特点、方法和流程；各种基本模拟集成电路的基本概念和原理；讨论 MOS 单管放大器的直流分析、频率分析和噪声分析，以及运算放大器的频率补偿。要求学生了解模拟集成电路设计中遇到的新问题及电路技术的新发展；能够运用所授知识对简单模拟集成电路进行电路分析、仿真和设计。通过手算和电路仿真方法估算电路性能，并设计完成运算放大器等基本的模拟集成电路。在此基础上，进一步理解模拟集成电路的非线性特性、带隙基准和连续时间滤波器的高级模拟集成电路。				
基本内容简介	面向理工科类学生的专业课程, 包括模拟集成电路基本理论知识和课程项目设计。				
基本要求:					
让学生通过本课程的学习掌握模拟集成电路的原理和分析方法，以及 Hspice 仿真软件的使用和基本运算放大器电路设计。					
授课方式:					
理论授课与课程项目设计相结合					
主讲教师简介:					
许俊：男，1961 年 8 月，微电子学院副教授。研究方向为模拟集成电路和模数与数模数据转换器集成电路的研究与设计。 张江微电子楼 283 室，jxu@fudan.edu.cn。 学生可通过邮件或在每周四下午 1:00-2:00 前往办公室答疑。					
教学团队成员					
姓名	性别	职称	院系	在教学中承担的职责	
许俊	男	副教授	微电子学院	主讲	

教学内容安排（按 36 学时共计 18 周，18 周含考试周，具体到每节课内容）：

以下标号按每周内容排列：

1. 导论及器件原理
 - a) 模拟集成电路的重要性及特点
 - b) 设计思路及设计策略，模拟信号处理芯片举例
 - c) P-N 结反偏特性分析
2. 器件和器件模型
 - a) MOS 大信号特性、二次效应对电流方程的修正
 - b) 小信号等效模型
 - c) 饱和区与速度饱和区、亚阈值区的过度区特性与工艺的关联、SPICE 模型参数及参数提取仿真实例
3. 单级放大器 1
 - a) 基本共源放大器大信号与小信号分析
 - b) 不同负载共源放大器分析
 - c) 提高共源放大器线性度的电路结构。共源放大器仿真实例
4. 单级放大器 2
 - a) 共漏放大器
 - b) 共栅放大器
 - c) 共源共栅放大器
5. 差动放大器
 - a) 差动放大器特点、差模与共模定性分析
 - b) 差模与共模定量分析
 - c) 增益提升技术
6. 有限电流源
 - a) 基本电流镜电路
 - b) 大摆幅电流镜与电流放大器
7. 频率分析方法
 - a) 基本的电压偏置
 - b) 密勒效应与极点-节点对应的分析方法
 - c) 基本共源放大器的频率特性
8. 单级放大器低频分析
 - a) 源极跟随器的频率特性
 - b) 共栅、共源共栅放大器的频率特性
 - c) 差动放大器的频率特性
9. 期中测试

-
10. 运算放大器 1
 - a) 运算放大器的参数及应用
 - b) 共源共栅放大器的设计实例
 - c) 增益提升技术举例
 11. 运算放大器的稳定性与频率补偿,
 - a) 运放的稳定性分析
 - b) 运放的频率补偿方法
 - c) 二级运放的频率分析
 12. 运算放大器 3, 设计工具介绍。
 - a) 运放转换速率、输入共模范围分析
 - b) 输出范围分析, 轨至轨放大器技术分析
 - c) 二级运放设计举例、设计课题及相关软件、参数库介绍
 13. 放大器的反馈 1,
 - a) 负反馈系统及反馈类型
 - b) 理想电压-电压负反馈分析
 - c) 非理想反馈网络的负载、电压-电压负反馈网络的负载
 14. 放大器的反馈,2, 噪声 1
 - a) 电流-电压负反馈分析
 - b) 电压-电流负反馈分析、电流-电流负反馈分析
 - c) 噪声的统计特性
 15. 噪声 2
 - a) 噪声类型、器件的噪声
 - b) 电路的噪声分析方法
 - c) 各种电路的噪声分析
 16. 其它(放大器的非线性特性), 复习。
 - a) 非线性特性的表征及参数
 - b) 电路的非线性、器件失配对电路性能的影响
 - c) 复习
 17. 期末考试
 18. 结课

《专用集成电路设计方法》

课程代码	INF0130094				
课程名称	专用集成电路设计方法				
英文名称	The Method of ASIC Design				
学分数	2	周学时	2	授课语言	中文
课程性质	<input type="checkbox"/> 通识教育专项 <input type="checkbox"/> 核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修 <input type="checkbox"/> 大类基础 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修 <input type="checkbox"/> 专业选修 <input type="checkbox"/> 其他				
教学目的	通过本课程学习，学生可以了解集成电路的发展历史和未来趋势以及产业状况，掌握基本的集成电路设计流程，理解电路描述、综合、验证、物理实现以及可编程器件的基本原理，并通过课余课题练习，进一步实际应用课堂所学，为其接下来从事集成电路设计行业工作或研究生的研究课题打下专业基础。				
基本内容简介	本课程介绍了集成电路的发展历史和未来趋势以及现有产业状况，重点讲述了集成电路的设计流程、设计过程中涉及的设计描述、设计综合、设计验证、物理实现、可测性设计以及可编程器件的基础原理。并通过实践课题使学生进一步掌握课堂所学和培养其本专业必备的自学设计工具使用的能力。				
基本要求： <p>学生必须参与课堂学习，如果缺席将直接影响其对课程内容的理解和掌握。从历史成绩看，考试不能通过的学生基本缺席较多。</p> <p>本课程的学习，学生需要掌握基本数字逻辑电路，同时需要自学掌握一种 HDL（硬件描述语言）语言进行电路设计和与之相关的设计 EDA（电子设计辅助）工具，课程重点在于讲述集成电路设计流程和各个节点的原理，具体实施的设计工具需要学生自己学习掌握，这个也是本专业学生必须具有的自学能力体现。</p>					
授课方式： <p>课程以教师讲授内容为主，同时本课程需学生独立完成一个指定设计课题，使得学生可以学以致用，在项目完成过程中进一步掌握所学知识，结果以项目报告的形式提交，培养学生研究工作中重要的撰写设计文档的能力。</p>					
主讲教师简介： <p>俞军，男，毕业于复旦大学电子工程系，电子学与信息系统专业硕士学位。现任职复旦大学微电子学院副院长，教授级高工，上海复旦微电子集团股份有限公司创始人，公司执行董事，副总经理，负责公司产品研发。兼任国家核高基重大专项（01 专项）核心电子元器件专家组专家，上海市领军人才。曾经获得国家科技进步二等奖，国防科技进步一等奖，上海市科技进步一等、二等奖、三等奖若干次。承担并完成数十项国家和省部级科研项目。手机 13917009229，email: yujun8621@fudan.edu.cn；随时 email 提问答疑。</p>					

教学团队成员				
姓名	性别	职称	院系	在教学中承担的职责
俞军	男	教授级高工	微电子学院	主讲
<p>教学内容安排：</p> <p>概述：</p> <p>第一周第一节课：产业情况介绍，国内外目前的集成电路情况，特别是国内集成电路发展过程</p> <p>第一周第二节课：复旦大学在中国集成电路发展中所处地位和贡献。本课程课时和考核安排介绍</p> <p>第二周第一节课：介绍集成电路的发展史，从第一个集成电路发明到目前的规模和特征尺寸以及摩尔定理的内容和目前的改变</p> <p>第二周第二节课：集成电路的种类、设计和制造的过程的简略介绍以及目前集成电路的发展趋势</p> <p>集成电路设计流程：</p> <p>第三周第一节课：ASIC 的设计过程、流程和层次介绍，重点是流程分为 TOP-DOWN 和 Bottom UP 两种</p> <p>第三周第二节课：ASIC 设计描述的层次和方面进行了介绍，并主要针对硬件描述语言 HDL 对设计进行描述，给出相应用例</p> <p>第四周第一、二节课：ASIC 设计流程的具体介绍，对 TOP-DOWN 和 Bottom UP 两种设计流程进行了详细介绍并给出了优缺点，指出现代集成电路设计方式以 TOP-DOWN 为主</p> <p>第五周第一节课：ASIC 的设计策略,从集成电路的参数设定，设计成功率介绍</p> <p>第五周第二节课：从上述设计目标出发指出采用结构化、规则化和协调化的设计方法是合理有效的。</p> <p>集成电路的自动化设计的综合方法：</p> <p>第六周第一节课：综合方法的必要性原因以及包含的内涵以及涉及的层次介绍</p> <p>第六周第二节课：逻辑综合和优化、物理综合、行为综合的具体内容和实施原理，特别介绍了无力综合 P&R 中的退火算法</p> <p>集成电路的设计验证：</p> <p>第七周第一节课：集成电路的设计验证分为功能验证、时序验证和物理参数验证。</p> <p>第七周第二节课：功能验证包括晶体管级、RTL 级、逻辑电路（门）级仿真以及这些仿真的算法</p> <p>第八周第一节课：时序验证包括动态时序验证和静态时序验证，比较区别和优缺点。</p> <p>第八周第二节课：物理参数验证包括设计规则、电学规则、LVS 验证和物理参数验证。</p> <p>课外实践课题：</p> <p>第九周第一节课：介绍本学期的课外实践课题内容和考核要求</p> <p>第九周第二节课：实现本课题要求的软硬件设计环境的介绍，包括设计输入用 HDL 方式，关键模块的可行性方案和硬件实现平台的可行性。</p>				

集成电路设计中的考虑因素:

第十周第一节课: 从产品经济性原则制定设计策略, 首先是制定产品设计目标, 特别举例介绍了集成电路的指标说明书的内容和含义。

第十周第二节课: 实现过程需要考虑软硬件的折衷、ASIC 的实现方式、采用的制造工艺及工艺生产线 (Foundry)、测试方式、封装形式、整体开发费用和生产成本, 最后是市场策略。

设计技术和 EDA 工具发展:

第十一周第一节课: 深亚微米以及目前纳米级电路的设计方法介绍。主要是工艺进展引起的问题及解决方案的介绍。

第十一周第二节课: 设计技术以及 EDA 技术的发展过程介绍。从第一代 EDA 工具到目前适应工艺发展的最新 EDA 设计工具和流程的介绍。

集成电路的可测性设计方法 (DFT) :

第十二周第一节课: Meaning and importance of Design-for-Test

第十二周第二节课: DFT terminology and Types of tests

第十三周第一节课: Fault modeling and detection

第十三周第二节课: Test pattern generation

第十四周第一节课: Internal scan design

第十四周第二节课: Boundary scan design and Built-in self-test (BIST) design

可编程 ASIC:

第十五周第一节课: 可编程 ASIC 器件的结构,

第十五周第二节课: 内部资源, 分类和开发系统介绍

第十六周第一节课: Xilinx, Altera 系列可编程器件介绍

第十六周第二节课: 国产 FPGA 可编程器件, 特别是复旦大学和上海复旦微电子集团股份有限公司联合的创新团队研发的 FPGA 介绍

考试:

第十七周 2 小时: 考试

第十八周 结课

《集成电路实验(上)》

课程代码	INF0130027				
课程名称	集成电路实验(上)				
英文名称	Integrated Circuit Experiments – Part 1				
学分数	3	周学时	3	授课语言	中文

课程性质	□通识教育专项□核心课程□通识教育选修□大类基础√专业必修□专业选修□其他			
教学目的	本课程是为微电子专业学生设置的一门本科专业必修实验课，注重实践，目的是培养该专业学生理论联系实际的能力、培养学生具有制造半导体集成电路的实际动手能力、确立科学研究的思想方法、创新能力以及实践能力。为学生将来从事微电子、集成电路设计、电子材料及相关学科的科学研究的、工程设计奠定扎实的理论与实践基础。			
基本内容简介	课程内容包括四个小课题：（一）集成电路制造的基本工艺-PN 制备与测量，涵盖了清洗工艺、氧化工艺、光刻工艺、蒸发工艺、硼扩散工艺、磷扩散工艺等具体工艺实验。（二）二维半导体器件制备与测量。（三）利用探针台和测试设备进行薄膜晶体管器件测量与分析（四）利用博达微微纳电子实验教学箱进行器件特性测量与分析。（五）集成电路工艺模拟。			
基本要求： <p>课程要求学生掌握半导体器件的工艺原理及其发展趋势，并与“集成电路工艺原理”课相结合，使学生具有一定的器件性能分析、工艺设计的能力。通过理解并掌握半导体物理、半导体器件原理及半导体工艺原理等课程知识的内在关联，深入探究器件电学参数与工艺参数之间的关系，理论联系实际，通过一系列的实验让学生更深入地了解课程中内容，加深理解。</p> <p>要求学生根据排定的实验轮转表，课前预习讲义和相关补充课件资料，准时到实验室做实验。做完实验后，进行有关数据处理和分析，撰写实验报告，并于下一轮实验时递交。</p>				
授课方式： <p>授课方式以学生独立做实验为主，教师和助教指导为辅。</p>				
主讲教师简介： <p>胡春风，微电子学院工程师，电话（021-65643766），研究方向为微电子器件与工艺，薄膜晶体管可靠性研究。主讲《集成电路实验(上)》、《集成电路实验(下)》。</p> <p>周鹏教授，博士生导师。Email: pengzhou@fudan.edu.cn。先后获得复旦大学“卓学计划”人才支持，上海市青年科技启明星、国家自然科学基金委优秀青年资助。微电子学院先进电子器件研究所副所长，主持“上海市微纳器件与工艺专业技术服务平台”工作。研究方向：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 新型二维层状半导体电子器件工艺与特性研究； 2. 下一代 CMOS 兼容非挥发存储器工作机制与制造技术； <p>答疑时间：每周三下午 13:30-15:30</p>				
教学团队成员				
姓名	性别	职称	院系	在教学中承担的职责

胡春风	女	工程师	微电子学院	负责
周鹏	男	教授	微电子学院	负责

教学内容安排：

第一周 面向全体同学的实验预备课，观摩集成电路制造工艺视频，仪器设备介绍，实验室环境健康安全介绍，危险品与紧急情况应对培训。分组选课题：

课题一：PN 制备与测量

第二周 清洗工艺：去离子水的制造原理和技术，半导体集成电路制造过程中有关材料的清洗原理和工艺。

第三周 氧化工艺：热生长二氧化硅薄膜的生长原理、制备技术和特性测量。

第四周 光刻工艺：光刻工艺的原理和制备技术。

第五周 蒸发工艺：真空镀膜制备金属铝薄膜和硅铝合金化工艺。

第六周 硼扩散工艺：半导体集成电路中硼扩散的机理、方法和特性测量。

第七周 磷扩散工艺：半导体集成电路中磷扩散的机理、方法和特性测量。

第八周 PN 测量

课题二：二维半导体器件制备与测量

第二周 清洗工艺：去离子水的制造原理和技术，半导体集成电路制造过程中有关材料的清洗原理和工艺。

第三周 氧化工艺：热生长二氧化硅薄膜的生长原理、制备技术和特性测量。

第四周 二维材料 CVD 生长

第五周 光刻工艺：光刻工艺的原理和制备技术。

第六周 金属电极淀积

第七周 二维半导体材料测试

第八周 数据分析与文献阅读

课题三：利用探针台和测试设备进行薄膜晶体管器件测量与分析

第二周：薄膜晶体管转移特性曲线测量与分析

第三周：薄膜晶体管输出特性曲线测量与分析

第四周：薄膜晶体管 NBTI 效应测量与分析

第五周：薄膜晶体管 NBTI 效应测量与分析

第六周：薄膜晶体管 PBTI 效应测量与分析

第七周：薄膜晶体管 PBTI 效应测量与分析

第八周：薄膜晶体管升温条件下 PBTI 效应测量与分析

课题四：利用博达微微纳电子实验教学箱

第二周：NMOS 晶体管转移特性曲线测量与分析

<p>第三周：NMOS 晶体管输出特性曲线测量与分析</p> <p>第四周：NMOS 晶体管衬底偏置效应与分析</p> <p>第五周：NMOS 晶体管 DIBL 效应与分析</p> <p>第六周：NMOS 晶体管 HCI 效应与分析</p> <p>第七周：NMOS 晶体管 NBTI 效应与分析</p> <p>第八周：FINFET 特性测量</p> <p>课题五：半导体工艺模拟</p> <p>1 layout 设计</p> <p>2 工艺步骤模拟</p>

《集成电路实验(下)》

课程代码	INF0130028				
课程名称	集成电路实验(下)				
英文名称	Integrated Circuit Experiments – Part 2				
学分数	2	周学时	2	授课语言	中文
课程性质	<input type="checkbox"/> 通识教育专项 <input type="checkbox"/> 核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修 <input type="checkbox"/> 大类基础 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修 <input type="checkbox"/> 专业选修 <input type="checkbox"/> 其他				
教学目的	<p>通过动手实验，使学生掌握晶体管特性图示仪、C-V 测试仪、信号发生器、双踪示波器等使用方法，深入理解 PN 结、双极型和 MOS 晶体管、数字和模拟集成电路的工作原理，掌握相关特性参数的测试原理和方法以及数据处理方法，为设计、制造、测试和应用半导体器件和集成电路打下基础。</p>				
基本内容简介	<p>本实验课程包括六个实验，双极型晶体管 EM 模型参数测量(1)和(2)、D 触发器特性参数测量、高速静态 MOS 存储器特性参数测量、D/A 和 A/D 转换器测量、MOSFET 基本特性参数测量。</p>				
<p>基本要求：</p> <p>要求学生根据排定的实验轮转表，课前预习讲义和相关补充课件资料，准时到实验室做实验。做完实验后，进行有关数据处理和分析，撰写实验报告，并于下一轮实验时递交。</p>					
<p>授课方式：</p> <p>本课程同时开放 6 个实验，每个实验有 5 个机位，每次可提供 30 位学生同时独立实验。当选课学生数大于 30 时，则通过间隔一周或多周的方式进行轮转。授课方式以学生独立做实验为主，教师和助教指导为辅。</p>					

主讲教师简介:

茹国平, 微电子学院教授, 研究方向为微电子器件与工艺, 曾负责多项国家和省部级科研项目研究, 发表多篇期刊和会议论文, 主讲《半导体物理》、《半导体器件原理》、《半导体光电子器件》、《集成电路实验(下)》等课程。电话: 65643561,18917696799; Email: gpru@fudan.edu.cn

胡春风, 微电子学院工程师, 研究方向为微电子器件与工艺, 薄膜晶体管可靠性研究。主讲《集成电路实验(上)》、《集成电路实验(下)》。电话: 65643766; Email: chunfenghu@fudan.edu.cn
每周三下午 13:30-15:30

教学团队成员

姓名	性别	职称	院系	在教学中承担的职责
茹国平	男	教授	微电子学院	负责实验一、二、六
胡春风	女	工程师	微电子学院	负责实验三、四、五

教学内容安排 :

本课程同时开放 6 个实验, 每位学生通过轮转, 采用“一人一机”的方式完成所有实验。6 个实验的具体教学内容如下:

实验一 双极型晶体管 EM 模型参数测量 (1)

学习晶体管特性图示仪和 C-V 测试仪的使用。理解 Ebers-Moll 模型 (EM1、EM2、EM3) 中基本直流参数 β_F 、 β_R 、 I_S 、 r_e' 、 r_b' 、 r_c' 、 V_A 和结电容参数 C_{jEO} 、 ϕ_E 、 m_E 、 C_{jCO} 、 ϕ_C 、 m_C 的物理意义。利用图示仪、外接可调直流电源和 C-V 测试仪测量 β_F 、 β_R 、 I_S 、 r_e' 、 r_c' 、 V_A 和结电容参数 C_{jEO} 、 ϕ_E 、 m_E 、 C_{jCO} 、 ϕ_C 、 m_C 等参数, 学会用非线性拟合的数据处理方法提取其中某些参数。

实验二 双极型晶体管 EM 模型参数测量 (2)

学习双踪示波器、脉冲信号发生器和晶体管 EM3 模型参数测试仪的使用。理解 Ebers-Moll 模型 (EM2、EM3) 中直流参数 r_b' 、 V_A 、 V_B 、 β_{FM} 、 β_{RM} 、 C_2 、 C_4 、 η_{EL} 、 η_{CL} 、 θ_F 、 θ_R 的物理意义。利用双踪示波器、脉冲信号发生器及相关电路测量 r_b' , 利用 EM3 模型参数测试仪测量 $I_C \sim V_{BE}$ 和 $I_B \sim V_{BE}$, 学会通过数据拟合方法提取出 β_{FM} 、 C_2 、 η_{EL} 、 θ_F 等参数。

实验三 D 触发器特性参数测量

学习双踪示波器、脉冲信号发生器和 D 触发器电路实验箱的使用。掌握主从型 D 触发器内部结点直流电平的测试, 通过手动控制其状态的翻转深入理解其工作原理。利用 D 触发器实现计数功能, 并通过输入连续脉冲获得二分频, 利用双踪示波器测量 D 触发器延迟时间和最高工作频率。

实验四 高速静态 MOS 存储器特性参数测量

学习双踪示波器、脉冲信号发生器和 HM6116P-3 高速 16K CMOS 静态存储器测试实验箱的使用。通过实验理解高速 CMOS SRAM 读写原理, 掌握静态存储器功能测量、直流特性测量和动态特性测量原理, 学会测量存储器主要读写时间常数的方法。

实验五 D/A 和 A/D 转换器测量

以 4E602 D/A 转换器为例，了解倒 T 型电阻 D/A 转换器的工作原理。掌握 D/A 转换器误差、精度、线性度和单调性等测量方法，学会通过数据拟合提取出相关参数。

以 ACD5G14433 A/E 转换器为例，了解双积分型 A/D 转换器的工作原理。掌握 A/D 转换器误差、精度、串模抑制比等参数的测量方法。通过改变积分元件的阻值或电容、干扰信号的频率，深入理解双积分型 A/D 转换器的特点。

实验六 MOSFET 基本特性参数测量

掌握博达微(PDA)微纳测试实验箱的使用方法，以 28nm 工艺 NMOS 器件为例，掌握 MOSFET 线性区和饱和区转移特性、输出特性的测量方法，学会利用转移特性曲线测量 V_T 的三种方法，学会利用输出特性测量沟道长度调制效应和提取 Early 电压 V_A 的方法，掌握测量衬偏系数 γ 、亚阈值摆幅 S 、DIBL 因子 σ 、 V_T 温度系数的方法。学会 MOSFET C-V 特性的测量方法，并掌握利用 C-V 和转移特性测试结果，测量器件氧化层电容 C_{ox} 、栅介质厚度 t_{ox} 、衬底掺杂浓度 N_A 、沟道迁移率 μ_{FE} 等方法。

5.3 专业进阶课程简介

《工程数学及概率方法》

课程代码	MICR130008				
课程名称	工程数学及概率方法				
英文名称	Engineering Mathematics and probability method				
学分数	3	周学时	3	授课语言	中文
课程性质	<input type="checkbox"/> 通识教育专项 <input type="checkbox"/> 核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修 <input type="checkbox"/> 大类基础 <input type="checkbox"/> 专业必修 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修 <input type="checkbox"/> 其他				
教学目的	通过本课程的学习，使学生比较系统地获得复变函数、概率论与数理统计的基础概念和基本理论，复变函数部分重点掌握解析函数、柯西定理与积分公式、留数等内容；概率方法部分掌握处理随机现象的基本思想和方法，培养学生运用概率论统计方法分析和解决随机问题的能力，并对随机过程有一定了解，为后面学习相关专业课程打下必要的基础。				
基本内容简介	教学内容主要包括以下方面： 1. 复变函数与解析函数 2. 复变函数的积分				

	<ol style="list-style-type: none"> 3. 复变函数的级数 4. 留数及其应用 5. 傅立叶变换 6. 古典概型、条件概率与独立性； 7. 一维随机变量：分布律、分布函数、概率密度与随机变量函数的分布； 8. 多维随机变量：联合、边缘、条件分布、独立性与随机变量函数的分布； 9. 随机变量的数字特征； 10. 大数定律与中心极限定理； 11. 样本及抽样分布； 12. 参数估计； 13. 假设检测；
<p>基本要求：</p> <p>第一部分 复变函数</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 熟练掌握复数的定义及三种表示法、基本运算；熟悉复平面上几种曲线的表示法；了解复变函数的极限定义与计算方法。 2. 深刻理解函数可微与解析的定义和关系；熟练掌握复变函数的导数计算公式；熟悉柯西-黎曼方程形式；熟练掌握复变函数可微与解析的判别条件；熟悉初等解析函数的定义形式及性质；熟练掌握多值函数的定义及计算。 3. 深刻理解复积分的定义；熟练掌握复积分的计算方法；熟练掌握判断二元函数为调和函数的方法。 4. 熟练掌握幂级数中收敛半径和收敛圆的求法；熟记几类初等函数的展开式及收敛范围；掌握解析函数零点定义及判断方法。 5. 理解留数的定义及留数定理；熟练掌握有限奇点处留数的计算；利用留数计算第三类积分。 6. 理解傅立叶变换及其应用 <p>第二部分 概率论</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 理解随机事件和样本空间的概念；熟练掌握事件之间的关系与基本运算。 2. 理解事件频率的概念；了解随机现象的统计规律性。 3. 理解概率的公理化定义；理解古典概率的概念；了解几何概率；掌握概率的基本性质（特别是加法定理）并会应用这些性质进行概率计算。 4. 理解条件概率的概念；掌握乘法定理、全概率公式和贝叶斯公式，并会应用这些公式进行概率计算。 5. 理解事件独立性的概念；会应用事件的独立性进行概率计算。 6. 掌握随机变量的概念；理解分布函数的概念和性质；掌握离散型随机变量和连续型随机变量的描述方法；理解分布律与分布密度的概念和性质。 7. 熟练掌握二项分布、泊松（Poisson）分布、均匀分布、指数分布和正态分布；会利用概率 	

分布计算有关事件的概率。

8. 掌握随机向量（多维随机变量）的概念；了解二维随机变量的联合分布函数、联合分布律、联合分布密度的概念和性质，并会计算有关事件的概率。
9. 掌握二维随机变量的边缘分布与联合分布的关系。
10. 理解随机变量独立性的概念，并会应用随机变量的独立性进行概率计算。
11. 会求简单的随机变量函数的概率分布；会求两个独立随机变量的和的分布。
12. 理解数学期望、方差的概念，掌握它们的性质与计算；会计算随机变量函数的数学期望。
13. 熟记二项分布、泊松分布、均匀分布、指数分布和正态分布的数学期望与方差。
14. 掌握相关系数的概念及它的性质与计算。
15. 掌握和应用切比雪夫不等式、切比雪夫定理和伯努里定理。
16. 掌握和应用独立同分布的中心极限定理和棣莫佛-拉普拉斯定理。

第三部分 数理统计

1. 理解总体、个体、样本和统计量的概念；掌握直方图的作法；掌握样本平均值和样本方差的计算。
2. 理解 χ^2 分布、 t 分布、 F 分布的定义并会查表计算；重点掌握正态总体的某些常用统计量的分布。
3. 理解点估计的概念；掌握矩估计法（一阶、二阶）与极大似然估计法；理解估计量的评选标准。
4. 理解区间估计的概念；会求正态总体的均值与方差的置信区间。
5. 理解假设检验的基本思想；掌握假设检验的基本步骤；深刻理解假设检验可能产生的两类错误及其关联。
6. 掌握单个和两个正态总体的均值与方差的假设检验；
7. 掌握关于总体分布假设的 χ^2 检验法。

授课方式：

讲授为主/研讨为辅

主讲教师简介：（含姓名、联系方式、答疑时间等）

荆明娥，博士，副研究员，主要研究兴趣包括视频图像处理，深度学习理论与应用，在 IEEE ICIP, IEEE trans on CAD（计算机辅助设计，顶级期刊），ISSCC（固态电路会议，顶级会议），ISCAS（电路与系统，高级会议），IEEE trans on CAS（电路与系统，顶级期刊），中国科学，电子学报，半导体学报等国际国内期刊和会议上发表论文四十余篇，主持多项国家自然科学基金和博士后基金。联系方式：mejing@fudan.edu.cn 13482526853 课前课后答疑

薛晓勇 xuexiaoyong@fudan.edu.cn, 134 8250 9718, 课前课后答疑

王明宇：mywang@fudan.edu.cn, 15601985916, 课前课后答疑

教学团队成员（如有，须全部列出；外聘教师或校外嘉宾参与授课须一并列出）

姓名	性别	职称	院系	在教学中承担的职责
荆明娥	女	副研究员	微电子学院	平行班主讲
薛晓勇	男	副研究员	微电子学院	平行班主讲
王明宇	男	青年研究院	微电子学院	平行班主讲

教学内容安排：（1. 按 36 学时共计 18 周，18 周含考试周，具体到每节课内容

2. 多人授课需按每节课明确授课教师及教学内容）：

基本安排：

第一周：复数与复变函数

第 1 节：复数, 代数运算, 几何表示, 复球面

第 2 节：复平面上的点集, 复变函数的概念

第 3 节：映射的概念, 复变函数的极限与连续性

第二周：解析函数

第 1 节：复变函数的导数与微分

第 2 节：解析函数

第 3 节：初等函数

第三周：复变函数的积分

第 1 节：复变函数积分的概念

第 2 节：柯西积分定理与柯西积分公式

第 3 节：柯西积分定理的高阶导数

第四周：级数

第 1 节：幂级数

第 2 节：泰勒级数

第 3 节：洛朗级数

第五周：留数理论

第 1 节：孤立奇点

第 2 节：留数定理, 留数的计算

第 3 节：留数定理的应用

第六周：傅立叶变换

第 1 节：傅氏积分定理, 傅氏变换

第 2 节：傅氏变换的性质

第 3 节：傅立叶变换的应用

第七周：概率论的基本概念

第 1 节：随机试验, 频率与概率

第2节：等可能概型、条件概率

第3节：贝叶斯公式，独立性

第八周：随机变量及其分布

第1节：随机变量，(0-1)分布，二项分布，泊松分布三种典型离散型随机变量

第2节：随机变量的分布函数，分布函数的性质，连续型随机变量及其密度函数

第3节：三种典型的连续型随机变量：均匀分布，指数分布，高斯分布，随机变量的函数的分布

第九周：多维随机变量及其分布

第1节：二维随机变量的介绍，分布函数 $F(x, y)$ 的性质

第2节：边缘分布函数，边缘分布律，边缘概率密度，条件分布律，条件概率密度，

第3节：相互独立的随机变量，二维随机变量到 n 维随机变量的推广， $Z=X+Y$ 的分布， $Z=Y/X$ ， $Z=XY$ 的分布， $M=\max\{X, Y\}$ ， $N=\min\{X, Y\}$ 的分布

第十周：随机变量的数字特征（一）

第1节：数学期望，常见离散性和连续型随机变量的数学期望

第2节：数学期望的性质及其应用

第3节：方差定义，泊松分布的方差，均匀分布的方差，指数分布的均质和方差

第十一周：数字特征（二）、大数定律及中心极限定理

第1节：协方差，相关系数，相关系数的性质，不相关，矩，协方差矩阵， n 维正态随机变量的性质

第2节：弱大数定律，伯努利大数定律，讨论大数定律的广泛应用等

第3节：独立同分布的中心极限定理。李雅浦诺夫定理，棣莫佛-拉普拉斯定理

第十二周：样本及抽样分布

第1节：随机样本，总体，个体，容量，有限（无限）总体，简单随机样本，直方图，频率直方图

第2节：箱线图。样本 p 分位数，样本中位数，第一四分位数，第三四分位数，箱线图的具体做法，修正箱线图，统计量，样本平均值，统计量，样本均值，样本方差，样本标准差，样本 k 阶矩，样本 k 阶中心矩，

第3节：经验分布函数，抽样分布： χ^2 分布、 t 分布、 F 分布、正态总体的样本均值与样本方差分布，这些分布的性质定义及之间的关系

第十三周：参数估计（一）

第1节：估计量，估计值，估计，矩估计法，矩估计量，矩估计值

第2节：最大似然估计，最大似然估计值，最大似然估计量，似然函数，对数似然方程，对数似然方程组，最大似然估计的不变性

第3节：无偏性，无偏估计量，有效性，相合性，相合估计量

第十四周：参数估计（二）

第1节：置信区间，置信上限，置信下限，置信水平，枢轴量，单个总体 $N(\mu, \delta^2)$ 的情况

第2节：两个总体 $N(\mu_1, \delta_1^2)$ ， $N(\mu_2, \delta_2^2)$ 的情况，0-1分布参数的区间估计

第3节：单侧置信区间，单侧置信下限，单侧置信上限

第十五周：假设检验（一）

第1节：假设检验的方法，显著水平，检验统计量，原假设，备择假设，拒绝域，临界点，显著性检验，双边备择假设，双边假设检验

第2节：单边检验（左右），单个总体 $N(\mu, \delta^2)$ 均值 μ 的检验：Z检验和t检验法，两个正态总体均值差的检验（t检验），基于成对数据的检验（t检验）

第3节：正态总体方差的假设检验方法：单个总体（ χ^2 检验）、两个总体（F检验法），置信区间与假设检验之间的关系

第16章：假设检验（二）

第1节：样本容量的选取方法，OC函数，OC曲线，功效函数，Z检验法的OC函数，t检验法的OC函数，t检验法的OC函数，讨论产品验收方案

第2节：分布拟合检验方法：单个分布的 χ^2 拟合检验法分布族的 χ^2 拟合检验法，秩和检验

第3节：p值的定义，p值检验法，讨论p值检验法与假设检验的关联及假设检验在现实生活中的广泛应用。

《数据结构与算法》

课程代码	MICR130009				
课程名称	数据结构与算法				
英文名称	Data Structures and Algorithms				
学分数	4学分	周学时	2+2	授课语言	中文
课程性质	<input type="checkbox"/> 通识教育专项 <input type="checkbox"/> 核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修 <input type="checkbox"/> 大类基础 <input type="checkbox"/> 专业必修 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修 <input type="checkbox"/> 其他				
教学目的	<p>前美国总统奥巴马曾说过：“所有美国人都应学习编程”、“编程教学如同识字一样，应成为基础教育的一部分”。编程教学的关键能力培养并不是学习一门或几门计算机编程语言的语法，而是如何用计算机语言表达现实中的数据、算法和逻辑。无论是从简单的计算器，还是到时下热门的大数据、机器学习、人工智能等，编程能力的核心始终是能否将现实生活中的数据、逻辑、流程、思维等在计算机世界进行有效地映射和重构。</p> <p>《数据结构》是计算机和电子信息方向的核心基础课程。《数据结构》课程的</p>				

	<p>学习，是从懂几门计算机编程语言语法的计算机爱好者，转变为软件开发者为最重要的一个学习环节。</p> <p>该门课程一方面具有极深的理论纵深，其中大量的核心算法是计算机科学的基础问题，了解该课程中大量的著名算法，可为日后从事科研工作打下良好的算法基础，同时本门课程也是国内计算机类研究生入学考试的必考内容。另一方面它也具有极强的实用价值，其中的大量知识点是国内外著名 IT 公司在招聘中的笔试、面试环节的重要内容。</p> <p>从知识结构来说，该课程上承“计算概论”与“程序设计实习”，下启“算法分析与设计”和“计算复杂性理论”，同时是操作系统、软件工程、数据库概论、编译技术、人工智能、计算机图形学等专业必修先行课，是计算机专业的核心课程之一，本科计算机类专业教学的重中之重。很多系统软件和应用软件都要使用到各种数据结构和算法。在人工智能、大数据、搜索引擎、数据挖掘、生物信息学等前沿研究中，数据结构与算法也有大量的实际应用和最新的研究发展。</p> <p>考虑到《数据结构》课程的特殊性，在教学中应将学生分为研究型、工程型和应用型三种不同类型的人才提出不同的要求，而不能简单地“一刀切”。研究型人才的要求是扎实的计算机基础理论和核心算法技术以及创新意识和创新能力；工程型人才熟悉计算机软硬件产品的工程性开发和实现工作；应用型人才能够从技术上实施信息化系统的构成和配置。在课程内容上，申请者将借鉴：（1）国家精品课程、北大信息科学技术学院教授张铭老师讲授的《数据结构与算法》；（2）美国 UC Berkeley 大学计算机系 Prof. Jonathan Shewchuk 的 CS 61B 课程《Data Structures》；（3）美国 Stanford 大学的课程 CS 361A 《Advanced Data Structures and Algorithms》等国内外著名课程的相关内容。</p>
<p>基本内容简介</p>	<p>初步的教学要求和教学内容如下（可按照教学团队指定的教学内容进行更改）： 教学基本要求： 通过本课程的学习，学生应能达到下列要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 数据结构和算法简介:数据结构定义（逻辑结构、存储结构、运算）； 抽象数据类型； 算法及其算法度量和评价（大 O 表示法及其运算规则）。 2 线性表概念和线性表存储（向量、链表） 3 栈、队列的应用； 4 字符串：字符串抽象数据类型，存储表示和类定义；字符串的运算； 5 二叉树：二叉树的概念及性质，二叉树的抽象数据类型；二叉树的周游；二叉树的存储实现；二叉检索树、堆与优先队列、Huffman 编码树； 6 树与森林：树的概念，森林与二叉树的等价转换，树的抽象数据类型；树的周游；树的链式存储，树的顺序存储。 7 图：图的基本概念，图的抽象数据类型，图的存储结构；图的周游（深度优先、

	<p>搜索、广度优先、拓扑排序)；最短路径问题，最小支撑树 (Prim 算法、Kruskal 算法)</p> <p>8 内排序：排序问题的基本概念，三种简单排序算法 (插入排序、冒泡排序、选择排序)；Shell 排序，快速排序，归并排序，堆排序，基数排序；</p> <p>10 检索：检索的基本概念；基于线性表的检索；基于集合的检索；散列方法</p>
<p>基本要求：</p> <p>包括课堂教学、上机实验、课后作业、大作业、期中考试、期末闭卷考试等环节。 上课和上机出勤率需高于 90%，闭卷期末考试。</p>	
<p>授课方式：</p> <p>课堂教学 2 学时、上机实验 2 学时，合计 4 学时。 学分 4 学分。</p>	
<p>主讲教师简介：</p> <p>曾璇 xzeng@fudan.edu.cn</p> <p>曾璇，博士、教授、博导，教育部长江学者特聘教授、国家杰出青年科学基金获得者、专用集成电路与系统国家重点实验室主任(2008-2012)。主要从事集成电路设计和计算机辅助设计方向的研究。承担了国家十一五科技重大专项、国家自然科学基金重点项目、面上项目等 10 多项课题，在纳米尺度集成电路设计方法学、可制造性设计、FPGA 器件及软件系统等方面开展了研究工作，在 IEEE Trans. CAS、IEEE Trans. CAD、DAC、ICCAD 等高水平国际期刊和会议上发表论文 100 余篇。国际会议邀请报告 8 次。获得授权国家发明专利 14 项。获得省部级奖 6 项。</p> <p>严昌浩 yanch@fudan.edu.cn</p> <p>严昌浩，男，博士、复旦大学微电子学院副教授。分别于 1996.6 和 2002.6 获华中理工大学流体机械系学士和计算机系硕士学位，2006.6 获清华大学计算机系博士学位。</p> <p>主要从事集成电路计算机辅助设计方向 (CAD/EDA) 和数值计算等应用基础研究，包括寄生参数提取、模拟电路设计自动优化、可制造性设计、成品率分析与优化、CMP 建模与仿真等 EDA 方向的研究，以及边界元法、随机法、大规模并行计算等数值计算方向的研究。近几年承担和作为主要参与者参与了国家重大专项、自然科学基金、重点实验室项目等多项科研项目。发表学术论文 40 余篇，论文发表在 SIAM Journal on Scientific Computing、IEEE Trans. on TCAD、Journal of The Electrochemical Society、Communications In Computational Physics、IEEE Trans. on VLSI、Journal ACM Transactions on Design Automation of Electronic Systems (TODAES) 等国际权威 SCI 期刊上，以及在 EDA 领域顶尖国际会议 DAC、ICCAD、DATE，以及 ASP-DAC 等。获 DAC 2017 会议最佳论文提名，获 ICCAD 2013 IEEE/ACM William J. McCalla 最佳论文提名，获 ISQED 2006 最佳论文提名。</p>	

严昌浩副教授在复旦大学微电子学院软件教学团队中，承担了多项计算机相关的教学任务。申请人每年负责卓越工程师班讲授 4 个学分的《数据结构与算法》必修课，该课程是计算机、电子、微电子专业最核心的专业基础课程之一，也是一门较为艰深的基础课程，很多核心算法将直接应用于科学研究前沿。授课对象是从信息学院各专业遴选出的 17 名拔尖学生组成的卓越工程师班。申请人常年负责拔尖学生的核心基础课程的教学，教学工作水平高和教学效果很好。每年主讲研究生专业选修课《从 C/C++ 到 Haskell-函数式程序设计导引》，函数式程序设计在基础计算理论上不同于常见的冯诺依曼计算机，在国内高校中，开设“函数式程序设计”课程的高校并不多。其它讲授过的课程包括：讲授最底层汇编语言的《微机原理与接口》课程，快速原型脚本语言《Perl 语言入门与提高》、《软件设计与开发》等相关课程。

教学团队成员（如有，须全部列出；外聘教师或校外嘉宾参与授课须一并列出）

姓名	性别	职称	院系	在教学中承担的职责
曾璇	女	教授	微电子学院	主讲
严昌浩	男	副教授	微电子学院	主讲

教学内容安排：（1. 按 36 学时共计 18 周，18 周含考试周，具体到每节课内容

2. 多人授课需按每节课明确授课教师及教学内容）：

教学内容

（一）课堂讲授的教学内容

1 数据结构的概念

数据结构的概念，抽象数据类型，算法和算法分析。

2 线性表

线性表逻辑结构，线性表的顺序存储及运算实现，线性表的链式存储和实现。

3 栈和队列

栈基本概念及栈的应用，队列基本概念及队列的应用。

4 串

串及其基本运算，串的表示与实现，串的模式匹配算法，串的应用。

5 树与二叉树

树的定义与基本术语，二叉树，二叉树的遍历和线索二叉树，树与森林，哈夫曼树及应用。

6 图

图的基本概念，图的存储表示，图的遍历，图的连通性，有向无环图及其应用，最短路径。

7 排序

排序的基本概念，插入排序，交换排序，选择排序，二路归并排序，基数排序。

8 检索

检索的基本概念；基于线性表的检索；基于集合的检索；散列方法

（二）课堂讨论的教学内容

下列内容可以安排讨论课：

- 1 二叉树的遍历
- 2 图及其应用

(三) 实验的教学内容

- | | |
|---------------|------|
| 1 约瑟夫环问题 | 4 学时 |
| 2 栈与队列的应用 | 4 学时 |
| 3 串相关算法 | 4 学时 |
| 5 二叉树基本操作 | 4 学时 |
| 6 图的基本操作 | 4 学时 |
| 7 查找算法 | 4 学时 |
| 8 常用排序算法的对比分析 | 4 学时 |

(四) 学时分配表

内 容	讲 课	讨 论	实 验	小 计
1 数据结构的概念	2			2
2 线性表	4		4	10
3 栈和队列	4		4	8
4 串	4		4	6
6 树与二叉树	6	4	4	13
7 图	6	4	4	13
8 查找	4		4	7
9 排序	6		4	8
合 计	36	8	28	72

《计算机体系结构》

课程代码	INFO130038				
课程名称	计算机体系结构				
英文名称	Computer Architecture				
学 分 数	3	周学时	3	授课语言	中文
课程性质	<input type="checkbox"/> 通识教育专项 <input type="checkbox"/> 核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修 <input type="checkbox"/> 大类基础 <input type="checkbox"/> 专业必修 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修 <input type="checkbox"/> 其他				

教学目的	通过本课程的教学，帮助学生了解计算机体系结构的定义、发展和基本原理，掌握体系结构中，指令级并行、层次式存储结构、内存管理、IO 等概念，了解 DLX 处理器及其指令集，了解机器指令集设计对高级语言的影响，以及对底层硬件的需求。			
基本内容简介	讲解计算机体系结构的概念，二进制表示方法，通用的性能指标，指令集设计准则，流水线实现方法和冲突的化解，半导体存储器，计算机的层次式内存结构，虚拟存储，外设和排队论简介，总线简介等。			
基本要求： 修学本课程的学生要预修计算机方面的基础课程，或掌握相关的基础知识，包括一门常见的高级编程语言（如 C 语言），了解一种以上的计算机指令集（如 X86 指令集），如能初步掌握一种汇编语言编写技能则学习效果更佳。				
授课方式： 上课时，以教师讲课为主，并有两到三次上机实验演示和/或硬件演示，目的是帮助同学加深印象，更好地理解理论知识。课后布置足量的回家作业，巩固课堂知识。				
主讲教师简介： 周晓方，博士，高级工程师，研究方向数字集成电路设计。				
教学团队成员				
姓名	性别	职称	院系	在教学中承担的职责
周晓方	男	副高	微电子学院	主讲教师
韩军	男	研究员	微电子学院	主讲教师
教学内容安排 （按 36 学时共计 18 周，18 周含考试周，具体到每节课内容）：				
第一周	计算机体系结构基本概念 计算机和计算理论的历史与关键人物 计算机系统的抽象层次 指令集的直观例子			
第二周	计算机体系结构基本概念（续） 计算机体系结构的主要内容 流水线的基本概念 存储器的层次结构 体系结构设计的量化准则			
第三周	数字的二进制表示 二进制数及其基本运算规则 十六进制数及其基本运算规则			

	符号和补码及其基本运算规则
	浮点数表示及其基本运算规则
第四周	指令集设计
	指令集作用、设计考量及演进
	四种典型指令集及其优缺点
	地址码的优化表示、通用寄存器指令集的主导地位
第五周	指令集设计（续）
	指令的寻址、格式、数据类型和大小
	熵编码和哈夫曼压缩
	指令操作与后续，扩展编码
	80-20 原则与 RISC
第六周	流水线
	流水线的概念、分类和特点
	算术流水线和指令流水线
	指令处理过程的 RTL 描述
	流水线结构的作用及其实现
	流水线冲突及其解决方法
第七周	高级流水线与 ILP
	中断、异常及其处理方法
	指令级并行技术的需求
	循环展开技术
	分支预测技术
第八周	高级流水线与 ILP（含上机练习讲解）
	超标量和超长指令字架构
	动态调度-记分牌结构
	动态调度-寄存器重命名
	仿真环境搭建、上机练习讲解
第九周	半导体存储器
	半导体存储器的分类
	内存厂商产品线介绍
	看手册学内存，I2C 和 SPI 协议介绍
	内存和处理器相连接
第十周	主存、虚存和 TLB
	存储器系统的层次结构
	SRAM 和 DRAM

	空间局部性和时间局部性
	高速缓存 CACHE 的原理
第十一周	主存、虚存和 TLB
	提高 Cache 的性能
	Cache 失效原因分析
	多级 Cache
	预取机制
	虚拟存储机制
第十二周	主存、虚存和 TLB（含上机练习讲解），异步串行通讯
	段式和页式管理、TLB
	上机练习讲解
	异步串行通信协议
	异步串行通信编程
第十三周	输入输出系统
	I/O 系统概述
	排队论与 I/O
	磁盘及 RAID
	操作系统与 I/O 接口
第十四周	AMBA 总线，总线
	总线概述
	总线的特征和分类
	总线实例-AMBA
	片上网络-面向多核的互连方式
第十五周	讲讲软件层面的事，习题课
	软件工具链
	C 语言编译器和标准 C 库
	系统调用、操作系统和多进程
	习题课
第十六周	复习答疑
	复习答疑
第十七周	-
第十八周	考试

课程代码	MICR130038
------	------------

课程名称	计算机软件基础				
英文名称	The Fundamental of Computer Software				
学分数	2+1	含实践学分	0	实验（含上机）学分	1
周学时	4	实验（含上机）学时	36	授课语言	中文
课程性质	<input type="checkbox"/> 通识教育专项 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修 <input type="checkbox"/> 大类基础 <input type="checkbox"/> 专业必修 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修 <input type="checkbox"/> 其他				
教学目的	（说明课程教学目标） 通过本课程, 向学生提供今后设计、开发和应用 CAD/CAE/CAM/CAI 等各种计算机应用软件的基础知识以及掌握相应的技术, 是实用性较强的课程。				
基本内容简介	（简要介绍课程教学内容） 本课程着重于介绍涉及计算机软件技术的一些基础课题并强调其实用性, 表现为用相当大的比重来介绍应用广泛且被认为是计算机工程环境标准工作平台之一的 UNIX/Linux 操作系统、以及用与之密切相关的 C 语言来实现的编程训练。 内容包括计算机操作系统的一般原理; UNIX/Linux 操作系统 (功能模块、B shell、Bash、C shell 等) 及其软件开发工具 (vi、sed、awk、make 等); 版本管理工具; lex/yacc 编译工具等; C 语言的主要特征 (数据与存储单元的关系、构造性数据类型、数据的通讯等) 以及对程序标准化的讨论等。				
基本要求: (指对学生学习、考勤等相关要求) 通过本课程的学习和上机实习, 要求学生: ①掌握操作系统的基本原理, 了解一般操作系统及 UNIX/Linux 的功能模块; ②掌握使用 UNIX/Linux 的 B shell、Bash 和 C shell, 学会 UNIX 中一部分常用的软件开发工具的使用, 如 vi、sed、awk 和 make 等; ③会使用软件工程中广泛采用的版本管理工具, lex/yacc 词法和语法工具等; ④在已学的 C 语言的基础上, 掌握 C 语言的一些重要特征 (数据与存储单元的关系、构造性数据类型等), 以及根据程序标准化的要求编程;					
授课方式: (讲授为主/研讨为主/其他) 课堂讲授讨论 (每周 2 学时) + 上机实践 (每周 2 学时)					
主讲教师简介: (含姓名、个人简历、联系方式、答疑时间等) 曾璇, 博士、教授、博导, 教育部长江学者特聘教授、国家杰出青年科学基金获得者、专用集成电路与系统国家重点实验室主任 (2008-2012)。主要从事集成电路设计和计算机辅助设计方向的研究。承担了国家十一五科技重大专项、国家自然科学基金重点项目、面上项目等 10 多项课题, 在纳米尺度集成电路设计方法学、可制造性设计、FPGA 器件及软件系统等方面开展了研究工作, 在 IEEE Trans. CAS、IEEE Trans. CAD、DAC、ICCAD 等高水平国际期刊和会议上发表论文 100 余篇。国际会议邀请报告 8 次。获得授权国家发明专利 14 项。获得省部级奖 6 项。 邮箱: xzeng@fudan.edu.cn; 电话: 51355224; 学生答疑时间安排: 每周三下午 1:30-3:00, 张江微					

电子楼 329。

严昌浩，博士、副教授。本科毕业于华中理工大学动力工程系，硕士毕业于华中理工大学计算机系，博士毕业于清华大学计算机系。曾出访美国北卡罗莱纳州大学夏洛特分校数学与统计系。主要从事集成电路设计和计算机辅助设计方向的研究，在 IEEE Trans. MTT、IEEE Trans. CAD、IEEE Trans. VLSI、DATE、DAC 等国际期刊与会议上发表论文 30 篇。

邮箱：yanch@fudan.edu.cn；电话：51355201-878；学生答疑时间安排：每周三下午 1:30-3:00，张江微电子楼 207。

教学团队成员（如有，须全部列出；外聘教师或校外嘉宾参与授课须一并列出）

姓名	性别	职称	院系	在教学中承担的职责
曾璇	女	教授	微电子学院	主讲
严昌浩	男	副教授	微电子学院	主讲

教学内容安排（1. 共计 18 周，18 周含考试周，具体到每节课内容；2. 多人授课需按每节课明确授课教师及教学内容）：

第一周，C 语言及编程规范，讲解 C 语言的一些重要特征，包括数组、指针、字符串等知识要点。

第二周，C 语言及编程规范，讲解 C 语言的一些重要特征，包括结构、函数等知识要点，讲解 C 程序编写的标准化要求。

第三周，操作系统简介。主要介绍操作系统的基本概念，包括操作系统分类，实时操作系统及作业处理操作系统的相关基础概念。

第四周，UNIX/Linux 操作系统简介。介绍 UNIX/Linux 操作系统的发展历史及系统结构，讲解 UNIX/Linux 功能模块的基本概念和相关命令，包括处理机和进程管理模块、存储管理模块、设备管理模块、文件系统和用户接口。

第五周，Unix/Linux 命令。介绍 UNIX/Linux shell，包括 B shell、Bash、C shell 等，讲解 UNIX/Linux shell 的基本命令及机制，包括单行和多行命令、输入输出定向、文件名通配符、shell 变量及常用环境变量等。

第六周，Unix/Linux 命令进阶。包括假名机制、命令行扩展功能、工作目录栈、命令史机制等。

第七周，Unix/Linux Shell 编程 1。主要针对 B shell 讲解 shell 程序相关语法，包括特殊变量、输入输出语句、运算语句、控制结构、以及函数等内容。

第八周，Unix/Linux Shell 编程 2。主要针对 Bash 讲解 shell 程序相关语法，包括特殊变量、输入输出语句、运算语句、控制结构、以及函数等内容。

第九周，Unix/Linux Shell 编程 3。主要针对 C shell 讲解 shell 程序相关语法，包括特殊变量、输入输出语句、运算语句、控制结构、以及函数等内容。

第十周，vi 工具。讲解 vi 使用原理，包括不同工作状态/模式及相互间的转换，讲解编辑对象定位命令、编辑类命令、全局操作命令、块操作命令等内容。

第十一周，sed 工具。讲解 sed 命令操作，包括 sed 命令格式及 d 和 s 命令；

第十二周，awk 工具。讲解 awk 命令操作，包括 awk 命令格式及 awk 程序相关语法等内容。

第十三周，make 工具。讲解 make 工作原理，makefile 编写语法及相关示例。

第十四周，软件工程中版本管理工具，具体包括版本管理概念、多人协作代码管理、svn 版本管理工具的实际操作训练。

第十五周，词法和语法分析工具使用，具体包括 BNF 范式定义和使用，采用 lex 实现词法分析功

<p>能，生成 c 语言的基本技术，实现词法分析功能。</p> <p>第十六周，词法和语法分析工具使用进阶，具体包括 yacc 实现语法分析功能，生成 c 语言的基本技术，实现语法分析功能。</p> <p>第十七周，总复习。</p> <p>第十八周，期末考试。</p>
<p>课内外讨论或练习、实践、体验等环节设计：（如有，须列出时间、地点和内容安排）</p> <p>课程设置上机实践环节，每周安排 2 课时上机实践，根据课程进度完成相关 linux 操作系统及数据结构的编程和操作。</p>
<p>如需配备助教，注明助教工作内容：</p> <p>课程需配备助教，主要协助主讲教师完成作业批改、上机答疑等工作。</p>
<p>考核和评价方式（提供学生课程最终成绩的分数组成，体现形成性的评价过程）：</p> <p>课程最终成绩由平时作业及上机成绩、期末考试成绩组成，三部分比例分别为 10%、10%、80%。期末考试采用闭卷考试的形式，综合考核学生对课程知识的掌握程度。</p>
<p>教材（包括作者、书名、出版社和出版时间；如使用自编讲义，也请列明）：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 《UNIX 和计算机软件技术基础》赵文庆编著，复旦大学出版社，2011 年。 2. 自编讲义 1-16 讲以及补充习题材料。
<p>教学参考资料（包括作者、书名、出版社和出版时间）：</p> <p>无</p>