

# 《集成系统芯片设计》课程教学大纲

英文课程名称: Chip Design for Integrated System 课程编号: 100550

授课语言: 中文/英文 学 分: 2

课内学时: 34 课程性质: 专业必修课

先修课程: 数字逻辑电路、离散数学 考试/考查: 考查

是否全英/双语课程: 全英文课程

大纲执笔人: 苏立峰 大纲审核人:

---

## 一、课程定位和基本要求

### 1. 课程定位

集成系统芯片设计是微电子专业三年级学生的专业基础课程。通过学习本课程,学生将全面理解芯片系统设计的一般过程及基本原理,初步掌握小规模数字系统的设计与验证方法,了解设计方法学的相关新理论与新方法,为进一步学习研究芯片系统的设计验证理论打下必要的基础。在学习本课程之前,要求学生需具备一定的专业基础知识,先行学习本学科相关基础课程,如 CMOS 工艺、数字逻辑电路基础等。同时,本课程要求学生具备一定的计算机编程技能,能够独立进行程序设计与仿真调试的基本能力。

### 2. 课程教学目标

课程教学目标 1: 理解自顶向下的芯片设计流程,理解设计方法学中的相关重要概念,了解数字集成系统的基本构成并训练一定的系统设计思维方式,能对项目可行性做简单评估;

课程教学目标 2: 掌握硬件描述语言的编程特性,能够利用硬件描述语言在数字电子技术、微控制器原理等相关知识的基础上进行系统建模以及仿真平台的搭建;

课程教学目标 3: 理解逻辑综合的原理及意义,了解综合优化的过程步骤,了解标准单元工艺库的构建,掌握时钟树综合的原理及方法;

课程教学目标 4: 了解软硬件协同设计与验证的一般方法,理解静态时序分析原理并掌握其使用方法,理解形式化验证的基本理论,掌握模型检验的基本方法,能够应用计算树逻辑进行基本的系统模型检验,了解后端设计中相关物理层验证方法;

课程教学目标 5: 理解可测试性设计的相关概念,掌握边界扫描测试、内建自测试的基本原理,能够根据具体的芯片系统项目提出合理的可测试性设计方案;

课程教学目标 6: 了解可编程逻辑器件的发展史, 理解常用的可编程逻辑器件的基本原理, 初步具备能在器件的特殊结构上进行合理高效硬件设计的能力;

课程教学目标 7: 掌握芯片系统设计的相关专业英文术语, 了解相关的国际技术热点, 具备基本能力查阅相关中英文科技文献, 能够参与国际化团队的协同工作。

### 3. 课程所支撑的毕业要求指标点

序号	毕业要求指标点	毕业要求指标点内容
1	指标点 2.1	应用数学、自然科学和工程科学的基本原理, 建立电路模型、系统模型、电磁场模型、半导体器件模型并进行分析
2	指标点 2.2	应用数学、自然科学和工程科学基本原理, 对于复杂电子科学技术专业的工程问题进行合理分解, 得到其中的子问题, 了解其文献检索的领域
3	指标点 3.2	能够应用相应的软件工具, 对于电子科学与技术专业相关的系统与器件单元进行设计
4	指标点 3.3	能够基于社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素, 改进设计方案
5	指标点 3.4	对于电子领域复杂工程问题, 能够选择最佳解决方案, 并体现出一定的创新意识
6	指标点 4.3	应用科学原理与方法, 分析复杂半导体器件、电子系统实验数据与系统参数变化的关系, 解释数据体现的电子系统内在规律
7	指标点 5.3	在复杂电子与工程系统的设计、开发中, 能够使用或开发恰当的仿真工具, 验证所开发、设计系统的正确性与合理性, 理解系统仿真工具的局限, 并对系统仿真结果有总体评价。

### 4. 课程教学目标与毕业要求对应关系

教学目标 毕业要求	课程教学 目标 1	课程教学 目标 2	课程教学 目标 3	课程教学 目标 4	课程教学 目标 5	课程教学 目标 6	课程教学 目标 7
毕业要求 2							
<b>指标点 2.1</b>		√		√			
<b>指标点 2.2</b>	√	√	√				
毕业要求 3							
<b>指标点 3.2</b>		√	√	√			
<b>指标点 3.3</b>	√						
<b>指标点 3.4</b>		√			√	√	

教学目标 毕业要求	课程教学 目标 1	课程教学 目标 2	课程教学 目标 3	课程教学 目标 4	课程教学 目标 5	课程教学 目标 6	课程教学 目标 7
毕业要求 4							
指标点 4.3		√	√	√			
毕业要求 5							
指标点 5.3		√		√		√	

## 二、课程“立德树人”内涵

半导体工业已经成为信息化社会的基础工业，直接影响着社会发展的进程。中美贸易战的当前，当我们的龙头企业中兴通讯受制于美国在半导体领域的出口禁令时，全社会都聚焦于芯片行业。应该说微电子专业是半导体工业的重要基础，两者的发展息息相关。我们作为这领域的专业人士需怀着使命感，奋发图强，尽力追赶国际技术的前沿。学生们更应努力学习，打好基础，为建设国家做好准备。随着我们国家向创新型国家转型的提出，本课程的价值意义不言而喻。

结合集成系统芯片发展分析与介绍‘近几年中国科学十大进展’以培养学生具备正确的政治立场和积极的人生观，坚定走中国特色社会主义的道路自信。具有全球意识和开放的心态，了解人类文明进程和世界发展动态；能尊重世界多元文化的多样性和差异性，积极参与跨文化交流；关注人类面临的全球性挑战，理解人类命运共同体的内涵与价值等。鼓励同学们在科学道路上具有追求完美、永无止境、追求卓越的工匠精神。

## 三、课程内容、教学要求、学时分配和教学手段

（概述，不超过 300 字）：

本课程的内容围绕着集成系统芯片的设计而展开，涵盖了设计与验证两个方面。从前端的系统设计开始，一直到后端的版图设计，都有所涉及，但侧重于前端。同样，验证这块，我们重点教授系统层的形式化验证技术，拓展学生研究视野。本课程的教学要求学生能够拥有一台电脑且安装仿真软件 modelsim，能够独立进行小程序的编写与仿真。

本课程共有 34 个学时，其中理论讲解要占 90%，余下的 10%学时用于课堂讨论与习题讲解。给学生的课后编程作业量，需至少达到 20 个小时。本课程的教学手段是多样化的，围绕 ppt 进行课堂讲解，融合多媒体教学。

教学时段	主要知识点及教学要求 (了解/熟悉/掌握)	实验、上机或实训内容 (课内/课外)	学时 (课内/课外)	教学手段

第一章 引言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 熟悉集成电路设计中重要概念</li> <li>2. 掌握集成电路设计中常见概念的英文表达,能够阅读国外的科技文献</li> <li>3. 了解数字集成系统的一般构成</li> <li>4. 了解芯片设计方法学的技术趋势与热点</li> </ol>		2	PPt 演示 全英文讲解
第二章 设计方法学	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. TOP-DOWN 设计流</li> <li>2. 软硬件协同设计</li> <li>3. 标准单元工艺库</li> <li>4. 逻辑综合原理</li> <li>5. 多种延时模型</li> <li>6. 时钟树综合</li> <li>7. 形式化验证</li> <li>8. 设计空间探索技术</li> </ol>		6	PPt 演示 全英文讲解
第三章 硬件描述语言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 不同描述层的介绍</li> <li>2. 标准库的使用</li> <li>3. 并行语句</li> <li>4. 顺序语句</li> <li>5. 仿真模型</li> <li>6. 可综合模型</li> <li>7. 元件例化</li> <li>8. 包、库的构建</li> <li>9. 仿真平台</li> <li>10. 组合逻辑建模</li> <li>11. 时序逻辑建模</li> <li>12. 状态机建模</li> </ol>		12	PPt 演示 全英文讲解
第四章 设计验证	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 功能仿真</li> <li>2. 静态时序分析</li> <li>3. 一致性等效检验</li> <li>4. 模型检验</li> <li>5. 计算树逻辑</li> <li>6. 设计规则检查</li> <li>7. 电气规则检查</li> </ol>		8	PPt 演示 全英文讲解
第五章 可测试性设计	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 故障模型</li> <li>2. 扫描链技术</li> <li>3. 内建自测试技术</li> <li>4. 边界扫描测试</li> </ol>		4	PPt 演示 全英文讲解

第六章 可编程 逻辑器 件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 了解可编程逻辑器件的优缺点</li> <li>2. 掌握可编程逻辑器件分类</li> <li>3. 可编程逻辑器件的设计流的特殊点</li> <li>4. 了解重要器件的基本结构</li> </ol>		2	Ppt 演示 全英文讲解
------------------------	--	--	---	-----------------

### 结合课程思政的教学方法：

#### 1) 案例教学

通过组织案例，提供给相关材料作为知识的拓展，比如中兴通信、华为孟晚舟事件，“缺芯少屏”、FPGA 芯片及其 EDA 工具的掐脖子案例，引导学生了解国情，关注社会，热爱所学的专业，肩负起国家科学技术发展的神圣使命和社会责任，激发学生科技强则国家强的爱国主义情操。

#### 2) 启发式教学

将易经八卦和二进制的关系联系起来，将中国成语故事与知识点连接，说明中国的文化瑰宝与计算机技术的有机联系，通过启发和教育让学生了解中国的传统文化，做文化自信的师道引领者。

将先辈楷模科研探索的精神，为真理现身的勇气，舍小家为国家的爱国情怀与知识点结合，将不同方面的思政元素渗透进教学。

#### 3) 探究校企合作课程教学模式，培养学生团队与创新精神

在 SOC 系统的专业实践教学过程中，邀请校企合作企业工程师来校讲述 FPGA 设计与软件设计的差异、设计流程、设计原则、设计实例与设计实验，实践了技术创新源于多层次实践过程的凝练，在实践过程中应具备可重复、可检验的特点。开展技术创新活动，必须遵从人类社会的道德伦理和工程伦理。同时我们集成电路设计公司专业技术人员进行数字系统设计课程实践授课，包括 CPU micro-architecture optimization.、From CPU to DPU for Deep Learning，结合课程实践内容，从企业价值和企业文化二个方面阐述了面向数字系统课程设计的职业情怀，包括企业对待社会的一种责任态度，具有服务社会、造福人类、改变生活之类的崇高使命；崇尚自由平等，维护社会公平正义的责任；热爱并尊重自然，具有绿色发展理念及行动等；企业所应有的企业传统、时代意识、基本信念、价值理念等共同内心态度、思想境界和理想追求。

#### 四、考核、成绩评定方式及重修要求

(概述, 不超过 300 字) :

课程的考核形式以笔试为主, 以平时作业成绩与课堂表现为辅。考试题型多样化, 包括选择题、填空题、简答题、问答题、分析题、编程题等。考试内容强调知识点的理解, 而非死记硬背。最终的成绩评定, 期末考试成绩占比 50%, 平时成绩占 30%, 课堂表现占 20%。其中课堂表现由出勤率和课堂讨论参与度为主要参考依据。

本课程的重修形式主要是以跟班重修为主, 但若由于学生特殊原因, 如出国访问等, 由教务科出具证明, 可采用免修不免考的形式。

考核形式(考勤/过程考核/考试等)	考核方式(期末考试/期中考试/平时成绩等)	比重 (%)
考勤	课堂表现	10
平时作业	平时成绩	10
课外文献阅读	平时成绩	10
课堂讨论	课堂表现	10
期中考试	平时成绩	10
期末考试	期末考试	50

#### 五、毕业要求达成度计算方法

毕业要求达成度基于本课程对每位学生的考试结果数据, 由这些数据综合分析得出某项毕业要求指标点达成与否。通过课程教学目标, 在考试中对于相关知识点和能力进行考查, 将试卷内容按照考核目标进行分类, 得到毕业要求各指标点的达成度考核点, 再由所有参与学生的考核数据, 得到本课程在各指标点上的达成度。基于成绩的达成度的计算方法如下:

各个指标点达成度=对应指标点题目得分之和/题目分值之和。

#### 六、教材与主要参考书

教材名称	作者	出版社	版次	ISBN	教材性质
Application Specific Integrated Circuit	Michael John Sebastian Smith	Addison-Wesley	1	0321602757	

Digital System Design With VHDL	Mark Zwolinski	Prentice-hall	1	0201360632	
Digital Integrated Circuit Design: From VLSI Architectures to CMOS Fabrication	Hubert Kaeslin	Cambridge University	1	0521882672	