

中国科学院微电子研究所博士研究生入学考试

《数字集成电路》考试大纲

一、考试科目基本要求及适用范围

本考试大纲适用于中国科学院微电子研究所“微电子学与固体电子学”和“电子与信息”领域的博士研究生入学考试。数字集成电路设计是微电子学与固体电子学等学科的基础理论课程，数字集成电路的概念、分析方法、设计技术及发展趋势。要求考生熟练掌握数字集成电路的相关概念、设计技术及方法，并能加以综合应用。

二、考试形式

考试采取闭卷笔试形式，考试时间 180 分钟，总分 100 分。

三、考试要求

(一) 数字集成电路概论

1. 了解数字集成电路的发展历史；
2. 理解数字集成电路随着工艺节点的缩小面临的速度、功耗、面积与可靠性的挑战；
3. 掌握数字集成电路的成品率及成本计算公式；
4. 掌握数字集成电路的各种性能评价指标；
5. 理解数字 CMOS 集成电路的工艺制造步骤；
6. 理解芯片的封装步骤、热学问题及评价指标；
7. 了解先进 CMOS 工艺的发展趋势；

(二) MOS 基本器件与互连模型

1. 理解 PN 结的工作原理；
2. 掌握二极管的静态特性、瞬态特性、二次效应等特性；
3. 熟练掌握 MOS 晶体管的静态特性和瞬态特性，掌握 MOS 管的 SPICE 模型；
4. 了解工艺偏差对 MOS 管性能的影响；
5. 熟练掌握互联电容、电阻及电感的计算；
6. 掌握趋肤效应、导线的集总 RC 模型与分布 RC 模型；

(三) CMOS 反相器

1. 熟练掌握 CMOS 反相器的电路结构及 I-V 特性；
2. 熟练掌握 CMOS 反相器的静态特性，包括开关阈值、噪声容限等；
3. 熟练掌握 CMOS 反相器的动态特性，包括电容值计算、传播延时计算、器件最优尺寸的确定；

4. 掌握工艺尺寸缩小对反相器性能指标的影响；

(四) CMOS 逻辑门电路设计

1. 掌握互补 CMOS、有比逻辑、传输管逻辑的概念、静态特性、动态特性；
2. 掌握互补 CMOS、有比逻辑、传输管逻辑的设计方法；
3. 熟练掌握基于逻辑努力等的组合电路的性能优化方法；
4. 熟练掌握降低开关活动性的设计技术；
5. 掌握动态 CMOS 逻辑的基本原理、信号完整性问题及串联动态门的解决方案；
6. 掌握寄存器、锁存器、触发器、振荡器、脉冲发生器和施密特触发器的静态和动态工作原理；
7. 掌握静态与动态时序逻辑的实现技术；
8. 熟练掌握时序电路的优化方法；

(五) 互连问题

1. 掌握串扰的概念，串扰对电路性能的影响，及其解决方法；
2. 掌握欧姆电压降、电迁移的概念；
3. 熟练掌握 RC 延时的计算方法；
4. 掌握电感寄生效应；
5. 熟练掌握传输线效应；
6. 理解降摆幅电路及电流型传输技术等互联技术；

(六) 数字逻辑运算单元的设计

1. 掌握逐位进位加法器、进位旁路加法器、线性进位选择加法器、平方根进位选择加法器、超前进位加法器等加法器结构；
2. 掌握阵列加法器、进位保留乘法器、树形乘法器等乘法器结构；
3. 掌握桶形移位器、对数移位器等移位器架构；
4. 熟练掌握数据通路结构中对功耗和速度的优化技术；

(七) 存储器和阵列结构设计

1. 掌握存储器的分类和结构及发展趋势；
2. 掌握 NOR ROM 与 NAND ROM 的工作机理、模型及性能功耗参数计算；
3. 掌握 FLASH、EEPROM、及新型非易失性存储器的工作机理；
4. 熟练掌握 SRAM、DRAM 的读写工作机制及设计方法及 RAM 的数据储存单元；
5. 理解存储器的可靠性、成品率及功耗优化技术；

(八) IO 单元和 ESD

1. 掌握数字 IO 的分类及结构；
2. 理解数字 IO 中 ESD 电路的工作原理；
3. 熟练掌握数字集成电路中 IO 的选择及使用；

(九) 数字 IC 的实现策略

1. 掌握数字 IC 的设计方法；
2. 理解定制电路的设计流程；
3. 熟练掌握以标准单元为基础的数字 IC 设计方法；
4. 理解基于门阵列、门海及 PLA 的设计方法；
5. 掌握基于 FPGA 的设计方法；

(十) 数字集成电路的时序与功能验证

1. 熟练掌握同步电路时钟和时序的特性及相关概念；
2. 熟练掌握基于寄存器的静态时序分析方法；
3. 掌握基于锁存器的静态时序分析方法；
4. 理解基于仿真工具的仿真原理；
5. 掌握形式验证原理及验证方法；

(十一) 数字集成电路的可测性设计

1. 掌握可测性设计的基本概念；
2. 熟练掌握基于逻辑单元的 DFT 设计方法；
3. 掌握 MBIST、BSD 测试技术；
4. 了解中测、成测的测试过程；

(十二) 数字集成电路方法的电源及低功耗设计

1. 掌握 CMOS 电路的功耗组成及影响因素；
2. 掌握归一化的延时、能量及能量延时积的关系；
3. 熟练掌握数字电路的低功耗设计方法；
4. 掌握数字 IC 中电源网络的设计方法；

(十三) 数字集成电路的设计方法

1. 掌握同步电路与异步电路的概念；
2. 掌握同步电路与异步电路的设计方法；
3. 熟练掌握信号同步器的设计方法；
4. 熟练掌握数字集成电路中复位网络的设计；

5. 掌握时钟网络的设计方法及优化技术;

四、主要参考书目

1. 数字集成电路:电路、系统与设计(第二版)

原书名: Digital Integrated Circuits (2nd Edition)

作者: (美)Jan M. Rabaey, Anantha Chandrakasan, Borivoje Nikolic

译者: 周润德

出版社: 电子工业出版社

2. 专用集成电路

原书名: Application-Specific Integrated Circuits

作者: (美)Michael John, Sebastian Smith

译者: 虞惠华、汤庭鳌等

出版社: 电子工业出版社

编制单位: 中国科学院微电子研究所

编制日期: 2014年1月23日