

中北大学仪器与电子学院

# 教学大纲

(2017 版)

适用于：

测控技术与仪器专业

电子科学与技术专业

微电子科学与工程专业

2017 版培养方案

二〇一七年九月修订印刷



# 目 录

《电磁场与电磁波》教学大纲 .....	3
《半导体集成电路基础》教学大纲 .....	12
《MEMS 设计》教学大纲 .....	19
《微纳电子技术发展概述专题》教学大纲 .....	27
《文献检索专题》教学大纲 .....	36
《惯性平台姿态测量与控制》教学大纲 .....	42
《MEMS CAD》教学大纲 .....	49
《集成电路设计自动化》教学大纲 .....	57
《电路原理》教学大纲 .....	66
《自动控制基础》教学大纲 .....	74
《半导体物理与器件》教学大纲 .....	83
《半导体物理与器件实验》教学大纲 .....	91
《理论物理导论》教学大纲 .....	97
《单片机原理及应用》教学大纲 .....	104
《微机原理及接口技术》教学大纲 .....	114
《微波技术基础》教学大纲 .....	123
《微电子学概论》教学大纲 .....	132
《微纳电子器件测试技术》教学大纲 .....	140
《固体物理学》教学大纲 .....	149
《电子设计自动化 (EDA)》教学大纲 .....	156
《厚薄膜混合集成电路》教学大纲 .....	165
《ASIC 设计实践》教学大纲 .....	172
《SolidWorks》教学大纲 .....	180
《ANSYS》教学大纲 .....	187
《信号与系统》教学大纲 .....	194
《数字信号处理》教学大纲 .....	205
《误差理论与数据处理》教学大纲 .....	213
《光测技术》教学大纲 .....	220
《光电子技术基础》教学大纲 .....	227

《毕业设计专题》教学大纲 .....	234
《传感器原理及设计》教学大纲 .....	241
《可编程逻辑器件应用》教学大纲 .....	251
《测控电路设计》教学大纲 .....	265
《测控技术与仪器专业外语》教学大纲 .....	274
《计算机控制技术》教学大纲 .....	281
《智能仪器》教学大纲 .....	289
《电子科学与技术专业外语》教学大纲 .....	297
《激光原理与技术》教学大纲 .....	304
《电子系统集成》教学大纲 .....	311
《微电子科学与工程专业外语》教学大纲 .....	318
《MEMS 工艺》教学大纲 .....	324
《集成电路工艺》教学大纲 .....	331
《CMOS 模拟集成电路原理》教学大纲 .....	338
《嵌入式系统》教学大纲 .....	347
《微惯性集成测量系统》教学大纲 .....	357
《MATLAB 应用基础》教学大纲 .....	365
《光电探测技术》教学大纲 .....	374
《VB 程序设计》教学大纲 .....	381
《微纳传感与系统》教学大纲 .....	390
《微弱信号检测》教学大纲 .....	396

# 《电磁场与电磁波》教学大纲

课程编号: B02060211

课程名称: 电磁场与电磁波

开课单位: 仪器与电子学院

总学时: 48(实验 0 学时)

学 分: 3

适用专业: 电子科学与技术

先修课程: 大学物理, 高等数学、复变函数与积分变换

大纲执笔人: 张志东

大纲编写(修订)时间: 2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

电磁场与电磁波是高等学校电子信息工程专业本科学生的一门主干技术基础课。电磁场知识领域是电子信息工程专业四大知识领域之一,“电磁场与电磁波”是电磁场知识领域的核心知识单元,同时又是一些交叉领域的学科生长点和新兴边缘学科发展的基础。本课程主要讲授电磁场与电磁波的基本概念、基本理论与应用。从矢量分析入手,介绍电磁场中基本定理、定律、麦克斯韦方程等的物理意义及数学表达。使学生熟悉一些重要的电磁场问题的数学模型(如波动方程、拉氏方程等)的建立过程以及分析方法。掌握静态场、时变场及平面电磁波传播规律的基本理论与性质特点,培养学生正确的思维方法和分析问题的能力,使学生学会用“场”的观点去观察、分析和计算一些简单、典型的场的问题。使学生初步具备宏观电磁场与电磁波的内涵在电子信息领域内的应用能力和意识。该课程在整个电子科学与技术专业教学计划中起到承上启下的作用,将《高等数学》、《线性代数》《大学物理》、《复变函数与积分变换》等基础课程有机的联系起来,为后续《微波技术基础》、《电磁兼容设计》专业课程的学习奠定基本的电磁场基础,也为今后学生从事射频电路、微波天线、电磁兼容等方面的设计工作打下坚实的电磁场理论基础。

## 二、课程目标

- 1) 会矢量、标量场的基本矢量运算,能运用矢量分析方法计算电磁场的梯度、旋度和散度,从而加深对概念的理解;(支撑毕业要求 1)
- 2) 会利用散度定理、高斯定理、麦克斯韦方程组、泊松方程、电磁波的波动方程等对基本的电磁场问题进行计算、逻辑推理,从而培养学生严谨的科学态度,提高解决实际问题的能力。(支撑毕业要求 2、3)
- 3) 会用电磁场基本理论对电子信息工程中的电磁现象和电磁过程进行定性分析和判断,

从而培养解决复杂工程问题的意识；（支撑毕业要求 1、2）

4) 在应用电磁场基本理论分析实际电磁场工程应用案例的基础上，能利用“场”和“波”的基本观点为本专业复杂工程问题提出具有创新意识的解决方案。（支撑毕业要求 2、3）

### 三、基本要求

1、本课程为学科基础教育课程，要求先修大学物理、高等数学、复变函数与积分变换、在教学中要求学生熟练掌握电磁场理论的基本概念、基本定理和 Maxwell 方程等的物理意义及数学表达式；

2、教师应处理好数学公式与物理概念之间的关系，着重讲解电磁场方程的物理内涵。通过将抽象的电磁场理论知识在一些典型实际案例中的应用，让学生切实体会到电磁场理论的具体化，可以使学生对整个知识体系有更全面、更深刻的理解，还可以为以后的实际工作打下坚实的理论基础和工程实践应用；

3、能够运用所学的理论，独立分析、计算一些简单、典型的电磁场与波的问题；

4、熟悉一些重要的电磁场问题的数学模型（如波动方程，拉氏方程等）的建立过程，以及重要问题（如反射、折射定律、费涅尔公式，求解电偶极子的电磁场）的分析方法；

5、课后作业要少而精，内容要多样化，作业题内容必须包括基本概念、基本理论及计算方面的内容，作业要能起到巩固理论，掌握计算方法和技巧，提高分析问题、解决问题能力，对作业中的重点、难点，课上应做必要的提示，并适当安排课内讲评作业。学生必须独立、按时完成课外习题和作业，作业的完成情况应作为评定课程成绩的一部分。

### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：矢量分析与场论、静电场、静磁场、恒定电流、静态场的应用、时变电磁场与电磁波、平面波的传播。

深度和广度说明：在课堂教学中，在宏观上引导学生对课程内容的整体把握，课堂讲授中要重点对基本概念、基本方法和解题思路的讲解；在掌握课程基本内容和基本方法的基础上，使学生能够触类旁通；在微观上启发学生能够从数学概念，物理概念及工程概念去分析问题，解决问题。在课堂讨论中，对学生提出的疑难问题，大家一起分析研究，并提出解决方案。

**教学方法：**采用启发式和讲解式相结合的教学方法，培养学生思考问题、分析问题和解决问题的能力；引导和鼓励通过自学获取知识，培养学生的自学能力；讲课要联系实际并注重培养学生的创新能力。

**教学手段：**本课程属于技术基础课，在教学中采用电子教案、CAI 课件及多媒体教学系统等先进教学手段，以确保在有限的学时内，全面、高质量地完成课程教学任务。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教

师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

### 1 电磁场理论概述（2 学时）

- 1.1、引言
- 1.2、场的概念
- 1.3、矢量分析
- 1.4、微分和积分表示法
- 1.5、静态场
- 1.6、时变场
- 1.7、时变场的应用
- 1.8、数值解

### 2 矢量分析（6 学时）

- 2.1、标量和矢量
- 2.2、矢量运算(难点)
- 2.3、坐标系
- 2.4、标量场和矢量场
- 2.5、长度、面和体的微分元
- 2.6、线、面和体积分
- 2.7、一个标函数的梯度
- 2.8、矢量场的散度和旋度(重点、难点)
- 2.9、拉普拉斯算子（重点）
- 2.10、若干定理和电磁场的分类（重点、难点）
- 2.11、矢量恒等式（重点、难点）

### 3 静电场（6 学时）

- 3.1、库仑定律
- 3.2、电场强度、电位移矢量（重点）
- 3.3、电通量和电通量密度（难点）
- 3.4、电位（难点）
- 3.5、电偶极子
- 3.6、电场中的物质
- 3.7、电场中的储能（重点、难点）

- 3.8、边界条件（重点、难点）
- 3.9、电容器和电容
- 3.10、泊松方程和拉普拉斯方程（重点、难点）
- 3.11、镜像法（难点）

#### 4 恒定电流（4 学时）

- 4.1、电流的性质和电流密度
- 4.2、导体电阻
- 4.3、电流连续性方程（重点、难点）
- 4.4、弛豫时间（难点）
- 4.5、焦耳定律
- 4.6、二极管中的恒定电流
- 4.7、电流密度和边界条件（重点、难点）
- 4.8、D 和 J 之间的类比关系（难点）
- 4.9、电动势

#### 5 静磁场（6 学时）

- 5.1、毕奥-萨法尔定律（重点）
- 5.2、安培力定律
- 5.3、磁转矩
- 5.4、磁通量和磁场的高斯定律（重点、难点）
- 5.5、磁矢位（难点）
- 5.6、磁场强度和安培环路定律（难点）
- 5.7、磁性材料
- 5.8、磁标位
- 5.9、磁场的边界条件（重点）
- 5.10、磁场中的能量（重点、难点）
- 5.11、磁路

#### 6 静态场的应用（4 学时）

- 6.1、带电粒子的偏转
- 6.2、阴极射线示波器
- 6.3、喷墨打印机
- 6.4、矿物的分选
- 6.5、静电发电机、电压表
- 6.6、磁分离器
- 6.7、回旋加速器



6.8、旋速器和质谱仪（重点）

6.9、霍尔效应（难点）

6.10、磁流体发电机（难点）

6.11、电磁泵（重点）

6.12、直流电动机

### 7 时变电磁场（10 学时）

7.1、运动电动势

7.2、法拉第感应定律

7.3、麦克斯韦方程（重点、难点）

7.4、自感与互感（难点）

7.5、耦合线圈的电感（难点）

7.6、磁场中的能量

7.7、麦克斯韦方程的导出、边界条件（重点、难点）

7.8、坡印亭定理（重点）

7.9、时间简谐场（重点、难点）

7.10、时变电磁场的应用（难点）

### 8 平面波的传播（10 学时）

8.1、一般波动方程

8.2、介质中的平面波

8.3、自由空间中的平面波

8.4、导电媒质中的平面波（重点、难点）

8.5、良导体中的平面波（难点）

8.6、良介质中的平面波

8.7、波的极化（重点、难点）

8.8、平面边界上的垂直入射均匀平面波

8.9、平面边界上的斜入射（重点）

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 电磁场理论概述	2		2
2 矢量分析	6		6
3 静电场	6		6
4 恒定电流	4		4

5 静磁场	6		6
6 静态场的应用	4		4
7 时变电磁场	10		10
8 平面波的传播	10		10
合计	48		48

## 七、教材、补充教材及参考资料

### 指定教材：

《电磁场与电磁波》 Bhag Singh Guru and Huseyin R. Hiziroglu 著，周克定等译，第 2 版，机械工业出版社，2006。

### 补充教材：

- 1、王家礼，朱满座等编. 电磁场与电磁波. 西安电子科技大学出版社, 2000
- 2、邱景辉主编. 电磁场与电磁波. 哈尔滨工业大学出版社, 2001 年
- 3、谢处方, 饶克谨. 电磁场与电磁波学习指导. 北京: 高等教育出版社, 1999
- 4、谢处方, 饶克谨. 电磁场与电磁波 (第四版). 北京: 高等教育出版社. 2006
- 5、杨儒贵. 电磁场与电磁波 (第 2 版) 北京: 高等教育出版社. 2007

### 视频资料：

电子科技大学 电磁场与电磁波视频：  
[http://www.21edu8.com/university/dianzi/22843/;](http://www.21edu8.com/university/dianzi/22843/)

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对电磁场与电磁波理论的基本知识、基本定理和基本方程的基础上，重点考核学生的电磁场问题的物理内涵的理解、利用数学方程解决电磁场问题的能力以及从实际问题中抽象出具体电磁场具体过程的能力。

2、考核方式：考试、课外分组综合实验、课内实验、作业及课堂提问。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.10	0.30	0.60

支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	试卷
------	---------------------------	--------------------	----

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#	#		
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。	#		#	
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。		#	#	
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，以模型或公式等形式说明问题特征。		#		#
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识分析判断结论的有效性；		#		
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，并能够与自己的方案进行对比，并理解其差距与优势。			#	#
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。		#	#	#
		指标点 3-2 非技术因素：能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下，对设计方案的可行性进行分析。			#	#
		指标点 3-3 创新意识：积极参与各类创新活动，在专业设计过程中能够体现创新意识；				#

注：

目标 1：会矢量、标量场的基本矢量运算，能运用矢量分析方法计算电磁场的梯度、旋度和散度，从而加深对概念的理解；（支撑毕业要求 1）

目标 2：会利用散度定理、高斯定理、麦克斯韦方程组、泊松方程、电磁波的波动方程等对基本的电磁场问题进行计算、逻辑推理，从而培养学生严谨的科学态度，提高解决实际问题的能力。（支撑毕业要求 2、3）

目标 3: 会用电磁场基本理论对电子信息工程中的电磁现象和电磁过程进行定性分析和判断, 从而培养解决复杂工程问题的意识; (支撑毕业要求 1、2、3)

目标 4: 在应用电磁场基本理论分析实际电磁场工程应用案例的基础上, 能利用“场”和“波”的基本观点为本专业复杂工程问题提出具有创新意识的解决方案。(支撑毕业要求 2、3)

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识 面比 例 (本 列总 和为 1) $P_i$	各环节评价比例 分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$			各环节在课程达成 中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$		
		课 堂 情 况	作 业	期 末 考 试	课 堂 情 况	作 业	期 末 考 试
目标 1: 会矢量、标量场的基本矢量运算, 能运用矢量分析方法计算电磁场的梯度、旋度和散度, 从而加深对概念的理解; (支撑毕业要求 1)	0.3	0.3	0.3	0.4	0.09	0.09	0.12
目标 2: 会利用散度定理、高斯定理、麦克斯韦方程组、泊松方程、电磁波的波动方程等对基本的电磁场问题进行计算、逻辑推理, 从而培养学生严谨的科学态度, 提高解决实际问题的能力。(支撑毕业要求 2、3)	0.3	0.3	0.3	0.4	0.09	0.9	0.12
目标 3: 会用电磁场基本理论对电子信息工程中的电磁现象和电磁过程进行定性分析和判断, 从而培养解决复杂工程问题的意识; (支撑毕业要求 1、2)	0.2	0.2	0.4	0.4	0.04	0.08	0.8
目标 4: 在应用电磁场基本理论分析实际电磁场工程应用案例的基础上, 能利用“场”和“波”的基本观点为本专业复杂工程问题提出具有创新意识的解决方案。(支撑毕业要求 2、3)	0.2	0.3	0.4	0.3	0.06	0.08	0.06
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )					0.28	0.34	0.38

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《半导体集成电路基础》教学大纲

课程编号: B03060305

课程名称: 半导体集成电路基础

开课单位: 仪器与电子学院

总学时: 32

学 分: 2

适用专业: 微电子科学与工程

先修课程: 《电路原理》、《模拟电子技术 A》课程、《数字电子技术 A》课程

大纲执笔人: 郭靖, 梁涛

大纲编写(修订)时间: 2017年9月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是一门属于集成电路专业方向的专业教育课程,是微电子专业培养集成电路方向的核心课程。本课程的任务是使学生获得集成电路的基本概念、掌握 MOS 晶体管的结构与特性、基本数字集成电路和典型模拟集成电路的结构与特点、了解 VLSI 设计流程等,以适应集成电路发展的形势,为学生今后从事半导体集成电路的生产、制造和设计打下坚实基础。本课程是我校微电子专业集成电路方向本科生的必修课。

## 二、课程目标

1) 掌握半导体集成电路的基本原理、基本电路和基本分析方法,能看懂简单典型电路原理图,能学习各部分组成及功能:(支撑毕业要求 1、2、5)

2) 通过该课程的学习,学生应建立起集成电路自顶向下和自下向上的设计和分析方法:(支撑毕业要求 2、3、5)

3) 培养学生使用集成电路专用设计软件工具进行集成电路分析、设计和优化的意识。(支撑毕业要求 1、3、4、5)

4) 通过该课程的学习,学生应具有灵活运用知识的能力,能根据功能需要,选定适当简单的基本电路组成复杂的电路。(支撑毕业要求 2、3)

## 三、基本要求

1、本课程为专业教育课程,要求先修《电路原理》、《模拟集成电路》和《数字集成电路》课程,在教学中应注重基本概念、基本工作原理和基本分析方法的传授,力求解决学生学习集成电路入门难和学习难的问题,使学生掌握集成电路自顶向下和自下

向上的设计和分析思路和方法。

2、教师运用类比式和启发式教学，结合经典的实例，使学生学会典型模拟和数字集成电路等重点内容。

3、在教学中适当引入新概念、新技术，新思想，新趋势，做到经典与现代融合，与实验融合，与工程应用融合，有利于培养学生的实践能力、创新能力；

4、本课程要求在 CAI 教室进行授课，教师应通过向学生列举大量实例、以及丰富的习题，使学生深入掌握所学理论知识。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：集成电路的基本概念、集成电路的发展趋势、集成电路的主要制造工艺、CMOS 工艺流程、MOSFET 的结构与特性、按比例缩小理论、CMOS 反相器、典型组合逻辑电路、典型 CMOS 时序逻辑电路、双极性集成电路中 TTL、ECL、I<sup>2</sup>L 电路、电流源和电压基准源、典型运算放大器、集成电路设计方法、主流集成电路设计工具、集成电路版图设计。

深度和广度说明：学习双极性晶体管和 MOS 管，重点是它们的特性和利用这些管子组成各种模拟和数字电路，因此教学中除了必要的内容以外，不必过多深入剖析管子内部的一些导电机理和物理过程（这些机理性的过程将会在半导体物理和器件中详细讲解，这里只需简单介绍下过程即可）。同样的道理，集成电路软件的使用也不必在此课程中必须学会，只要搞清楚主流的集成电路软件的种类以及设计重点等即可，重要的是学习和掌握集成电路使用专用软件进行自顶向下和自底向上的设计方法和流程。

教学中既要体现成熟、经典内容，又要适当引入新器件、新技术、新方法、新趋势。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用多种教学方法，以进一步提高教学质量。

##### 1 绪论（4 学时）

###### 1.1 集成电路的基本概念

###### 1.2 集成电路的设计与制造流程

###### 1.3 集成电路的设计内容

###### 1.4 集成电路的发展趋势和 VLSI 设计实现策略

###### 1.5 集成电路设计挑战

教学重点：（1）集成电路的基本概念；（2）集成电路的发展趋势。

教学难点： 集成电路的设计与制造流程。

## 2 CMOS 集成电路工艺流程 （2 学时）

### 2.1 集成电路制造的基本要素

### 2.2 主要制造工艺和 CMOS 工艺流程

教学重点：（1）集成电路的主要制造工艺，（2）CMOS 工艺流程。

教学难点： CMOS 工艺流程。

## 3 MOSFET 晶体管 （4 学时）

### 3.1 MOSFET 的结构与特性

### 3.2 短沟道效应、按比例缩小理论

### 3.3 MOS 器件的 SPICE 模型

教学重点：（1） MOSFET 的结构与特性，（2） 按比例缩小理论。

教学难点：（1） MOSFET 的结构与特性，（2） 短沟道效应。

## 4 基本数字集成电路 （6 学时）

### 4.1 CMOS 反相器

### 4.2 典型组合逻辑电路

### 4.3 典型 CMOS 时序逻辑电路

### 4.4 存储器

### 4.5 数字集成电路设计基本步骤

### 4.6 Verilog HDL 介绍

### 4.7 集成电路专用设计工具简介

教学重点：（1）CMOS 反相器，（2）典型组合逻辑电路，（3）典型 CMOS 时序逻辑电路，（4）数字集成电路设计基本步骤。

教学难点：（1）典型 CMOS 时序逻辑电路，（2）存储器。

## 5 模拟集成电路 （12 学时）

### 5.1 模拟集成电路种类及应用

### 5.2 双极性集成电路

### 5.3 电流源和电压基准源

### 5.4 典型运算放大器

### 5.5 模拟集成电路设计基本步骤



教学重点：（1）双极性集成电路，（2）电流源和电压基准源。

教学难点：（1）双极性集成电路，（2）电流源和电压基准源，（3）典型运算放大器。

## 6 集成电路版图设计（4 学时）

### 6.1 全定制版图设计

### 6.2 版图设计规则

### 6.3 版图验证

教学重点：（1）版图设计规则，（2）版图验证，（3）全定制版图设计。

教学难点：（1）版图设计规则。

## 五、实验内容

无

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	4	0	4
2 CMOS 集成电路工艺流程	2	0	2
3 MOSFET 晶体管	4	0	4
4 基本数字集成电路	6	0	6
5 模拟集成电路	12	0	12
6 集成电路版图设计	4	0	4
合计	32	0	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

教材：

1、《集成电路设计导论》，罗萍、张为编著，清华大学出版社，2010 年。

参考教材：

1、《半导体集成电路》，朱正涌编著，清华大学出版社，2001 年；

2、《集成电路设计》，王志功、朱恩、陈莹梅编著，电子工业出版社，2006 年。

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核方式：考试、课内、课外作业及随堂点名提问。

2、考核目标：在考核学生对集成电路器件、模拟集成电路和数字集成电路基本知识、基本原理和分析方法的基础上，重点考核典型模拟和数字电路的识别、设计、分析和优化能力，以及识别和绘制版图的能力。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.20	0.30	0.50
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	试题评分标准，试卷

### 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3	目标4
1、工程知识	M	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、工程基础和专业等多方面的知识。	#		#	
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到微电子科学与工程专业复杂工程问题的解决中。			#	
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。	#	#		#
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。	#	#		#
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识和原理分析判断问题识别和表达结论的有效性；	#	#		#
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。	#			#
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的器件、电路和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。		#	#	#
		指标点 3-2 非技术因素：能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下，对设计方案的可行性进行分析。		#	#	
		指标点 3-3 创新意识：积极参与各类创新活动，在专业设计过程中能够体现创新意识；		#	#	#
4、研究	M	指标点 4-1 研究分析能力：了解微电子科学与工程专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析			#	

		方法, 并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。				
		指标点 4-2 实验设计能力: 能够基于专业理论, 根据所面对的复杂问题的特征, 选择研究路线, 设计可行的实验方案, 并选用或搭建实验装置, 开展研究;				
		指标点 4-3 实验结果分析: 能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息, 对多因素实验结果进行关联处理, 得到有效结论。				
5、使用现代工具	H	指标点 5-1 工具选择与开发: 了解当前主流工具的优点与不足, 能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择, 并能够开发一定的辅助工具用于解决问题;				
		指标点 5-2 专业工具使用: 能够针对微纳器件建立恰当的模型, 并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真, 确定功能和工艺参数。				
		指标点 5-3 其它手段与资源: 能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具与资源, 提高工作效率和效果。	#	#	#	

注:

- 1) 掌握半导体集成电路的基本原理、基本电路和基本分析方法, 能看懂简单典型电路原理图, 能学习各部分组成及功能; (支撑毕业要求 1、2、5)
- 2) 通过该课程的学习, 学生应建立起集成电路自顶向下和自下向上的设计和分析方法; (支撑毕业要求 2、3、5)
- 3) 培养学生使用集成电路专用设计软件工具进行集成电路分析、设计和优化的意识。(支撑毕业要求 1、3、4、5)
- 4) 通过该课程的学习, 学生应具有灵活运用知识的能力, 能根据功能需要, 选定适当简单的基本电路组成复杂的电路。(支撑毕业要求 2、3)

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识 面比 例 (本 列总 和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$			各环节在课程达成中的占 比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$		
		课堂 情况	作业	期末 考试	课堂 情况	作业	期末 考试
1) 掌握半导体集成电路的基本原理、基本电路和基本分析方法, 能看懂简单典型电路原理图, 能学习各部分组成及功能; (支撑毕业要求 1、2、5)	0.2	0.4	0.1	0.5	0.08	0.02	0.10
2) 通过该课程的学习, 学生应建立起集成电路自顶向下和自下向上的设计和分析方法; (支撑毕业要求 2、3、5)	0.4	0.3	0.2	0.5	0.12	0.08	0.20

3) 培养学生使用集成电路专用设计软件工具进行集成电路分析、设计和优化的意识。(支撑毕业要求 1、3、4、5)	0.3		0.4	0.6		0.12	0.18	
4) 通过该课程的学习, 学生应具有灵活运用知识的能力, 能根据功能需要, 选定适当的基本电路组成简单的电路。(支撑毕业要求 2、3)	0.1		0.8	0.2		0.08	0.02	
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )						0.20	0.30	0.50

采用达成值计算法, 辅以对学生的问卷调查法。

达成值计算法结合上表权重分配, 采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式:

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中:

$k$  表示不同的评价方式,  $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分, 均为百分制;

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比;

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比;

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比;

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足, 在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因, 并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议, 在授课计划中做好落实改进计划, 并在授课过程中予以落实。

# 《MEMS 设计》教学大纲

课程编号： B03060307

课程名称： MEMS 设计

开课单位： 仪器与电子学院

总学时： 32

学 分： 2

适用专业： 微电子科学与工程， 电子科学与技术

先修课程： 半导体物理与器件、MEMS 工艺

大纲执笔人： 马宗敏、张斌珍

大纲编写（修订）时间： 2017 年 09 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

MEMS 设计是微电子科学与工程专业的一门专业教育课程，是本专业培养微纳传感器和执行器理论与技术人才的核心课程。通过对本课程的学习，学生将掌握微机电系统（MEMS）概况、各种微机电系统的工作原理、微制造技术等知识，为将来从事 MEMS 相关领域的工作和研究打下基础。

## 二、课程目标

- 1) 通过本课程的学习，了解微机电系统技术的发展现状和应用情况；（支撑毕业要求 1、4）
- 2) 掌握典型微传感器和微执行器的基本工作原理和应用；（支撑毕业要求 1、3、4）
- 3) 掌握基本的微制造技术；（支撑毕业要求 1、3、4）
- 4) 培养微系统设计的基本能力。（支撑毕业要求 1、3、4）

## 三、基本要求

- 1、本课程为专业课，要求先修半导体物理与器件和 MEMS 工艺课程。
- 2、本课程是一门注重理论讲授的课程，在教学中应注重各种微机电系统设计的基础知识、基本概念和思维方法的传授。
- 3、本课程要求教师安排充足的设计作业，结合经典传感器和执行器的设计实例，将理论知识运用到实际设计中去，培养学生灵活运用知识的能力。

#### 四、教学内容和教学方法

教学方法：

- 1、利用 CAI 形式讲授，辅以重要知识点的板书推导与分析，引导学生理解分析思路；
- 2、讲授过程中穿插提问和讨论等环节，让学生获得更多的锻炼机会。

本课程重点讲授的内容包括：微机电系统的发展历史和现状，典型微传感器件和微执行器件的工作原理、典型微传感器件和微执行器件的结构分析和设计方法。

深度和广度说明：典型微传感器件和微执行器件的工作原理、结构分析和设计方法深入讲解。

##### 第一章 微机电系统概述（2 学时）

- 1.1、掌握微机电系统的基本概念及本质特征（重点）
- 1.2、了解微机电系统的发展历史和应用概况
- 1.3、了解 MEMS 技术与微电子技术的联系与各自的特点

##### 第二章 微制造导论（4 学时）

- 2.1、了解集成电路制造的典型工艺流程
- 2.2、掌握体微机械加工和表面微机械加工的概念和工艺流程（重点、难点）
- 2.3、了解硅基以外的新材料和新制造工艺
- 2.4、了解工艺流程选择的主要考虑因素

##### 第三章 电学与机械学基本概念（6 学时）

- 3.1、掌握掺杂浓度确定半导体电导率的基本步骤，了解晶面与晶向的命名规则
- 3.2、掌握应力与应变的基本概念和它们之间的关系（重点、难点）
- 3.3、掌握单负载条件下扭转杆的形变（重点、难点）
- 3.4、掌握本征应力产生的原因以及表征、控制和补偿的方法（重点）
- 3.5、了解周期性负载条件下微结构的机械性能
- 3.6、主动调节梁力常数和共振频率的方法

##### 第四章 静电敏感与执行原理（4 学时）

- 4.1、掌握静电传感器和执行器的原理、特点和其工作方程
- 4.2、了解静电传感器和执行器的两种结构：平行板驱动结构和梳指驱动结构
- 4.3、掌握平行板电容器的基本工作原理、吸合效应和常见应用（重点、难点）
- 4.4、掌握叉指电容器结构和工作原理（重点）
- 4.5、掌握梳状驱动加速度传感器和线性执行器的结构与设计要点（重点）

## 第五章 热敏感与执行原理（4 学时）

- 5.1、了解静热传感器和热执行器的概念，掌握热传递的基本原理
- 5.2、掌握基于热膨胀效应的热传感器和热执行器的典型结构和材料（重点）
- 5.3、了解温度传感的两种机制：热电偶和电阻式温度传感器
- 5.4、掌握热电偶和热电阻器的基本工作原理（重点）
- 5.5、了解热传感的一些实际应用例子

## 第六章 压阻传感器（4 学时）

- 6.1、了解压阻效应及其表达式
- 6.2、掌握典型的制作压阻传感器的材料（重点）
- 6.3、了解压阻传感器的典型应用
- 6.4、掌握压阻加速度计、压阻压力传感器、压阻流量传感器的设计方法和设计步骤（重点、难点）

## 第七章 压电敏感与执行原理（4 学时）

- 7.1、掌握压电原理和基本的设计方法
- 7.2、掌握典型材料的压电特性（重点）
- 7.3、掌握典型压电传感器和执行器的设计实例（重点）

## 第八章 其它类型传感器与执行器（4 学时）

- 8.1、了解磁执行器概念、原理和典型实例
- 8.2、掌握聚合物 MEMS 的概念和了解其典型实例（重点）
- 8.3、了解微流控学的概念，了解流体力学的基本概念，掌握典型可微流控元件的设计与制造（重点）
- 8.4、了解无源 MEMS 光学器件和有源光 MEMS 执行器的概念、工作原理、典型实例

## 五、实验内容

无

## 六、学时分配

章节名称	讲授（学时）	实验（学时）	小计
第一章 微机电系统概述	2		2

第二章 微制造导论	4		4
第三章 电学与机械学基本概念	6		6
第四章 静电敏感与执行原理	4		4
第五章 热敏感与执行原理	4		4
第六章 压阻传感器	4		4
第七章 压电敏感与执行原理	4		4
第八章 其它类型传感器与执行器	4		4

#### 七、教材、补充教材及参考资料主要参考书

- 1、刘昶著，黄庆安(译)，《微机电系统基础》，ISBN：7111406575，机械工业出版社
- 2、Stephen D.S.著，刘泽文等（译），《微系统设计》，ISBN：7121004224，电子工业出版社
- 3、Gregory T. A.著，张文栋（译），《微传感器和执行器全书》，ISBN：7030105656，科学出版社
- 4、徐泰然著，王晓浩等（译），《MEMS 和微系统—设计与制造》，ISBN：7111132262，机械工业出版社

#### 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、采取措施：讲授与提问并重，CAI 与板书相结合，学生讨论与作业相结合。
- 2、考核方式：出勤、作业、课堂提问与考试
- 3、考核目标：重点考核学生对各种微系统器件工作原理与结构的掌握情况。
- 4.成绩构成：

各环节成绩评定占比%

课堂情况	作业	课外综合作业		期末考试
		报告	答辩	
10	10	20	20	40

	支撑材料
课堂提问	课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等
作业	作业
课外综合作业	报告和答辩



期末考试	试卷
------	----

## 九、课程目标对毕业要求的支撑（微电子技术工程）

### 微电子科学与工程专业

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3	目标4
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、微电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#	#	#	#
		指标点 1-2 活学活用：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂微电子类工程问题的解决中。	#	#	#	#
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 设计与创新：能够根据用户需求确定解决方案，设计相关的微纳传感器、集成电路和工艺流程。在设计细节中能够体现创新意识；		#	#	#
		指标点 3-3 建模仿真能力：能针对一个集成电路或微纳传感器建立恰当的模型，通过建模、仿真确定功能和工艺参数；		#	#	#
		指标点 3-4 业务实践能力：掌握集成电路和微纳传感器设计及工艺流程设计要求，设计出满足用户需求的集成电路和微纳传感器。		#	#	#
		指标点 3-5 成果表达能力：能够用规范性的图纸、报告、代码或实物等形式，呈现设计成果。		#	#	#
4、研究	M	指标点 4-1 专业背景了解：了解微电子科学与工程专业领域经典设计案例及实验案例，理解基本的研究思路和分析方法；	#	#	#	#
		指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案。	#	#	#	#
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理实验数据，对多因素实验结果进行关联，解释其物理本质和实验现象的关联。	#	#	#	#
		指标点 4-4 方案优化意识：能够有意识地将测试和实验结果用于指导解决方案的改善和优化。				
5、使用现代工具		指标点 5-1 工具选择：了解当前主流的同类 EDA 工具的优点与不足，并针对问题特性与需求做出对比选择。				
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对本专业涉及到的电路、微结构、器件、工艺等过程掌握至少一种 EDA 软件进行设计和仿真，提高工作效率。				
		指标点 5-3 其它手段与资源：能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具，提高工作效率和效果。				
		指标点 5-4 工具开发与改进：能够开发一定的辅助工具用于解决本专业复杂工程问题；				

12. 终身学习		指标点 12-3 实践能力：具有系统的工程实践学习经历，具备一定的通过工程实践学习、验证新知识和新技术的能力。				#
----------	--	---	--	--	--	---

### 电子科学与技术

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#	#	#	#
		指标点 1-2 活学活用：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。	#	#	#	#
2、问题分析		指标点 2-1 问题识别与表达：能识别和判断电子类复杂工程问题的关键环节和参数，将工程问题转化为技术问题，并采用合理的方式正确表达。				
		指标点 2-2 方案优选：能够针对一个系统或者过程的多种方案进行选择，分析过程的影响因素，证实解决方案的合理性，并达到适当的精度要求；				
		指标点 2-3 结论有效：能够应用专业知识分析判断结论的有效性；				
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，并能够与自己的方案进行对比，并理解其差距与优势。				
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 设计与创新：能够根据用户需求确定解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。在设计细节中能够体现创新意识；		#	#	#
		指标点 3-3 建模仿真能力：能针对一个电路或系统建立恰当的模型，通过建模、仿真确定功能和工艺参数；		#	#	#
		指标点 3-4 业务实践能力：掌握电路系统设计流程与工艺要求，设计出满足用户需求的电路或系统。		#	#	#
		指标点 3-5 成果表达能力：能够用规范性的图纸、报告、代码或实物等形式，呈现设计成果。		#	#	#
4、研究	M	指标点 4-1 专业背景了解：了解电子科学与技术专业领域背景及经典电路案例及实验案例，理解基本的研究思路和分析方法；	#	#	#	#
		指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；	#	#	#	#
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据，对多因素实验结果进行关联，解释其物理本质，并对误差来源和影响进行分析。	#	#	#	#
		指标点 4-4 方案优化意识：能够有意识地将测试和实验结果	#	#	#	#

		用于指导解决方案的改善和优化。				
5、使用现代工具		指标点 5-1 工具选择：了解当前主流的同类 EDA 工具的优点与不足，并针对问题特性与需求做出对比选择。				
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对本专业涉及到的微结构、器件、电路、电气特性和逻辑等过程，每类过程至少掌握一种 EDA 软件进行设计和仿真，提高工作效率。				
		指标点 5-3 其它手段与资源：能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具，提高工作效率和效果。				
		指标点 5-4 工具开发与改进：能够开发一定的辅助工具用于解决本专业复杂工程问题；				
12. 终身学习		指标点 12-3 实践能力：具有系统的工程实践学习经历，具备一定的通过工程实践学习、验证新知识和新技术的能力。				

目标 1：通过本课程的学习，了解机电系统技术的发展现状和应用情况；

目标 2 掌握典型微传感器和微执行器的基本工作原理和应用；

目标 3 掌握基本的微制造技术；

目标 4 培养微系统设计的基本能力。

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$					各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$				
		课堂情况	作业	综合作业报告	综合作业答辩	考试	课堂情况	作业	综合作业报告	综合作业答辩	考试
1) 通过本课程的学习，了解机电系统技术的发展现状和应用情况；（支撑毕业要求 1、4）	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04
2) 掌握典型微传感器和微执行器的基本工作原理和应用；（支撑毕业要求 1、3、4）	0.6	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	0.06	0.06	0.12	0.12	0.24
3) 掌握基本的微制造技术；（支撑毕业要求 1、3、4）	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04
4) 培养微系统设计的基本能力。（支撑毕业要求 1、3、4）	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	0.02	0.02	0.04	0.04	0.08

各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4
--------------------------	-----	-----	-----	-----	-----

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比。

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《微纳电子技术发展概述专题》教学大纲

课程编号：B03060320

课程名称：微纳电子技术发展概述专题

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32

学 分：2

适用专业：微电子科学与工程

先修课程：微纳电子器件测试技术、MEMS 设计、集成电路分析与设计

大纲执笔人：唐军

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 二、课程在教学计划中的地位、作用

微纳电子技术发展概述专题是微电子科学与工程专业的一门学科基础教育课程。主要是通过对本课程的学习，使学生对微纳电子学科领域内的相关概念、特点、应用及现状和未来有比较清晰的认识；了解半导体物理与器件、集成电路工艺、材料、集成电路设计、微纳传感、MEMS 等技术的基本概念。对专业涉及的相关专业领域、前沿和前景发展有一个比较全面、初步的认识。教学中应结合应用背景，并适当反映微纳电子技术发展，以激发学生专业的学习热情。

## 二、课程目标

- 1) 通过本课程的学习，学生应掌握从事微电子科学与工程专业工作所需的自然科学的知识，了解该专业工程基础知识和基本理论以及目前相关的研究领域；（支撑毕业要求 6、10）
- 2) 通过本课程的学习，使学生掌握行业内半导体材料、微纳电子器件等方面的一些基本理论，初步了解半导体构建集成电路的基本思路与方法；（支撑毕业要求 7）
- 3) 使学生具备一定的专业技术研究能力，能够采用微纳电子学的科学原理和方法对微纳电子科学与工程专业相关的工程问题有一定的研究能力。（支撑毕业要求 6、7、10）
- 4) 并通过文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，对本领域前沿知识能够调研。同时具有自主学习的意识，掌握合理的学习方法，有不断学习和适应本领域发展的能力（支撑毕业要求 7、10、12）

### 三、 基本要求

1、本课程设置在大四第一学期，作为微电子科学与工程专业进行进一步的了解与认识的课程，先修课程包括微纳电子器件测试技术、MEMS 设计、集成电路分析与设计等等；

2、以课堂理论教学为主，教学过程重点考虑学生的知识储备情况，在突出知识性的同时兼顾趣味性，以培养学生对专业基本概念和常识的认知为主。

### 四、 教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：微纳电子的基本概念、基本原理、制造工艺、设计方法、光电子器件、量子光学器件以及相关前沿领域比如传统 MEMS 技术、叉指换能器式（MEMS-IDT）微传感和智能传感。

深度和广度说明：该课程以基本概念介绍和了解为主，适当注意广度的覆盖。

为了提高学生的学习兴趣和取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用兼顾趣味性的案例分析、前沿介绍等教学方法，以进一步提高教学质量。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

#### 1 绪论（4 学时）

1.1、了解晶体管发展历程和社会作用；

1.2、掌握集成电路的概念与发展历程；（重点、难点）

1.3、掌握集成电路的分类方法和相关理论概念；（重点）

1.4、了解微纳电子学的概念，微纳电子学的特点；

#### 2 半导体物理与器件基础（4 学时）

2.1、掌握 PN 结的结构，了解 PN 结的基本工作原理，正向特性，反向特性；（重点、难点）

2.2、掌握双极晶体管的结构，了解双极晶体管的工作原理，特性曲线；（重点）

2.3、掌握 MOS 晶体管的结构；（重点）

2.4、了解 MOS 晶体管的基本工作原理，特性曲线；

#### 3 集成电路制造工艺（6 学时）

3.1、了解化学气相淀积 Si、多晶硅、氧化硅、氮化硅的方法，掌握化学气相淀积的方法和作用，掌握物理气相淀积的方法和作用；（重点）

3.2、了解几种常见的光刻技术，超细线条光刻技术；掌握光刻工艺的基本原理，湿法腐蚀，干法刻蚀；（重点）

3.3、了解热氧化的机理，常见的热氧化方法，掌握氧化硅的性质及作用；

3.4、了解扩散与离子注入工艺的基本原理，退火的作用，掌握扩散与离子注入概念、特点和作用；（难点）

3.5、了解接触和互连在集成电路中的作用，了解隔离的作用与常用的隔离方法；

3.6、了解 MOS 集成电路工艺流程与集成电路工艺主要工序及技术方法；

#### 4 光电子器件（4 学时）

4.1、了解固体中的光吸收和光反射；

4.2、了解薄膜晶体管的结构和主要用途，薄膜晶体管的特点；

4.3、了解跃迁辐射和光吸收的基本原理，光电子器件的种类及其作用；（重点、难点）

4.4、了解新兴的微纳光电材料及器件，包括纳米光电材料、光子晶体、超材料、表面等离子体激元及器件

4.5、了解半导体发光二极管、半导体激光器、光电探测器、半导体太阳能电池的基本工作原理和应用；

#### 5 微纳量子器件（4 学时）

5.1、了解低维电子以及光子输运器件，并明确低维量子器件的未来预测；

5.2、了解从低维纳米光子器件、磁性纳米器件等器件的研究现状引出低维量子结构的物理性质以及应用前景；

5.3、了解共振隧穿电子器件，以量子结构激光器以及量子结构红外探测器为例，重点描述未来量子传感及微纳电子器件的前沿与进展。（重点、难点）

#### 6 微机电 MEMS 系统（4 学时）

6.1、了解几种重要功能的 MEMS 器件；

6.2、了解物理量、化学量、生物量等不同种类的 MEMS 器件；

6.3、了解 MEMS 器件的测试与标定；

6.4、了解 MEMS 的应用及检测技术；（重点、难点）

6.5、了解 MEMS 技术发展的趋势和前景；（重点）

6.6、了解微纳电子机械系统—叉指换能器式（MEMS-IDT）微传感器及其在开发低能耗、无线 MEMS 或微机械中的应用；

#### 7 智能传感器系统（6 学时）

7.1、理解智能传感器系统中的经典传感技术基础；

7.2、举例了解不同集成度智能传感器系统，了解智能传感器和微纳电子机械系统的关系；了解当今智能传感器的发展状态、最新应用，包括电子鼻、舌、手指，以及智能传感器和智能结构，如智能皮肤；（重点）

7.3、了解智能传感器系统的集成技术、智能传感器系统智能化功能的实现方法；

7.4、了解人工神经网络在智能传感器中的应用和智能模糊传感器；

7.5、通过传感器阵列、传感器信号的参数补偿和专用集成电路技术的应用，了解智能敏感器件的发展与展望。（重点）

## 五、实验内容

无

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	4	0	4
2 半导体物理与器件基础	4	0	4
3 集成电路制造工艺	6	0	6
4 光电子器件微纳量子器件	4	0	4
5 微纳量子器件光电子器件	4	0	4
6 微机电 MEMS 系统电子光学器件	4	0	4
7 智能传感器系统微机电 MEMS 系统	6	0	6
合 计	32	0	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

1、郝跃等编著，《微电子学概论》，ISBN9787040130447，高等教育出版社。

2、吴德馨主编，《现代微电子技术》，ISBN7502535926，化学工业出版社。

3、胡英，何亮，张茂林，《新能源与微纳电子技术》，ISBN9787560636955，2015 西安电子科技大学出版社。

4、卢俊，《光电子器件物理学》，2009，ISBN9787121090097，电子工业出版社。

5、彭英才，赵新为，傅广生，《低维量子器件物理》，ISBN 9787030338495，科学出版社。

6、Donald A. Neamen (D.A.尼曼)；谢生译，《半导体器件导论》，ISBN9787121250606 清



华大学出版社。

7、刘光辉, 亢春梅, 《MEMS 技术的现状和发展趋势.传感器与微系统》, 2001, 20(1):52-56。

## 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、考核目标：考核学生对微电子专业的发展的相关基本知识的了解和认知程度。
- 2、考核方式：调研报告、作业、课堂提问。
- 3、采取措施：PPT 多媒体、分组讨论、总结报告。
- 4、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	调研报告
课程目标达成的贡献率	0.195	0.345	0.46
支撑材料	课堂评价标准, 课堂提问记录或随堂考试, 结合出勤率等	作业评价标准, 典型作业拍照, 或电子版	报告评分标准, 试卷,

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
6 工程与社会	M	指标点 6-3 能客观分析预测专业工程实践、复杂工程问题解决方案、新产品新技术开发和应用对社会、健康、安全、法律以及文化的潜在影响。	#		#	
7 环境和可持续发展	L	指标点 7-1 充分了解本专业工程实践所使用的原材料、工艺、生产过程对各类资源的消耗情况, 能合理评价生产试验和产品运行过程中可能产生的功耗、噪声、辐射、废料对环境的影响。		#	#	#
10 沟通	H	指标点 10-1 规范表达能力: 能够熟练、正确、规范地撰写技术报告和论文, 并能针对主题陈述发言、清晰表达自己的观点;	#		#	#
		指标点 10-2 具备使用一门外语沟通交流的能力, 了解并尊重不同文化, 能够通过跨文化交流、竞争与合作开阔国际视野。				#

		能区别不同的对象、场所和要求采用合适的方式进行有效沟通。				
12 终身学习	M	指标点 12-1 理解工程活动中搜集、获取、更新相关技术研究现状和未来发展趋势的必要性,具有自主学习和终身学习的意识和动力。				#

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为1) $W_{ik}$			各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$		
		课堂情况	作业	调研报告	课堂情况	作业	调研报告
1) 通过本课程的学习,学生应掌握从事微电子科学与工程专业工作所需的自然科学的知识,了解该专业工程基础知识和基本理论以及目前相关的研究领域;(支撑毕业要求 6、10)	0.2	0.3	0.4	0.3	0.06	0.08	0.06
2) 通过本课程的学习,使学生掌握行业内半导体材料、微纳电子器件等方面的一些基本理论,初步了解半导体构建集成电路的基本思路与方法;(支撑毕业要求 7)	0.1	0.25	0.25	0.5	0.025	0.025	0.05
3) 使学生具备一定的专业技术研究能力,能够采用微纳电子学的科学原理和方法对微纳电子科学与工程专业的工程问题有一定的研究能力。(支撑毕业要求 6、7、10)	0.5	0.1	0.4	0.5	0.05	0.2	0.25
4) 并通过文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法,对本领域前沿知识能够调研。同时具有自主学习的意识,掌握合理的学习方法,有不断学习和适应本领域发展的能力(支撑毕业要求 7、10、12)	0.2	0.3	0.2	0.5	0.06	0.04	0.1
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )					<b>0.195</b>	<b>0.345</b>	<b>0.46</b>

采用达成值算法,辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配,采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

### 1. 教学内容与课程设置改进

传统的教学内容主要是教材，由于教材的滞后性、科技发展的前沿性不高，这就使得学生在课堂上学到的内容无法有效地与实际生活相结合，造成理论与实践的分离，不利于学生的全面发展。例如在微电子领域有许多新兴的研究方向，像微电子机械系统

(MEMS) 发展相当迅速。在国外，有许多先进的 MEMS 产品，如 MEMS 麦克风的科研已经 MOS-MEMS 技术方向发展。在国内，中国电子科技集团公司第 13 研究所由微纳米研究中心和国家高密度封装工业性试验基地相结合，MEMS 器件和封装发展比较快，已开发出一些新产品。这些新产品一旦应用到日常生活，将会对我们的生活产生极大的影响。然而这些内容在课本上我们都是学不到的。所以，单靠教材里的内容来进行微电子学的教学，无法使学生获得最新的科技成果方面的知识，也就很难拓宽他们的知识面。

当代科技领域都是多学科、多技术互相交叉、相互渗透的。微电子技术与机械、光学等领域结合后衍生出了 MEMS，微电子技术与生物工程技术结合衍生出了 DNA (脱氧核糖核酸) 生物芯片，微电子机械系统几乎涉及到自然及工程科学的所有领域，如电子技术、机械技术、光学、物理学、化学、生物医学、材料医学、材料科学、能源科学等。传统的教学内容由于教材的滞后性，在某种程度上往往导致教学跟不上实际科技发展的步伐，但

是教学的传授者即教师，是一本活的可以不断更新的“教材”。因此，在现有教材的基础上，教师要充分发挥自身角色的灵活与智慧，拓宽学生的知识面。

## 2. 教学模式与教学方式的优化

当前微电子专业的教学还停留在以“教师为中心”的传统教学模式之上，这种教学模式往往采用单一的文本教学方式，很难使学生掌握抽象的理论知识。比如，在讲解 PN 结形成过程时，一味的讲理论，学生会很难理解。但如果能够使用影视技术，将 PN 结形成过程使用动画表现出来，学生就容易接受了。并且在传统的教学模式下，学生只能被动地接受知识，降低了学生的学习兴趣，无法调动学生的主观能动性，不利于学生学习质量的提高。所以，需要打破“教师为中心”的传统教学模式和单一文本教学的方式，探索新的教学方式。

兴趣教学的方法就是以兴趣为本来提高学生的学习积极性、学习效率的教学方法。针对学生存在缺乏学习兴趣的现象，我们可以从培养学习兴趣入手，将每节课变成兴趣课，为课堂注入活力，为学习添加动力。导入实际问题，激发学习兴趣。微电子领域的科技成果，充斥着人们的生活，学生在日常生活中会遇到与教学内容相关的问题，例如，在讲到半导体材料特性的时候，老师可以问学生一些和实际生活有关的问题。比如说，“神舟十号”的外壳是用什么材料做的，能经受这么高的温度；“蛟龙号”的外壳是用什么材料做的，能经受这么大的压力。通过这些实际的问题，可以激发学生的学习兴趣，这样不但老师与同学之间实现了互动交流，也极大地增强了这门课对学生的吸引力，能够很好地提高学生的学习兴趣。在教学模式中，以前教师是主要的知识传授者，学生是被动的知识接受者，这属于单向的教学模式。师生角色互换即由学生走上讲台并组织教学活动，而教师则走下讲台充当一个好学上进、不懂就问的学生。采用这种教学模式，能够给学生一个全新的感觉，增强学习的趣味性，活跃学生的创新力，提高他们的学习兴趣。

## 3. 考核方式与教学评价的调整

考核是对教师的教学效果和学生学习成果的检验，起着促进学生主动学习和指导学生寻找高效学习方式的作用，合理的考核方式会提高学生的学习效果。传统的评价基本上是一种总结性学习终端评价，它以甄别学生对知识掌握的水平与选拔优秀学生为导向，是一种由教师、教育主管部门、考试机构等自上而下的对学生“定性”的评价。这种评价只注重学生最终对知识的掌握程度，评价标准单一。由于总结性评价只考虑学生的学习结果而不考虑学习过程，所以容易造成学生平时学习不用功，考前突击学习的情况。因此，必须优化考核方式，引导学生正确学习。

为真实地评价学生，提供学生发展全方位信息，提高其在真实的作业情境中思维能力、反思能力、合作能力、信息搜集能力、处理能力和创造能力，本文提出了考核方式改革方案。采用终结性评价和形成性评价相结合的考核方式，让学生重视平时的学习过程，克服以前考试“临时抱佛脚”的不良习惯。

# 《文献检索专题》教学大纲

课程编号：B05060005K

课程名称：文献检索专题

开课单位：仪器与电子学院

总学时：16

学 分：1

适用专业：微电子科学与工程、电子科学与技术、测控技术与仪器

先修课程：英语、专业基础课

大纲执笔人：马宗敏

大纲编写（修订）时间：2017年09月

## 三、课程在教学计划中的地位、作用

《文献检索专题》是培养学生信息情报意识，掌握手工方式和计算机方式检索文献信息、获取知识和情报的一门科学方法课。该课程对学生的文献收集、专业综合素质方面起到重要的支撑作用。

本课程为本学科及相关学科文献信息源使用及检索的基本工具，涉及文献信息检索的基本知识，对培养学生应用文献检索工具与参考工具书的使用，熟知国内外常用网络检索系统，掌握如何获得与利用文献信息的方法，增强自学能力与研究能力具有重要作用。

## 二、课程目标

- 1：能够使使学生掌握信息资源检索的手段、类型以及原理；
- 2：熟知国内外常见数字资源信息及网络化检索系统，掌握各种电子书及网络数据库的检索途径、方法和技巧；
- 3：能够独立地根据检索课题选用适当的检索工具或数据库，能够综合利用多种检索工具或数据库完成检索课题；
- 4：能够根据相应检索结果进行信息筛选，写出检索报告。

## 三、基本要求（含先修课程）

本课程要求学生掌握典型的信息来源和检索技术手段；掌握常用国内外检索工具使用的方法和技术；学生需具备基本的信息处理分析和提炼筛选的能力；能够独立的综合利用多种检索工具或数据库完成专业课题检索。

## 四、教学内容和教学方法

教学方法：

- 1、利用 CAI 形式讲授，辅以重要知识点的板书推导与分析，引导学生理解分析思路；
- 2、讲授过程中穿插提问和讨论等环节，让学生获得更多的锻炼机会。

教学内容：文献信息检索的一般概念、基本原理、检索方法和技术；常用的中外文数据库、电子图书、特种文献；网络信息的检索方法、步骤及规则；设置综合检索课题，引导学生得到较好的检索结果。

### 第一章 绪论 (1 学时)

- 1.1 了解文献信息基本知识;
- 1.2. 了解信息检索基础知识; (重点)
- 1.3 掌握计算机检索技术及方法。

## 第二章 常用中文数据库检索方法 (5 学时)

- 2.1 掌握中国学术期刊网络出版总库、中文科技期刊数据库检索组成及方法; (重点, 难点)
- 2.2 掌握万方数据资源信息检索系统、超星电子图书、书生之家电子图书等数据库的检索组成及方法; (重点, 难点)
- 2.3 掌握专利及学位论文的检索、使用方法;
- 2.4 掌握会议文献、标准文献的检索及使用方法;
- 2.5 检索实验, 掌握中文数据库检索的常用方法, 初步掌握检索报告的写法。

## 第三章 常用国外数据库检索方法 (5 学时)

- 3.1 掌握 Springer Link, Science Direct 的检索组成及方法; (重点, 难点)
- 3.2 了解 Dialog 国际联机检索系统, Web of Knowledge 得检索组成及方法;
- 3.3 掌握 EI、Inspec 的检索及使用方法; (重点)
- 3.4 检索实验, 掌握外文数据库检索的常用方法, 初步掌握外文检索报告的写法。

## 第四章 常用网络信息检索与利用 (2 学时)

- 4.1 掌握百度及百度学术、雅虎、谷歌及谷歌学术搜索引擎的使用方法;
- 4.2 掌握网络信息检索报告的撰写。(重点)

## 第五章 文献综合检索 (3 时)

- 5.1 初步掌握文献综合检索方法;
- 5.2 文献综合检索实验, 能够运用多种手段对相关文献进行综合检索, 会写检索报告。  
(重点, 难点)

## 五、实验内容

无

## 六、学时分配

章节名称	讲授 (学时)	小计
第一章 绪论	1	1
第二章 常用中文数据库检索方法	5	5
第三章 常用国外数据库检索方法	5	5
第四章 常用网络信息检索与利用	2	2
第五章 文献综合检索	3	3
合 计	16	16

## 七、教材、补充教材及参考资料

1. 文献信息检索。凤元杰 主编， 陈文清 范全青 黄天青 副主编。 科学出版社。
2. 文献信息检索与利用。陈冬花 主编，王新荣 王铭礼 副主编。上海交通大学出版社。
3. 电子文献检索教程。胡光林 李雪萍 主编。上海交通大学出版社。
4. 网络信息检索实用教程。邵峻，刘文科。电子工业出版社。2010-1-1。

## 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、采取措施：讲授与提问并重，CAI 与板书相结合，学生讨论与综合检索作业相结合。
- 2、考核方式：出勤、作业、课堂提问与检索报告
- 3、考核目标：在考核学生对文献信息检索基本原理和方法的基础上，重点考核学生综合运用中外文数据库搜索的运用能力、搜索引擎、以及现代外文网络工具进行综合检索的能力。
- 4.成绩构成：

各环节成绩评定占比%

课堂提问	出勤	作业	报告
10	10	30	50

## 九、课程目标对毕业要求的支撑（微电子技术与工程、测控技术与仪器、电子科学与技术）

课程目标				专业毕业要求	
4	3	2	1		
				1	<b>工程知识：</b> 掌握从事工程工作所需的数学和自然科学知识，掌握微纳传感器理论与技术、半导体器件、集成电路、信号与系统等工程基础知识和微电子专业的基本理论，并能够将相关知识用于解决与微电子工程专业有关的复杂工程问题。。
H	H	H	H	2	<b>问题分析：</b> 能够应用工程所需的数学、自然科学知识和微电子科学与工程专业的的基本理论，并通过文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，对微电子科学与工程专业的复杂工程问题进行识别、表达和分析，得出有效结论。
				3	<b>设计/开发解决方案：</b> 能够设计针对微电子科学与工程专业的复杂工程问题的解决方案，设计微纳传感器、半导体器件和集成电路，解决微电子科学与工程相关问题。能够在设计过程中体现创新意识，综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。
				4	<b>研究：</b> 具备一定的专业技术研究能力，采用信息获取与控制的科学方法对微电子科学与工程专业的复杂工程问题进行研究、设计实验，并能够对实验结果进行分析与数据处理并获得有效结论。
H	H	M	M	5	<b>使用现代工具：</b> 掌握微电子科学与工程专业的信息技术手段、资源和现代工程工具，能够对相关复杂工程问题进行预测与模拟，并能够理解其局限性或受限程度。
				6	<b>工程与社会：</b> 能够基于工程相关背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化



					的影响，并理解应承担的责任。
				7	<b>环境和可持续发展：</b> 能够理解和评价针对复杂工程问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。
				8	<b>职业规范：</b> 具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。
				9	<b>个人和团队：</b> 能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。
	M			10	<b>沟通：</b> 能够就微电子科学与工程专业的复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。
				11	<b>项目管理：</b> 理解并掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。
				12	<b>终身学习：</b> 具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。

注：

目标 1：能够使学生掌握信息资源检索的手段、类型以及原理；

目标 2：熟知国内外常见数字资源信息及网络化检索系统，掌握各种电子书及网络数据库的检索途径、方法和技巧；

目标 3：能够独立地根据检索课题选用适当的检索工具或数据库，能够综合利用多种检索工具或数据库完成检索课题；

目标 4：能够根据相应检索结果进行信息筛选，写出检索报告。

## 九、课程目标对毕业要求的支撑（测控技术与仪器）

课程目标				专业毕业要求	
4	3	2	1		
				1	<b>工程知识：</b> 掌握从事工程工作所需的数学和自然科学知识，掌握传感器理论与技术、测控电路、信号与系统、自动控制原理等工程基础知识和测控技术与仪器专业的基本理论，并能够将相关知识用于解决与测控技术与仪器专业有关的复杂工程问题。
H	H	H	H	2	<b>问题分析：</b> 能够应用工程所需的数学、自然科学知识和测控技术与仪器专业的基本理论，并通过文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，对测控技术与仪器专业有关的复杂工程问题进行识别、表达和分析，得出有效结论。
				3	<b>设计/开发解决方案：</b> 3. 能够设计针对测控技术与仪器专业复杂工程问题的解决方案，设计测控系统及相关仪器，解决动态测试相关问题。能够在设计过程中体现创新意识，综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。
				4	<b>研究：</b> 具备一定的专业技术研究能力，采用信息获取与控制的科学方法对测控技术与仪器专业有关的复杂工程问题进行研究、设计实验，并能够对实验结果进行分析与数据处理，通过误差理论、信息综合等方法获得有效结论。
H	H	M	M	5	<b>使用现代工具：</b> 掌握测控技术与仪器专业相关的信息技术手段、资源

					和现代工程工具，能够对相关复杂工程问题进行预测与模拟，并能够理解其局限性或受限程度。
				6	<b>工程与社会：</b> 能够基于工程相关背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。
				7	<b>环境和可持续发展：</b> 能够理解和评价针对复杂工程问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。
				8	<b>职业规范：</b> 具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。
				9	<b>个人和团队：</b> 能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。
	M			10	<b>沟通：</b> 能够就测控技术与仪器专业相关的复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。
				11	<b>项目管理：</b> 理解并掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。
				12	<b>终身学习：</b> 具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。

## 九、课程目标对毕业要求的支撑（电子科学与技术）

课程目标				专业毕业要求	
4	3	2	1		
				1	<b>工程知识：</b> 掌握从事工程工作所需的数学和自然科学的知识，掌握半导体物理与器件、工程制图、信号与系统、电子技术等工程基础知识和电子科学与技术专业的基本理论，并能够将相关知识用于解决与电子科学与技术专业有关的复杂工程问题。
H	H	H	H	2	<b>问题分析：</b> 能够应用工程所需的数学、自然科学知识和电子科学与技术专业的基本理论，并通过文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，对电子科学与技术专业有关的复杂工程问题进行识别、表达和分析，得出有效结论。
				3	<b>设计/开发解决方案：</b> 能够设计针对电子科学与技术专业复杂工程问题的解决方案，设计集成电路系统，解决物联及嵌入式系统相关问题。能够在设计过程中体现创新意识，综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。
				4	<b>研究：</b> 具备一定的专业技术研究能力，采用电路系统设计的科学方法对电子科学与技术专业有关的复杂工程问题进行研究、设计实验，并能够对实验结果进行分析与数据处理，通过误差理论、信息综合等方法获得有效结论。
H	H	M	M	5	<b>使用现代工具：</b> 掌握电子科学与技术专业相关的信息技术手段、资源和现代工程工具，能够对相关复杂工程问题进行预测与模拟，并能够理解其局限性或受限程度。

				6	<b>工程与社会：</b> 能够基于工程相关背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。
				7	<b>环境和可持续发展：</b> 能够理解和评价针对复杂工程问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。
				8	<b>职业规范：</b> 具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。
				9	<b>个人和团队：</b> 能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。
	M			10	<b>沟通：</b> 能够就电子科学与技术专业相关的复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。
				11	<b>项目管理：</b> 理解并掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。
				12	<b>终身学习：</b> 具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。

#### 十、课程目标达成评价（微电子技术工程、测控技术与仪器、电子科学与技术）

采用达成值算法及对学生的问卷调查法。

$$\text{达成值} = \sum_{\text{考查环节}} \text{目标值} \times \frac{\text{学生在相应环节得分的平均值}}{\text{样本中为考查某毕业要求所设计环节的总分}}$$

毕业要求	达成目标值分配		
	课堂提问	作业	报告
2、问题分析检索	0.2	0.3	0.5
5、使用现代工具	0.2	0.3	0.5
12、终身学习	0.3	0.4	0.3

#### 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《惯性平台姿态测量与控制》教学大纲

课程编号：B06060104

课程名称：惯性平台姿态测量与控制

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32（实验 16 学时）

学 分：2

适用专业：测控技术与仪器

先修课程：数字信号处理 自动控制基础 单片机原理及应用 传感器原理及设计 测控电路设计

大纲执笔人：李孟委

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 四、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是一门属于测控仪器与系统类的专业方向选修课程，是一门典型的测控系统设计类课程。该课程以提高学生对实际测控系统设计与测控技术应用能力为目的，其任务是讲授惯性平台姿态测量和控制系统设计。通过该课程的学习使学生掌握惯性平台姿态测量和控制系统的设计方法与应用技术。

## 二、课程目标

1) 在掌握惯性平台的工作原理的基础上，能够使用单片机和传感器设计惯性平台的姿态测量与控制系统；（支撑毕业要求 1、3）

2) 利用分组实验环节适当培养学生团队协作能力和协调沟通能力；（支撑毕业要求 9）

## 三、基本要求

1、本课程为专业方向选修课，要求先修数字信号处理、自动控制基础和单片机原理及应用课程，在教学中应注重基本概念与基础知识的传授，同时运用类比式和启发式教学，使学生掌握最重要的“惯性平台”概念，了解惯性平台姿态测量与控制设计方法与手段，以培养学生对测控系统的分析设计能力。

2、教师通过惯性平台组成、工作原理以及设计方法的教学，结合实例，提高学生对惯性平台测控系统的实际分析与设计能力。

3、学生通过实验，了解惯性器件的主要误差特性参数，会根据实际应用需求，选择、运用合适的惯性器件和控制系统来设计惯性平台测控系统，学会惯性平台测控系统的具体设

计方法。

4、测控技术与仪器具有极强的工程应用专业特点，惯性平台是测控技术在导航定位领域的一种典型应用，因此应重点培养学生对惯性平台系统的分析与设计能力，能够将理论知识运用到实际系统中的技能，以培养应用型人才。

5、本课程是一门实践性很强的课程。要求学生通过实验环节把所学的内容巩固和掌握，要求在 CAI 教室进行授课。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：惯性平台的概念、组成以及工作原理；惯性平台惯组的误差参数辨识；惯性平台姿态测量系统的设计；惯性平台的控制系统设计等。

深度和广度说明：对惯性平台的组成结构、工作原理、姿态测量以及控制系统设计等内容要深入讲解，对惯性器件的工作原理只做简单介绍，对国内外典型惯性器件与系统介绍应涵盖广些，对惯性器件的内部结构了解即可，惯性平台的姿态测量与控制系统的分析和设计是重点。

惯性平台的姿态测量与控制系统的分析与设计是本课程的核心，因此教师要重点讲授以使学生完全掌握。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

##### 1 绪论（2 学时）

- 1.1、本课程在专业课程体系中的地位和作用介绍；
- 1.2、课程内容、学习方法、讲授方式、评价方式介绍；
- 1.3、理解惯性平台的概念、组成及其各部件的功能；（重点）
- 1.4、了解惯性平台的典型应用。

##### 2 惯性平台惯组的误差参数辨识（4 学时）

- 2.1、了解陀螺的基本原理和误差参数的来源；
- 2.2、了解加速度计的基本原理和误差参数的来源；
- 2.3、学会使用 Allan 方差和卡尔曼滤波进行误差参数辨识；（难点）
- 2.4、学会陀螺随机漂移误差参数的辨识；（重点）
- 2.5、学会加速度计误差参数的辨识。

### 3 惯性平台的姿态测量系统设计（5 学时）

- 3.1、理解基于凝固法的惯性平台初始对准系统；
- 3.2、理解基于四元数法的惯性平台姿态测量系统；
- 3.3、理解基于等效旋转矢量法的惯性平台姿态测量系统；
- 3.4、掌握基于卡尔曼滤波数据融合的惯性平台姿态测量系统设计；（重点）
- 3.5、理解惯性平台常用姿态测量系统各自的优缺点。

### 4 惯性平台的控制系统设计（5 学时）

- 4.1、了解直流无刷电机的控制原理；
- 4.2、掌握基于 PID 的惯性平台控制系统设计；（重点）
- 4.3、理解基于自适应模糊 PID 的惯性平台的控制系统；
- 4.4、理解基于神经网络 PID 的惯性平台的控制系统；
- 4.5、理解惯性平台常用控制系统各自的优缺点。

## 五、实验内容

实验环节要求具备实验条件，即具备能够完成姿态测量与控制的惯性平台；采用分组实验的方式，每个实验都是由若干学生协作共同完成；要求学生了解惯性平台各个部件的具体功能；掌握惯性平台惯组的误差参数辨识；掌握基于卡尔曼滤波数据融合的惯性平台姿态测量系统设计；理解惯性平台基于 Labview 的姿态显示原理；掌握直流无刷电机 PID 控制系统的设计。

### 实验一 惯性平台惯组误差参数辨识实验（3 学时）

内容：了解惯性平台各个部件的具体功能，熟练使用惯性平台教学仪器，了解惯性平台惯组的误差源，掌握 Allan 方差分析，学会建立惯组的误差模型。

基本要求：

- 1、理解惯组零偏、标度因数以及安装误差对惯性平台整体性能的意义；
- 2、利用惯性平台的转动通过多位置法完成对惯组零偏、标度因数以及安装误差的标定实验及数据处理；

3、利用 Allan 方差完成对惯组角度随机游走、零偏不稳定性以及角速率随机游走等误差参数的辨识。

#### 实验二 基于卡尔曼滤波数据融合的惯性平台姿态测量系统设计实验（5 学时）

内容：熟悉单片机的寄存器配置，理解基于卡尔曼滤波器的数据融合原理，掌握基于卡尔曼滤波数据融合的姿态测量系统设计。

基本要求：

- 1、理解加速度计校正陀螺漂移的数据融合算法内涵；
- 2、学会在单片机中进行姿态融合算法的代码实现；
- 3、完成基于卡尔曼滤波器的数据融合的惯性平台姿态测量系统设计。

#### 实验三 基于 Labview 的惯性平台姿态测量显示实验（4 学时）

内容：理解基于 Labview 的姿态测量显示系统的工作原理，能够在人机交互界面上实现姿态的显示。

基本要求：

- 1、理解姿态测量算法在单片机中具体的代码；
- 2、学会使用 Labview 软件编写人机交互界面；
- 3、利用 Labview 软件完成惯组原始数据和三个姿态角的显示。

#### 实验四 基于 PID 的惯性平台直流无刷电机控制实验（4 学时）

内容：了解直流无刷电机的工作原理，理解直流无刷电机驱动电路的工作原理，掌握通过单片机对直流无刷电机 PID 控制的方法。

基本要求：

- 1、理解直流无刷电机驱动电路的工作原理；
- 2、学会在单片机中编写程序对直流无刷电机进行 PID 控制；
- 3、完成对直流无刷电机正反转和转速的控制。

### 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	2	0	2
2 惯性平台惯组的误差参数辨识	4	3	7
3 惯性平台姿态测量系统设计	5	9	14
4 惯性平台的控制系统设计	5	4	9
小计	16	16	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、刘俊，《微惯性技术》，ISBN 7121019167，电子工业出版社。
- 2、秦永元，《惯性导航》，ISBN 9787030394651，北京，科学出版社。
- 3、高钟毓，《惯性导航系统技术》，ISBN 9787302294009，清华大学出版社。
- 4、胡寿松，《自动控制原理》，ISBN 9787030370563，科学出版社。
- 5、Franklin，《自动控制原理与设计》，ISBN 9787121232725，电子工业出版社。

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对惯性平台基本组成和工作原理的基础上，重点考核学生对惯性平台姿态测量和控制系统的分析设计与调试能力。

2、考核方式：课堂情况、作业、分组实验和期末小论文。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	分组实验	期末小论文
课程目标达成的贡献率	0.14	0.12	0.44	0.3
支撑材料	课堂评价标准，课堂作业记录，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	实验评价标准，典型实验报告	小论文评分标准，纸质版和电子版小论文

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2
1、工程知识	H	指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到测控技术与仪器专业复杂工程问题的解决中。	#	
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。	#	
		指标点 3-2 非技术因素：能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下，对设计方案的可行性进行分析。		



		指标点 3-3 创新意识：积极参与各类创新活动，在专业设计过程中能够体现创新意识；	#	
9.个人 和团队	M	指标点 9-1 团队意识：具备团队合作意识，愿意与团队其他成员共享信息，并给予他人帮助；		#
		指标点 9-2 明确个人责任：能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色并理解该角色应当承担的责任、权利和义务；		#
		指标点 9-3 竞争与合作：能在多学科背景下和不同层次间正确理解和处理团队内部和团队之间的竞争与合作关系。		

注：

目标 1：在掌握惯性平台的工作原理的基础上，能够使用单片机和传感器设计惯性平台的姿态测量与控制系统；（支撑毕业要求 1、3）

目标 2：利用分组大作业和分组实验环节适当培养学生团队协作能力和协调沟通能力；（支撑毕业要求 9）

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识 面比 例 (本 列总 和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$				各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课堂 情况	作业	分组 实验	期末 小论 文	课堂 情况	作业	分组 实验	期末 小论 文
1) 在掌握惯性平台的工作原理的基础上，能够使用单片机和传感器设计惯性平台的姿态测量与控制系统；（支撑毕业要求 1、3）	0.6	0.1	0.2	0.2	0.5	0.06	0.12	0.12	0.3
2) 利用分组大作业和分组实验环节适当培养学生团队协作能力和协调沟通能力；（支撑毕业要求 9）	0.4	0.2	0	0.8	0	0.08	0	0.32	0
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )						0.14	0.12	0.44	0.3

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《MEMS CAD》教学大纲

课程编号：B06060305

课程名称：MEMS CAD

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32(实验8学时)

学 分：2

适用专业：微电子科学与工程

先修课程：微纳传感与系统、MEMS 设计、MEMS 工艺

大纲执笔人：李孟委

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是一门属于微纳传感器设计类的专业教育课程，是 MEMS 技术方向的核心课程之一。MEMS CAD 课程集理论性、技术性和方法性于一体，为 MEMS 传感器、MEMS 执行器和 MEMS 工艺等相关课程提供设计开发等技术支撑和现代工具，让学生掌握一定的理论和仿真方法及解决问题的能力，主要解决这些课程中所涉及 MEMS 传感器的系统级、器件级和工艺级的设计与仿真技术问题，有助于提高学生创新设计能力和工程实践能力。

## 二、课程目标

- 1) 通过本课程的学习，培养学生分析问题的能力，将相关工程问题转化为技术问题，采用 Ansys、CoventorWare 或 Intellisuite 和 Simulink 进行相应的系统级、器件级、工艺级设计的能力；（支撑毕业要求 1、2、3、4）
- 2) 学会利用计算机对器件结构进行优化分析，并反馈指导对器件设计的改进与优化；（支撑毕业要求 2、3、4）
- 3) 熟练掌握使用 Ansys、CoventorWare 或 Intellisuite 和 Simulink 相关的软件和硬件工具；（支撑毕业要求 1、2、3、5）
- 4) 学生应建立 MEMS 传感器的新设计思想，学会采用系统级、器件级、工艺级设计思路和设计方法，为以后适应 MEMS 传感器的发展趋势打好基础；（支撑毕业要求 12）
- 5) 利用分组实验环节适当培养学生团队协作能力和协调沟通能力。（支撑毕业要求 3、9、10）

## 三、基本要求

1、本课程为专业选修课程，要求先修 MEMS 传感器、MEMS 技术、MEMS 设计等课程。通过本课程的学习，培养学生的创新设计能力和仿真能力，提高学生解决实际问题的能力。

2、在教学过程中应注重新原理、新结构的 MEMS 传感器设计与启发，利用 Simulink、Ansys、Intellisuite 如何完成 MEMS 传感器的仿真设计，以提升知识实用水平。

3、在理论教学中要展示三个以上 MEMS 传感器（例微压力传感器、微加速度计、微陀螺）的专题设计，并在实验教学让学生选择性实现仿真设计。

4、本课程是一门实践性很强的课程。要求学生通过实验环节把所学的理论知识与工程实践联系起来，并能举一反三。要求在 CAI 教室进行授课，并且教学和实验交替进行。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：MEMS 传感器的设计思想、设计方法和仿真技术。仿真技术主要包括传感器的系统级仿真、器件级仿真和工艺级仿真。所应用的软件代表有 ANSYS、CoventorWare 或 Intellisuite 和 Simulink，Comsol 也是备选之一。

深度和广度说明：对 MEMS 传感器的结构设计思路及问题、网格化、加载设置、动力学分析和优化设计、器件级仿真等内容要深入讲解；对结构建模、和软件操作、后处理等内容熟悉就行；对系统级仿真和工艺级仿真了解即可。

MEMSCAD 设计在 MEMS 传感器设计、微执行器设计、器件制造工艺设计中占有非常重要的地位，因此教师要重点讲授使学生完全掌握。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析、实验操作等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

##### 1 MEMS CAD 概述（2 学时）

- 1.1、了解 MEMS 的设计对象和任务
- 1.2、了解 MEMS CAD 工具及功能
- 1.3、掌握 MEMS CAD 的设计思路及问题（重点）
- 1.4、了解 MEMS 传感器设计的目标及任务
- 1.5、了解 MEMS 课程的考察要求

##### 2 器件建模与网格划分技术（2 学时）

- 2.1、掌握器件原型及问题抽象模型
- 2.2、熟悉 ANSYS 建模及高级操作技术
- 2.3、熟悉 ANSYS 的网格划分与优化技术（重点）
- 2.4、了解物理问题与 ANSYS 的单元选择

##### 3 载荷加载、求解及后处理（2 学时）

- 3.1、掌握载荷的施加方法和多载荷步加载技术（难点）

- 3.2、掌握 ANSYS 的求解设置及求解技术
- 3.3、了解数据路径设计及结果显示技术
- 3.4、了解求解的优化设计思想及方法

#### 4 静力学分析（2 学时）

- 4.1、掌握线性分析及应用
- 4.2、了解非线性分析及应用
- 4.3、掌握静力加载与求解设置及后处理（重点）

#### 5 MEMS 的器件级仿真（6 学时）

- 5.1、熟练掌握模态分析（重点）
- 5.2、熟练掌握瞬态分析、谐响应分析（难点）
- 5.3、了解有预应力的和大变形结构的模态分析

#### 6 MEMS 器件优化设计（4 学时）

- 6.1、掌握优化设计思想及方法
- 6.2、掌握优化设计过程及步骤（重点）
- 6.3、熟悉优化设计的应用及案例分析（难点）

#### 7 MEMS 器件的系统级仿真（3 学时）

- 7.1、了解 Simulink 的模块及功能
- 7.2、掌握 Simulink 的建模及分析方法
- 7.3、掌握利用 Simulink 对器件进行系统级仿真（难点）

#### 8 MEMS 器件的工艺级仿真（3 学时）

- 8.1、掌握 Intellisuite 的工艺仿真原理
- 8.2、了解 Intellisuite 的功能模块
- 8.3、掌握利用 Intellisuite 进行工艺仿真（重点）
- 8.4、了解 Intellisuite 的动力学仿真

### 五、实验内容

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备常用的 EDA 软件工具，以开展演示和验证性操作，要求学生掌握 MEMS 加速度计的结构系统级、器件级和工艺级仿真，达到能够设计针对微电子科学与工程专业复杂工程问题的解决方案和能够对相关复杂工程问题进行预测与模拟。

8 个学时共完成 4 个实验，实验前由老师进行实验演示，讲解重点和难点，之后由学生实际操作完成所演示的实验，过程中可以进行讨论和对共性问题进行讲解。

### 实验一 微加速度计的实体建模与仿真（2 学时）

内容：练习 ANSYS 软件的功能操作，建立模型并网格化，学习模态分析方法，了解静态加载及求解操作，并进行数据后处理展示。

基本要求：

- 1、掌握问题抽象和建立模型的方法
- 2、掌握对模型的网格化的基本方法
- 3、掌握模态分析及静态分析的方法
- 4、掌握后处理的基本操作

### 实验二 微加速度计的器件级仿真（2 学时）

内容：练习 ANSYS 模型建立及网格划分的高级方法，利用 ANSYS 完成模态分析和静态分析，学习 ANSYS 的瞬态分析及谐响应分析。

基本要求：

- 1、掌握瞬态分析的方法
- 2、掌握谐响应分析方法
- 3、掌握对实验结果进行分析的方法

### 实验三 微加速度计的系统级仿真（2 学时）

内容：熟悉 Simulink 环境的构成及操作方法，利用 Simulink 实现加速度计动力学模型的建模，在老师的指导下完成微加速度计的系统级仿真。

基本要求：

- 1、掌握 Simulink 环境的基本操作
- 2、掌握 Simulink 建模及仿真的方法
- 3、了解 Simulink 建模与物理模型的关系结构优化设计的思想及步骤

### 实验四 微加速度计的工艺级设计与仿真（2 学时）

内容：熟悉 Intellisuite 的界面及基本操作，学习器件的工艺流程和版图制作，利用 Intellisuite 进行工艺级仿真。

基本要求：

- 1、掌握 Intellisuite 软件的基本仿真原理
- 2、掌握通过版图建立三维模型的思想及方法
- 3、了解 Intellisuite 的工艺仿真过程

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 MEMS CAD 概述	2		2
2 器件建模与网格划分技术	2		2
3 载荷加载、求解及后处理	2	2	4
4 静力学分析	2		2
5 MEMS 的器件级仿真	6	2	8
6 MEMS 器件优化设计	4		4
7 MEMS 器件的系统级仿真	3	2	5
8 MEMS 器件的工艺级仿真	3	2	5
合 计	24	8	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

1、博弈创作室：《ANSYS 9.0 经典产品基础教程与实例详解》[M].水利水电出版社，2006

2、李献：《MATLAB/Simulink 系统仿真》[M].清华大学出版社，2015

3、李孟委：MEMS CAD 实验指导书（自编），2016

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：考核学生对 MEMS 器件的设计实现能力，重点实现系统级、器件级和工艺级的仿真。采取措施：案例教学

2、考核方式：实验、报告

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	单项实验	综合实验	答辩
课程目标达成的贡献率	0.20	0.40	0.20	0.20

支撑材料	课堂评价标准, 课堂提问记录或随堂考试, 结合出勤率等	课内实验评价标准, 实验课堂记录, 实验报告	实验评价标准, 实验报告	试题评分标准, 汇报和答辩,
------	-----------------------------	------------------------	--------------	----------------

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3	目标4	目标5
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系: 系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#				
		指标点 1-2 活学活用: 能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来, 灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。	#		#		
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别与表达: 能识别和判断电子类复杂工程问题的关键环节和参数, 将工程问题转化为技术问题, 并采用合理的方式正确表达。	#				
		指标点 2-3 结论有效: 能够应用专业知识分析判断结论的有效性;		#			
		指标点 2-4 信息获取能力: 掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法, 能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果, 并能够与自己的方案进行对比, 并理解其差距与优势。				#	
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 设计与创新: 能够根据用户需求确定解决方案, 设计相关的电路、系统和工艺流程。在设计细节中能够体现创新意识;	#				
		指标点 3-3 建模仿真能力: 能针对一个电路或系统建立恰当的模型, 通过建模、仿真确定功能和工艺参数;		#			
		指标点 3-4 业务实践能力: 掌握电路系统设计流程与工艺要求, 设计出满足用户需求的电路或系统。	#		#		
		指标点 3-5 成果表达能力: 能够用规范性的图纸、报告、代码或实物等形式, 呈现设计成果。					#
4、研究	H	指标点 4-2 实验设计能力: 能够基于专业理论, 根据所面对的复杂问题的特征, 选择研究路线, 设计可行的实验方案, 并选用或搭建实验装置, 开展研究;	#				
		指标点 4-3 实验结果分析: 能正确采集、整理、综合实验数据, 对多因素实验结果进行关联, 解释其物理本质, 并对误差来源和影响进行分析。	#	#			
5、使用现代工具	H	指标点 5-1 工具选择: 了解当前主流的同类 EDA 工具的优点与不足, 并针对问题特性与需求做出对比选择。			#		
		指标点 5-2 专业工具使用: 能够针对本专业涉及到的微结构、器件、电路、电气特性和逻辑等过程, 每类过程至少掌握一种 EDA 软件进行设计和仿真, 提高工作效率。			#		
9. 个人和团队	H	指标点 9-1 团队意识: 具备团队合作意识, 愿意与团队其他成员共享信息, 并给予他人帮助;					#
		指标点 9-2 明确团队责任: 能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色并理解该角色应当承担的责任、权利和义务;					#
		指标点 9-3 竞争与合作: 能正确理解和处理团队内部和团队之间的竞争与合作关系。					#



10、沟通	M	指标点 10-1 规范表达能力：能够熟练、正确、规范地撰写技术报告和论文，并能针对主题陈述发言、清晰表达自己的观点；					#
		指标点 10-4 沟通对象区分：能区别不同的对象、场所和要求采用合适的方式进行有效沟通。					#
12. 终身学习	M	指标点 12-1 学习意识：理解工程活动中搜集、获取、更新相关技术研究现状和未来发展趋势的必要性，具有自主学习和终身学习的意识和动力。					#
		指标点 12-3 实践能力：具有系统的工程实践学习经历，具备一定的通过工程实践学习、验证新知识和新技术的能力。					#

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识 面比 例 (本 列总 和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$						各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$					
		课 堂 情 况	作 业	实 验	单 项 实 验 收 验	综 合 实 验 报 告	答 辩	课 堂 情 况	作 业	实 验	单 项 实 验 收 验	综 合 实 验 报 告	答 辩
1) 通过本课程的学习，培养学生分析问题的能力，将相关工程问题转化为技术问题，采用 Ansys、CoventorWare 或 Intellisuite 和 Simulink 进行相应的系统级、器件级、工艺级设计的能力；(支撑毕业要求 1、2、3、4)	0.60	0.2			0.4	0.2	0.2	0.10			0.20	0.12	0.13
2) 学会利用计算机对器件结构进行优化分析，并反馈指导对器件设计的改进与优化；(支撑毕业要求 2、3、4)	0.1	0.3			0.3	0.3	0.1				0.05	0.01	0.02
3) 熟练掌握使用 Ansys、CoventorWare 或 Intellisuite 和 Simulink 相关的软件和硬件工具；(支撑毕业要求 1、2、3、5)	0.15	0.3			0.35	0.35					0.05	0.02	0.03
4) 学生应建立 MEMS 传感器的新设计思想，学会采用系统级、器件级、工艺级设计思路和设计方法，为以后适应 MEMS 传感器的发展趋势打好基础；(支撑毕业要求 12)	0.05	0.6					0.4	0.10					0.02
5) 利用分组实验环节适当培养学生团队协作能力和协调沟通能力。(支撑毕业要求 3、9、10)	0.10				0.4	0.6					0.10	0.05	
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_i$ )								0.20			0.40	0.20	0.20

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比。

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《集成电路设计自动化》教学大纲

课程编号：B06060325

课程名称：集成电路设计自动化

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32(实验 16 学时)

学分：2

适用专业：微电子科学与工程

先修课程：数字电子技术，模拟电子技术

大纲执笔人：梁涛，郭靖

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

集成电路设计自动化是微电子科学与工程专业直接面向应用的实践性教学课程。集成电路设计就是使用计算机辅助电路设计，利用 EDA 软件绘制电路图、版图，在计算机的辅助下完成集成电路的设计，并对电路进行优化。通过该课程的学习使学生掌握现代超大规模集成电路设计、仿真以及版图设计的方法和技巧。

## 二、课程目标

- 1) 通过本课程的学习，学生应建立集成电路设计“软件化”的新概念；（支撑毕业要求 1、2、3、4）
- 2) 熟练运用 Modelsim、Hspice 以及 Cadence IC5141 进行电路原理图设计、仿真和版图的绘制；（支撑毕业要求 2、3、4）
- 3) 掌握 Modelsim、Hspice 以及 Cadence IC5141 软件分析方法的选择和设置方法，正确处理电路设计中的布局、布线等问题，从而进行优化设计；（支撑毕业要求 2、3、4）
- 4) 掌握采用“自上而下”和“自顶向下”的电路设计思路，提高应对本专业工程问题的解决能力；（支撑毕业要求 1、2、3、4）
- 5) 掌握用“软件设计硬件”的方法来解决实际问题，熟练掌握电路设计方法并能进行创新性设计。（支撑毕业要求 1、2、4）

## 三、基本要求

- 1、通过 Modelsim、Hspice 以及 Cadence IC5141 软件教学，结合经典的实例，提高学生电路设计动手能力；
- 2、通过上机操作，掌握开发软件的使用方法，会选择、运用 EDA 软件工具来设计实际电路，掌握电子电路自动化设计技巧。
- 3、在教学和实验过程中，培养学生选择、使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信

息技术工具的能力。

4、利用 Modelsim、Hspice 以及 Cadence IC5141 软件手段来设计电路，许多软件逻辑的设计与实际物理电路密切相关，因此应重点培养学生实际操作、灵活运用知识的能力，把理论知识运用到实际设计中去技能，以造就应用型人才。

5、本课程是一门实践性很强的课程，要求学生通过实验环节把所学的内容巩固和掌握，要求在 CAI 教室进行授课。

#### 四、教学内容和教学方法

教学方法：课堂讲授中重点介绍 Modelsim、Hspice 以及 Cadence IC5141 的基本设计环境，电路原理图设计和版图设计的基本方法。在讲授具体内容时，讲课和上机操作结合起来，要用通俗易懂的实例使学生更易理解。要重点对 Modelsim、Hspice 以及 Cadence IC5141 软件设计的基本方法、基本语法以及操作步骤进行讲解；采用启发式教学，提高学生的思考问题、分析问题和解决问题的能力；引导和鼓励学生通过实践和自学获取知识，培养学生的自学能力；增加上机实践环节，调动学生学习的积极性。讲课要联系实际并注重培养学生的实际操作能力。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

##### 1 集成电路发展趋势简介（2 学时）

- 1.1 集成电路定义和特点
- 1.2 集成电路的分类
- 1.3 集成电路的发展
- 1.4 集成电路设计与 EDA 工具（重点）
- 1.5 集成电路 EDA 设计方法学发展

##### 2 集成电路原理（2 学时）

- 2.1 MOS 器件物理基础
- 2.2 MOS 器件二级效应
- 2.3 集成电路工艺和版图
- 2.4 MOS 基本逻辑单元电路（重点）

- 3 数字 IC 流程与 EDA（4 学时）
  - 3.1 数字集成电路设计流程
  - 3.2 Verilog 硬件描述语言（重点）
  - 3.3 Modelsim 软件介绍（重点）
- 4 Cadence 软件电路原理图输入与仿真（2 学时）
  - 4.1 模拟集成电路设计流程
  - 4.2 半导体元器件模型概述（重点）
  - 4.3 Cadence 软件介绍
  - 4.4 Composer 模块绘制原理图（重点）
  - 4.5 ADE 模块仿真电路与显示波形（重点）
- 5 Cadence 软件版图输入与验证（2 学时）
  - 5.1 CMOS 集成电路工艺流程简介
  - 5.2 Virtuoso 模块绘制版图（重点）
  - 5.3 Calibre 软件版图验证：DRC 与 LVS 检查（重点）
- 6 Hspice 软件模拟 IC 网表仿真（4 学时）
  - 6.1 Hspice 功能简介
  - 6.2 Hspice 使用流程及输入输出文件格式
  - 6.3 Hspice 元器件模型语句（重点）
  - 6.4 Hspice 仿真控制语句（重点）
  - 6.5 Hspice 输出控制语句（重点）
  - 6.6 Awaves 波形浏览
  - 6.7 Hspice 常用选项与高级功能简介

## 五、实验内容

### 实验一 分频器（2学时）

内容：了解Modelsim软件的安装方法，各主要菜单及命令的使用；学习掌握Verilog硬件描述语言的基本语法。

基本要求：

1. 掌握Modelsim软件的基本操作；
2. 掌握Verilog硬件描述语言的基本语法规则；
3. 掌握分频器的工作原理；

### 实验二 全加器（2学时）

内容：学习掌握Verilog硬件描述语言中组合电路的编写规则。

基本要求:

1. 学习掌握 Verilog 硬件描述语言中组合电路的编写规则;
2. 掌握全加器的工作原理;

实验三 七段数码管译码器和数据选择器 (2学时)

内容: 学习掌握Verilog硬件描述语言中case语句的编写规则。

基本要求:

1. 学习掌握 Verilog 硬件描述语言中 case 语句的编写规则;
2. 掌握译码器和数据选择器的工作原理;

实验四 JK触发器 (2学时)

内容: 学习掌握Verilog硬件描述语言中时序电路的编写规则。

基本要求

1. 学习掌握 Verilog 硬件描述语言中时序电路的编写规则;
2. 掌握 JK 触发器的工作原理;

实验五 三输入与非门的电路绘制与仿真 (2学时)

内容:

学习使用Cadence软件的Composer模块绘制电路原理图, ADE模块仿真电路与显示波形。

基本要求

1. 掌握电路原理图设计的基本流程, 熟悉设计对象的摆放、互连与属性设置;
2. 掌握利用电路仿真的基本流程, 理解仿真的类型和选项, 掌握波形的查看和输出参数的计算;
3. 掌握 CMOS 三输入与非门的结构和工作原理, 并能使用仿真器完成仿真调试;

实验六 三输入与非门的版图绘制与验证 (2学时)

内容:

学习使用Cadence软件的Virtuso模块利用工艺PDK组件完成电路版图绘制, 学习使用Calibre软件完成版图的验证。

基本要求

1. 掌握利用工艺 PDK 组件绘制版图的基本流程, 熟悉设计对象的摆放、互连与属性设置, 熟悉图层的设置与显示;
2. 理解版图设计所需遵循的设计规则的基本类型, 掌握设计规则检查 (DRC)、版图与

电路图一致性检查的流程和 debug 方法；

3. 掌握CMOS器件的版图结构，并完成三输入与非门的绘制，理解标准单元的设计要求；

#### 实验七 三输入与非门的Hspice网表仿真（2学时）

内容：

学习使用Hspice软件创建、编辑和仿真网表，查看仿真波形。

基本要求

1. 掌握由 Cadence 软件的 ADE 模块生成电路网表的方法；  
2. 掌握 Hspice 软件仿真网表的基本流程，理解仿真的类型和选项，掌握波形查看的方法；

3. 掌握CMOS器件的模型表述，学会创建三输入与非门的网表的两种方法，并能使用仿真器完成仿真调试和结果输出；

#### 实验八 二分频电路的Hspice网表仿真（2学时）

内容：

学习使用Hspice软件创建、编辑和仿真网表，并使用measure计算性能指标。

基本要求

1. 巩固学习创建电路网表的两种方法，并能使用仿真器完成仿真调试和波形显示；  
2. 学习运用 measure 语句计算电路性能的流程，并使用三类 measure 语句计算二分频电路的直流、交流和瞬态性能指标；

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
第一章 集成电路发展趋势简介	2	0	2
第二章 集成电路原理	2	0	2
第三章 数字集成电路设计流程与 EDA 设计	4	8	12
第四章 Cadence 软件原理图输入与仿真	2	2	4
第五章 Cadence 软件版图输入与验证	2	2	4
第六章 Hspice 软件模拟 IC 网表仿真	4	4	8
合计	16	16	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、王金明《EDA 技术与 Verilog 设计》. 科学出版社.2008.8
- 2、钟文耀《CMOS 电路模拟与设计：基于 Hspice》.科学出版社. 2007 年 1 月
- 3、陈铖颖, 杨丽琼, 王统,《CMOS 模拟集成电路设计与仿真实例：基于 Cadence ADE》.

电子工业出版社, 2013

- 4、陆学斌,《集成电路版图设计》, 北京大学出版社, 2012.11

## 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、考核目标：考核学生对 Modelsim、Hspice 以及 Cadence IC5141 软件设计方法的掌握程度。
- 2、考核方式：课堂情况、实验、期末报告。
- 3、采取措施：采用多媒体教学，辅助课堂提问及互动、课后辅导等多种措施。
- 4、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	实验	期末报告
课程目标达成的贡献率	0.20	0.20	0.60
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	课内实验评价标准，实验课堂记录，实验报告等	报告评价标准，典型作业拍照，或电子版

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

微电子科学与工程专业

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
1、工程知识	M	指标点 1-1: 掌握微电子科学与工程行业所需的数学和自然科学知识的基本概念、思想和方法;	#				
		指标点 1-2: 掌握电路分析、模拟/数字电子技术、CMOS 模拟集成电路原理、集成电路分析与设计、集成电路工艺原理等工程基础知识和微电子科学与工程专业的的基本理论;				#	
		指标点 1-3: 能够在解决与微电子科学与工程专业的有关复杂工程问题的过程中运用相关知识。					#
2、问题分析	H	指标点 2-1: 能够将数学与自然科学、微电子科学与工程专业的的基本理论运用到本专业有关的复杂工程问题的适当表述之中;	#				





1) 通过本课程的学习, 学生应建立集成电路设计“软件化”的新概念; (支撑毕业要求 1、2、3、4)	0.6	0.2	0.1	0.7	0.12	0.06	0.42
2) 熟练运用 Modelsim、Hspice 以及 Cadence IC5141 进行电路原理图设计、仿真和版图的绘制; (支撑毕业要求 2、3、4)	0.1	0.4	0.1	0.5	0.04	0.01	0.05
3) 掌握 Modelsim、Hspice 以及 Cadence IC5141 软件分析方法的选择和设置方法, 正确处理电路设计中的布局、布线等问题, 从而进行优化设计; (支撑毕业要求 2、3、4)	0.1		0.4	0.6		0.04	0.06
4) 掌握采用“自上而下”和“自顶向下”的电路设计思路, 提高应对本专业工程问题的解决能力; (支撑毕业要求 1、2、3、4)	0.1	0.4	0.4	0.2	0.04	0.04	0.02
5) 掌握用“软件设计硬件”的方法来解决实际问题, 熟练掌握电路设计方法并能进行创新性设计。(支撑毕业要求 1、2、4)	0.1		0.5	0.5		0.05	0.05
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )					0.2	0.2	0.6

采用达成值计算法, 辅以对学生的问卷调查法。

达成值计算法结合上表权重分配, 采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中:

$k$  表示不同的评价方式,  $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分, 均为百分制;

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比;

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《电路原理》教学大纲

课程编号：B02060005

课程名称：电路原理

开课单位：仪器与电子学院

总学时：56

学 分：3.5

适用专业：测控技术与仪器，电子科学与技术，微电子科学与工程

先修课程：高等数学、大学物理

大纲执笔人：储成群

大纲编写（修订）时间：2017年9月

## 五、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是测控技术与仪器、电子科学与技术、微电子科学与工程专业的一门重要的学科基础教育课程。通过本课程的学习，使学生掌握电路的基本理论、分析电路的基本方法，掌握电阻电路、动态电路时域分析方法，以及进行实验的初步技能，着眼于培养学生的综合素质和能力，为后续课程的学习、从事理论研究和工程技术打下坚实基础。本课程理论严密，逻辑性强，对学生辩证思维能力的培养和树立理论联系实际的科学观点，及提高学生分析问题、解决问题的能力，都有重要作用。

## 二、课程目标

- 1) 通过本课程的学习，培养学生知晓电路的基本概念和基本理论；（支撑毕业要求 1）
- 2) 培养学生能够对电阻电路进行基本分析和对动态电路进行时域、频域分析；（支撑毕业要求 1、4）
- 3) 培养学生具备解决电工理论实际问题的能力；（支撑毕业要求 1、3）
- 4) 培养学生能够使用电路设计工具进行电路设计。（支撑毕业要求 1、3、5）

## 三、基本要求

1、本课程为学科基础教育课程，要求先修高等数学、大学物理等课程，在教学中注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，同时运用类比式和启发式教学，使学生掌握电路分析与设计的方法手段，培养逻辑分析和设计能力。

2、本课程要求在 CAI 教室进行授课，教师应通过向学生列举大量实例、以及丰富的习题，使学生深入掌握所学理论知识。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：电阻电路的等效变换和一般分析、各种电路定理、含有运算放大器的电阻电路、储能元件、一阶电路和二阶电路、相量法、正弦稳态电路分析、含有耦合电感的电路、电路的频率响应、非正弦周期电流电路和信号的频谱、二端口网络等。

深度和广度说明：电阻电路的等效变换和一般分析、电路定理、含有运算放大器的电阻电路、储能元件、一阶电路和二阶电路、相量法、正弦稳态电路分析等要深入讲解；含有耦合电感的电路、电路的频率响应的讲解为中等深度；非正弦周期电流电路和信号的频谱、二端口网络只做简单介绍；对电路分析方法的讲解应涵盖广些。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

##### 1 电路的基本概念与定律（5 学时）

- 1.1、使学生了解电路元件、电阻元件和电路模型；（重点）
- 1.2、使学生学会熟练应用基尔霍夫定律；（重点）
- 1.3、知晓电压、电流的参考方向与实际方向之间的关系，学会功率平衡验算。（难点）

##### 2 电阻电路的等效变换（4 学时）

- 2.1、知晓电阻和电源串并联等效变换；（重点）
- 2.2、学会进行含源支路的等效变换、输入电阻的计算；（重点）
- 2.3、知晓含虚元件支路的等效变换；（难点）
- 2.4、学会电阻星形联接与三角形连接的等值变换。（难点）

##### 3 电阻电路的一般分析方法（5 学时）

- 3.1、知晓网络图论的基本概念；（重点）
- 3.2、会解 KCL、KVL 的独立性方程；（重点）
- 3.3、学会应用支路法、回路法（网孔法）、结点法（结点电压法）进行电路分析；（重点）
- 3.4、学会在运用回路法列写电路方程时碰到单一电流源（或受控电流源）支路的处理及在运用结点法列写电路方程时碰到单一电压源（或受控电压源）支路的处理方法。（难点）

点)

#### 4 电路定理 (5 学时)

4.1、知晓并学会使用叠加定理、戴维南定理和诺顿定理； (重点)

4.2、学会互易定理的应用。

#### 5 正弦交流电路的稳态分析 (6 学时)

5.1、知晓复阻抗、复导纳及其等效变换； (重点)

5.2、使学生能够熟练运用正弦电流电路相量分析与计算方法； (重点)

5.3、知晓正弦电流电路功率的计算方法； (重点)

5.4、知晓有功功率、无功功率、视在功率、复功率、功率因数； (重点)

5.5、理解正弦电流电路中功率、能量关系。 (难点)

#### 6 电路的频率响应 (3 学时)

6.1、知晓串联谐振、并联谐振、频率响应的概念； (重点)

6.2、熟练运用谐振电路的分析方法。 (难点)

#### 7 一阶电路的时域分析 (4 学时)

7.1、知晓动态电路的方程及其初始条件； (重点)

7.2、深入理解一阶电路的零输入响应、零状态响应和全响应。 (难点)

#### 8 二阶电路的时域分析 (2 学时)

8.1、知晓二阶电路的零输入响应； (重点)

8.2、深入理解二阶电路的阶跃响应和冲激响应。 (难点)

#### 9 拉普拉斯变换 (5 学时)

9.1、知晓拉普拉斯变换的定义和基本性质；

9.2、能够对拉普拉斯反变换的部分分式进行展开； (重点)

9.3、能够应用拉普拉斯变换分析线性电路。 (难点)

#### 10 网络函数 (3 学时)

10.1、知晓网络函数的定义、网络函数的极点与零点； (重点)

10.2、学习极点、零点与冲击响应； (难点)

10.3、学习极点、零点与频率响应。 (难点)

#### 11 图论及电路方程的矩阵形式 (6 学时)

11.1、知晓割集的概念；

11.2、知晓关联矩阵、回路矩阵和割集矩阵； (重点)

11.3、熟练应用回路电流方程的矩阵形式和结点电压方程的矩阵形式。 (难点)

#### 12 二端口网络 (6 学时)

12.1、知晓二端口网络；

12.2、知晓二端口的方程和参数； (重点)

12.3、能够画出二端口网络的等效电路；（重点）

12.4、能够写出二端口网络的转移函数；（难点）

12.5、知晓二端口网络的连接。（重点）

### 13 非线性电阻电路（2 学时）

13.1、知晓非线性电路的概念；

13.2、学会使用非线性电路的图解分析法；（重点）

13.3、学会使用非线性电路的小信号分析法。（重点）

## 五、实验内容

无

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 电路的基本概念与定律	5	0	5
2 电阻电路的等效变换	4	0	4
3 电阻电路的一般分析方法	5	0	5
4 电路定理	5	0	5
5 正弦交流电路的稳态分析	6	0	6
6 电路的频率响应	3	0	3
7 一阶电路的时域分析	4	0	4
8 二阶电路的时域分析	2	0	2
9 拉普拉斯变换	5	0	5
10 网络函数	3	0	3
11 图论及电路方程的矩阵形式	6	0	6
12 二端口网络	6	0	6
13 非线性电阻电路	2	0	2
合计	56	0	56

## 七、教材、补充教材及参考资料

1、邱关源，《电路（第5版）》，ISBN 9787040196719，高等教育出版社。

2、刘岚，《电路分析基础》，ISBN 9787040144178，高等教育出版社。

3、李瀚荪，《电路分析基础（第4版）》，ISBN 9787040184709，高等教育出版社。

4、Charles K. Alexander，《Fundamentals of Electric Circuits》，ISBN 7900630988，清华大学出版社。

5、James W. Nilsson, 《Introductory Circuits for Electrical and Computer Engineering》, ISBN 9780130198556, 电子工业出版社。

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对电路原理的基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生的电路分析能力、动态电路的时域、频域分析能力，解决电工理论实际问题的能力以及工具使用方法的掌握程度。

2、考核方式：考试、课内、课外作业及随堂点名提问。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.20	0.30	0.50
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	试题评分标准，试卷

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

### (1) 测控技术及仪器专业

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3	目标4
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、仪器类工程基础和专业等多方面的知识。	#			
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到仪器类复杂工程问题的解决中。		#	#	#
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。			#	#
4、研究	L	指标点 4-1 研究分析能力：了解测控技术与仪器专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。		#		



5、使用现代工具	H	指标点 5-1 工具选择与开发：了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题；				#
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对测控电路或系统建立恰当的模型，并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真，确定功能和工艺参数。				#

### (2) 电子科学与技术专业

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#			
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。		#	#	#
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。			#	#
4、研究	L	指标点 4-1 研究分析能力：了解电子科学与技术专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。		#		
5、使用现代工具	H	指标点 5-1 工具选择与开发：了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题；				#
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对微结构、器件、电路、电气特性和逻辑等建立恰当的模型，并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真，确定功能和工艺参数。				#

### (3) 微电子科学与工程专业

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、工程基础和专业等多方面的知识。	#			
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到微电子科学与工程专业复杂工程问题的解决中。		#	#	#
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的器件、电路和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。			#	#

4、研究	L	指标点 4-1 研究分析能力：了解微电子科学与工程专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。		#		
5、使用现代工具	H	指标点 5-1 工具选择与开发：了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题；				#
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对微纳器件建立恰当的模型，并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真，确定功能和工艺参数。				#

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$			各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$		
		课堂情况	作业	期末考试	课堂情况	作业	期末考试
1) 通过本课程的学习，培养学生知晓电路的基本概念和基本理论；（支撑毕业要求 1）	0.2	0.4	0.1	0.5	0.08	0.02	0.10
2) 培养学生能够对电阻电路进行基本分析和对动态电路进行时域、频域分析；（支撑毕业要求 1、4）	0.4	0.3	0.2	0.5	0.12	0.08	0.20
3) 培养学生具备解决电工理论实际问题的能力；（支撑毕业要求 1、3）	0.3		0.4	0.6		0.12	0.18
4) 培养学生能够使用电路设计工具进行电路设计。（支撑毕业要求 1、3、5）	0.1		0.8	0.2		0.08	0.02
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )					0.20	0.30	0.50

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《自动控制基础》教学大纲

课程编号：B02060103

课程名称：自动控制基础

开课单位：仪器与电子学院

总学时：48(实验 8 学时)

学分：3

适用专业：测控技术与仪器

先修课程：高等数学、大学物理、电路分析基础、复变函数与积分变换、信号与系统

大纲执笔人：张鹏

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

《自动控制基础》为测控技术与仪器、电子科学与技术专业的主要基础教育课程之一，目的是使学生学会负反馈控制原理、控制系统数学模型的建立和系统性能分析、设计的基本方法，培养学生分析和设计自动控制系统的基本能力，并能满足其它后续专业课程对自动控制理论知识的需要。

## 二、课程目标

1) 通过本课程的学习，使学生可以利用数学和自然科学知识、时域法、根轨迹法和频率特性法对自动控制系统进行分析；（支撑毕业要求 1）

2) 培养学生解决工程实际问题的思维方式和初步能力，构建控制系统的数学模型的基本思路和方法，以分析控制系统的性能；（支撑毕业要求 1、2）

3) 具备能够应用时域法、根轨迹法和频率特性法对自动控制系统的性能进行分析和设计，解决典型系统中控制问题的能力；（支撑毕业要求 1、4）

4) 能够用 MATLAB 软件对自动控制系统进行时域、频域及复频域分析和设计；（支撑毕业要求 3、4）

## 三、基本要求

1、本课程为专业课，要求先修《高等数学》、《大学物理》、《电路分析基础》、《复变函数与积分变换》、《信号与系统》等课程。在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，同时运用类比式和启发式教学，使学生能将各科知识融会贯通，采用时域法、根轨迹法和频率特性法对自动控制系统的性能进行分析和设计，以培养解决工程问题的分析和设计能力。

2、在教学过程中应注重从工程观点来学习、理解及应用相应的基础知识、基本概念和思维方法，将学生从只关注数学计算转移到工程问题的理解和应用上。

3、学生在熟悉实验系统的硬件操作环境和 MATLAB 软件使用方法的基础上，学会时域法和频率特性法对自动控制系统的性能进行分析和设计校正。通过实验环节巩固所学内容，将控制系统的建模、分析、综合，并与工程实际相联系，利于学生自主、创新地学习。

4、本课程是一门理论性很强的课程。要求学生通过实验环节把所学的理论知识与工程实践联系起来，具备针对典型工程控制问题进行系统的分析能力。要求在 CAI 教室进行授课，并且教学和实验交替进行。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：自动控制系统组成和基本环节、评价自动控制系统的性能指标；控制系统数学模型建立的基本方法、控制系统传递函数的概念；线性系统的时域分析法、根轨迹分析法、频率分析法；控制系统的校正设计方法。

##### 1 绪论（2 学时）

1.1、学习自动控制理论的主要任务以及研究对象，学会负反馈控制原理并分析控制系统的自动控制过程；

1.2、熟悉开环与闭环控制系统、闭环系统的组成和基本环节、自动控制系统的类型、自动控制系统的性能指标；

1.3、自动控制系统的分类方法和基本要求。

教学重点：负反馈控制原理，能够分析负反馈控制系统的调节过程并画出相应的控制系统方框图；自动控制系统的性能指标。

教学难点：自控控制系统类型分类中的确定系统与不确定系统、集中参数系统和分布参数系统概念。

教学方式：课堂讲授 2 学时。

##### 2 线性系统的数学模型（8 学时）

2.1、系统微分方程的建立，拉氏变换及其应用；

2.2、系统传递函数的定义及系统传递函数的推导；

2.3、系统动态结构图的基本概念、建立过程及其等效变换，以及系统不同传递函数的定义及求取；

2.4、系统信号流图的概念，以及 Mason 增益公式的应用。

教学重点：熟悉用拉氏变换法求解线性系统微分方程的基本方法。学会控制系统传递函数、动态结构图建立和简化方法。

教学难点：系统的开环传递函数、闭环传递函数，对参考输入和对干扰的系统闭环传递函数及误差传递函数的概念。

教学方式：课堂讲授 8 学时，实验教学 4 学时。

### 3 线性系统的时域分析法（8 学时）

3.1、自动控制系统的时域指标，一阶系统的单位阶跃响应、斜坡响应以及性能指标的求取；

3.2、典型二阶系统的单位阶跃响应以及性能指标的求取；

3.3、高阶系统的暂态响应，稳态误差的求取；

3.4、利用劳斯稳定判据分析系统的稳定性方法；

3.5、控制系统稳态误差分析以及稳态误差、误差系数的求取；

3.6、控制系统的稳态误差改进措施。

教学重点：学会典型二阶系统的单位阶跃响应以及性能指标的求取。学会用劳斯代数稳定判据判断系统的稳定性的方法。学会求系统的稳态误差及误差系数的方法。

教学难点：干扰作用下的稳态误差的概念及求取，明确终值定理的应用条件。系统的型次和静态误差系数的概念。

教学方式：课堂讲授 8 学时，实验教学 2 学时。

### 4 线性系统的根轨迹分析法（8 学时）

4.1、根轨迹的基本概念，熟悉根轨迹的绘制规则，最小相位系统的根轨迹图绘制，非最小相位系统根轨迹图的绘制；

4.2、常规根轨迹的绘制方法，可用根轨迹法分析系统的性能；

4.3、广义根轨迹的概念，参数根轨迹的绘制。

教学重点：学会根据系统开环传递函数的零、极点分布绘制闭环系统根轨迹图的基本方法。根据根轨迹图分析控制系统的性能。学习开环零、极点对系统性能的影响。

教学难点：利用根轨迹法分析系统的暂态性能分析、稳态性能分析。附加开环零点对根轨迹的影响。

教学方式：课堂讲授 8 学时。

### 5 线性系统的频率分析法（10 学时）

5.1、频率特性的基本概念，频率特性的几何表示方法，熟悉典型环节的对数频率特性曲线（Bode 图）绘制和极坐标曲线（Nyquist 曲线）；

5.2、系统开环对数频率特性曲线的绘制，学习系统开环极坐标曲线绘制的一般方法，熟悉开环对数频率特性低频段、中频段、高频段的特征，学会运用奈奎斯特稳定判据判断闭环系统的稳定性；

5.3、学会系统稳定裕度的基本概念和计算方法，学习系统性能和开环频率特性的关系。

教学重点：系统开环频率特性的绘制，用频率法分析控制系统的稳定性。

教学难点：开环对数频率特性低频段、中频段、高频段的特征。最小相位系统传递函数的确定。稳定裕度的基本概念和计算方法。

教学方式：课堂讲授 10 学时，实验教学 2 学时。

## 6、控制系统的校正（4 学时）

6.1、学习校正装置和校正方法，熟悉串联超前校正、串联滞后校正的基本原理和方法；

6.2、串联校正的设计方法与参数的确定。

教学重点：学习串联超前校正、串联滞后校正的校正装置设计的基本原理和方法。

教学难点：串联校正的设计方法与参数的确定。

教学方式：课堂讲授 2 学时，实验教学 2 学时。

教学方法：

1、利用 CAI 形式讲授，辅以重要知识点的板书推导与分析，引导学生理解分析思路；

2、讲授过程中注重工程实例分析，使学生运用数学工具分析问题过程中理解其工程物理含义；

3、理论讲授和实验中穿插 MATLAB 计算机辅助分析知识和应用的介绍。利用 MATLAB 软件分析控制系统，从而加深对自动控制系统的认识，帮助理解经典自动控制的相关理论和分析方法；

4、实验内容的组织上，不但有基础性的验证实验，还加强了针对实际控制系统的综合性、研究性实验。

## 五、实验

实验环节主要是上机+实验箱与 MATLAB 仿真结合的方式进行，实验箱带有模拟电路、专用的实验分析系统；要求学生在熟悉实验系统的硬件操作环境和软件使用方法的基础上，学会时域法和频率特性法对自动控制系统的性能进行分析和设计校正。

### 实验一典型环节的电路模拟与软件仿真研究（2 学时）

1、设计各种典型环节（比例(P)环节、惯性环节、比例微分(PD)环节、比例积分(PI)环节、积分(I)环节、比例积分微分(PID)环节）的模拟电路；

2、完成各种典型环节模拟电路的阶跃特性测试，并研究参数变化对典型环节阶跃特性的影响；

3、利用 MATLAB 软件仿真功能，完成各典型环节阶跃特性的软件仿真研究，并与电路模拟测试的结果作比较。

基本要求：

- 1、各典型环节模拟电路的构成方法。
- 2、熟悉各种典型环节的理想阶跃响应曲线和实际阶跃响应曲线，对比差异、分析原因。
- 3、学习参数变化对典型环节动态特性的影响。

#### 实验二典型系统动态性能和稳定性分析（2 学时）

- 1、动态性能指标的测试方法。
- 2、研究典型系统（二阶系统）在阶跃输入作用下的响应，运用基本理论分析系统过渡过程特点及各种参数对其过程的影响，观察系统其超调量和调节时间，并研究其参数变化对动态性能和稳定性的影响。

3、利用 MATLAB 软件仿真功能，完成典型系统阶跃特性的软件仿真研究，并与电路模拟测试的结果作比较。

基本要求：

- 1、熟悉二阶系统的特征参量（ $\zeta$ 、 $\omega_n$ ）对过渡过程的影响。
- 2、分析二阶对象的三种阻尼比下的响应曲线及系统的稳定性。
- 3、学会 Routh 判据的应用，用 Routh 判据对系统进行稳定性分析。

#### 实验三典型环节（或系统）的频率特性测量（2 学时）

- 1、具备测量典型环节（或系统）频率特性曲线的技能。
- 2、用实验方法完成一阶、二阶系统惯性环节的频率特性曲线测试，根据测得的频率特性曲线求取各自的传递函数。并建立频率域指标与时间域指标间的联系

3、用软件仿真方法求取一阶惯性环节频率特性和典型二阶系统开环频率特性，并与实验所得结果比较。

基本要求：

- 1、学会波特图的绘制方法，以及用实验的方法测量系统的波特图。
- 2、学会由波特图来确定系统的开环传递函数。

#### 实验四线性系统串联校正（2 学时）



1、校正前闭环采用系统设计，观测未校正系统的稳定性和动态特性，按动态特性要求设计串联校正装置。

2、串联校正系统设计，观测加串联校正装置后系统的稳定性和动态特性，并观测校正装置参数改变对系统性能的影响。

3、对线性系统串联校正进行计算机仿真研究，并对电路模拟与数字仿真结果进行比较研究。

基本要求：

1、熟悉串联校正装置对线性系统稳定性和动态特性的影响，学会串联校正装置的设计方法和参数调试技术。

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	2	0	2
2 线性系统的数学模型	8	0	8
3 线性系统的时域分析法	8	4	12
4 线性系统的根轨迹分析法	8	0	8
5 线性系统的频率分析法	10	2	12
6 控制系统的校正	4	2	6
合计	40	8	48

## 七、教材、补充教材及参考资料

1、胡寿松编著，《自动控制原理（第5版）》，ISBN：978-7-03-018955-4，北京，科学出版社。

2、夏德铃翁贻方编著，《自动控制理论》，ISBN：978-7-111-02043-1，北京，机械工业出版社。

3、胡寿松主编，《自动控制原理习题解析》，ISBN：978-7-03-036555-2，北京，科学出版社。

4、胡晓倩杨佳张莲余成波编著，《自动控制原理习题全解及 MATLAB 实验》，ISBN：978-7-302-26135-3，北京，清华大学出版社。

5、视频资料：《自控控制原理》，<http://v.ku6.com/show/J77fq3b6gc3QceJy.html>，北京航空航天大学程鹏。

## 八、达成课程目标的途径和措施

本课程采用闭卷笔试形式，最终成绩综合课堂提问、实验、作业、期末考试等 4 个环节，各环节成绩评定比如下表。

各环节成绩评定占比%

考察环节	课堂情况	实验	作业	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.05	0.2	0.05	0.7
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	课内实验评价标准，实验课堂记录，典型实验报告	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	试题评分标准，试卷

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、工程基础和专业等多方面的知识；	#			
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到测控技术与仪器专业复杂工程问题的解决中。	#	#	#	
2、问题分析	L	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数；		#		
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题；				
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识和原理分析判断问题识别和表达结论的有效性；				
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。				
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择；				#
		指标点 3-2 非技术因素：能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下，对设计方案的可行性进行分析；				

		指标点 3-3 创新意识：积极参与各类创新活动，在专业设计过程中能够体现创新意识。				
4、研究	H	指标点 4-1 研究分析能力：了解测控技术与仪器专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。 指标点：			#	
		指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；				#
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，并对误差来源和影响进行综合分析，得到有效结论。				

注：

目标 1：通过本课程的学习，使学生学会从事自动控制领域工作所需的数学和自然科学知识，学会利用时域法、根轨迹法和频率特性法对自动控制系统进行分析一般方法。

目标 2：培养学生解决工程实际问题的思维方式和初步能力，构建控制系统的数学模型的基本思路和方法，以分析控制系统的性能。

目标 3：具备能够应用时域法、根轨迹法和频率特性法对自动控制系统的性能进行分析和设计，解决典型系统中控制问题的能力。

目标 4：能够用 MATLAB 软件对自动控制系统进行时域、频域及复频域分析和设计；

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$				各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课堂情况	作业	实验	期末考试	课堂情况	作业	实验	期末考试
1) 通过本课程的学习，使学生学会从事自动控制领域工作所需的数学和自然科学知识，学会利用时域法、根轨迹法和频率特性法对自动控制系统进行分析一般方法；（支撑毕业要求 1）	0.65	0.054	0.046	0.154	0.746	0.035	0.03	0.10	0.485
2) 培养学生解决工程实际问题的思维方式和初步能力，构建控制系统的数学模型的基本思路和方法，以分析控制系统的性能；（支撑毕业要求 1、2）	0.1		0.1	0.3	0.6		0.01	0.03	0.06
3) 具备能够应用时域法、根轨迹法和频率特性法对自动控制系统的性能进行分析和设计，解决典型系统中控制问题	0.15		0.066	0.467	0.467		0.01	0.07	0.07

的能力；（支撑毕业要求 1、4）									
4) 能够用 MATLAB 软件对自动控制系统进行时域、频域及复频域分析和设计；（支撑毕业要求 3、4）	0.1	0.15			0.85	0.015			0.085
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )						0.05	0.05	0.2	0.7

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《半导体物理与器件》教学大纲

课程编号：B02060304

课程名称：半导体物理与器件

开课单位：仪器与电子学院

总学时：72

学 分：4.5

适用专业：微电子科学与工程，电子科学与技术

先修课程：理论物理导论，固体物理

大纲执笔人：张国军

大纲编写（修订）时间：2017年9月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

半导体物理与器件课程是微电子科学与工程，电子科学与技术两个专业的学科基础教育课，是本专业培养的集成电路设计方向的核心课程。本课程主要介绍半导体的基本物理性质，探讨半导体在不同状态下所发生的物理过程、规律及相关应用。通过本课程的学习，使学生掌握半导体材料的基本性质、基本理论、基本实验方法，学会分析半导体器件的基本特性，为后续的《集成电路分析与设计》，《CMOS 模拟集成电路原理》，《ASIC 设计实践》，《光电探测技术》等课程铺垫基础，并为反向集成电路设计、压阻式 MEMS 传感器设计等综合训练作好理论知识的准备。

## 二、课程目标

- 1) 通过本课程的学习，学生应掌握常见半导体材料及其器件的基本概念，基本术语和基本理论；（支撑毕业要求 1）
- 2) 能够将课程所学的基本知识运用到半导体材料识别，基本参数测定等工程问题的适当表述之中；（支撑毕业要求 1、4）
- 3) 能够掌握载流子的三大输运方程，并根据具体条件进行简化；（支撑毕业要求 2）
- 4) 能够对 MEMS 传感器件或集成电路的优化设计提出物理层面的建议；（支撑毕业要求 1、4）
- 5) 能够针对一个双极性器件或 MOS 器件选择合适的等效电路模型，对其电学性能进行分析。（支撑毕业要求 2、4）

### 三、基本要求（含先修课程）

1、本课程为学科基础教育课，要求先修固体物理课程，在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，运用类比式和启发式教学，使学生掌握一定的分析能力。

2、本课程是一门理论性很强的课程。讲解过程中要结合科研过程中经典的实例，尽量做到理论与实践结合。

3、本课程含有大量图、表，信息丰富，要求在 CAI 教室进行授课，并且教学和实验交替进行。

### 四、教学内容和教学方法

本课程主要介绍半导体的基本物理性质，探讨半导体在不同状态下所发生的物理过程、规律及相关应用。课程的主要内容包括半导体中的电子状态，半导体中的杂质和缺陷能级、载流子的统计分布、半导体的导电性、非平衡载流子、金属和半导体接触、半导体 MOS 结构以及双极性晶体管的应用、光器件。

深度和广度说明：对半导体物理的基本概念、基本理论要重点讲解；对定性分析与定量计算均能推导出结论的知识点以定性分析为主；对与半导体工艺相关的内容只做简要介绍。

半导体物理与器件在集成电路设计方向中占有非常重要的地位，因此教师要重点讲授以使使学生尽量掌握。

#### 第一章 绪论及固体晶格结构（2 学时）

1. 本课程在学科培养体系中的地位及与后续课之间的关系；
2. 常见半导体材料，固体类型，空间晶格；（重点）
3. 原子价键，固体中的缺陷和杂质；
4. 半导体材料的生长过程。

#### 第二章 固体量子理论初步（5 学时）

1. 电子的有效质量，空穴的概念，费米分布，费米能级；（重点、难点）
2. K 空间能带图，金属、半导体、绝缘体各自对应的能带图，状态密度函数；（重点、难点）
3. 了解能带的形成。

#### 第三章 平衡半导体（7 学时）

- 1、 $n_0$  方程和  $p_0$  方程，载流子浓度乘积，电中性条件，强电离，杂质半导体的载流子浓度的计算， $E_F$  能级随掺杂浓度和温度的变化，简并化条件；（重点、难点）
- 2、本征载流子浓度与温度的关系，本征费米能级位置，电离能的概念；（重点、难点）
- 3、费米能级的应用。

#### 第四章 载流子的输运现象（7 学时）

1. 漂移电流密度方程，扩散电流密度方程，总的电流密度方程，迁移率，电导率，爱因斯坦关系式，霍尔效应；（重点、难点）
2. 迁移率与杂质浓度和温度的关系，电阻率与杂质浓度和温度的关系，饱和速度，载流子散射的概念，半导体的主要散射机构。（重点、难点）

#### 第五章 半导体中的非平衡过剩载流子（9 学时）

1. 过剩载流子的产生与复合，连续性方程，小注入条件，准费米能级；（重点、难点）
2. 过剩载流子的寿命，表面态，表面复合速度；（难点）
3. 复合理论，陷阱效应。

#### 第六章 PN 结（5 学时）

1. pn 结能带图，pn 结接触电势差以及与掺杂浓度的关系，势垒电容。（重点、难点）
2. 空间电荷区的宽度，突变结。（难点）

#### 第七章 PN 结二极管（5 学时）

1. 零偏、正偏、反偏条件下的 pn 结对应的能带图、电流—电压关系、少数载流子的分布，正偏下 pn 结内各成份电流分布图，齐纳击穿，雪崩击穿；（重点、难点）
2. pn 结电流的温度效应，短二极管，反偏产生电流，正偏复合电流，总的正偏电流的组成；（难点）
3. 隧道二极管。

#### 第八章 金属半导体和半导体异质结（4 学时）

1. 金属和半导体的功函数的定义，内建电势差，少数载流子的注入，欧姆接触；（重点、难点）
2. 理想肖特基结特性，肖特基效应，电流与电压的关系，热电子发射理论；（难点）
3. 异质结的能带图。

#### 第九章 双极晶体管（9 学时）

1. 双极晶体管的基本工作原理，正向有源模式，电流增益的数学表达式，基区宽度调制效应，大注入效应，击穿电压，E-M 模型，晶体管截止频率；（重点、难点）

2. 发射极注入效率系数，基区输运系数，复合系数，电流增益的计算，发射区禁区变窄效应，电流集边效应，开关特性；（重点、难点）

3. G-P 模型，H-P 模型。

#### 第十章 金属-氧化物-半导体场效应晶体管基础（12 学时）

1. MOS 结构的能带图，耗尽层宽度，功函数差，平带电压，阈值电压，电荷分布，低频 C-V 特性，高频 C-V 特性，固定电荷，可动电荷，界面态电荷与 C-V 特性的关系，跨导，衬底偏置效应，频率限制特性；（重点、难点）

2. 电流-电压关系的推导，小信号等效电路；（难点）

3. COMS 技术工艺原理。

#### 第十一章 小尺寸 MOS 器件物理（3 学时）

1. MOS 器件的亚阈值电导，沟道长度调制效应，迁移率变化，速度饱和；（重点、难点）

2. 短沟道效应，窄沟道效应。（难点）

#### 第十二章 光器件（4 学时）

1. 光吸收，光致发光，电致发光等概念；（重点、难点）

2. 太阳能电池，光电探测器，光电二极管，激光二极管等应用。

### 五、实验内容

无。

### 六、学时分配

章节名称	讲授（学时）	实验（学时）	小计
第一章 固体晶格结构	2		2
第二章 固体量子理论初步	5		5
第三章 平衡半导体	7		7
第四章 载流子的输运现象	7		7
第五章 半导体中的非平衡过剩载流子	9		9
第六章 PN 结	5		5
第七章 PN 结二极管	5		5



第八章 金属半导体和半导体异质结	4		4
第九章 双极晶体管	9		9
第十章 金属-氧化物-半导体场效应晶体管基础	12		12
第十一章 小尺寸 MOS 器件物理	3		3
第十二章 光器件	4		4
合计	72		72

## 七、教材、补充教材及参考资料

### 1. 推荐教材：

Donald A. Neamen。《半导体物理与器件》，ISBN：0072321075，电子工业出版社，第三版，2005。

### 2. 参考书：

- (1) 顾祖毅，田立林等《半导体物理学》，电子工业出版社，1995。
- (2) 刘恩科 《半导体物理学》，ISBN：9787118065626，西安交通大学出版社，2003。
- (3) 曹培栋《微电子技术基础》，ISBN：9787505344372，电子工业出版社，2001。
- (4) 视频资料：<http://resource.jingpinke.com>（国家精品课程资源网）。
- (5) 蒋玉龙 《半导体物理》课件，复旦大学，2013。

## 八、达成课程目标的途径和措施

1. 考核目标：重点考核学生对半导体物理与器件基本概念，基本原理的理解和掌握；重点考核学生对课堂所要求重点内容的掌握程度。
2. 考核方式：考试、作业及课堂提问。
3. 评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.10	0.10	0.80

支撑材料	课堂评价标准, 课堂提问记录, 结合出勤率等	作业评价标准, 典型作业拍照, 或电子版	试题评分标准, 试卷,
------	------------------------	----------------------	-------------

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

电子科学与技术专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系: 系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#	#			
		指标点 1-2 知识运用能力: 能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来, 灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。	#	#		#	
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别: 能应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题进行分解, 并识别其中的关键特征和参数。			#		#
		指标点 2-2 问题表达: 能够应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达, 以模型或公式等形式说明问题特征。			#		#

注:

目标 1: 通过本课程的学习, 学生应掌握常见半导体材料及其器件的基本概念, 基本术语和基本理论; (支撑毕业要求 1)

目标 2: 能够将课程所学的基本知识运用到半导体材料识别, 基本参数测定等工程问题的适当表述之中; (支撑毕业要求 1)

目标 3: 能够掌握载流子的三大输运方程, 并根据具体条件进行简化; (支撑毕业要求 2)

目标 4: 能够对 MEMS 传感器件或集成电路的优化设计提出物理层面的建议; (支撑毕业要求 1)

目标 5: 能够针对一个双极性器件或 MOS 器件选择合适的等效电路模型, 对其电学性能进行分析。(支撑毕业要求 2)

微电子科学与工程专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系: 系统地学习本专业相关的数学、自然科学、微电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#	#			
		指标点 1-2 知识运用能力: 能将基础知识恰当地运用到微电子科学与工程专业复杂工程问题的解决中。	#	#		#	
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别: 能应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题进行分解, 并识别其中的关键特征和参数。			#		#
		指标点 2-2 问题表达: 能够应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达, 将工程问题转化为技术问题。			#		#

4、研究	M	指标点 4-1 研究分析能力：了解微电子科学与工程专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。	#			
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，得到有效结论。			#	#

注：

目标 1：通过本课程的学习，学生应掌握常见半导体材料及其器件的基本概念，基本术语和基本理论；（支撑毕业要求 1）

目标 2：能够将课程所学的基本知识运用到半导体材料识别，基本参数测定等工程问题的适当表述之中；（支撑毕业要求 1、4）

目标 3：能够掌握载流子的三大输运方程，并根据具体条件进行简化；（支撑毕业要求 2）

目标 4：能够对 MEMS 传感器件或集成电路的优化设计提出物理层面的建议；（支撑毕业要求 1、4）

目标 5：能够针对一个双极性器件或 MOS 器件选择合适的等效电路模型，对其电学性能进行分析。（支撑毕业要求 2、4）

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$			各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$		
		课堂情况	作业	期末考试	课堂情况	作业	期末考试
1) 通过本课程的学习，学生应掌握常见半导体材料及其器件的基本概念，基本术语和基本理论	0.5	0.1	0.1	0.8	0.05	0.05	0.4
2) 能够将课程所学的基本知识运用到半导体材料识别，基本参数测定等工程问题的适当表述之中	0.3	0.1	0.1	0.8	0.03	0.03	0.24
3) 能够对 MEMS 传感器件或集成电路的优化设计提出物理层面的建议	0.10	0.1	0.1	0.8	0.01	0.01	0.08
4) 能够掌握载流子的三大输运方程，并根据具体条件进行简化	0.05	0.1	0.1	0.8	0.005	0.005	0.04
5) 能够针对一个双极性器件或 MOS 器件选择合适的等效电路模型，对其电学性能进行分析	0.05	0.1	0.1	0.8	0.005	0.005	0.04
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )					0.1	0.1	0.8

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比。

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《半导体物理与器件实验》教学大纲

课程编号：B02060304S

课程名称：半导体物理与器件实验

开课单位：仪器与电子学院

总学时：16

学 分：0.5

适用专业：微电子科学与工程

先修课程：半导体物理与器件

大纲执笔人：崔建功

大纲编写（修订）时间：2017年9月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

半导体物理与器件实验课程是微电子科学与工程专业的学科基础教育课，在专业知识体系中属于专业实践类课程。本课程实验主要涵盖了半导体物理和半导体器件两大部分。通过本课程的学习，使学生掌握半导体材料与器件的基本实验方法，巩固在半导体物理与器件理论课程中所学到的基本性质和基本原理，学会分析半导体材料的基本参数和半导体器件的基本特性，增强学生的专业实践能力，提高专业技能和专业素质。

## 二、课程目标

- 1) 通过本课程的学习，学生应加深对典型半导体材料及其器件的基本概念，基本术语和基本理论的理解；（支撑毕业要求 1）
- 2) 能够对半导体材料及其器件相关的专业术语进行准确表述；（支撑毕业要求 2）
- 3) 能够将在半导体物理与器件课程中所学到的基本知识运用到半导体材料识别和基本参数测定，以及半导体器件工作特性测定等工程问题之中；（支撑毕业要求 3、4）
- 4) 能够对半导体材料的特性、半导体器件的失效等提出物理层面的有效分析。（支撑毕业要求 2、4）

## 三、基本要求

- 1、本课程是微电子科学与工程专业的专业实践类课程，课程要求先修《半导体物理与器件》等学科基础课程，了解半导体材料和半导体器件的相关概念和相关原理；
- 2、该课程是一门实验课程，要注重学生对物理概念、基本原理和分析方法的理解与运用，教学过程中要求通过实验来阐明半导体材料与器件的基本参数、基本特性及其分析方法，使学生通过具体的实验来加深在半导体物理与器件中学到的理论知识的理解；

3、讲解半导体物理与器件实验要联系材料、器件和电路等不同层次的理论知识，使学生理解材料参数和器件参数之间的关系，使学生初步掌握半导体材料和器件测试的相关实验方法，具备分析半导体材料参数和器件特性的能力。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程实验内容包括：测试霍尔元件的霍尔灵敏度；测量半导体材料的迁移率和电导率；测试晶体管的输入输出特性；测试晶体管的反向击穿电压等基本参数。

深度和广度说明：迁移率和电导率反应了载流子的漂移运动，是表征半导体材料特性的重要参数，测定这两个微观参数可以通过一个宏观的效应——霍尔效应来进行。需要深入讲解霍尔效应的基本原理，使学生可以理解宏观现象可以和微观运动联系起来的原因，从而了解测定半导体材料参数的基本思路和方法，加深对在半导体物理与器件这门课程中学到的理论知识的理解和认识。晶体管的基本参数和输入输出特性是电路设计分析的基础，要重点结合实验中使用的晶体管型号分析其特征参数和输入输出特性，使学生了解器件的基本测定原理与方法，理解器件失效的原理。此外，本课程要求学生通过相关实验的实践，提高理论知识的运用水平，从而获得的初步的对材料和器件进行分析的经验和能力。

本课程与半导体物理与器件课程密切相关，授课教师可以在总结提炼该课程中主要内容的基础上，对比半导体知识和基本原理与本课程实验相关的部分，帮助学生更好地理解该课程所授知识，掌握基本的实验和分析方法，重点培养应用半导体原理和知识的能力。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

#### 前言 半导体物理与器件实验概论（2 学时）

- 1、半导体物理与器件重要知识点简要回顾
- 2、霍尔效应与测定载流子迁移率的原理
- 3、晶体管基本参数与电流电压特性曲线分析
- 4、实验仪器、操作方法、注意事项和实验报告的撰写简介

授课方式：课堂集中讲授。

本章节的讲授要求安排在半导体物理与器件课程讲授完成晶体管部分之后进行。

#### 五、实验内容

### 实验一 霍尔灵敏度的测量（4 学时）

内容：测量霍尔元件的零位电势和零位电阻，测量霍尔电压  $V_H$  与工作电流  $I_s$  的关系，测量霍尔电压  $V_H$  与励磁电流  $I_M$  的关系，计算霍尔元件的霍尔灵敏度。

基本要求：

- 1、了解霍尔效应的基本原理；（重点）
- 2、掌握测量霍尔灵敏度的方法。

### 实验二 载流子迁移率的测量（2 学时）

内容：测量给定半导体材料的载流子迁移率和电导率，计算载流子的平均自由时间。

基本要求：

- 1、理解能够利用宏观方法测定微观参数的原理；（重点）
- 2、掌握载流子迁移率的测量方法。

### 实验三 晶体管输入特性曲线测试（4 学时）

内容：测量晶体管的反向击穿电压，对 BJT 输入特性曲线进行测试，计算出输入阻抗。

基本要求：

- 1、掌握测量 BJT 管参数和输入特性的原理；（重点）
- 2、掌握不同类型（pnp 或 npn）BJT 管输入特性曲线的测量方法；
- 3、掌握不同类型二极管特性的测量方法。

### 实验四 晶体管输出特性曲线测试（4 学时）

内容：测量晶体管的输出特性曲线进行测试，计算出电流增益和饱和压降，判断所测量的晶体管是否正常。

基本要求：

- 1、学会判断晶体管是否工作正常；（重点）
- 2、掌握不同类型（pnp 或 npn）BJT 管输出特性曲线的测量方法；
- 3、掌握不同类型二极管特性的测量方法。

## 六、学时分配

内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
前言	2		2
实验一 霍尔灵敏度的测量		4	4

实验二 载流子迁移率的测量		2	2
实验三 晶体管输入特性曲线测试		4	4
实验四 晶体管输出特性曲线测试		4	4
合计	2	14	16

### 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、刘诺等编著，《半导体物理与器件实验教程》，ISBN 9787030442215，科学出版社。
- 2、霍尔效应实验仪自带手册，《霍尔效应实验仪说明书》。
- 3、晶体管特性测试仪自带手册，《晶体管特性测试仪说明书》。

### 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、考核方式：实验情况、提问和实验报告；
- 2、考核目标：注重考核学生实验中中对半导体相关知识的掌握、自主学习和实践能力的表现情况，同时引导学生充分发挥自主能动性收集资料 and 进行实验设计的能力；
- 3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	实验情况	提问	实验报告
课程目标达成的贡献率	0.1	0.1	0.8
支撑材料	学生实验情况记录，结合出勤率等	提问记录	实验报告

### 九、课程目标对毕业要求的支撑

微电子科学与工程 专业毕业要求	成果 关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
1、工程知识	M	指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到微电子科学与工程专业复杂工程问题的解决中。	#			
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。		#		
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。		#		



		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识和原理分析判断问题识别和表达结论的有效性。				#
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-3 创新意识：积极参与各类创新活动，在设计过程中能够体现创新意识；				#
4、研究	H	指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究。				#
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，得到有效结论。				#

注：

目标 1：通过本课程的学习，学生应加深对典型半导体材料及其器件的基本概念，基本术语和基本理论的理解；（支撑毕业要求 1）

目标 2：能够对半导体材料及其器件相关的专业术语进行准确表述；（支撑毕业要求 2）

目标 3：能够将在半导体物理与器件课程中所学到的基本知识运用到半导体材料识别和基本参数测定，以及半导体器件工作特性测定等工程问题之中；（支撑毕业要求 3、4）

目标 4：能够对半导体材料的特性、半导体器件的失效等提出物理层面的有效分析。（支撑毕业要求 2、4）

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$			各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$		
		实验情况	提问	实验报告	实验情况	提问	实验报告
1) 通过本课程的学习，学生应加深对典型半导体材料及其器件的基本概念，基本术语和基本理论的理解；（支撑毕业要求 1）	0.2	0.1	0.1	0.8	0.02	0.02	0.16
2) 能够对半导体材料及其器件相关的专业术语进行准确表述；（支撑毕业要求 2）	0.1	0.1	0.1	0.8	0.01	0.01	0.08
3) 能够将在半导体物理与器件课程中所学到的基本知识运用到半导体材料识别和基本参数测定，以及半导体器件工作特性测定等工程问题之中；（支撑毕业要求 3、4）	0.4	0.1	0.1	0.8	0.04	0.04	0.32
4) 能够对半导体材料的特性、半导体器件的失效等提出物理层面的有效分析。（支撑毕业要求 2、4）	0.3	0.1	0.1	0.8	0.03	0.03	0.24
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )					0.1	0.1	0.8

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$K$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比。

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《理论物理导论》教学大纲

课程编号：B02060305

课程名称：理论物理导论

开课单位：仪器与电子学院

总学时：48

学分：3

适用专业：微电子科学与工程，电子科学与技术

先修课程：高等数学，大学物理

大纲执笔人：闫树斌

大纲编写（修订）时间：2017年9月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

理论物理导论是电子科学与技术、微电子科学与工程专业的基础课程，在学生培养方案中具有承上启下的作用。其中，“热力学与统计物理”部分研究的对象是大量微观粒子组成的有限的宏观物体，以及微观粒子遵从的统计规律与物体宏观性质的内在联系；“量子力学”部分，从单原子、分子量子理论到多原子、分子量子理论，进一步引出多体问题的量子力学理论——“固体物理”的能带理论。学习完本课程后，使学生理解理论物理导论中的基本概念、基本原理、具有初步认识物质的微观结构及规律、微观尺度物质运动的研究手段及方法，为半导体物理与器件、固体物理等专业课的深入学习奠定基础。

## 二、课程目标

- 1) 掌握理论物理学的基本概念、知识体系和研究方法；（支撑毕业要求 1）
- 2) 学会采用量子力学分析微观尺度下尺度效应、量子效应的思路和方法；（支撑毕业要求 1、2）
- 3) 能够具有用量子理论分析微器件设计思想、工作原理的基本物理能力；（支撑毕业要求 1、2）
- 4) 理解理论物理学中的重要模型和结论，为后续课程的学习打下基础。（支撑毕业要求 1）

## 三、基本要求

1、本课程为专业基础课，要求先修《高等数学》，《大学物理》，在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授。同时，运用类比式和启发式教学，使学生掌握最重要的“波函数”统计解释概念，掌握利用薛定谔方程分析一维无限深势阱、一维线性谐振子等物理模型的分析能力。

2、通过本课程的学习，为学生深入理解和学习《固体物理》、《半导体物理与器件》等

专业课程打下理论基础。

3、学生通过学习《理论物理导论》，可以建立微米、纳米器件尺度效应分析的基本思维方法。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：微观粒子的波粒二象性、波函数的统计解释、一维无限深势阱和一维线性谐振子问题、氢原子和类氢离子问题的薛定谔求解过程、微扰论、含时微扰论描述光吸收和跃迁的过程、热力学第一第二定律、三种统计分布函数的推导过程。

深度和广度说明：对微观粒子波粒二象性、薛定谔方程、不确定性关系、算符等比较抽象的概念，要深入讲解；对一维无限深势阱、一维线性谐振子、氢原子和类氢离子、激光的产生等有类似模型，容易理解的部分可适当简单讲解；对于涉及到量子力学的前沿科技进展要在适当的部分引入课堂，以拓展本课程的广度，提高同学们的学习热情；对于基本物理思想的理解、对于物理图像的形象构建是重点要强调的地方。

理论物理导论涉及到量子力学思维的构建，是半导体物理与器件深入学习的理论基础，有助于对后续课程的深入理解，是现代前沿科技的基础，因此教师要重点讲授以使学生建立基本的量子思维。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

##### 1 绪论（4 学时）

1.1 本课程在专业课中的地位、本课程简要的发展脉络；

1.2 自由度、约束、广义坐标的概念，拉格朗日函数和拉格朗日方程；

1.3 哈密顿函数、哈密顿方程的物理推导过程；

1.4 哈密顿函数的物理意义。（重点）

##### 2 薛定谔方程（8 学时）

2.1 通过光的波粒二相性发展历史，深入理解微观粒子波粒二象性（物质波）所表达的内涵；

2.2 波函数统计解释所表达的量子力学深层物理含义；（难点）

2.3 态叠加原理，利用薛定谔方程解决一维无限深势阱和一维线性谐振子相关问题的方法；（重点）

2.4 不确定性关系式在量子力学领域的重要基础作用，隧道效应及其应用。

结合本章内容，向学生归纳介绍课程目标 2 所表达的思想，并在以后的教学进程中

反复强调提升理念。

### 3 力学量的算符（6学时）

3.1 算符的物理含义，基本运算规则；

3.2 厄米算符的定义式、表达的物理含义；（重点）

3.3 厄米算符本征函数的正交性和完全性的证明过程；（难点）

3.4 力学量算符表达的物理含义，力学量平均值的计算方法。

### 4 氢原子和类氢离子的波函数和能级（8学时）

4.1 有心力场问题求解过程中用到的球极坐标表达方式；

4.2 库仑场中电子运动状态的求解方法；（难点、重点）

4.3 原子核外电子的几率分布表达的物理含义，能够构建初步的物理图像。

### 5 定态微扰论原子的能级（6学时）

5.1 无简并定态微扰论解决问题的方法和推导过程，了解有简并定态微扰论解决问题的方法和推导过程；（重点）

5.2 氢原子的能级在均匀外电场中分裂的“交流斯塔克效应”分析过程；

5.3 多电子原子中电子能级的排列、分布规律。

### 6 电子自旋 全同粒子 原子中电子的能级排列（4学时）

6.1 电子自旋的实验，自旋算符和自旋算符的表达式；

6.2 全同粒子波函数表达深刻内涵；

6.3 泡利原理，能够在相关原理的指导下进行原子中电子的正确排列。

### 7 含时微扰论 光的吸收和辐射（4学时）

7.1 含时微扰论的推导过程，以及关系式所代表的物理含义；

7.2 吸收和发射光子的几率表达的物理过程；

7.3 量子跃迁的选择定则；（重点、难点）

7.4 激光的产生。

### 8 热力学和统计物理（8学时）

8.1 热力学的基本概念和简单发展脉络；

8.2 热力学第一定律、第二定律，掌握卡诺定理；

8.3 克劳修斯不等式，了解熵增原理；

8.4 相空间、宏观态、微观态等统计物理的基本概念，对统计物理的发展历史进行概述；

8.5 三种统计分布函数。（重点）

## 五、实验

无

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	4	0	4
2 薛定谔方程	8	0	8
3 力学量的算符	6	0	6
4 氢原子和类氢原子的波函数和能级	8	0	8
5 定态微扰论和原子的能级	6	0	6
6 电子自旋 全同粒子 原子中电子的能级排列	4	0	4
7 含时微扰论 光的吸收和辐射	4	0	4
8 热力学和统计物理	8	0	8
合计	48	0	48

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、李卫等编著，《理论物理导论》，北京理工大学出版社。
- 2、周世勋，《量子力学教程》，高等教育出版社。
- 3、曾谨言，《量子力学导论》，北京大学出版社。
- 4、张启仁，《量子力学》，科学出版社。
- 5、朗道等编著，严肃译，《量子力学（非相对论部分）（第六版）》，高等教育出版社。
- 6、视频资料，《量子力学》，斯坦福大学公开课，<http://open.163.com/special/opencourse/mechanics.html>。
- 7、视频资料，《基础物理》，耶鲁大学公开课，<http://open.163.com/special/opencourse/physicsii.html>。

## 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、采取措施：采取课堂讲授的方法使得学生掌握理论物理学的基本知识和理论框架；
- 2、考核方式：作业、课堂情况、考试（闭卷）；
- 3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.15	0.15	0.70
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	试题评分标准，试卷，

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

微电子科学与工程 专业 毕业要求	成果 关联 度	指标点分解	目 标 1	目 标 2	目 标 3	目 标 4
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、工程基础和专业等多方面的知识。	#			#
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到微电子科学与工程专业复杂工程问题的解决中。		#	#	
2、问题分析	L	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。		#	#	
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。		#	#	

注：

目标 1：掌握理论物理学的基本概念、知识体系和研究方法；（支撑毕业要求 1）

目标 2：学会采用量子力学分析微观尺度下尺度效应、量子效应的思路和方法；（支撑毕业要求 1、2）

目标 3：能够具有用量子理论分析微器件设计思想、工作原理的基本物理能力；（支撑毕业要求 1、2）

目标 4：理解理论物理学中的重要模型和结论，为后续课程的学习打下基础。（支撑毕业要求 1）

电子科学与技 术专业 毕业要求	成果 关联 度	指标点分解	目 标 1	目 标 2	目 标 3	目 标 4
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#			#
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。		#	#	
2、问题分析	L	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。		#	#	
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，以模型或公式等形式说明问题特征。		#	#	

注：

目标 1：掌握理论物理学的基本概念、知识体系和研究方法；（支撑毕业要求 1）

目标 2：学会采用量子力学分析微观尺度下尺度效应、量子效应的思路和方法；（支撑毕业要求 1、2）

目标 3：能够具有用量子理论分析微器件设计思想、工作原理的基本物理能力；（支撑毕业要求 1、2）

目标 4：理解理论物理学中的重要模型和结论，为后续课程的学习打下基础。（支撑毕业要求 1）

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识 面比 例 (本 列总 和为 1) $P_i$	各环节评价比例 分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$			各环节在课程达成中 的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$		
		课堂 情况	作业	期 末 考 试	课堂 情况	作业	期 末 考 试
1)掌握理论物理学的基本概念、知识体系和研究方法；（支撑毕业要求 1）	0.3	0.15	0.15	0.7	0.045	0.045	0.21
2)学会采用量子力学分析微观尺度下尺度效应、量子效应的思路和方法；（支撑毕业要求 1、2）	0.3	0.15	0.15	0.7	0.045	0.045	0.21
3)能够具有用量子理论分析微器件设计思想、工作原理的基本物理能力；（支撑毕业要求 1、2）	0.2	0.15	0.15	0.7	0.03	0.03	0.14
64)理解理论物理学中的重要模型和结论，为后续课程的学习打下基础。（支撑毕业要求 1）	0.2	0.15	0.15	0.7	0.03	0.03	0.14
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )					0.15	0.15	0.7

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；



$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比。

#### 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足,在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因,并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议,在授课计划中做好落实改进计划,并在授课过程中予以落实。

# 《单片机原理及应用》教学大纲

课程编号：B03060004

课程名称：单片机原理及应用

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32（实验 8 学时）

学分：2

适用专业：测控技术与仪器、微电子科学与工程、电子科学技术

先修课程：微机原理及接口技术，数字电路技术

大纲执笔人：陈鸿

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

单片机原理及应用课程是一门重要的专业教育课程。也是学生学会计算机硬件结构、工作原理和汇编语言程序设计的进阶课程，通过本课程的学习，使学生学会单片机应用的一般技术，学会智能化设备的设计方法，为学习后续课程和专业技术的学习和工作打下基础。

## 二、课程目标

1) 能够阐述单片机的硬件结构、汇编语言程序结构及相关专业术语，能够对比选择合适的单片机进行开发。（支撑毕业要求 5）

2) 学习单片机系统的一般设计方法，能够针对特定工程问题设计以单片机为核心的解决方案，可以考虑功耗和效率设计因素。具有将单片机系统用于解决工程问题的能力。（支撑毕业要求 1、2、3、7）

3) 能够理解以单片机为核心的现代化仪器、设备的工作原理，并对具体工程实践中的应用加以优化。（支撑毕业要求 4）

## 三、基本要求

本门课要求先修课程为《微机原理及接口技术》和《数字电子技术》。针对本门课程内容繁杂、知识点集中大量出现的特点，在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授；要求在每次课上对前次课所讲的知识点进行概括和总结，以加深学生对知识点的学会和巩固。本课程是一门实践性很强的课程，要求教学和实验环节交替进行，通过实验环节把所学的内容巩固和学会。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：单片机系统的内部结构、外部引脚、指令系统、中断系统、汇编语言程序设计、接口设计等。

深度和广度说明：以 MCS 51 单片机为主线，对单片机系统的内部结构、中断系统、外部引脚等硬件相关内容进行详细讲解，同时对目前流行单片机芯片进行对比介绍。指令系统和汇编语言程序设计是难点，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

##### 1 单片机概述（2 学时）

- 1.1、单片机的基本概念；
- 1.2、8051 单片机的主要技术特征，工作方式；
- 1.3、单片机系统的发展历程及方向。

##### 2 MCS-51 系列单片机的结构与原理（2 学时）

- 2.1、单片机的基本组成及存储器的结构与地址空间；（重点）
- 2.2、时钟电路基本组成与 CPU 时序；
- 2.3、8051 单片机 CPU 的功能与特点，单片机的工作方式；
- 2.4、8051 单片机引脚功能。

##### 3MCS-51 单片机的寻址方式和指令系统（6 学时）

- 3.1、指令系统的分类、寻址方式；
- 3.2、指令系统中指令的功能。（难点）

##### 4 汇编语言程序设计（4 学时）

- 4.1、汇编语言程序的格式、伪指令及程序设计的一般步骤；
- 4.2、顺序、分支、循环、主—子程序的设计方法。（重点）

##### 5MCS-51 中断系统（2 学时）

- 5.1、中断、中断源及中断优先级的基本概念；

5.2、MCS51 中断响应的条件及其响应过程；

5.3、中断服务程序的编写方法。（重点）

#### 6MCS-51 定时器/计数器（2 学时）

6.1、定时器/计数器的应用；

6.2、定时器/计数器的基本概念；

6.3、定时器/计数器的内部结构、工作模式寄存器和控制寄存器、定时器的工作方式。

（重点）

#### 7MCS-51 串行通信接口（2 学时）

7.1、串行通信的基本概念；

7.2、串行通信接口结构，波特率计算、串行口的工作模式、控制寄存器；

7.3、串行口的应用。

#### 8MCS-51 单片机的存储系统扩展（2 学时）

8.1、学会 MCS-51 单片机存储系统扩展的一般方法；（重点）

8.2、常规数据、程序存储器芯片。

#### 9MCS-51 的接口技术（2 学时）

9.1、MCS-51 单片机接口扩展的一般方法；

9.2、键盘、显示模块的工作原理及接口设计方法；

9.3、A/D、D/A 接口的扩展方法。

## 五、实验内容

由代课教师从下列实验项目中指定 4 个实验。

### 实验一 P1 口实验一（2 学时）

实验内容：

1、利用 P1 口做输出口，接八只发光二极管，编写程序，使发光二极管循环点亮；

2、利用 P1 口做输入口，接八个按钮开关，以实验箱上 74LS273 做输出口，编写程序读取开关状态，在发光二极管上显示出来。

基本要求：

1、学会 P1 口的使用方法；

2、学会延时子程序的编写和使用方法。

### 实验二 P1 口实验二（2 学时）

内容：将 P1 口的 P1.0 和 P1.1 做输入口分别接按钮开关，P1.2~P1.5 做输出口分别接发光二极管，编写程序读取按钮开关状态，并通过二极管显示两个开关在不同状态下对应的左

右转弯等状态显示功能。

基本要求：

- 1、学会 P1 口既做输入口又做输出口的使用方法；
- 2、学会数据输入、输出程序的设计方法。

#### 实验三简单 I/O 口扩展实验一（2 学时）

内容：利用扩展实验箱上的 74LS273 作为输出口，控制八个发光二极管亮灭，模拟交通灯管理。

基本要求：

- 1、单片机系统中扩展简单 I/O 接口的方法；
- 2、数据输出程序的设计方法；
- 3、模拟交通灯控制的实现方法。

#### 实验四简单 I/O 口扩展实验二（2 学时）

内容：利用 74LS244 作为输入口，读取开关状态，并将此状态通过发光二极管显示出来。

基本要求：

- 1、在单片机系统中扩展简单 I/O 口的方法；
- 2、数据输入、输出程序的编制方法。

#### 实验五中断实验（2 学时）

内容：对外部中断进行计数，并将计数值显示。

基本要求：

- 1、外部中断技术的基本使用方法；
- 2、中断处理程序的编程方法。

#### 实验六定时器实验（2 学时）

内容：用定时/计数器 T0 产生 2 秒钟的定时，2 秒定时到时，更换指示灯闪烁，开始 L1 指示灯以 0.2 秒的速率闪烁，当 2 秒定时到，L2 开始以 0.2 秒的速率闪烁，如此循环下去。0.2 秒的闪烁速率也由定时/计数器 T0 来完成。

基本要求：

- 1、MCS-51 内部计数器的使用和编程方法；
- 2、进一步学会中断处理程序的编写方法。

#### 实验七串行口实验（2 学时）

内容：利用 AT89S51 串行口发送和接收数据（或两组通信），与 PC 机实现通讯。

基本要求：

- 1、MCS-51 串行口方式 1 的工作方式及编程方法；
- 2、串行通讯中波特率的设置；
- 3、在给定通讯波特率的情况下，会计算定时时间常数。

### 实验八 LCD 显示实验 (2 学时)

内容: 编程实现在液晶屏上显示中文汉字实验。

基本要求:

学会点阵式 LCD 的工作原理, 使用方法以及动态显示的编程方法。

### 实验九存储器扩展实验 (2 学时)

内容: 扩展一片外部数据存储器, 写入一组数据并利用外部数据观察窗口检查其正确性。

基本要求:

- 1、存储器扩展的方法;
- 2、熟悉存储器芯片的接口方法。

### 实验十 A/D 转换实验 (2 学时)

内容: 单片机控制 AD 转换器对特殊波形的转换, 并读取转换结果。

基本要求:

- 1、学会 A/D 转换与单片机的接口方法;
- 2、通过实验学习单片机如何进行数据采集。

### 实验十一 D/A 转换实验 (2 学时)

内容: 利用单片机控制 DA 转换器工作, 并用万用表测量转换输出电压值。

基本要求:

- 1、学习 D/A 转换的基本原理;
- 2、学习单片机系统中扩展 D/A 转换的基本方法。

### 实验十二键盘实验

内容: 利用总线向 HD7279 写入控制命令并显示键值。

基本要求:

- 1、学习 HD7279 键盘、显示电路的编程方法;
- 2、熟悉键盘电路工作原理及编程方法。

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授 (学时)	实验 (学时)	小计
1 单片机概述	2	0	2
2 MCS-51 系列单片机的结构与原理	2	0	2
3 MCS-51 寻址方式和指令系统	6	2	8
4 汇编语言程序设计	4	0	4
5 MCS-51 中断系统	2	2	4
6 MCS-51 定时器/计数器	2	2	4
7 MCS-51 串行通信接口	2	0	2

8 MCS-51 单片机的系统扩展	2	0	2
9 MCS-51 的接口技术	2	2	4
合计	24	8	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、李晓林《单片机原理与接口技术（第二版）》，ISBN9787121126192，电子工业出版社。
- 2、刘国荣编著《单片微型计算机技术（第二版）》，ISBN9787111053798，机械工业出版社。
- 3、曹巧媛编著《单片机原理及应用（第二版）》，ISBN9787505372818，电子工业出版社。
- 4、李华编著《MCS-51 系列单片机实用接口技术（第一版）》，ISBN9787810124201，北京航空航天大学出版社。

## 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、考核目标：在考核学生对单片机基本知识、基本原理的基础上，重点考核学生的对单片机的内部结构、指令系统、汇编程序设计和存储器及接口扩展学会的程度。
- 2、考核方式：考试、课内实验、作业。
- 3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.10	0.23	0.17	0.50
支撑材料	课堂提问点名记录	作业计分表	实验过程评分表 实验报告	试题评分标准，试卷，

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

### 1、本课程对测控技术与仪器专业的毕业要求支撑表

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3
1、工程知识	M	指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到测控技术与仪器专业复杂工程问题的解决中。		#	
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。		#	
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对测控技术与仪器专		#	

		业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。			
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识和原理分析判断问题识别和表达结论的有效性；		#	
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。		#	
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够对方案进行优化选择。		#	
4、研究	M	指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；			#
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，并对误差来源和影响进行综合分析，得到有效结论。			#
5、使用现代工具	H	指标点 5-1 工具选择与开发：了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题；	#		
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对测控电路或系统建立恰当的模型，并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真，确定功能和工艺参数。	#		
		指标点 5-3 其它手段与资源：能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具与资源，提高工作效率和效果。	#		
7、环境与可持续发展	M	指标点 7-2 环保设计与环保意识：接受过相关的环保教育及环保案例教育，了解国家可持续发展的理念，在工程设计中体现保护环境、维持社会可持续发展的意识。		#	

## 2、本课程对电子科学与技术专业的毕业要求支撑表

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3
1、工程知识	M	指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。		#	
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。		#	
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，以模型或公式等形式说明问题特征。		#	
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识分析判断结论的有效性；		#	



		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，并能够与自己的方案进行对比，并理解其差距与优势。		#	
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够对方案进行优化选择。		#	
4、研究	M	指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；			#
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，并对误差来源和影响进行综合分析，得到有效结论。			#
5、使用现代工具	H	指标点 5-1 工具选择与开发：了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题；	#		
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对微结构、器件、电路、电气特性和逻辑等建立恰当的模型，并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真，确定功能和工艺参数。	#		
		指标点 5-3 其它手段与资源：能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具与资源，提高工作效率和效果。	#		
7、环境与可持续发展	M	指标点 7-2 环保设计与环保意识：接受过相关的环保教育及环保案例教育，了解国家可持续发展的理念，在工程设计中体现保护环境、维持社会可持续发展的意识。		#	

### 3、本课程对微电子科学与工程专业的毕业要求支撑表

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3
1、工程知识	M	指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到微电子科学与工程专业复杂工程问题的解决中。		#	
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。		#	
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。		#	
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识和原理分析判断问题识别和表达结论的有效性；		#	
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。		#	

3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的器件、电路和工艺流程。并能够对方案进行优化选择。		#	
4、研究	M	指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；			#
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，得到有效结论。			#
5、使用现代工具	H	指标点 5-1 工具选择与开发：了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题；	#		
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对微纳器件建立恰当的模型，并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真，确定功能和工艺参数。	#		
		指标点 5-3 其它手段与资源：能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具与资源，提高工作效率和效果。	#		
7、环境与可持续发展	M	指标点 7-2 环保设计与环保意识：接受过相关的环保教育及环保案例教育，了解国家可持续发展的理念，在工程设计中体现保护环境、维持社会可持续发展的意识。		#	

注：

目标 1：能够阐述单片机的硬件结构、汇编语言程序结构及相关专业术语，能够对比选择合适的单片机进行开发。

目标 2：学习单片机系统的一般设计方法，能够针对特定工程问题设计以单片机为核心的解决方案，可以考虑功耗和效率设计因素。具有将单片机系统用于解决工程问题的能力。

目标 3：能够理解以单片机为核心的现代化仪器、设备的工作原理，并对具体工程实践中的应用加以优化。

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$				各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课堂情况	作业	实验	期末考试	课堂情况	作业	实验	期末考试
1) 能够阐述单片机的硬件结构、汇编语言程序结构及相关专业术语，能够对比选择合适的单片机进行开发。 (支撑毕业要求 5)	0.1	0.10	0.4		0.5	0.01	0.04		0.05

2) 学习单片机系统的一般设计方法，能够针对特定工程问题设计以单片机为核心的解决方案，可以考虑功耗和效率设计因素。具有将单片机系统用于解决工程问题的能力。（支撑毕业要求 1、2、3、7）	0.8	0.10	0.2	0.2	0.5	0.08	0.16	0.16	0.40
3) 能够理解以单片机为核心的现代化仪器、设备的工作原理，并对具体工程实践中的应用加以优化。（支撑毕业要求 4）	0.1	0.10	0.3	0.10	0.5	0.01	0.03	0.01	0.05
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )						0.10	0.23	0.17	0.50

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《微机原理及接口技术》教学大纲

课程编号：B03060203

课程名称：微机原理及接口技术

开课单位：仪器与电子学院

总学时：64(实验 10 学时)

学分：4

适用专业：测控技术与仪器、微电子、电子科学技术

先修课程：电路分析、模拟电子技术、数字电子技术

大纲执笔人：陈鸿

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 六、课程在教学计划中的地位、作用

《微机原理与接口技术》是工科专业中非常重要的一门专业技术基础课程，也是学生学习计算机硬件结构、工作原理和汇编语言程序设计的入门课程。通过本门课程的学习使学生从应用的角度了解计算机的基本原理、基本组成、接口技术及硬件连接和汇编语言编程方法，培养学生具有进行微机系统软件和硬件设计、开发的基本能力，同时为后续计算机相关课程的学习奠定扎实的基础。

## 二、课程目标

1) 能够阐述微型计算机的硬件结构、汇编语言程序结构及相关专业术语。(支撑毕业要求 2)

2) 学习微机系统的一般设计方法，能够针对特定工程问题设计以微机为核心的解决方案，可以考虑功耗和效率设计因素。具有将微机系统用于解决工程问题的能力。(支撑毕业要求 1、2、3)

3) 能够理解以微型计算机系统为核心的现代化仪器、设备的工作原理，并对具体工程实践中的应用加以优化。(支撑毕业要求 4)

## 三、基本要求

本课程为专业技术基础课，要求先修电路分析、模拟电子技术、数字电子技术课程。针对本门课程内容繁杂、知识点集中并喷出现的特点，在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授；要求在每次课上对上次课所讲的知识点进行概括和总结，加深学生对知识点的学习和巩固，本课程是一门实践性很强的课程，要求教学和实验环节交替进行，通过实验环节把所学的内容巩固和学习。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教

师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

#### 四、教学内容和教学方法

##### 1 计算机系统概述（2 学时）

- 1.1、学习计算机及微型机的发展、分类、性能指标；
- 1.2、学习计算机的构成体系和计算机的层次结构；

##### 2 8086/8088 微处理器结构（4 学时）

- 2.1、学习 8086/8088CPU 的内部结构；
- 2.2、学习 8086/8088CPU 的工作方式及外部引脚（重点）
- 2.3、学习 8086/8088CPU 的时序及总线操作

##### 3 8086/8088 指令系统（16 学时）

- 3.1、学习 8086/8088 指令寻址方式；
- 3.2、学习指令功能；
- 3.3、学习伪指令；

##### 4 汇编语言程序设计基础（6 学时）

- 4.1、汇编语言程序的结构：学习编语言程序的程序框架及顺序结构、分支结构、循环结构、主子程序结构（重点）。
- 4.2 、汇编语言程序设计程序举例

##### 5 微机存储系统（4 学时）

- 5.1、存储器系统概述
- 5.2、半导体存储器
- 5.3 、存储器与 CPU 的连接

##### 6 输入/输出及中断技术（4 学时）

- 6.1、接口电路的功能及内部结构
- 6.2、 CPU 与外设的数据传送方式
- 6.3、中断系统及中断处理

- (1) 中断的基本概念
- (2) 8086/88 中断系统的结构和和矢量中断的原理

(3) 中断控制器 8259 内部结构和工作原理

7 串、并行通讯及接口电路 (8 学时)

7.1、可编程并行通讯接口 8255A

7.2、8255 应用举例

7.3、串行通讯及串行接口 8250

8 微机系统中的计数器/定时器 (4 学时)

8.1、计数器/定时器概述

8.2、可编程计数器/定时器 8253

8.3 、8253 应用举例

9.微机系统中的 A/D、D/A 转换器接口 (2 学时)

9.1、 A/D 转换器接口电路设计

9.2 、D/A 转换器接口电路设计

10 键盘、显示器接口设计 (4 学时)

10.1、键盘接口设计

10.2、显示器接口设计

## 五、实验内容

### 实验一 编语言与调试环境 (2 学时)

内容:

- 1、在教师的带领下, 完成一个简单汇编程序的录入、汇编、调试、运行;
- 2、由学生独立完成一个排序程序的录入、汇编、调试、运行;

基本要求:

- 1、使学生熟悉实验系统
- 2、学习汇编语言程序设计中工具软件 (Edit、masm、link、DEBUG) 的使用
- 3、学习分支、循环程序的结构及编程方法

### 实验二 主-子程序设计 (2 学时)

内容:

1、由学生以主子程序结构形式编写一个将内存中以 BCD 形式存放的 10 个两位十进制数转换成二进制数

- 2、完成程序的上机调试;

基本要求:

- 1、学习主子结构程序的编程方法

2、学习单步运行、断点运行等程序调试方法；

### 实验三、循环程序设计实验

内容：编写并调试一个排序，其方法为用冒泡法将内存中的几个单元字节无符号的整数，按从小到大的次序重新排列。

基本要求：学习循环程序的基本结构及编程方法。

### 实验四 8255 并行接口实验（2 学时）

内容：

- 1、利用实验箱上的 8255、键盘和 LED 模块搭建一个实验系统；
- 2、编程实现利用 8 个按键控制 8 个发光二极管发光；
- 3、实验系统调试

基本要求：

- 1、学习可编程并行接口芯片工作原理及初始化方法
- 2、学习微机系统中简单 I/O 口的设计方法

### 实验五 8253 定时器计数器接口实验（2 学时）

内容：

- 1、利用实验箱上的 8255、8253、LED 模块搭建一个实验系统；
- 2、编程实现控制一个发光二极管以 0.5 秒闪烁
- 3、实验系统调试

基本要求：

- 1、学习 8253 定时/计数器的工作原理及初始化方法
- 2、学习微机系统中定时计数器的设计方法

### 实验六 A/D 转换接口实验（2 学时）

内容：

- 1、利用实验箱上的 A/D 转换器模块和可调电位器构建一个实验系统
- 2、编程实现采集 100 个数并保存在内存单元中
- 3、实验系统调试

基本要求：

- 1、学习 A/D 转换器的工作原理
- 2、学习基于微机系统中的数据采集系统的设计方法

### 实验七 D/A 转换器实验

内容：

- 1、利用实验箱上的 D/A 转换器模块构成一个实验系统
- 2、编程实现一个正弦波输出；

### 3、实验系统调试

基本要求：

- 1、学习 D/A 转换器的工作原理
- 2、学习基于微机系统中的信号发生器的设计方法

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 微型计算机的基本结构及其工作原理	2		2
2 8086 / 8088 微处理器	4		4
3 指令系统	16	2	18
4 汇编语言程序设计基础	6	2	8
5 半导体存储器	4		4
6 输入/输出及中断技术	4		4
7 串、并行通讯及接口电路	8	2	10
8 微机系统中的计数器/定时器	4	2	6
9 微机系统中的 A/D、D/A 转换器接口	2	2	4
10 键盘、显示器接口设计	4		4
合计	54	10	64

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、姚燕南、薛钧义，《微型计算机原理》，西安电子科技大学出版社。
- 2、王永山、杨宏五、杨掸娟，《微型原理与应用》，西安电子科技大学出版社。
- 3、沈美明、温冬蝉，《IBM—PC 汇编语言程序设计》，清华大学出版社。
- 4、谢其中，《微型计算机常用外部设备》，华中理工大学出版社。
- 5、周明德，《微型计算机(PC / xT、长城 0520)原理与应用》，清华大学出版社。

实验指导书：微机原理实验指导书。

## 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、考核方式：考试、实验、作业
- 2、考核目标：在考核学生对基本知识、基本原理和方法学习基础上，重点考核学生微



机系统的基本构成、汇编语言程序设计、常用接口芯片和工具使用方法的学习程度。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.10	0.23	0.17	0.50
支撑材料	课堂提问点名记录	作业计分表	实验过程评分表 实验报告	试题评分标准，试卷

九、课程目标对毕业要求的支撑

1、本课程对测控技术与仪器专业的毕业要求支撑表

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、工程基础和专业等多方面的知识。		#	
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到测控技术与仪器专业复杂工程问题的解决中。		#	
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。	#		
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。		#	
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。		#	
4、研究	H	指标点 4-1 研究分析能力：了解测控技术与仪器专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意愿地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。			#
		指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；			#
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，并对误差来源和影响进行综合分析，得到有效结论。			#

## 2、本课程对电子科学与技术专业的毕业要求支撑表

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。		#	
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。		#	
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。	#		
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，并能够与自己的方案进行对比，并理解其差距与优势。		#	
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。		#	
4、研究	H	指标点 4-1 研究分析能力：了解电子科学与技术专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意愿地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。			#
		指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；			#
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，并对误差来源和影响进行综合分析，得到有效结论。			#

## 3、本课程对微电子科学与工程专业的毕业要求支撑表

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、工程基础和专业等多方面的知识。		#	
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到微电子科学与工程专业复杂工程问题的解决中。		#	
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。	#		
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。		#	
	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题		#	

3、设计开发解决方案		的解决方案，设计相关的器件、电路和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。			
4、研究	H	指标点 4-1 研究分析能力：了解微电子科学与工程专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。			#
		指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；			#
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，得到有效结论。			#

注：

目标 1：能够阐述微型计算机的硬件结构、汇编语言程序结构及相关专业术语。：

目标 2：学习微机系统的一般设计方法，能够针对特定工程问题设计以微机为核心的解决方案，可以考虑功耗和效率设计因素。具有将微机系统用于解决工程问题的能力。

目标 3：能够理解以微型计算机系统为核心的现代化仪器、设备的工作原理，并对具体工程实践中的应用加以优化。

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识 面比 例 (本 列总 和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$				各环节在课程达成中的占 比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课堂 情况	作 业	实 验	期 末 考 试	课堂 情况	作 业	实 验	期 末 考 试
		1) 能够阐述微型计算机的硬件结构、汇编语言程序结构及相关专业术语。(支撑毕业要求 2)	0.1	0.10	0.4		0.5	0.01	0.04
2) 学习微机系统的一般设计方法，能够针对特定工程问题设计以微机为核心的解决方案，可以考虑功耗和效率设计因素。具有将微机系统用于解决工程问题的能力。(支撑毕业要求 1、2、3)	0.8	0.10	0.2	0.2	0.5	0.08	0.16	0.16	0.40
3) 能够理解以微型计算机系统为核心的现代化仪器、设备的工作原理，并对具体工程实践中的应用加以优化。(支撑毕业要求 4)	0.1	0.10	0.3	0.10	0.5	0.01	0.03	0.01	0.05

各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )	0.10	0.23	0.17	0.50
--------------------------	------	------	------	------

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《微波技术基础》教学大纲

课程编号：N03060211

课程名称：微波技术基础

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32（实验4学时）

学分：2

适用专业：电子科学与技术专业

先修课程：大学物理，电路分析基础等

大纲执笔人：秦丽

大纲编写（修订）时间：2017年9月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是电子科学与技术专业的一门专业教育基础课程，是学习和了解无线电频谱中极为重要的微波波段及其领域的重要科目。主要研究如何导引电磁波在微波传输系统中的有效传输，其特点是希望电磁波按照一定要求在微波传输系统中无辐射的传输。本课程的任务是使学生学会微波理论和技术的基础概念、物理含义和基本分析方法，培养学生分析微波元件和微波系统的基本能力，为电磁兼容设计等课程的学习和应用奠定基础。

## 二、课程目标

1、通过本课程的学习，培养学生通过分析将相关工程问题转化为技术问题、并利用微波传输线的基本理论分析微波典型导波系统的无辐射传输的能力，特别是实现传输线的阻抗匹配和主模传输的基本方法的能力。（支撑毕业要求 1、2）

2、学会用以“场”“转”“路”的微波网络基本方法，分析微波系统的基本特性，通过自学 HFSS 电磁仿真软件和仿真实验环节，能够在给定条件下完成简单波导的 S 参数的仿真功能。（支撑毕业要求 1、2、3、4、5）

3、通过学生分组讨论和学习模式，培养学生团队协作能力和协调沟通能力。（支撑毕业要求 9、10）

4、学生通过查阅最新相关文献、完成课程考察小论文环节，学习微波传输线的相关技术研究现状和发展趋势，提升学生自主学习和文献综述能力，为以后适应行业发展奠定基础。（支撑毕业要求 2、12）

### 三、基本要求

1、本课程要求先修高等数学，线性代数，大学物理，电路分析基础等课程，对电磁场理论基础有初步了解。由于学生未专修电磁场理论课程，因此，教师在讲解本门课程时，要用以“场”“转”“路”、“场”“路”相结合的方法讲解，重点突出基本理论、基本概念和基本分析方法的“三基本”原则。

2、教师可采用低频电路“集总参数”理论和微波传输线“分布参数”理论对比的方法授课，也可采用翻转课堂、分组讨论、典型案例串讲等方法进行讲解和点评，让学生能够从低频到高频形成思路的基本衔接和分析模式的转化。

3、在讲解传输线基本理论时，注重传输特性的物理含义，对传输线波动方程的求解，重点突出分析方法、淡化理论推导过程，使学生能够将微波传输线波型的场分量理论表达式和场的空间结构分布、传输线工作状态有机的联系起来，按照一定的要求，导引电磁波在微波传输系统有效传输。

4、在教学上强调统一性：传输线和波导的统一；圆波导和矩形波导的统一；网络理论对于微波技术基础的主线统一。

5、本课程实验环节采用微波测量线和 HFSS 三维电磁仿真软件的应用相结合的手段进行。要求学生提前预习和自学 HFSS 三维电磁仿真软件相关部分的基本使用方法，能够在给定条件下仿真出波导的 S 参数曲线等结果，学生能够对仿真结果做出初步分析。

### 四、课程内容和教学方法

本课程重点讲授的内容：（1）传输线理论和圆图的应用；（2）几种主要导波系统（矩形波导、圆波导、同轴线）与微波谐振器（矩形腔、圆柱形腔、同轴线腔）的特性与相关计算方法；（3）微波网络基本理论、S 矩阵及其特性。

深度和广度说明：本课程在教学过程中要注重三个统一性，即：传输线和波导的统一；圆波导和矩形波导的统一；网络理论对于微波技术基础的主线统一。前两个者最终统一到把网络方法和场论方法有机结合的主线统一上。重点讲解传输线特性的物理含义，传输线波动方程的理论推导，只介绍整体求解方法，不要求推导过程。

#### 1 绪论（1 学时）

1.1 本课程在专业课程体系中的地位和作用介绍。

1.2 课程内容、学习方法、讲授方式、考核方式介绍。

1.3 微波的概念及其特点：介绍微波在电磁波谱中的位置，微波的特点，微波系统表现的“长线”（传输线）特点及分布参数特点等。

1.4 微波技术的发展和應用：微波技术所包含的基本内容、发展现状和应用；本课程主要介绍微波在传输线中的传输问题，以“场”和“路”的理念分析微波传输线的特点，引出相关章节的问题。

**重点：**让学生领会弄懂传输线分布参数的特点和理念。

## 2 传输线基本理论（9 学时）

2.1 传输线的基本概念和传输特性：均匀传输线的特性阻抗、输入阻抗、反射系数、驻波比等概念，**重点**掌握传输线特性参数的物理含义。

2.2 史密斯圆图的使用方法和圆图的应用：阻抗圆图和导纳圆图的特点和区别。

2.3 阻抗变换的基本概念和实现阻抗匹配的方法：阻抗匹配的两类实现方法，以实例讲解。

**重点：**让学生弄懂传输线的特性参量的物理含义，学会基本分析方法，会用圆图求解相关问题。

**难点：**传输线双分支匹配和三分支匹配的实现过程。

## 3 微波传输线（8 学时）

3.1 微波传输线的工作原理，结构特点，理解领会其传输特征：微波传输线的波型、传输条件、传播常数、传播速度、波导波长、截止波长、波阻抗等参数。

3.2 矩形波导、圆波导、同轴线的主模传输特性和相关计算方法；弄懂矩形波导、圆波导、同轴线的截止波长、截止频率、波导波长、相速、群速、波型阻抗等传输特性参数的物理含义和计算方法。

3.3 带状线和微带线的主模和基本特性：了解带状线和微带线的特性参量的物理含义、相关计算方法和尺寸选择方法。（此部分简单介绍，不做要求）

**重点：**学会主要导波系统（矩形波导、圆波导、同轴线）的特性与相关计算方法；

**难点：**导波系统中传输波型理论表达式与空间场结构之间关系的理解。

## 4 微波网络（5 学时）

4.1 掌握微波网络分析的基本方法：微波网络的等效原则、归一化参量。

4.2 微波网络的参量：弄懂微波网络的电路参量和波参量的物理含义和相互之间的关系，学会二端口微波网络散射参量（S 矩阵）的物理含义和基本计算方法。

4.3 会用基本电路单元的参量矩阵

4.4 二端口微波网络的工作特性参量：弄懂二端口微波网络工作特性参量的物理含义和基

本计算方法，能够区分二端口微波网络工作特性参量与电路参量、波参量之间的关系。

**重点：**微波网络 S 矩阵及其特性。（会用 S 矩阵表达简单导波系统的特性，结合本知识点，简要介绍 HFSS 仿真软件仿真 S 参数的相关内容）

**难点：**微波网络方法和场论方法相结合的理念理解和应用。

## 5 微波谐振器与常用微波元件（5 学时）

5.1 领会常用微波元器件的结构特点、基本分析方法及其用途；主要包括：衰减器和移相器、阻抗变换器、定向耦合器和微波谐振器等。

5.2 学会分析微波谐振器（矩形腔、圆柱形腔、同轴线腔）的特性与计算方法；微波谐振器的谐振特点，特别是与低频谐振回路的区别，微波谐振器的谐振频率等相关计算方法。

**重点：**微波谐振器（矩形腔、圆柱形腔、同轴线腔）的特性与谐振频率的计算方法。

## 五、实验内容

本课程实验包括微波测量线和 HFSS 三维电磁仿真软件的基本应用两部分内容。仿真实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备常用的 HFSS 三维电磁仿真软件工具。目的使学生了解微波传输线的信号频率、驻波比、波导波长等参数的测量及阻抗匹配技术的基本应用；学会利用 HFSS 仿真软件对 T 型波导进行内场仿真的基本应用。

要求学生提前预习和自学 HFSS 三维电磁仿真软件相关部分的基本使用方法，能够在给定条件下仿真出波导的 S 参数曲线等结果，学生能够对仿真结果做出简单分析。

### 实验一 利用微波测量线实现微波频率、功率、电压驻波比、波导波长测量及阻抗匹配技术(2 学时)

内容：

- 1、利用频率计和基本微波测量线测量微波信号源的频率。
- 2、利用功率计和基本微波测量线测量微波传输系统的功率。
- 3、利用选频放大器和基本微波测量线测量传输系统的电压驻波比。
- 4、利用选频放大器和基本微波测量线测量传输系统的波导波长。
- 5、利用单螺调配器和双 T 调配器实现微波测量线的阻抗匹配。

基本要求：

- 1、学习频率计和基本微波测量系统的组成和调整。
- 2、学习微波信号频率（或波长）的测量原理和常用测量方法。
- 3、学习选频放大器与基本微波测量系统的测量方法。
- 4、学习电压驻波比的测量原理和测量方法。



- 5、学习利用微波测量线测量波导波长的方法。
- 6、学习利用单螺或短截线等类型的调配器实现阻抗匹配的方法。

## 实验二 HFSS 仿真软件的基础应用(2 学时)

内容:

- 1、利用 HFSS 仿真软件对 T 形波导进行内场仿真;
- 2、根据给定条件确定 S 参量曲线和驻波比曲线。

基本要求:

- 1、提前自学和预习 HFSS 仿真软件相关部分的运行环境;
- 2、能够用 HFSS 仿真软件求 S 参量和驻波比

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授(学时)	实验(学时)	小计
1 绪论	1		1
2 传输线理论	9	1	10
3 微波传输线	8	1	9
4 微波网络	5	2	7
5 微波谐振器及常用微波元件	5		5
小 计	28	4	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、《微波技术基础》(第4版), 闫瑞卿 李英惠 编, 普通高等教育“十一五”国家级规划教材, 北京理工大学出版社
- 2、《微波技术基本教程》, 闫瑞卿 编, 电子信息类精品教材、北京市高等教育精品教材立项项目, 电子工业出版社
- 3、《微波技术》, 顾继慧 编著, 21 世纪高等院校教材科学出版社
- 4、《电磁场与电磁波》, Bhag Singh Guru, Huseyin R. Hiziroglu 著, 周克定、张肃文, 董天临、辜承林 译, 周克定 校, 电子工程丛书, 机械工业出版社
- 5、《微波测量与实验教程》, 赵春辉、杨莘元 主编, 哈尔滨工程大学出版社
- 6、视频资料《微波技术基础》, 西安电子科技大学, 资料链接地址

<http://see.xidian.edu.cn/microwave/jxlx.asp>

7、《HFSS 应用详解——电测仿真设计》，李明洋编著，人民邮电出版社

### 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生掌握微波传输线的基本概念、特性参量物理含义的基础上，重点考核学生对微波传输线特别是规则波导的基本分析方法和主要特性参量的计算和应用的掌握程度。

2、考核方式：以小组方式完成大作业报告和综述小论文，完成结课答辩；实验、作业、课堂提问和随机抽查练习。

3、采取措施：采用学生分组组队方式，课堂讲授、随机提问、部分内容翻转课堂、讨论和随机抽查练习等相结合。

4、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	大作业报告	综述小论文	结课答辩
课程目标达成的贡献率	0.09	0.12	0.16	0.05	0.11	0.47
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂小测验，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	课内实验评价标准，实验课堂记录，典型实验报告	大作业报告评价标准，大作业报告	综述小论文评价标准，综述小论文	答辩评价标准，答辩记录

### 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#	#		
		指标点 1-2 活学活用：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。	#	#		
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别与表达：能识别和判断电子类复杂工程问题的关键环节和参数，将工程问题转化为技术问题，并采用合理的方式正确表达。	#	#		
		指标点 2-3 结论有效：能够应用专业知识分析判断结论的有效性；	#	#		

		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，并能够与自己的方案进行对比，并理解其差距与优势。				#	
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 设计与创新：能够根据用户需求确定解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。在设计细节中能够体现创新意识；					
		指标点 3-3 建模仿真能力：能针对一个电路或系统建立恰当的模型，通过建模、仿真确定功能和工艺参数；		#			
		指标点 3-4 业务实践能力：掌握电路系统设计流程与工艺要求，设计出满足用户需求的电路或系统。					
		指标点 3-5 成果表达能力：能够用规范性的图纸、报告、代码或实物等形式，呈现设计成果。		#			
4、研究	L	指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；					
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据，对多因素实验结果进行关联，解释其物理本质，并对误差来源和影响进行分析。		#			
5、使用现代工具	L	指标点 5-1 工具选择：了解当前主流的同类 EDA 工具的优点与不足，并针对问题特性与需求做出对比选择。					
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对本专业涉及到的微结构、器件、电路、电气特性和逻辑等过程，每类过程至少掌握一种软件进行设计和仿真，提高工作效率。		#			
9.个人和团队	H	指标点 9-1 团队意识：具备团队合作意识，愿意与团队其他成员共享信息，并给予他人帮助；				#	
		指标点 9-2 明确团队责任：能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色并理解该角色应当承担的责任、权利和义务；				#	
		指标点 9-3 竞争与合作：能正确理解和处理团队内部和团队之间的竞争与合作关系。				#	
10、沟通	M	指标点 10-1 规范表达能力：能够熟练、正确、规范地撰写技术报告和论文，并能针对主题陈述发言、清晰表达自己的观点；				#	
		指标点 10-4 沟通对象区分：能区别不同的对象、场所和要求采用合适的方式进行有效沟通。				#	
12.终身学习	M	指标点 12-1 学习意识：理解工程活动中搜集、获取、更新相关技术研究现状和未来发展趋势的必要性，具有自主学习和终身学习的意识和动力。				#	
		指标点 12-2 学习能力：掌握正确的学习方法，具备通过学习不断提高、不断调整自己适应行业发展和环境变化的能力。				#	

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为1) $W_{ik}$						各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$					
		课堂情况	作业	实验	大作业报告	综述小论文	结课答辩	课堂情况	作业	实验	大作业报告	综述小论文	结课答辩
1、通过本课程的学习，培养学生通过分析将相关工程问题转化为技术问题、并利用微波传输线的基本理论分析微波典型导波系统的无辐射传输的能力，特别是实现传输线的阻抗匹配和主模传输的基本方法的能力。（支撑毕业要求 1、2）	0.65	0.1	0.15	0.15	0.05	0.05	0.5	0.06	0.10	0.10	0.03	0.03	0.32
2、学会用以“场“转“路”的微波网络基本方法，分析微波系统的基本特性，通过自学 HFSS 电磁仿真软件和仿真实验环节，能够在给定条件下完成简单波导的 S 参数的仿真功能。（支撑毕业要求 1、2、3、4、5）	0.2	0.1	0.1	0.3	0.05	0.05	0.4	0.02	0.02	0.06	0.01	0.01	0.08
3、通过学生分组讨论和学习模式，培养学生团队协作能力和协调沟通能力。（支撑毕业要求 9、10）	0.05	0.1			0.2	0.2	0.5	0.01			0.01	0.01	0.03
4、学生通过查阅最新相关文献、完成课程考察小论文环节，了解微波传输线的相关技术研究现状和发展趋势，提升学生自主学习和文献综述能力，为以后适应行业发展奠定基础；（支撑毕业要求 2、12）	0.1					0.6	0.4					0.06	0.04
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )								0.09	0.12	0.16	0.05	0.11	0.47

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《微电子学概论》教学大纲

课程编号：N03060301

课程名称：微电子学概论

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32

学 分：2

适用专业：微电子科学与工程

先修课程：无

大纲执笔人：唐军

大纲编写（修订）时间：2017年9月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

微电子学概论是微电子科学与工程专业的一门基础教育课程。通过对本课程的学习，使学生对微电子学科相关的概念、特点、应用及历史、现状和未来有一个比较清晰的认识，了解半导体物理与器件、集成电路工艺、材料、集成电路设计、集成电路 CAD 方法、MEMS 及 CMOS 技术等的基本概念。对专业涉及的相关专业领域、前沿和前景有一个比较全面、初步的认识。教学中应结合应用背景，并适当反映微电子学的发展，以激发学生专业的学习热情。

## 二、课程目标

- 1) 通过本课程的学习，学生应了解微电子学的基本概念和研究领域；（支撑毕业要求 1）
- 2) 通过本课程的学习，使学生对微电子学的历史、现状、未来以及微电子学对科学技术、国民经济、国家安全的重要战略作用等有一个整体的了解；（支撑毕业要求 1、2）
- 3) 使学生了解半导体物理、半导体材料、半导体器件等方面的一些基本理论，初步了解半导体构建集成电路的基本思路与方法；（支撑毕业要求 1、2）
- 4) 能够对大规模集成电路基础、集成电路制造工艺、集成电路设计技术、集成电路 CAD 技术、系统集成芯片、新型半导体器件、光电子器件、微电子机械系统、微电子技术发展过程中的一些基本方法和规律有一定的认识。（支撑毕业要求 1、2）

## 三、基本要求

- 1、本课程设置在大一第一学期，作为微电子科学与工程专业进行初步的了解与认识的课程，无先修课程需求；
- 2、以课堂理论教学为主，教学过程重点考虑学生的知识尤其是专业知识储备不足的特

点，在突出知识性的同时兼顾趣味性，以培养学生对专业基本概念和常识的认知为主。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：微电子的相关基本概念、基本原理、制造工艺、设计方法、CAD 技术以及相关前沿领域比如光电子技术和 MEMS 技术。

深度和广度说明：该课程以基本概念介绍和了解为主，适当注意广度的覆盖。

为了提高学生的学习兴趣和取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用兼顾趣味性的案例分析、前沿介绍等教学方法，以进一步提高教学质量。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

##### 1 绪论（6 学时）

1.1、了解晶体管发明的过程，晶体管发明对人类社会的作用；

1.2、掌握集成电路的概念，集成电路发展的几个主要里程碑；

1.3、掌握集成电路的分类方法和相关基本概念；

1.4、了解微电子学的概念，微电子学的特点；

难点：集成电路的应用与技术发展规律；

重点：引导学生对集成电路有一个较为初步的认识，重点针对集成电路的概念、意义和发展历史规律等展开介绍。

##### 2 半导体物理与器件基础（8 学时）

2.1、掌握半导体的概念，杂质对半导体特性的影响；

2.2、掌握半导体材料的基本晶体结构与特性；

2.3、了解集成电路常用半导体材料的优缺点及典型应用；

2.4、了解栅极材料、介质材料和引线互联材料等典型集成电路常用材料；

2.5、掌握电导率，电阻率，迁移率，散射等基本概念；

2.6、掌握 PN 结的结构；

2.7、了解 PN 结的基本工作原理，正向特性，反向特性；

2.8、掌握双极晶体管的结构；

2.9、了解双极晶体管的工作原理，特性曲线；

2.10、掌握 MOS 晶体管的结构；

2.11、了解 MOS 晶体管的基本工作原理，特性曲线；

难点：半导体载流子的运输特性及其构造出的不同半导体器件的工作原理；

重点：引导学生建立一个半导体电路集成的初步概念，从载流子运输的角度引导学生去认识集成电路的器件的构造方法、工作原理等基本概念。

### 3 集成电路制造工艺（4 学时）

3.1、光刻与刻蚀技术：了解几种常见的光刻技术，超细线条光刻技术；掌握光刻工艺的基本原理，湿法腐蚀，干法刻蚀；

3.2、氧化：了解热氧化的机理，常见的热氧化方法，掌握氧化硅的性质及作用，热氧化；

3.3、扩散与离子注入：了解扩散工艺，离子注入的基本原理，退火的作用，掌握扩散与离子注入概念、特点和作用；

3.4、气相沉积：了解化学气相沉积 Si、多晶硅、氧化硅、氮化硅的方法，掌握化学、物理气相沉积的方法和作用；

3.5、接触与连接：了解接触和互连在集成电路中的作用；

3.6、隔离技术：了解隔离的作用，常用的隔离方法；

3.7、封装技术：了解集成电路封装的基本工艺流程，几种常用的封装方法；

3.8、了解前工序、后工序、辅助工序的概念，前工序中的三大类工艺技术，超净实验室；

难点：微纳制造基本概念与认识；

重点：光刻、PVD、CVD 等几个典型的微电子制造工艺的基本概念和原理。

### 4 集成电路设计（2 学时）

4.1、了解集成电路设计的特点，掌握集成电路设计信息描述的几种主要方法，版图结构；

4.2、了解集成电路设计的三个主要阶段、分层分级设计的流程；

4.3、了解以  $\lambda$  为单位和以微米为单位的设计规则及其作用；

4.4、了解全定制、门阵列、标准单元、积木块、可编程逻辑等设计方法的概念，各种设计方法的特点；

4.5、了解兼容设计技术、可测性设计技术；

难点：大规模集成电路的设计理念的理解；

重点：集成电路的设计特点与设计思想。

### 5 集成电路设计的 CAD 系统（2 学时）

5.1、了解集成电路设计的 CAD 技术；

5.2、了解 VHDL 语言的基本概念、建模机制、模拟算法、模拟环境的特点；

5.3、了解综合的作用和基本过程；

5.4、了解逻辑模拟的基本概念和主要作用；



5.5、了解电路模拟的基本概念，电路模拟的基本功能；

5.6 了解版图设计的基本概念，版图设计的主要方法；

5.7 了解器件模拟的基本概念；

5.8 了解工艺模拟的基本概念，工艺模拟的基本内容；

难点：大规模电路设计的 CAD 建模思想的理解；

重点：综合和模拟以及不同层级的 CAD 方法。

#### 6 几类重要的微电子器件（4 学时）

6.1、了解薄膜晶体管的结构和主要用途，薄膜晶体管的特点；

6.2、了解跃迁辐射和光吸收的基本原理，光电子器件的种类及其作用；

6.3、了解发光器件、光电探测器、太阳能电池的基本工作原理和应用；

难点：光子、电子相互作用机制的理解；

重点：例举几类典型的光电子器件进行前沿介绍。

#### 7 微机电系统（6 学时）

7.1、掌握微机电系统的概念，发展趋势，分类，用途等；

7.2、了解微加速度计，微陀螺，微马达等微机电系统；

7.3、了解硅微机械加工工艺，包括体硅工艺、表面牺牲层工艺等，LIGA 加工工艺；

7.4、了解 MEMS 技术的发展趋势和发展前景；

难点：MEMS 与微电子间的关联关系与区别；

重点：MEMS 的一些基本概念介绍。

### 五、实验内容

无

### 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	6	0	6
2 半导体物理与器件基础	8	0	8
3 集成电路制造工艺	4	0	4
4 集成电路设计	2	0	2
5 集成电路设计的 CAD 系统	2	0	2
6 几类重要的微电子器件	4	0	4

7 微机电系统	6	0	6
合 计	32	0	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

1、郝跃等编著，《微电子学概论》，ISBN 9787040130447，高等教育出版社。

2、吴德馨主编，《现代微电子技术》，ISBN 7502535926，化学工业出版社。

3、Donald A.Neamen (D. A.尼曼)；谢生 译，《半导体器件导论》，ISBN 9787121250606  
清华大学出版。

4、张兴、黄如、刘晓彦编著，《微电子学概论（第三版）》，ISBN 9787301168790，北京  
大学出版社。

5、视频资料：《新型微电子整体发光多彩霓虹灯生产技术》，资料链接：  
[http://www.iqiyi.com/w\\_19rr9bat6l.html](http://www.iqiyi.com/w_19rr9bat6l.html)。

6、视频资料：《微电子制造光刻技术》，资料链接：  
[http://www.56.com/u34/v\\_MTEwODEyMTc1.html](http://www.56.com/u34/v_MTEwODEyMTc1.html)。

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：考核学生对微电子专业的相关基本概念的了解和认知程度。

2、考核方式：考试、作业、课堂提问。

3、采取措施：PPT 多媒体、分组讨论、总结报告。

4、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.115	0.33	0.555
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	试题评分标准，试卷，

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3	目标4
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#	#	#	#
		指标点 1-2 活学活用：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。	#	#		
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别与表达：能识别和判断电子类复杂工程问题的关键环节和参数，将工程问题转化为技术问题，并采用合理的方式正确表达。			#	#
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，并能够与自己的方案进行对比，并理解其差距与优势。		#	#	

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为1) $W_{ik}$			各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$		
		课堂情况	作业	期末考试	课堂情况	作业	期末考试
1)通过本课程的学习,学生应了解微电子学的基本概念和研究领域;(支撑毕业要求1)	0.5	0.1	0.3	0.6	0.05	0.15	0.3
2)通过本课程的学习,使学生对微电子学的历史、现状、未来以及微电子学对科学技术、国民经济、国家安全的重要战略作用等有一个整体的了解;(支撑毕业要求1、2)	0.15	0.2	0.4	0.4	0.03	0.06	0.06
3)使学生了解半导体物理、半导体材料、半导体器件等方面的一些基本理论,初步了解半导体构建集成电路的基本思路与方法;(支撑毕业要求1、2)	0.3	0.1	0.3	0.6	0.03	0.09	0.18
4)能够对大规模集成电路基础、集成电路制造工艺、集成电路设计技术、集成电路CAD技术、系统集成芯片、新型半导体器件、光电子器件、微电子机械系统、微电子技术发展过程中的一些基本方法和规律有一定的认识。(支撑毕业要求1、2)	0.05	0.1	0.6	0.3	0.005	0.03	0.015
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_i$ )					0.115	0.33	0.555

采用达成值算法,辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

“微电子学概论”课程可以引导微电子类专业的学生正确认识微电子专业在社会发展中的作用，是一门专业基础课。同时微电子学研究的内容十分广泛，涉及到许多学科。本课程的教学大纲总体目标合理，每一章节的教学目标明确，教学内容较为丰富。微电子学研究的内容十分广泛，涉及到许多学科。本课程的教学大纲总体目标合理，每一章节的教学目标明确，教学内容较为丰富。但也存在一些问题：

### (1) 教学内容陈旧，课程设置不合理

传统的教学内容主要是教材，由于教材的滞后性、科技发展的前沿性以及教材的专业性过强，这就使得学生在课堂上学到的内容无法有效地与实际生活相结合，造成理论与实践的分离，不利于学生的全面发展。并且本课程在大学一年级时开课，学生并没有相关专业基础，无法深入理解所学知识，课堂积极性并不高。

### (2) 教学模式落后，教学方式单一

当前微电子专业的教学还停留在以“教师为中心”的传统教学模式之上，这种教学模式往往采用单一的文本教学方式，很难使学生掌握抽象的理论知识。

本课程可以按如下方式改进：

(1) 拓展教学内容，优化课程设置

可以延迟本课程的教学，在大学二年级或三年级学习本课程，此时学生对微电子学已经有了一定的认识，学习本课程相对轻松一些，并且老师可以组织学生参观微电子工艺的制造与加工，让学生真正的了解与认识微电子学。当代科技领域都是多学科、多技术互相交叉、相互渗透的。但传统的教学内容由于教材的滞后性，在某种程度上往往导致教学跟不上实际科技发展的步伐，教学的传授者即教师，是一本活的可以不断更新的“教材”。因此，在文本教材落后的情况下，教师要充分发挥自身角色的灵活与智慧，拓宽学生的知识面。

(2) 更新教学模式，拓宽教学方式

在科学技术飞速发展的今天，学科的相互交叉越来越来复杂，与此相比，个人的能力越来越显得有限。对于个人而言，知识面不可能无限地进行拓展，可以寻求研究不同方向的合作者，在相互合作的过程之中也可以拓展自身的知识面。

另外，可以适当地采用兴趣教学法。即以兴趣为本来提高学生的学习积极性、学习效率的教学方法。针对学生存在缺乏学习兴趣的现象，我们可以从培养学习兴趣入手，将每节课变成兴趣课，为课堂注入活力，为学习添加动力。同时，增设实践教学环节，实践是提高学生素质的根本途径，是启迪学生的创新思维、引导学生的创新活动、培养学生协作和创新的意识、思维和能力的需要。让学生大量地接触实际，感受所学知识的实际应用，这样会极大地激发学生运用知识的积极性，从而实现从感性到理性的飞跃。

# 《微纳电子器件测试技术》教学大纲

课程编号：B03060302

课程名称：微纳电子器件测试技术

开课单位：仪器与电子学院

总学时：40(实验 16 学时)

学 分：2.5

适用专业：微电子科学与工程

先修课程：MEMS 设计，MEMS 工艺

大纲执笔人：石云波

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是微电子科学与工程专业的一门专业教育课程，是本专业培养微纳传感器设计制造测试方向的核心课程。微纳电子器件测试技术是在微米纳米尺度及亚纳米精度下揭示尺度效应、表面/界面效应以及微纳米结构与器件功能的测量理论与方法，它是实现微纳米制造过程定性定量评判、高精度操纵与调控以及微纳米器件质量水平控制的重要手段。该课程以提高学生实际工程应用能力为目的，其任务是讲授各类显微技术的原理及相关显微仪器的组成与应用。通过该课程的学习使学生掌握现代显微技术在微纳米器件测试中的应用，使学生能够应用不同显微技术对微纳器件进行系统的测试分析，了解微纳器件结构设计与工艺优化的方法及思路。

## 二、课程目标

- 1) 学习光学显微技术、电子显微技术、探针显微技术进行微纳结构表征的基本原理；（支撑毕业要求 1、4）
- 2) 学习不同显微仪器的组成模块、微纳结构的表征参数及各参数的具体含义；（支撑毕业要求 4、5）
- 3) 能够根据微纳结构的表征参数与特点选择合适的测试方案，并对给定的微纳结构样品进行测试表征；（支撑毕业要求 2、3、4、5）
- 4) 能够完成对微纳结构的测试，并对测试表征结果进行分析。（支撑毕业要求 4、5）
- 5) 利用分组大作业环节适当培养学生团队协作能力。（支撑毕业要求 9）

## 三、基本要求

1、本课程为专业课，要求先修 MEMS 设计，MEMS 工艺课程，在教学中应注重基础知识、基本原理和工程应用相结合的传授方法，同时运用类比式和启发式教学，使学生掌握不同微纳测试技术的区别与联系，掌握测试方案设计的方法与手段，以培养学生分析处理一般

微纳测试问题、独立进行微纳器件与系统测试实验的能力；

2、教师通过多媒体教学，结合经典的案例，加强学生对显微测试原理的理解与掌握；同时结合前期所学课程对微纳结构所需测试表征参数（如结构尺寸、粗糙度、表面形貌、弹性模量、残余应力、位移、速度等）及对应的测试方法进行对比讲授，促进学生对微纳测试技术的融会贯通；

3、学生通过实验，掌握不同显微测试仪器的使用方法，学会根据微纳结构需求与特点选择测试仪器，设计测试方案；

4、本课程是一门实践性很强的课程。因此应重点培养学生实际操作、灵活运用知识的能力，把理论知识运用到实际设计中去。要求在 CAI 教室进行授课，要求学生通过实验环节把所学的内容巩固和掌握。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：光学显微技术、电子显微技术、探针显微技术、典型物理量和 MEMS 系统特征参数的测量技术、微纳动态测试技术。

深度和广度说明：对于各显微技术的原理、特点、典型物理量和特征参数要深入讲解，对仪器设备的组成及各部件的功能只做简单介绍，对常用测试仪器的讲授要细一些，对拓展知识面的测试仪器的介绍应涵盖广些；各特征参数的推导了解即可，显微测试原理的掌握和仪器的灵活使用是重点。

微纳电子器件测试技术是该系列课程的后期重要组成部分，对该课程的掌握可以反过来指导微纳器件结构的设计及工艺的优化改进，在微纳传感器设计、制造与测试过程中占有非常重要的地位，因此教师要重点讲授以使学生完全掌握。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

#### 1 绪论（2 学时）

1.1、微纳测试技术的基本概念、特点及其应用领域；

1.2、课程内容、学习方法、讲授方式、评价方式介绍；

1.3、显微测试仪器的的发展历程、发展现状及发展方向。

重点：微纳测试技术的主要任务。

## 2 微纳测量的基础知识（4 学时）

2.1、几何光学与波动光学的测试原理，由几何光学与波动光学原理组成的测试仪器；

2.2、光学干涉技术在微纳测试中的应用，激光外差干涉技术与白光干涉技术的基本原理；

2.3、自动调焦法与光学三角法的测试原理，这两种测试方法的主要特点。

难点：光学干涉技术，特别是激光外差干涉技术与白光干涉技术在微纳测试中的应用；

重点：自动调焦法测试。

## 3 显微测量技术（8 学时）

3.1、显微测量的发展历程；

3.2、光学显微测量技术的基本原理，光学显微镜的基本参数，不同光学显微镜的测量特性；

3.3、电子显微技术的基本原理，透射电子显微镜与光学显微镜的异同点，扫描电子显微镜的测试特性，两种电镜的系统组成及各模块的作用；

3.4、扫描隧道显微镜与原子力显微镜的组成、原理与特点，扫描近场光学显微镜与其它力学探针显微镜的应用。

难点：三类显微技术的测试原理；

重点：三类显微技术测试仪器的组成、测试方法以及测试样品的要求。

## 4 MEMS 结构形貌参数和 MEMS 系统特征参数的测量技术（4 学时）

4.1、微纳器件结构测试的基本参数，该参数的测试方法；

4.2、表面粗糙度与表面形貌的表征方法，表面粗糙度的表征参数；

4.3、利用显微技术进行 MEMS 结构几何量测量的方法；

4.4、MEMS 材料机械特性、力学特性的测试方法。

难点：MEMS 结构形貌参数表征方法；

重点：MEMS 材料机械特性、力学特性的测试方法。

## 5 微纳动态测试技术（4 学时）

5.1、频闪动态视觉测量、显微激光多普勒测量以及白光干涉测量的基本原理；

5.2、利用频闪原理进行面内运动与激光多普勒原理进行离面运动的测试方法，利用白光干涉原理进行表面形貌表征的方法；

5.3、微纳结构应力及残余应力的测试方法，利用拉曼光谱效应/X 射线进行残余应力测试的基础理论，利用拉曼光谱仪进行微结构动态应力的测试方法。

难点：微纳动态测试的基本原理；



重点：微纳动态测试的测试方案与测试方法。

## 6 电性能测试与可靠性测试（2 学时）

6.1、微纳结构电性能如薄层电阻率、方块电阻、I-V 特性、C-V 特性的测试理论，利用四探针台进行方块电阻、半导体特性分析仪对微纳结构进行 I-V 特性、C-V 特性的测试方法；

6.2、微纳结构封装后利用透射进行无损检测的基本原理；典型器件（MEMS 压力传感器或加速度传感器）器件级的测试原理与方法；

6.3、微纳器件的损伤模式与基本机理，微纳器件进行可靠性测试的方法。

难点：微纳器件的损伤模式与基本机理；

重点：电性能测试的测试参数、测试方法以及微纳器件进行可靠性测试的方法。

## 五、实验内容

实验环节主要是在微纳测试实验室，要求保证实验条件，具备常用的测试样品；要求学生不同仪器设备测试微纳结构的基本原理；学习至少 2 种仪器设备的使用方法；并亲自动手实现样品的结构形貌或性能测试；要求学生在实验报告中写明对每个实验的心得体会。

16 个学时共完成 8 个实验，前 8 个为正常课内实验，最后 1 个实验为选做实验。另外，若前 8 个实验中有仪器设备故障时可选后面实验代替。

### 实验一 利用光学显微技术（亮场、暗场）进行结构形貌测试（2 学时）

内容：对给定样品进行形貌测试。

基本要求：

- 1、光学显微镜的组成及测试的基本原理；
- 2、光学显微镜在亮场和暗场环境下进行结构形貌测试的基本方法；
- 3、对给定样品进行形貌测试。

### 实验二 利用扫描电子显微镜进行结构形貌测试（2 学时）

内容：对给定微机械样品进行形貌测试。

基本要求：

- 1、扫描电子显微镜的组成及测试的基本原理；
- 2、扫描电子显微镜分辨力和放大倍数调试的方法；
- 3、扫描电子显微镜进行结构形貌测试的基本方法；
- 4、对给定样品用扫描电镜进行形貌测试。

### 实验三 利用扫描探针显微镜进行结构形貌测试（2 学时）

内容：利用扫描探针显微镜对给定微机械样品进行形貌测试。

基本要求：

- 1、扫描探针显微镜的组成及测试的基本原理；
- 2、扫描探针显微镜横向分辨力、纵向分辨力和放大倍数调试的方法；

- 3、扫描探针显微镜进行结构形貌测试的基本方法；
- 4、对给定样品确定微区后用探针显微镜进行形貌测试。

#### **实验四 利用台阶仪对样品进行台阶高度测试（2 学时）**

内容：对给定样品进行台阶高度测试。

基本要求：

- 1、机械探针式台阶仪的组成及测试的基本原理；
- 2、台阶仪对样品台阶的基本测试方法；
- 3、利用台阶仪对给定样品进行台阶高度测试。

#### **实验五 利用四探针台对薄膜电阻进行测试（2 学时）**

内容：对给定薄膜样品测试方块电阻。

基本要求：

- 1、四探针台的组成及测试的基本原理；
- 2、四探针法测试方块电阻的基本方法；
- 3、对给定薄膜样品进行方块电阻测试；
- 4、了解对于压敏电阻进行方块电阻测试的方法。

#### **实验六 利用拉曼光谱仪进行微纳结构的残余应力测试（2 学时）**

内容：对给定样品进行残余应力测试。

基本要求：

- 1、拉曼光谱仪的组成及测试的基本原理；
- 2、拉曼光谱仪进行应力测试的基本方法；
- 3、对给定样品进行残余应力测试。

#### **实验七 利用半导体特性分析仪进行电性能测试（2 学时）**

内容：对给定样品进行 I-V 特性测试。

基本要求：

- 1、半导体特性分析仪的组成及测试的基本原理；
- 2、半导体特性分析仪进行 I-V 特性测试的基本方法；
- 3、对给定样品进行 I-V 特性测试。

#### **实验八 利用共聚焦显微镜对样品进行测试（2 学时）**

内容：对给定样品进行形貌测试。

基本要求：

- 1、共聚焦显微镜的组成及测试的基本原理；
- 2、共聚焦显微镜进行结构形貌测试的基本方法；
- 3、对给定样品进行形貌测试。

#### **实验九 利用 Polytec 微系统测试仪对结构进行测试（2 学时）**

内容：对给定样品进行结构形貌测试。

基本要求：

- 1、Polytec 白光干涉仪的组成及测试的基本原理；
- 2、Polytec 白光干涉仪进行结构形貌测试及运动测试的基本方法；
- 3、对给定样品进行形貌测试。

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	2	0	2
2 微纳测量的基础知识	4	0	4
3 显微测量技术	8	6	14
4 MEMS 结构形貌参数和 MEMS 系统特征参数的测量技术	4	6	10
5 微纳动态测试技术	4	2	6
6 电性能测试与可靠性测试	2	2	4
小计	24	16	40

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、张文栋等，《微米纳米器件测试技术》，ISBN 9787118078978，国防工业出版社。
- 2、王伯雄等编著，《微纳米测量技术》，ISBN 9787302130635，清华大学出版社。
- 3、胡小唐等编著，《微纳检测技术》，ISBN 9787561828632，天津大学出版社。
- 4、张泰华，《微/纳力学测试技术及其应用》，ISBN 9787111151692，机械工业出版社。

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对光学、电子、探针三大测试技术基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生对微纳器件结构几何量、力学量、电学量等参数测试方案设计能力和测试仪器使用方法的掌握程度。

2、考核方式：考试、实验、课外综合作业、课堂作业及课堂提问。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	分组大作业	期末考试
------	------	----	----	-------	------

课程目标达成的贡献率	0.20	0.10	0.20	0.10	0.40
支撑材料	课堂评价标准, 课堂提问记录或随堂考试, 结合出勤率等	作业评价标准, 典型作业拍照, 或电子版	课内实验评价标准, 实验课堂记录记录, 典型实验报告	分组实验评价标准, 验收记录	试题评分标准, 试卷,

### 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3	目标4	目标5
1、工程知识	M	指标点 1-2 知识运用能力: 能将基础知识恰当地运用到微电子科学与工程专业复杂工程问题的解决中。	#				
2、问题分析	M	指标点 2-2 问题表达: 能够应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达, 将工程问题转化为技术问题;			#		
		指标点 2-3 结论判断: 能够应用专业知识和原理分析判断问题识别和表达结论的有效性;			#		
3、设计开发解决方案	L	指标点 3-1 按需设计: 能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案, 设计相关的器件、电路和工艺流程。并能够对方案进行优化选择;			#		
4、研究	M	指标点 4-1 研究分析能力: 了解微电子科学与工程专业领域背景及经典案例, 能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法, 并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化;	#	#			
		指标点 4-2 实验设计能力: 能够基于专业理论, 根据所面对的复杂问题的特征, 选择研究路线, 设计可行的实验方案, 并选用或搭建实验装置, 开展研究;			#		
		指标点 4-3 实验结果分析: 能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息, 对多因素实验结果进行关联处理, 得到有效结论				#	
5、使用现代工具	H	指标点 5-1 工具选择与开发: 了解当前主流工具的优点与不足, 能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择, 并能够开发一定的辅助工具用于解决问题;		#	#		
		指标点 5-2 专业工具使用: 能够针对微纳器件建立恰当的模型, 并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真, 确定功能和工艺参数;				#	
9. 个人和团队	H	指标点 9-1 团队意识: 具备团队合作意识, 愿意与团队其他成员共享信息, 并给予他人帮助;					#

	指标点 9-2 明确个人责任:能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色并理解该角色应当承担的责任、权利和义务;					#
	指标点 9-3 竞争与合作:能在多学科背景下和不同层次间正确理解和处理团队内部和团队之间的竞争与合作关系。					#

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为1) $W_{ik}$					各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为1) $S_{ik}=P_i \times W_{ik}$				
		课堂情况	作业	实验	分组大作业	期末考试	课堂情况	作业	实验	分组大作业	期末考试
1) 学习光学显微技术、电子显微技术、探针显微技术进行微纳结构表征的基本原理;(支撑毕业要求 1、4)	0.35	0.25	0.1	0.1	0.05	0.5	0.09	0.04	0.04	0.02	0.18
2) 学习不同显微仪器的组成模块、微纳结构的表征参数及各参数的具体含义;(支撑毕业要求 4、5)	0.35	0.2	0.1	0.2	0.1	0.4	0.07	0.04	0.07	0.04	0.14
3) 能够根据微纳结构的表征参数与特点选择合适的测试方案,并对给定的微纳结构样品进行测试表征;(支撑毕业要求 2、3、4、5)	0.2	0.2	0.15	0.25	0	0.4	0.04	0.03	0.05	0.00	0.08
4) 能够完成对微纳结构的测试,并对测试表征结果进行分析。(支撑毕业要求 4、5)	0.05	0	0	1	0	0	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
5) 利用分组大作业环节适当培养学生团队协作能力。(支撑毕业要求 9)	0.05	0	0	0	1	0	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )							0.20	0.10	0.20	0.10	0.40

采用达成值算法,辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配,采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《固体物理学》教学大纲

课程编号：B02060315

课程名称：固体物理学

开课单位：仪器与电子学院

总学时：48

学分：3

适用专业：电子科学与技术，微电子科学与工程

先修课程：大学物理，理论物理导论

大纲执笔人：崔建功

大纲编写（修订）时间：2017年9月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

固体物理学是物理学中的一个重要分支，也是一门属于材料与器件类的专业基础课程，是电子科学与技术专业、微电子科学与工程专业的核心课程。它的主要内容是研究固体的结构及组成粒子（原子、离子、电子等）之间的相互作用与运动规律，阐明固体的性能和用途，尤其以固体的能带理论和固态电子论为主要内容。通过本课程的学习使学生理解固体物理学的基本概念、基本模型和基本方法，了解它们在本专业相关技术中的应用，为后续课程（如《半导体物理与器件》等）的学习奠定必要的基础。

## 二、课程目标

- 1) 掌握固体物理学的基本概念、知识体系和研究方法；（支撑毕业要求 1）
- 2) 建立起“能带”的概念，习惯从微观的角度思考和处理固体物理的相关问题；（支撑毕业要求 1、2）
- 3) 了解如何将数学与物理学的基本理论运用到固体物理学的简单问题中去；（支撑毕业要求 1、2）
- 4) 理解固体物理学中的重要模型和结论，为后续课程的学习打下基础。（支撑毕业要求 1）

## 三、基本要求

1、本课程为专业基础课，要求先修大学物理、理论物理导论等课程，在教学中应注重基本知识和基本方法的传授，使学生逐渐熟悉和习惯固体理论中的能带概念并且在学习过程中建立起利用电子论来处理固体相关问题的意识，以便为后续相关课程的学习打下基础；

2、使学生掌握晶体结构、晶体的结合、晶格动力学与晶体的热学性质、能带理论、晶

体中电子的准经典运动、金属电子论等相关知识；

3、着重使学生学习和掌握固体的基本结构和固体宏观性质的微观本质，学习和掌握处理固体中微观粒子运动的理论方法，学习和掌握运用能带理论分析晶体中电子性质的处理方法，学习和掌握固体电子论的相关模型；

4、本课程是一门理论性和基础性很强的课程，它与半导体中的许多知识都密切相关，因此应重点要求学生理解固体物理的基本理论和基本知识，同时要求学生通过学习了解使用数学和物理的基本理论进行分析、建模和解决问题的方法；

5、在教学中可采用多媒体辅助教学，以丰富教学资源，增加课程教学信息量，提高教学效率。

#### 四、教学内容和教学方法

固体物理基本内容有两大部分：一是晶格理论，二是固体电子理论。晶格理论包括：晶体的基本结构、晶体中原子间的结合力和晶体的结合类型、晶格的热振动及热学性质。固体电子论包括：固体中电子的能带理论、晶体中电子的准经典运动、金属的自由电子理论。

本课程重点讲授的内容包括：晶体结构、能带理论和金属的自由电子理论。

深度和广度说明：考虑到本专业的特点，对晶格结构、能带理论和金属的自由电子理论要做深入讲解，对晶体结合、晶格振动和晶体中电子的准经典运动可做一般讲解。

固体物理学通过研究组成固体的微观粒子之间的相互作用和运动规律，研究固体结构和宏观性质；它是一门开放性的课程，随着半导体、超导体、准晶、超晶格等科学技术的发展，固体物理学的知识不断丰富。它是大学物理学、理论物理导论的后续课程，也是半导体物理与器件等专门课程的理论基础，因此教师需重点讲授，使得学生容易理解和掌握。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

##### 1 绪论（1 学时）

1.1、本课程在专业课程体系中的地位和作用介绍；

1.2、课程内容、学习方法、讲授方式、评价方式介绍；

1.3、了解固体物理的发展历程和研究内容。

##### 2 晶体结构（8 学时）

2.1、简单立方、体心立方、面心立方结构；

2.2、原胞、基矢的概念，晶面和晶向的表示；（重点）



- 2.3、倒易点阵和布里渊区的概念，倒格子矢量和布里渊区；（重点、难点）
- 2.4、六角密排结构，氯化铯、氯化钠的结构、立方闪锌矿结构，金刚石结构；
- 2.5、晶体的对称性和点阵的基本类型；
- 2.6、晶系和空间群。

### 3 固体的结合（6 学时）

- 3.1、固体结合的类型及特点；
- 3.2、共价晶体：共价结合的特点，轨道杂化，电离度和原子的负电性；（重点、难点）
- 3.3、离子晶体：马德隆常数，相互作用能，离子半径；
- 3.4、惰性气体晶体的范德瓦尔斯—伦敦相互作用和雷纳德—琼斯势；
- 3.5、晶体的弹性模量。

### 4 晶格振动与晶体的热学性质（10 学时）

- 4.1、一维单原子链的振动及色散关系；（重点）
- 4.2、一维双原子链的振动、声学支、光学支、色散关系和简正坐标；
- 4.3、格波、声子、声子振动态密度等概念；（重点、难点）
- 4.4、固体热容的爱因斯坦模型、德拜模型；
- 4.5、非简谐效应：热膨胀、热传导。

### 5 能带理论（10 学时）

- 5.1、布洛赫定理，周期性边界条件，布洛赫定理的含义及应用；（重点、难点）
- 5.2、一维的态密度、能态密度，费米面的计算；
- 5.3、克龙尼克—朋奈模型；
- 5.4、一维周期场中电子运动的近自由电子近似方法、能隙的计算；
- 5.5、紧束缚近似——原子轨道线性组合法的近似方法、能带的计算。

结合本章内容，向学生归纳介绍课程目标 2 所表达的思想，并在以后的教学进程中反复强调提升理念。

### 6 晶体中电子的准经典运动（6 学时）

- 6.1、有效质量的物理意义，掌握 Bloch 电子运动的速度和加速度；（重点）
- 6.2、恒定电场、恒定磁场作用下电子的运动；
- 6.3、使用能带论解释金属、半导体和绝缘体。（重点）

### 7 金属电子论（6 学时）

- 7.1、金属自由电子的模型和基态性质；（重点）
- 7.2、费米统计；
- 7.3、功函数、接触电势差的概念；（重点）
- 7.4、玻耳兹曼方程。

### 8 总结（1 学时）

- 8.1、总结课程的主要内容，强调重点内容；
- 8.2、说明固体物理的基本知识在后续课程中的应用情况。

## 五、实验内容

无

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	1	0	1
2 晶体结构	8	0	8
3 固体的结合	6	0	6
4 晶格振动与晶体的热学性质	10	0	10
5 能带理论	10	0	10
6 晶体中电子的准经典运动	6	0	6
7 金属电子论	6	0	6
8 总结	1	0	1
小计	48	0	48

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、黄昆等编著，《固体物理学》，ISBN 9787040010251，高等教育出版社。
- 2、方俊鑫等编著，《固体物理学（上册）》，统一书号 13119819，上海科学技术出版社。
- 3、胡安等编著，《固体物理学》，ISBN 9787040170276，高等教育出版社。
- 4、王矜奉，《固体物理教程》，ISBN 9787560716657，山东大学出版社。
- 5、韦丹，《固体物理》，ISBN 9787302159964，清华大学出版社。
- 6、视频资料：吴代鸣，《固体物理学》，吉林大学，参考网址：  
[http://v.youku.com/v\\_show/id\\_XNDgwMjlyOTI=.html?from=s1.8-1-1.2](http://v.youku.com/v_show/id_XNDgwMjlyOTI=.html?from=s1.8-1-1.2)。

## 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、采取措施：采取课堂讲授的方法使得学生掌握固体物理学的基本知识和理论框架；
- 2、考核方式：作业、课堂情况、期末考试（闭卷）；
- 3、考核目标：在考核学生对固体物理基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生对晶体结构、能带理论和金属电子论的掌握程度；
- 4、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.1	0.1	0.8
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	试题评分标准，试卷，

### 九、课程目标对毕业要求的支撑

电子科学与技术专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3	目标4
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#			#
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。		#	#	
2、问题分析	L	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。		#	#	
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，以模型或公式等形式说明问题特征。		#	#	

微电子科学与工程专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3	目标4
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、工程基础和专业等多方面的知识。	#			#
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到微电子科学与工程专业复杂工程问题的解决中。		#	#	
2、问题分析	L	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。		#	#	

	指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。		#	#	
--	---	--	---	---	--

注：

目标 1：掌握固体物理学的基本概念、知识体系和研究方法；

目标 2：建立起“能带”的概念，习惯从微观的角度思考和处理固体物理的相关问题；

目标 3：了解如何将数学与物理学的基本理论运用到固体物理学的简单问题中去；

目标 4：理解固体物理学中的重要模型和结论，为后续课程的学习打下基础。

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$			各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i \times W_{ik}$		
		课堂情况	作业	期末考试	课堂情况	作业	期末考试
1) 掌握固体物理学的基本概念、知识体系和研究方法；(支撑毕业要求 1)	0.5	0.1	0.1	0.8	0.05	0.05	0.4
2) 建立起“能带”的概念，习惯从微观的角度思考和处理固体物理的相关问题；(支撑毕业要求 1、2)	0.3	0.1	0.1	0.8	0.03	0.03	0.24
3) 了解如何将数学与物理学的基本理论运用到固体物理学的简单问题中去；(支撑毕业要求 1、2)	0.15	0.1	0.1	0.8	0.015	0.015	0.12
4) 理解固体物理学中的重要模型和结论，为后续课程的学习打下基础。(支撑毕业要求 1)	0.05	0.1	0.1	0.8	0.005	0.005	0.04
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )					0.1	0.1	0.8

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比。

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《电子设计自动化（EDA）》教学大纲

课程编号：B06060025

课程名称：电子设计自动化（EDA）                      开课单位：仪器与电子学院

总学时：32(实验 16 学时)                                  学    分：2

适用专业：测控技术与仪器、电子科学与技术、微电子科学与工程

先修课程：数字电子技术，模拟电子技术

大纲执笔人：王巍

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

电子设计自动化(EDA)是测控技术与仪器及相关专业直接面向应用的实践性教学课程。现代电子电路设计就是使用计算机辅助电路设计,利用计算机绘制电路图,制作印刷电路板,在计算机的辅助下使用可编程逻辑器件完成电路设计,利用计算机进行电路优化。通过该课程的学习使学生掌握现代电子系统设计中电路设计、印制电路板设计的方法和技巧。

## 二、课程目标

- 1) 熟练运用现代印制电路板设计工具软件 Protel DXP 进行电路原理图设计、PCB 设计及元件库和封装库的管理；（支撑毕业要求 3、5）
- 2) 掌握 Protel DXP 模块分析方法的选择和设置方法，正确处理电路设计中的布局、布线、抗干扰、散热等问题，从而进行优化设计；（支撑毕业要求 3、4）
- 3) 掌握采用自上而下的电子电路设计思路绘制层次原理图，运用“软件设计硬件”的方法提高应对本专业工程问题的解决能力；（支撑毕业要求 2、3）

## 三、基本要求

- 1、通过 Protel DXP 软件教学，结合经典的实例，提高学生电路设计动手能力；
- 2、通过上机操作，掌握开发软件的使用方法，会选择、运用 EDA 软件工具来设计实际电子电路，掌握电子电路自动化设计技巧。
- 3、在教学和实验过程中，培养学生选择、使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具的能力。
- 4、利用 Protel DXP 软件手段来设计印制电路板，许多软件逻辑的设计与实际物理电路密切相关，因此应重点培养学生实际操作、灵活运用知识的能力，把理论知识运用到实际设计中去，以造就应用型人才。

5、本课程是一门实践性很强的课程,要求学生通过实验环节把所学的内容巩固和掌握,要求在 CAI 教室进行授课, 并且教学和实验交替进行。

#### 四、教学内容和教学方法

教学方法: 课堂讲授中重点介绍 Protel DXP 的基本设计环境, 电路原理图设计和印刷电路板设计的基本方法。在讲授具体内容时, 讲课和上机操作结合起来, 要用通俗易懂的实例使学生更易理解。要重点对 Protel 软件设计的基本方法和操作步骤进行讲解; 采用启发式教学, 提高学生的思考问题、分析问题和解决问题的能力; 引导和鼓励学生通过实践和自学获取知识, 培养学生的自学能力; 增加上机实践环节, 调动学生学习的积极性。讲课要联系实际并注重培养学生的实际操作能力。

偏差说明: 为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性, 本课程允许教师授课内容做适当调整, 最大正偏差为 10%, 不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况, 最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%, 但在开课前要申请专业责任人批准。(正偏差指大纲知识点不变, 新增知识点; 负偏差是大纲知识点减少; 置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换)。

##### 1 Protel DXP 2004 概述 (2 学时)

###### 1.1、电子设计自动化的基本概念

###### 1.2、 Protel DXP 2004 的安装、编辑界面和系统设置等

###### 1.3、电路板的设计流程

##### 2 Protel DXP 2004 原理图设计基础 (2 学时)

###### 2.1、理解原理图的一般设计流程和基本原则

###### 2.2、创建新项目及文件、如何设置图纸及其它参数等

###### 2.3、电路原理图工具的使用; SCH 编辑和 Libraries 面板使用

###### 2.4、图形工具栏的使用方法

##### 3 绘制原理图 (2 学时)

3.1、掌握原理图元件的放置、位置调整、属性设置、删除、复制、粘贴、选取操作方法

###### 3.2、使用原理图布线工具绘制电路原理图的方法 (重点)

###### 3.3、原理图编辑报表的管理及检查

##### 4 创建原理图元件 (2 学时)

###### 4.1、Protel DXP 2004 中使用 Protel 99 SE 元件库的方法

- 4.2、掌握原理图元件的编辑方法
- 4.3、掌握原理图元件的查找方法
- 5 设计层次原理图（2 学时）
  - 5.1、层次原理图的设计方法（难点）
  - 5.2、原理图文件和方块电路符号互相生成方法
- 6 Protel DXP 2004 PCB 印制电路板设计基础（2 学时）
  - 6.1、PCB 板设计的基本原则（重点）
  - 6.2、PCB 各工具栏、状态栏的使用方法
  - 6.3、电路板工作层的设置
- 7 制作印制电路板（2 学时）
  - 7.1、Protel DXP 布线的流程
  - 7.2、网络表与元件的装入（重点）
  - 7.3、元器件布局和布线
  - 7.4、设计规则检测（DRC）
- 8 制作元件封装（2 学时）
  - 8.1、元件封装编辑器介绍
  - 8.2、使用工具栏绘制元件封装
  - 8.3、使用向导创建元件封装（重点）

## 五、实验内容

### 实验一 电路原理图的绘制（2学时）

内容：了解Protel DXP软件的安装方法，学习掌握电路原理图的基本绘图方法，各主要菜单及命令的使用。

基本要求：

- 1、掌握 Protel DXP 的基本操作；
- 2、掌握设计管理器的使用和设计环境的设置，熟悉常用元件库和各主要菜单及命令的使用；
- 3、掌握电路原理图的基本绘图方法；

### 实验二 电路原理图的检错及修改（2学时）

内容：掌握电路原理图的分析方法和分析工具，进而纠正错误和修改。

基本要求：

- 1、掌握电路原理图的分析方法和分析工具；
- 2、绘制完整电路原理图并利用分析工具进行纠错和修改；



### 实验三 库元件的生成及元件库的编辑（2学时）

内容：

了解原理图中元器件的制作、编辑，以及库元件的生成和管理。

基本要求：

- 1、掌握原理图元件库、元件封装编辑器和画元件图工具的操作；
- 2、掌握在元件库编辑器中画元件图，并生成元件库文件；
- 3、掌握在原理图中使用自己绘制的元件符号；

### 实验四 设计绘制运放应用电路的原理图（2学时）

内容：

熟悉运算放大器的主要特性参数，掌握运算放大器应用电路的设计要点。

基本要求

- 1、熟悉运算放大器的主要特性参数；
- 2、掌握运算放大器应用电路的设计要点；

此实验要求学生完成某个运算放大器应用电路的设计。

### 实验五 制作PCB版图（2学时）

内容：

了解网络表功能，学习PCB版图制作。

基本要求

1、掌握直接定义电路板和使用向导定义电路板二种方法，熟悉设计对象的放置与属性的设置；

- 2、了解网络表原理；
- 3、初步学习 PCB 版图制作，掌握电路板图的编辑；

此实验涵盖了电路原理图绘制、网络表的生成和导入 PCB 文件、印制电路版图绘制等知识点。

### 实验六 PCB版的制版技巧（2学时）

内容：

学习PCB制版中的一些布局布线原则，掌握PCB版图制作方法。

基本要求

- 1、掌握网络表的调入与编辑，熟悉网络管理器的使用；
- 2、掌握自动布局布线的规则设置；

3、学习 PCB 制版中的一些布局布线原则；

此实验涵盖了印制电路版图绘制技巧及元件封装绘制方法等知识点。

#### 实验七 绘制运放应用电路的PCB版图（2学时）

内容：

设计运算放大器应用电路PCB版图。

基本要求

- 1、熟悉运算放大器的主要特性参数；
- 2、掌握运算放大器应用电路的设计要点；

此实验要求学生完成某一运放应用电路 PCB 版图的设计。

#### 实验八 创建元器件PCB库及制作元器件PCB封装（2学时）

- 1、熟悉元器件封装库编辑环境。
- 2、创建 PCB 库。
- 3、利用向导创建元器件 PCB 封装。
- 4、手动绘制元器件 PCB 封装。

### 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 Protel DXP 2004 概述	2	2	2
2 Protel DXP 2004 原理图设计基础	2	2	4
3 绘制原理图	2	2	6
4 创建原理图元件	2	2	4
5 设计层次原理图	2	2	2
6 Protel DXP 2004 PCB 印制电路板设计基础	2	2	4
7 制作印制电路板	2	2	6
8 制作元件封装	2	2	4
合计	16	16	32

### 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、赵景波，《Protel DXP 原理图与 PCB 设计教程》，机械工业出版社.2013.8
- 2、郝玉芬，《用多媒体学 Protel DXP 2004（标准教程版）》，北京中电电子出版社.2010 年 1 月
- 3、李小坚，《Protel DXP 电路设计与制版实用教程(第 2 版)》，人民邮电出版社，2009。

## 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、考核目标：考核学生对 Protel DXP 软件设计方法的掌握程度。
- 2、考核方式：期末大作业、实验报告及课堂提问。
- 3、采取措施：采用多媒体教学，辅助课堂提问及互动、课后辅导及作业等多种措施。
- 4、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	实验	期末大作业
课程目标达成的贡献率	0.20	0.20	0.60
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	课内实验评价标准，实验课堂记录，实验报告	设计报告评分标准

## 十、课程目标对毕业要求的支撑

### 1、本课程对测控技术与仪器专业的毕业要求支撑表

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3
2、问题分析	L	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。			#
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。	#	#	#
4、研究	L	指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；		#	
5、使用现代工具	M	指标点 5-2 专业工具使用：能够针对测控电路或系统建立恰当的模型，并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真，确定功能和工艺参数。	#		

### 2、本课程对电子科学与技术专业的毕业要求支撑表

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3
2、问题分析	L	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。			#

3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。	#	#	#
4、研究	L	指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；		#	
5、使用现代工具	M	指标点 5-2 专业工具使用：能够针对微结构、器件、电路、电气特性和逻辑等建立恰当的模型，并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真，确定功能和工艺参数。	#		

### 3、本课程对微电子科学与工程专业的毕业要求支撑表

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3
2、问题分析	L	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。			#
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的器件、电路和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。	#	#	#
4、研究	L	指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；		#	
5、使用现代工具	M	指标点 5-2 专业工具使用：能够针对微纳器件建立恰当的模型，并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真，确定功能和工艺参数。	#		

注：

目标 1：熟练运用现代印制电路板设计工具软件 Protel DXP 进行电路原理图设计、PCB 设计及元件库和封装库的管理；（支撑毕业要求 3、5）

目标 2：掌握 Protel DXP 模块分析方法的选择和设置方法，正确处理电路设计中的布局、布线、抗干扰、散热等问题，从而进行优化设计；（支撑毕业要求 3、4）

目标 3：掌握采用自上而下的电子电路设计思路绘制层次原理图，运用“软件设计硬件”的方法提高应对本专业工程问题的解决能力；（支撑毕业要求 2、3）

## 十、课程目标达成评价

### 各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识 面比 例	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$	各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$
------	---------------	------------------------------------	--

	(本列总和为 1) $P_i$	课堂情况	实验	期末大作业	课堂情况	实验	期末大作业
1) 熟练运用 Protel DXP 软件进行电路原理图设计、PCB 设计、元件库和封装库的用法与管理；(支撑毕业要求 3、5)	0.6	0.2	0.2	0.6	0.12	0.12	0.36
2) 掌握 Protel DXP 模块分析方法的选择和设置方法，正确处理电路设计中的布局、布线、抗干扰、散热等问题，从而进行优化设计；(支撑毕业要求 3、4)	0.2	0.2	0.2	0.6	0.04	0.04	0.12
3) 掌握采用自上而下的电子电路设计思路绘制层次原理图，运用“软件设计硬件”的方法提高应对本专业工程问题的解决能力；(支撑毕业要求 2、3)	0.2	0.2	0.2	0.6	0.04	0.04	0.12
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )					0.2	0.2	0.6

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

#### 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足,在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因,并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议,在授课计划中做好落实改进计划,并在授课过程中予以落实。

# 《厚薄膜混合集成电路》教学大纲

课程编号：B06060310

课程名称：厚薄膜混合集成电路

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32（实验 6 学时）

学分：2

适用专业：微电子科学与工程

先修课程：微电子学概论，电子技术基础，半导体工艺

大纲执笔人：何剑，李晨

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

《厚薄膜混合集成电路》是微电子科学与工程专业的专业教育课程。厚薄膜混合集成技术通过薄膜技术与厚膜技术实现电路的集成及无源元件的制造，相对单片集成电路和 PCB 电路有独特优势，是电路集成的重要途径之一。该课程内容涵盖了集成电路封装、试验、操作等方面的知识，与集成电路设计、半导体工艺等课程形成相互补充的关系，使学生的微电子专业知识体系结构更加完善。

## 二、课程目标

教学目标：

- 1) 通过本课程的学习，学生应建立厚薄膜混合集成电路的概念，了解混合电路工艺技术研究的主要内容；（支撑毕业要求 1、2、6）
- 2) 对混合电路的发展历史、现状和未来有比较清晰的认识，培养专业兴趣；（支撑毕业要求 2、3、6）
- 3) 初步掌握厚膜电路及厚膜工艺、薄膜电路及成膜方法、电阻阻值的调整方法以及各种组装技术及方法；（支撑毕业要求 1、2、3）
- 4) 对混合微电路技术所涉及的相关知识和学科领域有较为系统、全面的认识，为今后从事混合微电路等方面的相关工作奠定基础；（支撑毕业要求 1、6）

## 三、基本要求

1、本课程为专业课，要求先修《微电子学概论》、《电子技术基础》和《半导体工艺》等课程，授课过程中能够自觉建立本课程与先修课程内容之间的有机联系，使课程内容易于学生理解和接受；

2、要求重点讲授厚膜电路的基本概念和特性，讲解厚膜电路相关材料体系和加工制造方法，使学生掌握厚膜电路制备知识与工程技巧，具备分析、解决实际生产中所需的厚膜混合微电路制备问题的理论知识；

3、在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，以及不同电路集成技术和

方法的对比分析，使学生理解厚膜电路、薄膜电路的特点，掌握混合集成电路设计、加工、组装、试验的方法，初步培养其厚薄膜混合微电路制备能力；

4、教学形式采用理论教学与实践教学相结合方式，理论教学讲解厚薄膜微电路基础知识、工艺流程及工艺知识；实践教学在实验室进行，通过实验环节让学生巩固所学的厚薄膜微电路工艺知识，培养学生的实践动手能力。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：混合集成电路概念和特性，基片材料特性与选用依据，厚膜工艺、薄膜工艺基础知识和工艺流程，厚薄膜电阻器的设计制造、调整，部件选型，电路组装、试验的技术方法和工程知识，电路操作和静电防护。

深度和广度说明：厚薄膜混合微电路的历史发展、净化间构成与使用等了解即可；对基材选择、元器件选用和试验检测以原则性讲解为主；重点讲授内容包括厚膜工艺流程及相关知识，薄膜电阻、厚膜电阻器的制备、调整技术，电路的组装工艺及防护措施。

##### 1 引言（2 学时）

1.1、了解微电子材料种类及其各自特性，以及集成电路类型；

1.2、掌握混合微电路的分类和特点；（重点）

1.3、掌握混合微电路的应用。

##### 2 基片（2 学时）

2.1、掌握基片的作用和特性；（重点）

2.2、熟练掌握氧化铝、氧化铍、氮化铝等常用基片的性能和应用场合；（重点）

2.3、了解基片制造工艺；

2.4、了解金属矩阵复合物基片、上釉金属基片；

2.5、了解质量保证和测试方法。

##### 3 薄膜工艺（4 学时）

3.1、了解淀积、光刻、腐蚀工艺在混合集成电路的运用；

3.2、熟练掌握薄膜电阻器的结构、特性及其设计制作方法。（重点）

##### 4 厚膜工艺（6 学时）

4.1、熟练掌握厚膜制造的基本工艺和原理、方法；（重点）

4.2、熟练掌握基于贵金属材料的浆料体系；（重点，难点）

4.3、了解非贵金属厚浆料体系及其厚膜工艺；

4.4、了解聚合物浆料体系及厚膜工艺。

##### 5 电阻器调整（2 学时）

5.1、理解各类电阻器调整原理和方法；

5.2、掌握激光调阻和喷砂调整方法和工艺；（重点）

5.3、熟练掌握电阻器探针测量技术；（重点）



5.4、了解电阻微调类型和特殊要求。

#### 6 部件选择（1 学时）

6.1、了解选择部件的通用原则；

6.2、了解封装概念和一般方法；

6.3、了解有源器件和无源器件选用依据。

#### 7 组装工艺（6 学时）

7.1、了解组装工艺一般性知识；

7.2、熟练掌握芯片、基片贴装技术；（重点）

7.3、熟练掌握互连及相关技术；（重点）

7.4、了解清洗、涂覆工艺；

7.5、掌握真空焙烤和密封工艺。（重点）

#### 8 试验（2 学时）

8.1、了解厚薄膜混合微电路一般测试方法及其原理；

8.2、掌握混合电路电测的基本概念和方法；（重点）

8.3、掌握非破坏性筛选中的老炼等重要试验方法；（重点）

8.4、了解目检和破坏性筛选试验。

#### 9 操作和净化间（1 学时）

9.1、了解混合电路和元件操作的基本原则；

9.2、熟练掌握静电放电危害及防护措施。（重点）

### 五、实验内容

实验以实训为主，因此要求了解集成电路设计知识；理解厚膜混合电路基本工艺以制备一种厚膜无源器件；掌握基于溶胶-凝胶工艺的薄膜工艺基本操作，制备介质薄膜。

#### 实验一厚膜混合电路图形设计及电子器件制造（3 学时）

内容：熟悉、巩固集成电路设计理论；掌握丝网印刷、烧制等基本厚膜混合电路单元制备工艺，完成厚膜基导体与电感器件制备。

基本要求：

1、了解厚膜混合电路基本操作方法；

2、理解制备厚膜导体和电感的工艺。

#### 实验二基于溶胶-凝胶工艺的薄膜制备（3 学时）

内容：学习溶胶-凝胶工艺操作，了解溶胶-凝胶薄膜均匀化技巧，学会筛选基片，制备一定尺寸的介质薄膜。

基本要求：

1、加深理解溶胶-凝胶工艺原理；

2、理解溶胶-凝胶工艺基本操作，制备介质薄膜。

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 引言	2	0	2
2 基片	2	0	2
3 薄膜工艺	4	3	7
4 厚膜工艺	6	3	9
5 电阻器调整	2	0	2
6 部件选择	1	0	1
7 组装工艺	6	0	6
8 试验	2	0	2
9 操作和净化间	1	0	1
小计	26	6	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、（美）James j.Licari 著，朱瑞廉译，《混合微电路技术手册》，电子工业出版社。
- 2、Tapan K. Gupta 著，王瑞庭朱征译，《厚薄膜混合微电子学手册》，电子工业出版社。
- 3、虎轩东，《厚膜微电子技术》，电子元件与材料编辑部。

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：通过课堂讨论，作业、实验和考试等方式促进学生深入思考，理解课堂讲授内容，加强记忆效果，培养电路制造工艺分析能力。另一方面，通过上述考核方式让授课教师了解学生对讲授知识理解掌握程度，相应地调整授课进度、方式方法，改进教学质量；

2、考核方式：课堂讨论、实验、作业、考试；

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.17	0.13	0.20	0.50
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	课内实验评价标准，实验课堂记录记录，典型实验报告	试题评分标准，试卷，

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、微电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#				
		指标点 1-2 活学活用：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂微电子类工程问题的解决中。			#	#	
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别与表达：能识别和判断微电子类复杂工程问题的关键环节和参数，将工程问题转化为技术问题，并采用合理的方式正确表达。	#				
		指标点 2-2 方案优选：能够针对一个集成电路或微纳传感器的设计、制造、测试过程的多种方案进行选择，分析影响因素，证实解决方案的合理性，并达到适当的精度要求；		#			
		指标点 2-3 结论有效：能够应用专业知识分析判断结论的有效性；			#		
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 设计与创新：能够根据用户需求确定解决方案，设计相关的微纳传感器、集成电路和工艺流程。在设计细节中能够体现创新意识；		#			
		指标点 3-2 非技术因素：能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下，对设计方案的可行性进行研究；		#			
		指标点 3-3 建模仿真能力：能针对一个集成电路或微纳传感器建立恰当的模型，通过建模、仿真确定功能和工艺参数；					
		指标点 3-4 业务实践能力：掌握集成电路和微纳传感器设计及工艺流程设计要求，设计出满足用户需求的集成电路和微纳传感器。			#		
		指标点 3-5 成果表达能力：能够用规范性的图纸、报告、代码或实物等形式，呈现设计成果。					
6.工程与社会	H	指标点 6-2 落实法规：了解与微电子行业相关的技术标准、知识产权、产业政策和法律法规，并在工程实践中予以落实。	#				
		指标点 6-3 预测后果：能客观分析预测专业工程实践、复杂工程问题解决方案、新产品新技术开发和应用对社会、健康、安全、法律以及文化的潜在影响，并理解应承担的责任。		#			
		指标点 6-4 评价影响：能合理评价上述过程对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。				#	

注：

目标 1：通过本课程的学习，学生应建立厚薄膜混合集成电路的概念，了解混合电路工艺技术研究的主要内容；（支撑毕业要求 1、2、6）

目标 2：对混合电路的发展历史、现状和未来有比较清晰的认识，培养专业兴趣；（支撑毕业要求 2、3、6）

目标 3：初步掌握厚膜电路及厚膜工艺、薄膜电路及成膜方法、电阻阻值的调整方法以及各种组装的技术方法；（支撑毕业要求 1、2、3）

目标 4：对混合微电路技术所涉及的相关知识和学科领域有较为系统、全面的认识，为今后从事混合微电路等方面的相关工作奠定基础；（支撑毕业要求 1、6）

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例(本列总和为1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为1) $W_{ik}$						各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$						
		课堂情况	作业	实验	分组实验验收	分组实验报告	期末考试	课堂情况	作业	实验	分组实验验收	分组实验报告	期末考试	
1) 通过本课程的学习, 学生应建立厚薄膜混合集成电路的概念; 了解混合电路工艺技术研究的主要内容; (支撑毕业要求 1、2、6)	0.3	0.2	0.2				0.6	0.06	0.06					0.18
2) 对混合电路的发展历史、现状和未来有比较清晰的认识, 培养专业兴趣; (支撑毕业要求 2、3、6)	0.2	0.3	0.1				0.6	0.06	0.02					0.12
3) 初步掌握厚膜电路及厚膜工艺、薄膜电路及成膜方法、电阻阻值的调整方法以及各种组装的技术方法; (支撑毕业要求 1、2、3)	0.4	0.1	0.1	0.5			0.3	0.04	0.04	0.2				0.12
4) 对混合微电路技术所涉及的相关知识和学科领域有较为系统、全面的认识, 为今后从事混合微电路等方面的相关工作奠定基础; (支撑毕业要求 1、6)	0.1	0.1	0.1				0.8	0.01	0.01					0.08
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )								0.17	0.13	0.2				0.50

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

# 《ASIC 设计实践》教学大纲

课程编号：B06060309

课程名称：ASIC 设计实践

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32（实验 20 学时）

学分：2

适用专业：电子科学与技术，微电子科学与工程

先修课程：集成电路分析与设计

大纲执笔人：何常德

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 二、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是微电子科学与工程专业的一门专业任选课，是本专业集成电路设计方向的重要课程。专用集成电路（ASIC）以其专门的用途区别于通用的标准集成电路，在集成电路领域占有很大的市场份额。专用集成电路的设计能力是未来从事集成电路设计的本科毕业生需要具备的基本能力。本课程以全定制 SRAM 芯片设计为例，使学生掌握专用集成电路的设计流程和设计方法，掌握常用集成电路 EDA 工具的使用，培养学生专用集成电路的基本设计能力。

## 二、课程目标

- 1) 通过本课程的学习，培养学生通过分析将相关工程问题转化为技术问题，掌握专用集成电路的设计流程；（支撑毕业要求 2、3、4）
- 2) 能够使用集成电路设计、仿真、验证等相关 EDA 工具；（支撑毕业要求 5）
- 3) 掌握 SRAM 存储器及其读取控制电路结构；（支撑毕业要求 1）
- 4) 学生应学会采用自顶向下的集成电路设计思路和设计方法，为适应电子系统小型化设计发展趋势打好基础；。（支撑毕业要求 12）

## 三、基本要求

- 1、本课程为专业课，要求先修集成电路分析与设计课程；
- 2、在教学中应注重 ASIC 设计方法与流程的传授，重视学生实践操作能力的培养，以便使学生能够系统、完整地掌握专用集成电路的设计流程；
- 3、教师通过对 SRAM 存储器及其外围读取控制电路的理论分析，结合实验环节的仿真、设计、验证，培养学生实际操作、灵活运用知识的能力，将理论知识运用到实际设计中去的能力；
- 4、本课程是一门实践性很强的课程。要求学生通过实验环节把所学的内容巩固和掌握，

要求在 CAI 教室进行授课，并且教学和实验交替进行。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：专用集成电路设计流程、专用集成电路设计方法、SRAM 存储器及其外围读取控制电路结构、版图布局策略、闩锁问题及其抑制方法。

深度和广度说明：SRAM 存储器及其外围读取控制电路结构要深入讲解。

本课程需要重点加强学生实践操作能力的培养，以便学生能够系统、完整地掌握集成电路的设计流程，注意实际设计过程中出现的各种制约因素。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

##### 1 ASIC 设计和存储器设计概述（4 学时）

- 1.1、了解专用集成电路的概念和发展概况；
- 1.2、了解专用集成电路的分类和特点；
- 1.3、掌握 ASIC 设计流程与设计方法；（重点、难点）
- 1.4、了解典型存储器电路结构；
- 1.5、掌握集成电路 EDA 工具的使用方法。

##### 2 静态存储器设计（6 学时）

- 2.1、掌握静态存储器整体架构；（重点、难点）
- 2.2、熟练掌握存储器单元核电路；（重点）
- 2.3、掌握存储器外围电路结构；（难点）
- 2.4、掌握 X 解码器和 Y 解码器电路；（难点）
- 2.5、掌握敏感放大器电路结构。（难点）

##### 3 ASIC 设计的其它问题（2 学时）

- 3.1、掌握版图布局的策略；（重点）
- 3.2、掌握闩锁问题及其抑制方法；（重点、难点）
- 3.3、了解 ESD 保护电路；
- 3.4、了解流片的注意事项。

结合本知识点，向学生归纳介绍课程目标 4 所表达的思想，并在以后的教学进程中反复强调提升理念。

## 五、实验内容

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备专用 EDA 软件工具（Cadence 和 Hspice）；要求学生熟练掌握这两种 EDA 软件的使用方法；掌握 SRAM 电路模块的电路设计、版图设计、电路验证等知识和加强相应的实践训练。最终完成 SRAM 芯片的设计，完成后仿真验证，达到流片要求。

### 实验一 6T 存储电路的设计 (4 学时)

内容：1、应用 Hspice 对 6T 存储电路设计与分析；2、应用 Virtuoso（或 L-Edit）工具进行 6T 存储电路版图设计；3、使用 Cadence（或 Tanner）工具完成 6T 存储电路版图的 DRC、LVS、LPE 验证；4、完成后仿真，与前仿真结果进行对比。

基本要求：

- 1、掌握 6T 存储电路结构；
- 2、掌握集成电路设计 EDA 工具的使用方法。

### 实验二敏感放大器（SA）电路设计 (4 学时)

内容：1、应用 Hspice 对 SA 电路设计与分析；2、应用 Virtuoso（或 L-Edit）工具进行 SA 电路版图设计；3、使用 Cadence（或 Tanner）工具完成 SA 电路版图的 DRC、LVS、LPE 验证；4、完成后仿真，与前仿真结果进行对比。

基本要求：

- 1、掌握 SA 电路及其性能分析方法。

### 实验三 X-Y 解码器电路设计 (6 学时)

内容：1、应用 Hspice 对 X-Y 解码器电路设计与分析；2、应用 Virtuoso（或 L-Edit）工具进行 X-Y 解码器电路版图设计；3、使用 Cadence（或 Tanner）工具完成 X-Y 解码器电路版图的 DRC、LVS、LPE 验证；4、完成后仿真，与前仿真结果进行对比。

基本要求：

- 1、掌握 X-Y 解码器电路及其性能分析方法。

### 实验四读写控制电路设计 (6 学时)

内容：1、应用 Hspice 对读写控制电路设计与分析；2、应用 Virtuoso（或 L-Edit）工具进行读写控制电路版图设计；3、使用 Cadence（或 Tanner）工具完成读写控制电路版图的 DRC、LVS、LPE 验证；4、完成后仿真，与前仿真结果进行对比。

基本要求：

- 1、掌握存储器常用读写控制电路及其性能分析方法；
- 2、完成 SRAM 芯片的设计。



## 六、学时分配

章节名称	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 ASIC 设计和存储器设计概述	4	0	4
2 静态存储器设计	6	20	26
3 ASIC 设计的其它问题	2	0	2
合计	12	20	32

## 七、教材、补充教材及参考资料主要参考书

1、Jan M. Rabaey 著,周润德译,《数字集成电路-电路、系统与amp;设计》,ISBN: 9787121119828,电子工业出版社。

2、甘学温,《集成电路原理与设计》,ISBN: 7301098022,北京大学出版社。

3、来新泉,《专用集成电路设计实践》,ISBN: 9787560621319,西安电子科技大学出版社。

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核方式: 项目汇报和报告

2、考核目标: 在考核学生对 ASIC 设计流程与方法的掌握程度,SRAM 芯片的完成情况。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料:

考察环节	课堂情况	期中答辩	期末答辩	实验报告
课程目标达成的贡献率	0.15	0.30	0.30	0.25
支撑材料	课堂评价标准,课堂提问记录或随堂考试,结合出勤率等	验收记录,答辩 ppt,答辩照片	验收记录,答辩 ppt,答辩照片	实验报告评价标准,典型实验报告

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

微电子科学与工程专业

专业 毕业要 求	成果 关联 度	指标点分解	目 标 1	目 标 2	目 标 3	目 标 4
1、工程 知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、微电子类工程基础和专业等多方面的知识。				
		指标点 1-2 活学活用：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂微电子类工程问题的解决中。			#	
2、问题 分析	H	指标点 2-1 问题识别与表达：能识别和判断微电子类复杂工程问题的关键环节和参数，将工程问题转化为技术问题，并采用合理的方式正确表达。	#			
		指标点 2-2 方案优选：能够针对一个集成电路或微纳传感器的设计、制造、测试过程的多种方案进行选择，分析影响因素，证实解决方案的合理性，并达到适当的精度要求；	#			
		指标点 2-3 结论有效：能够应用专业知识分析判断结论的有效性；	#			
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，并能够与自己的方案进行对比，并理解其差距与优势。	#			
3、设计 开发解 决方案	H	指标点 3-1 设计与创新：能够根据用户需求确定解决方案，设计相关的微纳传感器、集成电路和工艺流程。在设计细节中能够体现创新意识；	#			
		指标点 3-3 建模仿真能力：能针对一个集成电路或微纳传感器建立恰当的模型，通过建模、仿真确定功能和工艺参数；	#			
		指标点 3-4 业务实践能力：掌握集成电路和微纳传感器设计及工艺流程设计要求，设计出满足用户需求的集成电路和微纳传感器。	#			
		指标点 3-5 成果表达能力：能够用规范性的图纸、报告、代码或实物等形式，呈现设计成果。	#			
4、研究	M	指标点 4-1 专业背景了解：了解微电子科学与工程专业领域经典设计案例及实验案例，理解基本的研究思路和分析方法；	#			
		指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案。	#			
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理实验数据，对多因素实验结果进行关联，解释其物理本质和实验现象的关联。	#			
		指标点 4-4 方案优化意识：能够有意识地将测试和实验结果用于指导解决方案的改善和优化。	#			

5、使用现代工具	M	指标点 5-1 工具选择：了解当前主流的同类 EDA 工具的优点与不足，并针对问题特性与需求做出对比选择。	#		
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对本专业涉及到的电路、微结构、器件、工艺等过程掌握至少一种 EDA 软件进行设计和仿真，提高工作效率。	#		
		指标点 5-3 其它手段与资源：能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具，提高工作效率和效果。	#		
		指标点 5-4 工具开发与改进：能够开发一定的辅助工具用于解决本专业复杂工程问题；	#		
12. 终身学习	M	指标点 12-3 实践能力：具有系统的工程实践学习经历，具备一定的通过工程实践学习、验证新知识和新技术的能力。			#

### 电子科学与技术

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。				
		指标点 1-2 活学活用：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。			#	
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别与表达：能识别和判断电子类复杂工程问题的关键环节和参数，将工程问题转化为技术问题，并采用合理的方式正确表达。	#			
		指标点 2-2 方案优选：能够针对一个系统或者过程的多种方案进行选择，分析过程的影响因素，证实解决方案的合理性，并达到适当的精度要求；	#			
		指标点 2-3 结论有效：能够应用专业知识分析判断结论的有效性；	#			
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，并能够与自己的方案进行对比，并理解其差距与优势。	#			
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 设计与创新：能够根据用户需求确定解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。在设计细节中能够体现创新意识；	#			
		指标点 3-3 建模仿真能力：能针对一个电路或系统建立恰当的模型，通过建模、仿真确定功能和工艺参数；	#			
		指标点 3-4 业务实践能力：掌握电路系统设计流程与工艺要求，设计出满足用户需求的电路或系统。	#			
		指标点 3-5 成果表达能力：能够用规范性的图纸、报告、代码或实物等形式，呈现设计成果。	#			

4、研究	M	指标点 4-1 专业背景了解：了解电子科学与技术专业领域背景及经典电路案例及实验案例，理解基本的研究思路和分析方法；	#			
		指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；	#			
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据，对多因素实验结果进行关联，解释其物理本质，并对误差来源和影响进行分析。	#			
		指标点 4-4 方案优化意识：能够有意识地将测试和实验结果用于指导解决方案的改善和优化。	#			
5、使用现代工具	M	指标点 5-1 工具选择：了解当前主流的同类 EDA 工具的优点与不足，并针对问题特性与需求做出对比选择。		#		
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对本专业涉及到的微结构、器件、电路、电气特性和逻辑等过程，每类过程至少掌握一种 EDA 软件进行设计和仿真，提高工作效率。		#		
		指标点 5-3 其它手段与资源：能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具，提高工作效率和效果。		#		
		指标点 5-4 工具开发与改进：能够开发一定的辅助工具用于解决本专业复杂工程问题；		#		
12. 终身学习	M	指标点 12-3 实践能力：具有系统的工程实践学习经历，具备一定的通过工程实践学习、验证新知识和新技术的能力。				#

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为1) $W_{ik}$				各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课堂情况	期中答辩	期末答辩	实验报告	课堂情况	期中答辩	期末答辩	实验报告
1) 通过本课程的学习，培养学生通过分析将相关工程问题转化为技术问题，掌握专用集成电路的设计流程；（支撑毕业要求 2、3、4）	0.6	0.2	0.3	0.3	0.2	0.12	0.18	0.18	0.12
2) 能够使用集成电路设计、仿真、验证等相关 EDA 工具；（支撑毕业要求 5）	0.2	0	0.4	0.3	0.3	0	0.08	0.06	0.06
3) 掌握 SRAM 存储器及其读取控制电路结构；（支撑毕业要求 1）	0.15	0	0.3	0.4	0.3	0	0.04	0.06	0.05

4) 学生应学会采用自顶向下的集成电路设计思路和设计方法, 为适应电子系统小型化设计发展趋势打好基础;。(支撑毕业要求 12)	0.05	0.6	0	0	0.4	0.03	0	0	0.02
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )						0.15	0.30	0.30	0.25

采用达成值算法, 辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配, 采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中:

$k$  表示不同的评价方式,  $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分, 均为百分制;

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比;

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比;

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比;

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

对课程目标达成评价中发现的问题与不足, 在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因, 并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议, 在授课计划中做好落实改进计划, 并在授课过程中予以落实。

# 《SolidWorks》教学大纲

课程编号：B06060109

课程名称：SolidWorks

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32(实验 16 学时)

学 分：2

适用专业：测控技术与仪器

先修课程：工程制图基础 B

大纲执笔人：朱平

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

《SolidWorks》是一门属于工具类的专业方向选修课程，是测控技术与仪器专业的任选课程。三维实体造型及工程图是工程信息的载体和传递媒介，是测控技术与仪器专业工程师的交流工具。该课程以培养学生的形体构形能力为目的，其任务是讲授 SolidWorks 三维高级造型技术。通过该课程的学习使学生掌握应用三维绘图软件（SolidWorks）进行三维实体造型及工程制图，为培养学生的空间思维能力和计算机辅助制图技能奠定基础。

## 二、课程目标

1) 通过本课程的学习，能够完成三维实体结构的构型流程、三维实体结构设计中的建模、装配、结构分析和工程图生成；（支撑毕业要求 3、5）

2) 对 SolidWorks 所涉及的相关知识和学科领域有较为系统、全面的认识，了解 SolidWorks 的建模优点，能够选择和熟练使用 SolidWorks 软件工具；（支撑毕业要求 5）

## 三、基本要求

1、本课程为工具类的专业任选课，要求先修《工程制图基础 B》，在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，同时运用类比式和启发式教学，使学生掌握 Solidworks 软件的理论基础和造型方法，通过造型分析和训练提高形体构形能力；

2、教师通过 Solidworks 软件的教学，结合经典的实例，提高学生的三维空间结构的分析和设计能力；

3、学生通过上机操作，掌握 SolidWorks 软件的使用方法，会运用 SolidWorks 软件工具来造型基本三维实体；

4、本课程的实践性很强，要求学生通过实验环节把所学的内容巩固和掌握，要求在 CAI

教室进行授课，并且教学和实验交替进行。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：三维实体结构的构形流程、三维实体结构设计中的建模、装配、结构分析和工程图生成；典型设计包括：钣金零件、以及较为复杂的装配体。

深度和广度说明：对钣金零件的设计要深入讲解，对工程制图绘制只做简单介绍，对图像的渲染、输出等辅助功能介绍应涵盖广些；对结构分析等了解即可，三维实体结构的造型是重点。

##### 1 基础知识（1 学时）

- 1.1、了解概述；
- 1.2、熟练掌握和理解用户界面；
- 1.3、熟练掌握和理解基本操作。（重点）

##### 2 草图绘制（1 学时）

- 2.1、掌握图形区域、草图选项和草图绘制工具；（重点）
- 2.2、熟练掌握和理解几何图形元素、草图操作；（难点）
- 2.3、理解绘制草图时的注意事项。

##### 3 基本特征建模（2 学时）

- 3.1、熟练掌握和理解拉伸凸台基体特征、拉伸切除特征、旋转凸台基体特征；（重点，难点）
- 3.2、熟练掌握和理解扫描特征、放样特征、筋特征、孔特征。

##### 4 基本实体编辑（2 学时）

- 4.1、能够完成实体特征圆角编辑；（重点）
- 4.2、能够完成实体特征倒角编辑；
- 4.3、能够完成实体特征抽壳编辑。（难点）

##### 5 零件形变编辑及参考几何（2 学时）

- 5.1、熟练掌握和理解弯曲特征、压凹特征、变形特征；（难点）
- 5.2、熟练掌握和理解拔模特征、圆顶特征；（重点）
- 5.3、掌握和理解参考坐标系、参考基准轴、参考基准面、参考点。（难点）

##### 6 曲线和曲面设计（1 学时）

- 6.1、掌握和理解曲线、曲面；
- 6.2、熟练掌握和理解编辑曲面。（重点，难点）

##### 7 钣金设计（2 学时）

- 7.1、掌握和理解基本术语；

7.2、熟练掌握和理解零件设计；（重点）

7.3、熟练掌握和理解编辑特征；

7.4、掌握和理解成形工具。（难点）

#### 8 阵列与镜像编辑（1 学时）

8.1、掌握和理解草图阵列、特征阵列；（重点）

8.2、能够完成零部件的阵列、镜像。（难点）

#### 9 装配体设计（1 学时）

9.1、掌握和理解装配体；（重点）

9.2、掌握和理解干涉检查；

9.3、能够完成爆炸视图、爆炸与解除爆炸、轴测剖视图；（难点）

9.4、掌握和理解复杂装配体中零部件的压缩状态；

9.5、能够完成装配体统计。

#### 10 工程图设计（1 学时）

10.1、掌握和理解工程图及其应用；

10.2、掌握和理解线型和图层；

10.3、掌握和理解图纸格式；

10.4、掌握和理解工程图文件；

10.5、能够绘制零件工程视图；（重点）

10.6、能够标注、注释零件尺寸；（难点）

10.7、掌握和理解打印工程图。

#### 11 配置和系列零件设计表（1 学时）

11.1、理解零件和装配体的配置项目；

11.2、能够生成系列零件设计表、工程图中的系列零件设计表。（重点，难点）

#### 12 渲染输出（1 学时）

12.1、掌握布景、光源、外观、贴图；

12.2、能够渲染、输出图像。（重点，难点）

### 五、实验内容

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备常用的 Solidworks 软件工具；要求学生熟练掌握软件的使用方法；掌握在软件运行环境下排查常见的画法错误的方法；亲自动手实现代表性零件建模、装配体生成。

#### 实验一 学习使用 Solidworks 软件（4 学时）

内容：熟悉 Solidworks 软件的运行环境，以及软件基本操作方法，掌握三维实体结构的构形流程。



基本要求：

- 1、熟悉 Solidworks 软件的运行环境、以及基本操作方法；
- 2、学习草图绘制和草图编辑；
- 3、掌握绘制草图的方法：点、线、圆、多边形、抛物线，曲线等；
- 4、掌握编辑草图的方法：圆角、倒角、裁剪、延伸、镜像、移动、复制、阵列、等距、分割等。

#### 实验二 创建基础特征和编辑实体（4 学时）

内容：掌握实体特征的编辑方法，包括有特征操作、复制、阵列等对零件进行各种的编辑操作。

基本要求：

- 1、学习创建基础特征和编辑实体；
- 2、掌握创建基础特征的方法：拉伸、旋转、扫描、放样等；
- 3、掌握编辑实体的方法：抽壳、孔、拔模、阵列、扣合、变形、弯曲等。

#### 实验三 钣金设计（4 学时）

内容：掌握创建钣金零件的方法，包括有：法兰方法，即使用基体、边线和斜切来生成钣金零件的形状；转换方法，即将按照传统方式创建的零件转换成钣金零件；其他方法，包括绘制的折弯、放样折弯和圆柱卷边形状。掌握创建、编辑工程制图的方法。

基本要求：

- 1、学习钣金零件的创建流程；
- 2、掌握创建钣金零件的方法；
- 3、掌握创建、编辑工程制图的方法。

#### 实验四 装配体设计（4 学时）

内容：已有的零件或者子装配体装入，指定固定零部件；设定零部件之间的配合关系，使之符合实际工程的设计要求；行装配体分析，检验干涉，获得质量等参数；掌握图像的渲染、输出等辅助功能。

基本要求：

- 1、学习装配体的制作流程；
- 2、掌握装配体设计的功能；
- 3、掌握渲染、输出图像。

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 基础知识	1	0	1
2 草图绘制	1	2	3

3 基本特征建模	2	2	4
4 基本实体编辑	2	2	4
5 零件形变编辑	2	2	4
6 曲线和曲面设计	1	0	1
7 钣金设计	2	4	6
8 阵列与镜像编辑	1	0	1
9 装配体设计	1	4	5
10 工程图设计	1	0	1
11 配置和系列零件设计表	1	0	1
12 渲染输出	1	0	1
合计	16	16	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、赵果，《中文版 SolidWorks 2010 从入门到精通》，ISBN 9787030265968，科学出版社；
- 2、詹迪维，《SolidWorks 2015 年机械设计教程》，ISBN 9787111507123，机械出版社。

## 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、采取措施：要求在 CAI 教室进行授课，并且教学和实验交替进行。
- 2、考核方式：上机考试为主。作业、课堂提问、实验等为平时成绩。
- 3、考核目标：在考核学生对三维实体结构构形基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生的空间思维能力、计算机辅助制图技能。
- 4、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	<b>0.10</b>	<b>0.17</b>	<b>0.24</b>	<b>0.49</b>
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	课内实验评价标准，实验课堂记录，典型实验报告	试题评分标准，试卷

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业 毕业要 求	成果 关联 度	指标点分解	目 标 1	目 标 2	目 标 3
3、设计 开发解 决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。	#		
5、使用 现代工 具	H	指标点 5-1 工具选择与开发：了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题；	#	#	#

注：

目标 1：（选用使用）通过本课程的学习，培养学生通过分析将相关工程问题转化为技术问题、能够完成三维实体结构的构型流程、三维实体结构设计中的建模、装配、结构分析和工程图生成；（支撑毕业要求 3、5）

目标 2：学会利用计算机对三维实体进行自动化设计仿真，并反馈指导对机械结构的改进与优化；（支撑毕业要求 5）

目标 3：熟练掌握使用 Solidworks 软件相关的软件工具；（支撑毕业要求 5）

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识 面比 例 (本 列总 和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$				各环节在课程达成中的 占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课 堂 情 况	作 业	实 验	期 末 考 试	课 堂 情 况	作 业	实 验	期 末 考 试
1) 通过本课程的学习，能够完成三维实体结构的构型流程、三维实体结构设计中的建模、装配、结构分析和工程图生成；（支撑毕业要求 3、5）	0.3	0.1	0.1	0.1	0.7	0.03	0.03	0.03	0.21
2) 对 SolidWorks 所涉及的相关知识和学科领域有较为系统、全面的认识，了解 SolidWorks 的建模优点，能够熟练使用 SolidWorks 软件相关的软件工具；（支撑毕业要求 5）	0.3	0.1	0.2	0.3	0.4	0.03	0.06	0.09	0.12
3) 能够建立机械设计“软件化”的设计思想，学会采用“自上而下”和“自下而上”的机械结构设计思路和设计方法，为今后从事结构建模等方面的相关研究工作奠定基础；（支撑毕业要求 5）	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.04	0.08	0.12	0.16
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )						0.10	0.17	0.24	0.49

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《ANSYS》教学大纲

课程编号：B06060108

课程名称：ANSYS

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32(实验 16 学时)

学 分：2

适用专业：测控技术与仪器

先修课程：工程力学、精密仪器零件设计

大纲执笔人：谭秋林

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是一门属于传感器和测试系统设计类的专业方向选修课。ANSYS 可为测控技术与仪器专业中传感器原理及设计、精密仪器零件设计、测试系统设计提供结构分析和设计工具。本课程学习的重点包括建模与网格化、静力学分析、动力学分析、优化设计，提高学生硅微惯性器件、电子器件、集成电路在可靠性、抗过载能力、适应恶劣环境方面的设计和分析能力，有助于 MEMS 系统的设计和应用，尤其是对有志从事 MEMS 设计和研究开发的人非常有用。

## 二、课程目标

1) 通过本课程的学习，培养学生分析问题的能力，将相关工程问题转化为技术问题并进行器件级结构设计的能力；（支撑毕业要求 2、4）

2) 学会利用计算机对器件结构进行优化分析，并反馈指导对器件设计的改进与优化；（支撑毕业要求 4）

3) 能够使用 Ansys 软件工具实现压力传感器、加速度计、微陀螺等传感器的仿真设计；（支撑毕业要求 5）

## 三、基本要求

1、本课程为专业选修课程，要求先修工程力学、精密仪器零件设计。通过本课程的学习，培养学生的创新设计能力和仿真能力，提高学生解决实际问题的能力。

2、在教学过程中应注重新原理、新结构的传感器和测试系统设计与启发，利用 Ansys 如

何完成结构仿真，以提升知识实用水平。

3、在理论教学中要展示三个以上传感器的专题设计，并在实验教学让学生选择性实现仿真设计。

4、本课程是一门实践性很强的课程。要求学生通过实验环节把所学的理论知识与工程实践联系起来，并能举一反三。要求在 CAI 教室进行授课，并且教学和实验交替进行。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：传感器的设计思想、设计方法和仿真技术。仿真技术主要包括传感器器件级仿真，有建模与网格化、静力学分析、模态分析、瞬态分析、谐响应分析和结构优化设计。所应用的软件是 ANSYS，Comsol 可作为验证软件。

深度和广度说明：对传感器的结构设计思路及问题、网格化、加载设置、动力学分析和优化设计、器件级仿真等内容要深入讲解；对结构建模、和软件操作、后处理等内容熟悉就行；对系统级仿真和工艺级仿真了解即可。

ANSYS 在传感器设计、微执行器设计、测试系统设计中占有非常重要的地位，因此教师要重点讲授以使学生完全掌握。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析、实验操作等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

##### 1 绪论及基础知识（2 学时）

- 1.1、Ansys 的设计对象和任务；
- 1.2、Ansys 工具及功能；（重点）
- 1.3、Ansys 的设计思路及问题（难点）；
- 1.4、传感器和测试系统设计的目标及任务；
- 1.5、课程的考察要求。

##### 2 ANSYS 的建模与网格划分技术（2 学时）

- 2.1、ANSYS 的工作平面和坐标系统；
- 2.2、ANSYS 建模及高级操作技术；（重点）
- 2.3、结构原型及问题抽象模型；
- 2.4、ANSYS 的网格划分与优化技术；（难点）
- 2.5、物理问题与 ANSYS 的单元选择。

### 3 基本载荷、求解及后处理（2 学时）

3.1、载荷的施加方法和多载荷步加载技术；（难点）

3.2、ANSYS 的求解设置及求解技术；

3.3、数据路径设计及结果显示技术；

3.4、求解的优化设计思想及方法。（重点）

### 4 静力学分析（2 学时）

4.1、线性分析及应用；

4.2、非线性分析及应用；（难点）

4.3、静力加载与求解设置及后处理。（重点）

### 5 动力学分析（4 学时）

5.1、熟练掌握模态分析；

5.2、熟练掌握瞬态分析、谐响应分析；（重点）

5.3、了解有预应力的和大变形结构的模态分析。（难点）

### 6 结构优化设计（4 学时）

6.1、掌握优化设计思想及方法；（重点）

6.2、掌握优化设计过程及步骤；

6.3、优化设计的应用及案例分析。（难点）

## 五、实验内容

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备常用的 EDA 软件工具，以开展演示和验证性操作，要求学生掌握 MEMS 加速度计、压力传感器的器件级仿真，达到能够设计针对测控专业复杂工程问题的解决方案和能够对相关复杂工程问题进行预测与模拟。

16 个学时共完成 4 个实验，实验前由老师进行实验演示，讲解重点和难点，之后由学生实际操作完成所演示的实验，过程中可以进行讨论和对共性问题进行讲解。

#### 实验一 ANSYS 基本操作练习（2 学时）

内容：练习 ANSYS 软件的功能操作，建立模型并网格化，学习模态分析方法，了解静态加载及求解操作，并进行数据后处理展示。

基本要求：

1、掌握 ANSYS 软件的构成及界面；

2、掌握 ANSYS 软件的基本命令和操作；

3、掌握 ANSYS 软件的功能；

4、掌握简单微结构的建模与网格划分。

#### 实验二 悬臂梁质量块的实体建模与仿真（4 学时）

内容：进一步练习 ANSYS 软件的操作，实际操作建立模型并网格化，学习模态分析方法，了解静态加载及求解操作。

基本要求：

- 1、掌握建立模型的方法和命令；
- 2、掌握对模型的网格化的基本方法；
- 3、掌握模态分析及静态分析的方法；
- 4、掌握后处理的基本操作。

#### 实验三 加速度计的设计与仿真（4 学时）

内容：练习模型建立及网格划分的高级方法，运用所掌握的 ANSYS 知识，完成模态分析和静态分析，学习瞬态分析及谐响应分析。

基本要求：

- 1、掌握瞬态分析的方法；
- 2、掌握协响应分析方法；
- 3、掌握对实验结果进行分析的方法。

#### 实验四 压力传感器的设计与优化（6 学时）

内容：熟悉 ANSYS 优化设计的原理及操作方法，练习函数加载方法，完成模态分析和瞬态分析，在老师的指导下完成压力传感器的优化设计。

基本要求：

- 1、掌握 ANSYS 优化设计环境的基本操作；
- 2、掌握优化设计结构建模及仿真的方法；
- 3、了解结构优化设计的思想及步骤。

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论及基础知识	2	0	2
2 ANSYS 的建模与网格划分技术	2	2	4
3 基本载荷、求解及后处理	2	2	4
4 静力学分析	2	2	4
5 动力学分析	4	4	8
6 结构优化设计	4	6	10
合计	16	16	32



## 七、教材、补充教材及参考资料

1、博弈创作室，《ANSYS 9.0 经典产品基础教程与实例详解》，ISBN 7508435427，水利水电出版社，2006。

2、王新敏，《ANSYS 工程结构数值分析》，ISBN 9787114068102，人民交通出版社，2007。

3、王新敏 等，《ANSYS 结构分析单元与应用》，ISBN 9787114092404，人民交通出版社，2011。

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：考核学生对结构和系统的设计实现能力，重点实现静力学分析、动力学分析和结构优化分析。采取措施：案例教学。

2、考核方式：实验、报告。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	单项实验	综合设计实验	综合设计实验答辩
课程目标达成的贡献率	0.20	0.40	0.20	0.20
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	课内实验评价标准，实验课堂记录，实验报告	综合设计评价标准，综合设计报告	

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。	#		
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题；			
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识和原理分析判断问题识别和表达结论的有效性；			
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。			
4、研究	H	指标点 4-1 研究分析能力：了解测控技术与仪器专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化；	#		

		指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；			
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，并对误差来源和影响进行综合分析，得到有效结论。		#	
5、使用现代工具	H	指标点 5-1 工具选择与开发：了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题；			
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对测控电路或系统建立恰当的模型，并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真，确定功能和工艺参数；			
		指标点 5-3 其它手段与资源：能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具与资源，提高工作效率和效果。			#

注：

目标 1：通过本课程的学习，培养学生分析问题的能力，将相关工程问题转化为技术问题，进行器件级结构设计的能力；（支撑毕业要求 2、4）

目标 2：学会利用计算机对器件结构进行优化分析，并反馈指导对器件设计的改进与优化；（支撑毕业要求 4）

目标 3：能够使用 Ansys 软件工具实现压力传感器、加速度计、微陀螺等传感器的仿真设计；（支撑毕业要求 5）

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$				各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课堂情况	单项实验验收	综合实验报告	答辩	课堂情况	单项实验验收	综合实验报告	答辩
1) 通过本课程的学习，培养学生分析问题的能力，将相关工程问题转化为技术问题，进行器件级结构设计的能力；（支撑毕业要求 2、4）	0.60	0.2	0.4	0.2	0.2	0.12	0.24	0.12	0.12
2) 学会利用计算机对器件结构进行优化分析，并反馈指导对器件设计的改进与优化；（支撑毕业要求 4）	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.04	0.08	0.04	0.04
3) 能够使用 Ansys 软件工具实现压力传感器、加速度计、微陀螺等传感器的仿真设计；（支撑毕业要求 5）	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.04	0.08	0.04	0.04
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )						0.20	0.40	0.20	0.20

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《信号与系统》教学大纲

课程编号：B02060011

课程名称：信号与系统

开课单位：仪器与电子学院

总学时：48(实验8学时)

学分：3

适用专业：测控技术与仪器、电子科学与技术、微电子科学与工程

先修课程：高等数学、复变函数与积分变换、电路分析基础、模拟电子技术

大纲执笔人：张晓明

大纲编写（修订）时间：2017年9月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是测控技术及仪器专业、电子科学与技术专业、微电子科学与工程专业学科基础教育课程。信号与系统课程是联系数学和自然科学基本理论、工程信号与系统分析设计两者的桥梁和纽带。本课程采用信息论和系统论对工程实际问题进行抽象分析，主要阐述确定性连续信号经过线性时不变系统传输与处理的基本概念和分析方法。通过该课程的学习，使学生能够运用数学工具分析和解决典型工程问题，建立运用信号与系统理论分析问题和解决问题的基本思路和方法，具备对复杂工程中信号与系统分析和设计的基础理论知识，为后续专业课程的学习打下理论基础。

## 二、课程目标

1) 能够运用微分方程时域求解、傅里叶变换、拉普拉斯变换等数学方法进行信号与系统特性分析，并能应用信号与系统采用时域、频域、复频域方法对测控技术及仪器专业、电子科学与技术专业、微电子科学与工程专业工程问题进行分析；（支撑毕业要求1）

2) 能够掌握典型工程问题分析的物理建模、模型求解、工程物理解释的基本思路和方法，并能明确工程物理信号特性，探究系统的特性及对信号的处理作用，建立信号与系统中时频域性能参数间的内在联系；（支撑毕业要求2）

3) 能够应用信号与系统理论和计算机工具，针对工程问题进行解决方案的设计规划、关键时频域性能表征及解算，并能够针对方案进行优化选择，具备运用信号与系统理论解决典型工程问题的能力。（支撑毕业要求3）

## 三、基本要求（含先修课程）

1、本课程为学科基础教育课程，要求先修复变函数与积分变换、电路分析基础、模拟电子技术，是联系数学和自然科学基本理论、工程信号与系统分析设计两者的桥梁和纽带。通过本课程的学习，培养学生的思维推理能力和分析运算能力，提高学生利用信号与系统理论分析和解决具体工程问题的能力，锻炼学生对复杂工程问题的探究能力。

2、在教学过程中应注重从工程观点来学习、理解及应用相应的基础知识、基本概念和思维方法，将学生从只关注数学计算转移到信号与系统基本理论、方法的理解和应用上。在课堂讲授环节和实验环节中，将数学运算和数学变换视为基本工具，重点放在对数学理论分析结果的工程物理意义的解释和应用上。

3、结合学生熟悉的电路系统和机械系统经典实例，贯彻工程问题物理建模、模型数学分析求解、数学解工程物理意义解释的基本思路和方法，重点培养学生针对具体工程问题灵活运用理论知识的能力。

4、培养学生运用 Matlab 软件进行信号与系统时域、频域及复频域分析方法，对计算机解算数据进行物理意义解释与分析。

5、本课程是一门理论性很强的课程。要求学生通过实验环节把所学的理论知识与工程实践联系起来，具备针对典型工程问题进行信号与系统分析的能力。要求在 CAI 教室进行授课，教学和实验交替进行，并且辅以针对具体工程问题的综合性报告环节，以提高学生对理论知识的综合运用能力。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：信号与系统的描述与分类、信号的时域分析、线性时不变系统（LTI 系统）的时域分析、周期信号、非周期信号的频域分析、LTI 系统的频域分析、信号与系统的复频域分析、Matlab 辅助分析方法。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

深度和广度说明：

1) 以确定性连续信号和线性时不变系统为重点，讲授时域、频域、复频域中信号与系统的分析方法，适当介绍离散信号、离散系统的时域分析方法；

2) 拉普拉斯变换重点讲授单边拉氏变换, 简要介绍左边信号拉氏变换和双边拉氏变换知识;

3) 傅里叶变换、拉氏变换的性质讲解中简要介绍其数学证明, 重点讲授其工程物理意义。

教学方法:

1) 利用 CAI 形式讲授, 辅以重要知识点的板书推导与分析, 引导学生理解分析思路;

2) 讲授过程中注重工程实例分析, 使学生运用数学工具分析问题过程中理解其工程物理含义;

3) 理论讲授和实验中穿插 Matlab 计算机辅助分析知识和应用的介绍。

### 1 信号与系统分析导论 (3 学时)

1.1、信号、系统的基本概念及相互关系;

1.2、信号的定义、描述及分类;

1.3、系统的定义、描述、分类及联结;

1.4、信号与系统分析的基本方法和理论。

重点: 连续信号及离散信号的特点; 线性时不变系统的特性。

难点: 线性系统、时变系统及因果系统的判断。

教学方式: 课堂教学 3 学时。

### 2 信号的时域分析 (5 学时)

2.1、典型连续信号及离散信号的时域描述和基本运算;

2.3、连续信号、离散信号的分解;

2.4、确定信号的时域分解方法;

2.5、连续信号及离散信号的 Matlab 表示及运算。

重点: 典型连续信号的表示与特性, 尤其是单位冲激信号的特性; 连续信号的基本运算, 尤其是卷积积分运算; 任意信号分解为基本信号的线性组合, 尤其是任意连续信号分解为冲激信号的线性组合。

难点: 单位冲激信号的特性; 信号基本运算的组合; 信号的卷积积分运算; 任意信号分解为基本信号的线性组合。

教学方式: 课堂讲授 5 学时, 实验教学 2 学时。

### 3 系统的时域分析 (6 学时)

- 3.1、线性时不变系统的描述、特点及时域分析的基本思路与方法；
- 3.2、理解并学会线性常系数微分方程及线性常系数差分方程解方法及其数学概念；
- 3.3、理解并学会连续 LTI 系统响应分解的物理概念、工程意义及其与微分方程解的关系；
- 3.4、连续系统的单位冲激响应的概念及其求解方法；
- 3.5、卷积积分及用卷积积分求解连续系统零状态响应的方法及物理意义；
- 3.6、系统联结方式及其冲激响应描述，理解其物理意义；
- 3.7、学会基于 Matlab 的系统时域分析方法。

重点：连续线性时不变(LTI)系统的特性；连续 LTI 系统单位冲激响应的求解；用卷积法计算连续 LTI 系统零状态响应。

难点：卷积积分物理工程概念；系统零输入响应、零状态响应的物理工程概念。

教学方式：课堂讲授 6 学时，实验教学 2 学时。

#### 4 连续信号的频域分析（10 学时）

- 4.1、连续时间周期信号的傅里叶级数定义、基本性质及物理意义；
- 4.2、连续时间周期信号的频谱概念；
- 4.3、连续时间信号的傅里叶变换定义、基本性质及物理意义；
- 4.4、理解连续时间信号的有效带宽、频谱概念及其物理意义；
- 4.5、学会利用 MATLAB 进行周期信号和非周期信号的频域分析方法。

重点：从数学概念、物理概念及工程概念深刻理解连续周期信号、连续非周期信号的频谱概念，以及信号时域与频域的关系；连续时间周期信号频谱的计算；连续时间信号傅里叶变换的基本性质、物理含义及应用，连续时间非周期信号频谱的计算；抽样信号频谱的特点，连续时间信号离散化与抽样定理的内容及其意义。

难点：连续时间信号傅里叶变换的基本性质、物理含义；连续信号的频谱概念及频谱分析方法。

教学方式：课堂讲授 10 学时，实验教学 2 学时。

#### 5 连续系统的频域分析（8 学时）

- 5.1、学会连续信号通过系统响应频谱分析思路与方法；
- 5.2、理解并学会连续 LTI 系统的频率响应的概念、物理意义及工程应用；
- 5.3、理解无失真传输系统的定义及特征；
- 5.4、学会理想低通滤波器的定义、特征及其冲激响应、阶跃响应的分析方法；

5.5、理解时域抽样定理的工程概念；

5.6、学会利用 MATLAB 进行连续系统频域分析方法。

重点：连续系统特性的频域表示(频率响应)；虚指数信号通过系统响应的特点，及任意信号通过系统响应的频域分析；无失真系统与理想低通滤波器的时、频特性；时域抽样定理的工程概念

难点：周期信号通过系统响应的频域分析；非周期信号进行频域分析的思路；时域抽样定理的理论基础。

教学方式：课堂讲授 8 学时。

## 6 连续时间信号与系统的复频域分析（8 学时）

6.1、理解拉普拉斯变换的概念及其工程意义；

6.2、拉普拉斯变换的定义、收敛域、基本性质及其与傅里叶变换的联系；

6.3、拉普拉斯逆变换方法；

6.4、理解并学会连续系统的复频域求解思路及方法；

6.5、理解系统函数的定义及工程意义；

6.6、学会系统函数描述形式、零极点分布图、系统频率特性的分析方法；

6.7、连续系统的联结与模拟的系统函数描述；

6.8、学会利用 MATLAB 进行连续系统复频域分析方法。

重点：单边拉普拉斯变换及其基本性质和拉普拉斯反变换；连续 LTI 系统完全响应的复频域求解；系统函数及其与系统特性（冲激响应、频率响应、因果性、稳定性）的关系；连续 LTI 系统的模拟框图。

难点：系统函数、系统零极点分布图与系统频率响应的关系。

教学方式：课堂讲授 8 学时，实验教学 2 学时。

## 五、实验内容

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备常用的 Matlab 软件工具；要求学生学会 Matlab 语法、基本编程、数据可视化；学会 Matlab 环境下进行典型信号及系统的描述、时域分析、频域分析、复频域分析；学会针对典型工程实例运用信号与系统理论进行问题分析和探究的能力。

### 实验一 信号的时域分析（2 学时）

实验要求：



- 1、可利用 Matlab 进行信号的描述，熟悉典型信号的特点；
- 2、理解并学会 Matlab 进行信号基本运算的方法。

实验内容：

在 Matlab 环境下进行典型信号表述、特征分析、信号的基本运算。

### 实验二 系统的时域分析（2 学时）

实验要求：

- 1、学会利用 Matlab 进行连续 LTI 系统的时域分析方法；
- 2、加深理解连续系统响应的求解方法及物理意义；
- 3、学会求解和分析系统单位冲激响应、单位阶跃响应的方法。

实验内容：

在 Matlab 环境下进行连续 LTI 系统描述、响应求解、单位冲激响应、单位阶跃响应分析。

### 实验三 信号的频域分析（2 学时）

实验要求：

- 1、学会利用 Matlab 进行信号频谱分析的方法；
- 2、理解连续周期、连续非周期信号的频谱特点；
- 3、理解信号调制的数学、物理概念；
- 4、学会信号时域分析的工程应用方法。

实验内容：

典型连续周期和连续非周期信号的频谱分析、信号调制解调中信号的频谱分析。

### 实验四 系统的频域、复频域分析（2 学时）

实验要求：

- 1、理解和熟悉连续系统的系统函数概念；
- 2、理解系统函数零极点分布与其频率特性的关系；
- 3、理解和熟悉滤波器系统对不同频率信号的处理机制；
- 4、学会 Matlab 进行系统频域、复频域分析的方法。

实验内容：

连续 LTI 系统零极点分布及响应分析、滤波器特性分析及对信号的处理。

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 信号与系统分析导论	3	0	3
2 信号的时域分析	5	2	7
3 系统的时域分析	6	2	8
4 信号的频域分析	10	2	12
5 系统的频域分析	8	0	8
6 连续时间信号与系统的复频域分析	8	2	10
合计	40	8	48

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、陈后金，《信号与系统》，北京高等教育出版社，2007 年。
- 2、HaykinS,Veen B V,《Signals and Systems.影印版》，北京电子工业出版社，2003 年。
- 3、Edward W. Kamen, Bonnie S. Heck,《Fundamentals of Signals and Systems Using MATLAB.Prentice-Hall International》，Inc. 1997。
- 4、A.V.Oppenheim,《Signals and Systems.影印版》，北京：清华大学出版社，中译本，刘树棠译，西安交通大学出版社。
- 5、Simon H.,Barry V.V,《Signals and Systems》，John Wiley & Sons,Inc, 1999。
- 6、陈后金等，《信号分析与处理实验》，北京高等教育出版社，2006 年。
- 7、郑君里，应启珩等，《信号与系统 . 第 2 版》，北京高等教育出版社，2000。
- 8、管致中，孟桥等，《信号与线性系统 . 第 4 版》，北京高等教育出版社，2004。
- 9、吴大正等，《信号与线性系统分析 . 第 3 版》，北京高等教育出版社，2005。
- 10、吴湘淇等，《信号、系统与信号处理 ( 上 ). 第 2 版》，北京电子工业出版社，1999。
- 11、吴湘淇等，《信号、系统与信号处理——软硬件实现》，北京电子工业出版社，2002。
- 12、陈后金，胡健等，《信号与系统学习指导及题解》，北京高等教育出版社，2008。
- 13、视频资源：麻省理工学院：信号与系统：模拟与数字信号处理（视频来源：网易公开课）

## 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、考核目标：在考核学生对信号与系统的基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生对信号与系统的时域、频域、复频域分析方法的综合应用能力。
- 2、考核方式：作业、实验、综合性报告、考试
- 3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	作业	实验	综合性报告	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.08	0.18	0.29	0.45
支撑材料	作业评价标准、作业评分登记表	课内实验评价标准，实验课堂记录记录，典型实验报告（可以提交电子版）	综合性报告评价标准，综合性报告评分登记表，典型综合性报告	试题评分标准，试卷，

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

### 1、测控技术及仪器专业

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、工程基础和专业等多方面的知识。	#		
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到测控技术与仪器专业复杂工程问题的解决中。	#		
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。		#	
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识和原理分析判断问题识别和表达结论的有效性；		#	
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。			#

### 2、电子科学与技术专业

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#		
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。	#		
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。		#	
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识分析判断结论的有效性；		#	

3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。			#
------------	---	---	--	--	---

### 3、微电子科学与工程专业

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、工程基础和专业等多方面的知识。	#		
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到微电子科学与工程专业复杂工程问题的解决中。	#		
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。		#	
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识和原理分析判断问题识别和表达结论的有效性；		#	
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的器件、电路和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。			#

注：

目标 1：能够运用微分方程时域求解、傅里叶变换、拉普拉斯变换等数学方法进行信号与系统特性分析，并能应用信号与系统采用时域、频域、复频域方法对测控技术及仪器专业、电子科学与技术专业、微电子科学与工程专业工程问题进行分析；（支撑毕业要求 1）

目标 2：能够构建典型工程问题分析的物理建模、模型数学分析求解、数学解工程意义解释基本思路和方法，并能明确工程物理信号特性，探究系统的特性及对信号的处理作用，建立信号与系统中时频域性能参数间的内在联系关系；（支撑毕业要求 2）

目标 3：能够应用信号与系统理论和计算机工具，针对工程问题进行解决方案的设计规划、关键时频域性能表征及解算，并能够针对方案进行优化选择，具备运用信号与系统理论解决典型工程问题的能力。（支撑毕业要求 3）

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$				各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		作业	实验	综合性报告	期末考试	作业	实验	综合性报告	期末考试

1) 能够运用微分方程时域求解、傅里叶变换、拉普拉斯变换等数学方法进行信号与系统特性分析,并能应用信号与系统采用时域、频域、复频域方法对测控技术及仪器专业、电子科学与技术专业、微电子科学与工程专业工程问题进行分析; (支撑毕业要求1)	<b>0.4</b>	<b>0.1</b>	<b>0.15</b>	<b>0.15</b>	<b>0.6</b>	0.04	0.06	0.06	0.24
2) 能够构建典型工程问题分析的物理建模、模型数学分析求解、数学解工程意义解释基本思路和方法,并能明确工程物理信号特性,探究系统的特性及对信号的处理作用,建立信号与系统中时频域性能参数间的内在联系关系; (支撑毕业要求2)	<b>0.3</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.5</b>	<b>0.2</b>	0.03	0.06	0.15	0.06
3) 能够应用信号与系统理论和计算机工具,针对工程问题进行解决方案的设计规划、关键时频域性能表征及解算,并能够针对方案进行优化选择,具备运用信号与系统理论解决典型工程问题的能力。(支撑毕业要求3)	<b>0.3</b>	<b>0</b>	<b>0.2</b>	<b>0.6</b>	<b>0.2</b>	0	0.06	0.18	0.06
各环节对课程目标达成的贡献率 (M <sub>k</sub> )						0.07	0.18	0.39	0.36

采用达成值算法,辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配,采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式:

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中:

$k$  表示不同的评价方式,  $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分,均为百分制;

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比;

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比;

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

#### 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足,在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因,并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议,在授课计划中做好落实改进计划,并在授课过程中予以落实。

# 《数字信号处理》教学大纲

课程编号：B02060012

课程名称：数字信号处理

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32 (实验 4 学时)

学 分：2

适用专业：测控技术与仪器、电子科学与技术

先修课程：高等数学、线性代数、电子技术基础、复变函数、软件技术基础、信号与系统

大纲执笔人：张志杰

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是测控技术与仪器专业、电子科学与技术专业等相关专业的一门必修专业基础课。随着现代科学技术的发展，数字信号处理理论和技术在科学和工程技术领域广泛应用。《数字信号处理》主要研究数字信号处理的基本概念、基本原理和基本分析方法，培养学生的自学能力、分析问题和解决问题的能力，为进一步学习专业课及以后从事科学研究和相关工程技术打下一定的基础。

## 二、课程目标

教学目标：

通过本课程的学习，学生可了解数字信号处理的学科概貌，发展现状及其在测控技术与仪器中的应用；使学生熟悉 Z 变换的基本概念和差分方程的求解方法；理解离散傅里叶变换（DFT）的基本概念、性质、应用和典型快速傅里叶变换（FFT）算法；熟悉数字滤波器的基本结构，学会无限长单位脉冲响应（IIR）滤波器和有限长单位脉冲响应（FIR）滤波器的主要设计方法和性能分析。培养学生利用所学知识分析和解决工程实际问题的能力。

1) 系统地学习与测控技术与仪器专业、电子科学与技术专业相关的离散时间系统、Z 变换和离散傅立叶变换（包括快速傅立叶变换）、数字滤波器的基础知识，并能够将这些知识运用到仪器类测控系统工程问题的解决中；（支撑毕业要求 1）

2) 能够应用离散傅立叶变换（包括快速傅立叶变换）对测控系统与仪器专业的测控系统进行分解，识别被测量信号的频谱和关键参数，并能够运用无失真传输原理判断测控系统中信号传输的有效性；（支撑毕业要求 2）

3) 针对测控系统与仪器专业的测控系统中的滤波问题，设计相应的数字低通、高通、带通和带阻滤波器，并能够对设计方案进行优化。（支撑毕业要求 3）

### 三、基本要求

1、本课程为专业基础课，要求学生先修高等数学、线性代数、电子技术基础、复变函数、信号与系统等课程，以具备数字信号处理理论的基础知识。

2、本课程要求具备一定的软件技术基础，在基本方法和算法理解的基础上，能够运用软件平台进行仿真和处理。

### 四、教学内容和教学方法

本课程主要讲授的内容包括： $Z$ 变换、离散傅里叶变换及其快速算法、数字滤波器的基本结构及 IIR 和 FIR 数字滤波器设计方法。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

深度和广度说明：对数字信号处理涉及的  $Z$  变换和差分方程等的计算要熟悉，重点讲授快速傅里叶变换算法、IIR 和 FIR 数字滤波器设计方法。

教学方法：运用启发式、课堂提问、课堂演示等手段讲解数字信号处理的基本理论、算法与一些工程实际应用，提高学生学习的主动性，激发学生学习的兴趣和求知的欲望。

#### 1 绪论（1 学时）

1.1、学习数字信号处理的研究对象；

1.2、学习数字信号处理系统的基本组成和特点；

重点：数字信号处理的学科概貌。

教学方式：课堂讲授 1 学时。

#### 2Z 变换（3 学时）

2.1、 $Z$  变换的定义；

2.2、 $Z$  反变换；

2.3、 $Z$  变换的基本性质；

2.4、离散系统的系统函数，频率响应。

重点： $Z$  变换和  $Z$  反变换的概念、性质。

难点：系统的频率响应。

教学方式：课堂讲授 3 学时。



### 3 离散傅里叶变换 (5 学时)

- 3.1、学习离散傅里叶变换的作用；
- 3.2、傅里叶变换的几种形式；
- 3.3、离散傅里叶变换；
- 3.4、学习离散傅里叶变换的性质；
- 3.5、抽样 Z 变换；
- 3.6、DFT 对连续时间信号的逼近。

重点：傅里叶变换的四种形式，离散傅里叶变换的概念。

难点：抽样 Z 变换。

教学方式：课堂讲授 5 学时。

### 4 快速傅立叶变换 (5 学时)

- 4.1、学习快速傅里叶变换的意义；
- 4.2、学习直接计算 DFT 的问题及改进途径；
- 4.3、按时间抽样的 FFT 算法；
- 4.4、按频率抽样的 FFT 算法。

重点：基 2FFT 算法原理。

难点：FFT 算法的应用。

教学方式：课堂讲授和演示相结合，5 学时。

### 5 数字滤波器的基本结构 (2 学时)

- 5.1、学习数字滤波器结构的表示方法；
- 5.2、无限长单位冲激响应 (IIR) 滤波器的基本结构；
- 5.3、有限长单位冲激响应 (FIR) 滤波器的基本结构。

重点：滤波器的正准型结构，高阶滤波器的级联、并联分解。

难点：IIR 滤波器和 FIR 滤波器的特点。

教学方式：课堂讲授 2 学时。

### 6 IIR 数字滤波器设计方法 (7 学时)

- 6.1、学习滤波器的概念和意义；
- 6.2、由模拟滤波器设计 IIR 数字滤波器；
- 6.3、冲激响应不变法；
- 6.4、阶跃响应不变法；
- 6.5、双线性变换法；
- 6.6、模拟低通滤波器特性。

重点：IIR 滤波器的设计思路和方法，双线性变换设计法。

难点：四种典型滤波器和模拟低通滤波器之间的转换。

教学方式：课堂讲授和演示相结合，7 学时。

#### 7 FIR 数字滤波器设计方法（5 学时）

7.1、IIR 数字滤波器和 FIR 数字滤波器的比较；

7.2、线性相位 FIR 滤波器的特点；

7.3、窗函数设计法。

重点：FIR 滤波器的窗函数设计法。

难点：相位 FIR 滤波器的特点。

教学方式：课堂讲授 5 学时。

## 五、实验内容

实验环节主要是在 Matlab 软件环境下上机操作，4 学时。

### 实验一 Z 变换与快速傅里叶变换（1 学时）

实验目的：

1、通过本实验熟悉 Z 变换在离散时间系统分析中的地位和作用；

2、能够使用有关离散系统分析的 MATLAB 调用函数及格式，以深入理解离散时间系统的频率特性；

3、通过本实验进一步加深对快速傅里叶变换的理解，学会运用 `fft,ifft`。

实验内容：

进行如下上机实验：

1、对于一个给定的离散线性时不变系统，绘制系统的极零图，仿真计算单位抽样响应，频率响应；

2、基 2 快速傅里叶变换。

### 实验二 无限长冲击响应（IIR）数字滤波器设计（1.5 学时）

实验目的：

1、学习 IIR 数字滤波器的设计原理、设计方法和设计步骤；

2、能根据给定的滤波器指标进行 IIR 数字滤波器设计。

实验内容：

1、将数字滤波器的技术指标转换为模拟滤波器的技术指标；

2、设计模拟滤波器  $G(S)$ ；

3、将  $G(S)$  转换成数字滤波器  $H(Z)$ 。

### 实验三 有限长冲击响应（FIR）数字滤波器设计（1.5 学时）

实验目的：

1、学习 FIR 数字滤波器设计原理、设计方法和设计步骤；

- 2、用窗函数法设计 FIR 数字滤波器的原理和方法；
- 3、能根据给定的滤波器指标进行 FIR 数字滤波器设计。

实验内容：

- 1、给定理想频响函数  $H_d(e^{j\omega})$ ；
- 2、根据指标选择窗函数。确定窗函数类型的主要依据是过度带宽和阻带最小衰耗的指标；
- 3、用窗函数法建立系统的频响。

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	1	0	1
2 Z 变换	3	0	3
3 离散傅里叶变换	5	0	5
4 快速傅立叶变换	5	1	6
5 数字滤波器的基本结构	2	0	2
6 IIR 数字滤波器设计方法	7	1.5	8.5
7 FIR 数字滤波器设计方法	5	1.5	6.5
合计	28	4	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、程佩青主编，《数字信号处理》，清华大学出版社（第四版）；
- 2、胡广书主编，《数字信号理论、算法与实现》，清华大学出版社；
- 3、A.V.Oppenheim ，《Digital Signal Processing》，1975，中译本有多种。
- 4、视频材料：数字信号处理（网易公开课），讲师： Martin Vetterli, Paolo Prandoni；  
网址：<http://c.open.163.com/coursera/courseIntro.htm?cid=121>
- 5、视频材料：麻省理工学院公开课（信号与系统：模拟与数字信号处理），讲师： Alan V. Oppenheim； 网址：<http://open.163.com/special/opencourse/signals.html>

## 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、考核目标：在考核学生对数字信号处理的基本知识、基本原理和方法的基础上，重

点考核学生对快速傅里叶变换和数字滤波器设计方法的综合应用能力。

2、考核方式：作业、上机实验、课外实践与考试相结合综合评价。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	作业	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.20	0.20	0.60
支撑材料	作业评价标准、作业评分登记表（作业评价标准，典型作业拍照，或电子版）	课内实验评价标准，实验课堂记录，典型实验报告（可以提交电子版）	试题评分标准，试卷，

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

### 测控技术与仪器专业

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、仪器类工程基础和专业等多方面的知识。	#		
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到仪器类复杂工程问题的解决中。	#		
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。		#	
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识和原理分析判断结论的有效性。		#	
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。			#

### 电子科学与技术专业

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3
1、工程知识	M	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#		

		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。	#		
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征。		#	
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识分析判断结论的有效性。		#	
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流。并能够针对方案进行优化选择。			#

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) Pi	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) Wik			各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) Sik=Pi*Wik		
		作业	实验	期末考试	作业	实验	期末考试
1) 系统地学习与测控技术与仪器专业、电子科学与技术专业相关的离散时间系统、Z 变换和离散傅立叶变换(包括快速傅立叶变换)、数字滤波器的基础知识,并能够将这些知识运用到仪器类测控系统工程问题的解决中;(支撑毕业要求 1)	0.4	0.2	0.05	0.75	0.08	0.02	0.30
2) 能够应用离散傅立叶变换(包括快速傅立叶变换)对测控系统与仪器专业的测控系统进行分解,识别被测量信号的频谱和关键参数,并能够运用无失真传输原理判断测控系统中信号传输的有效性;(支撑毕业要求 2)	0.3	0.2	0.3	0.5	0.06	0.09	0.15
3) 针对测控系统与仪器专业的测控系统中的滤波问题,设计相应的数字低通、高通、带通和带阻滤波器,并能够对设计方案进行优化。(支撑毕业要求 3)	0.3	0.2	0.3	0.5	0.06	0.09	0.15
各环节对课程目标达成的贡献率 (Mk)					0.20	0.20	0.60

采用达成值计算法,辅以对学生的问卷调查法。

达成值计算法结合上表权重分配,采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《误差理论与数据处理》教学大纲

课程编号：B02060102

课程名称：误差理论与数据处理

开课单位：仪器与电子学院

总学时：40

学分：2.5

适用专业：测控技术与仪器

先修课程：高等数学、概率与数理统计、线性代数

大纲执笔人：王文廉

大纲编写（修订）时间：2017年9月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

误差理论是对测量进行科学评价的理论，还能指导工程人员对测量过程做出最佳的方案。本课程为测控技术与仪器的专业基础课，是工程测试及系统设计、仪器设计、仪器应用类课程的重要基础和支撑课程。通过本课程使学生学会误差的处理方法、建立测量精度与不确定度的概念，在后续专业课的学习中能够有误差分析的意识。在以后的实际工作中能应用本课程的基本概念与方法，对测量结果做出正确分析处理，从而具备从事精确测试、测量的工作能力。

## 二、课程目标

- 1) 通过本课程的学习，学生应学会误差分析与处理、测量不确定度和精度的相关理论。  
(支撑毕业要求 1)
- 2) 能够分析测量仪器和测量过程所产生的误差源的一般方法。(支撑毕业要求 1、2)
- 3) 可对测量结果进行误差处理，分析不确定度；可利用最小二乘法进行数据处理，对系统回归分析。(支撑毕业要求 2、4)
- 4) 根据误差理论设计最佳的测量方案，对测量仪器和测量过程进行最优选择及设计。  
(支撑毕业要求 3、4)

## 三、基本要求

1、本课程为专业基础课，要求先修高等数学、概率与数理统计、线性代数课程，在教学中应注重将概率论的知识应用到误差分析与处理中，对概率论中的数学概念引申到误差理论中，使学生不仅具有数学的概念，也建立误差及工程应用的概念。

2、作为测控技术与仪器专业的专业基础课程，在讲授过程中应结合本课程的专业知识理解误差、精度等概念，为学生的综合应用提供帮助。

3、本课程具有严格的理论，也具有工程应用的特征。应要求学生对实际的测量过程和结果进行误差的分析，不能脱离实际的测量过程学习。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：随机误差的处理方法、系统误差的发现、粗大误差的判断准则；误差的合成、不确定度的报告、最小二乘法处理及回归分析等。其中误差的基本性质与处理、误差的合成与分配和测量不确定度为误差理论及处理内容，而最小二乘法及回归分析是误差理论下的数据处理方法。

深度和广度说明：对测量结果及测量可靠性的概念要深入讲解，让学生建立测量结果精度的概念；对误差与不确定度的异同点要清楚；理解最小二乘法和回归分析的误差本质。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

##### 1 绪论（2 学时）

1.1、测量概论。

1.2、误差的基本概念。

1.3、有效数字与近似计算。

难点：精度与误差的关系。

重点：误差的分类及特征，为后续学习建立概念基础。

##### 2 误差的基本性质与处理（10 学时）

2.1、随机误差及其特征；算术平均值、标准差和极限误差的计算方法；理解算术平均值、标准差和极限误差在随机误差处理中的意义；理解不等精度测量，以及不等精度测量数据的处理方法。

2.2、系统误差及其特征；学会系统误差发现的方法；学习系统误差的减小和消除方法。

2.3、粗大误差的防止与消除方法；学会粗大误差的判别准则。



2.4、基于三类误差的测量结果数据处理方法。

难点：不等精度测量下的误差处理；系统误差的消除方法。

重点：随机误差的处理、系统误差的发现及粗大误差的判断。

### 3 误差的合成与分配（6 学时）

3.1、函数误差及误差间的相关关系；学会函数系统误差和函数随机误差的计算方法。

3.2、随机误差的合成方法；按标准差和极限误差合成随机误差的计算方法。

3.3、系统误差的合成方法；已定系统误差和未定系统误差合成的计算方法。

3.4、系统误差与随机误差的合成。

3.5、误差的分配概念；误差分配的原则和步骤。

3.6、微小误差的含义，微小误差的取舍准则。

3.7、最佳测量方案确定的方法。

难点：未定系统误差的合成方法。

重点：两类误差的合成公式及应用，误差分配的步骤。

### 4 测量不确定度（6 学时）

4.1、测量不确定度的含义；测量不确定度与误差的区别。

4.2、标准不确定度的评定方法；自由度的计算方法。

4.3、测量不确定度的合成方法，展伸不确定度。

4.4、测量不确定度的计算方法；不同测量实例的处理方法。

难点：不确定度的来源分析。

重点：不确定度的评定方法，不确定度合成及自由度计算。

### 5 线性参数的最小二乘法处理（6 学时）

5.1、最小二乘法原理；最小二乘法用到的矩阵知识。

5.2、正规方程的含义；线性参数最小二乘法处理的正规方程计算；不等精度下的线性参数最小二乘法处理的正规方程计算方法。

5.3、最小二乘法估计量的精度估计。

5.4、组合测量的最小二乘法处理方法。

难点：最小二乘法估计值的精度估计。

重点：建立正规方程，计算最佳估计值的精度。

### 6 回归分析（6 学时）

6.1、回归分析的基本概念；回归分析与最小二乘法的关系。

6.2、一元线性回归；学会一元线性回归的方程的计算。学习回归方程的方差分析和显著性检验。

6.3、学习一元非线性回归，多元线性回归。

难点：回归方程的显著性检验。

重点：回归分析与最小二乘法的区别与联系，应用最小二乘法进行回归分析。

#### 7 基于软件的误差处理（4 学时）

7.1、学习一种数据处理软件(MatLAB 等)。

7.2、利用软件对测量结果进行误差和精度分析。

7.3、利用软件对实验数据进行拟合处理，根据测试应用进行处理(如传感器标定)。

难点：对一种实际的测量过程及结果分析，与误差分析方法相联系。

重点：利用软件分析处理实际的测量数据。

### 五、实验内容

无

### 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学	实验（学	小计
1 绪论	2		2
2 误差的基本性质与处理	10		10
3 误差的合成与分配	6		6
4 测量不确定度	6		6
5 线性参数的最小二乘法	6		6
6 回归分析	6		6
7 基于软件的误差处理	4		4
合 计	40		40

### 七、教材、补充教材及参考资料

1、费业泰，《误差理论与数据处理》第7版，ISBN:97871111495246，机械工业出版社，2015

2、费业泰，《误差理论与数据处理》第6版，ISBN:9787111297871，机械工业出版社，2010

3、丁振良，《误差理论与数据处理》ISBN:9787560349954，哈尔滨工业大学出版社，2015

4、袁有臣，《误差理论与测试信号处理》ISBN:9787122128980，化学工业出版社，2012

5、钱政、贾果欣，《误差理论与数据处理》 ISBN:9787030368706，科学出版社，2013

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对误差性质基本知识和基本处理方法的基础上，重点考核学生的误差分析、计算、测量最佳方案和回归分析等内容。

2、考核方式：考试及课堂情况。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.30	0.70
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	试题评分标准，试卷

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3	目标4
1、工程知识	M	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、仪器类工程基础和专业等多方面的知识。	#			
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到仪器类复杂工程问题的解决中。		#		
2、问题分析	M	指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。		#		
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识和原理分析判断结论的有效性；			#	
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。			#	
	L	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能				#

3、设计 开发解 决方案		够针对方案进行优化选择。				
		指标点 3-2 非技术因素：能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下，对设计方案的可行性进行研究				#
4、研究	M	指标点 4-1 研究分析能力：了解测控技术与仪器专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。				#
		指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；				#
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，并对误差来源和影响进行分析，得到有效结论。				#

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识 面比 例 (本 列总 和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$		各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{jk}=P_i*W_{ik}$	
		课堂 情况	期末 考试	课堂 情况	期末 考试
1) 通过本课程的学习，学生应学会误差分析与处理、测量不确定度和精度的相关理论；（支撑毕业要求 1）	0.3	0.3	0.7	0.09	0.21
2) 学会分析测量仪器和测量过程所产生的误差源；（支撑毕业要求 1、2）	0.3	0.3	0.7	0.09	0.21
3) 学会对测量结果进行误差的处理，给出测量结果和测量精度；（支撑毕业要求 2、4）	0.3	0.3	0.7	0.09	0.21
4) 根据误差理论设计最佳的测量方案，对测量仪器和测量过程进行最优选择及设计。（支撑毕业要求 3、4）	0.1	0.3	0.7	0.03	0.07
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )				0.3	0.7

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《光测技术》教学大纲

课程编号：B03060156

课程名称：光测技术

开课单位：仪器与电子学院

总学时：40（实验8学时）

学 分：2.5

适用专业：测控技术与仪器

先修课程：高等数学、大学物理

大纲执笔人：孟立凡、张志东

大纲编写（修订）时间：2017年9月

## 一、课程在培养方案中地位、作用

本课程是一门以光学基本原理为根据的仪器与仪表专业必修课，是测控技术与仪器专业的主干课程，是一门实验性很强，理论密切联系实际的技术基础课，是现代传感器技术与测控技术的重要技术基础。通过本科程的理论学习，结合实验，可使学生理解光的各种特性，可利用光的各种特性解决测控实际工程中的问题。

## 二、课程目标

1) 学习光学测试技术涉及的基础理论和相应的应用技术，在今后测控技术工程中会运用基本的光学测试技术分析解决具体问题；（支撑毕业要求 1、2、3）

2) 在知识结构方面形成光、机、电结合，使学生理解现代科技多学科交叉渗透的特点，开阔思路，激发培养学生的探索和创新意识，增强对测控技术与仪器专业复杂工程问题解决的适用性及实验设计能力；（支撑毕业要求 1、2、3）

3) 学生能把光学技术应用于测控系统组建、相关仪器的设计及实验结果数据处理；（支撑毕业要求 1、2、3）

4) 培养学生以光、机、电知识结合的思维模式，会对测控复杂工程问题进行分析、预测与模拟的科研和生产实践的基本技能。（支撑毕业要求 2、3）

## 三、基本要求

1、本课程为专业技术基础课，要求先修高等数学、大学物理课程，在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，培养学生建立光学特性与测控技术相结合解决工程问题的技能。

2、通过习题练习，实验教学，结合经典的实例，使学生理解应用光学与物理光学的特

性。

3、结合课堂所传授知识，学生的课外作业通过网上查新，学会应用光学及物理光学的知识在测试技术中应用的方法。

4、培养学生具有把光学测试技术与实际测控技术相结合应用的思维能力。

#### 四、教学内容和教学方法

教学内容：本课程重点讲授的内容包括：几何光学的基本定律、近轴光在单球面上的成像、薄透镜成像、光波的数学描述与光波迭加、菲涅尔公式、振幅分割的干涉、光的时间相干、空间相干、光波衍射的基本理论及其应用、偏振效应；起偏与检测及其应用。

教学方法：

1) 讲授法：采用板书、PPT 加多媒体，加启发式教学，解释概念、论证原理和阐明规律。

2) 讨论法：分成小组围绕光学特性与应用中心问题，通过网上查新，讨论，通过发表各自意见和看法，共同研讨，相互启发，集思广益，相互提高。

3) 实验、练习法：通过实验让学生观察这些光特性变化，验证知识，从中获得新的启发，通过练习，巩固所学的基本原理和规律。

#### 绪论（2 学时）

学习光学发展简史。

#### 1 几何光学基础（8 学时）

1.1、几何光学的基本定律；（重点）

1.2、近轴光在单球面上的成像；（重点）

1.3、薄透镜成像；（重点、难点）

1.4、学习共轴球面系统的成像，学会应用物像距公式设计简单光学系统；（难点）

1.5、学习几何光学仪器：在分析照相、望远、显微系统的基础上，会设计简单的望远镜和显微镜光学系统。

#### 2 光源和探测器（2 学时）

2.1、学习辐射度学与光度学，应用光度学科学进行光学测试数据计算；

2.2、通过各种光源用途及特点的学习，学会在不同的用途对光源合理选择；

2.3、学习探测器（一），学会应用外光电效应元器件解决光探测问题；

2.4、学习探测器（二），学会应用内光电效应元器件解决光探测问题。

### 3 光波特性和应用（4 学时）

3.1、光波与电磁波、麦克斯韦电磁方程；

3.2、光波的数学描述与光波迭加；（重点）

3.3、理解光在各向同性介质中的反射和折射原理；

3.4、菲涅尔公式；（难点）

3.5、反射率和透射率。

### 4 光的干涉及其应用（5 学时）

4.1、重点振幅分割的干涉；

4.2、光源的相干性；

4.3、光的时间相干、空间相干；（重点）

4.4、干涉度量技术及装置（一）；

4.5、干涉度量技术及装置（二）。

### 5 光的衍射及其应用（5 学时）

5.1、光波衍射的基本理论；

5.2、单缝衍射及其应用。（重点）

### 6 光的偏振及应用（6 学时）

6.1、偏振效应：起偏与检测；

6.2、晶体的双折射；

6.3、光的偏振及应用。（重点）

## 五、实验内容

### 实验一 几何光学实验（2 学时）

1、光学仪器的工作原理；

2、光学仪器参数的测量方法；

3、验证透镜成像公式。

### 实验二 单缝干涉衍射测细丝直径（2 学时）

1、单缝衍射原理及现象；

2、研究探讨单缝衍射用于测细丝直径的方法。

### 实验三 多缝干涉衍射实验（2 学时）



- 1、研究多缝衍射干涉现象；
- 2、研究多缝衍射干涉现象用于测光栅线距的方法。

#### 实验四 光的偏振实验（2学时）

- 1、研究光的偏振现象；
- 2、马吕斯定律。

### 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
绪论	2	0	2
1 几何光学基础	8	2	10
2 光源和探测器	2	0	2
3 光波特性	4	0	4
4 光的干涉及其应用	5	2	7
5 光的衍射及其应用	5	2	7
6 光的偏振及应用	6	2	8
合 计	32	8	40

### 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、石顺祥等主编，《物理光学与应用光学》，ISBN 9787560608501，西安电子科技大学出版社。
- 2、母国光编著，《光学(第二版)》，ISBN 9787040266481，高等教育出版社。
- 3、钟锡华译著，《现代光学基础》，ISBN 9787301064634，北京大学出版社。

### 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、考核目标：在考核学生几何光学及物理光学的基本概念基础上，重点考核学生对光学测试技术与测试工程应用的水平。
- 2、考核方式：以小组方式完成光学特性应用应用技术检索、查新、讨论完成大作业及应用报告，完成课堂讲评与答辩；实验、作业、课堂提问和随机抽查练习。
- 3、各环节考核比例及支撑材料

考察环节	课堂情况	作业	实验	期末考试

课程目标达成 的贡献率	0.09	0.08	0.13	0.70
支撑材料	课堂评价标准, 课堂提问记录或随堂考试, 结合出勤率等	作业评价标准, 典型作业拍照, 或电子版	课内实验评价标准, 实验课堂记录记录, 典型实验报告	试题评分标准, 试卷,

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业 毕业要求	成果 关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
1、工程 知识	H	指标点 1-1 知识体系: 系统地学习本专业相关的数学、自然科学、仪器类工程基础和专业等多方面的知识。	#	#		
		指标点 1-2 知识运用能力: 能将基础知识恰当地运用到仪器类复杂工程问题的解决中。	#		#	
2、问题 分析	H	指标点 2-1 问题识别: 能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解, 并识别其中的关键特征和参数。	#			
		指标点 2-2 问题表达: 能够应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达, 将工程问题转化为技术问题。		#		
		指标点 2-3 结论判断: 能够应用专业知识和原理分析判断结论的有效性;			#	
		指标点 2-4 信息获取能力: 学会文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法, 能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果, 支撑自己的方案, 并理解其差距与优势。			#	#
3、设计 开发解 决方案	M	指标点 3-1 按需设计: 能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案, 设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。	#		#	
		指标点 3-2 非技术因素: 能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下, 对设计方案的可行性进行研究			#	#
		指标点 3-3 创新意识: 积极参与各类创新活动, 在专业设计过程中能够体现创新意识;		#		

注:

目标 1: 学习光学测试技术涉及的基础理论和相应的应用技术, 在今后测控技术工程中可以运用基本的光学测试技术分析解决具体问题; (支撑毕业要求 1、2、3)

目标 2: 在知识结构方面形成光、机、电结合, 使学生理解现代科技多学科交叉渗透的特点, 开阔思路, 激发培养学生的探索和创新意识, 增强对测控技术与仪器专业复杂工程问题解决的适用性及实验设计能力; (支撑毕业要求 1、2、3)

目标 3: 培养学生把光学技术应用于测控系统组建、相关仪器的设计及实验结果数据处理; (支撑毕业要求 1、2、3)

目标 4: 培养学生以光、机、电知识结合的思维模式, 对测控复杂工程问题进行分析、预测与模拟的科研和生产实践的基本技能。 (支撑毕业要求 2、3)

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为1) $W_{ik}$				各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课堂情况	分组作业	实验	期末考试	课堂情况	分组作业	实验	期末考试
1)培养学生理解光学测试技术涉及的基础理论和相应的应用技术。(支撑毕业要求1、2)	0.6	0.10	0.10	0.10	0.70	0.06	0.06	0.06	0.42
2)在知识结构方面形成光、机、电结合,使学生了解现代科技多学科交叉渗透的特点,开阔思路,激发培养学生的探索和创新意识,增强对测控技术与仪器专业复杂工程问题解决的适用性;(支撑毕业要求1、2、3)	0.2	0.10	0.10	0.10	0.70	0.02	0.02	0.02	0.14
3)培养学生把光学技术应用于测控系统组建及相关仪器设计的技能(支撑毕业要求2、4)	0.1	0.10		0.2	0.70	0.01		0.02	0.07
4)培养学生以光、机、电知识结合的思维模式,对测控复杂工程问题进行分析、预测与模拟的科研和生产实践的基本技能。(支撑毕业要求3、4)	0.1			0.3	0.70			0.03	0.07
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )						0.09	0.08	0.13	0.70

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

采用达成值算法,辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配,采用下表进行计算。大于0.60为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式:

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中:

$k$ 表示不同的评价方式, $i$ 表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《光电子技术基础》教学大纲

课程编号：B02060205

课程名称：光电子技术基础

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32

学 分：2

适用专业：电子科学与技术

先修课程：大学物理

大纲执笔人：贾平岗、董和磊

大纲编写（修订）时间：2017年9月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是电子科学与技术专业的光电子技术及应用方向的基础课程。光电子技术是由电子技术和光子技术互相渗透、优势结合而产生的，已经成为电子科学与技术的一个极为重要的组成部分。该课程以学生学会光电子技术的基本概念、基本原理和基础理论为目的，使学生对光电子技术的全貌有基本的了解，是学生进一步学习《激光原理与技术》、《光纤技术及应用》、《光电探测技术》以及《大型光学仪器应用》相关课程的基础。同时为学生今后从事光通信、光信息处理、光传感等光电子技术方面的研究和工作提供必要的基础知识。

## 二、课程目标

- 1) 通过本课程的学习，培养学生运用光电子技术相关知识解决有关工程问题，知晓光电子技术在各个领域的应用及新成果；（支撑毕业要求 1、2）
- 2) 学会利用光学基础知识与光场传播规律分析光电子学的基本理论；（支撑毕业要求 1）
- 3) 熟知各种光电子器件的原理和功能，提出利用光电子器件解决工程问题的思路 and 方案；（支撑毕业要求 2）
- 4) 能够利用所学知识，优化光电子系统设计，为今后从事光电子技术方面的研究和开发工作打下基础。（支撑毕业要求 1、2）

## 三、基本要求

- 1、本课程为专业教育课程，要求先修大学物理，在教学中应注重基本概念、基本原理以及基础理论的传授，并辅以光电子学各研究内容相关应用领域及其发展动态等知识讲解。
- 2、根据光电子器件的功能，知识点涵盖光的产生、传输、调制、光电探测、光电显示、

光存储等方面的重点内容，体现光电子技术的全貌，全面反应光电子系统中各个环节有关的知识。

3、要求每一章内容自成体系，从基本原理入手，系统诠释基本概念、基本知识、基本理论和相关技术。

4、课程内容应加入一些近年光电子技术领域的研究和应用成果，将新相关科研成果融合在教学过程之中，拓宽学生的视野，启发学生对创新的思考。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：光的基本属性、光源以及激光原理、光波导理论、光调制的物理基础和扫描、光电探测与成像技术、光电显示技术以及光电子技术应用等。

深度和广度说明：本课程立足于光电子学涉及到的基本概念、基本原理和基础理论的传授。从数学和物理基础出发，使学生学会光电子技术的基础理论，熟知光源、光波导、光调制器件、光探测和成像器件、光显示等技术的原理，以及光电子技术的相关应用。

在教学过程中，突出本课程的地位、作用与特色，对于与其它课程交叉部分的内容，要分工明确，注意采用课堂讲授、讨论、多媒体教学相结合的教学方式，增加学生的学习兴趣。

##### 1 绪论（1 学时）

- 1.1、知晓光电子技术及其发展历史沿革；
- 1.2、知晓光电子系统构成；
- 1.3、熟知光电子器件分类及相关发展动态；
- 1.4、知晓光电子技术的应用领域；

##### 2 光学基础知识（5 学时）

- 2.1、熟知光的波粒二象性的原理；（重点）
- 2.2、了解光的电磁理论；
- 2.3、熟知麦斯韦方程组的基本含义（难点、重点）
- 2.4、学会光的传播中反射、折射、干涉及偏振的原理；

##### 3 光源（3 学时）

- 3.1、知晓热辐射和黑体辐射的概念；
- 3.2、知晓光的相关性的光子描述；
- 3.3、熟知激光的形成和基本特征；
- 3.4、学会激光产生的物理条件及其机理、谐振腔与激光的模式；（重点）
- 3.5、学会激光产生的必要条件和充分条件、粒子数反转与光放大的基本原理；（难点）

##### 4 光波导理论（6 学时）

- 4.1、知晓平面介质光波导中的光传播与导引波、消逝波、波导等概念；

- 4.2、熟知平面介质波导的射线分析理论；
- 4.3、学会平板介质波导的波动分析理论；（难点、重点）
- 4.4、熟知圆柱介质光波导（光纤）中光导波的射线光学分析理论；
- 4.4、学会光纤中光导波的物理光学分析理论；（难点、重点）
- 5 光的调制和扫描（6 学时）**
- 5.1、熟知光束的调制原理；（重点）
- 5.2、学会电光效应与电光调制的物理基础、调制器结构及其工作原理；（难点、重点）
- 5.3、学会声光效应与声光调制的物理基础、调制器结构及其工作原理；（难点、重点）
- 5.4、知晓磁光效应与磁光调制的物理基础、调制器结构及其工作原理；
- 5.5、知晓直接调制的原理；
- 5.6、知晓光束扫描技术的原理；
- 5.7、知晓空间光调制器的原理；
- 6 光电探测（3 学时）**
- 6.1、学会光电探测的基本物理效应的物理效应，理解光辐射的探测原理；（重点）
- 6.2、知晓几种光电探测器件结构原理，特性参数以及应用；
- 6.3、知晓光电成像系统的概念和基本特性；
- 6.4、学会几种光电成像器件的原理；（重点）
- 7 光电显示（4 学时）**
- 7.1、知晓电光转换现象与图像显示器件；
- 7.2、知晓阴极射线和液晶显示原理；
- 7.3、学会发光二极管和有机电致发光显示器的原理；（重点）
- 7.4、熟知等离子体显示原理；
- 7.5、知晓其他新型显示技术；
- 8 光电子技术应用（4 学时）**
- 8.1、知晓光盘存储的原理和应用；
- 8.2、知晓激光加工技术的原理和应用；
- 8.3、知晓全息技术的相关应用；
- 8.4、知晓激光医学的相关应用；
- 8.5、知晓红外成像技术的相关应用。

## 五、实验内容

无

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	1		1
2 光学基础知识	5		5
3 光源	3		3
4 光波导理论	6		6
5 光的调制和扫描	6		6
6 光的探测和成像	3		3
7 光的显示	4		4
8 光电子技术应用	4		4
小计	32		32

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、谭保华主编，《光电子技术基础》，ISBN 9787121217821，电子工业出版社。
- 2、朱京平主编，《光电子技术基础》(第二版)，ISBN 9787030226235，科学出版社。
- 3、周自刚等编著，《光电子技术基础》，ISBN 9787121246395，电子工业出版社。
- 4、韩晓冰主编，《光电子技术基础》，ISBN 9787560629551，西安电子科技大学出版社。

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对光电子技术基本知识、基本原理的基础上，重点考核学生对光电子器件的性能和功能的理解程度。

2、考核方式：考试、作业及课堂提问。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.20	0.20	0.60



支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	试题评分标准，试卷，
------	---------------------------	--------------------	------------

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3	目标4
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#			
		指标点 1-2 活学活用：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。		#		#
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别与表达：能识别和判断电子类复杂工程问题的关键环节和参数，将工程问题转化为技术问题，并采用合理的方式正确表达。			#	#
		指标点 2-3 结论有效：能够应用专业知识分析判断结论的有效性。				
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，并能够与自己的方案进行对比，并理解其差距与优势。	#			

注：

目标 1：通过本课程的学习，培养学生能够运用光电子技术相关知识解决有关工程问题，知晓光电子技术在各个领域的应用及新成果；

目标 2：学会利用光学基础知识与光场传播规律分析光电子学的基本理论；

目标 3：熟知各种光电子器件的原理和功能，提出利用光电子器件解决工程问题的思路和方案；

目标 4：能够利用所学知识，优化光电子系统设计，为今后从事光电子技术方面的研究和开发工作打下基础。

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$	各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$
------	-------	------------------------------------	--

	(本列 总和为 1) $P_i$	课堂 情况	作业	期末 考试	课堂 情况	作业	期末 考试
1) 通过本课程的学习, 培养学生运用光电子技术相关知识解决有关工程问题, 知晓光电子技术在各个领域的应用及新成果; (支撑毕业要求 1、2)	0.42	0.3	0.2	0.5	0.126	0.084	0.21
2) 学会利用光学基础知识与光场传播规律分析光电子学的基本理论; (支撑毕业要求 1)	0.12	0	0.3	0.7	0	0.036	0.084
3) 熟知各种光电子器件的原理和功能, 提出利用光电子器件解决工程问题的思路 and 方案; (支撑毕业要求 2)	0.36	0.2	0.2	0.6	0.072	0.072	0.216
4) 能够利用所学知识, 优化光电子系统设计, 为今后从事光电子技术方面的研究和开发工作打下基础。(支撑毕业要求 1、2)	0.1	0	0.2	0.8	0	0.02	0.08
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )					0.198	0.212	0.59

采用达成值算法, 辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配, 采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中:

$k$  表示不同的评价方式,  $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分, 均为百分制;

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比;

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比;

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比;

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足,在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因,并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议,在授课计划中做好落实改进计划,并在授课过程中予以落实。

# 《毕业设计专题》教学大纲

课程编号：B05060006K

课程名称：毕业设计专题

开课单位：仪器与电子学院

总学时：8

学 分：0.5

适用专业：测控技术与仪器、电子科学与技术、微电子科学与工程

先修课程：无

大纲执笔人：甄国涌

大纲编写（修订）时间：2017年9月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

《毕业设计专题》是对毕业设计过程进行指导的选修课程。该课程主要说明毕业设计过程、各过程中要完成的工作及如何做好每个过程。通过该课程的学习，可以使学生对毕业设计过程有较全面的认识，更好的完成毕业设计教学环节。

## 二、课程目标

通过本课程的学习，学生应获得以下几方面的知识和能力：

- 1) 了解毕业设计规范和要求；（支撑毕业要求 8）
- 2) 了解毕业设计组织管理流程；（支撑毕业要求 11）
- 3) 使学生明确各毕业设计环节工作内容、成绩占比及评分标准。（支撑毕业要求 2, 3, 5）

## 三、基本要求（含先修课程）

- 1、本课程在毕业设计开始前安排。
- 2、教师要多组织互动讨论，提高学生参与度，使学生了解如何做好毕业设计。

## 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：毕业设计的目的和意义、毕业设计过程及包含的文档及要做的工作、毕业设计选题以及任务书的构成、对于毕业设计题目进行总体设计，并学会运用先修课程中的基础理论对总体设计进行初步验证及毕业答辩组织等。

深度和广度说明：对毕业设计过程中涉及的工作内容要深入讲解，对于毕业设计所涉及的软硬件的基础工作只做简单介绍，对毕业设计如何安排、验证等尽可能做拓展讲解；毕业设计开题报告和说明书撰写要重点讲解。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

### 1 概述（2 学时）

- 1.1、毕业设计的目的及意义；
- 1.2、毕业设计过程；
- 1.3、毕业设计过程包含的文档及要做的工作。

重点：毕业设计中包含的文档。

### 2 选题及任务书（2 学时）

- 2.1、选题的内涵，选题原则；
- 2.2、沟通内容，明确设计题目合理性；
- 2.3、任务书构成。

重点：明确选题合理性

### 3 毕业设计开题（2 学时）

- 3.1、撰写开题依据原则、方法；
- 3.2、设计方案编制应包含的内容；
- 3.3、关键实验、仿真等工作的开展目的和设计方法。

重点：设计方案编制方法

难点：设计方案中技术途径

### 4 毕业设计说明书撰写、答辩（2 学时）

- 4.1、设计工作安排；
- 4.2、毕业设计说明书构成及撰写原则；
- 4.3、毕业答辩材料的组织及答辩规则。

重点：设计说明书内容及答辩

## 五、实验内容

无。

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 概述	2	0	2
2 选题及任务书	2	0	2
3 毕业设计开题	2	0	2
4 毕业设计说明书撰写、答辩	2	0	2
合计	8	0	8

## 七、教材、补充教材及参考资料

1、郑霞忠，黄正伟，《科技论文写作与文献检索》，ISBN978-7-3-7-10025-1，武汉大学出版社 2012.09。

2、怎样做文献综述 六步走向成功 <http://vdisk.weibo.com/s/ualzvM5m6bHqn>。

3、华莹，董婷，《高校学校毕业设计（论文）指导教程 电气工程类专业》，ISBN978-7-5170-3083-6，中国水利水电出版社 2015.05。

4、董锦凤，《毕业设计指导 电类》，ISBN7-5606-1480-9，西安电子科技大学出版社 2005.02。

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：学生对毕业设计规范、过程、开题报告撰写、设计说明书撰写及毕业答辩组织的认识及相关工作开展方法的掌握情况。

2、考核方式：课堂提问、报告。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	报告
课程目标达成的贡献率	0.48	0.52

支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	报告评价标准，典型作业拍照，或电子版
------	---------------------------	--------------------

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

### 1、本课程对测控技术与仪器专业的毕业要求支撑表

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。			#
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。			#
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。			#
		指标点 3-2 非技术因素：能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下，对设计方案的可行性进行分析。			#
		指标点 3-3 创新意识：积极参与各类创新活动，在专业设计过程中能够体现创新意识；			#
5、使用现代工具	L	指标点 5-3 其它手段与资源：能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具与资源，提高工作效率和效果。			#
8、职业规范	M	指标点 8-1 人文素养：具有人文社会科学素养、社会责任感。	#		
11. 项目管理	M	指标点 11-1 工程管理知识：理解并掌握工程管理与经济决策的基本原理和方法，具备工程管理的意识。		#	

### 2、本课程对电子科学与技术专业的毕业要求支撑表

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。			#
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，以模型或公式等形式说明问题特征。			#
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。			#

		指标点 3-2 非技术因素：能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下，对设计方案的可行性进行分析。			#
		指标点 3-3 创新意识：积极参与各类创新活动，在专业设计过程中能够体现创新意识；			#
5、使用现代工具	L	指标点 5-3 其它手段与资源：能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具与资源，提高工作效率和效果。			#
8、职业规范	M	指标点 8-1 人文素养：具有人文社会科学素养、社会责任感。	#		
11. 项目管理	M	指标点 11-1 工程管理知识：理解并掌握工程管理与经济决策的基本原理和方法，具备工程管理的意识。		#	

### 3、本课程对微电子科学与工程专业的毕业要求支撑表

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。			#
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。			#
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的器件、电路和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。			#
		指标点 3-2 非技术因素：能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下，对设计方案的可行性进行分析。			#
		指标点 3-3 创新意识：积极参与各类创新活动，在专业设计过程中能够体现创新意识；			#
5、使用现代工具	L	指标点 5-3 其它手段与资源：能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具与资源，提高工作效率和效果。			#
8、职业规范	M	指标点 8-1 人文素养：具有人文社会科学素养、社会责任感。	#		
11. 项目管理	M	指标点 11-1 工程管理知识：理解并掌握工程管理与经济决策的基本原理和方法，具备工程管理的意识。		#	

目标 1：了解毕业设计规范和要求；

目标 2：了解毕业设计组织管理流程；

目标 3：使学生明确各毕业设计环节工作内容、成绩占比及评分标准。



## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为1) $W_{ik}$		各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$	
		课堂情况	报告	课堂情况	报告
1) 了解毕业设计规范和要求; (支撑毕业要求8)	0.2	0.5	0.5	0.1	0.1
2) 了解毕业设计组织管理流程; (支撑毕业要求11)	0.1	1		0.1	
3) 使学生明确各毕业设计环节工作内容、成绩占比及评分标准。(支撑毕业要求2, 3, 5)	0.7	0.4	0.6	0.28	0.42
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )				0.48	0.52

采用达成值算法, 辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配, 采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式:

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中:

$k$  表示不同的评价方式,  $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分, 均为百分制;

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比;

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比;

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比;

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足,在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因,并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议,在授课计划中做好落实改进计划,并在授课过程中予以落实。

# 《传感器原理及设计》教学大纲

课程编号：B03060013

课程名称：传感器原理及设计

开课单位：仪器与电子学院

总学时：48（实验 10 学时）

学 分：3

适用专业：测控技术与仪器 电子科学与技术 微电子科学与工程

先修课程：高等数学、工程力学、工程制图基础、大学物理、模拟电子技术、数字电子技术、仪器零件设计

大纲执笔人：孟立凡

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是测控技术与仪器专业的主要专业技术课，也是电子科学与技术专业、微电子科学与工程专业的专业任选课，为了使能够全面地学习常用传感器的种类、原理及应用方法而设置的。熟悉各种传感器的原理和应用，包括传感器的特性，能够达到根据传感器应用及测试技术要求，具有合理地选择传感器的能力，组建测试系统的能力，有自己动手设计特殊用途传感器的能力，及对传感器静、动态特性的标定能力，以期能够在工程测试技术中合理选择最优测试方案。

## 二、课程目标

1) 培养学生在实际工作中能针对具体的测试对象，能够根据技术要求，在传感器应用及工程测试中组建测试系统；（支撑毕业要求 1、2、3）

2) 培养学生能够合理和正确地选用传感器的能力，以及对传感器的输出信号进行分析和处理的能力；培养学生针对特殊、复杂测试工程需求自己动手设计传感器的能力；（支撑毕业要求 1、2、3、4）

3) 培养学生对常用传感器的动静态特性分析的能力，并依据一定的实验仪器进行标定与校准的能力；（支撑毕业要求 1、2、3、4）

## 三、基本要求

本课程是在二年基础课后所设置的技术专业课之一，先修课程有：高等数学、工程力

学、工程制图基础、大学物理、模拟电子技术、数字电子技术、精密仪器零件设计等，是为了使学生能够全面地学习常用传感器的种类、原理及应用方法而设置的。

基本要求：

- 1) 传感器的基本概念（定义、分类、作用、发展方向）。
- 2) 传感器的静态特性及动态特性的含义、获取方法、分析方法。
- 3) 传感器的工作原理、结构、特性分析、测量电路、传感器设计与应用。
- 4) 传感器的静态特性标定方法、动态特性标定方法。
- 5) 具有一定的传感器设计方面的知识。

#### 四、教学内容和教学方法

教学内容：在先修的基础课基础上，本课程重点讲授的内容包括：传感器的定义、分类、作用、发展方向，静态特性、动态特性及其标定方法，弹性元件设计，应变、电容、电感、压电、压阻、热电、光电、磁敏、光导纤维等传感器原理、结构、特性分析、测量电路、传感器设计与应用等内容。

教学方法：

- 1) 讲授法：采用板书、PPT加多媒体，加启发式教学，解释概念、论证原理和阐明规律。
- 2) 讨论法：分成小组围绕传感器特性与应用问题，通过网上查询，讨论，发表各自意见和看法，共同研讨，相互启发，集思广益，相互提高。
- 3) 实验、练习法：通过实验让学生验证原理，从中获得新的启发，通过练习，巩固所学的基本原理和规律。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

##### 1 传感器概述（2学时）

- 1.1、传感器的定义及分类；
- 1.2、传感器的作用与地位；
- 1.3、学会传感器技术的发展动向。

## 2 传感器的特性及标定 (6 学时)

- 2.1、传感器的静态特性；(重点)
- 2.2、传感器的动态特性；(重点、难点)
- 2.3、传感器的标定。

## 3 传感器中的弹性敏感元件设计 (3 学时)

- 3.1、弹性敏感元件的基本特性；
- 3.2、弹性敏感元件的材料；
- 3.3、弹性敏感元件的特性参数计算。(重点)

## 4 电阻应变式传感器 (4 学时)

- 4.1、电阻应变片的工作原理 (应变效应)；(重点)
- 4.2、电阻应变片的结构、类型及参数；
- 4.3、应变片的动态响应特性；
- 4.4、学会测量电路 (1/4 桥、 1/2 桥、全桥)；(重点)
- 4.5、应变式传感器的结构设计及应用。(难点)

## 5 电容式传感器 (3 学时)

- 5.1、电容式传感器工作原理；(重点、难点)
- 5.2、电容式传感器的输出电路及等效电路；(重点)
- 5.3、影响电容传感器精度的因素及提高精度的措施；
- 5.4、电容式传感器的应用。

## 6 压电式传感器 (4 学时)

- 6.1、压电式传感器的工作原理；(重点)
- 6.2、压电元件常用结构形式；
- 6.3、压电元件的等效电路及测量电路；(难点)
- 6.4、电式加速度传感器设计及应用；
- 6.5、压电式压力传感器设计及应用。

## 7 电感式传感器 (4 学时)

- 7.1、电感式传感器工作原理；(重点)
- 7.2、差动变压器式电感传感器工作原理；(难点)
- 7.3、电涡流式传感器工作原理；(难点)
- 7.4、电感式传感器的应用。

## 8 压阻式传感器（4 学时）

- 8.1、压阻式传感器的工作原理；（重点）
- 8.2、晶向的表示方法；
- 8.3、压阻系数；
- 8.4、影响压阻系数的因素；
- 8.5、压阻式传感器的结构与设计；（难点）
- 8.6、压阻式传感器的测量电路及补偿；
- 8.7、压阻式传感器的应用。

## 9 热电式传感器（2 学时）

- 9.1、热电偶原理及应用；（重点）
- 9.2、热电阻原理及应用；
- 9.3、热敏电阻原理及应用。

## 10 光电式传感器（2 学时）

- 10.1、光电式传感器的工作原理及基本组成；（重点）
- 10.2、光电式传感器中的敏感元件；
- 10.3、光电式传感器的类型及设计；
- 10.4、光电式传感器的应用。

## 11 固态磁敏传感器（2 学时）

- 11.1、固态磁敏传感器；（重点）
- 11.2、磁敏二极管和磁敏三极管。

## 12 光导纤维传感器（2 学时）

- 12.1、光导纤维工作原理；（重点）
- 12.2、反射式光纤传感器的应用。（难点）

## 五、实验内容

### 实验一 应变式传感器静态特性试验（2 学时）

- 1、应变式传感器原理应变效应；
- 2、比较应变式传感器 1/4 桥、1/2 桥、全桥输出特点；
- 3、学习应变式传感器静态特性。

### 实验二 差动变压器式传感器试验（2 学时）

- 1、差动变压器式传感器工作原理；
- 2、通过静态位移量输入学会差动变压器式传感器静态特性的标定方法；
- 3、差动变压器式传感器用于动态振动测试的方法。

#### 实验三 电涡流传感器标定与测位移试验（2 学时）

- 1、电涡流传感器工作原理；
- 2、通过静态位移量输入学会电涡流传感器静态特性的标定方法；
- 3、电涡流传感器用于动态振动测试的方法；
- 4、区分出电涡流传感器与差动变压器式传感器测振的不同点。

#### 实验四 霍尔传感器特性标定试验（2 学时）

- 1、霍尔传感器工作原理霍尔效应；
- 2、通过静态位移量输入学习霍尔传感器工作特性；

#### 实验五 反射光纤位移传感器特性实验试验（2 学时）

- 1、反射光纤位移传感器工作原理；
- 2、通过静态位移量输入学会反射光纤位移传感器静态特性的标定方法；
- 3、反射光纤位移传感器用于动态振动测试的方法。

### 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 传感器概述	2	0	2
2 传感器的特性及标定	6	2	8
3 传感器中的弹性敏感元件设计	3	0	3
4 电阻应变式传感器	4	2	6
5 电容式传感器	3	0	3
6 压电式传感器	4	0	4
7 电感式传感器	4	2	6
8 压阻式传感器	4	0	4
9 热电式传感器	2	0	2
10 光电式传感器	2	0	2
11 固态磁敏传感器	2	2	4
12 光导纤维传感器	2	2	4
合计	38	10	48

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、孟立凡，蓝金辉主编，《传感器原理与应用（第3版）》，ISBN 9787121256875，电子工业出版社，2015。
- 2、李克杰等编著，《现代传感技术》，电子工业出版社，2005。
- 3、刘迎春等主编，《传感器原理设计与应用（第4版）》，ISBN 9787810240505，国防科技大学出版社，2006。
- 4、袁希光主编，《传感器技术手册》，ISBN 9787118004991，国防工业出版社，1985。

## 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、考核目标：在考核学生学会传感器原理及设计教学大纲的基本概念基础上，重点考核学生对传感器原理、特性基本分析方法和主要特性参量的计算及对传感器应用的学会程度。
- 2、考核方式：以小组方式完成传感器应用检索、讨论大作业及应用报告，完成课堂讲评与答辩；实验、作业、课堂提问和随机抽查练习。

### 3、各环节考核比例及支撑材料

考察环节	课堂情况	作业	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.10	0.10	0.1	0.70
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	课内实验评价标准，实验课堂记录记录，典型实验报告	试题评分标准，试卷，

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

### 1、本课程对测控技术与仪器专业毕业要求支撑关系：

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、仪器类工程基础和专业等多方面的知识。		#	



		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到仪器类复杂工程问题的解决中。	#	#	#
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对多种测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。	#		
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。			
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识和原理分析判断结论的有效性；			#
		指标点 2-4 信息获取能力：学会文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。		#	
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。	#	#	#
		指标点 3-2 非技术因素：能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下，对设计方案的可行性进行研究			
		指标点 3-3 创新意识：积极参与各类创新活动，在专业设计过程中能够体现创新意识；			
4、研究	H	指标点 4-1 研究分析能力：了解测控技术与仪器专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。			#
		指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；			#
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，并对误差来源和影响进行分析，得到有效结论。			#

2、本课程对电子科学与技术专业毕业要求支撑关系：

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。		#	
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。	#	#	#
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。	#		
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，以模型或公式等形式说明问题特征。			
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识分析判断结论的有效性；			#
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，并能够与自己的方案进行对比，并理解其差距与优势。		#	
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。	#	#	#
		指标点 3-2 非技术因素：能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下，对设计方案的可行性进行分析。			
		指标点 3-3 创新意识：积极参与各类创新活动，在专业设计过程			

		中能够体现创新意识;			
4、研究	H	指标点 4-1 研究分析能力: 了解电子科学与技术专业领域背景及经典案例, 能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法, 并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。			#
		指标点 4-2 实验设计能力: 能够基于专业理论, 根据所面对的复杂问题的特征, 选择研究路线, 设计可行的实验方案, 并选用或搭建实验装置, 开展研究;			#
		指标点 4-3 实验结果分析: 能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息, 对多因素实验结果进行关联处理, 并对误差来源和影响进行综合分析, 得到有效结论。			#

### 3、本课程对微电子科学与工程专业毕业要求支撑关系:

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系: 系统地学习本专业相关的数学、自然科学、工程基础和专业等多方面的知识。		#	
		指标点 1-2 知识运用能力: 能将基础知识恰当地运用到微电子科学与工程专业复杂工程问题的解决中。	#	#	#
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别: 能应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题进行分解, 并识别其中的关键特征和参数。	#		
		指标点 2-2 问题表达: 能够应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达, 将工程问题转化为技术问题。			
		指标点 2-3 结论判断: 能够应用专业知识和原理分析判断问题识别和表达结论的有效性;			#
		指标点 2-4 信息获取能力: 掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法, 能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果, 支撑自己的方案, 并理解其差距与优势。		#	
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计: 能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案, 设计相关的器件、电路和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。	#	#	#
		指标点 3-2 非技术因素: 能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下, 对设计方案的可行性进行分析。			
		指标点 3-3 创新意识: 积极参与各类创新活动, 在专业设计过程中能够体现创新意识;			
4、研究	H	指标点 4-1 研究分析能力: 了解微电子科学与工程专业领域背景及经典案例, 能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法, 并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。			#
		指标点 4-2 实验设计能力: 能够基于专业理论, 根据所面对的复杂问题的特征, 选择研究路线, 设计可行的实验方案, 并选用或搭建实验装置, 开展研究;		#	#
		指标点 4-3 实验结果分析: 能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息, 对多因素实验结果进行关联处理, 得到有效结论。			#

注:

目标 1: 培养学生在实际工作中能针对具体的测试对象, 能够根据技术要求, 在传感器应用及工程测试中组建测试系统;

目标 2: 培养学生能够合理和正确地选用传感器, 以及对传感器的输出信号进行处理和分析的能力; 培养学

生针对特殊、复杂测试工程需求自己动手设计传感器的能力；

目标 3：培养学生对常用传感器的动静态特性分析的能力，并依据一定的实验仪器进行标定与校准的能力。

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识 面 比 例 (本 列 总 和 为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$				各环节在课程达成中的占 比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课 堂 情 况	分 组 作 业	实 验	期 末 考 试	课 堂 情 况	分 组 作 业	实 验	期 末 考 试
1) 培养学生在实际工作中能针对具体的测试对象，在测试工程中能够根据技术要求组建测试系统能力,为以后工作打下基础。(支撑毕业要求 1、2、3)	0.6	0.10	0.10	0.10	0.70	0.06	0.06	0.06	0.42
2) 培养学生能够合理和正确的选用传感器，并对传感器的输出信号进行处理和分析能力；培养学生对于一些特殊测试工程需要，有自己动手设计传感器能力。(支撑毕业要求 1、2、3、4)	0.2	0.10	0.10	0.10	0.70	0.02	0.02	0.02	0.14
3) 培养学生具有对常用的传感器的动静态特性能够分析能力，并学会依据一定的实验仪器进行的标定与校准的知识；(支撑毕业要求 1、2、3、4)	0.2	0.10	0.10	0.10	0.70	0.02	0.02	0.02	0.14
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )						0.10	0.10	0.10	0.70

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《可编程逻辑器件应用》教学大纲

课程编号: B03060024

课程名称: 可编程逻辑器件应用

开课单位: 仪器与电子学院

总学时: 56(实验 24 学时)

学 分: 3

适用专业: 电子科学与技术, 微电子科学与工程, 测控技术及仪器

先修课程: 数字电子技术

大纲执笔人: 王红亮

大纲编写(修订)时间: 2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是一门属于硬件设计类的专业教育课程,是电路与系统方向的核心课程。可编程逻辑器件是目前数字系统设计的主要硬件基础,硬件描述语言是数字电路设计者与电子设计自动化工具之间的接口语言,是现代电子设计的基础语言,是电子设计工程师必须掌握的工具。该课程以提高学生实际工程设计能力为目的,其主要任务是讲授基于可编程逻辑器件和硬件描述语言的数字系统的设计方法和典型应用问题。通过该课程的学习使学生掌握现代电子系统设计中可编程逻辑器件和硬件描述语言的应用,使学生能够应用可编程逻辑器件和硬件描述语言来进行数字系统的设计。

## 二、课程目标

1) 通过本课程的学习,培养学生通过分析将相关工程问题转化为技术问题、并采用硬件描述语言和可编程逻辑器件进行相应的数字电路系统设计的能力;(支撑毕业要求 1、2、3、4)

2) 学会利用计算机对逻辑电路进行自动化仿真,并反馈指导对代码的改进与优化;(支撑毕业要求 2、3、4)

3) 能够使用可编程逻辑器件集成开发环境相关的软件和硬件工具;(支撑毕业要求 1、2、3、5)

4) 学生应建立硬件设计“软件化”的新设计思想,学会采用不同于传统的、全新的、自上而下的电子电路设计思路和设计方法,为以后适应电子系统发展趋势打好基础;(支撑毕业要求 12)

5) 利用分组实验环节适当培养学生团队协作能力和协调沟通能力。(支撑毕业要求 3、9、10)

### 三、基本要求

1、本课程为专业课，要求先修数字电子技术课程，在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，同时运用类比式和启发式教学，使学生掌握最重要的“并行”执行的程序设计概念，掌握相关设计方法与手段，以培养逻辑分析和设计能力。

2、教师通过 EDA 软件语言的教学，结合经典的实例，提高学生编程设计能力。

3、学生通过上机操作，掌握至少 1 种可编程逻辑器件集成开发软件的使用方法，会选择、运用 EDA 软件工具来设计实际电子电路，经过课后适当的实用锻炼，掌握电子电路自动化设计技巧。

4、利用软件手段来设计硬件电路，许多软件逻辑的设计与实际物理电路密切相关，因此应重点培养学生实际操作、灵活运用知识的能力，把理论知识运用到实际设计中去的技能。

5、本课程是一门实践性很强的课程，要求学生通过实验环节把所学的内容巩固和掌握，要求在 CAI 教室进行授课，并且教学和实验交替进行。

### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：现代 EDA 技术及其设计方法、可编程器件的基本原理及其分类与选用原则、相关电路设计方法、集成开发环境使用方法、至少 1 种硬件描述语言的语法规则及编程方法、时序仿真方法；典型逻辑电路的设计包括：组合逻辑电路、时序逻辑电路、等间隔状态控制、状态机以及较为复杂的时序逻辑控制设计等。

深度和广度说明：对高密度常用可编程逻辑器件的使用要深入讲解，对低密度可编程逻辑器件只做简单介绍，对各公司的产品介绍应涵盖广些；可编程逻辑器件的原理与内部结构了解即可，硬件描述语言的掌握和使用是重点。

硬件描述语言（VHDL）在数字逻辑系统设计、集成电路设计中占有非常重要的地位，因此教师要重点讲授使学生完全掌握。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

#### 1 绪论（1 学时）

1.1、本课程在专业课程体系中的地位和作用介绍；

1.2、课程内容、学习方法、讲授方式、评价方式介绍；

1.3、能够阐述硬件描述语言和可编程逻辑器件的发展历程、发展现状及发展方向。

## 2 可编程逻辑器件的原理与结构（3 学时）

2.1、能够阐述可编程逻辑器件的概念、特点、分类和用途；

2.2、能够阐述可编程逻辑器件的基本结构和原理；

2.3、掌握常见的可编程逻辑器件的优缺点及其选用原则；（重点）

2.4、能够阐述常用 CPLD 和 FPGA 的基本电路设计方法；（重点）

2.5、能够对比原理图输入法、元件映射法、功能描述法等多种逻辑设计方法；（难点）

2.6、能够使用集成开发环境进行设计。（重点）

## 3 硬件描述语言的基本结构、数据类型和运算操作符（6 学时）

3.1、掌握硬件描述语言的基本框架结构；（重点）

3.2、了解硬件描述语言的库、程序包和配置；

3.3、能够熟练定义和使用硬件描述语言的基本数据类型和基本数据对象；（重点）

3.4、能够熟练使用硬件描述语言的基本运算操作符。

结合本知识点，向学生归纳介绍课程目标 4 所表达的思想，并在以后的教学进程中反复强调提升理念。

## 4 硬件描述语言的主要描述语句（6 学时）

4.1、熟练掌握并行语句和顺序语句的概念和思想，理解其本质区别；（重点）

4.2、能够熟练使用信号代入语句；

4.3、能够熟练使用进程语句、if 语句、case 语句等结构化语句；（重点）

4.4、能够熟练使用元器件例化语句；（重点）

4.5、掌握等待语句（wait 语句）、循环语句（loop 语句）等；

4.6、能够使用硬件描述语言进行基本的数字模块的设计。（难点）

## 5 基本逻辑设计（6 学时）

5.1、能够熟练区分组合逻辑与时序逻辑；

5.2、熟练掌握使用硬件描述语言进行组合逻辑设计的方法；（重点）

5.3、能够熟练设计常用组合逻辑元件设计；（重点）

5.4、能够熟练设计常用时序逻辑元件设计；（重点）

5.5、能够使用计数器实现固定周期的时序设计。（重点，难点）

## 6 状态机设计（4 学时）

6.1、熟练掌握状态机的基本概念、基本结构、表示方法和设计步骤；（重点）

6.2、能够熟练使用单进程状态机设计时序；（重点，难点）

6.3、掌握状态机的复位和信号输出方式。

## 7 综合性设计（6 学时）

7.1、了解信号管理中的竞争与冒险及其解决思路；

- 7.2、了解时序逻辑电路设计中的同步控制设计思路；
- 7.3、初步了解使用可编程逻辑器件对工程性问题的顶层开发原理和思路；
- 7.4、能够分析常用综合性实例。

## 五、实验内容

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备常用的 EDA 软件工具；要求学生熟练掌握至少 1 种常用 EDA 软件的使用方法；掌握在集成开发环境下排查常见语法错误和编译错误的方法；掌握使用实验箱验证逻辑设计的方法；亲自动手实现有代表性的组合逻辑元件和时序逻辑元件；预习并上机实现周期性时序控制和一般状态机时序控制。

24 个学时共完成 11 个实验，前 10 个为正常课内实验，最后 1 个实验需要学生在课外补充一些时间来完成。分配 2 学时用来讲解实验要求和指导，学生课外完成后，再分配 2 学时组织讨论与检查。

### 实验一 用原理图和硬件描述语言两种方式设计一个三输入与门（2 学时）

内容：通过三输入与门的设计熟悉可编程逻辑器件开发软件的开发环境，掌握用硬件描述语言进行逻辑电路设计的操作流程，熟悉 MAXplus II 或 Quartus II 软件基本操作方法，掌握程序仿真操作流程。

基本要求：

- 1、掌握在可编程逻辑器件开发软件的开发环境 MAXplus II 或 Quartus II 的操作方法；
- 2、掌握用硬件描述语言进行逻辑电路设计的操作流程；
- 3、将编写好的硬件描述语言程序进行仿真。

### 实验二 用 VHDL 语言和原理图混合设计方法设计一个全加器（2 学时）

内容：了解全加器的功能，用硬件描述语言设计一个半加器，用原理图输入设计全加器的顶层电路，建立全加器的图形模式，通过软件进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

基本要求：

- 1、掌握全加器的功能和设计方法；
- 2、掌握用 VHDL 语言设计方法设计组合逻辑电路——半加器；
- 3、掌握用 VHDL 语言和原理图的混合设计方法设计组合逻辑电路——全加器的方法，并进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现全加器的功能。

### 实验三 用硬件描述语言的方法设计一个四选一数据选择器（2 学时）

内容：了解四选一数据选择器的功能，设计四选一数据选择器实现代码，通过软件进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

基本要求：

- 1、掌握 MAXplus II 或 Quartus II 软件的基本操作与应用；



2、掌握四选一数据选择器的功能；

3、掌握设计组合逻辑电路——四选一数据选择器的方法，并进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现四选一数据选择器的功能。

#### 实验四 用硬件描述语言的方法设计一个三-八译码器（2 学时）

内容：了解三-八译码器的功能，设计三-八译码器实现代码，通过软件进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

基本要求：

1、掌握 MAXplus II 或 Quartus II 软件的基本操作与应用；

2、掌握三-八译码器的功能；

3、掌握设计组合逻辑电路——三-八译码器的方法，并进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现三-八译码器的功能。

#### 实验五 用硬件描述语言的方法设计一个 D 触发器（2 学时）

内容：了解 D 触发器的功能，掌握 D 触发器在数字系统中的作用，掌握用硬件描述语言设计时序逻辑电路——D 触发器的思路与方法，通过软件进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

基本要求：

1、掌握同步复位和异步复位的实现方法；

2、掌握用硬件描述语言表示上升沿和下降沿的方法；

3、掌握设计时序逻辑电路——D 触发器的方法，并进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现 D 触发器的功能。

#### 实验六 用硬件描述语言的方法设计一个计数器（2 学时）

内容：了解计数器的功能，掌握计数器在数字系统中的作用，掌握用硬件描述语言设计时序逻辑电路——计数器的思路与方法，通过软件进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

基本要求：

1、掌握计数器的功能和设计方法；

2、掌握同步复位和异步复位的实现方法；

3、掌握设计时序逻辑电路——计数器的方法，并进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现计数器的功能。

#### 实验七 用硬件描述语言的方法设计一个分频器（2 学时）

内容：了解分频器的功能，掌握分频器在数字系统中的作用，掌握用硬件描述语言设计时序逻辑电路——分频器的思路与方法，通过软件进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

基本要求：

- 1、掌握分频器的基本概念和在数字系统中所起的作用；
- 2、掌握偶数分频器、奇数分频器的功能和设计方法；
- 3、用硬件描述语言的设计方法设计分频器——偶数分频器和奇数分频器；
- 4、将编写好的硬件描述语言程序进行仿真。

#### 实验八 用硬件描述语言的方法设计一个状态机（2 学时）

内容：理解并掌握状态机的功能和特点，掌握用硬件描述语言设计状态机的思路与方法，通过软件进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

基本要求：

- 1、掌握状态机的功能和特点；
- 2、掌握用硬件描述语言设计状态机的方法；
- 3、将编写好的硬件描述语言程序进行仿真。

#### 实验九 利用可编程逻辑器件进行 7 段数码管控制接口的设计（2 学时）

内容：了解 7 段数码管的功能和 7 段数码管控制接口的设计方法，用 VHDL 语言设计控制 7 段数码管的接口电路，通过软件进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

基本要求：

- 1、掌握 7 段数码管的功能和控制接口的设计方法；
- 2、掌握用 VHDL 语言的设计方法设计 7 段数码管的控制接口，并进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

#### 实验十 利用可编程逻辑器件进行 D/A 控制接口的设计（2 学时）

内容：了解 D/A 的功能和 D/A 控制接口的设计方法，用 VHDL 语言设计控制 D/A 的接口电路，通过软件进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

基本要求：

- 1、掌握 D/A 的功能和控制接口的设计方法；
- 2、掌握用 VHDL 语言的设计方法设计 D/A 的控制接口，并进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

#### 实验十一 利用可编程逻辑器件进行 A/D 控制接口的设计（4 学时，分组实验）

内容：了解 A/D 的功能和 A/D 控制接口的设计方法，用 VHDL 语言设计控制 A/D 的接口电路，同时设计信号输入电路、A/D 转换结果显示验证电路，通过软件进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

基本要求：

- 1、掌握 A/D 的功能和控制接口的设计方法；
- 2、能够产生可调的电压输入信号；
- 3、能够基于实验箱和电脑采用直观的方式显示 A/D 转换结果，进行验证；

4、本实验为课外分组实验。两个学时用来提出实验要求并进行讲解，然后要求学生 2 或 3 人一组，分工明确，利用课后时间，协同完成实验的设计、仿真和验证，需要学生自己设计出验证方法。最后两个小时，教师要检查实际电路，测试其正确性，完成验收。最后每位学生独立提交规范的实验报告。

5、本实验过程中注意突出对课程目标 5 的深度支撑。

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	1	0	1
2 可编程逻辑器件的原理与结构	3	2	5
3 硬件描述语言的基本结构、数据类型和运算操作符	6	2	8
4 硬件描述语言的主要描述语句	6	4	10
5 基本逻辑设计	6	6	12
6 状态机设计	4	2	6
7 综合性设计	6	8	14
合计	32	24	56

## 七、教材、补充教材及参考资料

1、侯伯亨，《VHDL 硬件描述语言与数字逻辑电路设计（第三版）》，ISBN 9787560623047，西安电子科技大学出版社。

2、Volnei A. Pedroni（沃尔尼 A.佩德罗尼），《VHDL 数字电路设计教程》，ISBN 9787121186721，电子工业出版社。

3、（加拿大）布朗，（加拿大）弗拉内奇著，伍微译，《数字逻辑基础与 VHDL 设计（第 3 版）》（配光盘）（国外电子信息经典教材），ISBN 9787302240990 清华大学出版社。

4、赵曙光等编著，《可编程逻辑器件原理、开发与应用（第二版）》-21 世纪高等学校电子信息类系列教材，ISBN 9787560609003，西安电子科技大学出版社。

5、朱明程等编著，《可编程逻辑器件原理及应用》-面向 21 世纪高等学校信息工程类专业系列教材，ISBN 9787560613468，西安电子科技大学出版社。

6、网上资源：

（1）同济大学，徐和根，FPGA/VHDL 视频教程，

<http://www.moore8.com/courses/647#/lecture Modal-1>。

（2）北京航空航天大学，夏字闻，硬件描述语言与数字系统结构设计系列视频教

程, <http://v.eepw.com.cn/video/playlist/id/4076>。

(3) 《EDN China.com 电子工程师社区, 吴厚航, FPGA/CPLD 实践教程》

<http://i.youku.com/u/UMTgxODg5NiEy>。

(4) 明德扬科技教育集团, 潘文明, FPGA/CPLD 系列视频教程, <http://www.mdy-edu.com>。

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标: 在考核学生对可编程逻辑器件基本知识、基本原理和方法的基础上, 重点考核学生的可编程器件选择能力、语言掌握程度、基础逻辑设计能力和工具使用方法的掌握程度。

2、考核方式: 考试、课外分组综合实验、课内实验、作业及课堂提问。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料:

考察环节	课堂情况	作业	实验	分组实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.10	0.10	0.15	0.15	0.50
支撑材料	课堂评价标准, 课堂提问记录或随堂考试, 结合出勤率等	作业评价标准, 典型作业拍照, 或电子版	课内实验评价标准, 实验课堂记录记录, 典型实验报告	分组实验评价标准, 验收记录, 实验报告	试题评分标准, 试卷

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

电子科学与技术专业

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目	目	目	目	目
			标	标	标	标	标
			1	2	3	4	5
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系: 系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#				
		指标点 1-2 活学活用: 能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来, 灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。	#		#		
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别与表达: 能识别和判断电子类复杂工程问题的关键环节和参数, 将工程问题转化为技术问题, 并采用合理的方式正确表达。	#				

		指标点 2-3 结论有效：能够应用专业知识分析判断结论的有效性；	#					
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，并能够与自己的方案进行对比，并理解其差距与优势。		#				
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 设计与创新：能够根据用户需求确定解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。在设计细节中能够体现创新意识；	#					
		指标点 3-3 建模仿真能力：能针对一个电路或系统建立恰当模型，通过建模、仿真确定功能和工艺参数；		#				
		指标点 3-4 业务实践能力：掌握电路系统设计流程与工艺要求，设计出满足用户需求的电路或系统。	#		#			
		指标点 3-5 成果表达能力：能够用规范性的图纸、报告、代码或实物等形式，呈现设计成果。					#	
4、研究	M	指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；	#					
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据，对多因素实验结果进行关联，解释其物理本质，并对误差来源和影响进行分析。	#	#				
5、使用现代工具	M	指标点 5-1 工具选择：了解当前主流的同类 EDA 工具的优缺点与不足，并针对问题特性与需求做出对比选择。			#			
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对本专业涉及到的微结构、器件、电路、电气特性和逻辑等过程，每类过程至少掌握一种 EDA 软件进行设计和仿真，提高工作效率。			#			
9. 个人和团队	H	指标点 9-1 团队意识：具备团队合作意识，愿意与团队其他成员共享信息，并给予他人帮助；					#	
		指标点 9-2 明确团队责任：能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色并理解该角色应当承担的责任、权利和义务；					#	
		指标点 9-3 竞争与合作：能正确理解和处理团队内部和团队之间的竞争与合作关系。					#	
10、沟通	M	指标点 10-1 规范表达能力：能够熟练、正确、规范地撰写技术报告和论文，并能针对主题陈述发言、清晰表达自己的观点；					#	
		指标点 10-4 沟通对象区分：能区别不同的对象、场所和要求采用合适的方式进行有效沟通。					#	
12. 终身学习	M	指标点 12-1 学习意识：理解工程活动中搜集、获取、更新相关技术研究现状和未来发展趋势的必要性，具有自主学习和终身学习的意识和动力。				#		
		指标点 12-3 实践能力：具有系统的工程实践学习经历，具备一定的通过工程实践学习、验证新知识和新技术的能力。				#		

微电子科学与工程专业

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#				
		指标点 1-2 活学活用：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。	#		#		
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别与表达：能识别和判断电子类复杂工程问题的关键环节和参数，将工程问题转化为技术问题，并采用合理的方式正确表达。	#				
		指标点 2-3 结论有效：能够应用专业知识分析判断结论的有效性；		#			
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，并能够与自己的方案进行对比，并理解其差距与优势。			#		
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 设计与创新：能够根据用户需求确定解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。在设计细节中能够体现创新意识；	#				
		指标点 3-3 建模仿真能力：能针对一个电路或系统建立恰当的模型，通过建模、仿真确定功能和工艺参数；		#			
		指标点 3-4 业务实践能力：掌握电路系统设计流程与工艺要求，设计出满足用户需求的电路或系统。	#		#		
		指标点 3-5 成果表达能力：能够用规范性的图纸、报告、代码或实物等形式，呈现设计成果。					#
4、研究	M	指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；	#				
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据，对多因素实验结果进行关联，解释其物理本质，并对误差来源和影响进行分析。	#	#			
5、使用现代工具	M	指标点 5-1 工具选择：了解当前主流的同类 EDA 工具的优点与不足，并针对问题特性与需求做出对比选择。			#		
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对本专业涉及到的微结构、器件、电路、电气特性和逻辑等过程，每类过程至少掌握一种 EDA 软件进行设计和仿真，提高工作效率。			#		
9.个人和团队	H	指标点 9-1 团队意识：具备团队合作意识，愿意与团队其他成员共享信息，并给予他人帮助；					#

		指标点 9-2 明确团队责任：能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色并理解该角色应当承担的责任、权利和义务；					#
		指标点 9-3 竞争与合作：能正确理解和处理团队内部和团队之间的竞争与合作关系。					#
10、沟通	M	指标点 10-1 规范表达能力：能够熟练、正确、规范地撰写技术报告和论文，并能针对主题陈述发言、清晰表达自己的观点；					#
		指标点 10-4 沟通对象区分：能区别不同的对象、场所和要求采用合适的方式进行有效沟通。				#	
12. 终身学习	M	指标点 12-1 学习意识：理解工程活动中搜集、获取、更新相关技术研究现状和未来发展趋势的必要性，具有自主学习和终身学习的意识和动力。					#
		指标点 12-3 实践能力：具有系统的工程实践学习经历，具备一定的通过工程实践学习、验证新知识和新技术的能力。				#	

### 测控技术及仪器专业

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#				
		指标点 1-2 活学活用：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。	#		#		
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别与表达：能识别和判断电子类复杂工程问题的关键环节和参数，将工程问题转化为技术问题，并采用合理的方式正确表达。	#				
		指标点 2-3 结论有效：能够应用专业知识分析判断结论的有效性；		#			
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，并能够与自己的方案进行对比，并理解其差距与优势。				#	
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 设计与创新：能够根据用户需求确定解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。在设计细节中能够体现创新意识；	#				
		指标点 3-3 建模仿真能力：能针对一个电路或系统建立恰当模型，通过建模、仿真确定功能和工艺参数；		#			
		指标点 3-4 业务实践能力：掌握电路系统设计流程与工艺要求，设计出满足用户需求的电路或系统。	#		#		

		指标点 3-5 成果表达能力：能够用规范性的图纸、报告、代码或实物等形式，呈现设计成果。					#
4、研究	M	指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；	#				
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据，对多因素实验结果进行关联，解释其物理本质，并对误差来源和影响进行分析。	#	#			
5、使用现代工具	M	指标点 5-1 工具选择：了解当前主流的同类 EDA 工具的优缺点与不足，并针对问题特性与需求做出对比选择。			#		
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对本专业涉及到的微结构、器件、电路、电气特性和逻辑等过程，每类过程至少掌握一种 EDA 软件进行设计和仿真，提高工作效率。			#		
9. 个人和团队	H	指标点 9-1 团队意识：具备团队合作意识，愿意与团队其他成员共享信息，并给予他人帮助；					#
		指标点 9-2 明确团队责任：能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色并理解该角色应当承担的责任、权利和义务；					#
		指标点 9-3 竞争与合作：能正确理解和处理团队内部和团队之间的竞争与合作关系。					#
10、沟通	M	指标点 10-1 规范表达能力：能够熟练、正确、规范地撰写技术报告和论文，并能针对主题陈述发言、清晰表达自己的观点；					#
		指标点 10-4 沟通对象区分：能区别不同的对象、场所和要求采用合适的方式进行有效沟通。					#
12. 终身学习	M	指标点 12-1 学习意识：理解工程活动中搜集、获取、更新相关技术研究现状和未来发展趋势的必要性，具有自主学习和终身学习的意识和动力。				#	
		指标点 12-3 实践能力：具有系统的工程实践学习经历，具备一定的通过工程实践学习、验证新知识和新技术的能力。				#	



## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为1) $W_{ik}$					各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$				
		课堂情况	作业	实验	分组实验	期末考试	课堂情况	作业	实验	分组实验	期末考试
1) 通过本课程的学习, 培养学生通过分析将相关工程问题转化为技术问题、并采用硬件描述语言和可编程逻辑器件进行相应的数字电路系统设计的能力; (支撑毕业要求1、2、3、4)	0.7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6	0.07	0.07	0.07	0.07	0.42
2) 学会利用计算机对逻辑电路进行自动化仿真, 并反馈指导对代码的改进与优化; (支撑毕业要求2、3、4)	0.1		0.1	0.4	0.1	0.4		0.01	0.04	0.01	0.04
3) 熟练掌握使用可编程逻辑器件集成开发环境相关的软件和硬件工具; (支撑毕业要求1、2、3、5)	0.1		0.2	0.4	0.2	0.2		0.02	0.04	0.02	0.02
4) 学生应建立硬件设计“软件化”的新设计思想, 学会采用不同于传统的、全新的、自上而下的电子电路设计思路和设计方法, 为以后适应电子系统发展趋势打好基础; (支撑毕业要求12)	0.05	0.6				0.4	0.03				0.02
5) 利用分组实验环节适当培养学生团队协作能力和沟通沟通能力。(支撑毕业要求3、9、10)	0.05				1					0.05	
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )							0.10	0.10	0.15	0.15	0.50

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《测控电路设计》教学大纲

课程编号: B03060104

课程名称: 测控电路设计

开课单位: 仪器与电子学院

总学时: 40(实验 10 学时)

学 分: 2.5

适用专业: 测控技术与仪器

先修课程: 电路分析基础, 模拟电子技术、数字电子技术、信号与系统

大纲执笔人: 郝晓剑

大纲编写(修订)时间: 2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

《测控电路设计》是测控技术与仪器专业的一门必修课程,是电子技术与测量、控制之间的一座桥梁,能够实现二者之间语言的翻译与沟通。本课程注重电路的外部特性,与前期侧重内部特性的专业基础课前后衔接,与同期专业课互相渗透,按照基本元器件级、电路级、系统级循序渐进的思路,提出系统级实用电路设计步骤和实现过程,为提高学生的实践能力与创新能力提供电路分析、设计与应用平台。

## 二、课程目标

- 1) 采用模块化测控电路设计思路和设计方法进行复杂测控电路的工程设计;(支撑毕业要求 1、2、3)
- 2) 能够利用 Multisim 等软件对测控电路进行自动化仿真及优化设计;(支撑毕业要求 2、3、4)
- 3) 能够合理选择和使用常用电子仪器、具有分析电路、设计电路、调试电路、测试电路性能和排除简单故障的能力,解决实际工程中的检测、计量及控制任务。(支撑毕业要求 2、4)

## 三、基本要求

1、本课程为专业课,要求先修电路分析基础,模拟电子技术、数字电子技术、信号与系统课程,在教学中应注重基础理论、基本概念和思维方法的传授,通过测控系统中常用元器件、单元电路和系统电路的学习,使学生把所学过的电路和元器件进行组合以达到测控系

统所规定的性能指标。

2、教师通过讲授典型单元电路实例的分析、设计，让学生学习如何与传感器、计算机紧密结合，围绕精、快、灵和测控系统的要求来选用电路、设计电路，学会测控电路的分析、选择及设计方法，提高学生的电路综合设计能力。

3、学生会选择不同典型单元电路的仿真软件、运用 EDA 软件工具来仿真设计硬件电路，学会测控电路自动化设计技巧。

4、课程是一门实践性很强的课程。要求学生通过实验环节巩固所学内容，学生通过实验，能自己动手设计、制作测试系统中常用的电子线路，通过实验加深对理论知识的理解。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：放大电路，滤波电路、运算电路、转换电路、调制与解调电路、振荡电路、接口电路、驱动电路的基本概念、原理、选用原则、设计方法、使用方法以及典型应用。

深度和广度说明：对典型单元电路的分析与设计要深入讲解，对各大公司的典型电子器件广泛介绍；对器件内部结构学习即可，实现测控电路所要求的性能指标是重点。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

##### 1 测控电路概述（2 学时）

- 1.1、测控系统组成和设计要求；
- 1.2、测控电路的功能设计要求；
- 1.3、测控电路的优化设计方法；（重点、难点）
- 1.4、各单元电路之间的连接与匹配。

##### 2 传感器与接口电路（2 学时）

- 2.1、阻性传感器和容性传感器的接口电路的设计；（重点）
- 2.2、电压输出型、电荷输出型和电流输出型传感器接口电路的设计；（难点）
- 2.3、新型传感器的接口电路。

### 3 运算放大器的特性及各种连接（4 学时）

- 3.1、理解运算放大器基本原理，知晓主要性能指标；
- 3.2、会运用集成运算放大器的基本分析方法分析典型电路；
- 3.3、测量放大电路的设计。（重点、难点）

### 4 信号滤波电路（4 学时）

- 4.1、滤波器的基本知识；
- 4.2、滤波器特性的逼近；（难点）
- 4.3、有源滤波器的设计；（重点）
- 4.4、数字滤波器。

### 5 信号运算电路（4 学时）

- 5.1、差分、加法和减法运算电路的设计；
- 5.2、微分积分、对数指数运算电路的设计；
- 5.3、模拟乘法器组成的运算电路的设计。（重点、难点）

### 6 信号转换电路（2 学时）

- 6.1、采样保持电路；
- 6.2、电压比较电路的设计；（重点、难点）
- 6.3、电压/频率和电压/电流转换电路的设计；（重点、难点）
- 6.4、波形转换电路。

### 7 信号调制与解调电路（4 学时）

- 7.1、调制解调的功用与类型；
- 7.2、调幅式和调频式测量电路的设计；（重点、难点）
- 7.3、理解集成锁相环；
- 7.4、理解脉冲宽度调制电路。

### 8 波形发生电路（2 学时）

- 8.1、振荡电路的作用和分类；
- 8.2、正弦波振荡电路的设计；（重点、难点）
- 8.3、非正弦波振荡电路的设计；（重点、难点）
- 8.4、理解晶体振荡器；
- 8.5、学习集成波形发生器。

### 9 执行器件的驱动电路（2 学时）

9.1、继电器、直流电机、步进电机、变频电路等典型执行器件的工作原理；

9.2、测控电路与典型执行器件的驱动电路。（重点、难点）

#### 10 测控系统的抗干扰措施（2 学时）

10.1、干扰抑制技术的基础知识；（难点）

10.2、和理解源干扰的抑制技术。（重点）

#### 11 测控系统中的电路设计实例（2 学时）

11.1、典型测控系统的工作原理与组成方法；

11.2、加速度、角速度、温度、压力、速度等典型物理量的测控电路设计。（重点、难点）

### 五、实验内容

实验环节一方面是计算机仿真，要求保证上机条件，即具备常用的 EDA 软件工具；要求学生可熟练使用至少 1 种常用 EDA 软件；另一方面利是用信号源、示波器、直流稳压电源进行常用典型测控电路的设计与调试。（选做 10 学时）

#### 实验一 运算放大电路参数设计（2 学时）

内容：熟悉运算放大器的性能指标及使用方法，学会同相、反相放大器设计方法，测量同相、反相放大器的带宽，验证 GBW 是否为一常数，观察输出饱和的情况，学会加减运算电路的原理及设计方法。

基本要求：

- 1、熟悉运算放大器的各主要特性参数；
- 2、同相、反相放大器、加减运算电路的设计要点；
- 3、检验电路设计的正确性。

#### 实验二 电桥放大电路设计（2 学时）

内容：熟悉电桥放大电路的类型，通过改变不同类型电桥桥臂的电阻值，观察分析输出电压与电阻之间的关系，学会电桥放大电路的设计方法。

基本要求：

- 1、熟悉电桥放大电路的类型；
- 2、理解电桥放大电路的原理；
- 3、电桥放大电路的设计要点。

#### 实验三 光电耦合放大电路设计（2 学时）

内容：熟悉线性光电耦合器件的性能指标，会分析光电耦合放大电路的设计要点，测量

输入、输出波形以及增益，分析输出波形是否和理论设计一致。

基本要求：

- 1、光电耦合器件的结构和特点；
- 2、光电耦合放大电路的工作原理和设计方法。

#### 实验四 有源滤波电路设计（2 学时）

内容：熟悉低通、高通、带通、带阻有源滤波器的特点和性能指标，会分析各类有源滤波电路的设计要点，测量输入、输出波形、幅频特性曲线以及带宽、截止频率、中心频率等参数，分析输出结果是否和理论设计一致。

基本要求：

- 1、有源滤波器的原理及应用；
- 2、有源滤波器的参数计算和电路设计。

#### 实验五 信号调幅电路设计（2 学时）

内容：熟悉文氏桥振荡器、模拟乘法器特点和性能指标、会分析各类调制解调电路的工作原理和设计要点，测量输入、输出波形，分析输出结果是否和理论设计一致。

基本要求：

- 1、调制解调的原理及应用；
- 2、调幅电路的工作原理、参数计算和电路设计。

#### 实验六 综合测控电路设计（2 学时）

内容：综合运用所学知识，设计光电报警电路，测量各单元电路的输出波形、实现光电探测器件被遮光时，电路声报警或光报警。

基本要求：

- 1、光电报警器的基本原理
- 2、选择合适的光电传感器
- 3、设计光电放大、滤波、调制解调、振荡等电路
- 4、电路综合调试，当光电探测器件被遮光时，电路声报警或光报警。

#### 实验七 温度测量系统设计（2 学时）

内容：综合运用所学知识，设计信号数字测量电路，计算信号调理电路参数、ADC 采集频率、位数等参数，搭建相应的仿真电路模型，验证设计功能指标。

基本要求：

- 1、理解温度测量系统的设计步骤和基本设计原则。

- 2、信号调理电路的设计方法。
- 3、ADC 的芯片选择和设计方法。

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学	实验（学	小计
1 测控电路概述	2	0	2
2 传感器与接口电路	2	2	4
3 运算放大器的特性及各种连接	4	2	6
4 信号滤波电路	4	2	6
5 信号运算电路	4	0	4
6 信号转换电路	2	0	2
7 信号调制与解调电路	4	2	6
8 波形发生电路	2	0	2
9 执行器件的驱动电路	2	0	2
10 测控系统的抗干扰措施	2	0	2
11 测控系统中的电路设计实例	2	2	4
合计	30	10	40

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、郝晓剑编著，《测控电路设计与应用》第2版，电子工业出版社，ISBN:978-7-121-18071-2,2012。
- 2、张金编著，《模拟信号调理技术》，电子工业出版社，ISBN:978-7-121-15245-0,2012。
- 3、张国雄编著，《测控电路》第4版，机械工业出版社，ISBN:978-7-111-33155-1,2011。
- 4、中国大学视频公开课---测控的奥秘：  
<http://www.icourses.cn/viewVCourse.action?courseCode=10056V008>
- 5、中国大学精品视频公开课---仪器科学与科技文明：  
<http://www.icourses.cn/viewVCourse.action?courseCode=10006V008>

## 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、考核目标：在考核学生对测控电路设计基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生的器件、单元电路的选择能力、模块设计能力和工具使用方法的掌握程度。
- 2、考核方式：考试、课内实验、作业。



3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	作业	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.175	0.415	0.41
支撑材料	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	课内实验评价标准，实验课堂记录记录，典型实验报告	试题评分标准，试卷，

九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3
1、工程知识	M	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、仪器类工程基础和专业等多方面的知识。			
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到仪器类复杂工程问题的解决中。	#	#	
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别与表达：能应用科学原理识别和判断仪器类复杂工程问题的关键环节和参数，将工程问题转化为技术问题，并采用合理的方式正确表达。	#		
		指标点 2-2 方案优选：能够应用科学原理针对一个复杂系统或者过程的多种方案进行选择，分析过程的影响因素，证实解决方案的合理性，并达到适当的精度要求；			#
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识和原理分析判断结论的有效性；		#	#
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。	#		#
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求确定方案，设计相关的电路、系统和工艺流程，解决仪器仪表领域复杂工程问题。	#	#	
		指标点 3-2 非技术因素：能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下，对设计方案的可行性进行研究	#		
		指标点 3-3 创新意识：积极参与各类创新活动，在专业设计过程中能够体现创新意识；	#		
4、研究	H	指标点 4-1 研究分析能力：了解测控技术与仪器专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。		#	#

	指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；		#	
	指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，并对误差来源和影响进行分析，得到有效结论。		#	#

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为1) $W_{ik}$			各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为1) $S_{ik}=P_i \times W_{ik}$		
		作业	实验	期末考试	作业	实验	期末考试
1) 采用模块化测控电路设计思路和设计方法进行复杂测控电路的工程设计；(支撑毕业要求 1、2、3)	0.5	0.15	0.25	0.6	0.075	0.125	0.3
2) 能够利用 Multisim 等软件对测控电路进行自动化仿真及优化设计；(支撑毕业要求 2、3、4)	0.2	0.2	0.7	0.1	0.04	0.14	0.02
3) 能够合理选择和使用常用电子仪器、具有分析电路、设计电路、调试电路、测试电路性能和排除简单故障的能力，解决实际工程中的检测、计量及控制任务。(支撑毕业要求 2、4)	0.3	0.2	0.5	0.3	0.06	0.15	0.09
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )					0.175	0.415	0.41

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式,  $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分, 均为百分制;

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比;

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比;

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比;

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足, 在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因, 并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议, 在授课计划中做好落实改进计划, 并在授课过程中予以落实。

# 《测控技术与仪器专业外语》教学大纲

课程编号: B03060105

课程名称: 测控技术与仪器专业外语

开课单位: 仪器与电子学院

总学时: 16 学时 (实验 0 学时)

学 分: 1

适用专业: 测控技术与仪器专业

先修课程: 传感器, 测控电路设计, 信号与系统, 数字信号处理等

大纲执笔人: 戴萧嫣

大纲编写 (修订) 时间: 2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

为了更快、更准确地了解本专业的发展动向,应学习和借鉴国外的先进技术和有效管理经验。阅读和翻译专业英语文献资料的能力已经成为高等院校学生及科研工作者所必备的素质之一。《测控技术与仪器专业外语》是测控技术与仪器专业一门必修课程,是在本专业本科生掌握相关的专业基础知识之后,进行专业应用拓展的一门课程。本课程的开设是为了让学生能够使用测控技术与仪器这门学科的专用词汇并清楚其最新进展,是促成学生从学习过渡到实际应用的有效途径,为毕业后从事科学研究、工程技术工作打下必要的外语基础。

## 二、课程目标

1) 能够培养学生将测控技术与仪器专业的基本理论运用到本专业有关的英文适当表述的能力,使用测控技术与仪器专业的专用词汇及清楚其最新进展提高学生在测控技术与仪器外文文献方面的听说读写能力;(支撑毕业要求 10)

2) 培养学生具备国际视野,实现跨文化背景下的沟通与交流,具有现代科学创新意识与国际化交流与竞争意识。(支撑毕业要求 8、12)

## 三、基本要求

通过本课程的系统学习可使学生初步具备如下能力:

1、要求学生已经进行过大部分为测控技术与仪器专业专业课的学习,包括传感器,测控电路设计,信号与系统,数字信号处理等课程,对外文词汇、本专业术语有一定应用;

2、要求学生具有一定的对科技文献的双向翻译能力,并且能够依靠自身的专业背景知

识阅读具有一定难度和深度的技术文献；

3、培养学生将英语作为真正专业交流工具的能力，建立学生在相关专业领域国际交流、交往的能力；

4、要求教师具备测控技术与仪器的专业背景，并具备一定的本专业听说读写能力。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：为什么要学习专业外语、什么是测控电路、测量、测量的不确定性、传感器、信号调理、传递函数、模数转换等。

深度和广度说明：对测控电路相关的词汇和语法要深入讲解；听说读写能力的提高是重点。

为了提高学生的学习兴趣和取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分拓展英文文献来源，多沟通多互动等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

##### 1 Introduction (2 学时)

1.1、What is Professional English?

1.2、Why do we care about Measurement?

1.3、Why Measure Anything?

1.4、A Little History

1.5、Basic Instrumentation

1.6、Measurements Must Have a Reference

1.7、Measurement Uncertainty

1.8、Case Studies

重点：测量，测量的不确定性；能够使用测量相关的专业词汇，包括典型的英文表述与表达方法。

##### 2 Sensors (2 学时)

2.1、Sensors Versus Transducers

## 2.2、Sensors as Black Boxes

## 2.3、Example Applications

重点：使学生能够使用传感器种类和基本特性及其相应专业词汇，对涉及该部分内容的科技文献具有一定的双向翻译能力。

## 3 Sensors and Signal Conditioning (3 学时)

### 3.1、Transfer Function: Zero-Order Systems; First-Order Systems; Second-Order Systems

### 3.2、The Electronics of Signal Conditioning: Excitation; Input Matching; Translation; Linearization; Noise; Protection;

### 3.3、Example Applications

重点：使学生能够使用信号调节相关的专业词汇，包括传递函数的典型的英文表述与表达方法。针对前期所学内容翻译相关文献一篇。

## 4 Analog-to-Digital Conversion (2 学时)

### 4.1、Conversion Fundamentals: Signal Conditioning; Sampling; Aliasing; Antialiasing Filter; Hold That Sample; Amplitude Quantization; Signal-to-Noise Ratio; Other Considerations

### 4.2、Realities of Conversion

### 4.3、Converter Architectures

### 4.4、Example Application

重点：模数转换；理解相关的专业词汇以及典型的英文表述与表达方法。

## 5 Data Processing in Measurement Instrumentation (2 学时)

### 5.1、Data Processing

### 5.2、Advantages of Digital Data Processing

### 5.3、Characteristics of Data Processing—Real Time and Correct

### 5.4、Types of Data Processing: Filters; Finite Impulse Response Filters; Infinite Impulse Response Filters; Discrete Fourier Transform and Fast Fourier Transform

### 5.5、Types of Processors

### 5.6、DSPs

### 5.7、Example Application

重点：测量中的数据处理；能够使用相关的专业词汇以及典型的英文表述与表达方法，对涉及该部分内容的科技文献具有一定的双向翻译能力。

## 6 Control Output Devices—Actuators and Displays for Process Automation（2 学时）

### 6.1、Direct Current Motors

### 6.2、Induction Motors

### 6.3、Solenoids

### 6.4、Stepper Motors

### 6.5、Microactuators

### 6.6、Example Application

重点：测量中的数据处理；能够使用相关的专业词汇以及典型的英文表述与表达方法，对涉及该部分内容的科技文献具有一定的双向翻译能力。

## 7 Control Theory（3 学时）

### 7.1、An Introduction to Negative Feedback

### 7.2、Negative Feedback—Some Classical Examples

### 7.3、The Outrigger

### 7.4、The Water Clock

### 7.5、The Flyball Governor

### 7.6、Why Should Someone Who Deals With Instrumentation and Measurement Want to Understand Control Theory?

### 7.7、Example Application

重点：使学生能够使用与控制系统相关的专业词汇，包括典型的句式的英文表述与表达方法。针对前期所学内容翻译相关文献一篇。

## 五、实验

无

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 Introduction	2	0	2
2 Sensors	2	0	2

3	Sensors and Signal Conditioning	3	0	3
4	Analog-to-Digital Conversion	2	0	2
5	Data Processing in Measurement Instrumentation	2	0	2
6	Control Output Devices—Actuators and Displays for Process Automation	2	0	2
7	Control Theory	3	0	3
合计		16	0	16

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、张志杰，《测控技术与仪器专业英语》，ISBN: 9787111480334,机械工业出版社。
- 2、刘曙光，《测控技术与仪器专业英语教程》，ISBN:9787505395794，电子工业出版社。
- 3、瞿少成，《电子信息工程专业英语导论》，ISBN:9787302170655，清华大学出版社。
- 4、邓红，《电子信息专业英语》，ISBN: 9787040108644，机械工业出版社。

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、采取措施：讲授与提问并重，学生每堂课分模块进行分组，对教学内容进行现场翻译与讨论。

2、考核方式：考试、出勤、作业及课堂提问。

3、考核目标：在考核学生对微电子科学与工程基本知识、基本原理和方法理解的基础上，重点考核学生的英语运用能力、语言掌握程度、以及现代外文网络工具使用方法的掌握程度。

### 4.成绩构成：各环节成绩评定占比%

考察环节	课堂提问	出勤	作业	综合性报告	考试
课程目标达成的贡献率	0.10	0.20	0.10	0.10	0.50
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试等	结合出勤率	作业评价标准、作业评分登记表	综合性报告评价标准，综合性报告评分登记表，典型综合性报告	试题评分标准



## 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业 毕业要求	成果 关联 度	指标点分解	目 标 1	目 标 2
8. 职业规范：具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。	M	指标点 8-2 遵守职业规范：理解工程师的职业性质和责任，在专业工程实践活动中能够遵守职业道德规范，履行相应的责任。		#
10. 沟通：能够就测控技术与仪器专业相关的复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。	H	指标点 10-1 沟通与表达：能够熟练、正确、规范地撰写技术报告和设计文稿，并能针对主题陈述发言、清晰表达自己的观点、正确回应指令，达到沟通目的。	#	
		指标点 10-2 跨文化交流：具备使用一门外语沟通交流的能力，了解并尊重不同文化，能够通过跨文化交流、竞争与合作开阔国际视野。能区别不同的对象、场所和要求采用合适的方式进行有效沟通。	#	
12. 终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，掌握合理的学习方法，有不断学习和适应发展的能力。	M	指标点 12-2 学习能力：掌握正确的学习方法，具备通过学习不断提高、不断调整自己适应行业发展和环境变化的能力。		#

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识 面比 例 (本 列总 和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$					各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{jk}=P_j*W_{jk}$				
		课堂提 问	出 勤	作 业	报 告	期 末 考 试	课堂 提问	出 勤	作业	报告	期 末 考 试
		1) 能够培养学生将测控技术与仪器专业的基本理论运用到本专业有关的英文适当表述的能力，使用测控技术与仪器专业的专用词汇及清楚其最新进展提高学生在测控	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.5	0.05	0.1	0.05

技术与仪器外文文献方面的听说读写能力；（支撑毕业要求 10）											
2) 培养学生具备国际视野，实现跨文化背景下的沟通与交流，具有现代科学创新意识与国际化交流与竞争意识。（支撑毕业要求 8、12）	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.5	0.05	0.1	0.05	0.04	0.2
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )							0.1	0.2	0.1	0.1	0.5

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《计算机控制技术》教学大纲

课程编号：B03060106

课程名称：计算机控制技术

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32（实验8学时）

学 分：2

适用专业：测控技术与仪器

先修课程：自动控制基础，微机原理与接口技术

大纲执笔人：郭晨霞

大纲编写（修订）时间：2017年9月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程主要研究计算机控制系统在工业测量和实时控制中的应用及设计方法，属于测控专业工程应用类的专业教育课程。通过该课程的学习使学生明确工业控制计算机的特点以及其与生产过程中常用设备的接口总线、常规及复杂控制算法和计算机实时控制系统的设计和分析等问题，使学生能够系统的掌握工业过程中实时数据采集、处理与系统设计的全过程。

## 二、课程目标

- 1) 能够应用所学知识，根据不同的应用场合和环境因素在系统的可靠性及功能性之间合理选择设计方案；（支撑毕业要求1）
- 2) 学会采用本课程讲授的知识设计各类数据信息处理的输入输出通道及过程数据处理方法，将复杂的工程问题应用所学知识进行分解并实现；（支撑毕业要求2）
- 3) 能够按照系统功能要求及性能指标，结合计算机控制系统的一般设计方法，设计常规系统及其控制算法；（支撑毕业要求2、3）
- 4) 能够使用相关仪器观测系统输出结果，通过实时调整各参数取值，改善系统的静、动态性能，对系统进行有效控制。（支撑毕业要求2、4）

## 三、基本要求

1、本课程为专业教育课程，要求先修《自动控制基础》和《微机原理及接口技术》课程，在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，同时运用类比式和启发式教学，

使学生能将各科知识融会贯通，了解计算机控制系统的设计方法与手段，以培养解决工程问题的分析和设计能力。

2、教师通过一般系统功能模块及设计方法讲解，结合实例，提高学生对工程问题解决步骤的认知及设计能力。

3、学生通过上机操作，了解计算机控制系统中各个环节的基本原理和设计方法、硬件与软件相互配合实现各独立功能模块的基本思想。

4、培养学生将一般知识结合不同的应用场合，灵活运用知识设计、开发不同系统的能力，把理论知识运用到实际设计中去技能。

5、本课程是理论与实践相结合。要求学生通过实验环节把所学的内容巩固和掌握，要求在 CAI 教室进行授课，课后进行实验验证分析。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：工业控制机的组成结构及各类总线的结构和特点；输入输出接口通道的结构形式、信号调理及接口技术；数字控制器的模拟化和离散化设计方法；设计过程中的可靠性技术和干扰抑制方法以及实际系统的设计、分析方法。

深度和广度说明：对基本知识比如输入输出接口通道的应用及设计要深入讲解，对其中的执行机构分类应用只做简单介绍，对各类不同的执行机构的介绍应涵盖广些；在常规及复杂的控制算法中对常规的控制算法原理及实现要深入讲解，复杂控制算法简单介绍，原则是各知识点做到深度和广度相结合，既要学生掌握基础知识，又要对本课程所涉及到的现有技术、设备、算法有充分的认识 and 了解。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）

##### 1 计算机控制系统概述（2 学时）

1.1、了解计算机控制系统的组成、特点和典型应用方式；

1.2、了解工业控制机的组成结构、包括内部总线、外部总线的结构和特点；（重点）

1.3、了解计算机控制系统的发展历史、概况和趋势。

##### 2 输入输出接口通道（6 学时）

- 2.1、熟悉输入输出接口的作用和主要的控制方式；
- 2.2、熟练运用数字量输入输出通道的结构形式、信号调理及接口技术；（重点）
- 2.3、熟练运用模拟量输入/输出通道的结构形式、信号调理及接口技术；（重点）
- 2.4、熟练运用 I/O 通道的抗干扰措施。

### 3 常规及复杂的控制算法（6 学时）

- 3.1、学会数字控制器的连续化设计技术和实现方法（数字 PID 控制器的设计、改进、参数的整定和对系统动态性能的影响）；（重点）
- 3.2、学会数字控制器的离散化设计方法（数字控制器的离散化的设计方法；最少拍有（无）波纹控制器的设计）。（难点）

### 4 数字控制技术及过程数据处理方法（2 学时）

- 4.1、了解数字控制系统的组成及分类；
- 4.2、熟练运用系统误差的自动校准、线性化处理、标度变换、数字滤波、插值计算等技术。（重点）

### 5 计算机控制系统可靠性与抗干扰技术（4 学时）

- 5.1、了解可靠性与抗干扰技术的基本概念及可靠性设计的基本途径；（重点）
- 5.2、学会可靠性设计和干扰抑制的方法；（难点）
- 5.3、学会系统供电和接地技术的设计方法；
- 5.4、学会使用软件抗干扰技术，了解看门狗（Watchdog）及数字滤波，故障诊断检测技术。

### 6 计算机控制系统的设计（4 学时）

- 6.1、学会计算机控制系统设计方法，包括控制系统硬件、软件设计、接口选择、控制算法以及系统的调试；（重点）
- 6.2、计算机控制系统应用实例（温度控制系统和步进电机调速系统）。

## 五、实验内容

实验环节主要是上机+实验箱操作，实验箱自带专用的实验系统；要求学生在熟悉实验系统的硬件操作环境和软件使用方法的基础上，学会基本的数据采集及处理方法；学会数字 PID 控制的参数整定方法；亲自动手搭建温度闭环控制系统并调试验证。

### 实验一 数据采集实验（2 学时）

内容：熟悉实验系统的硬件操作环境和软件使用方法；明确实验箱功能模块的内容、电

路图设计原理以及输入输出信号的特性及测试方法，通过连接实验箱相关电路，对实验箱中给定的模拟和数字信号分别进行采集，处理并记录、分析结果。

基本要求：

1. 熟练应用 A/D 和 D/A 转换器的工作原理以及信号的采样、保持过程；
2. 熟悉香农采样定理；
3. 学习模拟量输入/输出通道的设计；
4. 学习开关量输入/输出通道的设计。

### 实验二 数字 PID 控制（3 学时）

内容：数字 PID 控制中，通过简易工程法整定 PID 参数，不必依赖被控对象的数学模型，在工业现场应用中使用广泛，实验要求使用扩充临界度法或扩充响应曲线法整定 PID 参数，学会简易工程法整定 PID 参数的方法，并分析各参数对系统稳定性的影响。

基本要求：

1. 了解数字 PID 参数的工程整定方法；
2. 研究采样周期 T 对系统特性影响；
3. 研究 PID 控制器参数对系统稳定性及过渡过程影响。

### 实验三 温度闭环控制系统设计（3 学时）

内容：应用计算机控制系统设计和分析方法的基础上，了解温度闭环控制系统的构成，并能够应用 PID 控制规律，使温度稳定在给定值，通过调节各参数，观察系统响应特性。

基本要求：

1. 了解温度闭环控制系统的特点；
2. 掌握系统设计及调试过程；
3. 掌握 PID 控制规律、PID 控制器参数的整定方法以及各参数对系统响应特性的影响。

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 计算机控制系统概述	2	0	2
2 输入输出接口通道	6	2	8
3 常规及复杂的控制算法	6	3	9

4 过程控制数据处理的方法	2	0	2
5 计算机控制系统抗干扰技术	4	0	4
6 计算机控制系统的设计与实现	4	3	7
合 计	24	8	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

1. 顾德英等编著,《计算机控制技术》-普通高等教育“十一五”国家级规划教材, ISBN 9787563530052, 北京邮电大学出版社, 2016。

2. 赖寿宏主编,《微型计算机控制技术》-21 世纪普通高等教育规划教材, ISBN 9877111048916, 机械工业出版社, 2007。

3. 丁建强等编著,《计算机控制技术及其应用》-新坐标大学本科电子信息类专业系列教材, ISBN 9787302274902, 清华大学出版社, 2012。

4. 翟天嵩, 计算机控制技术与系统仿真-21 世纪高等学校规划教材, ISBN 9787302293835, 清华大学出版社, 2012。

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对计算机控制系统的基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生的根据不同的工程问题设计相关环节解决实际问题的能力、输入输出接口通道设计能力、数字 PID 控制应用能力、系统设计和分析能力。

2、考核方式：考试、实验、课堂情况。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.1	0.2	0.70
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	课内实验评价标准，实验课堂记录记录，典型实验报告	试题评分标准，试卷，

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3	目标4
1、工程知识	M	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、工程基础和专业等多方面的知识。				
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到测控技术与仪器专业复杂工程问题的解决中。	#			
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。		#		
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。			#	
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识和原理分析判断问题识别和表达结论的有效性；				#
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。				
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。			#	
		指标点 3-2 非技术因素：能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下，对设计方案的可行性进行分析。				
		指标点 3-3 创新意识：积极参与各类创新活动，在专业设计过程中能够体现创新意识；				
4、研究	L	指标点 4-1 研究分析能力：了解测控技术与仪器专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。				#
		指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；				
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，并对误差来源和影响进行综合分析，得到有效结论。				

注：

目标 1：能够应用所学知识及计算机控制系统的一般设计方法，根据不同的应用场合和环境因素在系统的可靠性及功能性之间合理选择设计方案；

目标 2：学会采用本课程讲授的知识设计各类数据信息处理的输入输出通道及过程数据处理方法，将复杂的工程问题应用所学知识进行分解并实现；

目标 3：能够按照系统功能要求及性能指标，结合计算机控制系统的一般设计方法，设计常规系统及其控制算法；

目标 4：能够使用相关仪器观测系统输出结果，通过实时调整各参数取值，改善系统的静、动态性能，对系统进行有效控制。



## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$			各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$		
		课堂 情况	实验	期末 考试	课堂 情况	实验	期末 考试
1) 能够应用所学知识, 根据不同的应用场合和环境因素在系统的可靠性及功能性之间合理选择设计方案; (支撑毕业要求 1)	0.15	0.2333	0.1667	0.6	0.035	0.025	0.09
2) 学会采用本课程讲授的知识设计各类数据信息处理的输入输出通道及过程数据处理方法, 将复杂的工程问题应用所学知识进行分解并实现; (支撑毕业要求 2)	0.15	0.1333	0.1667	0.7	0.02	0.025	0.105
3) 能够按照系统功能要求及性能指标, 结合计算机控制系统的一般设计方法, 设计常规系统及其控制算法; (支撑毕业要求 2、3)	0.55	0.0818	0.1909	0.7273	0.045	0.105	0.4
4) 能够使用相关仪器观测系统输出结果, 通过实时调整各参数取值, 改善系统的静、动态性能, 对系统进行有效控制。(支撑毕业要求 2、4)	0.15		0.6	0.7		0.045	0.105
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )					0.1	0.2	0.7

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《智能仪器》教学大纲

课程编号：B03060107

课程名称：智能仪器

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32（实验 8 学时）

学分：2

适用专业：测控技术与仪器

先修课程：模拟电子技术，数字电子技术，微机原理及接口技术，单片机原理及应用

大纲执笔人：王代华

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

智能仪器是测控技术与仪器专业的专业选修课程。该课程全面、系统地介绍以单片机为核心的智能仪器的基本组成、工作原理和设计方法，着重从系统总体角度阐述如何运用单片机实现电子仪器智能化的相关问题，涉及实现原理及其硬件和软件的设计思想、方法和技巧。通过本课程的学习，学生应学会运用所学的单片机和电子技术等方面的基础知识，解决现代电子仪器开发过程中的实际问题，逐步具备设计以单片机为核心的智能电子仪器的能力。

## 二、课程目标

- 1) 从系统总体角度掌握智能仪器的基本组成、工作原理和设计方法；（支撑毕业要求 2、3）
- 2) 能够利用单片机设计智能仪器的主控及外围电路；（支撑毕业要求 3）
- 3) 掌握用“软件设计硬件”的方法来解决实际问题，提高仪器的智能化水平。（支撑毕业要求 3）

## 三、基本要求

本课程为专业教育课，要求先修模拟电子技术、数字电子技术、微机原理及接口技术、单片机原理及应用等课程。在教学中注意与先修课程结合，以先修课程为基础，重点从系统总体角度讲解测控仪器设计的方法与技巧，培养学生面对本专业复杂工程问题的方案设计能力。

## 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：输入/输出通道及接口技术、人机接口技术、通信接

口技术、数据处理技术、智能仪器的设计方法及实例。

深度和广度说明：输入/输出通道均对模拟通道设计进行深入讲解；人机接口技术对键盘和 LCD 显示设计进行深入讲解；通信接口技术对 USB 通信进行深入讲解；数据处理技术对查表和数字滤波算法进行深入讲解；智能仪器的设计方法及实例对压力测量进行深入讲解。硬件设计中，以系统总体角度建立仪器为主；软件设计中，以理解算法思想为主。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

## 1 绪论（1 学时）

- 1.1、了解从传统仪器到智能仪器的变化；
- 1.2、理解智能仪器的基本结构与特点；
- 1.3、理解推动智能仪器发展的主要技术。

## 2 智能仪器中的微处理器（1 学时）

- 2.1、了解单片机的选择原则；
- 2.2、掌握 MCS-51 系列单片机的分类、结构组成及特点；（重点）
- 2.3、了解 PIC 系列单片机的分类及特点；
- 2.4、了解 MSP-430 系列单片机的分类及特点；
- 2.5、了解 ARM 的特点及其在智能仪器中的应用；
- 2.6、了解 DSP 的特点及其在智能仪器中的应用。

## 3 智能仪器的输入通道及接口技术（2 学时）

- 3.1、了解放大器原理及设计方法；
- 3.2、理解多路转换器原理及设计方法；
- 3.3、掌握采样保持器原理及设计方法；（重点）
- 3.4、理解 A/D 转换器原理、技术指标及选择原则；（难点）
- 3.5、掌握逐次逼近型 A/D 转换器及其接口设计。

## 4 智能仪器的输出通道及接口技术（2 学时）

- 4.1、了解输出通道的结构及特点；
- 4.2、理解 D/A 转换器原理及技术指标；（难点）
- 4.3、掌握集成 D/A 转换器及其接口设计；
- 4.4、掌握数字量输出接口设计。（重点）

## 5 智能仪器的人机接口技术（2 学时）

- 5.1、了解键盘处理与接口设计；
- 5.2、掌握 LED 显示处理及接口设计；
- 5.3、掌握 LCD 显示处理及接口设计；（重点）
- 5.4、掌握触摸屏处理及接口设计。（难点）

## 6 智能仪器的通信接口技术（2 学时）

- 6.1、了解数据通信基础知识；
- 6.2、理解串行通信原理及接口设计；
- 6.3、掌握 USB 通信原理及接口设计；（重点、难点）
- 6.4、了解其他通信接口技术。

## 7 智能仪器的自检及抗干扰技术（2 学时）

- 7.1、了解智能仪器的硬件自检方式及算法；
- 7.2、了解智能仪器的常见干扰源；
- 7.3、掌握智能仪器的硬件抗干扰技术；（重点）
- 7.4、掌握智能仪器的软件抗干扰技术。（重点）

## 8 智能仪器的数据处理技术（4 学时）

- 8.1、掌握数据的非数值处理技术；（重点）
- 8.2、了解系统误差的数据处理技术；
- 8.3、掌握数字滤波技术；（重点、难点）
- 8.4、了解系统软件的组成。

## 9 智能仪器设计方法及实例（8 学时）

- 9.1、掌握智能仪器的设计方法；
- 9.2、掌握智能仪器设计—压力测量实例；（重点、难点）
- 9.3、掌握智能仪器设计—浓度测量实例。（重点、难点）

## 五、实验内容

实验系统由计算机和实验箱组成。计算机要求预装单片机开发软件平台；要求学生熟练掌握单片机开发软件的使用方法，熟练掌握单片机编程语言，掌握在开发软件平台下排查常见语法错误和编译错误的方法；掌握实验箱的基本组成结构和使用方法，能够根据实验指导书完成各实验所需硬件系统的构建，能够编写各实验所需单片机程序并调试通过。

### 实验一 输入通道设计（2 学时）

内容：利用实验箱设计模拟量输入通道，完成信号调理及转换；利用实验箱设计开关量输入通道；在计算机软件平台上编写控制程序；编译程序并调试完成。

基本要求：

- 1、理解模拟量输入通道设计的基本要求；
- 2、理解模拟信号调理的基本原理；
- 3、掌握信号调理电路的设计方法；
- 4、利用实验箱设计模拟量输入通道；
- 5、利用实验箱设计开关量输入通道；
- 6、编写单片机程序并调试完成。

#### 实验二 输出通道设计（2 学时）

内容：利用实验箱设计模拟量输出通道；利用实验箱设计数字量输出通道；在计算机软件平台上编写控制程序；编译程序并调试完成。

基本要求：

- 1、理解模拟量输出的转换原理；
- 2、掌握模拟量输出通道的设计方法；
- 3、利用实验箱设计模拟量输出通道；
- 4、利用实验箱设计数字量输出通道；
- 5、编写单片机程序并调试完成。

#### 实验三 人机接口设计（2 学时）

内容：利用实验箱设计键盘输入接口；利用实验箱设计 LCD 显示接口；在计算机软件平台上编写控制程序；编译程序并调试完成。

基本要求：

- 1、了解键盘工作原理及处理步骤；
- 2、掌握键盘解码及接口设计方法；
- 3、理解 LCD 显示原理；
- 4、掌握 LCD 显示控制及接口设计方法；
- 5、利用现有模块设计人机接口；
- 6、编写单片机程序并调试完成。

#### 实验四 通信接口设计（2 学时）

内容：理解串行通信的基本原理；利用实验箱设计 USB 通信接口；在计算机软件平台上编写控制程序；编译程序并调试完成。

基本要求：

- 1、理解串行通信的基本原理；
- 2、了解 USB2.0 协议标准；
- 3、掌握 USB 通信及接口设计方法；
- 4、利用现有模块设计通信接口；

5、编写单片机程序并调试完成。

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	1	0	1
2 智能仪器中的微处理器	1	0	1
3 智能仪器的输入通道及接口技术	2	2	4
4 智能仪器的输出通道及接口技术	2	2	4
5 智能仪器的人机接口技术	2	2	4
6 智能仪器的通信接口技术	2	2	4
7 智能仪器的自检及抗干扰技术	2	0	2
8 智能仪器的数据处理技术	4	0	4
9 智能仪器设计方法及实例	8	0	8
合计	24	8	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、王祁，《智能仪器设计基础》，ISBN 978 7 111 28792 6，机械工业出版社。
- 2、朱欣华，《智能仪器原理与设计》，ISBN 978 7 040 33885 0，高等教育出版社。
- 3、程德福，《智能仪器（第2版）》，ISBN 978 7 111 27913 6，机械工业出版社。
- 4、高立娥，《智能仪器原理与设计》，ISBN 978 7 561 23141 8，西北工业大学出版社。
- 5、赵茂泰，《智能仪器原理及应用（第3版）》，ISBN 978 7 121 08062 3，电子工业出版社。
- 6、史健芳，《智能仪器设计基础（第2版）》，ISBN 978 7 121 17948 8，电子工业出版社。

## 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、考核目标：考核学生对智能仪器的设计原理、设计方法的掌握程度；考核学生对系统硬件设计的掌握程度；考核学生对软件编程设计的掌握程度。
- 2、采取措施：采用多媒体教学，辅助课堂提问及互动等多种措施。
- 3、考核方式：考试、实验及课堂提问。
- 4、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	实验	期末考试

课程目标达成的贡献率	0.20	0.20	0.60
支撑材料	课堂评价标准, 课堂提问记录或随堂考试, 结合出勤率等	课内实验评价标准, 实验课堂记录, 实验报告	试题评分标准, 试卷

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别: 能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解, 并识别其中的关键特征和参数。	#		
		指标点 2-2 问题表达: 能够应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达, 将工程问题转化为技术问题。	#		
		指标点 2-3 结论判断: 能够应用专业知识和原理分析判断问题识别和表达结论的有效性;		#	
		指标点 2-4 信息获取能力: 掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法, 能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果, 支撑自己的方案, 并理解其差距与优势。			
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 按需设计: 能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案, 设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。	#	#	#
		指标点 3-2 非技术因素: 能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下, 对设计方案的可行性进行分析。	#		
		指标点 3-3 创新意识: 积极参与各类创新活动, 在专业设计过程中能够体现创新意识			#

注:

目标 1: 从系统总体角度掌握智能仪器的基本组成、工作原理和设计方法; (支撑毕业要求 2、3)

目标 2: 能够利用单片机设计智能仪器的主控及外围电路; (支撑毕业要求 3)

目标 3: 掌握用“软件设计硬件”的方法来解决实际问题, 提高仪器的智能化水平。(支撑毕业要求 3)



## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为1) $W_{ik}$			各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$		
		课堂情况	实验	期末考试	课堂情况	实验	期末考试
1) 从系统总体角度掌握智能仪器的基本组成、工作原理和设计方法；(支撑毕业要求2、3)	0.7	0.2	0.1	0.7	0.14	0.07	0.49
2) 能够利用单片机设计智能仪器的主控及外围电路；(支撑毕业要求3)	0.2	0.3	0.2	0.5	0.06	0.04	0.10
3) 掌握用“软件设计硬件”的方法来解决实际问题，提高仪器的智能化水平。(支撑毕业要求3)	0.1		0.9	0.1		0.09	0.01
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )					0.2	0.2	0.6

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《电子科学与技术专业外语》教学大纲

课程编号: B03060213

课程名称: 电子科学与技术专业外语

开课单位: 仪器与电子学院

总学时: 16

学 分: 1

适用专业: 电子科学与技术

先修课程: 大学英语

大纲执笔人: 申冲

大纲编写(修订)时间: 2017年9月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是一门专业教育课程,是在本专业本科生掌握相关的专业基础知识之后,进行专业应用拓展的一门课程。该课程以提高学生对专业知识的听说读写能力为目的,其主要任务是讲授电子科学与技术专业知识的经典外文章节,让学生学会用英文的思维去思考专业知识。通过该课程的学习使学生了解电子科学与技术这门学科的专用词汇及最新进展,提高学生本专业外文文献的听说读写能力、国际化视野和在跨文化背景下进行沟通和交流能力。

## 二、课程目标

1) 能够培养学生将电子科学与技术专业的基本理论运用到本专业有关的英文适当表述的能力,使用电子科学与技术专业的专用词汇及清楚其最新进展提高学生在电子科学与技术外文文献方面的听说读写能力;(支撑毕业要求 10)

2) 培养学生具备国际视野,实现跨文化背景下的沟通与交流,具有现代科学创新意识与国际化交流与竞争意识。(支撑毕业要求 8、12)

## 三、基本要求

通过本课程的系统学习可使学生初步具备如下能力:

1、要求学生已经进行过大部分为电子科学与技术专业专业课的学习,对外文词汇、本专业术语有一定应用;

2、要求学生具有一定的对科技文献的双向翻译能力,并且能够依靠自身的专业背景知识阅读具有一定难度和深度的技术文献;

3、培养学生将英语作为真正专业交流工具的能力,建立学生在相关专业领域国际交流、交往的能力;

4、要求教师具备电子科学与技术的专业背景，并具备较强的本专业听说读写能力。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：为什么要学习专业外语、什么是电子电气、电子电路的起源、一些电路理论与定理、交流电、彩色电视机、串并联电路、示波器的应用、调制与解调、基础计算机知识、软件与硬件、操作系统、多媒体技术、计算机病毒、计算机对社会的影响等。

深度和广度说明：对电子电路相关的词汇和语法要深入讲解；听说读写能力的提高是重点。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分拓展英文文献来源，多沟通多互动等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

##### 1 The importance of English (1 学时)

1.1、本课程在专业课程体系中的地位和作用介绍；（重点）

1.2、课程内容、学习方法、讲授方式、评价方式介绍。（难点）

##### 2 What is electricity (1 学时)

2.1、“什么是电子电路”的外文描述；（重点）

2.1、专业外语中名词和代词的用法。（难点）

##### 3 Sources of electricity and electric circuit (1 学时)

3.1、“电子电路的起源”的外文描述；（重点）

3.2、专业外语中冠词和数词的用法。（难点）

##### 4 Some laws and formulas about circuit (1 学时)

4.1、一些电路法则和定理的外文描述；（重点）

4.2、专业外语中形容词和副词用法。（难点）

##### 5 Alternating current (1 学时)

5.1、“交流电”的外文描述；（重点）

5.2、专业外语中介词和连词的用法。（难点）

##### 6 Color television (1 学时)

6.1、“彩色电视机”的外文描述；（重点）

6.2、专业外语中简单句与并列句的用法。（难点）

#### 7 Series-parallel resistor circuits (1 学时)

7.1、“串并联电阻电路”的外文描述；（重点）

7.2、专业外语中同位语从句的用法。（难点）

#### 8 Measuring voltages with oscilloscopes (1 学时)

8.1、“基于示波器的电压测量”的外文描述；（重点）

8.2、专业外语中名词性从句的用法。（难点）

#### 9 Modulators and demodulators (1 学时)

9.1、“调制与解调”的外文描述；（重点）

9.2、专业外语中定语从句的用法。（难点）

#### 10 Optical communication (1 学时)

10.1、“光纤通信”的外文描述；（重点）

10.2、专业外语中虚拟语气的用法。（难点）

#### 11 Fundamental computer knowledge (1 学时)

11.1、“电脑基础知识”的外文描述；（重点）

11.2、专业外语中被动语态的用法。（难点）

#### 12 Software and hardware (1 学时)

12.1、“软件与硬件”的外文描述；（重点）

12.2、专业外语中词义的确定和引申。（难点）

#### 13 The operating system (1 学时)

13.1、“操作系统”的外文描述；（重点）

13.2、专业外语中词性和成分的转换。（难点）

#### 14 Multimedia technology (1 学时)

14.2、“多媒体技术”的外文描述；（重点）

14.2、专业外语中长难句的翻译技巧。（难点）

#### 15 Computer viruses (1 学时)

15.1、“计算机病毒”的外文描述；（重点）

15.2、专业外语中长难句的翻译技巧。（难点）

#### 16 The careers in Electronics (1 学时)

16.1、“电子科学与技术专业的就业”的外文描述；（重点）

16.2、专业外语中常见的译文病句。（难点）

### 五、实验内容（没有实验的课也要保留本章节，内容写“无”）

无

## 六、学时分配（表中数字横向纵向计算要正确）

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 The importance of English	1	0	1
2 What is electricity	1	0	1
3 Sources of electricity and electric circuit	1	0	1
4 Some laws and formulas about circuit	1	0	1
5 Alternating current	1	0	1
6 Color television	1	0	1
7 Series-parallel resistor circuits	1	0	1
8 Measuring voltages with oscilloscopes	1	0	1
9 Modulators and demodulators	1	0	1
10 Optical communication	1	0	1
11 Fundamental computer knowledge	1	0	1
12 Software and hardware	1	0	1
13 The operating system	1	0	1
14 Multimedia technology	1	0	1
15 Computer viruses	1	0	1
16 The careers in Electronics	1	0	1
合计	16	0	16

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、孙萍，《电子技术专业英语（第二版）》，ISBN 9787111083085，机械工业出版社。
- 2、任冶钢，《电子信息工程专业英语教程（第四版）》，ISBN 9787121238512，电子工业出版社。
- 3、张福强，《电子信息技术专业英语（第二版）》，ISBN 9787121048081，电子工业出版社。

## 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、采取措施：讲授与提问并重，学生每堂课分模块进行分组，对教学内容进行现场翻译与讨论。
- 2、考核方式：考试、出勤、作业及课堂提问。
- 3、考核目标：在考核学生对电子科学与技术基本知识、基本原理和方法理解的基础上，

重点考核学生的英语运用能力、语言掌握程度、以及现代外文网络工具使用方法的掌握程度。

#### 4.成绩构成：各环节成绩评定占比%

考察环节	课堂提问	出勤	作业	综合性报告	PPT 演讲报告
课程目标达成的贡献率	0.10	0.20	0.10	0.10	0.50
支撑材料	课堂评价标准, 课堂提问记录或随堂考试等	结合出勤率	作业评价标准、作业评分登记表	综合性报告评价标准, 综合性报告评分登记表, 典型综合性报告	PPT 演讲报告评分标准

#### 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2
8. 职业规范：具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。	M	指标点 8-2 遵守职业规范：理解工程师的职业性质和责任，在专业工程实践活动中能够遵守职业道德规范，履行相应的责任。		#
10. 沟通：能够就电子科学与技术专业相关的复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。	H	指标点 10-1 沟通与表达：能够熟练、正确、规范地撰写技术报告和设计文稿，并能针对主题陈述发言、清晰表达自己的观点、正确回应指令，达到沟通目的。	#	
		指标点 10-2 跨文化交流：具备使用一门外语沟通交流的能力，了解并尊重不同文化，能够通过跨文化交流、竞争与合作开阔国际视野。能区别不同的对象、场所和要求采用合适的方式进行有效沟通。	#	
12. 终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，掌握合理的学习方法，有不断学习和适应发展的能力。	M	指标点 12-2 学习能力：掌握正确的学习方法，具备通过学习不断提高、不断调整自己适应行业发展和环境变化的能力。		#

注：

目标 1：能够培养学生将电子科学与技术专业的基本理论运用到本专业有关的英文适当表述的能力，使用电子科学与技术专业的专用词汇及清楚其最新进展提高学生在电子科学与技术外文文献方面的听说读写能力；

目标 2：培养学生具备国际视野，实现跨文化背景下的沟通与交流，具有现代科学创新意识与国际化交流与竞争意识。

#### 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$	各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$
------	-------	------------------------------------	--

	(本列总和为1) $P_i$	课堂提问	出勤	作业	综合性报告	PPT演讲报告	课堂提问	出勤	作业	综合性报告	PPT演讲报告
1) 能够培养学生将电子科学与技术专业的基本理论运用到本专业有关的英文适当表述的能力,使用电子科学与技术专业的专用词汇及清楚其最新进展提高学生在电子科学与技术外文文献方面的听说读写能力;(支撑毕业要求10)	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.5	0.05	0.1	0.05	0.06	0.3
2) 培养学生具备国际视野,实现跨文化背景下的沟通与交流,具有现代科学创新意识与国际化交流与竞争意识。(支撑毕业要求8、12)	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.5	0.05	0.1	0.05	0.04	0.2
各环节对课程目标达成的贡献率 (Mk)							0.1	0.2	0.1	0.1	0.5

采用达成值算法,辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配,采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式:

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中:

$k$  表示不同的评价方式,  $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分,均为百分制;

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比;

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比;

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比;

## 十一、课程目标达成评价用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。



针对课程目标达成评价中发现的问题和不足,在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因,并给出改进建议。后续任课教师应针对以前的问题和建议,在授课计划中做好落实改进计划,并在授课过程中予以落实。

# 《激光原理与技术》教学大纲

课程编号: B03060204

课程名称: 激光原理与技术

开课单位: 仪器与电子学院

总学时: 48(实验 10 学时)

学 分: 3

适用专业: 电子科学与技术

先修课程: 高等数学、大学物理、光电子技术基础

大纲执笔人: 武锦辉

大纲编写(修订)时间: 2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

《激光原理与技术》是一门理论性很强的专业基础课,是本专业光信息应用技术方向的重要基础课程。课程主要讲授激光器的基本原理和技术,培养学生分析解决激光物理问题的能力,特别强调物理概念的深入理解以及激光输出特性与激光器的参数之间的关系。通过该课程的学习,可以为学生们以后从事激光技术、光通讯以及信息处理、红外探测、生物医疗诊断、材料加工、环境检测等方面的相关工程研究打下基础。

## 二、课程目标

- 1) 培养学生对激光器的基本工作原理、基本特性的测量设计方法和常用测量方法的选择;(支撑毕业要求 1)
- 2) 培养学生对激光器特性的理论分析与测定能力;(支撑毕业要求 2、3、4)
- 3) 培养学生熟悉各种激光器的原理并熟悉常用仪器的使用(如固体激光器、红宝石激光器、气体激光器等);(支撑毕业要求 2、3、4)
- 4) 培养学生将激光技术应用于解决相关工程问题。(支撑毕业要求 2、3)

## 三、基本要求

1、本课程在教学中应把重点放在讲解激光的基本理论和基本方法上,同时也注意到内容的广泛性及理论与实际的结合,运用启发式教学方法,使学生从抽象的概念中走出来,达到深入理解。

2、老师讲授内容的编排上注意理论本身的系统性、完整性及各章节间的关系,特别注意物理现象的描述,引入了一系列相互关联的基本概念,如受激吸收,自发辐射,受激辐射,稳定谐振腔理论,高斯光束参数及其变化规律,增益系数及其饱和效应等,有助于学生对激光物理基本理论及处理方法的掌握。

3、该课程理论性强,需要推导的公式多,在讲授中适当引入理论推导,帮助学生理解

知识的来龙去脉，但重点要求学生从物理意义上对相关知识进行理解和掌握。

4、学生应根据教师的课堂提问及课后作业，查阅相关资料文献，拓宽思路解决问题，真正的理解激光理论知识。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：激光器的工作原理、增益介质的特性、光学谐振腔的设计、激光器的输出性能。改善可控制激光输出特性的典型激光技术如放大、选模、稳频、调 Q、锁模等的基本原理、方法和种类。

深度和广度说明：激光的基本原理、开放式光腔与高斯光束、电磁场和物质的相互作用、激光器的振荡特性，这些内容是学生必须掌握的基本知识。了解稳定式和非稳定式开放光腔与其输出激光模式的关系，工作物质加宽机制与激光振荡模式及输出特性的关系。稳定谐振腔理论，高斯光束参数变化，规律激光器振荡特性是本课程的难点。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

##### 1 绪言（1 学时）

- 1.1 激光器的发展史
- 1.2 激光的广泛应用

##### 2 激光的基本原理（5 学时）

- 2.1 相干性的光子，理解激光模式、相格、光子相干性、光子简并度
- 2.2 黑体辐射，以及自发辐射跃迁、受激吸收跃迁和受激辐射跃迁（重点）
- 2.3 光的受激辐射放大概念、自激振荡条件；激光产生的基本原理、激光器的组成及激光的特性（重点）

##### 3 开放式光腔与高斯光束（12 学时）

- 3.1 光腔理论的一般问题；纵模的概念，光腔的损耗，无源谐振腔的 Q 值；共轴球面腔的稳定性条件（重点）
- 3.2 开腔模式的物理概念和衍射分析方法，平行平面腔的迭代解法
- 3.3 方形镜、圆形共焦腔的自再现模，方形镜、圆形镜共焦腔的行波场特征；一般稳定球面腔的模式特征（重点）
- 3.4 高斯光束的基本性质及特征参数，高斯光束 Q 参数的变换规律（重点）

3.5 高斯光束的聚焦和准直；高斯光束的自再现变换与稳定球面腔的等价；光束衍射倍率因子  $M^2$

#### 4 光场与物质的相互作用（6 学时）

4.1 光和物质相互作用的经典理论；谱线加宽和线型函数；均匀加宽、非均匀加宽产生的物理机制（重点）

4.2 受激辐射概率；典型激光器速率方程

#### 5 激光器的输出特性（6 学时）

5.1 均匀加宽工作物质的反转集居数饱和和均匀加宽工作物质的增益饱和

5.2 非均匀加宽工作物质的增益饱和，烧孔效应，兰姆凹陷的形成

5.3 激光器的阈值条件、振荡条件，模式竞争；脉冲激光器中的弛豫振荡（重点）

#### 6 激光的基本技术（8 学时）

6.1 激光器单纵模、单横模输出的选取方法；影响激光器频率稳定的因素，稳频的方法。

6.2 激光调 Q 的原理，电光调 Q，声光调 Q，染料调 Q 的方法。（重点）

6.3 激光调制的基本概念；激光偏转技术；激光锁模的基本原理，主动锁模与被动锁模。（重点）

结合本章内容，向学生归纳介绍课程目标 3 所表达的思想。

## 五、实验内容

### 实验一：He-Ne 激光器特性参数的测量（2 学时）

内容：调整实验仪器产生 He-Ne 激光，观察纵模数目，测量偏振比。

基本要求：

- 1、了解 He-Ne 激光器的构造。
- 2、掌握测量 He-Ne 激光器的功率、光斑尺寸、发散角，波长、偏振等特性参数的方法。

### 实验二：He-Ne 激光的纵模间距测量（2 学时）

内容：我们用 F-P（Fabry-perot）干涉仪作为分光元件，测量 He-Ne 激光器相邻两纵模的波长差，即纵模间距。

基本要求：

- 1、了解扫描干涉仪的结构和性能，掌握它的使用方法。
- 2、掌握用共焦球面扫描干涉仪测量单横模 He-Ne 激光的纵模间距的方法，了解 He-Ne 激光的频谱结构。

### 实验三：He-Ne 激光器光束强度分布及其发散角的测量

内容：测量激光束的光斑直径；鉴别  $TEM_{00}$  模式；测量远场发射角。

基本要求：

1. 熟悉基横模光束特性。
2. 掌握  $TEM_{00}$  模高斯光束强度分布的测量方法和鉴别。
3. 测量 He-Ne 激光器的远场发散角。

#### 实验四：半导体激光泵浦固体激光器（2 学时）

内容：掌握半导体泵浦固体激光器的工作原理和调试方法。

基本要求：

- 1、了解大功率半导体激光器的构造和调制特性。
- 2、掌握半导体泵浦固体激光器的工作原理和调试方法。
- 3、本实验过程中注意突出对课程目标 2 的深度支撑。

#### 实验五：半导体泵浦 Q 开关倍频激光器（2 学时）

内容：掌握固体激光器被动调 Q 的工作原理，进行调 Q 脉冲的测量。

基本要求：

- 1、了解激光倍频原理，掌握测量倍频效率等基本参数的方法。
- 2、掌握调 Q 脉冲重频和脉宽的测量方法。
- 3、本实验过程中注意突出对课程目标 2 的深度支撑。

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
绪言	1		1
第一章 激光的基本原理	5	2	7
第二章 开放式光腔与高斯光束	12	4	18
第三章 光场与物质的相互作用	6		6
第四章 激光器的输出特性	6	2	8
第五章 激光的基本技术	8	2	10
合计	38	10	48

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、周炳琨等主编，《激光原理》，国防工业出版社，2009 年（第六版）
- 2、高以智，《激光原理学习指导》，国防工业出版社，2007 年
- 3、陈家璧、彭润玲主编，《激光原理及应用》电子工业出版社，2010 年（第 2 版）

## 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、考核目标：考核学生对激光的基本知识、基本原理和基本方法的掌握程度。

2、考核方式：课堂情况、作业、实验、期末考试。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.09	0.09	0.22	0.6
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	实验评价标准，实验课堂记录记录，典型实验报告	试题评分标准，试卷，

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

电子科学与技术专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#			
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。		#	#	#
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，以模型或公式等形式说明问题特征。		#	#	#
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识分析判断结论的有效性。		#		#
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-3 创新意识：积极参与各类创新活动，在设计过程中能够体现创新意识。		#	#	
4、研究	M	指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究。	#	#	#	
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，并对误差来源和影响进行综合分析，得到有效结论。	#	#		

注：

目标 1：掌握激光器的基本工作原理、基本特性的测量设计方法和常用测量方法的选用；（支撑毕业要求 1）

目标 2：培养学生对激光器特性的理论分析与测定能力；（支撑毕业要求 2、3、4）

目标 3：掌握各种激光器的原理并熟悉常用仪器的使用（如固体激光器、红宝石激光器、气体激光器等）；（支撑毕业要求 2、3、4）

目标 4：培养学生将激光技术应用于解决相关工程问题。（支撑毕业要求 2、3）

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$				各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课堂情况	作业	实验	期末考试	课堂情况	作业	实验	期末考试
1) 掌握激光器的基本工作原理、基本特性的测量设计方法和常用测量方法的选用;(支撑毕业要求 1)	0.5	0.1	0.1	0.2	0.6	0.05	0.05	0.1	0.3
2) 培养学生对激光器特性的理论分析与测定能力;(支撑毕业要求 2、3、4)	0.2	0.1	0.1	0.2	0.6	0.02	0.02	0.04	0.12
3) 掌握各种激光器的原理并熟悉常用仪器的使用(如固体激光器、红宝石激光器、气体激光器等);(支撑毕业要求 2、3、4)	0.2	0.1	0.1	0.2	0.6	0.02	0.02	0.04	0.12
4) 培养学生将激光技术应用于解决相关工程问题。(支撑毕业要求 2、3)	0.1			0.4	0.6			0.04	0.06
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )						0.09	0.09	0.22	0.6

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比。

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。



# 《电子系统集成》教学大纲

课程编号：B03060207

课程名称：电子系统集成

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32（实验8学时）

学 分：2

适用专业：电子科学与技术

先修课程：微机原理及接口技术、电路分析基础、模拟电子技术、数字电子技术、单片机系统设计、可编程逻辑器件应用

大纲编写人：焦新泉

大纲编写（修订）时间：2017年9月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程为系统设计类的专业教育课程，是电子电路系统的工程实践课程。该课程主要以系统案例分析为基础，让学生系统学习实际工程设计的基础过程，培养学生的系统观念，真正掌握系统设计技术。

## 二、课程目标

教学目标：

- 1) 通过本课程的学习，学生应建立“系统”概念；（支撑毕业要求1、2、3）
- 2) 了解电子系统设计方法和设计步骤；（支撑毕业要求3）
- 3) 能针对具体问题提出解决思路和解决方案；（支撑毕业要求3）
- 4) 具备简单系统的设计能力；（支撑毕业要求2、3、4）
- 5) 能够利用计算机对系统进行仿真及优化设计。（支撑毕业要求2、3、5）

## 三、基本要求

1、本课程为专业教育课，要求先修微机原理及接口技术、电路分析基础、模拟电子技术、数字电子技术、单片机系统设计、可编程逻辑器件应用。通过本课程的学习，培养学生的系统观念和 design 能力，提高学生工程设计经验，锻炼学生对具体工程问题的探究能力。

2、在教学过程中应注重学生的系统观念，将学生从只关注理论学习转移到具体系统的设计方面。课堂讲授环节重点放在设计方法和具体案例分析，后续通过实验环节强化学生的设计能力和工程实践经验。

3、教师结合常用的经典电路实例，并贯彻电路中的实际工程问题，重点培养学生针对

具体工程问题灵活运用理论知识和系统设计的能力。

4、培养学生运用 EDA 软件来设计具体电路，掌握电子电路自动化设计技巧。

5、本课程是一门工程性很强的课程。要求学生把所学的电路相关理论知识与工程实践联系起来，并能举一反三，授课环节在 CAI 教室进行，授课完毕后进行实验。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：系统概述、电子系统的一般设计方法及步骤、线性电源的设计、模拟和数字系统的设计、C8051 单片机原理及设计、电子系统的工程问题。

教学方法：对线性电源、模拟电子系统的设计要深入讲授，对系统概述、设计方法及步骤只做简单介绍，电子系统的工程问题了解即可，C8051 单片机电路系统是重点讲述的内容。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在讲授过程中要充分利用问题引导、案例分析等教学方法，以进一步提高教学质量。

##### 1 电子系统设计导论（1 学时）

1.1 了解电子系统组成及概述；

2.1 了解电子系统的一般设计方法及步骤。

##### 2 线性电源设计（2 学时）

2.1 了解电源类型，线性电源的组成；

2.2 掌握线性电源的设计方法、指标、参数计算及选择。（难点、重点）

##### 3 模拟和数字电路系统的分析和设计（10 学时）

3.1 了解模拟电路和数字电路的组成和特点；

3.2 熟练掌握运算放大器的关键动态指标和应用电路分析；（重点）

3.3 了解 DAC 的各种静、动态参数指标，熟练掌握 DAC 和多路选择器的设计分析方法；（难点）

3.4 了解不同速度 ADC 的基本原理和设计分析；（重点）

3.5 理解模拟电路的一般设计注意事项；

3.6 了解 PLD 数字系统；

##### 4 C8051 单片机应用系统设计（6 学时）

4.1 了解单片机应用系统组成、设计思想及开发过程；

- 4.2 了解 C8051F020 的结构、特点和存储器组织；
- 4.3 理解 C8051F020 的交叉开关和 GPIO；（难点）
- 4.4 掌握 C8051F020 的 ADC 和 DAC 工作原理；（重点）
- 4.5 了解单片机一般设计原则和注意事项。

#### 5 电子系统的工程问题（5 学时）

- 5.1 掌握电子系统的电磁兼容设计；（重点、难点）
- 5.2 了解电子设备的热设计问题及解决方案；
- 5.3 了解可靠性定义、可靠性预计和可靠性设计原则；
- 5.4 了解印制电路板的设计、装配；
- 5.5 了解系统的一般调试过程和步骤，了解设计文档分类及撰写原则。

### 五、实验内容

实验环节主要是上机实践操作，要求保证上机条件，具备常用的 EDA 绘图软件工具，要求学生了解 1 种常见 EDA 绘图软件的使用方法，根据具体问题提出解决方案，撰写设计报告，完成设计过程。

本实验为分组实验，共 8 个学时，由学生协同完成。一个学时用来提出实验要求并进行讲解，学生明确分组后，完成实验的设计、仿真和验证。必要时，学生可适当利用课外时间。最后两个学时，教师要检查实际设计、仿真结果，测试其正确性，完成验收。

#### 实验一 利用 C8051F020 单片机实现 8 路信源输出及反馈采样（8 学时）

基本要求：

- 1、根据任务要求，完成开发解决方案，并撰写详细的方案设计报告；
- 2、学会利用 EDA 绘图软件设计相关电路；
- 3、利用 C 语言或汇编语言编写单片机程序代码；
- 4、每 4 人为一小组，分工完成不同的部分；
- 5、验收要求：每人根据自身工作撰写一份报告；
- 6、本实验过程中注意突出对课程目标 5 的深度支撑。

实验内容：

利用 C8051F020 单片机将波形量化数据放置于内部 ROM，通过内部 D/A 产生信号以及 I/O 端口控制多路模拟开关，同时生成 16 路信号源，注意信号源调理电路中采

保部分的选值，并给出理论计算结果。反馈回采部分采用单片机的 12 位高精度 A/D 转换器，按通道顺序进行循环采样，采样频率自定义，电源部分采用线性电源设计方案。

## 六、学时分配

章节名称	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 电子系统设计导论	1	0	1
2 线性电源设计	2	0	2
3 模拟和数字电路系统的分析和设计	10	0	10
4 单片机应用系统设计	6	0	6
5 电子系统的工程问题	5	0	5
6 实验	0	8	8
合计	24	8	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、余小平. 电子系统设计. 北京：北京航空航天大学出版社. 2007 年.
- 2、杨刚. 电子系统设计与实践. 北京：电子工业出版社. 2009 年.
- 3、李玉山等. 电子系统集成设计技术. 北京：电子工业出版社. 2002 年.
- 4、李玉山. 电子系统集成设计导论. 西安：西安电子科技大学出版社. 2008 年.

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：考核学生对电路系统的基本理论知识、原理及方法基础上，重点考核学生对电子系统设计和分析的综合应用能力。

2、考核方式：考试、课内实验、作业及课堂提问。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.09	0.09	0.28	0.54
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	课内实验评价标准，实验课堂记录记录，典型实验报告，验收记录	试题评分标准，试卷

	试, 结合出勤率等			
--	-----------	--	--	--

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系: 系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#				
		指标点 1-2 活学活用: 能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来, 灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。	#				
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别与表达: 能识别和判断电子类复杂工程问题的关键环节和参数, 将工程问题转化为技术问题, 并采用合理的方式正确表达。	#			#	
		指标点 2-3 结论有效: 能够应用专业知识分析判断结论的有效性;				#	
		指标点 2-4 信息获取能力: 掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法, 能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果, 并能够与自己的方案进行对比, 并理解其差距与优势。					
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 设计与创新: 能够根据用户需求确定解决方案, 设计相关的电路、系统和工艺流程。在设计细节中能够体现创新意识;		#	#		
		指标点 3-3 建模仿真能力: 能针对一个电路或系统建立恰当的模型, 通过建模、仿真确定功能和工艺参数;			#		#
		指标点 3-4 业务实践能力: 掌握电路系统设计流程与工艺要求, 设计出满足用户需求的电路或系统。	#	#		#	
		指标点 3-5 成果表达能力: 能够用规范性的图纸、报告、代码或实物等形式, 呈现设计成果。		#			#
4、研究	M	指标点 4-2 实验设计能力: 能够基于专业理论, 根据所面对的复杂问题的特征, 选择研究路线, 设计可行的实验方案, 并选用或搭建实验装置, 开展研究;				#	
		指标点 4-3 实验结果分析: 能正确采集、整理、综合实验数据, 对多因素实验结果进行关联, 解释其物理本质, 并对误差来源和影响进行分析。					#
5、使用现代工具	M	指标点 5-1 工具选择: 了解当前主流的同类 EDA 工具的优点与不足, 并针对问题特性与需求做出对比选择。					#
		指标点 5-2 专业工具使用: 能够针对本专业涉及到的微结构、器件、电路、电气特性和逻辑等过程, 每类过程至少掌握一种 EDA 软件进行设计和仿真, 提高工作效率。					

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为1) $W_{ik}$				各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课堂情况	作业	实验	期末考试	课堂情况	作业	实验	期末考试
1) 通过本课程的学习, 学生应建立“系统”概念; (支撑毕业要求 1、2、3)	0.35	0.1	0.15	0.25	0.5	0.04	0.05	0.09	0.17
2) 了解电子系统设计方法和设计步骤; (支撑毕业要求 3)	0.1		0.1	0.3	0.6		0.01	0.03	0.06
3) 能针对具体问题提出解决思路和解决方案; (支撑毕业要求 3)	0.1			0.3	0.7			0.03	0.07
4) 具备简单系统的设计能力; (支撑毕业要求 2、3、4)	0.25	0.2	0.1	0.2	0.5	0.05	0.03	0.05	0.12
5) 能够利用计算机对系统进行仿真及优化设计。(支撑毕业要求 2、3、5)	0.2			0.4	0.6			0.08	0.12
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )						0.09	0.09	0.28	0.54

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

采用达成值算法及对学生的问卷调查法。

$$\text{达成值} = \sum_{\text{考查环节}} \text{目标值} \times \frac{\text{学生在相应环节得分的平均值}}{\text{样本中为考查某毕业要求所设计环节的总分}}$$

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《微电子科学与工程专业外语》教学大纲

课程编号：B03060314

课程名称：微电子科学与工程专业外语

开课单位：仪器与电子学院

总学时：16(实验0学时)

学 分：1

适用专业：微电子科学与工程

先修课程：《大学英语》、《半导体物理与器件》等。

大纲执笔人：马宗敏

大纲编写（修订）时间：2017年9月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

《微电子科学与工程专业外语》是微电子科学与工程专业的必修课程，是在本专业本科生掌握相关的专业基础知识之后，进行专业应用拓展的一门课程。本课程的开设是为了让学生了解微电子技术工程这门学科的专用词汇及最新进展。通过本课程的学习，使同学掌握半导体物理与器件，集成电路等方面的专业词汇，了解某些专业词汇的特殊含义和汉译方法，由浅入深地提高阅读原版专业文献的速度及理解能力。

## 二、课程目标

支撑要求：

毕业要求 2（问题分析）、毕业要求 5（使用现代工具）、毕业要求 10（沟通）、毕业要求 12（终身学习）

教学目标：

目标 1：能够培养学生将微电子科学与工程专业的基本理论运用到本专业有关的英文适当表述之中；

目标 2：了解微电子科学与工程专业的专用词汇及最新进展；

目标 3：掌握半导体物理与器件，集成电路工艺与设计等方面的专业词汇，了解某些专业词汇的特殊含义和汉译方法，由浅入深地提高阅读原版专业文献的速度及理解能力。

目标 4：提高学生在微电子科学与工程外文文献方面的听说读写能力；

目标 5：培养学生具备国际视野，实现跨文化背景下的沟通与交流，具有现代科学创新意识与国际化交流与竞争意识。



### 三、基本要求（含先修课程）

1. 要求学生已经进行过大部分为微电子科学与工程专业专业课的学习，对外文词汇、本专业技术术语有一定掌握；
2. 要求学生具有一定的对科技文献的双向翻译能力，并且能够依靠自身的专业背景知识阅读具有一定难度和深度的技术文献。
3. 培养学生将英语作为真正专业交流工具的能力，建立学生在相关专业领域国际交流、交往的能力。
4. 要求教师具备微电子科学与工程的专业背景，并具备一定的本专业听说读写能力。

### 四、教学内容和教学方法

#### 教学方法：

- 1、利用 CAI 形式讲授，辅以重要知识点的板书推导与分析，引导学生理解分析思路；
- 2、讲授过程中穿插提问和讨论等环节，让学生获得更多的锻炼机会。

#### 教学内容：

#### 第一章 Semiconductors Physics （1 学时）

- 1.1 Energy Bands and Carrier Concentration
- 1.2. Carrier Transport Phenomena
- 1.3 PN Junction
- 1.4 Summary

重点：PN 结，掌握半导体物理相关的专业词汇，通过对典型公式的英文表述与表达方法，要求学生掌握基于外文专著的 Semiconductors Physics 的公式表述。

#### 第二章 Semiconductor Device （1 学时）

- 2.1 Bipolar Junction Transistor
- 2.2 The MOSFET
- 2.3 Microwave and Photonic Devices
- 2.4 Summary

重点：使学生了解并掌握双极型晶体管基本特性及其相应专业词汇，对涉及该部分内容的科技文献具有一定的双向翻译能力；应用经典论文文献中的图表表述，要求学生掌握基于论文的 Semiconductors device 的图表表述。

#### 第三章 Processing Technology （3 学时）

- 3.1 Crystal Growth and Epitaxy
- 3.2 Vaper-Phase Epitaxy
- 3.3 Oxidation and Film Deposition

### 3.4 Diffusion and Ion Implantation

### 3.5 Lithographies

### 3.6 Chemical Etching

### 3.7 Integrated Devices

重点：使学生通过课程的学习掌握相应的专业词汇，对涉及该部分内容的科技文献具有一定的双向翻译能力；应用经典论文文献中的摘要表述，要求学生掌握基于外文专著工艺技术的摘要表述方法。

## 第四章 Integrated Circuits (3 学时)

### 4.1 Introduction

### 4.2 Design Analysis and Simulation

### 4.3 Verification

### 4.4 Summary

重点：数字集成电路设计。该内容对专业知识有一定的拓宽，通过课程的学习，要使学生了解并掌握集成电路设计的基本思想及其相应的专业词汇，对涉及该部分内容的科技文献具有一定的双向翻译能力；应用经典论文文献中的摘要表述，要求学生掌握基于外文集成电路论文对实验流程的经典表述方法。

## 第五章 Microelectromechanical System (MEMS) (2 学时)

### 5.1 Introduction

### 5.2 Mechanical Characteristics of Silicon

### 5.3 Microfabrications and Microsensing for MEMS

### 5.4 Electromechanical Actuation

### 5.5 Materials for MEMS

重点：MEMS 技术。该内容有一定专业知识的综合和扩展，通过课程的学习，要求学生了解 MEMS 的发展及管件技术，掌握相应的专业词汇，对涉及该部分内容的科技文献具有一定的双向翻译能力；同时选取经典论文，掌握涉及原理性图表、方法的经典表述。

## 第六章 Examples of Scientific and Technological Papers (6 学时)

### 6.1 Microelectronics and Photonics – the Future

### 6.2 Accelerated Verification of Digital Devices

### 6.3 Nanotechnology

重点：纳米技术知识概念。选取最新研究文献，使学生了解纳米技术的特点，掌握相应的专业词汇，培养学生对该部分内容的技文献双向听说读写能力，初步具备在该专业的国际交往与交流能力。

## 五、实验内容

无

## 六、学时分配

章节名称	讲授 (学时)	实验 (学时)	小计
第一章 Semiconductors Physics	1		1

第二章 Semiconductor Device	1		1
第三章 Processing Technology	3		3
第四章 Integrated Circuits	3		3
第五章 Microelectromechanical System (MEMS)	2		2
第六章 Examples of Scientific and Technological Papers	6		6
合 计	16		16

### 七、教材、补充教材及参考资料

1、电子科学与技术专业英语——微电子技术分册，陈伟平，田丽主编，哈尔滨工业大学出版社出版，2007年版

2、Physics of Semiconductor Devices. S. M. Sze wiley. New York 1981

3、<http://www.nature.com/index.html>.

### 八、达成课程目标的途径和措施

1、采取措施：讲授与提问并重，学生每堂课分模块进行分组，对教学内容进行现场翻译与讨论。

2、考核方式：考试、作业及课堂提问。

3、考核目标：在考核学生对微电子科学与工程基本知识、基本原理和方法理解的基础上，重点考核学生的英语运用能力、语言掌握程度、以及现代外文网络工具使用方法的掌握程度。

4.成绩构成：

各环节成绩评定占比%

课堂提问	作业	课外综合作业	期末考试
10	20	20	50

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

课程目标					专业毕业要求
5	4	3	2	1	
					1 <b>工程知识:</b> 掌握从事工程工作所需的数学和自然科学知识, 掌握微纳传感器理论与技术、半导体器件、集成电路、信号与系统等工程基础知识和微电子专业的基本理论, 并能够将相关知识用于解决与微电子工程专业有关的复杂工程问题。
H	H	H	H	H	2 <b>问题分析:</b> 能够应用工程所需的数学、自然科学知识和微电子科学与工程专业的的基本理论, 并通过文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法, 对微电子科学与工程专业的复杂工程问题进行识别、表达和分析, 得出有效结论。
					3 <b>设计/开发解决方案:</b> 能够设计针对微电子科学与工程专业的复杂工程问题的解决方案, 设计微纳传感器、半导体器件和集成电路, 解决微电子科学与工程相关问题。能够在设计过程中体现创新意识, 综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。
					4 <b>研究:</b> 具备一定的专业技术研究能力, 采用信息获取与控制的科学方法对微电子科学与工程专业的复杂工程问题进行研究、设计实验, 并能够对实验结果进行分析与数据处理并获得有效结论。
H	H				5 <b>使用现代工具:</b> 掌握微电子科学与工程专业的信息技术手段、资源和现代工程工具, 能够对相关复杂工程问题进行预测与模拟, 并能够理解其局限性或受限程度。
					6 <b>工程与社会:</b> 能够基于工程相关背景知识进行合理分析, 评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响, 并理解应承担的责任。
					7 <b>环境和可持续发展:</b> 能够理解和评价针对复杂工程问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。
					8 <b>职业规范:</b> 具有人文社会科学素养、社会责任感, 能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范, 履行责任。
					9 <b>个人和团队:</b> 能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。
H	H	H	H	H	10 <b>沟通:</b> 能够就微电子科学与工程专业的复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流, 包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野, 能够在跨文化背景下进行沟通和交流。
					11 <b>项目管理:</b> 理解并掌握工程管理原理与经济决策方法, 并能在多学科环境中应用。
H			H		12 <b>终身学习:</b> 具有自主学习和终身学习的意识, 有不断学习和适应发展的能力。

注:

目标 1: 能够培养学生将微电子科学与工程专业的的基本理论运用到本专业有关的英文适当表述之中;

目标 2: 了解微电子科学与工程专业的专用词汇及最新进展;

目标 3: 掌握半导体物理与器件, 集成电路工艺与设计等方面的专业词汇;

目标 4: 了解某些专业词汇的特殊含义和汉译方法, 由浅入深地提高阅读原版专业文献

的速度及理解能力。

目标 5：学生应初步建立现代科学创新意识与国际化交流与竞争意识。

## 十、课程目标达成评价

采用达成值计算法及对学生的问卷调查法。

$$\text{达成值} = \sum_{\text{考查环节}} \text{目标值} \times \frac{\text{学生在相应环节得分的平均值}}{\text{样本中为考查某毕业要求所设计环节的总分}}$$

毕业要求	达成目标值分配			
	课堂提问	作业	课外综合作业	期末考试
2、问题分析检索	0.1	0.2	0.3	0.2
5、使用现代工具	0.1	0.2	0.3	0.2
10、沟通研究	0.1	0.1	0.4	0.1
12、终身学习	0.1	0.1	0.4	0.1

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足,在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因,并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议,在授课计划中做好落实改进计划,并在授课过程中予以落实。

# 《MEMS 工艺》教学大纲

课程编号: B06060304

课程名称: MEMS 工艺

开课单位: 仪器与电子学院

总学时: 32 (实验 8 学时)

学 分: 2

适用专业: 微电子科学与工程

先修课程: 微电子学概论、半导体物理与器件

大纲执笔人: 雷程

大纲编写(修订)时间: 2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

MEMS 工艺是微电子科学与工程专业的一门专业任选课。通过本课程学习, 使学生对 MEMS 器件和 MEM 器件制造工艺及原理有一个较为完整和系统的概念, 了解硅 MEMS 制造领域的新技术、新设备、新工艺, 使学生具有一定工艺分析和设计以及进行工艺整合的能力。

## 二、课程目标

- 1) 通过 MEMS 工艺的学习, 使学生掌握 MEMS 工艺的基本理论、基本知识, 拓宽专业视野;
- 2) 了解 MEMS 工艺制造领域的工艺技术和设备, 使学生具有一定工艺分析和设计的能力;
- 3) 能够掌握 MEMS 工艺的基本流程, 能设计典型的 MEMS 传感器件的基本工艺流程; 能够利用计算机对氧化、扩散和离子注入进行参数设定和仿真。

## 三、基本要求(含先修课程)

1、本课程作为微电子科学与工程专业学生对于 MEMS 工艺进行初步了解的课程, 先修课程为微电子学概论、半导体物理与器件;

2、课程教学以课堂理论教学为主, 教学过程必须重点考虑学生的知识尤其是专业知识储备不足的特点, 在突出知识性的时候要兼顾趣味性, 以培养学生的专业基本概念了解和认识为主。

## 4) 教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括: 体硅微制造、表面微加工, 如何将各个工艺进行整合形成典型 MEMS 器件的加工工艺流程。

深度和广度说明: 对常见典型的微纳传感器件制造工艺要深入讲解, 对新器件、新工艺

简单介绍:

### **第一章 绪论 (1 学时)**

1. 了解 MEMS 制造工艺发展现状、发展趋势
2. 了解微加工工艺环境

### **第二章 光刻工艺 (2 学时)**

1. 掌握光刻工艺基本原理和工艺流程 (**重点**)
2. 掌握光刻工艺不同曝光方式, 了解光刻质量要求
3. 掌握光刻胶分类
4. 了解光刻技术发展现状及趋势

### **第三章 扩散工艺和离子注入工艺 (3 学时)**

1. 理解扩散工艺原理 (**重点**)
2. 掌握扩散工艺的典型工艺方法
3. 了解扩散工艺控制和质量检测
4. 理解离子注入工艺原理, 了解工艺设备重点
5. 掌握离子注入损伤与退火
6. 掌握离子注入优缺点

### **第四章 制膜工艺 (4 学时)**

1. 掌握硅气相外延原理, 了解外延技术的应用
2. 掌握氧化的目的及二氧化硅膜在器件中的作用
3. 掌握氧化膜的生长方法
4. 了解氧化膜质量要求及检验方法
5. 掌握化学气相淀积工作原理, 了解工艺设备
6. 掌握物理气相淀积工作原理, 了解工艺设备
7. 了解典型物质淀积方法和用途

### **第五章 体硅微制造 (4 学时) (重点)**

1. 掌握刻蚀工艺原理, 了解刻蚀工艺的应用
2. 掌握各向同性和各向异性腐蚀, 了解其应用
3. 掌握干法腐蚀和湿法腐蚀, 了解其应用及优缺点

### **第六章 表面微加工 (4 学时) (重点)**

1. 掌握表面微加工典型工艺流程
2. 了解表面微加工工艺中的力学问题

#### 第七章 LIGA 工艺（2 学时）

1. 掌握 LIGA 工艺典型工艺流程，了解 LIGA 工艺特点
2. 了解 LIGA 工艺工艺设备

#### 第八章 微系统封装（4 学时）（重点）

1. 了解微系统封装不同层次的封装等级
2. 掌握表面键合、引线键合、密封等封装技术

### 五、实验内容

#### 实验一 氧化工艺模拟试验（2 学时）

内容：

利用氧化工艺模拟软件，改变不同的工艺参数，记录氧化工艺试验结果，并分析试验数据。

要求：

1. 掌握氧化工艺原理
2. 熟悉氧化工艺设备
3. 掌握干法氧化和湿氧氧化特点

#### 实验二 扩散工艺模拟实验（2 学时）

内容：

利用扩散工艺模拟软件，改变不同的工艺参数，记录扩散工艺试验结果，并分析试验数据。

要求：

1. 掌握扩散工艺原理
2. 熟悉扩散工艺设备
3. 掌握扩散工艺工艺步骤

#### 实验三 离子注入工艺模拟试验（2 学时）

内容：

利用离子注入工艺模拟软件，改变不同的工艺参数，记录离子注入工艺试验结果，并分析试验数据。

要求：

1. 掌握离子注入工艺原理
2. 熟悉注入工艺设备
3. 了解杂质分布曲线



#### 实验四 单项工艺过程和设备操作演示（2 学时）

内容：

了解 MEMS 工艺的基本流程，并分析影响工艺结果的基本因素。

要求：

1. 了解 MEMS 工艺环境要求
2. 了解 MEMS 工艺基本流程

#### 实验六 键合工艺（2 学时）

### 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	1		1
2 光刻工艺	2		2
3 扩散工艺和离子注入工艺	3	4	7
4 制膜工艺	4	2	6
5 体硅微制造	4		4
6 表面微加工	4		4
7 LIGA 工艺	2		2
8 微系统封装	4	2	6
合 计	24	8	32

### 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、黄庆安 等译，《MEMS 材料与工艺手册》，东南大学出版社，2014 年
- 2、王晓浩，熊继军，等译《MEMS 和微系统》，机械工业出版社，2009 年
- 3、张文栋，等译《微传感器与微执行器》，科学出版社，2011 年

### 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对 MEMS 工艺的相关基本概念的了解程度基础上，重点考核学生工艺分析和设计以及进行工艺整合能力。

2、考核方式：课堂情况、作业、实验和期末考试。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.10	0.10	0.10	0.70
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	课内实验评价标准，实验课堂记录记录，典型实验报告	试题评分标准，试卷，

九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3	目标4
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、微电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#	#	#	
		指标点 1-2 活学活用：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂微电子类工程问题的解决中。		#	#	
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别与表达：能识别和判断微电子类复杂工程问题的关键环节和参数，将工程问题转化为技术问题，并采用合理的方式正确表达。		#	#	
		指标点 2-2 方案优选：能够针对一个集成电路或微纳传感器的设计、制造、测试过程的多种方案进行选择，分析影响因素，证实解决方案的合理性，并达到适当的精度要求；		#	#	
		指标点 2-3 结论有效：能够应用专业知识分析判断结论的有效性；			#	
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 设计与创新：能够根据用户需求确定解决方案，设计相关的微纳传感器、集成电路和工艺流程。在设计细节中能够体现创新意识；		#	#	
		指标点 3-2 非技术因素：能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下，对设计方案的可行性进行研究。			#	
		指标点 3-4 业务实践能力：掌握半导体集成电路和微纳传感器设计及工艺流程设计要求，设计出满足用户需求的集成电路和微纳传感器。		#	#	
4、研究	H	指标点 4-1 专业背景了解：了解电子科学与技术专业领域经典设计案例及实验案例，理解基本的研究思路和分析方法；	#	#		

		指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案。			#	
5、使用现代工具	L	指标点 5-1 工具选择：了解当前主流的同类 EDA 工具的优缺点与不足，并针对问题特性与需求做出对比选择。				#
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对本专业涉及到的电路、微结构、器件、工艺等过程掌握至少一种 EDA 软件进行设计和仿真，提高工作效率。				#

注：

- (1) 通过 MEMS 工艺的学习，使学生掌握 MEMS 工艺的基本理论、基本知识，拓宽专业视野；
- (2) 了解 MEMS 工艺制造领域的工艺技术和设备，使学生具有一定工艺分析和设计的能力；
- (3) 能够掌握 MEMS 工艺的基本流程，能设计典型的 MEMS 传感器件的基本工艺流程；
- (4) 能够利用计算机对氧化、扩散和离子注入进行参数设定和仿真。

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

√ 课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$				各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课堂情况	作业	实验	期末考试	课堂情况	作业	实验	期末考试
1) 通过 MEMS 工艺的学习，使学生掌握 MEMS 工艺的基本理论、基本知识，拓宽专业视野。(支撑毕业要求 1、4)	0.08	0.15	0.15	0	0.7	0.01	0.01	0	0.06
2) 了解 MEMS 工艺制造领域的工艺技术和设备，使学生具有一定工艺分析和设计的能力。(支撑毕业要求 1、2、3、4)	0.62	0.15	0.15	0	0.7	0.06	0.06	0	0.50
3) 能够掌握 MEMS 工艺的基本流程，能设计典型的 MEMS 传感器件的基本工艺流程。(支撑毕业要求 1、2、3、4)	0.2	0.15	0.15	0	0.7	0.03	0.03	0	0.14
4) 能够利用计算机对氧化、扩散和离子注入进行参数设定和仿真。(支撑毕业要求 5)	0.1	0	0	1	0	0	0	0.1	0
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )						0.10	0.10	0.10	0.70

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《集成电路工艺》教学大纲

课程编号: B06060308

课程名称: CMOS 模拟集成电路原理

开课单位: 仪器与电子学院

总学时: 32 (实验 8 学时)

学 分: 2

适用专业: 微电子科学与工程

先修课程: 半导体物理与器件, 集成电路工艺原理, 模拟电子技术

大纲执笔人: 韩建强

大纲编写(修订)时间: 2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

集成电路工艺是微电子科学与工程专业集成电路设计与应用方向的必修基础课程。集成电路和器件制造技术是电子产品产业的核心, 而集成电路工艺原理是讲授集成电路和器件制造基本工艺、方法和原理的课程, 是培养集成电路设计方向的核心课程, 该课程让学生第一次系统的学习集成电路制造的核心工序及关键制造工艺。

通过该课程的学习可以让学生掌握集成电路的加工工艺原理, 了解集成电路工艺的工艺设备, 为《集成电路分析与设计》课程和《ASIC 设计实践》等课程铺垫基础。

## 二、课程目标

- 1) 通过集成电路工艺原理的学习, 使学生根据集成电路芯片需求, 掌握设计相关器件工艺流程, 并能对方案进行优化选择。(支持毕业要求 3)
- 2) 能够利用计算机对氧化、扩散和刻蚀工艺进行参数设定和仿真。能够对主流计算辅助工具进行对比选择。(支持毕业要求 5)

## 三、基本要求

本课程是微电子科学与工程的专业任选课。要求先修《微电子学概论》、《固体物理》, 首先了解微电子技术的发展历史、相关半导体材料的理论知识以及 MOS 等器件的结构和工作原理。

通过本课程的学习使学生具备一定的集成电路工艺的理论知识和实际应用能力, 熟悉集成电路核心器件 CMOS 器件的工艺流程设计, 同时培养学生的实验技能。

## 四、教学内容和教学方法

本课程教学内容主要围绕现代集成电路制造的基础工艺, 覆盖了集成电路制造所涉及的所有核心工序。重点介绍氧化、扩散、离子注入、薄膜淀积、光刻、刻蚀、金属化等工序的基本原理和方法。主要介绍集成电路工艺制备过程中的物理原理和化学过程, 同时了解集

成电路制造过程中工艺设备的工作原理。

本课程与微电子学概论、固体物理密切相关，教师可以总结前述课程的基础上，通过与本课程知识点的类比、转化，帮助学生更快掌握本课程知识。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

教学方法：

- 1) 利用 CAI 形式讲授，辅以重要知识点的板书推导与分析，引导学生理解分析思路；
- 2) 讲授过程中注重工程实例分析，使学生运用仿真工具分析工艺过程。

## 1 晶体生长、硅片制备及硅片基本性能（2 学时）

- 1.1 了解集成电路工艺的发展
- 1.2 掌握直拉法单晶生长和区熔法单晶生长的方法和工艺过程
- 1.3 了解圆片的制备与规格
- 1.4 了解晶体缺陷原因及类型

重点：晶体的生长工艺

## 2 光刻（4 学时）

- 2.1 了解光刻工艺原理
- 2.2 了解光刻设备的工作原理
- 2.3 熟练掌握光刻胶工艺过程
- 2.4 了解非光学光刻

重点：光刻胶的类型、使用和特点

难点：光刻设备的光刻原理和非光学光刻的原理

## 3 热氧化和热扩散（3 学时）

- 3.1 了解二氧化硅结构和特性
- 3.2 掌握氧化工艺过程
- 3.3 熟练掌握扩散原理及扩散工艺
- 3.4 掌握一维费克扩散方程
- 3.5 熟练掌握扩散杂质分布的分析

重点：氧化工艺和扩散工艺的过程

难点：扩散杂质分布的分析

#### 4 离子注入（2 学时）

- 4.1 了解离子注入系统
- 4.2 掌握离子源的产生和分类
- 4.3 熟练掌握注入离子的浓度分布
- 4.4 了解沟道效应
- 4.5 了解注入损伤及退火技术

重点：离子注入过程

难点：注入离子的浓度分布分析

#### 5 薄膜淀积（3 学时）

- 5.1 掌握蒸发与溅射原理
- 5.2 了解蒸发系统和设备
- 5.3 了解溅射速率、形貌
- 5.4 熟练掌握化学汽相淀积的原理、工艺过程
- 5.5 熟练掌握物理汽相淀积

重点：化学汽相淀积和物理汽相淀积工艺

#### 6 刻蚀（4 学时）

- 6.1 熟练掌握湿法腐蚀方法
- 6.2 熟练掌握干法刻蚀工艺
- 6.3 了解反应离子刻蚀

重点：湿法腐蚀和干法刻蚀工艺原理

#### 7 工艺集成（6 学时）

- 7.1 了解器件的隔离工艺
- 7.2 掌握金属互连技术
- 7.3 掌握平坦化技术
- 7.4 掌握 CMOS 结构
- 7.5 熟练掌握 CMOS 器件工艺流程
- 7.5 熟练设计 CMOS 器件制作步骤

重点：金属互连技术、CMOS 器件的工艺流程。

难点：器件的工艺设计

### 五、实验内容

#### 实验一 氧化（2 学时）

内容：氧化仿真实验过程。

基本要求：

- 1、学习软件 MACI 的氧化模块。
- 2、通过硅片材料的选择，通过氧化温度、氧化时间、氢气流量、干氧或湿氧参数的选择，最终确定氧化层的厚度。

### 实验二扩散（2 学时）

内容：扩散仿真实验过程。

基本要求：

- 1、学习软件 MACI 的扩散模块。
- 2、通过硅片材料的选择，通过扩散类型、扩散时间、扩散温度的选择，最终确定结深和方块电阻的特性。

### 实验三离子注入（2 学时）

内容：离子注入仿真实验过程。

基本要求：

- 1、学习软件 MACI 的离子注入模块。
- 2、通过材料的选择，通过注入类型、时间的选择，最终确定离子注入分布情况。

### 实验四 工艺设备操作演示（2 学时）

内容：包括光刻设备、薄膜淀积设备、化学气相沉积设备的使用和操作。

基本要求：

- 1、了解光刻工艺的流程和设备的使用方法。
- 2、了解薄膜工艺过程用到的材料和真空度等参数的设定。
- 3、了解物理气相沉积工艺过程中材料的选择和设备的操作流程。

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
晶体生长、硅片制备及硅片基本性能	2		2
光刻	4		4
热氧化和热扩散	3	4	7
离子注入	2	2	4
薄膜淀积	3		3



刻蚀	4		4
工艺集成	6	2	8
小计	24	8	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1) <<半导体制造工艺基础>>,(美) 施敏,梅凯瑞著,安徽大学出版社, ISBN: 9787811102925。
- 2) <<硅超大规模集成电路工艺技术-理论、实践与模型>> (美).James D. Plummer, Michael D. Deal,Peter B. Griffin 著, 电子工业出版社, ISBN: 9787121019876。
- 3) 视频资料:《复旦大学精品课》, 复旦大学, 资料链接  
<http://sme.fudan.edu.cn/instruct/bachelor/jpkc/jcdlgy/file/jxsp.htm>

## 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、考核方式: 作业、实验、考试
- 2、考核目标: 在考核学生对集成电路工艺基本知识、基本原理和方法的基础上, 重点考核学生的工艺设计能力的掌握程度。
- 3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料:

考察环节	作业	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.1	0.2	0.7
支撑材料	作业评价标准、作业评分登记表	课内实验评价标准, 实验课堂记录记录, 典型实验报告 (可以提交电子版)	试题评分标准, 试卷,

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

微电子科学与工程专业

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2

3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的器件、电路和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。	#	
5、使用现代工具	M	指标点 5-1 工具选择与开发：了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题；		#

注：

目标 1：通过集成电路工艺原理的学习，使学生根据集成电路芯片需求，掌握设计相关器件工艺流程，并能对方案进行优化选择。（支持毕业要求 3）

目标 2：能够利用计算机对氧化、扩散和刻蚀工艺进行参数设定和仿真。能够对主流计算辅助工具进行对比选择。（支持毕业要求 5）

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) Pi	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) Wik			各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) Sik=Pi*Wik		
		作业	实验	期末考试	作业	实验	期末考试
(1) 通过集成电路工艺原理的学习，使学生根据集成电路芯片需求，掌握设计相关器件工艺流程，并能对方案进行优化选择。	0.8	0.1	0.2	0.7	0.08	0.16	0.56
(2) 能够利用计算机对氧化、扩散和刻蚀工艺进行参数设定和仿真。能够对主流计算辅助工具进行对比选择。	0.2	0	1	0	0	0.2	0
各环节对课程目标达成的贡献率 (Mk)					0.08	0.36	0.56

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式,  $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分, 均为百分制;

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比;

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比;

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比;

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足, 在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因, 并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议, 在授课计划中做好落实改进计划, 并在授课过程中予以落实。

# 《CMOS 模拟集成电路原理》教学大纲

课程编号：B06060308

课程名称：CMOS 模拟集成电路原理

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32（实验 8 学时）

学 分：2

适用专业：微电子科学与工程

先修课程：半导体物理与器件，集成电路工艺原理，模拟电子技术

大纲执笔人：韩建强

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是微电子科学与工程专业的专业任选课程，是本专业培养的集成电路设计方向的重要课程。CMOS 工艺是目前的主流集成电路工艺，采用 CMOS 工艺将模拟电路和数字电路单片集成实现高性能的 SOC 芯片，模拟集成电路设计是不可缺少的环节。该课程让学生第一次系统地学习模拟集成电路的结构和设计方法，所教授的内容和培养的能力是半导体器件物理、模拟电子技术和集成电路工艺原理等课程内容的深化延伸和综合应用，为本专业学生从事模拟集成电路设计或进一步学习高等模拟集成电路设计、混合信号集成电路设计等提供知识准备。

通过该课程的学习可以让学生了解 CMOS 模拟电路的基础知识，理解基本原理，掌握采用 CMOS 工艺设计模拟电路的基本流程和方法，使学生初步具备 CMOS 模拟集成电路设计能力。

## 二、课程目标

- 1) 要求学生掌握 CMOS 模拟集成电路设计的基本概念，理解基本工作原理；（支撑毕业要求 1）
- 2) 掌握运用半导体物理、器件、电子技术及 CMOS 工艺等工程专业知识对 CMOS 模拟集成电路及版图进行专业的分析和准确的表达的基本方法；（支撑毕业要求 1、2）
- 3) 能够在设计分析模拟集成电路的过程中建立适当精度的数学模型，从实际工程的角度进行分析，并给出结论；（支撑毕业要求 2、3）
- 4) 掌握采用 CMOS 工艺设计模拟电路及其版图的基本流程和方法，具备使用专用 EDA 工具进行 CMOS 模拟集成电路的设计、仿真、分析、验证等能力；（支撑毕业要求 5）
- 5) 能够掌握设计基于 CMOS 工艺基准源、运算放大器等基本的模拟电路功能模块的方法。（支撑毕业要求 3）

### 三、基本要求

1、本课程是微电子科学与工程专业的专业教育课程，要求先修《半导体物理与器件》、《模拟电子技术》、《集成电路工艺原理》等学科基础课程，了解电路原理、半导体器件和模拟电子技术相关概念。

2、该课程要注重学生对物理概念、基本原理和分析方法的理解与运用，要求课堂讲授运用电子课件、实物的形象教学和必要的理论推导，阐明模拟集成电路的基本概念和原理，使学生理解具体设计参数与工艺、器件参数的联系，结合例题讲解和一定量的课外练习，使学生初步具备分析和解决实际模拟集成电路设计问题能力。

3、本课程所授知识的理解与掌握离不开实践环节，要求教学过程中将实验与理论教学结合起来，相互促进，并要求学生通过上机实验巩固理论知识，深化理解。

4、专业 EDA 工具是现代 CMOS 模拟集成电路设计不可缺少的条件。要求学生必须通过上机实验了解相关的 EDA 工具，掌握基本使用方法和设计流程，具备基本的模拟集成电路分析、设计能力。

### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授内容包括：**MOS 器件模型**；单级放大器分析设计；差分放大器分析设计；运算放大器分析设计；基准源分析设计；模拟集成电路版图设计；**CMOS 模拟集成电路设计流程**。

深度和广度说明：**MOS 器件的物理特性**是 CMOS 模拟集成电路设计的前提和基础，需要在授课过程中联系电路特性深入讲解；单级放大器、差分放大器等在模拟电子技术中涉及的内容可以适当简单讲解；运算放大器是模拟集成电路中的重点，也是本课程的难点，需要逐点讲解，使学生能够理解和掌握主要指标的设计方法；讲解模拟集成电路版图需要联系集成电路工艺原理，使学生能够读懂版图，掌握基本的版图技术；模拟集成电路设计流程需要通过演示、实验指导手册、上机实验等多种途径教授，使学生达到对设计流程的了解和掌握。

本课程与半导体器件、集成电路工艺、模拟电子技术密切相关，授课教师可以在总结提炼前述几门课程中内容的基础上，通过与本课程内容相关知识点类比、转化，帮助学生更快更好地掌握本课程所授知识，培养 CMOS 模拟集成电路设计能力。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

## 1 绪论 (1 学时)

- 1.1、了解模拟电路、模拟集成电路及 CMOS 模拟集成电路的作用和意义；
- 1.2、了解模拟集成电路设计特点和一般流程；
- 1.3、了解课程内容及其考核方式。

## 2 MOS 器件 (2 学时)

- 2.1、熟练掌握 MOS 管的 I-V 特性、二阶效应工作原理； (重点)
- 2.2、熟练掌握 MOS 器件的小信号模型； (重点)
- 2.3、了解 MOS 器件的计算机仿真模型。

## 3 单级放大器 (3 学时)

- 3.1、了解放大器的基本概念；
- 3.2、熟练掌握共源放大器结构、原理、特性、设计考虑等问题； (重点)
- 3.3、掌握源级跟随器结构、原理、特性、设计考虑等问题；
- 3.4、掌握共栅放大器结构、原理、特性、设计考虑等问题；
- 3.5、掌握共源共栅放大器结构、原理、特性、设计考虑等问题。 (难点)

## 4 差分放大器 (3 学时)

- 4.1、理解差分放大器相比单端放大器的优点；
- 4.2、熟练掌握基本差分对结构的工作原理； (重点)
- 4.3、了解电流源负载的差分放大器结构；
- 4.4 掌握共源共栅差分放大器；
- 4.5 熟练掌握电流镜负载的差分放大器。 (重点、难点)

## 5 放大器的频率特性 (2 学时)

- 5.1、了解放大器频率特性的基本概念；
- 5.2、掌握共源放大器的频率响应；
- 5.3、理解源级跟随器的频率响应；
- 5.4、理解共源共栅放大器的频率响应；
- 5.5、掌握差分放大器的频率响应。 (重点、难点)

## 6 噪声 (1 学时)

- 6.1、掌握噪声的基本定义和表示方法；
- 6.2、了解噪声的类型；
- 6.3、掌握热噪声和  $1/f$  噪声的估算方法； (重点)
- 6.4、了解单级放大器、差分放大器中的噪声计算方法及其优化设计。

## 7 运算放大器 (6 学时)

- 7.1、了解运算放大器的基本原理、特性和应用。
- 7.2、掌握以下运算放大器常见的的基本结构及其特性；

- 7.2.1 五管差分运放；
- 7.2.2 套筒式共源共栅运放；
- 7.2.3 折叠式共源共栅运放；（重点）
- 7.2.4 对称式运放；
- 7.2.5 两级运算放大器；（重点）
- 7.2.6 全差分运算放大器。（重点）
- 7.3、熟练掌握运算放大器以下主要指标设计的分析、设计方法（重点）
- 7.3.1 输入范围；
- 7.3.2 增益提高；
- 7.3.3 转换速率；
- 7.3.4 共模反馈。
- 7.4、掌握运算放大器的系统性设计方法（难点）。
- 8 稳定性与频率补偿（2 学时）**
- 8.1、理解运算放大器的稳定性；（重点）
- 8.2、了解多级点系统的概念；
- 8.3、理解相位裕量的概念；
- 8.4、掌握运算放大器的频率补偿技术；
- 8.5、掌握两级运放的频率补偿技术。（难点）
- 9 基准源（2 学时）**
- 9.1、熟练掌握常见电流镜的结构、原理和设计方法；（重点）
- 9.2、理解与电源无关的偏置的结构与原理；
- 9.3、理解带隙基准的结构与原理；
- 9.4、理解 PTAT 电流源的结构与原理。
- 10 版图与封装（2 学时）**
- 10.1、了解 CMOS 工艺中元件的结构与特性；
- 10.2、理解版图设计规则；
- 10.3、掌握模拟电路版图设计基本原则；（重点）
- 10.4、理解衬底耦合的原理；
- 10.5、了解与封装相关的基本问题。

## 五、实验内容

实验环节内容主要是上机，通过教师演示、学生练习使用模拟集成电路设计专用 EDA 工具等途径，使学生了解模拟集成电路设计的基本流程，掌握电路输入、仿真、分析及版图设计、验证的相关 EDA 工具的使用方法，具备初步的集成电路设计能力。

### 实验一 电路原理图输入（2 学时）

内容：了解 CIW 窗口的功能，熟悉 cadence 系统环境，掌握建立、管理库文件、单元电路文件的基本操作；使用 schematic composer 输入共源放大器，并生成电路 symbol。

基本要求：

- 1、进入 linux 系统，通过 terminal 窗口启动 cadence 软件；
- 2、启动 library 管理器创建工程和设计文件；
- 3、在 schematic composer 中输入共源放大器电路图；
- 4、正确生成共源放大器的 symbol。

### 实验二 电路仿真（2 学时）

内容：建立共源放大器的仿真测试平台设置仿真条件，启动 ADE 设计仿真环境，仿真共源放大器的直流特性、交流特性、瞬态特性等参数，并获得仿真波形、数据等结果。

基本要求：

- 1、能够建立共源放大器的仿真测试平台并设置放大电路的仿真条件；
- 2、能够启动 ADE 并设置仿真环境；
- 3、能够添加并设置共源放大器的直流特性、交流特性、瞬态特性；
- 4、能够熟练查看、分析仿真波形和数据。

### 实验三 版图设计（2 学时）

内容：启动 virtuoso layout editor，根据 schematic composer 中设计的电路图调入元件的版图，根据电路原理图绘制电路的版图。

基本要求：

- 1、掌握在 virtuoso layout editor 中调入电路元件的方法，生成与电路原理相对应的元件版图；
- 2、能够根据电路原理图设计电路的版图；
- 3、熟悉版图设计的基本操作，熟练查看、绘制、修改版图；
- 4、掌握版图设计规则和设计方法。

### 实验四 版图验证（2 学时）

内容：在 virtuoso layout editor 中启动 calibre，设置 DRC、LVS、PEX 等验证条件并对版图进项验证，能够查看验证结果，定位改正版图错误。

基本要求：

- 1、掌握采用 calibre 对版图进行 DRC 检查的方法，能够定位改正版图设计错误；
- 2、掌握采用 calibre 对版图进行 LVS 检查的方法，能够查找改正错误，通过 LVS 验证；
- 3、掌握采用 calibre 提取版图参数，进行电路后仿的方法；
- 4、本实验过程中注意突出对课程目标 5 的深度支撑。



## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	1	0	1
2 MOS 器件	2	0	2
3 单级放大器	3	0	3
4 差分放大器	3	0	2
5 放大器的频率特性	2	0	2
6 噪声	1	0	2
7 运算放大器	6	0	6
8 稳定性与频率补偿	2	0	2
9 基准源	2	0	2
10 版图与封装	2	0	2
11 电路原理图输入	0	2	2
12 电路仿真	0	2	2
13 版图设计	0	2	2
14 版图验证	0	2	2
小计	24	8	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

1、(美)拉扎维(Razavi, B.)著,陈贵灿等译,《模拟 CMOS 集成电路设计》,西安交通大学出版社。

2、(美) Philips E. Allen, 《CMOS Analog Integrated Circuits (Second Edition)》, 电子工业出版社。

3、(美) R.Jacob Baker, 《Circuit Design, Layout, and Simulation (Third Edition)》, Wiley。

4、何乐年等编著,《模拟集成电路设计与仿真》,科学出版社。

5、(美) Willy M.C. Sansen, 《模拟集成电路设计精粹》,清华大学出版社。

6、(美) David A. Johns 等编著,《Analog Integrated Circuit Design》。

7、视频资料: <http://inst.eecs.berkeley.edu/~n240/sp08/index.html>。

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核方式: 课堂讨论, 作业、实验和考试;

2、考核目标: 通过课堂讨论, 作业、实验和考试等方式促进学生深入思考, 理解课堂讲授内容, 加强记忆效果, 培养模拟集成电路分析、设计能力。另一方面, 通过上述考核方式让授课教师了解学生对讲授知识的理解掌握程度, 相应地调整授课进度、方式, 改进教学

质量：

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.1	0.08	0.22	0.6
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	实验评价标准，实验课堂记录记录，典型实验报告	试题评分标准，试卷，

九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3	目标4	目标5
1、工程知识	M	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。	#				
		指标点 1-2 活学活用：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。		#			
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别与表达：能识别和判断电子类复杂工程问题的关键环节和参数，将工程问题转化为技术问题，并采用合理的方式正确表达。		#	#		
		指标点 2-2 方案优选：能够针对一个系统或者过程的多种方案进行选择，分析过程的影响因素，证实解决方案的合理性，并达到适当的精度要求；			#		
		指标点 2-3 结论有效：能够应用专业知识分析判断结论的有效性；			#		
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 设计与创新：能够根据用户需求确定解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。在设计细节中能够体现创新意识；			#		#
		指标点 3-3 建模仿真能力：能针对一个电路或系统建立恰当的模型，通过建模、仿真确定功能和工艺参数；			#		#
		指标点 3-4 业务实践能力：掌握电路系统设计流程与工艺要求，设计出满足用户需求的电路或系统。			#		#
		指标点 3-5 成果表达能力：能够用规范性的图纸、报告、代码或实物等形式，呈现设计成果。					
	M	指标点 5-1 工具选择：了解当前主流的同类 EDA 工具的优缺点与不足，并针对问题特性与需求做出对比选择。				#	

5、使用现代工具	指标点 5-2 专业工具使用：能够针对本专业涉及到的微结构、器件、电路、电气特性和逻辑等过程，每类过程至少掌握一种 EDA 软件进行设计和仿真，提高工作效率。				#
----------	---	--	--	--	---

注：

目标 1：要求学生掌握 CMOS 模拟集成电路设计的基本概念，理解基本工作原理；（支撑毕业要求 1）

目标 2：掌握运用半导体器件、集成电路工艺、模拟电子技术等工程专业知识实现 CMOS 模拟集成电路及版图的表述分析；（支撑毕业要求 1、2）

目标 3：能够在分析设计模拟集成电路的过程中建立适当精度的数学模型，从实际工程的角度进行分析，并给出结论；（支撑毕业要求 2、3）

目标 4：掌握采用 CMOS 工艺设计模拟电路及其版图的基本流程和方法，具备使用专用 EDA 工具进行 CMOS 模拟集成电路的设计、仿真、分析、验证等能力；（支撑毕业要求 5）

目标 5：能够采用 CMOS 工艺设计基准源、运算放大器等基本的模拟电路功能模块。（支撑毕业要求 3）

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识 面比 例 (本 列总 和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$				各环节在课程达成中的占 比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课 堂 情 况	作 业	实 验	期 末 考 试	课 堂 情 况	作 业	实 验	期 末 考 试
1) 要求学生掌握 CMOS 模拟集成电路设计的基本概念，理解基本工作原理；（支撑毕业要求 1）	0.3	0.1	0.1	0.1	0.7	0.03	0.03	0.03	0.21
2) 掌握运用半导体器件、集成电路工艺、模拟电子技术等工程专业知识实现 CMOS 模拟集成电路及版图的表述分析；（支撑毕业要求 1、2）	0.2	0.1	0.1	0.1	0.7	0.02	0.02	0.02	0.14
3) 能够在分析设计模拟集成电路的过程中建立适当精度的数学模型，从实际工程的角度进行分析，并给出结论；（支撑毕业要求 2、3）	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	0.01	0.01	0.01	0.07
4) 掌握采用 CMOS 工艺设计模拟电路及其版图的基本流程和方法，具备使用专用 EDA 工具进行 CMOS 模拟集成电路的设计、仿真、分析、验证等能力；（支撑毕业要求 5）	0.2	0.1	0.1	0.7	0.1	0.02	0.02	0.14	0.02
5) 能够采用 CMOS 工艺设计基准源、运算放大器等基本的模拟电路功能模块。（支撑毕业要求 3）	0.2	0.1		0.1	0.8	0.02		0.02	0.16
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )						0.1	0.08	0.22	0.6

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《嵌入式系统》教学大纲

课程编号：B06060005

课程名称：嵌入式系统

开课单位：仪器与电子学院

总学时：40(实验 16 学时)

学 分：2.5

适用专业：测控技术与仪器，电子科学与技术，微电子科学与工程

先修课程：C 语言程序设计基础，微机原理及接口技术

大纲执笔人：孟令军

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是高年级电子类本科学生开设的专业选修课。嵌入式系统是以现代计算机技术为基础，以应用为中心，软硬件可裁剪，对体积、可靠性、成本、功能等有特殊要求的专用计算机系统。它是物联网、现代机电控制、机器人、汽车、消费电子及人工智能领域的核心技术。该课程以提高学生实际工程设计能力为目的，其主要任务是讲授基于 ARM9-S3C2410 微处理器嵌入式系统的设计方法和典型应用方案设计。通过本课程学习，学生将了解嵌入式系统的基本思想、概念和系统组成，掌握基于 ARM 汇编和 C 语言的软件开发技术，初步具备利用嵌入式系统进行应用设计的能力。

## 二、课程目标

- 1) 通过本课程的学习，培养学生通过分析将相关工程问题转化为技术问题，并能采用 S3C2410 微处理器进行相应的嵌入式系统设计的能力；（支撑毕业要求 2、3）
- 2) 学会利用计算机对嵌入式系统进行汇编/C 编程、仿真与调试，并反馈指导对软件代码的改进与优化；（支撑毕业要求 3、4）
- 3) 熟练掌握使用 ARM 微处理器集成开发环境相关的软件和硬件调试工具；（支撑毕业要求 5）
- 4) 学会采用 ARM 微处理器实现嵌入式系统设计的设计方法，为以后适应电子系统发展趋势打好基础；（支撑毕业要求 12）

## 三、基本要求

1、本课程为专业选修课，要求先修 C 语言程序设计基础及微机原理等课程。教师在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，同时结合应用实例开展类比式和启发式教学，使学生掌握最重要的 ARM 微处理器程序设计概念，掌握相关设计方法与手段，以培养利用嵌入式技术手段解决工程问题的分析与设计能力。

2、教师通过 EDA 软件语言的教学，结合经典的实例，提高学生编程设计能力。

3、学生通过上机操作，掌握至少 1 种 ARM 微处理器集成开发软件的使用方法，会选择、运用 EDA 软件工具来设计具体的软件模块，掌握 ARM 软件设计技巧。

4、利用软件手段来控制硬件电路，许多嵌入式应用的设计与具体应用密切相关，因此应重点培养学生实际操作、灵活运用知识的能力，把理论知识运用到实际案例设计中去的技术。

5、本课程是一门实践性很强的课程，要求学生通过实验环节把所学的内容巩固和掌握，要求在 CAI 教室进行授课，并且教学和实验交替进行。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：嵌入式系统的基本概念和系统结构、ARM 微处理器硬件结构、ARM 汇编程序设计、ARM C 程序设计。

深度和广度说明：对 ARM 微处理器结构只做简单介绍，对 ARM 硬件系统及接口设计、ARM 汇编程序设计、C 程序设计要深入讲解，最小硬件系统设计和软件程序编程的掌握和使用是重点。

《嵌入式系统》属于软件、硬件结合的应用设计型课程，教师要结合实际应用进行重点讲授，使学生掌握利用 ARM 微处理器实现的嵌入式系统设计方法及技能。

ARM 汇编及 C 语言编程在嵌入式系统设计中占有非常重要的地位，因此教师要重点讲授使学生完全掌握。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、实例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

## 1 嵌入式系统概述（2 学时）

- 1.1、本课程在专业课程体系中的地位和作用介绍；
- 1.2、课程内容、学习方法、讲授方式、评价方式介绍；
- 1.3、嵌入式系统的基本概念、系统组成、发展历程及设计方法；（难点、重点）
- 1.4、ARM 处理器及其在嵌入式系统中的应用；（重点）
- 1.5、嵌入式操作系统介绍。

## 2 S3C2410 微处理器体系结构（4 学时）

- 2.1、ARM 微处理器及其硬件体系结构；（难点、重点）
- 2.2、S3C2410 微处理器及片上硬件资源介绍；（难点、重点）
- 2.3、S3C2410 微处理器最小系统。

## 3 ARM 汇编程序设计基础（4 学时）

- 3.1、ARM 程序设计基本概念与方法；
- 3.2、ARM920T 汇编指令系统；（难点、重点）
- 3.3、ADS1.2 集成开发环境的使用方法。（难点、重点）

## 4 S3C2410 功能模块与 C 程序设计（4 学时）

- 4.1、S3C2410 接口 C 程序编程方法；
- 4.2、S3C2410 的 GPIO 程序设计；（难点、重点）
- 4.3、S3C2410 的串口、A/D 转换器程序设计；（重点）
- 4.4、S3C2410 外部总线接口及其应用设计。

## 5 S3C2410 的存储器系统（2 学时）

- 5.1、了解嵌入式系统存储器系统的相关知识；
- 5.2、掌握 S3C2410 存储设备-SRAM、SDRAM、Nand Flash、Nor Flash、SD 卡等接口电路设计及编程方法（重点）。

## 6 S3C2410 中断与 DMA 控制（4 学时）

- 6.1、S3C2410 中断源与中断处理；
- 6.2、S3C2410 中断控制与软件编程；（难点、重点）
- 6.3、S3C2410 DMA 控制与软件编程。（难点、重点）

## 7 嵌入式操作系统开发介绍（2 学时）

- 7.1、嵌入式 Linux 操作系统介绍；
- 7.2、嵌入式 Linux 系统开发与编译介绍；（难点、重点）
- 7.3、Bootloader 程序介绍；（重点）
- 7.4、S3C2410 操作系统固件烧写。

## 8 嵌入式系统典型应用设计（2 学时）

8.1、常用嵌入式微处理器及开发工具的选用；（重点）

8.2、基于 S3C2410 的嵌入式应用案例介绍。（重点）

## 五、实验内容

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备 ARM 软件开发用的 EDA 软件工具和硬件实验箱；要求学生熟练掌握 ARM 软件开发 EDA 软件-ADS1.2 的使用方法；掌握在 ADS1.2 集成开发环境下排查常见的语法错误和编译错误的方法；掌握使用实验箱进行 ARM 软件调试的方法；动手实现汇编、IO 端口、DMA、串口、ADC 等模块的 C 程序设计。

16 个学时共完成 7 个实验，其中，2 学时用于讲解实验箱软件硬件系统。7 个为正常课内实验，占用 14 学时。

### 实验一 ADS1.2 开发环境操作（2 学时）

内容：熟悉 ADS1.2 开发环境的使用及实验箱的基本操作。

基本要求：

- 1、掌握 ADS1.2 软件的安装、新建 ARM 软件工程的配置与调试操作方法；
- 2、掌握实验箱的结构和操作方法。

### 实验二 ARM 汇编与 C 编程实验（2 学时）

内容：学习使用 ADS1.2 进行汇编及 C 语言编程。

基本要求：

- 1、掌握利用 ADS1.2 建立汇编程序工程及编译、调试的方法；
- 2、掌握利用 ADS1.2 建立 C 程序工程及编译、调试的方法。

### 实验三 I/O 端口实验（2 学时）

内容：学习使用 C 语言实现 S3C2410 的 IO 端口控制编程。

基本要求：

- 1、掌握利用 ADS1.2 建立 C 程序工程及编译、调试的方法；
- 2、掌握 S3C2410 C 语言开发库的 IO 控制函数及其编程方法；
- 3、掌握利用 C 语言实现实验箱 CPU 板点亮 LED 灯 LED1、LED2，并轮流闪烁。

### 实验四 中断实验（2 学时）

内容：学习使用 C 语言实现 S3C2410 的中断控制编程。

基本要求：

- 1、掌握利用 C 语言实现 S3C2410 的中断控制编程；
- 2、掌握响应外部 IO 中断请求的配置方法，并通过响应定时器中断,执行中断服务子程序使 CPU 板上的 LED 指示灯 LED1、LED2 闪烁。

### 实验五 UART 实验（2 学时）

内容：学习使用 C 语言实现 S3C2410 的串行通信编程。



基本要求:

- 1、掌握 S3C2410 的 UART 相关寄存器及数据通信编程方法;
- 2、掌握用 C 程序实现在超级终端上回显发送的数据。

#### 实验六 A/D 接口实验 (2 学时)

- 1、掌握 S3C2410A/D 控制器及其寄存器编程方法;
- 2、掌握实现多路模拟量采集的 C 编程方法;
- 3、在实验箱的 CPU 板上运行程序,在超级终端上显示采集到的数据值。

#### 实验七 DMA 实验 (2 学时)

内容: 掌握 S3C2410DMA 控制器及编程方法。

基本要求:

- 1、掌握 S3C2410 DMA 寄存器及配置;
- 2、掌握利用 DMA 实现 UART 数据传输的 C 语言编程。

### 六、学时分配

知识点及内容	讲授 (学时)	实验 (学时)	小计
1 嵌入式系统概述	2	2	4
2 S3C2410 微处理器体系结构	4	2	6
3 ARM 汇编程序设计基础	4	2	6
4 S3C2410 功能模块与程序设计	4	2	6
5 S3C2410 存储器系统	2	2	4
6 S3C2410 中断与 DMA 控制	4	2	6
7 嵌入式系统操作系统介绍	2	2	4
8 嵌入式系统典型应用设计	2	2	4
小计	24	16	40

### 七、教材、补充教材及参考资料

1、黄智伟等,《ARM9 嵌入式系统设计基础教程(第 2 版)》, ISBN: 9787512410886, 北京航空航天大学出版社。

2、侯殿有,《嵌入式系统开发基础——基于 ARM9 微处理器 C 语言程序设计(第 3 版)》 ISBN: 9787302356592, 清华大学出版社。

3、徐英慧,《ARM9 嵌入式系统设计--基于 S3C2410 与 Linux(第 2 版)》, ISBN: 9787512401945, 北京航空航天大学出版社。

4、熊茂华，杨震伦，《ARM9 嵌入式系统设计与开发应用》，ISBN：9787302162988，清华大学出版社。

5、田泽，《ARM9 嵌入式开发实验与实践》，ISBN：9787810778800，北京航空航天大学出版社。

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对可嵌入式系统基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生的 S3C2410 硬件结构及电路系统的掌握程度、ARM 汇编/C 语言软件编程能力、软件设计能力和开发工具使用方法的掌握程度。

2、考核方式：考试、课外分组综合实验、课内实验、作业及课堂提问。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.21	0.24	0.26	0.29
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	课内实验评价标准，实验课堂记录记录，典型实验报告	试题评分标准，试卷

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

1、本课程对测控技术与仪器专业的毕业要求支撑表

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。	#			
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。	#			
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。		#		
		指标点 3-3 创新意识：积极参与各类创新活动，在专业设计过	#			

		程中能够体现创新意识；				
4、研究	L	指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；		#		
5、使用现代工具	H	指标点 5-1 工具选择与开发：了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题；			#	
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对测控电路或系统建立恰当的模型，并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真，确定功能和工艺参数。			#	
12. 终身学习	M	指标点 12-2 学习能力：掌握正确的学习方法，具备通过学习不断提高、不断调整自己适应行业发展和环境变化的能力。				#

## 2、本课程对电子科学与技术专业的毕业要求支撑表

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。	#			
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，并能够与自己的方案进行对比，并理解其差距与优势。	#			
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。		#		
		指标点 3-3 创新意识：积极参与各类创新活动，在专业设计过程中能够体现创新意识；	#			
4、研究	L	指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；		#		
5、使用现代工具	H	指标点 5-1 工具选择与开发：了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题；			#	
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对微结构、器件、电路、电气特性和逻辑等建立恰当的模型，并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真，确定功能和工艺参数。			#	
12. 终身学习	M	指标点 12-2 学习能力：掌握正确的学习方法，具备通过学习不断提高、不断调整自己适应行业发展和环境变化的能力。				#

## 3、本课程对微电子科学与工程专业的毕业要求支撑表

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
--------	-------	-------	------	------	------	------

2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。	#			
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。	#			
3、设计开发解决方案	H	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的器件、电路和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。		#		
		指标点 3-3 创新意识：积极参与各类创新活动，在专业设计过程中能够体现创新意识；	#			
4、研究	L	指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；		#		
5、使用现代工具	H	指标点 5-1 工具选择与开发：了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题；			#	
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对微纳器件建立恰当的模型，并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真，确定功能和工艺参数。			#	
12. 终身学习	M	指标点 12-2 学习能力：掌握正确的学习方法，具备通过学习不断提高、不断调整自己适应行业发展和环境变化的能力。				#

注：

目标 1：通过本课程的学习，培养学生通过分析将相关工程问题转化为技术问题，并能采用 S3C2410 微处理器进行相应的嵌入式系统设计的能力；

目标 2：学会利用计算机对嵌入式系统进行汇编/C 编程、仿真与调试，并反馈指导对软件代码的改进与优化；

目标 3：熟练掌握使用 ARM 微处理器集成开发环境相关的软件和硬件调试工具；

目标 4：学会采用 ARM 微处理器实现嵌入式系统设计的设计方法，为以后适应电子系统发展趋势打好基础。

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识 面比 例 (本 列总 和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$				各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课 堂 情 况	作 业	实 验	期 末 考 试	课 堂 情 况	作 业	实 验	期 末 考 试

1) 通过本课程的学习, 培养学生通过分析将相关工程问题转化为技术问题, 并能采用 S3C2410 微处理器进行相应的嵌入式系统设计的能力; (支撑毕业要求 2、3)	0.45	0.2	0.2	0.2	0.4	0.09	0.09	0.09	0.18
2) 学会利用计算机对嵌入式系统进行汇编/C 编程、仿真与调试, 并反馈指导对软件代码的改进与优化; (支撑毕业要求 3、4)	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.06	0.06	0.09	0.09
3) 熟练掌握使用 ARM 微处理器集成开发环境相关的软件和硬件调试工具; (支撑毕业要求 5)	0.2	0.2	0.3	0.4	0.1	0.04	0.06	0.08	0.02
4) 学会采用 ARM 微处理器实现嵌入式系统设计的设计方法, 为以后适应电子系统发展趋势打好基础; (支撑毕业要求 12)	0.05	0.4	0.6			0.02	0.03		
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )						0.21	0.24	0.26	0.29

采用达成值算法, 辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配, 采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式:

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中:

$k$  表示不同的评价方式,  $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分, 均为百分制;

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比;

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比;

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比;

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足,在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因,并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议,在授课计划中做好落实改进计划,并在授课过程中予以落实。

# 《微惯性集成测量系统》教学大纲

课程编号：B06060015

课程名称：微惯性集成测量系统

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32（实验12学时）

学 分：2

适用专业：测控技术及仪器

先修课程：传感器原理及设计

大纲执笔人：李杰

大纲编写（修订）时间：2017年9月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是一门属于测控仪器与系统类的专业方向选修课程。该课程以提高学生对实际测控系统集成设计与测控技术应用能力为目的，其任务是讲授微惯性集成测量系统的基本原理及其设计和应用方法。通过该课程的学习使学生掌握微惯性集成测量系统的设计方法与应用技术，能够应用微惯性集成测量方法进行测控系统设计。

## 二、课程目标

1) 理解微惯性集成测量系统基本工作原理，学会选择并应用微惯性器件进行微惯性测量系统集成设计的思路与方法；（支撑毕业要求2、3）

2) 学会捷联式微惯性集成测量系统机械编排方法，能够运用姿态矩阵更新方法和导航方程计算方法；（支撑毕业要求3）

3) 理解微惯性集成测量系统器件级、组件级与系统级的主要特性参数概念，能够利用常用惯性测试设备搭建测试平台，并设计测试方案，实现对相关参数测试；（支撑毕业要求3、4）

4) 利用分组大作业环节适当培养学生团队协作能力。（支撑毕业要求9）

## 三、基本要求

1、本课程为专业选修课，要求先修传感器原理及设计课程，在教学中应注重基本概念与基础知识的传授，同时运用类比式和启发式教学，使学生掌握最重要的“集成测量”概念，了解微惯性系统的集成设计方法与手段，以培养学生对测控系统的分析设计能力。

2、教师通过微惯性集成测量系统原理、组成、及设计方法的教学，结合实例，提高学

生对惯性测控系统的实际分析与设计能力。

3、学生通过实验，了解微惯性器件、组件与系统的主要特性参数及其测试方法，会根据实际应用需求，选择、运用合适的微惯性器件来设计微惯性测控系统，学会微惯性测控系统的具体设计方法。

4、测控技术与仪器具有极强的工程应用专业特点，微惯性集成测量系统是测控技术在导航定位领域的一种典型应用，因此应重点培养学生对微惯性系统的分析与设计能力，能够将理论知识运用到实际系统中的技能，以培养应用型人才。

5、本课程是一门实践性很强的课程。要求学生通过实验环节把所学的内容巩固和掌握，要求在 CAI 教室进行授课。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：微惯性集成测量系统的基本概念及其技术发展状况；微惯性集成测量系统基础知识与基本原理；微惯性集成测量系统的典型组成及其设计方法；微惯性集成测量系统的器件级、组件级与系统级特性参数概念及其测试标定方法等。

深度和广度说明：对微惯性集成测量系统的基础知识、工作原理、组成结构、设计方法、测试与评价方法等内容进行深入讲解，对微惯性器件的工作原理只做简单说明，对国内外典型微惯性器件与系统进行全面介绍，对微惯性集成测量系统的集成和设计进行重点分析。

微惯性集成测量原理是进行系统设计与测试分析的基础与核心，在整个微惯性集成测量系统的设计与应用中占有非常重要的地位，因此教师要重点讲授使学生完全掌握。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

#### 1 绪论（3 学时）

1.1、本课程在专业课程体系中的地位和作用介绍；



- 1.2、课程内容、学习方法、讲授方式、评价方式介绍；
- 1.3、了解惯性技术和微惯性器件的发展历程、发展现状及发展方向。（重点）

## 2 微惯性集成测量系统基础知识（3 学时）

- 2.1、了解地球形状的不同近似模型及重力场特性；
- 2.2、理解垂线与纬度的概念；
- 2.3、了解地球的自转运动及自转角速度；
- 2.4、应用微惯性集成测量系统常用坐标系；
- 2.5、学会不同坐标系之间的关系及变换方法；（重点）
- 2.6、理解哥氏加速度、绝对加速度与比力加速度的概念。（难点）

## 3 微惯性集成测量系统基本原理（6 学时）

- 3.1、理解二维捷联式微惯性集成测量系统基本工作原理；
- 3.2、理解三维捷联式微惯性集成测量系统基本工作原理；（重点）
- 3.3、学会捷联式微惯性集成测量系统机械编排方法；（难点）
- 3.4、学会捷联姿态表示方法；
- 3.5、学会捷联姿态矩阵更新方法；
- 3.6、学会导航方程计算方法；
- 3.7、了解微惯性集成测量系统初始对准方法。

## 4 微惯性集成测量系统组成与设计方法（4 学时）

- 4.1、了解微惯性集成测量系统基本组成；
- 4.2、运用微惯性集成测量单元配置方法；（难点）
- 4.3、运用微惯性传感器接口电路的基本功能及设计方法；（重点）
- 4.4、了解姿态计算机的基本功能及设计方法；
- 4.5、了解导航计算机的基本功能及设计方法；
- 4.6、了解系统工程应用的其它关键技术。

## 5 微惯性集成测量系统测试与评估（4 学时）

- 5.1、理解测试评估的目的和意义；
- 5.2、了解常用惯性测试设备；
- 5.3、了解微陀螺仪主要特性参数的测试与评估方法；
- 5.4、了解微加速度计主要特性参数的测试与评估方法；
- 5.5、了解微惯性测量单元的测试与评估方法；

## 5.6、应用微惯性集成测量系统的测试与评估方法。（重点）

### 五、实验内容

实验环节主要是演示和验证性操作，要求具备实验条件，即具备常用的惯性测试设备；要求学生了解转台等常用惯性测试设备功能；掌握微惯性集成测量系统器件级、组件级与系统级的主要特性参数概念，会选择合适的惯性测试设备设计相应特性参数的测试标定方案；掌握针对实际应用选择合适微惯性器件进行系统集成设计与测试评估的思路与方法。

#### 实验一 微加速度计零偏与标度因数测试（3 学时）

内容：理解微加速度计主要静态特性参数概念的内涵，熟悉常用惯性测试设备，学习利用光学分度头或转台测试标定微加速度计零偏与标度因数的方法与流程，并对微加速度计的零偏与标度因数进行测试标定。

基本要求：

- 1、理解微惯性加速度计零偏与标度因数概念的内涵；
- 2、能够利用光学分度头或转台设计微加速度计零偏与标度因数的测试标定方案；
- 3、完成加速度计零偏与标度因数的多位置测试标定实验及数据处理。

#### 实验二 微陀螺仪零偏稳定性测试（3 学时）

内容：理解微陀螺仪零偏相关特性参数概念，熟悉常用惯性测试设备，学会利用水平台或转台等测试设备测试标定微陀螺仪零偏稳定性的方法，完成微陀螺仪零偏稳定性测试标定。

基本要求：

- 4、理解微惯性陀螺仪零偏稳定性概念的内涵；
- 5、学会利用水平台或转台设计微陀螺仪零偏稳定性的测试标定方案；
- 6、完成微陀螺仪零偏稳定性测试标定实验及数据处理。

#### 实验三 微惯性集成测量组合主要特性参数测试（3 学时）

内容：掌握微惯性集成测量组合主要特性参数的概念，熟悉常用惯性测试设备，掌握运用常用惯性测试设备对微惯性集成测量组合主要特性参数测试标定的方法。

基本要求：

- 1、掌握微惯性集成测量组合零偏与标度系数矩阵等特性参数的概念与内涵；
- 2、掌握微惯性集成测量组合主要特性参数测试标定方案的设计方法；
- 3、完成微惯性集成测量组合主要特性参数的测试标定试验及数据分析处理。

#### 实验四 基于微惯性器件的倾角集成测量系统测试（3 学时）

内容：了解倾角测量系统的功能及主要性能指标，理解基于微惯性器件的倾角集成测量系统基本工作原理，学习利用微惯性器件进行倾角集成测量系统的设计方法，并完成倾角集成测量系统测试。

基本要求：

- 1、理解基于微惯性器件的倾角集成测量系统基本原理；
- 2、掌握利用微惯性器件设计倾角集成测量系统思路与方法；
- 3、完成基于微惯性器件的倾角集成测量系统测试及数据分析处理。

#### 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	3	0	3
2 微惯性集成测量系统基础知识	3	0	3
3 微惯性集成测量系统基本原理	6	0	6
4 微惯性集成测量系统组成与设计方法	4	3	7
5 微惯性集成测量系统测试与评估	4	9	13
小计	20	12	32

#### 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、刘俊等编著，《微惯性技术》，ISBN 7121019167，电子工业出版社。
- 2、毛奔，《微惯性系统及应用》，ISBN 9787566106285，哈尔滨工程大学出版社。
- 3、丁衡高，《微型惯性器件及系统技术》，ISBN 9787118090826，国防工业出版社。
- 4、王寿荣，《硅微型惯性器件理论及应用》，ISBN 9787810506939，东南大学出版社。
- 5、秦永元，《惯性导航》，ISBN 9787030394651，北京，科学出版社。
- 6、邓正隆，《惯性技术》，ISBN 7560322441，哈尔滨工业大学出版社。
- 7、王新龙，《惯性导航基础》，ISBN 9787561236000，西北工业大学出版社。
- 8、邓志红，《惯性器件与惯性导航系统》，ISBN 9787030346469，科学出版社。
- 9、高钟毓，《惯性导航系统技术》，ISBN 9787302294009，清华大学出版社。
- 10、陈永冰，《惯性导航原理》，ISBN 9787118053999，国防工业出版社。

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对微惯性集成测量系统基本知识、基本原理与组成的基础上，重点考核学生对微惯性集成测量系统的分析设计与测试评估能力。

2、考核方式：考试、实验、课外分组作业、课堂作业及课堂提问。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	分组大作业	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.13	0.10	0.12	0.24	0.41
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	课内实验评价标准，实验课堂记录，典型实验报告	分组作业评价标准，验收记录	试题评分标准，试卷，

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3	目标4
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。	#			
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。	#			
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识和原理分析判断问题识别和表达结论的有效性；				
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。				
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。	#	#	#	
		指标点 3-2 非技术因素：能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下，对设计方案的可行性进行分析。				
		指标点 3-3 创新意识：积极参与各类创新活动，在专业设计过程中能够体现创新意识；				

4、研究	M	指标点 4-1 研究分析能力：了解测控技术与仪器专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化				
		指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；			#	
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，并对误差来源和影响进行综合分析，得到有效结论。			#	
9.个人和团队	H	指标点 9-1 团队意识：具备团队合作意识，愿意与团队其他成员共享信息，并给予他人帮助；				#
		指标点 9-2 明确个人责任：能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色并理解该角色应当承担的责任、权利和义务；				#
		指标点 9-3 竞争与合作：能在多学科背景下和不同层次间正确理解和处理团队内部和团队之间的竞争与合作关系。				#

注：

目标 1：理解微惯性集成测量系统基本工作原理，学会选择并应用微惯性器件进行微惯性测量系统集成设计的思路与方法；（支撑毕业要求 2、3）

目标 2：学会捷联式微惯性集成测量系统机械编排方法，能够运用姿态矩阵更新方法和导航方程计算方法；（支撑毕业要求 3）

目标 3：理解微惯性集成测量系统器件级、组件级与系统级的主要特性参数概念，能够利用常用惯性测试设备搭建测试平台，并设计测试方案，实现对相关参数测试；（支撑毕业要求 3、4）

目标 4：利用分组大作业环节适当培养学生团队协作能力。（支撑毕业要求 9）

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识 面比 例 (本 列总 和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$					各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$				
		课 堂 情 况	作 业	实 验	分 组 大 作 业	期 末 考 试	课 堂 情 况	作 业	实 验	分 组 大 作 业	期 末 考 试
1) 理解微惯性集成测量系统基本工作原理，学会选择并应用微惯性器件进行微惯性测量系统集成设计的思路与方法；（支撑毕业要求 2、3）	0.2	0.15	0.15	0.1	0.1	0.5	0.03	0.03	0.02	0.02	0.1
2) 学会捷联式微惯性集成测量系统机械编排方法，能够运用姿态矩阵更新方法和导航方程计算方法；（支撑毕业要求 3）	0.3	0.1	0.1	0.17	0.03	0.6	0.03	0.03	0.05	0.01	0.18

3) 理解微惯性集成测量系统器件级、组件级与系统级的主要特性参数概念,能够利用常用惯性测试设备搭建测试平台,并设计测试方案,实现对相关参数测试;(支撑毕业要求 3、4)	0.45	0.15	0.1	0.1	0.35	0.3	0.07	0.04	0.05	0.16	0.13
4) 利用分组大作业环节适当培养学生团队协作能力。(支撑毕业要求 9)	0.05				1					0.05	
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )							0.13	0.10	0.12	0.24	0.41

采用达成值算法,辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配,采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式:

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中:

$k$  表示不同的评价方式,  $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分,均为百分制;

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比;

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比;

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比;

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足,在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因,并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议,在授课计划中做好落实改进计划,并在授课过程中予以落实。

# 《MATLAB 应用基础》教学大纲

课程编号：B06060021

课程名称：MATLAB 应用基础

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32(实验 16 学时)

学 分：2

适用专业：电子科学与技术，测控技术与仪器

先修课程：高等数学，线性代数，信号与系统，自动控制基础

大纲执笔人：邵星灵

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程为计算机应用基础系列课程的一门专业选修课程，是培养学生应用计算机进行科学计算和仿真分析的一门应用软件课程。该课程的作用是提高学生应用仿真分析方法进行导航与控制领域理论问题分析的能力，任务是讲授 MATLAB 基本操作及 SIMULINK 仿真分析实现方法，使得学生能够应用 MATLAB 进行理论与实际工程问题的仿真分析。

## 二、课程目标

1) 通过本课程的学习，学生应建立 MATLAB 软件仿真分析“程序化”、“框图化”的概念，能够利用 MATLAB 语言及相应工具箱，提高实际工程问题分析、求解及验证的工作效率和效果；（支撑毕业要求 5）

2) 掌握 MATLAB 程序设计方法，可灵活运用循环，条件选择，分支转移等多重语句实现对具体工程问题的编程与分析，通过断点调试等技术初步判断问题分析与结果的有效性；（支撑毕业要求 2、5）

3) 掌握 Simulink 仿真方法，可根据给定的工程实际问题的技术特征(导航与控制领域)，选择研究方法，搭建 SIMULINK 仿真验证平台，开展结果验证与仿真分析工作，能通过仿真结果对 SIMULINK 程序进行优化和改进。（支撑毕业要求 4、5）

## 三、基本要求

1、本课程为专业任选课，要求先修高等数学，线性代数等课程，在教学中应注重理论讲授与实验训练相结合的原则，使学生熟练掌握 MATLAB 的操作方法、程序设计方法、Simulink 仿真方法。

2、通过学习 MATLAB 软件语言程序设计及 Simulink 仿真基本方法,结合经典实例演示,提高学生仿真设计与问题分析能力。

3、本课程是一门实践性很强的课程。要求学生通过实验环节把所学的内容进行巩固和掌握,要求在 CAI 教室进行授课,并且教学和实验交替进行。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括: MATLAB 基本操作方法、MATLAB 语言程序设计方法、Simulink 仿真方法。

偏差说明:为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性,本课程允许教师授课内容做适当调整,最大正偏差为 10%,不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况,最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%,但在开课前要申请专业责任人批准。(正偏差指大纲知识点不变,新增知识点;负偏差是大纲知识点减少;置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换)。

深度和广度说明: MATLAB 基本操作、绘图等部分只做简单介绍;MATLAB 语言程序设计与 Simulink 仿真分析方法要结合工程实例深入讲解。

教学方法:

1) 利用 CAI 形式讲授,辅以重要知识点的板书推导与分析,引导学生理解工程问题数学方法分析思路;

2) 讲授过程中注重工程实例分析,使学生理解其工程问题仿真分析处理方法。

##### 1 MATLAB 操作基础(4 学时)

1.1、理解 MATLAB 集成环境;

1.2、了解 MATLAB 运行环境、安装、帮助系统及主要功能;

1.3、掌握建立矩阵的方法;

1.4、掌握矩阵的算术运算、关系运算及逻辑运算、矩阵转置、逆运算、方阵行列式及矩阵特征值和特征向量的求法;

1.5、理解 MATLAB 常用数学函数的使用和数据输出格式;

1.6、了解几种特殊矩阵、获得子矩阵的方法、字符串向量、结构数据和单元数据、稀疏矩阵等内容;

1.7、理解利用矩阵分解求解线性方程组的方法;



1.8、了解非线性方程组的求解方法，常微分方程初值问题的数值解法等内容。

教学重点：MATLAB 基础运算符号及其操作方法与方程组的解法。

教学难点：微分方程的解法。

教学方式：课堂教学 2 学时，实验教学 2 学时。

## 2 MATLAB 程序设计（8 学时）

2.1、掌握建立命令文件和函数文件的方法；

2.2、掌握利用三种控制结构进行程序设计的方法；

2.3、理解函数文件、函数调用、全局变量与局部变量等内容；

2.4、掌握程序调试菜单与调试命令的使用。

教学重点：基础程序流程控制与函数创建及函数调用方法，函数中变量的作用域。

教学难点：函数嵌套设计与调用。

教学方式：课堂教学 4 学时，实验教学 4 学时。

## 3 MATLAB 绘图（4 学时）

3.1、掌握绘制单个二维数据曲线、绘制多个二维数据曲线的方法；

3.2、理解图形标注与坐标控制、图形窗口分割的方法；

3.3、理解三维曲线、三维曲面的绘制方法；

3.4、了解隐函数绘图、图形修饰处理、图像处理。

教学重点：二维、三维曲线绘制与标注。

教学难点：多曲线同时绘制。

教学方式：课堂教学 2 学时，实验教学 2 学时。

## 4 Simulink 仿真基础（8 学时）

4.1、Simulink 操作基础；

4.2、Simulink 仿真参数设置；

4.3、Simulink 仿真模型创建方法；

4.4、Simulink 子系统创建；

4.5、动态系统仿真实例。

教学重点：Simulink 基础操作及仿真模型与子系统创建；结合一、二阶系统建模仿真进行讲解。

教学难点：子系统创建与参数设置。

教学方式：课堂教学 4 学时，实验教学 4 学时。

## 5 Simulink 工程仿真 (8 学时)

- 5.1、典型机电系统高抗扰控制方法简介;
- 5.2、基于 Simulink 的积分鲁棒/自抗扰控制算法设计与验证;
- 5.3、Simulink 仿真调试。

教学重点: 典型机电系统控制方法原理简介; 结合机电系统数学模型和控制方程进行仿真验证。

教学难点: 仿真调试。

教学方式: 课堂教学 4 学时, 实验教学 4 学时。

## 五、实验内容

实验环节主要是上机操作, 要求保证上机条件, 即计算机安装 MATLAB 软件全部模块与帮助文档。

### 实验一 MATLAB 操作基础 (2 学时)

内容: 熟悉 MATLAB 软件的使用方法; 掌握矩阵建立和矩阵元素的访问方法, 掌握矩阵相关的各种运算符的使用方法, 掌握线性方程组求解方法。

基本要求:

- 1、熟悉 MATLAB 主要菜单和窗口的功能与操作方法;
- 2、创建矩阵, 并使用各种运算符对矩阵进行运算, 掌握矩阵建立和矩阵元素的访问方法, 掌握矩阵相关的各种运算符的使用方法;
- 3、用 MATLAB 解线性方程组。

### 实验二 MATLAB 程序设计实验 1 (2 学时)

内容: 掌握 MATLAB 程序设计与调试方法。

基本要求:

- 1、掌握程序设计语句的用法, 包含条件判断、循环控制、参数输入输出;
- 2、掌握程序的调试方法。

### 实验三 MATLAB 程序设计实验 2 (2 学时)

内容: 掌握复杂程序设计方法。

基本要求:

- 1、掌握函数嵌套调用方法及函数间参数传递方法;
- 2、掌握程序界面设计方法, 学会定制自己的工具箱。

### 实验四 MATLAB 绘图实验 (2 学时)

内容: 掌握 MATLAB 绘制二维图、三维图的绘制与标注方法。

基本要求:

- 1、掌握二维线性图、条状图、火柴杆图、饼图、极坐标图、对数图的绘制方法；
- 2、掌握三维曲线、曲面图的绘制方法；
- 3、掌握图形标注与叠加绘制的方法。

#### 实验五 Simulink 仿真基础实验 1 (2 学时)

内容：掌握 Simulink 仿真模型的建立与仿真参数的设计方法。

基本要求：

- 1、掌握 Simulink 模块的连接、缩放、旋转、标注方法；
- 2、掌握 Simulink 创建子系统的方法；
- 3、掌握 Simulink 仿真参数输入输出方法；
- 4、熟悉 Simulink 仿真方法参数配置。

#### 实验六 Simulink 仿真基础实验 2 (2 学时)

内容：一阶二阶系统建模仿真。

基本要求：

- 1、掌握微积分在 Simulink 中的仿真实现方法；
- 2、掌握一阶二阶系统建模仿真方法。

#### 实验七 Simulink 工程仿真 (4 学时)

内容：学生针对给定的机电系统模型进行高抗扰控制器的设计与仿真。

基本要求：

- 1、说明仿真内容解决的控制问题，及问题的数学模型；
- 2、进行仿真，并对仿真结果进行分析说明；
- 3、按照科技论文写作格式要求进行仿真实验报告的撰写。

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授 (学时)	实验 (学时)	小计
1 MATLAB 操作基础	2	2	4
2 MATLAB 程序设计	4	4	8
3 MATLAB 绘图	2	2	4
4 Simulink 仿真基础	6	4	10
5 Simulink 工程仿真	2	4	6
小计	16	16	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

1、André Quinquis ,《Digital Signal Processing using MATLAB (第三版)》, ISBN: 978-1-84821-011-0, Printed and bound in Great Britain by Antony Rowe Ltd, Chippenham, Wiltshire.

2、William John,《Introduction to MATLAB for Engineers (Third Edition)》, ISBN 978-0-07-353487-9, RRDonnelly.

3、Karel Perutka,《MATLAB for Engineers –Applications in Control, Electrical Engineering, IT and Robotics》, ISBN 978-953-307-914-1, Published by InTech.

4、薛定宇,陈阳泉,《基于 MATLAB/SIMULINK 的系统仿真技术与应用》, ISBN: 7302053413, 清华大学出版社。

### 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生掌握 Matlab 基本操作方法与程序设计方法的基础上，重点考核学生利用程序设计方法及 Simulink 仿真方法的掌握程度。

2、考核方式：作业、实验、综合性报告、答辩。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	作业	实验	综合性报告	答辩
课程目标达成的贡献率	0.20	0.30	0.30	0.20
支撑材料	作业评价标准、作业评分登记表	课内实验评价标准，实验课堂记录记录，典型实验报告（可以提交电子版）	综合性报告评价标准，综合性报告评分登记表，典型综合性报告	答辩 PPT 电子版和成绩评价标准

### 九、课程目标对毕业要求的支撑

#### 测控技术及仪器

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3
2、问题分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。		#	

		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。		#	
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识和原理分析判断问题识别和表达结论的有效性；		#	
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。		#	
4、研究	L	指标点 4-1 研究分析能力：了解测控技术与仪器专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。			#
		指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究。			#
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，并对误差来源和影响进行分析，得到有效结论。	#		#
5、使用现代工具	M	指标点 5-3 其它手段与资源：能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具，提高工作效率和效果。		#	#

### 电子科学与技术

专业 毕业要 求	成果 关联 度	指标点分解	目 标 1	目 标 2	目 标 3
2、问题 分析	M	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。		#	
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。		#	
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识和原理分析判断问题识别和表达结论的有效性；		#	
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。		#	
4、研究	L	指标点 4-1 研究分析能力：了解测控技术与仪器专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。			#
		指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究。			#

		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，并对误差来源和影响进行分析，得到有效结论。	#	#
5、使用现代工具	M	指标点 5-3 其它手段与资源：能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具，提高工作效率和效果。	#	#

注：

目标 1：通过本课程的学习，学生应建立 MATLAB 软件仿真分析“程序化”、“框图化”的概念，能够利用 MATLAB 语言及相应工具箱，提高实际工程问题分析、求解及验证的工作效率和效果；（支撑毕业要求 5）

目标 2：掌握 MATLAB 程序设计方法，可灵活运用循环，条件选择，分支转移等多重语句实现对具体工程问题的编程与分析，通过断点调试等技术初步判断问题分析与结果的有效性；（支撑毕业要求 2、5）

目标 3：掌握 Simulink 仿真方法，可根据给定的工程实际问题的技术特征（导航与控制领域），选择研究方法，搭建 SIMULINK 仿真验证平台，开展结果验证与仿真分析工作，能通过仿真结果对 SIMULINK 程序进行优化和改进。（支撑毕业要求 4、5）

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) Pi	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) Wik				各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) Sik=Pi*Wik			
		作业	实验	综合性报告	答辩	作业	实验	综合性报告	答辩
1) 通过本课程的学习，学生应建立 MATLAB 软件仿真分析“程序化”、“框图化”的概念，能够利用 MATLAB 语言及相应工具箱，提高实际工程问题分析、求解及验证的工作效率和效果；（支撑毕业要求 5）	0.10	0.2	0.4	0.2	0.2	0.02	0.04	0.02	0.02
2) 掌握 MATLAB 程序设计方法，可灵活运用循环，条件选择，分支转移等多重语句实现对具体工程问题的编程与分析，通过断点调试等技术初步判断问题分析与结果的有效性；（支撑毕业要求 2、5）	0.40	0.2	0.4	0.2	0.2	0.08	0.16	0.08	0.08
3) 掌握 Simulink 仿真方法，可根据给定的工程实际问题的技术特征（导航与控制领域），选择研究方法，搭建 SIMULINK 仿真验证平台，开展结果验证与仿真分析工作，能通过仿真结果对 SIMULINK 程序进行优化和改进；（支撑毕业要求 4、5）	0.50	0.2	0.4	0.2	0.2	0.10	0.20	0.10	0.10
各环节对课程目标达成的贡献率 (Mk)						0.20	0.40	0.20	0.20

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《光电探测技术》教学大纲

课程编号: B06060027

课程名称: 光电探测技术

开课单位: 仪器与电子学院

总学时: 32(实验 10 学时)

学 分: 2

适用专业: 电子科学与技术

先修课程: 大学物理, 模拟电子技术, 数字电子技术, 光电子技术

大纲执笔人: 武锦辉

大纲编写(修订)时间: 2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

光电探测技术是一门将光学技术与电子技术相结合的学科,从内容上看,该课程具有如下特点:1)课程囊括的知识点比较多;2)多学科的交叉,知识涉及光学、光电子学、电子学、计算机、机械结构等学科内容;3)应用范围广,具有高精度、高速度、远距离、大量程、非接触测量和寿命长等特点,在工业、农业、军事、航空航天以及日常生活中都得到了广泛的应用。学会《光电探测技术》这门课程,对于提高测控技术与仪器专业学生素质,培养他们对于测控系统的分析能力、创新能力都有重要意义。为今后科研、生产解决光电探测技术问题打下基础。

## 二、课程目标

1) 学习辐射度和光度学基本概念、常见光(辐射)源、半导体物理及光电效应等基础理论知识;(支撑毕业要求 1)

2) 能够分析典型光电探测系统组成的各种器件如半导体光电探测器、真空探测器件、光电成像探测器件、光电耦合器件与象限探测器的工作原理和特性参数,设计特定要求的光电探测系统;(支撑毕业要求 3、4)

3) 能够评价简单光电探测系统的噪声特性并能够根据实际需要选择合适的光电探测器件;(支撑毕业要求 3、4)

4) 在学习光电信号转换电路与探测原理的基础上,能够利用常用光电探测技术及新技术设计简单的光电探测电路,培养学生分析和解决工程技术问题的能力;(支撑毕业要求 3、4)

## 三、基本要求

1、本课程为专业课,要求先修数字电子技术、模拟电子技术、大学物理等课程,在教学中要求学生学会光电技术有关的基础知识、基本原理和基础效应。



2、教师应处理好知识点与整个探测系统之间的关系。在讲解了每个知识点之后，必须完整地介绍光电探测系统设计实例。通过一些典型的探测系统实例的讲解，可以使学生对整个知识体系有个更全面、更深刻的理解，这可以为以后的设计工作打下良好的基础。

3、因为光电探测技术发展较快，而目前的教材基本跟不上最新技术的发展，所以教学过程中必须填充最新的知识内容。不断地将最新相关科研成果融合在教学过程之中，可以拓宽学生的视野，增加他们的知识面和提高他们的学习兴趣。

4、学生通过所学内容能够运用光电探测技术解决实际问题，并可独立完成光电探测系统的设计。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：光电技术有关的基础知识、基本原理和效应，半导体器件、光源、光电器件、光电探测电路的应用。

深度和广度说明：本课程从工程技术中应用光电器件的角度出发，理论方面力求清楚易懂，阐述各种光电现象和光电效应；光电探测器件是课程学习的关键，它们的原理、结构、性能参数和应用要详细讲解。光电探测器件的偏置电路、光电探测电路的静态和动态设计、噪声与抑制前置放大电路配合实际应用电路学习。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

##### 1 绪论、辐射度与光度学基础知识（2 学时）

1.1、光电探测技术的内涵及发展

1.2、辐射度与光度学基本概念及辐射度与光度学的相关基础知识（重点）

1.2、辐射度与光度学的基本定律（难点）

##### 2 光电仪器中常用的光源（2 学时）

2.1、光源的基本特性参数（重点）

2.2、气体放电光源和固体发光光源

2.3、激光器的基本原理和分类

2.4、半导体激光器（重点）

##### 3 光辐射探测器的理论基础（2 学时）

3.1、半导体的光电效应（重点）

3.2、探测器中的噪声

3.3、探测器的主要特性参数

#### 4 真空光电器件（4 学时）

4.1、光电管与光电倍增管的工作原理及主要特性参数（重点）

4.2、光电倍增管的供电和信号输出电路（难点）

4.3、微通道板光电倍增管

#### 5 半导体光电导器件（4 学时）

5.1、光敏电阻的工作原理、结构及主要特性参数（重点）

5.2、光敏电阻的基本偏置电路及光敏电阻的典型应用（难点）

#### 6 半导体结型光电器件（4 学时）

6.1、结型光电器件原理

6.2、光电池

6.3、硅光电二极管和硅光电三极管 特性及选型（重点）

6.4、光电变换电路

6.5、特殊结型光电器件（难点）

#### 7 光电成像器件（2 学时）

7.1、变像管和像增强器

7.2、电荷耦合器件的工作原理及其典型应用（重点）

#### 8 常用光电探测技术（2 学时）

8.1、红外与微光技术

8.2、激光测试技术（难点）

### 五、实验内容

#### 实验一 光敏电阻特性及应用（2 学时）

内容：分别测出两种光敏电阻的亮电流，并做性能比较。画出伏安特性曲线。

基本要求：

1. 测试光敏电阻的暗电阻，亮电阻，光电阻；
2. 光敏电阻的暗电流，亮电流，光电流；
3. 光敏电阻的光谱特性；
4. 光敏电阻的伏安特性；
5. 绘制曲线图，总结规律；

#### 实验二 光敏管的应用—光控电路（2 学时）设计性

内容：设计基于光敏管的光控电路，在不同光照条件下验证光强对电路影响。

基本要求

1. 光敏管的基本原理;
2. 光敏管的使用方法;
3. 设计并验证光控电路;
4. 根据暗通电路原理, 设计亮通电路。

此实验要求完成了光电器件的原理、光敏管在使用方法、基本电路的设计。

### 实验三 光敏三极管对不同光谱的响应 ( 2 学时) 设计性

内容: 测出给定光敏三极管对不同光谱的响应曲线, 总结使用光敏三极管时对光源的选择规律。

基本要求

1. 搭建测量电路;
2. 选用不同颜色的发光二极管, 连接光源电路;
3. 分别用不同光源照射光敏三极管光敏面, 测试光电流的大小;
4. 绘制光谱响应曲线。

此实验要求完成了光电器件的应用、光敏三极管在使用方法、光源的电路的设计。

### 实验四 衍射光栅-位移测试实验 ( 2 学时)

内容: 研究衍射光栅位移测量原理, 测试位移-光斑距离输出曲线;

基本要求

1. 衍射光栅位移测量的基本原理;
2. 观察光电检测系统的结构;
3. 测试出位移-光斑距离曲线;

### 实验五 光电位置敏感器件—PSD ( 2 学时) 设计性

内容: 验证PSD的原理, 找出光斑大小与输出电流之间的关系。测试给定系统位移-电压曲线, 求出其灵敏度。

基本要求

1. PSD的光电特性。
2. 测试位移检测系统的输出曲线;

此实验要求学生完成选择光源, PSD器件, PSD的信号处理电路, 画出光路图。

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论、辐射度与光度学的基础知识	2		2
2 光电仪器中常用的光源	2		2
3 光辐射探测器的理论基础	2		2
4 真空光电器件	2	2	4
5 半导体光电导器件	4		4
6 半导体结型光电器件	4	4	8
7 光电成像器件	4	4	8
8 常用光电探测技术	2		2
合计	22	10	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、《光电探测技术与应用》郭培源,付扬编著。第一版,北京航空航天大学出版社,2006。
- 2、《光电探测技术》雷玉堂等编著。第一版,中国计量出版社,2007。
- 3、《光电探测技术》罗先和、张广军等。北京航空航天大学出版社,1995。
- 4、《光电技术》刘振玉。北京理工大学出版社,1990。

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对可编程逻辑器件基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生的可编程器件选择能力、语言掌握程度、基础逻辑设计能力和工具使用方法的掌握程度。

2、考核方式：考试、课外分组综合实验、课内实验、作业及课堂提问。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	课程考查报告
课程目标达成的贡献率	0.11	0.135	0.335	0.42

支撑材料	课堂评价标准, 课堂提问记录或随堂考试, 结合出勤率等	作业评价标准, 典型作业拍照, 或电子版	课内实验评价标准, 实验课堂记录记录, 典型实验报告	课程考查报告评分标准, 课程考查报告,
------	-----------------------------	----------------------	----------------------------	---------------------

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2	目标3	目标4
1、工程知识	H	指标点 1-1 知识体系: 系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业的等多方面的知识。	#			
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 设计与创新: 能够根据用户需求确定解决方案, 设计相关的电路、系统和工艺流程。在设计细节中能够体现创新意识;		#	#	#
4、研究		指标点 4-1 专业背景学习: 学习电子科学与技术专业领域背景及经典电路案例及实验案例, 理解基本的研究思路和分析方法;		#	#	
		指标点 4-3 实验结果分析: 能正确采集、整理、综合实验数据, 对多因素实验结果进行关联, 解释其物理本质, 并对误差来源和影响进行分析。			#	#

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为1) $W_{ik}$				各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课堂情况	作业	实验	期末考查报告	课堂情况	作业	实验	期末考查报告
1) 学习辐射度和光度学基本概念、常见光(辐射)源、半导体物理及光电效应等基础理论知识;(支撑毕业要求1)	0.3	0.1	0.15	0.25	0.5	0.03	0.045	0.075	0.15
2) 能够分析典型光电探测系统组成的各种器件如半导体光电探测器、真空探测器件、光电成像探测器件、光电耦合器件与象限探测器的工作原理和特性参数, 设计特定要求的光电探测系统;(支撑毕业要求3、4)	0.5	0.1	0.1	0.4	0.4	0.05	0.05	0.2	0.2

3) 能够评价简单光电探测系统的噪声特性并能够根据实际需要选择合适的光电探测器件; (支撑毕业要求 3、4)	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.02	0.02	0.03	0.03
4) 在学习光电信号转换电路与探测原理的基础上, 能够利用常用光电探测技术及新技术设计简单的光电探测电路, 培养学生分析和解决工程技术问题的能力; (支撑毕业要求 3、4)	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.01	0.02	0.03	0.04
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )						0.11	0.135	0.335	0.42

采用达成值算法, 辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配, 采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中:

$k$  表示不同的评价方式,  $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分, 均为百分制;

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比;

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比;

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比;

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足, 在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因, 并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议, 在授课计划中做好落实改进计划, 并在授课过程中予以落实。

# 《VB 程序设计》教学大纲

课程编号：B06060029

课程名称：VB 程序设计

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32(实验 12 学时)

学 分：2

适用专业：电子科学与技术，微电子科学与工程

先修课程：无

大纲执笔人：甄国涌

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程属于专业任选课程。该课程主要培养学生在计算机程序设计、调试、测试等方面的基本能力。VB 程序设计平台简单易学，选择 VB 程序设计作为本专业学生学习的一门语言课，可以较好的引导学生认识理解计算机程序设计的相关概念；认识程序设计语言的数据表示；认识程序的流程控制；认识将一个具体的问题抽象到数据表示；学会使用流程图来表示数据处理过程。

## 二、课程目标

1) 讲解软件集成开发平台（环境）的使用及语言规范，使学生掌握编程工具的使用；（支撑毕业要求 5）

2) 能够使用程序设计的基本方法和技巧，针对特定工程问题设计程序代码，并进行调试和优化；（支撑毕业要求 2、3、4、9）

## 三、基本要求

- 1、本课程是程序设计的入门课程，无先修课要求；
- 2、在带多媒体设备的计算机实验室上课；
- 3、讲解程序设计的基本知识，初步具备程序设计能力；
- 4、通过例程，培养学生的程序阅读能力；
- 5、通过实验，培养学生调试程序的能力；
- 6、在 VB 环境下完成。

## 四、教学内容和教学方法

本课程重点介绍内容包括：VB 数据类型、定义；VB 常用内部函数；VB 运算符及表达式；VB 控制语句；VB 常用控件；VB 程序设计及调试；VB 集成开发平台。

在教学中，讲解内容应结合实际应用。以实例为驱动，介绍实现问题过程中的设计考虑，分步实现设计时与对应语法要求的关系等。培养学生思考、解决问题的能力。

在教学中，加强对学生程序设计能力的考核。通过提问学生、学生问答等多种方式引导学生提出问题、团结协作的能力。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

## 第一章 引言（2 学时）

- 1、掌握计算机硬件环境和 Windows 基本操作方法
- 2、了解与本课程相关的计算机相关知识，了解 VB 的主要功能和特点
- 3、掌握 VB 集成开发环境的使用
- 4、掌握建立一个 VB 程序步骤，了解 VB 中面向对象的程序设计

重点：VB 集成环境各功能窗口的操作及功能

## 第二章 程序设计基础（4 学时）

- 1、了解自定义数据类型
- 2、理解数据类型、数据存储、内部函数

结合本知识点，比较不同程序设计语言的数据类型设计。使学生认识到类比方式学习掌握新知识的途径，培养学生不断学习、终身学习能力。

- 3、掌握表达式的书写与求值

重点：数据的定义；数据的计算表达

难点：程序中数据分类表达、作用域、生存期

## 第三章 程序基本控制结构（6 学时）

- 1、理解顺序结构、分支结构和循环结构程序设计方法

结合本知识点，总结不同程序设计语言中程序控制结构。培养学生不断学习、终身学习能力。

- 2、理解循环结构的执行过程
- 3、掌握分支结构语句、循环结构语句及其应用

重点：条件及循环语句

难点：算法实现过程规范化到标准结构中

## 第四章 窗体及相关操作（4 学时）

- 1、理解输入输出操作及标准模块
- 2、掌握窗体和几个基本内部控件的使用

重点：控件的事件过程实现



难点：程序的输入输出和控件选择

### 第五章 数组（4 学时）

- 1、了解控件数组的使用
- 2、理解用数组和程序基本控制结构实现矩阵运算的方法，理解与数组相关的操作函数
- 3、掌握数组的概念和定义
- 4、掌握用数组和程序基本控制结构实现数据的求和、求平均、求极值和排序等算法，加强循环结构的应用

重点：数组定义及应用

难点：动态数组空间分配，控件数组应用

## 五、实验内容

实验在计算机上完成。使用的计算机要求安装 Windows 操作系统和 VB6.0 开发环境。实验内容按照实验要求完成。在完成基本实验要求的基础上，引导学生设计实现和实际应用相结合的实验。实践调试程序的方法，培养学生调试程序的能力。

### 实验一 熟悉 VB 集成开发环境（1 学时）

内容：

- 1、练习 Windows 的基本操作
- 2、学习 VB 的安装、启动与退出
- 3、VB 集成开发环境的初步使用
- 4、通过简单的 VB 程序例子，熟悉创建 VB 程序的步骤

基本要求：

- 1、熟悉计算机环境，掌握 Windows 的基本操作
- 2、学会 VB 的安装、启动与退出操作
- 3、熟悉 VB 集成开发环境
- 4、掌握创建 VB 程序的步骤

### 实验二 数据表示及处理（1 学时）

内容：

- 1、练习使用常用的数学函数
- 2、练习使用常用的字符函数
- 3、练习使用常用的转化函数
- 4、练习使用常用的日期函数
- 5、算术表达式、字符表达式和逻辑表达式的求值

基本要求：

- 1、理解 VB 内部函数的功能和书写格式

- 2、学会在“立即”窗口中进行操作
- 3、掌握 VB 常用内部函数的使用
- 4、掌握算术表达式、字符表达式和逻辑表达式的求值

### 实验三 分支结构程序设计（1 学时）

内容：

- 1、练习 IF 语句的使用
- 2、练习 SELECT CASE 语句的使用

基本要求：

- 1、理解分支结构的执行过程
- 2、掌握 IF 语句和 SELECT CASE 语句的使用
- 3、掌握分支结构程序设计方法

### 实验四 循环结构程序设计（1 学时）

内容：

- 1、练习 FOR 语句、WHILE 语句和 DO 语句的使用
- 2、利用循环结构程序实现简单的应用程序

基本要求：

- 1、理解循环结构的执行过程
- 2、掌握 FOR 语句、WHILE 语句和 DO 语句的使用
- 3、掌握循环结构程序设计方法

### 实验五 基本内部控件的使用（2 学时）

内容：

- 1、练习标签控件的使用
- 2、练习文本框控件的使用
- 3、练习命令按钮控件的使用
- 4、练习时钟控件的使用
- 5、练习形状控件的使用

基本要求：

- 1、掌握基本内部控件的属性、方法和事件
- 2、掌握标签控件、文本框控件、命令按钮控件、时钟控件及形状控件的使用

### 实验六 数组的应用（2 学时）

内容：

- 1、一维数组的定义和初始化
- 2、利用一维数组实现数据求和、求平均
- 3、利用一维数组实现数据求极值

4、利用一维数组实现数据排序

5、二维数组的应用

基本要求：

1、掌握一维数组的概念、定义、数组元素的引用和初始化

2、学会用数组和程序基本控制结构实现数据的求和、求平均、求极值和排序等算法程序的设计

3、加深对循环控制结构的理解和使用

4、理解用二维数组实现矩阵基本运算等算法程序的设计

#### 实验七 综合设计（4 学时）

内容：

1、设计一个小工具或小游戏

2、合理设计界面

3、合理规划使用的控件

基本要求：

1、明确工具或游戏的技术要求，写出设计方案；

2、方案中应包括计算、分析及流程等设计说明；

3、采用 3 人一组分组方式，每人分工明确；

4、对设计的工具或游戏有完整的测试，并录讲解视频。

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 引言	2	1	4
2 程序设计基础	4	1	6
3 程序基本控制结构	6	2	10
4 窗体及相关操作	4	2	6
5 数组	4	2	6
综合设计		4	4
合计	20	12	32

## 七、教材、补充教材及参考资料

1、王红亮等,《VB 程序设计》-普通高校电气信息类“十二五”规划教材, ISBN: 978-7-118-06929-7, 国防工业出版社。

2、杨忠宝等,《VB 语言程序设计教程》-21 世纪高等学校规划教材, ISBN 978-7-115-24672-1, 人民邮电出版社。

3、李雁翎,《Visual Basic 程序设计教程》-普通高等教育“十一五”国家级规划教材, ISBN 978-7-115-26756-6, 人民邮电出版社。

4、龚沛曾,《Visual Basic 程序设计经典实验案例集》-高等学校计算机基础课程经典实验案例集丛书, ISBN978-7-04-035011-1, 高等教育出版社。

5、视频: 21 世纪互联 全国 VisualBasic 二级教程 金文

[http://www.youku.com/playlist\\_show/id\\_5346963.html](http://www.youku.com/playlist_show/id_5346963.html)

## 八、达成课程目标的途径和措施

1、采取措施:

1) 课堂教学中, 通过对学生的提问及要求学生提问题等方式, 对知识点多次重复, 巩固对知识点的理解和应用;

2) 通过课堂示例及学生完成题目, 讲解程序设计思路, 提高学生编程能力;

3) 通过批改学生作业, 及时发现学生理解中较为普遍的问题, 及时和学生进行沟通交

流;

4) 采用上机实验交叉检查、辅导方式, 锻炼学生解决问题的能力。

2、考核方式: 考试、实验、作业及课堂提问

3、考核目标:

1) 学生对程序设计语言基础知识的掌握情况;

2) 学生阅读程序的能力;

3) 学生设计程序的能力;

4) 学生调试程序的能力;

5) 学生设计平台的使用能力;

6) 综合设计能力。

4.评价环节对课堂目标达成贡献率及支撑材料:

考察环节	课堂情况	作业	实验	分组实验验收	分组实验报告	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.11	0.18	0.26	0.045	0.045	0.36
支撑材料	课堂评价标准, 课堂提问记录或随	作业评价标准, 典型作业拍照, 或电子版	课内实验评价标准, 实验课堂记录	分组实验评价标准, 验收记录	分组实验评价标准, 实验报告	试题评分标准, 试卷,

	堂考试, 结合出勤率等		记录, 典型实验报告			
--	-------------	--	------------	--	--	--

## 九、课程目标对毕业要求的支撑

### 1、本课程对电子科学与技术专业的毕业要求支撑表

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2
2、问题分析	L	指标点 2-2 问题表达: 能够应用科学原理对电子科学与技术专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达, 以模型或公式等形式说明问题特征。		#
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计: 能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案, 设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。		#
4、研究	M	指标点 4-2 实验设计能力: 能够基于专业理论, 根据所面对的复杂问题的特征, 选择研究路线, 设计可行的实验方案, 并选用或搭建实验装置, 开展研究。		#
		指标点 4-3 实验结果分析: 能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息, 对多因素实验结果进行关联处理, 并对误差来源和影响进行综合分析, 得到有效结论。		#
5、使用现代工具	H	指标点 5-1 工具选择与开发: 了解当前主流工具的优点与不足, 能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择, 并能够开发一定的辅助工具用于解决问题。	#	
		指标点 5-2 专业工具使用: 能够针对微结构、器件、电路、电气特性和逻辑等建立恰当的模型, 并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真, 确定功能和工艺参数。	#	
9. 个人和团队	H	指标点 9-1 团队意识: 具备团队合作意识, 愿意与团队其他成员共享信息, 并给予他人帮助;		#
		指标点 9-2 明确个人责任: 能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色并理解该角色应当承担的责任、权利和义务;		#
		指标点 9-3 竞争与合作: 能在多学科背景下和不同层次间正确理解和处理团队内部和团队之间的竞争与合作关系。		#

### 2、本课程对微电子科学与工程专业的毕业要求支撑表

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2
2、问题分析	L	指标点 2-2 问题表达: 能够应用科学原理对微电子科学与工程专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达, 将工程问题转化为技术问题。		#

3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的器件、电路和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。		#
4、研究	M	指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究。		#
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，得到有效结论。		#
5、使用现代工具	H	指标点 5-1 工具选择与开发：了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题。	#	
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对微纳器件建立恰当的模型，并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真，确定功能和工艺参数。	#	
9. 个人和团队	H	指标点 9-1 团队意识：具备团队合作意识，愿意与团队其他成员共享信息，并给予他人帮助；		#
		指标点 9-2 明确个人责任：能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色并理解该角色应当承担的责任、权利和义务；		#
		指标点 9-3 竞争与合作：能在多学科背景下和不同层次间正确理解和处理团队内部和团队之间的竞争与合作关系。		#

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$						各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$						
		课堂情况	作业	实验	分组实验验收	分组实验报告	期末考试	课堂情况	作业	实验	分组实验验收	分组实验报告	期末考试	
1) 讲解软件集成开发平台(环境)的使用及语言规范,使学生掌握编程工具的使用;(支撑毕业要求 5)	0.1	0.2		0.8				0.02		0.08				
2) 能够使用程序设计的基本方法和技巧,针对特定工程问题设计程序代码,并进行调试和优化;(支撑毕业要求 2、3、4、9)	0.9	0.1	0.2	0.2	0.05	0.05	0.4	0.09	0.18	0.18	0.045	0.045	0.36	

各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )	0.11	0.18	0.26	0.045	0.045	0.36
--------------------------	------	------	------	-------	-------	------

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

# 《微纳传感与系统》教学大纲

课程编号：B06060101

课程名称：微纳传感与系统

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32 学时（实验 0 学时）

学 分：2

适用专业：测控技术与仪器

先修课程：大学物理 工程力学

大纲执笔人：王任鑫

大纲编写（修订）时间：2017 年 9 月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

微纳传感与系统是测控技术与仪器专业的一门专业方向选修课程。通过本课程的学习，使学生能够知道什么是微纳传感及其系统，对微纳传感思想和发展能够有一个比较清晰的认识，初步了解各种微纳传感的概念、基本结构、器件及系统应用，对微纳传感的整体能够有一个比较全面的认识。教学中结合实际，介绍微纳传感的最新发展以激发学生的学习热情。

## 二、课程目标

1) 通过本课程的学习，学生能够了解微纳传感与系统发展现状、未来方向以及应用前景；（支撑毕业要求 2）

2) 能够对比不同种类的微纳传感器，能够在不同应用环境下合理采用适合的微纳传感器（支撑毕业要求 1, 2）

## 三、基本要求（含先修课程）

1、本课程作为测控技术与仪器专业学生对于微纳传感及系统进行初步了解的课程，先修课程为大学物理、工程力学；

2、课程教学以课堂理论教学为主，教学过程必须重点考虑学生的知识尤其是专业知识储备不足的特点，在突出知识性的时候要兼顾趣味性，以培养学生的专业基本概念了解和认识为主。

## 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：微纳传感作用、常见微纳传感器件，如何将微型化传感器应用构成测试系统。

深度和广度说明：对常见微纳传感器件要深入讲解，对不常见的器件简单介绍；器件工



作原理只做简单描述，核心是微纳传感器应用。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

#### 1 微纳传感概念（4 学时）

1.1、能够掌握微纳传感的定义、常用材料以及微结构尺寸效应；（重点、难点）

1.2、了解 MEMS 制造技术，包括微电子加工工艺、精密加工、特种加工；

1.3、能够描述 MEMS 传感器的应用和发展前景。（重点）

#### 2 机械微传感器（6 学时）

2.1、能够列举位移微传感器的不同敏感方式：电容式、电感式、光学式、超声波式；

2.2、了解电容式、压阻式、共振桥式流量微传感器；（难点）

2.3、能够掌握压阻式微加速度计的工作原理；（重点、难点）

2.4、了解硅微压强传感器、电阻式应变微传感器；

2.5、能够描述表面声波谐振式质量传感器的基本结构。（难点）

#### 3 热微传感器和磁微传感器（4 学时）

3.1、能够描述热二极管式、热电偶式微机械传感器的基本结构；

3.2、了解其他非电测量热微传感器：温度指示器、光纤传感器和表面声波温度微传感器；

3.3、能够掌握霍尔效应器件的工作原理；（重点、难点）

3.4、了解磁阻效应器件、磁通门微磁强计。（难点）

#### 4 光学微传感器与辐射微传感器（4 学时）

4.1、能够描述光学微传感器的主要性能参数；

4.2、能够掌握直接型光学传感器、光敏电阻传感器、间接光学微传感器的工作原理；（重点、难点）

4.3、了解辐射微传感器的主要性能指标。

#### 5 化学微传感器与生物微传感器（4 学时）

5.1、能够列举不同化学微传感器种类：离子敏传感器、气敏传感器、湿敏传感器；（重点）

5.2、了解酶传感器、微生物传感器、细胞传感器等生物微传感器；

5.3、能够理解基因芯片、芯片实验室、即时诊断等概念。（重点）

## 6 微纳仿生传感（4 学时）

6.1、能够描述仿生学概述，微纳仿生意义；（重点）

6.2、能够列举微纳仿生传感器：仿生电子鼻、仿鱼类侧线水听器、仿复眼传感器、仿蜘蛛裂缝传感器。（难点）

## 7 微纳传感及系统应用（6 学时）

7.1、了解惯性组合单元（IMU）系统设计；（难点）

7.2、能够掌握手机中微纳传感器种类和集成应用；（重点）

7.3、能够描述汽车中微纳传感器种类和集成应用；

7.4、能够描述未来战士中微纳传感器种类和集成应用。

## 五、实验内容

无

## 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 微纳传感概念	4		4
2 机械微传感器	6		6
3 热微传感器和磁微传感器	4		4
4 光学微传感器与辐射微传感器	4		4
5 化学微传感器与生物微传感器	4		4
6 微纳仿生传感	4		4
7 微纳传感与系统应用	6		6
合计	32		32

## 七、教材、补充教材及参考资料

1、朱勇，张海霞，《微纳传感器及其应用》，ISBN: 9787301173787, 北京大学出版社，2010 年 7 月

2、曾周末，林玉池，《现代传感技术与系统》，ISBN: 9787111272366, 机械工业出版社，2009 年 7 月

3、张文栋，《纳机电基础效应与器件》，ISBN: 9787030322821, 科学出版社，2011 年 9 月

4、电子科技大学公开课：感知天下一—信息化社会中的传感器

[http://open.163.com/movie/2015/6/8/D/MAPMV7S4L\\_MAQTJ888D.html](http://open.163.com/movie/2015/6/8/D/MAPMV7S4L_MAQTJ888D.html)

八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对微纳传感与系统的相关基本概念的了解程度基础上，重点考核学生综合运用微纳传感器件和使用方法的掌握程度。

2、考核方式：课堂提问（30%）、作业（34%）及小论文考查（36%）。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	期末小论文
课程目标达成的贡献率	0.3	0.34	0.36
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	小论文评分标准，小论文电子版

九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标1	目标2
1、工程知识	M	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、工程基础和专业等多方面的知识。		
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到测控技术与仪器专业复杂工程问题的解决中。		#
2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。	#	#
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。		#
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识和原理分析判断问题识别和表达结论的有效性；		
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。	#	

注：

- (1) 通过本课程的学习，学生能够了解微纳传感与系统发展现状、未来方向以及应用前景；
- (2) 能够对比不同种类的微纳传感器，能够在不同应用环境下合理采用适合的微纳传感器。

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为1) $W_{ik}$			各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$		
		课堂情况	作业	小论文	课堂情况	作业	小论文
1) 通过本课程的学习，学生能够了解微纳传感与系统发展现状、未来方向以及应用前景；(支撑毕业要求2)	0.6	0.3	0.3	0.4	0.18	0.18	0.24
2) 能够对比不同种类的微纳传感器，能够在不同应用环境下合理采用适合的微纳传感器；(支撑毕业要求1, 2)	0.4	0.3	0.4	0.3	0.12	0.16	0.12
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )					0.3	0.34	0.36

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中：

$k$  表示不同的评价方式， $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比；

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比；

#### 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足,在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因,并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议,在授课计划中做好落实改进计划,并在授课过程中予以落实。

# 《微弱信号检测》教学大纲

课程编号：B06060102

课程名称：微弱信号检测

开课单位：仪器与电子学院

总学时：32(实验16学时)

学分：2

适用专业：测控技术与仪器

先修课程：电路分析基础、模拟电子技术、数字电子技术、信号与系统、传感器原理及设计

大纲执笔人：葛双超

大纲编写（修订）时间：2017年9月

## 一、课程在教学计划中的地位、作用

《微弱信号检测》是测控技术与仪器专业一门专业选修课。微弱信号检测技术的首要任务是提高信噪比，从强噪声环境中检测出有用信号。本门课是信号处理技术的应用与延伸，使学生在学过模拟电子技术与数字电子技术等专业基础课后，接触到处理电路内部噪声和外部环境噪声的又一个方法。通过该课程的学习，使学生理解微弱信号及其相关的基本概念以及微弱信号检测的一般方法，使学生能够运用电路仿真工具分析和解决典型工程问题。

## 二、课程目标

1) 通过本课程的学习，使学生能够了解微弱信号及其相关的基本概念以及微弱信号检测的一般方法；（支撑毕业要求1）

2) 能够分析工程问题中噪声的统计特性和通过电路的响应进行求解，具备运用微弱信号检测方法分析和解决典型工程问题的能力；（支撑毕业要求2, 3）

3) 能够运用微弱信号检测相关知识对随机噪声和环境噪声进行分析，对同一工程问题应用多种微弱信号检测方法进行信号分析与对比，探究不同检测方法的适应性；（支撑毕业要求4）

4) 能够使用 Multisim 和 Protel 等计算机工具，建立低噪声前置放大器等电子元件的等效噪声模型，并对检测电路进行设计与仿真。（支撑毕业要求4, 5）

## 三、基本要求

1、本课程为学科专业选修课，是信号处理技术与电路工程设计的桥梁和纽带，要求先修电路分析基础、模拟电子技术、数字电子技术、信号与系统、电子设计自动化（EDA）、传

感器原理及设计等课程。通过本课程的学习，培养学生的微弱信号分析能力和电路设计与仿真能力，提高学生对微弱信号检测方法分析和解决典型工程问题的能力，锻炼学生对具体工程问题的探究能力。

2、在教学过程中应注重从工程观点来理解、学习及应用相应的基础知识、基本概念和思维方法，将学生从只关注处理转移到基本电路的理解和应用上。在课堂讲授环节和实验环节重点放在电路设计工程应用方面。

3、培养学生运用 Multisim 和 Protel 等计算机辅助设计及仿真分析软件。

4、本课程是一门实践性很强的课程。要求学生通过实验环节把所学的理论知识与工程实践联系起来，并能举一反三。要求在 CAI 教室进行授课，并且教学和实验交替进行。

#### 四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：噪声的统计特性和通过电路的响应，基于低噪声前置放大器、滤波技术、相关检测技术、同步积累法、双路消噪法的微弱信号检测方法以及微弱电容、电阻、电荷、电流、频率等微弱信号检测方法。

教学方法：

1、利用 CAI 形式讲授，辅以重要知识点的板书推导与分析，引导学生理解分析思路；

2、讲授过程中注重工程实例分析，使学生运用电子电路工具分析问题过程中理解其工程物理含义；

3、理论讲授和实验中穿插 Multisim 和 Protel 软件进行辅助设计及仿真。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）

##### 1 微弱信号检测背景知识（2 学时）

1.1、理解微弱信号和噪声的特性；

1.2、理解常见噪声的类型及来源；

1.3、学会噪声的统计特性和通过电路的响应方法；（重点、难点）

1.4、理解信噪比和信噪改善比

##### 2 微弱信号检测方法（10 学时）

2.1、学会低噪声前置放大器、滤波技术、相关检测技术；（重点）

2.2、学会同步积累法、双路消噪法；（重点）

2.3、理解基于混沌振子和光子计数的微弱信号检测方法；（难点）

### 3 微弱信号检测电路（4 学时）

3.1、学会微弱电容、电阻、电荷、电流、频率等微弱信号检测方法；（重点）

3.2、理解常见的几类微机械传感器（电容、压阻、压电、隧道、谐振、热流、光纤）；（难点）

3.3、理解常用微机械传感器检测电路；（难点）

3.4、学会基于 Multisim 的电路仿真和 Protel 原理图、版图设计方法；

## 五、实验内容

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备常用的 Multisim、Protel 软件工具；要求学生学会 Multisim 仿真，利用 Protel 设计电路原理图及 PCB 版图；学会 Multisim 环境下电容式、压阻式、压电式、隧道式、谐振式、热流式、光纤式微机械传感器信号检测电路的仿真；具备针对典型微弱信号进行问题分析和探究的能力。

### 实验一 滤波器的设计与仿真（2 学时）

实验内容：在 Protel、Multisim 环境下进行滤波器电路的设计仿真。

基本要求：

1、学会利用 Protel 进行三种典型滤波器电路的设计及原理图版图制作。

2、学会利用 Multisim 对滤波器电路进行仿真。

### 实验二 电容式信号检测电路的设计与仿真（2 学时）

实验内容：在 Protel、Multisim 环境下进行电容式信号检测电路的设计仿真。

基本要求：

1、学会利用 Protel 进行电容式信号检测电路的设计及原理图版图制作。

2、学会利用 Multisim 对电容式信号检测电路进行仿真。

### 实验三 压电式信号检测电路的设计与仿真（2 学时）

实验内容：在 Protel、Multisim 环境下进行压电式信号检测电路的设计仿真。

基本要求：

1、学会利用 Protel 进行压电式信号检测电路的设计及原理图版图制作。



2、学会利用 Multisim 对压电式信号检测电路进行仿真。

#### 实验四压阻式信号检测电路的设计与仿真（2 学时）

实验内容：在 Protel、Multisim 环境下进行压阻式信号检测电路的设计仿真。

基本要求：

1、学会利用 Protel 进行压阻式信号检测电路的设计及原理图版图制作。

2、学会利用 Multisim 对压阻式信号检测电路进行仿真。

#### 实验五隧道式信号检测电路的设计与仿真（2 学时）

实验内容：在 Protel、Multisim 环境下进行隧道式信号检测电路的设计仿真。

基本要求：

1、学会利用 Protel 进行隧道式信号检测电路的设计及原理图版图制作。

2、学会利用 Multisim 对隧道式信号检测电路进行仿真。

#### 实验六谐振式信号检测电路的设计与仿真（2 学时）

实验内容：在 Protel、Multisim 环境下进行谐振式信号检测电路的设计仿真。

基本要求：

1、学会利用 Protel 进行谐振式信号检测电路的设计及原理图版图制作。

2、学会利用 Multisim 对谐振式信号检测电路进行仿真。

#### 实验七热流式信号检测电路的设计与仿真（2 学时）

实验内容：在 Protel、Multisim 环境下进行热流式信号检测电路的设计仿真。

基本要求：

1、学会利用 Protel 进行热流式信号检测电路的设计及原理图版图制作。

2、学会利用 Multisim 对热流式信号检测电路进行仿真。

#### 实验八光纤式信号检测电路的设计与仿真（2 学时）

实验内容：在 Protel、Multisim 环境下进行光纤式信号检测电路的设计仿真。

基本要求：

1、学会利用 Protel 进行光纤式信号检测电路的设计及原理图版图制作。

2、学会利用 Multisim 对光纤式信号检测电路进行仿真。

### 六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 微弱信号检测背景知识	2	0	2

2 微弱信号检测方法	10	2	12
3 微弱信号检测电路	4	14	18
合计	16	16	32

### 七、教材、补充教材及参考资料

- 1、高晋占，《微弱信号检测. 第 2 版》，北京：清华大学出版社. 2011 年.
- 2、孙士平，《微弱信号检测与应用》，北京：电子工业出版社. 2013 年.
- 3、刘国福，杨俊等，《微弱信号检测技术》，北京：机械工业出版社. 2014 年.
- 4、刘俊，张斌珍，《微弱信号检测技术》，北京：电子工业出版社. 2005 年.

### 八、达成课程目标的途径和措施

- 1、考核方式：考试、实验及课堂提问
- 2、考核目标：在考核学生对微弱信号与系统的基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生对微弱信号检测方法的综合应用。
- 3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.1	0.2	0.7
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	课内实验评价标准，实验课堂记录，典型实验报告	试题评分标准，试卷，

### 九、课程目标对毕业要求的支撑

专业毕业要求	成果关联度	指标点分解	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
1、工程知识	M	指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、工程基础和专业等多方面的知识。	#			
		指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识恰当地运用到测控技术与仪器专业复杂工程问题的解决中。				

2、问题分析	H	指标点 2-1 问题识别：能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。	#		
		指标点 2-2 问题表达：能够应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。	#		
		指标点 2-3 结论判断：能够应用专业知识和原理分析判断问题识别和表达结论的有效性；			
		指标点 2-4 信息获取能力：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。			
3、设计开发解决方案	M	指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。	#		
		指标点 3-2 非技术因素：能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素约束下，对设计方案的可行性进行分析。			
		指标点 3-3 创新意识：积极参与各类创新活动，在专业设计过程中能够体现创新意识；			
4、研究	M	指标点 4-1 研究分析能力：了解测控技术与仪器专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。		#	
		指标点 4-2 实验设计能力：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；			#
		指标点 4-3 实验结果分析：能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，并对误差来源和影响进行综合分析，得到有效结论。			
5、使用现代工具	L	指标点 5-1 工具选择与开发：了解当前主流工具的优缺点，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题；			
		指标点 5-2 专业工具使用：能够针对测控电路或系统建立恰当的模型，并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真，确定功能和工艺参数。			#
		指标点 5-3 其它手段与资源：能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具与资源，提高工作效率和效果。			

注：

目标 1：通过本课程的学习，使学生能够了解微弱信号及其相关的基本概念以及微弱信号检测的一般方法；

目标 2：能够分析工程问题中噪声的统计特性和通过电路的响应进行求解，具备运用微弱信号检测方法分析和解决典型工程问题的能力；

目标 3：能够运用微弱信号检测相关知识对随机噪声和环境噪声进行分析，对同一工程问题应用多种微弱信号检测方法进行信号分析与对比，探究不同检测方法的适应性；

目标 4: 能够使用 Multisim 和 Protel 等计算机工具, 建立低噪声前置放大器等电子元件的等效噪声模型, 并对检测电路进行设计与仿真。

## 十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) $P_i$	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) $W_{ik}$			各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$		
		课堂情况	实验	期末考试	课堂情况	实验	期末考试
1) 通过本课程的学习, 使学生能够了解微弱信号及其相关的基本概念以及微弱信号检测的一般方法; (支撑毕业要求 1)	0.15	0.2333	0.1667	0.6	0.035	0.025	0.09
2) 能够分析工程问题中噪声的统计特性和通过电路的响应进行求解, 具备运用微弱信号检测方法分析和解决典型工程问题的能力; (支撑毕业要求 2, 3)	0.15	0.1333	0.1667	0.7	0.02	0.025	0.105
3) 能够运用微弱信号检测相关知识对随机噪声和环境噪声进行分析, 对同一工程问题应用多种微弱信号检测方法进行信号分析与对比, 探究不同检测方法的适应性; (支撑毕业要求 4)	0.55	0.0818	0.1909	0.7273	0.045	0.105	0.4
能够使用 Multisim 和 Protel 等计算机工具, 建立低噪声前置放大器电子元件的等效噪声模型, 并对检测电路进行设计与仿真。(支撑毕业要求 4, 5)	0.15		0.6	0.7		0.045	0.105
各环节对课程目标达成的贡献率 ( $M_k$ )					0.1	0.2	0.7

采用达成值计算法, 辅以对学生的问卷调查法。

达成值计算法结合上表权重分配, 采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式:

$$A_i = \left( \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / (100 \times P_i)$$

总的课程目标达成度评价采用下式:

$$A = \left( \sum_i \sum_k (G_k \times S_{ik}) \right) / 100$$

以上公式中:

$k$  表示不同的评价方式,  $i$  表示不同的课程目标。

$G_k$  表示第  $k$  种评价方式期末评价成绩平均分, 均为百分制;

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$  是第  $k$  种评价方式通过第  $i$  个课程目标反映在总的课程目标评分占比;

$W_{ik}$  表示第  $k$  种评价方式对第  $i$  个课程目标百分占比;

$P_i$  表示第  $i$  个课程目标在课程总评价中的占比;

## 十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足, 在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因, 并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议, 在授课计划中做好落实改进计划, 并在授课过程中予以落实。