**《数字电路》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | **中文** | | 数字电路 | | | |
| **英文** | | Digital Circuits | | | |
| **课程代码** | A312055 | | **开课学院/系** | 电气信息工程学院/信息工程系 | **制定/修订**  **时间** | 2023.09 |
| **课程类别** | 工程基础课程 | | **学分** | 4 | **学时** | 64 |
| **适用专业** | 电气工程及其自动化 | | | | | |
| **先修课程** | 电路原理、模拟电子技术基础 | | | | | |
| **选用教材** | 朱幼莲. 数字电子技术（第2版）.北京：机械工业出版社，2019. | | | | | |
| **课时分配** | 理论教学64学时 | | | | | |
| **撰写人** | 黄成 | **审定人** | | 贾子彦 | **批准人** | 薛波 |

**一、课程简介**

《数字电路》是电气工程及其自动化专业的工程基础课程，先后被评为江苏省精品课程、江苏省在线开放课程、江苏省一流课程（线上）、国家一流课程（线上）。本课程要求学生具有电路原理和部分模拟电子技术基础知识，主要介绍数字电子技术的基本概念、基本理论和基本应用，重点介绍常用数字电路的分析和设计方法以及脉冲信号的产生与整形电路，适当引入现代EDA技术和VHDL硬件描述语言。本课程适当地融入课程思政元素，将知识传授与价值引领相结合，通过教师言传身教，在培养学生数字电路分析和设计能力的同时，培养学生科学思维能力、工匠精神，使学生具备正确的工程价值观与伦理观。

**二、课程目标**

课程目标1：掌握数字逻辑电路的基础知识，包括逻辑代数的基本概念、组合逻辑电路、时序逻辑电路、可编程逻辑器件（PLD）和VHDL程序的基本概念及基本理论；

课程目标2：能够应用数字逻辑电路的基本理论和分析方法，识别和分析典型的逻辑门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、PLD电路、脉冲产生与整形电路；能够应用相应的分析方法，抽象、归纳出实际电路的逻辑功能，并具有一定的VHDL程序阅读和分析能力；

课程目标3：能够查阅集成电路手册，选择逻辑门电路、中规模组合逻辑器件、触发器、中规模时序逻辑器件以及PLD器件设计满足特定需求的单元电路；能够用555定时器构成特定功能的电路，并能够对外围参数进行选择及电路性能指标计算；具有VHDL编程能力，并学会使用EDA技术对典型单元电路进行建模与仿真；

课程目标4：能够了解我国半导体集成电路制造行业现状，认清我国半导体集成电路技术与国外的差距，帮助学生坚定共产主义理想，增强推进我国先进技术发展的使命感和紧迫感。通过教师的言传身教，培养学生的科学思维能力、工匠精神，能够科学地、辩证地分析和处理数字电路和系统中的问题。将知识传授与价值引领相结合，在数字电路和系统的设计中，面对价值冲突和工程问题，能做出符合我国社会主义核心价值观的判断和选择。

**三、课程目标与毕业要求的支撑关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 毕业要求1：工程知识 | 1.2能将工程基础知识用于专业工程问题的恰当表述； | 1 |
| 毕业要求2：问题分析 | 2.2 能够应用电路原理和分析方法，识别和分析典型电气电路、电气系统的关键环节和参数； | 2 |
| 毕业要求3：设计/开发解决方案 | 3.1 能够设计满足特定需求的电气单元，完成元器件选择与参数设计、电路的建模仿真等。 | 3 |

**四、课程教学内容**

内容1：数字逻辑基础

1．基本内容：数制和码制，逻辑运算，逻辑函数及描述方法，公式法化简逻辑函数，卡诺图法化简逻辑函数，TTL 集成门电路，CMOS集成门电路，特殊的集成逻辑门电路（集电极开路门、漏极开路门和三态门）。

2．重点：逻辑函数的化简方法、常用门电路的逻辑符号及逻辑功能、集成逻辑门电路的外部特性、主要参数和使用方法。

3．难点：具有无关项的逻辑函数化简、集成逻辑门电路的外部特性、主要参数的物理意义。

4．知识目标：熟悉常用数制、编码的表示方法及其相互转换；熟悉逻辑代数的基本定律、规则和常用公式；熟悉由简单的逻辑命题建立逻辑函数的基本方法；掌握逻辑函数的化简方法，能熟练地应用卡诺图化简逻辑函数；熟练掌握常用门电路的逻辑符号及逻辑功能；了解TTL与非门、CMOS反相器的工作原理；掌握集成逻辑门电路的外部特性、主要参数和使用方法；理解特殊的集成逻辑门（集电极开路门、漏极开路门和三态门）的主要特点、逻辑符号及应用。

5．能力目标：能够进行数制转换和编码，能够进行逻辑运算，能够根据逻辑门电路的符号识别其逻辑功能，能够理解集成门电路外围参数的物理意义：能够对逻辑函数化简，具有将逻辑函数基础知识用于工程问题的恰当表述能力。

6. 素质目标：通过数字电路发展历史和我国半导体集成电路制造行业现状案例，使学生认清我国半导体集成电路技术与国外的差距，强调核心半导体元器件的重要性和本课程的重要性。用辩证法来分析半导体器件在数字电路中的作用，引导学生正确看待事物发展的新方向，并结合我国半导体集成电路制造行业现状启发学生思考，引导学生将大学中所获得的知识、思想、方法融合于创新能力的培养中，激发和提高创新意识，坚持量变与质变相统一，做到创新从基础做起，一步一个脚印。通过逻辑函数化简案例，让学生在实现相同的逻辑功能时，选用不同种类和数量的门电路（在保证电路工作稳定的前提下，选用的门电路种类和数量越少，就越经济），引导学生思考在工程实践中所涉及的经济成本问题，在进行数字电路设计时，做出合理合法的判断和选择。

内容2：组合逻辑电路

1．基本内容：组合逻辑电路的基本概念，组合逻辑电路的分析，组合逻辑电路的设计，常用中规模组合逻辑器件（加法器、编码器、译码器、数据选择器、数值比较器）及应用，组合逻辑电路的竞争冒险。

2．重点：组合逻辑电路的分析与设计方法，常用中规模组合逻辑器件（加法器、编码器、译码器、数据选择器、数值比较器）的逻辑功能及应用。

3．难点：常用中规模组合逻辑器件（加法器、编码器、译码器、数据选择器、数值比较器）的工作原理、逻辑功能及应用。

4．知识目标：理解组合逻辑电路的概念，掌握组合逻辑电路的分析与设计方法；理解常用中规模组合逻辑器件（加法器、编码器、译码器、数据选择器、数值比较器）的工作原理，熟练掌握其逻辑功能及应用；了解组合逻辑电路中的竞争冒险现象。

5．能力目标：能够识别组合逻辑电路，区分加法器、编码器、译码器、数据选择器等的逻辑功能和逻辑符号；能够分析和使用常用组合逻辑器件，具有将组合逻辑电路的基本概念用于组合逻辑电路的恰当表述能力，具有将组合电路的基本理论用于组合电路的分析和设计能力。

6. 素质目标：通过组合逻辑电路组成案例，使学生明白每个组合逻辑电路都有自己独立的功能，但是要解决复杂工程问题，需要将多个电路组合在一起形成系统，在系统中可以让每个电路都发挥自己的作用。引导学生正确处理个人与集体的关系，充分发挥个人在创新团队中的作用，在提高团队凝聚力和综合性创新能力的同时实现个人创造力和核心力，培养学生集体主义精神，提升学生的团队意识和大局意识。通过组合逻辑电路的各种功能部件，使学生理解辩证法中事物的多样性。

内容3：时序逻辑电路

1．基本内容：时序逻辑电路的基本概念，基本RS触发器，电平触发的触发器，脉冲触发的触发器，边沿触发的触发器，集成触发器及功能转换，时序逻辑电路的分析与设计方法，计数器及应用，寄存器和移位寄存器及应用，序列信号发生器，时序电路中的竞争冒险现象。

2．重点：触发器的触发方式、逻辑功能及描述方法，同步时序电路的分析与设计方法，常用中规模时序逻辑器件（计数器、移位寄存器等）的逻辑功能及应用。

3．难点：触发器的触发方式，常用时序逻辑器件（计数器、移位寄存器等）的逻辑功能及应用，时序逻辑电路的分析。

4．知识目标：理解时序逻辑电路的基本概念，了解触发器的结构及工作原理；掌握触发器的触发方式（电平触发、脉冲触发、边沿触发）、逻辑功能（RS、D、JK、T）及描述方法；熟悉触发器逻辑功能的转换方法；掌握同步时序电路的分析与设计方法；了解异步时序电路的分析与设计方法；理解常用中规模时序逻辑器件（计数器、寄存器、移位寄存器）的工作原理，熟练掌握其逻辑功能及应用；了解时序电路中的竞争冒险现象。

5．能力目标：能够识别触发器的类型及功能，能够画出边沿触发器的波形，能够识别时序逻辑电路，能区分计数器、移位寄存器等常用时序逻辑器件的功能和符号，能够分析和使用常用时序逻辑器件。具有将时序电路的基本概念用于时序电路的恰当表述能力，具有将时序逻辑电路的基本理论用于时序逻辑电路的分析设计能力。

6. 素质目标：通过触发器组成结构案例，说明组合逻辑电路不具有记忆功能，需要引入新的记忆单元，但是这个记忆单元仍然使用的是门电路，只是改变了连线方式，电路功能上却发生了很大变化。引导学生思考创新思维重要性，在实践中不断总结创新经验。结合我校举办和参与的各类学科竞赛，尤其是大学生电子设计竞赛，鼓励学生勇于去打开创新的大门。介绍中规模时序逻辑电路时，引入华为被断供芯片的案例：华为设计出了高性能的5G麒麟手机芯片，但局限于只能设计不能生产，因此，芯片被半导体厂商断供后，陷入无芯片可用的地步。并借用习近平总书记讲话：“关键核心技术是要不来、买不来、讨不来的”，激发学生的爱国热情，树立科技兴邦、科技报国理念。

内容4：脉冲的信号的产生与整形

1．基本内容：555定时器的工作原理，单稳态触发器、施密特触发器、多谐振荡器的工作原理及应用，由555构成的单稳态触发器、施密特触发器、多谐振荡器的工作原理及参数计算。

2．重点：555构成的单稳态触发器、施密特触发器、多谐振荡器的工作原理及参数计算。

3．难点：555构成的单稳态触发器、施密特触发器、多谐振荡器的工作原理及参数计算。

4．知识目标：理解脉冲信号的概念，理解555定时器的工作原理；理解单稳态触发器、施密特触发器、多谐振荡器的工作原理及应用；掌握由555构成的单稳态触发器、施密特触发器、多谐振荡器的工作原理及参数计算。

5．能力目标：能够识别555构成的单稳态触发器、施密特触发器、多谐振荡器，能够区别这些电路的特点。具有将555定时器的基本理论用于脉冲电路的分析和设计能力，具有对 555工作原理的分析，参数计算能力。

6. 素质目标：数字电路的时钟信号是数字系统不可缺少的部分。通过时钟计时误差案例（平时的钟表，在一段时间内都会变快或者变慢。早期的机械钟摆，每天会有15秒误差；现在广泛使用数字钟，每天一般会有1秒的误差，这对日常生活是没有影响的。但是，如果要应付要求很高的工业生产和科学研究，这些钟表就不能胜任了，还需要更加精确的时钟。）引导学生从辩证唯物主义角度认识事物发展规律，理论联系实际，根据实际需求进行创新创造，提高自主创新能力。同时，使学生认识到精确度对工业生产和科学研究重要性，培养学生作为专业人的思维。

内容5：存储器和可编程逻辑器件

1．基本内容：大规模集成电路的特点和发展概况，只读存储器（ROM）和随机存取存储器（RAM）的结构、工作原理及应用，PLD的结构、基本原理及应用。

2．重点：存储容量的扩展方法，可编程逻辑器件实现逻辑电路的方法。

3．难点：ROM、RAM的结构、可编程逻辑器件的结构。

4．知识目标：了解大规模集成电路的特点和发展概况；了解ROM、RAM的结构和工作原理，了解PLD的结构、基本原理，理解PLD实现逻辑电路的原理，熟悉PLD实现逻辑电路的方法。

5．能力目标：能够识别并区分ROM、RAM、PLD (SPLD、PLA、PAL、GAL、CPLD、FPGA) 等器件，能够对存储容量进行扩展；能够用PLD实现特定功能的组合逻辑电路。

6. 素质目标：以电脑中所用的内存和硬盘为例，引入存储单元概念。结合华为被断供芯片的案例，告诉学生扎实的数字电路知识是打开众多“卡脖子”技术中的重要一环。同时FPGA设计也是芯片产业中的重要组成部分，鼓励学生参加FPGA设计竞赛、电子设计竞赛，鼓励学生树立远大理想，勇于创新。引导学生思考数字电路课程知识对于先进的半导体技术的重要性。

内容6：电子设计自动化（EDA）技术与VHDL

1．基本内容： EDA技术，VHDL语言结构、语法规范、并行语句、顺序语句，组合逻辑电路、时序逻辑电路的VHDL语言，VHDL状态机。

2．重点：组合逻辑电路、时序逻辑电路的VHDL语言。

3．难点：VHDL语言的并行语句和顺序语句、VHDL状态机。

4．知识目标：理解VHDL语言结构和语法规范，熟悉VHDL语言并行语句和顺序语句，理解组合逻辑电路、时序逻辑电路的VHDL语言，了解VHDL状态机，熟悉EDA技术实现特定功能逻辑电路的设计方法。

5．能力目标：能够用EDA技术对典型单元电路进行建模和仿真，具有VHDL程序阅读和编程能力。

6. 素质目标：数字电路理论学习的最终目的是实际应用，EDA技术和VHDL的引入，使得数字电路和系统设计具有了现代化的特征，也让学生能够通过软件仿真数字电路，体验数字电路现代设计方法。在数字电路和系统方案设计完成后，先进行仿真验证，然后再搭建实际电路，这样可以事半功倍，节约设计电路所需的时间和成本。引导学生通过EDA技术，将数字电路的理论与实际相结合。

**五、教学内容、教学方式与课程目标的支撑关系**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **教学内容** | **教学方式** | | |
| **线下教学** | **混合教学** | **线上教学** |
| 课程目标1 | 内容1：数字逻辑基础  内容2：组合逻辑电路  内容3：时序逻辑电路  内容4：脉冲的产生与整形  内容5：存储器和可编程逻辑器件  内容6：EDA技术与VHDL | √ |  |  |
| 课程目标2 | 内容2：组合逻辑电路  内容3：时序逻辑电路  内容4：脉冲信号的产生与整形  内容5：存储器和可编程逻辑器件  内容6：EDA技术与VHDL | √ |  |  |
| 课程目标3 | 内容2：组合逻辑电路  内容3：时序逻辑电路  内容4：脉冲信号的产生与整形  内容5：存储器和可编程逻辑器件  内容6：EDA技术与VHDL | √ |  |  |
| 课程目标4 | 内容1：数字逻辑基础  内容2：组合逻辑电路  内容3：时序逻辑电路  内容4：脉冲的产生与整形  内容5：存储器和可编程逻辑器件  内容6：EDA技术与VHDL | √ |  |  |

**六、课程教学方法与学时分配**

（一）教学方法

1. 引入专题式

引入专题式教学方法：在讲到某一专业知识点时引入具有共性的某一思政专题，通过 PPT 展示案例，然后展开分析和讨论。这种方式需要较长的时间，约 10 分钟，可以是自身经历，可以是本学科本专业发展过程中的知名人物及其事件等案例。例如，在讲述数字集成电路的发展历史时，从“集成电路是由外国专家发明的，我国尚未掌握最先进的集成电路的技术”，结合华为被断供芯片的案例，引出半导体核心技术的重要性，教育学生发愤图强、不断创新，增强学生推进我国先进技术发展的使命感和紧迫感。

2. 随机渗透式

随机渗透式教学方法：在对数字电路专业知识讲授过程中对思政元素的简明提示。这种方式每个思政元素约需要五分钟，以课堂讨论和交流为主。例如，在讲到“卡诺图化简逻辑函数的结果不唯一”时，让学生辩证地看问题，同一问题往往有各种不同的解决方法。不同方法可能殊途同归，也可能南辕北辙，告诫学生：遇事不钻牛角尖，辩证地看待事物，积极乐观应对学习和生活，形成正确的人生观和价值观。

3. 实践体验式

实践体验式教学方法：在课堂上，教师通过Multisim、Quartus 等EDA软件进行仿真演示实验，对理论知识有个形象的认识；在课后，学生通过EDA软件，完成仿真和编程作业，使学生对所学知识有一个亲身体会。这种方式，一方面使学生认识到：实践是检验真理的唯一标准，新的理论知识需要实践来验证，在实践中不断获得新的知识，二者相辅相成；另一方面，学生通过操作EDA软件，获得了实践体验，进一步塑造专业人的思维、习性和精神品质。

4. 潜移默化式

潜移默化式教学方法：学高为师，身正为范，教师通过言传身教，将教师对教学内容的一丝不苟，对学生管理的严格要求，对工作的认真负责，对学生的关心爱护等传递给学生，实现对学生的潜移默化，精准滴灌。这种方式需要教师具备全方位的能力。教师在讲课过程中，除了讲数字电路的基本概念、基本理论和基本应用电路，还应讲数字电路的历史和发展方向。不仅需要学生掌握技术原理，还需要学生考虑非技术因素。教师要和学生多交流，在和学生的交流中为其解惑，潜移默化地传递知识和思想。教师要增强立德树人意识，努力提高自己的教学和科研水平，不断提升自己的人格魅力。

（二）学时分配

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **教学内容** | **课堂讲授** | **实验** | **上机** | **合计** |
| 内容1：数字逻辑基础 | 14 |  |  | 14 |
| 内容2：组合逻辑电路 | 14 |  |  | 14 |
| 内容3：时序逻辑电路 | 20 |  |  | 20 |
| 内容4：脉冲的信号的产生与整形 | 4 |  |  | 4 |
| 内容5：存储器和可编程逻辑器件 | 4 |  |  | 4 |
| 内容6：EDA技术与VHDL | 8 |  |  | 8 |
| 合计 | 64 |  |  | 64 |

**七、课程考核及成绩评定方法**

本门课程采用“N+1”过程性考核的方式进行考核。

考核方式：采用平时作业、在线单元测试、期中考试和期末考试相结合的形式对学生课程成绩进行综合评定。

成绩评定：在课程目标达成评价与考核总成绩中各部分成绩比例为：平时作业占20%、在线单元测试成绩占20%、期中考试成绩占10%、期末考试成绩占50%。各考核环节按照附件中的评分标准进行成绩评定。

课程目标与课程考核环节的对应关系：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **课程**  **目标** | **考核环节** | | | | **合计** |
| **平时作业** | **在线单元测试** | **期中考试** | **期末考试** |
| 1 | 课程目标1 | 5% | 10% | 3% | 15% | 33% |
| 2 | 课程目标2 | 7% | 5% | 4% | 20% | 36% |
| 3 | 课程目标3 | 8% | 5% | 3% | 15% | 31% |
| 合计 | | 20% | 20% | 10% | 50% | 100% |

**八、课程参考书目及资源**

1. 阎石. 数字电子技术基础（第六版）. 北京：高等教育出版社，2016.

2. 康华光. 电子技术基础（第六版）. 北京：高等教育出版社，2014.

3. 王毓银. 数字电路逻辑设计（第三版）. 北京：高等教育出版社，2018.

4. 潘松、黄继业. EDA技术实用教程：VHDL版（第六版）. 北京：科学出版社，2018.

5. Volnei A. Pedroni著，乔庐峰，王志功等译. VHDL数字电路设计教程. 北京：电子工业出版社，2013.

6. 超星学习通，数字电路，江苏理工学院.

http://mooc1.jsut.edu.cn/course/95835107.html

7. 中国大学慕课，数字电路，江苏理工学院.

https://www.icourse163.org/course/JSTU-1207423809

**附件：评分标准**

考核环节中，在线单元测试、期中测试及期末试卷评分标准详见每学期“数字电路在线单元测试参考答案及评分标准”、“数字电路期中测试参考答案及评分标准”、“数字电路试卷参考答案及评分标准”。

考核中平时作业评分标准如下：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 评分标准  观测点 | **优（90～100）** | **良（80～89）** | **中等（70～79）** | **及格（60～69）** | **不及格（<60）** |
| 基本概念掌握程度 | 概念清晰 | 主要概念清晰 | 部分概念清晰 | 基本概念不够清晰 | 基本概念未掌握 |
| 分析问题思路清晰性、解决问题方法正确性 | 分析得当，方案能够解决问题，思路清晰，分析和设计结果正确 | 但部分分析有误，方案主要思路、分析和设计过程正确，但分析和设计结果有瑕疵 | 分析中有明显知识漏洞，方案中，部分分析和设计结果尚可 | 尚能制定方案，但分析和设计结果有重大失误 | 不能制定方案或方案完全不可行 |
| 作业完成态度 | 书写工整、清晰，作图可辨识度高、符号、单位等按规范执行 | 书写清晰，作图能辨识、大部分符号、单位等按规范执行 | 作图基本能辨识，只有部分符号、单位等按规范执行 | 作图可辨识度差，文字、符号等不规范执行。 | 作业不完整或未交 |