



第 1 章 数字电路实验与课程设计概述

1.1 数字电路实验与课程设计的目的与意义

经常有人问做实验的目的是什么？从过程上来说，做电路方面的实验大致有两种情况。一种情况是先有一个电路，通过测试和分析认识电路原理和功能的过程。另外一种情况是先设计原理电路，再搭接实际电路，最后经过各种测试和分析完善电路的过程。前者是认识实验或者维修电路，后者是设计电路。无论哪个过程，一方面可以获得电子技术方面的基本知识和基本技能，另一方面也可以运用所学理论来分析和解决实际问题，提高实际工作的能力。理论层面上，认识需要一个过程，学习了未必能领会和掌握，需要实践环节加深理解。而且有时候看到一定的实验现象未必能立刻找到相应的理论原因，需要不断摸索。技术层面上，在理论课中为了讲清原理做了很多理想化处理，而从一张电路原理图到一个可以使用的电子产品，需要解决很多实际的问题，这些问题在设计当初未必考虑全面，所以电子工程师往往通过实验的方法先搭接一个实验电路进行调试，分析电路的工作原理，完成电路性能指标的检测，验证和扩展电路的功能及其使用范围，最后完成设计并组装为整机。在学生毕业之后的工作中也是经常出现这样的过程。所以熟练地掌握数字电路实验技术，无论是对从事电子技术工作的工程技术人员，还是对正在进行本课程学习的学生来说，都是极其重要的。

每所高校的教学内容不完全相同，课程的名称也略有区别，比如数字电路实验、数字电路逻辑实验、数字电路与系统实验、电子技术实验（数字部分）、脉冲与数字电路实验以及数字电路课程设计等，教学学时也有一定差异，有时候这几个名字混用。总的来说，数字电路实验可以分为以下三个层次：第一个层次是验证性实验，它主要以电子元器件特性、参数和基本单元电路为主，根据实验目的、实验电路、仪器设备和较详细的实验步骤，来验证数字电路的有关理论，从而进一步巩固所学基本知识和基本理论。第二个层次是设计性实验，学生根据给定的实验题目、内容和要求，自行设计实验电路，选择合适的元器件并组装实验电路，拟定出调整、测试方案，最后使电路达到设计要求。第三个层次是综合性实验，一般与工程实践比较接近，从内容上看，涉及多门课程的内容，甚至是学生没有学过的内容。这个层次的实验，可以培养学生综合运用所学知识和解决实际问题的能力。本书中的数字电路实验一般指的是第一个层次和第二个层次的实验，数字电路课程设计指的是第二个层次中较为复杂的和第三个层次中的实验。

数字电路实验内容极其丰富，涉及的知识面也很广，并且正在不断充实、更新。在整个实验过程中，对于示波器、信号源等常用电子仪器的使用方法；频率、相位、时间、脉冲波形参数和电压、电流的平均值、有效值、峰值以及各种电子电路主要技术指标的测试技术；常用元器件的规格与型号，手册的查阅和参数的测量；小系统的设计、组装与调试技术；以及实验数据的分析、处理能力；EDA 软件的使用等都是需要着重掌握的。

随着技术的进步，现在虚拟实验和仿真实验，AR 以及 VR 实验都出现在了各种电路实验当中。



1.2 数字电路实验的基本要求

“数字电路实验”课程是电子信息科学与电气信息类专业学生在电子技术方面入门性质的基础课程。通过学生设计和调试实验电路，观察实验现象和分析实验结果等环节，使学生获得数字电路方面的基本知识、基本理论和基本技能，为深入学习数字电子技术及其在专业中的应用打好基础。

教学的基本要求包括能够查阅电子元器件手册和在网上查询电子元器件有关资料；初步学会组合逻辑电路和时序逻辑电路的设计方法；能够正确使用常用电子仪器，如示波器、万用表等；掌握数字电子电路的基本测试技术，如脉冲信号主要参数的测试、数字电路逻辑功能的测试；初步学会分析、寻找和排除实验电路中故障的方法；能够正确记录和处理实验数据，并写出符合要求的实验报告，鼓励提出新问题和创新思路。

和其他许多实验环节一样，数字电路实验也有它的基本操作规程。电子技术工作者经常要对电子设备进行安装、调试和测量，因此要求注意培养正确、良好的操作习惯，并逐步积累经验，不断提高实验水平。

实验操作应该注意以下几个方面。首先，实验仪器的合理布局。实验时，各仪器仪表和实验对象（如实验板或实验装置等）之间，应按信号流向，并根据连线简捷、调节顺手、观察与读数方便的原则进行合理布局。输入信号源置于实验板的左侧，测试用的示波器与电压表置于实验板的右侧，实验用的直流电源放在中间位置。其次，严格按照实验电路和操作要求接线，经认真检查并在指导教师核查无误后方可接入电源。实验中应养成接线时先接实验电路，后接电源；拆线时先拆电源，后拆实验电路的良好习惯。仪器使用完毕后，应将面板上的各旋钮、开关置于适当位置，如万用表转换开关应旋转至交流电压档最高量程。再次，在接通电源时应密切注意实验现象，如果有短路等紧急异常情况应立即关闭电源，采用不带电的方式检查电路是否连接正确。如果电路现象不对，但是没有危险的情况下可以带电测量，找到不对的地方再做实验。

记录实验数据时，为获得正确的数据和波形，应做到以下几点。首先，必须根据不同的测试对象正确选用合适的仪器仪表和量程。如在不同场合下，测量不同频率范围和不同电压量级的信号电压，应注意选用不同灵敏度和内阻、不同频响的电压表。观察不同的信号波形，同样要选用频率范围适合的示波器。其次，所选的量程要合适，否则将造成较大的测量误差。其次，所记录的数据必须是原始读数，而不是经换算后的数值，并应标明名称、单位。需绘制曲线时，注意在曲线变化显著的部位要多读取一些数据。对测得的原始数据还需预先做出估算，做到心中有数，以便及时发现并解决问题。另外，还应记录所使用仪器的型号、精度等级，必要时还应记下环境条件（如温度等），供实验后分析、核对。

实验报告是实验结果的总结和反映，也是实验课的继续和提高。通过撰写实验报告，使知识条理化，可以培养学生综合分析问题的能力。一个实验的价值在很大程度上取决于实验报告质量的高低，因此对实验报告的撰写必须予以充分的重视。实验报告的主要内容包括：实验目的、实验原理、实验设备、实验步骤和测试方法、实验数据、波形和现象以及对它们的处理结果、实验数据分析、实验结论以及实验中问题的处理、讨论和建议，收获和体会。

在编写实验报告时，常常要对实验数据进行科学的处理，才能找出其中的规律，并得出



正确的结论。常用的数据处理方法是列表和作图。实验所得的数据可记录在表格中，这样便于对数据进行分析 and 比较。实验结果也可绘制成曲线直观地表示出来。

实验报告撰写要求书写工整，文字通顺，符号标准，图表齐全，讨论深入，结论简明。

对于实验数据和实验结果应该进行讨论和分析，总结实验结果，给出实验结论，对于较为复杂的问题应进行深入讨论。

1.3 数字电路课程设计的基本要求

“数字电路课程设计”课程是电子信息科学与电气信息类专业学生在电子技术方面入门性质的基础课程。本课程基于可编程逻辑器件，使用硬件描述语言 Verilog HDL 完成一个数字系统的设计，并在实验平台上完成，使学生掌握数字电路的基本设计方法和调试方法，熟悉数字电路的基本概念和基本方法，培养学生自主学习和创新能力，为后续课程的学习打好基础。

教学的基本要求包括能够根据设计需要查阅专业资料，学会数字系统的设计方法，能够实现小系统的组装和调试；掌握 Verilog HDL 编程的基本语法和框架结构，掌握基本组合逻辑电路和常见时序逻辑电路的设计方法，掌握有限状态机设计时序逻辑电路的方法，掌握元件例化等语法完成多层级数字系统的设计方法；掌握 Quartus II 软件平台设计数字电路的基本流程，学会设计和调试数字电路的方法，会根据需要进行仿真验证设计的正确性；掌握数字电路实验平台的使用方法，能读懂要用到部分的电路图，对实验平台上没有的硬件部分要完成电路设计；初步学会分析、寻找和排除实验电路中故障的方法；能够正确记录和处理实验数据，并写出符合要求的设计报告。

1.4 实验室守则

在实验中心选课系统注册，选择相应课程时间。按照预约时间到指定实验室进行实验，不得迟到。如果不能按时上课，请在预约实验时间之前提前退课。预约网上实验的同学，也应在规定的时间内完成相应实验内容。

实验前，必须认真预习实验指导书中的相关内容，熟悉实验目的、内容和操作步骤。凡没有预习者一律不得参加实验。

严格遵照实验室的各项规章制度和安全要求，遵守课堂纪律，保持室内安静、整洁。

服从指导教师的指导，严格按照操作要求做好实验准备，待指导教师检查许可后，方可启动仪器设备。要爱护实验室的仪器设备和公共设施，移动仪器设备时，必须轻拿轻放。实验中，禁止动用与实验无关的仪器设备，未经允许不得随意调换仪器设备，更不准擅自拆卸仪器设备。凡因违反操作规程而损坏仪器设备者，须按学校有关规定进行赔偿。

实验过程中，要认真观察实验现象，详细记录相关实验数据，不允许抄袭他人的实验数据，不允许擅自离开操作岗位，如发现仪器异常，应立即切断电源或者停止实验，并及时报告指导教师。

做自行设计实验时，应事先向指导教师报告实验目的、实验内容和所需实验仪器，经过指导教师同意后，方能在实验室安排的时间内进行实验。

每次实验结束时，指导教师应对实验数据签字认可。学生应及时、认真、独立完成实验



报告，上交指导教师批阅。

实验结束后须整理好所使用的仪器设备、工具及材料，清理实验场地，关闭电源和门窗，经指导教师检查验收后方可离开实验室。离开时请将个人物品带走。

电脑中不能存放与教学无关的资料，不能做和课程无关的事情。实验应该独立完成，不能携带其他学生报告或者使用手机等工具参考其他人的设计进行实验。

1.5 实验室安全操作规范

在实验室指定的位置进行实验。实验前，应检查要使用的实验设备是否在正确的位置，注意人身安全，防止使用过程中造成事故。

使用设备前，检查是否有漏电等危险情况。如果设备不正常，要关闭电源，请指导教师更换。禁止学生未经允许移动和更换以及检修设备。实验室内的仪器设备要安全接地，注意仪器设备的通风和防尘，远离高温及强辐射区域。

仪器设备要按照使用说明书操作，严禁用锐器和硬物损坏仪器设备、电源线和信号线等，严禁在实验室刻画和做标记等行为。应正确选择和使用设备，严禁违章操作，避免人身事故和仪器损坏，造成损失的赔偿。要掌握仪器设备的使用方法和注意事项，实验中要有目的地扳（旋）动仪器设备上的开关（旋钮），扳（旋）动时，切忌用力过猛，造成损坏。

一般情况下，禁止学生携带个人的电子元器件和设备进入实验室。学生自制的电路必须经过指导教师批准才能接到实验设备上。严禁学生携带实验室的设备和元器件等到实验室外。借用设备时要请示指导教师，登记之后再带离，并在规定的时间内归还，归还时要检查是否正常。

实验过程中，禁止带电操作，检查电路时要关闭电源。如果发现有异常发热、焦糊味和异常声响等，应首先关闭电源，并请指导教师解决。如遇到地震、火灾等灾害要按照实验室安全预案进行处理。

严禁在实验室内从事吸烟、食宿、娱乐等与实验无关的活动。实验结束后，要整理实验设备到正确的位置，打扫卫生后，经过指导教师允许才能离开。离开时把个人物品和垃圾带走，各个实验设备要关闭电源，计算机和投影仪要按照正确的方法关机，不得强行关闭。