

1 数字逻辑实验基础知识

1.1 数字逻辑实验的任务

数字逻辑实验是通过对实际电路的应用和实践，巩固和加深对数字电路理论的理解。数字逻辑实验的目的在于帮助学生掌握数字电子技术的基本实验方法和技能，从而增加对数字电路学习的兴趣，促进理论与实践的有效结合，为今后学习微机原理、数据通信技术、电气工程等相关专业课程，解决工程实践中所遇到的数字系统问题打下坚实的基础。

本实验课程的教学任务是使学生巩固所学的基础理论知识，培养学生正确使用电子仪器，掌握测试方法，独立完成实验电路的设计，参数的计算，电路的安装、调试、测试，并具备分析电路和综合实验的能力。培养学生具有理论联系实际、实事求是的科学态度和严谨的工作作风。

1.2 数字逻辑实验的要求

(1) 学生在实验前必须预习实验指导和相关理论知识，明确实验目的、原理、预期的实验结果、操作关键步骤及注意事项。

(2) 指导教师在实验前讲解实验基本原理、实验流程和实验要求。

(3) 学生在实验过程中应独立思考，积极解决出现的各种问题，认真记录实验数据，课

后整理分析，完成实验报告。

1.3 数字逻辑实验的过程

要完成数字逻辑实验，通常要完成以下几个过程。

1. 实验预习

在授课教师布置实验安排后，学生应该认真预习实验，以确保在实验课程内完成实验内容。每项实验内容都有与之相关的理论基础，实验的过程应接受理论的指导，实验结果不能与理论产生矛盾。因此，在进行实验操作之前，必须熟悉有关实验内容的理论和电路知识。

在实验过程中需要借助各种电子仪器使实验电路正常工作，并用仪器对电路进行测试。在实验前应了解有关实验仪器的基本特性、使用方法、操作要求和步骤。在实验中要用到多种与实验相关的电子元器件，在实验前应了解有关器件的电气工作特性和使用要求以及在电路中所起的作用。此外，在实验前应对有关的数据表格或现象的读取和记录方式有所准备，以便在实验过程中能够顺利地进行记录工作。

在实验操作前，应该对整个实验的过程有较全面的了解，并确定基本的实验步骤。将这些内容整理起来，写出一份预习报告，预习报告主要内容应包括以下几个方面：

(1) 列出实验仪器、元器件清单。整理好实验仪器的使用方法及元器件的电气特性等相关资料，以便实验过程中查阅。

(2) 设计出电路图，并保留完整的设计过程，以便在实验过程中不断探索实验原理或者查找错误。使用仿真软件进行验证，并保留仿真电路图。

(3) 绘出设计好的实验电路图，在图上标出器件型号、使用的引脚号及元件数值。

(4) 拟定实验方法和步骤。

(5) 拟好记录实验数据的表格和波形坐标，并记录预习中分析的理论值或仿真结果。

2. 实验操作

实验操作是在有实验准备的基础上对实验的实施和对实验现象及数据的记录过程。参加实验者要自觉遵守实验室规则。实验前应检查实验仪器编号与座位号是否相同，仪器设备不准随意搬动调换。非本次实验所用的仪器设备，未经老师允许不得动用。严禁带电接线、拆线或改接线路。

实验过程中应根据实验内容和实验方案，选择合适的集成芯片，连接实验电路和测试电路。实验中的操作需要遵守的原则如下：

(1) 检查集成电路及导线的好坏。搭接实验电路前，应对仪器设备进行必要的检查，对导线是否导通，用万用表进行测量；检测所用集成电路是否好坏，搭接简单电路进行功能测试。

(2) 搭接电路时，应遵循先接线后通电的布线规则；做完后，应遵守先断电再拆线的布线规则。

(3) 检查电路中出现的故障。在很多情况下，往往接完线通电后电路不能实现预定的逻辑功能，这个时候就必须做故障排查。如果发生焦味、冒烟等严重故障时应立即切断电源，保护现场，并报告指导老师和实验室工作人员，等待处理。

在实验过程中，如果出现故障，需要自己查找故障并解决问题。产生故障的原因大致可以归纳以下四个方面：操作不当（如布线错误等）；设计不当（如电路出现险象等）；元器件

使用不当或功能不正常；仪器、集成器件以及开关器件本身出现故障。以下介绍几种常见的故障检查方法：

① 查线法。由于实验中大部分故障都是由于布线错误引起的，因此，在故障发生时，复查电路连线为排除故障的有效方法。应着重注意：导线是否导通，有无漏线、错线，导线与插孔接触是否可靠，集成电路是否插牢、是否插反、是否完好等。

② 观察法。用万用表直接测量各集成块的 V_{cc} 端是否加上电源电压，输入信号、时钟脉冲等是否加到实验电路上，观察输出端有无反应。重复测试观察故障现象，然后对某一故障状态，用万用表测试各输入/输出端的直流电平，从而判断出是否是插座板、集成块引脚连接等原因造成的故障。

③ 信号注入法。在电路的每一级输入端加上特定信号，观察该级的输出响应，从而确定该级是否有故障，必要时可以切断周围连线，避免相互影响。

④ 信号寻迹法。在电路的输入端加上特定信号，按照信号流向逐级检查是否有响应和是否正确，必要时可多次输入不同信号。

⑤ 替换法。对于多输入端器件，如有多余端则可调换另一输入端试用。必要时可更换器件，以检查器件功能不正常所引起的故障。

⑥ 动态逐线跟踪检查法。对于时序电路，可输入时钟信号按信号流向依次检查各级波形，直到找出故障点为止。

⑦ 断开反馈线检查法。对于含有反馈线的闭合电路，应该设法断开反馈线进行检查，或进行状态预置后再进行检查。

以上检查故障的方法，是指在仪器工作正常的前提下进行的，如果实验时电路功能测不出来，则应首先检查供电情况。若电源电压已加上，便可把有关输出端直接接到 0-1 显示器上检查。若逻辑开关无输出，或单次 CP 无输出，则是开关接触不好或是内部电路坏了，一般就是集成器件坏了。需要强调指出，实验中经验积累对于故障检查是大有帮助的，但只要充分预习，掌握基本理论和实验原理，就不难用逻辑思维的方法较好地判断和排除故障。

(4) 仔细观察实验现象，做好实验记录。实验记录是实验过程中获得的第一手资料，所以记录必须清楚、合理、正确。若发现不正确，要及时重复测试，找出原因。实验记录应包括如下内容：

- ① 实验任务、名称及内容。
- ② 实验数据和波形以及实验中出现的现象，从记录中应能初步判断实验的正确性。
- ③ 记录波形时，应注意输入、输出波形的时间相位关系，在坐标中上下对齐。
- ④ 实验中实际使用的仪器型号和编号以及元器件使用情况。

(5) 实验完毕，关断电源拆除连线，整理好放在实验箱内，并将实验台清理干净、摆放整洁。

3. 实验现象和数据的分析

在实验操作结束后，应对所记录的实验现象和数据进行整理和分析，并由此得出实验结果。将实验结果与理论进行比较，对实验结果的好坏做出评述，以判断实验是成功或是失败，总结实验的经验、体会和教训。最后提交一份实验报告。

实验报告应包括实验目的、实验使用仪器和元器件、实验内容和结果以及分析讨论等，

其中实验内容和结果是报告的主要部分，具体内容如下：

(1) 实验内容的方框图、逻辑图(或测试电路)、状态图，真值表以及文字说明等，对于设计性实验，还应有整个设计过程和关键的设计技巧说明。

(2) 对实验操作过程中的所有记录进行整理，并且有条理地在实验报告上一一列出。对所有记录的实验现象和数据进行处理，计算和分析结果。将得出的实验结果与理论进行对比。

(3) 对实验中所遇到的各种问题进行讨论和分析，总结和归纳实验结果，写出实验体会。其中可涉及对理论的理解，对某一电路功能的概括和总结，仪器使用方法和操作技巧以及解决某一问题受到的启示，或对实验的改进意见等。对这部分的内容不做统一的要求，各人可根据自己的情况和感受来写。

1.4 数字逻辑实验的考核办法

数字逻辑实验可采用平时单个实验累积记分加期末考试的考核办法。平时单个实验累积记分包括基础实验和综合实验两部分，期末考试包括基本操作知识(笔试)和基本技能操作(动手)两部分或仅为基本技能操作。

1. 平时单个实验累积记分

若将每学期平时成绩以100分为满分来记分，将这100分分配到每个实验中去，最后将每个实验的考核得分加起来作为平时考核的成绩。平时单个实验考核都必须制定出具体的评分标准，分为实验预习记录、实验基本操作、实验结果、实验报告和综合素质等考核项。

2. 期末考试

期末考试是对实验教学的全面考核，采取笔试和操作技能相结合的方式或仅对操作技能进行考试的方式。笔试的形式为问答题、选择题和填空题等，一般放在操作技能考试之前，考试的内容为基本操作知识、原理、实验中的问题和实验安全规则以及安全措施等。

操作技能考试的内容主要是以实验基本操作技能为主，将实验记录、实验结果的处理、分析问题和解决问题的能力及台面整洁等作为评分标准的内容。操作技能考试的方法是将题目库发给同学复习、准备，然后采取抽签的办法，考其中一题或几题。考试评分标准：要求按照不同的题目，制定出不同标准，评分点清楚，综合评定。

3. 平时成绩与考试成绩相结合的方法

实验课成绩的评定通常采取平时成绩与考试成绩相结合的方法，平时成绩与期末考试成绩之间的比例，可以根据不同专业具体情况而定。要求教师客观、实事求是、公正地给每个同学评好分。

当然，实验老师也可以根据具体情况大胆创新实验考核方法，公允地对同学成绩进行评定。

1.5 实验报告参考模板

数字逻辑实验除了使同学受到系统的科学实验方法和实验技能的训练外，还要通过书写实验报告培养同学将来从事科学研究和工程技术开发的论文书写能力。因此，实验报告是实验课学习的重要组成部分，希望同学们能认真对待。

正规的实验报告，应包含以下6个方面的内容。

- (1) 实验目的；
- (2) 实验仪器设备及实验器材；
- (3) 实验原理；
- (4) 实验内容（简单步骤）及原始数据；
- (5) 数据处理及结论；
- (6) 结果的分析讨论。

下面提供一个实验报告模板，供同学们参考。

实验 组合逻辑电路的设计与制作

1. 实验目的

- (1) 学会根据给定要求设计逻辑电路；
- (2) 掌握如何查找、选择所需器件，或根据现有器件进行设计；
- (3) 掌握按设计图纸在实验板上连接电路，排除故障，测试性能。

2. 实验器材

电子实验台、74LS00×2、连接线若干

3. 实验内容

1) 用 74LS00 制作一个二输入异或门电路

(1) 实验设计

根据题意得真值表（见表 1-1）：

表 1-1 74LS00 真值表

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1

1	1	0
---	---	---

根据真值表得以下逻辑表达式并化简得

$$Y = \overline{A}B + A\overline{B} = \overline{\overline{\overline{A}B} \cdot \overline{A\overline{B}}}$$

(2) 电路设计 (见图 1-1)

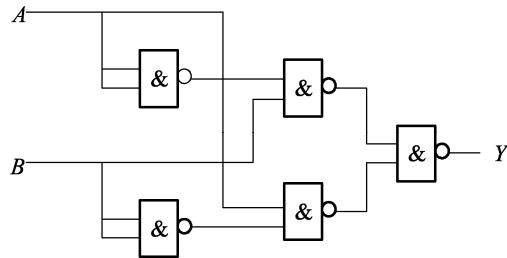


图 1-1 74LS00 组成两输入异或门电路图

(3) 实验数据 (见表 1-2)

表 1-2 实验数据

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

2) 用 74LS00 设计制作一个三人表决电路, 两人或两人以上赞成则通过

(1) 实验设计

设三人中表决同意的为“1”, 不同意的为“0”, 决意通过为“1”, 不通过为“0”, 则根据题意可得以下真值表 (见表 1-3)。

表 1-3 真值表

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

根据真值表得以下逻辑表达式并化简得

$$Y = \overline{A}BC + A\overline{B}C + AB\overline{C} + ABC = BC + AC + AB$$

$$= \overline{\overline{BC} \cdot \overline{AC} \cdot \overline{AB}} = \overline{\overline{BC} \cdot \overline{AC} \cdot \overline{AB}}$$

(2) 电路设计 (见图 1-2)

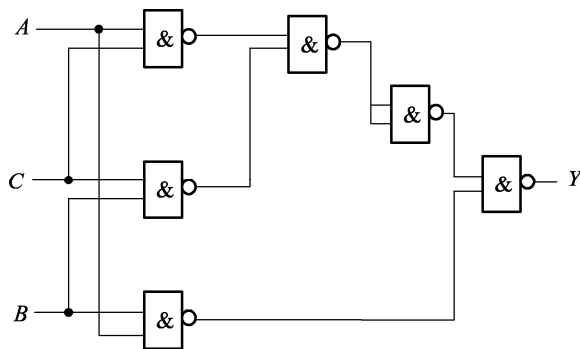


图 1-2 74LS00 组成三人表决电路

(3) 实验数据 (见表 1-4)

表 1-4 实验数据

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

4. 实验总结 (自编)

通过本次实验，本人掌握了如何根据要求设计逻辑电路，并将其实现为电路；通过本次实验过程本人还学习了电路发生故障时，如何根据其逻辑关系对电路进行检查；通过本次实验使我个人对以前所学的组合逻辑电路有了更为深刻的认识……

5. 思考题

- (1) 逻辑表达式的变换在逻辑电路的设计中有什么作用？
- (2) 实验内容 (2) 改为用或非门，如何实现？