

应用型高等院校经管类系列实验教材·计算机

数字电路实验

乔梁 / 主编

S
hu Zi Dian Lu Shi Yan



经济科学出版社
Economic Science Press

应用型高等院校经管类系列实验教材·计算机

数字电路实验

S hu Zi Dian Lu Shi Yan

乔梁 / 主编



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

数字电路实验 / 乔梁主编. —北京: 经济科学出版社,
2010. 7

(应用型高等院校经管类系列实验教材·计算机)

ISBN 978 - 7 - 5058 - 9637 - 6

I. ①数… II. ①乔… III. ①数字电路—实验—高等
学校—教材 IV. ①TN79 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 128981 号

责任编辑: 白留杰 张占芬

责任校对: 郑淑艳

版式设计: 代小卫

技术编辑: 李长建

数字电路实验

乔 梁 主编

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

教材编辑中心电话: 88191354 发行部电话: 88191540

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [bailiujie518@126. com](mailto:bailiujie518@126.com)

北京汉德鼎有限公司印刷

787×1092 16 开 8.5 印张 190000 字

2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5058 - 9637 - 6 定价: 17.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

(版权所有 翻印必究)

总 序

实践教学是高等教育本质的必然要求，是践行应用型人才培养的必经之路，是地方行业性教学型本科院校办学的重要特征。近几年来，各高校经济与管理类专业实验教学已经逐步开展，把实验教学作为教学改革的抓手、知识融合的平台以及联系社会的桥梁，然而如何进一步完善实验教学体系、提高实验实践教学水平与质量已经成为各高校亟待解决的问题。应用型高等院校经管类系列实验教材以提高高等院校经济与管理类专业实验教学的建设水平为目的，以实验教材建设为突破口，探讨高等院校经济与管理类实验教材的新方向、新思路、新内容、新模式。

本系列实验教材的编写紧紧围绕“知行合一，能力为尚，积淀特色，共享协作”的地方行业性教学型经济与管理类实验教学理念，贯彻以现代教育技术为基本手段，以实验资源共享与应用为条件，强化理论教学与实践教学互动与互补，“实践与理论相结合”和在“做中学”的指导思想，强调实验教材建设与实验课程建设、实验项目建设、实验教师队伍建设以及深化实验教学改革相结合，力图通过系列教材建设规范实验教学内容和实验项目，促进实验教学质量提高。

（一）本系列实验教材内容与教学方式符合实验教学规律和要求。具体表现在以下几个方面：

1. 实验教材以实验项目为章节，按如下体例编写：实验目的和实验要求；实验的基本原理；实验仪器、软件 and 材料或实验环境；实验方法和操作步骤；实验注意事项；数据处理和实验结果分析；实验报告。当然，对于不同的课程，根据其本身的学科特点，实验教材的编写体例并不完全一致。

2. 增加综合性、设计性、创新性实验项目的比例，并逐步将科研成果项目转化为教材的实验项目。

3. 与当前流行的实验平台软件或硬件及教材内容紧密结合，符合一般软件要求。

4. 充分体现以学生为主体，明确实验教学的内涵。实验教学过程体现以学生操作为主，教师辅导为辅，少量时间教师讲解，大部分时间学生操作的特点。

5. 按实验教学规律分配学时，并且有多余的实验项目供学生利用开放实验室自主学习。

6. 内容精练，主次分明，详略得当，文字通俗易懂，图表与正文密切配合。

（二）本系列实验教材遵循实验教学规律，体现时代特色，总体来说，具有以下四个特点：

1. 与现代典型案例相结合。以培养应用型人才为原则，根据实验教学大纲，注重理论联系实际，教材具有较强的实践性、新颖性、启发性和适用性，有利于培养学生的实践能力和创新能力。

2. 建设形式新颖。实验教材分为纸质实验教材和网络资源的形式；纸质教材实验报告

尝试做成活页形式，或做成可撕下的带切割线形式；在纸质教材出版，配套建有供学生实验前和实验后学习使用的网络资源。

3. 实验内容创新。对于实验教材编写内容上的创新，一是凸显应用型人才培养特色实验项目，提高了综合性、设计性、创新性实验项目的比例；二是将教师的科研成果转化为本科生实验教学项目。

4. 编写程序严格。对实验教材的申请立项的实验教材经由学院领导及专家进行立项审查；实验教材初稿经由相关同行专家给出鉴定，最终审核后，送交出版社评审出版。

本系列教材得到各方面人士的指导、支持和帮助，尤其是得到中国经济信息学会实验经济学与经济管理实验室专业委员会的专家，广东金电集团等多家业界人士，以及各高校同行老师们的支持和帮助，我们在此表示由衷的感谢。本系列实验教材尚处于探索阶段，作为一种努力和尝试，存在诸多不足之处，竭诚希望得到广大同行及相关专家的批评指正。

应用型高等院校经管类系列实验教材编委会

2009 年 12 月

前言

《数字电路实验》课程是通信、电子及计算机类专业的重要实践性基础课，是学习数字电子技术的一个重要环节。对巩固和加强课堂教学内容，提高学生实际工作技能，培养科学作风，为学习后续课程和从事实践技术工作奠定基础具有重要作用。

为适应数字电子技术的迅猛发展和教学改革不断深入的需要，作者根据最新的数字电路教学大纲并且结合应用型经济管理类高等院校的实际情况，在二十多年教学实践的基础上编写了本书。本书的实验安排符合数字电路理论课的教学基本要求，内容安排上注重数字集成电路的应用，并力求尽可能考虑数字技术发展趋势及应用。本书不仅包括基础性测试和验证实验，还增加了综合设计性实验项目。实验内容的安排遵循循序渐进，由浅入深的规律，基本覆盖了典型的数字电路实验。有些实验只提供设计要求及原理简图，由学生自己完成方案选择，实验步骤及记录表格等，充分发挥学生的创造性和主动性。由于计数器是数字逻辑电路的基本器件，用途十分广泛、灵活，在实际应用中具有重要的地位。是银行自动取款机、点钞机以及各种家用电器等硬件设备中不可缺少的组成元件。因此本实验教程选择任意进制计数器的设计作为特色性实验项目，并且用*符号标出。

本书以素质教育为目标，注重综合性、研究性学习方式在教学中的应用，力求使学生通过实验加深对基础知识的理解，同时强化实际的动手能力，培养学生的创新精神，增强学生理论联系实际的能力，培养学生独立分析问题、解决问题能力和严谨的工作作风，提高学生的工程素质，切实做到理论与实际应用相结合。

本书根据学生初学数字电路的实际情况，有针对性地设计了每个实验题目。每个实验包括“实验目的”、“实验仪器及器材”、“实验原理”、“实验内容及步骤”和“思考题”等内容。

本书的编写工作得到各方面人士的指导、支持和帮助，尤其是得到广东金融学院计算机系陈国君教授、蔡焕夫教授的支持和配合，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，时间比较仓促，书中难免存在纰漏之处，错误及欠缺之处恳请广大师生和读者提出批评和建议。

编 者

目 录

第一部分 实验基础知识

第二部分 基础实验

实验一 基本逻辑电路功能测试	(9)
实验二 组合逻辑电路设计	(16)
实验三 译码器及其应用	(21)
实验四 数据选择器及其应用	(27)
实验五 加法器	(32)
实验六 触发器	(36)
实验七 同步计数器逻辑功能测试及应用	(46)
实验八 异步计数器逻辑功能测试及应用	(52)
*实验九 任意进制计数器的设计	(58)
实验十 寄存器功能测试及应用	(68)
实验十一 555 定时器的应用	(76)
实验十二 多谐振荡器	(84)
实验十三 数模转换器测试	(89)
实验十四 模数转换器测试	(96)

第三部分 综合设计实验

实验十五 智能竞赛抢答器电路设计	(105)
实验十六 电子秒表电路设计	(109)
实验十七 汽车尾灯控制电路设计	(114)
实验十八 篮球竞赛 24s 计时器电路设计	(119)

附录 常用集成电路引脚功能图	(122)
----------------------	-------

参考文献	(125)
------------	-------

第一部分

实验基础知识

随着科学技术的发展，数字技术在各个科学领域中都得到了广泛的应用。数字电路是一门实践性很强的技术基础课，在学习过程中不仅要掌握基本原理和基本方法，更重要的是学会灵活应用。因此，需要配有一定数量的实验，才能掌握这门课程的基本内容，熟悉各单元电路的工作原理，各集成器件的逻辑功能和使用方法，从而有效地培养学生理论联系实际和解决实际问题的能力，树立科学的工作作风。

一、实验的基本过程

实验的基本过程，应包括确定实验内容，选定最佳的实验方法和实验线路，拟出较好的实验步骤，合理选择仪器设备和元器件，进行连接安装和调试，最后写出完整的实验报告。

在进行数字电路实验时，充分掌握和正确利用集成元件及其构成的数字电路独有的特点和规律，可以收到事半功倍的效果，对于完成每一个实验，应做好实验预习，实验记录和实验报告等环节。

（一）实验预习

认真预习是做好实验的关键，预习好坏，不仅关系到实验能否顺利进行，而且直接影响实验效果，预习应按本教材的实验预习要求进行，在每次实验前首先要认真复习有关实验的基本原理，掌握有关器件使用方法，对如何着手实验做到心中有数，通过预习还应做好实验前的准备，写出一份预习报告，其内容包括：

1. 绘出设计好的实验电路图，该图应该是逻辑图和连线图的混合，既便于连接线，又反映电路原理，并在图上标出器件型号、使用的引脚号及元件数值，必要时还须用文字说明。

2. 拟定实验方法和步骤。
3. 拟好记录实验数据的表格和波形坐标。
4. 列出元器件单。

(二) 实验记录

实验记录是实验过程中获得的第一手资料，测试过程中所测试的数据和波形必须和理论基本一致，所以记录必须清楚、合理、正确，若不正确，则要现场及时重复测试，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。

(三) 实验报告

实验报告是培养学生科学实验的总结能力和分析思维能力的有效手段，也是一项重要的基本功训练，它能很好地巩固实验成果，加深对基本理论的认识和理解，从而进一步扩大知识面。

实验报告是一份技术总结，要求文字简洁，内容清楚，图表工整。报告内容应包括实验目的、实验内容和结果、实验使用仪器和元器件以及分析讨论等，其中实验内容和结果是报告的主要部分，它应包括实际完成的全部实验，并且要按实验任务逐个书写，每个实验任务应有如下内容：

1. 实验课题的方框图、逻辑图（或测试电路）、状态图，真值表以及文字说明等，对于设计性课题，还应有整个设计过程和关键的设计技巧说明。
2. 实验记录和经过整理的数据、表格、曲线和波形图，其中表格、曲线和波形图应充分利用专用实验报告简易坐标格，并用三角板、曲线板等工具描绘，力求画得准确，不得随手示意画出。
3. 实验结果分析、讨论及结论，对讨论的范围，没有严格要求，一般应对重要的实验现象，结论加以讨论，以使进一步加深理解，此外，对实验中的异常现象，可做一些简要说明，实验中有何收获，可谈一些心得体会。

二、实验操作规范和常见故障检查方法

实验中操作的正确与否对实验结果影响甚大。因此，实验者需要注意按以下规程进行。

1. 搭接实验电路前，应对仪器设备进行必要的检查校准，对所用集成电路进行功能测试。
2. 搭接电路时，应遵循正确的布线原则和操作步骤（即要按照先接线后通电，做完后，

先断电再拆线的步骤)。

3. 掌握科学的调试方法，有效地分析并检查故障，以确保电路工作稳定可靠。
4. 仔细观察实验现象，完整准确地记录实验数据并与理论值进行比较分析。
5. 实验完毕，经指导教师同意后，可关断电源拆除连线，整理好放在实验箱内，并将实验台清理干净、摆放整洁。

布线原则和故障检查是实验操作的重要问题。

(一) 布线原则：应便于检查，排除故障和更换器件

在数字电路实验中，由错误布线引起的故障，常占很大比例。布线错误不仅会引起电路故障，严重时甚至会损坏器件，因此，注意布线的合理性和科学性是十分必要的，正确的布线原则大致有以下几点：

1. 接插集成电路时，先校准两排引脚，使之与实验底板上的插孔对应，轻轻用力将电路插上，然后在确定引脚与插孔完全吻合后，再稍用力将其插紧，以免集成电路的引脚弯曲，折断或者接触不良。
2. 不允许将集成电路方向插反，一般 IC 的方向是缺口（或标记）朝左，引脚序号从左下方的第一个引脚开始，按逆时针方向依次递增至左上方的第一个引脚。
3. 导线应粗细适当，一般选取直径为 0.6 ~ 0.8mm 的单股导线，最好采用各种色线以区别不同用途，如电源线用红色，地线用黑色。
4. 布线应有秩序地进行，随意乱接容易造成漏接错接，较好的方法是接好固定电平点，如电源线、地线、门电路闲置输入端、触发器异步置位复位端等，其次，在按信号源的顺序从输入到输出依次布线。
5. 连线应避免过长，避免从集成元件上方跨接，避免过多的重叠交错，以利于布线、更换元器件以及故障检查和排除。
6. 当实验电路的规模较大时，应注意集成元器件的合理布局，以便得到最佳布线，布线时，顺便对单个集成元件进行功能测试。这是一种良好的习惯，实际上这样做不会增加布线工作量。
7. 应当指出，布线和调试工作是不能截然分开的，往往需要交替进行，对大型实验元器件很多的，可将总电路按其功能划分为若干相对独立的部分，逐个布线、调试（分调），然后将各部分连接起来（联调）。

(二) 故障检查

实验中，如果电路不能完成预定的逻辑功能时，就称电路有故障，产生故障的原因大致可以归纳以下四个方面：（1）操作不当（如布线错误等）；（2）设计不当（如电路出现险象等）；（3）元器件使用不当或功能不正常；（4）仪器（主要指数字电路实验箱）和集成元件本身出现故障。

因此，上述四点应作为检查故障的主要线索，以下介绍几种常见的故障检查方法。

1. 查线法。由于在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：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、集成电路是否插反等。

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、集成块引脚连接线等原因造成的故障。

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，按照信号流向逐线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，实践经验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。

三、数字集成电路概述、特点及使用须知

(一) 概述

当今，数字电子电路几乎已完全集成化了。因此，充分掌握和正确使用数字集成电路，用以构成数字逻辑系统，就成为数字电子技术的核心内容之一。

集成电路按集成度可分为小规模、中规模、大规模和超大规模等。小规模集成电路（SSI）是在一块硅片上制成药 1~10 个门，通常为逻辑单元电路，如逻辑门、触发器等。中规模集成电路（MSI）的集成度约为 10~100 门/片，通常是逻辑功能电路，如译码器、数据选择器、计数器、寄存器等。大规模集成电路（LSI）的集成度约为 100 门/片以上，超大规模（VLSI）约为 1000 门/片以上，通常是一个小的数字逻辑系统。现已制成规模更大的极大规模集成电路。

数字集成电路还可分为双极型电路和单极型电路两种。双极型电路中有代表性的是 TTL 电路；单极型电路中有代表性的是 CMOS 电路。国产 TTL 集成电路的标准系列为 CT54/74 系列或 CT0000 系列，其功能和外引线排列与国际 54/74 系列相同。国产 CMOS 集成电路主

要为 CC (CH) 4000 系列, 其功能和外引线排列与国际 CD4000 系列相对应。高速 CMOS 系列中, 74HC 和 74HCT 系列与 TTL74 系列相对应, 74HC4000 系列与 CC4000 系列相对应。

部分数字集成电路的逻辑表达式、外引线排列图列于附录中。逻辑表达式或功能表描述了集成电路的功能以及输出与输入之间的逻辑关系。为了正确使用集成电路, 应该对它们进行认真研究, 深入理解, 充分掌握。还应对使能端的功能和连接方法给以充分的注意。

必须正确了解集成电路参数的意义和数值, 并按规定使用。特别是必须严格遵守极限参数的限定, 因为即使瞬间超出, 也会使器件遭受损坏。

(二) 集成电路的特点和使用须知

1. TTL 器件的特点。

- (1) 输入端一般有钳位二极管, 减少了反射干扰的影响;
- (2) 输出电阻低, 增强了带容性负载的能力;
- (3) 有较大的噪声容限;
- (4) 采用 +5V 的电源供电。

为了正常发挥器件的功能, 应使器件在推荐的条件下工作, 对 CT0000 系列 (74LS 系列) 器件, 主要有: (1) 电源电压应 4.75V ~ 5.25V 的范围内。(2) 环境温度在 0℃ ~ 70℃。(3) 高电平输入电压 $V_{IH} > 2V$, 低电平输入电压 $V_{IL} < 0.8V$ 。(4) 输出电流应小于最大推荐值 (查手册)。(5) 工作频率不能高, 一般的门和触发器的最高工作频率约 30MHz。

2. TTL 器件使用须知。

(1) 电源电压应严格保持在 $5V \pm 10\%$ 的范围内, 过高易损坏器件, 过低则不能正常工作, 实验中一般采用稳定性好、内阻小的直流稳压电源。使用时, 应特别注意电源与地线不能错接, 否则会因过大电流而造成器件损坏。

(2) 多余输入端最好不要悬空, 虽然悬空相当于高电平, 并不能影响与门 (与非门) 的逻辑功能, 但悬空时易受干扰, 为此, 与门、与非门多余输入端可直接接到 V_{CC} 上, 或通过一个公用电阻 (几千欧) 连到 V_{CC} 上。若前级驱动能力强, 则可将多余输入端与使用端并接, 不用的或门、或非门输入端直接接地, 与或非门不用的与门输入端至少有一个要直接接地, 带有扩展端的门电路, 其扩展端不允许直接接电源。

(3) 输出端不允许直接接电源或接地 (但可以通过电阻与电源相连); 不允许直接并联使用 (集电极开路门和三态门除外)。

(4) 应考虑电路的负载能力 (即扇出系数)。要留有余地, 以免影响电路的正常工作, 扇出系数可通过查阅器件手册或计算获得。

(5) 在高频工作时, 应通过缩短引线、屏蔽干扰源等措施, 抑制电流的尖峰干扰。

3. CMOS 数字集成电路的特点。

(1) 静态功耗低: 电源电压 $V_{DD} = 5V$ 的中规模电路的静态功耗小于 $100\mu W$, 从而有利于提高集成度和封装密度, 降低成本, 减小电源功耗。

(2) 电源电压范围宽: 4000 系列 CMOS 电路的电源电压范围为 3V ~ 18V, 从而使选择电源的余地大, 电源设计要求低。

(3) 输入阻抗高: 正常工作的 CMOS 集成电路, 其输入端保护二极管处于反偏状态,

直流输入阻抗可大于 $100\text{M}\Omega$ ，在工作频率较高时，应考虑输入电容的影响。

(4) 扇出能力强：在低频工作时，一个输出端可驱动 50 个以上的 CMOS 器件的输入端，这主要因为 CMOS 器件的输入电阻高的缘故。

(5) 抗干扰能力强：CMOS 集成电路的电压噪声容限可达电源电压的 45%，而且高电平和低电平的噪声容限值基本相等。

(6) 逻辑摆幅大：空载时，输出高电平 $V_{\text{OH}} > V_{\text{DD}} - 0.05\text{V}$ ，输出低电平 $V_{\text{OL}} < V_{\text{SS}} + 0.05\text{V}$ 。

CMOS 集成电路还有较好的温度稳定性和较强的抗辐射能力。不足之处是，一般 CMOS 器件的工作速度比 TTL 集成电路低，功耗随工作频率的升高而显著增大。

CMOS 器件的输入端和 V_{SS} 之间接有保护二极管，除了电平变换器等一些接口电路外，输入端和正电源 V_{DD} 之间也接有保护二极管，因此，在正常运转和焊接 CMOS 器件时，一般不会因感应电荷而损坏器件。但是，在使用 CMOS 数字集成电路时，输入信号的低电平不能低于 $(V_{\text{SS}} - 0.5\text{V})$ ，除某些接口电路外，输入信号的高电平不得高于 $(V_{\text{DD}} + 0.5\text{V})$ ，否则可能引起保护二极管导通，甚至损坏进而可能使输入级损坏。

4. CMOS 器件使用须知。

(1) 电源连接和选择： V_{DD} 端接电源正极， V_{SS} 端接电源负极（地）。绝对不许接错，否则器件因电流过大而损坏。对于电源电压范围为 $3\text{V} \sim 18\text{V}$ 系列器件。如 CC4000 系列，实验中 V_{DD} 通常接 $+5\text{V}$ 电源， V_{DD} 电压选在电源变化范围的中间值，例如电源电压在 $8\text{V} \sim 12\text{V}$ 变化，则选择 $V_{\text{DD}} = 10\text{V}$ 较恰当。

CMOS 器件在不同的 V_{DD} 值下工作时，其输出阻抗、工作速度和功耗等参数都有所变化，设计中须考虑。

(2) 输入端处理：多余输入端不能悬空。应按逻辑要求接 V_{DD} 或接 V_{SS} ，以免受干扰造成逻辑混乱，甚至还会损坏器件。对于工作速度要求不高，而要求增加带负载能力时，可把输入端并联使用。

对于安装在印刷电路板上的 CMOS 器件，为了避免输入端悬空，在电路板的输入端应接入限流电阻 R_p 和保护电阻 R ，当 $V_{\text{DD}} = +5\text{V}$ 时， R_p 取 $5.1\text{k}\Omega$ ， R 一般取 $100\text{k}\Omega \sim 1\text{M}\Omega$ 。

(3) 输出端处理：输出端不允许直接接 V_{DD} 或 V_{SS} ，否则将导致器件损坏，除三态 (TS) 器件外，不允许两个不同芯片输出端并联使用，但有时为了增加驱动能力，同一芯片上的输出端可以并联。

(4) 对输入信号 V_i 的要求： V_i 的高电平 $V_{\text{IH}} < V_{\text{DD}}$ ， V_{IL} 的低电平 V_{IL} 小于电路系统允许的低电压；当器件 V_{DD} 端未接通电源时，不允许信号输入，否则将使输入端保护电路中的二极管损坏。

四、数字逻辑电路的测试方法

(一) 组合逻辑电路的测试

组合逻辑电路测试的目的是验证其逻辑功能是否符合设计要求，也就是验证其输出与输入的关系是否与真值表相符。

1. 静态测试。静态测试是在电路静止状态下测试输出与输入的关系，将输入端分别接到逻辑开关上，用发光二极管分别显示各输入和输出端的状态。按真值表将输入信号一组一组地依次送入被测电路，测出相应的输出状态，与真值表相比较，借以判断此组合逻辑电路静态工作是否正常。

2. 动态测试。动态测试是测量组合逻辑电路的频率响应。在输入端加上周期性信号，用示波器观察输入、输出波形。测出与真值表相符的最高输入脉冲频率。

（二）时序逻辑电路的测试

时序逻辑电路测试的目的是验证其状态的转换是否与状态图相符合。可用发光二极管、数码管或示波器等观察输出状态的变化。常用的测试方法有两种。一种是单拍工作方式，以单脉冲源作为时钟脉冲，逐拍进行观测。另一种是连续工作方式，以连续脉冲源作为时钟脉冲，用示波器观察波形，来判断输出状态的转换是否与状态图相符。

第二部分

基础实验

实验一

基本逻辑电路功能测试

一、实验目的

1. 验证常用集成门电路的逻辑功能。
2. 了解各种门电路的逻辑符号。
3. 了解集成电路的引脚排列规律及使用方法。

二、实验仪器及器材

1. 数字电路实验箱。

2. 数字万用表。

3. 集成电路。

74LS00 两输入四与非门

74LS86 四 2 输入异或门

74LS08 四 2 输入与门

74LS32 四 2 输入或门

74LS04 反相器

三、实验原理

数字电路实现的是逻辑关系。逻辑关系是指某事物的条件（或原因）与结果之间的关系。逻辑关系常用逻辑函数来描述数字电路图见图 1-1（a）。

1. 与运算。只有当决定一件事情的条件全部具备之后，这件事情才会发生。我们把这种因果关系称为与逻辑。

可以用列表的方式表示上述逻辑关系，称为真值表。如图 1-1（b）所示。

如果用二值逻辑 0 和 1 来表示，并设 1 表示开关闭合或灯亮；0 表示开关不闭合或灯不亮，则得到如图 1-1（c）所示的表格，称为逻辑真值表。

若用逻辑表达式来描述，则可写为： $L = A \cdot B$

与运算的规则为：“输入有 0，输出为 0；输入全 1，输出为 1”。

在数字电路中能实现与运算的电路称为与门电路，其逻辑符号如图 1-1（d）所示。

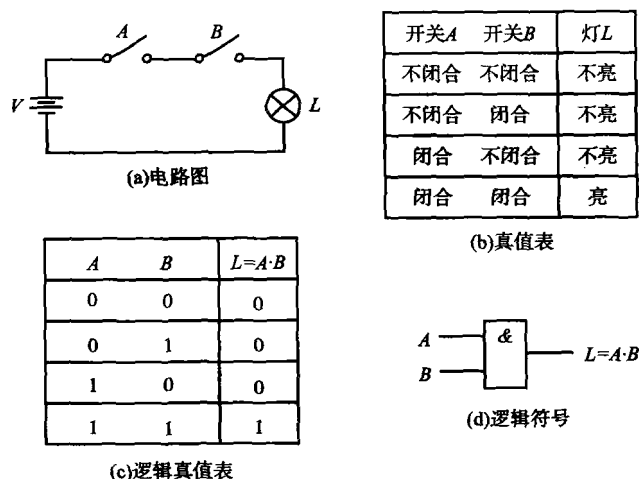


图 1-1 与逻辑运算

2. 或运算。决定一件事情的几个条件中，只要有一个或一个以上条件具备，这件事情就会发生。我们把这种因果关系称为或逻辑或逻辑电路图见图 1-2（a）。

或运算的真值表如图 1-2（b）所示，逻辑真值表如图 1-2（c）所示。若用逻辑表达式来描述，则可写为：

$$L = A + B$$