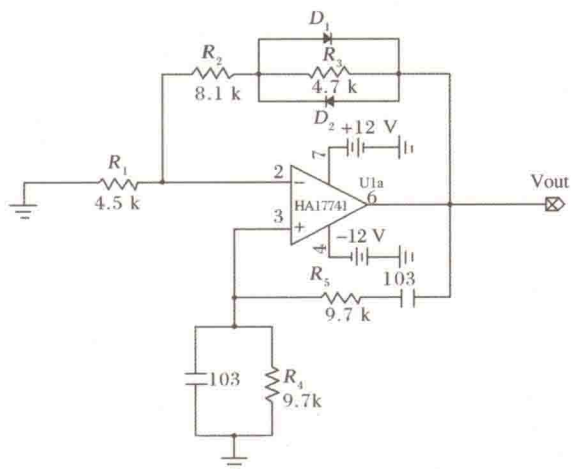


总主编 段书凯 马燕

# 数字电子技术实验

主 编 赵庭兵 陈跃华 王丽丹

副主编 宋培森 王进华 王沁竹 曾燕

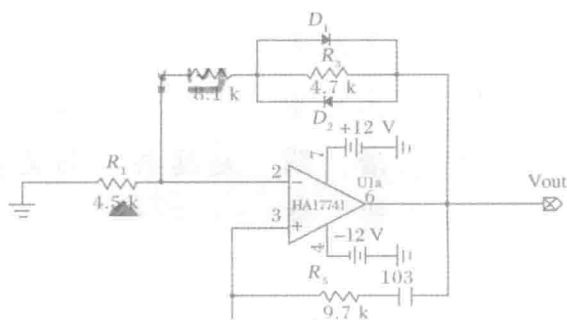


大学电工与电子技术实验教学示范中心教材

总主编 段书凯 马燕

# 数字电子技术实验

主 编 赵庭兵 陈跃华 王丽丹  
副主编 宋培森 王进华 王沁竹 曾燕



国家一级出版社 全国百佳图书出版单位



西南师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术实验/赵庭兵,陈跃华,王丽丹主编

—重庆:西南师范大学出版社,2013.4

大学电工与电子技术实验教学示范中心教材

ISBN 978-7-5621-5073-2

I. ①数… II. ①赵…②陈…③王… III. ①数字电路—电子技术—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 197192 号

大学电工与电子技术实验教学示范中心教材

数字电子技术实验

SHUZI DIANZI JISHU SHIYAN

---

主 编:赵庭兵 陈跃华 王丽丹

---

责任编辑:张浩宇 杜珍辉

封面设计:戴永曦

出版、发行:西南师范大学出版社

(重庆·北碚 邮编:400715

网址:www.xscbs.com)

印 刷:重庆五环印务有限公司

开 本:787 mm×1092 mm

印 张:13.75

字 数:350 千

版 次:2014 年 8 月 1 版

印 次:2014 年 8 月 1 次

书 号:ISBN 978-7-5621-5073

---

定 价:25.00 元

# 编 委 会

大学电工与电子技术实验教学示范中心教材

主任:段书凯 马 燕

副主任:王丽丹 赵庭兵 陈跃华

成 员:(排名不分先后)

陈跃华	邓凌云	段书凯	邓 毅
李北川	卢从娟	李果平	罗庚荣
李慧芳	马 燕	宋培森	王 嘉
王进华	王丽丹	王晓东	谢 熹
詹 明	赵庭兵	邹文静	周雪莲
张 奕			

# 序

## 大学电工与电子技术实验教学示范中心教材

为深入贯彻落实《教育部关于全面提高高等教育质量的若干意见》(教高〔2012〕4号)和《教育部等部门关于进一步加强高校实践育人的若干意见》(教思政〔2012〕1号)文件精神,根据《教育部、财政部关于“十二五”期间实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”的意见》(教高〔2011〕6号),教育部大力加强专业类实验教学示范中心建设,实验教材建设是其中的重要内容。

本系列丛书作为电子信息类专业的实验指导教程,主要培养学生的创新能力和实际操作能力。当前的电子信息类专业的实验教材存在一些问题,例如,实验课时较少,学生实际动手操作能力不强;实验教学形式单一,没有针对学生的具体情况来制定相应的教学方案;实验教学计划、教学大纲比较陈旧,已不能很好地满足学生发展的需要等。因此,改革当前的电子信息专业的实验课程,注重在实验教学中培养学生的创新实践能力有着十分重要的意义。

本系列教材突出了教学科研有机结合,实现科研成果向实验教学内容的有效转化,使学生了解科技最新发展和学术前沿动态,激发科研兴趣,启迪科研思维,掌握科研方法,培养科研道德,提升科学研究和科技创新的能力。教材中的每个实验都包含实验目的、实验原理、实验设备、实验预习要求、实验步

骤、实验现象等内容,而且每个实验都有 Multisim 的仿真步骤,为学生的预习提供了方便。本系列丛书将几门课程的实验综合于一体,删除一些重复和过时的实验课程,为学生减少学习任务;而与此同时又新增了一些设计和综合性的实验,着重培养学生的创新能力和实际操作能力,使学生通过实验教学“掌握基本的实验操作方法,能够正确地使用仪器设备,准确地采集实验数据。具有正确记录、处理数据和表达实验结果的能力;认真观察实验现象进行判断、逻辑推理、得出结论的能力;正确设计实验(包括选择实验方法、实验步骤和仪器设备等),并通过查阅手册、工具书及其他信息源获得信息以解决实际问题的能力。

该系列教材是在融合电子信息学科的自身特点,并汲取多位专家建议的基础上编撰而成。当然,编写实验课程的教材是一项比较浩大的工程,本系列教材仅仅是一次探索、一次尝试,疏漏差错在所难免。但我们愿以此抛砖引玉,欢迎广大读者批评指正。

编者

# 前 言

数字电子技术实验是高等院校电子类相关专业的重要实践性环节,对于培养和提高学生的分析能力、动手能力和创新能力起着十分重要的作用。随着电子技术的发展,许多新技术、新器件不断涌现,特别是电子设计自动化(EDA)技术的日臻完善,为复杂电子电路的设计、调试提供了更加方便、高效的方法和手段。原有的实验内容、实验手段均显得陈旧、过时,已远远不能适应现代教学的要求。为此,我们在总结多年的教学实践并结合当前教学改革需要的基础上,编写了《数字电子技术实验》。内容上作了较大改动,在实验类型上除保持必需的基本基础实验外,还增加了较多的设计性实验与综合性实验,并且有较为复杂的小型电路系统综合性实验,旨在进一步提高学生的综合设计与应用能力以及整机的调试技能。在实验手段上除保持传统的实验方法外,还增加了计算机仿真实验。

本书共分五章,第一章为实验基础知识,主要介绍数字电路的实验要求,数字集成电路器件基本知识、使用注意事项、常见故障的检测等。第二章为数字电路基础实验,共有15个实验,采用以数字实验箱、实验台为教学实验平台进行数字电路实验的传统实验方法。第三章为综合性、设计性实验,共有13个实验。第四章主要通过Multisim9.0电路仿真软件进行电路的仿真实验。第五章为附录,罗列常用门电路和触发器的型号、使用规则,部分实验用集成电路引脚排列图等,以供查阅。其中赵庭兵编写第一章、第二章实验一、实验二、实验三、第三章实验一,并担任本书的统稿和主编;李果平编写第三章实验

十三、实验十四、实验十五、第五章；詹明编写第二章实验四、实验五、实验六、第三章实验四、实验五、实验六；邓毅编写第二章实验十、实验十一、实验十二、第三章实验十、实验十一、实验十二；周雪莲编写第三章实验二、实验三；邹文静编写第二章实验十三、实验十四、实验十五；陈跃华编写 Multisim9.0 电路仿真软件等，并担任本书的主编。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏和错误之处，恳请读者批评指正。

编者



# 目 录

第一章 实验基本知识 .....	1
第二章 数字电路基础实验 .....	6
实验一 TTL 集成门电路逻辑功能测试 .....	6
实验二 TTL 集成门电路逻辑功能测试 .....	10
实验三 编码器及其应用 .....	17
实验四 译码器及其应用 .....	24
实验五 数据选择器及其应用 .....	31
实验六 加法器、比较器及其应用 .....	36
实验七 组合逻辑电路的设计 .....	42
实验八 竞争冒险实验 .....	47
实验九 触发器及其应用 .....	51
实验十 计数器及其应用 .....	58
实验十一 移位寄存器及其应用 .....	64
实验十二 时序逻辑电路的设计 .....	71
实验十三 脉冲分配器及其应用 .....	77
实验十四 A/D、D/A 转换器的应用 .....	81
实验十五 脉冲波形的产生与整形及施密特触发器 .....	87
实验十六 555 定时器及其应用 .....	92
第三章 数字电路与逻辑综合性、设计性实验 .....	97
实验一 简易数字频率计的设计 .....	97
实验二 智力竞赛抢答器设计 .....	104
实验三 多功能数字钟设计 .....	111
实验四 交通灯控制系统设计 .....	117

实验五	彩灯变幻控制器设计 .....	123
实验六	自动液位控制电路设计 .....	127
实验七	可控定时器设计 .....	132
实验八	点阵显示设计 .....	136
实验九	乒乓球比赛游戏设计 .....	142
实验十	简易水温控制器设计 .....	146
实验十一	电子表计数、译码显示电路设计 .....	150
实验十二	随机存取存储器 2114A 及其应用设计 .....	155
实验十三	直流数字电压表设计 .....	162
<b>第四章</b>	<b>电路仿真设计软件 Multisim 在数字电路实验中的应用 .....</b>	<b>168</b>
实验一	简易电子琴 .....	191
实验二	自动打铃系统 .....	194
<b>附录</b>	<b>.....</b>	<b>201</b>
附录一	常用电子元器件的符号 .....	202
附录二	常用电子元器件的封装 .....	203
附录三	常用电子元器件的型号 .....	204
附录四	常用电子元器件的引脚 .....	205
附录五	常用电子元器件的符号 .....	206
附录六	常用电子元器件的封装 .....	207
附录七	常用电子元器件的型号 .....	208
附录八	常用电子元器件的引脚 .....	209
附录九	常用电子元器件的符号 .....	210
附录十	常用电子元器件的封装 .....	211
附录十一	常用电子元器件的型号 .....	212
附录十二	常用电子元器件的引脚 .....	213
附录十三	常用电子元器件的符号 .....	214
附录十四	常用电子元器件的封装 .....	215
附录十五	常用电子元器件的型号 .....	216
附录十六	常用电子元器件的引脚 .....	217
附录十七	常用电子元器件的符号 .....	218
附录十八	常用电子元器件的封装 .....	219
附录十九	常用电子元器件的型号 .....	220
附录二十	常用电子元器件的引脚 .....	221
附录二十一	常用电子元器件的符号 .....	222
附录二十二	常用电子元器件的封装 .....	223
附录二十三	常用电子元器件的型号 .....	224
附录二十四	常用电子元器件的引脚 .....	225
附录二十五	常用电子元器件的符号 .....	226
附录二十六	常用电子元器件的封装 .....	227
附录二十七	常用电子元器件的型号 .....	228
附录二十八	常用电子元器件的引脚 .....	229
附录二十九	常用电子元器件的符号 .....	230
附录三十	常用电子元器件的封装 .....	231
附录三十一	常用电子元器件的型号 .....	232
附录三十二	常用电子元器件的引脚 .....	233
附录三十三	常用电子元器件的符号 .....	234
附录三十四	常用电子元器件的封装 .....	235
附录三十五	常用电子元器件的型号 .....	236
附录三十六	常用电子元器件的引脚 .....	237
附录三十七	常用电子元器件的符号 .....	238
附录三十八	常用电子元器件的封装 .....	239
附录三十九	常用电子元器件的型号 .....	240
附录四十	常用电子元器件的引脚 .....	241
附录四十一	常用电子元器件的符号 .....	242
附录四十二	常用电子元器件的封装 .....	243
附录四十三	常用电子元器件的型号 .....	244
附录四十四	常用电子元器件的引脚 .....	245
附录四十五	常用电子元器件的符号 .....	246
附录四十六	常用电子元器件的封装 .....	247
附录四十七	常用电子元器件的型号 .....	248
附录四十八	常用电子元器件的引脚 .....	249
附录四十九	常用电子元器件的符号 .....	250
附录五十	常用电子元器件的封装 .....	251
附录五十一	常用电子元器件的型号 .....	252
附录五十二	常用电子元器件的引脚 .....	253
附录五十三	常用电子元器件的符号 .....	254
附录五十四	常用电子元器件的封装 .....	255
附录五十五	常用电子元器件的型号 .....	256
附录五十六	常用电子元器件的引脚 .....	257
附录五十七	常用电子元器件的符号 .....	258
附录五十八	常用电子元器件的封装 .....	259
附录五十九	常用电子元器件的型号 .....	260
附录六十	常用电子元器件的引脚 .....	261
附录六十一	常用电子元器件的符号 .....	262
附录六十二	常用电子元器件的封装 .....	263
附录六十三	常用电子元器件的型号 .....	264
附录六十四	常用电子元器件的引脚 .....	265
附录六十五	常用电子元器件的符号 .....	266
附录六十六	常用电子元器件的封装 .....	267
附录六十七	常用电子元器件的型号 .....	268
附录六十八	常用电子元器件的引脚 .....	269
附录六十九	常用电子元器件的符号 .....	270
附录七十	常用电子元器件的封装 .....	271
附录七十一	常用电子元器件的型号 .....	272
附录七十二	常用电子元器件的引脚 .....	273
附录七十三	常用电子元器件的符号 .....	274
附录七十四	常用电子元器件的封装 .....	275
附录七十五	常用电子元器件的型号 .....	276
附录七十六	常用电子元器件的引脚 .....	277
附录七十七	常用电子元器件的符号 .....	278
附录七十八	常用电子元器件的封装 .....	279
附录七十九	常用电子元器件的型号 .....	280
附录八十	常用电子元器件的引脚 .....	281
附录八十一	常用电子元器件的符号 .....	282
附录八十二	常用电子元器件的封装 .....	283
附录八十三	常用电子元器件的型号 .....	284
附录八十四	常用电子元器件的引脚 .....	285
附录八十五	常用电子元器件的符号 .....	286
附录八十六	常用电子元器件的封装 .....	287
附录八十七	常用电子元器件的型号 .....	288
附录八十八	常用电子元器件的引脚 .....	289
附录八十九	常用电子元器件的符号 .....	290
附录九十	常用电子元器件的封装 .....	291
附录九十一	常用电子元器件的型号 .....	292
附录九十二	常用电子元器件的引脚 .....	293
附录九十三	常用电子元器件的符号 .....	294
附录九十四	常用电子元器件的封装 .....	295
附录九十五	常用电子元器件的型号 .....	296
附录九十六	常用电子元器件的引脚 .....	297
附录九十七	常用电子元器件的符号 .....	298
附录九十八	常用电子元器件的封装 .....	299
附录九十九	常用电子元器件的型号 .....	300
附录一百	常用电子元器件的引脚 .....	301

# 第一章 实验基本知识

数字电路实验是电子类相关专业教学重要的实践性环节之一,学生通过实验可以巩固、加深对基本理论知识的理解,对培养学生分析、解决问题的能力及创新思维都起着很重要的作用。为了充分发挥学生的主观能动性,促使其独立思考,独立完成实验并有所创新,本章对完成数字电路实验所必备的基础知识作一介绍。

## 一、实验要求

### (一)对实验准备、操作的要求

1.实验前应预习所做实验的实验内容,熟悉基本原理、实验仪器的用法及注意事项,拟定实验方法和步骤,设计实验数据表格,初步估算实验结果,写出预习报告,实验前交教师检查认可后方可进行实验。

2.实验时认真阅读实验指导书,实验中应遵守操作规程,爱护实验设备。仪器使用中若出现异常现象,首先应断开电源,然后报告教师更换,待找出原因、排除故障后才能重新进行实验。严禁私自更换别组仪器,如果需要更换器件或改变连线,必须断开电源后进行。实验中应仔细观察实验现象,认真记录实验结果、数据等,分析正确与否。

3.实验完毕,关闭电源,拔除电源插头,并将仪器设备、工具、导线等按规定整理好。请教师检查实验记录和实验仪器,并将实验器材整理后,方可离开实验室。

4.实验后,可在预习报告的基础上,写出实验报告,实验报告上注明同组同学的姓名,不得抄袭或借用他人的实验数据,实验报告在下次实验时交给指导教师,以供批阅。

5.实验设备上的接线端采用自锁紧插头、插孔(插座),接线时,先把插头插进插孔中,然后将插头按顺时针方向轻轻一拧即锁紧。拔出插头时,首先按逆时针方向轻轻拧一下插头,使插头和插孔之间松开,然后将插头从插孔中拔出,不能使劲拔插头,以免损坏插头和连线。

必须注意的是,不能带电插、拔器件,插、拔器件只能在断开电源的情况下进行。

### (二)对预习报告、实验报告的要求

#### 1.对预习报告的要求

实验前必须充分预习实验内容,做到思路清晰,实验任务明确。要写出实验目的,简要说明实验原理,列出相关公式,并画出实验电路图(或测试图),设计实验记录表格及实验步骤,预习中尽可能地用计算机进行电路的虚拟仿真。

## 2. 对实验报告的要求

对实验现象及实验结果进行分析,给出必要的结论,进行实验数据的整理并填表,如实验过程中发生故障,记录并分析出现故障的原因并写出解决方法。

## 二、实验所用数字集成电路基本知识

中、小规模数字集成电路中最常用的是 TTL 电路和 CMOS 电路。TTL 器件型号以 74(或 54)作前缀,称为 74、54 系列,如 74LS00、74LS10、54S86 等。中、小规模 CMOS 电路主要是 4XXX、45XX(X 代表 0~9 的数字)系列,高速 CMOS 电路有 HC、74HC 系列与 TTL 兼容的高速 CMOS 电路 HCT(74HCT 系列)系列等。TTL 电路与 CMOS 电路各有优缺点,TTL 速度快,CMOS 电路功耗小、电源范围大、抗干扰能力强。在数字电路实验中,实验用器件主要使用 TTL74 系列电路,采用单一+5 V 作为供电电源,数字集成电路器件有多种封装形式。为了教学、实验方便,实验中所用的 74 系列器件封装多选用双列直插式。这类器件从正面看,器件一端有一个半圆的缺口,这是方向的标志。以集成电路的正方向按管脚朝下、缺口在左侧定义,管脚编号以正方向的左下角起逆时针顺数。有的器件没有一个半圆的缺口,一般会在器件正面有一个小圆圈标志,圆圈左边的引脚号为 1,引脚号也按逆时针方向增加。双列直插封装集成电路引脚数有 14、16、20、24、28 等若干种,引脚之间的间距是 2.54mm,两列引脚之间的距离有宽(15.24mm)、窄(7.62mm)两种。将器件插入插座和从插座中拔出时要小心,不要将器件引脚弄弯或折断,74 系列器件一般左下角的最后一个引脚是 GND,右上角的引脚是  $V_{CC}$ 。例如 74LS00 的引脚 7 是 GND,引脚 14 是  $V_{CC}$ 。当然也有一些例外,例如 74LS76 双 JK 触发器的 13 脚(而不是 8 脚)是 GND,5 脚(而不是 16 脚)是  $V_{CC}$ 。因此在使用集成电路器件时首先要确定引脚图,找对电源和接地端,避免因接线错误造成器件损坏。双列直插封装的数字集成电路如图 1-1 所示。

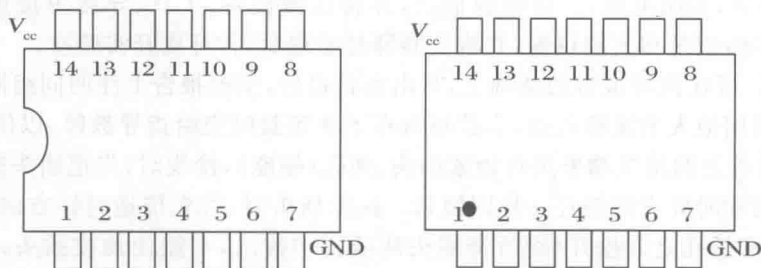


图 1-1 DIP 双列直插式封装方式

另外一种数字集成电路常见的封装形式是 PLCC(Plastic Leaded Chip Carrier)封装,器件上的小圆圈处引脚号为 1,引脚 2 在引脚 1 的左边,引脚号也按逆时针方向依次增加。一般这类集成电路有多个电源脚、接地脚,器件的缺角要对准插座的缺角。PLCC 封装器件管脚较多,拔出时应更加小心,可以使用专门的起拔器,也可以使用两把镊子从对角缝隙轻轻撬出。PLCC 封装的数字集成电路如图 1-2 所示。



图 1-2 集成电路 PLCC 封装方式

### 三、数字集成电路使用注意事项

为了保证数字集成电路的正常使用,要注意以下要求:

(一)集成电路使用前应检查管脚排列是否整齐,与插座孔眼是否相配,如有弯曲、变形等,可用镊子校正、调整。

插入时要按集成电路的正方向各管脚对准插座孔眼插,取出时禁止用手直接拔取,应使用镊子撬,插、取时用力均要均匀,以免损伤集成电路管脚。

(二)TTL 集成电路的注意事项

1.电源电压为 $+5\text{ V}\pm 0.5\text{ V}$ ,电压过高会使电路损坏,过低会使电路工作不正常。

2.输入端悬空等效于高电平,但输入端悬空时易产生干扰,引起电路误动作。对于接有长线的输入端,中规模以上的集成电路和使用集成电路较多的复杂电路,所有控制输入端必须按逻辑要求接入电路,不允许悬空,要根据电路的逻辑要求,接入逻辑高低电平。

3.输出端不允许直接接地或接 $+5\text{ V}$ 电源。推拉式输出结构的集成电路的输出端之间不允许并接,否则会烧坏电路。

(三)CMOS 集成电路的注意事项

1.CMOS 电路对电源电压值的范围比较宽,可以从 $+5\text{ V}\sim +18\text{ V}$ ,实验中一般要求使用 $+5\text{ V}$ 。CMOS 电路的输入阻抗极高,要避免干扰和静电感应。

2.在使用时,除与 TTL 电路注意事项相同外,在调试和使用中还要注意:为避免损坏电路,电路的输入端禁止悬空,应按其功能接高电平或低电平;为避免瞬态电压损坏器件,禁止通电状态下拆装电路;为防止静电感应,焊接的电烙铁、测量仪器等必须良好接地;开机时应该先通电源后加信号,关机时应该先撤信号后断电源。

3.电源正极与电源负极,不得接反。

(四)实验中的检查与调试

1.实验电路接好后,通电前要直观检查的内容:

电源线、地线、信号线、元件引脚之间有无短路、接触不良；连线复杂时可用万用表检查；二极管、三极管、电解电容等引脚有无错接；集成电路芯片的方向有无插反等。

#### 2. 通电检查的内容：

直观检查无误后，将电源加入电路。首先应观察有无异常现象，包括有无冒烟，是否闻到异常气味，手摸元件是否发烫等。如果出现异常，应立即断电，待排除故障后方可重新通电实验。

#### 3. 通电调试的内容：

用测量仪器测试电路相关工作点的状态，检查是否符合预定的逻辑功能。包括静态调试与动态调试两种。其中静态调试是指给电路输入端加固定的高、低电平，用万用表、逻辑笔或发光二极管(LED)检查电路相关点的静态输出响应，如输出电平、逻辑关系等。动态调试是指给电路输入端加一串脉冲信号，用示波器观察电路相关点的动态输出响应，如波形形状、相位关系、频率等。对于简单电路，整个电路安装完毕后，实行一次性调试。对于复杂的电路，按其功能分块进行调试，在分块调试的基础上，最后完成整个联调。

## 四、数字电路的故障处理

### (一) 当电路不能按预定的逻辑功能动作或达不到所要求的性能时，就称为故障

实验中的常见故障及原因：电路设计不正确；安装布线有误；集成电路使用不当或输入管脚悬空或集成电路本身有故障；电路接触不良等。重要的是分析问题，找出出现问题的原因。

一般有四个方面的原因产生问题和故障：器件故障、接线错误、设计错误和测试方法不正确。在查找故障过程中，首先要熟悉经常发生的典型故障。

#### 1. 器件故障

是指器件失效或器件接插问题引起的故障，表现为器件工作不正常，需要更换成良好器件，测试器件的参数，需要用专门的集成电路测试仪进行测试。器件接插问题，如管脚折断或者器件的某些引脚没插到插座中等，也会使器件工作不正常。对于器件接插错误有时不易发现，需仔细检查。

#### 2. 接线错误

常见的接线错误包括忘记接器件的电源和地；连线与插孔接触不良；连线内部断线；连线多接、漏接、错接；连线过长、过乱造成干扰。现象表现为器件某个功能块不工作或工作不正常，器件不工作或发热，电路中一部分工作状态不稳定等。因此接线要规范、整齐，尽量走直线、短线，以免引起干扰。

#### 3. 设计错误

设计错误会造成与预想的结果不一致。实验前一定要熟悉实验要求，掌握实验线路原理，精心设计，画好逻辑图及接线图，认真掌握所用器件的原理。

#### 4. 测试方法不正确

测试方法不正确也会引起观测错误，一定要学会正确使用仪器、仪表，在数字电路实验中，尤其要学会正确使用示波器。测试过程中，由于测试仪器、仪表对于被测电路相当

于一个负载,也有可能引起电路本身工作状态的改变,应引起足够注意。实验时首先检查仪器、仪表的使用是否正确,从发现问题的地方,逐级向前测试,直到找出故障的初始发生位置。如果器件和接线都正确,则需考虑设计问题。

## (二)分析和排除故障的步骤

### 1.直观检查

观察元件有无损坏迹象,如集成块管脚、导线有无脱落、折断,触摸元件外壳是否过热,检查元件或导线是否存在接触不良等,集成电路的输入管脚有否悬空、电源是否正常加入(可用万用表直接测集成电路的电源脚与接地脚间的电压)等。若直观检查未发现故障原因或排除了部分故障,电路仍不能工作,则应继续检查。

### 2.判断故障部位

分析实验电路图,理清信号产生与传递关系,根据故障现象,比对电路相关点的正常分析值,判断故障的可能部位,以便进行检测。

### 3.确定故障点

根据以上判断,在可能发生故障的部分电路中,用电压表或示波器测试电路的静态或动态指标,进而发现故障点,然后分析并找到故障的起因,修复电路。

## 五、学习的基本方法

根据数字电路实验课程的特点,在学习过程中应注意以下几点:

### (一)掌握基本概念、基本原理、基本分析和设计方法

数字电子技术发展十分迅速,但它们所包含的基本原理、基本分析和设计方法是相通的,万变不离其宗。只要掌握了它们的基本概念、基本原理、基本分析与设计方法,就能对给出的任何一种电路进行分析,或者根据要求设计出满足实际需要的数字电路。

### (二)重点掌握部件的逻辑功能

数字集成电路必须了解电路结构特点及工作原理,重点掌握它们的外部特性,即输入、输出之间的逻辑功能关系和使用方法,并能在此基础上正确地利用各类电路完成满足实际需要的逻辑设计。

### (三)要善于总结,掌握其本质

数字集成电路的应用广泛,必须掌握一些典型电路,包括功能、结构特点及应用背景,并注意归纳总结,注意区别,掌握其本质。

### (四)注意理论联系实际,密切关注和掌握新技术,新方法

注重对实际电路的分析和设计,经过理论分析和计算得到的设计结果还必须搭建实际电路进行测试,以检验是否满足设计要求。由于电子器件的电气特性具有分散性,理论设计出的电路在实际中也会出现意想不到的现象。各类仿真软件的使用、可编程器件的迅速发展使数字电路系统的实现更灵活,已成为从事电子电路设计人员必须掌握的技术,也是培养学生分析解决问题的能力 and 创新能力的一个重要环节。

## 第二章 数字电路基础实验

集成基本逻辑门电路是最简单、最基本的数字集成元件,是构成各种复杂数字电路的基本逻辑单元,复杂的组合电路和时序电路都可用基本逻辑门通过适当的组合连接而成。掌握各种基本逻辑门电路的逻辑功能、工作原理和电气特性,对于正确使用数字集成电路是十分必要的,是学好数字电路知识的基本功之一。

### 实验一 TTL 基本门电路功能测试

#### 一、实验目的

- (一)验证常用 TTL 基本门电路逻辑功能。
- (二)掌握各种门电路的逻辑符号。
- (三)了解集成电路的外引线排列及其使用方法。

#### 二、实验原理

集成逻辑门电路可以组合连接成为复杂的组合电路和时序电路,目前已有各种集成门电路,例如“与门”、“或门”、“非门”、“与非门”等。虽然集成电路不断更新推出、性能不断提升,但在运用中,仍少不了各种基本门电路。因此,掌握逻辑门电路的工作原理,熟练、灵活地使用逻辑门电路是必要的。

##### (一)基本 TTL 门电路

TTL 集成电路由于工作速度较高、输出幅度较大、种类多、不易损坏而使用较广,特别是针对学生进行实验,选用 TTL 电路比较合适。74LS 系列 TTL 集成电路的工作电源电压为  $5\text{V} \pm 0.5\text{V}$ ,逻辑高电平时  $\geq 2\text{V}$ (即高电平的下限值,空载时一般为  $3.6\text{V}$  以上),低电平时  $\leq 0.8\text{V}$ (即低电平的上限值,空载时一般为  $0.2\text{V}$  以下)。实验器件分别是 74LS00 为二输入端四“与非门”,74LS02 为二输入端四“或非门”,74LS04 为六反相器(即“非门”),74LS08 为二输入端四“与门”,74LS32 为二输入端四“或门”,74LS86 为二输入



端“异或门”。逻辑符号图和各自的逻辑表达式分别如图 2-1-1、图 2-1-2 所示。

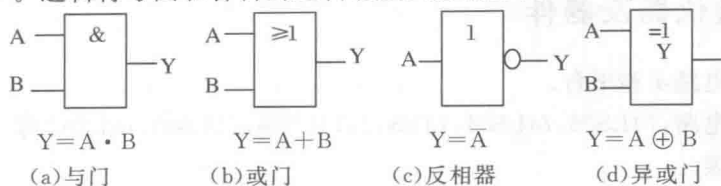


图 2-1-1 TTL 基本逻辑门电路(一)

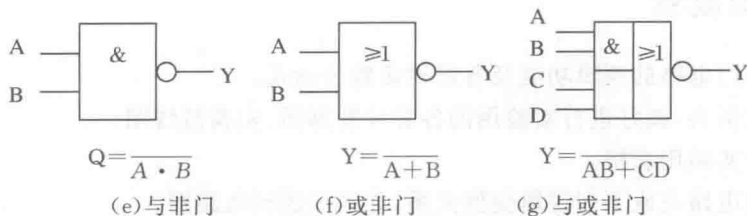


图 2-1-2 TTL 基本逻辑门电路(二)

## (二)基本 TTL 门电路引脚功能

TTL 基本逻辑门电路引脚功能如图 2-1-3 所示。

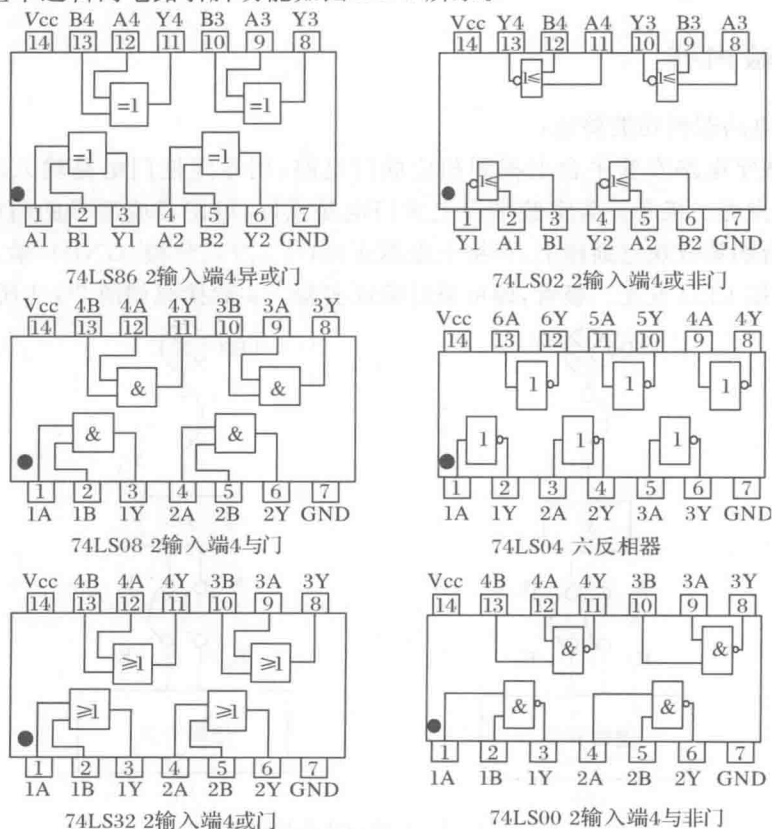


图 2-1-3 TTL 基本逻辑门电路引脚功能图