

计算机硬件基础 实验教程



齐学梅◎主编



安徽师范大学出版社

2011年安徽师范大学教材建设基金资助项目

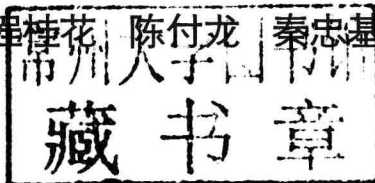
2012年安徽省教育厅教研项目(编号: 2012JYXM104)资助项目

计算机硬件基础 实验教程

JISUANJI YINGJIAN JICHU SHIYAN JIAOCHENG

主 编 齐学梅

副主编 程樟花 陈付龙 秦忠基



安徽师范大学出版社

责任编辑：吴毛顺 汪微

装帧设计：丁奕奕

图书在版编目(CIP)数据

计算机硬件基础实验教程 / 齐学梅主编. — 芜湖：安徽师范大学出版社，2013.2

ISBN 978-7-5676-0010-2

I. ①计… II. ①齐… III. ①硬件 - 高等学校 - 教材 IV. ①TP303

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第290272号

计算机硬件基础实验教程

齐学梅 主编

出版发行：安徽师范大学出版社

芜湖市九华南路189号安徽师范大学花津校区

邮政编码：241002

网 址：<http://ahnupress.com/>

发 行 部：0553-3883578 5910327 5910310(传真) E-mail: asdcbsfxb@126.com

经 销：全国新华书店

印 刷：安徽芜湖新华印务有限责任公司

版 次：2013年2月第1版

印 次：2013年2月第1次印刷

规 格：880×1230 1/16

印 张：15.75

字 数：480千

书 号：ISBN 978-7-5676-0010-2

定 价：31.00元

凡安徽师范大学出版社版图书有缺漏页、残破等质量问题，本社负责调换。

内容提要

本教材作为开展计算机专业硬件技术基础类课程的实践性教学环节的教程,包括数字逻辑,计算机组成原理,汇编语言、微机原理与接口技术三个部分的实验内容,共62个不同类型、不同难度的典型实验。教材体现了素质教育和实践性教学改革的思想,除少数是验证性实验外,基本上都是设计性、研究探索性或综合应用性实验。

教材思维新、内容新、结构新、模式新,所编实验不仅具有教学上的典型性、代表性,而且具有技术上的实用性。通过实验教学环节,能够增强学生对基础理论知识的理解,并能把理论教学中分散学习的知识在设计中综合应用,进而巩固、加深和发展学有知识,提高学生动手解决实际问题的能力。教师可根据教学组织实验内容,安排教学计划,满足不同层次学生的教学需求。

本教材可作为高等学校工科计算机科学技术、电子信息工程、通信工程、自动化等专业的“计算机硬件技术”课程实验教材使用;也可作为电子工程技术工作者的参考资料;还可作为大学生开展课外电子设计活动和工程技术人员从事微机应用开发工作的实用参考书。

前 言

随着科学技术的迅速发展,培养学生实验能力和创新能力是高等理工科教育的重要内容之一。通过实验不仅可以巩固和加深对理论知识的理解,而且可以培养学生独立分析问题、解决问题的能力和严谨的工作作风,为适应日后工作打下良好的基础。

本教材共分三部分。第一部分为数字逻辑实验,第二部分为计算机组成原理实验,第三部分是汇编语言、微机原理与接口技术实验。前两部分各由两篇构成,第一篇是验证性实验,第二篇是课程设计。第三部分分为三篇,第一篇为软件验证性实验,第二篇是硬件验证性实验,第三篇为课程设计。验证性实验主要对规定的主要教学内容加深理解和验证;设计性实验具有通用性、趣味性和实用性,教材给出了相应的设计思路,主要是拓宽学生的实践能力和创新思维能力。最后是附录部分,介绍了实验中所需要的电子器件、实验仪器和一些软件使用方法。

本教材实验丰富,内容翔实,既可以作为数字逻辑、计算机组成原理,以及汇编语言、微机原理与接口技术的基础实验教材,又可以作为以上课程的课程设计教程,还可以作为教师教学与学生自学的实验指导书。

本教材由长期从事计算机硬件一线教学的教师在实验教学的基础上编写而成。齐学梅为本教材的主编,程桂花、陈付龙和秦忠基为副主编,周雯、孙云翔、王宏涛和葛文婧参与了本教材的编写工作。因层级较多,本教材图表顺序以篇为单位排序。

本教材得到了2011年安徽师范大学教材建设基金和2012年安徽省教育厅教研项目(编号:2012JYXM104)的资助。本教材的编写得到了安徽师范大学数学计算机科学学院领导的悉心指导,得到了安徽师范大学数学计算机科学学院硬件实验室、皖江学院电子系领导和老师们的支持与协作,在此一并表示感谢!

感谢所列参考文献的所有作者!

由于作者水平有限,难免出现错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2012年9月于芜湖

目 录

第一部分 数字逻辑

第一篇 验证性实验	3
数字逻辑实验基本知识	3
实验一 TTL集成逻辑门的逻辑功能测试	6
实验二 组合逻辑电路测试与设计	9
实验三 数据选择器及其应用	12
实验四 译码器及其应用	16
实验五 触发器及其应用	21
实验六 计数器及其应用	27
实验七 移位寄存器及其应用	32
第二篇 课程设计	38
设计一 数字频率计设计	38
设计二 数字钟电路设计	38
设计三 抢答器电路设计	38
设计四 简易交通灯控制电路	39
设计五 拔河游戏机逻辑电路	39
设计六 定时控制器逻辑电路	39
设计七 跑马灯控制器电路	39
设计八 饮料自动售卖机的设计	40
设计九 游戏电路——模拟掷骰子	40
设计十 游戏电路——模拟乒乓球比赛	40
附 录	41
附录一 双踪通用示波器使用手册	41
附录二 部分集成电路引脚	45
参考文献	52

第二部分 计算机组成原理

第一篇 验证性实验	55
实验一 数据通路实验	55
实验二 运算器与寄存器实验(手动搭接)	58
实验三 存储器读写实验(手动搭接)	61
实验四 IR、通用寄存器及I/O口读写实验(手动在线)	68
实验五 代码段、数据段和堆栈段的读写实验(手动在线)	73
实验六 控制器读写实验	76

实验七 取指、译码和执行微程序设计	83
实验八 微程序设计一	86
实验九 微程序设计二	91
实验十 指令系统设计	96
第二篇 课程设计	100
设计一 典型模型机设计	100
设计二 分段模型机设计	103
设计三 带移位运算的模型机设计	105
设计四 复杂模型机设计	106
设计五 流水模型机设计	109
设计六 MCS-51 汇编语言模型机设计	111
设计七 8086 模型机设计	116
附 录	119
附录一 键盘操作指南	119
附录二 集成开发环境简介	137
参考文献	149

第三部分 汇编语言、微机原理与接口技术

第一篇 软件实验	153
实验一 Hello World 实验	153
实验二 字符统计实验	157
实验三 多位十进制数加减运算实验	159
实验四 数据排序实验	161
实验五 表格查找和排序实验	163
实验六 汇编语言中断程序设计实验	166
实验七 响铃和计算机钢琴实验	168
实验八 磁盘文件读写实验	171
实验九 目录操作实验	174
实验十 图形显示程序实验	176
第二篇 硬件实验	179
实验一 基本 I/O 接口实验	179
实验二 可编程定时器/计数器 8254 实验	182
实验三 可编程并行接口 8255 实验	185
实验四 可编程串行接口 16C550 实验	191
实验五 可编程中断控制器 8259A 实验	197
实验六 A/D 转换实验	201
实验七 D/A 转换实验	204
实验八 直流电机驱动实验	207
实验九 步进电机驱动实验	209
实验十 键盘显示实验	212
实验十一 LED 和 LCD 显示实验	215
实验十二 IC 卡读写实验	219

第三篇 课程设计	223
设计一 Win32汇编程序设计	223
设计二 目录和文件管理	226
设计三 数字电子钟	227
设计四 电梯调度模拟系统	229
设计五 步进电机转速器	230
设计六 交通信号灯管理器	231
附录	232
QTH-2008PCI-B 实验仪简介	232
参考文献	242

第一部分

数字逻辑

第一篇 验证性实验

数字逻辑实验基本知识

一、数字集成电路封装

中、小规模数字IC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74LS10、74F181、54S86等。中、小规模CMOS数字集成电路主要是4XXX/45XX(X代表0~9的数字)系列,高速CMOS电路HC(74HC系列),与TTL兼容的高速CMOS电路HCT(74HCT系列)。TTL电路与CMOS电路各有优缺点,TTL速度高,CMOS电路功耗小、电源范围大、抗干扰能力强。由于TTL在世界范围内应用极广,在数字逻辑教学实验中,我们主要使用TTL74系列电路作为实验器件,采用单一+5V电源作为供电电源。

数字IC器件有多种封装形式。为了教学实验方便,实验中所用的74系列器件封装选用双列直插式。图1是双列直插封装的正面示意图。双列直插封装有以下特点:

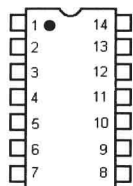


图0-1 双列直插式封装图

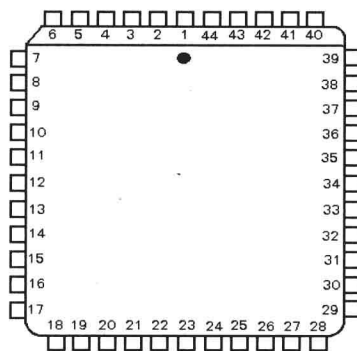


图0-2 PLCC封装图

(1)从正面(上面)看,器件一端有一个半圆的缺口,这是正方向的标志。缺口左边的引脚号为1,引脚号按逆时针方向增加。图1中的数字表示引脚号。双列直插封装IC引脚数有14、16、20、24、28等。

(2)双列直插器件有两列引脚。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。两列引脚之间的距离能够稍做改变,引脚间距不能改变。

将器件插入实验箱上的插座中或从插座中拔出时要小心,不要将器件引脚弄弯或折断。

(3)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,14引脚器件引脚7是GND,引脚14是V_{cc};20引脚器件引脚10是GND,引脚20是V_{cc}。但也有一些例外,例如16引脚的双JK触发器74LS76,引脚13(不是引脚8)是GND,引脚5(不是引脚16)是V_{cc}。所以使用集成电路器件时要先看清它的引脚图,找对电源和地,避免因接线错误造成器件损坏。

数字逻辑电路综合实验中,使用复杂的可编程逻辑器件ISP1032(或者MACH4—64/32)是44引脚的PLCC(Plastic Leaded Chip Carrier)封装,图2是封装正面图。器件上的小圆圈指示引脚1,引脚号按逆时针方向增加,引脚2在引脚1的左边,引脚44在引脚1的右边。ISP1032与MACH4—64/32电源引脚号、地引脚号不同,千万不要插错PLCC插座。插PLCC器件时,器件的左上角(缺角)要对准插座的左上角。拔PLCC器件应使用专门的起拔器。

必须注意:不能带电插、拔器件! 插、拔器件只能在关断+5V电源的情况下进行。

二、数字逻辑电路测试及故障查找、排除

设计一个数字逻辑电路后,要对其进行测试,以验证设计是否正确。测试过程中,发现问题要分析原因,找出故障所在,并解决它。数字逻辑电路实验也遵循这些原则。

1. 数字逻辑电路测试

数字逻辑电路测试大体上分为静态测试和动态测试两部分。静态测试指的是给定数字逻辑电路若干组静态输入值,测试数字逻辑电路的输出值是否正确。数字逻辑电路设计好后,在实验台上连接成一个完整的线路。把线路的输入接电平开关输出,线路的输出接电平指示灯,按功能表或状态表的要求,改变输入状态,观察输入和输出之间的关系,看看是否符合设计要求。静态测试是检查设计是否正确、接线是否无误的重要一步。

在静态测试基础上,按设计要求在输入端加动态脉冲信号,观察输出端波形是否符合设计要求,这是动态测试。有些数字逻辑电路只需进行静态测试即可,有些数字逻辑电路必须进行动态测试。一般来说,时序电路应进行动态测试。

2. 数字逻辑电路的故障查找和排除

在数字逻辑电路实验中,出现问题是难免的,重要的是分析问题,找出问题的原因,从而解决它。一般来说,有四个方面的原因会产生问题(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。

器件故障是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。不言而喻,器件失效肯定会引起工作不正常,这需要更换一个好器件。**器件接插问题,如管脚折断或者器件的某个(或某些)引脚没插到插座中等,也会使器件工作不正常。**器件接插错误有时不易发现,需仔细检查。判断器件失效的方法是用集成电路测试仪测试器件。需要指出的是,一般的集成电路测试仪只能检测器件的部分静态特性,对负载能力等静态特性和上升沿、下降沿、延迟时间等动态特性,一般的集成电路测试仪不能测试。测试器件的这些参数,必须使用专门的集成电路测试仪。

(2) 接线错误。

接线错误是最常见的错误。据统计,在教学实验中,大约70%以上的故障是由接线错误引起的。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;连线经多次使用后,有可能外面塑料包皮完好,但内部线折断;连线多接、漏接、错接;连线过长、过乱造成干扰。接线错误造成的现象多种多样,例如器件的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。解决方法大致包括:熟悉所用器件的功能及其引脚号,知道器件每个引脚的功能;器件的电源和地一定要接对、接好;检查连线和插孔接触是否良好;检查连线有无错接、多接、漏接;检查连线中有无断线。最重要的是接线前要画出接线图,按图接线,不要凭记忆随想随接;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。

设计错误自然会造成与预想的结果不一致。原因是对实验要求没有吃透,或者是对所用器件的原理没有掌握。因此实验前一定要理解实验要求,掌握实验线路原理,精心设计。初始设计完成后一般应对设计进行优化,最后画好逻辑图及接线图。

(4) 测试方法不正确。

如果没有发生以上所述的三种错误,实验一般会成功。但有时测试方法不正确也会引起观测错误。例如,一个稳定的波形,如果用示波器观测,而示波器没有同步,则造成波形不稳的假象。因此,要学会正确使用所用仪器、仪表。在数字逻辑电路实验中,尤其要学会正确使用示波器。在对数字电路测试过程中,由于测试仪器、仪表加到被测电路上后,对被测电路相当于一个负载,因此测试过程中也有可能引起电路本身工作状态的改变,这点应引起足够的注意。不过,在数字逻辑电路实验中,这种现象很少发生。

当实验中发现结果与预期不一致时,千万不要慌乱,应仔细观察现象,冷静思考问题所在。首先,检查仪器、仪表的使用是否正确。其次,在正确使用仪器、仪表的前提下,按逻辑图和接线图逐级查找问题出现在何处。通常从发现问题的地方,一级一级向前测试,直到找出故障的初始发生位置。在故障的初始位置处,首先检查连线是否正确。由于实验故障绝大部分是由接线错误引起的,因此检查一定要认真、仔细。确认接线无误后,检查器件引脚是否全部正确插进插座中,有无引脚折断、弯曲、错插问题。确认无上述问题后,取下器件测试,以检查器件好坏,或者直接换一个好器件。如果器件和接线都没问题,则需考虑设计问题。

实验一 TTL 集成逻辑门的逻辑功能测试

一、实验目的

1. 熟悉数字电路实验装置的结构、基本功能和使用方法。
2. 掌握TTL集成逻辑门的逻辑功能及测试方法。
3. 掌握TTL器件的使用规则。

二、实验原理

逻辑门是实现各种逻辑关系的电路,因其内部结构不同,分为TTL型(晶体管—晶体管逻辑)和MOS型(金属氧化物—场效应管集成电路),这两类门电路在使用中各有特点,但其逻辑符号和完成的逻辑功能是相同的。本实验测试的集成逻辑门主要是与非门和异或门。

74LS20是一种常用的二4输入与非门,即在一片集成块内含有两个互相独立的与非门,每个与非门有四个输入端,其逻辑符号及引脚排列如图1-1所示。

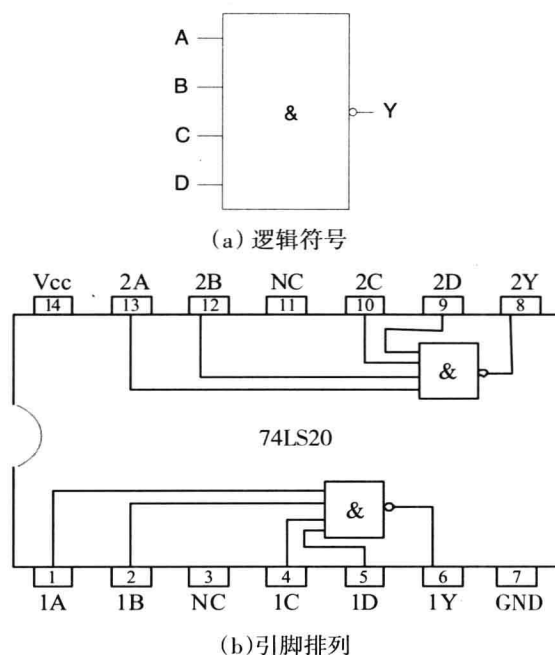
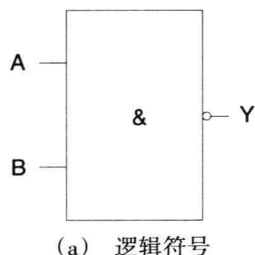


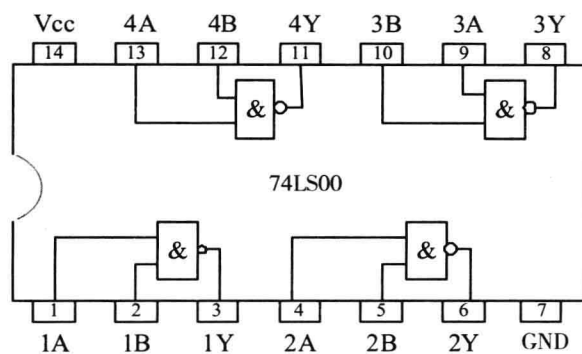
图1-1 74LS20逻辑符号及引脚排列

与非门的逻辑功能:当输入端有一个或一个以上为低电平时,则输出端为高电平;只有当输入端全部为高电平时,输出端才为低电平,即有“0”得“1”,全“1”得“0”。其逻辑表达式为 $Y = \overline{AB\dots}$ 。

74LS20的逻辑表达式为: $Y = \overline{ABCD}$ 。

另一种常用的四2输入与非门是74LS00,是在一片集成块内含有四个互相独立的与非门,其逻辑符号及引脚排列如图1-2所示。74LS00的逻辑表达式为: $Y = \overline{AB}$ 。

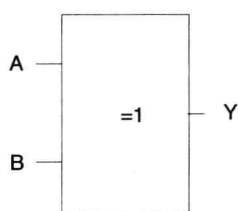




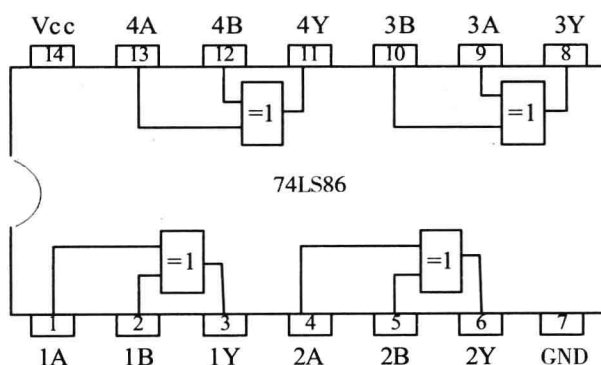
(b) 引脚排列

图 1-2 74LS00 逻辑符号及引脚排列

74LS86是一种常用的四2输入的异或门,即在一片集成块内含有四个互相独立的异或门,其逻辑符号及引脚排列如图 1-3 所示。



(a) 逻辑符号



(b) 引脚排列

图 1-3 74LS86 逻辑符号及引脚排列

二输入异或门的逻辑功能:当输入端两个信号相同时(即同为高电平或同为低电平),则输出端为低电平;当两个输入端信号相异时(一个高电平一个低电平),则输出端为高电平。对应的逻辑表达式为 $Y = A \oplus B$ 。

三、实验设备与器件

1. 数字电路实验箱(+5V 直流电源;逻辑电平开关;逻辑电平显示器;导线若干)
2. 万用表
3. 集成芯片 74LS00、74LS20、74LS86

四、实验内容及实验步骤

1. 熟悉实验箱面板各部分元件及其功能。
 2. 按定位标记插好集成片,验证与非门 74LS00、74LS20 和异或门 74LS86 的逻辑功能。
- (1)验证 TTL 集成与非门 74LS20 的逻辑功能。

在实验箱面板上合适的位置选取一个14P插座。

将74LS20的任意一个与非门的四个输入端分别接逻辑电平开关的四个输出插口,利用逻辑开关提供“0”和“1”电平信号,开关向上(H,on),输出逻辑“1”,向下(L,off)为逻辑“0”。

逻辑门的输出端接逻辑电平显示器,若显示器的LED灯亮为逻辑“1”,不亮为逻辑“0”。按表1-1的真值表逐个测试集成片中两个与非门的逻辑功能。74LS20有4个输入端,有16个最小项,在实际测试时,只要通过对输入1111、0111、1011、1101和1110五项进行检测就可判断其逻辑功能是否正常。

表 1-1 74LS20 真值表测试

输入				输出	是否正确
A	B	C	D		
1	1	1	1		
0	1	1	1		
1	0	1	1		
1	1	0	1		
1	1	1	0		

(2)验证TTL集成与非门74LS00的逻辑功能。

测试表格自拟。

(3)验证TTL集成异或门74LS86的逻辑功能。

测试表格自拟。

3. 用与非门实现逻辑运算: $Y_1 = A + B$

4. 用异或门实现逻辑运算: $Y_2 = A \oplus B \oplus C$

五、实验要求

1. 画出实验步骤中2、3、4的电路接线图,记录、整理实验结果(真值表),并对结果进行分析、讨论,总结收获和体会。

2. 思考题。

(1)与非门闲置输入端应如何处理?

(2)异或门闲置输入端应如何处理?

3. 注意事项(TTL集成电路使用规则)。

(1)接插集成块时,要认清定位标记,不得插反。

(2)电源电压使用范围为+4.5~+5.5V,实验中要求 $V_{CC}=+5V$ 。电源极性绝对不允许接错。

(3)闲置输入端处理方法:

悬空相当于正逻辑“1”,对于一般小规模集成电路的数据输入端,实验时允许悬空处理,但易受外界干扰,导致电路逻辑功能不正常。因此,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。

直接接电源 V_{CC} (也可以串入一只1~10k Ω 的固定电阻)或接至某一个有固定电压(+2.4V $\leq V \leq$ 4.5V)的电源上,或与输入端为接地的多余与非门的输出端相接。

若前级驱动能力允许,可以与使用的输入端并联。

(4)输入端通过电阻接地,电阻值的大小将直接影响电路所处的状态。当 $R \leq 680 \Omega$ 时,输入端相当于逻辑“0”;当 $R \geq 4.7 k\Omega$ 时,输入端相当于逻辑“1”。对于不同系列的器件,要求的阻值不同。

(5)输出端不允许并联使用(集电极开路门(OC)和三态输出电路(3S)除外),否则不仅会使电路逻辑功能混乱,并会导致器件损坏。

(6)输出端不允许直接接地或直接接+5V电源,否则将损坏器件。有时为了使后级电路获得较高的输出电平,允许输出端通过电阻 R 接至 V_{CC} ,一般取 $R=3 \sim 5.1 k\Omega$ 。

实验二 组合逻辑电路测试与设计

一、实验目的

1. 熟悉组合逻辑电路的特点。
2. 掌握组合逻辑电路的设计与测试方法。

二、实验原理

1. 组合逻辑电路设计流程

使用中、小规模集成电路设计的组合电路是最常见的逻辑电路。设计组合电路的一般步骤如图2-1所示。

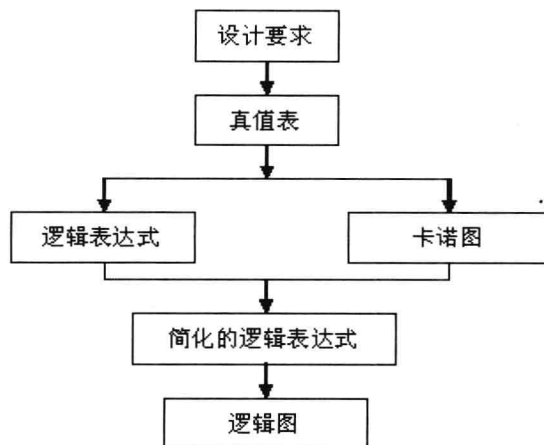


图2-1 组合逻辑电路设计流程图

根据设计任务的要求建立输入、输出变量,并列出真值表。然后用逻辑代数或者卡诺图化简法求出简化的逻辑表达式,并按实际选用逻辑门的类型修改逻辑表达式。根据简化后的逻辑表达式,画出逻辑图,用标准器件构成逻辑电路。最后,用实验来验证设计的正确性。

2. 组合逻辑电路设计举例。

(1)用“与非门”设计一个四人表决电路,原则是少数服从多数。4个输入端中有3个或4个为“1”时,输出端才为“1”。

设计步骤:根据题意,设输入为A、B、C、D,同意为“1”,不同意为“0”,输出为Y,通过为“1”,不通过为“0”,列出符合题意真值表,如表2-1所示。

表2-1 四人表决器真值表

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

其卡诺图如表2-2所示。

由卡诺图得出逻辑表达式,并演化成“与非”的形式,即

$$Y = ABC + BCD + ACD + ABD = \overline{ABC} \cdot \overline{BCD} \cdot \overline{ACD} \cdot \overline{ABD}$$

根据逻辑表达式画出用“与非门”构成的逻辑电路,如图2-2所示。