



普通高等教育“十二五”规划教材

嵌入式系统实验教程



主 编 张志勇 邢国春 李晓宁
副主编 宋 阳 韩塞北
主 审 于繁华



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育“十二五”规划教材

嵌入式系统实验教程

主 编 张志勇 邢国春 李晓宁

副主编 宋 阳 韩塞北

主 审 于繁华



TP360.21-33

03



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



北航

C1742285

内 容 提 要

本书是为了满足嵌入式实验教学的需求而编写的，全书共分为七章：第一章主要讲述了电子元器件的基本特性和主要功能以及用电子技术解决实际控制问题。第二章主要讲述计算机组成结构、存储器及中央处理器等部件的构成原理、功能和作用以及相关的输入、输出技术。第三章主要讲述计算机一般组成原理与内部运行机理，使读者初步掌握汇编语言程序设计的基本知识和不同的程序设计方法。第四章主要讲述 51 系列单片机的相关操作。第五章主要讲述物联网应用技术。第六章主要讲述嵌入式 wince 基础实验。第七章主要讲述嵌入式 STC89C52 处理器的开发过程。本书主要以实验开发为主，手把手教读者做实验，并为其提供相应的技术支持。

本书可作为高等院校电子、计算机、通信工程、机械等理工科专业学生的实验教程、培训教材，也适合单片机爱好者和高校教师参考阅读。

图书在版编目（C I P）数据

嵌入式系统实验教程 / 张志勇, 邢国春, 李晓宁主
编. -- 北京 : 中国水利水电出版社, 2014. 7
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5170-2197-1

I. ①嵌… II. ①张… ②邢… ③李… III. ①微型计
算机—系统设计—实验—高等学校—教材 IV.
①TP360. 21-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第136885号

策划编辑：石永峰 责任编辑：张玉玲 加工编辑：鲁林林 封面设计：李 佳

书 名	普通高等教育“十二五”规划教材 嵌入式系统实验教程
作 者	主 编 张志勇 邢国春 李晓宁 副主编 宋 阳 韩塞北 主 审 于繁华
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 14 印张 355 千字
版 次	2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	32.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

为了满足电子、电气、通信、机械等理工科专业的大学生和高校教师，以及嵌入式爱好者在嵌入式学习方面的需要，作者编写了《嵌入式系统实验教程》一书。

本书最大的特点是其强大的实用性和实战性。书中大部分实例均已在相关实验设备上调试、运行成功。本实例教材主要包括实验目的、实验内容、实验原理、实验方法手段、实验要求、实验条件和实验步骤等板块，以期更好地帮助读者完成实验，达到掌握理论知识的目的。

本书共包括七章，各章内容具体说明如下：

第一章主要讲述了电子元器件的基本特性和主要功能，以及用电子技术解决实际控制问题。包括电子技术实验的基本方法和基本技能，以加深对电子技术基本知识的理解，了解电子元器件的基本特性和主要功能。

第二章主要讲述计算机组成结构、存储器及中央处理器等部件的构成原理、功能和作用以及相关的输入、输出技术。包括微型计算机的基本知识、基本组成、体系结构和工作模式；以及 8088/8086 指令系统、寻址方式、伪指令、DOS 内部功能调用、中断处理过程等汇编基础知识。

第三章主要讲述计算机一般组成原理与内部运行机理，初步掌握汇编语言程序设计的知识和应用。主要包括计算机硬件的基本知识，对计算机的各个基本组成部件的工作原理进行讨论，尤其是各基本组成部件有机连接构成整机系统的技术，旨在让读者熟悉计算机组成结构、存储器及中央处理器等部件的构成原理、功能和作用，以及输入、输出技术，以便更好地开发和利用硬件资源，提高计算机的利用率。

第四章主要讲述 51 系列单片机的相关操作。主要包括利用汇编语言编写、编译及下载调试程序的过程。

第五章主要讲述物联网应用技术。IAR System 是全球领先的嵌入式系统开发工具和服务的供应商。公司成立于 1983 年，迄今已有 27 年，提供的产品和服务涉及到嵌入式系统的设计、开发和测试的每一个阶段，包括：带有 C/C++ 编译器和调试器的集成开发环境（IDE）、实时操作系统和中间件、开发套件、硬件仿真器以及状态机建模工具。

第六章主要讲述嵌入式 wince 基础实验。主要包括对 Windows CE 嵌入式操作系统体系结构分析、嵌入式操作系统底层搭建方法、bootloader 启动文件定制。

第七章主要讲述嵌入式 STC89C52 处理器的开发过程。

本书由张志勇、邢国春、李晓宁任主编，宋阳、韩塞北任副主编，于繁华任主审；其中张志勇主要编写第一章和第三章（共 5.2 万字），邢国春主要编写第二章（共 3.8 万字），李晓宁主要编写第四章（共 4.8 万字），宋阳主要编写第五章、第七章以及附录部分（共 15.7 万字），

韩塞北主要编写第六章（共 5.4 万字）。参加本书部分编写及修订工作的还有陈思、范木杰、王出航、赵宇、肖明尧、张珍珍等老师，全书最后由张志勇统稿，于繁华院长在审稿时也提出了宝贵意见，在此，对以上人员致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限，加之时间比较仓促，书中的疏漏和不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者
2014 年 6 月

目 录

前言

第 1 章 电子技术实验	1
实验一 单级放大电路	1
实验二 门电路逻辑功能测试及应用	2
实验三 组合逻辑电路的功能实现	5
实验四 半加器和全加器逻辑功能实现	6
实验五 数据选择器逻辑功能测试及应用	8
实验六 触发器 RS、JK、D	11
实验七 电路仿真	13
实验八 组合逻辑电路仿真设计	16
第 2 章 计算机组成原理实验	20
实验一 8 位逻辑运算实验	20
实验二 不带进位 8 位算术运算实验	22
实验三 带进位 8 位算术运算实验	24
实验四 16 位算术逻辑运算实验	27
实验五 移位运算器实验	30
实验六 存储器实验	32
实验七 微控制器实验	34
实验八 基础模型机的设计与实现	37
第 3 章 计算机原理与汇编语言	44
实验一 汇编语言程序的调试与运行	44
实验二 求和程序	45
实验三 排序程序	46
实验四 显示程序	48
实验五 字符串匹配程序	50
实验六 从键盘输入数据并显示的程序	52
实验七 将键盘输入的小写字母转换成 大写字母的程序	54
实验八 统计正数的个数	56
第 4 章 单片机原理与应用实验	58
实验一 清零实验	58
实验二 数据传送实验	59
实验三 单片机 I/O 口实验 (P3 和 P1 口应用)	61

实验四 单片机 I/O 口及其中断的应用 (工业顺序控制)	63
实验五 并行 I/O 口 8255 扩展实验	66
实验六 简单 I/O 口输入/输出扩展实验	69
实验七 多分支实验	71
实验八 脉冲计数 (定时/计数器) 实验	73
实验九 电脑时钟 (定时器、中断综合) 实验	78
实验十 单片机“看门狗”复位实验	84
第 5 章 物联网应用技术	87
实验一 IAR 集成开发环境下 C 程序 的编写	87
实验二 I/O 端口输出实验	88
实验三 定时器计时实验	90
实验四 单片机与 PC 机串口通信实验	92
实验五 系统睡眠与唤醒实验	96
实验六 看门狗实验	98
实验七 A/D 转换实验	101
实验八 气体传感器实验	103
实验九 热释电红外传感器实验	106
实验十 雨滴传感器实验	109
实验十一 红外家电控制实验	111
实验十二 执行节点控制实验	116
实验十三 ZigBee 星状网络实验	118
实验十四 气体传感器数据通信实验	120
实验十五 人体红外数据通信实验	122
实验十六 雨滴传感器数据通信实验	124
实验十七 红外家电控制数据通信实验	126
实验十八 执行节点控制数据通信实验	129
第 6 章 嵌入式 wince 基础实验	131
实验一 安装 Microsoft Netframework 1.1	131
实验二 安装 Windows CE 5.0	131
实验三 安装 wince 补丁	133

实验四 构建基于 MagicARM2410 的 Windows CE 5.0 平台	134	实验八 用外部中断实现计数加减——1 位 共阳极管	184
实验五 bootloader 启动文件的下载	140	实验九 T0、方式 1 计时设计一个发光 二极管闪烁, 0.05s 开关一次	188
实验六 将自己定制的 wince 内核下载到 实验箱上	146	实验十 T0、方式 1 计时设计一个发光 二极管闪烁, 1S 开关一次	190
实验七 将厂家定制的 wince 内核下载到 实验箱上	148	实验十一 T0、方式 1 实现四位数码管 分秒计时器	191
实验八 SDK 的设置	149	实验十二 T0、方式 1 实现四位数码管 可调分秒计时器	193
实验九 Microsoft eMbedded Visual C++ 4.0 和 zzy2410 SDK	151	实验十三 设计一个固定声音频率的 蜂鸣器	195
实验十 安装 ActiveSync v4.5 软件	152	实验十四 声音由高到低的蜂鸣器	196
实验十一 Hello World! 实验	153	实验十五 电子门铃	197
实验十二 GPIO 输出控制实验	155	实验十六 使用 P0.0 口控制继电器实现对 220V 照明灯的控制	199
实验十三 步进电机控制实验	160	实验十七 数码显示 4×4 键盘矩阵实验	200
第 7 章 嵌入式程序开发实验	165	实验十八 LED 模拟交通灯创新实验	202
实验一 闪烁的 LED 灯	165	实验十九 智能家居照明控制系统设计	205
实验二 流水的 LED 灯	167	实验二十 媒体播放器设计	207
实验三 左右跑马的 LED 灯	170	实验二十一 智能家居室内温度系统设计	210
实验四 二进制加法实验 LED 灯	172	附录 1 环电阻识别方法	215
实验五 分立式数码管循环显示 0~9——1 位 共阳管	175	附录 2 数字万用表使用	217
实验六 集成式数码管动态扫描显示—— 2, 4 位共阳极管	178		
实验七 用按键实现计数加减——1 位 共阳极管	181		

第 1 章 电子技术实验

实验一 单级放大电路

实验类型：验证。

实验要求：必做。

一、实验目的

- (1) 熟悉模拟电路实验箱的使用方法。
- (2) 熟悉三极管和放大电路工作原理及静态工作点的测量方式。

二、实验内容

- (1) 静态工作点测试。
- (2) 放大倍数测试。

三、实验原理方法手段

实验原理图如图 1-1 所示。

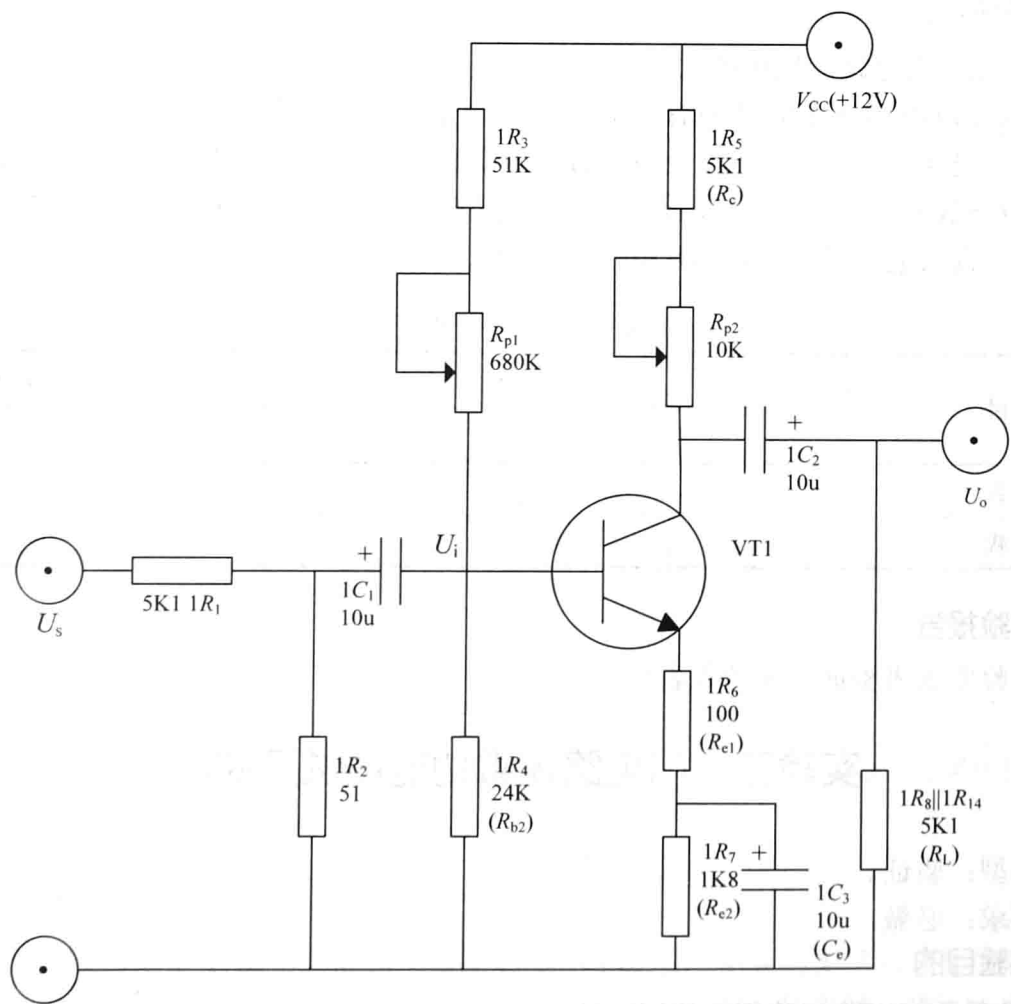


图 1-1 实验原理

四、实验组织运行要求

根据本实验的特点、要求和具体条件实施，其中实验内容（2）采用集中授课形式。

五、实验条件

模拟电路实验箱，实验器件：万用表。

六、实验步骤

（1）静态工作点测试。

按图 1-1 连接线路，将信号发生器的输出接至 U_s 两端，调整信号发生器使正弦波信号为 1kHz，10mV（ U_i 是放大电路输入信号 u_i 的有效值，用毫伏表测量 u_i 可得）。将示波器 Y 轴输入电缆线连接至放大电路输出端。然后调整基极电阻 R_{p1} ，在示波器上观察 u_o 的波形，将 u_o 调整到最大不失真输出。注意观察静态工作点的变化对输出波形的影响过程，观察何时出现饱和失真和截止失真，若出现双向失真应减小 U_i ，直至不出现失真。调好工作点后 R_{p1} 电位器不能再动。用万用表测量静态工作点记录数据于表 1-1（测量 U_{ce} 和 I_c 时，应使用万用表的直流电压挡和直流电流挡）。

表 1-1 用万用表测量静态工作点

测量参数	$+U_{oc}$ (V)	I_c (mA)	U_{ce} (V)	U_c (V)	U_b (V)	U_e (V)	R_b (k Ω)
实测值							

表中： $R_b=R_{p1}+1R_3$ 。

（2）测量放大电路的电压放大倍数。

调节函数信号发生器输出 $f=1\text{kHz}$ ， $U_i=10\text{mV}$ 的正弦信号，用示波器观察放大器的输出波形。若波形不失真，用晶体管毫伏表测量放大器空载时的输出电压及负载时的输出电压 U_o 的实测值；调 $U_i=20\text{mV}$ ，重复上述步骤，验证放大倍数的线性关系，填入数据记录表 1-2 中（测量输入电压、输出电压时，用晶体管毫伏表测量）。

表 1-2 数据记录表

栏目	实测值		计算值
	U_i	U_o	A_u
空载			
加载			

七、实验报告

按照实验要求将验证结果填入表格。

实验二 门电路逻辑功能测试及应用

实验类型：验证。

实验要求：必做。

一、实验目的

- （1）熟悉数字电路实验箱的使用方法。
- （2）熟悉门电路逻辑功能及测试方法。

二、实验内容

- (1) 与非门逻辑功能测试。
- (2) 或非门逻辑功能测试。
- (3) 异或门逻辑功能测试。

三、实验原理方法手段

- (1) 与非门逻辑功能测试使用芯片 74LS00，如图 1-2 所示。
- (2) 或非门逻辑功能测试使用芯片 74LS28，如图 1-3 所示。

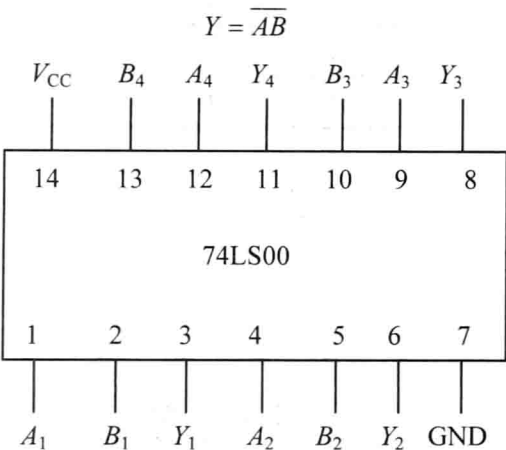


图 1-2 74LS00

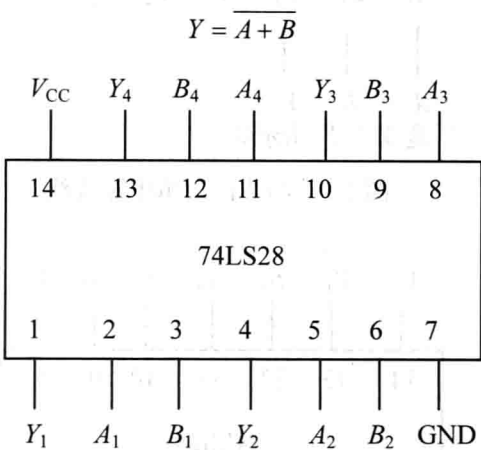


图 1-3 74LS28

- (3) 异或门逻辑功能测试使用芯片 74LS86，如图 1-4 所示。

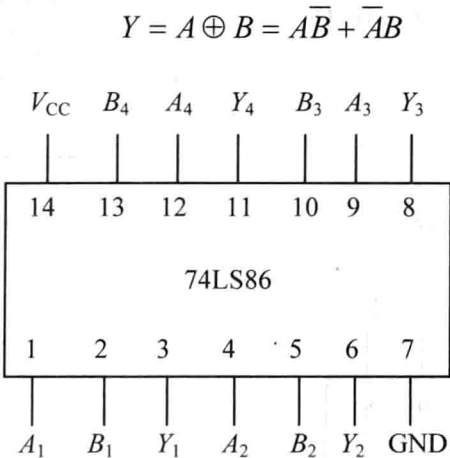


图 1-4 74LS86

四、实验组织运行要求

根据本实验的特点、要求和具体条件实施，实验内容 (1)、(2)、(3) 均采用集中授课形式。

五、实验条件

数字电路实验箱，实验器件：74LS00、74LS28 和 74LS86。

六、实验步骤

- (1) 与非门逻辑功能测试电路接线示意图如图 1-5 所示，实验结果填入表 1-3 中。
- (2) 或非门逻辑功能测试电路接线示意图如图 1-6 所示，实验结果填入表 1-4 中。
- (3) 异或门逻辑功能测试电路接线示意图如图 1-7 所示，实验结果填入表 1-5 中。

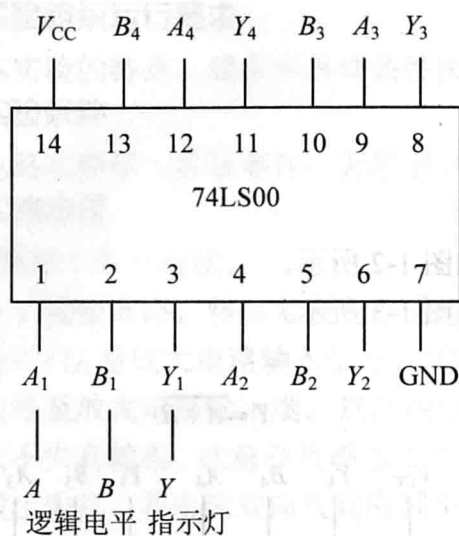


图 1-5 与非门逻辑电路接线

表 1-3 输出

输入		输出
A	B	Y
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

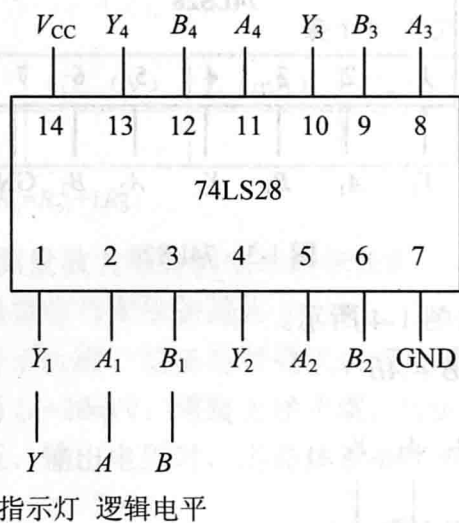


图 1-6 或非门逻辑电路接线

表 1-4 输出

输入		输出
A	B	Y
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

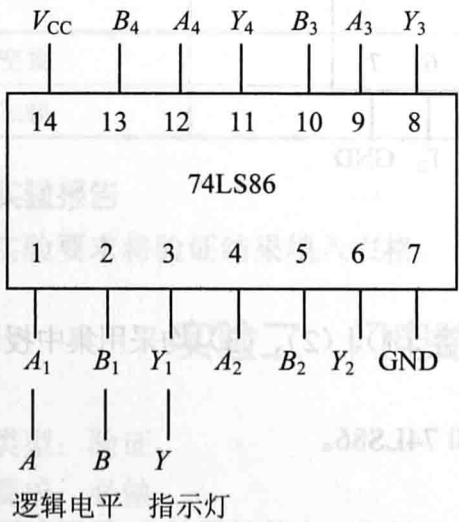


图 1-7 异或门逻辑电路接线

表 1-5 输出

输入		输出
A	B	Y
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

七、实验报告

按照实验要求将验证结果填入相应表格。

实验三 组合逻辑电路的功能实现

实验类型：验证。

实验要求：必做。

一、实验目的

- (1) 掌握组合逻辑电路的功能测试。
- (2) 学会逻辑表达式与电路图之间的转换。

二、实验内容

- (1) 测试用与非门组成的逻辑电路功能。
- (2) 组合逻辑电路功能测试。

三、实验原理方法手段

- (1) 与非门 ($Y = \overline{AB}$) 逻辑电路功能测试采用芯片 74LS00 (见图 1-2)。
- (2) 组合逻辑电路功能测试也使用芯片 74LS00。

四、实验组织运行要求

根据本实验的特点、要求和具体条件, 采用集中授课并验证的形式实现。

五、实验条件

数字电路实验箱, 实验器件: 74LS00。

六、实验步骤

- (1) 与非门逻辑功能测试电路接线示意图如图 1-8 所示, 实验结果填入表 1-6 中。

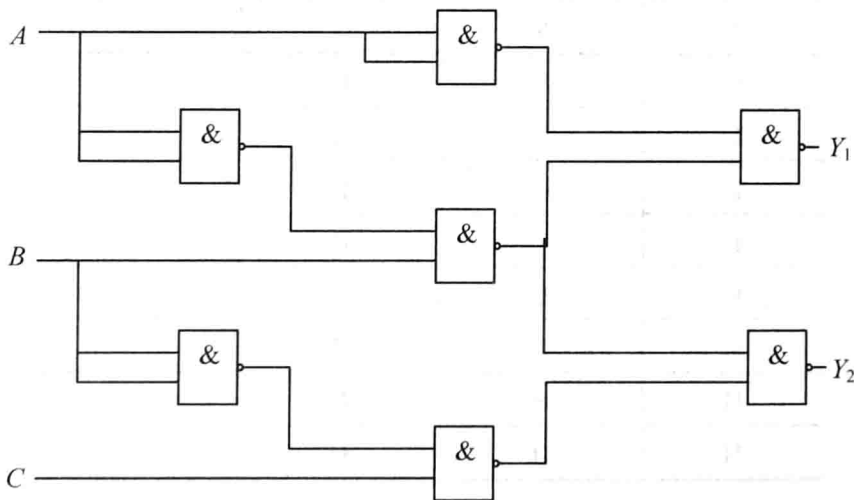


图 1-8 与非门逻辑功能实现电路图

- (2) 组合逻辑电路的功能测试电路接线图如图 1-9 所示, 实验结果填入表 1-7 中。

七、实验报告

- (1) 整理实验数据、图表并对实验结果进行分析讨论。
- (2) 总结组合逻辑电路的分析方法。

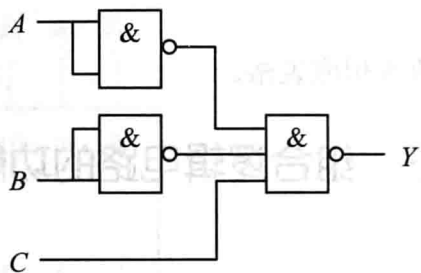


图 1-9 组合逻辑电路

表 1-6 输出表

输入			输出	
A	B	C	Y ₁	Y ₂
L	L	L		
L	L	H		
L	H	L		
L	H	H		
H	L	L		
H	L	H		
H	H	L		
H	H	H		

表 1-7 输出表

输入			输出
A	B	C	Y
L	L	L	
L	L	H	
L	H	L	
L	H	H	
H	L	L	
H	L	H	
H	H	L	
H	H	H	

实验四 半加器和全加器逻辑功能实现

实验类型：验证。
实验要求：必做。

一、实验目的

- (1) 验证半加器和全加器的逻辑功能。
- (2) 学会二进制数的运算规律。

二、实验内容

- (1) 测试用异或门和与非门组成的半加器逻辑功能。
- (2) 测试用与非门组成的全加器逻辑功能。

三、实验原理方法手段

- (1) 测试用异或门 ($S = A \oplus B = \overline{\overline{A}B} + \overline{A\overline{B}}$) 和与非门 ($Z = AB = \overline{\overline{A}\overline{B}}$) 组成的半加器逻辑功能, 使用芯片 74LS00 (见图 1-2) 和 74LS86 (见图 1-4)。
- (2) 测试用与非门组成的全加器逻辑功能, 使用芯片 74LS00 (见图 1-2)。

四、实验组织运行要求

根据本实验的特点、要求和具体条件, 采用集中授课并验证的形式实现。

五、实验条件

数字电路实验箱, 实验器件: 74LS00 和 74LS86。

六、实验步骤

- (1) 测试用异或门和与非门组成的半加器逻辑功能 (74LS00 和 74LS86), 电路接线原理图如图 1-10 所示, 实验结果填入表 1-8 中。

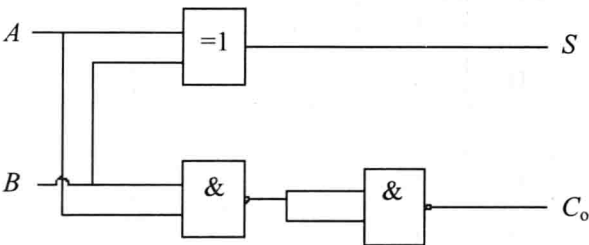


图 1-10 半加器逻辑功能实现电路原理图

表 1-8 输出表

输入		输出
A	B	Y
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

- (2) 测试用与非门组成的全加器逻辑功能 (74LS00), 电路原理图如图 1-11 所示, 实验结果填入表 1-9 中。

七、实验报告

- (1) 整理实验数据、图表并对实验结果进行分析讨论。
- (2) 总结半加器和全加器逻辑电路的分析方法。

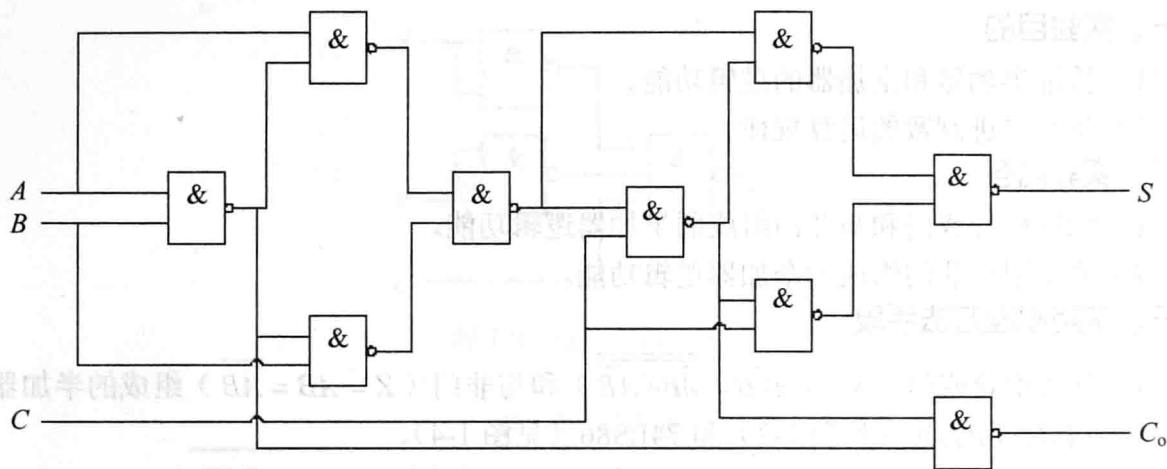


图 1-11 全加器逻辑功能实现电路原理图

表 1-9 输出表

输入			输出	
A	B	C	S	C _o
L	L	L		
L	L	H		
L	H	L		
L	H	H		
H	L	L		
H	L	H		
H	H	L		
H	H	H		

实验五 数据选择器逻辑功能测试及应用

实验类型：设计。

实验要求：必做。

一、实验目的

- (1) 熟悉数据选择器的逻辑功能测试。
- (2) 了解数据选择器的应用。
- (3) 掌握用数据选择器实现组合逻辑电路的方法。

二、实验内容

- (1) 数据选择器逻辑功能测试。
- (2) 用双四选一数据选择器构成八选一数据选择器。
- (3) 用数据选择器实现交通指示灯故障报警电路。

三、实验原理方法手段

- (1) 数据选择器逻辑功能测试，使用芯片 74LS153（如图 1-12 所示）和示波器。

$$Z = 1C_0(\overline{B}A) + 1C_1(B\overline{A}) + 1C_2(\overline{B}A) + 1C_3(BA)$$

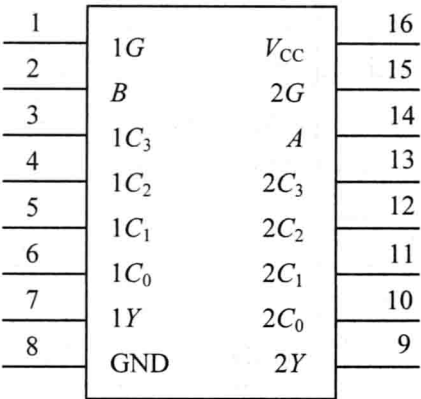


图 1-12 74LS153

(2) 用双四选一数据选择器构成八选一数据选择器使用芯片 74LS00 和 74LS153，如图 1-13 所示。

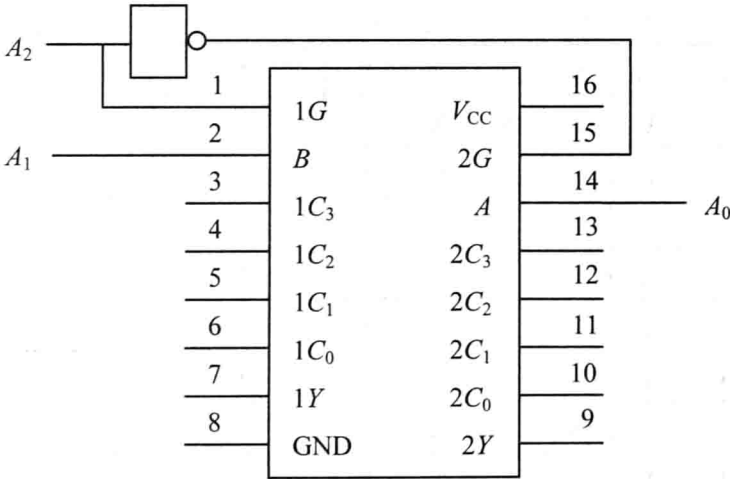


图 1-13 八选一数据选择器

(3) 用数据选择器实现交通指示灯故障报警电路。

$$Z = \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}BC + A\overline{B}\overline{C} + ABC + ABC$$

四、实验组织运行要求

根据本实验的特点、要求和具体条件，实验内容（1）采用集中授课并验证的形式实现，实验内容（2）和（3）由学生自行设计实验方案并加以实现。

五、实验条件

数字电路实验箱，实验器件：74LS00、示波器和 74LS153。

六、实验步骤

（1）数据选择器逻辑功能测试及应用。

将双 4 选 1 数据选择器 74LS153 按图 1-14 所示接线，测试其功能，实验结果填入表 1-10 中。

（2）用双四选一数据选择器构成八选一数据选择器，按图 1-13 连接电路，将实验结果填入表 1-11 中。

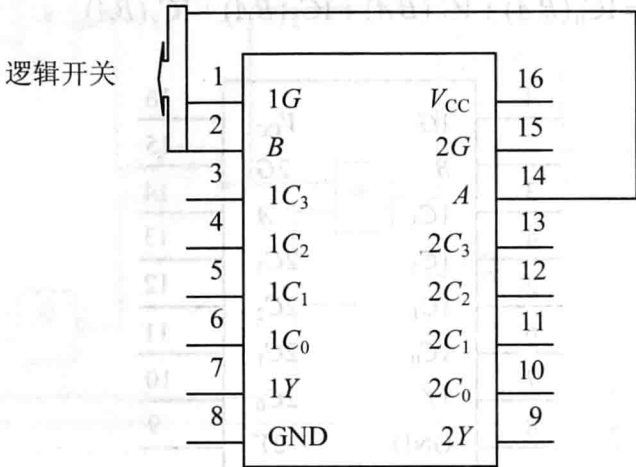


图 1-14 4 选 1 数据选择器

表 1-10 输出表

选择端		数据输入端				输出控制	输出
<i>B</i>	<i>A</i>	<i>C</i> ₀	<i>C</i> ₁	<i>C</i> ₂	<i>C</i> ₃	<i>G</i>	<i>Y</i>
X	X	X	X	X	X	H	
L	L	L	X	X	X	L	
L	L	H	X	X	X	L	
L	H	X	L	X	X	L	
L	H	X	H	X	X	L	
H	L	X	X	L	X	L	
H	L	X	X	H	X	L	
H	H	X	X	X	L	L	
H	H	X	X	X	H	L	

表 1-11 输出表

<i>A</i> ₂	<i>A</i> ₁	<i>A</i> ₀	1 <i>C</i> ₀	1 <i>C</i> ₁	1 <i>C</i> ₂	1 <i>C</i> ₃	2 <i>C</i> ₀	2 <i>C</i> ₁	2 <i>C</i> ₂	2 <i>C</i> ₃
0	0	0								
0	0	1								
0	1	0								
0	1	1								
1	0	0								
1	0	1								
1	1	0								
1	1	1								

(3) 用数据选择器实现交通指示灯故障报警电路，电路接线图如图 1-15 所示，将实验结果填入表 1-12 中。