



本书含DVD光盘

汽车维修电工

职业技能培训教材

技师

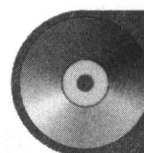
汽车维修电工职业技能培训教材编委会 编

即便自学，你从书中也可找到——

- ★ 实际操作技能的要领
- ★ 理论联系实际的精髓
- ★ 最新国标部标的应用



人民交通出版社
China Communications Press

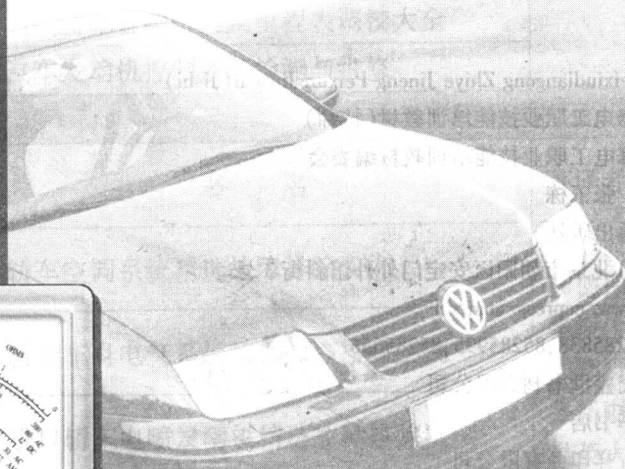
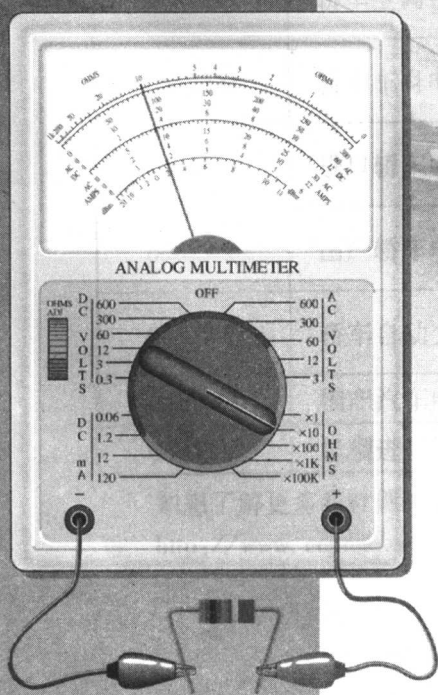


本书含 DVD 光盘

汽车维修电工 职业技能培训教材

技师

汽车维修电工职业技能培训教材编委会 编



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书作为汽车维修电工职业技能培训教材,主要内容包括数字电子技术、单片机原理及接口技术、柴油机电控喷油系统、CAN-BUS 系统与电动汽车及实际操作技能训练等共五篇十六章内容,并根据教材中实际操作技能训练内容,制作了与之相配套的操作技能训练光盘,使教材更具系统性和完整性,便于培训,利于自学。

本教材亦可作为汽车驾驶员、汽车维修专业技术人员、机动车检测技术人员培训和自学使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车维修电工职业技能培训教材: 技师/汽车维修电工职业技能培训教材编委会编. —北京: 人民交通出版社, 2007. 4

ISBN 7-114-06112-9

I. 汽... II. 汽... III. 汽车-电工-技术培训-教材 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 090559 号

Qiche Weixiudiangong Zhiye Jineng Peixun Jiaocai (Jishi)

书 名: 汽车维修电工职业技能培训教材(技师)

著 作 者: 汽车维修电工职业技能培训教材编委会

责任编辑: 谢 元 张玉栋

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 85285838, 85285995, 85285656

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 三河市吉祥印务有限公司

开 本: 880×1230 1/16

印 张: 13

字 数: 416 千

版 次: 2007 年 4 月 第 1 版

印 次: 2007 年 4 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-114-06112-9

印 数: 0001—5000 册

定 价: 23.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

随着汽车工业的发展,为了适应汽车维修电工职业技能培训的需要,应广大读者和职业技能培训机构的要求,我们组织专家、工程技术人员、大中专院校教师,严格依据汽车维修电工工种职业技能标准,编写了汽车维修电工初级工、中级工、高级工、技师职业技能培训教材。

全套教材根据职业培训特点,将理论知识与实际操作技能紧密结合,既考虑到各级别知识的必要性,又顾及到知识的连贯性,论述清晰、通俗易懂、图文并茂,突出实际操作技能,便于自学。教材中涉及到的相关标准均采用最新颁布的国家标准和部颁标准,在内容方面突出介绍了汽车新技术、新结构的专业知识和实际操作内容,具有一定的前瞻性。本书适合汽车维修电工、汽车维修专业技术人员、机动车检测技术人员、汽车驾驶员使用。

本套教材由新疆维吾尔自治区交通厅工人技术考核委员会办公室、新疆维吾尔自治区交通行业职业技能鉴定指导中心组织编写。编写大纲由黄智刚、董一民、巴寅亮、爱新觉罗·溥新执笔,编委会集体审定,人民交通出版社汽车图书出版中心参与了大纲的审定,并对全套教材的内容和编排进行了具体的指导。黄智刚、巴寅亮、董一民、爱新觉罗·溥新、蒋惠宝、裴军武、陈春明等负责对全套教材进行了统稿、文字审阅、内容调整和部分增添内容的编写等工作。

汽车维修电工技师职业技能培训教材主编:巴寅亮;主审:邓华鸿、董一民、黄曰铜、黄智刚。第一篇第一章、第四章、第一篇第四章由石砦编写,邓华鸿主审;第一篇第二章、第三章、第二篇第三章、第四章、第五章由李春兰编写,邓华鸿主审;第二篇第一章、第二章由牛建峰编写,邓华鸿主审;第三篇第一章、第二章、第三章、第五篇第二章由董宏纪编写,黄曰铜主审;第四篇第一章由巴寅亮编写,邓华鸿主审;第四篇第二章由龙万春编写,黄曰铜主审;第五篇第一章由巴寅亮编写,黄曰铜主审。

为了更好体现本书的特点,我们为本书制作了实际操作技能训练光盘,光盘由陈春明编辑制作,邓华鸿、黄智刚、董一民、巴寅亮、蒋惠宝、爱新觉罗·溥新审定。

由于时间仓促和编写人员水平有限,教材中难免出现疏漏和不足,恳请读者批评指正。

汽车维修电工职业技能培训教材编委会

推 荐 书 目

(1) 快手汽车维修系列丛书					
书号 ISBN 7-114-	书 名	著译者	出版时间	版次	定价(元)
04145-4	美洲车电子电路自我诊断	欧亚	03. 1	0102	24
04148-9	欧洲车电子电路自我诊断		03. 1	0102	32
04155-1	亚洲车电子电路自我诊断		02. 10	0102	24
04510-7	四轮定位检测与调整		04. 2	0102	19
05547-1	当代轿车综合故障诊断实务		05. 7	0101	35
04681-2	欧洲车自动变速器维修精华		03. 5	0101	26
04849-1	汽车中控及防盗控制维修精华		03. 11	0101	32
04737-1	汽车自动空调系统检测与维修		03. 9	0101	60
04991-9	汽车制动电子控制系统检测与维修		04. 7	0102	26
05020-8	汽车自动变速器系统检测与维修		05. 5	0102	20
05078-X	当代轿车遥控器设定程序大全		04. 7	0101	18
05086-0	汽车发动机电脑接脚维修精华		04. 8	0101	32
05127-1	当代轿车保养灯归零程序大全		05. 4	0102	12
05203-0	亚洲车自动变速器维修精华		04. 11	0101	40
05481-5	当代轿车音响解码及里程表调校大全		05. 10	0101	18
04735-5	汽车发动机控制系统检测与维修		03. 08	0101	40
(2) 汽修车间实录丛书					
书号 ISBN 7-114-	书 名	著译者	出版时间	版次	定价(元)
04810-6	轿车空调系统精选故障排除实例	刘 波 李德伟	03. 10	0101	25
04827-0	轿车车身电气系统精选故障排除实例	张振生 朱翔野	03. 11	0101	33
04828-9	进口轿车电喷发动机精选故障排除实例	张新财 吴英大	04. 10	0102	26
04829-7	国产轿车电喷发动机精选故障排除实例	孙树奇 赵玉玲	04. 10	0102	30
04832-7	轿车自动变速器精选故障排除实例	杨智勇 许光君	04. 12	0102	30
04846-7	国产汽车电控系统精选故障排除实例	吴文琳	03. 11	0101	39
04857-2	新型进口汽车电控系统精选故障排除实例	吴文琳	03. 12	0101	40

如想了解更多我社图书, 请登录网址:

<http://www.ccpress.com.cn>

**作为一名汽车维修电工,除了需要
掌握维修技术方面的常识,了解本身
责任的重要性更为必要!**

目 录

第一篇 数字电子技术	1
第一章 数字电路基本知识	1
第一节 数制和码制	1
第二节 逻辑代数的基本运算	4
第二章 门电路	6
第一节 脉冲信号	6
第二节 分立元件门电路	6
第三节 集成门电路	9
第三章 组合逻辑电路	15
第一节 组合逻辑电路	15
第二节 编码器	16
第三节 译码器	19
第四章 触发器、时序逻辑电路及存储器	25
第一节 触发器、寄存器、计数器	25
第二节 存储器	35
第二篇 单片机原理及接口技术	42
第一章 概述	42
第一节 单片机的特点	42
第二节 常用单片机系列简介	43
第二章 单片机结构及原理	44
第一节 MCS-51 单片机结构	44
第二节 MCS-51 的存储器结构	48
第三节 输入/输出端口结构	50
第四节 单片机的时序电路	52
第三章 MCS-51 单片机指令系统	56
第一节 指令系统简介	56
第二节 指令系统及应用举例	57
第三节 伪指令	67
第四节 综合编程举例	69
第四章 MCS-51 单片机内部功能介绍	77

第一节 MCS-51 单片机内部定时器/计数器	77
第二节 单片机中断控制系统	82
第三节 单片机串行通信接口	87
第五章 接口芯片与接口技术	92
第一节 可编程 RAM/IO/CTC 接口 8155	92
第二节 单片机 LED 显示器接口	96
第三节 A/D 及 D/A 转换器接口	99
第四节 单片机在汽车上的应用	104
第三篇 柴油机电控系统	128
第一章 柴油机电子控制系统组成及工作原理	128
第一节 柴油机电控系统概述	128
第二节 柴油机电控系统的组成	129
第三节 电子控制系统的控制内容	133
第四节 电控燃油系统的工作原理	137
第二章 电子控制式喷油泵	141
第一节 电控直列泵系统	141
第二节 电控分配泵系统	148
第三章 共轨式电控喷油系统	157
第一节 概述	157
第二节 共轨式电控喷油系统组成与原理	158
第三节 典型的共轨式电控喷油系统	163
第四篇 CAN-BUS 系统与电动汽车	166
第一章 现代汽车 CAN-BUS 多路信息传输系统	166
第一节 概述	166
第二节 CAN-BUS 多路信息传输系统的组成及工作原理	167
第三节 现代汽车 CAN-BUS 多路信息传输系统的应用	169
第二章 电动汽车	172
第一节 电动汽车一般知识	172
第二节 电动汽车的驱动系统	174
第三节 电动汽车的控制系统	178
第四节 燃料电池汽车	179
第五篇 操作技能训练	185
第一章 汽车专用检测仪器的使用	185
第一节 汽车排放污染物的检测及分析	185
第二节 汽车发动机综合分析仪的应用	188
第二章 柴油机电控系统的检查	196
参考文献	198

第一篇 数字电子技术

第一章 数字电路基本知识

学习目的:掌握数字电路的基本知识。

学习重点:数字电路的基本运算方法。

第一节 数制和码制

数字电压信号不是高电压就是低电压。把一个普通的通/断开关与一个5V电源和5V灯泡串联在一起,当开关断开时,灯泡上电压为0V;当开关接通时,灯泡上电压为5V,灯光达到最大亮度;当开关再断开时,灯泡上的电压又降到0V,灯光熄灭。经开关送给灯泡的电压不是0V就是5V,换句话说,电压信号不是高电压就是低电压。这类电压信号就叫做数字信号。如果开关迅速接通或断开,就有一个方波数字电压信号从开关加到灯泡上,见图1-1-1。

数字信号也可叫做方波信号。在车用计算机中,微处理器包含大量的微型开关,每秒钟能产生很多数字电压信号,用于控制系统中的各种继电器和元器件。微处理器能根据精确控制的要求改变数字信号中高电压或低电压持续时间的长度,见图1-1-2。

一 数制

用数字量表示物理量的大小时,仅用一位数码往往不够用,因此经常需要用进位计数的方法组成多位数码使用。我们把多位数码中每一位的构成方法以及从低位到高位进位的规则称为数制。

在数字电路中经常使用的计数进位制除了十进制以外,还经常使用二进制和十六进制。

1. 十进制

十进制是日常生活和工作中最常使用的进位制。它是以10为基数的计数体制。在十进制数中,每一位有0

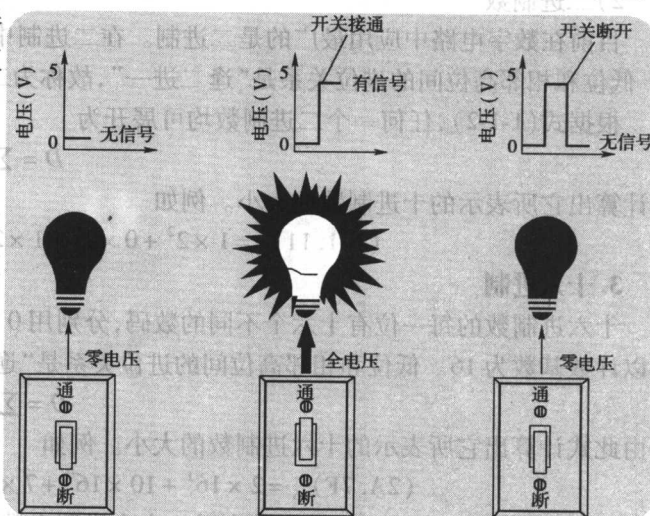


图1-1-1 数字方波电压信号

~9 十个数码,所以计数的基数是 10。超过 9 的数必须用多位数表示,其中低位和相邻高位之间的关系是“逢十进一”,故称为十进制。例如

$$143.75 = 1 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 7 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$$

所以任意一个十进制数 D 均可以展开为

$$D = \sum k_i \times 10^i \quad (1-1-1)$$

其中 k_i 是第 i 位的系数,它可以是 0~9 这十个数码中任何一个。若整数部分的位数是 n ,小数部分的位数是 m ,则 i 包含从 $n-1$ 到 0 的所有正整数和从 -1 到 $-m$ 的所有负整数。

若以 N 取代式(1-1-1)中的 10,即可得到任意进制(N 进制)数展开式的普遍形式

$$D = \sum k_i N^i \quad (1-1-2)$$

式中 i 的取值与式(1-1-1)的规定相同。 N 称为计数的基数, k_i 为第 i 位的系数, N^i 称为第 i 位的权。

2. 二进制

1) 二进制码

数字信号可被赋予数字值,例如,低值数字信号可用 0 代表,高值数字信号用 1 代表。这种给数字信号赋予数值的方式叫二进制编码。二进制一词意味着只有两个数字,在二进制编码系统中这两个数字就是 0 和 1,见图 1-1-3。

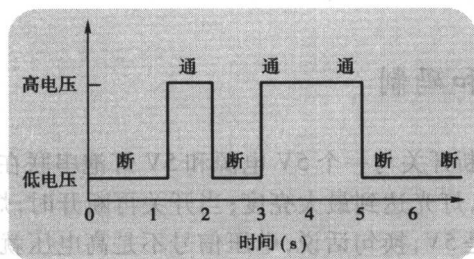


图 1-1-2 随时间变化的数字电压信号

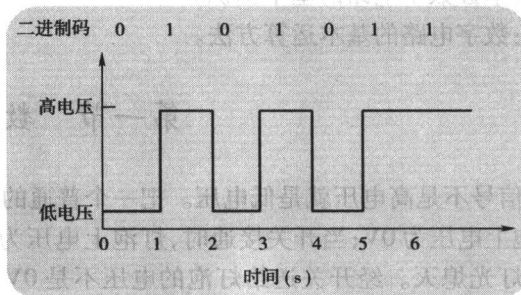


图 1-1-3 在二进制码中用数字 0 和 1 表示数字电压信号

在车用计算机中,信息以二进制码的形式进行交换,状态、数字和字符都用一串串的 0 和 1 表示。

2) 二进制数

目前在数字电路中应用最广的是二进制。在二进制中,每一位仅有 0 和 1 两个可能的数码,所以计数基数为 2。低位和相邻高位间的进位关系是“逢二进一”,故称为二进制。

根据式(1-1-2),任何一个二进制数均可展开为

$$D = \sum k_i 2^i \quad (1-1-3)$$

并计算出它所表示的十进制数的大小。例如

$$(101.11)_2 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = (5.75)_{10}$$

3. 十六进制

十六进制数的每一位有十六个不同的数码,分别用 0~9、A(10)、B(11)、C(12)、D(13)、E(14)、F(15) 表示,所以计数基数为 16。低位和相邻高位间的进位关系是“逢十六进一”,因此任何一个十六进制数均可展开为

$$D = \sum k_i 16^i \quad (1-1-4)$$

并由此式计算出它所表示的十六进制数的大小。例如

$$(2A.7F)_{16} = 2 \times 16^1 + 10 \times 16^0 + 7 \times 16^{-1} + 15 \times 16^{-2} = (42.4960937)_{10}$$

在数字电路中,由于用二进制数表示一个十进制大数时所用数位太长,因此常常采用八进制数和十六进制数的表示形式。

二 数制转换

1. 十与二进制数转换

1) 十进制整数的转换

方法:将十进制整数用2连除,每除一次记下余数0或1,直到最后不能整除,记下余数为1。书写成二进制整数时,应按自下而上的顺序,从左向右写下余数,即为求得的二进制整数。

假定十进制整数为 $(S)_{10}$,等值的二进制数为 $(k_n k_{n-1} \cdots k_0)_2$,则依式(1-1-3)可知

$$(S)_{10} = k_n 2^n + k_{n-1} 2^{n-1} + \cdots + k_1 2^1 + k_0 2^0$$

2) 十进制小数的转换

方法:将十进制小数用2连乘,每乘一次记下整数位的数0或1。每当整数位为1时,下次乘2时仍当作0处理,一直乘到小数位为全0。书写成二进制小数时,应按自上而下的顺序,从左向右写下整数位的数,即为求得的二进制小数;

假定十进制小数为 $(S)_{10}$,等值的二进制数为 $(0.k_{-1} k_{-2} \cdots k_{-m})_2$,则依式(1-1-3)可知

$$(S)_{10} = k_{-1} 2^{-1} + k_{-2} 2^{-2} + \cdots + k_{-m} 2^{-m}$$

至于具有整数和小数的十进制数,在转换成二进制数时,只要将十进制数的整数和小数部分,分别按照上述方法转换成二进制整数和二进制小数,然后二部分合并,就转换成二进制数。

2. 二与十六进制数转换

方法:一位十六进制数由四位二进制数构成。先将二进制数自小数点起分别向左和向右分成四位一组,小数点最左或最右的一组二进制数不够四位的话,分别在最左或最右用0补足四位,然后将四位一组的二进制数转换成十进制数,当出现10~15时,应将其写成对应的A~F,即实现了二进制数转换成十六进制数。

如,将 $(01011110.10110010)_2$ 化为十六进制数时可得

$$(0101, 1110, 1011, 0010)_2$$

↓ ↓ ↓ ↓

$$= (5 \quad E \quad B \quad 2)_{16}$$

3. 十六与二进制数转换

方法:将十六进制数的每一位,用等值的4位二进制数代替就行了。

例如,将 $(8FA.C6)_{16}$ 化为二进制数时得到

$$\begin{array}{ccccccccc} & (8 & & F & & A & & C & & 6)_{16} \\ & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ = & (1000 & & 1111 & & 1010 & & 1100 & & 0110)_2 \end{array}$$

4. 十六与十进制数转换

在将十六进制数转换为十进制数时,可根据式(1-1-4)将各位按权展开后相加求得。在将十进制数转换为十六进制数时,可以先转换成二进制数,然后再将得到的二进制数转换为十六进制数。

三 码 制

码制是指编制代码的规则。在数字系统中,常将有特定意义的信息用一定规则的二进制代码来表示。

十进制数的代码常用四位二进制数的各种编码规则进行编码,通常将这些代码称为二与十进制代码,简称BCD码。几种常见的BCD码,如表1-1-1所列。

8421码是BCD码中最常见的一种。它每一位的权是固定不变的,分别为8(即 2^3)、4(即 2^2)、2(即 2^1)、1(即 2^0)。8421BCD码和十进制之间的转换,可直接按位转换。

几种常见的 BCD 码

表 1-1-1

十进制	8421 码	5421 码	余 3 码	十进制	8421 码	5421 码	余 3 码
0	0000	0000	0011	6	0110	1001	1001
1	0001	0001	0100	7	0111	1010	1010
2	0010	0010	0101	8	1000	1011	1011
3	0011	0011	0110	9	1001	1100	1100
4	0100	0100	0111	权	8421	5421	
5	0101	1000	1000				

第二节 逻辑代数的基本运算

在数字电路中,门电路是最基本的逻辑元件,它的应用极为广泛。所谓“门”,就是一种开关,在一定条件下它能允许信号通过,条件不满足,信号就通不过。因为门电路的输入信号与输出信号之间存在一定的逻辑关系,所以门电路又称为逻辑门电路。基本逻辑门电路有“与”门、“或”门和“非”门。

一 “与”运算

当决定某一事件的所有条件都成立时,这个事件才发生,否则这个事件就不发生,这样的逻辑关系,称为与逻辑(或称逻辑乘)。

开关的“闭合”表示为逻辑“1”,开关的“断开”表示为逻辑“0”;灯“亮”表示为逻辑“1”,灯“灭”表示为逻辑“0”。从图 1-1-4 所示电路可以看出,必须是开关 A“与”B 同时满足“闭合”条件(即 $A=1, B=1$),灯 Y 才“亮”(即 $Y=1$)。如果开关 A、B 有一个或两个“断开”(即 $A=0, B=1$ 或 $A=1, B=0$ 或 $A=0, B=0$),灯 Y 就不会“亮”(即 $Y=0$)。Y 和 A、B 之间这种逻辑关系,称为“与”逻辑或称逻辑乘。

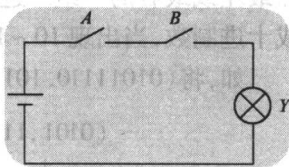


图 1-1-4 与电路

根据上述的与逻辑关系,Y 与 A、B 各种取值的一一对应情况,若用表格形式来反映,就称为“真值表”,如表 1-1-2 所列。

与逻辑真值表

表 1-1-2

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

如果把 A 和 B 看作输入变量,Y 看作输出变量,那么输出变量与输入变量之间的“与”逻辑关系,还可以用逻辑函数表达式表示为

$$Y = AB \quad (1-1-5)$$

图形符号如图 1-1-5 所示。

与逻辑运算规则如下:

$$0 \times 0 = 0 \quad 0 \times 1 = 0 \quad 1 \times 0 = 0 \quad 1 \times 1 = 1$$

与逻辑运算的特点是:若输入有 0,则输出一定为 0;若输入全为 1 则输出才为 1,即有 0 出 0,全 1 出 1。

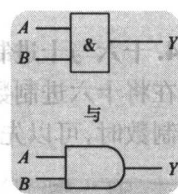


图 1-1-5 “与”图形符号

二 “或”运算

如果决定某一事件的条件中只要有一个或一个以上成立时,这个事件就发生,否则这个事件就不发生,这样的

逻辑关系,称为“或”逻辑(或称逻辑加)。

如图 1-1-6 所示是一个开关并联电路。当开关 A 和 B 只要有一个或一个以上满足“闭合”条件(即 $A=0, B=1$ 或 $A=1, B=0$ 或 $A=1, B=1$),灯 Y 就“亮”(即 $Y=1$)。只有开关 A, B 两个全部“断开”(即 $A=0, B=0$),即两个“闭合”条件都不满足时,灯 Y 才不会“亮”(即 $Y=0$)。可见, Y 和 A, B 之间的逻辑关系是“或”逻辑或称逻辑加。

根据上述的“或”逻辑关系, Y 与 A, B 各种取值的一一对应情况,也可以用真值表来表示,如表 1-1-3 所列。

或逻辑函数表达式为

$$Y = A + B$$

图形符号如图 1-1-7 所示。

或逻辑运算规则如下:

$$0 + 0 = 0 \quad 0 + 1 = 1 \quad 1 + 0 = 1 \quad 1 + 1 = 1$$

或逻辑运算特点:若输入有 1,则输出一定为 1;若输入全为 0,则输出才为 0,即有 1 出 1,全 0 出 0。

三“非”运算

如果某一事件的条件成立时,这个事件不发生;而该条件不成立时,这个事件就发生,这样的逻辑关系,称为非逻辑。

如图 1-1-8 所示,开关 A “闭合”时,灯 Y 就“灭”;开关 A “断开”时,灯 Y 就“亮”了。可见, Y 和 A 之间的逻辑关系是“非”逻辑。

Y 与 A 的对应关系也可用真值表来表示,如表 1-1-4 所列。

或逻辑真值表

表 1-1-3

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

非逻辑真值表

表 1-1-4

A	Y
0	1
1	0

非逻辑函数式为

$$Y = \bar{A} \quad (1-1-7)$$

非运算的图形符号如图 1-1-9 所示。

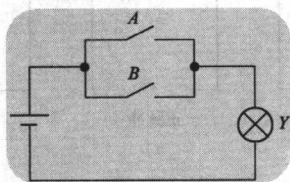


图 1-1-6 “或”电路

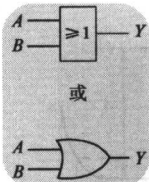


图 1-1-7 “或”图形符号

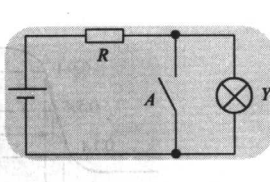


图 1-1-8 “非”电路

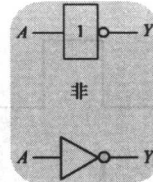


图 1-1-9 “非”图形符号

非运算的特点是:输入与输出相异。

第二章 门 电 路

学习目的:掌握门电路的基本知识。

学习重点:分立元件门电路、集成门电路。

第一节 脉冲信号

在数字电路中,信号(电压和电流)是脉冲的。脉冲是一种跃变信号,并且持续时间短暂,可短至几个微秒(μs)甚至几个纳秒(ns), $1\text{ ns} = 10^{-9}\text{ s}$ 。图 1-2-1 是最常见的矩形波和尖顶波。实际波形并不像图 1-2-1 那样理想,例如实际的矩形波如图 1-2-2 所示。

以图 1-2-2 的矩形波为例,来说明脉冲信号波形的一些参数。

(1) 脉冲幅度 A : 脉冲信号变化的最大值。

(2) 脉冲上升沿 t_r : 从脉冲幅度的 10% 上升到 90% 所需的时间。

(3) 脉冲下降沿 t_f : 从脉冲幅度的 90% 下降到 10% 所需的时间。

(4) 脉冲宽度 t_p : 从上升沿的脉冲幅度的 50% 到下降沿的脉冲幅度的 50% 所需的时间,这段时间也称为脉冲持续时间。

(5) 脉冲周期 T : 周期性脉冲信号相邻两个上升沿(或下降沿)的脉冲幅度的 10% 两点之间的时间间隔。

(6) 脉冲频率 f : 单位时间的脉冲数, $f = \frac{1}{T}$ 。

在数字电路中,通常是根据脉冲信号的有无、个数、宽度和频率来进行工作的,所以抗干扰能力较强(干扰往往只影响脉冲幅度),准确度较高。

此外,脉冲信号还有正和负之分。如果脉冲跃变后的值比初始值高,则为正脉冲,如图 1-2-3a) 所示;反之,则为负脉冲,如图 1-2-3b) 所示。

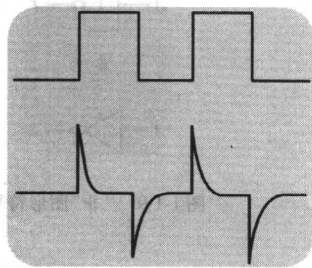


图 1-2-1 矩形波和尖顶波

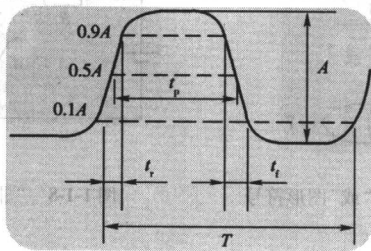


图 1-2-2 实际的矩形波

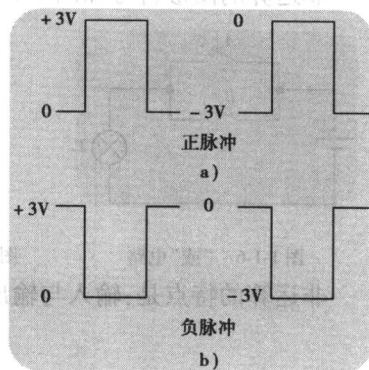


图 1-2-3 正脉冲和负脉冲

第二节 分立元件门电路

一 “与”门电路

图 1-2-4a) 所示的是二极管“与”门电路, A 、 B 、 C 是它的三个输入端, Y 是输出端。图 1-2-4b) 是它的图形符号。

在采用正逻辑时,高电位(高电平)为“1”,低电位(低电平)为“0”。多少伏算高电平,多少伏算低电平,不同场合,规定也不同。

当输入端A“与”B“与”C全为“1”时,设三者电位均为3V,电源 U 的正端经电阻 R 向这三个输入端流通电流,三管都导通,输出端 Y 的电位比3V略高,因为二极管的正向压降有零点几伏,硅管约0.7V,锗管约0.3V,此处一般采用锗管,但仍属于“3V左右”这一个范围,因此输出端 Y 为“1”,即其电位被箝制在3V左右。

当输入端不全为“1”,而有一个或两个为“0”时,即电位在0V附近,例如 A 端为“0”,因为“0”电位比“1”电位低,电源正端将经电阻 R 向处于“0”态的 A 端流通电流, D_A 优先导通。这样,二极管 D_A 导通后,输出端 Y 的电位比处于“0”态的 A 端高出零点几伏,但仍在0V附近,因此 Y 端为“0”。二极管 D_B 和 D_C 因承受反向电压而截止,把 B 、 C 端的高电位和输出端 Y 隔离开了。

只有当输入端A“与”B“与”C全为“1”时,输出端 Y 才为“1”,这合乎“与”门的要求。“与”逻辑关系可用下式表示:

$$Y = A \cdot B \cdot C \quad (1-2-1)$$

图1-2-4有三个输入端,输入信号有“1”和“0”两种状态,共有八种组合,如表1-2-1所列。

“与”门逻辑状态表

表1-2-1

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

二“或”门电路

图1-2-5所示的是二极管“或”门电路及其图形符号。比较一下图1-2-4a)和图1-2-5a)就可以看到,后者二极管的极性和前者相反,并采用了负电源,即电源的正端接“地”,负端经电阻 R 接二极管的阴极。

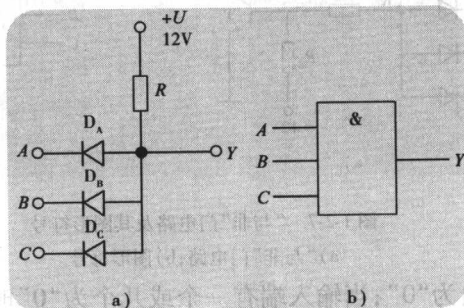


图1-2-4 二极管“与”门电路及其图形符号

a) “与”门电路;b) 图形符号

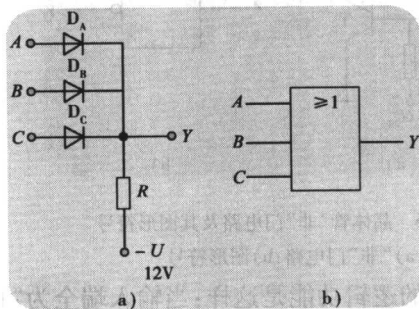


图1-2-5 二极管“或”门电路及其图形符号

a) “或”门电路;b) 图形符号

“或”门的输入端只要有一个为“1”,输出就为“1”。例如只有 A 端为“1”(设其电位为3V),则 A 端的电位比 B 、 C 高。电流从 A 经 D_A 和 R 流向电源负端, D_A 优先导通, Y 端电位比 A 端略低(D_A 正向压降约为0.3V)。比3V低零点几伏,仍属于“3V左右”这个范围,所以此时输出端 Y 为“1”。 Y 端的电位比输入端 B 、 C 为高, D_B 和 D_C 因承受反向电压而截止。 D_B 和 D_C 起隔离作用。

如果有一个以上的输入端为“1”,输出端 Y 也为“1”。只有当三个输入端全为“0”时,输出端 Y 才为“0”,此时三管都不导通。

“或”逻辑关系可用下式表示:

$$Y = A + B + C \quad (1-2-2)$$

表1-2-2是“或”门逻辑状态表。

“或”门逻辑状态表

表 1-2-2

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

三 “非”门电路

图 1-2-6 所示的是晶体管“非”门电路及其图形符号。“非”门电路只有一个输入端 A。当 A 为“1”(设其电位为 3V)时,晶体管饱和,输出端 Y 为“0”(其电位在 0V 附近);当 A 为“0”时,晶体管截止,输出端 Y 为“1”(其电位近似等于 U_{CC}),所以“非”门电路也称为反相器。加负电源 $-U_{BB}$ 是为了使晶体管可靠截止。

“非”门逻辑状态表 表 1-2-3

A	Y
1	0
0	1

“非”逻辑关系可用下式表示:

$$Y = \bar{A} \quad (1-2-3)$$

表 1-2-3 是“非”门逻辑状态表。

四 “与非”门电路

上述三种是基本逻辑门电路,有时还可以把它们组合成为组合门电路,以丰富逻辑功能。常用的一种是“与非”门电路,即将二极管“与”门和晶体管“非”门连接而成,如图 1-2-7 所示。

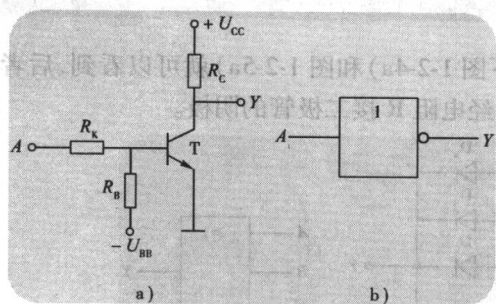


图 1-2-6 晶体管“非”门电路及其图形符号

a) “非”门电路; b) 图形符号

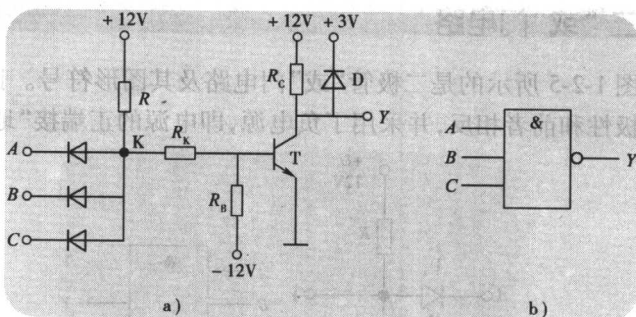


图 1-2-7 “与非”门电路及其图形符号

a) “与非”门电路; b) 图形符号

“与非”门的逻辑功能是这样:当输入端全为“1”时,输出为“0”;当输入端有一个或几个为“0”时,输出为“1”。简言之,即全“1”出“0”,有“0”出“1”。“与非”逻辑关系可用下式表示:

$$Y = \overline{A \cdot B \cdot C} \quad (1-2-4)$$

表 1-2-4 是“与非”门逻辑状态表。

“与非”门逻辑状态表

表 1-2-4

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

输出端与 +3V 相联的二极管 D 在晶体管截止时起箝位作用,保证此时输出端的电位为 3V 多一些,使输出、输入的“1”电平一致。

第三节 集成门电路

分立元件门电路应用时有许多缺点,如体积大、可靠性差等,一般在电子电路作为补充电路时用到。目前,在数字电路中广泛应用的是集成门电路。

一 TTL 门电路

数字集成电路中最基本的门电路是“与”、“或”、“非”三种以及由它们组合而成的“与非”、“或非”等门电路。

1. “与非”门电路

图 1-2-8 是最常用的 TTL“与非”门电路及其图形符号。 T_1 是多发射极晶体管,可把它的集电结看成一个二极管,而把发射结看成与前者背靠背的几个二极管,如图 1-2-9 所示。这样, T_1 的作用和二极管“与”门的作用完全相似。

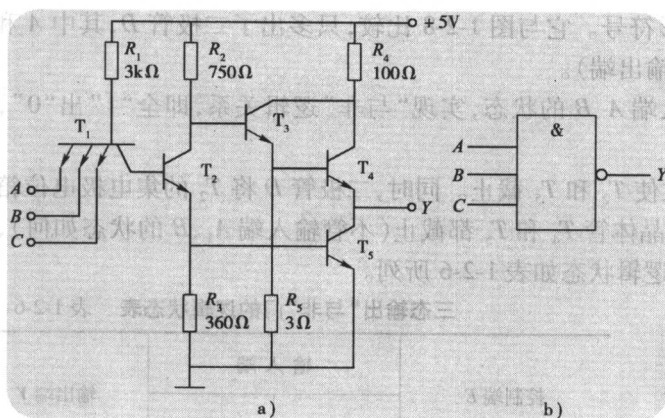


图 1-2-8 TTL“与非”门电路及其图形符号

a) TTL“与非”门电路;b) 图形符号

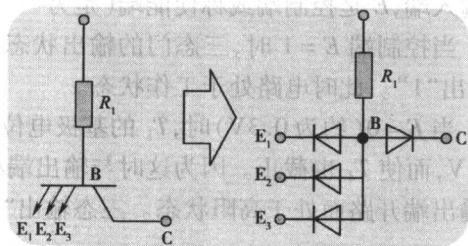


图 1-2-9 集成电路中的多发射极晶体管

图 1-2-10 是两种 TTL“与非”门的外引线排列图。一片集成电路内的各个逻辑门互相独立,可以单独使用,但共用一根电源引线和一根地线。

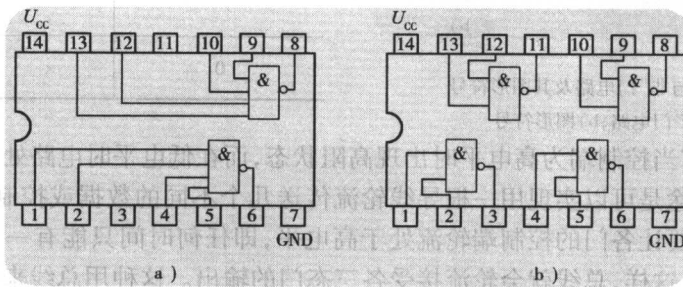


图 1-2-10 TTL“与非”门外引线排列图

a) CT74LS20(4 输入 2 门);b) CT74LS00(2 输入 4 门)

TTL“与非”门有多种系列,参数很多,这里仅举出几个反映性能的主要参数。CT74LS20 和 CT74LS00 两种 TTL“与非”门的主要参数列表 1-2-5 中。

TTL“与非”门的主要参数

表 1-2-5

参数名称	符号	单位	规范值	测试条件
输出高电平电压	U_{OH}	V	≥ 2.4	$U_{cc} = 4.5V, U_{IL} = 0.8V, I_{OH} = 400\mu A$
输出低电平电压	U_{OL}	V	≤ 0.4	$U_{cc} = 4.5V, U_{IH} = 2V, I_{OL} = 12.8\mu A$
输入高电平电流	I_{IH}	μA	≤ 50	$U_{cc} = 5.5V, U_{IH} = 2.4V$ 输出端空载
输入低电平电流	I_{IL}	mA	≤ 1.6	$U_{cc} = 5.5V$, 被测输入端接“地”, 输出端空载
扇出系数	N_0	个	≥ 8	同 U_{OH} 和 U_{OL}
平均传出延迟时间	t_{pd}	ns	A 型、B 型为 20	

2. 三态输出“与非”门电路

三态输出“与非”门电路与上述的“与非”门电路不同,它的输出端除出现高电平和低电平外,还可以出现第三种状态——高阻状态。

图 1-2-11 是 TTL 三态输出“与非”门电路及其图形符号。它与图 1-2-8 比较,只多出了二极管 D ,其中 A 和 B 是输入端, E 是控制端或称使能端(是另一“与非”门的输出端)。

当控制端 $E = 1$ 时,三态门的输出状态决定于输入端 A 、 B 的状态,实现“与非”逻辑关系,即全“1”出“0”,有“0”出“1”。此时电路处于工作状态。

当 $E = 0$ (约为 $0.3V$) 时, T_1 的基极电位约为 $1V$,致使 T_2 和 T_3 截止。同时,二极管 D 将 T_2 的集电极电位箝位在 $1V$,而使 T_4 也截止。因为这时与输出端相联的两个晶体管 T_4 和 T_5 都截止(不管输入端 A 、 B 的状态如何),所以输出端开路而处于高阻状态。三态输出“与非”门的逻辑状态如表 1-2-6 所列。

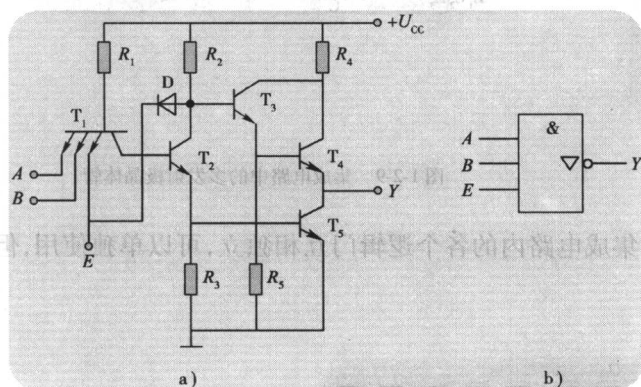


图 1-2-11 TTL 三态输出“与非”门电路及其图形符号

a) TTL 三态输出“与非”门电路; b) 图形符号

三态输出“与非”门的逻辑状态表 表 1-2-6

控制端 E	输入端		输出端 Y
	A	B	
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0
0	$\times$	$\times$	高阻

由于电路结构不同,也有当控制端为高电平时出现高阻状态,而在低电平时电路处于工作状态。

三态门最重要的一个用途是可以实现用一根导线轮流传送几个不同的数据或控制信号,如图 1-2-12 所示,这根导线称为母线或总线。只要让各门的控制端轮流处于高电平,即任何时间只能有一个三态门处于工作状态,而其余三态门均处于高阻状态,这样,总线就会轮流接受各三态门的输出。这种用总线来传送数据或信号的方法,在车用计算机中被广泛采用。

3. 集电极开路“与非”门电路

集电极开路“与非”门(OC 门)电路及其图形符号如图 1-2-13 所示,它与图 1-2-8 的普通 TTL“与非”门相比,少了 T_3 和 T_4 两个晶体管,并将输出管 T_5 的集电极开路。工作时, T_5 的集电极(即输出端)外接电源 U 和电阻 R_L ,作为 OC 门的有源负载。