

职业资格培训教材
社会力量办学培训教材

(高级)

家用电器产品

维修工

劳动和社会保障部教材办公室组织编写



中国劳动社会保障出版社

内 容 简 介

维修工的职业资格培训、

电器产品维修工必须掌
字电路基础知识，微处

理器基础知识，家用电器中的电动机绕组、制冷空调
基础知识，微电脑控制的空调器、取暖器、洗衣机、微
波炉等家用电器的基本原理和故障分析与排除，并且
还介绍了常用的仪器、仪表原理及正确使用方法，机
械制图基础知识和经营管理知识。为方便使用，还配
编了操作技能训练及图示。

本书的编写面向高级家用电器产品维修工的工作
实际，是高级家用电器产品维修工知识和技能培训的
必备教材，也是各级各类职业技术学校家用电器产品
维修工专业师生的培训教材，还可供从事家用电器产
品维修工作的有关人员参考。

● 家用电器产品维修工（初级） 定价：26.00元

● 家用电器产品维修工（中级） 定价：29.00元

● 家用电器产品维修工（高级） 定价：28.00元

责任编辑 / 涂 晟

封面设计 / 张美芝

责任校对 / 马 维

版式设计 / 朱 姝

ISBN 7-5045-3442-0



9 787504 534422 >

ISBN 7-5045-3442-0/TS·221 定价：28.00元

职业资格培训教材
社会力量办学培训教材

家用电器产品维修工

(高 级)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

版权所有 翻印必究

图书在版编目(CIP)数据

家用电器产品维修工：高级/常禄等编. —北京：中国劳动社会保障出版社，2002
职业资格培训教材、社会力量办学培训教材

ISBN 7-5045-3442-0

I. 家…

II. 常…

III. 日用电气器具—维修—技术培训—教材

IV. TM925.07

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第009036号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码：100029)

出版人：张梦欣

*

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 18.5印张 1插页 465千字

2002年6月第1版 2002年6月第1次印刷

印数：3000册

定价：28.00元

读者服务部电话：64929211

发行部电话：64911190

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

前 言

《劳动法》和《职业教育法》明确规定，在全社会实行学历文凭和职业资格证书并重的制度。在国家劳动和社会保障行政管理部门的大力倡导下，取得职业资格证书已经成为劳动者就业上岗的必备的前提，同时，作为劳动者职业能力的客观评价，已经为人力资源市场供求双方普遍接受。取得职业资格证书不仅是广大从业人员、待岗人员的迫切需要，而且已经成为各级各类普通教育院校、职业技术教育院校毕业生追求的目标。

开展职业资格培训教材建设十分重要。为此，劳动和社会保障部教材办公室、中国劳动社会保障出版社组织编写了《职业资格培训教材》，用于规范和引导职业资格培训教学。第一批组织编写的有：制冷设备维修工、冷作钣金工、制冷空调工、家用视频设备维修工、客房服务员、汽车修理工、电工、办公设备维修工、电梯安装维修工、计算机操作员、计算机调试工、计算机维修工 12 个职业的教材。《家用电器产品维修工》为第二批组织编写的教材。

职业资格培训教材的主要特点是：

1. 最大限度地体现技能培训的特色。教材以最新国家职业标准为依据，以职业技能鉴定要求为尺度，以满足本职业对从业人员的要求为目标。凡《标准》中要求的技能和有关知识，均作了详细的介绍。

2. 以岗位技能需求为出发点，按照“模块式”教材编写思路，确定教材的核心技能模块，以此为基础，得出完成每一个技能训练单元所需掌握的工艺知识、设备（工具）知识、相关知识和技能、专业知识、基础知识，并根据培训教学的基本规律，按照基础知识、专业知识、相关知识、设备（工具）知识、工艺知识、技能训练的次序组成教材的结构体系。

3. 服务目标明确。从教学形式上，主要服务于教育、劳动社会保障系统，以及其他培训机构或社会力量办学所举办的各种类型的培训教学，也适用于各

级各类职业技术学校举办的中短期培训教学，以及企业内部的培训教学；从培训教学时间上，服务于3~6个月不同等级的培训教学，即300~600授课学时的培训教学。

4. 在强调实用性、典型性的前提下，充分重视内容的先进性。尽可能地反映与本职业相关联的新技术、新工艺、新设备、新材料、新方法。

本书由常禄、李德林、王宏志、魏长春、徐红升、王万友、梁艳辉、孙维军、于晗、徐宝明编写，常禄主编；滕林庆（天津市职业技能鉴定所第三十一所）、高宝琨、王继军、崔利民（天津市新华中等专业学校）审稿，滕林庆主审。

编写职业资格教材是一项探索性的事业，尽管参与编写的专家已经为此付出了艰苦的努力，但是由于缺乏可以借鉴的成功经验，加之时间仓促，存在缺点和不足在所难免，恳切希望广大读者提出宝贵意见和建议，以便今后修订，逐步完善。

劳动保障部教材办公室

目 录

基础知识部分

单元1 数字电路基础	(1)
1.1 脉冲信号	(1)
1.2 半导体三极管的开关作用	(1)
1.3 门电路	(2)
1.4 逻辑代数	(6)
1.5 组合逻辑电路	(10)
1.6 加法器	(11)
1.7 编码器	(14)
1.8 译码器	(15)
1.9 触发器	(17)
1.10 时序逻辑电路	(20)
1.11 数—模转换电路	(25)

专业基础知识部分

单元2 微处理器	(31)
2.1 微处理器的结构及原理	(31)
2.2 红外遥控技术	(41)
2.3 遥控技术的工作原理	(43)
单元3 家用电动器具的电动机绕组	(47)
3.1 单相异步电动机绕组	(47)
3.2 直流及串励电动机绕组	(53)

单元4 制冷空调基础知识	(63)
4.1 制冷剂的压—焓图	(63)
4.2 空气调节焓—湿图	(67)
4.3 实际制冷循环的动态过程	(71)

专业知识部分

单元5 微电脑控制空调器的工作原理	(78)
5.1 微电脑空调器的基本原理	(78)
5.2 微电脑空调器控制电路分析	(87)
5.3 变频空调器基本原理	(92)
单元6 通风与取暖器具	(107)
6.1 通风与取暖器具常用集成电路	(107)
6.2 自动控制电风扇	(118)
6.3 自动控制电取暖器	(121)
单元7 家用清洁器具	(125)
7.1 微电脑全自动波轮洗衣机	(125)
7.2 滚筒式洗衣机	(130)
单元8 家用厨房电器	(145)
8.1 电磁灶	(145)
8.2 微波炉	(150)
单元9 常用仪器、仪表	(158)
9.1 数字万用表	(158)
9.2 示波器	(163)
9.3 单双臂电桥	(168)
单元10 机械制图	(172)
10.1 识图的基本知识	(172)
10.2 机械零件图绘制方法	(185)

相关知识部分

单元 11 经营管理和部门策划	(188)
11.1 经营管理知识	(188)
11.2 维修部门的整体策划	(191)
11.3 维修人员的组织管理	(193)
11.4 技术进步与人员培训	(193)

技能操作部分

单元 12 空调器修理技术	(195)
12.1 空调器故障分析与修理	(195)
12.2 微电脑空调器故障检查	(204)
单元 13 家用清洁电器和厨房电器修理技术	(222)
13.1 家用清洁电器的故障分析与排除	(222)
13.2 家用厨房电器的故障分析与排除	(235)
单元 14 家用电器安全性能测试	(240)
14.1 名词术语	(240)
14.2 家用电器安全测试方法	(241)
单元 15 操作技能训练	(244)
15.1 数字万用表的正确使用和简单故障排除	(244)
15.2 示波器的使用	(249)
15.3 脉冲与半导体管开关电路实验	(252)
15.4 译码显示器实验	(254)
15.5 遥控电风扇控制电路的检修	(256)
15.6 微电脑空调器的检修	(257)
15.7 微波炉控制电路的检修	(264)
15.8 变频空调器的检修	(269)
15.9 滚筒式全自动洗衣机的检修	(275)

15.10 红外遥控器的检修	(279)
15.11 制冷设备的毛细管配制	(282)
15.12 空调器制冷量的估算与测定	(286)

(6) 附录

附录1	附录1 附录1 附录1
附录2	附录2 附录2 附录2
附录3	附录3 附录3 附录3
附录4	附录4 附录4 附录4
附录5	附录5 附录5 附录5
附录6	附录6 附录6 附录6
附录7	附录7 附录7 附录7
附录8	附录8 附录8 附录8
附录9	附录9 附录9 附录9
附录10	附录10 附录10 附录10
附录11	附录11 附录11 附录11
附录12	附录12 附录12 附录12
附录13	附录13 附录13 附录13
附录14	附录14 附录14 附录14
附录15	附录15 附录15 附录15
附录16	附录16 附录16 附录16
附录17	附录17 附录17 附录17
附录18	附录18 附录18 附录18
附录19	附录19 附录19 附录19
附录20	附录20 附录20 附录20
附录21	附录21 附录21 附录21
附录22	附录22 附录22 附录22
附录23	附录23 附录23 附录23
附录24	附录24 附录24 附录24
附录25	附录25 附录25 附录25
附录26	附录26 附录26 附录26
附录27	附录27 附录27 附录27
附录28	附录28 附录28 附录28
附录29	附录29 附录29 附录29
附录30	附录30 附录30 附录30
附录31	附录31 附录31 附录31
附录32	附录32 附录32 附录32
附录33	附录33 附录33 附录33
附录34	附录34 附录34 附录34
附录35	附录35 附录35 附录35
附录36	附录36 附录36 附录36
附录37	附录37 附录37 附录37
附录38	附录38 附录38 附录38
附录39	附录39 附录39 附录39
附录40	附录40 附录40 附录40
附录41	附录41 附录41 附录41
附录42	附录42 附录42 附录42
附录43	附录43 附录43 附录43
附录44	附录44 附录44 附录44
附录45	附录45 附录45 附录45
附录46	附录46 附录46 附录46
附录47	附录47 附录47 附录47
附录48	附录48 附录48 附录48
附录49	附录49 附录49 附录49
附录50	附录50 附录50 附录50
附录51	附录51 附录51 附录51
附录52	附录52 附录52 附录52
附录53	附录53 附录53 附录53
附录54	附录54 附录54 附录54
附录55	附录55 附录55 附录55
附录56	附录56 附录56 附录56
附录57	附录57 附录57 附录57
附录58	附录58 附录58 附录58
附录59	附录59 附录59 附录59
附录60	附录60 附录60 附录60
附录61	附录61 附录61 附录61
附录62	附录62 附录62 附录62
附录63	附录63 附录63 附录63
附录64	附录64 附录64 附录64
附录65	附录65 附录65 附录65
附录66	附录66 附录66 附录66
附录67	附录67 附录67 附录67
附录68	附录68 附录68 附录68
附录69	附录69 附录69 附录69
附录70	附录70 附录70 附录70
附录71	附录71 附录71 附录71
附录72	附录72 附录72 附录72
附录73	附录73 附录73 附录73
附录74	附录74 附录74 附录74
附录75	附录75 附录75 附录75
附录76	附录76 附录76 附录76
附录77	附录77 附录77 附录77
附录78	附录78 附录78 附录78
附录79	附录79 附录79 附录79
附录80	附录80 附录80 附录80
附录81	附录81 附录81 附录81
附录82	附录82 附录82 附录82
附录83	附录83 附录83 附录83
附录84	附录84 附录84 附录84
附录85	附录85 附录85 附录85
附录86	附录86 附录86 附录86
附录87	附录87 附录87 附录87
附录88	附录88 附录88 附录88
附录89	附录89 附录89 附录89
附录90	附录90 附录90 附录90
附录91	附录91 附录91 附录91
附录92	附录92 附录92 附录92
附录93	附录93 附录93 附录93
附录94	附录94 附录94 附录94
附录95	附录95 附录95 附录95
附录96	附录96 附录96 附录96
附录97	附录97 附录97 附录97
附录98	附录98 附录98 附录98
附录99	附录99 附录99 附录99
附录100	附录100 附录100 附录100

基础知识部分

单元 1 数字电路基础

模拟电路和数字电路是电子技术的重要基础。模拟电路的电信号是随时间连续变化的模拟信号,数字电路的电信号是不连续变化的脉冲信号。随着科学技术的发展,数字电路越来越广泛地应用在各个领域,家用电器产品也不例外。为了跟上家用电器产品飞速发展的步伐,我们必须掌握数字电路基础知识。

1.1 脉冲信号

(1) 脉冲信号的特点

脉冲信号是一种跃变信号,而且持续时间很短暂,可短至几个微秒(μs)甚至几个纳秒(ns)($1\text{ ns}=10^{-3}\mu\text{s}=10^{-9}\text{ s}$)。如图 1—1 所示为常见的矩形波脉冲。

(2) 脉冲信号波形的几个参数

1) 脉冲幅度 A 脉冲变化的最大值。

2) 脉冲宽度 t_p 脉冲上升沿(前沿)到下降沿(后沿)所需的时间。这段时间也称为脉冲的持续时间。

3) 脉冲周期 T 周期变化的脉冲信号相邻两个上升沿(或下降沿)之间的时间间隔。也就是完成一个完整波形所需的时间。

4) 脉冲频率 f 单位时间内脉冲个数。它与周期互为倒数,即

$$f = \frac{1}{T}$$

在数字电路中,是利用脉冲信号的有无(与脉冲的高低关系不大)、个数、宽度和频率来进行工作的,脉冲在传输和处理过程中不容易受到干扰,所以数字电路的抗干扰能力较强,准确度高。

1.2 半导体三极管的开关作用

用半导体三极管组成的电路不仅可以具有放大作用,而且还可具有开关作用。在数字电路中就是利用半导体三极管的开关作用。

如图 1—2 所示为电路和半导体三极管输出特性曲线。 Q_1Q_2 直线为直流负载线。由于选择 I_b 不同,可以得到不同的工作点 Q ,图 1—2b 所示的三种工作点 Q 、 Q_1 和 Q_2 表现了半导体三极管的三种工作状态。

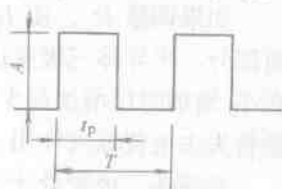


图 1—1 矩形波脉冲

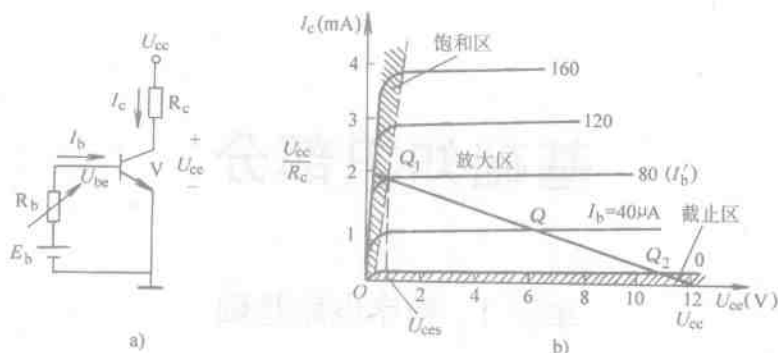


图 1—2 半导体三极管的三种工作状态

a) 电路图 b) 输出特性曲线

(1) 放大状态

当 $I_b \approx \frac{E_b}{R_b} = 40 \mu\text{A}$ 时, 工作点为 Q 。半导体三极管处于放大工作状态, 此时

$$U_{ce} = U_{cc} - R_c I_c$$

$$U_{be} = 0.7 \text{ V (对于硅管而言)}$$

$$I_c = \beta I_b$$

(2) 饱和状态

如果调整 R_b , 使 I_b 增大, 当 $I_b = 80 \mu\text{A}$ 时工作点已经移到 Q_1 点, 处于特性曲线的弯曲部分。半导体三极管进入饱和区, 处于饱和工作状态。此时半导体三极管集电极电流 I_c 在 I_b 增加时已增加很少, 基本不再受 I_b 的控制, 两者不再符合 $I_c = \beta I_b$ 的关系, 半导体三极管失去电流放大作用。

半导体三极管处于饱和工作状态时, U_{ce} 已减得很小, 对 NPN 管而言, $U_{ce} = U_{ces} \approx 0.3 \text{ V}$ 。

(3) 截止状态

如果减小 I_b , 则工作点向下移动。当 $I_b = 0$ 时, 工作点为 Q_2 点。这时 $I_c = 0$, 半导体三极管处于截止工作状态, 而这时 $U_{ce} \approx U_{cc}$ 。

实际上, 当 U_{be} 小于某一数值时 (硅管为 0.5 V , 锗管为 0.1 V) 半导体三极管已经截止。但是在电路中为了使半导体三极管可靠截止, 常使 $U_{be} = 0$, 或加反向偏压使 $U_{be} < 0$ 。

由以上可知, 当半导体三极管饱和时, 发射极与集电极之间如同一个接通的开关, 其间电阻很小; 当半导体三极管截止时, $I_c \approx 0$, 发射极与集电极相当于一个断开的开关, 其间电阻很大。这就是半导体三极管的开关作用。

数字电路就是利用半导体三极管的开关作用进行工作的。半导体三极管不是截止状态, 就是跃变到饱和状态, 只是在这两种状态转换瞬间经过放大状态。

1.3 门电路

(1) 门电路的基本概念

在数字电路中, 门电路是最基本的逻辑元件。所谓“门”, 就是一种条件开关, 即在一定条件下允许信号通过, 条件不满足时, 信号就不能通过。门电路又称逻辑门电路。基本逻辑

辑门电路有“与”门、“或”门和“非”门。

逻辑电路只有两种相反的状态，并用“1”和“0”来表示。例如：电灯亮为“1”，暗为“0”；开关闭合为“1”，断开为“0”；信号电平高为“1”，低为“0”，等等。“1”和“0”互为相反，用逻辑关系式表示为

$$1 = \bar{0} \text{ 或 } 0 = \bar{1}$$

图 1—3 所示为用开关组成的逻辑门电路。

图 1—3a 的电路中，开关 A 和 B 是串联，只有当 A “与” B 同时接通时，电灯才亮。这两个开关所组成的电路就是一个“与”门电路，“与”门的逻辑关系由下式表示

$$A \cdot B = Y$$

如果用“1”表示开关接通，同时表示电灯亮，而用“0”表示开关断开和电灯暗，可列出“与”门的逻辑表，见表 1—1。

图 1—3b 的电路中，开关 A 和 B 是并联。开关 A 和 B 只要有一个接通，“或” A 和 B 都接通时，电灯亮，这种电路是一个“或”门电路。“或”逻辑关系可用下式表示

$$A + B = Y$$

“或”门逻辑见表 1—2。

逻辑“或”运算也称逻辑加运算。

图 1—3c 的电路中，两个开关是联动的，一个接通，另一个就断开。如 A 表示接通，则 $\bar{A}$ 表示断开；A 如果断开，则 $\bar{A}$ 即接通。这是一个“非”门电路，“非”逻辑关系用下式表示

$$\bar{A} = Y$$

“非”门逻辑见表 1—3。

表 1—1 “与”门逻辑表

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

表 1—2 “或”门逻辑表

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

表 1—3 “非”门逻辑表

A	$\bar{A}$	Y
1	0	0
0	1	1

$\bar{0} = 1$ 和 $\bar{1} = 0$ 是逻辑“非”运算。

(2) 半导体二极管“与”门电路

在数字逻辑系统中，门电路不是用有触点的开关，而是用半导体二极管或半导体三极管等元件组成。图 1—4a 所示电路是半导体二极管“与”门电路，A、B、C 是它的三个输入端，Y 是输出端。图 1—4b 是它的图形符号。

在分析逻辑电路时，规定高电位为“1”，低电位为“0”。多少伏算高电平，多少伏算低电平，不同的电路，规定也不同。习惯上认为接近于 0 V 的电位，例如 0.7 V 或 0.3 V 就算低电平；而明显比低电平高的电位，例如 2 V 以上都认为是高电平。

当输入端 (A、B、C) 不全为“1”，有一个或更多个为“0”时，例如 A 为“0”，VDA 优先导通。由于 VDA 的导通，输出端 Y 的电位处于低电位，因此 Y 端为“0”。

只有当输入端全为“1”时，输出端 Y 才为高电位，即 $Y=1$ 。这合乎“与”门的逻辑。“与”逻辑关系用下式表示

$$Y = A \cdot B \cdot C$$

图 1—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。表 1—4 列出了所有可能的逻辑状态。

表 1—4 “与”门逻辑状态表

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

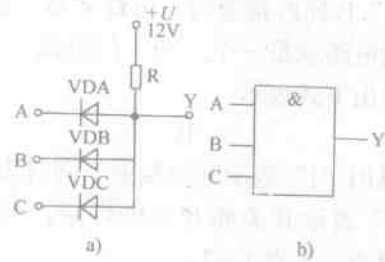


图 1—4 半导体二极管“与”门电路及其图形符号

a) 电路 b) 图形符号

(3) 半导体二极管“或”门电路

如果把图 1—4 所示的半导体二极管“与”门电路稍加改动就可以组成半导体二极管“或”门电路。图 1—5 所示的是半导体二极管“或”门电路及其图形符号。从图 1—5 中不难看出：“或”门的输入端只要有一个为“1”，输出就为“1”。如图 1—5 中只有 A 端为“1”（设其电位为 3.7 V），则 A 端电位比 B、C 高，VDA 优先导通。电流从 A 端经 VDA 和 R 流向负电源，Y 端电位比 A 端略低，约为 3 V，所以此时输出端 Y 为“1”。因为 Y 端的电位比输入端 B、C 为高，所以 VDB 和 VDC 因承受反向电压而截止。VDB 和 VDC 起隔离作用，把 B、C 和 Y 隔离。

不难分析：如果有两个或两个以上的输入端为“1”时，输出端 Y 也为“1”。只有当三个输入端全为“0”时，此时三个半导体二极管全截止，输出端 Y 为“0”。

“或”逻辑关系表达式为

$$Y = A + B + C$$

表 1—5 是“或”门逻辑状态表。

表 1—5 “或”门逻辑状态表

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

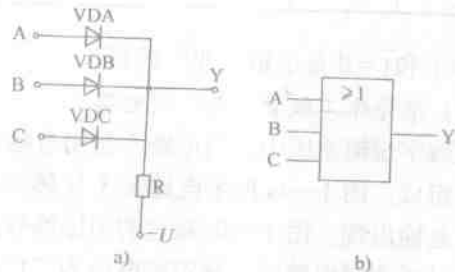


图 1—5 半导体二极管“或”门电路及其图形符号

a) 电路 b) 图形符号

(4) 半导体三极管“非”门电路

用半导体三极管组成电路,如果使半导体三极管的工作状态不是从截止转为饱和,就是从饱和转为截止,这就是“非”门电路。图 1—6 所示就是半导体三极管“非”门电路。“非”门电路只有一个输入端 A。当 A 为“1”(设其电位为 3 V)时,半导体三极管饱和,其集电极电位约为 0 V,即 $Y=0$;当 A 为“0”时,半导体三极管截止,输出端为电源电压,即 $Y=1$ 。

“非”逻辑关系表达式为

$$Y = \bar{A}$$

表 1—6 是“非”门逻辑状态表。

表 1—6 “非”门逻辑状态表

A	Y
1	0
0	1

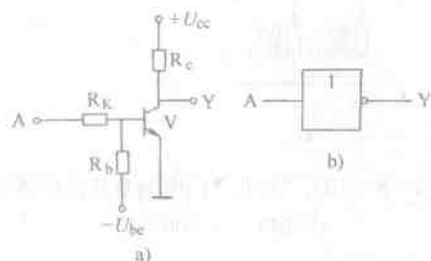


图 1—6 半导体三极管“非”门电路及其图形符号

a) 电路 b) 图形符号

上述三种逻辑门电路是基本门电路,可以把它们组合成组合门电路。常用的是一种“与非”门电路,即把“与”门与“非”门电路组合起来,如图 1—7 所示。从图 1—7a 中可分析出:当输入端全为“1”时,输出端为“0”;当输入端有一个或几个为“0”时,输出端为“1”。简言之,即全“1”出“0”,有“0”就出“1”。

“与非”门的逻辑关系表达式为

$$Y = \overline{A \cdot B \cdot C}$$

表 1—7 是“与非”门逻辑状态表。

表 1—7 “与非”门逻辑状态表

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

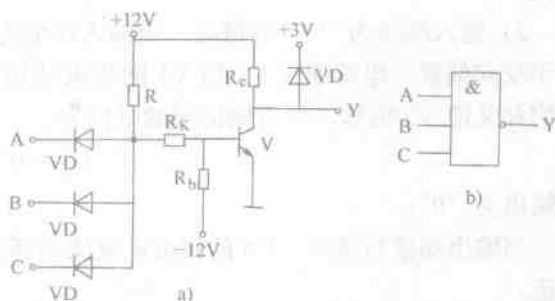


图 1—7 “与非”门电路及其图形符号

a) 电路 b) 图形符号

图 1—7a 中 R_b 一端接 -12 V 是为了使半导体三极管截止时更可靠截止,输出端相连的半导体二极管 VD 和 $+3\text{ V}$ 是在半导体三极管截止时起钳位作用,保证此时输出端的电位约为 3 V 。

(5) TTL“与非”门电路

图 1—8 所示为最常用的 TTL“与非”门电路及其图形符号。VI 是多发射极半导体三

极管，可以把它看成是两部分半导体二极管组成，一部分是基极到发射极是几个半导体二极管，负极是发射极；另一部分是基极到集电极是一个半导体二极管，负极是集电极（见图 1—9）。由图 1—8 可见，V1 的作用和半导体二极管“与”门的作用完全相似。

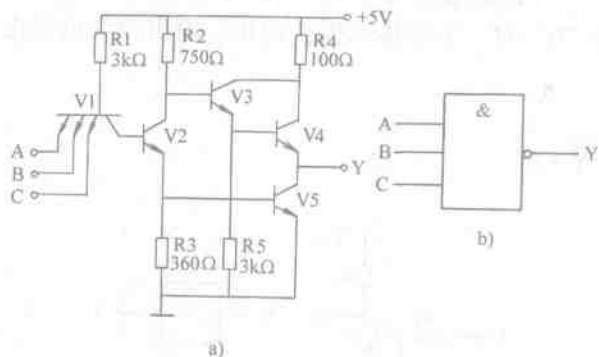


图 1—8 TTL “与非” 门电路及其图形符号

a) 电路 b) 图形符号

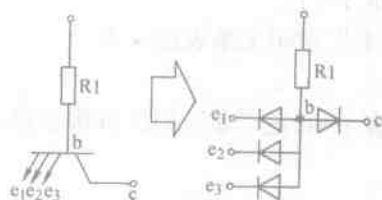


图 1—9 多发射极电路及其等效电路

1) 输入端有“0”的情况 当输入端有“0”（一个或几个为“0”）时，基极 b 到发射极有一个或几个半导体二极管导通，基极电位约为 0.7 V，它不足以向 V2 提供基极电流，所以 V2 截止，以致 V5 也截止。由于 V2 截止，所以 V3 和 V4 导通，输出端的电位为

$$U_Y = U_{cc} - R_2 I_{b3} - U_{be3} - U_{be4}$$

因为 I_{b3} 很小，可以忽略不计，电源电压 $U_{cc} = 5 \text{ V}$ ，于是

$$U_Y = 5 - 0.7 - 0.7 = 3.6 \text{ V}$$

即输出为“1”。

由于 V5 截止，当输出端接负载后，有电流从 U_{cc} 经 R4 流向负载，这种电流称为拉电流。

2) 输入端全为“1”的情况 当输入端全为“1”（约为 3 V）时，V1 的几个发射结都处于反向偏置，电源通过 R1 和 V1 的集电结向 V2 提供足够的基极电流，使 V2 饱和，V2 的饱和又使 V5 饱和，所以输出端的电位为

$$U_Y = 0.3 \text{ V}$$

即输出为“0”。

当输出端接负载后，V5 的集电极电流全部由外接负载和正电源灌入，这种电流称为灌电流。

综上所述，可见 TTL “与非” 门与图 1—7 所示 “与非” 门的逻辑功能是完全一样的。

1.4 逻辑代数

逻辑代数是分析与设计逻辑电路的数学工具。它和普通代数有很大区别。它的变量虽然也用字母表示，但变量只有两种取值，即“1”和“0”。“1”和“0”并不表示数字，而只是表示两种相反的逻辑状态。逻辑代数所表示的是逻辑关系，而不是数量关系。例如，灯亮和暗是两种互为相反的逻辑关系，如果灯亮为“1”，则暗就为“0”。

(1) 逻辑代数运算法则

在逻辑代数中只有三种基本运算，即逻辑乘（“与”运算）、逻辑加（“或”运算）和求反运算（“非”运算）。由这三种基本运算可以推导出逻辑运算的一些法则。

基本运算法则：

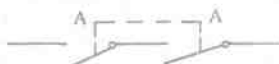
1) $0 \cdot A = 0$



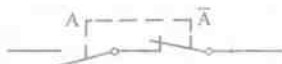
2) $1 \cdot A = A$



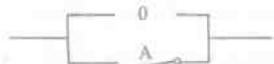
3) $A \cdot A = A$



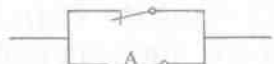
4) $A \cdot \bar{A} = 0$



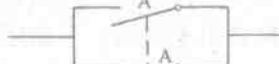
5) $0 + A = A$



6) $1 + A = 1$



7) $A + A = A$



8) $A + \bar{A} = 1$



9) $\bar{\bar{A}} = A$

10) $AB = BA$

11) $A + B = B + A$

12) $ABC = (AB)C = A(BC)$

13) $A + B + C = A + (B + C) = (A + B) + C$

14) $A(B + C) = AB + AC$

15) $A + BC = (A + B)(A + C)$

16) $A(A + B) = A$

17) $A(\bar{A} + B) = AB$

18) $A + AB = A$

19) $A + \bar{A}B = A + B$

20) $AB + A\bar{B} = A$

21) $(A + B)(A + \bar{B}) = A$

22) $\overline{AB} = \bar{A} + \bar{B}$

23) $\overline{A + B} = \bar{A}\bar{B}$

(2) 逻辑函数的表示方法

表 1—8 列出了几种逻辑门电路。