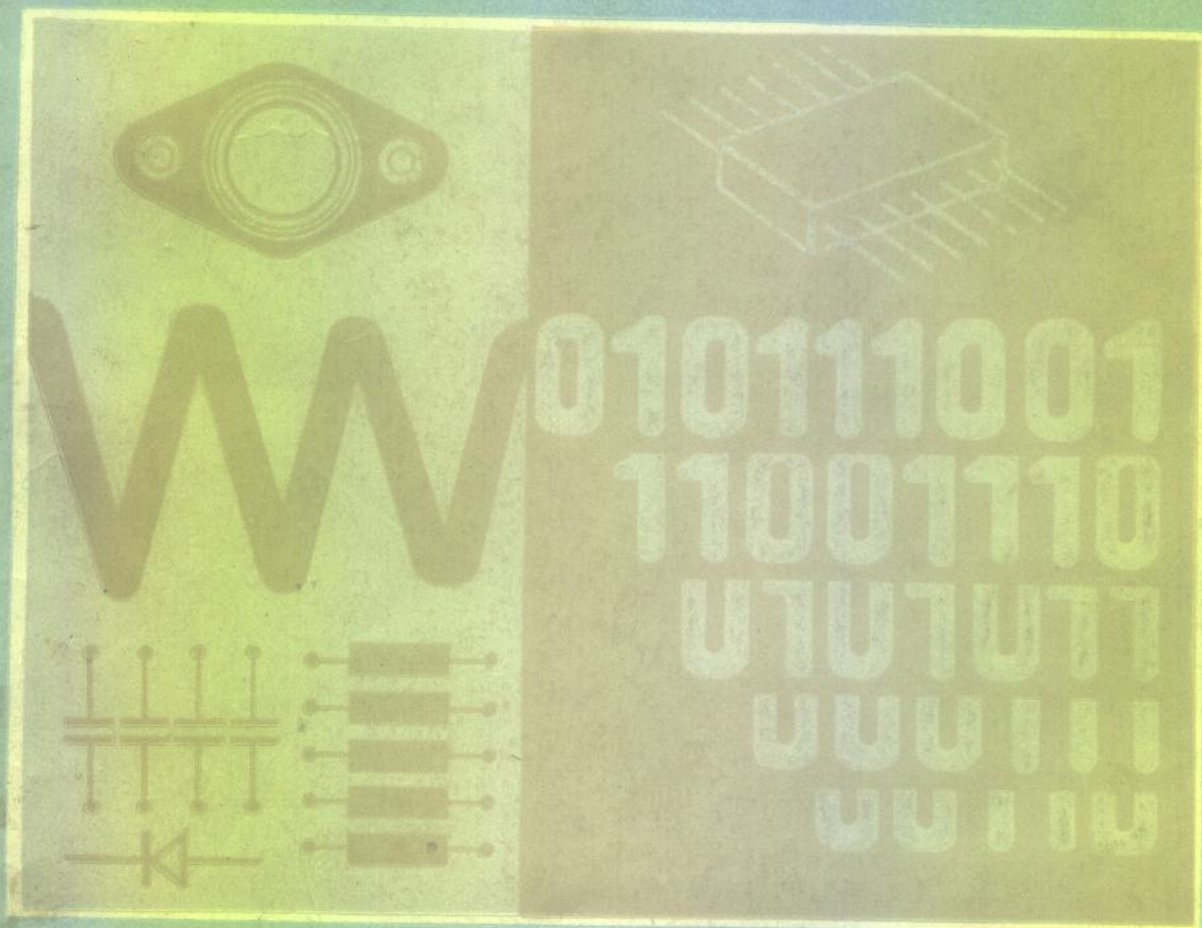


数字电路与逻辑技术

●编著者 金良玉 赵六骏 李有鑫



●中国广播电视出版社

数字电路与逻辑技术

金良玉 赵六骏 李有鑫 编著
王履镭 审

中国广播电视出版社

内 容 提 要

本书以国家教委制定的“电子技术基础课程基本要求”为依据,结合多年来的教学实践,以及近几年来国内外数字、逻辑技术发展情况编写而成的。

本书内容包括:双极型逻辑门电路、MOS逻辑门电路、数字逻辑基础、组合逻辑电路、集成触发器、时序逻辑电路、大规模集成电路,以及脉冲信号的产生和波形变换电路。

本书深入浅出地阐述了数字、逻辑电路的组成、工作原理、分析和设计方法。较详细地介绍了数字系统中常用的中、大规模集成部件的工作原理和应用。每章编有“学习指导”,书中有较多的例题和习题。

本书可作为工科院校计算机与通信类,无线电类,自动化类专业数字逻辑电路课程的教材,或教学参考书,也可供在职工程技术人员作为参考用书。

数字电路与逻辑技术

金良玉 赵六骏 李有鑫 编著

王履镕 审

中国广播电视出版社出版

(北京·广播电影电视部灰楼 邮政编码: 100866)

新华书店总店北京发行所经销

北京邮电学院印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 19.6印张 489千字
1991年4月北京第一版 1991年4月第一次印刷
印数: 1—5000册 定价: 9.00元

ISBN 7-5043-0754-8/TN·82

前 言

本书是参照高等学校电子技术数字电路部分的教学基本要求和近几年来数字技术发展的客观现实,并结合编者多年从事该课程教学的实践编写而成的。

全书分为八章,它们是:双极型逻辑门电路、MOS 逻辑门电路、数字逻辑基础、组合逻辑电路、集成触发器、时序逻辑电路、大规模集成电路、脉冲波形的产生和变换电路。

本书除了在讲述上理论联系实际,由浅入深,对重点内容作详细阐述外,还具有如下特点:

1. 在保证基本理论完整性的原则下,压缩了集成逻辑门和集成触发器内部电路的分析,突出了对它们的外部特性分析和具体应用。
2. 为适应数字技术发展的客观形势,增加了中、大规模集成电路的内容,书中除数字技术基础部分外,中规模集成器件贯串于全书,大规模集成电路单独列为一章,作系统的讨论。
3. 适当地删减了以集成门电路为基础,进行逻辑设计的内容,相应地扩充并突出了以中、大规模集成器件为基础进行逻辑设计的内容,为学生学习微型计算机和开发新技术,奠定良好的数字技术基础。
4. 本书在每一章的开头都编写了学习指导,指明这一章的重点、难点和学完后应掌握的内容。每一章均编入了不少实例,并在章后都编写了小结和习题,以帮助学生巩固所学的知识。

本书的第一、二章由李有鑫编写,第三、四、八章由金良玉编写,第五、六、七章由赵六骏编写。全书由金良玉、赵六骏负责统稿。

在本书的编写和出版过程中得到了南京邮电学院的许洁英副教授,理工大学的段玉平副教授,北京邮电学院函授分校的詹汉强副教授的热情指导、帮助和审阅,并提出了宝贵的意见,在此谨致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免出现缺点和错误,恳请读者批评指正。

编 者

1990年6月

目 录

第一章 双极型逻辑门电路

学习指导	(1)
1-1 晶体二极管、三极管的开关特性	(1)
1-1-1 晶体二极管的开关特性	(1)
1-1-2 晶体三极管的开关特性	(4)
1-2 基本逻辑门电路	(7)
1-2-1 二极管与门、或门电路	(7)
1-2-2 非门电路—三极管反相器	(9)
1-2-3 复合门电路	(11)
1-3 TTL集成逻辑门电路	(13)
1-3-1 TTL与非门的工作原理	(13)
1-3-2 TTL与非门的外特性	(15)
1-3-3 TTL与非门的改进系列	(22)
1-3-4 集电极开路与非门和三态逻辑门	(25)
小 结	(29)
思考题	(30)
习 题	(30)

第二章 MOS 逻辑门电路

学习指导	(39)
2-1 MOS 反相器	(39)
2-1-1 饱和型负载 NMOS 反相器	(40)
2-1-2 非饱和型负载 NMOS 反相器	(42)
2-1-3 CMOS 反相器	(43)
2-2 MOS 门电路	(47)
2-2-1 饱和型负载 NMOS 逻辑门	(47)
2-2-2 CMOS 逻辑门	(50)
小 结	(55)
思考题	(57)
习 题	(57)

第三章 数字逻辑基础

学习指导.....	(60)
3-1 数制.....	(60)
3-1-1 十进制数.....	(60)
3-1-2 二进制数.....	(61)
3-1-3 二进制数的运算.....	(62)
3-1-4 各种数制之间的转换.....	(63)
3-2 编码.....	(66)
3-2-1 二-十进制编码.....	(66)
3-2-2 循环码.....	(68)
3-2-3 检错码.....	(70)
3-3 逻辑代数基础.....	(71)
3-3-1 基本逻辑运算.....	(72)
3-3-2 逻辑函数及其描述方法.....	(73)
3-3-3 逻辑代数基本定律(定理).....	(75)
3-3-4 逻辑代数中的三个重要规则.....	(76)
3-4 逻辑函数的性质和形式.....	(78)
3-4-1 完备集.....	(78)
3-4-2 逻辑函数的一般形式.....	(80)
3-4-3 逻辑函数的标准形式.....	(82)
3-4-4 异或函数和符合函数.....	(86)
3-5 逻辑函数的化简.....	(88)
3-5-1 逻辑函数的代数化简法.....	(88)
3-5-2 逻辑函数的卡诺图化简法.....	(90)
小 结.....	(100)
习 题.....	(102)

第四章 组合逻辑电路

学习指导.....	(105)
4-1 概述.....	(105)
4-1-1 组合逻辑电路的基本概念.....	(105)
4-1-2 正负逻辑的概念.....	(106)
4-2 组合逻辑电路的分析.....	(107)

4-2-1 分析步骤	(107)
4-2-2 举例	(107)
4-3 常用的组合逻辑部件	(111)
4-3-1 编码器	(111)
4-3-2 译码器	(117)
4-3-3 数据选择器	(124)
4-3-4 数值比较器	(128)
4-3-5 加法器	(131)
4-3-6 奇偶校验器/发生器	(136)
4-4 组合逻辑电路的设计	(139)
4-4-1 组合电路的基本设计方法	(139)
4-4-2 用SSI设计组合逻辑电路	(140)
4-4-3 用MSI设计组合逻辑电路	(144)
4-5 组合逻辑电路中的冒险现象	(148)
4-5-1 产生冒险现象的原因	(149)
4-5-2 消除冒险的方法	(151)
小 结	(153)
习 题	(154)

第五章 集成触发器

学习指导	(158)
5-1 基本触发器	(158)
5-1-1 与非门组成的基本RS触发器	(158)
5-1-2 或非门组成的基本RS触发器	(162)
5-1-3 应用	(162)
5-2 同步触发器	(163)
5-2-1 同步RS触发器	(163)
5-2-2 同步D触发器(D锁存器)	(165)
5-2-3 同步触发器的空翻现象	(166)
5-3 主从触发器	(166)
5-3-1 主从触发器的工作方式	(166)
5-3-2 与非门组成的主从JK触发器	(168)
5-3-3 集成的主从JK触发器	(170)
5-4 边沿触发器	(173)
5-4-1 CMOS边沿触发器	(173)
5-4-2 TTL边沿触发器	(174)

5-5 维持阻塞触发器	(177)
5-5-1 逻辑结构	(177)
5-5-2 逻辑功能和维持阻塞作用	(177)
5-6 触发器的逻辑功能及其描述方法	(180)
5-6-1 触发器逻辑功能的描述方法	(180)
5-6-2 钟控触发器的各种逻辑功能	(181)
5-7 集成触发器的动态特性及其动态参数	(181)
小 结	(185)
思考题	(187)
习 题	(187)

第六章 时序逻辑电路

学习指导	(191)
6-1 时序电路概述	(191)
6-1-1 时序电路的基本特性及其逻辑功能的数学描述	(191)
6-1-2 同步时序电路和异步时序电路	(192)
6-2 时序电路的分析	(193)
6-2-1 时序电路的一般分析方法	(193)
6-2-2 时序电路分析的基本步骤	(195)
6-3 计数器	(195)
6-3-1 同步计数器	(196)
6-3-2 异步计数器	(203)
6-4 寄存器与移位寄存器	(207)
6-4-1 寄存器	(207)
6-4-2 移位寄存器	(208)
6-5 反馈式移存器	(212)
6-5-1 移存型计数器	(213)
6-5-2 最长线性序列发生器(m序列发生器)	(216)
6-6 中规模集成时序部件	(218)
6-6-1 中规模同步计数器	(218)
6-6-2 中规模异步计数器	(223)
6-6-3 中规模移存器	(224)
6-7 同步时序电路的设计方法	(229)
6-7-1 同步时序电路的一般设计步骤	(229)
6-7-2 设计举例	(233)

小 结	(238)
思考题	(240)
习 题	(240)

第七章 大规模集成电路

学习指导	(246)
7-1 动态移存器和顺序存取存贮器 (SAM)	(246)
7-1-1 动态 MOS 存贮单元	(247)
7-1-2 两相动态移存单元	(248)
7-1-3 动态 MOS 移存器和顺序存取存贮器	(249)
7-2 随机存取存贮器 (RAM)	(250)
7-2-1 RAM 的基本组成	(251)
7-2-2 RAM 静态存贮单元	(254)
7-2-3 RAM 动态存贮单元	(255)
7-3 只读存贮器 (ROM)	(258)
7-3-1 固定 ROM	(258)
7-3-2 可编程 ROM (PROM) 和可改写 ROM (EPROM)	(260)
7-3-3 ROM 应用举例	(262)
7-4 可编程序阵列	(263)
7-4-1 可编程逻辑阵列 (PLA)	(263)
7-4-2 可编程门阵列 (PGA)	(268)
小 结	(268)
思考题	(269)
习 题	(270)

第八章 脉冲信号的产生与波形变换电路

学习指导	(271)
8-1 脉冲电路基础知识	(271)
8-1-1 脉冲信号及脉冲波形的主要参数	(271)
8-1-2 一阶 RC 电路过渡过程的求解方法	(272)
8-2 施密特触发器	(275)
8-2-1 门电路构成的施密特触发器	(275)
8-2-2 TTL 集成施密特触发器	(276)
8-2-3 CMOS 集成施密特触发器	(278)

8-2-4 施密特触发器的应用举例.....	(279)
8-3 单稳态触发器.....	(280)
8-3-1 用门电路构成的单稳态触发器.....	(280)
8-3-2 集成单稳态触发器.....	(285)
8-3-3 用施密特触发器构成的单稳态触发器.....	(286)
8-3-4 单稳态触发器的应用举例.....	(287)
8-4 多谐振荡器.....	(289)
8-4-1 CMOS 反相器构成的多谐振荡器.....	(289)
8-4-2 用施密特触发器构成的多谐振荡器.....	(291)
8-4-3 石英晶体多谐振荡器.....	(293)
8-5 集成定时器.....	(294)
8-5-1 555 定时器的电路结构.....	(294)
8-5-2 555 定时器应用举例.....	(296)
小 结.....	(300)
习 题.....	(300)
参考文献.....	(303)

第一章 双极型逻辑门电路

学 习 指 导

本章讨论双极型晶体管的开关特性和集成逻辑门电路。其重点是晶体二、三极管的开关物理过程及其相应的开关等效电路；几种集成逻辑门电路的工作原理和它的外特性。

学完本章后，要求：

1. 掌握晶体二、三极管的开关条件及其开关等效电路，并熟悉二、三极管开关的瞬态过程，理解开关时间的形成原因，并能提出缩短开关时间的措施。
2. 熟悉与、或、非基本逻辑门以及与非门，或非门电路的构成，逻辑符号，及有关逻辑概念。
3. 熟悉 T1000 系列 TTL 集成逻辑门电路的结构，工作原理，及其改进型 TTL 系列门电路的形式和特点。
4. 掌握 T1000 系列与非门的外特性，重点是电压传输特性，输入特性和输出特性。
5. 熟悉集电极开路与非门和三态逻辑门的工作原理及有关的逻辑概念。

1-1 晶体二极管、三极管的开关特性

在数字电路中，晶体二极管、三极管主要工作在开关状态。在外加脉冲信号的作用下，时而导通时而截止，相当于开关接通或断开。因此，在讨论数字电路时，必须首先研究晶体管的开关特性。

1-1-1 晶体二极管的开关特性

晶体二极管（以下简称二极管）具有单向导电性。正向运用时，二极管导通，相当于开关接通；反向运用时，二极管截止，相当于开关断开，因此它可以作为开关元件用于脉冲数字电路中。

1. 二极管稳态开关特性及其等效电路

（1）二极管稳态开关特性

二极管稳态特性，是二极管导通或截止后处于稳定状态具有的特性。

图 1-1 是结型硅二极管的伏安特性曲线。

由曲线可以看出：

- ① 当正向偏置，且 $V_D > e_d$ (e_d 为二极管的起始导通电压) 时，特性曲线接近于直线，二极管良好导通。

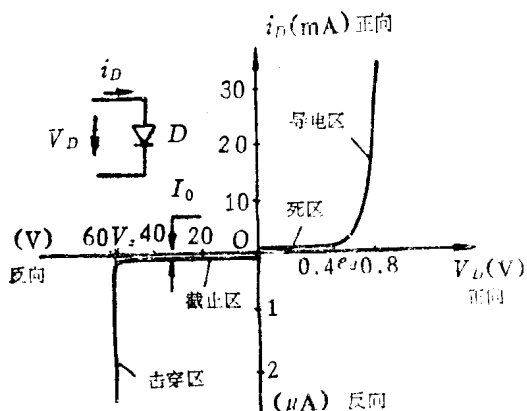


图 1-1 硅二极管伏安特性曲线

② 当二极管反向偏置时, 二极管中只有极小的反向饱和电流 I_0 、二极管工作于截止区。当二极管两端的反向电压达到反向击穿电压 V_z 时, 二极管就被反向击穿。

(2) 二极管的开关等效电路

二极管作开关运用时, 它的伏安特性曲线的几种近似方法, 及其相应的等效电路如图 1-2 所示。

① 当二极管的正向导通电压 V_D 和导通电阻 r_d 都不能忽略时, 可用图 1-2(a) 所示的折线作为二极管的近似特性, 并得到图 1-2(a) 下面所示的二极管等效电路。

② 当二极管的导通电压与外加电压相比不能忽略, 而导通电阻 r_d 与负载电阻相比可以忽略时, 可用图 1-2(b) 所示的近似特性和相应的二极管等效电路。

③ 只有当二极管的导通电压和导通电阻与外加电源电压和负载电阻相比, 均可忽略时, 才能用图 1-2(c) 所示的理想开关特性, 并把二极管视为理想开关。

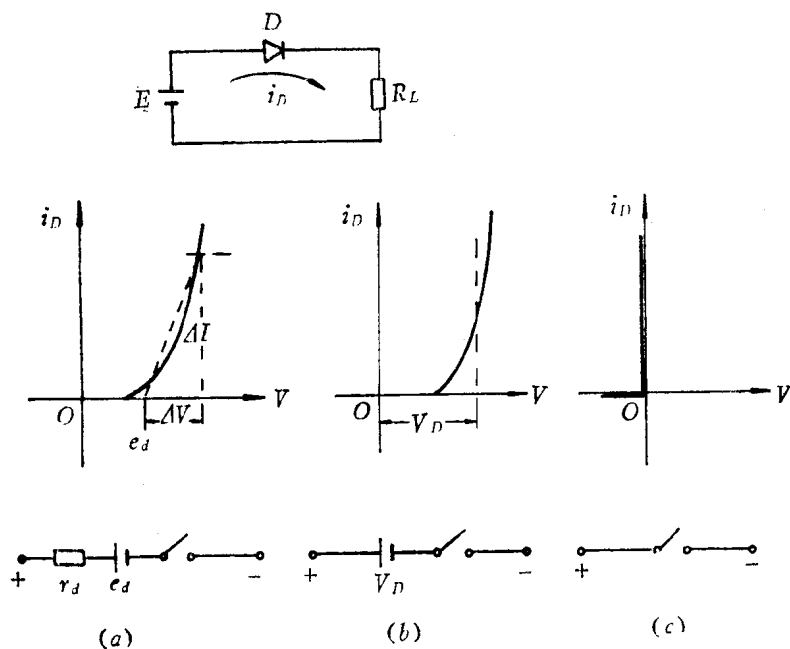


图 1-2 二极管的几种等效电路

2. 二极管的瞬态开关特性

二极管的瞬态开关特性, 是指二极管由正向导通到反向截止, 或由反向截止到正向导通的转换过程中所具有的过渡特性。

现在结合图 1-3(a) 电路来讨论二极管两端电压突然反向的过程中, 二极管所显示的特性。

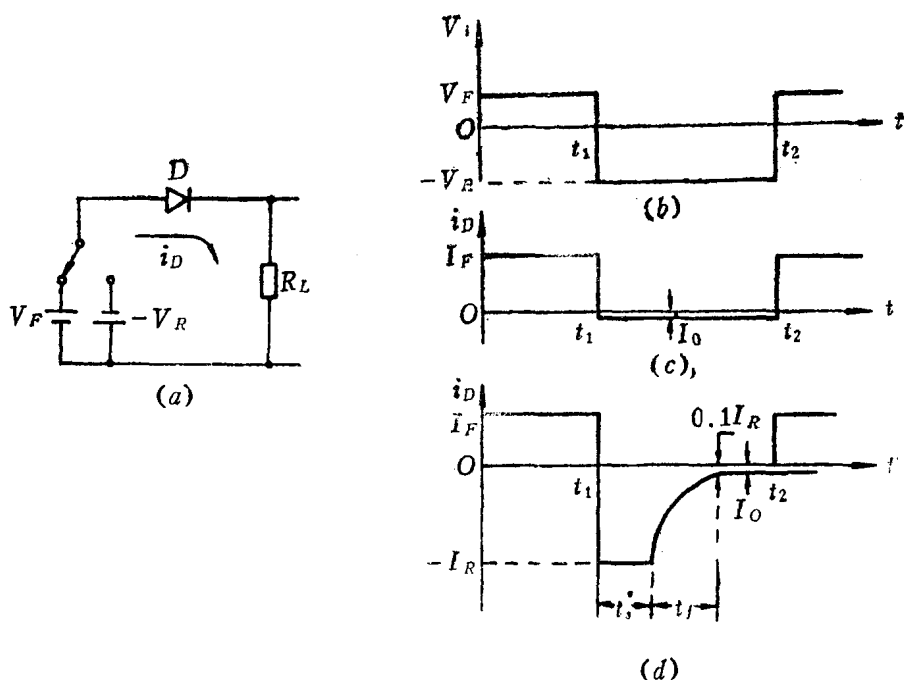


图 1-3 二极管瞬态开关特性波形图

(1) 当开关与 V_F 接通并稳定后 ($0-t_1$ 时间内) 二极管导通, 若 $V_F \gg e_d$, 则正向电流为:

$$I_F = \frac{V_F - V_D}{R_L} \approx \frac{V_F}{R_L} \quad (1-1)$$

(2) 在 t_1 时刻, 开关突然转向 $-V_R$, 如果是理想二极管, 二极管将立刻转为截止, 电路中应只有极小的反向饱和电流, 如图 1-3(c) 所示。然而实际二极管并非如此, 二极管并不立刻截止, 其电流 i_D 是从正向的 I_F 突然变成很大的反向电流 $I_R \approx \frac{V_R}{R_L}$ 。并维持一段时间 t_s 后, 才开始逐渐下降。再经 t_f 时间后, 反向电流才下降到 $0.1I_R$ 。这时, 二极管才进入反向截止状态。如图 1-3(d) 所示, 通常称 t_s 为存贮时间, t_f 为下降时间。

二极管从正向导通转为反向截止所经历的转换过程, 称为二极管的反向恢复过程, 它所经历的时间称为反向恢复时间 t_{re} , 其值为:

$$t_{re} = t_s + t_f \quad (1-2)$$

二极管产生反向恢复过程的根本原因是:

二极管正向工作时, PN 结中 P 区和 N 区存贮了多余少数子, 当外加电压反向时, 首先要清除这些多余少数子, 然后才能使 PN 结的阻挡层加宽, 使二极管截止。因此, 清除多余少数子所需的时间 t_s 和加宽 PN 结阻挡层所需的时间 t_f 之和, 就是二极管的反向恢复时间 t_{re} 。

当二极管电路的输入端, 所加的两个相邻脉冲的时间间隔 (即图 1-3(b) 中的 $t_2 - t_1$) 小于二极管反向恢复时间时, 则由于反向电压作用的时间太短, 使二极管来不及截止, 形成只开不关的现象, 二极管就失去了开关作用。所以二极管的反向恢复时间, 限制了它的工作速度。

因此, 为了保证开关电路具有正常的工作性能, 应使二极管的反向恢复时间小于输入信号相邻脉冲的时间间隔。

1-1-2 晶体三极管的开关特性

晶体三极管（以下简称三极管），也可作为开关元件，因为，在大信号的推动下，三极管可工作于饱和和导通状态，相当于开关接通；也可工作于截止状态，相当于开关断开，它在脉冲数字电路中的应用，比二极管要广泛得多。

1. 三极管的稳态开关特性

三极管开关电路如图 1-4 所示。

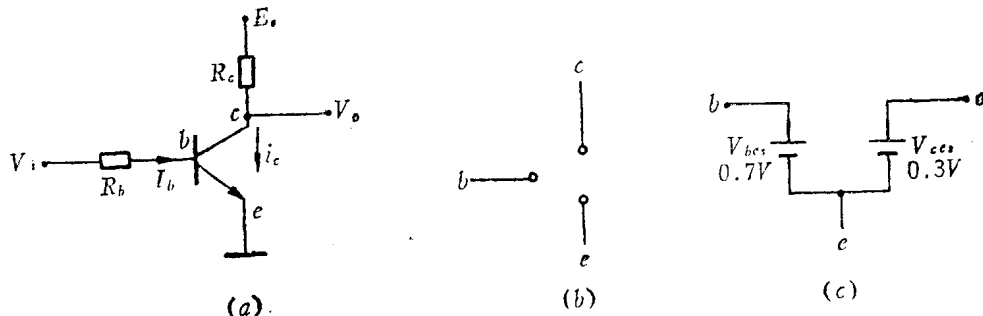


图 1-4 三极管开关电路及等效电路

我们知道，三极管有截止、放大、饱和三个工作区。

对于 NPN 型硅管来说。若

(1) 三极管的基极电压 V_{be} 小于起始导通电压 $e_{be} = 0.5V$ （相当于二极管的 e_d ）时，由于发射结还未被开启，所以基极电流 $I_b \approx 0$ ，三极管工作在截止区。

三极管开关电路处于截止状态的特点是：

- ① 基极电流 $I_b \approx 0$ ，集电极电流 $I_c \approx 0$ ，发射极电流 $I_e \approx 0$ 。
- ② 集-射极的电压， $V_{ce} \approx E_c$ 。三极管的 $b-e$ 结， $b-c$ 结均反偏，三个电极均在内部断开。如图 1-4(b) 所示。

(2) 当输入电压 V_i 为正，并且使 $I_b \geq I_{bs} = \frac{E_c}{\beta R_c}$ 时，三极管的 $b-e$ 结和 $b-c$ 结均为正

向偏置，三极管工作于饱和区。

电路处于饱和状态的特点是：

- ① $I_c = I_{cs} \approx \frac{E_c}{R_c}$ ， I_c 不再随 I_b 增加而增大
- ② $V_{be} = V_{bes} \approx 0.7V$ ， $V_{ce} = V_{ces} \approx 0.3V$ （对 NPN 硅管）

三极管饱和时的等效电路如图 1-4(c) 所示。

I_b 比 I_{bs} 大得愈多，三极管饱和就愈深，所以通常用 I_b 与 I_{bs} 的比值来衡量管子的饱和程度。饱和深度用 s 表示，其定义为：

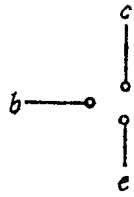
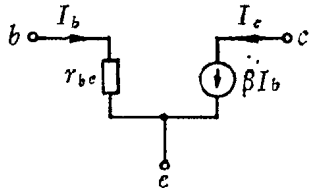
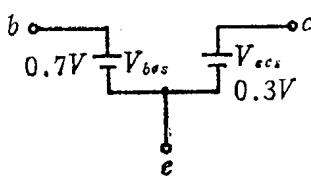
$$s = \frac{I_b}{I_{bs}} \quad (1-3)$$

关于放大状态的特点及等效电路，在电子技术基础课中已经详细阐述，不再赘述。

最后，将 NPN 型三极管三种工作状态的特点，工作条件及等效电路汇总列于表 1-1 中，

以便比较。

表 1-1

状 态	特 点	工 作 条 件	等 效 电 路
截 止	$b-e$ 结, $b-c$ 结均反偏 $I_b = 0$ $I_c \approx I_e \approx 0$ $V_{ce} = E_c$	$V_{be} < 0.5V$	
放 大	$b-e$ 结正偏, $b-c$ 结反偏 $I_c = \beta I_b$ $V_{ce} = E_c - I_c R_c$	$0 < I_b < I_{bs}$	
饱 和	$b-e$ 结, $b-c$ 结均正偏 $I_c = I_{cs} \approx \frac{E_c}{R_c}$ $V_{ce} = V_{ces} = 0.1 \sim 0.3V$	$I_b \geq I_{bs} \approx \frac{E_c}{\beta R_c}$ $(V_{be} = V_{bes} = 0.7 \sim 0.8V)$	

2. 三极管的瞬态开关特性

三极管从截止状态转换到饱和状态, 或者从饱和状态转换为截止状态, 需要时间, 即存在过渡过程, 这就需要研究三极管的瞬态开关特性。

现以图 1-5(a) 所示的共发射极饱和型开关电路为例, 来讨论其开关的瞬态特性。图 1-5(b) 是该电路的输入信号 V_i 的波形 (设其高低电平足以推动三极管进入饱和及截止状态), 在图 1-5(b) 还相应地画出了 i_c 的波形。以便说明三极管的开关过渡过程。

(1) 开通时间 t_{ON}

由图 1-5(b) 可以看出: 在 $t = t_0$ 瞬间, V_i 从 $-V_R$ 上跳到 $+V_F$, 但原来截止的三极管并不能在 t_0 时刻立即饱和和导通, 而要延迟到 t_2 时刻, 集电极电流才逐渐接近于饱和时的稳态值 (I_{cs}), 三极管由截止过渡到饱和所需的这段过渡时间称为开通时间, 用 t_{ON} 表示。

开通时间包含延迟时间 t_d 和上升时间 t_r 两部分。即

$$t_{ON} = t_d + t_r \quad (1-4)$$

① 延迟时间 t_d

t_d 是从 V_i 上跳开始到 i_c 上升到 $0.1I_{cs}$ 所需的时间。

产生 t_d 的原因是: 三极管截止时 $V_i = -V_R$, 发射结和集电结均为反偏, 故结的阻挡层较宽, 并有较多的空间存贮电荷。当 V_i 由 $-V_R$ 上跳到 $+V_F$ 时, 便有正向基极电流 I_b 流入基区, 但此时并不能立即产生集电极电流, 因为, 这时的 I_b 主要用来抵消势垒区的存贮电荷, 使阻挡层变窄。之后发射区的电子才能逐渐注入到基区, 并扩散到集电结被集电极收集, 才能逐渐形成集电极电流 i_c 。

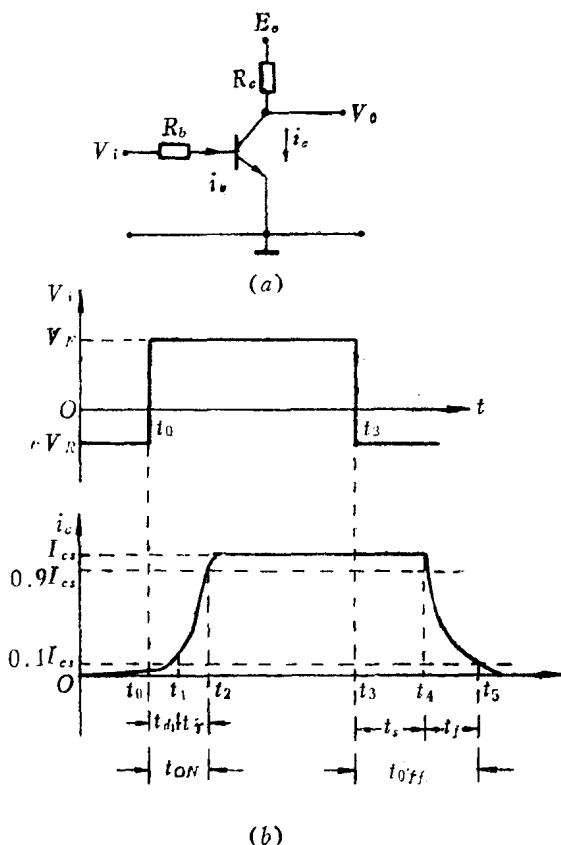


图 1-5 共发射极饱和型开关电路的瞬态开关特性

由此可知，若正向基极驱动电流越大，则 t_d 就越短。

② 上升时间 t_r

t_r 是集电极电流 i_c 从 $0.1I_{cs}$ 增长到 $0.9I_{cs}$ 所需的时间。

产生 t_r 的原因是：经 t_d 时间后，发射区就向基区不断注入电子，电子在基区不断积累，逐渐建立起一定的电子浓度梯度，随着电子浓度梯度的增长，集电极电流 i_c 就不断上升。只有经 t_r 时间后， i_c 才能上升到 $0.9I_{cs}$ 。

由此可知，若正向基极驱动电流越大，基区电荷的积累就越快， i_c 上升就越快，则 t_r 就越短。

(2) 关闭时间 t_{OFF}

由图 1-5(b) 可以看出：在 $t=t_3$ 时， V_i 从 $+V_F$ 下跳到 $-V_R$ ，三极管同样不能在 t_3 时刻立即截止，而是延迟到 t_5 时刻， i_c 才逐渐接近于截止时的稳态值。三极管由饱和过渡到截止所需的时间称为关闭时间。用 t_{OFF} 表示。

关闭时间包含存储时间 t_s 和下降时间 t_f 两部分。即

$$t_{OFF} = t_s + t_f \quad (1-5)$$

① 存储时间 t_s

t_s 是从 V_i 下跳开始到 i_c 下降到 $0.9I_{cs}$ 所需的时间。

产生 t_s 的原因是：三极管饱和时，电子电荷在基区存贮，同时在集电区也积累起一定的

空穴电荷。当在 $t=t_3$ 时刻, V_i 下跳到 $-V_R$ 时, 上述存贮电荷不能立即消散, 致使 i_c 不能立即开始下降, 而要维持一段时间 (即 t_s)。在 t_s 时间内, 三极管仍处于饱和状态, 随着存贮电荷的消散过渡到临界饱和后, i_c 才开始下降。

由此可知, 若饱和深度越深, 存贮电荷就越多, 存贮时间 t_s 就越长。若三极管的饱和深度 $s \leq 1$, 则没有超量电荷的存贮, 也就不会产生存贮时间 t_s 。

② 下降时间 t_f

t_f 是 i_c 从 $0.9I_{cs}$ 下降到 $0.1I_{cs}$ 所需的时间。

产生 t_f 的原因是: 超量存贮电荷全部消散以后, 在反向基极电流的驱动下, 基区存贮的电子继续减少, 电子浓度梯度就开始下降, 则 i_c 也随着下降, 最后下降到零。所以下降时间 t_f 就是驱散基区电子电荷所需的时间。

由此可知, 若基极的反向驱动电流越大, 则 t_f 就越短。

综上所述可知:

开通时间 $t_{ON}(=t_d+t_r)$ 就是建立基区电荷所需的时间。

关闭时间 $t_{OFF}(=t_s+t_f)$ 就是消散存贮电荷所需的时间。

1-2 基本逻辑门电路

逻辑门电路是构成数字系统最基本的单元电路。各类逻辑门电路的输入与输出之间, 都需满足一定的逻辑关系, 数字系统中, 最基本的逻辑关系有与逻辑、或逻辑和非逻辑三种, 因此, 对应这三种基本逻辑关系就有与、或、非三种基本逻辑门电路。本节介绍二极管与门和或门电路, 以及三极管非门电路, 作为学习逻辑门电路的基础。

1-2-1 二极管与门、或门电路

1. 与门电路

在客观事物中经常遇到这样一种情况: 只有当决定事物结果的全部条件同时具备时, 结果才会发生, 这种因果关系称为与逻辑, 能实现这种与逻辑的电路称为与门, 用二极管构成的与门电路如图 1-6(a) 所示, 图 1-6(b) 是与门电路的逻辑符号。

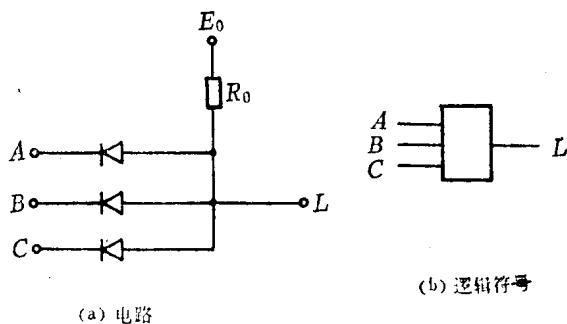


图 1-6 二极管与门电路及逻辑符号

图中 A 、 B 、 C 为输入端, L 为输出端, 由图经分析可知:

① 输入 A 、 B 、 C 当中, 只要有一个低电平, 则相应于输入为低电平的哪个二极管就导