

● 高校经典教材配套辅导系列

电子技术基础

(数字部分)习题精解

夏应清 主编

涵盖课程重点

精炼方法技巧

精解课后习题



西南交通大学出版社
Http://press.swjtu.edu.cn

高校经典教材配套辅导系列

TN101
7=3A5

《电子技术基础》(数字部分) 习题精解

主编 夏应清
参编 刘 莉 占林松 付晓军

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电子技术基础习题精解: 数字部分/夏应清主编.

—成都: 西南交通大学出版社, 2004. 9

ISBN 7-81057-945-2

I. 电… II. 夏… III. 电子技术—高等学校—解
题 IV. TN-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 080306 号

《电子技术基础》(数字部分) 习题精解

主编 夏应清

*

责任编辑 周志林 赖颖昕

封面设计 众邦

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

http://press.swjtu.edu.cn

E-mail: cbsxx@swjtu.edu.cn

华中师范大学印刷厂印刷

*

开本: 787mm×960mm 1/16 总印张: 38

总字数: 717 千字 印数: 1—6 400 册

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

ISBN7-81057-945-2/TN·351

套价: 42.80 元

版权所有, 盗版必究, 举报电话: (028) 87600562

前 言

《〈电子技术基础〉习题精解》是为了配合“电子技术基础”课程教学，为配合由康华光主编的《电子技术基础》模拟部分（第四版）和数字部分（第四版）的学习，根据编者多年来在教学实践过程中对学生深入了解和分析后总结经验而编写的一本教学辅导书。

本书全面总结、归纳了电子技术模拟和数字两个部分的基本内容、基本概念、重点难点、各种分析和计算方法，以这些概念和方法在解题中的应用为基础，编写了每一章的主要内容、知识要点；精选每一章例题进行了解析，给出了解题思路和解题方法；对配套教材中的全部习题都作了详细的分析和解答。

全书由夏应清负责编写，刘莉、占林松、付晓军协助编写了各章有关内容。在本书编写过程中得到了李玲远老师的热情指导和帮助。

限于编者水平有限及编写时间仓促，书中的不足和错误之处在所难免，我们诚恳地希望读者提出宝贵意见，也借此机会向各位读者及在编写过程中关心和给予我们帮助的领导、编辑、同事、朋友表示由衷的感谢。

编 者

2004年6月于武汉桂子山

目 录

第一章 数字逻辑基础	(1)
一、知识要点	(1)
二、典型例题分析	(3)
三、习题精解	(5)
第二章 逻辑门电路	(10)
一、知识要点	(10)
二、典型例题分析	(17)
三、习题精解	(20)
第三章 组合逻辑电路的分析与设计	(35)
一、知识要点	(35)
二、典型例题分析	(39)
三、习题精解	(44)
第四章 常用组合逻辑功能器件	(69)
一、知识要点	(69)
二、典型例题分析	(80)
三、习题精解	(84)
第五章 触发器	(108)
一、知识要点	(108)
二、典型例题分析	(111)
三、习题精解	(114)

第六章 时序逻辑电路的分析和设计	(130)
一、知识要点	(130)
二、典型例题分析	(132)
三、习题精解	(138)
第七章 常用时序逻辑功能器件	(163)
一、知识要点	(163)
二、典型例题分析	(169)
三、习题精解	(174)
第八章 半导体存储器 and 可编程逻辑器件	(188)
一、知识要点	(188)
二、典型例题分析	(192)
三、习题精解	(195)
第九章 脉冲波形的产生与变换	(206)
一、知识要点	(206)
二、典型例题分析	(209)
三、习题精解	(215)
第十章 数模与数模转换器	(230)
一、知识要点	(230)
二、典型例题分析	(232)
三、习题精解	(238)

第一章 数字逻辑基础

一、知识要点

(一) 模拟信号和数字信号

1. 模拟信号

模拟信号是时间连续、幅值也连续的物理量。周期性模拟信号的基本参数有频率 f 或周期 $T = 1/f$ 、幅值、有效值等。

2. 数字信号

在数字电路中常用二进制数字量化连续变化的模拟信号,这种二进制数是用二值数字逻辑中的数字 1 和 0 来表示。

数字信号在时间上和数值上都是离散的,常用逻辑 0 和逻辑 1 表示,即采用二值数字逻辑(数字逻辑)表示。

数字逻辑 0 和逻辑 1 可以用是与非、真与假、开与关、低与高等彼此相关而又相对立的两种状态来描述。在电路中常用逻辑电平来表达。数字逻辑与逻辑电平间的关系如表 1.1.1 所示。

表 1.1.1 数字逻辑与逻辑电平间的关系

电压 /V	二值逻辑	电 平
+5	1	H(高电平)
0	0	L(低电平)

3. 数字波形

数字波形是逻辑电平对时间的图形表示,数字波形的参数主要由周期 T (频率 f)、脉冲宽度 t_w 、占空比 q 、上升时间 t_r 、下降时间 t_f 等。

(二) 数制与编码

1. 十进制

十进制数用十个数码,“逢二进一”。十进制数的表达式为 $N_D = \sum_{i=-\infty}^{\infty} K_i \times 10^i$,式

中 K_i 为基数“10”的第 i 次幂的系数。

2. 二进制

二进制数用两个数码“0”，和“1”，“逢二进一”。二进制数的表达式为 $N_B =$

$$\sum_{i=-\infty}^{\infty} K_i \times 2^i, \text{ 式中 } K_i \text{ 为基数“2”的第 } i \text{ 次幂的系数。}$$

二进制数常用数字波形表示，波形一般用从左至右画出每位二进制数的波形构成的一串脉冲序列表示。

3. 八进制

八进制数用八个数码：0、1、2、3、4、5、6、7，“逢八进一”。八进制数的表达式为 $N_O =$

$$\sum_{i=-\infty}^{\infty} K_i \times 8^i, \text{ 式中 } K_i \text{ 为基数“8”的第 } i \text{ 次幂的系数。}$$

4. 十六进制

十六进制数用十六个数码：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F，“逢十六进一”。十六进制数的表达式为 $N_H = \sum_{i=-\infty}^{\infty} K_i \times 16^i$ ，式中 K_i 为基数“16”的第 i 次幂的系数。

5. 不同数制间的相互转换

1) 十—二进制之间的转换

十进制数转换为二进制数：将十进制数的整数部分每除一次 2，根据余数得到二进制数的一位，如此连续以 2 直到商为 0，由所有余数可得二进制数的整数部分；将十进制数的小数部分乘以 2，取其个位数为二进制数小数点后一位数，以后将十进制小数每次除去上次所得积中个位数连续乘以 2，直到满足误差要求进行“四舍五入”为止，得到二进制数小数点后各位数，这样即可完成十进制数转换为二进制数。

2) 其他进制转换为十进制

利用进制的定义表达式的求和公式即可得到对应的十进制数。

3) 十六进制、八进制和二进制间的转换

① 二进制转换为十六进制 将二进制数中以小数点为中心向两边每 4 为分组，各组 4 为二进制数用一位十六进制数代替即可得到相应的十六进制数。

② 二进制转换为八进制 将二进制数中以小数点为中心向两边每 3 为分组，各组 3 为二进制数用一位八进制数代替即可。

③ 十六进制转换为二进制 将每位十六进制数用 4 为二进制数代替即可。

④ 八进制转换为二进制 将每位八进制数用 3 为二进制数代替即可。

6. 二—十进制码(8421BCD 码)





8421BCD 码是采用 4 位二进制数的 0000(0) 到 1111(15)16 种组合中的前 10 种

0000(0) 到 1001(9) 表示一位十进制数 0~9, 其余 6 种组合无效, 4 位二进制数从左到右各位上的权值依次为 8、4、2、1, 这种编码称为 8421BCD 码。

(三) 几种常用的基本逻辑运算

与、或、非是逻辑代数中三种基本逻辑运算, 由它们可以组成各种复杂的复合逻辑运算, 如与非、或非、与或非、异或、同或等等。表 1.1.2 中给出了几种常用的逻辑运算图形符号及其真值表。

表 1.1.2 常用逻辑运算图形符号及其真值表

逻辑变量 A B		逻辑运算符号		与运算 $L = A \cdot B$	或运算 $L = A + B$	非运算 $L = \bar{A}$	与非运算 $L = \overline{A \cdot B}$	或非运算 $L = \overline{A + B}$	异或运算 $L = AB + \bar{A}\bar{B}$	同或运算 $L = \overline{AB + \bar{A}\bar{B}}$
										
0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	
0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	
1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	

二、典型例题分析

例 1.1 试绘出下列二进制数的数字波形, 设逻辑 1 的电压 = 5 V, 逻辑 0 的电压 = 0 V。

(1) 0110010011

(2) 01010001

解 由于逻辑 1 的电压 = 5 V, 逻辑 0 的电压 = 0 V, 题中所给的 2 个二进制数的数字波形分别如图 1.1(a) 和 (b) 所示。

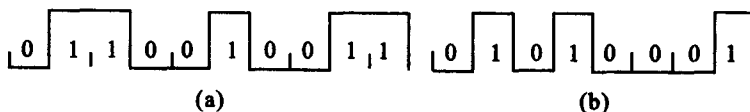


图 1.1

例 1.2 将下列十进制数转换为二进制数、八进制数、十六进制数和 8421BCD 码 (要求转换误差不大于 2^{-6}): (1) 29 (2) 127.55

解 该题可先将十进制数转换为二进制数, 然后在将二进制数转换为十六进制数和八进制数。十进制数转换为二进制数: 将十进制数的整数部分每除一次 2, 根据

余数得到二进制数的一位,如此连续除以2直到商为0,由所有余数可得二进制数的整数部分;将十进制数的小数部分乘以2,取其个位数为二进制数小数点后一位数,以后将十进制小数每次除去上次所得积中个位数连续乘以2,直到满足误差要求进行“四舍五入”为止,得到二进制数小数点后各位数,这样即可完成十进制数转换为二进制数。

$$(1)(29)_D = (11101)_B$$

$$(2)(127.55)_D = (1111111.100011)_B$$

此结果由两部分转换得来:整数部分 $(127)_D = (1111111)_B$,小数部分 $(.55)_D = (.100011)_B$ 。转换误差为 $0.55 - 0.546875 = 0.003125 < 2^{-6} = 0.015625$ 。

二进制数转换为十六进制数:将二进制数中以小数点为中心向两边每4为分组,各组4为二进制数用一位十六进制数代替即可得到相应的十六进制数。

$$(1)(29)_D = (11101)_B = (00011101)_B = (1D)_H$$

$$(2)(127.55)_D = (1111111.100011)_B = (01111111.10001100)_B = (7F.8C)_H$$

二进制数转换为八进制数:将二进制数中以小数点为中心向两边每3为分组,各组3为二进制数用一位八进制数代替即可。

$$(1)(29)_D = (11101)_B = (011101)_B = (35)_O$$

$$(2)(127.55)_D = (1111111.100011)_B = (001111111.100011)_B = (177.43)_O$$

8421BCD码是采用4位二进制数的0000(0)到1111(15)16种组合中的前10种0000(0)到1001(9)表示一位十进制数0~9,其余6种组合无效,4位二进制数从左到右各位上的权值依次为8、4、2、1,这种编码称为8421BCD码。

$$(1)(29)_D = (00101001)_{BCD}$$

$$(2)(127.55)_D = (000100100111.01010101)_{BCD}$$

例 1.3 将下列十六进制数转换为二进制数和十进制数:

$$(1)(137.48)_H \quad (2)(F109.25)_H$$

解 将十六进制转换为二进制的方法为:将每位十六进制数用4为二进制数代替。

$$(1)(137.48)_H = (000100110111.01001000)_B$$

$$(2)(F109.25)_H = (1111000100001001.00100101)_B$$

将十六进制转换为十进制数:

$$(1)(137.48)_H = 1 \times 16^2 + 3 \times 16^1 + 7 \times 16^0 + 4 \times 16^{-1} + 8 \times 16^{-2} \\ = (311.28125)_D$$

$$(2)(F109.25)_H = 15 \times 16^3 + 1 \times 16^2 + 0 \times 16^1 + 9 \times 16^0 + 2 \times 16^{-1} + 5 \times 16^{-2} \\ \approx (61705.1445)_D$$

三、习题精解

(为了与《电子技术基础(数字部分)》(第四版)教材配套使用,故题目序号与该书相同)

1.1.1 一数字信号的波形如题解图 1.1.1 所示,试问该波形所代表的二进制数是什么?



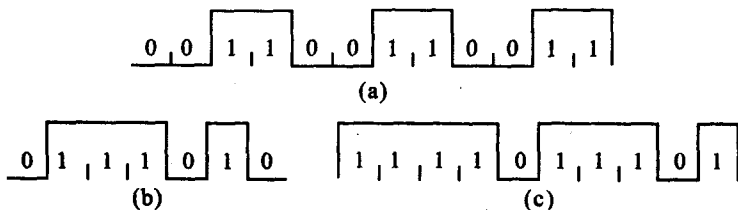
题解图 1.1.1

解 题解图 1.1.1 中所示的数字信号波形是串行数据传输的波形,左边为最低位(LSB),右边为最高位(MSB),高电平表示“1”,低电平表示“0”。该波形所代表的二进制数为 01011010。

1.1.2 试绘出下列二进制数的数字波形,设逻辑 1 的电压 = 5V,逻辑 0 的电压 = 0V。

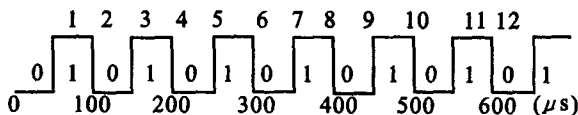
(1)001100110011 (2)0111010 (3)1111011101

解 由于逻辑 1 的电压 = 5V,逻辑 0 的电压 = 0V,则题中所给的 3 个二进制数的数字波形分别如题解图 1.1.2(a)、(b)、(c) 所示。



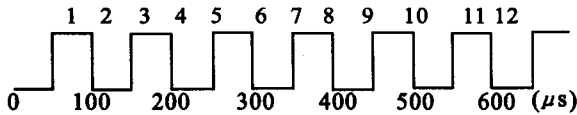
题解图 1.1.2

1.1.3 若某正逻辑波形如题解图 1.1.3(a) 所示,试写出相应的逻辑值 1 和 0(与标号 1~12 对应)。



题解图 1.1.3(a)

解 各标号对应的逻辑值 1 和 0 标出后如题解图 1.1.3(b) 所示。



题解图 1.1.3(b)

1.1.4 试就下列的逻辑值给出相应的脉冲波形,设高电平 1 电压为 5V,低电平 0 电压为 0V。

(1)001100110011 (2)0111010 (3)1111011101

解 对应于题目中所给定三组逻辑值,其波形与题解图 1.1.2 相同。逻辑 0 对应于 0V,逻辑 1 对应于 5V。

1.2.1 试按数字集成电路的分类方法,指出下列器件属于何种集成度器件:
(1)微处理器;(2)IC 计算器;(3)IC 加法器;(4)逻辑门;(5)4 兆位存储器 IC。

解 试按数字集成电路的分类方法,所列的五种器件分类如下:(1)、(5)属超大规模;(2)、(3)属中规模;(4)属小规模。

1.3.1 将下列十进制数转换为二进制数、八进制数、十六进制数和码 8421BCD(要求转换误差不大于 2^{-4}):

①43 ②127 ③254.25 ④2.718

分析 十进制数转换为二进制数:将十进制数的整数部分每除一次 2,根据余数得到二进制数的一位,如此连续除以 2 直到商为 0,由所有余数可得二进制数的整数部分;将十进制数的小数部分乘以 2,取其个位数为二进制数小数点后一位数,以后将十进制小数每次除去上次所得积中个位数连续乘以 2,直到满足误差要求进行“四舍五入”为止,得到二进制数小数点后各位数,这样即可完成十进制数转换为二进制数。

二进制数转换为十六进制数:将二进制数中以小数点为中心向两边每 4 为分组,各组 4 为二进制数用一位十六进制数代替即可得到相应的十六进制数。

二进制数转换为八进制数:将二进制数中以小数点为中心向两边每 3 为分组,各组 3 为二进制数用一位八进制数代替即可。

8421BCD 码是采用 4 位二进制数的 0000(0) 到 1111(15)16 种组合中的前 10 种 0000(0) 到 1001(9) 表示一位十进制数 0~9,其余 6 种组合无效,4 位二进制数从左到右各位上的权值依次为 8、4、2、1,这种编码称为 8421BCD 码。

该题可先将十进制数转换为二进制数,然后在将二进制数转换为十六进制数和八进制数。

解 十一二转换

$$\textcircled{1}(43)_D = (101011)_B$$

$$\textcircled{2}(127)_D = (1111111)_B$$

$\textcircled{3}(254.25)_D = (11111110.01)_B$ 此结果由两部分转换得来:整数部分 $(245)_D = (11111110)_B$,小数部分 $(.25)_D = (.01)_B$ 。转换误差为零。

$$\textcircled{4}(2.718)_D = (10.10110111)_B$$

此结果也分为两部分得来:其中整数部分 $(2)_D = (10)_B$,小数部分 $(0.718)_D = (0.10110111)_B$ 。两部分结果之和为

$$(2.178)_D = (10.10110111)_B = 2^1 + 2^{-1} + 2^{-3} + 2^{-4} + 2^{-6} + 2^{-7} + 2^{-8} = (2.6875)_D。转换误差 < 2^{-4}。$$

转换为八进制数

$$\textcircled{1}(43)_D = (101011)_B = (53)_O$$

$$\textcircled{2}(127)_D = (1111111)_B = (177)_O$$

$$\textcircled{3}(254.25)_D = (11111110.010)_B = (376.2)_O$$

$$\textcircled{4}(2.718)_D = (10.101101110)_B = (2.556)_O$$

转换为十六进制数

$$\textcircled{1}(43)_D = (101011)_B = (2B)_H$$

$$\textcircled{2}(127)_D = (1111111)_B = (7F)_H$$

$$\textcircled{3}(254.25)_D = (11111110.0100)_B = (FE.4)_H$$

$$\textcircled{4}(2.718)_D = (10.10110111)_B = (2.B7)_H$$

十-8421BCD

$$\textcircled{1}(43)_D = (01001011)_{BCD}$$

$$\textcircled{2}(127)_D = (000100100111)_{BCD}$$

$$\textcircled{3}(254.25)_D = (001001010100.00100101)_{BCD}$$

$$\textcircled{4}(2.718)_D = (0010.011100011000)_{BCD}$$

1.3.2 将下列数码作为自然二进制数或8421BCD码时,分别求出相应的十进制数。

$$\textcircled{1}10010111 \quad \textcircled{2}100010010011 \quad \textcircled{3}000101001001$$

解

$$\textcircled{1}(10010111)_B = 1 \times 2^7 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 2^0$$

$$= (151)_D(10010111)_{BCD} = (97)_D$$

$$\begin{aligned} \textcircled{2}(100010010011)_B &= 1 \times 2^{11} + 1 \times 2^7 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= (2195)_D(100010010011)_{BCD} = (893)_D \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{3}(000101001001)_B &= 1 \times 2^8 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^0 \\ &= (329)_D(000101001001)_{BCD} = (149)_D \end{aligned}$$

1.3.3 将下列每一二进制数转换为十六进制码:

$$\textcircled{1}(101001)_B \quad \textcircled{2}(11.01101)_B$$

分析 将二进制数转换为十六进制数的方法为:将二进制数中以小数点为中心向两边每4为分组,各组4为二进制数用一位十六进制数代替即可得到相应的十六进制数。

解

$$\textcircled{1}(101001)_B = (29)_H$$

$$\textcircled{2}(11.01101)_B = (11.01101000)_B = (3.68)_H$$

1.3.4 将下列十进制数转换为十六进制数:

$$\textcircled{1}(500)_D \quad \textcircled{2}(59)_D \quad \textcircled{3}(0.34)_D \quad \textcircled{4}(1002.45)_D$$

分析 十进制数转换为十六进制数:将十进制数的整数部分每除一次16,根据余数得到十六进制数的一位,如此连续除以16直到商为0,由所有余数可得十六进制数的整数部分;将十进制数的小数部分乘以16,取其个位数为十六进制数小数点后一位数,以后将十进制小数每次除去上次所得积中个位数连续乘以16,直到满足误差要求进行“四舍五入”为止,得到十六进制数小数点后各位数,这样即可完成十进制数转换为十六进制数。

解

$$\textcircled{1}(500)_D = (1F4)_H$$

$$\textcircled{2}(59)_D = (3B)_H$$

$$\textcircled{3}(0.34)_D = (0.570A)_H$$

而 $(0.570A)_H = 5 \times 16^{-1} + 7 \times 16^{-2} + 10 \times 10^{-4} = (0.3399)_D$,转换误差为0.0001。

④ 将分为整数和小数两部分转换:

$$(1002)_D = (3EA)_H \text{ 及 } (0.45)_D = (0.7333)_H$$

故 $(1002.45)_D = (3EA.7333)_H$,而

$$(3EA.7333)_H = 3 \times 16^2 + 14 \times 16 + 10 + 7 \times 16^{-1} + 3 \times 16^{-1} + 3 \times 16^{-2} + 3 \times$$

$$16^{-3} + 3 \times 16^{-4} = (1002.4499)_D \text{ 转换误差为 } 0.0001$$

1.3.5 将下列十六进制数转换为二进制数:

① $(23F.45)_H$ ② $(A040.51)_H$

分析 将十六进制转换为二进制的方法为:将每位十六进制数用4为二进制数代替。

解

$$\textcircled{1} (23F.45)_H = (001000111111.01000101)_B$$

$$\textcircled{2} (A040.51)_H = (1010000001000000.01010001)_B$$

1.3.6 将下列十六进制数转换为十进制数:

① $(103.2)_H$ ② $(A45D.0BC)_H$

解

$$\begin{aligned} \textcircled{1} (103.2)_H &= 1 \times 16^2 + 3 \times 16^0 + 2 \times 16^{-1} \\ &= (259.125)_D \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{2} (A45D.0BC)_H &= 10 \times 16^3 + 4 \times 16^2 + 5 \times 16^1 + 13 \times 16^0 + 0 \times 16^{-1} + 11 \times \\ &\quad 10^{-2} + 12 \times 16^{-3} \\ &\approx (42077.0459)_D \end{aligned}$$

第二章 逻辑门电路

一、知识要点

(一) 二极管和 BJT 的开关特性

在数字电路中,二极管和 BJT 大多工作在开关状态。它们在脉冲信号的作用下导通、截止,相当于开关的“开通”和“关断”。

1. 二极管的开关特性

二极管的开关特性表现在正向导通与反向截止两种不同状态之间的转换。

二极管从反向截止到正向导通的时间很短很短,可以忽略不计;但二极管从正向导通转为反向截止要经过称为反向恢复的过程,它是由于电荷存储效应引起的,反向恢复时间就是存储电荷消失所需的时间,这也是结电容放电时间。

2. BJT 的开关特性

由于的输出特性曲线上分为三个区:截止区、放大区和饱和区。在截止区 BJT 的基极电流 $i_B = 0$,此时相当于开关截止;在饱和区, $u_{CE} \approx V_{CES} \approx 0.2 \sim 0.3 \text{ V}$,此时相当于开关闭合导通。

3. BJT 的开关时间

若在 BJT 开关电路的 BJT 基极输入端加入理想的方波信号,则它的输出集电极电流 i_C 波形如图所示,它的起始部分和平顶部分都延迟了一段时间,上升和下降都变得缓慢了,BJT 开关的瞬态过程可用以下几个时间参数表征:

- 1) 延时时间 t_d :从 V_{BE} 加入到集电极电流 i_C 上升到 $0.1I_{CS}$ 所需的时间;
- 2) 上升时间 t_r :集电极电流 i_C 从 $0.1I_{CS}$ 上升到 $0.9I_{CS}$ 所需的时间;
- 3) 存储时间 t_s :从信号降到 $-V_{BE}$ 到 i_C 降到 $0.1I_{CS}$ 所需的时间;
- 4) 下降时间 t_f :集电极电流 i_C 从 $0.9I_{CS}$ 降到 $0.1I_{CS}$ 所需的时间;

(二) 基本逻辑门电路

由二极管和 BJT 管可构成各种基本逻辑门电路,如表 2.1.1 所示。

表 2.1.1 基本逻辑门路

名称	电 路	逻辑符号	逻辑关系式
二极管与门			$L = A \cdot B \cdot C$
二极管或门			$L = A + B + C$
BJT反相器(非门)			$L = \bar{A}$
TTL反相器(非门)			$L = \bar{A}$