



高等学校经典教材配套辅导丛书

# 电子技术基础

## 数字部分

### 辅导及习题精解

华中理工第四版

肖红军 聂典 郑学瑜 编著

- ◆ 习题全解
- ◆ 名师执笔
- ◆ 精准解答
- ◆ 知识归纳
- ◆ 经典例题与全真考题详解

陕西师范大学出版社

TN01  
X291



高等学校经典教材配套辅导丛书

# 电子技术基础

## 数字部分

### 辅导及习题精解

肖红军 聂 典 郑学瑜 编著

2007/4/03

陕西师范大学出版社

5

图书代号:JC4N0128

**图书在版编目(CIP)数据**

电子技术基础(数字)辅导及习题精解/肖红军,聂典,郑学瑜著. —西安:陕西师范大学出版社,2004.7

(高等学校经典教材配套辅导丛书)

ISBN 7-5613-3021-9

I. 电… II. ①肖…②聂…③郑… III. 数字电路—电子技术—高等学校—教学参考资料 IV. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 065544 号

---

**责任编辑** 史进

**装帧设计** 王静婧

**出版发行** 陕西师范大学出版社

**社址** 西安市陕西师大 120# (邮政编码:710062)

**网址** <http://www.snuph.com>

**经销** 新华书店

**印刷** 如皋市印刷有限公司

**开本** 787×960 1/16

**印张** 20

**字数** 380 千

**印数** 5000 册

**版次** 2004 年 8 月第 1 版

**印次** 2004 年 8 月第 1 次印刷

**定 价** 24.00 元

---

开户行:光大银行西安南郊支行 账号:0303070-00330004695

读者购书、书店添货或发现印装问题,请与本社营销中心联系、调换。

电 话:(029)85307864 85233753 85251046(传真)

E-mail:if-centre@snuph.com

# 前 言

本书是康华光教授主编的面向 21 世纪课程教材《电子技术基础》(数字部分)(第四版)的配套辅导书。本书旨在使读者掌握本课程的重要内容,学会解题方法。

本书的章节与原教材一一对应,每章内容包括知识点归纳、习题全解、经典习题与全真考题详解三个部分。知识点归纳指出了学生对各部分内容要掌握的程度,并扼要叙述了本章的基本内容及重点、难点;习题全解是教材中习题的全部解答(题号和图号与教材完全一致),并着重分析解题方法和阐明解题思路;经典习题与全真考题详解是对本章内容的一定拓展,增加了难度和综合度,例题中有部分是历年考研真题。本书可供使用康华光主编《电子技术基础》(数字部分)教材的师生参考,也可考研者和使用其它教材的师生参考使用。

参加本书编写工作的有肖红军、聂典、郑学瑜三位同志,肖红军同志任主编,负责全书的组织和定稿。

由于编者水平所限,书中难免有错或不妥之处,敬请读者提出批评和改进意见。

编者

2004 年 7 月

# 目 录

<b>第 1 章 数字逻辑基础</b> .....	(1)
1.1 知识点归纳 .....	(1)
1.1.1 十进制数与二进制数之间的转换 .....	(1)
1.1.2 二进制、八进制、十六进制之间的转换 .....	(1)
1.1.3 常用的编码 .....	(1)
1.2 习题全解 .....	(2)
1.3 经典习题与全真考题详解 .....	(7)
<b>第 2 章 逻辑门电路</b> .....	(8)
2.1 知识点归纳 .....	(8)
2.1.1 TTL 逻辑门 .....	(8)
2.1.2 OC 门与 TSL 门 .....	(8)
2.1.3 CMOS 逻辑门 .....	(9)
2.2 习题全解 .....	(9)
2.3 经典习题与全真考题详解 .....	(28)
<b>第 3 章 组合逻辑电路的分析与设计</b> .....	(40)
3.1 知识点归纳 .....	(40)
3.1.1 逻辑代数 .....	(40)
3.1.2 逻辑函数的化简 .....	(43)
3.1.3 组合逻辑电路 .....	(44)
3.2 习题全解 .....	(45)
3.3 经典习题与全真考题详解 .....	(73)
<b>第 4 章 常用组合逻辑功能器件</b> .....	(87)
4.1 知识点归纳 .....	(87)
4.1.1 若干常见的组合逻辑部件 .....	(87)

4.1.2	以中规模集成电路(MSI)为组件的组合电路的分析与设计	(89)
4.2	习题全解	(90)
4.3	经典习题与全真考题详解	(116)
<b>第5章</b>	<b>触发器</b>	(133)
5.1	知识点归纳	(133)
5.1.1	触发器的功能	(133)
5.1.2	不同电路结构触发器的动作特点	(134)
5.1.3	触发器的直接置位和直接复位	(136)
5.2	习题全解	(137)
5.3	经典习题与全真考题详解	(155)
<b>第6章</b>	<b>时序逻辑电路的分析与设计</b>	(166)
6.1	知识点归纳	(166)
6.1.1	时序电路的特点和分类	(166)
6.1.2	时序电路的分析方法	(167)
6.1.3	时序电路的设计方法	(167)
6.2	习题全解	(168)
6.2	经典习题与全真考题详解	(193)
<b>第7章</b>	<b>常用时序逻辑功能器件</b>	(218)
7.1	知识点归纳	(218)
7.1.1	计数器	(218)
7.1.2	寄存器与移位寄存器	(220)
7.2	习题全解	(220)
7.3	经典习题与全真考题详解	(235)
<b>第8章</b>	<b>半导体存储器和可编程逻辑器件</b>	(257)
8.1	知识点归纳	(257)
8.1.1	存储器的特点和分类	(257)
8.1.2	只读存储器 <b>ROM</b>	(258)
8.1.3	可编程逻辑器件 <b>PLD</b>	(258)
8.2	习题全解	(259)

8.3 经典习题与全真考题详解 .....	(269)
<b>第9章 脉冲波形的产生与变换 .....</b>	<b>(275)</b>
9.1 知识点归纳 .....	(275)
9.1.1 几种脉冲电路的基本特点 .....	(275)
9.1.2 555 定时器及应用 .....	(275)
9.1.3 脉冲电路的分析 .....	(277)
9.2 习题全解 .....	(277)
9.3 经典习题与全真考题详解 .....	(290)
<b>第10章 数模与模数转换器 .....</b>	<b>(296)</b>
10.1 知识点归纳 .....	(296)
10.1.1 D/A 转换器 .....	(296)
10.1.2 A/D 转换器 .....	(296)
10.2 习题全解 .....	(297)
10.3 经典习题与全真考题详解 .....	(308)

# 第 1 章 数字逻辑基础

本章主要介绍了各种进制及其相互转换的方法。本章的基本要求是：

- (1) 掌握二、八、十、十六进制的表示法及其相互转换的方法；
- (2) 掌握其它常用的十进制数的编码方法(如 8421 码、余 3 码、格雷码等)。

## 1.1 知识点归纳

数字系统中常用二进制数来表示数据。二进制是以 2 为基数的计数体制,其中数字 1 和 0 分别表示两个对立的状态。

### 1.1.1 十进制数与二进制数之间的转换

十进制整数转换成二进制的规则是“除 2 取余”,即将十进制整数连续除以 2,反向读取余数即为相应的二进制数。

十进制小数转换成二进制的规则是“乘 2 取整”,即将十进制小数连续乘以 2,正向读取整数部分即为相应的二进制小数。

二进制数转换成十进制数时,只需按权展开,并按十进制规则进行计算,即可求出相应的十进制数。

上述方法可推广到任意进制数与十进制之间的转换。

### 1.1.2 二进制、八进制、十六进制之间的转换

二进制数转换成八进制、十六进制时,需要以小数点为参考点,分别向左、向右分组。若转换成八进制,则三位一组,若转换到十六进制,则四位一组。每一组二进制对应一个八进制或十六进制数。

### 1.1.3 常用的编码

BCD 码是一种用四位二进制数来表示 0~9 这十个十进制数的编码。常用的 BCD 码有 8421BCD、5421BCD、2421BCD、余 3BCD 码等。注意余 3BCD 码是一种无权码,所有 BCD 码都存在六组禁用码组。

格雷码是一种循环码,形式多种。所有的格雷码都具有两个特点,一是相邻性,即相邻两码组之间仅有一位不同;另一特点是循环性,即最后的码组与第一码组也相邻。

## 1.2 习题全解

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



图题 1.1.1

**[分析]** 一般以逻辑 1 表示高电平,逻辑 0 表示低电平。实际上,这就是所谓正逻辑表示法。

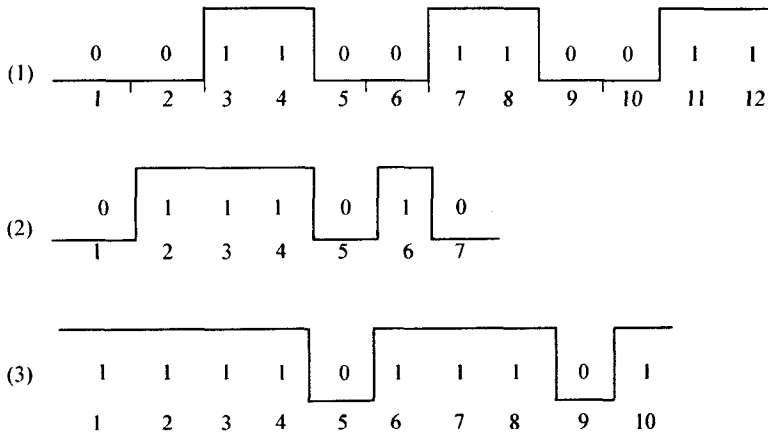
**[解]** 观察波形知,此波形代表二进制数为:

010110100

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]** 按照要求可画出如下数字波形。其中高电平为 5V,低电平为 0V。



图解 1.1.2

1.1.3 若某正逻辑波形如图题 1.1.3 所示。试写出相应的逻辑值 1 和 0(与标号 1~12 对应)。



$$(43)_{10} = (53)_8$$

$$(43)_{10} = (2B)_{16}$$

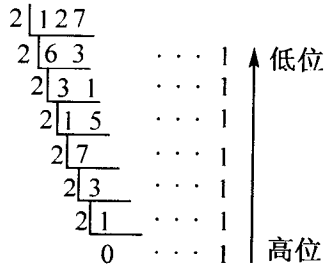
$$(43)_{10} = (01000011)_{8421\text{BCD}}$$

(2)  $(127)_{10} = (1111111)_2$ , 转换过程如图解 1.3.1(b)。

$$(127)_{10} = (177)_8$$

$$(127)_{10} = (7F)_{16}$$

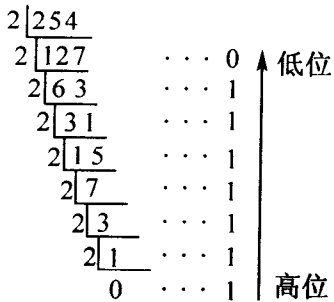
$$(127)_{10} = (000100100111)_{8421\text{BCD}}$$



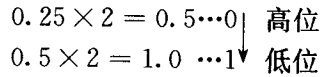
图解 1.3.1(b)

(3)  $(254.25)_{10} = (11111110.01)_2$

转换过程如图解 1.3.1(c)、(d)。



(c)



(d)

图解 1.3.1

$$(254.25)_{10} = (376.2)_8$$

$$(254.25)_{10} = (FE.4)_{16}$$

$$(254.25)_{10} = (001001010100.00100101)_{8421\text{BCD}}$$

(4)  $(2.718)_{10} \doteq (10.1011)_2$

转换过程如图解 1.3.1(e)。

$$\begin{array}{r}
 0.718 \times 2 = 1.436 \cdots 1 \\
 0.436 \times 2 = 0.872 \cdots 0 \\
 0.872 \times 2 = 1.744 \cdots 1 \\
 0.744 \times 2 = 1.488 \cdots 1 \\
 \vdots
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{高位} \\ \\ \\ \text{低位} \end{array}$$

图解 1.3.1(e)

$$(2.718)_{10} \doteq (2.54)_8$$

$$(2.718)_{10} \doteq (2.B)_{16}$$

$$(2.718)_{10} = (0010.011100011000)_{8421\text{BCD}}$$

**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:

- (1) 10010111    (2) 100010010011    (3) 000101001001

**[分析]** 作为自然二进制数时,按权展开即得相应十进制数;作为8421BCD码向十进制数转换时,以小数点作为参考点,向左、向右四位一组分组,每一组对应一个十进制数。

$$\text{[解]} \quad (1) (10010111)_2 = 1 \times 2^7 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = (151)_{10}$$

$$(10010111)_{8421\text{BCD}} = (1001'0111)_{8421\text{BCD}} = (97)_{10}$$

$$(2) (100010010011)_2 = 1 \times 2^{11} + 1 \times 2^7 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = (2195)_{10}$$

$$(100010010011)_{8421\text{BCD}} = (1000'1001'0011)_{8421\text{BCD}} = (893)_{10}$$

$$(3) (000101001001)_2 = 1 \times 2^8 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^0 = (329)_{10}$$

$$(000101001001)_{8421\text{BCD}} = (0001'0100'1001)_{8421\text{BCD}} = (149)_{10}$$

**1.3.3** 将下列每一二进制数转换为十六进制码:

- (1) (101001)<sub>B</sub>    (2) (11.01101)<sub>B</sub>

**[分析]** 以小数点为参考点向左、向右每四位一组进行分组,不足四位,则向外补零,每组对应一位十六进制数。

$$\text{[解]} \quad (1) (101001)_B = (0010'1001)_B = (29)_{16}$$

$$(2) (11.01101)_B = (0011'.0110'1000)_B = (3.68)_{16}$$

**1.3.4** 将下列十进制数转换为十六进制数:

- (1) (500)<sub>D</sub>    (2) (59)<sub>D</sub>    (3) (0.34)<sub>D</sub>    (4) (1002.45)<sub>D</sub>

**[分析]** 可以直接转换成十六进制数,即整数部分除16取余,小数部分乘16取整;也可以先转换成二进制,再转换成十六进制。

$$\text{[解]} \quad (1) (500)_{10} = (1F4)_{16}$$

转换过程如图解 1.3.4(a)。

$$\begin{array}{r}
 16 \overline{)500} \\
 \underline{16 \overline{)31}} \quad \dots 4=4H \uparrow \text{低位} \\
 \underline{16 \overline{)1}} \quad \dots 15=FH \\
 0 \quad \dots 1=1H \uparrow \text{高位}
 \end{array}$$

图解 1.3.4(a)

(2)  $(59)_{10} = (3B)_{16}$ , 转换过程如图解 1.3.4(b)。

$$\begin{array}{r}
 16 \overline{)59} \\
 \underline{16 \overline{)3}} \quad \dots 11=BH \uparrow \text{低位} \\
 0 \quad \dots 3=3H \uparrow \text{高位}
 \end{array}$$

图解 1.3.4(b)

(3)  $(0.34)_{10} \doteq (0.570A)_{16}$ , 转换过程如下:

$$\begin{array}{r}
 0.34 \times 16 = 5.44 \dots 5 = 5H \quad \left| \begin{array}{l} \text{高位} \\ \downarrow \\ \text{低位} \end{array} \right. \\
 0.44 \times 16 = 7.04 \dots 7 = 7H \\
 0.04 \times 16 = 0.64 \dots 0 = 0H \\
 0.64 \times 16 = 10.24 \dots 10 = AH \downarrow \\
 \dots
 \end{array}$$

由于本题不能完全转换, 如果只需保留小数点后四位, 则到此为止。

(4)  $(1002.45)_{10} \doteq (3EA.7333)_{16}$

转换过程如图解 1.3.4(c)、(d)。

$$\begin{array}{r}
 16 \overline{)1002} \\
 \underline{16 \overline{)62}} \quad \dots 10=AH \uparrow \text{低位} \\
 \underline{16 \overline{)3}} \quad \dots 14=EH \\
 0 \quad \dots 3=3H \uparrow \text{高位}
 \end{array}$$

(c)

$$\begin{array}{r}
 0.45 \times 16 = 7.2 \quad \dots 7 \quad \left| \begin{array}{l} \text{高位} \\ \downarrow \\ \text{低位} \end{array} \right. \\
 0.2 \times 16 = 3.2 \quad \dots 3 \\
 0.2 \times 16 = 3.2 \quad \dots 3 \\
 0.2 \times 16 = 3.2 \quad \dots 3 \downarrow \\
 \dots
 \end{array}$$

(d)

图解 1.3.4

由于  $(0.45)_{10}$  不能完全转换成十六进制, 如果只需保留小数点四位, 则到此为止。

**1.3.5** 将下列十六进制数转换为二进制数:

(1)  $(23F.45)_H$       (2)  $(A040.51)_H$

[解] (1)  $(23F.45)_H = (0010'0011'1111.0100'0101)_2$   
 $= (1000111111.01000101)_2$

(2)  $(A040.51)_H = (1010'0000'0100'0000.0101'0001)_2$

**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] (1)  $(103.2)_H = 1 \times 16^2 + 3 \times 16^0 + 2 \times 16^{-1} = (259.125)_{10}$

(2)  $(A45D.0BC)_{16} = 10 \times 16^3 + 4 \times 16^2 + 5 \times 16^1 + 13 \times 16^0$

$$+ 11 \times 16^{-2} + 12 \times 16^{-3}$$

$$\doteq (42077.045898)_{10}$$

### 1.3 经典习题与全真考题详解

1. 把十进制小数 0.39 转换成二进制小数。

(1) 要求误差不大于  $2^{-7}$ 。

(2) 要求误差不大于 0.1%。

[解] (1) 要求误差不大于  $2^{-7}$ , 只需保留至小数点后七位。使用“乘 2 取余”法则, 过程如下:

$$0.39 \times 2 = 0.78 \cdots \cdots 0$$

$$0.78 \times 2 = 1.56 \cdots \cdots 1$$

$$0.56 \times 2 = 1.12 \cdots \cdots 1$$

$$0.12 \times 2 = 0.24 \cdots \cdots 0$$

$$0.24 \times 2 = 0.48 \cdots \cdots 0$$

$$0.48 \times 2 = 0.96 \cdots \cdots 0$$

$$0.96 \times 2 = 1.92 \cdots \cdots 1$$

因此  $(0.39)_{10} \doteq (0.0110001)_2$

(2) 由于  $\frac{1}{2^{10}} = \frac{1}{1024} < 0.1\%$ , 因此要求误差不大于 0.1%, 只需保留至小数点后十位。

接续(1)的过程有:

$$0.92 \times 2 = 1.84 \cdots \cdots 1$$

$$0.84 \times 2 = 1.68 \cdots \cdots 1$$

$$0.68 \times 2 = 1.36 \cdots \cdots 1$$

因此  $(0.39)_{10} \doteq (0.0110001111)_2$

## 第 2 章 逻辑门电路

本章主要介绍了 TTL 集成逻辑门和 CMOS 集成逻辑门,学习本章的基本要求是:

- (1) 了解典型 TTL 门的电路原理,理解主要外部特性参数的含义;
- (2) 掌握集电极开路门、三态门的逻辑符号、功能与应用;
- (3) 了解 CMOS 门的特点及使用时的注意事项。

### 2.1 知识点归纳

#### 2.1.1 TTL 逻辑门

TTL 逻辑门电路是当前应用广泛的门电路之一,它的电路基础是 NPN 型 TTL 反相器。TTL 反相器由输入级、中间级和输出级三部分组成,其输出级常用推拉式结构实现,其特点是输出阻抗低,带负载能力强。如将 TTL 反相器的输入改为多发射极结构便构成与非门电路。

TTL 门的主要外部特性和参数为:

##### (1) 电压传输特性

这是一个输出电压  $v_o$  与输入电压  $v_i$  之间关系的曲线。

其特性参数有输出高电平  $V_{OH}$ 、输出低电平  $V_{OL}$ 、输入低电平  $V_{IL}$ 、输入高电平  $V_{IH}$ 、高电平噪声容限  $V_{NH}$  和低电平噪声容限  $V_{NL}$  等。其中:

$$V_{NH} = V_{OH(\min)} - V_{IH(\min)}$$

$$V_{NL} = V_{IL(\max)} - V_{OL(\max)}$$

##### (2) 输入负载特性

这是一个关于输入电压  $v_i$  与输入负载  $R_I$  之间关系的曲线。其特性参数有关门电阻  $R_{OFF}$  和开门电阻  $R_{ON}$ 。

##### (3) 输出特性

这是一个关于输出电流  $i_o$  与输出电压  $v_o$  之间关系的曲线。其特性参数有最大拉电流  $I_{OH(\max)}$ 、最大灌电流  $I_{OL(\max)}$  和扇出数  $N_O$ 。

#### 2.1.2 OC 门与 TSL 门

实际应用时,往往需要将两个门的输出端并联以实现与逻辑,这种功能称为线与。普通的 TTL 门不能线与,因为它存在一条低阻通路使线与后的门可能损坏。OC 门与 TSL

门是实现线与非的两种方法。

OC 门即集电极开路门,将 OC 门的输出端并联则不存在低阻通路,因而可以实现线与非。它的符号如图 2.1。

此 OC 门输出  $F = \overline{AB}$ 。要说明的是,OC 门正常工作时需接一上拉电阻,否则电路不能输出。

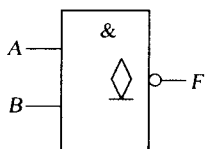


图 2.1

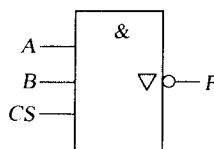


图 2.2

TSL 门即三态门也能实现线与非功能。三态门有三个状态,即高电平、低电平和高阻。多个三态门实现线与非只需使其中一个输出正常的高、低电平,其余的输出高阻态即可。它的符号如图 2.2。

此三态门的真值表为表 2.1。

### 2.1.3 CMOS 逻辑门

CMOS 逻辑门是另一种广泛使用的逻辑门。它的功耗和抗干扰能力远优于 TTL,工作速度可与 TTL 比较,且制造费用较低。常用的 CMOS 门电路有非门、与非门、或非门和传输门等。

CMOS 逻辑门主要参数有阈值电平  $V_T$ 、输出高电平  $V_{OH}$ 、输出低电平  $V_{OL}$ 、高电平噪声容限  $V_{NH}$  和低电平噪声容限  $V_{NL}$  等。

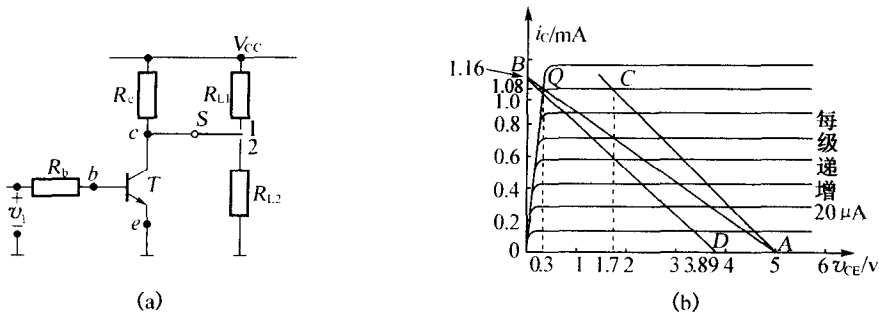
由于 CMOS 逻辑门具有很高的输入阻抗,很容易因感应静电而被击穿。虽然其内部都有多层保护电路。但在使用时还是要注意。如仪器仪表的良好接地、烙铁良好接地、严禁带电插(拔)器件等。

表 2.1

CS	A	B	F
0	×	×	高阻
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

## 2.2 习题全解

**2.2.1** 图题 2.2.1a 表示一 BJT 反相器电路,图 b 为 BJT 的输出  $v-i$  特性。试求解下列问题:(1) 设图 a 中的参数为:  $V_{CC} = 5V$ ,  $R_c = 4.3k\Omega$ ,  $R_b = 30k\Omega$ ,  $v_i = 5V$ ,用图解法求 Q 点 ( $I_B$ 、 $I_C$ 、 $V_{CE}$ );(2) 若将开关 S 置于位置 1,并设  $R_{L1} = 10k\Omega$ ,问此时  $V_{CE} = ?$  并说明  $R_{L1}$  的大小或  $R'_c = R_c \parallel R_{L1}$  大小的变化,对  $V_{CE}$  值有何影响,从而检查 BJT 的饱和深度;(3) 若电路其他参数不变,将 S 置于位置 2,并设  $R_{L2} = 15k\Omega$ ,问此时的  $V_{CE} = ?$



图题 2.2.1

【分析】 根据  $V_{CC}$  和  $R_c$  可以画出直流负载线, 根据负载线可确定静态工作点  $Q$ 。当开关  $S$  接 1、2 时, 将改变  $R_c$  和  $V_{CC}$ , 依此再画出相应负载线, 并求出  $V_{CE}$  值。

【解】 (1) 当  $v_i = 5V$  时,

$$I_B = \frac{v_i - V_{BE}}{R_b} = \frac{5 - 0.7}{30 \times 10^3} \doteq 143 \mu A$$

由于  $V_{CC} = 5V$ ,  $\frac{V_{CC}}{R_c} = \frac{5}{4.3} \doteq 1.16mA$ , 据此画出直流负载线  $AB$  (如图题 2.2.1 所示)。  $AB$  负载线与  $I_B = 143 \mu A$  的交叉点就是静态工作点  $Q$ 。由图可知  $Q$  的横、纵坐标为:

$$V_{CE} = 0.3V, \quad I_C = 1.08mA$$

(2) 当开关置于位置 1 时,

$$R'_c = R_c \parallel R_{L1} = \frac{4.3 \times 10}{4.3 + 10} \doteq 3k\Omega$$

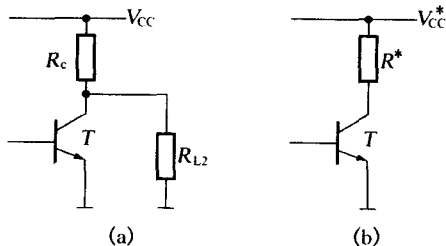
根据  $V_{CC} = 5V$ ,  $\frac{V_{CC}}{R'_c} = \frac{5}{3} \doteq 1.67mA$  可画出负载线  $AC$ 。

由于此时  $I_B$  没有变化, 仍为  $143 \mu A$ , 它与  $AC$  负载线的交叉点为静态工作点  $C$ 。可读出  $C$  的横、纵坐标为:

$$V_{CE} = 1.7V, \quad I_C = 1.08mA$$

由图可知, 当  $R_{L1} \downarrow$  时,  $R'_c \downarrow$ , 负载线斜率  $\uparrow$ , 则  $V_{CE} \uparrow$ , BJT 饱和深度  $\downarrow$ 。这里 BJT 已退出饱和区。

(3) 当开关置于位置 2 时, 可将图解 2.2.1(a) 等效成 (b)。



图解 2.2.1