

# 电子电路识图

赵清 赵志杰 等编著

- 电子电路识图知识
- 电子电路识图方法
- 集成电路识图方法
- 应用电路识图实例



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

# 电子电路识图

赵清 赵志杰 等编著

电子工业出版社

**Publishing House of Electronics Industry**

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书从介绍电子电路基础知识入手,以分析单元电路中元器件的作用及电路工作原理为主线,重点讲解电子电路的识图方法和步骤,并通过所列举的具有代表性的集成电路和实用电子电路的识图实例,教会读者掌握电子电路识图要点和技巧,以提高读者的识读能力。

本书通俗易懂,实用性强,可作为中等职业学校电子技术专业教材,也可作为电子技术生产、维修岗位的从业人员上岗培训教材,同时也是一本供广大电子爱好者自学的科普读物。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

电子电路识图 / 赵清等编著. —北京: 电子工业出版社, 2006.3  
ISBN 7-121-02283-4

I. 电... II. 赵... III. 电子电路—识图法 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 010464 号

责任编辑: 谭佩香

印 刷: 河北省邮电印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 14.5 字数: 333 千字

印 次: 2006 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 6000 册 定价: 23.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。  
联系电话: (010)68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

# 前 言

随着我国电子科学技术的飞速发展,各种类型的电子产品无处不在,使我们的生活更加丰富多彩。随着电子产品种类的增加,各种各样的电子电路也应运而生,尽管它们的结构各有不同,在电子产品中的应用各有差异,但组成不同电路的元器件的作用基本相同,同一类电路的工作原理大同小异。这样就要求从事电子产品生产、维修的技术人员要具备更扎实的理论基础知识和丰富的实践经验,无论电路如何变化,都能识读电路,并灵活应用。为满足广大读者需求,本人将多年积累的教学经验和实践工作经验总结出来,编写了这本《电子电路识图》,与本人2004年编写的、由电子工业出版社出版的《新电工识图》组成电路识图的姐妹篇,奉献给广大读者,以迅速提高广大电气技术人员和电子产品生产技术人员识图能力,适应实际工作的需要。

本书从实际出发,着重介绍电子电路识图的方法和步骤,以介绍基本单元电路为主,结合一些具有代表性的实际电路进行分析,使读者掌握电子电路识图的要点。尽管实际电子电路很复杂,但只要我们学会化整为零的分析方法,就不难弄懂一个复杂电路。所以本书以单元电路分析为主线,采用化整为零的识图方法。

书中所有电路都是常用的电子电路和常用的数字逻辑电路,掌握了这些基本电路的元器件的作用和工作原理,就可以使读者举一反三,提高识图能力和技巧。

本书编写人员主要有赵清、张立志、赵志杰、孙振宝、赵玉龙等人。赵清负责统编工作。本书第1章由张立志负责编写,第2章、第3章由赵志杰负责编写,第4章由赵清编写,第5章由孙振宝编写。全书插图和电子版文件由赵玉龙完成。

本书在编写过程中得到了哈尔滨商业大学有关领导的大力支持,得到了哈尔滨商业大学计算机与信息工程学院领导的具体指导,还有很多教师提供了宝贵素材,这些都为本书顺利编写提供了极其有利的支持。在此向他们表示衷心感谢。

由于我们的水平和实践经验有限,书中可能有不足之处,恳请广大读者批评指正。

我们的联系方式: [tan\\_peixiang@phei.com.cn](mailto:tan_peixiang@phei.com.cn)

编 者  
2005年11月

# 目 录

<b>第 1 章 电子电路识图基础知识</b> .....	<b>1</b>
1.1 什么是电子电路原理图.....	1
1.2 什么是系统结构框图和系统流程图.....	2
1.3 什么是系统接线图.....	3
1.4 电子电路中常用的电气符号.....	3
1.4.1 电工系统图图形符号.....	4
1.4.2 电气技术中的文字符号.....	8
1.5 电阻器.....	14
1.5.1 电阻器简介.....	14
1.5.2 电路中常用固定电阻器的说明.....	16
1.5.3 固定电阻器参数标注方法.....	17
1.5.4 电阻器的测试方法.....	19
1.5.5 可变电阻器.....	19
1.5.6 熔断电阻器.....	21
1.5.7 限温熔断器.....	22
1.5.8 电位器.....	23
1.6 电容器.....	26
1.7 电感器.....	32
1.8 半导体二极管.....	34
1.8.1 普通半导体二极管.....	34
1.8.2 稳压二极管.....	36
1.8.3 发光二极管.....	39
1.8.4 红外发光二极管.....	42
1.8.5 变容二极管.....	44
1.8.6 普通二极管的应用举例（桥路）.....	46
1.9 半导体三极管.....	47
1.10 晶体管型号命名方法.....	54

1.11	场效应管.....	54
1.12	可控硅.....	58
<b>第 2 章</b>	<b>简单电子电路的识图方法.....</b>	<b>61</b>
2.1	晶体三极管基本放大电路.....	61
2.2	晶体三极管射极输出电路分析.....	62
2.3	晶体三极管共基极电路分析.....	63
2.4	单相直流稳压电路.....	65
2.5	串联型晶体管稳压电源.....	67
2.6	三端固定集成稳压器电路.....	67
2.7	双极性三端固定集成稳压电源.....	68
2.8	三端可调集成稳压器电路.....	69
2.9	多端可调稳压电源.....	71
2.10	晶闸管整流稳压电路.....	72
2.10.1	晶闸管单相半波整流电路.....	72
2.10.2	半控桥晶闸管整流电路.....	73
2.11	含有运算放大器的简单电子电路.....	74
2.11.1	运算放大器工作在线性区常见电路.....	75
2.11.2	运算放大器工作在非线性段电路.....	80
2.11.3	运算放大器保护电路.....	82
2.12	振荡电路.....	83
2.12.1	正弦波振荡电路.....	83
2.12.2	非正弦波振荡电路.....	86
2.12.3	晶体管变换器.....	91
2.12.4	射极耦合触发器.....	95
2.12.5	锯齿波发生器.....	96
2.12.6	常用非正弦振荡器电路及频率计算公式.....	98
2.13	功率放大电路.....	99
2.14	集成功率放大电路.....	103
2.15	光电隔离器件及其常用电路.....	106
<b>第 3 章</b>	<b>集成电路识图方法.....</b>	<b>113</b>
3.1	常用的“门”电路器件.....	113
3.1.1	各种门电路所能完成的逻辑功能.....	114

3.2	集成“门”电路元件.....	116
3.3	编码器、译码器.....	119
3.4	数字多路开关（数据选择器）.....	126
3.5	计数器.....	135
3.5.1	十进制计数器功能及其应用举例（异步清零，同步置数）.....	135
3.5.2	同步清零同步置数十进制计数器功能及其组成的电路.....	138
3.5.3	可逆计数器功能及其组成的电路.....	139
3.5.4	异步计数器.....	141
3.6	寄存器.....	145
3.6.1	并行寄存器.....	145
3.6.2	移位寄存器.....	146
3.6.3	集成移位寄存器.....	147
3.7	数据比较器.....	153
3.8	加法器.....	154
<b>第 4 章</b>	<b>集成电路识图举例.....</b>	<b>155</b>
<b>第 5 章</b>	<b>实用电路识图.....</b>	<b>171</b>
5.1	液位控制电路识图.....	171
5.2	采用电极作液位传感器元件组成水位控制电路.....	176
5.3	采用 JYB 型液位控制器组成的液位控制电路.....	182
5.4	采用压力传感器组成液位控制电路.....	183
5.5	半导体时间继电器电路分析.....	189
5.6	光敏元件及光控电路.....	194
5.7	含有运算放大器的定时电路分析.....	201
5.8	具有定时和调速控制的电路分析.....	202
5.9	晶体电路在三相电动机控制电路中的应用.....	203
<b>附录 A</b>	<b>半导体集成电路型号命名方法.....</b>	<b>205</b>
<b>附录 B</b>	<b>常用 TTL 集成电路型号索引.....</b>	<b>206</b>
<b>附录 C</b>	<b>常用 CMOS 集成电路型号索引.....</b>	<b>216</b>

附录 D 常用集成运算放大器型号索引 .....218

附录 E 集成电路的几种常见的封装形式 .....222

参考文献 .....224



# 第 1 章 电子电路识图基础知识

电子电路是由电子元器件和电气元件（简称元器件）组成的电路。电子电路图通常包括系统结构框图、系统流程图、原理图、工艺接线图、半导体器件管脚功能图等五种。在这些图中最重要的是电路原理图和工艺接线图。电路原理图是技术人员和技术工人分析电路的蓝图；工艺接线图是技术工人进行接线的指导图，也是技术人员调试和检测电路的最基本图纸。对于工程技术人员和专业技术人员来说，读懂这两种电路图是最基本的要求。实际上读懂这两种电路图并不难，只要掌握识图方法，熟记电路图各电气符号所代表的元器件，并对元器件功能和基本结构了解清楚，读懂电路图是容易的。为此，本章先介绍电子电路中常见的元器件及其功能、常用电子器件的管脚排列和各管脚的功能。

## 1.1 什么是电子电路原理图

电子电路通常有模拟电路和数字电路两类。模拟电路主要是指由晶体管和小规模逻辑器件组成的电路；数字电路是指由半导体逻辑器件组成的电路。图 1-1 是由晶体三极管组成的单管放大电路原理图，图 1-2 是用中规模计数器件组成的五进制计数器电路原理图。

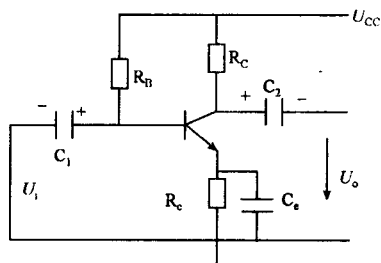


图 1-1 单管放大电路原理图

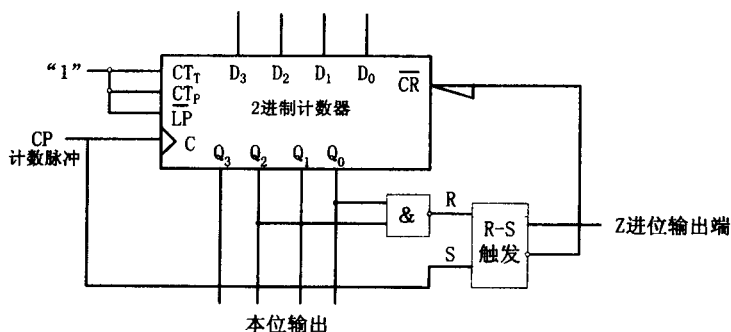


图 1-2 五进制计数器电路原理图

图 1-1 是模拟电子电路图，而图 1-2 是数字电路图。这两图不同点在于图 1-1 所示电路输入量是连续交变信号，输出也是连续交变信号，而图 1-2 所示电路输入是脉冲信号，输出也是脉冲信号。在图 1-1 中标出了直流电源电压值（用电位表示的电路），而在图 1-2 中没有标出直流电源（实际有直流电源，但图中不画）。以上两点是模拟电子电路和数字电路最基本的区别。

## 1.2 什么是系统结构框图和系统流程图

系统结构框图由多个电子电路的分割块组成，每块有单独功能。图 1-3 画出了交通管理系统的电子电路结构图和方框图。图 (a) 为结构图，图 (b) 为方框图。通过结构图和方框图可以很清楚地看出电路组成及其每部分的作用，这就比较容易分析电路。

系统流程图是电路信号传递过程的控制顺序图。这种图出现于一个完整的控制系统。图 1-4 是交通管理系统电子电路的流程图。通过系统流程图，可以看出整体的控制与被控制关系，及其每个环节所完成的功能。

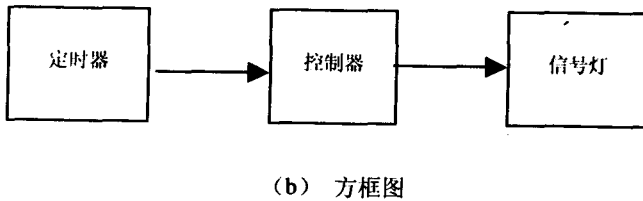
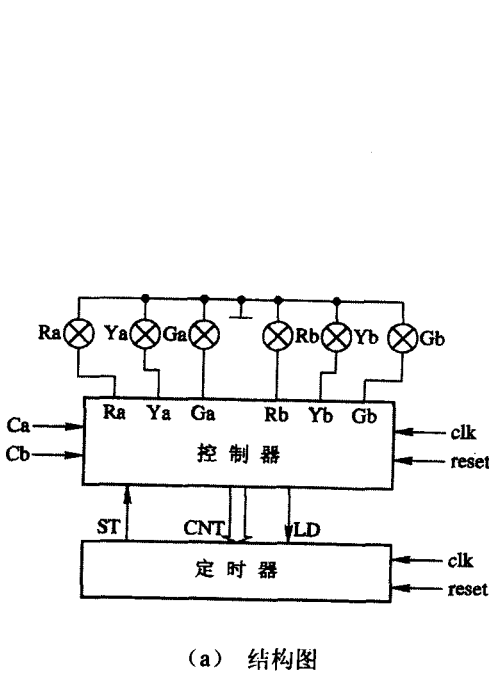


图 1-3 交通管理系统电子电路结构图和方框图

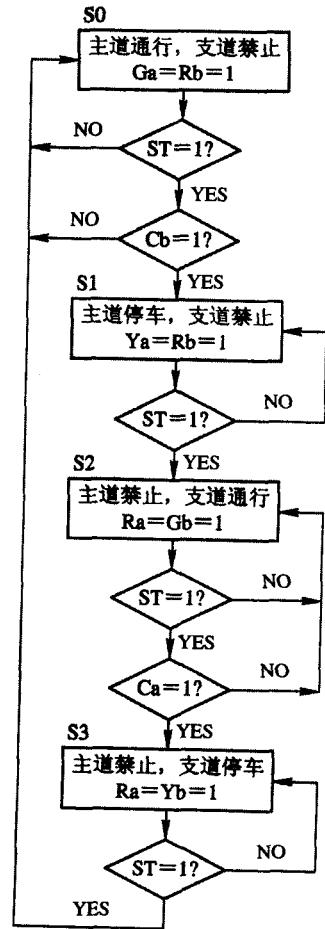


图 1-4 交通管理系统电路信号流程图

### 1.3 什么是系统接线图

电子电路原理图和接线图既有严格的区别，又互为依托。先有电路原理图，后有接线图。接线图依据原理图绘制出来，它必须完成原理图的功能。接线图是制作印刷电路板图的依据，没有接线图就不能产生印刷电路板图。图 1-5 是一个五进制计数电路的原理图。图 1-6 是五进制计数器电路的接线图。

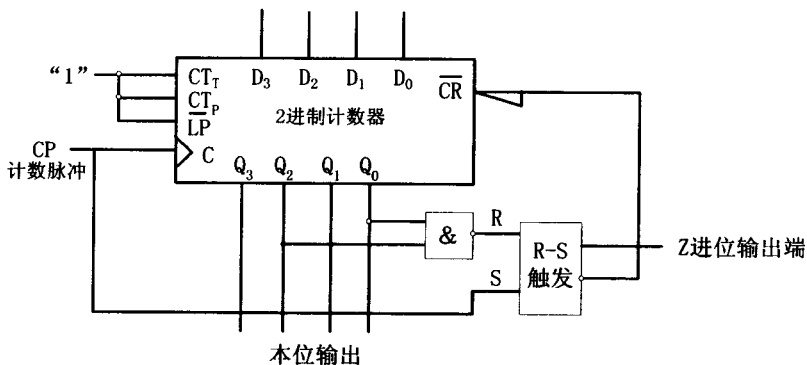


图 1-5 五进制计数器的电路原理图

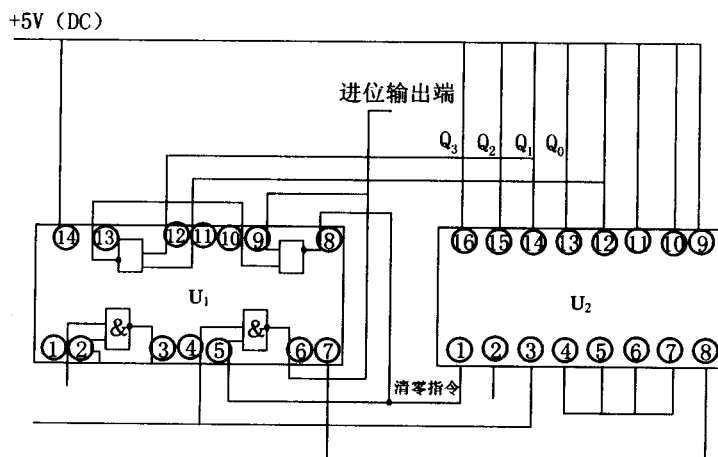


图 1-6 五进制计数器电路的接线图

### 1.4 电子电路中常用的电气符号

电气符号包括电气图形符号和元器件的文字符号两种。这些电气符号是国家统一规定的图形符号和文字符号。



### 1.4.1 电工系统图图形符号

电工系统图图形符号分为基本符号、一般符号和明细符号三种。

#### 1. 基本图形符号

基本图形符号（简称基本符号）不代表具体的设备和器件，而是表明某些特征或绕组接线方式。例如，用符号“~”表示交流电；用符号“+”表示正极；用符号“△”表示绕组三角形接法。基本符号可以标注于设备和器件明细符号旁边或内部。

#### 2. 一般图形符号

一般图形符号（简称一般符号）用于代表某一大类设备或器件。

#### 3. 明细符号

明细符号用于代表具体器件和设备。一般图形符号与基本符号或文字符号相结合所派生出的符号，就是明细符号。

45种常用图形符号（新旧对照）见表1-1所列。

表 1-1 45种常用图形符号（新、旧对照）

国家新标准符号 (GB4728)		国家旧标准符号 (GB312-64)	
名称	图形符号	名称	图形符号
直流电	—	直流电	—
交流电	~	交流电	~
交直流电	~	交直流电	~
正极	+	正极	+
负极	-	负极	-
继电器、接触器、 磁力启动器线圈		继电器、接触器、 磁力启动器线圈	
直流电流表		直流电流表	
交流电压表		交流电压表	
按钮开关 (动断按钮)		带动断触点的按钮	
按钮开关 (动合按钮)		带动合触点的按钮	
手动开关一般符号			

(续表)

国家新标准符号 (GB4728)		国家旧标准符号 (GB312-64)	
名称	图形符号	名称	图形符号
位置开关和限制开关的动断触点		与工作机械联动的开关动断触点	
位置开关和限位开关的动合触点		与工作机械联动的开关动合触点	
继电器动断触点		继电器动断触点	
继电器动合触点		继电器动合触点	
开关一般符号 (动合)		开关的动断触点	
开关一般符号 (动断)		开关的动断触点	
液位开关 (常开触点)		液位继电器动合触点	
热敏开关动合触点 注: $\theta$ 可用动作温度 $T$ 代替		温度继电器动合触点	
热继电器动断触点		热继电器动断触点	
接触器动合触点		接触器动合触点	
接触器动断触点		接触器动断触点	
三极开关 (单线表示)		三极开关 (单线表示)	
三极开关 (多线表示)		三极开关 (多线表示)	

(续表)

国家新标准符号 (GB4728)		国家旧标准符号 (GB312-64)	
名称	图形符号	名称	图形符号
断路器		自动空气断路器	
三相断路器		三相自动空气断路器	
热继电器的驱动器件		热继电器的发热元件	
三相笼型异步电动机		三相鼠型异步电动机	
串励式直流电动机		串励式直流电动机	
并励式直流电动机		并励式直流电动机	
三相绕线型异步电动机		三相滑环异步电动机	
双绕组变压器		双绕组变压器	单线表示  多线表示 
铁芯		铁芯	
星形-三角形连接的三相变压器		星形-三角形连接的有铁芯的三相双绕组变压器	单线表示  多线表示 

(续表)

国家新标准符号 (GB4728)		国家旧标准符号 (GB312-64)	
名称	图形符号	名称	图形符号
电阻器的一般符号		电阻器的一般符号	
可变电阻器		变阻器	
滑动触点电位器		电位器的一般符号	
电容器的一般符号	优选  其他 	电容器的一般符号	
极性电容器		有极性的电解电容器	
半导体二极管一般符号	优选  其他 	半导体二极管、 半导体整流器	
发光二极管	优选  其他 		
单向击穿二极管、 电压调整二极管	优选  其他 	雪崩二极管	
NPN 型半导体管		n-p-n 型半导体管	
PNP 型半导体管		p-n-p 型半导体管	
桥式全波整流器 方框符号		桥式全波整流器	

## 1.4.2 电气技术中的文字符号

电气技术中的文字符号分为基本文字符号、辅助文字符号、补充文字符号三种。

### 1. 文字符号

基本文字符号是表示电气设备、装置和元器件种类的文字符号。基本文字符号分为单字母符号和双字母符号两种。

(1) 单字母符号。单字母符号是按拉丁字母将各种电气设备、装置和元器件划分为23大类，每大类用一个专用单字母符号表示，单字母符号应优先采用。表示电气设备、装置和元器件种类的单字母符号见表1-2所列。

表 1-2 表示电气设备、装置和元器件种类的单字母符号

种 类	符 号
组件部件	A
非电量到电量变换器或电量到非电量变换器	B
电容器	C
二进制元件、延迟器件、存储器件	D
其他元器件	E
保护器件	F
发生器、发电机、电源	G
信号器件	H
继电器、接触器…	K
电感器、电抗器	L
电动机	M
模拟元件	N
测量设备、试验设备	P
电力电路的开关器件	Q
电阻器	R
控制、记忆、信号电路的开关器件选择器	S
变压器	T
调制器、变换器	U
电子管、晶体管	V
传输通道、波导、天线	W
端子、插头、插座	X
电气操作的机械器件	Y
终端设备、混合变压器、滤波器、均压器、限幅器	Z



(2) 双字母符号。双字母符号由一个表示种类的单字母符号与另一个字母组成，其组合形式应以单字母在前、另一个字母在后的次序列出。如“GB”表示蓄电池，其中“G”为电源的单字母符号。只有单字母符号不能满足要求，需要将大类进一步划分时，才采用双字母符号，以便较详细和更具体地表述电气设备、装置和元器件等。

电气设备、装置和元器件种类的双字母符号见表 1-3 所列。表 1-3 列出了新标准 GB7159-87 与旧标准 GB312-64 的对照关系。

表 1-3 电气设备、装置和元器件种类的双字母符号

名 称	新标准文字符号 (GB7159-87)		旧标准文字符号 (GB312-64)
	单字母符号	双字母符号	
发电机	G		F
直流发电机	G	GD	ZF
交流发电机	G	GA	JF
同步发电机	G	GS	TF
异步发电机	G	GA	YF
永磁发电机	G	GM	YCF
水轮发电机	G	GH	SLF
汽轮发电机	G	GT	QLF
励磁机	G	GE	L
电动机	M		D
直流电动机	M	MD	ZD
交流电动机	M	MA	JD
同步电动机	M	MS	TD
异步电动机	M	MA	YD
笼型电动机	M	MC	LD
绕 组	W		Q
电枢绕组	W	WA	SQ
定子绕组	W	WS	DQ
转子绕组	W	WR	ZQ
励磁绕组	W	WE	LQ
控制绕组	W	WC	KQ
变压器	T		B
电力变压器	T	TM	LB
控制变压器	T	TC	KB
升压变压器	T	TU	SB
降压变压器	T	TD	JB
自耦变压器	T	TA	OB
整流变压器	T	TR	ZB