

电路识图
系列丛书

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

电子电路识图

(第2版)



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

电路识图系列丛书

电子电路识图

(第2版)

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,并通过对所精选的具有代表性的常用的分立元件组成的基本电路、光电器件应用电路、新型集成电路组成的模拟和数字电路、继电器与新电子控制器件组成的自动控制电路等实用电子电路的识图分析和解读,教会读者掌握电子电路识图要点和技巧,以提高读者的识图能力。

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的电子技术基础教材,也可作为电子产品生产、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 / 赵清编著. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2009.1
(电路识图系列丛书)

ISBN 978-7-121-07789-0

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 (2008) 第 178488 号

责任编辑: 谭佩香

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

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

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16 字数: 389 千字

印 次: 2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 28.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前言

P R E F A C E

随着电子技术的迅速发展,用电脑控制的先进电子产品和电气设备及自动生产线的大量出现,使得电子电路越来越复杂,技术含量越来越高,电子产品生产企业需要越来越多的具有扎实理论基础和丰富实践经验的电子产品生产及维修的技术人员和电气安装及维修的技术人员,并且急待提高他们对电子电路的识图能力和技巧。我社 2006 年出版的《电子电路识图》深受广大读者的欢迎,已被不少中等职业技术学校选用,作为电子技术基础教材,且市场反应良好,至今畅销不衰。根据广大读者要求,我们对《电子电路识图》进行了修订。我们热切期待,《电子电路识图(第 2 版)》的内容能更加体现新知识、新电路及新的科技成果,能为广大读者丰富知识、更新技术和提高技能提供更好的服务。

《电子电路识图(第 2 版)》着重介绍电路识图的方法和步骤,介绍电路中常见基本元件的功能,并增加了自动控制电路中常用器件功能和自控单元电路识图。书中结合精选的具有代表性的实际电路进行分析和解读,从而使读者真正掌握电路识图的要点。电子产品的实际电路虽然很复杂,只要我们学会化整为零的分析方法,就不难读懂。这次再版的图书就是以对单元电路进行分析为主线,所采用的正是化整为零的识图方法。

《电子电路识图(第 2 版)》中仍然以常用的基本电子电路为主体,同时新增加了大量的光电器件应用电路;增加了由新型集成电路组成的实用电子电路;增加了用传统继电器和新电子控制器件组成的半自动和全自动控制电路。这些电路都是目前最常见的实用电路。读懂了这些电路,就可以使读者做到举一反三,并能迅速提高其技术水平和工作能力。

《电子电路识图(第 2 版)》新增加的光电器件应用电路中,主要有由光敏电阻器和光敏二极管组成的光控电路;由光敏三极管和光电晶闸管组成的光控电路;以及由光电耦合器组成的应用电路等。

《电子电路识图(第 2 版)》中新增加的由中规模集成电路组成的应用电路中,主要有由晶振体和 555 时基电路组成的波形发生器电路和用 555 时基电路组成的脉冲发生器电路等。

《电子电路识图(第 2 版)》中新增加的传统继电器和电子元件组成的控制电路中,

主要是以自动控制电路为主线介绍新电路。这样做的目的就是为了使广大读者能从读懂继电器控制电路起步，顺利地过渡到掌握含有电子器件、含有集成器件等组成的新型电路的识图方法。

本书所增加的知识内容和新的实用电路都是新的实用技术，能为广大读者丰富知识、更新技术、提高技能起到抛砖引玉的作用。

根据广大读者的要求，《电子电路识图（第2版）》对电路分析更加条理化和规范化，更适应读者的阅读习惯和学习方法。

《电子电路识图（第2版）》编写人员主要有赵清、于喜洹、赵玉东、韩轲、赵玉龙等人。赵清同志负责统编工作，于喜洹同志负责第一章编写，韩轲同志负责第二章、第三章编写，赵玉东同志负责第四章和第五章编写，赵玉龙同志负责全书插图的绘制和全书的整理，最后由赵清同志定稿，并请赵志杰教授主审。

在这次编写过程中有很多教师和工程技术人员为此书提供了宝贵素材，为本书顺利再版提供了极其有利的支持。在此表示衷心感谢。

由于我们的技术水平和实践经验有限，书中存在的不足之处，恳请广大读者批评指正！

图书的联系方式：tan_peixiang@phei.com.cn

编著者

2009年1月

目 录

第 1 章 电子电路识图基础知识	1
1.1 什么是电子电路原理图	1
1.2 什么是系统结构方框图和系统流程图	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	17
1.5.3 固定电阻器的参数标注方法	18
1.5.4 电阻器的测试方法	20
1.5.5 可变电阻器	20
1.5.6 熔断电阻器	22
1.5.7 限温熔断器	24
1.5.8 电位器	24
1.6 电容器	27
1.7 电感器	34
1.8 半导体二极管	36
1.8.1 普通半导体二极管	36
1.8.2 稳压二极管	39
1.8.3 发光二极管	41
1.8.4 红外发光二极管	45
1.8.5 变容二极管	47

1.8.6 普通二极管的应用举例(桥堆)	49
1.9 半导体三极管	50
1.10 晶体管型号命名方法	57
1.11 场效应晶体管	57
1.12 可控硅	61
第2章 简单电子电路的识图方法	65
2.1 晶体三极管基本放大电路	65
2.2 晶体三极管射极输出电路	66
2.3 晶体三极管共基极电路	67
2.4 单相直流稳压电路	69
2.5 串联型晶体管稳压电源电路	71
2.6 三端固定集成稳压电源电路	71
2.7 双极性三端固定集成稳压电源电路	72
2.8 三端可调集成稳压电源电路	74
2.9 多端可调稳压电源电路	76
2.10 晶闸管整流电路	77
2.10.1 晶闸管单相半波整流电路	78
2.10.2 半控桥式晶闸管整流电路	78
2.11 含有运算放大器的简单电子电路	79
2.11.1 运算放大器工作在线性区的常见电路	80
2.11.2 运算放大器工作在非线性区的常见电路	85
2.11.3 运算放大器保护电路	87
2.12 振荡电路	89
2.12.1 正弦波振荡电路	89
2.12.2 非正弦波振荡电路	91
2.12.3 晶体管变换器电路	100
2.12.4 射极耦合触发器电路	102
2.12.5 锯齿波发生器电路	103
2.12.6 常用非正弦振荡器电路	105

2.13	功率放大电路.....	106
2.14	集成功率放大电路.....	110
2.15	由光敏器件组成的电路.....	113
2.16	由光电耦合器组成的电路.....	123
第3章 集成电路识图方法		129
3.1	常用的“门”电路器件.....	129
3.2	集成“门”电路.....	132
3.3	编码器、译码器电路.....	137
3.4	数字多路开关(数据选择器)电路.....	144
3.5	计数器电路.....	151
3.5.1	十进制计数器功能及其组成的电路(异步清零,同步置数).....	152
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.....	155
3.5.3	可逆计数器功能及其组成的电路.....	156
3.5.4	异步计数器的功能及其组成的电路.....	157
3.6	寄存器的功能及其组成的电路.....	162
3.6.1	并行寄存器电路.....	162
3.6.2	移位寄存器电路.....	163
3.6.3	集成移位寄存器电路.....	164
3.7	数据比较器电路.....	170
3.8	加法器电路.....	172
第4章 集成电路识图实例		173
4.1	两个8421BCD码数相加之和仍为8421BCD码数电路识图之一.....	173
4.2	两个8421BCD码数相加之和仍为8421BCD码数电路识图之二.....	173
4.3	比较器级联扩展电路识图.....	175
4.4	译码器扩展电路识图.....	175
4.5	常见的译码驱动显示电路识图.....	177
4.6	组合电路5421BCD/8421BCD码转换电路识图.....	180
4.7	两个余3BCD码数相加电路分析识图.....	182

4.8	由八选一多路开关与计数器组成的序列信号发生器电路识图	184
4.9	可控分频器电路识图	186
4.10	计数器扩展电路(用清零法)识图	187
第5章 实用电路识图实例		189
5.1	液位控制电路识图	189
5.2	采用电极作液位传感器元件组成的水位控制电路识图	194
5.3	采用 JYB 型液位控制器组成的液位控制电路识图	200
5.4	采用压力传感器组成液位控制电路识图	202
5.5	半导体时间继电器电路识图	208
5.6	实用光控电路识图	213
5.7	光电器件组成的应用电路识图	219
5.8	半导体器件组成的应用电路识图	221
附录		225
附录 A	半导体集成电路型号命名方法	225
附录 B	常用 TTL 集成电路型号索引	226
附录 C	常用 CMOS 集成电路型号索引	237
附录 D	常用集成运算放大器型号索引	241
附录 E	集成电路的几种常见的封装形式	245
参考文献		247

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方框图、系统流程图、电路原理图、工艺接线图、半导体器件引脚功能图等五种。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工人来说，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、常用电子器件的引脚排列和各引脚的功能。

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 所示是由晶体三极管组成的单管放大电路原理图，图 1-2 所示是用中规模计数器件组成的五进制计数器电路原理图。

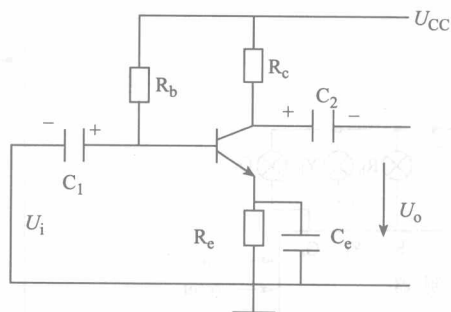


图 1-1 单管放大电路原理图

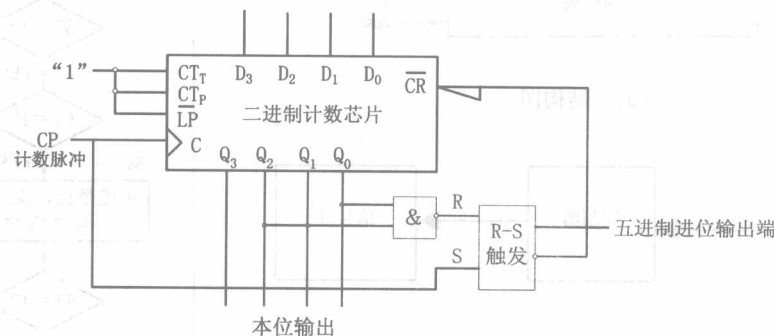


图 1-2 五进制计数器电路原理图



图 1-1 所示电路是模拟电子电路, 而图 1-2 所示电路是数字电路。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 什么是系统结构方框图和系统流程图

系统结构方框图由多个电子电路的分割块组成, 每个单元电路都有单独功能。图 1-3 所示是交通管理系统的电子电路结构图和方框图。图 1-3 (a) 为结构图, 图 1-3 (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 所示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。

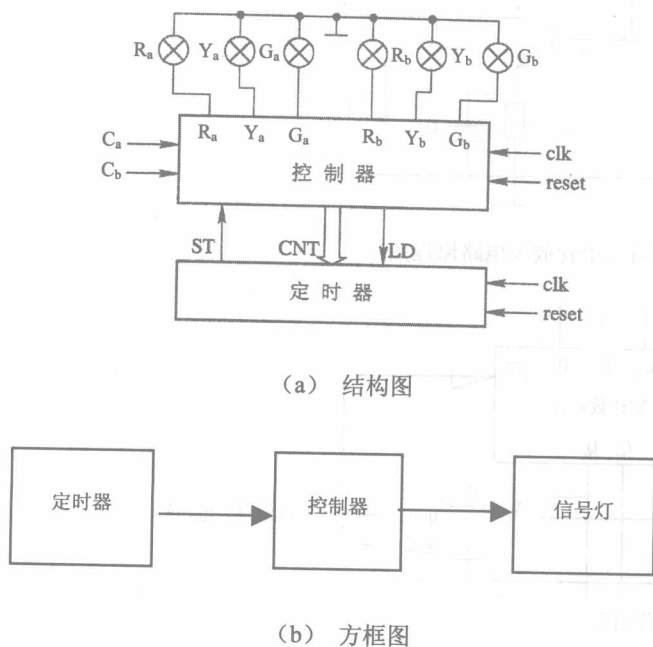


图 1-3 交通管理系统的电子电路结构图和方框图

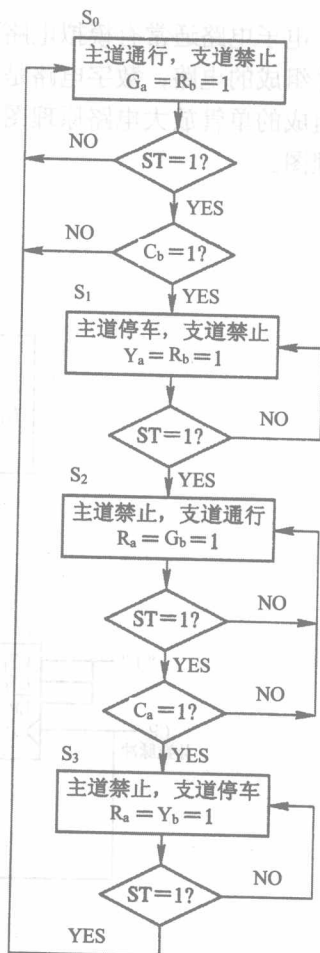


图 1-4 交通管理系统电路信号流程图

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。接线图是制作印制电路板图的依据，没有接线图就不能产生印制电路板图。图 1-5 所示是一个五进制计数电路的原理图。图 1-6 所示是二进制计数器电路的接线图。

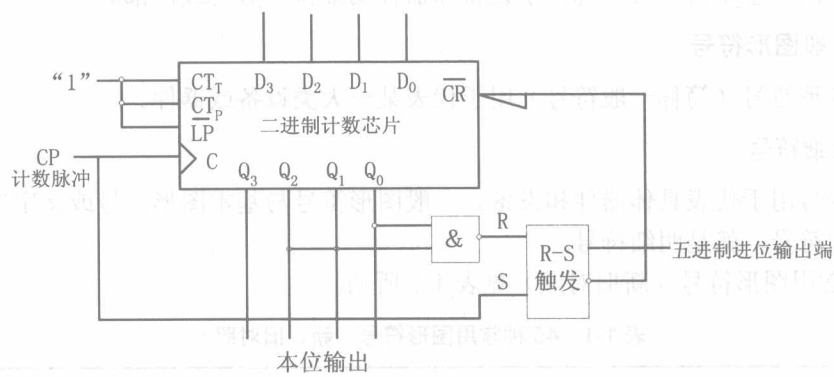


图 1-5 五进制计数器的电路原理图

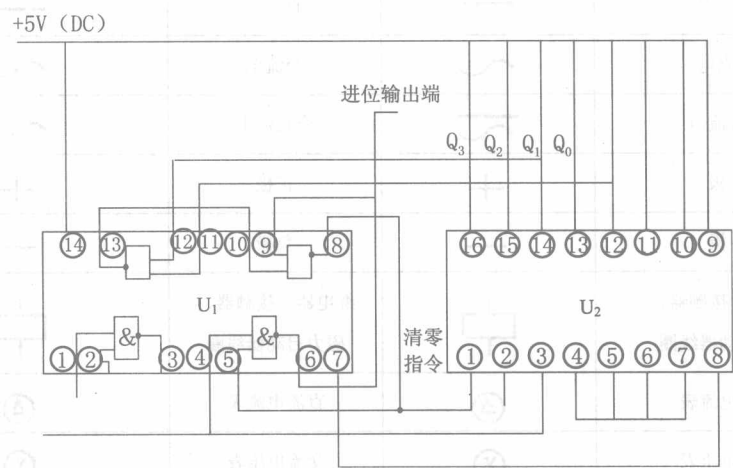


图 1-6 五进制计数器电路的接线图

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字符符号两种。这些电气符号是国家统一规定的图形符号和字符符号。



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图形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: θ 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 (常开触点)		接触器动合触点 (常开触点)	
接触器动断触点 (常闭触点)		接触器动断触点 (常闭触点)	
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	
三极断路器		三极自动空气断路器	
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	
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	

(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、均场器、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