

实用电子技术培训读本

电子电路 识图

李萍 刘巍 主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

实用电子技术培训读本

电子电路识图

李 萍 刘 巍 主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

电子电路识图/李萍,刘巍主编. —北京:化学工业出版社, 2005. 8

(实用电子技术培训读本)

ISBN 7-5025-7615-0

I. 电… II. ①李…②刘… III. 电子电路-识图法
IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 101848 号

实用电子技术培训读本

电子电路识图

李萍 刘巍 主编

责任编辑:刘哲 卢小林 周红

责任校对:凌亚男

封面设计:尹琳琳

*

化学工业出版社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010) 64982530

(010) 64918013

购书传真:(010) 64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市兴顺印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 8 $\frac{1}{4}$ 字数 221 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7615-0

定 价: 19.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

《电子电路识图》编写委员会

主 编	李 萍	刘 巍		
副主编	张大鹏	张广年	王慧敏	杨 琳
编 委	李 萍	刘 巍	张大鹏	张广年
	王慧敏	杨 琳	韩凯鸽	郭振武
	周金球	李春杰	毕胜兰	杨 茹
	刘福权	原 奔	孙兴林	徐长亮
主 审	张 宪	宋建一		

前 言

进入 21 世纪,电子技术的发展日新月异,现代电子设备性能和结构发生的巨大变化令人目不暇接。我们已经进入了高速发展的信息时代。电子技术的广泛应用,给工农业生产、国防事业、科技和人民的生 活带来了革命性的变化。如果我们想正确地掌握、使用,尤其是维修电子产品,就必须具有一定的理论知识和较强的动手能力。为推广现代电子技术,普及电子科学知识,我们编写了这套《实用电子技术培训读本》丛书,以帮助正在学习,即将从事电子设备与电子装置维修的人员尽快理解现代电子设备与电子装置构成原理,了解各种电子元器件与零部件在电子技术中的应用情况,学会检测元器件和制作简单电子设备的一些基本方法。

本套丛书包括《电子技术基础问答》《电子电路识图》《电子电路制作指导》《电子测量技术问答》《电子元器件的选用与检测问答》五个分册,力求使广大电子爱好者通过本套丛书的学习,轻松进入电子科学技术的大门,激发他们对电子技术的探索兴趣,掌握深入研究电子技术所必备的基础知识,并把它应用到生产和实际生活中去。

本套书从广大电子爱好者的实际需要出发,在内容上力求简洁实用、图文并茂、通俗易懂,达到举一反三,融会贯通的目的。在编写安排上力争做到由浅入深,循序渐进,所编内容注重实用性和可操作性,理论联系实际。本套书对电子技术基础知识做了较详尽的叙述,可为初学者奠定较扎实的理论知识,既是广大初学者的启蒙读本和速成教材,也是电子爱好者们的良师益友。本套书对学习电子技术和分析识读电路图有相当裨益。

本书是《电子电路识图》分册,主要介绍了电子电路识图基本知识、常用电路图图形符号和文字符号、基本放大电路识图、集成

运算放大器电路识图、信号与脉冲波形产生电路识图、直流电源识图、组合逻辑电路识图、时序逻辑电路识图、综合电路识图等内容。全书结构合理、内容详尽，实用性强。

本书适合具有初中以上文化程度的初学者阅读，也可以供从事电子设备与电子装置维修的技术人员参考。

在编写过程中，我们曾得到同行的大力支持和帮助，并借鉴了一些报刊和图书的有关资料，在此一并向他们表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限，加之电子技术的发展十分迅速，书中难免会有不妥之处，我们衷心希望广大同行对本书的疏漏和错误提出批评指正。

编 者

2005年5月

内 容 提 要

本书是《实用电子技术培训读本》之一，主要介绍了电子电路识图基本知识、常用电路图图形符号和文字符号、基本放大电路识图、集成运算放大器电路识图、信号与脉冲波形产生电路识图、直流电源识图、组合逻辑电路识图、时序逻辑电路识图、综合电路识图等内容。

全书结构合理、内容详尽、实用性强。

本书适合具有高中以上文化程度的初学者阅读，也可以供从事电子设备与电子装置维修的技术人员参考。

目 录

第 1 章 电子电路识图基本知识	1
1.1 电子电路识图的基本概念	1
1.1.1 电子电路识图的作用和意义	1
1.1.2 电子电路图的构成	2
1.1.3 电子电路的组成	6
1.1.4 单元电路的特点	7
1.2 看电子电路图的方法	7
1.2.1 电路元件与符号的对照及连接	8
1.2.2 学会看电子电路图	9
1.2.3 识读方框图	13
1.2.4 识读电路原理图	16
1.2.5 识读系统电路图	20
1.2.6 识读整机电路图	21
1.2.7 识读印刷电路图	25
1.2.8 对照电路图安装应注意的问题	32
1.3 电子电路识图步骤	32
1.3.1 了解功用	33
1.3.2 化整为零	33
1.3.3 单元电路功能分析	33
1.3.4 根据方框图统观整体	35
1.4 电子电路识图要求	35
1.4.1 结合电子技术基础理论识图	35
1.4.2 结合电子元器件的结构和工作原理识图	35
1.4.3 结合典型线路图识图	36
1.4.4 结合线路图的绘制特点识图	39
第 2 章 常用电路图图形符号和文字符号	40
2.1 电路图常用文字符号	41

2.2	电路图常用图形符号	17
2.2.1	电压、电流及接线元件图形符号	47
2.2.2	无源元件图形符号	48
2.2.3	天线、指示灯等图形符号	50
2.2.4	半导体器件图形符号	51
2.2.5	放大器、整流器等图形符号	52
2.2.6	数字电路图形符号	54
2.2.7	滤波器、仪表等图形符号	55
2.3	部分新旧电路图形符号对照	56
2.3.1	控制装置和阻容元件新旧电路图形符号对照表	56
2.3.2	半导体器件新旧电路图形符号对照表	57
第3章	基本放大电路识图	59
3.1	晶体管放大电路	59
3.1.1	电路组成	59
3.1.2	静态工作点及其估算	61
3.1.3	放大电路的工作原理	61
3.1.4	放大电路的图解分析	62
3.1.5	放大电路的微变等效电路分析	62
3.2	各种放大电路	66
3.2.1	温度对静态工作点的影响	66
3.2.2	分压式偏置放大电路	67
3.2.3	射极输出器	69
3.2.4	集电极-基极偏置电路	70
3.2.5	场效应管分压偏置共源极放大电路	71
3.2.6	多级放大电路	73
3.2.7	三种基本放大电路比较	74
3.2.8	反馈电路的识别	75
3.2.9	实用的音频信号放大器	75
3.2.10	高输入阻抗前置级放大器	77
3.2.11	差动放大电路	78
3.3	功率放大器	79
3.3.1	单管功率放大器	79
3.3.2	双管功率放大器	80
3.3.3	OTL 功率放大器	82

3.3.4	OCL 功率放大器	84
3.3.5	复合管功率放大器	85
3.3.6	集成功率放大器	85
第 4 章	集成运算放大器电路识图	89
4.1	集成运算放大器的基本知识	89
4.1.1	集成运算放大器的组成	89
4.1.2	集成运算放大器的主要技术指标	90
4.1.3	理想运算放大器及其传输特性	91
4.2	集成运算放大器的基本运算电路	92
4.2.1	反相输入比例放大器	93
4.2.2	同相输入比例放大器	94
4.2.3	反相加法运算电路	94
4.2.4	减法运算电路	95
4.2.5	积分运算电路	96
4.2.6	微分运算电路	96
4.3	测量放大器	96
4.4	有源滤波器	98
4.4.1	低通有源滤波器	99
4.4.2	高通有源滤波器	101
4.4.3	带通有源滤波器	102
4.4.4	带阻有源滤波器	102
4.4.5	全通有源滤波器	104
4.5	集成运算放大器的应用电路识读	104
4.5.1	了解电路功用	104
4.5.2	分解电路	105
4.5.3	单元电路功能分析	105
4.5.4	综合分析	106
第 5 章	信号与脉冲波形产生电路识图	107
5.1	选频放大器	107
5.1.1	谐振回路	108
5.1.2	中频放大器	110
5.1.3	高频放大器	113
5.2	正弦波振荡器	113
5.2.1	互感耦合振荡器	115

5.2.2	三点式振荡器	116
5.2.3	晶体振荡器	118
5.2.4	RC振荡器	120
5.3	555定时器	121
5.3.1	555定时器电路的组成	122
5.3.2	555定时器组成单稳态触发器	124
5.3.3	555定时器组成多谐振荡器	125
第6章	直流电源识图	127
6.1	整流滤波电路	127
6.1.1	整流电路	128
6.1.2	滤波电路	137
6.2	稳压电路	141
6.2.1	简单稳压电路	142
6.2.2	串联型稳压电路	143
6.2.3	采用集成稳压器稳压电路	149
6.3	开关稳压电源	151
6.3.1	串联型开关稳压电源	152
6.3.2	采用集成控制器的开关直流稳压电源	154
6.3.3	并联型开关稳压电源	155
第7章	组合逻辑电路识图	159
7.1	数字电路概述	159
7.1.1	数字电路信号的特点	159
7.1.2	数字电路元件结构方面的特点	159
7.1.3	数字电路分析方法的特点	159
7.1.4	数字电路功能方面的特点	160
7.2	基本逻辑门电路和逻辑函数	160
7.2.1	基本逻辑门电路	160
7.2.2	逻辑函数的四种表示方法	163
7.3	常用组合逻辑电路部件	165
7.3.1	加法器	166
7.3.2	编码器	167
7.3.3	译码器	168
7.3.4	显示译码器	168
7.3.5	数据选择器和数据分配器	170

7.4 组合逻辑电路识图	173
第8章 时序逻辑电路识图	175
8.1 双稳态触发器	175
8.1.1 门电路构成的双稳态触发器	176
8.1.2 晶体管构成的双稳态触发器	180
8.1.3 射极耦合双稳态触发器	182
8.2 计数器	183
8.2.1 二进制加法计数器	183
8.2.2 二进制减法计数器	184
8.2.3 8421 二-十进制加法计数器	184
8.2.4 任意进制计数器	185
8.2.5 异步清零法实现的六进制计数器	186
8.2.6 4 位同步二进制集成电路计数器 74LS161	187
8.2.7 74LS161 计数器利用 \overline{CR} 端实现十进制	188
8.2.8 74LS161 计数器利用 \overline{LD} 端实现十进制	189
8.2.9 二十四进制计数器	189
8.2.10 二-五-十进制异步计数器 74LS290	189
8.2.11 用一片 74LS290 的任意进制计数器	192
8.3 集成电路识图方法	192
8.3.1 集成电路应用电路图的功能	192
8.3.2 集成应用电路的特点	192
8.3.3 集成电路应用电路的识图方法和注意事项	193
8.3.4 从输入输出信号关系识图	194
8.4 数字电路图识图	195
第9章 综合电路识图	201
9.1 电源电路	201
9.2 放大电路	208
9.3 振荡电路与信号发生器	213
9.4 555 定时器应用电路	219
9.5 其他电路	227

第 1 章 电子电路识图基本知识

随着电子工业的飞速发展，电子产品及设备日新月异，技术含量越来越高，结构也越来越复杂。特别是性能优、功能强的家用电器，如大屏幕彩电、VCD/DVD 播放机、音响、冰箱、空调、电话、电脑、手机以及各种小家电等。实质上，这些电器都是由各种电子电路组成的。如果我们想正确地掌握和使用，尤其是维修这些产品，就应该首先学会识读电子电路图。

电子电路识图是一门技术，内容较多，知识层次跨度较大，因此，电子电路识图是一个循序渐进的过程。了解电子元器件的性能、特点和使用方法，学会基本单元电路图的分析方法，是对电子爱好者的基本要求，也是进一步学习各种专业电子技术的基础。

1.1 电子电路识图的基本概念

1.1.1 电子电路识图的作用和意义

电路图又称为电路原理图，是一种反映无线电和电子设备中各元器件的电气连接情况的图纸。电子电路图是电子产品和电子设备的“语言”。它是用特定的方式和图形文字符号描述的，可以帮助人们去尽快地熟悉设备的构造、工作原理，了解各种元器件、仪表的连接以及安装。通过对电路图的分析和研究，我们可以了解电子设备的电路结构和工作原理。因此，怎样看懂电路图是学习电子技术的一项重要内容，是进行电子制作或修理的前提，也是无线电和电子技术爱好者必须掌握的基础。

电子电路的识图，也称读图，是一件很重要的工作。若要对一台电子设备进行电路分析、维护，甚至加以改进等，首先应该读懂它的电路原理图。对于电子设备的使用者来说，当然主要的要求是

掌握设备的使用操作规程。但是，如果能够进一步懂得设备的原理，就能更加正确、充分、灵活地使用。另外，具备了电子电路的识图能力，有助于我们迅速熟悉各种新型的电子仪器设备。因此，识读电子电路图是一名从事电子技术工作的人员，尤其是初学者的基本功。

识图的过程是综合运用已经学过的知识，分析问题和解决问题的过程，因此，在学习识图方法之前，首先必须熟悉、掌握电子技术的基本内容。但是，即使初步掌握了电子技术的基础知识，一开始接触具体设备的电路图时，仍然会感到错综复杂，不知从何下手。实际上，识读电子电路图还是有一定规律可循的。

1.1.2 电子电路图的构成

电子电路图的表现形式具有多样性，这往往会使电子爱好者在学习、理解复杂电子电路工作原理时感到困难，更谈不上去设计各种电子电路，因此首先要了解电子电路图的一般构成及特点。

电子电路图一般由电原理图、方框图和装配（安装）图构成，具体构成如图 1-1 所示。

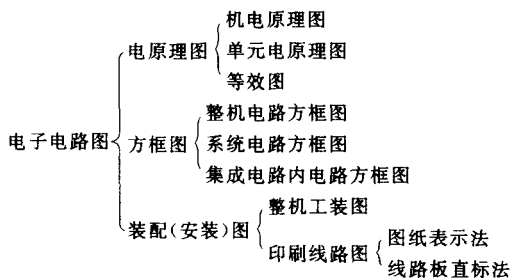


图 1-1 电子电路图的构成

1.1.2.1 电原理图

电原理图是用来表示电子产品工作的原理图。在这种图上用符号代表各种电子元件。它给出了产品的电路结构、各单元电路的具体形式和单元电路之间的连接方式；给出了每个元器件的具体参数（如型号、标称值和其他一些重要参数），为检测和更换元器件提供依据；给出了许多工作点的电压、电流参数等，为快

速查找和检修电路故障提供方便。除此以外，还提供了一些与识图有关的提示、信息。有了这种电路图，就可以研究电路的来龙去脉，也就是电流怎样在机器的元件和导线里流动，从而分析机器的工作原理。

单元电原理图是电子产品整机电原理图中的一部分，并不单独成一张图。在一些书刊中，为了给分析某一单元电路的工作原理带来方便，将单元电路单独画成一张图纸。下面我们通过图 1-2 所示调幅音频发射电路图的例子，作进一步的说明。调幅音频发射电路其发射频率可在 $500 \sim 1600\text{kHz}$ 之间调整， C_1 、 C_2 、 L_1 、 VT_2 组成调幅振荡器电路，振荡频率可以通过调整 C_1 的电容量来调整。音频信号经过 VT_1 及其外围元件组成的放大电路放大后，再经过 RP_1 、 C_3 耦合到 VT_2 基极，与 VT_2 振荡器产生的载波叠加在一起后通过发射天线将音频信号发射出去。发射天线可以用一根 1m 左右的金属导线代替，元器件参数见图 1-2。

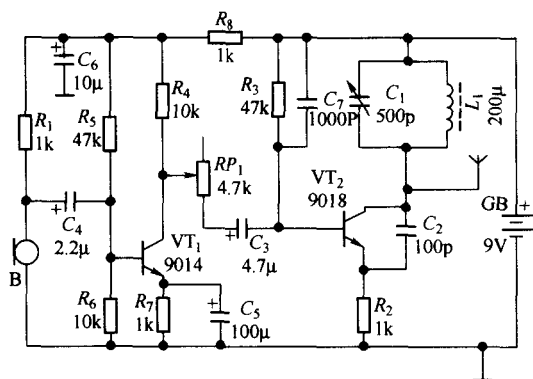


图 1-2 调幅音频发射电路

(1) 图形符号 图形符号是构成电路图的主体。在图 1-2 所示图中，各种图形符号代表了组成调幅音频发射电路的各个元器件。例如，小长方形“ $\text{—}\square\text{—}$ ”表示电阻器，两道短杠“ $\text{—}| \text{—}|$ ”表示电容器，连续的半圆形“ $\text{—}\sim\text{—}$ ”表示电感器等。各个元器件图形符号之间用连线连接起来，就可以反映出调幅音频发射电路的结构，

即构成了调幅音频发射电路的电路图。

(2) 文字符号 文字符号是构成电路图的重要组成部分。为了进一步强调图形符号的性质，同时也为了分析、理解和阐述电路图的方便，在各个元器件的图形符号旁，标注有该元器件的文字符号。例如在图 1-2 所示图中，文字符号“R”表示电阻器，“C”表示电容器，“L”表示电感器，“VT”表示晶体管等。在一张电路图中，相同的元器件往往会有许多个，这也需要用文字符号将它们加以区别，一般是在该元器件文字符号的后面加上序号。例如在图 1-2 中，电阻器分别以“ R_1 ”、“ R_2 ”等表示，电容器分别标注为“ C_1 ”、“ C_2 ”、“ C_3 ”等，晶体管有两个，分别标注为“ VT_1 ”、“ VT_2 ”。

(3) 注释性字符 注释性字符用来说明元器件的数值大小或者具体型号，通常标注在图形和文字符号旁，它也是构成电路图的重要组成部分。例如图 1-2 所示图中，通过注释性字符即可以知道：电阻器 R_1 的阻值为 $1k\Omega$ ， R_2 的阻值为 $1k\Omega$ ；电容器 C_1 的电容量值为 $500pF$ ， C_2 的电容量值为 $100pF$ ， C_3 的电容量值为 $4.7\mu F$ ；晶体管 VT_1 、 VT_2 的型号分别为 9014、9018 等。注释性字符还用于电路图中其他需要说明的场合。由此可见，注释性字符是分析电路工作原理，特别是定量地分析、研究电路工作状态所不可缺少的。

1.1.2.2 方框图

方框图是表示该设备是由哪些单元功能电路所组成的图。它也能表示这些单元功能是怎样有机地组合起来，以完成它的整机功能的。

方框图仅仅表示整个机器的大致结构，即包括了哪些部分。每一部分用一个方框表示，有文字或符号说明，各方框之间用线条连起来，表示各部分之间的关系。方框图只能说明机器的轮廓、类型以及大致的工作原理，看不出电路的具体连接方法，也看不出元件的型号数值。

方框图一般是在讲解某个电子电路的工作原理时，介绍电子电路的概况时采用的。

按运用的程序来说，一般是先有方框图，再进一步设计出原理电路图。如果有必要时再画出安装电路图，以便于具体安装。

图 1-3 所示是固定输出集成稳压器的方框图。它给出了电路的主要单元电路名称和各单元电路之间的连接关系，表示整机的信号处理过程。这样，就能对整机的工作过程有大致地了解。

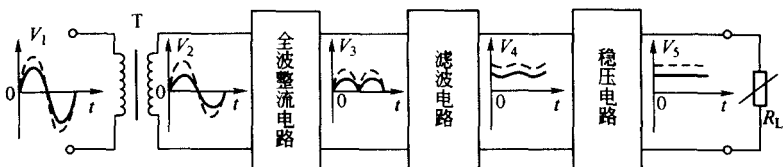


图 1-3 固定输出集成稳压器方框图

1.1.2.3 装配图

装配图是表示电路原理图中各功能电路、各元器件在实际线路板上分布的具体位置以及各元器件端子之间连线走向的图形，图 1-4 所示为固定输出集成稳压器印刷电路板装配图。

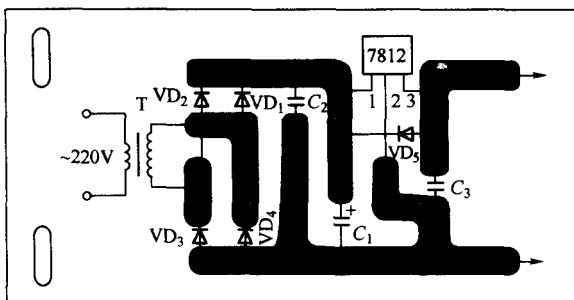


图 1-4 固定输出集成稳压器印刷电路板装配图

装配图也就是布线图，如果用元件的实际样子表示的又叫实体图。原理图只说明电路的工作原理，看不出各元件的实际形状，以及在机器中是怎样连接的，位置在什么地方，而装配图就能解决这些问题。装配图一般很接近于实际安装和接线情况。

如果采用印刷电路板，装配图就要用实物图或符号画出每个元