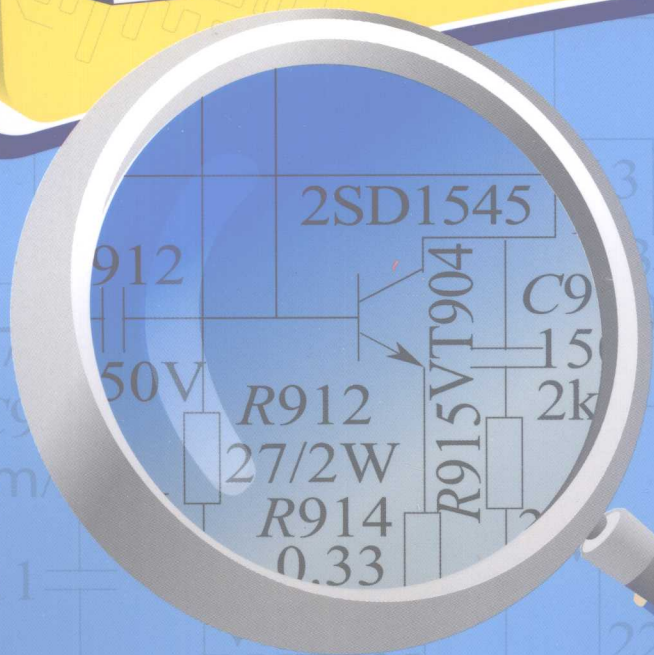


3.15A/250V 张 究 李 萍 主 编

怎样识读 电子电路图



化学工业出版社

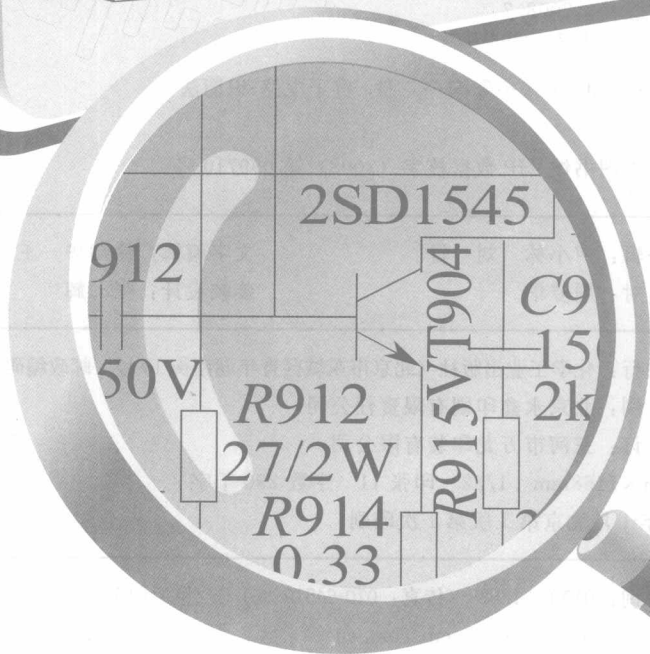
2.2/2W

R916

8.2M 1W

张宪 李萍 主编

怎样识读 电子电路图



化学工业出版社

· 北京 ·



本书主要介绍了电子电路识图基本知识、常用电路图形符号和文字符号、基本放大电路、集成运算放大器电路、选频放大器与振荡电路、整流和滤波电路、直流稳压电路、可控整流电路、组合逻辑电路、脉冲波形的产生与整形、时序逻辑电路和综合电路等内容。

全书内容详尽，实用性强，适合具有高中以上文化程度的初学者阅读，也可供从事电子设备与电子装置维修的技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

怎样识读电子电路图/张宪, 李萍主编. —北京: 化学工业出版社, 2008.7

ISBN 978-7-122-03296-6

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 099710 号

责任编辑: 卢小林 刘 哲
责任校对: 周梦华

文字编辑: 徐卿华 王 洋
装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张 11 字数 290 千字

2009 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

《怎样识读电子电路图》 编写人员

主 编	张 宪	李 萍		
副 主 编	张大鹏	石 荣 荣	赵慧敏	赵建辉
编写人员	刘 巍	杨冠懿	郭振武	林秀珍
	何宇斌	韩凯鸽	沈 虹	周金球
主 审	李良洪	付少波		

前 言

电子技术的广泛应用，给工农业生产和人民生活带来了巨大变化。为帮助学习或即将从事电子技术的人员掌握电子电路图的识读本领，使他们尽快理解现代电子电路与电子装置的构成原理，了解各种电子元器件与零部件在电子技术中的应用情况，我们编写了本书。

本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；在编写安排上力争做到由浅入深，循序渐进。全书注重实用性和可操作性，理论与实际融会贯通，对学习电子技术和分析识读电路图有相当裨益。本书既可作为初学者的速成教材，也是广大电子爱好者的良师益友。

本书适合具有电子技术基础知识的初学者阅读，也可以供从事电子设备与电子装置维修的技术人员参考。

由于编者的水平有限，加之电子技术的发展十分迅速，书中可能存在不妥之处，所列电路也仅供参考。我们衷心希望广大读者批评指正。

编 者

2008 年 10 月

目 录

第 1 章 电子电路识图基本知识

1.1 电子电路图的构成	1
1.1.1 电路图	1
1.1.2 方框图	3
1.1.3 装配图	4
1.2 看电子电路图的方法	5
1.2.1 电路元件与符号的对照及连接	5
1.2.2 识读方框图	7
1.2.3 识读电路图	9
1.2.4 识读系统电路图	14
1.2.5 识读印制板电路图	15
1.2.6 对照电路图安装时应注意的问题	21
1.3 电子电路识图步骤	22
1.3.1 了解功用	22
1.3.2 化整为零	22
1.3.3 单元电路功能分析	23
1.3.4 根据方框图统观整体	24
1.4 电子电路识图要求	25
1.4.1 结合电子技术基础理论识图	25
1.4.2 结合电子元器件的结构和工作原理识图	25
1.4.3 结合典型电路图识图	25
1.4.4 结合电路图的绘制特点识图	28

第 2 章 常用电路图图形符号和文字符号

2.1 电路图常用文字符号	30
---------------------	----

2.2 电路图常用图形符号	37
2.2.1 电压、电流及接线元件图形符号	37
2.2.2 无源元件图形符号	38
2.2.3 天线、指示灯等图形符号	40
2.2.4 半导体器件图形符号	41
2.2.5 放大器、整流器等图形符号	43
2.2.6 数字电路图形符号	44
2.2.7 滤波器、仪表等图形符号	45
2.3 部分新旧电路图形符号对照	47
2.3.1 控制装置和阻容元件新旧电路图形符号对照表	47
2.3.2 半导体器件新旧电路图形符号对照表	50

第 3 章 基本放大电路

3.1 晶体管放大电路	52
3.1.1 电路组成	52
3.1.2 静态工作点及其估算	53
3.1.3 放大电路的工作原理	54
3.1.4 放大电路的图解分析	55
3.1.5 放大电路的微变等效电路分析	55
3.2 各种放大电路	59
3.2.1 温度对静态工作点的影响	59
3.2.2 分压式偏置放大电路	60
3.2.3 射极输出器电路	62
3.2.4 集电极-基极偏置电路	64
3.2.5 场效应管分压偏置共源极放大电路	64
3.2.6 多级放大电路	66
3.2.7 三种基本放大电路比较	67
3.2.8 反馈电路的识别	70
3.2.9 实用的音频信号放大器	70
3.2.10 高输入阻抗前置级放大器	72

3.2.11 差动放大电路	73
3.3 功率放大电路	74
3.3.1 常见三类功率放大器的概念	75
3.3.2 单管功率放大器	76
3.3.3 双管推挽功率放大器	77
3.3.4 OTL 功率放大器	79
3.3.5 OCL 功率放大器	81
3.3.6 复合管功率放大器	82
3.3.7 集成功率放大器	83

第 4 章 集成运算放大器电路

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 理想集成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	93
4.2.1 反相输入比例运算放大器	94
4.2.2 同相输入比例运算放大器	94
4.2.3 反相加法运算电路	95
4.2.4 减法运算电路	96
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	97
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	104
4.4.5 全通有源滤波器	104
4.5 集成运算放大器的电路分析	105

4.5.1	电路功用	105
4.5.2	分解电路	106
4.5.3	单元电路功能分析	106
4.5.4	综合分析	106
4.6	集成运算放大器应用电路	107
4.6.1	由集成运算放大器推动的功率放大器	107
4.6.2	由集成运算放大器构成的低速比较器	108
4.6.3	由集成运算放大器构成的交流声滤波器	109

第 5 章 选频放大器与振荡电路

5.1	选频放大器	110
5.1.1	谐振回路	111
5.1.2	中频放大器	113
5.1.3	高频放大器	115
5.2	振荡电路	117
5.2.1	正弦波振荡器的组成	118
5.2.2	互感耦合振荡器	119
5.2.3	三点式振荡器	120
5.2.4	晶体振荡器	123
5.2.5	RC 振荡器	125
5.2.6	用单结晶体管构成的正弦波振荡器	128
5.3	振荡器应用电路	129
5.3.1	电容三点式 LC 正弦波振荡器	129
5.3.2	晶体稳频振荡器	131
5.3.3	方波信号发生器	132
5.3.4	单结晶体管振荡电路	133
5.3.5	超低频振荡器	133

第 6 章 整流、滤波电路

6.1	整流电路	137
------------	-------------	------------

6.1.1	整流电路概述	137
6.1.2	单相半波整流电路	137
6.1.3	单相全波整流电路	140
6.1.4	单相桥式整流电路	141
6.1.5	桥堆构成的整流电路	142
6.1.6	倍压整流电路	144
6.2	滤波电路	146
6.2.1	电容滤波电路	146
6.2.2	电感滤波电路	148
6.2.3	复式滤波电路	149

第 7 章 直流稳压电路

7.1	串联调整型稳压电路	152
7.1.1	简单稳压电路	152
7.1.2	串联型稳压电路	154
7.1.3	改进型串联稳压电路	158
7.2	三端集成稳压电路	160
7.2.1	三端集成稳压电路	160
7.2.2	采用集成稳压器的稳压电路	161
7.2.3	提高输出电压和输出电流的电路	162
7.3	实用电源电路	163
7.3.1	蓄电池充电器	163
7.3.2	实用串联调整型稳压电路	165
7.3.3	集成直流稳压电源	167
7.3.4	可调式集成稳压电源	168
7.3.5	多路输出稳压电源	169
7.4	开关型稳压电源	171
7.4.1	串联型开关稳压电源	172
7.4.2	采用集成控制器的开关直流稳压电源	173
7.4.3	并联型开关稳压电源	174

7.5 开关稳压电源应用电路	178
7.5.1 简单开关电源	178
7.5.2 由 DN-25 构成的开关稳压电源	180
7.5.3 由 SI81206Z 模块构成的开关型稳压电源	181
7.5.4 由 L4960 构成的单片式开关电源	182
7.5.5 脉冲调宽式微型开关稳压电源	183

第 8 章 可控整流电路

8.1 晶闸管	185
8.1.1 基本结构	185
8.1.2 工作原理	186
8.1.3 伏安特性	187
8.1.4 主要参数	188
8.1.5 晶闸管的检测	189
8.2 可控整流电路	190
8.2.1 单相半波可控整流电路	190
8.2.2 单相半控桥式整流电路	193
8.3 单结晶体管触发电路	195
8.3.1 单结晶体管	196
8.3.2 单结晶体管振荡电路	198
8.3.3 单结晶体管触发电路	199
8.3.4 可控整流电路的参数	201
8.3.5 可控整流电路的常用形式	202
8.3.6 晶闸管整流装置调试时注意事项	203
8.4 晶闸管的保护	204
8.4.1 晶闸管的过电流保护	204
8.4.2 晶闸管的过电压保护	205
8.5 晶闸管的应用电路	205
8.5.1 晶闸管延时继电器	205
8.5.2 晶闸管调光电路	206

8.5.3	晶闸管控制的应急照明灯电路	207
8.5.4	电缆防盗割报警电路	208
8.5.5	双向晶闸管的应用	209
8.5.6	夜间作业闪光标志灯电路	210

第 9 章 组合逻辑电路

9.1	数字电路	212
9.1.1	数字电路信号的特点	212
9.1.2	数字电路元件结构方面的特点	212
9.1.3	数字电路分析方法的特点	213
9.1.4	数字电路功能方面的特点	213
9.2	基本逻辑门电路和逻辑函数	213
9.2.1	基本逻辑门电路	213
9.2.2	逻辑函数的四种表示方法	217
9.3	常用组合逻辑电路部件	219
9.3.1	加法器	219
9.3.2	编码器	220
9.3.3	译码器	221
9.3.4	显示译码器	222
9.3.5	数据选择器和数据分配器	223
9.4	组合逻辑电路	225
9.4.1	声光控制楼道照明灯电路	225
9.4.2	故障报警电路	227
9.4.3	两地控制一灯的电路	228
9.4.4	水位检测电路	229

第 10 章 脉冲波形的产生与整形

10.1	双稳态电路	231
10.1.1	集-基耦合双稳态触发器电路	231
10.1.2	射极耦合双稳态触发器	233

10.1.3	与非门构成的基本 R-S 双稳态触发器	235
10.1.4	双稳态触发器应用电路	236
10.2	单稳态电路	238
10.2.1	集-基耦合单稳态触发电路	238
10.2.2	运算放大器构成的单稳态触发电路	239
10.2.3	由与非门构成的微分型单稳态触发器	240
10.2.4	单稳态应用电路	242
10.3	无稳态电路	243
10.3.1	无稳态电路简述	243
10.3.2	集-基耦合无稳态电路	243
10.3.3	运算放大器构成的无稳态电路	244
10.3.4	门电路构成的 RC 环形多谐振荡器	245
10.3.5	石英晶体振荡器	246
10.3.6	无稳态电路的应用	247
10.4	集成 555 定时器	248
10.4.1	555 定时器电路的组成	249
10.4.2	555 定时器组成单稳态触发器	251
10.4.3	555 定时器组成多谐振荡器	252
10.4.4	555 定时器组成的应用电路	253

第 11 章 时序逻辑电路

11.1	触发器	256
11.1.1	同步 R-S 触发器	257
11.1.2	J-K 触发器	258
11.1.3	D 触发器	261
11.1.4	T 触发器	261
11.2	寄存器	262
11.2.1	数码寄存器	262
11.2.2	移位寄存器	263
11.2.3	集成电路寄存器	264

11.3 计数器	265
11.3.1 二进制加法计数器	266
11.3.2 二进制减法计数器	266
11.3.3 8421 二-十进制加法计数器	267
11.3.4 任意进制计数器	268
11.3.5 异步清零法实现的六进制计数器	269
11.3.6 4 位同步二进制集成电路计数器 74LS161	270
11.3.7 74LS161 计数器利用 \overline{CR} 端实现十进制	271
11.3.8 74LS161 计数器利用 \overline{LD} 端实现十进制	271
11.3.9 二十四进制计数器	272
11.3.10 二-五-十进制异步计数器 74LS290	272
11.3.11 用一片 74LS290 组成的任意进制计数器	273
11.4 集成电路识图方法	274
11.4.1 集成应用电路图的功能	274
11.4.2 集成应用电路的特点	275
11.4.3 集成应用电路的识图方法和注意事项	275
11.4.4 从集成电路输入输出信号关系识图	277
11.5 数字电路图	278

第 12 章 综合电路

12.1 电力电子电路	283
12.2 放大电路	291
12.3 振荡电路与信号发生器	298
12.4 555 定时器应用电路	304
12.5 其他电路	313
参考文献	332

第 1 章 电子电路识图基本知识

1.1 电子电路图的构成

电子电路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。通过对电子电路图的分析和研究，可以了解电子设备的电子电路结构和工作原理。

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，首先必须熟练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子电路图时，仍然也会感到错综复杂，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。

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

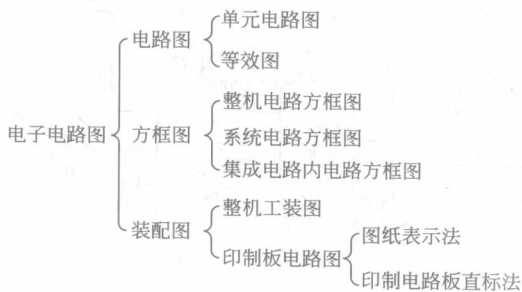


图 1-1 电子电路图的构成

1.1.1 电路图

电路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。

单元电路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。下面通过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 500~1600kHz 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。

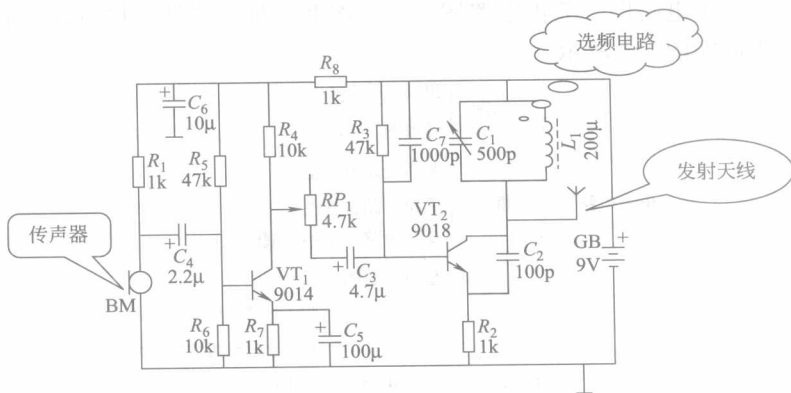





图 1-2 调幅音频发射电路图

(1) 图形符号 图形符号是构成电路图的主体。在图 1-2 所示调幅音频发射电路图中，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“”表示电阻器，两道短杠“”表示电容器，连续的半圆形“”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，同时也为了便于分析、理解和阐述电路图，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 所示的调幅音频发射电路图中，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 所示的调幅音频发射电路图中，通过注释性字符可以知道：电阻器 R_1 的阻值为 $1k\Omega$ ， R_2 的阻值为 $1k\Omega$ ；电容器 C_1 的电容值为 $500pF$ ， C_2 的电容值为 $100pF$ ， C_3 的电容值为 $4.7\mu F$ ；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 方框图

方框图是表示设备是由哪些单元电路所组成的图。它也能表示这些单元电路是怎样有机地组合起来，以完成整机功能的。

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