



电子电工

经典畅销

图书专辑

怎样识读 电子电路图

基础知识完美展现

实用技能轻松掌握

门宏 编著

重塑精品，
再造经典！

尽显大师风范



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

电子电工

经典畅销

图书专辑

怎样识读 电子电路图

■ 门宏 编著

重刊精品

尽

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

怎样识读电子电路图 / 门宏编著. -- 北京: 人民邮电出版社, 2010. 6

(电子电工经典畅销图书专辑)

ISBN 978-7-115-22823-9

I. ①怎… II. ①门… III. ①电子电路—识图法
IV. ①TN710

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第067845号

内 容 提 要

本书紧扣“怎样识读电子电路图”的主题,系统地介绍了看懂电路图所必须掌握的基础知识和基本方法,并通过具体的电路实例对常用电路进行了具体分析。内容包括电路图的构成要素、电路图符号、电路图的一般画法规则、各种元器件的特点与作用、分析电路图的基本方法与步骤、集成电路和数字电路的看图方法、单元电路的分析方法等。

本书内容丰富,取材新颖,图文并茂,直观易懂,具有很强的实用性,可供初学电子技术的读者学习使用,也可作为电子技术爱好者的参考书。

电子电工经典畅销图书专辑

怎样识读电子电路图

◆ 编 著 门 宏

责任编辑 申 莘

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

三河市海波印务有限公司印刷

◆ 开本: 850×1168 1/32

印张: 11.5

字数: 311千字

2010年6月第1版

印数: 1-4000册

2010年6月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-22823-9

定价: 25.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

丛 书 前 言

现代社会，科学技术高速发展，电子技术、电工技术得到了越来越广泛的应用，社会对电子技术、电工技术人才的需求也日益迫切。电子技术和电工技术同属于电类技术，而且是知识性、实践性和专业性都很强的实用技术，学习起来有一定的难度，初学者普遍感到入门难。如何轻轻松松上手，如何学以致用，成为广大初学者最为关注的问题。

人民邮电出版社一直致力于为广大电类技术初学者提供实用的入门读物，出版了大量高品质的图书，其中《无线电爱好者丛书》包括数十个品种，累计发行上千万册；《电工实用线路 300 例》重印了数十次，累计发行 43 万册。这些图书以准确的定位、实用的内容和通俗易懂的表述方式受到了广大读者的青睐，成为同类书中的经典畅销书，影响了一代又一代的电类技术爱好者。

近年来，电类技术基础读物出版量暴增，大量图书充斥市场，使得读者选购起来感到很困惑。为了满足广大初学者“读一本好书、学一门技术”的需求，人民邮电出版社下大力气，组织了一批知名作者，精心策划并出版了这套《电子电工经典畅销图书专辑》。

本专辑图书的策划思想是“重塑精品，再造经典”。我们精选了久经市场考验，深受读者欢迎的作品，根据最新技术的发展，对其进行内容整合、优化完善，既保留这些经典作品的精华，又与时俱进，融入最新的技术，提高图书的科学性和实用性。同时创新图书的表现形式，力争降低读者的阅读难度，轻松引领初学者迈入电类技术的殿堂。希望这批读者“看得懂、学得会”的“精品”读物，再次成为受读者欢迎的经典流传之作。

本专辑图书涉及了电子技术和电工技术基础领域的方方面面，所讲授的内容都是初学者必须掌握的基础知识和基本技能。这些图书具有以下共同的特点。



◆ 起点低，适合初学者选用

本专辑图书在内容的编排上遵循初学者的认知规律，由浅入深、循序渐进地讲解知识点，入门级读者也能轻松看懂。

◆ 内容实用，可操作性强

本专辑图书注重内容的实用性，强调动手实践能力的培养，读者在阅读后即可学以致用，解决生活中、工作中遇到的实际问题。

◆ 图文并茂，通俗易懂

本专辑图书大量采用“图解”的表述风格，以降低初学者的阅读难度，使其真正能够“一看就懂、一学就会”。

希望本专辑图书的出版能对广大初学者学习电类技术和走向就业岗位有所帮助。

前言

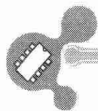
电路图又称作电路原理图，是一种反映无线电和电子设备中各元器件的电气连接情况的图纸。通过对电路图的分析和研究，我们就可以了解无线电和电子设备的电路结构和工作原理。因此，识读电子电路图是学习电子技术的一项重要内容，是进行电子制作或修理的前提，也是电子技术爱好者必须掌握的基本功。

怎样才能尽快学会看懂电路图呢？这就需要对电路图的构成要素有一个基本的了解，熟悉组成电路图的各种符号，了解并掌握各种元器件的性能特点和基本作用，掌握电路图的一般画法规则，熟练掌握各种基本单元电路的结构、原理和分析方法，并融会贯通、灵活运用。

为了帮助广大电子技术初学者更好地解决“识读电子电路图”的难题，更快地掌握看图、识图、分析电路图的方法和技巧，笔者根据自学的特点和要求，结合自己长期从事无线电和电子技术教学工作的实践，编写了本书。

本书共分6章。前5章系统地讲述了看懂电路图所必须掌握的基础知识、元器件的特点与作用、电路图的基本看图方法、单元电路的分析方法等，并对常见的整流/滤波电路、稳压电路、电压放大电路、功率放大器、选频放大器、正弦波振荡器等基本单元电路的工作原理进行了分析；第6章则通过10个不同类型的具体电路实例，详细讲解了“识读电子电路图”的基本方法和步骤，内容涉及电源电路、放大电路、振荡电路、调制解调电路、编译码电路、显示电路、有源滤波电路、开关和数字电路、控制和遥控电路等主要的常用电路，使读者可以循序渐进、逐步掌握，并在此基础上举一反三，不断提高自己的看图、识图和分析电路图的能力。

随着微电子技术与数字技术的飞速发展，电子产品正迅速地朝着集成化、数字化的方向发展，集成电路不仅越来越多地出现在无线电



和电子设备的电路图中，而且越来越多地出现在无线电爱好者业余制作的图纸中。掌握一定的集成电路的相关知识，已成为看懂现代新型电子电气设备电路图、顺利进行制作和维修的前提。因此，本书还特别阐述了集成电路的看图方法和分析方法。在单元电路分析和看图实例的取材中，更多地选用了集成化的电路图，以适应电子技术发展的新要求。

本书紧扣“怎样识读电子电路图”的主题，重点突出了实用的基本知识和分析方法，避开了令初学者不得要领的繁冗的理论阐述。在写作形式上，力求做到深入浅出，并配以大量的图解，使得本书图文并茂，直观易懂。相信本书能为广大电子技术爱好者提高电路图的看图、识图和分析能力带来益处。

作者

目录

第

1

章

电路图基础知识

1.1 电路图的构成要素	1
1.1.1 图形符号	1
1.1.2 文字符号	2
1.1.3 注释性字符	2
1.2 电路图符号	2
1.2.1 常用元器件符号	3
1.2.2 元器件数值的表示方法	31
1.2.3 常用绘图符号	33
1.3 电路图的画法规则	38
1.3.1 信号处理流程的方向	38
1.3.2 图形符号的位置与状态	40
1.3.3 连接线的表示方法	42
1.3.4 电源线与地线的表示方法	43
1.3.5 集成电路的习惯画法	45

第

2

章

元器件的性能特点与作用

2.1 无源元件	49
2.1.1 电阻器	49
2.1.2 电位器	54
2.1.3 电容器	56
2.1.4 电感器	62
2.1.5 变压器	65

2.2 半导体管和电子管	70
2.2.1 晶体二极管	70
2.2.2 晶体三极管	77
2.2.3 场效应管	81
2.2.4 单结晶体管	85
2.2.5 晶体闸流管	88
2.2.6 电子管	92
2.2.7 显像管	94
2.3 光电器件	95
2.3.1 光电二极管	95
2.3.2 光电三极管	97
2.3.3 光电耦合器	99
2.3.4 发光二极管	100
2.3.5 LED 数码管	103
2.4 电声换能器件	104
2.4.1 扬声器与耳机	104
2.4.2 讯响器与蜂鸣器	107
2.4.3 话筒	108
2.4.4 磁头与磁鼓	110
2.4.5 超声波换能器	113
2.5 继电器	114
2.5.1 电磁继电器	116
2.5.2 干簧继电器	117
2.5.3 固态继电器	117

第

3

章

集成电路的性能特点与作用

3.1 模拟集成电路	119
3.1.1 集成运算放大器	119
3.1.2 时基集成电路	124
3.1.3 集成稳压器	129
3.1.4 音响集成电路	134

3.1.5	音乐与语音集成电路	146
3.1.6	模拟开关	151
3.2	数字电路	153
3.2.1	门电路	154
3.2.2	触发器	157
3.2.3	计数器	164
3.2.4	译码器	168
3.2.5	移位寄存器	171

第

4

章

电路图的基本看图方法

4.1	分析电路图的基本方法与步骤	176
4.1.1	搞清楚电路图的整体功能和主要技术指标	176
4.1.2	判断出电路图的信号处理流程方向	177
4.1.3	以主要元器件为核心将电路图分解为若干个单元	179
4.1.4	分析主通道电路的基本功能及其相互接口关系	180
4.1.5	分析辅助电路的功能及其与主电路的相互关系	181
4.1.6	分析直流供电电路	182
4.1.7	详细分析各单元电路的工作原理	182
4.2	单元电路的基本分析方法	184
4.2.1	弄清楚单元电路的作用与功能	184
4.2.2	弄清楚输入信号与输出信号的关系	185
4.2.3	掌握常见的单元电路的结构特点	188
4.2.4	分别画出交流和直流等效电路	191
4.3	集成电路的看图方法	192
4.3.1	了解集成电路的基本功能	192
4.3.2	识别集成电路的引脚	194
4.3.3	从集成电路的输入/输出关系上分析	202
4.3.4	分析集成电路的接口关系	205
4.4	数字电路的看图方法	207
4.4.1	数字集成电路引脚的特征	207
4.4.2	一般分析方法	212



- 4.4.3 组合逻辑电路的分析方法214
- 4.4.4 时序逻辑电路的分析方法217

第

5

章

基本单元电路工作原理分析

- 5.1 整流、滤波电路221
 - 5.1.1 整流电路221
 - 5.1.2 负压整流电路226
 - 5.1.3 滤波电路228
 - 5.1.4 倍压整流电路232
- 5.2 稳压电路234
 - 5.2.1 简单稳压电路234
 - 5.2.2 串联型稳压电路236
 - 5.2.3 采用集成稳压器的稳压电路240
- 5.3 电压放大电路242
 - 5.3.1 单管基本放大电路242
 - 5.3.2 双管基本放大电路245
 - 5.3.3 具有负反馈的电压放大电路247
 - 5.3.4 集成运放电压放大电路250
 - 5.3.5 CMOS 电压放大电路251
 - 5.3.6 电压跟随器252
- 5.4 功率放大器255
 - 5.4.1 单管功率放大器255
 - 5.4.2 双管推挽功率放大器256
 - 5.4.3 OTL 功率放大器261
 - 5.4.4 OCL 功率放大器265
 - 5.4.5 集成功率放大器266
- 5.5 选频放大器271
 - 5.5.1 谐振回路271
 - 5.5.2 中频放大器273
 - 5.5.3 高频放大器274
- 5.6 正弦波振荡器275

5.6.1 变压器耦合振荡器	276
5.6.2 三点式振荡器	277
5.6.3 晶体振荡器	280
5.6.4 RC 振荡器	282

第

6

怎样看电路图实例

章

6.1 直流稳压电源	285
6.1.1 整机电路	285
6.1.2 整流、滤波单元电路	287
6.1.3 稳压单元电路	288
6.1.4 指示电路	291
6.2 双声道功率放大器	292
6.2.1 整机电路	292
6.2.2 主通道电路	295
6.2.3 扬声器保护电路	297
6.2.4 配套电源电路	299
6.3 模拟环绕声处理器	300
6.3.1 整机电路	300
6.3.2 集成运放电压跟随器	303
6.3.3 减法器与加法器	304
6.3.4 集成运放反相器	306
6.3.5 直流供电电路	306
6.4 倒计时定时器	307
6.4.1 整机电路	307
6.4.2 门电路多谐振荡器	310
6.4.3 60 分频器	311
6.4.4 减计数器	311
6.4.5 译码显示电路	313
6.5 彩灯控制器	314
6.5.1 整机电路	314
6.5.2 双向移位寄存器	317



6.5.3	控制电路	319
6.5.4	交流固态继电器驱动电路	320
6.6	迎宾机器人	321
6.6.1	整机电路	321
6.6.2	红外发射与接收电路	323
6.6.3	语音电路	326
6.6.4	555单稳态触发器	327
6.6.5	逻辑控制电路	327
6.7	卡拉OK混响器	329
6.7.1	整机电路	330
6.7.2	低通有源滤波器	333
6.7.3	BBD延时电路	334
6.7.4	混响电路	334
6.7.5	音调电路	336
6.8	自动选台立体声调频收音机	336
6.8.1	整机电路	337
6.8.2	调频接收放大与鉴频电路	339
6.8.3	立体声解码电路	340
6.8.4	音频功放	340
6.9	电子日光灯	342
6.9.1	整机电路	342
6.9.2	市电直接整流电路	344
6.9.3	高压高频振荡器	344
6.9.4	谐振启辉电路	347
6.10	无线电遥控车模	348
6.10.1	整机电路	348
6.10.2	发射电路	352
6.10.3	接收控制电路	352
6.10.4	555施密特触发器及驱动电路	353
6.10.5	逻辑互锁控制电路	354

第1章 电路图基础知识

电路图又称作电路原理图，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。通过对电路图的分析和研究，我们可以了解无线电和电子设备的电路结构和工作原理。因此，看电路图是学习无线电和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本功。怎样才能尽快学会看懂电路图呢？这就需要对电路图的构成要素有一个基本的了解，熟悉组成电路图的各种符号，掌握电路图的一般画法规则。

1.1 电路图的构成要素

一张完整的电路图是由若干要素构成的，这些要素主要包括图形符号、文字符号、连线以及注释性字符等。下面我们通过图 1-1 所示调频无线话筒电路图的例子，作进一步的说明。

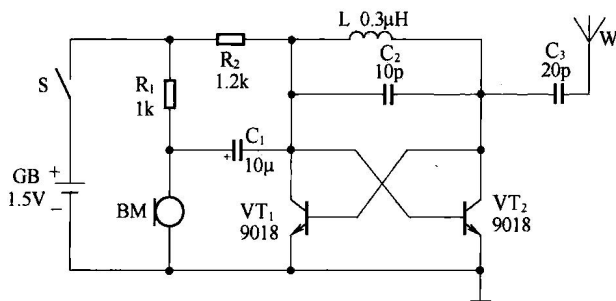





图 1-1 调频无线话筒

1.1.1 图形符号

图形符号是构成电路图的主体。在图 1-1 所示调频无线话筒电路

图中,各种图形符号代表了组成调频无线话筒的各个元器件。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,就可以反映出调频无线话筒的电路结构,即构成了调频无线话筒的电路图。

1.1.2 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 1-1 所示调频无线话筒电路图中,文字符号“R”表示电阻器,“C”表示电容器,“L”表示电感器,“VT”表示晶体三极管等。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 1-1 中,电阻器有两个,分别以“ R_1 ”、“ R_2 ”表示;电容器有 3 个,分别标注为“ C_1 ”、“ C_2 ”、“ C_3 ”;晶体三极管有 2 个,分别标注为“ VT_1 ”、“ VT_2 ”。

1.1.3 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 1-1 所示调频无线话筒电路图中,通过注释性字符我们即可以知道:电阻器 R_1 的阻值为 $1k\Omega$, R_2 的阻值为 $1.2k\Omega$;电容器 C_1 的电容量为 $10\mu F$, C_2 的电容量为 $10pF$, C_3 的电容量为 $20pF$;晶体三极管 VT_1 、 VT_2 的型号均为 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,注释性字符是我们分析电路工作原理,特别是定量地分析研究电路的工作状态所不可缺少的。

1.2

电路图符号

组成电路图的符号可以分为两大部分:一部分是各种元器件和组

件符号,包括图形符号和文字符号;另一部分是导线、波形、轮廓等绘图符号。这些符号是绘制和解读电路图的基础语言,有统一的规定,这个规定就是国家标准。我国现行的图形符号和文字符号的国家标准已与国际标准全面接轨,因此,熟悉并牢记国家标准规定的电路图符号,是看懂电路图的基础。

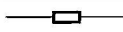

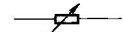
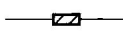
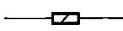

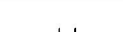

1.2.1 常用元器件符号

为了方便大家阅读和记忆,下面我们将常用元器件的国家标准 GB 4728 规定的图形符号和 GB 7159 规定的文字符号对应起来,以表格的形式予以介绍。

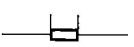
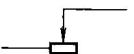

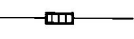
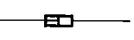
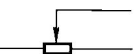
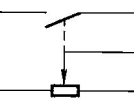
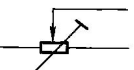
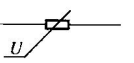
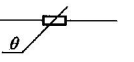


1. 无源元件类

常用的无源元件有电阻器、电容器、电感器、压电晶体等,其图形符号和文字符号如表 1-1~表 1-4 所示。

▼ 表 1-1 电阻器的图形符号和文字符号

名 称	图 形 符 号	文 字 符 号	说 明
电阻器		R	一般符号
电阻器		R	一般用于加热电阻
可变(可调)电阻器		R	
0.125W 电阻器		R	
0.25W 电阻器		R	
0.5W 电阻器		R	
1W 电阻器		R	大于 1W 都用数字表示
2 个固定抽头的电阻器		R	可增加或减少抽头数目
2 个固定抽头的可变电阻器		R	可增加或减少抽头数目

续表

名称	图形符号	文字符号	说明
带分流和分压接线头的电阻器		R	
滑线式变阻器		R	带箭头的为滑动触点
碳堆可变电阻器		R	
加热元件		R	
熔断电阻器		R	
滑动触点电位器		RP	带箭头的为滑动触点
带开关的滑动触点电位器		RP	带箭头的为滑动触点
预调电位器		RP	带箭头的为滑动触点
压敏电阻器		RV	图形符号中U可用V代替
热敏电阻器		RT	图形符号中 θ 可用 t° 代替
磁敏电阻器		R	
光敏电阻器		R	