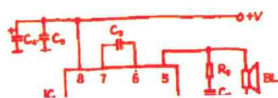


手绘图说系列

手绘图说

门宏 编著

电子电路图

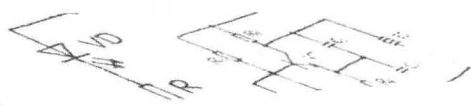
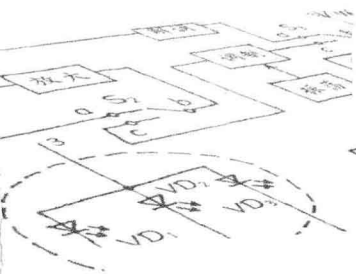


手绘图说系列

手绘图说

门宏 ◎ 编著

电子电路图



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

手绘图说电子电路图 / 门宏编著. — 北京: 人民邮电出版社, 2013. 1

(手绘图说系列)

ISBN 978-7-115-29328-2

I. ①手… II. ①门… III. ①电子电路—电路图—图解 IV. ①TN710-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第202245号

内 容 提 要

本书是“手绘图说系列”丛书中的一本, 采用手绘图和口语化文字, 为您讲解看懂电子电路图的基本方法和技能、技巧, 内容包括电路图的基本概念和构成要素、电路图符号和规则、元器件的特点与作用、基本看图方法与技巧、各类单元电路的分析、电路图实例解读等。本书将带给您身临其境、耳濡目染的感受, 帮助您加深理解, 收到良好的学习效果。

本书适合电子技术爱好者、家电维修人员和相关从业人员阅读学习, 并可作为职业技术学校和务工人员上岗培训的基础教材。

手绘图说系列

手绘图说电子电路图

◆ 编 著 门 宏

责任编辑 王朝辉

◆ 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 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

◆ 开本: 850 × 1168 1/32

印张: 9.5

字数: 222千字

印数: 1—4 000册

2013年1月第1版

2013年1月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-29328-2

定价: 25.00元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

织给读者朋友的“围脖”

读者朋友们，大家好！

您也许正在实时观看伦敦奥运会的激烈赛事，也许正在回顾天宫一号与神舟九号对接的精彩画面，也许正在与大洋彼岸的亲人视频聊天，也许正在网络世界里淘宝……而与此同时，空调系统正为您创造舒适的环境，自动洗衣机正为您清洗衣服，新一代微波炉正为您烹饪美食，智能按摩椅正为您解除疲劳……朋友，您知道吗，这一切的一切都是电子技术不断发展的结果。

看着这“围脖”的读者朋友，相信都是电子技术的爱好者，即便不是老将也是大有希望的新秀。现在，我们就有共同语言了，因为我们有了共同的朋友——电子。

曾不止一次有初学者朋友问：怎样才能又好又快地学会电子技术呢？作为作者也在问自己：能给读者多提供一些什么帮助呢？这时我们想到了学校，想到了教室，想到了课堂。我们都曾经或正在做学生，或许我们都有这样的切身体会，在课堂上学习的效果远比自己看书好。于是，一个独特的想法闪现了——作者与编辑共同策划了这套“手绘图说系列”丛书奉献给读者朋友。

“手绘图说系列”丛书努力营造课堂的氛围。所有的图都是原汁原味的手绘，恰似老师在黑板上画图。所有的文字都口语化，

恰似老师在讲课。这套丛书将带给您身临其境、耳濡目染的感受，帮助您加深理解，收到良好的学习效果。

《手绘图说电子电路图》是“手绘图说系列”丛书中的一本，为您讲解看懂电子电路图的基本方法和技能与技巧。全书共分6章，第1章讲解电路图的基本概念和构成要素，第2章讲解各种电路图符号和画图规则，第3章讲解包括集成电路在内的各种元器件的特点与作用，第4章讲解基本的看图方法与技巧，第5章讲解各类单元电路的分析方法，第6章是电路图实例分析与解读。相信本书能够带给您实实在在的帮助。

参加本书编写的还有门雁菊、施鹏、张元景、吴敏等。本书适合广大电子技术爱好者、家电维修人员和相关从业人员阅读学习，并可作为职业技术学校和务工人员上岗培训的基础教材。

如果您认为本书对学习电子技术很有帮助的话，那是作者的荣幸。书中如有不妥之处，请您一定要批评指正——因为我们是朋友嘛，而且作者的水平也是有限的。

感谢您耐心看完这些话。祝您成功，祝您好运！

编著者

目 录

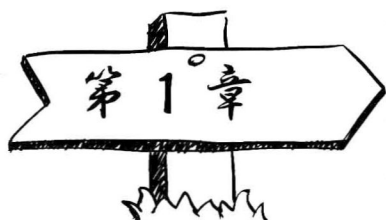
第1章 了解电路图	1
1.1 电路图的种类	2
1.2 电路图的构成要素	4
第2章 认识电路图符号	7
2.1 元器件符号	7
2.2 图形符号的位置与状态	35
2.3 集成电路的习惯画法	38
2.4 绘图符号	40
2.5 连接线的表示方法	46
2.6 电源线与地线的表示方法	48
第3章 理解元器件的特点与作用	51
3.1 无源元件	51
3.1.1 电阻器	52
3.1.2 电位器	56
3.1.3 电容器	58
3.1.4 电感器	63
3.1.5 变压器	66
3.1.6 晶体	71
3.2 半导体管和电子管	73
3.2.1 晶体二极管	73
3.2.2 稳压二极管	77

3.2.3	晶体三极管	79
3.2.4	场效应管	84
3.2.5	单结晶体管	89
3.2.6	晶闸管	92
3.2.7	电子管	96
3.3	光电器件	99
3.3.1	光电二极管	99
3.3.2	光电三极管	101
3.3.3	光电耦合器	104
3.3.4	发光二极管	106
3.3.5	LED 数码管	109
3.4	电声换能器件	111
3.4.1	扬声器与耳机	112
3.4.2	讯响器与蜂鸣器	114
3.4.3	话筒	115
3.4.4	磁头与磁鼓	118
3.5	控制器件	120
3.5.1	继电器	121
3.5.2	开关	126
3.6	集成电路	129
3.6.1	集成运放	130
3.6.2	时基集成电路	136
3.6.3	集成稳压器	140
第4章 掌握看图方法与技巧		147
4.1	电路图的走向	147
4.1.1	一般电路的走向	148
4.1.2	反馈电路的走向	148

4.1.3 复杂电路的走向	148
4.2 元器件数值的标注	149
4.2.1 电阻值的标注方法	150
4.2.2 电容量的标注方法	151
4.2.3 电感量的标注方法	152
4.3 基本看图方法与步骤	152
4.3.1 了解电路整体功能	153
4.3.2 判断电路图走向	154
4.3.3 分解电路图	156
4.3.4 分析主通道电路	157
4.3.5 分析辅助电路	159
4.3.6 分析直流供电电路	159
4.3.7 具体分析各单元电路	160
4.4 单元电路的看图方法	160
4.4.1 了解单元电路的作用与功能	161
4.4.2 分析输入与输出的关系	162
4.4.3 单元电路的结构特点	164
4.4.4 等效电路法分析	167
4.5 集成电路的看图方法	169
4.5.1 了解集成电路的基本功能	170
4.5.2 识别集成电路的引脚	172
4.5.3 从输入与输出关系上分析	181
4.5.4 从接口关系上分析	184
第5章 学会分析单元电路	187
5.1 电压放大电路	187
5.1.1 单管基本放大电路	188
5.1.2 双管电压放大电路	192

5.1.3 具有负反馈的电压放大电路	194
5.1.4 集成运放电压放大电路	197
5.2 功率放大器	199
5.2.1 单管功率放大器	200
5.2.2 双管推挽功率放大器	202
5.2.3 OTL 功率放大器	206
5.2.4 OCL 功率放大器	211
5.2.5 集成功率放大器	212
5.2.6 BTL 功率放大器	214
5.3 正弦波振荡器	217
5.3.1 变压器耦合振荡器	218
5.3.2 三点式振荡器	219
5.3.3 晶体振荡器	222
5.3.4 RC 振荡器	224
5.4 整流滤波电路	227
5.4.1 整流电路	228
5.4.2 负压整流电路	233
5.4.3 滤波电路	235
5.4.4 倍压整流电路	239
5.5 稳压电路	242
5.5.1 简单稳压电路	242
5.5.2 串联型稳压电路	244
5.5.3 采用集成稳压器的稳压电路	248
第6章 电路图实例分析与解读	252
6.1 双声道功率放大器	252
6.1.1 整体电路分析	253
6.1.2 主通道电路分析	256

6.1.3	扬声器保护电路分析	259
6.1.4	配套电源电路分析	261
6.2	自动选台立体声调频收音机	262
6.2.1	整体电路分析	262
6.2.2	调频接收放大与鉴频电路分析	264
6.2.3	立体声解码电路分析	265
6.2.4	音频功率放大器分析	266
6.3	直流稳压电源	267
6.3.1	整体电路分析	267
6.3.2	整流滤波单元电路分析	270
6.3.3	稳压单元电路分析	271
6.3.4	指示电路分析	275
6.4	红外无线耳机	275
6.4.1	整体电路分析	276
6.4.2	红外调幅发射电路分析	279
6.4.3	线性红外接收电路分析	279
6.4.4	电压负反馈放大器分析	280
6.4.5	自动电平控制电路分析	281
6.4.6	集成功率放大器分析	282
6.5	对讲门铃	282
6.5.1	整体电路分析	282
6.5.2	呼叫电路分析	285
6.5.3	通话电路分析	286
6.6	电子节能灯	288
6.6.1	整体电路分析	288
6.6.2	市电直接整流滤波电路分析	291
6.6.3	高压高频振荡器分析	292
6.6.4	谐振启辉电路分析	294

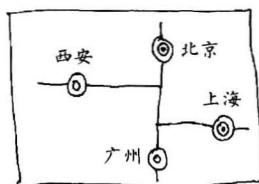


了解电路图

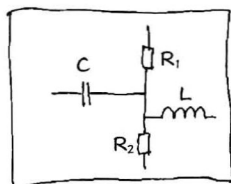
看懂电路图是学习无线电和电子技术的一项重要内容。要认识和看懂电路图，首先要对电路图的基本概念有所了解，即知道什么是电路图，电路图有哪些种类，它们具有什么样的功能和作用。

什么是电路图？用一句话来说，电路图就是关于电路的图纸。电路图由各种符号和线条按照一定的规则组合而成，反映了电路的结构与工作原理。

形象地说，电路图就好比地图，如图 1-1 所示。我们大家都熟悉的地图，实际上是一种由抽象符号组成的各个地点之间的路线图。电路图则是由抽象符号组成的各个元器件之间的电子流动的路线图。



(a) 地图



(b) 电路图

图 1-1 电路图好比地图

1.1 电路图的种类

● 要点提示

- 电路图是一种由抽象符号组成的、反映电子设备中各元器件的电气连接情况的图纸。
- 电路图包括电路原理图、方框图、电路板图和实物图等。
- 通过电路图可以了解电子设备的电路结构和工作原理。

广义的电路图概念包括电路原理图、方框图、电路板图以及实物图等。通常所说的电路图是指电路原理图。

1. 电路原理图

电路原理图由各种特定的抽象符号和字符组成，是一种反映电子设备中各元器件的电气连接情况的图纸。通过电路原理图，我们可以详细了解电子设备的电路结构、工作原理和接线方法，还可以进行定量的计算分析和研究。电路原理图是电子制作和维修的最重要的依据。

例如：图 1-2 所示为调频无线话筒（又称传声器）电路原理图，它用抽象的符号反映出调频无线话筒的电路结构与工作原理。

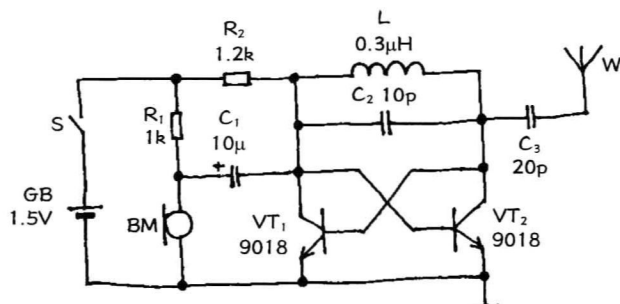


图 1-2 调频无线话筒电路原理图

2. 方框图

方框图由方框、线条和说明文字组成，是一种概括地反映电子设备的电路结构与功能的图纸，有助于我们从整体上了解和研究电路原理。



图 1-3 调频无线话筒方框图

例如：图 1-3 所示为调频无线话筒的方框图，它简明地反映出调频无线话筒的电路组成和各部分功能。

3. 电路板图

电路板图由写实性的电路板线路、相应位置上的元器件符号和注释字符等组成，是一种反映电路板上元器件安装位置和布线结构的图纸，为实际制作和维修提供了很大的方便。

例如：图 1-4 所示为调频无线话筒的电路板图，它是根据电路原理图设计绘制的实际安装图，标明了调频无线话筒各元器件在电路板上的安装位置。

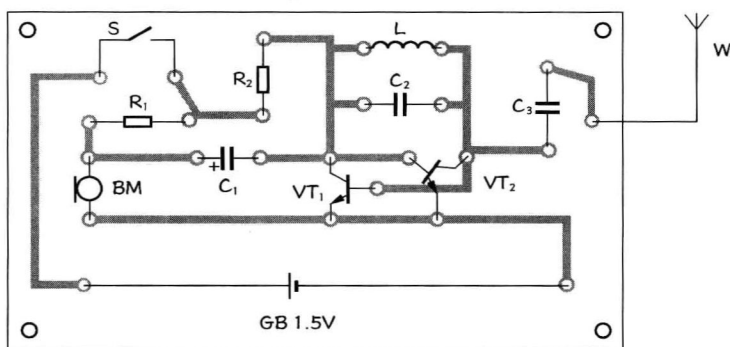


图 1-4 调频无线话筒电路板图

4. 实物图

实物图由写实性的元器件图形和连接线条等组成，是一种用

实物图形象地表示电路原理的图纸，可以帮助初学者较好、较快地理解电路图。

例如：图 1-5 所示为调频无线话筒的实物图，它形象地反映出调频无线话筒各元器件的连接关系。

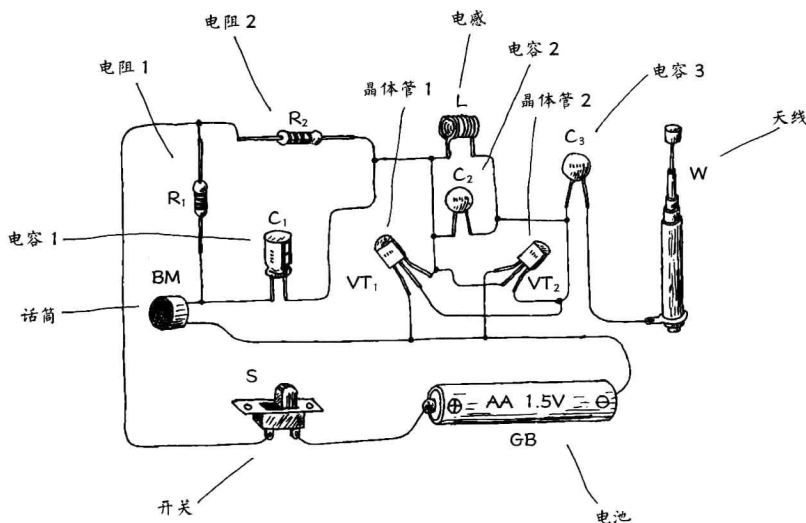


图 1-5 调频无线话筒实物图

1.2 电路图的构成要素

● 要点提示

- 电路图由图形符号、文字符号和注释性字符构成。
- 图形符号是构成电路图的主体。
- 文字符号进一步强调图形符号的性质。
- 注释性字符用来说明元器件的数值大小或者具体型号。



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。下面通过图 1-2 所示调频无线话筒电路图的例子, 作进一步的说明。

1. 图形符号

图形符号是指用规定的抽象图形代表各种元器件、组件、电流、电压、波形、导线和连接状态等的绘图符号。图形符号由国家标准 GB 4728.1—2005 予以规定。

图形符号是构成电路图的主体。图 1-2 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。

2. 文字符号

文字符号是指用规定的字符(通常为字母)表示各种元器件、组件、设备装置、物理量和工作状态等的绘图符号。文字符号由国家标准 GB 7159—1987 予以规定。

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 所示电路图中, 电阻器有 2 个, 则分别以“R₁”、“R₂”表示; 电容器有 3 个, 分别标注为“C₁”、“C₂”、“C₃”; 晶体管有 2 个, 分别标注为“VT₁”、“VT₂”。

3. 注释性字符

注释性字符是指电路图中对图形符号和文字符号作进一步说明的字符。注释性字符也是构成电路图的重要组成部分。

注释性字符用来说明元器件的数值大小或者具体型号，通常标注在图形符号和文字符号旁。例如：在图 1-2 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 的数值为 $1k\Omega$ ， R_2 的数值为 $1.2k\Omega$ ；电容器 C_1 的数值为 $10\mu F$ ， C_2 的数值为 $10pF$ ， C_3 的数值为 $20pF$ ；晶体管 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。



认识电路图符号

怎样才能尽快学会看懂电路图呢？最基本的一点就是要熟悉并掌握组成电路图的各种符号和字符。

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，必须有统一的规定，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。

2.1 元器件符号

● 要点提示

- 电路图符号包括元器件符号和导线、波形、轮廓等绘图符号。