

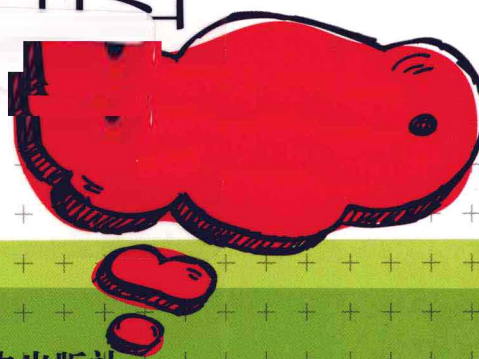
用得上
学得会
看得懂



快速学看

电子线路图

■ 门宏 编著

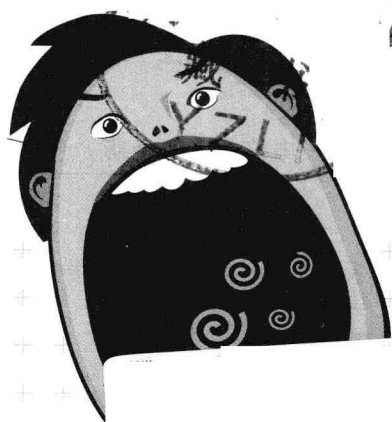


人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

快速字看

电子电路图

■ 门宏 编著



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

快速学看电子电路图： 门宏编著. — 北京：人民邮电出版社，2011.9
ISBN 978-7-115-25640-9

I. ①快… II. ①门… III. ①电子电路—图集 IV.
①TN710-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第103314号

内 容 提 要

本书紧扣“怎样看懂电子电路图”的主题，系统地介绍了看懂电路图所必须掌握的基础知识、基本方法和技巧，并通过电路实例进行了具体分析和解读。内容包括电路图的构成要素、电路图符号、电路图画法规则、各种元器件的特点与作用、分析电路图的基本方法与步骤、单元电路的分析方法等，特别突出了对集成电路电路图的看图方法与分析步骤的介绍。

本书采用图解的形式和双色编排，图文并茂、重点突出、直观易懂、实用性强，适合广大电子技术初学者阅读学习，并可作为职业技术学校和务工人员上岗培训的基础教材。

快速学看电子电路图

◆ 编 著 门 宏

责任编辑 张 鹏

◆ 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>

北京天宇星印刷厂印刷

◆ 开本：880×1230 1/32

印张：11.625

字数：350千字

印数：1—4 000册

2011年9月第1版

2011年9月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-25640-9

定价：35.00元

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

反盗版热线：(010)67171154

前言

目前,全球已步入以微电子技术和数字电子技术为特征的信息时代,特别是进入 21 世纪的第二个十年,电子技术在国民经济各领域中发挥着更加重要的作用。可以毫不夸张地说,我们每一个人的工作、学习和生活都离不开电子技术。

许多青少年爱好者和从业人员都迫切希望能掌握一定的电子技术知识和技能。为了帮助广大初学者和务工人员快速有效地学习和掌握电子技术,笔者根据初学者的特点和要求,结合自己长期从事电子技术教学工作的实践,编写了本书。

本书系统地介绍了看懂电路图的基本知识和技能,重点突出了实用技术和操作方法,避开了令初学者不得要领的繁冗理论阐述,大量采用图解的写作形式,并采用双色编排,使得本书图文并茂、重点突出、直观易懂、实用性强,真正起到手把手教你学习电子技术的作用,成为广大初学者和务工人员学习电子技术的良师益友。

全书共分 8 章,内容涵盖了看懂电路图所需要的基本知识和方法技巧。第 1 章介绍电路图的基本概念、构成要素和电路图符号等。第 2 章介绍电阻器、电容器、电感器、变压器、半导体管、光电器件、电声换能器件和集成电路等常用元器件的特点与作用。第 3 章介绍门电路、触发器、计数器和译码器等数字集成电路的特点与作用。第 4 章介绍电路图的画法规则、基本看图方法和步骤等看图技巧。第 5 章介绍数字电路图的看图方法、组合逻辑电路和时序逻辑电路的分析方法。第 6 章介绍电压放大电路、功率放大器、正弦波振荡器、整流滤波和稳压电路等基本单元电路的分析方法。第 7 章介绍双稳态触发器、单稳态触发器、施密特触发器和多谐振荡器等数字单元电路的分析方法。第 8 章通过 7 个不同类型的电路实例,详细具体地讲解“怎样看电子电路图”的方法与步骤。全书从基础开始,循序

渐进，逐步分析，使读者能够看得懂、记得住，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。

参加本书编写的还有施鹏、门雁菊、张元景、吴敏等。由于作者水平所限，加上时间仓促，书中可能存在差错和不足，欢迎广大读者朋友批评指正。

作 者

目 录

第 1 章 怎样认识电路图	1
第 1 节 电路图的基本概念	1
一、什么是电路图	1
二、电路图有哪些种类和作用	1
第 2 节 电路图的构成要素	3
一、图形符号	3
二、文字符号	4
三、注释性字符	4
第 3 节 电路图符号	5
一、元器件符号包括哪些内容	5
二、绘图符号包括哪些内容	27
三、数字电路符号包括哪些内容	31
第 4 节 电路图中元器件数值的表示方法	42
一、怎样标注电阻值	42
二、怎样标注电容量	43
三、怎样标注电感量	44
第 2 章 怎样理解元器件的特点与作用 ...	46
第 1 节 无源元件	46
一、电阻器	46
二、电位器	50
三、电容器	53
四、电感器	59
五、变压器	61
六、晶体	68

第2节 半导体管和电子管	70
一、晶体二极管	70
二、稳压二极管	75
三、晶体三极管	77
四、场效应管	82
五、单结晶体管	87
六、晶体闸流管	90
七、电子管	96
第3节 光电器件	99
一、光电二极管	99
二、光电三极管	101
三、光电耦合器	103
四、发光二极管	106
五、LED 数码管	110
第4节 电声换能器件	112
一、扬声器与耳机	112
二、讯响器与蜂鸣器	114
三、话筒	116
四、磁头与磁鼓	118
第5节 集成电路	121
一、集成运算放大器	121
二、时基集成电路	127
三、集成稳压器	132
第3章 怎样理解数字电路的特点与作用	138
第1节 门电路	138
一、门电路有什么特点	138
二、基本门电路	139

三、门电路有哪些作用	143
第2节 触发器	145
一、触发器有什么特点	145
二、RS 触发器	145
三、D 触发器	147
四、单稳态触发器	150
五、施密特触发器	152
第3节 计数器	154
一、计数器有什么特点	154
二、计数器有哪些作用	154
第4节 译码器	158
一、译码器有什么特点	158
二、显示译码器	158
三、数码译码器	161
第4章 怎样掌握看图技巧	163
第1节 电路图的画法规则	163
一、信号处理流程的方向	163
二、图形符号的位置与状态	165
三、连接线的表示方法	167
四、电源线与地线的表示方法	168
五、集成电路的习惯画法	170
第2节 基本看图方法与步骤	173
一、了解电路功能和技术指标	173
二、判断信号处理流程方向	175
三、分解电路图为若干单元	175
四、分析主通道电路	176
五、分析辅助电路	177

六、分析直流供电电路	177
七、具体分析各单元电路	177
第3节 单元电路的看图方法	178
一、怎样了解单元电路的作用与功能	178
二、输入信号与输出信号之间存在哪些关系	179
三、常见单元电路具有哪些结构特点	181
四、怎样用等效电路法分析	184
第4节 集成电路的看图方法	184
一、怎样了解集成电路的基本功能	185
二、怎样识别集成电路的引脚	186
三、怎样从输入输出关系上分析	195
四、怎样分析集成电路的接口关系	198
第5章 怎样掌握数字电路看图技巧	200
第1节 数字电路的看图方法	200
一、怎样识别数字集成电路的引脚	200
二、数字电路图的一般分析方法	209
第2节 怎样分析组合逻辑电路	211
一、运用逻辑函数表达式进行分析	211
二、运用逻辑函数真值表进行分析	212
第3节 怎样分析时序逻辑电路	213
一、运用状态转换表进行分析	214
二、运用时序波形图进行分析	215
第6章 怎样分析基本单元电路	218
第1节 电压放大电路	218
一、单管基本放大电路	218
二、双管电压放大电路	221

三、具有负反馈的电压放大电路	224
四、集成运放电压放大电路	227
第2节 功率放大器	229
一、单管功率放大器	230
二、双管推挽功率放大器	231
三、OTL 功率放大器	237
四、OCL 功率放大器	242
五、集成功率放大器	243
六、BTL 功率放大器	244
第3节 正弦波振荡器	247
一、变压器耦合振荡器	248
二、三点式振荡器	249
三、晶体振荡器	253
四、RC 振荡器	255
第4节 整流滤波电路	258
一、整流电路	259
二、负压整流电路	264
三、滤波电路	266
四、倍压整流电路	270
第5节 稳压电路	273
一、简单稳压电路	273
二、串联型稳压电路	275
三、采用集成稳压器的稳压电路	279
第7章 怎样分析数字单元电路	283
第1节 双稳态触发器	283
一、晶体管双稳态触发器	283
二、门电路构成的双稳态触发器	287

三、D 触发器构成的双稳态触发器	290
四、时基电路构成的双稳态触发器	290
第 2 节 单稳态触发器	291
一、晶体管单稳态触发器	292
二、门电路构成的单稳态触发器	295
三、D 触发器构成的单稳态触发器	296
四、时基电路构成的单稳态触发器	298
第 3 节 施密特触发器	299
一、晶体管施密特触发器	299
二、门电路构成的施密特触发器	301
第 4 节 多谐振荡器	304
一、晶体管多谐振荡器	304
二、门电路构成的多谐振荡器	306
三、时基电路构成的多谐振荡器	309
四、单结晶体管构成的多谐振荡器	311
五、施密特触发器构成的多谐振荡器	313
第 8 章 怎样看电路图实例解读	314
第 1 节 自动选台立体声调频收音机	314
一、整机电路分析	314
二、怎样分析调频接收放大与鉴频电路	316
三、怎样分析立体声解码电路	317
四、怎样分析音频功率放大器	318
第 2 节 双声道功率放大器	319
一、电路整体分析	319
二、主通道电路分析	322
三、扬声器保护电路分析	324
四、配套电源电路	326

第3节 直流稳压电源	327
一、整体电路分析	327
二、怎样分析整流滤波单元电路	330
三、怎样分析稳压单元电路	331
四、指示电路	334
第4节 电子节能灯	334
一、整体电路分析	335
二、怎样分析市电直接整流电路	337
三、怎样分析高压高频振荡器	337
四、怎样分析谐振启辉电路	339
第5节 无线电遥控车模	340
一、电路图总体分析	341
二、怎样分析发射电路	343
三、怎样分析接收控制电路	343
四、怎样分析驱动电路	345
五、怎样分析逻辑互锁控制电路	345
第6节 彩灯控制器	346
一、整机电路图分析	346
二、怎样分析双向移位寄存器	349
三、怎样分析控制电路	350
四、怎样分析交流固态继电器驱动电路	352
第7节 倒计时定时器	353
一、电路图总体分析	353
二、怎样分析门电路多谐振荡器	356
三、怎样分析60分频器	356
四、怎样分析减计数器	356
五、怎样分析译码显示电路	358
六、怎样分析电源电路	358

怎样看懂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，也是电子技术爱好者和务工人员必须掌握的基本功。要尽快学会看懂电路图，就需要对电路图的基本概念和构成要素有一个基本的了解，熟悉并掌握组成电路图的各种符号和字符。

第1节 电路图的基本概念

要点提示

- 电路图是一种反映电子设备中各元器件的电气连接情况的线路图。
- 电路图包括电路原理图、方框图和电路板图等。
- 通过电路图可以了解电子设备的电路结构和工作原理。

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。

一、什么是电路图

顾名思义，电路图是关于电路的图纸。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。例如，图 1-1 所示为调频无线话筒电路图，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。

二、电路图有哪些种类和作用

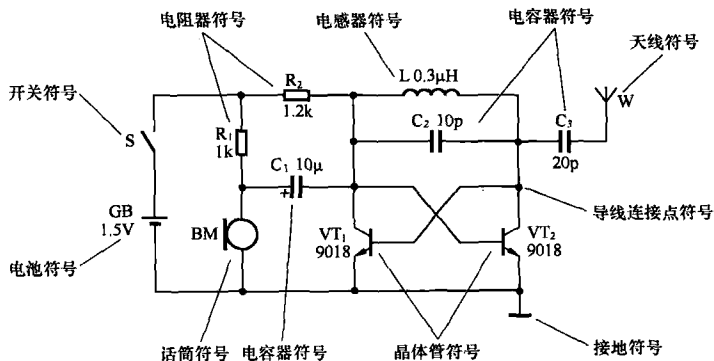
通常所说的电路图是指电路原理图，广义的电路图概念还包括方框图和电路板图等。

1. 电路原理图

电路原理图是一种反映电子设备中各元器件的电气连接情况的线路图。电路原理图由各种符号和字符组成，通过电路原理图，可

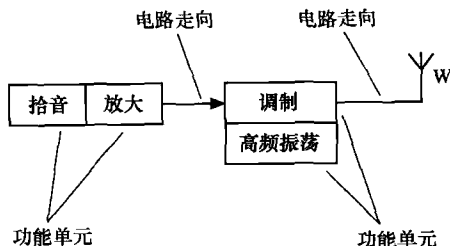
2 快速学看电子电路图

以详细地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。



2. 方框图

方框图是一种概括地反映电子设备的电路结构与功能的方块图。方框图由方框、线条和说明文字组成，例如图1-2所示为调频无线话筒的方框图。方框图简明地反映出电子设备的电路结构和电路功能，有助于从整体上了解和研究电路原理。



3. 电路板图

电路板图是一种反映电路板上元器件安装位置和布线的结构图。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。

例如图1-3所示为调频无线话筒的电路板图。电路板图是根据电

路原理图设计绘制的实际的安装图，标明了各元器件在电路板上的安装位置。电路板图为实际制作和维修提供了很大的方便。

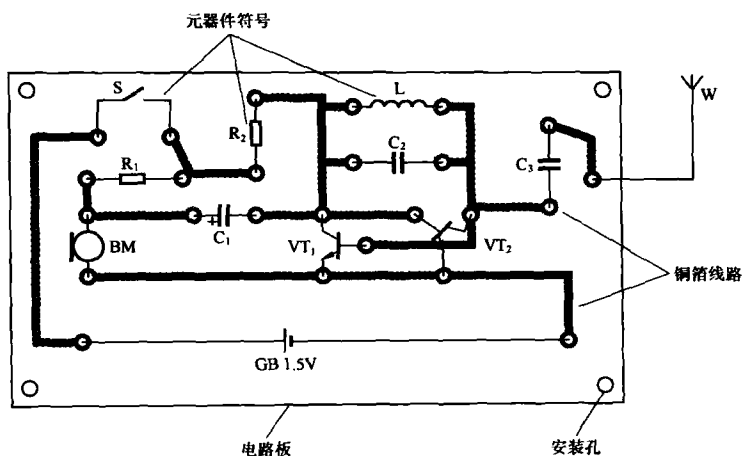


图1-3 调频无线话筒电路板图

第2节 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 1-1 所示调频无线话筒电路图的例子，作进一步的说明。

一、图形符号

1. 什么是图形符号

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 予以规定。

2. 图形符号有什么作用

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。

二、文字符号

1. 什么是文字符号

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/T 7159—1987 予以规定。

2. 文字符号有什么作用

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 所示电路中, 电阻器有 2 个, 则分别以 R_1 、 R_2 表示; 电容器有 3 个, 分别标注为 C_1 、 C_2 、 C_3 ; 晶体管有两个, 分别标注为 VT_1 、 VT_2 。

三、注释性字符

1. 什么是注释性字符

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。

2. 注释性字符有什么作用

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 1-1 所示调频无线话筒电路图中, 通过注释性字符即可以知道: 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 $20pF$; 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。

第3节 电路图符号

要点提示

- 电路图符号包括元器件符号和绘图符号。
- 元器件符号主要包括电阻器、电容器、电感器、半导体管、换能器件、控制与保护器件、信号指示器件和集成电路等的图形符号和文字符号。
- 绘图符号主要包括连接线、轮廓线、接地线、电压、电流、信号波形等符号。
- 数字电路符号主要包括门电路、触发器、信号发生器、编译码器等代码转换器、计数器和分配器、移位寄存器、信号转换器、模拟开关、算术单元和存储器等的图形符号和文字符号。

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，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。

一、元器件符号包括哪些内容

为了方便大家阅读和记忆，下面将常用元器件的国家标准 GB 4728 规定的图形符号和 GB/T7159—1987 规定的文字符号对应起来，以表格的形式予以介绍。

1. 无源元件的符号

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见表 1-1～表 1-4。

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