



实用电子技术  
自学万事通

# 详解实用电子电路 128例


XIANGJIE  
SHIYONG  
DIANZIDIANLU  
128 LI



张宪 张大鹏 主编



化学工业出版社



实用电子技术  
自学万事通

# 详解实用电子电路

# 128例



XIANGJIE  
SHIYONG  
DIANZIDIANLU  
128 LI

张宪 张大鹏 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

详解实用电子电路 128 例/张宪, 张大鹏主编. —北京: 化学工业出版社, 2013. 4  
(实用电子技术自学万事通)  
ISBN 978-7-122-16550-3

I. ①详… II. ①张…②张… III. ①电子电路-基本知识 IV. ①TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 029203 号

---

责任编辑: 卢小林  
责任校对: 陶燕华

文字编辑: 云 雷  
装帧设计: 王晓宇

---

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 12½ 字数 344 千字  
2013 年 6 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: 38.00 元

版权所有 违者必究

## 《实用电子技术自学万事通》编委会

主 任 张 宪

编 委 (按汉语拼音排序)

陈 影 付兰芳 付少波 匡小平

李会山 李良洪 李志勇 王凤忠

王 亮 张春和 张大鹏 张 宪

赵慧敏 赵建辉

## 《详解实用电子电路 128 例》编写人员

主 编 张 宪 张大鹏

副主编 付少波 李会山 赵慧敏 沈 虹

参 编 赵建辉 陈 影 李纪红 刘卜源

俞 妍 李志勇 范毅军 胡云朋

主 审 李良洪 付兰芳

## 前言

► FOREWORD

## 详解实用电子电路 128 例

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《实用电子技术自学万事通》,以帮助正在学习电子技术的读者,以及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《电子工艺基础》《电子元器件的选用与检测》《数字电子技术实用电路》《详解电子控制照明电路 60 例》《详解实用电子电路 128 例》《详解传感器实用电路 40 例》六个分册,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。

本套丛书对电子技术基础知识做了详尽的叙述,可为初学者奠定较扎实的理论知识和实际操作知识,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。本套丛书对学习电子技术和分析识读电路图有相当裨益,既可分册独

立学习，又可系统学习全套丛书。

本书是《详解实用电子电路 128 例》分册，首先介绍了电子电路识图基本知识、随后详解了报警电路、门铃电路、振荡电路、电源电路、晶闸管应用电路、照明与彩灯控制电路、开关与检测电路、集成稳压电源应用电路、传感器应用电路、555 定时器应用电路、家用电器应用电路、光电子应用电路等 120 余例经典的实用电路，最后用三个实例讲解了电子电路设计与制作的完整过程。

本书的特色：

(1) 实用性强。“以实用为基础，以够用为前提”，“以技能训练为主导，以技能鉴定为背景”，突出职业培训特点，系统地介绍了电子电路的识读与应用，删除了繁琐的理论说教，代之以简单明了的实际电路，力求做到图文并茂、深入浅出、简单实用；原理明确、说明规范、易学易作。

(2) 体现先进性。由于电子技术的飞速发展，电子元器件日新月异的更新。本书既介绍了常用电子电路又介绍了部分新器件、新工艺和新材料制作的电子电路。

(3) 便于自学。本书“以基础理论学习为基础，以实用技能培养为重点”，系统地培养电子爱好者的自学能力、识图与操作能力，力求做到能学、会学、想学。

本书在编写过程中，曾得到化学工业出版社和同行的大力支持和帮助，并借鉴了相关报刊和图书的有关资料，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者



## 详解实用电子电路 128 例

|            |                   |      |
|------------|-------------------|------|
| <b>第一章</b> | <b>电子电路识图基本知识</b> | / 1  |
| 第一节        | 电子电路识图的基本概念       | / 1  |
| 第二节        | 识读电子电路图的方法与步骤     | / 7  |
| 第三节        | 电子电路识图要求          | / 16 |
| <b>第二章</b> | <b>报警电路</b>       | / 21 |
| 第一节        | 防盗报警器             | / 21 |
| 第二节        | 高灵敏度触摸式报警器        | / 23 |
| 第三节        | 实用汽车防盗报警器         | / 24 |
| 第四节        | 断线防盗报警器           | / 26 |
| 第五节        | 呼叫自锁报警器           | / 27 |
| 第六节        | 家用电子报警器           | / 28 |
| 第七节        | CMOS 触摸报警器        | / 29 |
| 第八节        | 触摸式门锁报警器          | / 30 |
| 第九节        | 煤气泄漏报警器           | / 31 |
| 第十节        | 煤气熄火报警器           | / 34 |
| 第十一节       | 语音倒车报警器           | / 35 |
| 第十二节       | 汽车音响报警器           | / 37 |
| 第十三节       | 水位报警器             | / 38 |
| 第十四节       | 感应式防盗报警器          | / 41 |
| 第十五节       | 多功能防盗报警器          | / 42 |

|            |               |      |
|------------|---------------|------|
| <b>第三章</b> | <b>门铃电路</b>   | / 46 |
| 第一节        | 感应式自动门铃       | / 46 |
| 第二节        | 感应式叮咚门铃       | / 49 |
| 第三节        | 电子钟声门铃        | / 50 |
| 第四节        | 延时电子门铃        | / 51 |
| 第五节        | 按键密码电子门铃      | / 51 |
| 第六节        | 电子双音门铃电路      | / 53 |
| 第七节        | 叮咚门铃          | / 55 |
| 第八节        | 简单实用的多用户对讲门铃  | / 56 |
| <b>第四章</b> | <b>振荡电路</b>   | / 60 |
| 第一节        | 三点式 LC 正弦波振荡器 | / 60 |
| 第二节        | 晶体稳频振荡器       | / 61 |
| 第三节        | 方波信号发生器       | / 63 |
| 第四节        | 单结晶体管振荡电路     | / 64 |
| 第五节        | 超低频振荡器        | / 66 |
| 第六节        | 无线卡拉 OK 话筒    | / 67 |
| 第七节        | 冰箱除臭器         | / 69 |
| 第八节        | 频率可变的晶体管振荡电路  | / 71 |
| 第九节        | 光控超低频振荡器      | / 72 |
| 第十节        | 收音自动振荡电路      | / 73 |
| 第十一节       | 压控占空周期振荡电路    | / 75 |
| 第十二节       | 振荡电路中的故障与排除   | / 77 |
| <b>第五章</b> | <b>电源电路</b>   | / 86 |
| 第一节        | 电冰箱保护插座       | / 86 |
| 第二节        | 收录机电池充电器      | / 87 |
| 第三节        | 简易快速充电器       | / 88 |
| 第四节        | 电池充电器         | / 89 |
| 第五节        | 蓄电池充电提醒器      | / 90 |
| 第六节        | 多用恒流自动充电器     | / 92 |



|      |                                 |       |
|------|---------------------------------|-------|
| 第七节  | 蓄电池恒流充电器                        | / 93  |
| 第八节  | 电源电压保护器                         | / 95  |
| 第九节  | 集成直流稳压电源                        | / 97  |
| 第十节  | 可调式集成稳压电源                       | / 100 |
| 第十一节 | 多路输出稳压电源                        | / 101 |
| 第十二节 | 双极型功率晶体管 GTR 电源电路               | / 103 |
| 第十三节 | 电力场效应晶体管 (MOSFET)<br>驱动电路       | / 105 |
| 第十四节 | 绝缘门极双极晶体管 (IGBT) 的门<br>极驱动电路与应用 | / 106 |
| 第十五节 | 三相半控桥稳压电源                       | / 109 |
| 第十六节 | 调宽式稳压逆变电源电路                     | / 111 |
| 第十七节 | 高性能家用逆变电源电路                     | / 113 |
| 第十八节 | 12~30V/20A 的稳压电源                | / 114 |
| 第十九节 | 集成开关电源                          | / 116 |

## 第六章 晶闸管应用电路 / 118

|      |                   |       |
|------|-------------------|-------|
| 第一节  | 晶闸管充电电源           | / 118 |
| 第二节  | 自动终止电池充电器         | / 121 |
| 第三节  | 晶闸管直流调速电路         | / 124 |
| 第四节  | 晶闸管可控逆变电路         | / 126 |
| 第五节  | 晶闸管直流开关电路         | / 129 |
| 第六节  | 晶闸管交流开关电路         | / 132 |
| 第七节  | 晶闸管交流调压电路         | / 135 |
| 第八节  | 晶闸管电子起辉器          | / 136 |
| 第九节  | 晶闸管控制台灯调光         | / 138 |
| 第十节  | 无触点冰箱保护器          | / 140 |
| 第十一节 | 晶闸管触发电路应用实例       | / 141 |
| 第十二节 | 晶闸管逆变电源电路         | / 144 |
| 第十三节 | 单结晶体管控制的单向晶闸管调速电路 | / 146 |

## 第七章 照明与彩灯控制电路 / 148

|     |             |       |
|-----|-------------|-------|
| 第一节 | 亮度自动稳定的调光台灯 | / 148 |
|-----|-------------|-------|

|            |                            |              |
|------------|----------------------------|--------------|
| 第二节        | 触摸式步进调光台灯                  | / 149        |
| 第三节        | 感应式自动照明灯                   | / 151        |
| 第四节        | 简易应急照明灯                    | / 153        |
| 第五节        | 渐亮延寿灯                      | / 154        |
| 第六节        | 应急节能灯                      | / 155        |
| 第七节        | 电灯遥控器                      | / 156        |
| 第八节        | 节日彩灯控制器                    | / 158        |
| 第九节        | 音乐彩灯控制器                    | / 160        |
| 第十节        | 声控、调光两用彩灯控制器               | / 160        |
| 第十一节       | 闪烁指示器                      | / 161        |
| 第十二节       | LED 手电筒电路                  | / 163        |
| 第十三节       | 点矩阵声光控制电路                  | / 165        |
| 第十四节       | 太阳能充电式小夜灯电路                | / 167        |
| 第十五节       | 可调光台灯电路                    | / 169        |
| 第十六节       | 由发光二极管 LED 显示的机动车<br>电压表电路 | / 172        |
| <b>第八章</b> | <b>开关与检测电路</b>             | <b>/ 175</b> |
| 第一节        | 接近开关                       | / 175        |
| 第二节        | 实用的光控开关                    | / 176        |
| 第三节        | 可调定时触发开关                   | / 177        |
| 第四节        | 集成电路触摸开关                   | / 179        |
| 第五节        | 光电接近开关                     | / 180        |
| 第六节        | 声光控制延时开关                   | / 181        |
| 第七节        | 音频切换开关电路                   | / 183        |
| 第八节        | 常开型接近开关电路                  | / 184        |
| 第九节        | 无触点定时开关电路                  | / 185        |
| 第十节        | 采用光耦合器的交流开关电路              | / 186        |
| 第十一节       | 路灯自动控制开关电路                 | / 187        |
| 第十二节       | 延时照明开关                     | / 189        |
| 第十三节       | 电子电路在线测试器                  | / 190        |
| 第十四节       | 线路检测器                      | / 193        |

|             |                    |              |
|-------------|--------------------|--------------|
| 第十五节        | 故障寻找器              | / 194        |
| 第十六节        | 音频信号发生器            | / 195        |
| 第十七节        | 简易高低频信号发生器         | / 197        |
| 第十八节        | 由 NE555 构成的网线检测器电路 | / 198        |
| 第十九节        | 由晶体管构成的音频电缆检测电路    | / 201        |
| <b>第九章</b>  | <b>集成稳压电源应用电路</b>  | <b>/ 203</b> |
| 第一节         | 三端稳压集成电路的组成        | / 203        |
| 第二节         | 三端稳压集成电路典型电路       | / 208        |
| 第三节         | 三端稳压集成电路的应用        | / 213        |
| 第四节         | 开关电源集成电路           | / 218        |
| <b>第十章</b>  | <b>传感器应用电路</b>     | <b>/ 229</b> |
| 第一节         | RLC 传感器应用电路        | / 229        |
| 第二节         | 热电式传感器应用电路         | / 238        |
| 第三节         | 霍尔式传感器应用电路         | / 245        |
| 第四节         | 压电式传感器应用电路         | / 256        |
| 第五节         | 半导体传感器应用电路         | / 262        |
| <b>第十一章</b> | <b>555 定时器应用电路</b> | <b>/ 271</b> |
| 第一节         | 555 定时器的组成         | / 271        |
| 第二节         | 555 定时器典型电路        | / 274        |
| 第三节         | 555 定时器应用电路        | / 285        |
| <b>第十二章</b> | <b>家用电器应用电路</b>    | <b>/ 296</b> |
| 第一节         | 收音机和录音机应用电路        | / 296        |
| 第二节         | 电视机应用电路            | / 307        |
| 第三节         | 洗衣机和微波炉应用电路        | / 313        |
| 第四节         | 空调器应用电路            | / 318        |
| <b>第十三章</b> | <b>光电子应用电路</b>     | <b>/ 326</b> |
| 第一节         | 光敏电阻及其应用电路         | / 326        |

|     |                  |       |
|-----|------------------|-------|
| 第二节 | 光敏二极管及其应用电路      | / 331 |
| 第三节 | 光敏三极管及其应用电路      | / 337 |
| 第四节 | 发光二极管 LED 及其应用电路 | / 339 |
| 第五节 | 光电耦合器及其应用电路      | / 346 |
| 第六节 | 其他光电子应用电路        | / 351 |

#### **第十四章 电子电路设计与制作** / 355

|     |       |       |
|-----|-------|-------|
| 第一节 | 音响放大器 | / 355 |
| 第二节 | 数字电子钟 | / 368 |
| 第三节 | 调频收音机 | / 373 |

#### **参考文献** / 382

## 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、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。

电子电路识读是一门技术，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。

### 第一节

## 电子电路识图的基本概念

### 一、电子电路识图的作用和意义

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。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，则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。

## 二、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。

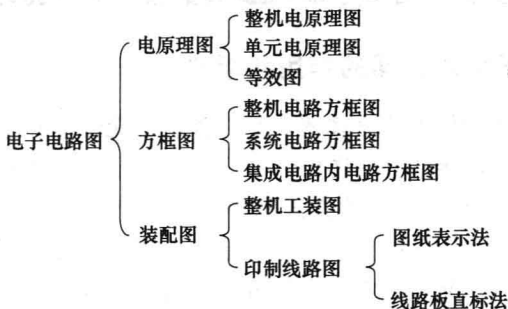


图 1-1 电子电路图的构成

### 三、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  $1\text{m}$  左右的金属导线代替，元器件参数见图 1-2。

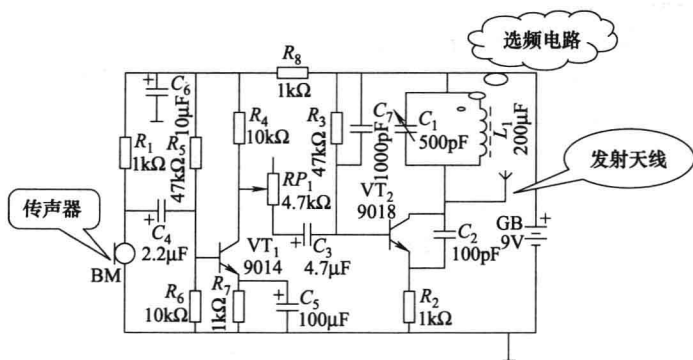


图 1-2 调幅音频发射电路图

## 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“ $\square$ ”表示电阻器，两道短杠“ $\parallel$ ”表示电容器，连续的半圆形“ $\sim$ ”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。

实际电路图非常直观，电路中的元器件可能有几十个，甚至几百个，如果电路中各种电子元器件都能用不同的图形符号简单地表示，电子电路图就会大大简化。事实上，国家对各种电子元器件都给出了各自的标准图形符号，而且有统一的规定，如图 1-3 所示的就是几种常见电子元器件的电路图形符号。

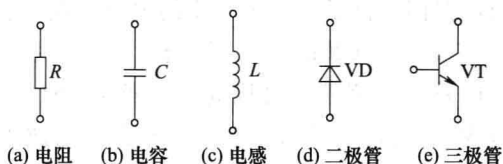


图 1-3 几种常见电子元器件的电路图形符号

## 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“ $C_1$ ”、“ $C_2$ ”、“ $C_3$ ”等表示；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 所示调幅音频发射电路图中，通过注释性字符我们可以知道：电阻器  $R_1$  的阻值为  $1\text{k}\Omega$ ， $R_2$  的阻值为  $1\text{k}\Omega$ ；电容器  $C_1$  的电容值为  $500\text{pF}$ ， $C_2$  的电容值为  $100\text{pF}$ ， $C_3$  的电容值为  $4.7\mu\text{F}$ ；晶体管  $\text{VT}_1$ 、 $\text{VT}_2$  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，注释性字符是我们分析电路工作原理，特别是定量地分析研究电路工作状态所不可缺少的。

### 四、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以及类型，大致工作原理，看不出电路的具体连接方法，也看不出元件的型号数值。

方框电路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 1-4 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了解。

### 五、装配图

装配图是表示电原理图中各功能电路、各元器件在实际线路板

