

就业金钥匙

《就业金钥匙》编委会 组织编写

图解

TUJIE
DIANZI
DIANLU
SHITU
YIBENTONG

电子电路识图 一本通

学会一技之长 快速打开就业之门
面向岗位需求 全新图解操作技能



化学工业出版社

就业金钥匙



《就业金钥匙》编委会 组织编写



电子电路识图 本通



化学工业出版社

·北京·

《图解电子电路识图一本通》是《就业金钥匙》丛书电子电工行业中的一本。本书旨在帮助读者快速掌握电子电路识图，主要包括：电子电路识图基础知识、电子电路基本元器件及其特性、模拟电子电路图识读、数字电子电路图识读、综合实用电路图识读等。

本书内容由浅入深，循序渐进，可为初学电子电路识图的人员、职业院校或培训学校相关专业学生尽快掌握电子电路图识读提供有益帮助。

图书在版编目 (CIP) 数据

图解电子电路识图一本通//《就业金钥匙》编委会组织编写. —北京：化学工业出版社，2014.3

(就业金钥匙)


ISBN 978-7-122-19039-0

I. ①图… II. ①就… III. ①电子电路-识别-图解
IV. ①TN710-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 275153 号

责任编辑：李军亮

责任校对：宋 玮



文字编辑：徐卿华

装帧设计：尹琳琳

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 装：北京云浩印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 11 $\frac{3}{4}$ 字数 317 千字

2014年5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

前言

随着城市化进程的加快，越来越多的农村富余劳动力向非农产业转移，如何赋予这部分群体以新技能，引导其转移就业，如何打造新农村建设急需的新人才，为农村发展助力，是社会不容忽视而又亟待解决的问题。缺乏就业技能是制约农村劳动力转移的一大瓶颈。授之以鱼不如授之以渔，掌握一技之能显得尤为重要。

《就业金钥匙》丛书，旨在帮助那些准备就业人员、进城务工人员、转岗就业的人员掌握一技之长。丛书在注重理论培训的同时，更注重提升实际操作技能，提升就业者的竞争力。本丛书立足技能培训和上岗就业，有针对性地进行技术指导，涉及机械加工、电工电子、家用电器维修、车辆维修、建筑施工等多个岗位紧俏、薪酬待遇好的工种。

本丛书具有如下特点。

- ① 全零起点，内容编写采用图解的形式，易学易懂。
- ② 重点突出操作技能与操作要点，以指导入门人员快速上手为目的。
- ③ 操作技能步骤清晰、方法可靠。
- ④ 配有典型的操作实例。

相信通过学习，广大学员可以凭借自己的一技之长，搭上就业的快速列车，为今后顺利步入社会铸造一把“就业金钥匙”。

《图解电子电路识图一本通》是《就业金钥匙》丛书电子电工行业中的一本。本书旨在帮助读者快速掌握电子电路识图，主要内容包括：电子电路识图基础知识、电子电路基本元器件及其特性、模拟电子电路图识读、数字电子电路图识读、综合实用电路图识读等。本书内容由浅入深，循序渐进，可为初学

电子电路识图的人员、职业院校或培训学校相关专业学生尽快掌握电子电路图识读提供有益帮助。

由于编者水平所限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

《就业金钥匙》编委会

第一章 电子电路识图基础知识

1

第一节 电子电路识图的基本概念	2
一、电子电路图的构成	3
二、电子电路的组成	7
三、单元电路的特点	7
第二节 电子线路图的识读方法及步骤	8
一、电子线路图的识读方法	10
二、电子线路图的识读步骤	12
第三节 常用电子元器件的图形符号和文字符号	16
一、常用电子元器件的文字符号	17
二、常用电子元器件在电路中的图形符号	22

第二章 电子电路基本元器件及其特性

30

第一节 电阻器和电位器	31
一、电阻器及其特性	31
二、电阻器的标识	35
三、电阻的测量	38
四、电位器	39
第二节 电容器	41
一、电容器及其特性	41
二、电容器的标识	45
三、电容器的测量	48
第三节 电感器	50
一、电感器及其特性	50

二、电感器的标识	53
三、电感器的测量	56
第四节 二极管	56
一、二极管及其特性	56
二、二极管的测量	61
第五节 晶体三极管	63
一、晶体三极管及其特性	63
二、晶体三极管的标识	72
三、晶体三极管的测量	74
第六节 场效应管	77
一、结型场效应管	77
二、绝缘栅型场效应管	85
三、场效应管的特点及参数	92

第三章 模拟电子电路图识读

95

第一节 基本放大器	96
一、晶体管基本放大电路	96
二、场效应管基本放大电路	102
三、识图举例	109
第二节 负反馈放大器	115
一、负、正反馈的辨别	115
二、负反馈电路分析方法	120
三、电压并联负反馈放大器电路分析	122
四、识图举例	123
第三节 低功率放大器	133
一、单管功率放大器	134
二、双管功率放大器	135
三、乙类互补推挽功率放大电路	136
四、识图举例	143

第四节 正弦波振荡器	149
一、正弦波振荡器工作原理	149
二、RC 正弦波振荡器	152
三、LC 正弦波振荡电路	155
四、晶体正弦波振荡电路	165
五、正弦波振荡器电路识图方法	167
六、识图举例	168
第五节 直流稳压电源	170
一、直流稳压电源的组成	170
二、整流电路和滤波电路	171
三、稳压电源	180
四、识图举例	185
第六节 集成运算放大器电路	193
一、集成运算放大器的基本知识	193
二、典型集成运放电路介绍	199
三、理想运算放大器	201
四、识图举例	202

第四章 数字电子电路图识读

209

第一节 逻辑代数	210
一、逻辑变量和基本逻辑运算	210
二、逻辑代数的基本运算和基本定理	212
三、逻辑函数的表示方法	217
四、逻辑函数的化简	220
第二节 常用的“门”电路器件	224
一、简单门电路	224
二、集成“门”电路元件	227
三、识图举例	230
第三节 组合逻辑电路识图	236

一、编码器	236
二、译码器	242
三、数据选择器	248
四、数值比较器	252
五、4位并行加法器	254
六、识图举例	257
第四节 时序逻辑电路识图	267
一、集成触发器	268
二、计数器	288
三、基本寄存器与移位寄存器	293
四、随机访问存储器	301
五、识图举例	312
第五节 数字电子电路识图方法	324

第五章

综合实用电路图识读

329

第一节 集成电路识图方法	330
一、集成电路应用电路图的功能	330
二、集成应用电路的特点	330
三、集成电路应用电路的识图方法和注意 事项	331
四、从输入输出信号关系识图	332
第二节 识图举例	333
一、光敏元件及光控电路	333
二、可调恒流型自动充电器	343
三、门铃防盗两用报警器	345
四、多用恒流自动充电电路	347
五、液位控制电路识图	350
六、半导体时间继电器电路分析	357

参考文献

364



第一章

电子电路识图
基础知识



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、VCD/DVD 播放机、音响、冰箱、空调、电话、电脑、手机以及各种小家电等。由于这些电器都是由各种电子电路组成的，因此，如果想要正确地掌握和使用，尤其是维修这些产品，就应该首先学会识读电子电路图。

电子电路识图是一门技术，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

电路图又称为电路原理图，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，可以帮助人们去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，可以了解电子设备的电路结构和工作原理。因此，如何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，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，最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，首先必须熟悉、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。

一、电子电路图的构成

电路图主要由元件符号、连线、结点、注释四大部分组成。元件符号表示实际电路中的元件，它的形状与实际元件不一定相似，甚至完全不一样。但是它一般都表示出了元件的特点，而且引脚的数目都和实际元件保持一致。连线表示的是实际电路中的导线，在原理图中虽然是一根线，但在常用的印刷电路板中往往不是线而是各种形状的铜箔块，就像收音机原理图中的许多连线在印刷电路板图中并不一定都是线形的，也可以是一定形状的铜膜。结点表示几个元件引脚或几条导线之间相互的连接关系。所有和结点相连的元件引脚、导线，不论数目多少，都是导通的。电子电路图一般有原理图、方框图和装配图等。

1. 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；给出了许多工作点的电压、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。下面通过图 1-1 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 1m 左右的金属导线代替, 元器件参数见图 1-1。

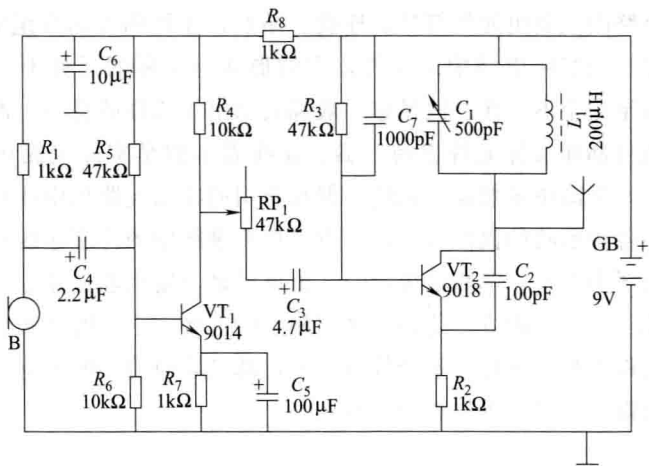


图 1-1 调幅音频发射电路

① 图形符号 图形符号是构成电路图的主体。在图 1-1 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 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 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 1-1 所示图中，通过注释性字符即可以知道：电阻器 R_1 的阻值为 $1k\Omega$ ， R_2 的阻值为 $1k\Omega$ ；电容器 C_1 的电容量为 $500pF$ ， C_2 的电容量为 $100pF$ ， C_3 的电容量为 $4.7\mu F$ ；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。

2. 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、类型以及大致的工作原理，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 1-2 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地了解。

3. 装配图

装配图是表示电路原理图中各功能电路、各元器件在实际线路

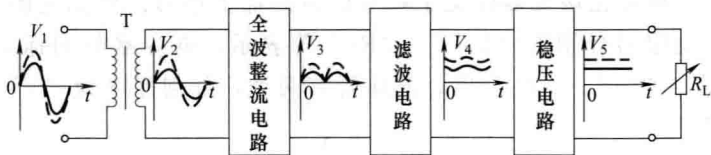


图 1-2 固定输出集成稳压器方框图

板上分布的具体位置以及各元器件端子之间连线走向的图形，图 1-3 所示为固定输出集成稳压器印刷电路板装配图。

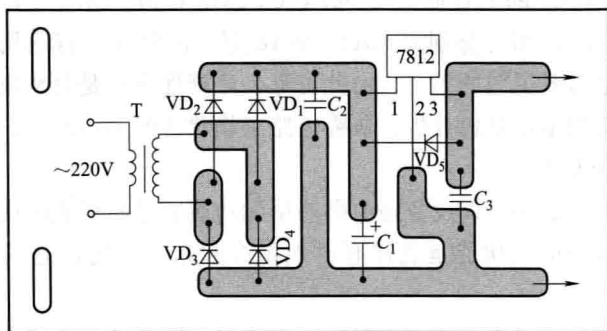


图 1-3 固定输出集成稳压器印刷电路板装配图

装配图也就是布线图，如果用元件的实际样子表示的又叫实体图。原理图只说明电路的工作原理，看不出各元件的实际形状，以及在机器中是怎样连接的，位置在什么地方，而装配图就能解决这个问题。装配图一般很接近于实际安装和接线情况。

如果采用印刷电路板，装配图就要用实物图或符号画出每个元件在印刷板的什么位置，焊在哪些接线孔上。有了装配图就能很方便地知道各元件的位置，顺利地装好电子设备。

装配图有图纸表示法和线路板直标法两种。图纸表示法用一张图纸（称印制线路图）表示各元器件的分布和它们之间的连接情况，这也是传统的表示方式。线路板直标法则在铜箔线路板上直接标注元器件编号。这种表示方式的应用越来越广泛，特别是进口设备中大多采用这种方式。

图纸表示法和线路板直标法在实际运用中各有利弊。对于前者,若要在印制线路图纸上找出某一只需要的元器件则较方便,但找到后还需要印制线路图上该器件编号与铜箔线路板去对照,才能发现所要找的实际元器件,有两次寻找、对照的过程,工作量较大。而对于后者,在线路板上找到某编号的元器件后就能一次找到实物,但标注的编号或参数常被密布的实际元器件所遮挡,不易观察完整。

二、电子电路的组成

任何复杂的电子电路都是由一些具有完整基本功能的单元电路组成,也就是说任何复杂的电子电路都可以分解为若干个单元电路。比如各种直流稳压电源,其技术指标可能有所不同,但就其电路组成而言,都是由变压器降压电路、整流电路、滤波电路以及稳压电路等单元组成的,如图 1-4 所示。交流市电由变压器降压后,经整流输出脉动直流电压,然后经滤波电路变为比较平滑的直流电压,最后由稳压电路进行稳压输出。



图 1-4 直流稳压电源的结构框图

复杂电路一旦被分解成若干个单元电路后,就可以从分析单元电路着手,去了解各单元电路的工作原理、性能特性及有关参数,进而分析每个单元电路和整机电路之间的联系,了解电路的设计思想。

这种把整机电路或总电路分解成单元电路,再把单元电路和整机电路或总电路挂起钩来的过程,就是对复杂电子电路从整体到局部,再从局部到整体的分析、理解的过程。这种过程是学习电子电路不可缺少的,也是掌握电子技术知识的一个重要环节。

三、单元电路的特点

单元电路的特点如表 1-1 所示。

表 1-1 单元电路的特点

特点	解 释
某一特定的电路功能	单元电路(如由三极管组成的各种放大电路、电容电感等元件组成的振荡电路、集成运算放大器组成的各种应用电路)都具有各自特定的电路功能,是可以单独使用的
通用性	电路的通用性表现为电路功能的基本性,如三极管放大电路最基本的功能是放大信号,几乎所有实际电路都包含三极管放大电路;又如振荡电路的基本功能是产生振荡波形,它广泛地应用于各种实际电路中
组合性	由于单元电路都是具备特定功能的电路,因而在电子电路设计过程中,可以根据需要去选择一个单元电路单独使用,也可以按一定的规律将多个单元电路恰当地组合在一起,成为一个新的电路。这种组合的过程,事实上是一个有意识的电路设计过程

小贴士

随着集成电路技术的发展,一块集成芯片配上一些外围元件就可完成许多特定的功能。例如在单片集成电路收音机中,一块集成芯片加上一些外围元件就可完成收音机的全部功能。对于这类集成电路所组成的应用电路,也可以作为单元电路来使用。

第二节 电子线路图的识读方法及步骤

复杂的电子线路图,对于初学者来说,图上密密麻麻,看得眼花缭乱,根本不知从何下手识图,也不能从电子线路原理图中找出电子产品的故障所在,更不能得心应手地去设计各种各样的电子线路。其实,只要对电子线路图进行仔细观察,就会发现电子电路的构成具有很强的规律性,即相同类型的电子电路不仅功能相似,而且在电路结构上也是大同小异的。而任何一张错综复杂、表现形式不同的电子线路图都是由一些最基本的电子电路组合而成。如果将