

怎样看电子线路图

青少年电子入门快车

陈风 程勇



福建科学技术出版社



●青少年电子入门快车

怎样看电子线路图

陈 风 程 勇

福建科学技术出版社

(闽)新登字 03 号

青少年电子入门快车
怎样看电子线路图

陈风 程勇

*

福建科学技术出版社出版、发行

(福州市东水路 76 号)

各地新华书店经销

福建省科发电脑排版服务公司排版

福州七二二八工厂印刷

开本 850×1168 毫米 1/32 6.875 印张 2 插页 158 千字

1999 年 1 月第 1 版

1999 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—8 000

ISBN 7-5335-1394-0/TN · 199

定价:10.90 元

书中如有印装质量问题,可直接向承印厂调换

丛书编委：（按姓氏笔划为序）

王乃成（中国人民解放军运输工程学院）

孙 漪（西安交通大学）

孙威娜（华中理工大学）

吴淑泉（华南理工大学）

杜效农（天津理工学院）

周亦武（大连海事大学）

林成武（沈阳工业大学）

柯锡明（东南大学）

徐洪水（浙江大学）

徐宝琨（吉林大学）

程卫东（中国科学技术大学）

蔡声镇（福建师范大学）



编辑的话

近 20 年来，电子技术得到了飞速的发展，从航天飞机的发射升空、“火星探路者”号的成功登陆，到卫星全球定位系统 (GPS)、巨型计算机的研制，从海湾战争、抗震救灾、维和行动，到与我们生活息息相关的大屏幕高清晰度彩色电视机、VCD、DVD 视盘机、手提电话……我们无不感受到电子技术的无穷魅力以及对我们社会生活的巨大影响。同时，电子技术又是那么地“平易近人”。一把烙铁、几个元件、一本书，迷得一代代的青少年“乐不思蜀”……谁能否认当今的电子大师们不正是从这条路上走来的？谁又敢说今天的“小电子迷”不能成为明日的电子大师？即便是平平凡凡，他们也乐此不疲，沉迷于电子世界，增长知识，陶冶情操，服务社会。

“青少年电子入门快车丛书”是一套面向青少年朋友的电子入门读本。丛书将电子学知识分成各个相对独立的专题，分册论述。各个分册大致包括了基本知识、元器件特性、基本电路原理与分析、实用电路制作等内容，并注重反映电子科学发展的最新技术及其应用。丛书力求通俗易懂，同时强调知识性、实用性、系统性，让青少年

朋友们能够在较短时间内掌握电子技术的基本知识及制作技能。

在丛书出版之际，特别要感谢参加本丛书编写的专家们，他们大都来自全国各大院校。在为国家培养高级电子人才之余，他们仍不忘普及科技知识的社会责任，百忙之中，天南海北，共同为本丛书的出版而辛劳。国家信息产业部吕新奎副部长、清华大学的李鹤轩教授、中国电子科技大学的过璧君教授、浙江大学的陈曾济教授、大连海事大学的吕健先生以及福州市少年宫的林正山高级工程师等，也为全书的策划组稿提出了宝贵的建议，福建师范大学的许瑞珍老师为丛书编写了生动有趣的电子知识短文，在此一并致谢。

我们诚恳地希望全国电子行业的专家们能继续关注“青少年电子入门快车丛书”的成长，并希望广大青少年朋友能将学习中遇到的问题及萌发的建议告诉我们，让我们一起为普及电子知识而努力。

前言

电子技术是一项对人类非常重要的技术，它对人类科学进步起到了不可低估的作用。同时，它又是一项十分有趣和神秘的技术，吸引了广大的青少年。

电子技术虽然很神秘，而且具有一定的难度，但是只要我们认真学习，细心实践，就能够渐渐进入这个神秘的电子世界。

在进行电子电路的学习和制作中，最常见的就是各种各样的电路图了，它是人们为了对实际的电子电路进行描述而使用的一种图。不论是设计制作还是分析研究，都离不开这种电路图。如果不了解电路图的话，就根本无法进行电子电路方面的工作，也就谈不上入门和精通。所以，要想进入电子电路的世界，首先得学会看各种各样的电路图。本书向青少年电子爱好者介绍如何认识电路图，希望读者能够通过这本书的学习，了解和掌握各种电路元件的符号、性能和一般电路图的识图方法，从而为制作、学习或是自己设计各种电子电路打下基础。

由于编写时间仓促，书中如有不妥之处，恳请读者批评指正。

编著者

目 录

第一章 什么是电子电路图	(1)
一、电子电路图的定义	(1)
二、电子电路图的分类	(2)
三、电路图的组成	(5)
第二章 基本电路元件	(7)
一、电阻器	(7)
二、电容	(14)
三、电感线圈和变压器	(22)
四、开关、继电器和干簧管	(28)
五、接插件	(34)
六、换能元件	(38)
七、电源	(44)
八、保险器件	(47)
九、电子管	(51)
十、晶体振荡器和陶瓷滤波器	(56)
十一、天线、地线及屏蔽	(58)
十二、连接线、结点和其它器件	(62)
第三章 半导体器件	(65)
一、半导体简介	(65)
二、半导体二极管	(66)

三、半导体三极管	(79)
四、可控硅	(91)
五、结型场效应管	(96)
六、MOS 场效应管	(102)
七、半导体光电器件	(106)
八、半导体器件的命名方法	(118)
九、管脚图	(120)
第四章 集成电路	(123)
一、集成电路简介	(123)
二、数字集成电路	(129)
三、运算放大器	(139)
四、集成电路的命名方法	(145)
五、常用集成电路	(145)
第五章 电路图的阅读和分析方法	(160)
一、注释	(160)
二、电路图的阅读和分析	(164)
第六章 常见单元电路介绍	(169)
一、放大器电路	(169)
二、稳压电源电路介绍	(173)
三、常用振荡器电路介绍	(176)
第七章 电子元件的简易测试	(184)
一、万用电表的使用方法	(184)
二、用万用表测量元器件	(196)
三、自制简易仪器	(206)

第一章 什么是电子电路图

一、电子电路图的定义

电子电路图就是人们为了方便，使用约定的电路符号在纸上绘制的一种图形，就是一种用来表示相应的实际电路的这么一种图纸。从一定意义上说，任何用来表示电子电路的图纸都可以称其为电子电路图。实际应用中的电子电路常常十分复杂而且是千变万化的，在对它进行分析研究或者是描述时，不可能都对照实物进行，当然也不可能没有任何东西空谈一气。采用电路图就可以解决这个问题，因为电路图和实际的电路是一一对应的，通过看电路图就可以知道实际电路的情况。这样，有了电路图之后，我们就可以“纸上谈兵”了。在分析电路时，就不必把实物翻来覆去地琢磨，而只要拿着一张图纸就可以了；在设计电路时，也就



可以从容地在纸上进行设计，确认完善后再进行实际安装，再调试改进直至成功；另外，有了电路图之后，我们可以利用先进的计算机软件来进行电路的辅助设计，大大提高了工作效率。

二、电子电路图的分类

常遇到的电子电路图有原理图、方框图、装配图和印板图等等。

（一）原理图

原理图就是用来体现电子电路的工作原理的一种电路图，又被叫做“电原理图”。这种图，由于它直接体现了电子电路的结构和工作原理，所以一般用在设计、分析电路图中。分析电路图时，通过识别图纸上所画的各种电路元件符号，以及它们之间的连接方式，就可以了解电路的实际工作时的情况；设计电路图时，通过改变图上的接线方式或说明，我们就可以很方便地改变电路的结构，以达到设计要求。图 1-1 所示的就是一个简易的音频放大器的电原理图。

（二）方框图（框图）

方框图是一种用方框和连线来表示电路工作原理和构成概况的电路图。从根本上说，这也是一种原理图，不过在这种图纸中，除了方框和连线，几乎就没有别的符号了。它和上面的原理图主要的区别就在于原理图上详细地绘制了电路的全部的元器件和它们的连接方式，而方框图只是简单地将电路按照功能划分为几个部分，将每一个部分描绘成一个方框，在方框中加上简单的文字说明，在方框间用带箭头的连线说明各个方框之间的关系。所以，

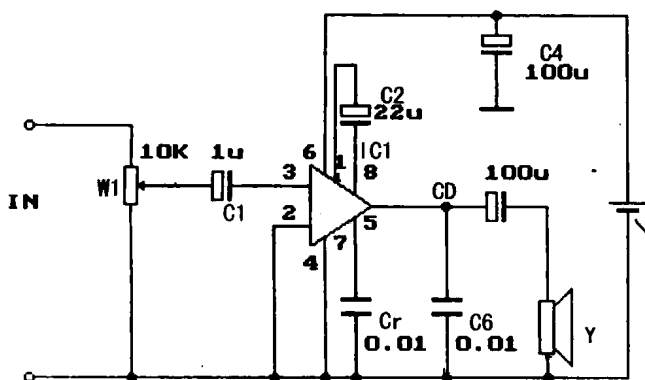


图 1-1 LM386 音频放大器电原理图

看原理图要有一定的基础和经验，而看方框图则几乎不需要什么基础就能够很轻松地了解电路的原理。正是因为它们详略有别，所以方框图只能用来体现电路的大致工作原理，而原理图除了详细地表明电路的工作原理之外，还可以用来作为制作电路、采集元件等等的依据。图 1-2 所示的就是图 1-1 电路的方框图。

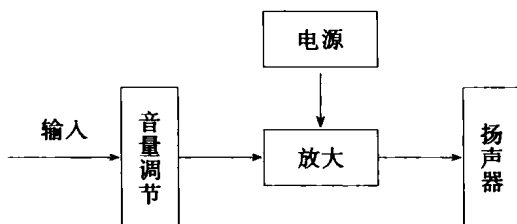


图 1-2 LM386 音频放大器方框图

(三) 装配图

它是为了进行电路装配而采用的一种图纸，图上的符号往往是电路元件的实物的外形图。我们只要照着图上画的样子，依样

画葫芦地把一些电路元器件连接起来就能够完成电路的装配。这种电路图一般是供初学者使用的，从图上一般是很难看出电路的原理，除非是一些十分简单、仅用外形就能够表示清楚的电路。为了便于和原理图联系起来，常常将装配图中的元器件分布形式和原理图中的元件符号的分布保持一致。这样，只要熟悉了电路元件和它们的电路符号，就会在看到某一种电路图时，脑海里浮现出这个电路另外的几种电路图形式。图 1-3 是图 1-1 电路的装配图。稍微留心看就会发现，图 1-1 和图 1-3 的元件分布是一样的。

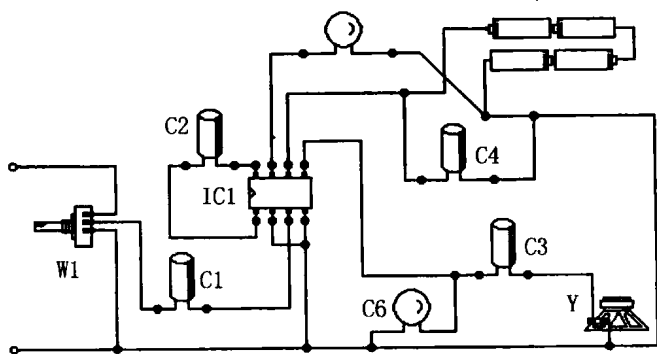


图 1-3 LM386 音频放大器装配图

（四）印板图

印板图的全名是“印刷电路板图”或“印刷线路板图”，它和装配图其实是属于同一类的电路图，都是供装配实际电路时使用的，只不过印板图是使用印刷电路板的电路装配图，而通常所说的装配图是指使用电线连接的电路的装配图。印刷电路板是在一块绝缘板上先覆上一层金属箔，再将金属箔上不需要的地方腐蚀掉，剩下的部分金属箔作为电路元器件之间的连接线，然后将电路中的元器件全部安装在这块绝缘板上，利用板上剩余的金属箔

作为元器件之间导电的连线，完成电路的连接。由于这种电路板的一面或两面覆的金属是铜皮，所以印刷电路板又叫“覆铜板”。和装配图不同的是，印板图的元件分布往往和原理图中大相径庭。这主要是因为，在印刷电路板的设计中，不是考虑和原理图是否联系得上，而是考虑所有元件的分布是否均匀，连线是否合理，还要考虑元件体积、散热、抗干扰、抗耦合等等诸多因素，综合这些因素设计出来的印刷电路板，自然就很难和原理图对应起来了。当然，对一些简单的电路的印刷电路板来说，和原理图的元件分布还是有相似之处的。图 1-4 就是图 1-1 的电路的印刷电路板图。图中，整个方块是绝缘板，黑色的部分是导电用的铜箔。

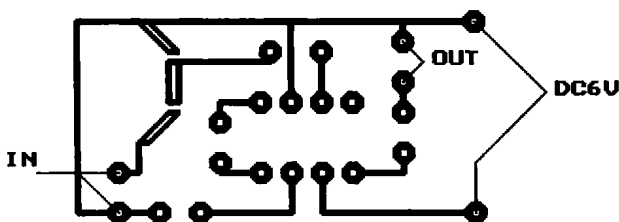


图 1-4 LM386 音频放大器印刷电路板图

在上面介绍的四种形式的电路图中，电原理图是最常用也是最重要的，能够看懂原理图，也就基本掌握了电路的原理，绘制方框图，设计装配图、印板图这都很简单了。掌握了原理图，进行电器的维修、设计，也是十分方便的。所以，本书着重介绍的就是电原理图。在以后的章节中，没有特别说明的“电路图”，都是指电路的电原理图。

三、电路图的组成

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，而且引脚的数目一般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，就像上一节 LM386 音频放大器的原理图中的许多连线在印刷电路板图中并不是线型的。

结点表示连接到其上的元件引脚、导线之间电气上的连接关系。所有和结点相连的元件引脚、导线，不论数目多少，都是连在一起的。

注释在电路图中是十分重要的，电路图中所有的文字都可以归入注释一类。细看图 1-1 就会发现，在电路图的各个地方都有注释存在，它们被用来说明元件的型号、名称、唯一号等等。

元件符号、连线和结点在电路图中是不可缺少的，在一些目的在于介绍原理的电路图中，可以省略掉注释。但是一个实际的电路的电路图，注释也是不可缺少的。上一节中所举的 LM386 音频放大器电路的原理图，可以看到长方形的方框、平行的小线段等等就是元件符号，细线就是连线，小圆点就是结点，C1、C2、R1、W1、IC1、100 μ F 等等就是注释。

第二章 基本电路元件

任何电子电路都是用各种各样的电子元器件组装成的。不同用途的电路，所用到的元器件可能有所不同。但是有一些元器件却是在绝大多数电路中经常要用到的基本元器件，比如电阻、电容、电感、晶体管、开关等等。这一章向大家介绍这些基本的元器件的名称、参数、符号、作用、外观及各自的分类。

一、电阻器

(一) 电阻器简介

电阻器，就是对电流流动具有一定阻挡力的器件，简称“电阻”，常用字母“R”或“r”来表示。电阻器是一种在电子电路用得最多的电路元件，它的电路符号如图 2-1 所示（图中左边为标准符号）。中间的长方块就表示电阻，两端的两条线段就代表它的两个引脚。很多其它的元件也是这样，用线段来表示它们的引脚。

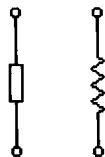


图 2-1 固定电阻器符号图

每个电阻都具有一定的阻值，它代表这个电阻对电流流动阻挡力的大小。电阻的单位为“欧姆”，简称“欧”，用符号“ Ω ”表示。这个单位是这样确定的：当在一个电阻器的两端加上 1 伏特的电压时，如果能在这个电阻器中流过 1 安培的电流，那么这个电阻器的阻值就是 1 欧姆。除了欧姆以外，电阻的阻值单位还有“千欧姆”、“兆欧姆”，简称“千欧”、

“兆欧”，符号分别为“ $k\Omega$ ”（常简称为“k”）、“ $M\Omega$ ”（常简称为“M”）。它们之间的换算关系为：

$$1M\Omega = 1000k\Omega = 1\,000\,000\Omega$$

上面所说的这种每一个都具有某一固定阻值的电阻，我们称它为“固定电阻”。既然有固定电阻，那么自然就有“可变电阻”。对于可变电阻的阻值，我们用它能够达到的最大的电阻值来表示。理想情况下的可变电阻能从零欧姆开始，一直到它的最大

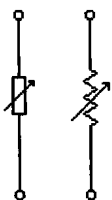


图 2-2 可变电阻的电路符号

值之间任意可变。比如有一个标称值为 100 欧姆的可变电阻，那么它的电阻值就是在 0~100 欧姆的范围内任意可调。可变电阻的电路符号如图 2-2 所示（图中左边为标准符号）。

除了固定电阻器和可变电阻器之外，还有一种电阻器，叫做“电位器”。它实际上是在一个固定电阻器的中间引出一个位置可以任意改变的引脚。这样一来，如果在这个电阻器的两端加上一个固定的电压，那么只要调节引脚的位置，就能够改变这个引脚上引出的电位，所以叫做电位器。电位器的电路符号如图 2-3 所示（图中左边为标准符号）。

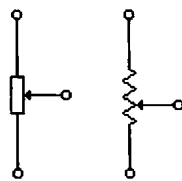


图 2-3 电位器的电路符号

可以看出，如果将电位器的中间引脚和两端的任何一个引脚连接起来，构成一个两脚器件，那么这个电位器就成为一个可变电阻器。

除了上述这些电阻之外，还有一类电阻叫做“敏感电阻”，它们的阻值随着外部物理量（如光照强度、温度、压力等等）的改变而改变。这种器件，我们将在换能元件一节中介绍。一般情况下，所说的“电阻”，特指固定电阻器。