

无线电爱好者丛书

怎样看无线电电路图

(第二次修订本)

雷达萍 原编

沈长生 修订

人民邮电出版社

内 容 提 要

这本小册子是根据1966年本社出版的《怎样看无线电电路图》一书修订的。

书中主要介绍各种无线电元件的符号和元件的基本知识；看无线电电路图的基本方法；半导体和电子管收音机常见电路的分析步骤。此外，还简单介绍了晶体管电视机的部分电路。

本书主要为初学无线电知识的青少年编写的，可以作为中小学业余无线电小组及科技小组的参考读物，也可供广大无线电爱好者参考。

无线电爱好者丛书
怎样看无线电电路图
(第二次修订本)
雷达萍 原编
沈长生 修订

人民邮电出版社出版
北京东长安街27号
北京印刷一厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 1980年8月第三版
印张：6 4/32 页数：98 1981年5月北京第3次印刷
字数：139千字 插页：1 印数：680,001—1,240,000册
统一书号：15045·总2405-无6103
定价：0.45 元

目 录

修订者的话

第一章 什么是无线电电路图	1
第一节 简单的电路图和符号.....	1
第二节 为什么要学会看无线电电路图.....	2
第三节 无线电电路图的分类.....	3
第二章 无线电元件	8
第一节 电阻器.....	8
第二节 电容器.....	17
第三节 电感线圈.....	25
第四节 变压器.....	31
第五节 电声器件.....	37
第六节 电源.....	41
第七节 半导体整流元件.....	43
第八节 接线元件.....	45
第九节 带铁淦氧磁芯的元件.....	51
第三章 电子管及管座	53
第一节 电子管的构造和分类.....	53
第二节 电子管的接线法.....	58
第三节 管脚和管座.....	59
第四节 国产电子管命名法.....	62
第四章 半导体管(晶体管)	65
第一节 什么是半导体.....	65
第二节 半导体二极管.....	66

第三节	半导体三极管及其放大原理	69
第四节	国产半导体管命名法	73
第五节	半导体管的极性及质量判别	75
第五章	各种元件数值的识别	81
第一节	无线电电路中常用的文字符号	81
第二节	元件数值读法	83
第三节	无线电元件数值计量单位的换算	84
第六章	看无线电电路图的方法	89
第一节	元件与符号的对照及连接	89
第二节	看电路图应注意的几个问题	91
第三节	看电路图的几点经验	93
第七章	半导体收音机电路分析	95
第一节	半导体三极管的三种基本放大电路	95
第二节	半导体管偏置电路	96
第三节	单管来复式半导体收音机电路	99
第四节	放大器的级间耦合	108
第五节	两管半导体收音机电路	111
第六节	四管半导体收音机电路	113
第七节	超外差式六管半导体收音机电路	117
第八节	OTL 低频功率放大电路	130
第八章	电子管收音机电路分析	137
第一节	收音机电路的结构表示法	137
第二节	电子管收音机的电源电路	138
第三节	电子管收音机的检波电路	141
第四节	单管交流再生式收音机	142
第五节	三管交流再生式收音机	145
第六节	超外差式五管收音机	149

第七节 负回授与音质调整电路	157
第九章 电视接收机电路图	160
第一节 电视接收机的组成	160
第二节 直接放大式电视接收机电路	164
第三节 超外差式电视接收机电路	172
第四节 电视接收机中常用的特殊元、器件	175
附 表 国产电视机一些常用晶体管主要特性	179

第一章 什么是无线电电路图

第一节 简单的电路图和符号

无线电电路图是什么呢？它究竟是做什么用的呢？让我们从一个最简单的电路谈起吧。

大家都用过手电筒，当我们按下按钮开关的时候，小灯泡就亮了，这是什么道理呢？我们把手电筒的电路图画出来分析一下就会明白了。

图 1.1 画出了一些符号，它们代表小灯泡、电池和按钮开关，手电筒外壳相当于导线，可以用连接线代表。把小灯泡、电池和按钮开关等符号连接起来，这就是一个手电筒的电路图。当我们按下按钮开关时，电路便接

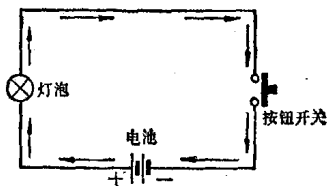


图 1.1 手电筒的电路图

通，电流就按照箭头所指的方向，从电池正极经过灯泡、开关，回到负极，同时小灯泡发亮了；放开开关，电路中断，电路内没有电流流动，小灯泡就不亮了。图 1.1 说明了手电筒的工作原理，表示了电筒的安装接线方法，也说明了电路图的用途。由于它表示了电路的来龙去脉，说明了电流的流动情况，所以我们叫它“电路图”。

从图 1.1 所示我们看到小灯泡、电池、开关等仅仅是一些符号，图 1.2 上才画出它们的实物形状。为什么要用符号来代表

实物呢？这是为了画图简单，分析方便，尤其是在复杂的电路图中，如都画出实物图来，不仅很费事，也不必要。而用符号来代表实物不但画起来方便，而且看起来也觉得清楚明显，一句话：简单扼要，说明问题。什么符号代表一种什么实物都是有一个统一规定的，也是无线电的共同“语言”。

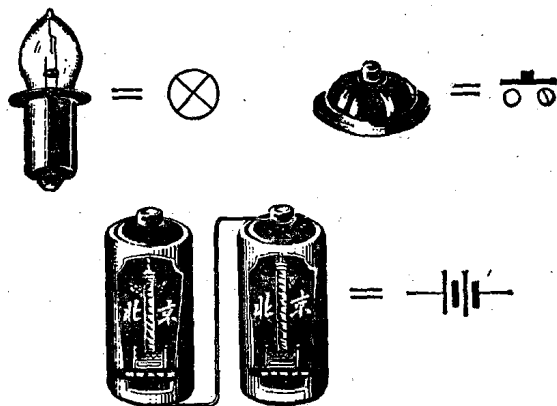


图 1.2 灯泡、电池、按钮开关和它们的符号

第二节 为什么要学会看无线电电路图

从上一节中我们了解了用符号和电路图来表示一个电器设备或无线电设备，要比用实物图来表示方便得多。比如我们打开一台半导体收音机的后盖，就会看到各种各样的元件安装在底板上，使人很难一下看懂它们的作用。如果有了它的电路图，那么对照一下就能一目了然，既可弄清它们的来龙去脉又可知道各个元件的作用。因此，电路图可以帮助我们识别一部无线电设备的构造，了解它的工作原理。

当你要制作一台半导体收音机时，必然要提出一些问题，

装一台什么样的好呢？需要哪些规格的元件呢？这时如果有一本收音机的电路图集，就可以根据你的爱好和条件，选择合适的电路图来进行制作安装。

目前电子工业飞速向前发展，无线电的新产品、新设备日新月异，水平越来越高，结构也越来越复杂，如果我们想掌握、使用和修理这些新设备，有了它们的电路图，就会给我们的工作带来很大的方便。所以电路图是装配、维修工作者不可缺少的资料。

从以上几个方面看，要学习无线电技术，掌握和应用无线电设备，就应该首先学会看电路图。

第三节 无线电电路图的分类

前面我们谈了谈电路图和符号的一般概念。无线电电路图所表示的是各种无线电设备的电路。收音机是无线电设备的一种，其它的无线电设备还有很多很多。不过初学无线电的读者接触最多的是收音机，收音机线路比较简单，元件容易买到，装配也比较容易，所以本书是以讲收音机的电路图为主。

无线电电路图一般有原理电路图、安装图和方框图三种。

一、原理电路图

顾名思义，原理电路图是表示设备的工作原理的。在这种图上用符号代表各种无线电元件。原理电路图表示出了各个元件和电路的连接情况，各个元件旁还注明元件的数值。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。图 1.3 所示的半导体单管收音机电路图，就属于原理图。

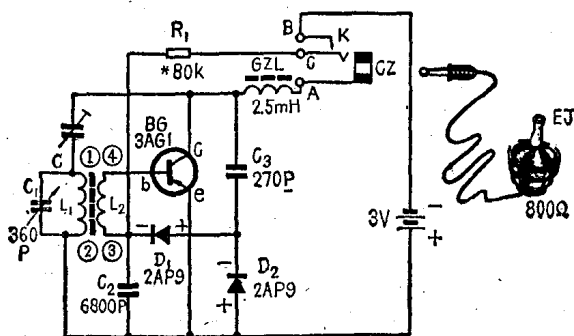


图 1.3 半导体单管收音机电路图

二、安 装 图

安装图也就是布线图，如果用元件的实际样子表示的又叫实体图，如图 1.4 所示。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，而安装图就能解决这些问题。安装图一般很接近于实际安装和接线情况的。图 1.5 就很清楚地表明了一部单管半导体收音机底板上边的元件排列和底板下边的接线。

如果采用印刷电路板，安装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，焊在那些接线孔上，如图 1.6 所示。

有了安装图我们就能很方便地知道各元件的位置，能顺利地装好收音机。

三、方 框 图

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图 1.7 所示的就是单管机的方框图。

以上讲到的原理图、安装图和方框图，都有它们自己的功用。其中原理电路图是最常用的，也是最能说明问题的，因此它是最重要的电路图。本书要讲的“怎样看无线电电路图”主要讲的就是怎样看原理电路图。

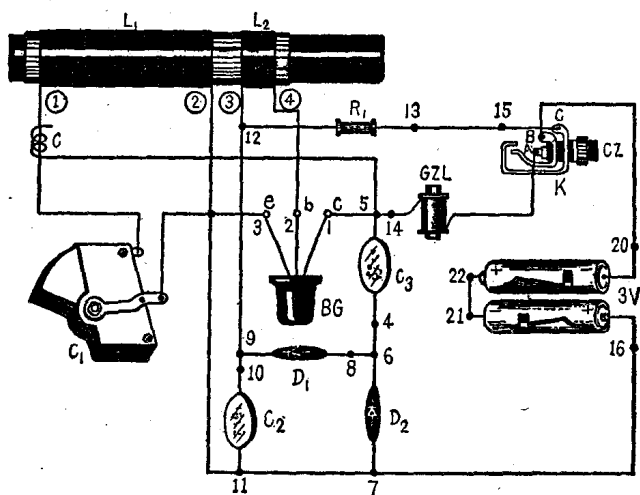
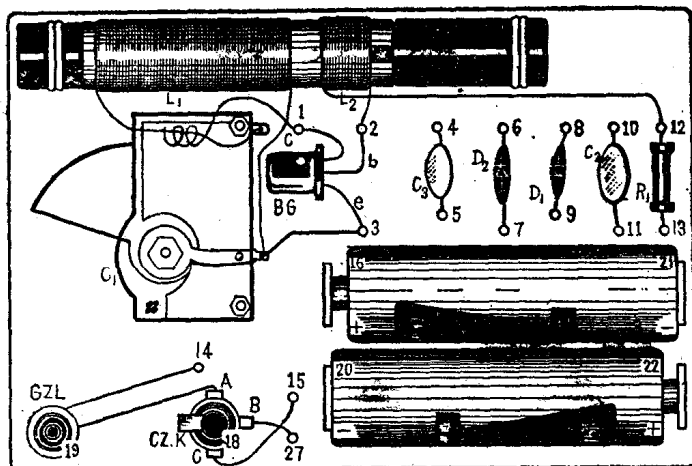


图 1.4 单管机实体接线图

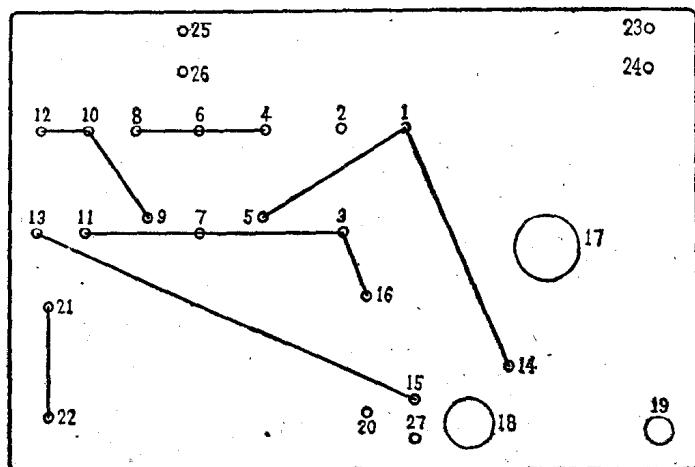
安装图一般是为安装机器方便才画的图，其中的实体图主要是为初学无线电的读者学习和修理方便画的图。

方框电路图一般是在讲解某个无线电机的工作原理时，介绍机器的概况时采用的。

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。



(正面)



(反面)

图 1.5 单管半导体收音机正面的元件安装和反面的导线连接图

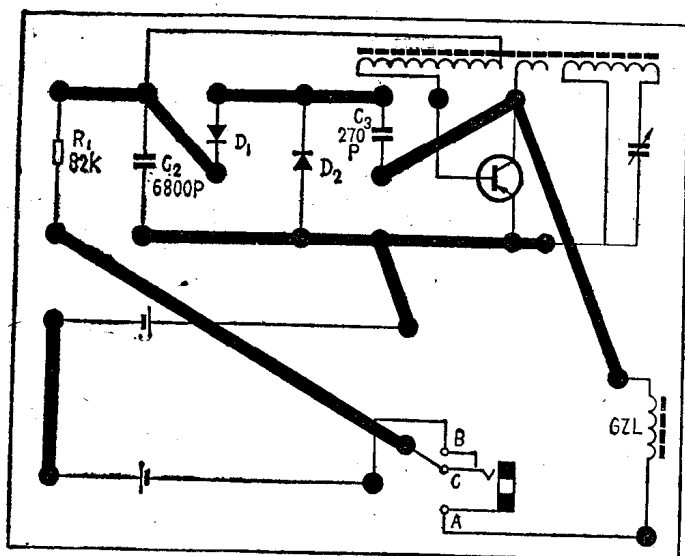


图 1.6 印刷电路板安装图

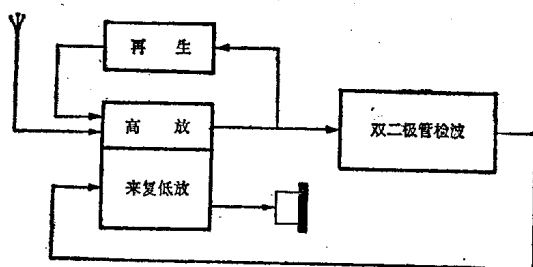


图 1.7 单管半导体收音机方框图

第二章 无线电元件

当我们打开一张无线电电路图，就会发现上面画有各种不同的符号，这些符号分别代表电阻、电感和电容等无线电元件。要学会看电路图，就要掌握每一种符号代表什么元件；还要了解每种元件的用途和工作原理。下面我们就来谈谈常用的一些无线电元件。

第一节 电 阻 器

一、什么叫电阻器

在无线电设备的电路中，为了控制电路中的电压和电流，或者使放大的电压或电流表现它的工作效果，需要一种具有一定电阻数值的元件，这种元件我们就称它为电阻器，通常叫“电阻”。电阻在电路图中用字母“R”或“r”来表示。各种电阻器的符号如图 2.1 所示。

电阻器的基本单位是欧姆（简称欧），用符号“ Ω ”表示。如果在电阻两端加 1 伏的电压，能使电阻中流过的电流为 1 安培，那么，这个电阻的阻值就是 1 欧姆。通常还使用比欧姆更大的单位如千欧（K Ω ）和兆欧（M Ω ）。它们之间的换算关系如下：

$$1\text{M}\Omega = 1000\text{K}\Omega = 1000000\Omega.$$

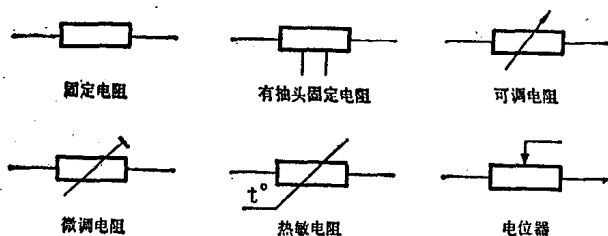


图 2-1 电阻器的符号

二、电阻的主要指标

电阻的主要指标是指电阻标称数值、误差和额定功率。我们要根据电路图的要求去选用电阻，就必须了解电阻的主要指标。

1. 标称阻值和误差 使用电阻，首先要考虑的是它的阻值是多少。为了满足不同的需要，生产出各种不同大小阻值的电阻。但是，决不可能也没有必要做到要什么阻值的电阻就有什么样的成品电阻。

为了便于大量生产，同时也让使用者在一定的允许误差范围内选用电阻，国家规定出一系列的阻值做为产品的标准，这一系列阻值就叫做电阻的标称阻值。另外，电阻的实际阻值也不可能做到与它的标称阻值完全一样，两者间总存在一些偏差。最大允许偏差值除以该电阻的标称值所得的百分数就叫做电阻的误差。对于误差，国家也规定出一个系列。普通电阻的误差可分为 $\pm 5\%$ ， $\pm 10\%$ 和 $\pm 20\%$ 三种，在标志上分别以 I，II 和 III 表示。例如一只电阻上印有“47 K II”的字样，我们就知道它是标称阻值为 47 千欧，最大误差不超过 $\pm 10\%$ 的电阻。误差为 $\pm 2\%$ ， $\pm 1\%$ ， $\pm 0.5\%$ ……的电阻称为精密电阻。

普通电阻的标称阻值系列参见表 2.1。表 2.1 说明：例如，

表 2.1

普通电阻的标称阻值系列

误差 $\pm 5\%$	误差 $\pm 10\%$	误差 $\pm 20\%$
1.0	1.0	1.0
1.1		
1.2	1.2	
1.3		
1.5	1.5	1.5
1.6		
1.8	1.8	
2.0		
2.2	2.2	2.2
2.4		
2.7	2.7	
3.0		
3.3	3.3	3.3
3.6		
3.9	3.9	
4.3		
4.7	4.7	4.7
5.1		
5.6	5.6	
6.2		
6.8	6.8	6.8
7.5		
8.2	8.2	
9.1		

对于误差为 $\pm 5\%$ 的电阻，只生产标称值为1.0、1.1、1.2、1.3……9.1的电阻或以这些数值乘以10、100、1000……的电阻。举例说，对于表2.1中的1.3这个标称值，可以是1.3 Ω ，也可以是13 Ω 、130 Ω 、1300 Ω 、13K、130K等。如果你需要一只29 Ω 的电阻，就可以选用30 Ω 的成品电阻，这时的误差

为 $\frac{30-29}{30}=3.33\%$ 仍在規定误差 5% 以内。

2. 电阻的额定功率 当电流通过电阻时，电阻因消耗功率而发热。如果电阻发热的功率大于它所能耐受的功率，电阻就会烧坏。所以电阻发热而消耗的功率不得超过某一数值。这个不致于将电阻烧坏的最大功率值就称为电阻的额定功率。

电阻器上消耗的电功率，是根据电阻器上通过的电流、电阻器两端的电压和电阻器的阻值这三个数值里已知其中任何两个数值来计算的。例如有一个电阻器，它的阻值是 1000 欧姆，通过的电流是 0.1 安培，显然，两端电压就是 $1000 \times 0.1 = 100$ 伏特，那末它消耗的电功率就可由任何两个已知数来求得，就是：

$$P = V \times I = 100 \times 0.1 = 10 \text{ 瓦特}$$

或者
$$P = I^2 \times R = 0.1^2 \times 1000 = 10 \text{ 瓦特}$$

或者
$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{100^2}{1000} = 10 \text{ 瓦特}$$

式中 P 代表功率。 I 代表电流。 V 代表电压。

同标称阻值一样，电阻的额定功率也有标称值，通常有 $\frac{1}{8}$ 、 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{1}{2}$ 、1、2、3、5、10、20 瓦等。“瓦”字在电路中用字母“W”表示。图 2.2 画出了不同瓦数的电阻符号。

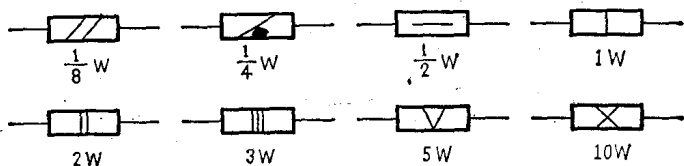


图 2.2 电阻的瓦数符号

当有的电阻上没有瓦数标志时，我们就要根据电阻体积大小来判断，常用的碳膜电阻与金属膜电阻，它们的额定功率和体积大小的关系见表 2.2。

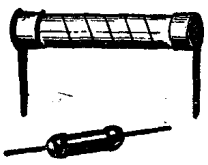
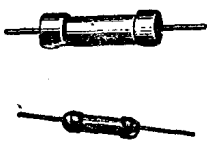
表 2.2 碳膜和金属膜电阻外形尺寸与额定功率的关系

额定功率(瓦)	碳膜电阻(R_T)		金属膜电阻(R_J)	
	长度(毫米)	直径(毫米)	长度(毫米)	直径(毫米)
$\frac{1}{8}$	11	3.9	6—8	2—2.5
$\frac{1}{4}$	18.5	5.5	7—8.3	2.5—2.9
$\frac{1}{2}$	28	5.5	10.8	4.2
1	30.5	7.2	13.0	6.6
2	48.5	9.5	18.5	8.6

三、各种电阻的简单介绍

表 2.3 列出了几种常用的电阻器, 简要地介绍了它的结构和特点。

表 2.3 几种电阻的简单介绍

名称及实物图	结构和特点
图 2.3-1 碳膜电阻 	它是把碳氢化合物在高温真空中分解, 使其在瓷管或瓷棒上形成一层结晶碳膜, 然后用刻槽的方法来确定阻值。这种电阻稳定性较高, 噪声也比较低。
图 2.3-2 金属膜电阻 	一般用真空蒸发法或烧渗法在陶瓷体上生成一层薄膜。这种电阻具有噪声低, 耐高温, 体积小, 稳定性和精密度高等特点。