

青年自学技术丛书

[英] R·A·宾福德

试验板

与集成电路

设计30例

毕淑敏 译

上海科学普及出版社

30 solderless breadboard projects—book 1
BERNARD BABANI(Publishing)LTD
【英】 贝纳特 巴巴尼有限公司1982年10月出版
作者: R.A.Penfold

责任编辑 潘啸皋

青年自学技术丛书

试验板与集成电路设计30例

毕淑敏 译

上海科学普及出版社出版发行

(上海曹杨路500号)

各地新华书店经销 上海长鹰印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 5 字数 110000

1989年9月第1版 1989年9月第1次印刷

印数 1—6000

ISBN7-5427-0146-0/TM·4 定价: 2.40元

出版前言

本书系英国R·A·宾福德著,贝纳特 巴巴尼有限公司1982年出版。它是一本普及集成电路的通俗读本。书中所选用的30例电子线路均有其特点和实用价值。而且采用在插孔式试验板上组装电子器件,不需要焊接,可按不同电路的设计要求反复拆装使用,使装配和调试都十分方便。

书内基本电路包括放大、振荡、检波等。由这些电路为基础组装成具有实用价值的警报器、定时器、电子门铃、音响启动开关、游戏器等。

在翻译过程中,译者对原书中的电路做过实验,并且根据我国生产的元器件性能参数对线路作了调整与补充。在本书中所介绍的试验板与电子元器件均已改用国产常用型号,以便读者实验应用。

本书可供业余电子爱好者自学集成电路参考以及作为中小学劳动教育课的教材。试验板也可被电子线路设计者作实验用。

鉴于译者水平和经验有限,翻译中有不妥之处,敬请读者指正。

译者

序 言

现代电子技术越来越先进与完善，但是有许多电子设备仍然是简单而实用的。本书的目的就是向读者提供这类即使是初学者也能掌握的设计。其中少数设计是为了验证典型元件和电路的性能，极大多数设计都是有实用价值的。

本书提供了具有鲜明特色的30例试验电路设计方案，由于使用了插孔式试验电路板，使装配和调试变得十分容易，即使不具备电子元器件和装配技能方面的基本知识，也能组装这些设计电路。每一个设计方案，都配有电路图和元器件装配图。由于每一个元器件只是插入试验电路中，而试验板外的元器件(如电位器、扬声器等)的引线可用鳄鱼夹将其连接到试验板上，所需工具仅有一把剪刀和一把小螺丝刀就可以进行组装和调试。当然，如果有剥皮钳和扁嘴钳等工具则更好。所以组装每一个设计都可不用电烙铁来焊接。拆散一个组装好的电路或组装一个新的电路，都十分简单、方便，并可重复使用这些拆下的元器件。本书电路设计中考虑了元件的通用性，只需要少量的，不太贵的元器件就可以依次组装成书中所列各具特色的设计。

本书中所有的电路设计均用SYB型试验电路板作为底板，当然用其他电路试验板也是可以的，特别是对有一些电子线路实践经验的读者来说，可以毫不困难地用其他试验电路板代替。

无焊接试验电路板一般不能作为永久性的设计产品。但

是，一旦读者能熟练地在试验电路板上装配，获得了一些实践经验，那末在印刷电路板上装配就不会太困难了。

本书设计电路中使用的元件，实际上都是极普通的品种，而试验电路板除了可用于试验本书中那些有特色的设计外，对其他的简单电路设计也是可以用的，能重复使用许多年。在学习或设计电子线路过程中，是一种十分实用的试验工具。

R · A · 宾福德

目 录

第一部分	试验电路板	1
	元器件概述	7
一	电阻器	7
二	电容器	9
三	半导体器件	12
四	集成电路	14
五	电位器	16
六	光敏电阻器	16
七	磁性天线	17
八	开关	17
九	继电器	18
十	扬声器	18
第二部分	设计实例	19
一	简单的音频功率放大器	21
二	电话放大器	26
三	光控开关	32
四	暗光控制开关	36
五	感光报警器	39
六	黑暗报警器	43
七	闪光感应开关	47
八	一秒钟定时器	52
九	节拍器	57

十	掷硬币游戏器.....	61
十一	4—60秒定时器	66
十二	音响报警定时器.....	70
十三	音频振荡器.....	75
十四	带有放大的振荡器.....	79
十五	单音阶发生器.....	83
十六	能变音调的音乐门铃.....	87
十七	双音列车警报器.....	92
十八	降调警报器.....	97
十九	简单的触摸开关.....	99
二十	触摸开关	103
二十一	晶体管测试器	107
二十二	反应式游戏机	112
二十三	音响控制开关	116
二十四	幻灯片定时器	121
二十五	湿度检测器	125
二十六	水位报警器	129
二十七	不用电的晶体管收音机	134
二十八	简易中波收音机	139
二十九	中波收音机	144
三十	吉他和声器	148

第一部分 试验电路板

“试验电路板”是一块可以组装和试验电子线路的实验板。现代的试验电路板几乎都是无焊接型的。元器件只要插入或不插入某些插孔即可。除了具有做实验时能够迅速地改变电路这一明显优点外，还可以多次地重复使用这些元件。虽然实际上这些元件最终都将损坏，这是因为为了适应新的电路布线，引出线经常要弯来弯去，由于金属疲劳而最后损坏(通常是引线的根部断裂)。但是这个问题可以通过控制元件装在试验板上的次数来解决，即在尚未损坏以前就用在成品设计上，并选用新的元件在试验电路板上组装。

“试验板”这一术语可能来源于早期的电子学中，当时的电子管电路通常要在大木板上(类似试验电路板)作样机。木板上敲了许多钉子，然后把元器件接到钉子上，再另外用导线将元器件连接成所需的电路，一些成品实际上就是用这种方法组装起来的。另一种类型的试验板是用螺丝接线柱，因此无需焊接。其实这就是无焊接试验板的原形。

现在的试验板更简单也更便于使用。除了供有经验的电子工程师和技术人员作样机设计外，它们对初学者也很有吸引力。其原因之一是简单，使用起来方便。任何毫无组装电子线路经验的人，都可以将元器件插进或拔出无焊接试验板。一旦发生接错元件的错误时，由于不需要用电烙铁去焊接元件，很容易检查布线或纠正错误。另外，由于包括试验电路板在内的每一个元器件都可以重复使用，因而可以廉价，迅

速地组装和试验许多设计线路。

本书中作者设计的线路都是用SYB型试验板^{*}，书中采用SYB-62型，实际采用时，只要大于SYB-46型均可，而提供的元器件形状也是选择适合于这种通用的试验板的。

SYB-62试验电路板的布局见图1所示。阿拉伯数字用来表示插孔的纵列位置，大写英文字母表示插孔的横行位置。为了便于按图组装元器件，本书中每一个设计电路的元件装配图，均标有试验电路板上的大写英文字母和阿拉伯数字。

图1中插孔间的连线说明插孔间内部是怎样相互连接的。例如：阿拉伯数字纵列中的插孔是连在一起的，最外面的x、y两条直线也各自相连，x、y线主要用作电源线。孔间距离是使大多数集成电路和元件可直接插入试验板内，而不必使用任何其他的接插件(包括用两块集成电路的电路设计)。板上的每个插孔均安装了弹簧夹子，元器件引线或插头均可很容易地插入。

电位器或一些不能直接插入试验板插孔中的元器件，可安装在板外的支架上，并用单股绝缘导线连接到板上。这类连接线通常也可用多股绞合导线，但这种导线插入板孔中容易散开，难以与无焊接试验板接通。如果有电烙铁，那末只需在多股绞合导线的端部烫些焊锡即可，但是最好用单股线。不太粗或不太细的任何聚氯乙烯绝缘层(PVC)导线都适用，一般用线号SWG22为好(大约线径为0.67毫米)。

安装控制器的面板可直接插入试验板的插孔中，但有些电路设计方案中，由于电位器或继电器等控制器太大而不能

译注 * 原作者使用英制 Verobloc 试验电路板，为了读者购买方便，译者选用国产SYB型试验电路板代替。其他元器件也均选用国产，以后各章中不再说明。

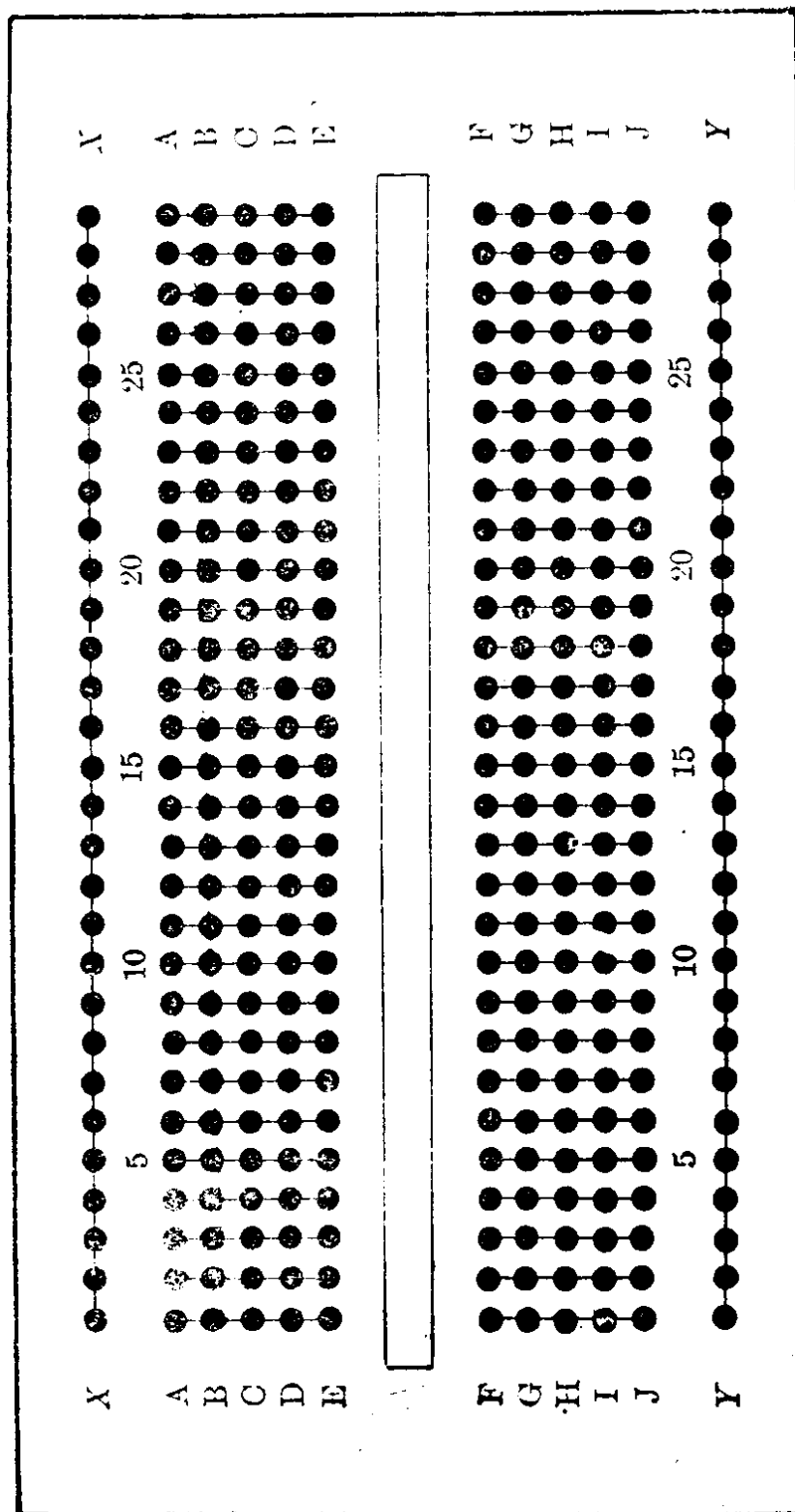


图 1 SYB型试验电路板布线排列示意图

装配使用，解决的方法之一是将两块SYB型试验电路板并排或首尾连接在一起，其中一块只用作安装控制器。本书中的电路设计较为简易，一般不必使用两块试验板。但是，在作进一步更复杂的设计时，肯定需要用两块试验板。另一种方法是把试验板装在一块胶合板或硬木底板上，紧固控制器的铝质面板也安装在这块底板上。本书中全部设计电路均使用9伏电池。可用一个铝制支架固定在底板上，图2所示为整个设计方案的整体布局。本书中使用的电位器和可变电容器需要用标准的10毫米直径的安装孔，而微型的按钮开关，则直径需要7毫米左右的安装孔。对于特殊元件，在钻孔前可先测量一下所用元件的外径尺寸，再确定安装孔直径。

虽然SYB型试验电路板在组装元器件时不必焊接，但是电位器、开关、扬声器等元器件由于引出线太粗，因而不能直接插入，它们只能用导线焊接在引出脚上，比较理想的是用大约150毫米长的单股绝缘线一端接到引出脚上，而另一端用剪刀剥去导线端头5毫米左右绝缘护套，便可插入试验板插孔中。另一种方法是使用鳄鱼夹。鳄鱼夹有由安装在内部的用紧固弹簧钳紧的两个小钳口，可以紧钳在销钉或管脚上，无需将引线焊接到鳄鱼夹上。最好使用有聚氯乙烯护套的鳄鱼夹，然后夹在电位器的引出脚上，聚氯乙烯护套能互相绝缘，以避免意外的短路事故。

少数电路使用电话拾音线圈或晶体耳机，它们的引出线都连接在3.5毫米插座插头上，连接它们的方法之一是将3.5毫米插座安装在试验板前面的面板上，然后按照电位器的连接方法，使用鳄鱼夹连接到试验板上。当然，也可将拾音线圈或耳机的输出线插在试验板插座中。另一种方法是用一对鳄鱼夹直接连接耳机的插头。

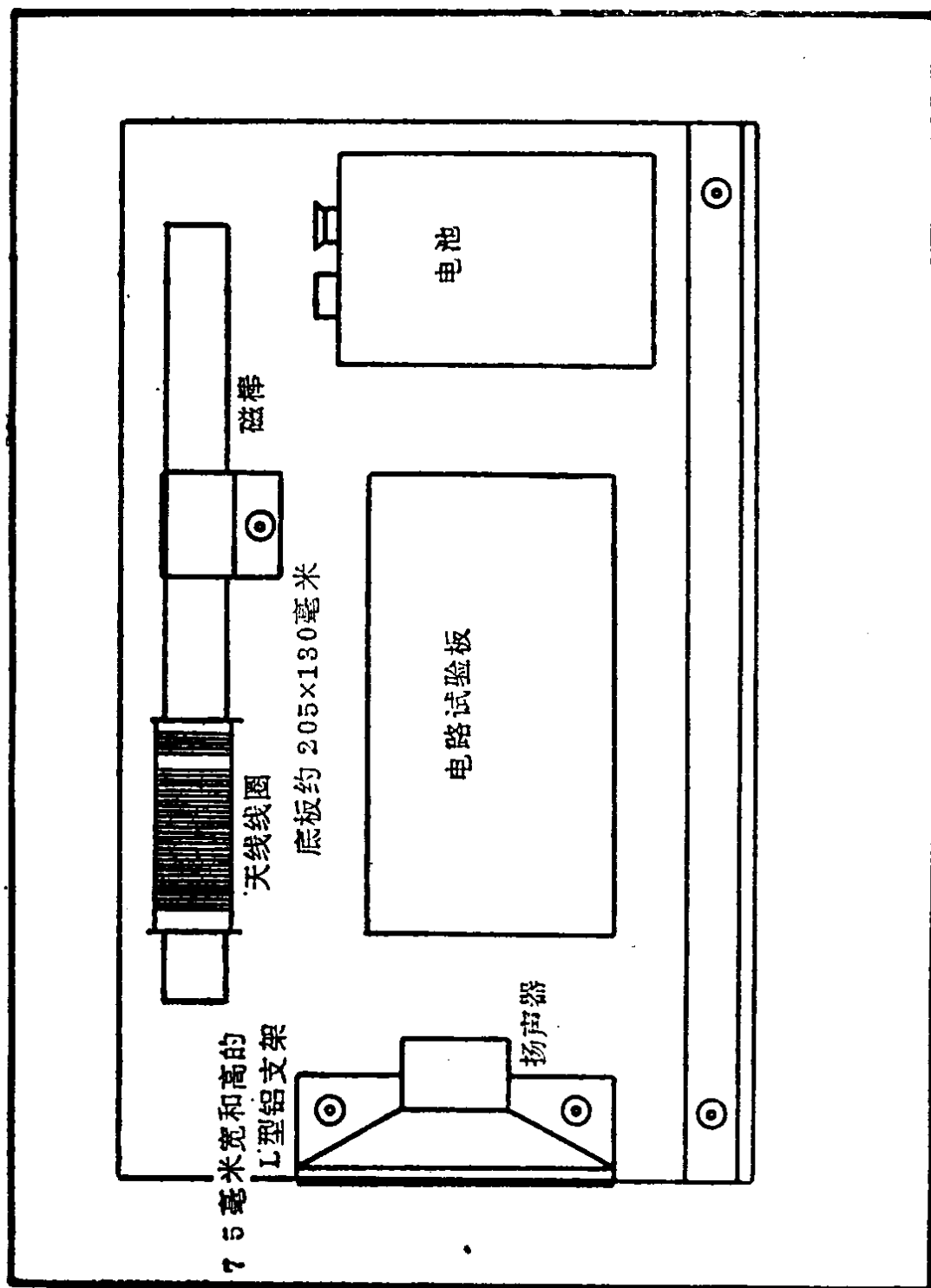


图 2 一个装配电路试验板的简单而有效的方法

电池的连接可使用通用的连接器，附在电池连接器上的引线几乎肯定都是多股绝缘线。如前面指出的那样，不容易插入试验电路板插孔内，如果没有条件烫锡，使之能紧固在一起的话，可以将多股线扭紧在一起也就安全可靠了。另一种可能连接的方法是用两个鳄鱼夹钳紧电池的两根引线，从鳄鱼夹引出两根可插入试验电路的单股导线。

有些设计使用了扬声器，它可装在紧固在试验电路板左边的铝质面板上，由于大多数标准扬声器都没有安装在面板上的安装孔，因此需要将扬声器盆架粘在规定的位置，或者用某些简单的方法夹紧在规定位置上。如果用粘牢的方法，可用高效粘结剂，如“502”透明胶或环氧树脂等。其他粘合剂常常粘不住扬声器。使用粘合剂必须小心，只能粘在扬声器盆架的外缘上，而不能碰到纸盆，不然的话，会严重降低扬声器的发音质量。如果使用粘结方法安装，必须注意，如果需要取下扬声器用于其他地方，虽然小心地剥下扬声器完全可再使用，但扬声器不受一点轻微的破损几乎不太可能。

当然，对于在以实验为目的的装配中，扬声器怎样安装不是主要问题，只需放在试验电路板一边，纸盆朝下即可。最好在使用时垫上几本杂志或一些硬纸片，这样可提高发音质量。虽然小扬声器其低频响应总是较差的，但放在专用盒壳内，总比直接放在桌面或书本上要好些。如果将扬声器固定在小的音箱内，它将输出最佳音质和音量。扬声器与试验板的连接，也可以按其他试验板外元器件那样，用一对鳄鱼夹连接到无焊接试验电路板上。

元 器 件 概 述

对于业余爱好者来说，开始接触电子技术的主要问题是辨认用在电路设计中的元器件。为了让完全初学者也可以毫无困难地辨别各种元器件，并能正确地将元器件连接到电路中，在阐述设计电路项目以前，先简单地描述一下用在这些设计电路中的元器件，显然是十分必要的。

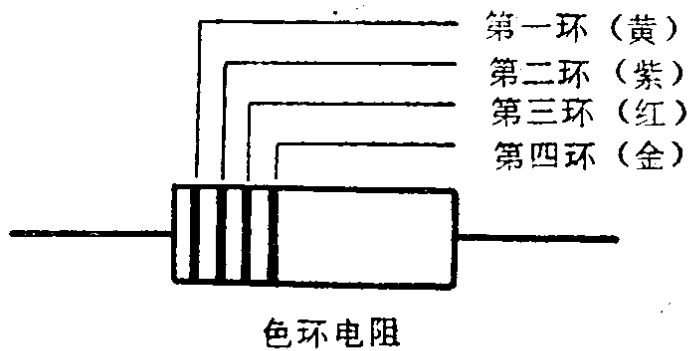
一 电阻器

电阻器简称电阻(符号是 R)。它是有额定电阻值的无 线电元件。其外形是两端伸出引线的圆柱体。有些电阻在圆柱体上用字母和数字标明阻值，有些则以围绕着元件外壳的四条色带来表示。电阻的阻值以欧(Ω)为单位，常常有若干千欧($k\Omega$)甚至几兆欧($M\Omega$)的阻值。为了避免经常使用极大的欧姆值，电阻通常用千欧($k\Omega$)和兆欧($M\Omega$)表示，它们分别等于1000欧和100万欧。于是，33000欧的电阻通常称其阻值为 $33k\Omega$ ，2700000欧的电阻其阻值说成 $2.7M\Omega$ 。为了进一步缩短数字和避免由于印刷质量差而遗漏小数点的弊端，通常可用单位符号起小数点的作用。如前面的两个例子中，阻值33k不可能搞错，因为k已指明小数点的位置，但 $2.7M$ 应改写成 $2M7$ 这样就很清楚了。

电阻器的颜色代码一般用在碳质电阻上，以三四个色环来表示阻值和误差。前两条色带表示阻值的头两位数，第三条色带表示倍数(即前两位数被第三位数乘，以便得出电阻的欧姆数)。第四条色带表示电阻的公差。

电阻颜色代码的详细说明如下：

符号	第一色环	第二色环	第三色环	第四色环
颜色	第一位数	第二位数	第三位数	误差
黑	—	0	$\times 10^0=1$	1%
棕	1	1	$\times 10^1=10$	2%
红	2	2	$\times 10^2=100$	3%
橙	3	3	$\times 10^3=1000$	4%
黄	4	4	$\times 10^4=10000$	—
绿	5	5	$\times 10^5=100000$	—
蓝	6	6	$\times 10^6=1000000$	—
紫	7	7	$\times 10^7=10000000$	—
灰	8	8	$\times 10^8=100000000$	—
白	9	9	$\times 10^9=1000000000$	—
金	—	—	$\times 10^{-1}=0.1$	$\pm 5\%$
银	—	—	$\times 10^{-2}=0.01$	$\pm 10\%$
无色环	—	—	—	$\pm 20\%$



$47 \times 100 = 4700\Omega$ ，4.7k 或 4k7、公差是5%。

图 3 用色环标注电阻器的阻值

如图 3 所示的第一环数字的值是 4 (黄), 第二环数字的值是 7 (紫), 表示 47, 它必须乘以第三环数字值 100 (红), 表示阻值为 4700 欧, 它通常写成 4.7k 或 4k7。第四环色带是金色, 它表示电阻之值的误差是在标准值的 5% 范围内。必须注意, 在电路中, 使用比规定误差更小的电阻是完全可以的 (例如误差 2% 的电阻可用来代替 5% 的电阻), 但比规定误差值更大的电阻 (例如用误差 10% 代替 5% 的电阻), 是不允许的。

此外, 电阻还有额定功率, 它通常不标注在电阻上 (除非在大功率情况下, 阻值和瓦数都标写在电阻上, 而不用色环)。本书中 30 个电路设计都用普通的 1/8 瓦 (0.125W)、1/4 瓦 (0.25W) 或 1/2 瓦 (0.5W) 的电阻就足够了, 因为它涉及的功率都很小, 不需要大功率电阻。由于大功率电阻体积太大, 很难装入试验电路板的空间, 有的引线太粗而难以插入, 另外从价格上也是小功率电阻便宜, 因此, 大功率电阻在本书实例中没有采用。

为了帮助读者选择电阻的正确阻值, 本书中列入元器件一览表的全部色带电阻, 其数值旁边都注有色环标志。因此, 即使读者不懂电阻色环代码, 也仍能依靠电阻色环代码表的帮助, 识别和选择合适的电阻。当然, 读者也可选不用色环表示阻值的电阻。

二 电容器

电容器简称电容 (文字符号是 C)。大多数电容器看起来和电阻器几乎相同, 仅仅体积稍大一些。但是, 电容器的容量却直接标注在电容器上, 而不是用颜色代码。一般其两条引出线都是从电容器的一端引出, 这就使它们在印制电路板上使用起来更方便些。也有些电容器的形状是长方体, 而不

是圆管形的。

本书中介绍的39例电路设计使用了几种电容器。以绝缘介质分，有电解电容器、瓷介电容器、有机薄膜类电容器等；以电容量是否可调节来分，有固定电容器和可变电容器。

电解电容器在电路设计的元器件装配图中，绘制成两端分别伸出的引线，但实际上两条引线是由电容器同一端伸出的，这样，可以毫无困难地插入试验电路板。装接电解电容器应特别注意的一点是它们都是有正负极性的。因此，必须按极性正确地接入电路中（电阻和大多数其他类型的电容器两根引出线可以任意方向连接）。在本书的各电路元器件装配图中，电解电容器的引出线均标有“+”和“-”标志，实际元件的外壳上也标有“+”和“-”号。有的两根引出线长短不同，一般的短脚为负极，长脚为正极。

在本书中，有少数电路设计使用钽珠型电容，它像电解电容器那样，也是有极性的元件。钽电容器通常是小的珠状元件，所以有时叫钽珠电容，其引出线均由壳体一端伸出。其正极引出线在元件壳体上注有适当的记号以资识别。应该细心地正确地连接钽电容器，因为这类电容器比较容易因极性连接错误而损坏。

用在本书的线路设计中，另一类电容器是平板或圆盘形瓷介电容器。这两种电容器都可用，其差别仅在于平板型电容器为长方形，而圆盘形电容器为圆形。这类电容器的容量直接用数字与字码注在电容壳体上，例如用332表示电容值为 3.3nF (10^{-9})。前面两位数是电容量的前两位数，第三位是指出应加多少个0，其单位是 pF (10^{-12})值。这样332表示 3300pF ，又由于 $1000\text{pF} = 1\text{nF}$ ，所以 $3300\text{pF} = 3.3\text{nF}$ 。顺便指出，容量大些的电容值通常写成 μF ， $1\mu\text{F} = 1000\text{nF} = 10^6\text{pF}$ 。同理，