

多用电子实验板及实验54例

程宗德 编译



多用电子实验板及实验54例

程宗德 编译

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书主要介绍一种多用电子实验板及54种有意义的电子实验。利用这种多用电子实验板（也简称实验板或面包板），可以把各类电子元器件直接插入板上按一定方式排列的插孔中，很方便地进行各种电子小实验，而不用任何焊接。本书详细讲述了54种实验电路，同时也介绍了一些有关的电子元器件的基本知识。

本书浅显易懂，文图并茂，趣味性较强，是一本帮助无线电爱好者学习电子技术知识和提高实验制作能力的入门读物。

多用电子实验板及实验54例

程宗德 编译

责任编辑 沈成衡

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河南省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1989年9月 第 一 版

印张：8 16/32 页数：136 1989年9月河南第1次印刷

字数：193千字 印数：1—5 000 册

ISBN7-115-04013-3/TN·240

定价：2.85 元

序

本书是一本为无线电爱好者准备的入门读物。除了文字浅显、简明扼要、图文并茂和没有高深的数学公式外，本书还有以下三大特点。

第一，重点介绍新器件。随着电子技术的蓬勃发展和日趋数字化，出现了许多以数字集成电路为主的新器件。为适应新形势，本书以介绍新器件为主，让初学者一开始就接触集成电路，涉及晶体管的篇幅极为有限。介绍的新器件有：场效应管（FET管）、大功率VMOS场效应管、音响集成电路、CMOS运放、CMOS时基电路和CMOS 6反相器或6非门。

第二，介绍一种作电子实验或在装制电子装置前调试、验证电路的方法——无焊接实验板法。即使读者没有装制电子实验装置的经验 and 技巧，用这种方法也能顺利完成本书介绍的全部实验或制作。

所有实验均在一块SYB—46型多用实验板上完成。每一实验或制作附有元件排列图，只要按图索骥，把元件插入实验板的合适插孔就行。凡与板外元件（如电位器、开关等）连接的接线，其一端装有鳄鱼夹，使接线与这些元件连接时不需进行焊接；另一端可直接插入实验板。安装简单易行，装竣的装置，绝大多数不需调试就能工作。把装好的电路拆掉，拆下的元件仍完好无损，可用以再作下一个实验。本书介绍的实验电路，设计时充分考虑了一物多用问题，因此，元件重复使用率高。总之，无焊接实验板装制法有灵活、方便、省工、省时、

省料、省钱等优点。

本书所附的元件排列图一概按SYB—46型实验板绘制。有基础的读者也可选用其他类似的实验板进行实验。

第三，鼓励读者采用边做边学的方法进行学习。初学者边做实验，边学习电路的工作原理，做到手脑并用，理论与实际相结合，就容易掌握装制电子实验装置的方法，搞懂电路的工作原理，学会后也最容易记住。本书的编排使读者会不知不觉接受这种方法，收到事半功倍的效果。

本书共提供54例实用的有代表性的电子实验。实验都很简单，初学者花上10~15分钟就能完成。

本书共有两章。第一章介绍实验板和电子元器件，旨在指导读者识别电子元器件和了解实验板电子实验的装制法。第二章介绍54例有趣的实验，旨在为读者提供足够的题材，以供在学习和仿制时参考。

孙鹏年同志审阅了全书初稿，提出了不少宝贵的意见，特此致以深切的感谢。

编写本书时，笔者主要参考了R.A.Penfold所著的两本著作：30 *Solderless Breadboard Projects Book 1*（无焊接实验板电子实验30例 上册）和30 *Solderless Breadboard Projects Book 2*（无焊接实验板电子实验30例 下册）。由于水平有限，加上时间仓促，书中难免有误，恳请广大读者和业余爱好者批评指教。

编者

目 录

序

第一章 多用电子实验板及其使用方法

第一节 多用电子实验板..... (1)

第二节 本书中应用的电子元器件..... (3)

一、电阻器..... (3)

二、电容器..... (6)

三、磁棒天线..... (12)

四、扬声器和压电陶瓷片..... (13)

五、开关元件..... (18)

六、半导体器件..... (21)

1. 晶体二极管..... (21)

2. 发光二极管 (LED) (23)

3. 光敏二极管..... (24)

4. 晶体三极管..... (26)

5. 场效应管 (FET) (27)

6. 集成电路 (IC) (30)

七、干电池..... (39)

第三节 电子实验盒..... (41)

第二章 电子实验54例..... (56)

第一节 引言..... (56)

第二节 电子实验54例..... (62)

例1	亮—启动开关.....	(62)
例2	暗—启动开关.....	(66)
例3	简易音频振荡器.....	(69)
例4	简易触摸开关.....	(71)
例5	触摸开关.....	(76)
例6	二极管收音机.....	(79)
例7	个人用中波收音机.....	(81)
例8	用场效应管装成的触摸开关.....	(85)
例9	场效应管测试器.....	(89)
例10	简易音频功率放大器.....	(94)
例11	电话放大器.....	(100)
例12	带扬声器的音频振荡器.....	(106)
例13	中波收音机.....	(110)
例14	简易电子门铃.....	(114)
例15	亮—启动警报器.....	(120)
例16	暗—启动警报器.....	(122)
例17	晶体管测试器.....	(125)
例18	水位探测器.....	(130)
例19	1秒定时器.....	(133)
例20	电子节拍器.....	(137)
例21	电子掷币游戏.....	(142)
例22	4~60秒定时器.....	(146)
例23	幻灯定时器.....	(148)
例24	吉他变音器.....	(153)
例25	音响定时器.....	(157)
例26	调频门铃.....	(159)
例27	火车号角(一).....	(164)

例28	火车号角(二).....	(168)
例29	反应游戏器(一).....	(171)
例30	反应游戏器(二).....	(174)
例31	简易防盗警报器.....	(176)
例32	具有延迟生效性能的防盗警报器.....	(180)
例33	简易警报发生器.....	(183)
例34	双音调警报发生器.....	(188)
例35	变音调警报发生器.....	(193)
例36	逻辑测试器.....	(193)
例37	游戏定时器.....	(197)
例38	闪光指示灯.....	(202)
例39	电话/门铃监视器.....	(205)
例40	电话/门铃增音器.....	(210)
例41	过压监视器.....	(214)
例42	欠压监视器.....	(218)
例43	欠压警报器.....	(221)
例44	计算机声音效果发生器.....	(224)
例45	峰值指示器.....	(226)
例46	发光二极管灯饰.....	(232)
例47	催眠定时器.....	(234)
例48	惊盗器.....	(238)
例49	抢答器.....	(243)
例50	显影定时器.....	(245)
例51	1秒音响定时器.....	(250)
例52	弯折线游戏器.....	(252)
例53	模型火车信号灯.....	(257)
例54	自动信号灯.....	(259)

第一章 多用电实验板及其使用

方 法

第一节 多用电实验板

所谓多用电实验板，是一块在它上面可装制和实验多种电子电路的板（以下简称实验板）。新式的实验板几乎都是无焊接型的，板上有许多插孔，元件只要根据需要插入这些孔内，就能构成各种电路。利用实验板做实验，可迅速地改变电路的接法，而且用过的元件拆下来可重新使用。

电子学发展初期，实验板常是一块大木板，上面钉了不少钉子。元件事先都焊在钉子上，再用接线把它们连接成适当的电路。早期的电子产品也有用此法制造的。另一种实验板把钉子换成带螺母的螺钉，这样，实验时不再需要用电烙铁焊接了，这就是无焊接实验板的雏型。

本书中所用的实验板是SYB—46型无焊接实验板，元件排列图也按这种实验板绘制。图1-1-1示出了SYB—46型实验板的插孔排列图。数字号码(5、10、15、20等)和字母(A~J)分别用来识别垂直孔排和水平孔排的顺序。为了便于读者模仿，元件排列图上标出的识别号码和字母与SYB—46型实验板完全相同。

图1—1—1中孔间的细线表示插孔在实验板内部是如何连接的。例如，X排的所有插孔都连在一起。X排和Y排插孔主要用来与电源正、负端连接。本书将采用双列直插型封装的CMOS集成电路作实验。SYB-46型实验板是专为与双列直插型

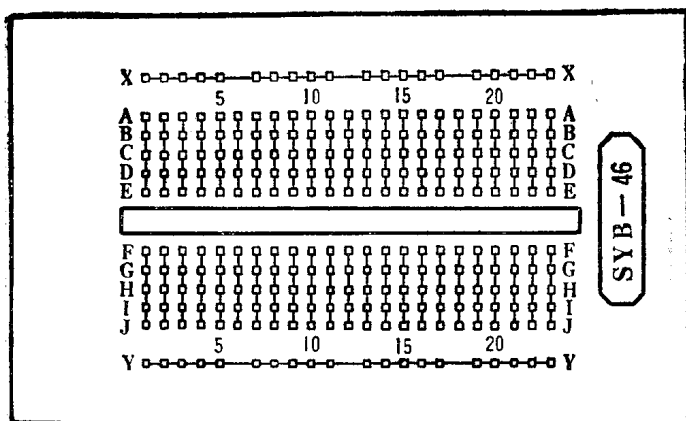


图 1-1-1

封装的集成电路联用而设计的，集成电路的双列引出线能方便地插入 *E* 孔排和 *F* 孔排。每个插孔内装有弹性好的磷铜片小插座，无论是集成电路、晶体管、元件的引出线，还是单股接线的芯线都能插入。单股接线芯线的直径应为 0.5~0.7 毫米。

电位器和其他一些元件不能直接插入实验板，可先在这些元件的焊片上焊接上单股接线，再把接线的另一端接至实验板。多股线常作连接电路的接线，但多股线的线头会松散开来，不易插入实验板，需用电烙铁在线头上镀一薄层锡。

利用实验板进行实验时，需要准备三件工具：尖嘴钳、剪线-剥线两用钳、小起子。元件用过以后，引出线会弯曲，再用时就不易插入实验板，尖嘴钳可把弯折的引出线钳直。有的元件引出线比较细，插入实验板时容易弯曲，不易插入，这时可用尖嘴钳夹着引出线（线端留出 10 毫米端头）往插孔里插。两用钳用以剪下长度合适的接线，并剥去其两端的绝缘外皮，露出 5 毫米左右的芯线。拆除已装好的实验板时，集成电路由于紧贴实验板而不易取下。实验板的 *E* 排孔和 *F* 排列之间有一道

凹槽，可把小起子的刃口轮流插入集成电路两边下面的凹槽，轻轻撬起集成电路。但决不可单撬一边，否则集成电路的引出线必定会向另一边弯曲。

第二节 本书中应用的电子元器件

学装电子实验装置的初学者首先应学会识别电路所用的各种电子元器件。在介绍具体的电子实验前，下面先简要介绍本书将使用的电子元器件。

一、电阻器

在相同电压的作用下，电流较容易流过一些材料，而较难流过另一些材料。材料对电流的阻碍作用称为电阻。

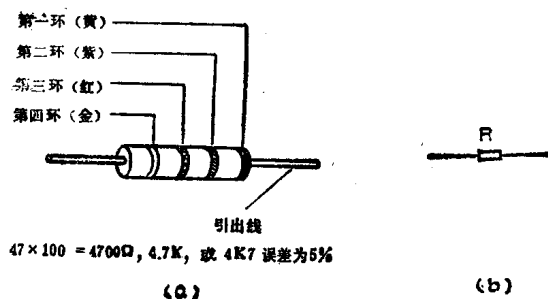
电阻能减小流过电路的电流；电阻的阻值越大，电流越小。如让变动的电流流过电阻，其两端便会形成变动的电压，在电压放大电路里就会遇到这种情况。此外，把两只电阻串联起来可组成分压器；如把分压器跨接在电源两端，适当选择电阻的阻值，可使电压符合要求。具有某一特定电阻的元件叫电阻器，简称电阻。

电阻器共有两种：固定电阻和可变电阻。这两种电阻在本书介绍的制作中都得到广泛的使用。

固定电阻是阻值固定不变的电阻，是两端各有一根引出线的小圆柱体。体积小电阻，阻值一般不用数字和字母标明在电阻体上，而用四道色环表示。图1-2-1(a)和(b)分别示出了电阻的外形和图形符号。电阻值的度量单位是欧姆(Ω)。有些电阻的阻值很大，为了避免经常使用位数很多的数字，电阻值一般还用千欧($k\Omega$)和兆欧($M\Omega$)作单位，分别相当于1000欧

和1000000欧。因此，可以把阻值为3300欧的电阻说成3.3千欧(3.3k Ω ，在电路图中“ Ω ”常略去)，把阻值33000欧的电阻说成33千欧，把阻值2700000欧的电阻说成2.7兆欧(2.7M Ω)。国外还采用一种用千或兆单位符号(k或M)表示小数点的方法。这样有时有助于缩短阻值的书写长度，避免漏掉了小数点。

上面的例子中，33k 仍原封不动，因为k已处在小数点的位置左边了，而3.3k写成3k3，2.7M应改成2M7。



(a) 电阻的外形

(b) 电阻的图形符号

图 1-2-1

表示阻值的色码是非常容易掌握的：头两道环表示阻值的最高两位的两个数字，第三道环表示倍率（阻值等于头两位数乘上倍率，单位为欧），第四道环表示该电阻的误差。下面是一张电阻色码表。

颜色	第一/二道环	第三道环	第四道环
金	不用	0.1	5 %
黑	0	$1 = 10^0$	不用
棕	1	$10 = 10^1$	1 %
红	2	$100 = 10^2$	2 %
橙	3	$1000 = 10^3$	不用

黄	4	$10000 = 10^4$	不用
绿	5	$100000 = 10^5$	不用
蓝	6	$1000000 = 10^6$	不用
紫	7	不用	不用
灰	8	不用	不用
白	9	不用	不用
银	不用	0.01	10%
无色环	不用	不用	20%

图1-2-1(a)示出的电阻，其阻值的头两位数字分别是4（黄）和7（紫），最高位的两位数便为47，阻值必须乘上倍率100（红），即4700欧。第四道环是金色，表示该电阻的实际阻值与标称值的误差不大于5%。装制电子装置时，完全可以用误差小的电阻代替误差大的电阻（例如，用误差2%的电阻代替5%的电阻），但是，误差大的电阻就不宜用来代替误差小的电阻了（例如，不可以用误差10%的电阻代替5%的电阻）。

电阻还有一项指标——耗散功率，一般不标在电阻体上。本书介绍的电路，耗电大多极省，所用电阻的耗散功率只需1/8瓦就足够了。用耗散功率较大的电阻原则上完全可以代替功率小的电阻，但由于前者体积较大，引出线较粗，用实验板实验时有太占位置和不易插入实验板的弊病。

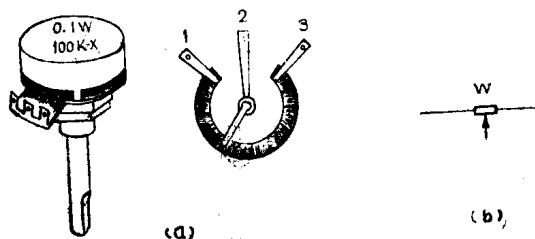
可变电阻器是指阻值可变的电阻器。本书介绍的各实验要用到一种叫电位器的元件，它也属于可变电阻的范围。图1-2-2(a)和(b)分别示出了电位器的外形和图形符号。

电位器一般有两种用法。旋转转轴时，1、2或2、3两端的电阻值会改变，可作可变电阻，调节转轴，使其阻值符合要求；如把1、3两端跨在电源两端，1、2段和2、3段便组成了分压器，旋转转轴时，2、3两端的电压可从零增至

电源电压。电源也可以是音频信号源，于是电位器便变成熟悉的音量控制器或电平、增益控制器了。

电位器的种类非常多，本书采用的属于常见的碳膜电位器。转轴式比滑杆式更合用。因为后者不易固定，所以本书所附的元件排列图一概采用前者。图中电位器被画成底视图从轴的反面往前看的樣子。使用时应注意焊片的连接顺序。

电位器的1、2两端阻值变化规律主要有两种：直线式(X)和指数式(Z)。用错了，电路虽然照样能工作，但使用却不太方便。如果要用电位器作音量控制器，最好选用指数式电位器，因为当旋转转轴时，这种电位器会使音量平滑而较均匀地变化。如改用直线式电位器，那末转轴从一端开始向另一端渐渐转动时，音量变化就很不均匀，在转轴的大部分转动范围内，音量增大极不明显，虽然也能把音量调节至任何响度，但想作精细的调节却非常困难。所以，实验时，电位器宜选用零件表指定的型式。



(a) 电位器的外形

(b) 电位器的图形符号

图 1-2-2

二、电容器

两片平行的金属板，中间夹一层称为电介质的绝缘体，从

两块金属板上各引出一根引出线，就构成了一只最简单的电容器（简称电容）。电容器能蓄积电荷。直流电流不能通过电容器，但交流电流却能通过（当然也有一定的阻力）。蓄积电荷能力的大小可用电容量来衡量；容量越大的电容器，蓄积电荷的能力越大，蓄积的电荷也越多。电容量的度量单位是法拉（F）。它是个较大的单位，实用上常采用微法（ μF ）、纳法（ nF ）和皮法（ pF ）。它们与法拉的关系是：

$$1\text{微法}(1\mu\text{F}) = \text{一百万分之一法拉} = 10^{-6}\text{法}$$

$$1\text{纳法}(1\text{nF}) = \text{十万万分之一法拉} = 10^{-9}\text{法}$$

$$1\text{皮法}(1\text{pF}) = \text{一万亿分之一法拉} = 10^{-12}\text{法}$$

产品电容器的容量介于 $1\text{pF} \sim 150000\mu\text{F}$ 之间。电容器的容量与极板面积、电介质厚度和电介质的材料有关，面积越大，电介质越薄，容量越大。

选用电容器时，除了需要考虑容量和误差外，还要考虑工作电压和漏电流两项指标。工作电压指电容器两端允许施加的最高电压。此值常标在电容器的外壳上。使用时，电压不得超过此值，否则电容器的电介质会击穿，导致电容器永久性毁坏。没有一种电介质是完美无缺的绝缘体，所以电容器工作时总有漏电流流过电介质，优质电容器的漏电流非常微小，漏电流太大的电容器不能使用。

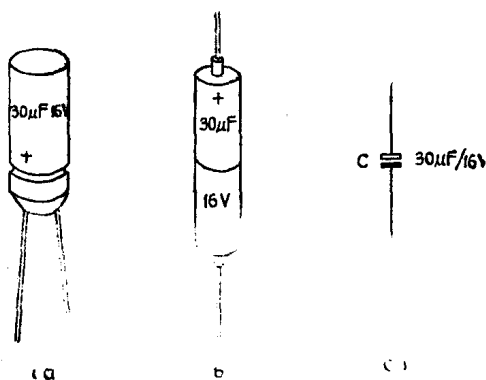
电容器像电阻一样，可分成两大类：固定电容器和可变电容器。

固定电容器指容量不能改变的电容器。按所用电介质的不同，固定电容器又可分成很多种。本书用到其中四种：铝电解电容器、钽电解电容器、瓷片电容器和涤纶电容器。

铝电解电容器的电极有正负极之分，正极用铝片，负极是电解质，而电介质是通过电解法形成的氧化铝。铝电解电容的

优点是电介质极薄，即使体积很小的电容，容量也可以很大，在 $1\mu\text{F}\sim 150000\mu\text{F}$ 之间；价格较低廉。缺点是误差大，在 $-20\%\sim +100\%$ 之间；漏电流大；稳定性差。铝电解电容是有极性的，‘+’号标在电容的外壳上。用时极性不能接反，否则氧化铝介质会消失，引起电容损坏。

图1-2-3示出了铝电解电容的外形和图形符号。铝电解电容一般呈圆柱状，有卧式和立式两种封装形式。卧式的两根引出线分别从两端伸出，立式的两根引出线都从一端伸出。为清晰起见，本书所附的元件排列图把电容画成卧式。实验时选用卧式较适宜。铝电解电容的容量和工作电压都用数字和字母标在外壳上，很容易识别。铝电解电容的体积虽比电阻大，但仍比较小巧，可直接插入实验板。本书所附的元件排列图上，凡接铝电解电容的地方，总标有‘+’、‘-’号，铝电解电容的引出线应分别插入相应的插孔。



- (a) 铝电解电容（立式）的外形
- (b) 铝电解电容（卧式）的外形
- (c) 铝电解电容的图形符号

图 1-2-3

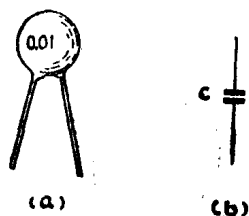
铝电解电容漏电流较大，不能算是优质电容，只能在要求不高的场合使用。

钽电容也是电解电容，其中用钽代替了铝电解电容中的铝。一般容量不超过100微法。本书介绍的实验或制作中，有个别的采用了钽电容。钽电容体积非常小，常呈珠状，又称为钽珠电容。钽电容漏电流极小，宜在要求高的场合使用。用时只需直接把它插入实验板，但必须注意极性。钽电容的缺点是售价较贵，因为制造时需用稀有金属钽，成本较高。钽电容的符号与铝电解电容的相同。但有的钽电容不分极性，这时其符号也不同了。

本书常用的另一种电容是瓷片电容，呈圆片状，非常适于进行电子实验。图1-2-4示出了瓷片电容的外形和图形符号。瓷片电容的容量范围为10皮法~1微法，有时用数字和字母直接印在电容的圆片上，但用省略数字印刷的也并不罕见。例如，332代表3.3纳法。头两位数字表示容量的头两位数字，第三位数字表示头两位数后应加零的个数，这样算出的数字就是容量，单位是皮法。因此，332表示容量为3300皮法，也即3.3纳法。容量较大的电容用微法计量，多直接标在瓷片上。

瓷片电容的电介质是特种陶瓷。瓷片电容的体积很小，容量却相当大。瓷片电容无极性，用时只需插入适当的插孔，正插反插都一样。

本书常用的最后一种电容是涤纶电容。图1-2-5示出了涤纶电容的外形和图形符号。涤纶电容是以涤纶薄膜为电介



(a) 瓷片电容外形

(b) 瓷片电容图形符号

图 1-2-4