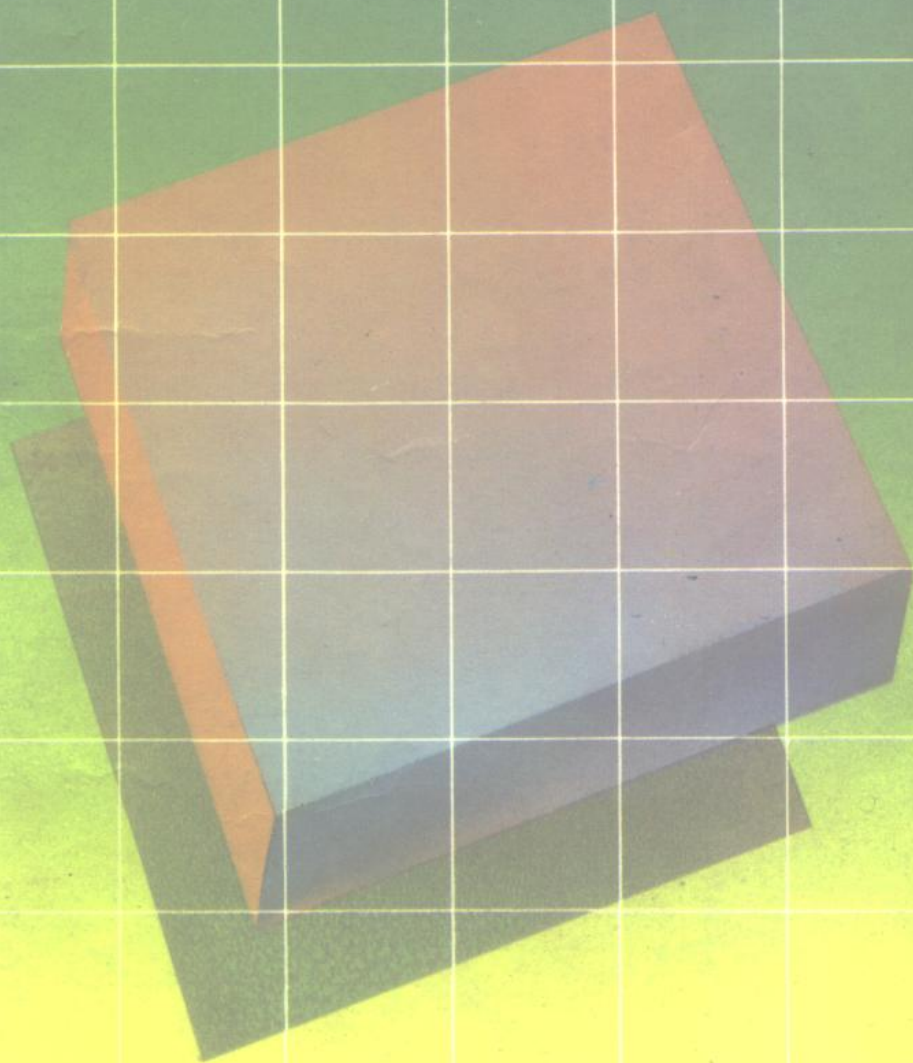


家用電器電路 及制作150例

陳國華 編著



中航出版社

73-286055
592

家用电器电路及制作150例

陈国华 编 著

宇航出版社

(京)新登字181号

内 容 简 介

本书精选了家用电器与日常生活方面的电子电路制作150例,包括电子门铃电路、灯光控制电路,通讯类电路,收音机电路,录音机附属电路,放大器音响电路,电视影像应用电路,电扇控制电路,电冰箱附加电路,保安类电路,电子玩具电路,电热器具类电路、保健与生活电路,电源电路。电路选编注重新颖性、实用性和易制性。本书的第一章还系统全面地介绍了有关电子制作技术的基础知识。本书是一本难得的电子制作入门书,也是一本电子电路集。

本书适合电子产品开发人员,家电维修人员,电子制作爱好者,大、中、技工学校的学生阅读和参考。

Dillon 151

家用电器电路及制作150例

陈国华 编著

责任编辑:邢润泽

*

宇航出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

北京密云华都印刷厂印刷

*

开本787×1092 1/16 印张:13.5 字数:332千字

1992年7月第1版第1次印刷 印数:1—11000

ISBN 7-80034-417-7/TN·037 定价:8.00元

前 言

随着家用电器的日益普及，电子技术已经成为一门大众化的科学，无论是电子爱好者还是电子科技工作者都非常重视各种电子电路，为了收集一种电路而购买一本书的例子并不少见。为了满足人们的这一要求，汇编了《家用电子电路制作150例》这本书。

本书收编了国内电子报刊上家用电器与日常生活方面的电子电路制作共150例，这些电路代表了80年代末期大众化电子制作水平，鉴于集成电路的飞跃发展和空前普及，本书的电路制作尽可能地采用集成块，这里面不仅有对电子工程技术人员有启发意义的高水准电路，也有适合一般电子爱好者参考的电路。为了使电子制作迷有动手的机会，本书以相当大的篇幅介绍了有实用价值的简易电子电路。本书的第一章介绍了有关电子制作的基础技术，目的就是使电子制作初学者能够满怀信心地步入色彩斑斓的电子世界。

本书详细叙述了电子电路制作的全部内容，它不仅引导你入门，而且为你的电子创作提供有益的启迪，有些电路制成后还可为家庭生活增添乐趣，有些电路则可批量生产，推广到千家万户，产生可观的社会效益和经济效益。

本书在编写过程中得到了小青同志，包京望同志的大力协助，在此表示感谢。由于编者水平有限，加之时间匆促，谬误之处在所难免，望读者朋友斧正。

编 者

1990.5. 邵阳

目 录

前 言

第一章 业余电子制作技术基础.....(1)

- 一、电路的选定与识图.....(1)
- 二、元器件的筛选与测试.....(4)
- 三、电路的试装.....(8)
- 四、印刷电路板的设计与制作.....(9)
- 五、焊接.....(12)
- 六、整机调试.....(17)

第二章 电子门铃电路.....(19)

1. 单片CMOS门电路变音门铃(19)
2. 乐曲门铃(20)
3. 多音调电子音乐门铃(21)
4. 能说会唱的电子门铃(22)
5. 简易录音电子门铃(23)
6. “嘟……嘟”声对讲门铃(24)
7. 应答记忆门铃(25)
8. 音符门铃(26)
9. “叮咚”——鸟叫两用门铃(27)
10. 电子密码门铃.....(28)
11. 无线门铃.....(29)
12. 时控密码电子门铃.....(30)

第三章 灯光控制电路.....(33)

13. 实用变光灯.....(33)
14. 简易明暗两用灯.....(33)
15. 简易光控自动调光灯.....(34)
16. 闪烁壁灯.....(34)
17. 夜间门灯控制器.....(36)
18. 停电自锁开关... ..(36)
19. 交流、直流两用荧光灯... ..(37)
20. 夜间自动感应灯控制器.....(38)
21. 双灯声控器.....(39)
22. 声控即时、延时灯.....(41)
23. 轻触调光灯.....(42)
24. 红外线遥控调光器.....(43)
25. 声控节日彩灯.....(45)
26. 电脑彩灯控制器.....(46)

第四章 通讯类电路.....(49)

27. 两管A M发射器.....(49)
28. 单管中波段无线话筒.....(49)
29. 1.5V、F M无线话筒制作(50)
30. 多功能远距离F M无线发射器... (51)
31. 小型F M无线话筒.....(52)
32. 调频立体声调制器.....(53)
33. 家用无线通话器.....(54)
34. 具有晶振的袖珍无线对讲机.....(46)
35. 双向对讲机的制作.....(58)
36. 消侧音双工有线通话器.....(59)
37. 集成电路有线双工对讲机..... (60)

第五章 收音机电路.....(62)

38. 单管锁相调频收音机.....(62)
39. 简单的调频耳塞收音机.....(63)
40. 锁相调频收音头.....(65)
41. 袖珍三管收音机.....(66)
42. 低频复合管收音机.....(67)
43. 太阳能集成电路收音机(68)
44. 微型收音-助听两用机(44)
45. 单管A M-F M收音机(70)
46. 收音机信号增强器.....(71)

第六章 录音机附属电路.....(73)

47. 录音机自停装置.....(73)
48. 双卡收录机连续放音自动转换器
.....(73)
49. 触摸式立体声平衡控制器.....(74)
50. 简易环绕声处理器.....(76)
51. 家用环绕声附加器.....(77)
52. 微电脑记忆学习机.....(78)
53. 录音机带速、磁头方位角测试仪
.....(79)

第七章 放大器音响电路.....(81)

54. 0.5W立体声有源音箱(81)
55. 优质音频放大器.....(82)
56. 100W×2立体声扩音机(83)

57. 超低失真乙类功放扩音机.....(85)	96. 节电型防盗音响器.....(136)
58. 150W 集成电路扩音机(87)	97. 人体感应报警器.....(138)
59. 实验脉宽调制放大器.....(88)	98. 自制防盗手提箱.....(139)
第八章 电视影像应用电路.....(90)	99. 袖珍门电路简易报警器.....(140)
60. 电视机自动关机电路.....(90)	100. 识别时间的门锁报警器(141)
61. 显像管延寿器.....(91)	101. 双路防破坏电子报警器(142)
62. 机内电视天线放大器.....(92)	102. 超声波警戒器(143)
63. 高增益电视天线放大器.....(93)	103. 简单的遗忘报警器(144)
64. 全频道电视天线放大器.....(94)	104. 微波探测报警器(146)
65. 通用宽带电视天线放大器.....(95)	105. 超声波防盗报警器(147)
66. 自制录像机射频器.....(97)	106. 热释电红外线防盗报警器(149)
67. FM电视伴音发射器.....(98)	107. 简单实用的漏电声光指示插座(151)
68. A.M电视伴音无线耳机系统.....(99)	108. 煤气泄漏报警器(152)
69. 红外线电视伴音传声系统.....(100)	109. 家用电子鼻(153)
70. 低频电磁场电视伴音传声系统.....(101)	110. 自动复位触电保安器(154)
71. 录像机RF功率放大器(102)	111. 高灵敏度集成漏电保护器(155)
72. 威扬牌超声波电视频道遥控器.....(104)	第十二章 电子玩具电路.....(158)
73. 电视机全频道节目监视遥控器.....(105)	112. 电子蜡烛(158)
第九章 电扇控制电路.....(108)	113. 电磁“牛顿摆”制作(159)
74. 简易自然风模拟器.....(108)	114. 音乐电子跷跷板(160)
75. 实用阵风控制器.....(108)	115. 说话的布娃娃(161)
76. 电扇多功能控制器.....(109)	116. 光控电子鸡(162)
77. 电风扇温度自控开关.....(110)	117. 会应答的钥匙圈(163)
78. 带温控装置的电扇调速器.....(111)	118. 声控电子猫(164)
79. 555 电扇温控器.....(112)	119. 一摸就叫的电子狗(166)
80. 普通电扇改声控电扇.....(113)	120. 声控盆景音乐喷泉(166)
81. 音频电扇遥控器.....(114)	121. 声控玩具警车(168)
82. 超声波遥控电扇.....(116)	122. 无线电遥控汽车模型(168)
83. Z8单片电扇控制器.....(117)	123. 普及型电视游戏机(170)
84. 红外线电扇电脑遥控器.....(118)	第十三章 电热器具类电路.....(174)
第十章 电冰箱附加电路.....(121)	124. 简单的电热杯定时器(174)
85. 电冰箱运行监视器.....(121)	125. 煤气点火器(174)
86. 电冰箱压缩机自动风冷器.....(122)	126. 电热毯节电器(175)
87. 电冰箱自动保护器.....(123)	127. 电热毯调温开关(176)
88. CMOS门电路冰箱保护器(124)	128. 调温磁疗电褥(177)
89. 低功耗多用冰箱保护器.....(126)	129. 简易塑料热合机(178)
90. 电冰箱自动稳压器.....(127)	130. 电饭煲电子控温器(179)
91. 电冰箱温度显示器.....(129)	131. 程控电饭煲(180)
92. 节电多功能电冰箱稳压器.....(131)	第十四章 保健与生活电路.....(183)
第十一章 保安类电路.....(134)	132. 音乐电疗器(183)
93. 简易音响报警电路.....(134)	133. 简易耳穴探测仪(184)
94. 触摸式防盗报警器.....(135)	134. 更年期病症治疗仪(185)
95. 皮夹防盗报警器.....(136)	

135. 场效应治疗仪	(186)
136. 简易电子脉搏仪	(186)
137. 雨滴声、音乐催眠器	(188)
138. 选频式助听器	(189)
139. 电子报警药盒	(190)
140. 鼾声抑制器	(191)
141. 选频式声控电动窗帘	(192)
142. 感应式自动节水开关	(193)
143. 盆景雾化器	(195)

第十五章 电源电路 (197)

144. 铅蓄电池充电机	(197)
145. 镍镉电池自动充电器	(198)
146. 镍镉电池快速充电机	(200)
147. 开关式稳压电源	(201)
148. 自动充电应急电源	(203)
149. 新颖逆变电源制作	(204)
150. TUPS模块逆变电源	(205)

第一章 业余电子制作技术基础

本书所介绍的绝大多数电路都是可以在业余条件下自制成功的，但是要使一件业余电子作品性能优良，制作省时，外形美观则要完成多种制作工艺过程，这个制作过程本身就是一种创造性劳动。要想制作出完美的作品，就得多实践，多摸索，绝不是几本制作指南书所能包办的。一般来说，一件电子作品的制作过程包含以下几个工艺程序：选定电路，理解电路原理；元器件的准备、筛选与测试；电路的试装、印刷电路板的制作；焊接与装配；调试及制作外壳装饰等。

一、电路的选定与识图

在本书所列举的150个电子电路的制作中，简单的只有几个电子元件，复杂的有几十个甚至上百个电子元件；有全分立元件电路，也有全集成电路，先实验哪一个电路，没有任何限制。在这些电路中，你总能找到最感兴趣或者是最需要的电路。

电路找到之后，就要首先分析这个电路的原理与结构，所用元器件是否易得？是否适合自己的制作水平？本书的每一例电路均给出了工作原理图，有许多电路还给出了印刷电路板图。

（一）元器件符号与功用

所谓电路原理图，就是说明装置中各元件、器件或单元电路之间关系的结构图。这种图的特点是以元器件的图形符号代替实物，用实线来表示电性能的连接，并按照电路工作的规则绘制的。本书所用的元器件符号如图1.1所示。认识了这些元器件的符号后，还必须了解其实物的基本功用。

1. 电阻。电阻是一种线性元件，主要用途是：限流、降压、分压、分流、匹配、负载、阻尼等。

2. 电容。电容是一种非线性元件，可储存电荷。由于电容器两端的电压不能突变，因此，电容对交流电信号呈低阻，对直流电信号呈高阻，其容抗 $X_C = 1/2\pi fC$ （式中 f 是交流电的频率， C 为电容量）。根据它的特性，在电路中的作用是：隔直、旁路、耦合、滤波、中和、退耦、调谐、振荡等。

3. 电感。电感是一种非线性元件，可储存磁能。由于通过电感的电流值不能突变，所以，电感对直流电流短路，对突变的电流呈高阻。它的感抗为 $X_L = 2\pi fL$ （式中 f 为电流的频率， L 为电感量）。电感在电路中的基本用途是：扼流、交流负载、振荡、陷波、调谐、补偿、偏转等。

4. 晶体二极管。二极管也是一种非线性器件，它正、反两个方向的电阻值相差悬殊，这就是二极管的单向导电性。利用这一特性，它在电路中的作用是整流、检波、箝位、限幅、阻尼、隔离等。

5. 晶体三极管。三极管是一种电流放大器件。在电路中常用作放大，电子开关，阻抗变

普通电阻器		整流检波二极管		光电二极管耦合器		铁芯变压器	
可调电阻电位器		稳压二极管		光电三极管耦合器		中频变压器	
热敏电阻器		发光、发射二极管		继电器		话筒	
压敏电阻器		光敏二极管		直流电动机		运算放大器	
光敏电阻器		单向可控硅		交流电动机		集成电路	
带开关电位器		双向可控硅		互感器		反相器	
无极性电容器		双向触发二极管		桥式整流器		与非门	
电解电容器		PNP型三极管		全桥		或非门	
可变电容器		NPN型三极管		压电陶瓷片晶体		电磁阀	
穿心电容器		场效应晶体管		扬声器		氖泡	
微调电容器		单结晶体管		单芯插座		电压表	
电感线圈		功率场效应管		双芯插座		电流表	
铁芯电感器		电池		指示灯		常开按钮开关	
磁芯电感器		光电池		天线		常闭按钮开关	
磁芯可调电感器		光敏三极管		开关		干簧管	

图1.1 元器件符号

换等。

6. 变压器。它利用电磁感应原理，可变极性，可变幅度地传递交流电信号，并可使初级回路与次级回路相隔离，还可用作阻抗变换。因此，它在电路中的作用是：交流变压（降压或升压），交流信号的耦合与传输，电压平衡，倒相，电流与阻抗匹配等。

7. 集成电路。按照集成规模的不同可分为：小规模集成电路（SSI），中规模集成电路（MSI），大规模集成电路（LSI）和超大规模集成电路（VLSI）。按照其功能性质不同可分为：数字集成电路，模拟集成电路（包括线性集成电路与非线性集成电路）和微波集成电路。按照其制造工艺的不同可分为：半导体集成电路（包括双极集成电路、MOS集成电路）薄膜集成电路、厚膜集成电路和混合集成电路。按照它们的设计用途不同可分为：通用集成电路和专用集成电路。对于这些多档次、多功能、多用途的集成电路，我们只要了解它的引脚功能，逻辑特性，输入、输出特性和它的应用条件及其它一些电参数，便可象其它元件一样，确定它在电路中的具体作用。

8. 显示、指示器件。主要有小电珠，氖泡，发光二极管，数码管等。它们在电路中常用作各种信号指示灯，数字显示等。小电珠虽然耗电较多，体积也较大，但发光亮度高，清晰

明辨。氖泡尽管起辉电压要求高，但长寿省电。发光二极管LED是当代电子装置中应用得最多的指示器件。它具有使用电压低，寿命长，耗电省，响应快等一系列优点，用它还可以方便地组成数字及各种图案、文字等。

9. 执行器件。包括继电器，电磁铁，电磁阀，可控硅开关等。它们在电子装置中的作用是开关和作某些机械性动作。

10. 电声器件和敏感元件。耳机、扬声器、压电陶瓷片、电磁音响器等均为电声器件，它们在电路中的作用是担任电→声转换。光电池、光敏电阻、气敏管、黑白元件，驻极体话筒，热释电器件等等均属于敏感元件。它们在电路中常用作各种探测传感器，它们可以将物理量转变成相应的电信号。当然，不同的敏感元件在不同的电路中的应用是不尽相同的，应根据它们在具体电路中所能起到的作用加以分析。

(二) 识图实例

这是一个台灯的电子无级调光器电路原理图(见图1.2所示)。由元器件的图形符号可知，该调光器是由二极管，电阻，电容器，电位器，单向可控硅元件，单结晶体管，电源开关及照明灯泡所组成，从W与K之间的虚线可知，该开关与电位器是联在一起的，属于同一个电子器件。又根据各元件在电路中的连接关系，该电路可分割为三个组成部分

1. 整流电路。是由二极管 $D_1 \sim D_4$ 组成。它的作用是将220V的交流电压变为脉动的直流电压。

2. 无触点开关电路。该开关由可控硅SCR担任，当它导通时就构成了整流回路，负载(白炽灯ZD)点亮。

3. 自激多谐振荡器。它由 R_2 、W、C、 R_3 、 R_4 和BG组成。其中 R_2 、W、C构成了充放电回路，导通时使BG振荡。 R_4 是为了从BG的 B_1 极上取出脉冲信号而设置的； R_3 是作温度补偿用的。该自激多谐振荡器的振荡周期可由下式近似算出：

$$T \approx (R_2 + W) C \ln \frac{1}{1 - \eta}$$

式中 T 为振荡周期， η 为BG的分压比。一般取0.3~0.8，此值由单结管内部结构确定。 R_1 是电路的限流降压电阻。 R_2 的阻值大小决定了台灯的起始亮度。弄清楚了各个元件在电路中的作用后，该电路的工作原理可连贯地表述如下：220V市电经由 $D_1 \sim D_4$ 组成的全桥电路整流后，变为脉动的直流电压加在单向可控硅SCR的阴阳极之间。其电压由 R_1 降压限流后供给BG工作。电源通过 R_2 、W向C充电、使单结管BG产生 $T \approx (R_2 + W) C \ln \frac{1}{1 - \eta}$ 的振荡信号，该信号从BG的 B_1 端取出后触发SCR导通。此时有电流通过ZD使之发亮。调节W，可以改变电路的振荡周期，因而可以改变BG的 B_1 极脉冲输出时间，使SCR的导电角改变，达到

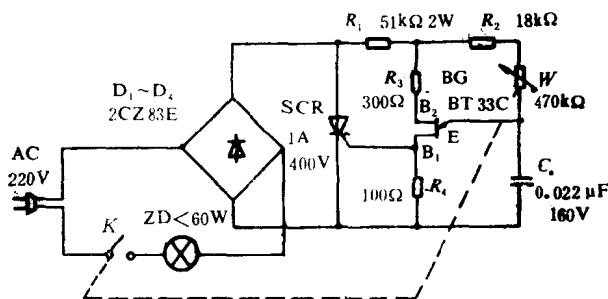


图1.2 无级调光电路

改变ZD两端电压,调节灯光亮度目的。电路的工作原理与元器件的功用弄清楚之后,就可以着手准备该电路的元器件了。

二、元器件筛选与测试

在动手准备元器件之前,可以对照电路原理图列出所需元器件的清单。为了保证在试制的过程中不浪费时间,减少差错,同时也保证制成后的装置能长期稳定地工作,试装前必须对所用元器件进行检查和筛选。

在正规的电子工厂里,都设有专门的筛选检测车间,但对于业余电子爱好者来说,按照正规工厂的程序进行检测筛选是不太可能的,但是绝不能放弃对元器件的筛选和检测工作,因为许多电子爱好者所用的元器件是邮购而来的,有正品,也有次品,更多的是业余品和利用品,如试装之前不加以检测和筛选,就不能保证电路的成功和长期稳定地工作,装成后还会因某些元件失效而影响整机性能,要查找故障,反而浪费更多的时间。

(一) 外观质量检查

拿到一个电子元器件之后,应看其表面有无明显的刻痕,凹陷,锈斑。如系光电器件,还要看它的聚光镜是否圆滑端正,其元件的引脚是否完好无损,有无严重的锈蚀现象。除此以外,还要看一看元器件的各种标志是否清晰。对于电位器,可变电容器等之类的可调元件,还要检查在调节范围内活动是否平滑、灵活,松紧是否合适,应无机械噪声,并确保各开关、触点等接触良好。

(二) 电气性能的筛选

要保证装置能长时间连续地通电工作,并且经得起应用环境和其它因素的考验,在试装前要求对所用的电子元器件进行筛选。所谓筛选,就是对电子元器件施加一种应力或多种应力试验,暴露元器件的固有缺陷,而不破坏它的完整性。筛选的理论是:如果试验及应力等级选择适当,劣品会失效,而良品则会通过。人们在长期的生产实践中发现新制造出来的电

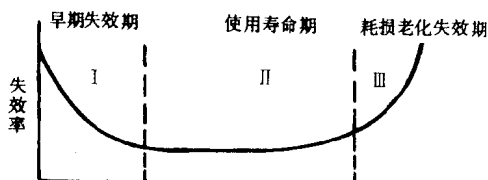


图1.3 电子元件效能曲线

子元器件,在刚投入使用的时候,一般失效率较高,叫做早期失效,经过早期失效后,电子元器件便进入了正常的使用寿命阶段。一般来说,在这一阶段中电子元器件的失效率会大大降低。过了使用寿命期,电子元器件便进入了耗损老化失效期。这个规律、恰似一条浴盆曲线,见图1.3所示。电子元器件早期失效的原因,是由于在设计 and 生产时所选用的原材料或工艺

措施不利而引起的。元器件的早期失效是十分有害的,但又不可避免,因此在正规的电子工厂里通常采用人工老化的方法来对它们进行筛选,给电子元器件通电、加热试验等,使它们内部潜在的故障尽早地暴露出来,然后进行电气参数的测量,剔除那些失效或变质的元器件,使电子元器件一进入整机中就开始进入使用寿命期,从而减少整机故障率,延长平均无故障工作时间,保证它们能长时间稳定地工作。

在正规电子工厂里采用的老化筛选项目一般有：高温存贮老化；高低温循环老化；高低温冲击老化和高温功率老化等等。其中高温功率老化是给试验的电子元器件通电，模拟实际的工作条件，再加上 $+80^{\circ}\text{C}\sim +180^{\circ}\text{C}$ 的高温经历几个小时，这是一种对元器件多种潜在故障都有检验作用的有效方法，也是目前采用得最多的一种方法。对于业余电子爱好者来说，在单件电子装置的制作过程中，是不太可能采用这些方法进行老化处理的，而是采用自然老化的方式，例如使用前存放一段时间，比如说一年时间，让电子元器件自然地经历夏季高温和冬季低温的试验，然后再来检测它们的电性能，看是否符合要求、优存劣汰。对于一些急用的电子元器件，也可以采用简易的电老化方式，可采用一台输出电压可调的脉动直流电源，使加在电子元器件两端的电压略高于元件额定的工作电压，调整流过元器件的电流强度，使其功率为1.5倍额定功率，通电几分钟，利用元器件自身的特性而发热升温，完成简易老化过程。

（三）元器件的测试

经过了外观检查及老化处理后的电子元器件，还必须进行电气参数的测量，以剔除那些已经失效的元器件。对于不同的电子元器件有不同的测量仪器，但业余电子爱好者一般不具备这些专用的电子测试仪器，但万用电表是应该有的，利用万用电表也可以对某些电子器件进行粗略的测试。

1. 电阻器。它是电子装置中应用得最多的一种元件，也是最便宜的电子元件之一。相对来说，这种元件的损坏率低些，即使有损坏也是比较容易辨认的。现在大多使用色环电阻，因此其阻值可根据电阻上的色环认出。采用色环标志电阻器的好处是从各个方向都能清楚地看到其阻值与误差，在调试和修理过程中不必拨动元件就能识别。

普通色环电阻采用了四道色环表示。见图1.4所示。紧靠电阻端的为第一色环，其余依次为第二、第三、第四色环。第一色环表示阻值的第一位数字，第二色环表示阻值的第二位数字，第三色环表示二位数字后应乘上的倍数，第四色环表示阻值的允许误差，其他色环含义见表1.1

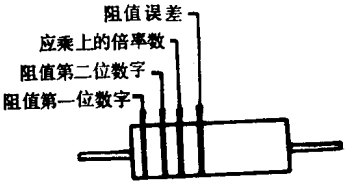


图1.4 普通电阻阻值的色环表示法

表 1.1

颜 色	数 值	应 乘 的 倍 率 数	误 差
黑	0	$10^0 = 1$	
棕	1	$10^1 = 10$	$\pm 1\%$
红	2	$10^2 = 100$	$\pm 2\%$
橙	3	$10^3 = 1,000$	
黄	4	$10^4 = 10,000$	
绿	5	$10^5 = 100,000$	$\pm 0.5\%$
蓝	6	$10^6 = 1,000,000$	$\pm 0.2\%$
紫	7	$10^7 = 10,000,000$	$\pm 0.1\%$
灰	8	$10^8 = 100,000,000$	
白	9	$10^{-1} = 0.1$	
金		$10^{-2} = 0.01$	$\pm 5\%$
银			$\pm 10\%$
无色			$\pm 20\%$

所示。如有一只色环电阻为：蓝灰黑银。查表可知，蓝——6，灰——8，黑——1，银—— $\pm 10\%$ ，因此该电阻的阻值应为 $68 \times 1 = 68\Omega$ ；其误差为 $\pm 10\%$ 。又有一只电阻的色环标志为：棕绿红金。查表得：棕——1，绿——5，红—— 10^2 ，金—— $\pm 5\%$ 。因此该电阻的阻值为 $15 \times 10^2 = 1.5k\Omega$ ，其误差为 $\pm 5\%$ 。注意，普通电阻用三道色环表示时，说明该电阻的误差为 $\pm 20\%$ 。

精密电阻通常用五道色环来表示，见图1.5所示。第一、二、三道色环表示阻值的三位数字，第四道色环表示三位数字后应乘上的倍率数，第五道色环表示阻值所允许的误差。如有一只精密电阻的色环依次为白绿橙橙蓝，查表得：白——9，绿——5，橙——3，橙—— 10^3 ，蓝—— $\pm 0.2\%$ ，因此该色环电阻的阻值应为： $953 \times 10^3 = 953k\Omega$ ，其误差应为 $\pm 0.2\%$ 。

2. 电容器。电容器也是电子装置中用得最多的元件之一，它的质量好坏直接影响到整机的性能。在检查电容器时，如果电解电容器的贮存期超过三年以上，可以认为该元件已失效。有些电容器没有年限标志，外观也完好无损，肉眼很难判断出它的质量问题，此时亦可用万用电表来检测。

电容器常见的故障有击穿，漏电和失效。用万用电表的欧姆档检查电容器是利用了电容器充放电原理进行的，这时应选用欧姆档的最高量程（ $R \times 1k\Omega$ 或 $R \times 10k\Omega$ ）来测试。见图1.6所示。当两根表棒与电容器两引脚相碰时，表针先向顺时针方向偏转一个角度，然后很快返回到 ∞ 位置。交换表棒位置时再碰一次，表针又摆动一下复原，并且这一次的摆动幅度比前一次要大。测量时，表针摆动角度的大小与电容器容量的大小成正比关系，其容量越大，摆动的角度也越大，反之则小。利用这个特点，我们可以大致比较两个电容器容量的大小。

测试电解电容器时，由于其引脚有正、负极之分，应将红表棒接电容器的负极，黑表棒接电容器的正极，这样测量出来的漏电电阻才是正确的。反接时，一般漏电电阻要比正接时小，利用这一点，还可判断出无极性标志的电解电容器的极性。如果电容器的容量太小，如在 $4700pF$ 以下，就只能检查它是否漏电或击穿，如果在测量中，表针摆动一下后回不到 ∞ 处，而是停留在某一数值上不动，说明该电容器漏电严重；如果表针一摆停留在0处，根本不返回，说明电容器已经击穿短路。在检测 $4700pF$ 以下的电容器漏电时，也可以采用图1.7所

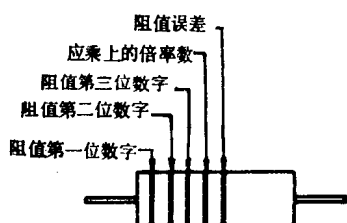


图1.5 精密电阻阻值的色环表示法

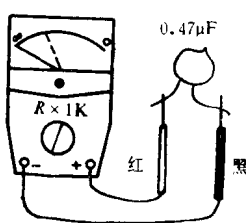


图1.6 电容器的测试

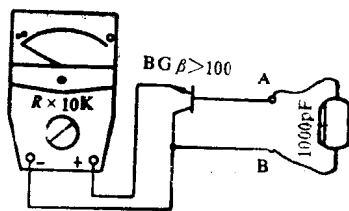


图1.7 电解电容器的测试

示的方法。在万用电表与被测电容器之间加一只NPN型硅三极管，要求 $\beta \geq 100$ ，集电极-发射极之间的耐压应大于 $25V$ ， I_{CBE} 越小越好，被测电容器接到A、B两端。由于三极管BG的电流放大作用，较小的电容量也能引起表针的较大幅度摆动，然后返回到 ∞ 位置，如不能返回到 ∞ 处的，则可估测出漏电电阻。对于双连可变电容器，拉线电容器等，也可用上述方法判

* 三极管的集电极，发射极的辨认参见本节4.三极管。

断它是否发生碰片或漏电。

3. 二极管。用万用电表测量二极管时, 可选用 $R \times 1k\Omega$ 档, 由于二极管具有单向导电性, 它的正、反向电阻是不相等的, 两者相差越大越好。对于常用的小功率二极管, 反向电阻应比正向电阻大数百倍以上。用红表棒接二极管的正极, 黑表棒接它的负极, 测得的是反向电阻。反之, 红表棒接二极管的负极, 黑表棒接它的正极, 测得的是正向电阻。锗二极管的正向电阻一般在 $100\Omega \sim 1k\Omega$ 左右; 硅二极管的正向电阻一般在几百欧至几千欧。如果测得其正、反向电阻都是无穷大, 说明该二极管内部开路; 如果正、反向电阻均为0, 说明二极管内部短路; 如果正、反向电阻相差无几, 说明二极管失效。出现以上三种情况的二极管均不能使用。

4. 三极管。三极管是电子装置中的重要元件, 它的质量优劣直接关系到系统工作的可靠性与稳定性, 因此, 它是最需要老化和筛选的元件之一。已知一个三极管的型号和管脚排列, 可采用以下简易测试法来判断它的性能。应该注意的是: 对一般小功率三极管, 不宜采用 $R \times 10k\Omega$ 档进行测试, 以免表内的高压损坏三极管。

(1) 检查管子穿透电流的大小。如图1.8所示。图中被测的三极管是NPN型, 如测试PNP型三极管, 其表棒应与管脚对调, 见虚线所示。万用电表的量程一般选用 $R \times 100$ 或 $R \times 1k\Omega$ 档, 要求测得的电阻值越大越好, 对于中功率的锗管, 此值应大于数千欧; 对于硅管, 此值应大于数百千欧。如果所测得的数值过小, 说明管子的穿透电流大, 管子的性能不好。如果测量时万用电表的表针摇摆不定, 说明管子的稳定性很差。如果测得的阻值接近于0, 说明管子内部已击穿短路、不能使用。

(2) 检查三极管的放大性能 β 值。如果被测管是NPN型, 可按图1.9方式连接; 如果被测管是PNP型, 则按图中虚线所示方法连接。测量时, 表针应向右偏转, 其偏转角度越大, 说明管子的放大倍数 β 越大。如果加上电阻 R 之后表针变化的角度不大或根本不变化, 则说

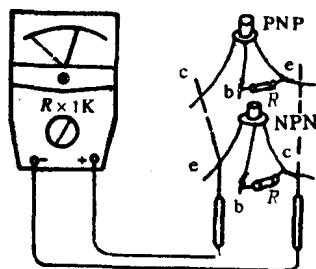


图1.8 三极管的测试

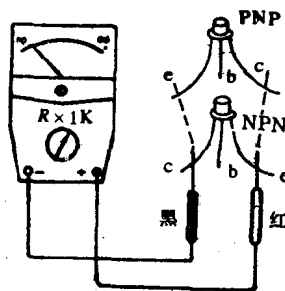


图1.9 估测三极管的放大倍数(β)

明管子的放大作用很差或者已经损坏。 R 值可在 $51k\Omega \sim 100k\Omega$ 之间选取。也可以利用人手电阻, 用手捏住管子的 cb 两极, 但不要使它俩短路, 以手的皮肤电阻来代替 R 。

对于结型场效应管, 已知型号与管脚, 如果用万用电表测栅极(G)和源极(S)之间, 栅极(G)与漏极(D)之间没有PN结电阻, 说明管子已坏, 用万用电表的 $R \times 1k\Omega$ 档, 其表棒分别接在场效应管的 S 极和 D 极上, 然后用手碰触管子的 G 极, 若表针不动, 说明管子不好; 若表针有较大幅度的摆动, 说明管子可用。

以上所述的管子测试虽是粗略的, 但一般都切实可行, 如欲进行更严格的筛选, 则宜用专门的测试仪器。

5. 集成电路。对于集成电路的测试，业余电子爱好者似乎没有什么特别的方法，用万用电表进行测试时，只有对照已知的集成块引脚数据，用测得的数据与已知的数据对比，从而判断出被测集成块的好坏。也可以搭一个简易的试验电路，将集成块插进去，如能完成某些功能或符合某种逻辑关系便可用。如果你有时间也乐于动手的话，不妨自制些简易集成电路专用测试仪器，以方便以后的电子电路制作。

6. 其它电子元件。如变压器、扬声器，开关，中周等，主要用万用电表的欧姆档来判断它们的通断情况，其测试比较简单，这里就不赘述。

三、电路的试装

在元器件筛选和检测之后，便可进行电路的试装。所谓试装，就是按照电原理图，用电子元件在电路试验板上将电路搭出来，通过对它的电信号检测，电路功能的试验，调整电路元器件的参数，必要时还可对原电路设计进行修改和补充，其目的是使原电路设计更加完善，电路的性能更高。

(一) 电路试验板

电路的试装通常是在电路试验板上进行的，它起着固定，连接，承载各元器件的作用。电路试验板的形式有多种，主要有以下三种类别。

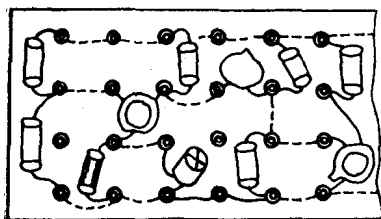
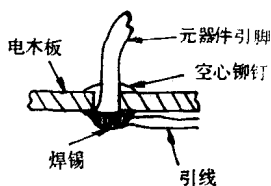


图1.10 铆钉式电路试验板



1. 铆钉式电路试验板。这是比较早期的试验板，通常是在酚醛电木板上均匀地钻些小孔，然后把内径为 $\phi 1.0\text{mm}$ 的铜质空心铆钉铆在电木板上制成的。它利用铆钉孔插焊元器件，用导线将各焊点及外接电路连接起来。如图1.10所示。

2. 印刷电路试验板。制作这种试验板的材料可选用单面或双面敷铜板，宽度约为60mm左右，其长度可以任意选择。一般在90mm~120mm即可。如图1.11所示。在进行电路方案

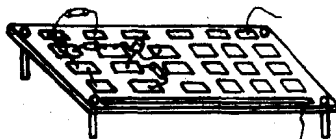
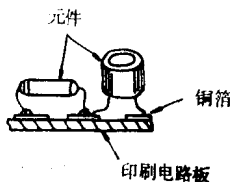
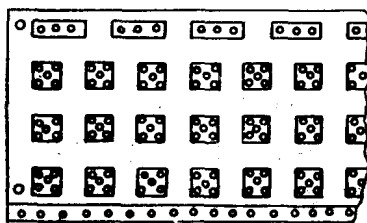


图1.11 印刷电路试验板

试验时, 可以将电子元件直接焊在铜箔面上, 并用导线将各焊点连接起来。

3. 插接式电路试验板。这是一种不用焊接的电路试验板。其面板上设置有许多插孔, 如图1.12所示。它采用了标准的2.54mm孔间距离, 可以方便地插接集成电路和各种微电子元件。它的两侧各有6行59列插孔, 试验板的中间是一条间隔槽, 其中A、B、C、D、E五孔内部连接, F、G、H、I、J五孔内部连接, 两侧的X、Y列为内部横向连接, 这两列插孔可作为电源正极和负极的插孔。

这三种类别的电路试验板的特点分别是: 铆钉式的简单易制, 成本低廉。印刷电路板的美观、焊接牢固, 接近实际电路样机。插接式在电路试验过程中不用焊接, 元器件不易损坏, 并可随时更换元器件的位置和连线, 很适合集成电路和微型元件的插接试验。但它的缺点是有时接触不良, 由于它并行引线缘故, 比较容易产生分布电容, 不宜在高频条件下工作, 且连接用的导线直径不应大于 $\phi 0.8\text{mm}$, 另外其造价也较高。

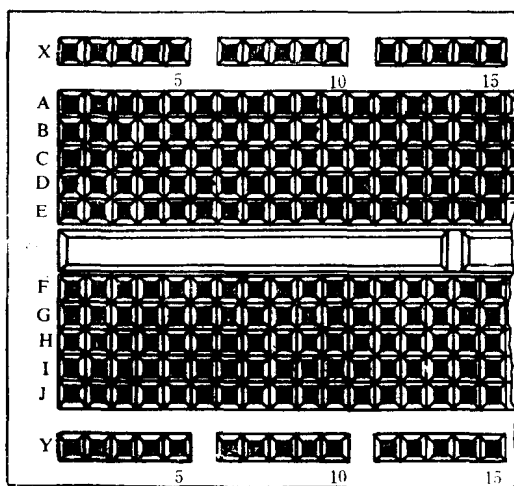


图1.12 插接式电路试验板

(二) 试验注意事项

1. 所用元器件的引脚最好不要剪得太短, 因为这些元器件还可以重复使用。待电路试验完毕后, 可将元器件从试验板上拆下来, 剪去引脚已焊接过的部分, 即又完好如初。

2. 试验时, 要采用最少的引线方案。因为在试验的过程中, 元器件的引脚较长, 且要将元件拨弄进行检测和调试, 较容易发生元件引脚之间, 导线之间, 元件与导线之间的短路现象, 严重时损坏元件。如果采用插接式试验板, 拨弄多次还会产生接触不良现象, 检查起来也是颇费神的。

四、印刷电路板的设计与制作

所谓印刷电路板, 就是利用薄的导电线条, 在各工序通过各种工艺方法, 将电路布线图形复制在绝缘基板的表面或内部的电路。最早的印刷电路板设想是由一位日本人提出的, 并于1936年申请了日本专利。1941年前后, 一位英国博士提出了另一种制作印刷电路板的新方法, 即在整块绝缘基板表面上敷上一层金属箔, 然后采用照相或印刷布线技术, 在金属箔上把要进行电气布线的部分作成耐酸性的保护膜, 并用化学药品溶解掉除去电气布线部分以外的金属箔。这种印刷电路板的制作方法一直沿用至今, 并且制作工艺不断地更新进步, 由单面向双面发展, 由单层向多层立体化结构发展。当代的电子产品已经离不开印刷电路板了, 因为采用印刷电路板可以大大缩小设备的体积, 使其结构更简单、布局更合理紧凑, 同时也显得更加美观。在大生产的流水线中可全部实行自动化, 制成后的产品可靠性更高。使用印刷电路板还有利于调试与维修, 必要时可用整块备用板来代替有故障的电路板, 可以快速排

除故障。对于电子初学者来说,使用印刷电路板制作电子装置还可以减少差错,并使制作变得简单而有条理。

(一) 确定元器件及其装配方式

设计装配方式前,要求整机电路基本定型,同时还要根据整机的体积及机壳的尺寸来安排元器件在印刷电路板上的装配方式。装配方式一般有直立式,俯卧式和混合式三种。

1. 直立式。这种安装方式如图1.13所示。电阻、电容等元件都是竖直安装在印刷电路板上的。这样做,在一定的面积内可以安装较多的元件,同时元件的排列也比较紧凑。缺点是元件的引线过长、不太适合频率较高的电路采用。

2. 俯卧式。这种安装方式见图1.14所示。电阻、电容等元件均是俯卧于印刷电路板上的。这样做可以降低元件的排列高度,减小整机体积,同时元器件的引线也最短,适合频率较高电路的技术要求。

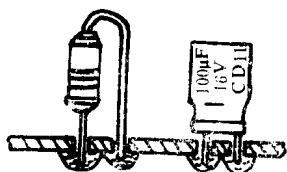


图1.13 直立式装配



图1.14 俯卧式装配

3. 混合式。为了适应各种不同条件的要求,在一块印刷电路板上,有的元器件要求直立安装,也有的元器件要求俯卧式安装。这受到电路结构程式和机壳空间尺寸的制约,同时与元器件的尺寸和结构形式也有关系。

(二) 元器件配置布局应考虑的因素

印刷电路板的布局排列并没有统一固定的模式,每个设计者都可以根据具体情况和习惯来进行工作,元器件的一般布局原则是:

1. 印制板最经济的形状是矩形或正方形,一般应避免设计成异形,以降低成本。
2. 如果印制板是矩形,元件长度方向一般应与印刷电路板的长边平行,这样不但可以提高元件的装配密度,而且可使装配好的印刷电路板更美观。
3. 元件的配置与安装必须考虑到足够的机械强度,要保证元件和印制板在工作与运输过程中不会因振动、冲击而损坏。重量为15g以上的元器件应考虑使用支架或卡子加以固定,不宜直接将它们焊接在印刷电路板上。
4. 一些元件,特别是放大器的输入与输出部分,应尽可能地设计到靠近印刷电路板外部连接的插头部分。当然,如果存在着寄生耦合,例如相邻导线间的电信号串扰,就不能使它们的引线靠得太近。
5. 对于一些易发热的元件,如功放管,大功率的电阻,电源变压器等,应尽量靠近机壳框架,因为框架具有一定的散热作用。对温度敏感的元件,如锗三极管,电解电容器等,应尽量远离热源区,而耐热元件应尽可能设计到印制板上最热的区域内。
6. 应尽量缩短元件之间的引线,尽量避免导线的交叉,设法减小它们的分布电容和互相