

无线电

爱好者(中)——

仪器仪表工具制作改进修理

《电子文摘报》社编
《家庭电子》杂志社



成都科技大学出版社

7N8

384222

无线电爱好者丛书(中)

仪器仪表工具制作改进修理

《电子文摘报》社
《家庭电子》杂志社 编



成都科技大学出版社

• 1995 •

384222

〔川〕新登字 015 号



责任编辑:谭进 尤颐文 曹琳

技术设计:尤颐文

封面设计:朱梅

无线电爱好者丛书(中)
仪器仪表工具制作改进修理
《电子文摘报》社
《家庭电子》杂志社 编

成都科技大学出版社出版
新华书店重庆发行所经销
四川省现代科技彩印厂胶印

开本:787×1092 毫米 印张:12.5
1995 年 4 月第 1 版 印次:1995 年 4 月第一次印刷
字数:290 千字 印数:1—10000 册
ISBN7—5616—2992—3/TN·66
全书定价:45.00 元 中册定价:13.00 元

内容提要

DL16/17

该书选编了近 200 例用万用表测试各种元器件参数及电路性能指标和各种检测仪器电路,包括用万用表测试电阻、电压、电流、电容、晶体管、二极管、晶体等电路,万用表的改进,示波器的制作,各种检测器和信号发生器电路等。另外还介绍了万用表、测电笔等仪器仪表的使用和修理。该书是一本实用性较强的工具书。



前 言

近年来,我国的电子工业有了突飞猛进的发展,广大无线电爱好者和维修人员接触的各种电子电路和元器件越来越多,如何判定元器件的好坏,怎样测试元器件的参数,是一个比较困难的问题。为了使无线电爱好者能够迅速准确地判别各种元器件,正确使用改进和维修各种仪器、仪表,我们编写了这本《仪器仪表工具制作改进修理》一书。

该书选编了近 200 例用万用表测试各种元器件参数及电路性能指标和各种检测仪器电路,包括用万用表测试电阻、电压、电流、电容、晶体管、二极管、晶体等电路,万用表的改进,示波器的制作、各种检测器和信号发生器电路等。另外还介绍了万用表、测电笔等仪器仪表的使用和修理,该书是一本实用性较强的工具书。

该书在编写过程中,参阅了一些电子报刊,得到了《电子文摘报》社和《家庭电子》杂志社的大力支持,郑继军同志参加了编选工作,特表示感谢。由于我们的水平有限,书中尚有不妥之处,敬请广大读者给予批评指正。

编 者
1994 年 12 月

目 录

第一章 电路及制作

1. 超小型万用表	1
2. 自制 500 型万用表〔附加器〕	1
3. 万用表附加器	2
4. 万用表附加器——相位测试仪	2
5. 测试三极管的万用表附加装置	3
6. 用万用表作场强计	4
7. 万用表 Ω 档巧加音乐装置	4
8. 直流电流表改为交流电流表两法	5
9. 数字电表附加电路	5
10. 数字表测 LC 附加仪	5
11. 数字万用表的测温探头	6
12. 数字万用表电源报警装置	7
13. 数字万用表加装自动关机电路	7
14. DT890B 型数字万用表小改进	8
15. 热电流计基本电路两种	8
16. 直流毫伏表	8
17. 简易毫伏表的制作	9
18. 毫伏表制作体会	10
19. 简易 LED 电压表	11
20. 高灵敏音频电压表	11
21. 可测峰值电压的附加电路	12
22. 射频电路用的电表	12
23. 用于数字电压表/频率计的 40MHz 配接电路	13
24. 用数字集成电路装制的 0~50MHz 频率表	13
25. 电子兆欧表	14
26. 用 555 制作电子兆欧表	15
27. 制作 SWR 表	16
28. 制作终端型功率表	16
29. 专用低功率计的制作	16
30. 家用电度表的改进	17
31. 自制测试记录两用表笔	18

32. 一种简便的万用表表笔辅助夹	18
33. 用圆珠笔芯自制测试棒	18
34. 毫欧表	18
35. 毫欧测量适配器	22
36. 线性刻度的欧姆表	23
37. 线性刻度欧姆表	24
38. 电导计	24
39. 自制小电阻测试器	24
40. 精确的数字式电容测试仪	25
41. 简易电容仪	25
42. 自制简易电容表	26
43. 数字电容表	27
44. 电容测试表	27
45. 音响式电容测量计	29
46. 电容计	30
47. 数字万能表用电容量测定附加器	30
48. 精度为 0.3% 的电容测试器	31
49. 简易晶体管配对器	32
50. 晶体管快速挑选器	33
51. 晶体管选测器	33
52. 测量用精密整流器	33
53. 性能优良的双线示波器制作	34
54. 示波器触发的改进	44
55. 利用示波器构成电容表	45
56. 多用电子测试仪	45
57. 便携式 100~1000MHz 驻波比测试仪	47
58. 脉冲丢失检测器	48
59. 长、短脉冲识别器	49
60. 自制脉冲信号测量探头	49
61. 逻辑电平检测器	50
62. 峰值检测电路	51
63. 测量 4~220V 电压的探测器	51
64. 25kV 极高压探测器	51
65. 音乐型高压遥测器	52
66. 家用电器漏电有效值检测器	53
67. 稳压源输出瞬变检测器	53
68. 玲巧的信号寻迹器	54
69. 介绍一种简单实用的故障寻迹器	55

70. 短路探测器	55
71. 行输出变压器短路测试仪	56
72. 变压器绕组匝间短路的检测装置	57
73. 线圈短路测试器	57
74. 实用线圈短路测试器的小改进	57
75. 自制电源线探寻器	58
76. 简易多用寻线器	59
77. 自制最简单的导线侦断仪	59
78. 断线电缆检测仪	60
79. 断路检测器	61
80. 断线部位探测器	61
81. 自制声光断线检测器	62
82. 声频测试仪	62
83. 简易高、中、音频寻迹仪	62
84. 超声波多普勒探测器	63
85. 灵敏的磁带检波探头电路	64
86. 金属探测器	65
87. 金银首饰电子鉴别仪	65
88. 盲人用水探测器	66
89. 自制实用逻辑探测器	67
90. 简易逻辑探针	67
91. 温度探针	68
92. 方向探测器	68
93. 简单的直观测光表	69
94. 电子测光表	69
95. 黑暗检测器	69
96. 电源故障检测器	70
97. 简易实用的石英晶体检测器	70
98. 电子电路故障在路检测仪	71
99. 录像磁头位置检测器	72
100. 静电检测器	73
101. NE567 检测器	73
102. 红外检测器	74
103. 会发声的连续性检测器	74
104. 发光二极管式的信号电平测试器	75
105. 自制 UPS 电瓶测试器	76
106. 简单实用的击穿电压测试电路	77
107. 用万用表表示值的齐纳电压测试器	77

108. 交直流高压测试器	78
109. 简单的变压器测试器	78
110. 测量磁感应强度的装置	79
111. 家用电子身高测试器	80
112. 音响设备的噪声和失真系数测试仪	80
113. 晶体管 h 值简易测试器	82
114. 低廉的晶体管测试器	84
115. 晶体管在线测试仪	84
116. 晶体管配对测试器	85
117. MOS 场效应晶体管测试器	86
118. CMOS—LED 小功率晶体管在线测试器	90
119. FET 的 V_P 、 V_{OS} 测试器	90
120. 可控硅简易测试器	91
121. 可控硅整流器测试电路	91
122. 可控硅测试器	92
123. 实用可控硅测试器	93
124. 多样化的晶体测试器	94
125. 简易电容/频率两用测试器	94
126. 电池内阻测试器	96
127. 电池电容量检查电路	97
128. 电源负载测试器	97
129. 相位差测试器	97
130. 简易三相相序测试器	99
131. 音响逻辑测试器	99
132. 伺服电机测试器	100
133. 录像机磁头放大器测试器	100
134. 快速测量 Video 信号幅度电路	101
135. LM324 测试器	102
136. 新型抗感应电试电笔	102
137. 方便玲珑的测电笔	103
138. 新颖多用测电笔	103
139. 新型试电笔	104
140. 闪光式试电笔	104
141. CMOS 逻辑测试笔	105
142. 自制音乐测电笔	105
143. 对氖泡式电笔的改进	105
144. 测量电源相序电压的两用测试笔	106
145. 音乐 IC 感应测电笔	106

146. 音响式测电笔	107
147. 高频电压测试笔的制作	107
148. 利用旧品制作几种试验器	108
149. 感应式验电器	109
150. 电子验电器	109
151. 电气安装工用多功能试验器	110
152. 脉宽指示器	111
153. 简单的多状态指示器	111
154. 焊接电流指示器	112
155. 电流跟踪器	112
156. 新型 LED 电压指示器的制作	114
157. 直流电压的指示与监测	115
158. 电瓶状况指示器	115
159. 摩托车蓄电池电压指示器	115
160. 电冰箱温度显示器	116
161. 手摇钻垂直指示器	117
162. 微型电钻用高效调速器	117
163. 录音机带速核准器的制作	118
164. 袖珍式电子校音器	118
165. 时钟自动校时器	119
166. 1 分钟至 20 小时的定时器	120
167. 简易型电子血压计	121
168. 家庭音乐电疗仪	122
169. 袖珍电疗器	122
170. 新一代电子听诊器	123
171. 挑选 5G1555 的小仪器	125
172. 计步器与自行车里程计	125
173. 微波炉故障分析仪制作	126
174. 低频磁场计	132
175. 场强仪	133
176. 自制场强计	133
177. 立体声平衡仪	133
178. 简易地动仪	134
179. 电子音乐水平仪	134
180. 简易逻辑分析仪	135
181. 微型信号发生器	136
182. 简易信号发生器	137
183. 实用逻辑信号发生器	137

184. 袖珍音频讯号发生器	138
185. 简单实用的高频信号发生器	138
186. 简单易制的 RF 信号发生器	139
187. 电视伴音图像信号发生器	140
188. 简易 UV 电视信号发生器	140
189. 实惠的条形信号发生器	141
190. 使用 555 的脉冲发生器	142
191. 实用易制的多用途高压发生器	142
192. 用一片 IC 做成的袖珍两用仪	143

第二章 使用及应用

1. DT—890 型数字万用表资料	145
2. 便携式数字万用表	148
3. 测量“电感量”的简便方法	152
4. 用普通万用表测量电容量	152
5. 用万用表测电容应注意的问题	153
6. 用万用表测量稳压二极管稳压值	153
7. 用数字万用表测在线二极管三极管	153
8. 光电耦合器中发光二极管外部引线识别	154
9. 数字万用表测大电阻的技巧	154
10. 用 DT—830 型数字万用表测量大电阻	154
11. 万用表扩大电阻量程电路	155
12. 万用表 H_{FE} 档的妙用	155
13. 万用表的妙用	155
14. 用万用表测量水果的甜度	156
15. 用万用表判别压电蜂鸣片的好坏	156
16. 万用表动圈式表头的测试	156
17. 数字万用表的扩展应用两例	157
18. 用 TL431 提供数字表基准电压	157
19. 巧用兆欧表	157
20. 使用兆欧表易被忽视的问题	158
21. 用兆欧表检测小容量电容器	158
22. 万用电表使用注意事项	158
23. 兆欧表的妙用	159
24. 摇表的妙用	159
25. 500 型万用电表的简易保护	160
26. 万用表的保护	161
27. 万用表又一保护装置	161

28. 误用 500—2 型万用表的档位是否损坏?	161
29. 万用表表面罩壳不宜用酒精擦洗	162
30. 万用表防磁一例	162
31. 降低电流表内阻的方法	162
32. 利用电流表查找故障	163
33. UP311、UP318(3½、4½位)LED 数字面板表应用(一)	163
34. UP311、UP318(3½、4½位)LED 数字面板表应用(二)	164
35. 一种扩展表头量程的数字化方法	165
36. 测电笔避光测试简法	165
37. 巧用验电笔	166
38. 用测电笔测试高压硅堆	166
39. 电笔使用点滴	167
40. 巧用数调收音机作高频计	167
41. 行频信号校准频率计	167
42. 电缆长度测定一法	167

第三章 修 理

1. 电子仪器仪表的检修法	168
2. 稀疏排列法修复万用表	168
3. 介绍一种万用表修理法	169
4. 万用表 ACV 档修复经验	169
5. 万用表的故障分析及检修	169
6. 指针式电表的修理	173
7. 测量仪表检修二例	176
8. 万用表常见故障检修	176
9. 万用表特殊故障一例	177
10. MF30 型万用表表针晃动的检查方法	177
11. 万用表简易修理一例	177
12. 万用表动圈开路的应急修复	177
13. MF—47 型万用表故障维修	178
14. MF—50 型万用表检修一例	178
15. 万用表的应急修理	178
16. MF386 型万用表调零旋钮的小改进	179
17. 数字万用表的检修常规	179
18. 数字万用表故障分析方法	180
19. 故字万用表维修一例	181
20. 数字万用表检修一例	181
21. DT—830 型数字式万用表故障一例	181

22. 快速检修数字万用表	182
23. DT—830 型数字万用表故障检修	182
24. DT—890A 型数字万用表显示值变化检修	182
25. DT—890A 型数字万用表损坏的修理	183
26. DT—890B 型数字万用表维修一例	183
27. DT—890B 型数字万用表的检修	184
28. 数字万用表检修一例	184
29. DT—890 型数字万用表检修一例	184
30. 电压表故障一例	184
31. 电度表误差检查法	185
32. 家用电表故障分析	185
33. XD—1 型低频信号发生器故障一例	186
34. ST—16 型示波器电源及显示系统常见故障检修	186
35. 示波管屏蔽罩磁化后的简易处理	186

第一章 电路及制作

1. 超小型万用表

该超小型万用表体积仅为 $40 \times 80 \times 17\text{mm}$, 可以很方便地装在衣服口袋里或挂到腰上。

图 1-1 是超小型万用表的外形, 图 1-2 是其内部电路。电路中的表头采用目前常用的 91L16 型 $0 \sim 300\text{V}$ 小电压表头, 这种小表头的内阻为 430Ω , 满度电流为 0.5mA , 如果读者手头的表头不是这个参数, 则需重新设计外围元件值。

超小型万用表共设六个档位, 分别是交流 500V 、直流 2.5V 、 25V 、 250V 电压档和 $R \times 1\text{k}\Omega$ 电阻档及直流 0.5mA 电流档。档位转换开关 K_1 是一普通二刀三位拨动开关, 另有一只单刀双位开关 K_2 配合作功能转换。电阻档所采用的电池是 VR22 型 12V 电池。表笔系采用硬粗电线自制, 也可焊一对小鳄鱼夹。电阻档的调零电位器系采用一带塑料帽的可调电阻。表头的刻度需重新绘制, 可参照图 1-1。

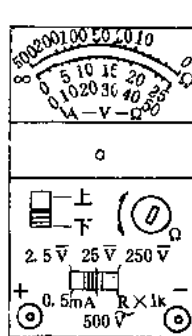


图 1-1

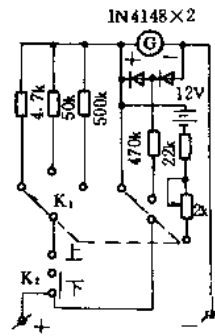


图 1-2

2. 自制 500 型万用表〔附加器〕

500 型万用表不能测量交流电流, 本例介绍一种附加器。需要测量交流电流时就把附加器插在万用表的“+”和“*”的插孔里, 不用时拔去。不改变本身机构, 非常方便。

其最大测量值是 1A 。如需其他测量值, 可参考表 1-1。图 1-3 中 R 就是附加器。使用时把万用表拨至交流 10V 档。附加器插在万用表上, 把红黑两测试棒插在附加器的香蕉插孔中(测交流电流红黑二棒可任意插入)。注意, 测交流电流时, 必须与被测电路相串联连接。

表 1-1

量程 $I(\text{mA})$	附加器 (Ω)	附加器功率 (W)
50	200	1
100	100	2
250	40	5
500	20	10
1000	10	20

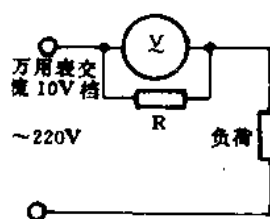


图 1-3

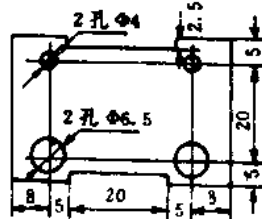


图 1-4

附加器制法如下:裁 5mm 厚的胶木板(布质层压板)一块,如图 1-4 所示,钻好孔,攻好螺纹;裁 0.8mm 厚的黄铜片两片,如图 1-5 所示,钻好孔,锉去毛刺;剪 0.5mm 厚的云母片一片,如图 1-6 所示,钻好孔。

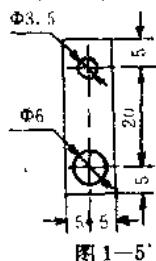


图 1-5

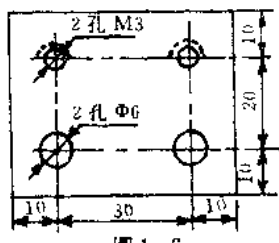


图 1-6

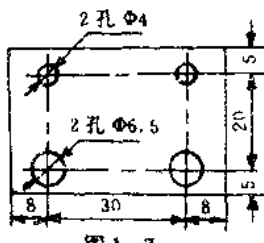


图 1-7

在此片上用 0.03mm 厚 $\times$ 0.7mm 宽的电阻丝($23.7\Omega/\text{m}$)间绕 9 匝(始端和末端在大孔里缠绕 3 小匝),匝间距离约 1.8mm。剪 0.5mm 厚的云母片一片,如图 1-7 所示,钻好孔。

找单相三极电源插头上面的两只细铜脚。在每只细铜脚上先旋上 M3 铜螺帽一只,旋至底。因为市售的香蕉插头其螺纹部分太短,以此来代替插头。

把已绕好电阻丝的云母平放在胶木板上,盖上图 1-7 所示云母片,再盖上黄铜片(左右各一片),在小孔里装入细铜脚(脚朝下、螺纹朝上),大孔里装入香蕉插口(插口的塑料螺帽弃而不用),依次用螺帽拧紧,至此组装完毕。

在组装时,检查电阻丝的始端和末端是否与覆盖的黄铜片接触良好。组装完了之后,用万用表 $R \times 1\Omega$ 档测量此附加器是否为 10Ω ,否则修正。

3. 万用表附加器

利用手上现有的电子装备加以改装,使其具有高一级的功能或其他的用途。

此电路可扩大万用表电阻档的测量范围。一般的万用表电阻档很难测量出 $10\text{M}\Omega$ 以上的阻值,这个电路非常简单,可以测量出数十兆欧以上的电阻值。

电路如图 1-8 所示,三极管的集电极(c)接万用表(+)端,射板(e)接万用表(-)端,由于万用表内部有一组电池其极性为:正极接表(-)端,而负极接表(+)端,因此三极管 c-e 间构成逆向偏压,又由于基极(b)接有一组正

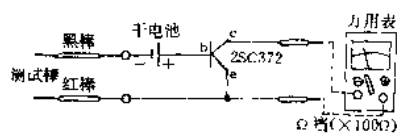


图 1-8

向偏压电池,当测试棒两端有高电阻接上时,就有微弱的基极电流流通,导致集射极间有大电流流过,此时万用表的指针就会有相当幅度的摆动。利用上述附加电路,即可用来扩大万用表电阻档测量范围。

4. 万用表附加器——相位测试仪

在现代电子电路中,很多方面对电路中信号的相位有较严格的要求,为此相位的测量就成为比较普遍的问题。这种用数字万用表测量相位的附加器,其特点是:测量精度较高,结构简单,测量范围为 $0\sim 180^\circ$, $0\sim 360^\circ$ 两档可调。

电路如图 1—9 所示,图中的 IC1 为 A、B 两输入通道的放大和整形电路,整形后的信号分别送 IC2a、IC2b 进行相位比较,同时通过 T₁、T₂ 使发光二极管 D₇、D₈ 指示,经比较后的信号由 IC2b 的⑬脚输出,再经 R₁₅、R₁₆、R₁₇、P₁ 和 P₂ 分压后供数字万用表测试。图 1—9 中 S₁ 为量程选择开关。

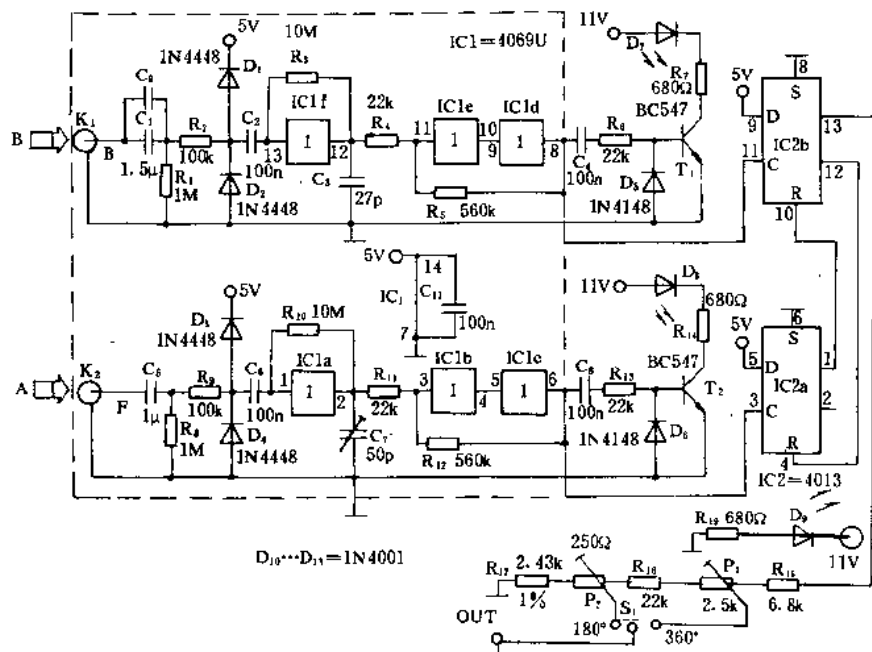


图 1—9

只要安装正确,通电即可工作,此时万用表的读数应为“0”。用手指碰触输入端,对应的 LED 有发光指示。将 S₁ 置 0~180°档。用两个相差为 180°,1kHz 的标准信号源分别接至 A、B 两端子,调节 P₂ 使电表读数为 180;同理,调节 P₁ 使读数为 360 即可。

该仪器对 0 或 360°相差信号的检测时,会有不稳定的读数,这是因为平均电压不会刚好为 0 或 360mV,该附加器的缺点就在于此,在使用时应多加注意。

5. 测试三极管的万用表附加装置

测 I_{CEO} 将 K₁、K₂、K₃ 均拨向“1”。万用表拨至直流 1mA 档。如此时万用表读数很小,则可将它拨到直流 100μA 档。此时万用表的读数即是 I_{CEO}。

测 β 将 K₁、K₂ 拨向“1”,K₃ 拨向“2”,万用表拨在直流 10mA 档或根据其读数选择合适的电流档。为了能大致了解三极管的放大线性,可以分别测试 I_b=10μA 和 I_b=100μA 时的两个 β 值,即将 K₃ 分别拨向“2”和“3”,如果测得的两个 β 值相距不大,则可认为该三极管的放大线性较好。β 的测试电路见图 1—10。其计算方法如下:

$$\beta = (I_c - I_{CE0}) / I_b = (I_c - I_{CE0}) / [(E - V_{BE}) / R_b] \quad (1)$$

(1)式中 V_{BE} 是基极和发射极间的正向压降,一般锗管约为 0.2V,硅管约为 0.6V,如将 I_{CEO}、V_{BE} 忽略不计,则(1)式可简化成 $\beta = I_c / (E / R_b) = I_c / I_b$ (2)

