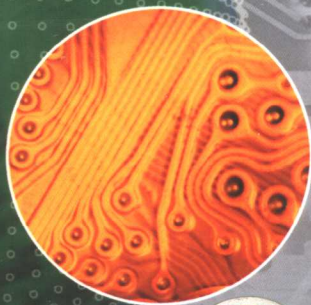
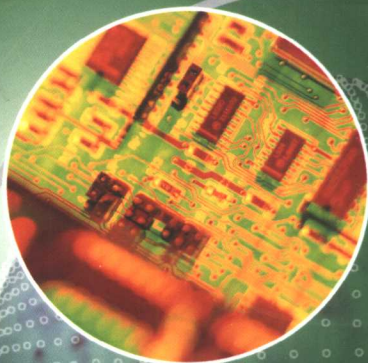


电工仪表经典应用电路 400 例

任致程 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电工仪表经典应用 电路 400 例

任致程 等编著



机械工业出版社

前 言

眼睛是人类心灵的窗口，电工仪表则是一切从事电气工作人员的眼睛。它能把人眼看不到、手摸不着、鼻闻不到、耳听不见但切切实实存在的电，转换成谁都可以看得到的信息，为人类驾驭“电老虎”提供了极大的便利。

人类为了驯服电，千百年来不断探索，终于研制出了许许多多电工仪表，为人类造福。

本书从浩如烟海的电气仪表中，精选了 70 种常用电工仪表，并把它融汇于 410 例应用中，旨在帮助读者认识它们，掌握它们的性能和使用技能、技巧，进而融会贯通，举一反三，让电工仪表为人们的生产、生活服务，为人们的安全用电效劳。

大家都知道，花钱买书为的是读书，读书为的是应用。为此，本书配合应用实例绘制了 410 幅图，对本书所介绍的 70 种电工仪表，进行较为详细的说明，力争让读者对各例能看得懂；结合实例的典型应用，能让读者举一反三。书上所介绍的新颖仪表和电工电子产品，惟恐读者碰到疑难而无法解决，本书书后又列有附录，其中包括厂商咨询一览表，以便查询。

在电气时代、电子世界的今天，何处不用电，哪里见不到电工仪表的影子？它不仅走进了工厂、农村、车站、码头，还“上了天”、“入了地”、“下了海”，并且已经进入了平常百姓人家。电工仪表家族庞大，据估算有 10 亿之众！

因此,对于这个不可小看的电工仪表家族,光靠仪表维修人员去服务是远远不够的,需要动员全国的电工、设备操作工和普通人来学习电工仪表应用电路,切实用好电工仪表。

然而,目前人们对电工仪表的了解和使用水平还远不能适应国家经济发展的需要,即使是专门培养人才的大中专学校,以及各种技能的培训班,对电工仪表的应用也介绍甚少。本书的出版,目的是让更多的人了解电工仪表,从而提高电工和从事电气操作及维修人员的从业素质,把电工仪表的应用提高到一个新的水平。

在本书的编撰过程中,得到了许多厂商的鼎力支持,提供了许多新型仪表的使用资料;本书的顺利出版,得到了机械工业出版社电工电子分社牛新国社长和徐明煜编辑的通力协助;参加本书编写工作的还有吴玉莲、任国雄、刘洋、周伟红、丁建国等人。在此,一并表示衷心的感谢。

笔者近年来出版了几本图书,深感编撰图书是件艰难而辛苦的事儿。尽管通宵达旦、有着编好的愿望,但纰漏和差错仍在所难免。在此,恳请广大读者和同仁不吝赐教,给予指正。

湖南大学 任致程

2005年12月3日于岳麓科教新村

目 录

前言

一、直流仪表应用电路	1
1. 用一块直流电流表测负载电流	1
2. 用多块直流电流表测一个负载电流	3
3. 毫安表扩程 1 倍的接线	3
4. 毫安表扩程 10 倍的接线	4
5. 毫安表多量程的接线	5
6. 微安表多量程的接线	5
7. 用毫安表的并、串联电阻组成两档量程电流表	7
8. 用毫安表的并、串联电阻组成三档量程电流表	8
9. 用毫安表的并、串联电阻组成四档量程电流表	8
10. 用毫安表组装的 1.5V 直流电压表	9
11. 用毫安表组装的多档直流电压表	9
12. 用微安表组装的多档直流电压表	10
13. 用毫安表组装电阻表的工作原理	12
14. 用毫安表组装的中阻值电阻表	13
15. 用毫安表组装的中、高两档阻值的电阻表	14
16. 用毫安表组装的低阻值电阻表(一)	15
17. 用毫安表组装的低阻值电阻表(二)	16
18. 用微安表组装的电阻表	17
19. 用毫安表组装的交流电压表	18

20. 用微安表组装的交流电压表	18
21. 用安培表监测通电导线电流形成的磁力线	19
22. 用安培表监测干簧管通断	20
23. 用安培表观测螺线管磁场	21
24. 用安培表观测软铁心吸引铁块	22
25. 用安培表观测电磁继电器	23
26. 用安培表、检流计描绘磁化曲线和磁滞回线	24
27. 用安培表观测“叮咛”门铃	28
28. 用安培表观测永久磁铁的充磁(一)	29
29. 用安培表观测永久磁铁的充磁(二)	29
30. 用安培表观测电阻	31
31. 用安培表观测马蹄形磁铁充磁	31
32. 用安培表观测通电导体对磁针的作用	33
33. 用安培表观测磁铁对通电导体的作用	33
34. 用安培表观测磁场对通电线圈的作用	35
35. 用安培表称磁场	36
36. 用微安表观测在磁场中运动导线所产生的感应电流	38
37. 用微安表观测螺线管在运动磁铁作用下所产生的感应电流 ...	39
38. 用微安表观测圆盘发电机输出电流	40
39. 用安培表观测自感电动势	42
40. 用毫安表和电压表实验欧姆定律(一)	44
41. 用毫安表和电压表实验欧姆定律(二)	45
42. 用安培表观测磁场能	45
43. 用安培表观看自感火花	46
44. 用毫安表观测电容器充电	48
45. 用毫安表观测电容器放电	49
46. 电桥	50

47. 直流单臂电桥原理	52
48. 直流双臂电桥	53
49. 交流电桥	55
50. 电容电桥(一)	60
51. 电容电桥(二)	61
52. 电容电桥(三)	62
53. 电感电桥(一)	64
54. 电感电桥(二)	65
55. 单边电压型变压器电桥	67
56. 单边电流型变压器电桥	68
57. 双边变压器电桥	69
58. 光敏二极管电桥	70
59. 光敏电阻器电桥	70
60. 光敏晶体管电桥	71
61. 光敏晶体管电桥光控电路	72
62. 热敏电桥(一)	72
63. 热敏电桥(二)	74
64. 热敏电桥超温报警电路	74
65. 温敏二极管电桥	75
66. 半桥工作单片力敏电桥	76
67. 半桥工作双片力敏电桥	79
68. 全桥工作双片力敏电桥	80
69. 全桥工作四片力敏电桥	81
70. 调零力敏电桥	81
71. 气敏电桥	83
72. 用微安表、毫安表、电压表联测晶体管	84
73. 用毫安表、电压表判断双稳电路	85

74. 用毫安表、电压表判断无稳电路	86
75. 用直流电压表与稳压器测试稳压二极管	87
76. 空气湿度计	88
77. 用温敏二极管组装的 $0 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 温度计	89
78. 氯化锂湿度计	91
79. 气敏报警电路	92
80. 气敏应用电路(一)	93
81. 气敏应用电路(二)	94
82. 气敏差分电路	95
83. 用微安表制作的测温表(一)	96
84. 用微安表制作的测温表(二)	97
85. 用微安表测温、控温电路	98
86. 用微安表判定三相电动机的极性与转速	99
87. 用毫安表组装的浓度计	100
88. 简易光度计	100
89. 测光表	101
90. 用毫安表测量光电池短路电流	103
91. 用毫伏表测量光电池开路电压	104
92. 用微安表组装的转速表	104
93. 光伏温度计	105
94. 具有分流器的大量程直流电流表	106
95. 具有两个量程的大量程直流电流表	107
96. 带有开路式分流器的多量程直流电流表	107
97. 带有闭路式分流器的多量程直流电流表	108
98. 半导体制冷器电流测量电路	108
99. 电动机定子线圈内部短路测试电路	110
100. 直流继电器主要参数测试电路	110

101. 稳压二极管工作性能速测电路	111
102. 单管晶体管工作性能速测电路	112
103. 三端集成稳压器工作性能速测电路	113
104. 铝电解电容器老炼电路	114
105. 直流电压表的外形与符号	114
106. 直流电压表的接线	115
107. 直流电压表和直流电流表的联合应用	116
二、交流仪表应用电路	118
108. 交流电流表的外形与符号	118
109. 用一块交流电流表测量单相负载电流	119
110. 用多块交流电流表测量单相负载电流	120
111. 用一块总表、三块分表测量单相电路的多路负载电流 ..	120
112. 用三块总表、多块分表测量三相四线电路的多路 负载电流	121
113. 用三块电流表测试三相电动机工作电流	122
114. 用交流电流表监视电路、开关、熔丝故障	122
115. 用电流表监视电动机烘干电流	123
116. 用电流表配合收音机测寻地下电缆	124
117. 用电流表测量交流接触器的吸合、释放电流	125
118. 用电流表测量电压互感器的干燥电流	125
119. 用三块电流表监视三相电动机的干燥电流	126
120. 用三块电流表监视不平衡电压电动机的干燥电流	127
121. 用电流表配合短路侦察器检查笼型转子断条	128
122. 交流电压表的外形与符号	128
123. 用交流电压表测量单相电压	129
124. 用三块电压表测量三相四线电压(一)	130

125. 用三块电压表测量三相四线电压(二)	130
126. 用一块电压表测量三相电压	131
127. 用一块电压表和一只换相开关测量三相电压	131
128. 用电压表判别三相电动机定子绕组始末端	132
129. 用电压表与电灯泡联合判别三相电动机定子绕组 的始末端	133
130. 用电压表测试交流接触器的吸合、释放电压	134
131. 用毫伏表配合断路探测器检查笼型转子断条	134
132. 交流电表和直流电表的典型联合应用	135
133. 频率表的外部特征、结构与符号	136
134. 频率表的典型应用	138
135. 功率表的外形及符号	139
136. 单相功率表的接线	139
137. 单相带补偿线圈的低功率因数功率表	140
138. 单相带补偿电容的低功率因数功率表	141
139. 用一块单相功率表测量对称三相四线负载功率	142
140. 用三块单相功率表测量不对称三相四线负载功率	142
141. 用两块单相功率表测量三相三线制电路功率	143
142. 用一块三相功率表测量三相三线制电路功率	143
143. 功率因数表的外形与符号	144
144. 单相功率因数表的接线	145
145. 三相功率因数表的接线	146
146. 同步表的外形及符号	147
147. 组合式同步表	148
148. 组合式同步表原理	149
149. 有功电能表的外形及符号	151
150. 一元件电能表	151

151. 二元件电能表	153
152. 三元件电能表	153
153. 单相电能表	154
154. 单相预付费电能表	155
155. 单相电能表供电接线	156
156. 三相三线制电能表的接线	157
157. 三相四线制电能表的接线	158
158. 用三块单相电能表直接测量三相四线制电路	158
159. 用两块单相电能表代替三相三线电能表	159
160. 用两块单相电能表测量二相三线负载	160
161. 用三相电能表代替单相电能表的接线	160
162. 用 220V 三相三线电能表直接计量单相三线有功 电能的接线	161
163. 用三相四线电能表代替三相三线电能表	161
164. 用三相三线电能表计量三相四线负载电能	162
165. 差动式电流线圈三相四线电能表的接线	162
166. 无功电能表的外形及符号	163
167. 单相正弦无功电能表	164
168. 内相角 60° 的三相无功电能表	165
169. 带有附加电流线圈的三相无功电能表	165
170. 三相三元件无功电能表	166
171. 用单相有功电能表改作无功电能表	167
172. 电流互感器的外形及符号	167
173. 用一只电流互感器接一块电流表	169
174. 用一只电流互感器接多块电流表	169
175. 用两只电流互感器测量三相电流	170
176. 用三只电流互感器测量三相电流	170

177. 用两只电流互感器、一块电流表、一个换相开关测量 三相交流电流	171
178. 用三只电流互感器、一块电流表、一个换相开关测量 三相交流电流	171
179. 一只电流互感器和一块功率因数表的接法	172
180. 一只电流互感器和一块单相功率表的接法	172
181. 两只电流互感器和一块二元件三相功率表的接法	173
182. 三只电流互感器和一块三元件三相功率表的接法	173
183. 在三相三线制电路中用 V 联结的两只电流互感器测量 三相电流	174
184. 在三相四线制电路中用 Y 联结的三只电流互感器测量 三相电流	174
185. 电压互感器的外形、符号及工作原理	175
186. 两只单相电压互感器的 V/V 联结	176
187. 三只单相电压互感器的 Y_{yn0} 联结	177
188. 三只单相电压互感器的 $YNyn0$ 联结	177
189. 三只单相(或三相)电压互感器的接线	178
190. 一只单相电压互感器和一块电压表的接线	178
191. 两只单相电压互感器和三块电压表的接线	179
192. 用两只单相电压互感器、一个换相开关、一块电压表 测量三相电压	179
193. 一只电流互感器与单相电能表电流线电压线共用的接线 ..	180
194. 一只电流互感器与单相电能表电流线、电压线 分开的接线	180
195. 一只电流互感器与单相电能表电流线、电压线都 反接的接线	181
196. 单相有功电能表经电流互感器、电压互感器电流线、 电压线分开的接线	181

197. 单相有功电能表经电流互感器、电压互感器电流线、
电压线共用的接线 182
198. 用 380V 三相三线有功电能表经电流互感器计量 380V
单相电焊机有功电能的接线(一) 182
199. 用 380V 三相三线有功电能表经电流互感器计量 380V
单相电焊机有功电能的接线(二) 183
200. 用 220V 三相三线有功电能表经电流互感器计量 380V
单相电焊机有功电能的接线 183
201. 一块三相三线有功电能表经两只电流互感器电压线、
电流线共用的接线 184
202. 一块三相三线有功电能表经两只电流互感器电压线、
电流线分开的接线 185
203. 用一块三相三线有功电能表经电压互感器(V/V 联结)和
电流互感器(V 联结)计量三相三线有功电能的接线 185
204. 用一块三相三线有功电能表经电压互感器(Yyn0 联结)
和电流互感器(V 联结)计量三相三线有功电能的接线 186
205. 用两只带止逆器的三相三线有功电能表经电压互感器和电
流互感器计量双方向受电三相三线有功电能的接线 186
206. 用三相三线有功电能表经一台电流互感器计量三相
三线平衡负载有功电能的接线 187
207. 用一块单相有功电能表(10A)经两只电流互感器计量
三相三线平衡负载有功电能的接线 188
208. 用一块三相四线有功电能表经三只电流互感器电压线、
电流线共用计量三相四线有功电能的接线 188
209. 用一块三相四线有功电能表经三只电流互感器电压线、
电流线分开计量三相四线有功电能的接线 189
210. 用一块三相四线有功电能表经电流互感器(Y 联结)和电
压互感器(YNyn0 联结)计量高压三相四线有功电能

的接线	190
211. 用三相三线有功电能表(220V/10A)经电流互感器计量 380V/220V 三相四线有功电能的接线	190
212. 用三相无功电能表经三只电流互感器电压线和电流线 分开计量三相四线无功电能的接线	191
213. 用三相无功电能表经两只电流互感器计量三相三线 无功电能的接线	192
214. 用电压与电源电压相等、10A 的三相三线有功电能 表经三只电流互感器计量三相四线无功电能的接线	192
215. 用三相三线有功电能表经两只电流互感器和一只三相 电压互感器计量三相三线无功电能的接线	193
216. 用三相三线有功电能表经两只电流互感器和两只电压 互感器附加同铁心电压线圈计量三相三线无功电能 的接线	193
217. 用一块单相有功电能表和两只电流互感器在三相平衡 电路中直接计量三相有功电能的接线	194
218. 用一块单相有功电能表和两只电流互感器在不平衡灯 用电路中计量三相有功电能的接线	195
219. 用两块单相有功电能表、两只电流互感器及一只三相 电压互感器既可测三相三线有功电能,又可测功率因 数的接线	195
220. 用两块单相有功电能表附加 90° 移相变压器计量电能数 的代数和等于三相三线无功电能的接线	196
221. 用有功电能表与无功电能表计量三相四线有功、无功电 能的联合接线	197
222. 用两块 10A 的三相三线有功电能表经三角形联结的电 流互感器计量低压三相四线有功、无功电能的联合 接线	198

223. 用有功电能表、无功电能表、三只电流互感器及一只电压互感器计量高压三相四线有功、无功电能的接线 198
224. 用三相有功电能表、三相无功电能表计量高压三相三线有功、无功电能的接线 199
225. 用三相有功电能表、三相无功电能表计量高压三相三线有功、无功电能的联合接线 200
226. 用三相有功电能表与三相无功电能表同两只电流互感器计量三相有功、无功电能的接线 200
227. 用三块单相有功电能表和三块单相有功电能表代无功电能表经三只电流互感器计量三相有功电能和三相无功电能 201
228. 一块三相有功电能表、一块有功电能表代无功电能表及三只电流互感器的联合接线 202
229. 三块单相有功电能表、一块三相有功电能表代无功电能表同三只电流互感器的联合接线 203
230. 三相三线有功电能表与三块交流电流表经两只电流互感器的联合接线 203
231. 三相四线有功电能表与三块交流电流表经三只电流互感器的联合接线 204
232. 三相三线有功电能表与一块交流电流表和一只电流换相开关经两只电流互感器的联合接线 206
233. 三相四线有功电能表与一块交流电流表和一只电流换相开关经三只电流互感器的联合接线 206
234. 三相四线有功电能表与功率表经两只电流互感器和两只电压互感器的联合接线 207
235. 三相四线有功电能表与功率表经三只电流互感器和两只电压互感器的联合接线 208

236. 三相四线有功电能表、功率表及三块交流电流表经三只电流互感器和两只电压互感器的联合接线·····	209
237. 功率表、功率因数表、频率表、三块交流电流表经两只电流互感器和两只电压互感器的联合接线·····	210
238. 功率表、功率因数表、频率表和三块交流电流表经三只电流互感器和两只电压互感器的联合接线·····	212
239. 三相四线有功电能表经三只电流互感器和一块交流电流表及电流换相开关与一块交流电压表及电压换相开关的联合接线·····	212
240. 由两块电流表、一块电压表、多只开关及三只指示灯联合接线组成的小型发电机控制屏电路·····	213
241. 由三块电流表、三只电流互感器、一块频率表及一块电压表经电压换相开关、三个指示灯及多把开关等联合接线组成的小型发电机控制屏电路·····	214
242. 附有简单并列装置的发电机控制屏电路·····	215
243. 装有自动电压调整器的小型发电机控制屏电路·····	216
244. 炭阻调压发电机控制屏电路·····	217
245. 电流表和电流互感器、热继电器在 XJ01—230 型自耦减压起动器上的安装·····	218
246. 三只电流互感器、一只热继电器和一块电流表的自耦减压起动器电路·····	220
247. 电动机变频器三相输入时的测量仪表接线·····	221
248. 电动机变频器单相输入时的测量仪表接线·····	223
249. 电动机保护器测试电路·····	223
250. BCK 箔式绕组磁控式电动机软起动器仪表接线·····	224

三、电表常用检定与试验电路····· 227

251. 用标准直流电流表检定直流电流表·····	227
---------------------------	-----

252. 用标准直流电压表检定直流电压表	228
253. 表头灵敏度的测试	228
254. 用代替法测量表头内阻	229
255. 用半偏转法测量表头内阻	229
256. 用直流补偿法检定直流电流表	230
257. 用直流补偿法检定电压表(一)	231
258. 用直流补偿法检定电压表(二)	231
259. 用直流补偿法检定电压表(三)	232
260. 用数字电压表检定电流表	232
261. 用数字电压表检定电压表	233
262. 用数字电压表和分压箱检定电压表	234
263. 用数字电压表和电位差计检定电压表	234
264. 用标准交流电压表检定交流电压表	235
265. 用直接比较法检定频率表	236
266. 检定相位表负载电感位置	236
267. 检定相位表负载电容位置	237
268. 用比较法检定单相相位表	237
269. 用交流电位差计检定相位表	238
270. 用直接比较法检定三相相位表	239
271. 用双功率表检定三相相位表	239
272. 用同步表检定基本误差和变差	240
273. 同步表转动灵活性和快慢方向的检查	240
274. 同步表并网与校验	241
275. 单相功率表的检定	244
276. 两元件功率表的检定	245
277. 具有人工中性点接线的三相无功功率表的检定	246