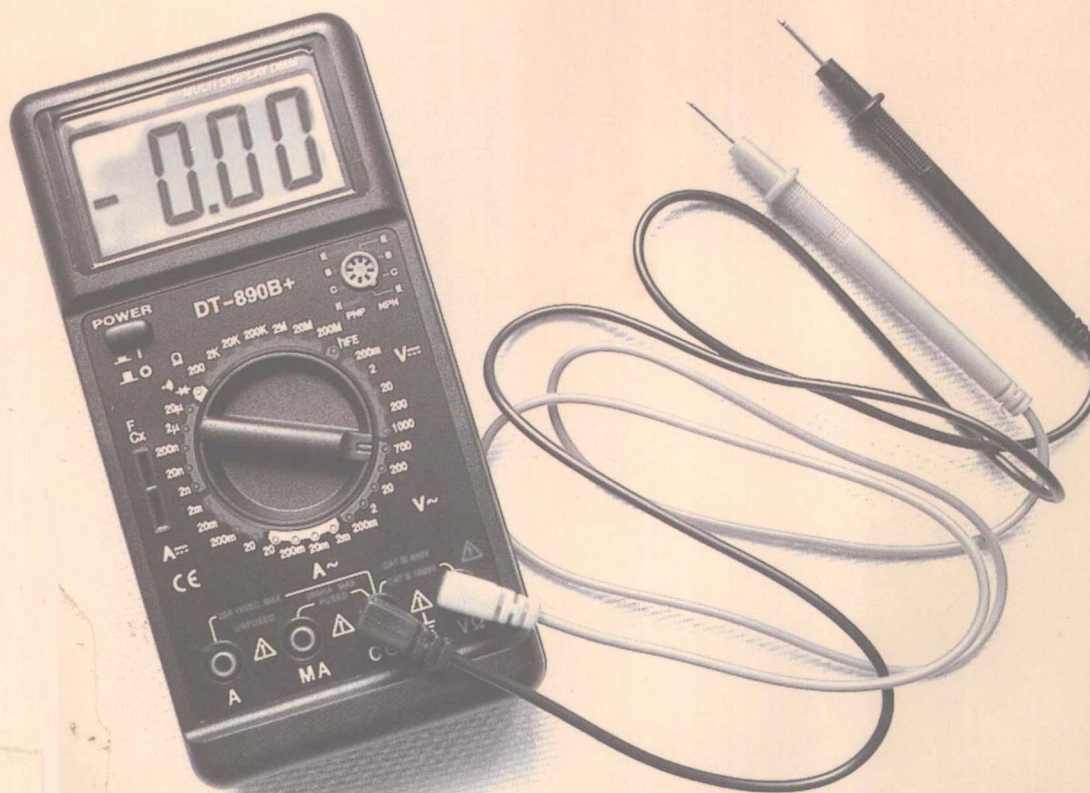


WANYONGBIAO JIANCE
MIAOYONG 200 LI

万用表 检测妙用200例

门宏 编著



金盾出版社

内 容 提 要

本书共七章,精选了最实用的万用表检测妙用典型案例 200 例。主要内容包括:家用电器与电路检测技巧、低压电器检测技巧、基本电子电工元件检测技巧、电声器件检测技巧、半导体管检测技巧、光电显示器件检测技巧和集成电路检测技巧。两个附录分别介绍了指针式万用表与数字万用表的特点、功能、测量原理和基本使用方法等。本书以“实用”为宗旨,以“实例”为载体,采用图文并茂的形式,帮助你轻松驾驭和巧妙使用万用表。

本书适合广大电子技术爱好者、家电维修人员和相关行业从业人员阅读学习,并可作为职业技术学校 and 务工人员上岗培训的基础教材。

图书在版编目(CIP)数据

万用表检测妙用 200 例/门宏编著. -- 北京:金盾出版社,2012.9
ISBN 978-7-5082-7410-2

I. ①万… II. ①门… III. 复用电表—测量方法 IV. ①TM938.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 013286 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)
邮政编码:100036 电话:68214039 83219215
传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn
封面印刷:北京精美彩色印刷有限公司
正文印刷:北京万友印刷有限公司
装订:北京万友印刷有限公司

各地新华书店经销

开本:705×1000 1/16 印张:17 字数:290 千字

2012 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~6 000 册 定价:36.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

万用表是一种最普及最常用的电工电子测量仪表,也是电工电子爱好者和从业人员首先接触和使用的检测工具。万用表包括指针式万用表与数字万用表两大类,实质上是电压表、电流表、欧姆表的有机组合,使用时根据需要通过转换开关进行转换。万用表具有多种测量功能(号称万用),可以测量直流电压、交流电压、直流电流、交流电流、电阻、电容、电感、电平以及晶体管参数等。

由于万用表是具有多种测量功能的复合型仪表,使用时应根据测量需要选择合理的挡位和量程,才能得出正确的测量结果,因此正确掌握万用表的使用方法就显得十分重要。另一方面,虽然万用表的挡位和量程是有限的,但我们仍然可以通过灵活运用来完成更多更广的测量任务,正所谓“表是死的,人是活的”,万用表的实际用途将因使用者的聪明才智而大大扩展。

《万用表检测妙用 200 例》是一本为电工电子爱好者和从业人员量身打造的、将万用表固有功能与使用技巧相结合的实用性的宝典。该书以“实用”为宗旨,以“实例”为载体,采用图文并茂的形

式,帮助你轻松驾驭和巧妙使用万用表。

全书共七章,精选了200个最实用的万用表检测妙用典型案例。第一章介绍家用电器与电路检测技巧,第二章介绍变压器、继电器、开关、熔断器等低压电器检测技巧,第三章介绍电阻器、电容器、电感器等基本电子电工元件检测技巧,第四章介绍扬声器、耳机、话筒等电声器件检测技巧,第五章介绍二极管、晶体管、晶闸管等半导体管检测技巧,第六章介绍光电管、光电耦合器、发光二极管等光电显示器件检测技巧,第七章介绍集成运放、集成稳压器、时基电路、数字电路等集成电路检测技巧。书中还有两个附录,分别介绍了指针式万用表与数字万用表的特点、功能、测量原理和基本使用方法等。各章都配有大量图片,通过实例详细讲解万用表应用检测的操作技巧。

参加本书编写的还有施鹏、门雁菊、张元景、吴敏、张元萍、李扣全、吴卫星等。本书适合广大电子技术爱好者、家电维修人员和相关行业从业人员阅读学习,并可作为职业技术学校和务工人员上岗培训的基础教材。书中如有不当之处,欢迎广大读者朋友批评指正。

作 者

目 录

第一章 家用电器与电路检测技巧	1
1. 检测白炽灯泡	1
2. 测量白炽灯泡的热态电阻	3
3. 检测荧光灯管	4
4. 检测荧光灯镇流器	5
5. 检测照明灯具的实际功率	8
6. 检测家用电器的工作电流与耗电量	9
7. 检测家用电器的绝缘情况	10
8. 检测小家电	10
9. 判别 220V 市电的相线与零线	11
10. 分压法测量电压技巧	12
11. 倍压法测量电压技巧	12
12. 分流法测量大电流技巧	12
13. 万用表电压挡间接测量电流技巧	13
14. 检测红外遥控器	14
15. 检测遥控器的工作电流	15
16. 检测收音机的静态电流	15
17. 检测集成电路收音机工作点电流	16
18. 检测短波收音机工作点电流	17
19. 间接测量晶体管的集电极电流	18
20. 调试高频信号发生器电路	18
21. 检测振荡电路是否起振	21
22. 检测无线话筒是否起振	21
23. 检测集成电路无线话筒静态电流	23
24. 检测表头的满度电压	23
25. 检测表头的满度电流	24
26. 检测表头的内阻	24
27. 检测电池的电量	25
28. 检测整流电源的内阻	26

第二章 低压电器检测技巧	27
29. 检测变压器绕组线圈	27
30. 检测变压器的绝缘电阻	31
31. 检测电源变压器初级空载电流	31
32. 判别音频输入变压器与输出变压器	32
33. 检测中频变压器	33
34. 检测高频变压器	35
35. 检测电磁继电器线圈	36
36. 检测电磁继电器接点	39
37. 检测固态继电器	40
38. 测量继电器的吸合电压与释放电压	41
39. 测量继电器的吸合电流与释放电流	42
40. 检测拨动开关	43
41. 检测旋转开关	45
42. 检测按钮开关	47
43. 检测开关的绝缘性能	49
44. 检测熔丝管	50
45. 检测熔断器	51
46. 检测熔断指示电路	53
47. 检测可恢复熔丝	54
48. 检测熔断电阻	55
49. 检测热熔断器	56
50. 检测自动断路器主触头	56
51. 检测自动断路器绝缘性能	59
52. 检测音频接插件	59
53. 检测带转换开关功能的插座	60
54. 检测电源插头插座	61
55. 检测带开关电源插座	62
56. 检测电源转换插头插座	64
57. 检测电话线插头插座	65
58. 检测视频插头插座	65
59. 检测网络插头插座	65
60. 检测电磁铁的驱动线圈	66
61. 检测电磁铁的绝缘性能	67

62. 检查电磁铁的机械动作	67
63. 检测电压互感器	67
64. 检测电流互感器	70
65. 检测互感器的绝缘性能	71
66. 检测交流接触器的线圈	71
67. 检测交流接触器的触点	73
68. 检测交流接触器的绝缘性能	74
第三章 基本电子电工元件检测技巧	75
69. 指针式万用表检测电阻器	75
70. 数字万用表检测电阻器	79
71. 检测微调电阻器	80
72. 检测电位器	81
73. 检测电位器绝缘性能	85
74. 检测带开关电位器	85
75. 检测压敏电阻器	85
76. 检测光敏电阻器	88
77. 检测热敏电阻器	89
78. 间接测量大阻值电阻器	91
79. 间接测量极小阻值电阻器	91
80. 伏安法间接测量电阻器	92
81. 恒流法间接测量电阻器	92
82. 指针式万用表检测电容器	93
83. 数字万用表检测电容器	97
84. 判别电解电容器的正、负极	100
85. 检测微调电容器	101
86. 检测可变电容器	102
87. 检测小容量电容器	104
88. 串联法测量大容量电容器	105
89. 指针式万用表检测电感器	105
90. 数字万用表检测电感器	108
91. 检测电感器绝缘性能	110
92. 检测可调电感器	110
第四章 电声器件检测技巧	112
93. 检测扬声器	112

94. 测量扬声器音圈阻抗	115
95. 判别扬声器相位	115
96. 检测耳机	116
97. 检测立体声耳机	117
98. 检测电磁讯响器	118
99. 检测自带音源讯响器	119
100. 检测压电蜂鸣器	120
101. 检测动圈式话筒	121
102. 检测驻极体话筒	123
103. 检测磁头线圈	125
104. 检测磁头绝缘情况	127
105. 检测晶体	127
106. 通过测试电路检测晶体	130
第五章 半导体管检测技巧	131
107. 判别二极管的管脚	131
108. 检测二极管	133
109. 数字万用表检测二极管	135
110. 区分锗二极管与硅二极管	135
111. 检测整流桥堆	135
112. 检测高压硅堆	137
113. 测量稳压二极管的稳压值	138
114. 判别晶体管的管脚	140
115. 检测晶体管	143
116. 测量晶体管的放大倍数	145
117. 数字万用表测量晶体管放大倍数	146
118. 区分锗晶体管与硅晶体管	147
119. 判别场效应管的管脚	148
120. 检测场效应管	150
121. 区分 N 沟道场效应管和 P 沟道场效应管	151
122. 估测结型场效应管的放大能力	151
123. 估测绝缘栅型场效应管的放大能力	152
124. 检测单结晶体管两基极间电阻	152
125. 检测单结晶体管的 PN 结	154
126. 测量单晶体管的分压比	154

127. 检测单向晶闸管	155
128. 检测单向晶闸管导通特性	158
129. 检测双向晶闸管	158
130. 检测双向晶闸管导通特性	159
131. 检测可关断晶闸管	159
第六章 光电显示器件检测技巧	161
132. 检测光敏二极管的 PN 结	161
133. 检测光敏二极管的光电性能	162
134. 检测光敏晶体管的 PN 结	163
135. 检测光敏晶体管的光电性能	164
136. 区分光敏二极管与光敏晶体管	165
137. 检测光电耦合器的输入部分	165
138. 检测光电耦合器的输出部分	166
139. 检测光电耦合器的绝缘电阻	167
140. 检测光电耦合器的传输性能	167
141. 检测发光二极管	168
142. 检测双色发光二极管	169
143. 检测变色发光二极管	170
144. 检测三色发光二极管	171
145. 检测共阴极 LED 数码管	172
146. 检测共阳极 LED 数码管	173
147. 数字万用表检测液晶显示屏	174
148. 感应法检测液晶显示屏	175
第七章 集成电路检测技巧	177
149. 万用表电阻法检测集成电路	177
150. 电阻法检测在路的集成电路	178
151. 万用表静态电流法检测集成电路	178
152. 间接检测集成电路静态电流	178
153. 万用表静态电压法检测集成电路	179
154. 动态电压法检测集成电路	179
155. 万用表逻辑法检测数字集成电路	180
156. 检测集成运放各引脚的对地电阻	180
157. 检测集成运放的静态电流	184
158. 检测集成运放各引脚的电压	185

159. 估测集成运放的放大能力	185
160. 检测集成运放的同相放大特性	186
161. 检测集成运放的反相放大特性	187
162. 检测集成稳压器的输出电压	187
163. 检测集成稳压器的静态电流	190
164. 检测 7800 系列集成稳压器	190
165. 检测 7900 系列集成稳压器	191
166. 检测三端可调正输出集成稳压器	193
167. 检测三端可调负输出集成稳压器	194
168. 检测时基电路的静态电流	195
169. 检测时基电路各引脚的电压	198
170. 检测时基电路各引脚的正、反向电阻	199
171. 检测时基电路的输出电平	199
172. 检测时基电路的振荡性能	200
173. 区分双极型时基电路和 CMOS 时基电路	200
174. 检测数字电路空载电流	201
175. 区别 CMOS 数字电路和 TTL 数字电路	202
176. 检测 CMOS 电路各引脚对地的正、反向电阻	203
177. 检测 TTL 电路各引脚对地的正、反向电阻	206
178. 检测与门电路	206
179. 检测或门电路	207
180. 检测非门电路	207
181. 检测与非门电路	208
182. 检测或非门电路	209
183. 检测异或门电路	209
184. 检测异或非门电路	210
185. 检测 RS 触发器	210
186. 检测 D 触发器	211
187. 检测单稳态触发器	213
188. 检测施密特触发器	213
189. 检测模拟开关集成电路	215
190. 检测前置放大集成电路	215
191. 检测集成功率放大器	217
192. 检测调幅高中频集成电路	218

193. 检测调频/调幅中频放大集成电路	220
194. 检测单片收音机集成电路	221
195. 检测调频立体声解码集成电路	222
196. 检测音量、音调控制集成电路	223
197. 检测调频噪声抑制集成电路	224
198. 检测 LED 电平显示驱动集成电路	225
199. 检测音乐集成电路	225
200. 检测模拟声音集成电路	227
附录 A 指针式万用表使用技巧	229
一、万用表的种类	229
1. 指针式万用表	229
2. 数字万用表	229
二、万用表的结构与功能	230
1. 万用表的基本结构	230
2. 万用表的测量功能	232
三、万用表的测量原理	235
1. 直流电流表测量原理	235
2. 直流电压表测量原理	236
3. 交流电压表测量原理	236
4. 欧姆表测量原理	237
四、万用表的使用方法与技巧	238
1. 基本使用方法	238
2. 测量直流电流的方法与技巧	240
3. 测量直流电压的方法与技巧	241
4. 测量交流电压的方法与技巧	241
5. 测量电阻的方法与技巧	242
6. 测量音频电平的方法与技巧	242
7. 测量电容的方法与技巧	243
8. 测量电感的方法与技巧	243
9. 测量晶体管直流参数的方法与技巧	244
附录 B 数字万用表使用技巧	246
一、数字万用表的结构与功能	246
1. 数字万用表的基本结构	246
2. 数字万用表的测量功能	248

二、数字万用表的测量原理	251
1. 直流电压表测量原理	251
2. 直流电流表测量原理	251
3. 交流电压表测量原理	252
4. 交流电流表测量原理	252
5. 欧姆表测量原理	252
6. 电容表测量原理	253
三、数字万用表的使用方法与技巧	254
1. 基本使用方法	254
2. 测量直流电压的方法与技巧	255
3. 测量交流电压的方法与技巧	255
4. 测量直流电流的方法与技巧	256
5. 测量交流电流的方法与技巧	256
6. 测量电阻的方法与技巧	257
7. 测量电容的方法与技巧	257
8. 测量二极管和测通断的方法与技巧	257
9. 测量晶体管的方法与技巧	257

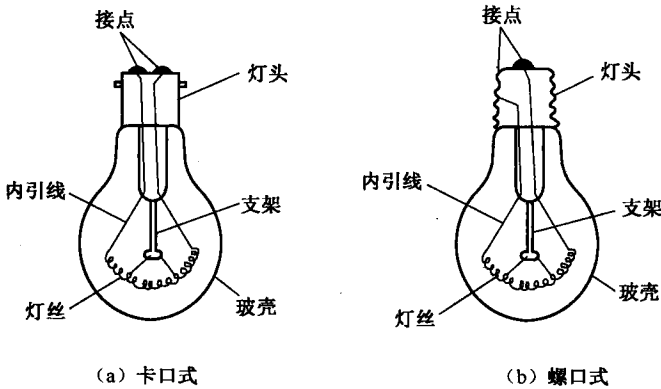


图 1-2 白炽灯泡的结构

额定电压是指灯泡的设计使用电源电压，灯泡只有在额定电压下工作，才能获得其特定的效果。如果实际工作的电源电压高于额定电压，灯泡发光强度变强，但寿命却大为缩短；如果电源电压低于额定电压，虽然灯泡寿命延长，但发光强度不足，光效率降低。图 1-4 所示为灯泡电源电压与其光效和寿命的关系曲线。在额定电源电压下工作，白炽灯的有效寿命一般为 1000 小时左右。

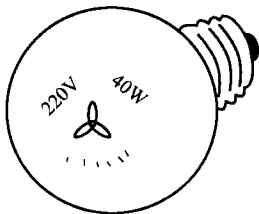


图 1-3 白炽灯参数的标示

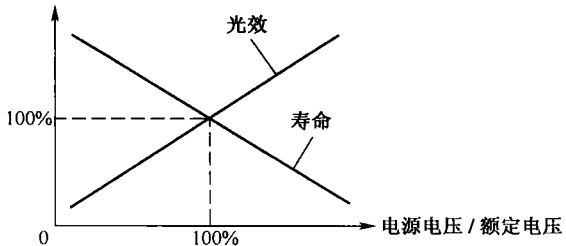


图 1-4 电源电压-光效及寿命曲线

白炽灯泡可以用万用表的电阻挡进行检测。

(1) 检测白炽灯泡的好坏

检测时，万用表置于“ $R \times 1k$ ”挡，两表笔(不分正、负)分别接触白炽灯泡灯头的两个接点，如图 1-5 所示，万用表表针指示应几乎为“ 0Ω ”(导通)。如果万用表表针不动，说明被测灯泡灯丝已断，灯泡已损坏。

(2) 判别白炽灯泡的额定功率

对于标识模糊的白炽灯泡，还可以通过测量灯丝直流电阻(冷态电阻)来判别其额定功率。方法是，将万用表置于“ $R \times 1$ ”或“ $R \times 10$ ”挡，如图 1-6 所示，测量出灯泡的直流电阻，并根据表 1-1 所列数据查出被测白炽灯泡的

额定功率。

表 1-1 白炽灯泡冷态电阻与额定功率

额定功率(W)	冷态电阻(Ω)
15	380
25	150
40	100
60	60
100	30

2. 测量白炽灯泡的热态电阻

白炽灯泡点亮后的实际电阻(热态电阻)与其未点亮时的电阻(冷态电阻)相差悬殊,可达 8 ~ 12 倍。因此用万用表电阻挡测量未接入电源的白炽灯泡而得到的电阻(冷态电阻),并不能反映灯泡正常工作状态下的电阻(热态电阻)。

白炽灯泡的热态电阻无法用欧姆表直接测量,通常是通过测量白炽灯泡点亮时的工作电压和工作电流,再运用欧姆定律 $R = U/I$ 计算得出热态电阻。对于家庭使用的白炽灯泡,由于工作电压(即市电)固定为 220V,因此只需测量灯泡的工作电流即可计算出热态电阻。

(1) 指针式万用表测量

使用具有交流电流挡的指针式万用表,如 MF18 型,才可以直接测量交流电流。测量时将万用表置于“交流电流”挡,串入被测白炽灯泡的电路即可。

例如,测量 40W 白炽灯泡的工作电流,如图 1-6 所示,将万用表置于适当的“交流电流”挡,串入灯泡 EL 的电流回路(两表笔不分正、负),万用表表针即指示出被测灯泡 EL 的工作电流约为 182mA。

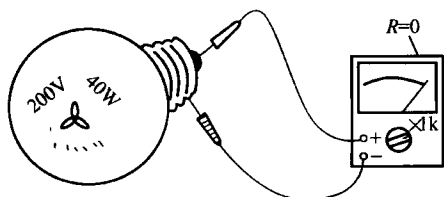


图 1-5 检测白炽灯泡

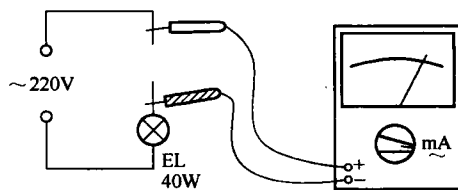


图 1-6 测量白炽灯泡的工作电流

根据公式 $R = U/I$, 即可得出 40W 白炽灯泡的热态电阻 R 为

$$R = \frac{220}{0.182} \approx 1209(\Omega)$$

(2) 数字万用表测量

数字万用表测量时,转动测量选择开关至所需的“交流电流”挡,串入被测白炽灯泡的电流回路即可。测量 200mA 以下交流电流时,红表笔应插入“mA”插孔;测量 200mA 及以上交流电流时,红表笔应插入“A”插孔。

例如,测量 40W 白炽灯泡的工作电流,如图 1-7 所示,将数字万用表置于“交流 200mA”挡,串入灯泡 EL 的电流回路(两表笔不分正、负),LCD 显示屏即显示出被测灯泡 EL 的工作电流为 181.8mA。

根据公式 $R=U/I$,即可得出 40W 白炽灯泡的热态电阻 R 为

$$R = \frac{220}{0.1818} \approx 1210(\Omega)$$

数字万用表的测量精度比指针式万用表高一些。

(3) 间接测量

间接测量白炽灯泡工作电流的电路如图 1-8 所示。 R_1 为取样电阻,可取 5 ~ 10 Ω ,测量大功率灯泡时 R 应有足够的功率,如测量 100W 灯泡时 R 的功率应大于 2W。

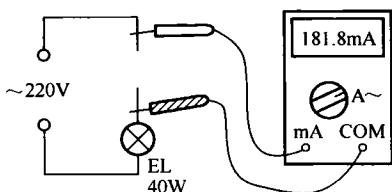


图 1-7 数字万用表测量灯泡电流

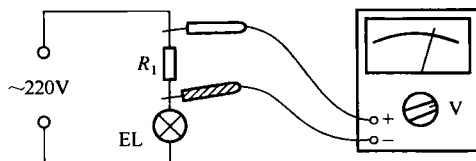


图 1-8 间接测量灯泡电流

测量时接通 220V 电源,将万用表置于“交流电压”挡测量取样电阻 R_1 上的电压 U ,根据公式 $I=U/R_1$ 计算出灯泡电流 I ,再根据 $R_0=220V/I$ 计算出白炽灯泡的热态电阻 R_0 。

3. 检测荧光灯管

荧光灯是一种气体放电发光的电光源,通常做成管状,如图 1-9 所示。日光色荧光灯是使用最普遍的荧光灯,因为光色接近于日光,所以也称为日光灯。与白炽灯相比,荧光灯具有光色好、光线柔和、灯管温度较低、发光效率较高、使用寿命长的显著优点,其缺点是结构较复杂、不可瞬间点亮等。

荧光灯管的结构如图 1-10 所示,由灯头、灯丝、玻璃灯管等部分构成。玻璃灯管的内壁涂覆有荧光粉涂层,灯管内还充有一定的惰性气体和汞(水银)。当灯管通电后,汞蒸气被电离产生弧光放电,其发出的紫外线激发荧光粉发出可见光,发光效率可达普通白炽灯的数倍。荧光灯管的使用寿命一般可达 3000 小时以上。

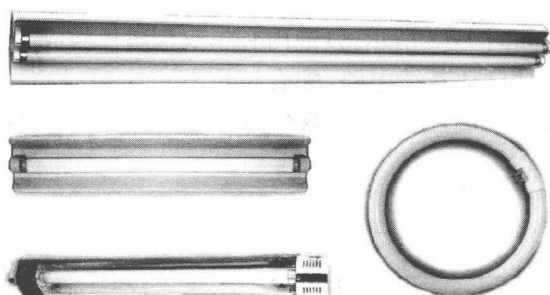


图 1-9 荧光灯管

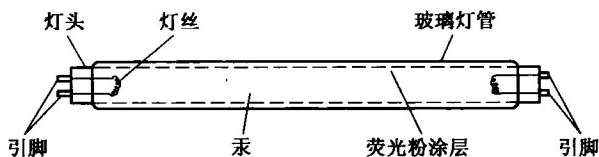


图 1-10 荧光灯管的结构

检测荧光灯管时,将万用表置于“ $R \times 1k$ ”挡,两表笔(不分正、负)分别接触荧光灯管一头的两个接点,如图 1-11 所示,万用表表针指示应几乎为“ 0Ω ”(导通)。

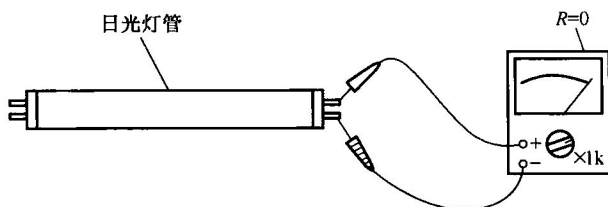


图 1-11 检测荧光灯管

然后再将两表笔分别接触荧光灯管另一头的两个接点,万用表表针指示也应几乎为“ 0Ω ”(导通)。如果万用表表针不动,说明被测荧光灯管内的灯丝已断,荧光灯管已损坏。

4. 检测荧光灯镇流器

荧光灯管不可直接加电使用,需要配合以镇流器等附件一起工作。镇流器包括电感镇流器和电子镇流器两类。

(1) 检测电感镇流器

图 1-12 所示为采用电感镇流器的荧光灯接线图。镇流器 L 实际上是一个铁心电感线圈,它具有两个作用,一是在荧光灯启动时与启辉器配合产生瞬时高压使灯管内汞蒸气电离放电,二是在荧光灯点亮后限制和稳定灯管

的工作电流。

启辉器结构如图 1-13 所示,氖泡内有一双金属片构成的触点,它的作用是在荧光灯启动时自动断续电路,配合镇流器产生瞬时高压点亮灯管。电容器 C 并接在氖泡两端,用于消除双金属片触点断开时的火花干扰。

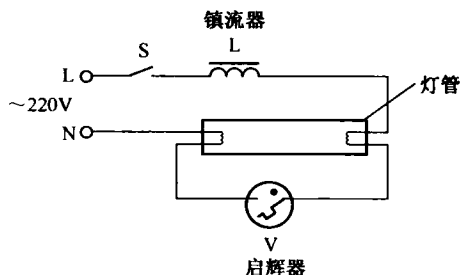


图 1-12 电感镇流器荧光灯接线图

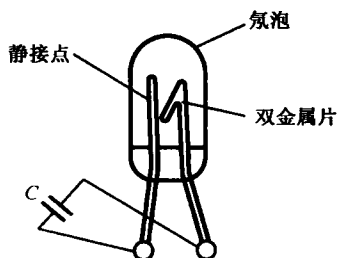


图 1-13 启辉器结构原理

采用电感镇流器的荧光灯,属于电感性负载,因此功率因数较低。由于直接由 50Hz 交流电供电,灯光存在频闪现象,特别是在观察周期性运动的物体时,频闪尤为明显。

检测电感镇流器时,万用表置于“ $R \times 100$ ”或“ $R \times 1k$ ”挡,两表笔(不分正、负)分别接触镇流器的两个引出线,表针应指示有一定的阻值,如图 1-14 所示。

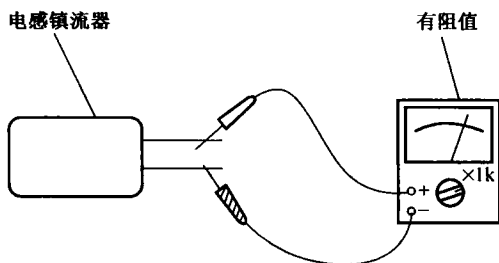


图 1-14 检测电感镇流器

如果测量阻值为“ 0Ω ”,说明该镇流器内部短路;如果测量阻值为无穷大(表针不动),说明该镇流器已断路损坏。

(2)检测电子镇流器

采用电子电路和开关电源技术制成的电子镇流器,原理如图 1-15 所示,由高压整流电路、高频逆变电路和谐振启辉电路组成。电子镇流器使荧光灯管工作于高频状态,这一方面可以有效地消除灯光的频闪现象,另一方面可以使灯管的发光效率提高 10%~20%,同时因为取消了电感镇流器,还提高了荧光灯的功率因数。