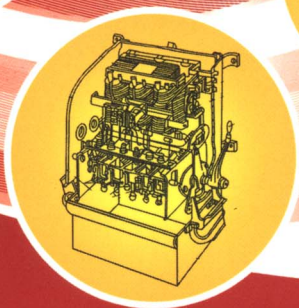
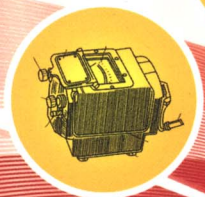
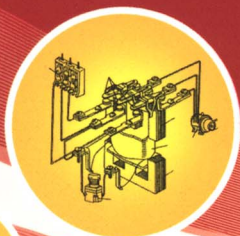


华道生 编著



电气故障 查找与处理 200问



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

电气故障 查找与处理 200问

华道生 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



内 容 提 要

本书以应用能力为主干, 强化有关理论知识和实践技能相结合, 希望能帮助读者解决有关电气故障查找与处理的实际问题。读者通过本书的学习, 能基本掌握常用电气设备和常见线路的故障检修。

本书通俗实用、浅显易懂, 因此很适合初、中级电工和相关技术人员阅读, 也可供相关专业的职业技术学院师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电气故障查找与处理 200 问/华道生编著. —北京:
中国电力出版社, 2010. 11
ISBN 978-7-5123-0996-8

I. ①电… II. ①华… III. ①电气设备-故障诊断-问
答②电气设备-故障修复-问答 IV. ①TM07-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 202026 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 http://www.cepp.com.cn)

印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 1 月第一版 2011 年 1 月北京第一次印刷
850 毫米×1168 毫米 32 开本 6.375 印张 160 千字
印数 0001—3000 册 定价 0.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



电气设备目前已广泛应用于各行各业，对于从事电气设备运行和维护的新上岗者来说，在查找与处理有关电气故障的实际问题时，可能会感到有一定的难度。为了帮助大家提高实践工作能力，我们编写了本书。

本书共分四章，分别为电工技术必备基础知识，常用电气设备调试和维修，电力配电线路与照明装置，电力安全用电。

书中内容以应用能力为主干，强化有关理论知识和实践技能相结合，力求做到一看就懂，一学就会。由于通俗实用、浅显易懂，因此本书很适合初、中级电工和技术人员阅读，也可供相关专业的职业技术学院师生参考。

由于编者水平有限和掌握资料的不足，书中内容可能有不当之处，敬请读者和专家指正。

编 者



目 录

前言

第一章 电工技术必备基础知识

第一节 电的基本概念	1
1. 电从何而来?	1
2. 什么是导体和绝缘体?	2
3. 什么是电流?	2
4. 什么是交流电的三要素?	3
5. 什么是电位和电压?	4
6. 什么是电阻?	4
7. 什么是电功与电功率?	6
8. 什么是电路?	7
9. 什么是三线送电制?	8
10. 什么是电容?	9
11. 什么是额定值?	9
第二节 电工常用工具和器材	10
12. 维修电工应常备哪些通用工具?	10
13. 怎样用测电笔判断交流单相电路的故障?	12
14. 怎样用测电笔区分交流电源同相或异相?	13
15. 怎样用测电笔判断电气设备外壳是否漏电?	13
16. 万用表一般具有哪些测量功能?	14
17. 如何用万用表测量直流电流?	16
18. 如何用万用表测量直流电压?	17
19. 如何用万用表测量交流电压?	17

20. 如何用万用表测量电阻?	18
21. 如何用万用表检测电容器?	19
22. 如何用万用表检测整流二极管?	21
23. 怎样选用绝缘电阻表?	23
24. 怎样选用钳形电流表?	24
25. 电能表是如何分类的?	25
26. 怎样选择电能表?	27
27. 使用电能表应注意哪些问题?	29
28. 单相电能表如何正确接线?	30
29. 三相四线制电能表如何正确接线?	30
30. 带有电流互感器的单相电能表如何接线?	32
31. 为什么电能表转盘无载自转?	34
32. 为什么会烧坏电能表接线盒?	34
33. 为什么电能表转盘停转?	35
34. 电能表走字不准如何自行测试?	35
35. 什么是绝缘材料?	36
36. 什么是绝缘材料的老化?	37
37. 电工维修常用哪些耗材?	37
38. 怎样选用导线?	38
39. 对导线的配管材料有什么要求? 应如何选择?	40
40. 裸绞线用在哪些地方?	40
41. 常用漆包线有哪些品种类型?	41
42. 怎样选用熔断器的熔丝?	42
第三节 电工线路图识读	43
43. 电气符号表示什么意思?	43
44. 什么是电气系统图?	48
45. 什么是电气平面图?	48
46. 什么是设备布置图?	48
47. 什么是安装接线图?	48
48. 什么是电气原理图?	49

49. 如何识别元器件的表示方法?	49
50. 如何识别电路图的线路表示方法?	50
51. 识读电气图有哪些基本要求?	51
52. 怎样识读电气图?	52
第二章 常用电气设备调试和维修	56
第一节 变配电工程电气设备	56
53. 变压器有什么用途?	56
54. 怎样识别电力变压器型号?	58
55. 怎样看变压器铭牌?	59
56. 怎样用气体继电器判断变压器故障?	61
57. 怎样用仪表检测变压器故障?	61
58. 如何预防变压器出现故障?	62
59. 什么情况应使变压器停止工作?	63
60. 变压器能否超负荷工作?	63
61. 变压器油温为什么过高?	64
62. 不同型号的变压器油能否混用?	65
63. 怎样简便识别变压器油的优劣?	66
64. 为什么变压器缺油?	66
65. 为什么变压器自动跳闸?	67
66. 怎样判断高压熔丝熔断故障?	68
67. 怎样选用变压器高、低压熔丝?	69
68. 变压器为什么有异常声响?	70
69. 变压器着火时怎么办?	71
70. 怎样检修变压器调压分接开关?	72
71. 干式变压器为什么要用信号温度计?	73
72. 为什么瓦斯继电器动作失灵?	74
73. 电流互感器为什么会有异响?	76
74. 为什么电压互感器熔体熔断?	77
75. 为什么高压熔断器连续爆管?	78
第二节 电动机及起动设备	78

76. 怎样识别三相异步电动机型号和结构?	78
77. 电动机对开关设备的选装有何要求?	80
78. 电动机对熔断器的选用有何要求?	80
79. 三相异步电动机如何正确接线?	82
80. 如何快速判断三相异步电动机的好坏?	83
81. 为什么三相异步电动机不转且有嗡嗡声?	83
82. 为什么电动机不转且有“唧唧”声?	84
83. 三相异步电动机外壳为什么带电?	85
84. 为什么电动机自耦减压起动器不能自锁?	86
85. 为什么电动机自耦减压起动器不起作用?	88
86. 为什么电动机过热且冒烟?	89
87. 为什么三相异步电动机有焦糊味?	90
88. 为什么三相异步电动机振动大?	91
89. 为什么电动机轴承温度过高?	92
90. 为什么三相异步电动机会烧坏?	93
91. 电动机内部进水时怎么办?	95
92. 为什么三相异步电动机运转时会“放炮”?	96
93. 怎样根据电动机绕组的烧坏特征来 判断故障原因?	96
94. 为什么电动机定子绕组会断路?	97
95. 为什么三相异步电动机空载电流偏大?	98
96. 怎样识别三相异步电动机绕组线头?	99
97. 为什么三相异步电动机空载不转?	100
98. 为什么三相异步电动机反转?	101
99. 单相异步电动机为什么反转?	101
100. 三相异步电动机熔断器为什么会熔断?	102
101. 三相异步电动机电刷为什么冒火花?	103
102. 交流接触器触头为什么易损坏?	103
103. 交流接触器为什么有大量噪声?	105
104. 为什么单相异步电动机不转?	106

105. 为什么交直流两用电动机不转？	108
第三节 燃油发电机组	109
106. 如何识别燃油发电机组？	109
107. 同步和异步发电机有什么区别？	110
108. 为什么发电机主绝缘局部放电？	111
109. 分不清发电机接线标记时怎么办？	112
110. 发电机定子绕组会发生哪些常见故障？	113
111. 发电机转子绕组会发生哪些常见故障？	114
112. 发电机温度为什么过高？	115
113. 何时才能正确检测发电机转子绕组的 绝缘性能？	116
114. 为什么发电机电刷及集电环异常发热？	116
115. 为什么燃油发电机组工作频率不稳定？	117
116. 为什么发电机三相电压不平衡？	118
117. 为什么发电机扫膛？	118
118. 为什么燃油发电机组无电压输出？	119
119. 为什么会烧毁发电机的励磁器件？	121
120. 为什么发电机突然失压？	121
121. 为什么发电机发电，用电设备无电？	122
122. 为什么发电机电压时有时无？	122
123. 为什么发电机电压失去控制？	123
124. 为什么发电机用自动励磁方式不发电？	123
125. 为什么发电机外壳温度高？	124
126. 为什么发电机电压波动？	125
127. 为什么发电机发电频率低？	125
128. 为什么发电机电压太低？	126
第三章 电力配电线路与照明装置	127
129. 为什么导线温度过高？	127
130. 怎样识别布线施工中导线的颜色？	127
131. 为什么剥离塑料绝缘软线时会出现断股和长股？ ...	132

132.	为什么连接的导线接触不良？	132
133.	为什么同杆架设的平行导线会短路？	133
134.	为什么同杆架设的多回路低压线路会短路？	134
135.	为什么同杆架设的低压和弱电线路会短路？	134
136.	水泥导线杆为什么会倒伏？	135
137.	为什么架空线路导线接头会发热变红？	135
138.	为什么架空线路会断线？	136
139.	为什么架空导线会相互缠绕？	137
140.	怎样识别低压配电线路的中性线？	137
141.	怎样识别配电线路单相接地故障现象？	138
142.	配电线路为什么会短路？	139
143.	为什么线路绝缘子会损坏？	140
144.	为什么线路穿线钢管会发热？	141
145.	分不清电缆芯线线头时怎么办？	141
146.	怎样查找电缆中间短路点？	142
147.	怎样查找导线断路点？	143
148.	怎样防止电缆绝缘击穿？	143
149.	零线为什么会带电？	144
150.	为什么敷线时角钢支架会松动？	145
151.	为什么塑料线钉会被导线拉松？	146
152.	为什么交流单相电路不通电？	146
153.	怎样进行单相电源插座接线？	147
154.	为什么电路中部分灯不亮？	148
155.	为什么电路中灯全部不亮？	149
156.	怎样检测荧光灯线路故障？	150
157.	水泥电杆腐蚀时怎么办？	152
158.	配导线路一相断线时怎么办？	152
159.	配导线路金属杆塔基础锈蚀时怎么办？	153
160.	配导线路杆塔为什么会倾斜？	153
161.	线路绝缘子闪络时怎么办？	154

162. 线路绝缘子为什么会老化？	154
163. 铝线与铜线连接处为什么会发生电蚀？	155
164. 送电线路跳闸时怎么办？	155
165. 电缆线路户外电缆终端头瓷套管为什么碎裂？ ...	156
166. 为什么电缆线路终端头会被击穿？	157
167. 电缆线路终端下部为什么会铅包龟裂？	157
168. 为什么终端电缆头会电晕放电？	158
169. 为什么电缆终端盒会爆炸起火？	158
170. 为什么电缆会短路崩烧？	159
171. 为什么电缆绝缘会被击穿？	159
172. 怎样判断电缆的故障性质？	161
173. 为什么断路器会自动跳闸？	161
174. 为什么断路器会自动合闸？	162
175. 为什么断路器拒绝跳闸？	163
176. 为什么断路器电动分闸后不能再合闸？	164
177. 为什么手动操作断路器会合闸失灵？	165
178. 为什么电动操作断路器会合闸失灵？	165
179. 为什么交流接触器主触头易烧坏？	166
180. 通电后为什么交流接触器不能吸合工作？	166
181. 为什么白炽灯泡忽亮忽暗？	167
182. 为什么白炽灯开后灯丝断？	167
183. 为什么灯头有电灯泡却不亮？	168
184. 为什么荧光灯（日光灯）通电后灯管闪烁？	168
185. 为什么荧光灯灯管两端发黑？	169
186. 为什么荧光灯管“跳”但不亮？	169
187. 为什么荧光灯亮后即灭？	170
第四章 电力安全用电	171
188. 为什么会发生电气火灾？	171
189. 多大电压会使人体触电？	172

190. 人体触电的方式有哪几种?	172
191. 哪些因素会造成人体触电?	174
192. 发生触电事故时该怎么办?	174
193. 碰热水器为什么会触电?	176
194. 为什么煤气管道附近易漏电?	177
195. 用户安全用电应采取哪些措施?	178
196. 电气设备为什么要有一定的绝缘电阻?	178
197. 常用的防雷措施有哪些?	179
198. 避雷器瓷套有裂纹时怎么办?	179
199. 为什么避雷器会闪络放电?	179
200. 避雷针设置原则有哪些?	180
201. 电气设备是否一定要有保护接地 (接零)装置?	180
202. 电气设备的接地体有什么要求?	182
203. 自制的接地体埋设有什么要求?	182
204. 为什么用电熨斗会引起火灾?	183
205. 电风扇为什么带电?	185
206. 电冰箱为什么带电?	185
207. 电饭锅为什么用时带电?	186
208. 人在铁丝上晒衣服为什么会触电死亡?	186
209. 为什么新电工挂钩用电会触电死亡?	187
210. 为什么手抓断落零线会死亡?	188
211. 为什么柴油发电机组送电时人会触电?	188
212. 为什么手摸灯泡会触电身亡?	189
213. 为什么脱粒机带电?	189
214. 为什么电灯灭时剪导线会触电身亡?	190
215. 为什么用电灯会引起火灾?	191
216. 为什么闸刀开关会使人烧伤?	192
主要参考文献	193



第一章

电工技术必备基础知识

第一节 电的基本概念



1. 电从何而来？

现代生活中几乎到处都要用到电，电已是工农业生产和人类生活中不可缺少的东西。那么，“电”到底是什么呢？它又是怎样得来的呢？这个强大的力量又服从着怎样的一些法则呢？故此，我们就来讨论这些问题。

自然界的物质是无穷无尽的。有的东西有生命，如人、动物等；有的则没有生命，如岩石、泥土、金属、水和空气等。

一切物体，都是由物质的微粒——分子构成的。分子的体积非常小，即使把它放大几十万倍，也看不出它的本来面目。而分子，则又是由更小的微粒——原子所构成。

人们对原子进一步研究后，认识到原子由三种更小的微粒——质子、电子和中子组成。质子带正电（用符号“+”表示），电子带负电（用符号“-”表示），中子不带电。质子和电子所带电荷的性质虽相反，但是它们所带电荷的多少却相等。而且质子、电子、中子和原子一样，也是可以再分割的。

每一物质中都有等量的正电荷和负电荷，它们是相互吸引着的。如果要从一物质中取出一些电子，就必须设法克服正电荷和负电荷之间的吸引力。例如我们用胶木制作的笔杆，在绒线衫上摩擦几次，就可以把纸屑吸起，这就是摩擦起电现象。

当电荷积聚不动时，这种状态称为静电。如果电荷在运动，



就会形成电流，也就是本书内容讨论的中心。如果有一种动力使电荷运动起来，电就产生了。



2. 什么是导体和绝缘体？

一切金属的原子都有着不稳固的外围电子，这些电子受到外力作用时很容易离开自己的轨道，是导电性能很好的物体，称为导体。各种金属、酸类等溶液以及潮湿的土地，都属于导体。

还有其他许多物质的原子，把电子牢固地吸在原子核周围，不容易让它们自由地离开，这是导电性能不良的物体，称为非导体或绝缘体。绝缘体是有一定条件的，在低电压应用的绝缘体，用在高压下就变成导体了，所以绝缘体都有一个工作的限度，叫做绝缘强度。

在正常状态下的各种气体、很多种液体以及除了金属等以外的大部分固体，都属于不良导体。如橡胶、玻璃、塑料、云母、瓷、变压器油等，都可以作为绝缘体使用。



3. 什么是电流？

大量电荷有规则的定向移动，称为电流。它表示单位时间内通过导体某一截面的电荷量，常用符号 I 表示，单位为 A，单位名称为“安培”（简称“安”）。除了 A 以外，电流还有 mA、 μ A 及 kA 等单位，常用单位及换算关系为

$$1\text{kA (千安)} = 1000\text{A (安)}$$

$$1\text{A (安)} = 1000\text{mA (毫安)}$$

$$1\text{mA (毫安)} = 1000\mu\text{A (微安)}$$

辨别电流存在的现象，可以通过以下的电流效应加以体现。

- (1) 电流通过盐类、碱类及酸类的溶液，能把它们分解。
- (2) 通过电流的导体能发热。
- (3) 电流流过导线时，在导线的周围能产生磁场。

按照电流的性质不同，电流可分为交流电流和直流电流两



种。交流电流的大小和方向，能随时间有规律地发生变化；而直流电流，其电流的大小和方向则不能随时间发生变化。其中电流的大小和方向不随时间变化的电流，叫做恒定直流电。电流的方向不随时间变化的电流，叫做脉动直流电。

电流的方向在习惯上规定在电源外部由正极流向负极，但电子的实际方向是从负极流向正极。交流电中电流的方向是不断变化的，但在电气图上标明的电流方向是人为规定的。这一规定方向，称为正方向。

随时间按正弦规律变化的交流电，称为正弦交流电。除非特别声明，在日常生活和生产实践中所应用的交流电，一般都是指正弦交流电。



4. 什么是交流电的三要素？

交流电的三要素，是指其最大值、相位和频率。这些数据参量反映了交流电的变化规律。

交流电的大小是随时间而变化的，在变化过程中所能达到的最大数值，称为最大值。但工程上和生活中一般不采用最大值表示，而采用有效值这一概念。

有效值是根据电流的热效应来确定的，通常情况下有效值 I 等于 0.707 乘以最大值 I_m ，即 $I = 0.707 I_m$ 。电工仪表所测得的电流和电压值均为有效值。电气工程图上标明的电流和电压，也是指有效值。

交流电的电流或电压随时间变化一周所需的时间，称为周期。周期是交流电波形重复出现所需的最短时间。

交流电的电流或电压在单位时间内变化的次数，称为频率，其单位用赫兹表示（符号为 Hz）。

电力网供电频率称为“工频”，我国电力供电系统使用的工频标准是 50 赫兹（50Hz），工频交流电变化一周所需时间为 0.02 秒（0.02s）。



5. 什么是电位和电压?

当一个物体带有电荷时,这个物体就具有一定的电位。通常情况下,一般以大地为零电位。故此任何带正电荷的物体,都具有比大地高的电位;带负电荷的物体,其电位比大地电位低。

导体两点之间的电位差叫做电压。电位差在电路中促使电荷运动形成电流。电位和电压的单位是伏特,简称伏,用字母 V 表示。工程上通常用千伏 (kV) 表示 ($1\text{kV}=1000\text{V}$)。

我国的供电系统中,电压等级划分为高压、低压和安全电压。

工厂、住宅用的电压等级为 380V/220V,通常规定 1000 (1200) V 及以下的电压称为低压。矿山井下现在常用的电压等级为 660V/380V。

当电能要远距离输送或电动机功率很大时,要采用高压送电。常用的高压等级有 6、10、35、110、220、330、500、750kV 以及 1000kV 的特高压。

在潮湿场所(地下室)或金属容器内的照明灯,一般要用安全电压。我国规定 50V 以下为安全电压。通常安全电压分 5 个等级,分别为 42、36、24、12、6V。



6. 什么是电阻?

电阻是导体流过电流时存在阻碍作用的大小。电阻的符号为 R,单位是欧姆 (Ω) 或千欧 ($\text{k}\Omega$) ($1\text{k}\Omega=1000\Omega$)。绝缘体的阻值很大,一般在兆欧 ($\text{M}\Omega$) 级 ($1\text{M}\Omega=10^6\Omega$)。

实践证明,导体的电阻决定于下面四个因素。

(1) 导体的材料。截面积相等、长短相同而材料不同的导体,它们的电阻各不相同。例如,铁的电阻大于铜的电阻。

(2) 导体的长度。材料相同、截面积相等的导体,长度越长,电阻也越大。



(3) 导体的截面积。材料相同、长短相等的导体，截面积越大，电阻越小。

(4) 导体的温度。同一导体在不同的温度下，就有不同的电阻。一般导体的电阻随温度的增加而增加。

在生产实际中要用到各种各样的电阻，例如有些电气设备需要阻值大的电阻，有些设备需要功率大的电阻等，这就需要专门制造一些电阻元件。为此，通常把具有一定阻值的实体元件称为电阻器。

电阻器有时也简称电阻，它常分为固定电阻器和可变电阻器两类。常用的固定电阻器，分为线绕电阻、薄膜电阻和实心电阻三种。可变电阻器的阻值，可在一定范围内变化，具有三个引出端的常称为电位器。常用电阻器的外形如图 1-1 所示。

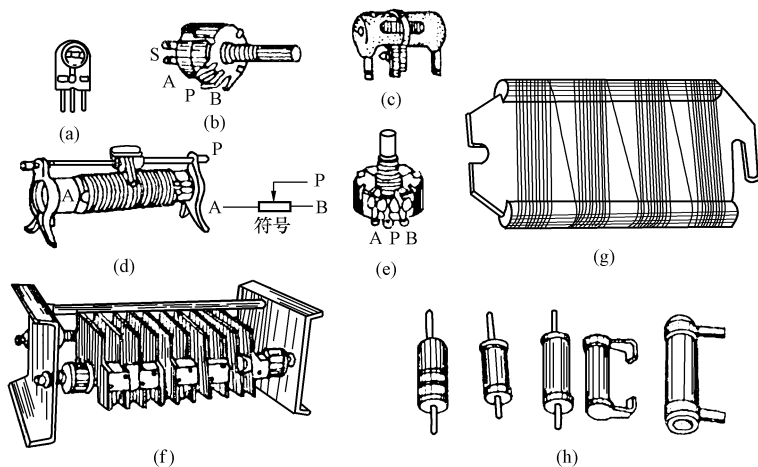


图 1-1 常用电阻器外形

- (a) 微调硬膜电位器；(b) 线绕电位器（带开关）；(c) 线绕电阻器；
 (d) 滑线式变阻器；(e) 硬膜电位器；(f) 实心电阻器（带散热器）；
 (g) 线绕电阻器（带散热器）；(h) 硬质电阻器和薄膜电阻器

电阻器的主要性能指标，分别是标称阻值、允许偏差和额定功率（又称标称功率）。在选用电阻器时，在一般情况下主要根