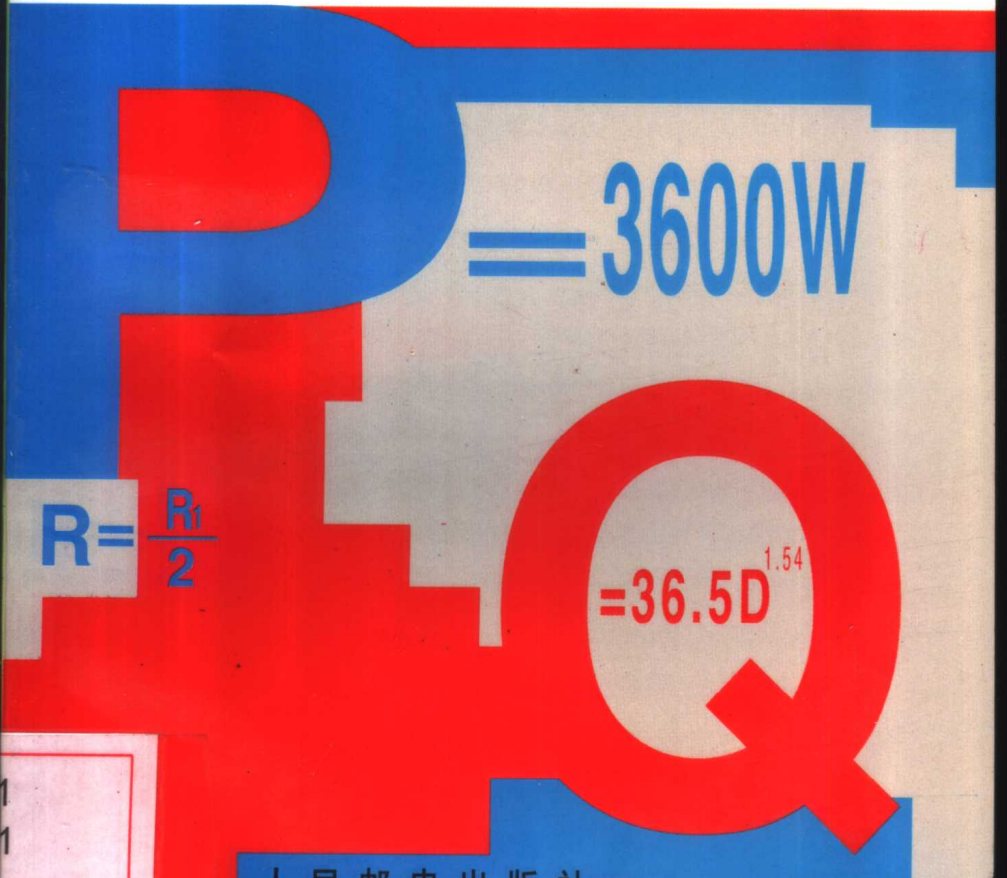


实用电工

计算 150 例

王如桂 编著

实用电工丛书


$$P = 3600W$$

$$R = \frac{R_1}{2}$$

$$= 36.5D^{1.54}$$

人民邮电出版社

实用电工丛书

实用电工计算 150 例

王如桂 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书是“实用电工丛书”之一。电工计算是电工人员必须掌握的一项重要的基本功,但初学者往往感到困难而无从下手。本书结合电工实际应用,介绍了150例实用计算方法和技巧,内容涉及电工基础、供电线路、整流电源、电动机、变压器、电抗器、电磁铁、电热及照明等几大方面。选例典型、广泛,便于读者举一反三。附录列出了常用计算公式的速查表,方便读者查阅。

本书可供广大城乡电工人员阅读学习,也可供电气技术人员参考。

实用电工丛书

实用电工计算 150 例

Shiyong Diangong Jisuan 150 Li

◆ 编 著 王如桂

责任编辑 贾安坤

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京崇文区夕照寺街14号

北京朝阳隆昌印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本:787×1092 1/32

印张:10.125

字数:225千字

1998年8月第1版

印数:11 001—18 000册

1999年9月北京第2次印刷

ISBN 7-115-06958-1/TN·1352

定价:12.00元

《实用电工丛书》编委会

主 任： 杜肤生

副 主 任： 徐修存 李树岭

编 委： 王亚明 王如桂 王英杰

王锡江 王霁宗 赵桂珍

张国峰 任致程 宋东生

陈有卿 郑凤翼 贾安坤

《实用电工丛书》前言

电广泛应用在社会生活的各个领域。在广大城乡、在各行各业,早已形成了庞大的电工人员队伍。

为了普及电工知识,帮助广大电工人员,特别是初级电工人员学习电工的基本理论知识,掌握科学、规范的电气操作技术,提高操作技能水平,我们组织编写了这套《实用电工丛书》。参加编写工作的都是长期从事电气技术工作和培训工作的专业人员,实践经验丰富。这套书有的针对某一行业、某一项电气操作技术,有的针对某一种常用电气设备,详细介绍了有关的电工知识,电气操作技能和要求以及大量实际经验和线路等。内容力求切合实际,突出实用性,并采用深入浅出、图文并茂的叙述方法,做到篇幅适中,文字精练,通俗易懂,让读者学习以后,可以迅速应用到实际工作中去,达到立竿见影的效果。本丛书适合初中以上文化程度的工矿企业和农村电工阅读,也可作各类电工培训班的教材使用。

衷心希望广大从事电气工作的专家、学者、工作人员对丛书提出宝贵意见,以便于我们改进出版工作,更好地为读者服务。

《实用电工丛书》编委会

前 言

电气工作人员在进行电气设计、制造、安装、现场故障分析、技术革新改造、电工器材选用、电气参数测试等实际工作中,常常碰到一些计算问题,如果能够掌握一些简捷实用的计算(或估算)方法,将会给工作带来很大的方便,并有助于提高工作效率。作者就是为了适应这方面的需要,编写了这本实用参考书。

书中包含了电工基础、供电线路、整流电源、电动机、变压器、电抗器、电磁铁、电热、照明等一般电工日常接触到的几方面的计算,范围较宽,内容较广。本书所列计算公式或计算方法,一是来源于实际工作经验的总结,二是来源于理论推导,所以实用性较强。特别是一些估算公式,易记、易算,方便电工现场使用,且估算值与实际值十分接近,一般都能满足实际需要。每种计算公式,都提出使用条件和注意事项,并给出计算实例,作为公式应用示范,以便读者举一反三,切实掌握计算方法。

本书所列计算公式,省略了复杂的推导过程,一般只给出结论公式,但对有些计算公式的来源作了简要说明。书后附有常用计算公式速查表,便于读者查阅。

由于作者水平有限,书中错误在所难免,请读者批评指正。

作 者

目 录

一、电工基础	1
1. 两个电阻并联的简单计算	1
2. 两个以上电阻并联的简单计算	2
3. 星形连接与三角形连接的等效互换计算	4
4. 支路电流的简单计算	8
5. 电功率的计算	9
6. 三相交流电路视在功率的估算	11
7. 电能的计算	12
8. 电流的热效应计算	13
9. 电能和热能的相互换算	13
10. 电阻温度系数及其计算	14
11. 容抗的简单计算	16
12. 电容器电容量与电力电容器无功功率大小的计算	17
13. 电容器额定电流的计算	18
14. 根据电流计算电容器的电容量	19
15. 电容器串联后等效电容和分压值的计算	20
16. 电测仪表倍率及其计算	23
17. 直流电流表分流电阻的计算	24
18. 直流电压表附加电阻的计算	25
19. 两根平行载流导线间电磁力的估算	27
20. 圆导线截面积简单计算	28

21. 导线电阻的估算	28
22. $\sqrt{2}$ 和 $\sqrt{3}$ 的速算法	30
二、供电线路、整流电源	32
23. 低压架空线路导线截面积的计算	32
24. 中性线和保护线截面积的选定	33
25. 按截面积估算铜、铝、铁裸导线的重量	35
26. 按线径估算铜、铝、铁裸导线的重量	36
27. 水泥电杆埋设深度的计算	37
28. 电线杆拉线长度简易计算	37
29. 架空导线和电杆拉线安全拉力的计算	39
30. 起重用绳索安全拉力的计算	39
31. 铜绞线、铝绞线及钢芯铝绞线电阻的估算	40
32. 架空导线感抗的计算	41
33. 交流线路电压损失及其计算	47
34. 低压架空线路电压损失的估算	49
35. 高压架空电力线路接地电容电流的计算	51
36. 10kV、6kV 电力电缆电容电流的估算	51
37. 用钳形电流表测算功率因数	52
38. 用电度表测算功率因数	53
39. 配电线路功率因数补偿的计算	56
40. 三相电容器负荷电流的估算	60
41. 无功补偿节电量的估算	60
42. 低压补偿电容器的开关和熔断器的选用及参数计算	61
43. 负荷率及其计算	62
44. 三相负荷不平衡度的计算	63
45. 变电站接地网接地电阻和避雷针接地电阻的计算	

.....	65
46. 电气设备接地电阻的计算	65
47. 电线管管径的选定	66
48. 铅酸蓄电池电解液的调配及比重的换算	68
49. 自动开关脱扣器电流整定值的计算	70
50. 家用电度表容量的计算	71
51. 铁壳开关的选用与计算	72
52. 家用电器功率的简易测算	74
53. 交流电容器容量不足的检查与计算	75
54. 倍压整流电路元件参数的计算	77
55. 桥式整流、电容滤波电路的设计计算	79
56. 三相异步电动机能耗制动整流电源的计算	82
57. 按脉动电压百分比计算滤波电容	84
58. 电感—电容滤波电路中电感和电容的计算	86
59. 阻容保护元件参数的选定	89
60. 晶闸管整流电路中快速熔断器参数的选定	92
61. 稳压电阻的计算	94

三、电动机 98

62. 异步电动机转差率及其计算	98
63. 异步电动机转矩的计算	99
64. 三相异步电动机转速与频率、磁极对数之间的关系	102
65. 电角度的计算	103
66. 三相异步电动机效率的计算	104
67. 三相异步电动机极对数的计算	105
68. 三相异步电动机每极磁通的计算	106
69. 三相异步电动机极距和每极每相槽数的计算	107

70. 交流异步电动机绕组分布系数及其计算	109
71. 交流异步电动机绕组短距系数及其计算	110
72. 三相异步电动机空载电流的估算	113
73. 三相异步电动机空载电流与其线圈匝数的关系	115
74. 三相异步电动机额定电流的估算	116
75. 根据空载电流和运行电流计算电动机的实际功率	117
76. 按旧线圈确定绕线模尺寸	118
77. 电动机槽满率及其计算	121
78. 铜、铝线径简易换算	122
79. 导线替代的简易计算	123
80. 已知导线截面积求线径的计算	125
81. 异步电动机定子绕组接地点的查找方法	126
82. 三相异步电动机定子绕组直流电阻测量及计算	128
83. 电机绝缘电阻的测量与计算	132
84. 电动机温度的测算	135
85. 三相异步电动机单速改双速的计算	137
86. 电容电动机定子绕组的简易计算	142
87. 小容量鼓风电动机短路式启动绕组及其计算	145
88. 单相手电钻转子绕组节距的计算	146
89. 单相手电钻绕组重绕的计算	147
90. 改变手电钻电压时的重绕计算	150
91. 绕线式三相异步电动机转子绕组串接电阻后, 转 速和功率的计算	152
92. 三相鼠笼式异步电动机改为单相使用的接线及移	

相电容的计算	153
93. 三相异步电动机在任意负荷下输出功率、效率和功率因数的计算	155
94. 根据三相异步电动机的额定功率估算无功功率补偿容量	156
95. 三相异步电动机实际负载率的计算	157
96. 三相异步电动机反接制动及制动电阻的计算	160
97. 三相异步电动机直接启动时电源容量的计算	162
98. 直接启动三相异步电动机的开关容量的计算	164
99. 三相异步电动机电阻降压启动的计算	165
100. 三相异步电动机启动用自耦变压器的选择与计算	167
101. 三相异步电动机供电回路熔件额定电流的计算	168
102. 异步发电机发电原理与励磁电容的计算	170
103. 他励直流电动机转速和转矩的计算	174
104. 串励直流电动机转速和转矩的计算	176
105. 他励直流电动机启动电阻的计算	178
106. 他励直流电动机反接制动电阻的计算	181
107. 他励直流电动机调速方法及计算	183
108. 选择电动机容量的计算公式	186
109. 钻螺纹底孔时,钻头直径的选取	187
四、变压器、电抗器、电磁铁	191
110. 并列运行变压器负荷分配的计算	191
111. 配电变压器利用系数的计算	193
112. 三相变压器初、次级额定电流的估算	194
113. 电力变压器熔断器熔体额定电流的选定	196

114. 变压器铜损干燥及其计算	198
115. 变压器铁损干燥及其计算	199
116. 电力变压器绝缘电阻测量与温度换算	203
117. 电力变压器直流电阻的测量与计算	205
118. 配电变压器高压线圈匝数的速算	209
119. 小型单相变压器线圈匝数简单测算	211
120. 小功率变压器的简易计算	212
121. 整流变压器的设计计算	215
122. 两根导线并绕线圈中间短路点的确定	220
123. 交流电抗器简单设计计算	222
124. 交流电焊机满负荷时初级电流的估算	224
125. 交流电焊机实际消耗功率的计算	224
126. 交流电磁铁吸力及其计算	225
127. 直流电磁铁吸力及其计算	226
128. 直流电压线圈的简单换算	226
129. 交流电压线圈的简单换算	228
五、电热、照明	230
130. 单相电热器负荷电流的估算	230
131. 三相电热器负荷电流的估算	231
132. 电热元件采用不同接法时总电阻和总功率的计算	231
133. 井式电阻炉相电阻的测量及计算	235
134. 电热元件表面负荷的选取	238
135. 电热元件的设计计算	239
136. 按经验公式计算电阻炉功率及电热元件的参数	266
137. 线状及带状电热元件尺寸的选取	268

138. 电炉热量的计算	271
139. 绕制电热元件用芯棒直径的计算	272
140. 灯具照度计算	272
141. 白炽灯、荧光灯电流的简单计算	275
142. 白炽灯调光电容的计算	275
143. 低压指示灯降压电容器电容量的计算	277
144. 灯泡热态电阻的估算	278
145. 高压钠灯补偿电容的计算	279
146. 日光灯补偿电容的计算	280
147. 日光灯镇流器线圈匝数和线径的计算	281
148. 日光灯镇流器磁隙长度的计算	283
149. 照明线路导线截面积的选定	284
150. 照明线路熔断器的装设与额定电流的选定	288
附录 实用计算公式速查表	289

一、电工基础

1. 两个电阻并联的简单计算

两个电阻 R_1 、 R_2 并联, 计算并联后的等效电阻 R , 一般应用下面公式:

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (1-1)$$

按公式(1-1), 现场计算起来较麻烦, 更不易口头估算。若遇到下列特殊情况, 可采用较简单的计算方法:

两个电阻 R_1 、 R_2 并联, 如果 $R_1 = R_2$, 则等效电阻 R 为

$$R = \frac{1}{2} R_1 \quad (1-2)$$

如果 R_1 大于 R_2 , 且 $R_1 = nR_2$, 则等效电阻 R 为

$$R = \frac{R_1}{n+1} \quad (1-3)$$

应用公式(1-3)进行现场计算较为方便, 简化了计算步骤。首先算出大电阻阻值是小电阻阻值的倍数 n , 再用大电阻的阻值除以 $(n+1)$ 即可。如果大电阻不是小电阻的整数倍, 虽然也

可以用公式(1-3)计算,但计算起来比较麻烦。

公式(1-3)是根据公式(1-1)推导出来的,推导过程为:

因为 $R_1 = nR_2$

$$\text{所以 } R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_1 R_2}{nR_2 + R_2} = \frac{R_1}{n+1}$$

例 1 计算 156Ω 和 26Ω 两只电阻并联后的等效电阻。

解 令 $R_1 = 156\Omega, R_2 = 26\Omega$

$$n = \frac{R_1}{R_2} = \frac{156}{26} = 6$$

按公式(1-3)计算等效电阻 R

$$R = \frac{R_1}{n+1} = \frac{156}{6+1} = 22.3(\Omega)$$

例 2 计算 5Ω 和 2Ω 两只电阻并联后的等效电阻。

解 令 $R_1 = 5\Omega, R_2 = 2\Omega$

$$n = \frac{R_1}{R_2} = \frac{5}{2} = 2.5$$

按公式(1-3)计算等效电阻 R

$$R = \frac{R_1}{n+1} = \frac{5}{2.5+1} = 1.43(\Omega)$$

2. 两个以上电阻并联的简单计算

计算方法之一:

n 个电阻并联时,其等效电阻 R 等于 n 个电阻的乘积 $Rn!$

除以 n 个电阻组合乘积之和 $\sum_n^{n-1}$, 即

$$R = \frac{R_n!}{\sum_n^{n-1}} (n=1, 2, 3, \dots, n) \quad (1-4)$$

公式(1-4)是根据并联电阻倒数之和等于其等效电阻的倒数推导出来的。

计算方法之二;

计算 n 只电阻并联后的等效电阻时,先把 n 只电阻的阻值都化成最小公分子作分子,将各分母相加作分母,所得的值就是 n 只电阻并联后的等效电阻。

计算时,要注意各电阻的单位应统一。如不统一,则需先将它们换成一致单位后再按上述方法计算。

若电阻很多,或不易化成最小公分子,也可以分组计算,将各组计算结果作为并联电阻,再次计算。

例 1 有四只电阻并联,阻值分别为: $R_1=1\Omega$, $R_2=2\Omega$, $R_3=3\Omega$, $R_4=4\Omega$ 。计算这四只电阻并联后的等效电阻。

解 按公式(1-4)计算并联后的等效电阻 R

$$\begin{aligned} R &= \frac{R_n!}{\sum R_n^{n-1}} \\ &= \frac{1 \times 2 \times 3 \times 4}{1 \times 2 \times 3 + 1 \times 2 \times 4 + 2 \times 3 \times 4 + 1 \times 3 \times 4} \\ &= 0.48(\Omega) \end{aligned}$$

例 2 有三只电阻并联,阻值分别为 $2k\Omega$ 、 $\frac{1}{2}k\Omega$ 和 $\frac{1}{8}k\Omega$, 计算并联后的等效电阻。

解 按计算方法之二计算等效电阻 R

$$R = 2 // \frac{1}{2} // \frac{1}{8} = \frac{2}{1} // \frac{2}{4} // \frac{2}{16} = \frac{2}{1+4+16} = \frac{2}{21}(k\Omega)$$

例 3 有四只电阻并联,阻值分别为 $\frac{2}{5}k\Omega$ 、 $2k\Omega$ 、 $\frac{1}{7}k\Omega$ 和 $3k\Omega$, 计算并联后的等效电阻。

解 按计算方法之二计算

先计算 $\frac{2}{5}k\Omega$ 和 $2k\Omega$ 两只电阻并联后的等效电阻 R_1 :

$$R_1 = \frac{2}{5} // 2 = \frac{2}{5} // \frac{2}{1} = \frac{2}{5+1} = \frac{1}{3}(k\Omega)$$

再计算 $\frac{1}{7}\text{k}\Omega$ 和 $3\text{k}\Omega$ 两只电阻并联后的等效电阻 R_2 :

$$R_2 = \frac{1}{7} // 3 = \frac{3}{21} // \frac{3}{1} = \frac{3}{21+1} = \frac{3}{22} (\text{k}\Omega)$$

最后计算 R_1 和 R_2 两只电阻并联后的等效电阻 R :

$$R = R_1 // R_2 = \frac{1}{3} // \frac{3}{22} = \frac{3}{9} // \frac{3}{22} = \frac{3}{9+22} = \frac{3}{31} (\text{k}\Omega)$$

题中所述四只电阻并联后的等效电阻为 $\frac{3}{31} (\text{k}\Omega)$ 。

例 4 有三只电阻并联,阻值分别为 1Ω 、 3Ω 和 5Ω ,计算并联后的等效电阻。

解 按计算方法之一计算

$$R = \frac{R_n!}{\sum_n^{n-1}} = \frac{1 \times 3 \times 5}{1 \times 3 + 3 \times 5 + 1 \times 5} = \frac{15}{23} (\Omega)$$

按计算方法之二计算

$$R = 1 // 3 // 5 = \frac{15}{15} // \frac{15}{5} // \frac{15}{3} = \frac{15}{15+5+3} = \frac{15}{23} (\Omega)$$

3. 星形连接与三角形连接的等效互换计算

(1) 星形连接变换成三角形连接

三只电阻 r_1 、 r_2 和 r_3 ,原接成星形,现要等值变换为三角形连接,如图 1-1 所示,则

$$R_1 = \frac{r_1 r_2 + r_2 r_3 + r_1 r_3}{r_1} \quad (1-5)$$

$$R_2 = \frac{r_1 r_2 + r_2 r_3 + r_1 r_3}{r_2} \quad (1-6)$$

$$R_3 = \frac{r_1 r_2 + r_2 r_3 + r_1 r_3}{r_3} \quad (1-7)$$

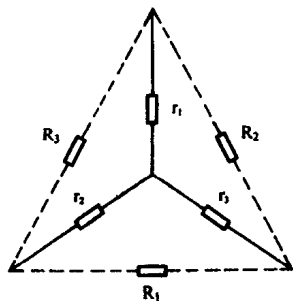


图 1-1 星一角变换