

电工常用手册

张继桓编写



电工常用手册

张继桓 编写

湖南科学技术出版社

电 工 常 用 手 册

张继桓 编写

责任编辑：陈清山

*

湖南科学技术出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

*

1981年8月第1版 1986年6月第8次印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：21.625 字数：494,000

印数：186,801—202,800

统一书号：15204·62 定价：3.45 元

本次低订码号：湘科86—1(5)

内 容 简 介

本手册较系统地介绍了电工常用的有关计算公式和计算实例。全书共分为十一章：第一章为基本计算公式；第二章至第六章为强电部分，其中介绍了变压器、电抗器、电动机、异步发电机及水泥电杆等方面的参数计算；第七章至第九章为弱电部分，介绍了整流器、滤波器、扩音机等方面的参数计算；第十章对远红外线、节约用电的基本计算，作了初步介绍；第十一章为电工的其他有关计算。书后附录了电工常用的有关数据和参考资料。

本手册内容简明扼要，通俗易懂，可供工厂、科研、农村广大从事电气方面的科研、技术人员和电工同志，在实际计算工作中参考。对大专院校电气专业的师生，在教学和学习中，也有一定的参考价值。

前 言

电工常用计算资料，虽然在一些有关电气方面的书刊中零星地作了一些介绍，但内容比较分散。因此，在实际工作中，查找困难，使用不便。许多从事电气方面工作的同志，迫切需要这方面通俗而常用的计算资料。编者从1972年以来，利用业余时间，搜集了这方面的计算资料，经过整理（其中笔者设计了一些计算图），汇编成这本《电工常用手册》。

由于作者实践经验和理论水平都有限，因此，书中错漏和不妥之处难免，希望读者批评指正。

湖南株洲国营湘江机器厂 张继樞

一九八〇年六月六日

目 录

第一章 基本公式	(1)
一 电功.....	(1)
二 电功率.....	(1)
三 电流强度.....	(1)
四 电阻.....	(1)
五 电流的热效应.....	(1)
六 电流的化学效应.....	(1)
七 电路中电容量的计算.....	(2)
八 电路中电阻值的计算.....	(4)
九 欧姆定律.....	(16)
十 电抗网络的变换计算.....	(19)
十一 交流电路中的关系式.....	(22)
十二 三相系统中电流、电压、功率的关系.....	(25)
十三 三相电路中的功率损耗计算.....	(27)
十四 交流电路中功率与能量的计算.....	(27)
十五 电感(自感系数).....	(28)
十六 克希荷夫定律.....	(28)
十七 电磁感应定律(正弦波磁场).....	(29)
十八 非正弦波交流电.....	(29)
十九 电流对平行导体的电动力效应.....	(29)
二〇 交流电的感应电动势计算.....	(30)
二一 电磁铁的吸力(起重力)计算.....	(30)
二二 电机的转矩计算.....	(31)
二三 电池组的串、并联计算.....	(31)

第二章 变压器的计算..... (33)

- 一 变压器的基本公式..... (33)
- 二 一般变压器的计算..... (33)
- 三 小型变压器的计算..... (36)
- 四 三相小功率变压器的计算..... (46)
- 五 旧式变压器容量的估算..... (49)
- 六 可控硅整流变压器的计算..... (51)
- 七 小型自耦变压器的计算..... (65)
- 八 电焊机的计算..... (67)
- 九 电子设备电源变压器的计算..... (82)
- 十 电子设备推动变压器的计算..... (86)
- 十一 音频变压器的计算..... (88)
- 十二 电子设备输出变压器的计算..... (90)
- 十三 电子设备线间变压器的计算..... (94)
- 十四 半导体收音机输出、输入变压器的计算..... (99)
- 十五 晶体管输出变压器的计算..... (102)
- 十六 磁铁饱和式稳压器的计算..... (105)
- 十七 小型变压器骨架的计算..... (108)
- 十八 脉冲变压器的计算举例..... (114)
- 附 1 电力变压器的主要技术数据表..... (118)
- 附 2 硅钢片的物理性能表..... (148)

第三章 电抗器的计算..... (149)

- 一 平波和均衡电抗器额定参数的计算..... (149)
- 二 电抗器结构的计算..... (163)

第四章 电动机的计算..... (187)

- 一 异步电动机的一般参数计算..... (187)
- 二 小容量单相异步电动机的有关参数计算..... (196)
- 三 三相异步电动机改为单相的计算..... (212)

四	鼠笼型异步电动机绕组的计算方法	(218)
五	电动机断相时的有关参数计算	(237)
六	直流电动机的一些参数计算	(241)
七	直流电机重绕线圈的计算	(241)
八	电动机容量的选择计算	(243)
九	电钻的有关参数计算	(250)
十	鼠笼式电动机保护熔断器的计算	(257)
十一	电机绕组直流电阻随温度而变值的换算	(259)
十二	电机绝缘电阻的计算	(262)
十三	电机绕组(或变压器油加热去湿)的干燥处理的参数计算	(263)
十四	电机绕组短路侦察器的计算	(265)
十五	电动机空载电流与满载电流的比例关系	(266)
十六	电机绕组修理中,铜、铝线径的简易换算	(266)
十七	电风扇的有关技术问题	(267)
附	电机的有关参数及故障处理表	(291)
第五章	电动机改成发电机的计算	(323)
一	异步电动机作发电机的计算	(324)
二	绕线式电动机改作发电机的计算	(332)
附 1	农村水电站常用水轮机系列表	(333)
附 2	农村常用水轮发电机系列表	(344)
第六章	水泥电杆的计算	(346)
一	电杆的强度计算	(346)
二	工厂区电杆埋深的计算	(351)
三	安装电杆时的地耐力计算	(354)
四	电杆拉线盘的选择计算	(354)
附	架空导线弛度表	(356)

第七章 整流电路的计算	(369)
一 电子管单相半波整流器的计算.....	(369)
二 电子管单相全波整流器的计算.....	(370)
三 电子管单相桥式整流器的计算.....	(371)
四 电子管三相半波整流器的计算.....	(372)
五 电子管三相桥式整流器的计算.....	(372)
六 电子管单相倍压整流器的计算.....	(373)
七 晶体管多倍压半波整流电路的计算.....	(375)
八 电子管整流器的特性比较及其设计.....	(376)
九 半导体管整流电路的计算.....	(378)
十 可控硅整流装置的计算.....	(382)
十一 硒整流器的计算.....	(390)
第八章 滤波器的计算	(393)
一 电子管L型滤波器的计算.....	(393)
二 电子管 π 型滤波器的计算.....	(394)
三 一般滤波器的计算.....	(394)
四 半导体整流管 π 型滤波器的单相桥式整流电路的 计算.....	(394)
五 晶体管直流稳压电源滤波电容的简易计算.....	(396)
六 滤波器阻流圈的计算.....	(398)
七 整流滤波电路参数的选择计算.....	(405)
第九章 扩音机线路的计算	(406)
一 用线间变压器的配接计算.....	(406)
二 几种常用喇叭的有关参数计算.....	(425)
三 扩音机的一般参数及表格.....	(433)
附1 磁带录音机的有关参数计算.....	(433)
附2 电视机接收天线的有关参数.....	(434)
附3 电唱机故障原因速查表.....	(440)

附 4	电子管收音机参数表·····	(442)
第十章	远红外节约用电的有关计算·····	(447)
一	基本知识方面的计算·····	(447)
二	辐射元件的表面温度选择计算·····	(456)
三	红外线加热和低周波感应加热的比较计算·····	(461)
四	加热炉体容积及热能耗用的计算·····	(474)
五	远红外线加热干燥炉的设计·····	(476)
第十一章	电工的其他有关计算·····	(485)
一	电力排灌水泵的有关计算·····	(485)
二	农村选用电动机的功率计算·····	(488)
三	电磁开关线圈的计算·····	(489)
四	电钟线圈参数计算·····	(498)
五	磁台的参数计算·····	(499)
六	一般小型电炉的计算·····	(503)
七	日光灯有关参数的计算·····	(510)
八	照明的有关计算·····	(520)
九	电烙铁的有关计算·····	(528)
十	有关安全用电方面的知识和计算·····	(532)
十一	电车馈线上的电流和电压降的计算·····	(537)
十二	电梯的有关参数计算·····	(538)
十三	细导线熔化电流的计算·····	(539)
十四	电工符号的有关数据·····	(539)
十五	家用电度表的简易测试·····	(541)
十六	标么值及其计算·····	(543)
十七	几种节约用电的计算方法·····	(549)
十八	千乏与微法间的换算·····	(551)
十九	碳化硅棒的加热计算·····	(551)
二十	某些单位之间的关系·····	(552)

二一	钻孔和攻丝二者直径的换算	(553)
二二	布尔代数的规则、公式和定理	(554)

附录

附表 1	常用导电材料的物理性质	(557)
附表 2	功率单位的换算	(557)
附表 3	能量单位的换算	(558)
附表 4	几种常用电量单位的换算	(559)
附表 5	长度单位的换算	(559)
附表 6	英寸与毫米的换算	(560)
附表 7	温度的换算	(561)
附表 8	常用热电偶的热电势	(561)
附表 9	电磁学单位	(562)
附表 10	物质的介电常数	(563)
附表 11	永磁合金的磁性能	(563)
附表 12	国产干电池特性表	(564)
附表 13	国产漆包铜线规格表	(566)
附表 14	裸扁铜线规格表	(572)
附表 15	国产高强度漆包圆铜线电流负载表	(574)
附表 16	功率因数为1时,功率与电流关系对照速算表	(578)
附表 17	功率因数速算表	(579)
附表 18	常用万用表的表头数据	(582)
附表 19	万用表维修常用数据	(583)
附表 20	可控硅的参数	(584)
附表 21	部分国产示波管主要技术性能表	(585)
附表 22	国产和部分进口黑白显象管主要性能	(586)
附表 23	国产电视机用10K型和10A型中频变压器和线圈	(588)
附表 24	欧洲电视机部分常用电子管的性能	(590)
附表 25	电视机用高压硅堆主要电性能	(592)
附表 26	电视机用高频整流二极管主要电性能	(594)

附表27	国产电视机一些常用晶体管主要特性·····	(595)
附表28	国产电视机用大功率半导体三极管主要电参数·····	(600)
附表29	国产电视机用高频小功率三极管电参数·····	(603)
附表30	国内外半导体器件型号对照表·····	(607)
附表31	几种国产传声器的特性·····	(632)
附表32	几种陶瓷滤波器的性能参数·····	(634)
附表33	电子管收音机用312型中频变压器主要技术指标·····	(635)
附表34	电子管收音机用600型高频电感线圈数据·····	(636)
附表35	电子管收音机用LT100型高频调感线圈数据·····	(638)
附表36	一些常用国产高频中、小功率晶体三极管的主要 特性·····	(640)
附表37	常用国产超小型高频小功率三极管的主要特性·····	(642)
附表38	常用国产超小型开关三极管的主要特性·····	(644)
附表39	几种国产硅NPN型晶体三极管的特性·····	(648)
附表40	分贝表·····	(656)
附表41	分贝值与微伏换算表·····	(657)
附表42	导体的允许电流表·····	(658)
附表43	螺钉的电流强度表·····	(659)
附表44	国外电工硅钢片电磁性能简介表·····	(660)
附表45	国产电子计算机外部设备型号、主要技术指标、生产 厂家一览表·····	(636)
附表46	部分国产通用计数器主要性能表·····	(672)
附表47	乘方、方根表·····	(674)
附表48	重要常数表·····	(677)

第一章 基本公式

一 电功: $A = U \cdot Q$

式中: A ——电功(焦耳); U ——电压(伏); Q ——电量(库仑)。

在实际使用中, 常以 $A = P \cdot t$ 表示。如一度电为一千瓦乘以一小时, 称一千瓦小时。

二 电功率: $P = U \cdot I = I^2 \cdot R = U^2 / R$

式中: P ——电功率(瓦); I ——电流(安); R ——电阻(欧)。

三 电流强度: $I = Q / t$

式中: Q ——电量(库仑); t ——时间(秒); I ——电流强度(安)。

四 电阻: $R = \rho \cdot L / S$ (欧)

式中: S ——导线截面积(毫米²); ρ ——导体的电阻率(欧·毫米²/米); L ——导体长度(米)。

五 电流的热效应: $Q = 0.24 I^2 R t$

式中: Q ——热量(卡); I ——电流(安); R ——电阻(欧); t ——时间(秒)。

六 电流的化学效应: $M = 10.36 \frac{A}{n} I t \cdot 10^{-6}$

式中: M ——电极上析出物质的数量(克); A ——物质的原

子量; n ——物质的原子价; I ——电流 (安); t ——时间 (秒)。

七 电路中电容量的计算

1 电容器的串联 (图1.1);

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

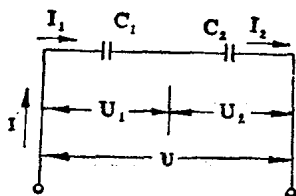


图1.1

数个电容器串联时, 电路的总电容量:

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}}$$

2 电容器的并联 (图1.2);

$$C = C_1 + C_2$$

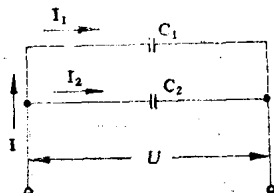


图1.2

数个电容器并联时, 电路的总电容量: $C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

3 铝壳电解电容器的漏电流:

$$I_{\text{漏}} = K \cdot C \cdot U_{-} \cdot 10^{-4} + m \text{ (mA)}$$

式中: C ——标称电容 (微法); U_{-} ——直流工作电压 (伏); K ——在 $+20^{\circ}\text{C}$ 时为1, $+60^{\circ}\text{C}$ 时为3; m ——容量小于 $5\mu\text{f}$ 时为0.2, $5 \sim 50\mu\text{f}$ 时为0.1; 大于 $50\mu\text{f}$ 时为0。

4 三相三角形接线的电容器 (图1.3);

分别测出其两端的电容量列表中 (表1.1), 再进行计算:

$$C_{12} = \frac{C_{1-23} + C_{2-13} - C_{3-12}}{2}$$

$$C_{23} = \frac{C_{3-12} + C_{2-13} - C_{1-23}}{2}$$

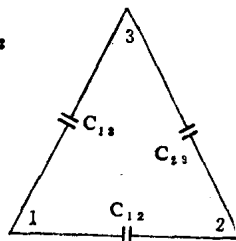


图1.3

$$C_{13} = \frac{C_{1-23} + C_{3-12} - C_{2-13}}{2}$$

$$\text{总电容 } C = \frac{C_{1-23} + C_{2-13} + C_{3-12}}{2}$$

表1.1

短 路 出 线 端	测量电容出线端	测量 电 容 符 号
2—3	1—2, 3	C_{1-23}
1—2	3—1, 2	C_{3-12}
1—3	2—1, 3	C_{2-13}

5 电容的三角形、星形联接的转换 (图1.4);

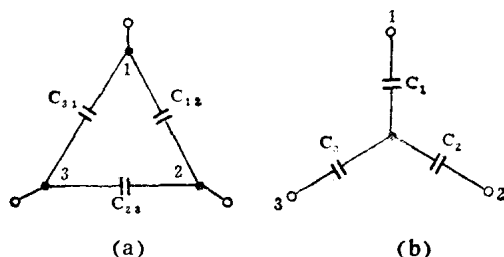


图1.4

(a) 三角形接法

(b) 星形接法

(1) 由三角形转换成星形:

$$C_1 = C_{12} + C_{31} + \frac{C_{12} \cdot C_{31}}{C_{23}};$$

$$C_2 = C_{23} + C_{12} + \frac{C_{23} \cdot C_{12}}{C_{31}};$$

$$C_3 = C_{31} + C_{23} + \frac{C_{31} \cdot C_{23}}{C_{12}}.$$

(2) 由星形转换成三角形:

$$C_{12} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2 + C_3}; \quad C_{23} = \frac{C_2 \cdot C_3}{C_1 + C_2 + C_3};$$

$$C_{31} = \frac{C_3 \cdot C_1}{C_1 + C_2 + C_3}$$

八 电路中电阻值的计算

1 电阻器的串联(图1.5);

$$R = R_1 + R_2; \quad U = U_1 + U_2$$

$$I = \frac{U}{R}; \quad P = I^2 \cdot R$$

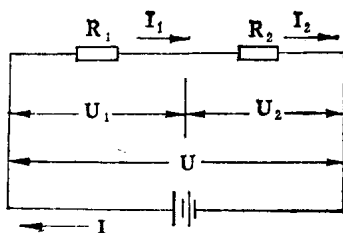


图1.5

2 电阻器的并联 (图1.6);

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (\text{或: } R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2})$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = I \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = I \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$P = \frac{U^2}{R} = P_1 + P_2$$

$$U = U_1 = U_2。$$

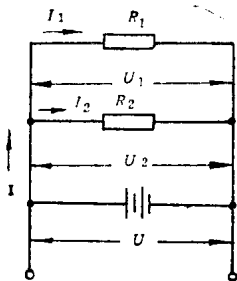


图1.6

三个电阻器的并联 (图1.7);

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3 + R_3 \cdot R_1}$$

3 电阻器并联的图解法

(1) 交点法 (图1.8);

这是一个正方形CDOO'。其

使用方法是:

①求两个电阻器 R_1 与 R_2 并联后的总电阻值 R' 。

例: 已知 $R_1 = 100\Omega$, $R_2 = 80\Omega$, 求 R'

解: 先从A尺上的100 (即 $R = 100\Omega$) 向O点作连线100—0;

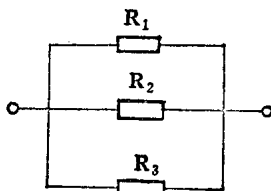


图1.7

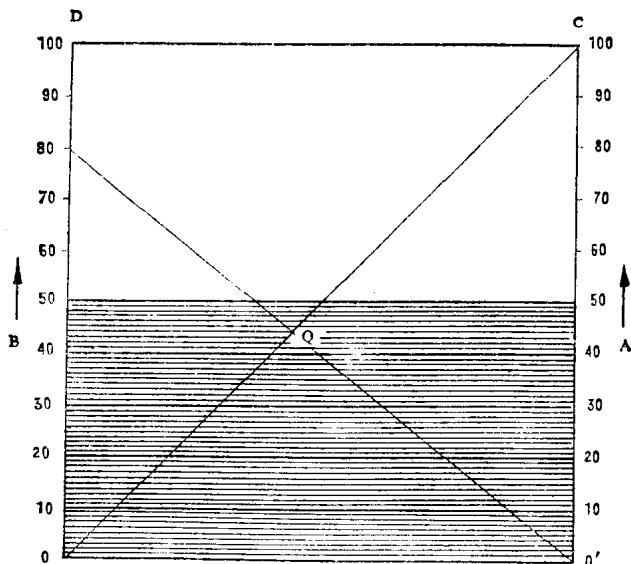


图1.8

后在B尺上的80（即 $R_2 = 80\Omega$ ）向 O' 点作连线 $80-O'$ ，两连线相交于Q点，通过Q点作 $00'$ 的平行线 QR' 交B尺于 R' ，即 $R' = 44.4\Omega$ 。

如果要求更多的电阻器并联后的总电阻值，按上述方法，先求出两个电阻器并联的阻值后，再和第三个电阻器并联，求出它们并联后的阻值。以此类推，最后求出它们并联后的总电阻值。

②若两个电阻器 R_1 与 R_2 并联，已知其中的一个电阻器 R_1 和它们并联后的总电阻值 R' ，也可求出另一个并联电阻器 R_2 （此法叫“逆算法”）。其方法从略。图中标尺上的数值，可视需要同时扩大或缩小相同的倍数。

（2）直角法（图1.9）；