

全国优秀出版社

JIANMING

简明 DIANGONG
电工计算手册
JISUAN SHOUCHE

程康明 主编

凤凰出版传媒集团

江苏科学技术出版社

资料新 数据全
计算快 易查找

全国优秀出版社
JIANMING

简明 DIANGONG 电工计算手册 JISUAN SHOUC

程康明 主编

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

资料新 数据全
计算快 易查找

图书在版编目(CIP)数据

简明电工计算手册/程康明主编. —南京:江苏科学技术出版社, 2007. 10

(技术工人速查速算系列丛书)

ISBN 978-7-5345-5610-4

I. 简… II. 程… III. 电工-计算-技术手册
IV. TM11-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 130194 号

简明电工计算手册

主 编 程康明

责任编辑 汪立亮

责任校对 郝慧华

责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 163 号, 邮编: 210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京展型文化发展有限公司

印 刷 盐城印刷总厂有限责任公司

开 本 850 mm×1168 mm 1/64 印 张 9.125

插 页 4 字 数 400 000

版 次 2007 年 10 月第 1 版 印 次 2007 年 10 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-5610-4

定 价 23.00 元(精)

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

内 容 提 要

本手册共分七章,内容包括电工计算常用资料、电路和磁路的计算、电子技术常用单元电路的计算、电量与非电量测量的计算、电动机控制线路的计算,工厂供电的计算及变压器与电机的计算。

本手册内容丰富,配有例题,便于读者应用和掌握,是一本非常实用的电工工具书,适用于所有从事电工工作和学习的专业人员阅读参考。

前 言

随着科学技术的飞速发展,新技术、新工艺、新材料、新设备不断涌现。面对新的形势,我们要不断进取。为此将近几年来,在电工、电子技术生产实践中有关电路和磁路、电子技术、电量与非电量测量、电动机控制线路、工厂供电及电机与变压器中较为常见的计算内容,经过筛选,汇编了“简明电工计算手册”,供从事电工工作和学习的专业人员参考使用,以便在生产实践中有所收益。

在编写本手册时,对各章节内容的相关概念进行了较详细的介绍,对各计算公式的运用、解题步骤及计算方法,通过例题来帮助读者理解和掌握,以便在生产实践中得到运用。

本手册由程康明主编,潘建伟、王云龙、毛奕威、黄美玉等同志参加了编写工作。

限于水平,书中定会有不妥之处,恳请读者提出宝贵意见,以便改进。

编 者

目 录

第1章 电工计算常用资料	1
一、常用数学公式	1
二、常用计量单位及其换算	9
三、常用电工图形符号和文字符号	20
四、数制变换	31
五、有关技术数据	38
第2章 电路和磁路的计算	68
一、直流电路	68
二、磁与磁路	107
三、正弦交流电的基本概念	128
四、单相正弦交流电路	136
五、三相正弦交流电路	164
六、非正弦周期电路	176
第3章 电子技术常用单元电路的计算	187
一、放大电路	187
二、振荡器	242
三、集成运算放大电路	248
四、整流电路	267
五、滤波电路	281
六、稳压电路	289
七、数字电路	297
第4章 电量与非电量测量的计算	341
一、仪表的误差及分类	341

二、电量的测量	346
三、非电量的测量	365
第5章 电动机控制线路的计算	429
一、电动机启动控制线路计算	429
二、电动机制动控制线路计算	452
三、电动机调速控制线路计算	458
四、低压电器的选择	471
第6章 工厂供电的计算	477
一、工厂供电方式及供配电电压的选择	477
二、工厂用电设备容量的确定	479
三、计算负荷的确定	482
四、尖峰电流的计算	494
五、短路电流的计算	496
六、导线和电缆截面的选择	500
七、熔断器保护	505
八、电力变压器的选择	509
第7章 变压器与电机的计算	512
一、变压器	512
二、三相交流异步电动机	545

第1章 电工计算常用资料

一、常用数学公式

1. 展开式

$$(x+a)(x+b) = x^2 + (a+b)x + ab$$

$$(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$$

$$(a \pm b)^3 = a^3 \pm 3a^2b + 3ab^2 \pm b^3$$

$$(a+b+c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2bc + 2ca$$

$$(a+b+c)^3 = a^3 + b^3 + c^3 + 3a^2b + 3ab^2 + 3b^2c + 3bc^2 + 3a^2c + 3ac^2 + 6abc$$

$$a^2 - b^2 = (a-b)(a+b)$$

$$a^3 \pm b^3 = (a \pm b)(a^2 \mp ab + b^2)$$

$$a^3 + b^3 + c^3 - 3abc = (a+b+c)(a^2 + b^2 + c^2 - ab - bc - ca)$$

$$a^4 + a^2b^2 + b^4 = (a^2 + ab + b^2)(a^2 - ab + b^2)$$

$$(ax+b)(cx+d) = acx^2 + (ad+bc)x + bd$$

2. 二次方程式

$$ax^2 + bx + c = 0, a, b, c \text{ 是实数, 且 } a \neq 0$$

则该方程的根为

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}, x_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

且根与系数的关系为

$$x_1 + x_2 = -\frac{b}{a}, x_1 x_2 = \frac{c}{a}$$

判别式为:

$$b^2 - 4ac \begin{cases} > 0 & \text{不等二实根} \\ = 0 & \text{相等二实根} \\ < 0 & \text{共轭复数根} \end{cases}$$

3. 指数定则

m, n 为正整数, a, b 为正实数, 则

$$a^m \times a^n = a^{m+n}$$

$$\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$$

$$(a^m)^n = a^{mn}$$

$$(a \times b)^n = a^n \times b^n$$

$$a^{-n} = \frac{1}{a^n}$$

$$a^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{a^m} = (\sqrt[n]{a})^m$$

$$\sqrt[n]{a} \times \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{a \times b}$$

$$\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}}$$

$$\sqrt[n]{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[nm]{a}$$

$$a^0 = 1$$

4. 对数定则

x, y, a, b, c 为正实数, 则

$$\log_a a = 1$$

$$\log_a 1 = 0$$

$$\log_a (x \cdot y) = \log_a x + \log_a y$$

$$\log_a \frac{y}{x} = \log_a y - \log_a x$$

$$\log_a x^n = n \log_a x$$

$$\log_a x^{\frac{1}{n}} = \frac{1}{n} \log_a x$$

$$\log_a x = \log_a b \times \log_b x$$

$$\log_a b = \frac{\log_c b}{\log_c a}$$

$$\log_a b \times \log_b a = 1$$

$$\lg x = \lg e \times \ln x = 0.4343 \ln x \quad (\text{其中 } e = 2.7182818)$$

5. 级数定则

等差级数

$$\begin{aligned} & a + (a + d) + (a + 2d) + \cdots + [a + (n-1)d] \\ &= \frac{[2a + (n-1)d]n}{2} \end{aligned}$$

等比级数 :

$$a + aq + aq^2 + \cdots + aq^{n-1} = \frac{a(1-q^n)}{1-q}$$

某些数列的前 n 项和

$$1 + 2 + 3 + \cdots + n = \frac{1}{2}n(1+n)$$

$$1 + 3 + 5 + \cdots + (2n-1) = n^2$$

$$2 + 4 + 6 + \cdots + 2n = n(n+1)$$

$$1^2 + 2^2 + 3^2 + \cdots + n^2 = \frac{1}{6}n(n+1)(2n+1)$$

$$1^2 + 3^2 + 5^2 + \cdots + (2n-1)^2 = \frac{1}{3}n(4n^2-1)$$

$$1^3 + 2^3 + 3^3 + \cdots + n^3 = \left[\frac{1}{2}n(n+1) \right]^2$$

$$1^3 + 3^3 + 5^3 + \cdots + (2n-1)^3 = n^2(2n^2-1)$$

$$1 \times 2 + 2 \times 3 + 3 \times 4 + \cdots + n \times (n+1)$$

$$= \frac{1}{3}n(n+1)(n+2)$$

$$1 \times 2 \times 3 + 2 \times 3 \times 4 + 3 \times 4 \times 5 + \cdots$$

$$+ n \times (n+1) \times (n+2)$$

$$= \frac{1}{4}n(n+1)(n+2)(n+3)$$

$$\frac{1}{1 \times 2} + \frac{1}{2 \times 3} + \frac{1}{3 \times 4} + \cdots + \frac{1}{n \times (n+1)}$$

$$= 1 - \frac{1}{n+1} = \frac{n}{n+1}$$

$$\frac{1}{1 \times 2 \times 3} + \frac{1}{2 \times 3 \times 4} + \frac{1}{3 \times 4 \times 5} + \dots$$

$$+ \frac{1}{n \times (n+1) \times (n+2)}$$

$$= \frac{1}{2} \left[\frac{1}{2} - \frac{1}{(n+1)(n+2)} \right]$$

6. 二项式定理

$$(a+b)^n = a^n + na^{n-1}b + \frac{n(n-1)}{2!}a^{n-2}b^2$$

$$+ \frac{n(n-1)(n-2)}{3!}a^{n-3}b^3 + \dots$$

$$+ \frac{n(n-1)\dots[n-(k-1)]}{k!}a^{n-k}b^k + \dots + b^n$$

7. 近似计算

当 $a \ll 1$, $b \ll 1$ 时,

$$(1 \pm a)(1 \pm b) = 1 \pm a \pm b$$

$$(1+a)(1-b) = 1+a-b$$

$$(1 \pm a)^n = 1 \pm na$$

$$\sqrt{1+a} = 1 + \frac{a}{2}$$

$$\sqrt{ab} = \frac{a+b}{2}$$

$$\sin a = a$$

$$\cos a = 1$$

$$\tan a = a$$

8. 三角函数(表 1-1)

表 1-1 三角函数表

	$\pm \theta$	$\frac{\pi}{2} \pm \theta$	$\pi \pm \theta$	$\frac{3\pi}{2} \pm \theta$	$2\pi \pm \theta$
sin	$\pm \sin \theta$	$+\cos \theta$	$\mp \sin \theta$	$-\cos \theta$	$\pm \sin \theta$
cos	$+\cos \theta$	$\mp \sin \theta$	$-\cos \theta$	$\pm \sin \theta$	$+\cos \theta$
tan	$\pm \tan \theta$	$\mp \cot \theta$	$\pm \tan \theta$	$\mp \cot \theta$	$\pm \tan \theta$
θ	0°	$30^\circ \left(\frac{\pi}{6} \right)$	$45^\circ \left(\frac{\pi}{4} \right)$	$60^\circ \left(\frac{\pi}{3} \right)$	$90^\circ \left(\frac{\pi}{2} \right)$
$\sin \theta$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
$\cos \theta$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{2}$	0
$\tan \theta$	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	∞

$$\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$$

$$\cot \theta = \frac{\cos \theta}{\sin \theta} = \frac{1}{\tan \theta}$$

$$\sec \theta = \frac{1}{\cos \theta}$$

$$\csc \theta = \frac{1}{\sin \theta}$$

$$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$$

$$1 + \tan^2 \theta = \sec^2 \theta \quad 1 + \cot^2 \theta = \csc^2 \theta$$

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$$

$$\tan(\alpha \pm \beta) = \frac{\tan \alpha \pm \tan \beta}{1 \mp \tan \alpha \tan \beta}$$

$$\sin(2\alpha) = 2\sin \alpha \cos \alpha$$

$$\cos(2\alpha) = 2\cos^2 \alpha - 1 = 1 - 2\sin^2 \alpha$$

$$\tan(2\alpha) = \frac{2\tan \alpha}{1 - \tan^2 \alpha}$$

$$\sin \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} [\sin(\alpha + \beta) + \sin(\alpha - \beta)]$$

$$\cos \alpha \sin \beta = \frac{1}{2} [\sin(\alpha + \beta) - \sin(\alpha - \beta)]$$

$$\cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} [\cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta)]$$

$$\sin \alpha \sin \beta = \frac{1}{2} [\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta)]$$

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2\sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\sin \alpha - \sin \beta = 2\cos \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\cos \alpha - \cos \beta = -2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$$

9. 复数

$$j = \sqrt{-1}, j^2 = -1, j^3 = -j, j^4 = 1$$

复数的三种表示式及其相互关系

代数式: $z = a + bj$

三角式: $z = |z| (\cos \theta + j \sin \theta)$

指数式: $z = |z| e^{j\theta}$

其中 $a = |z| \cos \theta, b = |z| \sin \theta$

$$|z| = \sqrt{a^2 + b^2}, \tan \theta = \frac{b}{a}$$

复数的运算

$$z_1 + z_2 = (|z_1| \cos \theta_1 + |z_2| \cos \theta_2)$$

$$+ j(|z_1| \sin \theta_1 + |z_2| \sin \theta_2)$$

$$z_1 \times z_2 = |z_1| |z_2| [\cos(\theta_1 + \theta_2) + j \sin(\theta_1 + \theta_2)]$$

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{|z_1|}{|z_2|} [\cos(\theta_1 - \theta_2) + j \sin(\theta_1 - \theta_2)]$$

10. 函数和坐标图

直线方程: $y = ax + b$

圆方程: $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$

椭圆方程: $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

双曲线方程: $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$

抛物线方程: $y^2 = 4ax$

二、常用计量单位及其换算

1. 法定计量单位(表 1-2~表 1-6)

表 1-2 国际单位制的基本单位

量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m
质量	千克(公斤)	kg
时间	秒	s
电流	安[培]	A
热力学温度	开[尔文]	K
物质的量	摩[尔]	mol
发光强度	坎[德拉]	cd

表 1-3 国际单位制的辅助单位

量的名称	单位名称	单位符号
平面角	弧度	rad
立体角	球面度	sr

表 1-4 国际单位制中具有专门名称的导出单位

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示式例
频率	赫[兹]	Hz	s^{-1}
力	牛[顿]	N	$kg \cdot m/s^2$
压力,压强,应力	帕[斯卡]	Pa	N/m^2
能[量],功,热量	焦[耳]	J	$N \cdot m$
功率,辐[射能]射通量	瓦[特]	W	J/s
电荷[量]	库[仑]	C	$A \cdot s$
电压,电动势,电位(电势)	伏[特]	V	W/A
电容	法[拉]	F	C/V
电阻	欧[姆]	Ω	V/A
电导	西[门子]	S	Ω^{-1}
磁通[量]	韦[伯]	Wb	$V \cdot s$
磁通[量]密度,磁感应强度	特[斯拉]	T	Wb/m^2
电感	亨[利]	H	Wb/A
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}C$	K
光通量	流[明]	lm	$cd \cdot sr$
[光]照度	勒[克斯]	lx	lm/m^2
[放射性]活度	贝可[勒尔]	Bq	s^{-1}
吸收剂量	戈[瑞]	Gy	J/kg
剂量当量	希[沃特]	Sv	J/kg

注:方括号中的字,在不致引起混淆、误解的情况下,可以省略。去掉方括号中的字即为简称。无方括号的单位名称,简称与全称同,下同。