

就业技能速成 好找工作  
学好一门技能 找好工作

电 工

张 军 主 编

36<sup>66</sup> 技<sup>99</sup>

计算方法  
计算实例



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

就业技能速成

# 电工 36“技”

## ——计算方法、计算实例

张 军 主 编

电子工业出版社

**Publishing House of Electronics Industry**

北京 · BEIJING

## 内 容 简 介

本书包括电工学常用计算公式、电工测量常用计算公式、基本定律及其计算、电工仪表使用中的计算、直流与交流电路的计算、电子电路的计算、电动机、变压器及电器的常用计算、工厂供电的计算。本书内容丰富,便于读者应用和掌握,并配有例题和实用的计算技巧。

本书适用于具备电工基础知识的电工、电气工作人员,使他们能在电工专业的学习、工作或电气工程的设计中快速查阅并完成相关计算。本书可以作为职业技能培训机构及企业内训的配套教材,同时还可以作为广大职业院校师生的实践教学参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

电工 36“技”:计算方法、计算实例/张军主编.—北京:电子工业出版社,2009.4  
(就业技能速成)

ISBN 978-7-121-08501-7

I. 电… II. 张… III. 电工-计算方法 IV. TM11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 036444 号

策划编辑:徐 静

责任编辑:李 蕊

印 刷:北京智力达印刷有限公司

装 订:北京中新伟业印刷有限公司

、出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:880×1230 1/32 印张:9.125 字数:253.5 千字

印 次:2009 年 4 月第 1 次印刷

定 价:25.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

# 前 言

无论是职业院校学生还是从事相关工作的技术人员，在电工电子技术学习中普遍感到困惑的一个“瓶颈”就是计算问题。例如，面对各种需要计算的问题，应当依据哪些公式、定律或定理，采用什么计算方法，它们有什么条件限制，如何扩展应用，计算中应注意哪些问题，以及采用什么单位等都是迫切需要解决的问题。这些问题不解决，就会影响对知识的深入理解，更会影响将相关知识正确地应用于实际工作中。

鉴于此，笔者在经过调研并结合多年工作经验的基础上，对人们在电工电子技术学习中经常遇到的计算知识点进行经典性提炼。

本书的主要特点是，以掌握和提高电工的计算能力为宗旨，力求克服电工电子技术专业一般手册中缺乏相关的计算实例、教材中内容阐述较为烦琐、而习题中的理论指导又较少等不足，根据有关的公式、定律和定理的关系，开门见山，明确地给出算法并配例详解，以便读者可以理论联系实际。当然，所谓的“计谋和策略”——计算方法和计算实例，一定要活学活用，不可生搬硬套，有些时候最简单的往往就是最好的，只有在工作和学习中不断地总结，才能不断丰富这方面的知识与经验。本书由张军、周斌兴、杨晓敏、刘建、王吉华、李群英、高杰等编写，希望这本书能对读者提高电工与电子技术的计算能力提供有益的帮助。

因限于编者水平，难免有不妥之处，恳请广大读者予以指正。

编者

# 目 录

<b>第 1 章 电工计算基础</b> .....	1
1.1 常用计算公式 .....	1
1.2 常用计量单位及其换算 .....	6
1.3 常用电工图形符号和文字符号 .....	15
1.4 数制变换 .....	25
1.5 有关技术数据 .....	29
<b>第 2 章 基本定律及其计算</b> .....	45
2.1 欧姆定律 .....	45
2.2 焦耳 - 楞次定律 .....	56
2.3 基尔霍夫定律 .....	59
2.4 磁路定律 .....	61
<b>第 3 章 电工仪表使用中的计算</b> .....	78
3.1 电表量程的扩大 .....	78
3.2 电能表所测电量的计算 .....	81
3.3 仪表的误差及准确度计算 .....	82
<b>第 4 章 直流与交流电路的计算</b> .....	86
4.1 电阻、电感和电容 .....	86
4.2 电阻的星形连接和三角形连接的等值互换 .....	88
4.3 电源的串联、并联和混联 .....	91
4.4 正弦交流电的基本概念 .....	96
4.5 单相正弦交流电路 .....	102
4.6 三相正弦交流电路 .....	104
<b>第 5 章 电子电路的计算</b> .....	109
5.1 放大电路 .....	109
5.2 门电路 .....	154
5.3 稳压电路 .....	160

5.4	滤波电路	165
5.5	单相整流电路	166
5.6	三相整流电路	174
5.7	可控整流电路	177
<b>第6章</b>	<b>电动机、变压器及电器的常用计算</b>	<b>181</b>
6.1	电流电动机	181
6.2	三相交流异步电动机	187
6.3	单相变压器	214
6.4	三相变压器	231
6.5	接触器的计算	245
<b>第7章</b>	<b>工厂供电的计算</b>	<b>252</b>
7.1	负荷计算	252
7.2	尖峰电流计算	258
7.3	导线及电缆截面积的计算	259
7.4	提高功率因数计算	269
7.5	接地与防雷的计算	275
<b>参考文献</b>		<b>284</b>

# 第1章 电工计算基础

## 1.1 常用计算公式

### 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

$ax^2 + bx + c = 0$ ,  $a, b, c$  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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$a^0 = 1$$

### 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

$$a + (a + d) + (a + 2d) + \cdots + [a + (n - 1)d]$$

$$= \frac{[2a + (n - 1)d]n}{2}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$1 \times 2 \times 3 + 2 \times 3 \times 4 + 3 \times 4 \times 5 + \cdots + n(n + 1)(n + 2)$$

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

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

$$\frac{1}{1 \times 2 \times 3} + \frac{1}{2 \times 3 \times 4} + \frac{1}{3 \times 4 \times 5} + \cdots + \frac{1}{n(n + 1)(n + 2)}$$

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

## 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 (见表 1-1)

表 1-1 三角函数表

角 函数	$\pm \theta$	$\frac{\pi}{2} \pm \theta$	$\pi \pm \theta$	$\frac{3\pi}{2} \pm \theta$	$2\pi \pm \theta$
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	$\pm \tan \theta$	$\mp \cot \theta$	$\pm \tan \theta$	$\mp \cot \theta$	$\pm \tan \theta$
$\theta$	$0^\circ$	$30^\circ \left(\frac{\pi}{6}\right)$	$45^\circ \left(\frac{\pi}{4}\right)$	$60^\circ \left(\frac{\pi}{3}\right)$	$90^\circ \left(\frac{\pi}{2}\right)$
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	$\sqrt{3}$	$\infty$

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

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

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

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

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

$$1 + \tan^2 \theta = \sec^2 \theta$$

$$1 + \cot^2 \theta = \csc^2 \theta$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 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如下所述。

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:  $y^2 = 4ax$

## 1.2 常用计量单位及其换算

### 1. 法定计量单位

(1) 国际单位制的基本单位(见表 1-2)

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



注：〔 〕内的字是在不混淆的情况下，可以省略的字，下同。

( )内的字为前者的同义语，下同。

### (2) 国际单位制的辅助单位(见表 1-3)

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

### (3) 国际单位制中具有专门名称的导出单位(见表 1-4)

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,重力	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〕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〕	$\Omega$	V/A
电导	西〔门子〕	S	A/V
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

(4) 国家选定的非国际单位制单位(见表 1-5)

表 1-5 国家选定的非国际单位制单位

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时间	分	min	1 min = 60 s
	[小]时	h	1 h = 60 min = 3 600 s
	日,[天]	d	1 d = 24 h = 86 400 s
〔平面〕角	〔角〕秒	( $''$ )	$1'' = (\pi/648\,000)\text{rad}$ ( $\pi$ 为圆周率)
	〔角〕分	( $'$ )	$1' = 60'' = (\pi/10\,800)\text{rad}$
	度	( $^{\circ}$ )	$1^{\circ} = 60' = (\pi/180)\text{rad}$
旋转速度	转每分	r/min	$1\text{ r/min} = (1/60)\text{s}^{-1}$
长度	海里	n mile	1 n mile = 1 852 m(只用于航程)
速度	节	kn	$1\text{ kn} = 1\text{ n mile/h} = (1\,852/3\,600)\text{m/s}$ (只用于航行)
质量	吨	t	$1\text{ t} = 10^3\text{ kg}$
	原子质量单位	u	$1\text{ u} \approx 1.660\,540 \times 10^{-27}\text{ kg}$
体积,容积	升	L,(l)	$1\text{ L} = 1\text{ dm}^3 = 10^{-3}\text{ m}^3$
能	电子伏	eV	$1\text{ eV} \approx 1.602\,177 \times 10^{-19}\text{ J}$
级差	分贝	dB	
线密度	特〔克斯〕	tex	1 tex = 1 g/km

注: 1. 角度单位——度、分、秒的符号不在数字后时,用括弧。

2. r 为“转”的符号。

3. 升的符号中,小写字母 l 为备用符号。

(5) 用于构成十进倍数和分数单位的词头(见表 1-6)

表 1-6 用于构成十进倍数和分数单位的词头

所表示的因数	词头名称	词头符号
$10^{18}$	艾[可萨]	E
$10^{15}$	拍[它]	P
$10^{12}$	太[拉]	T
$10^9$	吉[咖]	G
$10^6$	兆	M
$10^3$	千	k
$10^2$	百	h
$10^1$	十	da
$10^{-1}$	分	d
$10^{-2}$	厘	c
$10^{-3}$	毫	m
$10^{-6}$	微	$\mu$
$10^{-9}$	纳[诺]	n
$10^{-12}$	皮[可]	p
$10^{-15}$	飞[母托]	f
$10^{-18}$	阿[托]	a

注： $10^4$ 称为万， $10^8$ 称为亿， $10^{12}$ 称为万亿，这类数词的使用不受词头名称的影响，但不应与词头混淆。

## 2. 常用法定计量单位及其换算(见表 1-7)

表 1-7 常用法定计量单位及其换算

物理量名称	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
	单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
长度	米	m	费密		1 费密 = 1 fm = $10^{-15}$ m
	海里	n mile	埃	Å	1 Å = 0.1 n mile = 185.2 m
			英尺	ft	1 ft = 0.304 8 m
			英寸	in	1 in = 0.025 4 m
			英里	mile	1 mile = 1 609.344 m
			密耳	mil	1 mil = $25.4 \times 10^{-6}$ m

续表

物理量名称	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
	单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
面积	平方米	m <sup>2</sup>	公亩	a	1 a = 10 <sup>2</sup> m <sup>2</sup>
			公顷	ha	1 ha = 10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
			平方英尺	ft <sup>2</sup>	1 ft <sup>2</sup> = 0.092 903 0 m <sup>2</sup>
			平方英寸	in <sup>2</sup>	1 in <sup>2</sup> = 6.451 6 × 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup>
			平方英里	mile <sup>2</sup>	1 mile <sup>2</sup> = 2.589 99 × 10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>
体积、容积	立方米 升	m <sup>3</sup> L, (l)	立方英尺	ft <sup>3</sup>	1 ft <sup>3</sup> = 0.028 316 8 m <sup>3</sup>
			立方英寸	in <sup>3</sup>	1 in <sup>3</sup> = 1.638 71 × 10 <sup>-5</sup> m <sup>3</sup>
			英加仑	UKgal	1 UKgal = 4.546 09 dm <sup>3</sup>
			美加仑	USgal	1 USgal = 3.785 41 dm <sup>3</sup>
质量	千克, (公斤) 吨 原子质量 单位	kg t u	磅	lb	1 lb = 0.453 592 37 kg
			英担	cwt	1 cwt = 50.802 3 kg
			英吨	ton	1 ton = 1 016.05 kg
			短吨	sh ton	1 sh ton = 907.185 kg
			盎司	oz	1 oz = 28.349 5 g
			格令	gr, gn	1 gr = 0.064 798 91 g
			夸特	qr, qtr	1 qr = 12.700 6 kg
			米制克拉		1 米制克拉 = 2 × 10 <sup>-4</sup> kg
			温度	开[尔文] 摄氏度	K °C
兰氏度	°R				



续表

物理量 名称	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
	单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
					$T$ ——热力学温度(K) $T_F$ ——华氏温度( $^{\circ}F$ ) $T_R$ ——兰氏温度( $^{\circ}R$ )
旋转速度	每秒 转每分	$s^{-1}$ r/min		rpm	1 rpm = 1 r/min = (1/60) $s^{-1}$
力;重力	牛〔顿〕	N	达因 千克力 磅力 吨力	dyn kgf lbf tf	1 dyn = $10^{-5}$ N 1 kgf = 9. 806 65 N 1 lbf = 4. 448 22 N 1 tf = 9. 806 65 $\times 10^3$ N
压力,压强;应力	帕〔斯卡〕	Pa	巴 千克力每 平方厘米 毫米水柱 毫米汞柱 托 工程大气压 标准大气压 磅力每平 方英尺 磅力每平 方英寸	bar kgf/cm <sup>2</sup> mmH <sub>2</sub> O mmHg Torr at atm lbf/ft <sup>2</sup> lbf/in <sup>2</sup>	1 bar = $10^5$ Pa 1 kgf/cm <sup>2</sup> = 0. 098 066 5 MPa 1 mmH <sub>2</sub> O = 9. 806 65 Pa 1 mmHg = 133. 322 Pa 1 Torr = 133. 322 Pa 1 at = 98 066. 5 Pa = 98. 066 5 kPa 1 atm = 101 325 Pa = 101. 325 kPa 1 lbf/ft <sup>2</sup> = 47. 880 3 Pa 1 lbf/in <sup>2</sup> = 6 894. 76 Pa = 6. 894 76 kPa
能量; 功;热	焦〔耳〕 电子伏 千瓦小时	J eV kW · h	尔格 千克力米 英马力小时 卡 热化学卡 马力小时 电工马力 小时 英热单位	erg kgf · m hp · h cal cal <sub>th</sub> Btu	1 erg = $10^{-7}$ J 1 kgf · m = 9. 806 65 J 1 hp · h = 2. 684 52 MJ 1 cal = 4. 186 8 J 1 cal <sub>th</sub> = 4. 184 0 J 1 马力小时 = 2. 647 79 MJ 1 电工马力小时 = 2. 685 60 MJ 1 Btu = 1 055. 06 J = 1. 055 06 kJ 1 kW · h = 3. 6 MJ