

新编电工常用查算手册

XINBIAN DIANGONG CHANGYONG CHASUAN SHOUCHE 金代中 主编



 中国标准出版社

新编电工常用查算手册

金代中 主编

中国标准出版社

内 容 提 要

本书介绍了法定计量单位及法定计量单位与非法定计量单位之间的换算、常用数学公式和数表、电工基础、绝缘材料、导电材料和磁性材料、变压器、电动机和低压电器。本书还阐述了电工仪表、电工测量以及模拟电子技术。

本书可作为电气技术人员、设计人员和高级以上技术工人的参考书,也可供高等院校和中等专业学校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

新编电工常用查算手册/金代中主编. —北京:中国标准出版社,2004

ISBN 7-5066-3453-8

I. 新… II. 金… III. 电工-技术手册
IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 041978 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

网址 www.bzchs.com

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 24.25 字数 563 千字

2005 年 1 月第一版 2005 年 1 月第一次印刷

*

定价 42.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

编委会名单

主 编： 金代中

副主编： 金喜波

编 委： 陈 雄 李海君 夏 虹

刘继发 张向辉 王 芳

李丽雯 张 民 魏新华

李冬民

前 言

电气工程技术人员经常遇到电气设备、机床电器、工业炉窑、照明线路等大中修或技术改造的课题,有时还要进行电气非标准设备的设计,《新编电工常用查算手册》正是基于这样的前提而编写的。

本手册引述了大量的计算公式、图表和曲线,可作为工程技术人员、高级以上技术工人“算”的依据,适量选编了相关电气产品的型号和主要技术性能,以便作为“查”的资料。

本手册选材具有一定的针对性,编排全面系统,内容力求新颖,叙述简明扼要,图表数据可靠,全面采用新的国家标准,实际使用方便。

由于编者水平有限,手册中难免出现疏漏和不当之处,敬请广大读者指正。

编 者

2004年12月

目 录

第一章 法定计量单位

第一节	国际单位制单位	1
第二节	国家选定的法定计量单位	3
第三节	电学和磁学的量和单位	4
第四节	常用法定计量单位与非法定计量单位的换算	7

第二章 常用数学公式和数表

第一节	常用数学公式	13
第二节	常用数学用表	25

第三章 电工基础

第一节	电源及其等效变换	28
第二节	电路的等效变换	30
第三节	电路的基本定律	33
第四节	电路的基本定理	35
第五节	电路的一般计算方法	38
第六节	正弦稳态电路分析	41
第七节	复杂交流电路分析	47
第八节	功率因数的提高	49
第九节	电路的谐振	50
第十节	互感电路	52
第十一节	三相电路	53
第十二节	非正弦周期电流电路	56
第十三节	线性电路过渡过程	61
第十四节	二端口网络	75

第十五节	非线性电阻电路	77
第十六节	恒定磁通磁路计算	80
第十七节	铁损的计算	84
第十八节	交流铁心线圈电路	85
第十九节	静电场	88
第二十节	恒定磁场	91

第四章 绝缘材料

第一节	电介质基本知识	97
第二节	气体和液体电介质	98
第三节	固体电介质	102

第五章 导电材料

第一节	导电金属的基本知识	114
第二节	裸导体制品	116
第三节	电磁线	120
第四节	电阻元件用材料	126

第六章 磁性材料

第一节	磁性材料的基本概念	130
第二节	软磁材料	131
第三节	硬磁材料	142

第七章 变压器

第一节	变压器的基本知识	147
第二节	变压器的型号和产品	153
第三节	特殊变压器	156

第八章 电动机

第一节	直流电动机	168
-----	-------------	-----

第二节	三相异步电动机	180
第三节	微型驱动电动机	192

第九章 低压电器

第一节	电器的一般知识	199
第二节	低压熔断器	200
第三节	低压开关	206
第四节	接触器	215
第五节	控制继电器	217
第六节	主令电器	226
第七节	电磁铁	232
第八节	信号元器件	234
第九节	接线板和端子板	238

第十章 电工仪表和电工测量

第一节	电工仪表的一般知识	239
第二节	安装式电工仪表	246
第三节	便携式精密电工仪表	254
第四节	直流仪器	258
第五节	交流仪器	267
第六节	电参数的测量	273
第七节	电流、电压、功率和电能的测量	280
第八节	电测量变送器	295

第十一章 模拟电子技术

第一节	半导体器件命名方法与图形符号	301
第二节	晶体二极管、稳压二极管	303
第三节	晶体三极管	310
第四节	基本放大电路的比较	315
第五节	场效应管及其基本放大电路	318
第六节	直接耦合放大器	322

第七节	集成运算放大器	325
第八节	负反馈放大电路	338
第九节	正弦波振荡电路	341
第十节	功率放大电路	349
第十一节	有源校正电路	352
第十二节	直流稳压电源	355

附 录

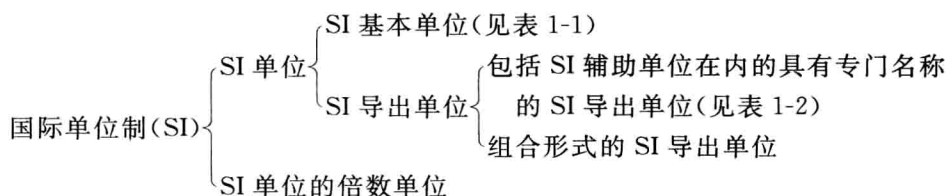
附表 1	万用表的技术数据	367
附表 2	数字安装式电工测量仪表主要技术数据	369
附表 3	便携型数字式电工仪表主要性能	371
附表 4	示波器的主要性能	371
附表 5	常用电阻合金线的规格,每米电阻值和每米质量表	372
参考文献	375

第一章 法定计量单位

第一节 国际单位制单位

一、国际单位制的构成

国际单位制及其简称 SI 是在 1960 年第十一届国际计量大会通过的。
国际单位制的构成如下：



二、SI 基本单位

国际单位制以表 1-1 所示七个基本单位为基础。

表 1-1 SI 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：

1. 圆括号中的名称,是它前面的名称的同义词,下同。
2. 无方括号的量的名称与单位名称均为全称。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其名称的简称。下同。
3. 本章所称的符号,除特殊指明外,均指我国法定计量单位中所规定的符号以及国际符号,下同。
4. 人民生活和贸易中,质量习惯称为重量。

三、SI 导出单位

导出单位是用基本单位以代数形式表示的单位。某些 SI 导出单位具有国际计量大

会通过的专门名称和符号,见表 1-2。

表 1-2 包括 SI 辅助单位在内的具有专门名称的 SI 导出单位

量的名称	SI 导出单位		
	名称	符号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示
[平面]角	弧度	rad	1 rad=1 m/m=1
立体角	球面度	sr	1 sr=1 m ² /m ² =1
频率	赫[兹]	Hz	1 Hz=1 s ⁻¹
力	牛[顿]	N	1 N=1 kg·m/s ²
压力,压强,应力	帕[斯卡]	Pa	1 Pa=1 N/m ²
能[量],功,热量	焦[耳]	J	1 J=1 N·m
功率,辐[射能]通量	瓦[特]	W	1 W=1 J/s
电荷[量]	库[仑]	C	1 C=1 A·s
电压,电动势,电位,(电势)	伏[特]	V	1 V=1W/A
电容	法[拉]	F	1 F=1 C/V
电阻	欧[姆]	Ω	1 Ω=1 V/A
电导	西[门子]	S	1 S=1 Ω ⁻¹
磁通[量]	韦[伯]	Wb	1 Wb=1 V·s
磁通[量]密度,磁感应强度	特[斯拉]	T	1 T=1 Wb /m ²
电感	亨[利]	H	1 H=1 Wb/A
摄氏温度	摄氏度	℃	1℃=1 K
光通量	流[明]	lm	1 lm=1 cd·sr
[光]照度	勒[克斯]	lx	1 lx=1 lm/ m ²

四、SI 单位的倍数单位

SI 单位的倍数单位是由词头(见表 1-3)和 SI 基本单位或导出单位衔接在一起构成的。

表 1-3 SI 词头

因数	词头名称		符号
	英文	中文	
10 ²⁴	yotta	尧[它]	Y
10 ²¹	zetta	泽[它]	Z
10 ¹⁸	exa	艾[可萨]	E
10 ¹⁵	peta	拍[它]	P
10 ¹²	tera	太[拉]	T
10 ⁹	giga	吉[咖]	G
10 ⁶	mega	兆	M
10 ³	kilo	千	k
10 ²	hecto	百	h
10 ¹	deca	十	da
10 ⁻¹	deci	分	d

第二节 国家选定的法定计量单位

续表 1-3

因 数	词 头 名 称		符 号
	英 文	中 文	
10^{-2}	centi	厘	c
10^{-3}	milli	毫	m
10^{-6}	micro	微	μ
10^{-9}	nano	纳[诺]	n
10^{-12}	pico	皮[可]	p
10^{-15}	femto	飞[母托]	f
10^{-18}	atto	阿[托]	a
10^{-21}	zepto	仄[普托]	z
10^{-24}	yocto	幺[科托]	y

SI 词头是不可单独使用的,而且不可重叠词头,如只能 nA,不能写 $m\mu A$ 。

第二节 国家选定的法定计量单位

由于应用的广泛性和实际的重要性,我国选定了一些单位可与国际单位制并用。表 1-4 示出国家选定的法定计量单位。

表 1-4 国家选定的法定计量单位

量的名称	单位名称	单位符号	与 SI 单位的关系
时间	分	min	$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$
	[小]时	h	$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3\,600 \text{ s}$
	日,(天)	d	$1 \text{ d} = 24 \text{ h} = 86\,400 \text{ s}$
[平面]角	度	°	$1^\circ = (\pi/180) \text{ rad}$
	[角]分	′	$1' = (1/60)^\circ = (\pi/10\,800) \text{ rad}$
	[角]秒	″	$1'' = (1/60)' = (\pi/648\,000) \text{ rad}$
体积	升	L, (l)	$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$
质量	吨	t	$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$
	原子质量单位	u	$1 \text{ u} \approx 1.660\,540 \times 10^{-27} \text{ kg}$
旋转速度	转每分	r/min	$1 \text{ r/min} = (1/60) \text{ s}^{-1}$
长度	海里	n mile	$1 \text{ n mile} = 1\,852 \text{ m}$ (只用于航行)
速度	节	kn	$1 \text{ kn} = 1 \text{ n mile/h} = (1\,852/3\,600) \text{ m/s}$ (只用于航行)
能	电子伏	eV	$1 \text{ eV} \approx 1.602\,177 \times 10^{-19} \text{ J}$
级差	分贝	dB	

续表 1-4

量的名称	单位名称	单位符号	与 SI 单位的关系
线密度	特[克斯]	tex	1 tex = 10^{-6} kg/m
面积	公顷	hm ²	1 hm ² = 10^4 m ²

注:

1. 平面角单位度、分、秒的符号,在组合单位中应采用(°)、(′)、(″)的形式。
例如,不用°/s 而用(°)/s。
2. 升的符号中,小写字母 l 为备用符号。
3. 公顷的国际通用符号为 ha。

第三节 电学和磁学的量和单位

表 1-5 示出电学和磁学的量和单位,适用于我国所有的科技领域。

表 1-5 电学和磁学的量和单位

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号	单位定义
电流	I	安[培]	A	在真空中,截面积可忽略的两根相距 1 m 的无限长平行圆直导线内通以等量恒定电流时,若导线间相互作用力在每米长度上为 2×10^{-7} N,则每根导线中的电流为 1 A
电荷[量]	Q	库[仑]	C	1 C = 1 A · s
体积电荷 电荷[体]密度	$\rho, (\eta)$	库[仑]每立方米	C/m ³	
面积电荷 电荷面密度	σ	库[仑]每平方米	C/m ²	
电场强度	E	伏[特]每米	V/m	1 V/m = 1 N/C
电位,(电势) 电位差,(电势差),电压 电动势	V, φ $U, (V)$ E	伏[特]	V	1 V = 1 W/A
电通[量]密度	D	库[仑]每平方米	C/m ²	
电通[量]	Ψ	库[仑]	C	
电容	C	法[拉]	F	1 F = 1 C/V

第三节 电学和磁学的量和单位

续表 1-5

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号	单位定义
介电常数, (电容率)	ϵ	法[拉]每米	F/m	
真空介电常数, (真空电容率)	ϵ_0			
相对介电常数, (相对电容率)	ϵ_r	—	1	
电极化率	χ, χ_e	—	1	
电极化强度	P	库[仑]每平方米	C/m ²	
电偶极矩	$p, (p_e)$	库[仑]米	C·m	
面积电流 电流密度	$J, (S)$	安[培]每平方米	A/m ²	
线电流 电流线密度	$A, (\alpha)$	安[培]每米	A/m	
磁场强度	H	安[培]每米	A/m	
磁位差, (磁势差)	U_m	安[培]	A	
磁通势, 磁动势 电流链	F, F_m Θ			
磁通[量]密度 磁感应强度	B	特[斯拉]	T	1 T = 1 N/(A·m)
磁通[量]	Φ	韦[伯]	Wb	1 Wb = 1 V·s
磁矢位, (磁矢势)	A	韦[伯]每米	Wb/m	
自感 互感	L M, L_{12}	亨[利]	H	1 H = 1 Wb/A
耦合因数, (耦合系数)	$k, (\kappa)$	—	1	
漏磁因数, (漏磁系数)	σ			
磁导率 真空磁导率	μ μ_0	亨[利]每米	H/m	
相对磁导率	μ_r	—	1	
磁化率	$\kappa, (\chi_m, \chi)$	—	1	
[面]磁矩	m	安[培]平方米	A·m ²	

第一章 法定计量单位

续表 1-5

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号	单位定义
磁化强度	$M, (H_i)$	安[培]每米	A/m	
磁极化强度	$J, (B_i)$	特[斯拉]	T	
体积电磁能 电磁能密度	ω	焦[耳]每立方米	J/m ³	
坡印廷矢量	S	瓦[特]每平方米	W/m ²	
电磁波的相平 面速度	c	米每秒	m/s	
电磁波在真空 中的传播速度	c, c_0			
[直流]电阻	R	欧[姆]	Ω	1 Ω = 1 V/A
[直流]电导	G	西[门子]	S	1 S = 1 Ω^{-1}
[直流]功率	P	瓦[特]	W	1 W = 1 V · A
电阻率	ρ	欧[姆]米	$\Omega \cdot m$	
电导率	γ, σ	西[门子]每米	S/m	
磁阻	R_m	每亨[利] 负一次方亨[利]	H ⁻¹	1 H ⁻¹ = 1 A/Wb
磁导	$\Lambda, (P)$	亨[利]	H	1 H = 1 Wb/A
绕组的匝数	N	—	1	
相数	m			
频率	f, ν	赫[兹]	Hz	1 Hz = 1 s ⁻¹
旋转频率	n	每秒 负一次方秒	s ⁻¹	
角频率	ω	弧度每秒 每秒 负一次方秒	rad/s s ⁻¹	
相[位]差, 相 [位]移	φ	弧度 — [角]秒 [角]分 度	rad 1 " ' °	1" = ($\pi/648\ 000$)rad 1' = 60" = ($\pi/10\ 800$)rad 1° = 60' = ($\pi/180$)rad

第四节 常用法定计量单位与非法定计量单位的换算

续表 1-5

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号	单位定义
阻抗, (复[数]阻抗)	Z	欧[姆]	Ω	
阻抗模, (阻抗)	$ Z $			
[交流]电阻	R			
电抗	X			
导纳, (复[数]导纳)	Y	西[门子]	S	$1 S = 1 A/V$
导纳模, (导纳)	$ Y $			
[交流]电导	G			
电纳	B			
品质因数	Q	—	1	
损耗因数	d	—	1	
损耗角	δ	弧度	rad	
[有功]功率	P	瓦[特]	W	
视在功率, (表观功率)	S, P_s	伏[特]安[培]	$V \cdot A$	
无功功率	Q, P_Q			
功率因数	λ	—	1	
[有功]电能[量]	W	焦(耳)	J	
		瓦[特][小]时	$W \cdot h$	

第四节 常用法定计量单位与非法定 计量单位的换算

一、电磁学法定计量单位与非法定计量单位之间的换算(见表 1-6)

表 1-6 电磁学法定计量单位与非法定单位换算

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	
能[量] 功 热	焦[耳]	J	尔格	erg	$1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$
	电子伏	eV	千克力米	kgf · m	$1 \text{ kgf} \cdot \text{m} = 9.806 65 \text{ J}$
			英马力[小]时	hp · h	$1 \text{ hp} \cdot \text{h} = 2.684 52 \text{ MJ}$
			卡	cal	$1 \text{ cal} = 4.186 8 \text{ J}$
			热化学卡	cal _{th}	$1 \text{ cal}_{\text{th}} = 4.184 0 \text{ J}$

第一章 法定计量单位

续表 1-6

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	
能[量] 功 热	焦[耳] 电子伏	J eV	马力[小]时 电工马力[小]时 英制热单位 吨标准煤,吨当量煤 英尺磅力	Btu tec ft·lbf	1 马力·时=2.647 79 MJ 1 电工马力·时=2.685 60 MJ 1 Btu=1 055.06 J=1.055 06 kJ 1 tec=29.307 6 GJ 1 ft·lbf=1.355 82 J
功率	瓦[特]	W	千克力米每秒 马力,[米制]马力 英马力 电工马力 卡每秒	kgf·m/s 法 ch,CV; 德 PS hp cal/s	1 kgf·m/s=9.806 65 W 1 马力=735.499 W 1 hp=745.700 W 1 电工马力=746 W 1 cal/s=4.186 8 W
磁场强度	安[培]每米	A/m	奥斯特	Oe	1 Oe=79.577 5 A/m
磁通[量] 密度 磁感应强度	特[斯拉]	T	高斯	Gs,G	1 Gs=10 ⁻⁴ T
磁通[量]	韦[伯]	Wb	麦克斯韦	Mx	1 Mx=10 ⁻⁸ Wb
电导	西[门子]	S	姆欧	Ω	1 Ω=1 S

二、长度法定计量单位与非法定计量单位之间的换算(见表 1-7)

表 1-7 长度法定计量单位与非法定计量单位之间换算

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 海里	m n mile	费密 埃 码 [市]里 丈 尺 寸 [市]分 英尺 英寸 英里 密耳	fm Å yd ft in mile mil	1 费密=1 fm=10 ⁻¹⁵ m 1 Å=0.1 nm=10 ⁻¹⁰ m 1 yd=0.914 4 m 1 里=500 m 1 丈=(10/3) m=3.3̄ m 1 尺=(1/3) m=0.33̄ m 1 寸=(1/30) m=0.033̄ m 1 分=(1/300) m=0.003̄ m 1 ft=0.304 8 m 1 in=0.025 4 m 1 mile=1 609.344 m 1 mil=25.4×10 ⁻⁶ m