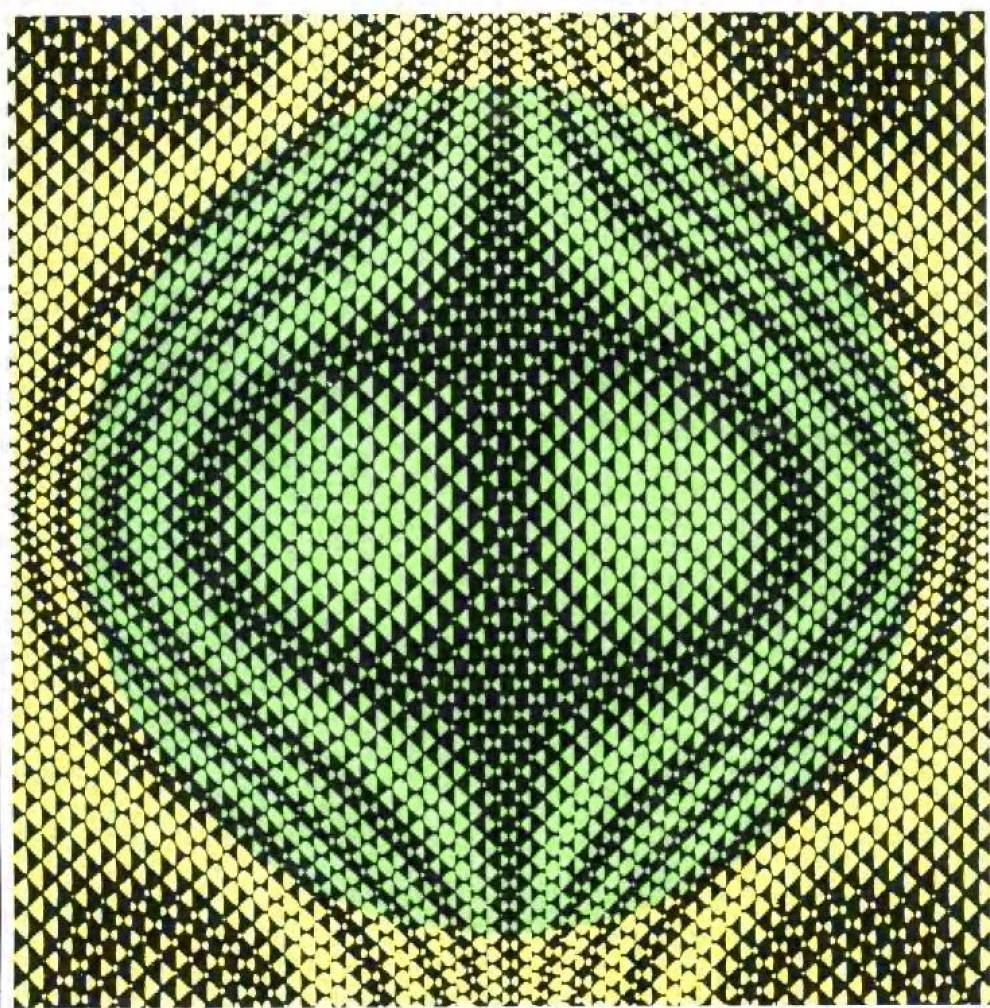


电工电子技术 实用手册

本书编写组 编



中国计划出版社

电工电子技术 实 用 手 册

本书编写组 编

中 国 计 划 出 版 社

1996 北 京

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术实用手册/《电工电子技术实用手册》编写组编.-北京:中国计划出版社, 1996.8

ISBN 7-80058-463-1

I. 电… I. 电… III. ①电工技术-手册②电子技术-手册 IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 05716 号

电工电子技术实用手册

本书编写组 编

☆

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区月坛北小街2号3号楼)

(邮政编码:100837)

新华书店北京发行所发行

北京二二〇七工厂印刷

787×1092毫米 1/16 49.5印张 1221千字

1996年8月第一版 1996年8月第一次印刷

印数1—5000册

☆

ISBN 7-80058-463-1/T·97

定价:75.00元

前 言

随着科学技术的发展,电工、电子技术相互渗透和交融,在工农业生产及人民生活中的应用日益广泛。无论工业、农业、商业、文教卫生,或国防事业,电工电子技术几乎渗入到其中的每一部门,学习和从事电工、电子技术的人们因而遍布四面八方。人们在日常的、涉及电工电子技术的学习、科研、生产、操作、运行和维修中,往往需要查阅、使用电工电子技术方面的数据、公式、电路图或微型计算机指令系统等。因此,我们汇集了上述实用数据资料于一册,编写了本手册。

本手册分为四篇,电气基础篇,包括常用数据、数学基础、电工基础、自动控制、电气仪表与测量、电气标准、电气安全;电子技术篇,包括电子元器件、集成电路、模拟电子电路、数字电路、电力电子技术、常用电子测量仪器与仪表、常用传感器、计算机技术;电工技术篇,包括电工材料、电机、低压电器、变压器、互感器、调压器、电抗器、电容器、高压开关、避雷器与绝缘子、电线电缆、电力网络、工业与民用建筑供电;电气应用篇,包括工业电加热、电化学与电池、电气照明、家用电器、电气传动、广播与电视、电梯等,全书共 30 章。

本手册有以下特点:

1. 内容全面。手册涵盖了电工电子技术的常用技术内容,对于电工电子技术及其相关的基础知识,在有限的篇幅内选择最常用的内容;对于电工电子技术领域的基本原理,简明扼要地提炼出常用的计算公式和计算方法;对于电工电子产品的技术数据,则针对最有代表性的产品,提供了使用者在选用它们时所需的各种数据。

2. 资料新颖。手册以最新国家标准、专业标准、部颁标准和规程为依据,并给出了新旧标准的对照关系;手册中的电工电子产品数据,充分反映了我国当前产品更新换代,技术条件靠拢国际标准的新情况,对这些产品的技术性能、工作特性、选用原则作了较详细的介绍。

3. 数据准确。手册的数据或者选摘自现行的国家标准、专业标准、部颁标准和规程,或者来源于权威的工具书。

4. 便于查阅。手册采用篇、章、节和条目四层结构。每个条目按主题提供相对独立的基本技术数据。读者可根据学科知识分类体系,方便地在手册中查找到所需的数据。

本手册可供广大的与电工电子技术有关的工程技术人员和技术工人查阅使用。

由于本手册涉及面广,作者水平有限,缺点和错误在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

1996 年 1 月于北京

目 录

第一篇 电 气 基 础

1 常 用 数 据	(3)
1.1 量和单位	(3)
1.2 常用物理数据	(13)
2 常用数学公式	(18)
2.1 阶乘、排列和组合、二项式定理	(18)
2.2 复数	(18)
2.3 常用函数	(19)
2.4 微积分	(22)
2.5 近似计算和数值计算	(38)
3 电 工 基 础	(40)
3.1 电磁场	(40)
3.2 电路	(50)
3.3 网络的分析和计算	(61)
3.4 分布参数电路	(69)
3.5 磁路	(72)
4 自 动 控 制	(74)
4.1 自动控制系统的数学模型	(74)
4.2 自动控制系统分析	(77)
4.3 自动控制系统的校正	(80)
5 电气仪表与测量	(83)
5.1 电气仪表与测量的基础知识	(83)
5.2 常用指示仪表	(86)
5.3 电流和电压的测量	(93)
5.4 功率和电能的测量	(95)
5.5 电路参数的测量	(101)
6 电 气 标 准	(104)
6.1 标准概述	(104)
6.2 常用电气标准	(106)
7 电 气 安 全	(136)
7.1 概述	(136)
7.2 绝缘、屏护和间距	(136)
7.3 系统及设备接地	(138)
7.4 漏电保护器	(141)

7.5 防雷.....	(143)
-------------	-------

第二篇 电子技术

8 电子元件	(149)
8.1 电阻器、电位器、电容器.....	(149)
8.2 电感元件、小型变压器、小型继电器.....	(164)
8.3 半导体分立器件.....	(174)
8.4 常用光电器件.....	(209)
9 集成电路	(215)
9.1 概述.....	(215)
9.2 数字集成电路.....	(216)
9.3 集成运算放大器.....	(227)
9.4 集成稳压器.....	(241)
9.5 集成功率放大器.....	(245)
9.6 时基电路.....	(249)
10 模拟电子电路	(251)
10.1 小信号放大电路分析	(251)
10.2 负反馈放大器	(257)
10.3 低频功率放大器	(259)
10.4 直流放大器	(262)
10.5 运算放大器	(264)
10.6 直流电源	(266)
10.7 正弦波振荡器	(272)
11 数字电路	(275)
11.1 门电路	(275)
11.2 逻辑代数基础与逻辑函数的简化	(276)
11.3 计数制与常用编码	(281)
11.4 常用组合逻辑电路	(283)
11.5 常用时序逻辑电路	(288)
11.6 数模(D/A)转换器和模数(A/D)转换器	(291)
12 电力半导体技术基础	(293)
12.1 概述	(293)
12.2 电力半导体器件的应用数据	(294)
12.3 电力半导体变流电路	(301)
12.4 晶闸管器件参数的选择	(311)
12.5 变流器的应用	(318)
13 常用电子测量仪器和仪表	(321)
13.1 万用表	(321)
13.2 电子交流电压表	(324)
13.3 阻抗测量仪	(326)
13.4 示波器	(327)

13.5	信号源	(331)
13.6	元件参数测量仪器	(336)
14	常用传感器	(341)
14.1	概述	(341)
14.2	位移测量传感器	(343)
14.3	力、压力测量传感器	(347)
14.4	温度测量传感器	(351)
14.5	振动测量与声敏传感器	(353)
15	微型计算机技术基础	(356)
15.1	微型计算机硬件	(356)
15.2	Z-80 指令系统	(370)
15.3	MCS-51 单片机指令系统	(385)

第三篇 电 工 技 术

16	电 工 材 料	(397)
16.1	常用导电材料	(397)
16.2	导磁材料	(409)
16.3	常用绝缘材料	(412)
17	电 机	(430)
17.1	电机产品型号	(430)
17.2	三相异步电动机	(435)
17.3	直流电机	(461)
17.4	小功率电动机	(496)
18	低 压 电 器	(512)
18.1	概述	(512)
18.2	刀开关和组合开关	(516)
18.3	熔断器	(522)
18.4	断路器	(529)
18.5	接触器	(537)
18.6	起动机	(542)
18.7	控制继电器	(544)
18.8	控制器	(553)
18.9	主令电器	(556)
18.10	电阻器和变阻器	(562)
18.11	低压成套开关设备	(569)
19	变压器、互感器、调压器、电抗器、电容器	(571)
19.1	变压器概述	(571)
19.2	电力变压器	(573)
19.3	特种变压器	(582)
19.4	小型变压器	(586)
19.5	互感器、调压器、电抗器	(590)

19.6	电力电容器	(598)
20	高压开关、避雷器与绝缘子	(603)
20.1	高压开关概述	(603)
20.2	高压断路器	(606)
20.3	隔离开关	(610)
20.4	负荷开关	(612)
20.5	高压熔断器	(614)
20.6	操动机构	(615)
20.7	高压成套开关装置	(616)
20.8	避雷器	(618)
20.9	绝缘子	(621)
21	电 线 电 缆	(623)
21.1	裸导线	(623)
21.2	电力电缆	(629)
21.3	电气设备用电线电缆	(638)
21.4	通信电缆	(643)
22	电 力 网 络	(645)
22.1	架空线路	(645)
22.2	电缆线路	(656)
22.3	变、配电所	(661)
23	工业与民用建筑供电	(665)
23.1	负荷计算	(665)
23.2	导线及电缆的选择	(670)
23.3	室内布线	(672)

第四篇 电 气 应 用

24	工业电加热	(679)
24.1	电加热概述	(679)
24.2	电炉	(681)
24.3	电焊机	(689)
25	电化学与电池	(692)
25.1	电化学	(692)
25.2	电池	(696)
26	电 气 照 明	(702)
26.1	概述	(702)
26.2	照明常用电光源	(703)
26.3	照明质量	(708)
27	电 气 传 动	(718)
27.1	传动电动机的选择	(718)
27.2	电动机的起动	(726)
27.3	电动机的制动	(728)

27.4	电动机的调速方式	(732)
27.5	电动机的继电-接触器控制	(738)
28	家用电器	(745)
28.1	概述	(745)
28.2	家用电冰箱	(746)
28.3	空气调节器	(750)
28.4	洗衣机	(752)
28.5	电风扇	(754)
29	广播与电视	(757)
29.1	概述	(757)
29.2	天线	(762)
29.3	共用天线电视系统	(767)
30	电梯及其选用	(772)
30.1	概述	(772)
30.2	电梯的选用原则	(775)
30.3	电梯的参数选择	(777)
参 考 文 献		(781)

第一篇

电气基础

1 常用数据

1.1 量和单位

1. 法定计量单位

(1) 国际单位制的基本单位(见表 1-1):

国际单位制的基本单位

表 1-1

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. 表中所称的符号,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 and 贸易中,质量习惯称为重量。

(2) 包括国际单位制辅助单位在内的具有专门名称的国际单位制导出单位(见表 1-2):

包括国际单位制辅助单位在内的具有专门名称的国际单位制导出单位

表 1-2

量的名称	国际单位制导出单位		
	名称	符号	用国际单位制基本单位和国际单位制导出单位表示
[平面]角	弧度	rad	$1 \text{ rad} = 1 \text{ m/m} = 1$
立体角	球面度	sr	$1 \text{ sr} = 1 \text{ m}^2/\text{m}^2 = 1$
频率	赫[兹]	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
力	牛[顿]	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$
压力,压强,应力	帕[斯卡]	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$
能[量],功,热量	焦[耳]	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$
功率,辐[射能]通量	瓦[特]	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$
电荷[量]	库[仑]	C	$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s}$
电压,电动势,电位,(电势)	伏[特]	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ W/A}$
电容	法[拉]	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ C/V}$
电阻	欧[姆]	Ω	$1 \Omega = 1 \text{ V/A}$
电导	西[门子]	S	$1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$
磁通[量]	韦[伯]	Wb	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s}$

续表 1-2

量的名称	国际单位制导出单位		
	名称	符号	用国际单位制基本单位和 国际单位制导出单位表示
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

(3)由于人类健康安全防护上的需要而确定的具有专门名称的国际单位制导出单位(见表 1-3):

由于人类健康安全防护上的需要而确定的具有专门名称的国际单位制导出单位 表 1-3

量的名称	国际单位制导出单位		
	名称	符号	用国际单位制基本单位和 国际单位制导出单位表示
[放射性]活度	贝可[勒尔]	Bq	1 Bq=1 s ⁻¹
吸收剂量 比授[予]能 比释动能	戈[瑞]	Gy	1 Gy=1 J/kg
剂量当量	希[沃特]	Sv	1 Sv=1 J/kg

(4)组合形式的国际单位制导出单位,用国际单位制基本单位和具有专门名称的国际单位制导出单位或(和)国际单位制辅助单位以代数形式表示的单位。

(5)国际单位制词头(表 1-4):

国际单位制词头 表 1-4

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
10 ⁻²	centi	厘	c
10 ⁻³	milli	毫	m
10 ⁻⁶	micro	微	μ

续表 1-4

因 数	词 头 名 称		符 号
	英 文	中 文	
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

(6)可与国际单位制单位并用的我国法定计量单位(表 1-5):

可与国际单位制单位并用的我国法定计量单位 表 1-5

量的名称	单位名称	单位符号	与 SI 单位的关系
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	度	°	1°=($\pi/180$) rad
	[角]分	'	1'=(1/60)°=($\pi/10\,800$) rad
	[角]秒	"	1"=(1/60)'=($\pi/648\,000$) rad
体积	升	l,L	1 l=1 dm ³ =10 ⁻³ m ³
质量	吨	t	1 t=10 ³ kg
	原子质量单位	u	1 u $\approx$ 1.660 540 $\times$ 10 ⁻²⁷ kg
旋转速度	转每分	r/min	1 r/min=(1/60)s ⁻¹
长度	海里	n mile	1 n mile=1 852 m (只用于航行)
速度	节	kn	1 kn=1 n mile/h=(1 852/3 600) m/s (只用于航行)
能	电子伏	eV	1 eV $\approx$ 1.602 177 $\times$ 10 ⁻¹⁹ J
级差	分贝	dB	
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. 升的两个符号属同等地位,可任意选用。
3. 公顷的国际通用符号为 ha。

2. 常用物理量及其单位

常用物理量及其单位(摘自 GB3102.1~10-93) 表 1-6

量的名称	量 符 号	单 位 名 称	单 位 符 号
时间和空间			
[平面]角	$\alpha, \beta, \gamma, \theta, \varphi$	弧度	rad
立体角	Ω	球面度	sr
长 度	l, L	米	m

续表 1-6

量的名称	量符号	单位名称	单位符号
宽度	b	米	m
高度	h	米	m
厚度	d, δ	米	m
半径	r, R	米	m
直径	d, D	米	m
程长	s	米	m
距离	d, r	米	m
曲率半径	ρ	米	m
面积	$A, (S)$	平方米	m ²
体积	V	立方米	m ³
时间, 时间间隔, 持续时间	t	秒	s
角速度	ω	弧度每秒	rad/s
角加速度	α	弧度每二次方秒	rad/s ²
速度	$v, c; u; v; w$	米每秒	m/s
加速度	a	米每二次方秒	m/s ²
重力加速度, 自由落体加速度	g	米每二次方秒	m/s ²
周 期			
周 期	T	秒	s
时间常数	τ	秒	s
频 率	f, ν	赫[兹]	Hz
旋转频率	n	每 秒	s ⁻¹
		转每分	r/min
角频率	ω	弧度每秒	rad/s
		每 秒	s ⁻¹
波 长	λ	米	m
力 学			
质 量	m	千 克	kg
[质量]密度	ρ	千克每立方米	kg/m ³
相对[质量]密度	d	—	1
线密度	ρ_l	千克每米	kg/m
转动惯量	$J, (I)$	千克二次方米	kg · m ²
动 量	p	千克米每秒	kg · m/s
力	F	牛[顿]	N
重 力	$W, (P, G)$	牛[顿]	N
动量矩, 角动量	L	千克二次方米每秒	kg · m ² /s
力 矩	M	牛[顿]米	N · m
力偶矩	M	牛[顿]米	N · m
转 矩	M, T	牛[顿]米	N · m
压力, 压强	p	帕[斯卡]	Pa
弹性模量	E	帕[斯卡]	Pa
动摩擦系数	$\mu, (f)$	—	1
静摩擦系数	$\mu_s, (f_s)$	—	1
能[量]	E	焦[耳]	J

续表 1-6

量的名称	量符号	单位名称	单位符号
功	$W, (A)$	焦[耳]	J
势能, 位能	$E_p, (V)$	焦[耳]	J
动能	$E_k, (T)$	焦[耳]	J
功率	P	瓦[特]	W
效率	η	—	/
热 学			
热力学温度	$T, (\theta)$	开[尔文]	K
摄氏温度	t, θ	摄氏度	℃
线[膨]胀系数	α_l	每开尔文	K ⁻¹
热, 热量	Q	焦[耳]	J
热流量	Φ	瓦[特]	W
热导率, (导热系数)	$\lambda, (\kappa)$	瓦[特]每米开[尔文]	W/(m · K)
传热系数	$K, (k)$	瓦[特]每平方米开[尔文]	W/(m ² · K)
表面传热系数	$h, (\alpha)$	瓦[特]每平方米开[尔文]	W/(m ² · K)
热阻	R	开[尔文]每瓦[特]	K/W
热导	G	瓦[特]每开[尔文]	W/K
热容	C	焦[耳]每开[尔文]	J/K
比热容	c	焦[耳]每千克开[尔文]	J/(kg · K)
熵	S	焦[耳]每开[尔文]	J/K
比熵	s	焦[耳]每千克开[尔文]	J/(kg · K)
热力学能	U	焦[耳]	J
焓	H	焦[耳]	J
比热力学能	u	焦[耳]每千克	J/kg
比焓	h	焦[耳]每千克	J/kg
电学和磁学			
电 流	I	安[培]	A
电荷[量]	Q	库[仑]	C
电荷[体]密度	$\rho, (\gamma)$	库[仑]每立方米	C/m ³
电荷面密度	σ	库[仑]每平方米	C/m ²
电场强度	$E, (K)$	伏[特]每米	V/m
电位, (电势)	V, φ	伏[特]	V
电位差, (电势差), 电压	$U(V)$	伏[特]	V
电动势	E	伏[特]	V
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
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	法[拉]每米	F/m
相对介电常数, (相对电容率)	ϵ_r	—	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
电流密度	$J, (S)$	安[培]每平方米	A/m ²
电流线密度	$A, (a)$	安[培]每米	A/m

续表 1-6

量的名称	量符号	单位名称	单位符号
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,磁位势	F, F_m	安[培]	A
磁通[量]密度,磁感应强度	B	特[斯拉]	T
磁通[量]	Φ	韦[伯]	Wb
磁矢位,(磁矢势)	A	韦[伯]每米	Wb/m
自感	L	亨[利]	H
互感	M, L_{12}	亨[利]	H
磁导率	μ	亨[利]每米	H/m
真空磁导率	μ_0	亨[利]每米	H/m
相对磁导率	μ_r	—	1
[面]磁矩	m	安[培]平方米	A · m ²
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
[直流]电阻	R	欧[姆]	Ω
[直流]电导	G	西[门子]	S
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]	H ⁻¹
磁导	$\Lambda, (P)$	亨[利]	H
绕组的匝数	N	—	1
相数	m	—	1
相[位]差,相[位]移	φ	弧度	rad
阻抗,(复[数]阻抗)	Z	欧[姆]	Ω
阻抗模,(阻抗)	$ Z $	欧[姆]	Ω
[交流]电阻	R	欧[姆]	Ω
电抗	X	欧[姆]	Ω
导纳,(复[数]导纳)	Y	西[门子]	S
导纳模,(导纳)	$ Y $	西[门子]	S
[交流]电导	G	西[门子]	S
电纳	B	西[门子]	S
品质因数	Q	—	1
[有功]功率	P	瓦[特]	W
视在功率,(表观功率)	S, P_s	伏安	V · A
无功功率	Q, P_Q	伏安	V · A
功率因数	λ	—	1
[有功]电能[量]	W	焦[耳]或千瓦[特][小]时	J 或 kW · h
光			
发光强度	$I, (I_v)$	坎[德拉]	cd
光通量	$\Phi, (\Phi_v)$	流[明]	lm