

电工 计算手册



《电工计算手册》编委会 **组织编写**



化学工业出版社

电工 计算手册



《电工计算手册》编委会 组织编写



化学工业出版社

· 北京 ·

本手册是按照国家标准和电气行业标准编写的电工专业计算、核算工具书，主要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、供电系统负荷计算、变压器与电机的计算等。

本手册内容丰富，配有例题讲解，便于读者应用和掌握，是一本非常实用的电工工具书，适用于从事电工工作的技术人员阅读参考，也可供大中专院校相关专业的师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工计算手册/《电工计算手册》编委会组织编写.
北京: 化学工业出版社, 2017. 5
ISBN 978-7-122-29183-7

I. ①电… II. ①电… III. ①电工计算-技术手册
IV. ①TM11-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 040883 号

责任编辑: 李军亮

文字编辑: 吴开亮

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 19¼ 字数 480 千字 2018 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 68.00 元

版权所有 违者必究

第一章 电工计算常用资料 / 001

- 一、电工常用计量单位..... 001
- 二、电工常用图形符号及文字符号..... 009
- 三、有关技术数据..... 014

第二章 电路和磁路的计算 / 025

- 一、直流电路..... 025
- 二、磁与磁路..... 043
- 三、正弦交流电的基本概念..... 053
- 四、单相正弦交流电路..... 057
- 五、三相正弦交流电路..... 071
- 六、非正弦周期电路..... 077

第三章 电子技术常用单元电路的计算 / 082

- 一、放大电路..... 082
- 二、振荡器..... 109
- 三、集成运算放大电路..... 112
- 四、整流电路..... 123
- 五、滤波电路..... 130
- 六、稳压电路..... 134
- 七、数字电路..... 139

第四章 电量与非电量测量的计算 / 160

- 一、仪表的误差及分类..... 160
- 二、电量的测量..... 162
- 三、非电量的测量..... 173

第五章 电动机控制线路的计算 / 207

一、电动机启动控制线路计算·····	207
二、电动机制动控制线路计算·····	219
三、电动机调速控制线路计算·····	222
四、低压电器的选择·····	228

第六章 供配电系统负荷计算 / 231

一、用电设备容量的确定·····	231
二、计算负荷的确定·····	232
三、变配电所总计算负荷的确定·····	237
四、尖峰电流的计算·····	243
五、短路电流及其计算·····	244
六、电力变压器及其选择·····	260

第七章 变压器与电动机的计算 / 266

一、变压器·····	266
二、三相交流异步电动机·····	283

参考文献 / 300

第一章

电工计算常用资料

一、电工常用计量单位

1. 国际单位制单位

国际单位制基本单位见表 1-1。

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。

国际单位制中构成倍数单位的词头见表 1-3。

表 1-1 国际单位制基本单位

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

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. 本标准所称的符号，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. 日常生产生活中，质量习惯称为重量。

表 1-2 国际单位制辅助单位及导出单位

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	$1 \text{ rad} = 1 \text{ m/m} = 1$
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	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$
压力,压强,应力	帕[斯卡]	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N}/\text{m}^2$
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	$1 \text{ W} = 1 \text{ J}/\text{s}$
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	$1 \text{ V} = 1 \text{ W}/\text{A}$
电容	法[拉]	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ C}/\text{V}$
电阻	欧[姆]	Ω	$1 \Omega = 1 \text{ V}/\text{A}$
电导	西[门子]	S	$1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$

续表

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
磁通[量]	韦[伯]	Wb	$1\text{Wb}=1\text{V}\cdot\text{s}$
磁通[量]密度,磁感应强度	特[斯拉]	T	$1\text{T}=1\text{Wb}/\text{m}^2$
电感	亨[利]	H	$1\text{H}=1\text{Wb}/\text{A}$
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$	$1^{\circ}\text{C}=1\text{K}$
光通量	流[明]	lm	$1\text{lm}=1\text{cd}\cdot\text{sr}$
[光]照度	勒[克斯]	lx	$1\text{lx}=1\text{lm}/\text{m}^2$

表 1-3 国际单位制词头

因 数	词 头 名 称		词头符号
	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
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

2. 我国法定计量单位

可与国际单位制单位并用的我国法定计量单位见表 1-4。

表 1-4 可与国际单位制单位并用的我国法定计量单位

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	$1\text{h}=60\text{min}=3600\text{s}$
	日(天)	D	$1\text{d}=24\text{h}=86400\text{s}$
[平面]角	度	$^{\circ}$	$1^{\circ}=(\pi/180)\text{rad}$
	[角]分	'	$1'=(1/60)^{\circ}=(\pi/10800)\text{rad}$
	[角]秒	"	$1''=(1/60)'=(\pi/648000)\text{rad}$
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	$1\text{u}\approx 1.660540\times 10^{-27}\text{kg}$

续表

量的名称	单位名称	单位符号	与 SI 单位的关系
旋转速度	转每分	r/min	1r/min = (1/60)s ⁻¹
长度	海里	n mile	1n mile = 1852m (只用于航行)
速度	节	kn	1kn = 1n mile/h = (1852/3600)m/s (只用于航行)
能	电子伏	eV	1eV ≈ 1.602177 × 10 ⁻¹⁹ J
级差	分贝	dB	
线密度	特[克斯]	tex	1tex = 10 ⁻⁶ kg/m
面积	公顷	hm ²	1hm 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。

2. 升的两个符号属同等级位，可任意选用。

3. 公顷的国际通用符号为 ha。

3. 常用物理量及其单位换算

(1) 常用电磁学的物理量和单位 常用电磁学的物理量和单位列于表 1-5。

表 1-5 常用电磁学的物理量和单位

量和名称	符号	单位名称	符号	备注
电流	I	安[培]	A	在交流电技术中,用 i 表示电流的瞬时值
		千安[培]	kA	1kA = 10 ³ A
		毫安[培]	mA	1mA = 10 ⁻³ A
		微安[培]	μA	1μA = 10 ⁻⁶ A
电荷	Q	库[仑]	C	1C = 1A · s
		安培小时	A · h	1A · h = 3.6kC
电荷(体)密度	ρ	库[仑]每立方米	C/m ³	ρ = Q/V (V: 体积)
电荷(面)密度	σ	库[仑]每平方米	C/m ²	σ = Q/A (A: 面积)
电场强度	E	伏[特]每米	V/m	E = F/Q (F: 力) V/m = 1N/C (N: 牛[顿])
电位	V	伏[特]	V	1V = 1W/A
电位差, 电压	U	伏[特]	V	在交流电技术中,用 u 表示电压的瞬时值
		千伏[特]	kV	1kV = 10 ³ V
		毫伏[特]	mV	1mV = 10 ⁻³ V
		微伏[特]	μV	1μV = 10 ⁻⁶ V
电动势	E	伏[特]	V	
电通[量]密度, 电位移	D	库[仑]每平方米	C/m ²	矢量,其散度等于电荷体密度
电通[量], 电位移通量	Ψ	库[仑]	C	ψ = DA (A: 面积)
电容	C	法[拉]	F	1F = 1C/V, C = Q/U
		毫法[拉]	mF	1mF = 10 ⁻³ F
		微法[拉]	μF	1μF = 10 ⁻⁶ F
		毫微法[拉]	nF	1nF = 10 ⁻⁹ F
微微法[拉]	pF	1pF = 10 ⁻¹² F		
介电常数(电容率)	ε	法[拉]每米	F/m	ε = D/E (E: 电场强度)
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			无量纲 ε _r = ε/ε ₀
电流密度	J	安[培]每平方米	A/m ²	
电流线密度	A	安[培]每米	A/m	电流除以导电片宽度
磁场强度	H	安[培]每米	A/m	矢量,其旋度等于电流密度(包括位磁电流) I ₀ (奥斯特) = 79.6A/m
磁位差	U _m	安[培]	A	U _m = ∫ H dr (dr: 距离的微分)
磁通势	F	安[培]	A	F = ∮ H dr (dr: 距离的微分)

量和名称	符号	单位名称	符号	备注
磁通[量]密度,磁感应强度	B	特[斯拉]	T	$1\text{T}=1\text{Wb}/\text{m}^2=1\text{N}/(\text{A}\cdot\text{m})=1\text{V}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ $1\text{Gs}(\text{高斯})=10^{-4}\text{T}$
磁通[量]	Φ	韦[伯]	Wb	$\Phi=BA$ (A :面积) $1\text{Wb}=1\text{V}\cdot\text{s}$ $1\text{Mx}(\text{麦克斯韦})=10^{-8}\text{Wb}(\text{韦})$
磁矢位	A	韦[伯]每米	Wb/m	矢量,其旋度等于磁通密度
自感	L	亨[利]	H	$L=\Phi/I, 1\text{H}=1\text{Wb}/\text{A}$
		毫亨[利]	mH	$1\text{mH}=10^{-3}\text{H}$
		微亨[利]	μH	$1\mu\text{H}=10^{-6}\text{H}$
互感	M	亨[利]	H	$L=\Phi_1/I_2$ Φ_1 :穿过回路1的磁通 I_2 :回路2的电流
耦合系数	K	—	—	无量纲 $k=M/\sqrt{L_1L_2}$
漏磁系数	σ	—	—	无量纲 $\sigma=1-K^2$
磁导率	μ	亨[利]每米	H/m	$\mu=B/H$ $1\text{H}/\text{m}=1\text{Wb}/(\text{A}\cdot\text{m})=1\text{V}\cdot\text{s}/(\text{A}\cdot\text{m})$
真空磁导率	μ_0	亨[利]每米	H/m	$\mu_0=4\pi\times 10^{-7}\text{H}/\text{m}$
相对磁导率	μ_r	—	—	无量纲 $\mu_r=\mu/\mu_0$
磁化强度	M H_z	安[培]每米	A/m	$M=(B/\mu_0)-H$
电磁波传播速度	C C_0	米每秒	m/s	若用 C 代表介质中的速度,则真空中的速度用 C_0 表示
[直流]电阻	R	欧[姆]	Ω	$1\Omega=1\text{V}/\text{A}$
		兆欧[姆]	M Ω	$1\text{M}\Omega=10^6\Omega$
		千欧[姆]	k Ω	$1\text{k}\Omega=10^3\Omega$
		毫欧[姆]	m Ω	$1\text{m}\Omega=10^{-3}\Omega$
		微欧[姆]	$\mu\Omega$	$1\mu\Omega=10^{-6}\Omega$
[直流]电导	G	西[门子]	S	$1\text{S}=1\text{A}/\text{V}$
电阻率	ρ	欧[姆]米	$\Omega\cdot\text{m}$	$\rho=PA/l$ (A :面积, l :长度)
电导率	γ	西[门子]每米	S/m	$\gamma=1/\rho$
线组的匝数	N	—	—	无量纲
相数	m	—	—	无量纲
传热系数	h, a	瓦[特]每平方米 开[尔文]	W/($\text{m}^2\cdot\text{K}$)	
热导率(导热系数)	λ, k	瓦[特]每米 开[尔文]	W/($\text{m}\cdot\text{K}$)	
比热容	c	—	J/($\text{kg}\cdot\text{K}$)	$c=C/m$
热容量	C	焦(耳)/开(尔文)	J/K	
质量	m	千克(公斤) 吨 克	kg t g	$1\text{t}=1000\text{kg}$ $1\text{kg}=1000\text{g}$
密度	ρ	千克每立方米	kg/ m^3	$\rho=m/V$ (V :体积)
力	F	牛[顿]	N	加在质量为 1kg 的物体上使之产生 $1\text{m}/\text{s}^2$ 的加速度的力为 1N $1\text{dyn}(\text{达因})=10^{-5}\text{N}$ $1\text{kgf}(\text{千克力})=9.80665\text{N}$
重力	W	牛[顿]	N	$W=mg$
力矩	M	牛[顿]米	N·m	$1\text{kgf}\cdot\text{m}=9.80665\text{N}\cdot\text{m}$

续表

量和名称	符号	单位名称	符号	备注
转矩,力偶矩	T	牛[顿]米	$N \cdot m$	
压力,压强 正应力 切应力	P σ τ	帕[斯卡]	Pa	$P = F/A$ $1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$
功 能[量] 势能,位能 动能	W E E_P E_K	焦[耳]	J	$1\text{J} = 1\text{N} \cdot \text{m}$
功率	P	瓦[特]	W	$1\text{W} = 1\text{J}/\text{s}$
线密度	ρ_l	千克每米 特[克斯]	kg/m tex	$\rho_l = m/l$ (l :长度) $1\text{tex} = 1\text{g}/\text{km}$
旋转速度	n	转每分	r/min	$1\text{r}/\text{min} = (1/60)\text{s}^{-1}$
角频率	ω	弧度每秒	rad/s S^{-1}	$\omega = 2\pi f$
波长	λ	米	m	
		埃	\AA	$1\text{\AA} = 10^{-10}\text{m}$
振幅级差,场级差	L_F	奈培	Np	此量无量纲 1奈培是当 $\ln(F_1/F_2) = 1$ 时的振幅级差,其中 F_1, F_2 代表两个同量类的振幅
		分贝	dB	1dB是当 $20\lg(F_1/F_2) = 1$ 时的振幅级差
功率级差	L_P	奈培	Np	此量无量纲 $1N_P$ 是当 $\frac{1}{2}\ln(P_1/P_2) = 1$ 时的振幅级差
		分贝	dB	1dB是当 $10\lg(P_1/P_2) = 1$ 时的振幅级差 P_1, P_2 代表两个功率
[平面]角	$\alpha, \beta,$ $\gamma, \theta,$ φ 等	弧度		
		[角]秒	($''$)	$1'' = (\pi/648000)\text{rad}$
		[角]分	($'$)	$1' = 60'' = (\pi/10800)\text{rad}$
		[角]度	($^\circ$)	$1^\circ = 60' = (\pi/180)\text{rad}$ 度应优先使用十进制小数,如 15.27°
立体角	Ω	球面度	sr	
长度	$l(L)$	米	m	
宽度	b	米	m	
高度	H	米	m	
厚度	δ (d, t)	米	m	
半径	r, R	米	m	
直径	d, D	米	m	
程长,距离	s	米	m	1千米=1km=1公里
		海里	n mile	1n mile=1852m
面积	A (S)	平方米	m^2	1a是以10m为边长的正方形面积 $1\text{a} = 100\text{m}^2$
		公顷 公亩	a ha	1ha是以100m为边长的正方形面积 $1\text{ha} = 10^4\text{m}^2 = 100\text{a}$

续表

量和名称	符号	单位名称	符号	备注
体积,容积	V	立方米	m ³	1立方厘米的符号用cm ³ ,而不用cc
		升	L,(l)	1L=1dm ³ =10 ⁻³ m ³ 1L=1000mL=1000cm ³
时间,时间间隔,持续时间	t	秒	s	
		分 [小]时 天[日]	min h d	1min=60s 1h=60min=3600s 1d=24h=86400s 周、月、年(符号为a)为一般常用时间单位
		米每秒	m/s	
速度	u, v ω, c	千米每小时 节(只用于航行)	km/h kn	1km/h=(1/3.6)m/s 1km=1n mile/h=0.5144m/s
角速度	ω	弧度每秒	rad/s	
加速度	a	米每二次方秒	m/s ²	

(2) 常用物理量的单位换算 常用物理量单位的换算分别列于表 1-6~表 1-17。

表 1-6 功能和热量单位的转换

单位名称	尔格	达因·厘米	焦(耳)	千瓦·时	千卡	千克力·米	米制马力·时	英制马力·时	英热单位	英尺·磅力
单位符号	erg	dyn·cm	J	kW·h	kcal	kgf·m	PS·h	hp·h	Btu	ft·lbf
换算关系	1	1	10 ⁻⁷	27.78×10 ⁻¹⁵	23.9×10 ⁻¹²	10.102×10 ⁻⁷	37.77×10 ⁻¹⁵	37.25×10 ⁻¹⁵	94.78×10 ⁻¹²	10.7376×10 ⁻⁷

表 1-7 功率单位的换算

单位名称	尔格/秒	瓦	千瓦	千卡/秒	千克力·米/秒	米制马力	英制马力	英热单位/秒	英尺·磅力/秒
单位符号	erg/s	W	kW	kcal/s	kgf·m/s	PS	hp	Btu/s	ft·lbf/s
换算关系	1	10 ⁻⁷	10 ⁻¹⁰	23.9×10 ⁻¹²	0.102×10 ⁻⁷	0.136×10 ⁻⁹	0.1341×10 ⁻⁹	94.78×10 ⁻¹²	0.7376×10 ⁻⁷

表 1-8 长度单位的换算

单位名称	米	千米	厘米	毫米	英里	英尺	英寸	码	海里(国际)
单位符号	m	km	cm	mm	mile	ft	in	yd	n mile
换算关系	1	0.001	100	1000	0.0006214	3.2808	39.37	1.0936	0.00054

表 1-9 面积和地积单位的换算

单位名称	米 ²	厘米 ²	毫米 ²	公里 ²	公顷	公亩	英里 ²	英亩	英尺 ²	英寸 ²	码 ²
单位符号	m ²	cm ²	mm ²	km ²	ha	a	mile ²	acre	ft ²	in ²	yd ²
换算关系	1	10 ⁴	10 ⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	10 ⁻²	0.3861×10 ⁻⁶	0.02471×10 ⁻²	10.7639	1550	1.196

注: 1 亩=666.667m²。

表 1-10 体积和容积单位换算

单位名称	米 ³	厘米 ³	毫升	升	英加仑	美加仑	码 ³	英尺 ³	英寸 ³
单位符号	m ³	cm ³	mL	L(l)	L/Kgal	USgal	yd ³	ft ³	in ³
换算关系	1	10 ⁶	10 ⁶	10 ³	220	264.2	1.308	35.315	61024

表 1-11 压力和应力单位换算

单位名称	帕 [斯卡]	巴	毫巴	微巴	达因/ 厘米 ²	千克力/ 毫米 ²	工程大 气压	毫米 汞柱	毫米 水柱	英寸 水柱	标准大气 压(物理 大气压)	磅力/ 英寸 ²
单位符号	Pa	bar	mbar	μbar	dyn/cm^2	kgf/mm^2	kgf/cm^2 at	mmHg	mmH ₂ O	inH ₂ O	atm	lbf/in ²
换算关系	1	10^{-5}	0.01	10	10	1.02×10^{-7}	1.02×10^{-5}	0.0075	0.102	40.15×10^{-4}	0.99×10^{-5}	14.5×10^{-5}
其他单位名 称(单位符号)	牛[顿]/米 ² (N/m ²)							托 (Torr)				

表 1-12 力单位的换算

单位名称	牛顿	达因	千克力	斯坦	磅力	磅达	吨力
单位符号	N	dyn	kgf	sn	lbf	pdl	tf
换算关系	1	10^5	0.102	10^{-3}	0.2248	7.233	1.02×10^{-4}

注: kP (公斤力) 作为力的单位, 仅在部分国家使用。

表 1-13 力矩和转矩单位换算

单位名称	牛[顿]·米	达因·厘米	千克力·米	克力·厘米	磅力·英尺	磅达·英尺
单位符号	N·m	dyn·cm	kgf·m	gf·cm	lbf·ft	pdl·ft
换算关系	1	107	0.1020	0.1020×10^5	0.73726	$\frac{1}{0.0421401}$

表 1-14 质量单位的换算

单位名称	千克	吨	克	磅	英吨(长吨)	美吨(短吨)	英两
单位符号	kg	t	g	lb	ton	sh·ton	oz
换算关系	1	0.001	1000	2.2046	0.9842×10^{-3}	1.1023×10^{-3}	35.274

表 1-15 密度单位的换算

单位名称	克/厘米 ³	千克/米 ³	磅/英寸 ³	磅/英尺 ³	磅/英加仑	磅/美加仑
单位符号	g/cm^3	kg/m^3	lb/in^3	lb/ft^3	lb/UKgal	lb/USgal
换算关系	1	1000	0.03613	62.43	10.02	8.345
其他单位 名称(符号)	吨/米 ³ (t/m ³)	克/升 (g/L)				

表 1-16 线速度单位的换算

单位名称	米/秒	米/分	厘米/秒	千米/时	英尺/秒	英尺/分	英里/时	海里/时
单位符号	m/s	m/min	cm/s	km/h	ft/s	ft/min	mile/h	n mile/h
换算关系	1	60	100	3.6	3.2808	196.85	2.2369	1.944

表 1-17 角速度单位的换算

单位名称	转/秒	转/分	度/秒	度/分	弧度/秒
单位符号	r/s	r/min	(°)/s	(°)/min	rad/s
换算关系	1	60	360	21600	2π

4. 常用物理量数据

(1) 常用物理量常数 (见表 1-18)

表 1-18 常用物理量度常数

名称	符号	常数值	单位	名称	符号	常数值	单位
重力加速度	g	9.80665	m/s^2	真空磁导率	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}$	H/m
元电荷	e	1.6022×10^{-19}	C	电磁波在真空中的传播速度	c	2.998×10^8	m/s
电子半径	r_0	2.82×10^{-15}	m	玻耳兹曼常数	k	1.380×10^{-23}	J/K
电子伏特	eV	1.602×10^{-19}	J	斯忒藩-玻耳兹曼常数	σ	5.670×10^{-8}	$W/(m^2 \cdot K^4)$
电子[静止]质量	m_e	9.109×10^{-28}	g	法拉第常数	F	9.648×10^4	C/mol
质子[静止]质量	m_p	1.6725×10^{-24}	g	普朗克常数	h	6.626×10^{-34}	J · sK
中子[静止]质量	m_n	1.6748×10^{-24}	g	热力学温度	T_0	273.15	
真空介电常数	ϵ_0	18.854×10^{-12}	F/m	摩尔气体常数	R	8.314	J/(mol · K)

(2) 导体的电阻率 (见表 1-19)

表 1-19 导体的电阻率

材料	电阻率/ $\Omega \cdot m$	材料	电阻率/ $\Omega \cdot m$	材料	电阻率/ $\Omega \cdot m$
银	1.62×10^{-8}	镍	7.24×10^{-8}	黄铜	8×10^{-8}
铜	1.69×10^{-8}	镉	7.4×10^{-8}	青铜	18×10^{-8}
金	2.40×10^{-8}	钴	9.70×10^{-8}	钢	$(10 \sim 20) \times 10^{-8}$
铝	2.83×10^{-8}	铁	10.00×10^{-8}	铜镍合金	33×10^{-8}
镁	4.50×10^{-8}	锡	11.40×10^{-8}	白铜	42×10^{-8}
铍	4.60×10^{-8}	铀	21.00×10^{-8}	锰镍铜合金	43×10^{-8}
锰	5.0×10^{-8}	铅	21.90×10^{-8}	高镍钢	45×10^{-8}
铌	5.3×10^{-8}	铋	40.90×10^{-8}	康铜	49×10^{-8}
钨	5.5×10^{-8}	汞	95.80×10^{-8}	硅钢(含硅 45%)	62.5×10^{-8}
钼	5.7×10^{-8}	硬铝	3.55×10^{-8}	锰钢	$(34 \sim 100) \times 10^{-8}$
锌	6.10×10^{-8}	磷青铜	$(2 \sim 5) \times 10^{-8}$	镍铬铁合金	$(100 \sim 110) \times 10^{-8}$

(3) 电阻温度系数 (见表 1-20)

表 1-20 电阻温度系数

材料	电阻温度系数	材料	电阻温度系数	材料	电阻温度系数
汞	0.0009	铝	0.0039	铍	0.0048
铂	0.0030	铅	0.0039	铁	0.0050
钨	0.0030	铌	0.0039	锰	$(3 \sim 10) \times 10^{-6}$
锌	0.0037	镁	0.0040	康铜	15×10^{-6}
银	0.0038	钨	0.0042	阿范斯电阻合金	≈ 0
铜	0.0039	钨	0.0045		

(4) 常用物质的介电常数 (见表 1-21)

表 1-21 常用物质的介电常数

物质	介电常数/(F/m)	物质	介电常数/(F/m)	物质	介电常数/(F/m)
氢	1.000264	石蜡	2~2.5	陶瓷	5~6.5
氧	1.000524	橡胶	2~3.5	大理石	8.3
空气	1.000586	白云母	5~7	聚乙烯	2.3
一氧化碳	1.000695	琥珀	2.8	聚苯乙烯	2.4~2.7
二氧化碳	1.000946	石英玻璃	3.5~4.5	聚氯乙烯	3.4~3.6
纸	2~2.6	钠玻璃	5.4~8	氧化钛	30~80
变压器油	2.2~2.4	橄榄油	3.1~3.2	酒石酸钾钠	200
松节油	2.2~2.3	硫磺	3.6~4.2	钛酸钡	2500~4500
汽油	2.3				

二、电工常用图形符号及文字符号

1. 常用基本文字符号

电工常用基本文字符号见表 1-22 (摘自 GB 7159)。

表 1-22 电工常用基本文字符号

设备、装置和 元器件种类	举 例 中文名称	基本文字符号		设备、装置和 元器件种类	举 例 中文名称	基本文字符号						
		单字母	双字母			单字母	双字母					
组件部件	分离元件放大器 激光器 调节器	A		其他元器件	本表其他地方未规定的器件	E	EH EL EV					
	本表其他地方未提及的组件、部件				发热器件							
	电桥				照明灯							
	晶体管放大器				空气调节器							
	集成电路放大器			保护器件	AB AD AJ AM AV AP AT AR	过电压放电器件 避雷器	F	FA FR FS FU FV				
	磁放大器					具有瞬时动作的限流保护器件						
	电子管放大器					具有延时动作的限流保护器件						
	印制电路板					具有延时和瞬时动作的限流保护器件						
	抽屉柜					熔断器						
	支架盘					限压保护器件						
非电量到电量 变换器或电量到非电量 变换器	温度变换器	B	B BV	发生器发电 机电源	旋转发电机、振荡器	G	GS GA GB					
	速度变换器				发生器							
	热电传感器				同步发电机							
	热电池				异步发电机							
	光电池				蓄电池							
	测功计				旋转式或固定式变频器							
	晶体能量变换器			信号器件	H	声响指示器 光指示器 指示灯	KA KA KA KL KL KM KP KR KT KR					
	送话器							继电器 接触器	瞬时接触继电器 瞬时有或无继电器 交流继电器			
	拾音器									闭锁接触继电器(机械闭锁或永磁铁式有或无继电器) 双稳态继电器 接触器		
	扬声器										极化继电器 簧片继电器 延时有或无继电器 逆流继电器	
	耳机			感应线圈 线路陷波器 电抗器(并联和串联)	L							
	自整角机											
	旋转变压器											
	模拟和多级数字			C								
变换器或传感器(用作指示和测量)												
压力变换器												
电容器	D											
位置变换器												
旋转变换器(测速发电机)												
二进制元件 延迟器件 存储器件							电容器	D				
							数字集成电路和器件					
							延迟线					
							双稳态元件					
							单稳态元件					
	磁芯存储器											
	寄存器											
磁带记录机												
盘式记录机												

续表

设备、装置和 元器件种类	举 例	基本文字符号		设备、装置和 元器件种类	举 例	基本文字符号		
	中文名称	单字母	双字母		中文名称	单字母	双字母	
电动机	可作发电机或电动机 用的电机	M	MG	调制器 变换器	鉴频器 解调器 变频器 编码器 变流器 逆变器 整流器 电报译码器	U		
	力矩电动机		MT					
	电动机							
	同步电动机		MS					
	异步电动机		MA					
模拟元件	运算放大器 混合模拟/数字器件	N						
测量设备 试验设备	指示器件 记录器件 积算测量器件 信号发生器	P		电子管 晶体管	气体放电管 二极管 晶体管 晶闸管	V		
	电流表		PA		电子管		VE	
	(脉冲)计数器		PC		控制电路用电源的整 流器		VC	
	电度表		PJ					
	记录仪器		PS	传输通道波 导天线	导线 电缆 母线 波导 波导定向耦合器	W		
	时钟、操作时间表		PT					
	电压表		PV					
电力电路的 开关器件	断路器	Q	QF					
	电动机保护开关		QM					
	隔离开关		QS					
电阻器	电阻器	R		端子 插头 插座	连接插头和插座 接线柱 电缆封端和接头 焊接端子板	X		
	变阻器				连接片		XB	
	电位器		RP		测试插孔		XJ	
	测量分路表		RS		插头		XP	
	热敏电阻器		RT		插座		XS	
	压敏电阻器		RV		端子板		XT	
控制、记忆、 信号电路的开 关器件选择器	液体标高传感器	S	SL	电气操作的 机械器件	气阀	Y		
	压力传感器		SP		电磁铁		YA	
	位置传感器(包括接近 传感器)		SQ		电磁制动器		YB	
	转数传感器		SR		电磁离合器		YC	
	温度传感器		ST		电磁吸盘		YH	
	拨号接触器连接板				电动阀		YM	
	控制开关		SA		电磁阀		YV	
	选择开关		SA					
	按钮开关		SB					
	机电式有或无传感器 (单级数字传感器)							
变压器	电流互感器	T	TA	终端设备	电缆平衡网络	Z		
	控制电路电源变压器		TC	混合变压器	压缩扩展器			
	电力变压器		TM	滤波器	晶体滤波器			
	磁稳压器		TS	均衡器				
	电压互感器		TV	限幅器	网络			

2. 常用辅助文字符号

电工常用辅助文字符号见表 1-23。










表 1-23 常用辅助文字符号

序号	文字符号	名称	序号	文字符号	名称	序号	文字符号	名称
1	A	电流	24	EM	紧急	49	PU	不接地保护
2	A	模拟	25	F	快速	50	R	记录
3	AC	交流	26	FB	反馈	51	R	右
4	A AUT	自动	27	FW	正、向前	52	R	反
5	ACC	加速	28	GN	绿	53	RD	红
6	ADD	附加	29	H	高	54	R	复位
7	ADJ	可调	30	IN	输入		RST	
8	AUX	辅助	31	INC	增	55	RES	备用
9	ASY	异步	32	IND	感应	56	RUN	运转
10	B BRK	制动	33	L	左	57	S	信号
11	BK	黑	34	L	限制	58	ST	启动
12	BL	蓝	35	L	低	59	S SET	置位,定位
13	BW	向后	36	LA	闭锁	60	SAT	饱和
14	C	控制	37	M	主	61	STE	步进
15	CW	顺时针	38	M	中	62	STP	停止
16	CCW	逆时针	39	M	中间线	63	SYN	同步
17	D	延时(延迟)	40	M MAN	手动	64	T	温度
18	D	差动	41	N	中性线	65	T	时间
19	D	数字	42	OFF	断开	66	TE	无噪声(防干扰) 接地
20	D	降	43	ON	闭合	67	V	真空
21	DC	直流	44	OUT	输出	68	V	速度
22	DEC	减	45	P	压力	69	V	电压
23	E	接地	46	P	保护	70	WH	白
			47	PE	保护接地	71	YE	黄
			48	PEN	保护接地与中性线 共用			

3. 电气图常用图形符号

电气图常用图形符号见表 1-24 (新标准: GB 4728; 旧标准: GB 312)。

表 1-24 电气图常用图形符号

名称	新标准规定的符号	旧标准规定的符号	名称	新标准规定的符号	旧标准规定的符号
直流	— 或 ===	—	故障		
交流	~	~	闪络、击穿		
交直流	~	~	导线间绝缘击穿		
接地一般符号			导线的连接	┆ 或 ┆	┆
无噪声接地(抗干扰接地)			导线的多线连接	┆ ┆ ┆ 或 ┆	┆ ┆ ┆ 或 ┆
保护接地					
接机壳或接底板	┆ 或 ┆	┆ 或 ┆			
等电位	▽				

续表

名称	新标准规定的符号	旧标准规定的符号	名称	新标准规定的符号	旧标准规定的符号
导线的不连接			铁芯		
接通的连接片	 或 		带间隙的铁芯		
断开的连接片			手摇发电机		
直流发电机			三相笼型异步电动机		
交流发电机			接触器的动合触点		
直流电动机			中间断开的双向触点		
交流电动机			延时闭合的动合触点		
直线电动机			延时断开的动合触点		
步进电动机			延时闭合的动断触点		
电压调整二极管(稳压管)			延时断开的动断触点		
晶体闸流管(阴极侧受控)			延时闭合和延时断开的动合触点		
PNP型半导体三极管			延时闭合和延时断开的动断触点		
NPN型半导体三极管			接触器的动断触点		
串励直流电动机			三极开关		
他励直流电动机			三极断路器		
并励直流电动机					
复励直流电动机					