



简明电工手册

◎ 何利民 尹全英 编

中国建筑工业出版社

简明电工手册

何利民 尹全英 编

中国建筑工业出版社

(京) 新登字 035 号

图书在版编目 (CIP) 数据

简明电工手册/何利民, 尹全英编. -北京: 中国建筑工业出版社, 1999.

ISBN 7-112-03774-3

I. 简… II. ①何… ②尹… III. 电工-手册
IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 01983 号

简明电工手册

何利民 尹全英 编

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 14 $\frac{3}{4}$ 字数: 396 千字

1999 年 5 月第一版 1999 年 5 月第一次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 28.00 元

ISBN7-112-03774-3

TU·2918 (8993)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本手册汇编了电气技术中通用的电工基础资料和电气材料、工具、电线电缆、开关电器、RLC 器件、电子器件、电动机、变压器、自备内燃发电机组、电工仪表等的种类、特性、技术数据及其安装、使用、维护、管理等方面的资料，专辟一章汇集了建筑电气的常用资料，还列出了防雷、接地和电气安全的若干规定。

本手册资料新、结构顺序合理、简明扼要、查阅方便，是从事电气制造、安装、运行、维护、管理的广大电气技术人员和技术工人必备的实用工具书之一，亦可供院校相关专业师生参考。

* * *

责任编辑 朱首明

前 言

电工技术内容极为丰富,涉及的数据、图表、计算公式、定律、定理、概念、术语、产品种类等等,浩如烟海,然而,对一般电气工作者来说,经常用到且经常需要查阅的,主要是一些通用的、实用的资料。一些大型电工手册将众多资料合为一体,这虽然对某些读者是合适的,但对大多数读者则不免有些缺憾:书本太厚,携带和查阅不便;资料太多,有的用不上,有的使用频率很低,难得查阅一次;书价太贵,一些读者买不起。为此,我们编写了这本《简明电工手册》,力图在简明、实用上有所创新。这是我们的初衷,但到底效果如何,只能请读者评判了。

本手册从广大电气技术人员和电气工人的实际需要出发,汇编了电气技术中较通用的电工基础资料和电气材料、工具、设备、装置、线路和元、器件等的种类、特性、技术数据、应用范围及其使用等资料。还专辟一章,对建筑电气的安装、维护、管理等作了较详尽的介绍,汇集了许多实用资料。

在编写过程中,作者遵循的基本宗旨是:读者第一,实用第一。具体一点,就是:不贪多求全,不追求系统性,只求实用;文字简明扼要,缩短篇幅,减轻读者负担;按照一般读者对资料使用查找频率高低,排列章节顺序,构筑全书的结构,方便读者查阅;汇集的国家标准、规程、规范,以及电气设备、材料、安装维修工艺等等,一般都是最新的,尽可能多地向读者提供新的信息;书中的图形符号、文字符号、计量单位、格式等等,均规范到国家最新标准和国际上较通用的 ISO 和 IEC 标准,方便各类读者的使用。但应当说明的是,书中少量内容是作者从国外有关文献中编译而来的,其中的某些数据、表达形式等,可能与我国标准略有差异。

在编写过程中，作者曾到过许多工厂、企业、农村、部队调研，征求了许多基层电气工作者的意见，他们也为作者提供了很多实用资料。中国建筑工业出版社朱象清总编辑和朱首明副编审对手册的结构和内容提出了许多颇有开创性的意见，在此一并致以衷心的感谢！编写中，还参考了国内外多种版本的电工手册、文献资料、产品样本、产品使用说明书等，限于篇幅，恕不一一列出，请予谅解，并致以谢意。

由于作者水平有限，经验不足，书中肯定会有许多不妥之处，热忱欢迎读者批评指教。

目 录

第 1 章 基础资料	1
1.1 常用物理量、单位及换算	1
1.2 电气图形符号	6
1.3 电气技术中的文字符号	32
1.4 常用电工计算公式	40
1.5 电气额定值	47
1.6 电气装置的使用环境	49
1.7 常用数据	51
1.8 优先数和优先数系列	54
1.9 面积和体积的计算	55
1.10 常用字母和罗马数字	61
第 2 章 电气材料	63
2.1 导体连接材料	63
2.2 绝缘材料	69
2.3 绝缘电瓷	78
2.4 穿线管材	87
2.5 常用钢材	91
2.6 电气安装紧固件	95
2.7 电气安装维修常用其他材料	101
第 3 章 电工具具	104
3.1 导体连接用器具	104
3.2 电工手工工具	107
3.3 电气安全检查工具	116
3.4 常用电动工具和射钉枪	120
第 4 章 电线电缆	130
4.1 常用电线电缆及特点	130
4.2 电线电缆的基本特性和参数	135
4.3 电线电缆的选用	141
第 5 章 开关电器	147

5.1	低压开关电器的类别和使用条件	147
5.2	刀开关和转换开关	151
5.3	低压熔断器	157
5.4	低压空气断路器	163
5.5	接触器	167
5.6	控制继电器和保护继电器	173
5.7	高压开关和高压熔断器	179
5.8	成套配电装置	183
第6章	RLC 器件	189
6.1	电力电阻器	189
6.2	小型电阻器	197
6.3	电力电抗器	202
6.4	小型电感器	205
6.5	电力电容器	207
6.6	小型电容器	215
第7章	半导体器件	217
7.1	半导体器件的型号和种类	217
7.2	半导体二极管	219
7.3	半导体三极管	226
7.4	晶闸管	226
第8章	中小型异步电动机及其控制	230
8.1	旋转电机的基本知识	230
8.2	三相异步电动机的种类及特性	237
8.3	常用三相异步电动机技术数据	242
8.4	三相异步电动机的控制	251
8.5	三相异步电动机的使用	260
8.6	单相异步电动机	269
第9章	变压器	275
9.1	三相电力变压器的种类和特性	275
9.2	三相电力变压器的使用	284
9.3	常用小型变压器	300
9.4	互感器	305

第 10 章	自备内燃机发电站	312
10.1	内燃机发电机组	312
10.2	电站用柴油机	317
10.3	内燃机发电站用同步发电机	320
10.4	内燃机发电站的电气控制	325
第 11 章	电工仪表和电气测量	335
11.1	电工仪表的基本知识	335
11.2	电流和电压的测量	342
11.3	功率表和功率的测量	347
11.4	电度表和电能的测量	351
11.5	常用便携式电表的使用	353
第 12 章	建筑电气	365
12.1	建筑电气图	365
12.2	室内配电线路	384
12.3	低压架空电力线路	393
12.4	电气照明	398
12.5	电话	414
12.6	有线电视	420
12.7	有线广播	428
12.8	消防安全	432
第 13 章	接地、防雷和电气安全	438
13.1	电气接地	438
13.2	电气装置和建筑物防雷	446
13.3	电气安全若干规定	453

第 1 章 基础资料

1.1 常用物理量、单位及换算

1. 电磁量和单位

见表 1-1。

常用电磁量及单位换算

表 1-1

量的名称	符号	单位名称和符号	换算关系	备 注
电流	I	安 A 毫安 mA 微安 μ A 千安 kA	$1\text{A}=10^3\text{mA}$ $1\text{A}=10^6\mu\text{A}$ $1\text{A}=10^{-3}\text{kA}$	在交流电路中, 用符号 i 表示瞬时 值,用 I 表示有效 值(均方根值)
电荷	Q q	库(仑) C 安(培)·(小)时 A·h	$1\text{C}=1\text{A}\cdot\text{s}$ $1\text{A}\cdot\text{h}=3600\text{C}$	
电场强度	E	伏每米 V/m		
电位,电势 电压,电位差 电动势	$V;\phi$ $U(\text{V})$ E	伏 V 毫伏 mV 微伏 μ V 千伏 kV	$1\text{V}=10^3\text{mV}$ $1\text{V}=10^6\mu\text{V}$ $1\text{V}=10^{-3}\text{kV}$	在交流电路中, 用符合 u, e 表示瞬 时值,用 U, E 表示 有效值(均方根值)
电容	C	法(拉) F 微法 μ F 皮法 pF	$1\text{F}=10^6\mu\text{F}$ $1\text{F}=10^{12}\text{pF}$	
介电常数 真空介电常数 相对介电常数	ϵ ϵ_0 ϵ_r	法每米 F/m	F/m	
磁场强度	H	安每米 A/m	A/m	
磁势	F	安 A 吉伯 At	$1\text{At}=1\text{A}$	

续表

量的名称	符号	单位名称和符号	换算关系	备 注
磁通(量)	Φ	韦(伯) Wb 麦克斯韦 Mx	$1\text{Wb}=10^8\text{Mx}$	
电感	L	亨(利) H	$1\text{H}=1\text{Wb/A}$	电感:自感和互感的统称
磁导率	μ	亨每米 H/m		
真空磁导率	μ_0			
相对磁导率	μ_r			
[直流]电阻	R	欧[姆] Ω 千欧 k Ω 兆欧 M Ω	$1\Omega=10^{-3}\text{k}\Omega$ $1\Omega=10^{-6}\text{M}\Omega$	绝缘电阻的单位用 M Ω
电导	G	西[门子] S	$1\text{S}=\frac{1}{\Omega}$	
电导率	γ, σ	西每米 S/m		
电阻率	ρ	欧米 $\Omega \cdot \text{m}$		
相[位]差	φ	弧度 rad	$1^\circ=\frac{\pi}{180}\text{rad}$	
相[位]移	φ	度 ($^\circ$)		
阻抗	Z	欧 Ω	$Z=R+jX$	
[交流]电阻	R			
电抗	X			
品质因数	Q	无量纲量		$Q=X/R$
导 纳	Y	西[门子] S	$S=1/\Omega$	
[有功]功率	P	瓦[特] W 千瓦 kW 兆瓦 MW	$1\text{W}=10^{-3}\text{kW}$ $1\text{W}=10^{-6}\text{MW}$	$p=ui$ 为瞬时功率 u : 瞬时电压 i : 瞬时电流
视在功率	S	瓦 W		交流电路中用 V · A
(表观功率)	P_s	伏安 V · A		
无功功率	Q	瓦 W		
	P_q	乏 Var		
	P_Q	千乏 kVar		
功率因数	λ	无量纲量		$\lambda = P/S$, 习惯用 $\cos\phi$
电能	W_j	焦[耳] J	$1\text{kW} \cdot \text{h}=3.6\text{MJ}$	$\text{kW} \cdot \text{h}$ 又称为度
有功电能	W_p	千瓦时 kW · h		
频率	f, γ	赫[兹] Hz	$1\text{Hz}=1/\text{s}$	
每频率	ω	弧度每秒 rad/s		
绕组匝数	N	匝 t		
相数	m	相		

2. 其他常用物理量和单位

见表 1-2。

其他常用物理量和单位

表 1-2

量的名称	符号	单位名称和符号	换算关系	备 注
角 平面角	α, β, γ θ, ϕ	弧度 rad 度 ($^{\circ}$) 分 ($'$) 秒 ($''$) 转 (r)	$1^{\circ} = \frac{\pi}{180} \text{rad}$ $1' = 1/60(^{\circ})$ $1'' = 1/60(')$ $1\text{r} = 2\pi\text{rad}$	
长度 宽度 高度 厚度 半径 直径 程长 距离	l, L b h d, δ r d, D S d, r	米 m 分米 dm 厘米 cm 毫米 mm 微米 μm 海里 n mile	$1\text{m} = 10\text{dm}$ $1\text{m} = 10^2\text{cm}$ $1\text{m} = 10^3\text{mm}$ $1\text{m} = 10^6\mu\text{m}$ $1\text{n mile} = 1852\text{m}$	千米 km 又称 公里
面积	A , S	平方米 m^2 平方厘米 cm^2 平方毫米 mm^2 公顷 ha, hm^2	$1\text{m}^2 = 10^4\text{cm}^2$ $1\text{m}^2 = 10^6\text{mm}^2$ $1\text{ha} = 10^4\text{m}^2$	
体积	V	立方米 m^3 升 L, (l) 立方分米 dm^3 立方厘米 cm^3 立方毫米 mm^3	$1\text{L} = 1\text{dm}^3$	
时间	t	秒 s 分 min [小]时 h 天, [日] d 年 a	$1\text{min} = 60\text{s}$ $1\text{h} = 60\text{min}$ $1\text{d} = 24\text{h}$ $1\text{a} = 365.24\text{d}$ $1\text{a} = 8760\text{h}$	
速度	v, c ; u, v, w	米每秒 m/s 千米每小时 km/h 节 kn	$1\text{km/h} = 0.2778\text{m/s}$ $1\text{kn} = 0.514\text{m/s}$	c 专用于波的 传播(光速)
加速度	a g	米每二次方秒 m/s^2		g 表示重力 加速度

续表

量的名称	符号	单位名称和符号	换算关系	备 注
周期	T	秒 s		
时间常数	τ	秒 s		
频率	f, ν	赫 Hz		
旋转速度	n	转每分 r/min		$\omega = 2\pi f$
角频率	ω	弧度每秒 rad/s		
质量	m	千克, 公斤 kg 吨 t	$1t = 10^3kg$	
密度	ρ	千克每立方米 kg/m ³ 千克每升 kg/L	$1kg/L = 1000kg/m^3$ $= 1g/cm^3$	
力 重力	F W , (P 、 G)	牛[顿] N 千克力 kgf	$1kgf = 9.8N$	
力矩 转矩	M M, T	牛米 N·m	$1kgf \cdot m = 9.8N \cdot m$	
压力, 压强	p p_e	帕[斯卡] Pa	$1Pa = 1N/m^2$ $1kgf/cm^2 = 0.098MPa$	P_e 用于表压
能, 能量 功	E $W(A)$	焦[耳] J 千瓦时 kW·h	$1kW \cdot h = 3.6MJ$	
功率	η	无量纲量		
热力学 温度	T, θ	开[尔文] K		
摄氏温度	t, θ	摄氏度 °C		
热	Q	焦 J 卡 cal	$1cal = 4.18J$	
发光强度	I	坎[德拉] cd		
光通量	Φ	流[明] lm		
光量	Q	流秒 lm·s		
亮度	L	坎每平方米 cd/m ²		
照度	E	勒[克斯] lx	$1lx = 1lm/m^2$	
声压级	L_p	贝[尔] B	$1dB = 0.1B$	
声强级	L_i	分贝 dB		
声功率级	L_w			

3. 十进制单位词头

大多数法定计量单位都是按 10 的倍数和分数进行换算的。10 进制单位词头见表 1-3。

用于构成十进倍数和分数单位的词头

表 1-3

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	μ
10^{-9}	纳〔诺〕	n
10^{-12}	皮〔可〕	p
10^{-15}	飞〔母托〕	f
10^{-18}	阿〔托〕	a

注：例如， $1\text{M}\Omega=10^6\Omega$ ； $1\text{pF}=10^{-12}\text{F}$ 。

4. 英制单位与我国相应计量单位的换算关系

见表 1-4。

英制单位与我国相应计量单位的换算

表 1-4

量的名称	英制名称和单位	换算关系
长度	英寸 in	$1\text{in}=25.4\text{mm}$
	英尺 ft	$1\text{ft}=12\text{in}=0.305\text{m}$
	码 yd	$1\text{yd}=3\text{ft}=0.914\text{m}$
面积	平方英寸 in^2	$1\text{in}^2=645.2\text{mm}^2$
体积	立方英寸 in^3	$1\text{in}^3=16.4\text{cm}^3$
	加仑 gal	$1\text{gal}=277.4\text{in}^3=4.55\text{dm}^3$
质量	磅 lb	$1\text{lb}=0.454\text{kg}$
	盎司 oz	$1\text{oz}=\frac{1}{16}\text{lb}=28.3\text{g}$

续表

量的名称	英制名称和单位	换算关系
力	磅力 lbf	1 lbf = 4.45 N
功率	马力 HP	1 HP = 745.7 W
温度	华氏度 F	1 F = $\frac{5}{9}$ K = $\frac{5}{9}$ °C

注：1. 换算关系的数值一般为近似值。

2. 关于温度量：设 T —热力学温度； θ —摄氏温度； t —华氏温度，其数值换算关系为：

$$T = \theta + 273.15 = \frac{5}{9} (t + 459.67)$$

$$\theta = T - 273.15 = \frac{5}{9} (t - 32)$$

$$t = \frac{9}{5} T - 459.67 = \frac{9}{5} \theta + 32$$

【例】

(1) 20 in = ? mm

【解】 20 in = $20 \times 25.4 = 508 \text{ mm} \approx 500 \text{ mm}$

(2) 4 lb = ? kg

【解】 4 lb = $4 \times 0.454 = 1.816 \text{ kg} \approx 1.8 \text{ kg}$

(3) 31.5 HP = ? kW

【解】 31.5 HP = $31.5 \times 0.7457 = 23.490 \text{ kW} \approx 23.5 \text{ kW}$

(4) $\theta = 25^\circ\text{C}$ ， $T = ?$ ， $t = ?$

【解】 $T = 25 + 273.15 = 298.15 \text{ K}$

$$t = \frac{9}{5} \times 25 + 32 = 77 \text{ F}$$

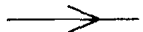
1.2 电气图形符号

常用电气图形符号见表 1-5。

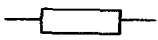
常用电气图形符号

表 1-5

1. 基本符号

图 形 符 号	说 明
	直流 注：电压可标注在符号右边，系统类型可标注在左边
	交流 频率或频率范围以及电压的数值应标注在符号的右边，系统类型应标注在符号的左边
	交直流
	正极、负极
	运动、方向或力
	能量、信号传输方向
	接地一般符号 注：如表示接地的状况或作用不够明显，可补充说明
 或	接机壳
	等电位

续表

图 形 符 号	说 明
	故障
 	端子 可拆卸端子
 或 	导线的连接
	导线跨越而不连接
	电阻器一般符号
 或 	电容器一般符号
	电感器、线圈、绕组、扼流圈