

赵 柯 张书琦 王丽艳 编

实用电工 速查速算手册

SHIYONG DIANGONG
SUCHA SUSUAN SHOUCHE



化学工业出版社

实用电工速查速算手册

赵 柯 张书琦 王丽艳 编



化学工业出版社

· 北 京 ·

ISBN 7-122-01111-1

元 00.00 : 份 壹

图书在版编目 (CIP) 数据

实用电工速查速算手册/赵柯, 张书琦, 王丽艳编.
北京: 化学工业出版社, 2008.1
ISBN 978-7-122-01943-1

I. 实… II. ①赵…②张…③王… III. 电工-计算-
技术手册 IV. TM11-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 005917 号

责任编辑: 刘 哲

文字编辑: 钱 诚

责任校对: 陈 静

装帧设计: 张 辉

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: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张 9 $\frac{3}{4}$ 字数 259 千字

2008 年 6 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: 22.00 元

版权所有 违者必究

前 言

电工电气工作者经常会遇到电工电气方面的计算。由于公式、图、表很多，而且资料比较分散，计算中查找公式及计算需要的工作量较大，费时费力，还容易出现错误，给学习和工作带来不便。为满足快速计算，提高效率的要求，编者把生产、学习中常用的计算数据和资料编成本书。

本手册内容包括电工学常用计算公式与数表，输变电、变压器、电动机、电容器及无功补偿、低压电器的选用及计算，接地接零等速查速算资料。本手册力求以实用为主，选取在实际工作和学习中常见的、技术难度适当的内容以表格的形式表现出来。手册中还列有计算所必须的技术参数，以便更好地适应广大技术人员、技术工人和技工学校学生在学习和工作中学习和应用。

由于编者水平有限，编写中难免有疏漏之处，真诚希望广大读者批评指正。

编 者

化学工业出版社电气类图书

书 名	定 价/元
继电器及继电保护装置实用技术手册	85
电缆及其附件手册	72
电气材料手册	70
最新实用电工手册	148
电气工程手册——石化、石油、天然气行业电气工程师用书	69
电气技术丛书——UPS 应用技术	28
电气技术丛书——自备电厂	45
电气设备丛书——电机原理与应用	32
电气设备丛书——电气测量仪器	29
电气设备丛书——电热设备	38
电气设备丛书——防爆电器	29
电气设备丛书——防雷与接地装置	23
电气设备丛书——开关电源技术	35
PLC 技术及应用	18
电动机及控制线路	16
电工常用电气线路	18
电工常用工具和仪表	18
电工常用元器件和装置	18
电工必读	23
电气工人识图 100 例	23
电工计算 100 例	19
小功率异步电动机维修技术	39
电工技能训练	22

续表

书 名	定价/元
技术工人岗位培训读本——维修电工	28
技术工人岗位培训题库——运行电工	29
职业技能鉴定培训读本(初级工)——电工基础	23
职业技能鉴定培训读本(初级工)——电工识图	20
职业技能鉴定培训读本(技师)——维修电工	36
职业技能鉴定培训读本(高级工)——维修电工	31
电工技术培训读本——电气控制与可编程控制器	24
电工技术培训读本——实用电子技术基础	20
电工技术培训读本——继电保护与综合自动化系统	15
电工技术培训读本——电机应用技术	18
电工技术培训读本——电工材料	18
电工技术培训读本——工厂电气试验	19
电工技术培训读本——工厂供配电技术	19
电工技术培训读本——电路与电工测量	18
电工技术培训读本——电气运行与管理技术	14
实用电机控制电路维修技术	28
机电识图丛书——电气识图	35
特种作业安全技术培训教材——电工(低压运行维修)	25
特种作业安全技术培训教材——电工(高压运行维修)	18

以上图书由化学工业出版社机械·电气出版分社出版。如要出版新著,请与编辑联系。如要以上图书的内容简介和详细目录,或者更多的专业图书信息,请登录 www.cip.com.cn。

地址:北京市东城区青年湖南街13号(100011)

购书咨询:010-64518888 编辑:010-64519263

目 录

第一章 电工学基本资料及基本计算	1
第一节 电工学数学基础	1
一、常用物理量单位符号及换算方法	1
二、正弦量、矢量及复数基本知识和举例	4
三、对称分量法及应用	6
四、三角函数与计算	8
第二节 电工学基本公式及计算	9
一、电工学常用公式	9
二、电阻、电容和电感在电路中的基本公式及计算	11
三、正弦交流电基本物理量与计算	13
四、非正弦交流电基本计算	15
五、网络变换的基本方式与计算	22
六、电路的串联和并联谐振计算	25
七、电容电感电路的瞬变	26
八、媒质在交变磁场中的损耗	28
第三节 电容电感计算	29
一、电容计算	29
二、电感计算	32
第二章 变压器	36
第一节 变压器的基本原理及计算	36
一、变压器的分类	36
二、变压器的原理与基本参数	37
三、变压器常用数据计算	39

四、自耦变压器与 V/V 连接的变压器常用计算	40
第二节 变压器经济运行计算	43
一、变压器的并联运行计算	43
二、变压器年电能损耗计算	44
三、负荷过轻的临界条件判定	45
四、变压器过负荷计算	45
五、变压器经济运行节电效益计算	47
六、干式变压器使用条件及温升限值	48
七、10kV 变压器进风口有效面积查算表	49
 第三章 输配电计算	50
第一节 电路参数计算	50
一、常用导线、电缆的电阻和电抗	50
二、导线、电缆电阻电抗和电容计算	52
第二节 线损和电压降计算	57
一、直流线路计算	57
二、配电线路损耗计算	58
三、交流线路电压损耗计算	62
四、380/220V 系统中零线电位升高的计算	70
五、相序对线路电流的影响计算	73
第三节 导线、电缆的选择与计算	74
一、经济电流密度及计算	74
二、导线截面及电力电缆的选择	77
三、电力电缆绝缘电阻的换算	91
四、电缆故障点的测算	91
五、常用电工线材质量的快速计算	93
 第四章 电容器及无功补偿	95
第一节 电容器和无功补偿容量的计算	95
一、电容器运行规定和技术性能	95
二、电容测算和保护元件计算	100

三、功率因数和无功补偿容量的计算	103
四、采用电容补偿调压的计算	109
第二节 设备的无功补偿计算	110
一、企业内无功补偿当量计算	110
二、几种设备的无功补偿容量的确定	110
第三节 提高功率因数与增加设备容量的计算	114
一、增加线路供电能力的计算	114
二、增加变压器供电能力的计算	115
第四节 提高功率因数与降损及改善电压的计算	115
一、提高功率因数与降损关系的计算	115
二、功率因数降低与电网元件损耗增加的关系	116
三、提高功率因数与降低线损的关系	116
四、提高功率因数与降低变压器铜损的关系	116
五、提高功率因数与改善电压关系的计算	117
第五章 电动机	118
第一节 三相异步电动机基本原理计算	118
一、转差率与电势方程	118
二、绕线型异步电动机转子电阻的计算	120
第二节 直流电动机的基本公式	121
一、电枢电动势	121
二、直流电动机转矩特性	121
三、电压平衡方程	122
四、功率平衡方程	122
五、直流电机电枢回路电感、电阻的计算	123
第三节 电动机启动计算	123
一、异步电动机直接启动功率的确定	123
二、异步电动机降压启动方式的选择	124
三、磁力启动器的选择	127
四、星-三角启动器的选择	128
五、自耦减压启动器的选择与计算	130

六、绕线型异步电动机启动电阻的计算	132
第四节 电动机制动计算	134
一、异步电动机反接制动计算	134
二、异步电动机能耗制动计算	136
三、异步电动机电容-电磁制动的电容计算	138
四、直流他励电动机反接制动计算	138
五、直流他励电动机能耗制动计算	140
第五节 电动机软启动及调速计算	140
一、绕线型异步电动机转子附加电阻调速的计算	140
二、绕线型异步电动机机械回馈式串级调速的计算	141
三、直流电动机不同调速方法的比较	142
四、软启动的选用	144
五、变频器的选用及计算	147
第六章 电气设备	153
第一节 电气设备选用	153
一、高海拔、火灾以及爆炸危险场所电气设备选用	153
二、电气设备发热计算	159
三、电气设备动稳定和热稳定校验	170
四、电器接触头压力及接触电阻的计算	170
五、电气设备电流密度的选择	173
六、电气设备的绝缘及计算	175
七、母线选择及计算	180
八、电流互感器的选用及计算	190
九、电压互感器的选用及计算	193
第二节 高压断路器的选用及计算	199
一、高压断路器的选用	199
二、高压真空断路器的选用与试验	201
三、抑制真空断路器操作过电压的元件的选择	203
第三节 高压隔离开关和负荷开关的选用与计算	204
一、高压隔离开关的选用	204

二、高压隔离开关电动操作机构电动机功率的计算	205
三、高压负荷开关的选用	206
第四节 高压熔断器的选用与计算	207
一、高压熔断器的选用	207
二、对高压熔断器熔体熔断时间的规定	208
第五节 低压开关与熔断器的选用与计算	209
一、低压开关的选择条件	209
二、断路器的选用与计算	209
三、漏电保护器的选用	216
四、断路器与熔断器的配合使用	218
五、刀开关和转换开关的选用	218
六、熔断器的选用与级间配合	219
第六节 热继电器的选用及计算	224
一、热继电器的选用	224
二、热继电器主要技术参数	228
三、热继电器双金属片的自由行程和有效行程的计算	228
第七节 接触器的选用及计算	229
一、交流接触器的选用与损耗估计	229
二、直流接触器的选用	233
三、切换电容器专用接触器的选用	234
第八节 交流接触器和电磁铁直流无声运行元件的选择	238
一、交流接触器直流无声运行元件的选择	238
二、交流电磁铁直流无声运行元件的选择	239
三、无声节能接触器直流线圈的计算	241
第九节 电磁铁的计算及选用	242
一、磁路基本计算公式	242
二、电磁铁气隙磁导的计算	243
三、电磁铁吸力基本计算公式	245
四、电磁铁吸力的近似计算	246
五、电磁铁的选用及计算	250
六、交、直流电磁铁线圈的简单计算	253

七、合闸电磁铁的计算	257
第十节 保护继电器和时间继电器的选用	259
一、保护继电器的选用	259
二、时间继电器的选用	260
三、继电器加速与延缓电路	261
四、常用继电器熄火电路	265
第十一节 固体继电器的选用及保护元件选择	269
一、固体继电器的选用	269
二、固体继电器保护元件的选择	271

第七章 接地接零..... 272

第一节 基础知识及计算	272
一、接地与接零的种类	272
二、保护接地与保护接零的范围	273
三、接触电压、跨步电压和对地电压等的计算	274
四、接地电阻允许值的规定	280
五、土壤和水的电阻率	284
第二节 接地体接地电阻的计算	286
一、人工接地体的接地电阻计算	286
二、人工接地坑和接地沟的流散电阻的计算	290
三、防雷保护接地电阻的计算	291
四、保护接零计算	295

主要参考文献..... 296

第一章 电工学基本资料及基本计算

第一节 电工学数学基础

一、常用物理量单位符号及换算方法

电工学中常用的计量单位及其换算方法见表 1-1~表 1-11。

表 1-1 常用物理量名称、符号和单位

名 称	符 号	单 位	名 称	符 号	单 位
长度	$l(L)$	米 m	光通量	Φ	流(明) lm
面积	S	米 ² m ² 公顷 hm ²	发光强度	I	坎(德拉) cd
体积	V	米 ³ m ³ 升 l, L	亮度	L	坎(德拉)/米 ² cd/m ²
时间	$t(T)$	秒 s 分 min 小时 h	绝对(热力学)温度	T	开(尔文) K
质量	m	千克 kg	摄氏温度		摄氏度 °C
力	F	牛(顿) N	华氏温度		华氏度 °F
力矩	M	牛(顿)米 N·m	电荷量	Q	库(仑) C
压力,压强	p	帕(斯卡) Pa	电流	I	安(培) A
频率	f	赫(兹) Hz	电流密度	$j(\delta)$	安(培)/平方毫米 A/mm ²
角频率	ω	弧度/秒 rad/s	电压、电位	V	伏(特) V
波长	λ	米 m	电动势	E	伏(特) V
周期	T	秒 s	电场强度	E	伏(特)/米 V/m

续表

名 称	符号	单 位	名 称	符号	单 位
电阻	R	欧(姆) Ω	磁场强度	H	安(培)/米 A/m
(复)阻抗	Z		磁阻	R_m	1/亨(利) 1/H
电抗	X		磁导	A	亨(利) H
电导	G	西(门子)	磁导率	μ	亨(利)/米 H/m
(复)导纳	Y		真空磁导率	μ_0	亨(利)/米 H/m
电纳	B		相对磁导率	μ_r	无量纲
电阻率	ρ	欧(姆)/米 Ω/m	介电常数	ϵ	法(拉)/米 F/m
电导率	r	西(门子)/米 S/m	真空介电常数	ϵ_0	
电容	C	法(拉) F	相对介电常数	ϵ_r	无量纲
电感、自感	L	亨(利) H	(有功)功率	P	瓦(特) W
互感	$M(L_{12})$		无功功率	Q	乏 var
磁通量	Φ	韦(伯) Wb	视在功率	S	伏安 V·A
磁感应强度、磁通密度	B	特(斯拉) T	电能	W	千瓦时(度) kW·h

表 1-2 面积单位换算表

单位	m^2	in^2	ft^2	yd^2
m^2	1	1550	10.76	1.196
in^2	6.452×10^{-4}	1	6.944×10^{-3}	7.716×10^{-4}
ft^2	9.29×10^{-2}	144	1	0.1111
yd^2	0.8361	1296	9	1

表 1-3 公制长度单位及换算

单 位	符号	换 算	单 位	符号	换 算
千米(公里)	km	1km=1000m	厘米	cm	1cm=10mm=0.01m
米	m	—	毫米	mm	1mm=0.001m
分米	dm	1dm=10cm=0.1m	微米	μm	1 μm =0.001mm=0.000001m

表 1-4 长度单位换算表

单位	m	cm	mm	ft	in
m	1	100	1000	3.281	39.37
cm	0.01	1	10	0.03281	0.3937
mm	0.001	0.1	1	0.00328	0.0394
ft	0.3048	30.48	304.8	1	12
in	0.0254	2.54	25.4	0.08333	1

表 1-5 体积单位换算表

单 位	m^3	dm^3	in^3	ft^3
m^3	1	1000	6.102×10^4	35.31
dm^3	0.001	1	61.02	3.531×10^{-2}
in^3	1.639×10^{-5}	1.639×10^{-2}	1	5.787×10^{-4}
ft^3	2.832×10^{-2}	28.32	1728	1

表 1-6 角度单位换算表

单位	(°)	(')	(")	rad	圆 周
(°)	1	60	3600	1.745×10^{-2}	2.778×10^{-3}
(')	1.667×10^{-2}	1	60	2.909×10^{-4}	4.630×10^{-5}
(")	2.778×10^{-4}	1.667×10^{-2}	1	4.848×10^{-6}	7.716×10^{-7}
rad	57.30	3438	2.063×10^5	1	0.1592
圆周	360	2.16×10^4	1.296×10^6	6.283	1

表 1-7 质量单位换算表

单位	kg	g	lb
kg	1	1000	2.205
g	0.001	1	2.205×10^{-3}
lb	0.454	454	1

表 1-8 力的单位及换算

单位	N	kgf	lbf
N	1	1.02×10^{-1}	2.25×10^{-1}
kgf	9.81	1	2.21
lbf	4.45	0.454	1

表 1-9 功、能单位及换算

单位	kgf · h	kW · h	J
kgf · h	1	2.72×10^{-6}	9.81
kW · h	3.67×10^5	1	3.60×10^6
J	1.02×10^{-1}	2.77×10^{-7}	1

表 1-10 功率单位及换算

单位	kgf/s	HP	kW
kgf/s	1	1.315×10^{-2}	0.981×10^{-2}
HP	76.4	1	0.746
kW	102.0	1.34	1

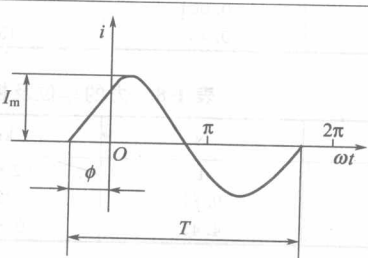
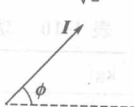
表 1-11 常用词头与因数对照表

因数	英文译名	国际符号	词头名称	中国古数词	因数	英文译名	国际符号	词头名称	中国古数词
10^{18}	exa	E	艾	穰(10^{10})	10^{-1}	deci	d	分	分(10^{-1})
10^{15}	peta	P	拍	秭(10^9)	10^{-2}	centi	c	厘	厘(10^{-2})
10^{12}	tera	T	太	垓(10^8)	10^{-3}	milli	m	毫	毫(10^{-3})
10^9	giga	G	吉	京(10^7)	10^{-6}	micro	μ	微	微(10^{-6})
10^6	mega	M	兆	兆(10^6)	10^{-9}	nano	n	纳	纤(10^{-7})
10^3	kilo	k	千	千(10^3)	10^{-12}	pico	p	皮	沙(10^{-8})
10^2	hecto	h	百	百(10^2)	10^{-15}	femto	f	飞	尘(10^{-9})
10^1	deca	da	十	十(10)	10^{-18}	ato	a	阿	渺(10^{-11})

二、正弦量、矢量及复数基本知识和举例

电工学中常用的正弦量、矢量及复数的表示见表 1-12~表 1-16。

表 1-12 正弦量的表示法

瞬时值表达式	$i = I_m \sin(\omega t + \phi)$ i——瞬时值；I_m——最大值；ω——电角频率 $\omega = 2\pi f$，ϕ——初相角
曲线表示法	 I_m——电流最大值； ϕ——初相角； ω——电角频率； T——周期
旋转矢量表示法	电流有效值： $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$  电压有效值： $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

续表

复数表示法(符号法)	复数最大值表示式: $\dot{I}_m = I_m \angle \phi$ 或 $\dot{I}_m = I_m e^{j\phi}$ 复数有效值表示式: $\dot{I} = I \angle \phi$ 或 $\dot{I} = I e^{j\phi}$, 其中 $I = I_m / \sqrt{2}$
------------	--

表 1-13 复数的表示法

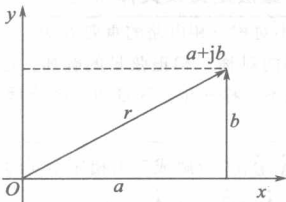
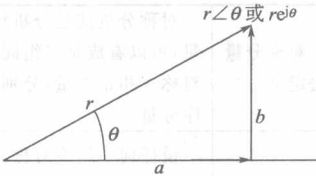
坐标制	直角坐标形式	极坐标形式
表示法	$a + jb$	$r \angle \theta$ 或 $re^{j\theta}$
图形表示法		
两种坐标式的互换	$a + jb = r \cos \theta + j r \sin \theta$	$r \angle \theta = \sqrt{a^2 + b^2} \angle \arctan \frac{a}{b}$ 或 $re^{j\theta} = \sqrt{a^2 + b^2} e^{j \arctan \frac{a}{b}}$

表 1-14 复数的四则运算

运算方式	采用的坐标	运算方法
加	直角坐标	$(a_1 + jb_1) + (a_2 + jb_2) = (a_1 + a_2) + j(b_1 + b_2)$
减	直角坐标	$(a_1 + jb_1) - (a_2 + jb_2) = (a_1 - a_2) + j(b_1 - b_2)$
乘	极坐标	$r_1 \angle \theta_1 \cdot r_2 \angle \theta_2 = r_1 r_2 \angle (\theta_1 + \theta_2)$
除	极坐标	$r_1 \angle \theta_1 / r_2 \angle \theta_2 = \frac{r_1}{r_2} \angle (\theta_1 - \theta_2)$

表 1-15 复数的幅角范围

实部 a 的符号	虚部 b 的符号	所对应矢量所在象限	幅角 ϕ 的范围	实部 a 的符号	虚部 b 的符号	所对应矢量所在象限	幅角 ϕ 的范围
+	+	I	$0^\circ < \phi < 90^\circ$	-	-	III	$-180^\circ < \phi < -90^\circ$
-	+	II	$90^\circ < \phi < 180^\circ$	+	-	IV	$-90^\circ < \phi < 0^\circ$