

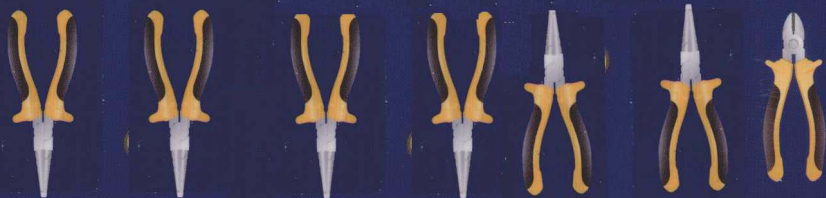
谢文辉 王为民 主编



电工

简明速查手册

DIANGONG JIANMING SUCHA SHOUC



化学工业出版社

本手册为满足广大电工对电气新技术、新知识、新设备、新工艺的学习需求而编写，图表结合，系统介绍了电工所必须要掌握的电气线路、电工工具、电气设备及产品、安全用电等相关技术资料 and 实用操作技能。

本手册内容简明实用、携带方便、可查性强，可供电工以及电气工程技术人員使用，也可供大中专院校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工简明速查手册/谢文辉，王为民主编。—北京：
化学工业出版社，2012.2
ISBN 978-7-122-12977-2

I. 电… II. ①谢…②王… III. 电工-技术手册
IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 254611 号

责任编辑：李军亮

文字编辑：孙 科

责任校对：王素芹

装帧设计：尹琳琳

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 装：大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 9½ 字数 262 千字

2012 年 7 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：36.00 元

版权所有 违者必究

前 言

当前科技发展日新月异，新技术、新设备、新工艺、新方法层出不穷，而且电气技术发展也非常迅速，这就要求电工需要掌握越来越多的知识和技能。

本手册编写坚持“以内容新颖为导向，以简明实用为基础，以方便查找为本位”的宗旨，在要求掌握专业基本知识和基本技能的基础上，及时了解、掌握本专业领域“四新技术”的发展。本手册在编写时充分考虑了广大电工、工程技术人员及其他行业人员对新技术、新设备、新工艺、新方法的需求，集国内外电工新技术的相关内容，经整理归纳分类并通过图表进行介绍，编写中对理论知识方面以实用为准，够用为度，力争做到浅显易懂，一目了然；本手册在编写过程中采用我国制订的最新相关标准，着重介绍贯彻这些新标准的电气线路、电气设备、电气产品的技术数据、型号、性能、安装和维修等实用操作技能；本手册简明、实用，内容丰富，文字精练，图表并茂，具有循序渐进和很强的可查性、实用性。使用本手册会大大提高工作效率，节省时间，以适应现代工作快节奏的要求；为选用、维护与维修电气设备提供必要的技术资料；可供电气工程技术人員、设计人員、技师和普通电工使用，也可供大、中专院校师生参考。

本手册由谢文辉、王为民主编；李彩珠、熊卫国、刘青泉副主编；黄志、黄存足审校；参加编写工作的还有肖建章、张志芳、刘岚、王汉斌、王兴浩等。

由于编者水平有限和编写时间仓促，手册中难免有不妥之处，敬请广大专家和读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 电工基本常识	1
一、常用名词	1
二、常用电工基本计算	2
1. 常用电工量的名称、符号、单位和概念	2
2. 常用电工计算公式	4
三、电工常用计量单位	7
1. 国际单位制单位	7
2. 国际单位制辅助单位及导出单位	7
3. 与国际单位制单位并用的我国法定计量单位	8
4. 常用法定计量单位与非法定计量单位及其换算	9
四、电工常用图形符号及文字符号	13
1. 电工常用图形符号	13
2. 电工常用文字符号	44
3. 电工常用辅助文字符号	48
第二章 常用电工仪表仪器	49
一、基本知识	49
1. 电工测量仪表常用文字符号	49
2. 常用电工仪表仪器的分类	49
3. 电工仪表的准确度及误差	50
4. 常用电工仪表工作原理	50
5. 电工仪表面板上的符号及其意义	52
二、常用电工仪表的型号及规格	53
1. 常用电流表、电压表的型号及规格	53
2. 常用电能表的型号及规格	55
3. 常用钳形表的型号及规格	56
4. 常用兆欧表的型号及规格	56

5. 常用电桥的型号及规格	57
6. 常用万用表的型号及规格	57
7. 常用功率表的型号及规格	59
8. 常用功率因数表的型号及规格	60
9. 常用频率表的型号及规格	60
三、电工常用电子仪器	61
1. 常用信号发生器型号及规格	61
2. 常见通用示波器	62
四、常用电工测量	62
1. 直流电流的测量	62
2. 交流电流的测量	63
3. 直流电压的测量	64
4. 交流电压的测量	64
5. 直流电路功率的测量	65
6. 交流电路功率的测量	65
7. 电能的测量	67
第三章 常用电工材料	68
一、电工材料的名称及用途	68
二、常用电工绝缘材料的技术数据	76
1. 常用电工绝缘材料	76
2. 绝缘纱、带、绳和管	82
3. 浸渍绝缘纤维制品	86
4. 绝缘压制品	87
5. 绝缘云母制品	88
6. 薄膜及复合制品	89
7. 电工用绝缘漆	90
8. 常用绝缘油	90
三、常用电工导电材料的技术数据	90
1. 裸导线	90
2. 铜、铝母线	93
3. 绝缘电线	94
4. 电缆电线	107
5. 电磁线	109

6. 熔丝	113
7. 英汉线规的对照	115
四、常用电气安装材料	115
1. 电线管的规格	115
2. 有缝钢管(黑、白铁管)的规格	116
3. 聚氯乙烯(PVC)硬管规格	116
4. 聚氯乙烯(PVC)半硬管规格	117
5. 塑料胀锚螺栓管外径与钻孔螺钉直径搭配	117
6. 包塑金属软管与接头相互配合的尺寸	117
7. 悬垂线夹	118
8. 压缩型耐张线夹	118
9. PH、ZH型挂环	119
10. 联板	120
11. U形螺钉	121
12. 蝶形板	122
五、常用磁性材料	122
1. 电工纯铁的牌号和性能	122
2. 电工纯铁	123
3. 高频热轧硅钢片的主要参数	123
4. 中、弱磁场热轧硅钢主要参数	123
六、新型电工材料	123
1. 绝缘子玻璃的性能	123
2. 主要光敏电阻材料	124
3. 常用国产光敏电阻的参数	124
4. 红外探测器及其材料	124
5. 半导体发光材料	125
6. 主要晶体激光材料	125
第四章 变配电	126
一、电力系统概述	126
1. 电力系统的组成	126
2. 工矿企业供电系统常用接线方案	126
二、常用导线的安全载流量	127
1. 裸绞线安全载流量	127

2. BLX 和 BLV 型铝芯绝缘线明敷时的允许载流量	127
3. BLX 和 BLV 型铝芯绝缘线穿钢管时的允许载流量	128
4. BLX 和 BLV 型铝芯绝缘线穿硬塑料管时的允许载流量	129
三、导线的选择	130
1. 我国现行的经济电流密度标准	130
2. 推荐的经济电流密度	130
3. 按发热条件选择导线和电缆截面	131
四、工业企业电力线路	131
1. 架空线路导线最小允许截面	131
2. 接户线导线截面的最小允许值	131
3. 导线与建筑物间的最小距离	132
4. 导线与地面的最小距离	132
5. 导线与街道行道树间的最小距离	132
6. 架空线路导线间的最小距离	132
7. 电缆各支持点间的距离	132
8. 电缆最小弯曲半径	132
9. 黏性油浸纸绝缘铅包电力电缆的最大允许敷设位差	133
10. 电缆最大牵引强度	133
11. 电缆允许敷设最低温度	133
12. 电缆埋地敷设时与其他设施的安全距离	134
13. 电缆在隧道内敷设	134
14. 电缆在电缆沟内敷设	135
15. 电缆在电缆沟、隧道内敷设时的最小净距	135
16. 电缆穿保护管的最小内径	135
17. 电缆沿桥架敷设	136
18. 钢索布线	136
19. 钢索上吊装金属（或硬塑料）管支持点最大间距	137
20. 管子布线	137
21. 管线明敷时固定点间最大间距	138
22. 线槽布线的要求	138
23. 常用绝缘电线的型号、名称和主要用途	138
第五章 照明	139
一、照明技术中的基本术语	139

二、电光源	140
1. 常用照明光源代号	140
2. 常用电光源的种类、发光原理、特点及应用	140
3. 常用照明电光源的主要技术数据	141
4. 白炽光源	141
5. 部分气体放电光源的名称及其代号	143
6. 荧光灯的接线图	143
7. 荧光灯电容器规格	144
三、灯具	144
1. 工厂常用灯具的分类	144
2. 部分工厂常用灯具的灯罩的技术数据	144
3. 工厂常用灯具的几种连接件外形尺寸	145
4. 卤钨灯灯具	146
5. 几种卤钨灯具外形尺寸	147
6. 几种常用荧光灯灯具的技术数据	147
7. 防爆灯灯具	149
8. 部分投光灯灯具的技术数据	149
9. 部分高大建筑物灯具的技术数据	151
10. 灯座的技术数据	151
四、照明器的选用	152
1. 人工照明照度的参考值	152
2. 工业企业辅助建筑的最低照度值	153
3. 照度补偿系数	154
4. 工业企业用灯具类型的一般选择	154
5. 工业企业照明设计标准	154
6. 照明负荷计算	155
7. 照明线路电流近似值及熔片选择	155
8. 室内一般照明器离地面的低悬挂高度	155
9. 部分常用灯具的适用高度	156
10. 一些灯具适用光源的种类	156
11. 单位建筑面积照明用电量估算表	156
12. 荧光高压汞灯与白炽灯功率对照表	156
13. 某些墙壁、顶棚和地面的反射系数参考值	157

第六章 安全用电	158
一、触电	158
二、预防触电的措施	161
1. 预防措施	161
2. 安全电压	162
3. 接地和接零	162
4. 漏电保护断路器 (RCD)	166
5. 安全用具	168
6. 防雷电	170
7. 防静电	171
三、触电急救	173
第七章 低压电器	175
一、低压电器产品型号	175
1. 低压电器产品类组代号	175
2. 加注派生字母对照表	177
二、常用低压电器	177
1. 刀开关和转换开关	177
2. 熔断器	183
3. 自动开关	188
4. 控制器	196
5. 接触器	200
6. 启动器	203
7. 继电器	206
8. 主令电器	212
第八章 变压器	217
一、变压器的基本知识	217
1. 变压器的型号及意义	217
2. 变压器的分类和结构	218
3. 变压器的连接组别和极性	221
二、电力变压器的技术数据	224
1. S7 系列电力变压器技术数据	224
2. S9 系列电力变压器技术数据	225
3. S11 系列电力变压器技术数据	225

4. SH15 非晶合金系列电力变压器技术数据	226
三、干式变压器	226
1. 干式变压器电流密度	226
2. 干式变压器主绝缘尺寸	226
四、特殊用途变压器	227
1. 自耦变压器与接触式调压器的比较	227
2. 各种整流变压器的参数	227
3. 空心、铁芯、饱和电抗器的特点	229
4. 电流互感器	229
5. 电压互感器	231
第九章 电动机	233
一、电动机的基本知识	233
1. 电动机的分类	233
2. 电动机产品代号	233
3. 电动机的主要性能	234
二、三相异步电动机	235
1. 三相异步电动机型号、结构特征及用途	235
2. 三相异步电动机启动方式分类及最高允许温度	237
3. 三相异步电动机常见故障及处理	238
三、直流电机	239
1. 直流电机及其派生、专用产品的用途和分类	239
2. 直流电机调速方法、特点及适用范围	240
3. 直流电机的常见故障及处理方法	241
第十章 电子元器件	245
一、常用电子元件	245
1. 电阻器、电容器的型号命名及标志方法	245
2. 电阻器的种类、特性和用途	247
3. 常用电容器的种类和特性	248
二、半导体分立元件	248
1. 国产半导体器件命名方法	248
2. 欧洲半导体分立元件型号命名方法	249
3. 晶体二极管简易测试方法	250
4. 常用硅稳压二极管的型号及技术数据	250

5. 晶体三极管的电极判别方法	251
三、晶闸管及其应用	252
1. 晶闸管“导通”与“关断”的相互转化条件	252
2. 简易判别晶闸管的方法	252
四、数字集成电路	252
1. TTL 集成电路	252
2. CMOS 集成电路	267
五、可编程控制器 (PLC)	278
1. 三菱系列 (FX 系列)	278
2. 松下系列	281
3. 西门子	282
4. 欧姆龙	282
六、通用变频器	283
1. 三菱系列	283
2. ABB 系列	284
七、常用三菱触摸屏	286
八、传感器	287
参考文献	289

第一章 电工基本常识

一、常用名词

名词	概 念
导体	具有良好的传导电流能力的物体称为导体。通常导体分为两类:像金属以及大地、人体等,称为第一类导体;像酸、碱、盐的水溶液的电解质等,称为第二类导体
绝缘体	不善于传导电流的物体称为绝缘体
半导体	导电性能介于金属和绝缘体之间的物体。随着杂质含量及外界条件(光、温或压强等)的改变,半导体的导电性能会发生显著变化
电路	用导体把电源、用电元件或设备连接起来,构成的电流通路称为电路
电动势	将单位正电荷从负极通过电源移动到正极时非静电力所做的功。或者说,电源的电动势等于在外电路断开时电源两极间的电势差
电压降	又称电位降。是指沿有电流的导体或在有电流通过的电路中电位的减小
感应电动势	分为动生电动势和感生电动势。动生电动势是指组成回路的导体(整体或局部)在恒定磁场中运动时使回路中磁通量发生变化而产生的电动势;感生电动势是指固定回路中磁场发生变化使回路磁通量改变而产生的电动势
电导	表征物质导电特性的物理量。它是电阻的倒数
电导率	电阻率的倒数
直流电	电荷流动方向不随时间改变的电流
交流电	大小和方向随着周期性变动且在一个周期内平均值为零的电流称为交变电流,简称交流电
瞬时值	交流电在任一时刻的量值称为瞬时值
有效值	交流电在一个周期内的方均根值。也就是交流电通过一电阻在一个周期内消耗的能量,若与一直流电通过同一电阻在相同时间内消耗的能量相等,则此直流电的量值被定义为该交流电的有效值
相位	交流电中随时间按正弦规律变动的物理量,用公式可表示为 $i = I_m \sin(\omega t + \varphi)$, 式中 $\omega t + \varphi$ 称该交流电在某一瞬时 t 的相位,而 $\varphi(t=0)$ 称为初相, I_m 为电流最大值。因相位常以角度表示,故又可称相角。 ω 称为角频率

续表

名词	概 念
瞬时功率	指交流电路中任一瞬间的功率
相电压	在三相交流系统中,任一根火线与中性线之间的电压叫做相电压
线电压	在三相交流系统中,任两根火线之间的电压叫做线电压
相电流	在三相负载中,每相负载中流过的电流叫做相电流
线电流	三相电源线各线中流过的电流叫做线电流
磁阻	磁路对磁通量所起的阻碍作用
剩磁	铁磁物质在外磁场中被磁化,当外磁场消失后,铁磁物质仍保留一定的磁性,称作剩磁

二、常用电工基本计算

1. 常用电工量的名称、符号、单位和概念

量的名称	符号	单位名称	符号	量的基本概念
电荷	Q	库[仑]	C	物体的带电质点称为电荷。电荷有正、负两种,同性电荷相互排斥,异性电荷相互吸引
电流	I	安[培]	A	电荷的定向流动,它可以是正电荷、负电荷或正、负电荷同时做有规则的移动而形成的
电压	U	伏[特]	V	在静电场中,将单位正电荷从 a 点移到 b 点过程中电场力所做的功,在数值上等于这两点间的电压。又称这两点间的电势差或电位差
频率	f	赫[兹]	Hz	交流电每秒变化的次数
周期	T	秒	s	交流电每变化一周所需的时间
电流密度	$J, (\delta)$	安[培]/米 ²	A/m ²	通过垂直于电荷流动方向的单位面积上的电流大小
电动势	E	伏[特]	V	将单位正电荷从负极通过电源移动到正极时非静电力所做的功。或者说,电源的电动势等于在外电路断开时电源两极间的电势差
电阻	R	欧[姆]	Ω	通常解释为物质阻碍电流通过的能力。根据欧姆定律,导体两端的电压和通过导体的电流成正比,比值称为电阻

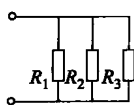
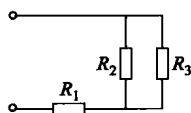
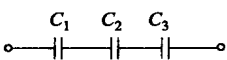
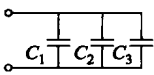
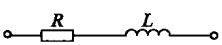
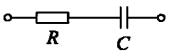
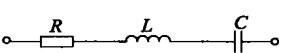
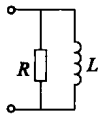
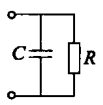
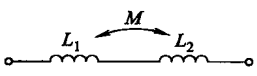
量的名称	符号	单位名称	符号	量的基本概念
电阻率	ρ	欧[姆]米	$\Omega \cdot \text{m}$	表征物质导电的特性参数。电阻率越小, 导电本领越强。导体的电阻率会受一些物理因素影响
电阻的温度系数	α	每摄氏度	$1/^\circ\text{C}$	表示物质电阻随温度变化规律的物理量。其数值为温度每升高 1°C , 电阻增加量与原电阻值的比值
电容	C	法[拉]	F	表征导体或导体系容纳电荷的性能的物理量。电容常用单位为微法(μF)。 $1\mu\text{F}=10^{-6}\text{F}$
容抗	X_C	欧[姆]	Ω	交流电通过具有电容的电路时, 电容阻碍电流流过的作用。 $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$
自感	L	亨[利]	H	自感是指通过闭合回路的电流变化引起穿过它的磁通量发生变化而产生感应电动势的现象
互感	M	亨[利]	H	互感是指一个闭合回路中电流变化使穿过邻近另一个回路中磁通量发生变化而在该回路中产生感应电动势的现象
感抗	X_L	欧[姆]	Ω	交流电通过具有电感的电路时, 电感阻碍电流流过的作用。 $X_L = 2\pi fL$
阻抗	Z	欧[姆]	Ω	交流电通过具有电感、电容和电阻的电路时, 电感、电容和电阻共同阻碍电流流过的作用 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
电能[量]	W	瓦[特]	J	电力所做的功。工程中常用 $\text{kW} \cdot \text{h}$, 即 1 千瓦·时电作为电能计量单位, $1\text{kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{J}$
视在功率	S	伏安	$\text{V} \cdot \text{A}$	在具有电阻和电抗的电路中, 电压与电流有效值的乘积称为视在功率
功率 有功功率	P	瓦[特]	W	交流电路功率在一个周期内的平均值称为平均功率, 也称为有功功率。它实质上反映了电路从电源取得的净功率
无功功率	Q	乏[尔]	var	在具有电感或电容的电路中, 反映电路与外电源之间能量反复授受的程度的量值称为无功功率。实质上是指只与电源交换而不消耗的那部分能量

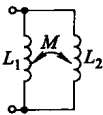
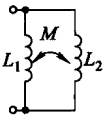
续表

量的名称	符号	单位名称	符号	量的基本概念
功率因数	$\cos\varphi$			是指有功功率与视在功率的比值
效率	η			器件和机械在传递能量过程中总要消耗一部分能量,这种输出的能量将小于输入的能量。输出能量(或功率)与输入能量(或功率)的比值称为效率
磁感应强度	B	特[斯拉]	T	在磁场中的某一点,单位正电荷以单位速度向着与磁场方向相垂直的方向运动时所受到的磁场力,称为这一点的磁感应强度
磁通密度	B	特[斯拉]	T	指垂直于磁场的单位截面积上通过的磁通量。它与磁感应强度在数值上是一致的
磁通[量]	Φ	韦[伯]	Wb	磁通密度与垂直于磁场方向的面积的乘积
相位差	φ	弧度	rad	两个频率相同的正弦交流电的初相位之差称为相位差
转矩	M	牛[顿]米	N·m	使电机等转动的力矩。对电动机而言, $M=9550 \times \frac{P}{n}$, P 为额定功率(kW), n 为额定转速(r/min), M 为额定转矩(N·m)
角频率 角速度	ω	弧度每秒	rad/s	交流电路中相位每秒钟变化的弧度数; $\omega=2\pi f$,工频(50Hz)交流电的角频率为314rad/s

2. 常用电工计算公式

欧姆定律	直流 $I=U/R$ 交流 $\dot{I} = \frac{\dot{U}}{\dot{Z}}$	I ——电路电流, A U ——电路端电压, V R ——电阻, Ω Z ——电抗, Ω
电阻	$R=\rho l/S$ $R_t=R_{20}[1+\alpha(t-20)]$	R_{20} ——20℃时的电阻, Ω ρ ——电阻率, $\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$ l ——导体的长度, m S ——导体的截面积, mm^2 R_t —— t (℃)时的电阻 α ——20℃时导体的温度系数, $1/^\circ\text{C}$
电阻串联		$R=R_1+R_2+R_3$

电阻并联		$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$
电阻混联		$R = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} R_1$
电容串联		$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$
电容并联		$C = C_1 + C_2 + C_3$
电阻、电感 串联		$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$
电阻、电容 串联		$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$
电阻、电感、 电容串联		$Z = \sqrt{R^2 + (X_L^2 - X_C^2)}$
电阻、电感 并联		$\frac{1}{Z} = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L}\right)^2}$
电阻、电容 并联		$\frac{1}{Z} = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C}\right)^2}$
有互感耦合 的两电感元 件的串联		$L = L_1 + L_2 + M$
		$L = L_1 + L_2 - M$

有互感耦合 的两电感元 件的并联		$L = \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 + L_2 - 2M}$
		$L = \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 + L_2 + 2M}$
电流的热 效应	$Q = I^2 R t$	Q——产生的热量, J I——通过电阻的电流, A R——电阻, Ω t——时间, s
电功率	直流 $P = UI = I^2 R = U^2 / R$ 单相交流 $P = UI \cos \varphi$ $Q = UI \sin \varphi$ $S = UI = \sqrt{P^2 + Q^2}$ 三相交流 $P = \sqrt{3} UI \cos \varphi$ $Q = \sqrt{3} UI \sin \varphi$ $S = \sqrt{3} UI = \sqrt{P^2 + Q^2}$	P——有功功率, W Q——无功功率, var S——视在功率, V · A φ——电流与电压间的相角 U——电压, V I——电流, A R——电阻, Ω
三相交流电 电路的主要 关系	各相星形连接时 $I_1 = I_x$ 各相三角形连接 $I_1 = \sqrt{3} I_x, U_1 = U_x$	I_1, I_x——线电流和相电流, A U_1, U_x——线电压和相电压, V
直流电磁铁 吸引力	$F = \frac{SB^2}{8\pi} \times 10^3$	F——吸引力, N B——磁通密度, T S——磁路的截面积, cm^2
平行导线电 流间的作 用力	$F = F_1 = F_2 = \frac{\mu I_1 I_2}{2\pi D}$	F_1, F_2——1 导线和 2 导线所受力, N I_1, I_2——1 导线和 2 导线内的电 流, A D——线圈间的距离, m μ——导体外介质的磁导率, H/m 注: 电流同向时为吸力, 反向时为斥力