

实用电工

速查手册

赵玲玲 周芬萍 曲国明 杨奎河 编
河北科学技术出版社



SHIYONG DIANGONG SUCHA SHOUC



实用电工速查手册

赵玲玲 周芬萍 曲国明 杨奎河 编

河北科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

实用电工速查手册 / 赵玲玲等编. — 石家庄: 河北科学技术出版社, 2001

ISBN 7-5375-2503-X

I. 实… II. 赵… III. 电工-技术手册
IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 069805 号

实用电工速查手册

赵玲玲 周芬萍 曲国明 杨奎河 编

河北科学技术出版社出版发行
(石家庄市和平西路新文里 8 号)

河北新华印刷一厂印刷

新华书店经销

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷
开本 850×1168 1/64 印张 7.75 字数 322 千字
印数: 1—3000 定价: 19.00 元

速查手册系列图书编委会

主 编：赵地顺

副主编：李增民 毛 磊 李 军 李冀辉

编 委：刘瑞玲 谭建波 李志勇 韩鹏彪

朱金均 张双杰 王丽娟 胡云岩

阎俊霞 王永明 张振文 刘利剑

赵月静 赵玲玲 周芬萍 曲国明

前 言

随着科学技术不断进步,电器设备的应用日益广泛且不断更新,在电气设备中,不仅有传统的变压器、电机、开关电器等,而且有用国外技术和设备生产的新型电器产品,还有国内自己开发研制的电器新产品。为满足广大电工及相关技术人员在使用、维修和设计现代化工业电气设备时以及技术革新中的需要,我们编写了这本简明实用、查阅方便的小型电工手册。

本手册以厂矿企业常用的电气设备、控制设备等为主,以图表的形式,对这些产品和器件的技术性能、工作特性、适用范围、注意事项、常见故障及排除方法,作了较详细的介绍。

本手册的编写特点是科学性、实用性和新颖性并重,略去了烦琐的公式推导,文字叙述力求简明扼要、通俗易懂;技术数据大都采用表格化,以便于读者查找和对照。并且全书以两新为主导:一是编入了用国外技术生产的低压电器,低损耗系列变压器,Y系列异步电动机和新型特种电机;二是手册中的电气图形符号、电工计量单位等都采用了新颁布的国家标准。

该手册共分九章,主要内容包括:第一章,电工基本知识,主要介绍了常用电工基本定律、计算公式以及常用电工设备符号;第二章,常用电工仪器仪表,主要介绍了测量仪表的常识及电压、电流、功率等参数的测量;第三章,变压器,主要介绍了变压器的基本知识以及常用三相电力变压器、特殊变压器的技术指标、故障排除;第四章,电机,主要介绍了厂矿中常用的三相异步电动机、单相异步电动机及特殊用途电机的性能指标、技术数据、维修和保养;第五章,低压电器,主要介绍了低压电器的型号和分类以及常用低压电器的技术数据;第六章,电线电缆,主要介绍了裸电线、电磁线、绝缘线及电缆的性能指标和技术数据;第七章,照明,主要介绍了常用电光源和

常用工具的相关数据和使用注意事项；第八章，常用电工材料，主要介绍了导电材料、磁性材料、绝缘材料、电阻合金材料及导体材料的相关数据；第九章，安全用电与节约用电，主要介绍了触电防护、防瓷保护、接地保护和接零保护及节约用电等内容。

其中第三、四、五、六、七章由赵玲玲同志编写；第一、二、八、九章由周芬芳同志编写；第二章第三节、第四章第五节、第六章第四节和第八章第一节由曲国明同志编写；第四章第四节及部分章节电路图由杨奎河同志编写和绘制，全书由李增民教授主审。

本手册可供具有初中以上文化水平的电工、一般技工以及从事电气设备设计和维修的有关技术人员参考，也可作为考核和培训电工的参考书。

本手册在编写中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者
2001.11.10

目 录

第一章 电工基本常识	
一、常用电工基本定律及计算公式	1
1. 欧姆定律	1
2. 基尔霍夫定律	3
3. 电磁感应定律	4
4. 楞次定律	4
5. 左手定则	5
6. 右手定则	5
7. 安培环路定律	6
8. 焦耳-楞次定律	7
9. 磁路欧姆定律	7
10. 磁路基尔霍夫定律	8
11. 常用电工计算公式	8
二、部分常用物理量名称、符号及其单位	14
三、常用电工符号	20
第二章 常用电工仪器仪表	
一、万用电表	44
1. 万用表的使用方法	44
2. 万用电表使用注意事项	45
3. 万用表的常见故障	46
4. 部分万用电表的型号与规格	48
二、毫伏表	55
1. 毫伏表使用注意事项	56
2. 部分毫伏表的型号及规格	57
三、示波器	57
1. 示波器的组成	58
2. 示波器的技术性能	59
3. 示波器的使用办法	61
4. 示波器的使用步骤	68
四、信号发生器	70
1. XD7 低频信号发生器	70
2. YB1631 型功率函数发生器	71
五、测量仪表常识	76
1. 电工测量仪表常用符号及意义	76
2. 仪表的级别	77
3. 常用电工测量仪表的结构形式及特点	77
4. 常用仪表的系列代号与特征代号	80

六、电工测量 83

1. 直流电流的测量 83

2. 交流电流的测量 84

3. 直流电压的测量 85

4. 交流电压的测量 85

5. 直流电路功率的测量 86

6. 单相交流电路功率的测量 86

7. 单相交流电路功率因数的测量 87

8. 三相交流电路有功功率的测量 89

9. 三相交流电路无功功率的测量 90

10. 三相交流电路功率因数的测量 91

11. $1\Omega \sim 100k\Omega$ 电阻的测量 92

12. 低电阻的测量 94

13. 绝缘电阻和接地电阻的测量 97

14. 交流电能的测量 99

第三章 变压器

一、变压器的基本知识 101

1. 变压器各数据间的关系 101

2. 变压器的分类和各部分的作用 102

二、电力变压器 105

1. 电力变压器的技术数据 105

2. 电力变压器的选择 116

3. 电力变压器的维护与检修 117

三、特殊用途变压器 120

1. 调压器 120

2. 电压互感器 127

3. 电流互感器 131

4. 控制变压器 134

第四章 电机

一、三相异步电动机 142

1. 三相异步电动机的型号、结构特征及应用 142

2. 三相异步电动机的铭牌和技术指标 151

3. 三相异步电动机的维护和常见故障处理方法 153

二、几种常用三相异步电动机的型号和技术数据 157

1. Y 系列 (IP44) 小型异步电动机 157

2. Y 系列 (IP23) 小型三相异步电动机 162

3. YR 系列 (IP44) 小型绕线转子三相异步电动机 164

4. YR 系列 (IP23) 小型 绕线转子三相异步电动机	166
5. YZ、YZR 系列起重及 冶金用三项异步电动机	168
三、单相异步电动机	171
1. 单相异步电动机的结构	171
2. 单相异步电动机的型号与技术数据	172
四、特殊用途电机	186
1. 交流弧焊机	186
2. 直流弧焊机	196
3. 电钻	200
4. 电扇	203
5. 控制微电机	206
五、直流电机	215

第五章 低压电器

一、低压电器的分类	226
二、低压电器的型号	228
三、常用低压电器	230
1. 刀开关和组合开关	230
2. 熔断器	236
3. 自动开关	242
4. 启动器	247
5. 电阻器和变阻器	253
6. 电磁铁	257
7. 继电器	261

8. 主令电器	269
---------------	-----

第六章 电线电缆

一、裸电线	276
1. 裸电线的型号、特性和用途	276
2. 常用裸电线的规格	278
二、电磁线	293
三、绝缘电线	304
1. 绝缘电线的型号和用途	305
2. 常用绝缘电线的技术规格	306
四、电缆	311
五、电线电缆的安全载流量	321

第七章 照明

一、照明基本知识	327
1. 照明基本术语	327
2. 向光源的分类和特点	328
3. 照明质量	329
二、常用电光源和常用灯具	332
1. 常用电光源	332
2. 常用灯具	343
3. 常用照明附件	346
4. 照明配电箱的安装	349

第八章 常用电工材料

一、导体材料	350
1. 导电金属	350
2. 铜和铝的型号、成分和用途	352
3. 电工中常用合金	354
4. 电阻合金材料及熔体材料	355
5. 电刷	373
二、磁性材料	386
1. 软磁材料	386
2. 硬磁材料	413
三、绝缘材料	418
1. 环氧树脂	420
2. 环氧漆及绝缘油	422

3. 绝缘制品	440
---------------	-----

第九章 安全用电与节约用电

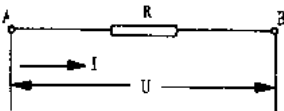
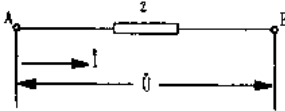
一、安全用电	452
1. 触电及其防护	452
2. 接地保护和接零保护	457
3. 防雷保护	463
二、节约用电	467
1. 机床空载自动停车装置	468
2. 用移相电容器提高功率因数	469
3. 异步电动机同步化运行	477

第一章 电工基本常识

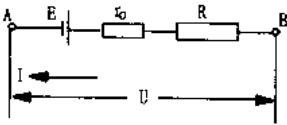
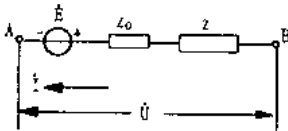
一、常用电工基本定律及计算公式

1. 欧姆定律

表 1-1 欧姆定律

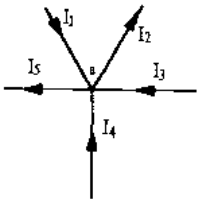
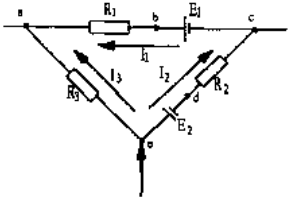
名称	直流电路中的欧姆定律	交流电路中的欧姆定律
定 律 内 容	(1)一段无源电路欧姆定律, 如图所示。在此电路中, 电流、电压和电阻三者之间的关系可用下式表达: $I = \frac{U}{R}$  一段无源电路	(1)一段无源电路欧姆定律, 如图所示。在此电路中, 电流、电压和阻抗三者之间的关系可用下式表达: $\dot{I} = \frac{\dot{U}}{Z}$  一段无源电路
	(2)一段含源电路欧姆定律, 如图所示。将电源内阻及电动势均计算在内时, 电路中的电流、电势、电阻及内阻间的关系可用下式表达:	(2)一段含源电路欧姆定律, 如图所示。将电源内阻抗及电动势均计算在内时, 电路中的电流、电势、电压、阻抗及内阻抗间的关系可用下式表达:

续表

名称	直流电路中的欧姆定律	交流电路中的欧姆定律
	$I = \frac{-E + U}{r_0 + R}$	$\dot{I} = \frac{-\dot{E} + \dot{U}}{z_0 + Z}$
定律内容	 一段含源电路	 一段含源电路
	式中：I——电路中电流(A) U——电路的端电压(V) E——电源的电动势(V) R——电路的电阻(Ω) r_0——电源的电阻(Ω)	式中：$\dot{I}$——电路中电流复有效值(A) $\dot{U}$——电路的端电压复有效值(V) $\dot{E}$——电源的电动势复有效值(V) Z——电路的阻抗复有效值(Ω) z_0——电源的内阻抗复有效值(Ω)

2. 基尔霍夫定律

表 1-2 基尔霍夫定律

名称	基尔霍夫第一定律	基尔霍夫第二定律
定律内容	对于任何节点而言, 所有流入节点的电流之和等于流出该节点的电流之和, 即 $\sum I_i = \sum I_o$	在任何一闭合回路中, 各段电阻上电压降的代数和等于电动势的代数和, 即 $\sum IR = \sum E$
定律的另一种形式	对于任何节点, 流出 (或流入) 该节点的电流代数和恒等于零, 即 $\sum I = 0$	从一点出发绕回路一周回到该点时, 各段电压的代数和恒等于零, 即 $\sum U' = 0$
图例	 对节点 a 有如下关系: $\sum I = -I_1 + I_2 - I_3 + I_4 + I_5 = 0$	 对回路有如下关系: $\begin{aligned} \sum U' &= U_{ab} + U_{bc} + U_{cd} \\ &= -I_1 R_1 - I_2 R_2 + I_3 R_3 \\ &+ E_1 - E_2 = 0 \end{aligned}$

3. 电磁感应定律

表 1-3 电磁感应定律

名称	电磁感应定律	
内容	线圈中感应电动势的大小, 与穿过该线圈的磁通量(Φ)对时间 t 的变化率及线圈匝数(N)的乘积成正比。	
表达式	$e = N \frac{d\Phi}{dt}$	
备注	式中: e —— 感应电动势 (V) t —— 时间 (s)	Φ —— 磁通 (Wb) N —— 线圈匝数

4. 楞次定律

表 1-4 楞次定律

名称	楞次定律	
内容	线圈中感应电动势的方向, 总是企图使它所产生的感应电流的磁通反抗原有磁通的变化	
表达式	$e = -N \frac{d\Phi}{dt}$	
备注	式中: e —— 感应电动势 (V) t —— 时间 (s)	Φ —— 磁通 (Wb) N —— 线圈匝数

5. 左手定则

左手定则又称电动机定则。它是确定载流导体在磁场中受力时，磁场方向、电流方向和载流导体受力方向三者之间关系的规则。如图 1-1 所示，伸开左手掌，使拇指和其他四指垂直，以手心迎着磁场的方向，使四指指向电流的方向，那么拇指所指的方向便是导体受力的方向。

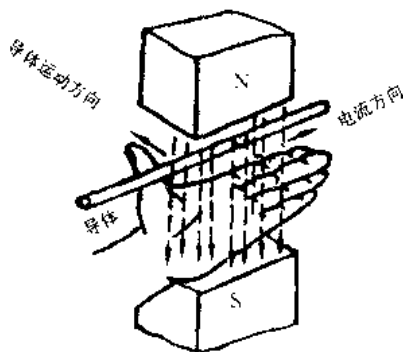


图 1-1 左手定则示意图

6. 右手定则

右手定则又称发电机定则。它是表示磁场方向、导体运动方向和感应电动势方向三者之间关系的规则。如图 1-2 所示，伸开右手掌，使拇指与其他四指垂直，并且都跟手掌在一个平面内，以手心迎着磁场的方向，使拇指指向导体运动的方向，那么四指的指向便是导体内感应电动势的方向。

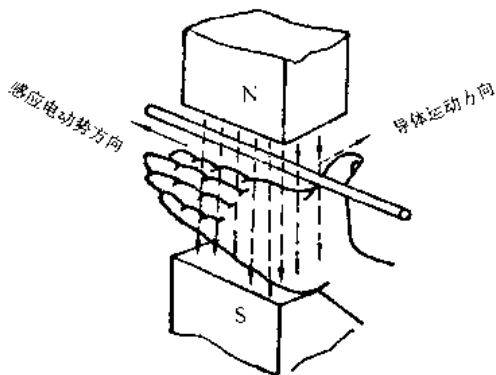


图 1-2 右手定则示意图

7. 安培环路定律

表 1-5 安培环路定律

名称	安培环路定律	
内容	在通电导线周围产生磁场。在磁场中，不论媒质的分布如何，磁场强度沿任意闭合路径的线积分等于穿过积分路径所限定面积的电流的代数和	
表达式	$\oint H \cdot dl = \sum i$	
备注	式中： H ——磁场强度 (A/m) l ——闭合曲线长度 (m)	i ——电流 (A)

8. 焦尔-楞次定律

表 1-6 焦尔-楞次定律

名称	焦尔-楞次定律
内容	电流通过导体时的发热量, 与电流的平方、导体电阻及电流流过的时间的乘积成正比
表达式	$Q = I^2 R t$
备注	式中: Q —— 热量 (J) R —— 电阻 (Ω) t —— 时间 (s) I —— 电流 (A)

9. 磁路欧姆定律

表 1-7 磁路欧姆定律

名称	磁路欧姆定律
内容	一段均匀的磁路, 磁位差与磁通及磁阻的关系
表达式	$\Phi = \frac{I_m}{R_m}$
备注	式中: Φ —— 磁通 (Wb) I_m —— 磁位差 (A) R_m —— 磁阻 (H^{-1}) 磁阻 R_m 是描述磁路特性的物理量, 由于磁导率 μ (H/m) 不是常数, 所以磁阻也不是一个常数。因此, 一般仅用于作定性分析