

新编实用 电工手册

XINBIAN SHIYONG DIANGONG SHOUCHE

唐亚鸣 邱立功 主编



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

新编实用 电工手册

XINBIAN SHIYONG DIANGONG SHOUCHE

唐亚鸣 邱立功 主编



YZLI 0890088143

 山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

新编实用电工手册/唐亚鸣,邱立功主编. —济南:
山东科学技术出版社,2011
ISBN 978-7-5331-5708-1

I. ①新… II. ①唐… ②邱… III. ①电工—技术
手册 IV. ①TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 230521 号

新编实用电工手册

唐亚鸣 邱立功 主编

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098088

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者:山东临沂新华印刷物流集团有限责任公司

地址:临沂市高新技术开发区新华路 1 号

邮编:276017 电话:(0539)2925659

开本:850mm×1168mm 1/64

印张:16.75

版次:2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-5708-1

定价:39.00 元

前 言

随着我国国民经济的快速发展和科学技术的不断进步,电工的设计、制造、运行和控制技术发生了深刻的变革,一大批新原理、新材料、新结构、新工艺、新技术、新性能的产品得到广泛开发和应用,新的应用和需求同时也推动着电工技术本身的迅速发展。面对新的形势,广大从事电气工程技术工作的人员迫切需要知识更新,特别是学习和掌握与新的应用领域有关的新技能。为此,我们组织编写了《新编实用电工手册》。

本书从简明、实用的角度出发,内容涉及电工基础知识、常用电工仪器仪表、电动机、变压器、低压电器、变配电及供电系统、电工材料、现代照明、安全用电与节约用电等。本书取材新颖,内容丰富,简明实用,主要供广大电工及电气技术人员使用,同时对技能培训和专业院校师生也有较高的参考价值。

在编写过程中,本书引用了大量国内外相关书籍及产品样本中的数据、资料等,在此谨向有关作者、厂家和科研单位表示衷心感谢!

四、常用仪表的结构及工作原理..... 56

五、电工仪表的型号表示方法..... 62

本书由唐亚鸣、邱立功主编，参加编写的人员还有程金龙、宋晓涛、丁秋宏、王斌、王明锋、丁明英、时秋菊、李勇、曾丽华、付海波、吴永峰、程继军、朱勇、赵树理、高帅、胡建兵、谭伟、龚明月、李大建、骆田安、王彬、王勇、赵要飞、汤莉莉、贾家湘、陈勇、吕时望、李宁、凌璐、张言林、吴荣轩等。

由于编者水平有限，本书难免存在错漏及不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

第一章	电工基础知识	1
第一节	常用计算公式及基本定律	1
一、	直流电路常用计算公式	1
二、	电磁感应定律	8
三、	交流电路常用计算公式	10
第二节	电工常用计量单位	19
一、	国际单位制单位	19
二、	我国法定计量单位	22
三、	常用物理量及其单位换算	23
四、	常用物理量数据	38
第三节	电工常用图形符号及文字符号	41
一、	常用基本文字符号	41
二、	常用辅助文字符号	47
三、	电气图常用图形符号	49
第二章	常用电工仪器仪表	52
第一节	常用电工仪表的基本知识	52
一、	电工仪表的分类	52
二、	电工仪表的准确度等级	52
三、	电工仪表的表面符号及其意义	53
四、	常用仪表的结构及工作原理	56
五、	电工仪表的型号表示方法	62

六、电工仪表的使用与保管	66
第二节 常用电工测量	68
一、电流和电压的测量	68
二、电阻的测量	93
三、功率的测量	100
四、电能的测量	108
五、相位和频率的测量	116
第三节 常用电子测量仪器	128
一、万用表	128
二、电子交流电压表	139
三、阻抗测量	145
四、LCR 参数测量	148
五、示波器	168
六、信号发生器	175
七、数字式频率计	180
八、耐压泄漏测试仪	182
九、接地电阻测试仪	190
第三章 电动机	192
第一节 概述	192
一、电动机的分类及型号	192
二、电动机的基本结构形式	195
三、电动机的功率等级	198
四、电动机常用计算公式	199
第二节 三相异步电动机	200
一、三相异步电动机的分类及型号	200
二、三相异步电动机的主要技术性能	209

三、三相异步电动机的结构原理	211
四、三相异步电动机的转矩特性	221
五、三相异步电动机的工作特性	226
六、三相异步电动机参数测定	229
七、三相异步电动机的选择与使用	233
八、三相异步电动机的维护与保养	242
九、三相异步电动机常见故障处理	244
第三节 直流电动机	253
一、直流电动机的分类与型号	253
二、直流电动机的结构原理	257
三、直流电动机的主要技术数据	262
四、直流电动机的维护与保养	275
五、直流电动机常见故障处理	280
六、直流电动机的拆装和试验	285
七、直流电动机的正确选用	290
第四节 微电机	291
一、驱动微电机	291
二、控制微电机	313
第五节 专用电动机	328
一、电动工具用电动机	328
二、电扇用电动机	350
三、电冰箱用电动机	359
四、空调器用电动机	366
五、洗衣机用电动机	376
六、吸尘器用电动机	381
七、电吹风机用电动机	383

第四章 变压器	392
第一节 概述	392
一、变压器的分类及型号	392
二、变压器的主要技术参数	396
三、变压器的基本结构原理	406
四、变压器的极性和连接组别	416
第二节 电力变压器	420
一、电力变压器的结构组成	420
二、变压器的允许运行方式	429
三、常用电力变压器的主要技术数据	432
四、电力变压器的正确选择	447
五、变压器常见故障及处理方法	449
第三节 小型变压器	453
一、小型变压器的基本结构	453
二、小型单相变压器的制作	456
三、常用小型变压器简介	480
四、小型变压器的检测	491
第四节 特殊用途的变压器	497
一、自耦变压器	497
二、整流变压器	498
三、盐浴炉变压器	505
四、试验变压器	511
五、电抗器	511
六、电压互感器	515
七、电流互感器	519
八、控制变压器	523

九、接触调压器	530
十、感应调压器	532
第五章 低压电器	542
第一节 概述	542
一、低压电器的分类及用途	542
二、低压电器的产品型号	544
第二节 常用低压电器	548
一、刀开关	548
二、转换开关	558
三、熔断器	560
四、断路器	568
五、接触器	581
六、启动器	589
七、继电器	596
八、主令电器	610
九、频敏变阻器	624
十、控制器	625
第三节 低压电器常见故障的检修	630
一、低压电器的维护与保养	630
二、低压电器常见故障的修理	631
三、低压电器的常见故障及处理方法	638
第六章 变配电及供电系统	646
第一节 电力负荷及其计算	646
一、按需要系数法确定计算负荷	647
二、按二项式系数法确定计算负荷	650

三、单相用电设备组计算负荷的确定	651
四、工业企业总计算负荷的确定	652
第二节 短路电流及其计算	654
一、短路的形式	655
二、无限容量系统三相短路电流的计算	657
三、两相短路电流的计算	663
第三节 变配电及其一次系统	663
一、变配电所的类型及所址选择	663
二、电气设备中的电弧问题及对触头的要求	666
三、高压一次设备及其选择	669
第四节 电力变压器及其选择	697
一、概述	697
二、电力变压器的结构及型号	699
三、变电所主变压器台数和容量的选择	701
四、电力变压器的并列运行条件	703
第五节 工厂变配电所及其一次系统的运行维护	704
一、变配电所的总体布置	704
二、变配电所的结构	710
三、变配电所的电气安装图	723
四、工厂变配电所一次系统的运行维护	725
第六节 工厂电力线路	734
一、工厂电力线路及其接线方式	734
二、架空配电路	736
三、电缆线路	741
四、户内配电线路	754
五、导线及电缆的选择	762
六、工厂电力线路的运行维护	766

第七节 供电系统的过流保护	770
一、过流保护的任务和要求	770
二、常用保护继电器	774
三、操作电源	785
第七章 电工材料	794
第一节 常用导电材料	794
一、导电金属材料	794
二、裸导体	803
三、绝缘导线	827
四、低压电力电缆	848
五、电磁线	862
第二节 绝缘材料	874
一、绝缘漆	875
二、绝缘浸渍纤维	877
三、电工常用薄膜	879
四、电工常用粘带	879
五、电工用复合材料	881
六、绝缘层压板制品	881
七、绝缘云母制品	883
第三节 磁性材料	885
一、金属及合金磁性材料	885
二、铁氧体磁性材料	903
第八章 现代照明	910
第一节 照明基础知识	910
一、照明技术有关概念	910
二、物体的光照性能及有关参数	912

第二节 照明电光源	915
一、电光源的分类及主要技术特性	915
二、照明电光源技术参数及规格	919
三、常用照明电光源的选用	962
第三节 电气装置和照明灯具	968
一、灯具的种类	968
二、常用灯座的主要技术参数	968
三、常用开关的外形结构、规格和用途	968
四、照明供电线路控制、保护与检修	976
五、照明供电与配电	991
第九章 安全用电与节约用电	1002
第一节 电气安全基础知识	1002
一、绝缘	1002
二、屏护、间距与安全标志	1006
三、安全用电知识	1013
第二节 触电预防及急救	1016
一、电流对人体的作用	1016
二、触电方式	1017
三、触电急救	1024
第三节 接地装置与防雷保护	1026
一、接地装置	1026
二、防雷保护	1034
第四节 节约用电	1042
一、节约用电的一般措施	1042
二、节约用电的几种方法	1047
参考文献	1058

(续前)

(续前)

第一章 电工基础知识

第一节 常用计算公式及基本定律

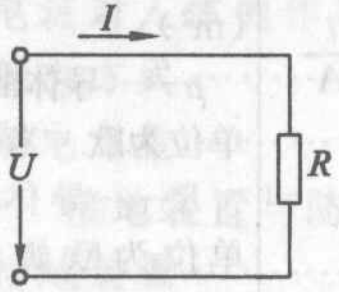
一、直流电路常用计算公式

直流电路常用计算公式见表 1-1。

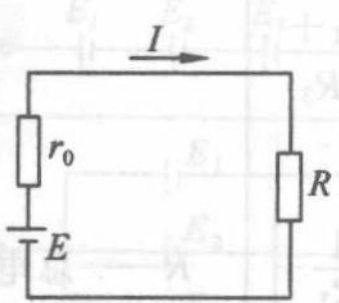
表 1-1 直流电路常用计算公式

名称	定义	公式	备注
电阻	导体能够导电,但同时 对电流又有阻力作用。 这种阻碍电流通过的 阻力称为电阻,用英文 字母 R 或 r 表示	$R = \rho \frac{l}{A}$	l ——导体的长度, 单位为米(m) A ——导体的截面积, 单位为平方米(m^2) ρ ——导体的电阻率, 单位为欧·米($\Omega \cdot m$) R ——导体的电阻, 单位为欧姆,简称欧 (Ω)
电导	表征物体传导电流 的能力。电导是电阻 的倒数,用英文字母 G 表示	$G = \frac{1}{R}$	R ——电阻,单位为 欧(Ω) G ——电导,单位为 西门子,简称西(S)

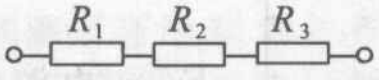
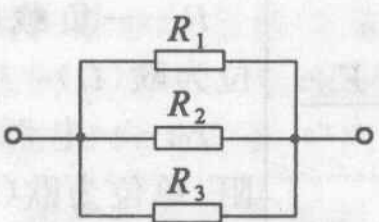
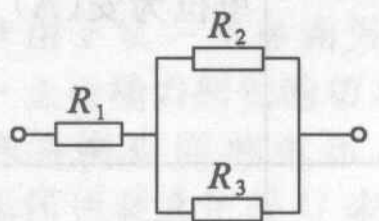
(续表)

名称	定义	公式	备注
电流	<p>导体内的自由电子或离子在电场力的作用下有规律地流动形成电流。人们规定正电荷移动的方向为电流的正方向。电流用英文字母 I 表示</p>	$I = \frac{Q}{t}$	<p>Q——电量,单位为库仑,简称库(C) t——时间,单位为秒(s) I——电流,单位为安培,简称安(A)</p>
电压	<p>在静电场或电路中,单位正电荷在电场力作用下从一点移到另一点电场力所做的功,称为两点间的电压。电压用英文字母 U 表示。电压的正方向是从高电位到低电位</p>	$U = \frac{W}{Q}$	<p>W——电功,单位为焦耳,简称焦(J) Q——电量,单位为库(C) U——电压,单位为伏特,简称伏(V)</p>
部分电路的欧姆定律	<div style="text-align: center;">  </div> <p>在一段不含电动势且只有电阻的电路中,流过电阻的电流大小与加在电阻两端的电压成正比,而与电路中的电阻成反比</p>	$I = \frac{U}{R}$	<p>U——电压,单位为伏(V) R——电阻,单位为欧(Ω) I——电流,单位为安(A)</p>

(续表)

名称	定义	公式	备注
全电路的欧姆定律	 <p>在只有一个电源的无分支闭合电路中,电流与电源电动势成正比,与电路的总电阻成反比</p>	$I = \frac{E}{R + r_0}$	<p>E——电源电动势,单位为伏(V)</p> <p>R——负载电阻,单位为欧(Ω)</p> <p>r_0——电源的内电阻,单位为欧(Ω)</p> <p>I——电路中电流,单位为安(A)</p>
电功率	<p>一个用电设备在单位时间内所消耗的电能为电功率,用英文字母 P 表示</p>	$P = \frac{W}{t}$ $= IU$ $= I^2 R$ $= \frac{U^2}{R}$	<p>W——电能,单位为焦(J)</p> <p>t——时间,单位为秒(s)</p> <p>I——电路中的电流,单位为安(A)</p> <p>R——电路中的电阻,单位为欧(Ω)</p> <p>U——电路两端的电压,单位为伏(V)</p> <p>P——电路的电功率,单位为瓦特,简称瓦(W)</p>

(续表)

名称	定义	公式	备注
电阻串联		$R = R_1 + R_2 + R_3$	
电阻并联		$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$	R ——总电阻, 单位为欧(Ω) R_1, R_2, R_3 ——分电阻, 单位为欧(Ω)
电阻混联		$R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	
电阻与温度的关系		$R_2 = R_1 [1 + \alpha_1 (t_2 - t_1)]$	R_1 ——温度为 t_1 时导体的电阻, 单位为欧(Ω) R_2 ——温度为 t_2 时导体的电阻, 单位为欧(Ω) α_1 ——温度以 t_1 为基准时导体的电阻温度系数 t_1, t_2 ——导体的温度($^{\circ}\text{C}$)