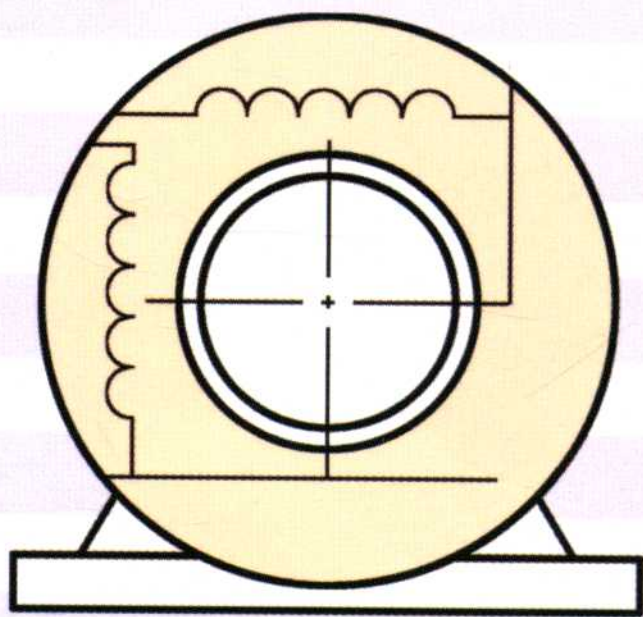


电 工

机 电 工 人 速 查 系 列

王吉华 连曷 主编

常用计算 速查手册



上海科学技术出版社

机电工人速查系列

电工常用计算速查手册

王吉华 连 曷 主编

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工常用计算速查手册 / 王吉华, 连曷主编. — 上海: 上海科学技术出版社, 2015. 6

(机电工人速查系列)

ISBN 978 - 7 - 5478 - 2612 - 6

I. ①电… II. ①王… ②连… III. ①电工计算—手册 IV. ①TM11 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 072425 号

电工常用计算速查手册

王吉华 连 曷 主编

上海世纪出版股份有限公司 出版

上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

上海世纪出版股份有限公司发行中心发行

200001 上海福建中路 193 号 www.ewen.co

上海商务联西印刷有限公司印刷

开本 889×1194 1/64 印张 6

字数 220 千字

2015 年 6 月第 1 版 2015 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5478 - 2612 - 6/TM • 55

定价: 25.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题, 请向工厂联系调换

内 容 提 要

本书包括电工学常用计算公式、电工测量常用计算公式、基本定律及其计算、电工仪表使用中的计算、直流与交流电路的计算、电子电路的计算、电动机的计算、变压器及电器的常用计算、工厂供电的计算。本书内容丰富,便于读者应用和掌握,并配有例题和实用的计算技巧。

本书适用于具备电工基础知识的电工、电气工作人员,使他们能在电工专业的学习、工作或电气工程的设计中快速查阅并完成相关计算。本书可作为职业技能培训机构及企业内部培训的配套教材,同时还可以作为广大职业院校相关专业师生的实践教学参考书。

前 言

从事电工相关工作的技术人员,在电工电子技术学习或者工作过程中普遍感到困惑的一个“瓶颈”就是电工计算问题。例如,面对各种需要计算的电工问题,应当依据哪些公式、定律或定理,采用什么计算方法,它们有什么条件限制,如何扩展应用,计算中应注意哪些问题,采用什么单位等都是迫切需要解决的问题。这些问题不解决,就会影响对知识的深入理解,更会影响将相关知识正确地应用于实际工作中。

鉴于此,作者在经过调研并结合多年工作经验的基础上,对人们在电工电子技术学习中经常遇到的计算知识点进行经典性提炼。

本书的主要特点是,以掌握和提高电工的计算能力为宗旨,力求克服电工电子技术专业一般手册中缺乏相关的计算实例、教材中内容阐述较为烦琐、习题中的理论指导又较少等不足,根据有关的公式、定律和定理的关系,开门见山,明确地给出算法并配例详解,以便读者可以理论联系实际。当然,这些计算方法和计算实例,一定要活学活用,不可生搬硬套,有

些时候最简单的往往就是最好的,只有在工作和学习中不断总结,才能不断丰富这方面的知识与经验。

本书由王吉华、徐峰、徐淼、汪倩倩、潘珊珊、潘旺林、连曷、戴胡斌等共同编写,希望本书能对读者提高电工与电子技术的计算能力提供有益的帮助。

限于编者水平,书中难免有不妥之处,恳请广大读者予以指正。

编者

目 录

第一章 电工常用计算	1
第一节 直流电路	1
一、直流电路常用计算公式	1
二、复杂直流电路的求解	17
第二节 磁与磁路	25
一、电磁感应定律	25
二、磁场基本物理量	27
三、电感及电感的串联与并联	29
四、磁路定律	35
五、恒定磁通各磁路的计算	38
第三节 交流电路	46
一、正弦交流电的基本概念	46
二、单相正弦交流电路	52
三、三相正弦交流电路	62
四、非正弦周期电路	67
第二章 电子电路的计算	77
第一节 放大电路的计算	77

一、放大电路	77
二、共射放大电路	79
三、共基放大电路	83
四、场效应管共源放大电路	87
五、场效应管共漏放大电路	91
六、场效应管共栅放大电路	95
七、多级放大电路	96
八、反馈放大电路的计算	99
九、差动放大电路	112
十、功率放大电路	117
第二节 振荡器	124
一、RC 振荡器	124
二、LC 振荡器	127
第三节 集成运算放大电路	130
一、信号运算电路的计算	130
二、信号滤波电路的计算	142
三、信号发生电路的计算	147
第四节 整流电路	150
一、单相半波整流电路	150
二、单相全波整流电路	153
三、单相桥式整流电路	155
四、单相倍压整流电路	157
五、三相半波整流电路	160
六、三相桥式整流电路	162
第五节 滤波电路	164

一、电容滤波电路	164
二、LC 型滤波电路	166
三、LC π 型滤波电路	169
第六节 稳压电路	172
一、稳压二极管稳压电路	172
二、串联型稳压电路	175
第七节 数字电路	180
一、基本逻辑门	180
二、布尔代数	182
三、触发器	183
第三章 电工仪表使用中的计算	185
第一节 电表量程的扩大	185
一、直流电流表的扩程	185
二、直流电压表的扩程	185
三、交流电流表的扩程	186
四、交流电压表的扩程	187
第二节 电能表所测电量的计算	188
第三节 仪表的误差及准确度计算	190
一、误差的分类	190
二、绝对误差	190
三、相对误差	191
第四章 电动机控制线路的计算	196
第一节 电动机启动控制线路计算	196

一、三相异步电动机直接启动条件计算	196
二、三相异步电动机电阻降压启动控制 线路计算	196
三、三相异步电动机自耦变压器减压启动 控制线路计算	198
四、三相异步电动机星形-三角形减压启动 控制线路计算	200
五、三相异步电动机延边三角形减压启动 控制线路计算	201
六、三相绕线式异步电动机启动控制线路 计算	202
七、直流电动机启动控制线路计算	206
第二节 电动机制动控制线路计算	215
一、反接制动电阻计算	215
二、三相异步电动机能耗制动控制线路 计算	216
三、他励直流电动机制动电阻计算	218
第三节 电动机调速控制线路计算	221
一、调速系统主要技术指标的计算	221
二、直流电动机转速计算	222
三、直流电动机调速时功率和转矩计算	224
四、三相异步电动机转速计算	226
五、三相异步电动机变极调速计算	226
第四节 低压电器的选择	235
一、交流接触器的选择	235

二、热继电器的选择	237
三、刀开关的选择	237
四、组合开关的选择	239
五、熔断器的选择	239
六、自动空气开关的选择	240

第五章 供配电系统负荷计算 241

第一节 用电设备容量的确定 241

一、电焊设备	241
二、起重机(吊车电动机)	242
三、电炉变压器组	242
四、照明设备	242

第二节 计算负荷的确定 243

一、单个用电设备的负荷计算	244
二、用电设备组的负荷计算	244
三、单相用电设备计算负荷的确定	251

第三节 变配电所总计算负荷的确定 254

一、供配电系统的功率损耗	254
二、车间或全厂计算负荷的确定	257
三、工厂的无功功率补偿	258

第四节 尖峰电流的计算 268

一、单台用电设备尖峰电流计算	269
二、多台用电设备尖峰电流计算	269

第五节 短路电流及其计算 270

一、供配电网络中各元件的电抗计算	270
------------------------	-----

二、无限大容量系统三相短路的物理量 计算	274
三、短路电流计算	279
四、不对称短路电流计算	292
五、低压电网短路电流计算	294
第六节 电力变压器及其选择	301
一、电力变压器的容量和过负荷能力	301
二、变电所主变压器台数和容量的选择 ...	305
第六章 变压器与电机的计算	308
第一节 变压器	308
一、理想变压器的等效变换	308
二、小型单相变压器的设计	311
三、小型变压器检测中的计算	325
第二节 三相交流异步电动机	328
一、转速及转差率的计算	328
二、定子电动势和电压的计算	330
三、转子电动势、转子绕组阻抗、转子电流 和功率因数的计算	331
四、额定转矩、过载系数及效率的计算	335
五、三相交流异步电动机定子绕组的计算 ...	338
六、小功率三相交流异步电动机改为单相 交流异步电动机运行	362
参考文献	365

第一章

电工常用计算

第一节 直流电路

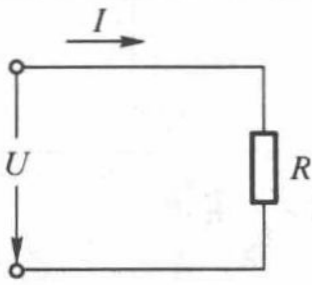
一、直流电路常用计算公式

直流电路常用计算公式见表 1-1。

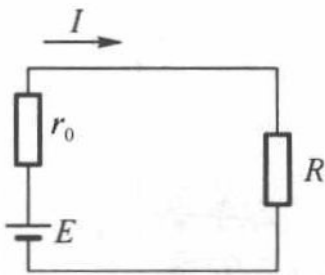
表 1-1 直流电路常用计算公式

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(m); A ——导体的截面积(m^2); ρ ——导体的电阻率($\Omega \cdot \text{m}$); R ——导体的电阻(Ω)
电 导	表征物体传导电流的能力称为电导。电导是电阻的倒数,用英文字母 G 表示	$G = \frac{1}{R}$	R ——电阻(Ω); G ——电导(S)

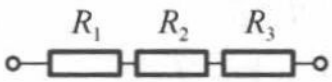
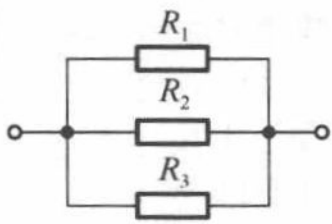
(续表)

名称	定 义	公 式	备 注
电 流	导体内的自由电子在电场力的作用下有规律的流动称为电流。一般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	$I = \frac{Q}{t}$	Q ——电量(C); t ——时间(s); I ——电流(A)
电 流 密 度	当电流在导体的截面上均匀分布时,该电流与导体横截面积的比值为电流密度,用英文字母 j 表示	$j = \frac{I}{S}$	I ——电流(A); S ——横截面积(mm^2); j ——电流密度(A/mm^2)
电 压	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	$U = \frac{W}{Q}$	W ——电功(J); Q ——电量(C); U ——电压(V)
部分电路的欧姆定律	在一段不含电动势只有电阻的电路中,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	 $I = \frac{U}{R}$	U ——电压(V); R ——电阻(Ω); I ——电流(A)

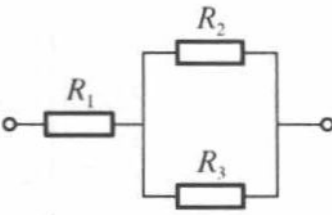
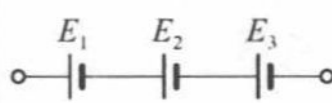
(续表)

名称	定 义	公 式	备 注
全电路的欧姆定律	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	 $I = \frac{E}{R + r_0}$	E ——电源电动势(V); R ——负载电阻(Ω); r_0 ——电源的内电阻(Ω); I ——电路中的电流(A)
电 功	电流流过负载时, 负载将电能转换成其他形式的能(如磁能、热能、机械能等)这一过程, 称为电流做功, 简称电功。用英文字母 W 表示。 在实际工程中, 电功单位常用 $\text{kW} \cdot \text{h}$, 也称“度”。通常说的 1 度电就是指 $1 \text{ kW} \cdot \text{h}$。负载消耗的电功的多少, 可以用电度表来衡量。1 度表示功率为 $1\,000 \text{ W}$ 的用电设备在 1 h 内所消耗的电能。 度与焦耳的换算关系如下: $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$	$ \begin{aligned} W &= UI t \\ &= I^2 R t \\ &= \frac{U^2}{R} t \end{aligned} $	U ——加在负载上的电压(V); I ——流过负载的电流(A); R ——电阻(Ω); t ——时间(s); W ——电功(J)

(续表)

名称	定 义	公 式	备 注
电 功 率	一个用电设备在单位时间内所消耗的电能称为电功率,用英文字母 P 表示	$P = \frac{W}{t} = IU$ $= I^2 R = \frac{U^2}{R}$	W ——电能(J); t ——时间(s); I ——电路中的电流(A); R ——电路中的电阻(Ω); U ——电路两端的电压(V); P ——电路的电功率(W)
电 阻 串 联	把两个或两个以上的电阻依次连接,组成一条无分支电路,这样的连接方式称为电阻的串联	 $R = R_1 + R_2 + R_3$	
电 阻 并 联	两个或两个以上电阻接在电路中相同的两点之间,承受同一电压,这样的连接方式称为电阻的并联	 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$	R ——总电阻(Ω); R_1 、 R_2 、 R_3 ——分电阻(Ω)

(续表)

名称	定 义	公 式	备 注
电阻混联	既有电阻串联又有电阻并联的电路称为电阻混联。电阻混联电路的串联部分具有串联电路的性质,并联部分具有并联电路的性质	 $R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	R ——总电阻(Ω); R_1 、 R_2 、 R_3 ——分电阻(Ω)
电阻与温度的关系	因为导体的电阻率是随温度的变化而变化的,所以导体的电阻也随温度的变化而变化。一般,金属的电阻都随温度的上升而增大,但碳、石墨等材料的电阻则随温度的上升而减小。实验证明,在一般工作温度范围内,电阻与温度的关系可视为线性	$R_2 = R_1 [1 + a_1 (t_2 - t_1)]$	R_1 ——温度为 t_1 时导体的电阻(Ω); R_2 ——温度为 t_2 时导体的电阻(Ω); a_1 ——温度为 t_1 时导体的电阻温度系数; t_1 、 t_2 ——导体的温度($^{\circ}\text{C}$)
电源串联		 $E = E_1 + E_2 + E_3$	E ——总电源电动势(V); E_1 、 E_2 、 E_3 ——分电源电动势(V)