



电工

速查速算手册

张彦平 主编

DIANGONG SUCHA SUSUAN SHOUC

电工速查速算手册



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电工速查速算手册

主 编 张彦平

参 编 刘志江 陈慧敏 王世莹

主 审 赵爱兵



机械工业出版社

本书是根据电工实际工作需要编写的,采用大量的图表讲解电工常用的知识,便于工作中速查速算。书中不仅对电工专业的基础理论进行了高度概括,还总结归纳了在实际工作中积累的经验公式,并以“★”符号标注在知识点之后,以飨读者。书中还在每个知识点后配备了多道例题,以期帮助读者熟练掌握电工计算方法。

本书共分十四章,包括直流电路、交流电路、电场与磁场、高低压电器、可编程控制器、电动机、变压器、变配电系统、模拟电路、数字电路、电工仪表、电工常用材料、安全用电等内容。

本书适合于电工在日常工作中使用,也可供电气工程人员查阅参考,亦可作为中职、高职电类相关专业或维修电工职业培训的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电工速查速算手册/张彦平主编. —北京:机械工业出版社, 2013.5

ISBN 978-7-111-41929-7

I. ①电… II. ①张… III. ①电工技术—技术手册
IV. ①TM—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 058805 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:陈玉芝 责任编辑:陈玉芝

版式设计:霍永明 责任校对:姜艳丽

封面设计:陈 沛 责任印制:乔 宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2013 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

130mm × 184mm · 18.875 印张 · 558 千字

0 001—4 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-41929-7

定价:45.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务

网络服务

社服中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

电工电气工程技术人员经常会遇到电工电子技术方面的计算,由于这些计算涉及的公式、图、表很多,而且资料比较分散,故公式查找及计算工作量较大,且费时费力,还容易出现错误,给学习和工作带来极大不便。为满足其在这方面的工作需要,现把日常生产与学习中常用的计算公式、数据和资料加以分类、汇于一书。

本书注重其实用性,选取内容尽量包含工作中常用的知识;在编写形式上采用大量的图表形式,便查便用;本书将实际工作中积累的经验公式进行总结,并以“★”符号标注在知识点之后,以飨读者;本书还列举了大量的例题,以期帮助读者熟练掌握电工学的计算方法,并设置不同的版式,以突出重点,方便读者使用。

本书共分十四章,包括直流电路、交流电路、电场与磁场、高低压电器、可编程序控制器、电动机、变压器、变配电系统、模拟电路、数字电路、电工仪表、电工常用材料、安全用电等内容。

本书由北京一轻高级技术学校张彦平任主编,杭州和利时自动化有限公司赵爱兵担任主审。北京元利公司刘志江编写了第1章、第2章、第7章、第8章、第9章和第12章,并参与了第4章和第5章部分内容的编写;北京一轻高级技术学校陈慧敏编写了第3章、第4章和第5章;北京四通工控技术有限公司王世莹编写了第6章和第14章;其他部分由张彦平编写。全书CAD制图由刘志江完成。

本书在编写过程中参阅了大量参考文献和相关国标、部颁标准,在此对相关作者一并表示感谢!本手册的编写得到了出版社陈玉芝编辑的鼎力支持,在此深表谢意!

由于编者水平有限,书中疏漏之处恳请同行和读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 直流电路	1
1.1 电阻与电导	1
1.1.1 电阻与电导及相关物理量	1
1.1.2 电阻的连接	3
1.1.3 计算实例	5
1.2 电容	7
1.2.1 电容的定义及表达式	7
1.2.2 电容的串并联	8
1.2.3 计算实例	8
1.3 电感	9
1.3.1 自感系数与互感系数	9
1.3.2 同名端	9
1.3.3 等效电感的计算	9
1.3.4 计算实例	9
1.4 电位与电压	11
1.4.1 电位与电压的概念	11
1.4.2 计算实例	11
1.5 电功和电功率	12
1.6 焦耳定律	13
1.6.1 电流的热效应	13
1.6.2 焦耳定律的概念	13
1.6.3 计算实例	13
1.7 欧姆定律	13
1.7.1 欧姆定律的概念	13

1.7.2 计算实例	15
1.8 基尔霍夫定律	15
1.8.1 名词解释	15
1.8.2 基尔霍夫定律的概念	15
1.8.3 计算实例	16
1.9 电流源和电压源	17
1.9.1 电流源和电压源的概念	17
1.9.2 电流源和电压源的等效互换	17
1.9.3 电流源和电压源的连接及其等效方法	18
1.10 复杂电路的计算	19
1.10.1 支路电流法	19
1.10.2 回路电流法	20
1.10.3 节点电位法	21
1.10.4 叠加定理	23
1.11 等效电源定理	24
1.11.1 名词解释	24
1.11.2 戴维南定理	25
1.11.3 诺顿定理	26
第2章 交流电路	29
2.1 正弦交流电的基本物理量	29
2.2 正弦交流电的三要素	30
2.3 正弦交流电的表示方法	31
2.4 计算实例	32
2.5 单一参数电路	32
2.5.1 单一参数电路的特点	32
2.5.2 计算实例	33
2.6 交流电路中的阻抗与导纳	35
2.7 RLC 串联电路	36
2.7.1 RLC 串联电路的相量计算	36
2.7.2 RLC 串联电路的性质	36
2.7.3 串联谐振	36

2.7.4 计算实例	38
2.8 RLC 并联电路	39
2.8.1 RLC 并联电路的相量计算	39
2.8.2 RLC 并联电路的性质	40
2.8.3 并联谐振	41
2.8.4 计算实例	41
2.9 单相交流电路的功率及功率因数	43
2.9.1 单相交流电路功率及功率因数的计算	43
2.9.2 计算实例	44
2.10 三相交流电路	44
2.10.1 三相交流电的基本物理量	44
2.10.2 三相对称电源	45
2.10.3 三相对称负载	47
2.10.4 三相对称电路的功率	49
2.10.5 三相不对称电路	50
2.11 动态电路	61
2.11.1 基本概念	61
2.11.2 换路定律	62
2.11.3 过渡过程的三要素	62
第3章 电场与磁场	64
3.1 电场的基本概念	64
3.2 电场的性质	64
3.3 静电场中的物理现象	66
3.4 常用的基本定律和计算公式	67
3.5 电场的计算	68
3.6 磁场的基本概念	70
3.7 磁场基本物理量的计算	70
3.8 几种常见材料的相对磁导率	71
3.9 常用磁性材料的基本磁化曲线	71
3.10 磁场常用的基本定律和定则	72
3.11 磁路定律与公式	73

3.12	磁路欧姆定律与电路欧姆定律的比较	74
3.13	磁路与电路的对比	75
3.14	交变磁通磁路的特点	75
3.15	磁路的计算	76
3.15.1	磁路计算的一般步骤	76
3.15.2	计算实例	76
第4章	低压电器	81
4.1	低压电器的分类及用途	81
4.1.1	低压电器的分类方式	81
4.1.2	低压电器的分类	82
4.1.3	低压电器的用途	84
4.2	低压产品的型号	86
4.2.1	产品通用型号	86
4.2.2	企业产品型号	93
4.3	常用低压电器的图形符号、文字符号	95
4.4	低压电器的类别代号	100
4.5	低压电器外壳的防护等级	102
4.5.1	第一位数字表示的防护等级	102
4.5.2	第二位数字表示的防护等级	103
4.5.3	补充字母的含义	104
4.6	低压电器的主要技术参数	104
4.7	常用低压电器简介	106
4.7.1	低压断路器	106
4.7.2	交流接触器	109
4.7.3	继电器	112
4.7.4	熔断器	117
4.7.5	热继电器	122
4.7.6	频敏变阻器的选用	126
4.7.7	自耦减压起动器的技术参数	126
4.7.8	电磁铁	127
4.8	低压成套开关设备的型号	128

4.8.1 低压成套开关设备全型号的组成及含义	128
4.8.2 型号示例	131
第5章 高压电器	132
5.1 高压电器的分类及用途	132
5.1.1 高压电器的分类方式	132
5.1.2 常用高压电器的分类	133
5.1.3 常用高压电器的用途	134
5.2 高压电器产品的型号	136
5.2.1 高压电器产品型号的分类	136
5.2.2 表示通用条件的字母的含义	136
5.2.3 高压开关产品元件的全型号	137
5.2.4 操动机构的全型号	140
5.2.5 高压开关产品元件型号示例	141
5.3 常用高压电器简介	142
5.3.1 高压隔离开关	142
5.3.2 高压负荷开关的技术数据	146
5.3.3 高压断路器	147
5.3.4 高压熔断器	152
5.3.5 电力电容器	156
5.4 高压成套装置的全型号	158
5.4.1 高压成套装置全型号的组成	158
5.4.2 高压成套装置全型号各单元代表的含义	158
5.4.3 高压成套装置全型号第1位单元的说明	159
5.4.4 高压成套装置全型号第2位单元的说明	159
5.4.5 高压成套装置全型号第3~5位单元的说明	159
5.4.6 高压成套装置全型号第6位单元的说明	159
5.4.7 高压成套装置全型号第7、8位单元的说明	159
5.4.8 高压成套装置全型号第9、10位单元的说明	160
5.5 高压成套装置型号示例	161
5.6 高低压配电装置的调度操作号编号原则	162
5.6.1 断路器	162

5.6.2	母线	162
5.6.3	隔离开关	162
5.6.4	10(6)kV 电能计量柜	165
5.6.5	10(6)kV 电缆开闭室(电缆开闭器)	165
5.6.6	10(6)kV 环网柜	166
5.6.7	低压电气设备	166
5.6.8	10(6)/0.4kV 箱式变电站	166
5.6.9	特殊编号	166
5.7	高低压配电装置的调度操作号编号示例	166
5.7.1	10kV 双路供电单母线分段(固定柜)	166
5.7.2	0.4kV 双路供电单母线分段(固定柜)	168
5.7.3	10kV 双路供电单母线分段(手车柜)	169
5.7.4	0.4kV 双路供电单母线分段(抽屉式)	170
5.7.5	10kV 单路供电箱式变电站(环网柜)	171
第6章	可编程序控制器	172
6.1	可编程序控制器(PLC)概述	172
6.1.1	PLC 的定义	172
6.1.2	PLC 的硬件结构图	173
6.2	PLC 的用途	173
6.3	PLC 基本单元的功能	173
6.4	PLC 的规模	174
6.5	PLC 的输入、输出模块	174
6.6	PLC 的通信接口标准	175
6.7	PLC 常用型号	176
6.8	PLC 应用系统的设计步骤	176
第7章	电动机	178
7.1	三相交流异步电动机	178
7.1.1	三相交流异步电动机的基本公式	178
7.1.2	三相交流异步电动机的减压起动	180
7.1.3	三相交流异步电动机的电气制动	183

7.1.4 计算实例	187
7.2 单相异步电动机	189
7.2.1 单相异步电动机的分类	189
7.2.2 单相异步电动机的特点及应用	191
7.3 直流电动机	191
7.3.1 直流电动机的结构特点	191
7.3.2 直流电动机的基本公式	192
7.3.3 直流电动机的调速	194
7.4 同步电动机	194
7.4.1 同步电动机的起动	194
7.4.2 同步电动机功率因数的调节	195
7.5 电动机的工作制	196
第8章 变压器	199
8.1 变压器的基本公式	199
8.2 三相变压器的试验参数	201
8.3 三相变压器标准联结组的使用范围	202
8.4 Yyn0 与 Dyn11 配电变压器的联结组别	202
8.5 Yyn0 与 Dyn11 配电变压器的比较	203
8.6 配电变压器的并列运行	204
8.7 计算实例	204
第9章 变配电系统	206
9.1 电力系统概述	206
9.1.1 电力系统的基本概念	206
9.1.2 电力网	206
9.1.3 标准电压	207
9.1.4 电力系统中性点的运行方式	208
9.2 电力负荷	208
9.2.1 电力负荷的分级及供电要求	208
9.2.2 负荷的相关物理量	209
9.2.3 用电设备的工作制	209

9.3 计算负荷	210
9.3.1 计算负荷的概念	210
9.3.2 三相用电设备组的计算负荷	210
9.3.3 工厂的计算负荷	217
9.3.4 工厂年耗电量的计算	217
9.4 功率因数及无功补偿的计算	218
9.4.1 年平均功率因数的计算	218
9.4.2 无功补偿容量的计算	218
9.4.3 计算实例	218
9.5 线路损耗的计算	219
9.6 电力系统短路电流的计算	220
9.6.1 短路电流计算公式	220
9.6.2 阻抗的计算	221
9.6.3 计算实例	222
9.7 10kV 及以下架空线路	223
9.7.1 路径选取原则	223
9.7.2 单回路配电线路电杆的埋深	223
9.7.3 架空线路的档距	223
9.7.4 与架空线路导线有关的规定	224
9.7.5 接户线	226
9.8 电缆线路	228
9.8.1 直埋电力电缆的最小间距	228
9.8.2 电力电缆的允许最小弯曲半径	229
9.8.3 电缆导体的最高允许温度	229
9.8.4 电缆支架间的距离	229
9.8.5 电缆支架的层间允许最小净距	229
9.8.6 电缆支架距底板和顶板的最小净距	230
9.8.7 电缆沟、隧道内通道净宽允许最小值	230
9.9 导线和电缆截面积的选择	230
9.9.1 选择导体截面积的规定	230
9.9.2 选择导体截面积的步骤	231

9.9.3 按发热条件选择导线和电缆截面积	231
9.9.4 按允许电压损耗选择导线和电缆截面积	232
9.9.5 按经济电流密度选择导线和电缆截面积	234
9.9.6 按机械强度校验导线和电缆截面积	235
9.10 中性线截面积的选择要求	236
9.11 保护线截面积的选择要求	236
9.11.1 保护线与相线同材料时保护线的最小截面积	236
9.11.2 关于保护线的有关规定	237
9.11.3 总等电位联结用保护联结线的截面积	237
9.12 互感器	237
9.12.1 电压互感器	237
9.12.2 电流互感器	242
9.13 继电保护	247
9.13.1 继电保护的基本要求	247
9.13.2 继电保护原理	247
9.13.3 继电保护的基本类型	248
9.13.4 常用继电保护的原理及特点	249
9.13.5 部分保护类型整定值的计算	251
9.13.6 低压配电系统的接地保护	254
9.14 照明	255
9.14.1 照明技术的基本物理量	255
9.14.2 常用光源的主要特性	256
9.14.3 照明器具的文字标注	257
9.14.4 一般照明灯具的悬挂高度	259
9.14.5 照明供电	260
9.14.6 照明电路电流的计算	261
9.14.7 照明供电系统导线截面积的选择	263
第10章 模拟电路	265
10.1 基本知识	265
10.1.1 名词解释	265
10.1.2 半导体的导电特性及其应用	266

10.1.3	PN 结的基本概念	267
10.1.4	PN 结的单向导电性	267
10.2	半导体器件	268
10.2.1	二极管	268
10.2.2	晶体管	276
10.2.3	场效应晶体管	287
10.2.4	晶闸管	293
10.3	基本放大电路	296
10.3.1	基本放大电路的分类	296
10.3.2	共射极放大电路	297
10.3.3	共射极分压式偏置放大电路	300
10.3.4	共集电极放大电路	304
10.3.5	共基极放大电路	306
10.3.6	三种组态放大电路的比较	309
10.4	多级放大电路	311
10.4.1	级间耦合方式	311
10.4.2	静态参数的计算公式	313
10.4.3	动态参数的计算公式	313
10.4.4	计算实例	314
10.5	功率放大器	317
10.5.1	功率放大器的分类	317
10.5.2	功率放大器的工作状态图	317
10.5.3	OTL、OCL 电路	318
10.6	放大电路中的反馈	319
10.6.1	反馈的分类	319
10.6.2	反馈类型的判断	320
10.6.3	负反馈放大器的四种基本类型	324
10.6.4	负反馈对放大器性能的影响	325
10.7	正弦波振荡电路	326
10.7.1	振荡电路的要求	326
10.7.2	振荡电路的组成	326

10.7.3	正弦波振荡器依据选频网络的分类	327
10.7.4	三种振荡电路	327
10.8	集成运算放大电路	330
10.8.1	差动放大电路	330
10.8.2	三种差动放大电路的输入信号	330
10.8.3	差动放大电路四种输入/输出方式的比较	331
10.8.4	具有恒流源的差动放大电路	333
10.8.5	理想集成运算放大电路	333
10.8.6	集成运算放大电路中四种负反馈组态的比较	334
10.8.7	比例运算放大电路	335
10.8.8	积分和微分运算放大电路	343
10.8.9	电压比较器	343
10.8.10	集成运放使用须知	347
10.9	整流电路	349
10.9.1	整流电路的分类	349
10.9.2	单相整流电路	349
10.9.3	三相整流电路	354
10.9.4	计算实例	355
10.9.5	晶闸管整流电路	359
10.10	滤波电路	375
10.10.1	电容滤波电路	375
10.10.2	电感滤波电路	376
10.10.3	复式滤波电路	377
10.10.4	常用滤波电路的比较	377
10.10.5	计算实例	378
10.11	稳压电路	380
10.11.1	简单稳压电路	380
10.11.2	晶体管串联稳压电路	380
10.11.3	集成稳压器	381
10.11.4	开关型稳压电源	384
10.11.5	计算实例	385

第 11 章 数字电路	387
11.1 逻辑代数	387
11.1.1 名词解释	387
11.1.2 数字电路的分类	387
11.1.3 数制的转换方法	388
11.1.4 数制对照表	389
11.1.5 常用 BCD 码	389
11.1.6 逻辑代数的基本公式和基本定律	389
11.1.7 逻辑函数的表示方法	390
11.2 逻辑门电路	391
11.2.1 逻辑门电路的类型及特点	391
11.2.2 基本逻辑门电路	391
11.2.3 逻辑符号的等效变换	393
11.2.4 复合逻辑门电路	393
11.2.5 逻辑门电路波形分析举例	396
11.2.6 集成逻辑门电路	398
11.3 组合逻辑电路	409
11.3.1 组合逻辑电路的分析	409
11.3.2 组合逻辑电路的设计	411
11.3.3 编码器	414
11.3.4 译码器	416
11.3.5 四选一多路开关	418
11.3.6 1 路-4 路分配器	418
11.3.7 加法器	419
11.4 时序逻辑电路	421
11.4.1 时序逻辑电路概述	421
11.4.2 触发器	423
11.4.3 寄存器	433
11.4.4 计数器	438
11.5 脉冲波形发生器	447
11.5.1 单稳态触发器	449