

《电工实用口诀》姊妹篇

电工实用技巧系列书

商福恭 编著

电工实用计算 技巧

- 电工易懂、易学、易用的计算技巧
- 行之有效的计算公式、经验公式，简化公式
- 简便的表解法，简捷的图解法，简易的速算、口算技巧



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

电工实用计算技巧

商福恭 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书全面、简明地介绍了电工工作的必备计算技能,以满足电工需用、会用和够用的要求。全书贯穿了“多快好省”的电工实用计算技巧,结合实例讲述电工实用计算技能,充分体现了易学、易懂和易应用。

本书共六章,主要内容包括:电工常用计算公式;电工常用计算用表;电工常用经验公式;电工常用简化计算;电工常用计算图;携带式电子计算器的应用。本书行之有效的经验公式、简化公式估算方法;运用简便的“表”解法和简捷的“图”解法;以及应用口算技巧、袖珍电子计算器速算法等,均可减少电工工作中的计算时间,提高工作效率,使广大读者受益。

本书可供从事电气工作的企业电工、农村电工、社会电工学习参考;可指导刚参加工作的电气技术人员进行实践工作;可作为培训电工、职高技校电工专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工实用计算技巧/商福恭编著. —北京:中国电力出版社, 2005

(电工实用技巧系列书)

ISBN 7-5083-3016-1

I. 电... II. 商... III. 电工—计算 IV. TM11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 004980 号

中国电力出版社出版

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2005 年 5 月第一版 2005 年 5 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 18.75 印张 489 千字

印数 0001—4000 册 定价 30.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前言



本书是《电工实用技巧系列书》之一，本书选材原则是：实用、常用和够用，且易学、易懂和易应用。本书第一章讲解电工实践中较为常用的实用计算公式，并且对每个公式都列举了几个应用实例。供读者进一步理解公式的应用，以达到搞清基本概念，记熟基本公式，为熟练掌握计算技能奠定基础。

电工计算技能之一，就是汇集、编制“计算表”。平时广泛收集电工手册、书籍以及杂志上的“计算表”，并学会查用；同时在实际工作中，为了使用或计算的方便，将某些变量间的函数关系列成表格，需要时一查就可以了。读中学时“四位数学用表”里面的计算表，可帮学生解了众多的数学繁难题。同理，电工行业的工程计算也常常需用计算表来求解。例本书第二章所介绍的“配电网 $\cos\varphi$ 值速算表”、“ $\cos\varphi$ 和 $\tan\varphi$ 对应值表”等。熟悉掌握计算表，可减少计算时间，提高工作效率。

本书介绍的计算公式近千个，常用计算图表一百多个。其中对常用的重要参数和计算问题，做了详细的求解法介绍。例如：三相异步电动机的空载电流，它是三相异步电动机的重要参数之一，是鉴定电动机制造和修理质量的重要标准之一，还是计算电动机其他参数时的主要基数。但是在电动机的铭牌或产品说明书

上，一般不标注空载电流的额定数据。用计算方法来确定电动机的空载电流值，本书中介绍有：①根据电动机的简化原理图推导出来的计算公式；②对大量试验数据的分析和统计，归纳出来的实用近似公式；③依据异步电动机铭牌上的额定功率和额定电流的估算公式；④从实践中得出的经验公式；⑤瑞典通用电气公司提供的求电动机空载电流计算公式。再例本书第三章有介绍“求拉线长度的经验公式”，并编成易记的计算口诀。因高低压架空线路施工过程中，经常会遇到确定电杆拉线长度的问题。故在第五章中又介绍了“输电线路杆塔拉线坑位及拉线长度计算图”、“电力线路拉线简易计算模板”以及“计算拉线长度、角度的 A 型计算尺”。

本书突出特点，简易。常用的电气实用公式：重温读书时代物理书中的电工知识，简单易学能理解。常用的计算用表：计算表是一种简便的计算工具，使用方便，容易掌握。鉴于电工行业的特点，对一些计算精度要求不高，但往往要求在现场，即没有任何计算工具的条件下快速完成，本书归纳总结出电工、电气技术人员在工作实践中探索出来的经验公式和简化计算。计算图：即用图解法计算电工习题，其可与计算口诀相媲美，往往是画一两条直线，简明扼要解习题，直截了当得数据。

本书特点二，介绍速算法。用求和法与求商法速算 $\sqrt{2}$ 和 $\sqrt{3}$ ；科学奇算乘、除、加、减、平方和开方，即利用数学的规律，掌握口、心算技巧，不用任何计算工具和程序，可在数秒钟内则知得数是多少。着重用整章的篇幅介绍了携带式电子计算器的使用，袖珍电子计算器是当前人们应用最广泛的计算工具，它只要按键送数字和运算符即可算答案。读者应熟悉这种计算工具，运用电子计算器来计算工作实践中的电工习题，特别是作函数和复数的运算。通用型袖珍电子计算器没有函数功能键，本书介绍了一种运算方法，即对函数采用迭代法或级数表达式，计算步骤比较繁复。但使用通用型电子计算器经过一些四则运算也可以完成高级的函数型电子计算器的某些初等函数的计算，即可进行幂、

对数、三角函数的运算。对运算公式和按键操作步骤，如感到记不住，可抄在硬纸卡上，放在装计算器的小袋里，以便于使用时查找参阅。同时指出练习用左手五个手指同时操作，一个手指负责一排按键，以提高操作速度，减少差错。在熟练的情况下，每分钟按几十次键也是可行的。这样就可以在数十秒钟内，用本书所介绍的方法完成一项函数的运算。

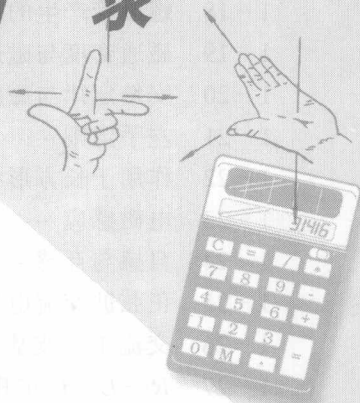
随着现代化建设事业的飞速发展，各种电气设备的应用范围已普及到城市和乡村的各个领域。走新型工业化的道路，不仅需要一大批拔尖创新人才，也需要数以千万计的专门人才和数以亿计的高素质技术工人。最近几年来，劳动市场出现技能型人才短缺问题，引起社会各界广泛关注。“高薪难聘高素质技术工人”的呼吁不断出现在各类媒体。为此，继新老电工喜爱的《电工实用口诀》《电工实用诊断技巧》之后，特编写此书奉献给广大电工和刚参加工作的电气技术人员。本书取之于老电工的实践经验，用之于指导新电工的实践。本书“有理有例”，理论公式密切联系实际事例，是适应当前培训电工、职高技校电工专业所需求的教科书，同时也是电工自学成才必备的“既全面、又简明”的参考书和工具书。

在编写本书时，引用了众多电工师傅和电气工作者所提供的成功经验和资料，谨在此向他们表示诚挚谢意。同时，由于本人水平有限，时间仓促，书中缺点错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2005.2

目 录



前言

第1章 电工常用计算公式	1
1-1 欧姆定律和电流强度	1
1-2 电阻的串并联	3
1-3 电池的连接	4
1-4 基尔霍夫定律	6
1-5 叠加原理	9
1-6 戴维南定理	12
1-7 惠斯顿电桥	15
1-8 分流器与倍率器	17
1-9 导体的电阻	19
1-10 电阻与温度的关系	20
1-11 电功率与电能	22
1-12 功率因数	24
1-13 焦耳定律	27

1-14	电解的法拉第定律	28
1-15	库仑定律	30
1-16	直线电流产生的磁场	33
1-17	圆电流所产生的磁场强度	35
1-18	螺旋管产生的磁场强度	37
1-19	磁通密度与磁通	39
1-20	安培定律与磁路	41
1-21	左手定则	45
1-22	作用于长方形线圈的力矩	49
1-23	电磁感应	51
1-24	自感与互感	55
1-25	正弦波交流电压及其矢量表示	62
1-26	交流正弦波基本电路	64
1-27	$R-L-C$ 的串联电路	67
1-28	串联谐振	69
1-29	$R-L-C$ 的并联电路	71
1-30	并联谐振	73

第2章 常用的电工计算用表 76

2-1	用于构成十进倍数和分数单位的词头	76
2-2	国际单位制的基本单位	77
2-3	国际单位制的辅助单位	78
2-4	国际单位制中具有专门名称的导出单位	78
2-5	国家选定的非国际单位制单位	79
2-6	汉语拼音字母表	79
2-7	英文字母表	80
2-8	希腊文字母表	81
2-9	罗马数字	82
2-10	常用数学符号	82
2-11	数学常数	83

2-12	常用物理常数	84
2-13	常用数学公式	85
2-14	常用物理量及其单位	89
2-15	常用法定计量单位及其换算	94
2-16	常用导电用纯金属的性能	100
2-17	导电铜合金和铝合金的品种及性能	101
2-18	英寸换算毫米	102
2-19	英寸分数换算毫米	103
2-20	中国线规与近似英规对照	104
2-21	配电网络 $\cos\varphi$ 值速算表	105
2-22	$\cos\varphi$ 和 $\tan\varphi$ 对应值表	107
2-23	绝缘线安全载流量表	110
2-24	正弦交流电路中电压与电流的关系	112
2-25	纯电阻、纯电感、纯电容电路的电量关系	113
2-26	RLC 串联电路和并联电路的电量关系	114
2-27	对称三相电源的电压关系	116
2-28	三相负载的星形连接和三角形连接	118
2-29	星形连接与三角形连接的等效互换	120
2-30	电热元件连接方式和计算	122
2-31	常用整流电路的连接方式和电量关系	128
2-32	选择电缆导线截面积和进行验算的要求	134
2-33	架空电线的比载	135
2-34	铝绞线的结构及其主要技术参数	135
2-35	钢芯铝绞线的结构及其主要技术参数	136
2-36	三芯电力电缆长期允许载流量	139
2-37	单芯布电线空气敷设载流量	140
2-38	穿线配管参考表	141
2-39	穿管导线载流量	141
2-40	聚氯乙烯绝缘软线和护套电线空气敷设载流量	142
2-41	线路电压损失计算公式	143

2-42	计算电压互感器二次负载公式	146
2-43	架空线路的电阻、电抗计算公式	147
2-44	常用人工接地体和基础接地体散流电阻计算公式	148
2-45	电气传动的基本计算公式	151
2-46	绕线式电动机电阻分级起动的特性及电阻值计算	156
2-47	电动机主要的保护用电器元件选用表	157
2-48	电气照明光度量的定义和公式	159
2-49	室内单位地面面积的制冷(热)负荷估算表	161
2-50	避雷针和避雷线保护范围	161
第3章 电工常用经验公式		164
3-1	油浸电力变压器绕组绝缘电阻的允许值速算法	164
3-2	试验变压器容量的计算	167
3-3	确定无铭牌小型变压器电压和容量的估算方法	168
3-4	单相用电负载各相负荷的不平衡度计算	171
3-5	交流弧焊机用电量的计算方法	172
3-6	交流弧焊机电源容量及就地无功补偿的计算方法	173
3-7	并联运行变压器的负荷分配	175
3-8	一次侧穿绕式可变电流互感器变流比的换算方法	177
3-9	三相异步电动机空载电流的经验计算公式	178
3-10	电动机的额定转矩的计算	181
3-11	异步电动机的起动时间的计算	185
3-12	起重电动机额定功率的计算	187
3-13	确定无铭牌 380V 三相异步电动机额定电流和额定功率的简便方法	196
3-14	无功就地补偿前异步电动机功率因数的计算	

公式	198
3-15 并联在电动机上的补偿电容器的容量计算	199
3-16 现场判定低压电机绝缘好坏时的快速换算方法	201
3-17 电动机防潮用电热器功率的估算	203
3-18 三相异步电动机额定电流的估算	204
3-19 三相异步电动机绕组匝数的计算	205
3-20 同心式绕组节距简易算法	206
3-21 常用电磁线替代的简易计算	207
3-22 单相电容电动机电容值的估算法	208
3-23 直流电磁铁线圈的简化计算	209
3-24 电磁铁线圈的简单换算	211
3-25 电磁开关及交流接触器线圈的计算	215
3-26 矩形线圈电感的简单计算	216
3-27 压敏电阻标称电压和通流量的选定	217
3-28 信号灯降压电阻的计算	218
3-29 信号灯降压电容器的计算	219
3-30 容抗的简单计算	220
3-31 电阻炉电热元件的计算	221
3-32 电热烘房的功率计算	223
3-33 单管接地极反测设计法中接地极长度的确定	224
3-34 常用圆截面熔丝的粗细估算法	228
3-35 不同熔断器必须用不同的选择公式	231
3-36 电力变压器二次侧出线低压自动开关脱扣器瞬时 整定电流的估算	232
3-37 隔离开关允许切断电流的经验公式	234
3-38 油断路器合闸操作电缆截面的简易计算	235
3-39 绝缘线的安全载流量估算法	236
3-40 各种环境温度下的电线电缆安全载流量计算	239
3-41 架空导线不同线径的载流量的计算	240
3-42 导线截面积增大 1 倍, 其安全载流量为原来的	

1.5 倍左右	242
3-43 单台 380V 三相电动机的供电架空线路导线截面积 选择计算	243
3-44 吊车电缆的选用	246
3-45 短路时母线热稳固电流和电动力的估算	247
3-46 硬母线弯制成形中的估算	249
3-47 耐张杆跳线长度的估算	253
3-48 求拉线长度的经验公式	255
3-49 水泥电杆上铁附件内径尺寸的计算	256
3-50 常用标准钢筋混凝土电杆各点尺寸的速算	257
3-51 横担抱角中对中距离的确定	260
3-52 低压 380/220V 架空线路电压损失的估算	261
3-53 高压交流输电线路电晕损失的估算	264
3-54 高压直流输电线路电晕损失的估算	266
3-55 电气试验时温度和湿度对绝缘性能的影响	268
3-56 采用单灯电容补偿提高高压钠灯功率因数的 计算	269
3-57 选用电暖器功率的估算	270
3-58 三相有功电能表所带实际三相负载的估算	271
3-59 电能表的基本误差测定和计算	272
3-60 判断家用电能表容量是否够用的简便方法和计算	276
第 4 章 电工常用的简化计算	281
4-1 配电变压器的年有功电能损耗计算	282
4-2 运行中电力变压器无功损耗的计算	284
4-3 变压器的效率简易计算	288
4-4 配电变压器空载无功损耗的就地补偿容量的计算	291
4-5 改造高耗“64”系列配电变压器时的简便测试和 计算	292
4-6 整流装置中变压器容量的计算	295

4-7	弧焊机电源容量的计算	298
4-8	电焊机一、二次电缆的选择	300
4-9	小容量单相变压器的计算	302
4-10	日光灯镇流器的计算	306
4-11	110V/60Hz、8W 日光灯镇流器的计算	308
4-12	电容变压器的计算	309
4-13	电子交流稳压器磁放大器的计算	315
4-14	柴油发电机配置电容器提高功率因数的计算	320
4-15	异步电动机发电励磁电容的计算	321
4-16	20~40W 日光灯配装电容器容量的计算	325
4-17	并联电力电容器额定容量的确定	326
4-18	异步电动机无功功率就地补偿电容器容量的计算	328
4-19	三相异步电动机能耗制动变压器的容量计算	332
4-20	按产品目录的数据计算异步电动机的工作特性	335
4-21	异步电动机运行参数的简易测试和计算	338
4-22	小型三相异步电动机任意负载下有功损耗和无功 功率的计算	343
4-23	环境温度变化对电机温升的影响	347
4-24	电动机绝缘电阻随温度而变化	348
4-25	三相异步电动机延边三角形接线时抽头比与起动 性能关系的计算	349
4-26	三相绕线型异步电动机起动电阻计算公式的比较	352
4-27	电机主要尺寸关系式在电机改制中的应用	354
4-28	空壳三相电动机重绕的简易计算	356
4-29	直流电动机起动电阻的计算	358
4-30	单相感应电动机短路式起动绕组的计算	361
4-31	罩极式台扇电动机定子绕组修理的简易计算	364
4-32	单相电容电动机空壳定子重绕的计算	365
4-33	单相串励整流子电机绕组重绕计算	368
4-34	用凯尔文电桥测量电机直流电阻时应换算到	

15℃时的电阻	370
4-35 带负荷的电桥电路计算	371
4-36 电阻的并联计算	373
4-37 对称电阻电路的简化和计算	375
4-38 “内阻位移法”在电路计算中的应用	377
4-39 电磁线圈参数的换算和简化计算	381
4-40 电磁铁的计算	387
4-41 制作线圈匝间短路测试装置的简易计算	395
4-42 无气隙直流电抗器的计算	397
4-43 工频感应加热的简易计算	401
4-44 电石炉重要参数的计算	404
4-45 架空输电线路损耗的简单计算	407
4-46 桥式起重机用挂缆导电时电缆长度和滑车数 的计算	408
4-47 单支避雷针 45°保护范围的计算	412
4-48 两支不等高避雷针保护范围的计算	414
4-49 三相四线有功电能的计量和计算	416
4-50 三相三线有功电能的计量和计算	420
4-51 用求和法与求商法速算 $\sqrt{2}$ 和 $\sqrt{3}$	424
4-52 科学奇算乘、除、加、减、平方和开方	427
第5章 电工常用计算图	433
5-1 并联电阻和串联电容的计算图	436
5-2 并联电阻、并联电感和串联电容的计算图	437
5-3 接触器电寿命的计算图	438
5-4 低压电器改用安全电压的计算图	439
5-5 热继电器反复短时工作允许操作次数的选用图	440
5-6 绕线型异步电动机起动电阻的计算图	441
5-7 1kW以下电源变压器的计算图	442
5-8 确定400V电网供电电缆线截面的列线图	444

5-9	确定 400V 电网供电架空导线截面的列线图	448
5-10	确定 10kV 电网供电电缆线截面的列线图	448
5-11	确定 10kV 电网供电架空导线截面的列线图	451
5-12	10kV 架空铝线、铝芯电力电缆有功损失的 计算图	453
5-13	输电线路杆塔拉线坑位及拉线长度的计算图	454
5-14	电力线路拉线的简易计算模板	455
5-15	计算拉线长度、角度的 A 型计算尺	459
5-16	极限档距计算图	461
5-17	计算断线张力的通用线计算图	463
5-18	负荷特性计算图	464
5-19	无限容量系统供电的短路电流计算图	465
5-20	1000kVA 及以下变压器短路电流计算图	469
5-21	低压线路三相短路电流的简化计算图	469
5-22	低压单相短路电流的简化计算图	471
5-23	波长频率对照图	473
5-24	高压交流电桥用的速算尺	473
5-25	按炉膛有效面积求功率的列线图	475
5-26	比补偿容量列线图	476
5-27	计算抑制继电器电弧用的列线图	477
5-28	绝缘电阻的诺模图	479
5-29	三角形电路和星形电路相互转换的诺模图	480
5-30	避雷器非线性系数的诺模图	481
5-31	电流、电流密度及导线直径的诺模图	483
5-32	电动机的有功功率、视在功率和无功功率的诺 模图	484
5-33	求功率因数 $\cos\varphi$ 的诺模图	486
5-34	求无功补偿功率的诺模图	487
5-35	无功功率补偿容量计算的诺模图	489
5-36	低压电动机无功就地补偿容量的诺模图	490

5-37	观测架空线弛度值计算的诺模图	492
5-38	角度法观测弛度, 仪器置于中线下方偏转 α 角 测定两边线时视角可不调整的条件诺模图	494
5-39	平视法观测弛度的适用范围诺模图	495
5-40	根据观测档的弛度误差 Δf_c 求耐张段线长调 整量 ΔL 时的计算常数 A 、 B 诺模图	497
5-41	小容量电力变压器的空载、短路有功损耗与额 定容量的关系曲线图	500
5-42	小容量电力变压器的空载、短路时的无功损耗 与额定容量的关系曲线图	501
5-43	变压器损耗与负荷关系曲线图	502
5-44	变压器负荷率小于 1 允许过负荷时间和倍数 关系曲线图	504
5-45	变压器的负载率和功率因数关系曲线图	505
5-46	三相异步电动机定子内径平方和长度的积与电 气常数的关系曲线图	507
5-47	三相电动机绕组每相串联导线匝数与容量的关 系曲线图	508
5-48	异步电动机容量与短路电流冲击系数的关系曲 线图	509
5-49	计算单相异步电机正弦绕组各线槽线圈匝数 的正弦曲线图	511
5-50	异步电动机的负荷和效率、功率因数的关系曲 线图	514
5-51	比补偿功率 q_c 曲线图	515
5-52	中压配电网导线截面与线路负荷矩的关系曲 线图	516
5-53	白炽灯参数与线路电压的关系曲线图	520
5-54	日光灯工作参数与线路电压的关系曲线图	521
5-55	日光灯光通量与环境温度的关系曲线图	521

5-56	400W 高压汞灯工作参数与线路电压的关系曲线图	523
5-57	钠—铯—铟灯工作参数与线路电压的关系曲线图	524
5-58	低压钠灯工作参数与线路电压的关系曲线图	525
5-59	顶棚空间有效反射系数与顶棚空间比的关系曲线图	525
5-60	晶闸管控制极触发电压、电流与温度的关系曲线图	526
5-61	晶闸管元件允许电流百分数与环境温度、风速的关系曲线图	527
5-62	单相晶闸管整流电路电压、电流与导通角的关系曲线图	529
5-63	三相半控桥式整流电路电压、电流大小与控制角的关系曲线图	531
5-64	BT200 系列发光二极管相对发光强度与波长的关系曲线图	533
5-65	声学中声强级与频率的关系曲线图	534
5-66	万用表电阻挡标度尺指示值弧长与被测电阻值的关系曲线图	536
第 6 章 携带式电子计算器		539
6-1	袖珍电子计算器的开关和键的功能	539
6-2	运用袖珍电子计算器八运算	542
6-3	通用型袖珍电子计算器作函数运算的十法	548
6-4	用袖珍电子计算器解实用的电工题八例	565
6-5	用袖珍电子计算器作复数的四则运算	570
6-6	用袖珍电子计算器解“复数在电工学中的应用”十例题	573
6-7	检验电子计算器是否正常工作的操作方法	578