

最新版

电工

口诀

计算篇

商福恭

甄国涌

编著



已知配变一次压，测得电流求千瓦
电压等级二千伏，一安四点五千瓦
电压等级十千伏，一安一十五千瓦
电压等级三万五，一安五十五千瓦
工厂配变千伏安，装机千瓦数估算
冶金纺织水泥厂，千瓦就是千伏安



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

最新版

电工

计算篇

口诀

商福恭 甄国涌 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

电工口诀. 计算篇/商福恭, 甄国涌编著. —北京: 中国电力出版社, 2009

ISBN 978-7-5083-9013-0

I. 电… II. ①商…②甄… III. ①电工—基本知识②电工—计算—基本知识 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 102215 号

中国电力出版社出版、发行

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

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 1 月第一版 2010 年 1 月北京第一次印刷
880 毫米×1230 毫米 64 开本 3.5625 印张 135 千字
印数 0001—4000 册 定价 10.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

内 容 提 要

本书以电工学中的理论公式、简化公式和经验公式为依据,结合数学运算规律、口算法技巧的精华,创编了电工速算口诀一百零一首。以满足电工必备现场速算技能的需求,达到迅速提高个人电工作业素质的功效。其主要内容七章:熟记基本定律公式;已知容量求电流;已知容量求容量、电阻、容抗和转矩;测知电流求容量;设计安装架空线,常需数据速估算;导线诸数据估算;根据易获两参数,速求所需第三数。

本书可供直接从事电工作业的技术工人、工程技术人员及生产管理人员学习参考;可指导刚参加工作的电气技术人员进行实践工作;可作为职高技校电工专业的辅导教材。



中国文化的最高境界不总是超凡脱俗，而是存在于世俗的日常生活当中。口诀是广大劳动人民所喜爱的传统文化，在我国有悠久的历史。各行各业都习惯用口诀来解决某些生产问题，如农业的谚语、中医方剂学中汤头歌诀、商业的珠算口诀等。相对来说，电工行业运用口诀较迟，其原因是电工技术在我国应用历史较短。但随着电力工业的飞速发展，电工行业的队伍日益壮大，电工技术领域涉及计算问题多、计算过程较繁琐，特别在野外施工时查找图表不方便，致使将一些对计算接触较少、文化程度不高的电工师傅们被排斥在“计算”的大门之外，影响了生产的发展。20 世纪 70 年代末，前辈李西平编写《工厂供电计算口诀》一书，率先介绍电力负荷“口诀式的算法”。口诀的特点是简单明了，易于诵记，而且一旦记熟就可随时随地具体运用，不再依赖书本或手册。同时，熟练掌握了口诀式算法的电工师傅们，不仅变不会算为会算，而且对常遇到的较复杂计算问题，往往能够在作业现场见题脱口而出得到数据，且十分实用。故得到广泛应用，久远流传。

与时俱进求发展，培养电工作贡献。近年媒体常报道：高级技工闹饥荒；大学毕业读技校。社会各界都关注：技能型人才短缺；大学毕业求职难。编者将以前出

版的《电工实用口诀》、《电工口诀三百首》等图书进行整合，冥思苦索速编了《电工口诀（安规篇）、（计算篇）、（诊断篇）、（操作篇）》丛书。

“经验是智慧之父，记忆是知识之母”。电工作业历代人，经验荟萃有绝活。本丛书以朗朗上口、便于记忆的口诀形式，言简意赅地介绍电工作业实践中积累起来的经典经验。新、青年电工诵读记熟后，吸收同行前辈们的经验精华，站在丰富经验之上，电工作业时，定能做到动手前胸有成竹，动起手来轻车熟路，快步跨进高级电工行列。理工科大学毕业生熟读后，不仅领略了传统文化的魅力，而且轻松熟知众多实践经验、技巧和绝活，求职面试考核实际操作问题时有了“过关宝典”，参加工作后有了工作实践指南，同时真正理解了“有经验而无学问胜于有学问而无经验”的含义。理论知识和实际经验就像人的两条腿，只有同样健全，才能走得扎实稳健。

本丛书共同特点：系统学习看全书，重点参考查目录；书前目录章节标题，便是该书内容提要，读者可随时方便地找到所急需学习或参考的内容。书中独立且完整的小短文，简明扼要、文图相辅而行的阐述某节具体成功经验或绝技，犹如成名高级电工技师亲临讲授解读。本着“教育不是注满一桶水，而是点燃一把火”的精神，书中选编的经典经验、技巧、窍门和绝活，均来之于老电工工作实践，并经再实践活动检验证明：科技含量高；实用价值高；行之有效效益高。读者诵读本丛书，可知其然并知其所以然，从而达到举一反三、触类旁通的效果。



随着科学技术的发展，电能的应用日益深入到工农业生产、科学实验及人民生活等各个领域。当今的世界是一个电的世界。电能和其他形式的能相比，更适应于大量生产、集中管理、远距离输送和自动控制。现代工业的发展和现代文明可以毫不夸大地认为是电之所赐。所以迫切需要大量的掌握电工理论知识和实际操作技能的电工，承担起运筹和驾驶电能的应用。电工是特殊工种之首，他们的基本素质高低将直接影响电力系统的工作效率及安全生产；关系到国民经济的健康发展和社会稳定。故要求他们必须文武兼备，学会数理化。

数学科学是科学技术中一门重要的基础性学科。在它的发展过程中，不仅形成了自身完美严密的理论体系，而且成为一切科学技术必需的研究手段和工具。此点电气工作者体会很深。众多电工学基本定律，多采用数学形式来描述，都有其数学表达式。电磁学的研究多以数学作为基础，如著名的物理学家欧姆，原先担任数学和拉丁语的教学工作，曾一度徘徊在物理学与数学之间，后来才开始专攻物理学一科。多才多艺的科学家安培，根据其父亲的意愿攻读数学，并成了数学教授。大名鼎鼎的科学家高斯（K. F. Gauss），博得了数学家、物理学家和天文学家三顶桂冠。为表彰高斯的丰功伟绩，在慕尼黑博物馆的荣誉厅中树起了与真人一样大小

的塑像，并题有“数学家之王”的国王御书。高斯 7 岁时进小学，有一天老师出了一道题：计算 1 加 2 加 3 一直加到 100 的和。老师想稍微休息一会儿后再提问，然而刚过几秒钟高斯就举手说：“老师，做完了。”高斯的答案是 5050。原来才智过人的高斯不是按 1、2、3 的次序逐项相加求得，而是采用古代数学家经过长期努力才找出来的求等差级数之和的方法。老师看到如此巧妙的计算过程，惊奇得目瞪口呆。高斯精力充沛，他的数学研究涉及误差论、最小二乘法、五位对数表、复变函数等广泛领域；他对地磁的测定，提出了测定电磁强度的报告；发表了《按照距离平方反比而吸引的力的一般理论》，认为电荷、磁极以及万有引力均适合这个关系；以及确定了电势论，对后来的物理学和函数论具有极大的意义。

电工技术领域，涉及计算问题多，引用公式多而杂，计算过程多烦琐；特别在野外施工，查找图表不方便。鉴于该行业特点：计算精度不求高，但要现场速计算；方法简单易掌握，结果切题又切实。例如，为能正确地选择供配电系统中的各主要电气设备或器材（如电力变压器、断路器、隔离开关及导线等），必须对所供的电力负荷进行仔细计算，力求能算出较为切合实际的计算负荷值。但由于影响正确计算的因素很多，负荷情况也很复杂，虽然电力负荷的变化有一定规律可循，也还是很难十分准确地确定的，故负荷计算只能是力求切合实际。我国较为普遍采用需要系数法、二项式系数法和以概率论为基础的利用系数法来计算负荷，但它们都

较为复杂；同时，由于众多系数的取值通常有着不少的范围，往往难以取准，从而很可能会影响到计算结果的真实性和适用性。为此，经过实践和探索，总结经验后得出简易计算方法：口诀式的算法。它可以避免大量公式，省去中间环节的繁杂运算，易于大家掌握使用，其所得结果同样具有实用价值。因为口诀来源于理论公式，它是在计算的基础上简化与总结得出的，并经过实践考核其结果是合理和准确的。例如，单台低压用电设备负荷电流的估算口诀：“常用三百八电机，一个千瓦两安培。”“三相电阻电热器，千瓦一点五安培。”“市电路电容器，一百微法七安培”。

本书针对电工作业时经常遇到的供配电、安装、整改和检修等众多繁杂计算问题，以理论公式、简化公式和经验公式为依据，结合数学运算规律、口算法技巧精华，精心创编易学、易懂、易应用的计算口诀，以满足电工需用、会用和够用的要求。《电工口诀（计算篇）》，七章八十一小节，一百零一首口诀。首章：熟记基本定律公式。重温读书时代物理书中电工学基本定律，以达到熟知诸定律的基本概念；熟习定律公式的含义；熟练应用定律公式求解计算问题。其他六章依次为：已知容量求电流；已知容量求容量、电阻、容抗和转矩；测知电流求容量；设计安装架空线，常需数据速估算；导线诸数据估算；根据易获两参数，速求所需第三数。六章七十二小节，节名均为电工作业现场常遇到的计算问题，题目中“速求”和“估算”两词素道出了电工行业的计算特点：计算精度不求高，但要尽快得答案。九十

二首顺口溜，简单明了易理解；七言声律略押韵，朗朗上口易背诵；一旦记熟印脑中，随时随地可运用。口诀式的计算法，掌握熟练心口算，直截了当得答案，数据实用价值高。口诀后均附说明、理论阐述和实例实践。证实用口诀式计算法运算，其速度快得惊人且误差极小。就好像事先把信息装入计算机一样，到用时便能随心所欲、脱口而出，常能达到见题说答案的程度。

在精心创编本书时虽经琢磨推敲、百里挑一，但由于水平有限，加之时间仓促，书中缺点错误之处在所难免，恳请读者批评指正。同时希望广大读者也来总结自己的成功经验，提炼出更多电工计算口诀。

编 者

2009 年 11 月 1 日



序言

前言

第一章 熟记基本定律公式

1-1 库仑定律	1
1-2 欧姆定律	2
1-3 基尔霍夫两定律	4
1-4 焦耳定律	8
1-5 电解的法拉第定律	9
1-6 磁路欧姆定律	11
1-7 安培环路定律	13
1-8 法拉第电磁感应定律	16
1-9 楞次定律	17

第二章 已知容量求电流

2-1 已知配电变压器容量, 求其各电压等级 侧额定电流	21
2-2 已知配电变压器容量, 求算其一、二次侧 保护熔断器熔体的电流	24
2-3 已知配电变压器容量, 求算其二次侧出线 断路器瞬时脱扣器整定电流值	28
2-4 已知单台并联电容器容量, 求算其额定电流	30

2-5	已知 0.4kV 级小型发电机容量, 求算其引出线端操作开关所配保护熔体电流	32
2-6	已知油断路器铭牌上额定断流容量, 求算其额定开断电流	33
2-7	已知铅酸蓄电池容量, 求算浮充电电流	35
2-8	已知三相电动机容量, 求算其额定电流	36
2-9	已知中小型三相 380V 电动机容量, 求其保护熔体电流值	40
2-10	已知 380V 三相电动机容量, 求其过载保护热继电器热元件额定电流和整定电流	42
2-11	已知 380V 三相电动机容量, 求其远控交流接触器额定电流等级	46
2-12	已知小型 380V 三相笼型电动机容量, 求算供电设备最小容量和负荷开关、保护熔体电流值	49
2-13	已知笼型电动机容量, 求算星—三角启动器的动作时间和热元件整定电流	52
2-14	已知笼型电动机容量, 求算控制其的断路器脱扣器整定电流	56
2-15	已知笼型电动机容量, 求算其空载电流	58
2-16	已知机加工车间装机容量, 估算其负荷电流	60
2-17	已知低压用电器铭牌上容量, 求算其额定电流	64
2-18	已知家用电器总容量, 求选单相电能表标定电流等级	72
2-19	已知白炽灯灯泡总容量, 求算照明线路保护装置熔体的额定电流	74

2-20	已知常用熔丝额定电流，求算其熔断电流	76
------	--------------------------	----

第三章 已知容量求容量、电阻、容抗和转矩

3-1	已知工厂的性质和装机容量，求算其全厂 配变容量	80
3-2	已知并联电容器标称容量，求算其电容量	83
3-3	已知配电变压器容量，求算允许直接启动 电动机的最大容量	86
3-4	已知电流互感器容量，求算其二次额定阻抗	88
3-5	已知 380V 单相交流电焊机焊接变压器容量， 求算其供电电缆导线截面积、熔体和 负荷开关容量	90
3-6	已知白炽灯灯泡容量，求算其热态电阻	94
3-7	已知接入工频交流电路中电容器容量， 求算其容抗	96
3-8	已知工频整流电路中负载电阻，求算 电容滤波器的电容	97
3-9	已知电动机容量和磁极数，求算其额定转矩	98

第四章 测知电流求容量

4-1	测知配电变压器二次侧电流，估算其所载 负荷容量	102
4-2	测知无铭牌 380V 单相焊接变压器的空载 电流，求算其额定容量	105
4-3	测知三相电动机的空载电流，估算其额定容量	106
4-4	测知电动机空载电流，求算改做异步发电机 时所接励磁电容量	108

4-5	测知电动机空载电流, 求算就地补偿电 容器容量	111
4-6	已知低压供电线路最大工作电流, 求算 漏电开关的额定动作电流	113
4-7	已知 220V 电路中工作电流, 求算串联降 压电容器的容量	115
4-8	测知白炽灯照明线路电流, 求算其负荷容量	117

第五章 设计安装架空线, 常需数据速估算

5-1	速算线材千米质量	119
5-2	速算单股铁线千米质量	122
5-3	速算圆锥形混凝土电杆各点铁附件内径尺寸	124
5-4	速算圆锥形混凝土电杆重心位置	127
5-5	速算圆锥形混凝土电杆埋设深度	128
5-6	速算电杆拉线的长度	130
5-7	速定耐张杆跳线安装长度	132
5-8	速算绞线的单股线径	134
5-9	速算铝绞线架空线路正常的极限挡距	136
5-10	速算低压 380 /220V 架空线路导线截面积	138
5-11	速算单台 380V 三相电动机的供电架空线路 导线截面积	140
5-12	速算 10kV 架空线路电压损失	142
5-13	速算 10kV 架空线路的有功功率损失	143
5-14	速算低压 380 /220V 架空线路电压损失	144
5-15	速算架空裸绞线每千米电阻值	148

第六章 导线诸数据估算

6-1	油断路器合闸操作电缆缆芯截面积速算	151
-----	-------------------------	-----

6-2	仪用电压互感器二次回路导线截面速验算	153
6-3	室内照明布线按电压损失选导线截面积	157
6-4	绝缘导线电阻速估算	159
6-5	10 (6) kV 电力电缆电容电流速估算	160
6-6	平行导体间电动力速估算	161
6-7	常用电磁线替代线径速算	162
6-8	圆铜漆包线诸数据速估算	166
6-9	圆铝漆包线诸数据速算	167

第七章 根据易获两参数，速求所需第三数

7-1	配电电力变压器空载无功损耗的速算	169
7-2	单相 380V 交流电焊机空载损耗的速算	171
7-3	无铭牌小型单相变压器的容量估算	173
7-4	高压笼型电动机轻载宜全压启动的最大 功率速算	174
7-5	起重机配用起重电动机额定功率的速算	177
7-6	小型绕线转子异步电动机启动电阻的速算	178
7-7	判定低压电动机绝缘好坏时最小绝缘电阻 值速算	181
7-8	小功率三相电动机接至单相电源运行时 工作电容的容量速算	184
7-9	电能与热能计量速换算	188
7-10	气焊加热煨钢管加热长度的速算	189
7-11	钢制滑轮安全起重量的速算	192

附录 电工口诀 (计算篇)

第一章

熟记基本定律公式

1-1 库仑定律

库仑定律数学表达式为

$$F = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r s^2} \approx \frac{9Qq \times 10^9}{\epsilon_r s^2} (\text{N})$$

式中 F ——点电荷之间的电场力, N;

Q 、 q ——两个点电荷所带的电荷量, C;

s ——两点电荷之间的距离, m;

ϵ_0 ——真空介电系数, $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$;

ϵ_r ——相对介电系数, 它随电介质 (俗称电工绝缘材料) 的不同而异, 在真空中 $\epsilon_r = 1$ 。

口 诀



静电学库仑定律, 点电荷间电场力:

点电荷间距平方, 乘相对介电系数;

积除两电荷量积, 商乘九乘吉牛顿。(1-1)

说 明

库仑 (Charles Augustin Coulomb, 1736~1806 年, 法国人) 在电气实验中发现两个带同种电荷的物体之间具有相互排斥的力量, 而带正电荷的物体与带负电荷的物体之间具有相互吸引的力量。实验证明: 两个点电荷 (当带电物体的几何尺寸远小于所考虑的空间时, 可近似地认为它所带的电荷是集中在空间的一个点上, 这种理想的带电体称为点电荷) 之间的作用力, 和这两个点电荷量的

乘积成正比，和它们之间距离的平方成反比。库仑于 1785 年用数学公式发表了现在为大家所熟知的库仑定律（计算点电荷之间作用力的公式称为库仑定律。这里需要指出：库仑定律的表达式只适用于计算点电荷之间的作用力，一般的任意形状的两个带电体之间的作用力不能直接应用这个公式）。它正确地表达了两个带电体之间相互作用的关系，使后来的电学研究能够以数学作为基础。

当 Q 与 q 带有同号电荷时， $F > 0$ ，表示两个点电荷之间具有排斥力；反之， $F < 0$ ，表示两点电荷之间具有吸引力。电场力的方向线（即电力线）与两个点电荷之间的直线相重合，当 $F > 0$ 时，其指向彼此相互背离；当 $F < 0$ 时，其指向彼此相互对准。设 Q 和 q 为两个带电量不同的点电荷，两个点电荷所受电场力是相等的。因为由库仑定律得知，两者所受到的电场力是用同样的公式 $F = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r s^2}$ 来计算的。

若将两个点电荷之间的距离缩小 $1/2$ 或增加 1 倍，由于两点电荷之间的电场力是与两者之间距离的平方成反比的，因此当距离缩小 $1/2$ 时，电场力将增至 4 倍；同理，当距离增加 1 倍时，电场力将减至 $1/4$ 倍。

顺便指出：人们为了纪念这位库仑定律的创建者，把他的名字定为国际单位制中的电荷〔量〕单位；此外，库仑通过实验还出色地证明了导体电荷仅仅分布在导体表面而不能渗透到导体内部、电荷分布情况只取决于物体形状等理论。

1-2 欧姆定律

欧姆定律数学表达式为