袖珍电工知识丛书

电工常用计算手册

罗宏 主编

中国电力出版社
www.cepp.com.cn

袖珍电工知识丛书

电工常用计算手册

主编　罗　宏
参编　陈大丰　翟　波
　　王邦国　冯蜀亚
主审　刘介才

中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内容提要

本书有选择地收集了现代电工行业常用的计算公式和部分相关的数据资料，主要内容包括：电工学常用计算公式；电工测量常用计算公式；电动机和变压器常用计算公式；工厂供电常用计算公式；电子技术常用单元电路计算公式；其他常用电工计算公式。为方便读者，在有关章节及附录中收集了与计算关联的实用数据等技术资料。

本书兼顾电工行业基础知识的系统性，注重简明实用，计算公式及必要的图解或文字说明均以表格形式编排，一目了然，力求达到“即查即用”的效果。本书适用于已经具备初、中级电工基础知识的电气人员，特别适宜于具有电工基本计算能力者，使他们在电工专业的学习或电气工程的设计中能够温故知新，可作为快速查阅并完成相关计算的便携式工具书。

图书在版编目（CIP）数据

电工常用计算手册/罗宓主编．—北京：中国电力出版社，2004

（袖珍电工知识丛书）

ISBN 7-5083-2133-2

Ⅰ．电…　Ⅱ．罗…　Ⅲ．电工-计算-手册　Ⅳ．TM11-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 010110 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

*

2004 年 7 月第一版　2004 年 7 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米　64 开本　7.375 印张　222 千字

印数 0001—5000 册　定价 **15.00** 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

如今，电工技术知识的应用遍及社会各行各业，从不同的需求角度出发，读者总是希望找到最适合自己使用的电工类工具书。为此，我们编写了这本《电工常用计算手册》，主要供具备电工基本计算能力的各类电气人员快速查阅，也可供相关专业的大中专师生教学使用。

本手册根据所确定的主要读者对象，力求在内容取材和编排方式上独具特色。

经过筛选、整理后所汇集的电工常用计算公式，涵盖了必备的电工基础、电工测量、电机与电力拖动以及工厂供电的基本知识，同时融入了模拟、数字和电力电子技术的基础知识，能够适应现代电工技术对知识面的基本要求，区别于其他同类的电工计算手册。本手册略去了例题，以利于腾出篇幅收集较多的计算公式及实用的技术资料。内容取舍还以满足常规计算为主，尽量按典型计算程序列出计算公式，力求正确、简明、实用。

计算公式及必要的图解或文字说明均以表格形式编排。每个表格以序号表示计算的步骤，直接给

出计算公式，字母符号的简要说明紧随其后，旨在使读者能一目了然，达到“即看即用”的效果。计算所需的示意图形、相关数据多在同一表项中安插，一些较大的数据表格也紧靠所关联的表格安排，以便快速查找。

本手册由罗宓、陈大丰、翟波、王邦国、冯蜀亚编写，罗宓担任主编，刘介才主审。

在手册的编写过程中，中国电力出版社的有关编辑和领导给予了大力支持与指导，刘介才老师多次协助、指教，在此表示诚挚的谢意！

编者虽注重摘录的计算公式和数据来源可靠，并力求引用最新的国家标准、部颁标准及法定计量单位，但限于我们的水平，错漏难免，恳请专家和读者批评指正。

编者

2003 年 11 月

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目 录

前言

第一章 电工学常用计算公式 …… 1

第一节 电工学常用定律 …… 1

1. 电磁学的基本定律和定则(1);2. 电路的基本定律(4);3. 磁路的欧姆定律 (5)

第二节 常用电路参数的计算公式 …… 6

1. 电阻的常用计算公式(6);2. 电感和感抗的常用计算公式(9);3. 电容和容抗的常用计算公式(13);4. 阻抗的常用计算公式(15)

第三节 直流电路的分析计算 …… 18

1. 简单直流电路的分析计算(18);2. 复杂直流电路的分析计算(21)

第四节 正弦交流电路的分析计算 …… 25

1. 单相正弦交流电路的分析计算(25);2. 三相正弦交流电路的分析计算(35);3. 正弦交流电路的谐振分析计算公式(45)

第五节 非正弦交流电路的分析计算 …… 48

1. 非正弦交流量的分析计算(48);2. 几种常见非正弦波形的谐波计算(52)

第六节　线性电路过渡过程的分析计算 … 55
1. 电路过渡过程的产生及换路定律(55);2. 一阶线性电路过渡过程的分析计算(55);3. 二阶线性电路的过渡过程的分析计算(61)
第七节　磁路、铁损和电磁力的计算公式 …… 63
1. 磁路的计算公式(63);2. 铁芯线圈功率损耗的计算公式(66);3. 载流导体间电磁力的计算公式(68)
第二章　电工测量常用计算公式 …… 71
1. 测量误差与仪表准确度的计算公式(71);2. 电压与电流的测量计算公式(73);3. 电阻的测量计算公式(78);4. 电感和电容的测量计算公式(82);5. 电功率的测量计算公式(90);6. 有功电量的计算公式(94)
第三章　电动机和变压器常用计算公式 …… 96
第一节　直流电动机的常用计算公式 …… 96
1. 直流电动机的基本计算公式(96);2. 直流电动机调速系统常用的计算公式(101);3. 直流电动机暂态过程参数的计算公式(108)
第二节　交流电动机的常用计算公式 …… 115

1. 交流异步电动机的基本计算公式(115);2. 三相交流异步电动机起动控制常用计算公式(123);3. 三相交流异步电动机制动控制常用计算公式(138);4. 三相异步电动机变极调速参数关系的计算公式(142);5. 交流电动机空壳重绕计算公式(143)

第三节　变压器的常用计算公式 …… 153

1. 小型单相变压器的计算公式(153);2. 小型三相变压器的计算公式(162)

第四章　工厂供电常用计算公式 …… 173

第一节　电力负荷常用计算公式 …… 173

1. 三相用电设备组的计算负荷(173);2. 单相设备组等效三相负荷的计算(184);3. 工厂计算负荷及年耗电量的计算(186);4. 尖峰电流的计算公式(199)

第二节　短路电流的计算公式 …… 200

1. 三相短路电流的计算及实用数据表(200);2. 两相短路和单相短路的计算及实用数据表(215);

第三节　高低压电器选择与校验的计算公式 …… 222

1. 高压电器选择与校验的计算公式(222);2. 低压电器选择与校验的计算公式(228);3. 高低压电器选择与校验的实用数据表(233)

第四节　导线与电缆的选择计算公式 …… 236
1. 按发热条件选择导线和电缆截面的计算公式(236);2. 按经济电流密度选择导线和电缆经济截面的计算公式(239);3. 线路电压损耗的计算公式(240);4. 部分导线和电缆的有关技术数据表(242)
第五节　接地、防雷装置的设计计算公式 …… 263
1. 接地体工频接地电阻的近似计算公式(263);2. 接地装置的设计计算步骤及公式(264);3. 接地装置设计计算有关的资料及数据表(267);4. 变配电所及电力线路避雷针保护范围的计算公式(274);5. 变配电所及电力线路避雷线保护范围的计算公式(277);6. 建筑物年预计雷击次数的经验计算公式(279);7. 单避雷针及单避雷线对建筑物的保护范围计算(281);8. 防雷计算的部分相关资料及数据表(284)
第六节　照度计算 …… 289
1. 照度计算的利用系数法(289);2. 照度计算的概算曲线法(293);3. 照度计算的单位容量（比功率）法(295);4. 照度计算的逐点计算法(296)
第七节　无功功率的补偿计算 …… 299
1. 异步电动机就地无功补偿的计算(299);2. 并联电容器组的容量计算(304);3. 并联电容器的

部分型号及其主要技术参数(306)

第五章　电子技术常用单元电路的计算公式 …… 309

第一节　晶体管单元放大电路的计算公式 …… 309

1. 晶体管基本偏置放大电路的计算公式(309);2. 三种基本接法放大电路的静态计算公式(311);3. 四种基本类型负反馈放大电路的计算公式(312);4. 直流差动放大电路的计算公式(314);5. 常用音频放大电路输出功率的计算公式(316)

第二节　集成运放基本单元电路的计算公式 …… 318

1. 常用信号运算电路的计算公式(318);2. 常用信号滤波电路的计算公式(321);3. 常用信号发生电路振荡频率的计算公式(324);

第三节　常用整流滤波电路的分析计算公式 …… 327

1. 常用整流电路的分析计算公式(327);2. 常用整流滤波电路的分析计算公式(330)

第四节　常用数字电路单元的计算公式 …… 332

1. 逻辑代数的基本运算公式(332);2. 逻辑门电路的分析计算公式(334);3. 触发器电路的逻辑分析计算公式(339);

第五节　常用晶闸管电路的计算公式 …… 341
1. 晶闸管整流电路的基本电量关系(341);2. 晶闸管主电路元件参数的计算公式(350);3. 常用晶闸管触发电路参数的选择与计算(368)
第六章　其他常用的电工计算公式 …… 371
1. 风机和水泵性能参数的选择计算公式(371);2. UPS 电源容量及配用电池组的选择计算公式(374);3. 电阻炉的计算公式(377)
附录 …… 380
附录 A　部分电器产品的技术数据 …… 380
附录 B　常用异步电动机的技术数据 …… 442
参考文献 …… 456

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

第一章 电工学常用计算公式

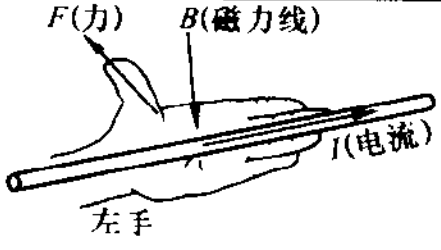
第一节 电工学常用定律

1. 电磁学的基本定律和定则（表 1-1）

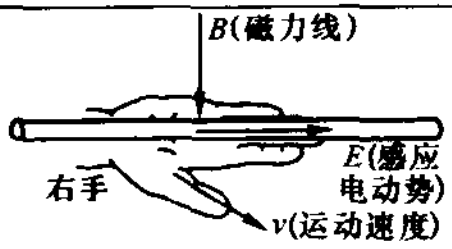
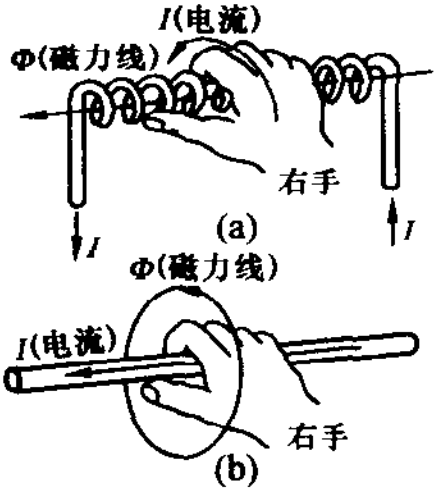
表 1-1　　电磁学的基本定律和定则

序号	项　目	公式与说明
1	电荷守恒定律	在一个与外界隔离的系统内，无论进行怎样的物理过程，其中正负电荷的代数和始终保持不变。例如两个物体相互摩擦，一个物体带正电荷时，另一个物体必带等量的负电荷。又如一个电子与一个正电子在适当的条件下相遇时，会发生“湮灭”而转化为两个光子，正负电荷的代数和为零
2	库仑（Coulomb）定律	在真空中，两个点电荷 q_1、q_2 间相互作用力 F 的大小，与 q_1、q_2 的乘积成正比，与 q_1、q_2 之间距离 r 的二次方成反比，即 $$F = K\frac{q_1 q_2}{r^2}$$ 式中：K 为比例常数；F 的方向沿着 q_1、q_2 的连线，且同性电荷相斥，异性电荷相吸

续表

序号	项　目	公式与说明
3	焦耳－楞次(Joule－Lenz)定　律	电流在一段导体中产生的热量 Q，与电流 I 的二次方、该段导体的电阻 R 及通电时间 t 三者的乘积成正比，即 $$Q = I^2Rt$$ 此定律亦称“焦耳定律”
4	楞次(Lenz)定　律	闭合回路或线圈中感生电流的方向，总是要使感生电流所产生的磁场阻碍引起感生电流的磁通量的变化 此定律表明电磁现象也符合普遍的“能量守恒定律”
5	法拉第(Faraday)电磁感应定律	闭合回路或线圈中感应电动势 e 的大小，与穿过闭合回路或线圈的磁通量的变化率 $\mathrm{d}\Phi/\mathrm{d}t$ 成正比，即 $$e = -N\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$$ 式中：N 为线圈匝数（闭合回路 $N=1$）；负号反映感应电动势的方向。此式亦为上述楞次定律的数学表达式
6	左手定则	载流导体在磁场中受力（电磁力）的方向，与磁场方向和电流方向之间符合下列关系：伸开左手手掌，使拇指与其他四指垂直，使掌心迎着磁力线方向，四指指向导体电流方向，则拇指所指即导体受力（电磁力）的方向 此定则亦称“电动（机）定则”  左手定则示意图

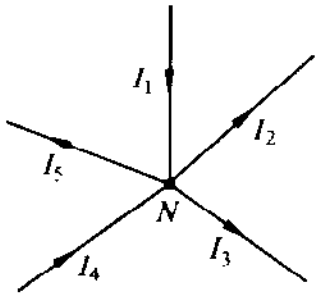
续表

序号	项　目	公式与说明
7	右手定则	导体在磁场中作切割磁力线的运动时，导体内会感应出电动势，此感应电动势的方向，与导体运动的方向及磁力线的方向之间符合下列关系：伸开右手手掌，使拇指与其他四指垂直，使掌心迎着磁力线方向，拇指指向导体运动的方向，则四指所指即导体内感应电动势的方向 此定则亦称“发电（机）定则”  右手定则示意图
8	右手螺旋定则	（1）载流线圈产生的磁场（磁力线）方向，可用右手螺旋定则［图例（a）］确定：用右手握住线圈，四指指向电流方向，则与四指垂直的拇指所指即线圈内磁场（磁力线）的方向 （2）载流直导体周围的磁力线方向，也可用右手螺旋定则［图例（b）］确定：用右手握住导体，与四指垂直的拇指指向导体电流方向，则四指所指即导体周围磁力线的方向  右手螺旋定则示意图

2. 电路的基本定律（表 1－2）

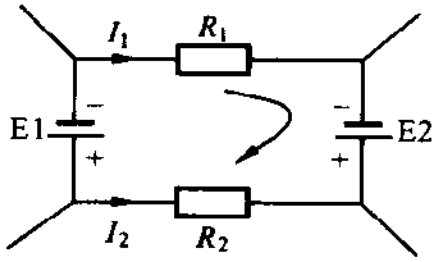
表 1－2　　电路的基本定律

序号	项　目	计算公式与说明
1	欧姆（Ohm）定律	这是表征线性电路中电流与电压（或电动势）间存在着线性关系这一规律的定律。由德国物理学家欧姆（Georg Simon Ohm，1787－1854）在 1827 年发现
1.1	一段电路的欧姆定律	通过一段电路的电流 I，等于该段电路两端的电压 U 除以该电路的电阻 R 或阻抗 Z： （1）对直流电路　$I = U/R$ （2）对交流电路　$\dot{I} = \dot{U}/Z$ 或 $I = U/\lvert Z\rvert$
1.2	全电路欧姆定律	通过有源闭合回路的电流 I，等于该电路的电动势 E 除以该电路总电阻 R_Σ（含电源内阻和外电路电阻）或总阻抗 Z_Σ（含电源内阻和外电路的阻抗）： （1）对直流电路　$I = E/R_\Sigma$ （2）对交流电路　$\dot{I} = \dot{E}/Z_\Sigma$ 或 $I = E/\lvert Z_\Sigma\rvert$
2	基尔霍夫（Kirchhoff）第一定律	又称“基尔霍夫电流定律”（KCL），是表征电路中“电流连续性”这一规律的定律（注：“基尔霍夫”旧译“克希荷夫”） KCL 表述：对电路中的任一节点，在任一瞬间，流入或流出节点的电流代数和恒等于零： （1）对直流　$\Sigma I = 0$ （2）对交流　$\Sigma i = 0$ 或 $\Sigma \dot{I} = 0$ 如流入节点的电流取正，则流出节点的电流取负，对图例所示的节点 N 有下列关系（直流） $I_1 - I_2 - I_3 + I_4 - I_5 = 0$



基尔零夫第一定律

续表

序号	项　目	计算公式与说明
3	基尔霍夫(Kirchhoff)第二定律	又称“基尔霍夫电压定律”(KVL),是表征电路中“电位单值性”这一规律的定律。这两条基尔霍夫定律由德国物理学家基尔霍夫(Gustav Robert Kirchhoff,1824～1887)在1845年提出 KVL表述：对电路中的任一回路，在任一瞬间，沿此回路的各段电压的代数和恒等于零： (1) 对直流　$\Sigma U=0$ (2) 对交流　$\Sigma u=0$ 或 $\Sigma \dot{U}=0$ 如电压的参考方向与所取回路绕行方向一致时取正，参考方向与绕行方向相反时取负，对图例所示的回路有下列关系 $E_1+I_1R_1-E_2-I_2R_2=0$  基尔霍夫第二定律

3. 磁路的欧姆定律（表1－3）

表1－3　　磁路的欧姆定律

序号	项　目	计算公式与说明
1	磁路欧姆定律	表征磁路中磁通与磁动势间存在着正比关系 $\Phi=\dfrac{IN}{R_m}$，其中 $R_m=\dfrac{l}{\mu A}$ 式中：R_m 为磁路的磁阻；l 为磁路的长度；A 为磁路的截面积；μ 为磁路的磁导率 磁路欧姆定律与电路欧姆定律相对应

续表

序号	项　目	计算公式与说明
2	磁路基尔霍夫第一定律	这是表征“磁通连续性”原理的定律 表述：穿过任一闭合面的磁通代数和为零，即 $\Sigma\Phi=0$ 磁路基尔霍夫第一定律与电路的基尔霍夫第一定律相对应
3	磁路基尔霍夫第二定律	又称“安培环路定律” 表述：沿任一闭合回路的所有各段磁压（磁位）降的代数和等于该回路中磁动势的代数和，即 $\Sigma(Hl)=\Sigma(IN)$ 式中：H 为磁场强度，$H=B/\mu$ 磁路基尔霍夫第二定律与电路的基尔霍夫第二定律相对应

第二节　常用电路参数的计算公式

1. 电阻的常用计算公式（表 1－4）

表 1－4　　电阻的常用计算公式

序号	项　目	计算公式与说明
1	导体电阻	$$R=\frac{l}{\gamma A}=\frac{\rho l}{A}$$ 式中：l 为导体的长度；γ 为导体的电导率[铜—53m/（Ω·mm²）、铝—32m/（Ω·mm²）、铁—7.52 m/（Ω·mm²）]；A 为导体的截面；ρ 为导体的电阻率，$\rho=l/\gamma$

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com