

入门
必读

GONGYONGDIAN ZHISHI RUMEN

供用电知识 入门

张弘廷 张 颢 杨 洁 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

GONGYONGDIAN ZHISHI RUMEN

供用电知识 入门

张弘廷 张 颢 杨 洁 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以通俗的语言,简洁易懂的写作风格,讲解了供用电基础知识。内容包含了电网、负荷、电能质量、电工常用测量仪器及使用、安全、降损节电等供用电知识,介绍了市县供电企业电能计量、电力营销管理等核心业务,展示了智能电网、最新降损节电技术等供用电领域最新动向,实用性强。

本书可以作为供电行业职工、电工,工矿企业、行政事业单位等用电管理人员的培训教材,也可供市县供电企业相关人员与广大用户学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

供用电知识入门/张弘廷,张颢,杨洁编著. —北京:中国电力出版社,2012.11

ISBN 978-7-5123-3731-2

I. ①供… II. ①张…②张…③杨… III. ①供电-基本知识
②用电管理-基本知识 IV. ①TM72②TM92

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第270570号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013年3月第一版 2013年3月北京第一次印刷
850毫米×1168毫米 32开本 10.5印张 277千字
印数0001—3000册 定价36.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
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

前言

电气化是现代化的基础。当前电力行业已成为关系国家能源安全和国民经济命脉的重要行业，各行各业的生产运营和千家万户的吃穿住行都离不开电力，社会正快速向电气化迈进，供用电知识之重要性前所未有，不仅工作起来需要，而且家居生活也离不开，正是“得之如鱼似水，缺之处处碰壁”。但俗话说“隔行如隔山”，不仅广大用户、广大用电群众对供用电知识和市县供电企业核心业务知之甚少，形成许多隔阂和误会，影响了自身用电；甚至供电企业内部，许多人也对本职岗位以外的业务知识了解不多，作用单一，既不利于自家电气化，又不利于提高工作质量和工作效率。因此，作者萌生了写一本沟通内外的书的想法。

本书编撰完成之际，适逢各省市《供用电条例》颁布实施，如果本书能对搞好供用电工作有所裨益，作者将十分欣慰。

由于作者水平有限，书中缺点和错误在所难免，敬请读者批评指正。

作 者

2012 年 12 月 26 日

目 录

前言

第一章 供用电基础知识	1
第一节 电工基础	1
第二节 电力生产及电网知识	30
第三节 智能电网	35
第四节 电能质量及电力负荷知识	43
第五节 电工检测仪器仪表	47
第二章 电能计量	66
第一节 电能计量装置	66
第二节 电能计量装置的接线方式	74
第三节 电能计量装置的选择、安装及检验	78
第三章 电力营销管理	86
第一节 电力营销管理概述	86
第二节 电力营销管理的主要工作内容及其做法	88
第三节 提高用电营业管理的工作质量	101
第四节 营业大厅宣传资料	104
第五节 居民生活用电阶梯电价	122
第四章 安全供用电	127
第一节 电力安全生产要点	127
第二节 断路故障检修	140

第三节	短路故障检修	147
第四节	认识熔丝烧断故障	149
第五节	农村低压电器使用中应注意的问题	152
第六节	装设漏电保护器的必要性	155
第七节	低压漏电总保护安装要点	167
第八节	现场处理低压漏电总保护运行问题	170
第九节	调整单相负荷用户提高总保护运行率	173
第十节	配电台区漏电故障浅析	178
第十一节	漏电保护开关安装、运行管理技术要点	180
第十二节	漏电保护开关的维修	185
第十三节	农村配电台区及低压用户接地问题探讨	190
第十四节	触电急救	194

◀ 第五章 降损节电技术实践 204

第一节	线损基础知识	204
第二节	无功基础知识	211
第三节	降低中低压配电网线损的措施	223
第四节	就地平衡降损法	229
第五节	电能表节电降损	236
第六节	安装漏电保护器防漏电、防窃电	239
第七节	减小接触电阻降损	242
第八节	交流接触器节电降损	248
第九节	厂矿企业节电降耗	253
第十节	家庭节电	258

◀ 第六章 配电线路设备运行维护 268

第一节	配电变压器运行维护	268
第二节	架空配电线路运行维护	296
第三节	电缆运行维护	317
第四节	低压配电装置运行维护	321

第一章

供用电基础知识

第一节 电 工 基 础

电磁学 物理学的一个部分。研究电磁现象的规律和应用的学科，研究对象包括静电现象、磁现象、电流现象、电磁辐射和电磁场等。实际上磁现象和电现象总是紧密联系而不可分割的，如变化的磁场能够激发电场，反之，变化的电场也能激发磁场。电工学和无线电电子学等都是在电磁学的基础上发展起来的。

静电学 电磁学的一个分支。主要研究静电场的性质、静止带电体和静电场的相互作用以及有关的现象和应用等。

电磁场 物理场的一种，是相互依存的电场和磁场的总称。电场随时间变化而引起磁场，磁场随时间变化又产生电场，二者互为因果，形成电磁场。电磁场一般以光速向四面八方传播，形成电磁波。电磁场是物质存在的一种形式，具有质量、动量和能量。

电荷守恒定律 自然科学中的一条基本定律。在一个与外界不发生电荷交换的孤立系统中，所有正负电荷的代数和保持不变。如正负电荷代数和为零的两个中性物体互相摩擦时，一个物体带正电，另一个物体必然带等量的负电。又如一个电子与一个正电子在适当条件下相遇时，会发生湮灭而转化为两个光子。电子与正电子所带的电等量而异号，而光子不带电，所以在湮灭过程中，正负电荷的代数和依然不变。

电 物质的一种属性。古代就已观察到“摩擦起电”现象，

并认识到电有正负两种，同种排斥，异种相吸。当时因为不了解电的本质，认为电是附着在物体上的，因而把它称为电荷，并把显示出这种斥力或吸力的物体称为带电体。习惯上，也把带电体本身简称为电荷（运动电荷、自由电荷等）。这些名称沿用已久。现代科学表明：一切物体都是由大量原子构成，而原子则由带正电的原子核和带负电的电子组成。在正常情况下，同一个原子中正负电量相等，因而整个物体被认为是不带电或中性的。当由于某种原因（如摩擦、受热、化学变化等）而失去一部分电子时，就带正电，获得额外电子时，就带负电。电荷周围存在着电场，运动电荷周围存在着磁场。

导体 具有大量能够在外电场作用下自由移动的带电粒子，因而能很好传导电流的物体。金、银、铜、铁等一切金属，以及含有正、负离子的电解质等都是导体。

绝缘体 绝缘体也称“非导体”。它是具有良好的电绝缘和热绝缘的物体。玻璃、塑料、橡胶、毛皮、瓷器、云母等物质都是绝缘体。绝缘体内几乎没有自由电荷，所以不能导电。

电介质 不导电物质的学名。电介质的基本特征是在外电场作用下产生极化。当外电场的电场强度超过某极限值时，电介质会被击穿而失去介电性能。电介质在工程上被用作电气绝缘材料、电容器的介质及特殊的电介质器件等。

摩擦起电 两种不同物体相互摩擦后，一个带正电，一个带负电的现象。摩擦起电是电子由一个物体转移到另一个物体的结果。两个物体摩擦起电时，它们所带的电量在数值上相等。

正电荷 也称阳电荷，如质子所带的电。中性物体失去若干电子后即带正电荷。

负电荷 也称阴电荷，如电子所带的电。中性物体获得额外电子后即带负电荷。

自由电荷 存在于物质内部的、在外电场作用下能够自由运动的正、负电荷。这种正、负电荷之间的相互作用力比外电场给它们的力弱，因此可以彼此脱离而移动。例如，金属中的自由电

子、电解液或气体中的离子等。

束缚电荷 当电介质处于外电场中极化时，在电场力作用下，分子中的正负电荷中心将发生相对位移，形成新的电偶极子，对于一块电介质整体来说，由于电介质中每一个分子都成了电偶极子，在电介质内部保持电中性，而在电介质的两个和外电场相垂直的表面上分别出现正电荷和负电荷，这些电荷不能离开电介质，也不能在电介质中移动，这类电荷称为束缚电荷，也称为极化电荷。

点电荷 不考虑其大小和分布状况而可看作集中于一点的电荷。如果电荷分布在带电体上，则当带电体的线度在所讨论问题中远小于其距离或长度时，这种电荷分布也可当作点电荷。点电荷只是一个为讨论问题方便而引入的理想概念。

电量 物体荷电多少的量度。国际单位制中电量的单位为库仑。静电系单位制中电量的单位为静库、库仑。目前，电子的电量是电量的最小单元，其值为 $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ （库仑）。一般说来，带电体的电量数值上都是电子电量的整数倍。

电荷密度 电荷分布疏密程度的量度。电荷分布在物体内部时，单位体积内的电量称为电荷体密度；分布在物体表面时，单位面积上的电量称为电荷面密度；分布在线上时，单位长度上的电量称为电荷线密度。导体带电时，电荷都分布在表面，而尖端处的密度最大。

电偶极子 两个相距极近、等量而异号的点电荷所组成的系统。一个电荷的电量和两个电荷间的距离的乘积称为电偶极矩，它是矢量，方向沿着两个电荷的连线，自负电荷指向正电荷。对于复杂的中性分子电结构，如果其正电荷中心与负电荷中心不相重合，也可近似的认为是一个等效电偶极子。

电场 传递电荷和电荷间相互作用的物理场，是一种特殊物质。电荷周围总有电场存在，同时电场对场中其他电荷会发生力的作用。

库仑定律 表示两个静止点电荷间相互作用力的定律。法国

物理学家库仑于 1785 年发现。库仑定律内容为：两个点电荷间的作用力（称为库仑力）的方向在这两个点电荷的连线上，作用力的大小跟每个点电荷的电量成正比，跟点电荷间的距离的平方及电荷所在介质的介电常数成反比，即 $F = Kq_1q_2/(\epsilon r^2)$ 。同种电荷为斥力，异种电荷为引力。在国际单位制中，比例常数 $K = 9.8 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ （牛顿米²/库仑²）。

电场强度 表示电场强弱和方向的物理量，表征电场的力的性质。电场中某点的电场强度，等于放在该点的检验电荷所受的电场力跟它的电量的比，即 $E = F/q$ 。电场的方向可用检验电荷（正电荷）在该点所受电场力的方向来确定。电场强度的单位为牛顿/库仑（N/C）、伏/米（V/m）等。

电力线 绘描述电场分布情况的曲线，实际上并不存在。曲线上各点的切线方向就是该点的电场方向，电力线条数的多少可以形象地描述该点电场的强弱（即电场强度的大小）。在静电场中，电力线从正电荷出发终止于负电荷，不形成闭合线，也不中断。在交变电磁场中，电力线是围绕着磁力线的闭合线。由于电场中每一点只有一个电场方向，所以任何两条电力线不能相交。

电势 描述电场能的性质的物理量。电场中某点的电势在数值上等于单位正电荷在该点所具有的电势能，即 $U = W/q$ 。电势的单位为伏特。理论上常把“无限远”处作为电势零点，实用上常取地球表面为电势零点。电场中某点的电势在数值上也就等于单位正电荷从该点移到无限远处（或地面）时电场对它作的功。这功与路径无关。当电荷在电场力作用下移动时，它的电势能减少；电荷在外力作用下克服电场力做功时，电荷的电势能增加。若电荷自无限远处移到电场中某一点时，需要外力克服电场力做功，则电荷在这一点电势能大于零；如果电荷自无限远处移到电场中某一点时，是电场力做功，则电荷在这一点电势能小于零（负值）。电势是标量，它可以有正值、负值或零值。

电势差 也称“电位差”、“电压”。它是静电场中或直流电路中两点间电势的差值，在数值上等于电场力使单位正电荷从一

点移动到另一点所做的功，即 $U_{AB} = U_A - U_B = A/q$ 。在交流电路中，两点间的电势差在正、负极大值之间作周期性变化，所以交流电路中的电势差只有瞬时值的意义，常用有效值表示： $U = U_m/\sqrt{2}$ 。电势差的单位为伏特（V）。

静电感应 导体因受附近带电体的影响而在其表面的不同部分出现正负电荷的现象。处在电场中的导体，由于电场的作用，导体中的自由电子进行重新分布，使导体内的电场跟着变化，直到导体内的电场强度减小到零为止。结果靠近带电体的一端出现与带电体异号的电荷，另一端出现与带电体同号的电荷。如果导体原来不带电，则两端带电的数量相等，如果导体原来已经带电，则两端电量的代数和应与导体原带电量相等。

静电屏蔽 为了避免外界静电场对电或非电设备的影响，或者为了避免电设备的静电场对外界的影响，需要把这些设备放在接地的封闭或近乎封闭的金属罩（金属壳或金属网）里，这种措施称为静电屏蔽。

介电常数 也称“电容率”、“相对电容率”。同一电容器中用某一物质作为电介质时的电容和其中为真空时电容的比值。介电常数通常随温度和介质中传播的电磁波的频率而变。电容器的电介质要求具有较大的介电常数，以便减小电容器的体积和质量。

电容 表征导体或导体系统储存电荷能力的物理量。孤立导体的电容等于它所带电量与它具有的电势的比值，即 $C = q/U$ 。电容器的电容等于电容器所带电量和两极间电势差的比值，即 $C = q/U$ 。

电容器 电路中用来储积电能的元件，简称电容，用字母 C 表示。电容器是由电介质相隔开的两片（或两组）相互靠近、又彼此绝缘的金属片组成的。其图形符号如图1-1所示。

容器可盛放东西，电容器可储藏电荷。容器盛放东西的多少用容量来表示，电容器储藏电荷的能力用电容量来表示。常用的电容量的单位有法（F）、微法（ μF 或 μ ），微微法（pF 或 p），

$$1\text{F} = 10^6 \mu\text{F} = 10^{12} \text{pF}。$$

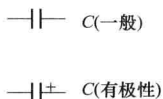


图 1-1 电容器的
图形符号

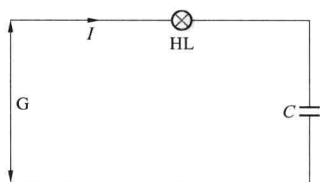


图 1-2 电容器特性演示电路
G—电源；HL—指示灯

电容器的特性可用图 1-2 中电路来演示：若加上直流电，电容器充满电后，电路中电流即为零（指示灯明一下即熄灭），说明电容器充满电后对直流电呈现无穷大的电阻，即起隔断作用；但若加上交流电，因交流电大小方向不断变化，电容器依交流电的频率不停地充放电，电路中始终有电流流过（指示灯始终明亮），说明电容器对交流电是呈现一定阻抗的通路，频率越高，阻抗越小，这就是电容器的所谓“通交流、隔断直流”特性。

电容器所用的电介质有固体的、气体的（包括真空）和液体的。按构造可分为固定的、可变的和半可变的三类。按所用的电介质可分为空气电容器、真空电容器、纸介电容器、塑料薄膜电容器、金属化聚丙烯膜电容器、云母电容器、陶瓷电容器、电解电容器等。电容器在电力系统中是提高功率因数的重要器件，在电子电路中是获得振荡、滤波、相移、旁路、耦合等作用的主要元件。

气体放电 电流通过气体时发生的现象。由于紫外线、宇宙射线、微量放射性物质的作用，气体常含有少量的正负离子，这些离子在外加电压下运动而形成电流。电流通过气体时常伴有发光、发声等现象。由于气体性质、气压、电极形状、外加电压等的不同，呈现不同的放电现象。例如，电晕、弧光放电、辉光放电、火花放电等。气体放电的研究与高电压绝缘、高温、照明等问题都有密切关系。

辉光放电 低压气体中显示辉光的放电现象。其特征是需要电压、电阻和电流密度都很小。荧光灯、霓虹灯等就是辉光放电的应用。

电晕 带电体表面在气体或液体介质中局部放电的现象。常发生在不均匀电场中和电场强度很高的区域内。例如，高压导线的周围、带电体尖端的附近。其特征是，出现与日晕相似的光层，发出嗤嗤的声音，产生臭氧、氧化氮等。电晕会引起电能的损耗，并会对通信和广播发生干扰。

弧光放电 显示弧形白光、产生高温的气体放电现象。其特点是，需要的电压不高，但电流很大。电弧可作为强光源（如弧光灯）、紫外线源（太阳灯）、强热源（电弧炉、电焊机）。在开关电器中，由于触头分开而引起电弧，有烧毁触头的危害作用，必需采取措施，使其迅速熄灭。

火花放电 在电势差很高的正负带电区域间，显示闪光并发出声音的短时间气体放电现象。在放电的空间内，气体分子发生电离，气体迅速而剧烈发热，发出闪光和声音。电火花常用在光谱分析、金属电火花加工、内燃机的点燃设备等方面。

尖端放电 导体尖端处发生的放电现象。当导体带电时，尖端附近的电场特别强，使附近气体电离，导致放电。避雷针就是根据尖端放电的原理制造的。

电流 电荷的定向移动形成电流，例如，金属中自由电子的流动、液体或气体中正负离子在相反方向上的流动。电流用 I 表示，单位为安培。电流的周围存在着磁场，电流通过电路时使电路发热，通过电解质时引起电解，通过稀薄气体时，在适当条件下导致发光。电流有时也作电流强度的简称。

电流传输速度接近于光速，即约每秒 30 万 km。电子总是从负极出发到正极，但电流方向习惯上仍然沿用以前的规定，即电流的方向从正极流向负极。形成电流需要具备两个条件：一是迫使电子运动的能力；二是电子运动的通路。第一个条件通常由发电机、电池等专门设备提供，第二个条件由铜、铝导线或导电液

体等构成通路。

电流密度 电路中的电流与电路横截面积的比值, $J = I/S$, 通常 I 的单位用安培 (A), S 的单位用平方毫米 (mm^2)。线路中同一根导线, 如果有的地方粗, 有的地方细, 则运行中电流密度就不相等: 在截面大的地方电流密度小; 在截面小的地方电流密度大, 发热多, 电能损耗多, 容易过热烧断, 俗称“卡脖子”。

电流强度 单位时间内通过导体横截面的电量, 即 $I = q/t$ 。单位为安培, 1 安培 = 1 库仑/秒, 即在 1s 内流过 6.24×10^{18} 个电子。比安培小的单位有毫安和微安, 1 安培 (A) = 1000 毫安 (mA), 1 毫安 (mA) = 1000 微安 (μA)。一般用电流的热效应、磁效应、化学效应等来测定电流强度。

直流电 简称“直流”, 一般指大小和方向不随时间变化的电流。在恒定电阻的电路中, 加上电压恒定的电源, 便产生大小和方向都不变的直流电, 也称“稳恒电流”。直流电一般有电池、蓄电池、整流器提供。

交流电 简称“交流”, 一般指大小和方向随时间作周期性变化的电流, 由交流发电机发出, 最基本的形式是正弦交流电。我国交流电供电的标准频率为 50Hz, 即每秒钟变化 50 周。

电流的波形图 电流随时间而变化的图形称为电流的波形图, 如图 1-3 所示。图中横坐标表示时间, 纵坐标表示电流的大小和方向。

三相交流电 三相交流发电机有三个绕组, 彼此相距 120° 电角度, 发电机的三相交流电就是从这三个绕组产生的。当发电机所产生的交流电是三个频率相同、振幅相等、相位互差 120° 的交流电动势时, 称为三相交流电。

当输送同样功率的电能时, 用三相输电比单相输电节约有色金属和材料, 并能减少线路上的电能损耗。而且三相电气设备如变压器、电动机等, 其电气性能与机械特性都比单相电器优良, 制作简单, 成本低廉, 使用与维护也较方便, 故被广泛应用。

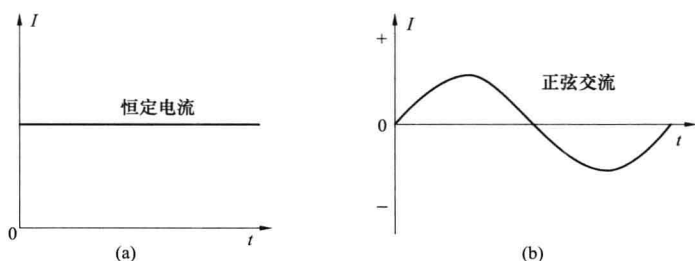


图 1-3 直流与交流的波形

(a) 直流; (b) 交流

三相四线制供电 三相四线制电路中,有三根是相线(俗称火线),一根是中性线(俗称零线)。相线是从发电机或变压器三个绕组的端点引出的,三个绕组的另一端接在一起,称为中性点,中性线就是从中性点引出的。因中性点接地,故中性点也称为零点,中性线也称作零线。一般中性线和相线之间的电压是 220V,相线和相线之间的电压是 380V。这样,三相四线制电路可以既供动力,又供照明,因而适应广泛的使用场合。

电路 就是电流通过的路径,由电源、负载、连接导线和开关等组成。电源内部的一段电路称内电路,负载、连接导线和开关等称为外电路。当开关闭合时(电器上常用“ON”表示),电路中有电流流过,负载就可以工作,叫做接通电路,即合闸。当开关断开时(电器上常用“OFF”表示),电路中没有电流流过,负载停止工作,叫做断开电路,即分闸。直流电通过的电路称“直流电路”;交流电通过的电路称“交流电路”。电路的参数(电阻、电感、电容)不随电流或电压的大小及方向改变而改变时,称“线性电路”。

负载 把电能转换成其他形式的能的装置叫做负载,如电灯把电能转换成光能,电动机把电能转换成机械能,电磁灶把电能转换成热能等,电灯、电动机、电磁灶等都叫做负载。也就是电网末端的用电设备。由于用电设备向电源取用电流来做功,因而

人们也常把电流叫做负载，或叫做负载电流。对于电网来说，负载侧就是电力需求侧、电力消费侧。

短路 电路中不同电位的两点没有通过用电器，直接碰接或阻抗（或电阻）非常小的导体接通时的情况。短路时电流很大（理论上趋近于无穷大），发生电弧，剧烈发热，可能损坏设备，因此要采取措施（如安装熔断器、自动过流保护装置等）防范短路事故的发生。

串联 把元件逐个顺次连接的方法（参见图 1-4）。串联电路的特点是：通过各个元件的电流强度相同，总电压等于各个元件两端的电压之和。电阻串联时，总电阻等于各个电阻之和。电容串联时，总电容的倒数等于各个电容倒数之和。电源串联时，把一个电源的负极与另一个电源的正极相接，这样顺次联接，整个电源组的电动势等于各个电源电动势之和。需要较高电压时可用串联。在交流电路中，各元件可以是电感、电容、电阻，这时总电阻与总电抗分别等于各电阻与电抗的代数和。

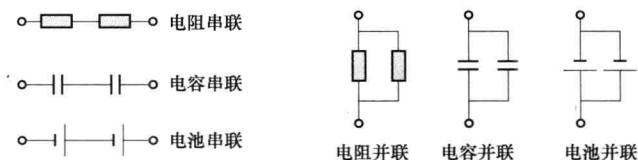


图 1-4 元件的串联与并联

并联 元件并列连接在电路上两点间的连接方法（见图 1-4）。并联电路的特点是并联元件两端的电压都相等，总电流等于通过各元件电流之和。电阻并联时，总电阻的倒数等于各个电阻的倒数和。电容器并联时，总电容等于各个电容之和。电源并联时，把相同电源的正极接在一起，负极接在一起，总电动势等于一个电源的电动势，通过外电路的总电流等于通过各电源的电流之和。需要较强电流时可用并联。在交流电路中，各元件（电感、电容、电阻）并联时，总电导与总电纳分别等于并联的电导和电纳的总和。

电阻 物质阻碍电流通过的一种性质。电路中两点间电压一定时，电阻是决定电流强度的一个物理量。不同物质的电阻差别很大。导体的电阻最小，但随温度升高而增大。绝缘体的电阻最大。半导体电阻的大小介于导体和绝缘体之间，并随温度的升高而显著减小。电阻代表符号是 R ，计量单位是欧姆，简称为欧 (Ω)。

电阻的单位是欧姆，简称欧，用字母 Ω 表示。

1 欧姆就是长度为 106.8cm、截面积为 1mm^2 的水银柱在 0°C 时的电阻量。较大值电阻的计量单位用千欧 ($\text{k}\Omega$) 和兆欧 ($\text{M}\Omega$)， $1\text{ 千欧}(\text{k}\Omega) = 1000\text{ 欧}(\Omega)$ ， $1\text{ 兆欧}(\text{M}\Omega) = 1000\text{ 千欧}(\text{k}\Omega) = 10^6\text{ 欧}(\Omega)$ 。

电流通过电阻时，电阻由于消耗功率而发热。若电流过大，电阻就会发烫甚至烧毁。人们把电阻长期工作所能承受的最大功率称为额定功率。功率的单位是瓦特，简称瓦，用字母 W 表示。

推而广之，电阻的概念并不局限于一个具体的电阻器，一段有一定电阻的导线，可用一个电阻来表示；用电器的性质为电阻性，如电热毯、电炉子、白炽灯等，也可用一个电阻来表示。由于电阻无处不在，因此，电阻是电学中用得最多、最活的概念。

电阻器 电阻器简称电阻，用来控制电路中电流或电压的大小。电阻器有固定电阻（一般用 R 表示）和可变电阻（如电位器，用 R_p 表示）等种类，其图形符号如图 1-5 所示。

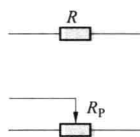


图 1-5 电阻器的图形符号

电阻定律及电阻率 电阻定律是确定导体电阻值的定律。导体的电阻跟导体的长度成正比，跟导体的电阻率成正比，跟导体的横截面积成反比，即 $R = \rho L / S$ 。 ρ 为电阻率。电阻、电阻率、长度和截面积的单位分别是：欧姆、欧姆·毫米²/米、米和毫米²。电阻率是表示物质导电性能的物理量，随温度的变化而变化。电阻率越小，表示物质的导电本领越强（电阻小）。电阻率的规定有两种：①长 1cm、截面积 1cm^2 的导体在一定温度时的电阻，单位