

紡織基本技術知識叢書

紡織電氣基本技術知識

聶錦麟 曹劍南 編著

紡織工業出版社

紡織基本技術知識叢書

紡織電氣基本技術知識

袁錦麟 曹劍南 編著

紡織工業出版社

內 容 簡 介

本書主要講述有關棉紡織廠電氣方面各項基本知識，系統地介紹電氣工人應具備的基本技術理論和電氣設備、自動裝置的構造和原理，以及一般電氣設備的運行、檢修和用電測定的實際知識。

紡織基本技術知識叢書

紡織電氣基本技術知識

孫錦麟 曹劍南 編著

紡織工業出版社出版

(北京東長安街紡織工業部內)

北京市書刊出版營業許可證出字第16號

京華印書局印刷·新華書店發行

850×1168 $1/32$ 開本·9 $^{24}/_{32}$ 印張·1 插頁·253 千字

1960 年10月初版

1960 年10月北京第1次印刷·印數1~5200

定價(9)1.20 元

目 录

第一章 能量的基本知識.....	(7)
第一节 功和功率.....	(7)
第二节 能和能的形式.....	(8)
第三节 能量变换概念和效率.....	(9)
第二章 电工学的基本定律.....	(11)
第一节 带电的基本知識.....	(11)
第二节 庫倫定律.....	(12)
第三节 电場和电位.....	(13)
第四节 电流概念.....	(15)
第五节 导体和絕緣体.....	(16)
第六节 电容和电容器.....	(17)
第七节 电路和导体电阻.....	(19)
第八节 欧姆定律和电阻的联接.....	(21)
第九节 电流的化学效应和原电池.....	(24)
第十节 电流的功率和能量.....	(26)
第十一节 电流的热效应和楞次焦耳定律.....	(27)
第十二节 磁的基本知識.....	(29)
第十三节 电流磁效应.....	(34)
第十四节 电磁鉄、磁化力和磁場强度.....	(35)
第十五节 电流和磁場的相互作用.....	(36)
第十六节 电磁感应和楞次定律.....	(38)
第十七节 交流电和有效电阻.....	(42)
第十八节 交流电电路的基本知識.....	(49)
第十九节 三相交流的基本知識.....	(61)
第三章 电工材料基本知識.....	(67)
第一节 一般知識.....	(67)

第二节	絕緣材料	68)
第三节	导电材料	(72)
第四节	导磁材料	(77)
第四章	电动机	(81)
第一节	一般知識	(81)
第二节	感应电动机的构造和工作原理	(87)
第三节	整流子电动机的构造和工作原理	(112)
第四节	同步电动机的构造和工作原理	(115)
第五节	直流电动机的构造和工作原理	(121)
第六节	紡織厂电动机常用的起动控制装置	(125)
第七节	电动机的保护知識	(138)
第八节	电动机的运行和檢修知識	(142)
第五章	电力变压器	(154)
第一节	一般知識	(154)
第二节	变压器的工作原理	(155)
第三节	变压器的构造和分类	(156)
第四节	变压器的負載运行概念和額定值	(161)
第五节	三相变压器	(161)
第六节	自耦变压器	(164)
第七节	变压器的极性	(165)
第八节	变压器的并列运行	(166)
第九节	变压器相序的确定	(167)
第十节	变压器的运行和檢修知識	(168)
第六章	电气測量仪表	(174)
第一节	仪表的一般知識和分类	(174)
第二节	測量仪表的构造和电气測量方法	(174)
第三节	仪表互感器和接綫图	(184)
第四节	絕緣电阻的測量	(188)
第五节	仪表的一般維護和故障	(190)

第七章 棉紡織工厂的供电和配电	(193)
第一节 一般知識	(193)
第二节 棉紡織企业的供电系統	(193)
第三节 棉紡織厂的变配电所	(196)
第四节 1000 伏以上的高压装置	(199)
第五节 低压配电設備	(215)
第六节 继电保护的一般知識	(225)
第七节 配电盘接綫图	(230)
第八节 接地装置的一般知識	(235)
第九节 过电压防雷装置的一般知識	(239)
第八章 棉紡織厂合理照明的基本知識	(242)
第一节 照明的一般知識	(242)
第二节 照明器	(242)
第三节 棉紡織厂的合理照明	(251)
第九章 棉紡織厂的节约用电和电力測定	(256)
第一节 节约用电的一般知識	(256)
第二节 电气方面节约用电措施	(257)
第三节 机械保全方面的节电措施	(263)
第四节 节约用电的測定工作	(265)
第十章 棉紡織机械的电气自动装置	(276)
第一节 一般說明	(276)
第二节 棉紡織工厂中的一般电气自动装置	(276)
第十一章 电气安全用具和触电急救法	(283)
第一节 电气安全用具	(288)
第二节 电流对人体的影响和触电急救法	(290)
附录:	
附录 1. 最常用的导綫及电纜	(294)
附录 2. 室内敷設用絕緣导綫的容許連續負荷	(296)
附录 3. 熔断器規格	(299)

附录 4. 电力变压器(三相双线圈自冷油浸式)技术规格	···(301)
附录 5. 电流、电压互感器技术规格	·····(302)
附录 6. 感应电动机的技术特征	·····(303)
附录 7. 各种电机常用滚动轴承的规格和标号表	·····(307)
附录 8. 常用传动胶带的规格	·····(309)
附录 9. 铜管内允许穿线的根数	·····(310)

第一章 能量的基本知識

第一节 功和功率

1. 功的概念 功是从人的活动中产生的。如从井里把水提上来，枪膛中爆炸的气体使子弹飞出去，都需要費力作功。感性的經驗告訴我們：井越深或者提上来的水越重，所費的力和作的功就越大。不仅把东西举高要作功，拉車、推磨以及把任何物体的位置移动都要作功。

为什么需要作功呢？因为在提水时，必須克服地心引力；拉車时必須克服車輪和地面的摩擦力。不克服这些阻力，就不作功，不可能把任何物体由低处升到高处，車子也不会前进。

功的大小是用力和物体移动距离的乘积来表示的。

功 = 力 × 距离，或用字母表示：

$$A = F \times S$$

式中：F——作用于某一物体上的力；

S——物体沿着作用力方向移动的距离；

A——所作的功。

例如，把一公斤重的物体举高一米，所作的功即为 1 公斤重-米或 1 千克重-米。

功的单位是用力和长度的单位合起来表示的。在物理学中常用尔格作为功的单位，即用 1 达因^①的力，使物体移动 1 厘米所做的功。

工程上常用公斤重-米作单位。

$$1 \text{ 公斤重-米} = 1000 \times 981 (\text{达因}) \times 100 (\text{厘米}) = 9.81 \times 10^7 \text{ 尔格}$$

(1 克重的力 = 981 达因)

尔格的单位很小，用起来不方便，因此在工程上特别在电工方

① 在一达因力的作用下，1 克质量的物体会得到 1 厘米/秒²的加速度。

面，又引用一个叫做焦耳的单位。它等于1牛顿的力（等于9.81—0.102公斤重）使物体移动1米所做的功。

1焦耳 = 10^7 尔格

	公斤重一米	焦耳
1公斤重一米	1	9.81
1焦耳	0.102	1

2. 功率 在日常生活和生产活动中，有时要考虑到做功的快慢。物体或机器做功的快慢，即在单位时间内完成功的大小叫做功率，通常用字母 P 表示。

$$P = \frac{A}{t}$$

式中： t ——做功时间，以秒作单位。

如果在1秒钟内完成1尔格的功，则功率为1尔格/秒。这个单位很小，在电工学中用瓦特作为功率单位，它等于一秒钟内所作功的焦耳数。因此，

$$1 \text{ 瓦特} = 1 \text{ 焦耳/秒} = 10^7 \text{ 尔格/秒}$$

1千瓦（诚等于1000倍瓦特，用字母KW表示）。

马力(HP)也常被用作功率的单位，

$$1 \text{ 马力} = 0.736 \text{ 千瓦}$$

第二节 能和能的形式

物体做功的本领叫做这物体所具有的能量，它是物体的一种性质，这种性质只有在这个物体对另外物体做功时才能表现出来。

能量的形式很多，有：

动能。运动物体所具有的本领叫做动能。急流的水冲在水磨轮子上，使它转动，带动磨盘，此时，流水完成一定大小的功。动能的大小与物体的质量和运动速度有关，质量越大，动能越大；速度越快，动能也越大。

势能。也叫位能。物体因为位置变化而具有的能量叫做势能。

物体因人們的反抗地心引力做功而被举到高处，因而便具有一定的势能。推广說，把任何相互吸引的两个物体（带正負电荷的两个物体）分离的时候，都需要反抗它們之間的吸力而做功，于是随着距离的增加，势能也增加。

在力学中所討論的能量是动能和势能，有时合并起来称为机械能。

热能。当手掌相互摩擦时，会感到热，蒸汽膨胀可推动蒸汽机的活塞，使它做功。所以物体即使在外表看不出它在运动，还是具有一定的能量。物体的温度越高，它所具有的能量也越多；温度降低，能量便釋放出来。这种与物体温度有关的能量叫做热能。实际上热能也是一种与运动有关的能量，不过这种运动是物体内部的分子运动而已。

使一克水的温度升高摄氏一度所需要的热能量为一卡，它的1000倍叫一大卡或千卡。

化学能。烧煤可以生热，这表明在煤燃烧时有能量釋放出来。我們知道，烧煤是一种化学反应，煤中的碳和空气中的氧結合成二氧化碳，同时放出热量。这种因化学反应而釋放出来的能量叫做化学能。

此外还有光能、电能和原子能等形式。

第三节 能量变换概念和效率

1. 能量变换和守恒定律 在自然界中，各种能量总是不停地在变换着，从一个物体傳到另一个物体，从一种形式轉变成另一种形式。例如，煤燃烧发生热是化学能变成热能；水冲动水輪机是把势能变成机械能（动能）等。在能量轉变过程中，能量的总和是不改变的，也就是說，能量既不能消灭，也不能創造。这是自然界的客观規律，称为能量守恒定律。想无中生有創造出能量来是不可能的，因此世界上不可能有所謂“永动机”。

能量可以相互轉換，它們的单位也是可以通用的。实用上对于

某一种形式的能量采用某一单位，例如热能用卡，电能用焦耳（瓦特·秒）作单位。

下面是各种能量单位的换算表。

	尔 格	卡	仟 卡	瓩-小时(度)
尔 格	1	2.39×10^{-8}	2.39×10^{-11}	2.78×10^{-14}
卡	4.18×10^7	1	1×10^{-3}	1.16×10^{-6}
仟 卡	4.18×10^{10}	1×10^3	1	1.16×10^{-3}
瓩-小时①	3.6×10^{13}	860×10^3	860	1

2. 效率 在能量变换过程中，总会损失一部分能量，不能被利用。例如，在把电能变成机械能的电动机中，有一部分电能损失，变成热能。能量损失越多，这个机械的做功效率就越差，越不经济。在工程上把输出的有用能量与总能量的比值叫做效率，以字母 η 表示。

$$\eta = \frac{\text{输出能量}}{\text{输入总能量}} = \frac{\text{输出能量}}{\text{输出能量} + \text{损失能量}}$$

效率也可写作

$$\eta = \frac{\text{输出功率}}{\text{输入总功率}} = \frac{\text{输出功率}}{\text{输出功率} + \text{损失功率}}$$

通常用百分数表示。

① 瓩-小时是电能单位，也叫度。1 瓩小时即小度电。

第二章 电工学的基本定律

第一节 带电的基本知識

1. 摩擦带电 远在很古的时代，科学家们就已经注意到：与毛織品摩擦过的琥珀有具吸引紙屑、木屑、柔毛等輕微物体的本领。人們从十七世紀开始把这种現象叫做电的电象。这种因摩擦带电而具有的吸引力叫做靜电力。

如图 2-1 所示，当玻璃棒与毛皮摩擦时，二者都会带电。实验表明，玻璃棒带正电，毛皮带負电。

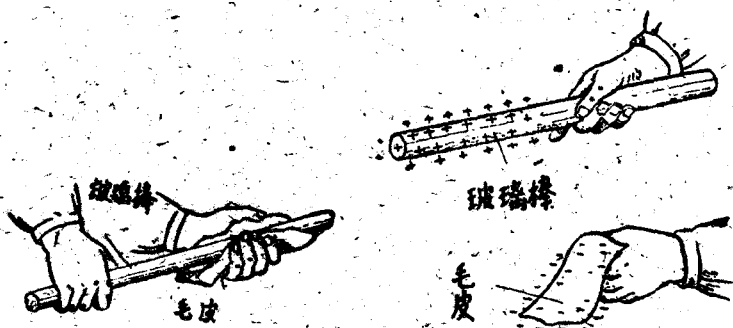


图 2-1 摩擦带电

把两个带相同电荷的通草小球挂在一起，发现两球相互推开（如图 2-2 甲、乙所示）；相反，如果两通草球带相异的电荷（即

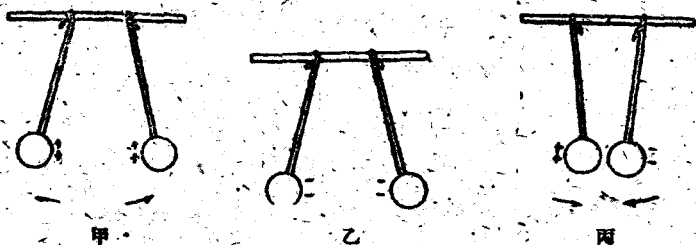


图 2-2 电荷的吸斥现象

一正、一負)，兩球便相互吸近。事實表明：同性電荷相斥，異性電荷相吸。電的理論就是從這些簡單現象開始的。

2. 電子理論概念 摩擦可以帶電，可是，什麼是使物體帶電的原因呢？科學家經過長期的研究，確定：所有物質不論是簡單的或複雜的，都是由許多分子構成，分子又是由許多原子構成的。起初，人們一直把原子看成物質世界的最小粒子，無論如何也不能再分割了，可是五十幾年前，科學家們發現了原子不是最小的粒子，原子中還有比它輕得多的電子。

電子是組成物質的質點之一。任何物質都是由各種不同元素的原子組成的。而每一種元素的原子又是由一個帶正電的原子核和一些繞着它旋轉的電子所組成的。電子帶負電。原子核由質子和中子構成。

電子是帶有最小電荷的質點（ 1.6008×10^{-19} 庫侖，一庫侖約相當於 6.28×10^{18} 個電子的電量，見第二節），電子的質量約為 9.1086×10^{-28} 克，差不多等於世界上最輕的氫原子質量的 $1/1840$ 。

當原子不帶電呈中性狀態時，原子核的正電荷與繞核旋轉的電子負電荷總數相等相消。如果，一旦由於某種原因，原子失去了一個或幾個電子，這時原子核的正電荷就超過了剩餘電子的負電荷，於是整個原子便帶正電；相反，如果原子中的電子電荷超過原子核的正電荷，原子便帶負電。因此，物體帶負電時，相當於物體內具有過剩的電子；帶正電時，相當於物體失去了若干電子。

電荷的重新分布，物體帶電和金屬中的電流都是由於電子移動而引起的。這就是電子理論的基礎。用這個理論解釋摩擦為什麼會帶電的現象。可以認為當兩物體（毛皮與玻璃棒）摩擦時，電子便從其中一個物體轉移到另一個物體上，於是，缺少了電子的物體便帶正電，而另一個獲得電子的便帶負電。

第二節 庫侖定律

前面已經講過，電荷具有相互吸引或排斥的作用。十八世紀

末，法国物理学家库仑发现：物体所带的电荷越多，带电物体之间的相斥力或相吸力就越大，与两物体的带电荷的乘积成正比；同时发现电荷作用力与二物体间距离的平方成反比。综合这两个概念便是库仑定律，用公式表示：

$$F = \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{q_1 q_2}{4\pi r^2}$$

式中：F为两点电荷 q_1 及 q_2 之间的作用力；

r为两点电荷间的距离；

ϵ 为一常数，与电荷所在空间介质特性有关，叫做介质电容系数。

如果把两个带电量相同的电荷放在真空中，使二者相距1米，而它们之间的作用力为 9×10^9 牛顿，则每一物体上所带电荷为一单位强度的电荷，称为库仑。

第三节 电场和电位

1. 电场 受某种力作用的空間称为这力的作用場。場是物质的一种特殊形式。

根据实验和库仑定律表明：在带电体周围存在着电力作用的空間，这个空間称为电场。

静电力作用的方向，通常用电力线来表示，电场方向是带正电物体在电场中的移动方向。图

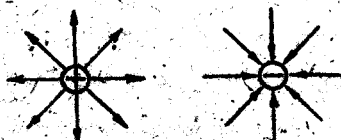


图 2-3 单独电荷的电场

2-3 和正负电荷的单独电场。图

2-4 甲为两电量相等相同电荷的电场，乙为两异性电荷的电场。

2. 电场强度 电场强度是一个矢量，既有大小，也有方向，用以表示电场的强弱程度和方向。电场内各点的强度可能不同，任一点的电场强度是用电场对该点单位正电荷作用力的大小和方向来确定

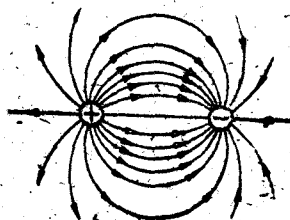
带电荷尺寸与彼此间的距离比较起来很小时，则此带电体称为点电荷。

的。表示为:

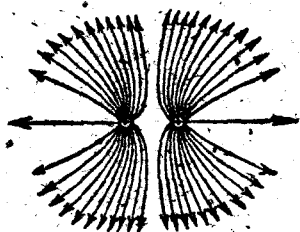
$$\varepsilon = \frac{F}{Q}$$

式中: F 为电场对任一点正电荷 $+Q$ 库仑的作用力, 单位是牛顿。

ε 为 A 点的电场强度, 方向如图 2-5 所示, 单位是牛顿/库。



甲



乙

图 2-4 两电荷的合成电场

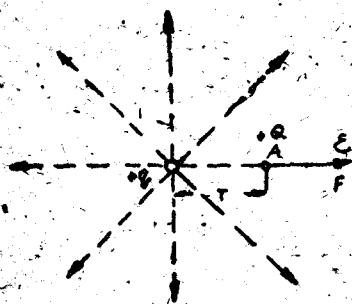


图 2-5 点电荷电场

3. 电位和电压 我们在第一章中讲过, 把任何相互吸引的两个物体分开, 需要反抗它们之间的吸力做功。同样, 把任何相互排斥的两个物体移近时也要做功, 这个功随着物体间的距离增加或减少而变为势能(或位能)。在电场中, 单位正电荷将受到一定大小的排斥力, 要克服这个电

场力, 使单位正电荷移入电场, 就必须消耗一定的功或能量, 使其转换成位能, 即电位。电场中某点的电位等于把单位正电荷(1库仑)从地面(零电位)移到该点所要做的功。

如果上述所做之功为一焦耳, 该点电位即为1伏特。

一电荷 $+q$ 在电场中, 受到电场斥力而移动(图 2-6), 可以理解, 此时电位减少, 转变为使电荷移动所做的功。当电荷由 A 点

移至 B 点时，电场力所做之功即为此二点的电位差与电量 $+q$ 的乘积：

$$A \rightarrow B \quad W = (U_A - U_B)q = U_{AB} \cdot q$$

U_A 、 U_B 分别表示 A 、 B 二点的电位。

电位差即为电压。在电工中以 U_{AB} 或 U 表示。电压是一库仑电量在电场力作用下自 A 点移至 B 点所做功的焦耳数。它的单位是伏特，1 伏特等于 1 焦耳/库仑。

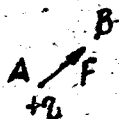


图 2-6 电荷 $+q$ 在电场中的移动

第四节 电流概念

已经知道，原子中的电子是绕着原子核运动的。由于电子距原子核远近不同，因此原子核的电场对电子的束缚力也不相同。在金属中，每一原子核的周围都有一个或几个与它联系较弱的电子，这些电子很容易脱离原子核的束缚，而处于不规则运动的状态，叫做自由电子。

在电场力作用下，可以使这些自由电子作有规则的移动，即向一定方向运动，这便形成电流。

取两个金属球（图 2-7）；其中甲球带正电，乙球带负电，两球之间存在电位差。如果用一根金属导线将二球联接起来，则电子在电场作用下，自乙球移向甲球，电子沿导线的移动便产生电流。

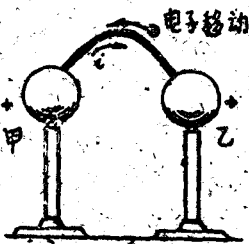


图 2-7 电子移动

当电子数平衡，即甲、乙二球的电位相同时，电流便消失。因此，要维持长时间的持续电流，单靠电荷间的相互作用力是不够的，必须要有其他外力的作用。在上例中，如果能使甲球不断得到正电，乙球获得负电，导线中的电流则会继续不断地流动。实际上，持续的电流是由某种电源产生的。

电流方向采用正电荷移动的方向，因此在以自由电子的运动作

为电流的金属导线中，电流方向与电子的运动方向相反。正电荷按电场方向自高电位向低电位移动，负电荷则反向移动。

在导电溶液中，电流是由正负离子的反向运动形成的。

电流的大小用电流强度来表示，电流强度是单位时间内通过导线横截面的电荷数，单位是安培。

$$\text{电流强度(简称电流)} I = \frac{q}{t} \text{ 库/秒}$$

一秒钟内通过导体横截面的电量为1库仑时，电流即为1安培。

实用中有两种直流，即直流和交流。如果在相等的时间间隔内，沿同一方向有相等的电量流过导体的横截面时，这种电流叫做直流。如果流过的电量和方向都随时间的变化时，则叫交流。棉纺织厂都是用的交流。

电流不可能直接观察，是由它所产生的效应来判断的。电流效应有三种：

1. 化学效应 电流通过盐类、硷类和酸类溶液，能将它们的组成成分分解出来，这就是电解。电解铜就是利用电流的化学效应制成的。

2. 热效应 电流通过导线会发热，把电能转换成热能。电炉、电灯等就是利用这个效应工作的。

3. 磁效应 电流通过导线时，在导线周围产生磁场。这种电磁效应是近代电机工作的基础。

第五节 导体和绝缘体

电子移动的电现象，并不是在所有物质中都能产生的。例如，用橡胶、陶瓷及大理石棒来联接图 2-7 中的两个带异性电荷的小球时，电荷仍将保持在小球上，电子不会由乙球移向甲球。这是因为在这些物质中几乎没有自由电子，所有的电子都与它们的原子核紧紧地联系着，因而电荷电场力不可能克服这种内力量，使电子发