

DIAN GONG JI CHU

棉纺织生产工人技术读本

电工基础

聂锦麟 曹剑南 编



纺织工业出版社

棉纺织生产工人技术读本

电 工 基 础

聂锦麟 曹剑南 编
路绍怡 朱锦丰 审

纺织工业出版社

内 容 简 介

本书是《棉纺织生产工人技术读本》丛书中的一种，主要是为棉纺织厂电气工人学习电工基础理论和有关电气设备、电气自动控制基本技术知识而编写的。全书共九章，重点介绍了电工原理、棉纺织厂用电动机原理、电工测量仪器仪表原理、变配电和照明技术知识以及棉纺织厂主要生产机械电气自动控制线路和安全用电、节约用电措施等内容。本书可供棉纺织厂电气工人和其他生产技术工人自学，也可作为电工培训教材。本书还可供纺织工艺、设备技术人员及管理干部参考，为进一步学习电子技术和自动化专业知识打下必要的基础。

责任编辑：胡永梅

棉纺织生产工人技术读本

电 工 基 础

聂锦麟 曹剑南 编
路绍怡 朱锦丰 审

•

纺织工业出版社出版

(北京阜成路8号)

保定地区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

•

787×1092毫米 1/32 印张：13 28/32 插页：1 字数：308千字

1982年2月 第一版第一次印刷

印数：1—15,000 定价：1.10 元

统一书号：15041·1161

前 言

为了大力提高广大纺织工人的科学技术水平，以适应纺织工业现代化的需要，我们组织编写了“棉纺织生产工人技术读本”这套丛书。

一九七九年六月，上海、河南编写组受我社委托，在北京召集丛书编写会议，对这套丛书的编写目的、要求、内容纲要和进度，进行了认真的讨论和研究，并作了具体安排。

“棉纺织生产工人技术读本”共有十九册，它们是：《清棉》、《梳棉》、《精梳》、《并条》、《粗纱》、《细纱》、《并纱与捻线》、《摇纱与包成》、《络筒》、《整经》、《浆纱》、《穿经》、《纬纱准备》、《织布》、《整理》、《棉纺试验》、《棉织试验》、《空调》、《电工基础》。这套丛书着重介绍了棉纺织厂生产工人应掌握的一些基本知识和运转工人技术等级标准中的应知应会内容。叙述力求简明，通俗易懂，适合工人自学，可以作为棉纺织厂各工序运转工及其他生产工人的培训教材。

这套丛书的编写工作，是在上海、河南、陕西、青岛、江苏、石家庄等省市纺织工业局（公司）和作者所在单位的重视与支持下进行的，特别是边澄、陈俊浩、朱德震和李景根等同志协助出版社做了不少组织和审稿工作，谨此表示深切感谢。

本丛书在编写内容和体例上有哪些不妥甚至错误的地方，热诚欢迎读者提出，以便今后修改。

纺织工业出版社

一九八〇年六月

24226

封面设计：王允华

统一书号： 15041·1161
定 价： 1.10元

目 录

第一章 电工基本知识	(1)
第一节 能量的基本知识	(1)
一、功和功率.....	(1)
二、能和能的形式.....	(2)
三、能量转换概念和效率.....	(3)
第二节 电工学基础理论知识	(4)
一、电荷和电场.....	(4)
(一) 电的本质	(4)
(二) 库仑定律	(6)
(三) 电场和电位概念.....	(7)
二、直流电路.....	(9)
(一) 电流概念	(9)
(二) 导体和绝缘体	(11)
(三) 电路和导体电阻.....	(11)
(四) 欧姆定律	(15)
(五) 电阻的联接和分压、分流概念	(17)
(六) 电功率和电能	(21)
三、复杂直流电路.....	(23)
(一) 克希荷夫定律	(23)
(二) 等效电源原理	(24)
(三) 电桥电路和电位差计电路	(26)
(四) 恒压源和恒流源.....	(29)
四、电流的化学效应和热效应	(30)
(一) 电流的化学效应和原电池	(30)

(二) 电流的热效应	(33)
(三) 热电势现象	(34)
五、磁场和磁路	(35)
(一) 磁的本质	(35)
(二) 电流的磁效应	(41)
(三) 电磁铁、磁化力和磁场强度	(43)
(四) 磁路知识	(45)
(五) 电流和磁场相互作用	(47)
六、电磁感应	(49)
(一) 电磁感应和楞次定律	(49)
(二) 交流电的产生和特征参数	(56)
(三) 电感概念和感抗	(64)
七、电容概念和容抗	(65)
八、单相交流电路基本知识	(74)
九、三相交流电路基本知识	(89)
第三节 电工材料基本知识	(103)
一、一般知识	(103)
二、绝缘材料	(104)
三、导电材料	(105)
四、导磁材料	(111)
第二章 棉纺织厂用电动机	(116)
第一节 一般知识	(116)
一、电动机的类型	(116)
二、中、小型电动机的代号	(118)
三、棉纺织厂常用的电动机	(119)
第二节 三相异步电动机的构造和工作原理	(122)
一、三相异步电动机的构造	(122)

二、三相异步电动机的工作原理·····	(128)
三、异步电动机带负载工作的概念·····	(132)
四、异步电动机的转矩、效率和功率因数·····	(134)
五、异步电动机的起动特性和起动方法·····	(137)
六、双鼠笼异步电动机和深槽式异步电动机·····	(144)
七、三相异步电动机的调速方法·····	(146)
八、异步电动机的可逆旋转·····	(150)
九、三相异步电动机的制动·····	(150)
十、棉纺织厂用的两种特殊异步电动机·····	(151)
第三节 单相异步电动机和自控用微电机·····	(156)
一、单相异步电动机·····	(156)
二、控制用微电机·····	(164)
第四节 直流电动机·····	(169)
第五节 整流子电动机·····	(175)
第六节 棉纺织厂电动机常用的起动控制装置·····	(180)
第七节 棉纺织厂电动机基本控制保护电路·····	(190)
第三章 棉纺织厂用电力变压器·····	(201)
第一节 变压器的原理和构造·····	(201)
一、变压器的工作原理·····	(202)
二、变压器的构造和分类·····	(204)
第二节 变压器的运行和检修·····	(210)
一、负载运行和额定数据·····	(210)
二、三相变压器·····	(211)
三、变压器的极性和联接组别·····	(213)
四、变压器的并列运行·····	(216)

五、变压器的运行和检修须知.....	(218)
第四章 电工测量仪表和仪器	(225)
第一节 电工仪表的基本知识.....	(225)
一、仪表的准确度.....	(225)
二、电工仪表的构造和工作原理.....	(226)
第二节 电工测量.....	(235)
一、电流的测量.....	(235)
二、电压的测量.....	(237)
三、功率的测量.....	(239)
四、电能的测量.....	(247)
五、功率因数的测量.....	(250)
第三节 仪用互感器.....	(253)
一、电压互感器.....	(253)
二、电流互感器.....	(255)
三、仪用互感器的极性.....	(257)
四、钳形电流表.....	(258)
第四节 电阻测量电桥.....	(260)
一、单臂电桥.....	(260)
二、双臂电桥.....	(263)
第五节 绝缘电阻的测量.....	(266)
一、兆欧表的工作原理.....	(266)
二、测量绝缘电阻的安全操作及注意事项.....	(269)
第六节 万用电表.....	(270)
一、万用表测量电路的分析.....	(271)
二、万用表的使用方法.....	(274)
第七节 电工仪表的维护与检修.....	(276)
第五章 棉纺织厂的供电和配电	(280)

第一节	棉纺织厂的供电系统.....	(280)
第二节	棉纺织厂的变配电所.....	(282)
第三节	高压配电装置.....	(287)
第四节	低压配电装置.....	(310)
第五节	继电器和继电保护.....	(326)
第六节	接地装置.....	(338)
第七节	过电压保护和防雷措施.....	(343)
第六章	棉纺织厂照明.....	(346)
第一节	一般知识.....	(346)
第二节	照明器.....	(347)
第三节	棉纺织厂合理照明.....	(355)
第四节	照度计算.....	(362)
第五节	荧光灯的故障与修理.....	(371)
第七章	棉纺织厂的节约用电.....	(378)
第一节	节约用电的一般知识.....	(378)
第二节	节约用电的措施.....	(379)
第三节	节约用电的测定工作.....	(385)
第八章	棉纺织机器的电气自动控制线路.....	(391)
第一节	一般说明.....	(391)
第二节	棉纺织主要机器的电气自动控制线路.....	(391)
第九章	电气安全和触电急救.....	(409)
第一节	电气安全知识.....	(409)
第二节	安全用电工具.....	(411)
第三节	触电急救知识.....	(414)
附 录		(418)
表 1	电缆型号、种类和用途.....	(418)

表 2	直接敷设在地中的低压绝缘电缆(铜、铝)安全载流量(安).....	(419)
表 3	500伏及以下配电力及照明用绝缘电线的型号、种类与用途.....	(420)
表 4	橡皮绝缘线(铜、铝)安全载流量(安) ...	(421)
表 5	塑料绝缘线(铜、铝)安全载流量(安)...	(422)
表 6	BX、BLX型500伏橡皮绝缘编织电线多根相同截面穿管的管径选择表.....	(424)
表 7	常用低压熔丝规格.....	(425)
表 8	RC1A插入式熔断器熔体规格及在110%额定电压时的极限分断能力.....	(426)
表 9	RL1系列熔断器熔体规格与极限分断能力.....	(426)
表10	RM10系列熔断器规格	(426)
表11	常用交流接触器线圈数据.....	(427)
表12	从电功率求变压器铁芯截面与每伏圈数表.....	(428)
表13	日光灯镇流器基本数据.....	(429)
表14	常用电工图形符号.....	(430)

第一章 电工基本知识

第一节 能量的基本知识

一、功和功率

1. 功的概念 人们从事各种劳动总要使出一定的力气，都需要做功。例如从井里把水提上来；纺织工人推纱运布，都要费力做功。井越深或者提的水越多，所费的力和做的功就越大；同样，推运的纱布越重或者运输的距离越远，做的功也越大。这是因为在提水时，必须克服地心引力，推车时必须克服车轮与地面之间的摩擦力。不费力克服这些阻力，不做功，就不可能把物体由低处提升到高处，也不会使车子前进。总之，移动任何物体的位置都要做功。

功的大小用力和物体移动距离的乘积表示，即

$$\text{功} = \text{力} \times \text{距离}$$

用符号表示为： $A = F \times S$

式中： F 为作用于某一物体上的力； S 为物体沿作用力方向移动的距离； A 为所做的功。

工程上常用公斤·米作为功的单位，即把一公斤重的物体移动1米所做的功（即1千克·米）。

在物理学中常用尔格作为功的单位，即用1达因的力，使物体移动1厘米所做的功。

国际单位制用焦耳（用J表示）作为功的单位，即用1牛顿（用N表示）的力，使物体移动1米所做的功。

以上各种功的单位换算如下：

$$1\text{公斤}\cdot\text{米} = 9.8\text{牛顿}\cdot\text{米} = 9.8\text{焦耳}$$

$$1\text{焦耳} = 10^7\text{尔格} = 1/9.8\text{公斤}\cdot\text{米}$$

2. 功率 在日常生活和生产活动中，常常要考虑到做功的快慢，即单位时间内完成功的多少，称为功率，通常用符号P表示。

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

式中：t为作功的时间，单位是秒。

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（W）作为功率单位，它等于1秒钟内所作功的焦耳数。

各种功率单位换算如下：

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

$$1\text{公斤}\cdot\text{米/秒} = 9.8\text{焦耳/秒} = 9.8\text{瓦特}$$

$$1\text{马力} = 0.736\text{千瓦} = 75\text{公斤}\cdot\text{米/秒}$$

$$1\text{千瓦(KW)} = 1000\text{瓦特} = 1.36\text{马力}$$

二、能和能的形式

物体做功的本领即为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：

1. 动能 运动物体所具有的做功本领叫做动能。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。

2. 势能 也叫位能，物体因为位置变化而具有的能量称为势能。人们反抗地心引力，将物体举到某一高处，这就

使该物体具有一定的势能。推广说，把任何相互吸引的两个物体（例如带正、负电荷的两个物体）分开的时候，都需要反抗它们之间的吸力而做功，于是随着距离的增加，势能也增加。

力学中所讨论的能量是动能和势能，有时合并起来称为机械能。

3. 热能 当手掌相互摩擦时，会感到热。物体的温度越高，它所具有的能量也越多；温度降低，这种能量便释放出来。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，而这种运动是物体内部的分子运动。

使1克水的温度升高摄氏1度所需要的热能量为1卡，它的1000倍叫1大卡或千卡。

4. 化学能 烧煤，燃油可以生热，表明煤或油燃烧时有能量释放出来。烧煤是一种化学反应，同时放出热量，这种因化学反应而释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。

三、能量转换概念和效率

1. 能量转换和守恒定律 在自然界中，各种能量总是不停地从一个物体传到另一个物体，从一种形式转变成另一种形式。例如，煤、油燃烧发生热是化学能转变成热能；汽轮机拖动发电机是把机械能转变成电能；拖动纺织厂各种生产机械的电动机是把电能转变成机械能。在能量转换过程中，能量的总和是不会改变的，也就是说，能量既不能消灭，也不能凭空创造。这是自然界的客观规律，称为能量守恒定律。

能量可以相互转换，因此它们的单位是可以通用的。但是实用上对于某一种形式的能量习惯采用某一特定单位，例

如热能用卡，电能用千瓦·小时作单位。

各种常用能量单位的换算表

	千克·米	千 卡	千瓦·时	焦 耳
千克·米	1	2.34×10^{-3}	2.72×10^{-6}	9.81
千卡	427.35	1	1.16×10^{-3}	4.18×10^3
千瓦·时	3.67×10^5	860	1	3.6×10^6
焦耳	1.02×10^{-1}	2.39×10^{-4}	2.78×10^{-7}	1

2. 效率 在能量转换过程中，总会损失一部分能量，不能被利用。例如，在把电能转变成机械能的电动机中，有一部分电能变成热能而损失，使电动机温度升高。能量损失越多，这个机械的做功效率就越低，越不经济。工程上把输出的有用能量与输入总能量的比值叫做效率，以 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

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

效率通常用百分数表示。

第二节 电工学基础理论知识

一、电荷和电场

(一) 电的本质

1. 摩擦起电 “电”是一种普遍存在的物质运动形式。人们早已注意到：与毛织品摩擦过的琥珀具有吸引纸屑、木

屑、柔毛等轻微物体的本领。从十七世纪开始把这种现象叫做电的现象。因摩擦起电而具有的吸引力叫做静电力。

如图1-1所示,当玻璃棒与毛皮摩擦时,两者都会带电,玻璃棒带正电,毛皮带负电。

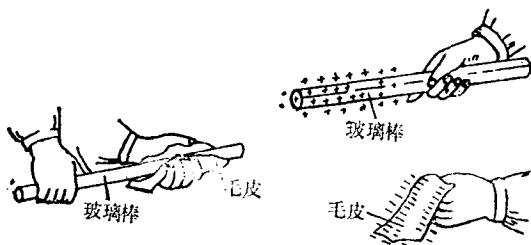


图1-1 摩擦起电示意图

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1-2所示;如果两球带相异的电荷(即一正、一负),两球便相互吸近。同性电荷相斥,异性电荷相吸。电的物质本质和理论就是从这些简单现象揭示出来的。

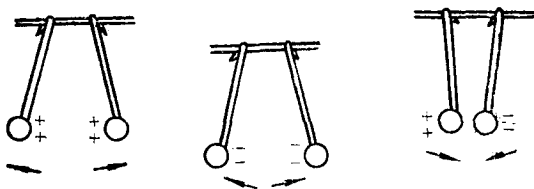


图1-2 电荷的排斥现象

2. 电子理论概念 电子是组成物质的基本粒子之一。任何物质都是由各种不同元素的原子组成的,而每一种元素的原子又是由一个带正电的原子核和一些绕着它运动的带负电

的电子所组成。原子核则由质子和中子构成。

电子是带有最小电荷的质点，它的电荷量为 1.602×10^{-19} 库仑，一库仑约相当于 6.242×10^{18} 个电子的电荷量，电子的质量约为 9.11×10^{-28} 克，差不多只等于最轻的氢原子质量的 $1/1840$ 。

当原子核的正电荷与绕核运动的电子负电荷总数相等时，原子不带电而呈中性状态。如果由于某种原因，原子失去了一个或几个电子，这时原子核的正电荷就超过了剩余电子的负电荷，于是整个原子便带正电；相反，如果原子中的电子电荷超过原子核的正电荷，原子便带负电。因此，物体带负电时，相当于物体内存有过剩的电子；带正电时，相当于物体失去了若干电子。

电荷的重新分布，物体带电和金属中的电流都是由于电子移动而引起的，这就是电子理论的基础。用这个理论解释摩擦带电的现象，可以认为当两物体（如毛皮与玻璃棒）摩擦时，电子便从其中一个物体（玻璃棒）转移到另一个物体（毛皮）上，于是缺少了电子的玻璃棒带正电，而获得电子的毛皮则带负电。这就说明了电的物质本质。

（二）库仑定律 十八世纪末，法国物理学家库仑发现：物体所带的电荷越多，带电物体之间的斥力或吸力就越大，这种静电力与两物体所带电荷的乘积成正比；同时发现它与两物体间距离的平方成反比。综合这两个概念便是库仑定律，用公式表示为：

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

式中：F为两个点电荷（带电体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）之间的作用力；r为两个点电