

物资部门职工培训试用教材

电工产品基本知识

DIANGONGCHANPINJIBENZHISHI

物资出版社

物资部门职工培训试用教材

电工产品基本知识

物资出版社

编写说明

《电工产品基本知识》是为物资部门的职工培训编写的试用教材。

由于电工产品品种繁多，规格复杂，本书选择其中主要的电工产品和设备如：电工仪表、绝缘材料、电线电缆、变压器、电机、低压电器、高压电器、开关板、电焊机、电炉、工业锅炉等。主要讲述上述电工产品和设备的基本工作原理、结构特点、技术性能、主要用途、选型及保管保养方法。简明扼要通俗易懂。可供具有初中文化程度的物资供销人员业务学习，也是工交企业物资管理人员新学电工产品的入门书。

本书是经过几届干部培训教学中逐步形成的。参加本书编写的有：张永源、张锡成、秦瑛、张希贤、黄顺杰、周玉新、韩笑生、陈雅娟、吴爱菊等同志由吴爱菊同志统编。由蒋日荣、雷云臣、孙远长、马明泰等同志审改，由国家物资总局机电二局教材编审小组审稿，由国家物资总局教材编审委员会审定。

本书编写过程中，曾得到有关方面大力协助并提出了宝贵意见，在此表示感谢。由于我们水平有限，书中难免有缺点错误，希望读者批评指正。

《电工产品基本知识》编写小组

绪 论

用于发电、输电、配电、用电和容电的设备、装置和某些材料以及那些用电磁学原理而工作的机械，通称电工产品。

电工产品可有下列几种：

发电设备：包括各种发电机，如汽轮发电机组、水轮发电机组、内然发电机组等。

输电设备：传输、变换和分配电能的设备称输电设备。主要包括变压器、电线电缆、高压开关和高压电瓷等。另外还包括一整套的保护装置，如互感器、避雷器等。

用电设备：将电能转换为其它能量的设备。如将电能转换为机械能的各种电动机，转换为热能的各种电炉等。

控制、保护设备：包括用来对电能的生产、输送、分配与应用，起控制、保护和调节作用的电气设备，以及用电能来控制、保护和调节非电过程与非电装置的电气设备，即高、低压开关电器产品。

电测仪表：对电能和电气设备进行检测、计量的仪表。

电工材料：用来制造各种电气设备的材料，包括绝缘材料、导体材料和电刷材料。

电能已成为我国社会主义工农业和交通运输业的主要动力来源，与电能的生产、传输、分配、使用、控制等有密切关系的电工产品，是工农业，交通运输业的重要设备，电工产品在国民经济中起着重大作用。

发电设备和输变电设备是电力工业的重要组成部分。现在我国的发电量几乎都是由汽轮发电机和水轮发电机发出来

的。在传输和分配电能中还要用变压器、电线电缆，高、低压开关等输电设备。

在现代化工业中，几乎所有的生产机械的原动机都采用电动机。例如机械工业中的各种金属加工机床，矿山冶金工业中的矿井卷扬机、轧钢机等。

在冶金部门电炉炼钢比重逐年增长，在机械工业中电炉已成为一种重要的热处理设备。

由于近代工业企业生产过程的自动化程度的不断提高，采用各种微电机，电器及仪表作为自动化系统的检测和控制元件。

为了保证各种电气设备的质量，就需要各种优质绝缘材料、导电材料、和电刷材料等。

可见电工产品与国民经济各个部门都有密切的关系，因此建立和发展电工产品制造业，以大量的、品种规格齐全的、质量好的、结构先进的电工产品供应各个经济部门，是加快我国经济建设的重要一环。

目 录

绪 论

第一章 电工产品基础知识	(1)
一、电荷	(1)
二、导体, 半导体, 绝缘体	(1)
三、电流	(2)
四、电压	(3)
五、电路	(3)
六、电流的功和功率	(6)
七、磁和磁场	(7)
八、电磁力	(10)
九、电磁感应	(11)
十、交流电	(12)
第二章 电工仪表	(15)
一、电工仪表的分类	(15)
二、电工仪表的型号组成	(17)
三、电工仪表的技术指标	(20)
四、常用指示式仪表的简介	(21)
五、电工仪表的选择	(29)
第三章 绝缘材料	(37)
一、绝缘材料的分类和型号	(37)
二、绝缘材料的主要性能	(41)
三、各类绝缘材料简介	(47)
四、绝缘材料的选用原则	(63)

第四章 电线电缆	(65)
一、概述	(65)
二、电线电缆的结构	(68)
三、裸电线	(75)
四、电磁线	(83)
五、布电线	(89)
六、橡套电缆	(92)
七、电力电缆	(95)
八、信号 控制电缆	(103)
九、电线电缆选用简介	(104)
第五章 变压器	(111)
一、变压器及其用途	(111)
二、变压器的分类	(112)
三、变压器的基本结构	(114)
四、变压器的基本工作原理	(120)
五、三相变压器	(123)
六、特种变压器	(124)
七、变压器的额定值和主要技术参数	(127)
八、变压器的型号和系列	(131)
第六章 电机	(134)
一、概述	(134)
二、直流电机	(141)
三、异步电动机	(150)
四、同步电动机	(162)
五、微电机	(167)
第七章 低压电器	(174)
一、低压电器的分类和型号	(174)

二、刀开关和转换开关	(176)
三、熔断器	(180)
四、自动开关	(185)
五、控制器	(188)
六、接融器	(190)
七、起动器	(192)
八、控制继电器	(196)
九、主令电器	(201)
十、电阻器	(204)
十一、变阻器	(206)
十二、电磁铁	(207)
第八章, 高压电器	(210)
一、高压电器的型号	(210)
二、高压电器产品简介	(213)
第九章 开关板	(226)
一、高压开关柜	(226)
二、低压开关板	(231)
三、开关板型号	(233)
第十章 电炉	(236)
一、概述	(236)
二、电阻炉	(239)
三、炼钢电弧炉	(243)
四、中频电炉	(246)
五、真空电炉	(248)
第十一章 电焊机	(252)
一、概述	(252)
二、电弧焊电源	(258)

三、电焊机	(265)
第十二章 工业锅炉	(270)
一、概述	(270)
二、锅炉设备的组成及其工作过程	(273)
三、锅炉设备的工作特性	(276)
四、典型工业锅炉介绍	(278)
第十三章 电工产品的保管	(286)
一、入库验收	(286)
二、保管场所选择	(287)
三、码垛要求	(288)
四、保管保养	(288)

第一章 电工产品基础知识

一、电 荷

我们用梳子梳理干燥的头发，常常会听到劈劈啪啪的响声，还会看到一些细小的火花，如果把这个梳子拿到一撮小纸屑的近旁，小纸屑就会被梳子吸起来。

物体具有这种吸引纸屑的性质，我们就说它带了电，或者说它有了电荷。带电的物体我们叫带电体。

通过实验知道，所有物体所带的电荷，或是正的，或是负的，没有第三种电荷。所以在自然界中只存在着正电荷和负电荷两种，它们具有以下性质：异种电荷互相吸引，同种电荷互相排斥。

物体所带电荷的多少叫做电量，电量的单位是库仑。

二、导体、半导体、绝缘体

根据物质导电的性质，我们把物体分为三类。

当物体的一部分带上电时，能很快地传到其它部分，使全体都带上电，这种物体叫导体。像金属、碳、酸类和盐类的溶液、人体、地等，都是良好的导体。

凡是不能传导电荷的物体，叫做绝缘体或叫电介质。像玻璃、石蜡、松香、硬橡胶、丝绸、瓷器、油类等都是绝缘体。另外还有一些物体，它的导电能力介于导体和绝缘体之间，只有微弱的导电能力，叫半导体。

应该指出：导体、半导体，绝缘体之间没有严格的界

限，只是在导电的程度上不同就是了。因为物体的导电性并不是固定不变的，是跟着其它条件不同而有所增减。（如电压、温度等条件）

三、电 流

电荷沿一定方向的运动就形成电流。电流方向不随时间改变的电流叫直流电，电流方向和大小都随时间改变的电流叫交流电。它们的变化规律可用图1—1（a），（b）直观地表示出来。

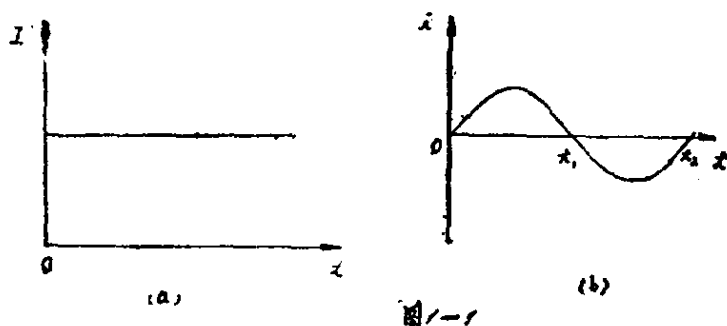


图1—1直流电和交流电

a、为直流电 b、为交流电

电流的大小用电流强度来量度，电流强度用字符“ I ”或“ i ”表示，其单位是安培（A），大的电流用千安（KA）作单位，电流很小时则用毫安（mA）或微安（ μA ）作单位，它们之间的换算关系是：

$$1 \text{ 千安 (KA)} = 1000 \text{ 安 (A)}$$

$$1 \text{ 安培 (A)} = 1000 \text{ 毫安 (mA)}$$

$$1 \text{ 毫安 (mA)} = 1000 \text{ 微安 (}\mu A\text{)}$$

四、电 压

假如有两个水槽，如图1—2所示，水槽之间用管子连通。当两个水槽中水位一样高时，管子中就不会有水流动。只有当两个水槽水位一高一低时，水才会从水位高的水槽通过管子流向水位低的水槽。这就是说，有了水位差，就有了使水流动的压力，所以水位差也叫水压。

同样，为了在导体中产生电流，导体两端也需要有电位差。一段电路中，当两端有电位差存在时，电流就会从高电位端流向低电位端。这电位差就叫做电压。

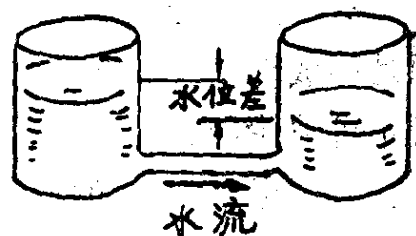


图1—2

电压一般用字符“v”表示，电压的单位是伏特(v)，

电压很高时常用千伏(KV)作单位，电压很低时，则用毫伏(mv)或微伏(μV)作单位，它们之间的换算关系是：

$$1 \text{ 千伏 (KV)} = 1000 \text{ 伏 (V)}$$

$$1 \text{ 伏 (V)} = 1000 \text{ 毫伏 (mv)}$$

$$1 \text{ 毫伏 (mv)} = 1000 \text{ 微伏 } (\mu V)$$

五、电 路

图(1—3)是大家所熟悉的手电筒的连接图，小灯泡通过导线和干电池、开关连接，开关闭合灯泡就亮，开关打开灯泡就不亮这说明，只有闭合的通路才能有电流。所以我们把这种闭合的电流通路就叫做电路或通路。

这里干电池是供给电能的源泉，叫电源；小灯泡是把电能变成热能和光能的消耗电能的设备，叫做负载；负载和电源之间通过导线连接成闭合回路，用开关来控制电路。所以，负载、连接导线、电源是构成任何一个电路所不可缺少的。

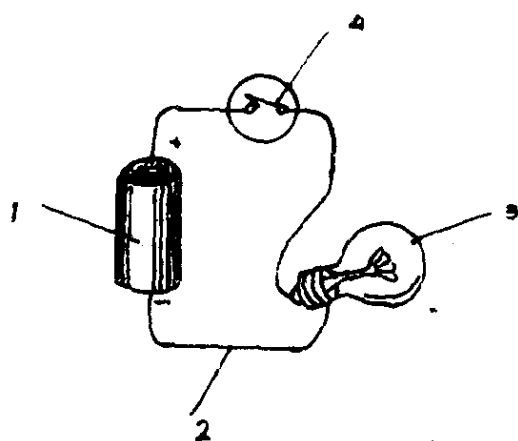


图1-3

图1—3手电筒电路

1—电池，2—导线，3—灯泡，4—开关

在实际电路中，负载并不是一个简单的灯泡，它往往是由许多个用电器组成的。这些用电器根据不同的需要，按照不同的方法连接起来，一般负载的连接方法可有：串联、并联和混联三种。

串联：假定负载是两个灯泡，从电源向外看去，如果将灯泡一个接一个地顺次连接起来，就叫做串联，

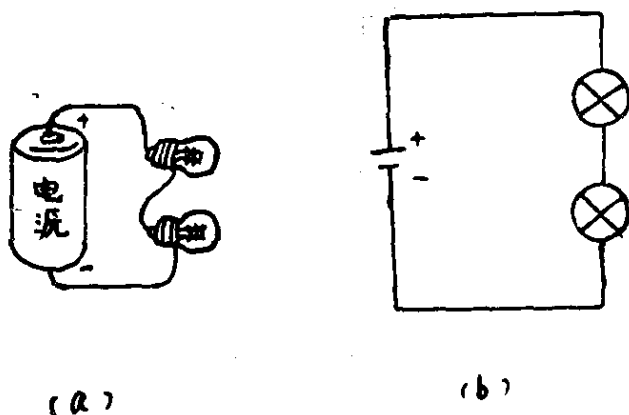


图1-4 串联电路

图1—4串联电路

如图1—4 (a) 所示, 其电路图如图1—4 (b) 所示。串联电路的特点是流过每个负载的电流相等, 总电压等于每个负载上的电压之和。

并联: 如果将两个灯泡的一端连在一起, 另一端也连在一起, 如图1—5 (a) 所示, 叫做并联。其电路图, 如图1—5 (b) 所示。并联电路的特点是加在每个负载上的电压相等, 而总电流是每个负载上通过的电流之和。

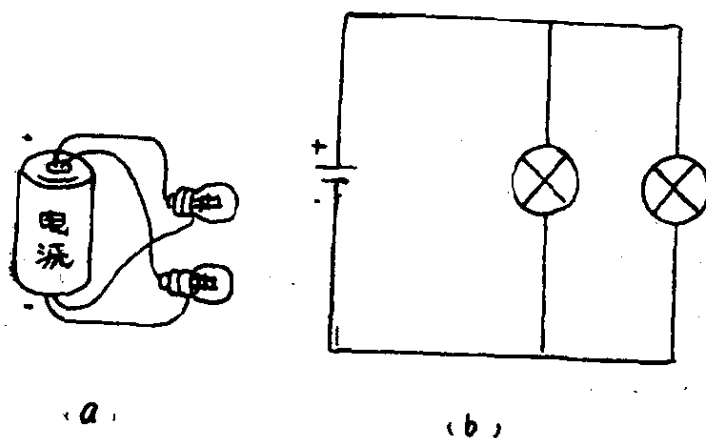


图1—5

图1—5并联电路

混联: 一个电路中, 既有串联又有并联的组合连接方式, 叫做负载的混联, 如图1—6所示。

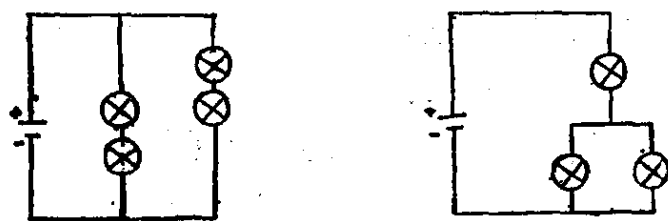


图1—6混联电路

六、电流的功和功率

从许多日常现象中我们知道，电流能够做功。例如，当电流通过电动机时，就可以带动车床、电车、起重机、电扇等运转起来，这时消耗了电能完成了机械功；电流通过导线、电灯、电炉时就会发热，这时电能转变为热能。

把电能转换成其它形式的能，如热能、光能、机械能等，叫做电流做功，简称电功。电流在一段电路上所作的功，与这段电路两端的电压、流过的电流及通电的时间成正比。

$$\begin{aligned}\text{电流的功} &= \text{电压} \times \text{电流} \times \text{时间} \\ &= vIt\end{aligned}$$

电功的单位是焦耳。

电流在1秒钟内所作的功叫电功率，一般用字符p表示。一段电路上的电功率，与这段电路两端的电压、流过的电流成正比

$$\begin{aligned}\text{电功率} &= \text{电压} \times \text{电流} \\ p &= VI\end{aligned}$$

电功率的单位是瓦特（W）：

$$1 \text{ 瓦特 (W) } = 1 \text{ 伏特} \times 1 \text{ 安培}$$

即表示，电路两端电压为1伏特，通过电路的电流为1安培时的电功率。电功率很大的时候常用千瓦（kW）作单位，在电功率很小的时候，则用毫瓦（mw）或微瓦（μW）作单位，它们之间的换算关系为：

$$1 \text{ 千瓦 (KW) } = 1000 \text{ 瓦 (W) }$$

$$1 \text{ 瓦 (W) } = 1000 \text{ 毫瓦 (mw) }$$

$$1 \text{ 毫瓦 (mw) } = 1000 \text{ 微瓦 (μW) }$$

在用电器上通常都标明它的功率和电压，叫做用电器的

额定功率和额定电压。如果给用电器加上额定电压，它的功率就是额定功率，例如一个220伏40瓦的灯泡，只有在灯泡上加上220伏电压时，灯泡的功率才是40瓦，若电压改变时功率也改变。

工程上常用功率单位还有马力，马力和千瓦之间有如下的换算关系：

$$1\text{马力}=0.736\text{千瓦}$$

$$1\text{千瓦}=1.36\text{马力}。$$

工业上常用千瓦小时作计算功和电能的单位，1千瓦小时表示功率是1千瓦时，电流在1小时内完成的功。平时我们所说的几度电的“度”，就指的是千瓦小时。

七、磁 和 磁 场

(一) 磁场

磁石具有吸铁的特性，叫做磁性。使铁带上磁性的过程叫磁化。铁、钴镍等金属，经过磁化以后，能长久地保持磁性的叫永久磁铁。

如果把铁屑撒在条形或马蹄形永久磁铁的周围，如图1—7所示，铁屑就会自动集结在磁铁的两端，而在其余的部位，却几乎看不到有铁屑被吸引上去。这个现象说明，磁性最强的部位，集中在磁铁的两端，这两端称磁极。

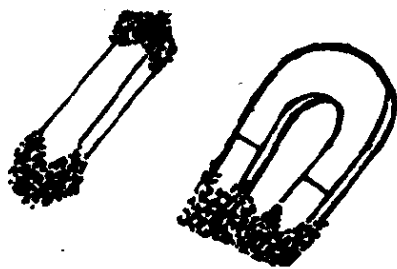


图1—7

图1—7磁极

如果用根细绳子把磁铁悬挂起来，如图1—8所示，使它能自由转动，它总是沿着一个磁极指南，另一个磁极指北的方

向静止下来。指向南方的叫南极(S)，指向北方的叫北极(N)，磁极与磁极之间存在着相互作用，同性相斥，异性相吸。

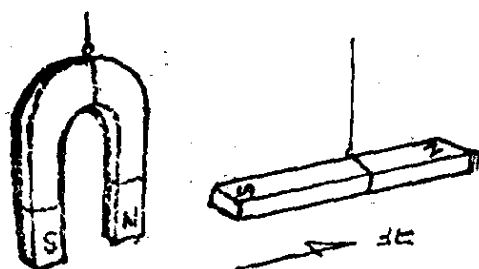


图1—8

把一个小磁针，放在条形磁铁的周围不同的位置，就会看到小磁针静止时所指方向各不相同，如图1—9所示。

图1—8 南极、北极

如果把磁铁拿开，小磁针又恢复南北指向。所以，磁铁的存在使磁铁周围的空间的性质起了变化，变成了有磁作用的空间，这种对磁针显示出磁作用的空间就是磁场。其方向就是磁针北极所指的方向。

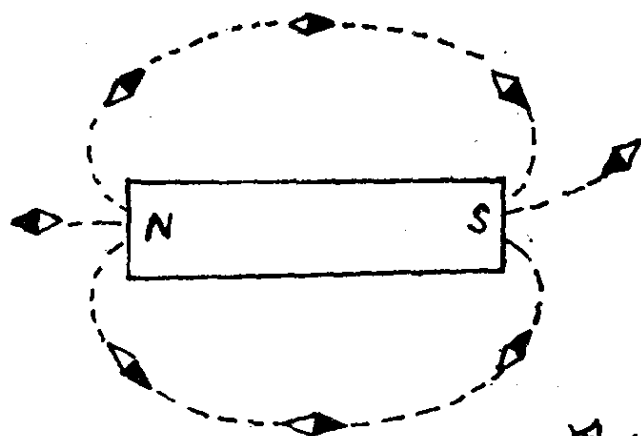


图1—9

图1—9 磁场

(二) 电流的磁场

拿一根导线和磁针平行的放着，当导线中有电流通过时，磁针就要发生偏转，如图1—10所示。如果导线在磁针之下，磁针的北极转向读者；如果导线在磁针之上，磁针的