

三电 工作 基础

内 容 提 要

本书为供用电管理培训教材中的一个分册，主要内容有：电的基本概念、直流电路、电与磁、单相交流电、三相交流电、电工测量及仪表。

本书为供用电管理服务，侧重电工基础理论，力求通俗明白。可作为具有初中文化的电气人员的培训教材，也可作为中等专业学校和技工学校师生的参考书。

《供用电管理培训教材编委会成员》

主编 刘振强

编委 (按姓氏笔划为序)

王 琳 方增宏 白健民

刘振强 宋春生 吴文生

沈驿孙 栾守亚 曹永和

谭慧修

编写人

徐有升 史国栋:《电工基础知识》

许公毅:《计划用电》

唐济周 汪树智:《节约用电》

严攸陵 祁国彬:《安全用电》

序 言

电力工业是为全社会服务的公用性行业。向各行各业千家万户供应安全可靠、经济、质量合格的电力，满足国民经济各部门和人民生活用电的需要，是电力工业的基本任务。

电力工业的一个显著特点就是生产、分配、销售同时进行，同时完成。电力工业不是单纯的生产企业，而是生产、分配、销售集于一体，工业、商业、服务业合一的工商业联合体。

过去，在相当长的一段时间内，电力工业由于受“左”的思想影响，强调自身的生产企业性质，忽视了其工商业联合体和服务性的特点，重视生产建设，忽视经营管理和经济效益，忽视电能分配及销售环节的工作。实质上是对电力工业最终目的认识不足的表现。

党的十一届三中全会以来，全党工作的重心转到四个现代化上来，党中央和国务院提出一切经济问题的根本出发点必须放在提高经济效益的基点上。这个根本指导方针对电力工业起了极大的影响，1982年和1983年全国电力会议上，相继提出了电力工业要在坚持安全第一的前提下，以提高经济效益为中心，电力工业要从“生产型企业”转到“生产经营型企业”。这是电力工业指导思想的重大变化，对纠正电力工

业长期存在的“重建设轻效益”、“重生产轻经营”、“重发轻供不管用”等偏向是一个重大突破。在这两次会议后，电力部门进一步树立了为全社会服务的观点和经营管理的观点，逐步重视用电营业工作，充分发挥用电营业部门的积极作用，这是电力工业的一个显著的变化和进步。

由于长期对用电营业部门重视不够，无论在人员配备、技术装备和科学管理水平等方面都不适应工作的要求，这是电力工业的薄弱环节。近年来，各地供用电单位和从事供用电工作的同志迫切希望提高在职职工的技术业务水平。要解决这个问题，除了依靠学校教育外，更重要的是搞好广大在职职工的培训。

中国电机工程学会用电与节电专业委员会有鉴于此，组织了全国在供用电管理方面具有相当理论水平和实践经验的专业人员(包括在职的和退休的)，编写了《供用电管理培训教材》，作为在职培训的教材和有关专业学校的参考书，从理论到实际加以具体阐述，特别强调其实用性。相信这套教材的出版，将为提高全国供电部门和广大用电单位的专业人员的技术业务水平和科学管理水平做出贡献。教材将分批出版，第一批书目包括：《电工基础知识》、《计划用电》、《节约用电》、《安全用电》、《电价与电费管理》、《电能计量与管理》。希望全国供电部门的同志和广大用户关心这套教材，使其日臻完善，在实际运用中发挥更大的作用。

中国电机工程学会秘书长 温克昌

一九八六年十二月

供用电管理培训教材

电工基础知识

中国电机工程学会
全国用电与节电专业委员会

河南科学技术出版社

总 目 录

1. 电工基础知识	(1—1~1—164)
2. 计划用电	(2—1~2—239)
3. 节约用电	(3—1~3—240)
4. 安全用电	(4—1~4—382)

目 录

第一章 电的基本概念	(1—1)
第一节 物质的电结构.....	(1—1)
第二节 静电感应现象.....	(1—2)
第三节 电流.....	(1—5)
第四节 电压、电位、电动势.....	(1—8)
第五节 电阻.....	(1—11)
第二章 直流电路	(1—15)
第一节 欧姆定律.....	(1—15)
第二节 串联电路.....	(1—17)
第三节 并联电路.....	(1—23)
第四节 混联电路.....	(1—29)
第五节 基尔霍夫定律.....	(1—32)
第六节 电功和电功率.....	(1—39)
第七节 复杂直流电路的计算.....	(1—41)
第八节 电容器.....	(1—48)
第三章 电与磁	(1—53)
第一节 对磁的基本认识.....	(1—53)

第二节	磁场、磁力线和磁通·····	(1—54)
第三节	载流导体的磁场·····	(1—57)
第四节	电磁力·····	(1—59)
第五节	电磁感应·····	(1—62)
第六节	自感和互感·····	(1—66)
第七节	涡流·····	(1—69)
第四章	单相交流电 ·····	(1—71)
第一节	什么叫交流电·····	(1—71)
第二节	交流电的三要素·····	(1—73)
第三节	正弦交流电的矢量表示法·····	(1—79)
第四节	正弦量的复数表示法·····	(1—83)
第五节	单一参数的交流电路·····	(1—88)
第六节	单相交流电路的计算·····	(1—100)
第七节	电路中的谐振·····	(1—113)
第八节	功率因数·····	(1—117)
第九节	趋肤效应·····	(1—119)
第五章	三相交流电 ·····	(1—121)
第一节	三相交流电的产生·····	(1—121)
第二节	电路的连接方式·····	(1—124)
第三节	功率及其测量·····	(1—133)
第六章	电工测量及仪表 ·····	(1—138)
第一节	电工测量仪表的分类·····	(1—139)
第二节	仪表的工作原理·····	(1—139)
第三节	误差·····	(1—145)

第四节	万用表.....	(1—148)
第五节	兆欧表.....	(1—151)
第六节	测量用互感器.....	(1—154)
第七节	感应系电度表.....	(1—159)

第一章 电的基本概念

电，对我们从事供用电的电气工作者来说并不陌生，因为我们每天都要和它打交道。从许多现象中，我们可以证明电的存在。当我们按下电钮时，各类电工仪表就有指示，电动机便可旋转；远处的声音也可听到，数以万计的工作都能进行，我们的工作与各行各业有着极为密切的关系。

电能之所以得到如此广泛的应用，主要因为它是一种既方便又卫生的能量形式。借助于电力线路和变压器，电能可以很经济地从发电站输送到人们需要它的地方；通过各种用电设备它可以转换成热能、光能、机械能等其它形式的能量，为生产和生活服务。

人们通过大量的实验和对电现象的观察，结果表明一切物质都是带电的。

本章作为本书的开始，主要介绍关于电的一些重要概念和基本量。

第一节 物质的电结构

我们知道，所有的物质都是由分子组成的。而分子又可

• 1—1 •

分为原子，原子还可进一步分为一个原子核（原子核由一些质子和中子组成）和若干个电子。质子带正电荷，中子不带电，电子带有与质子数目相同的负电荷。因此原子对外并不表现出带电的性质，这称为电中性状态。当物体失去电子就带正电荷，得到电子后就带负电荷。

电荷是一种物质。既不能创造，也不能消灭，只能从一个物体转移到另一个物体，这叫做电荷的守恒。人们通过长期的实践认识到：正电荷与负电荷互相吸引，而同种电荷互相排斥。吸引力或者排斥力的大小取决于各自所带电荷的多少以及带电物体相互间的距离。距离大，作用力小；距离小，作用力大；电荷量多，作用力也大。

在物质的这种结构中，电子受原子核的吸引，但吸引力有大有小。对所受吸引力比较小的那些电子，在某种条件下就会脱离原来的原子到另一个原子上去，这种电子称为自由电子。在自然界中，有些物质的原子含有较多的自由电子，如银、铜、铝等，这些物质就称为导体。而有些物质的电子受到原子核的吸引较强，如橡皮、塑料等，换句话说，它们中自由电子较少，通常称这些物质为绝缘体。介于导体与绝缘体之间的物质称为半导体，如硅、锗等。

第二节 静电感应现象

取两个带有绝缘支柱的导体A和B，它们均不带电荷。如果将它们靠在一起接近一带电导体C时，我们会发现A、B

都带了电荷，见图1-1(a)。如果立即将它们分开，可以测得靠近C的导体A所带电荷与C上的电荷异号，较远的导体B所带电荷与C上的电荷同号，见图1-1(b)。最后，让A、B重新接触，它们原来所带电荷就会全部消失，见图1-1(c)。这表明，A、B导体在重新接触前所带的电荷是等量异号的。

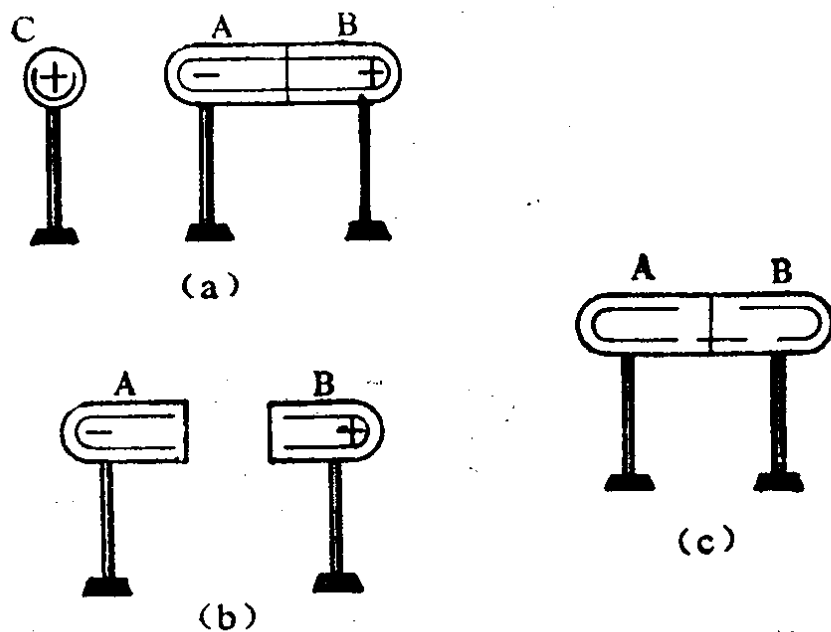


图1-1 导体间的静电感应现象

上述现象说明，一个不带电的物体，如果靠近带电物体，尽管没有接触，但不带电的物体上也会出现电荷。这种现象怎样解释呢？从前面我们知道，所有的物质都呈电中性状态。当一个不带电的物体靠近带电物体时，如果该带电体所带的是正电荷，根据电荷的性质，它将与负电荷相吸引，而与正电荷相排斥。这时接近带电物体的一端会带负电荷，而另一端带正电荷。若将带电物体取走，不带电的物体正负电荷中和，仍呈电中性状态，这种现象称为静电感应。

静电感应现象在生产实际中有时要避免它，有时又要利用它。比如有些精密仪器为了避免外部电场的干扰，把仪器放在金属壳内，这样仪表便不会产生静电感应现象了。有些导线外皮裹上一层金属丝网，其道理也是如此。通常把这种隔断静电感应的作用称为静电屏蔽。又如在超高压带电自由作业时，操作人员所穿的均压服就是利用静电屏蔽原理制成的。

由实验可以证明，由于静电感应使导体在电场产生的感应电荷，其分布情况决定于导体表面的形状，见图1-2。

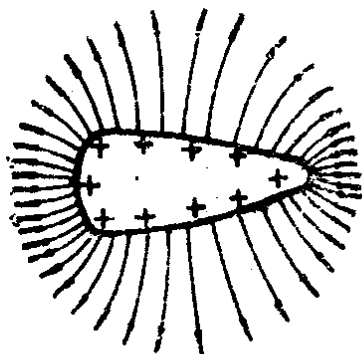


图1-2 电荷在导体表面的分布情况决定于导体表面的形状

从图中可以看出，导体表面弯曲程度愈大的地方，所聚集的电荷就愈多；较平坦的地方，聚集的电荷就少。在导体尖端的地方由于电荷密集，电场相当强，在一定的条件下将导致空气击穿而发生“尖端放电”现象。

变电所和高大建筑物所安装的避雷针，就是利用金属导体的尖端放电原理，实现防雷保护的。因为在雷雨时，大量的带电云层接近避雷针时，避雷针上就感应出很多电荷，在尖端附近电场最强，它就不断放电和雷云里的电荷中和，减弱了带电雷云和设备之间的电场。在发生雷击时，避雷针把雷

电引入大地,使电气设备或建筑物免受雷击。又如,一般高压设备的表面都要求做得平滑些,其目的是使电场分布均匀,防止表面高低不平或有尖角部分而发生尖端放电现象。

第三节 电 流

前两节,我们讨论了静止电荷,从本节开始主要讨论运动电荷,也就是电流问题。

一、电流的含义

1. 电流表示一种物理现象。导体内部有自由电子存在,当它们受到电场力的作用时,就要发生运动。电荷这种有规则的运动就形成电流。电流的方向习惯上规定为正电荷运动的方向。在金属导体中的运动电荷是电子,所以金属导体中电流的方向和电子运动的方向相反。在气体或溶液中导电的电荷是正负离子,电流是由正、负离子在电场力的作用下,沿着相反的方向运动而形成的。

2. 电流强度简称为电流。电流的大小是用电流强度来表示的。在单位时间内通过导体的任一横截面的电量称为电流强度。假如在时间 t 内流过导体横截面的电量为 q , 则电流强度为:

$$I = \frac{q}{t}$$

如果电流的大小和方向不随时间变化,则称为恒定电流,简称为直流。若电流的大小和方向随时间变化,则称为交流

电。

在国际单位制(SI)中, 电流的单位为安培, 简称为“安”, 用字母A来表示。大小为1安的电流规定如下: 如果在1秒钟内通过导体横截面的电量为1库[仑], 这时电流强度为1安(1库仑/秒)。在生产实际中, 根据不同的电路情况, 电流的大小差别很大。冶炼电炉的电流达到几百安、几千安, 而电子电路中的电流通常是百分之几安、甚至千分之几安。对于较小的电流可用毫安(mA)或者微安(μ A)表示, 其关系为:

$$1\text{A} = 1000\text{mA}$$

$$1\text{mA} = 1000\mu\text{A}$$

二、电流的参考方向

电流的方向, 习惯上规定正电荷运动的方向或电子运动的相反方向为电流的方向。但有时正电荷运动的方向是难以

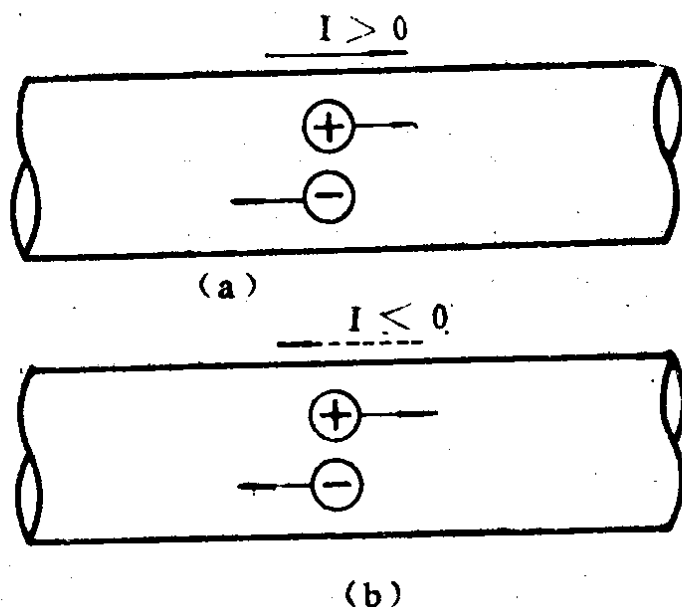


图1-3 电流参考方向与它的实际方向间的关系

确定的,为了分析问题和计算问题方便,我们常常任意假定某一方向作为电流的实际方向,通常称为正方向或参考方向。电流的参考方向与其实方向不一定一致。当参考方向与实际方向一致时,电流为正值,见图1-3(a);当参考方向与实际方向相反时,电流为负值,见图1-3(b)。这样结合电流的参考方向和其正负值,就完全可以确定电流的实际方向。

本书出现的电路图中所标的电流方向都是参考方向。电流的参考方向除了用箭头表示外,还可用双下标表示。如 I_{ab} 表明参考方向是从 a 指向 b 。 I_{ab} 与 I_{ba} 正好相差一负号,即:

$$I_{ab} = -I_{ba}$$

三、电流的三种效应

电流通过电路时,在导体的外表一般是看不出来的,只能从电流通过导体时产生的效应来检查它。电流的效应有三种:

1.化学效应:当电流通过电解液时,要引起化学变化,称为电流的化学效应。电解、电镀就是利用电流的化学效应来完成的。

2.热效应:电流流过导体时,会使导体发热,电能会变成热能,称为电流的热效应。利用这一性质,人们制成了加.热电炉和电灯等。

3.磁效应:电流通过导体时,导体附近就会有磁性存在,这一现象称为电流的磁效应。电动机、电磁铁以及各种电磁仪器都是利用这一性质制成的。