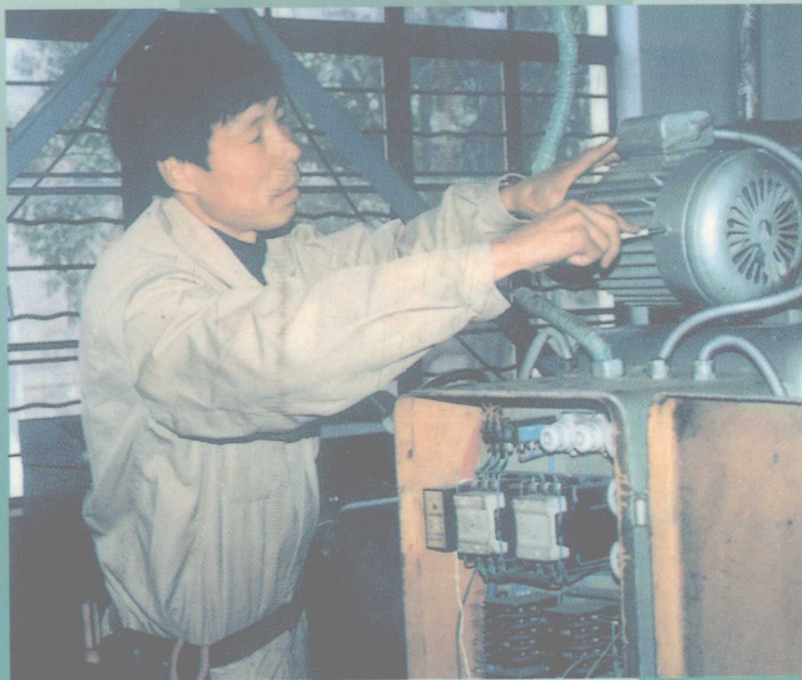


DIANGONG RUMEN

电工入门

(修订版)

沈悦阳 陈祥生 编写
洪思明 陈佩军



浙江科学技术出版社

TW1
251

电工入门

(修订版)

沈悦阳 陈祥生 编写
洪思明 陈佩军

浙江科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电工入门/沈悦阳等编著. —2 版 (修订版). —杭州: 浙江科学技术出版社, 2000.5

ISBN 7-5341-0755-5

I. 电... II. 沈... III. 电工技术-基本知识
IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第54581 号

责任编辑:吕粹芳

封面设计:潘孝忠

电工入门

(修订版)

沈悦阳 陈祥生 编写
洪思明 陈佩军

*

浙江科学技术出版社出版

浙江上虞印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本:787×1092 1/32 印张:7 字数:155 000

1995年12月第 1 版

2000年5月第 2 版

2001年6月第7次印刷

ISBN 7-5341-0755-5/TM·3

定 价:9.50 元

目 录

第一章 电工基本知识	1
第一节 物质结构、电子、自由电子	1
第二节 电流、电压和电阻	2
第三节 导体和绝缘体	6
第四节 电路	7
第五节 直流电、单相交流电和三相交流电	14
第二章 常用电工图形符号	21
第三章 常用电工材料及器材	30
第一节 导线	30
第二节 绝缘材料	35
第三节 常用低压电器设备	38
第四节 照明及附属装置	42
第四章 常用电工工器具	49
第一节 基本工具	49
第二节 辅助工具	51
第三节 常用电工测试仪表	52

第五章 屋内配线和电气安装	57
第一节 布线工艺	57
第二节 布线基本操作	65
第三节 布线方法	73
第四节 照明电器的安装	108
第五节 配电箱的安装	124
第六节 电度表的安装	139
第七节 漏电保护器的安装、使用	144
第八节 吊扇的安装	146
第六章 照明线路和设备的故障检修	151
第一节 照明线路的故障检修	151
第二节 白炽灯的故障检修	154
第三节 荧光灯的故障检修	155
第七章 安全操作和安全用电	160
第八章 电工简易计算	182
第一节 欧姆定律	182
第二节 单相交流电路中有功功率和电流、电压的关系	183
第三节 三相交流电路中有功功率和电流、电压、功率因数的关系	185
第四节 三相交流电路中 kW 和 kVA 、功率因数的关系	187
第五节 电路中电压、功率和电阻的关系	188

第六节	串联电路中电压、电流、电阻的计算·····	189
第七节	并联电路中电压、电流、电阻的计算·····	191
第八节	电度(能)的计算·····	193
第九章	阅图知识·····	194
第一节	平面布置图·····	194
第二节	一次接线图和二次接线图·····	198
第三节	原理图和展开图·····	200
第四节	安装图和端子排图·····	203
第十章	电工仪表·····	206
第一节	电流表·····	208
第二节	电压表·····	209
第三节	功率表·····	209
第四节	电能表·····	211
第五节	功率因数表·····	211

第一章 电工基本知识

人们在日常生活和生产中,到处要用到电,可以说,我们的世界,几乎是一个电的世界。那么电的本质是什么呢?为了回答这个问题,让我们先从物质的结构谈起。

第一节 物质结构、电子、自由电子

自然界的一切物质都是由分子组成,分子又由原子组成。原子又由原子核和核外电子组成,原子核在原子中心作自转,核外电子沿着各自轨道围绕原子核运转,并且受到原子核的束缚。原子核带正电荷,电子带负电荷,在正常情况下,正负电荷数量相等,电性相反,则原子呈中性状态。不同的物质,其原子核所带的正电荷不同,因而具有的核外电子的数目也不一样。例如铜原子核带有 29 个正电荷,其核外电子数也为 29;铝原子核带有 13 个正电荷,核外电子数为 13;氢原子最简单,原子核只有一个正电荷,所以核外电子也只有一个。

在正常情况下,由于原子核对其所属核外电子的束缚,物质不显示带电现象。如果某种外力使某物质的原子核所属的核外电子,摆脱了原子核的束缚,跑了出去,则使物体带正电,而获得电子的物体则带负电,这些跑出去的电子即称为自由电子。大家都知道摩擦生电,摩擦生电就是通过两种物质的相互摩擦使一种物质的原子核失去核外电子,而另一种物质的原子核获得这些自由电子,从而使物质不显中性而呈带电现象。

第二节 电流、电压和电阻

一、电流

电流就是电子的流动。要产生电流,必须具备两条:一是要有电位差;二是电路一定要闭合。电流的流动很像水在水泵的作用下,在水管里流动一样,水在管道中流过,流量有多有少,电在导体中流动,也有多和少的区别,在这里引入了一个电流强度的概念。

电流强度是衡量电流大小的物理量。一个截面上电流强度的大小等于单位时间内通过这个截面的总电量。电流强度用字母“ I ”来表示,其单位是安培,用符号“A”来表示。

电流强度的大小和方向都不随时间变化的电流叫做恒定电流,也叫做直流电流,简称直流。电流强度的大小和方向随时间变化的电流叫做交变电流,也叫做交流电流,简称交流。

电流强度简称电流。对于直流电流,如果以 I 表示电流,在时间 t 内通过截面的总电量为 Q ,则

$$I(\text{安培}) = \frac{Q(\text{库仑})}{t(\text{秒})}$$

在有些电路中,流过的电流很小,常用毫安(mA)或微安(μA)计量:

$$1 \text{ 安培(A)} = 1\,000 \text{ 毫安(mA)}$$

$$1 \text{ 毫安(mA)} = 1\,000 \text{ 微安}(\mu\text{A})$$

二、电压

物体带电后具有一定的电位。一般而论,物体所带正电荷

越多电位越高;带负电荷越多电位就越低。如果把两个电位不同的带电体用导线连结起来,电位高的带电体中的正电荷便向电位低的那个带电体流去。于是导体中便产生了电流。就好比水,如果两点之间有高低之分,那么这两点之间如果有管道相通,则较高处的水就会向较低处流去。在电路中,任意两点之间的电位差,称为该两点间的电压。

由此可见,说到电压,一定要计及两点之间,或者认定以一点作为参考点。所谓某点的电压,就是指该点与参考点之间的电位差。一般来讲,在电力工程中,规定以大地作为参考点,认为大地的电位等于零。如果没有特别说明的话,所谓某点的电压,就是指该点与大地之间的电压。

电压用字母“ U ”来表示,其单位是伏特,用符号“ V ”来表示,大单位可用千伏“ kV ”表示,小单位可用毫伏“ mV ”表示:

$$1 \text{ 千伏}(kV) = 1\,000 \text{ 伏}(V)$$

$$1 \text{ 伏}(V) = 1\,000 \text{ 毫伏}(mV)$$

我国规定标准电压有许多级,经常接触的有:安全电压 36 伏;民用单相电压为 220 伏;低压三相电压为 380 伏;城乡高压配电电压为 10 千伏和 35 千伏;输电电压为 110 千伏和 220 千伏;还有长距离超高压输电电压 330 千伏和 500 千伏。

三、电阻

自由电子在导体中移动时,对导体中的其他电子与原子核会发生碰撞,使移动受到一定阻碍。就好像人在路上走,车辆在路上行驶,难免会互相碰到一样。有的导体对电流阻力小,我们就说这种导体导电能力强。有的导体对电流阻力大,我们就称它导电能力差,这种对于导电所表现的能力叫做导体电阻,简称电阻。电阻是电路的一个参数。电阻常用符号“ R ”表示,单位

是欧姆,简称欧,用符号“ Ω ”来表示。计算大电阻值可用千欧(k Ω)或兆欧(M Ω):

$$1 \text{ 千欧(k}\Omega\text{)} = 1\,000 \text{ 欧}(\Omega)$$

$$1 \text{ 兆欧(M}\Omega\text{)} = 1\,000\,000 \text{ 欧}(\Omega)$$

导体电阻的大小和哪些因素有关?经科学实验证明:任何导体都有电阻,就像自来水管对水流总有阻力一样,水管的粗细、长短以及水管内壁粗糙程度都会影响水管对水流的阻力。因此导体的电阻大小也与导体截面大小、导体的长短和导体的材料有关。导体的截面积越大,电子在移动时的“道路”就越宽阔,与其他电子和原子核碰撞机会就少,电阻就小;反之则大。导体的长度越长,电子与其他电子和原子核碰撞的机会就会增多,电阻就大。还有导体的材料,如果导体材料的分子排列得越有规律,电子在移动时,碰撞的机会就越少、电阻就小。比如:纯金属的导体中的分子排列得很整齐,所以电阻很小。因此,可以得出结论:在一定的温度下,导体的电阻与导体的长度成正比,即导体越长,电阻越大。而与导体的截面积成反比,即截面积越大,也就是导体越粗,电阻就越小。同时还与导体的材料有关,可以用公式表示为:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

式中 L ——导体的长度,米;

S ——导体的截面积,毫米²;

ρ ——电阻系数,决定于材料性质,欧·毫米²/米。

导体的电阻还和温度有关。金属的电阻都是随温度的升高而增大的,因为温度升高时,金属中的原子和分子的热运动加剧,增加了自由电子运动过程中与原子和分子碰撞的机会。一般地讲,温度在 0 ~ 100℃时,金属的电阻改变的数值大体和温

度改变的数值成正比。温度每增高 1°C 时导体电阻的增加值与原来电阻值的比值,叫做电阻温度系数。

各种不同金属材料的温度系数是各不相同的。例如金属中锰铜和康铜的电阻温度系数很小,用它们制成的电阻差不多不随温度变化,所以我们常常用来制作标准电阻及变阻用电气元件。铂的电阻系数及温度系数都较大,所以人们常常把它用来制造电阻温度计。

在温度接近绝对零度时,金属导体的电阻变得很小。有些金属和合金,在温度低于某一数值时,其电阻会突然低到无法测量的数值,这种现象叫做超导电性。由于超导电性的实用价值很大,现在正致力于扩大它的应用范围。

四、阻抗

电流在电路中流动,受到一定的阻碍,这种阻碍在直流电路中就是电阻。在交流电路中,电流的流动不但有电阻,同时由于电流流动的大小和方向是随时间而不断变化的,这种变化就会在导线或线圈里产生一种“自感电动势”,当交流电随时间不断变大变小时,自感电动势却总要阻止它的变化,于是就产生一种阻力,这个阻力就是感抗,用符号“ X_L ”表示。电阻和感抗综合起来就叫做阻抗,常用符号“ Z ”来表示。换句话说,在交流电路中,电流的流动不仅要克服电阻,还要克服由自感电动势造成的感抗,也就是阻抗造成的障碍。

第三节 导体和绝缘体

一、导体

能良好地传导电流的物体叫做导体,用导体制成的电气材料叫做导电材料,金属是常用的导电材料。金属之所以能够良好地传导电流,是由金属的原子结构决定的。金属原子的最外层的电子与原子核结合得比较松散,因此这部分电子很容易脱离自己的原子核,跳跃到别处和新的原子核去结合;失去电子的原子又有新的电子来结合,这样一连串的过程就是导电的过程。除了金属以外,其他如大地、人体、天然水和酸、碱、盐类以及它们的溶液,都是导体。电阻系数是衡量导体导电性能的依据,物体的电阻系数 ρ 越小,表明该物体的导电性能越好;反之,电阻系数越大,则表明此物体导电性能越差。银的电阻系数最小,导电性能最好,但由于价格昂贵,除极少地方必须采用(如开关触头等处),在工程上极少采用。工程上用得最广泛的是铜和铝。

还有一些材料,虽然能导电,但电阻系数较一般为大,人们常常把它作为电阻材料或电热材料应用于某些电器中。比如用于电炉或电烤箱中的电热丝等。

二、绝缘体

不能传导电流的物体,或者传导电流的能力极差,电流几乎不能通过的物体叫做绝缘体。这种材料的原子结构与导体不同,它的电子和原子核结合得很紧密,而且极难分离,只含有极少量的自由电子。将此类物质接上电源时,流过的电流极小(几

乎接近零),所以我们认为此类物质为绝缘体,是不导电的。它的作用在于把电位不同的带电部分隔离开来。

一般来讲,对绝缘体材料的要求是:具有极高的绝缘电阻和耐电强度;具有较好的耐热和防潮性能;同时应有较高的机械强度,工艺加工方便等。

空气是我们大家十分熟悉的,它作为一种自然界的天然绝缘材料而被人们广泛地加以利用,纸、矿物油、橡胶和陶瓷都是应用非常广泛的绝缘材料。近年来,由于有机合成工业的兴起,各种各样的绝缘材料不断问世,为新型电气设备的制造,提供了良好的条件。

绝缘材料在电和热的长期作用下,特别是在有化学腐蚀的情况下,会逐步老化,降低它原有的电气和机械性能,有时甚至可能完全丧失绝缘性。所以经常检查绝缘性能是电气设备维修中的主要工作之一。绝缘电阻是绝缘材料的主要技术指标。常常用兆欧表来测量设备的绝缘电阻,一般低压电器设备的绝缘电阻应大于 0.5 兆欧,对于移动电器和在潮湿地方使用的电器,其绝缘电阻还应再大一点。

第四节 电 路

一、电路图

电路就是电流所经过的路径,任何电路至少应包括电源、负载、连接导线和开关等基本部分。用来说明电气设备间联接方式的图称电路图。

电路中的电源起维持电流的作用,它是把其他形式的能量转变为电能的设备。例如发电机把机械能转变为电能,电池把

化学能转变成电能。而电路中的负载就是各种用电设备,它接受电源供应的电能,并把电能转变为其他形式的能量。例如电灯把电转换成光和热能,电动机将电能转变为机械能来带动其他机器。连接导线是连接电源和负载以构成电流通路的导体。开关是起通断电路的作用,好像水管上的水龙头。工程上用的电路图可以分为原理接线图和装配图两种,见图 1-1 至图 1-5。原理图仅仅表示电气设备和元件的联接方式;装配图除了表示电路的实际接法外,还要画出有关部分的形状和尺寸。两种图纸各有各的作用。对于初学电工的读者来讲,应先从简单的电路着手学习,逐渐学习、看懂复杂的电路图。

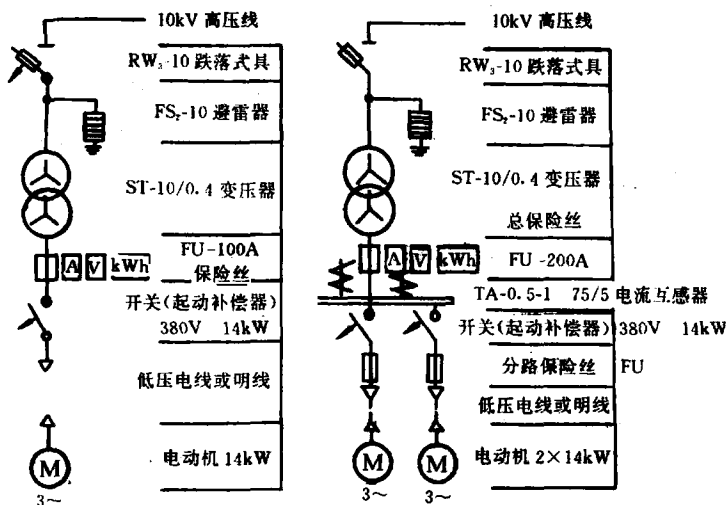


图 1-1 机埠电气主接线

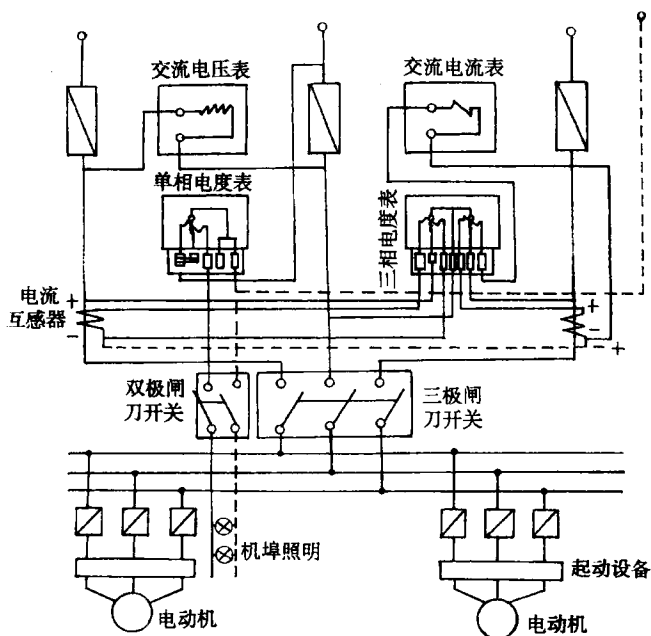


图 1-2 机埠配电盘的电气接线

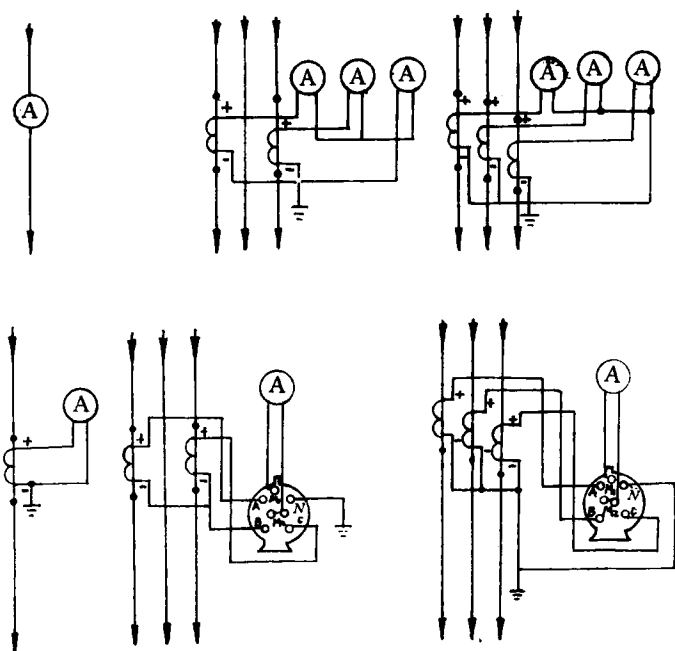


图 1-3 电流表各种接线