

特种作业人员安全技术培训系列丛书



电工安全技术

盖永革 编著



NLIC 2970718651

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

要 點 容 內

特种作业人员安全技术培训系列丛书

电工安全技术

盖永革 编著



NLIC 2970718651

中国石化出版社

内 容 提 要

本书以国家有关国家电工安全作业的规程规范为基础,以保证电工作业时人身和设备安全为主线,讲述电工基础知识、电气安全技术知识、电气设备保护接地与保护接零、电气线路安全、电气安全装置、电气测试安全技术、静电及其安全防护、电气防火与防爆、雷电及防雷保护、电气安全措施等内容。本书可作为电工的安全技术培训考核教材,还可供电气管理人员和电气安全监察人员使用。

本书全安工出

图书在版编目(CIP)数据

电工安全技术 / 盖永革编著. —北京: 中国石化出版社, 2010. 5
(特种作业人员安全技术培训系列丛书)
ISBN 978-7-5114-0400-8

I. ①电… II. ①盖… III. ①电工 - 安全技术 - 技术培训 - 教材
IV. ①TM08

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 080440 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。



中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84271850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com.cn

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 16 印张 395 千字

2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷

定价: 32.00 元

前 言

电力是国家建设和人民生活的重要物质基础，而电的使用是一把双刃剑，它在造福人类，给人们带来现代文明的同时，对人及物也构成很大的潜在危险，稍有不慎，就会给人们带来危害，甚至是灾难。因此，电工的安全技术水平，对企业是至关重要的！电工作业属于特种作业，因此国家规定电工作业人员必须持证上岗，以便保证作业人员和周围设施的安全。

为了更好地贯彻“安全第一、预防为主”的安全生产方针，最大限度地杜绝安全生产事故的发生，同时不断提高广大基层电工的实际技能和安全意识水平，本书以国家有关电工安全作业的规程规范为基础，以保证电工作业时的人身和设备安全为主线，讲述电工作业过程中所必需的安全知识和安全操作规程，主要内容包括电工基础知识、电气安全技术知识、电气设备保护接地与保护接零、电气线路安全、电气安全装置、电气测试安全技术、静电及其安全防护、电气防火与防爆、雷电及防雷保护、电气安全措施等。

在本书的编写过程中，参考和引用了电气安全方面的相关书籍和资料，谨向相关书籍的作者和资料的提供者表示感谢！

由于编者水平所限，书中难免存在不妥甚至不当之处，恳请广大读者批评指正。

目 录

第一章 电工基础知识	(1)
第一节 电的由来及基本概念	(1)
第二节 电磁场基础知识	(6)
第三节 电力系统	(9)
第四节 电力线通信(PLC)简介	(18)
第二章 电气安全技术知识	(20)
第一节 电气事故	(20)
第二节 触电事故	(22)
第三节 电流对人体的作用	(25)
第四节 触电事故的原因及规律	(29)
第五节 防止触电的技术措施	(31)
第六节 安全色和安全标志	(38)
第七节 触电急救	(47)
第三章 电气设备保护接地与保护接零	(54)
第一节 保护接地	(54)
第二节 保护接零	(60)
第三节 接地和接零的应用范围	(66)
第四节 接地和接零的比较	(67)
第五节 接地装置和接零装置	(67)
第六节 接地装置运行检查	(70)
第四章 电气线路安全技术	(74)
第一节 线路安全技术基础	(74)
第二节 电气线路种类	(80)
第三节 电气线路常见故障及预防	(83)
第四节 线路保护	(96)
第五节 电气线路巡视检查	(100)
第五章 电气安全装置	(103)
第一节 漏电保护装置	(103)
第二节 电气安全联锁装置	(112)
第三节 信号和报警装置	(114)

第四节 电气安全工器具	(115)
第六章 电气测试安全技术	(126)
第一节 电气设备的绝缘试验	(126)
第二节 变压器油试验	(140)
第三节 变压器油的气相色谱分析	(151)
第四节 设备的预防性试验项目和绝缘定级	(152)
第五节 电气测试的一般安全要求	(161)
第七章 静电及其安全防护	(163)
第一节 静电现象及静电概念	(163)
第二节 静电产生的原因及其过程	(163)
第三节 静电的参数	(168)
第四节 静电的危害	(172)
第五节 静电危害的控制和预防	(173)
第八章 电气防火和防爆	(182)
第一节 燃烧和爆炸	(182)
第二节 电气火灾和爆炸的原因	(183)
第三节 电气防火防爆措施	(189)
第四节 作业现场防火	(196)
第五节 电气灭火常识	(202)
第九章 雷电与防雷保护	(205)
第一节 雷电的基本知识	(205)
第二节 防雷装置	(215)
第三节 防雷措施	(218)
第四节 其他防雷措施	(226)
第十章 电气安全措施	(230)
第一节 电气安全工作的基本要求	(230)
第二节 电气安全的组织机构和措施	(233)
第三节 电气安全的技术措施	(235)
第四节 施工现场用电安全规定	(241)
第五节 带电安全操作	(246)
参考文献	(250)

(E01)

(E01)

(E11)

(F11)

第一章 电工基础知识

第一节 电的由来及基本概念

“电”这个名称来源于古希腊语“琥珀”一词。公元前6世纪的古希腊艺匠们在使用琥珀琢磨各种装饰品时,发现琥珀制品具有能够吸引毛发、细屑等轻微物体的奇怪现象。限于当时的科学水平尚无法解释,便认为琥珀内存在一种魔力或神力。自然哲学家泰勒斯称这种力为“琥珀力”。

经过漫长岁月,直到公元1600年,英国皇家医科大学校长、女皇伊丽莎白一世的御医吉尔伯特在进行大量实验后发现,不单是琥珀,还有其他许多种物体在经过摩擦后都具有这种吸引力。为突出说明这一现象,他引用希腊语里“琥珀”的词根创造了一个新名词,读音与希腊语里“琥珀”的发音完全一样,并以此将这种吸引力命名为“ELECTRICAM”。1646年科学家布朗克在他的著作中,又按照英语词法将其改写为现在许多西方国家所用的“ELECTRICITY”。中国约在1851年将它译为“电”。

一、电荷和电场

电荷是带电的物质基本微粒。

为能从本质上进一步弄懂电是什么,必须先了解物质的结构。近代科学的大量实验证明,任何物质都是由分子组成的,分子又由保持原物质属性的原子组成。原子是由原子核和电子组成的,原子核内还包含有质子与中子。由于中子不带电,但质子带正电,故原子核带正电,而电子则带负电。正常情况下,原子核所带的正电与电子所带的负电数量相等,所以平常原子(乃至物质)便不显带电状态。电子围绕着原子核按一定轨道运转,如同宇宙天体中的太阳系里各行星与太阳间的关系那样,处在外层轨道上的电子与原子核之间的联系比较薄弱。当电子在外界因素(如光、热、外力等)的影响下获得了一定能量后,就可能会脱离原子核对它的吸引与束缚而跑出轨道成为自由电子,失去电子或得到电子的微粒称为正电荷或负电荷,而带有电荷的物体则称为带电体。

在电荷的周围客观存在着一个能显示出电性能(电作用)的空间范围,这个空间范围称为电场。电场中的电荷将受到电场力的作用。

二、电路的组成

简单地讲,电路就是电流流通的路径。例如手电筒电路、日常生活中的照明电路、电动机电路等,都是电路的具体例子。

任何一个电路，总是由以下四个基本部分组成。

1. 电源

将其他形式的能量转换为电能的装置。在电路中电源产生电能，并维持电路中的电流。干电池、蓄电池、发电机等是最常用的电源。

2. 负载

电路中消耗电能的设备。负载的功能将电能转换为其他形式的能量。照明器具、电热器具、家用电器、电动机等是常见的负载。

3. 连接导线

连接电源、负载和其他设备的导体，为电流提供通路并传输电能或传送电信号。

4. 控制器件

在电路中起接通、断开、保护、测量等作用。

构成电路的目的是产生、传输、分配和使用电能。为便于分析电路，通常用符号表示组成电路的实际元件、器件及连接导线，即画出电路图。

三、电的几个基本物理量

电路的作用是进行电能与其他形式的能量之间的相互转换。因此，用一些物理量来表示电路的状态及电路各部分之间能量转换的相互关系。

1. 电流

电流是指大量电荷在电场力作用下有规则的定向移动。电流强度是指单位时间内通过导体某一截面的电荷，简称电流，单位是 A(安)。

产生电流有两个条件：一是电路中必须存在不为零的电动势，即电路两端要存在一定的电压；二是电路必须形成闭合回路。

2. 电压与电位

电路中任意两点之间的电位差叫做电压。其方向是由高电位点到低电位点，也就是电位降低的方向，单位是 V(伏)。

我国执行的供电电压等级可分为以下几个：

0.22/0.4kV、3kV、6kV、10kV、20kV、35kV、66kV、110kV、220kV、330kV、500kV。

电位是从能量的角度来描述电场的另一个物理量，单位是 V(伏)。某一点的电位在数值上等于单位正电荷在该点具有的电位能。实际上所说某一点的电位，是指该点相对于电位参考零点而言的电位差。通常，大多选择大地作为零电位点。

3. 电动势

外力将单位电荷从电源负极经电源内电路定向移动到电源正极所做的功，称为电动势。或理解为使电荷在电路里作有规则移动的原动力。电动势和电压的单位一样，也是 V(伏)。

因为电动势的作用是使正电荷自低电位(负极)移到高电位(正极),使正电荷的电位能增加,所以规定电动势的真实方向是指向电位升高的方向,这一点,正好和电压的真实方向相反。

电动势与电压在本质上是两个不同的概念,但是,它们都可以用来表示电源正、负极之间的电位差。而且,从电源对外部电路所表现的客观效果来看,用电动势或电压表示都可以。其区别是,电动势和电压的正方向刚好相反。这是因为它们的物理意义是不相同的:电动势的正方向表示电位升,而电压的正方向表示电位降。正因为如此,在很多情况下,常常用一个与电源的电动势大小相等、方向相反的电压来等效表示电动势对外电路的作用效果。

四、电路的三个基本元件

电路中有各种各样的负载。按照加在负载上的电压与通过负载的电流的关系,可将负载分为电阻、电感、电容三种基本元件。实际负载可视为这三种元件的组合。

1. 电阻

电阻是电流流动过程中遇到的阻力。单位是欧姆(Ω),常用的还有千欧($k\Omega$)和兆欧($M\Omega$)。它们的关系为

$$1M\Omega = 1000k\Omega$$

$$1k\Omega = 1000\Omega$$

一只 15W 的白炽灯泡的灯丝电阻约为 3330Ω ;人体电阻约为 $1000 \sim 3000\Omega$;长 30m、截面积为 $1.5mm^2$ 铜线的电阻约为 0.344Ω 。一般情况下,线路导线的电阻比负载电阻小得多,在电路计算和分析时可以忽略不计;而当线路很长或负载电阻很小,特别是负载被短路时,则必须考虑线路导线的电阻。

2. 电感

当变化的电流通过线圈时,线圈中会产生感应电动势来阻止电流的变化,这种性质称为线圈的电感。电感的常用单位是 H(亨)、mH(毫亨)和 μH (微亨)。它们的关系为

$$1H = 1000mH$$

$$1mH = 1000\mu H$$

一般收音机用天线线圈的电感为数十至数百 μH ;长 1km、截面为 $16mm^2$ 的穿管铝线的电感约为 6.33mH。由于感应电动势阻止电流的变化,当交流电流流经线圈时还会遇到另一种阻力,这种阻力称为感抗。

3. 电容

被绝缘介质隔离的两个导体能容纳一定量的电荷,其在一定电压的作用下容纳电荷的能力被称为电容。电容的常用单位是 F(法)、 μF (微法)和 PF(皮法)。它们的关系为

1F = 10⁶μF

1μF = 10⁶pF

电网线路的对地电容一般小于 0.1μF；人体的对地电容一般为数十至数百 PF。于有电容的作用，当交流电流流经电容器时也会遇到另一种阻力，这种阻力称为容抗。

五、电功、电功率和功率因数

1. 电功

由电压的定义可知：若一段电路两端的电压为 U ，当电量为 Q 的正电荷经过这段电路时，电流对这段电路所作的功，可由 $U = W/Q$ 求得，即 $W = UQ$ 。而由 $I = Q/t$ 又得到 $Q = It$ 。因此，电流在这段电路所作的功为

$$W = UIt = I^2 Rt = U^2 t/R$$

式中 U ——一段电路的电压，V；

I ——一段电路的电流，A；

t ——通电时间，s；

W ——电流在一段电路所作的功，J。

$$1J = 1V \cdot A \cdot s$$

实际中，常采用 kW·h(千瓦小时，俗称度)来计量电流所作的功，也称电能或电量。电功率为 1kW，通电时间为 1h(小时)，电流所作的功就是 1kW·h。

2. 电功率

电功率是衡量电流做功快慢的物理量。单位时间内电流所作的功称为电功率，用 P 表示，即

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

式中 P ——电功率，W；

W ——电能，J；

t ——时间，s。

3. 功率因数

电力系统的功率因数是指整个电力系统的有功功率和总的视在功率之比值；负载的功率因数是指负荷的有功功率和视在功率之比值。

$$\cos\varphi = \frac{P}{S}$$

式中 $\cos\varphi$ ——功率因数；

P ——有功功率；

S ——视在功率。

电力系统的功率因数过低，将使发电、变电设备的容量得不到充分利用，在

线路上将引起较大的电压降和功率损失,从而造成电能的浪费。

六、正弦交流电路的基本概念

电压和电流的大小及方向不随时间变化的电路叫直流电路,如手电筒电路。规定用大写的字母 U 、 I 表示直流电路的电压和电流。

电压和电流的大小和方向随时间变化的电路叫交流电路,生产和生活中使用的交流电绝大部分都是正弦交流电。其特点是电压和电流的大小和方向随时间按正弦函数的规律变化。要完全掌握正弦交流电,必须掌握交流电三方面的要素,即数值、变化速度、相位关系。正弦交流电的三要素其主要内容是最大值(或有效值)、频率(或角频率)、相位(或初相角)。

1. 正弦交流电的数值

(1) 瞬时值

正弦交流电任一时刻的值,称为正弦交流电的瞬时值。图 1-1 为正弦交流电波形。瞬时值用小写符号表示, e 、 i 、 u 分别表示正弦交流电的电动势、电流、电压的瞬时值。

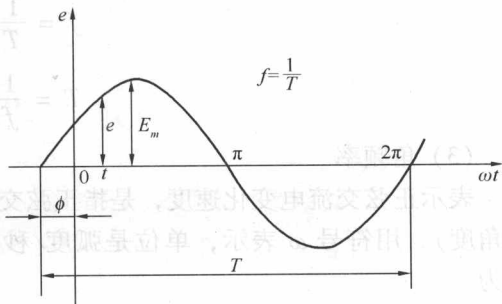


图 1-1 正弦交流电波形

(2) 最大值

正弦交流电的最大值又称极大值、振幅值,是指正弦交流电在一个周期内出现的最大瞬时值,用符号 E_m 、 I_m 、 U_m 表示。

(3) 有效值

正弦交流电的有效值是衡量它发热作功能力的一个基本量。就是说,一个交流电流和一个直流电流,分别通过同一电阻,如果经过相同时间产生同样热量,则这个交流电流的有效值等于这个直流电流的大小。因此,人们定义正弦交流电的有效值是指在发热作功方面与直流电等效的值称为交流电的有效值。从数学角度说,又可以称为均方根值。有效值用大写符号表示,如 E 、 I 、 U 。

正弦交流电的瞬时值,可以用数学解析式表达,即

$$e = E_m \sin(\omega t + \varphi)$$

实际上,在交流电路的分析与计算过程中,主要是用交流电的有效值。例如,电器铭牌上标定的电压、电流,仪表(交流电流、电压表)测量的指示值以及计算电路的电压、电流等都是有效值。

最大值与有效值的关系为:最大值 = $\sqrt{2}$ 有效值

在选择整流二极管的最大反向电压时,会用到最大值概念。

2. 频率和角频率

(1) 频率

指正弦交流电在单位时间(1s)内循环变化的周数,用符号 f 表示,单位为赫兹(Hz),一般50Hz、60Hz称为工频。

(2) 周期

指正弦交流电每循环一次所经历的时间。就是说正弦交流电从零值到极大值再到零值再变化到负的极大值然后回到零值的过程所经历的时间称为周期,用符号 T 表示,单位为秒(s)。

周期与频率的关系为

$$f = \frac{1}{T}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

(3) 角频率

表示正弦交流电变化速度,是指正弦交流电每秒循环变化的弧度数(这里指电角度),用符号 ω 表示,单位是弧度/秒(rad/s)。角频率与频率及周期的关系为

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

3. 正弦交流电的相位关系

正弦交流电中的电压、电动势、电流等电气量是以同一频率变化的,分析和计算交流电路时,是以相对关系进行的。因此常常是把这个变化量看成是以同一速度的旋转相量,这样就要有一个表示正弦交流量在变化过程中,变化进程的物理量,这个量就是相位。

正弦交流电的表达式中 $(\omega t + \varphi)$ 即正弦电动势 e 的相位。

初相角是指当时间 t 等于0时,正弦交流电的相位。由于是旋转量,所以用角度表示,即 φ 就是正弦交流电动势 e 的初相角。

第二节 电磁场基础知识

人类对电的认识起源于磁。实质上,电与磁是一个问题的两个方面,是能量的两种不同表现形式(电能与磁能),它们既具有同一性,又能在特定条件下互相转化。早在4000多年前(公元前21世纪),轩辕黄帝时代,我们的祖先就发现了一种能够吸铁的特殊“石头”(即天然磁石)。它是一种天然矿物,因为具有吸铁的性能,便形象地用“慈母恋子”的比喻将它取名为“慈石”(后演变为磁

石)。其后又利用它制成了举世闻名的“司南”(即指南针),成为我国古代四大发明之一。

磁场跟电场一样,是一种物质,因而也具有力和能的性质。磁场的表现之一是引进场域内的磁针发生偏转和取向;表现之二是引进场域内的电流受到力的作用。

一、电流的磁效应及磁场物理量

1. 电流的磁效应

磁场可由永久磁铁产生,可由电流产生,也可由变化的电场产生。在电气设备中,最常见到的是由电流产生的磁场。

电流所产生磁场的方向按右手螺旋定则确定:将右手握拳,伸开大拇指,对于流经长直导线的电流,大拇指表示电流的方向、卷曲的四指表示电流周围磁场的方向;对于流经线圈的电流,卷曲的四指表示电流的方向,大拇指表示线圈内磁场的方向。

2. 磁场物理量

(1) 磁感应强度

磁场的强弱是用引进场域内的电流(运动电荷)所受到作用力的大小来衡量的。这一物理量叫做磁感应强度,用 B 表示,单位是 T(特斯拉)或 Wb/m^2 (韦伯/平方米)。磁场是有方向的场,磁感应强度是具有方向的物理量。因为磁感应强度与磁场前进方向上某一面积的乘积叫做磁通。所以,磁感应强度也叫磁通密度。即

$$B = \frac{\Phi}{S}$$

式中 Φ ——磁通, Wb;

S ——面积, m^2 。

(2) 磁导率

磁场中各点磁感应强度的大小不仅与电流的大小和导体的形状有关,而且与磁场内媒介质的性质有关。这一点可通过下面的实验来验证。

当用一个插入铁棒的通电线圈去吸引铁钉,然后把通电线圈中的铁棒换成铜棒再去吸引铁钉,便会发现两种情况下吸力大小不同,前者比后者大得多。

这表明不同的媒介质对磁场的影响是不同的,影响的程度与媒介质的导磁性质有关。

磁导率 μ 就是一个用来表示媒介质导磁性能的物理量。不同的介质有不同的磁导率。它的单位为 H/m (亨/米)。

(3) 磁场强度

为了使磁场计算简单,常用磁场强度这个物理量来表示磁场的性质。在磁场

中,各点磁场强度的大小只与电流的大小和导体的形状有关,而与媒介质的性质无关。

磁场中某点的磁感应强度 B 与介质 μ 的比值,叫做该点的磁场强度,用 H 表示,单位为 A/m(安/米),即

$$H = \frac{B}{\mu}$$

或

$$B = \mu H$$

式中 μ ——材料磁导率, H/m;

H ——磁场强度, A/m。

二、电场对载流导体的作用

载流导体在磁场中将受到磁场力的作用,力的大小与磁感应强度、流经导体的电流、导体的长度成正比。即

$$F = BIl$$

式中 F ——导体受到的作用力, N;

B ——磁感应强度, T;

I ——流经导体的电流, A;

l ——导体长度, m。

电场对载流导体作用力的方向可由左手定则确定:平伸左手,拇指与并拢的其他四指成 90° ,磁场穿过手心。并拢的四指指向导体内电流的方向,则拇指表示导体受力的方向。截流导体所受作用力的方向总是从磁通密度大的一方指向磁通密度小的一方。例如,线圈流过电流时所受磁场力的方向总是由里向外的,平行截流导线之间,当电流方向相同时磁场力的方向是向里的,而当电流方向相反时磁场力的方向是向外的。

三、电磁感应定律

电磁感应现象就是电产生磁、磁产生电的现象。电磁感应技术在变压器、电动机、电度表、无线电设备等电气设备中得到了广泛的应用。

导体在磁场中做切割磁力线运动时,导线中将产生感应电动势,这种现象叫电磁感应。感应电动势的大小为

$$e = Blv$$

式中 e ——感应电动势, V;

B ——磁感应强度, T;

l ——导体有效长度, m;

v ——垂直磁场的切割速度, m/s。

电磁感应定律规定:闭合线圈中感应电动势的大小和线圈内磁通变化的速度(就是单位时间内磁通变化的数值,又叫磁通的变化率)成正比。线圈中的感应

电动势的大小为

$$e = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

式中 e ——感应电动势, V;

N ——线圈匝数;

$\Delta \Phi$ —— Δt 时间(s)内磁通的变化, Wb。

式中的负号表示感应电动势的方向, 由楞次定律确定。

如有闭合回路, 导线或线圈中的感应电动势将产生感应电流。感应电流所产生的磁场总是阻碍其周围磁场变化的, 这一规律叫做楞次定律。楞次定律可用于确定感应电动势的方向。导线中感应电动势的方向亦可由右手定则确定: 平伸右手, 拇指与并拢的其他四指成 90° , 磁场穿过手心, 拇指指向切割方向, 则并拢的四指表示感应电动势的方向。

电磁感应定律是用来计算线圈中感应电动势的数值, 而楞次定律是用来确定线圈所产生的感应电动势的方向的。

第三节 电力系统

电能比较容易地转换成其他形式的能量, 并且输送与分配比较经济、容易控制、使用便利。因此, 电能工农业生产、交通运输以及人们生活等许多方面起着重要的作用。电能的生产、输送、分配和使用的全过程, 是由发电厂、变电所、配电变压器和用户紧密联系起来的一个整体并在同一瞬间实现的。因此, 便构成了电力系统。

一、电力系统特点、组成及其基本要求

图 1-2 所示为电力系统和电力网的示意。电力系统是由各种类型发电厂中的发电机、各种电压等级的变压器及输配电线路、用户的各种类型用电设备组成的一个整体。而电力系统中的各种电压等级的变电所及输、配电线路组成的部分, 称为电力网。

电力系统中的用户是指使用电能的单位或个人。主要可分为工业用电户、农业用电户、公用事业用电户与广大群众生活用电户等。工业用电户较集中, 用电量大, 设备利用率高, 对供电安全可靠要求高; 农业用电户比较分散, 用电量大小与气候季节有关, 平时对供电可靠性要求相对地说比较低一些, 但遇灾害天气时, 如抗旱、排涝或农业生产需用电力时, 对供电可靠性要求也很高; 公用事业用电及人民生活用电面广, 形式多样, 而且随着生产的发展, 人民生活水平的提高, 用电量越来越大, 对供电的可靠性要求也越来越高。

电能是由发电厂生产的。但是发电厂与用电负荷集中地点往往相距几十、几

百、甚至上千公里远,需用高电压输电线路输送电能,然后通过变电所变成较低一级的电压,再经配电线路将电能送往各个用电户。

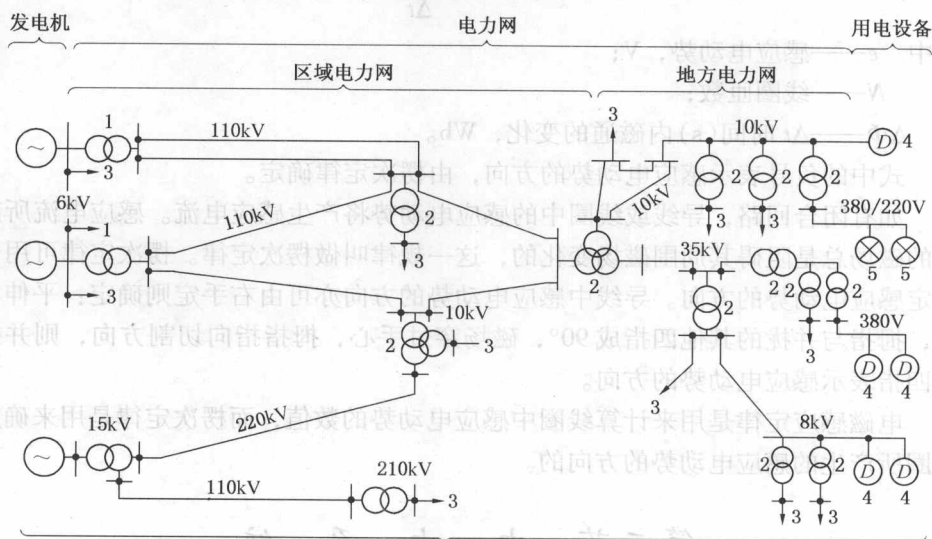


图 1-2 电力系统和电网示意

1—升压变压器; 2—降压变压器; 3—去负荷; 4—电动机; 5—电灯

实践证明,送电量越大,送电距离越远,应选用的电压越高,所取得的经济技术效益越好。用户的用电电压,除少数大功率电动机采用较高一级电压外,为了用电安全与经济,一般用电电压为 380/220V。

1. 电能生产、输送和使用特点

(1) 电能生产的连续性

目前,电能尚不能大量地、廉价地储存,电能生产不允许间断。电能生产、分配和使用必须同时完成,因此发电厂必须根据用电需要不间断地进行生产。

(2) 电能生产供应影响面广

电能供应不足或中断,将直接影响国民经济和人民的正常生活。工业用户电能供应不足或中断会发生产品报废、设备损坏以及危及人身安全的严重后果。

(3) 自动化程度要求高

电力系统由于运行情况的改变而引起的电磁、机电暂态过程是非常短暂的,无法用手动操作进行调整和切换,所以,电力系统运行必须采用自动化程度高、又能迅速而准确地动作的各种自动调节、控制装置和监测及保护设备。

2. 电力系统生产、输送和使用电能的基本要求

(1) 最大限度地满足用户用电的需要

(2) 保证供电的可靠性

对电力系统的设备,应定期进行监视、维护,进行预防性试验和检修,并定期对设备改进与更新,使设备经常处于完好的运行状态。电力系统某部分一旦发生故障,必须迅速、妥善排除,尽量限制影响范围,迅速恢复供电。提高运行人员的素质,严格执行规章制度,不断提高技术业务水平,实现安全、可靠地供电。

(3) 保证良好的电能质量

电能质量指标是指电力系统中交流电的波形、频率和电压,三者均应保持在一定的允许变动范围内。交流电的波形应为正弦波。波形畸变会影响电动机的力矩,使仪表测量产生误差等。波形畸变系数要求不得大于5%。我国规定的额定频率为50Hz。电网容量在 $3 \times 10^6 \text{ kW}$ 及以上者,允许偏差为 $\pm 0.2 \text{ Hz}$;电网容量在 $3 \times 10^6 \text{ kW}$ 以下者,偏差不得超过 $\pm 0.5 \text{ Hz}$ 。

(4) 我国《供用电规则》中对用户受电端的电压变动幅度要求如下:

① 35kVA 及以下高压供电和对电压质量有特殊要求的用户为额定电压的 $\pm 5\%$;

② 10kVA 及以下高压供电和低压电力用户为额定电压的 $\pm 7\%$ 。

低压照明用户为额定电压的 $-10\% \sim +5\%$ 。所谓额定电压,是指电气设备在运行时最为合适的电压,即技术性能和经济效果最好。额定电压是所有电气设备在设计制造时的主要参数之一,使电气设备的生产实现标准化、系列化。

二、电源中性点不接地的电力系统

图1-3是电源中性点不接地的电力系统在正常运行时的电路。

由于任意两个导体隔以绝缘介质时,就形成电容,因此三相交流电力系统中的相与相之间及相与地之间都存在着一定的电容。为了使问题简化,假设图1-3所示的三相系统的电源电压及线路参数都是对称的,而且把相与地之间的分布

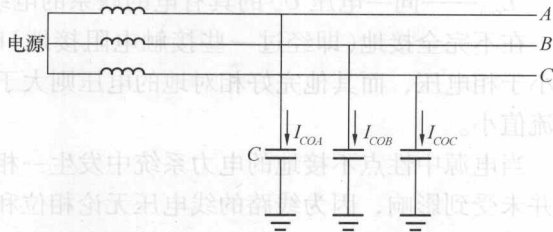


图1-3 正常运行时电源中性点不接地电力系统

电容都用集中电容 C 来表示。相间电容对所讨论的问题无影响而予以略去。

系统正常运行时,三个相的相电压 U_A 、 U_B 、 U_C 是对称的,三个相的对地电容电流 I_{CO} 也是平衡的。因此三个相的电容电流的相量和为零,没有电流在地中流动。每相对地的电压,就等于其相电压。

系统发生一相接地时,例如 C 相接地,如图1-4所示。这时 C 相对地电压为零, A 、 B 两相对地电压都由原来的相电压升高到线电压,即升高为原对地电压的 $\sqrt{3}$ 倍。