

安装工人应知丛书

电气安装工

(二级工)

5

中国建筑工业出版社

安装工人应知丛书

电气安装工

(二级工)

贡力编

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 4 字数: 89 千字

1980年11月第一版 1980年11月第一次印刷

印数: 1—76,620 册 定价: 0.31元

统一书号: 15040·3934

出 版 说 明

本丛书是根据国家建筑工程总局颁发的《安装工人技术等级标准》(试行), 针对各级安装工人规定的应知项目和具体要求编写的, 适合具有初中以上文化程度, 并具备该工种相应级别的基础知识和操作技能的安装工人阅读。

本丛书是按照《安装工人技术等级标准》所列的应知项目顺序作答, 解答内容尽量保持知识的系统性和完整性, 以帮助各工种的安装工人考工复习参考使用。

本丛书按不同工种和等级分册编写, 陆续出版。

中国建筑工业出版社

目 录

一、一般电气知识与晶体管的基本知识	1
(一) 一般电气知识	1
(二) 晶体二极管、三极管、可控硅元件的基本知识	13
二、识图基本知识	20
(一) 比例、线型、符号	20
(二) 看图步骤	33
(三) 简单的照明、动力电气设备的一、二次配线图 及大样图的识图示例	38
三、简单计算及度量衡换算	41
(一) 简单计算	41
(二) 度量衡换算	46
四、变压器、电动机的一般构造、类型、用途、启动 方法、接线方法,相、线间电流和电压的关系	50
(一) 变压器	50
1. 变压器的构造	50
2. 变压器的类型	51
3. 变压器的用途	52
4. 变压器的接线方法	52
5. 变压器相、线间电流和电压的关系	54
(二) 电动机	55
1. 电动机的构造	55
2. 电动机的类型	56
3. 电动机的选用	56
4. 电动机的启动方法	59
5. 电动机的接线方法	61
五、常用电工材料名称、规格、用途按负荷选择	

开关、熔断器、导线截面及钢管直径	64
(一) 常用电工材料	64
1. 导电材料	64
2. 绝缘材料	66
3. 电线管	68
4. 其它用料	69
(二) 按负荷选择开关、熔断器、导线截面及钢管直径	69
六、铜、铝线连接知识硬母线弯曲及搭接要求	72
(一) 铜、铝线连接	72
1. 剥切导线接头部位绝缘层的方法	73
2. 单股铜导线连接	73
3. 多股铜导线连接	75
4. 铝导线的连接	76
5. 多股铝导线装接端子	82
(二) 硬母线弯曲和搭接要求	82
七、10千伏以下电缆施工基本知识	88
(一) 电缆敷设	88
(二) 电缆接头制作	96
1. 中间接头制作	96
2. 终端头制作	98
(三) 电缆弯曲要求	111
(四) 电缆保护管煨弯计算	111
八、接地、接零装置的作用	114
1. 保护接地的作用	114
2. 保护接零的作用	115
3. 工作接地的作用	117
4. 重复接地的作用	118
5. 防雷和静电接地的作用	120
6. 静电屏蔽接地的作用	122

一、一般电气知识与晶体管的 基本知识

(一) 一般电气知识

(1) 电——自然界中的任何物质都是由分子组成的，而分子又是由更小的原子组成的。原子则是由带正电的原子核和围绕原子核按一定轨道运动着的带负电的电子所组成。原子核又是由带正电的质子和不带电的中子组成。一个质子所带的正电量与一个电子所带的负电量是相等的。由于在正常状态下，一个原子所含有的质子数和电子数是相等的，所以原子所带的正负电量相等，对外不呈现电性。如果由于某种原因（例如用玻璃棒与毛皮摩擦，金属导体在磁场内按一定的方向运动等），使物体中的原子失去或得到电子后，物体所带的正负电量就不再相等，而呈现电性。这时的物体就称为带电体。得到电子的物体带负电，失去电子的物体则带正电。各带电体之间会产生排斥力和吸引力。我们把带电体所具有的这种特殊现象（属性）叫做电。

(2) 电压（电位）——当一个物体带有正电荷时，我们就称该物体具有一定的正电位，物体所带的正电荷越多，它的电位就越高。反之，当物体带有负电荷时，我们就称该物体具有一定的负电位，它所带的负电荷越多，则它的电位就越低。通常，电位的高低（正或负）是以地球电位为零做标准的。

任何两个带电体之间（或电场的任意两点之间）所具有的电位的差值（电位差）就是该两带电体（或电场的任意两点间）之间的电压。

电压用符号“ U ”表示，所用的单位是伏特（简称“伏”）。

（3）电路与电流——电荷由高电位向低电位流动所经过的路径叫做电路。电路是由电源、负载、导线和开关等四个部分组成的，如图 1 所示。

电荷在电路中运动形成电流。

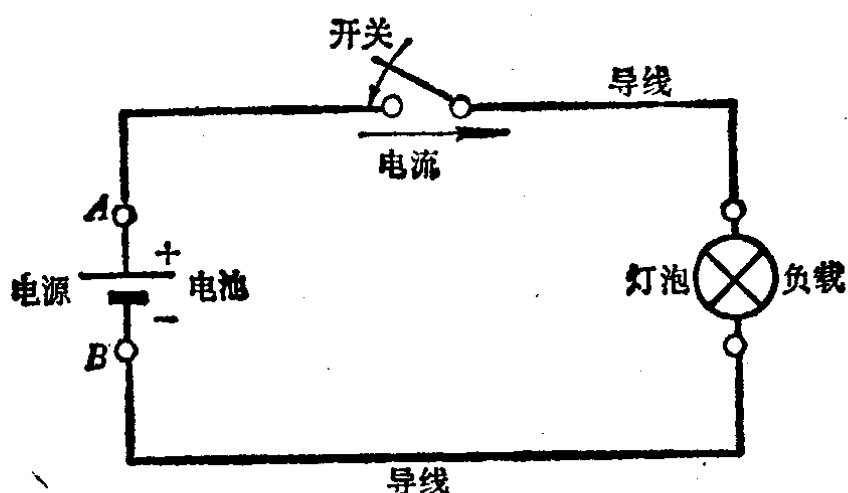


图 1 电路组成原理图

电流的大小是以每单位时间（秒）通过导体截面的电量（电荷的数量）来计算的。

电流的方向是从高电位流向低电位，也就是正电荷沿导体运动的方向。

电流的符号用“ I ”表示，所用的单位是安培（简称“安”）。

（4）电阻——导体中的自由电子或离子作定向运动时，必然会与原子或离子相碰撞，从而阻碍了自由电子或离子的运动，导体的这种性质叫做电阻。

电阻用符号“ R ”表示，所用的单位为“欧姆”（简称“欧”）。

（5）欧姆定律——在电阻 R 一定的电路中（图2），电流 I 与电压 U 之间存在着一定的关系，可用下列的规律来表示，

即
$$I = \frac{U}{R} \text{ 或 } U = I \cdot R$$

这个规律叫做欧姆定律。

（6）电动势——电源内部可以分离电荷以维持电位差的能力叫做电动势。

电动势的符号是“ E ”，使用的单位是“伏特”（简称“伏”）。

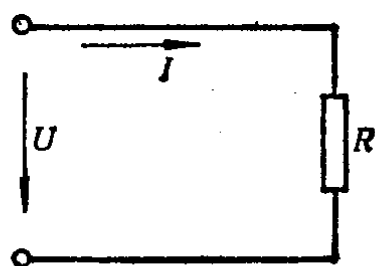


图2 欧姆定律

（7）电功率——一台用电设备在单位时间内（1秒）所耗用的电能叫做电功率。

电功率用符号“ P ”表示，使用的单位是“瓦特”（简称“瓦”）。

当用电设备接入的电源电压一定时，自电源输入的电流越大，则耗用的电功率也越大。

（8）电流的磁效应——当电流在导线中通过时，导线周围就有磁场产生。改变导线电流的大小，周围磁场的强弱也跟着改变；改变电流的方向，磁场的方向也改变。

单根导线中通过电流时，产生的磁场方向可以如下确定：用右手握住导线，使大拇指的方向顺着电流的方向，弯曲的四指的指向就是磁力线的方向（图3），这叫做单根导线的右手定则。

如果电流通入螺旋线圈，那么，用右手握螺旋线圈，如

以四指的指向表示电流的方向，则拇指即指向所产生的磁场方向(图 4)。

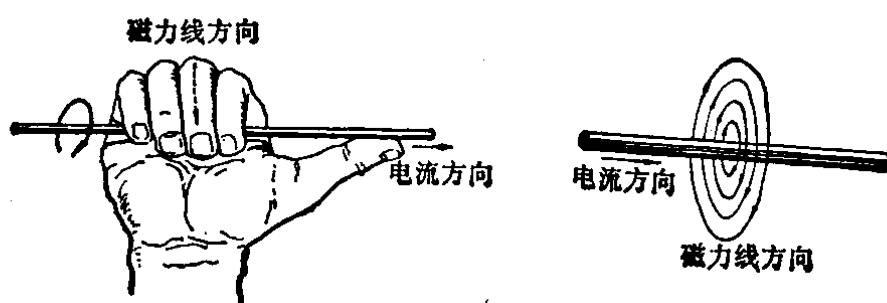


图 3 单根导线的右手定则

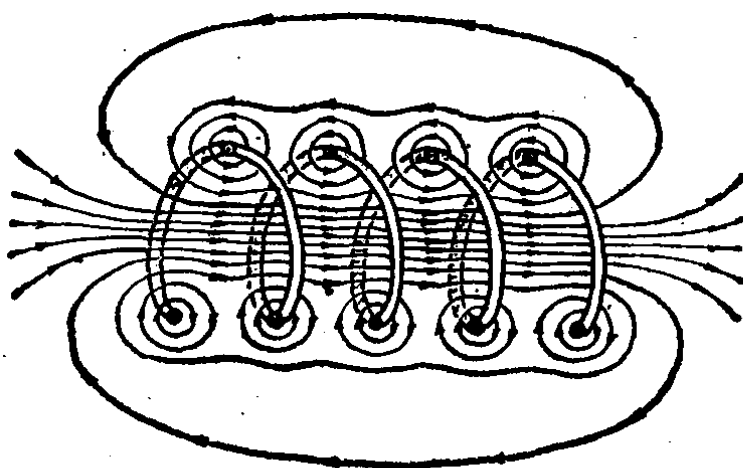
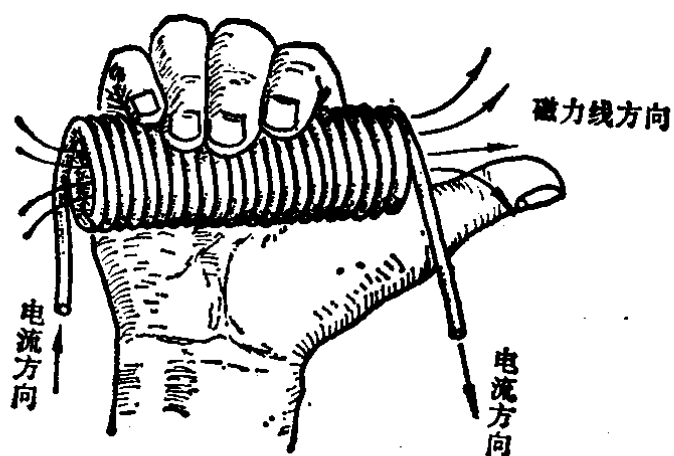


图 4 螺旋线圈的右手定则

(9) 感应电势——由于导体所在的磁场大小或方向发生变化或是磁场与导体之间作相对运动而产生的电动势叫做感应电势，这种现象叫做电磁感应。

(10) 电动机左手定则——把一根通有电流的导线放在磁场内，导线会受到力的作用。导线受力后运动的方向用电动机左手定则确定(图5)。平伸左手，使手掌向着磁力线，四指表示电流的方向，平伸的拇指则表示导线受力后的运动方向。

(11) 发电机右手定则——加外力给导线，使导线在磁场内运动，则导线中会感生电动势，如果导线是闭路的则导线内流有感应电流。感应电动势的方向如下确定：右手平伸，使大拇指与其余四指垂直，手心向着磁力线的方向，大拇指与导线的运动方向一致，则其余四指就是感应电动势的方向(图6)。

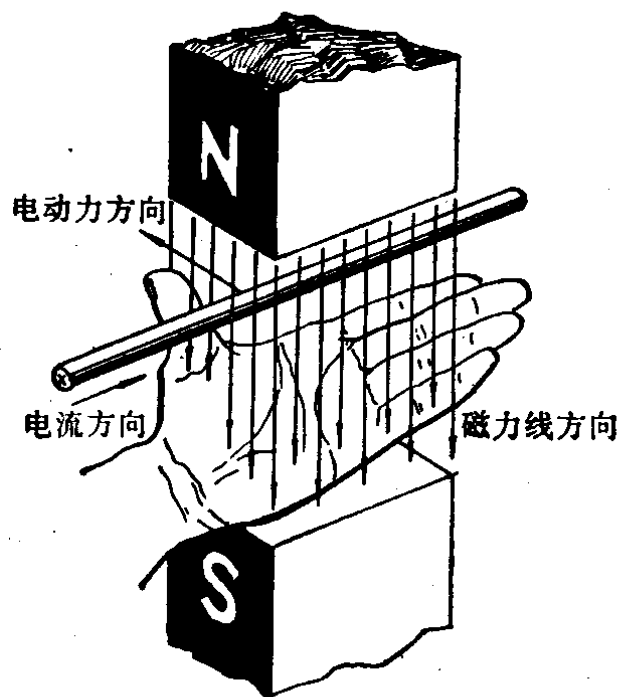


图5 电动机左手定则

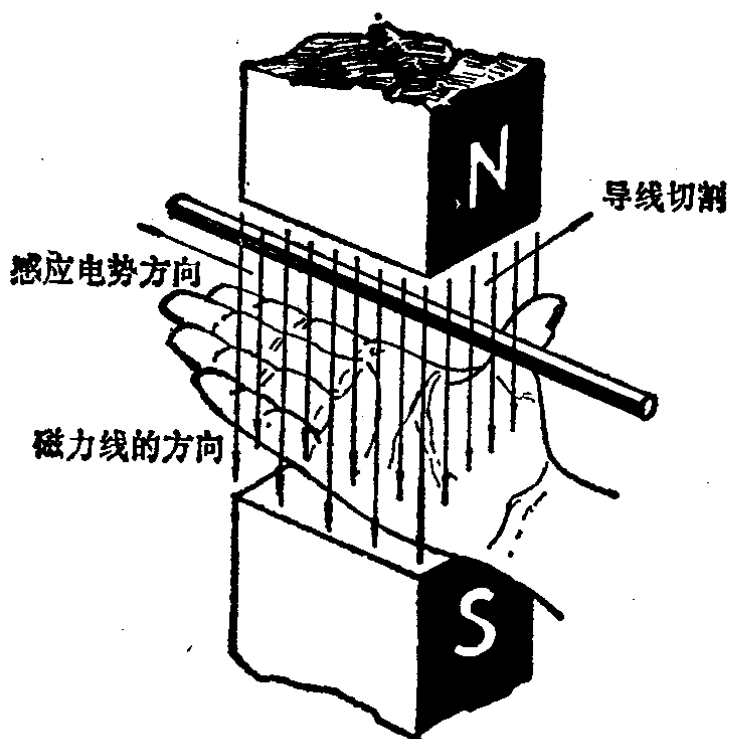


图 6 发电机右手定则

如果导线固定而磁场变动，仍可用发电机右手定则确定感应电动势的方向。

(12) 自感——当通过导线内的电流大小和方向都变动时，导线周围的磁场也跟着变动。而磁场的变动又使导线本身感生电动势，来阻止原来电流的变化，这种现象叫做自感；自感生成的电动势叫做自感电动势。例如，当接有线圈的电路被开关切断的瞬间，开关K处会产生火花（图7），这是由于刀口断开处的空气被线圈的自感电动势所击穿；又

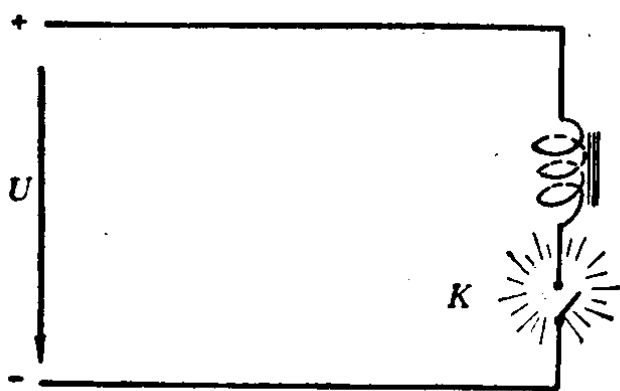


图 7 线圈电路断开时发生的自感现象

自感；自感生成的电动势叫做自感电动势。例如，当接有线圈的电路被开关切断的瞬间，开关K处会产生火花（图7），这是由于刀口断开处的空气被线圈的自感电动势所击穿；又

例如当白炽灯与匝数较多的铁心线圈串联并和电源电路接通时，电灯在开关闭合后经过一段时间才达到应有的亮度（图8），这是由于线圈中的自感电动势在阻止电流增强的缘故。

（13）互感——

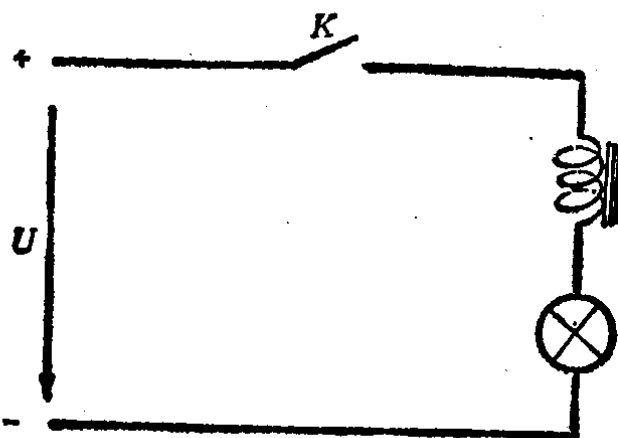


图8 白炽灯与铁心线圈串联电路的滞后现象

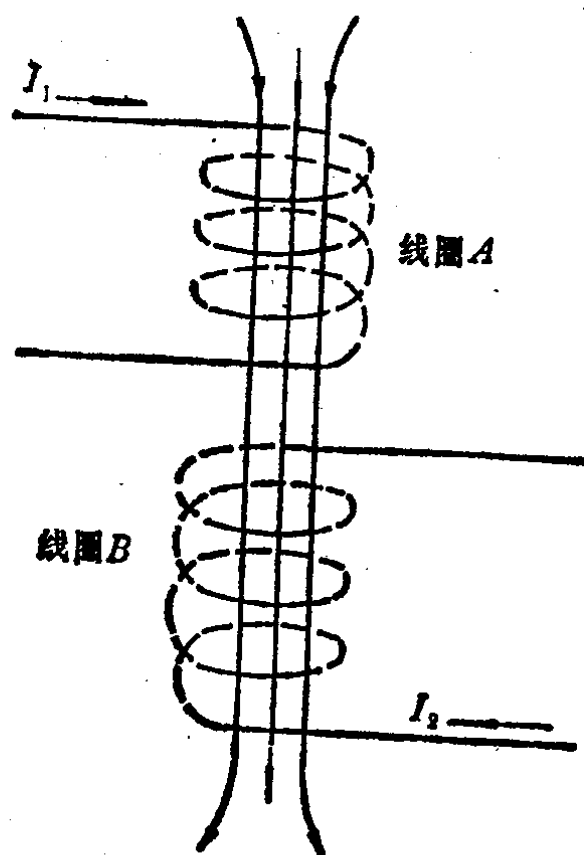


图9 互感现象示意图

一个线圈内的电流发生变化，不仅在该线圈本身回路中产生自感电动势，同时它所产生的变化磁通穿过别的回路时，也会在别的回路中产生感应电动势。如图9所示，当线圈A中的电流变化时，在线圈B中会产生感应电动势。反之，当线圈B中的电流变化时，同样在线圈A中也产生感应电动势。这种现象叫做互感。

（14）涡流——在交变磁场中的整块导体，或是整块导体在静止的磁场中做运动时，整块导体内会根据发电机右手定则而感生电流，这种电流叫做涡流（图10）。

涡流消耗的能量可以转变为热量，叫做涡流损失。但涡

流也能在磁场中产生涡流转矩，可以利用它做为动力。

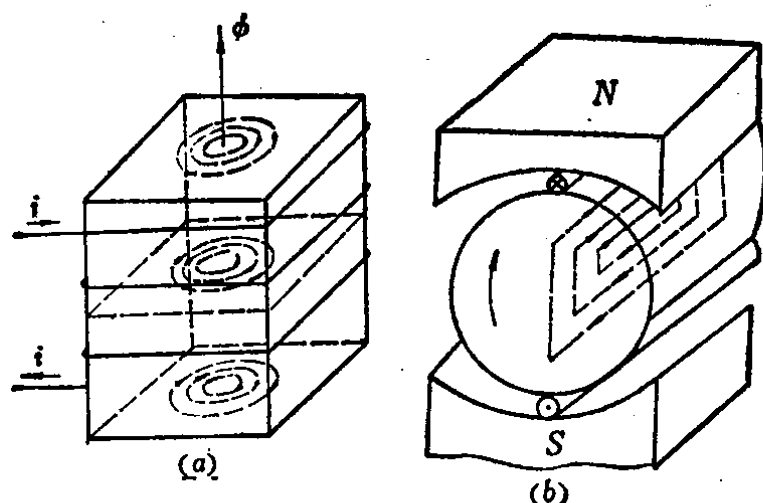


图 10 涡流的产生

(a) 在交变磁场中的整块导体；(b) 在静止磁场中的整块导体做运动

(15) 交流电——大小和方向随时间作周期性变化的电压和电流，分别叫做交流电压和交流电流，统称为交流电。

发电厂发出的电源以及生产与生活广泛使用的电源，都是按正弦规律变化的交流电（图11）。

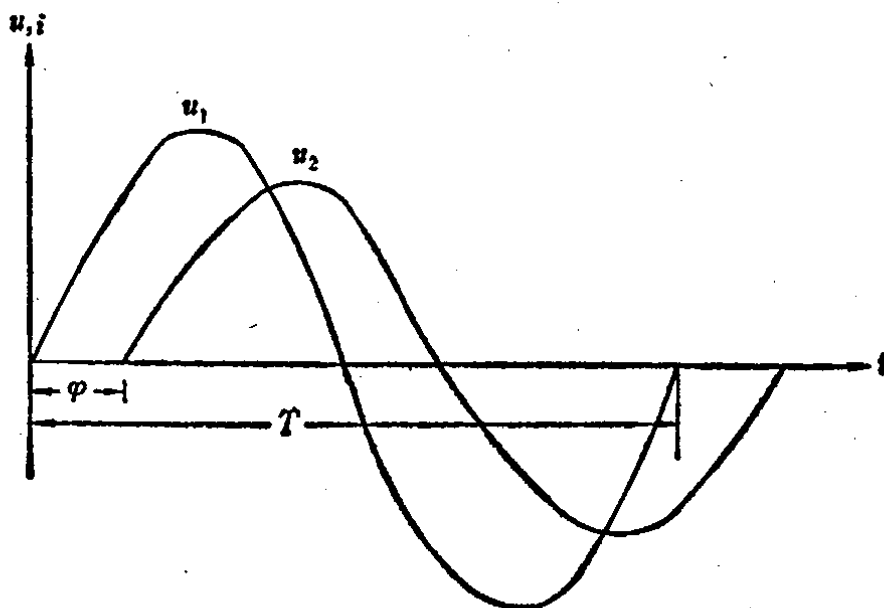


图 11 正弦交流电与变化周期

(16) 周期、频率——交流电变化一个循环(由零→正最大值→零→负最大值→零)所需用的时间称为周期(图11), 用符号“ T ”表示, 周期所用的单位是“秒”。

一秒钟内交流电变化的周(循环)数, 称为频率, 用“ f ”表示, 所用单位是赫兹(简称“赫”)。

频率和周期互为倒数, 即:

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

我国发电厂发出的工频交流电, 频率为50赫。

(17) 瞬时值、最大值、有效值

瞬时值——正弦交流电在某一瞬间的数值称为瞬时值。

最大值——正弦交流电在一个周期中所出现的最大瞬时值称为最大值。

有效值——交流电的有效值是指在热效应上同它相当的直流值。

正弦交流电的有效值等于其最大值的 $0.707(1/\sqrt{2})$ 倍。

(18) 相位 相位差

相位——用以描述正弦交流电在不同瞬间的变化状态的电角度, 叫做正弦交流电的相位。相位通常都以角度表示, 所以也叫相位角。

相位差——两个同频率正弦交流电的相位之差, 叫做相位差, 一般用 φ 表示(见图11)。

相位差是两个同频率正弦交流电进行比较时的一个重要参数。

(19) 功率因数 有功功率 无功功率 视在功率

在交流电路中, 如果接有电阻又有电感(如变压器的线圈)的负载时, 则电路中的电流总是落后于电压一个相位角

（这是由于线圈中的自感电动势不断反抗电流变化的结果，使流入线圈的电流落后于线圈两端外加电压）。在电压和电流不同相的电路里，一部分电能回来克制电感的阻抗，一部分电能用来克制电阻，克制电感的这部分电能仍回授到电源去，叫做无功功率，用符号 Q 表示；克制电阻的这部分电能，被电阻消耗掉变成热能，这部分电能是电路的实在电能，叫做有功功率，用符号 P 表示。而电路的总功率是由这两部分功率组成，称为电路的视在功率，用符号 S 表示。

交流电的电压与电流相位差的余弦（ $\cos \varphi$ ），表示有功功率与视在功率的比值，称为交流电路的功率因数。

即 $\cos \varphi = P/S$

如线路电压为 U ，电流为 I ，

则视在功率 $S = U \times I$

有功功率 $P = U \times I \times \cos \varphi$

无功功率 $Q = U \times I \times \sin \varphi$

几种不同性质负载的功率因数，列于表 1 中进行分析和比较说明。

不同性质负载的功率因数表 表 1

负 载 性 质	功率因数	原 因
纯电阻负载 R	$\cos \varphi = 1$	电流与电压同相，即 $\varphi = 0^\circ$
纯电感负载 L	$\cos \varphi = 0$	电流落后于电压 90° ，即 $\varphi = 90^\circ$
纯电容负载 C	$\cos \varphi = 0$	电流超前电压 90° ，即 $\varphi = 90^\circ$
具有电阻、电感的感性负载 RL ，或具有电阻、电容的容性负载 RC	$1 > \cos \varphi > 0$	电流落后或超前于电压 φ 角，即 $0^\circ < \varphi < 90^\circ$

(20) 额定电流 额定电压 额定功率

额定电流——是指用电设备在正常工作时所需要的电源电流，额定电流越大则耗用的电功率越多。

额定电压——是指用电设备在正常工作时所需要的电源电压。

额定功率——是指用电设备在额定电压工作下，从电源取用的电功率。我们一般可以用电动机的额定功率来表示它的拖动能力（转矩），用白炽灯的额定功率来表示它的发光能力（亮度）。

额定功率 = 额定电压 × 额定电流 × 功率因数

即
$$P = U \times I \times \cos \varphi$$

(21) 感抗 容抗 阻抗

感抗——一个线圈（电感 L ）在交流电路中所具有的抵抗电流流过的能力，称为感抗，用 X_L 表示。限流起动用的电抗器，日光灯上的镇流器都属感抗。

容抗——一个电容器（电容 C ）在交流电路中所具有的抵抗电流流过的能力，称为容抗，用 X_C 表示。日光灯上改善功率因数用的并联电容器就属容抗。

阻抗——一个感性负载（如感应电动机）或一个容性负载（如同步电容机），在交流电路中所具有的阻止和抵抗电流流过的能力，称为阻抗，用 Z 表示。

(22) 三相交流电源——频率相同，而相位不同的三个交流电源，同时作用在电路中，就叫做三相交流电源。

如果这三个交流电源的电动势（或电压）的有效值相等，频率相同，相位上互差 120° （电角度），则叫做三相对称电动势，简称三相电动势。

(23) 直流电——大小和方向不随时间变化的电压和电

流分别叫做直流电压和直流电流，统称为直流电。

直流发电机、蓄电池等都是直流电源，直流电源能在电路中产生直流电流。

(24) 高电压与低电压——我国电力工业部门一般按电压等级划分高电压与低电压。1 千伏及 1 千伏以上的电压属高压级，500 伏及以下为低压级。

(25) 安全电压——是指当人体不戴任何防护设备时，接触带电体而不会发生危险，这个带电体的电压就是安全电压。我国规定 12 伏为安全电压。如果空气干燥、条件较好时可以用 24 伏或 36 伏电压。12 伏、24 伏、36 伏是安全电压的三个级别。

(26) 导体 半导体 绝缘体

导体——导电能力强的材料称为导体。按照它们导电的物理过程，又可分为金属导体（如铜、铝、铁等）和电解液（如酸、碱、盐的溶液）。

此外，少数气体电离后，也具有导电性能。

绝缘体——又叫电介质，它的导电性能很差（不是绝对不导电），因为它的原子核对其周围的电子“束缚”得很紧，自由电子很少，因此，这类材料称为“绝缘体”。常用的绝缘材料有橡胶、塑料、树脂、玻璃、云母、绝缘漆、变压器油等。

在通常情况下，空气中的自由电子和离子都很少，所以也是绝缘的。

半导体——这类材料的导电能力介于导体和绝缘体之间。常见的半导体材料有硅、锗、硒等。