

第五章

单相交流电路

§ 5-1 交流电的基本概念



学习目标

1. 了解正弦交流电的产生和特点。
2. 理解正弦交流电的有效值、频率、初相位及相位差的概念。
3. 掌握正弦交流电的三种表示方法。

大多数家用电器，如电风扇、洗衣机、空调器等，都是使用 220 V/50 Hz 交流电源的；还有一些设备，如手机、电动车，虽然要由直流电源供电，但它们的充电器也都是将 220 V 交流电转变为所需的直流电；而电视机、计算机、音响设备等则是将直流电源作为整机电路的一部分，接通 220 V 交流电后，便可自行将 220 V 交流电转变为所需要的直流电（图 5-1）。

一、交流电的概念

交流电与直流电的根本区别是：直流电的方向不随时间的变化而变化，交流电的方向则随时间的变化而变化。电源只有一个交变电动势的交流电称为单相交流电。

下面以示波器显示的不同波形为例做一比较。

图 5-2a 所示为某直流电源的电压波形，其大小和方向都不随时间变化，是稳恒直流电。

图 5-2b 所示为某信号发生器输出的信号电压，其大小和方向都按正弦规律变化，所以称为正弦交流电。

实际应用的交流电并不仅限于正弦交流电，如图 5-2c 所示锯齿波电流、图 5-2d 所示方波信号等，它们都是非正弦交流电。非正弦交流电可以认为是一系列正弦交流电叠加合成的结果，所以正弦交流电也是研究非正弦交流电的基础。





图 5-1 交流电的应用

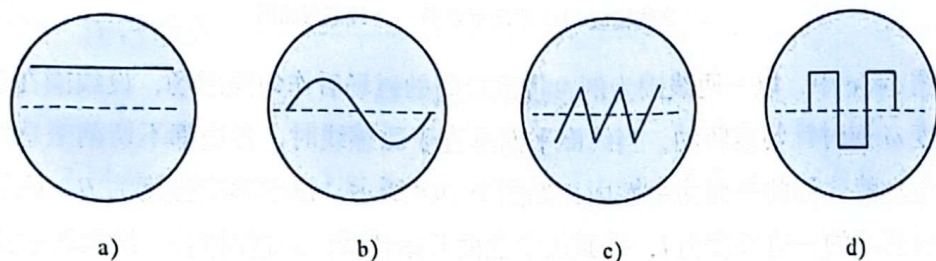


图 5-2 直流电和交流电波形

a) 稳恒直流电 b) 正弦交流电 c) 电视机显像管的锯齿波电流 d) 计算机中的方波信号

以后如果没有特别说明，本书中所讲的交流电都是指正弦交流电。

二、正弦交流电的产生

交流电可以由交流发电机提供，也可由振荡器产生。交流发电机主要是提供电能，振荡器主要是产生各种交流信号。

图 5-3a 和图 5-3b 所示为一种实验用简易交流发电机实物模型和原理示意图，图 5-3c 所示为其转子线圈的截面图。当线圈在磁场转动时，由于导线切割磁感线，线圈将产生感应电动势，其过程如图 5-4 所示。用示波器观察波形可知，线圈中产生的是正弦交流电。



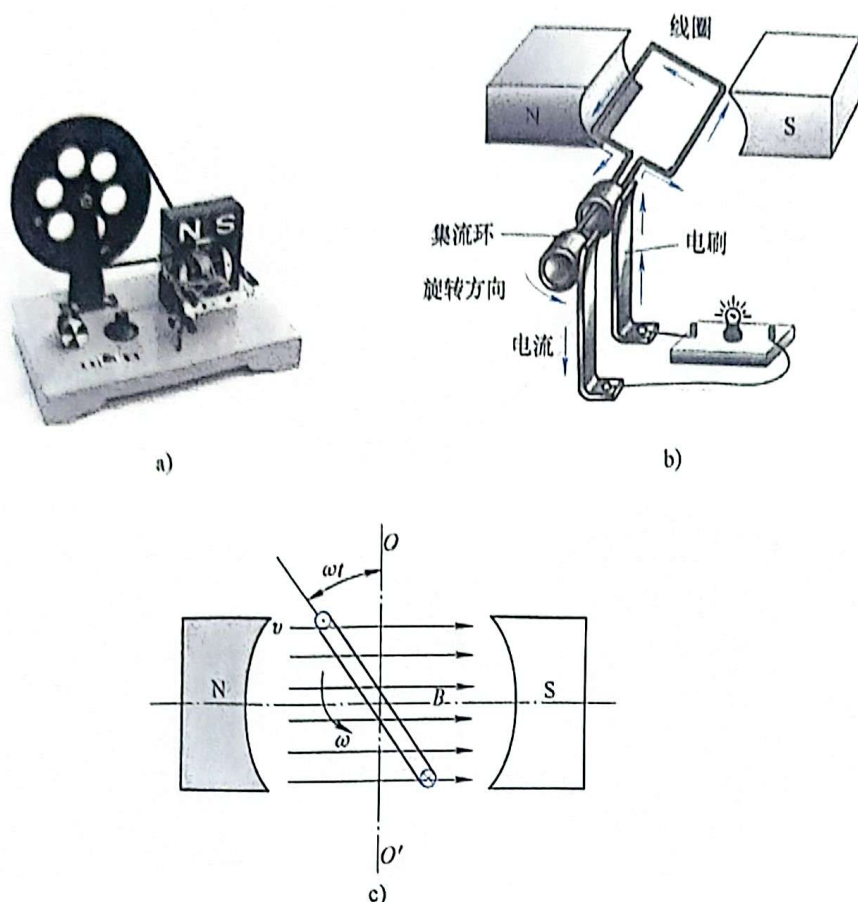


图 5-3 实验用简易交流发电机

a) 实物模型 b) 原理示意图 c) 线圈截面图

在图 5-3c 中, 以一匝线圈为例, 将磁极间的磁场看作匀强磁场, 设线圈在磁场中以角速度 ω 逆时针匀速转动, 当线圈平面垂直于磁感线时, 各边都不切割磁感线, 没有感应电动势, 称此平面为中性面, 如图中 OO' 所示。设磁感应强度为 B , 磁场中线圈切割磁感线的一边长度为 l , 平面从中性面开始转动, 经过时间 t , 线圈转过的角度为 ωt , 这时, 其单侧线圈切割磁感线的线速度 v 与磁感线的夹角也为 ωt , 所产生的感应电动势为 $e' = Blv \sin \omega t$ 。所以整个线圈所产生的感应电动势为

$$e = 2Blv \sin \omega t$$

$2Blv$ 为感应电动势的最大值, 设为 E_m , 则

$$e = E_m \sin \omega t$$

上式为正弦交流电动势的瞬时值表达式, 也称解析式。若从线圈平面与中性面成一夹角 φ_0 时开始计时, 则公式变为

$$e = E_m \sin(\omega t + \varphi_0)$$

正弦交流电压、电流等表达式与此相似。



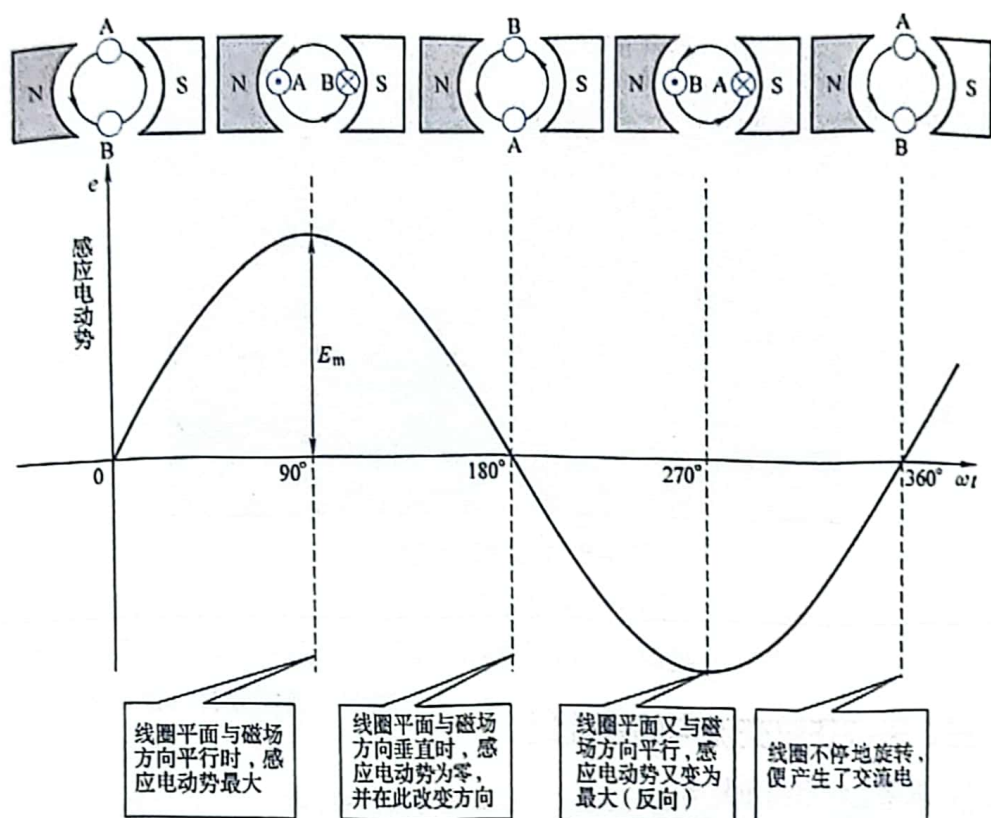


图 5-4 正弦交流电的产生



知识拓展

实际应用的发电机

实际应用的发电机构造比较复杂(图 5-5), 线圈匝数很多, 而且嵌在硅钢片制成的铁芯上, 称为电枢; 磁极一般也不只是由一对电磁铁构成。由于电枢电流较大, 如果采用旋转电枢式, 电枢电流必须经裸露的集电环和电刷引到外电路, 这样很容易发生火花放电, 使集电环和电刷烧坏, 所以不能提供较高的电压和较大的功率。一般旋转电枢式发电机提供的电压不超过 500 V。大型发电机常采用旋转磁极式, 即电枢不动而使磁极旋转。其定子绕组不用电刷与外电路接触, 能提供很高的电压和较大的功率。图 5-6 所示为大型水力发电机组。

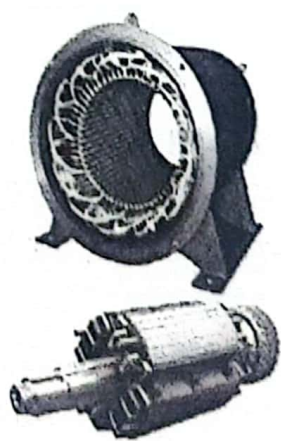


图 5-5 旋转磁极式发电机

