# 第3章 交变电流与远距离输电 第1节 交变电流的特点

直流电源产生直流电流，交流电源产生交变电流。这两种电流各有什么特点？如何描述交变电流？本节我们将先通过实验认识两种电流的特点，然后学习描述交变电流特征的物理量。

## 1．直流电流和交变电流

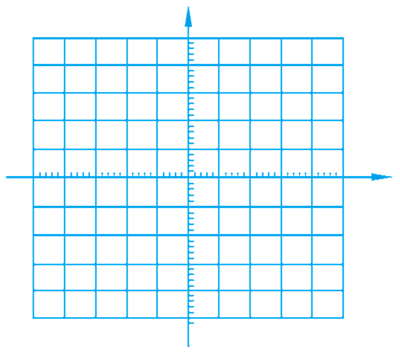
用数字万用电表的交流电压挡测量交流电源的电压，将红表笔连接交流电源插座的一个插孔，黑表笔连接另一个插孔，显示的电压为 220 V ；红表笔和黑表笔对调，显示的电压仍为 220 V。可见，与直流电源有正负极不同，交流电源没有正负极。

为了进一步认识直流电源和交流电源的差异，我们用示波器来观察两种电源提供的电压的波形。

### 实验与探究

**观察电压的图像**

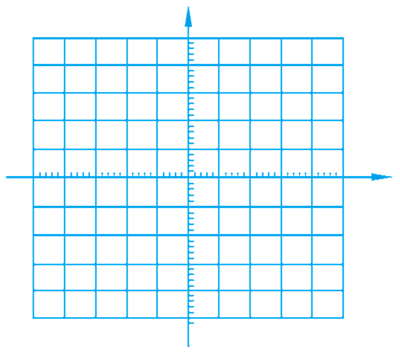
将 6.0 V 电池组接入示波器的输入端，观察并记录电压波形（图 3-1）。将学生电源的交流输出电压调节至 6.0 V，接入示波器的输入端，观察并记录电压波形（图 3-2）。比较两种电压波形的特点。



*U*

*t*

图 3-1 干电池提供的电压波形示意图



*U*

*t*

图 3-2 交流电源提供的电压波形示意图

由以上实验可看出，正常工作的干电池提供的电压不变。因而在电路中形成的电流大小和方向都不随时间变化，是恒定电流。我们称方向不随时间变化的电流为直流电流（direct current），俗称直流电。电池供给的恒定电流，就属于直流电流。交流电源提供的电压随时间做周期性变化，因而在电路中形成的电流大小和方向也随时间做周期性变化，我们称这种电流为交变电流（alternating current），俗称交流电。

### 迷你实验室

**通交变电流的灯丝在磁场中的抖动**

将灯泡和开关用导线连接到交流电源的两接线柱上，闭合开关，灯泡发光后，把 U 形磁铁置于灯泡的上端（图 3-3），仔细观察灯丝出现什么现象。为什么？



图 3-3 U 形磁铁置于发光灯泡上

## 2．交变电流的周期和频率

在物理学中，所有周期性变化的过程，都可用周期和频率来描述其变化的快慢。

交变电流完成一次周期性变化所需要的时间，称为交变电流的周期，用符号 *T* 表示，在国际单位制中的单位是秒（s）。周期越大，表示交变电流完成一次周期性变化所需要的时间越长，即变化越慢。

交变电流在一段时间内完成周期性变化的次数与这段时间之比称为交变电流的频率，用符号 *f* 表示，在国际单位制中的单位是赫兹（Hz）。频率越大，表示交变电流在 1 s 内完成周期性变化的次数越多，也就是变化得越快。

由以上定义可知，周期和频率有如下关系

*T* =

不同国家和地区市电的频率标准不同。因此，在不同国家和地区使用电气设备时要注意电源的频率是否与之匹配。

日常生活中所用的市电，电流的大小和方向随时间按正弦规律变化，这种电流被称为正弦式交变电流（sinusoidal alternating current），简称正弦交流电。

## 3．交变电流的最大值和有效值

对于交变电流，电压和电流的瞬时值通常会发生变化。那么，生活中常见用电器上标明的“220 V 额定电压”或“5 A 额定电流”又是什么意思呢？

我们用 *U*m、*I*m 分别表示交变电压和电流能达到的最大值，又称峰值（peak value）。用峰值有时难以表示交变电流产生的实际效果，因而人们常用有效值来表示交变电流的大小。有效值是根据电流的热效应规定的。让恒定电流和交变电流分别通过阻值相等的电阻，如果它们在相同的时间内产生的热量相等，就把该恒定电流的数值规定为这个交变电流的有效值（effective value）。例如，让大小为 5 A 的恒定电流通过一个电阻，在一段时间内产生的热量是 *Q*；如果某一交变电流通过该电阻，在相同的时间内产生的热量也是 *Q*，那么该交变电流的有效值就是 5 A。同样，交变电压的有效值也可用这种方法来确定。表示交变电压和交变电流有效值的符号通常与表示恒定电压和恒定电流的符号一样，分别是 *U* 和 *I*。

理论计算表明，正弦式交变电压及交变电流的有效值和峰值之间的关系是

*U* = = 0.707 *U*m

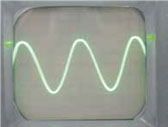
*I* = = 0.707 *I*m

我们平时所说的 220 V 交流电源，各种电气仪表上所显示或测量出来的交流量值的大小，以及各种交流用电器铭牌上所标示的额定电压、额定电流等，都是指有效值。如果没有特别声明，此后提到的交变电流值都是指有效值。

电气元件、设备对电压或电流有一定的耐受极限，一旦超过这一极限，这些元件、设备就有可能损坏。在这种情况下，就需要考虑交变电流或交变电压的最大值。例如，某电容器的标称电压为 300 V，如果要把它接入交流电路，就需要事先知道该电路的交变电压最大值是否会超过 300 V。只有电路中的交变电压最大值低于这个耐压值，接入该电容器才是安全的。

交变电流并不都是按照正弦规律变化的。在许多电子仪器和家用电器的电路中，电流随时间变化的规律可有多种形式（图 3-4）。

图 3-4 几种交变电流的波形



（a）正弦波

（b）矩形波

（c）锯齿波

### 物理聊吧

取几种粗细不同的保险丝，看看它们各自的熔断电流是多大。保险丝的熔断电流指的是有效值还是最大值？为什么？

谈谈你的想法，并与同学讨论交流。

## 节练习

1．我国交变电流的周期和频率各是多少？家用交变电流电压的有效值、最大值又是多少？

**【参考解答】**我国交变电流的周期是 0.02 s、频率是 50 Hz；家用交变电流电压的有效值为 220 V、最大值为 220V。

2．下列电流随时间变化的图像中，属于交变电流的是

*t*

*i*

*O*

A

*t*

*i*

B

*O*

C

*t*

*i*

*O*

*t*

*i*

*O*

D

**【参考解答】**C

3．一个标有“220 V 60 W”的灯泡能接在 220 V 的交流电源上吗？一个耐压值为 220 V 的电容呢？为什么？

**【参考解答】**灯泡能接在电源上，电容器不能接在该电源上。因为 220 V 是交变电压的有效值，最大值是 220V，超过了电容器的耐压值。

4．关于交变电压的有效值 *U* 和最大值 *U*m，下列说法正确的是

A．任何形式的交变电流都具有 *U* = 的关系

B．正弦式交变电流具有 *U* = 的关系

C．照明电压 220 V、动力电压 380 V 指的都是最大值

D．交流电压表和交流电流表测的都是最大值

**【参考解答】**B

5．阻值相等的甲、乙两电阻分别接到图（a）和（b）所示的方波交变电压、正弦式交变电压电路中，两种电压的周期和峰值都相等。求两电阻的电功率之比。

*O*

*u*

*U*0

−*U*0

*t*

*O*

*u*

*U*0

*t*

*T*

−*U*0

（a）

（b）

*T*

**【参考解答】**2∶1

6．家用电子调光灯的调光原理是用电子线路将输入的正弦式交流电压的波形截去一部分来实现的，由截去部分的多少来调节电压，从而调节灯光的亮度。某电子调光灯经调整后的电压波形如图所示，若用交流电压表测灯泡两端的电压，其示数是多少？

*u*/V

*T*

*t*/s

220

*O*

**【参考解答】**110 V

## 请提问