

家用微波炉 的使用与维修

● 福建科学技术出版社



TM 925.5
1

江苏工业学院图书馆
藏书章

林立李琳

(闽) 新登字03号

家用微波炉的使用与维修

*

林立 李琳

福建科学技术出版社出版、发行

(福州得贵巷59号)

福建省新华书店经销

福州市屏山印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 4.75印张 2插页 105千字

1994年7月第2次印刷

印数: 6201—14200

ISBN 7—5335—0648—0/TS·60

定价: 3.20元

书中如有印装质量问题,可直接向承印厂调换

目 录

一、电磁学基本知识	(1)
二、微波基本知识	(23)
(一) 微波的特征	(23)
(二) 微波加热原理	(25)
(三) 微波的传输	(28)
三、微波谐振腔	(36)
(一) 谐振腔的结构与特性	(36)
(二) 谐振腔的模式与频率	(39)
四、微波发生器	(41)
(一) 磁控管的结构	(42)
(二) 磁控管的工作原理	(46)
(三) 磁控管的特性	(53)
五、微波炉的基本结构及其工作原理	(57)
(一) 磁控管	(58)
(二) 炉腔	(59)
(三) 波导	(65)
(四) 模式搅拌器	(69)
(五) 旋转工作台	(70)
(六) 炉门	(70)
(七) 电源	(74)
(八) 控制系统	(80)
(九) 实用微波炉电路	(83)
六、微波炉的选购	(88)
(一) 微波炉的种类	(88)

(二) 家用微波炉的发展趋向..... (91)

(三) 微波炉的选购..... (93)

七、微波炉的使用..... (96)

(一) 安装放置..... (96)

(二) 使用方法..... (98)

(三) 维护保养..... (107)

(四) 烹调指导..... (111)

(五) 特殊用途..... (126)

八、微波炉的维修..... (128)

(一) 故障类型..... (128)

(二) 检修流程..... (130)

(三) 维修注意事项..... (135)

(四) 维修实例..... (140)

一、电磁学基本知识

电是物质的一种属性。电有正电和负电之分，电的多少用电量来表示。任何物质都是由大量分子组成的，分子是由若干原子组成的，原子是由一个带正电的原子核和一定数量绕核高速旋转、带负电的电子组成的。在正常的情况下，原子核的电量与核外所有的绕核旋转的电子的电量是相等的。因此，在正常的情况下物质呈电中性。但是，若原子由于某种原因（如摩擦、受热、化学反应、电场作用等），失去（或捕获）若干绕核旋转的电子，则原子的电平衡状态就破坏了，于是，这种物质就带上正电（或负电）。带电体习惯上叫电荷。

1、电场

电荷周围存在一种叫电场的特殊物质。静止的电荷所产生的电场，是不随时间变化的，被称为静电场。电场还可以由磁场变化而产生，这种电场叫感应电场或涡旋电场。电场对处于其中的其它电荷具有力的作用。在电场内顺着电场力的方向移动电荷时，电场力要对电荷做功，这表明电场内具有能量。

（1）电场强度

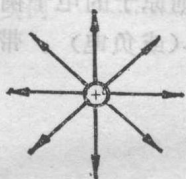
电场强度（简称场强）是表示电场的强弱和方向的物理量，它用符号“ E ”来表示。在电场中，某一点电场强度的大小等于试探电荷在该点所受电场力 F 和试探电荷电量 q 之比，即

$$E = \frac{F}{q}$$

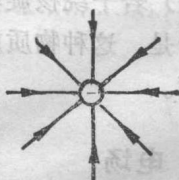
(1-1)

电场强度是矢量（即既有大小又有方向的物理量），其方向就是该点正电荷所受电场力的方向。

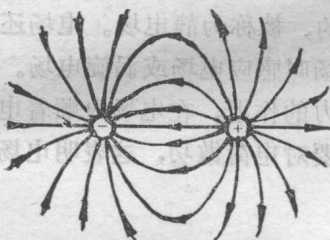
为了形象地描述电场在空间的分布情况，常常引入一组叫“电力线”的假想曲线。电力线上各点的切线方向跟该点电场方向一致，而且电力线的疏密程度，跟该点电场的强弱成正比。在静电场中，电力线是从正电荷或无穷远处出发，终止于负电荷或无穷远处。在涡旋电场中，电力线是既无起点、又无终点的闭合曲线。电力线不会相交，也不会在没有电荷的地方中断。图 1-1 是几种常见电场的电力线分布示意图。



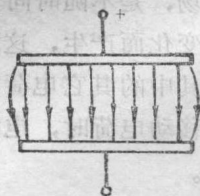
正电荷的电场



负电荷的电场



等量异种电荷的电场



平行板间的电场

图 1-1 几种常见电场的电力线

(2) 电位和电压

静电场中的电荷所具有的位能（又叫势能）叫做电位能（即电势能）。试探电荷在静电场中某一点的电位能 W 与试探电荷电量 q 的比叫做这一点的电势 U ，即

$$U = \frac{W}{q} \quad (1-2)$$

电势是标量（即只有大小而没有方向的物理量）。由于电位能是相对某一参考点的相对物理量，因而电位（势）也是相对于该参考点而言的。通常选取大地（或无穷远）作为零电位（势）的参考点。电场内两点之间的电位（势）差，也可叫这两点间的电压，即

$$U_{AB} = U_A - U_B \quad (1-3)$$

电位差与参考点的选取无关。

显然，场强与电位（势）之间有一定的联系，这种联系是：在匀强电场中， $E = U_{AB}/d_{AB}$ ，即场强的大小等于沿电力线方向每单位距离的电位（势）差，方向指向电位（势）降落的一方；若是非匀强电场，则场强等于电位（势）梯度的负值。

(3) 电场中的导体

能导电的物体叫导体。金属都是导体。电场中的导体，在电场力的作用下，其自由电荷会重新分布，使导体两端分别出现异种电荷，这种现象叫静电感应。当达到静电平衡状态时，导体内部的场强处处为零。利用静电平衡时导体内部场强为零的现象，可用金属网罩（或金属包皮）把外电场遮住，使内部不受外电场的影响，这就是静电屏蔽。

(4) 电场中的电介质

电介质就是绝缘介质，它是不导电的。在外电场的作用

下，电介质的表面会出现异种束缚电荷，这种现象叫做电介质的极化。

电介质按其分子结构可分为两类：

①无极分子（原子）。这种电介质的分子（原子），在无外电场的情况下，其正负电荷“重心”是重合的，对外呈电中性；而在外电场作用下，分子（或原子）的正负电荷“重心”将发生相对移动，形成电偶极子，结果就会在垂直于外电场的电介质表面出现规则排列的束缚电荷，这种极化过程叫做位移极化。外电场愈强，位移极化就愈强烈。

②有极分子。这种电介质的分子，无论有无外电场，其分负电子的正荷“重心”都不重合，每个分子都相当于一个电偶极子。无外电场时，由于热运动的结果，分子在空间的排列是杂乱无章的（如图 1—2（a）所示），从宏观上看，电介质对外呈电中性。然而，有外电场时，每个电偶极子分子在电场的作用下，受到一个力矩的作用，使电偶极子分子沿外电场转动，达到平衡状态时，电偶极子分子排列整齐，因而，如图

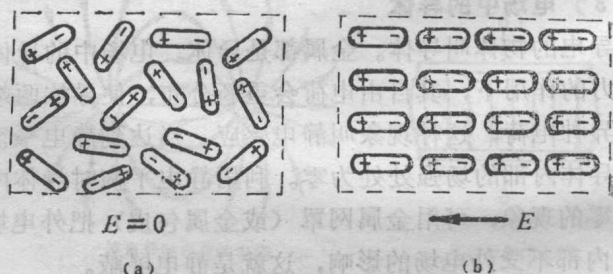


图 1—2 有极分子的极化

1—2 (b) 所示, 在电介质两端面出现规则排列的束缚电荷。这种极化过程叫取向极化 (又叫转向极化或转矩极化)。一般地说, 外电场愈强, 取向极化也就愈强。

2、磁场

磁场是运动电荷周围存在的一种特殊物质。磁体周围或通电导体周围也存在磁场, 但其本质仍然是运动电荷产生的磁场。磁场对处于其中的通电导体具有力的作用。磁场与电场一样, 也具有能量。磁场在空间的分布可以借助一组叫“磁力线”的假想曲线来形象地表示。磁力线是一种不会相交的闭合曲线。通过某曲面磁力线的总数叫做通过该曲面的磁通 (量)。

(1) 磁感应强度

磁感应强度是表示磁场强弱和方向的物理量, 它用符号“ B ”来表示。某一点磁感应强度的大小为: 在磁场中垂直于磁场方向的通电导体所受到的磁场力 F 跟电流强度 I 和导线长度 L 的乘积 IL 之比, 即

$$B = \frac{F}{IL} \quad (1-4)$$

磁感应强度也是矢量。

(2) 洛伦兹力

运动电荷在磁场中所受的力叫洛伦兹力, 其大小为:

$$f = qvB\sin\theta \quad (1-5)$$

式中, f 是洛伦兹力, q 是电荷的电量, v 是电荷的运动速度, B 是磁感应强度, θ 是电荷运动方向跟磁场方向的夹角。洛伦兹力只改变电荷的运动方向, 不改变电荷的动能。洛伦兹力永远不对电荷作功。

3、直流电

电荷的定向移动形成电流。方向不随时间变化的电流叫直流电。其中，大小和方向都不随时间变化的电流叫稳恒电流。

由电源、用电器、导线、开关等元器件组成的电流路径叫电路。电路的联接有串联（图 1—3）、并联（图 1—4）和混联（图 1—5）。

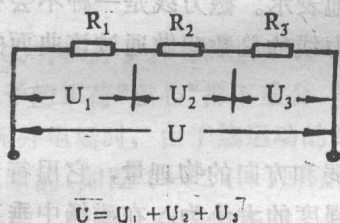


图 1—3 串联电路

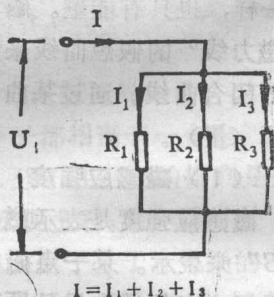


图 1—4 并联电路

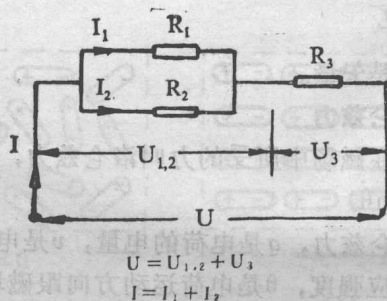


图 1—5 混联电路

习惯上，规定正电荷定向移动的方向为电流的方向。因此，电流总是从电位（势）高的地方流向电位（势）低的地方。导体中存在持续电流的条件是保持导体两端具有电势差（电压）。电源的作用就是保持电路两端具有电压；从能量的角度看，电源就是把其他形式的能量转换为电能的一种装置。表征电源将其他形式能量转换成电能这种本领大小的物理量，叫电源电动势。

直流电遵循以下基本规律：

（1）欧姆定律

导体中的电流强度跟它两端的电压成正比，跟它的电阻成反比，即

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-6)$$

式中， I 代表电流强度， U 代表电压， R 代表电阻。电阻是表征导体对电流阻碍作用的物理量。

对闭合电路来说，欧姆定律可写成如下形式：

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \quad (1-7)$$

式中， ε 代表电源电动势， R 代表外电路的电阻， r 代表电源的内电阻。

（2）焦耳定律

电流通过导体产生的热量（ Q ），跟电流强度的平方（ I^2 ）、导体的电阻（ R ）和通电时间（ t ）成正比，即

$$Q = I^2 R t \quad (1-8)$$

（3）电功和电功率

电流通过导体时会做功，简称电功。单位时间内电流所做的功叫电功率。电功和电功率可用下列公式来计算：

$$\text{电功} \quad A = UI t \quad (1-9)$$

$$\text{电功率} \quad P = \frac{A}{t} = UI \quad (1-10)$$

4、电磁感应

当穿过闭合电路的磁通量发生变化，或闭合电路中的一部分导体在磁场里做切割磁力线运动时，闭合电路中就会产生电流，这个现象叫电磁感应。电磁感应产生的电流叫感生电流，其电动势叫感生电动势。感生电流的大小由感生电动势和闭合电路的总电阻决定。感生电流的方向由右手定则判定，也可由楞次定律判定。电磁感应现象遵循以下规律：

(1) 法拉第电磁感应定律

电路中感生电动势的大小，跟穿过这一电路的磁通量的变化率成正比，即

$$\varepsilon = n \cdot \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \quad (1-11)$$

式中， ε 代表感应电动势， $\Delta \phi$ 代表磁通量的变化量， Δt 代表发生磁通量变化的时间间隔， n 是闭合电路导线的匝数

若导体作切割磁力线运动，则从上式可推导出如下公式。

$$\varepsilon = BLv \sin \theta \quad (1-12)$$

式中， B 代表磁感应强度， L 代表导体的有效长度， v 代表导体的运动速度， θ 代表导体运动方向跟磁场的夹角。

(2) 楞次定律

感生电流的磁场总是要阻碍引起感生电流的磁通量的变化。

(3) 涡流

块状金属放在变化的磁场中，或让它在磁场中运动，金

属块内就有涡旋状感应电场产生，从而形成涡旋状感生电流。这种电流叫做涡电流，简称涡流。

(4) 自感和互感

①自感。由于导体本身电流发生变化而产生的电磁感应现象叫做自感。自感现象所产生的电动势叫做自感电动势，自感电动势的大小跟电流的变化率成正比，即

$$\varepsilon = L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad (1-13)$$

式中 L 叫自感系数。

②互感。由于电路中电流的变化，而引起邻近另一电路中产生感生电动势的现象叫互感。变压器就是根据互感的原理制成的。当线圈1中的电流强度 I_1 改变时，在线圈2中会产生互感电动势

$$\varepsilon_2 = M_{12} \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \quad (1-14)$$

同样，当线圈2中电流强度 I_2 改变时，在线圈1中也会产生互感电动势

$$\varepsilon_1 = M_{21} \frac{\Delta I_2}{\Delta t} \quad (1-15)$$

其中， $M_{12} = M_{21} = M$ ，都称为互感系数。

5、交流电

大小和方向都随时间作周期性变化的电流叫交流电。其中，大小和方向都随时间按正弦规律变化的交流电（如图1—6所示），叫正弦交流电。正弦交流电是最简单的一种交流电。任何一种复杂的交流电都可以分解成若干不同频率的正弦交流电。

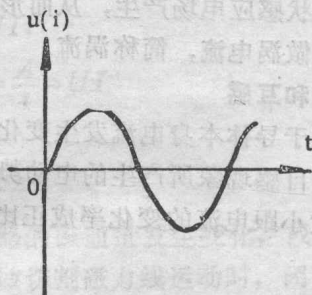


图 1—6 正弦交流电

(1) 描述正弦交流电的物理量

由于交流电的电压和电流每时每刻都在变化，因此，描述交流电的物理量要比直流电复杂得多了。对正弦交流电来说，

$$\text{交流电压 } u = U_m \sin (2\pi ft + \varphi_u) \quad (1-16)$$

$$\text{交流电流 } i = I_m \sin (2\pi ft + \varphi_i) \quad (1-17)$$

可见，描绘正弦交流电需要以下几种物理量：

①周期和频率。交流电变化一周（即一个循环）所需要的时间叫周期，用符号“ T ”表示；而交流电在一秒钟内变化的周数（即循环次数）叫频率，用符号“ f ”表示。周期与频率的关系是

$$f = \frac{1}{T}, \quad \text{或 } T = \frac{1}{f} \quad (1-18)$$

②峰值、瞬时值和有效值。交流电在某一时刻电压、电流的数值，叫瞬时值，如上式中的 u 、 i 等。瞬时值中的最大值叫峰值（或叫“幅值”），如上式中的 U_m 、 I_m 等。

让交流电和直流电通过同样阻值的电阻，如果它们在同

一时间内产生的热量相等，那末，直流电的电压（或电流强度）值就等于交流电的电压（或电流强度）的有效值。有效值常用 U 、 I 等符号表示。有效值与峰值之间的关系是

$$U = U_m / \sqrt{2}, I = I_m / \sqrt{2} \quad (1-19)$$

交流电器上所标明的额定电压和额定电流，除了特别指明的以外，都是指有效值。

③位相。上式中， $(2\pi ft + \varphi_u)$ 和 $(2\pi ft + \varphi_i)$ 等叫做位相。其中， φ_u 、 φ_i 分别是电压和电流的初位相。位相是决定正弦交流电中某一个量瞬时变化状态的物理量。位相与角度的单位一样，因此，位相又叫相角。位相之差叫位相差，如 $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ 表示电压和电流之间的位相差。若位相差等于零（即同相），则表示两个正弦量的变化步调一致。

（2）交流电路的元件

①电阻元件。电阻元件是耗能元件，它把电能转换成热能（焦耳热）消耗掉了。在纯电阻交流电路中，电压与电流同相。

②电容元件。两个互相绝缘的任意导体就组成一只电容器。电容器有储存电荷的作用，这个作用的大小，用“电容量”（简称“电容”） C 这个物理量来表示。电容器不能导通直流电，但却能“导通”交流电。正如导体在导电时由于存在电阻，而对电流有阻碍作用那样，电容器在“导通”交流电时也存在一种叫“容抗” X_c 的阻碍作用。容抗的大小为

$$X_c = 1 / 2\pi f C \quad (1-20)$$

式中， X_c 代表容抗， f 代表交流电的频率， C 代表电容器的电容量。可见，频率越高，容抗越小。

电容元件是储能元件，它把电源通过导线馈送来的电能

转换成静电场的能量，储存在电容器的两极板之间的空间内。在纯电容交流电路中，电压的位相落后电流 $\pi/2$ 。

③电感元件。电阻很小的线圈，对直流电几乎没有什么阻碍，但对交流电却有相当大的阻碍作用，我们用“感抗” X_L 这个物理量来表示这种阻碍作用。感抗的大小为

$$X_L = 2\pi fL \quad (1-21)$$

式中， X_L 代表感抗， f 代表交流电的频率， L 代表线圈的电感。可见，频率越高，感抗越大。

电感元件也是储能元件，它把电源通过导线馈送来的电能转换成磁场的能量，储存在线圈内。在纯电感交流电路中，电压的位相超前电流 $\pi/2$ 。

(3) 交流电路元件的联接

①串联电路。在串联电路中，通过各元件的电流是共同的。但是在电阻元件上，电压与电流同相；在电容元件上，电压位相落后电流 $\pi/2$ ；在电感元件上，电压位相超前电流 $\pi/2$ 。因此，分析串联交流电路，宜以电流为基准。

(a) RC串联。由于在RC串联电路中，电压和电流的位相不同，因而它们就不会在同一时刻达到峰值，因此，合成量的峰值（或有效值）必然不等于各分量的峰值（或有效值）的代数和。

解决峰值（或有效值）的迭加问题，可用矢量合成的方法（如图1—7所示），即

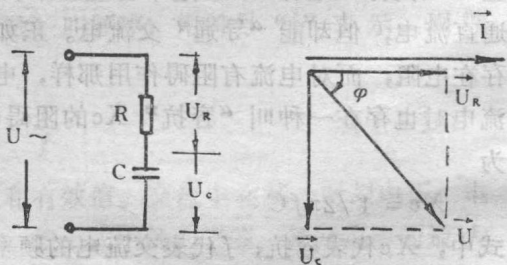


图1—7 RC串联电路