

职业技能鉴定培训教材

初级家用 电子产品 维修工

(含视频设备维修工、音频设备维修工)

家电类职业技能鉴定培训教材编委会
山东省家用电器职业技能鉴定所 组编

CHUJI
JIAYONGDIANZICHANP
WEIXIUGONG



机械工业出版社
China Machine Press

职业技能鉴定培训教材

初级家用电子产品维修工

(含视频设备维修工、音频设备维修工)

家电类职业技能鉴定培训教材编委会 组编
山东省家用电器职业技能鉴定所

主 编：史新人

编写人：綦 钧 黎翠凤 王维英 崔金华



机械工业出版社

本书根据《中华人民共和国职业技能鉴定规范》初级家用电子产品维修工(含视频设备维修工、音频设备维修工)的鉴定内容编写。书中以典型机型为例,详细介绍了电工基础知识,常用工具、仪器、仪表的使用和元器件检测的基本知识,介绍了收音机、收录机、黑白电视机的原理与维修方法及常见故障的排除。各章后附有部分鉴定复习题。

本书是家电类职业技能鉴定培训用书,又可以作为各级职业技术学院的教材,也可以作为家电维修人员的自学教材。

图书在版编目(CIP)数据

初级家用电子产品维修工(含视频设备维修工、音频设备维修工)/史新人主编. —北京:机械工业出版社, 2001. 12

职业技能鉴定培训教材

ISBN 7-111-09530-8

I. 初... II. 史... III. 日用电气器具—维修—职业技能鉴定—教材 IV. TM925. 07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 078223 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王 龙 版式设计:冉晓华 责任校对:韩 晶

封面设计:鞠 杨 责任印制:付方敏

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 2 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm × 1092mm¹/₁₆·13.75 印张·340 千字

0 001—4 000 册

定价:23.00 元



凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

序 言

《中华人民共和国劳动法》明确规定：国家对规定的职业制定职业技能标准，实行职业资格证书制度，由经过政府批准的考核鉴定机构负责对劳动者实施职业技能鉴定。

职业技能鉴定是提高劳动者素质，增强劳动者就业能力的有效措施，进行考核鉴定，并通过职业资格证书制度予以确认，为企业合理使用劳动力以及劳动者自主择业提供了依据和凭证。

目前，国家公布了实行就业准入的90个工种目录，其中家用电器产品维修工(包括制冷设备维修工、家用电热器具与电动器具维修工)和家用电子产品维修工(包括家用视频设备维修工、家用音频设备维修工)为实行就业准入的范围。

国家劳动和社会保障部2000年第6号令明确规定：技工学校、职业(技术)学校、就业训练中心及各类职业培训机构的毕(结)业生，必须取得相应职业资格证书后，才能到技术工种岗位就业；对从事技术工种的学徒，用人单位应按照国家《工种分类目录》所规定的学徒期进行培训；对转岗从事技术工种的劳动者，用人单位应按照国家职业(技能)标准的要求进行培训，达到相应职业技能要求后再上岗。

实施职业技能鉴定，教材建设是重要的一环。为适应职业技能鉴定的迫切需要，推动职业培训教学改革，提高培训质量，根据“国家职业技能鉴定规范”的要求，参照目前职业技能考核鉴定办法和考核鉴定内容，我们组织家用电器维修专业相关工种的专家和考评员编写这套职业技能鉴定培训教材。考虑到教材的实用性和针对性，邀请名牌家电生产企业参加编写。

这套培训教材，以“国家职业技能鉴定规范”为依据，编写内容限定在工种考核鉴定范围内。考虑到“国家职业技能鉴定规范”要不断修改，工种考核内容的不断更新，这套培训教材对本工种的新技术、新产品也进行较为详细介绍。

家电类职业技能鉴定培训教材共包括以下9种：

1. 初级制冷设备维修工
2. 中级制冷设备维修工
3. 高级制冷设备维修工
4. 初级家用电热器具与电动器具维修工
5. 中级家用电热器具与电动器具维修工
6. 高级家用电热器具与电动器具维修工
7. 初级家用电子产品维修工(含视频设备维修工、音频设备维修工)
8. 中级家用电子产品维修工(含视频设备维修工、音频设备维修工)
9. 高级家用电子产品维修工(含视频设备维修工、音频设备维修工)

为便于各职业学校和培训单位组织教学，同时照顾到申请参加职业技能鉴定人员自学和复习使用，本套培训教材对每一工种分别按初、中、高三个等级编写，独立成册，具有很强的实用性和针对性。

参加这套培训教材编写工作的单位有：青岛海尔集团、山东小鸭集团、青岛澳柯玛集团、山东省商业职业技术学院、淄博商业学校、山东省电子学校、临沂工业学校、滨州经济学校、潍坊贸易学校、潍坊经济学校、淄博工业学校、山东大禹学院、聊城建设学校、山东省公安学校、济宁市工业学校、济南教育学院、德州财贸经济学校、济南铁路机械学校等。

为便于读者应考，在书后附有近期使用过的国家题库统一鉴定试卷，为读者应考提供复习参考。

由于时间仓促，不足之处在所难免，欢迎各使用单位和个人提出宝贵的意见和建议。

家电类职业技能鉴定培训教材编委会

2000年6月

前 言

为适应家用电子产品初级维修工职业培训和职业技能鉴定的需要，我们根据《中华人民共和国职业技能鉴定规范》编写了这本职业技能鉴定培训教材。

本书内容以实际应用为主线，详细介绍了电工基础知识，常用工具、仪器、仪表的使用和元器件检测的基本知识；以典型机型为例介绍了收音机、收录机、黑白电视机的原理与维修方法及常见故障的排除。各章后附有部分鉴定复习题。

本书在编写过程中，力求体现实用性、针对性和科学性。由于初级家用电子产品维修工尚未具备一定的基础理论知识和较强的维修能力，本书针对其特点，注重电工基础理论知识，常用工具、仪器、仪表的使用和元器件检测的基本知识，以便于维修技能的提高。在电路原理方面着重介绍了用户和市场中广泛存在的家用电子产品机型以及新技术和新机型；在维修技能方面结合不同的电子产品讲解了收音机、收录机、黑白电视机的维修方法、维修技巧及常见故障的排除。

为帮助参加鉴定的维修工复习或自学，各章后面附有鉴定复习题。

本书选用了部分现有产品的电路原理图，为了便于读者与实物对照，图中文字符号仍保留了原来的形式。

本书第一、二、三章由慕钧编写，第四章由黎翠凤和王维英编写，第五章由崔金华编写，第六章由史新人编写，王维英编写了第六章的一、十节。全书由史新人统稿，并担任主编。

由于编者水平有限，书中错误在所难免，敬请同行与读者批评指正。

作 者

目 录

序言
前言

第一章 电工基础知识 1

第一节 直流电路 1

一、电路中的基本物理量 1

二、简单电路的电压、电流计算 2

第二节 正弦交流电路 3

一、表征正弦交流电的基本物理量 3

二、正弦交流电的表示法 4

第三节 电磁感应 6

一、电磁感应定律 6

二、自感和互感 6

复习题 8

第二章 常用工具、仪器、仪表 的使用与元器件的检测 10

第一节 常用工具和仪器、仪表 的使用 10

一、电烙铁的使用及多脚元件的
拆装 10

二、万用表 10

三、低频信号发生器 11

四、高频信号发生器 12

五、通用示波器 12

六、毫伏表 13

七、扫频仪 13

八、电视信号发生器 14

第二节 常用电子元器件的基本知识 与检测、使用 14

一、电阻器 14

二、电容器 17

三、电感线圈 19

四、变压器 20

五、晶体二极管 21

六、晶体三管 23

七、场效应管 25

八、晶体闸流管 26

九、电声器件 26

复习题 29

第三章 基本电子电路分析 31

第一节 基本放大电路 31

一、基本放大电路的组成 31

二、基本放大电路的三种组态 32

三、基本放大电路的分析 32

四、功率放大电路 34

第二节 直流稳压电源 35

一、整流电路 35

二、滤波电路 35

三、稳压电路 37

四、集成稳压器 37

第三节 简单谐振电路 37

一、谐振频率 37

二、谐振曲线 37

三、通频带宽度 38

复习题 38

第四章 调幅收音机原理与 维修 40

第一节 超外差式收音机的原理及性 能指标 40

一、超外差式收音机的电路框图 40

二、超外差式收音机的基本性能
指标 41

第二节 超外差式收音机电路 分析 43

一、输入电路 43

二、变频级电路	43	三、铁磁材料的磁滞现象	59
三、中频放大级电路	45	第二节 录放原理	61
四、检波电路	46	一、录音原理	61
五、自动增益控制电路	46	二、放音原理	64
六、低频放大级电路	46	三、抹音原理	66
七、功率放大电路	47	第三节 磁带与磁头	67
第三节 检修收音机故障的方法	48	一、磁带	67
一、直观法检查	48	二、磁头	70
二、用万用表检查电源电压和总电流	49	第四节 录音机的基本电路原理	74
三、信号注入法	49	一、录音机的基本电路	74
四、各级电压、电流检查法	50	二、放音放大电路和放音补偿	74
五、短路法	50	三、录音放大电路	76
六、替代法	50	四、自动录音电平控制电路	77
七、信号寻迹法	50	五、录音偏磁电路	79
第四节 检修收音机的步骤和原则	50	六、超音频振荡电路	80
第五节 收音机的常见故障及检修	51	第五节 机芯的组成和工作原理	80
一、无声	51	一、磁带的驱动机构	80
二、灵敏度低	51	二、主导轴和飞轮系统	81
三、声音小	52	三、盘芯驱动机构	83
四、音质变坏、失真	52	四、离合器组	84
五、杂音	52	五、磁头机构	84
六、串台	52	六、操作机构	85
七、调谐失灵	53	七、带盘制动机构	86
第六节 收音机的调整	53	八、暂停机构	86
一、直流工作点的调整	53	九、自停机构	87
二、中频的调整	53	第六节 录音机的检修和调整	90
三、统调	53	一、录音机的检修	90
第七节 调频收音机简介	54	二、元器件的检测、选用与更换	96
复习题	55	三、录音机的调整	97
第五章 录音机的工作原理与检修	56	复习题	99
第一节 基本电磁现象	56	第六章 黑白电视机的原理与维修	101
一、磁场及描述磁场的物理量	56	第一节 黑白电视信号的发送与接收	101
二、电流的磁场和电磁感应	58	一、电视信号的发送	101
		二、图像的分解与重现	102

三、活动图像的实现	102	故障排除	151
四、隔行扫描	102	第七节 伴音通道	152
五、锯齿波电流扫描	103	一、伴音通道的特点	152
六、全电视信号	104	二、D7176AP 伴音前块集成电路	152
七、电视信号的调制	106	三、 μ PC1353 伴音全块集成电路	154
八、电视频段和频道的划分	108	四、伴音通道的维修方法及常见 故障排除	156
第二节 黑白电视接收机的工作		第八节 分离元件的 AGC、ANC、 同步分离电路	157
原理	109	一、抗干扰(ANC)电路	157
一、电视机的电路结构	109	二、同步分离	160
二、电视机单元电路介绍	110	三、峰值式正向 AGC	160
三、利用电视接收机框图判断故障 部位	111	四、维修方法及常见故障排除	161
第三节 显像管及显像管外围 电路	112	第九节 行扫描电路	161
一、显像管	112	一、行扫描电路的作用和组成	161
二、偏转系统	115	二、行振荡级	162
三、显像管电路原理分析	118	三、行激励级	164
四、显像管实际电路介绍	120	四、行输出级	165
五、显像管电路的常见故障及故 障排除	122	五、自动频率控制(AFC)电路	172
第四节 信号接收电路和高频调 谐器	124	六、分立元件行扫描电路实例	177
一、接收天线和输入电路	124	七、行扫描集成电路	177
二、高频调谐器	127	八、行扫描电路的无光栅故障的 维修方法	181
三、高频头的维修方法和常见故 障排除	134	第十节 场扫描电路	183
第五节 图像中频放大电路	136	一、场扫描电路的作用、要求和 电路组成	183
一、图像中频放大器的作用和性能 指标	136	二、场振荡电路	184
二、图像中频放大器的电路形式	137	三、场输出电路	186
三、分立元件的图像中频放大电路	137	四、场扫描非线性失真及其补偿	189
四、集成电路的图像中频放大电路	139	五、分立元件场扫描电路实例	192
五、图像中频放大部分的维修方法及常 见故障排除	146	六、场扫描集成电路	192
第六节 视频检波器和视频放 大器	147	七、场扫描电路的维修方法及常见 故障的排除	197
一、视频检波器	147	第十一节 电源电路	198
二、视频放大器	148	一、稳压电源的性能要求	198
三、视频放大部分的维修方法及常见		二、稳压电源的组成	199

第十二节 集成电路的使用与		二、集成电路的检测	204
检测	203	复习题	206
一、集成电路的使用	203	参考文献	210

第一章 电工基础知识

内容提要：本章要求理解电流、电位、电功率以及正弦交流电的基本概念，掌握正弦交流电的表示法和自感、互感现象，学会简单电路的电压、电流计算。

第一节 直流电路

电路是由电源、负载、开关和连接导线等组成的电流通过的路径。

一、电路中的基本物理量

1. 电流

带电粒子的定向移动形成了电流。电流既有大小又有方向。我们把导体中正电荷移动的方向规定为电流的方向。习惯上把电流大小和方向都不随时间而改变的电流叫直流电流。用 I 来衡量直流电流的大小，它是单位时间内通过导体横截面积的电荷，即

$$I = Q/t \quad (1-1)$$

式中 I ——直流电流(A)；

Q ——电荷量(C)；

t ——时间(s)。

2. 电位和电压

电路中各点的电位是相对的物理量。考查电路中某点的电位必须先选定参考点，通常规定参考点的电位为零，即零电位点。在电子线路中常取公共点或机壳作为参考点。电路中某点的电位在数值上等于把单位正电荷从该点移到参考点电场力所做的功，即单位正电荷在该点所具有的电位能，其单位是伏特(V)。

电压是描述电场做功本领大小的物理量。 a 、 b 两点间的电压 U_{ab} 在数值上等于把单位正电荷从 a 点移到 b 点电场力所做的功，即

$$U_{ab} = W/Q \quad (1-2)$$

式中 U_{ab} —— a 、 b 两点的电压(V)；

W ——电场力做的功(J)；

Q ——被移动的电荷量(C)。

在电场中两点间的电压也常称为两点间的电位差，即

$$U_{ab} = V_a - V_b \quad (1-3)$$

式中 U_{ab} —— a 、 b 两点的电压(V)；

V_a —— a 点的电位(V)；

V_b —— b 点的电位(V)。

电压的方向规定由高电位端指向低电位端，即为电位降低的方向。

3. 电功和电功率

电路中电流要克服负载的阻力而做功,此时电能转化为其它形式的能。电流做的功等于电路里消耗的电能,而电路里消耗的电能又等于使电荷在电路里移动时电场力所做的功。因此,根据式(1-1)、式(1-2)可得

$$W = U_{ab}It \quad (1-4)$$

式中 W ——电场力使电荷从 a 点移到 b 点所作的功(J);

U_{ab} —— a 、 b 两点的电压(V);

I ——电路中的电流(A);

t ——通电时间(s)。

电功率是衡量电场力做功快慢的物理量,它用单位时间内电流所做的功来表示,即

$$P = W/t \quad (1-5)$$

式中 P ——电功率(W);

W ——电流做的功(J);

t ——作功时间(s)。

又根据式(1-4)得

$$P = IU_{ab} \quad (1-6)$$

二、简单电路的电压、电流计算

1. 欧姆定律

流过电阻的电流与电阻两端的电压成正比,这就是欧姆定律。它是电路的基本定律之一。对图 1-1 所示的电路,欧姆定律可用下式表示:

$$I = U/R \quad (1-7)$$

式中 I ——电路电流(A);

U ——电阻两端电压(V);

R ——电阻(Ω)。

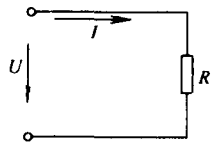


图 1-1

2. 电阻串联电路

将若干个电阻元件顺序地连接成一条无分支的电路,称为电阻串联电路。

电阻串联电路的基本特点是:

(1) 流过串联的各元件的电流是同一个电流 I ;

(2) 串联的各元件的电压降之和,等于串联电路的总的电压降 U , 即

$$U = U_1 + U_2 + \cdots + U_n \quad (1-8)$$

根据以上特点和欧姆定律,可求得电阻串联电路的等效电阻 R :

$$R = R_1 + R_2 + \cdots + R_n \quad (1-9)$$

即电阻串联电路的等效电阻等于各串联电阻之和。

还可求得:

$$U_n = (R_n/R)U \quad (1-10)$$

即各串联电阻两端的电压与其阻值成正比。这就是电阻串联电路各段电压与总电压的关系公式, R_n/R 称为串联分压系数。

3. 电阻并联电路

将若干个电阻元件都接在两个共同端点之间所构成的电路,称为电阻并联电路。

电阻并联电路的基本特点是：

- (1) 并联的各个元件承受同一电压 U ；
- (2) 流过并联各支路的电流之和，等于并联电路的总电流 I ，即

$$I = I_1 + I_2 + \cdots + I_n \quad (1-11)$$

根据以上特点和欧姆定律，可求得：

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + \cdots + 1/R_n \quad (1-12)$$

可见，并联电路等效电阻的倒数等于各支路电阻的倒数和。还可求得

$$I_n = (R/R_n)I \quad (1-13)$$

这就是电阻并联电路各支路电流与总电流的关系公式。 R/R_n 称为并联分流系数。

4. 电阻混联电路

在实际电路中，若干个元件既有串联，又有并联，称为混联。对于电阻混联电路的计算，要根据电路的具体情况，应用有关电阻串联和并联的性质进行。一般步骤为：

(1) 首先把不容易看清串、并联关系的电路，在不改变原有联接关系的前提下，整理、简化成容易看清串、并联关系的电路。如把图 1-2a 整理、简化为图 1-2b。

(2) 按串、并联关系逐步计算出总的等效电阻值。

(3) 由总的等效电阻值和电路的端电压计算电路的总电流。

(4) 根据电阻串联的分压和电阻并联的分流关系，逐步推算出各部分的电压和电流。

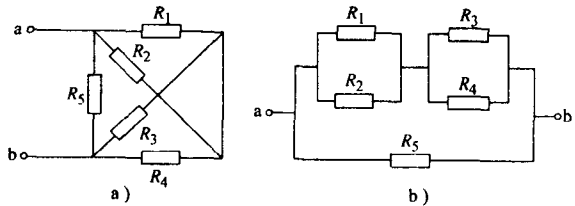


图 1-2

第二节 正弦交流电路

我们把大小和方向随时间按正弦规律变化的电流称为正弦交流电流，其电压称为正弦交流电压，其波形如图 1-3 所示。由于正弦交流电压和电流的方向是周期性变化的，在电路图上所标的方向是指它们的正方向，即代表正半周时的方向。负半周时，由于实际方向与所标的正方向相反，则其值为负。

一、表征正弦交流电的基本物理量

正弦交流电压、正弦交流电流等按正弦规律变化的物理量，统称为正弦量。正弦量有变化的快慢、大小及初始值三个方面的特征，它们分别由频率(或周期)、幅值(或有效值)和初相位来确定。所以我们将频率、幅值和初相位称为正弦量的三要素。

1. 频率和周期

正弦量变化一周所需的时间称为周期 T 。周期的单位是秒(s)。1s 内变化的周期数称为频率 f 。频率的单位是赫兹(Hz)，简称赫。

由定义可知，频率是周期的倒数，即

$$f = 1/T \quad (1-14)$$

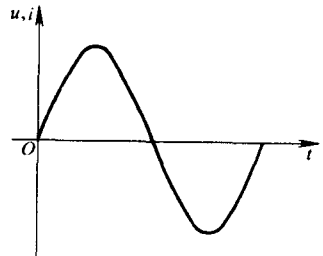


图 1-3 正弦交流电的波形

正弦量变化的快慢除可用频率或周期表示外, 还可用角频率 ω 来表示。由正弦曲线变化规律可知, 正弦量在一周期内恰好经历了 $2\pi\text{rad}$ (弧度)(见图 1-4), 所以角频率为

$$\omega = 2\pi/T = 2\pi f \quad (1-15)$$

它的单位是弧度/秒(rad/s)。

2. 幅值和有效值

正弦量是随时间作周期性变化的, 把正弦量在任一瞬间的值称为瞬时值, 用小写字母表示, 如用 i 表示电流瞬时值, 用 u 表示电压瞬时值等。正弦量瞬时值中最大的数值称为幅值或最大值, 用带下标 m 的大写字母来表示, 如用 I_m 表示电流的幅值, 用 U_m 表示电压的幅值等。

正弦量的大小一般不是用它们的幅值, 而是用有效值来计量的。

有效值是根据电流的热效应来规定的。与某一交流电流热效应相等的直流电流值称为该交流电流的有效值。有效值都用大写字母表示, 与表示直流的字母一致。如用 I 表示交流电流的有效值, 用 U 表示交流电压的有效值等。

根据定义, 对于正弦量可求得

$$U = U_m/\sqrt{2} \approx 0.707 U_m \quad (1-16a)$$

$$I = I_m/\sqrt{2} \approx 0.707 I_m \quad (1-16b)$$

一般所讲的交流电的大小, 都是指它们的有效值; 交流电压表和电流表的读数也是有效值; 交流用电设备的额定电压、额定电流也都是指有效值。

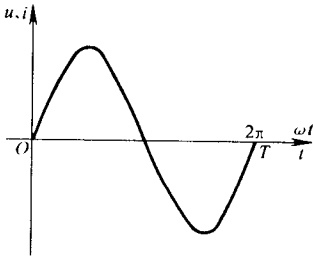


图 1-4

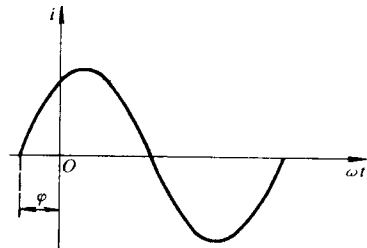


图 1-5

3. 初相位

正弦量是随时间而变化的, 要描述一个正弦量必须先确定计时起点($t=0$)。计时起点不同, 正弦量到达幅值或某一特定值所需的时间也就不同。如图 1-5 所示的正弦交流电流, 可以用数学表达式描述为

$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi) \quad (1-17)$$

上式中, $(\omega t + \varphi)$ 称为正弦量的相位角或相位, 它反映出正弦量在每一瞬时的变化状态。 $t=0$ 时的相位角称为初相位角或初相位。结合图 1-5 和式(1-17)可以看出, 所取计时起点不同, 正弦量的初相位不同。

二、正弦交流电的表示法

为了方便地分析和计算正弦交流电路, 对于正弦量我们常采用以下几种表示方法。无论采用何种表示法, 都必须指明正弦量的幅值、频率及初相位。

1. 解析法

用三角函数式来表示正弦交流电与时间的关系，这是正弦量的基本表示法。

正弦交流电压、电流的解析式为

$$u = U_m \sin(\omega t + \psi) \quad (1-18a)$$

$$i = I_m \sin(\omega t + \psi) \quad (1-18b)$$

利用解析式，可计算出正弦量在任何时刻的瞬时值。

2. 曲线法

正弦交流电还可以用与解析式相对应的正弦曲线来表示，如图 1-6 所示。图中的横坐标表示时间 t 或角度 ωt ，纵坐标表示随时间变化的正弦交流电流的瞬时值。

用正弦曲线表示的正弦交流电可以形象地反映出正弦量的变化进程。有时把同频率的几个正弦量画在同一坐标系内，可以直观地反映它们的相位关系。

3. 相量法

如图 1-7 所示，用带有箭头的有向线段的长度代表正弦量的幅值 I_m 或有效值 I ，该线段与横轴正方向的夹角等于正弦量的初相位 φ ，则把该有向线段叫作对应正弦量的相量，用 \dot{I}_m 或 \dot{I} 表示。因在实际问题中所涉及的往往是正弦量的有效值，所以为了方便，常使有向线段的长度表示正弦量的有效值。

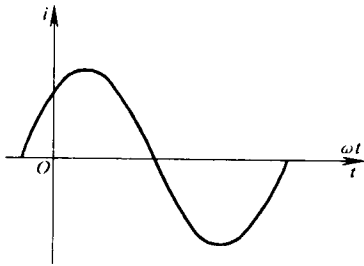


图 1-6

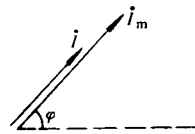


图 1-7 正弦交流电的相量表示

如图 1-8 所示，可把几个同频率的正弦量按照大小和相位关系画出的若干个相量的图形，称为相量图。在相量图上能够清楚地看出各个正弦量的大小和相互间的相位关系。

表示正弦量的相量，也可以用复数式来表示，而且可以用其代数运算的方法对交流电路进行运算。

例如把一正弦量有效值相量 \dot{I} 放在一复平面内，见图 1-9。由图可以看出相量 \dot{I} 可以用下面的复数式表示：

$$\dot{I} = a + jb \quad (1-19)$$

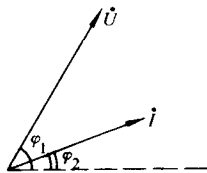


图 1-8 相量图

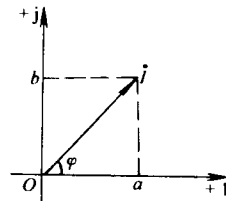


图 1-9

由图还可以看出, 交流电的有效值 I 是复数的模, 交流电的初相位 φ 是复数的复角, 则

$$a = I \cos \varphi \text{ 和 } b = I \sin \varphi$$

所以

$$\dot{i} = I (\cos \varphi + j \sin \varphi) \quad (1-20)$$

相量 \dot{i} 还可以表示为

$$\dot{i} = I e^{j\varphi} \quad (1-21)$$

$$\dot{i} = I \angle \varphi \quad (1-22)$$

式(1-19)、式(1-20)、式(1-21)、式(1-22)分别是复数的代数形式、三角形式、指数形式和极坐标形式。表示正弦量的复数形式的相互变换和四则运算, 是求解同频率正弦交流电路的基本运算。

第三节 电磁感应

一、电磁感应定律

把由于导体在磁场里作切割磁力线的运动或者穿过闭合回路的磁通发生变化时产生电动势(电流)的现象, 叫做电磁感应现象。由电磁感应产生的电动势, 叫做感应电动势; 产生的电流, 叫感应电流或感生电流。

由实验得知, 当通过单匝线圈的磁通发生变化时, 线圈中产生的感应电动势的大小为

$$E = |\Delta \Phi / \Delta t| \quad (1-23)$$

式中 E ——感应电动势的大小(V);

$\Delta \Phi$ ——在 Δt 时间内磁通的变化量(Wb), $\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1$;

Δt ——磁通变化 $\Delta \Phi$ 所用的时间(s), $\Delta t = t_2 - t_1$ 。

如果线圈有 N 匝, 并且是密绕的, 我们可以认为穿过各匝的磁通相同, 则线圈的感应电动势的大小为单匝感应电动势大小的 N 倍, 即

$$E = |N \Delta \Phi / \Delta t| \quad (1-24)$$

我们把穿过线圈各匝的磁通的代数和称为磁链。对于 N 匝密绕线圈, 则有

$$\Psi = N \Phi \quad (1-25)$$

式中 Ψ ——穿过线圈的磁链(Wb);

Φ ——穿过线圈的磁通(Wb)。

于是, 式(1-24)变为

$$E = |\Delta \Psi / \Delta t| \quad (1-26)$$

感应电动势的方向可以根据楞次定律来判定, 即由感应电动势产生的感生电流的磁场总是要阻碍引起感应电动势(感生电流)的磁通量的变化。

二、自感和互感

1. 自感

当通过线圈的电流发生变化时, 由该电流产生的穿过线圈的磁通也就发生变化, 这样在线圈中就产生感应电动势, 根据楞次定律, 这个感应电动势将阻碍通过线圈的电流的变化。像这种由于导体本身的电流发生变化而产生的电磁感应现象, 叫做自感现象, 在自感现象中

产生的感应电动势，叫做自感电动势。

设通电线圈匝数为 N ，穿过每一匝线圈的自感磁通都为 ϕ_L ，那么，这个线圈的自感磁链 $\Psi_L (N\phi_L)$ 与电流 I 的比值称为线圈的自感系数，简称自感，又叫电感，即

$$L = \Psi_L / I \quad (1-27)$$

式中 L ——自感系数，单位为 H。

当线圈中介质的磁导率 μ 为常数时，自感磁链 Ψ_L 与电流 I 成正比，线圈的自感系数 L 是一个常数，一般它只取决于线圈的结构及介质的磁导率，与线圈中电流的大小无关。

根据电磁感应定律，自感电动势的大小为

$$E_L = -\Delta \Psi_L / \Delta t \quad (1-28)$$

又据式(1-27)得 $\Psi_L = LI$ ，代入式(1-28)得

$$E_L = -L \Delta I / \Delta t \quad (1-29)$$

上式说明：对同一线圈，自感电动势的大小与电流的变化率成正比。

根据楞次定律，自感电动势总是阻碍线圈中电流的变化。

2. 互感

由于一个线圈中的电流发生变化，而使其他线圈产生感应电动势的现象，叫做互感现象。由互感产生的电动势称为互感电动势。

两个回路之间，靠互感进行能量传递的方式，叫做感应耦合。变压器、互感器、无线电发射和接收机都应用了这种能量传递的方式。

对于已知绕组绕向的线圈，互感电动势的方向可根据磁通的方向与变化，利用楞次定律来判定。

在实际应用中，我们往往只需知道在同一变化磁通的作用下，互感线圈中感应电动势的极性关系。但是在实际电路中，靠线圈的位置和绕向来判定感应电动势的极性关系是很不方便的。所以常常在有感应耦合的几个线圈上用符号“·”表示这几个线圈在同一变化磁通作用下，感应电动势的极性在同一瞬间是一致的，这就是同名端标记。如图 1-10 所示，1 和 4 是同名端，2 和 3 也是同名端，1 和 3、2 和 4 则称为异名端。

对于已绕好的有感应耦合的线圈，一般无法判别线圈的具体绕向，同名端也没有标出，这时，可以用实验的方法确定它们的同名端。如图 1-11 所示，将电源正负极分别与第一个线圈的 1 端和 2 端联接，毫安表的正负极与第二个线圈的 3 端和 4 端联接。当开关 S 闭合瞬间，如果毫安表的指针正向偏转，则 1 和 3 是同名端；反向偏转，则 1 和 4 是同名端。

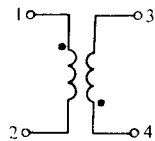


图 1-10 互感线圈同名端

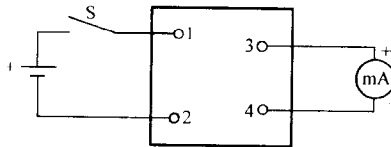


图 1-11