

全国家用电器产品维修工职业技能鉴定指定用书

职业技能鉴定教材

# 家用电器产品 维修工 (中级)

劳动和社会保障部职业技能鉴定中心  
全国家用电器职业技能鉴定教材编委会

审定  
主编

人民邮电出版社  
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS



全国家用电器产品维修工职业技能鉴定指定用书

职业技能鉴定教材

# 家用电器产品维修工

## (中级)

劳动和社会保障部职业技能鉴定中心 审定  
全国家用电器职业技能鉴定教材编委会 主编

人民邮电出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

家用电器产品维修工: 中级/全国家用电器职业技能鉴定教材编委会主编.

—北京: 人民邮电出版社, 2002.4

职业技能鉴定教材

ISBN 7-115-10101-9

I. 家... II. 全... III. 日用电气器具—维修—技术工人—职业技能鉴定—教材 IV. TM925.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 014147 号

## 内 容 提 要

本书为中级家用电器产品维修工的职业技能鉴定教材, 其内容按照《家用电器产品维修工国家职业标准》的规定编写的。全书共分 13 章, 内容包括: 电工学基础、电子技术基础、制冷技术基础、常用仪器仪表、电冰箱与电冰柜、空调器的制冷系统与控制系统及部件、空调器的维修、全自动洗衣机、小型家用电器、维修服务知识等。附录部分编入了国家职业技能鉴定试题简介及全国统一考试标准试卷。

本书不仅适合作为职业技能鉴定教材, 也可供中、高职教育教学和广大家电维修人员参考。

全国家用电器产品维修工职业技能鉴定指定用书

职业技能鉴定教材

家用电器产品维修工 (中级)

- ◆ 审 定 劳动和社会保障部职业技能鉴定中心  
主 编 全国家用电器职业技能鉴定教材编委会  
责任编辑 唐素荣 赵桂珍
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
读者热线 010-67180876  
北京汉魂图文设计有限公司制作  
北京朝阳隆昌印刷厂印刷  
新华书店总店北京发行所经销
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 29  
字数: 705 千字  
印数: 1-5 000 册
- 2002 年 4 月第 1 版  
2002 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-10101-9/TN · 1846

定价: 35.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

# 全国家用电器职业技能鉴定教材

## 编 委 会

主 任：陈 宇 杜肤生  
副 主 任：吕晓春 宋 建 陈 光  
委 员：王晓丹 陈 蕾 李佩禹  
崔秋立 孙戈力 高鲁民  
尚志平 姜亚彬 颜世丁  
苗 滨 李树岭 赵桂珍  
姚予疆 唐素荣  
执行委员：李佩禹 李树岭 赵桂珍

## 丛书前言

中华人民共和国劳动和社会保障部于2000年5月颁发了《家用电器产品维修工国家职业标准》，该标准以电冰箱、空调器、洗衣机等家用电器维修人员为对象，共设初级、中级、高级、技师和高级技师5个等级。

为了贯彻和实施这个标准，人民邮电出版社在劳动和社会保障部职业技能鉴定中心的支持和指导下，组织了名牌家电企业、高等职业院校、家电行业中的技术专家和考评人员编写了这套《职业技能鉴定教材》。这套教材共三册，即《家用电器产品维修工（初级）》、《家用电器产品维修工（中级）》和《家用电器产品维修工（高级 技师 高级技师）》。每册书的内容严格按照《家用电器产品维修工国家标准》限定的范围，并且根据初级、中级、高级、技师和高级技师5个等级的知识要求和专业技能的要求来编写。

这套鉴定教材的突出特点是：改变了原有一些教材的知识陈旧、基础知识过多、与实际脱节等问题，突出了鉴定考核的针对性和实用性，注重系统性、典型性和先进性，体现了以职业活动为导向，以职业技能为核心的特点，符合培训、鉴定和就业工作的需要。

在每册书的最后均附有国家技能鉴定考试简介和国家统一考试标准试卷，为读者应试提供了复习参考。

由于时间仓促，不足之处在所难免，欢迎使用单位和个人提出宝贵意见和建议。

全国家用电器职业技能鉴定教材编委会

# 前 言

国家劳动和社会保障部 2000 年 5 月颁发了《家用电器产品维修工国家职业标准》。为了贯彻和实施这个标准，我们组织了名牌家电企业、高等职业院校、家电行业中的技术专家和考评人员编写了这本《家用电器产品维修工职业技能（中级）》鉴定教材。书中紧扣《标准》规定的范围和知识、技能要求，阐述了中级家用电器产品维修工考核鉴定的基础知识、专业知识和相关知识等内容。

本书既突出考核、鉴定的针对性和实用性，又注重系统性、典型性和先进性，知识与技能融为一体，体现了以职业活动为导向，以职业技能为核心的特点，符合培训、鉴定和就业工作的需要。

本书编写分工如下：苗滨（第 1、2、4 章），刘忠玉（第 3、6 章），汪韬（第 7、8、9 章），李睿、沈法领（第 10 章），姜宝港（第 11 章 11.1、11.2、11.4），李佩禹（第 5、12 章、第 11 章 11.3、附录 1），许华（第 6 章 6.1），王洪杰（附录 2）。

本书不仅适合作为职业技能鉴定教材，同时也可供高职教育教学和家电维修人员学习参考。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在缺点和错误，恳请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 第一部分 基础知识

<b>第 1 章 电工学基础</b> .....	1
1.1 基尔霍夫定律.....	1
1.1.1 基尔霍夫电流定律 (KCL) .....	1
1.1.2 基尔霍夫电压定律 (KVL) .....	1
1.2 电压源、电流源及其等效变换.....	2
1.2.1 电压源 .....	2
1.2.2 电流源 .....	2
1.2.3 电压源与电流源的等效变换 .....	2
1.3 叠加原理.....	3
1.4 戴维南定理 (等效电源定理) .....	3
1.5 正弦交流电路.....	4
1.5.1 R-L 串联电路.....	4
1.5.2 R-C 串联电路.....	5
1.5.3 R-L-C 串联电路.....	6
1.5.4 R-L 串联再与 C 并联的电路.....	8
1.5.5 正弦交流电路的功率及功率因数.....	9
1.6 谐振电路.....	11
1.6.1 串联谐振电路.....	11
1.6.2 并联谐振电路.....	13
1.7 电动机.....	14
1.7.1 直流电动机.....	14
1.7.2 单相串激电动机.....	19
1.7.3 步进电动机.....	23
1.8 变压器、继电器、交流接触器.....	26
1.8.1 变压器.....	26
1.8.2 接触器.....	29
1.8.3 继电器.....	30
练习题.....	33
<b>第 2 章 电子技术基础</b> .....	35
2.1 晶体管放大电路.....	35
2.1.1 三极管等效电路.....	35
2.1.2 基本放大电路.....	36

2.1.3	多级放大电路	41
2.1.4	负反馈放大电路	42
2.1.5	功率放大电路	44
2.2	直流放大电路	47
2.2.1	直接耦合放大器的特点与存在的问题	48
2.2.2	差动放大电路	49
2.3	直流稳压电路	51
2.3.1	串联型晶体管稳压电源	51
2.3.2	三端集成稳压电源	52
2.4	正弦波振荡器	55
2.4.1	正弦波振荡的基本原理	55
2.4.2	LC 正弦振荡器	56
2.4.3	RC 振荡器	56
2.4.4	石英晶体振荡器	57
2.4.5	压控振荡器 (VCO)	58
2.5	集成运算放大器及应用	59
2.5.1	集成电路的特点与分类	59
2.5.2	集成运算放大器	59
2.5.3	集成电路的应用与检修	63
2.6	晶闸管及其应用电路	63
2.6.1	晶闸管的结构和符号	64
2.6.2	晶闸管的工作原理	64
2.6.3	晶闸管的伏安特性及主要参数	65
2.6.4	晶闸管的应用	66
2.6.5	双向晶闸管	67
2.6.6	晶闸管的检修	68
	练习题	68
<b>第3章</b>	<b>制冷技术基础</b>	<b>70</b>
3.1	传热学基础	70
3.1.1	导热基础知识	70
3.1.2	对流换热基础知识	72
3.1.3	辐射换热基础知识	73
3.1.4	传热过程和传热系数	74
3.2	工程热力学基础	75
3.2.1	热力学第一定律	75
3.2.2	热力学第二定律	75
3.3	单级蒸汽压缩式制冷方式的分析应用	76
3.3.1	概述	76
3.3.2	蒸汽压缩式制冷方式的分析应用(压力、温度工况分析)	77



练习题 .....	77
<b>第4章 常用仪器仪表的使用与维修 .....</b>	<b>79</b>
4.1 万用表、兆欧表、钳形表的结构原理与常见故障 .....	79
4.1.1 指针式万用表原理与常见故障 .....	79
4.1.2 钳形表原理与常见故障 .....	82
4.1.3 兆欧表的原理与常见故障 .....	83
4.2 直流电桥的工作原理与常见故障 .....	84
4.2.1 工作原理 .....	84
4.2.2 QJ23型单臂电桥简介 .....	85
4.2.3 单臂电桥的使用 .....	85
4.2.4 常见故障 .....	86
4.3 示波器的使用方法 .....	86
4.3.1 面板布置 .....	86
4.3.2 示波器的使用方法 .....	88
练习题 .....	89

## 第二部分 专业知识

<b>第5章 接待 .....</b>	<b>91</b>
5.1 接待人员的基本素质 .....	91
5.2 接待礼仪、咨询与记录 .....	91
5.3 家用电器售后准则 .....	92
<b>第6章 电冰箱、电冰柜 .....</b>	<b>94</b>
6.1 电冰箱、电冰柜的CFCs替代 .....	94
6.1.1 概述 .....	94
6.1.2 电冰箱、电冰柜制冷剂的CFCs替代 .....	95
6.1.3 电冰箱、电冰柜发泡剂的CFCs替代 .....	110
6.2 电冰箱、电冰柜故障的检测与分析 .....	111
6.3 电冰箱、电冰柜故障的维修方法及维修工艺 .....	117
6.3.1 维修方法 .....	117
6.3.2 维修工艺及操作步骤 .....	118
6.4 电冰箱、电冰柜的其他故障的维修 .....	122
6.5 电冰箱、电冰柜产品检修实例 .....	123
6.5.1 电冰箱、电冰柜压缩机的检修 .....	123
6.5.2 平背式电冰柜、电冰箱开背检修 .....	133
6.5.3 电冰箱、电冰柜产品的其他故障检修实例 .....	134
练习题 .....	135
<b>第7章 空调器的制冷系统及部件 .....</b>	<b>136</b>
7.1 空调器原理 .....	136
7.2 空调器的制冷系统零部件 .....	138

7.2.1	压缩机	139
7.2.2	电磁四通阀	147
7.2.3	毛细管及电子膨胀阀	150
7.2.4	单向阀	154
7.2.5	气液分离器、干燥过滤器	155
7.3	空调器的系统运行中压力、温度变化关系	157
7.4	制冷系统	158
7.4.1	窗式空调器的制冷系统	158
7.4.2	分体式空调器的制冷系统	159
<b>第 8 章</b>	<b>空调器的控制系统及部件</b>	<b>163</b>
8.1	空调器的控制零部件	163
8.1.1	压缩机电动机	163
8.1.2	室内、外风扇电机	166
8.1.3	步进电机与同步电机	169
8.1.4	变压器	172
8.1.5	负离子发生器	172
8.1.6	交流接触器	173
8.1.7	PTC 电阻	175
8.1.8	压缩机热保护器	176
8.1.9	电磁继电器	177
8.1.10	温度传感器	178
8.1.11	液晶显示器、VFD 显示、发光管显示	179
8.2	空调器的结构及功能控制概述	180
8.2.1	窗式空调器的结构与功能控制	180
8.2.2	分体壁挂式空调器的结构与功能控制	185
8.2.3	分体立柜式空调器的结构与功能控制	191
8.2.4	一拖二空调器的结构与功能控制	200
8.3	空调器的电路原理分析	209
8.3.1	窗式空调器的主要电路分析	209
8.3.2	分体壁挂式定速空调器的主要电路分析	212
8.3.3	柜式定速空调器的主要电路分析	216
<b>第 9 章</b>	<b>空调器的维修</b>	<b>222</b>
9.1	常用的维修工具	222
9.2	空调器的故障分析及检修	223
9.2.1	故障分析总思路	223
9.2.2	窗式空调器的故障检修思路	223
9.2.3	分体式空调器(挂机、柜机)故障诊断思路	226
9.2.4	利用故障自诊断进行维修	230
9.3	故障实例分析	232

9.4 空调器维修注意事项	238
<b>第10章 全自动洗衣机</b>	<b>242</b>
10.1 全自动洗衣机的主要零部件	242
10.1.1 开关	242
10.1.2 电容器	245
10.1.3 电动机	246
10.1.4 定时器	249
10.1.5 温控器	255
10.1.6 加热器	257
10.1.7 排水泵	258
10.1.8 排水阀	259
10.1.9 电磁进水阀	260
10.1.10 水位开关	262
10.2 全自动波轮洗衣机的结构原理	263
10.2.1 全自动波轮洗衣机的结构	263
10.2.2 全自动波轮洗衣机的工作电路	272
10.3 全自动波轮洗衣机的检修	281
10.3.1 全自动波轮洗衣机主要部件的拆装	281
10.3.2 全自动波轮洗衣机常见故障检修	285
10.3.3 全自动波轮洗衣机的检修实例	303
10.4 全自动滚筒洗衣机的结构原理	307
10.4.1 全自动滚筒洗衣机的结构	307
10.4.2 全自动滚筒洗衣机的工作电路	315
10.5 全自动滚筒洗衣机的检修	322
10.5.1 全自动滚筒洗衣机主要部件的拆装	322
10.5.2 全自动滚筒洗衣机常见故障检修	329
10.5.3 全自动滚筒洗衣机的检修实例	337
10.6 洗衣机的调试及安全性能检测	341
10.6.1 全自动波轮洗衣机的调试	341
10.6.2 全自动滚筒洗衣机的调试	342
10.6.3 洗衣机的安全性能检测	343
10.6.4 全自动洗衣机使用不当的故障检修	345
练习题	347
<b>第11章 小型家用电器</b>	<b>349</b>
11.1 电子电风扇电路	349
11.1.1 电风扇的模拟自然风电路	349
11.1.2 电风扇的遥控电路	354
11.1.3 电风扇的微电脑控制电路	359
11.2 微电脑控制电饭锅电路	365

11.2.1	微电脑控制型电饭锅电路	367
11.2.2	智能型模糊控制电饭锅电路	369
11.3	微波炉	372
11.3.1	微波加热原理	372
11.3.2	微波炉的结构、原理与检修	375
11.3.3	典型电路分析	388
11.3.4	微波炉的拆装	390
11.3.5	微波炉的使用方法与使用注意事项	395
11.3.6	常见故障分析	400
11.3.7	微波炉的性能检测	407
11.4	电子消毒柜	407
11.4.1	普通控制型电子消毒柜	408
11.4.2	微电脑控制型电子消毒柜	411
11.4.3	智能型电子消毒柜	412
11.4.4	电子消毒柜的常见故障与检修	413
11.5	全自动洗碗机	414
11.5.1	洗碗机的种类	414
11.5.2	洗碗机的基本结构	414
11.5.3	电动程控全自动洗碗机的工作原理	420
11.5.4	电脑程控全自动洗碗机的工作原理	422
11.5.5	洗碗机的常见故障与检修	424
	练习题	425
<b>第 12 章</b>	<b>维修服务知识</b>	<b>426</b>
12.1	家用电器维修(安装)服务规范	426
12.2	家电维修管理基础知识	430
<b>第 13 章</b>	<b>交件</b>	<b>432</b>
13.1	交件	432
13.2	家用电器上的英文标识	433
<b>附录 1</b>	<b>国家职业技能鉴定考试简介</b>	<b>436</b>
<b>附录 2</b>	<b>国家统一考试标准试卷</b>	<b>439</b>

# 第一部分 基础知识

## 第1章 电工学基础

本章主要介绍基尔霍夫定律、电流源与电压源的等效变换、叠加原理、戴维南定理的基本概念和非正弦电路的分析方法；RLC 串并联电路的基本特性及谐振特性；直流电动机、步进电动机的结构和原理；变压器、继电器、交流接触器的原理及应用。

### 1.1 基尔霍夫定律

为了便于介绍基尔霍夫定律，我们把连接在电路中的每一个二端元件（如电阻、电容、电感、电压源、电流源）称为一条支路，而把支路的连接点称为节点。这样，每一个元件均是连接于两个节点之间的一条支路。由支路构成的闭合路径称为回路。

#### 1.1.1 基尔霍夫电流定律（KCL）

基尔霍夫电流定律指出：在电路中的任何时刻，汇集于任一节点上所有支路电流的代数和恒等于零。可用公式表示为

$$\sum I = 0$$

使用基尔霍夫电流定律，首先要假设电流的参考方向，规定哪些支路电流是流入节点的，哪些支路电流是流出节点的。参考方向不一定必须与电路中电流的实际方向相同，解题得到电流结果后，若电流为正值表明假定的参考方向与实际方向一致；若电流为负值，表明参考方向与实际方向相反。

应用 KCL 列节点电流方程时，一般把流入节点的电流规定为正，流出节点的电流规定为负。

#### 1.1.2 基尔霍夫电压定律（KVL）

基尔霍夫电压定律指出：在任一闭合回路中，电压降的代数和等于电动势的代数和，其数学表达式为

$$\sum U = \sum E$$



使用 KVL, 仍要假定支路电流的参考方向, 以确定各支路上电阻元件的电压降方向, 而电动势的方向是固定的。这样在回路选定绕行方向后, 电压降和电动势的方向与绕行方向一致时在回路方程中都为正值, 反之为负值。

## 1.2 电压源、电流源及其等效变换

### 1.2.1 电压源

电路中电压源可用电动势  $E$  与内阻  $R_0$  串联的支路来表示。如图 1-2-1 (a) 所示,  $U$  是电源端电压,  $I$  为负载电流,  $R_L$  为负载电阻。根据 KVL, 可写出

$$U = E - IR_0$$

$E$ 、 $R_0$  确定后,  $U$  和  $I$  的关系如图 1-2-1 (b) 中的直线 1 所示, 之所以随电流增大而向下倾斜, 是由于电源内阻压降  $IR_0$  随之增大。若电源内阻  $R_0=0$ , 不管负载电流如何变化, 电源的端电压  $U$  永远等于电动  $E$ 。这样的电压源叫恒压源, 其输出特性是一条平行于  $I$  的直线, 如图 1-2-1 (b) 的直线 2。恒压源是理想电源。当普通电压源的  $R_0 \ll R_L$  时, 可作为理想恒压源。

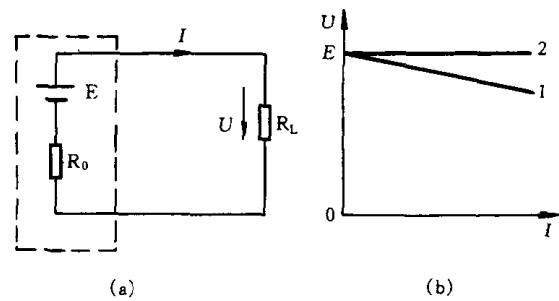


图 1-2-1 电压源及其输出特性

### 1.2.2 电流源

电源也可以用图 1-2-2 (a) 中的虚线框内的电路表示。  $I_s$  叫理想电流源, 箭头表示电流方向,  $R_s$  是电流源内阻,  $I$ 、 $U$  是电流源的输出电流和输出电压,  $R_L$  为负载电阻。

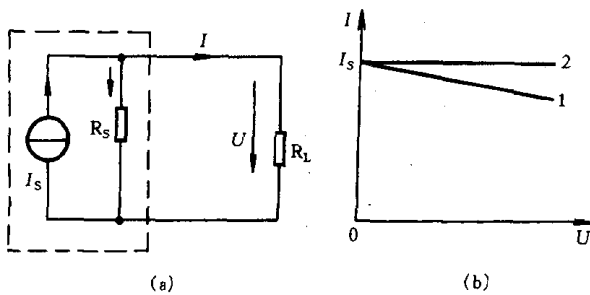


图 1-2-2 电流源及其输出特性

电流源的输出特性如图 1-2-2 (b) 所示的直线 1, 这也是一条向下倾斜的直线, 造成其下降的原因是电流源内阻分流, 且分流随  $U$  的增大而增大。当  $R_s = \infty$  时, 电源的输出电流永远等于  $I_s$ , 这时称其为恒流源或理想电流源, 它的输出特性是一条平行于  $U$  轴的直线,

即直线 2。实际的电流源若其内阻  $R_s \gg R_L$ , 可近似按恒流源来处理。

### 1.2.3 电压源与电流源的等效变换

用电压源和电流源分别向相同阻值的两个电阻供电, 若两个电阻上的电压降相同, 则称这两个电源是等效的, 它们的参数 ( $E$ 、 $R_0$ 、 $I_s$ 、 $R_s$ ) 之间的变换关系是

$$R_0 = R_s \quad E = I_s R_s$$

含有串联内阻  $R_0$  的电压源与并联内阻  $R_s$  的电流源的等效变换只对电源外电路有效，至于电源内部是不能等效的；进行等效变换时，电流源的电流方向与电压源的正极对应。理想电压源与理想电流源之间是不能作等效变换的。

### 1.3 叠加原理

叠加原理指出，由线性元件和多个电源组成的电路，任何一条支路中的电流（或电压）等于各个电源单独作用时在此支路中所产生的电流（或电压）的代数和。

应用叠加原理，可以把一个多电源线性电路分别简化成若干单电源作用的电路。简化电路的原则是：电路只保留一个电源，剩余其他电源的电动势  $E$  用短路代替，电流源  $I_s$  去掉后以开路代替，两种电源的内阻仍需保留在电路的原位置。下面以图 1-3-1 (a) 所示电路来说明叠加原理。

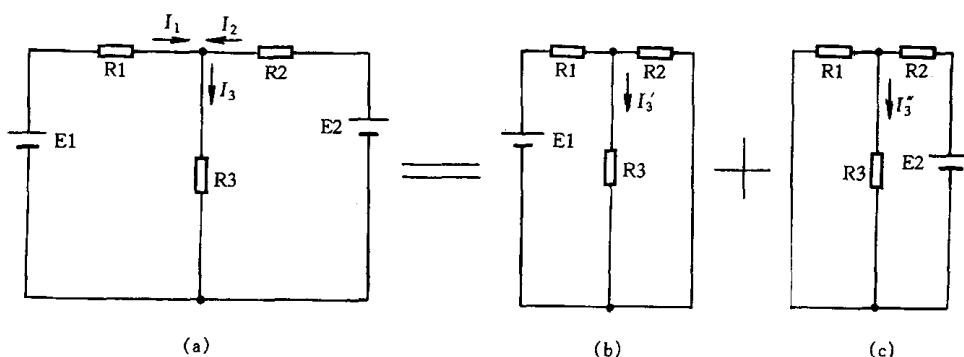


图 1-3-1 叠加原理

利用叠加原理求解  $I_3$  时，先令  $E_2$  不起作用，得到电路图 1-3-1 (b)，很容易求出  $I_3'$

$$I_3' = \frac{E_1}{R_1 + (R_2 // R_3)} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3} = \frac{R_2}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} \cdot E_1$$

再令  $E_1$  不起作用，简化电路得 1-3-1 (c)，求解  $I_3''$  得：

$$I_3'' = \frac{E_2}{R_2 + (R_1 // R_3)} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_3} = \frac{R_1}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3} \cdot E_2$$

将  $I_3'$  与  $I_3''$  相加求得  $I_3$ ，结果与用其他方法求出的结果完全一致。

利用叠加原理时要注意原电路的电流参考方向与简化后同一支路的电流参考方向是否一致，相同时取正，不相同取负。叠加原理只能求解电路中的电流、电压，不能用来求解功率。

### 1.4 戴维南定理（等效电源定理）

一个电路只有两个端钮与外部相连，这样的电路叫做二端网络。内部不含电源的二端网

络称为无源二端网络；内部含电源的二端网络称为有源二端网络。

戴维南定理指出：任意一个有源二端网络，对外部电路来讲，都可以简化为一个具有电动势  $E_0$  和内阻  $R_0$  的等效电源，其中  $E_0$  等于原来网络的开路电压  $U_0$ ，而  $R_0$  等于原来网络中所有电压源短路、电流源开路时其两端点间的等效电阻。如图 1-4-1 所示。

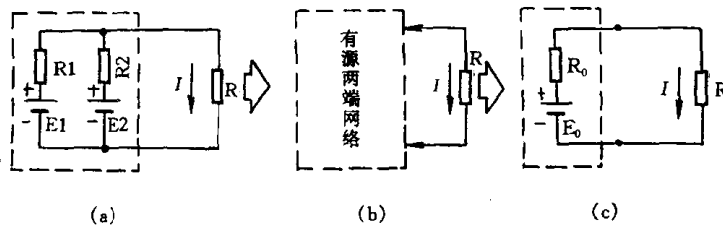


图 1-4-1 戴维南定理

如图 1-4-1 (a) 所示的电路，若只需要计算通过负载电阻  $R$  这一支路中的电流时，就可以把电路的其余部分（虚线方框内的部分）看成一个有源二端网络，如图 1-4-1 (b)，并可简化为一个等效电源，如图 1-4-1 (c)。如果能求出等效电源的电动势  $E_0$  和内电阻  $R_0$ ，那么待求支路电流  $I$  就很容易由下式求得

$$I = \frac{E_0}{R_0 + R}$$

## 1.5 正弦交流电路

### 1.5.1 R-L 串联电路

线圈是由导线绕成的，因此，一般的线圈不仅具有电感，而且具有电阻。如果线圈的电阻不能忽略，则这样的电路可等效为电阻与电感串联的电路 (R-L 串联电路)。如图 1-5-1 (a) 所示。

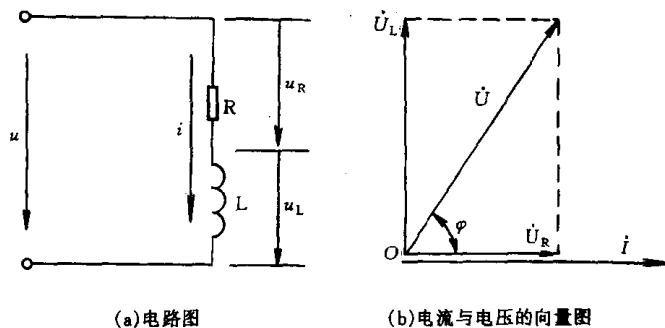


图 1-5-1 R-L 串联电路

设电路中的正弦电流为  $i = I_m \sin \omega t$  (设初相角为零)。当电流  $i$  通过电阻  $R$  时， $R$  两端的

电压  $u_R$  是与电流  $i$  同频率的正弦量，且与电流  $i$  同相位，其有效值  $U_R=IR$ ；当电流  $i$  通过电感  $L$  时，电感  $L$  两端的电压  $U_L$  也是同频率正弦量，但在相位上超前电流  $90^\circ$ ，其有效值为  $U_L=I X_L$ 。根据电路中所示电压的正方向，电路总电压的瞬时值  $u$  应等于各段电压的瞬时值之和，即

$$u = u_R + u_L$$

由于  $u_R$  和  $u_L$  的相位不同，所以不能将各段电压的有效值直接相加，应该用向量相加。即

$$\dot{U} = \dot{U}_R + \dot{U}_L$$

为此，先做出电流向量  $\dot{i}$ ，并把它画在横轴的正方向作为参考向量。再根据各段电压与电流之间的相位做出电压向量  $\dot{U}_R$  和  $\dot{U}_L$ ，而总电压的向量  $\dot{U}$  就等于  $\dot{U}_R$  和  $\dot{U}_L$  的向量和，如图 1-5-1 (b) 所示。从图中可以看出，向量  $\dot{U}_R$ 、 $\dot{U}_L$  和  $\dot{U}$  构成一个直角三角形（称为电压三角形）。根据勾股定理，总电压的有效值为

$$U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_L)^2} = I\sqrt{R^2 + X_L^2} = IZ$$

式中： $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$  是由电路的电阻和感抗所决定的常数，称为电路的阻抗，单位为欧。

由上式和向量图 1-5-1 (b) 可知，在 R-L 串联电路中，电流的有效值等于总电压的有效值除以电路的阻抗，即  $I=U/Z$ ；电流滞后于总电压一个角度  $\varphi$  ( $0^\circ < \varphi < 90^\circ$ )。

### 1.5.2 R-C 串联电路

图 1-5-2 (a) 为电阻和电容的串联电路，它的分析方法和步骤与 R-L 串联电路基本相同。

设电路的电流为  $i=I_m \sin \omega t$ ，则电阻两端的电压  $u_R$  与电流同相位，其有效值为  $U_R=IR$ ；电容两端的电压  $u_C$  滞后于电流  $90^\circ$ ，其有效值为  $U_C=IX_C$ 。

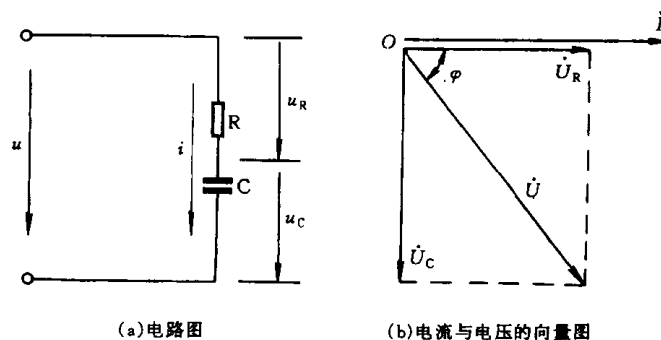


图 1-5-2 R-C 串联电路

根据电路图中选定的电压正方向，总电压的瞬时值  $u$  应等于各段电压瞬时值之和。或者说，总电压的向量  $\dot{U}$  等于各段电压的向量和，即