

家用电器维修 实用技能手册

张泽宁 张新德◎主编

提炼理论知识

突出实用演练

强化技能训练

服务技能鉴定

空调器
电冰箱
洗衣机



家用电器维修实用技能手册： 空调器、电冰箱、洗衣机

张泽宁 张新德 主编

机械工业出版社

ISBN 7-111-11111-1

机械工业出版社

机械工业出版社



机械工业出版社

本书以提炼理论知识、突出实用演练、强化技能训练、服务技能鉴定为宗旨,系统地介绍了白电(电冰箱、空调器、洗衣机)维修基础知识和基本技能。全书先简要介绍家电维修的理论基础、元器件、读图方法、工具拆装与检修思路,再分类介绍电冰箱、空调器、洗衣机的结构原理与故障检修技能,既有服务维修前提的基础训练,又有分类电器的具体维修操作技能。

本书适合家电维修初、中级工,家电维修技师学院(校)师生和维修爱好者阅读,也可作为家电维修实体企业、网络会员制企业、维修行业协会的内部参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

家用电器维修实用技能手册:空调器、电冰箱、洗衣机/张泽宁,张新德主编. —北京:机械工业出版社,2014.9
ISBN 978-7-111-47603-0

I. ①家… II. ①张…②张… III. ①空气调节器-维修-技术手册②冰箱-维修-技术手册③洗衣机-维修-技术手册 IV. ①TM925.07-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 180989 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:刘星宁 责任编辑:刘星宁

版式设计:霍永明 责任校对:陈延翔

封面设计:马精明 责任印制:刘 岚

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2014 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·20.75 印张·447 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-47603-0

定价:49.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

目前我国家电维修服务维修行业的从业人员有300多万人,但却存在维修行业总体服务水平偏低的情况,主要是由于家电维修服务维修行业缺乏具有较高职业素质的专业人员,导致维修服务人员一次上门的修复率较低,加大了维修服务的成本。与此同时,我国大批维修服务企业仍处于小、散、乱的状态,这些企业急需壮大产业规模,加大初、中级工维修培训的力度,提高服务维修水平。为此,我们编写了《家用电器维修实用技能手册:空调器、电冰箱、洗衣机》,以满足广大读者的需要。希望本书的出版,能够帮助广大维修人员提高维修技能和家电行业的整体维修水平。

本书是《家用电器维修实用技能手册》的延续篇,是对《家用电器维修实用技能手册》进一步的细化和提升。在内容的安排上,本书以理论基础、维修技巧、操作技能为重点,突出技能操作,注重实操实用,做到该详则详、该略则略,内容全面、形式新颖、图文并茂。本书所测数据,如未特殊说明,均采用MF47型指针式万用表和DT9205A数字万用表测得。为了便于读者实践应用,本书采用了很多原厂的电路图,其中的文字符号未与国家标准进行统一,请读者注意。

本书在编写和出版过程中,得到了出版社领导和编辑的热情支持和帮助,刘淑华、陈金桂、张健梅、刘晔、张新春、张云坤、王光玉、刘运和、陈秋玲、罗小姣、刘桂华、张美兰、周志英、刘玉华、王灿、张利平、王娇等同志也参加了部分内容的编写、资料收购、整理和文字录入等工作。值此成书之际,向这些领导、编辑和同仁一并表示深情致谢!

由于作者水平有限,书中错漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

作 者

目 录

前言

第一章 电冰箱/空调器/洗衣机维修基础	1
第一节 电子技术基础	1
一、模拟电路	1
二、数字电路	5
三、数字电路的划分	7
四、模拟信号数字化技术	7
五、A-D和D-A转换技术	9
第二节 专用电子元器件简介	10
一、加热化霜熔丝——电冰箱	10
二、遥控接收器——空调器	11
三、传感器——洗衣机	11
四、单向阀——空调器/电冰箱	12
五、干燥过滤器——空调器/电冰箱	12
六、电磁阀——电冰箱	13
七、电磁阀——洗衣机	14
八、电磁四通换向阀——空调器	14
九、电动机——洗衣机	16
十、定时器——洗衣机	17
十一、风扇组件——空调器	18
十二、辅助电加热部件——空调器	23
十三、负离子发生器——空调器	24
十四、功率模块——空调器	24
十五、过载过热保护器——电冰箱	25
十六、化霜定时器——电冰箱	26
十七、化霜加热器——电冰箱	26
十八、交流接触器——空调器	27
十九、截止阀——空调器	27
二十、冷凝器——电冰箱	29
二十一、离合器——洗衣机	31
二十二、毛细管——空调器/电冰箱	31
二十三、门盖开关——洗衣机	32

20	二十四、膨胀阀——空调器/电冰箱	34
20	二十五、气液分离器——空调器	35
26	二十六、热交换器——空调器	35
26	二十七、双金属恒温器——电冰箱	38
27	二十八、微型水泵——洗衣机	39
27	二十九、温度控制器——电冰箱	40
27	三十、限压阀——空调器	43
27	三十一、压缩机——电冰箱	44
27	三十二、压缩机——空调器	48
27	三十三、蒸发器——电冰箱	52
27	第三节 专用电子元件检测	54
28	一、电脑板的检测——洗衣机	54
29	二、电脑板的检测——空调器	55
29	三、功率模块的检测——空调器	55
29	四、交流接触器的检测——空调器	57
29	五、传感器的检测——洗衣机	58
29	六、磁性门封条的检测——电冰箱	59
29	七、单向阀的检测——空调器	59
29	八、电磁阀的检测——电冰箱	59
29	九、电磁阀的检测——洗衣机	59
29	十、电磁四通阀的检测——空调器	60
29	十一、电动机的检测——洗衣机	62
29	十二、定时器的检测——洗衣机	63
29	十三、风扇组件的检测——空调器	63
29	十四、辅热电加热部件的检测——空调器	64
29	十五、负离子发生器的检测——空调器	64
29	十六、干燥过滤器的检测——空调器/电冰箱	65
29	十七、过载过热保护器的检测——电冰箱	65
29	十八、化霜定时器的检测——电冰箱	65
29	十九、化霜加热器的检测——电冰箱	65
29	二十、加热化霜熔丝的检测——电冰箱	65
29	二十一、截止阀的检测——空调器	65
29	二十二、离合器的检测——洗衣机	66
29	二十三、毛细管的检测——空调器/电冰箱	66
29	二十四、膨胀阀的检测——空调器/电冰箱	66
29	二十五、启动继电器的检测——电冰箱	66
29	二十六、气液分离器的检测——空调器	67

27	二十七、热交换器的检测——空调器	67
28	二十八、蒸发器的检测——电冰箱	68
29	二十九、双金属恒温器的检测——电冰箱	69
30	三十、微型水泵的检测——洗衣机	69
31	三十一、温度控制器的检测——电冰箱	70
32	三十二、压缩机的检测——空调器/电冰箱	70
33	三十三、遥控接收器的检测——空调器	72
34	第四节 电路图识读	72
35	一、电路图形符号简介	72
36	二、电路图简介	76
37	(一) 电冰箱特征电路图简介	76
38	(二) 空调器特征电路图简介	83
39	(三) 洗衣机特征电路图简介	97
40	第二章 电冰箱/空调器/洗衣机维修技巧	113
41	第一节 通用维修思路	113
42	一、电冰箱/空调器/洗衣机检修的通用维修思路	113
43	(一) 电器检修的维修思路	113
44	(二) 电器检修的基本原则	114
45	二、电冰箱/空调器/洗衣机的通用维修方法	115
46	(一) 拔插检查法	115
47	(二) 篦梳式检查法	116
48	(三) 波形检测法	116
49	(四) 参照检查法	116
50	(五) 拆次补主法	116
51	(六) 触摸检查法	117
52	(七) 电流检测法	117
53	(八) 电压检测法	117
54	(九) 电阻检测法	118
55	(十) 短路检查法	119
56	(十一) 断路检查法	119
57	(十二) 分段处理法	119
58	(十三) 流程图检查法	119
59	(十四) 逻辑推断法	119
60	(十五) 盲焊法	120
61	(十六) 面板操作压缩法	120
62	(十七) 敲击法	120
63	(十八) 人体干扰法	120

601	(十九) 升/降温检查法	120
601	(二十) 升/降压检查法	121
601	(二十一) 替代检查法	121
601	(二十二) 听诊检查法	122
601	(二十三) 温度检测法	122
601	(二十四) 应急拆除法	122
601	(二十五) 直观检查法	122
601	(二十六) 自诊检查法	123
601	第二节 电冰箱/空调器/洗衣机维修准备	124
601	一、专用工具和仪表的使用	124
601	(一) 传动轮拉具	124
601	(二) 断丝取出器	124
601	(三) 割管器	124
601	(四) 弯管器	125
601	(五) 胀管器	126
601	(六) 扩管冲头	126
601	(七) 真空泵	127
601	(八) 封口钳	128
601	(九) 力矩扳手	128
601	(十) 气焊设备	129
601	(十一) 检漏仪	131
601	(十二) 压力表	134
601	(十三) 钳形电流表	135
601	(十四) 万用表	136
601	(十五) 绝缘电阻表	136
601	(十六) 电子温度计	136
601	(十七) 翅片梳	138
601	(十八) 三角刮刀	138
601	二、电冰箱/空调器/洗衣机器件焊接	138
601	(一) 空调器连接管的正确扩口方法	138
601	(二) 空调器截短毛细管的方法	139
601	(三) 空调器制冷系统管路的焊接方法	139
601	(四) 电冰箱的蒸发器和冷凝器的焊接	141
601	(五) 电冰箱管道的焊接	141
601	(六) 电冰箱铜铝接头泄漏的焊接	143
601	三、电冰箱/空调器/洗衣机的拆装	143
601	(一) 电冰箱的拆装	143

051	(二) 全自动波轮洗衣机拆卸方法	160
051	(三) 全自动滚筒洗衣机拆卸方法	166
151	(四) 空调器的拆装和移机	169
第三章 电冰箱维修技能		174
第一节 电冰箱理论基础		174
一、电冰箱的组成		174
251	(一) 电冰箱外部组成	174
421	(二) 电冰箱内部组成	175
二、电冰箱原理概述		176
651	(一) 电冰箱(柜)的基本工作原理	176
651	(二) 普通电冰箱(柜)制冷系统的工作原理	177
651	(三) 定频电冰箱(柜)的工作原理	178
651	(四) 变频电冰箱(柜)工作原理	178
第二节 电冰箱的故障检修技能		179
一、电冰箱的常用检修方法		179
851	(一) 电冰箱检测的基本原则	179
721	(二) 电冰箱的一般维修程序	180
283	(三) 电冰箱故障的基本诊断方法	181
二、电冰箱检修时应注意的事项		183
921	(一) 检测电冰箱时应注意的事项	183
181	(二) R600a 制冷剂电冰箱的制冷系统检测时应注意的事项	184
181	(三) 采用新型制冷剂的电冰箱检测时应注意的事项	184
三、电冰箱的常见故障检修		185
081	(一) 电冰箱冰堵故障检修技巧	185
081	(二) 电冰箱脏堵故障检修技巧	186
081	(三) 电冰箱油堵故障检修技巧	187
881	(四) 电冰箱制冷系统抽真空的方法	188
881	(五) 电冰箱自身的压缩机抽真空的方法	188
881	(六) 电冰箱制冷剂充注方法	190
921	(七) 电冰箱制冷系统泄漏的检查方法	192
091	(八) 电冰箱漏电的大致类型及检修方法	194
921	(九) 电冰箱压缩机运转不停的维修步骤	196
194	(十) 电冰箱完全不制冷的维修步骤	197
181	(十一) 电冰箱压缩机不运转的维修步骤	198
194	(十二) 电冰箱制冷效果差的维修步骤	199
194	(十三) 电冰箱不化霜的维修步骤	200
891	(十四) 电冰箱照明灯不亮的维修步骤	200

(十五) 电冰箱蒸发器结霜异常的维修步骤	200
(十六) 电冰箱噪声大的维修步骤	200
(十七) 变频电冰箱不制冷的维修步骤	203
(十八) 变频电冰箱制冷效果差的维修步骤	203
(十九) 变频电冰箱开机时间长的维修步骤	203
(二十) 变频电冰箱结霜严重的维修步骤	204
(二十一) 变频电冰箱不化霜的维修步骤	204
第四章 空调器维修技能	205
第一节 空调器理论基础	205
一、空调器的组成	205
(一) 壁挂式空调器室内、外机	205
(二) 柜式空调器室内、外机	206
二、空调器原理概述	209
(一) 空调器的基本工作原理	209
(二) 热泵冷暖型空调器工作原理	212
(三) 热泵电热型冷暖空调器工作原理	213
(四) 交流变频空调器工作原理	213
(五) 直流变频空调器工作原理	216
第二节 空调器的故障检修技能	220
一、空调器的常用检修方法	220
(一) 空调器故障检修思路	220
(二) 空调器故障的基本判断方法	221
二、空调器检修时应注意的事项	222
三、空调器的常见故障检修	222
(一) 空调器压缩机常见故障快修方法	222
(二) 空调器压缩机不工作的快修方法	223
(三) 空调器压缩机过热保护的快修方法	224
(四) 空调器电脑板常见故障的快修方法	224
(五) 空调器热交换器故障的快修方法	226
(六) 空调器四通阀动作不正常的快修方法	227
(七) 空调器噪声故障的快修方法	227
(八) 空调器整机不工作的快修方法	231
(九) 空调器遥控接收不正常的快修方法	232
(十) 空调器不制冷的快修方法	233
(十一) 空调器制冷效果差的快修方法	234
(十二) 柜式空调器在使用中出现不制冷的快修方法	235
(十三) 空调器进行制冷时却出现制热状态的快修方法	235

140E	(十四) 空调器刚开机时制冷正常, 但几十分钟后制冷效果差的快修方法	236
140F	(十五) 空调器刚开机时空调器制冷正常, 但几十分钟后不制冷的快修方法	236
140G	(十六) 空调器不制热的快修方法	237
140H	(十七) 空调器制热效果差的快修方法	238
140I	(十八) 空调器冬季制热时效果差, 夏季制冷正常的快修方法	238
140J	(十九) 空调器刚开机工作正常, 但运行中自动停机的快修方法	239
140K	(二十) 空调器室内机风扇电动机不转的快修方法	240
140L	(二十一) 空调器不开机的快修方法	241
140M	(二十二) 空调器运转不停机的快修方法	242
140N	(二十三) 空调器遥控失灵的快修方法	243
200E	(二十四) 变频空调器不能运转的快修方法	243
200F	(二十五) 变频空调器通电后整机无反应的快修方法	244
400E	(二十六) 变频空调器出现频率无法升、降(转速不变)且保护关机的快修方法	244
400F	(二十七) 变频空调器起动频繁的快修方法	244
400G	(二十八) 变频空调器起动困难的快修方法	245
400H	(二十九) 变频空调器运行中突然自动关机, 在起动室内机风扇工作几分钟后也自动关机, 而室外机始终不工作的快修方法	245
000E	(三十) 变频空调器室内机不运转的快修方法	245
000F	(三十一) 变频空调器室外机不工作的快修方法	245
000G	(三十二) 变频空调器运行时噪声大的快修方法	246
100E	(三十三) 变频空调器有电源指示, 用遥控器按操作键, 信号发射不出去的快修方法	246
200E	(三十四) 空调器管路结霜的快修方法	246
200F	(三十五) 空调器制冷系统的堵塞的快修方法	246
200G	(三十六) 空调器冰堵故障的快修方法	247
400E	(三十七) 空调器脏堵和油堵故障的快修方法	247
400F	(三十八) 空调器管道连接密封铜帽漏气的快修方法	248
300E	(三十九) 空调器制冷系统的排空方法	248
700E	(四十) 空调器制冷系统的检漏方法	248
700F	(四十一) 空调器漏氟的快修方法	248
100E	(四十二) 空调器缺制冷剂的判断方法	249
200E	(四十三) 空调器制冷剂的充注方法	250
400E	(四十四) 空调器冬季加注制冷剂的技巧	252
400F	(四十五) 空调器压缩机加冷冻油的技巧	252
200E	(四十六) 空调器制冷系统抽真空的方法	253
	第五章 洗衣机维修技能	255

第一节 洗衣机理论基础	255
一、洗衣机的组成	255
(一) 普通洗衣机内部组成	255
(二) 全自动洗衣机的内部组成	255
二、洗衣机的工作原理	258
(一) 双桶洗衣机工作原理	258
(二) 全自动波轮洗衣机工作原理	261
(三) 全自动滚筒洗衣机工作原理	270
第二节 洗衣机的故障检修技能	272
一、洗衣机的检修方法	272
(一) 检修洗衣机应具备哪些条件	272
(二) 洗衣机的基本检修思路有哪些	275
(三) 洗衣机具体故障现象的检修思路有哪些	276
(四) 洗衣机故障的基本判断方法	280
二、洗衣机检修时应注意的事项	283
三、洗衣机的常见故障检修	283
(一) 洗衣机常见故障快修方法	283
(二) 洗衣机常见故障快修技巧	287
(三) 洗衣机漏电故障检修方法	291
(四) 洗衣机噪声故障检修方法	292
(五) 洗衣机漏水故障检修方法	292
(六) 洗衣机脱水桶敲缸故障检修方法	292
(七) 脱水电动机绕组断路和短路检修方法	292
(八) 电动机转子断条的检修方法	293
(九) 脱水电动机绕组局部短路的检修方法	293
(十) 定时器故障的检修方法	293
(十一) 电源开关不能自锁的检修方法	294
(十二) 水位开关故障的检修方法	294
(十三) 两位琴键开关故障的检修方法	295
(十四) 自动断电开关故障的检修方法	295
(十五) 安全开关故障的检修方法	295
(十六) 排水阀不能正常关闭的检修方法	296
(十七) 洗涤时减速离合器发出异常响声的检修方法	296
第六章 电冰箱实用技能资料	297
一、电冰箱专用部件代换及技术资料	297
(一) 电冰箱加热器的代换	297
(二) 电冰箱压缩机的代换	298

298	(三) 定频电冰箱换板维修	298
299	(四) 变频电冰箱换板维修	299
300	二、电冰箱主芯片应用代表电路参考图	300
300	(一) 海尔 BCD-190W 型双温双控电冰箱电路参考图	300
300	(二) 海尔 BCD-196KF 电冰箱电路参考图	300
302	(三) 科龙 BCD-209W/HC 数字生态电冰箱微电脑控制电路参考图	302
303	(四) 三星 RSG5BLFH 变频对开门式电冰箱电路参考图	303
304	第七章 空调器实用技能资料	304
304	一、空调器专用部件代换及技术资料	304
304	(一) 定频空调器电脑板换板	304
305	(二) 变频空调器电脑板换板	305
305	(三) 空调器压缩机的更换	305
307	二、空调器主芯片应用代表电路参考图	307
307	(一) 海信 KFR-45LW/39BP 空调器室内机电路参考图	307
308	(二) 海信 KFR-45LW/39BP 空调器显示板电路参考图	308
309	(三) 海信 KFR-45LW/39BP 空调器控制板电路参考图	309
310	(四) 海信 KFR-45LW/39BP 空调器室外机控制板电路参考图	310
311	第八章 洗衣机实用技能资料	311
311	一、洗衣机专用部件代换及技术资料	311
311	(一) 洗衣机电子程序控制器换板维修操作步骤	311
312	(二) 洗衣机电脑板换板维修操作步骤	312
316	二、洗衣机主芯片代表电路参考图	316
316	(一) LGWD-A1226EDS 全自动滚筒洗衣机电路参考图	316
317	(二) 海尔 XQG50-BS1268Z、XQG50-BS1068Z、XQG50-BS968Z 全自动滚筒 洗衣机电路参考图	317
318	(三) 海尔 XQG60-HTD1068、XQG60-HTD1268 全自动滚筒洗衣机电路参考图	318

第一章 电冰箱/空调器/洗衣机维修基础

第一节 电子技术基础

一、模拟电路

模拟电路就是利用信号的大小强弱（某一时刻的模拟信号，即时间和幅度上都连续的信号）表示信息内容的电路，如声音经话筒（学名为送话器）变为电信号，其电信号的大小就对应于电信号大小强弱（电压的高低值或电流的大小值），用以处理该信号的电路就是模拟电路。模拟信号在传输过程中很容易受到干扰而产生失真（与原来不一样）。与模拟电路对应的就是数字电路。模拟电路是数字电路的基础。

学习模拟电路应掌握以下概念。

1. 电源

电源是电路中产生电能的设备。按其性质不同，电源可分为直流电源和交流电源，可以将化学能和机械能转换成电能。很多直流电源是将化学能转换为电能的，如干电池和铅酸蓄电池；很多交流电源是通过发电机产生电能的。

电源内可以形成一种力，能使电荷移动而做功。这种力做功的能力称为电源电动势，常用符号 E 表示，其单位为伏特（V），常用单位及换算关系是

1 千伏(kV) = 1000 伏(V)

1 伏(V) = 1000 毫伏(mV)

1 毫伏(mV) = 1000 微伏(μ V)

2. 电路

电路指电流通过的路径。它由电源、导线和控制元器件组成。

3. 电流

电流指电荷在导体上的定向移动。在单位时间内通过导体某一截面的电荷量用符号 I 表示。电流的大小和方向能随时间有规律地变化，叫做交流电流；电流的大小和方向不随时间发生变化，叫做恒定直流电。

电流的单位为安培，用字母 A 表示，常用单位及换算关系是

1 安培(A) = 1000 毫安(mA)

1 毫安(mA) = 1000 微安(μ A)

4. 电压

电压是指电流在导体中流动的电位差。电路中元器件两端的电压用符号 U 表示。电压的单位为伏特（V），常用单位有伏（V）、毫伏（mV）、微伏（ μ V）。

5. 电阻

电阻是指导体本身对电流所产生的阻力。电阻用符号 R 表示。电阻的单位为欧姆 (Ω)，常用单位及换算关系是

1 千欧 ($k\Omega$) = 1000 欧 (Ω)

1 兆欧 ($M\Omega$) = 1000 千欧 ($k\Omega$)

由于电阻的大小与导体的长度成正比，与导体的截面积成反比，且与导体的本身材料质量有关，其计算公式为

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

式中， L 为导体的长度 (m)； A 为导体的截面积 (m^2)； ρ 为导体的电阻率 ($\Omega \cdot mm^2/m$)。

6. 电容

电容是指电容器的容量。电容器由两块彼此相互绝缘的导体组成，一块导体带正电荷，另一块导体一定带负电荷。其储存电荷量与加在两导体之间的电压大小成正比。

电容用字母 C 表示。电容量的基本单位为法拉 (F)。常用单位及换算关系是

1 法 (F) = 10^6 微法 (μF) = 10^{12} 皮法 (pF)

注意：电容在电路图中有时采用数标法，即用三位数字表示容量大小，前两位表示有效数字，第三位数字是 10 的多少次方，基本单位为 pF。如：103 表示 $10 \times 10^3 pF = 0.01 \mu F$ ，203 表示 $20 \times 10^3 pF = 0.02 \mu F$ 。

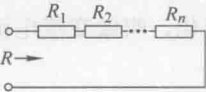
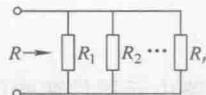
电容器在电路中的作用如下：

- 1) 能起到隔直流通交流的作用；
- 2) 电容器与电感器可以构成具有某种功能的电路；
- 3) 利用电容器可实现滤波、耦合定时和延时等功能。

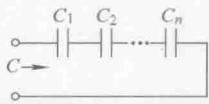
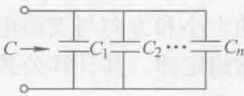
使用电容器时应注意：电容器串联使用时，容量小的电容器比容量大的电容器所分配的电压要高，串联使用时要注意每个电容器的电压不要超过其额定电压。电容器并联使用时，等效电容的耐压值等于并联电容器中最低额定工作电压。

电阻器和电容器串并联的等效计算见表 1-1。

表 1-1 电阻器和电容器串并联等效电容计算表

计算内容	阻容连接图	等效阻容计算公式
串联电阻器总电阻的计算		$R = R_1 + R_2 + \cdots + R_i + \cdots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i$ $G = \frac{1}{\frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2} + \cdots + \frac{1}{G_i} + \cdots + \frac{1}{G_n}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{G_i}}$
并联电阻器总电阻的计算		$G = G_1 + G_2 + \cdots + G_i + \cdots + G_n = \sum_{i=1}^n G_i$ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_i} + \cdots + \frac{1}{R_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$

(续)

计算内容	阻容连接图	等效阻容计算公式
串联电容器总电容的计算		$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_i} + \dots + \frac{1}{C_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$
并联电容器总电容的计算		$C = C_1 + C_2 + \dots + C_i + \dots + C_n = \sum_{i=1}^n C_i$

注：表中 G 为电导， $G = \frac{1}{R}$ 。

7. 电能

电能指在某一时间内电流的做功量。常用千瓦小时 ($\text{kW} \cdot \text{h}$) 作为电能的计算单位，即功率为 1kW 的电源在 1h 内电流所做的功。

电能用符号 W 表示，单位为焦耳 (J)。电能的计算公式为

$$W = Pt$$

式中， P 为电功率 (W)； t 为时间 (s)； W 为电能 (J)。

8. 电功率

电功率是指在一定的单位时间内电流所做的功。电功率用符号 P 表示，单位为瓦特 (W)，常用单位千瓦 (kW) 和毫瓦 (mW) 等，即 $1\text{W} = 1000\text{mW}$ 。

电功率是衡量电能转换速度的物理量。其计算如下：

假设在一个电阻值为 R 的电阻两端加上电压 U ，而流过 R 的电流为 I ，求该电阻上消耗的电功率 P ，即

$$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

式中， U 为电压 (V)； I 为电流 (A)； R 为电阻 (Ω)； P 为电功率 (W)。

9. 电感线圈

电感线圈是用绝缘导线绕制在铁心或支架上的线圈。它具有通直流阻交流的作用。可以配合其他电器元器件组成振荡电路、调谐电路、高频和低频滤波电路。

电感是自感和互感的总称，其两种现象表现为，当线圈本身通过的电流发生变化时将引起线圈周围磁场的变化，而磁场的变化又在线圈中产生感应电动势，这种现象称作自感；两只互相靠近的线圈，其中一个线圈中的电流发生变化，而在另一个线圈中产生感应电动势，这种现象称为互感。

电感用符号 L 表示，单位为亨利 (H)。常用单位及换算关系为毫亨 (mH) 和微亨 (μH)。 $1\text{H} = 1000\text{mH} = 1 \times 10^6\mu\text{H}$

电感线圈对交流电呈现的阻碍作用称作感抗，用符号 X_L 表示，单位为欧姆 (Ω)。感抗与线圈中的电流的频率及线圈电感量的关系为 $X_L = \omega L = 2\pi fL$ 。

10. 欧姆定律

在一段只有电阻的电路中，流过电阻 R 的电流 I 与加在电阻两端的电压 U 成正比，与电阻成反比，称作无源支路的欧姆定律。

欧姆定律的计算公式为

$$I = \frac{U}{R}$$

式中， I 为支路电流 (A)； U 为电阻两端的电压 (V)； R 为支路电阻 (Ω)。

在一段含有电源的电路中，其支路电流的大小和方向与支路电阻、电动势的大小和方向、支路两端的电压有关，称作有源支路欧姆定律。其计算公式为

$$I = \frac{U - E}{R}$$

11. 基尔霍夫定律

基尔霍夫第一定律为节点电流定律，几条支路所汇集的点称作节点。对于电路中任意节点，任意瞬间流入该节点的电流之和必须等于流出该节点的电流之和。或者说流入任意节点的电流的和等于 0（假定流入的电流为正值，流出的则看做是流入一个负极的电流），即

$$I_1 + I_2 - I_3 + I_4 - I_5 = 0$$

基尔霍夫第二定律为回路电压定律。电路中任意闭合路径称作回路，任意瞬间，电路中任意回路的各阻抗上的电压降的和恒等于回路中的各电动势的和。

12. 频率

频率指交流电流量每秒钟完成的循环次数，用符号 f 表示，单位为赫兹 (Hz)。我国交流供电的标准频率为 50Hz。

13. 周期

周期指电流变化一周所需要的时间，用符号 T 表示，单位为秒 (s)。周期与频率是互为倒数的关系，其数学公式为

$$T = \frac{1}{f}$$

14. 相位和初相位

在电流表达式 $i = I_{\max} (\omega t + \varphi)$ 中，电角度 ($\omega t + \varphi$) 表示正弦交流电变化过程的一个物理量称作相位。当 $t = 0$ （即起始时）时的相位 φ 称作初相位。

15. 角频率

角频率指正弦交流电在单位时间内所变化的电角度，用符号 ω 表示，单位是弧度/秒 (rad/s)。角频率与频率和周期的关系为

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

16. 振幅值

振幅值交流电流或交流电压，在一个周期内出现的电流或电压的最大值。用符号 I_m 表示。

17. 有效值