

高等学校轻工专业试用教材

家用电器原理与控制

邹敦颐 主编



中国轻工业出版社

高等学校轻工专业试用教材

家用电器原理与控制

邹敦颐 主编

中国轻工业出版社

(京)新登字 034 号

图书在版编目 (CIP) 数据

家用电器原理与控制/邹敦颐主编. —北京: 中国轻工业出版社, 1996. 5
高等学校轻工专业教材
ISBN 7-5019-1851-1

I. 家… I. 邹… III. 日用电器具 N. TM925

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 02139 号

*
中国轻工业出版社出版
(北京市东长安街 6 号)
新华出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

*
787×1092 毫米 1/16 印张: 33 插页: 1 字数: 760 千字
1996 年 5 月 第一版第一次印刷
印数: 1-3700 定价: 39.80 元
ISBN7-5019-1851-1/TM·008

内 容 简 介

家用电器产品发展迅速，不但品种日益增多，而且在技术上正朝着组合化、全自动、多功能、节能和模糊控制方向发展。

本书将家用电器分成制冷器具、电热器具、电动器具、声像器具四大类，除论述其工作原理外，还探讨其控制技术，并做到工作原理立论准确，控制技术先进实用。

本书内容充实、图文并茂，概念清楚、强化应用，以培养技术应用型人才为宗旨，除作教材外，亦可供相关技术人员和家用电器使用者参考。

ABC08/06

前 言

家用电器是现代家庭必备的技术性产品，包括家庭及类似条件下使用的全部电气和电子器具。它已广泛应用于人们生活、工作、学习、娱乐和保健等各个方面。

使用家用电器可以简化、减轻家务劳动，节约为生活操劳所占用的时间，创造舒适优美的环境，提供丰富多彩的文化娱乐生活。因此，家用电器已经成为现代家庭生活中离不开的用具。

虽然家用电器品种繁多、规格款式成千上万，但从能量转换的角度上看，不外乎是将电转换成“冷”、“热”、“机械动作”、“声音”和“图像”等。因此，本书按家用电器产品的“制冷”、“电热”、“电动”、“声像”四大类别，汇编为四篇。

由于家用电器产品正朝着组合化、全自动、多功能、节能和模糊控制智能化的方向发展，本书除论述家用电器的工作原理外，还探讨其控制技术，力求做到工作原理立论准确，控制技术先进实用，使两者内容取舍适当、相得益彰。

家用电器的原理与控制涉及到许多学科领域。学习和掌握家用电器有关的基础理论和实践技能的知识，不仅会深化和促进本专业的学习，而且还能提高分析和解决问题的能力，达到融会贯通、举一反三的目的。

本书是根据轻工业总会自动化教材委员会的专业教材建设会议的决定和要求编写的，它既可作为高等院校理工科、师范院校相应专业以及自动化等专业本、专科教材，也可供从事家用电器生产，管理，设计，经营和维修等工程技术人员参考或培训用。

本书内容充实、图文并茂，突出概念、深入浅出，强调实际、强化应用，以培养技术应用型人才为宗旨。

参加本书编写人员有：天津轻工业学院王朝玉（第一、二章）、邹敦颐、陈世华（第四、五、六、七章）、田树勋、金国环（第九、十、十一章），天津大学冶金分校武建勇（第十三、十五章），四川轻化工学院廖昶秋、陈伟明（第十四章）。另外邹敦颐还撰写了第三、八、十二、十六章，整理了复习思考题。本书由李林和教授主审，在此致以衷心的感谢。

由于编者学识水平所限，谬误、疏漏和不妥之处在所难免，敬请读者指正。

编者

1995年4月

目 录

第一篇 制冷器具

第一章 电冰箱	1
第一节 制冷的热力学基础	1
一、热力状态参数.....	1
二、热力学定律.....	4
三、蒸气压缩制冷热力学基础.....	4
四、制冷工质的热力性质.....	5
第二节 电冰箱的分类及组成	7
一、电冰箱的分类、规格及型号.....	7
二、电冰箱的组成及箱体.....	9
第三节 电冰箱的制冷系统	10
一、制冷系统的组成及工作原理.....	10
二、制冷压缩机.....	14
三、冷凝器.....	19
四、干燥过滤器.....	21
五、毛细管.....	22
六、蒸发器.....	23
七、制冷系统的装配.....	25
第四节 电冰箱的电气和控制系统	26
一、电动机.....	26
二、启动控制器及过载保护器.....	26
三、温度控制器.....	30
四、化霜控制装置.....	33
五、电冰箱电路分析.....	35
第五节 电冰箱的使用和维护	36
一、电冰箱的选择.....	37
二、电冰箱的使用.....	37
三、电冰箱的故障及其排除.....	37
复习思考题	43
第二章 空调器	47
第一节 空气调节技术基础	47
一、空气的基本物理性质.....	47

二、湿空气的焓湿图	49
三、用 $h-d$ 图反映空气调节的典型过程	50
第二节 空调器的分类及命名方法	53
一、空调器的分类	53
二、空调器的命名方法	55
第三节 空调器的结构及工作原理	55
一、空调器的基本结构	56
二、单冷型空调器工作原理	57
三、冷热两用型空调器工作原理	58
四、恒温恒湿机和除湿机	59
第四节 空调器的基本部件	61
一、制冷系统的主要部件	61
二、电气系统部件	66
第五节 空调器电路分析	70
一、单冷型窗式空调器电路	70
二、热泵型窗式空调器电路	70
三、电热型窗式空调器电路	72
第六节 空调器的使用和维护	72
一、空调器的选用	72
二、空调器的维护	73
三、空调器的故障及排除	73
复习思考题	80
第三章 制冷器具的控制	82
第一节 通用电子温控器电路	82
第二节 电冰箱的控制	83
一、电冰箱温控数显电路	83
二、电冰箱的电子控制	84
三、电冰箱的电脑控制	87
第三节 空调器的电脑控制	90
一、电脑控制系统组成	90
二、电脑控制电路原理	91
三、电脑控制系统功能	92
复习思考题	93

第二篇 电 热 器 具

第四章 电热器具技术基础	94
第一节 电热器具的分类、特点与发展	94
一、电热器具的分类	94

二、电热器具的特点	95
三、电热器具的发展	96
第二节 电热元件	96
一、电阻式电热元件	97
二、PTC 电热元件	113
三、远红外电热元件	118
第三节 温控元件	123
一、热双金属片温控元件	123
二、磁性温控元件	128
三、热敏簧片开关元件	129
四、形状记忆温控元件	130
五、温控晶闸管元件	131
六、集成温度传感元件	134
七、超温保护元件	134
第四节 时控元件	138
一、机械发条式定时器	138
二、机械电动式定时器	139
三、电子定时器	139
第五节 功控元件	140
一、机械开关式功控元件	141
二、电子功控元件	143
第六节 指示元件	147
一、白炽灯珠	147
二、氖泡	147
三、发光二极管	147
复习思考题	149
第五章 电阻和远红外式电热器具	151
第一节 电饭锅	151
一、电饭锅的种类和性能	151
二、电饭锅的规格、型号与参数	152
三、电饭锅的结构	153
四、电饭锅的工作原理	154
五、电饭锅故障及检修	157
第二节 电炒锅	158
一、电炒锅分类	158
二、电炒锅结构	158
三、电炒锅型式	159
四、电炒锅电路	159

五、电炒锅故障及检修	160
第三节 三明治炉	160
一、三明治炉结构	161
二、三明治炉规格	161
三、三明治炉电路	162
四、三明治炉故障及检修	162
第四节 多士炉	162
一、多士炉结构	162
二、多士炉电路	164
第五节 电烤箱	166
一、电烤箱的种类和规格	166
二、普通型电烤箱	166
三、高级电烤箱	168
四、电烤箱故障及检修	169
第六节 电热咖啡壶	170
一、电热咖啡壶的原理和电路	170
二、电热咖啡壶的故障及检修	172
第七节 电热水器	173
一、流水式电热水器	174
二、贮水式电热水器	176
三、电热水器故障及检修	179
第八节 电取暖器	179
一、电取暖器分类	179
二、电取暖器功率计算	180
三、电取暖器结构和原理	181
四、电取暖器故障及检修	188
第九节 电热毯	189
一、电热毯的种类和规格	189
二、电热毯基本结构	190
三、电路原理	191
四、电热毯的故障及检修	194
第十节 电熨斗	194
一、电熨斗结构	194
二、电熨斗的种类和原理	195
三、电熨斗的规格和技术指标	199
四、电熨斗故障及检修	200
复习思考题	201
第六章 电磁灶	206

第一节 电磁灶的分类	206
第二节 低频电磁灶	206
一、励磁器	206
二、烹饪锅	208
三、灶台板	208
四、控制电路	208
第三节 高频电磁灶	209
一、高频感应加热原理	209
二、基本结构	210
三、电路工作原理	211
四、控制电路	213
五、电磁灶的特点	216
六、电磁灶故障及检修	216
复习思考题	217
第七章 微波炉	218
第一节 微波特性与加热原理	218
一、微波的特性	218
二、微波加热频率	218
三、微波加热原理	219
第二节 微波炉种类和结构	220
一、微波炉种类	220
二、微波炉结构	220
三、微波炉主要部件	221
第三节 微波炉整机电路	225
一、微波炉电源	225
二、微波炉电路	225
第四节 微波炉的使用	227
一、影响烹调效果的因素	227
二、微波炉的安全措施	228
三、微波炉使用注意事项	228
第五节 微波炉的故障及检修	229
复习思考题	230
第八章 电热器具的控制	231
第一节 电热器具的温度控制	231
一、多功能温控器电路	231
二、电热节能控制器电路	232
三、通用温度报警电路	233
四、通用温度控制电路	233

第二节 电饭锅的电脑控制.....	234
一、硬件电路	234
二、软件程序	235
第三节 电磁灶的电脑控制.....	236
一、硬件电路	236
二、软件框图	238
第四节 微波炉的电脑控制.....	239
一、硬件电路	240
二、软件框图	241
复习思考题.....	242

第三篇 电动器具

第九章 洗衣机.....	243
第一节 洗衣机的洗涤去污原理.....	243
一、洗涤去污基础	243
二、洗涤去污三要素	245
第二节 洗衣机的类别与性能比较.....	250
一、按自动化程度分类	250
二、按结构原理分类	251
第三节 波轮式洗衣机.....	252
一、洗涤系统	253
二、脱水系统	258
三、传动系统	259
四、箱体和支承系统	261
五、给排水系统	262
六、电气与控制系统	264
第四节 滚筒式洗衣机.....	276
一、滚筒洗衣机的类型	276
二、滚筒洗衣机的结构和主要部件.....	277
三、滚筒洗衣机电气控制	284
第五节 洗衣机的故障及检修.....	288
复习思考题.....	294
第十章 电风扇.....	297
第一节 电风扇的分类.....	297
第二节 电风扇的结构.....	298
一、电风扇结构的共同点	298
二、电风扇结构的不同点	302
第三节 电风扇的调速方法.....	308

一、电抗器调速	308
二、电容器调速	309
三、抽头调速	310
四、电子调速	312
第四节 电风扇的主要参数	314
第五节 电风扇的故障及排除	314
复习思考题	318
第十一章 吸尘器	320
第一节 吸尘器的种类	320
一、按结构特点分类	320
二、按功能分类	322
三、按电气绝缘分类	322
第二节 吸尘器的原理与结构	323
一、工作原理	323
二、基本结构	323
第三节 吸尘器辅助装置	332
一、自动卷线机构	332
二、吸力调节装置	332
三、消音装置	333
四、遥控开关	334
五、吸尘器自我保护装置	334
第四节 吸尘器的主要技术指标	335
一、基本性能参数及技术指标	335
二、安全特性参数	336
第五节 吸尘器的故障及排除	337
复习思考题	339
第十二章 电动器具的控制	340
第一节 洗衣机的电脑控制	340
第二节 电风扇的控制	343
一、电子开关控制	343
二、程控方法	343
三、模拟自然风控制器	344
四、单片机控制器	344
第三节 模糊控制吸尘器	345
一、结构	345
二、模糊控制电路	346
三、模糊控制方法	346
复习思考题	347

第四篇 声像器具

第十三章 收录机	348
第一节 概述	348
一、常用录音机的种类	348
二、盒式录音机的基本参数	348
第二节 盒式录音机的基本结构	350
一、电动机及其稳速系统	350
二、变速传动机构	351
三、磁头	353
第三节 磁带录音机的磁记录原理	354
一、录音	354
二、放音	357
三、抹音	358
四、磁带	358
第四节 盒式录音机录放基本电路	359
一、输入放大电路	360
二、超音频振荡电路和抹音电路	364
三、录音电平自动控制电路 (ALC)	366
四、功率放大电路	367
五、电源电路	368
六、电平指示电路	369
七、音调控制电路	370
八、等响度控制电路	372
第五节 收音电路	372
一、收音机原理	373
二、调频—调幅 (FM/AM) 收音机	374
三、调频立体声收音电路	374
第六节 录音机的选择和故障检修	381
一、录音机主要性能指标	381
二、录音机的选购及使用	382
三、录音机的日常维护与故障检修	385
复习思考题	387
第十四章 电视机	389
第一节 广播电视基本知识	389
一、引言	389
二、电视信号基本参数	392
三、视频信号和伴音信号的发送	395

四、黑白电视机组成	399
第二节 彩色电视基础	401
一、彩色的三要素与三基色原理	401
二、彩色图像传输的基本问题	402
三、PAL 制彩色全电视信号	404
四、彩色电视接收机组成	410
第三节 高频调谐器	410
一、高频调谐器的组成及要求	410
二、变容二极管与电子调谐	411
三、高频调谐器电路	412
四、频道预选电路	415
第四节 公共通道和伴音通道	416
一、图像中频放大器	416
二、视频检波与预视放	418
三、自动增益控制电路	419
四、自动频率微调电路	420
五、集成公共通道实例	420
六、集成伴音通道	421
第五节 同步与扫描电路	423
一、同步分离电路	423
二、场扫描电路	424
三、行扫描电路	427
四、TA7609P 电路功能方框图	433
第六节 PAL 解码电路	433
一、亮度通道及矩阵输出电路	433
二、色度通道	438
三、彩色副载波恢复电路	443
四、TA7192AP 色度解码实例电路	446
第七节 彩色显像管及附属电路	448
一、自会聚管的结构与工作原理	449
二、彩色显像管附属电路	452
第八节 开关电源及整机电路分析	456
一、开关型稳压电源	456
二、整机电路分析	460
第九节 黑白与彩色电视机故障分析	462
一、黑白电视机故障分析	462
二、彩色电视机故障分析	464
复习思考题	465

第十五章 录像机	468
第一节 概述	468
一、录像机的分类与家用录像机的特点	468
二、录像机的方式、模式、型式和录像带	469
第二节 录像机的基本结构和工作方式	471
一、录像机的基本结构	471
二、视频信号处理方法及记录方式	472
三、高密度记录	473
第三节 录像机电路原理	474
一、记录电路	474
二、重放电路	476
三、系统控制电路	480
四、伺服系统	481
五、非正常重放	483
第四节 录像机常见故障及检修方法	486
复习思考题	488
第十六章 声像器具的控制	490
第一节 双卡收录机微电脑控制	490
第二节 彩色电视的遥控	492
一、遥控装置	492
二、控制执行器	494
三、遥控彩电的组成	498
第三节 录像机的单片机控制系统	498
一、单片机	498
二、输入接口电路	498
三、输出接口电路	505
复习思考题	508
参考文献	509

第一篇 制冷器具

制冷是指用人工的方法，在一定的时间和空间范围内，将某物体或流体冷却，使其温度降低到环境温度以下，并保持这个低温。

制冷器具则是为适应人对低温环境的需要而出现的。

制冷过程中所用的设备总和称作制冷机。家庭和类似家庭条件下应用的小型制冷机常称作家用制冷器具。

在制冷器具中使用的工作介质称为制冷工质，简称工质，又称制冷剂。工质在制冷器具内循环流动，并且通过自身热力状态的改变与周围物质进行能量交换，即从被冷却对象中吸取热量，向外界环境介质中排放热量。制冷剂状态变化过程的综合称为制冷循环。为实现制冷循环，必须由外界向制冷机提供一定形式的能量，这种能量可以是机械能、电能、热能和其他形式的能量。

各种制冷方法和机器设备的总和称作制冷技术。

本篇主要讨论用电能实现制冷的各种家用制冷器具，其典型产品是电冰箱、电冰柜和空调器等。

第一章 电 冰 箱

电冰箱是一种小型制冷设备，家庭、饭店、医院和科研单位用它来冷藏、冷冻食品、药品及其他物品，它具有保鲜、抑菌、储存和清洁卫生等功用。

本章主要讨论制冷的热力学基础、蒸汽压缩制冷原理、电冰箱的组成和各部分作用，以及使用和维护等内容。

第一节 制冷的热力学基础

一、热力状态参数

热力系统中，能量的交换有赖于工质的吸热、压缩、放热、膨胀等过程。在这些过程中，工质的温度、压力、比体积等各种物理特性随时都在改变，即工质在每一瞬间所呈现的物理状态在改变。通常描述工质状态的宏观物理量称作热力状态参数，简称状态参数或参数。若知道了足够的参数就可以确定工质的状态。对无化学反应的纯工质而言，一般只要知道两个彼此独立的参数就可以确定其状态。反之，知道了工质的状态，它的

一切参数也就确定了。可见参数由工质状态决定，而与达到这种状态的变化途径无关。因此状态参数是热力系统中那些只由变化的始、终状态决定、而与状态变化途径无关的物理量。

在热力学中为研究需要而采用的参数有温度、压力、比体积、热力学能、焓、熵等多种。其中温度、压力这两个参数可由仪表直接测量得到，比体积由测得的物体质量和容积经计算得到，这三个参数通常称作基本参数。其他一般参数只能由基本参数通过计算而得到。

(一) 温度

温度是表示工质冷热程度的物理量，是工质基本参数之一。由于热量只能从温度较高的物体传给温度较低的物体，所以温度是判断工质能否从外界接受热量或者向外界排出热量的依据。

表示温度的标度称为温标，常用的有：

热力学温度（绝对温度）是基本温标，用符号 T 表示，单位是开尔文，代号是 K。它取水的“三相点”（即水的固、液、气三态共存）时的温度为基本定点，并定义其温度为 273.16K，所以 1K 等于水的三相点热力学温度的 $1/273.16$ 。

摄氏温度是与热力学温度并用的一种常用温标，用符号 t 表示，单位名称为摄氏度，代号是 $^{\circ}\text{C}$ 。摄氏温度被定义为：

$$t = T - T_0 \quad (1-1)$$

式中， $T_0 = 273.16\text{K}$ ， T_0 是水的冰点的热力学温度，它与水的三相点热力学温度相差 0.01K 。工程上常将 T_0 取作 273K 已足够精确。

摄氏温度每一度间隔与热力学温度每一开尔文间隔完全一样，但两种温度选取的零点不同，而且前者有负值，后者不能有负值。

除上述温标以外，还有华氏温度，用代号 $^{\circ}\text{F}$ 表示，定义为在一个大气压下纯冰的熔点和纯水的沸点分别为 32°F 和 212°F ，因此它与摄氏温度之间有如下换算关系：

$$t(^{\circ}\text{C}) = \frac{5}{9}[t(^{\circ}\text{F}) - 32] \quad (1-2)$$

(二) 压力

压力 p 在热力学中是反映工质热力状态的重要基本参数之一，用压力计所测得的压力称为表压力，用 p_s 表示；工质对容器的真实压力又称为绝对压力，以 p_a 表示；大气压力以 p_{amb} 表示。它们三者之间的关系为

$$p = p_{\text{amb}} + p_s \quad (1-3)$$

对于低于大气压力的绝对压力，表压力是负值，这时常以真空度 p_v 表示表压力的大小，即

$$p_a = p_{\text{amb}} - p_v \quad (1-4)$$

压力的单位是牛/米² (N/m^2)，又称帕 (Pa)。

(三) 比体积

热力状态的另一基本参数——比体积是指单位质量的工质所占有的体积，以符号 v 表示：