

新
版

21世纪

高职高专系列教材

家用电器 基础与维修技术

◎黄永定 主编

◎钱洪晨 主审



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪高职高专系列教材

家用电器基础与维修技术

主 编	黄永定	
副主编	唐克学	李承福
参 编	赵忠双	魏永生
	李少鹏	王亚杰
主 审	钱洪晨	



机械工业出版社

本书内容包括：家用电热、电动器具和空调制冷设备的结构、工作原理与故障维修。所选机型、机种贴近家电市场的新产品。

本书充分考虑了职业教育的特点以及当前高职教育从三年制向两年制转变的新形势，内容侧重于维修技术与操作工艺。全书共选编了可直接应用于课堂教学的故障维修实训与工艺实训近 20 个。本书内容实用，叙述简洁生动，图文并茂，易于为职业学校的学生所接受。

本书可作为高职高专、中职学校家用电器应用与维修专业的教材，也可供职业培训使用。

图书在版编目(CIP)数据

家用电器基础与维修技术/黄永定主编. —北京：机械工业出版社，2005.1

(21 世纪高职高专系列教材)

ISBN 7-111-15455-X

I. 家... II. 黄... III. 日用电气器具—维修—高等学校：技术学校—教材 IV. TM925.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 107460 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：胡毓坚 责任编辑：王颖 版式设计：冉晓华

责任校对：罗莉华 封面设计：雷明硕 责任印制：施红

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm $1/16$ · 16.75 印张 · 412 千字

0001—5000 册

定价：24.00 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、88379646

封面无防伪标均为盗版

21 世纪高职高专 电子技术专业系列教材编委会成员名单

主 任	曹建林				
副 主 任	张中洲	张福强	祖 炬	董维佳	
	俞 宁	蒋蒙安	吕何新	伍湘彬	
	任德齐	华永平	吴元凯		
委 员	(按姓氏笔画排序)				
	马 彪	邓 红	王树忠	王新新	尹立贤
	白直灿	包中婷	冯满顺	华天京	吉雪峰
	刘美玲	刘 涛	孙吉云	孙津平	朱晓红
	李菊芳	邢树忠	陈子聪	杨元挺	张立群
	张锡平	苟爱梅	姚建永	曹 毅	崔金辉
	黄永定	章大钧	彭文敏	曾日波	谭克清
秘 书 长	胡毓坚				
副秘书长	戴红霞				

出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国40余所院校的骨干教师对在2001年出版的“面向21世纪高职高专系列教材”进行了修订。

在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价。因此,在修订过程中,各编委会保持了第1版教材“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。同时,针对教育部提出的高等职业教育的学制将由三年逐步过渡为两年,以及强调以能力培养为主的精神,制定出了本次教材修订的原则:跟上我国信息产业飞快发展的节拍,适应信息行业相关岗位群对第一线技术应用型操作人员能力的要求,针对两年制兼顾三年制,理论以“必须、够用”为原则,增加实训的比重,并且制作了内容丰富而且实用的电子教案,实现了教材的立体化。

针对课程的不同性质,修订过程中采取了不同的处理办法。核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。此外,在修订过程中,还进行了将几门课程整合在一起的尝试。所有这些都充分地体现了修订版教材求真务实、循序渐进和勇于创新的精神。在修订现有教材的同时,为了顺应高职高专教学改革的不深入,以及新技术新工艺的不断涌现和发展,机械工业出版社及教材编委会在对高职高专院校的专业设置和课程设置进行了深入的研究后,还准备出版一批适应社会发展的急需教材。

信息技术以前所未有的速度飞速地向前发展,信息技术已经成为经济发展的关键手段,作为与之相关的教材要抓住发展的机遇,找准自身的定位,形成鲜明的特色,夯实人才培养的基础。为此,担任本系列教材修订任务的教师,将努力把最新的教学实践经验融于教材的编写之中,并以可贵的探索精神推进本系列教材的更新。由于高职高专教育正在不断的发展中,加之我们的水平和经验有限,在教材的编审中难免出现问题和错误,恳请使用这套教材的师生提出宝贵的意见和建议,以利我们今后不断改进,为我国的高职高专教育事业作出积极的贡献。

机械工业出版社

前 言

本教材是为了适应高等职业教育的培养目标由技术应用型向技能型转变,学制由三年制向两年制过渡的新形势而编写的。为推进素质教育,培养具有实践能力、创业能力和创新精神的人才,我们在教材编写中作了一些探索和尝试,使其具有一定的特色和新意。

根据新的形势和新的培养目标的要求,本书简化了理论阐述,加强了实践内容。教材中对各种家用电器的工作原理分析,以必须、够用为度。着重介绍了这些设备、器具常见故障的判断和排除;安排了较大数量的实验实训内容,以此来加强对学生创新精神和实践能力的培养。使学生通过这门课程的学习,在熟悉常用电热、电动、空调制冷器具结构特点和工作原理的基础上,能看懂这些器具的电原理图,能正确进行拆装,真正掌握维修常用家用电器的实际操作技能和维护知识,以适应社会对高素质劳动力和中高级专门技术人才的需求。

人类社会高速发展,电子技术日新月异,家用电器的新品种、新机型不断涌现,所以在编写中编者力求使该教材内容新颖实用,紧密结合家用电器的新品种、新机型,把科学性、先进性、实用性和趣味性统一起来,原则上不收入那些过旧或不实用的内容。例如,书中不收入社会拥有量已很少或结构非常简单是老式家电,而将微电脑、模糊控制等新技术适当地、深入浅出地引进教材中。此外,还向读者介绍了一些家用电器的发展趋势和目前国际上的一些流行产品,以开阔学生的眼界,启迪他们的思维和提高他们的学习兴趣。

考虑到教学的方便,本书内容的编排均围绕器具展开,尽可能将同一类型的器具集中在同一章节中。此外,为使每种电器的教学重点突出,扫除基础知识不足的障碍,书中将各种电器中普遍采用的元器件、零部件的介绍,以及各种控制电路共享的微处理器和控制理论知识独立编写成章。这部分内容,各校可根据实际需要灵活选用。

本书在每章后均安排了与本章内容密切相关的实训和适量的具有一定启发性的思考题,供教师和学生在学习中选用。文字表达力求通俗易懂、形象生动、图文并茂,易于为职业学校的学生接受和喜爱。

本书部分符号采用原机符号,没有进行全书的统一,其目的是便于维修查阅,以利提高检修效率,书中提供的技术图表和资料可能会由于技术的发展而有所变动,仅供参考。

本书由吉林信息工程学校黄永定任主编并统稿。延边工业学校唐克学、吉林机电工程学校李承福任副主编。黄永定、王亚杰编写第1~3章;唐克学、李少鹏编写第4~6章;李承福、赵忠双、魏永生编写第7~9章。本书由钱洪晨主审。此外,姜立臣、田凤君、何丽梅等为本书的编写提出了许多宝贵的意见和建议,给予了大力的支持与帮助,在书稿打印、制图中付出了辛勤的劳动,在此一并表示感谢。

同时,还要感谢本书所列参考文献的作者们。如果没有这些文献所提供的有用资料,也就没有本书编写工作的顺利完成。

在本书的编写中，我们虽然努力做了一些新的探索，但限于经验和水平，教材中的错误、疏漏和不妥之处在所难免。恳请使用本书的师生和同行不吝指正，使本教材在教学实践中日臻完善。

为了配合本书的教学，机械工业出版社为读者提供了电子教案，读者可在 www.cmpbook.com 上下载。

编 者

目 录

出版说明

前言

第1章 家用电器常用设备与元器件	1	2.4.3 驱动电路	32
1.1 常用电动机的类型及结构	1	2.4.4 单片机在智能控制系统中的地位	34
1.1.1 单相异步电动机	1	2.5 单片机与家用电器的接口电路	35
1.1.2 单相串激式电动机	3	2.5.1 输入信号接口	35
1.1.3 永磁式直流电动机	4	2.5.2 输出信号接口	38
1.2 电热元件	5	2.5.3 功率驱动接口	39
1.2.1 电阻式电热元件	5	2.5.4 显示器接口	42
1.2.2 远红外线电热元件	6	2.5.5 磁控管接口	43
1.2.3 PTC 电热元件	7	2.6 习题	43
1.3 检测控制元件	7	第3章 家用电热器具	44
1.3.1 温度控制元件	8	3.1 分类与加热方式	44
1.3.2 功率控制元件	10	3.1.1 分类	44
1.3.3 时间控制元件	10	3.1.2 加热方式	44
1.3.4 气体检测元件与湿度检测元件	11	3.2 电热水器	45
1.4 实训——电动机维修基础	12	3.2.1 贮水式电热水器的基本结构	45
1.4.1 实训目的	12	3.2.2 贮水式电热水器的工作原理	47
1.4.2 实训器材	12	3.2.3 电热水器的检修方法	48
1.4.3 实训内容	12	3.2.4 电热水器常见故障的检修	48
1.4.4 实训步骤	12	3.3 电饭锅	49
1.4.5 实训报告	15	3.3.1 自动保温式电饭锅	49
1.5 习题	16	3.3.2 电子自动保温电饭锅	53
第2章 家用电器的控制系统	18	3.3.3 微电脑控制电饭锅	54
2.1 控制的基本原理	18	3.4 电磁灶	57
2.1.1 控制系统的几个概念	18	3.4.1 高频电磁灶的基本结构	57
2.1.2 控制系统的基本结构	18	3.4.2 高频电磁灶的工作原理	58
2.2 家用电器的简单控制与程序控制 ..	21	3.4.3 电磁灶的使用与维护	59
2.2.1 简单控制	21	3.4.4 电磁灶的常见故障与检修	60
2.2.2 程序控制	22	3.5 微波炉	61
2.3 单片机基础	24	3.5.1 基本结构	61
2.3.1 概念	24	3.5.2 工作原理	65
2.3.2 典型的单片机结构	25	3.5.3 普通型微波炉的常见故障与检修 ..	68
2.4 家用电器的智能控制	28	3.5.4 微电脑微波炉的常见故障与检修 ..	71
2.4.1 数据采集	28	3.6 实训1——自动保温电饭锅的	
2.4.2 基准输入	31	维修	72

3.6.1 实训目的	72	4.6.4 实训报告	104
3.6.2 实训器材	72	4.7 习题	105
3.6.3 实训内容与步骤	72	第5章 洗衣机	106
3.6.4 实训报告	73	5.1 洗衣机的类型与规格	106
3.7 实训2——电磁灶的维修	74	5.1.1 类型	106
3.7.1 实训目的	74	5.1.2 型号与规格	107
3.7.2 实训器材	74	5.1.3 洗涤原理	107
3.7.3 实训内容	74	5.1.4 主要技术指标	108
3.7.4 实训步骤	74	5.2 普通双桶波轮式洗衣机	108
3.7.5 实训报告	75	5.2.1 结构	109
3.8 实训3——微波炉的维修	76	5.2.2 控制电路	114
3.8.1 实训目的	76	5.2.3 常见故障的检修	114
3.8.2 实训器材	76	5.3 全自动波轮式洗衣机	117
3.8.3 实训内容	76	5.3.1 结构	117
3.8.4 实训步骤	77	5.3.2 微电脑程序控制器控制原理	118
3.8.5 实训报告	79	5.3.3 控制电路分析	119
3.9 习题	80	5.3.4 检修方法	122
第4章 电风扇	82	5.3.5 微电脑洗衣机典型故障分析	124
4.1 概述	82	5.4 全自动滚筒式洗衣机	125
4.1.1 类型	82	5.4.1 基本结构	125
4.1.2 结构与原理	82	5.4.2 控制原理	127
4.1.3 主要技术指标	88	5.4.3 常见故障及检修	129
4.2 电风扇的调速方法及原理	89	5.5 实训——普通型双桶波轮式洗衣机的拆装及检修	130
4.2.1 电抗器法	89	5.5.1 实训目的	130
4.2.2 抽头法	90	5.5.2 实训器材	130
4.2.3 无级调速法	91	5.5.3 实训内容与步骤	130
4.3 电风扇控制电路分析	91	5.5.4 实训报告	134
4.3.1 电抗器调速电路	91	5.6 习题	135
4.3.2 抽头调速电路	92	第6章 其他家用电动器具	136
4.3.3 模拟自然风电路	92	6.1 吸尘器	136
4.3.4 红外线遥控电路	93	6.1.1 类型及主要技术指标	136
4.4 电风扇常见故障的检修	96	6.1.2 基本结构、工作原理及控制电路	137
4.4.1 检修的基本步骤	96	6.1.3 故障与检修	141
4.4.2 常见故障与维修方法	97	6.2 抽油烟机	141
4.5 微电脑程控电风扇	98	6.2.1 基本结构	142
4.5.1 结构	98	6.2.2 工作原理	142
4.5.2 基本原理分析	99	6.2.3 安装	144
4.5.3 常见故障与检修	101	6.2.4 常见故障及检修方法	144
4.6 实训——电风扇的拆装与维修	103	6.3 实训1——吸尘器的拆装与检修	145
4.6.1 实训目的	103	6.3.1 实训目的	145
4.6.2 实训器材	103		
4.6.3 实训内容与步骤	103		

6.3.2 实训器材	145	8.1 功能与种类	187
6.3.3 实训内容与步骤	146	8.1.1 功能	187
6.3.4 实训报告	147	8.1.2 种类	187
6.4 实训2——抽油烟机的拆装与 检修	147	8.1.3 型号命名方法	189
6.4.1 实训目的	147	8.2 家用空调器的工作原理	190
6.4.2 实训器材	148	8.2.1 冷风型窗式空调器的工作原理	190
6.4.3 实训内容与步骤	148	8.2.2 热泵冷风型空调器的工作原理	191
6.4.4 实训报告	149	8.3 空调器电路分析	192
6.5 习题	149	8.3.1 冷风型窗式空调器电路	192
第7章 电冰箱	151	8.3.2 冷风型分体式空调器电路	193
7.1 热力学基础	151	8.3.3 电热型分体式空调器电路	193
7.1.1 热力状态参数	151	8.3.4 热泵冷风型分体式空调器电路	194
7.1.2 热力学基本定律与常用术语	152	8.3.5 微电脑控制空调器电路	194
7.1.3 压焓图及其应用	155	8.4 变频式空调器	196
7.1.4 传热学基础	157	8.4.1 变频方式和控制原理	196
7.2 制冷剂、润滑油	158	8.4.2 制冷系统及其特有部件	198
7.2.1 制冷剂的种类与性质	158	8.4.3 电器控制系统	200
7.2.2 润滑油(冷冻油)	160	8.5 空调器的安装	203
7.3 电冰箱的结构与工作原理	161	8.5.1 安装空调器的准备工作	203
7.3.1 电冰箱的分类	161	8.5.2 壁挂式空调器的安装	204
7.3.2 电冰箱的基本组成	164	8.6 空调器安装、检修的常用工具	210
7.3.3 电冰箱的结构形式	165	8.6.1 常用工具	210
7.3.4 压缩式电冰箱的制冷原理	166	8.6.2 制冷剂充注工具	213
7.4 电冰箱制冷系统的主要部件	168	8.6.3 检漏工具	214
7.4.1 制冷压缩机	168	8.6.4 焊接设备及使用	215
7.4.2 蒸发器	170	8.7 空调器的常见故障分析与检修	217
7.4.3 冷凝器	171	8.7.1 故障分析方法	217
7.4.4 干燥过滤器	172	8.7.2 常见故障的检修	219
7.4.5 毛细管与膨胀阀	173	8.8 习题	223
7.4.6 温控器	174	第9章 制冷系统维修技能综合实训	224
7.4.7 除霜定时器	176	9.1 焊接操作	224
7.5 电冰箱的电气控制系统	178	9.1.1 焊接火焰	225
7.5.1 直冷式电冰箱电路	178	9.1.2 焊接操作要点	225
7.5.2 间冷式双门全自动化霜电冰箱 电路	179	9.1.3 安全注意事项	227
7.6 电冰箱维修技术	181	9.2 制冷系统管路的清洗	228
7.6.1 电气系统故障分析	181	9.2.1 制冷系统的清洗	228
7.6.2 制冷系统故障分析	182	9.2.2 制冷系统的排油	228
7.6.3 常见故障与维修	184	9.3 检漏操作	229
7.7 习题	185	9.4 抽真空操作	230
第8章 家用空调器	187	9.5 制冷剂的充注操作	231
		9.6 制冷系统的常见故障及排除方法	234

9.6.1 冰堵故障及排除方法	234	9.10.4 实训报告	244
9.6.2 脏堵故障及排除方法	235	9.11 实训 5——电冰箱开背与蒸发器	
9.6.3 泄漏故障及排除方法	235	更换的操作	245
9.7 实训 1——电冰箱电气控制系统		9.11.1 实训目的	245
的检测	236	9.11.2 实训器材	245
9.7.1 实训目的	236	9.11.3 实训内容与步骤	245
9.7.2 实训器材	236	9.11.4 实训报告	247
9.7.3 实训内容与步骤	237	9.12 实训 6——全封闭式压缩机的	
9.7.4 实训报告	238	拆装与更换	247
9.8 实训 2——制冷系统维修工具的		9.12.1 实训目的	247
使用练习	239	9.12.2 实训器材	247
9.8.1 实训目的	239	9.12.3 实训内容与步骤	247
9.8.2 实训器材	239	9.12.4 实训报告	249
9.8.3 实训内容与步骤	239	9.13 实训 7——空调器制冷系统检查	
9.8.4 实训报告	240	及制冷剂的充注	249
9.9 实训 3——制冷系统管路的		9.13.1 实训目的	249
焊接	240	9.13.2 实训器材	249
9.9.1 实训目的	240	9.13.3 实训内容与步骤	249
9.9.2 实训器材	241	9.13.4 实训报告	251
9.9.3 实训内容与步骤	241	9.14 实训 8——窗式空调器的拆装与	
9.9.4 实训报告	242	检修	252
9.10 实训 4——电冰箱的抽真空与		9.14.1 实训目的	252
制冷剂充注	242	9.14.2 实训器材	252
9.10.1 实训目的	242	9.14.3 实训内容与步骤	252
9.10.2 实训器材	242	9.14.4 实训报告	254
9.10.3 实训内容与步骤	242	参考文献	255

第 1 章 家用电器常用设备与元器件

本章要点

- 家用电器中常用交流电动机、直流电动机的类型及结构
- 家用电器中常用电热元件的类型及应用
- 家用电器中常用检测控制元件的类型及应用
- 交流电动机的拆装与检修实训

1.1 常用电动机的类型及结构

家用电冰箱、空调器以及家用电动电热器具一般只能使用单相交流电源或直流电源，所以在这些电器中使用的电动机主要是单相异步电动机、单相串激式电动机和永磁式直流电动机。由于每种家用电器功能不同，对所使用的电动机的具体要求也不同，同一种家用电器由于型号不同，使用的电动机类型也有所不同。

1.1.1 单相异步电动机

单相异步电动机又称为单相感应电动机，只需单相交流电源供电，广泛应用于家用电器中，例如电风扇、洗衣机、抽油烟机以及冰箱、家用空调器等。

单相异步电动机是由定子、转子、机座、端盖、轴承和起动元件等几部分组成。定子是电动机的静止部分，它主要由定子铁心、定子绕组组成。定子绕组的作用是通入交流电后产生旋转磁场。转子是电动机转动的部分，由转子铁心、转子绕组和转轴三部分组成。转子在旋转磁场的作用下，在转子绕组中产生感生电流，感生电流又在旋转磁场的作用下产生转矩，使转子转动。由于转子的转速总是低于旋转磁场的转速，所以把这种电动机称为异步电动机。机座和端盖是整个电动机的支撑，用来固定及保护定子和转子，多为铸铝件和钢板冲压件。有的电动机的机座和端盖合二为一，如洗衣机、电风扇电动机等。轴承是保证电动机运转的部件，它置于前后端盖中心的轴承室内。

由于单相交流电通过一个绕组只能产生一个脉动而不旋转的磁场。为了获得旋转磁场，得到起动转矩，通常在定子上另加一个辅助绕组(起动绕组)，它与主绕组(运转绕组)相隔等空间角度，并采用种种办法使两绕组中电流的相位尽可能接近 90° ，这样两绕组的电流将产生一个旋转磁场，单相异步电动机的转动原理如图 1-1 所示。

在图 1-1 中，上图为电流波形图，下图为电动机定子截面图，定子绕组 A-X 和 B-Y 分别通以电流 i_a 、 i_b 。用右手螺旋法则可得合成磁场的方向，图中所示为三个不同时刻的定子电流磁场，可以直观看出，合磁场随时间而旋转，转子因此获得起动转矩，一旦起动，单相电动机就能自行运转。

家用电器使用的单相异步电动机，是根据运转绕组与起动绕组中电流的相位差产生方法

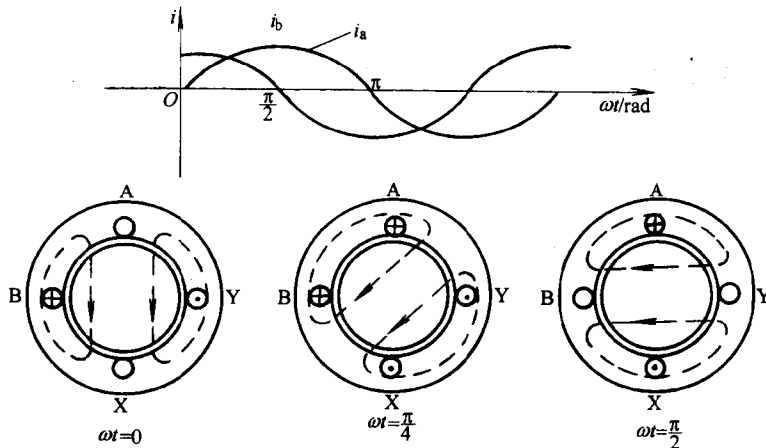


图 1-1 单相异步电动机的转动原理

不同来分类的，主要有电容式、电阻起动式和罩极式等。

1. 电容式单相异步电动机

电容式单相异步电动机的接线图如图 1-2 所示，其起动绕组回路中串联电容器，以使两绕组中电流的相位不同，产生旋转磁场，即产生起动转矩。如果电容选择适当，可以使两绕组电流相位差达 90° ，用这种方法制造的电动机就叫做电容分相式电动机。按照电容器在电路中的安装方式和作用，电容分相式单相异步电动机可分为以下几种形式。

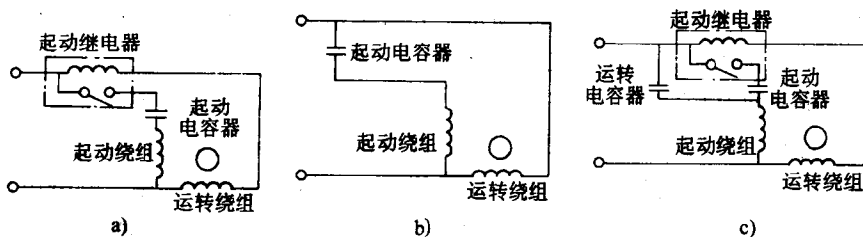


图 1-2 电容式单相异步电动机电气原理图

a) 电容起动型 b) 电容运转型 c) 电容起动电容运转型

(1) 电容起动型(CSIR)

电容起动型是指在起动绕组回路中串联 1 只电容器，称为起动电容器，以提高起动转矩，并且设有离心式开关(电流继电器或 PTC 热敏继电器等控制器件)。当电动机转速达到额定转速的 $70\% \sim 80\%$ 时，起动电容器与起动绕组断开，只有运转绕组通电。电容起动型单相异步电动机的特点是：起动转矩大，起动电流小，其接线图如图 1-2a 所示。

(2) 电容运转型(PSC)

在电容器与起动绕组的串联电路上不设起动开关，即构成电容运转型。电动机不论是起动还是运转，电容器均接在电路中而不断开。电容运转型单相异步电动机的特点是：效率高，过载能力强。但因设计时主要考虑它在额定运行时应具有最佳性能，不能兼顾起动性能，故起动转矩较小，广泛应用于电风扇、洗衣机等，其接线图如图 1-2b 所示。

(3) 电容起动电容运转型(CSR)

为了使电动机在起动和运行时都能得到比较好的性能，CSR 型电动机在起动绕组电路中接有两个电容器，其中电容量较小的电容器供运转时使用；另一容量较大的电容器供起动时使用。起动结束，该电容器断开。电容起动电容运转型单相异步电动机的特点是：既有较大的起动转矩又能承受较大的运转负载，是较理想的单相交流电动机，适用于大容量的电冰箱、空调器等，其接线图如图 1-2c 所示。

2. 电阻起动式电动机

电阻起动式电动机也叫电阻分相式(RSIR)电动机，其接线图如图 1-3 所示。它的结构与其他感应电动机基本相同，定子绕组也分为运转绕组(主绕组)与起动绕组(副绕组)。起动绕组采用线径较细的导线绕制，匝数少，电感较小，电阻较大(呈阻性)；而运转绕组采用线径较粗的导线绕制，匝数多，电感大而电阻小(呈感性)。两绕组并联于单相交流

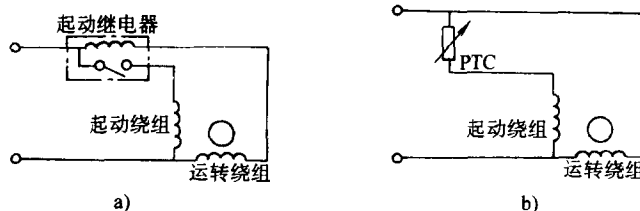


图 1-3 电阻起动式电动机电气原理图

流电源中。从 RL 并联交流电路的基本性质可知，两绕组中的电流有一定的相位差(不一定为 90°)，所形成的合成磁场是一个旋转磁场，此磁场与转子作用形成转矩，致使电动机能起动运转。起动绕组由于线径细，匝数少，不能长时间通电。为此起动绕组中都设起动开关，常用的是电流继电器、PTC 热敏继电器等。当转子转速达到某预定值时，起动开关断路，起动绕组脱离电源，电动机进入正常运转状态。

电阻分相式电动机的特点是：结构简单，运行可靠，但起动电流较大，一般可达额定值的 6~9 倍。此类电动机多用在中小型电冰箱中。

3. 罩极式单相异步电动机

罩极式单相异步电动机是感应电动机中最简单的一种，它是利用罩极圈解决转子的起动问题。其特点是：结构简单，成本低廉，但起动转矩小，效率低。主要应用于老式台风扇、电唱机、电钟以及一些家电产品的电动计时器中。

1.1.2 单相串激式电动机

单相串激式电动机因将定子铁心上的激磁绕组和转子上的电枢绕组串联起来而得名，流过激磁绕组和电枢绕组为同一电流。当单相串激式电动机接入如图 1-4a 所示的电源时，根据右手定则，定子磁场为下方 N 极，上方 S 极，由于靠近 N 极的电枢绕组电流方向是垂直纸面向里的，靠近 S 极的电枢绕组电流方向是垂直纸面向外的。根据左手定则，电枢作逆时针方向转动。改变电源方向，如图 1-4b 所示，同样方法可判断出转子仍为逆时针方向旋转。

通过上述分析可知，当串激式电动机接入交流电时，转子的转向也不变，如图 1-4c 所示。由于串激式电动机无论接入直流电还是接入交流电，转子转向不变，故又称为通用电动机。其特点是交、直流两用，体积小，重量轻，转矩大，转速高。而且通过调节电源电压，可方便地调速，但不允许在额定电压下空载运转。因为空载时电动机转速会迅速上升，电动机往往因机械强度不能承受如此巨大的离心力而损坏。单相串激式电动机主要应用于吸尘

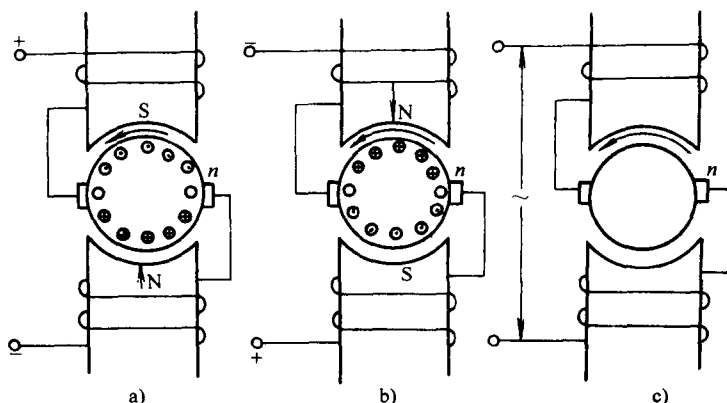


图 1-4 单相串激式电动机的工作原理

器、小型手电钻、电动缝纫机、多功能食品加工机等。

1.1.3 永磁式直流电动机

永磁式直流电动机的定子为一永久磁铁，无定子绕组。最简单的永磁式直流电动机的工作原理如图 1-5 所示。永久磁铁产生磁场，电枢放入磁场中，abcd 表示电枢上绕组的一匝线圈，线圈首尾分别接到换向片上，换向片固定在轴端，每个换向片又与 1 个电刷保持滑动接触，每个电刷通过引线与直流电源相接。当电源接通后如图 1-5a 所示，应用左手定则可以判定：线圈受到一个力偶的作用，产生电磁转矩 M ，使线圈逆时针方向旋转。当线圈转动半周如图 1-5b 所示，ab, cd 互换位置，同时接在线圈两端的换向片也从一个电刷转动到另一个电刷，线圈中 abcd 中电流方向改变，使线圈转矩方向不变，从而使线圈带动电枢转动。在实用中，为了得到足够大的恒定电磁转矩，直流电动机电枢绕组由许多线圈和相应数量的换向片组成，通过换向片的作用使电枢的电磁转矩方向不变，电动机转向不变。

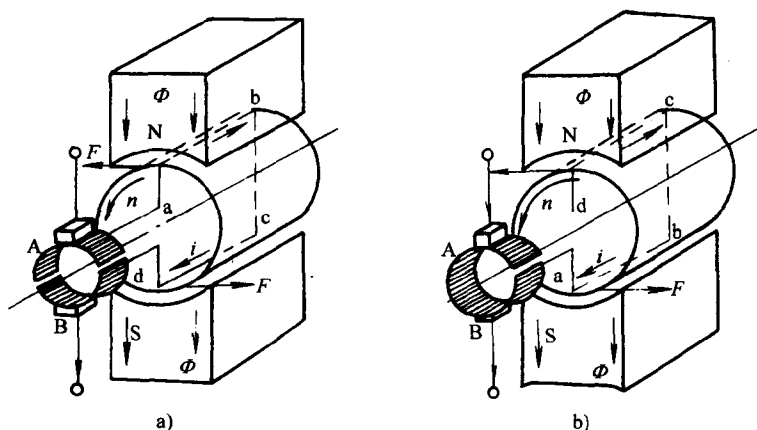


图 1-5 永磁式直流电动机工作原理

永磁式直流电动机因无定子绕组，所以具有结构简单，体积小，重量轻的特点。理论分

析与实验都表明，永磁式直流电动机的转速随负载的增大而稍有降低，基本保持稳定，因此适用于在恒转速、恒转矩状态下工作，广泛应用于小功率低电压的直流电动器具中，如电吹风、电动剃须刀、电动玩具等。

1.2 电热元件

家用电器中很重要的一类是电热器具，它是将电能转换为热能的电器。按电加热原理分类有电阻加热、远红外线加热、电磁感应加热和微波加热等 4 种。各种电热器具的基本结构主要都是由电热元件、控制元件所组成。

电热器具中能将电能转换成热能的部件称为电热元件。它是电热器具的核心，直接决定着电热器具的使用寿命、安全性和经济性。

家用电热器具中，常见的电热元件有电阻式电热元件、远红外线电热元件和 PTC 电热元件。

1.2.1 电阻式电热元件

1. 电阻式电热元件常用的材料

(1) 电热材料

电阻式电热元件是靠电热元件中电阻系数大的电热材料在通过电流时发热工作的。在家用电热器具中，电阻式电热元件的材料一般采用合金电热材料，如铁铬铝、铬镍等。

(2) 绝缘材料

绝缘材料即不导电的材料，又称电介质，如云母、氧化镁等。

(3) 绝热材料

为了提高电热元件的热效率，在电热器具中往往还要采用适当的绝热材料，它同时还起到减少电热元件对人体的热烫伤危险及防止火灾的作用。常用的绝热材料有木材和泡沫塑料等。

2. 常用的几种电阻式电热元件

在实际应用中，一般是先将合金电热材料制成电热丝，再经过二次加工制成各种电热元件。

(1) 开启式螺旋形电热元件

这种电热元件是将合金电热丝绕制成螺旋状，直接裸露在空气中。它在电吹风和家用开启式电炉中广泛应用。螺旋式电热元件绕制尺寸如图 1-6 所示，为避免电热丝变形、断裂，增加使用寿命， D 、 d 、 h 应符合如下要求：当 $d \leq 1.0\text{mm}$ 时，选 $D = (3 \sim 5)d$ ， $h = (2 \sim 4)d$ ；当 $d > 1.0\text{mm}$ 时，选 $D = (5 \sim 7)d$ ， $h = (2 \sim 4)d$ 。

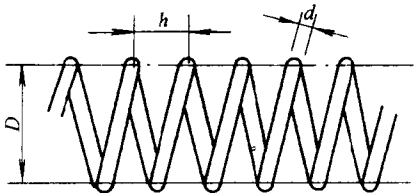


图 1-6 螺旋式电热元件

(2) 云母片式电热元件

将合金电热丝缠绕在云母片上，在外面覆盖一层云母作绝缘，主要应用在电熨斗等电热器具中，如图 1-7 所示。

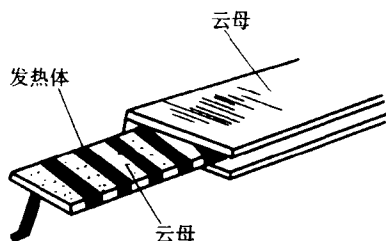


图 1-7 云母片式电热元件

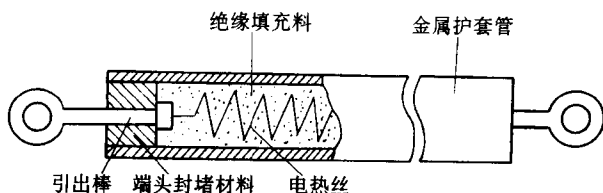


图 1-8 金属管状电热元件

(3) 金属管状电热元件

金属管状电热元件是电热器具中最常用的封闭式电热元件，主要由电热丝、金属护套管、绝缘填充料、端头封堵材料和引出棒等组成，如图 1-8 所示。

(4) 电热板

电热板的形状有圆形、方形等，主要采用铸板式和管状元件铸板式两种结构形式，一般应用于电饭锅等电热产品中。

(5) 绳状电热元件

在一根用玻璃纤维或石棉线制作的芯线上，缠绕柔软的电热丝(铜、镍合金等)，再套一层耐热尼龙编织层，在编织层上涂敷耐热聚乙烯树脂。主要用于电热毯、电热衣等柔性电热织物中，典型结构如图 1-9 所示。

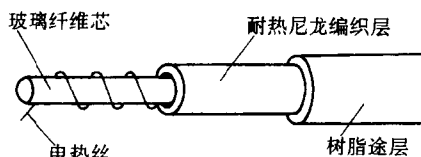


图 1-9 绳状电热元件典型结构

1.2.2 远红外线电热元件

远红外线加热方法是在电阻加热方法的基础上发展起来的，它的热源是红外电热元件发出的波长为 $2.5 \sim 15\mu\text{m}$ 的远红外线。其基本原理是：先使电阻发热元件通电发热，靠此热能来激发红外线辐射物质，使其辐射出红外线对物体加热。它具有升温迅速，穿透能力强，节省能源和时间的特点。在电取暖器、电烤箱和消毒柜等家电产品中应用较广。

远红外线电热元件有管状元件、板状元件和红外线灯等多种，在家电产品中最常见的是管状远红外电热元件。

管状远红外电热元件为乳白色透明石英材料制成(简称石英辐射管)，内壁每 1cm^2 就有 $2\,000 \sim 8\,000$ 个直径为 $0.03 \sim 0.05\text{mm}$ 的小气泡。可产生出较强的远红外辐射。在石英管内装置合金制成的螺旋状电热丝，引出端的两端用耐热绝缘材料密封，以隔绝外界空气，防止电热丝氧化，其结构如图 1-10a 所示。

板状远红外元件是在碳化硅或金属板表面涂敷一层远红外辐射物质，中间装上合金电热丝制成的。

红外线灯的结构和普通照明用的白炽灯大致相同，二者的区别是前者发出的是红外线，而后者发出的是可见光，红外线灯的结构如图 1-10b 所示，从图中可以看出管形红外线灯是普通玻璃灯管上再罩以石英管，因而热膨胀系数小，遇水不易破裂。