



全国高等职业教育规划教材

家用电器实用维修技术

主 编 吴 敏
副主编 蒲 海
参 编 秦四新

- 介绍家用电器的基本结构和工作原理
- 讲述家用电器的维修技能和维修技巧
- 突出家用电器的新技术与新工艺
- 汇集家用电器的维修实例与维修经验



电子教案下载网址www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材

家用电器实用维修技术

主 编 吴 敏
副主编 蒲 海
参 编 秦四新



机械工业出版社

本书共分为7章,较为详细地介绍了家用电器的基础知识以及电热器具、厨房器具、电风扇、洗衣机、吸尘器、美容保健器具的结构原理与维修等内容。为突出运用,每章后面都附有习题和实训,以供教学时选择使用。

本书力争满足高职院校教学的实际需要,做到理论联系实际,注重基本概念,强化实训,尽量选用能反映实际工作中应用的新技术、新工艺的内容。具有很强的实用性、新颖性和先进性,内容深入浅出,简明扼要。

本书可作为高职高专家用电器类专业、应用电子技术专业的教材,除去带*号的选学内容后也可作为中职学校和家用电器维修人员的培训教材或参考书。

本书配套授课电子教案,需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册、审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ: 1239258369, 电话: 010-88379739)。

图书在版编目(CIP)数据

家用电器实用维修技术/吴敏主编.—北京:机械工业出版社,2013.1

全国高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-111-40770-6

I. ①家… II. ①吴… III. ①日用电气器具—维修—高等教育—教材 IV. ①TM925.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 301099 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:王颖 版式设计:霍永明

责任校对:刘雅娜 责任印制:张楠

唐山丰电印务有限公司印刷

2013 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·15.5 印张·379 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-40770-6

定价: 33.90 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

全国高等职业教育规划教材 电子类专业编委会成员名单

主 任	曹建林					
副 主 任	张中洲	张福强	董维佳	俞 宁	杨元挺	任德齐
	华永平	吴元凯	蒋蒙安	祖 炬	梁永生	
委 员	(按姓氏笔画排序)					
	于宝明	尹立贤	王用伦	王树忠	王新新	任艳君
	刘 松	刘 勇	华天京	吉雪峰	孙学耕	孙津平
	孙 萍	朱咏梅	朱晓红	齐 虹	张静之	李菊芳
	杨打生	杨国华	汪赵强	陈子聪	陈必群	陈晓文
	季顺宁	罗厚军	胡克蒲	姚建永	钮文良	聂开俊
	夏西泉	袁启昌	郭 勇	郭 兵	郭雄艺	高 健
	曹 毅	章大钧	黄永定	曾晓宏	谭克清	戴红霞
秘 书 长	胡毓坚					
副秘书长	蔡建军					

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近60所高等职业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”进行了全面的修订和增补,并更名为“全国高等职业教育规划教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师,针对相关专业的课程设置,融合教学中的实践经验,同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的,具有“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。在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价,并有多品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中,除了保持原有特色外,针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中,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。同时,根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来,本系列教材具有以下特点:

- 1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- 2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度,强调专业技术应用能力的训练,适当增加实训环节。
- 3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述要容易理解、清晰简洁,多用图表来表达信息;增加相关技术在生产中的应用实例,引导学生主动学习。
- 4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新,及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念,并积极支持新专业的教材建设。
- 5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

本书结合我国家用电器行业的发展和高职高专教育的实际情况，力求反映本行业的新技术、新设备和新工艺，体现高职高专教育的特点，在基本理论的叙述上力求通俗易懂、深入浅出、说理清楚、突出应用，书中有较多的维修实例，编者总结了许多实际维修经验，每章后面都编写了习题和多个实训，供高职院校教学实践时选择使用。

本书详细介绍了家用电器的基础知识、电热器具、厨房器具、电风扇、洗衣机、吸尘器、美容保健器具的结构原理与维修等内容，可作为高职高专家用电器类专业、应用电子技术专业的教材。

本书教学内容共需 96 学时，课时分配方案可参见下表。

章 次	学 时 数	章 次	学 时 数	章 次	学 时 数
第 1 章	14	第 4 章	14	第 7 章	8
第 2 章	16	第 5 章	22		
第 3 章	14	第 6 章	8		

书中标有“*”号的章节，属于加宽或加深内容，供不同学校和专业选用。

本书由重庆工贸职业技术学院吴敏任主编，负责全书的组织策划、修改补充、统稿和定稿工作，并编写第 2 章、第 3 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章；重庆工贸职业技术学院蒲海任副主编，并编写第 1 章；重庆工贸职业技术学院秦四新参编，并编写第 4 章。

本书在编写过程中参阅了大量文献，在此谨向这些原著者表示衷心的感谢！

各厂家对其产品的原理图及结构图在标注上并不统一。为便于查阅和方便维修，本书中的元器件符号仍随原图标注，没有再全书统一，特此说明。

由于时间仓促及编者水平有限，书中难免存在不妥或错误之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第1章 家用电器的基础知识..... 1

1.1 家用电器中常用的电动机 1

1.1.1 单相异步电动机 1

1.1.2 单相串励式电动机 3

1.1.3 永磁式直流电动机 4

1.2 家用电器电动机的控制元器件 ... 4

1.2.1 电阻器及电容器 4

1.2.2 半导体元器件 5

1.2.3 晶闸管 6

1.2.4 三端集成稳压器及电磁继电器 7

1.3 电热器具的类型与基本结构 8

1.3.1 电热器具的类型 8

1.3.2 电热器具的基本结构 8

1.4 电热元器件 9

1.4.1 电阻式电热元器件 9

1.4.2 红外线电热元器件 13

1.4.3 PTC 电热元器件 14

1.5 温控元器件及定时器 15

1.5.1 双金属片式温控元器件 15

1.5.2 磁控式温控元器件 17

1.5.3 电子式温控元器件 18

1.5.4 热电偶温控器 19

1.5.5 定时器 20

1.6 保险元器件 21

1.6.1 双金属片式安全装置 21

1.6.2 温度熔丝 22

1.6.3 压敏电阻器 22

1.7 电热器具维修基础知识 23

1.7.1 电热器具的常见故障及 检修方法 23

1.7.2 电热元器件的修复 23

1.7.3 双金属片式温控器的维修 25

1.7.4 常用工具 25

1.8 实训1 ——常用工具与仪表的

使用 26

1.8.1 实训目的 26

1.8.2 实训工具、仪表及器材 26

1.8.3 实训内容与步骤 26

1.8.4 注意事项 30

1.8.5 预习要求 31

1.8.6 实训总结报告 31

1.9 实训2——单相异步电动机的

拆装 31

1.9.1 实训目的 31

1.9.2 实训工具、仪表及器材 31

1.9.3 实训内容与步骤 31

1.9.4 注意事项 33

1.9.5 预习要求 33

1.9.6 实训总结报告 33

1.10 实训3——单相串励电动机的

拆装 33

1.10.1 实训目的 33

1.10.2 实训工具、仪表及器材 33

1.10.3 实训内容与步骤 34

1.10.4 注意事项 36

1.10.5 预习要求 36

1.10.6 实训总结报告 36

1.11 实训4——永磁直流电动机的

拆装 36

1.11.1 实训目的 36

1.11.2 实训工具、仪表及器材 37

1.11.3 实训内容与步骤 37

1.11.4 注意事项 37

1.11.5 预习要求 38

1.11.6 实训总结报告 38

1.12 习题 38

第2章 电热器具 39

2.1 电热水器 39

2.1.1 电热开水瓶 39

2.1.2 电热饮水机 43

2.1.3 电热淋浴器	45	*3.1.3 单片微电脑控制式电饭锅	72
2.2 电热取暖器	48	3.1.4 电饭锅常见故障及检修方法	75
2.2.1 石英管式取暖器	49	3.2 电烤箱	76
2.2.2 暖风机	51	3.2.1 结构及工作原理	76
2.2.3 电热油汀	53	3.2.2 常见故障及检修方法	77
2.2.4 电热褥	55	3.3 电炒锅	77
2.2.5 电热饼	57	3.3.1 电炒锅的基本结构	78
2.3 电熨斗	58	3.3.2 电炒锅的基本原理	79
2.3.1 调温型电熨斗	58	3.4 微波炉	80
2.3.2 调温喷汽型电熨斗	59	3.4.1 微波炉的工作原理	80
2.3.3 调温喷汽喷雾型电熨斗	59	3.4.2 微波炉的特点	80
2.3.4 离子型电熨斗	60	3.4.3 微波炉的结构	81
2.3.5 电熨斗的常见故障及检修方法	61	3.4.4 微波炉的电路原理	81
2.4 实训1——电热饮水机的拆装 及检修	62	3.4.5 常见故障及检修方法	82
2.4.1 实训目的	62	3.5 电磁灶	83
2.4.2 实训工具、仪表及器材	62	3.5.1 基本原理与类型	83
2.4.3 实训内容与步骤	62	3.5.2 工频电磁灶	83
2.4.4 注意事项	63	*3.5.3 高频电磁灶	85
2.4.5 预习要求	63	3.5.4 常见故障及检修	89
2.4.6 实训总结报告	63	3.6 抽油烟机	90
2.5 实训2——电热取暖器的拆装 及检修	63	3.6.1 基本结构	90
2.5.1 实训目的	63	3.6.2 工作原理	91
2.5.2 实训工具、仪表及器材	64	3.6.3 安装	93
2.5.3 实训内容与步骤	64	3.6.4 常见故障及检修方法	93
2.5.4 注意事项	65	3.7 电子消毒柜	94
2.5.5 预习要求	65	3.7.1 高温型电子消毒柜	94
2.5.6 实训总结报告	65	3.7.2 低温型电子消毒柜	97
2.6 实训3——调温喷汽型电熨斗的 拆装及检修	65	3.7.3 双功能型电子消毒柜	98
2.6.1 实训目的	65	3.7.4 电子消毒柜的常见故障及 检修方法	99
2.6.2 实训工具、仪表及器材	66	3.8 食品加工机	100
2.6.3 实训内容与步骤	66	3.8.1 食品加工机的种类	101
2.6.4 注意事项	66	3.8.2 食品加工机的主要技术指标	101
2.6.5 预习要求	67	3.8.3 食品加工机的结构	101
2.6.6 实训总结报告	67	3.8.4 食品加工机的工作原理	103
2.7 习题	67	3.8.5 食品加工机的使用与维护	103
第3章 厨房器具	68	3.8.6 食品加工机的常见故障分析 与检修方法	104
3.1 电饭锅	68	3.9 家用豆浆机	104
3.1.1 电饭锅的类型及主要技术指标	68	3.9.1 家用豆浆机的类型和结构	104
3.1.2 自动恒(保)温式电饭锅	69	3.9.2 家用豆浆机的基本原理	105
		3.10 实训1——自动保温电饭锅的	

拆装及检修	109	4.2.3 台扇的使用与维护	125
3.10.1 实训目的	109	4.2.4 台扇的维修	126
3.10.2 实训工具、仪表及器材	109	4.3 吊扇	129
3.10.3 实训内容与步骤	109	4.3.1 吊扇的结构	129
3.10.4 注意事项	110	4.3.2 吊扇的工作原理	130
3.10.5 预习要求	110	4.3.3 吊扇的使用与维护	130
3.10.6 实训总结报告	110	4.3.4 吊扇的常见故障分析与 检修方法	130
3.11 实训2——微波炉的拆装及 检修	110	4.4 新型电风扇	131
3.11.1 实训目的	110	4.4.1 无级调速电路	131
3.11.2 实训工具、仪表及器材	110	4.4.2 电脑程控电风扇电路	132
3.11.3 实训内容与步骤	111	4.4.3 遥控电风扇电路	135
3.11.4 注意事项	113	4.4.4 新型电风扇电路的常见故障分析 与检修方法	138
3.11.5 预习要求	113	4.5 换气扇、转页扇	139
3.11.6 实训总结报告	113	4.5.1 换气扇	139
3.12 实训3——电磁灶的拆装 及检修	114	4.5.2 转页扇	141
3.12.1 实训目的	114	4.6 实训1——台扇的拆装	143
3.12.2 实训工具、仪表及器材	114	4.6.1 实训目的	143
3.12.3 实训内容与步骤	114	4.6.2 实训工具、仪表及器材	143
3.12.4 注意事项	115	4.6.3 实训内容与步骤	144
3.12.5 预习要求	115	4.6.4 注意事项	145
3.12.6 实训总结报告	115	4.6.5 预习要求	146
3.13 实训4——抽油烟机的拆装 及检修	115	4.6.6 实训总结报告	146
3.13.1 实训目的	115	4.7 实训2——吊扇的拆装	146
3.13.2 实训工具、仪表及器材	115	4.7.1 实训目的	146
3.13.3 实训内容与步骤	115	4.7.2 实训工具、仪表及器材	146
3.13.4 注意事项	116	4.7.3 实训内容与步骤	146
3.13.5 预习要求	117	4.7.4 注意事项	147
3.13.6 实训总结报告	117	4.7.5 预习要求	147
3.14 习题	117	4.7.6 实训总结报告	147
第4章 电风扇	119	4.8 实训3——换气扇、转页扇 的拆装	147
4.1 电风扇的类型、规格及 技术指标	119	4.8.1 实训目的	147
4.1.1 电风扇的种类	119	4.8.2 实训工具、仪表及器材	148
4.1.2 电风扇的规格型号	120	4.8.3 实训内容与步骤	148
4.1.3 电风扇的主要技术指标	120	4.8.4 注意事项	149
4.2 台扇	121	4.8.5 预习要求	149
4.2.1 台扇的结构	121	4.8.6 实训总结报告	149
4.2.2 台扇的工作原理	124	4.9 习题	149
		第5章 洗衣机	151
		5.1 概述	151

5.1.1 洗衣机的洗涤原理和种类	151	5.7.1 实训目的	199
5.1.2 洗衣机的规格型号及主要 技术指标	153	5.7.2 实训工具、仪表及器材	199
5.2 波轮式双桶洗衣机	154	5.7.3 实训内容与步骤	200
5.2.1 波轮式双桶洗衣机的结构	154	5.7.4 注意事项	202
5.2.2 波轮式双桶洗衣机的工作原理	160	5.7.5 预习要求	203
5.2.3 波轮式双桶洗衣机的使用与 维护	161	5.7.6 实训总结报告	203
5.2.4 波轮式双桶洗衣机的维修	162	5.8 实训3——滚筒式全自动洗衣机的 拆装	203
5.3 波轮式全自动洗衣机	164	5.8.1 实训目的	203
5.3.1 波轮式全自动洗衣机的结构	164	5.8.2 实训工具、仪表及器材	203
5.3.2 波轮式全自动洗衣机的工作 原理	171	5.8.3 实训内容与步骤	203
5.3.3 波轮式全自动洗衣机的使用与 维护	177	5.8.4 注意事项	208
5.3.4 电脑程控波轮式全自动洗衣机的 维修	178	5.8.5 预习要求	209
5.4 滚筒式全自动洗衣机	180	5.8.6 实训总结报告	209
5.4.1 滚筒式洗衣机的种类和洗涤 原理	180	5.9 习题	209
5.4.2 滚筒式全自动洗衣机的结构	182	第6章 吸尘器	211
5.4.3 滚筒式全自动洗衣机的电路 工作原理	186	6.1 吸尘器的分类及主要技术 指标	211
5.4.4 滚筒式全自动洗衣机的使用 与维护	191	6.1.1 吸尘器的分类	211
5.4.5 滚筒式全自动洗衣机的常见故障 分析与检修方法	192	6.1.2 吸尘器的主要技术指标	212
*5.5 新型洗衣机	193	6.2 吸尘器的结构及工作原理	212
5.5.1 智能型洗衣机	193	6.2.1 吸尘器的结构	212
5.5.2 新水流洗衣机	194	6.2.2 吸尘器的工作原理	216
5.5.3 健康型洗衣机	194	6.3 吸尘器的使用、维护及故障 分析与检修方法	216
5.5.4 数字直流变频洗衣机	195	6.3.1 吸尘器的使用、维护	216
5.6 实训1——波轮式双桶洗衣机的 拆装	195	6.3.2 吸尘器的故障分析与检修方法	217
5.6.1 实训目的	195	6.4 实训——吸尘器的拆装	218
5.6.2 实训工具、仪表及器材	195	6.4.1 实训目的	218
5.6.3 实训内容与步骤	195	6.4.2 实训工具、仪表及器材	218
5.6.4 注意事项	199	6.4.3 实训内容与步骤	218
5.6.5 预习要求	199	6.4.4 注意事项	221
5.6.6 实训总结报告	199	6.4.5 预习要求	222
5.7 实训2——电脑程控波轮式全 自动洗衣机的拆装	199	6.4.6 实训总结报告	222
		6.5 习题	222
		第7章 美容保健器具	223
		7.1 电吹风	223
		7.1.1 电吹风的基本结构	223
		7.1.2 电吹风的工作原理	224
		7.1.3 电吹风的常见故障及检修方法	225
		7.2 电动剃须刀	225

7.2.1 电动剃须刀的基本结构	226	7.4.4 注意事项	231
7.2.2 电动剃须刀的工作原理	227	7.4.5 预习要求	231
7.2.3 电动剃须刀的常见故障及 检修方法	227	7.4.6 实训总结报告	231
7.3 电动按摩器	228	7.5 实训2——电动剃须刀 的拆装	231
7.3.1 电动按摩器的基本结构与 工作原理	228	7.5.1 实训目的	231
7.3.2 电动按摩器的常见故障及 检修方法	229	7.5.2 实训工具、仪表及器材	231
7.4 实训1——电吹风机的拆装	230	7.5.3 实训内容与步骤	232
7.4.1 实训目的	230	7.5.4 注意事项	234
7.4.2 实训工具、仪表及器材	230	7.5.5 预习要求	234
7.4.3 实训内容与步骤	230	7.5.6 实训总结报告	234
		7.6 习题	234
		参考文献	235

第 1 章 家用电器的基础知识

1.1 家用电器中常用的电动机

电动器具是指将电能转化为机械能的一类器具。电动器具的动力是电动机，用电动机完成电能向机械能的转化，再配以控制装置和制动装置，以达到不同的使用目的。电动器具在家用电器中占有很大的比例，为家庭生活的自动化起着重要的作用。家用电动器具常用的电动机有单相异步电动机、单相串励式电动机、永磁式直流电动机等。

由于单相交流电动机使用单相交流电源供电，具有结构简单、制造方便、成本低廉、运行可靠、检修容易、噪声小等优点，因此家用电动器具中常用单相交流电动机作为驱动电动机使用。本节重点介绍一般家用电动器具中常用电动机的类型、结构及工作原理。

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，只需要单相交流电源供电，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、轴承和起动元器件等几部分组成。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 3 部分组成。转子在旋转磁场的作用下，在转子绕组中产生感应电流，感应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，用来固定和保护定子和转子，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，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，B-Y 分别通以电流 i_a ，

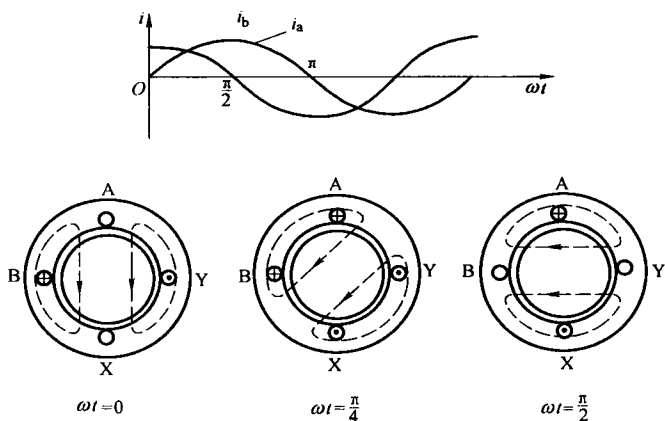


图 1-1 单相异步电动机的转动原理

i_b 。用右手螺旋法则可得合成磁场的方向，图中所示为 3 个不同时刻的定子电流磁场，可以直观，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不同来分类的，主要有电容式、电阻起动式和罩极式。

(1) 电容式单相异步电动机

电容式单相异步电动机的电气原理图如图 1-2 所示，其起动绕组回路中串联电容，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。

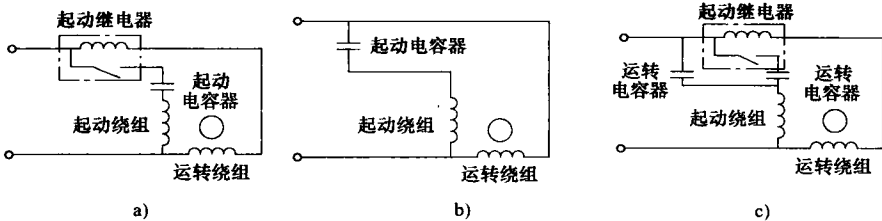


图 1-2 电容式单相异步电动机的电气原理图

a) 电容起动型 (CSIR) b) 电容运转型 (PSC) c) 电容起动电容运转型 (CSR)

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，称为起动电容，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，这种电动机在起动绕组电路中接有两个电容，其中电容量较小的电容供运转时使用；另一容量较大的电容供起动时使用。起动结束，该电容断开。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

这种电动机也叫电阻分相式 (RSIR) 电动机，其电气原理图如图 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，电感较少，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电源中，根据 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，致使电动机能启动运转。启动绕组由于线径细，匝数少，不能长时间通电。为此启动绕组中都设启动开关，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，启动开关断路，启动绕组脱离电源，电动机进入正常运转状态。

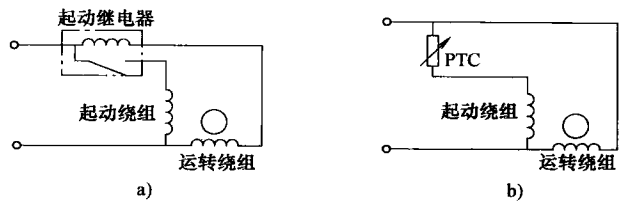


图 1-3 电阻启动式电动机电气原理图
a) 电流继电器控制 b) PLC 热继电器控制

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

(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启动问题。其特点是：结构简单，成本低廉，但启动转矩小，效率低。主要应用于老式台风扇、电唱机、电钟等。

1.1.2 单相串励式电动机

单相串励电动机因将定子铁心上的励磁绕组和转子上的电枢绕组串联起来而得名，流过励磁绕组和电枢绕组为同一电流。当单相串励式电动机接入如图 1-4a 所示电源时，根据右手定则，定子磁场为下方为 N 极，上方为 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。当改变电源方向，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。

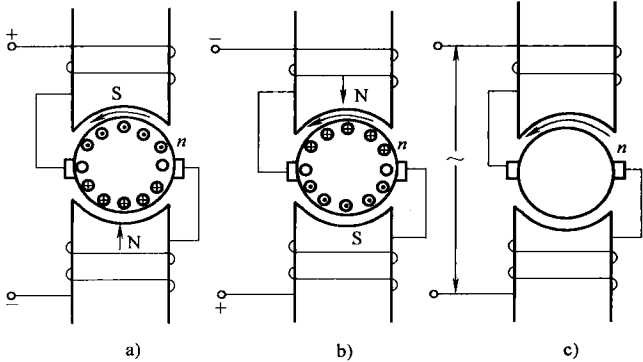


图 1-4 单相串励式电动机的工作原理
a) 电动机接入正方向直流电源时的旋转方向
b) 电动机接入反方向直流电源时的旋转方向
c) 电动机接入交流电源时的旋转方向

通过上述分析可知，当串励电动机接入交流电时，转子的转向也不变，如图 1-4c 所示。由于串励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，即可方便地调速，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。单相串励式电动机主要应用于吸尘器、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个永久磁铁，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：线圈受到一力偶的作用，产生一个电磁转矩 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 和 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。

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 家用电器电动机的控制元器件

家用电动器具控制电路的作用是控制电气工作部件所在电路的通断，使电气工作部件工作和停止。在家用电动器具控制电路中，以微电脑为主体构成的控制器（或者由分立元器件构成的控制电路）具有功能多、性能好、使用方便、造型美观等特点，已成为家用电器控制电路的发展趋势。以微电脑及由分立元器件构成的电子电路通常是由多种元器件组成的，因此要想识读电路就必须分析出各种元器件在电路中的作用。下面介绍控制电路中常用的元器件及在电路中的作用。

1.2.1 电阻器及电容器

1. 电阻器

在电路中常用的电阻有固定电阻器（简称电阻），热敏电阻等。

固定电阻器是指标称阻值固定的电阻器，主要有金属膜电阻、碳膜电阻、瓷片电阻，在电路中的作用主要有降压、限流、分流、分压等。

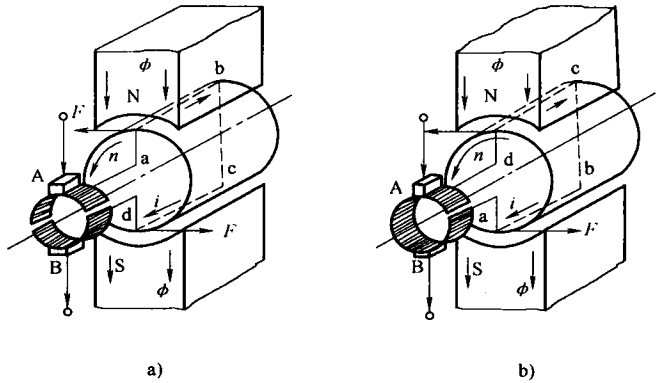


图 1-5 永磁式直流电动机的工作原理

- a) 线圈初始状态下产生的旋转方向
- b) 线圈转动半周后产生的旋转方向

热敏电阻是用热敏半导体材料制成的，有正温度系数热敏电阻和负温度系数热敏电阻。电阻值随温度升高而增大的称为正温度系数热敏电阻；电阻值随温度升高而变小的称为负温度系数热敏电阻。在家用电动器具上常用的是正温度系数热敏电阻，如在某些电器的电动机或电磁铁的线圈中常接这样的热敏电阻。当因过载或其他原因使线圈温度升高时，热敏电阻的阻值急剧增大，达到高阻状态，使线圈中的电流减小，从而达到阻止线圈过热而烧毁的作用。

2. 电容器

电容器按结构分：有固定式和可变式。按其制造材料分：有云母、瓷介、涤纶、电解电容器等。家用电动器具中常使用固定式电容器。在电路中小于 $1\mu\text{F}$ 的中、小电容器，主要起隔直流、通交流、振荡耦合等作用；而大容量的电解电容器主要在电脑控制器的直流电源电路中起滤波作用和复位电路中起复位作用。

1.2.2 半导体元器件

1. 半导体二极管

半导体二极管又称为晶体二极管，简称为二极管，按材料可分为硅二极管和锗二极管。在家用电动器具控制电路中，主要应用整流二极管、稳压二极管和发光二极管。

整流二极管是利用二极管的单向导电特性来工作的。单向导电特性即二极管在正向电压作用下，正向电阻小，通过的电流大，处于导通状态；在反向电压作用下，反向电阻大，通过的电流小，处于截止状态。整流二极管利用单向导电特性就可以将交流电整流为脉动直流电，故二极管的单向导电性也称为整流特性，二极管的主要参数有最大整流电流、反向击穿电压等。

稳压二极管在电路中起稳压作用，正常工作在反向击穿区，它是利用稳压二极管在反向击穿后，其两端电压几乎不变的特性来实现稳压的。其主要参数有稳定电压、稳定电流等。

发光二极管（LED）等效于具有发光性能的 PN 结，其符号及伏安特性如图 1-6 所示。在正向导通之前，正向电流近似为零，二极管不发光，当电压超过导电电压值时，二极管正向导通，电流急剧上升，二极管发光。使发光二极管导通的电压称为正向工作电压，一般在 2V 左右，通常发光二极管发光时的正向峰值电流约为 10mA。

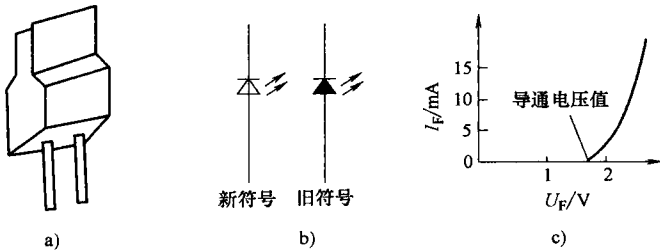


图 1-6 发光二极管的符号及伏安特性

a) 外形 b) 新符号和旧符号 c) 正向伏安特性曲线

2. 晶体管

晶体管按制造材料分为硅晶体管和锗晶体管。晶体管由三层半导体组成，半导体有 P 型和 N 型之分，因此，就有 NPN 型和 PNP 型晶体管。晶体管的工作原理在有关课程中已经介

绍, 这里就不再重述。晶体管主要具有电流放大作用, 即利用很小的电流去控制大的电流。

3. 双向触发二极管

双向触发二极管是与双向晶闸管同时问世的半导体器件, 其符号及伏安特性如图 1-7 所示。它常用来触发双向晶闸管, 构成过电压保护电路, 定时器, 调光、调速电路等。双向触发二极管的主要特点是: 当两端电压差大于转折电压时, 立即导通呈短路状态。外加电压可正可负, 但其工作时只有导通和截止两种状态。

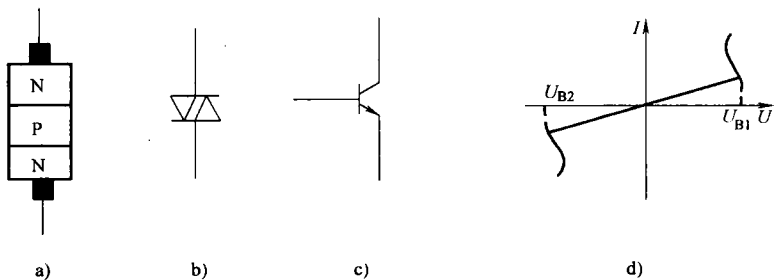


图 1-7 双向触发二极管的符号及伏安特性
a) 结构 b) 符号 c) 等效电路 d) 伏安特性

1.2.3 晶闸管

晶闸管的作用相当于一个开关, 它没有容易磨损的机械触点, 动作速度快, 因此在家用电动器具中应用广泛。晶闸管有单向晶闸管和双向晶闸管两种。

1. 单向晶闸管

单向晶闸管的结构、符号、外形如图 1-8 所示, 有 3 个极: 阳极 A, 阴极 K, 门极 G。单向晶闸管导通的条件是只有在阳极和阴极之间加电压的同时, 门极对阴极加上一个正向电压, 晶闸管才可能进入导通状态, 导通时, 阳极和阴极之间的电压降很小, 相当于处于闭合状态的开关。因此, 单向晶闸管是一个可以控制的单向导电的开关元器件。晶闸管一旦导通后, 不论门极是否加电压, 它都将继续保持导通, 直至通过阳极和阴极的电流减小到某一数值或加上反向电压时, 才恢复阻断状态。单向晶闸管从阻断状态转变为导通状态时, 门极所需输入的电

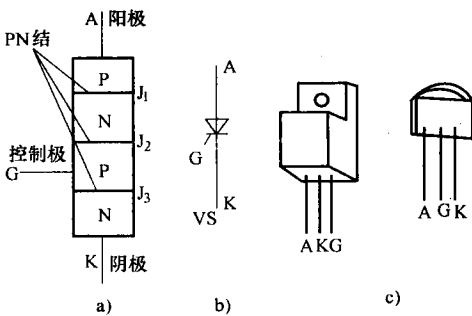


图 1-8 单向晶闸管
a) 结构 b) 符号 c) 外形

流或电压称为触发电流或触发电压。

2. 双向晶闸管

在家用电动器具中, 常用控制交流电的双向晶闸管作开关。双向晶闸管的外形、正反向符号、伏安特性如图 1-9 所示, 双向晶闸管有 3 个电极: 第一阳极 A_1 , 第二阳极 A_2 , 门极 G。双向晶闸管的门极无触发时, 双向晶闸管处于截止状态, 相当于开关的断开状态。双向晶闸管具有正反两个方向都能控制导通的特性, 它的两个电极 A_1 和 A_2 无论加正向电压还是反向电压, 只要门极 G 加上触发电压 (无论是正向, 还是反向), 它都可以被触发导通。因