

广东省家电培训领导小组办公室组编《家用电器技术丛书》



● 魏章庆 胡秋玲 柳荣贵 编著

电风扇 · 洗衣机 原理与检修技术

● 电子工业出版社

广东省家电培训领导小组办公室组编《家用电器技术丛书》

电风扇 • 洗衣机原理与检修技术

魏章庆 胡秋玲 柳荣贵 编著

电子工业出版社

(京)新登字055号

内 容 提 要

本书是广东省家电培训领导小组办公室组编的《家用电器技术丛书》之一。

本书系统地讲述了电风扇、洗衣机的类型、结构、工作原理、性能、常见故障、测试及检修方法。全书电风扇为四章，洗衣机为九章，每章末均附有思考题。

本书内容全面，深入浅出，实用性强，可供家用电器专业的大专院校、职业教育、家用电器维修人员阅读参考。

广东省家电培训领导小组办公室组编《家用电器技术丛书》

电风扇·洗衣机原理与检修技术

魏章庆 胡秋玲 柳荣贵 编著

责任编辑 平凡

电子工业出版社出版 (北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

北京昌平马池口印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 14.75 字数 370千字

1994年3月第1版 1994年1月第1次印刷

印数: 10100 册 定价: 9.80元

ISBN 7-5053-2144-7/TN·641

出 版 前 言

目前在图书市场上,家用电器类图书琳琅满目,五光十色,目不胜收,但是真正有一定理论深度而又反映家电技术急速变化、不断更新特点的实用性图书寥若晨星。由广东省家电培训领导小组办公室组编的《家用电器技术丛书》正是弥补了这一不足。本丛书包括《家用电器技术基础》、《黑白电视机原理与检修技术》、《彩色电视机原理与检修技术》、《盒式录音机原理与检修技术》、《家用录像机原理与检修技术》、《家用组合音响原理与检修技术》、《电冰箱、空调机原理与检修技术》、《电风扇·洗衣机原理与检修技术》、《家用电热电器原理与检修技术》共九种。几乎囊括了家用电器的各个方面。

参与编写本丛书的主编、副主编、编委和编者都是具有丰富家电维修经验和电子学广博理论造诣的知名专家、教授、高级工程师和技师。他们将理论和实践完美地结合起来并针对广东地区进口的家用电器品种多、数量大、更新换代快的特点,全面、系统地叙述了家用电器的基础理论、原理、结构、使用和故障维修等全方位的知识。

本丛书在内容的编排上,由浅入深、步进阶梯小而逐渐达到一定理论深度并有大量实践维修经验的介绍,每章末都附有习题,便于读者复习。本丛书叙述简明扼要、通俗流畅、图文并茂,适于家电维修人员、理工学校有关专业师生、电子爱好者等广泛读者阅读并可作为家电培训教材。

本丛书得以问世,要衷心感谢中国电子进出口总公司华南分公司、广东省家电培训领导小组、中国电子学会的鼎力支持,各位主编、副主编、编委和编者的不懈努力。

本丛书作为奉献给广大读者的礼物,愿读者在阅读的同时,指出它的不足,以便于今后改正。

前 言

随着人民生活水平的提高,家用电器工业得到迅猛发展,城乡家庭拥有量不断增加。尤其是与人民生活密切相关的电风扇、洗衣机发展更快。

科学技术的进步及电风扇、洗衣机社会普及率的提高,人们的要求也随着提高。面临的问题一方面是如何根据我国的国情、特点,设计制造出适销对路的产品,满足不同层次消费者的需要。另一方面,电风扇、洗衣机的维修问题就显得更加突出。为帮助广大维修人员学习电风扇、洗衣机的原理,掌握检修工作的技巧,本书从电风扇、洗衣机的一般结构原理、设计要求、性能参数、检测方法、国内外现状及发展趋势、维修和使用等方面的问题作了较系统、完整的分析。对设计、制造、市场管理、质量检测方面的科技人员具有重要的参考价值,对使用、维修方面的人员是一本有益的参考资料。本书还可作为家用电器专业的大专院校及职工专业培训班的教学参考书。

本书电风扇部分由柳荣贵工程师编写,洗衣机部分由魏章庆、胡秋玲高级工程师编写。全书由魏章庆高级工程师统稿和初审。全书由马兰皋高级工程师复阅定稿。对提高和保证本书质量起了重要的作用。

在编写过程中得到广东省家电培训领导小组、广东省电子学会、中国电子进出口公司华南分公司、广州电器科学研究所、中国电子报华南电子服务公司以及电风扇、洗衣机生产企业的有关专家们的大力支持和帮助,在此一并致谢。

由于编者水平所限,缺点错误在所难免,恳请读者及专家批评指正。

编者

一九九三年十月

《家用电器技术丛书》编委会

主 编 徐秉铮

副主编 马兰皋 李运林

编 委 葛长义 刘宝林 李育祥 马名伟

李克东 全景才 熊耀辉 卢泓泽

目 录

上篇 电风扇原理与检修技术

序 电风扇生产发展概述	1
第一章 电风扇的电器原理	2
一、单相电动机简介	2
(一)单相异步电动机运行原理	2
(二)单相电阻起动异步电动机	5
(三)单相电容起动异步电动机	5
(四)单相电容运行异步电动机	7
(五)单相电容起动与运行异步电动机	7
(六)单相罩极式异步电动机	8
(七)单相反应式同步电动机	8
二、电风扇调速原理	9
(一)外电路降压调速	9
(二)电动机绕组抽头调速	11
三、典型接线图分析	13
(一)吊扇的典型接线图	13
(二)电抗器调速接线图	15
(三)L型抽头接线图	16
(四)主绕组串并联抽头接线图	17
四、电子技术在电风扇上的应用	18
(一)无级调速	18
(二)模拟自然风电路	23
(三)遥控电路	27
(四)电子定时电路	30
(五)介绍几例应用电路	31
五、PTC元件的应用	38
(一)PTC用于微风档	39
(二)PTC用于过热保护	40
六、电风扇热保护方式	40
思考题	41
第二章 电风扇的机械结构	42
一、电风扇的总体结构	42
(一)台扇的总体结构	42
(二)落地扇的总体结构	43
(三)吊扇的总体结构	44

二、摇头机构	44
(一)摇头机构工作原理	44
(二)摇头机构的分析	46
(三)角度可调的摇头机构	48
(四)小电机驱动的摇头机构	49
三、仰俯角调节机构	51
四、轴向定位机构	52
五、落地扇稳定性分析	53
思考题	55
第三章 电风扇的主要零部件	56
一、电动机	56
(一)台扇电动机	56
(二)吊扇电动机	57
(三)罩极式电动机	58
二、风叶	59
(一)名词术语	59
(二)风叶设计的一般要求	60
(三)台扇风叶	62
(四)吊扇风叶	63
三、调速开关	64
(一)琴键开关	64
(二)旋转开关	65
四、定时器	65
五、电容器	67
思考题	68
第四章 电风扇的使用、维护和修理	69
一、选购	69
(一)分类与规格	69
(二)主要性能和安全要求	69
(三)品种和规格选择	72
(四)台扇、落地扇的选购	73
(五)吊扇的选购	76
二、使用	77
(一)安装	77
(二)使用操作	80
三、维护保养	85
四、故障分析与处理	86
(一)故障分析	87
(二)故障的检查步骤	87
(三)几种特殊故障及修理	90
(四)一般故障及处理方法	93

思考题	96
-----	----

下篇 洗衣机原理与检修技术

第五章 概述	97
第六章 基础知识	99
一、洗衣机的分类	99
(一)洗衣机按自动化程度分类	99
(二)洗衣机按结构原理分类	99
二、洗涤原理	103
(一)污垢分类	103
(二)污垢的清除过程	103
(三)特殊污垢的清除	104
三、洗涤方法	105
(一)洗涤符号	105
(二)常用纤维的洗涤法	106
(三)衣物发黄的原因	107
四、洗涤剂	107
五、洗涤条件	111
思考题	112
第七章 波轮式洗衣机	113
一、分类	113
二、原理	113
三、基本结构及设计	118
(一)方案设计的内容及其相关因素	118
(二)用相关因素分析法进行方案设计的步骤	119
四、主要零部件一般介绍	120
思考题	126
第八章 普通单桶洗衣机	127
一、基本结构和电器原理	127
(一)结构及工作原理	127
(二)电器系统原理	128
二、主要技术参数	128
三、使用方法及注意事项	128
(一)正确使用方法	129
(二)注意事项	129
思考题	129
第九章 双桶洗衣机	130
一、基本结构和电器原理	130
(一)控制台	130
(二)洗衣桶和脱水桶	131

(三)传动机构	131
(四)排水和溢流机构	133
(五)箱体	133
二、主要零部件工作原理及洗衣机的技术参数	134
(一)电动机工作原理	134
(二)定时器的工作原理	135
三、使用方法及注意事项	136
(一)使用方法	136
(二)注意事项	139
四、双桶洗衣机的检修	140
思考题	148
第十章 波轮式全自动洗衣机	149
一、基本结构和电器原理	149
(一)控制台	150
(二)洗衣脱水桶	150
(三)波轮	150
(四)电动机	150
(五)传动机构	151
(六)进水、排水系统和箱体	151
二、各部件结构及工作原理	152
(一)进水电磁阀	152
(二)水位控制开关	154
(三)排水电磁阀	156
(四)程序控制器	157
(五)离合器	164
(六)安全开关及脱水不平衡自动复位系统	166
(七)脱水桶流体自动平衡装置	166
(八)制动器	167
(九)带有减震装置的支承吊杆	168
三、使用方法及注意事项	170
(一)洗衣机的安装	170
(二)洗涤过程操作方法及程序	171
(三)使用注意事项	174
四、全自动洗衣机的检修	174
(一)电源故障	174
(二)进水系统故障	176
(三)漏水	177
(四)洗涤时常见故障	177
(五)漂洗过程常见故障及排除方法	179
(六)脱水系统常见故障及排除方法	179
(七)排水系统常见故障及排除方法	180
(八)异常声音、异味、震动等故障	181

(九)主要部件的故障分析及排除	183
思考题	187
第十一章 滚筒式全自动洗衣机	188
一、种类、规格及结构原理	188
二、工作原理及主要技术参数	191
三、使用方法及注意事项	193
四、滚筒式洗衣机的检修	195
思考题	197
第十二章 其它产品及发展动向	198
一、国外洗衣机新产品介绍	199
(一)智能型洗衣机	199
(二)全自动加热洗衣机	200
(三)会说话的洗衣机	200
(四)不用洗衣粉的洗衣机	200
(五)新型滚筒洗衣机	200
(六)双叠桶洗衣机	209
(七)间歇式洗衣机	201
(八)气泡洗衣机	201
(九)叠放式洗衣机和干衣机	201
二、干衣机	201
思考题	202
第十三章 洗衣机的检测技术	203
一、家用洗衣机的型式及基本参数	203
(一)洗衣机的型式和分类	203
(二)洗衣机的规格	203
(三)洗衣机的型号表示方法	204
二、洗衣机的主要性能指标	204
三、洗衣机的主要性能测试方法	203
(一)消耗功率	203
(二)洗净性能	209
(三)对织物的磨损率	212
(四)漂洗性能	213
(五)脱水性能	214
(六)走时指示误差	214
(七)排水时间	214
(八)进水管及排水管性能	214
(九)塑料件耐冲击性能试验	215
(十)无故障运行试验	215
(十一)机箱涂饰层及电镀件耐腐蚀试验	215
(十二)起动特性试验	215
(十三)电压波动特性试验	216

(十四)温升试验	216
(十五)制动性能试验	217
(十六)泄漏电流测定	217
(十七)绝缘电阻测定	217
(十八)电气强度试验	217
(十九)接地电阻的测定	217
(二十)电源线夹紧装置拉力试验	218
(二十一)防触电保护	218
(二十二)溢水绝缘性能试验	219
(二十三)淋水绝缘性能试验	219
(二十四)机械安全和稳定性的检查	219
(二十五)防漏水性能检查	220
(二十六)进水管和进水阀耐水压试验	220
(二十七)防虹吸性能试验	220
(二十八)装配牢固性能试验	220
(二十九)外观和装配检查	220
(三十)振动和噪声的测定	220
思考题	222

上篇 电风扇原理与检修技术

序 电风扇生产发展概述

在种类繁多的家用电器产品中,电风扇是生产较早,进入家庭较快的产品,也是近年来普及面最广、发展速度最快的产品,也是普通家庭通风换气、消暑降温必备的产品。在我国已经形成了以江浙、广东沿海一带为主要生产基地的电风扇工业,电风扇的生产能力在4000万台以上,居世界首位,除满足国内市场需要外,还有大量电风扇出口,远销美国、拉丁美洲、中东、非洲等地。

电风扇的生产发展在我国大概已有六十年的历史,可以划分为下面几个阶段:解放前为第一阶段,只有上海的一家小厂生产,产量微不足道。四十年代末至五十年代末期为第二阶段,全国只有两家初具规模的生产企业,分别是上海华生电风扇厂和广州钻石电风扇厂,当时电风扇的生产条件、生产技术、生产工艺等还处于低水平状态,六十年代开始到七十年代中期为第三阶段,在这一阶段,电风扇工业得到较大的发展,全国各地先后办起了电风扇生产厂,这些生产厂中大多数以仿制名牌产品为主,尚不具备自行设计的能力,因而形成了以华生和钻石为代表的两大流派的造型和设计,同时华生和钻石两大名牌产品开始出口,打进国际市场,到七十年代中后期,初步形成了电风扇工业体系。从七十年代后期至八十年代中期为第四阶段,这是我国电风扇工业全盛时期,全国兴起了生产电风扇的热潮,国营、集体、街道、乡镇企业,重工、轻工、军工等部门都生产电风扇,全国电风扇生产厂最多时竟高达3400多家。在这一阶段,相当多的生产厂生产条件、技术水平、工艺装备都很落后,管理水平很低,粗制滥造的劣质产品充斥市场,电风扇生产竞争相当激烈。八十年代中期以后为第五阶段,通过市场竞争,优胜劣汰,粗制滥造的劣质产品被淘汰,不少企业停止生产电风扇,而约有600家电风扇生产厂则以其产品质量、信誉、服务水平以及花色品种多样化生存下来,电风扇生产企业基本趋于稳定,各个企业则致力于发展扩大,充实企业的技术力量,提高生产技术水平,更新设备,改善生产条件,加强企业管理及产品质量管理,积极提高产品的质量水平。同时积极引进国外的先进技术,先进设备,生产流水线,产品检测线以及管理系统,在消化吸收国外先进技术的同时,国内开始自行设计制造适合国内使用的先进生产设备,促进了电风扇生产发展,保证了电风扇的质量水平。

随着电风扇生产企业,生产数量以及产品质量的稳定发展,各生产企业着手致力于新产品的研制生产,将电子技术应用到电风扇中生产出使用方便,式样新颖,造型别致,功能多样化的电风扇产品投放市场,深受消费者的欢迎和喜爱。

第一章 电风扇的电器原理

一、单相电动机简介

单相电动机使用单相电源供电，可以直接使用一般的电源，具有结构简单，制造方便，成本低廉，运行可靠，检修方便，噪声小等一系列优点，被广泛应用于日常生活中作为小功率驱动电机使用，家用电器中的驱动电机，绝大多数是单相电动机，尤其是单相异步电动机的应用更为广泛。

(一) 单相异步电动机运行原理

单相电机接上电源后，要使转子受到转矩从静止状态转动起来，一般来说，定子上必需有两套绕组。图 1-1 中表示了一个最简单的两相绕组：定子上有四个槽，均匀放置两个线圈 mm' 和 aa'，它们在空间的位置互相垂直。如果两个线圈的匝数相等，接上两相交流电源 $\dot{U}_m$ 和 $\dot{U}_a$ ，它们的有效值相等，相位上 $\dot{U}_m$ 落后于 $\dot{U}_a$ 90° 。因为两个线圈均流过正弦交流电流，且线圈相同，因此，电流的有效值相等，但是 mm' 中的电流 i_m 在相位上落后于 aa' 中的电流 i_a 90° 电角度，即

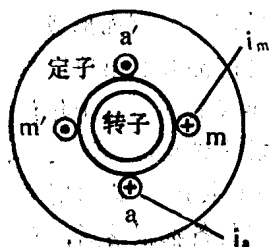


图1-1

式中 I_m 是正弦交流电流的最大值， ω 为角频率。试分析几个特定的时间里，两个线圈中电流的大小以及它们在电机内产生磁力线的情况。在图 1-1 中标出了电流 i_m 和 i_a 的正方向。在某一瞬时，如果电流是正值，则表示该瞬时实际电流的方向与正方向一致，如果电流是负值，则表示该瞬时实际电流方向与正方向相反。当 $\omega t = 0$ 时，从 i_m 和 i_a 的公式可知， $i_m = I_m$ ， $i_a = 0$ ，即线圈 mm' 中电流为正的最大值而线圈 aa' 中的电流为零，如图 1-2 (a) 所示，(图 1-2 中所画的方向为电流在该瞬时的实际方向)。根据当线圈中有电流流过会产生磁场，且磁力线的方向右手螺旋定则的原理，可以确定电机内的磁力线方向。这时磁场由 mm' 线圈产生，磁力线的方向是从下而上，由定子经气隙穿过转子再经气隙回到定子。从图 1-2 (a) 看出，此时在定子形成两个磁极，下部为 N 极，上部为 S 极。用同样的方法可以画出 $\omega t = 45^\circ$ ， $\omega t = 90^\circ$ ， $\omega t = 135^\circ$ ， $\omega t = 180^\circ$ ， $\omega t = 270^\circ$ 时的线圈电流的实际方向和电机中磁力线的方向，分别如图 1-2 (b)、(c)、(d)、(e)、(f) 所示。当 $\omega t = 360^\circ$ 时，又回到了图 1-2 (a) 的情况。由此可以得出下列结论：

$$i_m = I_m \cos \omega t$$

$$i_a = I_m \cos (\omega t + 90^\circ)$$

(1) 通两相电源的两相绕组，在电机内产生了一个两极的逆时针旋转的磁场。用 p 表示极数，这里 $p = 2$ 。

(2) 电流在时间上经过 45° ，磁场在空间上转过 45° ，电流变化一周期 360° ，磁场在空间

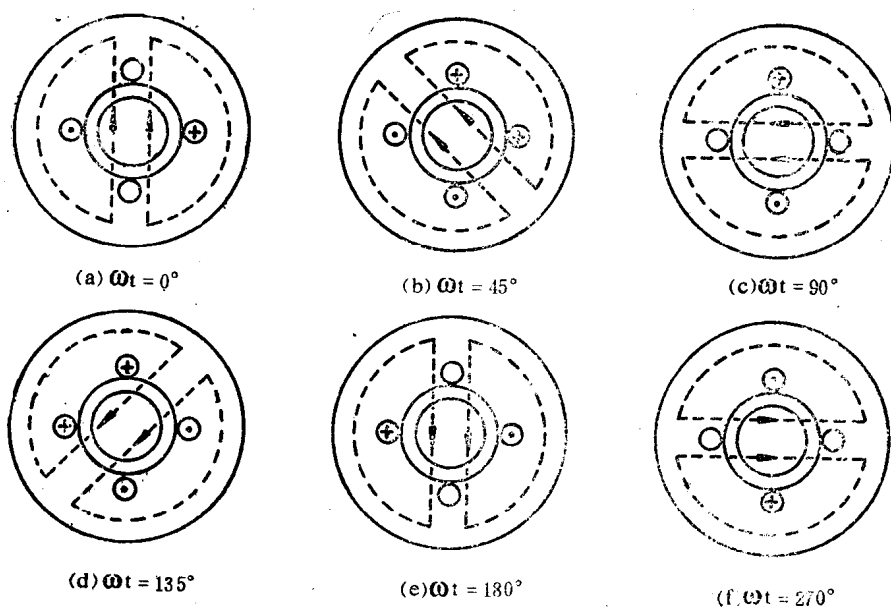


图 1-2

上转了一周，电流每秒变 f 次，磁场旋转 f 圈。所以旋转磁场的转速为 $n_1 = 60f$ 转/分。电源频率为 $f = 50$ 赫时， $n_1 = 3000$ 转/分。

(3) 磁场的旋转方向与两个线圈在空间的位置以及通过的电流相位有关。如果某相绕组接至电源的两个端点互换，这时两绕组中的电流相位就变为 a 相落后 m 相 90° 电角度。若用上述的办法画出几个特定瞬时的磁场图形就可以知道，此时旋转磁场的旋转方向就变为顺时针旋转了。

如果把线圈两个边之间的空间距离（一般叫线圈节距）缩短为原来的一半，在定子半个圆周上均匀放上两个线圈，在另半个圆周上再重复放上两个线圈，两相绕组排列如图 1-3 所示。

每个线圈匝数相等，两相电流有效值相等，但通电流的相位仍是 i_a 落后 i_b 90° 电角度。用上面的方法同样可以画出几个特定瞬时的磁力线分布图。这时便得到一个四极的旋转磁场。另外当电流在时间上变化一周 $\omega t = 360^\circ$ ，旋转磁场在电机圆周上只转过半圈，也就是旋转磁场的转速此时为 $n_1 = 1500$ 转/分。

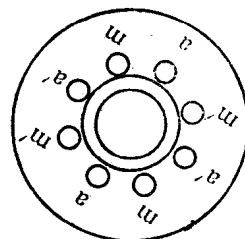


图 1-3

依次类推，可以得到旋转磁场的转速 n_1 与电源的频率 f 和磁场极对数 p 的关系为

$$n_1 = \frac{60f}{p} \text{ 转/分}$$

由上述可知，由于线圈的节距不同，不仅将产生不同极数的旋转磁场，而且旋转磁场的转速也不一样。

单相电机的转子一般是鼠笼式结构，如图 1-4 所示。如果定子的两相绕组产生了一个二极的逆时针旋转磁场，图中表示某个瞬时旋转磁场的位置，转子处于静止状态，这时转子的导条就会切割磁力线从而感应电势。在图中表示了各导条中瞬时电势的方向。由于各鼠笼导条经端环互相接通，导体中就会有电流流过。假定电流与电势同相位（实际上要落后些），

则图 1-4 所示方向也就代表了电流的瞬时方向。同时每个载流体又与磁场作用产生电磁力，根据左手定则可以知道各个导条所受力的电磁力的方向，这些电磁力将产生逆时针方向的转矩。若这个转矩能克服转子的静摩擦，转子就会跟着磁场逆时针方向旋转起来。

转子转动起来，转速将会越来越高。但是，转子的转速不能等于旋转磁场的转速而只能低于它，这是因为当转子转速等于旋转磁场的转速时，转子与旋转磁场之间就没有相对运动，因而转子上导条就不可能切割磁力线感应电势从而产生感应电流，同时转子导条也就不可能产生电磁力，当然也就没有电磁转矩不能拖动转子旋转了。所示转子一般来说总是低于旋转磁场的转速运行，即称为异步运行。如果把旋转磁场的转速称为同步转速并用 n_1 来表示，转子的转速用 n 来表示，则电机的转差率用 s 表示为：

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} \times 100\%$$

如果定子上只有一相绕组，如图 1-5 所示。在绕组中通入正弦交流电流，尽管电流大小随时间变化，电机内磁通的大小也会随之变化，但是磁通的方向却不会改变，不能产生一个旋转磁场。转子静止时转子导条内虽然也会感应电势从而产生感应电流，但感应电流的方向却与图 1-4 不同。图 1-5 中画出了某一瞬间中转子导条中电流的方向，这些电流与电机内磁场作用也会产生电磁力，但内电磁力产生的转矩互相抵消了，转子上没有转矩，所以转子就转不起来，仍处于静止状态。

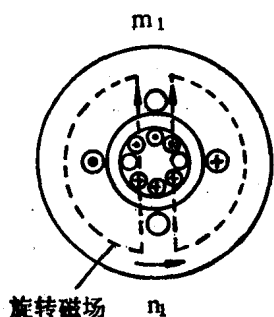


图1-4

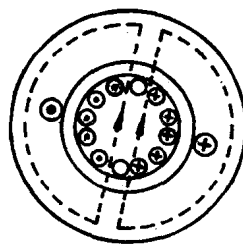


图1-5

因此，一般来说，只有在定子上存在两相绕组，同时通入不同相位的两相电流，才能在电机的气隙中产生旋转的磁场，转子才有可能从静止状态转动起来。但是当转子转动起来以后，定子上即使只有一相绕组通入交流电流，转子上仍能产生一定的转矩使转子以一定的转速继续旋转，这一点与转子处于静止状态时不同。

单相异步电动机首先要解决的问题就是产生起动转矩的问题。根据起动方法不同以及起动性能、运行性能上的差别就产生了不同类型的单相异步电动机，一般可分为以下几种类型，

单相电阻起动异步电动机；

单相电容起动异步电动机；

单相电容运转异步电动机；

单相电容起动与运转异步电动机；

单相罩极式异步电动机。

(二) 单相电阻起动异步电动机

单相电阻起动异步电动机也叫单相分相起动异步电动机。它的定子铁芯上有两套绕组，一套是主绕组，也叫工作绕组或运行绕组；一套是副绕组，也叫起动绕组，如图 1-6 所示。它们在定子中的位置，在空间上相差 90° 电角度，绕组通过一个开关与主绕组并联接到单相电源上。起动开关的作用是，当转子转速上升到一定大小（一般为同步转速的 $75\% \sim 80\%$ ）时，断开副绕组电路，使电机在运行时只有主绕组供电。常用的起动开关一种是离心开关，将离心开关装在电机轴上，跟着转子一起旋转。当转子转速转到同步转速的 $75\% \sim 80\%$ 时，依靠离心块的离心力克服弹簧的拉力（或压力），使动触头与静触头分离，切断副绕组电路，另一种起动开关是起动继电器，常用的有电流型起动继电器。电流型起动继电器的吸引线圈串联在主绕组中，起动时主绕组的起动电流较大，使继电器动作，电机的副绕组通过触头接到电源上，随着转速升高，主绕组中的电流减小，减小到一定程度时，继电器复位，副绕组的触头断开，使副绕组脱离电源，如图 1-7 所示。

为了使主绕组中的起动电流和副绕组中的起动电流在时间上有相位差，通常上副绕组的匝数比主绕组少，副绕组的导线截面积要比主绕组小得多，这样就能使得副绕组的电抗比主绕组小，而电阻却比主绕组大，因而使副绕组的起动电流在相位上领先主绕组的起动电流，如图 1-8 所示。图中，主绕组电流用 i_m 表示，副绕组电流用 i_a 表示，从电源来的电流用 i_L 表示，电源电压用 $\dot{U}$ 表示。由于副绕组只在起动时使用，一般按短时运行状态来设计，将电线用得细些，这样既可节省铜线，又可增大副绕组的电阻。有时为了增加副绕组的电阻但不增加它的电抗，还可以将副绕组的线圈正绕若干匝后再反绕若干匝，这样有效匝数没增加，电抗不变，电阻却增大了。

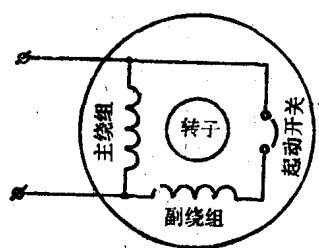


图1-6

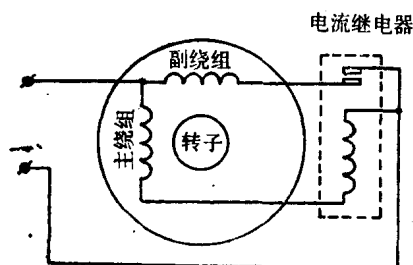


图1-7

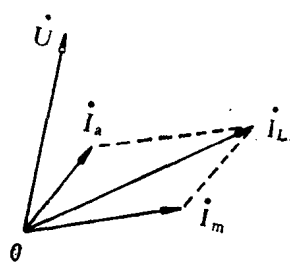


图1-8

单相电阻起动异步电动机可以改变其转向，只要将主绕组或副绕组接至电源的两个端点对调即可。但是若两个绕组同时改换接到电源的端点，则转向不变。

(三) 单相电容起动异步电动机

单相电容起动异步电动机的电气原理如图 1-9 所示。它的定子铁芯上也有一套主绕组和一套副绕组，并在空间相差 90° 电角度。副绕组与一个电容器串联，再与起动开关串联后和主绕组并联一起接到电源上。电容器的作用是使副绕组回路的阻抗呈容性，从而使副绕组在起