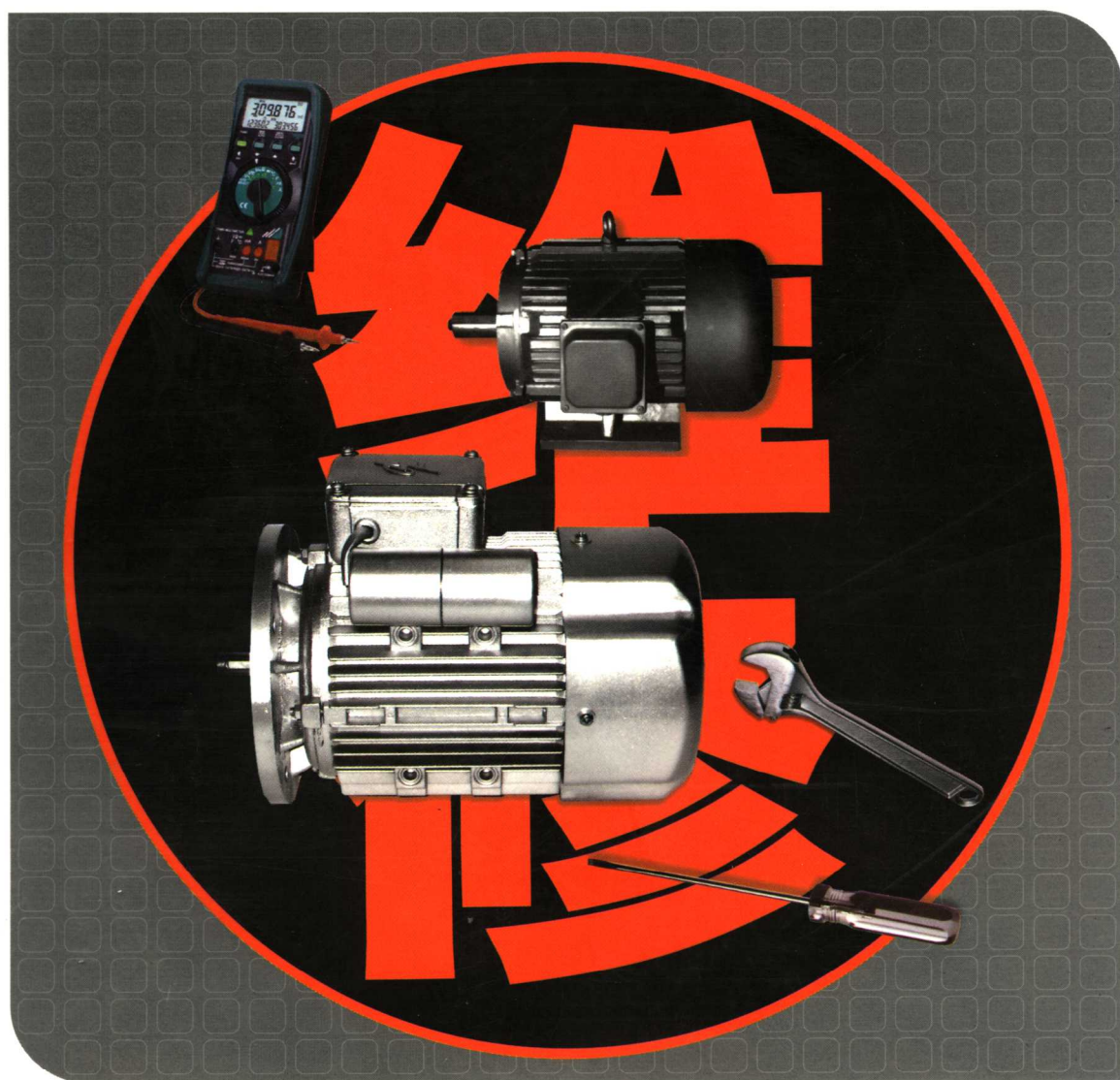


小功率异步电动机 维修技术



郎永强 编

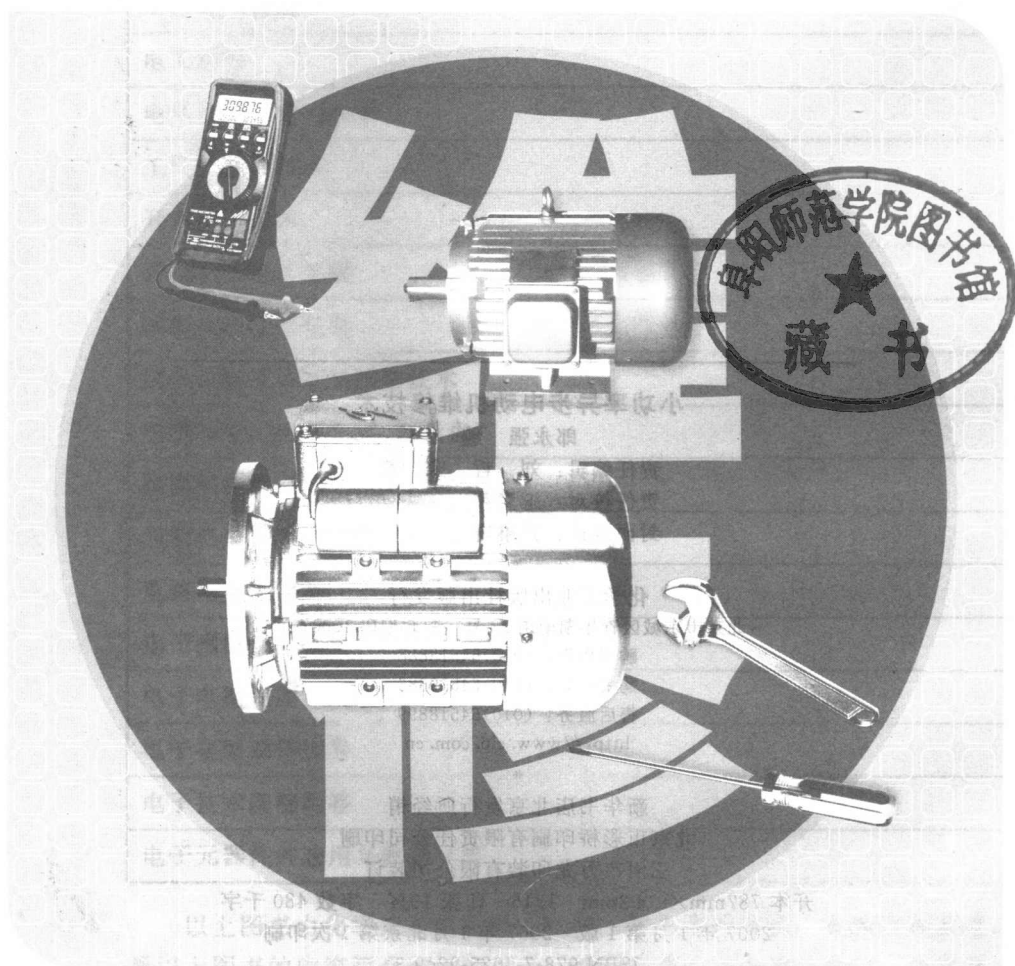


化学工业出版社

小功率异步电动机 维修技术



郎永强 编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

小功率异步电动机维修技术/郎永强编. —北京: 化学工业出版社, 2006. 8

ISBN 978-7-5025-9249-3

I. 小… II. 郎… III. 异步电动机-维修
IV. TM343.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 103357 号

小功率异步电动机维修技术

郎永强 编

责任编辑: 刘 哲 宋 辉

责任校对: 王素芹

封面设计: 尹琳琳

*

化学工业出版社出版发行

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

购书咨询: (010)64518888

购书传真: (010)64519686

售后服务: (010)64518899

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷有限责任公司印刷

三河市万龙印装有限公司装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 19¼ 字数 480 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-5025-9249-3

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

今天,从只有 0.1W 的小型录音机的电动机到炼钢厂数万千瓦的大型电动机,60%~70%的电力都是通过大大小小的电动机将电能转换为机械能的,提高了生产效率。

随着高性能、高质量、高附加值电动机的广泛使用,其使用量、修理量也与日俱增。特别是小功率异步电动机在工农业生产及人们的日常生活中有着极其广泛的应用,尤其是随着家用电器的迅速发展,小功率异步电动机的需用量再次以几何倍数的速度增加,随之而来的保养、维修工作也越来越多。特别是近几年,我国的电气工作人员又增加了几倍,他们都非常迫切地需要快速提高自身的业务素质以适应发展形势。为此,笔者从实际出发,本着易懂、易学、方便、实用的原则编写了本书,希望有助于小功率异步电动机维修人员技能的提高。

本书主要介绍了小功率异步电动机的维护及常见故障检修、电动机修理常用工具、小功率异步电动机的空壳重绕和改绕、维修常用数据以及修理试验。在附录部分,收录了电气图形符号和电工常用基本文字符号的新旧对照表、绕组线端标志的规则和示例、直流电动机各种绕组的线端标志图例、小功率单相异步电动机的绕组布线和接线图、小功率三相异步电动机的绕组布线和接线图、小功率异步电动机的绕组排列方法等七部分内容,以满足读者的使用需求。

由于作者水平有限,恳请广大读者对书中不妥之处进行批评指正。

编者

2006 年 8 月

目 录

第一章 概述	1
第一节 小功率异步电动机的分类.....	1
第二节 小功率单相异步电动机基础.....	4
第三节 小功率三相异步电动机基础.....	17
第四节 小功率异步电动机的用途及选用原则.....	24
第五节 小功率异步电动机的接线标志.....	34
第六节 小功率异步电动机的绕组形式.....	34
本章速学速记要诀.....	38
第二章 小功率异步电动机的日常维护及常见故障检修	40
第一节 小功率异步电动机的日常维护.....	40
第二节 小功率异步电动机的常见故障.....	41
第三节 小功率异步电动机绕组的故障判断与检修.....	42
第四节 其他部件的故障检修.....	53
本章速学速记要诀.....	70
第三章 电动机修理常用工具	72
第一节 电动机修理常用工具.....	72
第二节 绕组修理常用工具.....	73
第四章 小功率异步电动机的空壳重绕和改绕	81
第一节 电动机绕组.....	81
第二节 电动机的拆装.....	94
第三节 小功率异步电动机的重绕计算.....	96
第四节 定子绕组的重绕工艺.....	113
第五节 定子绕组的绝缘处理.....	121
本章速学速记要诀.....	124
第五章 小功率异步电动机维修常用技术数据	126
第六章 小功率异步电动机修理试验	165
第一节 电动机通用试验及方法.....	165
第二节 电动机绕组试验及故障检查方法.....	176
第三节 单相交流异步电动机修理试验.....	184
第四节 三相交流异步电动机修理试验.....	188
附录一 常用电气图形符号新旧对照表	195
附录二 电工常用基本文字符号新旧对照表	204

附录三	绕组线端标志的规则和示例.....	206
附录四	直流电动机各种绕组的线端标志图例.....	209
附录五	小功率单相异步电动机绕组布线和接线图.....	210
附录六	小功率三相异步电动机绕组布线和接线图.....	251
附录七	小功率异步电动机的绕组排列方法.....	287
参考文献		300

第一章 概 述

第一节 小功率异步电动机的分类

小功率电动机的种类很多,所谓小功率电动机是指折算到 1500r/min 时的连续功率不超过 1.1kW 的电动机,包括通常所称的分马力电动机。由于电动机的用途不同,它们的种类很多。

一、按电动机外壳结构形式分类

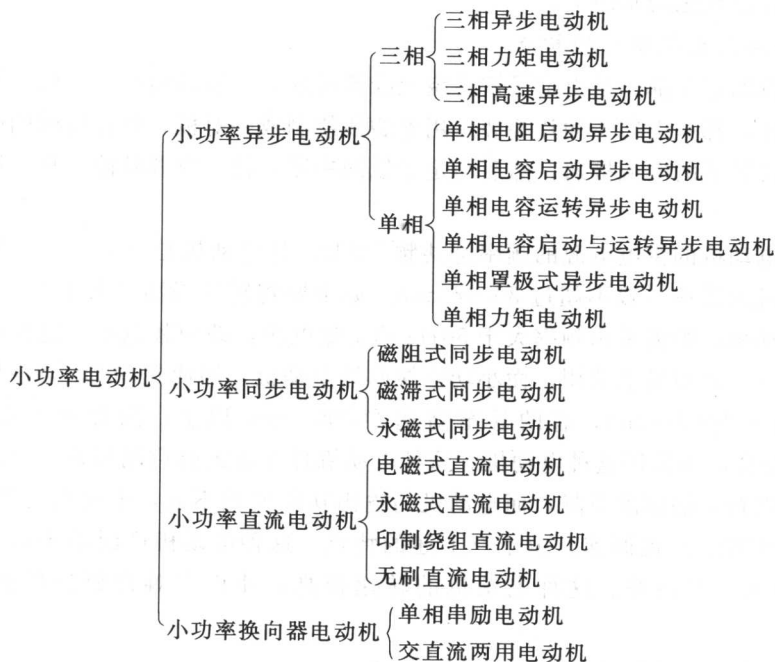
可分为铸铁结构、铸铝结构、钢板结构、工程塑料结构。

二、按电动机冷却方式分类

小功率三相异步电动机最常用的有自扇冷式和自冷式两种。

三、按电动机工作原理分类

按工作原理分,可分为异步电动机、同步电动机、直流电动机和交流电动机四大类。



1. 小功率直流电动机的特点

这种电动机的定子可以是永久磁钢。根据不同的用途,永久磁钢可以选用铁氧体磁钢、铝镍钴磁钢和稀土磁钢等,而对于尺寸较大、容量也大的直流电动机,由于价格的原因,常

常做成电励磁，定子可以做成一对极或更多极对数。转子与串励电动机一样，同样有换向器。如果定子采用磁钢，则换向器经电刷直接与电源相连接；如果定子采用电励磁，则采用定子与转子并联或者是串并联的形式，再和电源相接。电动机的电源一般采用晶体管稳压电源。小功率直流电动机的转速可以很低，称为低速电动机；也可以很高，称为高速直流电动机。这种电动机的机械特性均为下降特性，且具有线性的调节特性，如将电动机带上稳速器，则可做成稳速电动机。当电源电压和负载在一定范围内变化时，转速将保持不变。小功率直流电动机广泛用于计算机、自动化仪表、医疗机械及其他小型机器设备、家用电器、电动玩具等。这种带有换向器的电动机，由于换向器产生火花，对无线电产生一定的干扰；由于有了电刷，电动机的可靠工作时间减小，寿命的长短也受到电刷的限制；同时噪声也比较高。所以一些场合需要长寿命、可靠性高的低噪声直流电动机时，则常常采用无刷直流电动机，这种电动机需要有一套专门的供电电源，与电动机成机电一体化，成为不可分的整体。

2. 小功率异步电动机特点

小功率异步电动机的结构和同步电动机相似，而转子则是转子冲片，笼形转子由纯铝铸成，所以亦称为笼形异步电动机。这种电动机的机械特性是一条曲线，即空载时电动机负载为零，随着负载的增加，转速逐渐下降，当转速继续下降时，电动机的转矩达到最大值之后，又逐渐减少，并到达转速为零的启动转矩。不同用途的电动机，要求最大转矩相应的转速各不相同。一般异步电动机的最大滑差率较小。而对于有调速要求的电动机，最大转矩下的滑差率较大。总之，要正确选用电动机，则要正确处理电动机的特性和负载的匹配，以便使电动机工作在最理想的状态下。

3. 小功率换向器电动机特点

这类电动机的定子部分是由定子铁芯绕上线圈所成，一般都做成一对极。转子和直流电动机的转子一样，都是由转子冲片叠装后用电磁线绕制成一对极，将各线圈的引线接于换向器上，用电刷将转子的电流接通，然后与定子线圈串联，接上电源就能工作，所以又称为串励电动机。

由于交流电动机的供电电源的频率是工频 50Hz，且电动机是一对极，也即是两极电动机，这时电动机的转速一般不超过 3000r/min。如果要将转速提高到大于 3000r/min，如采用一般交流电动机，则需采用频率大于 50Hz 的交流电源，即中频电源，这种电源需特殊供电，要增加设备，从而增加费用。而小功率换向器电动机，即使在 50Hz 电源供电下，它的速度也可以高于 3000r/min，有的甚至高达 20000r/min 以上，因此对于要求转速高于 3000r/min 的场合，都采用这种电动机。这种电动机具有较大的启动转矩，电动机的转速随着转矩增大而以较大的幅度下降，而电动机的输出功率变化不大，电动机的调速比较方便，可用比较简单的方法实现调速。由于有上述的特点，这种电动机广泛用于高速离心机、搅拌机、吸尘器及手电钻等。这种电动机的转速很高，使许多难以解决的技术问题得以解决。

4. 小功率同步电动机特点

同步电动机的定子和异步电动机的定子相似，都是由 0.5mm 厚的硅钢片叠装并嵌上绕组而成，定子可做成 2 极、4 极等极对数。为了改善气隙磁场的波形，定子槽有时也做闭口槽。定子也可以做成爪极式，这样极对数将可以做得比较多。转子用磁滞材料、永磁材料或



是将转子做成交轴、直轴处磁阻不等的不同形式。这种电动机的机械特性是在一定转矩下，电动机的转速不变，当然在负载转矩超过允许值时，电动机会失步，不能正常工作。同步电动机的最大特点是在一定范围内保持电动机转速不变，电动机的效率比异步电动机高，同步电动机由于没有电刷，所以可靠性较高，噪声也比较小，对于那些要求恒速的场合都采用同步电动机，因此，它广泛用于电唱机、录音机、摄影机、电子仪表、记录仪、传真机等仪器仪表。这样，电动机的输出功率一般均不太大，较多的产品均在 100W 以下，电动机可以做成单相，也可以做成三相。有时也可以将电动机做成外转子式。用在仪器仪表中的电动机通常是用晶体管电源供电，这种电源许多不是正弦波电源，而是方波电源。

四、按电动机安装形式分类

电动机安装形式通常用代号表示。代号采用国际安装 (International Mounting) 的缩写字母即 IM 表示，在 IM 后的第一个字母表示安装类型代号，B 表示卧式安装，V 表示立式安装；第二位数字表示特征代号，用阿拉伯数字表示。

对于全国统一设计的 AO₂ 系列小功率三相异步电动机主要有以下四种基本形式：

- (1) IMB33 型 机座有底角，端盖上无凸缘；
- (2) IMB34 型 机座有底角，端盖上有小凸缘，轴伸在凸缘端；
- (3) IMB14 型 机座无底角，端盖上有小凸缘，轴伸在凸缘端；
- (4) IMB5 型 机座无底角，端盖上有大凸缘，轴伸在凸缘端。

五、按电动机的运行工作制分类

(1) 连续工作制 (S1) 电动机在铭牌规定的额定值条件下，保证长期运行。

(2) 短时工作制 (S2) 电动机在铭牌规定的条件下，只能在限定的时间内短时运行。短时运行的持续时间标准有四种：10min、30min、60min 及 90min。

(3) 断续周期工作制 (S3) 电动机在铭牌规定的额定值下只能断续周期性使用，包括下列几种运行工作制：

- ① 启动的断续周期工作制 (S4)；
- ② 电制动的断续周期工作制 (S5)；
- ③ 连续周期工作制 (S6)；
- ④ 电制动的连续周期工作制 (S7)；

⑤ 负载-转速相应变化的连续周期工作制 (S8) 额定负载时间与整个周期之比，称为负载的持续率，用百分数表示，标准的负载持续率有 15%、25%、40%、60%，每个周期规定为 10min；

⑥ 负载与转速非周期变化工作制 (S9) 负载和转速在允许的范围内变化的非周期工作制，这种工作制包括经常过载，其值可远远超过满载；

⑦ 离散恒定负载工作制 (S10) 包括不多于 4 种离散负载值（或等效负载）的工作制，每一种负载的运行时间应足以使电动机达到热稳定，在一个工作周期中的最小负载值可作为负载值。

六、按电动机防护形式分类

(1) 开启式 电动机除必要的支撑结构外，对于转动及带电部分没有专门的保护。

(2) 防护式 电动机机壳内部的转动部分及带电部分有必要的机械保护，以防止意外的接触，但不明显地妨碍通风。防护式电动机按其通风口防护结构不同，又分为下列三种。



① 网罩式 电动机的通风口用穿孔的遮盖物遮盖起来,使电动机的转动及带电部分不能与外物相接触。

② 防滴式 电动机通风口的结构能防止垂直下落的液体或固体直接进入电动机内部。

③ 防溅式 电动机通风口的结构可以防止与垂直线成 100° 角范围内任何方向的液体或固体进入电动机内部。

(3) 封闭式 电动机机壳的结构能够阻止机壳内外空气自由交换,但并不要求完全密封。

(4) 防水式 电动机机壳的结构能够阻止具有一定压力的水进入电动机内部。

(5) 水密式 当电动机浸没在水中时,电动机机壳的结构能阻止水进入电动机内部。

(6) 潜水式 电动机在规定的水压下,能长期在水中运行。

(7) 隔爆式 电动机机壳的结构足以阻止电动机内部的气体爆炸传递到电动机外部,而引起电动机外部的燃烧性气体的爆炸。

第二节 小功率单相异步电动机基础

单相电动机是一种使用工频单相交流电源,将电能转换成机械能的拖动机械。由于它具有结构简单、价格便宜、工作可靠、维修方便等一系列优点,因而被广泛应用于小型机床、电动工具、家用电器、办公设备和医疗器械中作为动力源。因工作性质及使用范围的限制,单相电动机的功率都比较小,一般均在 750W 以下。为更深入地认识单相电动机,下面将对其工作原理、结构及类型作简要叙述。

一、小功率单相异步电动机的工作原理

单相异步电动机的种类繁多、构造各异,使用条件也各不相同,但其工作原理却极为相近。因单相异步电动机具有只需要单相正弦交流电即可正常运行的特点,所以它被大量用于洗衣机、电冰箱、电风扇、空调器等家用电器中,是一种使用量大、应用面广的单相电动机,现将其工作原理简述如下。

1. 异步电动机的基本原理

异步电动机的基本原理可以用图 1-1 来说明。马蹄形磁铁借手柄可在支架上旋转,即构成一个手动旋转磁场。在马蹄形磁铁两极之间的磁场中,安放一个笼形转子,在转子圆周上均匀地分布着很多根细导条,导条的两端分别用两个铜环把它们连接起来成为一个闭合回路,这个笼形闭合导体就称为转子绕组。如果转动手柄使磁铁转动起来,这时旋转的磁场就会切割转子的导体,并在转子导体中产生感应电动势,感应电动势的方向可用发电机右手定则来确定。假设磁场的旋转是按图 1-1 中所指的方向,则这时在 N 极下转子导体中的感应电

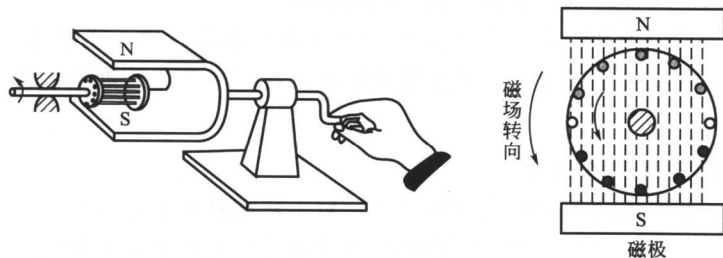


图 1-1 异步电动机的原理图

动势方向都是垂直进入纸面的，用符号 $\otimes$ 表示。而在S极下转子导体中的感应电动势方向都是垂直从纸面流出的，用符号 $\odot$ 表示。由于转子导条都是互相连接而成的闭合回路，所以转子导体中一旦有感应电动势存在，便会在转子内产生自成回路的短路电流，电流的方向则与感应电动势方向相同。接着，转子中的电流与气隙磁场相互作用就产生了电磁转矩，于是，转子就运转起来了。电磁转矩的方向则可以用电动机左手定则来确定。由此可知，电磁转矩的方向和旋转磁场的方向相同。在电磁转矩的作用下，转子以 n 转速随着旋转磁场方向旋转，这就是异步电动机的基本运行原理。

电动机在运行时，要克服本身的摩擦和负载转矩，因而转子导体中就需要存在一定大小的电流，以产生足够的电磁转矩，所以异步电动机转子的转速 n 总是以低于旋转磁场转速 n_1 的速度旋转，这样，旋转磁场才能够切割转子导体使其产生感应电动势和建立转子电流。实际应用的异步电动机旋转磁场不是一个靠外力转动的磁铁，而是依靠交流电源和嵌放在电动机定子上的绕组产生自行旋转的磁场。

2. 单相绕组的脉振磁场

单相交流电是一个随时间按正弦规律变化的电流，因此，它所产生的磁场将是一个脉振磁场，即某一瞬间电流为零时，电机气隙中的磁感应强度也等于零，如图 1-2 所示，而当电流增大时磁感应强度也随着增强。在电流方向相反时，则磁场方向也跟着反过来。但是在任何时刻，磁场在空间的轴线并不移动，只不过是磁场的强弱和方向像正弦电流一样，在随时间按正弦规律作周期性变化。

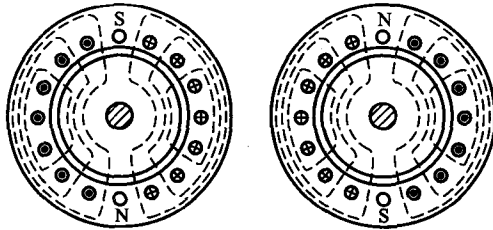


图 1-2 单相异步电动机的脉振磁场

为了便于分析问题，通常可以把这个脉振磁场分解成两个旋转磁场来看待，这两个磁场的旋转速度相等，但旋转方向相反。每个旋转磁场的磁感应强度的幅值等于脉振磁场磁感应强度幅值的一半，即 $B_1=B_2=B_m/2$ 。这样一来，任一瞬间脉振磁场的磁感应强度都等于这两个旋转磁场磁感应强度的向量和。如图 1-3 所示，在 t_0 瞬时，两个旋转磁场的磁感应强度的向量方向相反，所以合成磁感应强度 $B=0$ 。在 t_1 瞬时，两个旋转磁场的磁感应强度向量都对水平轴偏转了一个角度，即 $\alpha=\omega t_1$ 。从图 1-3(b) 中 $t=t_1$ 瞬时的矢量图上看， B_1 和 B_2 的合成磁感应强度为

$$\begin{aligned} B &= B_1 \sin \alpha + B_2 \sin \alpha \\ &= \frac{B_m}{2} \sin \omega t_1 + \frac{B_m}{2} \sin \omega t_1 \\ &= B_m \sin \omega t_1 \end{aligned}$$

同样也可以证明，在其他任何瞬间，这两个旋转磁场的磁感应强度 B_1 和 B_2 的合成磁感应强度，就是脉振磁场磁感应强度的瞬时值。

既然可以把一个单相的脉振磁场分解成两个磁感应强度幅值相等、转向相反的旋转磁



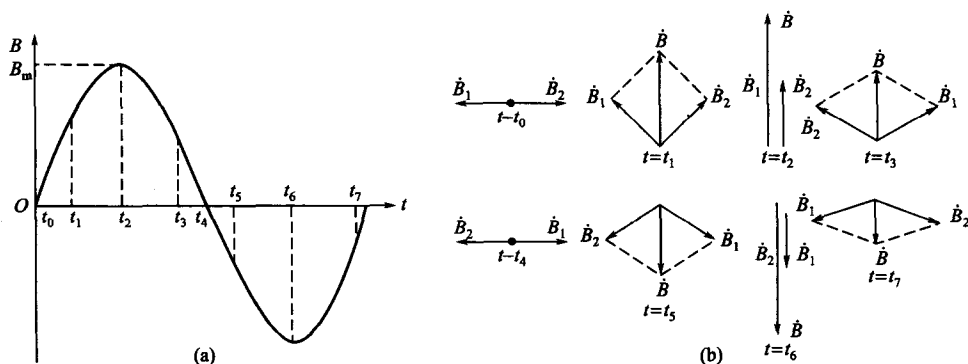


图 1-3 脉振磁场分解为两个旋转磁场

场，因而也就可以认为，单相异步电动机的电磁转矩也是分别由这两个旋转磁场所产生转矩合成的结果。当电动机静止时，由于两个旋转磁场的磁感应强度大小相等而转向相反，因此，在转子绕组中感应产生的电动势和电流也将大小相等而转向相反，于是合成转矩等于零，电动机将无法启动，也就是说，单相异步电动机的启动转矩为零，这既是它的一个特点，也是它的一大缺点。但是，如果用外力使单相异步电动机转动一下，则不论是朝顺时针方向转动还是逆时针方向转动，这时电磁转矩都将会逐渐增加，使电动机继续不断地沿着外力作用方向旋转，直至达到稳定的转速为止。

3. 两相绕组的旋转磁场

如上所述，单相绕组产生的是一个脉振磁场，其启动转矩等于零，即不能自行启动，因而不具实用价值。要使单相异步电动机得到应用，首先必须解决它的启动问题。因此，一般单相异步电动机（除集中式罩极电动机外）均采用两相绕组。一相为主绕组（又称工作绕组或运行绕组），另一相为辅助绕组（又称副绕组或启动绕组）。主、辅绕组在定子空间布置上相差 90° 电角度，同时使两相绕组中的电流在时间上也不同相位，如在辅助绕组内串联一个适当电容值的电容器或将辅助绕组采用比主绕组细小些的导线绕制，图 1-4 所示即为串接电容的单相电容启动电动机接线原理图。这样，一个接近相差 90° 电角度的两相旋转磁场就使单相异步电动机旋转起来。电动机运行起来后，当接近额定转速附近时启动装置将会适时地自动把辅助绕组从电源脱开，只留下主绕组在线路上工作。

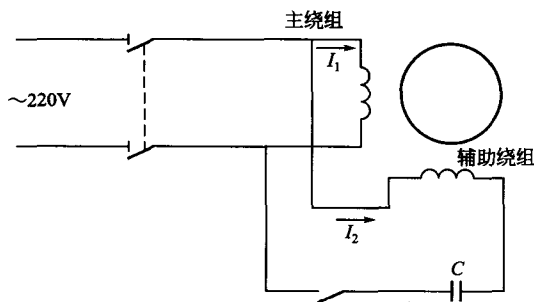


图 1-4 单相电容启动电动机接线原理图

下面具体分析为什么在空间布置上互差 90° 电角度的两相绕组，在引入相位差 90° 电角度的两个电流后，能建立起一个自行旋转的旋转磁场。

如图 1-5(a) 所示, i_1 与 i_2 两个电流在相位上相差 90° 电角度, 图 1-5(b) 所示为在空间布置相差 90° 电角度的定子两相绕组。如将 i_1 电流引入绕组 A—X, i_2 电流引入绕组 B—Y, 并以绕组线端 A、B 为首端, 绕组线端 X、Y 为末端。以正电流从绕组的首端 A、B 流入, 负电流从绕组的末端流入, 则图 1-5(c) 所示的各图显示了 i_1 与 i_2 两个电流 5 个瞬时所产生的磁场情况, 从图中可以看出, 当电流变化一周时, 磁场也旋转变化了一周。

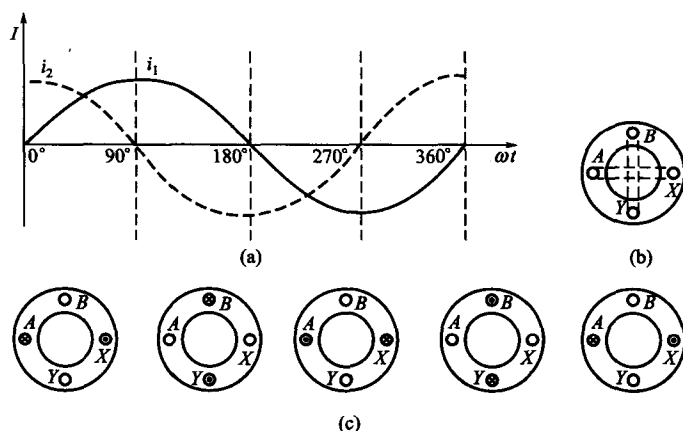


图 1-5 两相绕组产生的两相旋转磁场

综上所述, 只要将相位上相差 90° 电角度的两个电流引入在空间上也相差 90° 电角度的两相绕组 (即主、辅两套绕组), 就能使单相异步电动机产生一个两相旋转磁场。在这个旋转磁场的作用下, 转子将产生电磁转矩而转动起来, 这就是除罩极式以外所有单相异步电动机的运行原理。

二、单相异步电动机的构造

单相异步电动机主要由定子、转子和启动装置三部分组成, 其基本结构如图 1-6 所示。

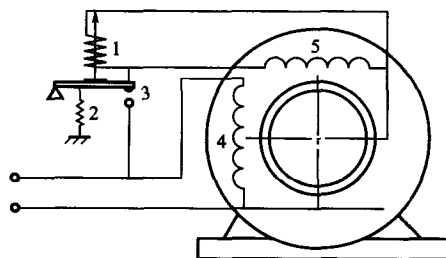


图 1-6 单相异步电动机的结构示意图

1—电压线圈; 2—弹簧; 3—常闭触头; 4—工作绕组; 5—启动绕组

1. 定子部分

单相异步电动机的定子主要由机壳、铁芯和绕组三部分组成。

(1) 机壳 采用铸铁、铸铝或钢板制成, 其结构形式则视电动机的使用环境及冷却方式而定。单相异步电动机的机壳形式一般分为开启式、防护式和封闭式等几种。开启式结构的定子铁芯和绕组大部分外露, 由周围空气进行自然冷却, 多用于一些电动机与被拖动机械整装一体的使用场合, 例如洗衣机用电动机等。防护式结构则是在电动机的通风路径上开些必要的通风孔道, 而铁芯和绕组这些重要部分则被机壳和端盖保护起来。封闭式结构则是将整

个电动机采取密闭起来的方式,使电机的内部与外界基本隔绝,以防止外部的侵蚀与污染。电机内部的热量则由机壳与端盖向外散发,当散热能力不足时可在外部加装风扇冷却。

此外,有些专用单相电动机可以不用机壳,而是直接将电动机与被拖动机械整体设计在一起,例如电风扇和电钻、电锤等手提式电动工具就是采用这种设计结构。

(2) 铁芯部分 定子铁芯多用铁损小、导磁性能好、厚度为 0.35mm 的硅钢片冲槽后叠压而成,定、转子冲片都均匀冲得有槽。由于单相异步电动机定、转子之间的气隙比较小,一般在 0.2~0.4mm 以内,为减小定、转子开槽所引起的电磁噪声和齿谐波附加转矩的影响,定子铁芯多采用半闭口槽形状。转子则多为闭口或半闭口槽,并且还采取转子斜槽的方法来降低齿谐波所带来损耗的影响。集中绕组罩极式单相异步电动机的定子铁芯则为凸极磁极形状,它也用硅钢片冲制后叠压而成。

(3) 定子绕组 单相异步电动机的定子绕组均采用两相绕组的形式,即设置有主绕组和辅助绕组这样两套绕组。主绕组和辅绕组的轴线在定子空间相差 90° 电角度,两相绕组的槽数、槽形和线圈匝数可以相同,也可以不相同。一般主绕组占定子总槽数的 $2/3$,辅助绕组占定子总槽数的 $1/3$,但应根据各种电动机的技术要求而定。

单相异步电动机常用的定子绕组形式主要有单层同心式绕组、单层链式绕组、正弦绕组和双层叠绕组等。罩极式单相异步电动机的定子绕组则多为集中式磁极绕组,在磁极极面的一部分上面嵌放有短路铜环式的罩极线圈。

单相异步电动机定子绕组的导线均采用高强度聚酯漆包线,线圈在线模上绕好后,嵌放在备有槽绝缘的定子铁芯槽内。经浸漆、烘干等绝缘处理,以提高绕组的机械强度、电气强度和耐热性能。

2. 转子部分

单相异步电动机的转子主要由转轴、铁芯、绕组三部分组成。

(1) 转轴 转轴用含碳轴钢车制而成,轴的两端安置有用于支撑转子转动的轴承。单相异步电动机常用的轴承有滚动轴承和滑动轴承两类,小容量单相电动机则采用含油滑动轴承,这种轴承结构简单,噪声也很小,因而得到普遍使用。轴承由轴承定、轴承盖装在端盖上。

(2) 转子铁芯 转子铁芯是用与定子铁芯相同的硅钢片进行冲制,然后将冲有齿槽的转子冲片叠装后压入转轴而成。

(3) 转子绕组 单相异步电动机的转子绕组一般有两种形式,即笼形和电枢形。笼形转子绕组是用铝或铝合金一次铸造而成,它广泛应用于各种单相异步电动机的转子绕组中。电枢形转子绕组则采用与直流电机绕组相同的分布式绕组,这种分布式转子绕组主要用于单相串励电动机的电枢。

3. 启动装置

除单相电容运转式电动机和单相罩极电动机外,一般单相异步电动机在启动时要将辅助绕组接入电路,协同主绕组将电动机正常启动起来。而当电动机启动过程结束后,必须将辅助绕组脱离电源,以免烧坏不能长时间运行的辅助绕组。因此,为保证单相异步电动机的正常启动和安全运行,就需配有相应的启动装置。

单相电动机启动装置的类型有很多,主要可分为离心开关和启动继电器两大类。图 1-7 所示为离心开关的结构示意图。离心开关主要包括旋转和固定两部分,旋转部分装在转子转轴上,随转子一起旋转。固定部分则装在前端盖内,其工作原理如图 1-8 所示,它利用一个随转轴一起转动的部件——离心块来进行工作。单相电动机启动后,当转子转速达到额定转



速的 70%~80% 时, 离心块的离心力将大于拉紧弹簧对动触点的压力, 使动触点与静触点脱开, 从而切断辅助绕组与电源的连接, 仅让电动机的主绕组单独在电源上运行。

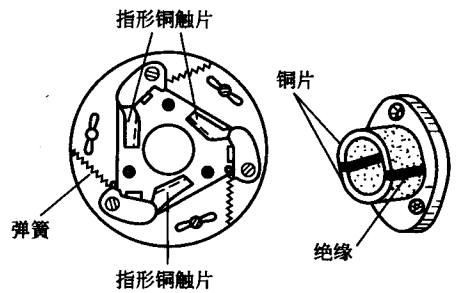


图 1-7 离心开关结构示意图

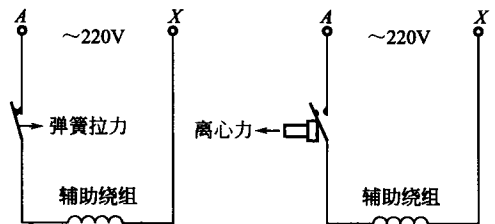


图 1-8 离心开关工作原理图

因离心块的结构较为复杂, 容易发生故障, 严重时甚至烧毁辅助绕组, 并且离心开关又整体安装在电动机内部, 出故障时检查、修理都极为不便, 故现在的单相电动机已较少采用离心开关作为启动装置, 转而使用多种类型的启动继电器。单相电动机一般均将启动继电器装在自身的机壳上面, 这样就使电动机的检查、修理极其方便。常用的继电器有电压型、电流型和差动型等, 下面分别介绍其工作原理。

(1) 电压型启动继电器 电压型启动继电器的接线如图 1-9 所示, 继电器的电压线圈跨接在单相电动机的辅助绕组上, 其常闭触点串联接在辅助绕组电路中。接通电源后, 主、辅助绕组中均有电流通过, 这时电动机开始启动。由于跨接在辅助绕组上的电压线圈的阻抗比辅助绕组大, 故电动机低速状况时, 流过电压线圈中的电流很小。但随着转速的不断升高, 辅助绕组中的反电动势逐渐增大, 使得电压线圈内的电流也随之增大, 当达到一定数值时, 电压线圈产生的电磁力克服弹簧的拉力使常闭触点断开, 从而切断了辅助绕组与电源的连接。由于启动用辅助绕组内的感应电动势使电压线圈中仍有电流流过, 故仍能保证单相电动机在正常运行时辅助绕组不会接入电源。

(2) 电流型启动继电器 电流型启动继电器的接线如图 1-10 所示, 启动继电器的电流线圈与单相电动机的主绕组串联, 常开触点则与电动机辅助绕组串联。电动机未接通电源时, 常开触点在弹簧压力的作用下处于断开状态。而当电动机接通电源进入启动阶段时, 此时比额定电流大几倍的启动电流将流经继电器线圈, 使继电器铁芯产生极大的电磁力。该电磁力足以克服弹簧压力使常开触点闭合, 从而将辅助绕组与电源接通, 使电动机顺利启动。随着电动机转速的不断上升, 其电流逐渐减小, 而当电动机转速达到额定转速的 70%~80% 时, 主绕组内的

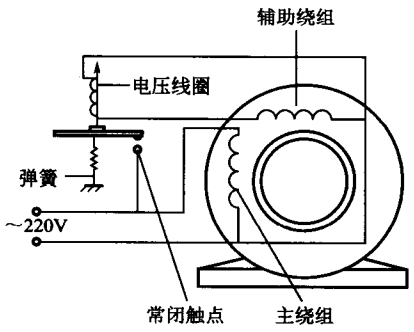


图 1-9 电压型启动继电器接线图

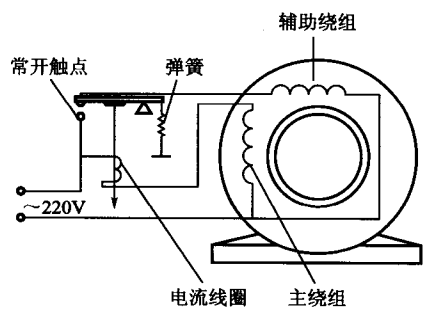


图 1-10 电流型启动继电器接线图

电流迅速减小，这时启动继电器电流线圈产生的电磁力将会小于弹簧压力，常开触点又被断开，于是辅助绕组与电源被切断。至此，电动机的启动过程结束，随后即进入运行阶段。

(3) 差动型启动继电器 差动型启动继电器的接线如图 1-11 所示，差动式启动继电器具有电流和电压两个线圈，因而工作更为准确、可靠。它的电流线圈与电动机的主绕组串联，电压线圈则经过常闭触点后与电动机的辅助绕组并联。当单相电动机接通电源时，主绕组和电流线圈中的启动电流都很大，使电流线圈产生的电磁力足以保证触点能可靠地吸合。启动以后因电流逐步减小，致使电流线圈产生的电磁力也随之减小，于是，电压线圈所产生的电磁力使触点断开，从而切除了辅助绕组的电源。电动机的启动过程完毕。

近年来，在电冰箱压缩机和电风扇等小功率单相电动机中，还逐渐使用一种 PTC 无触点启动器。由于 PTC 元件具有体积小、无电弧和使用方便等优点，日益受到重视。图 1-12 所示为采用 PTC 启动器的单相电动机接线图。PTC 元件的工作原理为：通电前，PTC 的温度低于居里点，处于“通”的状态，因而在接通电源的瞬间，电源电压基本上全部加在辅助绕组上，电动机得以启动。同时由于启动电流瞬间通过 PTC 元件，使元件自身发热后温度急剧升至居里点以上，从而进入高阻状态。当单相电动机已顺利启动后，PTC 元件实际上已处于“断路”状态，电流也下降到极小的程度，而整个启动时间仅 2s 左右。

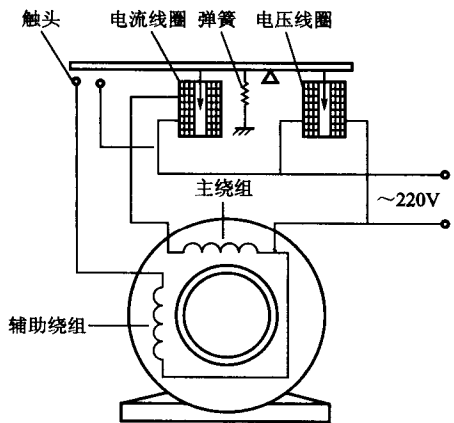


图 1-11 差动型启动继电器接线图

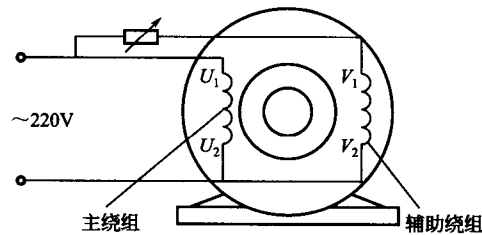
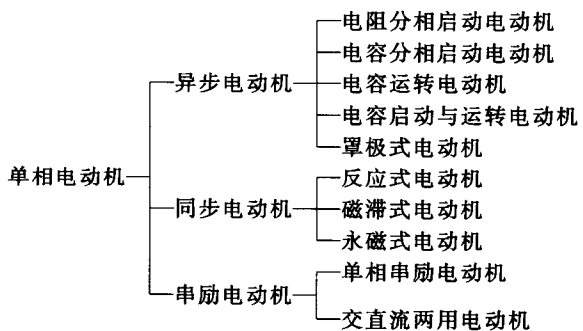


图 1-12 用 PTC 启动的单相电动机接线图

三、小功率单相电动机的类型

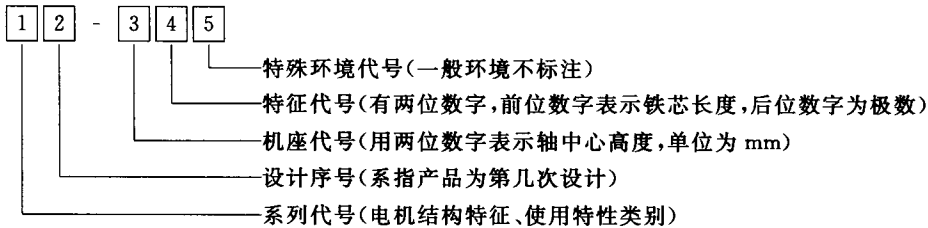
单相电动机的用途极为广泛，从工农业生产到家用电器均大量使用着单相电动机。为了适应各种用途的技术要求，厂家设计制造了类型、规格繁多的单相电动机。常用单相电动机可按其工作原理、结构和启动方式分类如下。



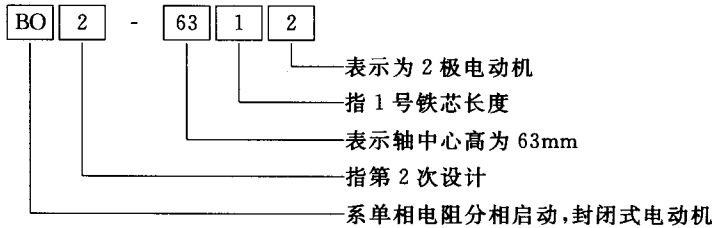
1. 型号、系列

单相电动机的产品型号由系列代号、设计序号、机座代号、特征代号及特殊环境代号等组成，下面简述这些代号及其含义。

(1) 单相异步电动机的型号 型号含义如下：



例如 BO2-6312 的电动机，其含义为：



单相异步电动机的基本系列产品代号如表 1-1 和表 1-2 所示，特殊环境代号则如表 1-3 所示。

表 1-1 单相异步电动机系列产品代号（一）

序 号	系列产品名称	代 号	序 号	系列产品名称	代 号
1	单相电阻分相启动异步电动机	BO、BO2	4	单相电容启动与运转异步电动机	E
2	单相电容分相启动异步电动机	CO、CO2	5	单相罩极式电动机	F
3	单相电容运转异步电动机	DO、DO2			

表 1-2 单相异步电动机系列产品代号（二）

序 号	系列产品名称	代 号
1	单相电阻分相启动异步电动机	JZ
2	单相电容分相启动异步电动机	JY
3	单相电容分相异步电动机	JX

表 1-3 单相异步电动机特殊环境代号

适用环境	汉语拼音代号	适用环境	汉语拼音代号
船用	H	湿热带用	TH
热带用	T	高原用	G
干热带用	A	化工用(防腐用)	F

(2) 单相同步电动机的型号 单相同步电动机是依靠同步转矩以恒定的同步转速而工作的电机，适用于严格保持同步或有恒速要求的各种机构，如传真机、录音机、热工仪表和自动记录装置中作为驱动元件。单相同步电动机常见的形式有反应式（又称磁阻式）、永磁式和磁滞式三种，近年来还发展了电磁减速和一些混合式结构。单相同步电动机的型号及其含义如下：

