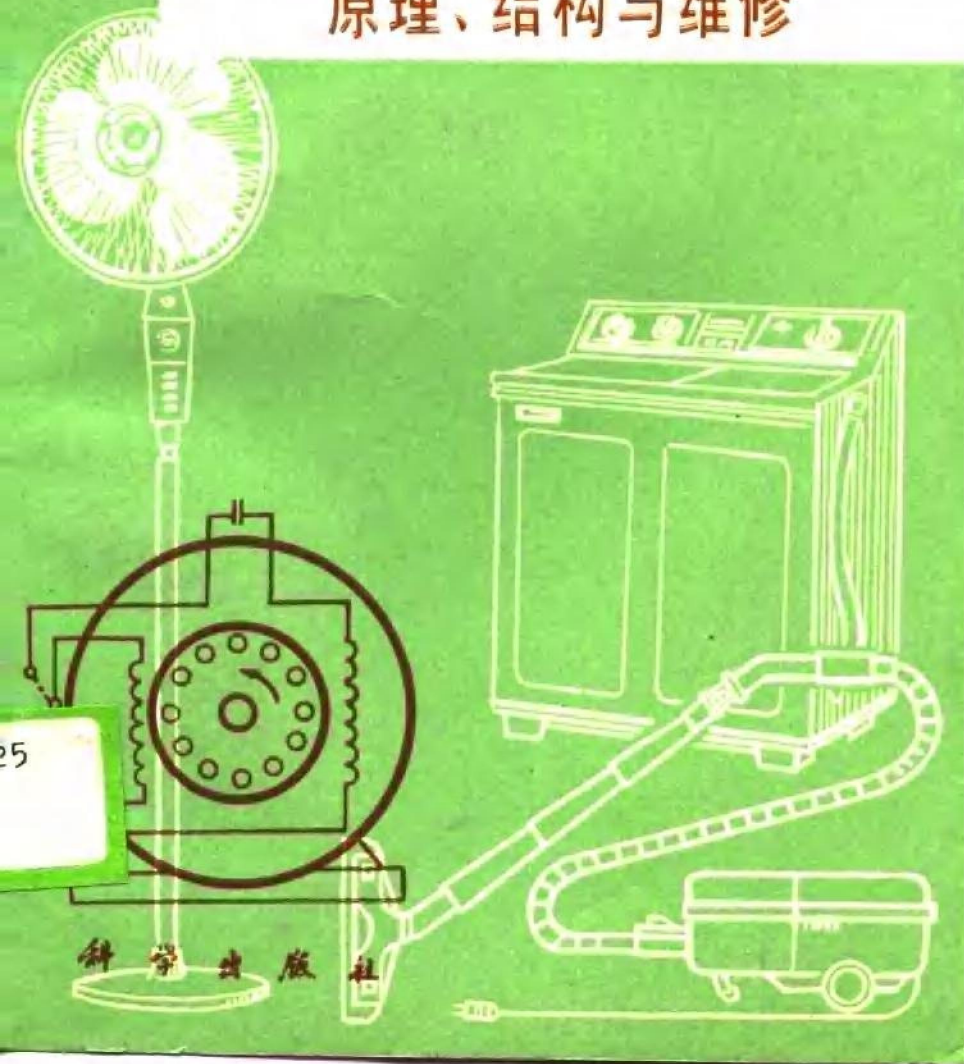


雷通和 编著

家用电器电动机

原理、结构与维修



内 容 简 介

本书介绍单相交流异步电动机、直流电动机、通用电动机和其它家用电动机的原理、结构、性能、用途、维护和修理方面的知识。其中比较详细地介绍了单相交流异步电动机和通用电动机的绕组及其计算、维护及检修方法。全书附有较多的插图和表格,以方便检修,书后附有参考书目和名词解释。本书适用性强,是家用电器动力源方面的入门、维护检修的参考书,可作为家电维修班和有关职业技术学校的教材,也可供家电维修爱好者和专业修理、工程技术人员参考。

家用电器电动机

原理、结构与维修

雷通和 编著

责任编辑 吴铁双

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1990年5月第一版 开本:787×1092 1/32

1990年5月第一次印刷 印张:8 7/8 插页:1

印数:0001—17 000 字数:197 000

ISBN 7-03-001618-1/TM·17

定价:3.60元

前 言

在最近十余年间,由于家用电器工业的蓬勃发展,我国已成为世界上最大的洗衣机、电风扇生产国,不少家用电器产品已打入国际市场。随着家用电器的发展和普及,各种微型电动机得到了广泛的应用。了解和掌握家用电器电动机的原理、结构、性能、用途和维修等方面的知识,也就成了众多家电爱好者和专业修理人员的愿望。另外,各类家电维修班和职业技术学校目前也缺乏这方面的教材。为此,我们编写了这本小册子。本书较系统地介绍了微型单相异步电动机和通用电动机的原理、结构、性能、绕组及其计算、故障检修知识,对永磁直流电动机、无刷直流电动机及其在电动器具和声像设备中的应用情况也做了较详细的介绍,此外还简要地介绍了家用电器的其它微特电动机。对于维修所需的技术数据,分别列于各章的篇末,以便于读者查索。同时在书末还附有主要的名词解释和参考文献,便于读者查阅。

承蒙高级工程师丁网根同志为本书审稿,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

家用电器电动机种类繁多,由于编者水平有限,时间仓促,缺点和错误在所难免,欢迎各界同仁批评斧正。

编者

1989年1月

目 录

前言

第一章 单相异步电动机	1
第一节 单相异步电动机简介	1
一、概述	1
二、结构	1
三、脉动磁场和电磁转矩	4
四、基本工作原理	6
第二节 单相异步电动机的铭牌	7
一、型号	8
二、容量	10
三、电压	11
四、电流	11
五、频率	11
六、转速	11
七、定额	12
八、温升	12
九、电动机的线端标志与旋转方向	14
第三节 单相异步电动机的工作特性	15
一、转矩、定子电流与转速之间的关系	15
二、外加电压对转矩、转速的影响	17
三、效率	18
四、功率因数	18
第四节 分相起动式电动机	19
一、结构	19
二、工作原理	24

三、性能	27
四、特点及用途	27
第五节 电容式电动机	28
一、电容运转式电动机	28
二、电容起动、电容运转式电动机	34
三、交流电容器的选择	35
四、交流电容器的故障及检查方法	36
五、电容量检查法	37
第六节 罩极式电动机	37
一、结构	37
二、工作原理	39
三、性能	40
四、旋转方向	42
五、特点及用途	42
第七节 单相交流异步电动机的绕组	43
一、概述	43
二、单相交流绕组有关名词解释	44
三、单相交流绕组分布、排列与连接	47
四、单相双层绕组	54
五、“正弦”绕组及同心式线圈	55
第八节 单相交流异步电动机的绕组计算	60
一、主绕组计算	60
二、辅绕组计算	63
三、计算举例	64
第九节 单相异步电动机的调速	71
一、改变极数调速	71
二、降压调速	72
三、改变绕组匝数调速(抽头调速)	74
四、电子调速	78
五、离心调速器调速	79

第十节 单相异步电动机的运行与维护.....	79
一、电动机在使用前的一般检查	80
二、电动机在运行中的维护	80
三、电风扇使用与维护	81
第十一节 单相异步电动机的故障检修.....	83
一、检查故障的步骤	83
二、常见故障的排除	84
三、轴承的拆装	90
四、转子平衡校正	92
第十二节 单相异步电动机的故障分析与处理.....	93
一、单相异步电动机故障分析与处理方法	94
二、电风扇常见故障及其处理方法	96
第十三节 单相异步电动机定子绕组重绕.....	101
一、查明损坏原因,记录原始数据	101
二、定子绕组的拆除	101
三、备好绝缘材料	102
四、绕制线圈	102
五、嵌线与接线	103
六、浸绝缘漆与烘干	107
七、电动机的装配与试验	109
复习思考题.....	113
附录.....	114
一、我国微型驱动电动机的命名	114
二、BO ₂ 、CO ₂ 和DO ₂ 系列电动机技术数据	115
三、BO、CO 和 DO 系列电动机技术数据	124
四、正弦绕组分布	134
五、XD 型洗衣机电动机技术数据	138
六、1AO、1BO、1CO 和 1DO 系列电动机技术数据	139
七、电风扇用电动机主要技术参数	141
第二章 直流电动机.....	148

第一节 直流电动机的结构及工作原理·····	148
一、结构·····	148
二、工作原理·····	153
三、反转·····	154
第二节 直流电动机的类别·····	155
一、串激式直流电动机·····	155
二、并激式直流电动机·····	156
三、复激式直流电动机·····	157
四、永磁式直流电动机·····	158
第三节 盒式录音机用电动机·····	162
一、结构·····	163
二、原理·····	163
三、稳速方法·····	165
四、电动机常见故障及其维修·····	167
第四节 永磁直流玩具电动机·····	170
一、普及型电动机·····	171
二、低噪型电动机·····	172
三、重负载型电动机·····	173
第五节 无刷直流电动机·····	174
一、工作原理·····	174
二、工作特性·····	176
三、控制方式·····	177
四、应用举例·····	178
复习思考题·····	179
附录·····	181
盒式录音机常用直流电动机技术数据·····	181
第三章 单相串激式电动机 ·····	183
第一节 单相串激电动机的结构及原理·····	183
一、结构·····	183
二、工作原理·····	184

三、机械特性	185
四、转速计算公式	186
第二节 单相串激电动机的绕组	187
一、绕组型式	187
二、转子绕组绕制工艺	188
三、定子绕组	191
第三节 单相串激电动机绕组计算	192
一、转子绕组计算	192
二、定子绕组计算	194
第四节 单相串激电动机的调速	196
一、变阻器调速	196
二、离心调速器调速	198
三、电子调速器调速	199
四、整流器调速	200
五、可动电刷调速	201
第五节 单相串激电动机的使用及维修	201
一、换向器与电刷间火花大的原因及排除方法	202
二、不能起动的原因及排除方法	206
三、转速慢的原因及排除方法	207
四、换向器发热的原因及排除方法	207
五、单相电钻的常见故障及处理方法	208
复习思考题	209
附录	210
表 1 G 系列单相串激电动机技术数据	210
表 2 单相手电钻电动机技术数据及转子绕组接线图 ...	216
表 3 220 伏电钻 (单相串激电动机) 技术数据	220
表 4 几种电吹风的主要技术数据	222
第四章 其它家用电动机	223
第一节 单相同步电动机	223
一、磁滞同步电动机	223

二、反应式同步电动机	225
三、永磁同步电动机	227
第二节 直线电动机在家用电器中的应用	230
一、概述	230
二、用直线电动机驱动的窗帘	233
三、微特直线电动机的应用	236
第三节 伺服电动机	239
一、伺服电动机的功用及分类	239
二、直流伺服电动机	239
三、使用光耦合器的无刷直流伺服电动机	241
四、交流伺服电动机	244
五、伺服电动机的主要特性	248
第四节 磁带录像机电动机	251
一、录像机中所用电动机的种类和作用	251
二、主导电动机及其驱动	253
三、鼓电动机及其驱动	256
复习思考题	261
名词解释	263
参考文献	271

第一章 单相异步电动机

第一节 单相异步电动机简介

一、概 述

随着家用电器的发展,单相小容量电动机的应用日益广泛。因为单相电动机只需要单相电源供电,在家庭中使用十分方便。据统计,家用电动器具中,交流电动机占 80% 以上,例如用于电风扇、洗衣机、电冰箱、电唱机、收录机、空调器等。最常见的单相交流异步电动机有罩极式电动机、电容式电动机(含电容起动式、电容运转式、电容起动与运转式)和分相起动式电动机。它与同容量的三相异步电动机相比,体积较大,运行性能较差,所以一般只做成 0.75 千瓦以下小容量的电动机,故又叫做微型电动机或分马力电动机。虽然它的单机功率只有几瓦到几百瓦,但是量大面广,因此,如何在电动机用铜、铁材料量不增加或少增加的条件下,提高效益,降低能耗,已成为今后单相电动机发展的主要课题。可以预言,单相电动机必将朝着高效、低耗、异形和物美价廉的方向发展,以适应家用电器日益发展和普及的需求。

二、结 构

单相异步电动机一般由定子、转子、机座、端盖、出线盒和起动元件几部分组成,如图 1-1 所示。

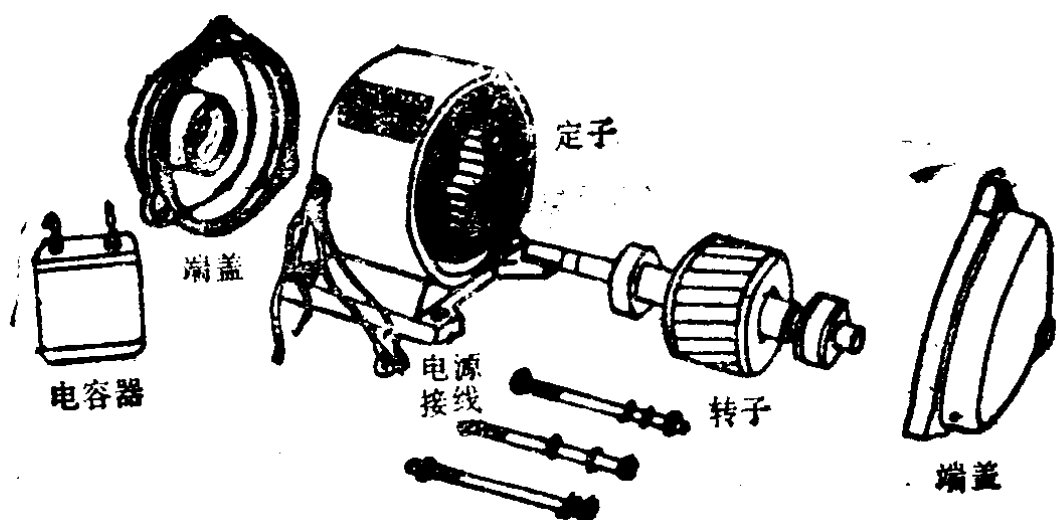


图 1-1 单相异步电动机结构

1. 定子

它是单相异步电动机的静止部分。由定子铁心和定子绕组两部分组成，其中定子铁心用 0.3—0.5 毫米厚的硅钢片冲制成形后叠压铆合而成。定子冲片外缘可呈圆环形，也可呈方形，内圆有槽，供安放定子线圈。定子线圈通以交流电后，线圈中的交变电流所产生的磁场也是交变的，它不仅在线圈中产生感应电势，而且在铁心里也产生感应电势及感应电流，此感应电流即涡流，它在铁心内的流动过程中，克服铁心内阻而发热，此损失即为涡流损失。由于铁心是由彼此绝缘的 0.3—0.5 毫米厚的硅钢片叠压而成，便将涡流限制在较小的截面内流动，因而减少了涡流损失。此外，硅钢片中含有少量的硅（0.5—4.8%），因而电阻率较大，这也可使涡流热损失减少。

定子绕组一般采用高强度漆包线绕制而成。先将导线绕在定子线圈的绕线模上，然后从线模上取下线圈，加包绝缘后嵌入定子槽内。单相异步电动机的定子绕组分两部分：一套称为工作绕组（主绕组、运行绕组），用以产生主磁场；另一套

是起动绕组(副绕组、辅助绕组),用以产生起动转矩。此两绕组沿定子铁心的内圆相间排放(空间角度不完全相同,因电动机的型式而异),按这种排放形式不同,可分为分布式和集中式,绕组的引出端接到出线盒的接线板上。

2. 转子

单相异步电动机的转子均为鼠笼式,因绕组形状像鼠笼而得名,见图 1-1。它由转子铁心、转子绕组和转轴三部分组成。转子是单相异步电动机的转动部分,它在定子交变磁场的作用下,转子绕组中感生交变电流,磁场与电流相互作用产生转矩而转动。

转子铁心用 0.3—0.5 毫米厚的硅钢片冲制成形后叠压而成。转子冲片的外圆有槽,供装(或铸)转子绕组之用。

转子绕组可由若干铜条组成,这些铜条靠转子两端的端环短接在一起,且围绕着转子轴心均布排列。目前常采用铸铝式,即将纯铝(电阻率低)压铸到转子槽中,两端的短路环及冷却风叶也同时铸出。

转轴多用中碳钢(如 45[#] 钢)车制而成,将转轴压入铁心孔内成紧配合,不致松动,以输出机械能。

3. 机座

它是整个电动机的支承部分,并用来固定和保护定子和转子。常用材料有铸铁、铸铝和钢板三种。其结构因需要不同差异很大。不过也有一些电动机省略了这一部分,而用定子铁心的外缘部分代替,结构更为小巧,省工省料,造价低廉。

4. 端盖

它是用来安装轴承以支撑转子,利用螺栓使之与机座固

接。常用材料为钢板、铸铁或铸铝,结构多样。轴承除采用微型滚动轴承外,含油轴承也是常采用的。

5. 出线盒

它是用来固定和保护电机定子线圈引出线,由接线板和出线盒盖组成。接线板采用电胶木压制而成,出线盒盖则多用铝合金或塑料制成。

6. 起动元件

它的作用是当电动机转速达到 70—80% 额定转速时,将起动绕组从电路中断开,电动机便进入额定转速运行。其结构将在后面介绍。

三、脉动磁场和电磁转矩¹⁾

当单相异步电动机的单相绕组中通入单相交流电后,在

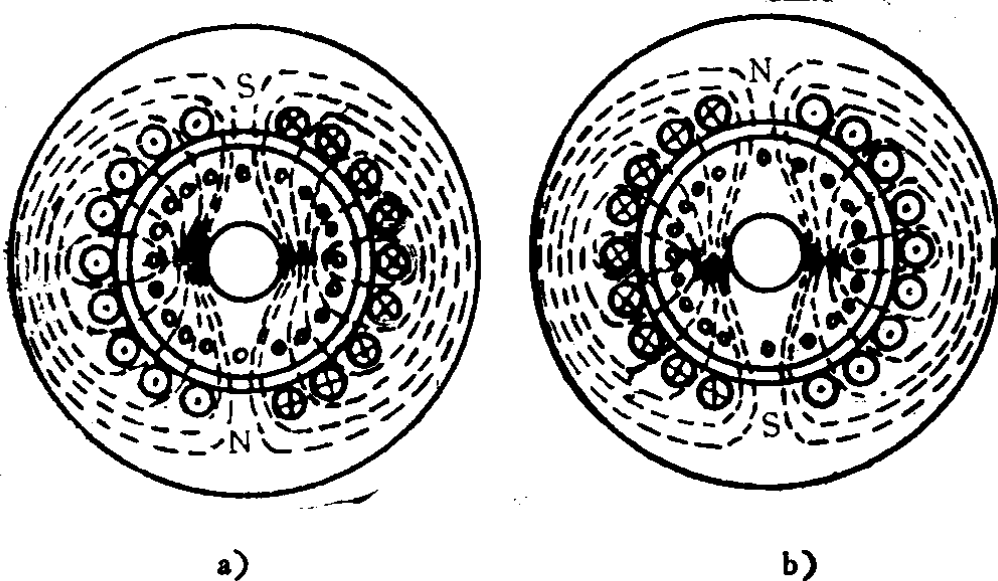


图 1-2 单相异步电动机中的脉动磁场

a) $0 < t < T/2$ 时; b) $T/2 < t < T$ 时

1) 见名词解释1。

电动机内将产生一个如图 1-2 的强弱和方向不断变化的交变脉动磁场,这种磁场不能产生旋转,不能像三相异步电动机那样,三相交流电产生的旋转磁场使转子自行起动。但只要有外力使转子往任一方向转动一下,则转子便会按外力作用的方向继续旋转,并逐步提高转速,达到稳定的运行状态。上述现象说明了单相异步电动机不能自行产生起动转矩,现就这个问题分析如下。

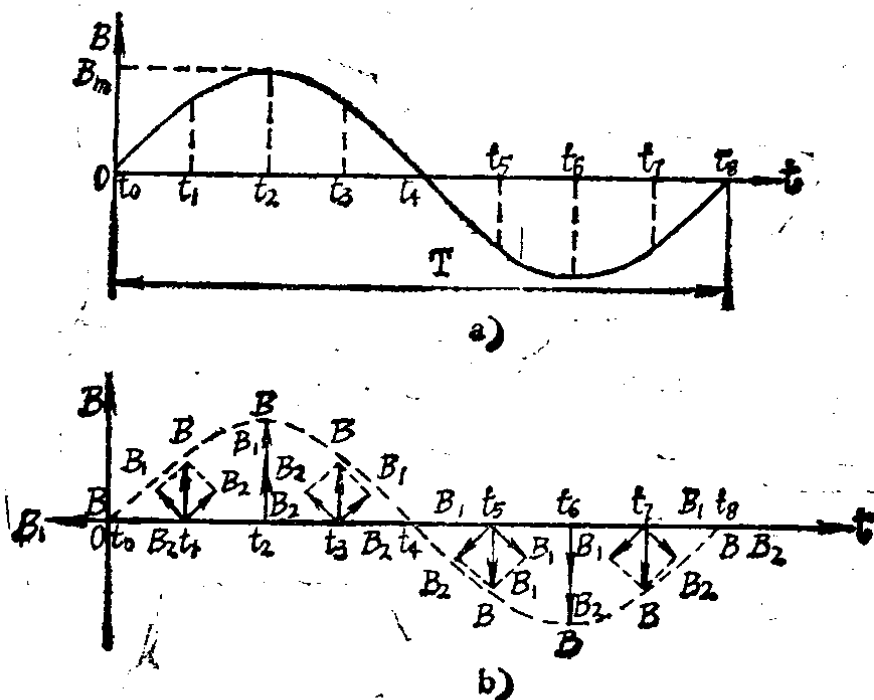


图 1-3 脉动磁场

a) 脉动磁场随时间变化的曲线; b) 脉动磁场分解成两个旋转磁场

我们可以把上述的脉动磁场 B 用矢量表示,如图 1-3 所示。交变脉动磁场 B 可以分解为两个大小相等 (各是 B 的二分之一)、旋转速度相同而旋转方向相反的两个旋转磁场 B_1 和 B_2 。两个旋转矢量的矢量和便是原有的脉动磁势矢量。每一旋转磁场对转子的作用和三相电动机完全一样。

当转子不转动时, B_1 和 B_2 以相同的速度切割转子导体,产生了大小相等、方向相反的两个电磁转矩,因而转子受力平衡,合成转矩等于零,转子因没有起动力矩而不能自行起

动，如图 1-4 所示。

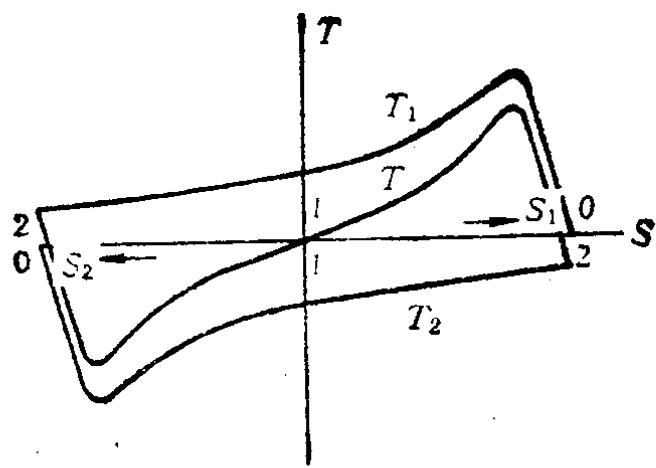


图 1-4 单相异步电动机的转矩特性曲线

四、基本工作原理

在单相异步电动机的工作绕组接通电源后，如果用某种方法使电动机旋转一下，那么，和转子旋转方向相同的旋转磁场作用于转子上，产生和转子转向同方向的转矩；同时，反方向旋转的另一磁场和转子间的相对速度很大，差不多是转子转速的两倍。因此，在转子内由这个磁场所感应出来的电势和电流的频率几乎是电源频率的两倍，就这个频率而言，转子的电抗比较大，所以反方向磁场切割转子导体感应产生的 $I_2 \cos \phi_2$ 就很小。根据公式

$$T = C_m \phi I_2 \cos \phi_2$$

式中 C_m ——电机结构常数； ϕ ——电机气隙磁通； I_2 ——转子电流； $\cos \phi_2$ ——功率因数。因为反向转矩很小，故电动机将顺着原来的旋转方向转下去。进一步分析可知，除罩极式外，其余几种单相异步电动机在起动时，其两个空间相距 90°

电角度的绕组共同产生的磁场都是椭圆形旋转磁场。因此，单相异步电动机比起只有单一旋转磁场的三相异步电动机来，它的效率、功率因数、运转的平稳性和过载能力都较差。

综上所述，单相异步电动机具有两个特点：a. 它的起动转矩等于零，不能自行起动；b. 它的旋转方向不是固定的，完全取决于起动时的旋转方向。因此，单相异步电动机应用中的一个重要问题，便是它的起动方法问题。

第二节 单相异步电动机的铭牌

每台电动机的机座上都有一块铭牌，上面记载着电动机的性能以及一些必要的参数，熟悉铭牌数据对于使用、维护、检查和修理电动机是十分需要的。图 1-5 就是某种电动机的铭牌。

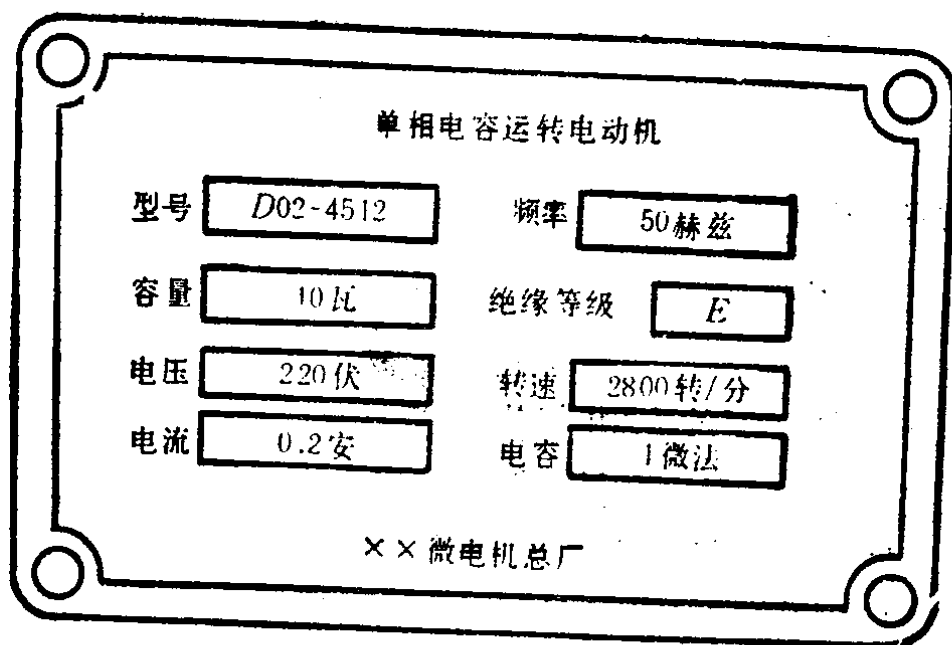


图 1-5 单相电动机铭牌

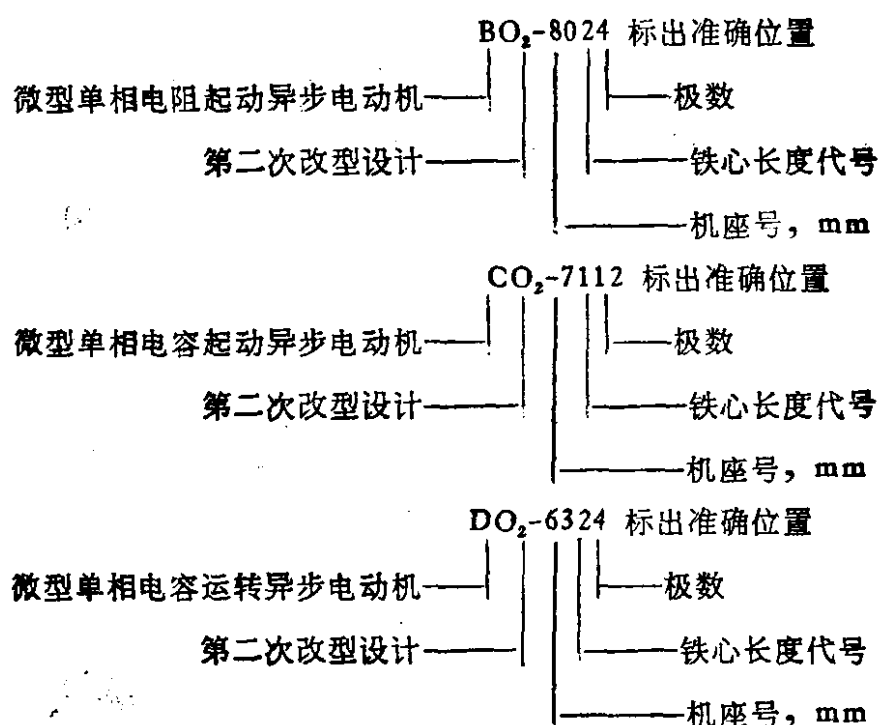
现将铭牌上的一些主要内容介绍如下。

一、型 号

电动机的型号表示电动机的种类、结构数据和磁极数等。

国产新型电动机的型号一般按它的用途、结构名称的汉语拼音的第一个字母来表示，然后加上数字表示磁极数和铁心长度等。

下面简单介绍微型单相异步电动机型号中的字母及数字的含义。



上面这些系列是 80 年代我国自行设计和定型生产的节能型微型异步电动机新的基本系列，此外还有 AO₂ 系列微型三相异步电动机。上述四个基本系列的产品均采用 E 级绝缘，绕组具有良好的绝缘性能和机械强度，接线盒在电动机顶部，便于从四个方向接线(对于 CO₂ 系列，电容器则除外)。该系列产品采用了 IEC 等国际标准，其功率等级与机座号对应关系与联邦德国标准 DIN 42673 一致(见表 1-1)。