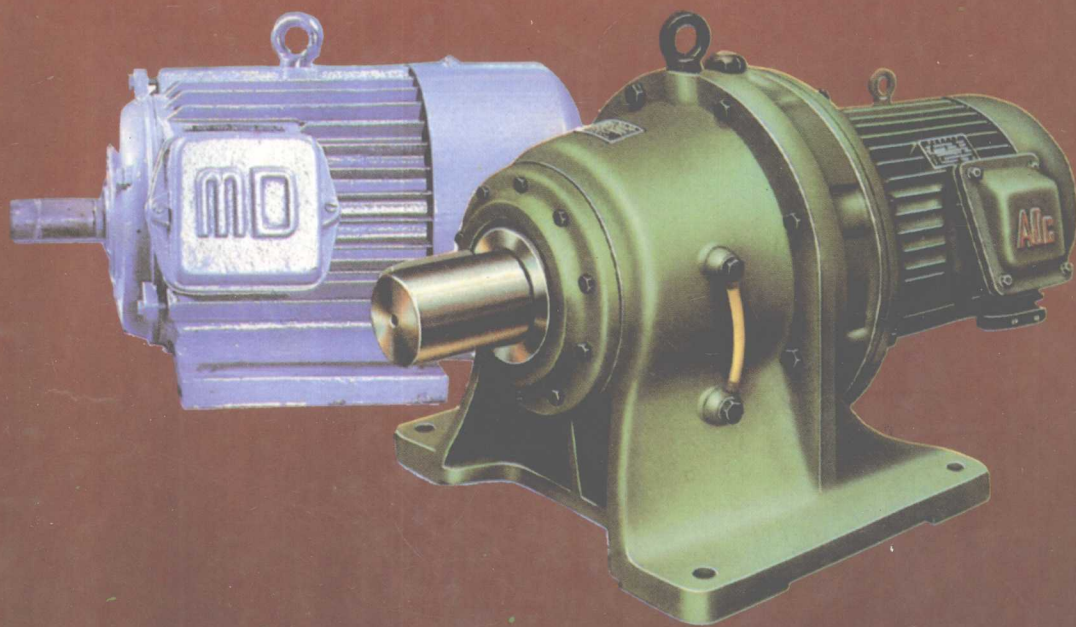


三相单相异步电动机 修理捷径

蒋纯宾 陆魁玉 编著



贵州科技出版社

三相单相异步电动机修理捷径

蒋纯宾 陆魁玉 编著

贵州科技出版社

责任编辑:黄绍琨

封面设计:熊云新

技术设计:李东升

TM343.07

黔新登 90(03)号

三相单相异步电动机修理捷径

蒋纯宾 陆魁玉 编著

贵州科技出版社出版发行

(贵阳市中华北路 289 号 邮政编码 550001)

*

贵州省新华书店经销

核工业中南三〇六印刷厂印刷

厂址:湖南衡阳市黄茶岭光明路 12 号

(印装质量问题请直接与本厂联系)

787×1092 毫米 16 开本 8 印张 200 千字

1997 年 5 月第 1 版 1997 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—5000

ISBN7-80584-598-0/TM·002 定价:12.00 元

前 言

三相、单相异步电动机是一种最常用的动力电动机，它们用在市交流电的 380 伏或 220 伏电源上，为工厂、农村、牧区和家庭提供动力，用途非常广泛。大至 100 千瓦，小至几十瓦，一般在 10 千瓦以下用得最多。但无论大小，无论三相、单相电动机，其转子都是鼠笼型的，结构简单，坚固耐用。

综观电动机修理书籍，要学会这项修理技术，没有高中文化程度是不行的，因为它必须掌握和运用数学的三角知识。实际上大多数从事电机修理人员，都不一定是高中毕业生，甚至有的只有小学文化程度，就能熟练地掌握这项技术，其中自有奥妙，自有捷径可走。

本书为学习常用电动机修理技术提供捷径，只具有高小文化程度即可学会。在修理过程中是否需要运算？当然需要，不过已大大简化，能运用加减乘除和分数就可以了。书中尽量去掉代号，文字力求通俗易懂，便于理解和掌握。而最新的实用技术介绍，则相当详尽。

本人从事电机修理工作和电机教学已 20 年，具有丰富的实践经验，且在此之前，一直从事教育工作，能将自己所掌握的理论与实践技术，深入浅出地写出来，读者能从中受益，实为本人所愿。

当然，自己能力有限，书中难免有不完善或不妥之处，希望读者批评指正。

作 者

1996 年 2 月

目 录

一、异步电动机概述.....	(1)
(一) 三相异步电动机的结构	(1)
(二) 三相异步电动机的铭牌	(3)
二、三相异步电动机的工作原理.....	(7)
(一) 三相交流电	(7)
(二) 旋转磁场	(9)
(三) 异步电动机工作原理.....	(11)
三、三相异步电动机的修理	(13)
(一) 绕组及有关术语.....	(13)
(二) 修理前的准备工作.....	(18)
(三) 电动机的整机拆卸.....	(19)
(四) 拆除旧绕组.....	(21)
(五) 装新绕组.....	(23)
(六) 烘干浸漆.....	(37)
(七) 装配.....	(39)
(八) 检验.....	(41)
四、三相异步电动机的故障	(42)
(一) 绕组短路.....	(42)
(二) 绕组接地.....	(43)
(三) 绕组断路.....	(44)
(四) 绕组接错.....	(44)
(五) 常见故障分析.....	(45)
五、几种常用修理方法 (供选用)	(47)
(一) 导线的替代.....	(47)
(二) 改变并联支路数.....	(47)
(三) 改变 Y、 Δ 接法.....	(48)
(四) 对号入座.....	(48)
(五) 照样画葫芦.....	(49)
六、单相异步电动机修理	(50)
(一) 概述.....	(50)
(二) 单相异步电动机的五种类型.....	(50)
(三) 单相异步电动机的故障及处理方法.....	(53)
七、三相单相异步电动机绕组图	(56)
八、三相电机改作单相电机使用方法	(90)

九、三相异步电动机做发电机应用 (93)

附录一 常用圆电磁线（裸）直径与截面积表 (98)

附录二 各系列电动机技术数据表 (99)

附录三 常用修理电动机材料..... (117)

一、异步电动机概述

随着国民经济的迅速发展，我国电力网已经遍布城乡和牧区，使用电动机作动力也日益普遍。电动机能方便、省力、高效、快速为人们提供动力，深受人们欢迎。在所有各类型的电动机中，最常用的为单相、三相异步（鼠笼型）电动机。如工厂各种机床、压缩机、粉碎机、锻压机、平板机、转板机、水压机、鼓风机……工地 卷扬机、搅拌机、震荡器、磨光机、锯板机……农村排灌、抽水机、泥浆泵、潜水泵、打稻机、碾米机、磨粉机、切割机……家用电风扇、排气扇、电冰箱、洗衣机等，全都采用异步电动机。因为异步电动机具有结构简单、坚固耐用、工作可靠、容易操作、价格低廉、修理方便等优点，所以被工厂、工地、农村和家庭在生产生活上广泛采用。

据电力部门统计，单就作为动力用电来说，即占全部发电量的 50% 以上，而三相、单相异步电动机所占动力用电总量就有 80% 以上。可见单相、三相异步电动机的使用极为普遍。

异步电动机的普及，电机的维护修理工作无疑也要跟上客观形势的需要。因此，本书专就常用三相、单相异步电动机的修理作详尽的阐述，尤其着重于实用技术的介绍。

（一）三相异步电动机的结构

三相异步电动机的外形如图 1-1，这是封闭式常用电动机。它能防止灰尘、水滴、铁屑或其他杂物侵入机内，特别适用于灰尘多或水土飞溅的场所。

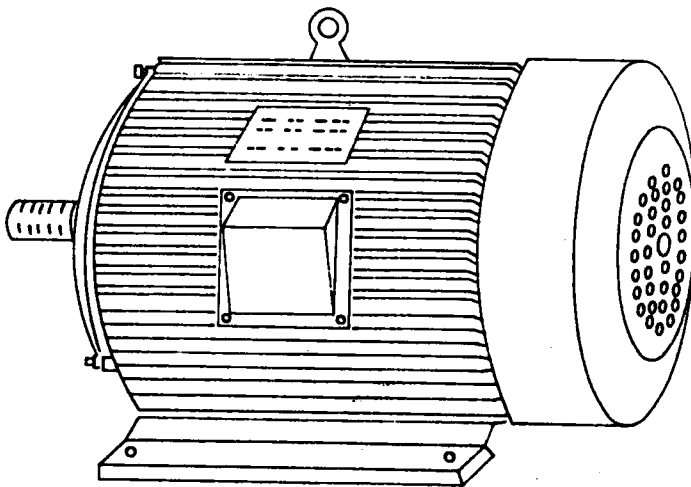


图 1-1 Y (IP11) 电动机

三相异步电动机的结构可分为两大部分，即静止部分和转动部分。静止部分叫做定子，转动部分叫做转子。

定子的组成部分是机座、定子铁芯、定子绕组和两个端盖。机座和端盖是电动机的支架，起着支撑整个电动机的作用，一般多用铸铁制成。机座里面是一个圆柱形的空间，用来安装定子铁芯、定子绕组以及整个转子。定子铁芯是用许多 0.5 毫米厚的硅钢冲片叠成，硅钢冲片是冲床冲制的，形状如图 1-2，叠成的铁芯的外表面呈圆柱形，内表面则形成许多与轴平行的槽，用来嵌放定子绕组。整个定子铁芯固定在机座的内膛里如图 1-3。定子绕组由漆包线绕成，它们分成互相独立的三个部分，工作时通入三相电流。所以整个绕组又叫做三相绕组，其中每一个独立部分叫做一相绕组，如 A 相 B 相和 C 相。三相绕组按一定的规律嵌放在定子铁芯的槽内，并伸出六根出线头（每相一头一尾）联到机座外面的接线盒中的接线板上的六个接线柱上，以便使用时与三相电源相接。静止部分还有两个轴承内盖和两个轴承外盖（Y 系列 H80~132 机座采用全封闭密封轴承，则没有轴承内外盖），风叶罩和连接各部位的固定螺丝（6 个端盖螺丝，6 个轴承盖螺丝，2 个接线板螺丝，4 个接线盒螺丝，4 个接线盒盖螺丝，1 个吊环螺丝）。

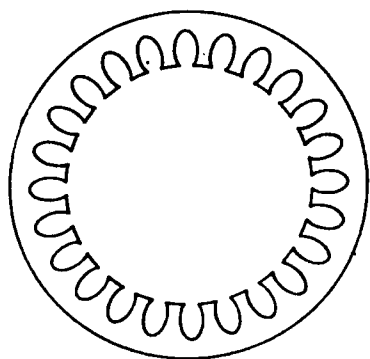


图 1-2 定子铁芯冲片

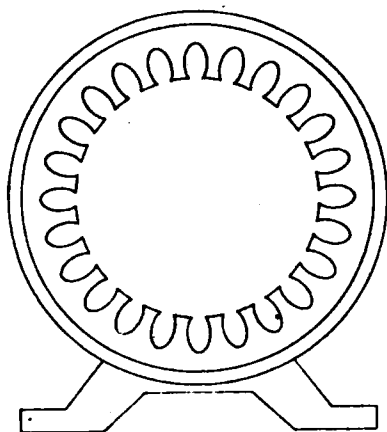


图 1-3 定子铁芯固定在机座内

转子的组成部分是转子铁芯，转子绕组（鼠笼），转轴、内风叶、外风叶和两个轴承（轴承为静止部分和转动部分的分界线）。转子铁芯和转子绕组是电动机提供动力的部位。转子铁芯也是由硅钢冲片叠成，冲片形状如图 1-4，冲片中心的大圆孔可穿过转轴，周围的开口小孔则成转子槽，槽内铸铝，同时在铁芯两端用铝铸成两个圆环（端环），它与槽内各铝条联通。多根铝条及两个端环合在一起组成转子绕组。如果只画出转子绕组本身，其形状好象一个松鼠笼子，如图 1-5 所示。这就是三相鼠笼电动机名称的由来。因此这种转子叫做鼠笼式转子，转子中的铝条相应地叫做笼条。在铸造鼠笼时，一般同时在这两个端环上铸出许多风叶片，当转子转动时，叶片便起散热作用。叶片间还铸有凸出的铝柱叫做平衡柱，是校准转子平衡用的。

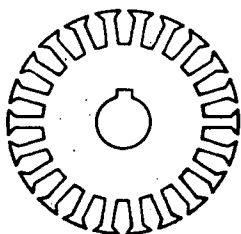


图 1-4 转子铁芯冲片

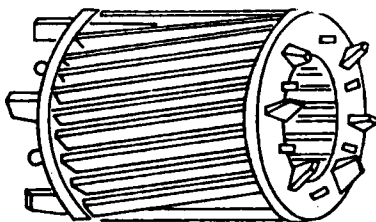


图 1-5 鼠笼（转子绕组）

两个轴承在静止部分和转动部分之间起分界线作用。轴承的外圈紧套在端盖中心的圆孔（轴承室）中，轴承内圈则紧套在转轴上。当转子转动时，轴承内圈随之转动，外圈则因与端盖轴承室紧配合而不动。轴承内外圈之间装有滚珠并涂有润滑脂以减轻摩擦。

为了使转子能在定子铁芯膛内自由转动，转子铁芯与定子铁芯之间必须留有间隙（气隙），气隙长度（指沿径内的长度）一般很小，100 千瓦以下小型电动机的气隙长度约为 0.25～1.5 毫米。由于气隙很短，所以转子在定子膛中的位置必须正中，否则转子转动时就会与定子铁芯内膛相碰擦（扫膛）。扫膛产生的高温会烧毁电动机。

整个三相异步电动机的外形及结构部件分解见图 1-6。

（二）三相异步电动机的铭牌

在接线盒上方，散热片之间有一块长方形铝牌（或铜牌）叫做铭牌，如下所示：

三相异步电动机			
型号 Y132S1-2	功率 5.5 千瓦	电压 380 伏	标准编号 JB3074-82
转速 2900 转/分	频率 50 赫兹	工作制 S1	噪声限值 92 分贝 (A)
重量 66 公斤	编号 ××××××	接法 Δ	B 级绝缘
		外壳防护 1P44	年 月 日
×××××电机厂制造			

铭牌上标出了本电动机的型号、规格和有关技术数据，在使用和修理本电机时，铭牌内容则是依据。它的每项具体含义是：

(1) 型号 Y132S1-2：Y 是系列型号，我国生产的电动机常用字头代号的含义是：Y——三相异步电动机；J——防护式三相异步电动机；O——封闭式（J、JO 系列电动机为 50、60 年代产品，早已淘汰）R——绕线式转子；L——铝线。Y 系列电动机是我国最新设计的，用来代替原来的 JO₂ 系列，俗称节能电机。132 表示机座中心高度。S 表示短机座，M 为中机座，L 为长机座。

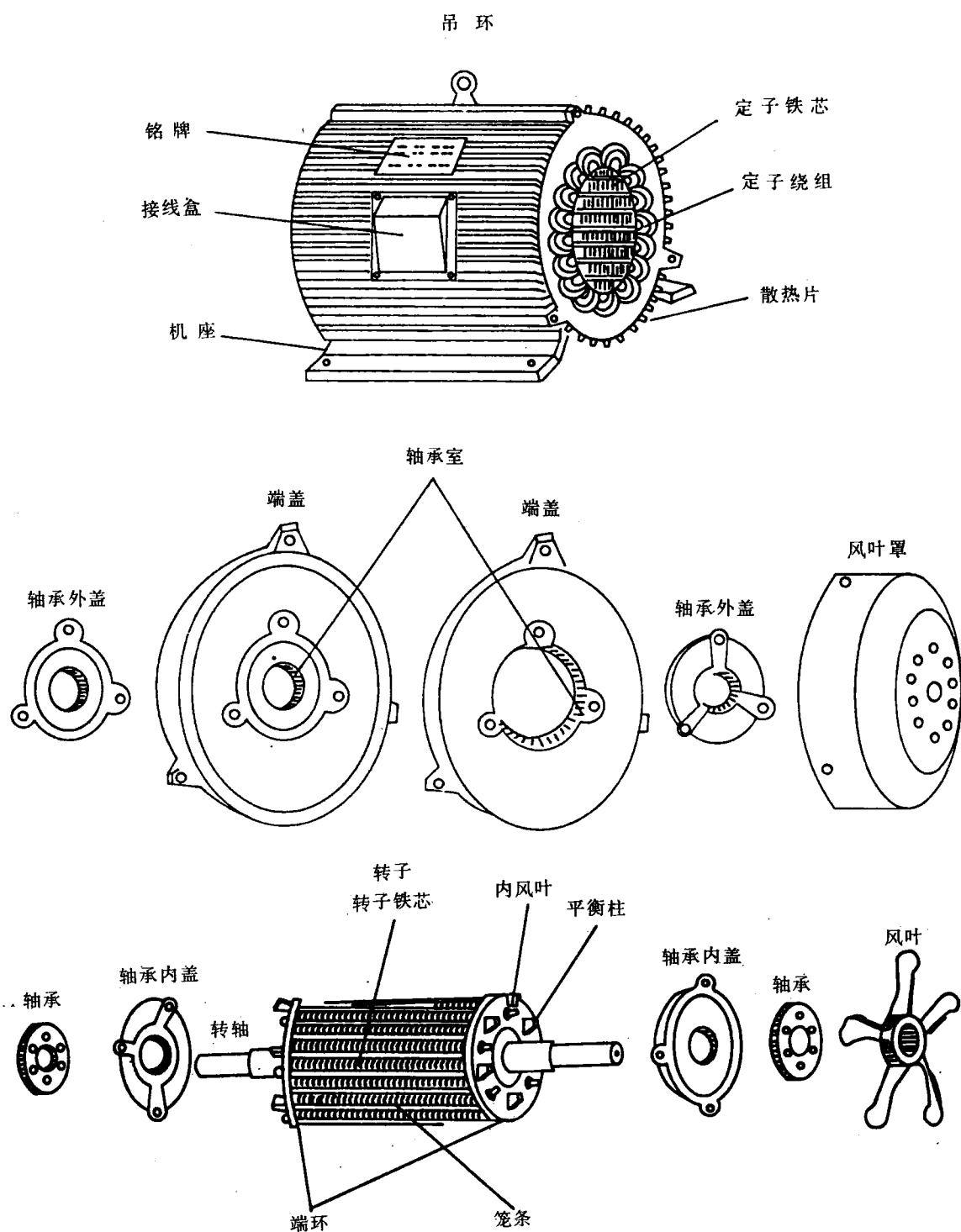


图 1-6 电动机部件分解图

1 表示 1 号定子铁芯长度。定子铁芯长度，一般只有 1 号和 2 号，3 号不多。这是方便电机制造厂的一项措施，它可以节省冲模，可以充分利用材料仓库。一种规格的定子铁芯冲片和转子铁芯冲片，可以制两至三种功率不同的电动机，如本机为 1 号长度，功率为 5.5 千瓦，而 7.5 千瓦则为 2 号长度。它们的定、转子冲片规格是相同的。如外径都是 210 毫米，内径都是 116 毫米。1 号长度为 105 毫米，2 号长度为 125 毫米。

最后数字 2，表示 2 个磁极。磁极多少与转速快慢有关。极数越多，转速越慢。最少是 2 个磁极，它的同步转速为每分钟 3000 转，异步转速为每分钟 2900 转左右。4 极异步转速为每分钟 1400 转。6 级异步转速为每分钟 900 多转。8 极异步转速为每分钟 700 转。一般铭牌上只标极数，不标转速，因为内行人一看便知。注意极数一定成对，绝无单极。

(2) 标准编号 JB3074-82：标准编号表示本电机所执行的技术标准（JB 表示第一机械工业部标准）。

(3) 功率 5.5 千瓦：功率或称容量，是指电动机轴上输出的机械功率，它是电动机工作能力的重要标志。本电动机当负载略小于或等于 5.5 千瓦时，它能正常工作。

(4) 电压 380 伏：是本电动机为三相交流 380 伏电源供电。即接三根火线上。

(5) 电流 11.1 安：电流是指电动机在额定电压、额定频率和额定负载下定子绕组的电流为 11.1 安。电动机电流大小随负载大小而变。运行时应注意电动机的电流不超过额定电流值。否则，会使绕组过热，甚至烧毁。

(6) 转速 2900 转/分：电动机在额定电压、额定频率和额定功率下工作时，每分钟的转数为 2900 转。

(7) 频率 50 赫兹：指电动机所使用交流电源的频率。我国电力系统已统一规定为 50 赫兹，或称 50 周波。

(8) 接法 Δ ：电动机定子绕组的常用接法为 Δ 和 Y 两种。 Δ 称为三角形接法；Y 称为星形接法。Y 系列电动机按照技术条件的规定，3 千瓦及 3 千瓦以下的电动机为 Y 接法；4 千瓦以上的电动机为 Δ 接法。电压均为 380 伏。定子绕组的某种接法总是和电动机的额定电压相适应的，不能随意改变。如果任意改变接法，就会造成不良后果。

(9) B 级绝缘：电动机的绝缘等级是指绕组所采用的绝缘材料的耐热等级。绝缘材料按其耐热程度可分为 A、E、B、F 等级。其中 A 级允许温度最低，是 60℃，F 级允许温度最高，是 85℃。它们的极限是：A 级 105℃，E 级 120℃，B 级 130℃，F 级 155℃。

(10) 工作制 S1：工作制是对电动机各种负载，包括空载、停机和断电及其持续时间和先后次序情况的说明。按照连续的、短时的和周期的，共分为 9 类工作制。即连续工作制 S1，短时工作制 S2，断续周期工作制 S3 等。Y 系列电机的基准工作制有 S1、S3 两种，其中 S3 可用于 S2、S4~S8 工作制。一般常用电动机，多是连续定额，连续工作制 S1。如果使用环境正常，电源和电动机本身没有问题，负载大小合适，电动机应能长期连续运行。

(11) 噪声限值 92 分贝 (A)：噪声指标是 Y 系列电动机一项新增加的考核项目。由于设计时采取了一系列相应措施，使 Y 系列电动机的噪声和振动有明显的降低。电动机的噪声限值分为 N 级（普通级），R 级（一级），S 级（优等级）和 E 级（低噪声级）等 4 个等级。R 级噪声限值比 N 级低 5dB，S 级噪声限值比 N 级低 10dB，E 级噪声限值比 N 级低 15dB。下表列出了 N 级的噪声限值。如无其他规定，电动机的噪声应符合 N 级的要求。

表 1-1

N 级噪声限值

转速 (r/min)	960 及 以下	>960~ 1320	>1320~ 1900	>1900~ 2360	>2360~ 3150	>3150~ 3750
功 率 (kw)	声 功 率 级 dB (A)					
1.1 及以下	76	78	80	82	84	88
1.1~2.2	79	80	83	86	88	91
2.2~5.5	82	84	87	90	92	95
5.5~11	85	88	91	94	96	99
11~22	88	91	95	98	100	102
22~37	91	94	97	100	103	104
37~55	93	97	99	102	105	106
55~110	96	100	103	105	107	108

(12) 外壳防护 1P44: Y 系列电动机有防护等级的规定。一般用途的 Y 系列电动机防护等级为 1P44, 相似原封闭式电动机。“1P”表示防护等级的标志符号。后面的第一位数字“4”表示要求能防止厚度大于 1 毫米的工具、金属线或类似的物体触及壳内带电或转动部分。第二位数字“4”表示任何方向溅水于电机, 应无有害影响。

二、三相异步电动机的工作原理

电动机是把电能转变为机械能的动力机械。三相异步电动机是怎样转动起来的？即三相交流电通入电机三相绕组而产生旋转磁场，旋转磁场切割转子鼠笼条（相对于笼条切割磁场），转子鼠笼感应产生了电势，它自成闭合回路，与旋转磁场互相影响，从而推动转子转动。我们要了解三相异步电动机的工作原理，必须先了解电和磁的相互关系。

（一）三相交流电

电有“直流”和“交流”两种，所谓直流电就是指电流在直流电源（如干电池、蓄电池等）的“驱使”下，一直沿着一个方向流通，决不改变方向，就是它的大小也不随时间而改变。这是直流电的最基本的特征。

交流电则不然，交流电的全名是交变电流或交变电压，顾名思义，交流电就是电荷的移动不总是朝着一个方向而是两个方向交变的。就是说，电流在某一段时间内由正到负，在另一段时间内则反过来由负到正。同时，在各段短时内，电流大小也在不断变化。更具体一点说，在导体某一截面处，通过的电荷多少和方向是随时间而变化的。很明显，交流电具有与直流电不同特征。

为了说明问题，先了解交流电是怎样产生的。下面是单相交流发电机的示意图（图 2-1），发电机主要由两部分构成：定子——在定子铁芯的内圆槽中安放线圈（图中只画了一个线圈，A 是线圈的首端，X 是线圈的尾端）；转子——是一个能转动的磁极。当转子被原动机（水轮机、汽轮机等）拖着动时，定子线圈的 A 边和 X 边便切割磁力线（相当于转子不动而定子线圈反向旋转）。根据电磁感应原理和右手定则，可以确定，当 S 极经过 A 边时，A 边感应电势方向朝外（用符号 $\odot$ 表示），当转子转过半周，N 极经过 A 边时，A 边的感应电势方向朝里（用符号 $\otimes$ 表示）。所以转子每转一周，线圈两端间感应电势的方向变化一次。另外，当导线垂直切割磁力线时（如图 2-1 中的位置），感应电势最大；导线运动方向和磁力线平时时，感应电势为零。所以感应电势的大小也随着转子的旋转不断重复变化。如果在线圈两端接上负载（灯泡），发电机便向负载输送交流电流，灯泡点亮。

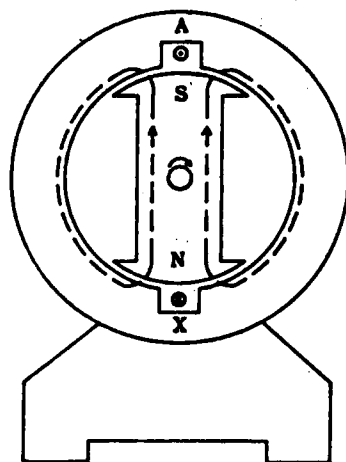


图 2-1 单相交流发电机示意图

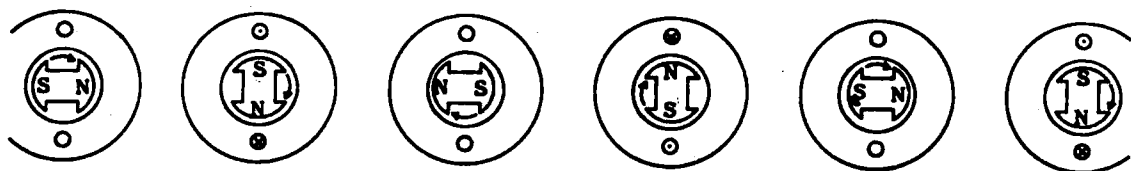
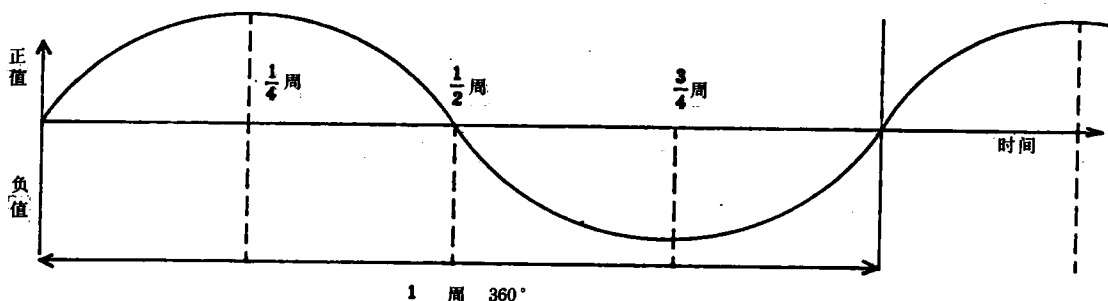


图 2-2 交流电的变化规律

交流电随时间变化的规律可以用图 2-2 中的曲线来表示, 这里是一条正弦曲线, 横轴代表时间, 纵轴的上方表示交流电的正方向, 下方表示交流电的负方向。曲线的高低表示交流电在各个时刻的大小。

从图 2-2 可见, 交流电是从零变到正的最大值再变到零, 又经过零变到负的最大值, 再变到零。这样变化一周以后又周而复始。交流电变化一周的时间 (用秒做单位) 叫做周期。在一秒钟内变化的周数叫做频率。频率的单位是周/秒, 也叫赫兹, 简称赫。我国电网的标准频率已统一为 50 周/秒, 也叫 50 赫兹。

以上讲的单相交流电产生和原理, 那么三相交流电又是怎样产生的呢? 现在看看三相同步发电机的示意图 2-3 和三相定子绕组感应电势波形图 2-4。三相发电机是在定子铁芯槽中绕有三组对称绕组, 它们彼此在空间相差 120 度, 每一组称为一相。转子也简化为一条形磁铁。当转子被原动机拖动并以恒定速度 (我国统一为每秒 50 转) 旋转起来时, 磁极 N 和 S 的磁力线便依次交替切割定子上的三相绕组。根据电磁感应原理可知, 这时在每相绕组中就会感应出大小和方向按周期变化的交变感应电势, 转子每转过一对磁极 (SN), 交变电势就变化 1 个周期, 电势的波形接近正弦波, 如图 2-4 所示。由于三相绕组在空间的位置是对称的, 因此三相绕组中的感应电势也是对称的, 但在时间上, 三相电势彼此相差三分之一周, 在角度上彼此相差 120 度。当发电机定子绕组接上三相平衡负载时, 就会输出

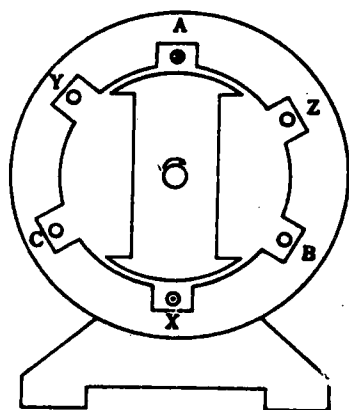


图 2-3 三相交流发电机示意图

对称的三相交流电流，即各相电流的波形和周期相同，但在时间上彼此相差三分之一周期的电压和电流。这种三相交流电，就是三相异步电动机能转动的基础。

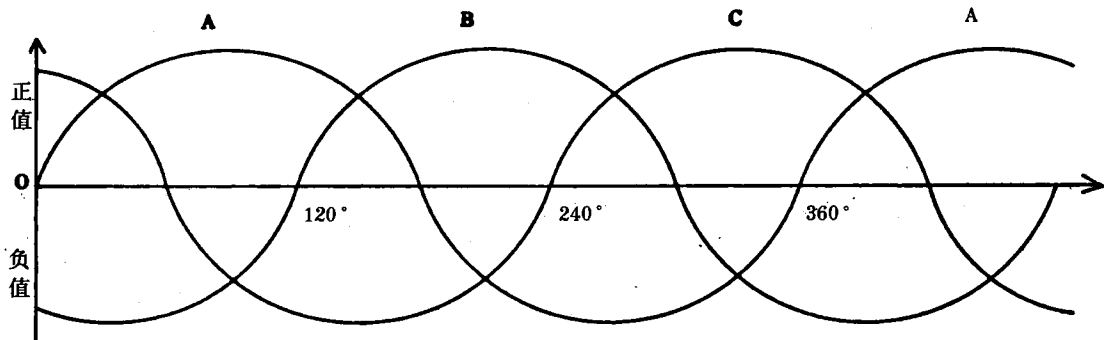


图 2-4 三相感应电势波形图

(二) 旋转磁场

所谓旋转磁场，就是按一定规律分布的磁场，围绕 1 个轴心在空间不断地旋转。当异步电动机的定子绕组中通入三相交流电时，气隙中就会产生 1 个旋转磁场，把定子获得的能量传递到转子上，转子也就转动起来。异步电动机的定子绕组是由许多个线圈连接而成的，所有线圈都按顺序放在定子铁芯槽里，然后依照一定规律连接起来，成为三相定子绕组。为了便于说明问题，我们以 2 极电动机为例，把分布在定子圆周上的三相绕组用 3 个相同的单匝线圈代替。它们在空间是对称分布的。也就是说，它们的始端 ABC（或末端 XYZ）在空间位置上互隔 120 度。我们把 3 个绕组接成星形，并接到对称的三相电源上，如图 2-5 所示。于是，在定子三相绕组中便通过三相对称电流 ABC 如图 2-6 为三相对称电流的波形图。为了分析方便，习惯规定电流为正值时是从绕组的始端流向末端，即电流流入纸面时用符号 $\otimes$ 表示，流出纸面时用符号 $\odot$ 表示，根据这个规定，我们分析在不同瞬间由三相电流所产生的磁场是什么情况。

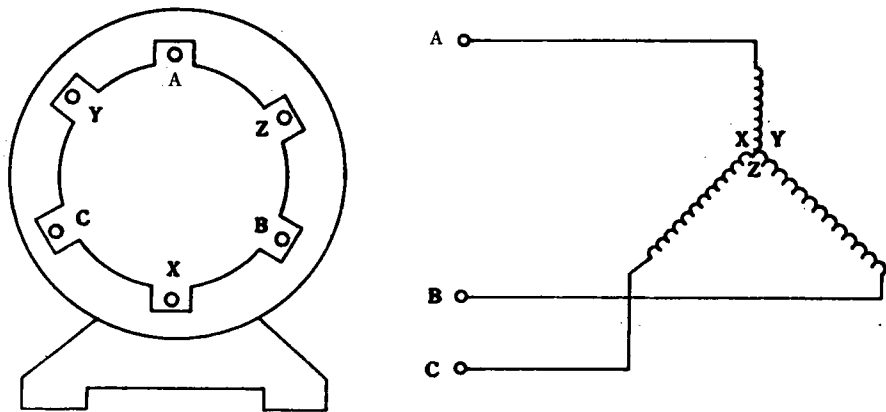


图 2-5 2 极异步电动机绕组及星形接法

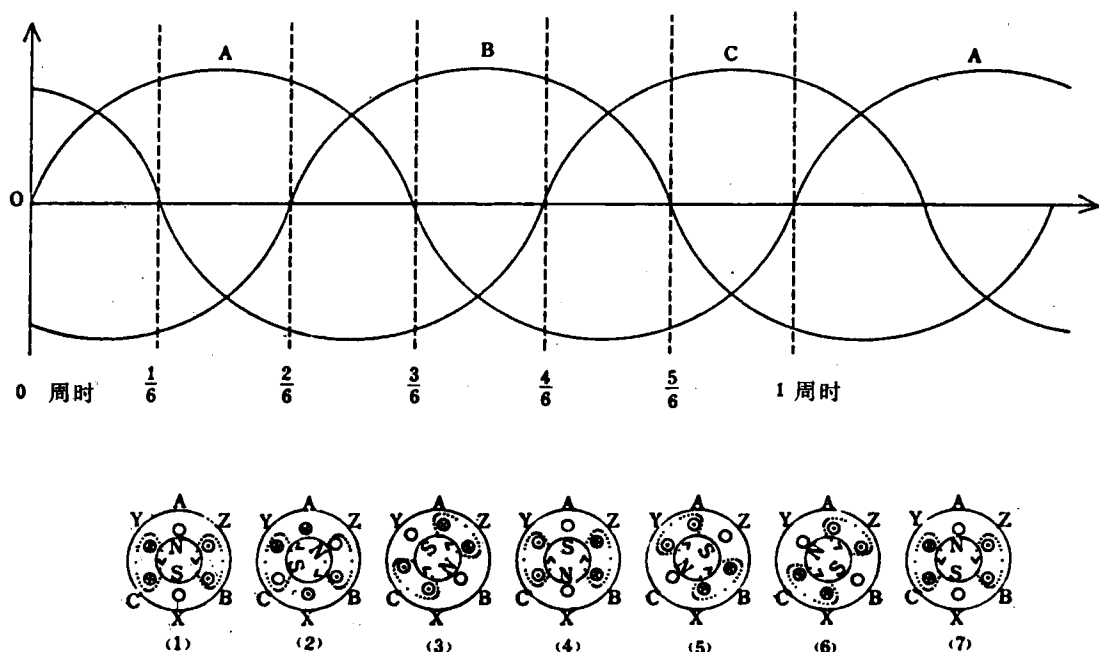


图 2-6 三相对称电流波形图及旋转磁场示意图

当在 0 周时瞬间, B 为负, 即电流从 B 相的末端 Y 流向始端 B (Y 为 $\otimes$, B 为 $\odot$); C 为正, 即电流 C 相绕组的始端 C 流向末端 Z (C 为 $\otimes$, Z 为 $\odot$); A 相绕组中的电流为 0, (A 为 0, X 为 0), 应用右手螺旋定则, 可以确定合成磁场的方向, 即 N 极在上, S 极在下, 如图 2-6-(1)

在 $\frac{1}{6}$ 周时瞬间, A 为正 (A 为 $\otimes$, X 为 $\odot$), B 为负 (B 为 $\odot$, Y 为 $\otimes$), C 为零 (C 为 0, Z 为 0)。从图 2-6-(2) 可以看出, 由 A、B 产生的合成磁场的方向比 0 周时按顺时针方向旋转了 60 度。

在 $\frac{2}{6}$ 周时瞬间, A 为正 (A 为 $\otimes$, X 为 $\odot$), C 为负 (C 为 $\odot$, Z 为 $\otimes$), B 为零 (B 为 0, Y 为 0)。从图 2-6-(3) 可以看出, 由 A、C 产生的合成磁场的方向比 $\frac{1}{6}$ 周时按顺时针方向又旋转了 60 度。

在 $\frac{3}{6}$ 周时瞬间, B 为正 (B 为 $\otimes$, Y 为 $\odot$), C 为负 (C 为 $\odot$, Z 为 $\otimes$), A 为零 (A 为 0, X 为 0)。从图 2-6-(4) 可以看出, 由 B、C 产生的合成磁场的方向比 $\frac{2}{6}$ 周时按顺时针方向又旋转了 60 度。

在 $\frac{4}{6}$ 周时瞬间, B 为正 (B 为 $\otimes$, Y 为 $\odot$), A 为负 (A 为 $\odot$, X 为 $\otimes$), C 为零 (C 为 0, Z 为 0)。从图 2-6-(5) 可以看出, 由 B、A 产生的合成磁场的方向比 $\frac{3}{6}$ 周时按顺时针方向又旋转了 60 度。

在 $\frac{5}{6}$ 周时瞬间, C 为正 (C 为 $\otimes$, Z 为 $\odot$), A 为负 (A 为 $\odot$, X 为 $\otimes$), B 为零 (B 为 0, Y 为 0)。从图 2-6-(6)可以看出, 由 C、A 产生的合成磁场的方向比 $\frac{4}{6}$ 周时按顺时针方向又旋转了 60 度。

在 1 周时瞬间, B 为负 (B 为 $\odot$, Y 为 $\otimes$), C 为正 (C 为 $\otimes$, Z 为 $\cdot$), A 为零 (A 为 0, X 为 0)。从图 2-6-(7)可以看出, 由 C、B 产生的合成磁场的方向比 $\frac{5}{6}$ 周时按顺时针方向又旋转了 60 度。同时又可看出, 它与 0 周时的合成磁场方向是一样的, 即磁场又转回到原来的样子。它已旋转了整整 1 周, 转过了 360 度。如是周而复始, 磁场则不断地旋转下去, 每秒钟旋转 50 周 (即 50 周波, 或叫 50 赫兹), 每分钟磁场则旋转 3000 转。

由此可见, 随着定子绕组中的三相电流的不断变化, 它所产生的合成磁场在空间也不断旋转。因此, 当三相交流电通入三相定子绕组时, 就能产生一个每分钟 3000 转的旋转磁场。

从以上分析可知, 获得旋转磁场的条件有两个: 第一个条件是定子要有一套三相对称的绕组, 由三组线圈组成的三相绕组的始端 (末端) 在空间的位置必须相隔 120 度; 第二个条件是在对称的三相绕组中通过对称的三相电流。

上面分析了一对磁极 (2 极) 的旋转磁场, 按电源频率 50 赫兹计算, 旋转磁场每分钟旋转 3000 转。若要获得两对磁极 (4 极) 的旋转磁场, 可把定子线圈的数目增加一倍 (相应的定子槽数也要增加一倍), 每相线圈的始端之间在定子内圆周上互成 60 度排列, 它们每相绕组由两线圈组串连而成。三相绕组连接成星形, 接在三相交流电源上, 在三相绕组中流过对称的三相交流电流, 即可产生 4 极的旋转磁场, 当交流电流过 1 个周期 (周波) 时, 磁场转过 $\frac{1}{2}$ 周, 即 180 度, 2 个周期磁场旋转 1 圈 (360 度)。所以 2 极电机 1 个周期磁场旋转 1 圈, 50 周波, 每分钟旋转 3000 转; 4 极电机 1 个周期磁场旋转 $\frac{1}{2}$ 圈, 每分钟旋转 1500 转; 6 极电机 1 个周期磁场旋转 $\frac{1}{3}$ 圈, 每分钟旋转 1000 转; 8 极电机 1 个周期磁场旋转 $\frac{1}{4}$ 圈, 每分钟旋转 750 转; 其余类推。因此, 电动机极数越多, 转速越慢。即 2 极 3000 转/分, 4 极 1500 转/分, 6 极 1000 转/分, 8 极 750 转/分……旋转磁场的转速, 一般称同步转速。

(三) 异步电动机工作原理

在空间彼此相隔 120 度的电动机三相绕组中, 通入在时间上彼此相差 $\frac{1}{3}$ 周期的对称三相交流电, 在定子内膛中就会产生 1 个旋转磁场。旋转磁场的磁力线通过定子和转子铁芯构成闭合回路。图 2-7 为一台具有最简单的三相绕组 2 极电动机的定子和转子。当定子绕组内通入三相交流电时, 即产生一个每分钟 3000 转的旋转磁场, 在某一瞬间, 磁场分布和磁力线构成的闭合回路其方向是由上向下的, 当磁场以同步转速顺时针方向旋转时, 由于转子笼条与旋转磁场间存在着相对运动, 转子笼条即切割此旋转磁场而产生感应电势, 电势的方向可用右手定则判定, 可以知道转子笼条上半部的感应电势方向是由里向外的, 笼条下半部的感应电势方向是由外向里的, 由于转子笼条是被端环短路的, 在感应电势的作用下, 转子鼠笼即产