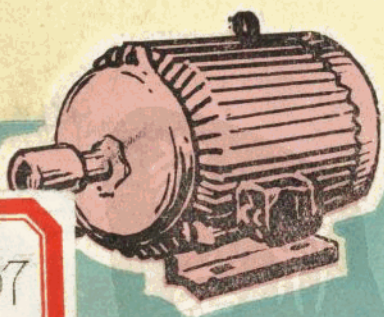


农用电动机 使用与修理



2537

辽宁人民出版社

一九七八年·沈阳

PDG

农用电动机使用与修理

鞍山冶金工业学校电气专业编

辽宁人民出版社

一九七八年·沈阳

内 容 提 要

本书主要介绍了农村中常用的三相鼠笼式异步电动机的选择、使用和常见故障检查与修理。第一章中简单介绍了三相鼠笼式异步电动机的构造和基本原理；第二章和第三章介绍了如何正确选择和使用电动机以及常见故障检查、修理方法；第四章介绍了定子绕组的类型及重绕的工艺过程。

本书可供农村知识青年和电工同志们学习参考。

毛主席语录

农业学大寨

农业的根本出路在于机械化

中国只有在社会经济制度方面彻底地完成社会主义改造，又在技术方面，在一切能够使用机器操作的部门和地方，统统使用机器操作，才能使社会经济面貌全部改观。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

目 录

第一章 三相鼠笼式异步电动机的结构与工作原理	1
第一节 三相鼠笼式异步电动机的构造	1
第二节 三相鼠笼式异步电动机的工作原理	6
第二章 三相鼠笼式异步电动机的使用与维护	14
第一节 三相鼠笼式异步电动机的铭牌和选择	14
第二节 三相鼠笼式异步电动机的系列	21
第三节 三相鼠笼式异步电动机使用前的检查与起动	22
第四节 三相鼠笼式异步电动机不能正常运行的原因 与故障处理	40
第五节 三相鼠笼式异步电动机的维护	50
第六节 三相鼠笼式异步电动机的定期检修与保养	52
第三章 三相鼠笼式异步电动机的修理	56
第一节 三相鼠笼式异步电动机的故障分析	56
第二节 三相鼠笼式异步电动机的拆卸与装配	58
第三节 定子绕组的故障检查与修理	61
第四节 机械故障的检查与修理	77
第四章 异步电动机定子绕组的重绕	79
第一节 异步电动机的定子绕组	79
第二节 定子绕组的下线工艺	100
第三节 定子绕组的浸漆与干燥	111
第四节 异步电动机检修后的试验	116

第一章 三相鼠笼式异步电动机 的结构与工作原理

电动机的种类很多。按使用电源的不同，电动机有直流电动机和交流电动机两种。交流电动机又有同步电动机和异步电动机(也叫感应电动机)两种。异步电动机又有单相异步电动机和三相异步电动机之分。单相异步电动机一般功率比较小，多用于日常生活上，例如电风扇、吹风机等。农业生产上用的电动机绝大多数是三相异步电动机。

三相异步电动机由于转子的构造不同，又有两种基本类型。一种是鼠笼式异步电动机，也叫做短路式异步电动机；另一种是绕线式异步电动机，也叫做滑环式异步电动机。

由于鼠笼式异步电动机的构造简单，坚固耐用，价格便宜，工作可靠，维护容易等许多突出的优点，目前在农业生产上，几乎全部都用三相鼠笼式异步电动机。本书只介绍三相鼠笼式异步电动机的构造和使用与维护知识。

第一节 三相鼠笼式异步 电动机的构造

鼠笼式异步电动机由两个基本部分组成：不动的定子和旋转的转子。转子用两个端盖固定在定子内腔中心，两者之

间为空气隙。三相鼠笼式异步电动机的外形和部件如图 1—1 所示。

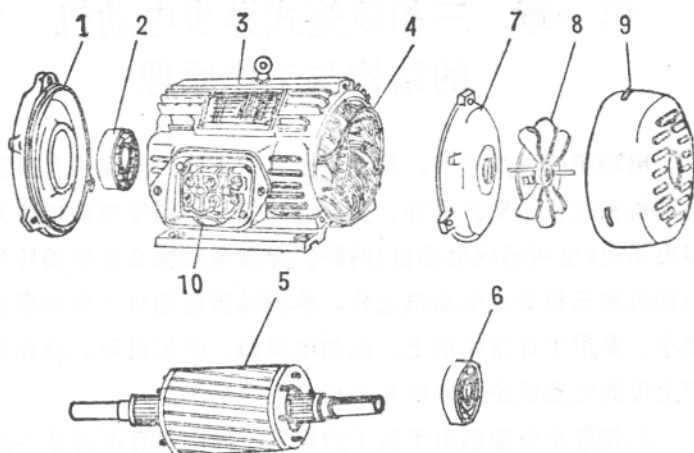


图 1—1 三相鼠笼式异步电动机的外形和部件

1—端盖 2—轴承 3—机座 4—定子 5—转子 6—轴承
7—端盖 8—风扇 9—风罩 10—接线盒

一、定 子

定子是电动机的不转动部分，它由机座、定子铁芯和定子绕组、端盖等部分组成。现在分别说明如下：

1. 机座

机座的作用是固定和保护定子铁芯和定子线组，并支撑住两个端盖，是电动机的主要支架。机座一般是用铸铁铸成的，机座的侧壁上设有出风口或散热筋，以利通风和增加散热面积。

2. 定子铁芯

定子铁芯是压装在机座内膛的，它由冲成圆环形的厚度为 $0.35 \sim 0.5$ 毫米的硅钢片叠压而成。为了减小铁芯的涡流损失，片间涂有绝缘漆。

在定子铁芯的内圆上均匀地冲有槽口，供嵌放绕组之用，如图 1—2 所示。

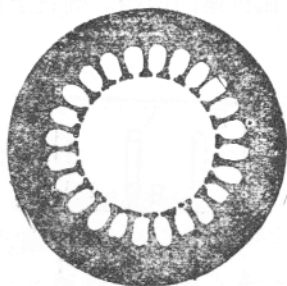


图 1—2 定子铁芯冲片

3. 定子绕组

定子绕组分为三相，按着一定的规律嵌放在定子铁芯的槽中。

为了接线方便，三相绕组的六个线头，全部从内部引出来，接在电动机的接线盒上，如图 1—3 所示。

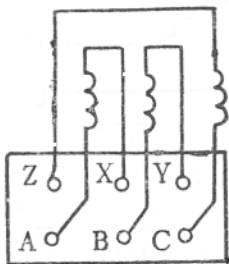


图 1—3 定子绕组接线盒

$\sqrt{3}$ 倍 ($\sqrt{3} = 1.736$)，则绕组作星形连接 (见图 1—5)。

4. 端盖

端盖是用来支持转子并遮盖电动机两端用的，它用螺钉

定子绕组有三角形 (Δ) 和星形 (Y) 两种接法。如果电源电压 (线电压) 等于电动机每相绕组的额定电压，那么绕组作三角形连接 (见图 1—4)；如果电源电压是每相绕组额定电压的

固定在机座的两端。端盖上还装有轴承和轴承盖，电动机的

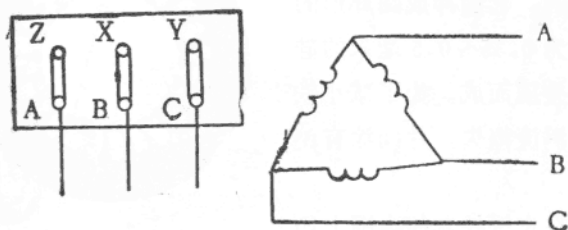


图 1—4 三角形连接

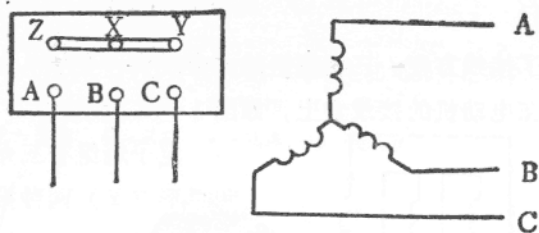


图 1—5 星形连接

转轴在轴承内旋转。端盖和轴承盖一般都是用铸铁铸成的。轴承盖的功用是保护轴承和防止润滑油外流。

二、转 子

转子是电动机的转动部分。转子和定子之间有空气隙，

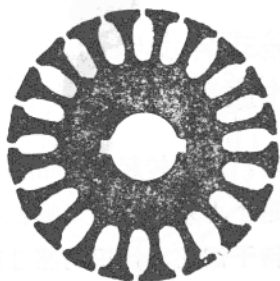


图 1—6 转子铁芯冲片

一般小型电动机的空气隙为 $0.35 \sim 0.5$ 毫米，大型电动机约为 $1 \sim 1.5$ 毫米。

转子由转轴、铁芯和转子绕组（笼条）组成。转轴一般用中碳钢制成。转子铁芯用 $0.35 \sim 0.5$ 毫米厚的硅钢片叠成，如图 1—6 所示。在转子外圆周上冲有槽口，槽内嵌入导体（铜条或铝条），并在两边用端环短接起来，构成了一个鼠笼式转子绕组，如图 1—7 所示。鼠笼式异步电动机便因此而得名。现在生产的中小型电动机，转子槽内的导体、端环以及通风用的风扇叶是一起用铝铸成的，如图 1—8 所示。

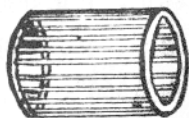


图 1—7 鼠笼式异步电动机转子导体

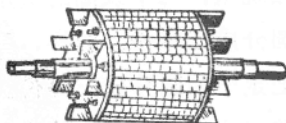


图 1—8 鼠笼式异步电动机的铸铝转子

第二节 三相鼠笼式异步电动机的工作原理

我们看到电动机接上电源以后，就能转起来，带动水泵或其它机械进行工作。电动机的这个力是从何而来呢？我们要牢记毛主席的教导：“认识有待于深化，认识的感性阶段有待于发展到理性阶段”。本节将分析异步电动机的定子绕组，接通电源以后，产生什么样的磁场；转子又怎样受力而转起来。

一、电动机定子绕组的旋转磁场

三相交流电通入定子绕组时，就会形成一个以一定方向旋转的磁场，即称为旋转磁场。旋转磁场的建立有两个必须的条件：

第一、三相绕组在定子铁芯的圆周上互差 120° 的间隔均匀分布，如图 1—9 (a) 所示。图中一个线圈就相当于定子的一相绕组，三个线圈的头用 A、B、C 标记，它正好把定子内圆分成三等份。同样，三个线圈的尾用 x、y、z 标记，也把定子内圆分成三等份。因为一个圆周是 360° ，三个线圈相差三分之一圆周，这样即达到三相绕组互差 120° 的目的，每个线圈的头和尾之间相差 180° 。我们把三个线圈的尾接在一起就成星形接法，接线图如 1—9 (b) 所示。

第二、通入三相定子绕组的三相交流电是三个变化规律一样的单相交流电，三相电流到达最大值的时间互差为三分

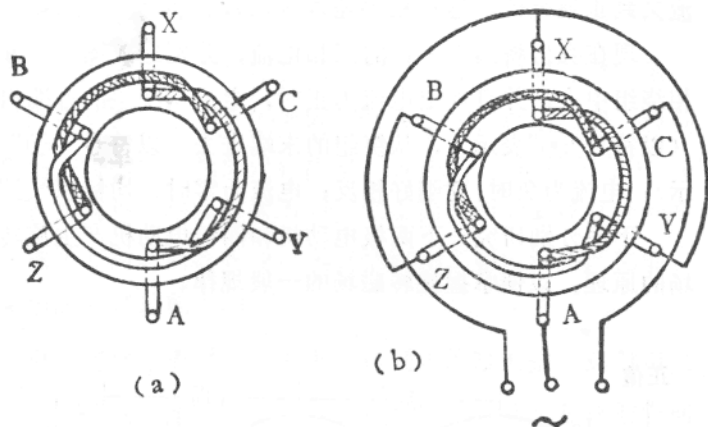


图 1—9 定子绕组分布情况
(a) 定子三相绕组 (b) 绕组星形连接

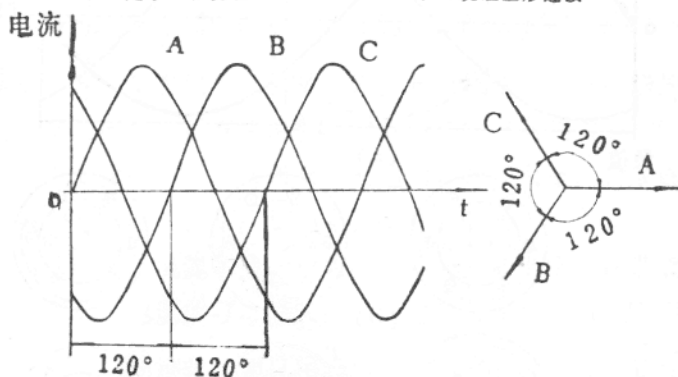


图 1—10 三相交流电

之一周期(120°), 如图 1—10 所示。三相电流到达正的最大值的顺序, 叫做三相交流电的相序。例如, 当 A 相电流到正的最大值后, 隔三分之一周期 B 相电流到正最大值, 又过三分之一周期 C 相电流到正最大值。再过三分之一周期 A 相电

流又到正最大值，这种相序是A B C A。

现在我们将图 1—10 的三相电流，分别通入图 1—9 三相绕组中去，并且规定电流为正时，电流从绕组的首端出来（以符号“ $\odot$ ”表示），从绕组的末端进去（以符号“ $\oplus$ ”表示）；电流为负时，则刚好相反；电流为零时，均标以“ $\circ$ ”。

下面分别研究一下两极电动机和四极电动机产生旋转磁场的原理，以便掌握旋转磁场的一般规律。

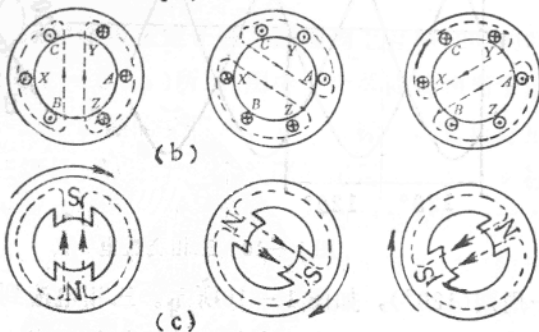
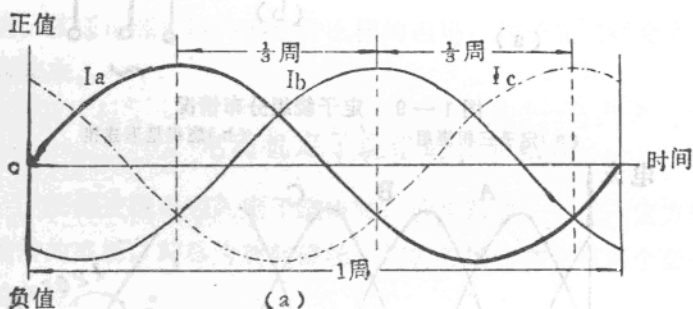


图 1—11 两极电动机的旋转磁场

(a) 三相电流变化的规律 (b) 旋转磁场的旋转情况 (c) 旋转磁场相当于圆环形永久磁铁的旋转

两极电动机的旋转磁场如图 1—11 所示。当 A 相电流达到正的最大值时，B 相电流和 C 相电流都是负的 $\frac{1}{2}$ 最大值。这时电流从 A、Y、Z 进线圈，从 X、B、C 出线圈。线圈的磁场方向由右手螺旋定则决定。方法是，用右手握住导线，翘起拇指并指向电流方向，其余四指的方向就是导线产生的磁场方向。由此原理，在这个时刻三相电流所产生的合成磁场的方向是朝上的。

电流变化 $\frac{1}{3}$ 周时，B 相电流达到正的最大值。这时电流从 B、X、Z 进线圈，从 Y、A、C 出线圈，合成磁场的方向是从左向右，磁场沿着 $A \rightarrow B \rightarrow C$ 的方向旋转了 120° 。

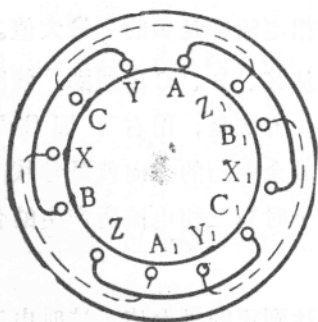
电流再变化 $\frac{1}{3}$ 周时，C 相电流达到正的最大值。这时电流从 C、X、Y 进线圈，从 Z、A、B 出线圈，合成磁场的方向是从右向左，磁场又沿着 $A \rightarrow B \rightarrow C$ 的方向旋转了 120° 。

电流变化一周时，A 相电流又达到正的最大值，合成磁场又恢复开始时的位置，依此类推，往复旋转。

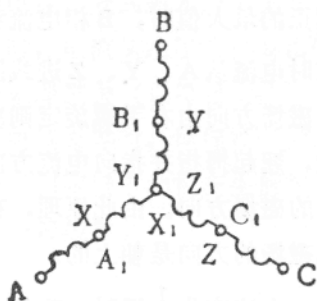
由此可见，电流每变化一周时，合成磁场沿定子铁芯旋转一个圆周。电流的频率是 50 赫时，电流每变化一周只用 $\frac{1}{50}$ 秒，所以磁场旋转一周只用 $\frac{1}{50}$ 秒的时间，每分钟旋转磁场的转数为 3000 转。

图 1—12(a) 是四极电动机的绕组分布情况。三相绕组由六个线圈组成，由线圈 AX 和 A_1X_1 串联组成 A 相绕组，线圈 BY 和 B_1Y_1 串联组成 B 相绕组，线圈 CZ 和 C_1Z_1 串联组成 C 相绕组。如果把 $X_1Y_1Z_1$ 接在一起，就是四极电动机的星形连接，如

图 1—12(b)所示。



(a)



(b)

图 1—12 四极电动机的绕组分布示意图
(a)绕组断面图 (b)星形接线图

将图 1—10 的三相交流电通入图 1—12 的定子绕组中，即可产生图 1—13 所示的四极旋转磁场。

它与两极电动机不同的是，当交流电变化一个周期时磁场只转半圈，交流电变化两个周期时旋转磁场才能转一圈。如交流电的频率是 50 赫，则磁场每秒钟只转 25 圈，每分钟转 1500 圈，正好是两极旋转磁场的一半。

我们通过以上两极旋转磁场和四极旋转磁场的分析，可得出以下的结论：

(1) 定子绕组通入三相交流电以后，可以产生一个旋转磁场。

(2) 旋转磁场的转速和定子绕组的磁极对数成反比例。即：
$$n_1 = \frac{60 \times f}{P} \text{ 转/分}$$
 (P 表示磁极对数)。

(3) 旋转磁场的旋转方向，由三相交流电的相序而

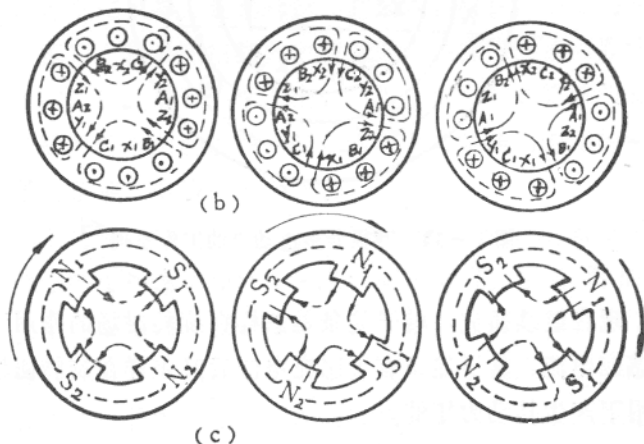
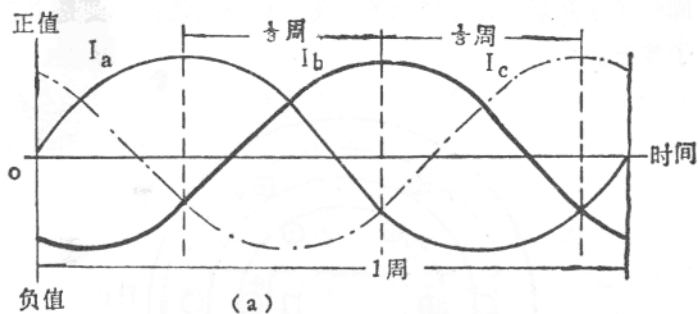


图 1—13 四极电动机的旋转磁场

(a)三相电流的变化规律；(b)旋转磁场的旋转情况；(c)旋转磁场相当于圆环形永久磁铁的旋转。

定。如果把三相当中的任意两相互换，旋转磁场的方向就会改变。

二、电动机转子笼条中的感应电流

图 1—14所示是两极异步电动机的工作原理图。图上外

圈许多小圆表示定子绕组的导体，内圈的许多小圆是表示转子笼条。

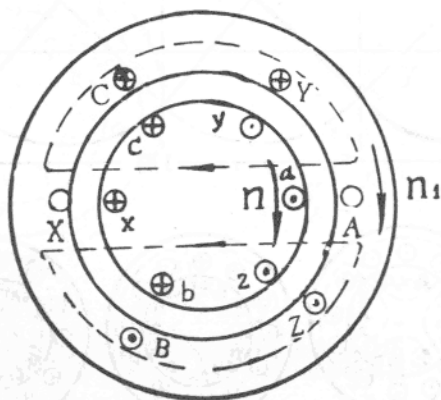


图 1—14 两极异步电动机的工作原理

现在继续研究，转子笼条是怎样在旋转磁场的作用下产生感应电流，转子笼条有了感应电流后又怎样在旋转磁场的作用下产生转动力矩的。

上面已经讲过，当定子绕组刚与电源接通时，产生旋转磁场。但这时转子还没有转动，所以转子笼条就切割磁力线产生感应电流，感应电流的大小与笼条切割磁力线的速度和旋转磁场的强弱有关。感应电流的方向用右手定则来判断。

但必须注意：右手定则是在磁场不动而导线运动时，判断感应电流方向的方法。我们现在研究的与其相反，是导线不动，而磁场在旋转的情况下，因此，这里不能直接应用右手定则。我们可以应用相对运动的方法，把旋转的磁场看成