



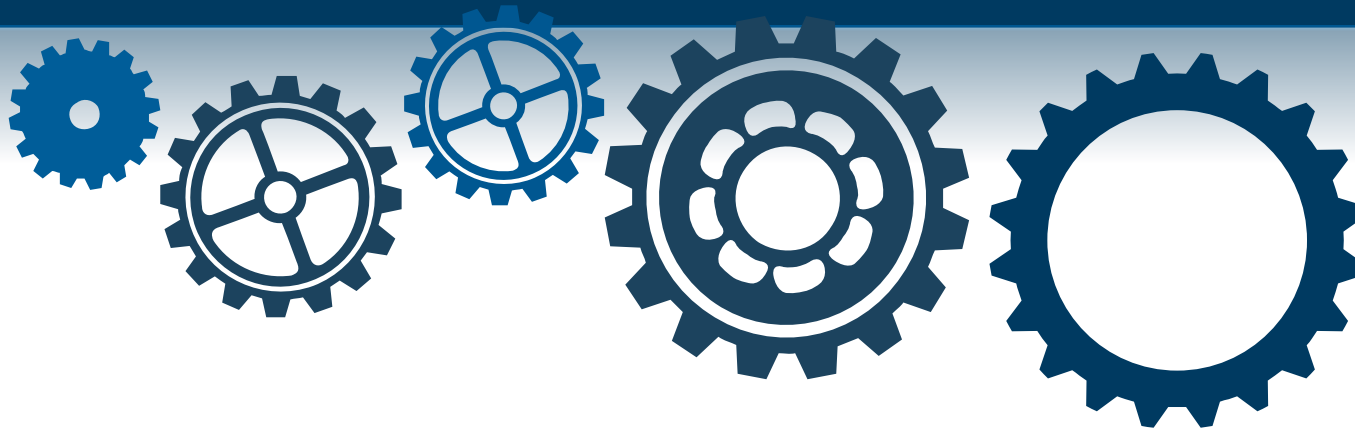
电工电子技术

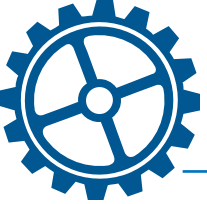


第6章



三相异步电动机





第6章 三相异步电动机

学习目标

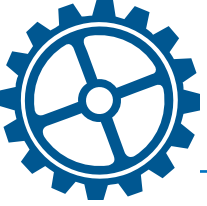
1. 了解三相异步电动机的结构和工作原理。
2. 了解三相异步电动机的铭牌和主要参数。
3. 掌握三相异步电动机的选择和安装方法。
4. 了解三相异步电动机的维护。

育人目标

了解先辈们为我国电机技术做出的贡献，激发学生的奋斗精神和家国情怀。

The slide features several blue gear icons of various sizes and designs. One gear with three internal segments is at the top center. To its right is a smaller gear. Below the title bar, there are four gears: a small one on the left, a medium one with four spokes, a large one with eight teeth, and another medium one with four spokes on the right.

6.1 三相异步电动机的结构



6.1 三相异步电动机的结构

三相异步电动机主要包括定子（固定部分）和转子（旋转部分）两大部件，图6-1所示为笼式三相异步电动机的结构。

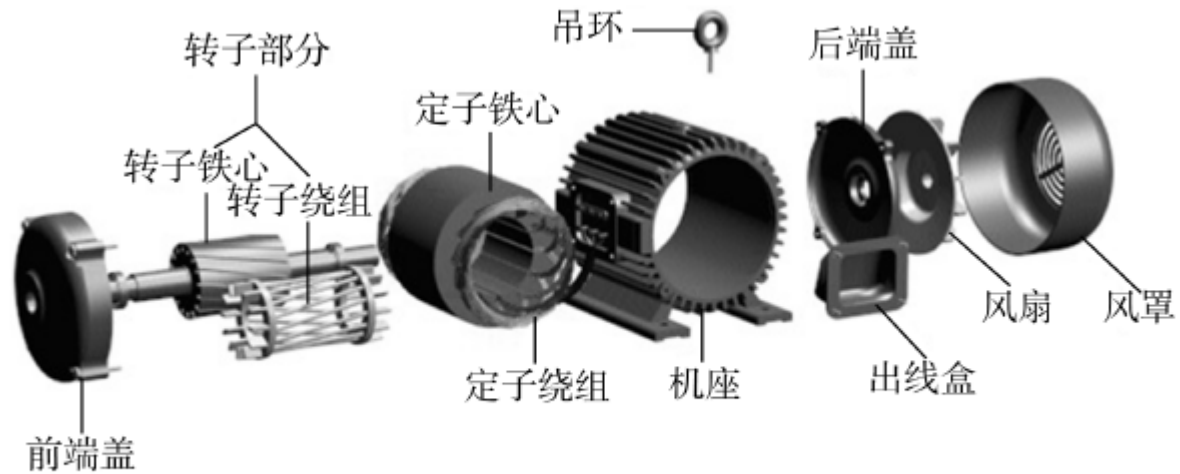
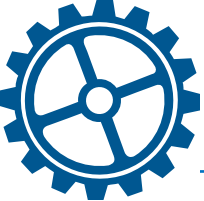


图 6-1 笼式三相异步电动机的结构



6.1 三相异步电动机的结构

6.1.1 定子

定子由定子铁心、定子绕组和机座组成，如图6-2所示。定子铁心做成圆筒状，通常由0.5 mm厚的相互绝缘的硅钢片压叠而成，是电动机主磁路的一部分。在其内圆周上有均匀分布的槽，用来放置对称的定子绕组。当对称（空间上）的定子绕组通入对称的三相电流时，就可在定子铁心内产生旋转磁场。

定子绕组的三个首端 U_1 、 V_1 、 W_1 和三个末端 U_2 、 V_2 、 W_2 都从机座上的接线盒中引出，如图6-3所示。定子绕组可接成星形，如图6-3a所示；也可接成三角形，如图6-3b所示。实际使用时，应根据铭牌上的规定连接。

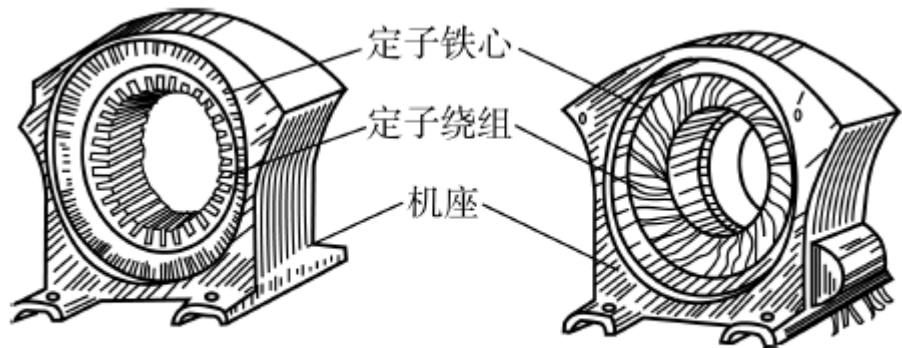


图 6-2 定子结构

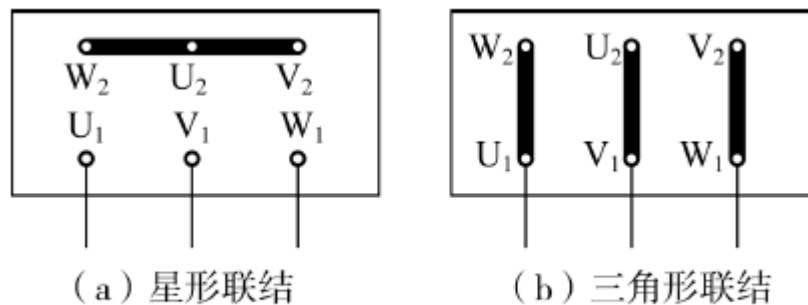
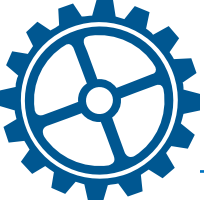


图 6-3 定子绕组的连接



6.1 三相异步电动机的结构

6.1.2 转子

转子是电动机的旋转部分，由转子铁心、转子绕组和转轴组成。转子铁心也是由0.5 mm厚的硅钢片叠成的圆柱体，固定在转轴上，转轴上加机械负载，转子圆周外表面设有槽孔，用以嵌置转子绕组。转子的构造分为笼式和绕线式两种。

笼式转子是用铜条和铜环焊接成的笼形闭合电路，如图6-4a所示。

对于中小型电动机，为了降低成本，常见的是在槽中浇铸铝液，铸成如图6-4b所示的转子，此类转子不仅制造简单，而且坚固耐用。

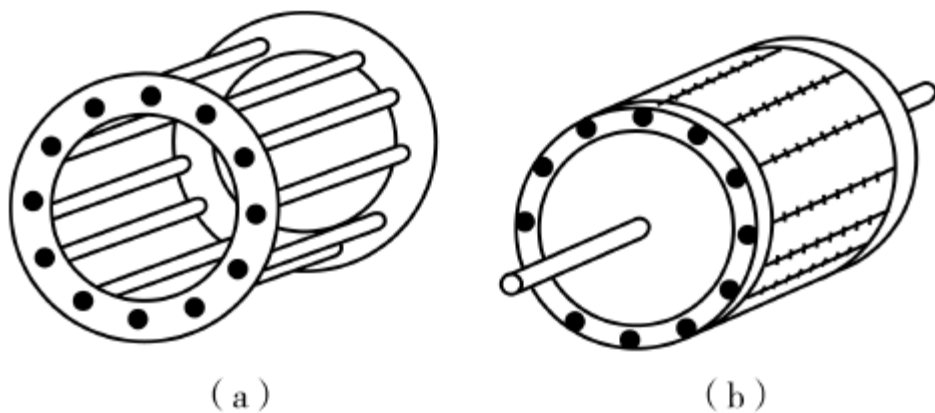
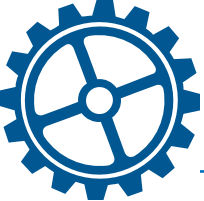


图 6-4 笼式转子



6.1 三相异步电动机的结构

绕线式转子的结构如图6-5所示。通常把转子绕组的三个末端接在一起，组成星形联结，三个首端分别接到固定在转轴上的三个铜滑环上，滑环除相互绝缘外，还与转轴绝缘。在各个滑环上分别放置着固定不动的电刷，通过电刷与滑环的接触，使转子绕组与外加变阻器接通，以便起动电动机。正常运转时，把外加变阻器转到零位，以使转子绕组的三个首端短接。

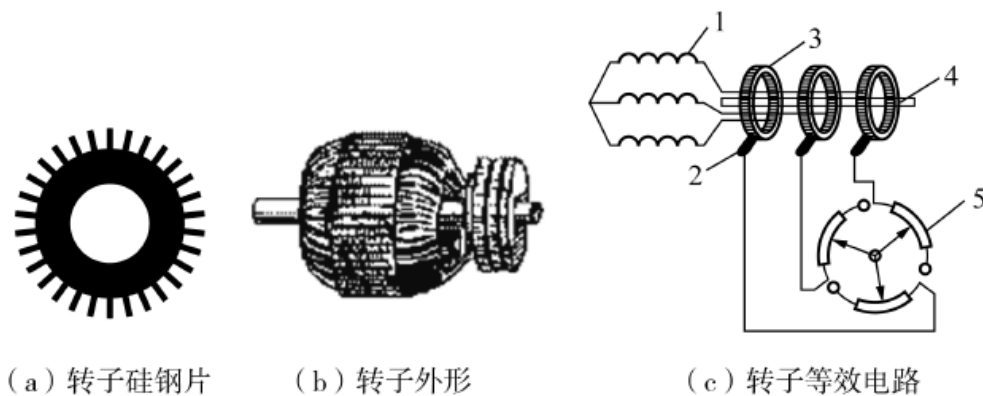


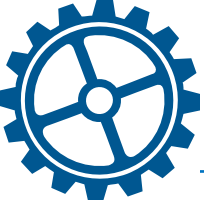
图 6-5 绕线式转子的结构

1—绕组 2—电刷 3—滑环 4—转轴 5—外加变阻器

笼式和绕线式这两类异步电动机只是在转子结构上有所不同，其工作原理则完全一样。笼式异步电动机应用较为普遍；绕线式异步电动机具有较好的起动和调速性能，一般用于起动频繁和要求在一定范围内调速的场合，如大型立式车床和起重设备等。

The image features several blue gear icons of various sizes and designs scattered around a central dark grey rounded rectangle. There are two gears at the top, one large gear with a central hub and three spokes, and one smaller gear. Below the rectangle, there are four gears: one small gear, one medium gear with a central hub and three spokes, one large gear with a central hub and three spokes, and one medium gear with a central hub and three spokes.

6.2 三相异步电动机的工作原理



6.2 三相异步电动机的工作原理

6.2.1 旋转磁场的产生

三相异步电动机定子绕组是由三相对称绕组构成的，其各相绕组的首端分别用 U_1 、 V_1 、 W_1 表示，末端分别用 U_2 、 V_2 、 W_2 表示，三相绕组 W_1W_2 、 U_1U_2 、 V_1V_2 在空间上互成 120° 角。把它们连接成星形，如图6-6所示。

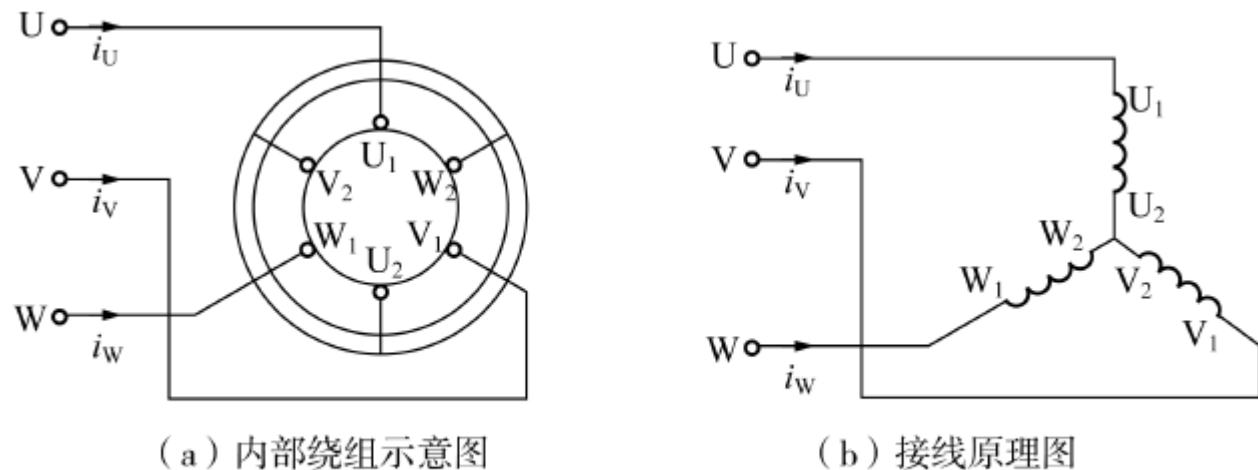


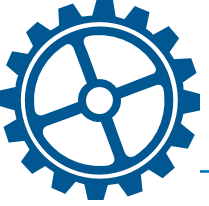
图 6-6 三相异步电动机定子绕组星形联结示意图

通入三相对称电流：

$$i_U = I_m \sin \omega t$$

$$i_V = I_m \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$i_W = I_m \sin(\omega t + 120^\circ)$$



6.2 三相异步电动机的工作原理

三相对称电流波形如图6-7a所示。

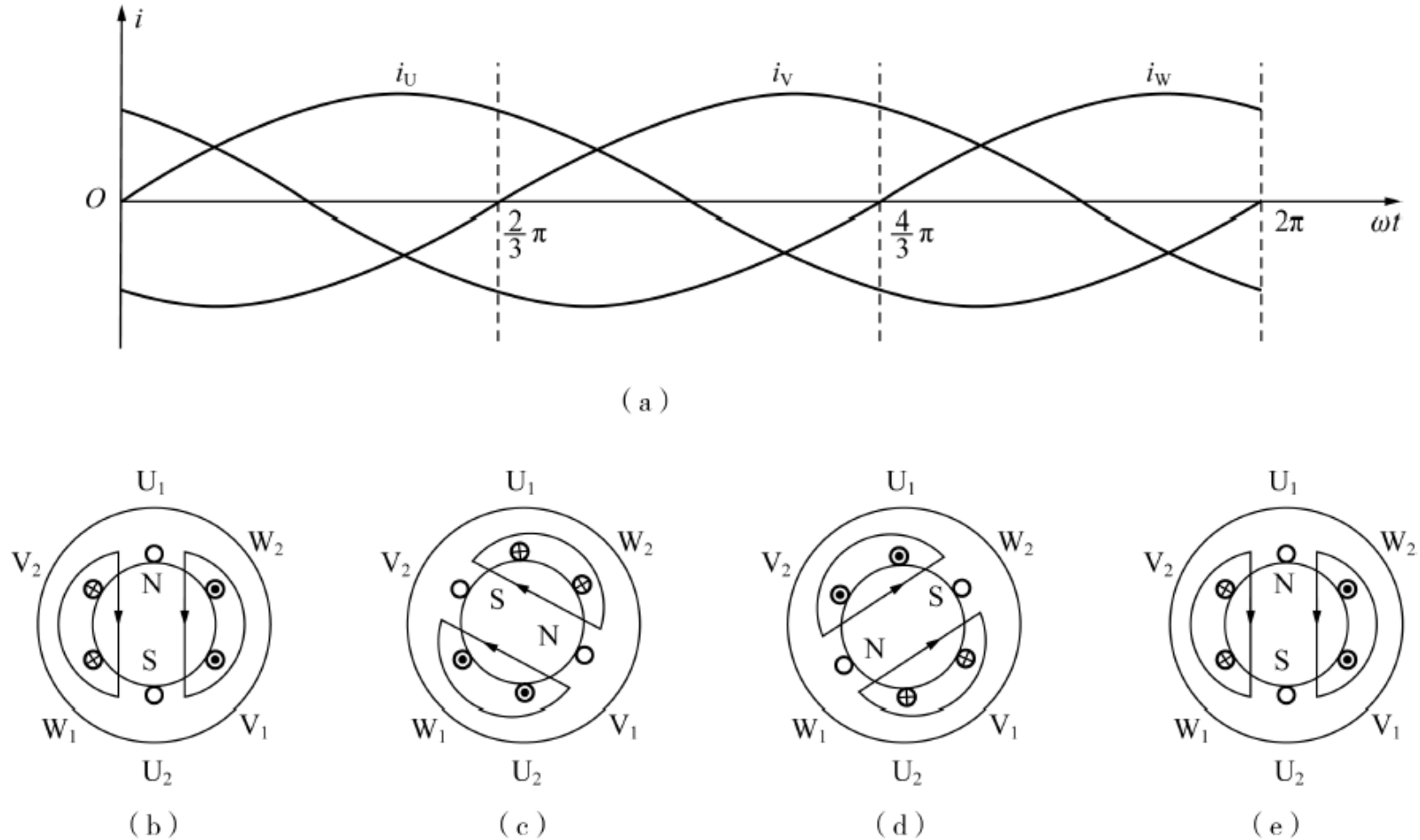
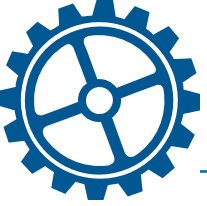
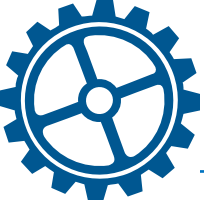


图 6-7 两极定子绕组的旋转磁场示意图



6. 2三相异步电动机的工作原理

绕组中电流的实际方向可由对应瞬时电流的正负来确定。为此，我们规定：当电流为正时，其实际方向从首端流入，从末端流出；当电流为负时，其实际方向从末端流入，从首端流出；电流流入端用 \ominus 表示，流出端用 \odot 表示。三相绕组各自通入电流以后，将分别产生它们自己的交变磁场，也同时产生了“合成旋转磁场”。当 $\omega t=0$ 时， $i_U=0$ ，绕组 U_1U_2 内没有电流； i_V 是负值，电流从 V_2 流入，从 V_1 流出； i_W 为正值，电流从 W_1 流入，从 W_2 流出。根据右手螺旋定则，可以判断出此时的合成磁场方向指向下方，即定子上方为N极，下方为S极，如图6-7b所示。当 $\omega t=2/3\pi$ 时， i_U 为正值，电流从 U_1 流入，从 U_2 流出； i_W 为负值，电流从 W_2 流入，从 W_1 流出，其合成磁场的方向如图6-7c所示，它沿顺时针方向转了 120° 。同理可以得出 $\omega t=4/3\pi$ 、 2π 时的合成磁场，如图6-7d、e所示。



6.2 三相异步电动机的工作原理

由上述分析不难看出，对于如图6-8a所示的定子绕组，通入三相对称电流后，将产生磁极对数 $p=1$ 的旋转磁场，且电流每变化一个周期，旋转磁场在空间上旋转一周。旋转磁场的磁极对数 p 与定子绕组的布置有关，如果每相绕组由两个串联的线圈组成，如图6-8b所示，那么当三相对称电流通过这些线圈时，就会产生两对磁极的旋转磁场，且电流每变化一个周期，旋转磁场在空间上就旋转半周。

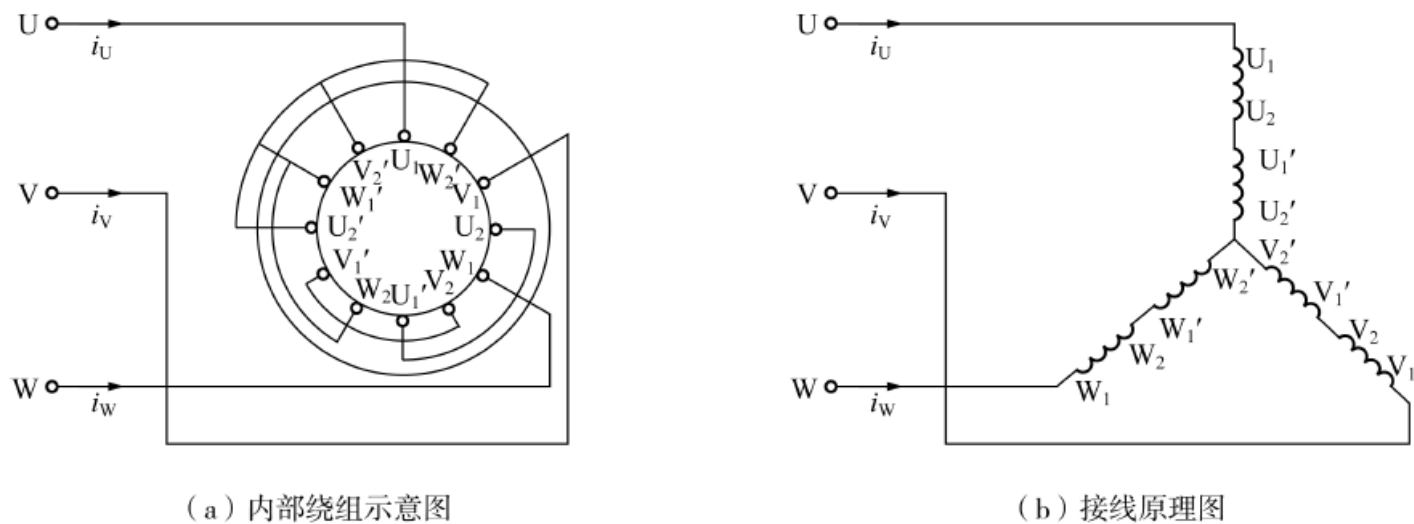
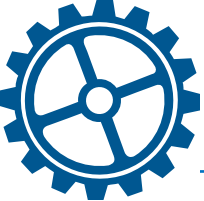


图 6-8 四极定子绕组的分布与连接



6.2 三相异步电动机的工作原理

6.2.2 旋转磁场的转速与转向

根据上述分析，电流变化一个周期，两极定子绕组 ($p=1$) 的旋转磁场在空间上旋转一周，用 f_1 表示电流的频率，用 n_1 表示旋转磁场的转速，则

$$n_1 = 60 f_1$$

对于四极定子绕组 ($p=2$)，电流变化一个周期，旋转磁场在空间上只旋转了半周，故有

$$n_1 = \frac{60 f_1}{2}$$

依此类推，具有 p 对磁极的异步电动机，其旋转磁场的转速为

$$n_1 = \frac{60 f_1}{p}$$

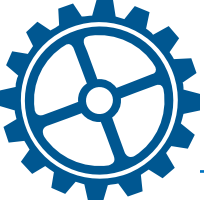
我国标准工业用电频率为 $f_1=50$ Hz，因此不同磁极对数的电动机所对应的旋转磁场转速也不同，具体见表6-1。

表 6-1 磁极对数与旋转磁场转速的对应关系

p	1	2	3	4	5
$n_1 / (\text{r/min})$	3 000	1 500	1 000	750	600

旋转磁场的转速 n_1 又称同步转速。

改变三相交流电的相序，即将三相电源线中的任意两相对调（如W、U），旋转磁场的转向将改变。



6.2 三相异步电动机的工作原理

6.2.3 转动原理

三相异步电动机转动原理示意图如图6-9所示。

为简单起见，图中用一对磁极来进行分析。定子绕组接通对称三相电源后，绕组中便有三相电流通过，在空间产生了旋转磁场。转子导线在旋转磁场的作用下产生感应电动势，感应电动势的方向用右手定则来判断。感应电动势在转子的闭合电路中产生感应电流，此电流在旋转磁场中所受力的方向可用左手定则来判断，安培力对转子的作用形成转矩，在转矩的作用下，转子跟随旋转磁场同向转动，但转子的转速 n 一定小于旋转磁场的转速 n_1 。因为若 $n=n_1$ ，则转子和旋转磁场间就不存在相对运动，即转子绕组不切割磁感线，转矩等于零，转子就不能维持转动。由于转子的转速 n 与同步转速 n_1 间存在着一定的差值，故将这种电动机称为异步电动机。通常把 n_1 和 n 的差值与 n_1 的比值称为异步电动机的转差率，用 s 表示，即

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1}$$

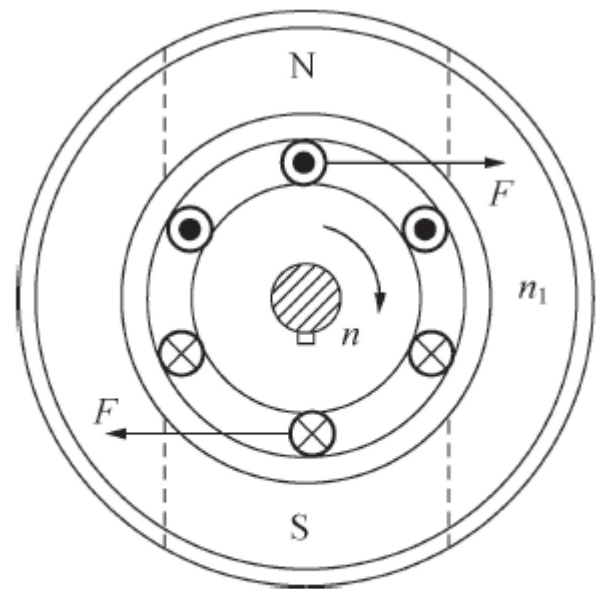
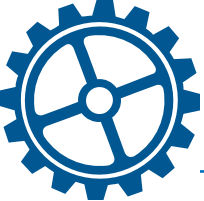


图 6-9 三相异步电动机转动原理示意图



6.2 三相异步电动机的工作原理

或用百分数表示

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

转差率 s 是描述异步电动机运行情况的一个重要物理量。在电动机起动瞬间， $n=0$ ，这时 $s=1$ 。由此可见，转差率 s 的变化范围为 $0\sim 1$ ，随着转子转速的增高，转差率变小，额定情况运行时，转差率一般为 $0.02\sim 0.06$ 。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/788006142142007011>