

其值大约为额定电流的 20%~40%。带上负载后,随着负载  $P_2$  的增加,  $I_1$  逐渐增大。

#### (4) 三相异步电动机的功率因数 $\cos \varphi_1$

当  $P_2=0$  即空载时,由于没有输出机械功率,定子电流基本上用来产生旋转磁场,输入功率仅用于电动机本身的损耗,故功率因数很低,为 0.1~0.2。带上负载后,随着  $P_2$  的增加,  $\cos \varphi_1$  开始上升较快,并逐渐到达最大值,此后又会随着  $P_2$  的继续增大而稍有下降。

#### (5) 三相异步电动机的效率 $\eta$

当  $P_2=0$  时,  $\eta=0$ 。随着  $P_2$  的增加,  $\eta$  较快地上升。通常在额定负载的 70%~100% 范围内的某一点达到最大效率。此后,  $\eta$  随着  $P_2$  的增加而稍有下降。

电动机输出机械功率  $P_2$  的大小是由它所拖动的机械负载决定的。在一定的机械负载下,电动机的电磁转矩和负载的反转矩相平衡,以某一转速稳定运行。当机械负载的大小发生变化时,电动机的输出功率相应变化,电磁转矩、转速、定子电流、功率因数和效率等均随之变化,其变化情况可由图 4-34 清楚地看出。

从图 4-34 所示的三相异步电动机的工作特性可以看出,异步电动机在轻载或接近空载时,其功率因数和效率都比较低,因此在选用电动机时,应选择恰当的额定功率,使电动机处在满载或接近满载的情况下工作。

## 4.2.4 三相异步电动机的启动

三相异步电动机与电源接通以后,如果电动机的启动转矩大于负载反转矩,则转子从静止开始转动,转速逐渐升高至稳定运行,这个过程称为启动。三相异步电动机常用的启动方法有下列几种。

### 1. 直接启动

直接启动是在启动时把电动机的定子绕组直接接入电网。电动机在启动瞬间,由于旋转磁场与转子之间相对速度很大,转子电路中的感应电动势及电流都很大。转子电流的增大,将会引起定子电流的增大,因此在启动时,定子电流往往比额定值要大 4~7 倍。这样大的启动电流会使供电线路上产生过大的电压降,不仅会使电动机本身启动时转矩减小,还会使接在同一电网上的其他负载因电压下降而工作不正常。直接启动的主要优点是简单、方便、经济、启动过程快,是一种适用于中小型笼型异步电动机的常用方法。当电源容量相对于电动机的功率足够大时,应尽量采用此法。

### 2. 降压启动

降压启动的目的是减小电动机启动时对电网的影响,其方法是在启动时降低电动机的电源电压,待电动机转速接近稳定时,再把电压恢复到正常值。由于电动机的转矩与其电压平方成正比,所以降压启动时转矩亦会相应减小。降压启动的具体方法主要有以下两种:

#### (1) 星形-三角形 (Y- $\Delta$ ) 换接启动

这种方法适用于正常运行时定子绕组为三角形连接的笼型电动机。图 4-35 为笼型电动机 Y- $\Delta$  换接启动的原理电路。在启动时,开关  $S_2$  向下闭合,使电动机的定子绕组为星形连接,这时每相绕组上的启动电压只有它的额定电压的 1/3。当电动机到达一定转速后,迅速把  $S_2$  向上合,定子绕组转换成三角形连接,使电动机在额定电压下运行。采用这种启动方式,电动机的启动电流是直接启动时的 1/3。但由于转矩与电压平方成正比,故启动转矩也降低到直接启动时的 1/3,使用时必须注意启动转矩能否满足要求。



### (2) 自耦减压启动

此法适用于正常运行时定子绕组为星形连接或正常运行时为三角形连接但启动时降压不为  $1/3$  的笼型三相异步电动机。图 4-36 为自耦减压启动的线路图。启动时,电动机连接在自耦变压器的低压侧,若自耦变压器的降压比为  $K_A(K_A < 1)$ ,电动机的启动电压  $U' = K_A U$ 。当电动机达到一定转速时,将开关  $S_2$  由“启动”侧切换至“运行”侧,使电动机获得额定电压而运转,同时将自耦变压器与电源断开。采用此法启动时电动机的启动电流和启动转矩都是直接启动时的  $K_A$  倍。通常自耦变压器的  $K_A$  有几挡,选择恰当的  $K_A$  可获得合适的启动转矩和启动电流。

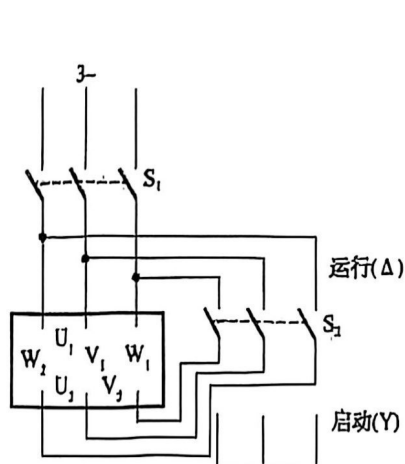


图 4-35 Y-Δ 换接启动原理电路图

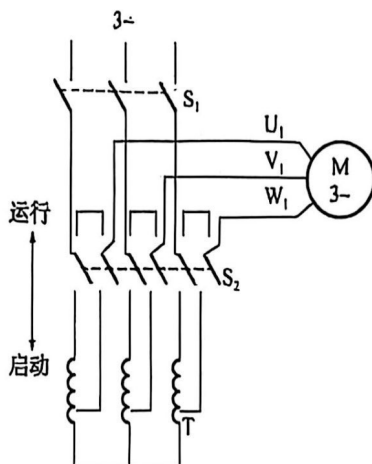


图 4-36 自耦减压启动的线路图

### (3) 转子串接电阻启动

仅适用于绕线转子异步电动机。转子电路串入电阻启动,既可以限制启动电流,又可以提高启动转矩。若选择适当的电阻串入,使  $S'_m = 1$ ,则启动转矩  $T'_m$  等于最大转矩  $T_m$ 。在电动机启动过程中应将串入的电阻逐渐短接。

## 3. 三相异步电动机的反转

在三相异步电动机的工作原理中已指出,三相异步电动机的旋转方向是与旋转磁场的旋转方向一致的。由于旋转磁场的旋转方向取决于产生旋转磁场的三相电流的相序,因此要改变电动机的旋转方向只需改变三相电流的相序。实际上,只要把电动机与电源的三根连接线中的任意两根对调,电动机的转向便与原来相反了。

## 4.2.5 三相异步电动机的调速

电动机的调速是指在负载不变的情况下,用人为的方法改变电动机的转速。根据转差率的定义,异步电动机的转速为

$$n = (1 - S) \frac{60f_1}{p} \quad (4-27)$$

式(4-27)表明,改变电动机的磁极对数  $p$ 、转差率  $S$  和电源的频率  $f_1$  均可以对电动机进行调速。下面分别予以介绍。