

三相异步电动机的起动

1. 起动

电动机从接通电源开始转动, 转速逐渐上升直到稳定运转状态, 这一过程称为起动。电动机能够起动的条件是起动转矩 T_{st} 必须大于负载转矩 T_2 。

电动机在刚接通电源瞬间, $n = 0$, $s = 1$, 旋转磁场和转子的相对速度最大, 此时起动电流 I_{st} 也最大。一般中小型笼型三相异步电动机的起动电流约为额定电流的 5~7 倍。

过大的起动电流会在电源线路上产生较大的电压降落, 影响同一变压器供电的其他负载的正常工作。

电动机在起动时, 尽管起动电流较大, 但由于转子的功率因数 $\cos\varphi_2$ 很低, 因此电动机的起动转矩实际上是不大的。电动机就不能在满载下起动, 应设法提高。

所以在实际应用中要根据电动机的起动转矩, 起动电流和电网电源的要求, 采用适当的起动方法。

2. 起动性能

(1) 直接起动

直接起动就是采用闸刀开关或接触器直接将额定电压加到电动机上。

优点: 简单、经济和起动快。

缺点: 由于起动电流很大, 起动瞬间会造成电网电压的突然下降。

如果电动机和照明负载共用一台变压器供电, 则电动机起动时引起的电压降不能超过额定电压的 5%; 若电动机由独立的变压器供电, 起动频繁时, 则电动机功率不能超过变压器容量的 20%, 若电动机不经常起动, 则其功率只要不超过变压器容量的 30% 即可直接起动。一般 30kW 以下的笼型异步电动机可考虑采用直接起动。

(2) 降压起动

降压起动的目的是为了减小电动机起动时对电网的影响, 其方法是在起动时降低加在电动机定子绕组上的电压, 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, 所以降压起动时转矩亦会相应减小。降压起动的具体方法主要有以下两种:

① 星形—三角形 (Y— Δ) 换接起动

如果电动机在工作时其定子绕组是联结成三角形的笼型异步电动机, 那么在起动时可把它联接成星形, 等到转速接近额定值时再换接成三角形, 图 1 为鼠笼式异步电动机 (Y— Δ) 换接起动的接线电路图。

起动过程:

在起动时, 先将闸刀开关 Q_1 合上接通三相电源, 然后将组合开关 Q_2 向右闭合, 使动触电与静触点联接, 电动机的定子绕组构成星形联结, 这时每相绕组上的起动电压只有它的额定电压的 $1/\sqrt{3}$ 。当电动机到达一定转速后, 迅速把开关

Q_2 向左闭合, 定子绕组转换成三角形联结, 使电动机在额定电压下运行。

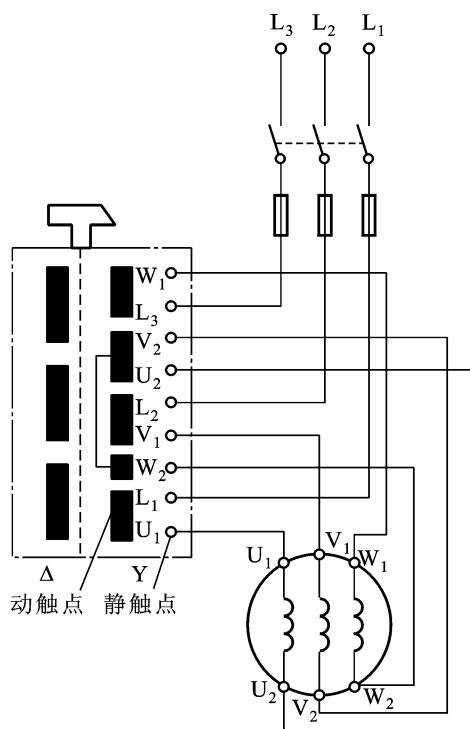


图 1 星三角起动器接线简图

图 2 是定子绕组的两种联接法, $|Z|$ 为定子每相绕组的等效阻抗。

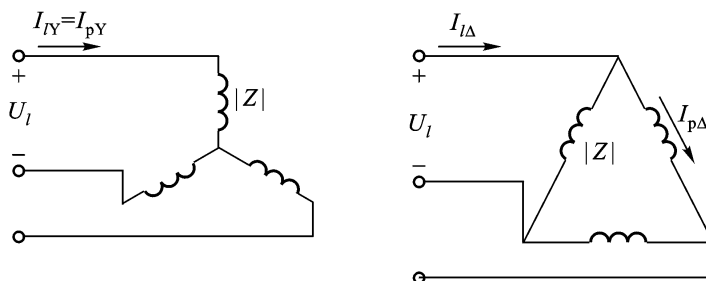


图 2 比较星形联结和三角形联结时的起动电流

当定子绕组星形联结, 即降压起动时定子线电流与相电流相等

当定子绕组三角形联结, 即直接起动时定子线电流等于 $\sqrt{3}$ 倍的相电流

$$I_{ly} = I_{py} = \frac{U_{IN}}{1/\sqrt{3}} \quad I_{ld} = \sqrt{3}I_{pd} = \sqrt{3} \frac{U_{IN}}{|Z|}$$

比较上列两式, 可得以下两种起动方式时其定子线电流的关系为 $\frac{I_{ly}}{I_{ld}} = \frac{1}{3}$

即采用 Y 起动时, 起动时电流是 Δ 直接起动时的 $1/3$ 。

由于采用这种起动方式, 电动机的起动电流和起动转矩都降低到直接起动时的三分之一, 因此该起动方法只适用于空载或轻载起动。

② 自耦降压起动

若在正常运行时定子绕组为星形联结, 可利用三相自耦降压变压器将电动机在起动过程中的端电压降低。图 3 为自耦降压起动电路接线示意图。

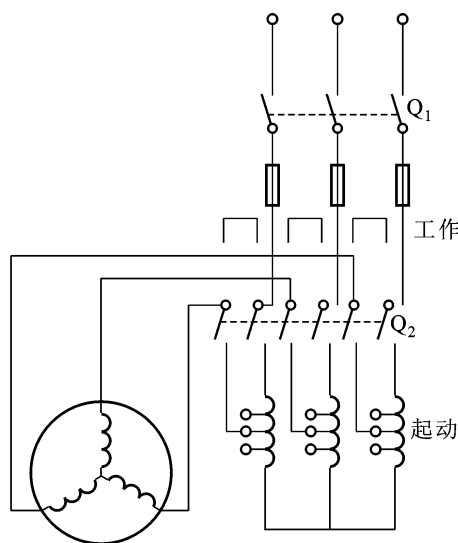


图 3 自耦降压起动接线图

自耦降压变压器上常备有 2~3 组抽头, 输出不同的电压(例如为电源电压的 80%、60%、40%), 供用户选用。这种方法的优点是使用灵活, 不受定子绕组接线方式的限制, 缺点是设备笨重、投资大。降压起动的专用设备称为起动补偿器。

采用自耦变压器降压起动, 在减小起动电流的同时, 起动转矩也会减小, 如果选择的自耦变压器的降压比为 $k(k < 1)$, 则起动电流 I_{st} 和起动转矩 T_{st} 都为直接起动的 k^2 倍。

(3) 转子串接电阻起动

绕线型电动机可以采用在转子回路中串电阻 R_{st} 的起动方法, 如图 4 所示为绕线型电动机起动接线电路图。

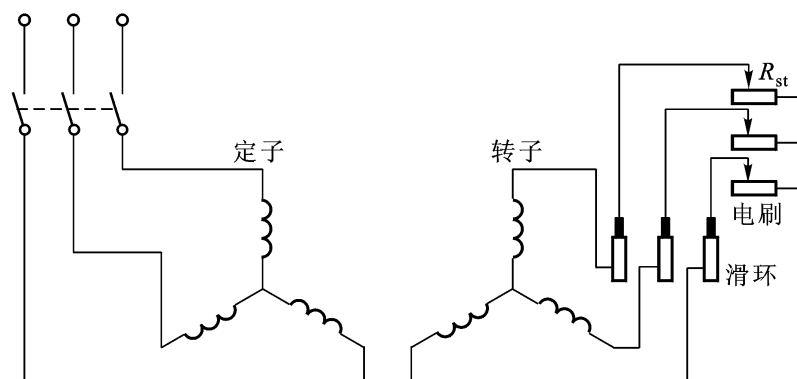


图 4 绕线型电动机起动时的接线图

这样既可以限制起动电流, 同时又增大了起动转矩。因此, 对要求起动转矩较大的生产机械, 例如起重机、锻压机等常采用绕线型电动机拖动。电动机起动结束后, 随着转速的上升将起动电阻逐段切除。