

第 3 章 三相感應電動機之啟動與速率控制

1. 三相感應電動機之啟動：（啟動電流小，啟動轉矩大）

(1) 啟動比較：

① 啟動電流 I_s ：
$$I_s = \frac{V_1}{\sqrt{(R_1 + R_2')^2 + (X_1 + X_2')^2}}$$

② 啟動轉矩 T_s ：
$$T_s = \frac{q}{\omega s} \times \frac{V_1^2}{(R_1 + R_2')^2 + (X_1 + X_2')^2} \times (R_2')$$

③ 鼠籠式感應電動機：採降壓啟動

→→ 可降低啟動電流；但啟動轉矩亦平方比下降。

④ 繞線式感應電動機：採轉子外加電阻

→→ 可降低啟動電流；啟動轉矩亦可增加。

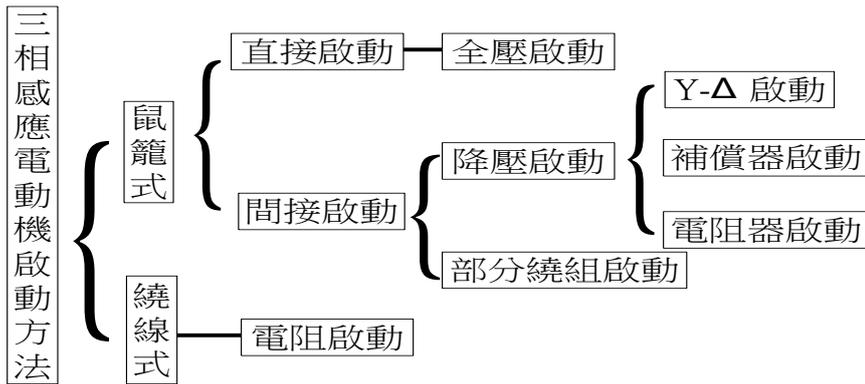
(2) 啟動規定：

① 220 伏級，不超過 15 馬力不限制；超過者， I_s 不超過 3.5I。

② 380 伏級，不超過 50 馬力不限制；超過者， I_s 不超過 3.5I。

③ 600 伏以下級，不超過 200 馬力不限制；超過者， I_s 不超過 3.5I。

2. 三相感應電動機之啟動方法：



(1) 直接啟動：（全壓啟動）：適用 5 馬力以下， $I_s=5\sim 8I$ 。

(2) 間接啟動：

①、Y— Δ 降壓啟動：
$$I_Y = \frac{1}{3} I_\Delta, T_Y = \frac{1}{3} T_\Delta。$$

為最經濟、普遍之方法。

②、補償器降壓啟動：
$$I_s = \left(\frac{1}{n}\right)^2 I, T_s = \left(\frac{1}{n}\right)^2 T。$$

又稱自耦變壓器啟動法。

③、電阻器降壓啟動：
$$I_s = \left(\frac{1}{n}\right) I, T_s = \left(\frac{1}{n}\right)^2 T。$$

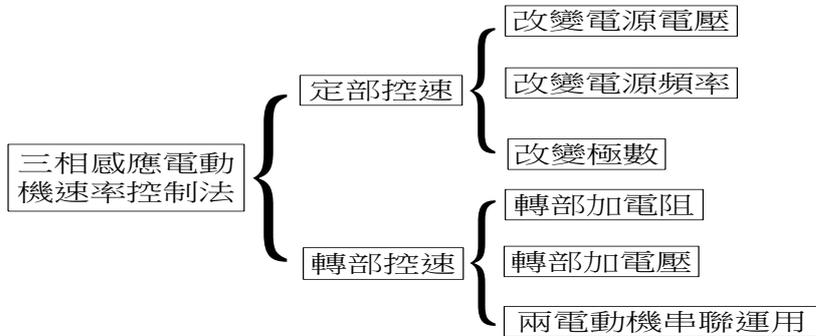
例 1：當以 Y— Δ 降壓方式啟動某三相感應電動機時，其啟動電流為 150 安培，若改以直接全壓啟動，則啟動電流應為多少安培？ (A)450 (B) $150\sqrt{3}$ (C) $75\sqrt{3}$ (D) $50\sqrt{3}$ (E)50。(89 聯甄) (87 四技二專)

例 2：一部 6 極 25HP，60Hz，440V，三相感應電動機，在全壓啟動時，啟動電流為 210A，啟動轉矩為 150 牛頓-米，則下列敘述，何者不正確？ (A)用 Y— Δ 啟動時啟動電流

為 70A (B) 用 Y-Δ 啟動時啟動轉矩為 50 牛頓-米 (C) 用自耦變壓器降壓到 220V 時，啟動電流為 52.5A (D) 用自耦變壓器降壓到 220V 時，啟動電流為 105A (E) 用自耦變壓器降壓到 220V 時，啟動轉矩為 37.5 牛頓-米 (二專)

例 3：繞線式轉子三相感應電動機如再轉部串聯電阻啟動，則下列那一項敘述錯誤？ (A) 串聯電阻可降低啟動電流，但起動轉矩亦必比例降低 (B) 啟動電流雖然減小，但起動轉矩則可能增大 (C) 啟動時之功率因數將升高 (D) 啟動電流將減小。(85 保甄)

2. 三相感應電動機之速率控制法：



(1) 定部控速：由 $Nr = \frac{120f}{P}(1 - S)$ 得知轉速與 S 、 f 成正比與 P 成反比。

① 改變電源電壓：速率控制範圍不大；適用小型鼠籠機。

② 改變電源頻率：可得連續、圓滑、無段之速控，為目前工業控制之主流。

③ 改變極速：I 定轉矩：高速採 雙並 Y；低速採 串聯 Δ，低速時馬力約為高速時之 一半，低速轉矩與高速相同。

II 定馬力：高速採 串聯 Δ；低速採 雙並 Y，低速時轉矩約為高速時之 2 倍，低速馬力與高速相同。

III 變轉矩：高速採 雙並 Y；低速採 串聯 Y，低速時轉矩與高速時之 6/16，低速時馬力約為高速時之 3/16。

(2) 轉部控速：僅適用於繞線式轉子。

① 轉部加電阻：轉部外加電阻即可改變速率，但銅損增加。

② 轉部加電壓：可改善功因，無損失；但加入之電源須與轉子頻率相同。

③ 兩機串聯運用：串聯互助 $N = \frac{120f_1}{P_A + P_B}$ ；串聯互消 $N = \frac{120f_1}{P_A - P_B}$ 。

歷屆試題：

101 年：有一部三相 4P、220VAC、60Hz、10HP 的感應電動機，若採用直接起動，則起動電流為 120A，起動轉矩為 30 牛頓-公尺。若改為 Y-Δ 降壓起動，請問起動電流(I_{sy})與起動轉矩(T_{sy})分別為何？(A) $I_{sy} = 40$ A、 $T_{sy} = 10$ 牛頓-公尺 (B) $I_{sy} = 120$ A、 $T_{sy} = 10$ 牛頓-公尺 (C) $I_{sy} = 40$ A、 $T_{sy} = 30$ 牛頓-公尺 (D) $I_{sy} = 120$ A、 $T_{sy} = 30$ 牛頓-公尺。

98 年：三相鼠籠式感應電動機，用相同的線電壓，分別以 Y 連接起動與 Δ 連接起動，請問 Y、Δ 連接起動電流之比與 Y、Δ 連接起動轉矩之比，分別為何？(A) $\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}$ (B)

$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3}$ (C) $\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}$ (D) $\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{3}$ 。

- 97 年：不考慮暫態影響之情形，三相感應電動機的起動電壓下降 35%時，下列敘述何者正確？(A)起動電流下降 35%，起動轉矩下降 35% (B)起動電流下降 35%，起動轉矩下降 58%(C)起動電流下降 58%，起動轉矩下降 35%(D)起動電流下降 58%，起動轉矩下降 58% 。
- 97 年：下列何種起動方法不適用於三相鼠籠式感應電動機？(A)Y - Δ 降壓起動法 (B)一次電抗降壓起動法 (C)轉子加入電阻法 (D)補償器降壓起動法 。
- 95 年：大型三相感應電動機採用 Y - Δ 起動法，主要的理由為何？(A) 降低起動電流 (B) 增加起動轉矩 (C) 改善功率因素 (D) 適用於重負載起動 。
- 95 年：三相感應電動機無載運轉時，如欲增加轉速，可選用下列何種方法？(A) 減少電源頻率 (B) 增加電源頻率 (C) 減少電源電壓 (D) 增加電動機極數 。