



CH4 三相感應電動機之起動及速率控制

4-1 三相感應電動機之起動控制

隨堂練習解答

課本 P75

- (D) 1. 有一部三相 220 V，5 hp 感應電動機，已知滿載電流為 14 A，則起動瞬間電流值何者最有可能？ (A)7.5A (B)14 A (C)28 A (D)84 A。

解 三相感應電動機啓動電流約為滿載電流的5~8倍

$$14 \times 5 = 70A, 14 \times 8 = 112A, \text{ 所以選 D}$$

- (C) 2. 有一部升降機採用三相繞線轉子型感應電動機作為動力來源，起動時為了產生高的起動轉矩與低的起動電流，正確的起動操作方式為何？
(A)定子電路串接適當的電阻 (B)定子電路串接適當的電抗
(C)轉子電路串接適當的電阻 (D)轉子電路以粗銅線加以短路。

隨堂練習解答

課本 P85

- (C) 1. 工廠採購一部新的三相鼠籠式感應電動機，可以採用的起動控制方法，下列何者錯誤？

- (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。

解 繞線式轉子才能使用轉部外加電阻

- (A) 2. 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)避免轉速過高，產生飛脫。

- (B) 3. 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) $\frac{1}{\sqrt{3}}, \frac{1}{\sqrt{3}}$ (B) $\frac{1}{3}, \frac{1}{3}$ (C) $\frac{1}{3}, \frac{1}{\sqrt{3}}$ (D) $\frac{1}{\sqrt{3}}, \frac{1}{3}$ 。

- (D) 4. 三相感應電動機起動時，利用補償器予以降壓，當電壓降至全壓之 80 % 時，其電源側的起動電流、起動轉矩分別為全壓起動之多少？

(A)80 %、80 % (B)80 %、64 % (C)64 %、80 % (D)64 %、64 %。

解 補償器起動法，電源電壓降為全壓起動時的0.8倍($K = 0.8$)時，電源側電流會降為全壓起動時的 K^2 倍=0.64倍。起動轉矩也降為全壓起動時的 K^2 倍 = 0.64倍

- (B) 5. 三相感應電動機採用串聯電抗器起動法，若中間抽頭調整於 80 % 位置，則起動電流與起動轉矩會是全壓起動時之多少？

(A)80 %、80 % (B)80 %、64 % (C)64 %、80 % (D)64 %、64 %。

解 串聯電抗器起動法，電源電壓降為全壓起動時的0.8倍($K = 0.8$)時，起動電流會降為全壓起動時的 K 倍 = 0.8倍。起動轉矩則降為全壓起動時的 K^2 倍 = 0.64倍

4-2 三相感應電動機之速率控制

隨堂練習解答

課本 P92

- (B) 1. 在三相感應電動機的速率控制中，若改變轉子內阻 R_2 ，則下列敘述何者錯誤？

(A)此方法僅適用於繞線式轉子的感應電動機

(B)轉子轉速與轉子電阻成正比

(C)轉速變化過程中轉矩可以維持不變

(D)轉子增加造成銅損增加，使得效率降低。

解 轉子電阻增加，轉差率變大，轉子轉速降低，因此轉子轉速與轉子電阻成反比

- (D) 2. 工廠輸送帶採用三相 6 極、60 Hz 繞線式感應電動機作為動力來源，尖峰生產時間電動機滿載轉速設定為 1152 rpm，轉子繞組每相電阻為 2Ω ，而當離峰生產時間要讓電動機滿載轉速降低至 960 rpm，則轉子繞組外加電阻應該調整為何？ (A) 2Ω (B) 4Ω (C) 6Ω (D) 8Ω 。

解 $n_s = \frac{120 \times 60}{6} = 1200 \text{ rpm}$ ，原本轉差率 $S = \frac{1200 - 1152}{1200} = 0.04$ ，

滿載轉速降至 960 rpm， $S' = \frac{1200 - 960}{1200} = 0.2$ ，則 $\frac{2\Omega}{0.04} = \frac{2\Omega + R_2'}{0.2}$ ，可得

$$R_2' = 8\Omega$$

4-3 三相感應電動機之轉向與制動控制

隨堂練習解答

課本 P95

- (B) 1. 有一個鐵捲門採用三相感應電動機作為動力來源，已知三相電源端分別為 R.S.T，電動機之三相接線端分別為 U.V.W，當電動機的接法為 R-U，S-V，T-W 時，鐵捲門以正轉方式開門，若要讓鐵捲門以反轉方式關門，則下列何種接線方式無法完成？

(A) R - V，S - U，T - W (B) R - V，S - W，T - U
(C) R - W，S - V，T - U (D) R - U，S - W，T - V。

解 三相感應電動機，要改變轉向，需將三相電源其中兩條對調即可

- (C) 2. 運轉中的三相感應電動機，將其交流電源切離，並且立即輸入直流電使其停速，此制動方法稱為

(A)再生制動 (B)插塞制動 (C)動力制動 (D)單相制動。

自我評量解答

課本 P96

一、選擇題

- 4-1 (C) 1. 三相感應電動機之無載起動電流與滿載起動電流的關係為

(A)無載起動電流較大 (B)滿載起動電流較大
(C)兩者相同 (D)視負載類型而定。

- (A) 2. 三相感應電動機之起動電流與滿載電流的關係為

(A)起動電流較大 (B)滿載電流較大
(C)兩者相同 (D)視負載類型而定。

解 感應電動機起動瞬間電流為滿載電流的6倍~8倍

- (A) 3. 感應電動機轉子銅損在何種狀況下會有最大值？

(A)起動瞬間 (B)滿載運轉時 (C)轉子加速時 (D)轉子減速時。

解 起動時轉子電流最大，所以銅損最大，鐵損則與負載無關

- (B) 4. 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 %。

●解 感應電動機起動電流與電壓成正比 $I_{st} \propto V$ ，起動轉矩與電壓平方成正比 $T_{st} \propto V^2$ 。因此起動電壓下降 35% (變成 0.65 倍)，起動電流變成 0.65 倍 (下降 35%)；起動轉矩變成 $0.65^2 = 0.42$ 倍 (下降 58%)

- (A) 5. 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。

- (A) 6. 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) $\frac{1}{3}$ ， $\frac{1}{3}$ (B) $\frac{1}{3}$ ， $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (C) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ ， $\frac{1}{3}$ (D) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ ， $\frac{1}{\sqrt{3}}$ 。

●解 Y 連接起動電流與起動轉矩皆為 Δ 連接的 $\frac{1}{3}$

- (A) 7. 有一部三相 4 極、220 VAC、60 Hz、10 hp 的感應電動機，若採用直接起動，則起動電流為 120 A，起動轉矩為 30 N-m。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、 $T_{SY} = 10$ N-m (B) $I_{SY} = 40$ A、 $T_{SY} = 30$ N-m
 (C) $I_{SY} = 120$ A、 $T_{SY} = 10$ N-m (D) $I_{SY} = 120$ A、 $T_{SY} = 30$ N-m。

- (C) 8. 某三相感應電動機以 Y-Δ 起動時，其起動轉矩為 250 N-m，若全壓起動之起動轉矩為 150 % 額定轉矩，則此電動機之額定轉矩為

(A) 50 N-m (B) 83.3 N-m (C) 500 N-m (D) 750 N-m。

●解 全壓起動之起動轉矩為 Y-Δ 起動時的 3 倍，因此全壓起動之起動轉矩為 750 N-m，額定轉矩則為 500 N-m

- (A) 9. 三相感應電動機當全壓起動時起動電流為 200 A，起動轉矩為 50 N-m，若採自耦變壓器做降壓補償器把電源電壓降低 50 %，則一次側起動電流與轉矩分別為

(A) 50 A、12.5 N-m (B) 50 A、25 N-m
 (C) 100 A、12.5 N-m (D) 100 A、25 N-m。

● 補償器起動時電壓變成原來的0.5倍，一次側起動電流變成0.25倍；即50A，起動轉矩變成0.25倍；即12.5 N-m

- (C) 10. 三相感應電動機當全壓起動時起動電流為 200 A，起動轉矩為 50 N-m，若採一次電抗降壓起動法把電源電壓降低 50 %，則起動電流與轉矩分別為
(A)50 A、12.5 N-m (B)50 A、25 N-m
(C)100 A、12.5 N-m (D)100 A、25 N-m。

● 補償器起動時電壓變成原來的0.5倍，起動電流變成0.5倍；即100A，起動轉矩變成0.25倍，即12.5 N-m

- (A) 11. 一部三相感應電動機以全壓起動時，線路電流為 180 A，起動轉矩為滿載轉矩之 2 倍，如果以自耦變壓器來起動，起動時電動機所加之電壓為線路電壓的 60 %，則下列敘述何者為錯誤？
(A)電源線路之起動電流為 108 A
(B)起動轉矩為滿載轉矩之 0.72 倍
(C)原電動機若以 Y-Δ起動法來起動，則起動時線電流為 60 A
(D)若以 Y-Δ法起動，其起動轉矩為滿載轉矩之 0.667 倍。

● 以自耦變壓器起動時，線路電壓變成60%，電源線路之起動電流變為0.36倍；即64.8A

- (A) 12. 有一台 5.5 kW 的三相感應電動機，以自耦變壓器做降壓起動，若置於 30 % 之分接頭時起動線路電流為 5 A，則全壓起動時線路電流為多少？
(A)55.5 A (B)16.67 A (C)10.2 A (D)7.14 A。

● 補償器起動時電壓變成原來的0.3倍，一次側起動電流變成0.09倍，因此全壓起動時電流為 $\frac{5}{0.09} = 55.5A$

- (C) 13. 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。

- (D) 14. 三相繞線式感應電動機起動時，在轉子繞組中串加額外的電阻，其目的為何？
(A)提高起動電流及降低起動轉矩 (B)降低起動電流及降低起動轉矩
(C)提高起動電流及提高起動轉矩 (D)降低起動電流及提高起動轉矩。

● 繞線式感應電動機於起動時，可以利用電刷以及滑環利用外加電阻器藉以增加轉子電阻 R_2 ，使得起動電流降低，起動轉矩增加，達到最佳起動特性

- 4-2 (A) 15.** 三相繞線式感應電動機，其轉子使用外加電阻控制轉速。當外加電阻愈大時，其轉速的變化為何？

(A)降低 (B)升高 (C)不變 (D)立刻停止。

解 $\frac{R'_2}{S} = \frac{R'_2 + R'_s}{S'}$ ，外加電阻 R'_s 愈大時，轉差率 S' 愈大，轉子轉速 $n_r = (1 - S')n_s$

降低

- (D) 16. 下列感應電動機速度控制方法中，速度控制範圍最大者是

(A)變換轉子電阻 (B)變換極數
(C)變換電源電壓 (D)變換電源頻率。

- (B) 17. 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。

解 感應電動機轉子轉速 $n_r = (1 - S)n_s = (1 - S)\frac{120f}{P}$ ，如欲增加轉速，可增加

電源頻率 f 或減少電動機極數 P

- (B) 18. 有一台 6 極、繞線式三相感應電動機，滿載時之轉差率為 5 %；今在轉子之每相電路上串接 2.5Ω 之電阻，轉差率變為 7.5%。試求轉子每相電阻應為何？

(A)1 Ω (B)5 Ω (C)45 Ω (D)50 Ω 。

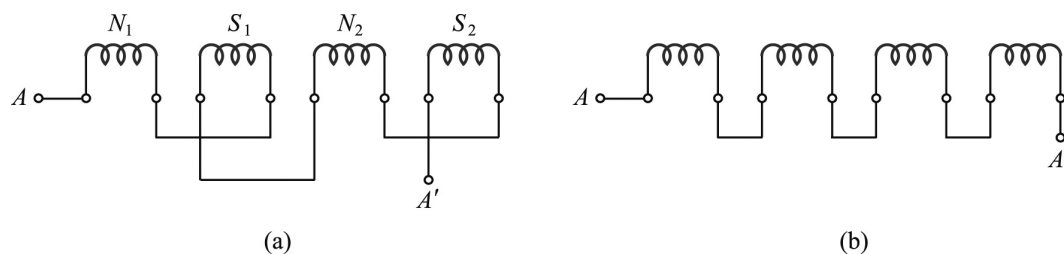
解 轉子外加電阻控制轉速的方式是三相繞線式感應電動機專用，

$\frac{R'_2 + R'_s}{S'} = \frac{R'_2}{S}$ ，本題 $\frac{R'_2 + 2.5}{7.5\%} = \frac{R'_2}{5\%}$ ，因此原本轉子每相電阻

$$R'_2 = \frac{0.125\Omega}{0.075 - 0.05} = 5\Omega$$

- (D) 19. 如圖(1)，某三相 4 極感應電動機，如以變極調速法來改變其速率，假設其 A 相之連接如圖(a)所示，若將其改接成如圖(b)連接，則其極數將改變為

(A)2 極 (B)4 極 (C)6 極 (D)8 極。



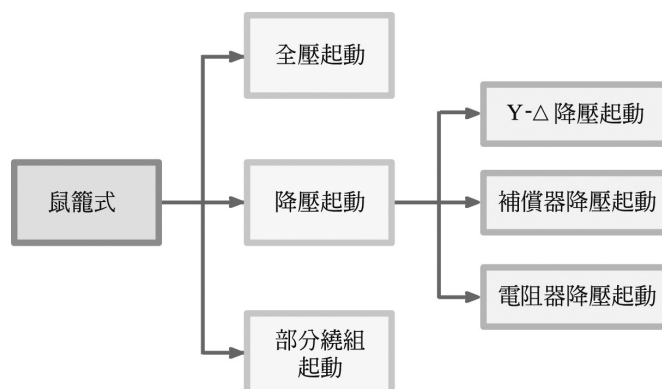
圖(1)

- 4-3 (D) 20.** 正在運轉中的三相感應電動機，欲使其反轉，下列何者錯誤？
 (A)運轉過程中立刻改變任兩條電源線接線方向
 (B)將電動機停止後、改變任兩條電源線接線方向，再重新通電
 (C)選項 A、B 均可
 (D)選項 A、B 均不可。
- (B) 21.** 設 $A、B、C$ 代表三相電源端，而 $a、b、c$ 代表三相感應電動機接線端，當電動機正轉時，接法為 $A-a, B-b, C-c$ ，下列接法何者仍保持該機正轉？
 (A) $A-b, B-a, C-c$ (B) $A-b, B-c, C-a$
 (C) $A-c, B-b, C-a$ (D) $A-a, B-c, C-b$ 。
- (A) 22.** 再生制動之特徵為
 (A)有效利用電力 (B)停轉時亦有制動力
 (C)設備簡單 (D)停電時亦可制動。
- (B) 23.** 三相感應電動機的直流制動(煞車)原理，係將直流電流加入定子繞組，藉由繞組產生
 (A)旋轉磁場 (B)固定磁場
 (C)漏磁通 (D)電樞反應，讓電動機能夠迅速停止。
- (D) 24.** 有關三相感應電動機之敘述，何者正確？
 (A)三相繞組所建立的磁場大小是單相繞組的 3 倍
 (B)當轉差率 $S < 0$ 時，電動機轉向與旋轉磁場相反
 (C)發電制動是指將感應機之轉速超過同步轉速時，電動機變成發電機，產生反轉矩來制動
 (D)繞線式感應機採用轉子外加電阻控速時，在負載不變下，轉子轉速隨著轉子電阻增加而變慢。

二、問答與計算題

1. 說明鼠籠式轉子感應電動機的起動方式。

解 鼠籠式轉子感應電動機，由於轉子導體已經被端絡環短路，無法利用外加電阻來降低起動電流，因此只能透過降低電壓的方式限制起動電流，缺點是起動轉矩也會連帶降低。鼠籠式轉子感應電動機所採用之起動方法如下圖所示：



2. 說明感應電動機 Y-Δ降壓起動的原理與特性。

解 鼠籠式感應電動機的三組定子繞組共有 6 條出線頭，起動時將定部三相繞組以 Y 接方式起動。當轉速上升後再將定部三相繞組改接成 Δ 接線持續運轉，產生足夠轉矩。

相同電源電壓下，Y 接起動時相電壓(V_p)與相電流(I_p) 均為 Δ 接起動時的 $\frac{1}{\sqrt{3}}$ 倍；

Y 接起動時的線電流(I_L) 降為 Δ 接起動時的 $\frac{1}{3}$ 倍。

起動轉矩與每相繞組電壓(V_p) 成平方正比，因此 Y 接起動時的轉矩為 Δ 接起動時的 $\frac{1}{3}$ 倍。

3. 變壓變頻(VVVF)的內容為何，感應電動機採用此控制法有何優點。

解 變頻器將三相或單相交流 60Hz 的電源，經過整流與濾波電路轉變成穩定的直流電後，再利用由 SCR、GTO 或 IGBT 等電力開關元件組合而成的換(變)流器 (inverter)，將直流電轉變成可變電壓與可變頻率(Variable Voltage Variable Frequency, VVVF)之三相交流電源。控制器依據使用者的設定改變換流器的輸出頻率與電壓，以控制感應電動機的速率。

利用變頻器進行轉速控制時，輸出電壓會隨著頻率變動而成正比改變，使電壓頻率比 $\frac{V}{f}$ 大致維持不變，此種變壓變頻(VVVF)方式可使定子磁場維持一定，確保電動機在任何轉速下，維持足夠轉矩。

4. 說明三相感應電動機轉向控制的方式。

解 要改變三相感應電動機之旋轉方向，僅需將接至電動機之三根電源線中之任二根對調，由於定子旋轉磁場方向立刻改變，使得轉軸之旋轉方向也隨之改變。

5. 一部三相感應電動機以全壓起動時測得線路電流為 300 A，起動轉矩 150 牛頓—米，試問

- (1) 採用 Y- Δ 降壓起動法，線路電流與起動轉矩各為多少？
- (2) 採用補償器起動法，如接於 60 %分接頭位置，電源側起動電流與起動轉矩各為多少？
- (3) 採用電抗器降壓法，接於 60 %位置，起動電流與起動轉矩各為多少？

● (1) Y- Δ 降壓起動法，線路電流為 $\frac{1}{3} \times 300 = 100\text{A}$ 、起動轉矩為

$$\frac{1}{3} \times 150 = 50\text{N-m}$$

(2) 補償器起動法，接於 60%分接頭($K = 0.6$)，起動電流為 $0.6^2 \times 300 = 108\text{A}$ 、
起動轉矩為 $0.6^2 \times 150 = 54\text{N-m}$

(3) 電抗器降壓法，接於 60%位置($K = 0.6$)，起動電流 $0.6 \times 300 = 180\text{A}$ 、
 $0.6^2 \times 150 = 54\text{N-m}$

6. 一部三相 4 極、60 Hz 之繞線式轉子感應電動機，轉子每相電阻為 0.5Ω ，運轉於 1200 rpm 時產生最大轉矩，若

- (1) 轉子每相電路外加電阻為 0.25Ω ，則最大轉矩時轉速變為何？
- (2) 要以最大轉矩起動，則轉子每相電路需外加多少電阻？

● $n_s = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 60}{4} = 1800\text{rpm}$ ，1200rpm 時 $S = \frac{1800 - 1200}{1800} = \frac{1}{3}$

(1) 轉子外加 0.25Ω ，則 $\frac{R_2}{S} = \frac{R_2 + R_s}{S'} \Rightarrow \frac{0.5}{1/3} = \frac{0.5 + 0.25}{S'} \Rightarrow S' = \frac{1}{2}$

$$\text{轉子轉速 } n_r = (1 - S')n_s = (1 - \frac{1}{2}) \times 1800 = 900\text{rpm}$$

(2) 起動時($S = 1$)要有最大轉矩，則 $\frac{R_2}{S} = \frac{R_2 + R_s}{S'} \Rightarrow \frac{0.5}{1/3} = \frac{0.5 + R_s}{1} \Rightarrow R_s = 1\Omega$

鍛鍊本解答－嚴選精華

- 4-1** 1. 感應電動機起動瞬間電流約為滿載(額定)電流的 5~8 倍，當轉速開始上升，電流就會 迅速降低。
2. 電動機最佳的起動特性為 起動電流小、起動轉矩大。
3. 感應電動機起動電流與 電源電壓(V) 成正比，而與機械負載大小無關；起動轉矩與 電源電壓平方(V_2) 成正比，與 轉子電阻 成正比。
4. 繞線式轉子可以透過轉子 外加電阻 增加起動轉矩、降低起動電流；運轉時也可以改變外加電阻進行 轉速控制。
5. 鼠籠式轉子受限於轉子導體已經安置妥當，只能用降低 電源電壓 方式降低起動電流，但會導致 起動轉矩 下降。
6. 感應電動機採用 Y 接起動時：相電壓(V_P)與相電流(I_P)降為△接起動時的 $\frac{1}{\sqrt{3}}$ ，線電流(I_L)與起動轉矩降為△接起動時的 $\frac{1}{3}$ 。
7. 補償器降壓起動法又稱為 自耦變壓器 降壓起動，當電源電壓降為全壓起動時的 K 倍時，電動機側的電流(I_2)降為 K 倍，電源側的電流(I_1)與起動轉矩降為 K^2 倍。
8. 利用串聯電抗器將電源電壓降為全壓起動時的 K 倍時，起動電流降為 K 倍，起動轉矩降為 K^2 倍。
- 4-2** 9. 感應電動機的轉子轉速(n_r)與頻率(f)成 正比，用 變頻設備 可進行寬廣的速率控制，是目前主要的轉速控制方式。
10. 利用變頻器進行轉速控制時，輸出電壓會隨著頻率變動而成 正比 改變，使 定子磁場 維持一定，確保電動機維持足夠 轉矩。
11. 感應電動機的轉子轉速(n_r)與極數(P)成 反比，極數少時為 高速，極數多時為 低速。此種控速方法效率高，但是僅可用於 鼠籠式 轉子。
12. 感應電動機電源電壓降低時，會造成輸出轉矩 下降，轉差率 加大，轉速則會略為 下降。此種方法控速範圍很小，常用於小型風扇。
13. 感應電動機正常運轉時，在負載不變下，若將轉子外加電阻逐漸增加，轉差率成 正比上升，轉子轉速 降低，過程中 轉矩 保持不變，稱為 比例推移。

4-3 14. 將三相感應電動機三根電源線中 任二根 對調，由於 旋轉磁場 方向改變，轉軸旋轉方向隨之改變。

15. 電動機依制動方式可分為：

- (1) 機械制動：利用 剎車器。
- (2) 電氣制動：利用電氣原理，又可分為 逆轉 制動、直流 制動、單相 制動以及 再生 制動四種方式。

鍛鍊本解答－大顯身手

課內題

詳解請參考自我評量解答 P4-3～4-9

課外題

一、精選題

- (C) 1. 有台三相感應電動機之定子繞組使用 Δ 接線連接，採全壓直接起動，其線路起動電流為滿載電流的 5 倍，而起動轉矩為滿載轉矩的 2 倍，若改以自耦變壓器起動，所加電壓為原線路電壓的 60%，自耦變壓器電源側與負載側的起動電流，分別約為滿載電流的幾倍？

(A) 1.8 倍和 1.8 倍 (B) 3 倍和 3 倍 (C) 1.8 倍和 3 倍 (D) 3 和 1.8 倍。

解 自耦變壓器起動時電壓變成原來的 0.6 ($K = 0.6$)，

電源側電流會降為全壓起動時的 K^2 倍 $= 5 \times 0.6^2$ 倍 $= 1.8$ 倍。

負載側電流會降為全壓起動時的 K 倍 $= 5 \times 0.6$ 倍 $= 3$ 倍。

- (C) 2. 有一台定轉矩運轉之三相感應電動機，高速時與低速時之極數比為 1 : 2，求高速運轉時與低速運轉時輸出功率比為多少？

(A) 1 : 4 (B) 1 : 2 (C) 2 : 1 (D) 4 : 1。

解 $N_s = \frac{120f}{P}$ ，極數與轉速成反比

高速轉速：低速轉速 = 2 : 1

$T = \frac{P}{\omega}$ ，因為定轉矩運轉 $\therefore P \propto \omega$

高速時功率：低速時功率 = 2 : 1

- (B) 3. 有關三相感應電動機之制動控制，下列敘述何者錯誤？
(A)插塞制動即在電動機停止時立即加入反轉電源產生逆轉矩
(B)再生制動在定子繞組加入直流電源，產生固定磁場
(C)發電制動又稱為動力制動
(D)單相制動無法使電動機完全停止。

● 解 定子繞組加入直流電源的制動方法，稱為發電制動

二、情境題

- (B) 4. 小仁同學需要對繞線式感應電動做轉速控制，有好幾位同學提供了轉速控制的方法，請問有幾位同學的方法可以順利完成轉速控制？

丞胤同學：轉子外加電阻

超啓同學：轉子外加電壓

勛炯同學：兩機串聯運用

維修同學：改變電源頻率

勝閔同學：改變極數

(A)五位 (B)四位 (C)三位 (D)二位。

● 解 改變極數方法，不適用於繞線式感應電動機

- (A) 5. 上實習課時，有幾位同學使用不同的啓動方法，對同一台感應電動機做啓動控制，同學們測量出來的啓動電流，由大到小的順序為？

鎧昱同學：全壓啓動

翺楚同學：補償器降壓啓動法，50%電壓

霖冠同學：電抗器降壓啓動法，50%電壓

哲暘同學：Y- Δ 啓動

(A)鎧昱同學、霖冠同學、哲暘同學、翺楚同學

(B)鎧昱同學、霖冠同學、翺楚同學、哲暘同學

(C)鎧昱同學、翺楚同學、霖冠同學、哲暘同學

(D)鎧昱同學、翺楚同學、哲暘同學、霖冠同學。

● 解 全壓啓動： I_s

補償器降壓啓動法： $I_s' = I_s \times (0.5)^2 = 0.25I_s$

電抗器降壓啓動法： $I_s' = I_s \times 0.5 = 0.5I_s$

Y- Δ 啓動： $I_s' = I_s \times \frac{1}{3} = 0.33I_s$

鍛鍊本解答－高手過招

- (B) 1. 三相繞線式感應電動機，起動時轉子繞組外接電阻之目的為何？
 (A)提高起動電流，增加起動轉矩
 (B)降低起動電流，增加起動轉矩
 (C)提高起動電流，減少起動轉矩
 (D)降低起動電流，減少起動轉矩。 【104 統測】
- (A) 2. 一部 220V、60Hz 三相感應電動機，若採用直接起動，其起動電流為 120A，起動轉矩為 3 牛頓-米。若以電阻器降壓起動，電壓降為 110V，則起動電流與起動轉矩各變為多少？ 【104 統測】
 (A)60A，0.75 N-m (B)30A，0.75 N-m
 (C)30A，1.5 N-m (D)60A，1.5 N-m。
 解 $I_s \propto V_1$ ， $T_s \propto (V_1)^2$

$$I_s = 120 \times \frac{110}{220} = 60\text{A}，T_s = 3 \times \left(\frac{110}{220}\right)^2 = 0.75\text{n N-m}$$
- (A) 3. 輸入 220V、60 Hz 電壓於 4 極 3kW 的三相感應電動機。當轉差率 $S = 1$ 時，電動機輸出的轉矩稱為 【105 統測】
 (A)起動轉矩 (B)負轉矩(發電區的轉矩)
 (C)額定轉矩 (D)崩潰轉矩。
 解 啓動時 $N_r = 0$

$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\% = \frac{N_s - 0}{N_s} = 1$$

 因此 $S = 1$ 時，輸出轉矩稱為起動轉矩
- (B) 4. 在額定電壓與額定頻率供電下，三相感應電動機之無載起動電流(I_{SN})與滿載起動電流(I_{SF})之大小關係為何？ 【106 統測】
 (A) $I_{SN} < I_{SF}$ (B) $I_{SN} = I_{SF}$ (C) $I_{SN} > I_{SF}$ (D)不一定。
 解 三相感應電動機，啓動電流與機械負載大小無關
- (D) 5. 下列有關三相感應電動機起動電流之敘述，何者正確？ 【107 統測】
 (A)與電源電壓大小無關 (B)與等效電路電阻大小無關
 (C)與等效電路電抗大小無關 (D)與機械負載大小無關。
 解 三相感應電動機，啓動電流與機械負載大小無關

(C) 6. 下列有關三相繞線式感應電動機轉子繞組外加電阻之敘述，何者正確？

- (A)外加電阻越大，效率越高
- (B)外加電阻越大，起動電流越大
- (C)改變外加電阻可以改變轉速
- (D)改變外加電阻可以提高最大轉矩。

【108 統測】

- 解
- A：外加電阻越大，效率越低
 - B：外加電阻越大，起動電流越小
 - D：最大轉矩與外加蝕子電阻無關