



CH12 特殊電機

12-1 步進電動機(step motor)

隨堂練習解答

課本 P274

- (D) 1. 下列何者不是步進電動機之特性？
(A)旋轉總角度與輸入脈波總數成正比 (B)轉速與輸入脈波頻率成正比
(C)靜止時有較高之保持轉矩 (D)需要碳刷，不易維護。
- (D) 2. 一部四相步進電動機，轉子轉一圈須走 48 步，且每秒可走 960 步，則電動機每分鐘轉速為何？
(A)900 rpm (B)1000 rpm (C)1100 rpm (D)1200 rpm。

●解 轉速 = $\frac{960 \text{步/秒}}{48 \text{步/圈}} = 20 \text{圈/秒(rps)} = 1200 \text{rpm}$

12-2 伺服電動機(servo motor)

隨堂練習解答

課本 P281

- (B) 1. 伺服電動機必須具備的特點，下列何者錯誤？
(A)轉子慣性小 (B)起動轉矩小 (C)可正反轉 (D)轉速與電壓成正比。
- 解 伺服電動機具備的特點包括：起動轉矩大、轉子慣性小、損失小、耐熱性、可以正反轉、良好的運轉特性(低電壓即可運轉，轉速-電壓特性以及電流-轉矩特性為直線)
- (C) 2. 直流伺服電動機的轉向，是由下列何者因素所決定？
(A)控制信號的頻率 (B)控制信號的電壓值
(C)控制信號的電流方向 (D)控制信號的電流大小。
- 解 直流伺服電動機，當電源極性改變，電樞電流反向，電動機就會反轉；當電樞電壓越高時，電動機的轉速與轉矩成正比增加

(D) 3. 有關二相伺服馬達的敘述，下列何者錯誤？

- (A)激磁繞組直接或經由電容器接於交流電源
- (B)控制繞組連接於伺服放大器輸出端
- (C)轉向由兩繞組電流相位差決定
- (D)定期保養電刷，可減少磨損。

解 二相伺服電動機，基本構造與單相永久電容式感應電動機相似，定子分別裝有激磁繞組與控制繞組，轉子多採用細長型鼠籠式轉子，並沒有電刷

12-3 直流無刷電動機

隨堂練習解答

課本 P286

(C) 1. 相同容量下，若以保養容易、高效率、體積小等因素為主要考量時，下列電動機何者最適宜？

- (A)直流分激電動機
- (B)直流串激電動機
- (C)直流無刷電動機
- (D)感應電動機。

(A) 2. 有關直流無刷電動機的敘述，下列何者錯誤？

- (A)利用居禮元件檢測位置
- (B)利用固態開關元作使繞組中電流換向，不必用電刷之直流機
- (C)轉子構造通常為永久磁鐵
- (D)無火花、雜訊小。

解 直流無刷電動機大多利用霍爾效應感測器，或是光耦合器監控轉子位置

12-5 線性電動機(linear motor)

隨堂練習解答

課本 P295

(B) 1. 有一個 16 極線性感應電動機，長度為 8 公尺，以頻率 50 Hz 激磁，已知移動板的移動速率 $v = 40 \text{ m/sec}$ ，則轉差率為

- (A)0.1
- (B)0.2
- (C)0.4
- (D)0.6。

● 極距 $Y_p = \frac{8m}{16} = 0.5m$ ，同步速度為 $v_s = 2Y_p \times f = 2 \times 0.5 \times 50 = 50(m/sec)$

$$\text{轉差率爲 } S = \frac{50-40}{50} = 0.2$$

(B) 2. 下列何者可以用來控制線性脈波電動機之轉速？

- (A)改變輸入脈波電壓大小 (B)改變輸入脈波頻率
(C)改變輸入脈波相位 (D)改變輸入脈波功率。

● 線性電動機之同步速率 $v_s = 2Y_p \times f$ 與極距及輸入脈波頻率成正比

自我評量解答

課本 P296

一、選擇題

12-1 (A) 1. 下列何種電動機可用開迴路控制方式來進行精密的定位控制？

- (A)步進電動機 (B)直流伺服電動機
(C)蔽極式感應電動機 (D)交流串激電動機。

(B) 2. 步進電動機不適合使用於

- (A)工具機定位控制 (B)電動汽車驅動 (C)繪圖機控制 (D)印字機控制。

(A) 3. 步進電動機的轉速，是由下列何者因素決定？

- (A)激磁脈波的頻率 (B)激磁脈波的電壓值
(C)激磁脈波的電流值 (D)負載量。

(C) 4. 步進電動機每次激磁，轉動半個步進角，係採用下列何種激磁方式？

- (A)1 相激磁 (B)2 相激磁 (C)1-2 相激磁 (D)交流激磁。

(D) 5. 某 VR 型步進電動機，定子為 3 相，轉子有 8 齒，若採 2 相激磁，則輸入 12 個激磁脈波，該步進電動機將轉動多少角度？

- (A)45° (B)90° (C)135° (D)180°。

● 步進角 $\theta = \frac{360^\circ}{3 \times 8} = 15^\circ$ ，2 相激磁時每輸入 1 個脈波，電動機前進 θ° ，12 個

脈波轉動角度為 $15^\circ \times 12 = 180^\circ$

12-2 (D) 6. 有關直流伺服電動機的敘述，下列何者錯誤？

- (A)定子大多採用永久磁鐵 (B)電樞繞組安裝在轉子
(C)常用來作為位置控制 (D)多採開迴路控制系統。

(B) 7. 直流伺服電動機的轉向，是由下列何者因素所決定？

- (A)電源頻率 (B)電源極性 (C)電壓大小 (D)電流大小。

- (C) 8. 直流伺服電動機的轉速，是由下列何者所決定？
(A)電源頻率 (B)電源極性 (C)電壓大小 (D)負載量。
- (C) 9. 有關二相伺服馬達的敘述，下列何者錯誤？
(A)激磁繞組直接或經由電容器接於交流電源
(B)控制繞組連接於伺服放大器
(C)轉速與電壓平方成正比
(D)轉向由兩繞組電流相位差決定。
- 解 二相伺服馬達採用電壓控制法時。改變控制繞組電壓值，轉速與轉矩成正比增加；控制繞組電壓反向時，電動機反轉
- (A) 10. 若交流伺服電動機的轉速由變頻器來作控制，則電動機轉速與變頻器輸出頻率的關係為何？
(A)正比 (B)反比 (C)平方正比 (D)平方反比。
- (D) 11. 伺服電動機與傳統電動機之不同點，下列何者錯誤？
(A)速應性極高
(B)起動轉矩大及線性控制特性
(C)轉軸細長，重量輕
(D)電機具有高電感性，以減低時間常數。
- (A) 12. 永磁式同步電動機的轉子裝有
(A)永久磁鐵 (B)電樞繞組 (C)換向器 (D)滑環。
- 12-3** (A) 13. 下列何者常做為直流無刷電動機的換向依據？
(A)霍爾元件 (B)電容器 (C)二極體 (D)換向器。
- (D) 14. 下列有關直流無刷電動機的敘述，何者錯誤？
(A)不需利用碳刷，可避免火花問題
(B)以電子電路取代傳統換向部分
(C)壽命長，不需經常維修
(D)轉矩與電樞電流的平方成正比。
- 解 直流無刷電動機轉矩 $T = \frac{2e_m i_m}{\omega_m}$ ，與電流成正比

(D) 15. 下列有關輪轂馬達的敘述，何者錯誤？

- (A)採用直接傳動,機械機構簡單
- (B)定子裝有霍爾元件偵測磁極位置
- (C)轉子採用永久磁鐵
- (D)定時清潔電刷與換向器，可以提升效率。

【訂正】將題目「何者正確」修改成「何者錯誤」

(D) 16. 有關線性感應電動機之特性，下列敘述何者錯誤？

- (A)激磁電流大
- (B)效率低
- (C)功率因數低
- (D)同步速率與極距無關。

(C) 17. 超高速、低噪音之磁浮列車，是由下列哪一種電動機來驅動？

- (A)同步電動機
- (B)交流感應電動機
- (C)線性電動機
- (D)直流伺服電動機。

(D) 18. 有一個極距為 5 cm 的線性感應電動機，以頻率 50 Hz 激磁，其移動速率 $v = 2 \text{ m/sec}$ ，則轉差率為 (A)0.1 (B)0.2 (C)0.4 (D)0.6。

解 $v_s = 2Y_p \times f = 2 \times 5\text{cm} \times 50\text{Hz} = 5\text{m/s}$ ，轉差率 $S = \frac{v_s - v_2}{v_s} = \frac{5 - 2}{5} = 0.6$

鍛鍊本解答－嚴選精華

12-11. 步進電動機的轉動角度與輸入脈波數成正比，即轉速與脈波頻率成正比。

2. 可變磁阻型步進角 θ 與定子相數 N 及轉子凸極數 q 之間的關係為： $\theta = \frac{360^\circ}{q \times N}$

3. 步進電動機採用兩相激磁產生的轉矩大、振動小。而一、二相激磁可以將步進角減半，做更精準的定位。

4. 改變步進電動機的轉向必須改變繞組的激磁順序。

12-25. 經由閉迴路控制方式達到快速回應指令，並且控制位置、速度或加速度的系統就稱為伺服系統。

6. 伺服電動機具備的特點包括：可以正、反轉、起動轉矩大、轉子慣性小、良好的運轉特性、損失小以及耐熱性佳。

7. 直流伺服電動機的定子大多採用永久磁鐵；轉子裝有電樞繞組與換向器，依據轉子構造分為有槽型轉子、無槽型轉子、杯形無鐵心轉子以及平面

型無鐵心 轉子等。

8. 直流伺服電動機的主要控制方式為 脈波寬度調變(PWM)，電樞電壓越高時，電動機的轉速與轉矩成 正比增加；當電源極性改變，電動機就會 反轉。
9. 直流伺服電動機構造簡單、驅動容易、反應佳、容易輕量化。
最大缺點是 電刷有磨損 及 火花 問題。
10. 兩相伺服電動機定子裝有二組互隔 90° 電機角的繞組，其中：
(1) 主繞組：經由 電容器 或直接與交流電源連接，通電後持續產生脈動磁場。
(2) 控制繞組：接於 伺服控制器 之輸出端。
11. 兩相伺服電動機控制方式包括：電壓 控制法、相位 控制法以及 混合 控制法。
- 12-3** 12. 直流無刷電動機利用 霍爾效應 感測器或是 光耦合器 監控轉子位置，利用 電子元件 取代傳統直流電動機的電刷與換向器，沒有摩擦、損失 小、效率 高。
13. 直流無刷式電動機的定子繞有多相電樞繞組，轉子採用 永久磁鐵，依據轉子安裝方式，分為 內轉子 型以及 外轉子 型兩類。
- 12-5** 14. 線性電動機是將傳統電動機延展而來，依照使用電源分成 三相 線性電動機與 直流 線性步進電動機兩大類。
15. 線性電動機的同步速率 $v_s = 2Y_p \times f$ ，與極數 無關。
16. 線性感應電動機的原理與傳統感應電動機相同，轉子實際移動速率 v 會 略低 於定子移動磁場的同步速率 v_s ，轉差率為 $S = \frac{v_s - v}{v_s}$ 。
17. 直流線性步進電動機的控制方式與步進電動機相同，改變繞組的 激磁順序 可以改變移動方向。控制脈波 信號頻率 可以改變移動速度。

鍛鍊本解答—大顯身手

課內題

詳解請參考自我評量解答 P12-3~12-5

課外題

一、精選題

(D) 1. 有關步進電動機之特性，下列敘述何者錯誤？

- (A)沒有電刷與換向器，維修容易
- (B)起動、停止及正反轉容易控制且響應良好
- (C)靜止時有較高之保持轉矩
- (D)使用閉迴路控制。

解 步進電動機使用開迴路控制位置轉速

(C) 2. 有關伺服電動機之特性，下列敘述何者錯誤？

- (A)起動轉矩大，降低起動時間，因應頻繁的起動與停止需要
- (B)轉子慣性小，設計成細長型，以縮短反應時間
- (C)交直流兩用，同一台伺服馬達可加入直流電亦可加入交流電
- (D)使用閉迴路控制。

解 伺服電機動有分直流伺服電動機及交流伺服電動機，但兩者電源不同

(D) 3. 有關直流無刷電動機之特性，下列敘述何者錯誤？

- (A)以霍爾元件做為換向依據
- (B)不需利用碳刷，可避免火花問題
- (C)轉子以永久磁鐵構成
- (D)適用於中大型電機的設計。

解 直流無刷電動機適用於小型電機

二、情境題

(C) 4. 小仁想要將家中的腳踏車，改裝成電動自行車，請問他需要買哪一種電動機來進行改裝會比較容易改裝？

- (A)步進電動機 (B)伺服電動機 (C)輪轂電動機 (D)線性電動機。

解 輪轂馬達(hub motor)，它的最大特點就是將動力、傳動和制動裝置都整合到輪轂內，由馬達直接驅動輪胎，可大幅簡化電動車輛的機械結構、提升傳動效率

- (B) 5. 在實驗工場中，有一部線性電動機，由銘牌得知，此電動機的電源頻率為 60Hz，極距為 3cm，轉差率為 0.4，若啓動這部線性電動機後，移動的速度為多少？ (A)3.6m/s (B)2.16m/s (C)1.8m/s (D)1.44m/s。

解 $V_s = 2Y_p f = 2 \times 0.03 \times 60 = 3.6\text{m/s}$

$$V_r = V_s(1 - S) = 3.6 \times (1 - 0.4) = 2.16\text{m/s}$$

鍛鍊本解答－高手過招

- (C) 1. 一部線性感應電動機，若極距為 5cm，電源頻率為 60Hz，轉差率為 0.4，則移動速度為何？ 【104 統測】

(A)2.4m/s (B)3.0m/s (C)3.6m/s (D)4.0m/s。

解 $V_s = 2Y_p f = 2 \times 0.05 \times 60 = 6\text{m/s}$

$$S = \frac{V_s - V_r}{V_s} \times 100\% , V_r = 6 \times (1 - 0.4) = 3.6\text{m/s}$$

- (C) 2. 兩相感應式伺服電動機，當以電壓控制輸出轉矩時，其控制繞組與激磁繞組的電流相位差為何？ 【105 統測】

(A)180 度 (B)120 度 (C)90 度 (D)45 度。

- (D) 3. 下列關於直流無刷電動機之敘述，何者錯誤？

(A)利用電晶體作繞組電流的換向 (B)可以避免發生換向火花的問題 (C)轉子以永久磁鐵構成 (D)常用電阻元件感測磁場位置。 【106 統測】

解 常用霍耳元件感測磁場位置

- (D) 4. 一部線性感應電動機之極距為 D (公尺)，外加電源頻率為 f (赫芝)，轉差率為 S ，則其同步速度 v_s (公尺/秒)為何？ 【107 統測】

(A) $\frac{2\pi}{Df}$ (B) $\frac{Df}{2\pi}$ (C) $\frac{Df}{S}$ (D) $2Df$ 。

- (C) 5. 有一可變磁阻型步進電動機，其定子繞組為三相激磁，若轉子之步進角度為 7.5° ，則轉子齒數為何？ (A)32 (B)24 (C)16 (D)8。 【108 統測】

解 步進角 $\alpha = \frac{360}{q \times N}$ q ：定子相數， N ：轉子齒數

$$7.5 = \frac{360}{3 \times N} , N = 16$$