



## CH2 三相感應電動機之構造及分類

### 2-1 三相感應電動機之構造

#### 隨堂練習解答

課本 P21

- ( C ) 1. 將一部三相、6 極、72 槽感應電動機定子繞組重新繞置，如果 A 相線圈的始端設計放置在 1 號槽，則 B 相線圈的始端應該安置在哪一槽，定子繞組才能順利繞置且正常工作？

(A)7 (B)8 (C)9 (D)10 槽。

**解** 本機為6極電機，總電機角  $\theta_{eT} = 6 \times 180^\circ = 1080^\circ$

槽距：定子鐵心有72槽，每槽間隔電機角  $\theta_e = \frac{1080}{72} = 15^\circ$

三相繞組每相間隔  $120^\circ$ ，相當於  $\frac{120^\circ}{15^\circ} = 8$  槽；A 相始端在第1槽、B 相始端應在9號槽

#### 隨堂練習解答

課本 P24

- ( B ) 1. 在感應電動機定子組裝過程中，不需要使用到哪一項元件？  
(A)外殼 (B)軸 (C)末端架 (D)銘牌。
- ( A ) 2. 早期工業界會採用繞線式轉子感應電動機，主要考量到的優點為何？  
(A)轉子電路可插入電阻，增加起動轉矩，減少起動電流  
(B)損失小、效率高  
(C)製造容易、成本低  
(D)散熱佳，堅固耐用。
- ( D ) 3. 感應電動機之轉子繞組會使用斜槽設計，主要考量到的優點為何？  
(A)起動方便 (B)消除電樞反應 (C)減少激磁電流 (D)降低噪音。

## 自我評量解答

課本 P27

### 一、選擇題

- 2-1 ( A ) 1. 感應電動機所用之矽鋼片，其矽含量一般約為  
 (A)1%~3% (B)10%~15% (C)50%~60% (D)95%~98%。  
 ●解 鐵心(stator core)以矽含量1%~3%，厚度0.35mm~0.5mm 之矽鋼片製成
- ( B ) 2. 定子鐵心採矽鋼薄片疊積而成，其目的是為了減少  
 (A)磁滯損 (B)渦流損 (C)銅損 (D)旋轉損。
- ( D ) 3. 有關三相感應電動機構造之敘述，下列何者錯誤？  
 (A)主要是由定子及轉子兩部份所構成  
 (B)定子上有三相線圈  
 (C)轉子為鼠籠式或繞線式  
 (D)電刷應適當移位至磁中性面。  
 ●解 直流電機受到電樞反應干擾才需要將電刷移位至磁中性面
- ( B ) 4. 三相感應電動機之轉子構造，最常採用者是  
 (A)繞線式 (B)鼠籠式 (C)永磁式 (D)電磁式。  
 ●解 鼠籠式感應電動機構造簡單，搭配變頻設備可進行各項控制
- ( D ) 5. 感應電動機定子繞組採短節距繞組，其目的何者錯誤？  
 (A)縮短線圈末端銅線 (B)使電動機轉動圓滑  
 (C)改善電勢波形 (D)提升運轉速度。
- ( C ) 6. 中、大型感應電動機為了使磁通儘量接近正弦波，以獲得圓滑運轉，有關定子繞組的設置方式，一般會採用何種設計方式？  
 (A)雙層、分佈繞、全節距 (B)雙層、集中繞、短節距  
 (C)雙層、分佈繞、短節距 (D)單層、分佈繞、短節距。
- ( C ) 7. 三相繞線式轉子感應電動機，起動時若在其轉子電路中串加電阻，其目的為何？  
 (A)增加起動電流，增加起動轉矩  
 (B)增加起動電流，降低起動轉矩  
 (C)限制起動電流，增加起動轉矩  
 (D)限制起動電流，降低起動轉矩。

2-2

2-2 ( D ) 8. 下列哪兩級的絕緣標準，容許溫度分別為最高與最低？

- (A)Y 最高，C 最低                      (B)E 最高，A 最低  
(C)B 最高，C 最低                      (D)C 最高，Y 最低。

解 絕緣材料等級為

| 級 別    | Y    | A     | E     | B     | F     | H     | C      |
|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 最高容許溫度 | 90°C | 105°C | 120°C | 130°C | 155°C | 180°C | 180°C↑ |

( A ) 9. 中大型電機定子線槽多採用何種型式，以方便放置線圈？

- (A)開口槽 (B)半閉口槽 (C)閉口槽 (D)斜口槽。

解 高壓大型電機大多採用採用【開口槽】，以方便定子繞組放置

( D ) 10. 三相、4 極感應電動機，每相繞組之間應該互隔多少機械角？

- (A)180° (B)120° (C)90° (D)60°。

解 三相電機每相繞組間隔120°電機角， $\theta_e = \frac{P}{2}\theta_m \Rightarrow 120^\circ = \frac{4}{2} \times \theta_m \Rightarrow \theta_m = 60^\circ$

## 二、問答題

1. 說明感應電動機定子構造與功能。

解 三相感應電動機定子的構造與功能說明如下：

- (1)機殼：安置定子鐵心及繞組、支持軸承與轉子、保護電機內部機件並可幫助散熱。
- (2)定子鐵心：定子鐵心以矽含量 1%~3%，厚度 0.35mm~0.5mm 之矽鋼片製成。小型機先將矽鋼片沖成圓環薄片，再加以疊製以減少渦流損失。
- (3)定子繞組：定子繞組係指裝置於定子鐵心槽內之三相繞組，中、大型感應電動機的定子繞組通常採用雙層、分佈、短節距(線圈跨距<180°)的繞法，使磁通儘量接近正弦波形分佈，以獲得等角速度的圓滑旋轉磁場，減少磁擾動所產生之噪音。
- (4)端蓋及軸承：端蓋係裝置於外殼之兩端，用來保護定子繞組，中央位置裝有軸承，用以支承轉軸承擔機械負載。

2. 比較鼠籠式轉子與繞線式轉子的優缺點。

解 (1) 鼠籠式轉子：堅固耐用，適合大量生產，也可以適用於不同極數的定子繞組。轉子導體與鐵心採用斜槽型式，可以減緩定部與轉子間磁阻之變化，降低轉子旋轉時之噪音及轉矩的脈動。

(2) 繞線式轉子：優點在於起動時，透過滑環與外部電阻連接，可以限制起動電流並增加起動轉矩；正常運轉時，改變外部電阻之大小可以控制轉速。但是繞線式轉子之繞組極數必須配合定子之極數繞製，構造複雜、製作成本高。

3. 說明絕緣材料的等級以及容許最高溫度分別為何？

解

| 各級絕緣材料  | 最高容許溫度   |
|---------|----------|
| Y 級絕緣材料 | 90°C     |
| A 級絕緣材料 | 105°C    |
| E 級絕緣材料 | 120°C    |
| B 級絕緣材料 | 130°C    |
| F 級絕緣材料 | 155°C    |
| H 級絕緣材料 | 180°C    |
| C 級絕緣材料 | 180°C 以上 |

4. 有一部 3 相、4 極、24 槽感應電動機，定子繞組採用雙層、分佈、全節距，試求本機之：

- (1) 電機角為多少？
- (2) 槽間隔電機角為多少？
- (3) 要準備線圈數量為多少？
- (4) 相線圈始邊放在 1 號槽，則其另一邊會在第幾槽？
- (5) 相線圈始邊放在 1 號槽，B 相線圈始邊會在第幾槽？

解 (1) 總電機角：4 極電機，總電機角  $\theta_{eT} = 4 \times 180^\circ = 720^\circ$

(2) 槽距：定子鐵心有 24 槽，每槽間隔電機角  $\theta_e = \frac{720^\circ}{24\text{槽}} = 30^\circ$

(3) 定子繞組採用雙層繞，線圈總數等於槽數，需要準備 24 個線圈

(4)線圈跨距：全節距的兩線圈邊間隔  $180^\circ$ ，相當於 6 個槽；

因此倘若 A 相線圈始邊放在 1 號槽，則其另一邊會在  $6+1=7$  槽

(5)三相繞組：每相間隔  $120^\circ$ ，相當於 4 個槽；當 A 相線圈始邊放在 1 號槽，則 B 線圈放在 5 號槽、C 線圈放在 9 號槽

## 鍛鍊本解答－嚴選精華

- 2-1**
1. 定子機殼的功能有安置定子鐵心及繞組、支持軸承與轉子、保護電機內部機件並可幫助散熱。
  2. 定子鐵心以矽含量1%~3%，厚度0.35mm~0.5mm之矽鋼片製成。小型機將矽鋼片沖成圓環薄片，再加以疊製以減少渦流損失。大型機則採用扇形矽鋼沖片。
  3. 中、小型電機定子鐵心線槽採用半閉口槽，以減低空氣隙磁阻及損失；高壓大型電機採用開口槽，方便放置定子繞組。
  4. 定子繞組係指裝置於定子鐵心線槽內之三相繞組，中、大型感應電動機的定子繞組通常採用雙層、分佈、短節距(線圈跨距 $< 180^\circ$ )繞法，使磁通儘量接近正弦波形分佈，以獲得圓滑的旋轉磁場，減少噪音。
  5. 使用者可以依據需要，將三相定子繞組進行星形結線(Y 連接)或三角形結線( $\Delta$  連接)後，再與外部的三相交流電源連接。
  6. 感應電動機沒有電樞反應，可將定子與轉子間的空氣隙縮短，以減少激磁電流，提高功率因數。
- 2-2**
7. 感應電動機依據轉子導體構造分成：
    - (1) 鼠籠式：將絕緣銅棒或鋁棒裝於鐵心線槽內，兩端再與端(絡)環焊接。鼠籠式轉子堅固耐用，適用於不同極數的定子繞組。鐵心採用斜槽可以降低旋轉時之噪音及脈動。
    - (2) 繞線式：又稱為滑環式，轉子鐵心內的繞組透過引接線連接到滑環，再經由電刷與外部電路連接。起動時透過外加電阻，可以限制起動電流並增加起動轉矩；運轉時改變電阻可以控制轉速。繞線式轉子繞組極數必須配合定子極數繞製，構造複雜、成本高。
  8. 鼠籠式感應電動機：依據轉子導體設計分為：(1)普通鼠籠式轉子。(2)特殊鼠籠式轉子：又可為深槽式、雙鼠籠式以及高電阻式。

9. 絕緣等級與最高容許溫度的關係：Y 級( 90°C )、A 級( 105°C )、  
E 級( 120°C )、B 級( 130°C )、F 級( 155°C )、H 級( 180°C )、  
C 級( 180°C 以上 )。

## 鍛鍊本解答－大顯身手

### 課內題

詳解請參考自我評量解答 P2-2~2-5

### 課外題

#### 一、精選題

- ( D ) 1. 有關三相感應電動機構造之敘述，下列何者錯誤？  
(A)主要是由定子及轉子兩部份所構成  
(B)繞線之轉子，可外接轉子電阻  
(C)鼠籠式轉子適用於任何極數之定子  
(D)定子繞組的電壓，可經由滑環接至轉子繞組。  
**解** 定子繞組跟轉子繞組為兩組獨立線圈，不相接
- ( D ) 2. 有關三相感應電動機，下列敘述何者錯誤？  
(A)定子鐵心由含矽量 1%~3%，厚度 0.35mm~0.5mm 無方向性矽鋼疊片疊成  
(B)定子繞組採用雙層繞、分布繞、短節距繞  
(C)轉子鐵心採用斜槽設計可減低旋轉時之噪音  
(D)低壓小型感應電動機線槽採用半閉口槽，其目的為絕緣處理容易。  
**解** 使用半閉口槽的目的為：減低氣隙的磁阻及激磁電流
- ( B ) 3. 有台 4 極三相感應電動機，定子繞組中每一個線圈的兩個線圈邊的配置位置，應相隔幾度機械度？  
(A)45°機械度 (B)90°機械度 (C)120°機械度 (D)180°機械度。  
**解** 4極的電機，兩線圈邊應相隔180°電工度；180°電工度 = 90°機械度

## 二、情境題

- ( D ) 4. 小明同學在上實習課時，拆解了一台三相鼠籠式感應電動機，要觀察感應電動機的構造，下列哪一個構造是小明同學在拆解過程中不可能看到的構造？  
 (A)定子外殼、定子鐵心 (B)端蓋、軸承 (C)端(絡)環 (D)滑環。

**解** 滑環為繞線式轉子的構造，鼠籠式轉子沒有此構造

- ( B ) 5. 小仁的工場，有三相三線 220V 的交流電源，且需要一台具有大啓動轉矩的電動機，則小仁的工場應該選用何種電動機？

- (A)三相鼠籠式轉子感應電動機  
 (B)三相繞線式轉子感應電動機  
 (C)直流積複激式電動機  
 (D)直流串激式電動機。

**解** 因工場有三相交流電源，因此選用三相感應電動機。繞線式轉子的啓動轉矩較鼠籠式轉子大

## 鍛鍊本解答－高手過招

- ( B ) 1. 下列有關三相鼠籠式感應電動機轉子電流之敘述，何者正確？

- (A)經過滑環由電源電壓引入  
 (B)經由感應而產生  
 (C)經過電刷由電源電壓引入  
 (D)經過電刷與換向器由電源電壓引入。

【107 統測】

**解** 轉子導體因旋轉磁場而產生感應電勢，短路後產生轉子電流，非由電源電壓引入

