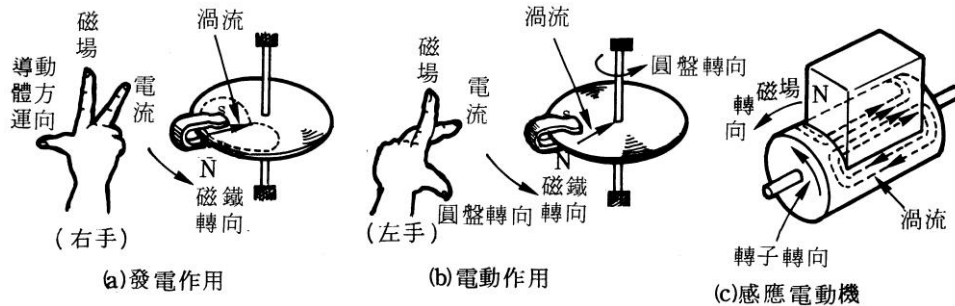


第 1 章 三相感應電動機原理及構造

1.原理：

(1) 運轉原理：阿拉哥圓盤定理：

- ①若磁鐵逆時鐘方向旋轉，則相對於鋁盤順時鐘方向旋轉，由發電機定則可知將產生電流由鋁盤邊緣流向中心。
- ②當電流由鋁盤邊緣流向中心處，由電動機定則可知，鋁盤將會跟著順時鐘方向旋轉。
- ③實際電動機以定子繞阻產旋轉磁場，而以轉子代替圓盤。
- ④轉子方向必與旋轉磁場方向相同，且轉速永遠低於旋轉磁場轉速。



(2) 三相旋轉磁場：

- ①產生條件：三相繞組分別相角差 120° ，而加入三相繞組之電流亦應分別相差 120° 電機角。
- ②產生結果：I、任意方向旋轉磁場之磁場強度皆相同，綜合磁動勢為每相磁動勢之 $\frac{3}{2}$ 倍。

II、旋轉磁場以同步轉速 $N_s = \frac{120f}{P}$ 旋轉。

III、任意對調二條電源線，旋轉磁場即反轉。

(3) 同步轉速及轉差率：

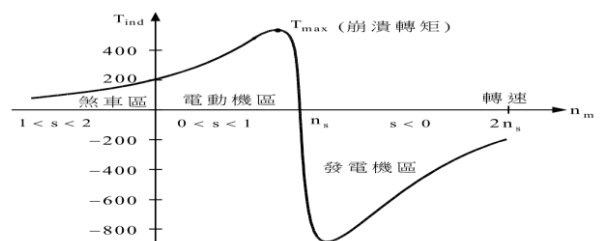
- ①旋轉磁場之轉速與所加定子繞組電流速率相同，所以稱同步轉速 N_s ， $N_s = \frac{120f}{P}$ 。

- ②轉差率 S ：同步轉速 (N_s) 與轉子轉速 (N_r) 之差稱為轉差。而轉差與同步轉速之比稱為轉差率。 $S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\%$

例 1：有一台 8 極、60Hz 之三相感應電動機，轉速為每分鐘 600 轉，現在將三條電源線之任意二條交換，則轉差率應為何？ (A) -0.333 (B) -1.667 (C) 0.333 (D) 1.667。(91 四技二專)

例 2：某部 8 極 60Hz 之三相感應電動機，滿載轉速為 882rpm，則其滿載轉差率為？ (A) 0.09 (B) 0.05 (C) 0.02 (D) 0.1 (88 四技二專)

- a. 啟動 (靜止，堵住)： $N_r = 0$ ， $S = 1$
- b. 電動機區： $0 < N_r < N_s$ ， $1 > S > 0$
- c. 同步： $N_r = N_s$ ， $S = 0$



- d.反同步（制動區）： $N_r = -N_s$ ， $S=2$ （轉子反轉， $S>1$ ）
 e.超同步（發電機區）： $N_r = 2N_s$ ， $S=-1$ （ $N_r > N_s$ ， $S<0$ ）

(4) 轉子頻率、旋轉磁場與感應電勢

①轉子頻率： $f_2 = \frac{P(N_s - N_r)}{120} = \frac{P \times S N_s}{120} = S f_1$ 。

- ②旋轉磁場：
 I、定部旋轉磁場對定部繞組之速率為 $N_s - 0 = N_s$ 。
 II、定部旋轉磁場對轉部繞組之速率為 $N_s - N_r = S N_s$ 。
 III、轉部旋轉磁場對定部繞組之速率為 $N_s - 0 = N_s$ 。
 IV、轉部旋轉磁場對轉部繞組之速率為 $N_s - N_r = S N_s$ 。

③轉子應電勢 E_2 ： $E_2 = 4.44 f_2 N_2 \phi = 4.44 S f_1 N_2 \phi$ ； $E_{2r} = S E_{2s}$ 。

例 1：某部 4 極、60Hz 之三相感應電動機，其滿載轉差率為 5%，則啟動瞬間，轉子感應電流之頻率為多少 Hz？ (A)0 (B)3 (C)57 (D)60。（88 四技二專）

例 2：某部 4 極、60Hz 之三相感應電動機，其轉子速率為 1710 rpm，則轉子頻率為？ (A)1Hz (B)2Hz (C)3Hz (D)4Hz （87 四技二專）

例 3：某部 4 極、60Hz 之三相感應電動機，其轉子速率為 1710 rpm，用示波器測量轉子端電壓波形，如果示波器設定為每格 0.1 秒，則一週期佔 (A)2 格 (B)2.6 格 (C)3 格 (D)3.3 格 （87 保甄）

2.構造：感應電動機構造簡單、堅固耐用、適於恆速負載，主要由定子及轉子構成。

(1) 定子：由機殼、鐵心、繞組、端架及軸承等組成。

①機殼：小型機採鑄鐵鑄成，大型機採鋼板熔接而成。

主要功能有二：I、固定鐵心及支持機件；II、幫助散熱及保護內部機件。

②定子鐵心：採含矽量 1~3%，厚度 0.35~0.5mm 矽鋼片疊積而成。低壓小容量採半開口槽；高壓大容量採開口槽。

③定子繞組：採分佈短節距雙層繞，高壓採 Y 型接線；低壓 Y 接線與 Δ 接線皆可。

(2) 轉子：由鐵心、導體、軸承等組成；依轉子導體可分：

①鼠籠式轉子：採鋁或銅為轉子導體，兩端加以短路。採用斜形槽以減少因磁阻變化而產生的噪音。

②繞線式轉子：繞製與定子極數相同之轉子導體。通常採採波繞以使各相平衡。可透過滑環外接電阻，以限制啟動電流、增大啟動轉距。

歷屆試題：

- 101 年：有一部三相感應電動機，其銘牌標示摘錄如下：0.25 HP、450VAC、60Hz、6P，若其滿載轉速為 1140rpm，請問其轉子頻率為何？(A) 63Hz (B) 60Hz (C) 6Hz (D) 3Hz 。
- 100 年：有關感應電動機轉子之感應電勢與轉差率(S) 的關係，下列敘述何者錯誤？
(A) $S=1$ ，轉子之感應電勢最大(B) $S=0$ ，轉子之感應電勢為零(C) 感應電動機之轉速越高，轉子之感應電勢越大(D) 感應電動機之轉速越低，轉子電流越大。
- 99 年：三相 4 極的感應電動機，接 50Hz 電源，測量出轉速為 1410rpm，則其轉差率為多少？(A) 3 % (B) 6 % (C) 12 % (D) 22 % 。
- 99 年：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，則下列電動機何者 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 。
- 98 年：關於三相感應電動機之定子與轉子分別所產生之旋轉磁場，下列敘述何者正確？(A)兩者不同步，會隨負載而變 (B)兩者不同步，會隨電源頻率而變 (C)兩者同步 (D)兩者不同步，會隨起動方式而變 。
- 96 年：關於感應電動機之構造，下列敘述何者正確？(A)定子與轉子鐵心採用矽鋼片疊積而成，主要是為減少磁滯損 (B)雙鼠籠式轉子設計主要目的為提高起動電流，降低起動轉矩 (C)為抵消電樞反應，故採用較小氣隙長度設計 (D)轉子鐵心採用斜槽設計可減低旋轉時之噪音 。
- 96 年：一部三相 4 極，50Hz 感應電動機，於額定電流與頻率下，若轉子感應電勢之頻率為 1.8Hz，則此電動機之轉差速率為多少？(A) 36 rpm (B) 54 rpm (C) 64 rpm (D) 72 rpm 。
- 95 年：三相六極感應電動機，電源電壓為 220V，頻率為 50Hz，若在額定負載下，滑差率 (轉差率)為 5%，則電動機滿載時轉軸轉速為何？(A) 950 rpm (B) 1000 rpm (C) 1050 rpm (D) 1200 rpm 。