



香港電梯業總工會 2025年第一季

升降機保養經驗分享工作坊

三相電動機基礎與銘牌(Nameplate)

VEM motors Thurm GmbH
Made in Germany

Verwendung nur außerhalb der EU
use only beyond the EU

IEC 60034-1

09/2017

K20R 90 L 2 H IM B34 FT115

14542430011709 IP 55 Th.Kl.155 23.5 kg 3~Mot

Bremse: M_{BR} Nm FI / c/n LS mm

50Hz 3 kW 60Hz 3.6 kW

230 / 400 V cosφ 0.84 275/ 480 V D/Y cosφ 0.83

10.7/6.15 A 2865 min⁻¹ 10.6/ 6.1 A 3470 min⁻¹

220... 240 / 380...420 V 255...290 / 440...500 V

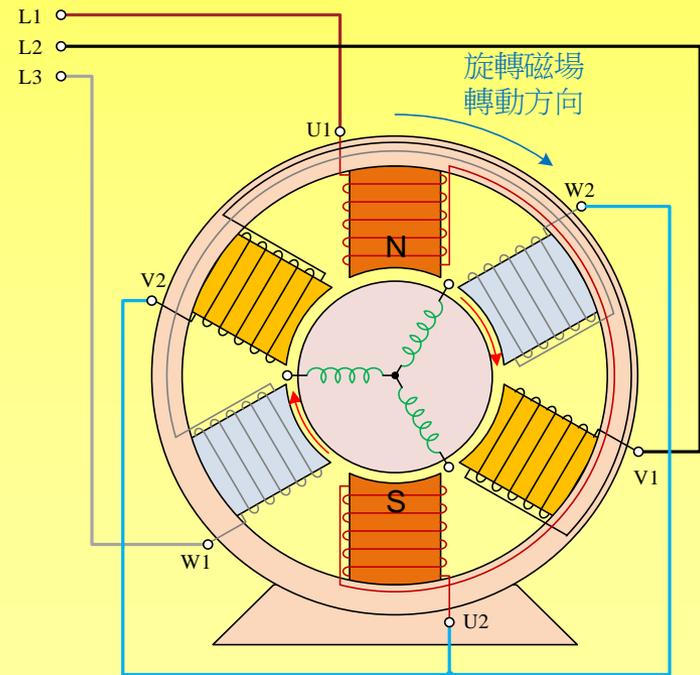
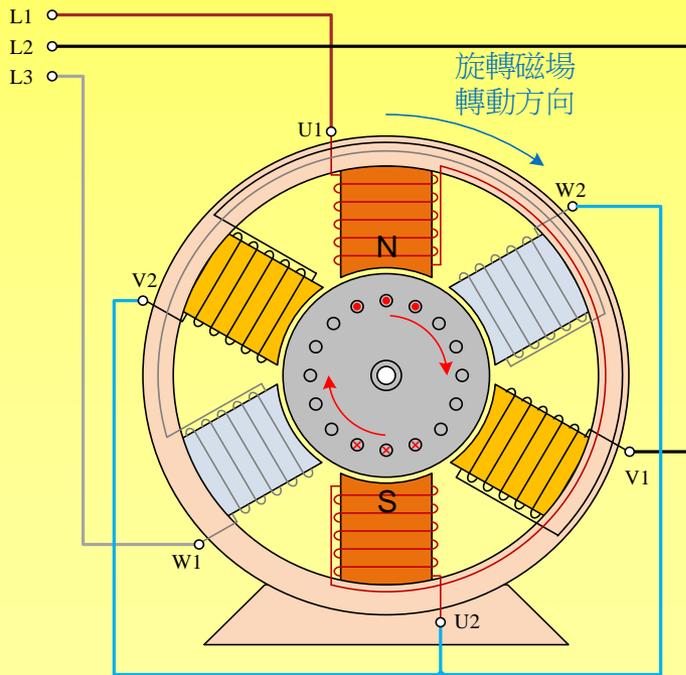
11 ...10.9 / 6.35... 6.2 A 10.9...10.7 / 6.3... 6.2 A

2840..2880 min⁻¹ cosφ 0.87 3430..3480 min⁻¹ cosφ 0.88

三相電動機分類

1. 三相感應電動機

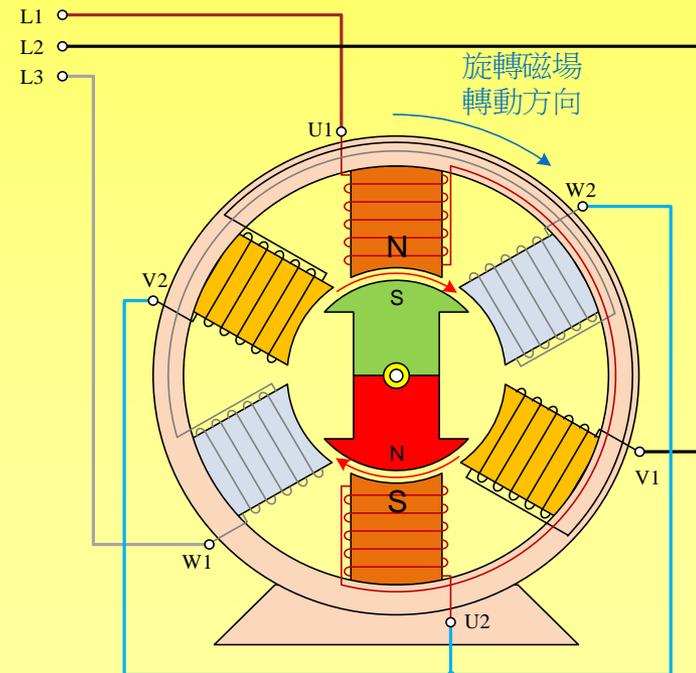
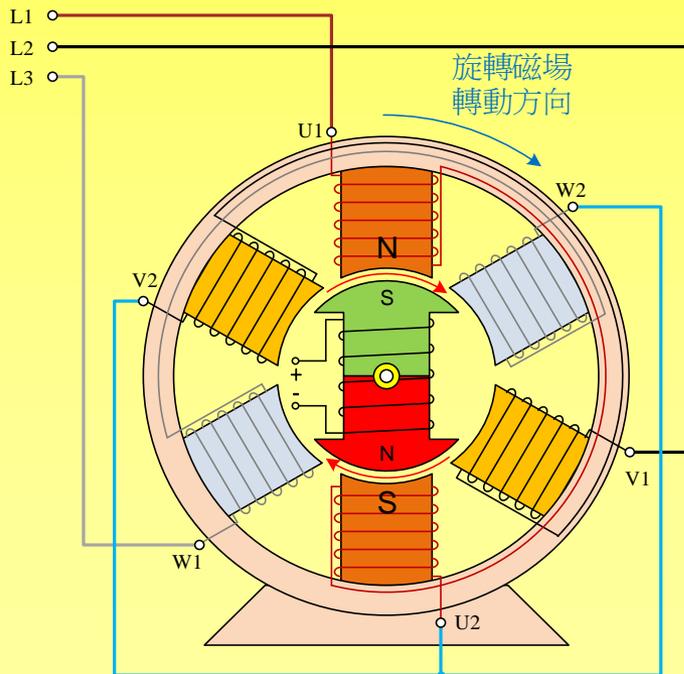
- 鼠籠式轉子
- 繞線式轉子



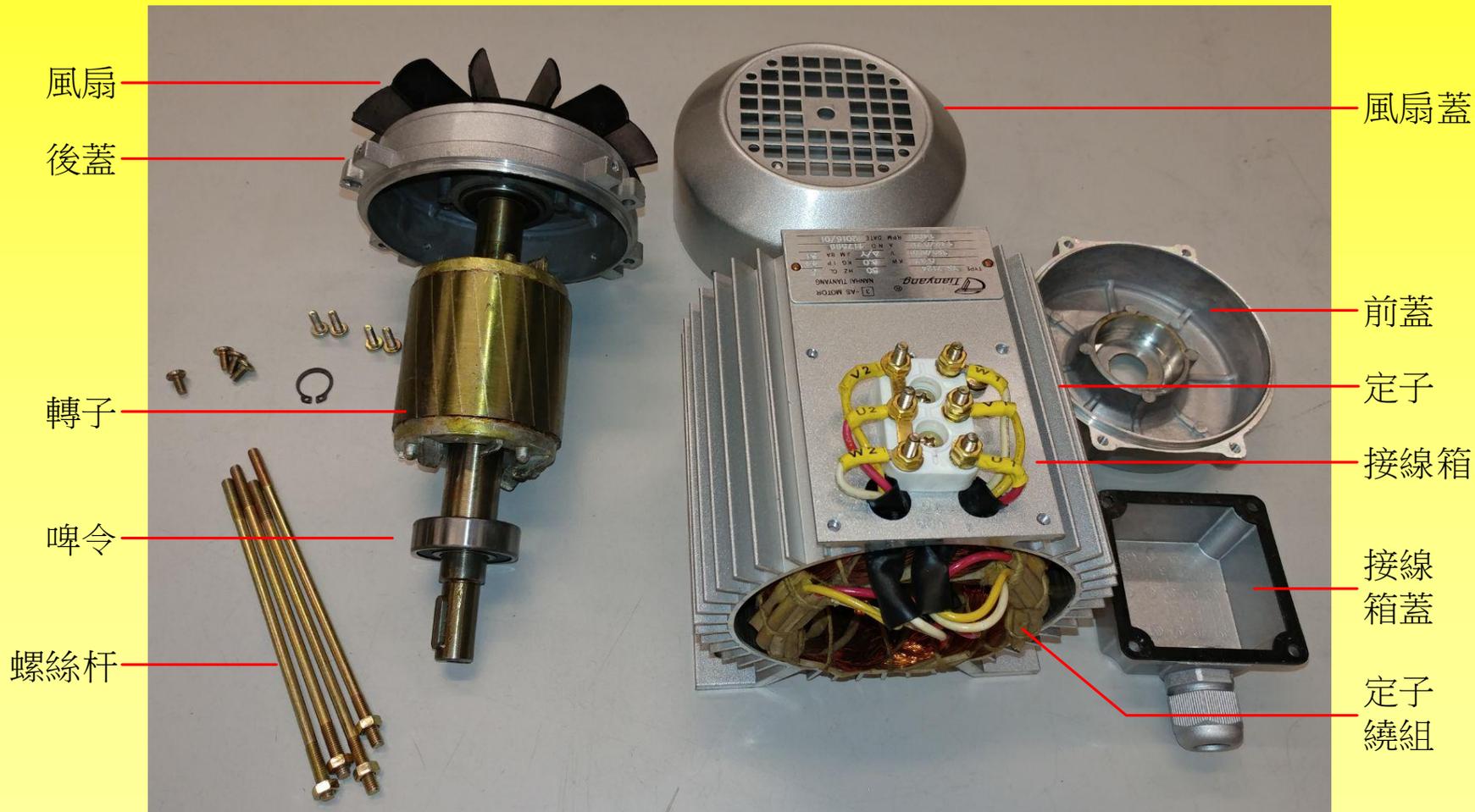
三相電動機分類(續)

2. 三相同步電動機

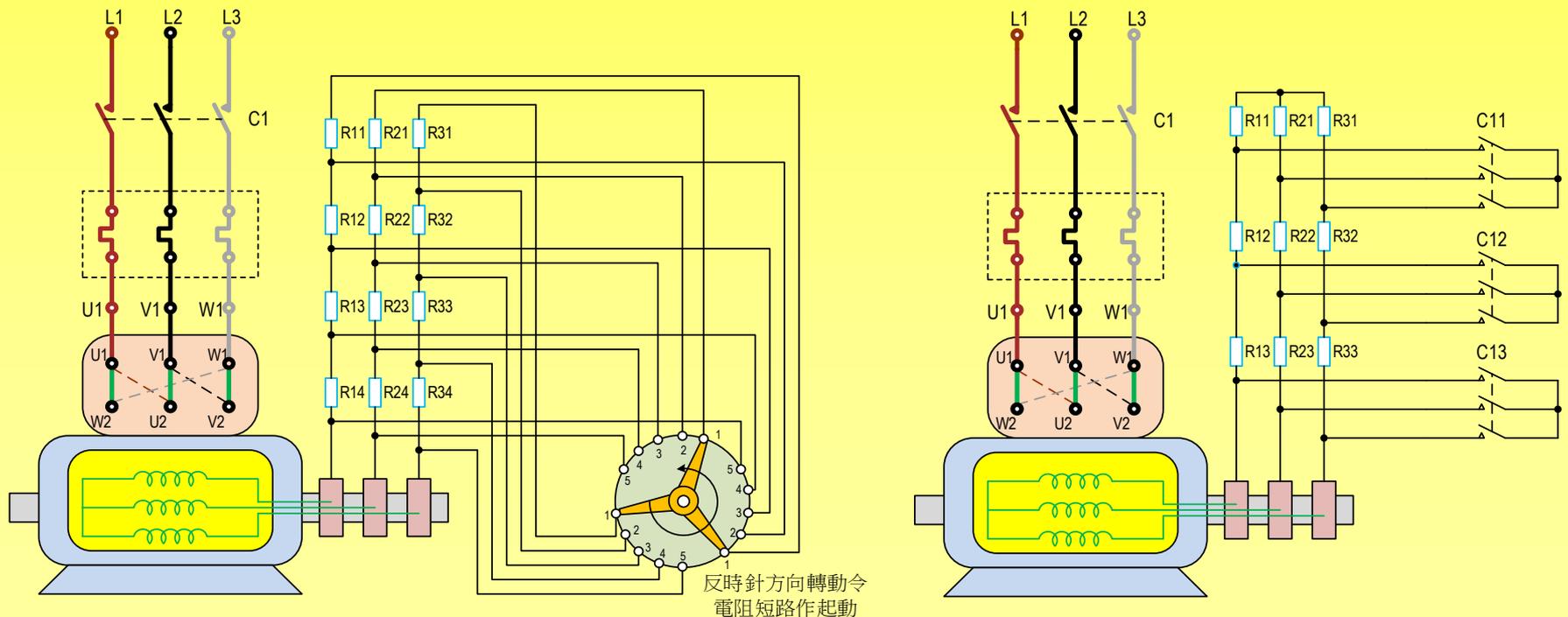
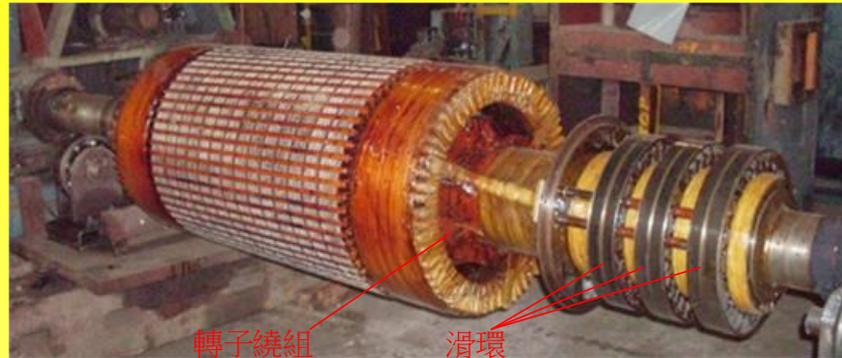
- 電磁鐵轉子
- 永久磁鐵轉子



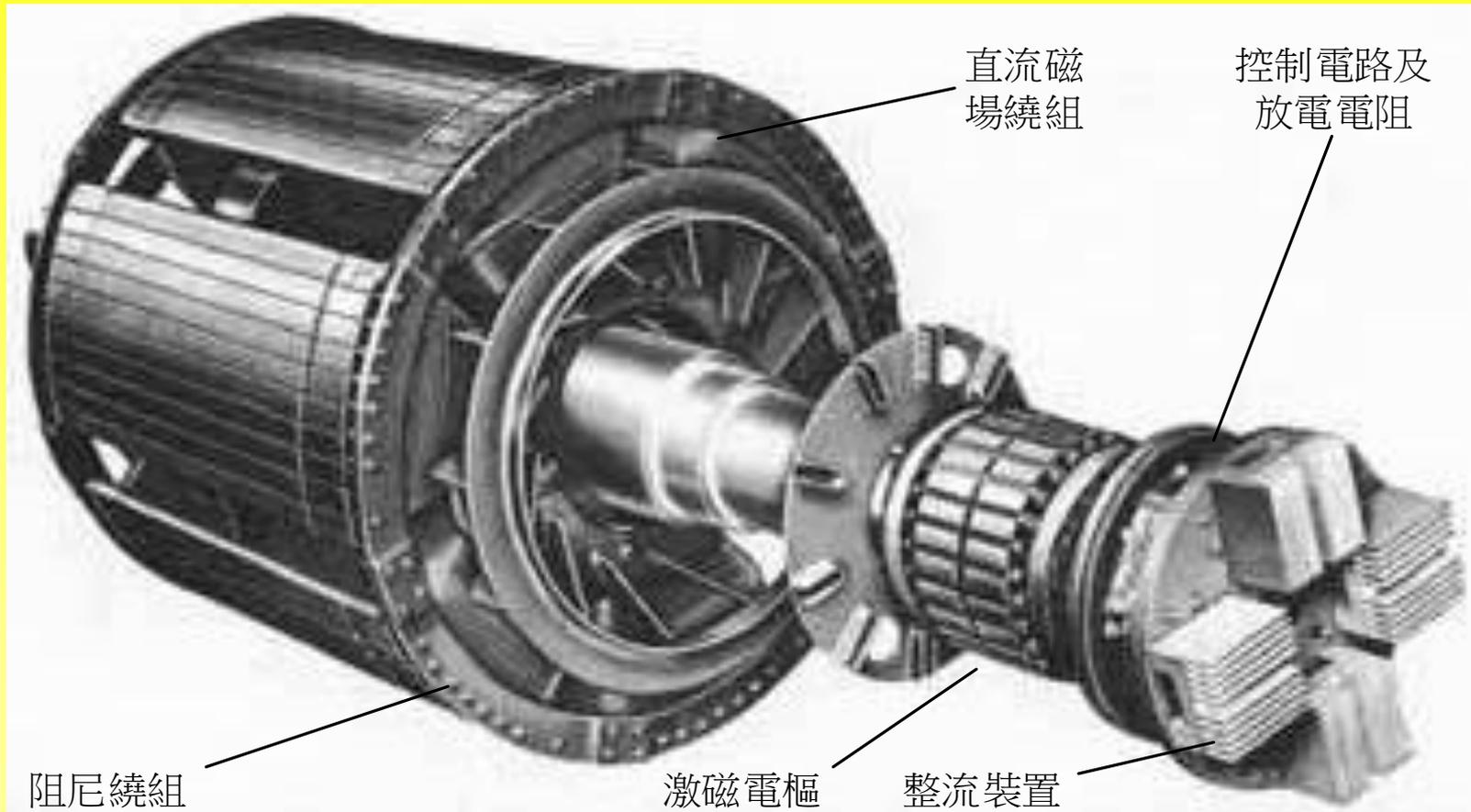
鼠籠式轉子感應電動機



繞線式轉子感應電動機



電磁鐵轉子同步電動機

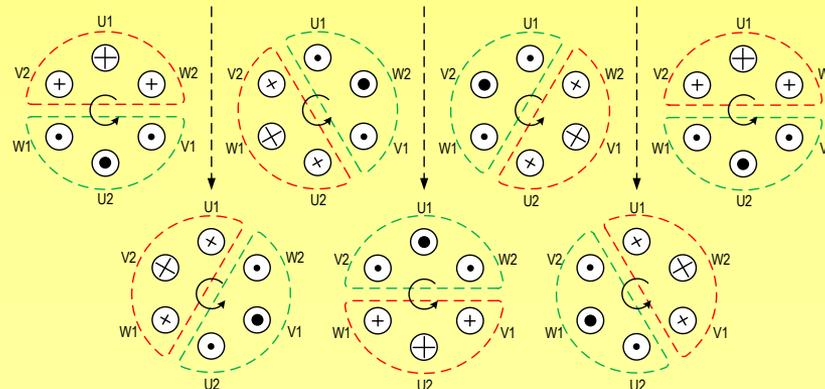
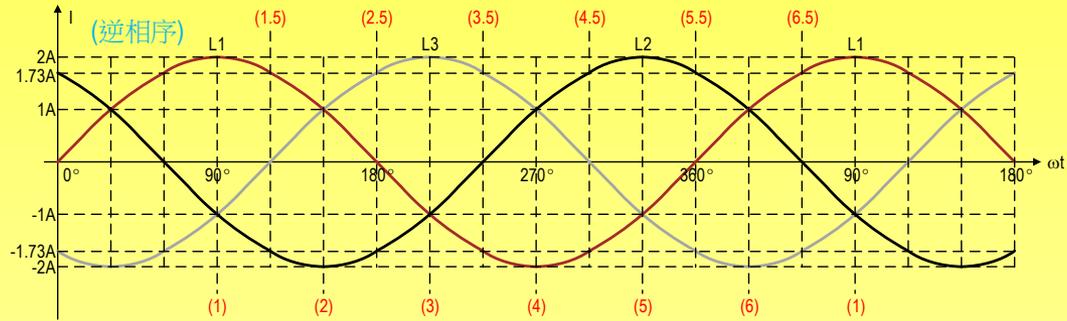
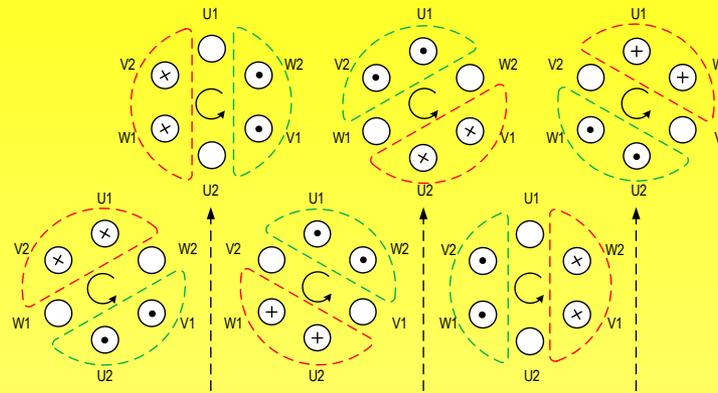


永久磁鐵轉子同步電動機

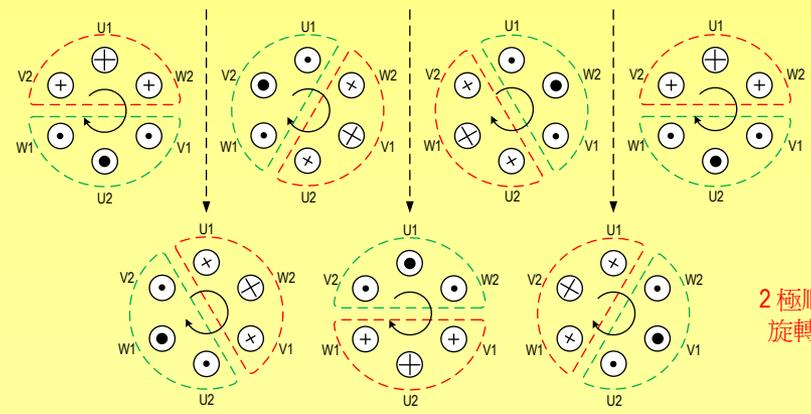
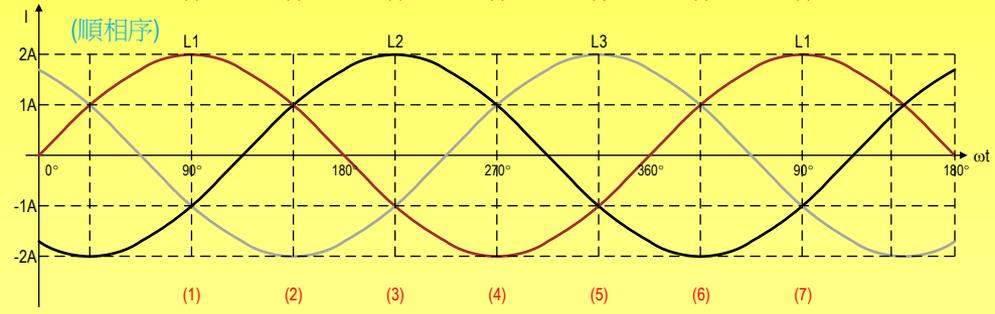
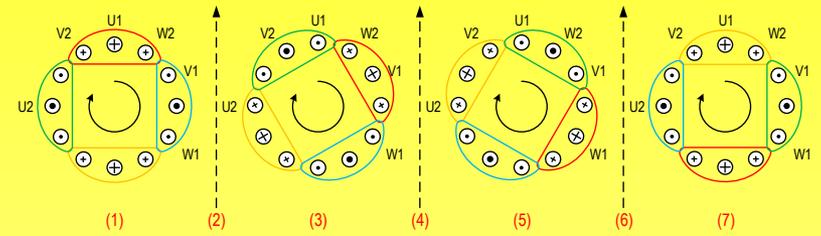
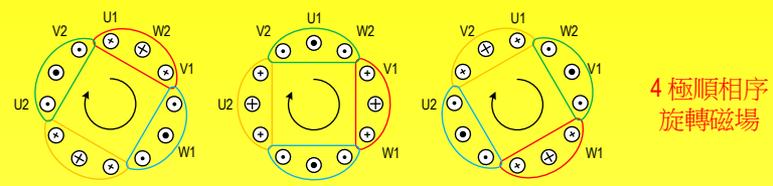


定子旋轉磁場(2 極反時針方向)

[動畫影片](#)

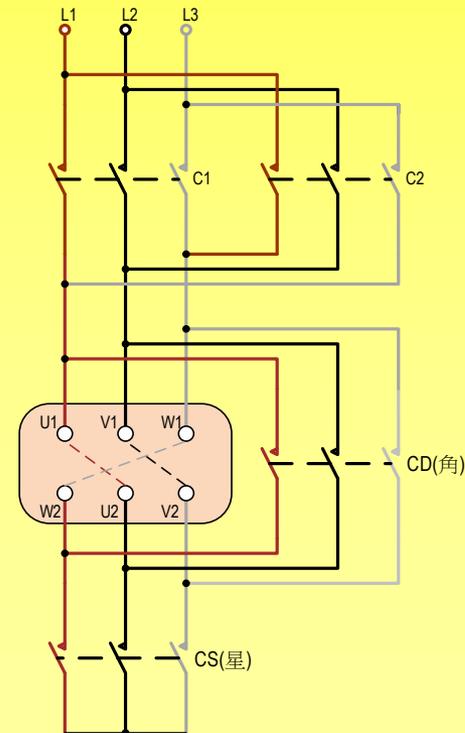
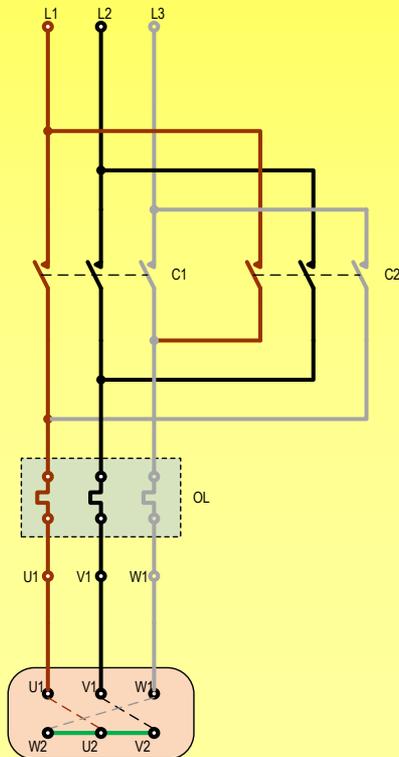


定子旋轉磁場(2 & 4 極順時針方向)



三相電動機的轉向控制

- 將L1→L2→L3或L2→L1→L3相序改變
- 令任何2條相導線互換接線位置，L1↔L2或L2↔L3或L1↔L3



旋轉磁場的同步轉速

$$N_s = \frac{60 \times f}{p}$$

N_s = 定子同步轉速每分鐘的轉數(rpm)

f = 供電頻率(Hz)

p = 電動機磁場磁極的對極數(對)

$$N_{s(2極)} = \frac{60 \times 50}{1} = \underline{\underline{3000rpm}}$$

$$N_{s(4極)} = \frac{60 \times 50}{2} = \underline{\underline{1500rpm}}$$

$$N_{s(6極)} = \frac{60 \times 50}{3} = \underline{\underline{1000rpm}}$$

$$N_{s(24極)} = \frac{60 \times 50}{12} = \underline{\underline{250rpm}}$$

感應電動機轉差率

- 感應電動機轉子之轉速，**一定永遠**較同步轉速(定子旋轉磁場)為低
- 轉子導體與同步轉速旋轉磁場間必須保持相當之轉速差
- 使轉子導體能切割磁力線從而感應電壓，產生電流與旋轉磁場產生轉矩
- 感應電動機又叫異步（非同步）電動機，同步轉速與轉子之轉速差簡稱為轉差

感應電動機轉差率(續)

- 轉差率(Slip)(s)是同步轉速與電動機轉子的轉速差額，再與同步轉速之比，一般以百分率作單位表示

$$s = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\%$$

$$N_r = N_s(1 - s)$$

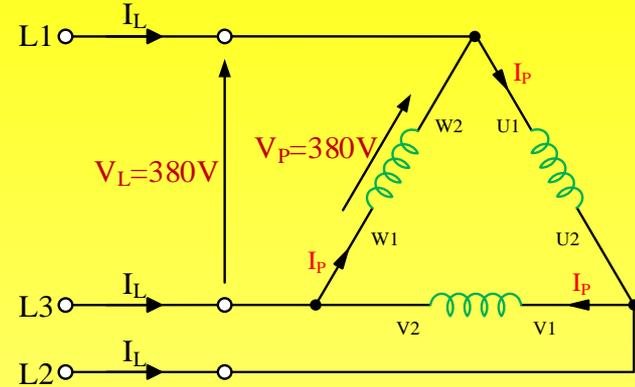
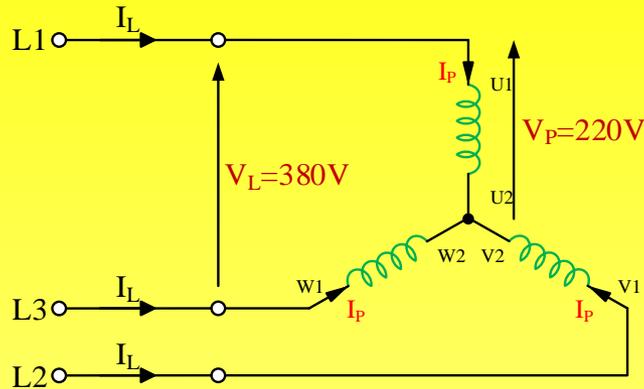
$$N_r = \frac{60 \times f}{p} \times (1 - s)$$

N_s = 定子同步轉速每分鐘的轉數(rpm)

N_r = 電動機轉子每分鐘的轉數(rpm)

s = 轉差率(%)

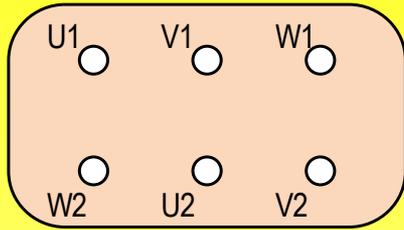
三相電動機星形(Y)及角形(Δ)接法



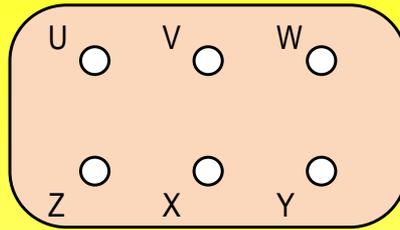
- 線電壓 V_L —輸電導線間的電壓
- 相電壓 V_P —電動機繞組的電壓
- 線電流 I_L —輸電導線的電流
- 相電流 I_P —電動機繞組的電流

	繞組接Y形	繞組接 Δ 形
電壓 V	$V_P = V_L \div \sqrt{3}$	$V_P = V_L$
電流 I	$I_L = I_P ; A$	$I_L = \sqrt{3}I_P ; 3A$
電功率 P	W	$3W$

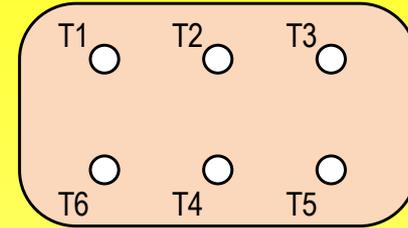
三相電動機接法分辨與檢測



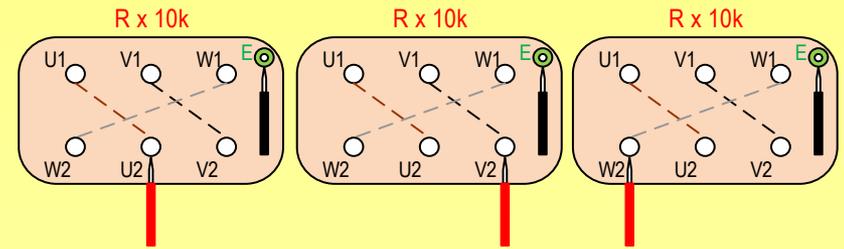
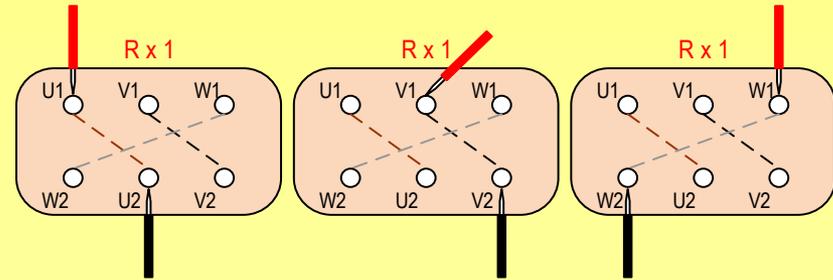
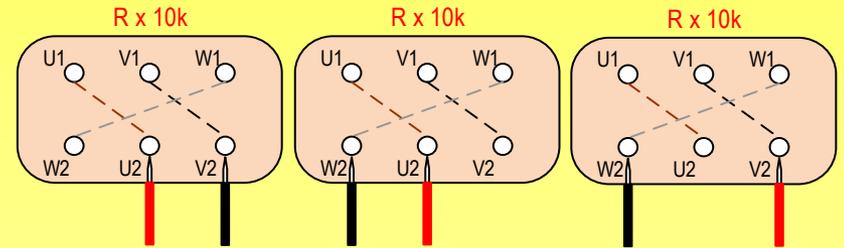
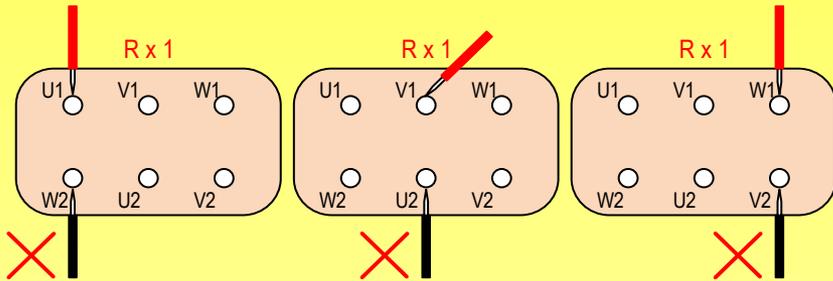
國際



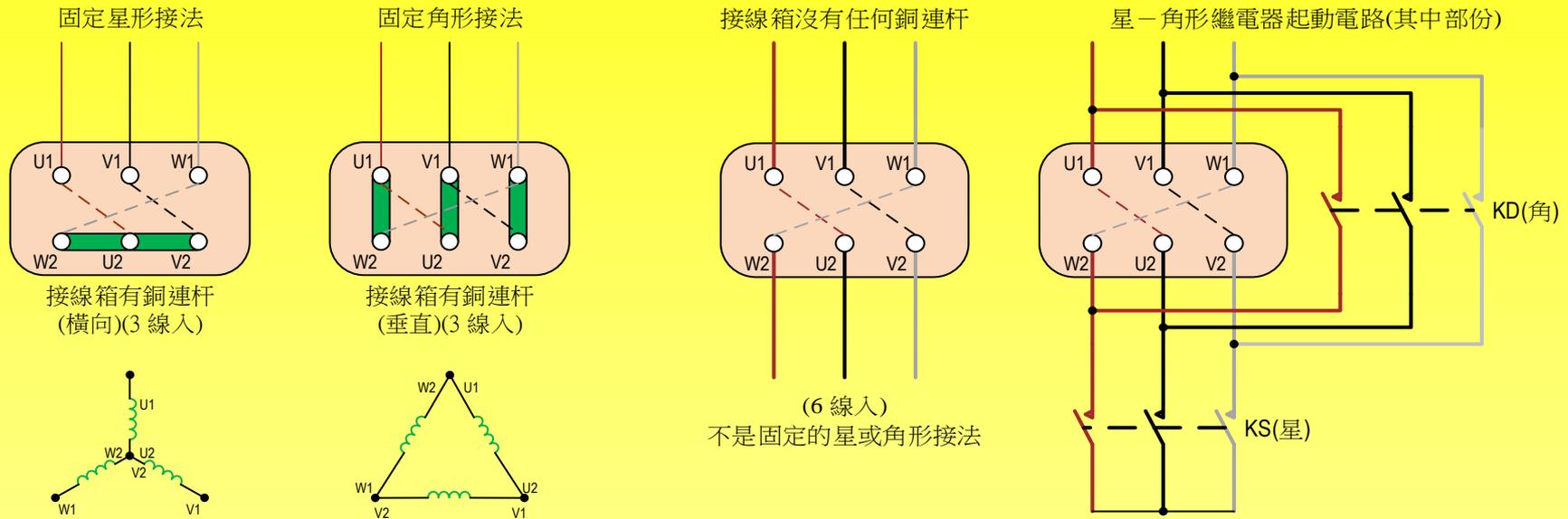
常用



美國



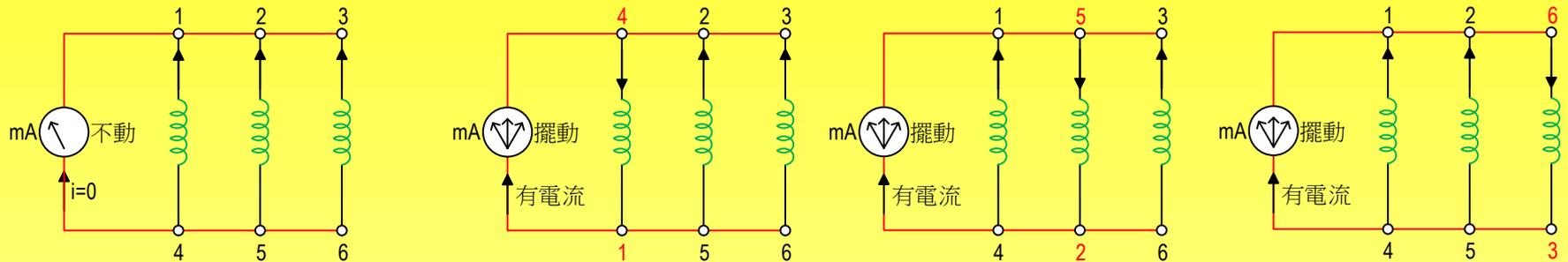
三相電動機接法分辨與檢測(續)



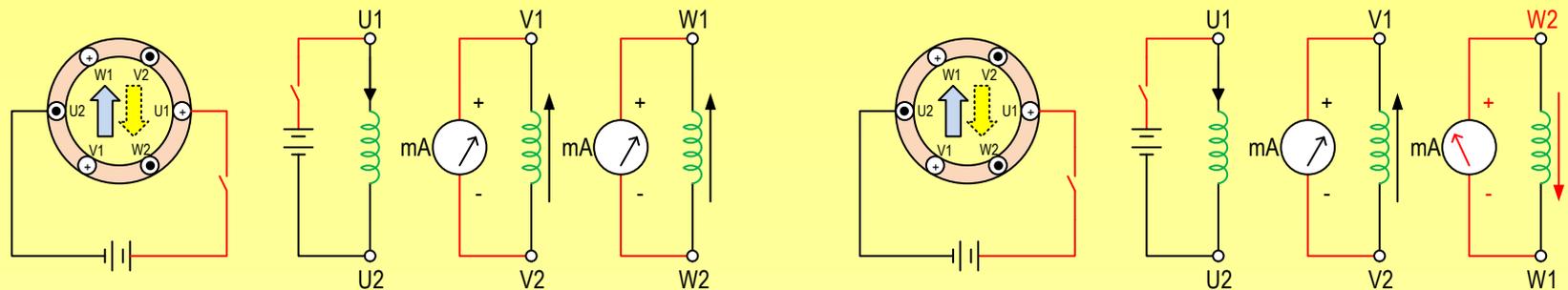
- 供電則例—三相電動機 $2.2\text{kW} < M < 11\text{kW}$ ，起動電流不應高於其滿載電流的6倍；
 $11\text{kW} < M < 55\text{kW}$ ，不應高於2.5倍。香港 $M \geq 7.5\text{HP}$ 或 5.5kW 一般採用九線掣。

三相電動機頭尾線的辨別

• 剩磁法



• 直流法



三相感應電動機銘牌內容

- 型號(Model)—製造廠識別其產品的規格代號
- 額定頻率(Hz)—輸入電動機的設計頻率
- 額定電壓(V)—電動機在額定運行情況下的線電壓 V_L
- 額定電流(A)—電動機在額定電壓、額定頻率以及額定負載下運行時，三相定子繞組從電源吸取的線電流 I_L (用鉗錶量度電線的電流)

三相感應電動機銘牌內容(續)

- 額定功率(kW)—電動機在額定運行（指電壓，電流及頻率都為額定值）情況下，電動機轉軸上輸出的**機械功率**，較舊式的電動機可能會用多少匹馬力(匹Hp)， $1\text{Hp}=746\text{W}=0.746\text{kW}$ 。由於電動機必定有損耗，所以其輸入的實際電功率應高於**機械功率**
- 功率因數($\cos\phi$)(φ)—電動機在額定工作狀態下運行，輸入電動機的有功功率P與視在功率S的比值；計算有功電流折扣值

三相感應電動機銘牌內容(續)

- 額定效率(Eff)(%)—電動機輸入電功率 P_{in} 一定大於輸出機械功率 P_{out} ，其差額等於電動機本身損耗功率 P_{loss} ，包括銅損耗、鐵損耗及機械損耗等。效率 η 是指輸出功率與輸入功率的比值，一般約為75~92%，效率越高，表示電動機的損耗越小
- 接法(Δ /Y)—電動機設計是星形(Y)或三角形(Δ)聯接。通常三相感應電動機自3kW以下者，多接成星形；自4kW以上者，多接成三角形，可令輸出功率較大

三相感應電動機銘牌內容(續)

- 額定轉速(rpm)—額定轉速 $N(N_r)$ 指電動機在額定電壓、額定電流、額定頻率以及額定負載下運行，轉子每分鐘的轉數，其值略低於同步轉速(N_s)
- 絕緣等級(Grade)—根據電動機繞組所用的絕緣材料，將容許耐熱溫度(最高工作溫度)劃定的等級

絕緣等級 Grade	最高環境溫度 Temp Amb.	最高溫升 Temp Rise	額外溫升 Temp Margin	最高工作溫度 Max. Temp
A	40°C	60°C	5°C	105°C
E	40°C	75°C	5°C	120°C
B	40°C	80°C	10°C	130°C
F	40°C	105°C	10°C	155°C
H	40°C	125°C	15°C	180°C

三相感應電動機銘牌內容(續)

- 環境溫度(Temp Amb.)—電動機未運行前，環境溫度容許的最高值，常用 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$
- 溫升(Temp Rise)—電動機持久運行時，繞組的工作溫度比周圍環境溫度可容許提升的平均溫度為溫升。設銘牌標示環境溫度 $=50^{\circ}\text{C}$ ，溫升 $=70^{\circ}\text{C}$ ，則其繞組容許的工作最高溫度為 $50+70=120^{\circ}\text{C}$
- 定額類別/工作額定時間/狀態(Duty)—電動機的工作方式，即在劃定的工作前提下運行的持續時間或工作週期

三相感應電動機銘牌內容(續)

- 不同設計的定額類別/工作額定時間/狀態，可降低製造電動機時的成本。IEC將電動機運行及溫升情況，分為10種工作佔空比，以S1~S10來表示。電動機運行情況，主流可分為三種基本運行方式：
 - 連續運行(Continuous running duty)—以恆定負載運行足夠長的時間(S1)
 - 瞬息運行(Short-time duty)—電機靜止足夠長的休息時間以重新達到環境溫度，如：10、30、60分鐘 (S2)

三相感應電動機銘牌內容(續)

- ▶ 週期運行(Periodic duty)—具有和不具有啟動、電動制動和/或改變速度/負載的休息之工作循環。工作循環的各種操作隨著時間的推移而重複，並且不允許電機達到熱平衡(S3~S8)
- 外殼防護等級(IP)—電動機防止外物、水份等入侵的防護絕緣等級。第一個數字是防止固體異物入侵的等級；第二個數字是濕氣、水份入侵的等級。數字的數值越大，表示其相對防護能力越高

三相感應電動機功率相關之關係

$$P_{in} = I_L V_L \sqrt{3} \cdot \cos \phi$$

$$P_{out} = I_L V_L \sqrt{3} \cdot \cos \phi \cdot \eta$$

$$P_{loss} = P_{in} - P_{out}$$

$$I_L = \frac{P_{in}}{V_L \sqrt{3} \cdot \cos \phi}$$

$$I_L = \frac{P_{out}}{V_L \sqrt{3} \cdot \cos \phi \cdot \eta}$$

$$\eta = \frac{P_{in} - P_{loss}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta}$$

P_{in} = 輸入電功率(W)

P_{out} = 輸出機械功率(W)(額定功率)

P_{loss} = 電動機損耗(W)

I_L = 線電流(A)，任何一條相電線流過(鉗錶量度電線)的電流

V_L = 線電壓(V)，任何兩條相電線之間的電壓

$\cos \phi$ = 功率因數

η = 效率(%)

三相感應電動機功率相關之計算

Model	3M-KT9	Ph	3
IP	55	Duty	CONT
No	15125	Kg	25
Class	B	Amb	40 °C
HP	20		
V	380 Δ / 660 Y		
A	29.63 / 17.06		
Cos φ	0.87		
Eff.	???		
Hz	50		
r/min	1460		

$$\begin{aligned}
 P_{in} &= I_L V_L \sqrt{3} \cdot \cos \phi \\
 &= 29.63 \times 380 \times 1.7321 \times 0.87 \\
 &= \underline{\underline{16.97kW = 22.75HP}}
 \end{aligned}$$

$$P_{out} = 20 \times 0.746 = 14.92kW$$

$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\
 &= \frac{14.92}{16.97} \times 100\% \\
 &= \underline{\underline{88\%}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{in} &= \frac{P_{out}}{\eta} \\
 &= \frac{14.92}{88\%} \\
 &= \underline{\underline{16.95kW = 22.73HP}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{loss} &= P_{in} - P_{out} \\
 &= 16.95 - 14.92 \\
 &= \underline{\underline{0.97kW}}
 \end{aligned}$$

三相感應電動機銘牌實例

VEM motors Thurm GmbH Made in Germany		Verwendung nur außerhalb der EU use only beyond the EU	
09/2017		IEC 60034-1	
K20R 90 L 2 H		IM B34 FT115	
14542430011709		IP 55	
Th.Kl.155		23.5 kg 3~Mot	
Bremse:	M _{BR}	Nm FI	/ c/h LS mm
50Hz	s1	CODE	/ 60Hz
3 kW			3.6 kW
230 / 400 V	cosφ 0.84	275/ 480 V D/Y	cosφ 0.83
10.7/6.15 A	2865 min ⁻¹	10.6/ 6.1 A	3470 min ⁻¹
220... 240 / 380...420 V		255...290 / 440...500 V	
11 ...10.9 / 6.35... 6.2 A		10.9...10.7 / 6.3... 6.2 A	
2840..2880 min ⁻¹ cosφ 0.87		3430..3480 min ⁻¹ cosφ 0.88	

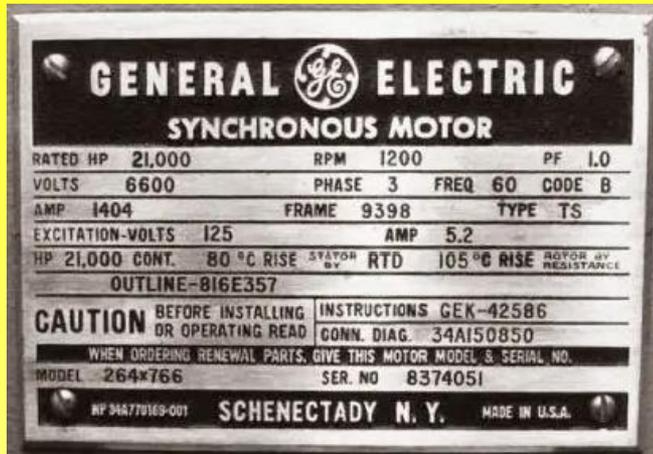
Model	3M-KT1	Ph	3
IP	44	Duty	CONT
No	1400125	Kg	5.6
Class	B	Amb	40 °C
kW	0.45		
V	380 Δ / 660 Y		
A	1.15 / 0.66		
Cos φ	0.69		
Eff.	86%		
Hz	50		
r/min	1440		

Model	3M-BE4	Ph	3	No	1500245	Kg	12
IP	55	Duty	CONT	Class	F	Amb	40 °C
50Hz				60Hz			
kW	1.05~1.18			kW	1.25~1.45		
V	220~240 Δ / 380~415 Y			V	254~277 Δ / 440~480 Y		
A	3.3~3.4 / 1.88~1.97			A	3.4~3.6 / 1.89~2.09		
Eff.	90%			Eff.	89%		
r/min	1410			r/min	1700		
Cos φ	0.93			Cos φ	0.94		
Electrical Safety Motors Limited							

TMEIC THREE PHASE INDUCTION MOTOR			
RATED OUTPUT	600 kW	POLES	10
TYPE	TIM-FCKW11-FW	FRAME NO.	450-1400
RATED VOLTAGE	415 V	THERMAL CLASS	155 (F)
RATED CURRENT	*1 1180 A	RATING	S1
RATED FREQUENCY	50 Hz	MAX. AMB.	45 °C
RATED SPEED	590 min ⁻¹	STANDARD	IEC60034-1
POWER FACTOR	*1 0.74	SEC. VOLTAGE	*1 1330 V
CONNECTION (STATOR)	Δ	SEC. CURRENT	*1 270 A
CONNECTION (ROTOR)	Λ		
PROTECTION	IP55	BEARING DE	6230C3
		NDE	6230C3
SERIAL NO.	D13Y010MN	MANUFACTURED IN	2013
 TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION MADE IN JAPAN NAGASAKI,852-8004 JAPAN			

3~Mot. 1LG0166-4AA7 o-Z				
IP55 180M IMB3 165kg BRG DE 6211 C3 BRG NDE 6211 C3 Thcl.F				
50HZ	380/660V	Δ/Y	60HZ	440V Δ
22kW	41.3/23.8A		24.5kW	39.7A
EFF.91.2%	cos φ 0.89	2940r/min	EFF.90%	cos φ 0.90
360-400/630-690V	Δ/Y		420-460 Δ	3540r/min
39.1-43.5/22.7-24.8A			38.0-41.6A	(H)
World Motors Limited				

三相同步電動機銘牌實例

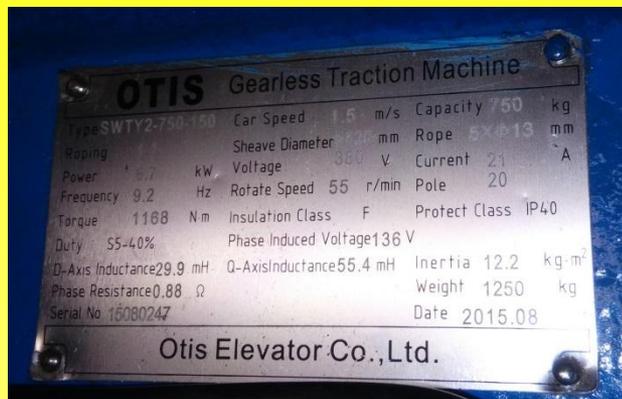


GENERAL ELECTRIC SYNCHRONOUS MOTOR					
RATED HP	21,000	RPM	1200	PF	1.0
VOLTS	6600	PHASE	3	FREQ	60
AMP	1404	FRAME	9398	TYPE	TS
EXCITATION VOLTS	125	AMP	5.2		
HP 21,000 CONT.	80 °C RISE	STATOR BY RTD	105 °C RISE	ROTOR BY RESISTANCE	
OUTLINE-816E357					
CAUTION	BEFORE INSTALLING OR OPERATING READ	INSTRUCTIONS	GEK-42586		
WHEN ORDERING RENEWAL PARTS, GIVE THIS MOTOR MODEL & SERIAL NO.		CONN. DIAG	34A150850		
MODEL	264 x 766	SER. NO	8374051		
KP34A778169-001		SCHENECTADY N. Y.	MADE IN U.S.A.		



Westinghouse. BRUSHLESS SYNCHRONOUS MOTOR				
Type and Frame	HP	Phase	% PF	Volts
HG-6 PG	7000	3	100	13200
°C Temp. Rise Cont.	Service Factor	RPM	Amps.	
80	1.0	1200	234	
Temp. Meas. Method	Hertz	AC Exciter Fld. Volts	Exciter Field Amps.	
DECTOR	60	125	3.0	
°C Ambient	Wt. Lbs.	Serial	Instr. Book	
40		IS-84PI	1302-66	
Westinghouse Electric Corp.		110P662H01A	MADE IN U.S.A.	

升降機三相同步電動機銘牌實例



OTIS		Gearless Traction Machine			
Type	SWTY2-750-150	Car Speed	1.5 m/s	Capacity	750 kg
Roping	1:1	Sheave Diameter	Φ 520 mm	Rope	5 x Φ 13 mm
Power	6.7 kW	Voltage	380 V	Current	21 A
Frequency	9.2 Hz	Rotate Speed	55 r/min	Pole	20
Torque	1168 N·m	Insulation Class	F	Protect Class	IP40
Duty	S5-40%	Phase induced Voltage	136 V		
D-Axis Inductance	29.9 mH	Q-Axis Inductance	55.4 mH	Inertia	12.2 kg·m ²
Phase Resistance	0.88 Ω			Weight	1250 kg
Serial No.	15080247			Date	2015.08
Otis Elevator Co., Ltd					



Schindler

Mot. No.	144879	Type	PMR340-A810
Ser. No.	529007	EBI	03.09.2015
Com. No.	5239750	23.5 Hz	15 kW
460 V	24 A	3ph	GD 0-140 rpm
240 c/h	60 % duty	Ins. Cl. F	Connect Y
Inverter Duty Motor: CT VPWM			
	Mach. Weight	950 kg	
Disc Diam.	600mm		
No. of caliper	3		
Hold 103.5 VDC	Overex	207 VDC	
Installation Data			
Radial load	84.799 kN	Rope diam.	10 mm
Car speed	1.5 m/s	Capacity	1600 kg

V01.09

總結

- 三相電動機的分類
- 旋轉磁場與轉子轉速之關係
- 三相電動機的轉向控制
- 三相電動機的接法、檢測及頭尾線辨別
- 感應電動機的銘牌資料
- 感應電動機功率相關之關係及計算

謝謝，問答環節
Thanks, Q & A Session