



TECO東元電機TECO東元電機

高效率節能 永磁馬達技術



東元電機

綜合企劃中心特機小組

陳明祥

大綱：

1. 永磁馬達與感應馬達比較

2. 東元永磁馬達產品介紹

3. 馬達應用實績

永磁馬達興起

- 近幾年永磁馬達越來越熱門，此馬達以高效率與優異的轉矩特性表現，在特定的應用場合上逐漸替換掉傳統感應馬達~



感應馬達



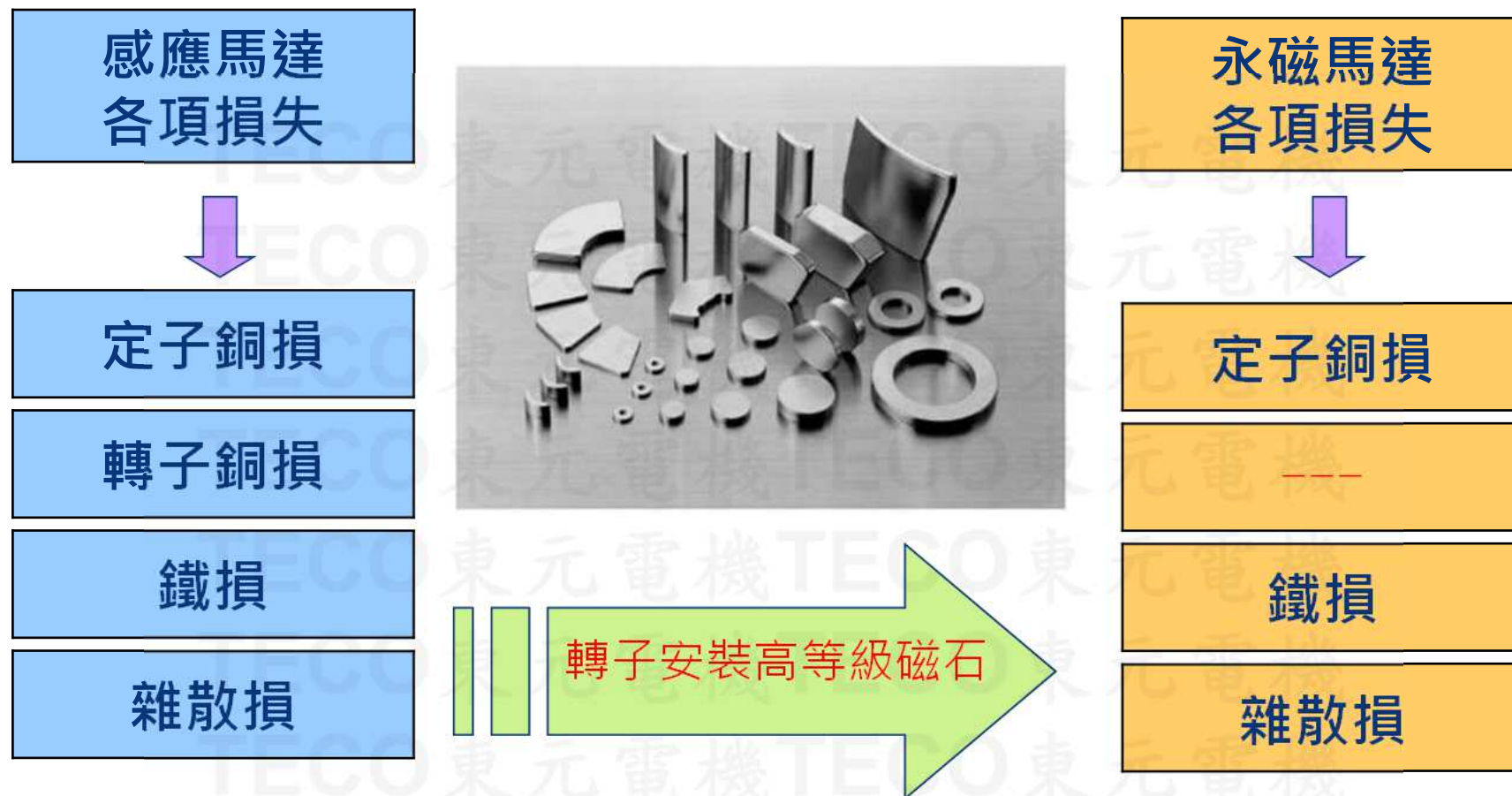
永磁馬達

永磁馬達與感應馬達比較

	永磁馬達	感應馬達
效率	◎	○
低速低負載特性	◎	○
體積與重量	◎	○
TN曲線	◎	○
響應速度	◎	○
速度穩定性	◎	○
啟動電流	◎	○
抗溫度影響	○	◎
市電啟動	X	◎
回授元件使用	○	◎

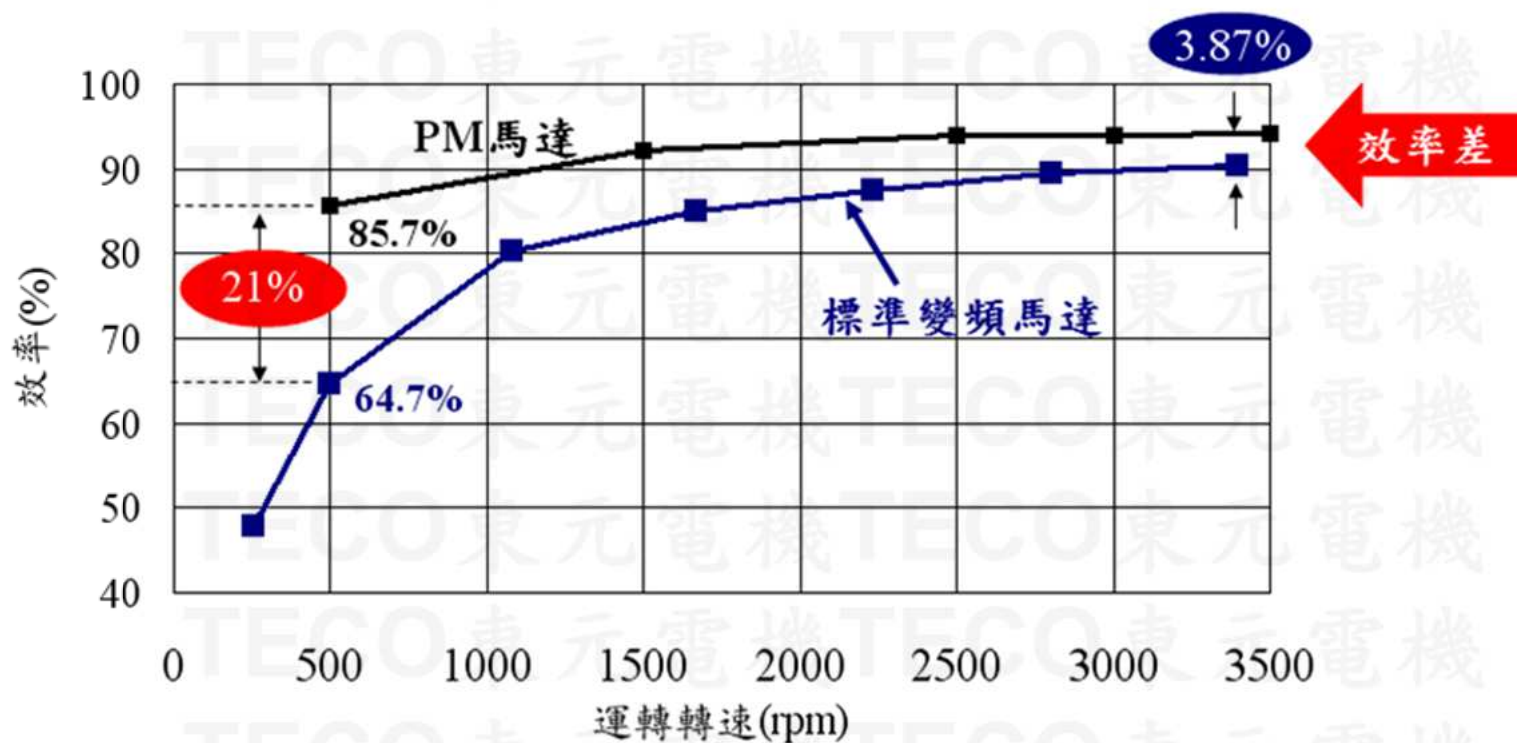
註：◎優 ○普 X差

永磁馬達特點：高效率



永磁馬達特點：低速低負載特性佳

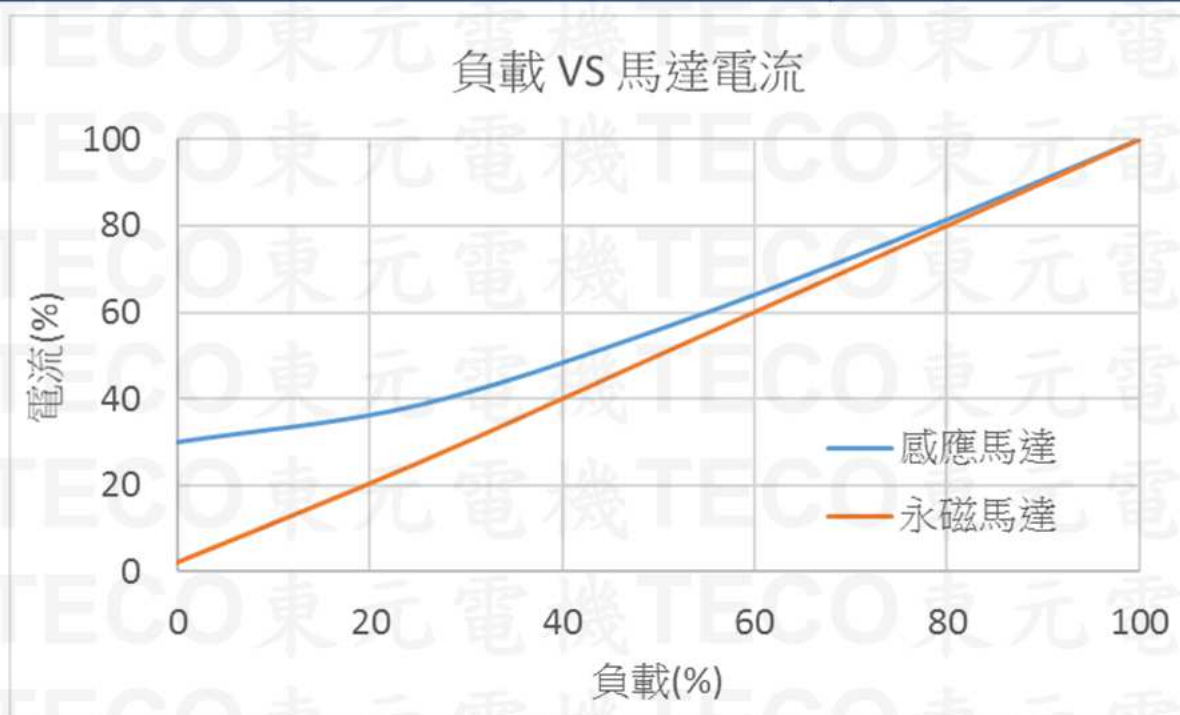
- 變頻控制之效率差異
 - 轉速越低，效率差異越大



15 kW · 250~3500 rpm 效率比較圖

永磁馬達特點：低速低負載特性佳

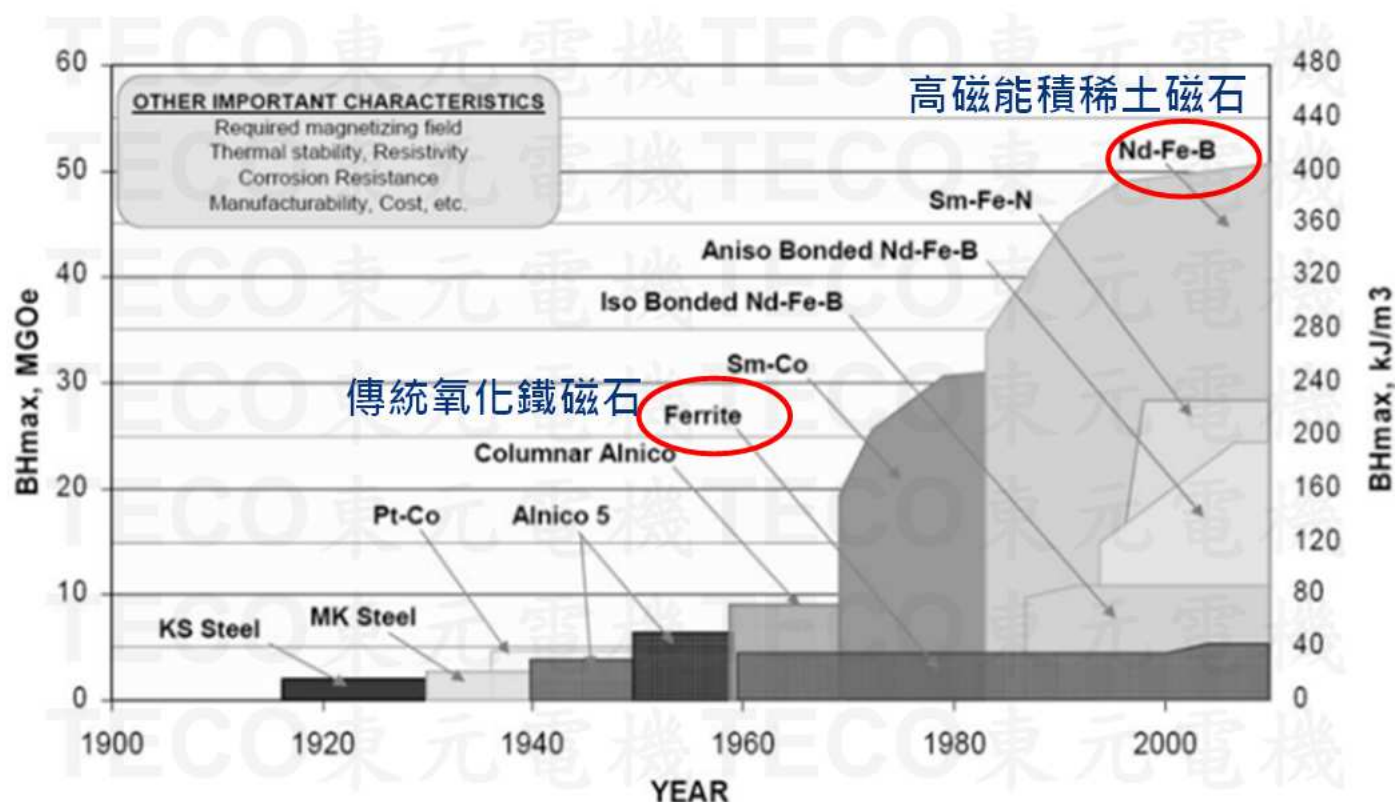
	感應馬達	永磁馬達
轉子磁場來源	定子 通電 產生磁場後，轉子的鼠籠結構感應定子磁場後產生	轉子上的磁鐵



感應馬達運轉所需的基本電流遠大於永磁馬達!!

永磁馬達特點：體積小重量輕

- 感應馬達磁場來源：線圈激磁產生。
- 永磁馬達磁場來源：線圈激磁產生+磁鐵提供。



磁石發展概況

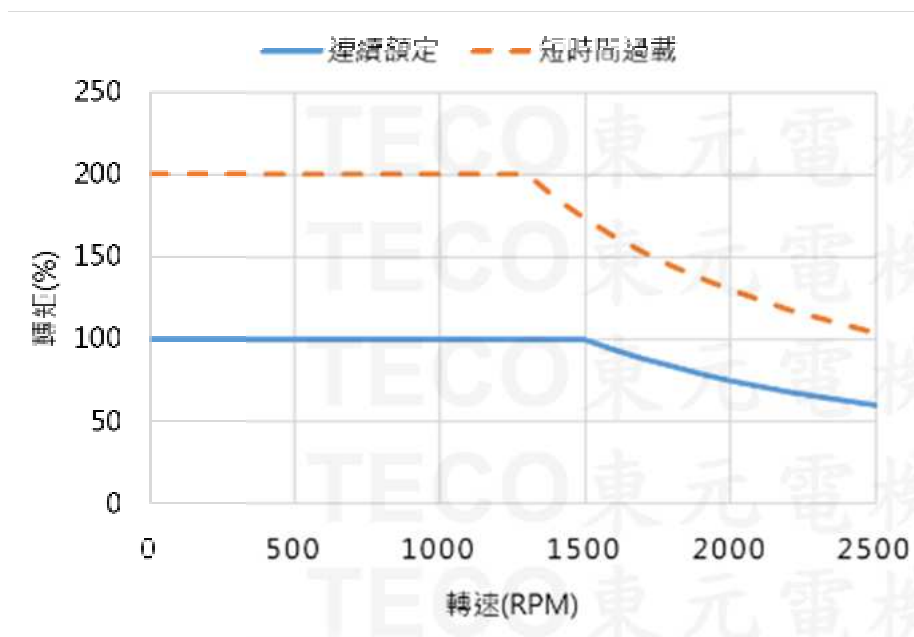
Source:Arnold

永磁馬達特點：體積小重量輕

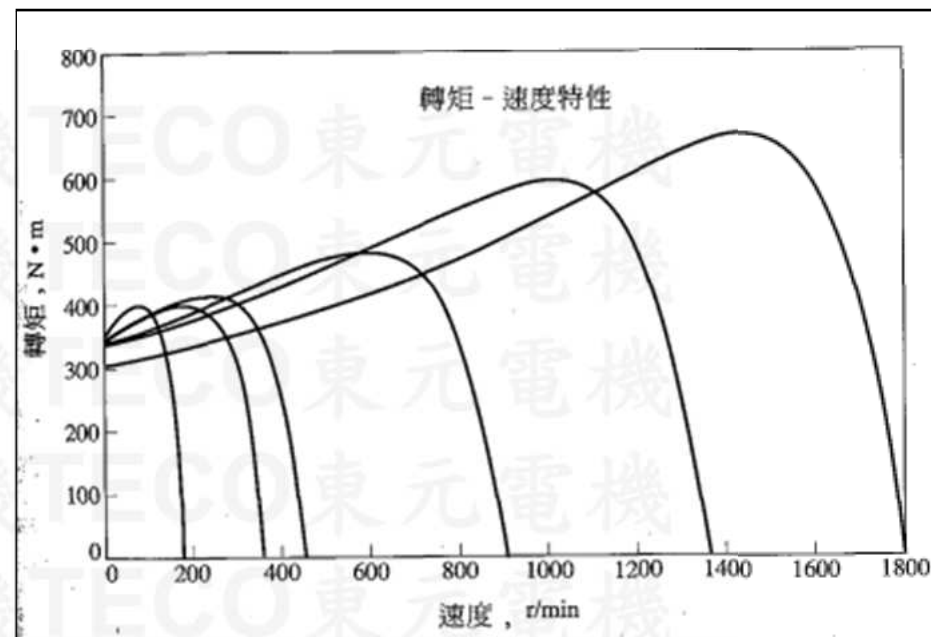
- 可降低1~2框號
- 重量與體積可降低35%以上



永磁馬達特點：TN曲線範圍廣



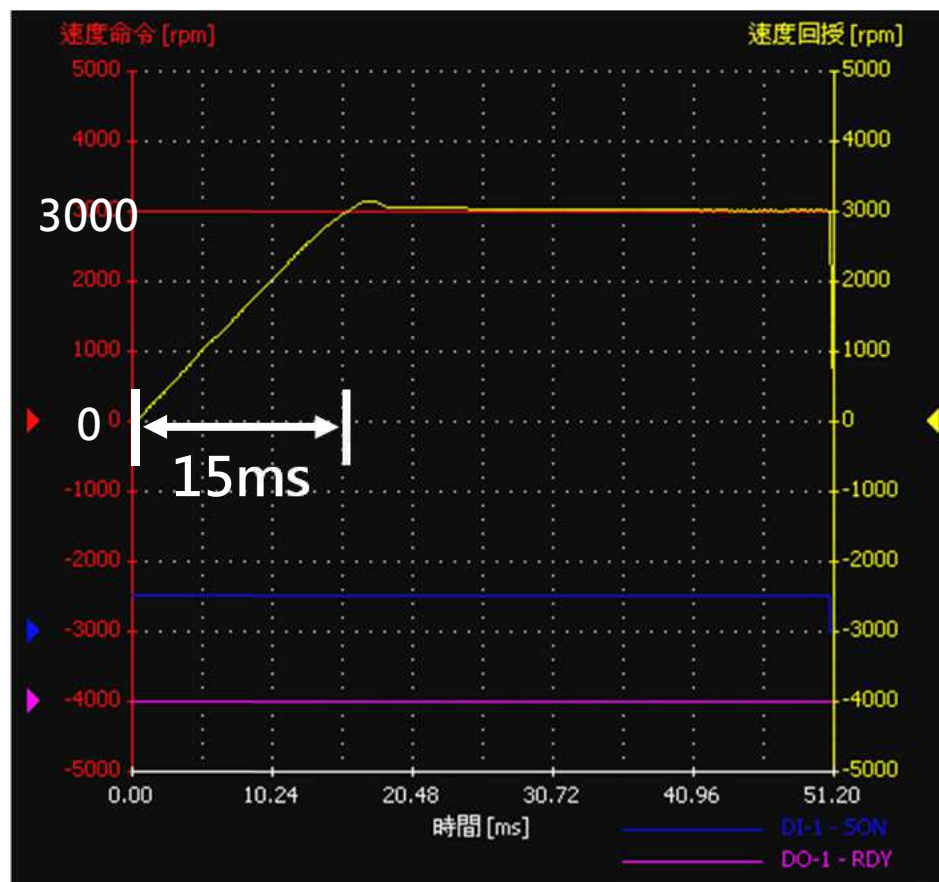
永磁馬達TN曲線



變頻感應馬達TN曲線

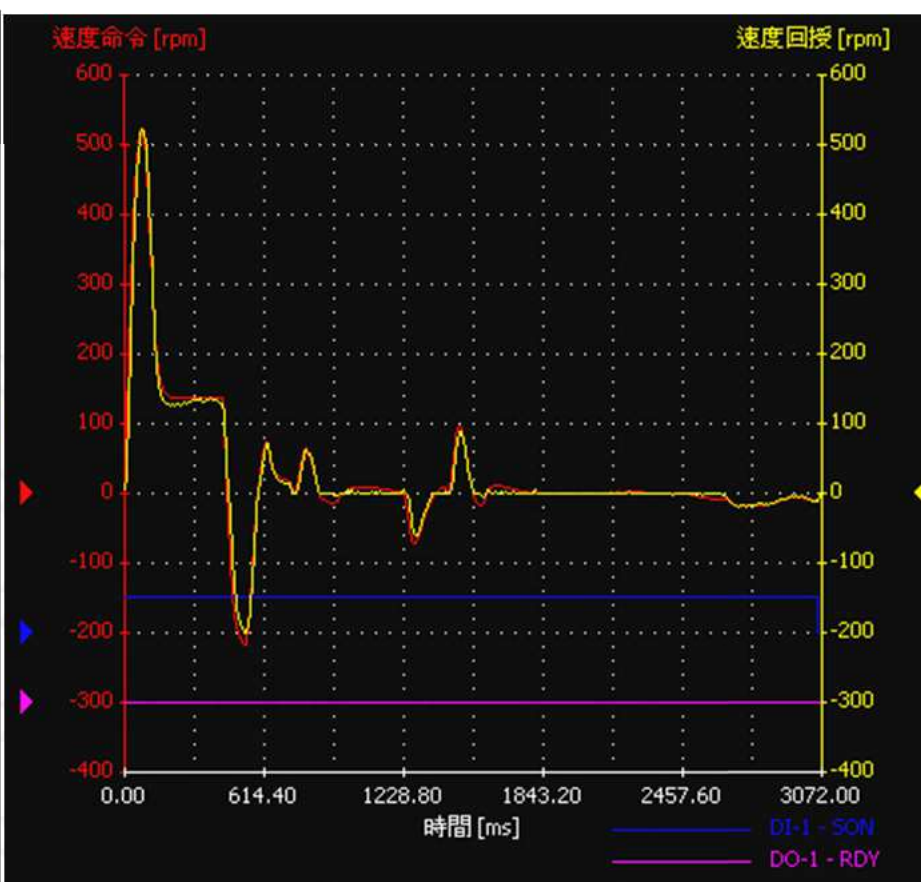
- 低速定轉矩扭力
- 最大啟動轉矩等同於瞬間最大轉矩。

永磁馬達特點：響應速度快(同步轉速)



速度響應快

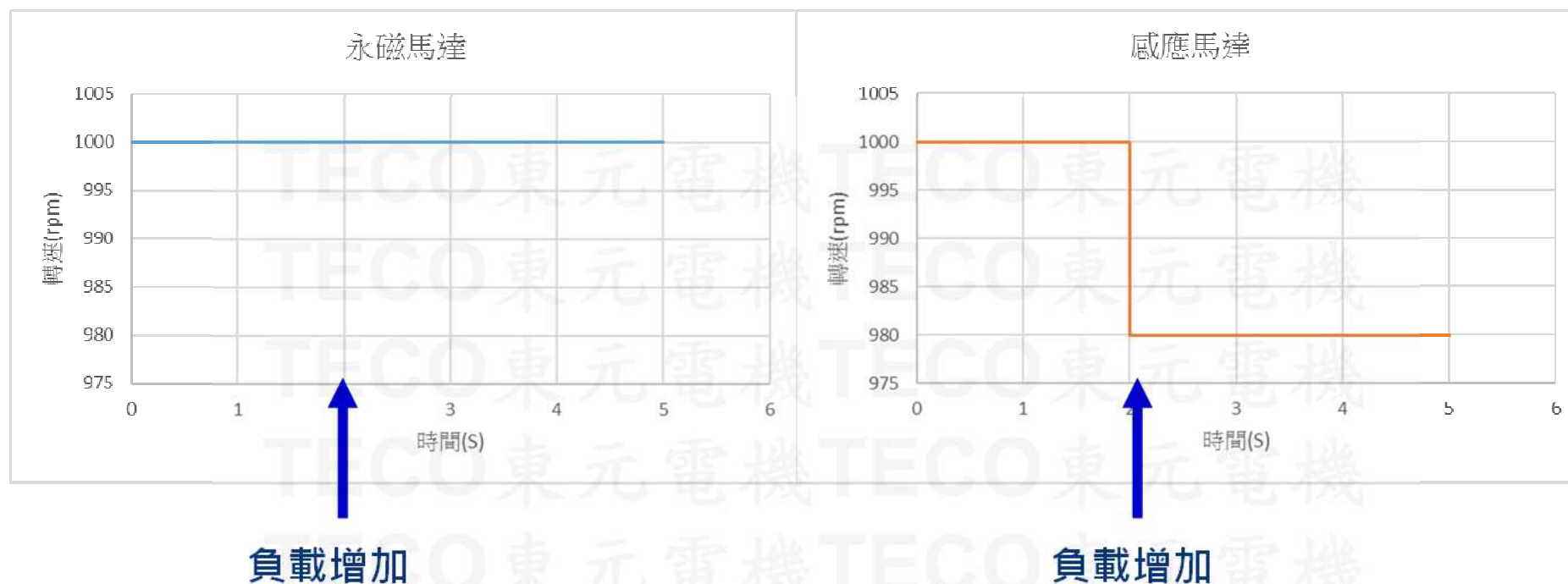
7.5kW永磁馬達單體測試，
從靜止狀態加速至3000
rpm，僅需約15ms



速度誤差小

5.5kW永磁馬達應用在射
出成型機，馬達緊隨著命
令運轉，誤差很小

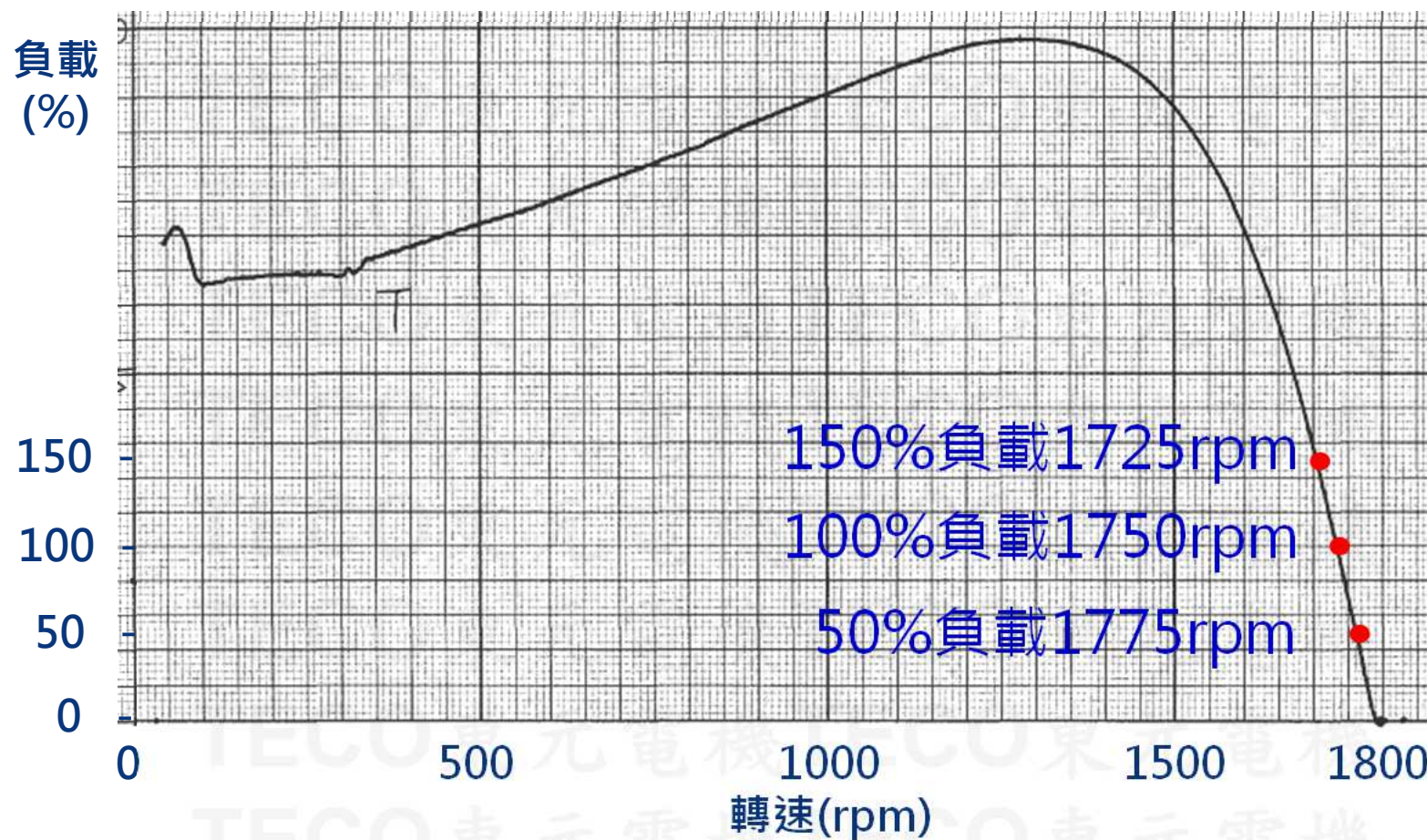
永磁馬達特點：速度穩定性



永磁馬達為同步電機，負載變化時，改變電流產生力矩

感應馬達為異步電機，負載變化時，改變電流、**轉速**產生力矩

感應馬達TN曲線範例

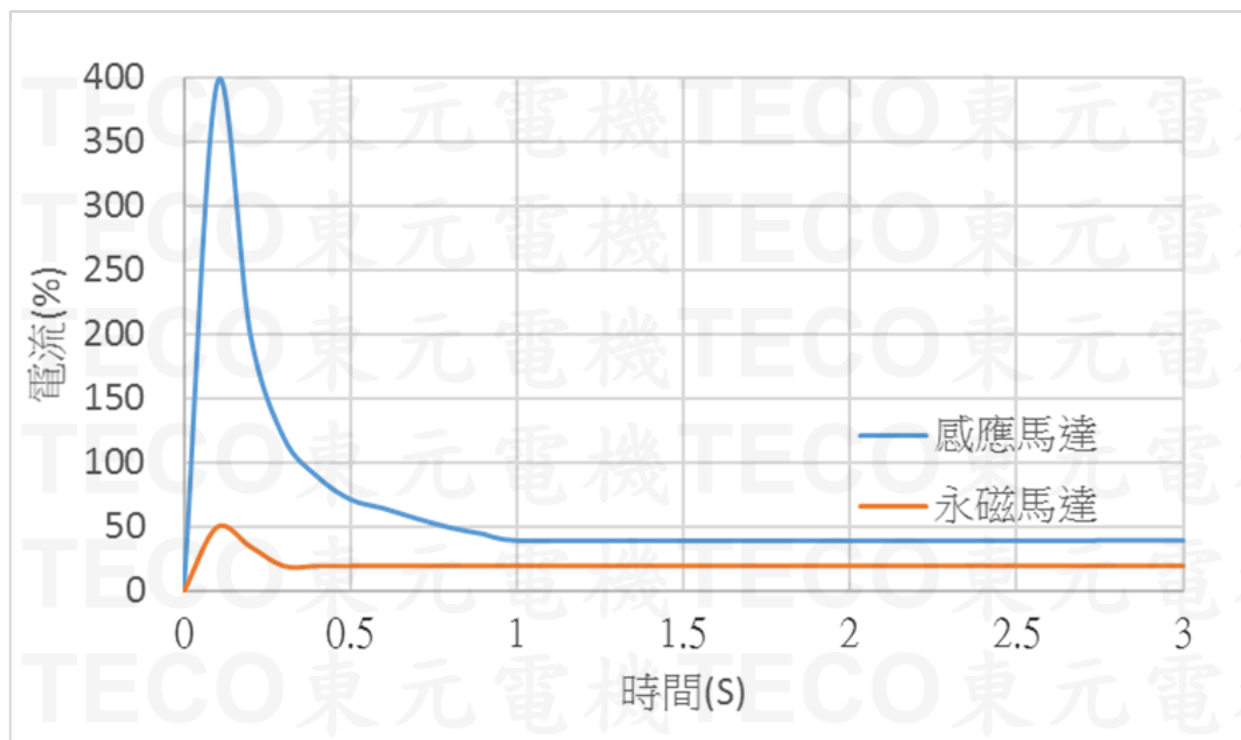


東元AEHF-4P-3HP馬達



永磁馬達特點：啟動電流低

馬達啟動電流示意圖(20%負載)



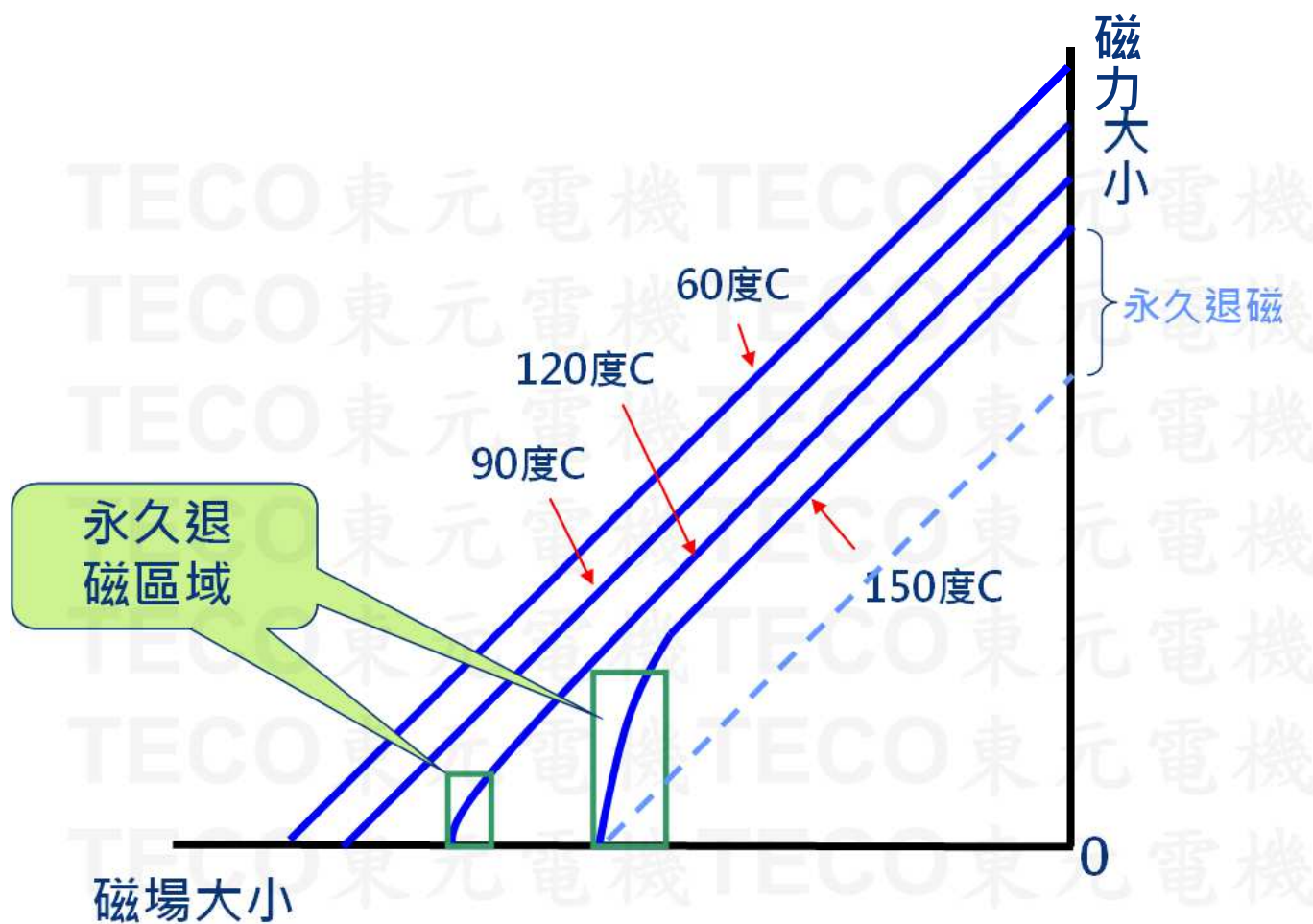
馬達啟動

感應馬達：定子瞬間通入極大激磁電流，讓轉子能感應出磁場

永磁馬達：轉子已有磁場，定子僅需通入可克服負載的電流即可

永磁馬達反覆啟動不會有燒毀的疑慮~~

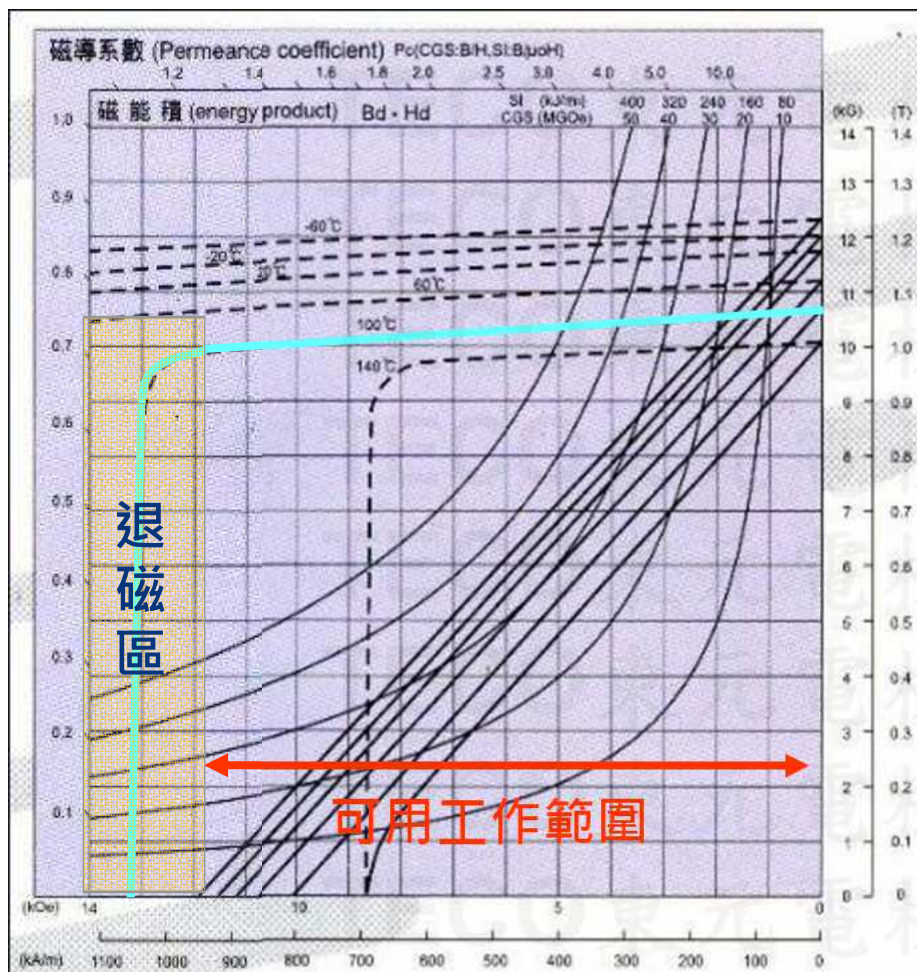
永磁馬達特點：磁鐵易受溫度影響



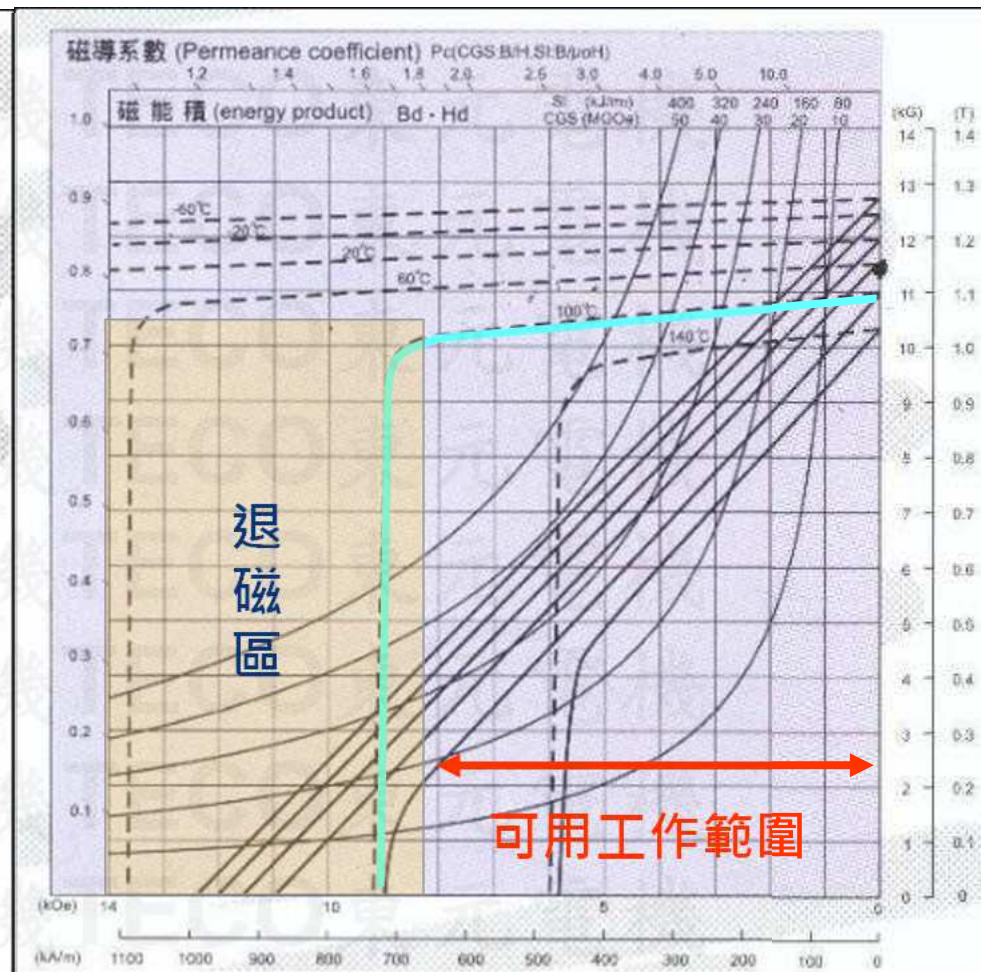
外加的反向磁場，會使磁鐵磁力下降。
溫度上升，會使磁鐵磁力與抗磁場能力下降。

永磁馬達特點：磁鐵影響

磁鐵等級差異



高等級磁鐵

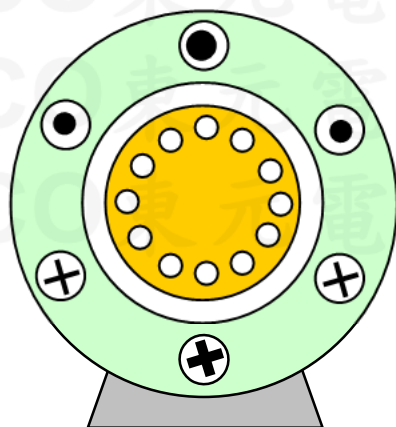


一般磁鐵

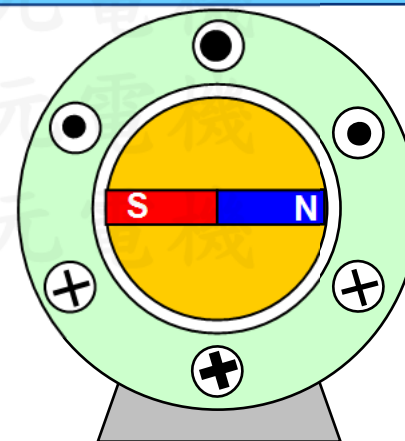
永磁馬達特點：需搭配變頻器運轉

	感應馬達	永磁馬達
轉子磁場來源	轉子上的鼠籠結構感應定子磁場後產生	轉子上的磁鐵
轉子磁場方向	自動與定子磁場配合	依轉子磁鐵位置而改變
市電啟動	定子線圈激磁後，轉子感應產生磁場，轉、定子磁場方向自動配合，可順利啟動	定子線圈激磁產生的磁場與轉子磁場方向無法配合，無法啟動
驅動器啟動	定子線圈激磁後，轉子感應產生磁場，轉、定子磁場方向自動配合，可順利啟動	驅動器可得知轉子磁場方向，讓定子產生正確方向的磁場，使馬達運轉

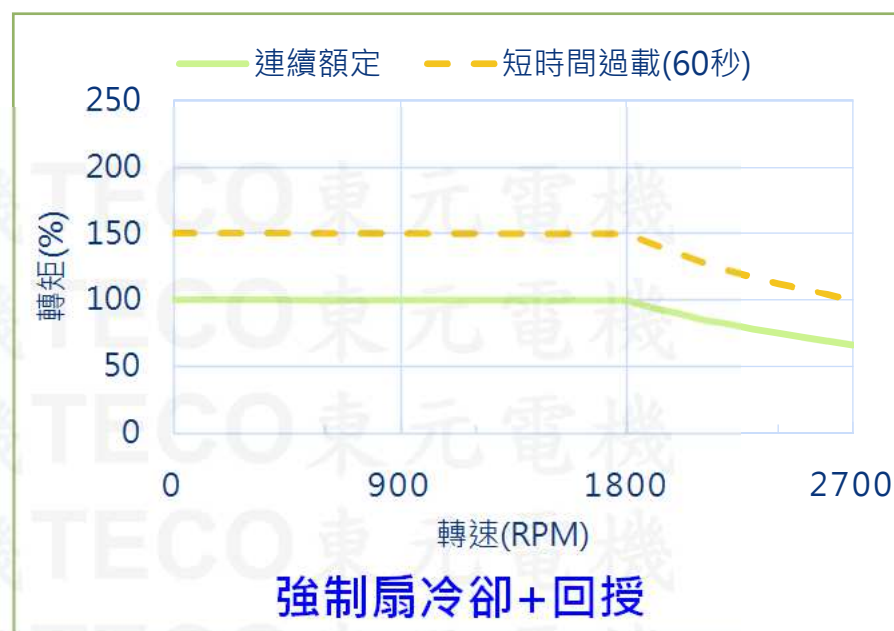
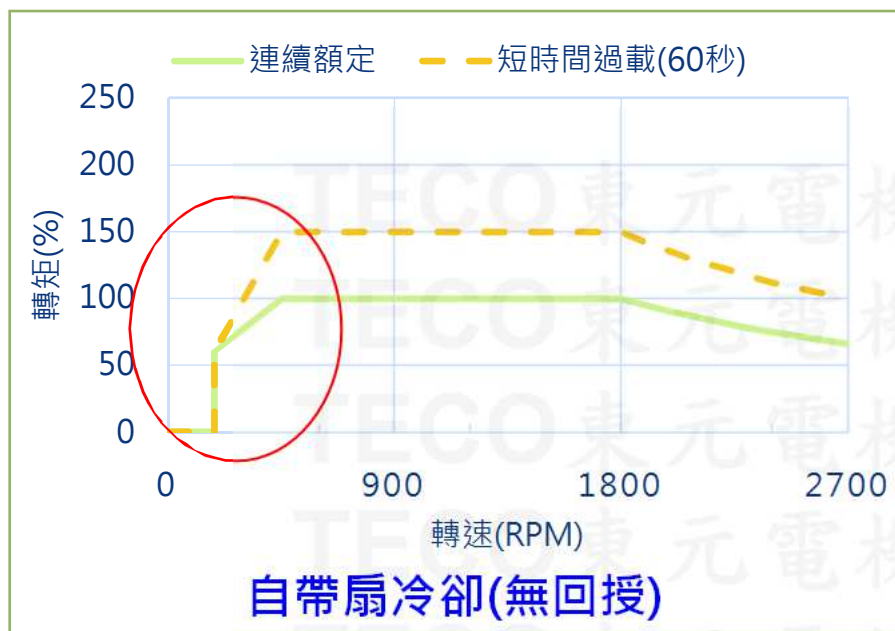
感應馬達
鼠籠轉子



永磁馬達
永磁轉子



永磁馬達特點：回授元件影響



無回授控制：

- 加減速慢
- 有最低轉速限制(> 1/10額定轉速)
- 低速負載，僅能<50%負載使用

回授控制：

- 加減速快，控制穩定
- 低速定轉矩，無最低轉速限制



大綱：

1. 永磁馬達與感應馬達比較

2. 東元永磁馬達產品介紹

3. 馬達應用實績

東元永磁馬達系列機種(IE4)

型式	鋁殼強冷型 (DVLF)	鋁殼強冷型 (DVLS)	鑄鐵自冷型 (DVEN/DVEM)	鑄鐵自冷型 (DVEV/DVEX)
輸出功率	2.2~75 kW	15~90 kW	0.75~22 kW	0.75~200kW
轉速範圍 額定/最高	1000 / 1500rpm 1500 / 2500rpm 2000 / 3000 rpm	3000 / 4500 rpm 4500 / 6500rpm	1200 / 1800rpm 1800 / 2700 rpm 3600 / 5400 rpm	1000 / 1200 rpm 1500 / 1800 rpm 3000 / 3600 rpm
框號	F#112, 132, 160	F#132, 160	F#80~180	F#80~315
框號馬力基準	無	無	IEC/NEMA	無
冷卻方式	強冷(單相220 V)	強冷(單相220 V)	自冷(自帶扇)	自冷(自帶扇)
過載特性	200%/10秒	150%/60秒	150%/60秒	120%/60秒
回授	Resolver(標配) Encoder(選配) Sensorless(選配)	Sensorless(標配) Resolver(選配) Encoder(選配)	Sensorless(標配) Encoder+強制扇(選配)	Sensorless(標配) Encoder+強制扇(選配)
外型	 (鑄鐵托架+鋁框)	 (鑄鐵托架+鋁框)	  (IEC) (NEMA)	 (鑄鐵殼+T箱在上)

東元永磁馬達系列機種

框號/功率匹配		強冷機種(DVLF)			強冷機種(DVLS)		自冷機種(DVEN/DVEM)			自冷機種(DVEV/DVEX)		
轉速(RPM)		1000	1500	2000	3000	4500	1200	1800	3600	1000	1500	2000
輸出功率 (kW)	0.75	---	---	---	---	---	F90	F80	F80	F80	F71	F71
	1.5	---	---	---	---	---	F112	F90	F90	F100	F80	F80
	2.2	F112	---	---	---	---		F100				
	3.7		---	---	---	F132	F112	F112				
	5.5		F112	---	---		---	F132	F132			
	7.5			F112	---	---	---	F160	F132	F132		
	11	F112	---		---	---	F160		F132	F132		
	15		F132	F132	F132	F132		F160	F160	F160		
	18.5	F160					F180		F180			
	22						F160	---	---	---	F200	F180
	30	F160						---	---	---		
	37		F160	---	---	---	F225	F200	F180			
	45	F160		---	---	---						
	55		F160	---	---	---	F250	F200	F180			
	75	---		---	---							
	90	---	---	---	F160	F160	---	---	---	F280	F250	F225
	110	---	---	---	---	---	---	---	---			
	132	---	---	---	---	---	---	---	---	F315	F280	F250
	160	---	---	---	---	---	---	---	---			
180	---	---	---	---	---	---	---	---				
200	---	---	---	---	---	---	---	---				

TECO

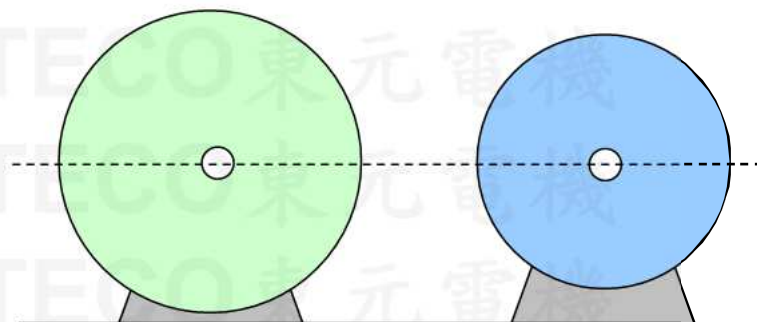


DVEN :



標準感應馬達

DVEN

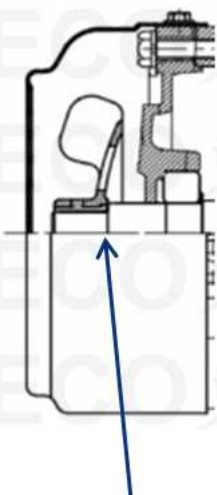
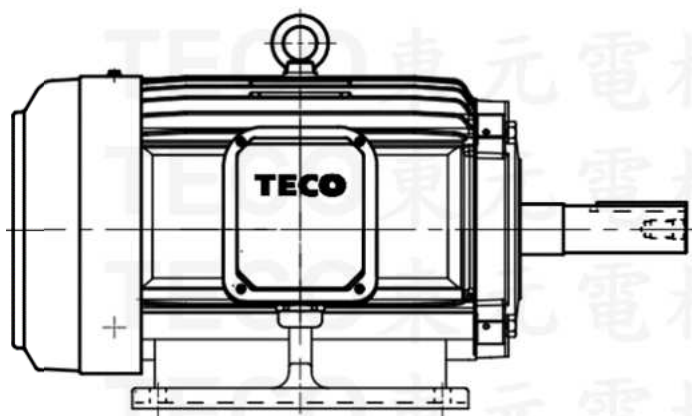


相同安裝尺寸

1. 配合感應馬達安裝尺寸(配合IEC規範) , 可直接替換
2. 輕量化(重量減少30~40%)
3. 高效率(自冷永磁全系列符合IE4效率)
4. 低噪音(感應馬達85 dB VS 自冷永磁75dB)

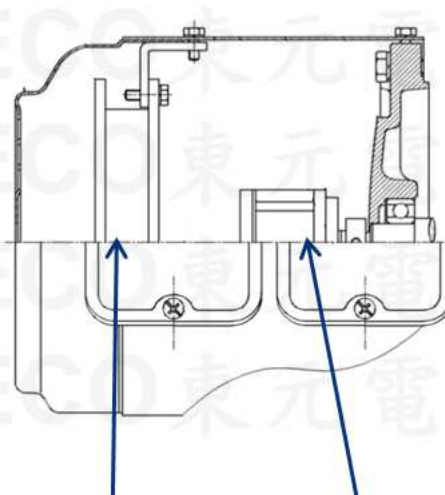
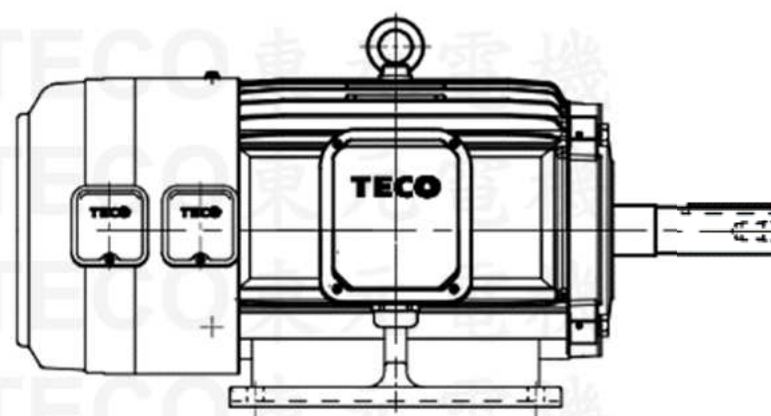
DVEN安裝回授元件

標準型



自帶冷卻扇

強冷回授型

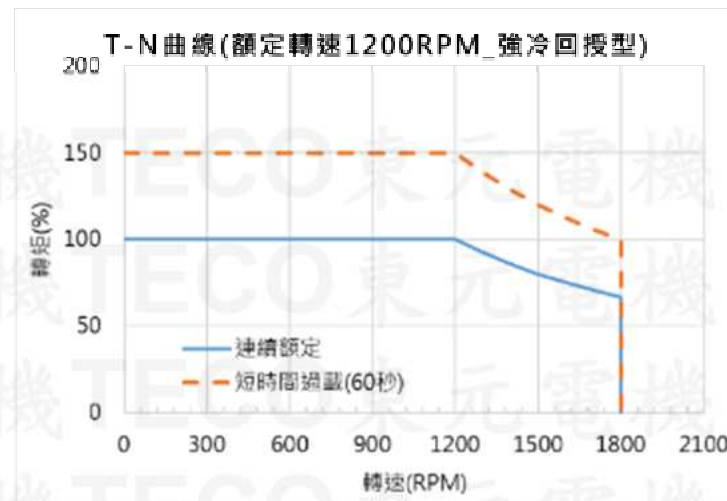
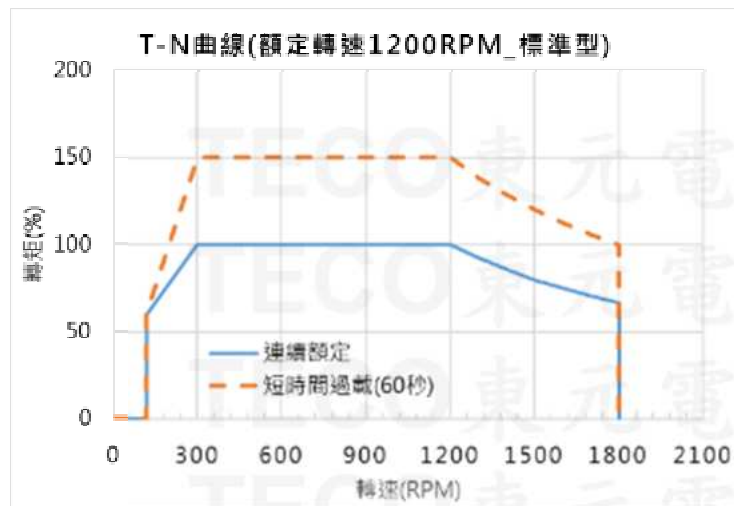


強制冷卻扇

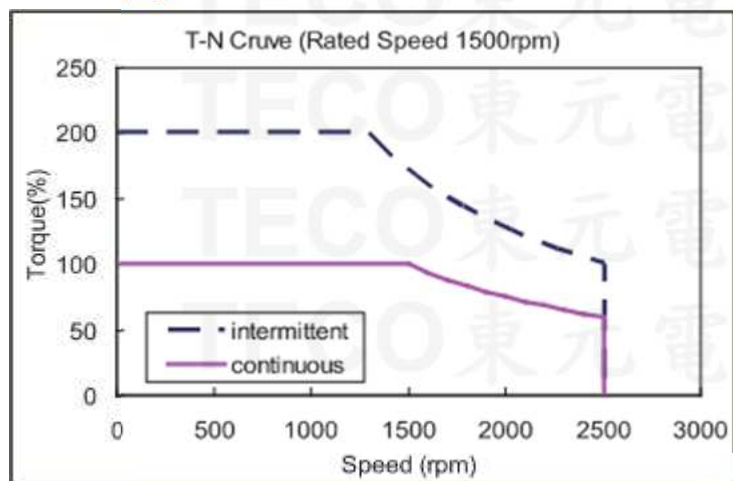
回授元件

馬達TN曲線：

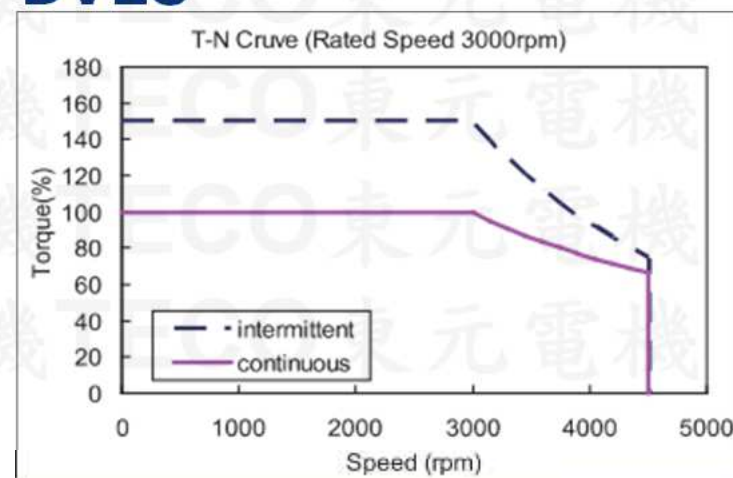
DVEN



DVLF



DVLS



馬達TN曲線：馬達轉速與頻率

$$n = \frac{120 \cdot f}{P}$$

n ：轉速

f ：頻率

P ：馬達極數

轉速 / 頻率		1900rpm	95Hz
120rpm	6.0Hz	2000rpm	100Hz
200rpm	10.0Hz	2100rpm	105Hz
250rpm	12.5Hz	2200rpm	110Hz
300rpm	15.0Hz	2300rpm	115Hz
350rpm	17.5Hz	2400rpm	120Hz
400rpm	20.0Hz	2500rpm	125Hz
450rpm	22.5Hz	2600rpm	130Hz
500rpm	25.0Hz	2700rpm	135Hz
550rpm	27.5Hz	2800rpm	140Hz
600rpm	30.0Hz	3000rpm	150Hz
650rpm	32.5Hz	3200rpm	160Hz
700rpm	35.0Hz	3400rpm	170Hz
750rpm	37.5Hz	3600rpm	180Hz
800rpm	40.0Hz	3800rpm	190Hz
850rpm	42.5Hz	4000rpm	200Hz
900rpm	45.0Hz	4200rpm	210Hz
950rpm	47.5Hz	4400rpm	220Hz
1000rpm	50.0Hz	4600rpm	230Hz
1050rpm	52.5Hz	4800rpm	240Hz
1100rpm	55.0Hz	5000rpm	250Hz
1150rpm	57.5Hz	5200rpm	260Hz
1200rpm	60.0Hz	5400rpm	270Hz
1250rpm	62.5Hz		
1300rpm	65.0Hz		
1400rpm	70.0Hz		
1500rpm	75.0Hz		
1600rpm	80.0Hz		
1700rpm	85.0Hz		
1800rpm	90.0Hz		

DVEN/DVLS(6P)

轉速 / 頻率	
200rpm	13.3Hz
300rpm	20.0Hz
400rpm	26.7Hz
500rpm	33.3Hz
600rpm	40.0Hz
700rpm	46.7Hz
800rpm	53.3Hz
900rpm	60.0Hz
1000rpm	66.7Hz
1100rpm	73.3Hz
1200rpm	80.0Hz
1300rpm	86.7Hz
1400rpm	93.3Hz
1500rpm	100.0Hz
1600rpm	106.7Hz
1700rpm	113.3Hz
1800rpm	120.0Hz
1900rpm	126.7Hz
2000rpm	133.3Hz
2100rpm	140.0Hz
2200rpm	146.7Hz
2300rpm	153.3Hz
2400rpm	160.0Hz
2500rpm	166.7Hz
2600rpm	173.3Hz
2700rpm	180.0Hz
2800rpm	186.7Hz
2900rpm	193.3Hz
3000rpm	200.0Hz

DVLF(8P)

大綱：

1. 永磁馬達與感應馬達比較

2. 東元永磁馬達產品介紹

3. 馬達應用實績

永磁馬達應用：

馬達特性	應用例
效率高	風水力機械、油壓機械、電動車/船...
低速低負載高效	變頻節能應用
體積小與重量輕	電動車/船...
TN曲線範圍大	加工機械(鋸床...)
響應速度快	裁切機械、油壓機械、射出機械...
速度穩定性高	加工機械(鋸床、吹袋機...)
啟動電流小	寸動應用(螺絲機械)...

永磁馬達應用實績(變頻節能)

變頻節能應用實例

應用	圖示	馬達型式	馬達功率	使用條件	每月電費\$ (以3.02元計算)	單月比較
射出吹瓶機		感應馬達	15 kW	運轉16小時	18,845	BASE
		PM馬達			5,431	-71%
壓鑄機		感應馬達	22 kW	運轉12小時	12,107	BASE
		PM馬達			7,641	-37%
磨床機械		感應馬達	15 kW & 18.5 kW	運轉16小時	26,142	BASE
		PM馬達			18,038	-31%
空壓機		感應馬達	37 kW	運轉16小時	49,983	BASE
		PM馬達			41,791	-16%
水泵		感應馬達	37 kW	運轉16小時	49,983	BASE
		PM馬達			44,660	-11%

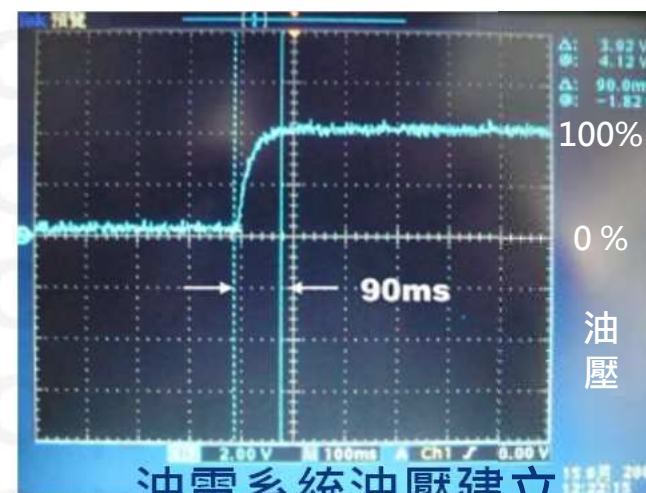
永磁馬達應用實績－油壓機械



油電射出機



沖床



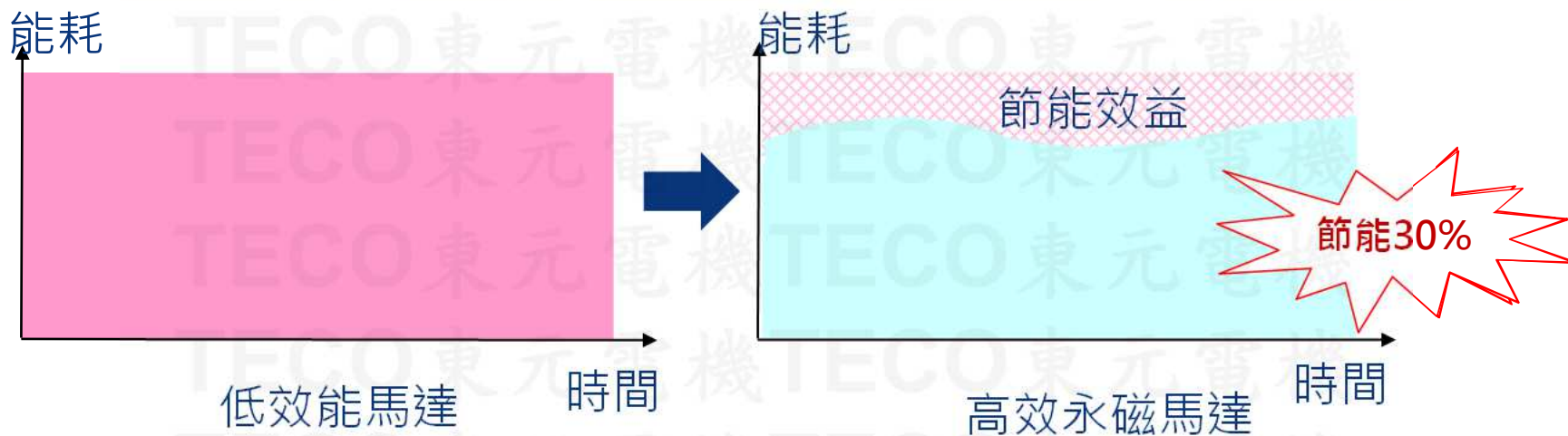
油電系統油壓建立
時間100ms以下

永磁馬達特點對設備影響

變頻節能：提升節能成效

同步轉速：馬達響應速度快(不須油壓時馬達可待機節能)

永磁馬達應用實績-風力機械

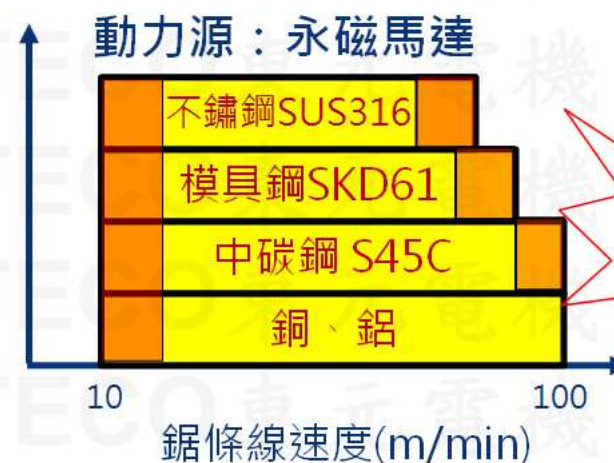


永磁馬達特點對設備影響

高效率：降低用電

變頻節能：大幅提升節能成效

永磁馬達應用實績-金屬切削(鋸床)



應用範圍變大

永磁馬達特點對設備影響

速度穩定性：切削面平滑，提升加工品質

TN曲線範圍大：機台運用範圍更廣，提升設備價值

永磁馬達應用實績－吹袋機



永磁馬達特點對設備影響

變頻節能：提升節能成效(約20%)

同步轉速：速度穩定(塑膠袋的厚薄差5%=>0.5%)

永磁馬達應用實績－塑膠中空成型機



永磁馬達特點對設備影響
變頻節能：提升節能成效
同步轉速：工件品質穩定



永磁馬達應用實績－磨床



永磁馬達特點對設備影響
變頻節能：提升節能成效
同步轉速：工件品質穩定
(加工精度提升30%)



永磁馬達應用實績－拉伸機械



伸線機



玻纖拉伸機

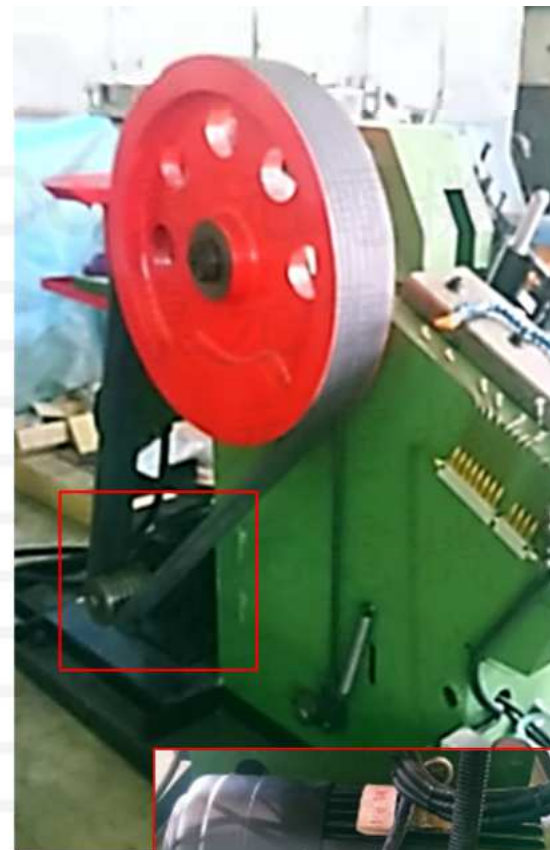


永磁馬達特點對設備影響

變頻節能：提升節能成效

同步轉速：速度穩定、控制精度高

永磁馬達應用實績－螺絲搓牙機



永磁馬達特點對設備影響

變頻節能：提升節能成效(約20%)

低啟動電流：反覆啟動(調模)無燒毀疑慮

低速大扭力：可配合大慣量飛輪 (馬達需搭配回授元件)

永磁馬達應用實績-電動船/車



永磁馬達特點對設備影響

高效率：減少耗電，提升續航力/里程

體積小：減少安裝空間

重量輕：降低整船/車重量

TECO 東元電機

Thank You!

