

馬達與變頻節能

壹、馬達效率規範

貳、高效率磁阻馬達介紹

參、成功案例

TAIWAN



Regulation	Efficiency Standard and Benchmarks and BSMI Regulatory Inspection
Standard	CNS 14400
Power supply system	Three-phase
Minimum energy performance	IE3
Minimum energy performance when is able to operate with inverter frequency	IE3
Output (kW)	0.75 up to 200 kW
Number of poles	2, 4 and 6
Voltage (V)	up to 600 V
Frequency (Hz)	60 Hz or 50/60 Hz
Service Duty	S1
Cooling method	All
Degree of protection	All
Area classification	Safety area
Altitude	All
Ambient temperature	up to 40 °C
Required documentation	-

- 2016年已規範感應馬達效率為IE3.
- 列管範圍：0.75~200kW，馬達極數為2、4 與 6 極.

IE3

EUROPEAN UNION



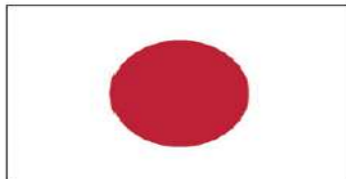
		NEW 07/2021		NEW 07/2023	
Regulation	Directive 2009-125-EC Regulation 640-2009	Regulation EU 1781/2019			
Standard	IEC 60034-30-1				
Power supply system	Three-phase			Single-phase	
Minimum energy performance	IE3	IE3	IE2	IE4	IE2
Minimum energy performance when is able to operate with inverter frequency	IE2	IE3	IE2	IE4	Not applicable
Output (kW)	0,75 up to 375 kW	0,75 up to 1000 kW	0,12 up to <0,75 kW	75 up to 200 kW	0,12 up to 1000 kW
Number of poles	2, 4 and 6	2, 4, 6 and 8		2, 4 and 6	2, 4, 6 and 8
Voltage (V)	up to 1000 V				
Frequency (Hz)	50 Hz or 50/60 Hz	50 Hz or 60 Hz			
Service Duty	S1, S3 ≥ 80% or S6 ≥ 80%				
Cooling method	TEFC, TEBC, ODP	TEFC, TEBC, ODP, TEAO			
Degree of protection	IP 00 up to IP 66				
Area classification	Safety area	Safety and hazardous area (Ex ec, Ex tc, Ex tb, Ex db, Ex dc, Ex db eb)		Safety area	Hazardous area (Ex eb)
Altitude	Up to 4000 m				
Ambient temperature	-30 up to 60 °C				
Required documentation	Self declaration				

IE3

IE4

- 2017年已規範感應馬達效率為IE3
2021年再更新一版
- 列管範圍：0.75~1000kW
馬達極數為2、4、6、8 極。
- 歐盟開始將三相電機的標準提高到 IE4，預定2023年執行。
- 右圖呈現IE4標稱功率
列管範圍：75~200kW
馬達極數為2、4 與 6 極。

JAPAN



Regulation	Energy Saving Act / Top Runner Program
Standard	JIS C 4034-30
Power supply system	Three-phase
Minimum energy performance	IE3
Minimum energy performance when is able to operate with inverter frequency	-
Output (kW)	0.75 up to 375 kW
Number of poles	2, 4 and 6
Voltage (V)	up to 1000 V
Frequency (Hz)	50 Hz, 60 Hz or 50/60 Hz
Service Duty	S1, S3 $\geq$ 80%
Cooling method	All
Degree of protection	All
Area classification	Safety area
Altitude	All
Ambient temperature	From -20 °C and above
Required documentation	Self declaration

Requirements

- Importer must provide a self declaration for Efficiency level.

IE3

- JIS C4034-30 相對應 IEC60034-30 基礎規範，C4034-30感應馬達效率為IE3.
- 列管範圍：0.75~375kW 馬達極數為2、4、6 極.
- 進口日本馬達，進口者必須提供效率水平的自我聲明即可.

✓ 高效電機 **MSI系列**
效率可達 **IE4 / IE5**

IE5
MOTOR

IE4
MOTOR

高效

節能

一站式
方案

適用、風機、水泵
、空壓機應運方案
及特殊機械運用



精巧變頻器
MH300/MS300*1

✓ 完整節能方案
搭配台達精巧標準型 / 泛用型向
量控制變頻器。

✓ 優點
效率高、體積小、搭配台達
驅動器并有內建參數一鍵設定。



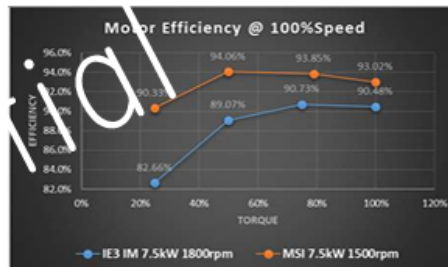
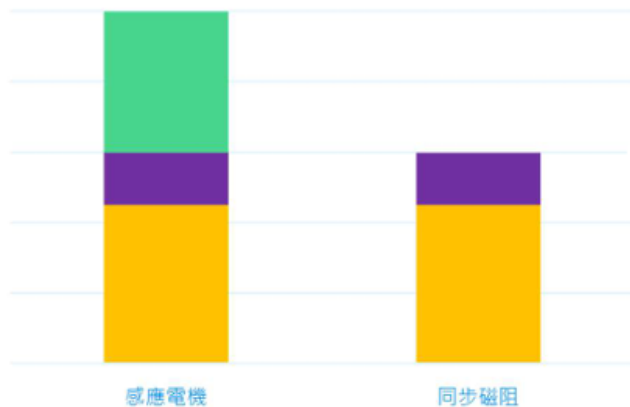
泛用變頻器
CP2000

馬達優勢

高效率磁阻馬達，取代感應馬達最佳選擇

- 馬達應用以驅動器進行調速運轉，中低負載時效率顯著高於感應機
- 馬達運作效率提升，營運電費支出降低
- 磁阻馬達一定需要搭配變頻器

馬達損失



磁阻馬達沒有轉子損失，相對IE3感應馬達損失

減少18~33%

空載運轉下較感應電機電流

減少10%

MSI馬達主要應用於：

一般流體機械(變轉矩)

流體行業大都為感應機直接啟動或加驅動器進行調速，所以當需要變轉速時與轉矩控制，驅動器驅動是一個關鍵，此時使用磁阻馬達，在變轉矩運用除運轉效率較感應機效率高，同時也達到節能效益。

MSI馬達主要的銷售行業：

- ✓ 水處理、水泵設備
- ✓ 風機設備
- ✓ 空調系統→
冷卻水塔風扇&空調箱
- ✓ 空壓機

MSI馬達主要應用設備：

水泵設備



風機



空壓機

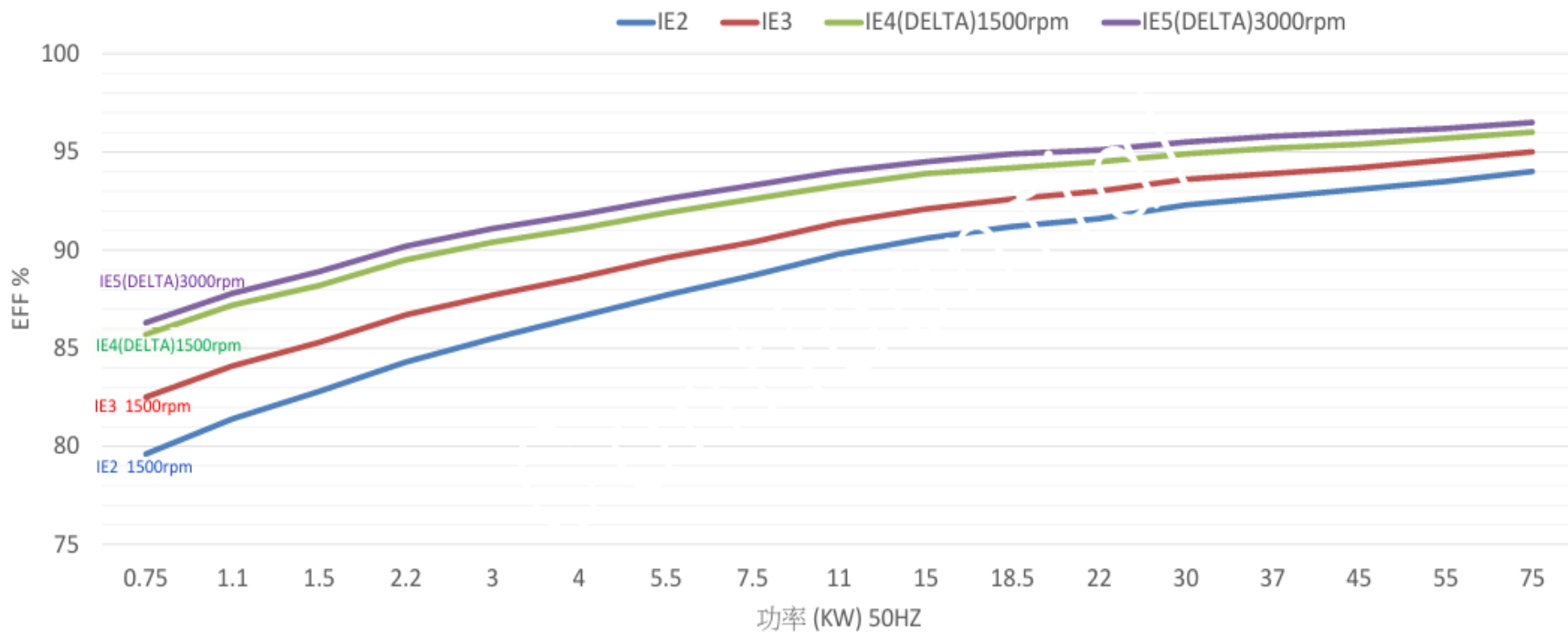


冷卻水塔風扇

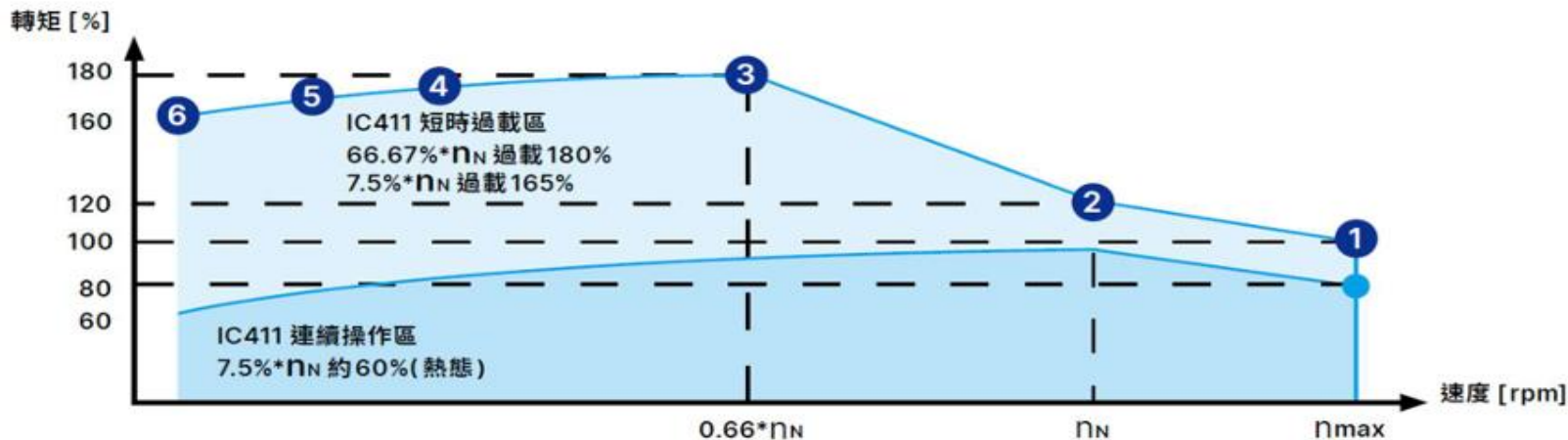


特色簡介

✓ 超高效率馬達，效率可達IE5等級。



轉矩速度圖



同步磁阻馬達轉速表

$0.66 \cdot n_N$	n_N	n_{max}
2,000rpm	3,000rpm	3,800rpm
1,000rpm	1,500rpm	1,900rpm

n_N = 額定轉速 (rpm) n_{max} = 最高轉速 (rpm)

MSI 氣冷系列冷態單次過載能力曲線表

編號	轉速 n_N %	轉矩過載倍率	冷態啟動支撐時間
1	126.67%	100%	600sec
2	100%	120%	600sec
3	66.67%	180%	140sec
4	30%	175%	100sec
5	16.65%	170%	100sec
6	7.5%	165%	100sec

◆ 11 kW空調箱馬達驗證：節能率7.53%

實測比較 AHU

項目	磁阻電機	三相感應馬達
變頻器頻率 (Hz)	117.6	60
電機轉速 (r/min)	40	40
測試時間 (min)	4.42	4.78
功率因數	0.89	0.86
耗電量 (kWh)	6.63	7.17
平均功率 (kW)	7.53%	

*Smaller Volume : reduce 1 frame size compared to IM.

*MSI one-button setting only requires 4 step, reducing setting time.

Air Handling Units

Delta MSI IE4
11kW, 1765 rpmInduction Motor IE3
11kW, 1765 rpm

◆ 45 kW 冷凍泵換磁阻馬達：功耗降低 9.61%

實測比較 Pump

項目	磁阻電機	三相感應馬達
變頻器頻率 (Hz)	96	50
電機轉速 (r/min)	25	25
測試時間 (min)	16.82	18.61
功率因數	0.89	0.86
耗電量 (kWh)	40.36	44.66
平均功率 (kW)	9.61%	

Circulation pump

Delta MSI IE4
45kW, 1500 rpmInduction Motor IE3
45kW, 1500 rpm

TESA 成功案例-台灣油品龍頭水泵改造替換成磁阻

◆ 系統效率整體能效提升約20%

系統能效

台灣油品龍頭總部大樓進行空調水泵節能改造
導入永磁磁阻馬達 + 台達C系列變頻器成功商轉
總替換馬達功率供785.5kW
整體能效提升約20%

改造前

採用感應機，
能效等級較低為 IE2



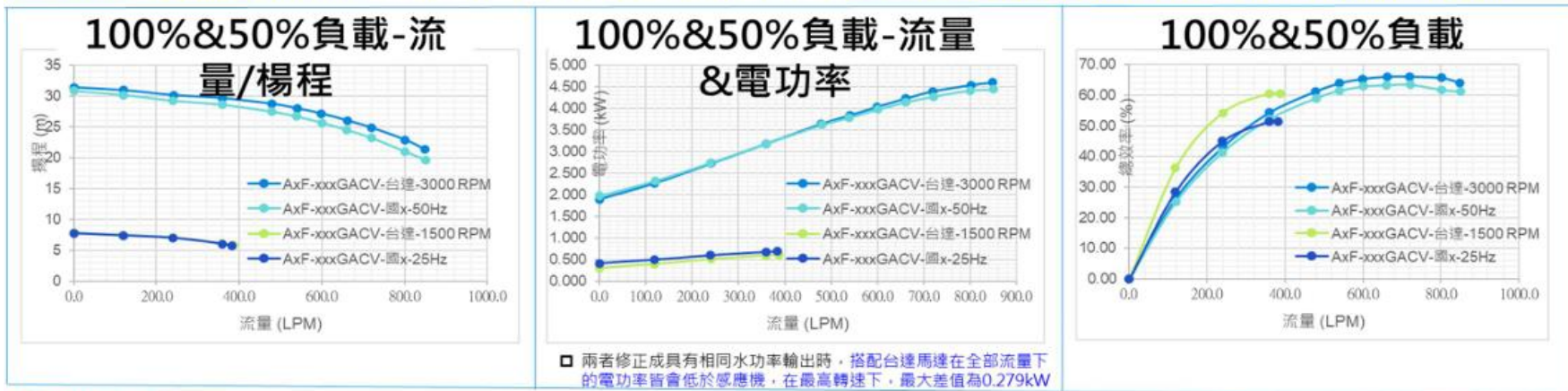
改造後

採用台達永磁同步磁阻馬達
MSI 系列，能效等級達 IE4



TESA 成功案例-永磁同步磁阻馬達運用流體高效泵

- ◆ 同步磁阻馬達：泵AxV-xxGACV搭配台達馬達(IE5)；馬達型號：MSI40C-30CDXS2B1A；馬達效率：91.8%；變頻器：MS300
- ◆ 對照感應馬達：泵AxV-xxGACV搭配國X(IE3)；馬達型號：KxP4x0；馬達效率：88.1%
- ◆ 其他：葉輪直徑148mm 馬達帶動同一組泵、輸入變頻器電壓：380V、泵浦性能驗證方法ISO9906，驗證100%/50%負載。



實測比較結論

- AxV搭配台達馬達，其揚程在所有流量下都高於搭配IE3感應馬達的對照組，永磁同步馬達無滑差轉速會比較快，且而揚程較高。
- AxV搭配台達馬達，其輸入電功率，在最高轉速下且大於360LPM之後，高於搭配IE3感應馬達。
- AxV搭配台達馬達，其總效率IE5馬達，在滿載100%情況下：高於IE3為3.81%；在50%轉速情況下，高於IE3為9.21%。
- 每天運轉24小時，一年運轉310天，感應機 vs 同步磁阻 兩者計算ROI價差兩年回收。

項目	磁阻IE5電機 vs 感應IE3馬達 節能百分比
100%負載	3.81%
50%負載	9.21%

水泵案例：相同使用變頻器狀態、只相比馬達效率

運轉工況：一年用8,030小時 一天運轉22小時

運轉時間：(08~20點：100%輸出)、(20~04點：50%輸出)、(04~06點：0%輸出)、(06~08點：50%輸出)

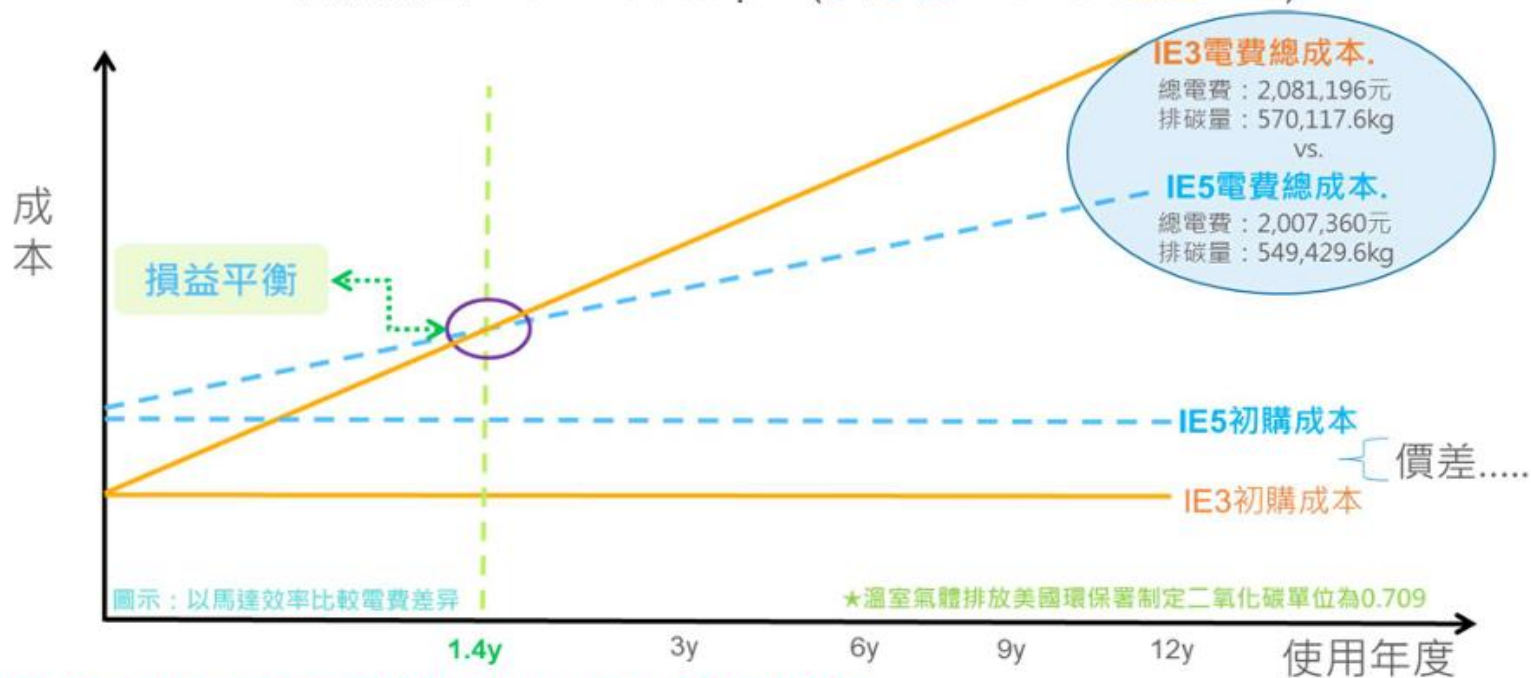
使用方式：VFD + Motor變頻驅動，IM 與 PMa 馬達都使用同一款變頻器，驅動器損失相同，故可先略計算驅動器損失

計費方式：(08~20點：一度電3.5元)、(20~08點：一度電1.5元)(區域：TW)

馬達 功率	馬達 類型	馬達效率 等級	負載 比例	負載 效率	實際入力 kW	08~20hr 年/ 使用小時	20~08hr 年/ 使用小時	用電 度/年	電費 (元/年)	一年減省支出 電費IE3 vs. IE5
7.5kW	Siemens IM	IE3	100%	90.1	8.324	4,380		36,459.1	127,607	X
	Siemens IM	IE3	50%	89.6	8.37		3,650	30,550.5	45,826	
	PMa	IE5	100%	93.3	8.038	4,380		35,206.4	123,223	\$6,153
	PMa	IE5	50%	93.2	8.047		3,650	29,371.6	44,057	

 $\text{kW} \times (\text{IE3/E1} - \text{IE5/E2}) = \text{實際入力kW}$ 

節能效益 7.5kW 3000rpm (感應機 IE3 vs. 磁阻 IE5)



- 依上圖IE5 vs IE3 每年可減少2431.6kWH，年減少排碳1724kg.
- 新設感應馬達 vs. 磁阻初購成本回收周期，因購置功率成本、效率、有所不同差異，計算價差回收周期有所不同.

	購置成本及使用年度總花費		\$NTD
	IE3 感應機IM	IE5 PMa SynRM(MSI)	
12年使用電費(含新購置馬達)	\$2,099,025	\$2,033,320	
12年馬達維護成本	\$20,990	\$20,333	
12年TTL COST	\$2,120,015	\$2,053,653	
12年MSI減少總費用支出	x	\$66,362	
12年MSI減少排碳量	x	20,688kg	
總結		勝	

磁阻使用螺桿擠出機



MH300+MSI

馬達資訊	永磁磁阻馬達	方力感應機
型號	MSI22D-15CDX2A1B	3G3RV-B4220-ZV1
額定轉速	1500 rpm	1500 rpm
額定功率	22kW	22kW
額定電壓	380V	380V
額定電流	43A	42.7A
額定效率	94.70%	90.50%
變頻器	MH300	歐姆龍3G3RV-ZV1



□ 結果說明

- 使用 22 KW MSI，瞬間承受 1.8 倍載。
- 週期循環計算節能率約5%。
- 已取得客戶端**朗擠出機械允收

■ 永磁同步磁阻75kW馬達

➤ 性能測試

➤ 7 kg/cm²

全套參數	機型	FLEX VI		
		75kw		
		100%	70%	40%
馬達參數	壓力	7	7	7
	頻率	221	158	95
	轉速	3315	2370	1425
台達	功率	80.39	56.0	32.62
	風量	13.620	9.658	5.593
	比功率	5.90	5.80	5.83
整機效率		79.5(d=25)		
目標效率(d=25)		79.2		
判定		合格		

- 性能測試：符合
- 溫升測試：符合
- 震動測試：符合
- 噪音測試：符合

✓ 結論: 以上測試項目皆符合要求，完成馬達驗收與承認。



TESA 成功案例-永磁磁阻油冷電機

高效馬達 (油冷) MSI系列



Power range (kW)	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90	110	132
220V, SF1.2			5600 rpm		3200 rpm		3800 rpm			2500 rpm			
380V, SF1.2			5600 rpm		3200 rpm		3800 rpm			2500 rpm			

低噪音

油式本體低噪音，
整體空壓機噪音可在65~70db

散熱佳

油冷散熱效率佳，
空壓設備無需額外散熱通道

安裝彈性高

可以立式安裝，減少占地面積

傳動損失低

減少變速箱與皮帶惰輪轉換，
提高傳導效率

性能優異

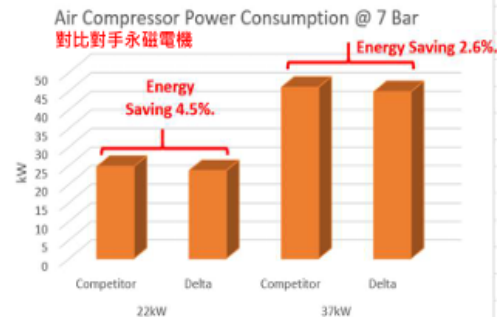
效率媲美永磁同步馬達，
可達IE4等級

節能方案

搭配台達標準型變頻器CP2000



油冷馬達安裝於空壓機案例



空壓機達一級能效

節能減碳做的好 地球永續沒煩惱！

<http://www.esco.org.tw/web/index/index.jsp>

中華民國能源技術服務商業同業公會
23145新北市新店區寶橋路48號4樓之3
電話：886-2-86650826
傳真：886-2-86650825
公會信箱：tesa.esco@msa.hinet.net