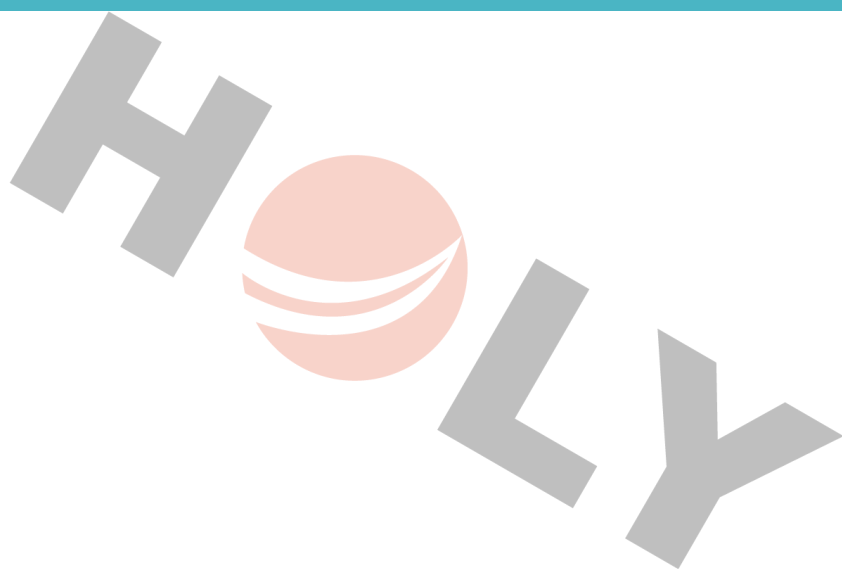


變頻器電壓(V) / 頻率(F)對三相感應馬達的影響



厚利貿易

2020年10月1日

撰寫人: 鄭春華

變頻器電壓(V) / 頻率(F)對三相感應馬達的影響

改變馬達轉速的方式

公式一.

$$N(\text{轉速}) = \frac{120 \times F(\text{頻率})}{P(\text{馬達極數})}$$

※由以上公式可以得知改變電壓的頻率或馬達極數就可以改變馬達的轉速。

公式二.

$$T(\text{轉矩}) = K(\text{常數}) \times \frac{V(\text{電壓})}{F(\text{頻率})} \times I(\text{電流})$$

由以上公式可知 V/F(值)比例一定時，馬達輸出轉矩會與電流成正比。
在電壓值(V)一定時、電流值(I)一定時，只改變電壓頻率(F)的狀況下，馬達輸出轉矩與頻率成反比。故改變頻率來改變馬達轉速時，變頻器的電壓也會隨其變化。

如何調整變頻器 V(電壓) / F(頻率)的設定

不同頻率的輸出電壓，V/F 比例須一定，因馬達的轉子線圈有銅損及鐵損等..會造成電壓部分下降，電壓下降，相對馬達轉矩會變小。由於輸出頻率 F 與電壓 V 成正比，特別在電壓較低之低頻率區域，電壓下降率明顯增加，所以針對電壓降下之電壓 ΔV ，會做一個補償，就是將 ΔV 提高，即可提昇馬達輸出轉矩，此稱為轉矩提升機能。如需要做較大之起動轉矩或加速轉矩時，可依變頻器的提升轉矩功能去做調整，如此即使在低頻率時也有 100%~150%的馬達輸出轉矩。



用變頻器提昇馬達轉矩的方式：

①手動調整：依設定之 ΔV ，去調整電壓不足部分。

②自動調整：從馬達電流檢出，自動去改變電壓，重載時，提昇馬達輸出轉矩，輕載時，馬達電流隨之變小。

由於變頻器因低頻時輸出電壓過低，而造成馬達輸出轉矩有下降之問題，為了補足低頻時之馬達轉矩，故將低頻時之輸出電壓做調整，我們稱為 V/F 值。



適當的 V/F 曲線，可以提高馬達轉矩，但調整不當則會造成馬達線圈過熱而燒毀、或馬達溫度上升等異常狀況，調整 V/F 參數可以適當解決低頻轉矩不足的問題，以及馬達溫昇問題。如何調整最佳的 V/F 參數，則需依照設備的需求來做最佳的調整。



變頻器的馬達額定值的設定，必須符合與該馬達之額定值

※馬達額定值必須設置的參數如下：

- 額定功率
- 額定電流
- 額定電壓
- 額定頻率
- 額定轉速
- 額定轉矩
- 加速時間和減速時間
- 最大和最小轉速

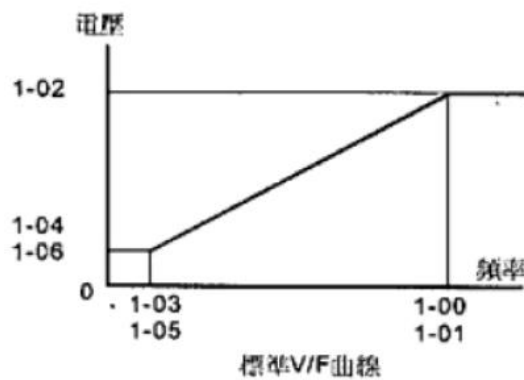
V/F 值設定實驗：

- 使用器材：
 TROY 三相感應馬達型號：9I40S-3
 台達變頻器型號：VFD-S
 電源供應器
 扭力動力計
 萬用電錶
 電磁剎車器

實驗 1

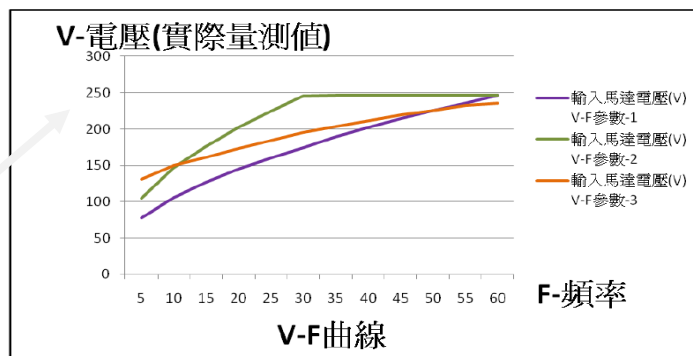
作法

1. 改變不同V/F參數分別量測扭力、電流以及溫度。
2. 參數設定需符合 $1-02 \geq 1-04 \geq 1-06$ ； $1-01 \geq 1-03 \geq 1-05$ 。



3. 分別改變中間頻率、中間電壓、最低頻率及最低電壓，將電壓(V)與頻率(F)的比值改變測試如下圖：

V-F 參數設定值							
	1-00↓ 最高操作頻 率	1-01↓ 最大電壓頻 率	1-02↓ 最高輸出電 壓	1-03↓ 中間頻率	1-04↓ 中間電壓	1-05↓ 最低輸出頻 率	1-06↓ 最低輸出電 壓
V-F 參數-1	60Hz	60Hz	220V	30Hz	110V	1Hz	12V
V-F 參數-2	60Hz	60Hz	220V	30Hz	220V	1Hz	12V
V-F 參數-3	60Hz	60Hz	200V	30Hz	130V	5Hz	60V

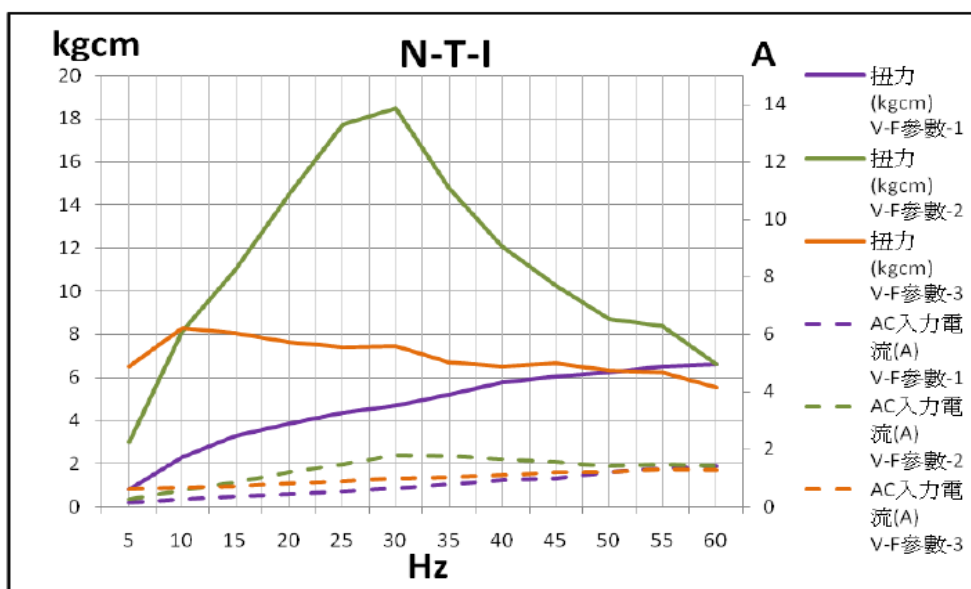


結果

1. 調整三種不同參數，利用扭力動力計量測出結果，如下表與下圖：

頻率(Hz)	輸入馬達電壓	扭力(kgcm)	AC 入力電流	輸入馬達電壓	扭力(kgcm)	AC 入力電流	輸入馬達電壓	扭力(kgcm)	AC 入力電流
	(V)⊥ V-F 參數-1	V-F 參數-1	(A)⊥ V-F 參數-1	(V)⊥ V-F 參數-2	V-F 參數-2	(A)⊥ V-F 參數-2	(V)⊥ V-F 參數-3	V-F 參數-3	(A)⊥ V-F 參數-3
5	78	0.8	0.14	105	3	0.25	131	6.5	0.62
10	106	2.3	0.25	147	8.15	0.58	150	8.3	0.67
15	127	3.3	0.35	176	11	0.85	161	8.05	0.7
20	145	3.85	0.45	202	14.45	1.2	173	7.65	0.81
25	160	4.35	0.55	225	17.75	1.5	184	7.4	0.88
30	174	4.7	0.66	246	18.5	1.8	195	7.45	0.99
35	189	5.2	0.78	247	14.8	1.78	203	6.7	1.04
40	202	5.75	0.92	247	12.1	1.67	211	6.5	1.11
45	214	6.05	1.01	247	10.25	1.55	219	6.65	1.19
50	226	6.25	1.19	247	8.7	1.43	226	6.35	1.22
55	236	6.5	1.35	247	8.4	1.5	233	6.25	1.32
60	247	6.6	1.41	247	6.6	1.4	236	5.55	1.28

	30min	60min	120min
V-F 參數-1(60Hz)	36°C	45°C	52°C
V-F 參數-1(30Hz)	32°C	35.8°C	42.8°C
V-F 參數-2(60Hz)	38.4°C	45°C	52.6°C
V-F 參數-2(30Hz)	90.6°C	X	X
V-F 參數-3(60Hz)	32.5°C	34°C	35°C
V-F 參數-3(30Hz)	39.2°C	46.4°C	51°C



結論：

適當的 V/F 參數設定可以提高馬達轉矩，但設定不當恐會造成馬達過熱、線圈燒毀..等異常狀況。

從實際測量結果來比較：

V/F 參數-1；V/F 為固定比值向上增加，轉矩也隨著頻率增加而增加。

V/F 參數-2；在頻率 30Hz(此時電壓設定為 220V)以前，V/F 為固定比值向上增加，但由於參數-2 設定為 30Hz 時的電壓為 220V，因此部份比值與參數-1 比值為不同數值，轉矩也會隨著頻率增加而增加，但因為頻率 30Hz 時的實際輸出電壓是 246V，所以扭力較參數-1 大許多，而頻率 30Hz~60Hz 的電壓皆設置為 247V，這時的轉矩則隨著頻率增加而逐漸下降。

V/F 參數-3；當頻率 5Hz 電壓為 131V、30Hz 電壓為 195V、60Hz 電壓為 236V，每一頻率對應之電壓都比參數-1 高，扭力也是隨著頻率增加而增加，不同之處是低頻的扭力都較參數-1 大，由此得知 V/F 參數-3 的設定值可以解決低頻扭力不足的問題。

雖然 V/F 參數-2 在 30Hz 的扭力大於 V/F 參數-1 的一至四倍，但是馬達溫度卻超過標準許多，此時馬達連續運轉時間半小時以上即會跳溫度保護開關(泰映交流感應馬達的過熱保護開關是在馬達內部線圈溫度 120 度 C 時開始動作)，由此可見參數-2 並不適合使用。

而 V/F 參數-3 在 60Hz 時的馬達溫度是較 V/F 參數-1 低，但其扭力是較 V/F 參數-1 小。故由來 V/F 不同的參數設定值來看，調整 V/F 參數的確可以解決低頻扭力不足及馬達過熱問題。而如何調整最佳的 V/F 參數，則需依照設備端的需求來做調整。