

# 2012 年版 CNS14400 高效率馬達標準介紹

沈宗福、鄭詠仁、許應財  
工業技術研究院 機械與系統研究所

## 一、前言

中華民國高效率馬達標準CNS14400自2003年修訂後，使用多年未修訂。其間國際上高效率馬達標準陸續更新，且各國標準不一不利於馬達貿易，有鑑於此，國際電工委員會 ( International Electrotechnical Commission , IEC ) 調和各國標準擬定了IEC 60034-30 : 2008，針對3相鼠籠感應馬達訂定了效率標準，工業技術研究院機械與系統研究所執行能源局「高效率馬達應用技術開發與推廣計畫」參考IEC 60034-30[1]等提出CNS14400標準修訂建議案，經相關程序審查後，於今年3月26日由主管機關公告實施。本文針對馬達效率規定差異及如何辨識加以說明。

## 二、適用範圍

CNS14400 適用於連續額定、額定頻率 60Hz、50/60Hz、額定電壓 600V 以下、在周遭溫度 40 以下使用之低壓三相鼠籠型高效率感應電動機。並不適用於沉水電動機、一體式機組及被驅動設施不可分離者、多速電動機及國家另有標準者及例外認可者。

## 三、高效率馬達種類

相較於舊版 2003 年 CNS14400，新版將高效率感應電動機分為三種：(a)IE1<sup>+</sup>為高效率，(b) IE2 為優級效率，(c) IE3 為超高效率。IE1<sup>+</sup>即等同舊版 2003 年所定義之高效率感應電動機，IE2 比 IE1<sup>+</sup>效率高，IE3 比 IE2 效率更高，即效率  $IE3 > IE2 > IE1^+$ ，相較於 IEC 60034-30 定義之 IE1 IE2 IE3，CNS14400 之 IE1<sup>+</sup>介於 IEC 60034-30 IE1 與 IE2 間，而兩者之 IE2、IE3 則相近。

下表 1~3 為 CNS14400 IE1<sup>+</sup>、IE2 與 IE3 效率標準。

表 1、CNS14400 IE1<sup>+</sup>效率標準[2]

| 額定輸出 |      | 2 極 3600rpm |      | 4 極 1800rpm |      | 6 極 1200rpm |      | 8 極 900rpm |      |
|------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|------------|------|
| kW   | HP   | 全閉型         | 保護型  | 全閉型         | 保護型  | 全閉型         | 保護型  | 全閉型        | 保護型  |
| 0.37 | 0.5  | 66.0        | 66.0 | 68.0        | 68.0 | 66.0        | 66.0 | 66.0       | 66.0 |
| 0.55 | 0.75 | 68.0        | 68.0 | 70.0        | 70.0 | 68.0        | 68.0 | 68.0       | 68.0 |
| 0.75 | 1    | 72.0        | 72.0 | 80.0        | 80.0 | 77.0        | 77.0 | 70.0       | 70.0 |
| 1.5  | 2    | 81.5        | 81.5 | 81.5        | 81.5 | 84.0        | 82.5 | 80.0       | 82.5 |
| 2.2  | 3    | 82.5        | 81.5 | 85.5        | 84.0 | 85.5        | 84.0 | 81.5       | 84.0 |
| 3    | 4    | 82.5        | 81.5 | 85.5        | 84.0 | 85.5        | 84.0 | 81.5       | 84.0 |
| 3.7  | 5    | 85.5        | 82.5 | 85.5        | 85.5 | 85.5        | 85.5 | 82.5       | 85.5 |
| 4    | 5.5  | 85.5        | 82.5 | 85.5        | 85.5 | 85.5        | 85.5 | 82.5       | 85.5 |
| 5.5  | 7.5  | 86.5        | 85.5 | 87.5        | 86.5 | 87.5        | 86.5 | 82.5       | 86.5 |
| 7.5  | 10   | 87.5        | 86.5 | 87.5        | 87.5 | 87.5        | 88.5 | 86.5       | 87.5 |
| 11   | 15   | 88.5        | 87.5 | 89.5        | 89.5 | 88.5        | 88.5 | 86.5       | 87.5 |
| 15   | 20   | 88.5        | 88.5 | 89.5        | 89.5 | 88.5        | 89.5 | 87.5       | 88.5 |
| 18.5 | 25   | 89.5        | 89.5 | 91.0        | 90.2 | 90.2        | 90.2 | 87.5       | 88.5 |
| 22   | 30   | 89.5        | 89.5 | 91.0        | 91.0 | 90.2        | 91.0 | 89.5       | 89.5 |
| 30   | 40   | 90.2        | 90.2 | 91.7        | 91.7 | 91.7        | 91.7 | 89.5       | 89.5 |
| 37   | 50   | 91.0        | 91.0 | 91.7        | 91.7 | 91.7        | 91.7 | 90.2       | 90.2 |
| 45   | 60   | 91.7        | 91.7 | 92.4        | 92.4 | 92.4        | 92.4 | 90.2       | 91.0 |
| 55   | 75   | 91.7        | 91.7 | 93.0        | 93.0 | 92.4        | 92.4 | 91.7       | 92.4 |
| 75   | 100  | 92.4        | 91.7 | 93.6        | 93.0 | 93.0        | 93.0 | 91.7       | 92.4 |
| 90   | 125  | 93.6        | 92.4 | 93.6        | 93.6 | 93.0        | 93.0 | 92.4       | 92.4 |
| 110  | 150  | 93.6        | 92.4 | 94.1        | 94.1 | 94.1        | 93.6 | 92.4       | 92.4 |
| 132  | 175  | 94.1        | 93.6 | 94.1        | 94.1 | 94.1        | 93.6 | -          | -    |
| 160  | 215  | 94.1        | 93.6 | 94.1        | 94.1 | 94.1        | 93.6 | -          | -    |
| 200  | 270  | 94.5        | 94.1 | 94.5        | 94.5 | -           | -    | -          | -    |

表 2、CNS14400 IE2 效率標準[2]

| 額定輸出                                                                   |         | 2 極 3600rpm |                     | 4 極 1800rpm |                     | 6 極 1200rpm |      |
|------------------------------------------------------------------------|---------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|------|
| kW                                                                     | HP      | 全閉型         | 保護型                 | 全閉型         | 保護型                 | 全閉型         | 保護型  |
| 0.75                                                                   | 1       | 75.5        | -                   | 82.5        | 82.5                | 80.0        | 80.0 |
| 1.1                                                                    | 1.5     | 82.5        | 82.5                | 84.0        | 84.0                | 85.5        | 84.0 |
| 1.5                                                                    | 2       | 84.0        | 84.0                | 84.0        | 84.0                | 86.5        | 85.5 |
| 2.2                                                                    | 3       | 85.5        | 84.0                | 87.5        | 86.5                | 87.5        | 86.5 |
| 3.7                                                                    | 5       | 87.5        | 85.5                | 87.5        | 87.5                | 87.5        | 87.5 |
| 5.5                                                                    | 7.5     | 88.5        | 87.5                | 89.5        | 88.5                | 89.5        | 88.5 |
| 7.5                                                                    | 10      | 89.5        | 88.5                | 89.5        | 89.5                | 89.5        | 90.2 |
| 11                                                                     | 15      | 90.2        | 89.5                | 91.0        | 91.0                | 90.2        | 90.2 |
| 15                                                                     | 20      | 90.2        | 90.2                | 91.0        | 91.0                | 90.2        | 91.0 |
| 18.5                                                                   | 25      | 91.0        | 91.0                | 92.4        | 91.7                | 91.7        | 91.7 |
| 22                                                                     | 30      | 91.0        | 91.0                | 92.4        | 92.4                | 91.7        | 92.4 |
| 30                                                                     | 40      | 91.7        | 91.7                | 93.0        | 93.0                | 93.0        | 93.0 |
| 37                                                                     | 50      | 92.4        | 92.4                | 93.0        | 93.0                | 93.0        | 93.0 |
| 45                                                                     | 60      | 93.0        | 93.0                | 93.6        | 93.6                | 93.6        | 93.6 |
| 55                                                                     | 75      | 93.0        | 93.0                | 94.1        | 94.1                | 93.6        | 93.6 |
| 75                                                                     | 100     | 93.6        | 93.0                | 94.5        | 94.1                | 94.1        | 94.1 |
| 90                                                                     | 125     | 94.5        | 93.6                | 94.5        | 94.5                | 94.1        | 94.1 |
| 110                                                                    | 150     | 94.5        | 93.6                | 95.0        | 95.0                | 95.0        | 94.5 |
| 150                                                                    | 200     | 95.0        | 94.5                | 95.0        | 95.0                | 95.0        | 94.5 |
| 185~375                                                                | 250~500 | 95.4        | 95.2 <sup>(a)</sup> | 95.4        | 95.6 <sup>(b)</sup> | 95.0        | 95.4 |
| 註(a) 在 NEMA 能源效率值(nominal limit)中，250HP 為 94.5%，500HP 為 95.8%，本表取其平均值。 |         |             |                     |             |                     |             |      |
| (b) 在 NEMA 能源效率值(nominal limit)中，250HP 為 95.4%，500HP 為 95.8%，本表取其平均值。  |         |             |                     |             |                     |             |      |

表 3、CNS14400 IE3 效率標準[2]

| 額定輸出                                                                                                                                                                                                                     |         | 2 極 3600rpm |                     | 4 極 1800rpm |                     | 6 極 1200rpm |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|
| kW                                                                                                                                                                                                                       | HP      | 全閉型         | 保護型                 | 全閉型         | 保護型                 | 全閉型         | 保護型                 |
| 0.75                                                                                                                                                                                                                     | 1       | 77.0        | 77.0                | 85.5        | 85.5                | 82.5        | 82.5                |
| 1.1                                                                                                                                                                                                                      | 1.5     | 84.0        | 84.0                | 86.5        | 86.5                | 87.5        | 86.5                |
| 1.5                                                                                                                                                                                                                      | 2       | 85.5        | 85.5                | 86.5        | 86.5                | 88.5        | 87.5                |
| 2.2                                                                                                                                                                                                                      | 3       | 86.5        | 85.5                | 89.5        | 89.5                | 89.5        | 88.5                |
| 3.7                                                                                                                                                                                                                      | 5       | 88.5        | 86.5                | 89.5        | 89.5                | 89.5        | 89.5                |
| 5.5                                                                                                                                                                                                                      | 7.5     | 89.5        | 88.5                | 91.7        | 91.0                | 91.0        | 90.2                |
| 7.5                                                                                                                                                                                                                      | 10      | 90.2        | 89.5                | 91.7        | 91.7                | 91.0        | 91.7                |
| 11                                                                                                                                                                                                                       | 15      | 91.0        | 90.2                | 92.4        | 93.0                | 91.7        | 91.7                |
| 15                                                                                                                                                                                                                       | 20      | 91.0        | 91.0                | 93.0        | 93.0                | 91.7        | 92.4                |
| 18.5                                                                                                                                                                                                                     | 25      | 91.7        | 91.7                | 93.6        | 93.6                | 93.0        | 93.0                |
| 22                                                                                                                                                                                                                       | 30      | 91.7        | 91.7                | 93.6        | 94.1                | 93.0        | 93.6                |
| 30                                                                                                                                                                                                                       | 40      | 92.4        | 92.4                | 94.1        | 94.1                | 94.1        | 94.1                |
| 37                                                                                                                                                                                                                       | 50      | 93.0        | 93.0                | 94.5        | 94.5                | 94.1        | 94.1                |
| 45                                                                                                                                                                                                                       | 60      | 93.6        | 93.6                | 95.0        | 95.0                | 94.5        | 94.5                |
| 55                                                                                                                                                                                                                       | 75      | 93.6        | 93.6                | 95.4        | 95.0                | 94.5        | 94.5                |
| 75                                                                                                                                                                                                                       | 100     | 94.1        | 93.6                | 95.4        | 95.4                | 95.0        | 95.0                |
| 90                                                                                                                                                                                                                       | 125     | 95.0        | 94.1                | 95.4        | 95.4                | 95.0        | 95.0                |
| 110                                                                                                                                                                                                                      | 150     | 95.0        | 94.1                | 95.8        | 95.8                | 95.8        | 95.4                |
| 150                                                                                                                                                                                                                      | 200     | 95.4        | 95.0                | 96.2        | 95.8                | 95.8        | 95.4                |
| 185~375                                                                                                                                                                                                                  | 250~500 | 95.8        | 95.4 <sup>(a)</sup> | 96.2        | 96.0 <sup>(b)</sup> | 95.8        | 95.8 <sup>(c)</sup> |
| 註(a) 在 NEMA 能源效率值(nominal limit)中，250HP 為 95.0%，500HP 為 95.8%，本表取其平均值。<br>(b) 在 NEMA 能源效率值(nominal limit)中，250HP 為 95.8%，500HP 為 96.2%，本表取其平均值。<br>(C) 在 NEMA 能源效率值(nominal limit)中，250HP 為 95.4%，500HP 為 96.2%，本表取其平均值。 |         |             |                     |             |                     |             |                     |

#### 四、高效率馬達辨視

如何辨識馬達是否為高效率馬達？主要可由馬達上銘版辨識。新版 CNS14400 規定銘牌標示必須於電動機明顯處標明下列各項：

- 名稱(指明三相鼠籠型高效率感應電動機)
- 絕緣等級(指明 A、E、B、F、H 類)
- 極數
- 額定輸出功率(kW 或 HP)
- 額定電壓(V)

- f. 額定頻率(Hz)
- g. 電流(滿載電流之近似值，以 A 表示)
- h. 轉速(額定輸出功率下每分鐘轉數之近似值，以 rpm 表示)
- i. 保護方式符號(IP 碼)
- j. 冷卻方式符號(IC 碼)
- k. 冷媒溫度(溫度為 40 時可省略)
- l. 電動機之形式符號
- m. 製造號碼及年份
- n. 製造廠商名稱或商標
- o. 額定效率(滿載時之效率)
- p. 效率等級(IE1<sup>+</sup>、IE2、IE3)

其中效率等級(IE1<sup>+</sup>、IE2、IE3)為新增項目，故未來符合 CNS14400 規定之馬達應標示類似如圖 1 之 IE(依 CNS14400 分類 IE1<sup>+</sup>取代 IE1)標示，比較圖 2 及圖 3 雖符合舊版 CNS14400 名稱及額定效率要求，但是皆無 IE 標示，故辨識是否為高效率馬達可由高效率馬達名稱、額定效率及 IE 標示辨識。沒有高效率馬達名稱，只有額定效率標示者為實施 CNS14400 之前生產之馬達，如圖 4，必須依標示效率值判斷是否符合高效率馬達標準，有高效率馬達名稱及額定效率標示者為符合舊版 CNS14400 馬達，而符合新版 CNS14400 規定之高效率馬達尚必須再多標示 IE 等級。

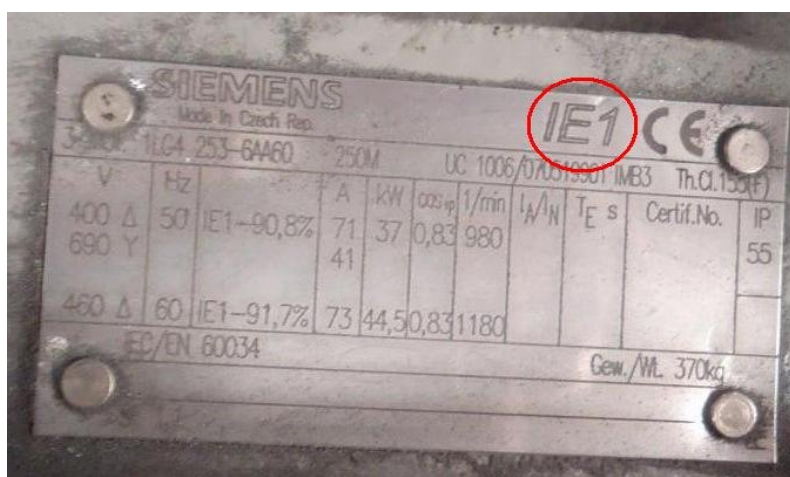


圖 1. 進口符合 IE1 之 SIEMENS 馬達銘牌

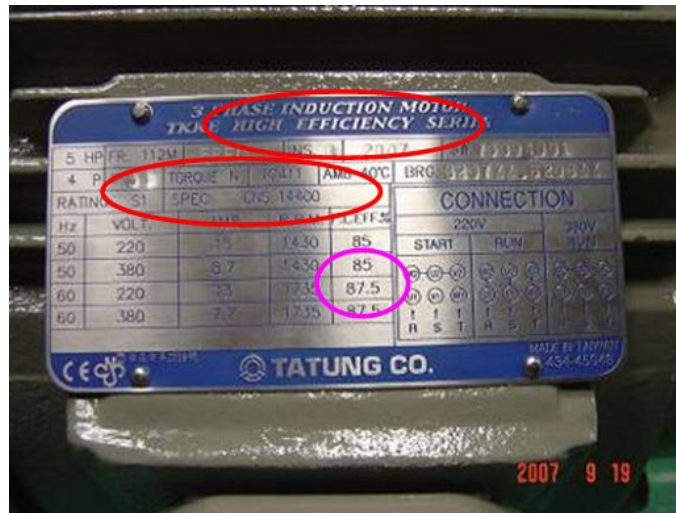


圖 2. 國產符合舊版 CNS14400 之大同馬達銘牌



圖 3. 國產符合舊版 CNS14400 之東元馬達銘牌



圖 4. 實施 CNS14400 前之國產馬達銘牌

## 五、高效率馬達節能比較

將更舊馬達效率版本 CNS2934[3]與新版 CNS14400 最高 IE3 等級效率相比，可以約略看出舊有運轉中馬達透過更新為高效率馬達之節能潛力，以 3600 rpm, 2P 全閉型馬達為例，在負載 100%，每年運轉 8400 小時，每度電 3 元條件計算下，使用低效率馬達與 IE3 效率等級之馬達，每年運轉電費比較如表 4 所示，其中 100hp 為例，每年電費可相差達 12.6 萬元。故工廠管理者可以檢視目前工廠使用中馬達，找出低效率，長時間運轉之馬達評估直接更換為高效率馬達可行性。

表 4. 更換高效率馬達簡易節能試算表

| HP  | CNS2934<br>3600, 2P<br>全閉型效率<br>(%) | CNS14400 IE3<br>3600, 2P<br>全閉型效率<br>(%) | CNS2934<br>3600, 2P<br>全閉型輸入<br>(kW) | CNS14400 IE3<br>3600, 2P<br>全閉型輸入<br>(kW) | 每年<br>運轉時數<br>(hrs) | 每年節省<br>度數 | 每年節省電費<br>(1 度=3 元) |
|-----|-------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------|------------|---------------------|
| 1   | 68                                  | 77                                       | 1.10                                 | 0.97                                      | 8400                | 1,077      | 3,231               |
| 5   | 80                                  | 88.5                                     | 4.66                                 | 4.21                                      | 8400                | 3,762      | 11,285              |
| 10  | 83                                  | 90.2                                     | 8.99                                 | 8.27                                      | 8400                | 6,027      | 18,080              |
| 15  | 84                                  | 91                                       | 13.32                                | 12.30                                     | 8400                | 8,608      | 25,823              |
| 20  | 85                                  | 91                                       | 17.55                                | 16.40                                     | 8400                | 9,722      | 29,165              |
| 25  | 85.5                                | 91.7                                     | 21.81                                | 20.34                                     | 8400                | 12,388     | 37,165              |
| 30  | 86                                  | 91.7                                     | 26.02                                | 24.41                                     | 8400                | 13,588     | 40,763              |
| 40  | 86.5                                | 92.4                                     | 34.50                                | 32.29                                     | 8400                | 18,503     | 55,509              |
| 50  | 87                                  | 93                                       | 42.87                                | 40.11                                     | 8400                | 23,235     | 69,704              |
| 60  | 87.5                                | 93.6                                     | 51.15                                | 47.82                                     | 8400                | 28,004     | 84,011              |
| 75  | 88                                  | 93.6                                     | 63.58                                | 59.78                                     | 8400                | 31,953     | 95,858              |
| 100 | 88.5                                | 94.1                                     | 84.29                                | 79.28                                     | 8400                | 42,138     | 126,414             |
| 125 | 89                                  | 95                                       | 104.78                               | 98.16                                     | 8400                | 55,586     | 166,758             |
| 150 | 89.5                                | 95                                       | 125.03                               | 117.79                                    | 8400                | 60,803     | 182,409             |
| 200 | 90.5                                | 95.4                                     | 164.86                               | 156.39                                    | 8400                | 71,129     | 213,387             |

## 六、高效率馬達效率測試

工研院在能源局計畫經費提供下，已於 99 年底建立「動力機械能源效率實驗室」，如圖 5 與圖 6 所示，建置三相馬達效率檢測系統，扮演獨立公正的第三者檢測單位，提供準確可信賴的測試服務，以保障優良產品權益，且本實驗室已獲全國認證基金會(TAF)認可(編號 2396)。

目前世界先進國家大多以能源效率標示制度做為指定耗用能源設備或器具能源效率管理之重要政策工具，藉由強制要求廠商於進口或販售產品時，揭示產品能源效率資訊，引導消費者選購高能源效率產品，以達節能減碳之政策目標。

國內能源管理法亦有規定：「廠商製造或進口中央主管機關指定之使用能源設備或器具供國內使用者，其能源設備或器具之能源效率，應符合中央主管機關容許耗用能源之規定，並應標示能源耗用量及其效率。」馬達能源效率是推動重點。



圖 5. 實驗室外觀<sup>(4)</sup>



圖 6. 實驗室內部全覽<sup>(4)</sup>

目前工研院三相馬達效率測試能量如下<sup>(4)</sup>：

- 馬達極數 2 極：0.5HP ~ 270HP
- 馬達極數 4 極：0.5HP ~ 270HP
- 馬達極數 6 極：0.5HP ~ 215HP
- 馬達極數 8 極：0.5HP ~ 150HP
- 額定頻率/電壓範圍：60Hz / 600V 以下
- 馬達種類：連續額定/保護型及全閉型
- T-N 曲線測試：0.5HP ~ 175HP

## 七、結論

國際間為有效提升馬達應用設備之能源效率，首要工作就是要提升馬達本體的能源效率值，歐盟更規定被列管的馬達自 2011 年 6 月 16 日起，效率不得小於 IE2 的等級。國內修訂 CNS14400 即是符合國際潮流，明訂與 IEC 60034-30 相調和之效率標準，以利使用者與馬達生產商、進出口商得以參考遵行以達到節能減碳之目的。

對於三相馬達效率檢測及工廠馬達設備(包含馬達本體、泵浦、空壓機與風機等)節能診斷改善等，有需求的廠商可與我們聯絡，相關資料請參考網站：「MCP 高效率馬達動力設備節能伙伴聯盟平台」 [4] 。

## 八、參考資料

- [1] IEC 60034-30 Rotating Electrical Machines - Part 30 : Efficiency classes of single-speed, three-phase, cage-induction motors (IE-code)
- [2] CNS 14400低壓三相鼠籠型高效率感應電動機(一般用)
- [3] CNS 2934低壓三相鼠籠型感應電動機(一般用)
- [4] 「MCP 高效率馬達動力設備節能伙伴聯盟平台」 <http://hem.org.tw/>