

# 除濕機能源效率基準之研究

黃傳興 鄒金台 林俊宏 莊逢輝\*

財團法人台灣大電力研究試驗中心 經濟部能源局\*

## 摘要

「京都議定書」生效後溫室氣體減量已成為國際環保的要求，而能源效率管理係節能與環保政策中相當重要的一環，工業國家為達到溫室氣體減量的目標，皆以能源效率管理作為主要的因應策略之一，其中尤其是用電器具的能源效率管理，更是各國採行的節能重點。台灣地處亞熱帶並屬海島型氣候，相對濕度高，除濕機的使用有增加的趨勢，除濕機的消耗電力高於電冰箱，為促進其提升能源使用效率以節約用電，實有制訂能源效率基準加以管理的必要。本文旨在研議除濕機的能源效率基準草案，經由國內外資料蒐集研析、購樣測試、效率水準評估、技術可行性探討、基準草案研擬、業者座談會召開等程序，完成除濕機能源效率基準建議案，並提送能源主管機關參辦，目前已獲採納並辦理國內外意見徵詢中，若無異議，將會於近期內公告定期實施。

## 壹、前言

受到過去能源危機的衝擊，提高用電器具能源使用效率普遍受到國內外的重視，1975 年美國制定「能源政策及節約法案(EPCA)」，1979 年日本制定「能源使用合理化法律」，1980 年我國制定「能源管理法」，在這些法案中有一項共同的揭示事項，即要求政府訂定耗能器具的能源效率基準並加以管理，以促進耗能器具節約能源，由此顯示效率管理是節約能源政策中重要的一環，國內外皆然。目前美、加、日等先進國家，甚至韓國及中國大陸，為節約能源及因應溫室氣體減量的訴求，大幅提升用電器具之能源效率基準，因此我國亦有檢討修訂的必要，經濟部於民國 88 年 12 月及 90 年 9 月分別公告最新版的冷氣機、電冰箱、冰水主機等能源效率基準，並於近年內相繼實施。為進一步提升能源使用效率，引導業者朝向更高效率的產品發展，經濟部於民國 95 年 1 月，再度公告無風管冷氣機、電冰箱及螢光燈管用安定器中長期的能源效率基準，作為未來業者努力的目標，不失為提升用電器具能源使用效率的強化措施，然為增加能源效率管理成效，針對尚有節能潛力的用電器具，有必要持續制訂基準加以管理。

台灣氣候潮濕，依據中央氣象局歷年來的資料顯示，台灣全年之平均相對濕度高達 80% 左右，梅雨季節更在 95% 以上，如此潮濕的環境勢必會對人體、物品產生不良的影響。隨著國民所得增加及生活水準提升，除濕機的使用較過去有增加的趨勢，依據台電 96 年 3 月所發行的「台灣地區家用電器普及狀況調查研究報告」指出，若以住戶為統計基礎，除濕機的普及率由民國 83 年的 9.3% 提升至 95 年的 25.3 %，目前市場雖接近飽和，但仍有微幅成長的空間。除濕機目前市場年需求量約 25 萬台，市面上估計約有大同、三洋、日立、國際、東元、歌林、聲寶、普騰、新格、新典、三菱、惠而普、吉普生、富及第、西屋、夏普、開利等 20 多個品牌，標檢局雖已將除濕機納入內銷檢驗品目，但尚無能源效率基準規定，市面上除濕機的效率良莠不齊，無形中

有浪費能源之嫌。除濕機屬空調器具之一，消耗電力雖低於冷氣機，但較電冰箱為高，目前冷氣機及電冰箱皆已訂定能源效率基準並實施管理，因此政府規劃將除濕機納入另一波能源效率管制的對象產品。本文就除濕機的能源效率基準進行研究，並提出建議案供能源主管機關參辦。

## 貳、除濕機之原理及種類

降低空氣濕度的方法一般可分為四種：1.壓縮式（compression）；2.冷凍式（refrigeration）；3.液態除濕式（liquid sorption）；4.固態除濕式（solid sorption），以上四種亦可合併使用。所謂壓縮式即將空氣壓縮，使水蒸汽壓力超過其飽和蒸汽壓而凝結，隨後再讓其膨脹回復原來壓力，由於空氣中水分已減少，故其濕度會降低。冷凍式是讓空氣冷卻至露點以下，空氣中水蒸汽凝結成液態水而降低空氣中的含水量。固態及液態除濕式原理則相同，皆是利用乾燥劑（固態稱 desiccant，液態稱 sorbet）直接吸收空氣中的水分以降低濕度。

本研究所要探討的除濕機係指一般家庭使用，使用冷媒壓縮機以電能操作之傳統除濕機，屬於上述之冷凍式除濕方式，其原理和冷氣機相同，皆是利用熱力學冷凍循環原理所製成的一種空氣除濕器具，主要組件包括冷媒壓縮機、凝結器、膨脹裝置（毛細管）、蒸發器等，工作流體過去係以 CFC-12 為冷媒，隨著 CFCS 的管制，目前已全部改用 HFC-134 a。除濕機的工作原理示意如圖 1 所示，潮濕的空氣和低溫的蒸發器(Evaporator)接觸後，部分的空氣溫度降至露點以下凝結成水滴，匯集至聚水桶收集，除濕後的低溫低濕空氣再經過凝結器(Condenser)加熱，使溫度升高同時降低相對濕度，再由風扇吹出機外，完成空氣除濕循環。圖 2 為除濕機之空氣除濕過程在空氣溫濕度線圖（psychrometric chart）上所代表的對應狀態示意：1→2 為空氣經過蒸發器的過程，其中大部份空氣和低溫的蒸發器接觸，溫度降至露點（2'）以下結成水滴，沿溫濕度線圖的飽和線往下移動至點 3'，另外有少部分空氣和蒸發器沒有接觸而旁通（by-pass），二股空氣混合後成為點 2 的狀態，2→3 則表示除濕降溫後的空氣被高溫的凝結器再熱（reheat），絕對濕度不變，但相對濕度急速降低，同時溫度顯著提高，較入口溫度（1 點）約高出 5~10℃，視風量大小而定，因此除濕機使用一段時間後，室內溫度會稍微升高。

除濕機根據 CNS 國家標準規定，依機能區分為 A 型及 B 型二種。A 型係在乾球溫度  $18.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ ，濕球溫度  $13.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  能保證低溫性能者；B 型係在乾球溫度  $5.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ ，濕球溫度  $2.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  能保證低溫性能者。換言之，A 型適用於溫帶地區（室溫 18~35℃），B 型則除溫帶地區適用外，亦適用於寒帶地區（室溫 5~35℃），即冬季低溫場所仍可順利運轉發揮除濕的功能，原因是 B 型除濕機，一般裝設有除霜裝置，當在低溫環境下運轉導致蒸發器結霜時，仍可經由除霜過程而使除濕機繼續運轉。除濕機的控制方式一般分為簡單型及調濕型，簡單型只有運轉開關，啟動後必須關掉電源，或集水箱滿水或取出水箱後才會停止運轉；調濕型則加裝濕度調節開關，當室內相對濕度達到設定值時會自動停止運轉，一方面可使室內維持一定濕度，另一方面又可節省能源。除濕機的控制目前除了採用微電腦控制外，有的機型更附帶有空氣清淨及脫臭的功能，逐漸往一機多功能發展。

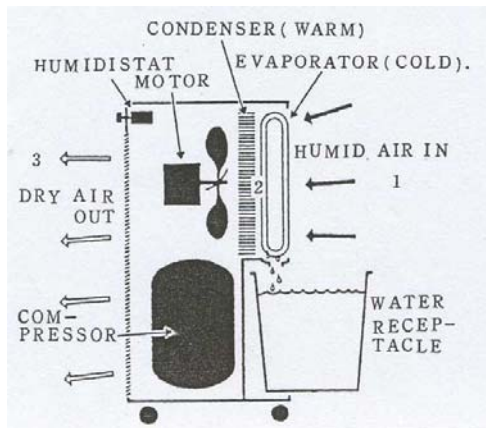


圖 1 傳統冷凍式除濕機工作原理示意

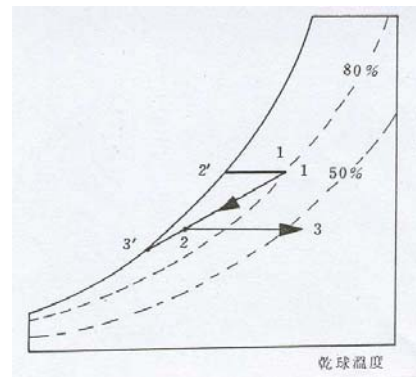


圖 2 除濕機除濕過程之空氣溫濕度線圖

## 參、我國與美加日除濕機性能測試條件比較

除濕機的目的主要是除去空氣中過多的水分，以使相對濕度維持在適當的範圍，而除濕機的效率一般係以每消耗一度電(kWh)所能除去空氣中多少公升的水量來衡量，通常以能源因數 (Energy Factor, 簡稱 EF) 來表示，單位為公升/千瓦小時 (l/kWh)。除濕機的除濕能力和周圍的溫濕度條件有關，溫度及相對濕度愈高，則除濕能力愈大，反之則愈小，為了能公平比較各廠牌除濕機的性能，除濕機的除濕能力必須基於相同的溫濕度條件下測試，表 1 分別列出目前我國與美加日除濕機性能的測試條件，比較後可歸納成以下幾點結論：

1. 雖然我國與美加日氣候條件不同，但測試除濕機之除濕能力及消費電功率的標準條件則幾乎相同，原因是人體對於舒適的溫濕度條件需求相近，除濕機在相近的溫濕度條件下操作乃正常之事。
2. 過負載條件我國與美加日測試標準亦相同，顯示國內外的產品特性相當一致。
3. 低溫條件方面，我國與日本標準有 A、B 二種溫度條件，A 條件適用於溫帶地區，B 條件不但可適用溫帶地區，寒帶地區亦適用，而美加標準只規定 A 型條件。
4. 在除濕能力測試方面，我國與日本標準規定穩定後測試 3 小時以上的除濕水量，再換算成 24 小時的除濕能力，而美加標準規定測試 6 小時的除濕水量，再換成每 24 小時的除濕水量。
5. 我國於民國 78 年 2 月 22 日首次公布的 CNS12492 除濕機國家標準，其除濕能力的測試溫濕度條件為乾球  $30.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ ，濕球  $27.2 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  (註：相對濕度為 80%)，由於業者反應認為不適當，當時的中央標準局遂於民國 82 年 1 月 28 日修訂 CNS 除濕機標準，將標準條件修正成表 1 所示，標準迄今曾於 82 年 12 月 23 日及 84 年 12 月 21 日修訂，最新版的修訂日期為 89 年 10 月 24 日，性能測試條件維持表 1 數值，因此根據修訂後的標準測試條件(相對濕度 60%)下的額定除濕能力，將較舊有條件(相對濕度 80%)下的額定除濕能力降低很多。

表 1 我國與美加日之除濕機性能測試條件比較

條件	CNS12492		ANSI/AHAM DH-1 CAN/CSA-C749		JIS C 9617		
	乾球溫度	濕球溫度	乾球溫度	濕球溫度	乾球溫度	濕球溫度	
標準條件	27.0±1.0	21.2±0.5	26.7±1.1	20.9±0.6	27.0±1.0	21.2±0.5	
過負載條件	32.0±1.0	23.0±0.5	32.2±1.1	23.8±0.6	32.0±1.0	23.0±0.5	
低溫條件	A	18.0±1.0	13.5±0.5	18.3±1.1	13.7±0.6	18.0±1.0	13.5±0.5
	B	5.0±1.0	2.0±0.5	—	—	5.0±1.0	2.1±0.5

## 肆、國內外除濕機能源效率基準介紹

如前節所述，除濕機的能源效率一般以 EF 值表示，EF 值愈高代表效率愈好，美加有關除濕機性能的測試條件一向採取相同的標準，依據的標準分別為前節介紹的美國國家標準 ANSI/AHAM DH-1 及加拿大國家標準 CAN/CSA-C749。能源效率基準一般分為強制性及自願性，強制性的基準(國際上一般稱為最低能效標準，簡稱 MEPS)需要法源的授權，達不到者不得販售，違者會被科以罰責；自願性的的基準為鼓勵性的榮譽基準，其機制不需要法源的授權，業者可自由申請，然其能源效率基準的門檻通常比 MEPS 高，符合規定者則給予標章或標誌張貼，例如國際上熟知的「能源之星 (Energy Star)」或國內的「節能標章」等。美加強制性的除濕機能源效率基準分兩階段提升，第一階段自 2007 年 1 月 1 日起實施，第二階段自 2012 年 1 月 1 日起實施，能源因數值基準分別如表 2 所示，至於自願性的能源之星能源效率基準亦分兩階段提升，第一階段自 2006 年 10 月 1 日起實施，第二階段自 2008 年 1 月 1 日起實施，能源因數值基準如表 3 所示。

國內除濕機能源效率基準方面，目前僅有自願性的節能標章基準，其測試條件及方法則依據 CNS12492，能源因數基準亦分兩階段實施，第一階段為 2007 年 7 月 31 日以前的基準，第二階段為 2007 年 8 月 1 日起的基準，能源因數值基準如表 4 所示。

表 2 美加強制性之除濕機能源因數值基準

第一階段 (Jan. 1, 2007)			第二階段 (Jan. 1, 2012)		
除濕能力(Cr)		EF	除濕能力(Cr)		EF
公升/日	品脫/日	(l/kWh)	公升/日	品脫/日	(l/kWh)
Cr ≤ 11.8	Cr ≤ 25.0	1.00	Cr ≤ 11.8	Cr ≤ 25.0	1.20
11.8 < Cr ≤ 16.6	25.5 < Cr ≤ 35.0	1.20	11.8 < Cr ≤ 16.6	25.5 < Cr ≤ 35.0	1.30
16.6 < Cr ≤ 25.5	35.0 < Cr ≤ 54.0	1.30	16.6 < Cr ≤ 21.3	35.0 < Cr ≤ 45.0	1.40
			21.3 < Cr ≤ 25.5	45.0 < Cr ≤ 54.0	1.50
25.5 < Cr < 35.5	54.0 < Cr < 75.0	1.50	25.5 < Cr < 35.5	54.0 < Cr < 75.0	1.60
Cr ≥ 35.5	Cr ≥ 75.0	2.25	Cr ≥ 35.5	Cr ≥ 75.0	2.50

表 3 美加自願性能源之星之除濕機能源因數值基準

除濕能力 (Cr)		第一階段 (Oct. 1, 2006)	第二階段 (Jan. 1, 2008)
		EF	EF
公升/日	品脫/日	(l/kWh)	(l/kWh)
Cr ≤ 11.8	Cr ≤ 25.0	1.20	1.20
11.8 < Cr ≤ 16.6	25.5 < Cr ≤ 35.0	1.40	1.40
16.6 < Cr ≤ 21.3	35.0 < Cr ≤ 45.0	1.50	1.50
16.6 < Cr ≤ 25.5	35.0 < Cr ≤ 54.0	1.60	1.60
25.5 < Cr ≤ 35.5	54.0 < Cr ≤ 75.0	1.60	1.80
Cr ≥ 87.5	75.0 < Cr ≤ 185.0	2.50	2.50

表 4 國內自願性節能標章之除濕機能源因數值基準

除濕能力 (Cr) (公升/日)	能源因數值(EF)基準(l/ kWh)	
	2007 年 7 月 31 日以前	2007 年 8 月 1 日起
Cr ≤ 6	1.08	1.1
6 < Cr ≤ 12	1.08	1.2
Cr ≥ 12	1.08	1.4

## 伍、國內除濕機能源效率水準評估

本研究為了解目前市售除濕機之效率水準，由市場購置不同廠牌及機型的除濕機 20 台，依據國家標準 CNS12492 的標準條件進行性能測試並計算其 EF 值，測算結果整理如表 5 所示，其中編號 18 的除濕機，實測消耗功率偏高(646W)，EF 值偏低(0.44)，經查本台除濕機為乾燥劑除濕輪式除濕機，屬第貳節介紹的固態除濕式除濕機，和傳統的除濕機工作原理不同，係以固態乾燥劑除濕輪吸收空氣中的水分，除濕輪慢速旋轉，吸濕後的除濕輪再以電熱方式再生，周而復始以達連續除濕的功能，由於熱源來自電能，因此耗電多，優點是重量輕，不使用冷媒。目前此種家用型除濕機以進口為主，數量並不多，但由於尚未納入檢驗管理，值得主管單位留意。

若將以上 20 台除濕機 EF 值測算結果和 2007 年 8 月 1 日起的節能標章基準比較，評估結果如表 6 所示：整體 EF 值表現不錯，EF 值高於節能標章新基準值者，除濕能力 6（公升/日）以下有 2 型，占 4 型的 50%，除濕能力 6~12（公升/日）有 7 型，占 11 型的 63.6%，除濕能力 12（公升/日）以上有 4 型，占 5 型的 80%，整體有 13 型通過，占全部 20 型的 65%。為更為清楚起見，將 20 型除濕機 EF 實測值做成分佈趨勢如圖 3 所示，顯示除濕能力愈大 EF 值有愈高的趨勢。實測狀態如圖 4 所示，將除濕機置於電子秤上測試，由增加的除濕水重量及消耗電量計算其 EF 值。

目前市售除濕機估計約有 50% 以上的機型獲得節能標章，為增加除濕機能源效率水準評估的廣度，本研究收集到 111 型節能標章除濕機的測試資料，其實測 EF 值若和 2007 年 8 月 1 日起的節能標章基準比較，評估結果如表 7 所示：EF 值高於節能標章新基準值者，除濕能力 6（公升/日）以下有 6 型，占 24 型的 25%，除濕能力 6~12（公升/日）有 35 型，占 79 形的 44.3%，除濕能力 12（公升/日）以上有 7 型，占 8 型的 87.5%，整體有 48 型通過，占全部 111 型的 43.3%。同樣為更為清楚起見，將 111 型除濕機 EF 實測值做成分佈趨勢如圖 5 所示，其中由於有不少為系列型式，因此數據有重複的情形，而 EF 值的趨勢，同樣隨除濕能力的增大而提升。

表 5 市購 20 台除濕機測試結果彙整表

NO	試驗編號	廠牌	型號	額定除濕能力(公升/日)	額定消耗功率(W)	實測消耗功率(W)	實測除濕能力(公升/日)	實測除濕能力/額定除濕能力(%)	EF(實測值)	節能標章(20070731前)EF(1)	節能標章(20070801起)EF(2)	EF(實測)/EF(1) %	EF(實測)/EF(2) %
1	DHE20070001	略	略	5	195	207	4.66	93.2	0.94	1.08	1.1	-13.15	-14.73
2	DHE20070002	略	略	16	400	414	15.12	94.5	1.52	1.08	1.4	40.83	8.64
3	DHE20070003	略	略	18	425	416	17.35	96.4	1.74	1.08	1.4	60.83	24.07
4	DHE20070004	略	略	10	285	280	10.04	100.4	1.49	1.08	1.2	38.33	24.50
5	DHE20070005	略	略	5.6	195	183	5.2	92.9	1.18	1.08	1.1	9.63	7.64
6	DHE20070006	略	略	6	220	211	6.69	111.5	1.32	1.08	1.2	22.22	10.00
7	DHE20070007	略	略	10	270	263	9.24	92.4	1.46	1.08	1.2	35.56	22.00
8	DHE20070008	略	略	8.5	350	365	9.56	112.5	1.09	1.08	1.2	0.93	-9.17
9	DHE20070009	略	略	5	195	199	4.92	98.4	1.03	1.08	1.1	-4.63	-6.36
10	DHE20070010	略	略	5	195	184	5.36	107.2	1.21	1.08	1.1	12.41	10.36
11	DHE20070011	略	略	16	400	396	14.96	93.5	1.57	1.08	1.4	45.74	12.43
12	DHE20070012	略	略	18	420	428	15.44	85.8	1.50	1.08	1.4	39.17	7.36
13	DHE20070013	略	略	8	240	231	7.45	93.5	1.34	1.08	1.2	24.44	12.00
14	DHE20070014	略	略	11	305	287	9.96	90.5	1.45	1.08	1.2	33.89	20.50
15	DHE20070015	略	略	12	370	382	12.8	106.7	1.40	1.08	1.4	29.26	-0.29
16	DHE20070016	略	略	8.5	320	321	7.77	97.1	1.01	1.08	1.2	-6.57	-15.92
17	DHE20070017	略	略	8	286	295	7.84	98	1.11	1.08	1.2	2.50	-7.75
18	DHE20070018	略	略	7	615	646	6.76	96.6	0.44	1.08	1.2	-59.63	-63.67
19	DHE20070019	略	略	8	310	279	8.64	108	1.29	1.08	1.2	19.44	7.50
20	DHE20070020	略	略	12	380	368	11.32	94.3	1.28	1.08	1.4	18.70	-8.43

表 6 市購 20 台除濕機 EF 實測值與 2007.8.1 起之節能標章新基準比較

除濕能力 (公升/日)	6 以下	高於 6， 12 以下	高於 12	小計
總型數	4	11	5	20
能源因數值高於 節能標章基準值	2	7	4	13
	50.0%	63.6%	80.0%	65.0%
能源因數值低於 節能標章基準值 0.05 以內	0	0	1	1
	0.0%	0.0%	20.0%	5.0%
能源因數值低於 節能標章基準值超過 0.05	2	4	0	6
	50.0%	36.4%	0.0%	30.0%

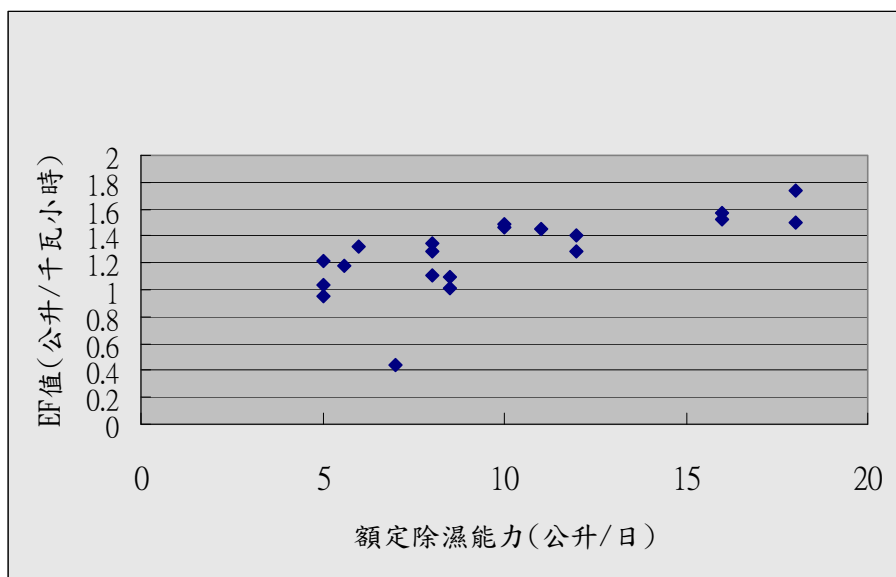


圖 3 市購 20 台除濕機實際 EF 值分佈



圖 4 除濕機性能實測狀態

表 7 獲得節能標章之 111 型除濕機 EF 實測值與 2007.8.1 起之節能標章新基準比較

除濕能力 Cr (公升/日)	Cr ≤ 6	6 < Cr ≤ 12	Cr ≥ 12	小計
總型數(含系列型式)	24	79	8	111
能源因數值高於 新的節能標章基準值	6	35	7	48
	25.0%	44.3%	87.5%	43.3%
能源因數值低於 新的節能標章基準值 0.05 以內	18	15	0	33
	75.0%	19.0%	0.0%	29.7%
能源因數值低於 新的節能標章基準值超過 0.05	0	29	1	30
	0.0%	36.7%	12.5%	27.0%

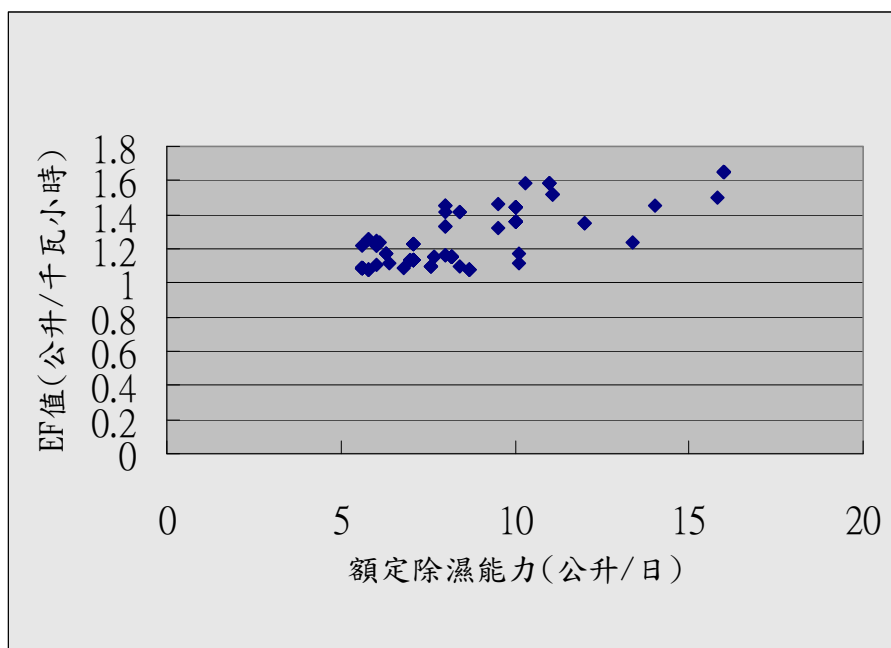


圖 5 獲得節能標章之 111 型除濕機 EF 值分佈

## 陸、除濕機提升能源效率技術可行性評估

除濕機係由冷凍循環原理所構成的空氣除濕器具，因此提升除濕機的能源效率在技術上和  
提高冷氣機的效率類似，不外乎改善系統的匹配及提升各組件的效率，經評估提升除濕機能源效率  
大致有如下幾項：

### 1. 冷凍循環改善：

包括各組件的最佳匹配，減少壓降損失，適當冷媒的選用，適量冷媒的充填，最佳過冷度及  
過熱度的控制等。

### 2 壓縮機效率提升：

壓縮機是冷凍循環系統的心臟，其耗電量約占除濕機總耗電量的 90%，因此提升壓縮機效率  
對冷凍循環系統效率改善有立竿見影的助益，因應除濕機效率提升的首要對策是提升壓縮機的效率，  
以高效率壓縮機或變頻式壓縮機取代一般壓縮機，尤其以 DC 馬達取代 AC 馬達，DC 馬達



轉子若加入希土類元素（Nd）永久磁石，將使轉矩大幅提升（磁石轉矩 + 磁阻轉矩），馬達效率因而提高，另壓縮機部份則朝向減少洩漏損失及摩擦損失方向努力。

### 3 變頻控制技術導入：

依國外的經驗，變頻控制技術的導入是冷凍循環系統效率大幅提升的關鍵技術之一，以日本為例，早於 1980 年代即投入壓縮機變頻驅動控制技術的研發，1990 年代變頻控制的家電產品在市場已相當普及，早期變頻控制方式以 PWM（Pulse Width Modulation）為主，此種方式在低轉速有一定的節能效益，但高轉速時則節能效果不彰，最近逐漸朝向在高轉速有節能效益的 PAM（Pulse Amplitude Modulation）控制技術發展，甚至發展組合 PWM 及 PAM 的複合式變頻控制技術，使得在低轉速或高轉速皆能有不錯的省能效益，同時亦有降低噪音的效果。由於變頻控制技術的導入，使壓縮機系統的總合效率較以往定頻定速壓縮機系統約提升 20% 以上。變頻控制技術應用在冷氣機上已相當成熟，將來若成本能再降低，除濕機應有導入的空間。

### 4 熱交換器性能提升：

冷凍循環系統使用的熱交換器主要包括蒸發器及冷凝器，除濕機目前皆是採用鰭管式（Fin and Coil）熱交換器，鰭片一般以鋁片為主，管材以銅管為主，因此要提高熱交換器的性能，需針對如何提升鰭片及銅管的熱傳效率著手。為了提升熱傳效率，將鰭片的形狀改為波浪型（waffle）、條孔形（slit）、百葉型（louver），同時將鰭片的 pitch 由 2.0mm 減少為 1.5mm，因此鰭片增加，熱傳面積加大，效率因而提升。除此之外，鰭片表面可施以親水性處理，減少水滴的滯留。除了鰭片外，銅管的直徑也往細管徑發展，由 9.5mm，發展至 6~7mm。以上鰭片的技術改善，使空氣側的熱傳效率提高約 3 倍。

在銅管熱傳性能提升方面，早期採用平滑管，管內無螺紋，1980 年代起分別發展螺旋溝紋，紋路逐年改善為山形溝紋、台形溝紋、台形細紋（slim）、台形細紋 + 深溝，近年來更發展出電縫銅管，其內螺紋形狀的設計及加工較過去擠伸銅管更有改善的空間。由於內螺紋技術的改善，使銅管的熱傳性能提升至平滑管的 3~4 倍，而電縫銅管的開發更使擠伸銅管無法加工的紋路獲得解決，其傳熱性能更提升至平滑銅管的 4.5~6.5 倍，提升至內螺紋銅管的 1.7 倍（蒸發器）至 2.3 倍（冷凝器）。

### 5 送風機性能提升：

除濕機使用的送風機，過去常使用軸流式螺旋槳式風扇，如第貳節圖 1 所示之風扇，空氣由前面進後面出，目前則大部份改用橫流式風扇，空氣由前面進上面出，同時設有導風板，可以改變出風的方向。橫流式風扇葉片採用 random pitch 設計，葉片的安裝間隔不規則，可降低風扇的噪音，提升風扇的性能，另葉片的形狀及構造經過特殊的設計，使其和熱交換器有最佳的匹配。設計出來的送風機可經由模擬分析，了解其在和熱交換器匹配時的周圍風壓分布，以便對吸入口的進風隔柵作最適化的設計，使吸入損失降至最低，提升送風量並降低整體噪音。

### 6 風扇馬達效率提升：

除濕機使用的風扇馬達耗電雖不如冷氣機的風扇馬達大，但約占除濕機耗電的 10%，因此選用高效率的風扇馬達對除濕機性能的提升應有助益。

#### 7 除霜性能改善：

對 B 型除濕機而言，由於可以使用於低溫條件(適用 5°C 至 35°C)，因此產品較 A 型(適用 18°C 至 35°C)普及，B 型除濕機當在低溫使用時由於蒸發器具會結霜，因此一般需要有除霜裝置，傳統方式係以熱氣旁通方式除霜，如何採行智慧型除霜方式，例如偵測結霜多寡決定除霜時間及次數等，以節省除霜電力，亦是效率提升的技術可行方向。在此值得一提的是，去年發生除濕機自燃現象危及用戶安全，有不少除濕機被強制召回檢修，多少和以繼電器頻繁啟閉方式取代傳統除霜方式的取巧作法有關，加上對繼電器的可靠度未做好評估或隨意更換驗證過的組件，終於釀成災害，值得業者警惕。

## 柒、國內除濕機能源效率基準研議

由上述國內外除濕機能源效率基準介紹得知，為節約能源，美加已制訂除濕機能源效率基準並施行管理，我國目前除濕機年需求量約 25 萬台，廠牌約有 20 幾種，標檢局並已納入安規檢驗，在性能方面亦已制定 CNS 12492 除濕機國家標準，對除濕能力及消耗電功率的測試方法皆有明確的規定，因此制訂強制性除濕機能源效率基準的時機已經成熟。經參考美加及我國相關基準，同時評估國內市場上的除濕機能源效率水準，並考量除濕機效率提升之技術可行性，本研究提出除濕機能源效率基準草案，建議以新修訂的節能標章基準(2007 年 8 月 1 日起的基準)，做為公告三年後施行的強制性能源效率基準，達不到基準者，依「能源管理法」規定，不准進口或在國內銷售。

本研究於民國 96 年 8 月 17 日召開「我國除濕機能源因數基準研討座談會」，邀請產官學研代表參加，就本研究提出的除濕機能源效率基準草案徵詢與會者意見，會議的結論及建議如下：

- 1、為節約能源及促進溫室氣體減量，制訂除濕機能源因數(EF)基準有其必要，業者願意配合政府政策，提升除濕機之能源使用效率，未來除濕機能源因數基準實施後將為強制性。
- 2、除濕機目前列管之機型為消耗電功率 500W 以下且具有壓縮機者，除濕機能源因數基準公告後，標檢局將一併納入產品驗證試驗項目。基準公告後，目前已取得證書者在證書有效期限內得以持續生產，但將終止展延作業，新申請應符合公告之新基準。
- 3、除濕機所標示之除濕能力，業者以相對濕度 80%(30°C) 及 60%(27°C)試驗所呈現的除濕能力差異很大，容易誤導消費者並造成消費者權益受損，除濕能力之標示應以最新國家標準試驗條件(相對濕度 60%)為準以求公平，建請標檢局納入一致性會議討論，要求只能標示相對濕度 60%條件下之除濕能力，不得額外標示相對濕度 80%條件下的除濕能力。
- 4、強制性的除濕機能源因數值基準，將比照民國 96 年 8 月 1 日起實施的節能標章基準，由於除濕機已納入安規檢驗，為配合標檢局驗證證書三年有效期限，建議基準公告後 3 年實施。

- 5、目前除濕機安規管制以消耗電功率 500W 以下為範圍，500W 以上機型尚未管制，能源因數基準公告後，建議標檢局考量公平性及安全需要，進一步擴大檢測範圍，建議擴大至消耗電功率 1000W 以下機種。
- 6、先前市面出現有瑕疵的除濕機，危及消費者用電安全及影響業者信譽，建議業者在除濕機通過型式試驗後，確實依規定程序生產。
- 7、壓縮機為除濕機的關鍵零組件，部份業者建議能訂定壓縮機的能源效率基準並納入管制，以促使壓縮機業者生產高效率除濕機用壓縮機。
- 8、國內目前生產之除濕機以冷凍式除濕機為主，但市面有販售全熱式除濕機，因其具有輕薄的特性，預估市場有成長的空間，但其使用電熱再生，EF 值偏低，同時有安全的考量，建議適時訂定全熱式除濕機國家標準，並納入安規及能源效率檢驗管理，以求公允。

由於會議已有共識，本研究提出除濕機能源效率基準建議案如表 8 所示，同時建議實施日期為公告後 3 年，額定除濕能力 6 (公升/日)以下者，能源因數值基準為 1.10(公升/千瓦小時)，額定除濕能力高於 6 至 12(公升/日)以下者，能源因數值基準為 1.20(公升/千瓦小時)，額定除濕能力高於 12 (公升/日)者，能源因數值基準為 1.40(公升/千瓦小時)。能源因數值之測試與計算，依據 CNS12492 除濕機之除濕能力試驗規定，在標準條件運轉至平衡後，測定 3 小時以上之除濕水量(公升)及消耗電量(千瓦小時)，二者相除而得。能源因數值計算至小數點後第二位，小數點後第三位數即四捨五入。實測之能源因數值不得小於規定之基準值，並須在產品標示值之 95%以上。另建議將檢驗範圍由目前規定的消耗電功率 500W 擴大至消耗電功率 1000W 以下機種。本研究將建議案提送能源主管機關參辦，主管機關已依國際規則上 WTO/TBT 網站通告徵詢各界意見，預計近期內將會公告實施，而實施日期預定為民國 100 年 3 月 1 日。

表 8 我國除濕機能源因數值基準建議案

額定除濕能力 (公升/日)	能源因數值基準 (公升/千瓦小時)	建議實施日期
6 以下	1.10	公告後 3 年 (預定民國 100 年 3 月 1 日起實施)
高於 6，12 以下	1.20	
高於 12	1.40	

註:

- 1、能源因數值之測試與計算，依據 CNS12492 除濕機之除濕能力試驗規定，在標準條件運轉至平衡後，測定 3 小時以上之除濕水量(公升)及消耗電量(千瓦小時)，二者相除而得。能源因數值計算至小數點後第二位，小數點後第三位數即四捨五入。
- 2、實測之能源因數值不得小於上表基準值，並須在產品標示值之 95%以上。
- 3、現階段能源因數值限檢驗消耗電功率 1000W 以下機種。

## 捌、結論與建議

依據第二次「全國能源會議」之結論，為達成「京都議定書」生效後住商部門溫室氣體減量目標，應隨國內外能源科技進度，逐步提升用電器具及設備之能源效率基準。用電器具能源效率管理可防止低效率產品上市販售或進口，避免無謂的能源浪費，同時可促進業者重視研究發展，有助於產業技術升級。目前國內對主要用電器具已制訂能源效率基準並施行檢驗管理，然為進一步擴大節約能源效益，針對尚有節能潛力的用電器具增訂能源效率基準並加以管理確有其必要。除濕機屬於耗電的用電器具之一，目前尚無強制性的能源效率基準，因此若能制訂基準施加管理，促進其提升能源使用效率，對節約能源及環境保護多少有所助益。本文探討的除濕機以適用 CNS12492 之冷凍式除濕機為對象，目前有部份業者進口乾燥劑除濕輪之除濕機在台銷售，此種類別的除濕機由於尚無相關國家標準，同時標檢局亦尚未納入安規檢驗，由於其係以電熱為再生熱源，用電較傳統冷凍式除濕機大，效率亦較低，雖然目前數量不多，但業者標榜重量輕，較環保(指不使用冷媒)，未來應有成長的空間，因此建議此類別的除濕機，未來亦能制定相關國家標準並納入內銷檢驗，必要時另訂能源效率基準，以維護消費者權益。

## 誌謝

本研究由經濟部能源局贊助，在此特誌謝意。

## 玖、參考文獻

1. 「能源管理法」，民國 81 年 1 月 31 日總統令修正。
2. 中華民國國家標準 CNS12492 除濕機，民國 89 年 10 月 24 日修訂。
3. 美國國家標準 ANSI/AHAM Standard DH-1。
4. 加拿大國家標準 CAN/CSA-C749 Performance of Dehumidifiers。
5. 第二次「全國能源會議」結論，民國 94 年 6 月。
6. 用電器具能源效率管理研究 96 年度執行報告初稿，經濟部能源局編印，民國 97 年 1 月。
7. 94 年度台灣地區家用電器普及狀況調查研究完成報告，台電公司，民國 96 年 3 月。
8. 我國節能標章網站 [www.energylabel.org.tw](http://www.energylabel.org.tw)。
9. 美國能源之星網站 [www.energystar.gov](http://www.energystar.gov)。