

我國接風管型冷氣機能源效率標準研擬研究

鄒金台 黃傳興 林俊宏 台灣大電力研究試驗中心

莊逢輝 經濟部能源局

摘要

依據「全國能源會議」之結論，為達成我國溫室氣體減量目標，應適時修訂提升主要用電器具能源效率標準，並納入國家標準實施商品檢驗，換言之，效率管理已被政府視為可採行之因應措施之一。效率管理可防止低效率的產品上市販售，可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。冷氣機進行中長期能源效率標準提升研究，可促進其提升能源使用效率。

本研究擬研提接風管冷氣機中長期能源效率標準建議案，以共襄盛舉。

Abstract

According to the conclusion of National Energy Conference, in order to achieve the goal of reducing global warming gases we should appropriately revise and raise the energy efficiency standards of major electric appliances, and adopt it to CNS and also implement the energy efficiency management. Another words, it has been taken for granted by the government that energy efficiency management is able to prevent inefficient product from introducing to the market, which is able to avoid extra energy wasting. It is also able to promote manufacturers to emphasize in research and development. As a result it will elevate the level of our industry technology.

We will focus on the research of middle-term and long-term energy efficiency standards for duct air conditioners, to promote the energy using efficiency.

To do the research and come out the proposal drafts of medium-term and long-term energy efficiency standards for air-conditioners .

關鍵詞(Key Words)：用電器具(Electric Appliances)、能源效率(Energy Efficiency Standard)、能源效率管理(Energy Efficiency Management)

壹、前言

一、研究背景

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」(以下簡稱省能源法)，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，即要求政府要訂定耗能器具的能源效率標準並加以管理，以促進耗能器具節約能源，此可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、日等先進國家為因應溫室氣體減量的訴求，大幅提升用電器具之能源效率標準，因此我國亦有檢討修訂的必要，雖然經濟部曾於民國 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標準，並於近年內相繼實施，然為引導業者朝向更高效率的冷氣機產品發展，參考先進國家做法，研擬中(5 年)長(10 年)期的能源效率標準目標值作為未來業者發展的方針，不失為提升冷氣機能源使用效率的強化措施。

在冷氣機管理機制方面，我國加入 WTO 後，為加速貿易自由化，在商品檢驗管理上有鬆綁的趨勢，由過去的逐批檢驗制度逐漸改為驗證登錄制度，指定商品只要通過前市場的型式試驗，後市場即不用逐批抽檢，因此為防止不肖業者偷工減料，生產不符合能源效率標準的產品，後市場的監督管理相形重要，因此規劃建立用電器具能源效率後市場管理機制有其必要性，並可和目前之商檢制度相輔相成。

二、研究目的

本研究主要目的在落實「全國能源會議」結論中有關「適時修訂提高主要用電器具(冷氣機)能源效率標準，並納入國家標準實施商品檢驗」，以全面提升用電器具(冷氣機)能源使用效率，達到節約能源及環境保護的效益，並強化用電器具(冷氣機)能源效率之管理。另為推動民國 92 年 9 月 17 日行政院通過之「非核家園具體行動方案」

中有關節約能源推廣與效率提升工作，並執行強制性能源效率標準與管理，以達提高國內用電器具能源使用效率，促進早日達成「非核家園」之目標。

貳、國外（美、日、澳、歐盟、中國大陸）接風管型冷氣機能源效率標準介紹

美國除一般室內空氣調節機制定有 EER 標準管制外，中央式冷氣機 SEER 標準最近亦提升 30%。日本方面，除一般無風管型冷氣機外，目前亦有接風管型冷氣機 EER 管制標準。澳洲、歐盟及中國大陸方面目前亦制定有接風管型冷氣機的 EER 值管制標準，並朝向高效率發展，顯示我國接風管型冷氣機亦有制定能源效率標準管理的必要，透過標準的制定及技術研發，將可適時提升接風管型冷氣機的能源使用效率，並可促進產業技術提升。

我國國家標準 CNS3615 無風管空氣調節機，民國 89 年 10 月 24 日修訂，國家標準 CNS14464 無風管空氣調節機與熱泵之試驗法及性能等級，民國 92 年 10 月 9 日 制訂，目前接風管型空氣調節機相關國家標準，標檢局正在制訂中，本計畫擬參考先進國家標準並評估國內業者的技術能力，研擬國內接風管型冷氣機能源效率標準建議值及實施期程草案，以提升接風管型冷氣機之能源使用效率，促使業者重視研究發展，產製或進口高效率產品，期能達到額外節約能源及溫室氣體減量之效益。部份業者對研提接風管型冷氣機之能源效率標準建議案，可能怕會被淘汰而持反對意見，藉由蒐集國外能源效率標準資訊，讓業者了解國際趨勢，效率提升不但有助於節約能源及環境保護，同時亦可提升產品的競爭力。

●美國接風管型冷氣機能源效率標準介紹

美國方面，1990年1月1日起施行第一階段小型冷氣機（室內空氣調節機）EER管理，2000年10月1日起修訂標準施行第二階段的管理，EER標準較第一階段提升3.7%~21.3%不等，至於接風管型等中大型冷氣機，則尚未有能源效率標準之規定，但對於65000Btu/h(5.4RT)以下的中央式冷氣機之SEER標準，2006年1月23日起由原來的10.0Btu/h-W，提升至13.0BTU/h-W，顯示美國亦相當重視冷氣機能源效率提升。

●日本接風管型冷氣機能源效率標準介紹

1998年6月，日本因應「京都議定書」溫室氣體減量要求再度修定「省能源法」，包括冷氣機在內的指定用電器具，其能源效率目標值訂定揭示採用Top Runner策略，分離式壁掛型冷氣機冷房能力在4kW以下者2004冷凍年度起實施，其餘2007冷凍年度起實施。

日本目前對於冷暖氣機及冷氣機皆訂有接風管式能源效率目標值，表1為日本冷暖氣機能源效率目標值，表2為日本冷氣機能源效率目標值。新標準的實施分別為2004年及2007冷凍年度，管制對象以氣冷式為主，水冷式尚未管制。

表 1 日本冷暖氣機能源效率目標值

(分離式壁掛型冷氣能力 4kW 以下者 2004 冷凍年度起實施，其餘 2007 冷凍年度起實施。)

區 分		基準冷暖房 平均能源效率 (COP)
類 型	冷 房 能 力	
直吹式窗型或穿牆型	全機種	2.85
直吹式壁掛型 (多聯式，室內機運轉個別控制者 除外)	2.5kW 以下	5.27
	超過 2.5kW，3.2kW 以下	4.90
	超過 3.2kW，4.0kW 以下	3.65
	超過 4.0kW，7.1kW 以下	3.17
其他直吹式 (多聯式，室內機運轉個別控制者 除外)	超過 7.1kW	3.10
	2.5kW 以下	3.96
	超過 2.5kW，3.2kW 以下	3.96
	超過 3.2kW，4.0kW 以下	3.20
接風管式 (多聯式，室內機運轉個別控制者 除外)	超過 4.0kW，7.1kW 以下	3.12
	超過 7.1kW	3.06
	4.0kW 以下	3.02
多聯式，室內機運轉個別控制者	超過 4.0kW，7.1kW 以下	3.02
	超過 7.1kW	3.02
	4.0kW 以下	4.12
	超過 4.0kW，7.1kW 以下	3.23
	超過 7.1kW	3.07

註：

- 1.接風管式係出風口接風管者。
- 2.多聯式係指定 1 組室外機接續 2 組以上室內機者。

表 2 日本冷氣機能源效率目標值

(2007 冷凍年度起實施。)

區 分		基準冷房能源效率 (COP)
類 型	冷 房 能 力	
直吹式窗型或穿牆型	全機種	2.67
直吹式壁掛型 (多聯式，室內機運轉個別控制者除外)	2.5kW 以下	3.64
	超過 2.5kW，3.2kW 以下	3.64
	超過 3.2kW，4.0kW 以下	3.08
	超過 4.0kW，7.1kW 以下	2.91
	超過 7.1kW	2.81
其他直吹式 (多聯式，室內機運轉個別控制者除外)	4.0kW 以下	2.88
	超過 4.0kW，7.1kW 以下	2.85
	超過 7.1kW	2.85
接風管式 (多聯式，室內機運轉個別控制者除外)	4.0kW 以下	2.72
	超過 4.0kW，7.1kW 以下	2.71
	超過 7.1kW	2.71
多聯式，室內機運轉個別控制者	4.0kW 以下	3.23
	超過 4.0kW，7.1kW 以下	3.23
	超過 7.1kW	2.47

註：

1.接風管式係出風口接風管者。

2.多聯式係指定 1 組室外機接續 2 組以上室內機者。

● 澳洲接風管型冷氣機能源效率標準介紹

目前澳洲或紐西蘭製造或進口之空氣調節機，其冷氣能力之 EER 值應大於等於表 3、表 4 的最低限制值(MEPS)，額定冷氣能力以最小 0.1kW 為計量單位。澳洲或紐西蘭目前氣冷式或水冷式空氣調節機皆訂有接風管式空調機之最低能源效率限制值，最近的實施期程為 2006 年 4 月。

表 3 澳洲及紐西蘭氣冷式冷氣機 EER 標準 (MEPS)

供應電壓 (相數)	冷氣能力/型式	2001.10.1 (註1)	2004.10.1	2006.4.1
1	所有能力—只有冷，無風管	N/A	2.45	2.75/3.05 (註2)
	所有能力—只有冷氣，有風管	N/A	2.45	2.50 (註2)
	所有能力—冷暖氣，無風管	N/A	2.30	2.75/3.05 (註2)
	所有能力—冷暖氣，有風管	N/A	2.30	2.50
3	< 10 kW	2.25	2.25	2.75
	10-12.5 kW	2.25	2.30	2.75
	12.6-15.5 kW	2.35	2.35	2.75
	15.6-18.0 kW	2.40	2.40	2.75
	18.1-18.9 kW	2.45	2.45	2.75
	19.0-25.0 kW	2.45	2.45	3.05
	25.1-30.0 kW	2.50	2.50	3.05
	30.1-37.5 kW	2.55	2.55	3.05
	37.6-39.0 kW	2.60	2.60	3.05
	39.0-45.5 kW	2.60	2.60	2.75
45.6-65.0 kW	2.65	2.65	2.75	

註:

1 在紐西蘭，MEPS 在 2002 年 7 月 1 日成為強制性。

2 對無風管分離式系統冷氣能力小於 4 kW 者，2006 年 MEPS 為 3.05。

表 4 澳洲及紐西蘭水冷式冷氣機 EER 標準 (MEPS)

供應電壓 (相數)	冷卻能力/型式	2001.10.1 (註)	2004.10.1	2006.4.1
1	所有能力—只有冷氣,有 風管和無風管	N/A	2.45	3.50
	所有能力—冷暖氣,有風 管和無風管	N/A	2.30	3.50
3	< 10 kW	2.25	2.25	3.50
	10-12.5 kW	2.30	2.30	3.50
	12.6-15.5 kW	2.35	2.35	3.50
	15.6-18.0 kW	2.40	2.40	3.50
	18.1-18.9 kW	2.45	2.45	3.50
	19.0-25.0 kW	2.45	2.45	3.50
	25.1-30.0 kW	2.50	2.50	3.50
	30.1-37.5 kW	2.55	2.55	3.50
	37.6-39.0 kW	2.60	2.60	3.50
	39.0-45.5 kW	2.60	2.60	3.20
45.6-65.0 kW	2.65	2.65	3.20	

註:在紐西蘭, MEPS 在 2002 年 7 月 1 日成為強制性。

● 歐盟接風管型冷氣機能源效率標準介紹

歐盟依據 SAVE (Specific Actions for Vigorous Efficiency program) 制定家用電器最低能源效率標準及家用電器能源效率標示, 要求空調機需要有能源效率標籤標示, 沒有標示者不得進口或上市販售。依據調和標準之測試程序在 T1 模式下, 表 5 為氣冷式空調機、表 6 水冷式空調機之能源效率等級。目前氣冷式空調機之單風管式與箱型 (雙風管機組) 定有接風管式空調機之能源效率標示等級, 但風管係接續在冷凝器上。

表 5 歐盟氣冷式空調機之能源效率等級

能源效率等級	分離式和多聯式器具	箱型（雙風管機組）	單風管式
A	$3.20 < \text{EER}$	$3.00 < \text{EER}$	$2.60 < \text{EER}$
B	$3.20 \geq \text{EER} > 3.00$	$3.00 \geq \text{EER} > 2.80$	$2.60 \geq \text{EER} > 2.40$
C	$3.00 \geq \text{EER} > 2.80$	$2.80 \geq \text{EER} > 2.60$	$2.40 \geq \text{EER} > 2.20$
D	$2.80 \geq \text{EER} > 2.60$	$2.60 \geq \text{EER} > 2.40$	$2.20 \geq \text{EER} > 2.00$
E	$2.60 \geq \text{EER} > 2.40$	$2.40 \geq \text{EER} > 2.20$	$2.00 \geq \text{EER} > 1.80$
F	$2.40 \geq \text{EER} > 2.20$	$2.20 \geq \text{EER} > 2.00$	$1.80 \geq \text{EER} > 1.60$
G	$2.20 \geq \text{EER}$	$2.00 \geq \text{EER}$	$1.60 \geq \text{EER}$

註：

箱型“雙風管機組”（商業上視為雙風管）定義為“空調機完整座落於室內側，冷凝器空氣吸入與空氣排放係藉由二風管連接到室外側”修正因子為-0.4。

表 6 歐盟水冷式空調機之能源效率等級

能源效率等級	分離式和多聯式器具	箱型
A	$3.60 < \text{EER}$	$4.40 < \text{EER}$
B	$3.60 \geq \text{EER} > 3.30$	$4.40 \geq \text{EER} > 4.10$
C	$3.30 \geq \text{EER} > 3.10$	$4.10 \geq \text{EER} > 3.80$
D	$3.10 \geq \text{EER} > 2.80$	$3.80 \geq \text{EER} > 3.50$
E	$2.80 \geq \text{EER} > 2.50$	$3.50 \geq \text{EER} > 3.20$
F	$2.50 \geq \text{EER} > 2.20$	$3.20 \geq \text{EER} > 2.90$
G	$2.20 \geq \text{EER}$	$2.90 \geq \text{EER}$

●中國大陸接風管型冷氣機能源效率標準介紹

中國大陸單元式空氣調節機能源效率限定值及能源效率等級，其制定係參考歐盟標示指令及美國強制性管理機制。能源效率限定值是強制的，等級是推薦性的。能源效率判定方法為產品能效比實測值不得小於表 7 中國大陸空調機能源效率限定值。空調機節能評價值為表 8 中國大陸空調機能源效率等級指標中能效等級 2 級。能源效率測試方法依照表 9 中國大陸空調機能源效率的測試方法進行。目前中國大陸訂有接風管式空調機的能效限制值與能源效率等級指標，最近實施日程為 2005 年 3 月。

表 7 中國大陸空調機能源效率限定值（2005 年 3 月 1 日起實施。）

類型		能效比 (EER, W/W)
氣冷式	不接風管	2.40
	接風管	2.10
水冷式	不接風管	2.80
	接風管	2.50

表 8 中國大陸空調機能源效率等級指標（2005 年 3 月 1 日起實施。）

類型		能效等級 (EER, W/W)				
		1	2	3	4	5
氣冷式	不接風管	3.20	3.00	2.80	2.60	2.40
	接風管	2.90	2.70	2.50	2.30	2.10
水冷式	不接風管	3.60	3.40	3.20	3.00	2.80
	接風管	3.30	3.10	2.90	2.70	2.50

表 9 中國大陸空調機能源效率的測試方法

(2005 年 3 月 1 日起實施。)

產品類型	測試方法
單元式空調機(熱泵)	GB/T17758, 制冷消耗功率測試時, 自帶水泵不運轉
風管式空調(熱泵)機組	GB/T18836
屋頂式空調機組	JB/T8072

參、國內接風管型冷氣機能源效率水準及技術發展評估

我國接風管型冷氣機產製情形，我國箱型冷氣機須年需求量約 6~8 萬台，當使用場所考慮氣流分佈時，即有接風管型冷氣機之需求。傳統使用場所、大型建物空調設備、清淨室、電腦機房、資訊產業等。國內主要廠牌計有日立、東元、大同等，進口廠牌主要為 CARRIER(開利)、TRANE 等。

為了瞭解接風箱型冷氣機的現況，本計畫由市場購置 3 台氣冷式接風管箱型冷氣機(3RT、5RT、7.5RT)與 3 台水冷式接風管箱型冷氣機(5RT、10RT、20RT)。進行接風管性能試驗及不接風管性能試驗，參見表 10 九十六年六台箱型冷氣機測試整理表，由表中可見接風管氣冷式箱型機冷氣能力實測值相當接近標示值，EER 實測值約可達到標示值的 93% 以上，接風管型氣冷式箱型機 EER 值較未接風管型氣冷式箱型機約低 3%。接風管水冷式箱型機冷氣能力實測值約可達標示值的 9 成以上，EER 實測值約可達到標示值的 80% 以上，冷氣能力 16.0kW 的機種實測值較標示值約高 6%。

另由市場收集主要廠家的型錄整理，參見表 11 九十六年接風管型氣冷式箱型冷氣機型錄整理表及表 12 九十六年接風管型水冷式箱型冷氣機型錄整理表。由整理表可見約近 4 成的接風管企水

冷式箱型機 EER 值可達 4.00 以上，氣冷式箱型冷氣機的 EER 值分佈範圍介於 2.84~2.89 間，氣冷式隱蔽直膨機種的 EER 值分佈範圍介於 2.84~2.97 間。

經評估國內接風管型冷氣機能源效率提升技術趨勢如下：

風管式系統以空氣作為輸送介質，利用冷水機組集中製取冷量，將新風冷卻/加熱，與回風混合後送入室內。如果沒有新風，則只將回風加熱/冷卻。風管式系統的室外機組可由多台壓縮機和一台氣冷式凝器組成，室內機組是由蒸發器和風機組成，其台數與壓縮機台數相同，系統的特點是室外機的凝器採用空氣冷卻，每台壓縮機與室內機一對一配置形成獨立系統。室外機的凝器與室內機蒸發器之間的連接統管最長可達 25m，隱藏式送風機（室內機）可接風管並根據室內空間情況能將送風口均勻配置於室內，可藉由接新風管引進新風，系統完全依靠冷媒管路完成空調需求，系統兼有分體式空調使用特性及中央空調的送風效果。優點面：相對於其他的家用小型中央空調型式，風管式系統初期投資可較小。新風系統促使空氣品質提升，人體舒適度提高。缺點面：室外溫度過低時將無法啟動，需要另增加暖氣輔助系統，另空氣輸送系統所佔用的建築物空間較大，要求裝置場所需有較高的室內層間高度，針對其能源效率提升技術可行趨勢探討如下。

1. 壓縮機效率提升：

壓縮機是冷凍循環系統的心臟，其耗電量約占全系統總耗電量的 80%，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，因應接風管型冷氣機效率提升的首要對策是提升壓縮機的效率，以變頻壓縮機或高效率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，例如迴轉式或渦卷式壓縮機採取搖擺活塞技術或 Frame Compliance 技術等，以上技術開發使壓縮機整體效率較以往提升 10% 以上。目前國內研發方向亦朝直流變頻壓縮機技術發展，而馬達及壓縮機本體的效率提升是未來技術發展的重點。

2. 變頻控制技術提升：

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。國內方面，工研院能資所在冷氣機變頻控制技術方面已研究多年，目前已有初步的成效，是項值得持續進行研發的省能技術。

3. 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，接風管型冷氣機一般採用鰭管式 (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）。經由以上鰭片及銅管性能的提升，日本冷氣機熱交換器整體的性能較 70 年代提升至 4 倍以上，對提高冷氣機的效率有相當的貢獻。我國方面，由於鋁片及銅管幾乎全部由國外進口，國內對提升熱交換器性能的研究並不多見，有大部份是直接引進日本的技術及材料，由於目前購買高效率鰭片及銅管並不困難，徵結在於成本問題，國內的技術發展方向可朝材質的選用及熱交換器回路設計著手，例如如何在有限空間內增加熱交換器面積及冷媒的過冷度等，以提升熱交換器的性能。

4. 室內送風機性能的提升：

日本對分離式冷氣機的室內機目前採用橫流風扇，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，使其和室內側熱交換器有最佳的匹配。設計出來的送風機再經過模擬分析，了解其在

和熱交換器匹配時的周圍風壓分布，以便對室內機吸入口的進風隔柵作最適化的設計，使吸入損失降至最低，提升送風量並降低室內側的整體噪音，隨著相關技術的改善，室內機熱交換器面積比及冷暖房平均 COP 亦逐年提升。

5. 室外送風機性能提升：

室外送風機一般使用的風扇為螺旋槳式風扇（Propeller Fan），目前日本的技術是開發複合面或具機翼形狀的葉片，降低境界層的渦流現象，不但可減低噪音，風扇的效率約可提升 8%，另外透過模擬分析改善入風口的設計，使空氣流動更為順暢，整體之送風系統效率及噪音可獲得明顯的改善。

6. 風扇馬達性能提升：

為能使在一定輸出的條件下降低輸入功率並提升轉速，目前日本的技術發展項目包括由 AC 馬達轉換成 DC 馬達、高電壓化、正弦波驅動控制等。

表 10 九十六年六台箱型冷氣機測試整理表

型式	廠家	樣式	靜壓 (mmaq)	冷氣能力			消耗電力			EER(W/W)			
				標示值(kW)	實測值(kW)	$\frac{\text{實測值}}{\text{標示值}}\%$	標示(W)	實測(W)	$\frac{\text{實測值}}{\text{標示值}}\%$	標示值	實測值	$\frac{\text{實測值}}{\text{標示值}}\%$	$\frac{EER(\text{未接風管})}{EER(\text{接風管})}$
氣冷式	A	氣冷式(未接風管)	0	22.4	22.9357	102.4	7860	7789	99.1	2.85	2.944	103.3	1.152
	A	氣冷式(接風管)	5.5	22.4	22.5298	100.6	7860	7889	100.4	2.85	2.86	100.2	
	B	氣冷式(未接風管)	0	22.4	21.785	97.25	7890	8243	104.4	2.84	2.643	93.06	0.996
	B	氣冷式(接風管)	5	22.4	21.378	95.44	7890	8054	102.1	2.84	2.654	93.45	
	C	氣冷式(未接風管)	0	14.0	15.127	104.11	4930	5457	110.7	2.84	2.772	97.62	1.039
	C	氣冷式(接風管)	10.5	14.0	14.157	97.44	4930	5304	107.6	2.84	2.669	93.98	
水冷式	A	水冷式(未接風管)	0	35.0	31.16767	89.1	9460	10186	107.7	3.7	3.059	82.7	1.027
	A	水冷式(接風管)	5.2	35.0	31.16209	89	9460	10458	110.5	3.7	2.98	80.5	
	B	水冷式(未接風管)	0	70.0	69.171	98.82	18800	20461	108.8	3.72	3.391	91.16	1.006
	B	水冷式(接風管)	5	70.0	68.524	97.89	18800	20327	108.1	3.72	3.371	90.62	
	C	水冷式(未接風管)	0	16.0	16.290	100.05	4200	4017	95.6	3.81	4.055	106.43	1.001
	C	水冷式(接風管)	10.5	16.0	15.820	97.19	4200	3907	93.0	3.81	4.050	106.31	

表 11 九十六年接風管氣冷式箱型機型錄整理表

機種	樣式	風量(CMM)	靜壓 (mmaq)	冷氣能力 標示值(kW)	消耗電力 標示值(W)	EER (W/W)
TFRM-600(東元)	隱蔽直膨		4	4.1		2.97
TFRM-1000(東元)	隱蔽直膨		4	9.3		2.9
TFRM-1000(東元)	隱蔽直膨		4	14.0		2.84
PF0816C(東元)	氣冷式	67	10	22.4	7860	2.85
PA1500C(東元)	氣冷式	80	8	46.6	7860	2.85
TRFM-800・R-632DE(大同)	隱蔽直膨		4	7.32		3.02
TRFM-1600・R-802DK(大同)	隱蔽直膨		4	14.0		2.84
TFP-8K(大同)	氣冷式	68	12	22.4	7900	2.84
TFP-10K(大同)	氣冷式	90	12	29.0	10200	2.84
TFP-15K(大同)	氣冷式	135	12	46.5	16400	2.84
TFP-20K(大同)	氣冷式	180	21.5	65.1	22950	2.84
RP-154AL+RCR155SA(日立)	氣冷式	130	8	46.1	16200	2.85
RP-204AL+RCR104SA(日立)	氣冷式	180	8	65.1	22500	2.89

表 12 九十六年接風管水冷式箱型機型錄整理表

機種	樣式	風量(CMM)	靜壓(mmaq)	冷氣能力 標示值(kW)	消耗電力 標示值(W)	EER (W/W)
TC-5K(大同)	水冷式	38	10.5	16.0	4200	3.81
TC-8K(大同)	水冷式	68	12	25.0	5900	4.24
TC-10M(大同)	水冷式	90	12	35.0	8500	4.12
TC-15M(大同)	水冷式	135	12	52.5	12800	4.1
TC-20M(大同)	水冷式	180	21.5	70.0	17500	4.0
TC-20M(大同)	水冷式	180	21.5	70.0	17500	4.0
RP-45WL(日立)	水冷式	36	5	12.5	3380	3.7
RP-55WL(日立)	水冷式	44	7	16.0	4320	3.7
RP-85WL(日立)	水冷式	66	15	25.0	6770	3.69
RP-105WL(日立)	水冷式	88	15	35.0	9400	3.72
RP-155WL(日立)	水冷式	130	8	52.5	14100	3.72
RP-205WL(日立)	水冷式	180	8	70.0	18800	3.72
PW-1067S(東元)	水冷式(渦卷)	80	10	35.0	8540	4.1
PW-1087S(東元)	水冷式(往復)	80	10	35.0	9160	3.7
PW-1587S(東元)	水冷式(渦卷)	130	8	52.5	13640	3.85
PW-1597S(東元)	水冷式(往復)	130	8	52.5	14190	3.7
PW-1597S(東元)	水冷式(往復)	180	10	70.0	18920	3.7

肆、國內接風管型冷氣機能源效率基準建議案研擬及效益衝擊評估

●國內接風管型冷氣機能源效率基準建議案研擬

國內接風管型冷氣機能源效率基準建議案研擬從前述國外(美、日、澳、歐盟、中國大陸)接風管型冷氣機能源效率標準介紹得知，美國方面自 1990 年 1 月 1 日起施行第一階段小型冷氣機(室內空氣調節機) EER 管理，2000 年 10 月 1 日起修訂標準施行第二階段的管管理，EER 標準較第一階段提升 3.7% ~ 21.3% 不等，顯示美國相當重視冷氣機能源效率提升。日本方面其能源效率目標值訂定揭示採用 Top Runner 策略，分離式壁掛型冷氣機冷房能力在 4kW 以下者 2004 冷凍年度起實施，其餘 2007 冷凍年度起實施，並由 2006 年 9 月公布冷氣能力 4kW 以下分離式壁掛型 COP 修正為 APF，擬自 2010 年起實施，日本接風管式冷暖氣機基準暖房平均能源效率(COP)為 3.02。澳洲及紐西蘭方面目前氣冷式或水冷式空氣調節機皆訂有接風管式空調機之最低能源效率限制值，氣冷式單相有風管標準 2006 年較 2004 年 EER 值平均提升 0.2，氣冷式三相冷氣能力 10kW~39.0 kW 標準 2006 年較 2004 年 EER 值平均提升 0.3~0.6，冷氣能力 30.0kW~65.0 kW EER 值平均提升 0.15。水冷式單相有風管標準 2006 年較 2004 年 EER 值平均提升 1.0，水冷式三相冷氣能力 10kW~39.0 kW 標準 2006 年較 2004 年 EER 值平均提升 0.2~1.0，冷氣能力 30.0kW~65.0 kW EER 值平均提升 0.55。歐盟方面氣冷式箱型機能源效率標式 B 級範圍 $3.00 \geq EER > 2.80$ ，A 級範圍 $3.00 < EER$ ，水冷式箱型機能源效率標式 B 級範圍 $4.40 \geq EER > 4.10$ ，A 級範圍 $4.40 < EER$ 。中國大陸方面氣冷式接風管能效限定值為 2.10，水冷式接風管能效限定值為 2.50，氣冷式接風管 I 級能源效率指標 EER 值為 2.90，2 級能源效率指標

EER 值為 2.70，水冷式接風管 I 級能源效率指標 EER 值為 3.30，2 級能源效率指標 EER 值為 3.10。

藉由先前國內接風管型冷氣機能源效率水準及技術發展評估分析，獲知接風管氣冷式箱型機冷氣能力實測值相當接近標示值，EER 實測值約可達到標示值的 93% 以上，接風管型氣冷式箱型機 EER 值較未接風管型氣冷式箱型機約低 3%。接風管水冷式箱型機冷氣能力實測值約可達標示值的 9 成以上，EER 實測值約可達到標示值的 80% 以上，冷氣能力 16.0kW 的機種實測值較標示值約可達到 6%。

本中心於民國 96 年 11 月 16 日召開「我國接風管型冷氣機能源效率比基準草案研擬座談會」時，業者建議接風管型冷氣機能源效率比基準的實施日期，能與已公告的無風管冷氣機能源效率比基準實施日期同步。由於 R-22 冷媒自 2010 年起將被消滅成 35%，因此建議業者能及早規劃冷媒替換事宜，並藉此提升能源效率。目前研擬的接風管型冷氣機能源效率比基準管制對象以冷氣為主，暖氣由於國內使用少，主管機關目前尚未規劃納入管理。

綜括以上技術面及標準面評估，本研究提出「我國接風管型冷氣機能源效率比基準草案」如表 13 所示，第一階段實施日期建議和無風管基準同步(民國 100 年 1 月 1 日至 104 年 12 月 31 日)氣冷式單體式全機種 EER 值為 2.80，氣冷式分離式冷氣能力 4.0 kW 以下機種 EER 目標值為 3.20 較無風管基準降低約 7.2%，冷氣能力高於 4.0 kW 以上 7.1 kW 以下機種 EER 目標值為 3.10 較無風管基準降低約 3.1%，冷氣能力高於 7.1 kW 以上機種 EER 目標值為 3.00 較無風管基準降低約 4.8%，蒸發式及水冷式全機種 EER 值為 4.00 較無風管基準降低約 5.9%。第二階段實施日期建議和無風管基準同步(民國 105 年 1 月 1 日起)氣冷式單體式全機種 EER 值為 3.10，氣冷式分離式冷氣能力 4.0

kW 以下機種 EER 目標值為 3.40 較無風管基準降低約 11.7%，冷氣能力高於 4.0 kW 以上 7.1 kW 以下機種 EER 目標值為 3.30 較無風管基準降低約 7.0%，冷氣能力高於 7.1 kW 以上機種 EER 目標值為 3.20 較無風管基準降低約 5.9%，蒸發式及水冷式全機種 EER 值為 4.40 較無風管基準降低約 8.3%。

值得一提的是，接風管型冷氣機是否需要依能力等級規定最小機外靜壓，建議由業者協商取得共識後再納入國家標準，目前機外靜壓對總冷氣能力及有效輸入功率的影響不予考慮。

●效益及產業衝擊評估

我國接風管型冷氣機能源效率比基準訂定，可促進業者重視研究發展，引導其產製或進口高效率產品，以達到節約能源的效益。若接風管型冷氣機及除濕機之能源使用效率平均提升 10%，則估計每年約可節約用電 0.65 億度，減少 4.5 萬噸公噸 CO₂ 排放。我國接風管型冷氣機能源效率比基準未來若經能源局公告，標準檢驗局將會配合公告納入應施檢驗品目。提升我國接風管型冷氣機能源效率比基準，將可強化國產品的市場競爭力，減低進口品的負面衝擊。目前已公告預定民國 100 年實施的無風管冷氣機能源效率管制範圍及本次接風管型冷氣機能源效率管制範圍草案，皆以冷氣能力 70kW 以下的機種為對象，由於 70kW(19.9RT)實際尚未達 20RT，為符合未來標示的實務狀況及周延效率之管理，建議相關主管機關能協商將管制範圍皆修訂為冷氣能力 71kW 以下。本中心接受能源局委辦目前正在建置 30RT 的箱型冷氣機測試設備，將可為管制範圍的接風管冷氣機提供試驗服務，以增進節約能源的效益。有關一對多接風管型冷氣機的性能測試方法，現行 CNS3615 第 4.1 節已有規定，因此應不致產生問題。接風管型冷氣機是否需要依能力等級規定最小機外靜壓，建議由業者協

商取得共識後再納入國家標準。接風管型冷氣機能源效率比基準草案，其中引用之 ISO13253 標準建議標檢局能儘快調和成國家標準（CNS），屆時廠商產製的冷氣機皆將有國家標準可以遵循，將有助於產品標準化及周全冷氣機能源效率的管理。

表 13：接風管型冷氣機能源效率比基準（草案）

執行階段		第一階段	第二階段	
實施日期		建議和無風管基準同步（民國 100 年 1 月 1 日至 104 年 12 月 31 日）	建議和無風管基準同步（民國 105 年 1 月 1 日起）	
機種	冷氣能力分類 (kW)	能源效率比 ⁽¹⁾ (W/W)		
氣冷式	單體式	全機種	2.80	3.10
	分離式	4.0 以下	3.20	3.40
		高於 4.0, 7.1 以下	3.10	3.30
		高於 7.1 ⁽²⁾	3.00	3.20
水冷式 蒸發式	全機種 ⁽²⁾	4.00	4.40	

註：（1）接風管型冷氣機能源效率比依 ISO13253（CNSXXXX）接風管型空氣調節機與空氣對空氣熱泵之試驗法及性能等級標準規定，在 T1 標準試驗條件下試驗之總冷氣能力(W)除以有效輸入功率(W)，其比值不得小於上表基準值，並在標示值之 95% 以上。

（2）第（1）項測試依業者指定之機外靜壓進行之，機外靜壓對總冷氣能力及有效輸入功率的影響不予考慮。

（3）現階段能源效率限檢驗冷氣能力 70kW（建議修訂為 71kW）以下機種。

伍、結論及建議

- 1、我國接風管型冷氣機能源效率比基準未來若經能源局公告，標準檢驗局將會配合公告納入應施檢驗品目。業者建議接風管型冷氣機能源效率比基準的實施日期，能與已公告的無風管冷氣機能源效率比基準實施日期同步。
- 2、接風管型冷氣機中、長期能源效率標準目標值之制訂，參考美、日、韓、歐盟等國標準發展趨勢，若適度提升能源效率標準將可淘汰低效率之產品並促進外銷之競爭力。建議標準之提升採漸進式，讓業者有時間因應。
- 3、目前已公告預定民國 100 年實施的無風管冷氣機能源效率管制範圍及本次接風管型冷氣機能源效率管制範圍草案，皆以冷氣能力 70kW 以下的機種為對象，由於 70kW(19.9RT)實際尚未達 20RT，為符合未來標示的實務狀況及周延效率之管理，建議相關主管機關能協商將管制範圍皆修訂為冷氣能力 71kW 以下。
- 4、接風管型冷氣機是否需要依能力等級規定最小機外靜壓，建議由業者協商取得共識後再納入國家標準。
- 5、接風管型冷氣機中長期能源效率標準目標值及管理範圍，配合新舊冷媒之切換及直流變頻壓縮機與控制模組之導入，將

可形成冷氣機產業上中下游之整合，評估 2010 年及 2015 年將是較佳的中長期標準時程切入點。另對新舊冷媒轉換所造成業者成本上揚問題，建請政府能擬訂整體性配套措施，以減少業界來自日本與大陸的雙重衝擊。

6、日本及歐洲目前使用 R22 冷媒系統之冷氣機幾近停產，目前幾乎已全部轉換成 R410A 冷媒，直流變頻冷氣機為目前日本發展之主力，其發展轉換成功之過程值得國內借鏡。

7、為順利推展使用 R410A 冷媒，建請政府能研議相關配套與獎勵措施。韓國冷氣機能源效率呈現後來居上之勢及日本採用 Top-Runner 策略所施行的冷氣機能源效率標準值相當高，他山之石值得業界及政府在此方面投入研究經費加速研發。

8、大陸近年來限電嚴重，因此亦相當重視冷氣機效率的提升，預計未來將會愈加重視直流變頻冷氣機的發展與生產，亦有可能大量輸入台灣市場，值得國內業者警惕與因應。另外，中國大陸即將於 94 年起，依據大陸節約能源法施行強制性的能源效率等級標示制度，相較之下我國尚未有相關之法源，建議能修法以推動本項節能措施。

誌謝

本文承經濟部能源局之能源基金計畫所贊助，謹此誌謝。

陸、參考文獻

- 1.全國能源會議結論具體行動方案，民國 88 年 8 月 5 日
行政院第二六四〇次院會通過。
- 2.「全國能源會議」結論及擬採行措施，民國 87 年 6 月
11 日行政院第 2582 次會議核定。
- 3.節約能源措施，行政院台八十一經 41405 號函核定修
正。
- 4.節約能源管理措施推動計畫(民國八十六年~九十年)，
經濟部能源委員會編印，86 年 7 月。
- 5.「能源管理法」，民國 81 年 1 月 31 日總統令修正。
- 6.商品檢驗法，民國 90 年 10 月 24 日修訂公布。
- 7.商品驗證登錄辦法，90.12.5 經(90)標檢字第
09004625360 號令公佈。
- 8.用電器具能源效率標準提升研究八十八年下半年及八
十九年度執行報告，經濟部能源委員會編印，民國 90
年 5 月。
- 9.用電器具能源效率標準提升研究九十年年度執行報告，
經濟部能源委員會編印，民國 90 年 12 月
- 10.中國國家標準 CNS 3615 無風管空氣調節機，民國 89
年 10 月 24 日修訂。
- 11.中華民國國家標準 CNS14464 無風管空氣調節機與熱
泵之試驗法及性能等級，民國 92 年 10 月 9 日修訂。

12. ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2001 (Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings).
13. ISO 13253 : 1995 Ducted air-conditioners and air-to-air heat pump-Testing and rating for performance
14. Public Law 100-12 “National Application Energy Conservation Act of 1987”, U.S.A.
15. Public Law 102-486 “Energy Policy Act of 1992”, U.S.A.
16. Guide to Canada’s Energy Efficacy Regulations, Revised May 1999.
17. 日本「能源使用合理化法律」，平成 10 年 6 月 5 日修正。
18. 台灣地區家用電氣普及狀況調查報告，台灣電力公司，民國 91 年 1 月。
19. 非核家園具體行動方案，九十二年九月十七日第二八五七次