

# 強制性能源效率分級政策的成效—以冷氣機產品為例

林玲如<sup>1\*</sup> 劉錦龍<sup>2</sup>

## 摘要

本文目的在於利用冷氣機產品管理數據進行分析，探討政府推行強制性能源效率分級制度之政策效果，並以冷氣機產品為例。首先，透過產業結構與產業集中度了解政策的推行是否有助於冷氣機產業能源效率結構之提升。其次，以非參數迴歸觀察是否因政策之推行使得產品節能技術進步；並以參數迴歸瞭解產品年耗用電量的影響因素，且運用特徵價格與需求模型，進行需求價格彈性分析。本研究結果可為政府推動政策的效果提供量化性分析，有助於管理決策當局進行政策擬定與分析之參考。此外，透過統計計量模式估算結果，並可協助冷氣機廠商分析產品的能源效率與價格競爭力，可做為商業經營策略之考量。

**關鍵詞：**強制性能源效率分級制度，非參數迴歸，參數迴歸，特徵價格與需求模型，冷氣機

## 1. 前言

提升能源使用效率向來是世界各國對抗溫室氣體減量與全球氣候變遷之一項重要策略，就國際社會言，在2015年12月巴黎協定後，可預見二氧化碳減量將是各國盡其國際社會責任之重要工作之一；就國內社會言，新政府以「非核家園」為訴求獲得多數民意支持，為達成其廢核目標，未來能源政策除致力開發再生能源外，強調節能減碳之需求面管理，特別是提升能源使用效率將扮演更重要角色。Allcott and Greenstone (2012)指出提升能源效率以降低能源使用是一項「雙贏策略」，這項策略不但能降低不必要之能源使用成本，且可降低能源使用所產生之外部性問題，包括：空氣汙染對人體健康之負面影響及二氧化碳排放所形成之溫室效應與氣候變遷。

根據最新能源效率市場報告(OECD/IEA, 2016)，國際上能源密集度在2015年提升1.5%，在原油價格大幅下降之年度中，此數字具特殊意義。能源效率提升來自多方面之成果，例如：各國致力於最低能源效率標準(Minimum Energy Performance Standards, MEPS)之推動與加嚴管制。另，各國仍維繫能源效率市場的運作，在2015年能源效率投資達2,210億美元，較2014年上升6%。

儘管如此，Gerarden *et al.* (2015)指出「能源效率差距(energy efficiency gap)」或「能源困局(energy paradox)」之存在，導致能源效率技術無法讓消費者或企業界中廣泛享用。「能源效率差距」之存在主要來自於：1. 市場失靈；2. 行為效果；3. 模型缺陷。在「市場失靈」現象中，主要問題來自於訊息(information)，包括：能源設備產品所存在的資訊不對稱(asymmetric

<sup>1</sup>工業技術研究院綠能與環境研究所資深管理師

<sup>2</sup>國立中央大學產業經濟研究所教授

\*通訊作者, 電話: 03-5918547, E-mail: ruth@itri.org.tw

收到日期: 2017年08月30日

修正日期: 2017年10月19日

接受日期: 2017年11月06日

information)，造成消費者與生產者間對於高能源效率商品的資訊產生不完全與不充分之認知。目前，各國政府為解決資訊不對稱造成對能源效率商品之生產與銷售阻礙，通常透過制定「最低能源效率標準」(Siemens AG, 2015)、推動「強制性能源效率標示」(如：歐盟、美國)與「節能標章」(如：美國)等措施。

我國政府在能源效率相關政策可追溯至民國69年(1980年)公布實施之「能源管理法」，並於民國70年(1981年)正式對用電器具實施能源效率管理。由於標示產品使用之中華民國國家標準(Chinese National Standards, CNS)中，並未針對產品能源效率標示訂定規範，以致生產者或消費者兩方面對於節能產品所提供之資訊不足，不但阻礙廠商生產提供高能源效率產品，也妨害消費者對於高能源效率產品之選購與使用。直至民國90年(2001年)，政府為進一步推動高能源效率產品之使用，開始推動「節能標章」，其認證標準為市售產品能源效率比國家認證標準高10%~50%得予取得節能標章。但因此項政策採取廠商自行性規範，亦即屬於自願性制度，其成效則相當有限。經10年運作執行後，政府為強化節能減碳成效，提升能源使用效率，於民國99年(2010年)7月1日正式實施「冷氣機強制能源效率分級標示制度」，以能源效率比(Energy Efficiency Ratio, EER)為分類依據，並依據產品之能源效率比，分為五個等級，定義一級為最省電之產品，並強制廠商在產品上進行標示。民國105年(2016年)後因應國際趨勢，將EER變更為冷氣季節性能因數(cooling seasonal performance factor, CSPF)做為分級基準。

根據Davis and Metcalf (2014)的研究，正確資訊之提供將促成消費者做更好的選擇，特別是對於高能源耗用者將願意投資在高能源效率且高價格產品。整體而言，要求廠商進行能源效率標示所產生的節能效益遠高於廠商因執行能源效率標示所產生的成本。另根據歐盟的報告(European Commission, 2015)，因全球各國實

施MEPS制度，使得能源消費降低9%，在特定產品上則降低21%。預估在2020至2030年間，歐盟將因此制度每年能源消費量降低達14%，並創造170~250萬個就業機會。

本研究目的在於討論政府推動強制能源效率分級標示制度對於產品供給面與需求面的影響，並以冷氣機產品為例。本篇論文主要貢獻為國內首篇利用能源效率管理系統之政府管理資料(administration data)進行新制度建立後之歷年變動影響分析，本論文除以產業經濟學方法分析外，並建構統計迴歸計量模型，提供量化分析結果。本研究結果除提供政府部門對於政策制定與討論進行相關量化分析，且相關資訊亦可提供廠商進行商業策略擬定之參考。

本論文除第1節前言外，第2節將探討我國能效分級制度與歷年冷氣機產品市場概況；第3節將討論標示制度實施下的市場結構變化；第4節則利用非參數與參數計量模型探討能源效率與能源耗用；第5節則建構特徵價格模型與需求模型並進行估計分析。最後為本研究之結論與建議。

## 2. 我國歷年冷氣機產品市場與產品分級分析概況

冷氣機是民國99年實施強制能源效率分級標示制度中首先列入管理制度的一般家庭與商業用電產品，原公告條款稱為「窗(壁)型及箱型冷氣機」。之後配合國家標準修正，於民國104年合併「無風管冷氣機」與「窗(壁)型及箱型冷氣機」修正為「無風管空氣調節機」，惟市面上仍通稱為「冷氣機」。表1為民國105年度臺灣無風管空調機銷售量統計，由表中可知，氣冷分離式總銷售量為1,212(千台)，較民國104年成長12%；氣冷單體式總銷售量為245(千台)，較民國104年大幅成長17%，合計氣冷式空調機民國105年總銷售台數為1,469(千台)，較民國104年1,294(千台)成長13%；水冷式空調機民國105年總銷售台數為4,712台，則

表1 無風管空調機民國105年銷售量

空調機種類/冷氣能力		無風管空調機105年銷售量(台)					
		第1級	第2級	第3級	第4級	第5級	合計
氣冷 分離式	4.0 kW以下	352,617	151,734	9,122	30,966	22,471	566,910
	高於4.0 kW, 7.1 kW以下	275,848	123,407	3,558	29,575	9,657	442,045
	高於7.1 kW	70,668	87,777	26,692	17,132	1,030	203,299
	小計	699,133	362,918	39,372	77,673	33,158	1,212,254
氣冷 單體式	2.2 kW以下	27,070	25,251	0	9,520	0	61,841
	高於2.2 kW, 4.0 kW以下	43,230	53,536	2	10,103	6,879	113,750
	高於4.0 kW, 7.1 kW以下	10,245	24,895	14,656	9,878	9,099	68,773
	高於7.1 kW, 10.0 kW以下	13	2,348	3,158	7,379	40	12,938
	小計	80,545	103,713	14,989	30,518	16,018	245,783
氣冷式合計		779,691	468,948	57,188	114,553	49,176	1,469,556
水冷式	全機種	18	14	234	4,448	2	4,716
無風管空調機合計		779,709	468,962	57,422	119,001	49,178	1,474,272

資料來源：本研究統計

註：能效分級定義請參見能源效率分級標示網站：[https://ranking.energylabel.org.tw/\\_outweb/gen/law/upt.asp?pageno=3&uid=0&con=&cid=0&year=&month=&day=&key=&lang=0&PDID=0&p0=20](https://ranking.energylabel.org.tw/_outweb/gen/law/upt.asp?pageno=3&uid=0&con=&cid=0&year=&month=&day=&key=&lang=0&PDID=0&p0=20)

表2 無風管空調機民國105年銷售量占比分析

空調機種類/冷氣能力		無風管空調機105年銷售占比					
		第1級	第2級	第3級	第4級	第5級	合計
氣冷 分離式	4.0 kW以下	29.1%	12.5%	0.8%	2.6%	1.9%	46.8%
	高於4.0 kW, 7.1 kW以下	22.8%	10.2%	0.3%	2.4%	0.8%	36.5%
	高於7.1 kW	5.8%	7.2%	2.2%	1.4%	0.1%	16.8%
	小計	57.7%	29.9%	3.2%	6.4%	2.7%	100.0%
氣冷 單體式	2.2 kW以下	11.0%	10.3%	0.0%	3.9%	0.0%	25.2%
	高於2.2 kW, 4.0 kW以下	17.6%	21.8%	0.0%	4.1%	2.8%	46.3%
	高於4.0 kW, 7.1 kW以下	4.2%	10.1%	6.0%	4.0%	3.7%	28.0%
	高於7.1 kW, 10.0 kW以下	0.0%	1.0%	1.3%	3.0%	0.0%	5.3%
	小計	32.8%	42.2%	6.1%	12.4%	6.5%	100.0%
氣冷式合計		53.1%	31.9%	3.9%	7.8%	3.3%	100.0%
水冷式	全機種	0.4%	0.3%	5.0%	94.3%	0.0%	100.0%
無風管空調機合計		52.9%	31.8%	3.9%	8.1%	3.3%	100.0%

資料來源：本研究統計

較民國104年成長2倍。

表2為民國105年各類別冷氣機依能源效率

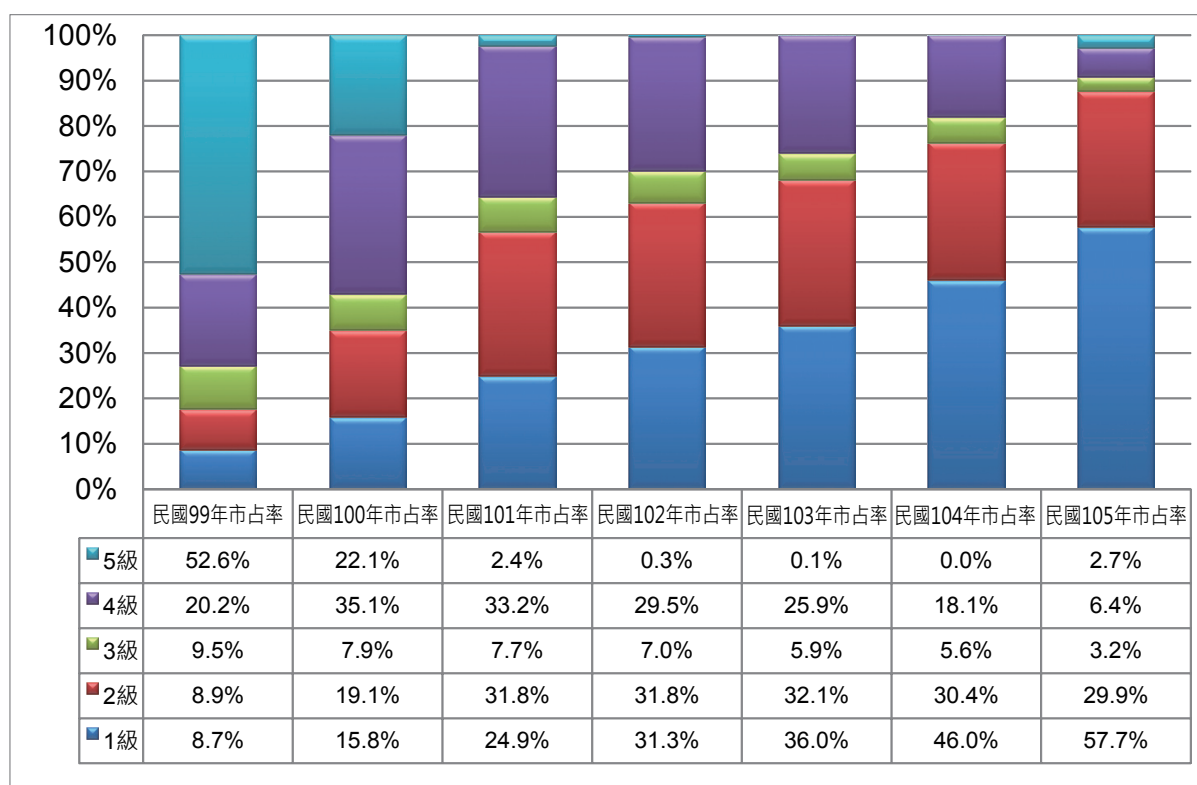
分級的各等級產品市占率，首先，由表中最下一列合計可見，第1級產品的市占率最高，約

為57.7%；其次為第2級產品，約為29.9%。由於水冷式產品銷售量有限，因此，氣冷式產品的各級分配與總量分配相當。在氣冷分離式產品中，則以額定冷氣能力4.0 kW以下產品市占率最高，約占46.8%；在氣冷單體式中則以額定冷氣能力高於2.2 kW，4.0 kW以下的產品市占率最高，約占46.3%。若依能源效率分級區分，氣冷分離式產品則以冷氣能力4.0 kW以下的第1級產品的市占率最高，約占29.1%；氣冷單體式產品則以冷氣能力高於2.2 kW，4.0 kW以下的第2級產品市占率最高，約為21.8%。

圖1為民國99年至105年間氣冷分離式空調機各級產品的市占率變化情形，在民國99年能源效率分級標示推動初期，以第4級與第5級的低能源效率產品為市場大宗，約占72.8%；相對地，第1級與第2級產品僅占17.6%。惟至民國100年，第1級與第2級產品市占率已顯著提升至34.9%，至民國101年，由於二波節能冷氣補助措施的帶動下，第1級與第2級產品再倍數成

長至56.7%，於民國104年再度因節能補助政策下，市占率再提升至76.4%，及至民國105年市占率已達87.6%。圖2為同期間氣冷單體式空調機各級產品的市占率變化情形，基本上，與氣冷分離式產品變化相一致。於民國99年推動初期，市場上充斥低能源效率產品，第4級與第5級產品市占率高達90.4%，而第1與第2級產品則僅占4.9%；及至民國105年，第1級與第2級產品已達到87.6%。

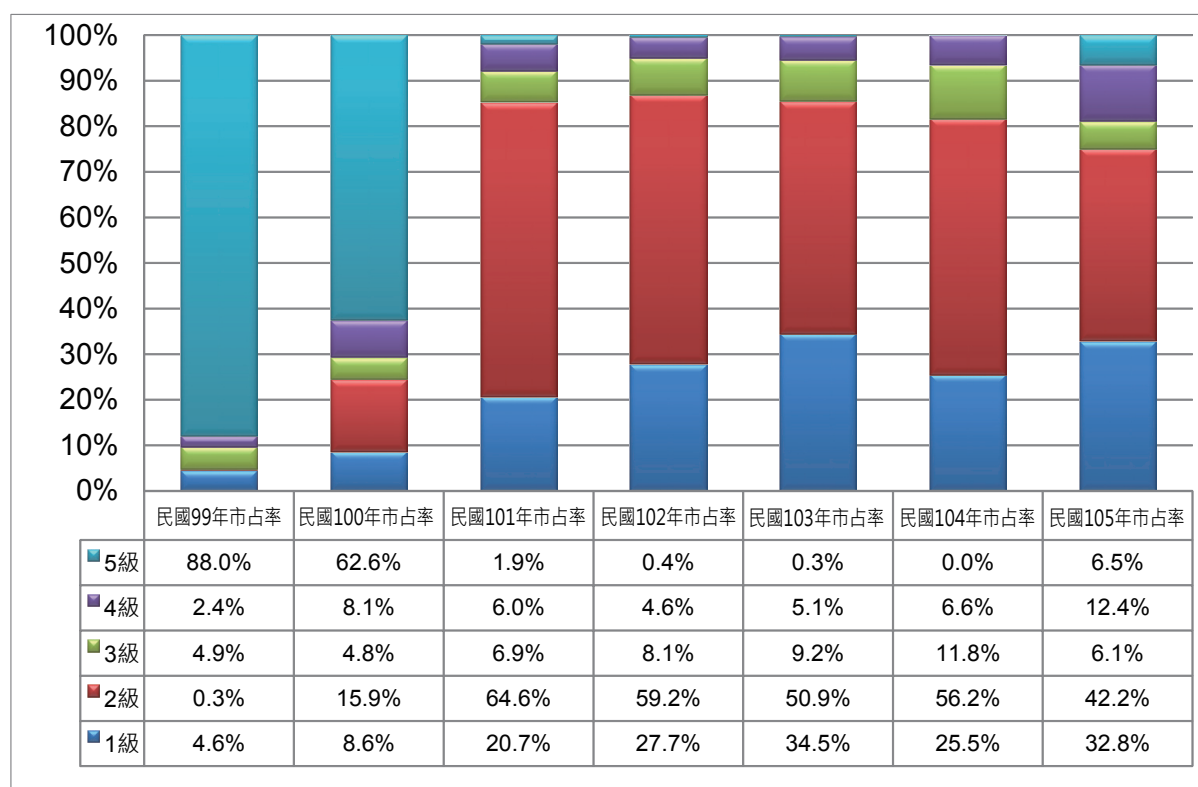
為與國際能效管理同步，民國105年起政府將冷氣機能源效率標準由EER制轉軌為CSPF制，能源效率分級基準也重新調整。依據民國105年公告法規，EER舊基準機型可銷售至民國106年底，值此過渡時期，市面上將同時存在CSPF及EER新舊基準分級標示產品。由表3可看出民國105年市面上銷售的機型仍以分離式為主，約占83.1%，單體式則僅占16.9%，其中分離式變頻機型與定頻機型各占一半，且皆以EER能效的舊機型為主，單體式則以定頻機



資料來源：本研究統計

圖1 歷年氣冷分離式空調機各等級市占率變化





資料來源：本研究統計

圖2 歷年氣冷單體式空調機各等級市占率變化

表3 民國105年氣冷式空調機定頻與變頻及新舊能效基準機型款數占比

種類	型式	能效基準	1級	2級	3級	4級	5級	合計
分離式	定頻	CSPF基準機種	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		EER基準機種	0.9%	21.4%	2.2%	15.9%	0.4%	40.8%
		小計	0.9%	21.4%	2.2%	15.9%	0.4%	40.8%
	變頻	CSPF基準機種	6.3%	1.5%	0.4%	0.2%	0.0%	8.4%
		EER基準機種	22.0%	9.3%	1.5%	3.1%	0.4%	36.3%
		小計	28.2%	10.8%	1.9%	3.4%	0.4%	44.7%
	分離式小計		29.2%	32.2%	4.0%	19.2%	0.9%	83.10%
單體式	定頻	CSPF基準機種	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	1.4%	1.7%
		EER基準機種	2.3%	6.7%	1.5%	0.6%	0.1%	11.2%
		小計	2.3%	6.7%	1.5%	0.9%	1.5%	12.8%
	變頻	CSPF基準機種	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%
		EER基準機種	0.9%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	1.5%
		小計	1.0%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%
	單體式小計		3.2%	7.3%	1.5%	0.9%	1.5%	16.90%
合計		32.4%	39.6%	5.5%	20.1%	2.4%	100.00%	

資料來源：本研究統計

註：1. EER能效分級基準請參考能源效率分級標示網站[https://ranking.energylabel.org.tw/\\_outweb/gen/law/upt.asp?pageno=3&uid=0&con=&cid=0&year=&month=&day=&key=&lang=0&PDID=0&p0=20](https://ranking.energylabel.org.tw/_outweb/gen/law/upt.asp?pageno=3&uid=0&con=&cid=0&year=&month=&day=&key=&lang=0&PDID=0&p0=20)

2. CSPF能效分級基準請參考能源效率分級標示網站[https://ranking.energylabel.org.tw/\\_outweb/gen/law/upt.asp?pageno=1&uid=0&con=&cid=0&year=&month=&day=&key=&lang=0&PDID=0&p0=41](https://ranking.energylabel.org.tw/_outweb/gen/law/upt.asp?pageno=1&uid=0&con=&cid=0&year=&month=&day=&key=&lang=0&PDID=0&p0=41)

種為主，亦是以EER能效的舊機型為主。再從民國105年冷氣機市場銷售量分析，分離式冷氣機銷售量占73.1%，其中變頻機種銷售量占64.1%，但EER舊機種仍占60.3%(如表4)。

從能效等級來看，分離式機種以2級產品機型占比32.2%最高，但EER能效的舊機型其占比約30.7%；而第1級產品機型占比約29.2%中，EER能效的舊機型占比約為22.9%。新CSPF能效基準第1級分離式變頻機種僅占6.3%，單體式變頻更鮮少第1級機種，可見廠商在因應能源效率轉軌之過程，符合新CSPF能效基準之機型上市仍需時間，市場上舊EER能效基準的產品，亦需時間去化庫存品。一般民眾對冷氣機能源效率概念，由原已經根深地固的EER基準轉換到CSPF基準，同樣亦需時間加強宣導教育。

### 3. 冷氣機產品市場結構與市場集中度

從產業經濟學的觀點，探討強制性能源效率分級標示制度實施後對產品市場的衝擊，

特別是市場競爭情況是否產生重大變化，市場是否因制度的實施產生市場競爭狀況的降低，是產業經濟學分析所重視之課題，且是涉及全民福利變化之經濟議題。本研究在探討此一課題上，以產業經濟學分析中常使用之賀式指標(Herfindahi-Hirschman Index, HHI)  $HHI = \sum_{i=1}^n ms_i^2$  與集中度比率(k-firm concentration ratio)  $CR_k = \sum_{i=1}^k ms_i$ ，來觀察冷氣機歷年市場競爭程度與市場集中度，其中  $ms_i$  表示為第i家廠商的某一年度的市場份額(market share)，以百分比表示。賀式指標(HHI)將介於0與10,000間，當數值接近於0表示為競爭市場，當數值接近10,000，則為獨占市場。若以集中程度區分，當數值高於1,800，則稱為高度集中；當數值介於1,000與1,800，則稱為中度集中；當數值小於1,000，則稱為未集中，HHI指標經平方後消除大廠商的影響，可絕對客觀地觀察市場的競爭程度。目前最常用的集中度比率指標稱為前四家廠商集中度比率( $CR_4$ )，其中， $CR_4$ 高於60，稱為高度寡占市場；當 $CR_4$ 介於40與60間，則稱為寡占市場；當 $CR_4$ 小於40，則稱為完全競爭市場(Tremblay, 2012)。以此二項指標作為探討強制性能源效率

表4 民國105年氣冷式空調機定頻與變頻及新舊能效基準機種銷售量占比

種類	型式	能效基準	1級	2級	3級	4級	5級	合計
分離式	定頻	CSPF基準機種	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	2.30%	2.50%
		EER基準機種	0.20%	11.70%	0.40%	4.30%	0.00%	16.50%
		小計	0.20%	11.70%	0.40%	4.50%	2.30%	19.00%
	變頻	CSPF基準機種	10.70%	1.80%	0.60%	0.00%	0.00%	13.20%
		EER基準機種	37.00%	11.40%	1.70%	0.80%	0.00%	50.90%
		小計	47.80%	13.20%	2.30%	0.80%	0.00%	64.10%
	分離式小計		48.00%	24.90%	2.70%	5.30%	2.30%	83.10%
單體式	定頻	CSPF基準機種	0.00%	0.00%	0.00%	1.60%	1.10%	2.70%
		EER基準機種	3.70%	5.90%	0.90%	0.50%	0.00%	11.10%
		小計	3.70%	5.90%	0.90%	2.10%	1.10%	13.70%
	變頻	CSPF基準機種	0.50%	0.70%	0.00%	0.00%	0.00%	1.20%
		EER基準機種	1.30%	0.50%	0.10%	0.00%	0.00%	1.90%
		小計	1.80%	1.20%	0.10%	0.00%	0.00%	3.10%
	單體式小計		5.50%	7.10%	1.00%	2.10%	1.10%	16.90%
合計		53.50%	32.00%	3.70%	7.40%	3.40%	100.00%	

資料來源：本研究統計

分級政策對市場競爭之影響，具有客觀之參考性與適用性。

表5為冷氣機產品自民國99年開始實施強制性能效標示制度下，冷氣機的市場結構與集中度。首先，由HHI指標可發現指標數值均介1,200~1,400間，表示冷氣機市場為中度集中市場，且民國99~104年間數值逐年緩步降低，民國105年開始實施冷氣機新能效效率指標CSPF，並提升能源效率分級基準，HHI指標上升至1,330。若由前四大廠商的市場占有率觀察，民國99~104年間CR<sub>4</sub>數值多小於60%，表示冷氣機市場仍屬寡占市場，民國105年能源效率指標轉軌為CSPF並提升分級基準後，CR<sub>4</sub>數值提高至63.14，回到高度寡占市場。

表6為冷氣機市場依據能源效率等級區分之市場集中度HHI指標。首先，由能源效率等級1~4級市場觀察，可見HHI數值在過去7年，皆呈現明顯下降趨勢，尤其以1、2級市場下降更為顯著，1級產品的HHI指標由民國99年6,865下降至民國104年1,676，呈現由高度寡占市場降低至中度集中市場競爭型態，惟民國105年受能源效率指標由EER轉軌為CSPF及分級基準提升影響，HHI數值約略提升至1,886。2級產品的HHI指標同樣由民國99年7,686之高度

寡占狀態，逐年快速下降至民國101年已低於1,800，達到中度集中市場，並持續下降至民國105年991，說明廠商在能源效率2級產品銷售競爭情況變得強烈，市場逐漸邁向完全競爭。另能源效率第3級市場與第4級市場，相對屬於中度集中，則接近自由競爭市場型態，受到制度因素影響較低。尤其第5級低能源效率產品市場，則由自由競爭狀態趨向高度集中，說明大部分廠商對於低能源效率產品之生產與銷售持保留態度，進而退出市場。整體而言，冷氣機市場在強制能效標示制度實施後，高能源效率產品市場朝自由競爭市場發展，而低能源效率產品市場則朝高度集中市場發展，但因高能源效率產品市場占有率逐年提升，此種發展基本上仍有助於社會福利水準之全面提升。

表7為冷氣機市場依能源效率等級區分之市場集中度CR<sub>4</sub>指標，亦呈現與HHI指標相同趨勢。首先，由能源效率等級1、2級產品市場觀察，可見CR<sub>4</sub>數值在過去7年，皆呈現明顯下降趨勢，尤其以2級產品市場下降更為顯著，1級產品市場CR<sub>4</sub>指標由民國99年98.09下降至民國104年之70.61，2級市場CR<sub>4</sub>指標由民國99年95.72下降至民國104年之56.41，說明在能源標示制度施行後，廠商在高能源效率產品之銷售

表5 冷氣機市場結構與集中度

年度(民國)	99	100	101	102	103	104	105
HHI	1,218	1,386	1,366	1,308	1,249	1,261	1,330
CR <sub>4</sub>	55.89	59.79	60.74	58.83	59.49	59.41	63.14
廠商數(家)	80	89	100	116	109	119	128

資料來源：本研究分析

表6 冷氣機市場HHI指標-按能源效率分級

能源效率\年度(民國)	99	100	101	102	103	104	105
第1級	6,865	3,777	2,141	1,982	1,963	1,676	1,886
第2級	7,686	3,869	1,706	1,364	1,148	1,237	991
第3級	4,976	2,726	1,990	2,194	1,879	2,325	1,871
第4級	2,651	1,743	1,811	1,505	1,447	1,367	1,246
第5級	941	1,150	1,528	1,506	3,882	3,427	5,189

資料來源：本研究分析

表7 冷氣機市場CR<sub>4</sub>指標-按能源效率分級

能源效率\年度(民國)	99	100	101	102	103	104	105
第1級	98.09	88.56	77.63	74.70	75.28	70.61	77.08
第2級	95.72	81.56	64.54	54.54	53.32	56.41	55.92
第3級	89.14	85.80	73.46	78.07	76.87	81.18	78.54
第4級	76.19	67.60	66.24	63.75	65.37	66.81	62.72
第5級	50.24	62.94	71.66	72.79	96.67	90.75	96.80

資料來源：本研究分析

競爭情況變得激烈，市場也由原來高度寡占情況，逐漸邁向自由競爭，但民國105年能源效率指標由EER轉軌為CSPF並提升分級基準後，1、2級市場CR<sub>4</sub>數值明顯提升，顯示新分級制度使高能源效率產品趨向高度寡占市場。在能源效率第3、4級市場，CR<sub>4</sub>指標下降趨勢較為和緩，但仍為高度寡占市場。相反地，第5級產品市場，則由寡占市場趨向高度寡占，說明部分廠商已退出低效率產品市場。

## 4. 我國歷年冷氣機能源效率與能源耗用分析

有鑑於冷氣機產品電力能源消耗大，而冷氣機主要使用期間又是在夏季氣候炎熱季節，因此也造成夏季尖峰用電量攀升，因而提升冷氣機產品能源使用效率，則是能源使用需求面管理之重要課題。強制性能源效率分級標示制度之實施，對於能源效率的提升與能源耗用之降低分析，是本節重點。本節將先就標示制度實施後，各級冷氣機產品的平均能源效率值進行分析，其次，則討論制度實施後歷年間變動概況。在第三小節，則利用統計計量方法中的非參數迴歸，討論制度實施後冷氣機能源節約技術效率變化；在第四小節中，則建立統計計量參數迴歸模型，瞭解影響冷氣機電力能源耗用之影響因素；最後小節，則討論歷年來冷氣機市場定頻與變頻機種的發展趨勢。

### 4.1 能源效率基礎統計

根據能源局已核准登錄之冷氣機各類別產品的能源效率EER指標，其分布情形詳如表8。以分離式冷氣機而言，冷氣能力在4.0 kW以下機種，能源效率第1級產品較第5級產品，其平均效率值高出43.6%；冷氣能力高於4.0 kW，7.1 kW以下機種，第1級產品則較第5級產品，其平均效率值高出42.5%；冷氣能力高於7.1 kW以上機種，第1級產品則較第5級產品，其平均效率值高出43.4%。整體而言，三者間的差異值約略相當。但以單體式冷氣機分析，冷氣能力在2.2 kW以下機種，第1級產品則較第5級產品，其平均效率值高出25.4%；冷氣能力高於2.2 kW，4.0 kW以下機種，第1級產品則較第5級產品，其平均效率值高出23.9%；冷氣能力高於4.0 kW，7.1 kW以下機種，第1級產品則較第5級產品，平均效率值高出29.4%。整體而言，產品種類間的差異程度，雖明顯變化較大，但高低能源效率間的差距反而較小。

由於，民國105~106年間為能源效率新舊制基準轉換階段，表9為能源局已核准登錄的無風管空調機CSPF指標能源效率分布。以氣冷分離式空調機而言，冷氣能力在4.0 kW以下機種，第1級產品較第5級產品，其平均效率值高出48.7%；冷氣能力高於4.0 kW，7.1 kW以下機種，第1級產品則較第5級產品，其平均效率值高出46%；冷氣能力高於7.1 kW，10.0 kW以下機種，第1級產品較第5級產品平均效率高出42.6%；冷氣能力高於10.0 kW，71.0 kW以下機種，第1級產品較5級產品平均效率高出51.5%。此外，以氣冷單體式空調機分析，冷



表8 能源局已核准登錄之冷氣機(EER指標)能源效率分布

冷氣機種類			窗(壁)型及箱型冷氣機能源效率比(W/W)				
			第1級	第2級	第3級	第4級	第5級
分離式	4.0 kW以下	平均	4.33	3.95	3.77	3.46	3.01
		最大	6.88	4.15	3.90	3.68	3.42
		最小	4.17	3.93	3.69	3.45	2.77
	高於4.0 kW, 7.1 kW以下	平均	3.94	3.67	3.48	3.21	2.77
		最大	4.90	3.85	3.61	3.41	3.18
		最小	3.87	3.65	3.20	3.20	2.73
	高於7.1 kW	平均	3.96	3.60	3.41	3.16	2.76
		最大	4.65	3.80	3.56	3.33	3.00
		最小	3.81	3.59	3.37	3.15	2.73
單體式	2.2 kW以下	平均	3.40	3.27	3.20		2.71
		最大	3.45	3.30	3.20		2.77
		最小	3.40	3.25	3.20		2.71
	高於2.2 kW, 4.0 kW以下	平均	3.44	3.31	3.20		2.77
		最大	3.55	3.39	3.20		2.85
		最小	3.40	3.25	3.20		2.77
	高於4.0 kW, 7.1 kW以下	平均	3.42	3.28	3.12	3.00	2.64
		最大	3.87	3.30	3.23	3.06	2.80
		最小	3.40	3.25	3.10	3.00	2.60
	高於7.1 kW, 10.0 kW以下	平均		3.29	3.15	2.96	2.60
		最大		3.30	3.15	3.05	2.61
		最小		3.25	3.15	2.95	2.60
	箱型水冷式	平均	5.15	5.15	4.86	4.69	4.44
		最大	5.15	5.15	4.86	4.75	4.50
		最小	5.15	5.15	4.85	4.56	4.25
	箱型氣冷式	平均	3.85	3.85	3.60	3.37	3.20
		最大	3.85	3.85	3.75	3.42	3.30
		最小	3.85	3.85	3.59	3.37	3.15

資料來源：本研究統計

氣能力高於2.2 kW，4.0 kW以下機種，第1級產品較第5級產品平均效率值高出43.8%；冷氣能力高於4.0 kW，7.1 kW以下機種，第1級產品較第5級產品平均效率值高出44.6%。整體而言，在新的CSPF指標制度下已拉大能源效率值間的差異性。

## 4.2 我國歷年能源效率變動分析

依能源效率分級標示登錄資料，比較所有產品在民國99年至105年間平均能源效率(W/W)值與平均消耗功率(kW)值的變動趨勢，自民國

99年起推動能源效率分級標示以來，可觀察到市面上產品平均能源效率值逐年提升，平均消耗功率值則逐年下降，顯示冷氣機產業整體能源效率呈現逐年改善趨勢。能源效率分級標示制度確實逐年提升新產品的能源效率，且能源效率的提升的貢獻主要源於產品消耗功率之下降，顯示冷氣機廠商在能源效率之提升做很大努力。

圖3~圖6為各類別分離式冷氣機能源效率的歷年變化趨勢。在民國99年至105年間，產品平均能源效率(W/W)值除冷氣能力2.8 kW以

表9 能源局已核准登錄之無風管空調機(CSPF指標)能源效率分布

空調機種類			無風管空調機CSPF (kWh/kWh)				
			第1級	第2級	第3級	第4級	第5級
氣冷分離式	4.0 kW以下	平均	6.05	5.53		4.52	4.07
		最大	7.51	5.84		4.68	4.36
		最小	5.93	5.42		4.41	3.90
	高於4.0 kW, 7.1 kW以下	平均	5.49	5.04		4.10	3.76
		最大	6.60	5.31		4.42	3.96
		最小	5.33	4.90		4.03	3.60
	高於7.1 kW, 10.0 kW以下	平均	5.23	4.77	4.30	3.92	3.66
		最大	6.00	5.05	4.31	4.20	3.85
		最小	5.11	4.69	4.28	3.86	3.45
	高於10.0 kW, 71.0 kW以下	平均	5.48	4.77	4.33	3.98	3.62
		最大	7.01	5.00	4.60	4.12	3.80
		最小	5.03	4.62	4.22	3.81	3.40
氣冷單體式	2.2 kW以下	平均	4.45	4.25		3.69	3.47
		最大	4.45	4.25		3.83	3.63
		最小	4.45	4.25		3.64	3.40
	高於2.2 kW, 4.0 kW以下	平均	5.06	4.26	3.95	3.70	3.52
		最大	5.94	4.40	3.95	3.72	3.64
		最小	4.42	4.18	3.95	3.69	3.45
	剛於4.0 kW, 7.1 kW以下	平均	4.81	3.96	3.79	3.52	3.33
		最大	5.40	3.97	3.89	3.60	3.46
		最小	4.16	3.95	3.72	3.48	3.25
	高於7.1 kW, 10.0 kW以下	平均					3.15
		最大				3.40	3.31
		最小				3.40	3.15
水冷式(全機種)		平均		6.50	5.34	5.06	4.88
		最大		6.87	5.34	5.24	5.03
		最小		5.66	5.34	5.04	4.77

資料來源：本研究統計

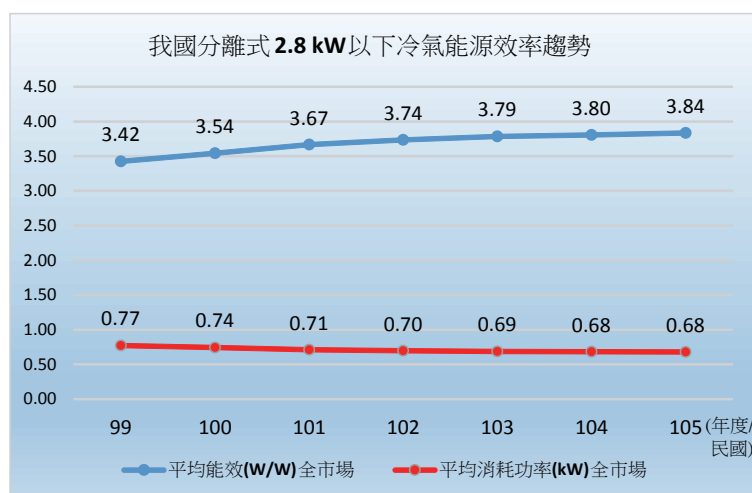
下的機種，約略提升12%外，其他機種都提升15%，平均每年約略提升3%。至於平均消耗功率(kW)值，在同期間則以冷氣能力高於4.0 kW，5.0 kW以下機種下降16%，平均每年下降3%為最高，其次為冷氣能力高於3.4 kW，4.0 kW以下機種下降15%。

窗型單體式、箱型水冷式與箱型氣冷式等類型的冷氣機，同一期間平均能源效率(W/W)值提升或平均消耗功率(kW)值下降，均未如同分離式冷氣機般的幅度大。以冷氣能力高於3.0 kW，4.0 kW以下之窗型機種，平均能源效率值

上升約12%，平均消耗功率下降約為11%。箱型水冷式冷氣能力高於20.0 kW，30.0 kW以下機種，平均能源效率值上升約10%，平均消耗功率下降約為7%。箱型氣冷式同型機種，平均能源效率值上升約11%，平均消耗功率下降約為3%(參見圖7~圖9)。

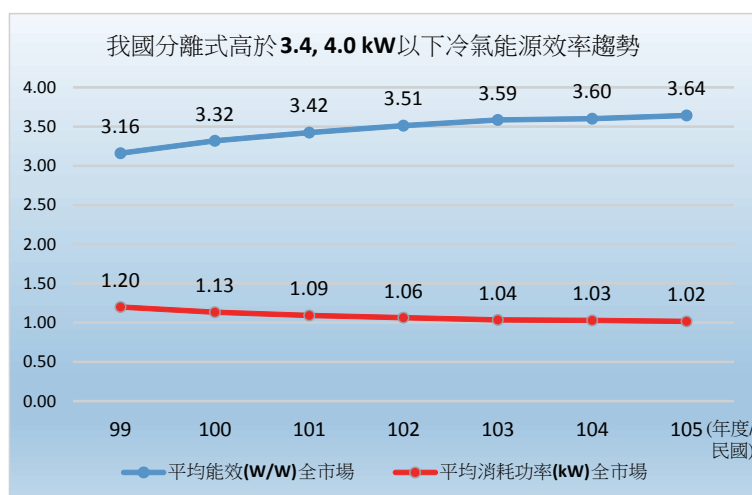
### 4.3 能源效率技術變動

傳統冷氣機能源效率以能源效率比EER (W/W)為評估方式，其定義為總冷氣能力(kW)除以消耗功率(kW)，EER越高代表效率越高，



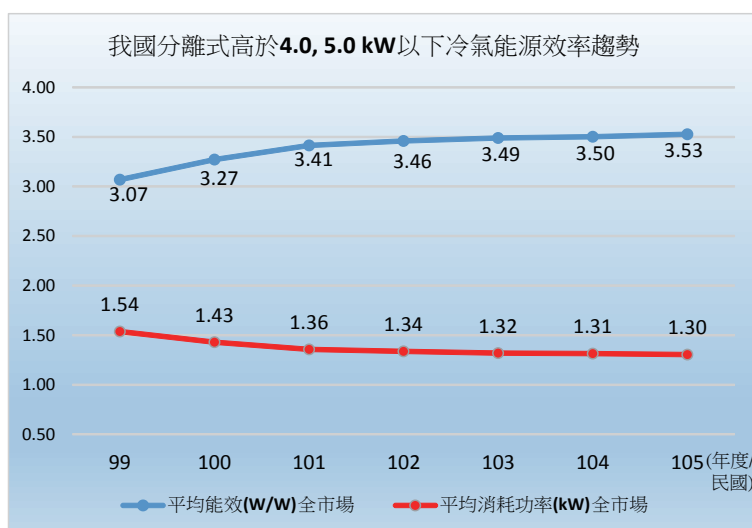
資料來源：本研究分析

圖3 我國分離式2.8 kW以下冷氣機能源效率趨勢



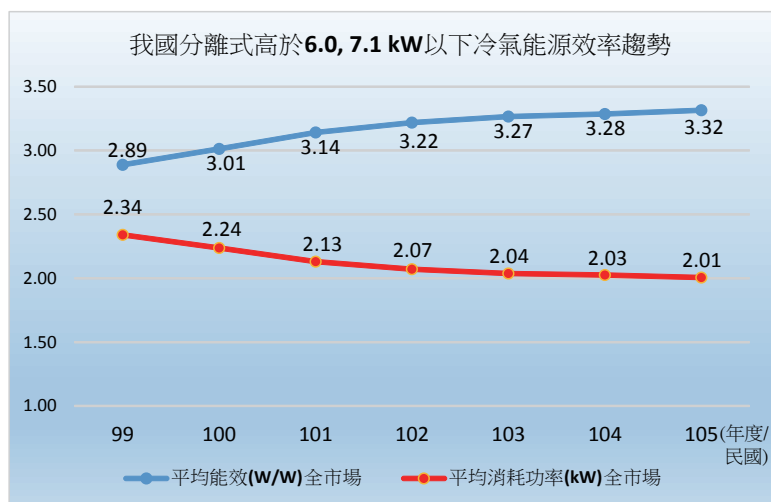
資料來源：本研究分析

圖4 我國分離式高於3.4 kW, 4.0 kW以下冷氣機能源效率趨勢



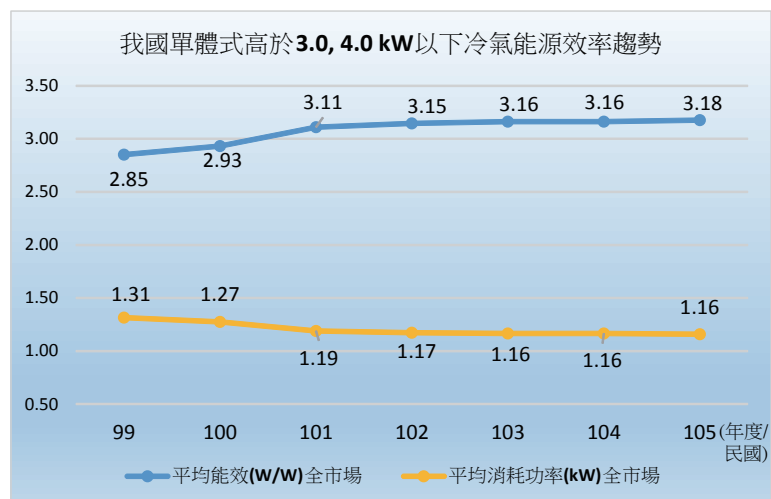
資料來源：本研究分析

圖5 我國分離式高於4.0 kW, 5.0 kW以下冷氣機能源效率趨勢



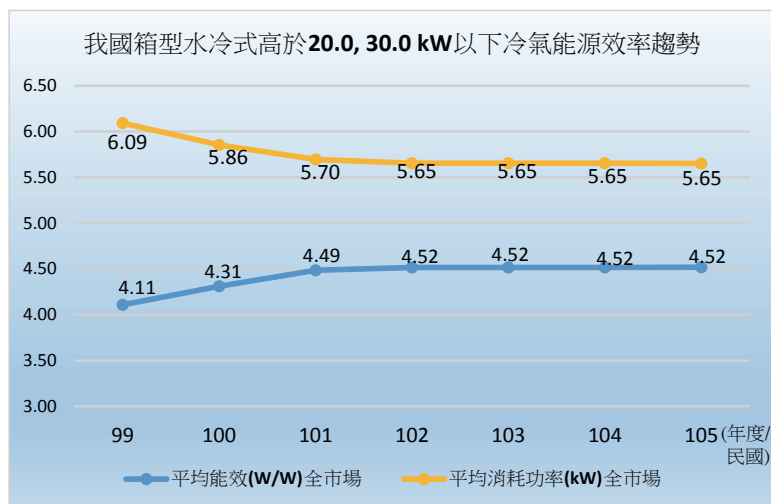
資料來源：本研究分析

圖6 我國分離式高於6.0 kW, 7.1 kW以下冷氣機能源效率趨勢



資料來源：本研究分析

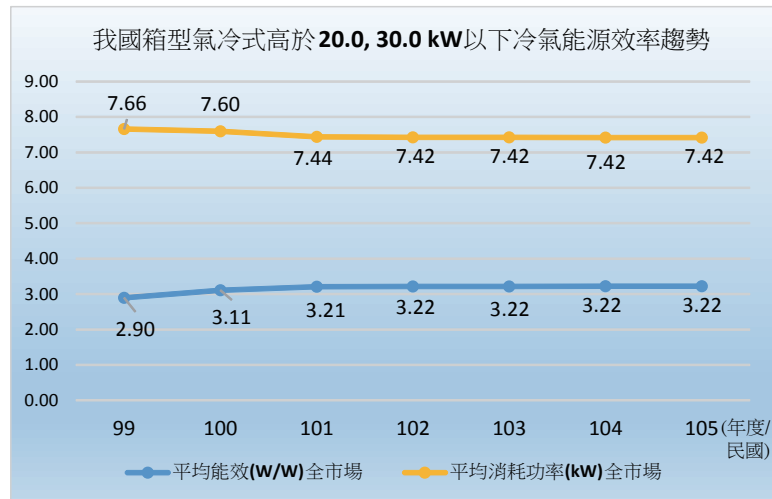
圖7 我國窗型單體式高於3.0 kW, 4.0 kW以下冷氣機能源效率趨勢



資料來源：本研究分析

圖8 我國箱型水冷式高於20.0 kW, 30.0 kW以下冷氣機能源效率趨勢





資料來源：本研究分析

圖9 我國箱型氣冷式高於20.0 kW, 30.0 kW以下冷氣機能源效率趨勢

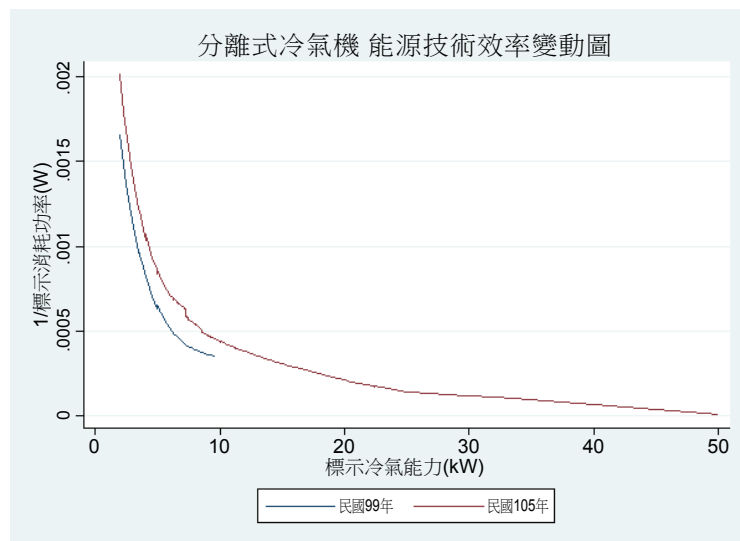
在技術上要提高產品能源效率值，可由提高總冷氣能力或降低消耗功率著手，因此探討冷氣機能源效率之技術變動，可由歷年產品之冷氣能力與消耗功率之變動來觀察。

本節中採用非參數迴歸模型，探討能源效率分級標示制度後，冷氣機產品的能源效率技術變動情形。本研究首先假設冷氣機產品的能源消耗量(耗電量)與產品功能變數間存在一非參數函數關係，其模型設定為：

$$y_i = m(x_i) + \varepsilon_i \quad \varepsilon_i \sim iid[0, \sigma_\varepsilon] \quad i = 1, \dots, N \quad (1)$$

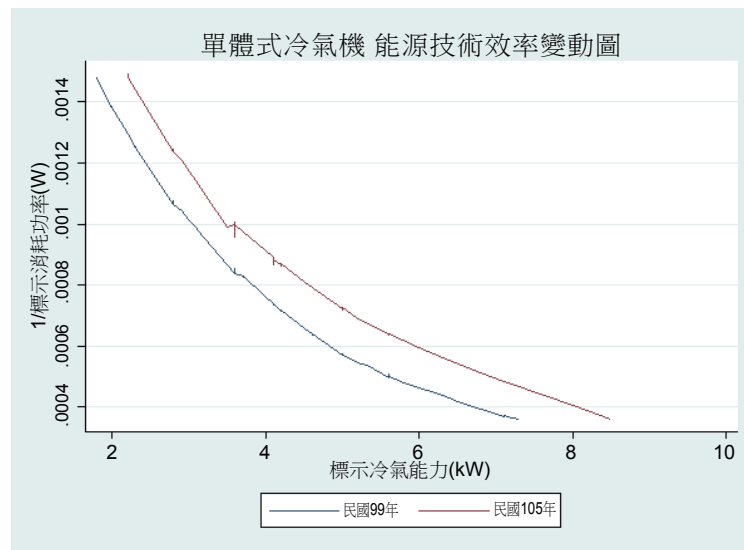
其中， $y_i$ 表第*i*種產品的能源消耗變數，設為消耗功率的倒數； $x_i$ 表第*i*種產品的產品功能變數，在冷氣機產品中，設為冷氣能力(kW)。

利用非參數迴歸Locally Weighted Scatterplot Smoothing (Lowess)模式可描繪出冷氣機產品在民國99年與105年間的能源技術效率變動概況並以曲線變動型態展現，此一能源技術效率曲線是一條凸向原點的曲線關係，反應出能源使用與冷氣能力間的取捨特性。圖10與圖11之橫軸為標示冷氣能力，縱軸為標示消耗功率的倒數，圖型曲線將反應出在相同的冷氣能力



資料來源：本研究分析

圖10 分離式冷氣機冷氣能力與消耗功率變動趨勢



資料來源：本研究分析

圖11 單體式冷氣機冷氣能力與消耗功率變動趨勢

下，耗電功率愈低愈好(亦即縱軸之數值愈高愈好)，或在相同的耗電功率下，冷氣能力愈高愈好(亦即橫軸的數值愈高愈好)。

比較民國99年與105年的曲線關係，顯示民國105年的曲線向右上移動，顯示技術效率曲線由民國99年向民國105年右上移動，代表在相同消耗功率下，民國105年產品之冷氣能力較民國99年產品明顯提升；同樣地，在相同冷氣能力下，民國105年產品消耗功率較民國99年產品明顯下降，顯示推動能源效率分級標示後，冷氣機整體節能技術明顯呈進步的態勢。另，由圖10與圖11中可看出，民國105年實施冷氣機能源效率由EER轉軌為CSPF後，新登錄之氣冷分離式冷氣機組則朝冷氣能力大型化發展，冷氣能力在10 kW至50 kW的冷氣機型明顯增加。

#### 4.4 冷氣機能源耗用參數迴歸分析

由歷年冷氣機能源效率管理數據統計分析得知，冷氣機之耗電量與產品功能或產品能源效率分級的相關，能源效率為一級之冷氣機產品最省電，變頻機種亦較定頻機種省電，冷氣能力越高則消耗較多電力，為進一步瞭解冷氣機產品的年耗電量與年度、產品功能間或產品能源效率分級的關係，本研究設定二個參數迴

歸模型來進一步深入討論。在模型一中，主要探討與不同年度間的影響，其模型設定如下：

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 Capacity + \beta_2 inverter + \beta_3 year 100 + \beta_4 year 101 + \beta_5 year 102 + \beta_6 year 103 + \beta_7 year 104 + \beta_8 year 105 + \beta_9 year 106 + \varepsilon_i \quad (2)$$

其中， $y_i$  表第  $i$  種產品的年耗電量(度)； $Capacity$  表第  $i$  種產品的功能變數，設為冷氣能力(kW)； $inverter$  為虛擬變數，表第  $i$  種產品是否為變頻機種， $inverter = 1$ ，為變頻機種產品； $year 100$ 、 $year 101$ 、 $year 102$ 、 $year 103$ 、 $year 104$ 、 $year 105$ 、 $year 106$  為年度虛擬變數，分別表示產品申請標示時間為民國100年、101年、102年、103年、104年、105年、106年，相對的比較基礎年為民國99年。

利用此參數迴歸分析模型，將產品再依據冷氣能力分群，分別估計分離式及單體式冷氣機於民國100年至106年的產品相較於民國99年產品的年耗電量與特定變數，包括：冷氣能力(kW)、是否為變頻機種間之關係。

表10為分離式冷氣機產品能源耗用迴歸模型一的估計結果，所有解釋變數均呈現高度統計顯著性結果，在1%顯著水準下拒絕參數為零的虛無假設。在以全部產品做為樣本的估計

表10 分離式產品能源耗用迴歸模型一的估算結果

年耗電量(度)	全部機種	4 kW以下機種	高於4 kW, 7.1 kW 以下機種	高於7.1 kW機種
是否為民國100年產品	-145.87	-137.34	-287.47	-114.10
是否為民國101年產品	-205.66	-161.06	-344.65	-279.23
是否為民國102年產品	-230.34	-188.91	-367.54	-305.96
是否為民國103年產品	-241.12	-174.68	-340.34	-406.99
是否為民國104年產品	-292.58	-206.87	-403.67	-451.41
是否為民國105年產品	-557.77	334.52	-640.45	-
是否為民國106年產品	-603.37	-354.12	-667.45	-
冷氣能力(kW)	288.61	333.52	366.89	325.67
是否為變頻機種	-376.62	-151.25	-239.23	-257.77
常數項	630.43	170.84	290.62	577.66
樣本數(台)	12,459	3,867	4,699	2,173
F值	18852.64	1537.22	2166.2	2097.48
調整R平方值	0.931	0.782	0.806	0.871

註：所有估計係數在1%下具統計顯著性，為節省篇幅，並未列出t統計值或標準差。  
資料來源：本研究分析

中，在解釋變數冷氣能力部分，每提高1 kW冷氣能力，年耗電量平均增加288.61度；若為變頻機種則平均減少376.62度；比較民國100年至106年各年度平均年耗電較民國99年差異的度數，迴歸係數顯示自民國100年起，每年度產品的年平均耗電皆有顯著減少，民國100年登錄之產品較民國99年均年耗電量減少145.87度，民國105年能源效率基準由EER轉軌為CSPF後，登錄之產品較民國99年平均年耗電量減少557.77度，民國106年更較99年減少603.37度。若區分成不同類別產品，不管在4 kW以下或高於4 kW且7.1 kW以下或高於7.1 kW等不同模型的估計結果，都可得到與全部產品所估計的結果相類似，顯示分離式冷氣機產品每年都朝更節能的機種發展，此說明我國推動冷氣機能源效率管理政策呈現非常正面且豐碩成果。

表11為單體式冷氣機產品能源耗用迴歸模型一的估計結果，所有解釋變數亦均呈現高度統計顯著性。在以全部產品做為樣本的估計中，冷氣能力每提高1 kW，年耗電量平均增加405.9度，其結果較分離式產品為高；若為變頻機種則平均減少94.67度，明顯較分離式產品為

低。比較民國100年至106年各年度平均年耗電量相較於民國99年間的差異度數，估計結果亦顯示自民國100年度起，每年度產品的年平均耗電皆有顯著減少，民國100年登錄之產品較民國99年均年耗電量減少196.79度；民國105年能源效率基準由EER轉軌為CSPF後，登錄的產品較民國99年平均年耗電量減少336.18度，民國106年更較民國99年減少409.87度。若區分成不同類別產品，其結果與全部產品為樣本來估計相類似，統計結果的意義，正說明我國推動強制性能源標示政策頗具節能成效。

為進一步分析冷氣機產品年耗電量與能源效率等級、產品功能間的關係，在模型二的估計設定為：

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 Capacity + \beta_2 inverter + \beta_3 rating 1 + \beta_4 rating 2 + \beta_5 rating 3 + \beta_6 rating 4 + \varepsilon_i \quad (3)$$

其中， $y_i$ 表第*i*種產品的年耗電量(度)；*Capacity*與*inverter*的設定與模型一相同；*rating 1*、*rating 2*、*rating 3*、*rating 4*為能源效率等級虛擬變數，分別表示產品能源效率等級為第1級、第2級、第3級、第4級，其比較基礎為第5級。

表11 單體式產品能源耗用迴歸模型一估算結果

年耗電量(度)	全部機種	4 kW以下機種	高於4 kW, 7.1 kW以下機種
是否為民國100年產品	-196.79	-150.06	-264.80
是否為民國101年產品	-262.20	-170.45	-377.10
是否為民國102年產品	-266.80	-178.74	-335.85
是否為民國103年產品	-277.68	-172.20	-393.85
是否為民國104年產品	-238.23	-173.25	-341.01
是否為民國105年產品	-336.18	-247.30	-444.24
是否為民國106年產品	-409.87	-278.29	-549.46
冷氣能力(kW)	405.90	368.92	408.38
是否為變頻機種	-94.67	-72.17	-107.36
常數項	104.97	146.65	171.75
樣本數(台)	2,803	1,424	1,233
F值	14548	2564.38	2555.26
調整R平方值	0.979	0.942	0.949

註：所有估計係數在1%下具統計顯著性，為節省篇幅，並未列出t統計值或標準差。

資料來源：本研究分析

表12為分離式冷氣機產品能源耗用迴歸模型二的估計結果，同樣的所有解釋變數均呈現高度統計顯著性。當比較能源效率第1級~第4級平均年耗電量，相較於第5級產品的差異度數，在以全部產品為樣本下，估計結果顯示第1級產品較第5級產品年平均耗電量減少580.66度，而第2級產品則較第5級產品平均年耗電節省255.56度。觀察不同冷氣能力類別的產品樣本，可見冷氣能力愈大的產品，年耗電量減少之度數愈高。

表13為單體式冷氣機產品能源耗用迴歸模型二的估計結果，同樣的，所有解釋變數均呈現高度統計顯著異於零的結果。在比較能源效率第1級~第4級相較於第5級產品的平均年耗電量的差異度數，在全部產品為樣本的估計中，結果顯示第1級產品較第5級產品年平均耗電量減少174.06度；第2級產品較第5級產品平均年耗電量節省155.62度，惟其差異度數未若分離式冷氣機大。

表12 分離式產品能源耗用迴歸模型二估算結果

年耗電量(度)	全部機種	4 kW以下機種	高於4 kW, 7.1 kW 以下機種	高於7.1 kW機種
是否為能效第1級產品	-580.66	-276.33	-533.56	-993.43
是否為能效第2級產品	-255.56	-171.82	-296.91	-731.49
是否為能效第3級產品	-31.01	-105.92	-189.29	-578.65
是否為能效第4級產品	-24.03	-36.87	-55.06	-352.32
冷氣能力(kW)	273.94	330.26	364.12	337.39
是否為變頻機種	-113.49	-33.32	-62.21	-34.70
常數項	521.24	81.34	109.51	714.24
樣本數(台)	12,459	3,867	4,699	2,173
F值	2619.32	1454.37	2071.9	13255.2
調整R平方值	0.928	0.693	0.726	0.973

註：所有估計係數在1%下具統計顯著性，為節省篇幅，並未列出t統計值或標準差。

資料來源：本研究分析



表13 單體式產品能源耗用迴歸模型二估算結果

年耗電量(度)	全部機種	4 kW以下機種	高於4 kW, 7.1 kW以下機種
是否為能效第1級產品	-174.06	-126.92	-351.41
是否為能效第2級產品	-155.62	-99.22	-202.99
是否為能效第3級產品	-85.16	-50.67	-113.04
是否為能效第4級產品	-14.43	-208.79	-36.35
冷氣能力(kW)	391.49	372.65	400.29
是否為變頻機種	-57.25	-44.44	-69.94
常數項	40.99	65.11	23.76
樣本數(台)	2,803	1,424	1,233
F值	10165.9	1285.43	1320.19
調整R平方值	0.956	0.844	0.865

註：所有估計係數在1%下具統計顯著性，為節省篇幅，並未列出t統計值或標準差。  
資料來源：本研究分析

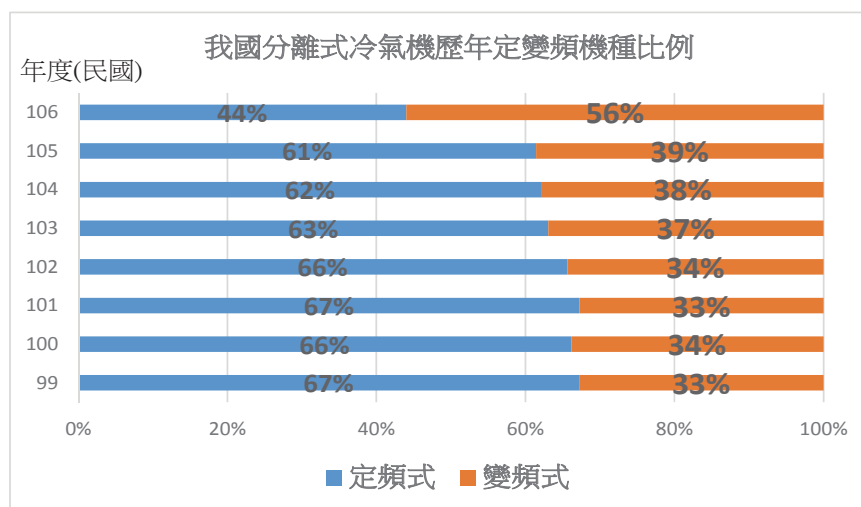
#### 4.5 歷年變頻機種發展趨勢

依前節估計結果顯示(如表10~表13)，冷氣機在相同冷氣能力下，變頻機種的能源消耗度數均較非變頻機種低，本節將分析市場上變頻與定頻機種的變化趨勢。由圖12可知，自民國99年推動能源效率分級標示以來，市場中分離式變頻機種款數比例由33%逐年提升至56%，尤其是民國106年能效基準由EER轉軌為CSPF後，變頻機種比例由前一年39%大幅提升至56%。但相較於分離式機種，單體式機種定頻仍為主要機種，變頻式機種比例並無顯著提升

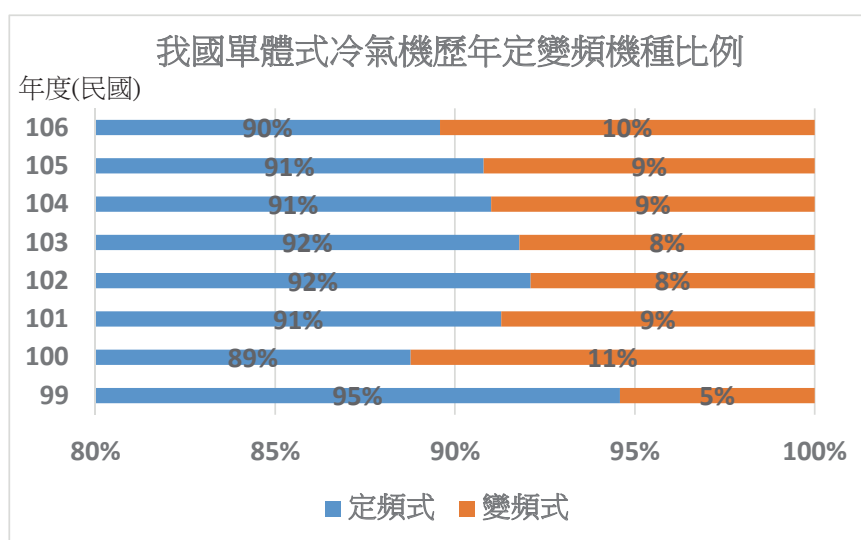
(如圖13)。若觀察定頻與變頻機種在民國105年度的銷售比重，分離式冷氣機變頻機種的銷售比重達77%，但單體式冷氣機變頻機種的銷售比重僅占18%(如圖14)。

#### 5. 冷氣機特徵價格模型與需求彈性分析

傳統消費理論並未著重於產品特性之討論，然而，產品具有不同特徵與屬性，構成產品之異質性。Lancaster (1966)之消費者行為理論，提出消費者所得到之效用並非來自於產品

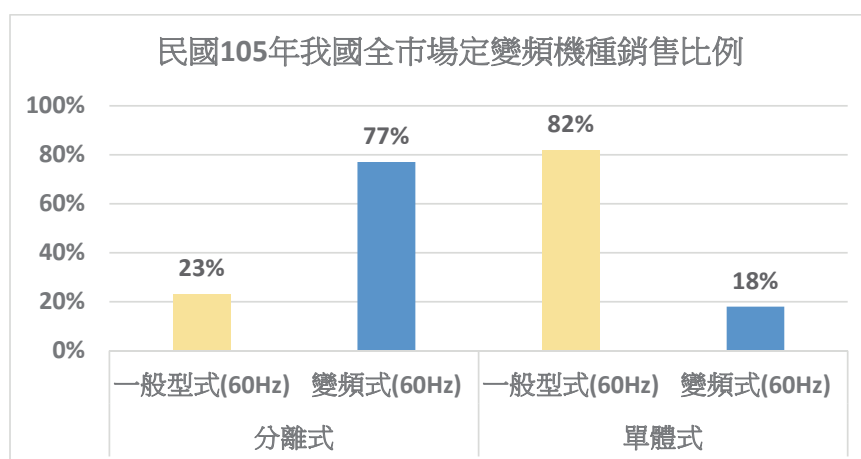


資料來源：本研究分析  
圖12 我國分離式冷氣機定變頻發展趨勢



資料來源：本研究分析

圖13 我國窗型單體式冷氣機定變頻發展趨勢



資料來源：本研究分析

圖14 民國105年我國市場冷氣機定變頻機種銷售比例

本身，由於每項商品包含諸多特徵或特性，此等特性方係導致帶來消費者效用之因，故產品總價格可視為各種特徵或特價格之總和，而每一項特性的價格即為一個特徵價格，因而，每一項產品之總價格可拆解為固定價格及該產品各種特性之價格。Rosen (1974)以完整架構說明價格與產品特徵關係，成為特徵價格理論之重要文獻。Rosen主張特徵價格函數是由消費者價值及生產者成本，形成市場均衡關係。藉由產品本身特徵與屬性，分別計算出特徵邊際價格，由於此等價格無法從產品觀察出來，又稱為隱含價格(implicit price)。Rosen所

建構之模型中，假設市場中有一系列差異性產品，每一產品具有  $n$  種屬性(attributes)或特徵(characteristics)，即  $z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$ ， $z_i$  代表商品含有之特徵的數量。 $p(z) = p(z_1, \dots, z_n)$  為特徵價格函數，隱含市場價格與特徵間之關係，受消費者與生產者彼此間出價(bidding price)及要價(offering price)行為所決定。

理論上特徵價格函數強調產品特徵與價格間存在非線性的本質，估算上最常用的模式為半對數(semi-log)型式：

$$\ln p_i = \alpha + \sum_{j=1}^n \beta_j z_{ji} + \varepsilon_i \quad (4)$$

其中， $\alpha$ 與 $\beta$ 為估計係數， $\varepsilon$ 為殘差項(error term)。

傳統之需求分析係建構在消費者效用極大化假設下，在一定所得預算限制下，消費者對產品需求會受到產品價格、所得與其他特性之影響，亦即存在Marshall (1997)需求曲線，然此等分析方式並未考量產品特性。當考量產品價格會受產品特性影響，則須應用特徵價格分析概念。在實證分析上，則先利用產品特性與產品價格，估算特徵價格方程式，接著利用特徵價格方程式估算各個產品特徵價格預測值，最後，以產品銷售量與特徵價格預測值與其他需求特性資料，進行需求方程式估算。當估計出需求方程式，即可以利用價格估計係數，計算各產品之價格彈性，進行相關分析。

將上述之特徵價格理論模式應用於探討冷氣機產品特性與價格之關係，用以評估能源效率等級、產品特徵是否對產品市場價格有影響，可提供能源效率分級政策之對市場價格影響，本研究將冷氣機產品特徵價格模型設定為：

$$\ln(\text{price}) = \beta_0 + \beta_1 \text{Capacity} + \beta_2 \text{Capacity}^2 + \beta_3 \text{inverter} + \beta_4 \text{separate} + \beta_5 \text{import} + \beta_6 d1 + \gamma \text{Brand} + \varepsilon \quad (5)$$

其中，price為第*i*種產品在市場上銷售的平均價格；Capacity為標示冷氣能力(kW)；Capacity<sup>2</sup>為標示冷氣能力的平方項；inverter為定頻或變頻形式虛擬變數，inverter = 1，表示變頻型式；separate為冷氣機種類虛擬變數，separate = 1表分離式；import為國產或進口虛擬變數，import = 1表進口品；d1為產品效率分級虛擬變數，d1 = 1，表能源效率第一級產品；Brand則為8個品牌虛擬變數。

特徵價格可反應產品在消費者心目中對產品特性的願付價格，由上述特徵價格模型，可預測每一項產品依其隱含特性所具備之消費者可接受之價格，可做為廠商訂價策略之參考。依特徵上述特徵價格模型所預測之產品特徵價

格，本研究將冷氣機產品需求模型設定為：

$$\text{sales} = \beta_0 + \beta_1 \hat{\text{price}} + \beta_2 \text{inverter} + \beta_3 \text{separate} + \beta_4 \text{import} + \beta_5 d1 + \beta_6 d2 + \beta_7 d3 + \beta_8 d4 + \gamma \text{Brand} + \varepsilon \quad (6)$$

其中，Sales為第*i*種冷氣機產品在市場之銷售量， $\hat{\text{price}}$ 為各產品特徵價格預測值，其餘解釋變數定義與前述相同。此需求模型可反應產品特徵價格與市場需求之關係，並用以進行相關變數的需求價格彈性分析，可做為廠商市場佈局與產品生產策略之參考。

表14為冷氣機產品特徵價格與產品需求迴歸估計結果。首先，觀察特徵價格方程式的估計結果，所有估計係數符號均符合預期假設，而且都具統計顯著異於零。其中，產品冷氣能力每增加1 kW，價格約增加37%，但隨著冷氣

表14 冷氣機產品特徵價格與產品需求迴歸估計結果 (資料期間為民國105年)

	特徵價格	產品需求
常數項	8.84*** (241.8)	821.05*** (3.74)
冷氣能力(kW)	0.37*** (23.1)	
冷氣能力(kW)平方項	-0.02*** (12.51)	
是否為進口產品	0.28*** (11.91)	625.25*** (3.05)
是否為變頻機種	0.19*** (12.49)	-246.60* (-1.73)
是否為分離式產品	0.21*** (15.81)	
是否第一級產品	0.04*** (2.86)	205.75 (0.91)
特徵價格		-0.017*** (3.61)
樣本數	1,108	1,102
F值	399	27.07
調整R平方值	0.835	0.25

\*\*\*表1%統計顯著水準；\*\*表5%統計顯著水準；\*表10%統計顯著水準  
括號內為t統計量  
註：為節省篇幅，品牌估計結果未予列出  
資料來源：本研究分析

能力數愈大其增加比率則愈低，符合邊際遞減特性。其次，在其他變數不變下，產品如為進口產品，價格會較國產品高28%；變頻冷氣機型，價格會較定頻冷氣機貴19%；產品如為分離式冷氣機價格則較其他冷氣機高出21%；在其他變數不變下，能源效率第一級產品較非第一級產品價格僅約高出4%，反映出產品雖然提高能源效率，然不易反應在產品價格上。

其次，在產品需求模型估計上，大多變數都具統計顯著性，其中，第一級產品、進口產品均為正值，表示對這些產品較其他產品的需求較高。另，特徵價格為負向顯著，符合需求模型估算，價格效果為負，表示在其他變數不變下，價格每增加新臺幣1,000元，需求量將減少17台。

表15為需求價格彈性的估計結果，所有估計t統計值為顯著異於0。首先由不區分類別的市場需求價格彈性值為-0.53，表示就冷氣機市場言，冷氣機產品為需求價格彈性絕對值小於1的產品，屬於無彈性的需求商品，顯示冷氣

機產品為民生必需品，廠商具有訂價能力與空間，亦即廠商具市場力(market power)。若以類別來區分，在產地方面，國外進口品價格彈性為-1.23而國產品價格彈性為-0.49，在其他變數不變下，相較起來若價格同樣變動1%，則國產品需求量減少0.49%，但進口品需求量減少1.23%，顯示進口品需求受價格影響較大。

在能源效率等級方面，反應出第四級產品的市場力最弱，廠商價格調升1%將導致需求下降0.79%，而第二級產品的市場力最強，廠商價格調升1%需求下降0.47%。在冷氣能力規模方面，冷氣能力越大越缺乏市場力，價格調升1%時，冷氣能力4.0 kW以下產品需求下降0.39%，但冷氣能力7.1 kW以上產品需求將下降1.1%。

在品牌方面，日系品牌明顯較非日系品牌具備市場力，顯示消費者對日系產品具有特定需求，當價格調升1%，日系產品銷售數量下跌0.39%，但非日系品牌產品銷售數量下跌0.87%。在冷氣機型式方面，定頻機種較變頻

表15 需求價格彈性估算

類別	項目	彈性值	t統計值
不區分		-0.53	-3.57***
生產地	國內生產	-0.49	-3.57***
	國外進口	-1.23	-2.66***
能源效率	第一級	-0.53	-3.52***
	第二級	-0.47	-3.48***
	第三級	-0.64	-3.02***
	第四級	-0.79	-3.06***
冷氣能力大小	4.0 kW以下	-0.39	-3.94***
	高於4.0 kW, 7.1 kW以下	-0.73	-3.16***
	7.1 kW以上	-1.10	-2.54**
品牌	日系品牌	-0.39	-3.57***
	非日系品牌	-0.87	-3.37***
冷氣機型式	變頻	-0.58	-3.55***
	定頻	-0.45	-3.49***
冷氣機類別	分離式	-0.62	-3.49***
	單體式	-0.33	-3.71***

\*\*\*表1%統計顯著水準；\*\*表5%統計顯著水準；\*表10%統計顯著水準。

資料來源：本研究分析



機種具有市場力。最後，在冷氣機類別方面，分離式冷氣機市場力較單體式冷氣機小。

由以上需求價格彈性估算結果，可歸納下列結論：

1. 冷氣機的需求價格彈性小於一，顯示臺灣冷氣機市場，廠商具有產品市場的訂價能力。
2. 低彈性意味著在消費面部分，部分消費者在預算上將存在流動性限制。由於，消費者原僅能花費特定金額，因而，當市場上特定商品價格較高時，消費者將購買較低價格之商品。
3. 臺灣冷氣機市場，國產品較進口品的市場力為強，反應出國產廠商較進口廠商有訂價空間。
4. 冷氣能力越大的產品越缺乏市場力，當產品價格提高時，消費者可能會偏向選擇冷氣能力較小的產品。
5. 日系品牌冷氣機較非日系品牌具備市場力，顯示消費者對日系產品具有某些品牌忠誠度，當價格調升時需求量下跌幅度較小。
6. 定頻機種較變頻機種具有市場力，當產品價格提高時，消費者可能會偏向選擇定頻機種產品。
7. 分離式冷氣機市場力較單體式冷氣機為小，當產品價格提高時，消費者可能會偏向選擇單體式產品。
8. 能源效率分級制度已施行多年，第一級與第二級產品的市場力較強，顯示能源效率分級制度對生產成本的影響，廠商可以透過訂價行為來調整，對於廠商的最終營運收入有正向效果。

## 6. 結論與建議

由於政府自民國99年推動強制性能源效率分級標示制度已歷經7年，冷氣機產品是第一波政府推動的家庭與一般商用產品。冷氣機產品為家庭與商業部門的電力消費主要來源，尤其是在夏天炎熱季節，更是用電大宗。在國際節

能減碳趨勢與國內能源結構轉型，如何降低電器產品的用電量，提升能源使用效率，係能源需求面管理政策的重要環節。政府在推動強制性能源標示制度下，已大幅提升國內冷氣機市場之能源效率結構，市面上能源效率標示第1級與第2級產品的市占率已提升高達至88%。由本研究顯示，在廠商配合與消費者購買習性改變下，市場上產品的整體能源效率明顯逐年提升，對臺灣住商部門節能貢獻良多。

為因應國際間普遍採用CSPF作為冷氣機性能指標，且能確實評估變頻冷氣機的節電效益，有利節能減碳工作之推行。參酌冷氣機實施能源效率管制的經驗，能源局已公告修訂「無風管冷氣機容許耗用能源基準與能源效率分級標示事項、方法及檢查方式」，並自中華民國一百零五年一月一日生效。本研究運用以往能源效率分級標示登錄資訊，建構冷氣機能源耗用迴歸模型、特徵價格與需求模型，進行需求價格彈性分析，藉以瞭解強制性能源標示制度的政策效果，並協助冷氣機廠商分析產品之能源效率與價格競爭力。本研究結果建議如下：

1. 由市場集中度HHI指標顯示，以EER為效率基準的臺灣冷氣機市場逐年趨向中度集中市場，若由前四大廠商的市場占有率觀察，顯示冷氣機市場仍屬寡占市場。推動冷氣季節性能因數(CSPF)基準後，定頻機種將面臨技術上的嚴峻挑戰，冷氣機市場能源效率分級結構將出現與以往較具差異性的改變。
2. 由於變頻機種相對於定頻機種對能源效率指標由EER轉為CSPF的衝擊較小，若廠商的生產策略以變頻技術為主，則能在能效基準轉軌過程中取得領先之市場地位。
3. 本研究提出特徵價格與需求彈性模型，特徵價格可反應產品在消費者心目中對產品特性之願付價格，由需求價格彈性絕對值小於1，可看出對冷氣機產品言，廠商具有訂價空間。特徵價格模型估算，可預測每一項產品依其隱含特性所具備之消費者可接受價格，

可做為廠商訂價策略的參考。此外，需求價格彈性的估算結果，可針對產品特性進行需求彈性分析，亦可做為廠商市場布局與產品生產策略之參考。

4. 在「強制性能源標示制度」施行後，廠商在產品市場上的競爭，由寡占趨向自由競爭，對於全民福祉有益，顯示政府在推動這項政策之正確與有效性。
5. 在「強制性能源標示制度」施行後，臺灣冷氣機廠商之生產技術明顯提升，顯示政府政策對於生產技術改善與競爭力提升產生成效，此一制度可再強化，如：定期檢討分級制度等。

## 致 謝

本文承經濟部能源局之能源基金計畫所贊助，特此致謝。

## 參考文獻

- Allcott, Hunt and Michael Greenstone (2012), Is There an Energy Efficiency Gap?, *Journal of Economic Perspectives*, 26(1): 3-28.
- Davis, Lucas W. and Gilbert E. Metcalf (2014), Does Better Information Lead To Better Choices? Evidence From Energy-Efficiency Labels, NBER Working Paper 20720.
- European Commission (2015), *Savings and benefits of global regulations for energy efficient product*, European Union, September 2015.
- Gerarden, Todd D., Richard G. Newell and Robert N. Stavins (2015), Assessing The Energy-Efficiency Gap, NBER Working Paper 20904.
- Lancaster, Kelvin J. (1966), A New Approach to Consumer Theory, *Journal of Political Economy*, 74(2): 132-157.
- Marshall, Alfred. [1890] (1997), *Principles of Economics*. Prometheus Books. ISBN 1573921408
- OECD/IEA (2016), *Energy Efficiency Market Report 2016*, International Energy Agency, Paris, France.
- Rosen, Sherwin (1974), Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition, *Journal of Political Economy*, 82(1): 34-55.
- Siemens AG (2015), *Minimum Energy Performance Standards: MEPS Regulations Worldwide*, Munich.
- Tremblay, Victor J. and Carol Horton Tremblay (2012), *New Perspectives on Industrial Organization*, Springer Science+Business Media, New York.

# The Effectiveness of Compulsory Energy Efficiency Rating Policy—The Case of Air-conditioners in Taiwan

Ling-Ju Lin<sup>1\*</sup> Jin-Long Liu<sup>2</sup>

## ABSTRACT

The purpose of this paper is to evaluate the effectiveness of compulsory energy efficiency rating policy in Taiwan. By using the administration data from the implementation of the policy, this study focuses on the products of air-conditioner. Our works first study the industry market structure and concentration by using the measure of Herfindahi-Hirschman Index. Second, by using non-parametric regression, this research is to observe the changing in energy-saving technology. Also, by using the parametric regression model, this study is to find the determinants and to estimate the magnitudes of energy consumption. Finally, we perform the Hedonic price model and demand analysis to estimate price elasticities of demand and to evaluate the relation between the sales and the energy efficiency rating. Our empirical results not only provide the quantitative analysis to help the government in evaluating the effectiveness of policy implementation but also offer the available information to enhance the decision-making process for the manufacturing.

**Keywords:** compulsory energy efficiency rating policy, non-parametric regression, parametric regression, Hedonic price model and demand analysis, air-conditioner

---

<sup>1</sup> Senior Administrator, Green Energy and Environment Research Laboratories, Industrial Technology Research Institute.

<sup>2</sup> Professor, National Central University.

\*Corresponding Author, Phone: +886-3-5918547, E-mail: ruth@itri.org.tw

Received Date: August 30, 2017

Revised Date: October 19, 2017

Accepted Date: November 6, 2017