

我國冰水機能源效率登錄分析研究

The regulation mechanism and current status of the chiller energy efficiency in Taiwan

賴泰華*、賴楷元、蕭志豪、趙令裕、張育瑞、簡國祥

Ta-Hua Lai*, Kai-Yuan Lai, Yu-Juei Chang, Ling-Yu Chao, Kuo-Hsiang Chien

工業技術研究院 綠能與環境研究所

Green Energy Environment Research Laboratories, Industrial Technology Research Institute

摘要

民國90年9月12日我國能源中央主管機關依法公告「空調系統冰水主機能源效率標準」，目的是藉由法令來限制商品之最低能源使用效率，以平抑夏季尖峰用電、降低產業支出成本，進而提升產業整體競爭力。108年8月20日公告修正「蒸氣壓縮式冰水機組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」後，開啟我國下一階段冰水機組能源效率管制之重要里程碑。本文將針對冰水機組能源效率分級標示管理之作業流程進行說明，並依據冰水機能源效率登錄資料，進一步分析能效等級市占率變化趨勢，作為國內能源及冷凍空調相關領域之研究參考。

關鍵字：冰水機、能源效率、分級標示

abstract

Since the Taiwan government promulgated the energy management law, the central competent authority has successively promoted industrial energy conservation and regulated the energy efficiency of equipment, the government's policy implementation goal is to improve the energy efficiency of industrial facilities without causing significant impact of industrial. In response to the new Taiwan examination regulation of chiller energy efficiency, this paper introduces the regulation mechanism of Taiwan chiller energy efficiency first. Then the analysis results of the status of the Taiwan chiller energy efficiency are described. The analysis results are based on the registered data from the Taiwan chiller energy efficiency management system platform. The analysis results will be useful for policy makers to set the goal or to regulate the plan of net-zero emissions pathway.

Keywords : Chiller、Energy efficiency、Energy label

一、前言

2050 淨零轉型不僅是環保議題，更是攸關我國產業於國際競爭力上之重要經濟課題。鑑於全球淨零排放趨勢(Net zero CO₂ emissions)與歐盟碳邊境調整機制(Carbon Border Adjustment

Mechanism, CBAM)，台灣國家發展委員會於2022年03月30日正式公布「臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明」，提供至2050年淨零之軌跡與行動路徑[1]。其中，淨零排放路徑包含「四大轉型」(能源轉型、產業轉型、生活轉型、及社會轉型)，及「兩大治理基礎」(科技研發、氣候

法制)，並輔以「十二項關鍵戰略」，就能源、產業、生活轉型...等預期強化領域制定行動計畫，以達成淨零轉型之目標。

於淨零排放路徑的「產業轉型」部分，據統計，2019 年商業部門之排放量為 27.1 MtCO₂e，占全體部門之 10%，其中，又以電力形式排放為主，其占商業部門總碳排放量 87% (即 23.7 MtCO₂e)。為有效推動商業部門朝 2050 年淨零排放目標邁進，「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」建議可由「設備或操作行為改善」、「使用低碳能源」、「商業模式低碳轉型」、及「綠建築」等四大面向同時進行[1]。其中，「設備或操作行為改善」首強調設備能源效率的提高，內容包含「研訂設備容許耗用能源標準(MEPS)管制」及「滾動式檢討調整標準訂定」，以促使企業逐步採用一級能效之空調與冷藏設備。

實際上，為鼓勵企業採用以「蒸汽壓縮式冰水機」為基礎的高能效空調或冷藏設備，經濟部能源局(以下簡稱主管機關)於 2019 年 08 月 20 日公告修正「空調系統冰水主機能源效率標準」為「蒸氣壓縮式冰水機組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」(以下簡稱公告文)，並自 2020 年 07 月 01 日正式生效[2]。預期透過完善的分級標示管理機制，審查並揭露市售冰水機產品的能源效率等級及其相關資訊，以引導企業選擇高能效產品，達到節能、省錢、減碳之三贏局面。

以下，將針對目前台灣的冰水機能效管理制度進行介紹，並分析目前市場狀況與說明執行成果，其分析結果將可提供製造業或政策決策單位於未來淨零排放課題的目標訂定或現有規劃之調整參考。

二、冰水機能效管理機制

台灣冰水機能效管理法源，是依據台灣能源管理法(修正日期：2016 年 11 月 30 日)第十四條第一項，規定廠商製造或進口主管機關指定之能源設備供國內使用者，其能源效率應符合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。

根據 2019 年 08 月 20 日公告文，台灣冰水機能效管理所適用之冰水機，包含：(1)符合中華民國國家標準 CNS 12575 (2007 年 02 月 27 日修訂公布[3])中所規範之蒸氣壓縮式冰水機組；(2)經主管機關認定之冰水機組。公告文並明訂，所適用的冰水機，其製冷性能係數 COP 應符合冰

水機組製冷能源效率基準(MEPS)，如表 1。若冰水機具有 CNS 12575 中所述熱回收功能，則不在此限，其採納管但不分級。

表 1、冰水機組製冷能源效率基準(MEPS) [2]

冰水機組類型		標示額定制冷能力	製冷能源效率基準
			性能係數(COP)
水冷式	容積式	< 528kW	4.45
		≥ 528kW < 1758kW	4.90
		≥ 1758kW	5.50
	離心式	< 528kW	5.00
		≥ 528kW < 1055kW	5.55
		≥ 1055kW	6.10
氣冷式		全機種	2.79

註：

1. 冰水機組性能係數(COP)依 CNS 12575 (96 年版)「蒸氣壓縮式冰水機組」於全載標準試驗條件，及各積垢容許值皆為零值下，實測所得之額定制冷能力除以額定制冷消耗電功率，採四捨五入計算至小數點後第二位，不得小於上表製冷能源效率基準。
2. 產品標示值亦不得小於上表製冷能源效率基準。
3. 經中央主管機關審核具有 CNS 12575 中所述熱回收功能之冰水機組，不在此限。

冰水機組能源效率分級標示的申請作業包含四個主要步驟：(1)管理系統帳密申請、(2)產品登錄編號申請、(3)商品管理序號申請、(4)產品銘牌及能源效率等級標示。

(1) 管理系統帳密申請

登錄義務廠商(包含製造商、委託製造商、及進口使用者)須先至管理系統網站[4]申請帳號及密碼。申請時應檢具「公司、有限合夥或商業登記證明文件」，並連同「能源效率分級標示管理系統登錄帳號及密碼申請表」，郵寄至冰水機組能效管理專案辦公室進行申請。其中，申請表格需廠商用印(廠商及負責人印鑑)或代表廠商負責人簽名。

(2) 產品登錄編號申請

當登錄義務廠商有製造或進口新產品時，需至管理系統網站申請產品登錄編號。申請時應提供機組資訊、測試報告、及關鍵元件圖說...等文件，供主管機關進行型式及能源效率審查，若文

件符合規範，則由主管機關核發產品登錄編號。在完成產品資訊登錄後，系統將自動產出「冰水機組能源效率分級標示登錄申請表」。該登錄申請表內容包含：

- 申請廠商(登錄義務廠商)基本資料；
- 承製廠名稱及地址；
- 能源效率分級標示內容；
- 產品關鍵組件；
- 申請聲明與切結；
- 委託代理授權(申請廠商自行申請登錄作業免填)。

申請表需檢附壓縮機、冷凝器、蒸發器...等關鍵元件、主機外觀與冷媒循環圖說供主管機關審查。其中，若為氣冷機，則關鍵元件部分需額外提供散熱風扇及馬達圖說。申請產品登錄編號時，除登錄申請表外，另需檢附「能源效率試驗報告」正本，該報告需加蓋申請廠商印鑑或代表廠商之負責人簽名。

此處所指之能源效率試驗報告應由財團法人全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation)、國際實驗室認證聯盟(International Laboratory Accreditation Cooperation) 相互承認協議簽署會員之認證機構或主管機關認可之實驗室出具，且該能源效率試驗報告應載明能源效率檢測方法符合 CNS 12575(2007 年版)蒸氣壓縮式冰水機組規定。此外，實測所得之額定製冷能力除以額定製冷消耗電功率(採四捨五入計算至小數點第二位)，不得小於表 1 製冷能源效率基準。

上述申請所需文件正本(包含申請表、冰水機組之關鍵組件、主機外觀、冷媒循環圖說、及測試報告)同樣需郵寄至冰水機組能效管理專案辦公室進行審核。主管機關將依能源效率試驗報告所載額定製冷能力及性能係數(COP)標示值，按冰水機組製冷能源效率分級基準(表 2)核定所申請產品之能源效率等級及登錄編號。完成核定的產品，亦會於管理系統網站首頁的「已核定產品」中新增該型號，廠商即可於管理系統下載能源效率標示(圖 1)。

(3) 商品管理序號申請

已取得產品登錄編號之冰水機，可依公告文第七點，至管理系統網站，逐台申請商品管理序

號，並將產品登錄編號及商品管理序號同時標示於冰水機組銘牌中，方可視為合法販售及使用。

表 2、冰水機組製冷能源效率分級基準表 [2]

冰水機組 類型	標示額定製冷能力	製冷能源效率分級基準				
		性能係數(COP)				
		3 級	2 級	1 級		
容積式	< 528kW	4.45	4.80	5.15		
		≥ 528kW < 1758kW	4.90	5.30	5.70	
		≥ 1758kW	5.50	5.90	6.35	
	水冷式	< 528kW	5.00	5.40	5.80	
			≥ 528kW < 1055kW	5.55	5.95	6.40
			≥ 1055kW	6.10	6.60	7.10
氣冷式	全機種	2.79	3.00	3.20		

註：

- 冰水機組性能係數(COP)依 CNS 12575 (96 年版)「蒸氣壓縮式冰水機組」於全載標準試驗條件，及各積垢容許值皆為零值下，實測所得之額定製冷能力除以額定製冷消耗電功率，採四捨五入計算至小數點後第二位，須符合附表一規定。
- 實測所得之額定製冷能力及性能係數應大於產品標示值 95%以上。
- 經中央主管機關審核具有 CNS 12575 中所述熱回收功能之冰水機組，不適用本表分級基準。

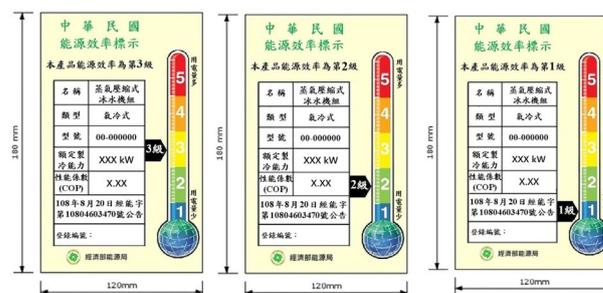


圖 1、能源效率分級標示圖。

商品管理序號申請，需先至管理系統網站進行商品資料登入，並上傳冰水機組外觀及關鍵組件銘牌照片。商品管理序號申請採線上審核的方式，無需檢附紙本文件。完成審核後，系統將會產生該台冰水機的商品管理序號(猶如冰水機的身分證)。

(4) 產品銘牌及能源效率等級標示

廠商製造或進口冰水機組供國內使用前，應於冰水機組明顯處以銘牌標示下列 12 個事項：

(1)產品類型；(2)製造廠商名稱、電話及地址。屬進口者，並應標示進口廠商名稱、電話及地址；(3)產品型號；(4)製造年月；(5)製造號碼；(6)額定電壓(V)、相數及額定頻率(Hz)；(7)產品登錄編號；(8)管理序號；(9)額定製冷能力(kW)；(10)額定製冷消耗電功率(kW，數值未達 1kW 時以 W 為單位)；(11)性能係數(COP)；(12)能源效率等級。

廠商於管理系統網站取得產品管理序號後，需至「已核準產品」處，下載能源效率標示圖(圖 1)，並黏貼於冰水機組正面明顯處，或附加於使用說明書。而在陳列或銷售所使用之產品型錄上，亦需於冰水機組圖形旁，明確顯示其能源效率分級標示圖(圖 2)。



圖 2、能源效率分級標示圖(使用於產品型錄上)

三、冰水機能效登錄現況分析

2020 年 7 月 1 日至 2021 年 12 月 31 日共計 2107 種冰水機型取得能源效率等級核定及登錄編號，核定登錄編號數量逐季變化如圖 3 所示。「蒸氣壓縮式冰水機組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」自 2020 年 07 月 01 日始生效，為使市場上製造販售及進口使用之冰水機組皆符合法規要求，2020 年第 3 及第 4 季登錄數量明顯較高，2021 年開始則新機型登錄數量趨於平緩；登錄機型中 1 級能效機型占比則約 13~16%，冰水機能效管理制度推動後能否帶動廠商朝高效冰水機組開發仍待持續分析研究。



圖 3、冰水機能源效率登錄數量逐季變化圖

藉由產品登錄編號(表示機組型號數、非銷售量)的分析，可瞭解不同類型冰水機在各額定制冷能力區間之產品能效分佈情形(表 3)。以冰水機類型進行分類可知登錄量最大者為水冷容積式機組，共計登錄 1088 型(51.6%)，其次則為氣冷式 606 型(28.8%)，登錄量最小則為水冷離心式機組 413 型(19.6%)；如以產品能效等級進行分類可知目前市售冰水機仍以 3 級能效產品居多，共計登錄 1147 型(54.4%)，其次為 2 級能效產品 687 型(32.6%)，登錄量最小則為 1 級能效產品 273 型(13%)。

由表 3 可知水冷容積式冰水機以<528kW 的產品為主力，共計登錄 741 型，佔所有水冷容積式冰水機產品的 68%；水冷離心式產品則以製冷能力>1055kW 的產品佔多數，共計登錄 292 型，該製冷能力區間所登錄之產品佔所有水冷離心式產品的 69%。進一步分析登錄資料，可知 1 級能效產品多集中於水冷容積式冰水機，共計登錄 1 級能效產品 222 型，佔所有水冷容積式冰水機產品的 20%；水冷離心式冰水機共計登錄 1 級能效產品 39 型，僅佔所有水冷離心式產品的 9.4%，氣冷式冰水機則登錄 1 級能效產品 12 型，佔所有氣冷式冰水機產品約 2%。由統計資料顯示市售 1 級能效冰水機產品佔比並不高，尤其水冷離心式及氣冷式冰水主機在能效提升上仍有努力空間。

表 3、冰水機組登錄編號申請統計表

冰水機類型	額定制冷能力	產品能效核定(型)				
		3 級	2 級	1 級	總計	
水冷式	容積式	< 528kW	422	197	122	741
		≥ 528kW < 1758kW	110	131	99	340
		≥ 1758kW	4	2	1	7
	離心式	< 528kW	4	21	21	46
		≥ 528kW < 1055kW	19	46	16	81
		≥ 1055kW	226	58	2	286
氣冷式	全機種	362	232	12	606	
總計		1147	687	273	2107	

註：資料統計區間 109 年 7 月 1 日至 110 年 12 月 31 日

2020 年至 2021 年冰水機各級能效登錄機型數量如圖 4，2020 年共計登錄 950 型冰水機，分別為 1 級能效 100 型(11%)、2 級能效 306 型(32%)及 3 級能效 544 型(57%)；2021 年整體登錄數量略升為 1157 型，分別為 1 級能效 173 型(15%)、2 級能效 381 型(33%)及 3 級能效 603 型(52%)。由統計可知各級能效冰水機登錄數量皆有所成長，2021 年 3 級能效機型登錄數量之全年度占比較上年度略為下降 5 個百分點，1 級和 2 級能效機型則分別上升 4% 及 1%。

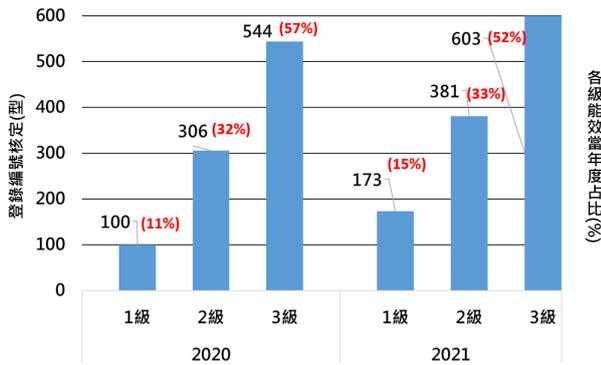


圖 4、冰水機能源效率登錄逐年變化圖

水冷容積式冰水機組之產品能效分佈參考如圖 5，機組製冷能力範圍 17-2,110kW，COP 平均值為 4.92，最大 COP 值為 6.57，以 <528kW 裝置容量機型為大宗。機組能源效率(COP)與製冷能力呈正相關，其上升幅度較水冷離心式冰水機組來的顯著，惟其 COP 平均值較水冷離心式機組來的小。

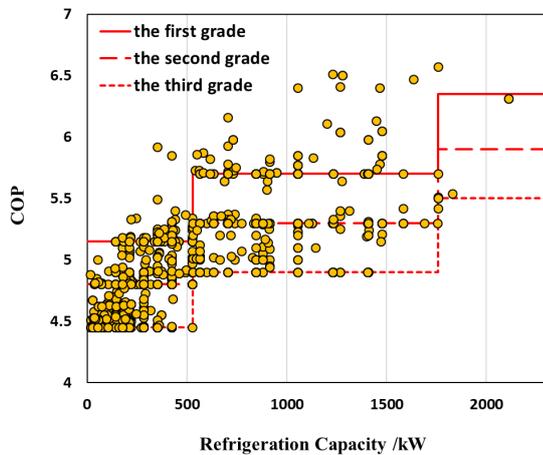


圖 5、水冷容積式冰水機產品能效登錄分佈

水冷離心式機冰水機組之產品能效分佈參考如圖 6，機組製冷能力(標示值)範圍 211-10,547kW，COP 平均值為 6.22，最大 COP 值為 7.1；大於 3,000kW 的中大型機組佔 84 型，COP 平均值為 6.48。機組能效 COP 基本上隨製冷能力增加而上升，但當製冷能力超過 1,500kW 時，COP 上升幅度並不顯著。

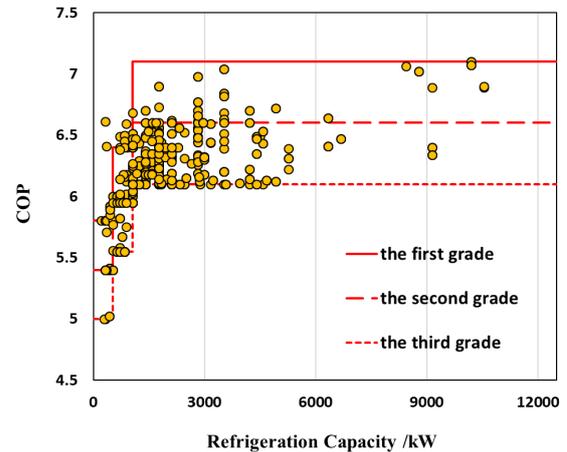


圖 6、水冷離心式冰水機產品能效登錄分佈

氣冷式冰水機組的 COP 分佈參考如圖 7，機組製冷能力範圍 12-520kW，COP 平均值為 2.91，最大 COP 值為 3.22。氣冷式冰水機組能源效率隨製冷能力增加而上升的情況並不明顯。此外，由分析結果可知，目前氣冷式冰水機 1 級能效機型登錄量並不高，僅佔比約 2%；主流機型的製冷能力是以不超過 200kW 為主，小於 200kW 的機組共計有 582 型，已佔全部氣冷式冰水機的 94%。

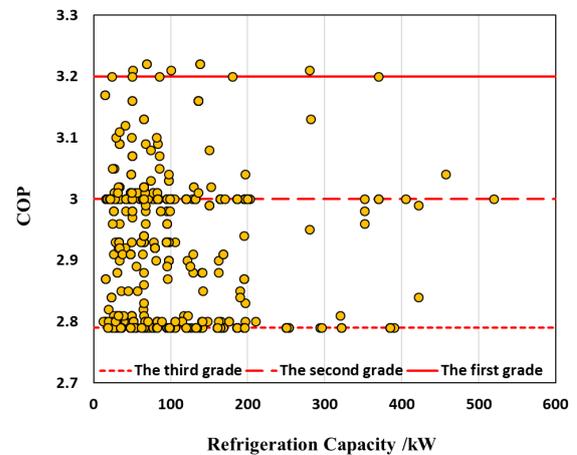


圖 7、氣冷式冰水機產品能效登錄分佈

藉由商品管理序號的分析，可瞭解不同類型冰水機在各額定制冷能力區間之商品製造分佈情形(表 4)。以冰水機類型進行分類可知管理序號申請件數最多者為氣冷式冰水機組，共計申請管理序號 4897 件(59%)，其次則為水冷容積式冰水機 2800 件(34%)，申請量最小則為水冷離心式機組 599 件(7%)；如以產品能效等級進行分類可知目前冰水機市場以 2 級能效商品市占率最高，共計申請 4172 件(50%)，其次為 3 級能效商品 3578 件(43%)，申請量最小則為 1 級能效商品 546 件(7%)。

表 4、冰水機組管理序號申請統計表

冰水機類型	額定制冷能力	商品管理序號核定(件)				
		3 級	2 級	1 級	總計	
水冷式	容積式	< 528kW	1453	581	289	2323
		≥ 528kW < 1758kW	123	221	119	463
		≥ 1758kW	11	2	1	14
	離心式	< 528kW	7	44	55	106
		≥ 528kW < 1055kW	35	74	24	133
		≥ 1055kW	218	141	1	360
氣冷式	全機種	1731	3109	57	4897	
總計		3578	4172	546	8296	

註：資料統計區間 109 年 7 月 1 日至 110 年 12 月 31 日



圖 8、冰水機管理序號數量逐季變化圖

2020 年 7 月 1 日至 2021 年 12 月 31 日共計 8296 台冰水機被製造或進口並取得商品管理序

號，管理序號數量逐季變化如圖 8 所示。據統計，冰水機管理序號每季申請數量穩定維持約 1200 至 1500 件，其中 1 級能效機型當季申請占比有緩升趨勢，冰水機能效管理制度推動後是否會對高能效冰水機商品之市占率產生結構性影響亦有待持續分析研究。

四、結論

透過冰水機產品能效分級制度後，充份揭露產品能源效率資訊給使用者與相關產業，將有助於擴大冰水機節能效益，藉由市場機制有效引導廠商研發高能源效率產品。執行現況分析所使用之數據皆來自中華民國蒸氣壓縮式冰水機組能源效率分級標示管理系統。一般民眾、消費者或設計規劃者，可至管理系統網站[4]查詢相關已核定產品之資訊。此外，分析冰水機產品登錄資訊亦可快速、正確的掌握市場中冰水機之能源效率變動及市占率變化等趨勢，供市場動態分析及政策研擬修訂參考。

五、感謝詞

本論文承蒙能源局研究計畫(計畫編號 111-E0417)資助，謹此致謝。

六、參考文獻

- [1] 台灣國家發展委員會(2022 年 03 月 30 日)。臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明 [WWW Document]。檢自 URL https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=FD76ECBAE77D9811 (2022 年 06 月 10 日)。
- [2] 經濟部(2019 年 08 月 20 日)。經濟部公告、經能字第 10804603470 號。行政院公報第 025 卷第 156 期。
- [3] 經濟部標準檢驗局 (2007 年 02 月 27 日)。CNS 12575 「蒸氣壓縮式冰水機組」。中華民國國家標準。
- [4] 台灣冰水機能源效率管理系統網站：<https://ranking.energylabel.org.tw/LBICE/>