

台灣冰水機能源效率登錄分析研究

Analysis and Research on the Energy Efficiency of Chillers in Taiwan

陳奕瑞，陳佳瑩，羅進鴻，趙令裕，張育瑞

Yi-Ray Chen, Chia-Ying Chen, Chin-Hung Lo, Ling-Yu Chao and Yu-Juei Chang

工業技術研究院 綠能與環境研究所

Green Energy and Environment Research Laboratories, Industrial Technology Research Institute

摘要

台灣的能源有 95 % 以上是依賴進口的，為了降低能源使用成本及達到節能減碳的需求，經濟部能源局於民國 90 年 09 月 12 日依法公告「空調系統冰水主機能源效率標準」，其目的在藉由法令規範市售商品之最低能源效率標準 (MEPS)，以提升商品之使用效率之目的。能源局於 108 年 08 月 20 日公告「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」，開啟台灣在冰水機組能源效率管制之重要里程碑，並朝著 2025 非核家園與 2050 淨零排放 (Net Zero) 的目標前進。此外，於民國 102 年 02 月 18 日進行公告修正。本文將說明冰水機組能源效率分級標示管理作業與工作項目，並分析冰水機組能源效率登錄資料，以了解目前市售商品之能效，產地與容量分布等資訊，以提供台灣能源與冰水機相關領域之參考。

關鍵字：冰水機，能源效率，能效分級

Abstract

More than 95 % of energy is dependent on imports in Taiwan. To reduce energy costs and achieve the goal of energy saving and carbon reduction, the Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs, R.O.C. announced the "Energy Efficiency Standards for Chilled Water Units for Air-Conditioning Systems" on September 12, 2001. Its purpose is to limit the minimum energy efficiency standard (MEPS) of commodities by law, to improve the efficiency of commodity use. On August 20, 2019, the Bureau of Energy announced the "Vapor Compression Chilled Water Unit Minimum Energy Consumption Standards and Energy Efficiency Classification Labeling Items and Check Methods". The regulation opened important milestone in Taiwan's energy efficiency management of chilled water units and moving towards the goal of 2025 non-nuclear homes and 2050 net zero emissions (Net Zero). In addition, the announcement was revised on February 18, 2013. This article explains the energy efficiency classification and labeling management of chilled water units, and analyze the energy efficiency registration data of chilled water units to further understand the energy efficiency, origin and capacity distribution of commercial products, as a reference for Taiwan's energy and chilled water machine related fields.

Keywords: Chiller、Energy efficiency、Energy label

一. 前言

根據能源局民國 111 年能源供給概況[1]顯示，台灣進口能源占總能源使用量的 97.3 %（包含：石化產品、煤、天然氣與核能），而自產能源僅占總能源使用量的 2.7 %（包含：生質能、太陽光電、水力與風力等）。而在電力消費部分工業部門總用電量（生產性質）約占總電量的 56 %，而住宅、服務與運輸等總用電量（非生產性質）則約占總用電量 44 %。此外，根據 2022 年非生產性質行業能源查核年報[2]顯示，電力流向包含：空調、照明、冷凍冷藏與送排風等設備，其中空調設備耗電量最高約占總耗電量的 45 %，因此提升空調設備之能效可有效降低台灣總體之耗電量。

台灣早在民國 69 年時已公布能源管理法，其目的在於加強管理能源，促進能源合理及有效使用。中央主管機關為確保全國能源供應穩定及安全，考量環境衝擊及兼顧經濟發展，因此陸續推動產業節能及使用能源設備及器具之效率管制，並持續關切各項使用能源設備及器具管制策略及評估產業關鍵能源使用設施，期望藉由政府法令規範及宣導，在不造成國內產業太大的衝擊下，提升產業使用能源設施之能源效率，以逐步實踐台灣節能減碳之政策目標。

經濟部能源局於民國 90 年 09 月 12 日依法公告「空調系統冰水主機能源效率標準」[3]，並分階段施行能源效率標準管制，其目的在於藉由法令規範市售商品之最低容許耗用能源效率標準（Minimum Energy Performance Standard; MEPS），以提升商品之使用效率與平抑夏季尖峰用電。能源局於 108 年 08 月 20 日公告「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」[4]，並自 109 年 07 月 01 日生效，如表 1 所示為冰水機組製冷最低耗用能源效率標準，未達此標準之商品依法不得在台灣進行銷售，開啟台灣在冰水機組能源效率管制之重要里程碑。

為與國際廣泛認可之認證實驗室 AHRI（Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute）接軌，經濟部能源局於民國 112 年 02 月 18 日修正「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」[5]，此次最主要修改條文第四條能源效率試驗報告應由 TAF（Taiwan Accreditation Foundation）、ILAC（International Laboratory Accreditation Cooperation）、AHRI 或中央主管機關認可之實驗室出具，為配合新法規執行，因此開

始進行舊登錄編號（108 法規）重新申請新登錄編號（112 法規）之重新申請（轉軌）作業。本文將針對冰水機能效管理機制進行簡介，並對 109 年法規實施日起至 112 年 06 月底新申請登錄編號與管理序號進行分布狀況分析，作為製造業與政策決策單位之規畫參考，並朝向 2025 非核家園與 2050 淨零排放[6]之目標邁進。

表 1、冰水機組製冷最低耗用能源效率標準[4]。

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。

二. 冰水機能效管理機制

經濟部能源局於民國 108 年公告「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」，並自於 109 年開始實施，同時為確認標示之正確性，因此於 110 年公告「蒸氣壓縮式冰水機組能源效率標示檢查及能源效率抽測作業要點」，以確保標示之正確性與公信力。冰水機能效管理機制說明如圖 1 所示：

在適用範圍方面：冰水機組依據中華民國國家標準（以下簡稱 CNS）12575（九十六年版）蒸氣壓縮式冰水機組規範進行測試，其中水冷容積式、水冷離心式與氣冷式機組進行能源效率分級管制，而具熱回收之冰水機組則納管，但不進行能源效率分級。此外，吸收式冰水機及除水之外之冷卻介質的

設備(如滷水機)則不在納管之範圍內。

申報義務人方面，國產冰水機組之申報義務人以製造商與供貨商為主。而進口冰水機組的部分，由於各終端業營運之考量，因此部分業主直接對國外廠商進行採購，而其餘業主則是委託代理商、進口商或工程公司進行採購，因此申報義務人種類較繁雜，而基本的判定方式為進口申報單之納稅義務人，即為冰水機組能效申報之義務人。

在申請冰水機組登錄編號前須先進行申報義務人帳號申請，帳號申請需檢附公司資料與商業登記資料等，待審查通過後核發帳號與密碼。申請登錄編號需檢附冰水機組測試報告（須由 TAF、ILAC、AHRI 或中央主管機關認可之實驗室出具），關鍵零組件圖說等資料至冰水機組能效分級標示管理系統[7]進行申請，並依據冰水機組製冷能源效率分級基準表進行分級，待冰水機組管理團隊完成文件審核後，送交中央主管機關進行簽核與發文，並核發冰

水機組登錄編號。

當商品出貨前須先向冰水機組管理團隊申請冰水機組管理序號，申報義務人須於管理系統上回傳即將出廠的冰水機組銘牌照片，以供計畫管理團隊進行能源效率標示符合性與一致性檢查，確認後核發冰水機組管理序號。除上傳之資料外，管理團隊亦透過公協會與合作單位取得新裝設冰水機銘牌資訊，以確認銘牌標示內容的完整性和正確性及是否進行能源效率分級圖示揭露等。

為確保標示之正確性與公信力，因此在 110 年公告「蒸氣壓縮式冰水機組能源效率標示檢查及能源效率抽測作業要點」，對冰水機組進行抽樣檢查，並定期進行實驗室資料有效性地確認。此外，對於申報義務人，終端業主進行推廣與宣導以順利推動冰能效分級管理機制，並引導企業選擇高能效產品，達到節能、省錢、減碳之三贏局面。



圖 1：冰水機組管理機制說明圖。

三. 冰水機能效登錄現況分析

3.1 冰水機能效等級登錄編號分析

以下針對 109 年 07 月至 112 年 06 月間冰水機組取得能效等級登錄編號數量進行分析，圖 2 為冰

水機組取得能效等級登錄編號數量，此數量為新申請之登錄編號數量（扣除重複申請與 112 年實施新法規轉軌之數量），其數量總計為 3,267 型。圖中柱狀圖代表為每年取得登錄編號的總數量，以 110 年取得數量最多約為 1,150 型，隨後登錄數量逐年遞

減。橘色虛線代表每季之平均登錄編號數量，以 109 年平均每季為 315 型最多，至 111 年平均每季約落在 200 型左右，呈現逐年下降之趨勢。

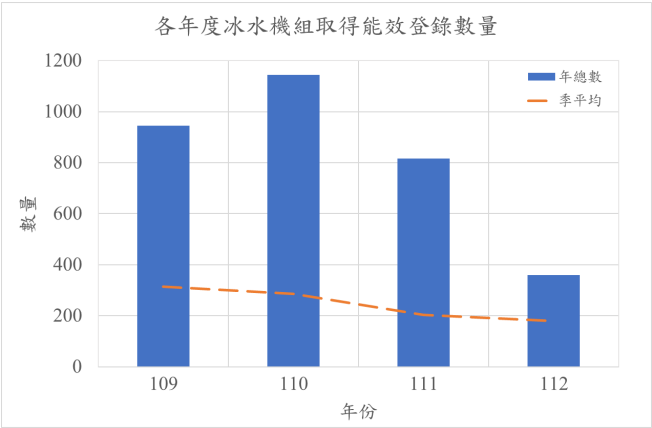


圖 2：各年度冰水機組取得能效登錄編號數量。(109/07 至 112/06)

圖 3 為各年度各型式冰水機組取得能效登錄編號數量，其中包含：水冷容積式（占 48.8%）、水冷離心式（占 25.3%）與氣冷式（占 25.9%）三種。圖中柱狀圖代表各年度各型式登錄編號數量，由圖中可以看出水冷容積式機組在前三年登錄編號數量均大於其餘兩型式，而後兩年水冷離心式登錄編號數量均較氣冷式多。虛線代表各型式所占之比例，由圖中可以發現水冷容積式與氣冷式取得比例有逐年下降之趨勢，而水冷離心式則由 109 年 12% 增加至 112 年 45% 成長將近 4 倍，有逐年增加之趨勢。

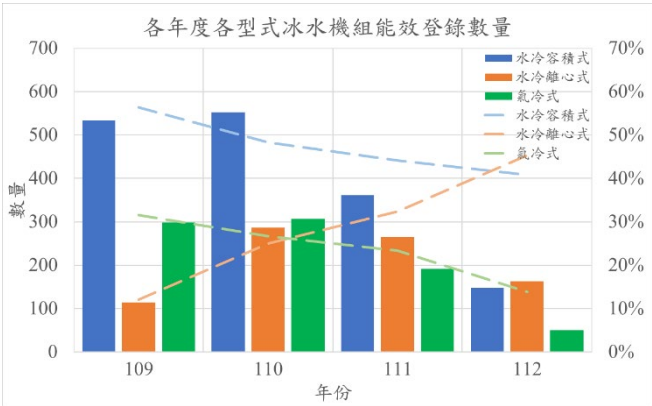


圖 3：各年度各型式冰水機組取得能效登錄編號數量。

依據各能效等級(如表 2 所示)進行統計分析，圖 4 為各年度各能效等級冰水機組取得能效登錄編號數量，其中柱狀圖代表該能效等級登錄編號數量，由圖中可以發現在統計的 4 年間能效等級三級登錄編

號數量最多(占 52.0%)，二級能效次之(占 31.5%)，一級能效最少。二級與三級能效登錄編號數量均以 110 年為最多隨後逐年遞減，而一級能效登錄編號數量則在 111 年為最多。虛線代表該能效等級所占之比例，由圖中可以發現三級能效的比例有逐年下降之趨勢，而一級能效則有逐年成長之趨勢，而二級能效則呈現震盪之趨勢約維持在 30% 左右。

表 2、冰水機組製冷能源效率分級基準表[4]。

冰水機組 類型		標示額定制冷 能力	製冷能源效率分級 基準		
			性能係數（COP）		
			3 級	2 級	1 級
水 冷 式	容 積 式	< 528kW	4.45	4.80	5.15
		≥ 528kW < 1,758kW	4.90	5.30	5.70
		≥ 1,758kW	5.50	5.90	6.35
	離 心 式	< 528kW	5.00	5.40	5.80
		≥ 528kW < 1,055kW	5.55	5.95	6.40
		≥ 1,055kW	6.10	6.60	7.10
氣冷式		全機種	2.79	3.00	3.20

- 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，須符合附表一規定。
 2. 實測所得之額定制冷能力及性能係數應大於產品標示值 95% 以上。
 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，不適用本表分級基準。

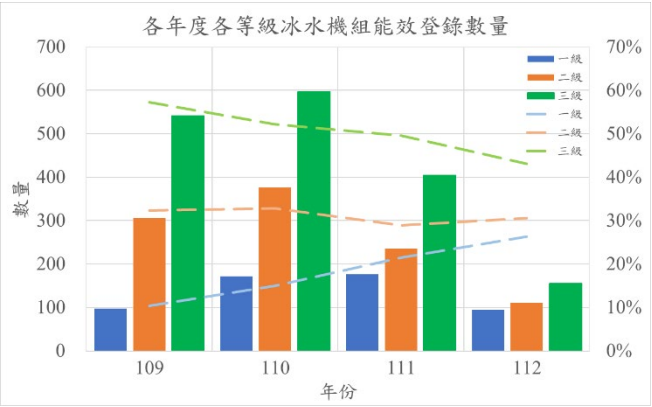


圖 4：各年度各能效等級冰水機組取得能效登錄編號數量。

圖 5 為各型式各能效等級冰水機組能效登錄編號數量，圖中柱狀圖代表該能效等級登錄編號數量，由圖中可以發現各能效等級中均以水冷容積式之數量為最多，而在一級能效等級中氣冷式機組所占的數量最少，在二級與三級能效中氣冷式機組均較水冷離心式機組多。虛線代表該能效等級所占之比例，由圖中可以發現一級能效中水冷容積式約占 8 成，氣冷式僅占 5 % 左右，二級與三級能效水冷容積式約占 45 %，氣冷式占比約 30~35 %，水冷離心式占比約 20~25 %。

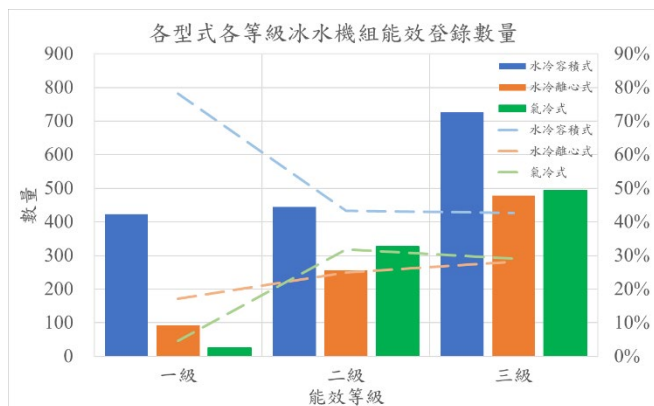


圖 5：各型式各能效等級冰水機組取得能效登錄編號數量。

依據產地別進行統計分析，圖 6 為各年度各產地冰水機組取得能效登錄編號數量，圖中柱狀圖代表該產地登錄編號數量，由圖中可以發現在各年之國產登錄編號數量均大於進口登錄編號數量，國產機組之總比例為 77.5 %，而進口機組之總比例為 22.5 %。虛線代表該產地所占之比例，由圖中可知國產之比例有逐年下降之趨勢，而進口之比例有逐年上升之趨勢，由 109 年的 8 % 增加為 112 年的 38.6 % 成長將近 5 倍。

圖 7 為各型式各產地冰水機組取得能效登錄編號數量，圖中柱狀圖代表該型式登錄編號數量，由圖中可以發現國產機組以水冷容積式機組最多，氣冷式機組次之，水冷離心式機組最少。而進口機組則以水冷離心式機組最多，水冷容積式機組次之。虛線代表該型式所占之比例，由圖中可以發現。水冷容積式與氣冷式機組國產均高達九成以上，而水冷離心式機組進口約占七成，由此可看出國產機組以水冷容積式與氣冷式機組為主，而進口機組以水冷離心式機組為主。

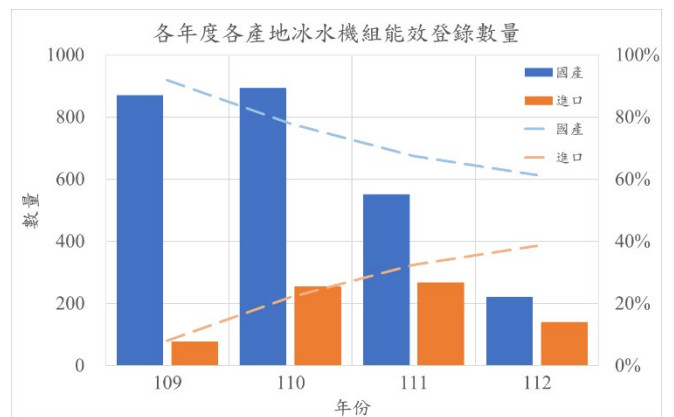


圖 6：各年度各產地冰水機組取得能效登錄編號數量。

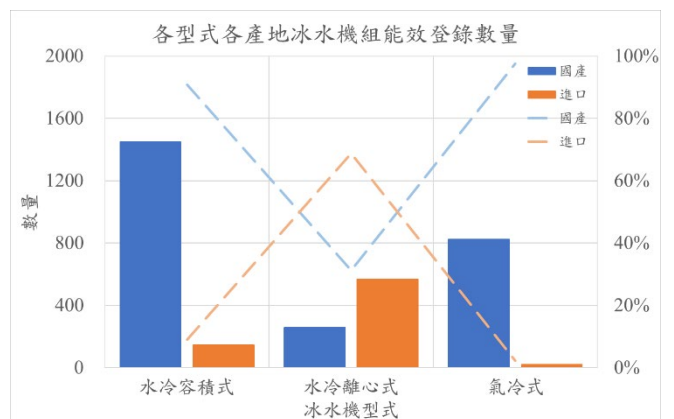


圖 7：各型式各產地冰水機組取得能效登錄編號數量。

依據製冷能力區間（如表 2 所示）進行統計分析，圖 8 為水冷式冰水機組製冷能力範圍取得能效登錄編號數量比例，由圖中可知水冷容積式機組以小型機組（< 528 kW）最多占 65.7 %，而中型機組（528~1,758 kW）約占 1/3，大型機組數量極少。而水冷離心式機組以大型機組（> 1,055 kW）最多約占七成，中型機組（528~1,055 kW）約占兩成，小型機組約占一成，兩者之趨勢剛好相反。由上可知水冷容積式機組以小型機組居多，而水冷離心式機組則以大型機組居多。

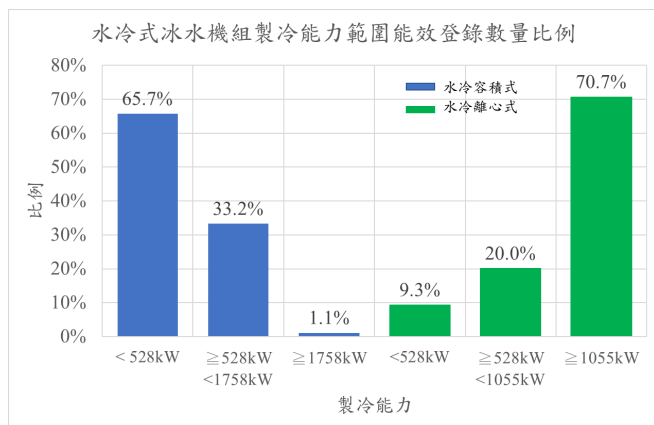


圖 8：水冷式冰水機組製冷能力範圍取得能效登錄編號數量比例。

3.2 冰水機管理序號登錄分析

以下針對 109 年 07 月至 112 年 06 月底間取得管理序號登錄數量進行分析，圖 9 為各年取得管理序號登錄數量與製冷能力之關係圖。冰水機組取得管理序號之總數量約為 17,000 台。圖中柱狀圖代表各年度管理序號登錄的總數量，由圖中可知 111 年數量最多，數量高達 6,200 台左右。而折線圖代表管理序號登錄之總製冷能力，其總製冷能力約為 6,100 MW，圖中顯示 111 年之總製冷能力最高，總製冷能力約為 2,500 MW。由上述可知裝置數量與總製冷能力呈現正相關之關係，由其趨勢觀察 109~111 年間裝置數量與能力均有逐年增加之趨勢。

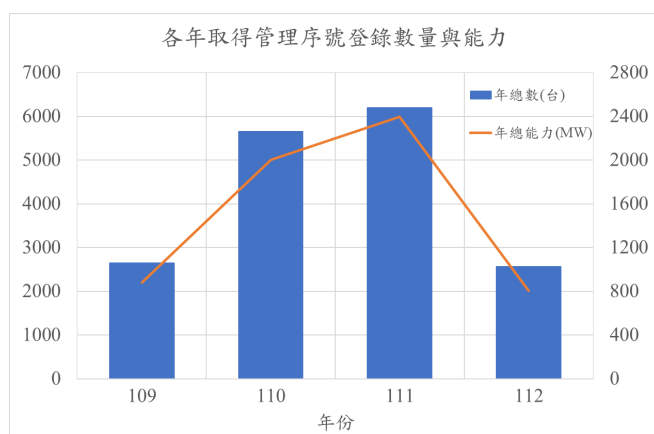


圖 9：各年度取得管理序號登錄數量與製冷能力。(109/07 至 112/06)

圖 10 為各年度各型式取得管理序號登錄數量與製冷能力比例，圖中柱狀圖代表管理序號登錄之數量比例，由圖中可知各年度氣冷式之比例較水冷

容積式與水冷離心式更高均占五成以上，而水冷離心式的比例最低僅占不到一成，圖中顯示氣冷式機組比例有逐年下降之趨勢，而水冷容積式機組則有逐年上升之趨勢。折線圖代表管理序號登錄之製冷能力比例，圖中顯示管理序號登錄之製冷能力比例以水冷離心式機組最高，109~111 年比例約落在六成左右，而 112 年則約落在五成。氣冷式機組之比例約落在一成左右。由上述可知水冷離心式機組以大型機組居多，而氣冷式機組則以小型機組居多。

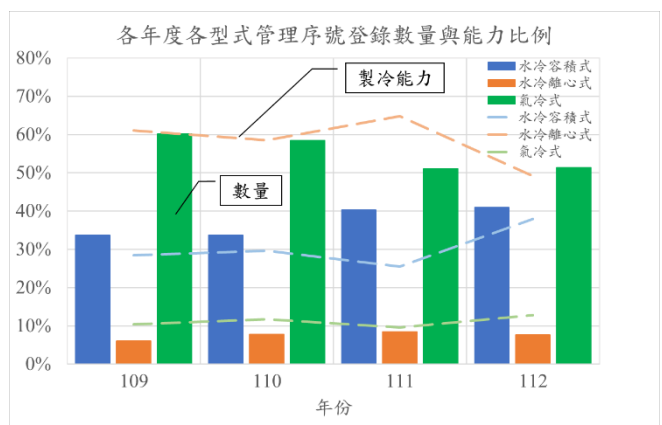


圖 10：各年度各型式取得管理序號登錄數量與製冷能力比例。

圖 11 為各型式取得管理序號登錄數量與製冷能力比例，圖中內圈為各型式冰水機組管理序號登錄數量比例，而外圈則為各型式冰水機組管理序號登錄製冷能力比例，圖中顯示水冷離心式機組數量雖只占 7.7%，但其製冷能力約高達 60.2%，而氣冷式機組管理序號登錄數量高達 55.0%，但其製冷能力僅約 10.8%。可知水冷離心式機組以大型機組居多，而氣冷式機組則以小型機組居多，此趨勢與圖 10 之趨勢相同。

依據各能源效率等級進行統計分析，圖 12 為各年度各能效等級取得管理序號登錄數量與製冷能力比例，圖中柱狀圖代表管理序號登錄之數量比例，圖中顯示二級能效之比例最高均落在 45% 以上，而一級能效之比例最低均落在 15% 以下，但有逐年成長之趨勢，三級能效之商品則有逐年下降之趨勢。折線圖代表管理序號登錄之製冷能力比例，由圖中可知一級能效商品比例由 109 年之 7.1% 增加至 112 年 21.0% 約增加 3 倍，有逐年增加之趨勢，而二級能效之比例由 109 年之 67.0% 將低至 112 年 35.4% 有明顯降低之趨勢。

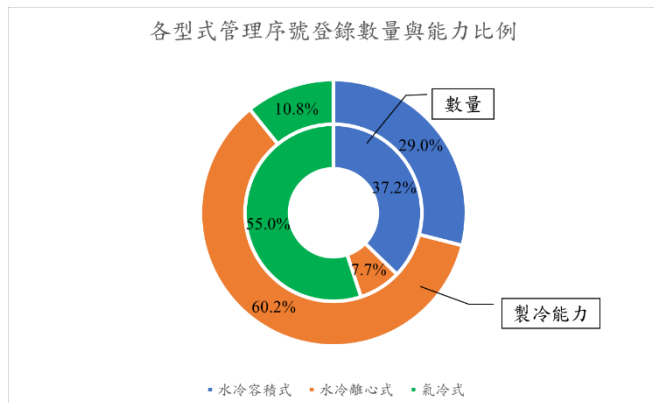


圖 11：各型式取得管理序號登錄數量與製冷能力比例。

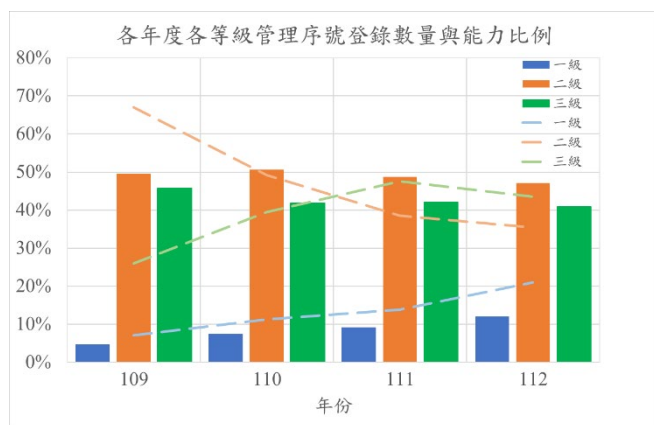


圖 12：各年度各能效等級取得管理序號登錄數量與製冷能力比例。

圖 13 為各能效等級取得管理序號登錄數量與製冷能力比例，圖中內圈為各型式冰水機組管理序號登錄數量比例，圖中顯示二級能效之數量比例最高約占一半之比例，而一級能效之數量比例最低占 8.3%。而外圈則為各型式冰水機組管理序號登錄製冷能力比例，圖中顯示二級能效之製冷能力比例約為 45.7%，而一級能效之製冷能力比例最低占 13.0%，由上述結果可知數量與製冷能力之比例均十分接近。

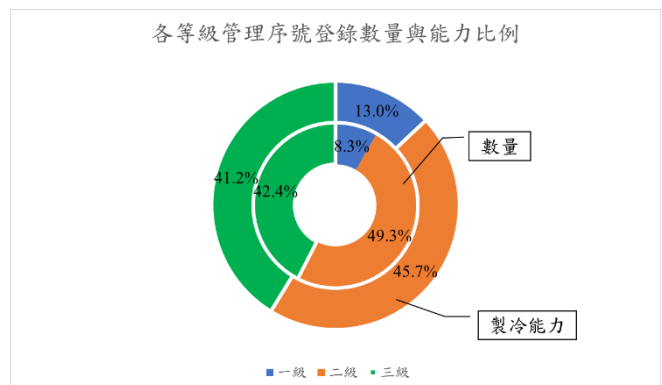


圖 13：各能效等級取得管理序號登錄數量與製冷能力比例。

依據產地別進行統計分析，圖 14 為各型式各產地取得管理序號登錄數量與能力比例，圖中柱狀圖代表管理序號登錄之數量比例，由圖中可知水冷容積式與氣冷式機組國產數量比例高達 95% 以上，而水冷離心式國產數量比例約占四成，進口數量比例約占六成。而折線圖代表管理序號登錄之製冷能力比例，圖中顯示國產水冷容積式與氣冷式機組之製冷能力比例均落在 85% 以上，而進口離心式機組之製冷能力比例亦落在 85% 左右。由上可知國產機組數量比例均高於製冷能力比例，尤其在水冷離心式機組最為明顯，因此可以推論國產機組之平均製冷能力較進口機組平均製冷能力小所致。

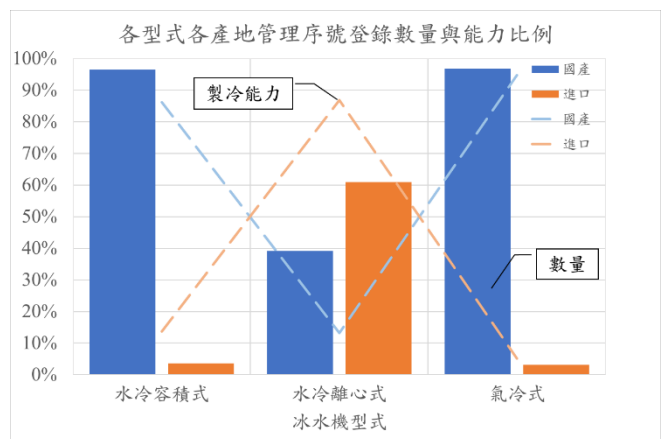


圖 14：各型式各產地取得管理序號登錄數量與製冷能力比例。

圖 15 為各產地別取得管理序號登錄數量與製冷能力比例，圖中內圈與外圈分別代表各產地冰水機組管理序號登錄數量比例與製冷能力比例，圖中顯示進口機組管理序號登錄數量占 7.8%，而製冷能力比例為 56.8%，因此可以推論進口機組之平均製冷能力較國產機組之平均製冷能力來得大，此趨勢

與圖 14 之趨勢相同。

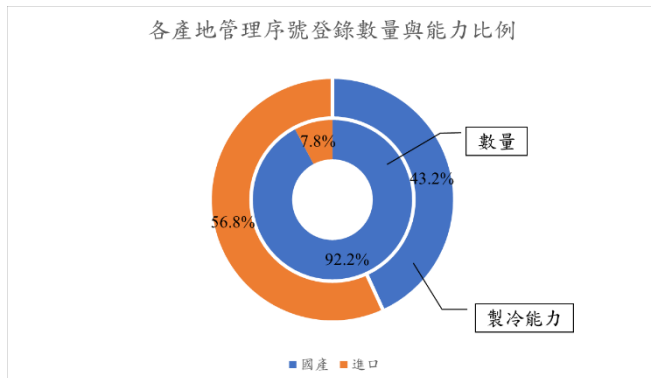


圖 15：各產地取得管理序號登錄數量與製冷能力比例。

依據製冷能力區間進行統計分析，圖 16 為水冷式冰水機組各製冷能力範圍取得管理序號數量比例，由圖中可知水冷容積式機組數量以小型機組 (<528 kW) 最多佔 84.4%，中型機組 (528~1,758 kW) 約佔 15.1%，大型機組數量極少 (佔 0.5%)。而水冷離心式機組數量以大型機組 (> 1,055 kW) 居多佔 64.3%，中型機組 (528~1,055 kW) 次之約佔 21.5%，小型機組約占一成五，兩者之趨勢剛好相反。由此可知水冷容積式機組以小型機組居多，而水冷離心式機組則以大型機組居多。

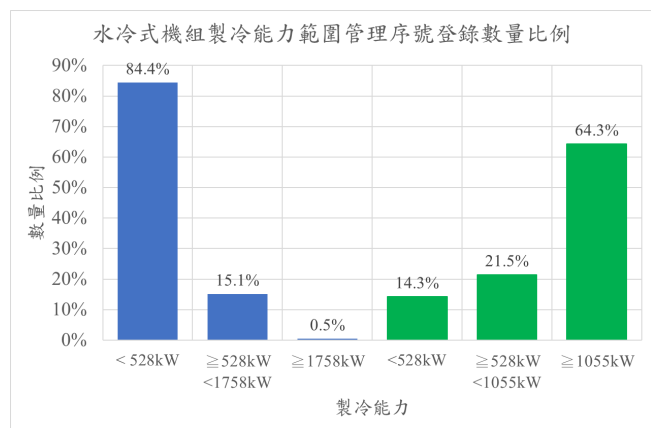


圖 16：水冷式冰水機組製冷能力範圍取得管理序號登錄數量比例。

四. 結論

全球暖化與節能減碳的議題日益受到國際上各國的重視，根據國際能源總署 2020 年的統計顯示，空調製冷產生約 10 億公噸 CO₂ 與耗用約 8.5 % 的全球耗電量，因此各國均藉由法規方式來提升空調商

品之能效。然而，台灣的能源有 95 % 以上仰賴進口，因此為了降低能源使用成本及達到節能減碳的需求，中央主管機關訂定相關法規以逐步提升冰水機之能源效率，以朝向 2025 非核家園與 2050 淨零排放之目標邁進。依據上述之統計結果可知在登錄編號部分水冷離心式機組之數量有逐年增加之趨勢，且一級能效產品亦有逐年增加之趨勢。在管理序號部分可以發現氣冷式機組的裝置量有逐年下降之趨勢，且一級能效機組的裝置量亦有逐年增加之趨勢。因此透過冰水機組能效分級管理機制與推廣，充分揭露冰水機組之能源效率資訊，並進行市場抽測機制，以提升終端業者對揭露資訊之信心，確實有助於業者選用較高能效之商品，為淨零排放與節能減碳之目標更向前邁進一步。

五. 致謝

本文承蒙經濟部能源署之能源基金計劃(E-0417)贊助，特此致謝。

六. 參考文獻

- [1] 111 年能源供給概況，https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/Content.aspx?menu_id=14435
- [2] 2022 年非生產性質行業能源查核年報，<https://www.ecct.org.tw/knowledge/knowledge?id=f35a84e0da6245baab97874a1de6657c>。
- [3] 民國 90 年 9 月 12 日經濟部經(90)能字第 09004619170 號公告訂定發布。
- [4] 民國 108 年 8 月 20 日經濟部經能字第 10804603470 號公告修正發布；並自中華民國 109 年 7 月 1 日生效 (原名稱：空調系統冰水主機能源效率標準)。
- [5] 民國 112 年 2 月 18 日經濟部經能字第 11258000240 號公告修正發布；並自 112 年 6 月 1 日生效。
- [6] 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)。
- [7] 台灣冰水機能源效率管理系統網站：<https://ranking.energylabel.org.tw/LBICE/>