

國際商用開放式冷藏展示櫃資料蒐集與設計分析

Data Collection and Analysis of International Open-type Refrigerated Display Cabinet

摘要：

為提升國內冷櫃水平，本研究共盤點歐洲、美國、日本、大陸與國內廠商合計 528 台開放式冷櫃之資訊，並分析其隔熱材厚度、氣簾寬度、背板開孔樣式、冷媒使用及能效資料，作為未來發展高性能開放式冷藏櫃之參考。分析結果顯示，國內冷櫃採用隔熱材厚度落在各國習慣採用區間，並非為影響其表現之主因；氣簾方面，國內多採雙氣簾設計，建議國內雙氣簾寬度可參考日本提升至 130-180 mm；冷媒使用方面，應接軌國際，逐漸替換為自然冷媒的使用。

關鍵字：開放式冷藏展示櫃、隔熱材、氣簾、能源效率

Abstract

For the improvement of domestic refrigerated display cabinet, 528 cabinets from the Europe, the USA, the Japan, and the China were surveyed and investigated in this study. The width of insulation material or air curtain, pore design of back panel, adoption of refrigerant, and the energy efficiency were observed as a reference for domestic cabinets. The analysis results show that the width of insulation material was independent of the energy efficiency. For the distribution of air flow, the width of dual air curtain, which was common-used domestically, should be elevated up to 130-180 mm. At last, to meet international standards, the usage of traditional refrigerant, such as R404A or R410A, should be gradually replaced into natural refrigerant.

Keywords : open-type refrigerated display cabinet, insulation material, air curtain, energy efficiency

一、前言

隨著國人生活型態轉變，國內食品零售業近年店數與總耗電量迅速增長，其中商用冷櫃為耗電占比最高之設備。既有商用冷櫃硬體設計長年被國內製造商所忽略，因此能源效率與溫度表現皆不良。表現低落的商用冷櫃不僅可能造成食安問題，更無法達到 CNS 測試標準中的溫度要求。為此，本研究蒐集國外開放式冷藏展示櫃之能效數據，且整理各冷櫃於各方面之設計趨勢，作為未來發展高性能開放式冷藏櫃設計時之參考。

二、研究方法

本研究共盤點歐洲、美國、日本、大陸與國內廠商合計 528 台開放式冷櫃之資訊：因歐洲冷櫃製造商林立，本研究優先針對歐洲 top ten 產品搜尋平台上，登錄能效產品之部分廠商做資料蒐集，如：DOCRILUC、JBG-2、Pastorfrigor、True、COSTAN、Fogal Refrigeration、Arneg Italia、JORDAO、ISA、exkal 等 10 間廠商共 244 台冷櫃進行資料蒐集；針對美國蒐集市占率前三的廠牌：Carrier、HUSSMANN、Hill Phoenix，另外再加上 Arneg USA 共 4 間廠商 130 台冷櫃；而針對日本當初參與冷櫃之 Top Runner 基準制定的大廠做資料蒐集，如：株式會社岡村製作所、三電、東芝、中野、松下、福島、富士電機、三菱等 8 間廠商 103 台冷櫃；於中國能效登錄網站上，蒐集青島海爾開利、松下冷鏈、上海海立中野、上海通用富士、愛普塔青島、金城製冷、澳柯瑪等 7 間廠商共 47 台冷櫃；最後，針對國內共 5 台冷櫃。

本研究之目標冷櫃為開放式冷藏直立展示櫃，分成 4 個面向進行數據蒐集：

- ◆ 幾何設計：包含背板/上方隔熱材厚度、氣簾寬度、氣簾流速、開口高度、蒸發器位置、背板開孔形式等。
- ◆ 溫度類別。
- ◆ 冷媒使用。
- ◆ 能耗表現：包含總耗電量、元件耗電、冷凍能力。

但各廠商釋出資訊不一，並非全部參數均能被觀測，因此針對各國之主要整理結果列於下表二-1。其中，在幾何設計方面，除了氣簾流速僅部分美國廠商提供外，大部分資訊均有公布；至於能耗表現方面，基本上會以實際量測的 TEC/TDA(單位展示面積之 24 小時內消耗度數)作比較；然而，日本習慣提供額定耗電量，因此將會自行計算其額定的 TEC/TDA。而針對各元件耗電與冷凍能力，僅美國與日本提供，並無法掌握太多資訊。

最後，將與國內冷櫃的實際量測數據做比對，且比較國內冷櫃與國際之差異，作為與未來高性能冷凍冷藏展示櫃之設計參考。

表二-1 各廠商之冷櫃資訊蒐集結果整理

	幾何設計						溫度 類別	冷媒 使用	能耗表現		
	隔熱 材厚 度	氣簾 寬度	氣簾 流速	開口 高度	蒸發 器位 置	背板 開孔 形式			總耗 電量	元件 耗電	冷凍 能力
歐洲	○	○	X	○	○	○	○	○	○	X	X
美國	○	○	△	○	○	△	○	△	△	○	○
日本	○	○	X	○	○	○	○	○	△	○	△
中國	○	○	X	○	○	○	○	△	○	X	X
國內	○	○	X	○	○	○	○	○	○	X	X

○：大部分提供

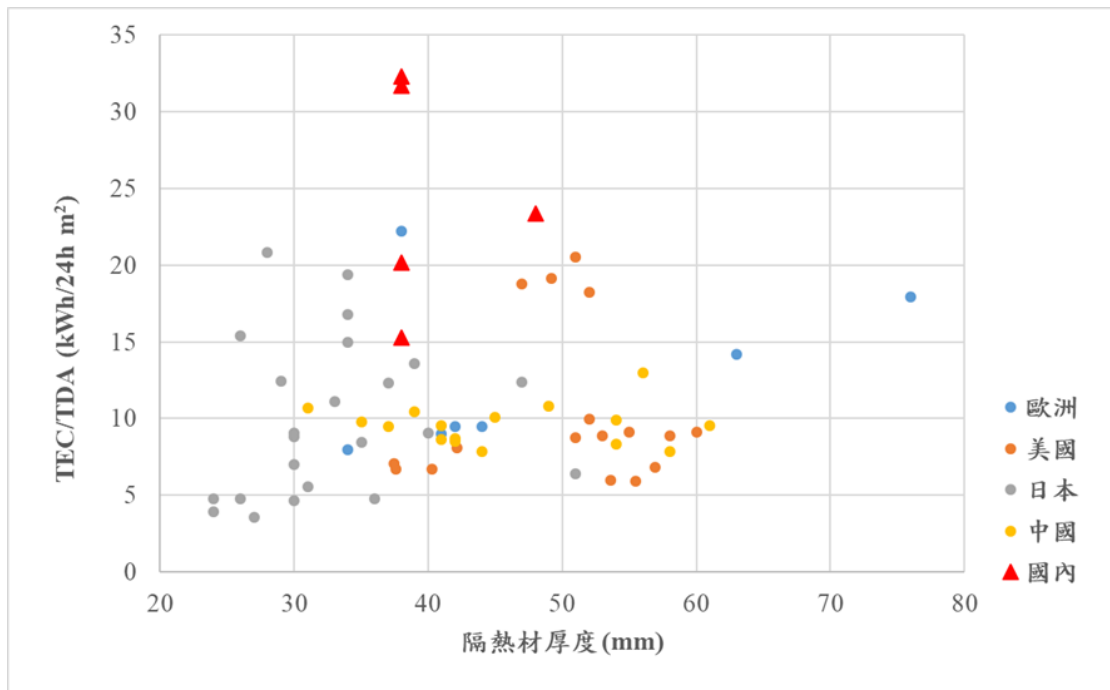
△：部分提供

X：幾乎不提供

三、案例說明

1. 隔熱材厚度比較

根據下圖三-1 資料蒐集結果，顯示國際上冷櫃隔熱材厚度落在 25-60mm 區間，而日本產品本身隔熱材厚度設計最薄(25-35mm)，其次為歐洲(35-45mm)，再者美國與中國相仿(40-60mm)，且歐美日中四區域之冷櫃產品能耗差異不明顯；國內冷櫃採用隔熱材厚度為 38-48mm 間，但能耗高於歐美日中四國之平均。

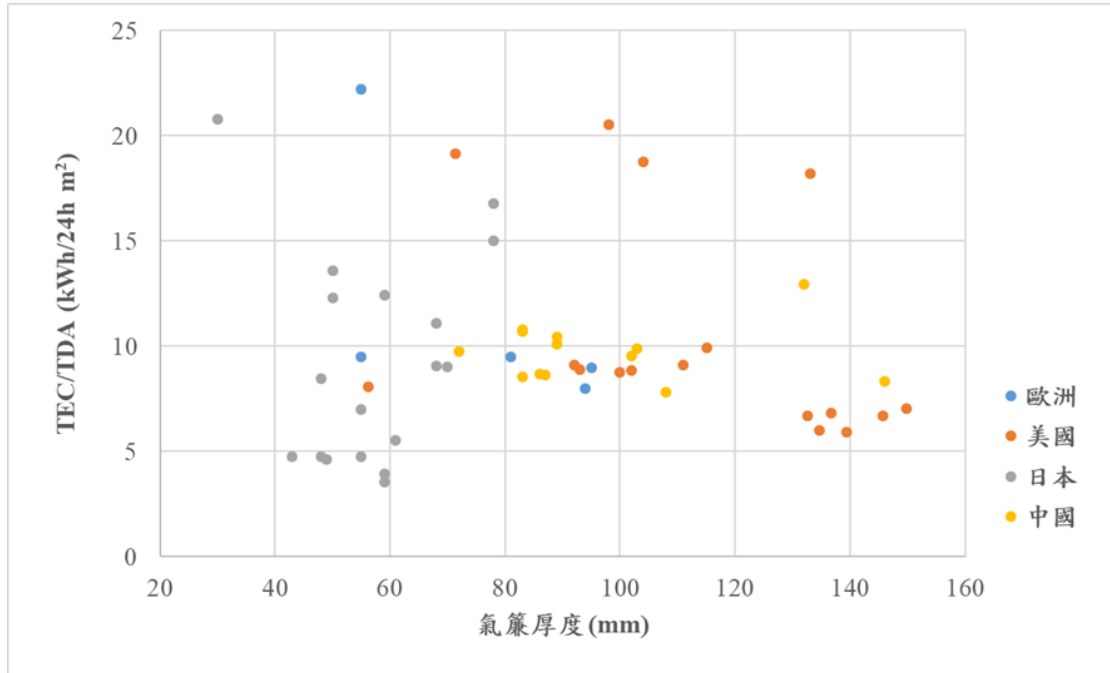


圖三-1 各國隔熱材厚度比較

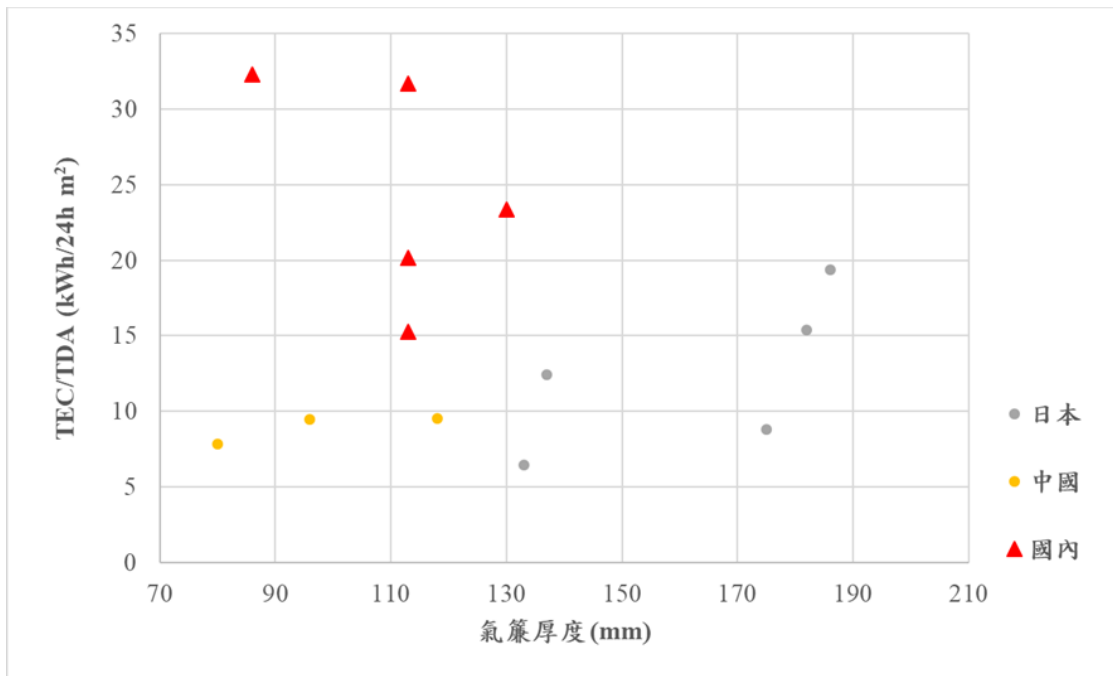
2. 氣簾寬度比較

若為單氣簾，如圖三-2 所示，仍舊是由日本設計氣簾寬度最窄(40-80mm)，其次為歐洲(55-100mm)，隨後美國與中國產品差異不明顯。而國內冷櫃產品多為雙氣簾設計，因此若為雙氣簾，根據圖三-3 所示，可發現台灣內外氣簾合計寬度約 86-130mm 間，雖氣簾寬度與中國產品相仿，但能效量測結果卻差異甚大，可合理推測國內產品使用之風扇氣流量較為不足；然而，日本之雙氣簾產品設計寬度較大，合計氣簾寬度約在 130-180mm 間，且有更佳的能效表現，針對國內雙

氣簾設計，建議再將氣簾加寬，避免寬度過窄、壓阻過大導致氣流量出口不足；再者，就是選用更大的風扇使其於雙氣簾時仍有足夠的氣流量。



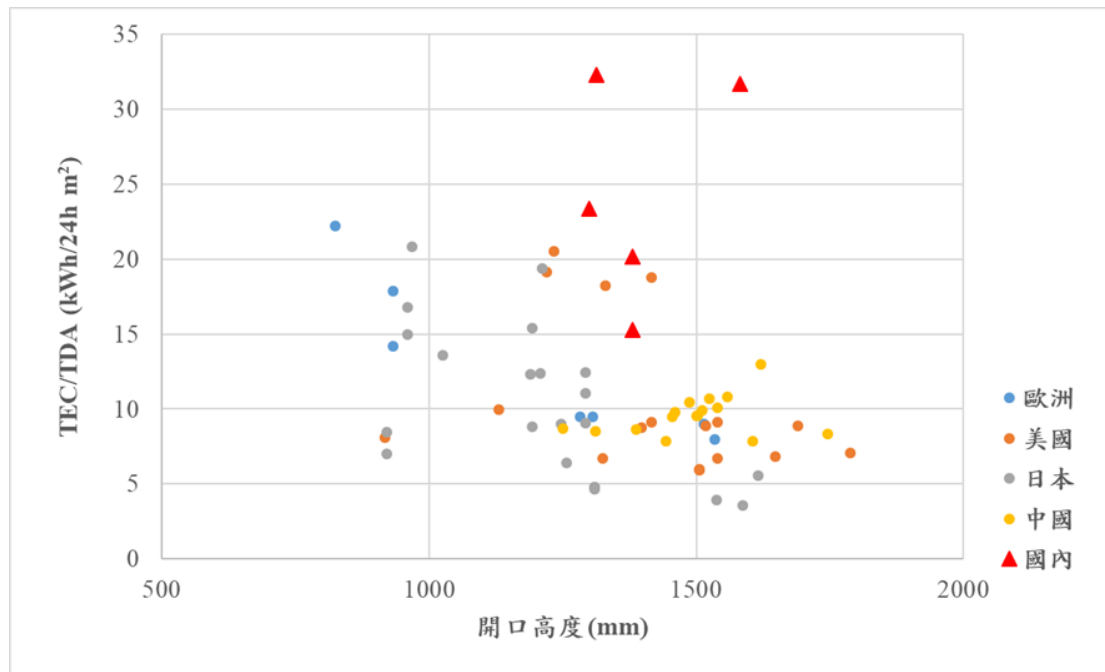
圖三-2 各國氣簾厚度比較(單氣簾)



圖三-3 各國氣簾厚度比較(雙氣簾)

3. 開口高度比較

根據圖三-4，可發現國內冷櫃之開口高度設計同樣於各國趨勢內，而日本與歐洲多數產品位於開口高度較小的區域，美國、中國與國內則相對開口高度較大，為此在氣簾的設計上也較寬(上圖三-2)。



圖三-4 各國開口高度比較

4. 冷媒使用

歐洲方面，隨著歐盟於 2015 年發布的 F-Gas 法規，將逐年減少 HFC 冷媒的使用，因此盤點的這幾間歐洲廠商，幾乎每間都有 R290、R744 等自然冷媒的產品，且佔了絕大部分的產品，只有相當少數會使用到第四代 HFO 系列冷媒，如 R452A，而 HFC 系列以前的舊冷媒幾乎是看不到了。至於美國，各州採納美國國家環境保護局(United States Environmental Protection Agency, EPA)對於高 GWP 冷媒限制使用的建議，個別推出法令來進行冷媒淘汰管制(12 州已通過、10 州進行中)，因此如 R404A 與 R507A 之美國國內最常使用的 HFC 冷媒將首當其衝，為此低 GWP 冷媒，根據目前資料蒐集結果來看，美國每間廠商至少都有發展 R290 的產品，但 R290 於產品中的佔比並沒有如歐洲普及，大部分則是以使用

R744 為主，而少部分會使用到 R448。日本方面，於 2018 年 12 接受基加利修正案，並於 2019 年 1 月開始實施，目標於 2036 年前能將 HFC 冷媒的生產量減少 85%，而現階段各廠商仍繼續使用 HFC 冷媒，如 R404A 或 R410A，松下則已幾乎改使用 R448；富士部分產品使用到第四代 HFO 冷媒，如 R1234yf(替代 R134a)。至於自然冷媒方面，仍未看過使用 R290 的產品，而使用 R744 的推動主要由日本新能源產業技術綜合開發機構(NEDO)與松下共同開發與推廣，結至 2019 年已在日本國內 3700 間店鋪引入 10260 台使用 R744 之冷櫃。中國方面，現階段大部分依舊使用第三代 HFC 冷媒，如 R410A 與 R404A，但根據吉佳利修正案，中國預計於 2024 年凍結 HFC 冷媒的使用基準量，且後續 2029、2035、2040、2045 年將依序減至基準量的 90、70、50、20%，逐步邁向低 GWP 冷媒的使用。

然而，國內本土製造商仍使用 HFC 冷媒，僅少部分廠商會代理國外使用環保冷媒的產品進入。

四、結論

本研究共盤點歐洲、美國、日本、大陸與國內廠商合計 528 台開放式冷櫃之資訊，並就隔熱材厚度、氣簾寬度、開口高度下的能效資料與國內現有 5 台數據做比較，外加分析其冷媒之使用狀況，作為未來高性能開放式冷藏櫃設計上之參考，其結論如下：

1. 隔熱材方面，國內冷櫃採用隔熱材厚度為 38-48mm，雖位於各國習慣採用區間(25-60mm)，但能耗表現差於歐美日中四區域之平均值。
2. 氣簾寬度方面，國內多採雙氣簾設計，而根據日本冷櫃資料蒐集所得出的結論，若雙氣簾設計之氣簾寬度過窄，整體能效性能表現不佳，因此可建議國內雙氣簾設計可仿造日本提升其寬度至 130-180mm(現僅 86-130 mm)；再者，或選用更大的風扇以提供足夠的氣流量。
3. 冷媒使用方面，歐洲因有政策規定，現已均普遍採用 R290、R744 等自然冷

媒；美國則多採用 R744；而日本、中國與國內仍停留於 R404A 等 HFC 冷媒之使用。

五、參考文獻

- [1] <https://docriluc.com/en/>
- [2] <https://jbg2.com/>
- [3] <https://www.pastorfrigor.it/>
- [4] <https://www.truemfg.com/>
- [5] <https://www.costan.com/en>
- [6] <https://www.fogalrefrigeration.com/en/>
- [7] <https://www.arneg.it/>
- [8] <https://www.jordao.com/en/>
- [9] <https://www.isaitaly.com/en/>
- [10] <https://exkalsa.com/en/>
- [11] <https://www.carrier.com/commercial-refrigeration/en/eu/>
- [12] <https://www.hussmann.com/>
- [13] <https://www.hillphoenix.com/>
- [14] <https://www.arnegusa.com/en-us/index>
- [15] <https://www.okamura.co.jp/>
- [16] <https://www.sanden-rs.com/>
- [17] <https://www.toshiba-carrier.co.jp/>
- [18] <https://nakano-reiki.com/>
- [19] <https://www.panasonic.com/jp/home.html>
- [20] <https://www.galilei.co.jp/>
- [21] <https://www.fujielectric.co.jp/>
- [22] <https://www.melars.co.jp/>
- [23] <http://www.haier-carrier.com/>
- [24] https://panasonic.cn/about/panasonic_china/papccd/

- [25] <http://www.highly-nakano.com/>
- [26] <http://www.generalfushi.com/>
- [27] <https://www.epta-asiapacific.com/zh-hans>
- [28] <http://www.shkingdom.com.cn/>
- [29] <http://www.aucma.com.cn/>
- [30] The State of Refrigerant Regulation, Zero Zone, 2022.
- [31] 蔡明倫, 謝佳興, 余培煜, 國際內藏型冷凍冷藏展示櫃能效管理 現況, 冷凍空調&能源科技,(122), pp.43-48,20200710.
- [32] Refrigeration Developments and Testing Ltd.