



空調冷媒技術及發展

TRANE的環保理念



全世界超過一半的能源消耗和溫室氣體(GHG)排放是來自商業、住宅及工業建築，而空調系統在這兩種影響上都扮演舉足輕重的角色。

關於 HFC 冷媒的業界共識

業界一直努力透過國家協會連結全世界的政府和非政府組織 (NGOs) 以確保《蒙特婁議定書》發揮效力。從技術上可行且允許的方式淘汰具有高全球暖化潛值 (GWP) 的冷媒。

冷媒管制演變

全世界針對當代冷媒的降低GWP或低GWP的審核持續增加，將產業推向下一個世代的冷媒選擇。

《蒙特婁議定書》啟動全球 HFC 逐步削減

請看《蒙特婁議定書》的「吉佳利修正案」所確立的全球逐步削減進度表。

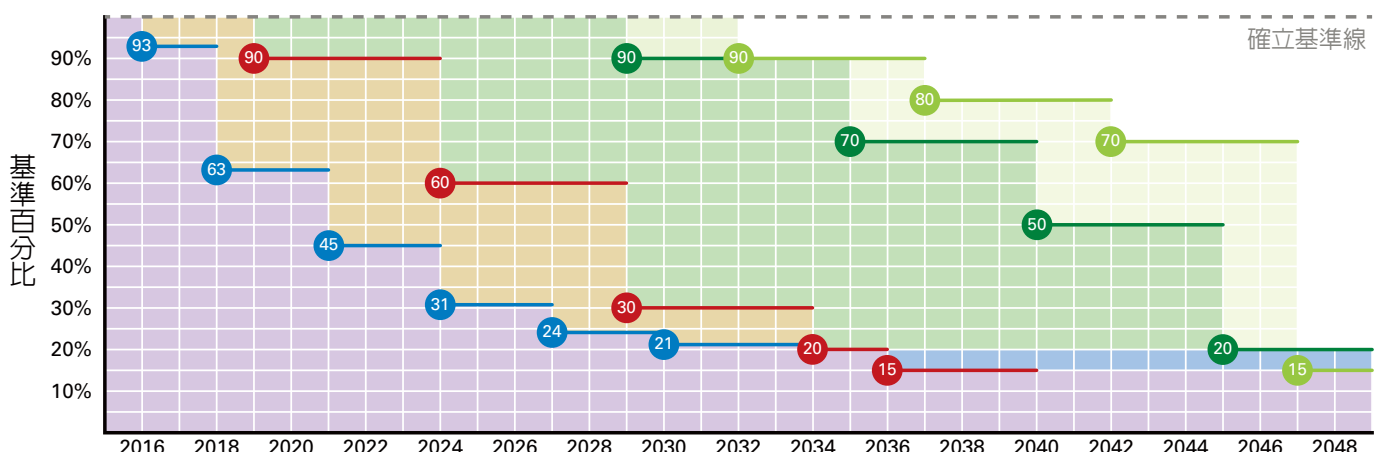
歐洲已領先全球開始了實際的削減措施行動，因此其下降的進度表是被獨立列出。

如要得知更多相關資訊，請參閱此網站

http://ozone.unep.org/sites/ozone/files/pdfs/FAQs_Kigali_Amendment.pdf



- 已開發 (非第五條約) 國家
- 歐盟
- 已開發國家
- 開發中 (第五條約) 國家
- 第 1 組
- 第 2 組



第 1 組：非第 2 組的開發中國家例如中國、印尼、南韓、馬來西亞、菲律賓、新加坡、泰國、越南等等
第 2 組：巴林、印度、伊朗、伊拉克、科威特、阿曼、巴基斯坦、卡達、沙烏地阿拉伯和阿拉伯聯合大公國

全球各國陸續推出法令措施限制 HFC 的使用。

冷媒管理的要求

澳洲 綠建認證 Greenstar (29 – 冷媒影響) 獎勵使用低 GWP 冷媒的設備，GWP ≤ 10 就能獲取 1 個評分點。

日本 從 2015 年四月開始，所有使用 HFC 冷媒的設備，都必須進行每季檢查及記錄使用的管理，HFO 冷媒和 CO2 除外。

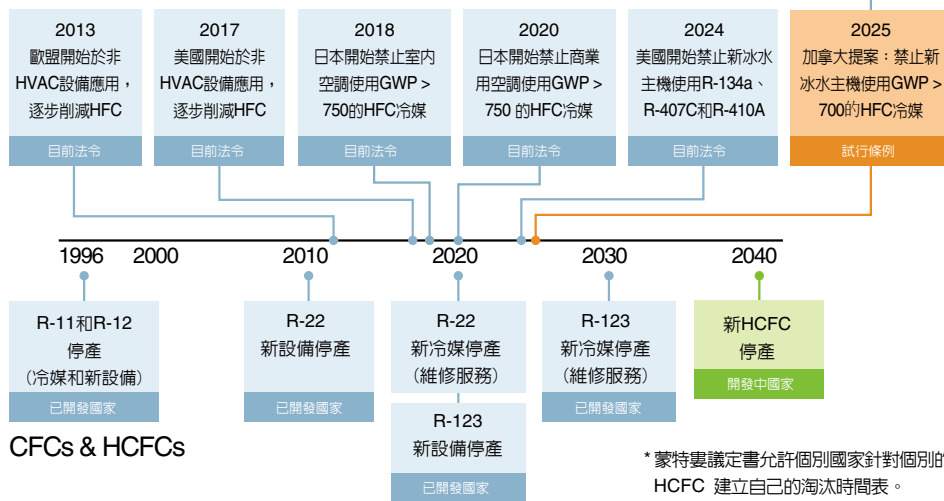
美國 綠建認證 LEED (能源使用與大氣保護) 獎勵使用低 GWP 冷媒的設備，GWP ≤ 50 就能獲取 1 個評分點。

未來冷媒供應

大部分的國家都對回收、循環再用、庫存的冷媒供應，准許持續使用，不限制期限、不論淘汰期。

冷媒相關法令的執行

HFCs



CFCs & HCFCs

美國聯邦政府公報的最新規範文件

2024 年新冰水機將禁止使用 R-134a、R-407C 和 R-410A

<https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2016-12-01/pdf/2016-25167.pdf>

冷媒管理的更新要求

<https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2016-11-18/pdf/2016-24215.pdf>

主要術語

ODP – 臭氧層消耗潛值 ozone depletion potential：物質能導致臭氧層消耗之程度，數值以 CFC-11(=1.0) 相對指數表示。

GWP – 全球暖化潛值 global warming potential：溫室氣體把熱能保存在大氣中的程度，數值以二氧化碳 (CO₂ = 1.0) 相對指數表示。溫室氣體的累積可導致氣候變遷。

CFCs – 氟氯碳化物 chlorofluorocarbons (例如：像是 R-11、R-12)：因為擁有很高的 ODP 值，所以根據蒙特婁議定書已被淘汰掉。CFC 的大氣壽命很長，以及它含有氯原子和氟原子，所以對臭氧層消耗和全球暖化都會有劇烈影響。

HCFCs – 氫氟氯碳化物 hydrochlorofluorocarbons (例如：R-22、R-123)：同樣也是臭氧層消耗物質 (ODS)，但由於其大氣壽命較短，因此對臭氧層的消耗及氣候變遷影響也小。全球仍在使用中，但蒙特婁議定書有訂定逐步淘汰的時程。

HFCs – 氫氟碳化物 hydrofluorocarbons (例如：R-134a、R-245fa、R-125、R-32)：non-ODS 非臭氧層消耗物質，但因氟的含量，所以 GWP 值高。為蒙特婁議定書最新修訂案，在全球範圍的逐步削減目標，更為美國、加拿大、日本和其他國家在特定用途禁用。

HFO – 含烯烴 Olefin-based (例如：R-1234yf、R-1234ze、R-1233zd、R-1336mzz) 下一代冷媒：non-ODS 非臭氧層消耗物質，擁有極低的 GWP，大氣壽命非常短 (以日計算 vs. 以年或數十年計算)。

HFO 混合冷媒 – HFO 與 HFC 或 HCFC 之混合物質，例如：R-452B、R-452A、R-513A、R-514A。它們的特點是 GWP 較低，而由於取得 ASHRAE 安全等級評定，許多國家准許在 HVAC&R 的應用。

- **非共沸 400 系列混合物** – 擁有在不同溫度沸騰及凝結的組成元素，即會有某種程度的溫度下滑。空調界通常偏好較低下滑率。
- **共沸 500 系列混合物** – 相變時的表現類似單一成分的冷媒，幾乎不會有溫度滑落現象。

蒙特婁議定書 – 於 1987 年簽訂的國際協議，最初是透過淘汰 ODS 的生產及消費來保護臭氧層。

吉吉利修正案 於 2016 年 10 月 15 日簽署，擴增蒙特婁議定書的範圍，以逐步削減 HFC 在全球範圍的生產及消費。

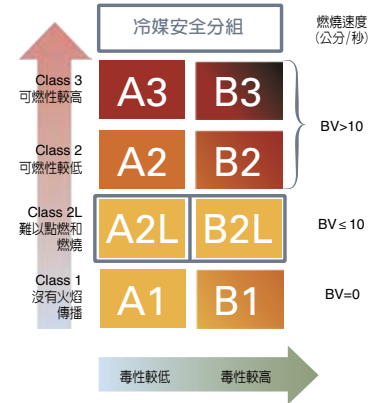
可燃性

在過渡至低 GWP 冷媒之際，可燃性成為新的考量變數，特別是在高工作壓力的應用。

2010 年 ASHRAE 34 增加一個新的可燃性類別。輔級別 2L 是指燃燒速度 (BV) 低於 10 公分 / 秒和最低點燃能 (Minimum Ignition Energy, MIE) 高的冷媒，即難以點燃並持續燃燒的冷媒。

產業界持續爭論可燃性較低 (2L) 冷媒的使用。ASHRAE 15 和 UL 60335-2-40 兩項標準，目前皆只有根據第 2 級可燃性做編寫，很明確的需要加以更新，以適應更多合理的要求，以反映出 2L 冷媒可燃性較低的性質。

Trane 承諾盡可能提供不可燃的解決方式，以及在必須採用微可燃解決方式時，將提供最低可燃性的選項。



毒性

此冷媒特性也許是最容易被誤解的特性之一。分別毒性和安全性確實是非常重要的，他們並不一樣。由於冷媒會取代氧氣，因此所有冷媒的最大安全風險就是與之接觸導致的窒息。人員比較不可能接觸不安全濃度水平的低壓冷媒，因為在洩漏的情況下，空氣會進入機器裡而不是洩漏到空氣中。

ASHRAE 34 根據「工作接觸限值」(operational exposure limit, OEL) 將冷媒的毒性分級。OEL 參考冷媒的時間加權平均濃度在「一天工作八小時和一週工作 40 小時」的情況下，「幾乎所有的工人都能重複接觸而沒有不良影響」。

- A 等級冷媒的 OEL ≥ 400 ppm
- B 等級冷媒的 OEL < 400 ppm

R-123 的 OEL 是 50 ppm。這代表如果每天八小時都在 50ppm 的 R-123 濃度下工作或每週 40 小時，在此濃度下工作，並無不良影響。至於使用 R-123 的冰水機，很少機房裡的濃度會大於 2ppm，而接觸到這樣的濃度通常只出現在維修服務過程中，時間非常短暫。下一代低壓冷媒 R-514A 的 OEL 為 320，比 R-123 的高出六倍。R-514A 雖然是一種混合冷媒，在發生洩漏時，會以單一化學物質洩漏而非個別組成元素各自洩漏出來。

為了避免與建築條例的相關定義混為一談，ASHRAE 34 的更新中增加了「有毒」、「高毒」或「都不是」來表示冷媒毒性，這些定義乃來自國際消防法 (IFC)、統一消防法 (UFC) 和職業安全衛生法 (OSHA)。圖表中的冷媒沒有一種為 IFC、UFC、OSHA 或 NFPA 1 (美國國家消防協會) 消防法認定為有毒或高毒的物質。

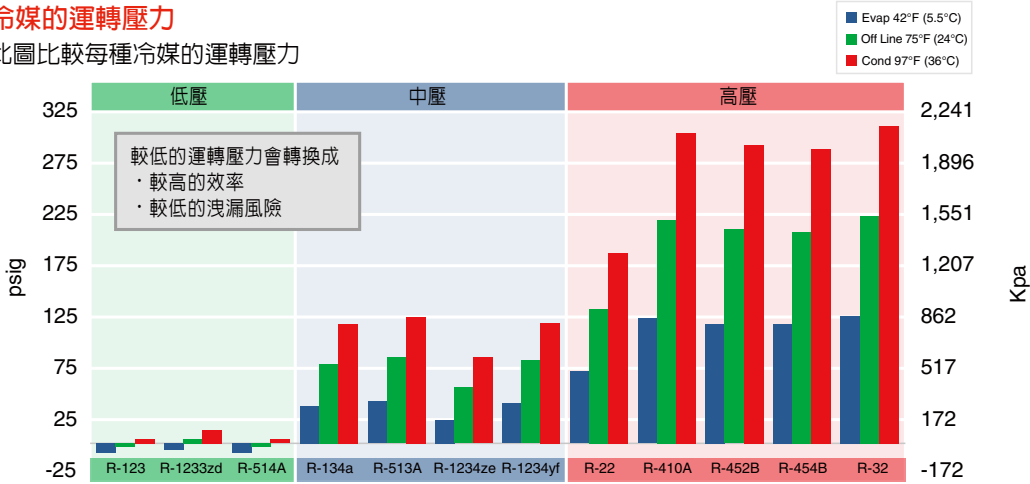
關於選擇冷媒的額外資訊

R-452B	R-410A 替代冷媒之一，可燃性最低的選擇，若用於簡單替換冷媒的話，能夠增加 5% 節能效率、可降低冷媒充填量，2L 冷媒中可燃性最低。GWP 也比 R-410A 低許多 (675 vs. 1924)。
R-513A	替代 R-134a 的不可燃冷媒，不影響製冷能量，非消耗臭氧層物質 non-ODS，GWP 降低 55% (573 vs. 1300) 若作為簡單冷媒替換使用，理論效率會降低 2% 對冰機效率的實際影響視乎應用也許會達到 4-6%。
R-514A	替代 R-123 的不可燃低壓冷媒，在所有下一代選擇中擁有最佳性能，且 GWP 極低，僅為 2，也是非消耗臭氧層物質 non-ODS。
R-1233zd	替代 R-123 的單一成份不可燃冷媒，同樣也是非消耗臭氧層物質 non-ODS、GWP 值極低僅為 1。簡稱「zd」，廣泛使用為發泡劑，也作低壓冷媒使用。

選擇冷媒時的注意事項

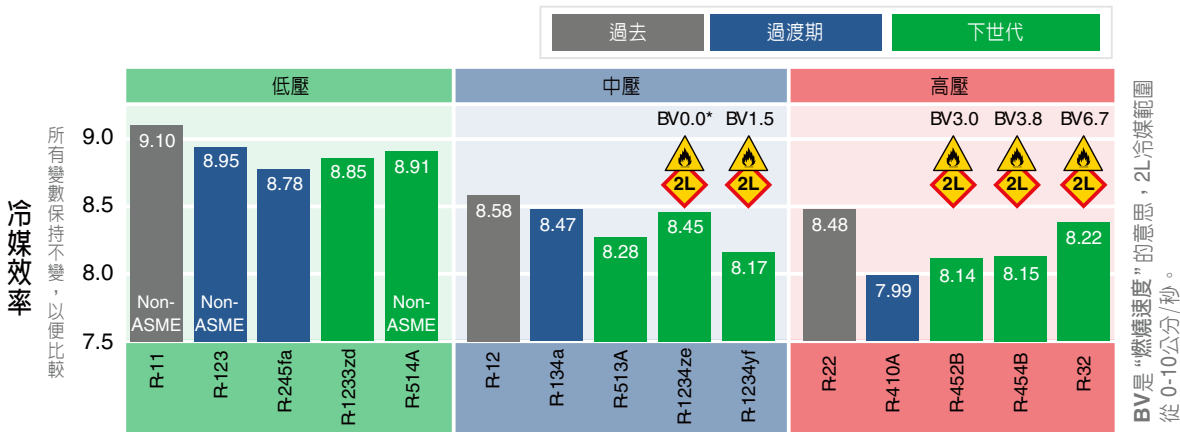
冷媒的運轉壓力

此圖比較每種冷媒的運轉壓力



冷媒的環境影響

下圖為冷媒的理論效率，所有變數保持不變，以便比較



* R-1234ze 在室溫下不可燃，根據定義 BV 值為零。不過它會在溫度超過 30°C (86°F) 時變成易燃。

HVAC 的冷媒

此表格比較現在與下一代冷媒的各種特性。表格所示製冷效率和能力的變化，只有根據冷媒的理論性質、所有的設計變數都保持不變，以便比較。

		低壓			中壓				高壓			
		R-123	R-1233zd	R-514A	R-134a	R-513A	R-1234ze ³	R-1234yf	R-22	R-410A	R-452B	R-32 ⁴
可燃性	ASHRAE 等級 BV (公分 / 秒)	Non (1) n/a	Non (1) n/a	Non (1) n/a	Non (1) n/a	Non (1) n/a	Slight (2L) 0.0	Slight (2L) 1.5	Non (1) n/a	Non (1) n/a	Slight (2L) 3.0	Slight (2L) 6.7
毒性 ¹	ASHRAE 等級 OEL	Higher (B) 50	Lower (A) 800	Higher (B) 320	Lower (A) 1000	Lower (A) 650	Lower (A) 800	Lower (A) 500	Lower (A) 1000	Lower (A) 1000	Lower (A) 870	Lower (A) 1000
	效率 (COP)	8.95	8.85	8.91	8.47	8.28	8.45	8.17	8.48	7.99	8.14	8.22
	製冷能力變化	baseline	~35% gain	~5% loss	baseline	similar	~25% loss	~5% loss	-	baseline	~2% loss	~9% gain
	全球暖化潛值 (GWP) ²	79	1	2	1300	573	1	1	1760	1924	675	677
	在大氣壽命存在的時間	1.3 years	26 days	22 days	13.4 years	5.9 years	16 days	11 days	11.9 years	17 years	5.5 years	5.2 years

¹ 圖表中的冷媒都沒有被 IFC、UFC、NPPA 1 或 OSHA 規範定義為「有毒」或「毒性高」。

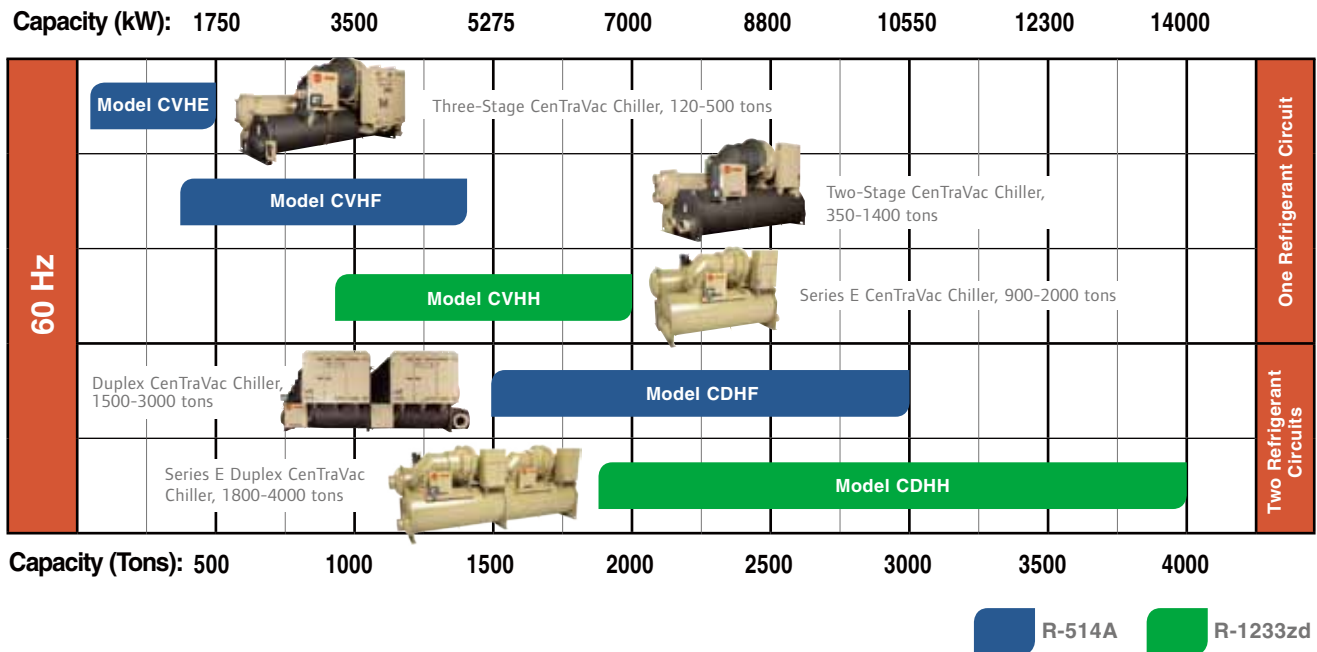
² GWP 的報告值，來自政府間氣候變遷委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 第五次評估報告 (Fifth Assessment Report, AR5)。

³ R-1234ze 在室溫下不可燃，根據定義 BV 值為零。不過它會在溫度超過 30°C (86°F) 時變成易燃。

⁴ R-32 是已存在的冷媒，但由於其可燃性，所以過去都不曾單獨使用。

TRANE EcoWise™ CTV 產品系列

TRANE (詮宏空調) 的 EcoWise™ 離心式冰水主機，採用跟現在的 CenTraVac 冰機相同的低壓設計，並使用下世代的低 GWP 冷媒 R514A 和 R-1233zd(E)。



EcoWise™

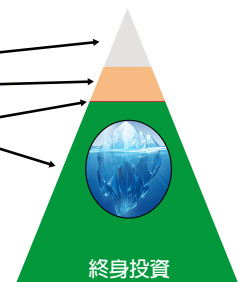
英格索蘭的EcoWise™系列產品組合，為了降低環境影響使用下一代的低 GWP 的冷媒和較高的工作效率，是我們氣候承諾的一部份，以高效節能並減少產品運作時溫室氣體的排放。

如何保障您的資產？

為每一種應用選擇最好的冷媒，您必須在安全性（毒性、可燃性、窒息和身體危害）、對環境的衝擊（最低的溫室氣體排放）和擁有者的所有支出（整體系統的節能效率）等方面做整體均衡性的考量。

「原始成本」冰機+冷媒	4.92%
運轉服務支出*	6.53%
運轉冷媒補充*	0.04%
運轉電費*	88.51%

*根據低壓、密閉設計和30年運作



英格索蘭紐約證券交易所代碼 IR 透過打造並維護安全、舒適和高效能環境提升生活品質。我們的員工和旗下品牌—— Club Car®、英格索蘭 (Ingersoll Rand®)、西勒奇 (Schlage®)、冷王 (Thermo King®) 和詮宏空調 (Trane®) ——共同致力於改善住宅和建築物的空氣品質及舒適度運輸和保護食品及易腐品安全、保障家庭和商業財產安全、提高工業生產率和效率。作為年銷售額 140 億美元的全球性公司，我們承諾打造永續發展世界。



因TRANE(詮宏空調)有持續改良優良產品之政策，故保有更改產品規格、設計之權利，而不需另行通知客戶。