

水冷媒:滿足全球制冷需求的正道

陳國美 撰 (國立中山大學化學系教授)

緣起

- 人類社會的制冷需求(冷藏及空調等),在蒙特婁及京都議定書通過前六十年,一面倒的由使用氟氯碳(CFC)冷媒的壓縮技藝[1]所提供。
- 由於 CFC 化物對地球臭氧層的破壞,在蒙特婁議定書的管制下[2],先進國家自 1996 年 1 月已全面禁用 CFC 冷媒,到 2020 年 1 月也將全面禁用氫氟氯碳(HCFC)冷媒。
- 為減少溫室氣體對全球暖化的不良影響,在 2005 年 2 月起生效的京都議定書[3],要求先進國家在 2008~2012 年之間,將溫室氣體排放量,以 1990 年之排放量為基準減量 5.2%。由於氫氟碳(HFC)冷媒是京都議定書指名的六種溫室氣體之一,全球的制冷工業將面臨 HFC 無法長期取代 CFC 冷媒的窘境。

商機及利潤

- 目前全球 HFC 的消耗量為每年十萬公噸。
- 全面禁用 HFC 的碳匯[4]商機經估算為每年 85 億美元。
- 單在空調市場部份,在 2004 年全球銷售量已達 390 億美元[5]。配合蒙特婁及京都議定書的管制,可預期不使用 CFC、HCFC 及 HFC 冷媒的制冷工業有極為驚人的商機及利潤。

替代技藝

- 使用丙烷、二氧化碳及氨冷媒的壓縮技藝，受限於此類冷媒之物理及化學特性及安全上的考量，在住宅制冷及車用空調領域較難推廣。

緊迫需求

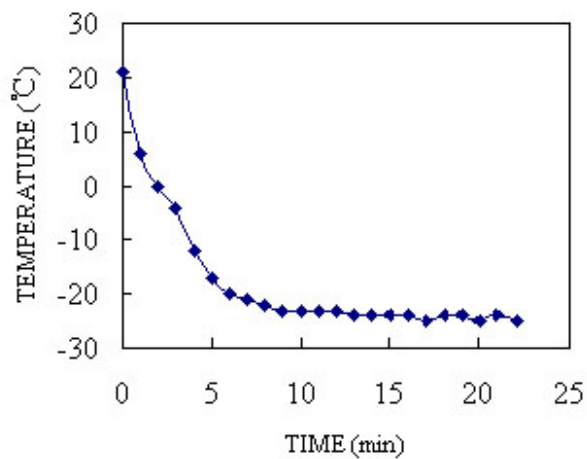
- 目前的緊迫需求是制冷裝置所使用的冷媒不可破壞環境、不具化學腐蝕性、不會燃燒，並對人體無害。使用新冷媒的制冷裝置在節能效率上，如果跟得上傳統壓縮設備，甚至更好，將是文明進展的好消息。

水冷媒

- 採用分散小水滴的蒸發降溫制冷機制。
- 微米尺度的水滴在蒸發降溫過程中，進入過冷相，不會在 0 °C 時結冰。
- 由於分散小水滴的總表面積增加上萬倍，造成在低壓環境下，水冷媒的蒸發降溫速率大幅度的變快。
- 水的蒸發熱 ($\Delta H_{vap}^0 = 40.6 \text{ kJ/mol}$) 比 CFC 高出十倍。
- 陳國美教授結合微米尺度水滴產生技術，低壓環境下蒸發降溫制冷機制，小水滴過冷態現象，及增快蒸發速率的技巧，成功的證實水冷媒可以達成 4 ~ -25 °C 的制冷效果。

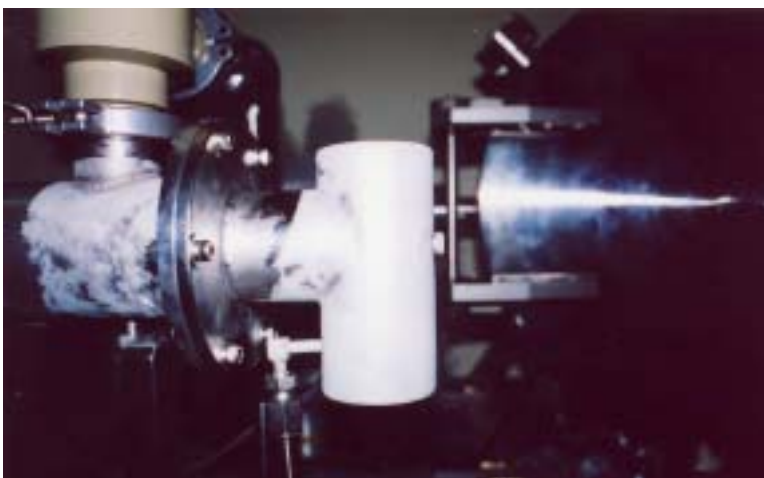
新穎制冷裝置成效

- 陳國美教授發明的水冷媒新穎制冷裝置的冷卻效果如下圖所示：



此一裝置可在啟動六分鐘後達到 -20°C 的低溫環境。終極溫度可降至 -25°C 。

- 此一發明已獲美國及中華民國專利授與[6,7]。
- 制冷裝置實物圖如下圖所示：



此一相片在裝置啟動五分鐘後拍攝，產生的低溫將室內濕氣凝結在裝置外殼。

展望

- 陳國美教授結合科學及技藝，使用水冷媒，發明滿足全球制冷需求的正道，提供在 $4 \sim -25$ °C 溫度範圍的制冷機制，不僅可以取代 CFC、HCFC、HFC、 C_3H_8 、 CO_2 及 NH_3 等冷媒，更具不會燃燒、無害人體、非腐蝕性天然物質，不會破壞臭氧層及降低溫室氣體排放等優勢。由於不需使用熱交換器，利用此一發明的大型制冷裝置比傳統設備具較佳節能效率。

參考文獻

- ¹T. Midgley, Jr. and A. L. Hense, *Ind. Eng. Chem.* **22**, 542 (1930).
- ²UNEP(United Nations Environment Programme). *Production and Consumption of Ozone-depleting Substances under the Montreal Protocol: 1986-2000* (UNEP, Nairobi, Kenya, 2002).
- ³UNFCCC: *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*, 1997.
- ⁴M. Hopkin, *Nature* **432**, 268 (2004).
- ⁵IIR Newsletter, No. 21, January 2005.
- ⁶K. M. Chen, Atomized Liquid Jet Refrigeration System, US Patent 7,159,407 B2.
- ⁷K. M. Chen, Atomized Liquid Jet Refrigeration System and Method, ROC patent I 274131.

陳國美

國立中山大學化學系教授

Tel. :886-7-525-2000 ext 3911

Fax :886-7-525-3912

e-mail: kmchen@mail.nsysu.edu.tw