# 一種誘導蒸發暨即熱冷媒熱水設備的研究

快意空調設備有限公司　梁顯庭

## 1.　前言

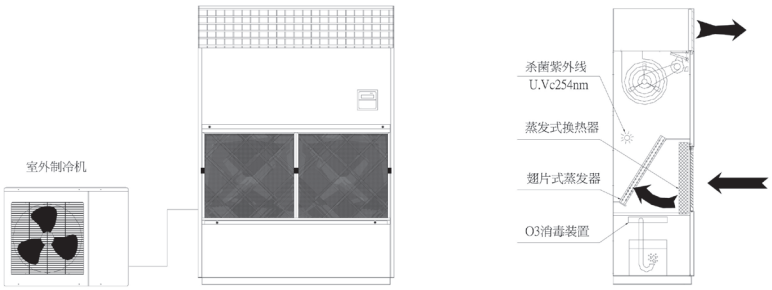
能源與環境已經是全世界所廣泛關注的問題，空調既是爲大眾提供舒適的設備，但也帶來耗能、影響環境等原素，要環保同時又要節能，正是空調業界面臨重量大挑戰。

誘導蒸發冷氣機和即熱冷媒熱水機是我們研製的新產品，都具有高效、節能、環保的功能，但在使用中仍有一些廢熱、廢水外排。如能將兩者有機的結合在一體，即可以加強熱回收，節能減排，還可以一機多用，提升功效。本文對此做了一些研究和探討。

## 2.　誘導蒸發冷氣機與即熱冷媒熱水機

### 2.1 誘導蒸發冷氣機

誘導蒸發冷氣機是以水爲主要冷媒，依據蒸發冷卻原理進行空氣調節的設備。主要由室內機及室外機、淨化空氣系統、自潔系統及精密電子控制系統等組成（部件和架構詳見下圖）。




誘導蒸發冷氣機架構圖

蒸發式冷卻是一種環保、節能、經濟、舒適和高品性的冷卻新風的空調模式，它可以帶給人們舒適的室內環境。空氣從誘導蒸發冷氣機的中部進入，經過雙效熱濕交換裝置與水進行熱濕交換，處理後的空氣經風機從上部送出。雙效熱濕交換裝置是我們研製的專利產品，第一級採用直接蒸發式換熱器，空氣與水接觸面積極大，熱濕交換充分；第二級製冷由直接膨脹翅片蒸發器組成，經過第一級冷卻的空氣與低溫的蒸發器進行熱交換，進一步降低溫度，並凝結出大量的凝結水。凝結水溫度比進風溫度低得多，將凝結水引到第一級進行噴淋，可以使進風濕度迅速飽和，在第二級冷卻時可以凝結出更多的冷凝水，這就象用冷凝水“誘導”出更多冷凝水一樣，然後再用以第一級的熱濕交換，達到更大的溫差效果。

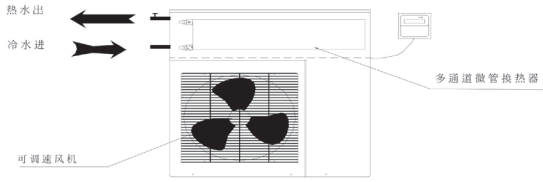
雙效熱濕交換裝置效率較高，全熱效率達 201.36%，顯熱效率達 177.6%。根據實驗室測試結果匯總比較如下：

| 誘導蒸發冷氣 | 預冷段 | 深冷段 | 預冷段+深冷段 |
|---|---|---|---|
| 進風溫度　DB/WB ℃ | 26.98 / 19.08 | 26.97 / 19.11 | 26.92 / 19.01 |
| 出風溫度　DB/WB℃ | 23.51 / 19.18 | 24.21 / 17.89 | 19.55 / 17.89 |
| 顯 冷 量　KW | 12.420 | 9.420 | 38.799 |
| 製/全冷量　KW | 0 | 12.615 | 25.402 |
| 輸入功率　KW | 2.200 | 5.848 | 5.949 |
| 能效比 C・O・P・ | 0 | 2.157 | 4.270 |

注：以誘導蒸發冷氣機 CX200D 爲例。

## 2.2 即熱冷媒熱水機

即熱冷媒熱水機主要是利用高溫高壓的冷媒液體在冷凝時釋放出凝結熱來加熱冷水，用來製作生活熱水。在正常執行時，冷凝溫度基本上變化不大，因此可以源源不斷的製取溫度恆定的熱水。即熱冷媒熱水機由熱回收器(兼冷凝器)、冷媒製冷循環系統、熱水溫度調節系統及精密電子控制系統等組成（部件和架構詳見下圖）。




即熱冷媒熱水機爲我們的專利產品，其關鍵之一是裝有獨特的冷媒對水的多通道微管換熱器，經平衡、分流、增壓等手段，讓高溫高壓的冷媒均勻透過微細管換熱器，不但加大了冷媒和水的換熱面積，而且加快了冷媒和水內部的熱傳導速率，在水側形成高“Re(雷諾數)”的近似湍流膜狀凝結換熱；如此高的導熱系數可以極速地吸收高溫氣態冷媒中的大部分冷凝熱，製成 55℃~70℃熱水。

關鍵之二還裝有獨特的瞬時平衡裝置，使機組在執行時可以即停即開，即開即熱，如同燃氣式熱水器一樣使用方便，不必像一般熱幫浦式熱水器那樣停機後必須停機三分鐘再開機。

即熱冷媒熱水機的熱水量根據實驗室測試結果如下：

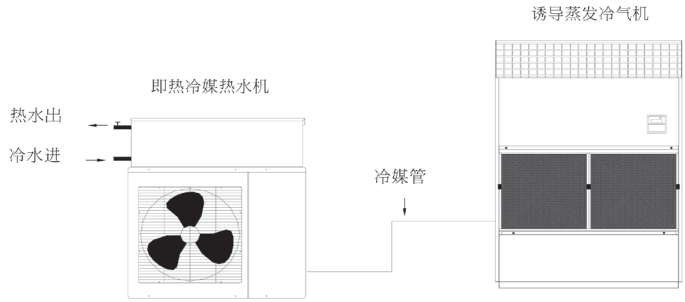
| 熱水量(L/h) | | 環境溫度(℃) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| 進水溫度(℃) | 10 | 170 | 193 | 234 | 276 | 321 | 378 | 450 | 529 | 624 | 726 |
| | 15 | 189 | 214 | 260 | 307 | 357 | 420 | 500 | 588 | 693 | 806 |
| | 20 | 210 | 238 | 289 | 340 | 396 | 466 | 555 | 653 | 769 | 895 |
| | 25 | 232 | 263 | 320 | 377 | 439 | 517 | 615 | 723 | 852 | 992 |
| | 30 | 259 | 293 | 357 | 420 | 489 | 575 | 685 | 806 | 949 | 1105 |
| | 35 | 287 | 326 | 396 | 466 | 543 | 638 | 760 | 894 | 1053 | 1226 |
| 出熱水溫度(℃) | | 55 | | | | | | | | | |

注：型號：RH38E；電源：380V/3PH/50HZ；輸入功率：4.37KW; 運轉電流: 8.5 A

## 3 誘導蒸發製冷暨即熱冷媒熱水設備

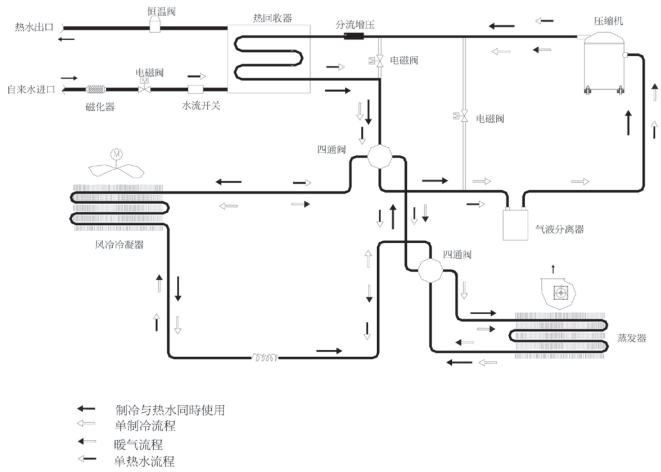
在誘導蒸發冷氣機和即熱冷媒熱水機的使用中，還是存在著一些能量的損失，對環境還是有一些不同的影響。如誘導蒸發冷氣機的室外機會將熱風排入大氣中，而即熱冷媒熱水機在製熱過程中會將冷氣排入大氣中等。如果能將這些廢棄的能量回收利用，將會更利於節能減排。基於這樣的思路，我們將即熱冷媒熱水機取代誘導蒸發冷氣機中的室外機，將兩者有機的組合爲一體。

### 3.1 誘導蒸發製冷暨即熱冷媒熱水設備架構




誘導蒸發製冷暨即熱冷媒熱水設備外形圖

### 3.2 誘導蒸發製冷暨即熱冷媒熱水設備系統




誘導蒸發製冷暨即熱冷媒設備系統圖

#### 3.2.1 製冷與熱水同時使用

壓縮機壓縮後產生的高溫氣態冷媒，透過多通道微管換熱器，殼側的自來水極速地吸收管側的高溫氣態冷媒中的冷凝熱，成爲 55℃~70℃的高溫熱水。冷凝後的冷媒節流後，變成液態低溫冷媒進入誘導蒸發冷氣的翅片換熱器進行熱交換，降低空氣溫度並產生大量凝結

水供噴淋使用。在蒸發器內變成氣態的低溫冷媒被壓縮機吸入重新壓縮，開始又一個製冷循環。

3.2.2 製熱

壓縮機壓縮產生的高溫氣態冷媒透過四通閥的轉向，直接進入誘導蒸發冷氣的翅片換熱器，與空氣進行熱交換，在風機的強排下冷媒中的大量熱量排入空氣，進行采暖。冷凝後的冷媒節流後，變成液態低溫冷媒進入即熱冷媒熱水機的冷凝器，按空調采暖的冷媒系統執行。

3.2.3 單製冷

終止製熱水，壓縮機產生的高溫氣態冷媒，直接進入即熱冷媒熱水機的冷凝器中冷凝，冷凝後的冷媒節流後，變成液態低溫冷媒進入誘導蒸發冷氣的翅片換熱器，按空調製冷的冷媒系統執行。

3.2.4 單製取熱水

只需要熱水，壓縮機產生的高溫氣態冷媒，透過多通道微管換熱器，殼側的自來水極速地吸收管側的高溫氣態冷媒中的冷凝熱，成爲 55℃～70℃的高溫熱水。冷凝過的冷媒經流程轉換，節流變成液態低溫冷媒進入即熱冷媒熱水機的冷凝器，冷量全部被排往大氣中，變成氣態的低溫冷媒被壓縮機吸入重新壓縮，開始又一個製冷循環。

## 4 研製中的幾個問題

兩種機組的組合併不是簡單的連接就可以使用，在研製中，我們改進了以下幾個方面：

### 4.1 一機多用，組合方便，轉換靈活

兩種機組組合，對於各種功能的操作和轉換十分複雜，保護裝置也增加很多，只有使用控制精確的微電腦自動控制才能達到。我們對原微電腦控制裝置進行了更新，透過對風機、壓縮機、各轉向閥門等的精密控制，使誘導蒸發冷氣機和即熱冷媒熱水機方便的進行多種組合，可分可合，製冷、采暖和熱水多種功能間自由轉換，並加強了對整機各種工況的安全監測。

- 誘導蒸發製冷暨即熱冷媒熱水設備具有以下功能：
- 進行降溫、加溫、加濕和除濕等空氣調節過程的同時，供應熱水；
- 單獨進行降溫、加溫、加濕和除濕等空氣調節過程；
- 只供應熱水，不進行空氣調節過程；
- 只進行通風和供應熱水，不進行空氣調節。

真正做到一台設備，可同時滿足製冷、采暖、製熱水等多種需要，靈活應用，一機多用。

### 4.2 適應各種環境，保證壓力範圍

熱水機的使用是 365 天的，而誘導蒸發冷氣機的使用功能和要求在一年內不斷變化，因此系統中的壓力在一年中變化較大，夏季或環境溫度高達 40℃以上時，進水溫度也近 30℃，出水溫度也在 60℃以上。如按普通空調設計此機組，使用 R417a 的冷媒系統低壓在 0.68MPa～0.88MPa，高壓在 2.3MPa～2.6MPa，吸氣溫度在 20℃~30℃。此時壓縮機執行在過載狀態，高的過熱值會減少壓縮機的應用界限，長時間執行會影響壓縮機的使用壽命。冬季或環境溫度低時，機組製熱水時的蒸發壓力較低，約 0.3MPa～0.45MPa，如需製高溫 55℃熱水，使用 R417a 的冷媒系統高壓須在 2.0 MPa～2.2MPa。壓縮機進行高壓縮比運轉，甚至超過壓縮機的安全工作範圍。

爲了使壓縮機能適應室外環境溫度從 40℃~-10℃，進水水溫從 4℃~-35℃這大溫差的變化，我們將風機設計爲變風量，透過精密電子控制，風機的風量可隨著室外環境溫度和系統壓力的變化而改變風速，使冷凝風量在不同環境溫度、不同執行模式下會出現自然冷卻、小風量、大風量執行。使壓縮機始終在安全工作範圍內執行，使壓縮機的執行更爲穩定，保證系統的安全。

### 4.3 清潔空氣和消毒殺菌

經過處理的空氣品性的好壞是衡量空調機的一個十分重要的方面。蒸發冷卻是一種通風量大，接近自然，無污染的製冷模式，它以水與空氣進行熱濕交換，同時空氣中的粉塵、異味、菌類等會溶解於水中，匯入下部的水箱。經過處理的空氣清潔衛生，品性高。爲了處理水箱中的塵雜污物和進一步對空氣進行消毒殺菌，我們採取了一些措施：

#### 4.3.1 循環水消毒殺菌

爲了達到空氣淨化殺菌的目的，在循環水系統設置了臭氧發生器，臭氧有分解臭味，異味和除垢的能力，與水結合產生有氧化能力的“雙氧水”，PH 值約爲 5.5，經噴酒系統形成一個“水簾，清潔空氣預冷器表面”，對空氣中 5$\mu$m 以上的懸浮粒子進行有效的過濾，充分吸附可溶性有害氣體，使循環空氣得到充分的淨化、除塵、消毒殺菌，並使水箱中無法產生病菌。

#### 4.3.2 停機殺菌

當冷氣機停止執行後，通常也是沒有人去理會，這時候機體內正是高危的地方，溫暖而潮濕的環境，正好讓細菌滋生。爲了解決這個缺陷，在誘導蒸發冷氣機內設定了獨特的 C 波段紫外線殺菌燈，這種紫外線照射到的範圍，可穿透細菌細胞膜，使之失去繁殖能力，令細菌無法滋生。當停機時或長期停用時會自動打開進行殺菌。

#### 4.3.3 停機自潔功能

蒸發冷卻是使用水進行製冷，但水箱若長時間沒有清理，最容易滋生有害的細菌。本機採取了停機自動清洗裝置，當機器停止工作時，便自動將收集沈澱下的灰塵、微生物、有機揮發物等，從儲水箱中排走，令集水系統不會積存臟物。

## 5 誘導蒸發製冷暨即熱冷媒熱水設備的綜合能效比

誘導蒸發製冷暨即熱冷媒熱水設備將原來排往大氣中的熱量進行回收，既減少了對環境的影響，還提升了設備的能效，真正做到了節能減排。

5.1 誘導蒸發製冷暨即熱冷媒熱水設備經中山市質量計量監督檢測所檢驗，結果如下表：

| 序 | 測試工況 | 單位 | 檢測項目 | 檢測結果 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 室內環境（高溫高濕）：<br>溫度：40℃±0.2℃　濕球溫度：36.5℃±0.2℃<br>室外機（熱水機）<br>進水溫度：15℃　出水溫度：55℃ | ℃ | 溫降 | 4.0 |
| | | kW | 室內機顯熱量 | 11.2 |
| | | | 室外機製熱量 | 15.1 |
| | | | 總輸入功率 | 5.8 |
| 2 | 室內環境（高溫）： | ℃ | 溫降 | 7.1 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | kW | 室內機顯熱量 | 37.8 |
| | | | 室外機製熱量 | 14.2 |
| | | | 總輸入功率 | 5.8 |
| 3 | 室內環境（標準工況）：<br>溫度：35℃±0.2℃<br>濕球溫度：26℃±0.2℃<br>室外機（熱水機）：<br>進水溫度：15℃<br>出水溫度：55℃ | ℃ | 溫降 | 8.7 |
| | | kW | 室內機顯熱量 | 45.1 |
| | | | 室外機製熱量 | 14.6 |
| | | | 總輸入功率 | 5.9 |
| | | % | 綜合（整機）能效比=<br>（室內機顯熱量+室外機製熱量）/總輸入功率 | 10.1 |

注：測試機型爲 CX200D+RH38E

### 5.2 多種機型測試結果

| 導蒸發冷氣 | CX030 | CX050 | CX080 | CX150 | | CX200 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 即熱冷媒熱水機 | RH16A | RH16A | RH16A | RH22A | RH22E | RH38E |
| 電源供應 | 220V / 1PH / 50Hz | | | | 380V /3PH /50Hz | |
| 總輸入功率 KW | 1.8 | 1.9 | 2.1 | 3.2 | 3.8 | 6.2 |
| 全 冷 量 KW | 9.0 | 10.0 | 12.0 | 18.2 | 20.5 | 32.1 |
| 熱 水 能 量 KW | 6.05 | | 6.51 | 10.23 | | 15.81 |
| 製冷能效比 | 5.00 | 5.26 | 5.69 | 6.40 | 5.39 | 5.18 |
| 綜合冷熱能效比 | 8.36 | 8.45 | 8.81 | 8.88 | 8.09 | 7.73 |
| 進水 / 出水溫度 ℃ | 15 / 55 | | | | | |

注：室內製冷工況（干/濕球溫度）：27℃ / 19℃）

## 6 總結

誘導蒸發製冷暨即熱冷媒熱水設備是一種新型的空調熱水綜合設備，它將蒸發冷卻式空調設備與冷媒熱水設備有機的組合爲一體，不但能夠一機多用，適宜各種不同的環境和工況，爲人們提供高品性的空調環境和生活熱水，而且能夠充分回收能量，節能減排，清潔環保，並有著較高的綜合能效比，有著良好的市場前景。

**參考文獻**

基金項目：中山市科技計畫項目（項目編號：20073A102）

作者簡介：梁顯庭（1953-），男，工程師，主要從事製冷空調的設計和生產。E-mail:coolpoin@netvigator.com