

儲冰儲能新概念

■ 陳韋治 / 詒鑫企業有限公司

儲冰系統用於辦公大樓成功有幾個相同的理由，包括較低的初設費，較低的運轉電費及能夠減低氟氯碳之排放。本文中我們將說明新概念的儲冰系統是結合了外溶冰低溫冰水的好處以及內溶冰滷水密閉系統的優點。

使用儲冰系統低溫冰水，可節省減小管路、泵及空調箱設備大小。一套供水 2°C 、回水 13°C 之儲冰系統，比較一般傳統空調供水 7°C 、回水 13°C 僅需一半的流量，泵馬力及配管更小。再則，當系統提供 7°C 之低溫送風，比較傳統使用 13°C 的送風，不但使用更小的風管，更小的送風機，同樣地減少了能源的損耗，更增加了建築物可使用的空間。至於操作運轉成本的節省，當新系統在設計時已經做了最優化儲冰系統的選擇，利用夜間低電價優惠來儲冰儲能，以調整降低白天高電費夏季尖峰之負載移轉。

令人惋惜的是，儘管低溫儲冰有著這

麼多的好處，一個最主要令人躊躇不前不敢廣泛採用此技術的主要障礙是害怕設計者混合了開放系統結合在儲冰系統內。然而，一個“冰結在盤管上”(ICE-ON-COIL)的創新設計，使設計者可利用由外溶冰方式提供低溫儲冰的優點，但仍然保留了滷水密閉循環，在負載側如同內溶冰的安全可靠度。

一、內外溶冰提供低溫冰水合而為一

早期，儲冰系統允許系統以開放式外溶冰提供極低溫 1°C 之冰水或是由密閉滷水迴路內溶冰提供較高溫 3°C 之滷水，由熱交換器隔開滷水側及負載側逕行熱交換。這兩種方式永遠只能擇其一，折衷於取決用哪一種系統或哪一個溫度。

現今，新創新的概念，將製冰盤管組與另一組溶冰鱗片盤管組結合在一個儲冰槽內。在夜間由滷水主機至製冰盤管組進

綠能建築設備規劃

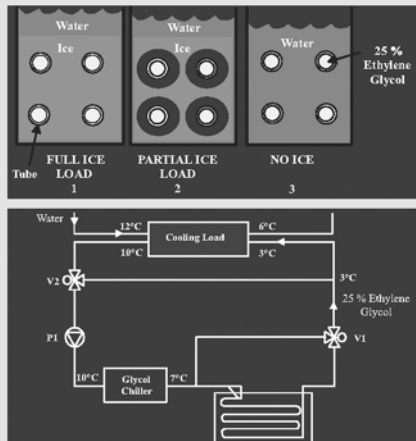
儲冰儲能新概念

專題
研討

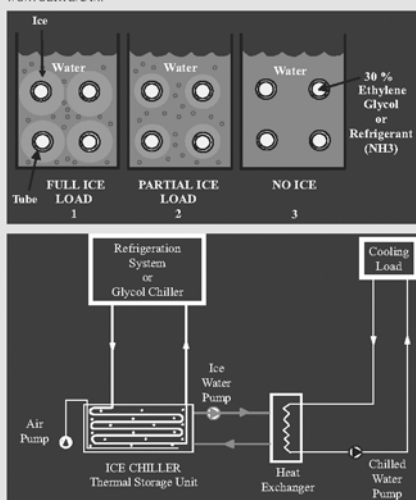
行離峰優惠電價時段進行製冰製程。在白天尖峰電價時段，鱗片盤管組由建築物負載側高溫回水進入，進行溶冰製程。鱗片盤管組浸泡於極低溫冰槽水中，必然會在冰槽中溶出更多的冰，而提供恆定低溫的冰水予負載側。

Internal vs. External Ice-on-Coil Thermal Storage

In internal melt systems, the ice is built around the coils by passing cold glycol inside the tubes during off-peak hours. Circulating warm glycol in the tubes melts ice during peak load. The ice is melted from inward out.



In external melt systems, the ice is built around the coils by passing cold refrigerant directly inside the tubes. Circulating warm water directly to the tank melts the ice around the tubes. The ice is melted from outward in.



二、儲冰系統操作模式

儲冰系統操作控制模式共有六種：

1. 主機製冰模式
2. 主機供冷模式
3. 主機供冷及溶冰供冷模式
4. 溶冰供冷模式
5. 待機模式
6. 主機製冰及溶冰供冷模式

以上各控制程序，依照符合建築物與市電優惠電價合約之時段，以智慧型程式自動控制，驅動操作以上各種模式，適當地運轉整套建築物之儲冰中央空調系統。儲冰控制系統準確地將資訊回授傳輸到主機控制盤去操作運轉主機。此微處理系統亦適當地供給所有負載需要之信號予建築物自動監控系統Building Automation System (BAS)。其運轉模式如下：

1. 主機製冰模式

主機運轉在-7℃低溫設定點製冰。以主機負荷限制點提供最大100%之運轉輸出。控制系統操作讓滷水比例閥調至全流量位置，使主機提供極低溫滷水直接流入製冰盤管組全力製冰。全開位置滷水閥使全量滷水再由盤管組回到主機。滷水泵負責壓送主機之低溫滷水至儲冰盤管組製冰。冰水泵是不動作的。製冰模式持續進

專題探討

綠能建築設備規劃

儲冰儲能新概念



行直到冰量感知器輸出100%結滿冰止之信號。

2. 主機供冷模式

然而，當監控系統選擇供冷及預定由主機供給負荷時，控制程序會驅動滷水泵及冰水閥至熱交換器，滷水不經過儲冰槽。滷水泵必需運轉。建築物冰水泵必需運轉。主機控制自動調節離開主機的滷水溫度為 5°C 。主機被操控在不超過預測尖峰需量內。

3. 主機供冷及溶冰供冷模式

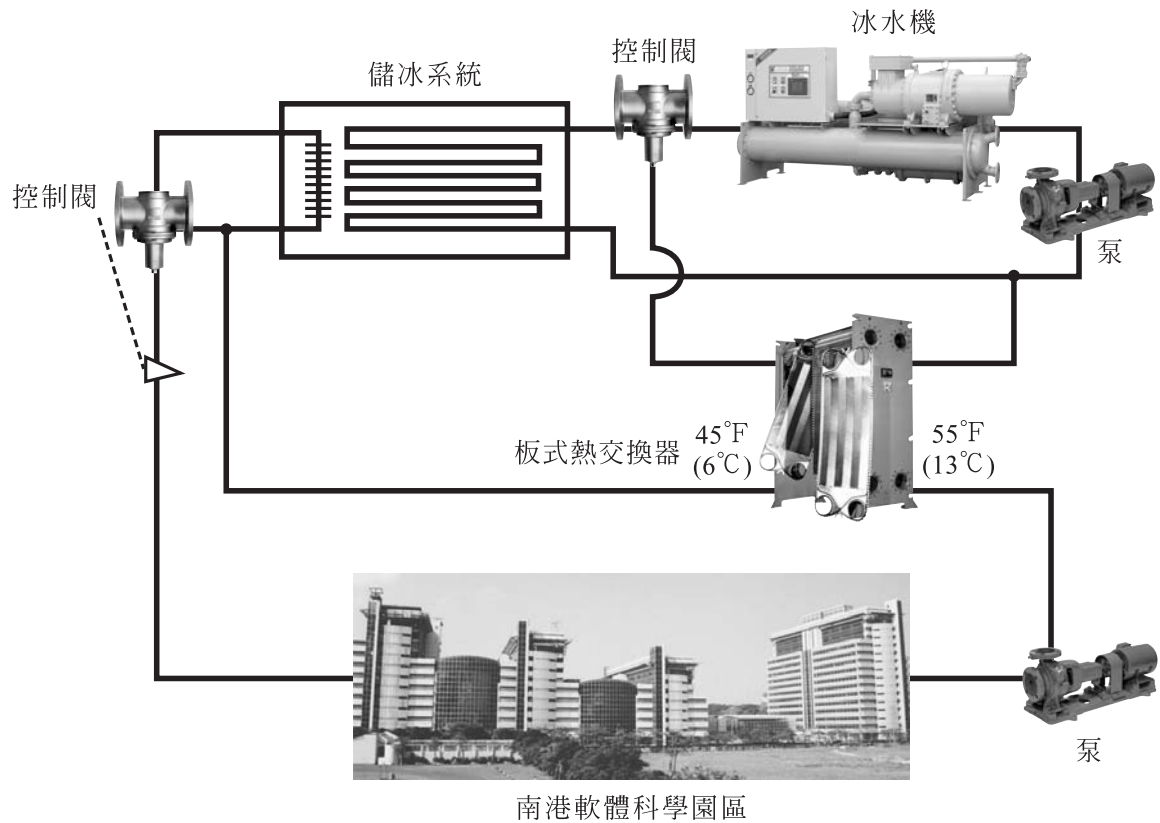
當BAS選擇主機與溶冰供冷模式時，滷水閥之溫度感知器將調整比例，控制由儲冰槽保持 2°C 之滷水出水溫度至建築物負載側。

滷水閥全開至熱交換器。滷水泵必需運轉。建築物冰水泵必需運轉。在尖峰負載要求時，所有總額負載量必需由複合主機與溶冰兩種運轉模式來完全滿足需求，並完全溶光儲冰槽內之全部冰量為目的。

綠能建築設備規劃

儲冰儲能新概念

專題
探討



當在分量負載要求下，主機之操作必需自動卸載，以利溶冰為主滿足需量要求。

4. 溶冰供冷模式

當BAS選擇溶冰供冷程序時，控制系統將會停止主機運轉以容許系統以溶冰製程提供負荷需求。冰水閥將控制調整保持溶冰溫度維持於2°C。一般如主機不運轉，滷水泵亦不運轉。建築物冰水泵必需運轉。

5. 待機模式

當BAS顯示無負載需求時，為不製冰模式，控制系統將處於待機模式。此模式下，主機及其輔機設備均處於停機狀態。

6. 主機製冰及溶冰供冷模式

當BAS接受到信號指示製冰及供冷同步進行時，控制系統將操作冰水閥緩緩打開，使部份的冰水流向建築物負載側。提供穩定2°C的冰水溫度予建築物使用。而

專題探討

綠能建築設備規劃

儲冰儲能新概念

製冰系統操作滷水比例控制閥全開以流向儲冰盤管製冰。滷水泵推送低溫滷水由主機流向製冰盤管。

三、結論

儲冰儲能系統提供業主（最終用戶），設計師及中央空調系統操作者許許多多的好處。給予所有使用戶冰能量的儲存，進而節省了運轉成本。給予空調系統設計師達成系統最佳化之實現及節能系統設計之目的。並且給予現場系統實際操作維護人員提供了複合式多樣操作運轉策略管理的所有可能性。既能完全滿足最大瞬間尖峰負載需量之最高標要求，也達成隨意調整最大卸載之能力。

當使用此創新複合式之儲冰系統設計概念時，將更容易使系統設計更彈性，工

程管理更周全。此創新的內外溶冰混合式儲冰，讓設計者選用了他們一向所喜歡冰水側為完全密閉迴路之概念。

這樣也保證冰水系統的平衡易於達成及完成測試運轉之驗收。密閉迴路儲冰系統保障了系統管路的潔淨，並使空調設備易於保養維護。

採用內外溶冰複合儲冰系統設計已提供了您所需的一切解決方案。它能利用密閉迴路設計，提供1℃的低溫冰水。如此確保了低溫系統下，得到低初設費，低運轉電費之優勢。當然，這確實是儲冰系統之系統設計及運轉所欲達到之最優化及最佳化之最終目的。

本文譯自美國B.A.C. (Baltimore Aircoil Company) / Mr. Ramez Naguib, M.S.

