

# 淺談電腦機房空調環境與 節能應用技術 下

▶ 專案四部 吳建德

## 四、節能改善技術之應用

由電腦機房的設備配置與氣流模式討論可得出一個簡單的觀念，機房的冷熱氣流混合愈嚴重顯示能源損耗愈大，即整體電腦機房之能源使用效率愈低，而要改善電腦機房冷熱空氣的混合狀況，首要工作必須建置冷熱通道，將冷空氣與熱空氣在機房內的活動路徑盡可能的分離，或減低混合的路徑長度，以面對背機櫃排列方式而言，當冷空氣由第一組機櫃前端進入且由機櫃後方排出時，已經進行第一次熱交換，排出的空氣溫度已較地板出風口的冷空氣高很多，此時卻與周圍較低溫空氣混合後進入下一個電腦機櫃，因此第二組電腦機櫃的入風口溫度較原來冷空氣溫度高，導致散熱效果也較差，如圖5所示，以此類推，位於最後一排的電腦機櫃散熱狀況最為不良，為預防最後一組電腦機櫃因機組過熱而跳機，故現場人員必須再降低空調系統的出風溫度，或者在後幾組電腦機櫃處再增加冷空氣出風口，此種面對背機櫃排列方式因機房氣流並無排列規劃，必須遇到需求不足時才進行補救，而冷熱氣流混合問題常常導致許多不易察覺的局部熱

點產生，越是在發熱密度較高的電腦機房越是應該重視機房內的冷熱通道規劃問題，因為局部熱點的形成會更加嚴重；混風的效應不僅影響機櫃散熱效果，當高溫熱回風因混合冷空氣後而降低溫度回到箱型機時，因空調系統出回風溫差不大，使空調主機處於較低負載下運轉，由主機效率曲線可知低載運轉的主機效率較差，而另一方面電腦機房又因混風問題調降出風溫度，依中國技術服務社節約能源技術手冊<sup>(6)</sup>與綠色生產力基金會空調系統管理與節能手冊<sup>(7)</sup>可知調降冰水出水溫度1°C必須額外消耗壓縮機耗電1.5~3%，意謂混風問題可能同時造成空氣側與冰水側雙方面的能源損耗；若將電腦機櫃的排列方式改變為面對面排列，使冷空氣與熱空氣有各自的行進路徑，冷空氣可直接進入電腦機櫃內進行熱交換，而前後排機櫃也較不會產生散熱不均的問題，如圖6所示，即可避免過度調低空調系統的供風溫度與主機低載運轉問題。

若電腦機房內使用的空調系統為高架地板形式的空調箱或箱型冷氣機，冷空氣由地板下通往出風板塊進入冷通道，熱通道上方



無天花板回風通道，而是使用自然對流方式讓室內熱空氣回到空調箱的回風口，此種情況需特別注意其排放的位置，一般認為應該將箱型機置於冷通道前後方，使其供應之冷空氣可以最接近冷通道出口，雖然冷空氣移動至機櫃的距離縮短，但熱空氣回風的路徑可能出現另一種與預期中截然不同的現象，試想將箱型機設置於冷通道兩端或是水平於機櫃排列的兩邊，熱空氣必須由熱通道跨越冷通道才可回到箱型機的回風口，在接近箱型機的區域形成嚴重的冷熱氣流混合情形，如圖7所示，因此，將箱型機排放於熱通道兩端才是最佳的位置，使熱回風直接由熱通道快速進入箱型機內，如圖8所示，以減少冷熱空氣混合的機率；此外，若機房的架構並非高架地板型式，則應將箱型機排放於冷通道兩側，使其冷空氣直接吹入冷通道，形成保齡球道效應(bowling alley)。

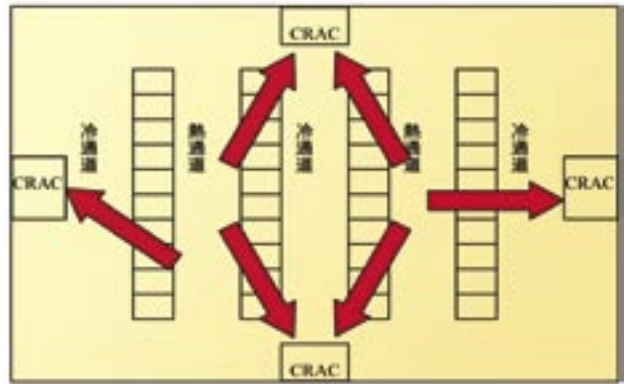


圖7 箱型機置放於冷通道兩端時之熱氣流移動情形

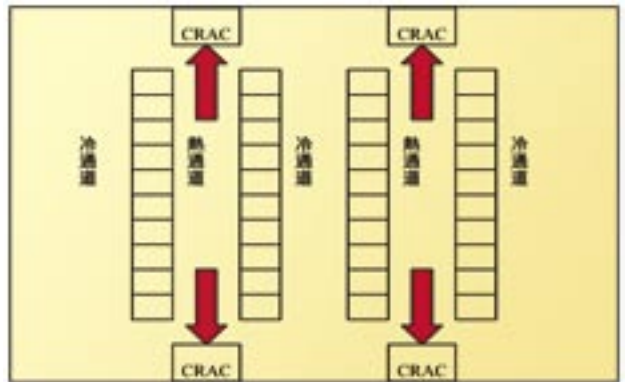


圖8 箱型機置放於熱通道兩端時之熱氣流移動情形

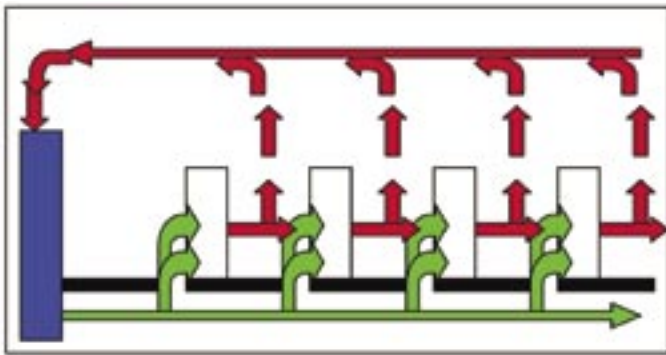


圖5 面對背電腦機櫃排列方式之氣流循環

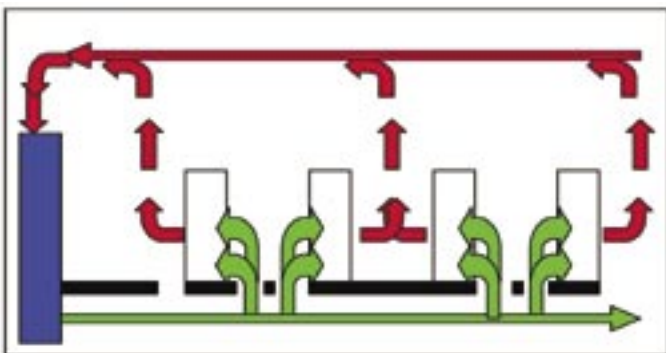


圖6 面對面電腦機櫃排列方式之氣流循環

一般電腦機櫃背部為熱空氣排出口，溫度通常是整個電腦機房內最高的地方，因此特別容易被注意，有些操作人員就在那些地方增加地板出風口，希望可以直接將熱量帶走，如此一來非但無法達到最佳的機櫃內部散熱效果，反而會因混風情形而加倍消耗能源與降低空調系統的冷卻效率，正確做法應是僅在冷通道內排放地板出風口板塊，且盡可能地靠近電腦機櫃前端口吸入口，熱通道不宜放置任何具有孔洞的地板塊，確實將熱通道的熱空氣與地板下的冷空氣完全隔離，若有天花板回風板塊的設置，應將其擺放於熱通道內，冷通道不宜放置任何回風板塊，用意除了防止冷熱空氣的混合作用之外，亦避免冷空氣短循環的情形；在高架地板下方的線路也需要規劃與整理，過多的排線會造成冷空氣移動滯礙難行，某些地板出風口可能

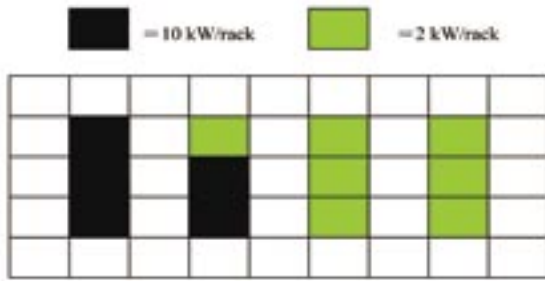


圖9 高耗能機櫃集中置放情形

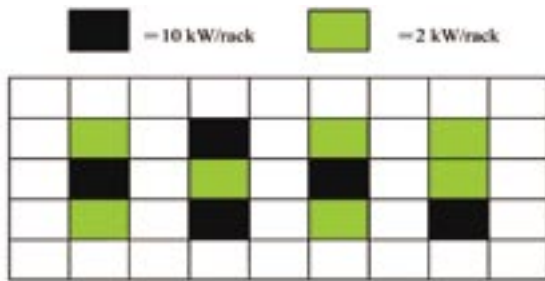


圖10 高耗能機櫃分散置放情形

因此得不到足夠的冷空氣量，而雜屑與灰塵會阻塞出風板孔，甚至進入IT設備內部引發損害；若電腦機房內有已停用或待整修的電腦機櫃，先將其前端地板出風口封閉或置換為無孔洞地板，盡量隨時排除未有使用的地板出風口，將其擺放至較高發熱機櫃的吸入端，有效利用既有的冷空氣量，亦可避免冷熱氣流混合機率；為防止電腦機房內出現地板出風型式之空調系統無法降低的局部熱點，應將高發熱機櫃分散錯開置放，如圖9~10所示，使每一區域的平均發熱情形接近平衡，以利空調降溫時可達電腦機櫃的散熱需求。

一般電腦機櫃為方便IT設備置入，前端通常不設阻隔物，但機櫃內部空間並不會完全放滿設備，因此會留有些許的空隙孔道，若忽視這些夾縫空間的存在，則無形之間產生許多的能源消耗而不自知；當冷空氣由機櫃前端被吸入IT設備內進行熱交換，冷空氣升溫變成熱空氣，由機櫃後端準備排出，此時，熱空氣受到前方吸入端的牽引，一部分

熱空氣由機櫃內的閒置空間拉回到前端再次被吸入IT設備內，形成機櫃內部熱空氣的短循環，而回流的熱空氣與前端預備進入機櫃的冷空氣混合，產生了本文極力提及要避免的混風問題，在無設備櫃位前端加裝盲板即可得到改善，如圖11所示，使空氣經過機櫃的唯一通道只剩下IT設備本體，排出之熱空氣不會受到機櫃前端的吸引，縱然熱空氣由機櫃閒置空間回流也因有盲板的隔離而無法回到機櫃前端，如此一來，熱空氣短循環或機櫃內部混風問題即迎刃而解。

目前電腦機房的設計理念，趨向於將整體機房或是機櫃內部的冷熱空氣分離，分離的程度越高，節能的越好，此觀念的應用技術非常廣泛，大由機房整體供回風系統，小至電腦機櫃內部的冷熱空氣導流裝置，有模組化商品，也有個別應用商品，美國冷凍空調工程師協會在資訊設備用電趨勢與空調應用(Datacom Equipment Power Trends and Cooling Application)<sup>(3)</sup>中提出幾項較常見的機房冷卻應用設備，以下簡單說明：

#### 1. 頂板分配系統(Overhead Distribution)：

此種系統架構於冷熱通道的觀念上，可算是傳統設計的改良版，冷空氣的輸送由分布於天花板內的風管進行，冷風管強迫將冷空氣直接吹入冷通道內，熱空氣再由自

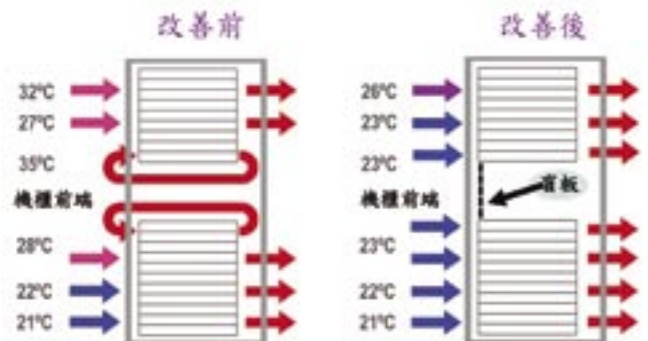


圖11 使用盲板破壞機櫃內部短循環 [APC]



然回風方式溢入牆壁上的回風孔穴，如圖12所示，因冷熱空氣的浮力效應與出回風口的高低位差，使機房的混風情形減輕許多。

2. 出回風氣流管理(Managing Supply and Return Airflows)：同樣架構在冷熱通道的觀念上，僅在不同部位作些許的改變，使氣流混合的情形可以降低更多；使用夾層天花板當作熱回風通道，其結構與高架地板作為冷風通道的方式很像，如圖13所示；在兩機櫃之間的冷通道上方加蓋阻隔板，使冷通道徹底與其餘室內空間隔絕，外觀就像是個小通道，如圖14所示，部分廠商甚至將通道兩邊封閉，強迫冷空氣必須經過機櫃本身才能脫離冷通道，以此種方式避免冷熱氣流混合的效果非常好，但因封閉的通道外蓋使得內部情形不易察覺，因此若發生火警或危安事件時，危險性相對增高很多；另外，運用一些個別裝置並且結合風道導流的觀念，可將冷空氣有方向性的直接引導至電腦機櫃內部，熱空氣同樣規律的引導回到冷卻主機，電腦機房不再需要多餘的空調供風，所有的冷熱交換行為都在機櫃內進行，如圖15所示，空氣引導元件分為分配與排除兩種，裝設於機櫃的前端與後端，空氣分配元件主要目的在於強迫地板下的冷空氣透過元件直接進入IT設備的吸入端，冷空氣的移動路徑甚至不經過冷通道，或可說是將冷通道建置於IT設備的吸入口端，空氣排除元件主要目的在於強迫IT設備排出之熱空氣直接由熱風通道直接回到冷卻系統內，同樣是將熱通道建置於IT設備的排氣端，如圖16所示，若兩種元件同時都裝設時，電腦機房的冷熱空氣幾乎沒有任何交錯的路徑。

3. 區域分配系統(Local Distribution)：透過

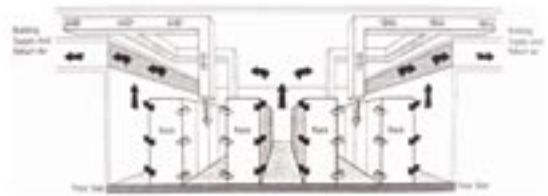


圖12 頂板分配系統的空氣循環

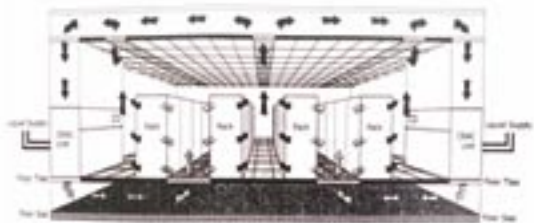


圖13 夾層天花板回風系統的空氣循環

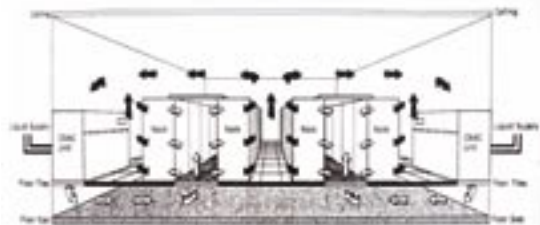


圖14 冷通道加蓋系統的空氣循環

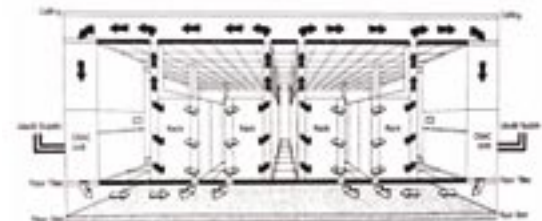


圖15 冷熱空氣引導系統的空氣循環

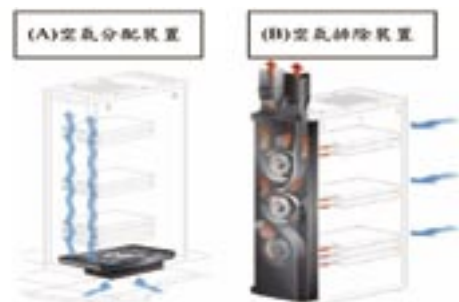


圖16 冷熱空氣引導裝置 [APC]

一些簡單的分配元件，可以將冷熱通道的觀念充分的活用，範圍與方式都可依實際需要而改變，甚至由「通道」演變成「區

域」；區域型分配系統種類繁多，較常見的有天花板鑲嵌式與機櫃上方吊掛式，天花板鑲嵌式主要裝置在冷通道上方，分配器下方吹出冷空氣直接進入冷通道，機櫃後端排出的熱空氣經由熱通道上升，最後被吸入分配器前後端的回風口，形成一次完整的出回風循環，如圖17所示；機櫃上方吊掛式主要是裝設在電腦機櫃上方，分配器前端面對冷通道，冷空氣由前端開口吹出進入冷通道，機櫃排出之熱空氣上升後，被吸回分配器內完成一次氣流循環，空氣循環路徑較短，如圖18所示，此種區域型分配系統必須全區域使用才能營造冷熱區域的架構，若單單設置一部分配器則無法發揮效用。

## 五、結語

由近年來相關的電腦機房空調環境研究發現，若能有效改善電腦機房的氣流混合情形，甚而提高電腦機櫃吸入口端之空氣溫度至美國冷凍空調工程師協會建議的電腦機房空調條件範圍內，便可因調高空調主機的冰水溫度而達到電腦機房氣流節能的效果，降低電腦機房的冷熱氣流混合情形實為現階段節能改善之首要工作，以下針對既有電腦機房、即將建置之電腦機房提供幾項建議，期分享予相關領域同業參考研究之用。

### (一)對既有電腦機房建議

- 1.調整機櫃入風口端溫度至20~25°C範圍內，如表1所示。
- 2.調整出回風板塊排放位置，出風口位於冷通道，回風口位於熱通道，並使熱源分散平均，避免局部熱點產生，如圖10所示
- 3.使用機櫃前端盲板，避免機櫃內部熱空氣短循環，如圖11所示。
- 4.應用電腦機房氣流節能設備，如圖16~18所示。

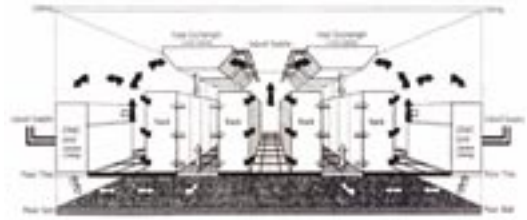


圖17 天花板鑲嵌式分配器安裝位置

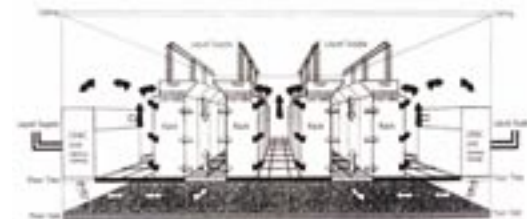


圖18 機櫃上方吊掛式分配器安裝位置

### (二)對即將建置之電腦機房建議

- 1.IT設備的不斷電系統或備援系統，不宜使用過量設計，建議採用模組化容量設計，依實際需求增減系統容量。
- 2.電腦機房的空調溫濕度需求與人員作業區域差異頗大，應區分為各自獨立的空調系統。
- 3.中央空調系統可採用除濕盤管預冷方式設計。
- 4.冷熱通道建置明確，如圖2所示，應用方式如圖12~15所示。
- 5.冷熱通道間距應間隔七個板塊，如圖4所示。
- 6.於下吹式高架地板空調系統中，空調箱應擺放於熱通道兩端，如圖8所示。
- 7.設定機櫃入風口端溫度至20~25°C範圍內，如表1所示。∞

## 參考文獻

- 3.ASHRAE, Datacom Equipment Power Trends and Cooling Applications, U.S.A., 2005.
- 4.Don Beaty and Tom Davidson, "New Guideline for Data Center Cooling," ASHRAE Journal, pg. 28, Dec. 2003.
- 5.Don Beaty, "Cooling Data Centers with Raised-Floor Plenums," HPAC Engineering, pg. 58, Sep. 2005.
- 6.經濟部能源委員會，節約能源技術手冊，民77。
- 7.財團法人台灣綠色生產力基金會，空調系統管理與節能手冊，民94。
- 8.吳建德，「電腦機房空調氣流分析與節能潛力評估」，國立台北科技大學碩士論文，民98。